

情報処理

2022
5

Vol.63 No.5
通巻 686 号

小特集 **オンライン** 個人情報保護法制の最新動向

巻頭言 編集長就任にあたって 会員を巻き込んだ魅力ある会誌を目指して

副編集長就任にあたって 続・新たな冒険への出発(そしてファイナル!)

中間管理職としての副編集長

ノイズとシグナル



巻頭コラム

報道の現場を変えたプログラミングスキル

三輪誠司

オンライン デジタルプラクティスコーナー: 超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス

教育コーナー: べた語義

連載: 5分で分かる! 有名論文ナナメ読み / IT紀行 / **オンライン** 教科「情報」の入試試験問題って?

情報の授業をしよう! / 先生, 質問です! / ビブリオ・トーク

会議レポート

電子版もご覧ください



電子版を読む(会員無料)
情報学広場



iPhoneなどで読む(有料)
Kindle



電子版を購入(有料)
Fujisan



Web公開(無料/有料)
note

情報処理学会編集の教科書シリーズ!



IT Text 情報セキュリティ 改訂2版

宮地充子・菊池浩明 共編
A5判/288頁/定価3,300円(税込) ISBN 978-4-274-22816-2

長年親しまれてきた『IT Text 情報セキュリティ』の改訂版。改訂にあたり、標準化などの最新動向や、量子コンピュータ、暗号資産、ブロックチェーンなどの最新技術に触れるとともに古い記述を改め、現代の情報セキュリティ技術を幅広く学ぶことのできる構成としました。最新の社会動向も反映しています。



IT Text 情報システムの分析と設計

伊藤 潔・明神 知・富士 隆・川端 亮・熊谷 敏・藤井 拓 共著
A5判/272頁/定価3,300円(税込) ISBN 978-4-274-22817-9

情報システム開発者の実務に必要な知識をわかりやすく解説。「情報システムの開発とは何か」から始め、企業情報システムの開発の基礎とその品質の維持と新技術への対応、IE、アジャイル、UML、データフロー図、エンティティリレーションシップ図といった基本をひとつひとつ学ぶことができます。

ビッグデータとは異なるアプローチが必要となるスモールデータの解析手法について解説!



スモールデータ解析と機械学習

藤原幸一 著
A5判/296頁/定価3,520円(税込) ISBN 978-4-274-22778-3

スモールデータとは何かを具体的に紹介し、解析の基本となる次元削減と回帰分析、モデルの性能向上のために必要な変数(特徴)選択、不均衡なデータの解析手法と異常検知などについて解説。Pythonプログラムと例題を通じて、読者がスモールデータを有効に解析できるようになるよう工夫しています。

ソフトウェアエンジニアリング・スタンダードの第9版!



実践ソフトウェアエンジニアリング 第9版

Roger S. Pressman・Bruce R. Maxim 共著/SEPA翻訳プロジェクト 訳
B5判/548頁/定価8,800円(税込) ISBN 978-4-274-22794-3

本書は米国においての第1版の発行(1982年)以来、世界累積300万部を超えるベストセラーの最新刊である第9版の邦訳書です。ソフトウェア同様、改良が続けられているソフトウェアエンジニアリングの「最良の手法」を解説している書籍であり、現役のソフトウェアエンジニアならびに学生諸氏におすすめする1冊です。

あの「天然知能」を情報科学として明快に解説!



セルオートマトンによる知能シミュレーション 天然知能を実装する

浦上大輔・郡司ベギオ幸夫 共著
A5判/256頁/定価3,740円(税込) ISBN 978-4-274-22782-0

オートマトンの基礎から解説を始め、セルオートマトンに見られる典型的な現象(相転移、カオスの縁)、セルオートマトンと人工知能との対応、非同期調整セルオートマトンと著者らの提唱する「天然知能」との対応、リザーブコンピューティングによる実装の手法までを、順を追って解説します。



オーム社

〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1
TEL 03(3233)0853 FAX 03(3233)3440

www.ohmsha.co.jp

定価は変更になる場合があります。

サイエンス社 近刊・新刊のご案内

近刊

データ科学入門 I 考え方の基礎を学ぶ

松嶋敏泰監修／早稲田大学データ科学教育チーム著 予価2200円

データ科学の基礎的な理論と手法を体系的に学ぶことで、基本となる思考プロセスを身につけられるよう構成されたテキスト。記述統計学、推測統計学、ベイズ統計学と立場の違うデータ科学の分野を、本書で導入した意思決定写像として統一的に表記することで、相違点・共通点の明確な説明を試みた。



コンピュータのしくみ 情報活用能力とは何かを考える

佐藤一郎著 定価1980円

初等教育から始まる情報系の教育改革が進む現代において、教養となる基礎的な部分を、専門家が一般読者向けにやさしく解説。コンピュータのしくみや使われ方の背景となっている考え方に焦点を当てた。



計算理論とオートマトン言語理論 [第2版] コンピュータの原理を明かす

丸岡 章著 定価2255円

初学者でも分かるよう証明を含め丁寧に記述し、全面的に見直しを行った著者渾身の改訂版。“なるほど、そういうことか”を繰り返し体験して楽しみながら学ぶことができる。章末問題すべてに解答をつけた。



データベース入門 [第2版]

増永良文著 定価2145円

「ザ・DBテキスト」ともいえるデータベースの入門書。構成は旧版を踏襲しながら、新たにビッグデータとNoSQLについて論じている。加えて、随所に理解を深められる改訂を行い、演習問題を充実させ全てに模範解答をつけた。

近刊

数値計算 [新訂第2版]

洲之内治男著／石渡恵美子改訂 予価1800円

数値計算の学習でのアルゴリズムを実際に動かしてみることの重要性は[新訂版]の出版から20年を経た今も変わらない。新訂第2版では要を得た記述はそのままに、データサイエンスの発展に合わせサポートページで公開するプログラムを整備し、Cに加え新たにPythonのプログラムも用意した。

数理工学社 近刊・新刊のご案内 発売：サイエンス社



レクチャー ソフトウェア工学

鵜林尚靖著 定価2530円

ソフトウェア工学の基礎と実践について解説。技術／知識と実践の間に横たわるギャップを埋めるべく、筆者の実務経験と教育研究活動から得られた知見が随所にちりばめられた好個のテキスト・参考書。



レクチャー マルチメディア

基礎からわかる音・画像・映像の情報処理

川崎・柳井・佐川・森山・古川共著 定価2750円

音・画像・映像を中心とした技術を集約。マルチメディアコンテンツ作成の基礎知識を効率よく学べる。

〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷1-3-25 TEL 03-5474-8500 FAX 03-5474-8900
ホームページで注文ができます。 <https://www.saiensu.co.jp> *表示価格は全て税込みです。

サイエンス社

新刊・関連書籍のご案内

デザイン思考に基づく
新しいソフトウェア開発手法EPISODE
ーデータ分析、人工知能を活用した小規模アジャイル開発ー
西野哲朗 著/A5判/174頁/定価2,750円

入門 情報リテラシー
ーMicrosoft 365/Office 2019対応ー
高橋参吉 監修 喜家村 奨 編著/B5判/168頁/定価2,420円

(メディア学大系 10)
メディアICT (改訂版)
寺澤卓也・藤澤公也 共著/A5判/256頁/定価3,190円

(メディア学大系 17)
メディアのための物理
ーコンテンツ制作に使える理論と実践ー
大淵康成・柿本正憲・椿 郁子 共著/A5判/240頁/定価3,520円

数理パズルで楽しく学べる論理学
藤田憲悦 著/A5判/200頁/定価2,860円

(電子情報通信レクチャーシリーズ B-7)
コンピュータプログラミング
ーPythonでアルゴリズムを実装しながら問題解決を行うー
電子情報通信学会 編 富樫 敦 著/B5判/208頁/定価3,630円

書き込み式
ヒューマンコンピュータ
インタラクション入門
西内信之 著/B5判/160頁/定価2,860円

ネットワークセキュリティ概論
井関文一 著/A5判/204頁/定価2,970円

(シリーズ 情報科学における確率モデル 9)
ベイズ学習とマルコフ決定過程
中井 達 著/A5判/232頁/定価3,740円

(バイオインフォマティクスシリーズ 3)
生物統計
浜田道昭 監修 木立尚孝 著/A5判/2022年5月上旬発売予定

科学技術と共に歩む



株式会社 コロナ社

〒112-0011 東京都文京区千石4-46-10
TEL (03)3941-3131 (代), -3132, -3133 (営業部直通)
<https://www.coronasha.co.jp> FAX (03)3941-3137
E-mail eigyo@coronasha.co.jp



「情報処理」は amazon/kindleでも ご購入いただけます!

情報処理学会では、会誌「情報処理」をオンライン通販サイト
amazon/Kindle (電子版)でも販売しています。ぜひご利用ください。

◀ 「情報処理」(毎月15日発行)

各分野のトップレベルの方々が、最新技術を分かりやすく解説して
います。著名人による巻頭コラム、特集、解説、報告、連載、
コラムなど。

◆ 価格 1,760円 (税 10%込)



会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp
Tel.(03)3518-8371 Fax.(03)3518-8375

ご注文は ⇒ <https://www.amazon.co.jp/>

IT研究者のひらめき本棚 ビブリオ・トーク：私のオススメ

2017年9月発売 定価 1,980円(本体1,800円+税)

編：情報処理学会 会誌編集委員会

判型 A5変 152頁 ISBN 978-4-7649-0548-1 C3004

月刊『情報処理』の人気連載をまとめた本がついに登場！



情報処理学会誌『情報処理』で好評連載中の「ビブリオ・トーク -私のオススメ-」がついに一冊の書籍に！

この連載でIT研究者の方々が紹介した、デマルコやカーニハン、ヘネシー&パターンソン、更にはアシモフやホーガン、伊藤和典、というバラエティに富んだラインナップを40本収録。

序文は、第一回担当である人工知能研究者・中島秀之。

さらに帯に、メディアアーティスト・落合陽一の推薦文をいただき、IT研究者を目指す学生にもオススメの一冊！

■紹介書籍(一部)

- | | | |
|--|---------------------------------|--|
| ◇ ハッカーと画家 | ◇ 機動警察パトレイバー風速40メートル | ◇ ぼくの命は言葉とともにある(9歳で失明18歳で聴力も失ったぼくが東大教授となり、考えてきたこと) |
| ◇ プログラム書法(第2版) | ◇ ピープルウェア 第3版 | ◇ 部分と全体 私の生涯の偉大な出会いと対話 |
| ◇ Computer Networks 5th Edition | ◇ Computer Lib /Dream Machines | ◇ 夜明けのロボット(上)(下) |
| ◇ デジタル作法 | ◇ 未来の二つの顔 | ◇ ポスト・ヒューマン誕生 |
| ◇ 珠玉のプログラミング | ◇ 生体用センサと計測装置(ME教科書シリーズ) | ◇ 理科系の作文技術 |
| ◇ Computer Architecture, 5th Edition A Quantitative Approach | ◇ Cooking for Geeks—料理の科学と実践レシピ | ◇ 現代倫理学入門 |
| ◇ Operating Systems Design and Implementation (3rd Edition) | ◇ ハッカーのたのしみ | を含む40銘柄を紹介。 |

※ご注文は、お近くの書店様へ

□ お問い合わせ先

〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-7-15

株式会社近代科学社 営業部 TEL 03-3260-6161 / FAX 03-3260-6059

sales-corporate@kindaigaku.co.jp http://www.kindaigaku.co.jp

巻頭コラム

- 220 報道の現場を変えたプログラミングスキル 三輪誠司

巻頭言

- 222 編集長就任にあたって 会員を巻き込んだ魅力ある会誌を目指して 五十嵐悠紀
 224 副編集長就任にあたって 続・新たな冒険への出発（そしてファイナル!） 加藤由花
 225 副編集長就任にあたって 中間管理職としての副編集長 樺 惇志
 226 副編集長就任にあたって ノイズとシグナル 福地健太郎

小特集

個人情報保護法制の最新動向

- 228 編集にあたって 橋本誠志
 230 概要

お知らせ

特集記事はオンラインのみの掲載となります（本誌には「編集にあたって」「概要」のみ掲載されます）。オンライン記事（電子図書館）の閲覧方法につきましては227ページに掲載しておりますのでご確認くださいませようお願いします。

デジタルプラクティスコーナー

超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス

- 232 編集にあたって 吉野松樹
 235 概要

連載：情報の授業をしよう！

- 238 ■ プログラミングを活用して論理的思考を育む
 —第5学年算数科「合同な図形」におけるプログラミングの活用を通して— 桃原 健

244 連載：★先生、質問です！

教育コーナー：ぺた語義

- 245 ■ ■ 小さな町でのICT支援～コロナ禍以前～ 渡邊景子
 246 ■ ■ ★ 教科「情報」の大学入試に備える—共通テスト「情報関係基礎」の解説サイトを運営して— 松島拓路
 251 ■ ■ 業務を止めないテレワーク環境～業務端末の仮想化による環境分離～ 西村浩二

連載：★ビブリオ・トーク—私のオススメ—

- 256 コンピューター & テクノロジー解体新書 ビジュアル版 大島浩太

連載：★5分で分かる!? 有名論文ナメ読み

- 258 Chen, S. et al.: Combinatorial Pure Exploration of Multi-armed Bandits 黒木祐子

連載：IT紀行

- 262 全国大会 会誌編集委員会企画「IPJS KIDS」の裏側をレポートしてみた! 山本ゆうか

会議レポート

- 264 SIGGRAPH Asia 2021 「Real-Time Live!」レポート 加藤 淳

《記号の説明》

■ 基礎 ■ 専門家向け
 ■ 応用 ■ 一般（非専門家）向け ★ Jr. ジュニア会員向け

※各記事に指標がついていますので参考にさせていただきます

情報処理

常時更新中!

「情報処理」オンライン

■ Vol.63 No.5

小特集：個人情報保護法改正の最新動向

- e1 1. 2020年個人情報保護法改正の概要と情報処理実務への影響 (板倉陽一郎)
- e7 2. 2021年個人情報保護法改正の概要 (小向太郎)
- e10 3. 個人情報保護法改正と学術研究への影響 (湯浅壘道)
- e15 4. 個人情報保護法改正とAI開発 (美馬正司)
- e19 5. 倒産処理と情報資産をめぐる規律 (橋本誠志)

デジタルプラクティスコーナー：超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス

1. [招待論文] スマートホスピタル構想における汎用型多目的ロボットの活用 (大山慎太郎・山下佳子・小倉 環・藤原友莉子・高椋大寛・白鳥義宗)
2. [招待論文] 新たな利用時品質モデルの考え方—自動運転バスの運用を事例として— (福住伸一・平沢尚毅・改發 社)
3. [招待論文] 農産物流通のDXを加速するスマートフードチェーンの構築—生産・流通・消費をつなぐデジタルプラットフォーム— (神成淳司・折笠俊輔)
4. [招待論文] 超スマート社会における高齢者のIT活用を促進する“人に寄り添うテクノロジー”の展望 (行木陽子・陳 建和・倉島菜つ美)
5. 「超スマート社会実現に向けた未来創造」インタビュー (インタビュイー：前田英作 インタビュアー：吉野松樹・藤瀬哲朗)

グロッサリ

JISA 招待論文

ID 秘匿化ファンタイム多要素認証—SECUREMATRIXの研究開発— (下平哲也)

提供団体推薦論文

[IBM Community Japan ナレッジモジュール論文]

物流現場の労働力不足の解消とテレワークの実現～意思決定を支援するロジスティクス・コックピットの構築～ (吉田健晃)

連載：教科「情報」の入学試験問題って？

- e26 「情報通信ネットワーク」分野の問題 (安田 豊)
- e38 データベースの試験問題を解いてみる (長瀧寛之)

「情報処理」総目次

https://www.ipsj.or.jp/magazine/contents_m.html

※冊子・オンラインの記事の目次を掲載しております (目次から電子図書館の各記事へリンクしております)。

「情報処理」note

<https://note.com/ipsj>

※人気記事や最新記事のチラ見せ、無料で読める記事などさまざまなコンテンツを公開していきます。

note目次：https://www.ipsj.or.jp/magazine/contents_note.html



- 227 [ご案内] 会誌「情報処理」のオンライン記事について
- 261 論文誌ジャーナル掲載論文リスト/論文誌トランザクション掲載論文リスト
- 266 会員の広場
- 270 人材募集
- 273 [重要] 過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について

- 274 アンケート/IPSJカレンダー
- 275 英文目次
- 276 編集室/次号予定目次/訂正記事
- 277 掲載広告カタログ・資料請求用紙
- 278 賛助会員のご紹介

■会誌編集委員会

編集長：五十嵐悠紀

副編集長：加藤 由花・櫻 惇志・福地健太郎

担当理事：井上 創造・高橋 尚子

本号エディタ：

赤澤 紀子・天野 由貴・上田 俊・浦西 友樹・太田 智美・
岡本 雅子・越智 徹・折田 明子・桂井麻里衣・金子 格・
斎藤 彰宏・酒井 政裕・清水 佳奈・白井詩沙香・袖 美樹子・
田中 宏・中澤 里奈・中島 一彰・中野 由章・林 真人・
西川 記史・西原 翔太・橋本 誠志・堀井 洋・山本ゆうか・
吉野 松樹・和佐 州洋

編集長の独言：<https://note.com/ipsj/m/me8e160fdbaa>

理事からのメッセージ：

https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/riji_message.html

■情報処理学会事務局本部

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

Tel(03)3518-8374 (代表) Fax(03)3518-8375

E-mail: soumu@ipsj.or.jp <https://www.ipsj.or.jp/>

郵便振替口座 00150-4-83484

銀行振込 (いずれも普通預金口座)

みずほ銀行虎ノ門支店 1013945

三菱UFJ銀行本店 7636858

名義人：一般社団法人 情報処理学会

名義人カナ：シヤ) ジョウホウシヨリガツカイ

■規格部 情報規格調査会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館308-3

Tel(03)3431-2808 Fax(03)3431-6493

E-mail: standards@itscj.ipsj.or.jp <https://www.itscj-ipsj.jp/>

■支 部 北海道/東北/東海/北陸/関西/中国/四国/九州

電子版
-DIGITAL VER-



Kindle



Fujisan



情報学広場



報道の現場を変えたプログラミングスキル

■ 三輪 誠司



2021年の8月、Webサービスの「note」に「記者に『プログラミングのスキル』って必要なの？ちなみにNHKニュースの画像生成も記者がコードを書いています」という記事を書きました^{☆1}。普段の仕事では「お年寄りや子どもにも分かりやすい原稿」を心がけているのですが、今回はあえて技術用語も入れようということで、表現をデフォルメせずに書きました。

記事の内容は、自分が「新型コロナウイルス感染者の全国地図」など複数の業務改善ツールを開発していること、プログラミングは、取材知識として学んだこと、そして「内製」に挑戦する意義などです。この記事に対しては、多くのエンジニアの方から反響がありました。その多くは「自分もこのような開発をしたい」とか「DXはこうあるべき」など、非常に好意的なものでした。

ユーザ企業の中では、自分の手を動かしてモノを作ることが評価されないと感じていたときだったので、自分と同じマインドを持っている方が多いことを実感でき、とても嬉しい気持ちになりました。

ユーザ企業にはITとは別の「本来業務」があります。しかし今の時代、ITが苦手というのは自慢になりませんし、業務のつまずきになります。また「DX」が流行語になる中「デジタルで何を変革するべきか」は「何がで

^{☆1} https://note.com/nhk_syuzai/n/n9ccbd599da50

■ 三輪誠司
NHK 解説委員

愛知県出身。北海道大学法学部卒業。1991年 NHK 入局。報道局科学・文化部で IT の専門記者となり、2014 年より解説委員（担当は IT・DX・個人情報）。開発で主に使うプログラミング言語は Java と Ruby。趣味はマジックと水泳。



きるのか」を知らないと想像もつきません。そう確信したことから、職場内でプログラミングの勉強会を開くことを決め、今は職員など数百人を対象に、初歩的な IT スキルを伝えているところです。

note の記事にも書きましたが、自分はプログラミングを独学し、夜や土日には、エンジニアが集まる交流会に出かけ、情報収集しました。しかし、スキルは初級レベルにとどまっていると思います。

それでも、自分にはプロのエンジニアよりも秀でていることがあると感じています。それは、報道を 30 年間やって身につけた業務知識です。IT スキルは、それに付け加える特技の程度です。ただ、今は IDE (統合開発環境)、フレームワーク、ローコードツールなどが進化し、初級レベルでも簡単なアプリを開発できます。一定の業務スキルがある人が使う内部ツールならば、全機能を作り込む必要もありません。現場が求める業務改善は何か、業務知識がある人だからピンポイントで考えることができるのです。

プログラミングを含めた IT スキルは、ユーザ企業では人事評価に結びつきにくいのですが、それは主役のスキルにはならないからだと思います。ただ、そのスキルは業務を変え、会社のサービスを変える力があります。命じられるまま働くのではなく、自らの手で環境を変革できるスキルなのです。

編集長就任にあたって 会員を巻き込んだ 魅力ある会誌を目指して



五十嵐悠紀 | お茶の水女子大学

このたび7代目の会誌編集長に就任することとなりました。歴代の編集長は、初代編集長の石田晴久先生 (Vol.39 No.1) から始まり、和田英一先生 (Vo.43 No.4)、川合慧先生 (Vol.47 No.4)、中島秀之先生 (Vol.51 No.6)、塚本昌彦先生 (Vol.55 No.5)、稲見昌彦先生 (Vol.59 No.4) と錚々たる顔ぶれです^{☆1}。

私とはいうと、2014年、5代目塚本先生のもとで会誌編集委員になったことをきっかけに、会誌を隅々まで読むようになりました。私自身の情報処理分野についての知識が広がったことに加えて、月刊の会誌が発行される裏側では、記事やコラムの選定や企画、人選、執筆者への依頼に、届いた原稿の閲読、そしてレイアウトを始め多くの過程で支えてくださる事務局、本当にたくさんの人の力で成り立っていることを知りました。塚本先生の「会誌の封を開けてもらうためには」との掛け声に、編集委

員みんなでさまざまな企画を提案していった編集委員会は毎月楽しい時間でもありました。

6代目の稲見先生になってからは、新世代企画委員として会誌にかかわらせていただきました。多くのデジタル化に挑戦された稲見先生、会誌のコンテンツがデジタル化しただけでなく、委員同士のやりとりも Slack 中心になり、スレッドとスタンプを用いて、月1回の委員会を待たずにスピード感をもって記事を届けられるようになっていくのを肌で感じました。

私は新世代企画委員になったことをきっかけに「ジュニア会員にはどのような情報が届いているのか」を知りたくて、当時小学生の長男にジュニア会員になるように勧め、入会させました。ジュニア会員に届くメールに目を通すほか、担当していた「先生、質問です！」では、ジュニア会員でも理解できる内容になっているか、掲載前に息子に読ませて確認したりもしていました。また、私に届いた会誌をリビングに置いておき、どの記事に興味がある

^{☆1} 歴代編集長の「就任にあたって」の記事掲載号です。ぜひ読んでみてください。

か、様子を見たりもしていました。最近では、会誌がデジタル化したにもかかわらず、会誌の表紙にあるQRコードをスマホでスキャンしているのを見たことがないので、なぜアクセスしないのかを息子に聞いてみたところ、「スマホで閲覧すると時間制限があるから」とのこと。多くの小中学生がペアレンタルコントロールを使った端末から閲覧していると想定できます。どんなに会員に役立つ情報を載せても、本当に届けたい相手に届けるためには、読者となる対象ユーザのデジタルツールの使い方や1日の時間の使い方なども考慮しなくてはいけないことも身をもって感じました。

私の研究分野としての専門は「ヒューマンコンピュータインタラクション」です。提案する技術やアルゴリズムの新規性もさることながら、その技術を対象ユーザに届けるためにはどうしたらいいか、対象ユーザにとって使いやすいものになっているか、はたまた対象ユーザの世界を変えることができるかを考える分野でもあります。

私はこれまでの編集長の意思を引き継ぎながらも、本会会員にとってより魅力的で満足度の高い会誌を目指していきたいと思います。本会は、小学生から大学3年生まで入ることのできるジュニア会員、勉強・研究にと励む学生会員、大学教員や研究所などのアカデミア職の方、企業のエンジニア、教育現場で情報教育を担当される方、など幅広い層から構成されています。

満足度はそれぞれの立場によってももちろん異なります。読者にとっては、必要な情報が分かりやすく解説されていること、欲しい情報にアクセスしやすいことや、フィルターバブルにならないよう多様な情報技術に触れる機会の創出も大事でしょう。読者の年齢層や環境、ポジションによっても欲しい情報は異なります。また、記事を執筆していただく著者にとっては、執筆・掲載で終わりではなく、掲載されたことが次につながるような貴重な機会となることで満足度が上がるのではないかと思います。さら

に、会誌の編集に携わる委員にとっては、楽しみながらも、やりがいのある現場であることも大事かと思えます。そのような多様な視点を意識して、会誌の紙面づくりをしていきたいと思えます。

そのために大事なものは、みなさまからの「フィードバック」です。これまでも「会員の広場」コーナーでのご意見・ご感想やモニタコメントをいただきました。そのほかにもSNSでお寄せいただいたフィードバックにも目を通しています。改善要望はもちろんのこと、良かった点や続けてほしい取り組みについてもぜひ声を届けていただくと私たちは魅力ある企画を続けていくことができます。また、そういった生の声だけでなく、Twitterのリツイートやnoteの閲覧数、「情報学広場」からの記事ダウンロード数などからも、どの記事が人気なのかを私たちは知ることができています。また、そういったフィードバックをもとに次の企画を考えていきます。よかった記事にはぜひ「イイネ」をしてみてください。

また、初の女性編集長でもあるということで、情報系の女性比率の改善などにも貢献していきたいと思っております。昨今は大学や企業、さまざまところで女性活躍推進が叫ばれていますが、情報は他分野と広く融合していける分野でもあり、男女関係なく活躍できる場が多くあります。ジュニア会員にも情報分野の魅力を届け、また情報とかかわる他分野の仕事をしている方にも、もちろん情報分野のみなさまにも、毎月の会誌発行日を楽しみにして下さるような紙面づくりをしていきますので、よろしくお願ひします。

(2022年2月21日)

■五十嵐悠紀（正会員） yukim@acm.org

2010年東京大学工学系研究科博士課程修了。博士（工学）。日本学術振興会PD・RPD、明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科専任講師、准教授を経て2022年お茶の水女子大学理学部情報科学科准教授。IPA未踏PM兼任。

続・新たな冒険への出発 (そしてファイナル!)

加藤由花 | 東京女子大学



2022年4月から、再び会誌副編集長を務めることになりました。7代目となる五十嵐悠紀編集長を3名の副編集長がサポートしていきます。4年前、「新たな冒険への出発」というタイトルで、副編集長就任にあたっての記事を書きましたが¹⁾、冒険でたどり着いた先には、なんと続きがあったのです。これから、新たな体制で、新たな会誌を作り上げていく冒険へと再び出発します。引き続き、どうぞよろしくお願いいたします。

私と会誌編集とのかかわりは2013年に始まりました。会誌担当理事として2期4年間、編集委員会委員として1年間、そして副編集長として2期4年間。ふと気づくと10年目に突入しており、最古参の委員になってしまっているかもしれません。当然、このタイミングで退任するつもりでしたが、五十嵐編集長からご指名いただき、会誌の次のステージを作り上げていく役割を担わせていただくことにしました。古参委員の私には、これまでの会誌の来し方を振り返り、会誌全体のバランスを見渡しながら、行く末を整えることが期待されているのだらうと思います。フレッシュな新編集長、新副編集長が思い切りチャレンジできる土台をしっかりと作っていただければと思っています。

さて、会誌は「面白く、読んでもらえる会誌」(by 塚本前々編集長)、「日本最大かつ最高の情報系同人誌」(by 稲見前編集長)を目指して常に変わり続けてきたのですが、ここ数年は特に大きな変化の只中にあることを感じています。その1つは「会誌のハイブリッド化」です。記事のデジタル化については、以前から長期的な課題として検討が進められてきましたが、学会の60周年を区切りに、ついに紙媒体とオンライン双方の特性を活かしたハイブリッド構成が実現しました。noteでの記事配信も行われるようになり、Twitterでの情報発信強化とともに、

紙にとらわれないさまざまな形態での情報発信ができるようになりました。形は整ってきたのですが、実はこの試みはまだ道半ば。紙の会誌がとても薄くなってしまったことを嘆く声や、PDF原稿が読みにくい等のコメントもいただいています。今後も試行錯誤を続けながら、「情報処理学会ならではの」会誌の在り方、情報の発信の仕方を追求し続けていきたいと思っています。そしてもう1つの大きな変化は、何と云ってもまだ終息の見えないコロナ禍を前提としたさまざまな活動です。対面での活動が制限される中、情報処理技術がこれほどまでに活用されたことはいまだかつてなかったのではないのでしょうか？ コロナ終息後も続けていきたい取り組みがたくさんあります。情報系同人誌として、新しい時代の学会活動、教育・研究活動を発信していくことも重要な役割です。先日お披露目された、情報世界に浮かぶイベントホール「IPSJ VIRTUAL HALL」²⁾での会誌イベント開催など、いろいろな可能性を考えていければと思います。

今回の記事のタイトルは、前回の続編ということで「続・新たな冒険への出発」としました。そして、副編集長3期目となる私にとっては、これが最後の冒険です。ファイナルシリーズを大いに盛り上げていきたいと思っています。これからもどうぞよろしくお願いいたします！

参考文献

- 1) 加藤由花：副編集長就任にあたって「新たな冒険への出発」、情報処理、Vol.59, No.5, p.483 (2018)。
- 2) IPSJ VIRTUAL HALL お披露目イベント開催決定、<https://www.ipsj.or.jp/magazine/IPSJVirtualHall.html> (2022年2月26日)

■加藤由花 (正会員) yuka@cis.twcu.ac.jp

1989年東京大学理学部卒業。同年NTT入社。電気通信大学、産業技術大学院大学を経て2014年より現職。博士(工学)。情報ネットワーク、知能ロボティクス等の研究に従事。本会論文誌編集委員(2007～10)、会誌・出版担当理事(2013～14、2015～16)等を務める。2018年より会誌副編集長。

中間管理職としての副編集長

櫻 惇志 | 一橋大学



2022年4月より会誌副編集長に就任いたしました櫻と申します。これまでの会誌や本会とのかかわりや取り組みについては以前（本誌2021年3月号）MWG（会員サービス分野ワーキンググループ）主査退任のご挨拶¹⁾の折に述べさせていただいたのですが、2017年4月からMWG委員として、翌年からは会誌と新世代企画委員会の調整担当として活動させていただきました。本挨拶の執筆にあたり上記を改めて読み返したところ、末尾に「またどこかでご一緒することがあれば、どうぞよろしくお願い申し上げます」と書いていました。まさかこんなにも早くまた会誌関係者の皆様とご一緒できることになるとは思ってもいませんでしたが、引き続き編集長・副編集長・編集委員会メンバの皆様と一緒に会誌を盛り上げていくお手伝いができればと考えております。

五十嵐編集長とはこれまで新世代企画委員会にてずっとご一緒させていただいていたので、副編集長を打診いただいたときには、「これからも一緒に楽しく働けそう!」という軽い気持ちでお引き受けしました。しかし今になって改めて自分にできることはなんだろうかと思ましくもあります。加藤副編集長は会誌と長らく歩んでこられた方なのでこれからも地に足についたコメントで会誌が正しい方向に進むように上手く軌道修正されていくでしょうし、福地副編集長は斬新な発想でどんどん新しいこと・面白いことを提案されて会誌をぐいぐい牽引されていきそうです。いや、そもそも五十嵐編集長はお一人でも超人的なご活躍をされているので……いよいよ自分にできることは何かあるのかと少し憂慮しております。

その中で、多少なりとも貢献したいと願っていること

は、つい最近まで企業に所属していた経験を活かして、企業研究者・技術者の方にとっても役に立つ会誌コンテンツを充実させることです。現在私が委員を務めている広聴マーケティング小委員会の主要な方針の1つは「企業技術者の方に魅力的なサービスを提供する」であり、本委員会とも連携しつつ進めてまいりたいと考えております。

もう一点、これまでの委員としての活動の中でとても印象に残っているのは、稲見前編集長の「編集委員としての活動を楽しんでほしい」という想いです。まずは自分にできることは何か模索するところからスタートだとは思いますが、編集委員会メンバや事務局の方に楽しく無理なく積極的に働いていただける環境を作っていきたいと思っています。

さて、ここまでに書いた内容を読み返したところ、調整役・連携担当や環境整備など、いわゆる中間管理職として働く道があるように思えてきました！会誌を手にとられる皆様に喜んでもらえるコンテンツをお届けするだけでなく、会誌にかかわる皆様が働きやすくなるように、精一杯貢献していきたいと考えております。

参考文献

1) 櫻 惇志：編集委員退任にあたって，情報処理，Vol.62，No.6，p.304（May 2021）。

（2022年3月3日）

■櫻 惇志（正会員） a222401b@hit-u.ac.jp

一橋大学ソーシャル・データサイエンス教育研究推進センター准教授。博士（工学）。2014年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了。東京工業大学、(株)デンソーアイティールボラトリを経て、2022年より現職。情報アクセス技術に関する研究に従事。

ノイズとシグナル

福地健太郎 | 明治大学



このたび、五十嵐先生からお声がけをいただき、本誌の副編集長を務めることとなりました。これまでも編集委員として何度か特集の企画立案や編集に携わってきましたが、これからはさらに積極的に企画にかかわることになります。これからもよろしくお願いたします。

さて、これまでに私が立案にかかわった本誌特集を並べてみますと、

- 「進化し続けるコンピュータ将棋」Vol.59, No.2 (2018)
- 「医療と情報：第2部 身体情報を医療と結びつける情報学」Vol.60, No.4 (2019)
- 「『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術」Vol.61, No.1 (2019)

といったもので、このラインナップから私の専門を言い当てるのは難しそうです。また、本誌以外ではかつてバーチャリアリティ学会誌で「VRメディア評論」という、VRに関係しそうな小説・漫画等の評論をするという連載を持っていましたが、そこでもいっけんVRと関係ない現代劇や落語を取り上げたりして、面白そうと思えるものはなんでも題材にしていましたし、「ニコニコ学会β」という多種多様な研究者の集まった学会では学会誌『月刊ニコニコ学会β』の編集長を務めていて、これまた雑多な誌面づくりに貢献していました。

その『月刊ニコニコ学会β』の創刊準備号¹⁾では、『月刊アスキー』の編集長を務めた、角川アスキー総合研究所の遠藤諭さんを招いての鼎談記事を掲載したのですが、そこで遠藤さんは何度も「ノイズ」の重要性を強調し、視野の狭窄化・思考の硬直化を

防ぐノイズ源としての雑誌の役割を指摘しています。私自身もまた雑誌の楽しさに触れながら育ったもので、誌面の片隅に埋め草のように掲載されていた記事を覚えていたことが後年の研究につながったりすることがままあり、多様な情報に触れる機会を与えてくれた雑誌には感謝の気持ちしかありません。

しかしながら、ノイズのポジティブな側面にばかり目を向けるわけにはいきません。フェイクニュースやプロパガンダの跳梁から目を背け、重要な情報がノイズの海に埋没していくのを許すことが世界の調和にどれほどの影響を及ぼすか、その議論に私たちは真剣に向き合わねばならない状況を迎えています。社会には伝えるべきシグナルがあり、ノイズからそれを分けるのもメディアの責務であるのはいうまでもありません。

責任ある学会誌の編集を担うものとして、あらためて「情報」の意味を問い、社会に訴えかける誌面づくりに取り組みたいと思います。

参考文献

- 1) ニコニコ学会β実行委員会編『総力特集 ニコニコ学会βの野望って何ですか？ 月刊ニコニコ学会β創刊準備号』ブックウォーカー (2013).

(2022年3月7日)

■福地健太郎 (正会員) kentaro@fukuchi.org

2004年東京工業大学大学院情報理工学研究科博士後期課程単位取得退学。博士(理学)。(独)科学技術振興機構 ERATO 五十嵐プロジェクト研究員、明治大学理工学部特任准教授、同総合数理学部准教授を経て、2018年より現職。ユーザインタフェースや知覚心理学、エンタテインメント応用に興味を持つ。2002年 FIT 船井ベストペーパー賞、2010年日本VR学会論文賞、2019年羽倉賞奨励賞、2020年 Innovative Technologies 2020 Special Prize -Wonders- を受賞。

【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について

会誌「情報処理」の特集記事は、これまで冊子、オンライン（電子図書館）の両方に掲載しておりましたが、次のとおり オンラインのみへの掲載 に変わりました。また、オンライン限定記事の掲載も始まりました。

◆開始月：2020年11月号（発行日：2020年10月15日）

◆閲覧方法：会員区分によって異なりますので以下をご確認ください。

【個人会員の皆様】

電子図書館（情報学広場：<https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/>）にログインし、該当記事のpdfをダウンロードしてください。すでに電子図書館をご利用いただいている方は今までどおりです。

電子図書館を初めて利用される方は、会員としてのユーザ登録が必要になります。

未登録の方には毎月上旬に次の件名のメールを送信しておりますので、到着次第、登録してください。

- 件名：[情報学広場:情報処理学会電子図書館] ユーザー登録のご案内
- 差出：ipsj-ixsq@nii.ac.jp

【個人会員】



電子図書館
(情報学広場)

★詳細：電子図書館利用方法（個人用）－利用までの流れ（<https://www.ipsj.or.jp/e-library/ixsq.html#anc2>）

ご案内メールをお急ぎの方や閲覧方法が分からない方は、会員サービス部門（E-mail: mem@ipsj.or.jp）に会員番号を添えてご連絡ください。

【賛助会員各位・購読員の皆様】

賛助会員・購読員の企業・大学に所属されている方に「情報処理」（冊子）を貸し出した場合、特集の閲覧方法について照会がございましたら、次の手順をお知らせください。

<手順>

- (1) 「情報処理」の特集ページ（扉または概要ページ）を開く。
- (2) 閲覧申込のURLにアクセスする（またはQRコードを読み取る）。
- (3) 必須事項を入力し送信する。
- (4) 次の件名（5月号の場合）の受信メールに従って、電子図書館から特集のpdfをダウンロードする。

- 件名：情報処理 2022年5月号（Vol.63, No.5）「チケットコード」とご利用方法のご連絡

★注意事項

- 法人アカウントではご利用いただけません。
- 閲覧される方が電子図書館のユーザIDをお持ちでない場合は、ご自身でユーザ登録する必要があります。

本件に関する問合せ先：一般社団法人情報処理学会 会員サービス部門 E-mail: mem@ipsj.or.jp



個人情報保護法制の最新動向

編集にあたって

橋本誠志 | 徳島文理大学総合政策学部

2021年9月にデジタル社会形成基本法が施行された。この法律では、デジタル社会を「先端的な技術をはじめとする情報通信技術を用いて電磁的記録として記録された多様かつ大量の情報を適正かつ効果的に活用」することで「創造的かつ活力ある発展」が可能な社会と定義している。そして、データの標準化やアクセシビリティの確保、人材の育成などこの法律に基づくデジタル社会の形成に関するさまざまな施策について定めている。その一環として、個人情報保護法制を構成する3本の法律の統合と地方公共団体の個人情報保護制度の全国的な共通ルールが規定されることになり、また医療分野・学術分野の規制の統一が予定されている。

個人情報保護法制は2020年にも改正が行われており、これらの改正法が2022年から2023年にかけて施行を迎える。上述の2021年改正のほかに2020年改正（一部規定を除き2022年4月施行）では、平成27年（2015年）改正法附則に規定された3年ごとの見直しを受けて、「自身の個人情報に対する意識の高まり、技術革新を踏まえた保護と利活用のバランス、越境データの流通増大に伴う新たなリスクへの対応等」が図られている。デジタル社会を推進していく上で個人情報保護法制の動向がきわめて重要であることは間違いない。

特に2020年改正では、①イノベーション促進の観点から内部分析目的での利活用について開示や利用停止請求への対応が緩和された「仮名加工情報」の概念の導入、②提供元では個人データに該当しないが、提供先において個人データとなることが想定される情報の

第三者提供での本人同意取得等の確認義務付け、③外国にある第三者への個人データの提供時に、移転先事業者における個人情報の取扱いに関する本人への情報提供の充実等を求め、外国にある第三者への個人データの提供制限を強化などがポイントとなっており、②などは従来の提供元基準の考え方をベースとした第三者提供がいわゆる「リクナビ事件」でCookieやIDの駆使による第三者提供の同意取得の回避が図られたことへの対応として導入されており、通常、ユーザと直接の接点を持つことが少ないDMP（Data Management Platform）運用事業者への影響は大きい。

本誌では過去にも、「差分プライバシー（小特集）」Vol.61, No.6（2020）や「パーソナルデータの利活用における技術および各国法制度の動向」Vol.55 No.12（2014）、そして「プライバシーを守ったITサービスの提供技術」Vol.54 No.11（2013）といったプライバシーや個人情報の問題をめぐるテーマを技術の視点、制度の視点をつなぐ形で特集してきた。そこで2020年個人情報保護法改正法の規定の多くが施行を迎える2022年4月に発行される本誌5月号で「個人情報保護法制の最新動向」に関する小特集を企画した。本小特集では個人情報保護法制の最新動向について、2020年改正法と2021年改正法でどのような改正がすでに行われ、また今後予定されているかについてポイントを押さえて解説する。また、情報技術に関する研究開発や情報の運用をめぐる観点からは特にAI開発をめぐって、パーソナルデータの保有主体とAI開発主体

が一致しないような場合のプライバシーに配慮した開発や利活用の在り方や個人情報を運用する事業者が破綻した場合の影響などの周辺課題も取り上げて、本分野の最先端を進む実務者ならびに研究者に執筆を依頼した。

「2020年個人情報保護法改正の概要と情報処理実務への影響」(板倉陽一郎)の著者は本分野の理論面のみならず、民間・行政実務の両面における第一人者であり、また、最新の海外動向に関する報告も頻繁にされている。単に2020年改正の内容解説にとどまらず、条文配列の対応への注意喚起などをもいただいております。本小特集を構成する上で同氏の解説は必読である。

「2021年個人情報保護法改正の概要」(小向太郎)の著者も本分野の理論面・実務面の両面における第一人者である。従来、個人情報の運用主体別に法制度が分かれていた個人情報保護法制は2021年デジタル社会形成基本法に基づき統合され、地方公共団体の個人情報保護制度の全国的な共通ルールの規定、ならびに医療分野・学術分野の規制の統一が予定されているが、こうした複雑な改正内容である2021年改正について平易に解説していただいた。

「個人情報保護法改正と学術研究への影響」(湯淺壘道)の著者は、これまでも個人情報保護法改正と学術研究への影響について論考を発表している。2021年個人情報保護法改正では医療分野・学術分野の規制の統一が予定されているが、本稿では、①従来の個人情報保護法制の構造とその問題点、②改正後の個人情報保護法制について、官民を通じた学術研究分野の規律と例外規定、安全管理措置、規律移行法人などの論点を中心に2021年個人情報保護法改

正が学術研究にもたらす影響について整理いただいた。会員にとっても有益で平易な解説となっていると思う。

「個人情報保護法改正とAI開発」(美馬正司)では、本誌の主な読者対象である情報技術の研究者・開発実務者の技術研究・開発に与える影響について、具体的トピックを念頭に解説をお願いした。本稿では、2020年の個人情報保護法改正がAI開発に与える影響について、パーソナルデータの保有主体とAIの開発主体は必ずしも一致しないような場合のプライバシーに配慮した適切な開発、利活用の在り方を整理いただいた。

「倒産処理と情報資産をめぐる規律」(橋本誠志)は本小特集エディタが担当した。個人情報保護法は、制定以来、個人情報を運用する事業者が破綻した際の法的規律について、事業譲渡のように事業とデータセットが一体となって移転する場合を第三者提供の適用除外とする規定以外は明確なルールを置いていない。コロナ禍で企業の事業基盤が不安定化する中で、ビッグ・データを運用する事業者の組織としての自律性が倒産により損なわれた場合のデータ保護法制の有効性や担い手の能力確保の問題など、倒産処理における情報資産、特に個人情報の取扱いに関する規律の現状の解説は情報運用実務者や研究開発担当者にも必須の知識であると考えたため本小特集に盛り込むこととした。

記事構成の上で、2020年改正と2021年改正については、別の章立てとして構成しているが、第1の記事でも触られているような条文配列への対応など早くも2022年4月から2021年改正の内容が問題となる規定もある。事業活動での情報処理の運用実務や情報技術の開発実務、学術研究などに携わる本誌読者の皆さんにとって、本小特集が有益なものになれば幸いである。

(2022年2月6日)

概要

1 2020年個人情報保護法改正の概要と情報処理実務への影響

基
般

板倉陽一郎 | ひかり総合法律事務所

2020年個人情報保護法改正は、いわゆる3年ごと見直しに基づく初の改正であり、①個人の権利の在り方、②事業者の守るべき責務の在り方、③事業者による自主的な取組を促す仕組みの在り方、④データ利活用の在り方、⑤ペナルティの在り方、⑥法の域外適用・越境移転の在り方のそれぞれの領域で比較的細かい改正項目を含んでいる。保有個人データの安全管理のために講じた措置が開示対象となった点や、外国にある第三者への提供の厳格化などは情報処理実務へも影響が大きい。

2 2021年個人情報保護法改正の概要

基
般

小向太郎 | 中央大学国際情報学部

2021年の個人情報保護法改正によって、我が国の個人情報保護制度は、官民一体型へと大きく枠組みの転換がなされることになった。この改正は、①官民一体ルールへの転換、②医療・学術分野の規制統一、③学術研究分野における規制の精緻化、④基本的な概念等の統一、を目指している。従来の行政機関や独立行政法人に対する規制を、個人情報保護法に統一することに主眼があり、行政機関の義務等については、改正前の行政機関個人情報保護法等の規定を引き継いでいるものも多い。ルールの具体的な内容については今後も検討が必要であり、そのためにも個人情報保護委員会の体制強化が不可欠である。

3 個人情報保護法改正と学術研究への影響

基
般

湯淺壘道 | 明治大学公共政策大学院ガバナンス研究科

令和4年施行および令和5年施行の個人情報保護法制全体の改正によって、学術研究にも影響が及ぶ。従来は学術研究に関しては個人情報の取扱いに関する安全管理義務の一律適用除外とされていたが、改正後は安全管理義務が適用され、新たに利用目的による制限に関する例外規定等が設けられる。また学術研究分野および医療分野については、官民を問わず原則として個人情報保護法が定める民間事業者に対する規律に一本化される。

個人漏えい等が発生した場合の義務

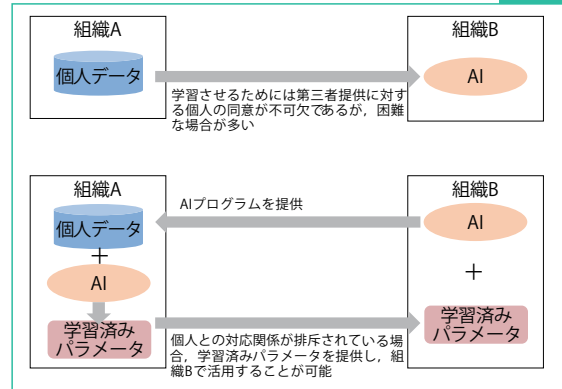
義務発生 ・下記のいずれかに該当した場合	対応	
	個人情報保護委員会への報告	本人への通知
①要配慮個人情報（人種、信条、病歴、犯罪歴など）が漏えいした場合	○	○
②財産的被害が発生する恐れがある場合	○	○
③不正アクセス等故意によるもの	○	○
④1,000人を超える漏えいが発生した場合	○	○
	概要	
	漏えいした項目	
	漏えいした個人の数	
	原因	
	二次被害の恐れの有無と内容	
	本人への対応の実施状況	
	公表の実施状況	
	再発防止措置	
	その他参考となる情報	

4 個人情報保護法改正と AI 開発

応
般

美馬正司 | (株) 日立コンサルティング / 慶應義塾大学政策・メディア研究科

2020年の個人情報保護法改正がAI開発に与える影響について、プライバシーワークショップにおける検討等を踏まえて概説する。パーソナルデータの保有主体とAIの開発主体は必ずしも一致しない。このような場合にプライバシーに配慮した適切な開発、利活用がどのようなべきか整理する。また、連合学習のようなプライバシーを保護しつつAIの学習を実現する新たな技術と現行の制度の関係性についても考察を行う。



5 倒産処理と情報資産をめぐる規律

応
般

橋本誠志 | 徳島文理大学総合政策学部

今日、人に関するさまざまな情報がセンシングされ、ビッグ・データとして保存・利活用されるようになっている。こうしたデータについて、我々はその運用者が永続することがさも当然かのように捉えがちである。ビッグ・データ運用事業者が倒産し、組織としての実体なくなってしまう場合に運用されていたデータがどう扱われるかを十分に意識しているだろうか。現在、データ保護について定めたさまざまな法制度が存在するが、事業者が破産により、組織の自律性を失った場合にまでこうした法制度は機能するのか、また手続の担い手の能力は確保されているのか。本稿では、倒産手続における情報資産の規律をめぐる現状を概説する。

[個人情報保護法制の最新動向]

① 2020年個人情報保護法改正の概要と情報処理実務への影響

基
般

板倉陽一郎 ひかり総合法律事務所



2020年個人情報保護法改正と 2021年個人情報保護法改正の全体像

本稿の射程

本稿では、2020年個人情報保護法^{☆1}改正と2021年個人情報保護法改正の改正概要と、情報処理実務への影響を扱う。標題は「2020年個人情報保護法改正」のみに触れているのであるが、2020年個人情報保護法改正を理解するためには、2021年個人情報保護法改正も理解する必要がある。なぜなら、①2020年個人情報保護法改正の全面施行と2021年個人情報保護法改正のうち、ざっくりいえば前半部分の施行は、同日である2022年4月1日であり、しかも、2020年個人情報保護法改正で新規に導入される条項はいわゆる枝番であるが（たとえば、適正利用義務を定める16条の2）、2021年個人情報保護法改正により枝番はすべて解消され、条文番号がずれる（たとえば、16条の2は19条となる）からである。これにより、2020年個人情報保護法改正による条文は使われないということになる。このため、2020年個人情報保護法改正に関する書籍であって、2021年個人情報保護法改正以前に出版されたものは、条文番号について、すべて読者側で読み替えて読む必要がある。また、②2020年個人情報保護法改正は、民間事業者（個人情報取扱事業者）

を対象とするものであったが、2021年個人情報保護法改正により、2020年の改正事項が行政機関等に対しても一定程度及んでいる。

考察対象である、影響が及ぶべき「情報処理実務」は、企業の業務の相当部分がIT化された現在では対象はほとんど無限定となってしまいが、ここでは、日本標準産業分類（平成25年10月改定）（平成26年4月1日施行）における情報処理・提供サービス業（中分類39）を主として想定しよう。なかでも情報処理サービス業（3921）と、情報提供サービス業（3922）の関係が深いと思われる。情報処理サービス業の説明としては、「電子計算機などを用いて委託された情報処理サービス（顧客が自ら運転する場合を含む）、データエントリーサービスなどを行う事業所をいう」、情報提供サービス業の説明としては、「各種のデータを収集、加工、蓄積し、情報として提供する事業所をいう」とされる。あまりに古色蒼然としていて眩暈^{めまい}すらするが、前者は現代的にはSaaS型のITサービスを含み、後者はSNS等のデジタルプラットフォームを含むことになろう。そして、現在では、クラウドコンピューティングや人工知能、プロファイリングといった情報技術が当然に用いられている。実務への影響は、これらを念頭に検討することとする。

2020年個人情報保護法改正と 2021年個人情報保護法改正

2020年個人情報保護法改正は、個人情報の保護

☆1 個人情報の保護に関する法律（平成15年法律第57号）。

に関する法律等の一部を改正する法律（令和2年法律第44号）によるものである。これは、2015年個人情報保護法改正時の改正法（平成27年法律第65号）附則12条2項が、「政府は、この法律の施行後3年を目途として、個人情報の保護に関する基本方針の策定及び推進その他の個人情報保護委員会の所掌事務について、これを実効的に行うために必要な人的体制の整備、財源の確保その他の措置の状況を勘案し、その改善について検討を加え、必要があると認めるときは、その結果に基づいて所要の措置を講ずるものとする」としていた、いわゆる3年ごと見直し規定に沿うものである。

個人情報保護法は、2003年に成立し、2005年4月1日から全面施行されたが、2015年改正まで、本質的な改正がなされることはなかった。しかしながら、2003年から2015年までには、劇的な情報通信技術の進歩があったことはいままでのない。携帯電話でいえば、2003年の機種は、やっと動画をメール送信できるようになったところであるが、2015年にはもうiPhone 6sが発売している。SNSでいえば、2003年はmixiのサービス開始前であるが、2015年頃にはFacebookの利用者が日本で2,500万人を突破している^{※2}。個人情報・個人データを巡る状況は別世界になっているといつてよい。このように、長期間個人情報保護法を改正しなかった反省もあり、法令では異例の、3年「ごと」の見直しを行う条項が加えられた。2020年改正は、この、いわゆる3年ごと見直しに基づく初の改正であり、①個人の権利の在り方、②事業者の守るべき責務の在り方、③事業者による自主的な取組を促す仕組みの在り方、④データ利活用の在り方、⑤ペナルティの在り方、⑥法の域外適用・越境移転の在り方のそれぞれの領域で比較的細かい改正項目を含み、2020年6月5日に国会で成立、同

12日に公布された。全面施行は2022年4月1日である。改正された各項目の具体的内容は、後述する。

2021年個人情報保護法改正は、デジタル社会の形成を図るための関係法律の整備に関する法律（令和3年法律第37号）によるもので、平成27年法律第65号附則12条6項が「政府は、新個人情報保護法の施行の状況、第一項の措置の実施の状況その他の状況を踏まえ、新個人情報保護法第2条第1項に規定する個人情報及び行政機関等保有個人情報の保護に関する規定を集約し、一体的に規定することを含め、個人情報の保護に関する法制の在り方について検討するものとする」としていたことに基づき、個人情報保護法制を一元化するものである。

すなわち、現行の個人情報保護法制は、基本法部分と民間事業者の規律を含む個人情報保護法のほか、行政機関による個人情報の取扱いを規律する行政機関の保有する個人情報の保護に関する法律（平成15年法律第58号、以下、「行政機関個人情報保護法」という）、国立大学法人を含む独立行政法人等の個人情報の取扱いを規律する独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律（平成15年法律第59号、以下、「独立行政法人等個人情報保護法」という）のほか、地方公共団体にはそれぞれ別々の個人情報保護条例が存在し、公立大学等の地方独立行政法人を含む実施機関には個人情報保護条例が適用されるという縦割り構造となっているが、これが、2021年個人情報保護法改正によって、原則として新たな個人情報保護法に一本化される。従来の個人情報保護法部分に加え、旧行政機関個人情報保護法、旧独立行政法人等個人情報保護法の規律部分に相当する内容が公的部門の規律として加わり、地方公共団体にも原則として新たな個人情報保護法の公的部門の規律が適用される。また、個人情報保護委員会の監視監督の対象が公的部門にも広がる。本稿との関係では、公的部門の規律の整理に伴い、2020年個人情報保護法改正の内容のうち、公的部門へも波及させるべき項目については公的部門の規律にも取

^{※2} Yuhei Iwamoto 「Facebookの国内アクティブユーザーは2500万人、92%がモバイル利用——10代ユーザーの割合は少ない？」 TechCrunch Japan (2016年4月21日), <https://jp.techcrunch.com/2016/04/21/facebook-japan/>

り入れられていることが重要である。それ以外にも、医療分野・学術分野の規律を統一するため、公的部門に属する大学・病院・研究機関には、原則として新たな個人情報保護法の民間事業者への規律を適用し、学術研究にかかる民間事業者の適用除外規定についての精緻化、定義の統一等の内容が含まれているが、これらの内容については2021年個人情報保護法改正に関する文献を参照されたい^{☆3}。

2020年個人情報保護法改正の内容と情報処理実務への影響

個人の権利の在り方

個人の権利に関する改正項目として、①新たな要件による利用停止、消去等の請求権の創設、②保有個人データの開示方法につき、電磁的記録の提供を含め、本人が指示できるようにした、③個人データの授受に関する第三者提供記録について、本人の開示請求が認められた、④保有個人データの要件であった、6カ月以上の保有が要件でなくなった、⑤オプトアウト規定により提供できる個人データを限定し、オプトアウト規定により取得したデータ等は提供不可能となった、⑥政令によるものであるが、保有個人データについての開示項目が増加した、という各点が存在する。

新たな要件による利用停止、消去等の請求権（①）の説明の前に、個人情報保護法上の利用停止、消去等の請求権の現状の要件の説明が必要であろう。現状では、保有個人データの利用の停止または消去に関する請求は、個人情報取扱事業者が目的外利用、同意のない第三者提供といった違法な行為を行っているときにしかできない（30条（2021年改正法全面施行後35条）1項、3項）。しかしながら、2020年改正法は、[1]本人が識別される保有個人データを個人情報取扱事業者が利用する必要が

なくなった場合、[2]本人が識別される保有個人データに係る事態（後述する漏えい等報告が必要な漏えい等）が生じた場合、[3]本人が識別される保有個人データの取扱いにより当該本人の権利又は正当な利益が害されるおそれがある場合、にも本人による利用停止、消去等請求権を認めた。

このうち、[1]は利用目的が終了しているという状態なので、目的外利用とほぼ同義である。[2]は違法な行為の類型自体が増えているのであるから当然である。議論を呼ぶのは[3]であり、「本人の権利又は正当な利益が害されるおそれがある場合」にも、利用停止、消去等の請求権が認められる（2021年改正法全面施行後35条5項、6項）。文言上は広く認められそうであるが、個人情報保護委員会が挙げている例は、「ダイレクトメールの送付を受けた本人が、送付の停止を求める意思を表示したにもかかわらず、個人情報取扱事業者がダイレクトメールを繰り返し送付していることから、本人が利用停止等を請求する場合」「個人情報取扱事業者が、安全管理措置を十分に講じておらず、本人を識別する保有個人データが漏えい等するおそれがあることから、本人が利用停止等を請求する場合」などである（「個人情報の保護に関する法律についてのガイドライン（通則編）」（平成28年個人情報保護委員会告示第6号、以下、「GL通則編」という。2022年4月1日施行予定版、以下ガイドラインにつき同じ）3-8-5-1事例1および3）。事例は体系的に公表されているわけではなく、違反になるかの予測可能性には乏しい。国会では、プロファイリングへの対応のための条項に本条項も含まれていると答弁されている^{☆4}。情報処理の過程で、プロファイリングを行うような場合には、「本人の権利又は正当な利益が害されるおそれ」への配慮が必要となる。

保有個人データの開示方法につき、電磁的記録の提供を含め、本人が指示できるようにした（②）点

^{☆3} 立案担当者によるものとして、富安泰一郎・中田 響『一問一答 令和3年改正個人情報保護法』（商事法務、2021年）。

^{☆4} 第201回国会衆議院内閣委員会第13号（令和2年5月22日）衛藤国務大臣答弁。

については、現状、開示の方法は紙が原則であることを理解しておくべきであろう。しかしながら、情報処理関係事業者は、通常は個人データを電磁的記録の形式で保有しているのであって、開示方法に電磁的記録を含むことは、特段問題を生じさせるものではないだろう。

第三者提供記録が、本人の開示請求の対象となった(③)点については、そもそも、第三者提供記録の多くはネットワークのログであり、体系的に保存されていないことが多い。情報処理関係の事業者も例外ではなく、本人からの開示請求にただちに対応するためには、システムの改修が必要な場合も多いと思われる。もっとも、第三者提供記録の開示請求は頻繁になされるとは考えられず、どの程度投資するかはリスク判断となる。

保有個人データの要件であった、6カ月以上の保有が要件でなくなった(④)点は、もとより、保有が6カ月に満たない個人データについても、開示等の請求等への対応はなされていたと考えられ、情報処理関係の事業者においても、運用に変更が生じることはあまりないであろう。

オプトアウト規定により提供できる個人データを限定し、オプトアウト規定により取得したデータ等は提供不可能となった(⑤)点については、特に企業情報データベースを提供する事業者に影響が大きい。企業情報データベースについては、代表取締役等の役員や株主の個人名等を含むことによって、全体が個人情報データベース等に該当するとの解釈がなされる可能性がある。そうすると、企業情報データベースの内容を充実させようと、オプトアウト規定を用いている他の企業情報データベースから情報を取得すること自体が違法になる^{☆5}。企業情報データベースを運営する事業者はもちろん、これを利用する事業者においても注意が必要である。

^{☆5} 企業情報データベースに特化して検討したものととして、情報法制研究所「個人情報保護法令和2年改正に伴う企業データベース事業への影響に関する検討(提言に向けた中間整理)」(2021年1月15日)。

政令により保有個人データについての開示項目が増加した(⑥)点については、2021年改正法全面施行後35条1項4号および、2021年改正法全面施行後の個人情報の保護に関する法律施行令(平成15年政令第507号)10条により、「法第23条の規定により保有個人データの安全管理のために講じた措置」が開示対象となったことの影響が大きい。安全管理措置については、大要、技術的、物理的、人的、組織的の安全管理措置のそれぞれを公表すればよく、これらにはさほどの支障はないと思われるが、「外的環境の把握」について、GL通則編が「個人情報取扱事業者が、外国において個人データを取り扱う場合、当該外国の個人情報の保護に関する制度等を把握した上で、個人データの安全管理のために必要かつ適切な措置を講じなければならない」と定めており(10-7)、「外国において個人データを取り扱う」には、「個人情報取扱事業者が、外国にある支店・営業所に個人データを取り扱わせる場合」「個人情報取扱事業者が、外国にある第三者に個人データの取扱いを委託する場合」「外国にある個人情報取扱事業者が、国内にある者に対する物品又は役務の提供に関連して、国内にある者を本人とする個人データを取り扱う場合(法第75条参照)」がすべて含まれるほか(個人情報保護委員会『個人情報の保護に関する法律についてのガイドライン』に関するQ&A(令和3年9月10日更新版Q10-22))、外国のサーバにおいて個人データを取り扱う場合も含まれる(GL通則編3-8-1「事例」)。SaaSやクラウドコンピューティングを利用している場合には、それらの取扱いに関する委託先「すべて」に、どこの「外国のある第三者」なのか、サーバの所在国はどこか、を問い合わせる必要が生じていることになる。この作業は相手方のあることであり、また、外国の事業者は日本の個人情報保護法遵守の必要性を重視しないこともあり、スムーズに進むものではない。施行に向けてただちに開始する必要がある。

事業者の守るべき責務の在り方

漏えい等が発生し、要配慮個人情報を含んでいる、不正アクセスによる等の一定の類型に該当する場合、個人情報保護委員会への報告及び本人への通知が義務化された。2020年個人情報保護法改正前も告示でルールが定められていたところであるが、法的義務となったため、事業者は漏えい等発生時のフローを確立しておく必要がある。

また、違法または不当な行為を助長する等の不適正な方法による個人情報の利用が禁止された。2020年個人情報保護法改正前は、このような実質的判断を伴う違法事由はなかったが、今後は、個人情報の取扱いにおいて実質的な判断が求められることになる。この条項は、官報の破産者情報を Google マップにプロットして公開するという、いわゆる破産者マップ事件と、新卒就職情報サイトが、本人の同意なく、Cookie を用いて収集したサイト内の閲覧履歴等から内定辞退スコアを生成し、応募先企業に提供していたという、いわゆるリクナビ事件を背景に導入されている^{☆6}。ガイドラインにおいても、これらの事件を念頭においた事例が具体例として紹介されている（GL 通則編 3-2 事例 2 および 5）。違法となるハードルは高いとはいわれているものの、事業者においては、「不適正」を実質的に判断しつつ事業を構築することが求められる。

事業者による自主的な取組を促す仕組みの在り方

特定分野に限った認定個人情報保護団体が認められるようになった。たとえば、マーケティングカメラに特化した認定個人情報保護団体、ということも可能である。特化した分野の情報処理に関する事業者は、業界において必要に応じて検討することになる。

^{☆6} 破産者マップの後継サイトへの個人情報保護委員会の対応として、「個人情報の保護に関する法律に基づく行政上の対応について」（令和 2 年 7 月 29 日）、リクナビ事件についての個人情報保護委員会の対応として、「個人情報の保護に関する法律第 42 条第 1 項の規定に基づく勧告等について」（令和元年 8 月 26 日）および「個人情報の保護に関する法律に基づく行政上の対応について」（令和元年 12 月 4 日）。

データ利活用の在り方

すでに、2015 年個人情報保護法改正において「匿名加工情報」が導入されていたが、2020 年個人情報保護法改正により、「仮名加工情報」制度が導入された。これは、第三者提供にはいっさい使えないものの、比較的容易な加工によって、個人情報の取扱いにおける利用目的の変更を可能とするものである。匿名加工情報の加工には、プライバシー保護データマイニングやプライバシー保護データパブリッシングの分野に属する専門知識が必要であったが、仮名加工情報にするための加工は、単体で特定の個人を識別するような項目（氏名等）を削除または置き換えるということが中心になるため、情報処理に関する事業者では比較的容易に導入できよう。

また、「個人関連情報」についての規律が導入された。これは、前述のリクナビ事件の反省から加えられたものであり、提供先で個人データとなることが想定される個人関連情報（個人情報、匿名加工情報および仮名加工情報でない個人に関する情報、Cookie およびそれに紐づく閲覧履歴や、特定の個人を識別する情報と紐づいていない購買履歴等が挙げられる）を提供するには、提供先であらかじめ本人から同意を取得し、それを提供元が確認する必要がある、というものである。インターネットにおいて広告関連の事業（いわゆるアドテク）を行う事業者への影響が最も大きく、複雑なスキームへの適用関係を精査する必要がある。

ペナルティの在り方

個人情報保護委員会からの命令違反、報告徴収への虚偽報告等について法定刑が引き上げられ、法人に関しては自然人と異なり、最大 1 億円の罰金が科せられるようになった（法人重科）。もっとも、個人情報保護委員会から措置命令が出たのは前述の破産者マップ事件が唯一であり、個人情報データベース等提供罪についてもいまだ立件されたという情報は無い。

法の域外適用・越境移転の在り方

法の域外適用の範囲が広がり、直接取得（日本にいる本人からの取得）のみならず、間接取得（第三者提供による日本にいる本人の情報の取得）の場合にも域外適用され得るようになったほか、個人情報保護委員会からの報告徴収、措置命令も域外適用されるようになった。外国から日本に対してサービスを提供しようとする際には気を付ける必要がある。

また、外国にある第三者への個人データの提供の規律が大幅に厳格化し、外国にある第三者への個人データの提供を、本人の同意によって行う場合には [1] 当該外国の名称、[2] 適切かつ合理的な方法により得られた当該外国における個人情報の保護に関する制度に関する情報、[3] 当該第三者が講ずる個人情報の保護のための措置に関する情報を情報提供することが必須となった。また、外国にある第三者への個人データの提供を、当該第三者が「個人情報取扱事業者が講ずべき措置に相当する措置を継続的に講ずるために必要な体制を整備している者」であることを理由に行おうとする場合には、本人からの求めに応じて、[1] 当該外国の名称、[2] 当該第三者による相当措置の実施に影響を及ぼすおそれのある当該外国の制度の有無及びその概要その他の情報を提供する義務が定められた。これらの「外国における個人情報の保護に関する制度」や、「相当措置の実施に影響を及ぼすおそれのある当該外国の制度」については、原則として各事業者が調査しなければな

らないが、欧州や米国ならともかく、必ずしも日本語および英語では情報が十分に入手できない国も存在する。そこで、個人情報保護委員会は、西村あさひ法律事務所に委託し、「外国における個人情報の保護に関する制度等の調査結果報告書」（2021年11月）および、これに基づく、数10カ国の、「外国における個人情報の保護に関する制度」および「相当措置の実施に影響を及ぼすおそれのある当該外国の制度」についてのサマリを公表している。外国にある第三者への提供に対応してプライバシーポリシー等に提供先外国についての情報を公表する場合、個人情報保護委員会のWebサイトにリンクを貼ることでこれら情報を提供することができる。

全面施行に向けて

いわば定期的なパッチ当てである2020年個人情報保護法改正であるが、情報処理関係の事業者の実務には多方面で大きな影響があることが理解されたかと思われる。2021年個人情報保護法改正とあわせて、全面施行に向けた作業を進めていただきたい。

(2022年2月6日受付)

■板倉陽一郎（正会員） itakura@hikari-law.com

2007年慶大法科大学院修了。2008年弁護士（ひかり総合法律事務所、2016年よりパートナー）。2017年より理研AIP客員主管研究員、2018年より国立情報学研究所客員教授、2020年より阪大ELSIセンター招へい教授、2021年より国立がん研究センター客員研究員。本会電子化知的財産・社会基盤研究会（EIP）幹事。

[個人情報保護法制の最新動向]

2 2021 年個人情報保護法改正の概要

基
般

小向太郎 中央大学国際情報学部



2021 年改正の目的

2003年に成立した個人情報保護法は、我が国の個人情報保護全般に関する基本法である。ただし、個人情報保護法が個人情報の取扱いに関する具体的な義務を定めているのは、民間事業者に対してのみであった。行政機関については「行政機関個人情報保護法」、独立行政法人については「独立行政法人個人情報保護法」、地方自治体については各自治体の条例が、それぞれ個人情報の取扱いに関するルールを定めており、規制の内容も異なっていた。

しかし、2021年5月21日の改正（デジタル改革関連法による改正）によって、我が国の個人情報保護制度は、官民一体型へと大きく枠組みの転換がなされることになった。この改正は、具体的には、表-1のようなことを実現しようとするものである。

官民一体ルールへの転換

改正法によって、個人情報に関するルールが個人情報保護法に集約される。行政機関、独立行政法人、地方自治体に関する個人情報の取扱いについても、原則として改正個人情報保護法が適用され、個人情報保護委員会が所轄することとなる。

行政機関等に対する規制は、行政機関個人情報保護法の規定を引き継いでいるものが多いが、行政機関個人情報保護法になかった規定として、不適正な利用の禁止（63条）、適正な取得（64条）、漏えい等の報告等（68条）外国にある第三者への提供制限（71条）、個人関連情報の提供を受ける者に対する措置要求（72条）、仮名加工情報の取扱いに係る義務（73条）などが追加されている。なお、国・独立行政法人等・学術研究関係に係る規定（デジタル社会形成整備法第50条）は、2022年4月1日に施行される予定である。

■表-1 2021年改正の主な内容

項目	概要
①官民一体ルールへの転換	個人情報保護法、行政機関個人情報保護法、独立行政法人等個人情報保護法の3本の法律を1本の法律に統合するとともに、地方公共団体の個人情報保護制度についても統合後の法律において全国的な共通ルールを規定し、全体の所管を個人情報保護委員会に一元化。
②医療・学術分野の規制統一	医療分野・学術分野の規制を統一するため、国公立の病院、大学等には原則として民間の病院、大学等と同等の規律を適用。
③学術研究分野に対する規制の精緻化	学術研究分野を含めたGDPRの十分性認定への対応を目指し、学術研究にかかわる適用除外規定について、一律の適用除外ではなく、義務ごとの例外規定として精緻化。
④基本的な概念等の統一	個人情報の定義等を国・民間・地方で統一するとともに、行政機関等での匿名加工情報の取扱いに関する規律を明確化。

出典：個人情報保護委員会「個人情報保護制度見直しの全体像」https://www.ppc.go.jp/files/pdf/seibihou_gaiyou.pdfをもとに作成

また、この改正によって、地方自治体についても、基本的には個人情報保護法の規律を遵守することが求められ、条例で独自の保護措置を規定できるのは、特に必要な場合に限られるようになる。条例を定めたときは、条例を定めたこととその内容を、個人情報保護委員会に届け出る必要がある。現在、全国の地方自治体は、それぞれに異なる個人情報保護条例を定めている。そのため、さまざまな不整合が生じていることが、以前から問題点として指摘されてきた。この改正によって、こうした問題の解消が期待されている。

実際に個人情報保護法による規制を行うためには、ほぼすべての自治体において、すでに制定されている条例等を改正して、個人情報保護法に適合した制度を整備する必要がある。こうした準備期間を確保するため、地方自治体にかかわる規定（デジタル社会形成整備法第51条）の施行期日は、ほかの規定より遅くなる予定である。具体的には、公布の日である2021年5月19日から起算して2年を超えない範囲内で、別途定めることとされている。

医療・学術分野の規制統一

従来、医療機関や大学等の学術機関は、国立、公立、民間のいずれであるかによって個人情報保護のルールが異なっていた。同種の業務を行っているにもかかわらず個人情報の取扱いに差が生じるのは不合理であることや、相互に情報を共有しようとする場合などに運用上の支障が生じることが、問題として指摘されていた。

このような問題が生じるのは、国立の医療機関や大学が、個人情報取扱事業者から除外されていたからである。個人情報取扱事業者の定義からは「国の機関」「地方公共団体」「独立行政法人等」「地方独立行政法人」が除外されており、「独立行政法人等」には、国立の医療機関や大学も含まれていた。

2021年改正では、国立の医療機関や大学も、個

人情報取扱事業者としての規制を受けることになった。まず「独立行政法人等」から、国立の医療機関や大学が除外されている（第2条第11項第3号カッコ書きによって、別表第2の法人が除外されている）。また、地方公共団体が運営する医療機関や大学による個人情報の取扱いについても、個人情報取扱事業者と同じ規定が適用となることを定めている（第58条第2項第1号）。これらの改正によって、国公立の病院・大学等には原則として民間の病院・大学等と同等の規律が適用されることになる。

学術研究分野に対する規制の精緻化^{せいち}

従来の個人情報保護法では、学術研究の目的での利用について、個人情報取扱事業者の義務に関する規定全体の適用が除外されていた。この適用除外は、いうまでもなく学術研究の自由を尊重するためのものである。しかし、この規定があるために、EU一般データ保護規則（GDPR）における十分性認定の対象から外れてしまい、EU諸国との間で共同研究を行う場合などに、情報の共有ができない場合があると指摘されていた。

EUは、十分なレベルの保護と認めた国以外の第三国（いわゆる「十分性の基準」を満たさない第三国）への個人データの移転は、原則として許さないという立場を取っている。日本の個人情報保護制度については、2019年1月23日に、欧州委員会が、十分性を認める決定をしている。しかし、学術研究目的の利用に関しては、この十分性認定の対象にならない。それは、学術研究目的の利用について、一律に個人情報保護法の適用が除外されており、独立した監督機関である個人情報保護委員会の監督対象にもなっていなかったからである。つまり、学術研究の自由を保障するための規定が、国際的な研究の妨げになりかねないという、皮肉なことになっていた。

今回の改正では、一律の適用除外をやめて義務規定の対象とする一方で、利用目的による制限（18

条), 要配慮個人情報の取得 (20 条 2 項), 第三者提供の制限 (第 27 条) といった個別の規定にそれぞれ適用除外を設けて, 学術研究の自由度を確保しようとしている。

基本的な概念等の統一

個人情報保護法と行政機関個人情報保護法等では, 制度の根幹的な概念である「個人情報」を始めとして, 用語の定義が異なっているものがあつた。

たとえば, 個人情報については, どちらも, 生存する個人に関する情報であつて, ①当該情報に含まれる氏名, 生年月日その他の記述等により特定の個人を識別することができるもの, または, ②個人識別符号が含まれるものとしていた。しかし, 個人情報保護法が「他の情報と容易に照合することができ, それにより特定の個人を識別することができることとなるものを含む (第 2 条第 1 項)」としていたのに対して, 行政機関個人情報保護法では, 「容易に」の文言がなく「他の情報と照合することができ, それにより特定の個人を識別することができることとなるものを含む」としていた。改正法では, 「容易に」の文言を含む個人情報保護法の定義に, 表現が統一されている。

その他, 個人識別符号, 要配慮個人情報, 本人, 仮名加工情報, 匿名加工情報, 個人関連情報についても, 個人情報保護法における定義が採用され, 行政機関等に対する規制でも同じ用語が使われるようになった。

今後の課題

2021 年の改正は, 全体としては, 従来の行政機関や独立行政法人に対する規制を, 個人情報保護法に統一することに主眼があり, 行政機関の義務等については, 改正前の行政機関個人情報保護法等の規定を引き継いでいるものが多い。これは, 制度を一

元化して個人情報保護委員会が所轄できるようにすることを, まず優先したためだと考えられる。

なお, 今回の改正では, EU の GDPR に基づく十分性の基準への対応も意識されている。学術研究分野に対する規制の精緻化は, まさにそのための改正であるが, そもそも我が国の個人情報保護制度に十分性が認められているのは, 個人情報保護委員会の監督が及ぶ民間部門の個人情報保護に限られている。法律の所轄を個人情報保護委員会に統一することで, 十分性認定を公的部門についても広げることも, 当然視野に入ってくるものと考えられる。

我が国において, 官民について一本化された新しい個人情報保護制度は, その第一歩を踏み出したところである。行政機関の取り扱う個人情報のルールは現行のもので十分なのか, 個人情報保護委員会が行政機関に対してどのように監督を行うのかなど, ルールの具体的な内容に関する課題は多い。たとえば, 十分性認定の際に EU 側から懸念が表明された法執行機関による個人情報へのアクセスの問題についても, ほとんど議論がされていない。また, 今まで個別に独自の条例を定めていた地方自治体が, 新しい制度にどのように対応していくのかについても, まだ議論が始まったばかりである。

今後は, 個人情報保護委員会が主導して, こうした課題について議論が行われていくことが期待される。今回の改正によって, 個人情報保護委員会の所掌業務が大幅に拡大した。これに対応できる体制の整備が必要であることは言うまでもない。懸案事項の検討や取り組みを行っていくためには, 個人情報保護委員会の体制強化が不可欠である。

(2021 年 12 月 27 日受付)

■小向太郎 (正会員) komukai@tamacc.chuo-u.ac.jp

情報通信総合研究所取締役法制度研究部長, 早稲田大学客員准教授, 日本大学教授等を経て, 2020 年より中央大学教授。1990 年代初めから, 情報化の進展によってもたらされる法制度上の問題をテーマとして幅広く研究を行う。著書として『情報法入門 (第 6 版) デジタル・ネットワークの法律』(NTT 出版, 2022 年), 『概説 GDPR —世界を揺るがす個人情報保護制度』(共著, NTT 出版, 2019 年) など。

[個人情報保護法制の最新動向]

3 個人情報保護法改正と 学術研究への影響



湯浅壘道 明治大学公共政策大学院ガバナンス研究科



個人情報保護法制の改正

本稿では、令和4年施行および令和5年施行の個人情報の保護に関する法律（以下「個人情報保護法」と略）をはじめとする個人情報保護法制全体の改正によって、学術研究にどのような影響が及ぶのかについて解説する。

医療関係だけではなく、画像データの分析や加工、顔認証や生体情報の利活用に関する領域など、研究にあたって個人情報に関係する場合は少なくないと思われる。アンケート調査の発送のための住所録など、研究に関連する場面で個人情報を取り扱うことも多いであろう。

このような場合における個人情報の取扱いについては、個人情報保護法をはじめとする個人情報保護法制の規制を受けるが、今回の個人情報保護法制全体の改正による学術研究に対する影響は、大別すると2点である。

1点目は、従来は学術研究に関しては個人情報の取扱いに関して求められる安全管理義務の一律適用除外とされていたところ、一律の適用除外が廃止される一方で、新たに利用目的による制限に関する例外規定等が設けられることになったことである。

2点目は、従来は異なる属性（民間事業者、行政機関、独立行政法人等、地方独立行政法人等）の主体が行う個人情報の取扱いは、それぞれ個人情報保護法、行政機関個人情報保護法、独立行政法人等個人

情報保護法、個人情報保護条例という別の規律の適用を受けていたところ、学術研究分野および医療分野については、原則として現行の個人情報保護法が定める民間事業者に対する規律に一本化されることになったことである（このように規律する法が移行することになった法人は、一般に規律移行法人と呼ばれている）。

個人情報保護法制の構造

従来の構造

現行の個人情報保護法制の下では、研究者が所属する機関の属性によって、適用される法令が異なる。

民間部門は一部の例外を除いて個人情報保護法の適用を受ける。国の行政機関に対しては、行政機関個人情報保護法が適用される。独立行政法人に対しては、独立行政法人個人情報保護法が適用される。地方公共団体には、その地方公共団体の個人情報保護条例が適用される。

このため、学校法人の設置する私立大学、医療法人の設置する医療機関、株式会社等の営利法人などには個人情報保護法、独立行政法人化されていない省庁大学校や研究機関に対しては行政機関個人情報保護法、国立大学や国立病院などの独立行政法人化された機関に対しては独立行政法人個人情報保護法、地方公共団体や地方独立行政法人が設置する公立大学や公立病院などには当該地方公共団体の個人情報

保護条例が適用されるという構造になっている。

問題点

このような原則の下では、さまざまな問題が見られた。

大きな問題点は、これらの法制度間で個人情報の定義や第三者提供に関する手続等が異なっていたため、共同研究等の支障が生じていたことである。たとえば民間部門の場合は個人情報保護法の規定により共同利用という形態を取ることができるが、公的機関の場合はそれを取ることができない場合が多く相互に第三者提供の手続を進める必要があった。その際、オンラインのデータベースを構築して共同で利用するような場合には、条例の中の電算機結合の制限にも該当するので、条例の規定に従い審議会への諮問等の手続が必要とされた。

個人情報の収集に際しても、民間部門の場合は個人情報の定義に「生存する」という文言があり死者は原則として保護対象とならないが、個人情報保護条例の約半数は「生存する」という限定がなく死者も保護対象となるために死者の個人情報を収集して利用することにも大きな制約があった¹⁾。各地方公共団体の条例の中にはまったく学術研究に関する規定がないものが少なくなく、要配慮個人情報^{☆1}の原則保有禁止を定めている場合もあるので、このような規定を持つ自治体の場合は、学術研究目的であっても要配慮個人情報の収集や保有に制約を受けることになった。

適用すべき法が複雑となっていたのは、病院等の医療機関である。

同じ医療機関でありながら、民間の病院には個人情報保護法、国立病院などの独立行政法人化された

病院には独立行政法人個人情報保護法、独立行政法人化されていない国立の医療機関には行政機関個人情報保護法が適用されることとされた。公立の病院等の場合はさらに複雑であり、地方公共団体が直営で管理している場合は当該団体の個人情報保護条例が適用される。平成15年の地方自治法の改正により導入された指定管理者によって管理されている場合について、総務省は「地方公共団体においてさまざまな取り組みがなされる中で、留意すべき点も明らかになってきたこと」を理由として、「指定管理者制度の運用について」を地方自治法第252条の17の5に基づく助言として発出し、その中で「指定管理者の選定の際に情報管理体制のチェックを行うこと等により、個人情報が適切に保護されるよう配慮すること」とした。この「配慮」は各地方公共団体によってまちまちであり、条例の規定によって条例が適用される場合、契約等によって条例が準用される場合、民間事業者として個人情報保護法が適用される場合に分かれることになった。

また、個人情報保護法制の空白が存在していた点も看過できない。一部事務組合などの特別地方公共団体が設置する機関に対しては、その特別地方公共団体の個人情報保護条例が適用されるが、一部の事務組合立の診療所等の医療機関については、事務組合自体が個人情報保護条例を制定しておらず適用すべき法令がないという状態になっていた。この場合、実務的には特別地方公共団体を構成する地方公共団体の条例を準用する等の対応が取られていたようであるが、一部事務組合にも条例を制定する責務があり、このような対応は適切なものとはいえなかった。

改正後の個人情報保護法制

官民を通じた学術研究分野における個人情報保護の規律

現行の個人情報保護法は、学術研究機関等が学術研究目的で個人情報を取り扱う場合を一律に適用除

^{☆1} 個人情報の中でも特に機微なものとして収集や利活用には制限が課されているもので、「本人の人種、信条、社会的身分、病歴、犯罪の経歴、犯罪により害を被った事実その他本人に対する不当な差別、偏見その他の不利益が生じないようにその取扱いに特に配慮を要するものとして政令で定める記述等が含まれる個人情報」(個人情報保護法第2条第3項)のこと。行政機関個人情報保護法、独立行政法人個人情報保護法、個人情報保護条例にも同様の規定が置かれている。

外としている。しかし、民間部門の学術研究機関にも、安全管理措置（改正後の個人情報保護法第23条）、本人からの開示等請求への対応（同第33条等）等に関する義務が課せられることになる。

学術研究を行う独立行政法人等や地方公共団体の機関、地方独立行政法人についても民間学術研究機関等と同様の規律が適用されることになる。ただし、個人情報の開示請求への対応や行政機関等匿名加工情報の提供等については、引き続き公的部門の規律が適用される。

例外規定

学術研究における個人情報の取扱いに関する規制の強化は、大学の自治への抵触、学術研究への行政機関の介入という危険性をはらんでいる。このため、学術研究機関等の自律性を尊重する観点から学術研究機関等に個人情報を利用した研究の適正な実施に関する自主規範の策定・公表を求めるとされており、このような自主規範に則った個人情報の取扱いについては、個人情報保護委員会は原則としてその監督権限を行使しないこととされている²⁾。

学術研究目的で個人情報を取り扱う場合について、研究データの利用や流通を直接制約し得る義務については、個人の権利利益を不当に侵害する恐れがある場合を除き、次のように例外規定が置かれることになる。

利用目的による制限(改正後の個人情報保護法第18条)

学術研究機関等が個人情報を学術研究目的で取り扱う必要がある場合、学術研究機関等に個人データを提供し、かつ当該学術研究機関等が当該個人データを学術研究目的で取り扱う必要がある場合には、利用目的変更の制限の例外となる。

このため、学術研究機関等に個人データを提供し、かつ当該学術研究機関等が当該個人データを学術研究目的で取り扱う必要がある場合、あらかじめ本人の同意を得ることなく特定された利用目的の達成に必要な範囲を超えて個人情報を取り扱うことができ

ることになった。

要配慮個人情報の取得制限(同第20条第2項)

学術研究機関等が要配慮個人情報を学術研究目的で取り扱う必要がある場合、個人情報取扱事業者が要配慮個人情報を学術研究目的で取得する必要がある、かつ当該個人情報取扱事業者と共同して学術研究を行う学術研究機関等から当該要配慮個人情報を取得する場合には、例外となる。

このため、学術研究機関等が要配慮個人情報を学術研究目的で取り扱う必要がある場合には、当該要配慮個人情報を取り扱う目的の一部が学術研究目的である場合も含めて、個人の権利利益を不当に侵害する恐れがない場合は、当該学術研究機関等あらかじめ本人の同意を得ることなく、要配慮個人情報を取得することができるとされた。

個人データの第三者提供の制限(第27条)

個人データを提供する個人情報取扱事業者が学術研究機関等である場合であり、かつ当該個人データの提供が学術研究の成果の公表または教授のためやむを得ない場合には、例外となる。

学術研究機関等が個人データを提供する場合であり、かつ当該個人データの提供が学術研究の成果の公表または教授のためやむを得ない場合には、個人の権利利益を不当に侵害する恐れがある場合を除いて、第三者への個人データの提供にあたって本人の同意は不要であるとされた。

学術研究機関の責務

改正法では、個人情報取扱事業者（個人情報取扱事業者の単位は設置法人とされており、私立大学の場合は学校法人となる）である学術研究機関等が学術研究目的で個人情報を取り扱う場合の責務が規定される。当該個人情報の取扱いについて個人情報保護法を遵守することに加え、個人情報等の適正な取扱いを確保するために必要な措置を自ら講じ、かつ、当該措置の内容を公表することの努力義務が課されることになった。

安全管理措置

今回の法改正により、民間部門の学術研究機関にも、安全管理措置（改正後の個人情報保護法第20条）や本人からの開示等請求への対応（同第33条等）等に関する義務が発生することになった。特に影響が大きいのは安全管理措置義務が課せられることになった点である。

安全管理措置に関連する事項のうち、令和4年施行改正の大きなポイントとして、個人情報の漏えい等が発生した際の報告・通知義務が課されるようになることが挙げられる（同第26条）。従来も個人情報の漏えいが発生したときには、事案の公表や本人への通知が望ましいとされてきたが、ガイドラインにおける推奨事項にとどまっていた。今回の改正では、漏えい等が発生し、個人の権利利益を害する恐れがある場合には、個人情報保護委員会への報告および本人への通知を行うことが事業者の義務とされている。

報告・通知の義務が発生するのは、①要配慮個人情報（人種、信条、病歴、犯罪歴など）が漏えいした場合、②財産的被害が発生する恐れがある場合、③不正アクセス等故意によるもの、④1,000人を

超える漏えいが発生した場合のいずれかである。個人情報保護委員会への報告は速報と確報の2段階で求められており、事態の発生を認識した後、すみやかに速報するとともに、30日（上記③の場合は60日）以内に確報を行わなければならない。また本人に対しては、本人の権利利益を保護するために必要な範囲において、通知しなければならない。

報告・通知しなければならない項目は、表-1の通りである。

規律移行法人

国公立の病院、大学等については、改正法の施行後は原則として民間の病院や大学等と同等の規律が適用される。規律される法律が移行することから、このような法人等は規律移行法人と呼ばれる。具体的には、機関の性質によって異なる法律が適用されるという従来の構造を改め、独立行政法人等のうち、民間のカウンターパートとの間で個人情報を含むデータを利用した共同作業を継続的に行うもの等（本人から見て官民で個人情報の取扱いに差を設ける必要性の乏しいもの）には民間事業者と同様の規律を適用するとした。これらの研究機関が民間事業者との

■表-1 個人情報漏えい等が発生した場合の義務

- 義務発生
 - 下記のいずれかに該当した場合
 - ①要配慮個人情報（人種、信条、病歴、犯罪歴など）が漏えいした場合
 - ②財産的被害が発生する恐れがある場合
 - ③不正アクセス等故意によるもの
 - ④1,000人を超える漏えいが発生した場合

• 対応

	個人情報保護委員会への報告	本人への通知
概要	○	○
漏えいした項目	○	○
漏えいした個人の数	○	
原因	○	○
二次被害の恐れの有無と内容	○	○
本人への対応の実施状況	○	
公表の実施状況	○	
再発防止措置	○	
その他参考となる情報	○	○

間で共同作業を継続的に行う場合には個人情報保護法の適用を受けることになり、共同利用に関する規定が適用される³⁾。

ただし、開示、訂正および利用停止にかかわる取扱いや行政機関等匿名加工情報の提供等については、公的部門の規律が適用される。

今後の課題

従来、学術研究を目的とした個人情報の取扱いについては、個人情報保護法が安全管理措置義務の適用除外としていたこともあって、厳格に行われているとは言いがたい面があった。しかし、今後は安全管理措置が求められることになるので、学術研究の領域においても、適切な安全管理措置が求められることになろう。またアンケートの実施やデータの処理などで外部のサービスや事業者を利用する場面においては、業務委託先の監督義務が発生する。このため、適切なサービスや事業者を利用することが必要となる。

なお学生の行う研究について、学生は大学の従業

者ではないから学生本人には個人情報保護法が定める安全管理義務等は適用されないと考えられるが、教員の指導の下に共同で研究を行っていたり教員と連名で研究成果を公表したりする場合は、当該研究に関する個人情報の取扱いには個人情報保護法の適用を受けると解するべきであろう。このため、学生の行う研究に対しても個人情報保護に関する適切な指導が必要とされよう。

参考文献

- 1) 折田明子, 湯浅壘道: 死後のデータを残すか消すか?: 追悼とプライバシーに関する一考察, 情報処理学会論文誌 61 巻 4 号, pp.1023-1029 (Apr. 2020).
- 2) 個人情報保護委員会: 学術研究分野における個人情報保護の規律の考え方 (令和 3 年個人情報保護法改正関係), https://www.ppc.go.jp/files/pdf/210623_gakujutsu_kiritsunokangaekata.pdf
- 3) 湯浅壘道: 個人情報保護法改正と学術研究・医療への影響, ジュリスト 1561 号, pp.40-45 (Aug. 2021).

(2022 年 2 月 7 日受付)

■湯浅壘道 (正会員) yuasa@meiji.ac.jp

1970 年生。青山学院大学法学部卒業。九州国際大学法学部教授、同副学長、情報セキュリティ大学院大学教授、同副学長をへて、2021 年明治大学公共政策大学院ガバナンス研究科教授。総務省情報通信政策研究所特別研究員、JPCERT/CC 理事ほか。



[個人情報保護法制の最新動向]

4 個人情報保護法改正と AI 開発

応
般

美馬正司 (株) 日立コンサルティング / 慶應義塾大学政策・メディア研究科



AI 開発と個人情報保護法の関係

AI 開発の特徴

昨今、第三次 AI ブームと言われており、コンサルタントとして仕事をしていても AI を用いる案件にかかわる機会が格段に増えてきている。この AI の普及の背景にはディープニューラルネットワークの研究の進展があり、データを学習することが基本となっている。一般的に AI を開発する場合、訓練用の入力データと正解データを用意し、これを学習させることでパラメータを調整し、AI モデル（パラメータ+推論プログラム）を作成する。このため、訓練用のデータをどのように準備するかが最初の重要な作業となる。

AI 開発と個人情報

ビジネス上、たくさんの AI 案件を見てきているが、学習に使われるデータの多くは、個人情報である個人データ、あるいはパーソナルデータ（個人に関するデータ）^{☆1} と呼ばれているものである。もちろん、一部には人にかかわらない機械の制御データ等を扱うものもあるが、ほとんどの場合は何らかしらの形で人にかかわるデータが利用されている。したがって、個人データを学習させる場合は個人情報保護法を遵守することは不可欠であり、個人データ

ではないパーソナルデータを扱う場合においてもプライバシーへの配慮が求められる。

個人データの学習の課題

例外規定はあるものの、通常、個人データは取得する際に通知、あるいは同意をした目的や利用範囲でしか利用することはできない。そのため、AI の開発が、取得時の目的に合致しない場合にはデータ主体となる個人から再同意を取得することが必要になる。また、往々にして生じることが AI を開発する組織と個人データを保有する組織が異なるという事象である。この場合、個人データを保有する組織から AI を開発する組織にデータを提供する必要があるが、こちらは個人情報保護法にある第三者提供にあたり、やはりデータ主体となる個人から同意を得ることが不可欠となる。

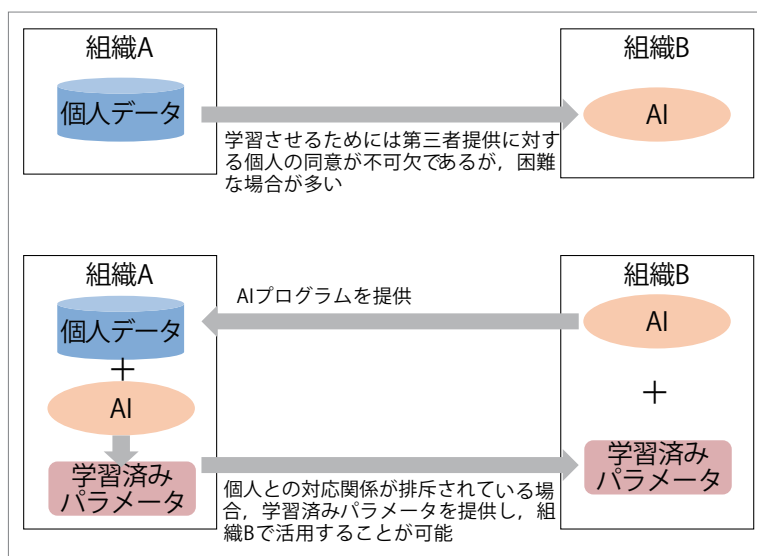
個人情報保護法を踏まえた対応

前述した 1 つ目の課題である取得時の目的と異なる点については、個人情報保護法の 2020 年改正において新設された「仮名加工情報」を用いることで対応することが可能である。仮名加工情報の作成においては、氏名等、直接、個人が識別できるようなデータは削除されるものの、それ以外のデータは保持されるため、訓練用のデータとしての有用性は問題ない場合が多いと考えられる。したがって、2020 年改正の施行に伴い、組織内での仮名加工情報を用いた AI 開発が活発化することが想定される。

☆1 https://www.ppc.go.jp/files/pdf/personal_280229sympo_pamph.pdf

一方、2つ目の課題である個人データを保有する組織とAIを開発する組織が異なる点についても解決策が提示されている。それは、2021年6月30日に個人情報保護委員会から提示された『『個人情報の保護に関する法律についてのガイドライン』及び『個人データの漏えい等の事案が発生した場合等の対応について』に関するQ&A』^{☆2}に記載されている。同Q&Aによると、「複数人の個人情報を機械学習の学習用データセットとして用いて生成した学習済みパラメータ（重み係数）は、学習済みモデルにおいて、特定の出力を行うために調整された処理・計算用の係数であり、当該パラメータと特定の個人との対応関係が排斥されている限りにおいては「個人に関する情報」に該当するものではないため、「個人情報」にも該当しない」とされる。すなわち、学習済みパラメータであれば、個人情報（個人データ）に該当しないため、組織を跨って移動することが可能になる。したがって、個人データを保有する組織にAIのプログラムを提供し、学習させ、その学習済みパラメータをAIを開発したい組織が受け取るという構図が成立し得る（図-1）。

☆2 <https://www.ppc.go.jp/personalinfo/legal/>



■図-1 学習済みパラメータの提供

適正な AI 開発

仮名加工情報による AI 開発

前述したように AI 開発における個人情報にかかる2つの課題については解決策が存在するものの、無作為にこれを行ってよいわけではない。プライバシー等へ配慮した適正な AI 開発が求められる。

たとえば、同一組織内であれば、複数の仮名加工情報を突合して目的外に活用することが可能である。つまり、個人データとしては、別々の目的で取得されたものであるため、名寄せすることができないが、仮名加工情報に加工することで名寄せし、目的外利用することが可能になる。また、同一組織内であれば、このように仮名加工情報を突合したビッグデータを用いて AI の開発を行うことも可能である。

ただし、このように開発した AI の活用にはプライバシーの観点から留意が必要である。複数の仮名加工情報から開発した AI においては、元となった個人データの特性を再現することが可能である。すなわち個人データベース A と個人データベース B から作成した仮名加工情報 A'、仮名加工情報 B' から開発した AI に個人データベース A を入力すると、非常に高い精度で個人データベース B が出力される。

そのため、複数の仮名加工情報を統合したデータベースから AI を開発した場合には、元となる個人データを入力する等の行為は行われるべきではない。たとえば、図-2 のような名寄せした仮名加工情報から AI を開発した場合、個人データベース A を入力すると、非常に高い精度で個人データベース B の所得、世帯構成等のデータが出力される可能性があり、このような活用の仕方はプライバシーの観点から不適切と考えられる。

学習済みパラメータの取扱

学習済みパラメータが個人情報（個人

小特集 Special Feature

データ)に該当しないということについて、いくつか留意することが必要である。

まず、「複数人の個人情報を機械学習の学習用データセットとして用いて」と記述されているように、1人の人間の行動データ等を学習した場合、学習済みパラメータは個人データに該当するということである。多くの場合は、複数の個人データを用いるが、特筆したエキスパートの行動を再現するなどの目的でAIを開発する場合、このようなことが発生し得る。

次に「当該パラメータと特定の個人との対応関係が排斥されている限りにおいては」ということが肝となる。パラメータ自体に個人との対応関係が残っていることは稀とは考えられるが、いくつかの条件が重なった場合に生じ得る。たとえば、10人程度の基本情報(性別、生年月日、身長、体重等)と疾病情報(たとえば癌などの傷病名)を学習したAIがあり、これが過学習していた場合、学習済みパラメータは基本情報から疾病情報を精度高く出力する。仮に学習データとなった10人の基本情報が容易に入

手できるのであれば、個人との対応関係が排斥されているとは言えない。また、AIの中には学習済みパラメータと学習データが密接不可分なものも存在する。英国のICO (Information Commissioner's Office)によると、SVM (Support Vector Machine) やk近傍法(k-nearest neighbors)においてはモデル自体がデータを内包するため注意が必要となる^{☆3}。

さらにAIのモデルに対して学習データを再現するような攻撃も背景知識とGAN(敵対的生成ネットワーク)等があれば可能とする研究もあり、このような行為を禁止するような配慮も必要ではないかと考えられる。

プライバシーに配慮した AI

連合学習

AIの開発に必要な個人データの扱いにおいて個

☆3 <https://ico.org.uk/about-the-ico/news-and-events/ai-blog-privacy-attacks-on-ai-models/>

個人データベースA					個人データベースB				
氏名	生年月日	性別	保険者番号	要介護認定	氏名	生年月日	性別	所得	世帯構成
山田太郎	1950年7月5日	男	282012	3	山田太郎	1950年7月5日	男	300万円	3人
松本次郎	1950年7月21日	男	282012	5	松本次郎	1950年7月21日	男	300万円	5人
佐藤三郎	1950年7月13日	男	282012	2	佐藤三郎	1950年7月13日	男	300万円	2人
鈴木花子	1948年9月28日	女	282012	2	鈴木花子	1948年9月28日	女	500万円	3人
田中恵子	1948年9月10日	女	282012	4	田中恵子	1948年9月10日	女	300万円	3人
高橋美子	1946年9月14日	女	282012	3	高橋美子	1946年9月14日	女	400万円	3人

仮名加工情報A'					仮名加工情報B'				
氏名	生年月日	性別	保険者番号	要介護認定	氏名	生年月日	性別	所得	世帯構成
ad8d3fea7a	1950年7月5日	男	282012	3	ad8d3fea7a	1950年7月5日	男	300万円	3人
75c81f14ae	1950年7月21日	男	282012	5	75c81f14ae	1950年7月21日	男	300万円	5人
b8f1f98ac8	1950年7月13日	男	282012	2	b8f1f98ac8	1950年7月13日	男	300万円	2人
bf066fa8f3	1948年9月28日	女	282012	2	bf066fa8f3	1948年9月28日	女	500万円	3人
482c743faa	1948年9月10日	女	282012	4	482c743faa	1948年9月10日	女	300万円	3人
1e6eb3ef8e	1946年9月14日	女	282012	3	1e6eb3ef8e	1946年9月14日	女	400万円	3人

仮名加工情報(名寄せ)						
氏名	生年月日	性別	保険者番号	要介護認定	所得	世帯構成
ad8d3fea7a	1950年7月5日	男	282012	3	300万円	3人
75c81f14ae	1950年7月21日	男	282012	5	300万円	5人
b8f1f98ac8	1950年7月13日	男	282012	2	300万円	2人
bf066fa8f3	1948年9月28日	女	282012	2	500万円	3人
482c743faa	1948年9月10日	女	282012	4	300万円	3人
1e6eb3ef8e	1946年9月14日	女	282012	3	400万円	3人

■図-2 仮名加工情報の統合によるAI利用の問題

個人情報保護法やプライバシーへの配慮が不可欠であるものの、このような課題に配慮した新たな技術も出てきている。その1つが連合学習 (Federated Learning) である。

連合学習の1つの特徴はデータを集約しないことであり、データを保有している側に対してAIのモデルを配布し、配布モデルとの差分となる情報からAIモデルの学習を行うというものである。この差分は Model Update あるいは勾配 (Gradients) と言われているがデータそのものを移動させるのではないため、プライバシーに配慮した仕組みであると言われており、近年、研究も盛んに行われるようになってきている。

連合学習の可能性

複数の組織でプライバシーを保護する仕組みとして、これまで秘密計算という仕組みが考案されてきた。秘密分散や準同型暗号等を用いるものがあり、中間的な処理プロセスが秘匿されるためプライバシーに配慮されている。しかしながら、これらはいわゆる、暗号技術を用いる仕組みであり、「暗号化したとしても個人データは個人データとして扱う必要がある」とする個人情報保護法との関係から組織を跨った分析に用いることが難しい状況であった。

一方、連合学習で組織を跨ってやりとりされる Model Update あるいは勾配は学習済みパラメータに近いものと考えられ、前述したように個人との対応関係が排斥される限りにおいては個人データには該当せず、組織を跨った分析が可能になるのではないかと期待される。

一方、Model Update あるいは勾配の中にはモデルが複雑な場合に個人の特定性が出るという指摘も見られ^{☆4}、これを防ぐような研究も出てきている。

組織を跨ったデータ分析については、匿名加工情報等を用いた方法も存在するが、今後、AIの研究

☆4 <https://ico.org.uk/about-the-ico/news-and-events/ai-blog-data-minimisation-and-privacy-preserving-techniques-in-ai-systems>

開発が進展することで連合学習が用いられることも想定される。

ただし、匿名加工情報を用いた場合でも、連合学習を用いた場合でも、複数の組織の別々のデータベース内に存在する同一個人を名寄せするような分析は不可能であり、この点については秘密計算等の法的な整理が待たれるところである。

個人情報保護法等への期待

AIの研究開発の進展によって、分析対象となる個人データとそこから生成されるAIの関係性も複雑化してきており、プライバシーを侵害しないための研究も多様化してきている。

個人データをAIプログラムに学習させるという単純な構図だけではなく、それを組織を跨って行うための学習済みパラメータの移転や連合学習のような仕組みも今後、さらに普及すると考えられる。これらが適切に行われるよう、法的な整理と合わせて実際の運用面のルール検討等も進められることが期待される。

一方、GAN等のAIを用いることで合成データ (Synthetic Data) を生成するような研究も進んできている^{☆5}。合成データそのものの取り扱いや、合成データを用いてAIの開発を行うことなど、AIの進展に必要な個人データにかかる法的な検討事項は継続的に出てきており、個人情報保護委員会等においてこれらにできるだけ迅速に対応することが望まれる。

(2021年12月6日受付)

☆5 <https://datasciencecampus.ons.gov.uk/projects/generative-adversarial-networks-gans-for-synthetic-dataset-generation-with-binary-classes/>

■美馬正司 tmima@hitachiconsulting.co.jp

大学卒業後、シンクタンク等を経て現職。総合研究大学院大学複合科学研究科情報学専攻 (博士課程) 単位取得退学。情報大航海プロジェクト等、国の大規模プロジェクトのプロジェクトマネジメントやプライバシー、AI倫理等、関連した制度面の検討に従事。

[個人情報保護法制の最新動向]

5 倒産処理と情報資産をめぐる規律

応
般

橋本誠志 徳島文理大学総合政策学部



倒産事件と個人情報

COVID-19のパンデミックは人類の営みを大きく転換し、観光をはじめ多くの産業に大きな影響を与えることになった。一方、今日、ICT技術の発達により、人の移動や健康状態など、さまざまな情報がセンシングされ、ビッグ・データとして保存・利活用されている。こうしたビッグ・データの運用者について、我々はその事業が永続することがさも当然かのように捉えがちである。現実には、いかに順風満帆に見える企業でも経営的に行き詰まり、倒産することがあり得る。COVID-19の流行は、それが突発的に起き得ることを示すことにもなった。ビッグ・データを保有している企業が倒産し、企業としての実態がなくなってしまう清算型処理が行われる。その場合に、当該事業者が運用していたデータがどう扱われるかについて果たして十分意識されているだろうか。データ保護に関するさまざまな法制度が整備されているが、情報運用主体が破産して組織としての自律性を失った場合にこうした法制度は適切に機能するだろうか。また、清算手続きという通常と異なる状況の下で、手続きの担い手の能力は確保されているだろうか。これらの問題は十分意識されているだろうか。これまでの各執筆者の議論を踏まえて本小特集の掉尾として本稿では、倒産と情報の関係をめぐる問題の現状を概説する。

倒産事象と情報が問題になった事件

以下では、倒産において個人情報の扱いが注目を浴びた事件を紹介する。

Toysmart 事件

Toysmart 事件^{☆1}は、2000年代初めのアメリカで企業倒産処理手続時の個人情報保護政策に大きな影響を与えたとして有名である。オンラインで玩具を販売する事業者であった Toysmart.com Inc. は、当時の TRUSTe シール・プログラムのマーク許諾も受けていた。同社は自社 Web サイト上で収集した情報の第三者共有を行わない趣旨のポリシーを掲示した上で、氏名、住所、メールアドレス、請求書情報、家族構成、子供の誕生日に関する情報等を収集していた。しかし、経営不振に陥った同社は、2000年5月22日に Web 上での操業を停止し、同年6月9日には同社の債権者が破産申立を行った。破産宣告を受けた同社は、保有資産の売却に関して、プライバシー・ポリシーで第三者への譲渡をしないと宣言していた個人情報データベースを保護者の同意なく売却しようとした。このため、FTC (Federal Trade Commission) は、同年7月10日、同社をプライバシー規則に関する不実表示を理由に当時の FTC 法 45 条 (a) 違反により提訴した。提訴後、FTC は、Toysmart 社に対して、家庭向け商品業

☆1 FTC v. Toysmart.com, LLC, and Toysmart.com, Inc., (U.S. District Court for the District of Massachusetts, Civil Action No.00-11341-RGS)

界の適格な買主に会社ごと売却される場合に限り、同社が有していた個人情報データベースのデータを譲渡できるとする和解案を提示した。しかし、2001年1月になっても同社の買主は現れなかったため、Toysmart 社の大株主であるインターネット関連会社が Toysmart 社の有していたデータを買い受けた上で破棄する結果となった。

CA 社破産事件

2018年5月3日、イギリスに本拠を有する政治コンサルティング会社ケンブリッジアナリティカ社(CA社)は破産手続を申請したと発表した。CA社とは2016年のイギリスにおけるEU離脱をめぐる国民投票(ブレグジット)や同年のアメリカ大統領選挙において、不適切な方法で取得したFacebookの利用者データを利用したと報じられてきたあの会社である。同社のコンサルティング手法は、デジタルゲリマンダ^{☆2}の一形態と考えることができ、これらの事件が破産申請の原因となったといえよう。

本件の特徴は以下の点にある。つまり、同社が取得した情報のデータセットに経済的価値が存在すると分かると、主に債権者はこれを破産財団に組み込みたいというニーズを有するようになる。他方で同社によるデータセットの保有が不正な取得によるという点を理由としてこれによる不法行為を主張して同社に損害賠償を請求する動きも見られる。破産した企業が平常時に取得した情報が金銭評価され、換価する実務対応が行われると仮定した場合、同社が取得した情報について、破産財団の規模を見積もって、配当が増加する元となる方向でデータセットを評価するのか、あるいは破産債権の原因として配当を減少させる要因としてデータセットを評価するのかどちらが優勢になるかという判断が必要な点にある。

デジタルゲリマンダがGDPR(General Data

^{☆2} 選挙区割の恣意的な画定を手段として特定の政党や候補者の有利・不利を図ることをゲリマンダと呼ぶ。これを、SNSを用いた世論操作を通じた投票行動への影響力行使をハーバード大学ロースクールのジョナサン・ジットレイ(Jonathan L. Zittrain)教授がデジタルゲリマンダと呼んだことが始まりとされる。

Protection Regulation:一般データ保護規則)^{☆3}上、SNS事業者がユーザの自動的プロファイリング・評価により分類することを違法とされた場合にはその効果として監督機関による制裁金の賦課、調査、作為・不作為に関する遵守命令、処理の禁止、データ主体に周知させる命令、認証撤回、警告などの措置が取られることになる。また、GDPR84条によれば、行政罰の対象とならないGDPR違反には加盟国に適用される他の罰則に関する規定を定め、罰則の執行可能体制確保措置を講じることを規定している。

また、1人の債務者に対して自国と外国との双方で倒産手続が行われる、並行倒産手続となるアメリカでは、消費者プライバシーオンブズマン制度が法定化されており、CA社の破産管財業務において、同社が取得した情報を破産管財人が譲渡・賃貸する際に(1)譲渡・賃貸がプライバシー・ポリシーと合致している点、(2)消費者プライバシーオンブズマン任命後に裁判所が譲渡・賃貸の事実・状況・条件につき十分考慮し、かつ譲渡・賃貸が倒産法以外の法律に違反しない点が証明される必要がある。クラスアクションが起こされた場合には破産管財人の財産処分権はさらに制約を受ける可能性がある。

本件はデータセットが生命線となる事業の運用者の破綻処理にデータの法的評価を含めた高度な知識が要求されるという、デジタルゲリマンダのようなことを想定すると、そのような高度な知識を広範囲の管財人候補者にどのように習得させるかという問題も我々に突き付けている。

破産者マップ事件

この事件は2019年3月にWebサイト『破産者マップ』上に、官報に掲載される破産者に関する

^{☆3} EU域内(EU加盟国および欧州経済領域(EEA)の一部であるアイスランド、ノルウェー、リヒテンシュタイン)での個人データ保護を規定する法として、1995年から適用されていた「EUデータ保護指令(Data Protection Directive 95)」に代わって、2016年4月に制定され、2018年5月25日に施行された。GDPRでは個人データやプライバシーの保護について、EUデータ保護指令よりも厳格な規定を有している。また、EUデータ保護指令ではEU加盟国による国内法制化が必要だったが、GDPRでEU加盟国に同一に直接効力を有するようになった。(個人情報保護委員会Webサイト: <https://www.ppc.go.jp/enforcement/infoprovision/laws/GDPR/>)

包括的・網羅的な情報をデータベース化した上で、Google マップとの関連付け設定を施し、Google マップ上に破産手続を行った者の住所にピンを挿入するなどの方法で可視化が簡単にできるサイトというものが開設されたことに起因する。同サイトが開設された理由としては、破産者マップ公式 Twitter では「官報の情報は、図書館や大学・インターネット上で誰もが自由に知ることのできる情報であり、特にこのうち破産者情報については、広く国民が知ることで困っている破産者が社会で援助を受けることが可能になるとりわけ有益な情報であるにもかかわらず、官報の記載は個別的・断続的に公開されることから、それらの情報を国民が知るには利便性に欠けるため、表現方法を変える（破産者マップ上にて Google マップと関連付けさせて公開することで可視性を高める）ことで、破産者情報が固有として持つ本質的な価値（地域の一般市民が近隣の破産者を援助できる、という運営者が個人的に見出している価値のこと）を引き出せる」と挙げられている。2019年3月15日頃にこのサイトの存在が明らかになると2019年3月16日頃には230万アクセスを数えたとされる。その後個人情報保護委員会による行政指導が行われ、3月19日にサイト運営者からサイトの閉鎖連絡があり、『破産者マップ』サイトは閉鎖された。2021年8月には破産者マップに氏名や住所を掲載された破産者2人がプライバシーと名誉を侵害されたことを理由としてサイト運営者を東京地裁に民事提訴し、2021年9月24日に第1回口頭弁論が行われており本稿執筆時点で係争中である。また、サイト運営者が破産者からの申出を審査し、破産者マップから破産者の情報を削除する制度を悪用し、削除申請を有料化することを謳う第三者による詐欺事件が派生するなどの問題を生んだとされる。

倒産事件が情報処理にどのような課題をもたらすか

ここまで、倒産手続や倒産制度における情報、特

に個人情報の取り扱いをめぐって生じた事件を簡単に紹介した。これらの事件を簡単に整理すると、①個人情報保護法制に規定されている諸制度は事業を継続している情報運用事業者に対する規律が主となっており、組織としての規律が揺らいでいる倒産状態にある事業者に対する実効性は考慮されているのかという問題、②破産者の情報が官報により公開されるという倒産公告の意義と情報ネットワーク社会におけるプライバシーとの両立はどうあるべきかとの課題を突き付けている。

倒産手続における情報資産をめぐる規律について

以下では、倒産手続における情報資産をめぐる規律の現状について、特に2020年改正個人情報保護法までの状況について概説する。

企業倒産の手続概要

債務を負った人が経済的に苦しい状況に陥り、債権者への返済が事実上できなくなり、その際に債務者が立ち直るために裁判上の倒産手続が用意されている。裁判上の倒産手続には、「破産手続」や「民事再生手続」があり、このほかに裁判上の手続ではない処理として任意整理などがある。その中でも「破産手続」は、裁判所が破産手続の開始を決定し、破産管財人を選任して、破産管財人が債務者の財産を金銭に換えて債権者に配当する手続となる。

破産手続をはじめとした倒産手続は、多くの場合、関係者が申立てをすることから始まる。この関係者は債権者または債務者自身となることが多い。破産手続が開始される実質要件（破産原因）は支払不能、つまり一般的継続的に債権者への支払いができなくなる状態で、法人の場合は債務超過、つまり負債が資産を上回る状態でも破産原因となる。費用の予納と破産原因の認定により破産手続が正式に開始される。

それまでの間に財産の保全処分が出されることもあり、手続開始決定とともに裁判所により破産管財

人が選任される。破産管財人は裁判所の監督を受けながら債権の届出期間や債権者集会の期日、債権調査期日が決定される。破産手続が開始された後は債権者の個別的な権利行使が不可能となり、配当を希望する場合には破産債権の届出をする。破産管財人はその就任とともに債務者の財産管理処分を開始し、債権者に対してより多くの配当を実施することを目指して債務者の財産（破産財団）の規模を大きくするために破産財団に属する財産の換価を行っていく。財産換価により、配当表が作成され、関係者が閲覧した上で配当が行われることになる。以上が破産手続の流れの大まかな概略となる。

通常は、破産手続開始決定時点での債務者の全財産を金銭に換えた上で配当する¹⁾。また、「民事再生手続」では、経済的に苦しい状況に陥った法人や個人（債務者）が、自ら立てた再建計画（再生計画）案について、債権者の多数の同意と裁判所が当該計画案を認めることで債務者の事業や経済生活の再建（再生）を図る。この手続では、債務者は、事業を継続しつつ再生計画に基づいて債権者に債務を返済して残債務の免除を受ける。また、この手続では、債権者等の関係者にとっての公平性・透明性を確保するために債務者から財産状況などの情報提供を受けたり、必要に応じて債務者を監督する監督委員や債務者に代わって事業経営を行う管財人が選任されたりする¹⁾。

これらの倒産手続の中でも破産手続では、債務者の財産を集めて破産財団を形成し、破産財団の中から手続費用や弁済しなければならない債権（破産債権）などを賄い、残額を債権者に配当することになる。債権者から見ると破産財団の規模が大きければ大きいほど債権がより多く満足される可能性が高まる。破産財団を増やす方法としては、より多くの債務者の財産を換価することが基本となるが、従来、この財産の換価は破産者が法人の場合、当該法人が有する設備や機材などのいわゆる物的資産が念頭に置かれてきた。しかし、今日の情報社会では、情報やデータに経済的価値が認められる。民法では物を

有体物と定義していることから、情報やデータは有体物との結合関係の中で物的資産の中での評価の一環として捉えられてきた。つまりデータが格納された媒体とセットで資産とされてきた。これまでは有体物と情報やデータとの結合関係は比較的強かったが、IoTの普及などにより、有体物と情報やデータとの結合関係が以前ほどは強くなってきており、情報やデータの価値を破産財団の中で位置付ける必要が生じるようになってきている。

倒産処理手続における情報資産をめぐる規律の状況

上記のように、今日の倒産手続で情報やデータの価値を破産財団の中で明確に位置付けるためには、本小特集との関係では、特に個人情報保護法上の合法性の確保が必要であることは言うまでもない。倒産状態に陥った企業は組織としての規律や自律性が全面的、あるいは部分的に損なわれる場合があり、個人情報保護法制の各規律が法の想定通り機能するかどうかは不透明である。本小特集の全体テーマとなっている2020年、2021年改正個人情報保護法の段階で倒産手続に関係すると思われる明文の規定は第三者提供制限に関する23条5項2号が主なものとなる。本条は、合併その他の事由による事業の承継に伴って個人データが提供される場合に、当該個人データの提供を受ける者は、23条1～4項までの規定の適用について、第三者に該当しないと規定する規定である。

専門家によれば、本号規定の下では、事業承継後も個人データが当該事業の承継により提供される前の利用目的内で利用しなければならないとしており、事業承継を目的とした契約締結前の交渉段階で相手会社から自社の調査を受け、自社管理の個人データを相手会社に提供する場合でも本号に該当し、事前に本人の同意を得ずに、または第三者提供時のオプトアウト手続を経ずに個人データの提供が可能である。その際、当該データの利用目的や取扱い方法、漏えい発生時の措置や事業承継交渉の不調時の措置

小特集 Special Feature

等の安全管理措置遵守のための契約を相手先と締結することが必要であるとする²⁾。

つまり、再生型手続で企業の組織が維持される場合や特定の事業組織を事業ごと他社に譲渡し、その利益で債務弁済を図る場合は、上述の通り、第三者提供の制限に該当しない。他方で事業と情報とを分離して切売りすることにより換価する場合は、第三者提供制限の例外は適用されない。筆者が倒産処理の場面での情報資産の規律の在り方に関する問題に着目し始めたのは2000年頃からであるが、この間、特に個人情報についての個人情報保護法上の取扱い類型にも匿名加工情報や仮名加工情報などの概念が次々と導入されてきており、2020年改正法施行後には、大量の個人情報を抱える事業者の場合、①個人データの加工を行わずに第三者提供を行うケース（本人から同意取得の上で提供・23条1項）、②本人がいったい判別できない程度に加工した情報について、匿名加工情報に加工の上で提供（本人からの提供同意取得なし）、③取得時の利用目的以外で内部のみで分析利用する場合（仮名加工情報）、④統計情報への加工を行い、個人情報保護法の適用対象外として取り扱うなどの選択肢が発生する³⁾。他方で提供元では個人データに該当しない情報でありながら、提供先で個人データとなり得る情報の第三者提供には、本人同意があることの確認の義務付けが導入された（2020年改正法26条の2）。このような情報には個人情報とのリンクが直接されていない、インターネットの閲覧履歴や位置情報、Cookieなどが含まれ得る³⁾。この規制は従来、第三者提供時の個人データ該当性を、提供元基準を前提に制度運用がなされてきたところ、ターゲティング広告やDMPなどの普及により、提供先で他の情報との照合を実施した上で他事業者に提供することで第三者提供時の本人からの同意取得を回避し、23条の規定趣旨を潜脱するスキームの存在が先のリクナビ問題で指摘された³⁾。倒産処理において、倒産企業がこうした情報を保有している場合、特に清算型処理ではそのチェックが必要となる。

問題は各破産事件の最前線に立って破産財団の維持管理を行う破産管財人の給源確保と法制度が破産管財人に与える能力、報酬、そして権限が刻々と進化する個人情報の利活用をめぐる技術や社会体に見合っているのかという問題である。破産管財人の給源となっているのは主に弁護士である。破産法80条では、破産管財人は破産財団に関する訴訟の当事者適格を有し、手続のあらゆる局面で各権限を行使して職務にあたり、利害関係者に対する善管注意義務を負うことになっている（破産法85条）。弁護士の分布は地理的にも分野的にも偏りが見られ、地理的には東京などの都市部に分布が集中し、分野的にも倒産事件専門の弁護士が見られる。事件の性格によっては所属事務所の他の事件の受任に影響が出るほどリソースを消費することもあるとされ、受任可能な弁護士はただでさえ縛りがかかることがある⁴⁾。その上で、倒産法制や個人情報保護法制、さらに最先端の情報技術の知識に通じた管財人の給源確保はより厳しくなることが考えられる。

e19からe20ページにかけて、情報の取扱いが問題となった倒産事件を紹介したが、e20ページで取り上げたCA社破産の事件では、SNS事業者がユーザを自動プロファイリングや評価することで分類することが違法とされた場合の監督機関による制裁や並行倒産手続が実施された場合に破産管財人の処分権が制約を受け得ることを述べた。2020年個人情報保護法改正では、日本国内にある者にかかわる個人情報などを取り扱う外国事業者が報告徴収や命令（罰則による担保あり）の対象とし、外国にある第三者への個人データ提供時の移転先事業者側での個人情報の取扱いについての本人への情報提供の充実などが求められた点と罰則が強化されている。また、24条では外国の第三者に対する個人データ提供時に移転先事業者側での個人情報の取扱いの方法についての本人への情報提供の充実が求められている⁵⁾。並行倒産手続が実施される場合のように複数の国にまたがる倒産処理では、各国の倒産法制との関係でもハーモナイゼーションを考慮する必要が

小特集 Special Feature

ある。また、組織としての実体を失う清算型の倒産処理では、破産管財人は事業者に代わって自身の個人データの帰趨についてほぼ唯一の拠り所となることから、その負担はより大きなものとなることが予想される。

また、e20 から e21 ページで取り上げた破産者マップ事件は倒産企業が有していた情報の換価・管財業務と個人情報保護法制との関係というよりは、破産手続に関する重要事項の関係者への周知が重要であることから破産法で官報による公告制度を規定している（破産法 10 条 1 項）ところ、公告された情報が破産者や債権者ではない者によって可視化されたもので、情報資産の換価や管財をめぐる生じた問題ではない。文献 6) はこの問題について、破産者マップ自体にどのような権利利益の侵害が発生し、違法不当な行為が助長・誘発されるのかが十分説明されていないと指摘した上で破産者マップについて、オプトアウトを届け出るという手続論としての処理ではなく、破産者の権利利益保護の実態論を重視すべきであり、日本の個人情報保護法制上での事業者の利益と個人の権利利益との比較衡量のきっかけとなることを期待しているとする。

倒産処理における個人情報の扱いの 今後はどうなるか

今日、インターネットは都市部やそれ以外の地域の差を超えて利用可能であり、倒産事件の発生も時と場所を選ばない。他方で倒産事件を処理する弁護士のリソースは地理的、分野的に偏りがあるため、特に高度な法的判断が要求される情報資産、特に個人情報の合法性のチェックが現在の制度体系で可能なのかという問題は見過ごされがちではなかっただろうか。この点について、企業が個人情報を利活用する際に自社が破綻することなど想定している事業者はこれまでほとんどいまいと思われていたが、本稿の執筆にあたり、企業のポリシーを調べてみたところ、事業の全部または一部に関して合併、会社更

生・民事再生、買収、合併、譲渡、移転、売却、または処分（破産手続または同様の手続に関連する場合も含む）が発生した場合に関連する第三者にあらゆる個人情報を譲渡する可能性がある趣旨のポリシーを定める事業者や（図-1）で示した事例のように担当する破産管財事件で対象企業の Web サイト上に破産管財人としての個人情報保護方針を明記する破産管財人も現れ始めている。前者については、通常のプライバシー・ポリシーとは別に GDPR へ対応した個人情報保護方針を定め、その中で破産手続が発生した場合に関連する第三者にあらゆる個人情報を譲渡する可能性があることを宣言する事業者も登場している。

文献 5) は、信頼のある自由なデータ流通（DFFT）とデータ・ローライゼーションの関係について、我が国は、自由なデータ流通に資する監督機関の監督権限強化を目指すものとしていることを述べている。倒産制度も倒産企業の債務を配当するという目的のほかに倒産企業が培ってきた価値の継承を担う制度であるとも言える。そのことから、倒産制度の担い手である破産管財人の能力や権限と情報技術がもたらす影響との関係を考えていく必要があるように思われる。

参考文献

- 1) 裁判所「倒産手続」Web サイト, https://www.courts.go.jp/saiban/syurui/syurui_minzi/minzi_02_02/index.html (2021.10.11 確認)
- 2) 石井夏生利, 曾我部真裕, 森 亮二 編著: 個人情報保護法コンメンタル, 勁草書房, p.307 (2021).
- 3) 渡邊遼介: データ利活用と民間の自主的取組の促進, ジュリスト, No.1551, pp.43-44 (Nov. 2020).
- 4) 佐藤鉄男・和田吉弘・日比野泰久・川嶋四郎・松村和徳 著: 民事手続法入門 [第 5 版], 有斐閣 (2018).
- 5) 寺田麻佑: 個人情報保護委員会によるエンフォースメントの強化と海外協力, ジュリスト, No.1551, pp.51-52 (Nov. 2020).
- 6) 宮下 紘: 個人情報取扱事業者の新たな義務, ジュリスト, No.1551, pp.38-40 (Nov. 2020).

(2021 年 12 月 5 日受付)

■橋本誠志 (正会員) shashimo@tks.bunri-u.ac.jp

1973 年生。関西学院大学法学部卒業。2003 年同志社大学大学院総合政策科学研究科博士課程修了。現在、徳島文理大学総合政策学部准教授。本会会誌編集委員、電子化知的財産・社会基盤研究会 (EIP) 幹事。情報ネットワーク法学会理事。情報法政策の研究に従事。著書として『電子的個人データ保護の方法』(信山社, 2007), 『倒産手続と情報資産』(信山社, 2020)。

個人情報保護方針

▶ 個人情報の取扱いについて

1. 個人情報の取得

破産者××株式会社（以下「破産会社」といいます。）の破産管財人は、個人情報を適法かつ公正な手段により収集します。個人情報の提供を依頼する場合は、事前に収集の目的、利用の内容を開示した上で、破産管財人による正当な事業の範囲内で、その目的の達成に必要な限度において、個人情報を収集します。

2. 個人情報の利用および共同利用

破産管財人が取得した個人情報は、個人情報提供者から承諾を得た範囲内で、また収集目的に沿った範囲内で利用します。利用目的については、以下の「利用目的の範囲」のうち、破産管財人の正当な事業の範囲内でその目的の達成に必要な事項を利用目的とします。

(1) 利用目的の範囲について

- ・破産管財業務として通知・連絡をする場合
- ・個人情報提供者からの質問等への対応をする場合
- ・その他、個人情報提供者に事前に開示した目的に用いる場合

(2) 上記目的以外の利用について

上記以外の目的で個人情報提供者の個人情報を利用する必要が生じた場合には、法令により許される場合を除き、その利用について、個人情報提供者の同意を得るものとします。

3. 個人情報の第三者提供

破産管財人は、個人情報提供者の同意なしに第三者に個人情報の提供を行いません。ただし、破産管財人または破産会社が従うべき法令上の義務等の特別な事情がある場合は、この限りではありません。

4. 個人情報の開示・修正等の手続

個人情報提供者から提供を受けた個人情報について、照会、訂正または削除を要望される場合は、破産管財人までご請求ください。当該請求が破産管財業務に著しい支障をきたす場合や破産法の規定に抵触する場合を除き、合理的な期間内に、個人情報提供者の個人情報を開示、訂正又は削除します。

▶ お問い合わせ

個人情報の取り扱いに関するお問い合わせは、下記窓口にて受け付けております。

【個人情報取扱い窓口】

郵便番号
所在地
 〇法律事務所
TEL
FAX
e-mail

▶ Cookie と Web ビーコンの利用

当サイトでは、ご利用者様のアクセス情報を取得するために「Cookie」や「Web ビーコン」といった技術を利用しております。これらにより取得した情報はいずれも個人を特定することはできません。なお、当サイトを、お使いのブラウザにおいて Cookie を受け付けない設定や、画像を表示しない設定でご利用いただく場合、Web サイトで提供している機能の一部がご利用できない場合がございます。

▶ Google アナリティクスの利用について

当サイトでは、Google アナリティクスを利用することがあります。Google アナリティクスは Cookie を利用して当サイトへのアクセス情報を収集します。アクセス情報の収集及び利用方法については、Google アナリティクスサービス利用規約及び Google プライバシーポリシーによって定められています。

詳細は以下のページをご参照ください。

<https://www.google.com/intl/ja/policies/privacy/partners/>

■ 図-1 破産管財人による個人情報保護方針の事例（破産事業者名や管財人名が特定できる情報は削除しています）



特集

超スマート社会実現に向けた 情報技術活用のプラクティス

編集にあたって

吉野松樹 | (株) 日立制作所

編集にあたって

本特集で掲げた「超スマート社会」は、日本政府の第5期科学技術基本計画において、我が国が目指すべき未来社会の姿とされている Society 5.0 を意識したものである。Society 5.0 では、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する社会を実現するとしている。

「超スマート社会」は、まだ実現しているわけではなく、情報技術の実践を報告することを目的としているデジタルプラクティスとしては、「超スマート社会」の実現に向け、将来「超スマート社会」を構成するピースの1つとなることを目指して実践している事例を招待論文として寄稿いただき、また投稿論文として募集した。

本特集号には、下記に示すように、医療、交通、食、高齢化、企業間取引、人流解析、漁業、下水道管理、電気自動車のエネルギー管理、地域活性化、物体自動認識などさまざまな情報技術の活用領域の報告の論文を収録している。

本特集の論文について

本特集では4編の招待論文と10編の投稿論文を

掲載する。

大山氏らの招待論文「スマートホスピタル構想における汎用型多目的ロボットの活用」は、名古屋大学医学部附属病院において医療現場における業務効率向上のために汎用型多目的ロボット temi を活用した遠隔コミュニケーション、薬品搬送作業の実証実験を行い、その評価を報告している。医療現場、あるいはそのほかの現場におけるロボット導入の際に考慮すべき点など有益な知見が含まれている。

福住氏らの招待論文「新たな利用時品質モデルの考え方—自動運転バスの運用を事例として—」では、サービスや製品のユーザビリティを評価するための利用時品質モデルを直接の操作者だけでなくより広範なステークホルダに拡張することを提案し、自動運転サービスの評価に適用した事例を報告している。事例では、自動運転バス経路の利用者、自動運転バス経路を利用する運転者、整備担当者、付近住民などのステークホルダを対象とした調査結果がまとめている。新しいサービス・製品を社会実装する際の社会受容性の評価において参考になると考えられる。

神成氏らの招待論文「農産物流通のDXを加速するスマートフードチェーンの構築—生産・流通・消費をつなぐデジタルプラットフォーム—」は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）で進め

【デジタルプラクティスコーナー】

各記事の概要のみ掲載しております。本文は電子版

<https://www.ipsj.or.jp/dp/contents/publication/50/S1302-index.html> を
ご覧ください。



ている農産物の生産から流通、消費までの一連のデータを連携するプラットフォームであるスマートフードチェーンの構築について報告している。2023年からの社会実装を目指して構築されているプラットフォームを利用した入出荷履歴取得・トレーサビリティの実証、鮮度維持のための農産物の輸送環境の測定、物流費低減のための物流マッチングの実証実験について報告している。生産者から消費者までのさまざまなステークホルダ間、および同業者間で多様な食材のデータを共有するためのプラットフォームの構築は、別の領域におけるデータ共有にも参考となると思われる。

行木氏らの招待論文「超スマート社会における高齢者のIT活用を促進する"人に寄り添うテクノロジー"の展望」では、高齢者のIT活用の阻害要因としてメンタルモデル確立の困難さ、入力操作の困難さ、モチベーションの欠如の3つを挙げ、5件の事例においてどこが問題であったかを分析している。これらの阻害要因を排除するために、アンビエントコンピューティング、コミュニティ支援が有効であると提案している。超スマート社会の実現では、高齢者、障がい者を含め誰一人取り残さないことが必要であり、本論文で採り上げている観点は重要な観点である。

長野氏らの投稿論文「ブロックチェーンを活用した企業間ワークフロー管理システムの実行エンジン」では、企業内のビジネスプロセスはワークフロー管理システムによる電子化が進んでいるが、企業間のビジネスプロセスでは、依然として紙や手作業が多いことの解決策として、ブロックチェーン技術を利用した企業間ワークフロー管理システムを提案し、試作したシステムにおいて3社をまたがるビジネスプロセスのユースケースを設定し、データ量、性能の評価を行い実用性を確認している。

村井氏らの投稿論文「大規模屋外施設における

Wi-Fi パケット人流センサへの影響と利活用の検証」は、スマートフォンから送信されるプローブ要求を収集するWi-Fiパケットセンサを用いた大規模施設における人流解析において、外部要因による影響でWi-Fiパケットセンサには不向きとされている都市型・屋外型施設である東山動植物園において実証を行った結果から、この方式の有用性と課題について論じている。

Natsir 氏らの投稿論文「ICT Application to Support Sustainable Fisheries Management : Bali Sardines Fisheries – Indonesia」では、インドネシアのバリ島において資源保護を意識したイワシ漁を実施するための漁場のGPSデータと漁獲量のデータ収集、データベース、データ分析のためのダッシュボードからなるシステムの説明と2018年からの運用の状況について報告されている。水産資源保護にICTが活用されている事例として興味深い。

森山氏らの投稿論文「Quantitative Analysis of Mid-face Correction Treatment using Automated Image Analysis」は、顎変形症の矯正手術の計画と評価において従来から考慮されている骨や歯などの硬組織の術前・術後の変化だけではなく、術後の患者のQoLに大きな影響を与える軟組織の変化を簡便な方法で定量化するシステムを開発し、実際に適用した事例について報告している。

澤野氏らの投稿論文「下水管スクリーニング検査のための浮流型カメラと映像処理に関するプラクティスの報告」は、老朽化が進む下水管の安全かつ低コストでスクリーニング検査を行うために浮流移動する機体で下水管内を撮影し、映像を転送する浮流型無線ネットワークカメラを開発し、映像回転の補正手法、ひび割れを検出する手法を実装、評価した結果を報告している。人口減少が進む中で老朽化が進む社会インフラを情報技術を利用して効率

[特集：超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス] 編集にあたって

的に保守する試みとして重要である。

富永氏らの投稿論文「離れて暮らす親世代と子世代がゆるやかにつながるための見守りサービスの社会実装と検証」は高齢者の孤立を防ぐための見守り支援 AI システムを開発し、4組の親子に2週間利用してもらった実験からこのシステムの有効性と継続的に利用される可能性が高いという見通しを得たことを報告している。

西田氏らの投稿論文「電気自動車の仮想配電線への利活用のための実証実験およびエネルギーシステムの構築」は、EVを動く蓄電池として停電発生時に電気自動車によって電力を輸送する「仮想配電線」の実証を行い、この結果を基に停電地域の気象状況などを考慮した太陽光発電量予測、電力需要予測などに基づく最適なEVの運行計画立案システムを構築し、その有効性を検証したことが報告されている。今後EVの普及が進むにつれこのような利用が拡大すると考えられる。

森木氏らの投稿論文「地域限定クーポンの利用履歴による社会関係資本の多寡推定」では、人々の幸福度にも大きな影響を与えと言われる、人々との関係性、信頼関係などに基づく社会関係資本蓄積量を、通常行われているアンケート調査の代わりに地域限定クーポンの利用履歴で推定できるとの仮説を、国分寺市で実施した「街バル」イベントである「ぶんじバル」で発行された電子クーポンの利用履歴とアンケート調査結果の分析で検証し一定の精度で推定が可能であることをしている。

岩村氏らの投稿論文「新しいモビリティ導入に対する公共交通業界の反応」は、著者らが全国で実証実験、実運用合わせ100カ所以上に展開しているリアルタイム乗合配車システムについて、その利点を十分活用できている事例がある一方、従来の公共交通の常識や慣習にとらわれてその利点を十分発揮できていない事例があることを報告している。斬新なサービスを社会実装する際に陥らない

ようにすべきアンチパターンを示しているといえる。

梶原氏らの投稿論文「カメラ以外のセンサと学習用データの事前登録が不要なフィジカルサーチシステムの提案と検証」では、カメラのみを用い、事前準備なしで、新たに置かれた物体や、移動された物体を自動的に検出し登録し後で検索することを可能とするシステムを構築し、倉庫、図書室、居室における実験でその有効性を検証している。カメラを利用することでプライバシーへの配慮が必要であるが、さまざまなユースケースが考えられる。

「超スマート社会」実現のためには、このような活動がそれぞれ高度化していくことはもちろんであるが、相互に関連してデータを共有し、それぞれが自律的に動作しながら全体として協調することが必要になる。協調するためには、当然ながら協調する相手を認識することが必要であり、本特集がそのための一助になることを望む。

「超スマート社会」の実現に向けて研究・開発を行い社会実装していく営みは、未来を創造する営みともいえる。国立研究開発法人科学技術振興機構の未来社会創造事業で「次世代情報社会の実現」領域の事業統括をされている東京電機大学 前田英作教授に未来をいかに創るかについてインタビューした記事も掲載しているので参考にしていきたい。

(2022年3月7日)

■吉野松樹（正会員） matsuki.yoshino.pw@hitachi.com
1982年東京大学理学部数学科卒業。同年、(株)日立製作所入社。1988年米国コロンビア大学大学院修士課程修了（コンピュータサイエンス専攻）。2011年大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士（情報科学）。本会フェロー。2020年から本会論文誌トランザクションデジタルプラクティス編集委員長。



1 スマートホスピタル構想における汎用型多目的ロボットの活用



大山慎太郎・山下佳子（名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター）・
小倉 環・藤原友莉子（大成建設（株））・高椋大寛（モノプラス（株））・
白鳥義宗（名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター）

少子高齢社会の進展，医療従事者の人手不足，そしてCOVID-19に関連した感染症対策の業務負担も深刻な問題となっている。名古屋大学医学部附属病院では院内のデジタルトランスフォーメーションを推進し，業務効率化や働き方改革，医療安全の向上を図る「スマートホスピタル構想」の下，産学連携による実証実験を行っている。本稿では業務効率化を目指し，多目的ロボットを活用したユースケースを実証したので報告する。



2 新たな利用時品質モデルの考え方 —自動運転バスの運用を事例として—



福住伸一（理化学研究所／東京都立大学）・平沢尚毅（小樽商科大学）・改發 壮（BOLDLY（株））

Society 5.0 への変革により，多様なステークホルダが情報とかわり，多様な影響を受けることになる。今回，ユーザが製品やシステムを利用したときのステークホルダへの影響（ニーズ）を品質と捉え，その影響を3つ（便益，安全，社会受容性）に分類した利用時品質モデルを提案し，スマートシティのサービスである自動運転バスに適用した。この結果，運用における多様な評価視点を事前に得ることができることが分かった。

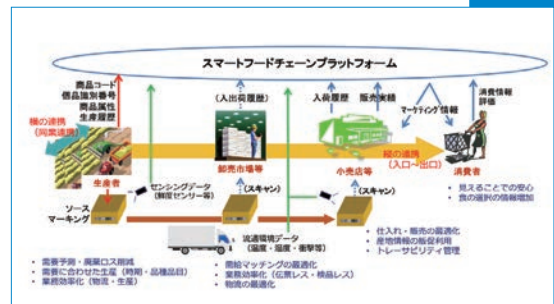
ステークホルダ	ステークホルダ	便益	安全	安心
自動運転バスオペレータ	ユーザリティ、(アクセシビリティ)	自らの負担(疲れ)を、自己制御(何かあっても自分で制御できる)		信用(信頼・確信)しても事故につながるか？、倫理(操作することによって人に被害を及ぼさないか？)
乗客、スポンサー、etc	利用のしやすさ、時間経緯、出賃するコスト(広告効果)		健康(転倒対策)、野良(法外な費用)、信頼(即時運行、確実な広告掲載、広告費控)	信用(社会勢力でない、使って大丈夫？)
運行会社、自治体	経路目標達成(社会貢献、知名度)、BC(収益)、株価値		信頼(即時運行、無事故、確実性(情報提供対策)、保守性(運行安全の維持)	コンプライアンス(交通法、自治体条例遵守)、ブランド(安全維持や社会貢献を競った社会向上、自治体知名度向上)
公共・社会	税金(運行会社からの税収増、企業納税)、株価値		環境・社会課題(CO ₂ 排出削減、交通事故減(高齢化対応))	公正、信用、倫理(他の手段との競争性維持、不正取引防止)

3 農産物流通のDXを加速するスマートフードチェーンの構築 —生産・流通・消費をつなぐデジタルプラットフォーム—



神成淳司（慶應義塾大学）・折笠俊輔（(公財) 流通経済研究所）

我が国のフードサプライチェーンの高度化に向けて，内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）において，農産物の生産から流通，消費までの一連のデータを連携するデータプラットフォームであるスマートフードチェーンの構築を進めている。2023年春の社会実装を目指し，輸出を含めた国内各地での多様な実証や，新たなJAS制度に関する検討を進めている。本稿では，これら取り組みを踏まえ，スマートフードチェーンの課題と有効性について検討する。



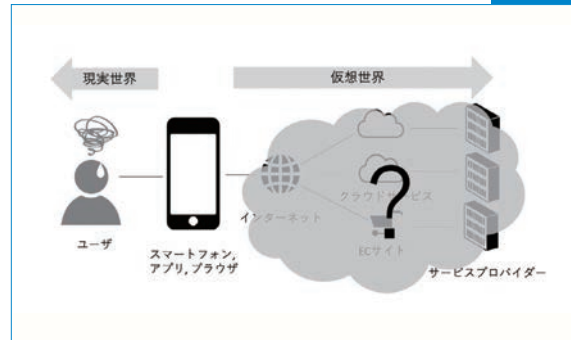
[特集：超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス] 概要

4 超スマート社会における高齢者のIT活用を促進する “人に寄り添うテクノロジー”の展望



行木陽子（中央大学）・陳 建和（キンドリルジャパン（株））・倉島菜つ美（日本アイ・ビー・エム（株））

超スマート社会においては、だれもが新しい機能やサービスを容易に利用し、高度なIT技術の恩恵を受けることができると期待される。一方で、日本は世界でも前例のない高齢化社会を迎えており、超スマート社会の実現には、超高齢化社会を見据えた高齢者の情報格差の是正が急務である。本稿では、高齢者がデジタルデバイス活用する上での阻害要因を洗い出し、その解決策としての「人に寄り添う」テクノロジーへの期待と展望を示す。

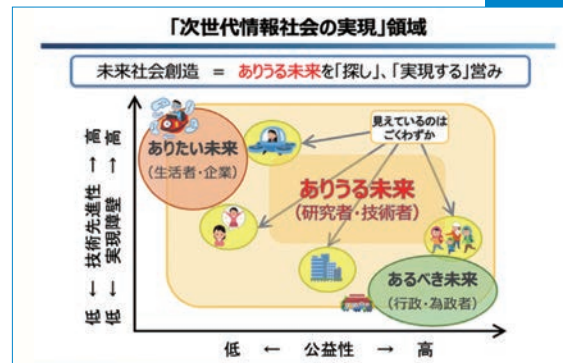


●インタビュー：超スマート社会実現に向けた未来創造



インタビューー：前田英作（東京電機大学）
インタビュアー：吉野松樹（（株）日立製作所）・
藤瀬哲朗（（株）三菱総合研究所）

国立研究開発法人科学技術振興機構の未来社会創造事業で「次世代情報社会の実現」領域の事業統括をされている東京電機大学の前田英作教授に未来創造をテーマにお話を伺った。未来を語る上で「ありうる未来」は技術の進歩によって変化し、オープン化がその変化を加速させていること、未来の変化の兆しは現場にあり、現場のプラクティスが大事であること、さらに変化を生み出すための人材育成まで未来創造に関して示唆に富む話を伺った。



論文誌 デジタルプラクティス「特集：超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス」はこちらでご覧いただけます（電子図書館）
https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_opensearch&index_id=10871





[JISA アワード] 概要

JISA アワードについて▶▶



ID 秘匿化ワンタイム多要素認証 — SECUREMATRIX の研究開発 —



下平哲也 ((株) シー・エス・イー)

昨今のテレワーク増加に伴い、ファイアウォール等でネットワークの境界を区切る既存の境界型認証モデルの前提が崩れ、IDの認証によってセキュリティを担保するゼロトラスト型認証モデルが注目されつつある。ゼロトラスト型認証モデルで課題となるIDの保護という観点から、ID秘匿化ワンタイム多要素認証をコンセプトとする認証製品 SECUREMATRIX V12を開発した。



[提携団体推薦論文] 概要

DP コーナーでは、最新技術を ICT 産業に普及させていく立場でのプラクティス論文を掲載しています。特に、ICT 製品・サービスのユーザの立場で、効率的な利用や経済的な価値を付加するプラクティスをお伝えするため、国内の代表的な ICT 企業・団体のユーザ会等にご協力いただき、ユーザ視点の論文をご紹介します。

IBM Community Japan ナレッジモール論文

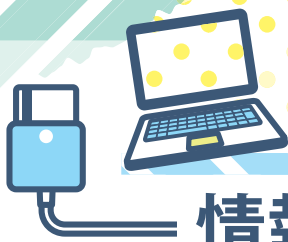
物流現場の労働力不足の解消とテレワークの実現 ～意思決定を支援するロジスティクス・コックピットの構築～



吉田健晃 ((株) セイノー情報サービス)

物流業は、労働力不足の解消と新型コロナの拡大によるテレワーク対応のために以下の2つの課題を解決する必要がある。1つ目は、現場作業の生産性向上である。2つ目は、遠隔から現場の状況を確認できる労働環境の整備である。これら2つの課題を解決する仕組みとして、「ロジスティクス・コックピット」を構築した。本稿では、ロジスティクス・コックピットの構築に向けた取り組みとその導入効果について述べる。





連載



情報の授業をしよう！

本コーナー「情報の授業をしよう！」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生や、高校で情報科を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな内容について、他人にどうやって分かって

もらうか、という工夫やアイディアは、読者の皆様にもきっと役立つことと思います。そして「自分も教え方の工夫を紹介したい」と思われた場合は、こちらにご連絡ください。

(E-mail : editj@ipsj.or.jp)

プログラミングを活用して論理的思考を育む

—第5学年算数科「合同な図形」におけるプログラミングの活用を通して—



桃原 健 | 沖縄県豊見城市立上田小学校

授業実践の背景と考え方

「筋道を立てて考える」と「論理的思考力」

現行の学習指導要領が実施され、小学校においても児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるのに必要な論理的思考力を身につける学習活動が求められている。小学校学習指導要領解説算数編では、「筋道を立てて考える」ことについて、「正しいことを見いだしたり、見いだしたことの正しさを確かめたりする上で欠くことのできないものである。それは、ある事実の正しさや自分の判断の正しさを他者に説明する際にも必要になる」と述べられている。このことから、問題解決をする場面で根拠を基に考えたり、説明したりすることが求められていると考えた。それらは具体的には、「なぜそうなるのか」を見つけることや、児童がお互いに話し合う活動であると考えられる。このように「問題解決する際に既習事項を活用し、根拠を持って考えたり説明したりすること」が「筋道を立てて考えることで、論理的思考が高ま

る」ことにつながるのではないかと仮定した。筆者は、沖縄県豊見城市立上田小学校（以下単に「本校」という）において、第5学年の算数科「合同な図形」で図形を構成する要素に着目し、プログラミングを活用して図形の仲間分けや合同な図形を作図する授業を行った。本稿では、授業実践の捉え方、授業実践の様子、授業実践後の教育現場での取組の順に紹介する。

プログラミング教育と算数科

現行の学習指導要領解説には、「(前略) プログラミングの体験を通して論理的思考力を身に付けるための学習活動を、カリキュラム・マネジメントにより各教科等の特質に応じて計画的に実施すること」と述べられている。プログラミング教育はそれ自体が目的ではなく、学習内容と関係づけながら取り入れ、各教科の指導の効果を高めることが重視されている。つまり小学校の間にプログラミングそのものを学ぶことを目的としているのではなく、あることをするのに必要な動作を順序立てて考えていく姿勢を育む

ことを目指していると考え。算数科においては「プログラミング的思考と、算数科で身に付ける論理的な思考とを関連付ける」ことが重視されていることから、その一例として多角形の描き方におけるプログラミングの活用を取り扱っている。このことから、算数科で述べられている「筋道を立てて考える」ことや「プログラミング的思考」は、大きく論理的思考力の一部であると捉えられる。問題解決の場面で、図形の角や辺に着目して合同な図形を描く際に手順が必要であることや、推理を順序に沿ってプログラミングし、コンピュータを使って描くことができることを実感させることによって、児童の論理的思考力が高められると考える。小学校学習指導要領解説算数編では、数学的活動の取組における配慮事項として「算数の問題を解決する方法を理解するとともに、自ら問題を見だし、解決するための構想を立て、実践し、その結果を評価・改善する機会を設けること」と述べられている。算数科では、「解決するための構想を立て、実践し、その結果を評価・改善する」という流れがある一方、プログラミングは「プログラムを組む→実行する→失敗したら改善する」という手順を追っていく(図-1)。この流れから考えても、プログラミングを数学的活動として取り入れることが効果的であると考え。

主体的・対話的で深い学びとの関係

現行の学習指導要領がスタートする前からアクティブラーニングといった言葉で呼ばれているが、論理的思考力を育むことは、主体的・対話的で深い学びと深くかかわっている。児童が課題を発見し、その解決に向かっていくには主体的な活動が求められる。論理的思考力を育む学習活動を展開する



■図-1 数学的活動とプログラミング活動の比較

ためには、問題解決をする場面で根拠を基に考えたり、説明したりする対話的な活動が非常に重要である。そのため本校では、プログラミング以外の学習活動においても、児童に自分の考えを表現させる際に「なぜそのように考えたのか」や「どのような考え方をういたか」といったことを書かせたり発表させたりしている。また、交流活動を取り入れることによって、課題の解決をするための児童同士の対話や、グループ活動を通して協力して課題を解決したりする場面がさらに増え、深い学びへとつなげていくように工夫を行った。

授業実践

本実践では、第5学年の算数科「合同な図形」(以下「本単元とする」)を全8時間構成とし、図形を構成する要素に着目、図形の性質を見だし、プログラミングを活用して図形の仲間分けや合同な図形の作図をする授業を展開した、以下に詳細を示す。

プログラミングの捉え方

プログラミング教育を行う際に、当初本校でも誤解があったのが「必ずパソコンやタブレット端末を使わなければならない」ということであった。確かに「小学校プログラミング教育の手引(第三版)」によれば、プログラミング教育のねらいの中に「(前略)コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと」と明記されている。しかし、いきなりタブレット機器等を児童に渡してプログラミング教育を進めていくことは無理があると感じた。そこで本単元に入る前にプログラミングドリル¹⁾でプログラミングとはどんなことかを体験させるようにした。単元に入ってからは、まず合同な図形の要素を用いて弁別したり、描いたりする場面でアンブレグドプログラミングの体験を取り入れた。図形の構成要素を学び、条件を分岐させることで合同な図形の弁別を行う活動や、合同な図形を作図するため

に必要な条件を、順序を考えて並べる等の体験を通して、児童がプログラミングに慣れることからスタートし、最終的にはタブレット機器でScratchを活用したプログラミングへとつなげていった。

図形の構成要素の活用

これまでの算数の学習において、図形の構成要素(辺〇〇、頂点〇、角〇)を意識して使う経験が少なかったため、構成要素を表す言葉自体が難しいと感じている児童が多数であった。そこで、単元を通してプログラミングを活用する中で、合同な図形の要素となる「対応する辺、角、頂点」や「辺〇〇、頂点〇、角〇」という算数用語にことあるごとに触れさせるようにした。単元の初期は、合同な図形を見つけるためにどのように調べればよいかを考え、全体で言語化した後、操作の順序や繰り返しなどについて考えさせ、どの順番で調べるとより早く調べられるかについて児童相互に交流させた(表-1 第1時~第3時)。その際、児童は配布したワークシートに考えて書き、その根拠となる理由を伝え合うようにした。その結果、順序立てて考えることの良さについて感じとった児童は、振り返りの中にも「まず」、「次に」、「最後に」といった言葉を使うようになっていた(図-2)。

合同な三角形を描く場面では、最初に4年生で学習した三角形の描き方を想起させ、既習事項を活用できる足場を作った。そこから「対応する辺、角、

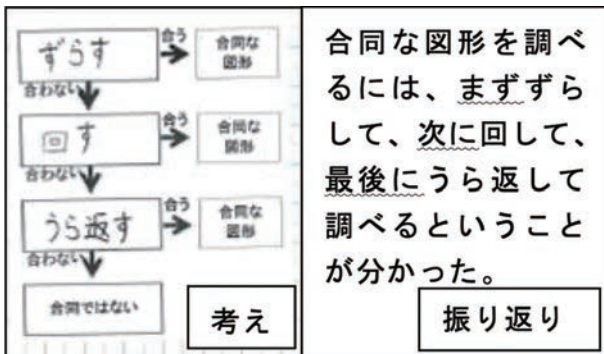
■表-1 アンブラグドプログラミングの例

時	プログラミング活動
1	<p>第1時 合同な図形の見つけ方</p> <pre> ずらす → 合う → 合同な図形 合わない ↓ 回す → 合う → 合同な図形 合わない ↓ 裏返す → 合う → 合同な図形 合わない ↓ 合同ではない </pre>

2	<p>第2時 合同な図形を見つける順番</p> <pre> 対応する角 → 等しくない → 合同ではない 等しい ↓ 対応する辺 → 等しくない → 合同ではない 等しい ↓ 対応する頂点 → 合わない → 合同ではない 合う ↓ 合同な図形 </pre>
3	<p>第3時 対角線で四角形をわけ</p> <pre> 四角形を一本の対角線で分ける ↓ 合同な三角形 → できない → 台形 できる ↓ 正方形、長方形、平行四辺形、ひし形 ↓ 二本の対角線で分ける → 合同な三角形が2種類できる ↓ 全て合同な三角形になる 正方形、ひし形 </pre>
4	<p>第4時 合同な三角形をかく</p> <pre> 頂点A 辺ABの長さ 角Aの大きさ 頂点B 辺ACの長さ 角Bの大きさ 頂点C 辺BCの長さ 角Cの大きさ ↓ ↓ ↓ この9枚の要素から選んでかく </pre>
5	<p>第5時 合同な三角形をかく</p> <pre> 辺AB 角Aの大きさ 辺ACの長さ 角Bの大きさ 辺BCの長さ 角Cの大きさ ↓ ↓ ↓ この6枚の要素から選んでかく ※前時でかいたかき方以外の方法を考える </pre>

頂点」のブロックをそれぞれ3枚ずつ用意し、合同な図形の要素を使うことを明確にし、順序よくブロックを並べ、その後実際に定規や分度器、コンパスを用いて並べた順番通りに合同な三角形を描く、という活動を取り入れた(表-1第4時~第5時)。この活動を取り入れた際、児童らは既習の三角形の描き方を考えの根拠とし、合同な図形の要素を並べ

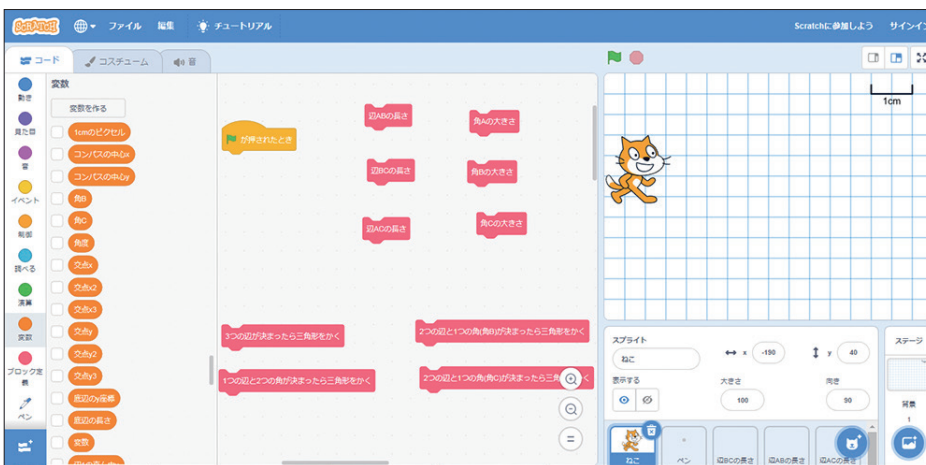
ていた。このとき、描く手順を意識するあまり、選ぶブロックが多くなっている児童がいた。そこで、交流の時間にもっと少ない要素で描ける方法とその理由について児童同士で話し合わせる工夫を行った。そうすると、交流の場面において「なぜその手順でできるのか」という問いにより、話し合う過程を通して対応する頂点を決めるために、対応する辺や角を選ばなければいけないことに気づいた様子が見られた。また、ほかの児童も交流の時間に意見交換する中で、必要な要素を選ぶとほかの辺の長さや角の大きさを計らなくても三角形が描けることを発見していた。これらのことを踏まえると、児童が合同な図形を構成する要素に着目し、合同な図形の性質や既習の描き方を基にいろいろな描き方を考えていることから、根拠を基に筋道を立てて考えていたと推察できる。



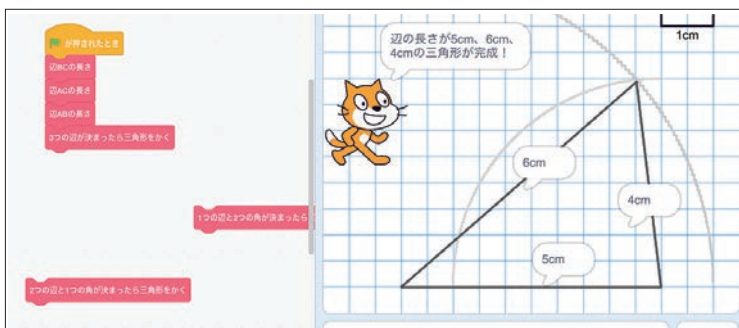
■図-2 ある児童の第1時の自分の考えと振り返り

プログラミングの効果 を視覚で捉える

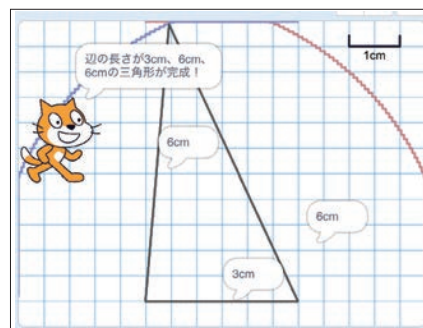
アンプラグドプログラミングで合同な三角形を描く手順を考えて描画した後、実際にタブレットでScratchを活用してプログラミングを行った(図-3)。Scratchを活用した理由は、ブロックを並べて、すぐに描画ができ



(a) 三角形描画プログラムの初期画面



(b) 三角形描画プログラム例

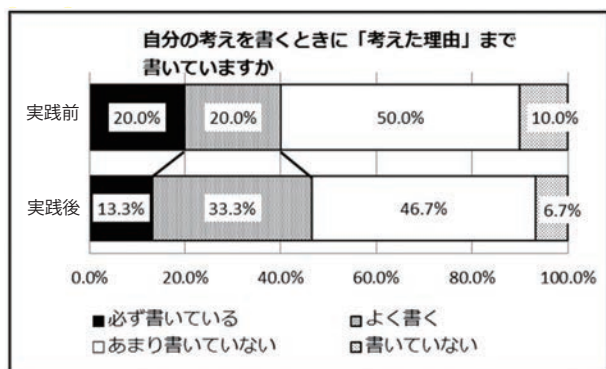


(c) プログラム実行画面の例

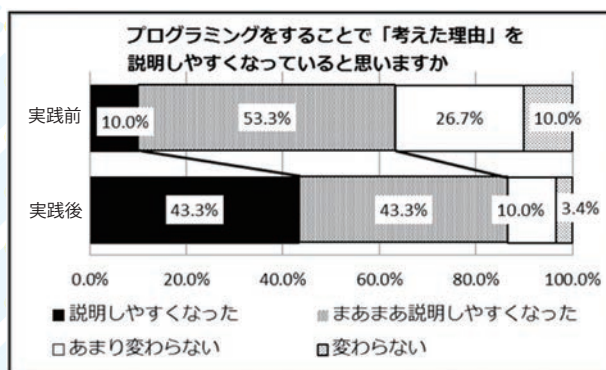
■図-3 Scratch を活用して合同な三角形を描く³⁾

る点や、エラーが起こる順序がすぐに分かるといった利点があったからである。実際児童らは、ブロックを並べてエラーが起こった際に、なぜエラーが起こったかについて考えていただけでなく、近くの友だちと話し合うといった具体的な活動が見られた。さらにScratchを活用することで、いくつかの描き方に挑戦したり、エラーが起こったときになぜそうなるのかを考えたりすることができる。そうすることによって、自分の考えに筋道をつけることができる点から、プログラミングは合同な図形について考える際に有効なツールとなっていると考えられる。

さらに、Scratchを活用することで、正しく描けなくても「描けない」ことを正確に教えてくれることを前向きに捉えてプログラミングをしている児童がいた。その一方で、思い通りにいかないことが難しいと感じている児童がいた。このことから、プログラミングはトライ＆エラーが大切であるということや、エラーが出てなぜその結果が表示されたのかを考えさせる



■図-4 自分の考えの理由を書いているか



■図-5 プログラミングをすることで理由を説明できるようになったか

指導の継続が必要であることが分かった。

論理的思考力は高まったか

—児童らの意識調査—

図-4は児童が自分の考えの理由を書いているかを聞いたアンケートである。肯定的に回答した児童は本実践前より6.6ポイント増加した。児童は単元を通してアンプラグドプログラミングを使い、自分の考えを書いたり、ブロックを並べた理由を伝え合ったりする活動を行った。このように考え方を可視化したことによって、自分の考えの筋道を客観的に捉えることで自分の考えの理由を表現しやすくなったのではないかと考えられる。一方、「必ず書いている」児童が減った背景には、ブロックを並べた際にその理由をノートに書き残していない児童が見られたことから6.7ポイント減少したのではないかと推察される。

図-5は児童がプログラミングを活用することで、考えた理由を説明できるようになったかという問いについての回答結果である。本実践前に「そう思う」「どちらかというと思う」と答えた児童は63.3%であったのに対し、本実践後は86.6%と23.3ポイント増加した。このことから、児童が問題解決の場面で図形の角や辺に着目して描く際に手順が必要であることや、考えたことを表現するのに抵抗がなくなってきたことが分かる。

今後のプログラミング教育への取組について

現行の学習指導要領が実施されて2年が経つ。新型コロナウイルスの影響もあって、学校現場は混乱をきわめているが、タブレット機器の整備が済んでいる今、プログラミングを活用して児童に論理的思考力を育むための環境はそろいつつある。本校においてもまだまだプログラミングの取組を始めたばかりで「十分に取り組んでいる」とは言えない現状である。しかし、今回のような取組を算数科だけにとどまらず、他教科へも広げることが必要であると考え、本校

では在籍する教員へ向け（不定期ではあるが）プログラミング便りを発行し、プログラミング教育についての素朴な疑問に対するコメントや実践事例の簡単な紹介などを行っている（図-6）。このような活動と並行して、算数科以外の他教科での実践例を増やし、カリキュラム・マネジメントを構築していく必要がある、と感じている。

参考文献

- 1) 鳥袋舞子, 兼宗 進: ドリルの王様, 新興出版社.
- 2) 桃原 健: 筋道を立てて考え, 論理的思考力を高める児童の育成～第5学年算数科「合同な図形」におけるプログラミングの活用を通して～, 沖縄県南部広域行政組合島尻教育研究所研究報告書, 第54号, pp.1-12 (Sep. 2021).
- 3) Scratch 参考資料
<https://scratch.mit.edu/projects/291545288/>
<https://scratch.mit.edu/projects/291262200/>
<https://scratch.mit.edu/projects/291585538/>
 (2022年1月30日受付)

付記: 本稿は、沖縄県南部広域行政組合島尻教育研究所第54号研究報告書掲載「筋道を立てて考え, 論理的思考力を高める児童の育成～第5学年算数科「合同な図形」におけるプログラミングの活用を通して～」²⁾の内容を一部抜粋したものである。



桃原 健
toubarts@open.ed.jp

2010年小学校教諭として沖縄県に採用。2019年秋田県との人事交流で、秋田県へ派遣。2021年島尻教育研究所にてプログラミング教育について研究。現在、沖縄県豊見城市立上田小学校教諭。

10月 JUMP!!

「プログラミング教育便り」始めました


プログラミング教育便り
令和3年10月1日 第1号
文責: 桃原 健

上田小学校の先生方、お久しぶりです。今日から復帰する桃原健です。ご存じの通り?半年間、島尻教育研究所でプログラミングについて研究してきました。先生方に学んだことを少しでも還元できるように、不定期ではありますがこうした形で、お知らせしていけたらと考えています。

そこで、ちょっと自己紹介をさせていただきます。採用12年目です。子供の頃の苦手な科目は体育でした。そのため、採用2年目から小学校体育研究会に所属し、体育が好きな児童が増えるような指導を学んでいます。一昨年には秋田県で、全国トップを走っている県の指導の仕方を学ばせてもらいました。昨年度学習指導要領が改訂され、プログラミングが始まりましたが、少しもその取組をすることがありませんでした。プログラミングって、何をどうすればいいかわからなかったからです。困っていたところに島尻教育研究所の募集要項にプログラミングの項目があったので、研究所へ駆け込み、半年間学ばせてもらいました。「プログラミングなんてできないよ～」と思っているそのあなた、私も半年前までは同じ立場でしたよ。そのため、分からないことがあったら、ぜひ聞いて下さい」といいたいところですが、まだまだ学びの途中です。この便りを通じて一緒に考えていけたらいいなと思います。

プログラミングってパソコンを使わないといけないんでしょ?

多分、先生方の頭にあるプログラミングの捉え方ってこんな感じなのではないでしょうか。確かに、学習指導要領にはPCの活用しながらプログラミングをしていくことが明記されています。しかし、「プログラミングってパソコンを使わないといけない」は誤解です。もちろん最終的にパソコンでプログラミングをすることで、その良さを実感することもできますが、パソコンを使わないプログラミングも実際には存在します。それを「アンプラグドプログラミング」といいます。具体的には、ノートやワークシート、カードなどを使って、どんな順番で取り組んでいくかを考えながら並べていきます。身近な例でいうと、算数の筆算とか家庭科の調理実習の工程とかで使えますね。



国語科の説明文で考えた場合
 例: 内容をまとめる (要約)
 形式段落毎にまとめる → 意味段落でまとめる → 小見出しを付ける → 筆者の主張をまとめる

家庭科の調理実習で考えた場合
 例: 味噌汁を作る
 鍋に水を入れる → 鍋を火にかける → だしをとる → 野菜を切る
 → 切ったら鍋に入れる → 沸騰したら味噌を溶く

体育科の器械運動で考えた場合
 例: 開脚跳びをする
 跳いよく走る → 両足を揃えて踏み切る → 両手を跳び箱につく → 両手で跳び箱を突き放す
 → 足を開いて飛び越す → 両足を揃えて着地する

先生方なんとなくイメージできました?そして、何か気付きました?プログラミングは、1つの事をするために、どんな事をすればよいかを順序立てて(論理的に)考える作業です。だから、これまでにプログラミングの指導を実はやってきているはずなんです。・・・と思ったら何かの力が抜けませんか?良く分からないことを新しく始めることではないことが分かっていただけたのではないのでしょうか。

このようにプログラミング教育は、プログラミングそのものを詳しく学習していくわけではなく、子どもたちが課題に対して上手く解決できる方法を順序立てて考えたり、上手くないときにはその理由を考えたりする活動を行っています。今回は、他にもどのような例があるのかを紹介していきたいと思います。

■図-6 本校教員向けプログラミング教育便り



連載

Jr.

先生、質問です！



IPv6 に一気に変遷する時期は来るのでしょうか？



匿名希望

Q

1969年10月29日22時30分インターネットの初めての通信が行われました。そして、現在主に使われているInternet Protocol version 4のRFC791は1981年9月に発行されました。最初のパケットから50年以上、IPv4が決められてからも40年以上の歳月が経過しています。その間にインターネットはここまで大きくなり社会の基盤となりました。しかし、IPアドレスが32bitのIPv4にやがて限界が来ることも分かっており1992年6月のINET'92という国際会議で新しいInternet Protocolを作ることが宣言されています。そしてRFC1883などのIPv6に関連するRFCが1995年12月に発行されるのです。

さて質問の「IPv6へ一気に移行する日が来るのか？」ですが、これはゆっくり進行すると考えています。日本で同時期に作られた社会基盤に東名高速道路があります。1969年5月26日の全線開通から50年以上、現在リニューアル工事が行われています。東名高速道路は1965年の着工から約5年で東名高速道路は完成しています。しかし、リニューアル工事はたとえば東京ICから東名川崎ICまでの8km弱の区間で2021年11月から2024年11月まで4年の歳月をかけて実施すると言われています。これはなぜでしょうか？何もないところに新しい道路を作るのに比べて、交通量の多い道路を使いながら更新工事を行っていくの方が何倍も手間がかかるのです。IPv4からIPv6への移行も同様です。今や社会基盤となったインターネットを動かしながら新しい仕組みに切り替えて行くことも同様に非常に大きな手間がかかるのです。

IPv6への移行について考えなければならないのは、端末、ネットワーク、サーバの3つです。端末についてはPCやスマホなど対応が完了しています。ネットワークについては、プロバイダなどが運用するバックボーンはIPv6への対応がほぼ完了しています。しかし、組織内のネットワークや家庭内のネットワークについてはまだまだ機器の更新などが進んでおらず一部対応できていない部分が残っています。これらは少しずつ機材が更新され対応が進んでいくでしょう。最も難しいのはサーバです。GoogleやFacebookなど主要なサーバはIPv6への対応を完了しています。しかし、インターネット上にはさまざまなサービスがあります。これらすべてがIPv6に対応するには時間がかかります。特に、各組織が独自に持つサーバのソフトウェアがIPv6に対応するには相当な時間がかかると考えています。したがって、IPv4からIPv6への移行は少しずつ、でも着実に進んでいくでしょう。Googleによると現在(2022/03/07)Googleへのトラフィックの40%弱がIPv6になっているそうです。2015年3月には6%程度でしたから少しずつ進み、やがてIPv6が主流になっていくでしょう。



砂原秀樹

[正会員]

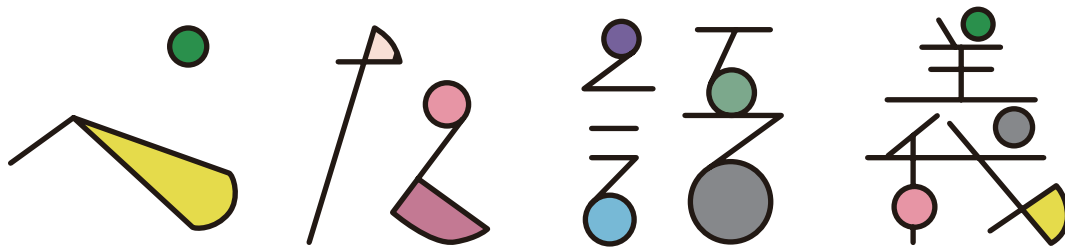
慶應義塾大学

A

「先生、質問です！」への質問はこちら



<https://www.ipsj.or.jp/magazine/sensei-q.html>



Vol. 128

CONTENTS

- 【コラム】小さな町での ICT 支援～コロナ禍以前～…渡邊 景子
 【解説】教科「情報」の大学入試に備える—共通テスト「情報関係基礎」の解説サイトを運営して—…松島 拓路
 【解説】業務を止めないテレワーク環境～業務端末の仮想化による環境分離～…西村 浩二



COLUMN

小さな町での ICT 支援～コロナ禍以前～



「タブレット貸与式」から筆者とこの町の関係はスタートする。2017年春のことだ。それまで都内の私立小学校で使われていた30台のAndroidタブレットが役目を終えたので、そっくりこの町に無償で貸し出されることになった。「なぜわざわざ貸与式を？」当時のM教育長が仕込んだこの貸与式のねらいは、地元新聞記者を呼んで「この町の学校でタブレットを使い始めるぞ！」と決意表明を記事にしてもらうことであった。

何年も前からこの町はキャリア教育を推進してきた。「子供たちに夢を持たせたい。多くの子供たちはいずれこの町を離れていく。“この町ではお金にならないから…”ではなく、“ああいう人になりたい”、“これをやりたい”、と夢に向かって町から巣立ってほしい」とM教育長。筆者の知り合いのICT活用に長けたK先生が、たまたまこの町に教頭として2年前に赴任し、先生たちの困りごとをICTで解決して見せた。ICTの力を確信したM教育長は、彼を町の指導主事に任命した。

偶然は必然だった。筆者はK指導主事に呼ばれて貸与式に参加し、教育長の熱意に触れ、町のICT支援を買って出ることになり、そしてスーパーティーチャーH先生との出会い。小学6年生にGoogle Slideを使って町のパンフレット^{☆1}を共同制作させ、わずか1週間で完成させた実力を持つH先生。借り受けたAndroidタブレット活用のために、H先生、K指導主事、筆者の3人で勉強会を行い、Viscuitプログラミングを教科で使う九州のT先生の実践を紹介した。期待通りH先生は担任していたクラスでViscuitの「ローマ字シューティング」などを伝授し、30台の中古Androidを使い倒してくれた。そして翌年、町外へと異動された。

案あれば苦あり。2018年、H先生が去った後、タブレットの活用はなかなか進まなかった。しかしK指導主事は黙々とインフラ整備・ハードの拡充に邁進した。それまで各校で10台配備していたiPadを1クラス分(約30台)に増やし、どの教室からでもインターネット接続できる環境を整え、授業単位で1人1台を実現させた。またこの年、ICTに超前向きなデジタル・ネイティブのU先生が町に赴任した。彼女は小学2年生の国語でViscuitを使った授業を展開した。2019年度末には彼女の力を借りて町全体のプログラミング研修会を開催するまでに至った。

GIGAスクール構想とコロナと新学習指導要領が三位一体でやってきた2020年。3月にはK指導主事が町外に転勤。たすきを渡された筆者は、毎月1、2回現地でICT授業支援を行うことにしていたが、コロナの影響でほぼ全面的にオンラインでの支援となり……と、本稿ではこの辺りのことを中心にお伝えする予定だったが、そもそもを語るだけで文字数を使い切ってしまった。コロナ禍下のお話はまた別の機会に。

☆1 棚倉小学校、児童作成棚倉町パンフレット(2022年2月1日参照)、<https://tanagura.fcs.ed.jp/棚倉小学校/児童作成棚倉町パンフレット>



渡邊景子 (東京女子体育大学・東京女子体育短期大学) (正会員) keiko@iisa.jp

東京女子体育大学・東京女子体育短期大学准教授。東京学芸大学大学院(修士)卒業。小学校教員、派遣社員、いわき明星大学嘱託職員、同理工学部助手、聖心女子大学非常勤講師、(ときどき無職)を経て、現職。

教科「情報」の大学入試に備える

—共通テスト「情報関係基礎」の解説サイトを運営して—

松島拓路

福岡県立明善高等学校

■ 国立大学の入試に「情報」が追加される

平成30年(2018年)告示高等学校学習指導要領で、教科「情報」はこれまでの「情報の科学」(プログラミングを含む)と「社会と情報」(プログラミングを含まない)の2科目(いずれか1科目を選択必修)から、「情報I」(プログラミングを含み、共通必修)と「情報II」(より高度な内容、選択科目)に再編され、2022年度から情報Iが実施されている。教科「情報」はオフィスソフトの使い方を習得する教科だと思われがちだが決してそうではない。プログラミングだけでなく、データの活用や情報デザインなど、文系・理系や卒業後の進路を問わずこれからの社会を生きていく生徒たちには必要不可欠な内容が実施される。そんな教科「情報」が国立大学の入試に追加されることになった。2022年1月28日、国立大学協会は2025年の大学入学共通テストから国立大学の一般選抜の受験生には原則として「情報(科目は情報I)」を加えることを決定した。これにより、2025年からの国立大学の受験生には従来の5教科7科目に教科「情報」を加えた6教科8科目が課されることになった。

□ 情報科の散々な現状

近年、さまざまな観点から教科「情報」に関する世間の関心が高まっており、その重要性も認知されてきている。情報が大学入試に追加されたことで、世間の情報科への関心はますます高まるはずだ。このような流れを一情報科教員としてとてもうれしく思っ

ているが、いくつか問題もあるので手放しでは喜べない。最大の問題点は、免許外教科担任の多さだ。文部科学省(2021年)によると、2020年5月1日時点で情報の臨時免許状・免許外教科担任が1人以上いる都道府県・指定都市の数は48/66もあり、臨時免許状・免許外教科担任なしの自治体は18しかない¹⁾。つまり、多くの学校で、専門的にコンピュータサイエンスなどを学んでいない教員が教壇に立っているということになる。教科「情報」が新設された2003年から20年近く経っているにもかかわらずこのような状況であるため、これまで教科「情報」はかなり軽視されてきた教科であると言える。一方で、東京都や大阪府、広島県などのように10年以上専門教員を継続採用している自治体もあるので、自治体による差が大きい教科であるとも言える。もちろん、規模が小さく、専任の教員を置けない学校があることも理解できるが、教科「情報」を専門的に教えられる教員が配属されている学校とそうでない学校とでは、生徒の学習内容に大きな差が生じる(すでに生じている)のは目に見えている。居住している自治体、進学した学校によって生徒の可能性の芽が摘まれることは決してあってはならない。いまさら感が強いが、こちらは各自治体に早急な対応をお願いしたい。

上記のような専門教員がいないという問題はあるかもしれないが、すでに情報入試に向けて火蓋は切られた。では、担当する教員はどのように大学入試に備えるべきだろうか。特に、臨時免許状や免許外

教科担任として担当されている先生はどのように備えていけばよいか不安に感じてあると思う。筆者は、大学入学共通テスト「情報関係基礎」の解説サイトを4年間運営してきた。本稿では、その取り組みを紹介しながら、情報科の教員が大学入試に向けてどのような準備をしていけばよいか考えを述べる。

教科「情報」の大学入試に備える

□ 教員はどのような準備をすべきか

情報Iは2単位である。つまり最大でも70コマしかないのである。その限られた時間でいかに効率良く教科書の内容を終わらせ、(授業とは別に何らかの形で受験指導は絶対に必要だが)受験レベルにまでもっていけるかが教員の腕の見せ所となる。

まず最初に実施すべきことは、教える生徒が大学を受験する・しないにかかわらず、各分野の内容を最終的にどのレベルまで教えるべきか、生徒がどのような問題が解けるようになればよいのかを把握することだろう。それには過去問を解いてみるのが一番だ。「2025年入試から追加されると決まったのだからまだ過去問なんてないのでは?」と疑問に思われた方もおられるかもしれないが、実は、現時点で大学入学共通テスト(2020年までは大学入試センター試験)には「情報関係基礎」という情報に関する科目が実施されており、1997年から実に25年の歴史と実績がある。情報関係基礎については後述するが、大学受験の問題なので高校生に教える際の難易度の把握に適している。さらに、大学入試センターからは共通テスト「情報」のサンプル問題も公開されているので、共通テスト「情報」のイメージを掴むこともできる。ほかにも、高知大学や慶應義塾大学などの一部の大学では情報入試が実施されているので、分野ごとに問題をストックして課題や定期考査などに活用していくのがよいだろう。また、大学入試ではないが、情報処理推進機構(IPA)が実施している情報処理技術者試験も参考になる。

□ 情報関係基礎について

情報関係基礎は、大学入学共通テストで主に専門学科の生徒を対象に、「簿記・会計」と並んで「数学②」枠の中で実施されている。例年、大問4つで構成され、第1問と第2問が必答で第3問と第4問はどちらかを選択して回答するようになっている。第1問は進数計算や情報量の計算、知的財産権に関する問題など情報に関する基礎的な知識を問う問題で、第2問は数学と情報を組み合わせたような思考力を問う問題、第3問はDNCL(Daigaku Nyushi Center Language)という大学入試センター独自の擬似言語によるアルゴリズムとプログラミングに関する問題、第4問は表計算に関する問題で構成されている。他教科と同じくPBT(Paper-based Testing)で実施されているが、思考力・判断力を問うような良問も多く、高校生にとって難易度も適切に設定されている。恐らく、2025年に始まる共通テスト「情報I」も情報関係基礎と同程度の難易度となることが予想されるので、まだ問題を解かれたことがない先生は、まず問題を解いてみられることをお勧めする。

情報関係基礎の解説サイトについて

ここで情報関係基礎解説サイト^{☆1}の取り組みについて紹介する。

□ 解説サイト公開の理由

解説サイトを公開しようと思った理由についてだが、情報関係基礎の受験者数の推移をご覧いただきたい(図-1)。情報関係基礎の受験者は400~500人前後を推移しており(2021年度は348人²⁾)、専門学科の生徒を対象としていることもあって他教科と比べると受験人数がかなり少ない。

そのため、いわゆる赤本のような市販の解説本がなく、受験生が受験対策として過去問を解く場合、理解できない問題があっても独学で何とかするか、

☆1 <https://tkmium.tech>



あるいは指導できる教員を見つけるしかないという現状がある。自分の通う学校に情報の専門教員がいればよいが、先で述べた通り、必ずしも頼れる教員がいるとは限らない。そこで筆者は、自身の教材研究も兼ねて解説を作成し公開すれば、受験生の一助となり、一石二鳥なのではないかと考え解説サイトを立ち上げることにした。解説サイトを公開した当初はまさか情報が大学入試に追加されるとは思っておらず、受験生の力になれるかもしれないと思って始めたのだが、最近は少しずつアクセスも増えてきており、感想のコメントなどもいただけるようになってきた。

□ 解説の公開方法

解説を作成するにあたり、今回は Web サイトを立ち上げブログ記事として公開することにした。PDF 形式にしたり、電子書籍にしたりすることも可能ではあるが、Web サイトであれば内容の公開・修正をすぐに行えたり、質問等のコメントを受け付けることができたりするというメリットがある。また、解

説している問題とは直接関係ないものの知っておいた方がよいことや、原理等の詳しい補足説明については外部サイトへのリンクを掲載することで対応することができるので、Web サイトというメディアの特性を活かした Web サイトの設計も心がけた。

□ 解説記事の作成

記事を作成するにあたり、「なぜそうなるのか」を細かく解説することを心がけた。図表の数や文字数制限がないのも Web サイトで公開するメリットとして挙げられるだろう。

たとえば、第 3 問の擬似言語プログラミングの問題では、初学者はプログラムの各行がどのような処理を行っているのか理解できていない場合が多いので、プログラムの各行がどのような処理を行っているのかを文章で解説するだけでなく、手書きで注釈を入れるなど分かりやすい解説を心がけた。さらに、実験的に JavaScript など実際に使われている言語でプログラムを書き直し、ソースコードを掲載したこともあった。

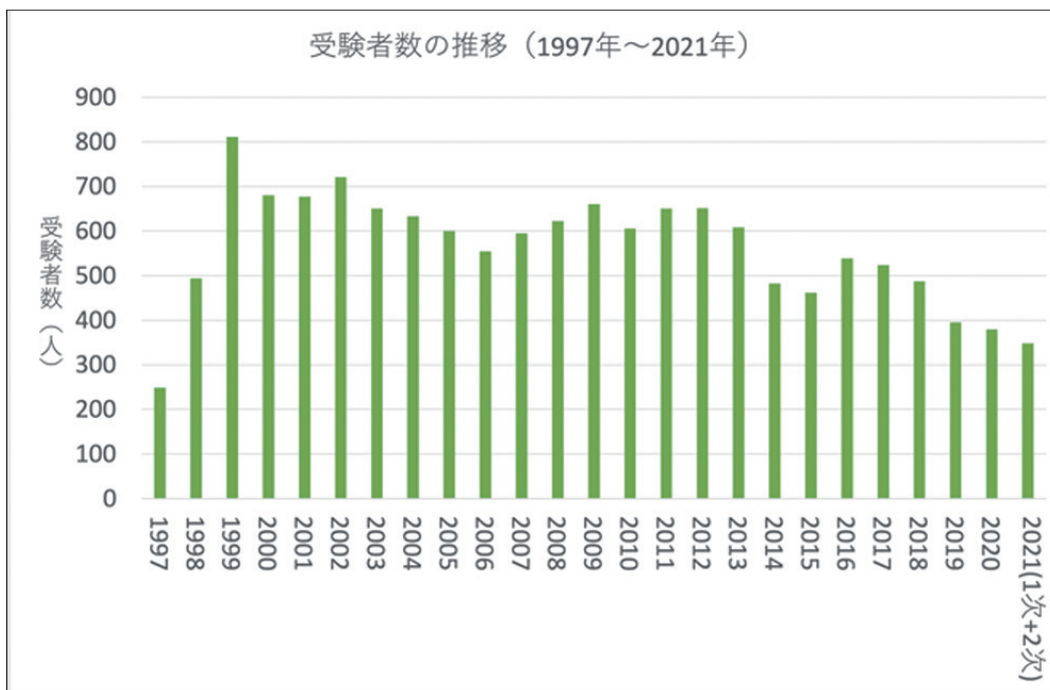


図 -1 情報関係基礎の受験者数の推移

第4問の表計算の問題では、データ数が少なく、辻褃が合うようにファイルを作成できる場合は、数値を入力済みの表計算ソフトのファイルを配布して実際に関数を自分で入力ながら確認できるようにした(図-2)。情報関係基礎の表計算の問題は、ほとんどExcelと同じように関数を使うことができるので、分からない部分も実際に実行してみることで、理解できるのではないかと考える。

□ 解説サイトの成果

解説サイトを立ち上げて4年が経過し、2022年1月現在、計7年分の解説を公開してきた。4年間サイトを運営してきた間の大きな出来事としては、①2019年に山口大学の情報処理演習および情報科教育法という授業で、解説用に作成した表計算ファイルを活用していただき、授業内で分からなかった生徒には解説サイトを参照していただいたこと、②2021年に解説サイトを活用した対策で高得点を取ることができ第一志望合格が叶ったといううれしいコメントをいただいたこと(図-3)の2つが挙げら

れる。会ったことがない方からも感想や質問を受けることができ、解説サイトを立ち上げてよかったと感じている。受験生だけでなく幅広い層の方に解説を届けることができるという点で解説サイトには意義があるのではないかと思う。

最近は弊サイト以外にも解説を行っているサイトや動画チャンネルも増えてきていてとても嬉しく思っている。受験生には自分にあったスタイルで勉強に励んでいただけたら幸いです。

過去問の応用

□ 自主学習の題材へ

話をもとに戻そう。情報入試に備えるにあたり、過去問を解いたら次は解説を作成するのがよいだろう。解説を作成することは、教員自身の知識を整理することにもなる。Webサイト等で公開しないまでも自校の生徒に向けてでもよいので解説を作成されることをお勧めする。情報Iは2単位なので、1年次に情報Iを履修したら、2・3年次に情報の授業

空欄ク・ケ・コ・サ

シート4の時間帯ごとの販売個数と予測では、時間帯ごとの販売個数と予測個数、販売個数と予測個数との差を求めます。

何時に何個売れたかは、シート2レジ記録の時及び販売個数の列から算出できます。

セルB2にSUMIF(レジ記録!A\$2-A\$156, A2, レジ記録!C\$2-C\$156)を入力してB3からB4に複製します。

	A	B	C	D	E	F
1	時	時間帯ごとの販売個数	予測個数	販売個数と予測個数の差		
2		10	10	0		
3		11	14	3		
4		12	7	5		
5	合計	202	180	22		

SUMIF(セル範囲, 式, セル範囲2)はセル範囲1のなかで式と同じ値のセルに対応するセル範囲2の中の数値の合計を返します。

	A	B	C
1	時	時	販売個数
2		10	1
3		10	2
4		10	1
5		10	1
6		10	8
		20	1
		22	1
		24	1
		25	1
		26	1
		27	1
		28	2
		29	2
		30	2
		31	2
		32	2
		33	2
		34	2
		35	10
		36	10
		37	10
		38	10
		39	10

A列で条件に合うものを見つけよう

対応するC列の数値を合計する

図-2 第4問 表計算問題の解説例(2018年情報関係基礎・本試)

AKR より:
2021年1月17日 9:17 PM

2021年情報関係基礎満点取れました。ありがとうございます!!

まつしまさん より:
2021年1月18日 5:05 PM

おめでとうございます!!!
素晴らしいですね!!!

AKR より:
2021年3月10日 1:16 PM

最高得点の感じだと、一問間違えてしまったみたいですが、第一志望合格がかないました。このサイトを活用した対策が功を奏しました。本当にありがとうございます。

まつしまさん より:
2021年3月10日 1:22 PM

第一志望合格おめでとうございます。そういつて頂けるととても嬉しいです。少しでもお力になれたら幸いです。今後のご活躍をお祈り申し上げます。

図-3 第一志望合格のコメント



がないという学校も多いかもしれない。その場合に2・3年生の自主学習用教材として過去問を用いることもできるだろう。また、感染症などで臨時休校になった際の自宅学習の題材としても使うことができる。その際に、解説があると生徒が自分で学習を進めるときに活用することができる。

□ 過去問を教材化する

過去問を教材化しても面白い。特にプログラミングの問題については教材化しやすいのでおすすめだ。たとえば、2005年の「情報関係基礎」本試第2問はじゃんけんを題材にした擬似言語の問題であるが、これは生徒が問題に書かれている状況を理解しやすいので教材にしてみたことがある。プログラミングはいきなりPython等のテキスト言語で学習を開始すると苦手感を持ってしまう生徒が一定数でてくるので、少しでも苦手感をなくすためにイメージしやすい題材を使い、同じ題材でビジュアル言語→日本語記述の擬似言語→テキスト言語とステップアップさせるとシームレスにテキスト言語まで移行できる。題材をじゃんけんのような簡単なものにするか、探索アルゴリズムのようなものにするかは生徒の状態によるが、引き出しは大きくしておいて損はない。余談だが、共通テストで擬似言語が使われるからといってプログラミングの授業を最初から最後まですべて擬似言語で行うというようなことは避けるべきだ。入試のためにプログラミングをやるわけではない。何を目的に、何を題材にプログラミングをさせるのかしっかりと検討した上で、どの言語を使うのかを吟味しなくてはならない。

情報収集・発信

ここまで、過去問を活用した情報入試への準備について述べてきた。最後にお勧めの情報収集方法を紹介して終わりにする。情報科は単位数が少ないので、ほとんどの学校では1校に1人しか配置されていないだろう。1人で相談できる相手もおらず、入試に入ることですら不安になっている先生も多いはずだ。そのような先生にはTwitterがお勧めだ。Twitterでは、全国の先生方が日々実践を報告されていたり、新しい教材を紹介されていたりするので勉強になる。また、情報入試に関する最新の情報なども仕入れることもできるので、まだ登録されていない先生はぜひ登録し、全国の先生との交流を図ってほしい。そしてぜひ、ご自身の実践についても発信してみしてほしい。そうすることでますます情報科が盛り上がっていくはずだ。

今後の情報科の発展を楽しみにしている。

参考文献

- 1) 文部科学省：高等学校情報科担当教員の専門性向上及び採用・配置の促進について（通知）、<https://www.mext.go.jp/content/000102780.pdf>（参照日 2021/12/26）
- 2) 大学入試センター：受験者数・平均点の推移（本試験）大学入学共通テスト、https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/suii/R3_.html（参照日 2022/01/16）

（2022年1月25日受付）

※ 「情報関係基礎」の問題は（独）大学入試センターから掲載許可を得て解説サイトに掲載しています。問題および解答の著作権は大学入試センターに帰属します。



松島拓路（正会員） matsushima-t@fku.ed.jp

福岡県立明善高等学校教員。数教出版「最新情報I指導資料」等。日本情報科教育学会 会員。

業務を止めないテレワーク環境 ～業務端末の仮想化による環境分離～

西村浩二

広島大学 情報メディア教育研究センター／財務・総務室情報部

業務端末のネットワーク分離

2015年に発表された日本年金機構からの個人情報流出を受けて、各組織で「業務端末のネットワーク分離」を模索、実施されてきたことは記憶に新しい。ネットワーク分離とは、機微な情報（重要情報等）を取り扱う業務とそうでない業務を分別し、前者の業務を行う端末をインターネットから切り離し、容易に情報が流出しない環境を作ることである。しかし、「言うは易く行うは難し」。これまで使用していた業務端末をインターネットから切り離すことは比較的簡単だが、業務端末上で行っている業務（作業）を適切に分別し、相互の関連性を崩さないよう連携の手順を考慮しながら、業務の手順を再構築する必要がある。それに伴って異なる環境を持つ複数の業務端末やネットワークが必要になることも考えられる。

筆者は、広島大学の事務部門である財務・総務室情報部と、全学サービスを担当する情報メディア教育研究センターの両方に所属（兼務）している。前者は大学の事務業務そのものを扱っており、後者も利用者の個人情報あるいはそれに準ずる情報を扱う業務や各種システムやサービスの管理、学内外からの問合せなどへの対応といった業務がある。またこれらの組織では2015年にISMS（Information Security Management System：情報セキュリティマネジメントシステム）認証を取得し、以来、情報

セキュリティの維持・向上に努めている。その取り組みの中でも、CISO（Chief Information Security Officer：最高情報セキュリティ責任者）から業務端末のネットワーク分離が指示されていたことから、2017年頃から2年あまりに渡る検討を経て、事務情報端末システムの更新に合わせて対応することとした。

事務情報端末をどのように作るか

今回紹介する事務情報端末など、組織の重要情報等にアクセスする機会のある業務端末のネットワーク分離を実現する方法として、多くの組織ではVDI（Virtual Desktop Infrastructure：仮想デスクトップ基盤）が導入されている。VDIは中央で大規模なサーバ群（業務の実行環境）を配置し、そこに仮想的なパソコンを必要数構築・実行して、それぞれの画面を事務担当者の手元のパソコン等に転送して利用する。事務担当者の手元のパソコン上で実行されている（ように見える）アプリケーションは基本的にすべて中央のサーバ上で実行されるため、そこで作成・編集されるファイルなどもすべて中央のサーバ（あるいはファイルサーバ）上に保存・管理され、事務担当者の手元のパソコン上には保存されない（したがって持ち出すことができない）。ここまでであれば良いこと尽くめのように感じられるかもしれないが、検討すべき課題もある。



たとえば、多くの組織では電子メールをクラウドサービスで運用していると思われるが、電子メールの読み書きはどの環境で行うべきだろうか？ VDI上？ それとも手元のパソコン上？ 電子メールを読み書きするという事は、電子メールに添付されたファイルを開いたり、本文に含まれるリンクを開いたり、手元のファイルを添付して送信する可能性があることを意味する。これをVDI上で行うのであれば手元のパソコンとネットワークは分離されているとしても実際の処理を行う環境はこれまでと変わらないし、手元のパソコン上で行うのであれば添付された、あるいは添付するファイルを手元のパソコンに保存して処理したくなることは容易に想像できるだろう。環境作りだけでなく、働き方も変化させる必要があるということである。

経済的な観点で見ると、全利用者の実行環境が集中する中央のサーバ群には、多重効果により人数分とまでは言わないまでも、相当な計算リソースが必要となる。一方で、一昔前に比べればずいぶんと高性能になった手元のパソコンをVDIの画面転送だけに使用するのはいらない。VDI専用端

末を選択する方法もあるが、会議等で持ち運んだり、テレワークで利用したりとさまざまな利用シーンを考えると、単体でも相應の性能があった方が使い勝手が良い。そのようなことを考えると、計算リソースの配分バランスがうまくないのである。

そこで広島大学では、中央の大規模なサーバ群の上ではなく、事務用パソコンの中に仮想的なパソコン(仮想端末)を構築・実行して、目的に合わせて事務用パソコンそのものと仮想端末を使い分ける環境分離の方式を採用した(図-1)。こうすることで、手元のパソコンの計算リソースを最大限に活用しつつ、中央の大規模なサーバ群の整備や管理も不要となる。具体的には、1台の事務用パソコンの上で「指定業務端末」と呼ぶWindowsと、「インターネット端末」と呼ぶWindowsの2つの端末が同時に動作する構成となっている。

指定業務端末 (仮想端末)

指定業務端末は、Windowsが動作する事務用パソコン上でWindowsのハードウェア仮想化技

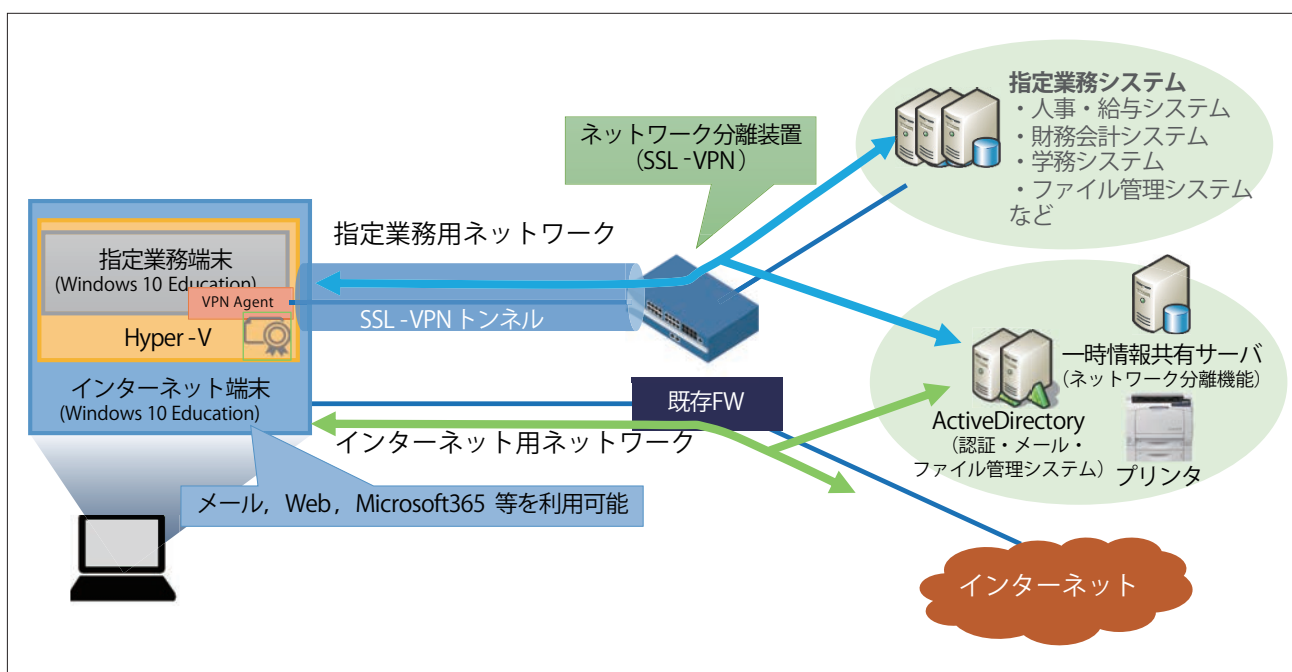


図-1 事務情報端末システムの構成

- 【解説】業務を止めないテレワーク環境～業務端末の仮想化による環境分離～ -

術 Hyper-V を利用して作られた仮想端末として Windows (ゲスト OS) が動作している。指定業務端末には、VPN (Virtual Private Network : 仮想プライベートネットワーク) 機能が設定されており、指定業務端末が起動すると自動的にクラウド上に構築された「指定業務ネットワーク」に接続される仕組みとなっている。指定業務ネットワークには、事務業務で使用する指定業務システム (人事・財務・学務システム, ファイル管理システムなど) が配置されており、キャンパスネットワークやインターネットから完全に分離された閉域網を構成している。指定業務端末では電子メールを読み書きしたり、たとえば本学の公式 Web ページであっても指定業務システム以外にアクセスしたりすることができないため、仕組みの導入と並行して指定業務端末上で行うべき事務業務の整理が行われた。

このようにネットワークを分離することで、外部の脅威から事務業務を保護することができるが、円滑な事務業務を遂行するには、指定業務ネットワーク外との情報のやりとりは不可欠である。そこで本システムには、外部との情報のやりとりを可能とするため「一時情報共有サーバ」が用意されている。一時情報共有サーバは、指定業務端末からはいつでもアクセスできるが、次の章で詳しく述べるインターネット端末からは一定の条件を満たした場合にのみアクセスできるよう設計されている。また、一時情報共有サーバに保存されたファイルの保存期間は最大 48 時間であり、保存期間経過後に自動的に削除されるようになっている。これらの対策により、情報が不必要に広く、長期間に渡って共有される状況を防いでいる。

インターネット端末 (物理端末)

指定業務端末が仮想端末として動作している事務用パソコン (物理端末) で動作している Windows (ホスト OS) を「インターネット端末」と呼ぶ。一

般のパソコンと同様に、インターネットあるいはキャンパスネットワーク上のサービスやシステム (Microsoft 365, 教職員用ポータル等) へのアクセス、電子メールの送受信に利用できる。事務職員が本学の一構成員として、大学が提供する各種サービスを受ける際には、インターネット端末からアクセスすることで他の構成員 (教員や学生) と同様のサービスを受けることができる。

事務用パソコンはノート型であり、有線 LAN のほか無線 LAN のネットワークインタフェースも具備している。普段は各自のデスクまで配線されている事務用サブネットに有線 LAN で接続するが、学内の会議などに出席する場合はキャンパス Wi-Fi に無線 LAN で接続することもできる。有線 LAN や無線 LAN は、テレワークで自宅のネットワークに接続する際にも利用できる。

このように、インターネット端末は一般のパソコンと同じ機能を有することに加えて、前述のように事務業務で使用する指定業務端末とのファイル共有機能「一時情報共有サーバ」が用意されている。インターネット端末が一時情報共有サーバにアクセスできるのは、事務用サブネットに有線 LAN 接続している場合に制限されている。したがって、キャンパス Wi-Fi に接続している場合やテレワークで自宅のネットワークに接続している場合など、事務用サブネットから離れている場合にはアクセスすることができない。

事務用パソコン利用の様子

それでは事務用パソコンを利用している様子を見よう。図-2 はインターネット端末のデスクトップ画面である。インターネット端末のデスクトップには「指定業務端末」のアイコンがあり、それをダブルクリックすることで指定業務端末が起動する。デスクトップの右上に見えるウィンドウが仮想端末として動作している指定業務端末のデスクトップ画面



である。このように、事務用パソコンの中で2つのWindows 端末を同時に起動して使い分けるのが、広島大学事務職員の標準の業務スタイルである（内蔵ディスプレイだけでは作業領域が狭いので、外部ディスプレイに指定業務端末を全画面表示するなど、各自で使い勝手を工夫しているようである）。このような環境のもと、重要情報等を扱う事務業務は、指定業務端末の中で行われている。当然のことながら、指定業務端末からインターネット端末へ、またその逆にテキストや画像をコピーアンドペーストすることも機能的に無効化されている。

次に一時情報共有サーバの利用について見てみよう。図-2において、指定業務端末およびインター

ネット端末のデスクトップ上に見える「Tドライブ」が一時情報共有サーバ（共有ドライブ）である。指定業務端末およびインターネット端末それぞれでTドライブを開くと図-3のようになる。ここでは、例として本原稿が共有されている様子を示している。このときはインターネット端末を事務用サブネットに接続しており、そのときに限り、指定業務端末とインターネット端末の間でファイルを共有できるようになる。

事務情報端末の導入とコロナ禍での活用

事務情報端末約1,200台の導入（配布）は2019年

11月から2020年1月末にかけて行われた。それに合わせて学内説明会やファイルサーバの引っ越しなどが行われ、2020年3月末までに移行を完了した。これまで指定業務システムへのアクセスを必要とする事務業務は事務情報端末が事務用サブネットに接続している場合に限定されていたが、今回の更新により、事務情報端末がその内部に指定業務端末を持ち、指定業務ネットワークへのVPN接続を行うことで、事務用サブネットの縛りから解放され、会議室や自宅であっても自席と変わらない環境で事務業務を行うことができるようになった。

一方、2020年1月15日に国内で初めて新型コロナウイルスへの感染が確認され、その後の急速な感染拡大に伴って4月7日に1都1府5県に新型インフルエンザ等対策特別措置法に基

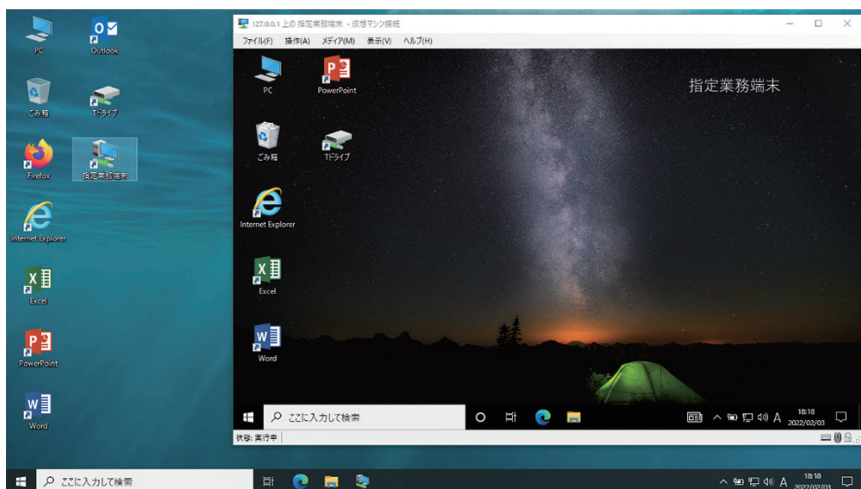


図-2 事務用パソコンのデスクトップ（インターネット端末と指定業務端末）

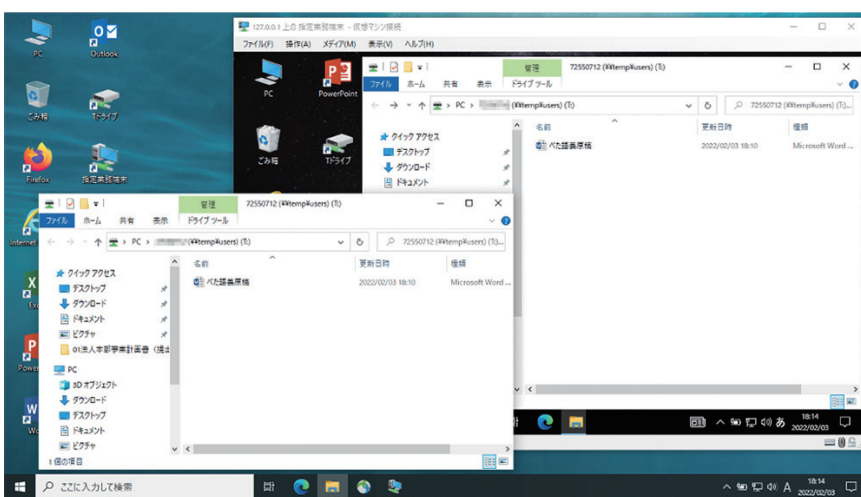


図-3 一時情報共有サーバ(共有ドライブ)を介したファイル共有

- 【解説】業務を止めないテレワーク環境～業務端末の仮想化による環境分離～ -

づく初めての緊急事態宣言が発出されたことを考えると、その後のテレワーク利用にギリギリ間に合う絶妙のタイミングであった。そして4月16日に実施区域が全都道府県に拡大されることを受けて、広島大学の行動指針がレベル3（高度警戒：大幅な活動制限）に変更される4月22日までの期間、テレワーク率を2～3割として全事務職員がテレワークに備える（経験しておく）ことを求めた。その後5月14日に広島県の緊急事態宣言が解除され、6月1日に行動指針がレベル2（要警戒：中程度の活動制限）に変更されるまで、またその後もテレワークに積極的に活用されている。そして10月1日には、テレワーク制度を新設する就業規則の改正が行われた。テレワークを実施する際には事務用パソコンを学外に持ち出す必要があるが、開始当初はテレワーク申請と事務用パソコンの持ち出し申請は別々に行われていた。これについては、2021年3月にテレワーク申請時に同時に持ち出し申請もできるように申請システムを改修して現在に至っている。

なお、テレワーク申請記録からレベル3期間（4月22日から5月末まで）の（病院所属の者を除く）常勤職員531名のテレワーク実施件数は3,258件、日ごとのテレワーク率は25.6%であった。また2020年度通年では、（病院所属の者を除く）常勤職員531名の83.4%にあたる443名がテレワークを実施した。

持続可能な取り組みとするために

本稿では、広島大学に2019年度末に導入された事務情報端末システムの構成と利用の様子について報告した。数年前から「業務端末のネットワーク分

離」導入の検討が行われ、いよいよ導入というタイミングが、くしくも新型コロナウイルス感染症の感染拡大と重なったことで、導入直後からテレワークに実戦投入されることとなった。テレワークは、従来と同様な業務が遠隔から行えるようにすることを目的に導入されるが、その業務フローも合わせて見直しが行われる必要がある。実際、テレワークの利用が急激に増加したことに比例して対策の不備を突いた情報セキュリティインシデントが増加していることが、IPA（情報処理推進機構）やJASA（日本セキュリティ監査協会）などから報告されている。本学においても、指定業務端末からのアクセスに制限されたシステムやサービス、テレワーク時における指定業務端末とインターネット端末の間のファイル共有の「不便さ」を指摘する意見が挙がったが、ネットワーク分離やテレワーク導入に伴う業務フローの見直しや改善の機会と捉え、「広島大学情報セキュリティ対策基本計画（2019～2021年度版）」や「広島大学DX推進基本計画（令和2～4年度版）」の一環として継続的に取り組んでいる。本学での取り組みが、すでにテレワークに取り組んでいる、あるいはこれから取り組む組織や機関の参考となれば幸いである。

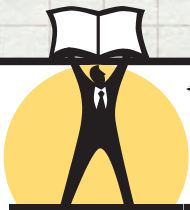
（2022年2月7日受付）



西村浩二（正会員） kouji@hiroshima-u.ac.jp

広島大学情報メディア教育研究センター長・教授／財務・総務室情報部長。情報セキュリティ、クラウドコンピューティングに関する研究に従事。情報処理安全確保支援士、情報セキュリティ監査人補。CSIRT活動、ISMS/ISMS-CLS認証の取得・維持活動等を通して、広島大学における情報セキュリティの維持・向上に取り組んでいる。





連載

ビブリア・トーク
—私のオズメー—

…大島浩太 (東京海洋大学)

コンピューター & テクノロジー解体新書 ビジュアル版

Ron White 著 トップスタジオ 訳

SBクリエイティブ (2015), 2,700 円+税, 376p., ISBN: 978-4-7973-8429-1



突然ですが、ICT (Information and Communication Technology) の勉強や教育を、普段どのようにされていますでしょうか。勉強面での私の一例では、できるだけ短時間で知識を詰め込みたい場合に、学びたい内容にかかわる専門書を複数用意して分かりやすそうな書籍に目星をつけて一読してから、ほかの書籍で知識を補強するという流れで行っています。ここで、分かりやすい書籍というのは何だろう？ と考えてみると、説明文がずっと頭に入ってくる図が描かれているものが多い気がします。次に、大学のICT関連講義を担当する立場からの教育面では、できるだけ図を使った視覚的に理解できる資料を作って教えることを心がけています。これは、大学生時代の恩師からの「説明したい内容がきちんと頭の中で整理されているなら図を描けるはず、描けない場合はまだ足りない知識や情報がある」という言葉に感銘を受けて実践しているものです (良い図を作れるようまだまだ修行中ですが……)。

この本をお勧めする理由

前置きが長くなりましたが、私がこの本をお勧めする理由は、書名に“ビジュアル版”と銘打たれているとおり、コンピュータにかかわるさまざまな技術について、美しく分かりやすいイラストと詳しい説明文で紹介されている点です。これまで私は、図解を売りにしている書籍は、解説対象をデフォルメしたり抽象化した図と簡素な説明文で構成されてい

るものが少なくないという印象を持っていました。しかしこの書籍は、コンピュータの概要から仕組みに至るまで、分かりやすくありながら技術説明として重要なポイントを押さえたイラストが用いられており、さらに説明文は詳細であるという、これまでの図解ものの本とは一線を画す技術解説本であると思っています。説明文は初学者にとっては少し難解に感じるものもあるかもしれませんが、図だけでも解説対象の概要を理解できるよう工夫されていますし、中級者・上級者が読んでも知識の獲得や新しい気付きが生まれる内容になっていると感じます。さらに、著者のRon White氏は20年以上の長期に渡ってコンピュータを図解する書籍を執筆されており、内容の信頼性も高いものとなっています。特にICT関連技術は、動きを目で直接確認できない技術も多いため、図で技術を説明するというのは重要であると個人的には考えています。

学生や新人社会人の皆様へのお勧めポイント

この書籍は、とにかく扱っている項目が多いのが特徴です。CPUやマイクロプロセッサの仕組み、コンピュータを構成するさまざまな装置の特徴や仕組み、インターネットに代表される通信の特徴や仕組みから、歴史や今後の展望まで幅広い技術が紹介されています。ICT関連の講義を受講する前の予習としての利用はもちろんですが、とりあえずこの一冊を読んでおくと、コンピュータに詳しい人という

水準までの知識が身につくのではないかと思います。最近は仕組みを知らなくても使えますが、仕組みを知っていれば、作る側の知識も身につくと思います。

教育に携わられる皆様へのお勧めポイント

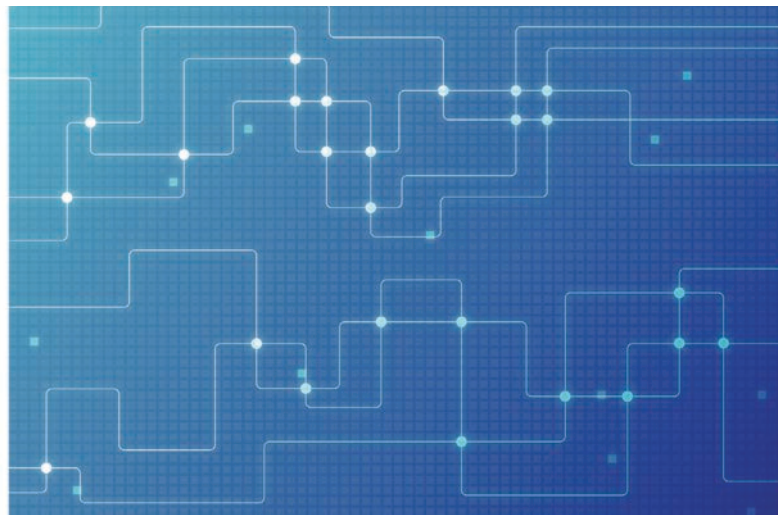
10年以上 ICT 関連技術の教育に携わっていますが、講義で使っているこの図はどれくらいの学生に理解してもらえているのだろうか？ と自問自答することがあります。こういう場合、ほかの方が用いている表現方法を参考にするのが良いと考えています。

この本は、目で直接観察することが難しい技術について、説明がきちんと伝わるイラストが用いられています。特に色使いが秀逸だと感じており、表現方法の勉強という活用方法もできると思います。ぜひ手に取って一読してみてください！

(2022年1月31日受付)

大島浩太 (正会員)
kxoh@kaiyodai.ac.jp

2006年東京農工大学大学院 工学教育部 博士後期課程修了。2016年より東京海洋大学 学術研究院准教授。無線センサネットワーク、通信制御、無線通信の海上利用に関する研究等に従事。博士 (工学)。





Chen, S. et al.:

Combinatorial Pure Exploration of Multi-armed Bandits

Advances in Neural Information Processing Systems, pp.379-387 (2014)

逐次的意思決定問題

ビア・バーの開業を考えているオーナーがいるとしよう。このオーナーは最高のクラフトビールを20種類ほど揃えて提供したいと考えている。ところがクラフトビールの醸造所は日本だけでもおおよそ500個所以上もあるという。そしてビールというものはどうやら繊細な生き物で、日光、保管期間、温度、輸送中の衝撃、酸素などさまざまな要因で風味が変化してしまう。一方で開業までの準備期間と予算は限られている。そこでオーナーは、まずは仕入れ価格などの条件から100種類に候補を絞り、この中でテイストテストをすることにした。ただし試飲の際は鮮度の問題で多少風味が変化することを踏まえ、100種類をすべて1回だけ試飲して決定するのではなく、テイストテストの実施状況に応じて物によっては1回以上試飲してデータを取る必要も出てき得る。なるべく早くオーナーの納得のいく決定をするにはどうしたらよいのか。オーナーの頭を悩ますこの逐次的な意思決定問題は、本稿で紹介する組合せバンディット問題の一種として捉えることができる。

組合せバンディット問題

「組合せ」がついていない通常の「バンディット問題^{☆1}」の数式込みの詳細な解説についてはぜひと

☆1 多腕をつけた「多腕バンディット問題」が正式な名称である。複数の行動候補をスロットマシンのアーム(腕)に見立てたギャンプラーのモデルからこのような呼び名になっている。

も文献1)などを参照されたいが、本稿ではダイレクトに組合せバンディット問題を導入する。先ほどのオーナーのテイストテストの問題は、報酬が未知である100個の候補から上位20個を探し出すのが目的である。直感的には試行(試飲)回数を大量に取れば、上位20個を確実に見つけ出すことに成功しそうであるが、予算や時間には限りがある。一方であまりにも少ない試行回数では、探索が不十分で必ずしも最適な選択を見つけられない。では、試行回数は最低限に抑えながら、上位20個を確実に識別する解法(アルゴリズム)は何か?ここでアルゴリズムの評価指標は、出力までに必要とした試行回数であり専門的には標本複雑度と呼ぶ。この意思決定問題を特に「組合せ最適腕識別問題^{☆2}」と最初に呼び、多くの組合せ的な意思決定を扱える統一的な枠組みを提案したのが、本稿で取り上げるChenらによる論文である。

本論文の背景をより理解するために実世界で現れる組合せ的な意思決定の例を見てみよう。先ほどのビア・バーの例では「20種類のビール」が意思決定を特徴付けていたが、一般に報酬が未知の n 個のアイテムの中から上位個のアイテムを探索する問題と見ることができ、オンライン広告におけるキーワード集合の選択も同様の定式化になる。グラフ・

☆2 「最適腕識別」に対して「リグレット最小化」と呼ばれる設定では、期間 T に対して神のみが知っている最適な意思決定と、実際に選んだ意思決定との良さの差=(リグレット)の T 期間における累積和を最小にする方法を議論する。たとえばオーナーがすでに開業済みで今の意思決定がただちにお店の利益にかかわる場合は、純粋なビール探索に加えて目先の利益とのトレードオフを考慮する必要がある。組合せバンディットのリグレット最小化を扱う代表論文として文献2)を挙げておく。2つの設定の難しさは独立である。

ネットワーク上においてはさらに複雑な意思決定もあり得るだろう。たとえば新たに開設した道路ネットワーク上の最短経路を探索する問題や、通信ネットワークにおいて最小コストで伝達通信を可能にする全域木^{☆3}を探索する問題、そしてクラウドソーシングにおける労働者と仕事の最適な割り当てを探索する問題など、「組合せ的な意思決定」を要する場面は実世界に多く存在しており、それらはしばしばコストや効用について不確実性を伴う。

所与の組合せ制約の元で、ある目的関数を最大(最小)にするような解を求める数理技術は「組合せ最適化」と呼ばれているが、伝統的な枠組みでは不確実性を逐次的に対処する方法論が確立されていなかった。組合せ最適腕識別問題では不確実性を解消するために、データの収集とそれを最適な組合せ的意思決定に反映させるための方法を議論しているのである。

問題の定式化とCLUCBアルゴリズム

n 個の行動候補が与えられる (最初の例では各ビルが各行動に対応)。各行動の報酬は未知の確

率分布と対応し、期待報酬が確率分布の期待値となる。 t 回目の試行で、ある行動 i を選ぶとそれに対応する確率分布から報酬がノイズ付きで観測される。たとえば通信ネットワーク上で選んだ区間の移動にかかったコストやクラウドソーシング上での割り当てた労働者と仕事における効用にあたる。注意しておきたいのが行動候補は n 個であるが最終的な意思決定の全候補 \mathcal{X} のサイズは指数サイズである (たとえば n 個から k 個取り出す組合せは $nCk = O(n^k)$ 。そこで効用・コストを固定した最適化問題を多項式時間で解くオラクルの利用を仮定する^{☆4}。

Chenらは CLUCB (Combinatorial Lower Upper Confidence Bound) という手法を提案した (図-1 参照)。図-1の例において各行動は各枝に対応し、その報酬は枝重みに対応する。各行動 i の報酬の推定値は観測に基づく平均をとり、その信頼区間 $\text{rad}_t(i)$ を適切に考える。 t 期までの各行動の報酬の推定値 $w_t(i)$ のもとで最適な意思決定 $M_t \in \mathcal{X}$ をオラクルで求め、 M_t に含まれなかった行動 i についてはUCB、つまり $\tilde{w}_t(i) = w_t(i) + \text{rad}_t(i)$ 、 M_t に含まれている i についてはLCB、つまり $\tilde{w}_t(i) = w_t(i) - \text{rad}_t(i)$ としてこの重みのもとで再度オラクルを呼び出し

☆3 全域木とは、元のグラフのすべての頂点を含み、選んだ辺集合に閉路を含まない連結グラフ。

☆4 たとえば最小全域木問題、最大重み付きマッチング問題など多項式時間アルゴリズムが知られている。

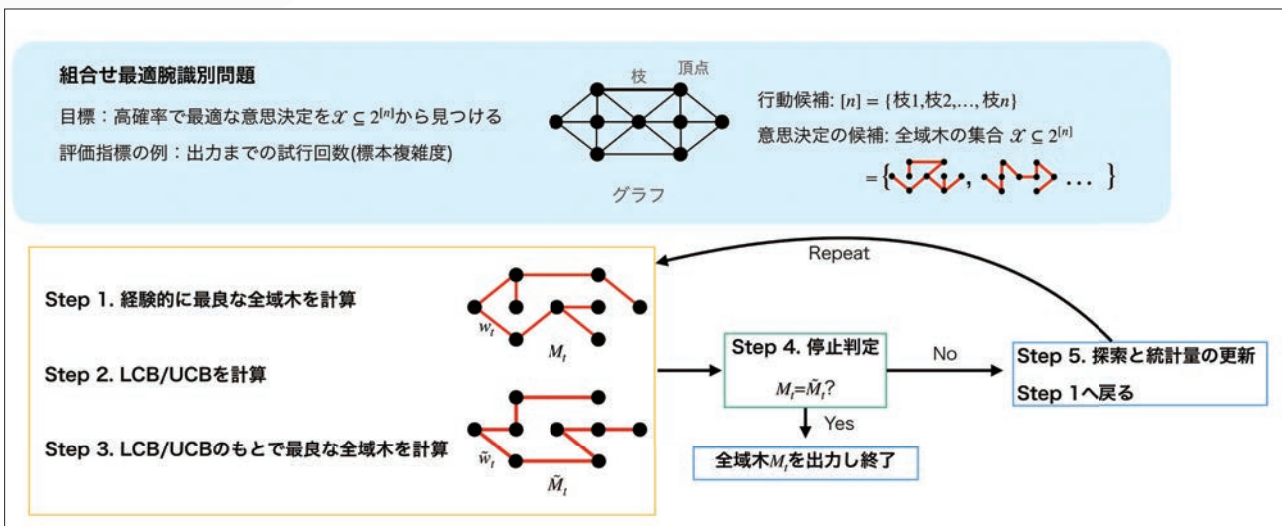


図-1 CLUCBの流れ(全域木の場合)

\tilde{M}_t を得る。 M_t と \tilde{M}_t の推定報酬がほぼ一致したら探索は十分と判断し、経験的に最適な M_t を出力する。そうでなければ2つの差集合の中で最も不確実性の高い i_t を選択し試行する。つまり信頼区間の上下界を考慮した解との比較により現時点で最良な解の良さと次に選択する行動を決定するアイデアである。

この手法についてChenらは標本複雑度の理論解析を背後の組合せ構造によって定まるパラメータに依存する形で与えた。さらに下界として、どんなに賢いアルゴリズムを用いてもこの組合せ最適化識別問題で最低限必要となる試行回数を示した。また、試行回数の上限が予算として初めに与えられ、失敗する確率を最小にする別の設定でも同様の結果を与えている。いずれの設定でもその後の後続研究のベースとなる枠組みとなっている。

本論文以降の発展と課題

Chenらの論文を皮切りに、さまざまな問題設定の拡張が提案された。1つの方向に背後の組合せ構造に仮定を置き、よりタイトな標本複雑度の上界を証明するものがある。たとえば組合せ構造をマトロイド基と呼ばれるある種美しい数理構造を持ったものに限定した場合はよりタイトな結果が知られてい

る。2つ目としては「限定された観測しか得られない」より挑戦的な設定への拡張がある。この場合指数的に大きい行動空間を扱う計算量的困難性が大きなハードルである。3つ目には「非線形な報酬関数」を扱う技術開発も重要である。というのも最初のビールの例では20種類の効用の単なる和ではなくその組合せによって全体の効用が定まるべきである。このようにまだ解決すべき課題は多くある。組合せ最適化識別は「不確実性を考慮した組合せ最適化問題」と「組合せ的な逐次的学習問題」の両面を併せ持つ興味深いトピックであり、今後の理論発展にぜひ注目したい。

参考文献

- 1) 本多淳也, 中村篤祥: バンディット問題の理論とアルゴリズム (機械学習プロフェッショナルシリーズ).
- 2) Chen, W., Wang, Y., Yang, Y., : Combinatorial Multi-Armed Bandit : General Framework and Applications, Proceedings of the 30th International Conference on Machine Learning, PMLR 28, pp.151-159 (2013).

(2022年1月31日受付)



黒木 祐子 (正会員)

yukok@is.s.u-tokyo.ac.jp

2021年東京大学大学院博士課程修了。博士(情報理工学)。2021年より同大学助教。理化学研究所革新知能統合研究センター客員研究員。統計的機械学習や組合せ最適化にかかわる数理的問題へのアルゴリズム研究に従事。

● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.63 No.4 (Apr. 2022)

【特集：ソフトウェア工学】

- 特集「ソフトウェア工学」の編集にあたって 吉田則裕
- コンピューショナル・シンキングに基づく Scratch ユーザの習熟度到達予測 安東亮汰 他
- DXに向けたデジタル変革戦略の立案方法論の提案と評価 中村一仁 他
- コンテナ仮想化技術における SATD の削除に関する調査 新堂 風 他
- Automating End-to-End Web Testing via Manual Testing Hiroyuki Kirinuki 他
- ユーザによるソフトウェア価格算出を考慮した技術者単価の推定支援 角田雅照 他
- 現実的な設定におけるメソッド粒度バグ予測モデルの構築及び精度評価 萩野 翔 他
- 木編集距離に着目した類似解答ソースコード検索器における深層学習モデルの性能評価 沖野健太郎 他
- 働き方の多様性を実現するためのマイクロタスクプログラミングの実践と評価 飯村結香子 他
- 深層強化学習による営業活動意思決定支援システム 中山義人 他

【一般論文】

- Complexity of police officer patrol problem Hiroaki Tohyama 他
- 近似の積極性を動的制御可能なアーキテクチャのためのコンパイルフレームワーク* 富田和孝 他
- Cellular V2X Sidelink における高信頼・低遅延なスケジューリング法の提案と評価* 瀬川洋介 他
- ユーザ参加型 AIS によるリアルタイム風況データと航海状態の可視化* 藤本隆晟 他
- n-gram 抽出と機械学習を用いた亜種マルウェア分類手法の提案と評価 瀧口翔貴 他
- 頻度情報の付加による匿名化データの有用性向上技術の一提案* 寺田剛陽 他
- 録画による覗き見攻撃に安全な個人認証のユーザインタフェース改良による実用性向上* 江原知志 他
- 特徴の再訓練を必要としない変更可能な筆記 釜石智史 他
- 高齢者見守りのためのカウンセリングエージェントとの対話過程における Quality of life 推定システムの構築* 中川 聡 他
- キャラクターとの親密度を高める音声対話ゲームインタフェース 安斎彩季 他
- 私的観測下の繰り返し囚人のジレンマにおける協力のダイナミクス* 西野上和真 他
- Automatic Japanese Example Extraction for Flashcard-based Foreign Language Learning Arseny Tolmachev 他
- 日本語逐次音声合成における合成単位 柳田智也 他
- 自然で表現豊かな笑い声合成に向けた感情情報からの笑い声の構成要素決定法 有本泰子 他
- 機能的電気刺激を用いた中指 MP 関節の動的目標角度への制御 渡邊恭佑 他

- 待ち合わせ場所の伝達内容が理解に与える影響：Apple 社の Look Around 機能を用いた検証* 古市冨佳 他

*：推薦論文 Recommended Paper

†：テクニカルノート Technical Note



● 論文誌トランザクション掲載論文リスト

(Apr. 2022)

【論文誌 データベース Vol.15 No.2】

- Why Videos do not Guide Translations in Video-guided Machine Translation? An Empirical Evaluation of Video-guided Machine Translation Dataset Zhishen Yang 他
- Providing Interpretability of Document Classification by Deep Neural Network with Self-attention Atsuki Tamekuri 他
- Construction of Japanese Imperial Diet Database using Deep Neural Network Naoki Nonaka 他



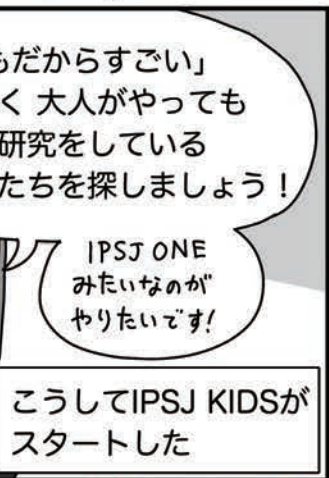
【論文誌 デジタルプラクティス Vol.3 No.2】

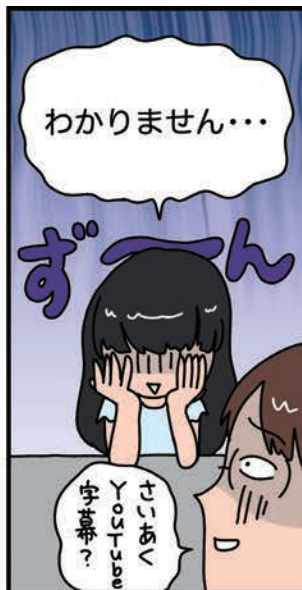
- ブロックチェーンを活用した企業間ワークフロー管理システムの実行エンジン 長野裕史 他
- 大規模屋外施設における Wi-Fi パケットセンサへの影響と利活用の検証 村井大地 他
- Application of ICT to Support Sustainable Fisheries Management: Bali Sardine Fisheries, Indonesia Mohamad Natsir 他
- Quantitative Analysis of Mid-face Correction Treatment using Automated Image Analysis Tsuyoshi Moriyama 他
- 下水管スクリーニング検査のための浮流型カメラと映像処理に関するプラクティスの報告 澤野弘明 他
- 離れて暮らす親世代と子世代がゆるやかにつながるための見守りサービスの社会実装と検証 富永善観 他
- 電気自動車の仮想配電線への利活用のための実証実験およびエネルギーシステムの構築 西田義人 他
- 地域限定クーポンの利用履歴による社会関係資本の多寡推定 森木俊臣 他
- 新しいモビリティ導入に対する公共交通業界の反応 岩村龍一 他
- カメラ以外のセンサと学習用データの事前登録が不要なフィジカルサーチシステムの提案と検証 梶原 薪 他
- LSTM モデルによる金融経済レポートの指数化 山本裕樹 他



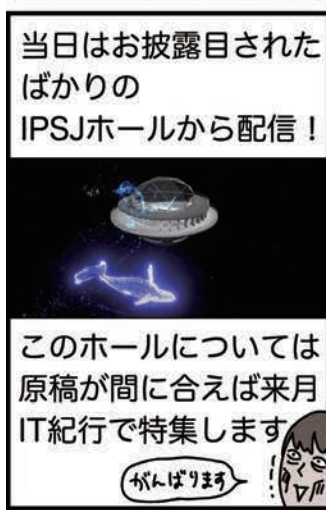
その17 全国大会 会誌編集委員会企画 「IPSJ KIDS」の裏側をレポートしてみた!

漫画: 山本ゆうか (Twitter @ymmox)





編集委員が紹介してくれた通訳さんがまさかの最高の人材！複数の分野の専門用語が混じってもなんの問題もなく進行できました





SIGGRAPH Asia 2021 「Real-Time Live!」レポート

SIGGRAPH Asia 2021 の概要

第14回シーグラフアジア コンピュータグラフィックスとインタラクティブ技術に関する国際会議と展示会 (SIGGRAPH Asia 2021) が、2021年12月14日から17日までの4日間、東京国際フォーラムで開催された。また、同会議はオンラインのプラットフォームでも同時開催され、2021年12月6日から2022年3月11日まで、300以上のオンデマンド&ライブセッションにアクセス可能となっていた。

日本での開催は横浜 (2009)、神戸 (2015)、東京 (2018) に続いて4回目だが、これまでと決定的に違ったのはオンラインで同時開催した点だろう。オンサイトとオンラインのハイブリッド開催は、SIGGRAPH Asia はもちろん、北米圏でのSIGGRAPHをあわせても初めてだった。新型コロナ禍が長引き、何度も感染の波が押し寄せ、入出国の制限が朝令暮改で不安定な中、新しい国際会議のかたちを模索する意欲的な試みだったと言える。SIGGRAPHには毎回国際会議テーマが設定されており、今回は「Live」である。講演動画を視聴すれば事足りるイベントは本質的には「会議」ではない。参加者がライブ感を得られるイベントは、果たして実現できたのだろうか？

ふたを開けてみれば、41の国と地域から3,000名以上がこのハイブリッドイベントに参加することとなり、研究者、エンジニア、アーティストがCG分野の最先端の研究開発



図-1 Real-Time Live! 表彰式直前に記念撮影

の成果を共有するプレミアムな年次会議としての役割は果たせたと思う。私は、このイベントの実行委員会にReal-Time Live! (RTL) プログラムのChairとして参加した (図-1)。ハイブリッド開催を実現するためのチャレンジングな日々がようやく過ぎ去ったことに胸をなでおろしながら、この会議レポートを執筆している。

会議の様子は業界誌 CGWORLD Vol.283 (2022年3月号) に掲載されており、RTLについては同誌に全発表が見開き2ページにわたりビジュアル付きで紹介されている。本レポートでは、実行委員会の一人から見た、とすれば個人的な、しかしそれゆえに「生 (Live)」の記録を届けたいと思う。

SIGGRAPH は CG のみにあらず

Real-Time Live! (RTL) は、大ホールのステージに少数のチームの演者が次々登壇し、限られた時間でリアルタイムのライブデモを披露し、プロジェクトを紹介するステージプログラムだ。SIGGRAPHのプログラムの中では比較的歴史が浅いもので、Asiaでは2018年の東京開催が初回である。当時は公募形式でなく招待制で、会議全体のトリとしてハイインパクトな壇上デモが会場を沸かせた。私はこの回のRTLの運営委員だったが、諸々の調整は当時Chairの株式会社スクウェア・エニックス 長谷川勇氏がほとんど担ってくださったため、聴衆と同じような気分で楽しんでた。

SIGGRAPH Asia が3年後に東京へ戻ってくることになり、自分がChairを務めるにあたってまず決めたのはRTLを公募形式にするということだった。RTLはSIGGRAPH Asiaにおいてすでに3回開催されており、定着しつつあるため、招待だけではリーチできない、SIGGRAPHコミュニティ全体が持つポテンシャルに賭けてみようと思った。そして、次に考えたのが「なぜアジアでやるのか？」だった。北米SIGGRAPHにはさすがにコミュニティとしての蓄積があり、RTLも例年リアルタイムレンダリングに関する最先端の発表で充実している。同じことをやろうとしても、さまざまな理由で発表が集まりきらないのではないだろうか。そもそも、SIGGRAPHコミュニティの参加者が、北米と並び立つものとしてアジア開催のオルタナティブな会議に期待するものは何だろうか？

私は、SIGGRAPHの会議名に立ち返って考えることにした。略称があまりに高名で、みなシーグラフと連呼するが、正式には「ACM SIGGRAPH Conference and Exhibition on Computer Graphics and Interactive Techniques」である。CGと並び立つものとしてインタラクティブ技術が掲げられているのだ。これまでのRTL、特に北米は美しいCGをリアルタイムに出力する発表に強い印象があったため、ここにチャンスがあるように感じた。

そこで、AsiaのRTLではインタラクティブ技術にも重き

を置き、従来よりもプログラムの多様性確保を重視して準備にあたることにした。会議テーマが「Live」だったこと、私の学術的な専門分野がCGでなくHuman-Computer Interaction (HCI) だったことも、この決断を後押しした。

科学技術と文化芸術が交差する RTL

3月にCall for Participationを書き終えた後は、飛ぶように月日が流れた。5月までに、アカデミア・インダストリー比、ジェンダー比、CGからHCIまで満遍なく、と複数軸でバランスをとりながら5名の運営委員会を徐々に組成した。6月に運営委員会のキックオフミーティングを行い、応募を考えてくれているチームとの打合せなどを行っていたら、あっという間に8月の応募締切が到来した。この間に、会議がハイブリッド開催となる方針も確定した。応募プロジェクトの審査では、コンフリクトを解消しつつ、各応募につき最低でも2人の委員が評価を行い、私が全体を見て総合的な評価を行って採否案を作った。最終的には9件を採択した（採択率56%）。これは、RTLに割り当てられた2時間の枠に対し、イントロダクションと表彰式、発表の切り替え時間、失敗したときの再起動時間も含めて計算してかなりギリギリの件数で、過去最多である。

当初抱いていた「AsiaならではのRTL」というビジョンは絵に描いたモチで、実際には応募される内容にすべてがかかっていた。私としては当初CG（リアルタイムレンダリングのすごさ）からインタラクティブ技術（インタラクションのすごさ）までという科学技術のスペクトラムで多様性を考えていたのだが、集まったプロジェクトはもっと多軸で振幅のあるものだった。ほとんどの発表動画がACM Digital Libraryで公開されているのでぜひご覧いただきたいが、たとえば、創作支援ツールというカテゴリの中でも、著名スタジオや会社が開発するアニメーション制作・キャラクターモデリング支援から、個人クリエイターが自身の動画表現を突き詰めるため作ったプログラマブルな絵筆まで、各々がチームと個人の強みを見せてくれた。

また、こうしたツールに関する発表に限らず、CGとインタラクティブ技術が持つ幅広い可能性を示すプロジェクトが目白押しだった。具体例としては、オリンピック選手がデモンストレーションに参加するフェンシング可視化システムから、自身がコーディングしたアバターに身を包み、オンラインチャットの参加者ともみくちやになってデモをするVTuber、果ては僧侶がBrain-Machine Interfaceを装着しながら瞑想修行するパフォーマンスなど——科学と芸術の創造性が切磋琢磨するSIGGRAPHならではの強みに支えられたプログラムになった。

ハイブリッドの悲喜こもごも

採否連絡を行い、各チームと当日に向けて打合せを重ね

た10月半ばには、このプログラムのポテンシャルを肌で感じられるまでになった。しかし、RTLはリアルタイムのライブデモがすべてで、しかも史上初のハイブリッド開催である。正直なところ不安だらけだったが、運営委員会としてはなるべく柔軟に聴衆と演者が共に盛り上げられる最高の舞台を作ろうと努力した。聴衆はもちろんのこと、演者も原則を曲げてオンライン参加を許した（国内4件はオンサイト、国内2件と国外3件はオンライン発表）。

オンサイトに関しては、会場設営を担当する会社と密に連絡を取りつつ、電源や搬入経路などの詳細を詰めて会場機材を確保し、他プログラムの間を縫って設営時間を確保し、香盤表を組み上げた。さらに、Exhibition Hallに特設ブースを設け、一部のオンサイトチームがRTL以外の時間帯にライブデモできる環境を整えた。オンラインに関しては、映像と音声と共に高品質に安定して配信する必要から、演者によっては会場に専用線を引き、それ以外の場合でもWindows、macOS、Linuxの多様な環境からデモできるようにストリーミング用ツールを調査した。自前のRTMPサーバを日本と米国に立て、なるべく安定した通信環境を確立した上で、OBS Studioから映像と音声を同時配信するための簡単なチュートリアルを用意した。こうした配信用チャンネルとは別にZoomによるコミュニケーション用バックチャンネルを立て、オンサイト会場の様子を撮影・キャプチャして低遅延で共有した。

こうした準備は、事前に要点を抑えられていけば気が楽なのだが、何事も初めてだとすべて「Live」に対応していく必要があり、関係各位の助けがなければバーンアウトしていたかもしれない。首の皮一枚で迎えた本番は、本当に一瞬だった。新型コロナ感染症対策で間引かれた客席は少し寂しく、それでも、いつも通りの温かい空気の中で演者と司会の私を迎えてくれた。ライブデモには接続不良や操作ミスなどトラブルがつきものだが、RTLには、それを咎めず、挑戦をたたえ拍手で応援する文化がある。RTLは聴衆がいて初めて完成するライブパフォーマンスなのである。

心残りがあるとすれば、オンサイト・オンラインの聴衆が一体感を感じられる機会を、表彰のための投票時間以外に設けられなかったことだ。これは今後の課題として誰かが解いてくれることに期待している。最後に、応募プロジェクトの各チーム・個人の真摯な尽力、聴衆とStudent Volunteerの温かい支援、委員仲間と設営担当スタッフのプロフェッショナルリズムに深謝して、筆を置くことにしたい。

■加藤 淳

(国立研究開発法人 産業技術総合研究所/
アーチ株式会社)





「情報通信ネットワーク」分野の問題

♡ 10

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2022年2月2日 13:56





安田 豊 (京都産業大学 情報理工学部)

連載「教科『情報』の入学試験問題って？」第8弾です。前回までの入試問題解説に関してはこちら (<https://note.com/ipsj/m/m1ca81b5d1e66>) をご覧ください。

今回はネットワーク関連の問題を取り上げます，と思ったのですが，実際に調べてみると思ったほど事例が集められません。あったとしても比較的単純で典型的な問題ばかりで，ここで紹介・解説する意味がほとんどありません。そこで今回はなぜ単純で典型的な問題ばかりになってしまうのか，その構造について考察を試みます。ちょうど大学入学共通テストが実施されたところですから，題材は主にこの共通テストの「情報関係基礎」から採ることにします。

▼ 目次

単純な問題

「理解」を問うための工夫

2022年度本試験でのストレートな問い

これからの「情報」の問題

単純な問題

大学入学共通テスト2021年度本試験の情報関係基礎（以後単に2021年度本試験）の第1問・問1cにネットワーク分野として典型的な問題があります（**図-1**）。

c インターネットでは、接続する機器を **コサ** ビットのIPアドレスで特定するプロトコルを使ってきた。しかし、このアドレスの個数が足りなくなったこともあり、128ビットのIPアドレスを使用する **シ** というプロトコルも使われるようになった。

シ の解答群

① HTTP

② IPv6

③ TCP

④ UDP

図-1 2021年度本試験の第1問・問1c

正解はそれぞれ「32」ビットと「(1) IPv6」です。この「アドレスの概念」を題材にした問題はあちこちで見ることができると思います。次に2020年度本試験の第1問・問1bを示します (図-2)。

b インターネットにおける通信では、データは分割され、宛先を指定する情報などを加えた **キ** の集まりとして扱われる。なお、宛先の指定には IP アドレスを使う。

32 ビットの IP アドレスは、文書などに表記するときには、8 ビットずつ区切って 192.168.1.23 のように 4 つの数で表す。4 つの数のそれぞれの範囲は 10 進法で 0 ~ **クケコ** である。32 ビットで表現できる IP アドレスの個数は 2^{32} 個である。仮に IP アドレスのビット数を 32 から 40 に増やしたとすれば、表現できる IP アドレスの個数は **サ** 倍になる。

キ の解答群

- ① セクタ ② テラ ③ ギガ ④ パケット ⑤ パック

サ の解答群

- ① 1.25 ② 2.5 ③ 8 ④ 8^2 ⑤ 2^8

図-2 2020年度本試験の第1問・問1b

正解は「(3) パケット」と0～「255」, そして「(4) 2^8 」倍です。

最初に取り上げた2021年度本試験の問1c (図-1) はアドレスが接続できるホス

トの台数に関連していることを取り上げています。しかしその理解がなくても丸覚えで解答可能であることが難点です。つまり2つ目に示した2020年度本試験の問1b（図-2）はより明示的にアドレスの構造を範囲や空間として意識させることで、丸覚え対応ではない理解を確かめようとする工夫がうかがえます。

ネットワーク分野の作問では、常にこの壁に突き当たります。つまり「知識だけで答えられない、理解を要求する問題としたい」が、しかしそれが可能な領域がきわめて狭いのです。アドレス関連だけでなく、階層化プロトコル、ドメイン名関連などでも同じです。たとえば2020年度本試験の第1問・問1aではドメイン名の階層について扱っていますが、階層構造をとった理由（価値）を問うところまでは掘り下げていません。第1問だからといった要素もあるでしょうが、記憶でなく理解を要求する問いを作れるほど、多くの教科書はこれらのトピックに対して踏み込んでいないことが大きいと思われます。

「理解」を問うための工夫

情報通信ネットワークの分野は、パケットやそのルーティングといった直接的な事項だけではありません。その周辺あるいは基礎に符合化やデータ量といった要素があり、これらはプロトコル（特にパケットフォーマット）や通信量といった形で表出しています。この周辺領域を題材に具体的な説明を行いながら簡単な演習を行う形で「理解を問う」問題とすることが可能です。

2020年度本試験の第1問・問2はそういった性質の問題です。通信は直接的には出てきませんが、モールスに似た長短2パターンのライト点灯（**図-3**）という、すぐにでも通信に使えるような内容です（問題全文は文献[1], [2] から「情報関係基礎2020本試験H問題」を参照）。

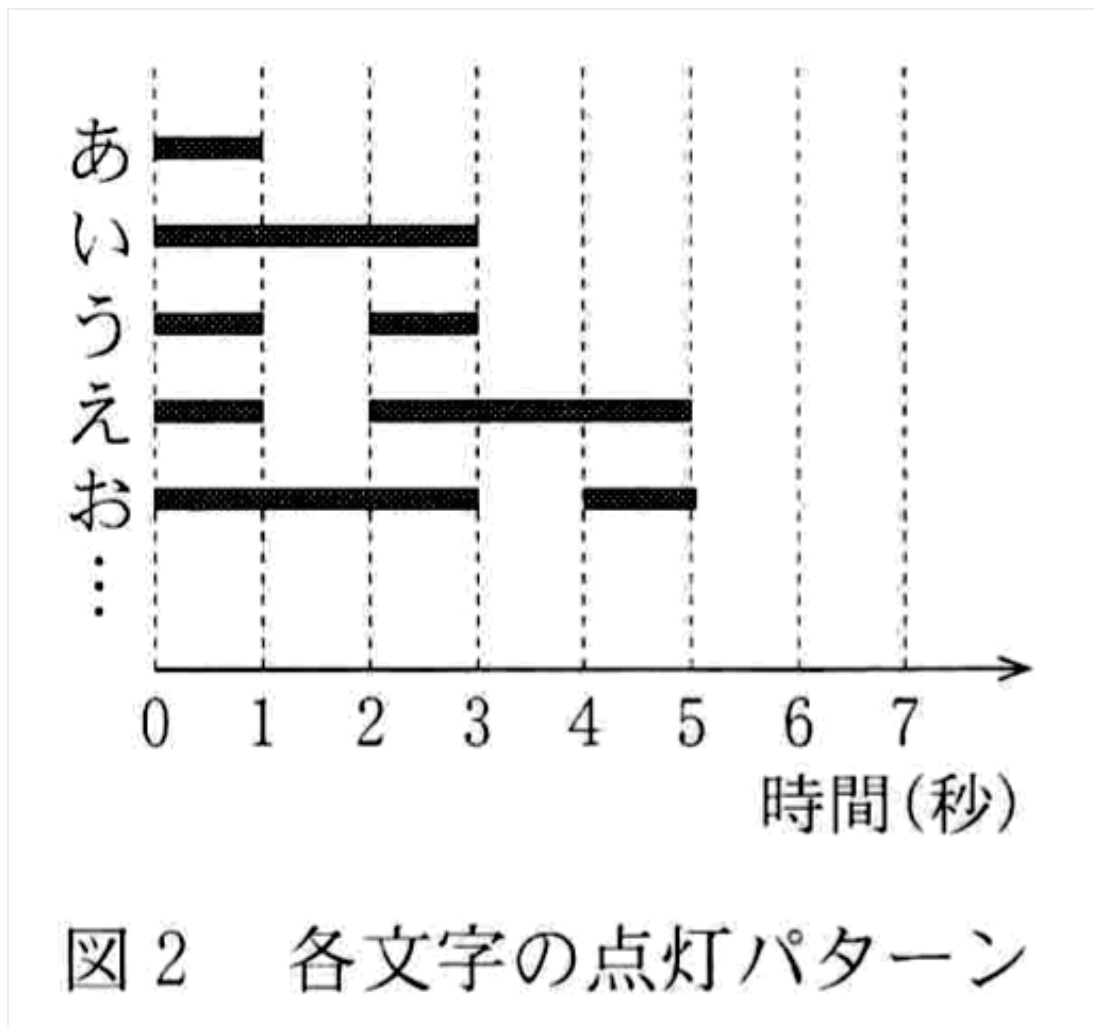


図-3 2020年度本試験の第1問・問2, 点灯パターンの図

この問題は点灯・消灯を単純に1・0に置き換える直接的な符合化から始まり、次に長短の点灯と字間（長い消灯）という3つの状態を2bitで表現する方法へと進みます。そして3状態を2bitで表現せず、3進法で符合化することでデータ量が削減できることを確認します。段階を経てデータ量が削減されていく、つまり符合化の方法によって効率が変化する流れです。

受験生にとっては初めて遭遇する符合化手法・考え方かもしれません。しかし符合化やデータ量といった概念に対する基本的な理解があれば、具体的な説明を追いながら実際に符合化と復号を行って理解を確かめつつ正しい答えに到達できる、逆にそれによって理解度を測る、というのが作問者の意図でしょう。

2022年度本試験の第1問・問3でも、符合化やデータ量の問題が出されました。中心はサンプリング処理で、通信の側面はかなり薄いのですが、データ量を意識する問いもあります。そして上のライト点灯問題と同じく、設定された条件で標本化・量子化・符号化の段階を追いながら実際に作業を行う構成です。このような「対象とする領域の技術的な部分の説明を問題文中で行いながら演習を行うことで理解度を問う」アプローチは、「単純な語句や記述の記憶では済まない」領域に踏み込むための1つの方法なのです。

2022年度本試験でのストレートな問い

2022年度本試験では1つ、ストレートに情報通信ネットワークの問題が出されています。第1問の問2bです (図-4)。正解はここには書かないでおきます。考えながら問題文を読んでもらえなくなりそうですから。

b 情報通信ネットワークの通信方式に関して、回線交換方式とパケット交換方式を比較する。回線交換方式は、従来の固定電話でも用いられていた通信方式で、通信する2点間で接続を確立し、送受信するデータの有無にかかわらず、回線を占有する。一方、パケット交換方式は、インターネットなどで使用されている通信方式で、データをパケットと呼ばれる小さな単位に分割して、一つの回線に異なる宛先のパケットが混在してもよい形で通信を行う。コは回線交換方式のメリット、サはパケット交換方式のメリットと言える。

コ・サの解答群

- ① 安全な通信ができる仕組みであるため、暗号化が不要であること
- ② 通信中は回線を占有できるため、時間あたりに通信できるデータ量が安定すること
- ③ 距離にかかわらず、遅延の少ない通信ができること
- ④ 回線を効率的に利用して、回線数より多くのユーザが同時に通信できること
- ⑤ 必ず接続が確立できること

図-4 4年度本試験の第1問・問2b

問題文を読めば、これもやはり「仕組みを理解しておれば問題文の説明記述を正しく読み取り、正しい答え（単語ではなく説明文）を選ぶことができる」形式とすることで「記憶ではなく理解を問う」ものだと分かるでしょう。

ところで「社会と情報」の教科書にある回線交換・パケット交換の説明量は上の問題文と正解文を合わせた程度か、あってもその倍くらいです。図があったとしても「2点間で接続を確立し、回線を占有する」といった記述でその意味が分かるはずもなく、いくらか補足的な説明が必要と思えます。しかし授業ではあまり深く追わずに通り返ることも多いのではないのでしょうか。IPアドレスやドメイン名のよりに利用者に直接見える部分ではありませんからね。

この問題形式はこうした「教科書あるいは授業内容の違いによって受験生に生じるかもしれない説明・経験量の不足」をカバーするアプローチでもあると思えます。学習過程にいくらか不十分なところがあっても、基礎的な理解と論理的な思考を積み重ねることで正解に到達できる可能性が高いからです。

これからの「情報」の問題

本稿では、まず「情報通信ネットワーク」分野の問題が多くなく、あったとして

も用語問題とでも呼ぶべき、単純で類型的な問題に陥りがちであることを示しました。そして「知識だけで答えられない、理解を要求する問題」とするために工夫が重ねられており、それらはすべて先日実施された2022年度共通テストから重視されることとなった「思考力」「判断力」などにつながっていることが分かります。

つまり「ネットワーク分野」に限らず今後の「情報」入試では、これまで単純で類型的だった分野の問題について、どれも本稿で解説したようなアプローチによって「知識だけで答えられない、理解を要求する問題」として再構成されて出題される可能性がある、と言えるでしょう。

対象となった事項について、その知識や理解にいくらか不十分なところがあっても、問題を読んで論理的な思考を積み上げれば正解に到達できる。しかしその場合は時間がかかる。それらの事項について学んだ際によく考え、十分な理解を得ていた場合はスラスラと問題が読め、短い時間で答えられる。そんな問題を想像してください。

まだ「情報I・II」で情報通信ネットワーク分野がどのように扱われるのか、その詳細は明らかではありませんし、それに対応して入試「情報」がどのように変化していくのかは分かりません。本稿がそうしたことについて考える一助となることを願っています。

参考文献

- 1) 情報関係基礎 アーカイブ, 情報処理学会 情報入試委員会, <https://sites.google.com/a/ipsj.or.jp/ipsjin/resources/JHK>
- 2) 情報関係基礎 アーカイブ 公開場所, 情報処理学会 情報入試委員会, <https://drive.google.com/drive/folders/140pQJOKWzYH2-NvzPCyQdqFPHcZhCSOa>

(2022年1月19日受付)

(2022年2月2日note公開)

■安田 豊 (正会員)

京都産業大学情報理工学部准教授.

IPSJMooc (<https://sites.google.com/view/ipsjmooc/>) 第4章作成に携わった. SDN などに興味を持つ.

情報処理学会ジュニア会員へのお誘い

小中高校生, 高専生本科~専攻科1年, 大学学部1~3年生の皆さんは, 情報処理学会に**無料で入会**できます. **会員になると有料記事の閲覧, 情報処理を学べるさまざまなイベントにお得に参加できる等のメリットがあります.** ぜひ, 入会をご検討く

ださい。入会はこちらから！



データベースの試験問題を解いてみる

♡ 9



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2022年2月7日 11:23





長瀧寛之（大阪電気通信大学）

情報Iでは「情報通信ネットワークとデータの利用」の中で、「データを蓄積，管理，提供する方法」としてのデータベースについての理解が求められています。また学習指導要領解説や教員研修用資料などで，データベースによるデータ管理の手法として関係データモデル，それを実現するリレーショナルデータベース（以下RDB）が取り上げられています。

さて，本稿ではデータベースを扱った問題として，第1回大学情報入試全国模擬試験 #002 第3問を取り上げてみます。RDBがテーマですが，「データの蓄積や検索が容易となるような，適切なデータベース設計とはなにか」の理解が，問題を解くポイントになっています。

第3問 (必答問題)

次の文章を読んで、下の問い (問1~3) に答えよ。

ケーキ類を製造・販売する店で、材料やコストの管理のためのシステムを作ろうとしている。次に示すのはそのシステムで使うテーブル (表) の一部である。

テーブル名: 商品テーブル

商品番号	商品名	ピース数	販売価格
101	いちごケーキ	6	2400
102	アップルパイ	6	1800
103	チーズケーキ	8	1600
104	ロールケーキ	8	1500
105	ロールケーキ	4	800

テーブル名: 材料単価テーブル

材料番号	材料名	単位	単価
0001	薄力粉	グラム	0.2
0002	砂糖	グラム	0.1
0003	クリーム	グラム	1
0004	いちご	個	50
0005	いちご	個	30
0006	卵	個	40
0007	卵	個	20

最初の文から、ここでは「ケーキ類を製造・販売する店」が舞台で、データの活用目的は「材料やコスト管理」のようです。

また、すでに"商品テーブル"と"材料単価テーブル"が用意されていて、具体的なデータも示されています。ここから、商品テーブルは取り扱う商品の価格情報、材料単価テーブルはこの店で扱う材料の単価情報を管理していることが読み取れます。

▼ 目次

問1

問2

問3

問1

問1 上のテーブル設計では、商品ごとに「商品番号」、材料ごとに「材料番号」を割り当てて使っている。このような設計を行なう理由として適しているものを、次の解答群から二つ選べ。

解答群

- ア. 商品名や材料名が同じでも、異なる商品や材料を区別する必要があるため。
- イ. コンピュータでは文字どうしの比較が行えないため。
- ウ. 商品名や材料名が変更されても、同一のものであることが識別できるようにするため。
- エ. データベース管理システムでは整数値しか主キーにできないため。
- オ. 現在、何種類の商品や材料があるかを数えるのが容易になるから。

商品テーブルと材料単価テーブルにある「番号」は何のために入っているのか？という問題です。

データベースでは、各テーブルの一組のデータ=レコードに通し番号のような"重複しないID"を振り、それをレコードを一意に識別する**主キー**として扱う設計がよく見られます。この主キーがあることで、まず「異なるレコードの区別が行える」という利点があります。実際のデータでは、"同姓同名"のように、重複する情報を"同一"とみなしたい場合と、"異なる"レコードとして扱いたい場合があります。主キーを使うことで、この異なるレコードの区分けを明確にすることができます。今回の問題でも、同じ"いちご"に異なる材料番号を割り振ることで、データ上は明確に別の材料（恐らく別品種のいちご）として扱うことができます。

ほかに主キーを利用する利点は、情報の変更による影響を少なくできることで

す。今回の問題でも、ロールケーキの8ピースを10ピースに変更する、材料番号0005のいちごが50円に値上がりするなど、利用者側の都合で変更され得るデータが存在します。そういったデータをテーブル外から利用するとき、「主キーをもとに、付属データを参照する」という仕組みにしておくことで、データの変更が発生しても、それを参照・利用する側には「主キーから参照する」という仕組みを一切変更せず、データ変更を反映させることが可能となります。

さて、問1の選択肢を見ると、**ア.**と**ウ.**の説明が、通し番号を振る一般的な目的と一致しますので、これが正解として妥当と言えます。

ちなみに、**イ.**は明らかにあり得ない（文字同士の『等しい』『等しくない』の比較が可能なのは、文字検索の仕組みからも明らか）。**エ.**についてもそんな決まりはない（数字でも文字でも関係なく、主キーは"重複がないこと"が重要）。また**オ.**は、個数をカウントしたければレコード数を直接数えれば済む話。となると、消去法でも**ア.**と**ウ.**しか残りません。

問2

問2 特定商品の材料費の合計を求めるには新たなテーブルが必要となる。そのテーブル名を「材料テーブル」とするとき、「材料テーブル」に必要最低限含めるべき項目名を、次の解答群からすべて選べ。

解答群

- | | | |
|---------|---------|---------|
| ア. 商品番号 | イ. 商品名 | ウ. ピース数 |
| エ. 販売価格 | オ. 材料番号 | カ. 材料名 |
| キ. 単位 | ク. 単価 | ケ. 分量 |
| コ. 合計金額 | | |

新たに材料テーブルを設計するために、そこに必要な項目=フィールドを求めよ、という問題です。ここでは「特定商品の材料費を求める」ことが目的のテーブルなので、商品・材料単価のテーブルに今回「材料」テーブルで追加する項目によって、特定商品の材料費を求められるようにする必要があります。

ちなみにこの問題、「商品は、1つ以上の一定分量の『材料』の組合せで構成される」が暗黙の前提事項とされていますが、本来は問題文中で明示的に定義した方がよいと思います。

"商品"単位の情報は商品テーブルに、"材料"の単価はすでに材料単価テーブルに情報がありますが、商品の材料費を求めるための「その商品では、何の材料をどれ

だけ使うか」の情報が不足しています。つまり、材料テーブルに「商品」と、その商品に紐づく「使う材料」と「その材料の分量」の情報があれば、後は材料の単価をかけることで材料費は算出できそうです。

そうすると、解答群の選択肢から選ぶものは自ずと絞られてきます。

まず商品テーブルと材料単価テーブルにある各項目は、主キーとなる「商品番号」「材料番号」があれば、付属情報として引っ張ってこれます。つまり材料テーブルには最低限「ア.商品番号」と「オ.材料番号」があればよく、商品番号に付随する「イ」「ウ」「エ」、材料番号に付随する「カ」「キ」「ク」は、いずれも材料テーブル内で保持する必要がありません。

残るは「ケ.分量」と「コ.合計金額」です。各材料の「分量」は商品を構成する要素で、かつほかのテーブルでは存在しないので、材料テーブルで管理すべき情報と言えます。対して合計金額はどうでしょう。一見管理すべきデータにも思えますが、ここで問題文中の「必要最低限」という条件が効いてきます。合計金額は、使用材料の「分量」×「単価」で求められるので、必ずしもデータとしてあらかじめ保持しておく必要がありません。

というわけで、材料テーブルに必要な最小限の項目は、「ア.商品番号」「オ.材料番号」「ケ.分量」となります。

ちなみに、問題としては問われていませんが、この項目を使って具体的にどうい
うテーブルを作ればよいのか、問3の手順とも合わせながらぜひ考えてみましょ
う。

また、今回は「必要最小限」ということで除外しましたが、そもそも材料の合計
金額は「商品」単位の情報になるので、あえて材料費の合計金額を保存するなら、
材料テーブルでなく商品テーブルのフィールドとするのが妥当でしょう。

問3

問3 特定商品の商品番号を用いて、その商品の材料費の合計を求めるにはどうしたらいいか。次の(1)～(5)に最も適切なテーブル名または項目名を、下の解答群から選べ。

第1段階 特定商品の(1)を使って、テーブル(2)から、その商品に使うすべての材料の(3)と、それぞれの材料の分量を求める。

第2段階 テーブル(4)から、それぞれの(3)に対する(5)を求める。

第3段階 それぞれの材料の分量と(5)を掛け、それらを足し合わせて合計金額を求める。

解答群

- | | | |
|-----------|-----------|-------------|
| ア. 商品番号 | イ. 商品名 | ウ. ピース数 |
| エ. 販売価格 | オ. 材料番号 | カ. 材料名 |
| キ. 単位 | ク. 単価 | ケ. 分量 |
| コ. 合計金額 | サ. 商品テーブル | シ. 材料単価テーブル |
| ス. 材料テーブル | | |

最後に、商品番号からその商品の材料費を求める過程について、説明文の穴埋めを行って完成させる問題です。問2で材料テーブルに最低限必要なフィールドが何かが分かったので、あとは各テーブルのデータを適切な順番で組み合わせれば、目的の「商品の材料費」が求められるはずで

第1段階では、特定の商品番号から、その商品に使われる「それぞれの材料の分量」を取り出したいことが分かります。商品と材料が関連付けられているのは「材

料テーブル」. そして材料テーブルには商品と材料の「番号」と、各材料の「分量」のみ格納されています. そこで、特定商品の「商品番号」をキーとして、材料レコード内の商品番号を含む全レコードを取り出し、その商品番号に紐づく「材料番号」と分量を取り出します.

(1) ア.商品番号 (2) ス.材料テーブル (3) オ.材料番号

第2段階は文のほとんどが空欄なので、その後の第3段階と合わせて考えます. 第3段階では、各材料の分量と(5)を掛けて、それらを足し合わせて材料費を求める、とあります. ということは、材料費を求めるのに必要な情報は、材料の「分量」以外ではその材料の「単価」となります.

つまり第2段階は、使用材料の「単価」を求めるプロセスだと分かります. そして、単価情報が入っているのは「材料単価テーブル」. 商品に使う材料は第1段階で材料番号を取り出しているのです. それを主キーとする各材料の単価を、材料単価テーブルから取り出せばよいことが分かります.

(4) セ:材料単価テーブル (5) ク:単価

そもそもデータベースは「どういう目的でデータを蓄積・活用するのか」によって、必要なデータやその管理方法が大きく変わってきます. そのため、問題の前提として「ここでは何を指して、何のデータを、どんな目的で活用しようとしているか」が必ず示されているはずなので、そこをあらかじめ理解しておくことが必要です. それなしに直感で必要なデータのあたりをつける解き方では、安定して正確

な答えは得られません。

また今回の問題は、RDBの「主キー」や「正規化」や「関係演算」の概念を含んでいますが、実は直接その知識やスキルを問うていない点も重要です。ただテクニックを習得するのではなく、その技術と理論がどのように「適切なデータの蓄積・検索」を実現しているかを、実例も踏まえて理解しておくことが大事です。

(2022年1月24日受付)

(2022年2月7日note公開)

■長瀧寛之（正会員）

大阪電気通信大学 特定業務特任准教授。コンピュータと教育研究会幹事。主にコンピュータ活用教育、情報教育の研究に従事。データベース学習システム sAccess を開発したりもしている。

情報処理学会ジュニア会員へのお誘い

小中高校生、高専生本科～専攻科1年、大学学部1～3年生の皆さんは、情報処理学会に無料で入会できます。会員になると有料記事の閲覧、情報処理を学べるさまざまなイベントにお得に参加できる等のメリットがあります。ぜひ、入会をご検討ください。入会は[こちら](#)から！

会員の広場

今月の会員の広場では、2月号へのご意見・ご感想を紹介いたします。

巻頭コラム「忘れやすい身体」

- メタバースの標準化，必要な条件だと思います。某社のアバターサービスのようなものが本人を特徴付けるようにしないと本人との位置付けができず，セキュリティ上でも問題となると思いました。(祖父江シンイチ)
- メタバースの世界，その中のアバターを取り上げ，そこでの課題を考察してくれているのがタイミング良く面白かった。(松岡弘芝)
- 人の名前や履歴をオーバーレイで表示してほしい点や，オフラインで会うと意外と思っていたのと違うということは，私も経験がある。顔が持つ身分証明の能力や，仮想空間でのコミュニケーションが増えたときの同一性の意識など興味深い。(柴田 晃)
- Web 会議ツール上での相手の姿と，実際に対面した相手の姿に違和感を覚えた経験は私も過去にあったので共感できる内容であった。(鈴木広人)
- そもそもメタバースが，現実世界の人間関係におけるコミュニケーション上で便利さをもたらすか？ということを考えさせられた。(佐藤章博)

特別解説「国家公務員採用総合職試験における『デジタル区分』の新設について」

- 情報化が高度化し国家公務員も「デジタル区分」が新設され，現場でのITスキルが本当に必要になったことが分かる。企業に丸投げで依頼するわけではなく，仕組みを理解し，より現場に適した機器の導入が期待される。(小西敏雄)
- 総合職，一般職など国家公務員試験の種類とそれぞれの内容について調べてみる良い機会となりました。各省庁の採用実績を見て，デジタル庁に限らず，数物系は適応能力が高いはずなので，もっと多くより広く採用すべしと思いました。(片山敏之)

特集「スマートファクトリーは工場の何を変えるのか？」

「0. 編集にあたって」

■ベストエフォート型の上に築かれたネットワーク基盤において，リアルタイム性をどう実現するかが鍵になることが，各記事から読み取ることができて，良い特集だと感じました。(佐藤章博)

■筆者は「日本のものづくりの強さ」がスマートファクトリーの推進力になると示しているが，さまざまな品質不正の発覚など技術力低下が認識されて久しい日本において本当に実現可能かどうか見守っていききたい。(広野淳之)

■スマートファクトリーは働く人の生活の質まで目を向けているようですが，注目している以上，その評価とフィードバックがどのようにスマートファクトリーの在り方に反映させるのかという点も考えてみたいと思いました。(岡本克也)

■なんとなく総花的かつ技術に偏っており，導入の真の障壁である製造部門における理解の重要性と解決方法に迫れていない感があった。(上田晴康)

「1. 工場のスマート化を実現する最新のFA 技術と取り組み」

■インダストリー 4.0 が提唱されてからすでに 10 年以上が経ち，スマートファクトリーもかなり具体的にってきているのが理解できました。(後藤正宏)

■スマートファクトリーの定義やキー技術の動向の例を交えて体系的に説明されており，今後の展望を含め大変分かりやすい。(山下昭裕)

■「スマートファクトリー」を現場において構築していく際に必要とされる指針・考え方が示されている点がよかったです。(松浦満夫)

「2. リアルタイム AI 技術の製造業への適用」

■製造業の生産ラインの制御にはリアルタイム性が要求されますが，AI 技術もこの要求に応えられるようなリアルタイム性を実現していることを理解できました。さらに AI 技術を適用した事例も記載されていて，適用が進んでいるとの実感を得ることができました。(後藤正宏)

■時系列データのどこの変化をとらえて稼働状況を“注意”に切り替えるのか等の説明があればさらに分かりやすかったと思う。(山下昭裕)

「3. IoT プラットフォームの現状と未来」

■製造業に限定せず，他分野の基礎となる考え方と思えました(祖父江シンイチ)

■IoT プラットフォームは言葉としては知っていました

が、その中身についてはよく知りませんでした。本稿では、分かりやすくその中身について説明されており、理解することができました。日本の製造業を強くするために、IoTプラットフォームが広く普及し、成果がでることを期待します。(後藤正宏)

■製造業のDXは、収集したデータを加工し、可視化し、今まで見えていなかったデータを見える化することにより新しい価値を創造する変革であるとの説明には共感する。(山下昭裕)

「4. スマートファクトリーを支えるローカル5G」

■あまりない視点でローカル5Gの紹介がされている。(伊藤治夫)

■ローカル5Gの技術、導入のメリット、導入プロセス、コスト課題等が分かりやすくまとめられている。(山下昭裕)

■「ローカル5G」に関して導入に向けては免許制度があり免許取得が必要なることを初めて知りました。また、信頼性・安定性の高い技術的特徴による将来性にも魅力を感じました。(松浦満夫)

DP コーナー「ビッグデータのデータサイエンス」

「0. 編集にあたって」

■5件の解説が的確で解りやすかった。(伊藤治夫)

■ビッグデータ利活用推進の解説もあるとありがたかった。(伊藤治夫)

「1. [招待論文] Apache Arrow による Ruby のデータ処理対応の可能性」

■論文趣旨とは違うのだが、Arrowに関心があったので、具体的な内部の様子が分かってよかった。(上田晴康)

「2. [招待論文]大阪府の特定健康診査データの因果探索」

■ビッグデータを扱ったことのない読者にも大量データの分割処理やクレンジングなどを生き生きと体験させてくれる面白い論文です。データ解析に使う数式やソフトウェアライブラリも明示されていて、まさに有益なプラクティス的な内容になっています。(片山敏之)

「3. [招待論文] Account-Based Marketing のためのターゲット企業推薦モデルの改善」

■ソフトウェア製品として、既存企業データを分析し、成約確度の高い企業をターゲット企業として推薦するシステムの開発手法や改善について平易に解説している。(片山敏之)

「4. [招待論文] 人文・社会科学系大学におけるデータサイエンス教育」

■文系のデータサイエンス教育の事例がまだ少ないの

で手探りで授業を組み立てているのだが、このような事例を読むことで参考にもなるし、心強くも感じる。(桑木道子)

■企業でも育成には苦労しているが、大学でも同様だということが分かり、技術者全体の底上げはまだ難しい課題だと分かった。(上田晴康)

「5. [招待論文] ドローンによる作物の表現型計測と機械学習による作物バイオマス・収量の予測」

■複合データを使った予測モデルとなっている。(祖父江シンイチ)

■ドローンの機種名を曖昧にせず堂々と開示・詳述した点は、一般新聞記事とは異なりいかにも学術研究論文らしくて立派だと感じた。(大塚敬義)

■ドローンによる作物の表現型計測と機械学習による作物バイオマス・収量の予測：農業分野でのDXの活用が実用化され、社会に浸透する日を楽しみにしています。(山下昭裕)

連載「情報の授業をしよう!：高等学校(工業)でのスマートフォンを利用したデータ活用の授業」

■Connect DBとBit Arrowを活用した新しい試みを興味深く読みました。このような学習環境を工業高校だけではなく普通科高校でも興味や関心を持たせるツールとして採用してはどうかと考えます。共通テストの数学の成績が悪化したという話題を聞き、生徒に考えさせることをもっと強化しなければいけないと感じました。(小西敏雄)

■「情報」が学習科目となった。AIでもデータをどのように扱うのがAI解析の実用化のカギとなる。学生にいかに関心を持たせるか、データ処理によって何が分かるのか、目に見える形での実習を指導されているのがよく分かり、感服しました。(山下昭裕)

■これまで普通科高校の授業紹介が多かったが、工業科の高校となると授業の進展が早くスマートに進められている様子がよく分かった。最近、複数個所で聞いた話だが、工業高校出身者が地元企業に就職し、産業用ロボットのプログラムをゲーム感覚であっさり作成して苦境を救ったという事例が多いらしい。(広野淳之)

■大学初年次教育を担当する立場の者にとって、工業高校における情報を取り扱う授業(特にオープンデータの活用)が興味深い内容だった。(大塚敬義)

■生徒たちが楽しめる体験学習だなと思いました。授業

時間が限られているので体験で終わってしまうことが少なくないのだけれども、体験を元に生徒たちがテーマ設定をしてデータの利活用をする時間が取れば知識やスキルの定着ができて良いですね。(桑木道子)

■工業科の高校における情報分野周辺の一般的なカリキュラムに興味を湧いたので何かの機会にでも示してほしい。(広野淳之)

連載「先生、質問です！」

■ゲーム理論に対する良い導入になっていると感じた。今後も、質問への回答の形を借りてこのような導入を積極的にしていくのがよいと思う。(上田晴康)

教育コーナー「ぺた語義」

「オンライン授業を快適に受講するには？」

■外部モニタと広い机の必要性は在宅勤務が広がった各家庭においても話題になっていると予測できるのでタイムリーな内容だった。(広野淳之)

■学生にとって受講の快適さを左右する要因は、外付け増設モニタよりもむしろ机の広さだろうという示唆は意外性に富んでいた。(大塚敬義)

「シンポジウム『大学入学共通テスト「情報」が目指すもの』」

■大学共通テストに「情報」が入ったことで、やっと市民権を得たような気がする。「情報」は知っていると得する、から知らないと生きていけない、に推移している。コロナ対策で混乱する現代こそ「情報」は生きるツールになる必要があると思う。(小西敏雄)

■共通テストで情報を導入する際の論点が分かった。(近藤 正)

■高校「情報I」の必修化と大学入学共通テストに基礎教科として「情報」を導入する背景・経過について再確認できました。(片山敏之)

「大学入学共通テストにおける教科『情報』の導入を受けて」

■現場でプログラムを教える人員が少ないのは、当初から懸念されていたことで、実際に大学の現場でも一から始める初学者が多く苦労する場合がある。徐々にプログラムを学んだ学生が増えることで改善していくと考えるが、この変遷期は問題になるだろう。(匿名希望)

「国立大学入学者選抜制度への『情報』の追加について」

■「情報」が入試科目に採用されるのは、中学の情報教育の充実にも良い影響があるので大いに期待します。

しかし、高校で「情報」を教える態勢が整っていないことを懸念し、試験科目への採用は難しいと考えている大学もあるようです。高校の「情報」教育の取り組みをもっと大学に認知してもらいたいです。(匿名希望)

連載「ビブリオ・トーク：データサイエンス入門 教養としてのデータサイエンス」

■データサイエンスを軸に解りやすい解説がよかった(伊藤治夫)

■データサイエンス領域はその基本にしる応用にしろ幅がとて広いのでこのような概観が得られる書籍の紹介はありがたいです。(岡本克也)

■本書の構成はモデルカリキュラムに完全に準拠しており、その認証制度のテキストを目的としているということで、大変参考になりました。評者の石井氏は7月号でも入門書を広い見知から紹介されていたが、次はぜひ専門レベルの本の紹介もお願いしたい。(片山敏之)

連載「5分で分かる!? 有名論文ナメ読み：Lars Ole Andersen : Program Analysis and Specialization for the C Programming Language」

■1つの章で紹介しているポイント解析が主題のプログラム自動変換よりもよく引用されているというのが興味深い。(柴田 晃)

委員会から「今年度もやります！全国大会の“デリバリー”」

■いろんな分野・立場の人がデリバリーを希望している旨が分かった。(匿名希望)

連載「IT 紀行：VR 作品の登竜門 IVRC に行ってみた！」

■IVRC でどのような発表がされているのか、IVRC を開催するメンバがどのような思いを持っているのかなど、マンガにすることで分かりやすい。(柴田 晃)

■文字中心の構成が多い学会誌の中で漫画による技術紹介は一服の清涼剤的な効果がある。紙媒体上での動画的な役割も果たしているので今後も期待しています。(広野淳之)

連載「教科『情報』の入学試験問題って？：『データの分析』分野の入試問題の分類と解法の一考察」

■問題の解説で解答に至るアプローチの記載がうまく、

実際に問題を解きながら、大変興味深く読ませていただきました。(匿名希望)

連載「<Info-WorkPlace 委員会企画>働き方を共有しよう! : CASE4: 私のオフィスはオンラインに引っ越ししました」

■リモートワークの導入が進んでおり、参考になる記事です。コロナ禍前からリモートワークについてさまざまな取り組みをされ、VPNによるリモートワーク環境導入など、工夫されていると実感しました。(匿名希望)

会議レポート「FIT2021 イベント企画『ヒトゲノム・生体情報と情報処理の課題』」会議報告

■生体情報の活用は常に個人情報との戦いだが、犯罪者逮捕のために生体情報は非常に有効な手段であることは自明である。単なる生体情報による捜査ではなく、遺伝子と犯罪との関連性という観点が興味深い内容だった。(匿名希望)

会誌の内容や今後取り上げてほしいテーマに関して、以下のようなご意見やご要望をお寄せいただきました。今後の参考にいたします。

■巻頭に登場してほしい人=将棋の羽生善治さん。AI将棋ではない世代の代表者としてAI前の将棋とAI後の将棋の違い、練習方法や好手奇手、AI社会全般に期待したいことと期待したくないことを聞いてみたい。羽生善治さん以外でも、AI前とAI後の両方を知っている人のAI社会全般に期待したいことと期待したくないことに興味があります。(広野淳之)

■教育関係の記事の多さに比べると、紙媒体に最新の研究動向の記事や論文も1つくらいは載せてほしい。(片山敏之)

「先生、質問です!」には以下の質問をいただきました

■一般人が利用できる5Gの現状を教えてください。(小西敏雄)

EPUBに関して、以下のようなご意見やご要望をお寄せいただきました。今後の参考にいたします。

■情報処理の目次を毎回メールでいただきますが、電子図書館でPDFをダウンロードする一手間は面倒くさく、デジタルプラクティスコーナーのURLを直接メールで案内いただいた方が読むかとも思いました。(柴田 晃)

■オンライン化すると雑誌の印刷代が節減できます。その分、年会費を安くしていただくと助かります。(小西敏雄)

■オンライン化の方が取り扱いが楽で良い。(山下昭裕)

■図書館で冊子版を手にとった人のコメントが気になります。冊子版は薄いので、学会活動自体が薄いものと誤解されていなければよいですが。(金子雄介)

■大画面ディスプレイにPDF文書を投影すると微少な活字を拡大表示できるので大変助かっております。(大塚敬義)

■特集記事は現在、オンラインのみにて提供されていますが視認性の点で冊子版にも掲載していただけたらと思います。(松浦満夫)

【本欄担当 鶴田利郎, 竹内勇貴/会員サービス分野】

これらのコメントはWeb版会員の広場「読者からの声」<URL: <https://www.ipsj.or.jp/magazine/dokusha.html>>にも掲載しています。Web版では、紙面の制限などのため掲載できなかったコメントも掲載していますので、ぜひ、こちらでも参照ください。会誌や掲載記事に関するご意見・ご感想は学会Webページでも受け付けております。今後もより良い会誌を作るため、ぜひ皆様のお声をお寄せください。

「情報処理」アンケート回答フォーム▶

<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>



人材募集

(有料会告)

申込方法: 任意の用紙に件名, 申込者氏名, 勤務先, 職名, 住所, 電話番号および請求書に記載する「宛名」, Web掲載の有無などを記載し, 掲載希望原稿 ([募集職種, 募集人員, (所属), 専門分野, (担当科目), 応募資格, 着任時期, 提出書類, 応募締切, 送付先, 照会先]) を添えて下記の申込先へ, E-mail, Fax または郵送にてお申し込みください。

*都合により編集させていただく場合がありますので, ご了承ください。

申込期限: 毎月15日を締切日とし翌月号(15日発行)に掲載します。

掲載料金: 国公立教育機関, 国公立研究機関 22,000円(税10%込)

賛助会員(企業) 33,000円(税10%込)

賛助会員以外の企業 55,000円(税10%込)

*本誌へ掲載依頼いただいた場合に限り, 追加料金4,400円(税10%込)で同一内容を本会Webページに掲載できます。

申込先: 情報処理学会 会誌編集部門(有料会告係) E-mail: editj@ipsj.or.jp Fax(03)3518-8375

*原稿受付の際には必ず原稿受領のお知らせを差し上げています。もし3日以内(土日祝日除く)に返信がない場合は念のため確認のご連絡をください。

*特に指定がないかぎり履歴書には写真を貼付のこと

■神奈川工科大学情報学部情報メディア学科

募集人員 【教員A】教授または准教授(専任または任期制)または助教 1名

【教員B】教授または准教授(専任または任期制)または助教 1名

【教員C】准教授(専任または任期制)または助教 1名

専門分野 【教員A】人間情報科学, インタラクション, ものづくり

【教員B】ゲーム, デジタルデザイン, AI

【教員C】デジタルコンテンツ, デジタルデザイン, CG・VR/ARコンテンツ制作

業務内容 担当予定科目: ゲームグラフィクス, ゲームAI, デジタルデザイン, CGデザイン, 基礎ユニット, 専門ユニット, メディア実践講座, 卒業研究等, これら以外にも新規開設科目を担当していただくことがあります

応募資格 次の(1)から(3)の条件を満たす方

(1) 上記の専門分野に関連した技術分野の教育・研究に熱意を有すること, (2) 本学の業務に, 積極的かつ協調的に取り組むことができること

【教員A】【教員B】

(3) 博士号取得もしくは同等の業績あるいは関連分野の業務成果を有すること

【教員C】

(3) 博士号取得または3年以内の取得見込み, または修士号取得で関連分野の作品・業務の実績を有すること

着任時期 2022年8月1日またはそれ以降のできるだけ早い時期

提出書類等 詳細はWebページをご覧ください

神奈川工科大学教員公募掲載ページ <https://www.kait.jp/recruit/>

応募締切 2022年5月9日(必着)

なお, 応募書類を受付次第, 順次, 面接~決定を実施する場合があります

照会先 情報学部情報メディア学科 西口磯春

E-mail: nishiguc@ic.kanagawa-it.ac.jp

■信州大学繊維学部先進繊維・感性工学科 感性工学コース

募集人員 助教(テニユア・トラック) 1名

研究分野 大分類: 情報学 小分類: 人間情報学

職務 ①研究分野: ヒトに関する情報学, あるいは, ヒトとモノ, ヒトと社会とのかかわりについての情報学を活用し, ヒトにとって心地の良いものづくりやサービスの創造にかかわる研究
②教育担当: 1) 1年次教育: 松本キャンパスでの基礎科学科目や共通教育科目, 2) 高年次教育: 学部専門科目として情報系に関連する科目ならびに実験実習科目, 3) 大学院教育: 知能情報学ならびに実験実習科目。これらのうち, テニユア・トラック助教期間は高年次教育として「情報処理・システム基礎」「感性情報処理」の2科目を担当します。その期間後は, 他の科目も担当していただきます

③運営業務: 学部・研究科等の大学運営業務にも従事していただきます

着任時期 2022年10月1日以降のできるだけ早い日

応募期間 2022年5月31日(17時必着)

その他 応募資格, 提出書類, 送付先, 照会先を含む詳細はWebページをご覧ください

<https://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/textiles/recruit/2022/03/163379.html>

■大阪工業大学工学部

募集人員 特任講師/特任准教授/特任教授または講師/准教授/教授 1名

所属 大阪工業大学工学部電子情報システム工学科(大阪府大阪市旭区大宮5-16-1)

専門分野 情報工学分野

応募資格 博士の学位を取得済みまたは取得見込みであること

着任時期 2023年4月1日

応募締切 2022年6月1日

その他 【任期】特任の場合は, 最長5年の有期雇用。採用後の教育研究業績評価等により, 特任教員として再任または専任教員への任用替えとなる可能性がある

【詳細】4月初旬に以下のサイトに掲載

https://www.oit.ac.jp/japanese/saiyo/top_main.html





FIT2022第21回情報科学技術フォーラム 選奨論文・一般論文 講演募集のご案内

会 期：2022年9月13日(火)～15日(木)
会 場：慶應義塾大学 矢上キャンパス(ハイブリッド開催)

FIT2022 Web ページ <https://www.ipsj.or.jp/event/fit/fit2022/>

電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ (ISS) 並びにヒューマンコミュニケーショングループ (HCG) と情報処理学会 (IPSJ) は、2002年から毎年秋季に合同で「情報科学技術フォーラム(FIT: Forum on Information Technology)」を開催しています。2022年9月には、第21回目を慶應義塾大学 矢上キャンパスでハイブリッド開催いたします。FITは、両学会の大会の流れをくむものであると同時に、従来の大会の形式にとらわれずに新しい発表形式を導入し、タイムリーな情報発信、活気ある議論・討論、多彩な企画、他分野研究者との交流を実現してきております。皆様の研究成果発表の場として、標記のとおり論文発表を募集致しますので奮ってお申込み下さい。

●申込主要日程

登録申込/投稿受付期間：2022年3月29日(火)から 2022年5月11日(水) 15:00まで
最終掲載原稿締切：2022年6月24日(金) 15:00

●表彰

FITには、以下の表彰制度がありますので是非ともチャレンジして下さい。
いずれの賞も、電子情報通信学会又は情報処理学会の会員であることが受賞条件となりますのでこの機会に是非御入会下さい。

FIT ヤングリサーチャー賞	2年12月31日現在で33歳未満の講演者(選奨論文および一般論文)の中から、発表件数の1.5%を上限として選定。賞はFIT運営委員会より3万円贈呈。本賞受賞は本人に対し一回のみ。

●選奨論文(4~8ページ程度)

投稿された論文の担当研究会を決定していただきます。FIT2022 Web ページに掲載の研究会取り扱い分野をよく御確認のうえ御自身の論文内容と一致した研究会を、申込者御自身の責任において投稿時に適切に選択して下さい。
船井ベストペーパー賞、FIT 論文賞への審査を希望する場合は、Web からの講演申込みの際に必ず論文形式で『選奨論文』を選択して下さい。但し、賞を前提とした論文形式となりますので、電子情報通信学会又は情報処理学会の会員であることが投稿条件となります。非会員の方は御入会手続きをお済ませの上御投稿下さい。選奨論文はFIT 初日の選奨セッションに組み込まれ、各セッションにて選奨委員2名による1次審査を行います。1次審査の結果は当日の夕方までに大会会場に掲示されます。2次審査はFIT 終了後実施され、上位3件が船井ベストペーパー賞、次点7件程度がFIT 論文賞の受賞となります。
※4ページ以上の投稿が必須ですが、3ページ目からは追加ページ代(4,000円/ページ)が発生します。例えば6ページ投稿の場合、4ページ分の追加ページ代が発生しますので、講演参加費のほかに「4,000円×4=16,000円」の追加費用が必要となります。

●一般論文(2~8ページ程度)

FIT2022 Web ページに掲載の研究会取り扱い分野をよく御確認のうえ御自身の論文内容と一致した研究会を、申込者御自身の責任において適切に選択して下さい。
※3ページ以上の投稿される場合は、3ページ目からは追加ページ代(4,000円/ページ)が発生します。例えば4ページ投稿の場合、2ページ分の追加ページ代が発生しますので、講演参加費のほかに「4,000円×2=8,000円」の追加費用が必要となります。

●講演募集内容

選奨論文と一般論文は、最近行った研究及び調査の報告、または成果を上げた新しい企画及び試験結果の報告、新製品の紹介等で、学術的に価値のあるものに限り、二重投稿にならないよう、また、著作権の問題がないようご配慮下さい。

●論文誌推薦制度

選奨論文の中から船井ベストペーパー賞の審査を通して優秀な論文と判断されたものを、FITプログラム委員会が電子情報通信学会または情報処理学会(FIT講演申込フォームの講演応募分野(研究会)で選択した研究会が属する学会)の論文誌へ推薦します。掲載の採否は、それぞれの学会の論文誌編集委員会が決定します。論文誌への投稿の際には、投稿先論文誌編集委員会の評価基準を満足し、完成度の高い論文に仕上げて頂くことをお勧めします。なお、推薦を辞退することも可能です。

●講演参加費(税込み)

講演参加費は、基本原稿掲載料2ページ分、講演料、聴講料、電子版論文集、冊子プログラム、参加章の代金を含みます。講演論文集はWeb からダウンロードして頂く電子版論文集になります。FIT 開催1週間前にメールにて案内をお送りする予定です。

会 員： 正員 12,000円 学生員 6,000円
非会員： 一般(社会人) 24,000円 学生 12,000円
追加ページ代：4,000円/1ページ (3ページ以上投稿された場合。詳細は上記※参照)

※会員の費用が適用されるのは、電子情報通信学会、情報処理学会、電気学会、照明学会、映像情報メディア学会及び電子情報通信学会と協定を締結した海外の学会(IEIE、KICS、KIISE、REV、IEEE/CS、IEEE/ComSoc、IEEE/PHO、IEEE/MTT-S)または情報処理学会と協定を締結した海外の学会(ACM、IEEE、IEEE/CS、KIISE、CSI、CCF)の個人会員に限ります。
※登録申込締切後に講演の取消をされても講演参加費等はお支払頂くこととなりますので御注意下さい。

●申込みの方法・注意事項

講演申込み及び論文原稿投稿はFIT2022 Web ページよりお願い致します。一人が複数の発表を行うことを認めます。ただし、お申込み件数分の講演参加費が必要となります。また、内容が極めて類似したものを数件にわたって発表することはできません。なお、会場数、会期日数などの制約によりプログラム編成上、講演分野の変更を行うこともございますのであらかじめ御了承下さい。

●問合せ先(FIT2022事務局)

〒101-0062 千代田区神田駿河台1-5 化学会館4階

情報処理学会の会員になりませんか!

www.ipsj.or.jp

新規会員
募集中

一般社団法人 情報処理学会は、IT に関する専門家集団として健全な情報化社会の実現に向けて、学術・文化・産業等の多方面に貢献しています。

■活動の概要

- 出版活動（学会誌「情報処理」、論文誌、デジタルプラクティス、単行本の発行）、電子図書館への掲載
- 各種行事の開催（研究発表会、全国大会、FIT（情報科学技術フォーラム）、シンポジウム、連続セミナー、短期集中セミナー他）
- 教育活動（大学の標準カリキュラム策定、JABEE 認定審査、認定情報技術者（CITP）認証、教員免許更新講習）
- 国際交流（IFIP への加盟、海外学協会との提携）
- 標準化活動（情報技術に関する国際標準規格開発および普及活動）
- その他の活動（各種提言・コンピュータ博物館の運営・情報処理技術遺産の認定・表彰・支部活動他）

■会員になるには

入会金（正会員のみ）と会費をお振り込みの上、入会申込書をお送りください。理事会で承認後会員証（賛助会員除く）をお送りします。情報処理学会の会員は、個人会員と賛助会員から構成されています。

個人会員

- 名誉会員：本会の活動において特別な功績があり、総会で推薦された個人
- 正会員：本会の目的に賛同して入会した個人で、本会の中心的会員
- 学生会員：学校に在学中の個人
- ジュニア会員：小学生～大学学部3年生以下の学生（会費無料）

賛助会員

本会の活動をサポートする団体または個人

■ご入会いただくと、こんな良いことがあります。

1 最新技術を紹介する会誌「情報処理」が毎月お手元に届きます（ジュニア会員は電子版のみ）。

特集：より自由でより没入感の高いイマーシブメディア／デジタルアーキテクチャデザイン／触覚と情報処理／最新のデジタル・フォレンジック事情／人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計／身近になった対話システム／観光情報学—スマートツーリズムに向けた研究動向—／植物と情報処理／自動運転元年／スマートファクトリーは工場の何を変えるのか？ 他

2 IT実践の現場で創出された創意工夫、新しい利用法、教訓などを紹介する「デジタルプラクティス」を読むことができます（電子版のみ）。

特集：オープンサイエンスを支える研究データ基盤／感性情報学 最前線／快適な運用管理を支えるインターネットと運用技術／DXのプラクティス／ビッグデータのデータサイエンス 他

3 電子図書館で「情報処理」の過去の記事を見ることができます。

4 「連続セミナー」に会員価格（4,000 円お得）で参加できます。

時代に即しかつ技術の先進性に富んだ内容をテーマに、その分野の第一線で活躍している講師を招いて年数回にわたり開催しています。2021年度は「ニューノーマル時代に向けた情報技術の潮流」をテーマに、12回オンラインにて開催しました。

5 ホットピックスに対応する「シンポジウム・セミナー」（5,000 円以上お得）や「研究会」に会員価格で参加できます。

クラウドコンピューティング、ソフトウェア開発、システム・アーキテクチャ、情報家電システム、LSI設計、高性能計算技術、プログラミング、アルゴリズム、ゲーム工学、セキュリティ、量子ソフトウェア、IoT、情報デザイン、情報倫理、バイオ、高齢社会デザイン、コンピュータグラフィックス、ビッグデータ、モバイルヘルスケア、スマートコミュニティ、音楽情報処理、ラーニングアナリティクス、障害者支援技術...

6 出版図書が会員割引で購入できます。

IT Text シリーズ、日本のコンピュータ史等

他にも会員向けサービスがたくさんあります。詳細は学会 Web サイトをご覧ください。



2021年度

ホット
ピックス

お問合せは、
一般社団法人 情報処理学会 会員サービス部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F
Tel.(03)3518-8370 Fax.(03)3518-8375 mem@ipsj.or.jp

[重要] 過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について

2020年12月18日
プログラミング・シンポジウム委員会

情報処理学会発行の出版物著作権は平成12年から情報処理学会著作権規程に従い、学会に帰属することになっています。

プログラミング・シンポジウムの報告集は、情報処理学会と設立の事情が異なるため、この改訂がシンポジウム内部で徹底しておらず、情報処理学会の他の出版物が情報学広場 (= 情報処理学会電子図書館) で公開されているにもかかわらず、古い報告集には公開されていないものが少からずありました。

プログラミング・シンポジウムは昭和59年に情報処理学会の一部門になりましたが、それ以前の報告集も含め、このたび学会の他の出版物と同様の扱いにしたいと考えます。過去のすべての報告集の論文について、著作権者（論文を執筆された故人の相続人）を探し出して利用許諾に関する同意をいただくことは困難ですので、一定期間の権利者搜索の努力をしたうえで、著作権者が見つからない場合も論文を情報学広場に掲載させていただきたいと思っております。その後、著作権者が発見され、情報学広場への掲載の継続に同意が得られなかった場合には、当該論文については、掲載を停止いたします。

この措置にご意見のある方は、プログラミング・シンポジウムの辻尚史運営委員長 (tsuji@math.s.chiba-u.ac.jp) までお申し出ください。

加えて、著作権者について情報をお持ちの方は事務局 (jigyo@ipsj.or.jp) まで情報をお寄せくださいますようお願い申し上げます。

情報処理学会著作権規程

<https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/copyright.html>

IPSJ メールニュースへ広告を出しませんか？

広告をIPSJメールニュースで配信しています。本会会員が主な読者なので、ターゲットを絞った広告に最適です。

- 配 信 数：約41,000通（原則毎週月曜日配信）
- 読 者 層：本会会員および非会員
- 形 式：テキストのみ。等幅半角70字×5行。URLを入れてください。
- 掲載位置：ヘッダ（目次の上）
フッタ（本文の最下行）
- 掲 載 料：ヘッダ：1回55,000円（税10%込）※3社限定
フッタ：1回22,000円（税10%込）
※それぞれ行数超過については別途相談
- 申 込 先：[広告代理店]
アドコム・メディア（株）E-mail: sales@adcom-media.co.jp
〒169-0073 東京都新宿区百人町2-21-27 Tel(03)3367-0571 Fax(03)3368-1519
または、情報処理学会 会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp Tel(03)3518-8371
- 申込締切：毎週水曜日締切、翌週月曜日配信となります。
- 見 本：

— [広告] —

■■■■ ○○セミナー ■■■■

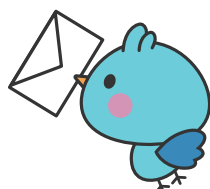
開催日時：1月10日（火）・11日（水）・12日（木）13：00～17：00

会場：○○コンベンションセンター

会費：情報処理学会会員の方には割引があります。

詳細はこちらをご覧ください：<http://www.....com/>

— [広告] —



書評（ビブリオ・トーク）・会議レポート募集のお知らせ

情報処理学会会誌編集委員会では、会誌「情報処理」に掲載する書評、および会議レポートを広く会員の皆さまから募集しています。

1. **募集対象** 次の2種類の記事について、原稿を募集します。書評に関しては、「ビブリオ・トーク—書評—」、「ビブリオ・トーク—私のオススメ—」の2つのカテゴリを設けます。
 - a-1) ビブリオ・トーク—書評—: 過去2年間に出版された、本会会員にとって有益な図書についての紹介もしくは批評。
 - a-2) ビブリオ・トーク—私のオススメ—: お気に入りの本の紹介。
 - b) 会議レポート: 情報処理に関する国際規模の会議・大会の報告など、時事性が高く、本会会員に広く知らせる価値のある話題。

2. 応募資格

原則として本会会員に限ります。

3. 応募の手続き

- 1) 表 題: ビブリオ・トークの場合は、書評もしくは私のオススメの投稿カテゴリ、著者名、書名、ページ数、発行所、発行年、価格、ISBNを書く。会議レポートは、見出しを書く。書評、会議レポートの別を左肩に書く。
- 2) 評者名 (会議レポートの場合は筆者名)・所属・評者連絡先 (住所、E-mail、Fax など) の記載を忘れずに。
- 3) 本 文: ビブリオ・トークは1,500字以内または3,000字以内 (1または2ページ)、会議レポートは2,100字前後で書く。
- 4) そ の 他: (必要であれば) 参考文献、付録、図、表をつける。詳しくは「原稿執筆のご案内/書評・会議レポート」(<https://www.ipsj.or.jp/magazine/sippitsu/shohyoneews.html>) を参照してください。

4. 原稿の取扱い

投稿された原稿は会誌編集委員会で審査し、採否を決定します。採用にあたっては原稿の修正をお願いすることがあります。あらかじめご了承ください。

5. 照会/応募先 一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp



読後のご意見をお送りください

本誌では、現在約200名の方々に毎号のモニタをお願いしておりますが、より多くの読者の皆さんからのご意見、ご提案をおうかがいし、誌面の充実に役立てていきたいと考えておりますので、以下 Web ページから奮って事務局までお寄せください。

「情報処理」アンケートページ <https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>

一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp



◎ IPSJ カレンダー◎

学会イベントの最新情報を下記 URL でご案内しています。新型コロナウイルス感染症拡大を受け、開催方法の変更、開催中止などの可能性がありますので、最新情報をご確認いただきますようお願いいたします。

<https://www.ipsj.or.jp/calendar.html>



CONTENTS

Preface

- 220 **The Programming Skills that Have Changed the Face of Newsgathering**
Seiji MIWA (Senior Commentator Japan Broadcasting Corp.)
- 222 **Message from the Newly Appointed Editor-in-chief : Involving Members Toward an Attractive IPSJ Magazine**
Yuki IGARASHI (Ochanomizu Univ.)
- 224 **Message from the Newly Appointed Deputy Editor-in-chief : Embark on a New Adventure: Episode 2 - Final Adventure!**
Yuka KATO (Tokyo Woman's Christian Univ.)
- 225 **Message from the Newly Appointed Deputy Editor-in-chief : Deputy Editor-in-chief as a Middle Management**
Atsushi KEYAKI (Hitotsubashi Univ.)
- 226 **Message from the Newly Appointed Deputy Editor-in-chief : Signal and Noise**
Kentaro FUKUCHI (Meiji Univ.)

Special Features

The Latest Trend in the Legal System on the Protection of Personal Information

- 228 **Foreword**
Satoshi HASHIMOTO (Tokushima-Bunri Univ.)
- 230 **Outline**

Digital Practice Corner

Practice of Information Technology Towards Super Smart Society

- 232 **Foreword**
Matsuki YOSHINO (Hitachi, Ltd.)
- 235 **Outline**

Let's Learn Informatics

- 238 **Using Programming to Foster Logical Thinking**
Tsuyoshi TOBARU (Ueta Elementary School)

"Peta-gogy" for Future

- 245 **ICT Support in a Small Town - Before the Corona Disaster -**
Keiko WATANABE (Tokyo Women's College of Physical Education / Tokyo Women's Junior College of Physical Education)
- 246 **Prepare for the University Entrance Exam for the Subject "Informatics" - Operating the Explanation Site for the Common Test for University Admissions "Basics in Information Processing" -**
Takumi MATSUSHIMA (Fukuoka Prefectural Meizen High School)
- 251 **Telework Environment that Does Not Stop Office Work - Environment Separation by Virtualization of Office PC -**
Kouji NISHIMURA (Hiroshima Univ.)

-
- 244 **Questions for Experts**
 - 256 **Biblio Talk**
 - 258 **Skimming a Famous Paper in Five Minutes**
 - 262 **IT Travelog Manga**
 - 264 **Conference Report**

Online Only

Special Features

The Latest Trend in the Legal System on the Protection of Personal Information

- e1 **Overview of the 2020 Amendments to the Personal Information Protection Act and the Impact on Information Processing Practices**
Yoichiro ITAKURA (Hikari Sogoh Law Offices)
- e7 **An Overview of the 2021 Law Reform on the Act on Protection of Personal Information**
Taro KOMUKAI (Chuo Univ.)
- e10 **Revision of the Law of Protection of Personal Information and Its Impact on Academic Research**
Harumichi YUASA (Meiji Univ.)

- e15 **Act on the Protection of Personal Information (June 2020) and AI Development**
Tadashi MIMA (Hitachi Consulting Co., Ltd. / Keio Univ.)
- e19 **Current Legal Order on Data Assets under Insolvency Procedures in Information Society**
Satoshi HASHIMOTO (Tokushima-Bunri Univ.)

-
- e26 **What Kind of Exam Questions on Informatics Will Appear in University Entrance Exams?**
 - e38 **What Kind of Exam Questions on Informatics Will Appear in University Entrance Exams?**

2021年4月から新たに本誌編集委員に就任しました。コロナ禍、リモートで初めて参加した4月の編集委員会から半年ほどは毎月の定例委員会で何が話されているのか、その議論についていくこともできず、どこに何があるのかも手探りの状態でした。そうこうしていた暑い夏の日には本誌編集委員として初めて特集エディタを担当する機会がやってきました。どのテーマを選ぶべきなのか頭の中を駆け巡っていましたが、2022年4月以降に相次いで施行を迎える個人情報保護法改正の最新動向がよいのではないかと思います。本誌では、プライバシーや個人情報に関連したテーマは何度か特集されています。個人情報保護法は、3年ごとに見直しが行われて行く中で2020年と2021年の2年連続で改正が行われ、2020年改正法の規定が施行を迎えるタイミングで個人情報保護法の最新動向をお届けすることで読者の皆様にとって有益なものになればと思います。しかし、本誌の特集エディタを担当するのは初めての経験でしたので、そもそも企画はどうやって提案するのか、執筆者は集まるのかなどあらゆることが分からないことだらけとなっ

て山積み状態になっていました。エディタが普段活動の場としている本会の研究会では社会制度と情報技術の境界領域の問題を研究していることもあり、エディタとしては、制度的な側面を扱うにせよ技術への影響の側面を扱うにせよ、双方が両輪となつてともに社会を発展させていくことができるような内容にしたいという思いがありました。幸いにも改正法の内容そのものの解説部分でも、改正法が情報技術の研究開発や情報処理の運用面に与える影響の解説の部分でも高い知見と問題意識を有する最先端の実務家、研究者、そして技術者に執筆をお願いすることができました。企画内容の全体像が見えてきた、その後の目次の確定や著者の先生方への執筆依頼、進捗状況管理などのプロセスも会誌担当事務局の皆様や先輩編集委員の先生方にことあるごとに聞きながらようやく刊行を迎えることができました。今後も情報科学が技術と制度のHUBとして社会に埋もれる多様な問題を相互につなぎ、解決に寄与できるような内容を送り出していきたいと考えています。

(橋本誠志/本小特集エディタ)

次号(6月号) 予定目次

編集の都合により変更になる場合がありますのでご了承ください。

※はオンライン版のみの掲載となります

「特集」2次元コードが経済の動きを加速させる[※]

QRコードの進化と普及—QRコードの軌跡と今後—/2次元コード決済とその安全性—2次元コードの潜在的脆弱性—/決済用QRコードの統一規格JPQR—コード決済の仕組みと標準化の内容—/ワクチン接種証明書アプリの取り組み/QRコード決済システムを活用し、市内公共交通のキャッシュレス化を推進!~長野県上田市における「公共交通キャッシュレス化推進プロジェクト」~/デジタル地域通貨で実現するサステナブルな地域づくり

教育コーナー：べた語義

連載：5分で分かる!有名論文ナメ読み/情報の授業をしよう!/先生、質問です!/ビブリオ・トーク

コラム：巻頭コラム

訂正

本誌63巻4号(2022年4月号)の連載：先生、質問です!に一部誤りがありました。お詫びして訂正いたします。

p.195 久保田晃弘氏回答5行目

(誤)もし見つかったら、その人の所属先なり、あるいは連絡先などを(これも検索すれば見つかる場合があります)に、メールなどで連絡してみるのがよいと思います。

(正)もし見つかったら、その人の所属先なり、あるいは連絡先など(これも検索すれば見つかる場合があります)に、メールなどで連絡してみるのがよいと思います。

複写される方へ

一般社団法人情報処理学会では複写複製および転載複製に係る著作権を学術著作権協会に委託しています。当該利用をご希望の方は、学術著作権協会(https://www.jaacc.org/)が提供している複製利用許諾システムもしくは転載許諾システムを通じて申請ください。

尚、本会会員(賛助会員含む)および著者が転載利用の申請をされる場合については、学術目的利用に限り、無償で転載利用いただくことが可能です。ただし、利用の際には予め申請いただくようお願い致します。

権利委託先：一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル
E-mail: info@jaacc.jp Tel (03)3475-5618 Fax (03)3475-5619

また、アメリカ合衆国において本書を複写したい場合は、次の団体に連絡してください。
Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone: 1-978-750-8400 Fax: 1-978-646-8600

Notice for Photocopying

Information Processing Society of Japan authorized Japan Academic Association For Copyright Clearance (JACC) to license our reproduction rights and reuse rights of copyrighted works. If you wish to obtain permissions of these rights in the countries or regions outside Japan, please refer to the homepage of JACC (http://www.jaacc.org/en/) and confirm appropriate organizations.

You may reuse a content for non-commercial use for free, however please contact us directly to obtain the permission for the reuse content in advance.

<All users except those in USA>

Japan Academic Association for Copyright Clearance, Inc. (JAACC)
6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan
E-mail: info@jaacc.jp
Phone: 81-3-3475-5618 Fax: 81-3-3475-5619

<Users in USA>

Copyright Clearance Center, Inc.
222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA
Phone: 1-978-750-8400 Fax: 1-978-646-8600

..... 広告のお申込み

■広告料金表（価格は税 10%込）

掲載場所	4色	1色
表2	363,000円	—
表3	302,500円	—
表4	423,500円	—
表2対向	330,000円	—
表3対向	291,500円	170,500円
前付1頁	275,000円	148,500円
前付1/2頁	—	88,000円
前付最終	—	162,800円
目次前	—	162,800円
差込 (A4変形判 70.5kg未満 1枚)	302,500円	
差込 (A4変形判 70.5kg～86.5kg 1枚)	385,000円	
同封 (A4変形判 1枚)	385,000円	

■「情報処理」

発行 一般社団法人 情報処理学会
 発行部数 20,000部
 体裁 A4変形判
 発行日 毎当月15日
 申込締切 前月10日
 原稿締切 前月20日
 広告原稿 完全版下データ
 原稿寸法 1頁 天地 250mm × 左右 180mm
 1/2頁 天地 120mm × 左右 180mm
 雑誌寸法 天地 280mm × 左右 210mm

■問合せ・お申込み先

〒169-0073 東京都新宿区百人町2-21-27
 アドコム・メディア(株) (Tel/Fax/E-mailは下に記載)

*原稿制作が必要な場合には別途実費申し受けます。
 *同封のサイズ・割引の詳細についてはお問合せください。

..... 掲載広告の資料請求

掲載広告の詳しい資料をご希望の方は、ご希望の会社名にチェック を入れ、送付希望先をご記入の上、Faxにて（またはE-mailにて必要事項を記入の上）アドコム・メディア（株）宛にご請求ください。

■「情報処理」 63巻5号 掲載広告（五十音順）

- オーム社..... 表2 すべての会社を希望
 コロナ社..... 前付最終上
 サイエンス社..... 表2対向

■資料送付先

フリガナ お名前	_____		
勤務先	_____ 所属部署		
所在地	(〒 _____)		
	TEL (_____)	-	FAX (_____)
ご専門の分野	_____		



お問合せ・お申込み・資料請求は

広告総代理店 **アドコム・メディア(株)**

Tel.03-3367-0571 Fax.03-3368-1519 E-mail: sales@adcom-media.co.jp

賛助会員のご紹介

本会をご支援いただいております賛助会員をご紹介します。
Web サイト (<https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/sanjo.html>) 「賛助会員一覧」のページからも
各社へリンクサービスを行っておりますので、ぜひご覧ください。

照会先 情報処理学会 会員サービス部門 E-mail: mem@ipsj.or.jp Tel.(03)3518-8370

●●● 賛助会員 (20 ~ 50口)

HITACHI
Inspire the Next

(株) 日立製作所



三菱電機 (株)

FUJITSU

富士通 (株)



(株) サイバーエージェント

Orchestrating a brighter world

NEC

日本電気 (株)



日本アイ・ビー・エム (株)

●●● 賛助会員 (10 ~ 19口)



(株) リクルート



(株) NTT ドコモ

TOSHIBA

(株) 東芝



日本電信電話 (株)



日本マイクロソフト (株)



(株) フォーラムエイト

●●● 賛助会員 (3 ~ 9口)



(一社) 情報通信技術委員会

NTT data

(株) NTT データ



グリー (株)

IA japan

(一財) インターネット協会



(一社) 情報サービス産業協会



トレンドマイクロ (株)

BFT

(株) BFT



NTT コムウェア (株)



NTT テクノクロス (株)

uejima

(株) うえじま企画

OKI

沖電気工業 (株)



コアマイクロシステムズ (株)

SANBI

三美印刷 (株)

SONY

ソニー (株)

TECHNPRO
Design

(株) テクノプロ
テクノプロ・デザイン社

MIZUHO みずほリサーチ&テクノロジーズ

みずほリサーチ&テクノロジーズ (株)



大学・工業高校・専門学校などで
教科書・参考書としてお使いいただけるシリーズです。

新刊

情報システムの分析と設計

伊藤 潔・明神 知・富士 隆・川端 亮・熊谷 敏・藤井 拓 共著
A5判/272頁/定価3,300円(税込)

オペレーティングシステム(改訂2版)

野口健一郎・光来健一・品川高廣 共著
A5判/256頁/定価3,080円(税込)

ネットワークセキュリティ

菊池浩明・上原哲太郎 共著
A5判/206頁/定価3,080円(税込)

ソフトウェア工学

平山雅之・鶴林尚靖 共著
A5判/214頁/定価2,860円(税込)

応用Web技術(改訂2版)

松下 温 監修/市村 哲・宇田隆哉 共著
A5判/192頁/定価2,750円(税込)

基礎Web技術(改訂2版)

松下 温 監修/市村 哲・宇田隆哉・伊藤雅仁 共著
A5判/196頁/定価2,750円(税込)

画像工学

堀越 力・森本 正志・三浦康之・澤野弘明 共著
A5判/232頁/定価3,080円(税込)

人工知能(改訂2版)

本位田真一 監修/松本一教・宮原哲浩・
永井保夫・市瀬龍太郎 共著
A5判/244頁/定価3,080円(税込)

音声認識システム(改訂2版)

河原達也 編著
A5判/208頁/定価3,850円(税込)

ヒューマンコンピュータ
インタラクション(改訂2版)

岡田謙一・西田正吾・葛岡英明・仲谷美江・塩澤秀和
共著 A5判/260頁/定価3,080円(税込)

ソフトウェア開発(改訂2版)

小泉寿男・辻 秀一・吉田幸二・中島 毅 共著
A5判/224頁/定価3,080円(税込)

情報と職業(改訂2版)

駒谷昇一・辰巳丈夫 共著
A5判/232頁/定価2,750円(税込)

情報通信ネットワーク

阪田史郎・井関文一・小高知宏・甲藤二郎・
菊池浩明・塩田茂雄・長 敬三 共著
A5判/288頁/定価3,080円(税込)

数理最適化

久野誉人・繁野麻衣子・後藤順哉 共著
A5判/272頁/定価3,630円(税込)

情報とネットワーク社会(一般教育シリーズ)

駒谷昇一・山川 修・中西通雄・北上 始・佐々木整・
湯瀬裕昭 共著 A5判/196頁/定価2,420円(税込)

情報とコンピュータ(一般教育シリーズ)

河村一樹・和田 勉・山下和之・立田ルミ・岡田 正・
佐々木整・山口和紀 共著
A5判/176頁/定価2,420円(税込)

メディア学概論

山口治男 著
A5判/172頁/定価2,640円(税込)

情報ネットワーク(一般教育シリーズ)

岡田 正・駒谷昇一・西原清一・水野一徳 共著
A5判/168頁/定価2,530円(税込)

離散数学

松原良太・大島彰昇・藤田慎也・小関健太・
中上川友樹・佐久間雅・津垣正男 共著
A5判/256頁/定価3,080円(税込)

HPCプログラミング

寒川 光・藤野清次・長嶋利夫・高橋大介 共著
A5判/256頁/定価3,080円(税込)

ユビキタスコンピューティング

松下 温・佐藤明雄・重野 寛・屋代智之 共著
A5判/232頁/定価3,080円(税込)

Java/UMLによる
アプリケーション開発

森澤好臣 監修/布広永示・高橋英男 共著
A5判/208頁/定価2,860円(税込)

情報理論

白木善尚 編
村松 純・岩田賢一・有村光晴・渋谷智治 共著
A5判/256頁/定価3,080円(税込)

Java基本プログラミング

今城哲二 編 布広永示・
マッキンケネスジェームス・大見嘉弘 共著
A5判/248頁/定価2,750円(税込)

システムLSI設計工学

藤田昌宏 編著
A5判/242頁/定価3,080円(税込)

組込みシステム

阪田史郎 著 高田広章 編著
A5判/280頁/定価3,300円(税込)

情報システム基礎(一般教育シリーズ)

神沼靖子 編著
A5判/228頁/定価2,750円(税込)

Linux演習

前野讓二・落合 昭・生野荘一郎・塩澤秀和・
高島俊徳 共著
A5判/224頁/定価2,750円(税込)

インターネットプロトコル

阪田史郎 編著
A5判/272頁/定価3,080円(税込)

分散処理

谷口秀夫 編著
A5判/240頁/定価3,080円(税込)

情報とコンピューティング
(一般教育シリーズ)

川合 慧 監修/河村一樹 編著
A5判/228頁/定価2,750円(税込)

情報と社会(一般教育シリーズ)

川合 慧 監修/駒谷昇一 編著
A5判/236頁/定価2,750円(税込)

コンピュータアーキテクチャ(改訂2版)

小柳 滋・内田啓一郎 共著
A5判/256頁/定価3,190円(税込)

コンピュータグラフィックス

魏 大名・先田和弘・Roman Durikovic・向井信彦・
Carl Vilbrandt 共著
A5判/280頁/定価3,300円(税込)

アルゴリズム論

浅野哲夫・和田幸一・増澤利光 共著
A5判/242頁/定価3,080円(税込)

データベース

速水治夫・宮崎収一・山崎晴明 共著
A5判/196頁/定価2,750円(税込)

ソフトウェア工学演習

伊藤 潔・廣田豊彦・富士 隆・熊谷 敏・川端 亮 共著
A5判/228頁/定価3,080円(税込)

データベースの基礎

吉川正俊 著
A5判/288頁/定価3,190円(税込)

コンピュータグラフィックスの基礎

宮崎大輔・床井浩平・結城 修・吉田典正 著
A5判/292頁/定価3,520円(税込)

一般情報教育(一般教育シリーズ)

稲垣知宏・上繁義史・北上 始・佐々木整・
高橋尚子・中鉢直宏・徳野淳子・中西通雄・
堀江郁美・水野一徳・山際 基・山下和之・
湯瀬裕昭・和田 勉・渡邊真也 著
A5判/266頁/定価2,420円(税込)

価格は変更する場合があります。

2022年度情報処理学会シニア会員申請のご案内

本会は、2014年度より情報処理分野において継続的な貢献が認められ、学会活動を通して本会の発展に寄与する正会員に対し、将来にわたって引き続き学会活動の中心となつて、学会の発展、ひいては社会への貢献をいただくという趣旨のもと、「情報処理学会シニア会員制度」を設けております。

シニア会員の申請有資格者様におかれましては、本制度の内容をご確認の上、ぜひとも申請をいただき、本会シニア会員として今後もなお一層の積極的な学会活動、ご活躍をいただければ幸いです。多くの方からの申請をお待ちしております。

なお、「シニア会員」の称号取得は、2019年度より「フェロー」推薦を得るための条件となりました。

2022年度シニア会員申請および申請手続き要項

以下の要項をご確認の上、学会 Web サイト内のシニア会員 Web ページより、「シニア会員申請フォーム」に申請書類を添付して事務局までご送信ください。また、事務局シニア会員担当あて電子メール、および郵送での申請も受け付けております。

Web ページ	https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/seniormember/seniormember.html
申請対象者	2022年4月1日現在で正会員として連続5年以上在会の方が対象です。 *年齢不問、学生会員としての在会期間は対象外です。
申請受付締切	2022年7月31日(日)まで
申請書類	シニア会員申請書1通 シニア会員推薦書2通(推薦書は2名分必要です)
申請方法 (①~③いずれかの方法で申請してください)	<p>申請は自己申告による申請と第三者申告による申請がございます(詳細は Web ページをご確認ください)。</p> <p>■自己申告の場合の申請方法</p> <p>① Web サイト申請フォームから申請</p> <ol style="list-style-type: none"> 上記 Web ページより「シニア会員申請書」をダウンロード、必要事項を記入してください。 推薦者に該当する2名の方より「シニア会員推薦書」を入手してください。 「申請書」、「推薦書1」、「推薦書2」の順に計3ページ分を PDF にて1つのファイルにまとめてください。 上記 Web ページ内の「シニア会員申請フォーム」に必要事項をご入力頂き、3.で作成したファイルを添付して受付期間内に申請してください。 <p>② 電子メールで申請 soumu@ipsj.or.jp あてのメールに必要事項をすべて入力済みの「申請書」1通、「推薦書」2通を添付してお送りください。</p> <p>③ 郵送にて申請 事務局管理部門シニア会員担当へ必要事項をすべて記載した「申請書」1通、「推薦書」2通(いずれもサイズは A4 判)をお送りください。</p> <p>①, ②, ③とも事務局にて受付後、受付完了メールを申請者・推薦者にお送りしますのでご確認ください。</p> <p>■第三者申告の場合の申請方法</p> <p>【申告者(推薦者)】第三者による申告の場合、申告者(推薦者)は次項1~6のいずれかに該当する本会員に限り、また、申告者は推薦者の一人となります。</p> <p>① Web サイト申請フォームから申請</p> <p>② 電子メールで申請</p> <p>③ 郵送にて申請</p> <p>いずれも自己申請の場合と同様。</p>
推薦者	推薦者は下記1~6のいずれかに該当する方です。2名の方から推薦書をいただいでください(推薦者は上記 Web ページにて確認できます)。 1. 本会名誉会員 2. 本会フェロー 3. 本会役員及び役員経験者 4. 本会支部長及び支部長経験者 5. 本会研究会主査及び研究会主査経験者 6. 本会シニア会員
審査方法	申請書類に基づき、本会経営企画委員会で審査を行い、理事会へ諮ります。 【審査基準】 本会関連分野の技術者、科学者、教育者、技術管理者で、連続して5年以上本会正会員として在会しており、本会の諸活動の支援および諸事業において、貢献が認められる方。
結果連絡	2022年10月ごろ、申請書に記載のメールアドレスへ審査結果を連絡します(審査状況によっては日程が変更になる可能性があります)。 申請が認定された方は、本会 Web ページにお名前を掲載し、後日「シニア会員認定証」を会誌発送先の住所へお送りします。

申請・照会先：〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

情報処理学会事務局 管理部門 シニア会員担当

TEL：03-3518-8374 e-mail: soumu@ipsj.or.jp

〒101-0062
東京都千代田区神田駿河台1-5
編集人 五十嵐悠紀

発行所 東京都千代田区神田駿河台1-5
一般社団法人 情報処理学会
木下泰三

電話 東京(03)35181837
振替口座 〇〇一五〇一四一八三四八四

印刷所 東京都荒川区西日暮里五十二丁目七
三美印刷株式会社

会員外発売所 東京都千代田区神田錦町三十一
株式会社 オーム社



特集号招待論文

スマートホスピタル構想における汎用型多目的ロボットの活用

大山慎太郎¹ 山下佳子¹ 小倉 環² 藤原友莉子² 高椋大寛³ 白鳥義宗¹

¹名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター ²大成建設(株) ³モノプラス(株)

少子高齢社会の進展，医療従事者の人手不足，そしてCOVID-19に関連した感染症対策の業務負担も深刻な問題となっている。名古屋大学医学部附属病院では院内のデジタルトランスフォーメーションを推進し，業務効率化や働き方改革，医療安全の向上を図る「スマートホスピタル構想」の下，産学連携による実証実験を行っている。本稿では業務効率化を目指し，多目的ロボットを活用したユースケースを実証したので報告する。

1. 超スマート社会におけるスマートホスピタルの役割

2010年に「ライフ・イノベーションによる健康大国戦略」が掲げられ医療・ヘルスケア分野が国家戦略として成長分野として期待されることで，この領域に注力する企業が増加した。医療機器関連企業や製薬企業はもちろんであるが，これまで医療と関連が少なかった企業もこれまでのノウハウや保有する技術を活かした医療・ヘルスケア領域への新規事業開拓や，従業員満足（ES, Employee Satisfaction）に直結する健康経営を目指した研究開発や投資を加速してきた。たとえば保険会社においては顧客データから蓄積されたリスク分析のノウハウや，電子機器企業においては生体情報センシング技術などを活用し，従業員の理想的なワークライフバランスに向けた運動・食事・生活習慣に対するエビデンスに基づいた能動的なモニタリングや行動変容を促す仕組みづくりや個々のリスクに基づいた健診プログラムの提供などを企業が積極的に実施するようになってきた。特に多忙極まりなく，担い手の不足が叫ばれる医療従事者を補助する技術の開発・導入は喫緊の需要であり，これまでの医療関連企業では知見が少ない，医療従事者の業務のロボットによる補助や代替は，これまで物流や工場内オートメーション等で取り組んでいる企業が多く，ノウハウが蓄積されてきており，先述した健康大国戦略でも重視されていること，また市場としてこれから少子高齢化が進む途上国などでの需要増大を見込めることもあり，この10年で非常に進歩してきた。

さらに2016年度に閣議決定された「第5期科学技術基本計画」の中で新しい価値やサービスを持続的に創出するコンセプトとして「超スマート社会（Society 5.0）」が新たに提唱されることで、これまで各々単独で開発検証されてきたロボット技術、Internet of Things (IoT) を始めとした情報通信技術、ものづくり技術を医療健康分野に活用した製品やサービスが連携し新しい価値を医療やヘルスケアの現場に提供することのポテンシャルが気づかれ始めた。ちょうどこの頃から、これまで社会課題として問題化されつつも解決策が見い出せなかった急速に進行する少子高齢化を背景とした医療過疎（医療の担い手・医療従事者の相対的不足）や医療現場のオーバーワーク問題に対する解決策としてスマート社会における新しい病院のかたちとしてスマートホスピタルが注目されてきつつある。Society 5.0で実現されようとしているスマート社会は、ヒトやモノが時間や場所などの制約を超えつながりあい、これまでの社会では解決が困難であった課題を解決するとともに、新しい産業を創出し、ヒトが活躍できる新たな領域を見出すことで、希望の持てる社会、世代を超えて互いに尊重し合あえる社会とされ、一人ひとりが快適で活躍できる社会を創りあげることが目標としている。そのような目標の中で、あらゆる産業においてIoT (Internet of Things) , AI (Artificial Intelligence : 人工知能) , ロボティクス, 拡張現実技術 (Cross Reality (xR)) 等の先進情報技術を活用したイノベーションが求められてきた。

また、2019年より世界中を大きく揺るがしている新型コロナウイルス感染症（COVID-19）により、さらにスマート技術の社会実装が早められることが求められることとなった。医療現場では、後期高齢者の増加や人手不足に加え、新たな感染症の拡大によってより一層厳しい状況にある。

日本が目指すべき未来社会の姿としてSociety 5.0が提唱されてから現在まで、さまざまな分野の企業がデジタルトランスフォーメーションを推進し、IoTやAI、ロボティクス技術の活用を模索してきたが、医療分野では一部の病院でしか、先進的な試みが進んでおらず、デジタル技術を活用した医療現場における業務効率化、医療安全の向上が急務となっている。労働集約型産業と言える病院では、院内物流における搬送、書類作成や医療記録を打ち込む事務作業といった医療行ため以外の業務が多く存在する。近い将来、人手不足が深刻化する中、働き方改革やタスクシフティングを行い、業務効率化を進めていくには、先進的ICTを活用したスマート化が必要となる。当院では、2018年よりスマートホスピタル構想を宣言し、これまでもさまざまな企業や自治体と連携しながら産学官によるスマート技術の開発や技術に関する実証実験を進めてきた。それらの取組みの中から本稿では人を支援するロボットを扱った実証実験とロボットを導入する上での課題等について紹介する（**図1**）。



図1 スマート社会におけるスマートホスピタルとロボットの役割のイメージ

2. 病院内業務効率化を目指したロボット導入

2.1 システム概要

2.1.1 汎用型多目的ロボットtemi

temiは、イスラエルのロボットメーカーtemiが開発したサービスロボットである[1]。temiが自社開発した特許技術「ROBOXナビゲーションシステム」は、360度Light Detection and Ranging (LiDAR)とSimultaneous Localization and Mapping (SLAM) アルゴリズムを搭載している。LiDARは、レーザ光を使ったセンサの一種である。対象物までの距離や位置や形状まで正確に検知できることが特徴である。SLAMは、位置特定と地図作成を同時に行う技術である。これらの技術により、数センチレベルのマッピングを行うことができ、自律走行、障害物回避、ナビゲーションができるほか、自分で充電ステーションに戻る機能も備えている。本ロボットは元来家庭用のパーソナルロボットとして開発されたものであり、その用途を特定の機能に限定していない。そのため、temiが有するハードウェア機構とセンサ等でこと足りる範囲においては、1台でさまざまな機能をソフトウェアとして実装し実現することができる。この点が、あらかじめ限定された目的を達成するために開発された産業用ロボット等（1台数百万円以上のものが多い）と最も大きく異なる点である。

temiをソフトウェア制御していく場合は、オープンな技術となっているSDK[2]を組み合わせながら、アプリケーションを構築していく。開発言語は、java言語あるいはkotlin言語等である。Androidが有するWebviewを駆使して、挙動の大半をクラウド側で記述規定する。この場

合、Android/temi上でのアプリ開発は不要となるものの、Server sideでプログラムを記述するため、ソフトウェア開発者の支援が必要となる。

人間の判断を介在する以上、人間からの入力が必要となる。temiに対して人間が直接的に入力可能な方法は、タッチパネル操作、音声入力、カメラ経由での映像入力等となる。それ以外の方法としては、デジタル機器やクラウドを介した入力となる（図2）。

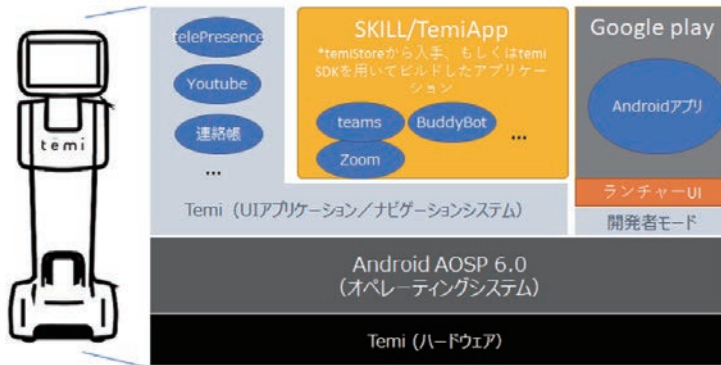


図2 temi上で動作するソフトウェアスタック

2.1.2 プラットフォームBuddyBot

より高度な業務をロボットで代替するためには、オープンな仕様でIoT機器やクラウドと連携する仕組みが必要である。また、temiを病院業務に活用するために、各病棟のレイアウトや動線に応じて柔軟にソフトウェアを改変していく必要がある。以上を実現するために構築されたプラットフォームがBuddyBotである[3]。BuddyBotはtemi SDKとAndroid SDKで実現可能な内容のみならず、IoT機器やクラウドと連携するための各種機能をブロックという形で用意し[4]、業務活用を検討する利用者自身がブロックを組み合わせることで、柔軟にロボットの動きを規定し、改変できる。

BuddyBotは、temi上で稼働するBuddyBotクライアントと、サーバ上で稼働するBuddyBotサーバで構成される（図3）。

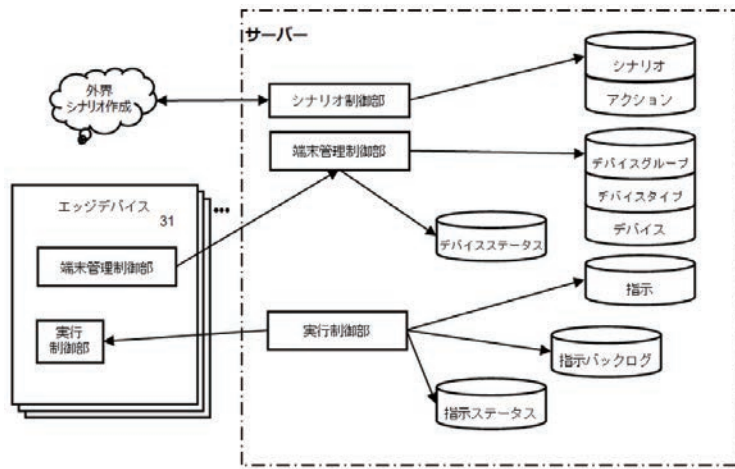


図3 BuddyBotアーキテクチャ

図4に例示するように、ブロックをブラウザで組み上げると、BuddyBotサーバにシナリオとして保存される。当該シナリオがランチャー等によって実行された場合、稼働可能なBuddyBotクライアント・temiがBuddyBotサーバによってアサインされる。以降、アサインされたBuddyBotクライアント・temiが当該シナリオを取得し、逐次実行していく。シナリオの実行記録はBuddyBotクライアント・temi内に記録され、シナリオの実行終了と同時にBuddyBotサーバに送付され、最終的なシナリオ完了となる。このシナリオ開始・終了は、Web APIを介して行われる。

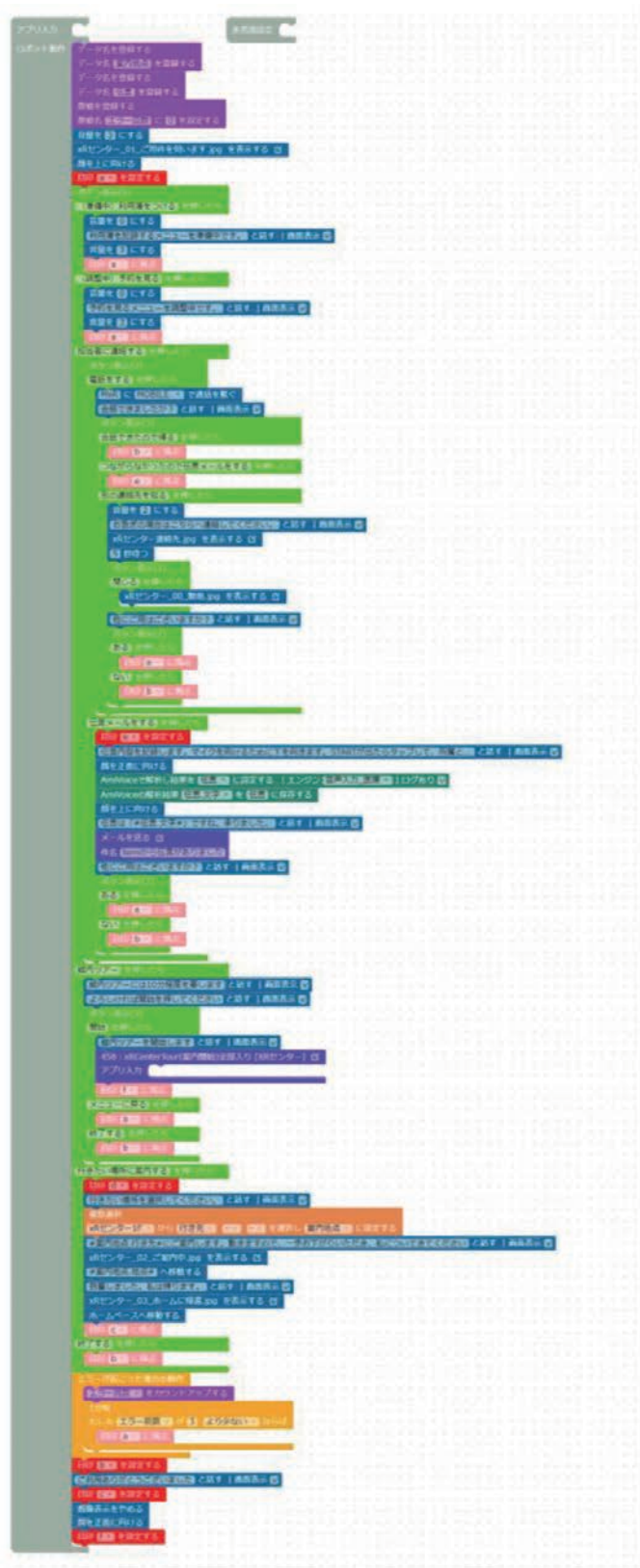


図4 BuddyBotを用いたブロック組み上げの例

これらの一連の作業はすべてブラウザを通して行うことができ、特別な操作ソフトウェアは不要である（図5）。



図5 BuddyBotサーバ管理画面

2.2 実証実験の目的と概要

本実証は、当院の外科系ICU（以下、SICUと称す）の協力のもと実施した。本実証は、病院内のあらゆる院内業務支援（遠隔面会、回診補助、物品搬送、患者対応補助等）を汎用型多目的ロボットであるtemiを使い、医療従事者の非医療業務やルーティン業務のタスクシフトを行うことで、医療従事者の業務負荷の軽減に寄与できるのかを目的に効果を検証する。temiの仕様については後述するが、機能としては、自律走行・AIアシスタント・テレプレゼンス機能を持った家庭での利用を目的としたパーソナルロボットである。当ロボットは、SDK（システム開発キット）が用意されておりサードパーティによるアプリケーション開発が可能となっている。今回の実証ではtemiを制御するためのアプリケーションであるBuddyBotを利用し、まずは病棟業務の支援が可能かを実証した。

<実証実験概要>

■実施期間：2022年1月17日～1月20日（※準備日含む）

■場所：名古屋大学医学部附属病院内
SICU（外科系重症病棟）※平面図を図6に示す。

■ロボット利用台数：temi1台

■主な実施内容（ユースケース）：

temiを使った遠隔コミュニケーション

- (1) temiによる医薬品等の搬送業務
- (2) 安全性確保、感染症予防への対応

■評価項目（アンケート）

- ・ temiの操作や使い勝手
- ・ 運用面でのメリット・デメリット
- ・ モビリティ機能やテレプレゼンス機能の操作性
- ・ 走行時の安全性
- ・ 走行中における通信ローミングの検証



図6 SICU平面図

2.3 ユースケース

2.3.1 SICU内の看護師と病院内外の医師との遠隔コミュニケーションツールとしての活用

当院のSICUは主科がなくセミクローズ運用で、手術を終えた患者が一般病棟へ戻るまでのリカバリ対応を行っている。SICUに患者が入院をしている間、SICU専属の医師に加え、手術を行った診療科の医師が治療方針を決定する。SICU内の看護師は、それぞれの医師の指示を仰ぎ、患者のケアにあたっている。各診療科の医師はSICU内に常駐しておらず、看護師は医師の指示を仰ぐために、院内携帯電話を用いて口頭で患者の状態を説明する必要がある。状況によっては、看護師が医師に診察を依頼し、医師がベッドサイドへ駆けつけて患者の状態を実際に診ることで、治療に必要な投薬や処置等の指示を行うこともある。その際、看護師は、患者の状態を口頭で説明するのみで十分対応できるレベルの症状なのか、すぐに医師に診察を依頼すべき状況なのか、判断に迷うケースがある。また、特に、夜勤帯のように医師が当直室や病院外などSICUから離れた場所にいる場合は、医師が駆けつけるのに時間がかかることで、結果的に医師の診察が不要なケースでは医師の移動の負担が生じ、逆に診察が必要なケースでは、看護師が医師を呼ぶべき状況かどうかを判断に悩む時間が治療上のロスタイムになり得ることがある。

こうした課題を解決するために、SICU内を走行するtemiとSICU外にいる医師側が持つtemi専用アプリインストール済みのモバイル端末を用いて、遠隔コミュニケーションを行った。

利用シーンは次の2つを想定した。

- ①看護師が、医師に患者の状態を確認してほしいタイミングで、temiから医師を呼び出し、テレビ会議を開始。看護師が患者のベッドサイドまでtemiを誘導し、患者の状態を医師とコミュニケーションを取りながら確認する。
- ②SICU外にいる医師が、temi専用アプリを起動し、モバイル端末からtemiを遠隔で操作し（図7）、患者の様子を確認する（図8）。必要に応じて、看護師に患者の状態を確認や指示出しをする（図9）。

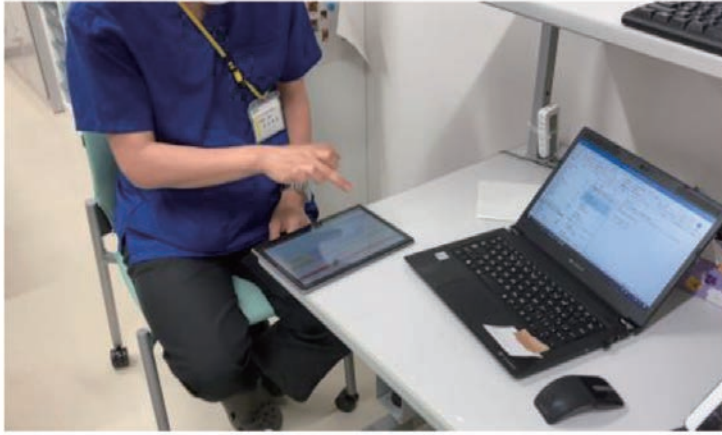


図7 ランチャーボタンから病室選択



図8 生体モニタ画面の確認



図9 現場看護師との会話

なお、temiのカメラは頭部のタブレット部にあるため、チルトの動作範囲の限界から視認に限界があるため、別途IPカメラを院内Wi-Fiに接続し、ノートPCから併せて確認できる構成とした。実証実験では、ノートPCからtemiに接続し、以下の確認を行った。

- i) 腹腔ドレーンの排液の確認 (図10, 図11)
- ii) 呼吸器の波形のチェック
- iii) 血液のチェック (図12, 図13)
- iv) 生体モニタのチェック (図8, 図14 (a) , 図14 (b))
- v) 手の静脈のチェック



図10 ドレーン排液の確認



図11 X IPカメラで生体モニタ撮影

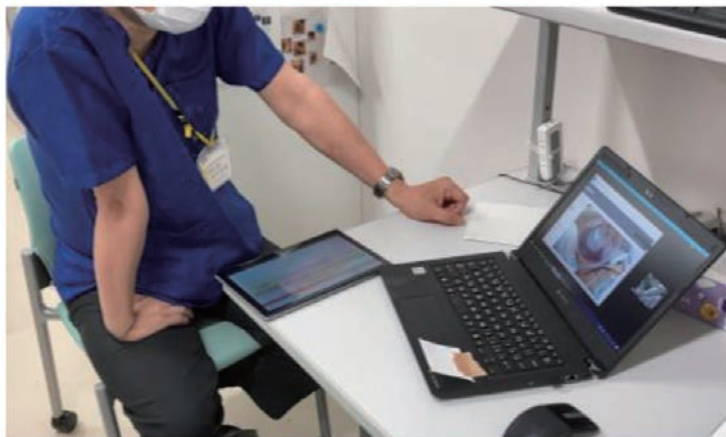


図12 血液の状態の確認



図13 病室側で血液の状態を撮影



図14 (a) X IPカメラで生体モニタ撮影



図14 (b)

まず、映像と音声の状況については通信環境の影響もあるが、IPカメラからの映像はタイムラグがあり、医師側から見る映像は時折コマ落ちの状態となったが、temiのカメラはコマ落ちせず、比較的スムーズに映像を配信することができていた。

現場の看護師との通話についても、temiのスピーカおよび医師側のノートPCともにコミュニケーションに関する不都合は発生しなかったが、病室内はさまざまな機材があり、temiを追従モードでエスコートするのは難しい状況であった。

ドレーンや医療機器モニタの視認については、カメラの性能が問われた。IPカメラ側は寄りすぎるとピントが合わず、位置調整が必要となったが、言葉では伝えづらい波形の状態や目盛りの数値の確認は行えた。照度の影響もあり血液中のコアグラは確認ができたが、色合いの濃淡、小さな傷、皮膚の状態の判別に関しては診断として利用するには課題が残った。カメラの性能によ

っては、視認性の向上が期待できるため、製品の選定については今度の課題と言える。また、ロボットやIPカメラは通信環境の影響を受けるため、安定かつ十分な通信速度などの環境整備も必要である。

2.3.2 軽量の薬品等の搬送作業への対応

当院のSICUでは、患者に投与する薬品のオーダーを医師が行い、薬品庫の看護師が準備しそれをベッドサイドまで届けている。図2にSICUの平面図を掲載したが、薬品庫から遠くの病室までを往復すると100m近く移動することとなる。ベッドサイドにいる看護師が搬送依頼を伝える術はPHSだけのため、PHSから連絡し、薬品庫よりベッドサイドまで持ってきてもらっている。1日に発生するオーダー件数は平均して600件程度であるが、担当看護師が1日に移動する歩数から換算するとおおよそ、4,200歩で約3km移動していることとなる。移動時間を考えると、1日40分移動時間に費やしていると言える。

この医薬品の搬送をtemiに代行させるのが目的であるが、実際の患者の医薬品を搬送させるにはリスクもあるため、実証実験中は立ち合いの上、実施時間帯および、搬送先となる担当看護師を決めて運用を行った。まず、temiはもともと搬送業務を行うためのロボットではないため、背面の台座にセンサに干渉しないように配慮し、簡易的な搬送かごを取り付けた。セキュリティ面を考慮すれば、鍵付きのボックスが望ましいが今回は部外者が容易に入れるエリアではないということと、立ち合いがいるため、考慮から外した。

実証実験でのシナリオの流れは下記となる。

- ① 薬品庫にいる担当看護師がモバイル端末のランチャーからtemiを薬品庫に呼び出す（図15）。
- ② 薬品庫前に到着したtemiは薬品庫内の担当看護師に到着したことを音声によって通知。
- ③ 担当看護師は医薬品をtemiのカゴに積載。
- ④ 搬送後にtemiをホームに戻すか薬品庫に戻すかを頭部モニタに表示される選択肢から選択（図16）。
- ⑤ 続いて、行先となる病室を選択。
- ⑥ temiが目的地に向けて移動（図17、図18）。
- ⑦ 目的地に到着後、病室内にいる看護師に到着したことを音声によって通知。
- ⑧ 医薬品を受け取り（図19）、内容確認後「受取完了」を選択。
- ⑨ ④で指示された場所に戻る（図20）。



図15 ランチャー画面



図16 行先の指示



図17 搬送中のtemi



図18 搬送中の画面表示



図19 病室での受取時



図20 ホームポジション

temiによる搬送は薬品庫と病室を行き来することを連続して3回行った、**図21**のホームポジションからスタートして3回目を終了し戻るまでの時間を示す（障害物を避け、一時停止している時間も含まれる）。2回目の搬送は、積載上限に近い5kg程度の重量を積載したため、左右に振られながらの走行となったが、人の補助なく自走で搬送完了することができた。



図21 医薬品搬送開始から終了するまでの計測時間と移動ルート

今回の実証では、担当看護師が医薬品積載後に搬送するtemiに追従したため、薬品庫に戻った際の準備に多少の時間ロスが発生したが、載せる医薬品が事前に用意されていればさらなる短縮が可能と思われる。

2.3.3 安全性確保、感染症予防への対応

ロボットを扱った実証実験を行う上で、一番注意しなければならないのは治療中の患者に対して問題を起こさないことである。ロボットが予期せぬ動きや、病棟スタッフと衝突して運用を止めてしまわないためにも、安全性確保は最優先事項である。また、コロナ禍においてロボットが感染源となるリスクも考えなければならない。安全面に関して、実証実験開始前に対象病棟の看護師だけでなく、SICUを行き来する関係者に対して、実証実験について十分な周知を行い、実証実験実施時間帯を決めて実施した。

実施当日は、temiの移動中は立会者が追跡し、予期せぬ挙動を行う場合は停止できるように人員を配置したが、実証実験中は危険な挙動や衝突等のトラブルは一切発生しなかった。医薬品の搬送では、temiの移動時の音が静かなため、「搬送中です」といったセリフを移動中は発するようにした。

感染対策としては、SICU内に入出入りする場合は、必ずアルコールによる清拭を行った。

2.3 アンケートによる評価

今回の実証実験では、SICU病棟配置の3名の医療スタッフに参加いただき、実際にtemiを利用してもらった。終了後にアンケートを行ったので、結果を表1に示す。

表1 アンケートの内容と回答

アンケート内容		回答者		
		医師	師長	看護師
1	temiの大きさや移動時の音について	大きさや移動音は気にならないが、声の大きさは、時間帯や場所で調整したほうが	小型でよいが、急いでいると背が高いスタッフは気付きにくい。	動く音は静か。音声は調整できるので、問題なさそう。

8	temi を使っ て病院に利 用する事は あるか	隊共月バ運 隔コミユニ ケーシヨ は、単なる は、レット ブ使用した スよさそう	送バ回云、 送バ回云、	部・聊血部・染 剂部・病棟) も搬送出来 たらた助か る。
9	temi に対し ての要望や改 善点	搬送量増加 が、周りの物 品に接し ない工夫が 必要。	障害物との接 触までの距離 を長くし幅も 小さい。	どこに搬送中 か表示し追 り、temi が モードに後 で、操作し ても、操作 病室やホ一 に勝手に戻 てもらえら 助かるとカ メボ使用し てチャと ケチできる です。
10	自分たちの業 務でロボット に任せたいも のはあるか	患者家族へ の案内(ex)待 合室から入 談室へ、入 口からベッ ドへ、病棟 SICU へ等	・面会時に家 族とベッド に案内する ・オリエン テーション (術前・当日) ・スタッフや 家族の体調 調査(体温等) ・マニュアル の表示など。	搬送業務。

3. 病院内利用を鑑みたロボットの基盤・運用技術

現在普及している自動走行型のロボットは、自動移動方式に応じて以下に大別される。temiはLIDAR SLAM等による自律移動式ナビゲーションシステムを有する。

表2 無人搬送車 自動走行方式による分類[5]

分類	定義	施設側条件
経路誘導式 PATH GUIDE	経路に沿って設置した誘導体によって誘導する方式。誘導体には磁気テープ、光反射テープ、電磁誘導ケーブルなどがある。	誘導体の設置が必要
自律移動式 SELF-NAVIGATION	無人搬送車自身のもつ自己位置推定機能、走行制御機能などによって、軌道、誘導体、人の操縦などがなくても目的地へ移動する方式。	誘導体の設置は不要であるものの、設置環境の計画が必要
追従式 TARGET GUIDED	自律移動式の一つであり、特定の人、先行する車両などに一定の距離を保って追従して、自律的に走行する方式。	

3.1 SLAM技術の特徴と運用技術の意義

自己位置推定は、temiを含む自律移動式ロボットが自動走行するための根幹をなす機構・機能の1つである。一方、設置環境や周辺状況によっては、自己位置推定が十分に機能せず、結果として病院職員が予期できないような動きをtemiが取ることがある(表3)。これらを回避し、業務内でtemiを安定的に活用するためには、自己位置推定機能が常時機能するような運用技術の確立が重要となる。

表3 自己位置推定機能不全時に発生した現象(実証時の事例)

現象例	説明
蛇行	目的地までの移動時にロボットが蛇行し、ロボット立ち入りを望まないエリア(例:ICU内ベッドエリア)に予期せず侵入する。
到着地のずれ	登録した目的地からずれた位置に到着する。
逆走	目的地へ移動している途中で、突如前触れもなく進路反転して逆走を開始する。
機材への衝突	蛇行等、その他の自己位置推定機能不全に起因した副次的現象。ロボットが障害物として認識できない形状の機材の設置位置に侵入し、衝突する。
エラー	目的地までの移動時に、ロボットシステムの内部エラーが発現し、走行を中止する。
移動速度が遅い	ロボットが自己位置の確からしさに確証を持ってず、移動よりも自己位置の再推定のための情報収集を優先するがあまり、移動速度が期待したレベルに達せず、体感的に実用に耐えない遅さとなる。

これまでの実証を通して、自己位置推定を機能させるための運用戦略として、下記が重要であるとの知見が得られた。

1) ロボット運用に関するゾーニング

temiの活動範囲を、自律走行しサービス提供可能なエリア、人による補助の元でのみサー

ビス提供可能なエリア，ロボットに侵入させないエリアの3分類に区分することが重要である。しかしながら，このゾーニングをどのように行えばよいかについての統一的な基準がない。そのため，次節以降の制約事項を考慮しながら，消去法でゾーニングを行っていくというアプローチをとることが有効である。

2) 環境地図の正確性に関する制約理解と対処

temiが自ら周囲の環境を学習し内部的に描く環境地図は，自己位置推定の基礎となる。その正確性を確保するための3つの要素は，ロボットが正しく認識できる壁面素材，ロボットが特徴として認識できる壁面形状，temiの走行過程で生じる誤差の軽減である。また，これらの条件を満たしえない個所，かつ業務上temiの侵入の必要性の薄い個所については早期に見極めた上で，temiの環境地図学習対象から除外するべきである。

3) 自律移動に関する制約理解と対処

temiは，LiDAR等センサでセンシングしたデータに基づき，学習した環境地図の探索を行いながら自己位置を推定する。しかし，どうしてもある程度の誤差が環境地図には混入してしまう。その場合でもスムーズな運用を行うために，自己位置の性格な推定と，目的地に移動することのトレードオフを調整し，検証することが重要である。

これらの運用技術を確立することで，表3に上げた現象の発生は抑制され，実用に耐えるロボットの動作を実現することができた（図22）。以降の節では，前述の各種制約の詳細，制約下において取り得る対処方法とその結果事例について記述する。

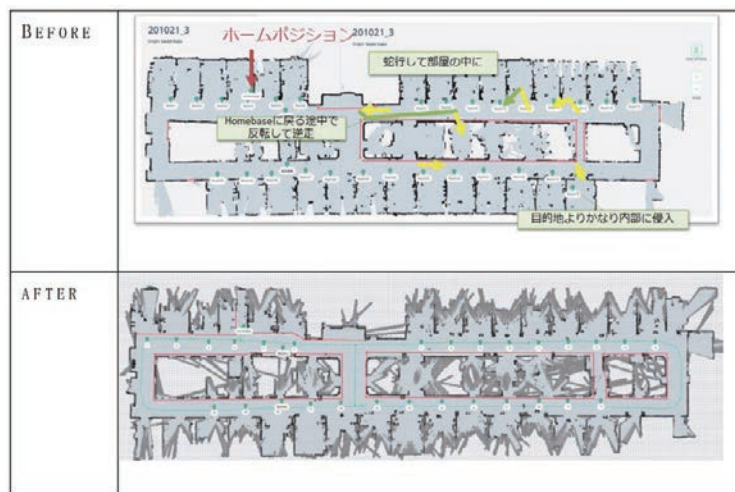


図22 改善前後の環境地図

3.2 環境地図の正確性に関する制約と対処

3.2.1 壁面認識

1) 各種制約の詳細

temiは，床からの高さ15cmに搭載したLiDARのセンシング結果に基づき，壁面を認識して環境地図を作成する。当該LiDARはミリ波を照射し，その反射に基づいて壁面を認識するため，表4に記載するような状況下では注意が必要である。

表4 正確に壁面として認識できない状況と留意点

状況例	留意点
医療用カート，椅子，机，ベッド等	床からの高さ 15cm が脚状となっているものについては，その上部構造を認識できない可能性がある．
ガラス扉，鏡，アルミ等金属素材，黒い素材等	床からの高さ 15cm 前後の壁面が左記のような素材である場合，LIDAR から照射されたミリ波が十分量拡散反射されないため，壁面としては認識されない可能性が高い．
様々な物が保管されている棚等	床からの高さ 15cm 前後の壁面が棚等設備であり，かつそこに様々な物が保管されている状態では，ロボットがそこを壁面として正確に認識できない可能性がある．この不正確性は自己位置推定に悪影響を及ぼす可能性がある．ロボット走行エリア全体の中で，他の壁面と相互補完することでロボットが自己位置を正確に推定できるか，十分に検証する必要がある．
カーテン等	床からの高さ 15cm 前後までかかるカーテンで間仕切りをしている環境においては，ロボットからは壁として認識する対象となる．一方で，やわらかいカーテンの動きの変化は，ロボットにとっては壁面としては不確実であり，その低い確証度は環境地図に反映され，結果として自己位置推定に悪影響を及ぼす可能性がある．

2) 制約下で取り得る対処方法事例

医療用カート，椅子，机，ベッド等が固定設置されている場合は，衝突回避のためにジオフェンスを設定する．それらが固定設置されておらず，移動式機材として運用されている場合は，それらを取り除いた状態で壁面学習を行うほうが望ましい．

壁面の一部がガラス扉，鏡，アルミ等金属素材，黒い素材等で覆われている場合，ミリ波レーダを拡散反射する素材（窓ガラス目隠しシートなど）（図23）の施工を検討する．合わせて，そこを通行させないことを目的として，衝突回避のために環境地図上にジオフェンスを設定する．



窓ガラス目隠しシート 窓用フィルム ストライプ
 窓めかくしシート 水で貼れるガラスフィルム 跡なくはがせる オフィス事務室会議室の視線用隔 遮光 目隠し UVカット 日よけ 断熱 飛散防止 スリガラス調 網入りガラス適用 (44.5X200cm)
 ブランド: Rabbitgoo(ラビットグー)
 ★★★★★ 292件の評価 | 9が買物に前向き
 Amazon's Choice 窓ガラスシート 黒
 価格: ¥1,150
 Amazonクラシックカード新規ご入会で2,000ポイントプレゼント
 入会特典をこの商品に利用した場合0円 ¥1,150円に
 サイズ: 44.5x200cm
 44.5x120cm ¥950
 44.5x200cm ¥1,150
 90x180cm ¥2,050

図23 ミリ波レーダを拡散反射する素材例

3.2.2 環境地図の誤差

1) 各種制約の詳細

temiは実際に走行しながら環境地図を作成するが、その過程においても自己位置の推定が必要である。この場合、ホームポジションから走行した距離および方向に基づき自己位置を推定する。ここにある程度の誤差が発生することとなり、結果として作成される環境地図にもその誤差が反映されてしまう。

temiは内部的に誤差の補正を試みる。しかしながら、補正不可能な誤差が一定以上の程度・割合で発生すると、自律走行に悪影響を及ぼす(表5)。

表5 誤差が発生しやすい状況と留意点

状況例	留意点
床が滑りやすい	床が滑りやすい場合、車輪の回転と走行距離の間に誤差が生じる。
段差がある	段差を乗り越える際に temi の車輪が床面から浮き、機体の実際の向き・位置と自己位置にずれが生じる事がある。
形状に変化の無い壁が長く続く	扉のサッシもなく、形状にまったく変化の無い壁が直線状に長く続く場合、temi が誤差を補正する手がかりをつかめなくなり、結果として十分な誤差補正がなされない。
正確に認識できない壁面が続く	表4のうち、床から15cm位置に、物を保管した棚がある場合、カーテンなど動きのあるものがある場合、temi は壁面としての十分に確認できない。その場合、自己位置誤差補正が有効に機能しないことがある。
ホームベースから距離がある	temi にとって、ホームベースは環境地図作成の起点であり唯一の既知の位置となる。このホームベースから離れれば離れるほど、自己位置推定の誤差は拡大する。

2) 制約下で取り得る対処方法事例

医療施設において床が滑りやすいという状況は考えにくいですが、万が一そのようなエリアをtemiを走行させる場合には、滑り止めマット等の施工を検討する。同様、1cm以上の段差が存在する場合には、temiの乗り上げ衝撃を吸収するクッション素材等で養生することを検討する。

扉のサッシもなく、形状にまったく変化のない壁が直線状に長く続く環境があり、そこでtemiがスムーズに自律走行できない場合、環境地図に許容程度を超える誤差が混入している可能性が高い。その場合は、途中個所に設置物を置くなどtemiにとっての目印設置を検討する。

自己位置の起点であり唯一の既知の位置となるホームベースは、可能な限り走行エリアの中央に設置する。ホームベースは、壁面に密着する形で設置し、横滑りしないよう耐震シール等で底面・背面を床面・壁面に固定する。ホームベースの左右50cm以内および前方120cm以内には物を設置しないよう留意する。

3.3 自律移動に関する制約理解と対処

3.3.1 経路計画の方法

1) 各種制約の詳細

temiは学習した環境地図より、目的地への最適経路を探索する。3.2節に記述したとおり、temiを走行させる経路は、必ず障害物がない状態で環境地図を作成しておく必要がある。加えて、temiは走行中に自己位置推定、障害物の認識と迂回行動を同時に行う。自己位置が不確かであると、走行よりも自己位置を推定できる特徴を探すことを優先し、結果として蛇行することがある。また、temiを走行させないエリアの壁面情報を含む環境地図は、temiの自己位置推定に貢献しない。一方、自律移動時においてロボットが行う最適経路探索に使用されてしまう可能性があり、誤った結果を導く可能性がある。

2) 制約下で取り得る対処方法事例

3.2節に記述のとおり、環境地図は可能な限り正確に作成する。temi v121以降が提供する経路設定機能は、積極的に活用する。経路の設定方法について、下記の点に留意する。

- 経路は、一筆で描けるようであれば、一筆で描く
- 経路は絶対ではなく、障害物迂回の過程で逸脱することがある。ガラス、機材、侵入を望まないエリアには近づけすぎないこととする
- temiは、機体の両サイドに一程度のマージンを確保して走行する。経路を壁面に近づけすぎないように留意する

また、temiが走行しないエリアを決定可能な場合は、当該エリアの学習させない方が望ましい。

3.3.2 障害物認識の方法

1) 各種制約の詳細

temiは、搭載するさまざまなセンサで障害物を認識する。しかしながら、temiに向かってくる人や、temiに向かってくる別の移動体ロボットを迂回することは難しい場合がある。また、太陽光が差し込むエリアや床面の反射光の度合いによっては、障害物として誤認することがある。

2) 制約下で取り得る対処方法事例

temi走行中は人に気づいてもらうために、音声等を用いて人に存在を通知し続ける運用とする。また、複数の自律走行ロボットを運用する場合は、ゾーンを分けて干渉しないようにすることが重要である。合わせて、病院職員の頻繁な往来が予見される緊急搬送エレベータにつながる通路付近等は、ジオフェンス等を設定することで、temiを近寄せないようにする。

太陽光が施設内に差し込む場合は、太陽光の入射角度を考慮しながら、自律移動走行の運用テストを実施する。その上で、太陽光や床面反射光を障害物として誤認する場合は、あらかじめ当該個所をバイパスするよう経路を再設定することが重要である。

3.4 ゾーニング技術

3.4.1 ゾーニングと段階的拡張

今回の実証を経て得られた知見に基づき、自律走行ロボットtemiを病院施設に導入していくための基本的ステップを以下に示す。

- 1) 自律走行させるエリアの広さを考慮し、ホームベースの位置を仮決定する
- 2) 使用目的に照らして、temiを自律移動させる幹線ルートと、temiを追従等で移動させるプランチルルートに分離する
- 3) 環境地図の作成は、ホームベースを中心に小さく始めて、『表3 自己位置推定機能不全時に発生した現象』で示したような現象が発生せず、動作が安定するのであれば、徐々に拡張していくアプローチを取る (図24)

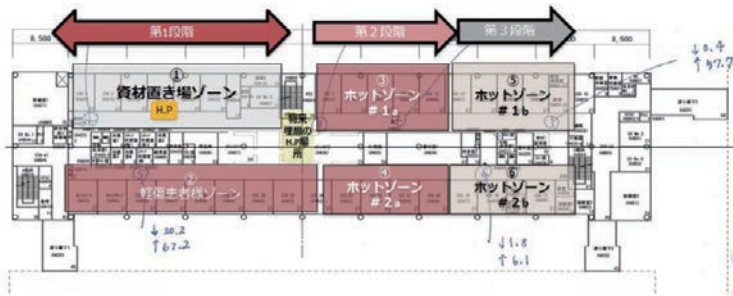


図24 ゾーニングと段階的拡張の事例

3.4.2 自律走行が困難なエリアの見極め

ナースステーションは、医療用カート、椅子、机が密集して設置されているケースが多いため、temiの自律走行エリアとしないほうが望ましい。

患者ベッドが設置されている病室内は、当該エリアの大半を占めるベッドの存在をLiDARが認識できない可能性が高いため、環境地図に反映できない。temiの自律走行エリアとせず、人への追従走行を前提とするほうが望ましい。

薬品庫、備品庫は、両壁面を棚で囲われているケースが多いため、temiの自律走行エリアとしないほうが望ましい。

カーテン等で間仕切りされるエリアは、ロボットが自己位置を見失い、身動きが取れなくなる可能性があるため、temiの自律走行エリアとしないほうが望ましい。

3.4.3 代替案の検討

ベッドサイドなど、temiの自律走行は難しくも、活用が期待される場所については、人の介入に基づく運用（追従機能や、物理的にtemiを押す）を検討し、うまくベッドサイドの適切な位置、角度でtemiをポジショニングさせるようにする。

また、ナースステーションなど、機材や人が密集する場所については、temiの作業状況や結果を通知するタブレット、PCを準備し、病院職員用の操作インターフェースとして活用することを検討する。

代替案の選択肢を増やすためには、temiと、その他のIoT機器およびクラウド技術との連携が欠かせない。この実現のためには、2.1.2項のとおり、ソフトウェアによる柔軟なロボット制御技術が必須となる。

4. スマートホスピタルにおけるロボット化の将来と課題

本章では、今回の実証実験を通じて得られた、ロボットを扱う上での留意点や、将来の人とロボットの協働社会に向けての課題や期待する点について記載する。

4.1 施設計画におけるロボットバリアフリー

スマートホスピタル構想では、将来の就労人口不足という課題に対し、人を支援するロボットの活用が不可欠であると考えている。現在我々が利用している施設や設備のほとんどが、人とロボットの協働を考慮した設計や機能になっているとは言いがたく、人だけでなく、ロボットにとってもロボットバリアフリーという考え方が重要であり、人とロボットの協働社会において効率的に業務を行う上で必要不可欠であると考えられる。

ロボットの特性やサービス動線といった運用を考慮し、病院内なので、当然職員だけでなく患者との交差動線も考慮して設計を行う必要があるが、ロボットのセンシングや移動能力は、メーカーによって仕様もさまざま、段差や傾斜、エレベータの敷居間なども配慮が必要となる。また、目的地に行くために、エレベータやセキュリティドアを利用する際、設備機器との連携も必要となる。搬送・警備・清掃・案内等の役割に特化したさまざまなサービスロボットが国内外のメーカーから提供されており、異なるメーカーのロボットを同一施設内で運用するには、施設の基本計画段階から検討する必要がある。竣工後の導入では、改修や設備連携の調整や制御システムの変更にコストがロボットメーカーごとにコストが発生してしまう懸念もあり、ロボットを導入する上での経済面での障壁となる。

4.2 ロボットの特性を理解した運用への組み込み

現在、ベンチャー企業を含めさまざまな企業がサービスロボットの開発を進め、販売を行っている。ロボット開発におけるプログラミング言語やインターフェースに関して標準化が進んでおらず、また安全に利用する上でのガイドラインや法規制の整備もまだ時間がかかるといえる。現在

世の中に出ているサービスロボットは清掃や搬送、警備といった一部の業務に特化したロボットが多く、なんでも指示したことを行えるロボットはまだない。よって、自分たちの業務のどの部分がロボットに行ってもらえることができるのか、そして運用に組み込む上で動線や安全面、利用環境が整っているかなどさまざまな配慮や検討すべき項目が多い。下記に一部項目を挙げる。

- 利用環境の整備：Wi-Fi等の通信インフラ
- 運用動線の課題：手動ドアなど人手が不要なルート、改修の必要性など
- 設備機器との連携：エレベータや自動ドアとロボットの連携
- 安全性：ロボットのセンシング性能、人との交差動線の検討
- セキュリティ：友連れ侵入の防止、セキュアな通信環境
- 保険など：対人対物保険等
- 管理体制：管理責任者や部署の検討
- 保守体制：メーカーとの保守契約等

4.3 スマートホスピタルにおけるロボット運用の位置づけ

スマートホスピタルにおける命題の1つである省力化と効率化を実現するためにはロボットの導入は避けて通れないと言えよう。多くの病院で進められていく積極的なICT導入による医療機器の小型化やソフトウェア化、種々のIoT機器の導入により、ロボットが検査機器を患者に届け、患者が自分自身でさまざまな検査を行うことが可能となったり（Point of care testing）、ロボットが医薬品や医療材料をオンデマンドで届けたりするようになる。これによりストレージの最適化や管理する人の省力化につながるだけでなく、サプライチェーンのデジタル化や自動化、ロボット化などによって、外部の物流システムなどさまざまなシステムと連携し、運用することが可能となる。医療のみならずヘルスケアや物流といった病院を取り巻くシステムの連携：System of systemsが新しいエコシステムを形成し、ロボットはその中核的な役割を担うと言っても過言ではない。このような将来を見据えた、スマートホスピタルにおけるロボット運用を進めるにあたり、現場へのロボット導入ありきのベンダ主体の押し付け導入ではなく、主体的なヒトのかかわりを中心とした院内の本質的・効率的な省力化ポイントがどこかを見極めた投資を行っていくことが重要である。人への投資を含めたこれらの投資のほとんどは先行投資となり、保険償還をベースとした従来の医療機関における収益ロジックに乗りにくく、短期的には利益に繋がらない可能性がある。しかし、長期的にはICTを用いてロボット化を活用したスマートホスピタルでの医療サービスを改善し、業務効率を高め、患者や医療従事者の満足度の向上をもたらされることで、全体としての好循環に繋がると考えられる。狭い視点でなく、病院全体や地域全体の視点で決定・評価をできるような人材をスマートホスピタルにおけるキーパーソンに充てることが重要ではないか。

参考文献

- 1) temi : <https://www.robotemi.jp/>
- 2) temi SDK : <https://github.com/robotemi/sdk/wiki>, Android SDK : <https://developer.android.com/guide>
- 3) BuddyBot提供機能一覧 : <https://www.BuddyBot.cloud/>
- 4) BuddyBotを用いたブロック組み上げの例 : <https://www.BuddyBot.cloud/>
- 5) 無人搬送車システムに関する用語 JIS D6801 : 2019 : <http://www.kikakurui.com/d6/D6801-2019-01.html> (2022.1.31閲覧)



大山慎太郎（非会員）oyama@med.nagoya-u.ac.jp

名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター特任助教。2007年名古屋大学医学部医学科卒後整形外科臨床医として勤務。2014年より理化学研究所画像情報処理研究チーム、2017年より現職.病院Dxを目指したスマートホスピタル構想を牽引。

山下佳子（非会員）kei-yamashita@med.nagoya-u.ac.jp

名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター研究補佐員。名古屋大学大学院情報科学研究科修了後、2014年より名古屋大学医学部附属病院メディカルITセンタにて、病院内でのIoT等を活用したスマートホスピタル構想推進のための研究に従事。



小倉 環（非会員）ogrtmk00@pub.taisei.co.jp

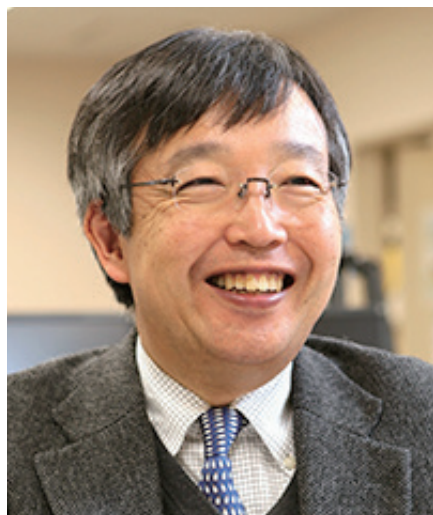
大成建設（株）。2011年大成建設（株）入社、主に病院施設の建替え業務に従事、医療情報や医療機器の導入支援を担当。現在はスマートホスピタルに関するIoTやロボット等の実証実験やソリューション開発を担当。

藤原友莉子（非会員）hzwyrk00@pub.taisei.co.jp

大成建設（株）。看護師、病院への電子カルテ導入コンサルタントを経て、2019年大成建設（株）入社。スマートホスピタルに関するソリューション開発に従事。慶應義塾大学大学院健康マネジメント研究科卒業。

高椋大寛（非会員）takamuku.tomonori@monoplus.com

モノプラス（株）. ITアーキテクト, デジタルコンサルタントを経て, 2018年より現職. ロボットやカメラ・センサ機器を活用した業務DX支援を行う傍ら, RRI物流倉庫TCにてロボットフレンドリーな環境の整備活動に従事.



白鳥義宗（非会員）tara@med.nagoya-u.ac.jp

名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター拠点長, 2014年より名古屋大学医学部附属病院 病院教授・メディカルITセンタ長・病院長補佐併任, 2020年より現職.

受付日：2022年1月30日

採録日：2022年2月7日

編集担当：江谷典子（ANA）

特集号招待論文

新たな利用時品質モデルの考え方 —自動運転バスの運用を事例として—

福住伸一^{1,2} 平沢尚毅³ 改發 壯⁴

¹理化学研究所 ²東京都立大学 ³小樽商科大学 ⁴BOLDLY (株)

内閣府が提唱しているSociety 5.0への変革によって、人と情報との付き合い方が変わり、従来の単なる人とシステムとのインタラクションではなく多様なステークホルダが情報とかわることで、さまざまな立場のステークホルダが何らかの影響を受ける。筆者らは、ユーザが製品やシステムを利用したときのステークホルダへの影響を品質と捉え、ステークホルダを4つ（操作者、顧客、責任ある組織、公共・社会）に、それぞれへの影響（ニーズ）を3つ（便益、安全、安心）に分類した利用時品質モデルを提案した。さらに、Society 5.0における先行的な実現の場として位置づけられているスマートシティに必須のサービスであり、実運用が開始された自動運転バスの公共サービスに提案モデルを適用した。その結果、実際のサービスにかかわるステークホルダを特定し、彼らの品質要求を明確にした上で、利用時品質の評価を行うことにより、運用における多様な評価視点を事前に得られることが分かった。

1. Society 5.0と人間中心設計

内閣府は、第5期科学技術基本計画を2016年に発表し[1]、世界に先駆けた「超スマート社会の実現」への取組みをSociety 5.0として推進している。Society 5.0とは、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会（Society）であり、その中では、社会の多様性、さまざまなステークホルダの「共創」を推進するとしている[1]。図1にSociety 4.0からSociety 5.0への変革とSociety 5.0の仕組みを示す[2]。

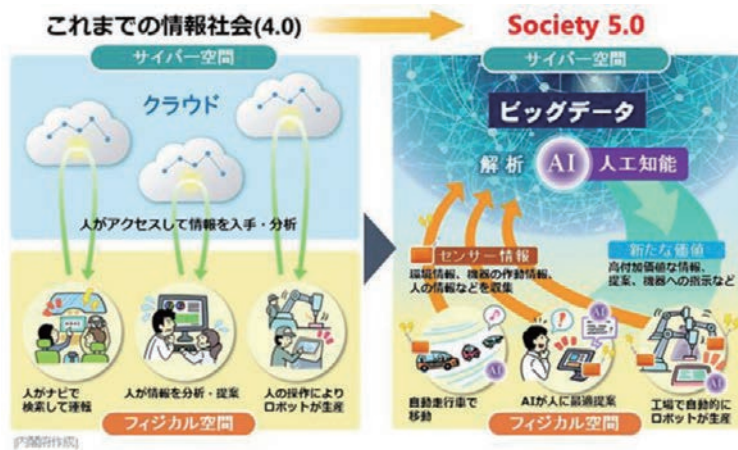


図1 Society4.0からSociety 5.0への変革（内閣府）[2]

このことから、この変革により、人と情報との付き合い方が、人がアクセスして情報を入力するやり方から人が意識しないで情報を扱うように変化することが分かる。また、このSociety 5.0の先行的な実現の場としてスマートシティというものが提唱されており、このスマートシティの基本理念として、「市民（利用者）中心主義」、「ビジョン・課題フォーカス（「新技術」ありきではない）」、「分野間・都市間連携」の3つが掲げられている[3].

また、経済産業省からDX（デジタルトランスフォーメーション）という言葉が提唱され、2021年8月にはDXレポート2.1が発表された[4]. これによると、デジタル産業により、顧客（消費者・個人）体験を向上させることが「価値の源泉」としており、また、IDCではDXを「顧客エクスペリエンスの変革」と定義している[5]. 顧客体験（エクスペリエンス）は「顧客がやりたいことができること」と捉えることができる[6]. このことから、DXの目指すところはデジタル化によるトランスフォーメーション（変革）、すなわち人の行動変革であることが分かる。一方、JISでは人間中心設計という、人間中心の視点で製品・システム・サービスを開発するための基本的な活動およびプロセスがJIS Z8530で規定されている（図2）[7]. さらに近年では、プロジェクトとしての活動に加え、プロジェクトの責任所在を明確にし、組織として実行する、ISO9241-220のプロセスモデル/プロセスカテゴリが用いられるようになってきた（図3）[8].

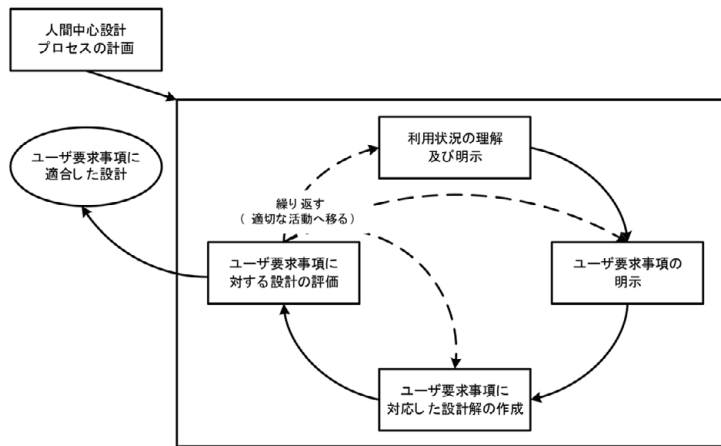


図2 ISO9241-210/JIS Z8530におけるHCDの各活動およびプロセス

企業が人間中心設計に焦点を当てることに対する確認 (HCP 1) — 企業全体に対するビジョンとポリシーを設定する	戦略
プロジェクト及びシステムにおける人間中心設計の導入 (HCP 2) — プロセス定義、ガイドライン、手法、ツール、権限のある役割をプロセス全体にわたって整える	組織 インフラ
プロジェクト内での人間中心設計の実施 (HCP 3) — 適切な品質を伴う出力がプロセスから出力される <ul style="list-style-type: none"> • 特定された利用状況 • 特定されたユーザニーズ • 特定されたユーザ要求事項 • システムとインタラクションすることが想定されるユーザ • 作成されたプロトタイプ • 入手した評価 	プロジェクト
システムの導入、運用及び廃棄 (HCP 4) — 運用への移行の管理 — 運用へのフィードバックの入手 — システム運用へのサポート — 利用状況の変化を特定 — システムライフサイクル全体にわたって継続的にユーザニーズを満たす	運用

図3 組織内の人間中心設計を可能にし、実行し、評価するためのプロセスモデル／プロセスカテゴリ (ISO9241-220:2018)

HCDの主たる目的はユーザビリティ向上であり、人間とシステムとのインタラクション品質を高めること、と規格では定義されている。図1左側のSociety4.0の場合には、人がアクセスして情報を入手することを行うのでこのままでよいが、市民（利用者）中心主義であるスマートシティを対象としているSociety 5.0においては、単なる人とシステムとの1対1のインタラクションだけが設計の対象ではなくなってきている。

前述のように、DXレポートにおいて、顧客を消費者・個人としていることから、Society 5.0において人間中心設計は、主たる利用者だけでなく、広く市民や社会にまで中心として考えていく必要がある。以上のSociety 5.0による人間中心の社会およびDXにおける人の行動変革が

ら、人間中心設計（HCD）がますます重要になってくる。本稿では、HCDの主たる目的であるインタラクションの品質について、ユーザビリティの概念[9][10]と2011年に発行された利用時品質モデル[11][12]を比較しつつの課題を指摘し、新たな利用時品質モデルの考え方を示す。さらにそのモデルをスマートシティにおいて重要な役割を果たす自動運転バスに適用し、その有効性について述べる。

2. ユーザビリティと利用時品質

ユーザビリティは1998年に国際規格ISO9241-11が発行され、2018年に改訂されるなど、近年になって再度注目度が高まってきている。図4は改訂されたISOおよびJISに掲載されているユーザビリティの概念図を一部改版したものである[13]。

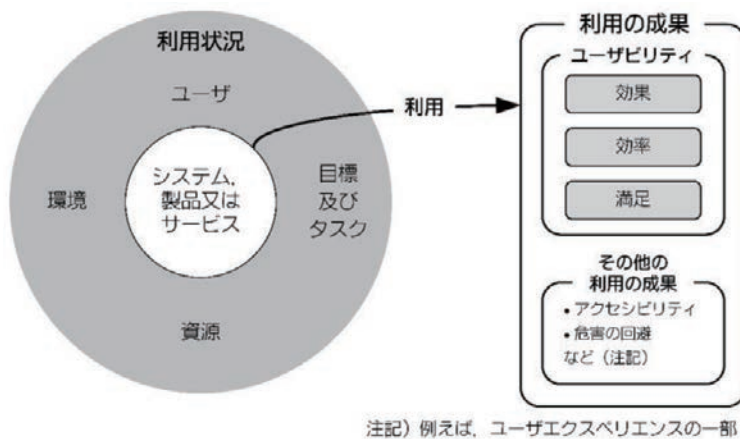


図4 ユーザビリティの概念図[13]

この図から、ユーザビリティは「利用の成果」と位置付けられているため、対象は主に直接製品やシステムとインタラクションする人となっている。また、「品質」は製品やシステムをユーザが受け入れるための重要な指標である。そのため、ISO9000によるプロセスの認証[14]や安全基準[15]等個別の基準認証による品質の確保が製品開発の現場では行われている。ソフトウェア工学の領域でも、製品品質モデル[16]、サービス品質モデル[17]、データ品質モデル[18]といった規格が存在する。また、製品やシステムはユーザに使っていただくことで初めてその価値が生まれるので、使うことによる品質、すなわち利用時品質まで、さらには廃棄までの製品ライフサイクルまで含めて品質を捉えることが必要である。この利用時品質は、従来は直接インタラクションすることのみを対象とし、ユーザビリティと同等に扱われてきた（図5）[12]。

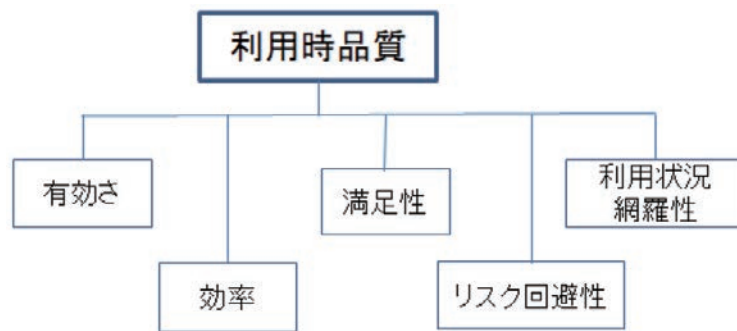


図5 利用時品質モデル（JIS X25010を改版）[12]

図5は利用時品質の品質特性を示しているが、図4と比較して分かるように、「有効さ」、「効率」、「満足性」はユーザビリティの3つの要素と同じである。また、図4の説明で述べたように、ユーザビリティは「利用による成果」であることから、この図における利用時品質は主に直接利用による影響（品質）を示したものであると言える。ISO/IEC 25010では、「システムの品質は、システムがさまざまなステークホルダの明示的ニーズおよび暗黙のニーズを満足している度合いであり、それによって価値を提供する」と示されている[11][12]。しかしこの品質モデルでは、上述のように直接インタラクションすることによる「利用の成果」であるユーザビリティの3要素が主たる品質特性であることから、多様なステークホルダによる多様な使われ方、そしてそのステークホルダニーズを適切に表現するのは困難である。このことから新たな利用時品質を検討するためには、これらを表現できるようにすることが重要である。そのためには、ステークホルダの分類と各ステークホルダのニーズを分類することが必要である。

3. 新たな利用時品質の考え方

3.1 従来モデルの課題

近年、製品やシステムの使われ方が多様化し、直接インタラクションをするユーザだけでなく、多くのステークホルダに対しても影響が及ぶようになってきている。たとえば電力会社の中央制御室のコントロールパネルでは、従来は運転員のヒューマンエラー低減やエラー時のリカバリーを目的として設計されてきた[19]。システムと直接インタラクションするユーザである運転員は、ユーザビリティが高く、疲れず、信頼性が高いことをコントロールパネルに対して求める。しかし、顧客や投資家、電力会社の供給エリアの自治体や、その住民など、電力会社のステークホルダは、運転員のことよりも電力が安定的に供給されることを求める。ただし、これは運転員のシステム利用の成果なので、運転員がコントロールパネルを利用したことによる影響と言える。

このように製品やシステムと直接インタラクションする操作者だけでなく、関連するステークホルダのニーズを体系的に示すことが利用時品質を考える上で重要である。そこで筆者らは、ISO/IEC25010の品質の考え方に基づいて利用時品質を再定義し、ステークホルダとステークホ

ルダニーズの体系化を通じて新たな利用時品質モデルを提案する。また、このモデルの有効性を検証するために、モデルを自動運転バスの運用事例に適用し、具体的なステークホルダの抽出を通じて運用における自動運転バスの多様な評価視点を得ることを目指した。

3.2 ステークホルダ分類とステークホルダニーズ

利用時品質を考える上で最初に対象とするステークホルダは直接ユーザ（direct user）である。たとえば電車の切符を購入する場合、券売機やオンラインでの予約・購入の場合は、操作をするユーザと切符を購入する人は同じで直接ユーザである。しかし、駅のチケットカウンターで購入する場合は、操作をする直接ユーザはカウンターにいる職員であり、購入者とは別である。このように、同じことを行っている、状況が異なるとステークホルダとしての意味が異なってしまうケースがあるが、これは分類としては正しくない。このことから、どのような立場であっても操作をする人を「操作者」と位置づけ、操作者が操作することで何らかの影響を受ける人や組織を「顧客」とする。さらに、直接利用者がそのシステムを使うことによって「責任が生じる組織」は当然操作によって影響を受ける。これは3.1節で述べた電力発電においては電力会社が相当し、たとえば家でAIアシスタントと子供とのやりとりが聞こえることによって行動に影響が及ぶ家族もそうである[20]。ここまでが「操作者」を取り巻くステークホルダであるが、これらはいずれの場合も操作者が操作する対象（製品／システム）の存在を把握している。しかしながら、その対象が操作されることや存在自体を意識しなくても操作によって影響を受けるステークホルダも存在する。たとえば3.1節の電力発電における自治体や住民、自動運転バスにおける対向車や歩行者、住民など、である。このような立場の人は非常に多岐にわたり、表現するのは難しいが、「公共・社会」への影響ということで説明できる。これらのことから、ステークホルダは以下の4つに分類する[21]。

- ① 操作者：直接操作をする人
- ② 顧客：操作による成果を利用する人
- ③ 責任ある組織：製品やシステムを所有したり操作したりすることに責任ある組織
- ④ 操作によって影響を受ける「公共・社会」

これらのステークホルダのニーズを抽出し、品質要件としてモデルに組み込む。

3.3 新たな利用時品質の提案と品質特性／副特性の詳細

第2章で述べたように、ISO/IEC 25010では、システムの品質は、“システムがさまざまなステークホルダの明示的ニーズおよび暗黙のニーズを満足している度合い”と定義されている[11][12]。そこで新たな利用時品質モデルを策定するために、各ステークホルダニーズを抽出し、共通したステークホルダニーズを定める必要がある。そこで、3.1節で述べた電力会社のシステム、3.2節で述べた駅での発券、自動運転バス、さらにドローン宅配サービスを例として、それぞれについて想定できるステークホルダニーズを列挙した。表1にその中の自動運転バスの例、図6にそれらのニーズを一般化した表現とグルーピングしてラベル付けした結果を示す。

表1 自動運転バスを例としたステークホルダごとのニーズ

ステークホルダ	ステークホルダニーズ
自動運転バスオペレータ	ユーザビリティ, アクセシビリティ, 自らの健康(疲れない), 自己制御(何かあっても自分で制御できる), 信用(操縦・操作しても事故につながらないか?), 倫理(操作することで人に迷惑をかけないか?)
乗客、スポンサー、etc	利用のしやすさ, 時間短縮, 出賃するメリット(広告効果), 健康(転倒対策), 財産(法外な費用), 信頼(定時運行, 確実な広告掲載, AI透明性), 信用(反社会勢力でない, 使って大丈夫?)
運行会社、自治体	組織目標達成(社会貢献, 知名度), BC(収益), 株価, 信頼(定時運行, 無事故), 機密性(情報漏洩対策), 保守性(運行安全の維持), コンプライアンス(交通法, 自治体条例遵守), ブランド(安全維持や社会貢献を通じた社名向上, 自治体知名度向上)
公共・社会	税金(運行会社からの税収増, 企業誘致), 株価指数, 雇用, 環境・社会適応(CO ₂ 排出削減, 交通事故減(高齢化対応)), 公正, 信用, 倫理(他の手段との競争性確保, 不正取引防止)



図6 各ステークホルダの一般的ニーズと対応する品質特性/品質副特性[22]

この図は、表1のほか、前述の複数の例から抽出されたステークホルダニーズを一般名称でラベリングし、グルーピングした結果（図の右側）と、それらを総称する品質特性および品質副特性の名称を示している。これを基に作成した利用時品質モデルを図7に示す。

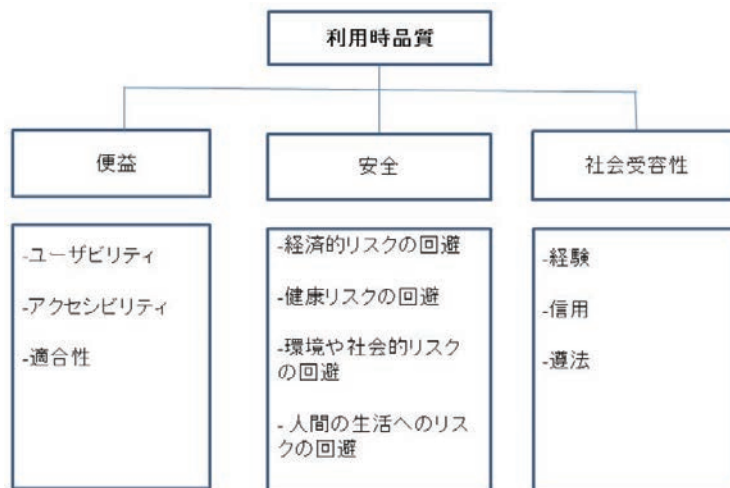


図7 新たな利用時品質モデル

このモデルに従い、表1の内容をまとめたものを以下に示す（表2）[21].

表2 自動運転バスを例としたステークホルダごとのニーズ（利用時品質モデル適用後）

ステークホルダ ニーズ	便益	安全	安心
自動運転バスオペレータ	ユーザビリティ, (アクセシビリティ)	自らの健康(疲れない)、 自己制御(何かあっても自 分で制御できる)	信用(操縦・操作しても事 故につながらないか?), 倫理(操作することで人に 迷惑をかけるか?)
乗客、スポンサー、etc	利用のしやすさ, 時間短縮, 出資するメリット(広告効果)	健康(転倒対策), 財産 (法外な費用), 信頼(定 時運行、確実な広告掲載, AI透明性)	信用(反社会勢力でない、 使って大丈夫?)
運行会社、自治体	組織目標達成(社会貢献、 知名度), BC(収益), 株価	信頼(定時運行、無事故), 機密性(情報漏洩対策), 保守性(運行安全の維持)	コンプライアンス(交通法、 自治体条例遵守), ブランド(安全維持や社会 貢献を通じた社名向上、自 治体知名度向上)
公共・社会	税金(運行会社からの税金 増、企業誘致), 株価指数, 雇用	環境・社会適応(CO ₂ 排 出削減、交通事故減(高 齢化対応))	公正, 信用, 倫理(他の手 段との競争性確保、不正取 引防止)

次章では、このモデルをSociety 5.0の実践の場であるスマートシティにおいて、必須のサービスである自動運転バスに実際に適用し、その妥当性と課題を示す。

4. 利用時品質の自動運転バスの運用への適用

4.1 自動運転バスの現状

4.1.1 実証実験

現在、運転手不足によるバス路線の廃止が全国各地で起こっており、共働き世帯の子どもや免許返納後の高齢者などの移動が困難となっている。そこで運転手が不足していてもバス路線の継続や拡充ができるように自動運転のバスが求められている。実際に北海道から沖縄まで全国各地で自動運転バスの実証実験が実施されており、2019年度と2020年度と続けて30回以上も実施されている。

実証実験では主に「走行制御システム」「インフラ協調システム」「運行管理システム」の3つが検証されている。走行制御システムは車載センサやカメラ、通信を活用してバスの走る・曲がる・止まるを実行している。インフラ協調システムは、信号機の灯色情報や車載センサが検知しづらい場所の映像など、走行を補助する情報を走行制御システムへ伝達している。運行管理システムは、遠隔地からバスに何時何分にどこからどこへと向かうのかといった走行の指示出しや、バスの位置情報や車内外の映像の確認、乗客とのコミュニケーションなど、運行を直接管理する者が使用するユーザインタフェースとなっている（図8）。

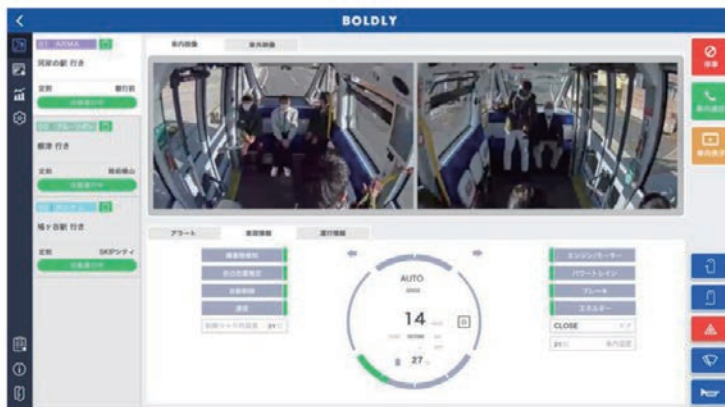


図8 運行管理システム

4.1.2 実運用

自動運転バスは実験の域を越えて実運用が開始されている。法律の関係上、バスには運転責任を持つ運転手が同乗しているものの緊急時以外は操縦をせず、また期間を定めることもなく、路線バスとしてすでに日本国内を走っている。羽田空港（東京国際空港）に隣接した大規模複合施設「HANEDA INNOVATION CITY」（以下、HICity）では、敷地内をハンドルやブレーキペダルなどが無い自動運転バスNAYVA ARMA（以下、ARMA）1台が路線運行している。また茨城県境町でも、HICityと同型のARMAが路線運行している。ただし境町では、公道を2台（最大で3台）が同時に走行しており、より複雑なオペレーションとなっている（図9）。



図9 境町で走行しているARMA

両地域は先進的な事例として全国各地からの視察が絶えない状況である。経済産業省と国土交通省も「自動運転レベル4等先進モビリティサービス研究開発・社会実装プロジェクト（RoAD to the L4）」のなかで無人自動運転サービスの実現を2025年度までに40カ所以上に展開するとしており、今後ますます自動運転バスの実運用が広がっていくと考えられる。

4.2 評価フレームワークの必要性

特定非営利活動法人『人間中心設計推進機構』の自動運転社会におけるHuman AI Interaction（HAI）検討委員会では、自動運転の仕組みが利用者に与える影響を評価する枠組みを検討している。これまでに自動運転システムが誰にどのような影響を与えるかを検討するWGでは、BOLDLY（株）の協力を得て、実運用が始まった自動運転バスが社会に与える影響をどのように評価するかを検討してきた[23]。

委員会では、自動運転システムが社会へ与える影響については、社会受容性という用語が使われ、検討されているが、誰にどのように影響を与え、それをどのように評価するかという基本的なフレームワークはまだ、明確になっているとは言えない段階であると考えてきた。

そして、茨城県境町[24]などで自動運転バスの実運用が始まって以来、円滑な運用と適切な評価のためのフレームワークを構築するための必要性を認識してきた。

そこで、新しい利用時品質の概念を応用した評価フレームワークを構築した。

4.3 自動運転バスの社会的評価の枠組みの構築

4.3.1 社会的評価の枠組みの構築手順

利用時品質を自動運転バスの社会的評価へ応用する場合、鍵となるのがシステムの利用にかかわるステークホルダをどのように特定するかである。なぜなら、それぞれのステークホルダによるシステムへの関与の仕方によって利用時品質の成果が変化してくるためである。一方、システムに対する人間はさまざまな利害関係にあるため、ステークホルダは利用という側面から見ただけでも、直接か間接か、あるいは組織階層上、一次的か二次的かなど、多様な関与の仕方がある。このステークホルダを網羅的に調査し、抽出されたステークホルダを再分類することによって、自動運転バスの運用にかかわるさまざまな利用の局面を明確にし、結果として、利用の観点から評価すべき領域を特定することができる。

これらの領域に対して、利用時品質の特性、副特性を参照にしながら、利用時品質への要求事項を定義した。具体的には、次の手順で自動運転バスに対する利用時品質を評価する枠組みを構築した。

- 自動運転バスの運用にかかわるステークホルダマッピングの作成
- ステークホルダに基づく評価対象領域の特定
- 対象領域ごとの利用時品質への要求事項の定義

次に、整理された利用時品質への要求事項の測定方法を検討し、データを収集した。この収集したデータを用いて自動運転バスの運用における利用時品質を評価した。

4.3.2 自動運転バスの運用にかかわるステークホルダマッピング

自動運転バスに関するステークホルダの抽出には、芝浦工大と小樽商科大学があたった[25]。まず、バスが運行する堺町の周辺情報を集め、さらに現地に出向いて、想定し得るシステムへかわるステークホルダの情報を網羅的に収集した。具体的には、自動運転バスとさまざまなかわりを持つ、現地の住民の情報を網羅的に収集した後、いくつかのカテゴリに分類をした。

さらに、自動運転バスと住民との関係性から住民を分類したものに加え、社会技術的観点[26]から、事業主である自治体、システム提供者、システムの保守・運用担当などの関係者を追加した。以上から、自動運転バスに関係するステークホルダの全体像をステークホルダマップとして作成した。この作成したステークホルダマップを、WGの中でヒューリスティック評価を繰り返し、最終版を作成した(図10)。

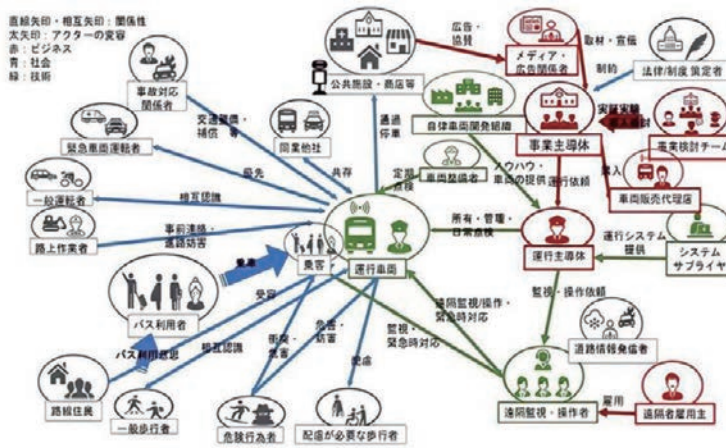


図10 自動運転バスに対するステークホルダマップ

4.3.3 ステークホルダに基づく評価対象領域の特定

次に、ステークホルダマッピングのカテゴリを基にステークホルダがシステムに関与することによって与えられる影響の度合いを個人，組織，社会の3つのレベルに分け，各レベルのグループ分類を行った。この影響度合いの考え方は，図6の階層化されたステークホルダのように，新しい利用時品質の概念にある。

まず，個人レベルでの自動運転バスとの関係を見ると，バス利用に関係するグループと運行に関係するグループに分けられる。さらにバス利用グループには，実際の利用者と同時に，バス路線に何らかのかかわりがある，歩行者やほかの車両ドライバがいる。

同様に，運行関係者には，自動運転バスを遠隔監視するグループ，自動運転バスや関連システムを整備するグループ，そして，日々の運行を管理するグループがある。

組織レベルで見れば，バス運行展開する事業主体と，自動運転システムとそれを支えるシステムやインフラを提供するベンダなどがある。

最後に，社会レベルから見れば，バス路線がある地域の住民がかかわるさまざまなコミュニティが存在している。

これらの3つのレベルは，バス運行サービスのライフサイクルに応じてかかわり方が変化する。バス運行のライフサイクルプロセスを考えた場合，バス運行の企画，計画，試験運用，実運用，そしてシステム廃棄というプロセスから構成される。

この5つあるプロセスについて，各プロセスを3つのレベルに分類したそれぞれが利用時品質の評価対象領域になる。それぞれの領域ごとに自動運転バスの運行と直接的にインタラクションする場合と間接的にインタラクションする場合に分かれる。

4.3.4 ステークホルダごとの品質要求事項の定義

評価対象領域におけるグループごとに、利用時品質の品質特性を参考にしながら、利用時に求められる品質要求事項を定義した。たとえば、バス路線の周辺にいる人の場合は、品質特性の安全を考慮すると、自動運転バスに自分の意図（意思）を伝達できなければならない、ことが要求事項となる。この場合、必須事項か、推奨事項かは文末の表現で区別する。また、利用時品質の要求事項の記述様式については、ISO 25065 [27]に従っている。

表3に、バス路線の近くを何らかの理由で歩行する地域住民の要求事項の事例を示す。

表3 バス路線の周辺にいる人の利用時品質への要求事項事例

品質特性	品質要求事項
安全	歩行者は、道路を走行するバスが自動運転バスであることをすぐに認識できなければならない。
	歩行者は、自動運転バス特有の挙動を理解していることがのぞましい。
	歩行者は、自動運転バス特有の挙動に対して即座に対応できなければならない。
	歩行者は、自動運転バスに自分の意図（意思）を伝えることができないなければならない。
	歩行者は、自動運転バスが付近にいても安心して行動できなければならない。
受容性	歩行者は、（付近を自動運転バスが走行していることに気付かなくても、）いかなる危害も受けないと思えなければならない。
	歩行者は、自動運転バスが走行しているのを見て楽しい気分になることが望ましい。

4.4 品質要求事項に基づく調査の実施

4.4.1 調査概要

利用時品質への要求事項に対して、12月14～15日にかけて調査を実施した。調査先は、すでに、自動運転バスの実運用を開始した、茨城県境町の路線バスとHiCityで運行されているバスである。境町では前述のように、2020年11月26日から自動運転バスの定時定路運行が開始されている。一方、HiCityでは、同じシステムの自動運転バスの運行を9月18日から開始している。両者は、技術システムは同じものであるが、運用にかかわる組織はまったく異なる。

調査にあたっては、ステークホルダごとの品質要求事項に対して適切な測定方法を検討・設定した。たとえば、バス利用者であれば、質問紙調査によって回答を得ることにした。また、バス路線の周辺住民については、現場に出向いて直接、観察し、状況に応じてインタビューする質的なアプローチをとることにした。調査は小樽商大関係者の3名が実施した。

4.4.2 調査結果

昨年に実施した調査は、コロナ禍によって調査が短期間であったにもかかわらず、注意すべき評価結果を得ることができたので、そのいくつかを紹介する。

(1) バス路線の周辺を利用する関係者の評価

バス路線の周辺者とは、バス路線に沿った道路を何らかの理由で利用する人たちを指す。境町の場合は、路線近くにある学校、病院などの施設利用者や、近辺の商業施設を利用する買物客である。

境町の路線では、ほとんどの人が自動運転バスと通常の車両の違いを意識せず通行している。自動運転バス自体は、一目で分かる形状やデザインであるにもかかわらず、特別に目を止める人もなく、町内の車両の流れに融合していた。

一方、学童の登下校にかかわる交通安全パトロールにかかわる人は、自動運転バスに対する不安を表していた。彼らの多くは、運転者が乗っている自動運転バスに対して『無人バス』という表現を使い、何かトラブルがあったら運転手がないバスとはコミュニケーションできなくなるのではないかと憶測していた。

これは、実際に自動運転バスとのインタラクションを想定した際に、自動運転バスの挙動を理解し、具体的にどのような対応をすべきかを理解できないことから生じていると考えられた。

(2) 周辺ドライバーの評価

この領域の要求事項は、周辺の住民で自動運転バスと遭遇した運転経験のある方へのヒアリング結果から意見を収集した。

ここでは、自動運転バスの後ろを走っているときに、バスが障害物を検知し停止する際のブレーキが一般車両よりも急であり、追突の可能性を感じた、という意見があった。このように、自動車運転を介して、自動運転バスと直接インタラクションする人には、不安に繋がる事象があることが分かった。

(3) 整備担当者の評価

整備担当者に、要求事項を基にしたチェックリストをチェックしてもらった後に、ヒアリングを実施した。

担当者は、元々、一般車の車両整備士ではあるものの、自動運転車と一般車では整備方法に異なる部分があること、整備に対して強い緊張感を抱えていることを訴えていた。

(4) 路線住民の評価結果

今回は、地域住民の中でも商業施設を営んでいる方々からのヒアリングや観察によってデータを収集した。

調査を行った結果、ヒアリングに協力いただいた境町の住民は、自動運転バスの運行に関しては認知しているものの、どちらかと言えば関心がない人がいた。これらの人は、町の広報を通じて情報を得る程度であった。

一方、運行前のイベントで自動運転バスに実際に試乗した住民の中には、雇用機会の拡大など将来への期待を感じたことを語った人がいた。

4.5 利用時品質向上のための対策

上記の調査結果は、自動運転バスの運用を始めた当初のものである。現在、自動運転バスは、大型ショッピングセンターを経由する第2ルートが追加され、定時運行されている。今後もサービスが拡張され町民生活を支えてゆく予定である。

当初の利用時品質からの評価結果に基づいた課題に対しては、境町とBOLDLY（株）はいち早く改善活動を実施している。これら活動の中で特徴的なものを以下に示す。

(1) 住民への広報および学びの場の提供

境町とBOLDLY（株）は地域住民に自動運転バスの挙動を正しく理解してもらうために、自動運転の挙動に関するチラシを配布している。

さらに、小学生とその保護者に対して、自動運転バスについての学習講座を開催してきた。

このように広報活動を継続的に実施することによって、自動運転バスの正しい情報への理解が深まっていくように努めてきた。その結果、自動運転バスが通学路を走行することは日常的な状況として受け入れられ、親が同伴することなく学童たちだけでも自動運転バスに乗降できるようになっている。

(2) 自動運転バス周辺のドライバとのコミュニケーション強化

現在は、車両背面に後続車に向けたメッセージとして「自動運転中」だけでなく「急ブレーキ注意」「追い越し危険」といったステッカーを貼り、後続運転手への注意喚起を行い、新たな運転行動を促している。

また、状況によっては、添乗員が後続車両とコミュニケーションをとり、スムーズな走行を促している。

現在までのところ、一般車両との主だったトラブルは起こっていない。

(3) 自動運転運行の保守強化

BOLDLY（株）は、現在まで、担当者の緊張感を緩和するために車両整備のシステム化を推進してきている。まず、担当者が運行管理システムDispatcher上の点検項目チェックリストに沿って整備を実施し、完了すると各項目にチェックを入れてデータを送信する。担当者の送信完了後、遠隔地にいる運行管理者が同じシステムの点検項目に抜け漏れのないことを確認した上で自動運転バスの走行許可を出して運用している。現在は、整備担当者も、日常の業務を理解し、円滑に業務が遂行されている。

安定したバス運行のために、初期時の課題は、現在は改善され、さらなる改善が進められている。利用時品質を基準として今後も継続し測定・評価を実施し、利用サービスを向上してゆく予定である。

4.6 利用時品質の適用効果

新しい利用時品質の考え方を自動運転バスの実運用に対して適用した事例を紹介した。

利用時品質の新しい考え方は、システムを利用する個人への影響を、組織、社会へ拡張できるものとなっている。そのため、システムやサービスが社会全体へ与える影響を測る上で、効果的な概念を提供するものと期待できる。特に、従来は存在しなかったイノベティブな技術を応用したシステムやサービスの場合、新たなインタラクションが生じ、ステークホルダや組織・社会への影響を特定できないことがある。新たなシステムやサービスを稼働する前に、さまざまなリスクを想定し、導入初期の混乱を最小にし、安定した運用へ早期に移行するためには、利用時品質によるマネジメントは不可避であると言える。

特に、今回の自動運転バスの運用から、以下の適用効果があることが明らかになった。

(1) 多様なユースエラーリスクの軽減

従来、システム利用の結果が、ユーザの行動が原因で本来意図したものにならなかった場合は、ヒューマンエラーと呼ばれていた。しかし、この表現であれば、人間自体に問題があるような印象を与えかねない。エラーはあくまでシステムやサービスを利用（ユース）する際に生じていることを明確にするために、国際規格ではユースエラーと呼ぶようになっている。

今回の事例では、網羅的にステークホルダを捉えることによって、自動運転バスとの多様なかわりを想定することができ、そこから生じるハザードの可能性を予測することができた。また、通常と異なる想定外の利用状況も事前に把握することができ、注意すべき課題を特定することにもつながった。

(2) 不安な状況の排除

システムやサービスの安全対策は必ずしも不安な状況を排除するものではないため、システムが安全であることを示すだけでは、必ずしもステークホルダの安心は得られず、システムやサービスの導入に対する暗黙的な抵抗が残る可能性がある。したがって、不安を安心に変換するには、別な対策が必要になることがある。

この不安に対する問題を事前に把握し、対策を講じることによって組織や社会からの肯定的な支援を得ることができ、安定した運用に肯定的な影響を与える。

今回は、自動運転バスを導入することに対する不安や不満を抱えるステークホルダを特定し、そこへ広報や研修を準備することによって、町民の協力を得た安定した運行へ移行することができている。

(3) 安定運用への早期の移行

前述のハザードや不安を生み出す状況を早期の段階、場合によっては導入以前に特定することができる。利用時品質の評価の枠組みを構築し、事例を蓄積していれば、さらに特定する時期を早めることにつながる。

ハザードや不安状況の早期の特定は、早期の対策を講じることにつながり、結果として立ち上げから安定した運用に移行できる期間を短縮できる可能性が生まれる。

以上のように、利用時品質を適切にマネジメントすることによって、Society 5.0が指向する新たな付加価値を提供するシステムにおいてもユースエラーのリスクを軽減し、安定した運用に迅速に移行し、安心した利用が可能になることを促進することになる。また、これらのマネジメントプロセスとしてノウハウが蓄積されることによって、さまざまな応用を効果・効率的に行うことが期待できる。

5. 課題と今後の展開

今回提案の利用時品質モデルの特徴は、従来の人とコンピュータとのインタラクションに限らず、特定の利用状況下でのシステム、製品、サービスを利用したときの影響を操作者だけでなく顧客やそれらを使うことに責任ある組織や一般的な公共や社会といった多様なステークホルダにまで対象を広げて品質特性／品質副特性として記述したことである。これはSociety 5.0の人間中心社会を実現するためには必要なことである。また、スマートシティで必須のサービスである自動運転バスへ適用したことで、今後の課題が見えてきた。

特にAIを対象にしたときに今回の内容で十分であるかどうかを、今回の自動運転バスの適用結果を踏まえ、検証し、モデル自体の改良を進めるべきである。また、自動運転バス自体については、今後は、それぞれの領域の評価データを継続して取得できる手法を構築するとともに、収集したデータを基に、さらなるシステムへの改善を進めるサイクルを構築する必要がある。

参考文献

- 1) 内閣府：第5期科学技術基本計画，
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5gaiyo.pdf> (2016.1) (2021.11.27検索)
- 2) 内閣府：Society 5.0, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/society5_0-1.pdf (2016.1)
- 3) 内閣府・総務省・経済産業省・国土交通省，スマートシティ官民連携プラットフォーム：スマートシティガイドブック（概要版），https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/00_scguide_s.pdf (2021.4)
- 4) 経済産業省：DXレポート2.1 (2021.8)
- 5) IDC：用語解説，DX（デジタルトランスフォーメーション），<https://www.idc.com/jp/research/explain-word> (2021.11.27検索)
- 6) 福住伸一，笠松慶子：製品開発のためのHCD実践—ユーザの心を動かすモノづくり，近代科学社 (2021)
- 7) JIS Z8530：人間工学—人とシステムとのインタラクション—インタラクティブシステムの人間中心設計 (2021)
- 8) ISO 9241-220 : Ergonomics of Human - System Interaction - Part220 : Processes for Enabling, Executing and Assessing Human - centred Design within Organizations - Human Centred Design for Interactive System (2019).
- 9) ISO 9241-11 : Ergonomics of Human-System Interaction -Part11 : Usability : Definitions and Concepts.
- 10) JIS Z8521 : Ergonomics of Human-System Interaction - Part210-Human Centred Design for Interactive System (2020).
- 11) ISO/IEC 25010 : Ystems and Software Engineering — Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and Software Quality Models (2011).

- 12) JIS X25010 : システム及びソフトウェア製品の品質要求及び評価 (SQuaRE) — システム及びソフトウェア品質モデル (2013) .
- 13) 福住伸一, 平沢尚毅, 小林大二 : ユーザビリティのための産業共通様式と人間中心設計プロセス—国際標準の全貌とその使い方, 日本規格協会 (2021) .
- 14) ISO9000-1 : Quality Management and Quality Assurance Standards — Part 1 : Guidelines for Selection and Use (1994).
- 15) ISO9001 : Quality Management Systems — Requirements (2015).
- 16) Komiyama, T., Fukuzumi, S., Azuma, M., Washizaki, H. and Tsuda, N. : Usability of Software-Intensive Systems from Developers' Point of View – Current Status and Future Perspectives of International Standardization of Usability Evaluation, M. Kurosu (Ed.) : HCII 2020, LNCS 12181, pp.450–463 (2020).
- 17) ISO/IEC TS 25011:2017 Information Technology — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Service Quality Models.
- 18) ISO/IEC 25012:2008 : Software Engineering — Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Data Quality Model.
- 19) 谷川由紀子, 福住伸一, 池上輝哉 : 配色によるヒューマンエラーの仕組みとその低減, ヒューマンエラーの発生要因と削減・再発防止策, 技術情報協会 (2019) .
- 20) Noda, N., Kishi, T. and Fukuzumi, S. : Hidden-use Case for Eliciting Quality in Use 1st International Workshop on Experience with SQuaRE Series and Their Future Direction (IWESQ2019), pp.25-27, http://www.sic.shibaura-it.ac.jp/~tsnaka/iwesq_program.html (2019).
- 21) 福住伸一 : 利用時品質規格の動向 : 日本人間工学会第62回全国大会 (オンライン) シンポジウム「システム・ソフトウェア開発と人間中心設計」 (2021) .
- 22) Fukuzumi, S., Wada, N. and Hirasawa, N. : Quality in Use -Issues and proposal-, IWESQ2020, <http://ceur-ws.org/Vol-2800/paper-07.pdf> (2020).
- 23) 鱗原晴彦, 仲谷尚郁, 福住伸一, 山口恒久, 吉武良治 : 自動運転社会におけるHAI (Human AI Interaction) の考察, 2020年度春季HCD研究発表会 (2020) .
- 24) <https://www.town.ibaraki-sakai.lg.jp/page/page002440.html>
- 25) 工藤洋太, 賀 俊傑, 門脇駿太, 改發 壮, 山口恒久, 吉武良治 : 自動運転バスの社会実装へ向けてステークホルダーの分析・検討—茨城県境町における自動運転バスの定常運行を事例に—, 人間工学 57 (Suppl.), pp.200-201 (2021).
- 26) 平沢尚毅 : 人間中心の情報システム構築法としての社会技術アプローチ, 商学討究, pp.110-111 (2000).
- 27) ISO 25065 Systems and Software engineering — Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Common Industry Format (CIF) for Usability : User Requirements Specification (2019).

脚注

本研究は、NPO法人HCD-Net内 自動運転社会におけるHuman AI Interaction (HAI) 検討委員会の支援を受けて実施した。



福住伸一（非会員）shin-ichi.fukuzumi@riken.jp

理化学研究所革新知能統合研究センター研究員／東京都立大学客員教授、博士（工学）、
ヒューマンインタフェース学会監事、認定人間工学専門家、ISO TC159/SC4（HCI）国内
委員会主査、ISO TC159/SC4-ISO/IEC JTC1/SC4 Joint WG28国際議長。



平沢尚毅（正会員）hirasawa@ouc-ux.org

小樽商科大学商学部教授、日本人間工学会理事、ISO TC159/SC4（HCI）国内審議委員、
ISO TC159/SC4-ISO/IEC JTC1/SC4 Joint WG28国内審議委員。



改發 社（非会員）so.kaihatsu@g.softbank.co.jp

BOLDLY（株）（ソフトバンク（株）の子会社）企画部長 兼 クリエイティブディレクター。

2021年11月29日

採録日：2022年2月2日

編集担当：西尾直也（日立製作所）

特集号招待論文

農産物流通のDXを加速するスマートフードチェーンの構築

—生産・流通・消費をつなぐデジタルプラットフォーム—

神成淳司¹ 折笠俊輔²

¹慶應義塾大学 ²(公財)流通経済研究所

我が国のフードサプライチェーンの高度化に向けて、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）において、農産物の生産から流通、消費までの一連のデータを連携していくためのプラットフォームであるスマートフードチェーンの構築を進めている。すでにデータ連携基盤は稼動しており、2023年春の社会実装を目指して、国産農産物の輸出を含めた、国内各地での多様な実証に取り組んでいる。加えて、スマートフードチェーン全体のブランディング戦略の一環として、日本農林規格等に関する法律に基づく新たなJAS制度に関する検討も並行して実施されている。本稿では、これら実証事業の成果を踏まえ、現在のフードチェーンが抱える多様な課題への対応方策とその有効性について検討する。

1. 農産物流通の課題

我が国における生鮮流通、その中でも青果と鮮魚の流通は、モノの売買のシステムとしては、世界的に見ても高度な仕組みであるにもかかわらず、それが上手に機能し続けてきたが故に、時代に合わせた発展が叶わずにきている。現在では、青果流通の仕組みとして世界と比較すると遅れていると言わざるを得ない。食品流通において、出荷箱単位で生産ロット管理やバーコード管理がなされていないのは、日本では生鮮食品のみである（牛肉には法律で定められたトレーサビリティ管理が導入されている[1]が、青果と鮮魚では輸入品や関アジ・関サバなどの一部ブランド商品を除いてロット管理やシリアル管理などは何もなくない）。加工食品や日配食品では当然のように実施されているサプライチェーンにおける個品を識別するコードの添付（ソースマーキング）と、それを活用した流通管理がまったくできていないのである。

1.1 卸売市場の課題

こうした課題がある青果と鮮魚に共通していることは、卸売市場流通の割合が大きいということである。2017年の卸売市場データ集[2]によれば、卸売市場経由率は、野菜67.4%、果実39.4%、水産物52.1%となっており、とりわけ野菜は依然として卸売市場流通がメインストリームとなっている。

卸売市場流通は、もともと売り手である生産者と、買い手である実需者が個人に近い規模であったことから、それを取りまとめて需給マッチングを行う仕組みとして機能してきた。つまり、「農家」と言われる個人経営の多くの生産者と、「八百屋」と言われる個人経営の多くの実需者でモノのやり取りを行う場合に、どこかでまとめて取引できるマーケットが合ったほうが都合が良かったのである(図1)。



図1 卸売市場の仕組み

この卸売市場は量的な生鮮食品のマッチングシステムである。そのため、卸売市場では、見た目と大きさで規格が決められ、その規格にそって農産物を同一に評価し、取引することになる。生産者ごとの品質の違いを平準化する仕組みとして規格が制定されているのである。

しかし、今では、この規格に合わせた量的なマッチングをメインとして発展してきた卸売市場は、細かい質的なマッチングのニーズに対応することができず、シェアを落としている。実際に青果物の卸売市場経由率は1990年には81.6%であったが、2017年には55.1%まで減少している。

高度経済成長期とは違い、現在の日本は少子高齢化に伴い、ゆるやかに食の需要が縮小している。そのため、基本的にはモノ余りの状況にあるため、量よりも質に基づくマッチングのニーズが高まっている。たとえば、ほうれんそうを1つとっても、小売では、棚に入るサイズ(長さ25cm程度)が理想でも、外食や加工用では歩留りの関係から、それよりも大きいサイズ(長さ40cm程度)が求められる。こうした細かいニーズに対応するため、卸売市場を介さず、直接生産者と実需者が取引を行うような市場外流通が伸長している。

生産者としても、有機栽培など、自分の「コダワリ」を理解し、そのコダワリに対して付加価値を得たいと考えた場合、卸売市場を経由しない取引を志向することになる。それは、こだわった生産をしても、卸売市場では大きさと見た目が同じであれば、同じ価格でしか取引されな

いためである。かつ、基本的に市場取引の場合、需給バランスやセリによって価格が決まるため、生産者が自ら価格を決めることが難しい。そのため、自分で価格を決めて販売したい生産者ほど、卸売市場を使わない流通を構築していくことになる。

1.2 オペレーションの課題

現在、日本の農業は生産性の向上が急務と言われている。生産性を高め、農業者の所得を向上させることによって、その担い手を確保する必要がある。ここで重要なことは、生産者の所得向上が目的である、ということである。所得向上を目的とする場合、ここで唱える農業の生産性は、換金のプロセスまでを包含したものである必要がある。つまり、農産物を生産する工程のみの生産性ではなく、「農産物を生産し、流通し、販売する一連のプロセス」の生産性と定義する必要がある。

生産・流通・販売の一連のプロセスで農業を考えた場合、そこには大きく2つの課題がある。

1つは、標準化されていないアナログな情報流である。日本の農業の特徴として、アメリカのような大規模なメガファーマーが存在するわけではなく、小規模な生産者や産地が分散して存在していることが挙げられる。伝統的に小規模産地として発展してきたことから、産地ごとに品名や等級（見た目）、階級（大きさ）の規格が統一されていないのである。同じ2Lサイズの「秀」のリンゴがあったとき、産地によって2Lサイズの定義、「秀」の基準が違い、大きさや見た目に産地ごとのバラつきが生じるのである。かつ、生産者の高齢化も背景に、出荷のときに使われる伝票等は手書きが一般的となっており、リアルタイム性に乏しい情報流となっている。

もう1つは、属人的なコミュニケーションである。標準化されず、デジタル化されていない情報流であるが故に、属人的なコミュニケーションが行われてきた。属人的なコミュニケーションは、人間関係のある関係者間では柔軟に対応できるものの、その人間関係の外側との意思疎通には弱い。たとえば、新型コロナウイルス感染症の影響で、外食産業の需要が減り、小売業の需要が増えたとき、外食向けのサプライチェーンのプレイヤーは、柔軟に小売り向けにシフトできなかった。属人的なコミュニケーションのネットワークが、今までの外食産業との取引の中でしか構築されていなかったため、その関係性の外側にある小売向けのサプライチェーンのプレイヤーとコミュニケーションが取れなかった。その結果、外食向けの食材は余り、小売向けの食材は不足する、という状況が生まれてしまった。このサプライチェーンの硬直化とも言える現象の要因は、属人的なコミュニケーションとアナログな情報流によって生み出されたと言えるだろう。

1.3. 情報連携の必要性

ここまでの議論から、農業の生産・流通・販売の一連のプロセスを高度化し、生産性を高めていくためには、情報の標準化を行った上で、それをデジタル化し、属人的なコミュニケーションによらない情報流を構築することが重要であることが分かる。このサプライチェーン全体の情報のデジタル化を行うためには、農産物の現物と情報を一致させるためのユニークコードの付与（ソースマーキング）とデータ連携が必要となる。

現在の食品流通においては、加工食品などを中心にほとんどの商品がロット番号で履歴管理されている。ペットボトル飲料なども良く見るとキャップの下に数字と英字のロット番号が入っている。このロット番号を使えば、万が一、何かあった場合に、どのような原材料で、いつ、ど

この工場で生産された商品であるかをすぐに特定し、回収などをスムーズに行うことができる。

しかし、農産物や水産物といった生鮮食品では法律で決められている特定の品目を除き、ロット管理などはほとんどされていない。それは、工場で生産されているわけではないので、ロット番号のラベルを貼り付けたり、管理したりすることが難しかったこと、生産者が小規模で分散していたことが挙げられる。その一方、生産現場では、スマート農業の取組みも含め、IT化が進んできており、生産管理ソフトを使った生産履歴の管理も普及してきている。

ここに実は大きな問題がある。畑や水田などの生産の現場のデジタル化が進み、せっかく生産にかかわるさまざまなデータを取得していても、結局、ロット番号などが生産物に入っていないために、出荷してしまった後には現物とその履歴（流通先の販売履歴や消費者の口コミなどを含む）が結びつかない。ある程度のカタマリ（＝ロット）単位でも、農産物（商品）を特定できなければ、生産履歴データと商品を紐づけすることができないためである。

農産物等の生産から流通、消費をデータで繋ごうとする場合、個品を識別できるユニークなコードを定め、サプライチェーンの各工程での情報を、そのコードをキーとしてつなげていく必要がある。生産から流通、販売、消費といった一連のプロセスでのデータ連携によって、農業のサプライチェーン全体での付加価値向上、生産性向上を目指すことができる。たとえば、属人的なコミュニケーションや手書き伝票による流通の無理と無駄を削減するだけでも大きな効率化が見込めるだろう。また、生産者が作るだけでなく流通、消費までを考慮する農業を行うにあっても、この情報連携は大きな役割を果たす。サプライチェーンの下流のデータ、たとえば小売業の販売履歴データや顧客データを活用することで、生産者はマーケットニーズを考慮した農業生産ができるようになるであろうし、サプライチェーンの上流（生産）と下流（消費）のデータを紐づけることにより、農産物の需給マッチングや契約取引等を円滑化することにつながり、食品廃棄ロスを削減できるようになるだろう。

2. スマートフードチェーンの構築

2.1 競争と協調

2015年前後から言われ始めたドイツ発の概念にインダストリー4.0がある[3]。これは日本語では第4次産業革命と訳されるものであり、蒸気機関などで手工業から機械工業に発展した産業革命を第1次、電気が動力のメインとなったときを第2次、ロボット等によって自動化が進んだ年代を第3次としたときに、情報化、ネットワーク化による「ものづくりの現場の革新」が進む2015年以降の年代を第4次と位置付ける考え方である。

農業現場での機械化、自動化が進み、スマート農業として農業現場でのIoT機器の活用、システムでのデータ活用が進む今、農業という産業も第3次～第4次産業革命の中にあると言えるだろう。実際に、農業におけるデータ連携も、農研機構が運営する農業データ連携基盤（WAGRI）などで推進されている。こうした情報連携、情報のネットワーク化という第4次産業革命では、事業者間のデータ連携が重要である。では、事業者間でのデータ連携や取組みの連携を加速していくためには、何が重要であろうか。

その1つは、連携していく各事業者が自社の事業における競争領域と協調領域をしっかりと区分することである。競争するべきところは競争し、自社の商品やサービスを磨き上げる一方で、事業のなかで協調し、連携した方がお互いにメリットになる部分は、他社と手を取り合っていく方が自社の利益につながる[4].

この「競争と協調」は、デジタル化が進む現在において重要な概念であり、農業でも意識していくべきものである。

生産分野で言えば、生産管理システムで、自分のデータだけを見て生育の状況を考えるよりも、複数の生産者とデータ連携取組みを行い、それらのデータと比較した方が有意義であろうし、農機のシェアサービスなども協調の一環であると言える。

流通・販売の分野で言えば、農産物の販売そのものは当然ながら「競争」の領域であると言えるが、品目や出荷時期が異なる場合は、協調できる領域となる。たとえば、あるスーパーと取引を行う場合に、自分の地域では気候の問題で夏にしか出荷できない農産物について、収穫時期が異なる別の地域の同じ品目を作る生産者と連携し、受注データなどを共有し、年間供給を実現するような取組みは協調であると言える。また、生産品目が異なる生産者がグループを組んで、販売を一緒に行うことなども協調であると言える。これも、お互いの取引先やバイヤーを紹介しあうことによって販路拡大につなげることができる。

さらに「物流」は、協調していくことで大きなメリットが得られる領域である。現在、トラックドライバーの高齢化や連続運転時間への規制などにより、ドライバー不足が顕著になっている。そのため、物流費は上昇の一途を辿っており、売上に占める物流費の割合が高まっている生産者も多い。物流費こそ、そこでメインの競争は行われないため、連携することでコストダウンを図ることができれば、お互いにメリットが出るものである。

出荷において、チャーター便を手配するほどの量がない場合、とりわけ1~2トン程度のロットの物量を出荷する場合、路線便トラックの手配が難しかったり、手配できても価格が非常に高かったりしてしまう。こうした中規模~小規模な物流は、複数の生産者が出荷情報を共有し、トラックのシェアを行うことでコストダウンが可能になる。10トントラックを2トンの物量を持つ5社でチャーターし、10トン積載で運行するようなイメージである。

このように、事業者間のデータ連携を行い、農産物のサプライチェーンの全体最適を目指す取組みとして、我々は、協調領域としてのデータ連携基盤、データプラットフォームを「スマートフードチェーン」と定義し、その構築を進めている。

2.2 スマートフードチェーンの構築

先述のように、生産から流通、消費までをつなぎ、付加価値を生み出すサプライチェーンにおいて、農産物等を出荷箱単位で情報管理するために、各段階のデータを連携させるためのデータ連携基盤（システム）を構築するプロジェクトがスマートフードチェーン構築事業である。これは、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムの一環として実施されている（[図2](https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/sip/sip2/about/sfs.html)）（<https://www.naro.go.jp/laboratory/brain/sip/sip2/about/sfs.html>）。

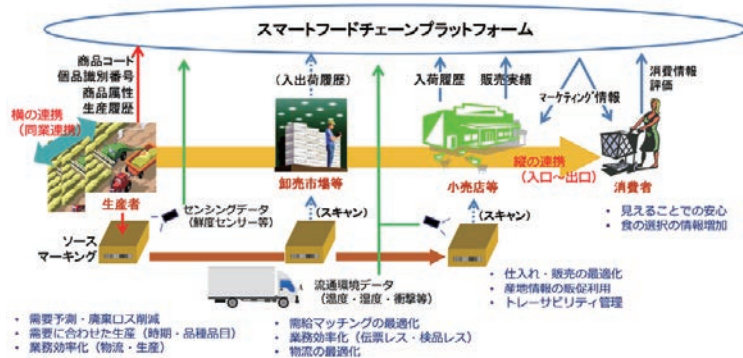


図2 スマートフードチェーンのイメージ

なお、スマートフードチェーンは、生産にかかわるデータと流通・販売にかかわるデータを単に結び付けるだけのものではなく、データの連携を通じて、流通する農産物の付加価値を高めることを目指す取組みであることに留意されたい。

このスマートフードチェーンを実現することを目的に、協調領域としてのデータ連携を促進するためのデータプラットフォームをスマートフードチェーンプラットフォーム（以降、SFPと示す）と定義する。SFPは、サプライチェーンの段階別の事業者のデータ連携（縦の連携）だけでなく、各段階における事業者間のデータ連携（横の連携）の両方を対象としている（図3）。

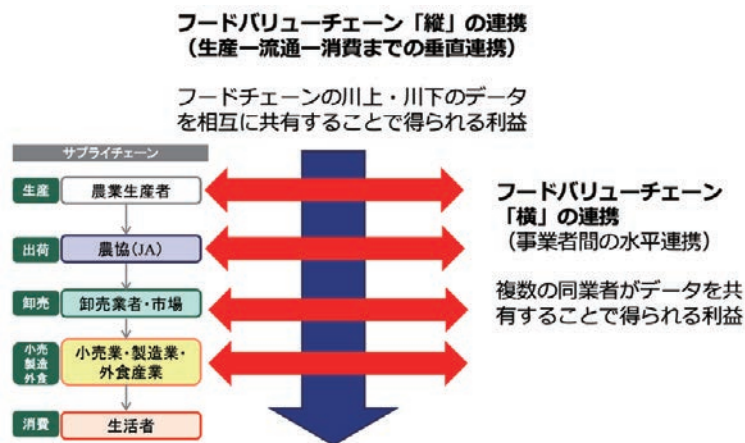


図3 フードバリューチェーンの縦と横の連携

生産一流通一消費までの垂直的な取引を行う事業者間のデータ連携をフードバリューチェーン「縦」のデータ連携とするならば、サプライチェーンの同じ階層にいる複数の同業者がデータを共有することは「横」のデータ連携であると言える。この縦と横のデータ連携がフードチェーンの高度化、生産性の向上にとって求められている。

2.3 スマートフードチェーンの機能と構造

従来取り組まれてきたフードチェーンの基盤となるシステムの多くは、特定の大型小売りチェーングループごとの垂直統合型であり、それぞれ独自のデータフォーマット、データ交換様式を用いており、相互運用性はサポートされていない。それに対し、SFPは、前述のように、スマートフードチェーンにかかわる多種多様な業種・組織が保有する多様なシステム・データの連携が必要とされる。そこで、SFPは、農業データ連携基盤（以下、WAGRI）のために検討・実装され、2019年より商用サービスとして提供されているDynamic APIを採用した[5][6]。

Dynamic APIは、データベース構築とサービス提供機能開発とを独立に進めることを可能とするとともに、サービス提供機能にかかわる追加、変更要件に対して、極力プログラム実装を伴わずに実現するアーキテクチャである。

WAGRIにおいて提供されるサービスは、いずれもAPIとして提供されており、データ連携サービスも同様である。WAGRIは、構築時点において、8種類の地理空間データベース、21種類のマスタデータベースに、52種類の農業統計データベースを加えた81種類のデータベースから構成されており、現在はさらにいくつかのデータベースが追加されている。個々のデータベースはそれぞれ異なる組織が個別に管理・運営（更新）する。WAGRIは、これらをJSON形式に統一し、個々のデータの更新状況に応じたデータ連携を実現している。このデータ連携にかかわる基本的な構造はSFPにおいて求めるところであり、SFPはこの構造を用いて多様なデータ連携を実現している。

より重要な点が、Dynamic APIのサービス提供機能に関する点である。APIの実装を基盤システムから切り離し、GUI操作による要件定義と簡単なスクリプト記述に基づきAPIを生成するアーキテクチャを実装している。より具体的には、個々のAPIに関し、アクセス権、並びに対象となるデータとメソッドの定義をGUI操作によって定義する。さらに、さまざまなETL（Extract Transform Load）のためにスクリプト実行環境を基盤上に構築し、データ処理を記述する環境として整備している。具体的には、あらかじめ用意したETLスクリプトの構文規則に従いスクリプトを記述することで、データ要求メッセージの外部データ資源への送信、取り込んだデータの基盤内のデータ形式への変換、データベースへの保存などの一連の処理がAPIとして動的に作成され基盤上に実装される。スクリプトの記述はプログラミング知識がなくても可能なものとしており、現場作業を把握している事業者が、必要な処理を整理することで、必要なAPIの生成が可能となる。実際、SFPにおいては、現場での議論に基づき新たなAPIの作成や既存APIの修正が実施されることも多く、現場の知識を取り込むことが求められている。さらに、現場側の負担は増えるわけであるが、個々の現場の事業者にAPI実装権限を開放することで、彼ら自身が、現場の知見に基づき、かつ現場での状況変化を踏まえた独自APIの構築が可能となり、結果として、現場の変化に応じた柔軟な処理が円滑に進むことが期待される。なお、APIは利用者間で共有・継承も可能であり、類似した案件であれば、一度作成したETLスクリプトを異なる事業者が再利用したり、新たなメソッドを加えて実装したり、あるいは複数のAPIを結合するなど、現場の状況やその後の目的に応じた現場での検討が実現される。SFPにおいて重視されるべきは個々の現場の知見であり、Dynamic APIを用いることで、SFP上で展開されるサービスへの適用が実現される。

2.4 スマートフードチェーンのビジネスモデル

ここまで述べてきたように、SFPは、サプライチェーンの各プレイヤーが競合の垣根を越えてお互いの利益のためにデータ連携を行うための仕組みであり、協調領域としてデータ連携サービスを展開するシステムである。そのため、基本的にすでに展開されているサービスと競合しない仕組みとして提供する。

つまり、生産者や小売業などのユーザに対して直接サービスを提供するのではなく、基本的なビジネスの仕組みとしては、農業データ連携基盤（WAGRI）と同様に、ユーザにサービスを提供するシステムベンダなどに対してデータを提供し、その企業が自社サービスを提供する際に活用できるデータを連携基盤を通じて提供する、いわば、B to B to Cのビジネスモデルであると言える。

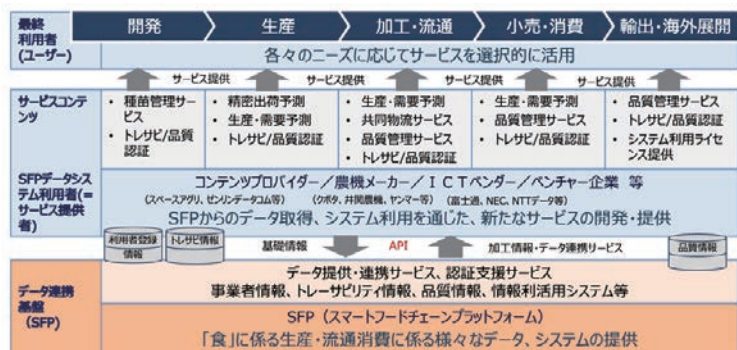


図4 SFPのビジネスモデル

2.4 スマートフードチェーンの新規性

農業分野、食の流通の分野において、インダストリー4.0の動きも含め、現在では世界的にデータ連携の活動が活発化している。たとえば、農業生産におけるデータ連携（海外）では、米国のAgGateway[7]など、生産に関するデータ連携基盤を構築している企業が多数存在している。

また、生産から流通、消費をつなぐ仕組みとしては、食の安全確保を目的とした食のトレーサビリティシステムを複数の企業が展開している。具体的には、米国ではIBM社がIBM Food Trustというブロックチェーンを活用した生産者や加工業、卸売業、小売業などをデータでつなぎ、その取引状況や商品に関する履歴管理を行うシステムを展開している[8]。これば、米国最大の小売業であるWalmartが中心となって推進している。欧州では、ドイツにおいてGS1という団体が、fTRACEという原材料から加工品までのロットをつなぐEU最大の食品トレースシステムを構築している[9]。こちらは、ドイツでも有力な小売業であるメトロが中心となって活用が進んでいる。

表1に構築を進めているスマートフードチェーンと、IBM Food Trust、ドイツのfTRACEの仕組みの比較表を示す。

表1 SFPと海外トレーサビリティシステムの比較表

評価軸	研究開発		
	SFP (日本)	IBM Food Trust (米国)	fTRACE (ドイツ)
カバープロセス (開発/生産/加工・流通/小売・消費)	◎ (開発/生産/加工・流通/小売・消費)	○ (生産/加工・流通/小売・消費)	○ (生産/加工・流通/小売・消費)
把握対象 (What,Where,When,How)	◎ (What,Where,When,How)	◎ (What,Where,When,How)	○ (What,Where,When)
対象品目	○ (農産物中心)	◎ (流通全般)	○ (水産物中心)
汎用性	◎ (GS1に準拠)	◎ (GS1に準拠)	◎ (GS1に準拠)
機能拡張	◎ (生産履歴、品質管理、生産調整、共同物流)	○ (生産履歴、品質管理)	○ (生産履歴、品質管理)
コスト	○ (?)	△ (中堅企業12,00ドル/年)	○ (720ドル/年から)
市場性(普及状況)	△ (開発中)	◎ (Walmartが薬物野菜サプライヤーに参加義務付け他、大手企業多数参画)	○ (独Metro Groupが導入)
社会貢献	◎ (社会基盤サービス)	○ (商業サービス)	○ (商業サービス)

これまでのトレーサビリティなどの入出荷履歴の仕組みは、その情報起点が小売業とメーカーになっており、農業生産者（1次産業の生産者）までの枠組みにはなっていない。そのため、IBM Food TrustもfTRACEも起点は生産者の出荷段階となっており、生産者側の栽培プロセスまでをカバーしているわけではない。これは、IBM Food TrustとfTRACEでは、システムの目的が食品のトレーサビリティにあるためであり、生産と流通、消費のデータ連携を行い、生産者の付加価値向上や生産性向上を目指すSFPとは目的が異なるためである。

また、米国AgGatewayを代表とする生産現場のデータ連携協調基盤は、生産現場（＝農場）のデータ利活用を行う取組みがメインであり、フードチェーンの多岐にわたるプレイヤーのデータ連携には着目していない。そのため、SFPは米国AgGatewayと比べても、種苗開発／育種のプロセスまでを範囲に含めていること、生産した後のサプライチェーンの下流のデータまでを連携対象にしていることから、独自性、新規性を有していると言える。なお、対象品目も農作物中心のAgGateway等と比して、SFPは農作物に限られない、広い品目に対応していく予定であることに新規性、優位性があると考えている。

このように、海外に目を向けた場合、農業データにおけるデータ連携のプラットフォーム（農機を通じた作業情報の連携など）や、食品トレーサビリティのプラットフォームは複数存在しているが、農産物等の研究開発段階から生産、流通、販売、消費までのすべてのプロセスを一気通貫にデータ連携を行うシステムは存在していない。SFPは世界的にも新しいデータプラットフォームを構築するプロジェクトである。

3. スマートフードチェーンの機能実証

3.1 入出荷履歴データの取得とトレーサビリティ

ここでは、SFPの開発にあたって、過去に実施したいくつかの機能実証について紹介する。まずは、基本的な機能であるサプライチェーンの各段階における入出荷履歴の取得と、そのデータ連携によるトレーサビリティの確保である。

<入出荷履歴取得実証>

実施期間：2019年12月4～7日

対象品目：菊菜など葉物野菜

実施内容：卸売市場を経由する流通において、ほうれんそうの個品識別を行い、流通段階の入出荷履歴を取得、最終的には、小売業におけるID-POSデータとのデータ連携までを行い、生産・流通・購買の一気通貫したデータ取得を確認する。

実証ルート：JA兵庫六甲⇒神戸中央市場⇒仲卸⇒小売

その他：SFPにおけるデータ取得に関する課題の抽出、取得データのデータ格納に関する課題抽出も実施。

実証では、**図5**のように農産物を出荷するコンテナに個体識別番号をロット番号としてQRコードにて付与し、産地から、卸売市場での売買、店頭に並ぶまでの入出荷履歴を取得した。また、生産履歴も、生産者の栽培台帳からデータで入力を行い、個体識別番号をキーに入出荷履歴との紐づけを行った。一部の店舗では販売の履歴データの提供を得ることができたため、SFPを用いた生産（栽培履歴を含む）と流通、販売までのデータ連携を実証することができた。



図5 実証の様子

実際の現場での実証を通じて、かかわった各事業者の評価から、品質保証、品質クレーム対応、店頭でのマーケティングにおける産地情報の利用といった面でのデータ連携の有用性を認める一方で、主にオペレーションに関する課題が明確になった。その1つは、入出荷履歴のデータ取得において、コンテナ全数のスキャンが必要になることである。非常にリードタイムの厳しい流通を行っている現状では、取引の物量が大きくなった場合、全数QRコードをスキャンする時間の確保は難しいということである。こちらは、1つの個体識別番号で扱うロットの粒度を大きくすること、あるいはRFID等の自動認識機器で1つ1つスキャンをしなくても全数のデータ取得を行うといった対応を予定している。

もう1つは、サプライチェーンのプレイヤー別に「開示したい情報」が異なることが明確になったことである。たとえば、産地（生産者）はすべての流通履歴をオープンにしてもよいと考える事業者が多いが、仲卸などの中間流通の事業者は「競合に販売先が見えてしまう」といったことから、自社と小売業との関係を見えないようにクローズドにしてほしい、といった要望があった。これに対応するには情報を開示する側が、閲覧する対象ごとに情報の開示レベルを自由に決定できる仕組みづくりが必要である。

なお、SFPの開発にあたっては、事業者間、サプライチェーン間でユニークとなる個体識別番号の設定が必要であるため、全世界でユニークとなる個体識別番号の仕様を決定している（図6）。



図6 個体識別番号の仕様

個体識別番号は食品の輸出などへの利用も想定し、全世界でユニークになることを目的に、国際的に最もスタンダードな商品識別コードを持つGS1規格[10]で設定した。まず、事業者コードとアイテムコードから成るGTIN14で商品を識別し、その後ろにロットもしくはシリアルを示す11桁の数字を付与する。ロットかシリアルかは、GS1の規格上、11桁の数字の前のAIと呼ばれるインジケータで切り分けできる。このAIが（10）ならばそれ以降の英数字はロットであり、（21）ならばシリアルを示す。なお、シリアル・ロットの桁数は最大20桁（可変長）で英数字が利用できるが、将来のRFID活用を見越したとき、RFIDの規格（EPC）では、一般的なタグの容量96bit、うちシリアルは38bit（2,748億通り）で、これが表現できる情報量の上限となる。10進数表現では、GTIN14桁+シリアルNO（もしくはロットNO）11桁（最大1,000億通り）として、この情報量に収まるようにした。[11]。

3.2 輸送環境データ取得とJAS規格の制定

SFPでは、農産物を中心に生鮮食品の品質管理、付加価値向上を目指している。そのため、生鮮食品の「鮮度」の維持や測定に必要なデータの取得のため、温度、湿度、衝撃等を記録するデータロガーとの連携や、「鮮度」を測定するためのセンサの開発等も実施している。

図7は、農産物の輸出実証において、温湿度・衝撃の記録を取得した事例のグラフである。輸出における商品の温度変化を記録することで、輸出先現地での品質トラブル等の際に要因の特定や再発防止のアクションを取りやすくなる。

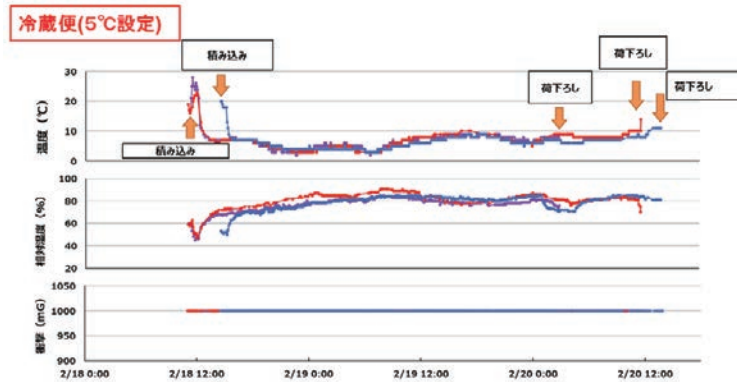


図7 温湿度・衝撃ロガーの記録

SFPは、協調領域のデータ連携基盤であるため、特定のセンサやデータロガーに依存することなく、幅広く使える機種・メーカーの選定を行っていきたいと考えている。そのため、国内・海外を問わず、さまざまなメーカーの機器をテストしている。しかしながら、現場で使えるデバイスが少ない課題がある。輸出入も含め、船便で2週間以上かかるケースも想定して輸送環境データを取得しようとする、バッテリーの持ちが不足したり、データロガーの紛失リスクや海外で回収できないリスクを考えるとデバイスの価格が合わなかったり（商品単価が低いので、使い捨ての高価格デバイスは厳しい）、防水、測定可能温度帯（冷凍～50度まで）といったスペックが求められたり、と現場利用の条件を完璧に満たすデバイスは多くはない[12]。現在では、国内流通で使うデバイス、輸出向けのデバイスと分けて検討を進めている。

さらに、こうした入出荷履歴の取得と輸送環境の測定が可能になることから、新しいJAS規格を策定するプロジェクトも進めている。SFPを用いて、農産品のトレーサビリティと輸送品質を認証するJAS規格であり、「フードチェーン情報公表JAS（仮称）」として、その規格案をレタス、ぶどう、メロン等で作成している。検討にあたっては、学識経験者や流通工程管理者、小分け業者等が委員として参加する検討会を立ち上げ、審議している。サプライチェーン全体でのデータ連携が可能であるSFPを使い、新たなJAS認証を行うことで、その輸送環境を保証し、農産物の付加価値を高める取組みである。

3.3 物流マッチング

近年の運送業界では、全国的に人材不足が深刻化しており、運賃も上昇傾向にある。特に農産物は、鮮度が求められるため、迅速な対応と配送が求められる一方で、少量出荷やバラ積み（パレット単位ではなく、細かい箱単位で積むこと）が多く、地域によっては物流の確保が難しくなったり、コスト上昇が激しい状況にある。現場を見ていると、とりわけ数百キログラムから、4～5トン程度の単位での農産物の出荷が難しくなっているケースが多い。数ケース単位の少量出荷であれば宅配便が使える、5トン以上であればトラックをチャーターできることが多いが、宅配便で送るには送料が高すぎ、かつチャーターのコストメリットがでない中間物量の出荷に困難をきたすのである。距離の離れた大都市圏のバイヤーと旬の時期に毎週2トンを納品する商談が持ち上がったものの、物流が確保できず契約・出荷に至らなかった、といった話を聞くことも少なくない。

そこでSFPを用いて、農産物の物流対策ができないかを検討、「共同物流」の実証実験を2019年に実施した。「共同物流」とは、複数の生産者でトラックをシェアして運ぶ仕組みである。通常は物流会社が依頼に応じて1台のトラックに積み合わせているものを、生産者の出荷情報を取りまとめ、1台のトラックをチャーターし、そこに生産者主導で積み合わせる。SFPを用いて、出荷者間のデータ連携を行うことで、トラックのシェアを実現しようというものである。実証実験の中では、さまざまなパターンで共同物流を試したが、ここでは効果の大きかった事例を紹介する。

実証実験は九州をフィールドに2019年の1～2月に実施した。複数の農業法人と連携し、それぞれの事業者から出荷実績データ、出荷予定データを提供いただき、物流のマッチングを行った。マッチングのロジックとしては生産地・出荷場間の距離が短く、温度帯（冷蔵）が同一、向け先（関西）の地域が同一といった条件で実施した。マッチングが出来た後は、生産者間で出荷時間の調整等の最終確認を行い、同一のトラックで出荷を実施した。その結果、個別にトラックを手配して出荷する場合よりも、0.8%～23%物流費を削減することができた。特に少量出荷する生産者ほど、コストの削減効果が大きかった（図8）。

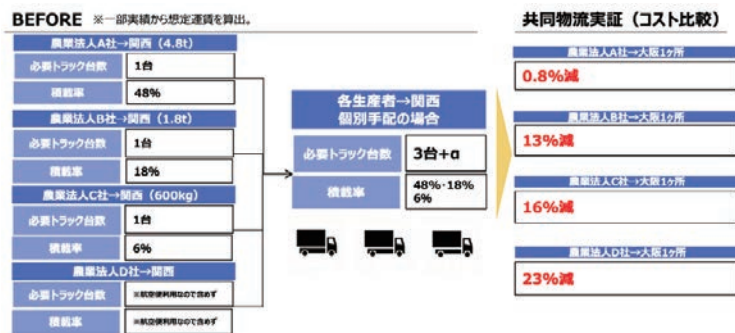


図8 物流実証の結果

ここから、SFPを使って物流データを共有し、条件が合う生産者が連携、物流を共同化することで物流の効率化とコスト削減を図ることができることを確認した。この成果を用いた共同物流のためのデータ連携APIも開発し、すでにSFP上に実装も完了している。

4. 社会実装に向けた課題と今後の展望

4.1. 社会実装に向けた課題

①システム面での課題

データ連携に関しては、越塚[13]により分野間データ連携基盤に関する検討が進められ、あるいは港湾関連データ連携基盤（以下、Cyber Port）[14]の本格運用が開始されるなど、さまざまな取組みが進められており、相互のデータ連携の必要性については政府のAI戦略等でもさまざまな指摘[15]がされている。取組みのいくつかは検討段階であり、それらについては今後の動向を見据えた検討が必要である。

一方で、直近に取り組むべき対応としては、たとえば、社会実装済みのCyber Portが対象とする港湾物流は、SFPが取り組む海外輸出と重複する。すでに連携に向けた検討を進めているが、この類の関連サービス・データ連携基盤等とのシステム間連携を着実に進めることが求められる。農林水産分野においては、この類のプラットフォーム間連携に関する契約ガイドラインが2020年春に策定されているが、他分野における策定は遅れている。EUの一般データ保護規則（GDPR、General Data Protection Regulation）がデータのポータビリティに言及している[16]ように、データの取扱いに関する議論は国際動向も踏まえて方針を策定し、それに基づきデータの持ち方、データ連携方式を策定していく必要がある。特にSFPの過程において生成されるセンサデータの取扱い、データの信憑性の保証や開示範囲などは、センサが付与された物品が複数事業者間にまたがって利用されるものであり、改めての検討を進めている。SFPは協調領域のデータ連携基盤であることも踏まえ、より詳細な議論とそれに基づくシステム実装を進めていく。

②サービス展開に向けた課題

SFPの開発を行っている内閣府の第2期戦略的イノベーション創造プログラムは5カ年のプロジェクトであり、2022年度が最終年度となる。そのため、2023年度からの社会実装が求められている。2021年度終了段階では、SFPは必要な機能の実装がほぼ完了した状況にあるため、2022年度は社会実装への助走期間として、サービスを提供する組織（主体）の立ち上げ、SFPのサービスメニューの設定（利用価格の設定や課金方法を含む）、初期ユーザの確保が必要な状態である。

特にSFPはデータを連携する事業者が多ければ多いほど、1ユーザあたりの利便性が向上する、いわゆる「ネットワーク外部性」が高いサービスであるため、できるだけ早い段階で、利用ユーザを確保することが課題であり、重要なポイントである。ユーザの数の早急な確保に向けては、実務で活用できる効果の高いソリューションの実証と、数字で表現できる実績の獲得が必要である。

4.2 今後の展望

SFPは、今後の展望としてその機能拡張と海外展開を検討している。

機能拡張としては、現在、農産物のサプライチェーンをメインに開発を進めているが、これを水産物、加工食品、林産物などへ展開することを想定している。一部、水産物については農産物と同じスキームでデータ連携が可能であることから、実証とシステム開発をスタートしている。

さらに、ほかのデータ連携基盤とのシステム連携、データ連携も検討を行っている。具体的には、同じ内閣府戦略的イノベーション創造プログラムで構築が進められている「物流データ連携基盤」や「防災データ連携基盤」との連携を想定している。実際に物流データ連携基盤との連携については、場所を示すロケーションコードの統一化や、フードサプライチェーンにおける物流指示データの作成において、データフォーマット等を標準化することで議論が進んでいる。

海外展開については、東南アジア、アフリカ等の国と現在、SFPのプラットフォームを使って、現地のスマートフードチェーンを構築する議論が進んでいる。現地にとっても、ゼロからフードチェーンのデータ共有システムを構築するよりもSFPと連携することでローコストに短いリードタイムでシステムを構築できるメリットがある。これについては、日本のSFP上に現地向けのシステムを乗せる方法と、日本のSFPの仕組みとシステムを提供し、現地でシステムを構築する方法の2種類が考えられるが、現地のインフラ整備の状況やシステム投資の状況から、適した方法を選択していく必要がある。

加えて、SFPとして海外のシステムとの連携も必要になるだろう。たとえば、海外のトレーサビリティのシステムや、AgGatewayなど現地のデータ連携プラットフォームとのシステム連携である。日本の生産管理システムで入力した生産履歴が、SFPを介して輸出先の国のトレースシステム上から閲覧できるようなシステム連携ができれば、より効率化した農産物流通を世界的な規模で構築することができる。

スマートフードチェーンによる農産物のイノベーションは、まさに始まりつつある。社会実装に向けて、ますます我々は研究開発を加速していきたい。

参考文献

- 1) 農林水産省：牛・牛肉のトレーサビリティ、<http://www.maff.go.jp/j/syouan/tikusui/trace/> (2018)
- 2) 農林水産省：卸売市場情報、<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/sijyo/info/> (2017)
- 3) 総務省：情報通信白書、<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd135210.html> (2018)
- 4) 経済産業省：ものづくり白書、pp.211-212,
https://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2015/honbun_pdf/pdf/honbun01_03_04.pdf (2015)
- 5) Uehara, H. and Shinjo, A. : WAGRI - the Agricultural Big Data Platform, Proc. E-AGRICULTURE IN ACTION, BIG DATA FOR AGRICULTURE, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Telecommunication Union (ITU), pp.73-83 (2019).
- 6) 小杉 智, 上原 宏, 神成淳司：農業データ連携基盤 WAGRI~ Dynamic API アーキテクチャによる農業APIサービスのプログラム実装, 電子情報通信学会論文誌B, Vol.103, No.1, pp.1-10 (2020).

- 7) ASABE Staff : A Boost to Interoperability in Precision Agriculture : AgGateway's Agricultural Data Application Programming Toolkit (ADAPT), Resource Magazine, 26 (4), pp.8-9 (2019).
- 8) IBM : IBM Food Trust : 世界の食料供給は新しい時代へ, <https://www.ibm.com/jp-ja/blockchain/solutions/food-trust>
- 9) GS1 Germany : fTRACE, <https://www.ftrace.com/en/gb>
- 10) GS1 Japan : 識別コード, <https://www.gs1jp.org/standard/identify/index.html>
- 11) GS1 Japan : EPCIS, <https://www.gs1jp.org/standard/epc/epcis.html>
- 12) 折笠俊輔 : 食の流通・物流におけるデジタル化とセンシング技術の可能性, 次世代センサシンポジウム資料 (2020) .
- 13) 越塚 登 : 特集 分野を超えたデータ連携の実現に向けた取組, SIP, DATA-EX/DSAと海外の取組, JISA quarterly : bulletin 143, pp.5-9 (2021).
- 14) 阿部遼太 : 港湾関連データ連携基盤の構築に向けた取り組み : サイバーポートの実現に向けて 港湾荷役 Vol.65, No.4, pp.404-410 (2020) .
- 15) 内閣府 : AI戦略2021, <https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/index.html>
- 16) EU : Gneric Data Protection Regulation, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>



神成淳司 (正会員) kaminari@sfc.keio.ac.jp

慶應義塾大学 環境情報学部 教授, 内閣官房イノベーション戦略調整官 (併任) . 慶應義塾大学環境情報学部卒業, 岐阜大学工学研究科博士後期課程修了, 博士 (工学) . データ連携基盤に関する研究に従事.



折笠俊輔（非会員）shunsuke_oriyama@dei.or.jp

（公財）流通経済研究所 農業・環境・地域部門長， 主席研究員． 早稲田大学商学部卒業， 筑波大学大学院ビジネス科学研究科修士課程修了． 農林水産物の流通・マーケティングに理論と現場の両方の視点から取り組む．

受付日：2022年1月3日

採録日：2022年1月24日

編集担当：平井千秋（（株）日立製作所）

特集号招待論文

超スマート社会における高齢者のIT活用を促進する“人に寄り添うテクノロジー”の展望

行木陽子¹ 陳 建和² 倉島菜つ美³

¹中央大学 ²キンドリルジャパン (株) ³日本アイ・ビー・エム (株)

超スマート社会においては、だれもが新しい機能やサービスを容易に利用し、高度なIT技術の恩恵を受けることができると期待される。加えて、世界でも前例のない超高齢化社会を迎えつつある日本では、高齢者によるIT活用が超スマート社会実現の鍵となる。しかし、コロナ禍において、対面でのコミュニケーションが大きく制約を受ける中、高齢者のネット社会における情報格差が顕著となっている。

筆者らは、昨今のITを活用した各種情報へのアクセスやコミュニケーションの手段が、高齢者にとっては複雑で難解なことがこの課題の根本にあると考えた。たとえば、今や若年層にとってはもはや一般常識に近い「ネット/インターネット」「アプリ/アプリケーション」といったIT活用の大前提となる概念そのものが理解できないことや、タッチ・ディスプレイによる操作に不慣れで扱いづらいことなども要因と考えられる。したがって、短期的な解決策は、触れて慣れることである。慣れによって、高齢者もある程度はITを活用したコミュニケーションがとれるようになり、そのメリットを実感できることでIT活用へのモチベーションがあがる、という好循環を得られる。この点について、筆者らによる実地検証の結果を踏まえて考察する。

高齢者がIT活用に慣れるためには、家族などの身近な存在あるいは、地域コミュニティなどの継続的な支援が欠かせない。このため、「とにかく慣れること」は必ずしもすべての高齢者にとって最善の解決策になるとは限らない。そこで期待されるのが、人間中心のIT技術である。具体的には、アンビエント・コンピューティングやカーム・テクノロジーと呼ばれる技術が浸透することで、高齢者がストレスなくIT技術を活用し、必要な情報にアクセスしたり、コミュニケーションをとったりすることができるようになる。こうしたIT技術を活用した実証実験はすでに始まり、それらの結果も踏まえ、その有効性について検証し、今後の展望について考察する。

本稿は、世界で最も高齢化率が高く、超高齢化社会の只中にある日本にとって国際的競争力を維持する上で非常に重要なテーマであると同時に、世界に先駆けて超スマート社会における新たなプラットフォームやビジネス・モデルを模索する企業や団体にとって有用な内容であると考えている。

1. 超スマート社会における高齢者の情報格差

超スマート社会においては、だれもが新しい機能やサービスを容易に利用し、高度なIT技術の恩恵を受けることができると期待される。一方で、日本は世界でも前例のない高齢化社会を迎えている。情報通信技術の発展によって、デジタルデバイスの活用が進み、家にいながら買い物ができたり、デバイス越しに対面で会話を楽しんだり、会議や打合せを行ったりすることが可能になった。しかし、高齢者によるデジタルデバイスの利用は限定的でその機能を十分に使いこなしているとは言い難い。こうしたことから、超スマート社会の実現には、超高齢化社会を見据えた高齢者の情報格差の是正が急務である。

本稿では、高齢者がデジタルデバイスを活用する上での阻害要因を「メンタルモデル」「入力操作」「モチベーション」の観点で洗い出し、実地検証を通してその解決策を検討した。その結果、阻害要因となる上記3点は、操作・環境への「慣れ」によって改善できることが見えてきた。家族やコミュニティの支援があれば、段階的に操作へ慣れるようサポートすることで、高齢者によるデジタルデバイスの活用を促進できる。しかし、継続的に支援し続けるのは難しい場合もあり、またそうした支援を受けられない高齢者の存在を考えると別の解決策が必要となる。そこで期待されるのが「人に寄り添う」テクノロジーの存在である。より多くの人々が「超スマート社会」の恩恵を享受できる豊かな社会を実現するために、人間の思考や行動を邪魔せず、「慣れ」なくとも意識せずに操作できるアンビエント・コンピューティングの活用や新たなテクノロジーの可能性についても検討していく。

2. 高齢者によるIT活用上の課題と解決の方向性

2.1 超スマート社会と超高齢化社会

「超スマート社会」とは、「実世界のモノにソフトウェアが組み込まれて高機能化（スマート化）し、それらが連携協調することによって社会システムの自動化・高効率化を実現し、また新しい機能やサービスの実現を容易にする仕組みが実現された社会」である[1]。超スマート社会においては、だれもが新しい機能やサービスを容易に利用し、高度なIT技術の恩恵を受けることができる。と期待される。

一方で、令和2（2020）年版高齢社会白書によると、令和元（2019）年の高齢者（65歳以上）が総人口に占める割合は28.4%であり、総人口が減少する中で65歳以上の人口が増加し、令和18（2036）年には33.3%となり、約3人に1人が65歳以上になると推計されている[2]（図1）。このようにすでに始まっている超高齢化社会は今後ますます進むと見られており、超スマート社会は同時に超高齢化社会でもあるだろう。

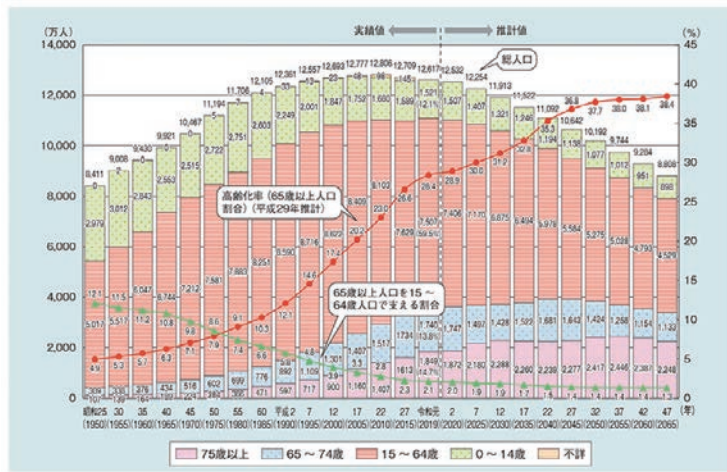


図1 高齢化の推移と将来推計[2]

MMD研究所によると、コロナ禍の影響もあり、高齢者によるスマートフォン利用は急速に拡大しつつある[3]（図2）が、実態としてその利用はオンラインショッピングや音声通話、散歩などの利用に限定されている[4]（図3）。SNSやブログなどのコミュニケーション、ニュース購読、音楽・動画視聴、インターネット上の情報検索、オンラインゲームなど幅広くスマートフォンを活用している若い世代に比べると、その機能を十分に活用できているとは言い難い。筆者らの身近にいる高齢者層を例にとってみても、スマートフォンなどのデジタルデバイスを十分に活用しているという人は稀で、多くは限定的な利用にとどまっている。

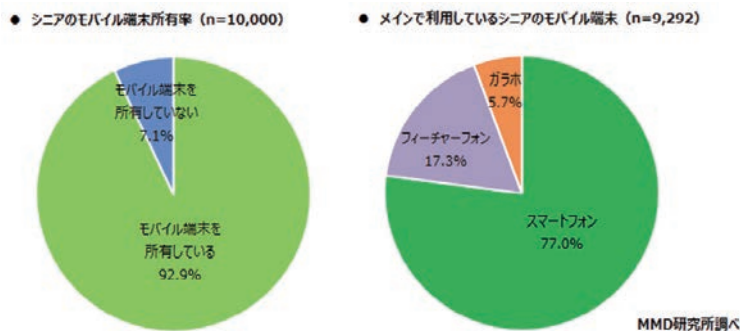


図2 高齢者におけるスマートフォン普及状況（MMD研究所調べ）[3]

● 外出自粛期間中、シニアがスマートフォンで新しく始めたこと・する頻度が増えた習慣・行動 (n=2,166)

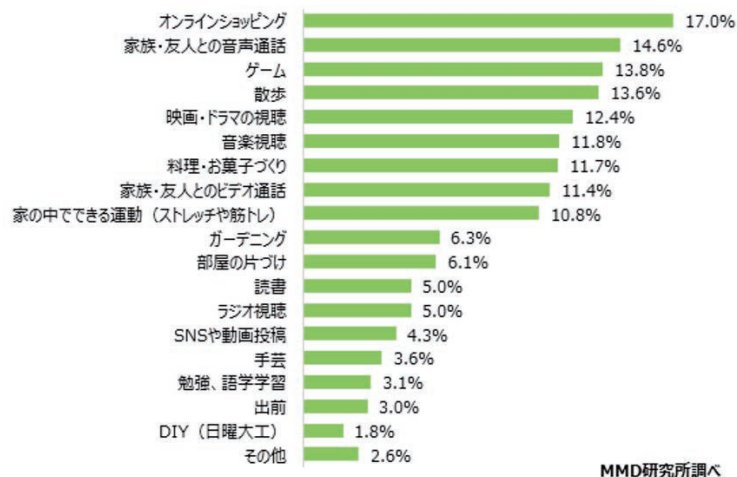


図3 高齢者におけるスマホ利用動向 (MMD研究所調べ) [4]

デジタル庁によると、最も利用されているSNSであるLINEは20代では93.1%、70代では56.7%の利用率と年代別の差が顕著である[5]。このことから、ITへの適応力の高い若い世代は、コロナ禍で対面でのコミュニケーションが制限を受ける中でも、IT技術を基盤としたコミュニケーション手段へとシフトすることで、コロナ前に近い活動や情報へのアクセスを維持できていると見られ、結果として世代間の情報格差が拡大している。

スマートフォンに代表されるデジタルデバイスは、人が情報にアクセスするための一番身近なタッチポイントであり、超スマート社会において新しい機能やサービスの入り口になることは容易に想定できる。しかしながら超スマート社会において人口の多くを占める高齢者にとっては、必ずしも身近で手頃なタッチポイントと言えず、結果として高齢者が超スマート社会における利便性を十分に享受できない可能性が高い。したがって、筆者らは、高齢者のIT活用とそれによる情報格差の解消は、超スマート社会の実現にあたり最優先で取り組むべき課題の1つであると考え。

高齢者の情報格差の解消は、超スマート社会における最優先課題の1つ

ではなぜ高齢者にはデジタルデバイスによる情報活用が十分に浸透しないのだろうか。

2.2 高齢者によるIT活用の阻害要因

(1) メンタルモデルが確立できないことによる不安

メンタルモデルとは、認知科学における1980年代以降のキーワードの1つであり[6]、人の心の中にある「ああなったらこうなる」といった「行動のイメージ」である。人々の行動は、その人の持つメンタルモデルに大きく影響を受ける。たとえば、掃除機に対し「ゴミを吸い込み溜めることで部屋をきれいにできるもの」というメンタルモデルが描かれているので、部屋に埃が溜まっていることに気づくと、掃除機をかけよう、という思考に至るのである。

それでは、スマートフォンを始めとするデジタルデバイスを使う場合に描かれるメンタルモデルはどのようなものだろうか。ここで問題となるのがその複雑性である。ユーザは、目の前のデバイスによる入出力だけでなく、その中で動くアプリケーション、あるいはその先にあるインターネットやWebサイトといった概念も含めたメンタルモデルを描く必要がある。荻田らは、中高年のパソコン操作の困難さが何に由来するのかをアンケート調査結果に基づき分析し、認知心理学的な側面から、このメンタルモデルが描けないことによる不安が原因の1つではないかと考察している（図4）。

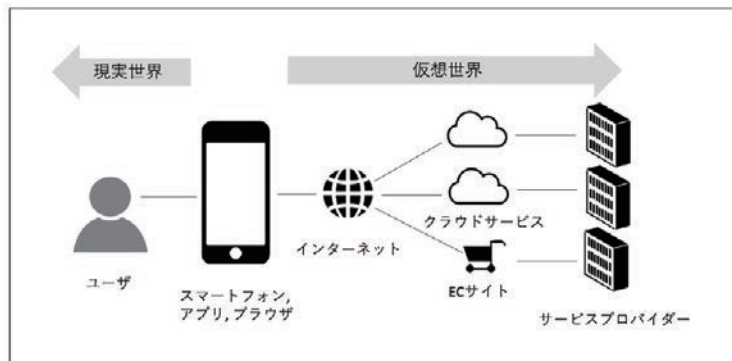


図4 スマートフォン利用にあたってユーザが描くべきメンタルモデルの一例

すなわち、高齢者がデジタルデバイスをタッチポイントとして利用することが困難である原因の1つとして、デバイス、アプリケーション、そしてインターネットといった概念を含むメンタルモデルを描くことが難しい点が挙げられる。加えて、メンタルモデルが描けないことによる恐怖心や不安感も、利用を阻害する方向に作用していると考えられる。逆に言えば、高齢者であっても、適切なメンタルモデルを描ければ、利用促進につながることを期待できる。

(2) 不慣れな入力操作による扱いづらさ

メンタルモデルが描けたとして、次に課題となるのが入力の難易度が高いことである。

スマートフォンの活用にあって必要不可欠なフリックやスワイプといったタッチ・ディスプレイによる入力操作は習得に時間がかかる。初めてスマートフォンを使おうとする高齢者はこの入力操作にはまったく不慣れであり、その扱いづらさ、習得の難しさが高齢者によるスマートフォン利用が進まない原因の1つとなっている。荻田らは、パソコン操作の課題としてキーボード操作およびマウス操作の困難さを挙げている[7]が、これと同じことがスマートフォンの入力操作でも起きていると考えられる。高齢者にとって物理的なボタンのないタッチ・ディスプレイの操作はこれまでまったく経験のない操作のため、キーボード操作やマウス操作の未経験者がそのスキルを習得する場合よりさらに、そのスキルの習得に時間がかかることが容易に想定できる。

高齢者にとってタッチ・ディスプレイ操作が難しいのは、操作の習得に時間がかかることに加えて、加齢により触感や圧感といった感覚機能の低下によりフィードバックを感じにくいことや、運動機能の低下により細かな操作がしづらくなっていることも要因と考えられる。永井らは、タッチパネル使用時の手指操作と接触力の実験を行い、高齢者と若年者の間に差異があることを明らかにしている[8].

スマートフォンの入力方法には音声入力という方法もある。音声入力はタッチ・ディスプレイ操作と比べて習得の難易度は下がるものの、すべての入力操作を音声入力で実施できるわけではなく、音声入力ができるようにするための操作はやはりタッチ・ディスプレイ操作となる。このため、スマートフォン活用にあたってタッチ・ディスプレイ操作の習得は必須となる。

こうしたことから、高齢者がスマートフォンを活用するにあたっては、タッチ・ディスプレイ操作の習得を容易にするような支援や、適切なフィードバックなどにより操作感を向上するなど、あまり細かな操作をしなくても済むような工夫が必要となる。

(3) 目的・モチベーションの欠如

ここまで述べてきたように、高齢者がスマートフォンに代表されるデジタル・デバイスを自由に使いこなすには、メンタルモデルを確立した上で、タッチによる入力操作を習得する必要がある。そのために重要なのが、目的とモチベーションである。

遠隔地にいる友人や孫とのコミュニケーションなど、スマートフォンを利用したい目的が明確な場合、その目的を中心としたメンタルモデルを描きやすい。またその目的のために継続して利用し続けることで、入力操作の習得も進みやすい。さらに利用に慣れることで新たな利用目的を見出し、活用が進むといった好循環が期待できる。

反対に明確な目的がない場合は、面倒な入力操作を習得するためのモチベーションが欠如しているため、利用は進みにくいだろう。第4章で紹介する事例のように、入力操作の複雑性から「できない」という思い込みを持つ高齢者も多い。こうした心理的障壁は慣れることである程度払拭できるが、そのためには継続して利用するための目的・モチベーションが必要となる。そのために有効なのは、高齢者に寄り添って目的を提示し、モチベーションを維持することのできる家族や友人、地域コミュニティやサポート・スタッフなどが身近にいることである。第4章で紹介するように、身近なサポートが得られる場合、操作習得までモチベーションを維持することができ、結果としてスマートフォン利活用の幅が広がりやすい。

2.3 考えられる解決策の方向性

高齢者が超スマート社会においてスマートフォンに代表されるデジタルデバイスを通じてITを活用するにあたっての阻害要因は、大きく以下の3点と考えられる。

- (1) メンタルモデルが描けないことによる不安
- (2) 不慣れな入力操作による使いづらさ
- (3) 目的・モチベーションの欠如

したがって、高齢者がITを活用するためには、高齢者に寄り添って目的・モチベーションを維持しつつメンタルモデルの構築と入力操作の習得を継続的にサポートすることが欠かせない。身近にそうしたサポートができる人がいない高齢者の場合でも、たとえば地域コミュニティによるサポートなどにより目的・モチベーションを維持することができれば、入力操作の習得から活用へとつながられるだろう。

しかし、すべての高齢者にこうしたサポートを提供することは容易なことではない。超高齢化社会が加速し、人口における高齢者の占める割合が増えればなおさらである。そこで期待されるのが、IT技術の進歩によってこの課題が解決されることである。

最初の課題であるメンタルモデルが描けないことによる不安は、現在のデジタルデバイスがその利用の前提として、『目の前のデバイスの中で動くアプリがインターネットを介してサービスへ接続されている』ということを理解していることを求めている点に起因している。たとえばスマートフォンで買い物をするにも、自分の利用しているアプリあるいはインターネットサイトがどの事業者の提供したものか、支払い方法にはどのような選択肢があるのかなどを理解して操作することが求められる。そのため、インターネットやアプリのしくみがよく理解できていないと利用が難しい。

ではここで、身近に家族などスマートフォンを使いこなしている信頼できるサポーターがいると仮定しよう。スマートフォンで買い物をしたいユーザは、希望する品物と想定する価格帯を相手に伝え、信頼できるサポーターにスマートフォン上での操作を任せることができる。この場合、ユーザは希望を伝えるだけでよく、面倒なメンタルモデルの構築も2つ目の課題であった入力操作の習得も必要ないし、それらを習得するためのモチベーションの維持ももちろん必要ない。

この身近な信頼できるサポーターの役割をITが担うことができれば、高齢者はいつでも希望を伝えるだけでよいことになる。そうなれば、高齢者によるIT活用は飛躍的に進むだろう。実はこれこそがアンビエント・コンピューティングというコンセプトの根底にある考えである。超スマート社会の実現にあたっては、アンビエント・コンピューティングをはじめとした人に寄り添うテクノロジーの発展と活用が必要不可欠である。

人に寄り添うテクノロジーの発展と活用が、高齢者の情報格差解消の鍵

3. 人に寄り添うテクノロジーとは

第3章では、第2章で提起された課題を解決し、高齢者によるIT活用を支援すると期待されるテクノロジーのコンセプトと最近の動向について解説する。

これらのテクノロジーは、超スマート社会の実現において大きな役割を果たすだけでなく、高齢者のIT活用の促進にも大きく寄与すると考えられる。

3.1 アンビエント・コンピューティング

アンビエント・コンピューティングのアンビエント (ambient) という言葉は、「周囲の・環境の」という意味を持っている。これまでは、情報にアクセスしたりアプリケーションを利用したりするためには、デジタルデバイスやパソコンを操作する必要があった。アンビエント・コンピューティングでは、特定のハードウェアを使うことが想定されておらず、周辺に存在するさまざまなデバイスが、ユーザのやりたいことを先回りして認識し、自動的に実現していく。音声インタフェース、音声認識、IoT、クラウドコンピューティング、ウェアラブル、拡張現実 (AR)、AIなど、さまざまなテクノロジーを有機的な組み合わせで、現実世界で何が起きているのかを把握し、利用者が何をしたいかを予測し、状況の変化に対応して、適切な対応を促す [9].

さらに、アンビエント・インテリジェンス (環境知能) は、環境に潜む知能、あるいは、知能が埋め込まれた環境のことを指し、生活や仕事をする空間で、収集した情報をもとにユーザに的確な情報を適切なタイミングで提示する。ロボットによる物理的な支援なども想定しており、人間の本来の活動を邪魔せず支援する次世代の情報社会を表すキーワードとして、欧州で広く使われるようになった。

多くの人が1台のコンピュータにアクセスし活用する時代から、1人1台のコンピュータを使う時代が訪れ、現在は1人が多くのデバイスを活用する時代となった。しかしながらそのユーザインタフェースは、テクノロジー主体の考え方が残っており、一般的に使いやすいものになるまでには至っていない。

アンビエント・コンピューティングは、人間を主体として捉え、ユーザがデバイスについて何も知らなくても使うことができる環境の実現を目指しており、高齢者の情報格差の大きな要因となっているデジタルデバイスの操作に関する課題を根底から覆す考え方と言える。

3.2 カーム・テクノロジー

カーム・テクノロジーとは、ユーザの思考や行動の邪魔をしないように配慮して設計されたテクノロジーのことを指す。ユビキタス・コンピューティングを提唱したマーク・ウェイザー氏とジョン・シーリー・ブラウン氏が1990年代に提唱した概念で、アンバー・ケース氏が『カーム・テクノロジー (Calm Technology) ~生活に溶け込む情報技術のデザイン~』でカーム・テクノロジーの設計指針を提示している [10].

カーム・テクノロジーは、電気のスイッチのように生活に溶け込み日常の一部となり、人が無意識に活用できる環境を提供することを目指している。デバイスの数が人間の数をはるかに上回り、さまざまなIT機器が身の回りに存在する現代において、便利になるように設計された機能が逆に人の思考を中断させたり、妨げになったりすることがよくある。カーム・テクノロジーは、このような現代のIT環境を再考し、「使いづらさ」あるいは「使いやすさ」さえも特別に意識させることなく、便利に、人々の暮らしにあたり前のように深く溶け込むことという考え方に立っている。

人間の価値観や暮らしの在り方にかかわる重要なテクノロジーの概念である。

3.3 アンビエント・コンピューティングの実現

高齢者を含め誰もが気軽にITを活用するためには、慣れ親しんだ環境と行動パターンにフィットしたアンビエントで、かつ利用者の邪魔をしないカームな存在であることが求められる。人に寄り添うアンビエント・コンピューティングが実現された社会では、ITは人々を取り巻く環境 (=ambient) の中に溶け込み、人々の状況を察知し、明示的に求められなくても必要な情報を必要なときに提供したり、快適な環境、安心安全な環境を保持したりする。それを支えるのがカームテクノロジー、邪魔をしない技術である。そのような社会においては、ITは人にその存在を意識させることなく存在し、必要なときに慣れ親しんだシグナルで次の行動を促し、さらに場合によっては新しい気付きを共創することさえもありえる。たとえば、センサデバイスによる状態通知とウェアラブルデバイスによる体調管理を組みわせることで、安心安全の居住環境を実現する。ユーザからの働きかけは不要なため、高齢者でも難なくITを活用することができる。

それでは高齢者が利用しやすいアンビエント・コンピューティングとは、具体的にどのようなものだろうか。一口に高齢者といっても健康状態やITリテラシー、身近な支援者の有無によってニーズは異なり、必要とするテクノロジーも異なる。したがってアンビエント・コンピューティングの実現にあたっては、ユーザそれぞれの状態やニーズに合わせて適切なテクノロジーを適用する必要があるだろう。表1は同居家族の有無および健康状態別に想定されるニーズとテクノロジーを整理した一例である。

表1 対象別のテクノロジー適用シーン

同居家族	健常者	要支援・要介護
あり	<p>ニーズ：能力を活かす生活、自分の能力を活かす仕事や社会貢献したい</p> <p>テクノロジー：XR、音声認識、AI機能搭載デバイスやネットサービス</p>	<p>ニーズ：できるだけ不便を感じない生活を送りたい</p> <p>テクノロジー：センサー、ウェアラブル、ハプティクス（触覚技術、haptic technology）、音声認識、ジェスチャー認識</p>
なし	<p>ニーズ：コミュニティ形成、情報と経験の共有できる生活</p> <p>テクノロジー：XR、AI機能搭載デバイス、今まで使っていた端末（例：テレビ）にアタッチできる情報受発信装置</p>	<p>ニーズ：支援を受けながらも自分の能力を生かす生活</p> <p>テクノロジー：XR、センサー、ウェアラブル、ハプティクス（触覚技術、haptic technology）</p>

このような超スマート社会では、アンビエント・コンピューティングにより、誰もがメンタルモデルや操作性に悩まされることなく、ITの恩恵を享受できるだろう。さらに、高齢者は単に安心安全に暮らせるというだけでなく、アンビエントなITの支援によってそれぞれの能力を活かして社会に貢献することも可能となる。すなわち、単なるコミュニケーションのためのツールや情報収集の手段としてのIT活用にとどまらず、自己啓発や自己実現のための手段として世代を問わずITが広く活用される社会、それこそが超スマート社会のあるべき姿と考える。

3.4 適用技術の展望

センサ技術は、環境の測定から人間の動きの測定へと飛躍的に進化してきた。その立役者であり、最も顕著な活用事例がスマートフォンである。人間の視覚、聴覚および力覚と触覚を代替するスマートフォンのニーズによってより高度な機能を持ったセンサが開発され、年間十数億台規模[11]で出荷されるスマートフォンに搭載されるために大量生産されることとなった。そして大量生産によりコストダウンが進んだ高機能センサは、スマートフォン以外のさまざまな目的にも転用が進んでいる。昨今、発達と普及が著しいXRの分野はその代表格だろう。XRで利用されるウェアラブル・デバイスには、周囲の状況やユーザの動きを検知するためのさまざまなセンサ類が活用されている。

XR技術は、超スマート社会における社会システムの自動化・高効率化や、新しい機能やサービスの実現にあたって、幅広い役割を果たすだけでなく、高齢者にとっても非常に有用なツールとなるだろう。XR技術を活用すれば、高齢化に伴う身体機能の差異や衰えをある程度意識せずに活動することが可能となるからである。コロナ禍で旅行が著しく制限された際に多くの人々がバーチャル・ツアーあるいはオンライン・ツアーのサービスを利用したことは記憶に新しい。令和3（2021）年版観光白書でも新たな旅の在り方の一例としてオンライン・ツアーの増加を挙げている[12]。昨今のVR技術の進歩により、さらに臨場感のある体験が可能となってきている。センサ技術やバッテリー技術の進歩によってXR技術を体験するためのウェアラブル・デバイスの軽量化が進むことで体への負担は軽減し、より長時間の利用が可能となれば、その利用はますます加速するだろう。そして工夫次第で高齢者にも受け入れやすいものとなる。

たとえば、通常の眼鏡や老眼鏡と一体化したARグラスやVRグラスが実現したとすればどうだろう。遠方に住む家族や友人からの連絡を眼鏡一体型VRグラスで受け、仮想空間で会って話すことができるとしたら、電話をかけたり受けたりはアンビエント・コンピューティングが自然に対応してくれるとしたら、高齢者もそのような仮想空間でのコミュニケーション・サービスというITの恩恵を無理なく享受できるのではないだろうか。

あるいは、アンビエント・コンピューティングを支える適用技術の1つであるハプティクスを活用することで、仮想空間での体験に、より実体験に近い臨場感を与えられるかもしれない。ここにエッジAIの技術も加わることで、仮想空間に配置した画像を分析し、タイムリーに最適なフィードバックを提供できれば、仮想空間での体験をさらに現実に近づけることが可能となる。

遠隔地にいる人と距離に関係なくいつでも繋がり、実際に会うのと遜色のないやりとりを仮想空間でできるようになれば、高齢者が持つさまざまな経験や知見を社会に還元するなど、高齢者の社会活動を活性化することも可能となる。社会に貢献できることがモチベーションとなり、そうした技術の活用はますます進むだろう。このような技術は、高齢者だけでなく、身体に障害を抱える人にとっても非常に有用である。

コラム：

XR（エクス・アール）とは、実世界の映像にコンピュータが生成する仮想的な映像や情報を融合し、多様な視覚体験を可能とする技術の総称である。VR（バーチャル・リアリティ＝仮想現実）、AR（拡張現実）、MR（ミクスト・リアリティ）、SR（代替現実）などがある。XRをクロスリアリティと呼ぶこともある。

ハプティクス（＝触覚技術、haptic technology）とは、振動などを与えることで実際にモノに触れているような感触をフィードバックする技術である。

4. 高齢者によるIT活用促進の実地検証

筆者らが身近な高齢者と接する機会を得た実体験を元に高齢者によるIT活用の阻害要因について検証した。それぞれの事例について、第2章で述べた（1）メンタルモデルが描けないことによる不安、（2）不慣れな入力操作による使いづらさ、（3）目的・モチベーションの欠如、のうちのどの要因に相当するかを示している。



ケース1

被験者属性：

年齢：84歳

性別：女性

同居家族：なし

目的：スマートフォンによる非対面コミュニケーション

課題：メンタルモデル，入力操作

原因：

これまでフィーチャーフォンやパソコンの利用経験はメール程度しかなく、インターネットやアプリといった概念が理解できていなかった（図5）。そのためスマートフォンに表示される数々のアイコンの意味や、アプリの起動・終了といった操作の意味が理解できず、不安感が先立つこととなった。またタッチ操作の経験が皆無だったため、一つひとつの操作に慣れるのに著しく時間を要した。

対策：

まずは電話機能に注力し、シンプルなメンタルモデルの構築を目指した。単純な架電、受電からはじめ、次に着信履歴から折り返し電話する方法を練習した。時間をかけ繰り返すことで操作に慣れ、抵抗感をなくすように配慮した結果、1カ月程度で電話をかけたり履歴から折り返したりできるようになった。次にアプリの概念の理解とタッチ操作への慣れを目的にシンプルなカードゲームを導入した。最初のうちはミスタッチも多かったが2、3カ月で徐々に慣れ、スムーズに操作できるようになった。

考察：

時間はかかったが、段階的なアプローチにより、メンタルモデルの課題を部分的に解決できた。また、継続した練習ができたおかげで架電などの簡単な操作はなんとか習得できた。これには指導できる人間が身近にいたことも大きい。少しずつできることを広げ、歩数計アプリの利用や簡単なカードゲームも楽しむようになり、スマートフォン上で複数のアプリが利用できるというメンタルモデルを構築できた。カードゲームのおかげで半年ほどかけてスワイプやフリックといった動作にも慣れてきた。残念ながら、テキストの入力操作の習得にはいまだ至っていない。また、インターネットを含むメンタルモデルが十分描けていないため、インターネットの理解を必要としない限定的な利用にとどまっている。

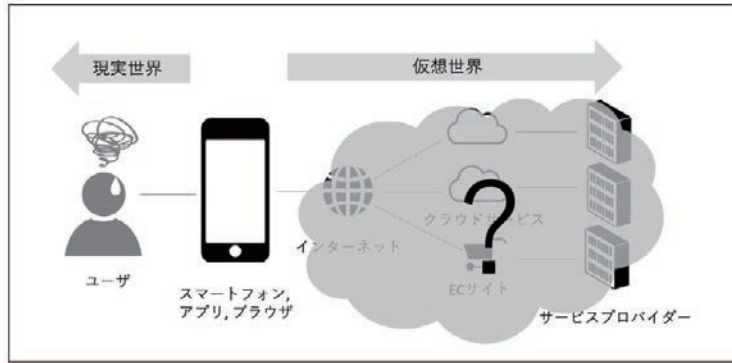


図5 適切なメンタルモデルが構築できない場合のイメージ



ケース2

被験者属性：

年齢：85歳

性別：女性

同居家族：あり

目的：スマートフォンによる非対面コミュニケーション

課題：入力操作

原因：

メッセージの本文入力中に、件名をタップしてしまい、意図せずにカーソルの位置が本文から件名に移動し、本文への入力ができなくなってしまった。キーボード入力の経験がないためフリック入力に対する抵抗感は低く比較的早く馴染んだ。しかしながら、タップという行為でカーソルの位置が変化するという概念の理解が難しく、カーソルのある位置から文字入力を行うという認識が不足しているため、思わぬところを触って混乱し文字入力を継続できなくなった（図6）。

対策：

カーソルの位置を示す「|」の表示の意味を説明し、「|」のある所に入力できることを説明。それ以降、スムーズに操作できるようになった。

考察：

文字入力への抵抗は低く、フリック入力に対しても「慣れ」により親和性が深まる。スマート端末への漠然とした不安があり、触ってはいけないエリアへの恐怖心がうかがえる。コミュニケーションによる恐怖心の排除ならびに操作支援により、スマートフォンの基本的な動きをきちんと把握できれば、利用促進につながる。



図6 入力画面のカーソル位置イメージ



ケース3

被験者属性

年齢：87歳

性別：女性

同居家族：なし

目的：スマートフォンの利用開始

課題：モチベーション

原因：

70代でスマートデバイスにチャレンジしようとした際に、「今からでは無理」という家族の否定的な反応からやる気を無くし、スマートデバイスを利用したいという気持ちを失ってしまった。

対策：

本来、本人が関心を示したときに寄り添い・励まし・支援し継続して利用促進の手助けを行うことが必要である。特に居住を共にしていない場合、帰省時などの対面での会話の内容がその後の高齢者の行動に大きく影響する。やる気を見せた高齢者にそのタイミングを逃さず継続した励ましを行うことが重要だったが、それができなかったため今も利用していない。

考察：

コロナ禍において、地方で暮らす高齢者家族とのスマートデバイスを利用したコミュニケーションはますます需要が高まっている。早い段階からスマートデバイスに慣れ継続して利用することで超高齢になってからの利用継続の可能性が高まる。これには本人が関心を示したときに、丁寧に対応し支援することが重要である。近くに支援者がいれば横で付き添って教えられるが、遠隔地の家族による支援には限界がある。前述のカーン・テクノロジーの活用による自律的な利用促進が実現できれば問題の解決に一歩近づくのではないだろうか。

ケース4

被験者属性：

年齢：81歳

性別：女性

同居家族：なし

目的：遠隔地からの見守り

課題：モチベーション

原因：

遠隔地に暮らす家族は1人暮らしの高齢者を心配していたが、高齢者自身は慣れ親しんできた環境と固定電話やフィーチャーホンで十分との認識からモチベーションがなく、新たなデバイスの導入には消極的だった。

対策：

1人暮らしの高齢者の安否と体調を確認する手段がないことを心配した遠隔地の家族に説得され、家族に自分の元気な様子を見てもらえるようにホームセキュリティー会社の見守りサービス（居間にカメラを設置）の利用を開始した（**図7**）。遠隔地の家族は、スマートフォンのアプリからその様子を見ることができると、安心につながっている。

考察：

心配してくる家族に安心感を与えられるサービスなら使ってもよいとの考えからカメラの設置には同意した。遠隔地の家族に元気な様子を見せることで家族へ安心感を与えられることが分かり、モチベーションに繋がった。次の一歩として、遠隔地にいる家族との双方向コミュニケーション手段の確立を模索しているが、メンタルモデルと入力操作の課題により解決に至っていない。



図7 ホームセキュリティーサービスの画像イメージ

ケース5

被験者属性：

年齢：84歳

性別：男性

同居家族：あり

目的：スマートフォンによる非対面コミュニケーションおよび自己実現

課題：特になし（メンタルモデルの構築およびモチベーションの成功事例）

原因：

特になし

対策：

特になし

考察：

パソコンを利用したインターネット上でのサイト閲覧や情報検索などの経験が十分にあったため、スマートフォン利用にあたってのメンタルモデルの構築がスムーズに実施でき、メンタルモデルが利用の阻害要因とならなかった。また仕事柄、若者と触れ合う機会が多くあることから、メッセージアプリの利用だけでなく、SNSや情報検索、地図検索など、スマートフォン活用のモチベーションとなった。

5. 高齢者によるIT活用促進のポイント

第4章では、これまで述べてきた高齢者がITを活用する上での課題と、その解決策としてのテクノロジーの方向性および実地検証の結果を踏まえ、高齢者によるIT活用促進のポイントについて述べる。

5.1 人に寄り添うテクノロジーによる解決

ここで、アンビエント・テクノロジーに代表される人に寄り添うテクノロジーにより、高齢者の情報格差が解消された超スマート社会の実現イメージとは具体的にどのようなものとなるかを考えてみたい。

現在のスマートスピーカーは、自然な話し言葉で話しかけることで、ユーザの要望や要求を理解し、必要な情報を提供したり、簡単な手続きを代行したりすることができる。これがもっと発展すると、環境に溶け込んだテクノロジーが、意図して話しかけなくてもユーザの要望を汲み取り、必要な情報を提供するだけでなく、ユーザの要望を予測し、先回りして支援するなど多くの可能性を秘めている。そのようなサービスであれば、テクノロジーに不慣れな高齢者にとっても使いやすいだろう。

では、高齢者が馴染みやすいテクノロジーとはどのようなものであろうか。質問をすると答えしてくれるAIスピーカーは対話型のインタフェースとしてとても馴染みやく有効である。しかしながら無機質なスピーカーからの音声で、何もない空間から急に情報が提供されることには抵抗感を覚える高齢者は多いかもしれない。そこで考えられるのが擬人化された物と音声との融合による、人に寄り添うロボットの存在である。ロボットには単なるテクノロジーの仲介者、支援者としての役割だけでなく、高齢者に寄り添うセラピー・ロボットとしての役割も期待できる。昨今このロボット・セラピーの分野の研究は盛んに行われており、今後の発展が大いに期待できる。

高齢者に寄り添うセラピー・ロボットは、人やペットと接するのに近いシンプルなメンタルモデルで問題なく、また会話によって利用可能なため、第2章で提起したメンタルモデルと入力操作の課題を解決するIT活用の一形態として期待できる。

5.2 コミュニティ活動におけるIT活用の重要性

実地検証の結果が示すように、高齢者の「慣れ」によるIT活用の促進は一定の効果を生むことが期待できる。そして高齢者がITを活用することに慣れるためには、家族や親しい友人、地域コミュニティなどの継続的な働きかけや支援が必要不可欠である。しかしながら、遠隔地に住む子が親に対して常に働きかけ、支援をし続けることは困難であり、地域のコミュニティによる支援に頼らざるを得ない。

現在の地域コミュニティや福祉施設におけるIT活用の実態を見てみると、事務処理などの活用では一定の成果を上げているものの現場での活用はまだ進んでいないというのが現状であり、ITを活用した格差のないサービスを提供していくには少し時間がかかりそうである[13][14]。地域コミュニティ活動の現場で積極的にITを活用することで無理のない継続支援の実現可能性が高まる。地域のコミュニティ活動そのものをデジタル化することで、特定地域のコミュニティの活動への支援者を全国レベルで募り負担を軽減しながら継続していくことも可能である。一方、カーム・テクノロジーのビジョンである「最高のインタフェースとは、人とテクノロジーをつなぐものではなく、人と人をつなぐもの」[10]という考え方は、人を介さずに同様な効果を上げる可能性を示唆しており、今後の地域コミュニティ活動に大きく影響してくると思われる。

5.3 バーチャル空間におけるコミュニティ活動の促進

前述のとおり、高齢者がITを活用し、超スマート社会における新サービスの恩恵を享受するためには周囲のサポートが欠かせない。その主たる担い手として期待されるのが地域コミュニティである。そしてその地域コミュニティ活動そのものも、IT活用を促進、デジタル化することでサポート範囲を拡大することが可能となる。

地域コミュニティ活動がデジタル化し、仮想空間へと拡大すれば、高齢者の地域コミュニティへのかかわり方も大きく変わってくる。バーチャルなコミュニティでは、ITの支援を受けることで身体能力の衰えによる制約を感じにくいという利点がある。そのため身体的制約を抱える高齢者がサポートを提供する側に回る事が容易に可能となる。たとえば、身体の衰えにより外出がままならないといった場合、これまでは介護などのサポートを受ける側であった。しかし、バーチャルなコミュニティであればそのような高齢者もその知見を活かしたサポートの提供者となることができる。たとえば、最近獲得したIT活用のスキルで、まだ活用できていない同年代をサポ

トすることができるだけでなく、子育て経験者として若い母親を支援したり、現役時代に培った専門領域の知見や経験談を語ったり、さまざまな産業におけるノウハウの伝授、若手技術者の育成など、多くの活躍の場が考えられる。サポートの提供側として自身の能力を活かすことは、高齢者の生きがいともなるだろう。小石らの研究から、高齢者が社会参加することで自己の健康や生活を自覚し、新しい経験を獲得学習することにより、精神的安定や自己実現という成長につながることを示されている[15]。

バーチャル空間で提供された知見やノウハウは、デジタル・コンテンツ化しやすいという特性を持つため、より多くの人がある内容に触れることができ、より大きな影響力を持つ。これらの知見がコミュニティを通じて拡散され、フィードバックされることによりサービス提供者である高齢者にモチベーションを与え、よりよいサービスへと通じるエコシステムが形成されることが期待できる。

このようなバーチャル・コミュニティが発展すれば、コミュニティへ参加することがモチベーションとなって高齢者のIT活用はますます加速するだろう。

バーチャル・コミュニティの発展が高齢者に生きがいをもたらす。

6. 考察 人に寄り添うテクノロジーが実現する世界

ここまで、高齢者によるIT活用の阻害要因が、(1)メンタルモデルが描けないことによる不安、(2)不慣れな入力操作による扱いづらさ、(3)目的・モチベーションの欠如の3点にあること、アンビエント・コンピューティングに代表される人に寄り添う技術の発展によってこれらの阻害要因が解消される方向性について述べてきた。また、高齢者のIT活用を支えるコミュニティがバーチャル化することで、高齢者はITを活用できるようになるだけでなく、自身の経験を活かしたサポートの提供者にもなれることを示した。

このような社会の実現は、高齢者が無理なくITを活用できることが大前提である。それにはこれまで述べてきたように、人に寄り添うテクノロジーをベースとした、シンプルなメンタルモデルと自然なユーザ・インタフェースにより、ITを活用しやすい環境をつくることが欠かせない。加えて、高齢者にIT活用のモチベーションを感じてもらうことが重要である。社会活動に参加し貢献できることは、高齢者にIT活用を促す上での1つの大きなモチベーションとなる。そのためには、ITによって生活の質が向上することや社会活動への参画の可能性が広がることを理解してもらおうと同時に、高齢者が円滑にIT活用を開始するための支援が必要となる。その実現には、身近な家族や友人の継続的な支援、地域コミュニティによる成功体験の共有とともに、人に寄り添うテクノロジーの存在が重要である。

地域社会がテクノロジーを活用しつつ高齢者を含む社会全体を支えるようなプラットフォームを形成し、高齢者を自然にコミュニティへ誘導できるような社会が実現できれば、それは超高齢化社会における超スマート社会1つの姿になるだろう。

超スマート社会とは、だれもが新しい機能やサービスを容易に利用し、高度なIT技術の恩恵を受けることができる社会というだけでなく、身体的な制約をIT技術で補うことで、だれもが自身の経験や知見を活かしたサービス提供者となって、社会に貢献し、社会を支える喜びを感じることのできる社会である。人に寄り添うテクノロジーによって高齢者のIT活用が進めば、少子化による人手不足となった産業界への解決策ともなり得る。

超スマート社会では介護の在り方も変わってくるだろう。身体的な制約により思うような行動ができず介護を必要とする高齢者も、ITの支援によりさまざまな動作や意思の伝達が円滑になる。AIや介護ロボットなどの導入により、看護・介護側のワークロードは大きく軽減されるだろう[16]。また、バーチャルなコミュニティを介することで、高齢者や要介護者は、介護を受ける側でありながら、同時に社会活動への参加が可能となり、介護支援サービスや、経験・知見を活かした新たなサービス・コンテンツの提供者となることができる。このようにして提供されたサービス・コンテンツから、新たな市場が創出される可能性も大いにある。

このような超スマート社会が実現すれば、日本は世界に先駆けて超高齢化社会におけるIT活用支援サービス産業の先駆者となり、そのノウハウを世界に輸出し、世界の超高齢化社会に資するサービス・ビジネスの牽引国となり得る。

参考文献

- 1) 科学技術振興機構：「超スマート化社会実現」領域， <https://www.jst.go.jp/mirai/jp/uploads/jutentheme01.pdf> (2018)
- 2) 内閣府：令和2年版高齢社会白書， https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2020/html/zenbun/s1_1_1.html (2021)
- 3) MMD研究所：2020年、シニアはスマホを使えないはもう古い？シニアのスマホ所有率約8割， https://mmdlabo.jp/column/detail_1882.html (2020年8月24日現在)
- 4) MMD研究所：2021年のシニアのスマートフォン利用者は84.7% 2020年と比べスマートフォン利用者は7.7ポイント増加， https://mmdlabo.jp/investigation/detail_1981.html (2021年8月10日現在)
- 5) デジタル庁：日本のデジタル度2021， https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/digital/20211010_digital_degree_02.pdf (2021年10月発行)
- 6) 錦見美貴子：人工知能学会誌用語解説 メンタル・モデル，1988年3巻2号，p.229， https://doi.org/10.11517/jjsai.3.2_229
- 7) 荻田玲子，稲積宏誠：IT講習会にみるパソコン操作習得の際の困難さについて—中高年齢者の場合—， https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=54314&item_no=1&page_id=13&block_id=8 (2004年5月14日)
- 8) 長井正太郎ほか：タッチパネル使用時における手指操作特性の世代間比較， https://www.jstage.jst.go.jp/article/his/20/4/20_469/_pdf/-char/ja (2018)
- 9) Elgan, M. : Ambient computing is in the air, <https://www.computerworld.com/article/3328545/ambient-computing-is-in-the-air.html> (2018年12月15日)
- 10) Case, A. (著)，高崎拓哉 (翻訳)：カーム・テクノロジー～生活に溶け込む情報技術のデザイン～ (2020) .
- 11) 総務省：令和三年版情報通信白書， <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/index.html>

(2021)

12) 観光庁：令和3年版観光白書 要

旨, https://www.mlit.go.jp/kankocho/news02_000447.html (2021)

13) 竹内瑛二：介護現場におけるICTの利活

用, https://www.jfc.go.jp/n/findings/pdf/ronbun1602_01.pdf (2016)

14) 宮下啓子：介護業界もデジタル革命～ウィズコロナ時代を乗り切る新たな介護モデルを目指して, <https://www.icr.co.jp/newsletter/wtr386-20210531-miyashita.html> (2021年5月31日現在)

15) 小石真子ほか：高齢者の健康度と社会活動について, 13-18, 2002,

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kenkouigaku/11/1/11_KJ00008427871/_pdf-char/ja

16) 白井優美：ロボットテクノロジーが変える介護2030・

2040, <https://www.mri.co.jp/50th/columns/robotics/no03/> (2020年04月06日現在)



行木陽子 (正会員) nyoko003p@g.chuo-u.ac.jp

日本アイ・ビー・エム（株）技術理事として最新のテクノロジーを活用した働き方改革ソリューションを牽引後、中央大学 特任教授に就任。BPL（問題解決型学習）を取り入れたビジネス・プロジェクト講座、全学向けのAI/データサイエンス講座を担当し、大学教育における産業界との連携強化に努める。工学アカデミー/日本女性技術者フォーラム会員。



陳 建和（非会員）Kenwa.Chin@kyndryl.com

1993年、日本IBMに入社。日本を含むアジア圏における金融、製造、通信のお客様を中心にネットワークおよびITインフラの企画、アーキテクチャー設計、構築全般に従事した。2021年9月よりキンドリルジャパンの技術理事兼ネットワーク&エッジ事業担当に就任し、お客様の産業現場におけるデジタル変革を支えるインフラの構想とソリューション実装をリードしている。



倉島菜つ美（非会員）natsumik@jp.ibm.com

日本アイ・ビー・エム入社以来一貫してお客様プロジェクトを担当。金融、流通、航空、自動車業界などさまざまな業界の大規模プロジェクトにおいて、アーキテクトとして活躍。現在はIBMコンサルティング事業本部インタラクティブ・エクスペリエンス事業部CTOとして技術者チームを統括。IBMアカデミー会員、IBM社内女性技術者コミュニティCOSMOSリーダー。

受付日：2021年11月26日

採録日：2022年1月31日

編集担当：長坂健治（キンドリルジャパン（株））

インタビュー

「超スマート社会実現に向けた未来創造」インタビュー

インタビュイー：前田英作（東京電機大学）

インタビュアー：吉野松樹（（株）日立製作所），藤瀬哲朗（（株）三菱総合研究所）

国立研究開発法人科学技術振興機構の未来社会創造事業で「次世代情報社会の実現」領域の事業統括をされている東京電機大学の前田英作教授に未来創造をテーマにお話を伺った。未来を語る上で「ありうる未来」は技術の進歩によって変化し、オープン化がその変化を加速させていること、未来の変化の兆しは現場にあり、現場のプラクティスが大事であること、さらに変化を生み出すための人材育成まで未来創造に関して示唆に富む話を伺った。



前田英作（正会員）（東京電機大学）

1984年東京大学理学部生物学科卒業。1986年同大学院理学系研究科修士課程修了。同年、日本電信電話（株）入社。同社理事、コミュニケーション科学基礎研究所長を経て、2017年東京電機大学システムデザイン工学部教授・博士（工学）。



吉野松樹（（株）日立製作所）

1982年東京大学理学部数学科卒業。同年、（株）日立製作所入社。1988年米国コロンビア大学大学院修士課程修了（コンピュータサイエンス専攻）。2011年大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程修了。博士（情報科学）。本会フェロー。2020年から本会論文誌トランザクションデジタルプラクティス編集委員長。



藤瀬哲朗（（株）三菱総合研究所）

（株）三菱総合研究所、電気通信大学大学院修士課程修了後、三菱総合研究所入社、現在に至る（（財）新世代コンピュータ技術開発機構研究所主席研究員、慶應義塾大学SFC研究所訪問所員、同大学SDM研究所研究員、（独）情報処理推進機構ソフトウェア・エンジニアリング・センター主査）、高性能計算にかかわる研究、ソフトウェア工学および高信頼性システムの調査研究、研究開発事業マネジメント業務に従事。

吉野：本特集のコーディネータを務めております吉野です。国立研究開発法人科学技術振興機構（以下、JST）の未来社会創造事業で「次世代情報社会の実現」領域の事業統括をされている東京電機大学教授の前田英作先生にお話を伺います。前田先生よろしくお願いたします。

前田：よろしくお願いたします。

吉野：デジタルプラクティス副編集委員長の藤瀬様にも参加いただきます。

藤瀬：よろしくお願します。

吉野：まず、今回のインタビューの趣旨を私の方からご説明します。今回、デジタルプラクティスで「超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス」という特集を組んでいます。デジタルプラクティスは基本的には実践の知見をみんなで共有しようという論文誌です。超スマート社会はまだ実現できていないので、いろいろ面白い実践の報告が集まってはいるのですが、要素技術の寄せ集め感があり、全体を俯瞰した視点が必要なのではないかと思い、JSTの未来社会創造事業で取り組まれている活動がヒントにならないかなと考えて、このインタビューを企画しました。

未来社会創造事業の中で、前田先生の「次世代情報社会の実現領域」で要素技術をどうやって結び付けていこうとされているかをお聞かせいただけると、デジタルプラクティスの読者あるいは執筆いただいた方々にとって非常に参考になると考えています。

前田：分かりました。私が担当している領域について簡単にご説明させていただきます。

吉野：はい、お願します。

未来社会創造とは

前田：この資料は、「次世代情報社会の実現」領域の募集説明会で使った資料です。

令和3年度（2021年度）は、**図1**に示す「Human centricデジタルツイン構築による新サービスの創出」というテーマで募集しました。

「次世代情報社会の実現」領域の概要

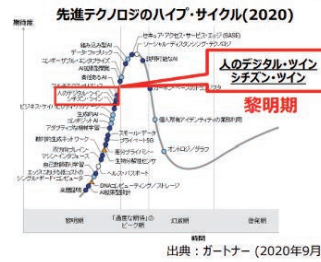
【背景】

近年、デジタル化やデータ連携・活用の急激な進化より、グローバルな環境において人、組織、物流など、あらゆる「もの」が瞬時に結び付き、相互に影響を及ぼし合う新たな状況が生まれてきている。本領域では現実世界における多種多様で信頼性の高いデータを収集し、様々な「ものとの連携による新たな価値」の創造や、**不確実・非連続な変化への即座な対応**を可能にする**次世代情報社会の実現**を目指す。(領域概要)

【開発目標】

社会のあらゆる要素を**デジタルツイン**※し、
人間・社会の新しい生活・行動様式の
変革をもたらす情報技術の確立と
それによる新サービス創出

※サイバー空間内にリアル空間の環境を再現すること



【募集する重点公募テーマ】

Human centric デジタルツイン構築による新サービスの創出

図1 「次世代情報社会の実現」領域の概要 (1)

募集にあたっての考え方をお話しします。

図2に示すように、未来の語り方には3種類のものがあります。「ありたい未来」、「あるべき未来」、「ありうる未来」の3つですね。このうち「あるべき未来」というのは、公益性が高く、技術的にも実現可能なものであり、絶対に実現しなければならない未来であって、行政や為政者が考えるべき未来です。一方、生活者や企業が考える、「ありたい未来」とういのがあって、これは公益性とは関係なく、私たち生活者が生きたいと考える未来であったり、あるいは企業経営にとって都合のよい未来の話ですね。そして最後にもう1つ、技術者、研究者が考える未来、「ありうる未来」というのがあられるわけです。

「次世代情報社会の実現」領域

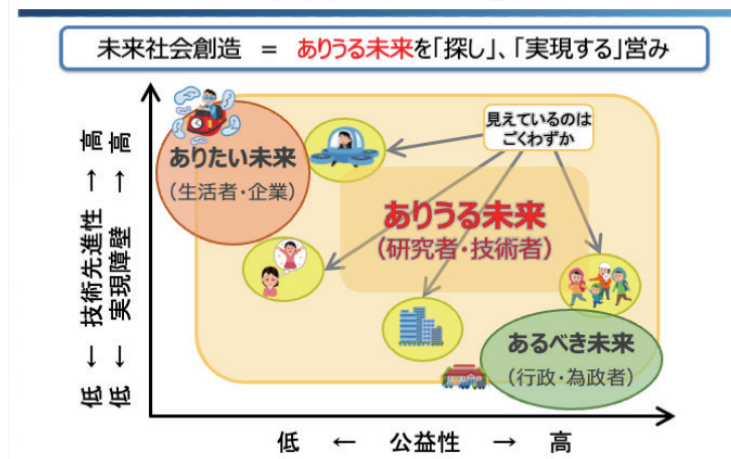


図2 「次世代情報社会の実現」領域の概要 (2)

ここ、5年から10年、AIに代表される情報技術の動きは非常に早く、かつ強力な新技術が毎年のように出現しています。現場の研究者、技術者自身でさえも、次に、どんな技術が現れて、どう化けるのかを簡単には予測することが難しい時代になってきている。思いもよらぬ方向に技術が進歩したり、10年後、20年後には実現するかもしれないと思っていた技術が、2~3年で実現してしまったりということが起きています。そう考えると、可能性としての「ありうる未来」の中で、僕らが今見えている、気がついている未来像というのは全体の中でほんのわずかな点でしかなくて、まったく思ってもみなかったような新しい技術なり、新しいサービスというのがまだまだいろいろ隠れているに違いありません。ですので、この未来社会創造事業を「ありうる未来」を探して実現する営みとして定義づけしました。発想豊かな若い人たちから、未来社会に関する新しい世界観やそれを実現するための斬新なアイデアを提示してもらいたいと考えています。

それから、この「デジタルツイン」という概念は、ここ4~5年、よく使われるようになったものではありませんけれど、端的に言えばリアルな世界とそれに対応するデジタルな世界との両方を作る、それによってまったく新しい世界が生まれるということです。昔いわれていたCPS (Cyber Physical System : サイバーフィジカルシステム) がまた違った形で注目されているともいえますが、文字通りの「ツイン」に対する実現可能性が見えてきたことが背景にあります。デジタルツインの構築とその活用に向けた進み具合は、学術分野、産業分野によってそれぞれですが、データの収集、分析、利活用などがリアルとデジタルの双方で行われ、それらが相互に関係し合うこととなります。

デジタルツイン時代における技術の開発やサービスの実現には、技術、データ、フィールドの3つを揃えておくことが重要になります。今回のプロジェクト募集に際しては、応募する方には、技術、データ、フィールドのうち少なくとも1つを用意してきてください。そして足りない

ものがあれば、それは研究を進めながら揃えていきましょと申し上げました。具体的な研究開発事例として、教育、防災、食糧、ヘルスケアなどを提示しましたが、研究対象はどんな領域のものであっても構いません。

それで、先ほど言われた全体を俯瞰するという点で言うと、このプロジェクトの概要を検討するときに、要素技術だけを扱うものは避けてほしいとJSTから言われました。要素技術の開発そのものは、ほかの科研費プロジェクトなどですでにたくさんあるわけで、未来社会創造事業はそれだけで終わってはだめだと。また、昨年のテーマは、「Human centricデジタルツイン構築による新サービスの創出」でしたが、サービスという言葉が募集テーマに付けるようにとも言われて、若干気を遣いながら付けています。

10年後の将来を見据えたときに、生活空間、あるいは産業空間の大きなパラダイムシフトをもたらすような技術を募集したい。それから、最近、よく使われる言葉でもある、ゲームチェンジ、すなわち世の中の在り方を根底から変えてしまうような、そういう提案がほしいという思いがありました。本来、パラダイムシフトを起こすための軸として、強い要素技術というのはどうしても必要だとは思うのですよね。だから要素技術だから駄目だということでは必ずしもないと僕は思っています。それから、サービスと言ってしまうとちょっとビジネス的な感覚になってしまうのですけれども、まあ、教育にしても、防災にしても、10年後の世界、今とまったく違う新しい世界観の下に物事が進むようになるでしょう。だから10年の間に社会実装を含めた、そういったトライアルもぜひやってほしい。これら2つの要素を両天秤にかけつつ、応募課題をいろいろな観点から吟味したというのが今年の選考でした。

技術の進歩が「ありうる未来」を変える

吉野：ありがとうございます。

今、お話を伺った中で、「ありうる未来」という考え方は、確かにそうだなと思いました。先生がおっしゃったようにAIの進歩とかによって、「ありうる未来」がどんどん変わりつつあって、それによって、「あるべき未来」とか、「ありたい未来」も、かなり影響を受けて変わっていくのではないかなと思いました。

前田：そうですね。

吉野：今まで思いつかなかったような、とてもできるとは思わなかったような技術というものによって、完全にパラダイムシフトが起きてしまっている例として囲碁とか、将棋とか、AIのほうが人間よりも強くなってしまっていますね。

吉野：囲碁や将棋のプロ棋士の考え方も完全に変わってきてしまっているのですよね。

前田：はい。

吉野：本会でも2010年頃に、トッププロ棋士に勝つコンピュータ将棋の実現を目指すコンピュータ将棋のプロジェクトがあって、そのころは、まだまだだなという感じだったのですけれども、その後3~4年で、当時の名人にコンピュータ将棋が勝ってしまった。囲碁はもっと10年、

20年先だろうと思っていたら、アルファ碁が出てきて人間のトップに勝ってしまった。

前田：そうなのですよ。

吉野：強くする方法も全然考え方が変わってしまって、昔のように人間の棋譜から学習するのではなくて、今やソフトウェアが自己対戦を繰り返して、どんどん勝手に強くなっていく。

囲碁とか、将棋というのは勝負がはっきりしていて分かりやすいからということはあると思いますが、ゲーム以外のところでも同じような話が起きる可能性がある。そうすると、我々社会、未来にどうあるべきなのか、どうしたいのか、だいぶ変わってきてしまうような気がします。

前田：おっしゃるとおりです。AIと人間との共生社会がすでに始まっているわけで、人間は知らないところでAIに生物学的にもかなり浸食されているはずですよ。スマホを日常的に使っていますよね、もうそれだけでも十分、実はAIに侵されているのですよね。それで、そのときに、よく例に出したのは、囲碁の話で、一時期、日本の将棋連盟は、プロ棋士が公開の場でAIと戦うことを一度禁止していた時期がありましたよね。

吉野：ええ。当時の日本将棋連盟米長会長が禁止していました。

前田：囲碁の方では、韓国のチャンピオンのイ・セドル九段にアルファ碁が勝ったのが、2016年、2017年に開催されたFuture of Go Summitでは、中国の柯潔九段、当時の世界チャンピオンと戦って3連勝しました。そのとき、DeepMind社は、3000年の歴史を持つゲームの世界にAIが新しいアイデアを私たちに提供してくれている、というコメントをしています。今や、NHKの将棋、囲碁の日曜番組でさえ、画面の上にAIの形勢判断が出ている。囲碁にしても、将棋にしても、AIが出現したことによって人間の手も変わってきたわけですよね。人間同志が対戦しているゲームを中継しながら、AIの推奨手も紹介しつつ、人間が解説をしている、ちょっと面白い光景です。

実は、Future of Go Summitでは、ペア碁の対戦も行われていて、そこでは、人間とAIがペアを組んでいます。これからの社会を象徴する場面だと思いました。これはゲームだからということではなくて、我々の生活の中のすべての現象が、今、そうなりつつあるのだと思うのですよ。それをいかに僕らが、このAIを、人間として、人類として享受して、上手に使っていくかということが大事なところで、そこに対して、僕ら人類本来の知恵が問われているのだと思いますね。

それから、もう1つ、最近あちらこちらで話題になっている、Digital Transformation (DX) の実現には、世代の壁、分野の壁、馬鹿の壁(笑)、という3つの壁があると僕は考えています。どういうことかと言うと、世代が違えば、情報技術に関する感覚や最新技術のトレンドに対する知識がまったく違う。分野が違って当然同じことが起こります。AIや情報技術の浸透度合い、現場感覚の違いは、世代や分野によって異なりますし、一人ひとりの価値観というのは、自分が生きてきた経験がそのよりどころになるので、世代の壁、分野の壁が存在するのはやむを得ないと思うのです。何か新しいことを実現したり、何かを変えようとするときに、そうした壁にぶつかることは非常に多い。新しい未来社会の創造という意味では情報技術が大きな先導

役を担っていることは間違いありません。データサイエンスは、あらゆる産業分野、あらゆる学術分野に大きな影響をもたらしています。そういうことを、世代を超え、分野を超えてアピールして、知ってもらい、理解してもらい、それが大事だと思います。

オープン化が変化を加速する

前田：この20年で、学問の在り方、産業の在り方に革新をもたらした大きな要因の1つが、学問のオープン化だと思います。毎年入学してきた学生に向けて、昔に比べると、今、君たちはものすごく幸せな時代にいるんだよ、ということを行っています。30年前だったら有名大学の予算が潤沢にある研究室に入って、5年、10年修行を積まないとできなかったようなことが、今は小さなノートパソコン1台ですぐできてしまう。最新の学術成果を示した論文はネットからすぐ手に入るし、機械翻訳も道具として使えるし、ソースコードはGitHubで全部公開されている。勉強しようと思えば何でもできるという時代だということです。

オープン化の度合いというのが、学術分野によって若干違いがある、進み方が違うのですけれども、特に情報技術を起点として、オープン化が進むことによって、たぶん産業界の中の研究開発のやり方もまったく変わってきているし、アカデミアの中の研究のやり方も変わってきている。それを踏まえた上で、これからの未来社会を考えていく必要があるんですね。10年後、さらにこの傾向は進むと思うので、そのときにどんなことが起こるかということを読み取って考えておかないといけないと思います。

吉野：サイエンスのオープン化に関しては、実は、デジタルプラクティスの2020年の4月号で「オープンサイエンスを支える研究データ基盤」という特集を組んでいて、研究データの管理の観点での実践を共有していただいています。

先ほど分野の壁というお話がありましたけれども、分野を超えてデータが活用できるようになると、また何かしらのブレークスルーがあるのかなという気がしていますが、その辺りはいかがでしょうか。

前田：データのオープン化というのは、アカデミアの研究者はまだしも、一般の人からすると、プライバシーの問題であるとか、いろんな問題があるので、抵抗感はあると思います。でも今、産業革命以来の大きな革新が実は起きていて、そういう時代に生きていることは大きなチャンスなんだよということを学生に言っています。この革新の起爆剤として2つの技術革新が絡んでいると見ていて、1つが、深層学習に象徴されるAI技術、もう1つは、CRISPR-Cas9に代表されるゲノム編集技術ですね。この2つが、明らかにこれからの世界を変えようとしている。

データのオープン化というのはね、僕の個人的な見解ですけども、いわゆる科学と工学との融合、相互作用というのが1つの契機になっていると思います。科学論文というのは、再現性を担保するというのが重要ですから、オープンが原則です。たとえば、『Nature』とかに論文を投稿すると、実験データもアルゴリズムも、解析に用いたソースコードも全部提出しないと論文が通らないのですよね。一方、応用技術としての工学では、開発成果はノウハウで、企業が抱える知財ですので、それを公開するなんてあり得ない。そこを伏せて、いかに論文化するかということに知恵を絞っているとも言えるわけですよ（笑）。

ところが、2000年ぐらいになって、言語処理に統計的な学習が入ってきました。バイオメディアカルテキストや計測データのデータベース化と、それを使ったサービスが広がってきます。いわゆるバイオインフォマティクスですね。サイエンス分野における習慣と、情報科学の中でも一番古いスタイルの学問であったともいえる言語処理分野の習慣を合わせていかなければいけなくなる（笑）。研究者にとっては切実な問題で、情報技術も、サイエンスのオープン化に合わせるような取り組みをしていかないと、論文が採録されない分野が出てくるわけです。

もう1つは、オープンイノベーションといわれるイノベーションの方法が実際の企業の中で、成功例が出てきた。そうはいいても、材料系とか、デバイス系で企業の実験データは、ノウハウの塊で、オープンにはできない状況にあります。だからオープンにする領域と、した方がよい領域と、ここは抑えた方がよい領域との境界をどう引くかということが、これから非常に難しい問題になります。企業戦略で考えたときに、オープンイノベーションを図る部分と、内に抱える部分をどうするかということがまだ見えていないかもしれません。オープン化戦略を柱とするベンチャー企業がある一方で、伝統的な大企業はまだ試行錯誤しながら進めているという感じですね。正解はないとは思うのですけれども。

吉野：どこからが競争領域で、どこからが非競争領域かという線引きですね。

その境界が、だんだん上がりつつあるような気はしてはいるのですけれども、本当に「ありうる社会」を根底から変えるような技術革新というのは一番下レイヤのところで起きて、上のレイヤが全部ひっくり返るとするのがこわいですね。

前田：そうそう。

吉野：最近では企業間のいろんな競争だけではなくて、経済安全保障ということでデータを、国家間で囲い込むような動きが、世界中で見られますね。

藤瀬：関連して、私が昔所属していた組織はアメリカの複数の研究機関と共同研究をやっていました。アメリカは研究成果をオープンにするのが特徴であると考えられていた時代で、日本も追随しようとしたのですが、あるとき共同研究が打ち切られたのです。この分野は儲かるということが分かった瞬間に、アメリカ側は共同研究を止めました。国家として転換したという感想を持ちました。

前田：なるほど。ありがとうございます。オープンにしたほうがいいのか、止めるべきなのかというところを、ちゃんと見極められる人材の層を厚くしておくというのがたぶん非常に大事ですね。まだ日本は、一般的な情報教育がアメリカなんかと比べると、はるかに遅れていて、国全体の底上げが大事だと思うのです。やっとデジタル庁ができたぐらいですので。

吉野：2025年からは、大学入試共通テストで「情報」が教科に追加されて、国立大学は必須にするということなので、高校も予備校も変わるし（笑）、みんな変わっていくのかなと思いますけれども。

前田：大学が持っている一番貴重なデータは、教育履歴のデータなのですね。どこの大学もIR（Institutional Research）センターを持っているけれども真に活用できている大学は少ない。まさに個人データの集積ですが、大学に入ってきた人たちを4年間、縦方向に、時間方向にトラ

ッキングできているデータというのは大変貴重で、卒業生も含めると生涯に渡ってデータを取れる。もっと上手い使い方を考えるべきですね。

あとは、先ほどおっしゃったゲノム系のデータで、私がとりまとめているJST未来社会創造事業で、今年、採択したものの1件がゲノムデータを解析するプロジェクトです。それは病気の方のゲノムデータではなくて、健常者のデータを集めて生涯に渡ってトラッキングしていくという提案で、これも国家的には非常に重要な取り組みになると思います。

データサイエンス系で、ありがちな研究に、小さな社会実装的な実験をやって、データを集めて、論文を書いて終わりというのがあるけれど、これはかなり無駄遣いの面が大きいと思うのです。論文を書き終えた後に残るものが何であるのかが重要です。やるなら、ちゃんと仕様を決めてそれなりのクオリティと量のデータを集めるような取り組みをすべきで、そうした研究を支援していきたいと思います。

未来の変化の兆しは現場にある

前田：今日の最初に、見えていない「ありうる未来」がたくさんあるのだ、という話をしましたが、それと、反対のことを言っているように聞こえるかもしれませんが、過去の講演などで、未来は予測できるという話をしていたことがあります。これはどういうことかと言うと、僕はNTTで情報系基礎の研究を行う部署にいていろいろな事例を見てきました。基礎研究だから、成果をマーケットに入れていなくても、滅多にないのだけれども、数少ない中で成功例がある。そうした成功例の分析をしてみたことがあります。

そうすると、ある技術のアイデアが生まれてから、実際の商品あるいは、サービスの中に、その技術がちょっとでも入るのに10年ぐらいかかっている。問題に取り組みははじめるところを「種を蒔く」こととすると、解決のためのアイデアが生まれるのが「芽が出た」ところ、論文・特許になるのが「花が咲いた」ところ、使える技術に仕上げて「実を付ける」ところ、そして、マーケットに流れてはじめて、人々の口に入って、真に社会の役にたっていることになります。成功した情報系技術でたいてい10年ぐらいかかっていました。それが、市場を取れるかどうか、またそれは別の問題です。

そのときに気がついたのは、重要な技術というのは、長い間に渡って日々研究開発を続けているけれど、どこかでジャンプアップするポイントというのがある。そのジャンプアップが、いつ起きたかを肌感覚で分かるのは、実は現場の研究者なのですね。

情報技術というのは、「イノベーションが見えない技術」だという言い方をしたことがあります。たとえば、蒸気機関とか、活版印刷は、それがイノベーションを起こしたことも分かるし、どんな技術なのかも、すぐ分かるわけですよ。ところが、iPhoneを見せられて、iPhoneがイノベーションを起こしたのは確かだけれども、そこにどんな情報系の技術が使われているのかということが、実は分からないし、意外と知らない。開発した人でないと正確に分らなかつたりするのだと思うのです。

情報技術というのは、このように外から見えにくいものですが、新しい技術やアイデアの重要性について一番最初に気がつき、一番正確に予測できるのは、現場の研究者自身なわけです。経営側は、そこを見えている人をちゃんとつかまえて、経営判断をしなければいけないわけです。ところが、大企業になると、開発現場と経営側との距離が非常に離れてしまっているので、個々の技術の真の価値を経営側に迅速かつ正確に伝えることは、実は非常に難しい。これがすごいんです、こうなんですと言っても、トップの人は感覚的に分からないわけですね。

吉野：分からないでしょうね。

前田：そこの、ギャップ感を埋めるというのは、結構、大事かなと思っていたのです。

ちょっと、私ごとになるのですがけれども、本会創立45周年のときに「50年後の情報科学技術をめざして」という記念論文の募集があって、それに応募して優秀賞をいただいたことがある^[1]なのですが、その中で、50年後までに実現しているべき重要な23の課題をまとめてみたことがあります。それを15年ほど経った今、見返してみると、こんなのは無理かなと思いながら書いていたのが、意外とできているというのが、自分で言ってびっくりしているみたいところがある。

たとえば、日本人、1億人分の生体認証、顔認証が可能になるとか、これは今、ある意味ではできていますよね。ところが、それを書いた、2005年くらいのときは、それは無理だろうというような感じだった。それから、体積30立法センチメートル以下の汎用コンピュータということを書いていて、今、Raspberry Piとかで、普通に（笑）、AIが動いてしまうわけですよ（笑）。

現場の研究者がなぜ未来を予測できるのかと言えば、現場で日々やっている取り組みが100個あれば、1個ぐらいは本当に実現する。取り組みのないところには何も起こらないし、研究者は、取り組みの本質を、その価値も含めて一番正確に知っているはずだからです。そうすると、やはり未来を語るの現場の研究者しかないのではないかなという、感覚を持っていて、そこは大事かなという気はしますね。

吉野：そういう現場の動きにちゃんと反応できるかどうか、それが埋もれないようにするというのは大事ですね。サイエンスの世界のいろんな発見でも、見過ごしそうな些細な出来事をつくつく追っかけて突き止めたみたいな話は逸話としては残っていますね。

藤瀬：研究者ではなく、技術者の話になりますが、十数年前に、「つながる世界」を研究していて、新しい世界や考え方について講演したのですが、イメージ的で恐縮ですが、100人いたら、90名以上は、お前は何を言っているんだという感じで、残りの数名は感動しましたという感じでした。当時、アメリカも、ヨーロッパも、みんな同じことを考えていたのに、日本は遅れたというのが非常に悔しかったです。

そのときに感じたのは技術者の方は、ものすごくみんな自信家なのです。プロフェッショナルという意識がすごく強くて、お前が言ったみたいなことは、それぞれの分野の観点でということだと思いますが、日本ではあり得ない、必要ないという感じで反応されてしまいました。

前田：ああ、それはあるかもしれませんね。

今の話を聞いて、思い出した事例で、音声認識の研究を、ずっとそばで見っていたのですが、ここ30～40年ぐらいで、3回ぐらい大きなジャンプアップがあって今の実用レベルまできている。たとえば、10年前、NTTの基礎研究所は、音声認識で、トップを走っていて、実用化もやっていたわけです。数少ない、NTTの成功例の1つではあるけれども、マーケットが大きく取れたかという、そんなに収益に寄与しているわけではないのですね。

ブランドイメージとしては強くて、人も育った。しかし、現場の研究者は、守りに入ってしまうのですよね。この状況ではまだちょっと外に見せられないみたいな反応があるわけですよ。ああ、良い技術だね、お客さんに見せてほしいという話になっても、いやいや、まだまだそんなレベルではありませんみたいな断り方をしてしまうというケースがありました。

それから、NTTの場合、研究所は持株会社の直下にあって、事業会社も独自に研究開発の組織を持っています。当然、幹部同士で情報交換の場というものが定期的にあって、僕は基礎研究側の代表として、そのときの取り組み状況や、新しい技術について説明をするわけです。ある年、事業会社の研究開発の代表者から、基礎研究はとにかく尖ったことをやってくれればいいです、何でも自由にやってください、と言われたことがありました。

それで、現場に戻ってこういうコメントをもらったと言うと、ああ、基礎研究に理解のある人でよかったということで喜ぶ人もいます。僕は、それはおかしいと思っていて、相手にそういうふうに言わせてしまっているというのはこちら側の失敗でもあるし、向こう側もそれではまずい。つまり事業の現場にいる人たちも、基礎研究に対して、これがほしいんだとちゃんとと言えるだけの基礎技術に対する見識を持たなければいけないと思うのですよね。研究サイドも事業の現場のところで、この基礎研究の成果はこう使えば儲かるということをちゃんとと言えないといけない。その、距離感を強く感じていました。

その辺のバランスの取り方が、優秀な基礎研究者、研究者に良い研究をさせていくという話と、事業会社向けにそれをどうこなして流していくかという話と、両方見ながらやっていく必要があるところにマネジメントの難しさを感じていましたね。

仮に事業にならなくても、10年、20年と、その研究を見守っていけるだけの力があれば、それこそいつかそれが花開くときが来るかもしれないので。論文を書いて、特許化して技術をちゃんとプールしておくということが大事だと思うのですよね。すぐその場では使えなくても、5年後、10年後、その周りの環境が整ったら使えるときがあるので、それをだれが見ているかという話だと思うのですよ。

藤瀬：イノベーションのための手法などがありますが、若い研究者と技術者が一緒に体験することをきっかけに、若い研究者も図2の「ありうる世界」へと視点が広がることが期待できると思いますが、他方で若手研究者は専門性を追求して論文を執筆し、今後の研究のためのポジションを獲得する必要がある立場でもあり、両立するのが難しいのが現状でとても残念です。

前田：研究者の価値観によるのだと思うのだけれども、ある論文が出てきたときに、そこで書かれていることの深さみたいなことを、問う場合がありますよね。確かに、深い論文というのは、いい論文で、立派な研究論文なのだけれども、一方で、アイデアとしては、言われてみれば、だれでも思い付きそうなものだけれども、すごい影響力を持った重要な論文というのがある

て、本来は同等に評価されなければいけないはずですよ、なぜなら、だれも気が付いていなかったという点では同じわけだから。優秀な研究者というのは、深いものでないと評価しないタイプの人というのがわりと多いかもしれませんね。こういう価値観は、ある種、分野の壁に近いところがあるのだと思うのだけれども、両方の大切さということを書いていかなければいけない。まさにプラクティスの場というのはそうじゃないですか。たいして難しい技術でも何でもないけれども、アイデア1本で、実は問題がきれいに解けてしまうみたいなことはあるわけですから。

現場のプラクティスについて

前田：私も、電子情報通信学会でPRMU（パターン認識・メディア理解）研究専門委員会の委員を務めていたときに、少子高齢化をテーマに設定したときがあり、そのときに、東京大学の秋山弘子先生を招待講演者の1人としてお招きしました。いろいろお話しさせていただいて印象に残っているのは、秋山先生がフィールド研究的なものはアメリカでは論文にしやすいのだけれども、日本ではなかなか論文にならないんだよねということを知っていました。フィールド的研究を扱う雑誌もなかなかない中で、デジタルプラクティスには、ぜひ頑張っていたいただきたいと思っています。

吉野：ありがとうございます。

前田：ここ5年、ビッグデータの時代になって、何でも深層学習で解いてしまうみたいなことがあるんじゃないですか。そうすると現場の感覚、知見から生まれるアイデアを主張していくことが難しくなっているという気がしています。なぜかと言うと、昔は社会実装して、問題解決するときに、それこそいろんなアイデアを組みながらやっていたのが、今は大量のデータを用意して深層学習を使えば、何か良い結果が出てしまったりして、いったいどこに新しいアイデアがあるんだろうかということになってしまう。それから、あれだけ多数の設定パラメータがあって、本当に最適化できているのかとか、だれかが追試をちゃんとできているのかとか、さらに研究としてのオリジナリティのよりどころをどこに置くのかなどの点が非常に難しくなっているというような気がします。

ただ、一方デジタルプラクティスの知見が成り立たないかと言ったら、そんなことはなくて、やはり現場を変え得る知見はあり得る。それには、2つあると思っていて、1つは現場を変え得るような強い要素技術が確立できているかということ、もう1つは現場感覚、現場でしか見えない問題意識なり、アイデアということもやはりあると思います。現場主義とよくいわれますけれども、現場の中で出てきた課題解決方法は、それが技術的に高度なものはないかもしれないけれども、現場の人にとっては大事なアイデアだったりするわけですね。そういうものを積極的に拾い上げることは重要であると思います。

吉野：はい、まさしくそのとおりで、デジタルプラクティスというのは10年ちょっと前に創刊したのですけれども、元々は、本会の会員数、特にその企業の会員の方がだんだん減ってきていたので、企業の会員向けの何か新しいサービスという観点で企画されたものです。大学だと新規性重視で、とにかく新しいことをやって論文を書くわけですけど、企業の実務の中ではなかなか

新規性を追求することは難しい。現場で技術をどう活用するかという過程での創意工夫とか、社会実装におけるいろんな課題の解決とかを中心に知識を共有していただく場を作るという狙いでした。

前田：そうですね、電子情報通信学会のD情報・システムの論文誌でも、こういった社会実装系の枠とはあるのですが、査読にまわると、査読側は普通の論文誌の感覚で、アイデアの独創性、データの再現性、実験結果の考察とかを厳しく見てしまって、なかなかね、編集委員としてはたくさん通したいのだけれど、通せないという経験があります。

吉野：社会実装なので再現性があるとか問われても、もう一回やることはできないですからね。

前田：そうそう。

吉野：それはしょうがないけれども、どういう前提条件でやったのか、その条件と結果との紐づけの論理が上手く組み立てられて、それがきちんと書かれていれば、似たような領域でやろうとする人にとって、ここは参考になるとか、ここは我々のケースと前提条件が違うからでは当てはまらないとか、そういう取捨選択をして再利用することはできるだろうと思います。

図1にも出ているハイプカーブでいうと、デジタルプラクティスが対象にする領域というのは、みんなの興味がいっぺん上がって、下がって、そこから再度上がって普及していく、右側のところになります。

一番左側の上っていくところというのは、通常の論文誌で、学会誌はハイプのトップのところ、みんなが、このテクノロジーは今後どうなるんだろうと注目している技術。そういう棲み分けなのですよということを、デジタルプラクティスは普通の論文誌とどう違うんですかと聞かれると、説明をしています。テクノロジーを実際に社会で使っていくためにはどういう工夫が必要かということは、それはそれで重要な視点であって、それを論文として評価するという立場です。

前田：実際、現場で起こっている問題というのは、最先端の技術が必ずしも必要ではなくて、枯れた技術のほうがむしろ有効で、十分なんだという話がありますね。

DX, 発想力, 教育

吉野：さきほど、DX（デジタルトランスフォーメーション）の話題が出ましたが、DXというのは、結局、情報技術のサプライヤ側の問題ではなくて、情報技術を使うユーザの課題だと思います。技術のサプライヤから見ると難しさが増えているけれどもチャンスなのかもしれない。

20世紀には情報技術に関してはITのサプライヤ側の方が情報量が多くて、ユーザ側はそれを受け取るという感じだったのですが、クライアントサーバからオープンになってくるとだんだん立場が変わってきて、技術そのものよりも技術の使いこなしが重要になってきた。DXにな

るとITそのものよりもITを活用してどういうふうに関業を改善するのか、企業を良くしていくのが主眼になって、それは当然ユーザの方がよく知っている。ベンダ側もそこまで踏み込んで提案しなければいけないのですけれども、なかなか難しい。

そうなってくると、共創とか、コ・クリエーションということで、お客さんと一緒に課題を見つけ、その解決策を探しましょうといった形を取らざるを得ないのですよね。先ほどの、未来の話と同じで、ユーザのありたい会社と、技術を活用して実現可能なありうる会社、は違うので、そのギャップを埋めていくのがDXなのではないかなというふうに最近考えていますけれども、そこはやはり、先ほど先生のおっしゃった、3つの壁が立ちはだかる（笑）。

前田：そうそう、その意味では、ユーザとしての企業の側がDX教育の必要性を感じて、一生懸命やっているところが増えてきていますよね。大学が一番遅れているかもしれない（笑）。

吉野：本会も、情報技術のベンダ側だけではなくて、ユーザ企業を取り込むような動きも必要かなと思っております。

それもあって、デジタルプラクティスの例で恐縮ですが、ベンダのユーザ会が行っている論文コンテストで優秀な論文を掲載させていただくという活動もやっています。DXの時代には、学会もユーザを巻き込んでいくことが必要だと思っています。

それと、革新的な、本当に根源的なテクノロジーをどうつなげていくかというのがこれからは求められるのかなと思っています。シーズとニーズ、両方見なければいけなくて、そこは難しいところですね。シーズがなくて、とてもできそうもないことというのは思い付けないという面もありますので（笑）。

前田：そうですね（笑）。

吉野：それを、思い付ける人はすごいと思うんですね、SF作家とか。

藤瀬：VR（Virtual Reality）の研究でも、まず発想から入って、必要なデバイスを探すアプローチは結構あります。

今のお話で、大学の一般教養レベルで発想力を養うというような試みはないでしょうか。

前田：そうですね、僕がデザインしている授業に、フィールドベーストレーニング（FBL）という授業があります。DMAT（Disaster Medial Assistance Team）で活動している方々の協力を得て、災害医療の現場でドローンを使って物資を運んだりとか、状況を情報収集したりというDMATの活動を、1年間の教育の中に取り込むということをしています。

よくあるおもちゃのドローンではなくて、10万円ほどするキットを買って、組み立てるところからやります。そうすると、半田付けも必要で、モータ、プロペラ、通信機器、センサなどのハードを触らないといけない。ドローンの運転操作訓練もすることで、飛行制御の仕組みや、ドローンの危険度も実体験できる。そこにカメラを積んで、画像解析などのAI技術を使ったソフトウェアも経験できる。いま、コロナで学生を派遣できないのだけれども、災害訓練現場における演習にも参加させる計画です。

こういった1つの授業でハードとソフトとフィールドの3つを学べる授業はいいのではないかなと思って取り組んでいます。

藤瀬：なるほど。

前田：やはり、授業は座学中心にならざるを得ないし、大学としても資金、人材に限界がありますが、普通の授業では接することができない異なる視点からの学びの場として大切にしたいと思っています。

そこでは、実際に救急医療の現場で働いているお医者さんとか、ドローンを開発している会社のエンジニアとか、飛行機やヘリコプタと遭遇したときのドローンの退避実験をしているNICTの研究者など、多彩な方々に講演をしてもらったりもしています。現実に必要なとされている社会課題を解決するためには、実は、いろいろな分野の技術や知恵が必要だということを肌で感じ取ってもらえているかと思います。「プラクティス」というのはそういうことだと思うんですね。

藤瀬：なるほど。

前田：それから、国全体の底上げを図ることが教育としてはとしては大事だと思うのですよね。優秀な学生を、インセンティブをつけて世界的な研究者に引き上げていく。それもちろんだ大事なのだけれども、一方で、情報技術に関する教育全体の底上げというか、国としてのレベルアップを図るということも非常に必要だと思います。

吉野：話は尽きないのですが、そろそろ時間となりました、未来を創っていくという観点で示唆に富むお話をいろいろ伺うことができました。今日はどうもありがとうございました。

藤瀬：本当にどうもありがとうございました。

前田：こちらこそありがとうございました。

参考文献

1) 前田英作, 南 泰浩, 堂坂浩二: 妖精・妖怪の復権—新しい「環境知能」像の提案—, 情報処理, Vol.46, No.6, pp.624-640 (June 2006).

グロッサリ

Glossary—グロッサリ—

DX (デジタルトランスフォーメーション)

企業が外部エコシステム（顧客、市場）の劇的な変化に対応しつつ、内部エコシステム（組織、文化、従業員）の変革を牽引しながら、第3のプラットフォーム（クラウド、モビリティ、ビッグデータ/アナリティクス、ソーシャル技術）を利用して、新しい製品やサービス、新しいビジネスモデルを通して、ネットとリアルの両面での顧客エクスペリエンスの変革を図ることで価値を創出し、競争上の優位性を確立すること。

（引用元：

<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd112210.html>）

GSI

複数の国・地域にまたがるサプライチェーン用規格（たとえば、バーコード規格など）を定める、国際的な流通システム標準化機関。GTINはGS1標準の商品識別コードの総称である。

SFP

スマートフードサプライチェーン。WAGRIをベースに、生産だけではなく、加工・流通・消費にまで拡張したデータ連携基盤。

WAGRI

2017年に設立の農業データ連携基盤協議会が構築する農業データ連携基盤。生産性向上、経営改善のためのデータの連携や提供機能を持つ。

アンビエント・コンピューティング

デジタルデバイスを意識的に操作することなく、環境の中で自然にデジタルデバイスを活用すること、もしくは活用する状態。

カーム・テクノロジー

ユーザの思考や行動の邪魔をしないように配慮して設計された、無意識に利用することができるテクノロジーのこと。

コアグラ

正式名称は英語で凝固を意味するコアグレーションという。医療現場では血液の凝固塊を示す。ドレーンや排尿のバッグの中に血液の凝固塊があるかどうかは、出血の速度や血液の凝固能力を推定する手がかりとなる。

スマートシティ

ICT等の新技術を活用しつつ、マネジメント（計画、整備、管理・運営等）の高度化により、都市や地域の抱える諸課題の解決を行い、また新たな価値を創出し続ける、持続可能な都市や地域であり、Society 5.0の先行的な実現の場のこと。

（引用元：https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/）

スマートホスピタル

医療業界のデジタルトランスフォーメーション。ITを用いて医療の質向上や医療従事者の働き方改革、患者の利便性向上を実現することを指す。

ソースマーキング

サプライチェーンマネジメントのための商品管理用コードを、商品の生産段階で印刷し、貼り付けること。

ドレーン

体内に貯留した血液・膿・浸出液を体外に排出する医療行為を「ドレナージ」といい、そのために手術中に体内から体外に出るように留置する管のことを「ドレーン」と呼ぶ。術後ドレーンの排液の量や色調を確認することは、術後順調に経過しているか、また異常が起きていないか、等の体内の状態を詳細に推測するために重要であり、特に色調の再現性が重要である。

JISA

表彰制度「JISA Awards」について

会長 原 孝¹

¹ (一社) 情報サービス産業協会

(一社) 情報サービス産業協会 (JISA) は1984年に設立された業界団体であり、日本を代表するシステムインテグレータや有力ソフトウェア企業、シンクタンクを中心とする主要な情報サービス企業より構成されています。現在、情報サービス産業は構造改革とITイノベーションにより知識集約型社会を実現し、我が国の国際競争力向上に貢献することにより業界地位を向上させ、業界ブランドを確立することを目指しています。そのためには、業界各社が切磋琢磨し独創的かつ国際的に通用する質の高い技術・ノウハウ・製品・ITサービスの創造に鋭意取り組んでいくことが重要になります。また、情報サービス企業が経営高度化を図りマネジメントシステムおよび諸制度を改革しグローバルにその先進性を示すことにより、名実ともに魅力ある産業としての基盤を築いていくことも必要となります。このような認識のもと、JISAは上記のような取り組みを奨励・促進するとともにその成果を業界内外に示すことにより情報サービス産業の存在感と重要性を広く社会に情報発信していくための方策を検討し、2011年に表彰制度「JISA Awards」を創設し、2021年度には10回目となる「JISA Awards 2021」を実施しました。

JISA Awardsは、独創性が高く、国際的に通用するシステムの創造者（組織、チーム等含む）を表彰します。選考にあたっては、①新規性、②進歩性、③発想の原点、④国際通用性の4点について応募内容を判断します。表彰対象は、「顧客に提供する情報サービス」もしくは「IT企業の経営の仕組み・制度」であり、前者ではビジネスモデル、開発・運用技術・ノウハウ、マネジメントの各側面のいずれか、後者では人事労務、財務、法務、CSRの各側面のいずれか、この中の少なくとも1つ（複数でも可）に該当するものとします。

今回は2020年11月よりJISA会員企業（子会社および団体会員傘下企業も含む）を対象に公募を開始しました。ご応募いただいた11件について選考委員会（委員長：坂村 健氏（東洋大学 情報連携学部 学部長））において選考を行い、Winnerを1件、特別賞を1件決定しました。

選考委員会の名簿は以下のとおりです（五十音順、役職は選考時点のものです）。

委員長 坂村 健
東洋大学 情報連携学部 学部長

委員 青山 幹雄
南山大学 理工学部 ソフトウェア工学科 教授

委員 奥村 俊明
独立行政法人情報処理推進機構 理事

委員 土井美和子
国立研究開発法人情報通信研究機構 監事

委員 夏野 剛
慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 特別招聘教授

受賞システムは以下のとおりです。

Winner

○OID秘匿化ワнтаイム多要素認証 SECUREMATRIX (株) シー・エス・イー

特別賞

○「ParaRecolectar」(製品本体) 「ParaReco Visualizar」(可視化アプリ) 生産設備の故障予兆を検知するIoTプラットフォーム 日本電子計算(株)

デジタルプラクティス本号にはWinner受賞システムに関連する招待論文が掲載されていますのでお目通しいただけるとありがたいです。

JISAは、2021年度もJISA Awards2022を実施中です。JISA Awardsをきっかけに、今後、我が国でも国際的に通用する独創的な情報サービスや経営の仕組みが次々と創造されるようになることを願ってやみません。

JISA招待論文

ID秘匿化ワンタイム多要素認証 —SECUREMATRIXの研究開発—

下平哲也¹

¹ (株) シー・エス・イー

昨今のテレワーク増加に伴い、社外での働き方が以前よりも一般的になりつつある。しかし、多くの企業ではテレワーク導入においてセキュリティを担保できるのかという懸念を抱えている。既存のシステムの多くが、ファイアウォール等でネットワークの境界を区切る、境界型認証モデルで構築されてきた。しかし、テレワークの増加による社外から社内への接続、クラウドサービスの利用普及による社内から社外への接続等が広がっており、境界型認証モデルの前提が崩れつつある。このような時代の変遷に合わせ、ゼロトラスト型認証モデルが注目されている。ゼロトラスト型認証モデルとは、すべてのネットワークには常に危険が潜んでいると考え、IDによってあらかじめ認証・認可されたユーザやデバイスのみが、ITリソースにアクセスできる新しい認証モデルである。ゼロトラスト型認証モデルのIDベースという考えにおいては、IDの保護という観点が今後のセキュリティ課題となることから、この問題を解決すべくID秘匿化ワンタイム多要素認証をコンセプトとする認証製品SECUREMATRIX V12を開発した。

1. ID秘匿化ワンタイム多要素認証の概要

1.1 背景

以前まで、多くの企業では業務システムやサービスはオンプレミス、または、セルフホスティングの形をとり、信頼されたネットワーク内に構築してきた。社員は社内環境から該当システムに接続し、社外からシステムを使うことは想定されていなかった。

時代が変わり、クラウドサービスの台頭、テレワークの増加により、従来の境界型の考え方でのセキュリティ担保が難しい時代が到来している。昨今のサプライチェーン攻撃による被害拡大等は境界型の考え方の限界を示す、典型的な例である。

そこで注目されているのがゼロトラストという考え方である。ゼロトラストとは、すべてのネットワークには常に危険が潜んでいると考え、ネットワークの境界ではなくIDベースの認証を、セキュリティの担保とする考え方である。

多要素認証も、近年重要視されているセキュリティ上のキーワードである。総務省公表のテレワークセキュリティガイドライン[1]では多要素認証の重要性がうたわれており（表1）、主要なクラウドベンダにおいても、多要素認証の積極的な導入が進んでいる。

表1 システム・セキュリティ管理者が実施すべき対策
（テレワークセキュリティガイドライン第5版[1]より抜粋）

管理者 H-1 基本対策	テレワーク時にアクセスする社内システムやクラウドサービスへのアクセスで必要となる利用者認証機能について、技術的な基準（多要素認証方式の利用、パスワードポリシーの規定等）を明確に定める。
管理者 H-2 基本対策	社内システムやクラウドサービスへのアクセス時の利用者認証機能として、可能な限り多要素認証を強制する。
管理者 H-3 基本対策	テレワーク端末がオフィスネットワークやクラウドサービスに接続する際は、接続先のサーバの正当性（サーバ証明書等）と、接続元のテレワーク端末の正当性（パスワードやクライアント証明書）を相互に認証する仕組みを備えたものとする。
管理者 H-4 基本対策	テレワーク端末へのログインパスワードや、オフィスネットワークやクラウドサービスにアクセスする際のパスワードは、強力なパスワードポリシーの適用を強制する。
管理者 H-5 基本対策	テレワーク端末やアプリケーションの初期パスワードが強制的に変更されるか、十分な強度のある個別のパスワードが個々に設定されるようにする。
管理者 H-6 基本対策	利用者認証に一定回数失敗した場合、テレワーク端末の一定時間ロックや、テレワーク端末上のデータ消去を行うよう設定する。
管理者 H-7 基本対策	異動や担当変更等を適切に把握し、不要なアカウントの削除やアカウント権限の更新等を実施する。

1.2 新しい働き方における認証の課題

1.2.1 境界型認証モデルの課題

既存のシステムの多くが、ファイアウォール等の境界で区切られた、信頼できるネットワークの内側であれば安全であるという考え方を前提とする、境界型認証モデルで構築されてきた。

境界型認証モデルは、社外からのアクセスやクラウドサービスの利用等を想定しない、境界の内部に閉じたネットワークを基本とするモデルであり、ひとたび脅威の侵入を許せば、侵入箇所からの横移動攻撃による被害拡大の恐れがある。

テレワークに対応するため、VPN接続等の技術を用いて社外からのアクセスを利用可能とした際には、そのVPN接続されたたった1カ所の脆弱な部分から、ネットワーク全体に被害が広がる（図1）。

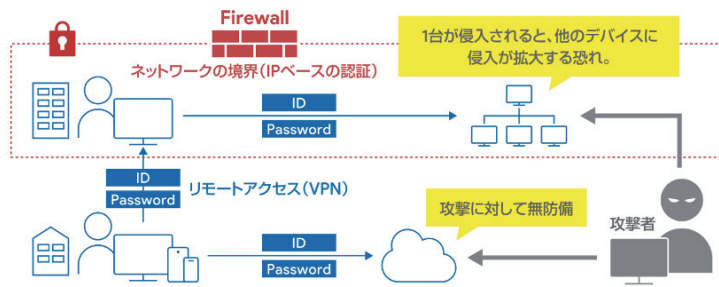


図1 境界型認証モデル

1.2.2 ゼロトラスト型認証モデルの課題

境界型認証モデルの課題を解決するモデルとして注目されているのが、ゼロトラスト型認証モデルである。

ゼロトラスト型認証モデルとは、すべてのネットワークには常に危険が潜んでいると考え、IPアドレスやネットワーク境界ではなく、IDベースすなわち信頼できる本人であることの証明を担保として、どこからのアクセスなのか、どこにいるのかといったネットワーク上のロケーションによらず、IDによってあらかじめ認証・認可されたユーザやデバイスのみが、ITリソースにアクセスできる新しい認証モデルである。ネットワークに依存せず、IDベースの認証を基本とするため、クラウドサービスの利用や外部公開した社内システム等の利用等、いつでもどこでも安全にITリソースにアクセスすることが可能となる。

ゼロトラスト型認証モデルではIDがセキュリティの要となるため、IDの保護がセキュリティ上の課題となる（図2）。

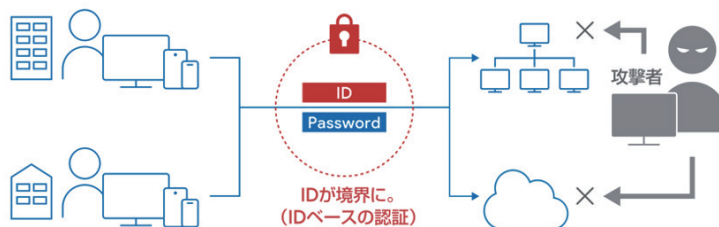


図2 ゼロトラスト型認証モデル

1.3 ID秘匿化ワンタイム多要素認証の提案

新しい働き方における認証の課題を解決すべく、認証に用いるIDを秘匿化し、記憶要素と所持要素の多要素認証をワンタイムで実現するID秘匿化ワンタイム多要素認証（図3）を提案する。



図3 ID秘匿化ワンタイム多要素認証

認証経路にID情報を流さず、ユーザによるID入力も不要となるため、ゼロトラスト型認証モデルの課題であるID情報漏洩のリスクを解消し、安心・安全なセキュリティを提供する。認証時のID入力操作が不要となることで、日々の業務で頻繁に行う認証作業の負担を減らし、利便性の向上も期待できる。

1.3.1 マトリクス認証（ワンタイムパスワード）

マトリクス認証とは、認証の際にマトリクス表に乱数を並べ、ユーザが記憶した形からワンタイムパスワードを導出する認証方式である。ユーザはパスワードを文字や数字として覚えるのではなく形で記憶し、認証時には記憶した形の位置と順番からマトリクス表の各マスの数字を入力する（図4）。

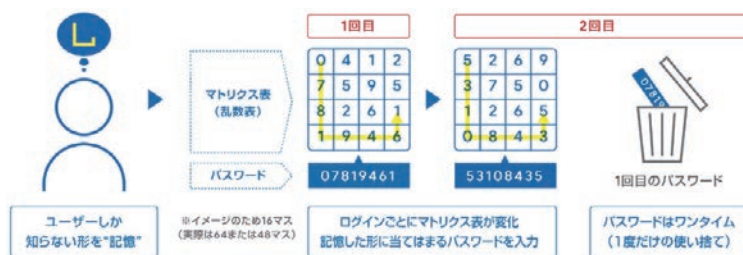


図4 マトリクス認証

マトリクス表の各マスの数字は毎回異なる値となるため、認証を行うたびにパスワードは異なる。仮に悪意ある第三者が通信を傍受してパスワードを窃取したとしても、次回認証時はパスワードが異なるため、悪用することができない。

マトリクス認証は、認証の3つの要素のうち、記憶要素に該当する。

1.3.2 デバイス認証（ワンタイムデジタル身分証）

ID秘匿化ワнтаイム多要素認証では、デバイス認証のための電子証明書を各デバイスに付与し、これを保持するデバイスのみ認証を許可している。電子証明書は、ID情報にデバイス情報を初めとするさまざまな属性情報を紐づけて一元管理しており、現実世界の身分証のようにふるまうため、デジタル身分証と名付けた。

このデジタル身分証は認証を行うたびに更新されるため、電子証明書とID情報、双方のワнтаイム性を実現しており（ワнтаイムデジタル身分証、**図5**）、仮に悪意のある第三者が不正に入手したとしても悪用することは困難である。

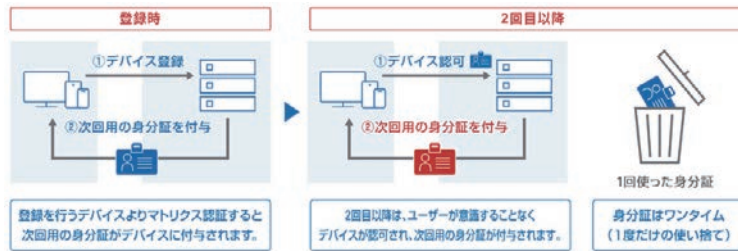


図5 デバイス認証

デバイス認証は、認証の3つの要素のうち、所持要素に該当する。

コラム：認証の3つの要素

認証の3つの要素とは、記憶の認証、所持の認証、生体の認証の3つのことである。それぞれ長所と短所があり、2要素以上を組み合わせると多要素認証を行うことが、テレワークセキュリティガイドラインなどでも推奨されている[1]。

記憶の認証とは、本人だけが知っている情報による認証であり、具体例としては固定パスワードやPINが挙げられる。

所持の認証とは、本人だけが持っている情報による認証であり、具体例としてはICカードやハードウェアトークンが挙げられる。

生体の認証とは、本人の身体的特徴による認証であり、具体例としては指紋認証や顔認証が挙げられる。

1.3.3 ID秘匿化

一般的な認証手順では、ID情報を入力して送信し、サーバに対象のユーザを特定させた上でパスワードの照合を行うが、このような手順において、ID情報は通信傍受やショルダーハッキング等による漏洩の危険にさらされている。

ID秘匿化ワンタイム多要素認証では、ステルスID方式と名付けたパスワードからIDを特定する特許技術により、ユーザによるID入力を不要とし、通信経路上にID情報を直接流さないようにすることで、ID情報漏洩のリスクを解消した（図6）。



図6 ID秘匿化

2. ID秘匿化ワンタイム多要素認証の実現

2.1 ステルスID方式

ID秘匿化を実現するにあたり、認証手順に関する新たな技術を発明[2]し、これをステルスID方式と名付けた。

ステルスID方式では、ユーザが入力したパスワード文字列へID情報や属性情報を自動挿入することで、IDの秘匿化を行いながら、パスワードからIDを特定することを可能としている（図7）。通常の認証手順では、IDの特定を先行した後にパスワードの照合を行うが、これを逆転し、パスワードからIDを特定するようにした点が、本特許の独創的な部分である。

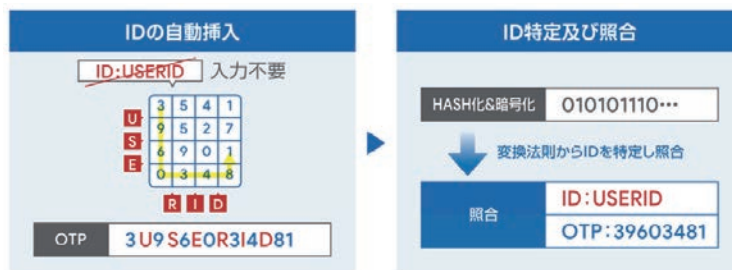


図7 ステルスID方式

パスワードからIDを特定するためには、パスワードがユーザユニークである必要があるが、通常、パスワードは各ユーザが任意に設定するものであり、ユーザユニークとはならない。パスワードをユーザユニークにするため、システムからパスワードを押し付けるようでは、ユーザの利便性が損なわれる。そこでステルスID方式では、ワンタイムパスワードを用いることを前提に、ワンタイムパスワードの生成を制御することで、利便性を保ちながらパスワードをユーザユニークとし、パスワードからユーザを特定することを可能とした。

2.2 ID秘匿化ワンタイム多要素認証の実装

2.2.1 ステルスID方式の実装

ステルスID方式の特許取得に際し、製品実装も同時並行して検討を進めた。

ID秘匿化ワンタイム多要素認証では、ワンタイムパスワードとしてマトリクス認証を採用している。マトリクス認証とは、前述したとおり、システムが提示するマトリクス表にユーザが記憶している位置と順番を適用して、ワンタイムパスワードを導出するものである。これはすなわち、マトリクス認証においては、パスワードの実体である位置と順番はユーザが任意に設定するものだが、ワンタイムパスワードを導出するためのマトリクス表は、システムの制御下にある（つまり利便性を損なわずに押し付けることができる）という状況である。そのため、マトリクス表の生成を適切に制御できれば、導出されるワンタイムパスワードをユーザユニークにすることができ、パスワードからユーザを特定することが可能となる（図8）。



図8 マトリクス表の制御によるユーザ特定

2.2.2 ワンタイムパスワードの生成、入力

ID秘匿化ワンタイム多要素認証の実装では、マトリクス表の生成にワンタイムデジタル身分証を用いることとした。認証時は、事前にデバイスに付与しているワンタイムデジタル身分証の情報より、マトリクス表を生成する。ユーザは、記憶している位置と順番からパスワードを導出し入力する。

2.2.3 認証要求

ステルスID方式では、パスワード文字列にID情報を自動挿入してサーバに送信するが（説明の便宜上、この送信データを認証要求データと呼ぶ）、ID秘匿化ワンタイム多要素認証の実装では、IDを直接用いるのではなく、ワンタイムデジタル身分証を利用した。これによりID情報もワンタイム化される。

2.2.4 パスワード検証, ID特定

サーバでは事前に、ユーザごとの正しい認証要求データを保持しており、デバイスから送信された認証要求データと照合して評価する。認証要求データが一致すればパスワードとIDの両者が一致したことになり、認証が成功したと判断する。

この際、認証要求データの照合のみではIDの誤認が発生し得ることが、検討時の最大の課題であった。ユーザは必ず正しいパスワードを入力するわけではなく、誤ったパスワードを入力することにより、別ユーザの認証要求データと偶然に一致することで、IDを誤認する可能性が考えられた。

そこで、IDの誤認を防ぐため、サーバは認証要求データの一致を確認後、デバイスに対してワンタイムデジタル身分証の送付を要求し、認証要求データとデジタル身分証の組合せが正しいことを確認することで、この課題を解決した。

このように、すべての通信個所においてIDをワンタイムデジタル身分証に置き換えることで、通信経路上でIDが窃取される危険性を回避している。

2.2.5 ワンタイムデジタル身分証の再付与

認証処理後は、デバイスとサーバから認証に用いたワンタイムデジタル身分証を削除し、新たに生成した次回用のワンタイムデジタル身分証を、デバイスとサーバの双方で保持する。

ワンタイムデジタル身分証は、利用時にワンタイムパスワードと一致させる必要があり、認証失敗時に失効してしまう一回使い切りのデータであるため、仮にこれを不正に窃取されたとしても、第三者が悪用することは困難である。

3. SECUREMATRIX V12

ID秘匿化ワンタイム多要素認証の実装として、2020年11月にリリースした製品が、SECUREMATRIX V12である。

SECUREMATRIX V12では、ID秘匿化ワンタイム多要素認証を、Windows PCへのサインインでも利用可能とした。

ワンタイムデジタル身分証の属性情報としてクライアント証明書を紐づけることで、ユーザがPCにサインインするだけで、SECUREMATRIX V12と認証連携を行っているWebシステムやクラウドサービス、ネットワーク機器等の認証が自動で行われることになり、ユーザの利便性が飛躍的に向上した。

ID秘匿化ワンタイム多要素認証を開発するきっかけとなったのは、認証時のセキュリティ強度を上げるために、認証要素を増やし手続きを増やすという一般的な方法論では、利用者の利便性が考慮されていないと考えたことである。セキュリティ強度と利便性を両立する技術を開発することは困難であったが、検討を重ねた結果、認証モデルの課題を解決し、セキュリティ強度と利便性をともに向上するものとなった。

4. 今後の展望

SECUREMATRIX V12は、ID秘匿化ワンタイム多要素認証をコンセプトに、ID秘匿化の特許を取得し、ゼロトラスト型認証モデルを実現するソリューションとして開発した。開発に際しては、時代の流れに合わせて変化してきた認証モデルの弱点に着眼し、改善を行うとともに利便性も追及した。

今後、5G通信・6G通信のようなテクノロジーの発展に伴い、モバイルデバイスやIoTデバイス等で新たなセキュリティ課題が発生することが予想される。このような課題に対し、独創的・革新的な技術で解決を図ると同時に、利便性も追求した研究を進めることで、テクノロジーを利用するすべての人々に安心・安全を提供し、これからの社会を支えていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 総務省：テレワークセキュリティガイドライン第5版（令和3年5月）。
- 2) （株）シー・エス・イー：特許第6721225号，ユーザ認証システム，ユーザ認証サーバ，およびユーザ認証方法（2020年6月22日登録，2020年7月8日発行）。



下平哲也（非会員）tetshimo@cseitd.co.jp

2008年（株）シー・エス・イー入社。通信インフラシステムの制御プログラム開発，Webシステム開発等を経て，2018年セキュリティ戦略部 部長に就任。

受付日：2021年11月20日

採録日：2022年1月18日

編集担当：西山博泰（日立製作所）

物流現場の労働力不足の解消とテレワークの実現 ～意思決定を支援するロジスティクス・コックピットの構築～

吉田健晃¹

¹ (株) セイノー情報サービスBRAIS推進室

物流業は、労働力不足の解消と新型コロナの拡大によるテレワーク対応のために以下の2つの課題を解決する必要がある。1つ目は、現場作業の生産性向上である。2つ目は、遠隔から現場の状況を確認できる労働環境の整備である。これら2つの課題を解決する仕組みとして、「ロジスティクス・コックピット」を構築した。本稿では、ロジスティクス・コックピットの構築に向けた取り組みとその導入効果について述べる。

※本稿はIBM Community Japanナレッジモジュール論文 推薦論文です。

※本稿の著作権は著者に帰属します。

1. 本取り組みの概要

(株) セイノー情報サービス (以下、当社) は、大手物流企業であるセイノーホールディングス (株) を持ち株会社とするセイノーグループの1社である。当社は、物流分野に特化した情報システムを企画、設計、開発し、これを主にクラウドにより提供している。当社の顧客は、セイノーグループの事業会社および300を超える一般企業である。一般企業の顧客には、主に物流業、卸売業、小売業および製造業がある。筆者は、当社のBRAIS推進室に所属し、ロボット技術、AIによる意思決定支援・近未来予測を軸に、顧客の物流業務のイノベーションに挑戦している。

本稿は、物流倉庫が抱える2つの課題の解決を目指した取り組みの成果である。1つ目の課題は、物流倉庫の深刻な労働力不足の解消である。2019年には運輸・倉庫業のうち68.5%が労働力不足であると回答した調査結果がある[1]。2つ目の課題は、遠隔地から業務が可能な労働環境の整備である。2019年に発生した新型コロナの影響により、密接・密集・密閉 (以下、3密) を回避した労働環境が必要とされている。2020年の物流企業への調査では、調査対象の半数以上の企業が事務系従業員のテレワークや遠隔業務が可能な労働環境が必要と回答している[2]。

筆者は、人手不足と事務系従業員のテレワーク対応には物流倉庫の生産性向上と、遠隔から物流現場の状況を確認できる環境が必要であると考えた。物流は包装、輸送、保管、荷役、流通加工および情報の6つの機能から成り立つ。物流倉庫の管理者は、物流倉庫システムから管理に必要な情報を抽出し、作業状況を確認、担当者への指示、その状況の監視を行っている。このように、管理者だけが物流倉庫の情報を把握する状態では、管理者なしでは業務が回らなくなり業務品質低下の恐れがある。

そこで、物流情報の可視化と情報統合の1つの在り方として「ロジスティクス・コックピット」[6]を構想した。ロジスティクス・コックピット（以下、ロジ・コックピット）とは、物流倉庫の管理者が物流現場に影響する変化を素早く検知し、迅速かつ確実な対応を支援する仕組みである。具体的には、在庫管理システム、人時生産性管理システムおよびWebカメラなどの複数のシステムが連携し、収集したデータを可視化する。物流倉庫の管理者は、ロジ・コックピットから物流現場にある2つの情報を視覚的に捉えることができる。1つは作業進捗情報である。もう1つは作業指示に対する状況情報である。

ロジ・コックピットから得られた情報に基づいて意思決定する手法として、OODAループを取り入れた。OODAループは、米国のジョン・ボイド氏が発明した意思決定手法である。OODAループはObserve（観察）、Orient（方向付け）、Decide（決める）、Act（動く）の4つのプロセスから構成される。本取り組みにおけるOODAループの目的は、刻々と変化する物流現場の状況に対して迅速かつ確実に対応することにある。物流倉庫の管理者は、これら4つのプロセスを繰り返し実行することで、上位者の決定を待つことなく絶えず行動を微修正しながら活動でき、急激な環境変化にも柔軟に対応できるようになる。

本稿では、まず、本取り組みで取り上げる物流倉庫の課題を述べた上で、ロジ・コックピットを提唱する。次に、ロジ・コックピット構築に必要な技術を選定する。最後に、本取り組みで実現した内容とその成果および今後の展開を取りまとめた。

2. 物流倉庫が抱える課題

2.1 本取り組みで取り上げる2つの課題

本章では物流倉庫を対象にした作業生産性向上とテレワーク推進の視点から、物流倉庫が抱える課題を2つ取り上げる。

- ① 物流倉庫における労働力不足の解消
- ② コロナ禍により変化を余儀なくされる物流倉庫の管理者など事務系従業員の労働環境の整備

2.2 物流倉庫における労働力不足

国立社会保障・労働研究所の人口統計調査（2021年度版）[3]によれば、日本の労働人口は減少し続け、2017年は約6,700万人であったのに対して、2040年には6,200万人以下に減少すると予測されている（図1）。

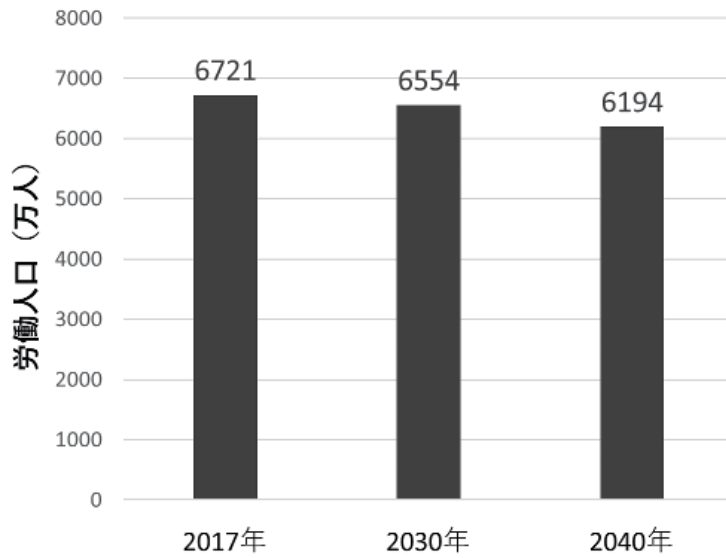


図1 年齢別労働人口の将来推計

物流業界に至っては、すでに労働力不足は深刻なものとなっている。図2は、帝国データバンクが2019年に実施した「人手不足に対する企業の動向調査」の結果である。本調査は、全産業および運輸・倉庫業の2つがある。「従業員が不足している」と回答した企業の割合は、全産業で50.3%、運輸・倉庫業で68.5%であった。このように、労働力不足は運輸・倉庫業で顕著であり、急ぎ生産性向上に向けた取り組みが必要と言える。

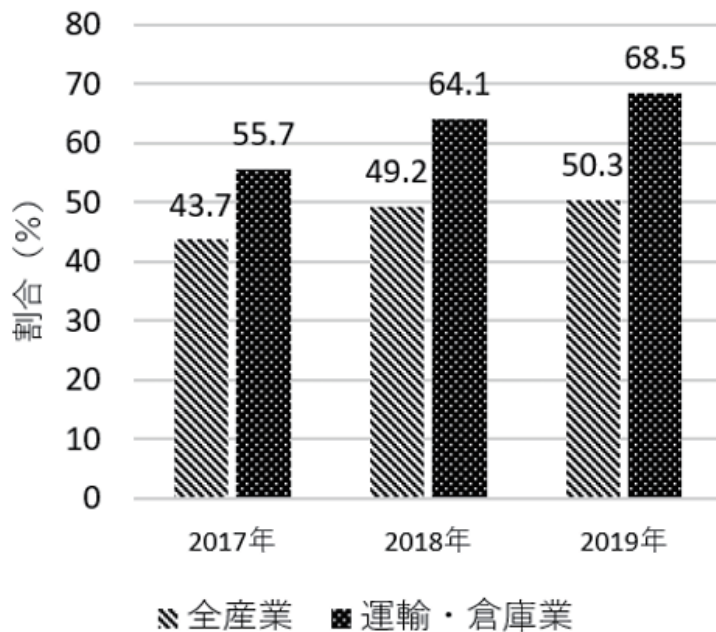


図2 従業員が不足している企業の割合

2.3 コロナ禍に対応するテレワーク環境の整備

新型コロナウイルス感染症の拡大（以下、コロナ禍）は、産業と暮らしを問わずこれまでの行動および生活の様式を一変させた。具体的には、3密を回避する日常生活に変化し、都市封鎖による移動の制限が行われた。ビジネスにおける働き方は、テレワークや時差出勤の普及、会議のオンライン化、出張の禁止など大きく変化した。

日本物流団体連合会は、2020年9月にコロナ禍による物流業界への影響について調査している。これによれば、物流企業の事務系業務へのコロナ禍対策として9割以上の企業が出張の制限、テレワークや在宅勤務を導入している。また、半数以上の物流企業は今後のウィズコロナ、アフターコロナ下では「非接触型、少人化、自動化など物流システムの見直し」「事務系従業員の出勤体制やテレワークの見直し」が必要であると回答している（図3）。

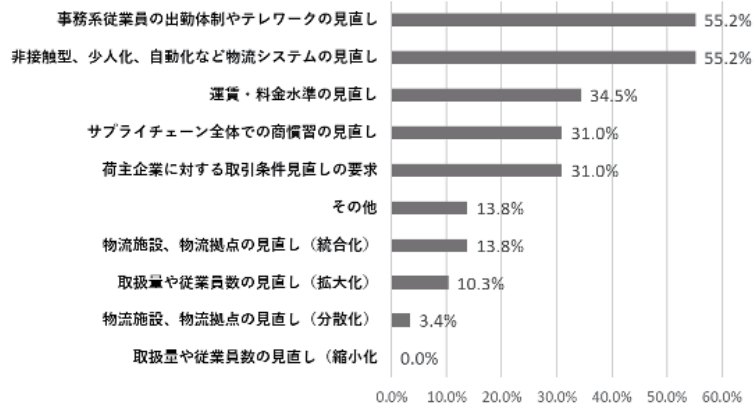


図3 ウィズコロナ、アフターコロナ下の物流業経営に必要な対応

物流倉庫従事者の職種は、管理者、現場作業員および事務職員の3つに大別できる。このうち、テレワークの対象は管理者と事務職員である。しかし、テレワークは、現場の監視、管理が十分に行き届かないという問題を生む。物流倉庫は、管理者により監視、管理されている。具体的には、管理者が物流倉庫で利用されている在庫管理システムから入荷や出荷の情報を抽出し、進捗状況を確認している。進捗に問題があれば、担当者へ電話や口頭での指示を行い、指示に対する状況を監視している。

物流倉庫で管理者のテレワークを実現するには、現場の状況の確認が現場でしかできないこと、問題が発生した際の指示状況の管理を行う手段がないといった問題を解決する必要がある。

3. ロジ・コックピットの構想と実現

3.1 ロジ・コックピットの構想

第2章では物流倉庫の課題を述べた。筆者は、物流倉庫の生産性向上とテレワーク対応を解決する方法は、物流倉庫内で管理される物流情報の可視化と情報統合を実現すること、そして遠隔地からでも監視できる環境を構築することにあると考えた。可視化とは、データを「見える」「計れる」状態にすることをいう。可視化は、データを見る側にとってその立場を問わず誰でも物流倉庫の状態の良し悪しの判断ができ、人に依存しないといったメリットがある。情報統合とは、複数のシステムからデータを集約することをいう。物流では、倉庫で取り扱う商品の情報を管理する輸配送システム、在庫管理システムおよび場作業員の作業生産性を管理する人時生産性管理システムといった複数のシステムが利用されている。

倉庫の管理者は、これらのシステムを利用することで、商品がいつ、どこから、いくつ到着するか、入荷、出荷作業の進捗はどうなっているか、作業員はどれくらいの生産性で作業でき、いつ完了できそうかを管理できる。

これまで取り上げた「生産性向上」と「テレワーク対応」の2つの課題は、いずれも「時間」に関する課題である。生産性向上のためには、迅速な現状把握が必要であり、テレワーク対応のためには、倉庫現場にいるのと同じ情報をリアルタイムに取得する必要がある。これらの必要を満たすロジ・コックピットの性能要件は、リアルタイム性および正確性といえる。この2つの性能要件を実現するためには、単に情報を集約するだけでなく、送信するためのIoT機器、通信技術およびセンサといった先端技術の進歩が不可欠である。ロジ・コックピットは、近年、目まぐるしく進歩した先端技術の活用により実現できるようになった。

可視化と情報統合の考えは、物流倉庫の生産性向上とテレワーク対応といった課題への対応だけでなく、ロジスティクス全体の最適化にも適応できる。

JILS（日本ロジスティクスシステム協会）が2020年に発表した「ロジスティクス・コンセプト2030～デジタルコネクで目指す次の産業と社会～」[4]では、ロジスティクスが2030年に目指すビジョンが記されている。そのビジョンとは、オープンなデータ共有プラットフォームを基盤としたロジスティクスを全体最適する仕組みが形成されていることと記されている。ロジスティクスとは、JILSの定義として「物流の諸機能を高度化し、調達、生産、販売、回収などの分野を統合して、需要と供給の適正化をはかるとともに顧客満足を向上させ、あわせて環境保全および安全対策をはじめ社会的課題への対応をめざす戦略的な経営管理」とされている。

ロジ・コックピットは、ロジスティクス全体の最適化のため、生産、調達、物流、販売間の需要と供給の差を可視化し、調整を支援する。

3.2 ロジ・コックピットを構成する可視化機能とコミュニケーション機能

ロジ・コックピットは、大きく2つの機能により構成される。1つは、「物流可視化モニタ機能」である。もう1つは、「コミュニケーション機能」である。

物流可視化モニタ機能は、商品の輸送に関係する輸送情報、物流倉庫内で管理している入出荷進捗、在庫情報などのデータを一元的に集約し、可視化する。

一方、コミュニケーション機能は、情報共有、作業指示および作業進捗を管理する。たとえば、倉庫の管理者は、業務上発生する依頼やトラブルへの対応指示をコミュニケーションツールで実施し、課題の発生状況や進捗状況を把握できる。

物流可視化モニタは、4つの機能に分かれている（図4）。具体的には、物流業務進捗モニタ、物流ロボット稼働状況モニタ、物流コスト・KPIモニタおよび現場カメラモニタである。物流業務進捗モニタは物流倉庫で行われている入荷、出荷、作業進捗を可視化する。物流ロボット稼働状況モニタは、物流現場で稼働しているAGVといった物流ロボットの稼働状況を可視化する。物流コスト・KPIモニタは、物流、製造におけるコストおよび収支を可視化する。現場カメラモニタは、物流現場に設置されたWebカメラの映像を表示する。



図4 ロジ・コックピットの構成

3.3 ロジ・コックピットの導入によるOODAループマネジメントの実現

ロジ・コックピットは、OODAループでのObserve（観察）とOrient（方向付け）にあたる情報をリアルタイムに提供する（図5）。たとえば、物流倉庫における出荷作業を取り上げる。出荷作業を担当する現場管理者は、在庫管理システムに登録された出荷指示数に対してどれだけ完了しているかの進捗を定期的を確認している。また、出荷作業完了予定時間までに完了する見込みがないと確認した場合は、作業要員を調整するなど、予定時間までに完了できるように指示する。ロジ・コックピットは、在庫管理システムおよび人時生産性管理システムと連携し、出荷作業の進捗と完了見込み時刻を表示する。物流倉庫の管理者は、ロジ・コックピットから進捗状況と完了見込み時刻を確認し、作業の遅延を瞬時に把握できる。このように、ロジ・コックピットはOODAループマネジメントを実現し、物流現場は刻々と変化する状況に対応できるようになる。

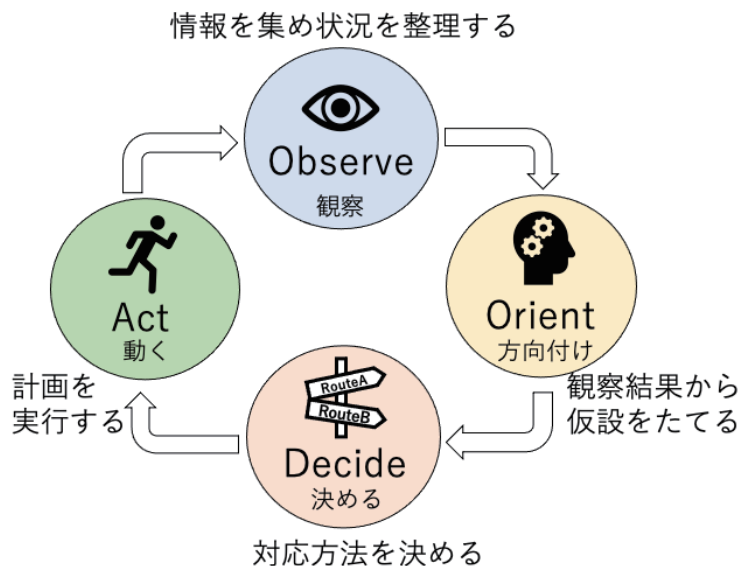


図5 OODAループの4つのプロセス

4. ロジ・コックピットの構築

4.1 プラットフォームの構成

ロジ・コックピットの構築にあたり、可視化モニタを複数配置し、現場管理者が状況を一望できるプラットフォームの構成を検討した。

候補としたプラットフォームは、(株)イントラマート社のintra-mart Accel Platform[8] (以下、イントラマート)とElastic社のKibana[9]の2つである。構成の検討に際し、評価基準および評価項目を設定した。まず、評価基準は、機能性、セキュリティおよびコストの3つである。評価項目は、全部で11項目である。

これらの評価基準および評価項目により、2つのプラットフォームについて、3つの構成案を検討し、評価した。案1はイントラマートのみでデータの可視化や外部サービスとの連携を行う構成とし、案2はKibanaのみの構成とし、案3はイントラマートとKibanaを連携させる構成とした(図6)。

	構成案 1	構成案 2	構成案 3
データソース	PostgreSQL	Elasticsearch	Elasticsearch
フロントエンド	イントラマート	Kibana	イントラマート + Kibana
機能性	①表現力	△	◎
	②拡張性	○	△
	③リアルタイム性	△	◎
	④操作性	△	○
	⑤開発難易度	△	○
	⑥スマホ対応	○	○
セキュリティ	⑦複数顧客・複数ユーザー管理	○	×
	⑧連携システムへの影響	△	○
コスト	⑨自社展開	○	○
	⑩構築コスト	○	○
	⑪ライセンス	○	△
総合評価	△ +	○	◎ +

図6 3つのプラットフォームの構成案と評価結果[12]

2つのプラットフォームの機能性、セキュリティおよびコストは、以下のように評価できる。

イントラマートの評価

- ① 機能性
データの可視化の面で表現力に乏しい。
Webカメラなどの外部サービスとの連携も可能で拡張性に優れている。
- ② セキュリティ
複数顧客、複数ユーザ利用において、ユーザごとの利用権限や画面設定が可能である。
- ③ コスト
当社での提供実績あり。
複数顧客でライセンス共用できるため提供コストを減らせる。

Kibanaの評価

- ① 機能性
データの可視化の面で表現力に優れている。
Webカメラを連携させることができず、外部のサービスとの連携に問題あり。
- ② セキュリティ
複数ユーザの管理ができない。
同一環境上で顧客単位のデータの管理ができず、顧客ごとに環境を分ける必要がある。
- ③ コスト
顧客ごとに環境を分ける必要があるため、構築、管理にかかるコストが顧客数に応じて増加する。

2つのプラットフォームから検討した3つの構成案を評価した結果、機能面とセキュリティ面では案3が最も高評価となり、コスト面では案1が最も高評価となった。結果、評価基準の総合評価が最も高い案3をロジ・コックピットの構成として採用した（図6）。

4.2 物流可視化モニタの構築

4.2.1 物流可視化モニタのシステム構成

物流可視化モニタ機能の可視化ツールとしてKibanaを利用する。Kibanaは、Elastic社から提供されているオープンソースソフトウェアである。Kibanaは、ログと時系列の分析、アプリケーションのモニタリングなどを代表的なユースケースとして、データの可視化および調査することに特化したツールである。Kibanaはヒストグラム、線グラフ、円グラフ、ヒートマップおよび地図といった可視化機能を提供している。

KibanaはElasticsearch[10]と緊密に統合されており、Kibanaで扱うデータはElasticsearchに保存されることがデフォルトの選択肢となる。ElasticsearchはElastic社から提供されている全文検索エンジンであり、高速で文書検索を行うのに優れているという特徴がある。Elasticsearchに保存されているデータへの参照、追加、削除および更新といったデータの操作は、APIで行う。Kibanaは、ElasticsearchにAPIでデータを参照し、可視化する。

Elasticsearchとのデータ連携はLogstash[11]を利用する。Logstashはデータを収集、加工し、格納先に取り込むことができるElastic社製のオープンソースのデータ処理パイプラインである。Logstashによるデータ処理は入力、変換、出力の3つの処理で構成されている。Logstashの入力処理ではアクセスするデータソースやデータ送信間隔を設定する。変換処理では、不要データの削除やカラムを追加する。出力処理では、指定した出力先にデータを出力する。

ロジ・コックピットにおいて、連携システムからElasticsearchへのデータ送信はLogstashで実施する。Logstashは、データの送信時にデータを加工できるため、データ送信機能を連携システムに追加するといったシステムの改修は不要で、データ連携を可能とする(図7)。

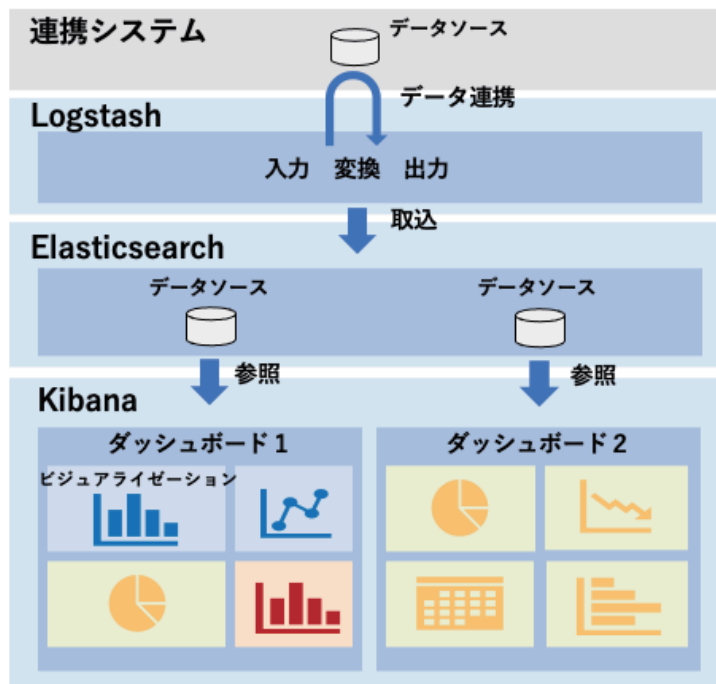


図7 可視化機能の構成

4.2.2 可視化モニタの作成方法

Kibanaでデータの可視化をする際には、「ダッシュボード」といわれる単位で画面を作成する。ダッシュボードはヒストグラム、棒グラフ、折れ線グラフ、円グラフといった可視化要素を複数配置して構築する。この可視化要素はビジュアライゼーションといわれ、Kibanaでの可視化画面の作成はこのビジュアライゼーションを作成していくことを指す。ビジュアライゼーションの作成には2つの方法がある。1つはKibanaに標準で用意されているものを利用する方法である。もう1つはVega言語でコードを書いて作成する方法である。ロジ・コックピットの物流可視化モニタは、Vega言語を使ったビジュアライゼーションで作成した。Kibana標準のビジュアライゼーションは、項目を設定するだけで可視化が可能という点で、作成が容易である。しかし、Elasticsearchに格納されたデータを加工して可視化する際に、平均や最大値などの決められた加工方法でしか可視化できないため、表現の自由度が低い。

一方、Vega言語で作成する場合は、Elasticsearchから取り出したデータの加工方法や可視化方法がKibana標準のビジュアライゼーション作成方法よりも多く用意されている。

4.3 複数の表示を一目で確認できる画面

Kibanaで作成したダッシュボードやWebカメラ画面はイントラネット上のポータルに組み込むことができる。ポータルは、ポートレットと呼ばれる画面要素を配置できる。ポートレットにはKibanaダッシュボードや、Webカメラ画面を設定できる。ポータル画面にポートレットを複数配置することで、複数のグラフおよびカメラ画面を同一画面上に配置することが可能である(図8)。



図8 イントラマートポータルでの複数画面表示

たとえば、物流拠点ごとの作業進捗を可視化するダッシュボードをKibanaで作成し、ポートレットに埋め込みポータルに配置することで複数拠点や複数工程の進捗状況が一目で確認できる。

イントラマートは、ユーザ管理の機能で、ユーザごとにポータルの画面設定ができる。また、ユーザごとにポートレットへのアクセス権限の設定も可能なため、役職に応じて、利用できるグラフの閲覧権限の設定が可能である。

4.4 BIZBOを使ったコミュニケーション

BIZBO[7]は、第3章で述べたロジ・コックピットの2つ目の機能であるコミュニケーション機能であるコミュニケーションツールである。BIZBOは当社製で、情報共有や作業依頼、依頼の進捗を管理するツールである(図9)。BIZBOは可視化モニタ機能と同じイントラマート上にアプリケーションとしてすでに構築されており、同じプラットフォームを利用している。そのため、同じユーザで可視化モニタ機能とコミュニケーションツールを利用できるというメリットを持つ。可視化モニタで確認できた運用上の問題をチャットツールのBIZBOを利用して共有し、問題への対応依頼および進捗管理に繋ぐことができる。

新規受付	確認中	回答済	完了	遅延
0	0	1	1	1

ステータス ワザフラグ	依頼企業 依頼担当者	グループ 宛先担当者	依頼番号	件名
遅延	セイノー情報 サービス 吉田健晃	SIS 吉田健晃	A000000001	緊急の出荷依頼
完了	セイノー情報 サービス 吉田健晃	SIS 吉田健晃	A000000002	入荷遅延の連絡
回答済	セイノー情報 サービス 吉田健晃	SIS 吉田健晃	A000000003	新商品の入荷連絡

1ページ中 1 ページ目 20 3件中1-3を表示

図9 コミュニケーションツール「BIZBO」の指示状況管理画面

物流可視化モニタ機能とBIZBOを利用することで、管理者は状況確認から問題の発生から完了までの管理を一元化して行うことができ、作業漏れや作業遅れを防止できるため、業務の品質を向上させる。

5. 物流業務進捗モニタの導入効果

5.1 物流業務進捗モニタの構築目標

本取り組みでは、物流業務進捗モニタを構築することで物流倉庫内の作業の可視化を実現した。物流業務進捗モニタは、物流倉庫で行われている入出荷工程を対象にその工程内での作業進捗を可視化する。物流倉庫の入荷工程では、仕入先ごとに入荷、保管棚への商品の格納といった作業をしている。出荷工程では、注文を受けてから商品の引当、出荷指示、商品のピッキング、梱包、出荷検品および積込検品といった作業をしている。物流倉庫の管理者はこの作業ごとに進捗を確認している。

本取り組みでは、物流業務進捗モニタ構築に際して以下の3点を目標に設定した。

- ① 管理者の作業進捗確認と、情報伝達の手間の削減
- ② 進捗モニタを作業員にも公開することで作業意識を向上させることによる生産性向上
- ③ 生産性向上による作業時間の短縮

5.2 物流業務進捗モニタの導入効果

前節で述べた、物流業務進捗モニタの目標達成に向けて、倉庫業を営むA社を対象に導入し、その効果を確認した。A社は、当社ソリューションの1つである在庫管理システムを倉庫業務で利用している。ロジ・コックピットが在庫管理システムと連携することで、倉庫業務の進捗を可視化した。

可視化の対象とした作業は、倉庫業務における出荷工程内のピッキング作業と出荷検品作業の2つである。ピッキング作業とは、物流倉庫から出荷する商品を商品が保管されている場所から取り出す作業である。出荷検品作業とは、ピッキングされ、箱詰めされた商品をトラックなどで搬送する前に、商品が注文どおりの数詰められているかをチェックする作業である。

本取り組みではA社と定期的に打合せを行い、モニタの構築を進めた。モニタ画面の表示内容は、管理者が作業進捗を確認する際にチェックしている内容をもとにした。打合せの中で聞き取ったA社からの要望に応じて、表示の修正、現場での利用を繰り返し、約2カ月間を経て運用を開始した。

最終的に、物流業務進捗モニタは、配送を行う運送会社ごとに作業の未完了件数、完了件数、進捗率および完了見込み時刻を表示した（図10）。この進捗モニタは、ピッキング作業、出荷検品作業を行っている現場にディスプレイを設置し、作業者も確認できるようにした。

作業	生産性/人数	運送会社	予定数	完了数	未完了数	進捗	完了予定
ピッキング	40/6	運送会社A	16	5	11	31.2%	13:02
	30/6	運送会社B	389	156	233	40.1%	14:17
	30/6	運送会社C	24	9	15	37.5%	13:04
	合計		429	170	259	39.6%	
出荷検品	30/5	運送会社A	16	0	16	0%	13:06
	15/5	運送会社B	389	51	338	13.1%	17:30
	15/5	運送会社C	24	0	24	0%	13:19
	合計		429	51	378	11.8%	

図10 物流業務進捗モニタ画面（A社）

物流倉庫の管理者は、これまで、在庫管理システムにアクセスして進捗確認を1日に何度も行い、現場の作業者に状況を共有していた。ロジ・コックピットは、リアルタイムに進捗を表示することで、管理者の状況確認の手間を軽減した。

作業員は、これまで進捗状況を管理者から共有されていたが、現場に進捗が表示されている事によって作業の状況を意識するようになった。また、管理者からの指示内容にも理解が生まれ、スムーズに指示が伝わるようになり、意思疎通に要していた時間が削減した。

管理者が作業員から「サポートに行く必要はないか」との自主提案を受けようになるという改善結果も得られた。

6. 本取り組みのまとめと「Society5.0時代の物流」との関係

6.1 倉庫現場の生産性向上とテレワークの実現

本取り組みでは、ロジ・コックピットを構築し、物流倉庫業を経営する企業を対象に、出荷工程のピッキングと出荷検品の2つの作業進捗を可視化した。物流倉庫の管理者は、以下の2つの能力を高めることができる。

- ① ロジ・コックピットから提供されるリアルタイムな現場の状況から、作業の遅れを素早く検知する。そして、要員調整や作業指示を行うことで作業効率を向上させ、現場の作業生産性を向上させることができる。
- ② 現場の状況を観察、問題解決のために行動することでOODAループマネジメントを実現する。OODAループマネジメントが実現することで、物流現場は変化に迅速に対応できるようになる。

加えて、物流倉庫の管理者は、遠隔地からでも利用できるロジ・コックピットの持つ「可視化モニタ」と「コミュニケーション」の2つを利用することで、現場の状況把握と作業指示が可能になる。ロジ・コックピットはコロナ禍における物流倉庫の管理者の在宅勤務、テレワーク推進に貢献する。

6.2 Society 5.0時代のつながる物流の実現

ロジ・コックピットは物流業界のSociety 5.0[5]の実現に貢献する。Society 5.0とは「内閣府の第5期科学技術基本計画において、我が国が目指すべき未来社会の姿として提唱されたもの」である。これは、IoT (Internet of Things)、ロボット、人工知能 (AI)、およびビッグデータといった新たな技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れてイノベーションを創出し、一人ひとりのニーズに合わせる形で社会的課題を解決する新たな社会を目指すことであると提唱しているものである。

日本経団連は2018年に「Society 5.0時代の物流」を提言し、2030年に向けた物流の変革として5つの物流を順次目指すとしている。その5つとは、つながる物流、人手を解放する物流、創造する物流、共同する物流および社会に貢献する物流である (図11)。

提言「Society 5.0時代の物流」

デジタル技術でサプライチェーン全体を効率化・最適化

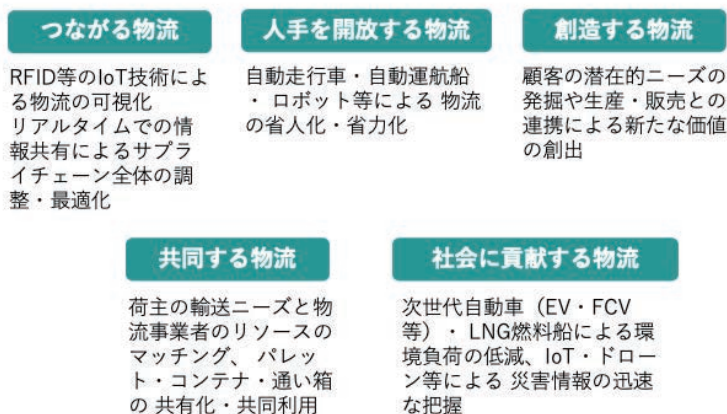


図11 日本経団連の提言「Society 5.0時代の物流」

ロジ・コックピットは、5つの物流の中でつながる物流の実現に貢献する。つながる物流では、「IoT技術による物流の可視化、リアルタイムでの情報共有によるサプライチェーン全体の調整、最適化」がうたわれている。ロジ・コックピットはWebカメラなどのIoT製品との連携や、ロジスティクスで利用されるシステムと連携し、状況を可視化する。ロジスティクスの管理者は、ロジ・コックピットから得られた情報をもとに調整を行い、ロジスティクスを最適化する。

7. 今後の展開

7.1 今後の取り組み方針

ロジ・コックピットの今後を展望する。物流現場だけではなく、倉庫業務および輸配送業務の運営や物流業の経営へのロジ・コックピットの利用拡大がある。倉庫および輸配送の運営者や物流業の経営者は、運営や経営にかかわる情報を視覚的に得ることで、迅速な判断を行い、変化に対応する。ロジ・コックピットは物流の運営や経営においてOODAループマネジメントを実現する（図12）。

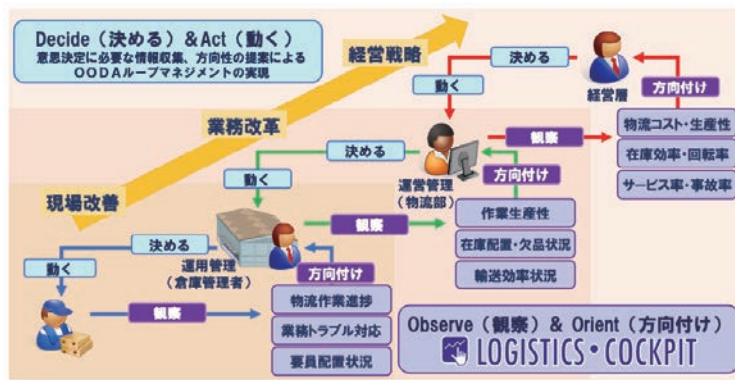


図12 物流の運営や経営へのロジ・コックピットの展開とOODAループマネジメントの実現

7.2 物流KPIによる運営・経営への利用拡大

ロジ・コックピットを物流倉庫業務および輸配送業務の運営や物流業の経営で利用するために、物流KPI（Key Performance Indicator：重要業績評価指標）を取り入れる。物流KPIとは、物流の「コスト・生産性」、「品質・サービス」および「物流・配送条件」の3点に関して、適切な管理がなされているかを判断するための指標である。

これまで物流業の運営者や経営者は、物流KPIで自社の物流を評価するために、各物流システムからデータを抽出し、データの加工、集計および分析をしてきた。ロジ・コックピットは、物流KPIによる評価に必要なデータを集約し、加工から可視化までを担うことでデータの抽出、加工、集計および分析の手間を削減する。物流業の運営者や経営者は、ロジ・コックピットがリアルタイムに可視化した物流KPI分析結果をもとに物流現場の業務改善に注力することができる。このため、素早い意思決定を実現し、変化に対応できるようになる。

そして、物流の運営者や経営者は、ロジ・コックピットに物流KPIが取り入れられることで、遠隔から物流拠点の経営状況を把握することもできる。

参考文献

- 1) 帝国データバンク：人手不足に対する企業の動向調査 (2019)。
- 2) (一社)日本物流団体連合会：物流企業における新型コロナウイルス感染症への対応動向調査報告書 (2021)。
- 3) 国立社会保障・労働研究所：2021年度版人口統計調査 (2020)。
- 4) 日本ロジスティクスシステム協会：ロジスティクス・コンセプト2030～デジタルコネクで目指す次の産業と社会～ (2020)。
- 5) (一社)日本経済団体連合会：Society 5.0時代の物流—先端技術による変革とさらなる国際化への挑戦—概要 (2018)。
- 6) (株)セイノー情報サービス：物流現場の可視化LOGISTICS・COCKPIT, <https://www.siscloud.jp/logistics-it-cloud/solution/logisticscockpit/> (2021/11/18 アクセス)
- 7) (株)セイノー情報サービス：コミュニケーション型タスク管理BIZBO, <https://www.siscloud.jp/logistics-it-cloud/solution/bizbo/> (2021/11/18 アクセス)

ス)

8) (株) エヌ・ティ・ティ・データ・イントラマート：システム共通基盤intra-mart Accel Platform, <https://www.intra-mart.jp/products/iap.html> (2021/11/18 アクセス)

9) elastic社：Kibana, <https://www.elastic.co/jp/kibana/> (2021/11/18 アクセス)

10) elastic社：Elasticsearch, <https://www.elastic.co/jp/elasticsearch/> (2021/11/18 アクセス)

11) elastic社：Logstash, <https://www.elastic.co/jp/logstash/> (2021/11/18 アクセス)

12) PostgreSQL Global Development Group : PostgreSQL, <https://www.postgresql.org/> (2021/11/18 アクセス)

吉田健晃 (非会員) yoshida.takeaki@siscloud.jp

2018年、金沢大学理工学域卒、同年(株)セイノー情報サービス入社。BRAIS推進室に所属し、ロボット技術、AIによる意思決定支援・近未来予測を軸に、顧客の物流業務のイノベーションサポートに従事。

受付日：2021年11月29日

採録日：2021年11月29日

編集担当：斎藤彰宏 (日本アイ・ビー・エム (株))



訂 正

本誌 63 巻 5 号 (2022 年 5 月号) のデジタルプラクティスコーナー「IBM Community Japan ナレッジモール論文：物流現場の労働力不足の解消とテレワークの実現～意思決定を支援するロジスティクス・コックピットの構築～」の著作権に関する記載に誤りがありました。お詫びして訂正いたします。

p.d119

(誤) ※本稿の著作権は著者に帰属します。

(正) ※本稿の著作権は、日本アイ・ビー・エム (株) に帰属します。
