

情報処理

2021
1

Vol.62 No.1
通巻 670 号

特集 **オンライン AI 人材教育**

特別解説 **HER-SYSはなにが問題だったか—先行導入, 本導入, 改修提案を振り返って—**

オンライン **あなたにとって「情報」は入試科目ですか? の歴史**



巻頭コラム

情報と食の未来
村田吉弘

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



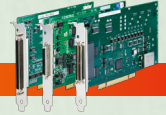
Web公開 (無料/有料)
note

教育コーナー: **ペタ語義**

連載: **5分で分かる! 有名論文ナナメ読み / 情報の授業をしよう! / ゼロから始めるアルゴリズム / 先生, 質問です! / ビブリア・トーク**

トピックス: **2020年度日本規格協会標準化貢献賞における標準化奨励賞を受賞
会議レポート**

長期安心 FA コントローラ



長期安心 FA コントローラ

型式：PFA-GH04S(W10XB)CF00NS21

- ・Atom E3845 搭載 SSD モデル
- ・4 スロットファンレスショートサイズ
- ・Windows 10 IoT Enterprise 2016 LTSB

■ 各種 OS

- ・ Windows 10 IoT
- ・ Interface Linux

■ 稼働安全

- ・ カバー付きスイッチ
- ・ 電源抜け防止機構

PCI Express 専用 FA コントローラ

型式：PXA-KH0DS(W10XB)LR33NS21

- ・ Kaby Lake 搭載 SSD モデル
- ・ 13 スロットショートサイズ
- ・ Windows 10 IoT Enterprise 2016 LTSB

■ 多彩なスロット数

- 4, 7, 13 スロット
- ショートサイズ・フルサイズ

■ ファンレスモデルを留意

- ファンレス・ゼロスピンドル

■ パネル固定強化

- ・ ボード取付強化
- ・ FG 接続強化
- ※ リニューアルインタフェースモジュールより対応

■ セキュリティ

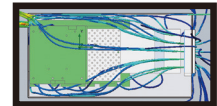
- ・ セキュリティスロット
- ・ HDD 内蔵化選択

■ メンテナンス

- ・ 10 年電池
- ・ 冷却ファン
- 現場で交換できます

■ 防塵フィルタ付き冷却ファン

- ・ 静音ファン、速度制御で静粛性 UP
- ・ 流路改良により冷却性向上



産業用部品採用

変わらない外観

安心の互換性

長期供給

これまでの **19年** これからも **10年**

発売から 19 年、インタフェースモジュールのリニューアルと並行して、
長期安心 FA コントローラ・スロットイン FA コントローラもリニューアルします。
これから先の 10 年、PCI、PCI Express、CompactPCI インタフェースモジュールと共に継続販売いたします。

継続します

各種 OS 対応

メンテナンス

セキュリティ

電源ブチ切り®

スロットイン FA コントローラ

型式：CPZ-GH04D(W10XB)FF00NS21

- ・ Atom E3845 搭載 SSD モデル
- ・ CompactPCI 4 スロットファンレス
- ・ Windows 10 IoT Enterprise 2016 LTSB

■ 各種 OS

- ・ Windows 10 IoT
- ・ Interface Linux

■ メンテナンス

- ・ インタフェースモジュール
- ・ 10 年電池
- ・ 冷却ファン
- 現場で交換できます

■ 稼働安全

- ・ 電源抜け防止機構

■ ファンレスモデルを留意

- ファンレス・ゼロスピンドル

■ 多彩なスロット数

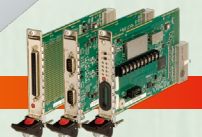
- 4, 7, 13 スロット

スロットイン FA コントローラ

型式：CPZ-KH0DU(W10XB)LF00NS21

- ・ Kaby Lake 搭載 SSD モデル
- ・ CompactPCI 13 スロット
- ・ Windows 10 IoT Enterprise 2016 LTSB

スロットイン FA コントローラ



開発キット(SDK)によるクラウドアプリのプログラミング技術を競う!



THE 8TH Cloud Programming World Cup



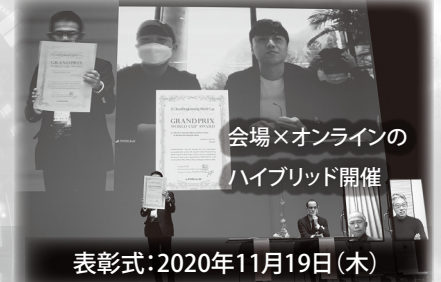
受賞結果はこちら

精華大学、ハノイ工科大学などアジアのトップ大学を中心に多数エントリー!



WORLD CUP AWARD

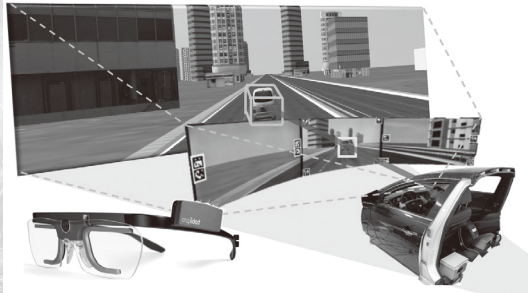
2020年CPWC ワールドカップ賞



テーマ **DrEyeVer: Detecting Objects on Driver's Focus of Attention for Intelligent Vehicle**

国民大学校 (韓国)
チーム名: KaAI

UC-win/Roadを搭載したドライビングシミュレーターでウェアラブル型イトラッカーからドライバーの視線に関する情報を取得。情報を組みあわせ、周囲に認識できていない車両があることをドライバーに警告するプログラムです。



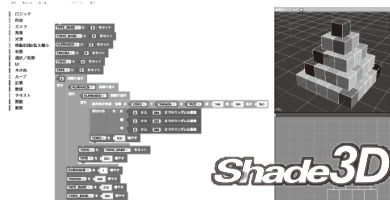
高度なシステム開発を実現するプログラミング製品・開発キット (CPWC作品課題使用ソフト)

<p>UC-win/Road SDK Ver.14 価格: ¥336,000</p>	<p>ブロックUIプログラミングツール オプション価格: ¥10,000</p>	<p>スイート千鳥エンジン 価格: ¥80,000</p>
---	---	--



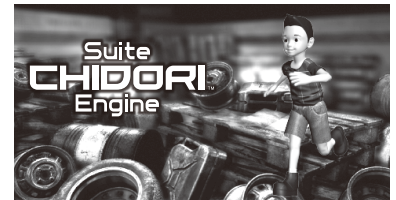
VR/ARデバイス連携システム

UC-win/Roadのプラグイン・オプション等の作成・カスタマイズが可能な開発キット。



Shade3D

オブジェクトを組み合わせ、視覚的にプログラミングを行うShade3Dのオプションツール。



Suite CHIDORI Engine

国産クロスプラットフォーム3Dゲームエンジン。ゲームに限らず、様々なコンテンツ開発が可能。

フォーラムエイトの出版書籍

フォーラムエイト公式サイト または amazon.co.jp rakuten.co.jp yahoo.co.jpにてお買い求め頂けます

表現技術検定 公式ガイドブック
情報処理編 / データベース編

定価 **2,800円** +税

著者: 石河和喜
大同大学情報学部 総合情報学科 非常勤講師

DX時代のビジネスにおける必須知識を基礎から学べる教習本シリーズ。2冊で体系的なデータサイエンスが習得可能。

2019年11月発行

表現技術検定 公式ガイドブック
データベース編

NEW

2020年11月発行

スイートシリーズ×パクション TVCM放映中!

ゲームプログラミングPC
「父の届けたい想い。」

スイート会計シリーズ
「出費もスコアも減らしたい。」

安全運転シミュレータ
「前を向け。VR。」

街を守れ、いのちを救え。VR。

UC-win/Road「VRが力になる。」

バトリック・ハーラン氏

報道ステーション(テレビ朝日 / 九州朝日放送) サンデーモーニング(TBS)
ワイドナショー(フジテレビ / 関西テレビ / 東海テレビ) News モーニングサテライト(テレビ東京)
サンデーLIVE(テレビ朝日) プライムニュース(BSフジ) 報道1930(BS-TBS)

※表示価格はすべて税別です。※製品名、社名は一般に各社の商標または登録商標です。



WWW



「情報処理」

カタログ同封サービスの ご案内



カタログ同封
サービスとは？

毎月会員に配布している学会誌に貴社/貴校のカタログや広告を同封し、直接読者にお届けするサービスです。
通常のDMと異なり学会誌に同封しますので、**読者の開封率は格段に上がります。**
また、カタログ送付にかかる**コストを最小に抑えることができ**、なおかつ情報処理を専門とする読者に**ターゲットを絞った効果的な案内を出すことが可能**となります。

お申し込み方法と掲載までの手続き

- 1 封入希望月の前月15日までに下記事項を記載の上、問合せ先までお申し込みください。
 - ◆会社名、担当者、連絡先（住所、Tel、Fax、E-mail） ◆封入希望号
 - ◆サイズ ◆カタログの簡単な内容説明
 - ◆割引対象にあたる場合はその旨記載ください。
- 2 封入希望月の遅くとも前月末日までに下記事項について手配をお願いします。
 - ◆カタログ見本を問合せ先までお送りください（PDF、Fax可）。
 - ◆納品業者をお知らせください。
- 3 納品日は封入希望月の5日（土曜、日曜、祝日の場合は翌営業日）です。日付指定にて必要枚数（20,000枚）を印刷し指定の納品先へお送りください。

※納品先は、お申し込み後にご連絡いたします。
※納品が遅れますと同封ができない場合がございます。その場合はキャンセルとさせていただきます。
- 4 カタログを同封した学会誌を発行日にお送りしますので、ご確認ください。
- 5 後日請求書をお送りしますので振込手続きをお願いします。

1通あたり
約17.5円!

基本価格 350,000円
(税抜)

対象：全会員 20,000通 配布
(正会員/名誉会員/学生会員/賛助会員)

大学や
共催事業は
さらに割引も!

大学/研究所/賛助会員または情報処理学会主催・共催事業は、下記のとおり割引料金が適用されます。

大学/研究所/賛助会員
(基本価格の40% Off!) **210,000円**
(税抜)

情報処理学会主催・共催事業*
(基本価格の80% Off!) **70,000円**
(税抜)

*情報処理学会研究会主催、共催を含む

サイズ：A4変形判またはA4判二つ折り（その他についてはご相談ください）
用紙：色上質厚口（四六判80kg）またはコート紙（四六判90kg）相当

問合せ先

【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

一般社団法人情報処理学会 会誌編集部 E-mail: editj@ipsj.or.jp
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F
Tel.(03)3518-8371 Fax.(03)3518-8375



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

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/本体3,200円(税別)

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/本体2,800円(税別)

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/本体2,800円(税別)

ソフトウェア工学

平山雅之・鶴林尚靖 共著
A5判/214頁/本体2,600円(税別)

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/本体2,500円(税別)

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/本体2,500円(税別)

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/本体2,800円(税別)

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/本体2,800円(税別)

音声認識システム(改訂2版)

河原達也 編著
A5判/208頁/本体3,500円(税別)

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/本体2,800円(税別)

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/本体2,800円(税別)

情報と職業(改訂2版)

駒谷昇一・辰巳丈夫 共著
A5判/232頁/本体2,500円(税別)

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/本体2,800円(税別)

数理最適化

久野誉人・繁野麻衣子・後藤順哉 共著
A5判/272頁/本体3,300円(税別)

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/本体2,200円(税別)

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/本体2,200円(税別)

メディア学概論

山口治男 著
A5判/172頁/本体2,400円(税別)

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/本体2,300円(税別)

離散数学

松原良太・大鷹彰昇・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/本体2,800円(税別)

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/本体2,800円(税別)

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/本体2,800円(税別)

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/本体2,600円(税別)

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/本体2,800円(税別)

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/本体2,500円(税別)

システムLSI設計工学

藤田昌宏 編著
A5判/242頁/本体2,800円(税別)

組込みシステム

阪田史郎 著 高田広章 編著
A5判/280頁/本体3,000円(税別)

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/本体2,500円(税別)

Linux演習

前野謙二・落合 昭・生野荘一郎・塩澤秀和・
高島俊徳 共著
A5判/224頁/本体2,500円(税別)

インターネットプロトコル

阪田史郎 編著
A5判/272頁/本体2,800円(税別)

分散処理

谷口秀夫 編著
A5判/240頁/本体2,800円(税別)

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/本体2,500円(税別)

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/本体2,500円(税別)

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/本体2,900円(税別)

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/本体3,000円(税別)

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/本体2,800円(税別)

データベース

速水治夫・宮崎収兄・山崎晴明 共著
A5判/196頁/本体2,500円(税別)

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/本体2,800円(税別)

データベースの基礎

吉川正俊 著
A5判/288頁/本体2,900円(税別)

本体価格(税別)は変更する場合があります。

注文はオーム社Webサイトまで ▶ https://www.ohmsha.co.jp/tbc/text_series_0202.htm

1



PREFACE

巻頭コラム

- 2 ■ 情報と食の未来 村田吉弘

SPECIAL ARTICLE

特別解説

- 4 ■ HER-SYS はなにが問題だったか—先行導入, 本導入, 改修提案を振り返って— 日野麻美

SPECIAL FEATURES

特集

AI 人材教育

- 10 ■ 編集にあたって 袖美樹子
12 ■ 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本誌31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願いたします。

連載：情報の授業をしよう！

- 14 ■ ■ 科目「情報セキュリティ」の授業実践 村山佳之

連載：★ Biblio・トークー私のオススメー

- 20 ■ ■ 試験に出る哲学「センター試験」で西洋思想に入門する 牛田啓太

教育コーナー：ぺた語義

- 21 ■ ■ WCCEは2021年から2022年に 斎藤俊則
22 ■ ■ バーチャル情報入試シンポジウム2020春は、熱かった！ 辰己丈夫
27 ■ ■ 情報の専門家とICT 苦手教員の間潜む間隙—ICTがIchido Chotto Tryになるために— 三田地真実

会議レポート

- 32 ■ ■ 「第31回高専プロコン」の開催報告と最優秀賞受賞校の強さの秘訣 中田真城子・水野加寿代

連載：★ 5分で分かる!? 有名論文ナメ読み

- 34 ■ ■ Sergey Levine: Reinforcement Learning and Control as Probabilistic Inference: Tutorial and Review 小林泰介

連載：ゼロからはじめるアルゴリズム

- 36 ■ ■ ■ アルゴリズムを直感的に学ぼう 石田保輝

- 40 ■ ■ ■ 連載：★ 先生、質問です！

トピックス

- 43 ■ ■ ■ 2020年度日本規格協会標準化貢献賞における標準化奨励賞を受賞

《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なさってください

情報処理

常時更新中!

「情報処理」オンライン版 目次

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

※オンラインでのみ掲載している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)。



■ Vol.62 No.1

e1 ■ **特別解説**: あなたにとって「情報」は入試科目ですか? の歴史 (辰己丈夫)

特集: AI人材教育

e5 ■ 1. 日本のAI戦略 (安西祐一郎)

e16 ■ 2. 滋賀大学におけるAI人材教育 (竹村彰通)

e22 ■ 3. 長岡高専におけるAI人材教育—AIを自然に使いこなすAIR Techエンジニアの育成— (池田富士雄)

e27 ■ 4. 早稲田大学におけるAI人材教育—学生から社会人まで— (松嶋敏泰)

e33 ■ 5. システム・インテグレーション企業におけるAI人材・デジタル人材の育成の取り組み (末永高志・山口瑤子)

「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。



- 31 【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について
- 42 おふいすらん
- 44 会員の広場
- 46 IPSJカレンダー
- 47 2020年度会誌「情報処理」モニタ募集のお知らせ
- 48 論文誌ジャーナル掲載論文リスト
- 49 人材募集
- 50 有料会告
- 52 有料会告について
- 53 英文目次
- 54 アンケート用紙
- 56 編集室/次号予定目次
- 57 掲載広告カタログ・資料請求用紙
- 58 賛助会員のご紹介



表紙デザインコンセプト

「伝統と情報テクノロジーとの共生」
現代社会は、どんどん変化していくが、変わらないこともある。伝統と情報テクノロジーの共生は、これからの社会の課題であると思う。

喩 麗蓉

1994年5月5日生まれ中国天津師範大学・視覚伝達デザイン専攻卒業。現在多摩美術大学大学院情報デザイン領域修士2年在学。公共空間における情報メディアを用いた視覚伝達デザインに関する研究に従事。

■会誌編集委員会

編集長: 稲見 昌彦

副編集長: 大山 恵弘・加藤 由花・中田真城子

担当理事: 清水 佳奈・井上 創造

本号エディタ:

五十嵐悠紀・井手 広康・江波浩一郎・大石 康智・大川 徳之・
太田 智美・岡本 雅子・折田 明子・角田 博保・桂井麻里衣・
金子 格・川上 玲・河原 亮・楠 房子・櫻 惇志・
斎藤 俊則・末永 高志・須川 賢洋・袖 美樹子・高木 拓也・
戸田 貴久・中島 一彰・西川 記史・坂東 宏和・細野 繁・
堀井 洋・福地健太郎・坊農 真弓・水野加寿代・山本ゆうか・
湯村 翼

理事からのメッセージ:

https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/rjij_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.or.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



情報と食の未来

■ 村田 吉弘



僕が料理人になったころ、日本料理の世界は科学とはまったく無縁で、「仕事は見て覚えろ」の一点張り。そやけど料理は「理(ことわり)」を「料(はかる)」と書くように、ものごとの道理に沿って、合理的に処理しなければならないのと違いますか？ 最初にそういったのは魯山人やけど、僕も常々、料理人たる者、すべからず科学的なことを知るべしと思っています。

料理とはすなわち科学です。料理人は、経験や勘のみに頼るのではなく、なぜこの味が生まれるのか、どうしてこの調理法になるのか、といった根拠や理由をしっかりと理解している必要があります。大事なのは、自分自身のはかりを持ち、何を基準にしたらいいのか、何が足りないのかを判断できること。科学的な分析による情報があれば、料理の表現の幅が広がります。

菊乃井では、すべてのレシピを数値化して、パソコンに保存しており、従業員なら誰でも自由に閲覧することができます。数値や科学的な情報を知り、共有することで、厨房も料理も安定するわけです。

ただし、料理や食の本質はそんなところにはありません。ただ美味しいものを作ればいいのではなく、そこから先が重要。食は文化であり、生きるために食べるという、それだけにとどまるものではないからです。

僕が理事長を務める「全日本・食学会」は、料理人や生産者、食に関する事業者の集まりです。我々の使命は、ただ皆さんのお腹を満たすだけでなく、食を通じて世界の方々を笑顔にすることだと思っています。

■ 村田 吉弘

「菊乃井」三代目主人／NPO 法人日本料理アカデミー理事長／（一社）全日本・食学会理事長

京都・祇園の老舗料亭「菊乃井」の長男として生まれる。立命館大学在学中フランス料理修行のため渡仏し、日本料理の魅力を再確認する。大学卒業後、名古屋の料亭「加茂免」で修行を積む。1993年（株）菊の井代表取締役就任。ライフワークとして、「日本料理を正しく世界に発信する」「公利のために料理を作る」、「機内食」や「食育活動」を通じて、「食の弱者」という問題を提起し解決を図る活動を行う。2012年「現代の名工」「京都府産業功労者」、2013年「京都府文化功労賞」、2014年「地域文化功労者（芸術文化）」、2017年「文化庁長官表彰」を受賞。2018年「文化功労者」、「黄綬褒章」を受章。現在、NPO 法人日本料理アカデミー理事長、（一社）全日本・食学会理事長を務める。



新型コロナの影響で、外食産業は今、試練の時を迎えています。そんな中、食学会としてできることはないかと考え、医療の最前線の方々、飲食店の若い人、生産者の皆さん、それぞれが前向きになれるような取り組みを実行しました。店が500円程度の材料費で作った弁当を、食学会が1,200円で引き取り、感染症治療にあたる病院に無償で届ける試みです。これにより、営業自粛で苦境に立つ飲食店も助かり、生産者も潤う。何より医療に従事する方々に喜んでもらえる。

幸いにもさまざまな賛同者の協力を得て、今のところ、120店以上の飲食店が参加し、全国37施設に、延べ290日間・計16,238食を届けることができています。

一人の力は尊いけれど限りがあります。世の中、何かをなそうとすれば、数が必要です。情報と同じく、数を揃えてこそ動くものがある。改めて「数は力」だと感じました。今回の取り組みが医療従事者や生産者の力になり、どれだけ役立ったかは分かりませんが、活動を通じて会員相互の結束力が強まったのは確かです。

自分の店でだけ美味しい料理を出していればいいという時代は終わりました。食や調理を通じて社会をより良くするにはどう行動すべきか、美味しい料理を作れる者は、そこまで考えて実行に移していかなければなりません。今後、食の世界が、科学やITとの関わりを深めていくことで、劇的な進化を遂げ、人類にとっての明るい未来を創り出すことを願ってやみません。

HER-SYS はなにが問題だったか — 先行導入, 本導入, 改修提案を 振り返って —



日野麻美 | 港区総務部情報政策課,
みなと保健所保健予防課兼務

みなと保健所に兼務発令

本稿では、新型コロナウイルス感染者等情報把握・管理支援システム（HER-SYS: Health Center Real-time Information-sharing System）の導入経緯を振り返り HER-SYS は何が問題であったかを解説します。すでに多くの記事が公開され経緯は広く知られていますが、ゼロトラストネットワークモデル上で大量の要配慮個人情報扱う大規模システムの初のケースであったことにも起因しているように思います。それについても本稿の最後に触れたいと思います。

経緯を振り返るにあたり、システム化対象業務を押さえて考えるため、保健所の感染症対策業務の概要を説明します。

2020年4月20日、みなと保健所への兼務辞令を受け、新型コロナウイルス感染者の発生届対応や医療費の公費負担事務（コロナの入院費用は医療保険と税金でまかなわれ、患者さんの個人負担はありません）に従事することになりました。

感染症法とは人権を守る法律

感染症の予防および感染症の患者に対する医療に関する法律（感染症法）の前文の一節には「我が国においては、過去にハンセン病、後天性免疫不全症候群等の感染症の患者等に対するいわれのない差別や偏見が存在したという事実を重く受け止め、これを教訓として

今後に生かすことが必要である。このような感染症をめぐる状況の変化や感染症の患者等が置かれてきた状況を踏まえ、感染症の患者等の人権を尊重しつつ、これらの者に対する良質かつ適切な医療の提供を確保し、感染症に迅速かつ適確に対応することが求められている」との記述があり、着任時の簡単な研修の中で保健所長と感染症対策担当の課長補佐からこう言われました。

「感染症対策は、過去の経験を活かし、人権尊重が重要な柱となっています。積極的疫学調査は、感染者との信頼関係に基づいて行われるものです」

着任前、感染者の個人情報取り扱いを整理して、庁内周知するために感染症法や公衆衛生入門書を読み込んでいたこと、研修で得た「人権擁護」と「信頼」というキーワードが、後に HER-SYS の適法性やリスク対策を判断する上での基準、大きな武器となりました。

発生届を起点とした事務の概要

感染症法第12条に基づき、新型コロナウイルスの感染者と診断した医師は「新型コロナウイルス感染者発生届（コロナ発生届）」に記入して、最寄りの保健所に届出します。コロナ発生届は診断時点の患者さんの居所である医療機関所在地の保健所に届くもので、住民登録地の保健所に出されるものではありません。発生届記載の患者さんの住所は、医療機関に申し出たもので、住民登録地が分からない方や違う方もいます。また、診断後に入院せずに帰った患者さんは、帰った場所の最寄り保

健所に移管し、発生届を転送しています。

届出された、または移管された発生届をもとに、保健所の医師、保健師の医療職チームは、入院調整や健康観察を行うとともに、感染症法第15条に基づく積極的疫学調査（注：今後の感染拡大防止を目的として、感染者と濃厚接触者に対して行動歴や家族状況、勤務状況等の聞き取り調査）を行います。事務職チームは、就労制限や入院勧告書を作成して療養費申請書と一緒に本人に送付し、個人番号（マイナンバー）利用事務である公費負担事務、入院医療機関への支払事務を行います。

4月中に事務改善を完了

港区では、10名を超える職員兼務発令と併せて、ICT（情報通信技術）を活用した数々の事務改善で、保健所職員の負担軽減を進めていきました。

4月30日には自宅療養中の感染者や濃厚接触者の健康観察のために、みなと保健所長が考案して独自開発した健康観察アプリ（図-1）がリリースされました。保健師が朝晩2回電話をかけていた確認がなくなり、発熱など発症の兆候があれば保健所にアラートメールが届き、手書きしていた健康観察記録もシステムからダウンロードできるようになりました。後にHER-SYSにも健康観察機能がリリースされましたが、区の健康観察アプリ開発事業者に「再委託で構築したのか」と問い合わせたほど、そっくりなインターフェースでした。

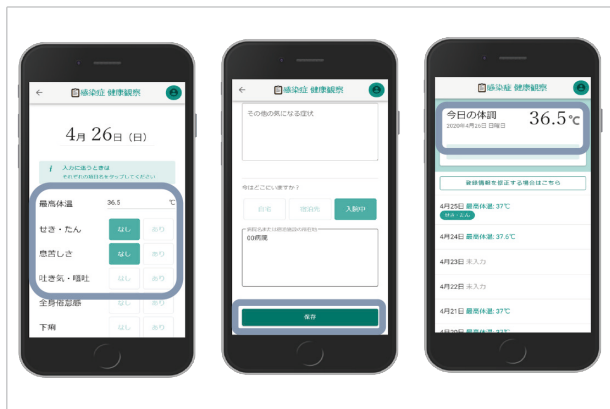


図-1 港区が独自開発した「健康観察アプリ」の画面

一方、感染症の公費負担事務は個人番号事務として、「情報提供ネットワーク」という総務大臣が設置・管理している個人番号と紐づけられた個人情報に関係機関間でやりとりするためのシステムから所得情報や加入医療保険情報の照会が認められています。同時に「住民基本台帳ネットワーク」を利用しての本人確認情報照会、住民登録地を探すことも認められた事務です。

利用できることを知らずに、他自治体や医療機関に電話照会していることに驚き、着任3日目には担当者に住基ネット統合端末や情報提供ネットワーク照会端末のアクセス権を付与し、端末を設置しました。

また、月に数件取り扱う程度だった感染症公費負担事務は、就労制限、入院勧告や延長勧告、公費負担決定通知作成、統計報告など、すべてが手作業でしたが、一緒に保健所に派遣されてきたExcel遣いの東京都職員や区職員が共同で内製した感染者管理台帳ミニシステムの稼働により、激減させることができました。後にこのミニシステムは重複しての入力作業が不要となるよう、国立および地方感染症研究所が管理する「感染症サーベイランスシステム（NESID：National Epidemiological Surveillance of Infectious Disease）」に入力した発生届情報のダウンロードCSV（Comma Separated Value）から取り込みするように改良されます。

各種帳票印刷による手作業削減から始まって、大型ディスプレイへの管内感染者情報ダッシュボード表示、性別・年代別統計分析で、リアルタイムで正確な情報把握と判断が可能となり、迅速な公表と区の施策決定に繋げることができました。

東京都の公表への違和感

5月11日と21日、保健所からの報告漏れや重複報告により公表済コロナ患者数に不整合があったため訂正するとの都知事会見がありました。23区保健所が東京都や国への報告を怠っている、FAXでの書類のやりとりが集計ミスを引き起こしている等、組織の対応能力を超えた発生届件数に起因した事務の遅れを、連携不足が原因と報道されました。

発生届が届く都度「LGWAN: Local Government Wide Area Network (総合行政ネットワーク, 都道府県・市区町村など地方自治体間を結ぶ閉域網)」に接続した区の内部情報系端末からLGWAN-ASPホスティングサービスに置かれているNESIDに入力しています。件数とNESID入力で払い出された個別IDを明記した送信票をつけて、毎晩退庁時に、都にFAXで送信しています。報告が漏れていた事実も、重複して報告した事実もありません。

この不整合調査の中で、東京都や一部自治体は、NESID統計の発生届出場所集計と異なり、移管後の管轄場所集計であること、重複報告ではなく同一人の重複届出が何件もあると気がつきました。

違和感の正体、揺れと名寄せ

発生届事務では、①診断時の居所、②本人申出または保険証に記載の住所、③公費負担事務に必要な住民登録地、④家族に感染させないためにホテルに滞在とか旅行中とか友人宅に同居など一時滞在地など、複数の住所情報を管理する必要があります。また、管轄保健所も、①発生届受理保健所、②入院勧告や就労制限を行う保健所、③感染者の濃厚接触者の健康観察を行う保健所と3つの立場があり、それぞれが異なる保健所となる場合もあります。

当初のHER-SYS要件定義には、複数の住所や管轄保健所の概念がありませんでした。管轄が移管されたことを通知する機能が実装されたのはかなりたってからのことです。公表される統計値が移管先で集計される、都道府県をまたいで移管するととりまとめの県レベルでは把握できないなど、定義の揺れでは済まされない不具合が残っています。

もう1つの問題は、名寄せが不完全なために重複届出を見逃すことがあることです。感染症公費負担は個人番号利用事務であっても、発生届出時点では番号記載はないため、名寄せ、重複届出の除外は職員の記憶に頼っています。

不安から病院を転々として検査していた方、出勤再開

のために陰性証明提出を指示されてPCR検査を受けたらまだ陽性だった方(治ったあとも体内にウイルスのかけらが残る、ずっと陽性となる方が多くいます)、週に何件もそんな方の重複届出を発見し、取り下げしています。

HER-SYSではマイナンバーも、名寄せが可能な正確な4情報(氏名、生年月日、住民登録地、性別)も保有しないため、ほかの保健所に出されて見逃された重複届出が相当数入った状態であると考えられます。重複データをクレンジングできる体制も機能も、現時点では存在しません。

わずか2週間で先行導入

港区は5月1日にHER-SYS先行利用自治体に応募し、5月15日にはNESIDからのデータ移行を受けて、試行を開始しました。試行初日の夜には、開発事業者や厚生労働省CIO補佐官も同行しての説明がありました。

象の耳だけのシステム

初めてHER-SYSの画面を見ながら話を聞くうちに何より驚いたのは、開発チームが誰一人として、発生届が出されるのは医療機関の管轄保健所という定義を知らなかったことです(図-2、図-3、図-4)。感染者の管理では複数の住所情報を管理するということも、管轄の定義を知らない人たちが作っていますから、当初は移管機能もなく、各種住所を入れるフレームもありません。



図-2 HER-SYS ログイン画面

NESIDと比較して入力する項目が10倍以上も増えていること、入院勧告や就労制限などのマイナンバー事務を支援する機能が一切ないこと、入力項目の論理チェックがまったくないこと、現場と乖離している点をあげればきりがありません。特に、発生届出先の管轄保健所は全国400を超える保健所のプルダウンから逐次選ばなくてはならず、万が一にも管轄保健所を誤選択すると、入力したデータがどこの管轄として登録されたか分からなくなり、検索することが一切できなくなるのでした。群盲象を評す、ということわざがありますが、ただデータを集めるためだけの仕組みとしか思えないHER-SYSは、まるで象の耳だけを触っていた人が作ったシステムだと感じました。

誰が要件定義をしたのか

このままりリースしてはいけない。これでは精度の低いデータの集合体になり、なんの分析にも使えない。せめて、入力している職員や医師の所属から管轄保健所は自動設定してほしい、発生届が出たら通知が届くようにしてほしい、と、行方不明データを避ける方法を考えました。説明に来ていた厚生労働省の方に改善してほしいことを山のように並べて訴えと、ほっとした表情をされたのを思い出します。開発していたメンバ自体が、感染症法をよく知らない、厚生労働省内での応援チームだったそうで、感染症に詳しい職員の多くは倒れていたり、質問できるような雰囲気にはなかったそうです。何も知らない人たちが

The screenshot shows the HER-SYS web interface. At the top, there's a navigation bar with the logo and 'Sign out' button. Below that, a red warning message states: '発生届 ※ 発生届の提出は、感染症法第12条に基づく義務です。必要な事項を入力の上、速やかに提出して下さい。' The form has several sections: '医師の氏名' (Doctor's name), '発事する病院・診療所の名称' (Institution name), '上記病院・診療所の所在地' (Address), and a table for '1 診断(検査)した者(死体)の属性' (Attributes of the person diagnosed/examined). The table has columns for '2 当該者氏名' (Name), '3 性別' (Sex), '4 生年月日' (Date of birth), '5 診断時の年齢' (Age at diagnosis), and '6 当該者職業' (Occupation). Below the table are fields for '7 当該者住所' (Residence) and '8 当該者所在地' (Location).

図-3 稼働から半年近くたって改善された入力フォーム

目の前のものだけを見て、話しかけてくる人だけに聞いて、要件定義をしていたのですから、現場と乖離した偏った内容だったとしても、責めることはできませんでした。

同時に、かつての NESID のように、最初はインターネット環境から接続していてもいつかは、LGWAN 接続に移行すると信じていました。

収集根拠のない入力項目

次第に HER-SYS を導入する自治体が増える中、新型コロナウイルス感染者の氏名や住所、生年月日、性別、職業に加えて、勤務先や行き先で会った人、感染者以外の個人情報、濃厚接触者の個人情報や、PCR 検査を受けただけの人もすべて入力するように、これは感染症法第 15 条に基づく国への報告義務だ、との指示が来たのです。保健所の負担軽減のためのシステムと言いつつ、入力項目と入力範囲の拡大は、旧システム NESID の 100 倍を超えて、負担は増える一方でした。

保健所に赴任した最初の日に教えられた、感染症法における人権擁護と信頼関係。これが最も分かるのが、法の前文にもあった後天性免疫不全症候群、エイズウイルス

The screenshot shows a dropdown menu for selecting a health center. The menu is titled '担当保健所' (Responsible Health Center) and is currently set to '東京都' (Tokyo). A list of health centers is displayed, including '世田谷保健所', '渋谷区保健所', '池袋保健所', '荒川区保健所', '足立保健所', '葛飾区保健所', '江戸川保健所', '台東保健所', '目黒区保健所', '大田区保健所', '杉並保健所', '北区保健所', '板橋区保健所', 'みなと保健所', '中野区保健所', '新宿区保健所', '品川区保健所', '千代田保健所', '練馬区保健所', '文京保健所', '墨田区保健所', '江東区保健所', '中央区保健所', '多摩府中保健所', '多摩保健所', '八王子市保健所', '町田市保健所', '島しょ保健所', '南多摩保健所', and '多摩立山保健所'. The 'みなと保健所' option is highlighted.

図-4 担当保健所選択はいまは都道府県内プルダウンですが、当初は全国保健所から選択でした

(HIV) 検査です。検査はすべて匿名で受けられ、個人を特定できる情報は取り扱いません。特に港区は、有名人の感染者も多く存在します。要配慮個人情報を集めているシステムであればこそ、丁寧に内部監査をしよう、そう考え始めていた、7月最初の週末、その事件は起こりました。

致命的な機能の欠如

東京都全体での導入開始を前にして、入力担当職員アカウントを追加しているときでした。みなと保健所職員アカウントの中に、見知らぬ名前と異なるドメインを持つアカウントがあったのです。

漏えいのおそれ案件

慌ててスクリーンショットを撮り、HER-SYS ヘルプデスクに問い合わせたところ、即座にそのアカウントは消されました。SE 作業のため、保健所のアカウントを作って作業していたが、消し忘れていたとの回答でした。私が過去に対応してきたベンダの SE 作業は、admin 権限を用いて、複数の監督体制の下で実施されてきました。患者データの閲覧権限を持っていない厚生労働省の受託者が、特権 ID を持ち、どこの保健所アカウントも自由に作って入ることができる運用は、信じがたいものでした。

以来、これをセキュリティ事故、漏えいおそれ案件として取り扱う港区と、正当なシステム管理者としての取り扱いであって、事故ではない、とする厚生労働省のせめぎあいが、始まったのでした。

アクセスログ点検機能がない

不正アクセスがないことを確認したいと、厚生労働省に当該アカウントのアクセスログを求めたものの、これは事故ではない、の一点張りで、ログの提供が受けられません。提供できないはずです。ログはとっているものの、開示する機能を HER-SYS は持っていなかったのです。

たとえアジャイル開発中であろうともアクセスログ開示機能は、自己情報開示請求や不正アクセス等の点検や監

査のために ISMS (情報セキュリティマネジメントシステム) でも PMS (個人情報保護マネジメントシステム) でもマストの機能です。港区は試行利用を中止し、ログ開示を中心に、安全管理措置を強く求めてきました。

まず、情報セキュリティ対策として、技術的安全管理措置が施され、データの紛失・破壊・不正利用・不正修正・不正提供から保護されているか。これらの対応状況を判断するため、総務省が定めた「地方公共団体における情報セキュリティポリシーに関するガイドライン」との整合性の確認を求めました。

要配慮個人情報と GDPR

次に、要配慮個人情報取扱にかかる適法性の確認として、収集目的の明確化、必要最小限の項目を適法・公正な手段により収集、違法な目的外利用や外部提供はないか。法的根拠と各利用者アクセス権限を記載したファイル項目詳細表の提示を求めました。これも不完全ながらようやく提供されましたが、当初は HER-SYS のデータを使って分析する機関である感染症研究所にアカウントが払い出されていない、など、不自然な運用が見られました。

そして、アクセスログの照会機能でもある、自己情報開示等請求対応機能の追加構築です。自治体が管理する情報は自治体の個人情報保護条例に基づいて管理しますが、港区に多い欧州連合加盟国の感染者情報については GDPR: General Data Protection Regulation (EU 一般データ保護規則) の適用を受けます。残念ながら、自治体は GDPR の十分性認定の適用対象外ですので、万が一の場合に安全管理措置が甘いと判断されれば、制裁金リスクは避けられないと判断したためです。

ログ開示機能がリリースされた 9 月 10 日から、港区では HER-SYS の試行利用を再開しました。併せて、厚生労働省から LGWAN 接続サービスによる結合を提案されたので、10 月末の LGWAN 移行にともなって本格利用となりました。

システムへの信頼のために

まとめに、HER-SYS とのかかわりを通して、信頼されるシステム構築は、どうあるべきかを考えます。

港区には、CISO（最高情報セキュリティ責任者）制度があり、副区長がCISOと個人情報保護監査役を兼務しています。この仕組みに基づき、不正アクセスのおそれ案件として事件事故連絡票を起票し、副区長や区長にエスカレーションできました。システムの信頼性を判断できる体制が確立されているからこそ、国が資料を提示するまでは導入を判断できない、トップ自らが明確に答えていました。

それは適法なものであるか

感染症にかかる要配慮個人情報とは、感染症法前文や条文中にも再三書かれているように、人権侵害に直結する情報です。その取り扱いが厳しく制限されているにもかかわらず、感染症法第15条の積極的疫学調査としてなんでも集めてよいとの解釈が見られます。感染症拡大防止のため、人の生命財産を守るためと、安直に分析情報を公開することで人権侵害が生じており、このままでは過去のハンセン病やHIVと同様に国家賠償や損害賠償請求となり得ます。

システムの導入や構築にあたっては、情報法制の視点から、情報の取り扱いが適正・適法なものであるかを点検する必要があります。そのシステムは信頼できるものなのか、人を幸せにするものなのか、と言い換えてもいいかもしれません。

PMS との整合性

感染症法の場合、通常の個人情報保護法制以上に厳しい制限や理念があります。自治体個別の個人情報保護条例との解釈の相違も顕著です。事実、ここでは要配慮個人情報という言葉を使っていますが私の勤務する港区の個人情報保護条例にはまだ要配慮個人情報の定義はありません。どこの地域であっても、同一の水準で、人権に配慮した判断ができるよう、また、地方自治体個

人情報保護法の制定やマイナンバー制度の個人情報保護委員会のように統一的に所管する機関が必要です。

参考までに、直近の民間機関向けの個人情報保護法改正では、不正アクセスでの漏えいを重要視しており、法令違反に対する法人の罰則が1億円に引き上げられるなど、強化されています。適切な安全管理措置がなければ訴訟リスクや賠償リスクが高まることを踏まえた対応が求められます。

ゼロトラストネットワーク推進

HER-SYSの正式導入を審議した港区個人情報保護運営審議会で、「パブリッククラウド上に国が構築、または自治体が共同利用するシステムにおける個人情報の取り扱いについては、国で早急に留意事項等をまとめていくべき」との意見が出ました。まずは自治体クラウドの公的監査や認定制度、自治体にお墨付きを示せる仕組みが求められます。

自治体システムについては、これまで三層分離と呼ばれるネットワークに境界を設ける物理的安全管理措置が基本と示されてきました。コロナと共存する社会としてデジタル化が進む中では、コスト面からもインターネット経由でのクラウドや共同システム利用は不可欠のものです。自治体はゼロトラストネットワークモデルへと移行し、すべての通信を信用しない運用が求められると考えます。

インターネット上のパブリッククラウドで、ここまで大量の要配慮個人情報を共同管理するシステムは、日本ではHER-SYSが初めてだったと思います。アクセスログ開示機能とアクセス権限明示の欠如は、ゼロトラストネットワークモデル上では見過ごせないことでした。

HER-SYSが信頼されるシステムとして残っていくことを、心から願っています。

(2020年10月23日受付)

日野麻美（正会員） a-hino@ichimonjiya.com

1980年：東京都職業訓練校（現職業能力開発センター）電子計算機科養成課程入学。1981年：渋谷区企画室電子計算機係に東日本自治体では初めて女性プログラマーとして配属。以来、システム部門と現場のシステム担当を歩き来し、1994年から港区。2017年港区の情報政策スペシャリストとして内部認定。



特集

AI人材教育

編集にあたって

袖美樹子 | 国際高等専門学校

AI技術が飛躍的に進歩したことで、AI技術を活用できる産業領域は広がり続け、社会的価値は年々増加している。AI技術は大きく社会を動かす原動力として力を発揮し始めた。産業構造を根本から変え、イノベーションをもたらし、農業、医療、介護、防災、交通、教育、働き方などを今後大きく変え、新しい価値を創造していくことが期待されている。新型コロナウイルスにより社会構造が大きく変化した。顔認証で体温検知や密集度情報の開示などAI技術は社会を支える技術として利用されている。この流れを加速させいかに短期間で山積している社会問題を解決し、明るい未来へ導いていけるのか？ 待ったなしの高齢化問題。人口減により公共交通機関を維持できない地方都市における交通問題。解決すべき問題は山積だ。

21世紀の労働者は、歴史、数学、科学などの伝統的な領域の教育に加えチームワーク、思考、創造性、社会的スキル、コンピュータリテラシー、情報分析などの新しい領域の教育が必要だと言われている。AI技術が進み、コンピュータやロボットで

きることが増えるに従い、今まで人が行っていた仕事をコンピュータやロボットが行えるようになり、仕事のありようも変化してきている。それに従い教育内容も変化が必要だ。

AI技術の進歩により、我々はその恩恵を受け人生を謳歌し、より良い生活を手に入れるべきである。しかし、AI技術が悪用されるとその逆もあり得る。何を選択し、何を排除するかにより今後の未来が変わり得る。人が未来を作り、人を作るのが教育である。日本のAI戦略の柱として教育改革が設定されているのはこのためだと思い、本特集ではAI人材教育に焦点を当てた。

日本の進むべき指針として政府は「AI戦略2019」を発表した。第1の記事では、AI戦略実行会議の座長であり、「AI戦略2019」の原案作成者である安西祐一郎氏に「日本のAI戦略」として発表の経緯、理念、戦略、社会実装への取り組み、思いなどを執筆いただいた。

第2の記事は、竹村彰通氏による「滋賀大学におけるAI人材教育」である。滋賀大学は日本で初

めてデータサイエンス学部を開設した大学として知られている。日本では統計学を基礎としたデータサイエンティストの不足によりビッグデータの活用が遅れていると言われている。そのため、「AI戦略2019」でも数理・データサイエンス・AIのリテラシー教育を行うとされている。本記事では滋賀大学でのAI人材教育の取り組みについて論じていただく。

第3の記事は、池田富士雄氏による「**長岡高専におけるAI人材教育—AIを自然に使いこなすAIR Techエンジニアの育成—**」である。長岡高専では次世代型人材の育成として、次世代人材育成の基礎となるAI、モノのインターネット (IoT)、およびロボット技術を全学科、全学年を対象に教育が行われている。本記事では、カリキュラムの内容や授業の様子、評価方法について説明いただく。

第4の記事は、松嶋敏泰氏による「**早稲田大学におけるAI人材教育—学生から社会人まで—**」である。早稲田大学では総合大学の強みを活かし、全学部を対象としたデータサイエンス人材育成プログラムを実施、専門性とデータサイエンス力を兼ね備えた学生の育成に取り組まれている。問題解決能力の開発という観点からの教育システムで、データを用いて意思決定を行う考え方など単なるデータサイエンスの枠組みではなく、実社会で実際に活用でき

る技術の習得を目指している。また、本プログラムの社会人教育への展開も始まっている。本記事ではその詳細を紹介いただく。

第5の記事は、末永高志氏、山口瑤子氏による「**システム・インテグレーション企業におけるAI人材・デジタル人材の育成の取り組み**」である。日本企業にとって社員は宝であり、財産である。この思想の元「人材」ではなく「人材」を用いる企業が多い。この言葉が示す通り、変わりゆく技術に対応した人材育成を目的に企業内教育が多くの企業で行われている。本記事ではNTTデータで行われている企業内教育およびユーザ企業向け教育を紹介いただく。また業務内容や役割に即した教育の在り方を議論いただく。

5件の記事を読んでいただけると、明るい未来を想像いただけるのではないかと思う。子供のころ夢中になったドラえもんのかくごうで空を自由に飛び、グルメテーブルかけで、食べたいものを大声で注文すると、どんな料理でもすぐさま出現する夢の世界が現実となり、いろんな場所に行きたい、おいしいものを食べたいという私の人生目標もそう遠くない未来には簡単に実現できる世になるのかもしれない。AI人材教育に期待しよう。

(2020年11月12日)

AI人材教育 概要

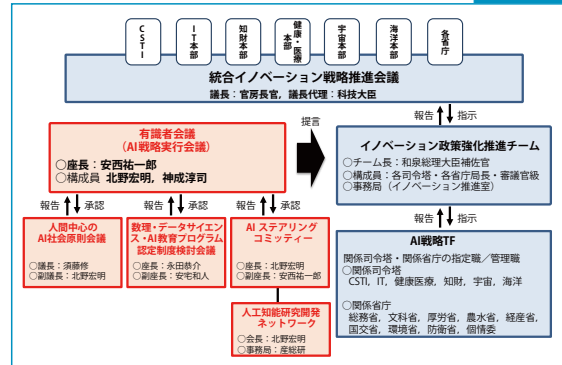
1 日本のAI戦略

基
専
般

安西祐一郎

内閣府人工知能戦略実行会議／
(独)日本学術振興会／学術情報分析センター／
(公財)東京財団政策研究所

2019年6月に公表された日本のAI戦略の概要について、教育改革、研究開発、社会実装等の内容を含め、これまでの経緯とともに解説する。同戦略に関連した政府事業として実施されている官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)、戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) についても概略を述べる。



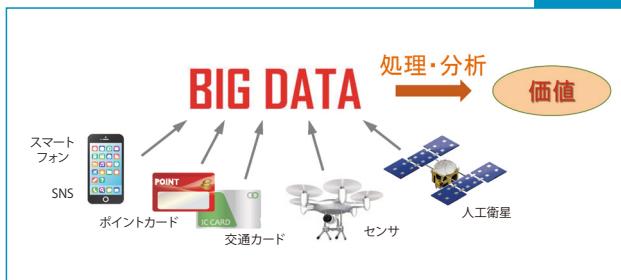
2 滋賀大学におけるAI人材教育

基
専
般

竹村彰通

滋賀大学データサイエンス学部

ビッグデータの時代が到来し、世界的にビッグデータを収集・活用する企業が支配力を増している。日本ではデータを分析するデータサイエンティストの育成が遅れており、多くの企業で蓄積されたデータを活用できていない状況が続いており、日本の競争力の低下につながっている。本稿ではこのような状況の背景について述べるとともに、滋賀大学データサイエンス学部におけるデータサイエンティスト育成の方針について説明する。



3 長岡高専におけるAI人材教育

— AIを自然に使いこなすAIR Tech エンジニアの育成—

基
専
般

池田富士雄

長岡工業高等専門学校

長岡工業高等専門学校では、AI、IoT、RT (ロボット技術)の次世代技術の頭文字を取りAIR Technologyと名付け、AIR (空気)のように当たり前の知識・技術として使いこなせる次世代型エンジニアの育成に取り組んでいる。本稿では特に、2018年から本格実施を開始した低学年の全学生に対するAIリテラシー授業の実践内容について紹介する。



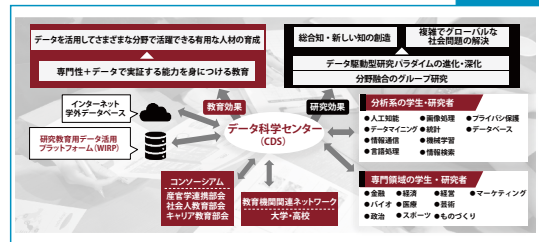
4 早稲田大学における AI 人材教育

— 学生から社会人まで —

松嶋敏泰 | 早稲田大学

早稲田大学では、専門性の上にデータを活用する能力を持った社会で有用な人材の育成を目指して、データ科学センターを中心に全学共通データ科学教育プログラムを展開している。どの学部、研究科の学生も自分の興味や、将来の希望に合わせて、初級（データサイエンスの全体像を把握）、中級（自身の専門にデータサイエンスを活用）、上級（データサイエンスのスペシャリスト）レベルを目指して、オーダーメイドに教育が受けられる教育プログラムとなっている。統計学、機械学習、AI等を含めて教えてしまふまったく新しい

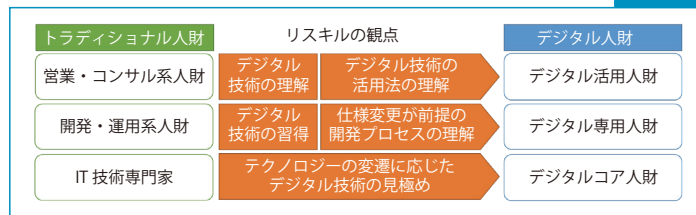
発想のカリキュラムはフルオンデマンド授業と LA (Learning Assistant) による常設の相談窓口により構成されている。上記のような人材の育成は社会全体の危急の課題であるため、社会人に対してもセンターの教育プログラムを提供している。



5 システム・インテグレーション企業における AI 人財・デジタル人財の育成の取り組み

末永高志 山口瑤子 | (株) NTT データ技術開発本部 AI 技術センタ

AIを含むデジタル人財の育成に対するシステム・インテグレーション企業の取り組みを紹介する。経済産業省の試算では、既存のIT人財をリスキルしても2030年時点で当該人財が26.9万人程度不足することが試算されている。これに対し、筆者の所属する企業で実施するAI人財育成の事例のほかに、デジタル人財へのリスキルやITを専業としない民間企業向けの人財育成の取り組みをそれぞれ紹介する。



[AI 人材教育]

1 日本のAI 戦略

基
専
応
設

安西祐一郎

人工知能戦略実行会議／
(独) 日本学術振興会／学術情報分析センター／
(公財) 東京財団政策研究所



「AI 戦略 2019」公表の経緯

政府には、「統合イノベーション戦略推進会議」と呼ばれる、科学技術イノベーション戦略の司令塔組織（議長は官房長官、議長代理科学技術政策担当大臣）がある。総合科学技術・イノベーション推進会議（CSTI）、IT 総合戦略本部をはじめ、健康・医療、知財、宇宙開発、海洋政策の戦略本部などが所属している。この統合イノベーション戦略推進会議が、昨年（2019 年）6 月に 60 ページ余からなる文書として公表した、AI に関する我が国の総合的な推進戦略を「AI 戦略 2019」と呼ぶ。

「AI 戦略 2019」の策定は、2018 年に統合イノベーション戦略推進会議から、総理大臣補佐官を長とし各省庁の高官をメンバとする「イノベーション政策強化推進チーム」に指示された。この指示のもとで同チームから原案の提言を依頼されたのが、同年 9 月に総合イノベーション戦略推進会議のもとに設置された「AI 戦略実行会議」と呼ぶ有識者会議である。同会議のメンバは、北野宏明（ソニー CS 研）、神成淳司（内閣官房 IT 総合戦略室・慶大）、それに筆者で、筆者が座長を務めている。少人数組織である理由は、迅速に、しかも綿密に議論し、総合的な AI 戦略を起草し、タイムリーに助言等をしていくには大きな会議体では困難、という判断による。このようなスリムな会議体が設置される以前の背景として 2 年余にわたる経緯があるが、それについては本稿末尾の【付録】に記した。

AI 戦略実行会議は、イノベーション政策強化推進チームのもとに置かれた「AI 戦略タスクフォース」（省庁横断で詳細な検討作業を行う）と緊密に連絡を取り

ながら、約半年の間ほとんど毎日のように夜中まで議論を重ね、2019 年 3 月に 60 ページを超える文書として原案をまとめた。この原案に基づいて同年 6 月に決定されたのが「AI 戦略 2019」である。

また、AI 戦略実行会議のもとに、「AI ステアリングコミッティー」（座長北野宏明、ソニー CS 研）（およびこのコミッティーのもとで動く「人工知能研究開発ネットワーク」）、「数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度検討会議」（座長永田恭介、筑波大）、「人間中心の AI 社会原則会議」（座長須藤修、東大（当時）、現中央大）があり、それぞれ AI の研究開発、教育、倫理に関する具体的方策を検討、提言、実践している。特に、人間中心の AI 社会原則会議が原案を作成した「人間中心の AI 社会原則」は、2019 年 3 月に統合イノベーション戦略推進会議によって決定され、公表されている。

図-1 に「AI 戦略 2019」に述べられた AI 戦略の実施体制を示した。この体制のもとで AI 戦略が立案され、実行に移されて現在に至っている。

「AI 戦略 2019」の全文は、下記 Web ページ^{☆1} からダウンロードできるので参照いただきたい。また、2020 年 6 月には、1 年間の戦略進捗状況と今後の取り組みをまとめた「AI 戦略 2019」フォローアップが AI 戦略実行会議のもとでまとめられ、公表されている。これについても下記 Web ページ^{☆2} からダウンロードできるのでご覧いただきたい。本稿では、以下「AI 戦略 2019」の概要と現状、および同戦略に関連した内

☆1 https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ai_senryaku/pdf/aistrategy2019.pdf

☆2 <https://www.ai-japan.go.jp/list/news/info/aifu200716>

閣府の2事業 (PRISMとSIP) について解説する。

「AI 戦略 2019」の概要

理念

「AI 戦略 2019」は、戦略の理念を冒頭に掲げている。その理念とは、人間中心の AI 社会原則が掲げた、AI の発展に伴って我が国が目指すべき社会の姿、すなわち (1) 人間の尊厳が尊重される社会、(2) 多様な背景を持つ人々が多様な幸せを追求できる社会、(3) 持続性ある社会、の3点を尊重し、「多様性を内包した持続可能な社会」の実現を目指す、ということである。

また、このような社会の実現には、AI を含む新たな技術の導入と、それに並行した社会システムの変革が必要であること、さらに、AI の導入によって、国民一人ひとりが便益を実感でき、新たな技術や社会システムが受け入れられていくことが不可欠であると述べている。

「AI 戦略 2019」が、単に技術開発を目標として

いるのではなく、多様性 (diversity)、包摂性 (inclusiveness)、持続可能性 (sustainability) を掲げ、社会システムの転換と国民一人ひとりの便益を目標としていることは、ここで指摘しておきたい。

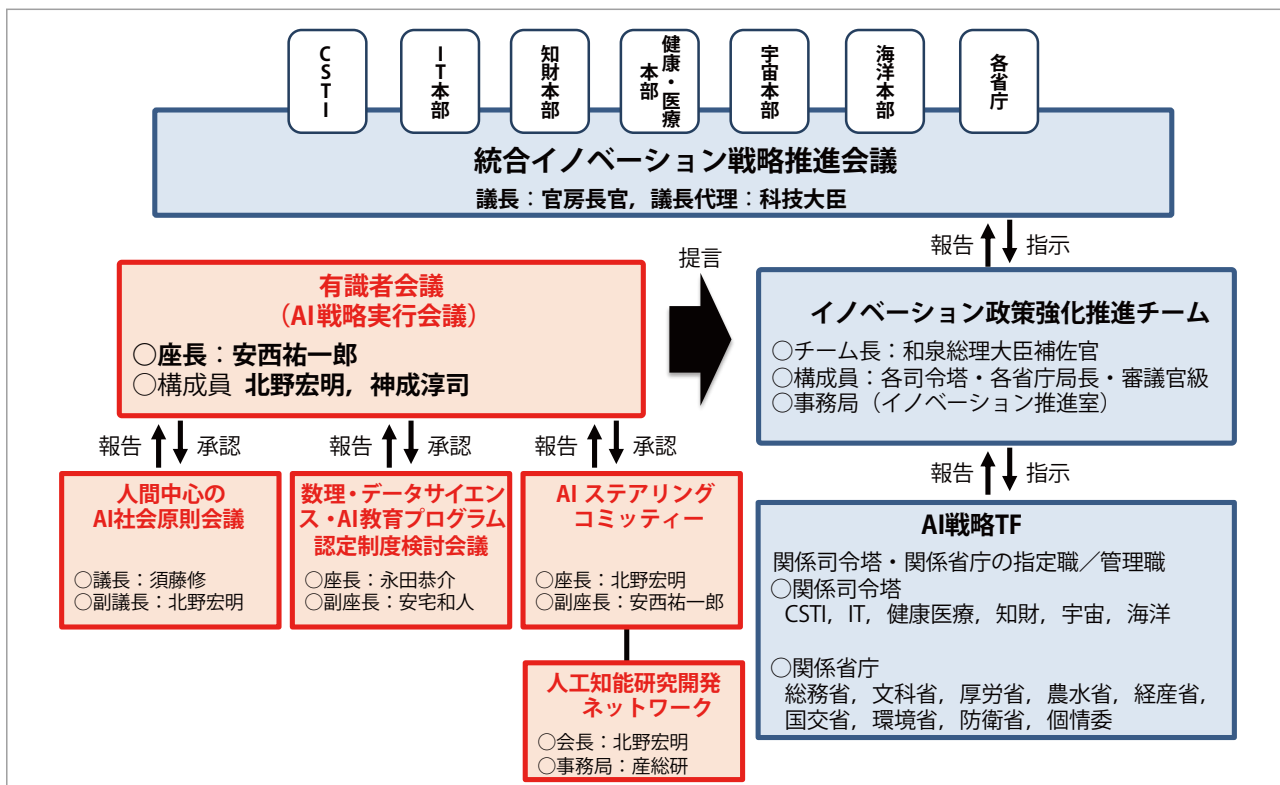
戦略目標

次に、「AI 戦略 2019」は、理念を実現するための戦略目標として、以下の4つの目標を掲げている。

【戦略目標Ⅰ 人材】 我が国が、人口比ベースで、世界で最も AI 時代に対応した人材の育成を行い、世界から人材を呼び込む国となること。さらに、それを持続的に実現するための仕組みが構築されること。

【戦略目標Ⅱ 産業競争力】 我が国が、実世界産業における AI の応用でトップ・ランナーとなり、産業競争力の強化が実現されること。

【戦略目標Ⅲ 技術体系】 我が国で、「多様性を内包した持続可能な社会」を実現するための一連の技



■ 図-1 AI 戦略の検討・実施体制

術体系が確立され、それらを運用するための仕組みが実現されること。

【戦略目標Ⅳ 国際】我が国がリーダーシップをとって、AI分野の国際的な研究・教育・社会基盤ネットワークを構築し、AIの研究開発、人材育成、SDGsの達成などを加速すること。

主な具体的目標と取り組み

戦略目標を提示した上で、「AI戦略2019」では、それらの目標を達成するための具体的目標と取り組みをリストアップする。すなわち、「未来への基盤作り」、「産業・社会の基盤作り」、「倫理」の3つの大項目を立て、そのうち「未来への基盤作り」については「教育改革」と「研究開発体制の再構築」、「産業・社会の基盤作り」については「社会実装」、「データ関連基盤整備」、「AI時代のデジタル・ガバメント」、「中小企業・ベンチャー企業への支援」の柱を掲げている。

以下、これらの柱のいくつかについて手短かに述べる。

教育改革

「AI戦略2019」における具体的取り組みの一番目に「教育改革」を置いたのは、AI、データサイエンスなどの基礎的な能力がこれからの社会ではきわめて重要と考えられるにもかかわらず、日本の教育においてはそれが重く見られてこなかったこと、ICT一般についてさえ教育への導入が大幅に遅れていること、これからの時代に生きる若い世代、また社会システムの変革を想定した日本の将来を考えるとデジタル時代に対応した人材育成が最重要課題であること、によるものである。

「AI戦略2019」に述べられている教育改革は、大学、高専、高校、小中学校など多岐にわたる。社会人についても、すでに社会で活動している多くの人々にリカレント教育を提供することとしている。教育改革全般については原文(前ページ脚注☆1)を参照いただくとして、ここでは特に、大学向けの認定制度について述べる。

2020年度に小学校の学習指導要領が改訂されて新たにプログラミング教育が導入され、2021年度には中学校の学習指導要領が変わる。小中学校には見

童・生徒に1人1台のコンピュータが配布され、文科省のいわゆるGIGAスクールプロジェクトが展開される。2022～24年度には高等学校の学習指導要領が新しくなり、特に教科「情報」の科目名と内容が変わる。その一方で、これからの社会はデータサイエンスやAIの基本的能力を持つ人材を多数求めるようになる。

こうした流れのもとで、「AI戦略2019」では、小中学校には少なくとも4校に1名、高校では1校に1名以上、情報教育に携わることのできる人材を配置して情報関連教育を推進するとともに、2025年を目途に、大学生・高専生のうち年間50万人が数理・データサイエンス・AIの「リテラシー」教育を、そのうち25万人が「応用基礎」教育を受講して単位を取れるようにする、という計画を掲げている。さらに年間約2,000人の大学生等をリーダとして活躍できる「エキスパート」の水準で育成し、うち100人程度は国際水準の専門人材として育つようにする、という計画を含んでいる。

これらのうち「リテラシー」については、数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議が2020年3月に検討を終えており、政府のカリキュラム認定制度として2021年1月に募集開始、同年半ばには認定が始まる予定である。全学に開かれており単位を与えるカリキュラムであること、すでに一定期間の活動実績があることなど、いくつかの条件のもとで、いわゆる小規模な大学、文系だけの大学も申請しやすい制度とする予定である。

「応用基礎」の認定については、AIの基礎を含めてある程度の水準の内容を要求することになると考えられるが、特に文系学部の多数の学生に履修してもらうことを念頭に置いている。同会議での検討がすでに始まっており、その結果を受けて2021年度内には募集を開始する予定としている。

認定カリキュラムの単位を取得した学生が社会で活躍してくれるためには、学生を受け入れる社会の側、特に産業界の協力が必要であり、認定制度だけでなく「AI戦略2019」が描いている教育改革の成功如何は、教育界のみならず、産業界を含む社会全体の意識転

特集
Special Feature

換にかかっているとと言っても過言ではない。

参考のため、「AI戦略2019」に含まれる教育改革の主な取り組みを図-2に示す。

研究開発体制の再構築

世界的に見ると、AIおよびそれに関連した科学技術の研究開発は、米国が特に基礎研究、応用開発、社会展開のすべての面で、また中国が特に社会展開においてリードしており、それらを英独日仏が追いかけて、さらにシンガポール、台湾といった国や地域が個別に光っている、という状況にある。

日本のAI研究開発の水準は決して低くはなく、基礎研究から応用開発にわたって優れたものが多々あるが、研究機関、大学、研究者、また支援省庁などが個別に活動している面が強いため、国としての発信力が出にくくなっていたと考えられる。これを乗り越えるため、「AI戦略2019」においては、AI戦略実行会議のもとに「AIステアリングコミッティー」を置き、この

コミッティーのもとで「人工知能研究開発ネットワーク」(AI Japan R&D Network) が2019年12月から活動している(図-1参照)。

特に、日本のAI研究開発環境を抜本的に整備するため、情報通信研究機構、理化学研究所、産業技術総合研究所に設置されているAI研究センターを、お互いに連携した中核センター群と位置づけ、産総研を事務局として、大学、国研、その他、AI関連科学技術の研究開発に関する連携組織が設置された。これがAI Japanで、2020年10月22日現在で114の組織が会員となっており、省庁を問わず多くの国研が参加、また国公立の違いや規模の違いを問わず、文系中心の小規模な私立大学も含め、多数の大学が参加している。

中核センター群については特に計算資源の強化、研究者支援、海外との連携強化などを含むインフラ・制度・支援体制の強化が図られており、中核的開発テーマとして、基礎理論、コンピューティング・デバイス(セ

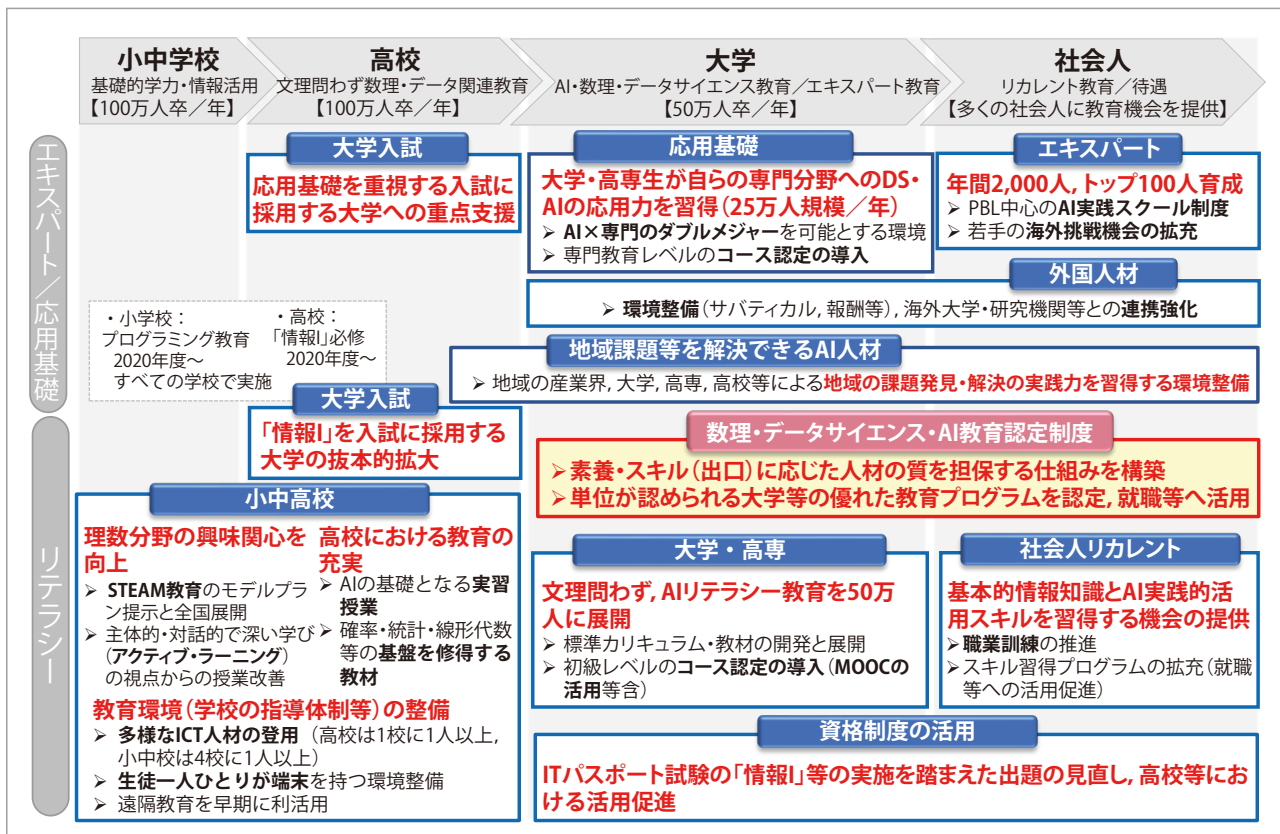


図-2 「AI戦略2019」における教育改革の主な取り組み

特集
Special Feature

ンサ、アクチュエータ、エッジ・コンピューティング向けデバイスなどを含む)、高品質かつ信頼できるAI、AIのコンポーネントなどが挙げられている。

AI Japan 全体の情報交換も進み始めており、たとえばコロナ禍への対応に関する研究開発情報を会員が迅速に共有することなどが行われている。会員組織の成果などの海外への発信についてもさらに強化していく予定としている。

図-3にAI Japanの概略図を示す。3つの中核センターの研究内容、またネットワーク会員の個別の研究内容については多岐にわたるため省略するが、AI研究開発ネットワークに関心のある方はwww.ai-japan.go.jpにアクセスいただきたい。

社会実装

AI戦略の理念は「多様性を内包した持続的社會」

に向けての社会システムの変革にあり、したがって、多くの社会セクタ、産業分野がAI戦略にかかわることになる。ただ、当初からすべての分野をカバーすることは困難である。また、日本の強みである「実世界」(物理的な世界) 対応の技術とAIを連動させて社会実装を展開することによって、国際競争力を高めることが可能になると考えられる。他方で、日本の課題である高齢化、人手不足、災害、地域創生などへの対応がAI戦略としても急務である。

これらのことから、「AI戦略2019」においては、まず「健康・医療・介護」、「農業」、「国土強靱化」、「交通インフラ・物流」、「地方創生(スマートシティ)」の5テーマについて重点的に社会実装の戦略を策定することとし、同時に、異なるテーマの社会実装を効果的に行うため、米国の国立標準技術研究所(NIST)の

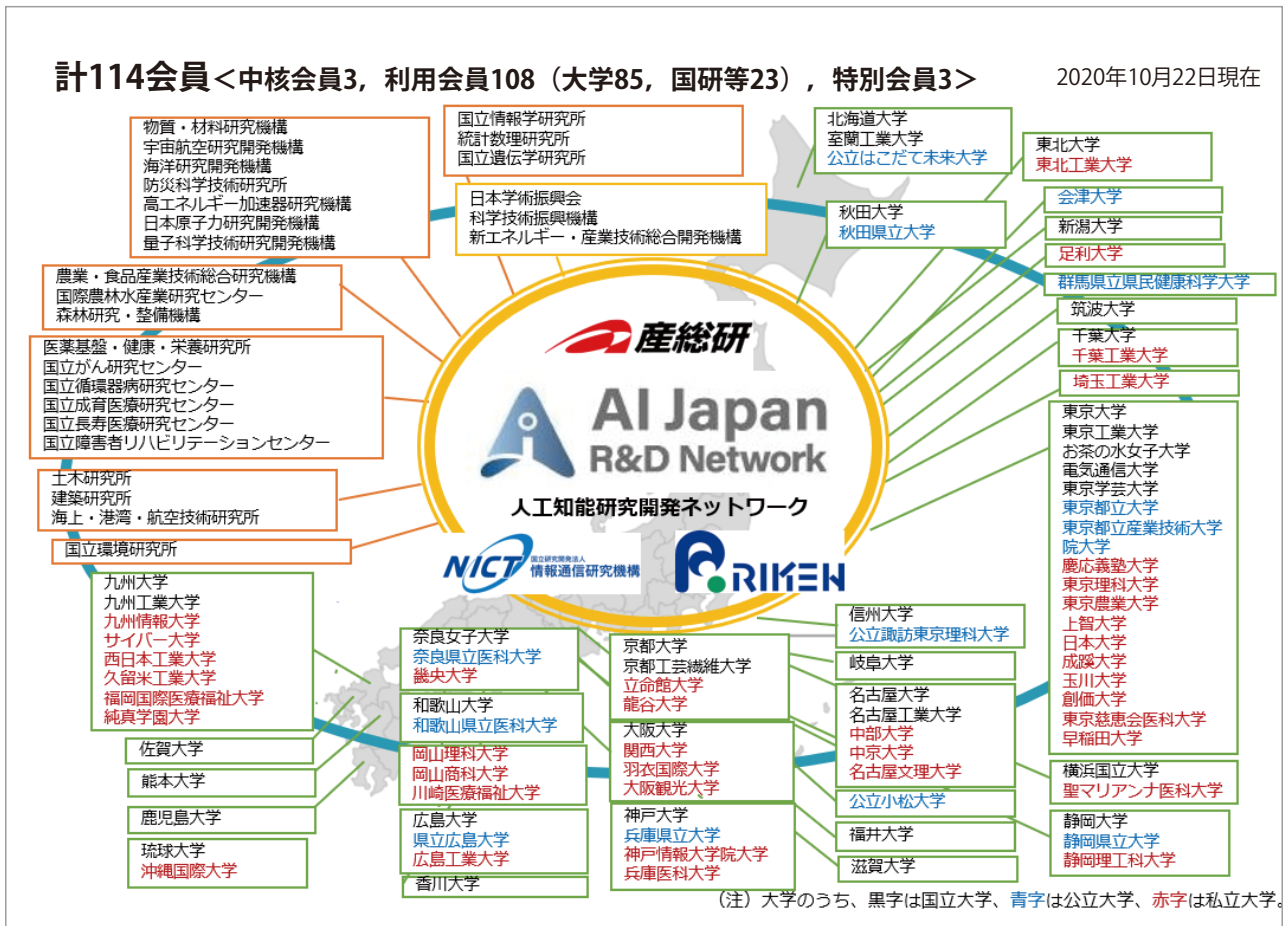


図-3 AI研究開発ネットワーク(AI Japan)の現状

特集
Special Feature

事業などを参考に標準的なデータ基盤システムアーキテクチャを設計し、そのアーキテクチャのもとで各テーマの社会実装におけるデータ基盤の整備などを行うこととしている。5つのテーマの内容については図-4（図内の①～⑤）を参照されたい（筆者もかかわったこのアーキテクチャについてはすでに設計が終わっている）。

たとえば、農業については、すでにスマート農業実証プロジェクトが2019年から始まっており、現場で得られたデータを農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）でAIを用いて解析し、現場にフィードバックすることも進んでいる。国土強靱化については建設現場などから得られるデータに経済活動や自然災害のデータを加えた「国土交通データプラットフォーム」を構築（2020年4月1.0版公開）、インフラ・経済・災害のデータを一緒に検索できるデータ連携基盤の整備を進めている。スマートシティについては官民連携プラットフォームが2020年4月現在で約480団体を擁して活動しており、東京の大手町・丸の内・有楽町地区におけるモデルプロジェクトの実行計画を立てるとともに、

モデルの全国展開による地方創生のために、スマートシティのガイドラインの設定を検討している。

ほかのテーマについても「AI戦略2019」に沿ってさまざまな取り組みが行われており、図-1に挙げたAI戦略の検討・実行体制のもとで所轄官庁が事業を進めている。

データ関連基盤整備

「AI戦略2019」を効果的に実行するには、データ基盤の整備が不可欠である。このため、各省庁などでデータ基盤の整備が進められているが、それらのデータ基盤を連携させて、ユーザから見ると1つのデータベースにアクセスすれば分野横断的にデータ検索できることが重要になる。「AI戦略2019」におけるデータ関連基盤整備では、特にデータ連携基盤の整備が重視されている。

データ連携基盤については、「AI戦略2019」には直接含まれてはいないが連動して内閣府で動いている「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」(第2期)のうち、特に「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空

地球規模課題および我が国の課題を克服し、多様性を内包した持続可能な社会を実現するため、**我が国の強い技術とAIを融合**して、価値創造と生産性向上、産業競争力を強化

システム・アーキテクチャの設計・構築

- 米国NIST等を参考に、国全体の研究開発成果の社会実装を促すためのシステム・アーキテクチャを設計・構築
- まずは**重点5分野**において、アーキテクチャ設計に基づくデータ基盤を踏まえた社会実装を**世界に先駆けて実現**
- アーキテクチャ設計を行う**専門家による体制を構築**、加えて米国NISTやドイツの**関係機関との連携を検討**

①健康・医療・介護	②農業	③国土強靱化 (インフラ・防災)	④交通インフラ・物流
データ基盤の整備	スマート農業技術の現場導入	インフラ業務における新技術等の開発・導入	人的要因による事故のゼロ化
日本が強い分野(画像診断等)のAI技術開発	スマート農業の実現による、農業の成長産業化	インフラデータプラットフォームの構築	移動に伴う社会コストの最小化
予防・介護へのAI導入	農業分野におけるAI人材の育成	AIを活用した強靱なまちづくり	物流網における生産性向上・高付加価値化
世界最先端の医療AIハブ			
医療従事者リカレント教育			

⑤地方創生(スマートシティ)

日本発のスマートシティを再定義し、その実現に向けた**インクルージョン・テクノロジー**の開発と、**スマートシティプラットフォーム**の形成

図-4 「AI戦略2019」における社会実装の主な取り組み

間基盤技術」プログラム(筆者がプログラム・ディレクターを務めている)で研究開発が進んでいる(このプログラムについては後述)。特に、サブプログラム・ディレクターの東京大学越塚教授のリードですでに設計が進んでおり、SIPの社会実装に関連した別個の活動として、分野間データ連携基盤システムの改善・活用・運営などに関する協議会の設立に向けて、現在「dataex.jp 設立準備協議会」が走っている。同協議会についてはwww.dataex.jpを参照していただければ幸いである。

「AI戦略2019」では、ほかにも高品質データの実現政策など、いろいろな議論が進められているが、ここでは省略する。

AI 社会原則と倫理

2016年4月に創設された「人工知能技術戦略会議」(本稿末尾の【付録】に記載)のもとに、2018年3月に「人間中心のAI社会原則会議」(以下、AI社会原則会議)が設置された。その目的は、(1) AIをより良い形で社会実装し共有するための基本原則となる人間中心のAI社会原則の策定、(2) AIに関する倫理や中長期的な研究開発・利活用等について、産学民官のマルチステークホルダによる幅広い視野からの調査・検討、(3) 同原則をG7、OECD等の国際的な議論に供することである。AI社会原則会議は「人間中心のAI社会原則」の提言を議論し、2019年2月にAI戦略実行会議のもとに移行(図-1参照)、3月に同原則が統合イノベーション戦略推進会議において決定、公表された。

「AI-Readyな社会」で尊重すべき基本理念として「人間の尊厳」、「多様性・包摂性」、「持続可能性」を掲げており、これらが「AI戦略2019」の理念に反映されていることは上に述べたとおりである。同原則はまた、人間中心の原則、教育・リテラシーの原則、プライバシー保護の原則、セキュリティ確保の原則、公正競争確保の原則、公平性・説明責任および透明性の原則、イノベーションの原則、という7つの原則を提示している。

同原則は、国際的な公的議論の場でも日本のAI原則として広く知られるようになっており、特にヨー

ロッパ諸国、EU、またOECDなどと連携を取りつつ、世界のAI倫理の在り方をリードする活動を行っている。たとえば、2019年6月のG20でAI原則が共有されたが、そこでは我が国の「人間中心のAI社会原則」がEUおよびOECDの原則と連動して主導的役割を果たした。

また、この成果は、人間中心の考え方に立って透明性や人権尊重の原則に基づいた「責任あるAIの開発・利用を実現するための「Global Partnership on AI (GPAI)」(G7諸国を含む15カ国・地域からなる官民国際連携組織)の設立に繋がることになった。2020年6月にGPAIが設立(共同議長原山優子前CSTI議員)され、日本は5つのワーキンググループ(責任あるAI、データガバナンス、仕事の未来、イノベーションと商業化、新型コロナウイルス感染症への対応)すべてに関与し、各WGに第一線の専門家を派遣している。

AI倫理については欧州諸国の関心が強い(おそらく科学技術についての歴史的な経緯から来ていると考えられる)。我が国も、欧州とは別の歴史を経て、人間や社会への技術の影響についての関心が高い。結果的に日本と欧州は、米国や中国とは異なり、技術倫理を重視する姿勢を共有しており、AI倫理についてもお互いに連携することによって世界をリードできる立場にある。なお、日本のAI社会原則の特徴の1つは「教育・リテラシーの原則」が含まれていることで、「AI戦略2019」の教育改革部分はこの原則とも連動していると考えられる。

参考のため、日本、EU、OECDが公表しているAI原則の比較を図-5に示す。

「AI戦略2019」と連動した政府のAI関連プログラム

AIに関連した政府事業の範囲は広く、各府省で相当数が並行して進められている。ここでそのすべてを挙げることはできないので、内閣府が行っているPRISMとSIPの2つのプログラムに絞って手短かに

述べる。これらの事業は、AI戦略の面から見ると、ともに「AI戦略2019」を後押しする国の政策の一環と位置づけることができる。

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

PRISMは2018年に内閣府に創設されたプログラムで、民間研究開発投資を誘発する効果が高いと考えられるターゲット領域を設定、総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が各省庁予算への追加予算を配分することで各府省の施策をターゲット領域に誘導し、各府省で縦割りになりがちな政府事業の連携を推進する。現在、AI技術領域(領域統括 筆者)、革新的建設・インフラ技術/革新的防災・減災技術(田代民治、鹿島建設)、バイオ技術領域(小林憲明、キリンホールディングス)、量子技術領域(荒川泰彦、東大)の4領域が走っており、各省庁などによる計画申請のうちから事業を選定し、各領域統括および評価委員会のもとでターゲット領域への政府の一体的な施策を推進している。




たとえば、筆者が統括を務める「AI技術領域」では、サイバー・フィジカルシステムの社会展開を想定して、建設、農業、ものづくり、流通などの分野で、AI研究開

発とその応用がPRISMプログラムとして進められている。

特に、この「AI技術領域」は、PRISM事業を活用して政府のAI関連政策全体をコントロールする役割を担っている。同領域の具体的な事業主体としては、現時点で、総務省(1事業)、文科省(2事業)、厚労省(2事業)、農水省(1事業)、国交省(1事業)、警察庁(1事業)が関与しており、さきに述べた中核センター群のAI研究開発、各省庁のAI関連事業の加速を支援しながら、省庁間連携による政府のAI関連政策推進を図っている。

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

SIPは、CSTIが社会的に不可欠で日本の経済・産業競争力推進にとって重要な課題、予算、プログラム・ディレクター(PD)を選定し、産学官連携および府省連携により基礎研究から実用化・事業化を一貫して推進するプログラムとして、2013年にCSTIが第1期10課題を選定した。特に、出口戦略の明確化、厳格なトップダウン・マネジメントの導入などの重要性が謳われ、現在は第2期(1期5年)の12課題が進行中である(図-6参照)。PDは、各課題について、CSTI有識者議員からなるSIPガバナンス・ボードの承認を経て

 Japan	◆ 基本理念 ✓人間の尊厳 ✓多様性・包摂性 ✓持続性	◆ AI-Readyな社会 ✓“人” ✓“社会システム” ✓“産業構造” ✓“イノベーションシステム” ✓“ガバナンス”	◆ 人間中心のAI社会原則 ✓人間中心の原則 ✓教育・リテラシーの原則 ✓プライバシー確保の原則 ✓セキュリティ確保の原則 ✓公正競争確保の原則 ✓公平性、説明責任および透明性の原則 ✓イノベーションの原則
 EU	◆ 構成要素 ✓合法性 ✓倫理性 ✓頑健性	◆ 倫理原則 ✓人間の自律性の尊重 ✓有害性の防止 ✓公平性 ✓説明可能性	◆ 主な要求事項 ✓人間の自律性と監督 ✓技術的頑健性と安全性 ✓プライバシーとデータガバナンス ✓透明性 ✓多様性、非差別、公平性 ✓社会的幸福と環境的幸福 ✓説明責任
 OECD	◆ 信頼できるAIの責任ある管理のための原則 ✓インクルーシブで持続可能な成長と幸福 ✓透明性と説明可能性 ✓説明責任 ✓人間中心と公平性 ✓頑健性と安全性		

■ 図-5
日本、EU、OECDのAI原則の比較

特集
Special Feature

内閣総理大臣が任命する。

現在走っている12課題は2020年度に3年目を迎えているが、AIやビッグデータに関連した課題がたくさんある。たとえば、「フィジカル空間デジタルデータ処理基盤」(PD 佐相幸幸, 富士通研), 「IoT社会に対応したサイバー・フィジカルセキュリティ」(後藤厚宏, 情報セキュリティ大学院大学), 「自動運転(システムとサービスの拡張)」(葛巻清吾, トヨタ自動車), 「スマートバイオ産業・農業基盤技術」(小林憲明, キリンホールディングス), 「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」(堀宗朗, 海洋研究開発機構), 「AIホスピタルによる高度診断・治療システム」(中村祐輔, がん研究会), 「スマート物流サービス」(田中従雅, ヤマトホールディングス)など。

筆者がPDを務めている「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」も12課題の1つであり、AIとビッグデータ関連技術を中核とする課題であるた

め、ほかの多くのSIP課題の横串の役割も果たし得る課題とみなすこともできる。この課題の内容は、「ヒューマン・インタラクション基盤技術」、「分野間データ連携基盤技術」、「AI間連携基盤技術」からなり、これらが互いに連携して、人間とAIの協調システムの基礎研究から実用化、事業化に至る研究開発を行っている。

国プロとして人間とAIの協調に着目しているのは、(1)日本の強みであるきめ細かい生産、管理、サービスなどの知識と経験を活かすことができ、国際競争力を持てる可能性があること、(2)ものづくりだけでなくサービス支援が経済効果を促進する時代になっていること、(3)高齢化とともに特にサービス業において人手不足が深刻になっていること、(4)ハードウェアに近いAIシステムは民間企業が率先して研究開発を行っており、政府事業としては民間がまだ手を出しにくい未開拓の分野に踏み込むべきであること、などの理由による。

現在、産総研、理研をはじめとする研究機関、大

 <p>ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術 安西 祐一郎 独立行政法人日本学術振興会顧問・学術情報分析センター所長 本分野における国際競争力を維持・強化するため、世界最先端の、実空間における言語情報と非言語情報の融合によるヒューマン・インタラクション基盤技術(感性・認知技術開発等)、分野間データ連携基盤技術、AI間連携基盤技術を確立し、社会実装する。</p>	 <p>フィジカル空間デジタルデータ処理基盤 佐相 幸幸 富士通(株)シニアフェロー 本分野における国際競争力を維持・強化するため、高機能センシング、高効率なデータ処理およびサイバー側との高度な連携を実現可能とする世界最先端の基盤技術を開発し、社会実装する。</p>
 <p>IoT社会に対応したサイバー・フィジカル・セキュリティ 後藤 厚宏 情報セキュリティ大学院大学学長 セキュアなSociety 5.0の実現に向けて、さまざまなIoT機器を守り、社会全体の安全・安心を確保するため、中小企業を含むサプライチェーン全体を守ることに活用できる世界最先端の「サイバー・フィジカル・セキュリティ対策基盤」を開発するとともに、米欧各国等との連携を強化し、国際標準化、社会実装を進める。</p>	 <p>自動運転(システムとサービスの拡張) 葛巻 清吾 トヨタ自動車(株)先進技術開発カンパニーフェロー 自動運転に係る激しい国際競争の中で世界に伍していくため、自動車メーカーの協調領域となる世界最先端のコア技術(信号・プローブ情報をはじめとする道路交通情報の収集・配信などに関する技術等)を確立し、一般道で自動走行レベル3を実現するための基盤を構築し、社会実装する。</p>
 <p>統合型材料開発システムによるマテリアル革命 三島 良直 国立研究開発法人日本医療研究開発機構理事長 東京工業大学名誉教授・前学長 我が国の材料開発分野での強みを維持・発展させるため、材料開発コストの大幅低減、開発期間の大幅短縮を目指し、世界最先端の逆問題マテリアルズインテグレーション(性能希望から最適材料・プロセス・構造を予測)を実現・社会実装し、超高性能材料の開発につなげるとともに信頼性評価技術を確立する。</p>	 <p>光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術 西田 直人 (株)東芝特別嘱託 Society 5.0を実現する上でのきわめて重要な基盤技術であり、我が国が強みを有する光・量子技術の国際競争力上の優位をさらに向上させるため、光・量子技術を活用した世界最先端の加工(レーザー加工等)、情報処理(光電子情報処理)、通信(量子暗号)の開発を行い、社会実装する。</p>
 <p>スマートバイオ産業・農業基盤技術 小林 憲明 キリンホールディングス(株)取締役常務執行役員 我が国のバイオエコノミーの持続的成長を目指し、農業を中心とした食品の生産・流通からリサイクルまでの食産業のバリューチェーンにおいて、「バイオ×デジタル」を用い、農産品・加工品の輸出拡大、生産現場の強化(生産性向上、労働負荷低減)、容器包装リサイクル等の静脈系もターゲットとした環境負荷低減を実現するフードバリューチェーンのモデル事例を実証する。</p>	 <p>IoT社会のエネルギーシステム 柏木 孝夫 東京工業大学特命教授・名誉教授 先進エネルギー国際研究センター長 Society 5.0時代のIoT(Internet of Energy)社会実現のため、エネルギー需給最適化に資するエネルギーシステムの概念設計を行い、その共通基盤技術(バリエーション)の開発および応用・実用化研究開発(ワイヤレス電力伝送システム)を行うとともに、制度整備、標準化を進め、社会実装する。</p>
 <p>国家レジリエンス(防災・減災)の強化 堀 宗朗 国立研究開発法人海洋研究開発機構付加価値情報創成部門部門長 国家全体の災害被害を最小化するため、衛星、AI、ビッグデータを活用し、避難誘導システム、地方自治体、住民が活用できる災害情報共有・支援システムの構築等を行い、社会実装する。</p>	 <p>AIホスピタルによる高度診断・治療システム 中村 祐輔 公益財団法人がん研究会がんプレジジョン医療研究センター所長 AI, IoT, ビッグデータ技術を用いた「AIホスピタルシステム」を開発・構築することにより、高度で先進的な医療サービスの提供と、病院における効率化(医師や看護師の抜本的負担軽減)を実現し、社会実装する。</p>
 <p>スマート物流サービス 田中 従雅 ヤマトホールディングス(株)執行役員 サプライチェーン全体の生産性を飛躍的に向上させ、世界に伍していくため、生産、流通、販売、消費までに取り扱われるデータを一気通貫で利活用し、最適化された生産・物流システムを構築するとともに、社会実装する。</p>	 <p>革新的深海資源調査技術 石井 正一 日本CCS調査株式会社顧問 我が国の排他的経済水域内にある豊富な海洋鉱物資源の活用を目指し、我が国の海洋資源調査技術をさらに強化・発展させ、本分野における生産性を抜本的に向上させるため、水深2,000m以深の海洋資源調査技術を世界に先駆けて確立・実証するとともに、社会実装する。</p>

図-6 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期の課題, PD

学、先端企業、ベンチャー企業など、多くの組織、研究者が連携し、サブプログラム・ディレクター (SPD) として持丸正明 (産総研, ヒューマン・インタラクション基盤技術担当), 越塚登 (東大, 分野間データ連携基盤担当), 鷺尾隆 (阪大, AI 間連携基盤技術担当), 全体のイノベーション戦略コーディネーターとして川上登福 (経営共創基盤), ほかに多数の関係者の尽力によって、ビッグデータ・AI を活用したサイバー空間基盤技術の研究開発と社会実装が進展している。いくつかの産学官連携コンソーシアムも走っており、さきに述べたように越塚教授のもとで dataex.jp 設立準備協議会も立ち上がっている。

なお、この SIP プログラムにおいて「ヒューマン・インタラクション基盤技術」の研究開発が走り始めてから間もなく、2018 年秋に、米国の DAPRA が、深層学習の次の世代の AI 研究開発に日本円で 2,000 億円余の予算による「Context Reasoning」の研究計画を発表した。この計画は、IoT や高速通信技術の今後の発展を背景に、文脈依存の大量のデータをもとに高度な推論を行う AI の研究になると想定され、人間と AI の協調システムの研究に相当踏み込むものと考えられる。2018 年当時は、米国の NSF やダボス会議で知られる世界経済フォーラム (WEF) なども、人間と AI の協調システム研究の重要性を指摘している。我々の SIP プログラムはむしろこの流れを先取りしているが、日本国内ではどうしても米国ですでに研究が進んでいる技術を後追いつことに注力しがちで、米国で未開拓のテーマに注意を向けることが少ない。この性向を乗り越えることも、SIP プログラムのみならず、AI 戦略全体に及ぶ重要なステップであろう。

人の志と知恵と実行力に火を点ける

「AI 戦略 2019」の概要、およびそれに関連して PRISM と SIP 事業について解説した。本稿に述べたように、政府は AI 戦略についてかなり綿密に検討し、府省横断の広範な政策を進めている。

ただ、AI 関連技術は世界中で急速に展開しており、政府が主導しさえすれば日本が世界のトップに出られるというわけにはいかない。特に、民間の多様な知恵と実行力が直接生きてくるのが AI の世界である。政府が AI 戦略を実行している間に、特に次世代、次々世代の志ある若い人たちがイノベーションを実現してくれることに大きな期待を抱いている。

最後に昔話で恐縮だが、筆者が AI の研究を独学で始めたのは 1974 年頃で、人間に勝てる (だろう) ゲームのプログラムを書き、徹夜でそのプログラムと対戦したりしていた。その後 1976 年に米国に渡り、当時すでに AI のメッカであったカーネギーメロン大学のコンピュータサイエンス学科と心理学科で、人間の学習プロセスのモデルとして、プログラムを実行中にそのプログラムが自分自身を新しいプログラムに変換する自動プログラミングの研究に没頭した。それが AI に本格的なかわりを持つ第一歩であった。

それから 40 年余り、AI ブームが席卷した時代も、また AI 研究者を名乗るのも憚られる冬の時代も経験した。2000 年代から起こった AI 技術の発展は今後どのような軌跡をたどるのか、恐らくはデジタル・トランスフォーメーションが社会を変えていく中で、横断的な技術としてさらに広く普及していくものと思うが、いずれにしても、これからのデジタル社会を拓くのは AI ではなく人間の志と知恵と実行力である。「AI 戦略 2019」はその志と知恵と実行力に火を点けるための国の施策にほかならない。「AI 戦略 2019」が、その理念に掲げたように、「多様性を内包した持続可能な社会」への社会システム変革に役立つことを願っている。

(2020 年 11 月 8 日受付)

■安西祐一郎 (名誉会員) anzai@ayu.ics.keio.ac.jp

1974 年慶應義塾大学大学院工学研究科博士課程修了、2018 年博士 (哲学)。慶應義塾長、日本学術振興会理事長等を歴任。2005 ~ 07 年本会会長。現在、日本学術振興会学術情報分析センター所長、東京財団政策研究所所長等。認知科学・情報科学専攻。

【付録】 「AI 戦略 2019」 策定に至った背景

政府が AI の国家戦略の議論を始めたのは 2016 年 4 月のことである。内閣総理大臣の指示を受けて人工知能技術戦略会議が創設され、4 月 8 日に開催された第 1 回の会議において、当時の安倍総理から「人工知能の研究開発目標と産業化のためのロードマップを、本年度中に策定します。そのため、産学官の叡智を集め、縦割りを排した『人工知能技術戦略会議』を創設します」と述べられた。メンバーには、経団連関係の企業経営者、主要大学の学長、主要な国立研究開発機関の理事長らが顔を揃え、総合科学技術会議の久間和生常勤議員（現農研機構理事長）が顧問となり、筆者が議長に任命された。総務省、文科省、経産省をはじめとする関係官庁の高官も参加した府省横断の大規模な会議体である。

この会議のもとで、内閣府関係者をはじめとする方々の尽力により AI 技術開発・産業化ロードマップが作成され、2017 年 3 月に公表された。特に、生産性、健康・医療・介護、空間の移動、情報セキュリティの分野について、かなり詳しい開発テーマが記されている（年は具体的には示されていないが大体 2030 年までの産業化ロードマップになっている）。これに並行して、八木康史阪大教授らに依頼して、AI 分野の大学院生の人数を調べるとともに今後必要になると考えられる院生の数を予測することも行った。

さらに、ロードマップ公表だけでなく、その実現に向けて研究開発と産業化への実行計画が 2018 年 8 月までに策定され、公表された。

2016 年に会議が創設された背景には、もちろん世界的な AI 研究開発と社会的応用の高まりがある。実際、2016 年 10 月には米国の連邦政府が人工知能研究開発計画を公表、2017 年 7 月に中国が新世代人工知能発展計画、2018 年になると仏、独、英の順に矢継ぎ早に AI 研究開発計画を公表した。こうしてみると、2016 年 4 月に AI 戦略のための会議を立ち上げた我が国の動きは、これら主要国よりも早かったわけである。

その上で、AI 分野進展のスピードが世界的にさらに速まっていることを受け、同会議を発展・強化し、実際に政策のたたき台を迅速かつ綿密に検討するため、2018 年 9 月に総合イノベーション戦略推進会議のもとに設置されたのが、本稿の前半に述べた「AI 戦略実行会議」である。筆者は、2016 年 4 月に設置された人工知能技術戦略会議、さらに 2018 年 9 月からの AI 戦略実行会議を通じて 4 年半余りの間、国の AI 戦略策定について有識者会議のまとめ役を務めている。また、本文に述べたように、2018 年に PRISM の領域統括、および SIP 課題のプログラム・ディレクターに就任して 3 年目に入っている。

[AI 人材教育]

2 滋賀大学における AI 人材教育



竹村彰通 | 滋賀大学データサイエンス学部

データの時代の到来

ビッグデータの時代の到来とともに、世界的に GAFa に代表されるビッグデータを収集・活用する企業が大きく成長し、プラットフォームとして支配力を増している。日本ではデータを分析するデータサイエンティストの育成が進まず、多くの企業でデータは蓄積されているもののそれを活用できていない状況が続いており、日本の競争力の低下につながっている。ここではこのような状況の背景や滋賀大学データサイエンス学部におけるデータサイエンティストの育成方針について論じる。なお本稿のタイトルは AI 人材としているが、データサイエンスと AI は重なる部分が多いため、ここでは典型的な AI 人材としてのデータサイエンティストの育成を扱う。ただし、教育内容の紹介において、最近の AI 手法の教育の例を示す。

データサイエンスとは

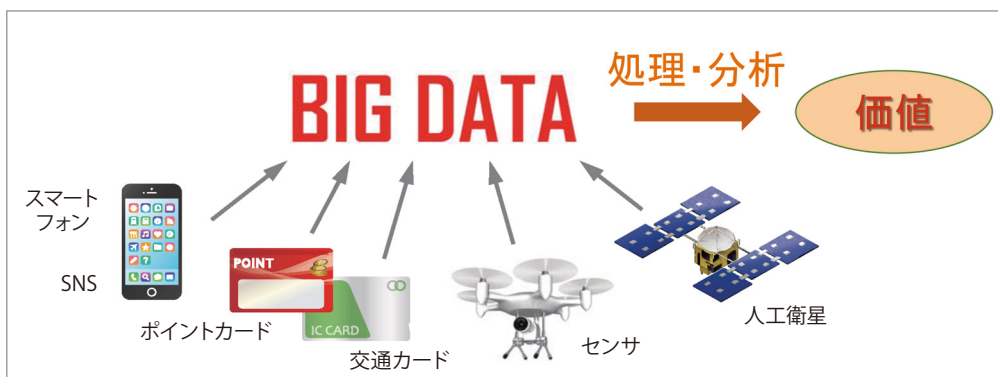
データサイエンスはビッグデータを扱い、そこから価値を生み出すための方法論である。ビッグデータは経済的な資源と考えられており、最近では「21 世紀の原油」

と呼ばれることが多い。

ビッグデータが集まるようになったのはスマートフォンなどのデバイスの発達によるところが大きい。スマートフォンのほかにもコンビニで用いるポイントカードや電車に乗るときの交通カードからも大量のデータが得られる。人工衛星などにより環境に関するビッグデータも蓄積されるようになっている (図-1)。

特に 10 数年前にはじまったスマートフォンの普及は象徴的であり、今では若い人々の間のスマートフォンの普及率は 100% に近い。地下鉄の中などを含め、我々の通常の生活範囲にはすべて携帯の電波が届くようになり、人々は通勤途中でも電子メールの読み書きや情報検索をしている。スマートフォンの普及以前は、いわゆるガラケーの時代でも画面のサイズや通信容量の制約から、人々は電車の中で新聞や文庫本を読んでいたが、最近ほとんど見ない。

新聞や書籍とスマートフォンの違いは、スマートフォンでは人々の検索等の履歴がネット上に直接蓄積されるという点である。行動履歴を直接取得可能となったことが大きなきっかけとなり、個人を対象とするさまざまなインターネットサービスが提供されるようになった。つまりビッグデータのうちビジネスに直結するデータは



■ 図-1 ビッグデータの取得

人々の行動に関するデータであり、この意味でデータサイエンスの応用分野は文系の分野であることが多い。

スマートフォンなどのデバイスが普及する前は、人々の行動に関するデータを得るには、アンケート調査が主要な手法であった。ただしアンケート調査が不要になったわけではない。人々が何を考えているか、どのような意見を持っているかは、デバイスによって直接観測できるわけではないため、アンケート調査は依然として必要である。実際インターネットによるアンケート調査はしばしば行われている。最近も厚生労働省によるLINEを用いた新型コロナウイルスに関する大規模なアンケート調査が行われ、送信数は8,000万以上、回答数は2,000万以上となり、SNS経由のアンケート調査の有効性が示された。

以上のように、人々の行動に関するデータが得られるようになったことが大きな変化であるが、人々の行動のみならず自然やモノからのデータも蓄積されている。キーワードはIoT (Internet of Things, モノのインターネット) である。通信機能を持ったさまざまなセンサの低価格化に伴い、製造工程の機械や環境をモニタする機器にもセンサをとりつけてデータを吸い上げている。典型的な例は「コネクテッドカー」であり、自動車にさまざまなセンサと通信機器を搭載し、自車や周囲の状況に関する大量の情報をリアルタイムにやりとりする。安全な自動運転を実現するにはこのような通信機能は不可欠である。このように今後はモノからも常時大量にデータを取得可能になり、その利用が進んでいく。ビッグデータは一時的な現象ではなく、社会の大きな変化を表す言葉である。人々の行動に関するデータの利用は文系的であるが、モノからのデータの利用は理系的であることが多い。しかしながら、たとえばスマートウォッチから得られる人々の健康状態に関するデータは、文系とも理系とも分類しにくい。データ自体に文系と理系の区別があるわけでもない。このようにデータサイエンスは本質的に文理融合的な分野である。

この意味で、データサイエンティストを含むAI人材の育成には、従前の文系理系の区別にとらわれない教

育が必要である。

データサイエンスの要素技術と価値創造

データサイエンスはビッグデータから価値を引き出すための方法論であるが、その要素技術はデータを処理・加工するための情報学とデータを分析するための統計学である。さらに、それらの技術を用いて、データから価値を引き出す価値創造もデータサイエンスの要素である。情報学、統計学、および価値創造は、しばしばデータサイエンスの3要素と呼ばれる。

このうち情報学については、ビッグデータを手計算で扱うことは不可能であり、ビッグデータの処理・加工においてコンピュータを駆使することは前提であるから、情報学は必須である。基礎的なプログラミングの知識に加えて、データベース、機械学習や深層学習などのライブラリを活用する必要がある。さらに実際のデータ処理作業の場面では、データの形式を揃えたり欠測値を処理したりなど、「前処理」のノウハウが意外に重要である。

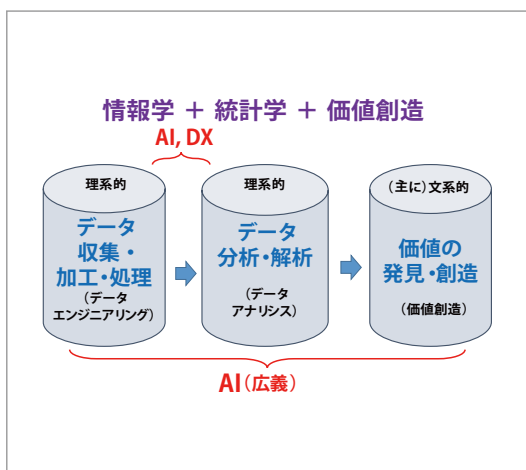
データの前処理が終わると、データ分析のステージとなる。このための方法論が統計学である。統計学は伝統的にはサイズの小さなデータから有用な情報を得るための方法論として発展してきたが、統計学の中で生み出されてきたさまざまな手法や概念は、ビッグデータを見る際にも基本的である。手法としては、基本的な記述統計・推測統計の手法に加えて、回帰分析、多変量解析、時系列解析、シミュレーションなどを学ぶことが重要である。データの種類については、最近ではテキストデータや画像データがビッグデータの大きな部分を占めるようになってきたため、これらのデータの扱いも学ぶ必要がある。

以上のように、情報学と統計学がデータサイエンスの基礎的スキルであるが、それらだけでは「価値創造」、すなわちデータから有用な価値を引き出すことに繋がるとは限らない。情報学と統計学のスキルを持った上で、企業や自治体の実際のデータを分析し、さらに分析結

果を実装に結びつけることが重要であり、これがデータサイエンスの出口となる。価値創造の能力を育てるには、講義では不十分であり、演習の形で実際のデータを分析し、それに基づいて具体的な提案を考えるような経験が不可欠となる。

以上の3要素の関係を図-2のようにまとめることができる。なお図-2ではデータサイエンスとAIの関係も示している。手法としてのAIは、深層学習などのデータ処理から分析の部分の自動化や高度化を表す。しかしより広い意味ではAI手法の結果の解釈における倫理的・社会的な側面等も考慮する必要がある。政府のAI戦略2019におけるAIの扱いも、広義のAIである。

以上では価値創造の部分を含めたデータサイエンス教育の考え方を強調したが、実はアメリカにおいては、コンピュータと統計に強ければそれだけでデータサイエンティストとしての専門性が評価され、就職が有利になる状況がある。これはキャリアとしてのデータサイエンティストや統計家の役割が確立しているからである。これに対して日本では、データサイエンティストは理系のスキルを有するだけでは十分に機能できず、文理融合的な能力が求められる。理系のスキルだけだと日本では「数字だけ分かっている現場では役に立たない」といような反応を受けることが多い。この意味で日本におけるデータサイエンス教育には文理融合的な視点が非常に重要である。



■ 図-2 データサイエンスの3要素

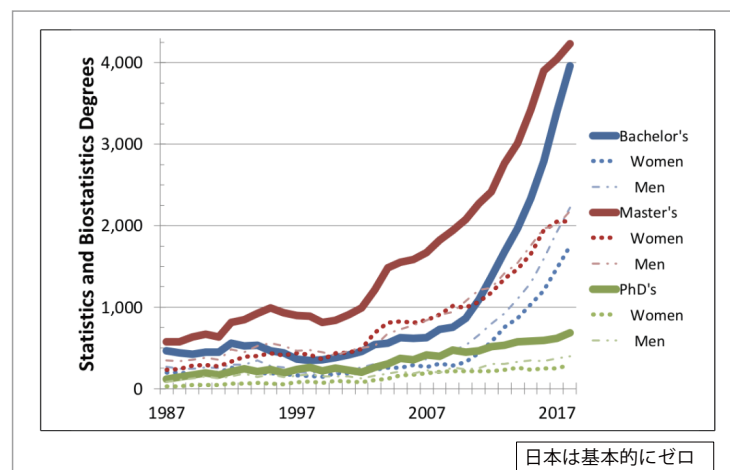
データサイエンティスト育成の海外動向と日本の対応

データサイエンティストの育成において我が国は大きく遅れている。私の所属する滋賀大学データサイエンス学部は、この遅れを取り戻すべく2017年4月に開設された日本初のデータサイエンス学部である。滋賀大学データサイエンス学部では、データサイエンスの要素技術として統計学を重視しており、統計学に関する専門学部としても日本初である。以下ではまず私の専門である統計学の状況について述べる。

日本の大学には統計学を専攻する学部や学科はこれまで存在していなかった。これに対して、アメリカには統計学部・学科は150近くの大学にあり、韓国には50程度、中国には300以上の大学にある。その数も増加傾向である。統計学に関しては、日本はアメリカと中国・韓国の間で挟まれてこれまで統計学部・学科が存在しないというきわめて特異的な状況にあった。

次図はアメリカ統計学会のニューズレター（2019年12月号）に掲載された統計学あるいは生物統計学を学位名に含む学位数（学士、修士、博士）の推移を表したグラフである。

図-3より、2018年には修士号が4,000名以上、学士号も4,000名程度、博士が700名程度授与されていることが分かる。



■ 図-3 米国の統計学学位授与数

特集 Special Feature

それよりも顕著なのは、2008年あたりからの学位授与数の増加のスピードである。当時カリフォルニア大学バークレー校の著名な経済学者で、その後グーグル社のチーフ・エコノミストとなった Hal Varian が「私がいつも言っているのは、今後10年間で魅力的 (sexy) な仕事は統計家 (statistician) だということだ」と発言し話題になったが、実際にそのことが学位授与数に表れている。このように統計学の学位授与数が増えているのは、給与面を含め職業としての魅力が大きいためである。中国でも状況は似たようなものであり、BAT^{☆1}とよばれる巨大なインターネットサービス企業等が統計学部や統計学科の卒業生を採用している。

これに対して、日本ではこれまで統計学部や学科が存在しなかったため、データサイエンティストの組織的育成ができていない。数年前の資料となるが、このような状況についての詳しいデータは、日本学術会議情報学委員会 E-サイエンス・データ中心科学分科会提言『ビッグデータ時代に対応する人材の育成』(2014年9月) や同数理科学委員会数理統計学分科会提言『ビッグデータ時代における統計科学教育・研究の推進につ

☆1 「Baidu (百度, バイドゥ), Alibaba (阿里巴巴集団, アリババ), Tencent (騰訊, テンセント)」である。

いて』を参照されたい。

日本でも、最近になって多くの企業がデータサイエンティストの中途採用を進めており、人材の取り合いの状況が生じている。このようなデータサイエンティストの不足については、政府の文書でも2015年頃より頻繁に取り上げられるようになった。これはGAFAの躍進により、日本がこの分野で大きく遅れていることが政府においても明確に認識されるようになったためだと考えられる。2015年6月閣議決定の『科学技術イノベーション総合戦略2015』では「我が国では欧米等と比較し、データ分析のスキルを有する人材や統計科学を専攻する人材がきわめて少なく、我が国の多くの民間企業が情報通信分野の人材不足を感じており、危機的な状況にある」としている。また2017年6月閣議決定の『未来投資戦略2017—Society 5.0の実現に向けた改革』では「数理・データサイエンス教育の重要性・必要性は分野を超えて高まっているが、理系の一部の学生しか学んでおらず、文系理系を問わず、学ぶ機会が乏しい」としている。

さらに2019年7月に政府が発表した「AI戦略2019～人・産業・地域・政府すべてにAI～」では、教育改革の主な取り組みとして、デジタル社会の「読み・書き・そろばん」である「数理・データサイエンス・AI」の基礎などの必要な力をすべての国民が育むとしており、特に大学・高専卒業生全員50万人/年に数理・データサイエンス・AIのリテラシー教育を行うとしている。図-4は2019年7月9日の内閣府政策統括官(科学技術・イノベーション担当)によるAI戦略2019概要に示された図である。

AI戦略2019で示された方針はその後の文部科学省の政

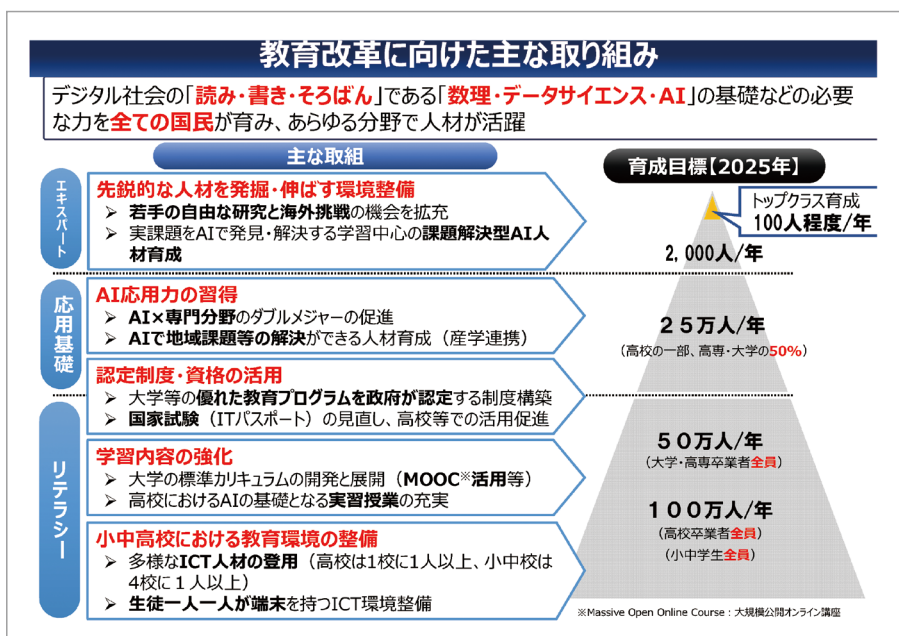


図-4 AI戦略2019の教育改革方針

策にも大きく反映されており、この方針に基づいた「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」が整備されている。

滋賀大学データサイエンス学部の開設とそれに続く動き

以上のような状況の中で、滋賀大学データサイエンス学部は、日本初のデータサイエンス学部として2017年4月に開設された。定員は1学年100名である。滋賀大学データサイエンス学部は、文理融合教育を標榜しているが、入学生の4割程度が文系の学生であり、また女性の比率も2割程度となっている。

続いて2019年4月には大学院データサイエンス研究科修士課程を前倒しで開設した。定員は20名である。学部開設後2年での修士課程設置であり、まだ学部の卒業生がいないときであったため院生の大部分は企業からの派遣社会人である。実際1期生は23名の入学者のうち19名が企業派遣であった。このように前倒し設置に踏み切ったのは、さまざまな企業から企業内のデータサイエンティスト育成の要望が寄せられたためである。19名の企業派遣の院生の派遣元の業種は、金融系5名、製造系4名、調査系4名、IT系3名、政府系3名となっており、広い業種に渡っている。これはデータサイエンティストがさまざまな業種で必要とされていることを示している。

さらに2020年4月には博士課程(定員3名)を開設し、滋賀大学としては学部から博士課程まで一貫したデータサイエンス教育の体制を確立した。

滋賀大学に続いて、2018年には横浜市立大学データサイエンス学部、2019年には武蔵野大学データサイエンス学部、兵庫県立大学社会情報科学部、2020年には長崎大学情報データ科学部が開設された。その後も、立正大学データサイエンス学部、一橋大学ソーシャル・データサイエンス学部の新設が予定されている。このような動きにより、データサイエンティスト不足の一定の改善が図られるものと思われるが、図-3に示したよ

うなアメリカの状況を鑑みれば、差は大きくなる一方であり、引き続き多くの大学でデータサイエンス学部・学科が新設されることが望まれる。

以上で挙げた大学のうち、滋賀大学、長崎大学、一橋大学、兵庫県立大学、立正大学、および総合研究大学院大学複合科学研究科統計科学専攻の6者はこの8月に「データサイエンス系大学教育組織連絡会」を立ち上げた。その趣旨は国公私の垣根を越えた連携により、データサイエンス分野の専門教育の推進や専門教員の養成に戦略的に取り組んでいくことである。データサイエンス系の専門学部設立やデータサイエンスのリテラシー教育をさらに進めていくには、この分野の専門教員の不足が深刻な状況である。専門教員の育成は一朝一夕には進まないため、政策的にも専門教員の育成への支援が強く求められている。

滋賀大学データサイエンス学部のカリキュラムと提供するコンテンツ

滋賀大学データサイエンス学部のカリキュラムは上で説明したデータサイエンス3要素のバランスをとるよう設計している。

学生にはノートパソコンを必携とし、情報系の講義演習により、プログラミングやデータ分析のツールに習熟させる。また統計系の講義演習により、データ分析やモデリングの理論を理解させ、それらを応用できる力をつけさせる。また、統計系のカリキュラムの中で、データサイエンスに必要な数学の講義と演習を必修としており、特に文系で入学した学生に数学の基礎力をつけさせている。

情報学と統計学のスキルの基礎の上で最も重視しているのが演習を通じたデータからの価値創造である。価値創造を体験するには、企業から実際の課題とデータを提供してもらいたい。滋賀大学データサイエンス学部では企業連携を積極的に進めている。2020年4月現在で企業等との連携協定数は50件以上となり、その他共同研究等を含む連携は延べ120

件以上となっている。以下ではこのような観点からの講義および演習の事例を3件挙げる。

1つ目は自主ゼミの形で行った「対話ロボットの作成」である。このゼミでは2年生4名が市川治教授の指導のもと、ソフトバンク社のPepperとIBM社のWatsonを用いて、滋賀大学に関する自由な質問(たとえば「トイレはどこにありますか」など)に対する応答システムを構築し、2018年夏のオープンキャンパスで披露した。システム構築には、音声認識、自然言語処理、音声合成の技術を組み合わせた。また大学に関する質問の教師データは学生が作成した。その様子はYouTubeに公開している(<https://www.youtube.com/watch?v=iF1nYhUvQy8>)。

2つ目は(株)ALBERTの協力のもとに行った特別講義「作って学ぶ機械学習」である。この講義では、深層学習の仕組みや実装方法についてALBERT社のデータサイエンティストが実践的な講義と演習を行った。講義は3日間(計18時間)の集中講義形式で、1日目は「ニューラルネットワークとはなにか」、2日目は「計算グラフと自動微分の実装」、3日目は「ニューラルネットワークの実装」を扱った。学部生や修士院生約20名が参加し、参加者はALBERT社の講師からさまざまな実践的なノウハウを学ぶことができた。

3つ目は(株)帝国データバンクの協力を得て2019年秋に実施した集中講義「データエンジニアリング人材養成演習」である。この集中講義では、オープンデータを用い、実践的なデータ研磨のスキルの習得に重点を

置いた演習が行われた。データ研磨とは、データ分析の前段階で必要とされるデータの前処理を指す。すでに述べたようにデータの前処理は意外に重要であり、そのスキルはデータサイエンティストにとっては必須である。

この章の最後に滋賀大学が公開しているMOOCコンテンツについて紹介する。滋賀大学は2016年12月に「数理・DS教育に係る教育強化」6拠点大学の1つに選定された。拠点大学としてのミッションはデータサイエンス教育の全学・全国への展開である。このことから、滋賀大学ではMOOC形式の「大学生のためのデータサイエンス」のシリーズ(I~III)を開発し、全学の教育に用いるとともに、無料で全国に公開している。そのIでは、統計の基礎、RおよびPythonを用いた分析例、実務での応用事例を紹介している。そのIIでは、機械学習のさまざまな手法を紹介し、深層学習についても詳しい説明を与えている。そのIIIでは、データ分析事例を用いてデータからの価値創造の方法を説明している。図-5にこれらのコンテンツ紹介の図を示す。

データサイエンティスト育成の加速を

ビッグデータの時代となり、多様かつ多量なデータが蓄積されるようになった。日本の多くの企業は蓄積されたデータを活かしきれていない。その主な理由は、データを処理し分析する人材すなわちデータサイエンティストの不足である。滋賀大学データサイエンス学部をはじめとして多くの大学でデータサイエンティストを育成する学部の開設が相次いでいるが、データからの価値創造を見据えたデータサイエンティストの育成をさらに加速することが求められる。

(2020年10月4日受付)



■図-5 滋賀大学の提供するMOOC講座

■竹村彰通 a-takemura@biwako.shiga-u.ac.jp

1976年東京大学経済学部卒業、1982年米国スタンフォード大学統計学部Ph.D.取得。1984年東京大学経済学部助教授。1997年東京大学経済学部教授。2001年東京大学大学院情報理工学系教授。2016年滋賀大学データサイエンス教育研究センター長。2017年滋賀大学データサイエンス学部長。

[AI 人材教育]

3 長岡高専における AI 人材教育



— AI を自然に使いこなす AIR Tech エンジニアの育成 —

池田富士雄 | 長岡工業高等専門学校



長岡高専の次世代型教育の取り組み

近年「第4次産業革命」とも言われる、デジタル技術を中心としたテクノロジーの進歩により、急激な社会・産業の変化が起きている。さらに2020年初頭から全世界でパンデミックを引き起こしている新型コロナウイルス対策においても、ディープラーニングに代表される人工知能(AI)技術の活用が積極的に進められている。しかしながらAI活用はまだ初期段階にすぎず、さらに大きなブレイクスルーが起これば、社会構造そのものを変革する力を持っているとの見方もある¹⁾。

その一方、日本社会でのAIを支える人材は圧倒的に不足していると言われている。国際競争力の観点でも、日本は米国や中国などの後塵を拝しているのが現状である。こうした状況に対する日本政府の危機感も強く、2018年当時の第3次安倍内閣の成長戦略「未来投資戦略2018」では「データ駆動型社会」への変革とともに、「AI人材の育成」が明確に記載されている。

長岡工業高等専門学校^{☆1}(以下「長岡高専」と略す)では、これからの社会構造の変化に柔軟に対応できるよう、新たな次世代型人材を育成するプログラムの本格実施を2018年に開始した²⁾。それが本

タイトルにあるAIR Tech(エアーテクノロジー)教育プログラムである。これは次世代人材育成の基礎となるAI、モノのインターネット(IoT)、およびロボット技術(RT)について、共通して使用する知識と技術のツールとして全学科・全学年の学生に対して、段階的に学習機会を提供していくものである。その中身は大きく分けて、Step1:低学年に対するAI・IoTリテラシー授業、Step2:中学年向けの実践的な演習プログラム、Step3:高学年における分野横断的な社会実装プログラム、の3つのステップで構成されている。本プログラムを受講した学生が、地元地域の産業・経済を活性化させる長岡版イノベーションの源泉となる次世代エンジニアとして、将来に渡り活躍することを目的としている。本稿では、まず全体プログラムについて概説したあと、本特集に関連するStep1の中のAIリテラシー授業の内容を詳細に述べる。

AIR Tech とは

ここでは長岡高専が新たに導入したAIR Tech教育プログラムの全体概要を述べる。

スモールステップの原理に基づく学習方針

長岡高専では、次世代技術者にとって必須のAI・IoT・RT技術を、リテラシー教育、自主的実践活動、社会実装プロジェクトを通じて、学科や専

^{☆1} 高等専門学校は、中学校を卒業した15歳から20歳まで5年間の本科課程、22歳まで2年間の専攻科課程を通して、工学分野の実践的な一貫教育を行う高等教育機関である。

門によらず当たり前の知識・技術として定着させることを目指している。この目的を達成するため、Skinnerによって開発された教育法の5原理の1つである「スモールステップの原理」³⁾に基づき、実践的な教育プログラムを設計した。スモールステップの原理とは、目標までの学習内容をより小さな単位に分け、小刻みに学習を進めていく方法であり、さまざまな学習形態で多くの活用事例が報告されている。特に学習者のモチベーションの維持に効果があり、また学習者がどこでつまづいているのかにも気づきやすいため、指導側と学習側双方に利点のある学習法と言われている。

プログラムの概要

本プログラムの概要を図-1に示す。

【Step1】まず低学年で全学科共通のAIとIoTに関するリテラシー授業を導入し、AIやIoTへの興味を喚起しAIR Techが分野によらず身近で必須の技術であることを理解させる。

【Step2】AIの基礎を学び、学ぶ意欲の高い学生向けに、プレラボ (Pre-Laboratory) と名付けた自主的実践活動の機会を提供する。プレラボ活動では、本校OBやロボコン・プロコンで活躍する卓越した学生たちをティーチングアシスタント (TA) とした講習会や、数理科学・データ解析、センサ、アクチュエータの実装法を学ぶオンライ

ン学習プラットフォームの提供などを行い、AIR Techの素養を定着させる。

【Step3】高学年と専攻科では、AIR Techを自然に使いこなすエンジニアの育成を目的に、分野横断型チームによる社会実装プロジェクトを実施する。地域企業の要望から抽出された課題は、多くの場合、複数分野にまたがる技術課題を含んでいる。そこで分野の異なるメンバからなる分野横断型チームを構成し、各専門分野の強みを活かした課題解決に取り組む。

AIリテラシー授業

ここでは「AI人材教育」の中心的課題として取り組んでいる【Step1】の中のAIリテラシー授業について解説する。

AI教育を支援するFD活動

本プログラムを実施するにあたり、AI領域での社会人向け研修を手掛ける教育ベンチャーである(株)キカガク⁴⁾より講師を招へいし、教職員を対象とした3日間の研修を実施している。本研修はJDLA (日本ディープラーニング協会) E資格に対応したコースを高専学生への指導用にアレンジした内容である。研修内容はきわめて実践的な演習で、機械学習のモデル構築、ディープラーニングの

画像識別、Webアプリケーションの作成、サーバサイドの構築、そしてこれらのデプロイ (実装) の方法など豊富な内容が含まれている。2018年、2019年に実施し (今年は新型コロナウイルス感染拡大の影響のため未実施)、これまでに20名の教職員が参加している。この研修によりAIのリテ



■ 図-1 AIR Tech 教育プログラムの概要²⁾

ラーシー授業を実践するための素養を磨くとともに、常に最先端の技術課題を取り入れた教材へのアップデートを図っている。

授業の到達目標

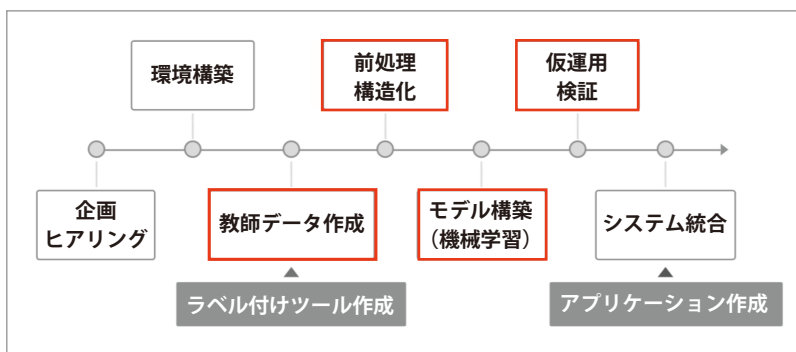
長岡高専の全学生が AI の知識習得のみにとどまることなく、エンジニアの基礎として AI 実装の流れを身につけることを目標に定めた。そのためには全 5 学科の共通科目として授業を実施することが望ましい。しかしながら新規に学年共通の科目を開設するのは、科目編成上著しく困難であったため、従来の開設科目の中に組み込むことで無理なく導入することを考えた。本校では全学科の第 1 学年で、情報処理の基礎を学ぶ 90 分の通年科目「基礎情報処理」を全 30 回実施している。この科目に組み込むことが最も適していると考え、3 回分の授業を AI リテラシーの内容に充てることに全学科で合意した。また学生が身につける学習到達目標として以下の 3 項目を設定した。

1. AI について説明できること
2. AI の構築方法の一連の流れを把握すること
3. AI は万能でないことを認識すること

授業の設計

授業設計の懸念事項として、学生個々の前提知識、すなわちプログラミング経験や習熟度に大きなバラツキがあることが想定された。そのため

1. 初学者が興味を抱きやすいこと



■ 図-2 AI リテラシー授業で取り扱う AI の開発フロー

2. 厳密性よりも分かりやすさを重視すること
3. 簡単な PC の操作のみで行えること

を基本方針とした。その上で、できるだけ多くの学生が学習到達目標を達成できるように第 1 回「知る」、第 2 回「分かる」、第 3 回「できる」へとステップアップするように授業を計画した。AI のシステム構築においては教師データの準備や学習モデルの作成に多くの時間がかかるため、限られた授業時間を考慮し、これらの手続きが不要なプラットフォームを検討した。その結果、Microsoft Azure で提供される画像認識サービスである Custom Vision⁵⁾ を利用することとした。Custom Vision は画像分類および物体検出に特化したディープラーニング API であり、学習モデルをカスタマイズできるため、実運用の際に完全自動ではなく人間の手作業が必要となる事実を疑似体験できると考えた。授業では AI 導入の開発フロー (図-2) のうち、赤枠で示した「教師データ作成」から「検証」までの一連の流れを体験することとした。各回の内容は以下の通りである。

第 1 回「知る」: AI の概要, AI の活用例, Custom Vision の演習

第 2 回「分かる」: 学習モデルのカスタマイズ・顔認証システムの構築

第 3 回「できる」: 教師データの追加による顔認証システムの精度向上

授業の具体的内容

【第 1 回】AI の概要・活用例を通じて、AI の基礎的な知識とスキルを学ぶ。まず AI の概要と活用例についての説明を受けた後、画像分類の定番問題である、「犬」・「猫」の判別アプリケーションの作成を行う。あらかじめ犬と猫の写真をそれぞれ約 300 枚用意し、これらを教師データとしてモデルを学習する。得られた学習モデルを使用して、未学習の「犬」・「猫」の写真を判定する。この

特集 Special Feature

ような例題を通して、適切な教師データで学習を行うことにより、一定以上の精度で2値分類が可能となることを理解させる。

【第2回】学習モデルのカスタマイズの実践として、顔認証アプリケーションを作成する。教師データの作成から、作成したアプリケーションの性能の検証までを学生たち自身の手で行う。まず学生を5名程度のチームに分け、教師データとなる学生自身の顔写真を互いに撮影する。第3回での精度向上の余地を残しておくため、写真画面上の顔の大きさや構図は特に指定せず自由に撮影してもらい、写真枚数もデータ数としては不十分と思われる1人あたり15枚程度にとどめる(図-3)。その後チーム内のメンバー同士で写真を共有し、一部は検証用に区別しておき、残りを教師データとす



図-3 教師データの顔写真の例

る。第1回と同様にモデルの学習を行ったあと、検証用の顔写真を用いて精度検証する。撮影の仕方や顔の大きさ、写真の明るさなどの条件の違いにより、5人の学習精度に違いが現れることを認識させる。

【第3回】顔認証の精度が低い場合と高い場合について特徴を洗い出し、精度を上げるためにはどうすべきかをチームで検討してもらう。その際、学生自身が精度の違いの原因を互いに話し合い考察をまとめる。学習精度を向上させる要因として、たとえば顔の向き、画像の明るさ、表情のパターン、顔の大きさなどが考えられる。どれかの要因に着目して追加の写真撮影を行い、学習データを追加した上で再度モデルの学習を行う。最終的に学習精度がどの程度向上したのかを検証し、その向上した要因は何かをチームで話し合い、仮説の考察結果として一定の結論を導く(図-4)。

達成度評価

学習到達目標の達成度を測るため、授業内で説明したAIリテラシーに関する小テストを実施する。18問の複数選択問題とし、評価割合は全体の10%とすることをシラバスに明記するとともに学生にも伝えている。2019年度に実施した小テストについて、100点満点に換算した5クラスの平均得点およ

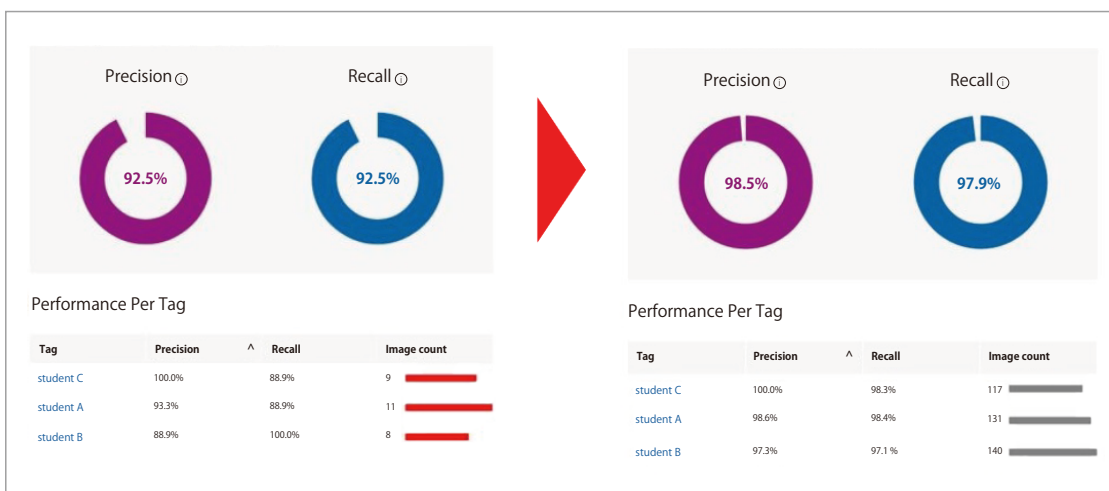
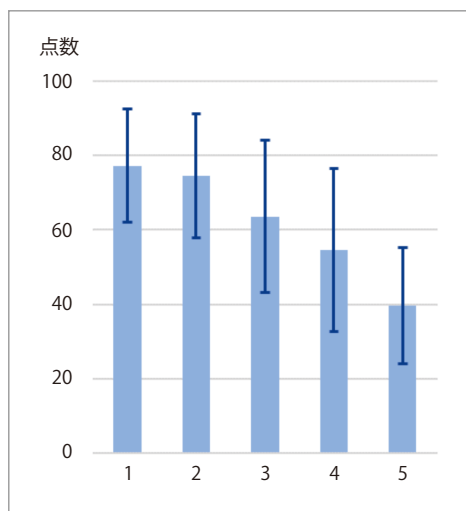


図-4
精度向上
(92% → 98%)
の例

び標準偏差を降順で表した結果を図-5に示す。平均得点が、クラスによって30点以上の差がついており、また学生個人のばらつきも大きい結果となった。リテラシーの知識として技術的な内容を問うことになるため、学生個々の興味の強さや前提知識がある程度結果に反映し、AI開発に比較的関連性の高い学科と、そうではない学科の学生間で結果に大きな差が現れたと考えられる。今後、本プログラムを学校全体に浸透させ、すべてのエンジニアにとって必須の技術であることをより強く意識させる工夫が必要であると考えている。



■ 図-5
2019年度クラス
別平均得点

AIR Tech を身につけた技術者の育成

長岡高専では次世代技術者にとって必須の AI・IoT・RT 技術 (AIR Tech) を、リテラシー教育、自主的実践活動、社会実装プロジェクトを通じて、学科や専門によらず当たり前の知識・技術として定着させるための、AIR Tech 教育プログラムを実施している。本稿では、AI 人材教育の中心的課題に関連した AI リテラシー授業について概説した。本稿の内容が AI 人材育成の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) JDLA (日本ディープラーニング協会) 理事長 松尾豊氏の特別講義レポート, AINOW 2020.08.13 付記事, <https://ainow.ai/2020/08/13/226994/>
- 2) 教育課程に「AI 教育」という新しい挑戦 ー長岡高専の導入事例, マイナビニュース 2019.10.30 付記事, <https://news.mynavi.jp/kikaku/20191030-885363/>
- 3) Burrhus Frederic Skinner (1968) : The Technology of Teaching, New York, Appleton-Century-Crofts.
- 4) (株) キカガク, <https://www.kikagaku.co.jp/>
- 5) Microsoft Azure, Custom Vision Service, <https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/cognitive-services/custom-vision-service/>

(2020年9月16日受付)

■ 池田富士雄 ikeda@nagaoka-ct.ac.jp

2002年東京都立大学大学院工学研究科博士課程修了。同年高知工業高等専門学校、2008年長岡工業高等専門学校、2018年同校機械工学科教授、現在に至る。博士(工学)、日本機械学会、計測自動制御学会、日本ロボット学会、自動車技術会の会員。



[AI 人材教育]

4 早稲田大学における AI 人材教育

応 一般 —学生から社会人まで—



松嶋敏泰 | 早稲田大学

AI・データサイエンス人材

早稲田大学におけるデータサイエンス人材教育を述べるにあたって、そもそもデータサイエンスとは何か、データサイエンス人材とは何かを、少々遠回りになるがまず考えてみたい。

AI とデータサイエンス

まず AI (Artificial Intelligence : 人工知能) の出自は明確で、有名な 1956 年のダートマス会議で、情報を入力として高度な判断を出力する人間の学習等の知能をコンピュータにより模倣することで、知能とは何かを探求する重要な研究テーマを、4 名の著名な科学者が提案した。しかし知能の模倣は結果として高度な情報処理機能を実現することになる。そのため興味がさまざまな応用へと移っていき、人間についての科学的研究から工学的研究へと目的がシフトしていった。

1959 年に A. Samuel によって Machine Learning (機械学習) という用語もつくられ、コンピュータで学習機能を実現するという意味では知能全体を目指す AI の一分野と捉えられるが、情報を与え続けて学習させることを主眼とするより、情報から認識や判断の意思決定を行う高度な情報処理全体を表す意味合いが強くなっていった。

しかし、最近の第 3 次 AI ブームでは、AI や機械学習の 1 つの手法である深層ニューラルネットが注目を浴び、AI というこの深層ニューラルネットを指すと思う方もいて、AI は機械学習に含まれるのかその逆かというような問いが出てきてしまうようだ。

それでは、データサイエンスまたはデータ科学の出

自については、1974 年に P. Naur の著書の中に Data Science という言葉が登場するが、ほぼコンピュータサイエンスと同意語のように使われていた。それでは現在の概念はどのあたりから登場してきたのであろうか。まず、統計学の分野では 1960 年ぐらいから、Data Analysis (データ解析) が使われていた。1990 年前後から Data Mining (データマイニング) も登場する。これは、データから知識を抽出するという帰納 (事実から法則を導出する推論) を強調した用語ではあるが、学習とは帰納を行っていることと捉えることもでき、扱われる問題や手法・アルゴリズムも拡張解釈された機械学習とほぼ同じであった。データサイエンスの定義はさまざまであるが、上に挙げた AI、機械学習、統計学、データ解析、データマイニング等を合わせた概念、学際的学問領域であるという定義はおおむね承されているようだ。

しかし、実はデータサイエンスの意味はこれだけではない重要な別の側面がある。それは J. Gray の “Data science as a fourth paradigm of science” という言葉に象徴される、いわゆるデータ駆動型の知の創造パラダイムとも呼ばれる理念である。Data Deluge (データ洪水) とも呼ばれる、数値のみならず、文字、音声、画像などの多様なデータが容易に世界中から収集可能になった、情報・通信インフラの発展による社会環境の劇的変化と、先に述べたデータを分析する理論や技術の進歩が融合することで、研究や仕事を含む人間の知的活動にパラダイム・シフトが起こりつつある。

データサイエンスは 1 つの科学領域と捉えるより、科学的思考や意思決定の方法の科学であり、メタサイエンスであると捉えられる。AI が人間の知的活動は何かを問うものであったのに対し、データサイエンスは人間の

知的活動を飛躍、変容させるものと言えるかもしれない。

データサイエンティストとデータサイエンス人材

データサイエンティストという言葉が有名になったのは2012年のHarvard Business Reviewの“Data Scientist: The Sexiest Job of the 21st Century”で、おそらくビジネスサイドの方はこの言葉からデータサイエンスを知ることになり、buzzword的なビジネス用語として使用されているケースが多くなったとも言われている。

前節でも述べた社会の変革期を迎え、データサイエンス人材の不足を懸念する声が多岐な方面から上がっている。ビジネス面を強調したデータサイエンティストに限らず、これからはすべての分野においてデータサイエンスが必要であり、ある専門分野に特化して、あるいは分野を選ばず、データを活用し問題解決ができるスペシャリストが必要となろう。しかし、必要なデータサイエンス人材とはそのようなスペシャリストだけなのだろうか。

もちろんそのようなスペシャリストは今後ますます珍重されるであろうが、発想を変え、すべての分野において、自身の専門性をベースにデータを活用して意思決定ができる人材が育てば、スペシャリストへの依存度は下がっていくと考えられる。すべての専門領域でそのような人材を育てていくことが、本当のデータサイエンス人材の育成と考えてもよいのではないだろうか。

早稲田大学の データサイエンス教育の概要

データ科学センターの設置

早稲田大学では、ここまで述べてきたように人類の意思決定や知の創造のプロセスが大きく変わるこの変革期に、最も変わらなければならないのは、知の創造と継承の拠点である大学の研究・教育ではないかという視点から、早稲田大学データ科学センター^{☆1}を2017年12月に全学的な組織として設置した。

^{☆1} <https://www.waseda.jp/inst/cds/>

早稲田大学がデータサイエンス学部や研究科ではなく、全学的なデータ科学センターを設置した狙いは、前章で述べたようにどの専門分野においてもメタサイエンスとしてのデータサイエンスが必要であり、また逆にデータサイエンスは各専門領域の知識と融合してはじめて威力を発揮するという考えからであった。つまり、総合大学の強みである人文社会系や理工系のさまざまな分野の専門知識とデータサイエンスの融合を軸として、研究面と教育面の両面での効果を目指している。

研究面ではデータを基にした知の創造プロセスの進化・深化と、さまざまな専門分野との融合による革新的な研究、たとえば複雑でグローバルな社会問題の解決等を狙っている。教育面ではそれぞれの専門性の上にデータを活用する能力を持った社会で有用な人材の育成を目指している(図-1)。

全学共通データ科学教育プログラム

早稲田大学ではデータ科学センターを中心に、どの学部、研究科の学生も自分の興味や、将来の希望に合わせて、後で詳しく述べる初級(データサイエンス全般を把握している)、中級(自身の専門にデータサイエンスを活用できる)、上級(データサイエンスのスペシャリストに近い)の各レベルを目指して、オーダメイドに教育が受けられる全学共通データ科学教育プログラムを展開している。

先に述べたように早稲田大学では、それぞれの専門性の上にデータを活用する能力を持った人材の育成を目指しているが、身につけさせるデータサイエンス能力のレベルは、各学生の必要性に応じて柔軟に設定されればよいと考えている。このようにそれぞれが目指す社会での活躍の場に必要データ活用能力を持ったデータサイエンス人材を、卒業生として毎年一万人輩出できればと思っている。

この総合的なデータサイエンス人材の育成プログラムは図-2の(I)~(V)の5つのブロックで構成されていて、授業だけでなく多面的に専門性とデータサイエンス力を兼ね備えた学生を育成する全学共通の総合教育プログ

特集
Special Feature

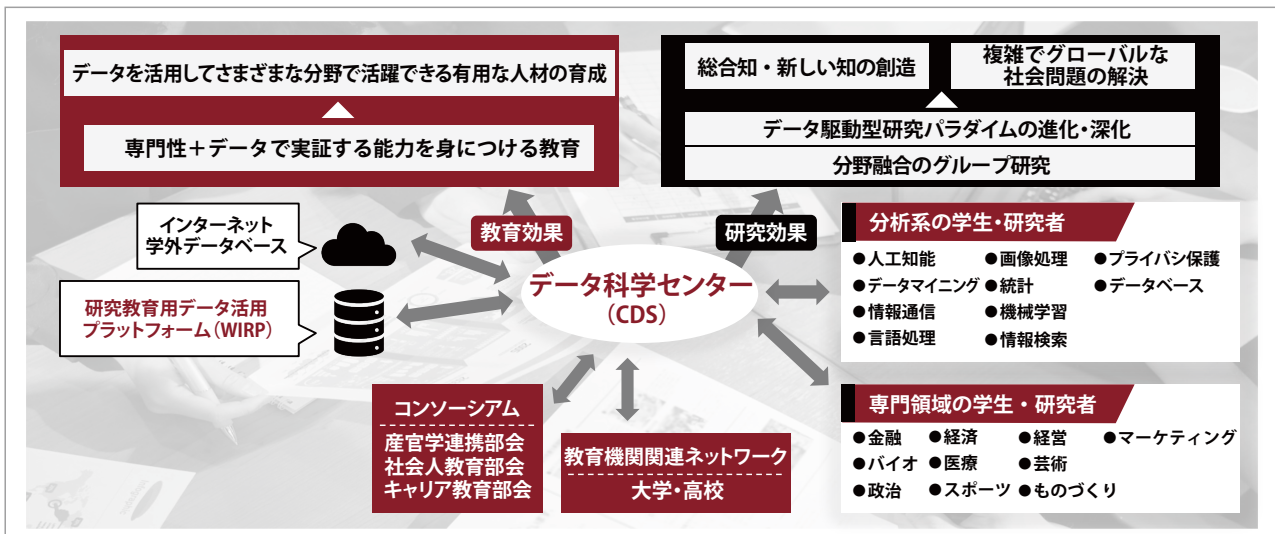
ラムとなっている。この育成プログラムの中心となるのは (I) のブロックで、データ科学センターが、全学への教育を担うグローバルエデュケーションセンター (GEC) を通じて展開している共通科目群である。この共通科目群はどの学部、研究科の学生も履修することが可能で、早稲田独自の特徴的カリキュラムになっている。

以下の章では、まずこの (I) について詳しく述べ、次に (I) の共通カリキュラム以外の (II) ~ (V) の総合的で多面的な育成プログラムについて説明する。また、早稲田大学では人材育成を大学内に限って行おうとは考えておらず、社会人に対してこのデータ科学センター

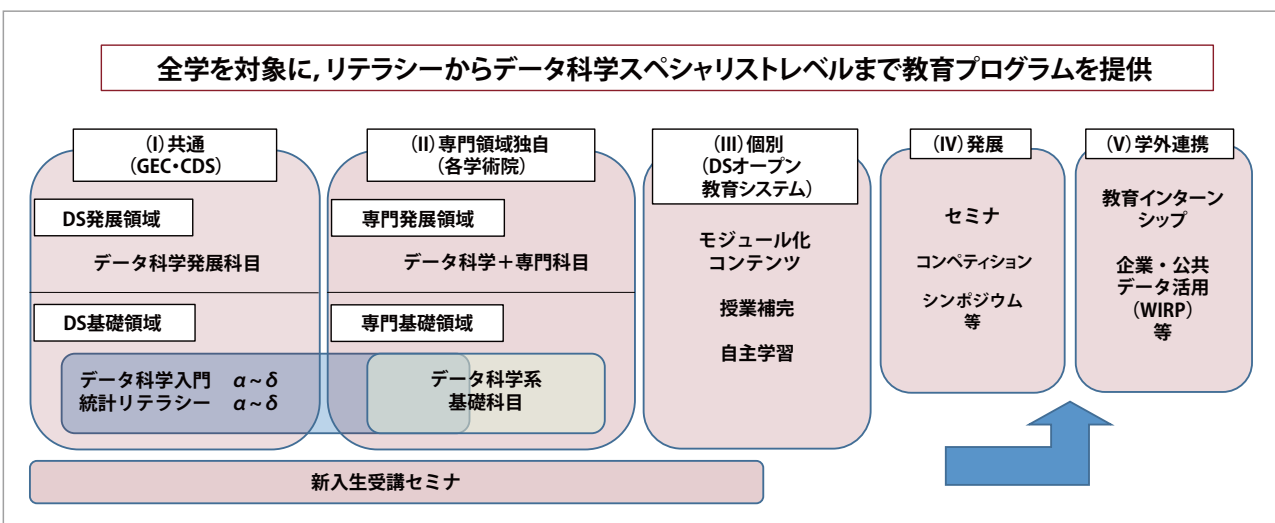
の教育プログラムを提供することも視野に入れており、それについても最後の章で述べてみたい。

データサイエンス教育の基本方針と共通カリキュラム

データ科学センターが GEC を通じて展開している全学の学生が履修可能な (I) のデータサイエンスの共通カリキュラムについてまず説明する。この共通カリキュラムにはデータ科学センターのデータサイエンス人材育成教育の基本方針と工夫が凝縮されている。



■ 図-1 早稲田大学データ科学センターの概要



■ 図-2 早稲田大学 全学共通データ科学教育プログラム

さまざまな専門分野があることが総合大学の強みであると述べたが、さまざまな学術院（学部と大学院をあわせた組織）の専門分野と融合するようにデータサイエンスをいかに教えるかは、実はそう簡単ではない。各学術院独自の専門カリキュラムの中に新たにデータサイエンスの共通カリキュラムを組み込むためには、各学術院のカリキュラムの時間割に干渉しないように、学習時間を圧迫しないようにと工夫が必要となる。もっと大きな問題は、私立大学ではセンター試験を通過しない学生の数理系知識のレベルに差がある上、それぞれの学術院の学生が身につけている専門知識や興味の対象も多様である。

これらの問題をクリアするためには、まず育てたい人材に身につけさせたい内容を整理し、データサイエンスで最も重要な本質的内容を絞り込むことが必要であった。それは結局データサイエンスとは何かという前章の間に戻ることとなり、我々としてのデータサイエンスの定義を明確にすることからはじめた。AI、機械学習、統計学、データ解析、データマイニング等における共通した考え方をまとめ、データサイエンスとは「データから意思決定を行う明確で合理的なプロセスを扱う学問体系」とシンプルに定義した。

明確なという意味は、意思決定の問題や目的やプロセスが曖昧性なく誰に対しても説明できるということで、そのために問題等の記述言語として数学が用いられる。合理的な意思決定の部分は、論理的な演繹法を用いて結論が導出されるということで、ここにも数学やコンピュータによる演繹が用いられる。

これだけ数学的要素があると数理系に不得意意識のある文系の学生には、やはりデータサイエンスを教えるのは難しいのではと思えるが、重要なのはデータを用いて決定したい問題と目的は何かを明確に整理し記述できたかという点である。たとえばこの共通カリキュラムでは、データを入力とし意思決定の結果を出力とする写像により、問題を数理的に記述することの大切さをまず教えている。

このような論理的考え方の記述言語として最低限の数

学の利用は避けられないが、体系的であるが数学を極力抑えた、文系の学生にも優しい構成を心がけた。どの学部の学生にも興味が持てるように、平易な表現や専門に近い例題を用いる等さまざまな部分で工夫をしている。

また、データサイエンスの考え方のプロセスを再整理することで、オーソドックスなデータサイエンスの教育カリキュラムのように、数学や最適化理論の基礎知識を教えてから、統計学、機械学習、AI等と順番に教えていくような構造はとらず、すべてを合わせて教えてしまっただけ新しい発想のカリキュラムとした。この利点はそれぞれの考え方の違いがより鮮明になり本質的な考え方が身につく、また個別に教えるより重なりを少なくし短時間で教えることが可能となる。

具体的には、まず、各学術院の専門カリキュラムを圧迫しないように1年間という時間制約の中で、どの専門分野の学生もデータサイエンスの全体像が学べるよう、初級レベルのデータ科学の入門シリーズとして、「データ科学入門 α , β , γ , δ 」の4つのクォータ科目を開講している。この授業は、動画、スライド、小テスト、レポート、試験で構成されるフルオンデマンド型で、各学術院の時間割と干渉せず、学生は空き時間にPCやモバイル端末でも学習できるようにしている。

このオリジナルなデータ科学入門シリーズとは別に、オーソドックスな統計学を中心とした入門シリーズの「統計リテラシー α , β , γ , δ 」がある。これも4つのクォータのフルオンデマンド授業で、すでに数年前から共通カリキュラムとして開講されていて、この統計シリーズを開発したノウハウがデータ科学入門シリーズでも活かされている。この2つのデータサイエンス系の入門シリーズだけで全学の受講者数は昨年度の場合、年間延べ8,000名以上となっている。

このフルオンデマンド型のコンテンツにはもう1つ工夫がある。各コンテンツは、より細かいモジュールで構成され、それぞれのモジュールはある程度独立性を持たせた内容となっている。このようにモジュール化されていることで、コンテンツ内のモジュールを組み替えることで、学生の専門分野や興味の多様性やレベルに対応

する柔軟なカリキュラムが構成可能となる。また、図-2の(III)の学生の自主学習や授業補完の目的で独立した利用も可能となり、これについては次章で詳しく述べる。

この初級レベルの次は、早稲田大学が育てたいデータサイエンス人材の中心レベルである、データサイエンスを自身の専門の研究や仕事に活用できる中級レベルの共通カリキュラムとなる。これらも初級レベルと同様なフルオンデマンド型の授業で、各学院の専門とデータサイエンスをつなぐ科目となる。たとえば、それぞれの専門分野で必要となる回帰構造、時系列構造、潜在構造等を有するデータを扱う科目となり、順次開講を進めているところである。

そして最後は上級レベルで、自身の専門領域外のデータに対しても問題を数理的に抽象化し、データサイエンスを活用することができるレベルを目指す。もちろんデータサイエンティストやデータサイエンス研究者は理工学術院等で育成されているが、他の学術院の学生でもこの全学の共通カリキュラムだけで、データサイエンスのある程度のスペシャリストにまで到達可能なカリキュラム構成になっている。

また、数学は最低限にとしたが、やはり数学は必要であり、文系でも数学をある程度押さえておきたいと思う学生もおり、フルオンデマンド授業の「データ科学のための数学」も用意している。また、ソフトの利用については、やはりフルオンデマンド授業の「Rによる統計解析」があるが、ソフトの使用法だけの正規科目は設置していない。これは、科目として教えなくともさまざまな使いやすいアプリがあるということと、使用法だけ教えることで、逆になぜその結果が出てくるのかの基本的考え方や理論を知らず、盲目的に使うことの危険を回避したいためでもある。しかし、実際に手を動かすことを重視したハンズオンセミナーやワークショップ等もセンターでは定期的に開催している。

このような対面でないオンデマンドの授業を補完するため、常設の相談窓口も設置し、授業に関する質問に限らず、高度なデータサイエンス全般の質問にも答えられるLA (Learning Assistant) が対応している。さら

に高度な研究活動のサポートとしては、全学の大学院生、ポスドク、研究員、教員向けにデータ科学研究相談窓口も設置されている。

総合的・多面的データサイエンス人材育成プログラムとシステム

前章で解説した共通カリキュラムは、図-2の早稲田大学の総合的なデータサイエンス人材育成を目指した全学共通データ科学教育プログラムの(I)にあたる。この節ではそれ以外の(II)～(V)の4つのブロックで構成される、専門性とデータサイエンス力を兼ね備えた学生を、授業だけでなく総合的に多面的に育成するしくみについて以下に説明していく。

(II)は各学院の学部や研究科に設置されているデータサイエンス関連の基礎科目や、それぞれの専門分野にデータサイエンスを応用した科目である。(I)(II)の連携の科目として、GECに設置されている共通科目をそのまま学部の必修科目として利用している学部もある。

(III)はデータ科学オープン教育システムで、学生個人がスキルアップのためや研究での必要性から、自主的にコンテンツの視聴ができるようになっている。また、教員が担当授業の中で、コンテンツを部分的に反転授業のような授業の補完目的で利用することも可能となっている。

(IV)は各種シンポジウムやデータサイエンスコンペティションである。たとえば今年のコンペティションでは参議院選の当落予測を課題として、全学から約200名、61チームが参加し、5社の協賛もいただき開催した。活気ある大会となって、最優秀チームは、政治経済学術院のチームとなり、専門性の上にデータサイエンスが活用されるという人材育成の狙いが期せずして現れる結果となった。コンペティションの狙いは、競わせることでのモチベーションの高まりもあるが、教育的効果が真の目的で、的中率よりデータからデータサイエンスの適切な考え方のプロセスに従い予測を行ったかが重要な評価基準となっている。

(V)は企業との連携で、データサイエンス人材の育

成を目指す教育プログラムである。後で詳しく述べるが、データ科学センターが運営するデータ科学研究教育コンソーシアムの3つの部会の1つにキャリア教育部会があり、その活動の一環として教育的インターンシップを行っている。データサイエンスの教育において、実務の現場でデータサイエンスがどのように活用されているかを学生が体験することは大変有意義であり、このインターンシップではコンソーシアム会員企業のご協力により、たとえば5日間以上の長期日程でデータを活用する実務の現場で実習を体験させていただいている。

また、データサイエンス教育において実データを分析することは大変重要である。早稲田大学は多くの企業と学術交流協定を結んで、銀行、広告代理店等の貴重なデータを無償で提供していただき研究教育に利用させていただいている。これらのデータを利用するためには、個人情報の保護、秘密保持の問題があるが、センターではWaseda Integrated Research Platform (WIRP) というデータ利活用のプラットフォームにより、秘密保持の契約面と情報システム面でセキュアな利用を推進している。たとえば、情報システム面では、データストレージとデータ解析用サーバはデータ科学センター内にあり、各研究室からの利用者はリモートデスクトップでこのシステムに入り、データ自体をダウンロードせず研究が行えるセキュアなプラットフォームとなっている。

学外への教育プログラムの展開

この章では、データ科学センターの教育プログラムの学外特に社会人への展開について述べる。前章で、企業側から大学への教育協力プログラムとして、教育的インターンシップを述べたが、逆に大学内で展開している教育プログラムの企業への展開も視野に入れている。専門性とデータを活用できる能力を持った人材の育成は大学内だけの課題ではなく、先に述べたように社会全体の危急の課題である。センターでは人材育成を大学内に限って行おうとは考えておらず、社会人に対してもデータ科学センターの教育プログラムを提供すること

で、すでに業務で培われた専門性にデータを活用するスキルを持った人材の育成が可能と考えている。

センターの教育プログラムはさまざまな専門や基礎知識のばらつきを吸収する柔軟なカリキュラムとなっているため、社会人にも有効な教育効果を発揮することが期待される。さらに、フルオンデマンドであるため、社会人にも学習しやすく、モジュール化されたコンテンツはニーズに合わせて組み換えも可能となっている。

すでにコンソーシアムの社会人教育部会で教育プログラムの展開がはじまっており、会員企業においてセンターの教育コンテンツを利用した社内教育が試験的にスタートしている。コンソーシアムについての全体説明が後回しになってしまったが、以上のような企業との連携の仕組みとして、以下の3つの部会で構成される早稲田大学データ科学研究教育コンソーシアムを運営している。

- 1) 産官学連携部会：データ科学にかかわる産官学連携による共同研究プロジェクトの推進。
- 2) 社会人教育部会：データ科学分野における社会人教育プログラムの開発・運用。
- 3) キャリア教育部会：データ科学およびキャリア教育による次世代人材育成。

紙面の都合で紹介できなかったが、企業と同様に他大学との連携も重要と考え推進している。データサイエンス人材育成には、学内の教育プログラムだけでなく、ここで挙げた教育インターンシップや社会人教育など企業をはじめ学外との連携が不可欠であり、このような包括的なデータサイエンス人材育成プログラムが日本の将来にも大きな影響を与えていくと考えている。

(2020年11月4日受付)

■松嶋敏泰 (正会員) toshimat@waseda.jp

早稲田大学理工学術院応用数理学科教授、データ科学センター所長。1993年早大理工学部助教授。2001～02年ハワイ州立大・電気工学科客員研究員。2011～12年カリフォルニア州立大・パークレイ校・統計学科客員教員。電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ会長。情報理論研究専門委員会委員長。情報理論とその応用学会副会長。品質管理学会理事。人工知能学会、電子情報通信学会、品質管理学会論文誌編集委員等。

[AI 人材教育]

5 システム・インテグレーション企業に おける AI 人財・デジタル人財の 育成の取り組み

応
般

末永高志



山口瑤子

(株) NTT データ技術開発本部 AI 技術センタ

AI 人財育成の期待

企業活動を成長させるためには、業務プロセスの変革や、ユーザの新しい体験の提供といったサービスの創造が欠かせない。これらの取り組みにおいては、既存の業務プロセスを単に機械化するだけでなく、情報処理技術との組合せにより、これまでにないものを生み出すことが期待されている。

このような期待は、企業活動で用いられる情報の電子化と、電子化されたメディアで実現される業務範囲の拡充のあらわれと考えられる。そのため、先進的な情報処理技術（以下、デジタル技術）にフォーカスした新しい業務システムの提供が、システム・インテグレーション企業を含む IT 関連企業（以下、IT ベンダ）の新たなマーケットとして注目を浴びている。そのため、新たな名称として、デジタル・トランスフォーメーション（以下、DX）や、デジタル領域ビジネスと呼ばれている。

企業活動の成長の源泉として情報処理技術が着目される理由を整理すると、必要なときに必要な量だけサービスを提供できるクラウド技術や、人の認知・理解といった多少の曖昧性を含む情報処理の領域での、人工知能（以下、AI）技術の発展が一助となっ

ている。これらの先進技術を担う人財^{☆1}は「デジタル人財」と呼ばれているが、残念ながら、該当する人財の不足が認識されている。

具体的には、2019年3月に実施された経済産業省の委託事業の中で、2030年時点で26.9万人程度不足することが試算されている。しかしながら、この試算は既存のITスキルを持った人員を、デジタル領域を担う人員に転換する「リスキル」が適切に行われることを前提にしている。そのため、さらに悲観的なシナリオでは、54.5万人程度の需給ギャップが生じる可能性があることも合わせて報告されている¹⁾。

このような背景のもと、本稿ではデジタル人財に期待されるスキルを整理し、人財育成における課題を説明する。なお、ここで説明する対象はAIスキルにとどまるものではない。そのため、本稿ではAI人財育成の取り組みに加え、リスキルを想定した人財育成や、情報システムのユーザとなる組織（以下、ユーザ組織）に期待されるデジタル人財の育成の取り組みを紹介する。

☆1 筆者の所属する（株）NTTデータでは、「人は財産である」という考え方から、「人材」ではなく「人財」という表現をしている。本稿においてもそれを踏襲する。

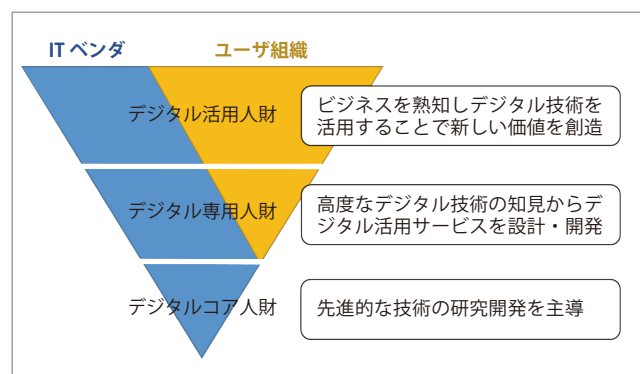
期待される人財像

先進技術を活用した新しいサービスやビジネスを作るためには、当然のように技術と業務の双方の知識を必要とする。そのスキルを一個人ですべて担うことは現実的ではなく、デジタル人財の中でも、技術よりの人財から、業務よりの人財まで濃淡がある。これは、組織体の違いによっても同様であり、IT関連企業と、それを利用するユーザ組織では必要とされる人財像は異なる。

図-1はデジタル人財の人財像を整理したものである。上の、「デジタル活用人財」とは、ビジネスを熟知し、デジタル技術を活用することで、新しい価値を創造する人財像としている。中央の「デジタル専門人財」とは高度なデジタル技術の知見を有し、デジタルを活用するサービスを設計・開発する人財像である。下の「デジタルコア人財」とは先進的な技術の研究開発を主導する人財である。

図が逆三角形となっているのは、組織に必要とされる人員数のイメージである。また、色分けされているのは、ITベンダとユーザ組織によって、必要とされる人財像の違いを表している。

ここで、人材像のイメージにユーザ組織が含まれる理由を説明する。まず、AI技術の発展の要因として、ハードウェアとアルゴリズムに加え、利用可能なデータの存在が挙げられている。これは、ITベンダだけで対処できる問題ではなく、データを資



■図-1 デジタル人財の人財像

産として活用できるようにするための、企業ごとの戦略と、戦略に沿った活動の定着化が必要である。そのため、ユーザ企業にはデジタル領域を担う「デジタル活用人財」がより多く求められると言える。

このように、デジタル人財であっても一括りにできるわけではなく、それぞれの組織の目的に応じた人財育成が必要である。

これまで説明してきた人財像はデジタル人財に必要とされるスキルの説明が中心であった。では、デジタル人財が習得すべきテクノロジーとはいったい何であろうか？

文献1)では、先端ITを担う人財の試算対象として「AIに関する」人財と設定されている。また、IT専門調査会社のIDC Japan(株)では、ビッグデータ/アナリティクス、ソーシャル活用、クラウド、モビリティの各技術が挙げられている²⁾。また、開発の初期に要求のすべてを見通すことはできない特徴があることから、アジャイル開発の方法論も含められることもある³⁾。

このようにデジタル人財に期待されるテクノロジーとは多様であり、デジタルコア人財の大半は、特定のテクノロジーに特化した先進性の追求が期待される。その一方で、デジタル専用人財からデジタル活用人財になるに従って、複数のテクノロジーを適用し、幅広い業務で活用することが期待されるといった人財像の違いがある。

デジタル人財育成の課題

これまでAIを含むデジタル領域を担うべき人財の現状と、この人財に期待する能力や役割を説明してきた。ここでは、トラディショナル領域と呼ばれる従来型の情報システム向けのビジネスと対比して、育成に関してどのような課題認識を持っているかを整理する。

まずは、トラディショナル領域の人財像を説明する。ウォーターフォール開発に代表されるように、

要件定義、設計、開発、運用とシステム開発の各プロセスでフェーズを分け、フェーズごとの専門人財が対応している。たとえば、「営業・コンサル系人財」は、顧客業務の業務特性の知見や、それを顧客から要件を引き出すようなスキルをもとに、要件定義を行うことが求められる。また、「開発・運用系人財」は定義された要件を満たすようシステム開発を行うことが期待されている。

図-2 はトラディショナル人財とデジタル人財を対比し、リスクに必要な観点を記載している。

「営業・コンサル系人財」に最も近い「デジタル活用人財」は、これまでの成功例にとらわれることなく、デジタル技術の勘所を理解し、実現性の高い仕組みの提案を行うことを担う人財である。

リスクの観点としては、デジタル技術とその活用方法の理解が重要になる。これにより、従前の顧客の要件を引き出すことに加え、先進技術の知見を活用した新しい価値提供の仕組みを考え出すことが期待されていると言える。

次の、「開発・運用系人財」に最も近い「デジタル専用人財」は、上記の「新しい価値提供の仕組み」をシステムとして組みあげることが担う人財である。しかしながら、このような仕組みの効果すべてを事前に測ることは難しく、試行錯誤しながら要件を整理し、開発することになる。

リスクの観点としては、デジタル技術の実装スキルの習得に加え、仕様変更を前提としたシステム開発プロセスの理解が重要となる。これは、顧客の要件通りにシステムを組みあげるのでなく、システムの導入効果を見据えて柔軟に作るべきものを見

極めながらシステムを組みあげていくという、行動指針に対する意識の変化が必要になる。

なお、テクノロジーを担う人財である「IT技術専門家」と「デジタルコア人財」は、扱うテクノロジーの変遷の見極めが重要な観点ではあるが、「技術エキスパート」を育成する点においては大きな違いはない。

このように、デジタル領域においては、業務と技術といった垣根を越え、プロジェクトにかかわるメンバー全員が、一定数のデジタル技術に関する知見を備えることで、成功の確率が高まるという特徴があると言える。

デジタル領域における人財教育においては、技術エキスパートの育成のほかに、ITに一定の知見のある人員を、デジタル人財へリスクすることと、ITの知見の少ない営業・コンサル系人財やユーザ企業の人員に対する育成をすることの、大きく分けて3種類の取り組むべき課題があると言える。

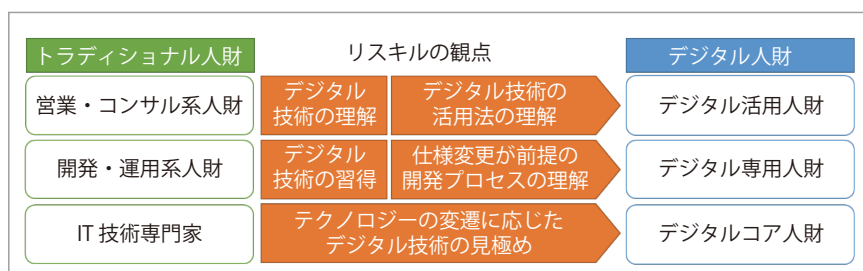
次章以降、筆者らが所属する企業の取り組み事例として、デジタル人財へのリスクの取り組みと、それを踏まえたAI人財育成の取り組みをそれぞれ紹介する。最後に、ユーザ企業向けに提供している研修コンテンツを紹介する。

リスクの取り組み

既存のITスキルを持った人財を、デジタル領域を担う組織へ期限付きで異動させ、実プロジェクトの経験を通して先進領域技術を獲得したのち、元の組織へ戻すといった社内留学の仕組みを制度化して

いる。

一定のITの知見を有する人員であっても、デジタル領域のプロジェクトを担う人財となるには、より実践的なスキルを習得することが必要であると考えているからである。そのため、



■図-2 トラディショナル領域の人財像

座学や集合研修といった Off-JT (off the job training) に加え、業務を通じた育成である OJT (on the job training) の機会を与えるための仕組みになっている。また、期限付きとしているのは、元いた部門に復帰した際、デジタル領域を推進するリーダーとなることを意図している。

このような留学制度を機能させ、継続的な仕組みとして定着させるにはいくつかのポイントがある。1つ目は、対象者への動機づけで、2つ目は導入研修を充実させ、現場で実務経験を積ませることである。

特に2つ目のポイントでは、Off-JTで行われる導入研修にて、クラウド、AI、セキュリティといった技術的な知識に加え、サービス・デザイン手法などのメソッドも含めた知識を習得するプログラムを提供している。デジタル領域においては、仮設検証型のシステム開発サイクルが適合することをふまえ、アジャイル開発といった先進技術の活用を導くためのスキル習得を目指している。

その他のポイントとしては、対象者の育成・評価ラインを明確化し、出し元と受け入れ先が密に連携することである。この仕組みには、人材を出す側の部門、受け入れ側の部門、そしてモニタリングを行う人事・事業戦略部門と、複数の組織で成立している。そのため、留学期間だけでなく、復帰後の業務アサイン等の、中長期的な育成計画の認識を合わせることが、人財育成の加速につながると考えている。

■表-1 AI人財向けの育成コンテンツ

コンテンツ	概要	形式
画像処理編	基本的な画像処理手法の習得と、画像分類を対象にした学習、評価、改善	ハンズオン形式
自然言語処理編	基本的な自然言語処理タスクの理解と、文書分類を対象にした学習、評価、改善	ハンズオン形式
データサイエンス編	回帰分析、リスク判定を対象に、分析設計、データ加工、予測式の推定、改善	ハンズオン形式
AI開発方法論	AIを対象としたシステム開発のプロセスと、進め方の注意点の解説	ドキュメント形式

AI人財育成の取り組み

ここでは、既存のITスキルを持った人財が、AIを活用したデジタル領域を対象とする組織へ異動した場合に提供される研修コンテンツを紹介する。このコンテンツでは、当該人材が、必要最低限のスキルを獲得し、いち早く実プロジェクトに参画できることを目的としたものである。

表-1に示す通り、コンテンツの対象としては、AIの主要な領域とされる、画像処理、自然言語処理、アナリティクスの3つの技術領域と、AIを用いたソフトウェア開発のプロセスを体系化したAI開発方法論としている。

各技術領域では、主要な知識や実装スキルを獲得するためのハンズオン形式のコンテンツとなっている。また、開発方法論では、トラディショナル領域での開発プロセスとの違いを理解するために、AI特有の開発プロセスを整理した資料を提供している。

画像処理編

画像処理の研修コンテンツにて取り組む範囲は、基礎編として、画像データの扱い方を対象とし、実践編として、画像を対象とした深層学習の基礎となるCNN (Convolutional Neural Network) を用いた画像分類の実装に取り組むまでを対象としている。コンテンツの形式としては、解説を交えながら穴埋め方式で実装を進めるハンズオン形式となっており、知識と実装スキルの双方を学ぶ構成になっている。

基礎編では、画像データをプログラミングで扱う際に、抑えておくべきルールや画像編集のテクニックを紹介している。実践編となる画像分類では、図-3に示すAIモデル開発フェーズの③から⑤に該当するフェーズを学べる内容となっている。「③データ加工」のフェーズでは、「基礎分析→特徴量設計」を行い、「④AI構築」のフェーズでは、「学習ロジックの作成→データ学習→学習結果の評価」、 「⑤イテレーション」は、「④AI構築」にて評価した結果の分析を行い、必要に応じて前のフェーズに

戻り、「④ AI 構築」を繰り返すことで精度改善を図るフェーズとなる。

昨今、オンライン学習サービス等で CNN を用いた画像分類の学習コンテンツはさまざまなものが展開されているが、これらのコンテンツの多くは、「③ データ加工」から「④ AI 構築」にとどまるものが多く、「⑤ イテレーション」までを取り上げたものは多くない。しかしながら、実際のプロジェクトでは、一度のデータ学習にて求められる精度を達成することは難しい。そのため、「⑤ イテレーション」のフェーズにて試行錯誤しながら精度改善を測るのが一般的な流れになる。これは、深層学習においても過学習や学習データの偏りによる精度低下につながることは避けられないことを意味している。

本コンテンツでは学習の進捗状況を把握するための学習曲線の確認ノウハウや、学習データの量や質を分析し学習データを作り直し、分類精度の変化度を体感するといった、探索的なアプローチをトレースするような工夫を行っている。

自然言語処理編

自然言語処理の研修コンテンツにて取り組む範囲は、基礎編として、自然言語処理で基本となる形態素解析等の各種タスクの実施方法の習得を、実践編として、ニュース記事の文書分類に取り組むことを、それぞれ対象としている。また、基本編は問題形式で実装を行い、応用編は、解説を交えながら穴埋め方式で実装を進めるハンズオン形式となっている。

基礎編で学習する形態素解析や係り受け解析、記号と文字列の分割、辞書登録などの基本的な自然言語処理の工夫は、テキストデータの前処理として実

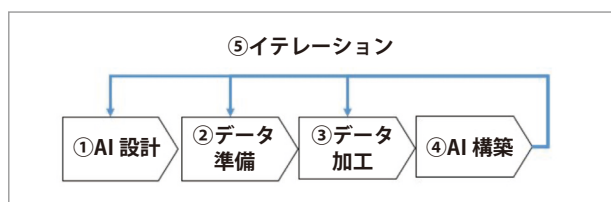
施されるタスクであり、作成した AI モデルの精度に大きく影響する。また、私たちの母国語である日本語の特徴として、「単語の区切りが分からない」、「主語が省略されがち」、「複数の語順が考えられる」など、英語との違いが多々ある。近年、多くの論文が実装込みで公開されているが、多くの場合、英語でリリースされるため、これらを日本語に適用するときには、自然言語処理の工夫が必要になる。

上記を踏まえ、本コンテンツでは、基礎編において基本的な自然言語処理のタスクの実施方法を一通り習得し、習得したスキルを基に、実践編にて画像処理編の応用編と同様のプロセスで文書分類モデルを構築する。実践編では、前処理なしでモデル構築を行った後、ストップワード^{☆2}の除去など、基本的な自然言語処理の工夫を加えて学習データを作り変えてモデル構築を行ったものと比較することで、どの程度、分類精度が改善されるのかが体験できるような工夫を行っている。

アナリティクス編

アナリティクスの研修コンテンツは、欠損や外れ値を含むような実データを題材に用い、データクレンジングを含めたデータ加工を行うことで、実践的なプロセスで回帰問題と分類問題に取り組む内容となっている。また、コンテンツは他と同様に、解説を交えながら穴埋め方式で実装を進めるハンズオン形式となっており、回帰問題や分類問題を対象に図-3に示す AI モデル開発の③から⑤のフェーズを体験する内容となっている。

AI モデル開発において、精度の良いモデルを構築するには、「③ データ加工」において、基礎分析に基づいた特徴量設計^{☆3}を行い、データの特徴を



■ 図-3 AI モデル開発のフェーズ

☆2 一般的で特徴のない等の理由で処理対象外とする単語のこと。たとえば、助詞や助動詞などの機能語（「は」「の」「です」「ます」など）が該当する。

☆3 統計学の分野にて「変数変換」や「変数選択」と呼ばれる操作に対して、具体的なデータをもとに実施方法を検討する作業のことを、近年、「特徴量設計 (feature design)」と表現することが増えているため、今回はそれを踏襲する。

特集
Special Feature

踏まえた学習データをいかに作り出せるかが重要となる。たとえば、商品の売上予測を目的とした回帰問題では、基礎分析の結果より、発売から日数が経過するにつれ、売上の減少が見られた場合、「発売日からの経過日数」という変数を新たに作成するといった、データの特性を表した変数の作成を行うことが多い。

さらに、「④ AI 構築」では、採用する手法（アルゴリズム）を適切に選定することが重要となる。特に手法の選定においては、必ずしも最新の手法が最善のものとは限らず、データの特性に合わせて適切なものを選定できるかが重要になる。

機械学習のための python のライブラリが充実しており、ある程度のプログラミングスキルを持った従来の IT 人材であれば実装は容易である。しかしながら、実際のプロジェクトで求められる精度のモデルを構築するには、適切な手法を選定するための目利きの力を身につける必要がある。

手法選定の重要性を認識するためには、「③ データ加工」の特徴量設計を行うプロセスにて、欠損や外れ値を含むような実データを用いて、代表的な特徴量設計のテクニックを習得し、「④ AI 構築」においては、最初に代表的な手法を適用し、次に、そ

のほか、いくつか提示した手法での適用結果を比較することで、合わない手法を用いるとどういったことが起こるのか、また、適切な手法を用いることでどの程度、精度改善できるのかを体験できるような工夫を行っている。

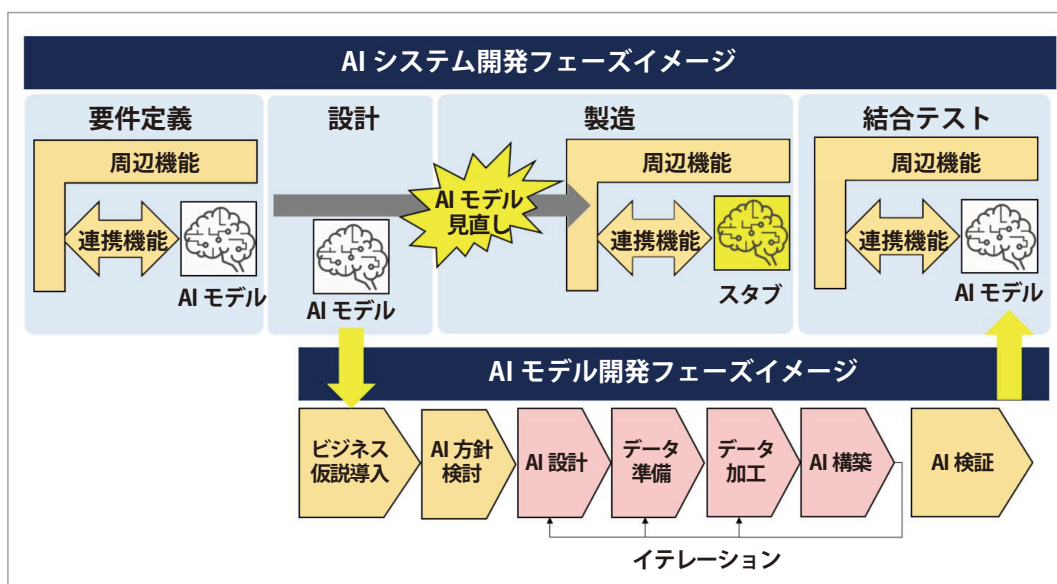
AI 開発方法論編

情報システムに AI を導入するフェーズは、大きく分けて、企画、AI モデル開発、AI システム開発、運用の 4 つに分けられる。

まず、「AI モデル開発フェーズ」では、図-4 に示すように、ビジネス課題から AI の適用効果の仮説を立て、それに基づいて① AI 設計、②データ準備、③データ加工、④ AI 構築のサイクルを複数回実施し、スパイラルアップ的に精度向上を図る。

また、事前に AI の性能を正確に見積もることが困難であるため、システム開発に着手する前に、概念実証（PoC : Proof of Concept）と呼ばれる、事前検証を行うことが一般的である。そのため、最初に AI モデル開発フェーズを経る場合があることを理解する。

次の、「AI システム開発フェーズ」では、図-4 に示すように、AI モデル開発において検証した AI



■ 図-4
AI システム開発・
AI モデル開発イメージ

特集
Special Feature

モデルをシステムに組み込み、継続的に利用可能にすること、およびビジネス課題に関連して設定した KPI (Key Performance Indicator) の評価を実施する。従来のソフトウェア開発のプロセス^{☆4}との違いとして、AI モデル部の差し替えを想定し、他機能との連携部は全体スケジュールの中で開発を進めていく必要がある。

また、AI モデル開発時に使用した学習データと運用時に扱われるデータとの間に生じる差異により精度劣化が発生する可能性がある。そのため、運用にてフェーズでは定期的に AI モデルの差し替えの判断を行う必要がある。

このように、トラディショナル領域との違いや注意点を理解できるようなコンテンツを提供している。

ユーザ企業向け人財育成の取り組み

「AI 民主化」という言葉に代表されるとおり、提供価値の向上や競争優位性の確保といった組織の成長を促すために、日常業務の中で情報活用や AI を実践することが期待されている。しかしながら、データ分析方法を覚えればビジネス変革が行えるという単純なものではないことが分かってきた。

^{☆4} ここで言う従来のソフトウェア開発プロセスとは、要件定義・設計・製造・結合テストの開発フローを指す。

これに対応すべき事項として、「戦略」、「IT 基盤」、「データ整備」、「データ活用を支える人財と組織両方の、定義・構築育成・定着化」を課題として挙げている。これらのいずれかが不足することで、先進的な取り組みが単発的なもので終わり、組織の成長につなげられなくなっていると考えている。

これは、人財育成だけでなく、組織が AI 等の先進技術をどのように受け入れていくのかを、戦略的に取り組まないとならないことを意味している。しかしながら、現場レベルで考えると、既存の確立された業務手順があり、それを変更することへの抵抗感が発生することは当然の反応である。

そのため、先進技術の活用に対する組織の成熟度を見定めて、それに応じた人財育成を行うことが必要になる。現在、この成熟度を「啓発期」、「試行期」、「事業展開期」の段階に分け、図-5 に示すように、それぞれに適した育成プログラムを提供している。以下、提供しているプログラムの概要を成熟度ごとに説明する。

啓発期向けプログラム

成熟度が啓発期の組織向けに、デジタル領域ビジネスの特性の理解と、これらを体感するプログラムを提供している。具体的には、ビジネスモデルといったマネタイズ方法や、事業推進のためのプロジェクト



■ 図-5 ユーザ企業向け人材育成プログラムの全体構成

ト・マネジメントの変化と、活用する技術要素の特徴をそれぞれ理解するための、座学とワークショップ形式の研修を提供している。

ワークショップ形式の研修では、体験型のコンテンツとして、事業課題を導出し、デジタル技術を活用した解決策の検討といった提供をしている。これに加え、技術面としてはクラウド環境の特性を考慮したシステム開発や、AI技術で実現するアプリケーションの作成を体験し、開発プロセスや、運用体制の変化の理解を深めるようなコンテンツを提供している。

試行期・事業展開期向けプログラム

これらの成熟度は技術部門や事業部門にデジタル領域を担う組織があることを想定している。この段階になると、部門ごとにリーダー層とメンバー層で期待される役割がそれぞれ異なることになる。技術部門ではリーダー層がデザインしたシステムを、メンバー層がエンジニアとして開発することになる。事業部門ではリーダー層がビジネスを創出し、メンバー層が提供サービスをデザインすることになる。

そのため、技術部門のリーダー層であれば、技術トレンドを押さえた事業構想に則って、技術戦略を立案したり、デジタル領域特有の開発マネジメントを身につけたりする必要がある。一方、事業部門のリーダー層であれば、事業構想に則って、サービスを実現するプロダクト・オーナーとしての役割と責任を理解し、ユーザ体験を起点としたサービス・デザインを推進するスキルが必要となる。

このように、組織の役割に応じて身につけるべきスキルの違いがあり、研修カリキュラムもそれを意識したコンテンツを用意している。また、成熟度をアセスメントするサービスも合わせて提供している。

これは、デジタル領域に必要なアクターを理解し、自身の組織の充足状況を把握した後に、適切なコンテンツを選択することが望ましいという考えに基づいている。

組織の成長につながる 人財育成に向けて

システム・インテグレーション企業における、AIを含めたデジタル領域の人財育成や、ユーザ企業向けのコンテンツ提供の各種取り組み事例を紹介した。

人財育成の目的である組織の成長に目を向けると、ありたい姿に対して、保有するスキルとそのギャップの理解が重要である。本稿が、先進技術を業務に取り込むにあたっての、組織のあるべき姿とそのギャップ、そして、ギャップ解消のための取り組み検討の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) IDC Japan: <https://www.idc.com/jp/research/explain-word> (2020年3月)。
- 2) 経済産業省/みずほ総研：平成30年度我が国におけるデータ駆動型社会に係る基盤整備（IT人材等育成支援のための調査分析事業）－IT人材需給に関する調査－，経済産業省（2019年3月）。
- 3) 山下博之，藤瀬哲朗：「DXを推進する俊敏なシステム開発・運用－アジャイルにつながるビジネスとICT－」特集号について，情報処理学会，デジタルプラクティス，Vol.11，No.2（2020年4月）。

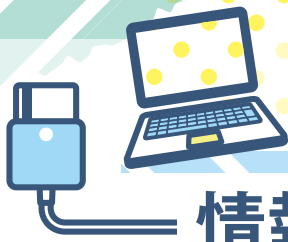
(2020年9月28日受付)

■末永高志（正会員） Takashi.Suenaga@nttdata.com

1999年（株）NTTデータ入社。以来、数値、画像、自然言語の、多様なメディアを対象とした機械学習技術の応用研究に従事。博士（工学）。

■山口瑶子 Yoko.Yamaguchi@nttdata.com

2010年（株）NTTデータ入社。以来、経営に資するビジネスインテリジェンスの創出の取り組み、および、大手不動産系、社内システムの開発、人工知能技術の研究開発に従事。



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、高校で情報科を教えている先生や、大学初年次で情報科目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)



科目「情報セキュリティ」の授業実践

村山佳之 | 三重県立亀山高等学校

実践のきっかけ

三重県立亀山高等学校には「情報」の専門学科であるシステムメディア科が設置されている。平成30年度から2年間、国立教育政策研究所の教育課程研究指定校事業の指定を受け、高等学校学習指導要領（平成30年告示）で専門教科情報科に設置される科目「情報セキュリティ」を3年生の学校設定科目（2単位）として設置し、研究を進めた。

今回は研究の中で取り組んだ授業実践について報告させていただく。

新科目「情報セキュリティ」

高等学校学習指導要領（平成30年告示）で設置される「情報セキュリティ」について、以下に学習指導要領本文を抜粋した。なお、本実践は、この指導要領の「内容」で示された各単元に沿って行った。

目標

情報に関する科学的な見方・考え方を働かせ、実践的・体験的な学習活動を行うことなどを通して、

健全な情報社会の構築と発展を支える情報セキュリティの確保に必要な資質・能力を次のとおり育成することを旨とする。

- (1) 情報セキュリティについて体系的・系統的に理解するとともに、関連する技術を身に付けるようにする。
- (2) 情報セキュリティに関する課題を発見し、情報産業に携わる者として合理的かつ創造的に解決する力を養う。
- (3) 情報セキュリティが保たれた情報社会の構築を目指して自ら学び、情報システムの運用と管理に主体的かつ協働的に取り組む態度を養う。

内容

- (1) 情報社会と情報セキュリティ
ア 情報セキュリティの現状
イ 情報セキュリティの必要性
- (2) 情報セキュリティと法規
ア 情報セキュリティ関連法規
イ 情報セキュリティ関連ガイドライン
- (3) 情報セキュリティ対策
ア 人的セキュリティ対策

- イ 技術的セキュリティ対策
- ウ 物理的セキュリティ対策
- (4) 情報セキュリティマネジメント
 - ア 情報セキュリティポリシー
 - イ リスク管理
 - ウ 事業継続

各単元の授業実践

授業実践を行った講座の生徒は経済産業省のITパスポート試験や基本情報技術者試験の取得も視野に入れて情報システムについて専門的に学ぶ系列の選択者であったため、セキュリティに関する基礎的な知識については2年次までに学習している。

そのため、各単元の最初に行う講義は内容の確認と深化を促す程度にとどめ、実習やレポート作成、グループ討議など主体的に取り組める内容を多く取り入れるようにした。なお、各単元はおおむね50分授業を2時間連続で実施した。

また、専門的な内容に特化しすぎず、共通教科情報や他教科の情報関係科目でも実践できるような内容となるよう工夫して教材開発、授業実践を行うようにした。

実習内容によっては悪用可能な技術も扱うことになるが、実習に際して決して悪用しないこと、悪用しても必ず追跡可能であり、犯罪として立証されることになった場合の罪の重さについて再三再四指導を重ねた。

【課題】以下の不正行為について「不正のトライアングル」を想像してみよう。

	機会	動機	正当性
高校生がお酒を飲む			
他人の物を盗む			
他人の情報を盗む			

■図-1 「不正のトライアングル」授業プリント

(1) 情報社会と情報セキュリティ

情報セキュリティの現状

情報セキュリティの3要素(機密性, 完全性, 可用性)について、それぞれが損なわれたセキュリティ事故の事例をネットで調査し、レポート形式にまとめた。

情報セキュリティの必要性

不正は「動機」「機会」「正当化」の3つの要因がそろったときに発生する、とした「不正のトライアングル」理論に基づき、生活に身近な犯罪事例からセキュリティ事件まで3つの要因に分けて考え(図-1)、グループで互いに発表した。

NHKの「プロフェッショナル 仕事の流儀『不屈の“トップガン”, サイバー攻撃に挑む 名和利男』」を視聴し、セキュリティの必要性について考えた。日頃見聞きする場面のないセキュリティ技術者に関する番組視聴は、生徒たちにとってセキュリティについて実感を持って考える良い機会になった。

(2) 情報セキュリティと法規

情報セキュリティ関連法規

自分自身が個人情報保護法に違反してしまいそうな場面を想定し、実際に起こったらどのような悪影響が起きるか考え(図-2)、グループで互いに発表した。

また、三重県警察本部生活安全部サイバー犯罪対策課による「みなさんに知ってほしい『サイバー犯罪』のこと」と題した講演(図-3)と、「SNSのアカウントを乗っ取られた高校生の被害者から相談を受け付ける」という想定で、警察官の方が被害者役、高校生が警察官役になって演習(図-4)を行った。

考えてみよう

- ネットを使っていて個人情報保護法に違反してしまいそうな場面を想定しよう。

1. で想定したことが起こったらどのような悪影響が起きるか考えよう。

■図-2 「個人情報保護法」授業プリント

実際にサイバー犯罪と対峙している警察官の方による講義と実習は、生徒にとってセキュリティの重要性を再認識できる良い機会となった。

情報セキュリティ関連ガイドライン

高校生がソーシャルメディアの使いすぎで困る場面を3つ設定し、対応するガイドラインを作成した。
(図-5)

(3) 情報セキュリティ対策

人的セキュリティ対策

ア パスワードクラック

Microsoft Excelの97-2003ブック形式のファイルに文字種や桁数が違うパスワードを複数設定し、総あたり攻撃ができるマクロを使ってパスワードが解析されるまでの時間を計測、その後必要なパスワード強度について考えた。

パスワード強度について知識では理解しているものの、実際に総あたり攻撃に必要となる時間の違いを目のあたりにして生徒は実感を持つことができていた。

イ 標的型攻撃メール

実際に教員に送られてきた標的型攻撃メールの



■図-3 サイバー犯罪対策課による講演



■図-4 被害の聞き取り実習

ヘッダ情報を解析し、メール送信に用いられたサーバのIPアドレスと、そのIPアドレスがどの国に所属しているかについて、IPアドレスに対応するドメイン名の登録情報に関する情報提供を行うWHOISサーバを用いて調べた。

ウ セキュリティ啓発ビデオの評価

(独) 情報処理推進機構(以下「IPA」)が提供しているセキュリティ啓発のためのビデオを複数視聴し、自分がセキュリティ啓発を実施する立場で動画内容を評価した。

エ 「ひろげよう情報モラル・セキュリティコンクール」への応募

IPAが行っている「ひろげよう情報モラル・セキュリティコンクール」の標語部門に応募することを、夏季休業中の課題とした。

技術的セキュリティ対策

ア 利用者認証(生体認証)

静脈認証装置を使用して静脈パターンを登録し、自分の静脈は認証が成功し、他人の静脈は認証されないことを実習(図-6)した。

イ 暗号技術

共通鍵暗号と公開鍵暗号について、それぞれ簡易的な内容で自ら計算して暗号化、復号を行った。

ウ マルウェア・不正プログラム

EICAR^{☆1}が提供しているワクチンソフトの動作テスト用のファイルをダウンロードし、パソコンにインストールされているマルウェア対策ソフト(図-7)

☆1 <http://www.eicar.org/>

考えてみよう

自分たち高校生が、ソーシャルメディア(テキストp442)を利用するときに、以下の問題に対応するためのガイドラインを作るとしたらどんな内容が良いだろう? 亀高生が自分たちで守るガイドラインとしてわかりやすいものを作ってみよう

- ① ソーシャルメディアの使いすぎで寝不足になり、体調を崩す人が出てきた。
- ② ソーシャルメディアに悪口などを書き込まれて嫌な思いをする人が出てきた。
- ③ ソーシャルメディアに個人情報が書き込まれて拡散されてしまう人が出てきた。

■図-5 「ガイドライン」授業プリント

がどのような動作をするか確認する実習を行った。

また、ファイル名の偽装手法について Unicode 制御文字として文字の流れを右から左に変更する RLO を挿入することにより、実際にファイル名の拡張子の見た目を変更する実習を行った。

エ デジタル証明書

実際に https で通信が行われている Web サイトからデジタル証明書をダウンロードし、表示される内容について確認する実習 (図-8) を行った。

オ 脆弱性体験学習ツールでの実習

IPA が「脆弱性の概要や対策方法等の脆弱性に関する基礎的な知識を実習形式で体系的に学べるツール」として提供している「AppGoat」^{☆2} (図-9) を使用した実習を行った。

LAN 内に用意したサーバに対する、ユーザから

☆2 <https://www.ipa.go.jp/security/vuln/appgoat/index.html>

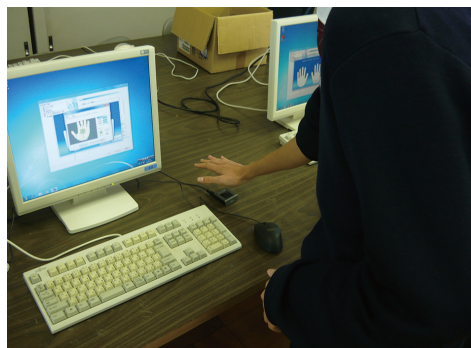


図-6 静脈認証装置での認証実習

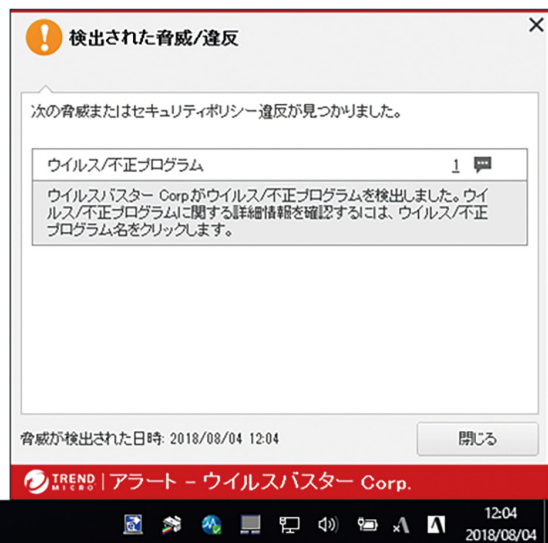


図-7 マルウェア対策ソフトの警告

の入力内容を表示する Web サイトに不正なスクリプトを動作させるクロスサイトスクリプティング、不正なパス指定で本来許可されないファイルへのアクセスを行うディレクトリトラバーサル、ユーザからの入力を行わせる Web サイトでコマンドを不正に実行させる OS コマンドインジェクション、Web サイト内部で動作しているデータベースに不正な動作をさせる SQL インジェクションの 4 種類の攻撃を擬似的に体験し、脆弱性への対応方法について確かめる実習 (図-10) を行った。

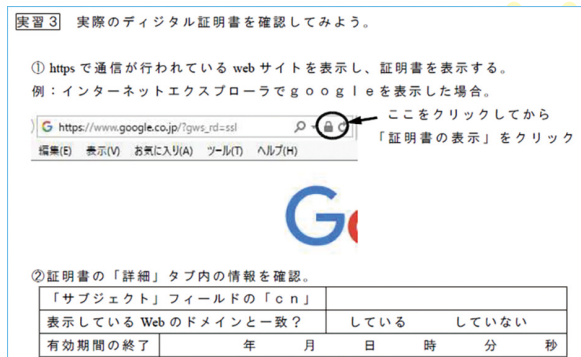


図-8 「デジタル証明書」授業プリント

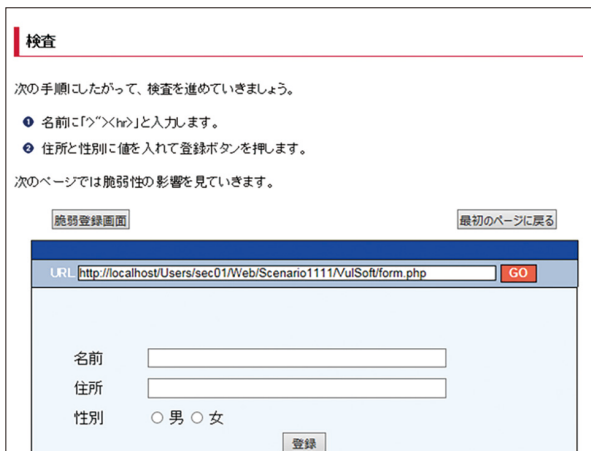


図-9 「AppGoat」実行画面



図-10 「AppGoat」実行結果画面

ほかの実習に比べてより実際のクラッキングに近い実習であることから、授業前に、実習内容は学校の LAN 内で、教師が指定したサーバに対してのみ行うことができ、悪意がなくてもインターネット上のサーバに試すことがないように繰り返し指導を行った。

このツールには授業実施用の補助資料がプレゼンテーション形式で用意されており、授業の際にこれを活用して理解度を深めた。

物理的セキュリティ対策

ア トラッシング・窃視実習

ソーシャルエンジニアリングの代表的手法としてトラッシングと窃視（ショルダーハッキング）を実際に行う実習を行った。

疑似パスワードが書かれたプリントを手で破いたりシュレッダーにかけたりし、そのシュレッダーダストから元の疑似パスワードを再現する実習（図-11）を行った。また、疑似パスワードを入



■ 図-11 トラッシング実習



■ 図-12 窃視実習

力する人の背後からキーボード操作だけを見て窃視することができるかを、文字種や桁数を変えたパスワードで行う実習（図-12）を行った。

パスワードの書かれた紙の管理や、街中の ATM を利用する際の注意点などを授業後に示すことで、生徒はより物理的セキュリティに対する実感を持つようになっていた。

イ 情報媒体からの漏洩対策

USB フラッシュメモリにファイルを保存したあと、いったんファイルを削除してから、復元ソフトによる復元を行い、その後、情報媒体消去ソフトによる消去を行うことにより復元ができなくなることを確認する実習を行った。

復元ソフトや情報媒体消去ソフトはフリーウェアやパッケージソフトの無償版として提供されているものを用いた。

(4) 情報セキュリティマネジメント

リスク管理について、トレンドマイクロ社から提供されている「インシデント対応ボードゲーム」^{☆3}をアレンジし、グループで CSIRT（セキュリティインシデントに対して専門的な知見を活かして対応する組織）を想定した役割分担を決め、カードに書かれたイベントが発生したと想定して現状分析や初動対応の選択についてグループで考え発表（図-13）した。

情報セキュリティを 学習するにあたっての課題

当初の想定より生徒はセキュリティに関する関心・意欲が高く、少し高度な実習内容でも意欲的に取り組む様子が見られた。

セキュリティに関する実習はほかの PC 実習に比べ事前の動作確認に多くの時間が必要になるなど大変ではあったが、意欲的な生徒の姿勢を見ると有意

^{☆3} https://www.trendmicro.com/ja_jp/security-intelligence/research-reports/learning.html



■ 図-13 リスク管理実習

義な授業実践であったと感じている。

ただ、学んだ情報セキュリティ技術を悪用したりすることがないように、モラル面の指導は今後も常に充実させていく必要性を感じている。

参考文献

高等学校学習指導要領（平成 30 年告示）文部科学省

参考サイト

「情報セキュリティ」(独) 情報処理推進機構
<https://www.ipa.go.jp/security/index.html>

(2020 年 9 月 27 日受付)



村山佳之（正会員）
 murayama.yo@mxs.mie-c.ed.jp

三重県立亀山高等学校（主幹教諭）。1994 年商業科教諭として三重県に採用。2011 年より現在校で勤務。

連載「集まれ！ジュニア会員！！」では、みなさまからの積極的な応募をお待ちしています。

「集まれ！ジュニア会員！！」の投稿方法

対象作品：オリジナルのプログラムであれば、プログラミング言語・内容はどのようなものでもかまいません。

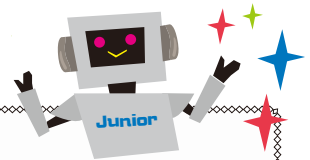
投稿方法：（18 歳未満の方は保護者の同意をもらってから）下記の情報を電子メールで本会会誌編集部（editj@ipsj.or.jp）宛に送付してください。

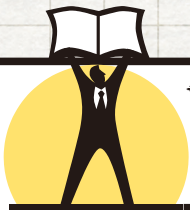
- ・氏名、ニックネーム（掲載時の名前）、連絡先メールアドレス、（本会会員の場合には）会員番号
- ・作品に利用しているプログラミング言語
- ・作品のタイトル、作品の説明とこだわったポイント（簡単で OK）
- ・プログラム一式（メールの添付ファイルとして送付してください。Scratch のようにネット上でプログラムを確認できる場合には、URL だけでもかまいません）

その他：掲載が決まった際には、本会ジュニア会員になっていただく必要があります。また、本会による作品の無償公開をご承諾いただいた上で、承諾書等^{☆1}^{☆2}を提出していただく場合があります。掲載された方には、掲載誌、および、IPSJ グッズを差し上げます。

☆1 論文付録データの取り扱いに関する規程 (<https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/supple.html>)

☆2 論文誌付録データの学会利用に関する承諾書・チェックリスト (https://www.ipsj.or.jp/copyright/ronbun/furoku-shodakusho_checklisti.html)





連載

ビブリオ・トーク
—私のオズメー—

… 牛田啓太 (工学院大学)

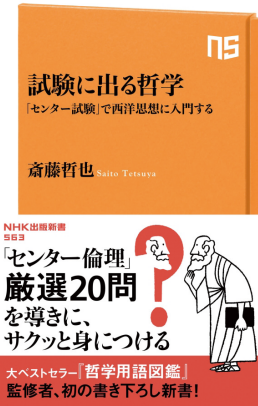
NHK 出版新書 563

試験に出る哲学

「センター試験」で西洋思想に入門する

斎藤哲也 著

NHK 出版 (2018), 860 円+税 264p., ISBN : 978-4-14-088563-5



大学入試センター試験の「倫理」。「倫理」と聞いて何を思い浮かべるでしょうか。高校で履修している・した方もいるでしょう。技術者倫理教育を受けている・受けた方もいるでしょう。研究者倫理を思い浮かべた方もいるかもしれません。

2020年の大学入試センター試験「倫理」の受験者は約2.1万人。全受験者約55.8万人の3.8%です。「地歴・公民」で受験者の多い日本史Bの約8分の1, 地理Bの約7分の1です。受験者は少ないのです。かくいう筆者も、大学入試センター試験で倫理は選択しませんでした。

この科目「倫理」には、西洋哲学・西洋思想が含まれます。本書は、古代ギリシャから20世紀前半の西洋思想を、センター試験の問題を引きつつ概観していきます。

まずは「神話から理性へ」の世界観の転換。「世界は何から成り立っているのか」の探究。そして「無知の知」で有名なソクラテス (Socrates) が登場します。紀元前400年くらいのことです。わたしたちはここで、人間社会がそこからあまり進歩していないこと、こんな昔の先哲の知見すらわたしたちに内面化されていないこと (学んでいないこと) に嘆息を漏らすかもしれません。

このあと、プラトン (Plato), アリストテレス (Aristotelēs) が登場し、批判や改良を重ねながら、世界の姿を捉えていこうとします。これに伴う彼らの考察が、わたしたちがよく生きる、よい社会を作るための示唆を含んでいることに気づくでしょう。

膨大な思索が、批判などを通じて磨かれて、時代とともに移り変わって、18世紀に「神が主役から退場」します。デカルト (René Descartes), カント

(Immanuel Kant), ヘーゲル (Georg Wilhelm Friedrich Hegel) らが、近代の哲学を牽引していきます。

そして19世紀も半ばになると、その思想の言わんとしていることは、わたしたちの (同時代的な) 感覚に近くなってきます。むしろ、実生活に即して捉えられるかもしれません。

わたしは、本書を通して、倫理・哲学は、世界の捉え方、ものの考え方について考えることだと諒解しています。それを知っていれば考え方とその多様性を理解し、人として「善くあること・成熟すること」への意識も高まるでしょう。さらに、内面化できれば、それを手駒として世界を捉え、考えることもできます。

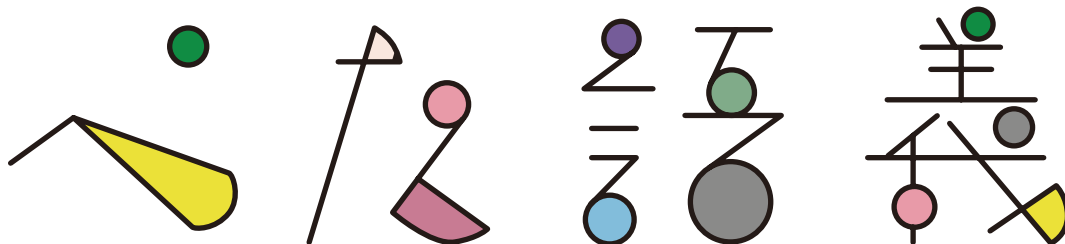
先にも述べたように、センター試験倫理の受験者は少なく、本書を読めば先哲の知見や警句は思いのほか^{かいしや}膾炙していないことを知れます。時代の風雪を耐えて残った先哲の知見は、現代においてもそれを土台にして一段高い思考をせしめるものです。思考のフレームワークであり、ショートカットをもたらすものなのだと思います。そういう点で、あるいは触れることの少なかった倫理・哲学に、教養力の底上げとして触れるのは、有力な選択肢かと思えます。

わたしとしては、本書 (さらには類書) を通して、世界を捉え、考え、そして言葉として共有されたそれをその身に取り込むことは、少なからずわたしたちの世界の見え方を鮮明にし、より理知的な接し方をもたらしてくれることを、信じるところです。

(2020年10月28日受付)

牛田啓太 (正会員) ushida@cc.kogakuin.ac.jp

2005年、東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻博士課程修了。現在、工学院大学情報学部情報通信工学科准教授。博士 (情報理工学)。



Vol. 112

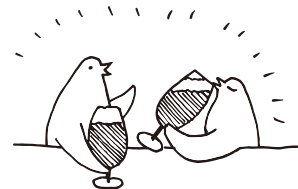
CONTENTS

- 【コラム】 WCCE は 2021 年から 2022 年に…齋藤 俊則
 【解説】 バーチャル情報入試シンポジウム 2020 春は、熱かった!…辰己 丈夫
 【解説】 情報の専門家と ICT 苦手教員の間^{ギャップ}に潜む間隙…三田地 真実



COLUMN

WCCE は 2021 年から 2022 年に



読者のみなさま、あけましておめでとうございます。

年明け早々のご連絡となりますが、タイトルの通りに、国際会議 WCCE (World Conference on Computers in Education) は、新型コロナウイルスの影響により当初予定された 2021 年から 2022 年に開催が延期となりました。開催日は 8 月 20 日のプレイベント (広島大学東千田キャンパス) および 8 月 21 日より 24 日の本会議 (広島国際会議場) を予定しています。「コンピュータ」と「教育」とがかかわる研究領域に少しでも関心のある方はぜひ投稿および参加をご検討ください。よろしく申し上げます。

さて、新年によせて、国際会議のこれからについて若干の考えを記したいと思います。ご存知の通り、昨年のコロナ禍以降、学術発表の場としての国際会議ではオンライン参加のウエイトが格段に増えています。とかく移動滞在に要する負担が大きく、開催地によっては利便性や安全性の面での心配などが先に立ち、研究費獲得が難しくかつ国際情勢の不安定さが目立つ昨今では、国際会議参加のハードルは年々高くなっているようです。ゆえにオンライン化の流れはある程度必然性があると思われま。

このような背景から、これからの国際会議は純粋に学術発表の場としての機能を追求する方向と、むしろ「人と人をつなぐ場」としての役割を重視する方向との間で大きく二分されるのではないかと予感しております。前者は積極的にオンライン化を追求し、後者は発表に付随するディスカッションや現地でのエクスカージョンなどを充実させる方向で発展するのではないのでしょうか。

WCCE 2022 は多くの発表を歓迎すべくオンライン参加を準備しつつも広島現地開催を堅持します。現地開催を重視する背景には主催団体である IFIP^{☆1} TC3^{☆2} メンバの、何よりも「人と人をつなぐ場」としての WCCE に対する一方ならぬ思いがあります。1970 年の第 1 回アムステルダム大会以来、WCCE はコンピュータと教育の未来を創る志を持った人たちが世界中から集う対話と創造の場であり続けてきました。

ダブリン市内で開催された前回の WCCE 2017 では市内の老舗パブ巡りが行われました。夕暮れ時の爽やかな風と各国の参加者たちと共に飲んだギネスの爽やかな苦味は、私にとって、遠くへ足を運んだことの何よりのご褒美でした。2022 年の広島でも、世界中から集まるたくさんの参加者たちに、この場に足を運んでよかったとただけるよう最善を尽くしたいと思います。

☆1 International Federation for Information Processing (情報処理国際連合)

☆2 Technical Committee 3 (技術委員会 3: 教育に関する技術委員会)



齋藤俊則 (星槎大学) (正会員) t-saito@gred.seisa.ac.jp

星槎大学大学院教育学研究科准教授。本会誌編集委員会専門委員会 (教育分野/ EWG) 幹事。本会 IFIP 委員会 TC3 (教育) 代表。WCCE 2022 開催準備委員会委員長として同会議の広島開催の準備に取り組む。

LOGOTYPE DESIGN...Megumi Nakata, ILLUSTRATION&PAGE LAYOUT DESIGN...Miyu Kuno

バーチャル情報入試シンポジウム 2020 春は、 熱かった！

辰己丈夫

放送大学

2020年3月に金沢工業大学で実施されるはずであった本会の全国大会では、情報入試に関するシンポジウムも予定されていた。しかし、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、実会場での開催は中止され、5月に、YouTube Live を利用したバーチャルシンポジウムとして開催された。本稿は、シンポジウムで熱く語られた内容について、記録を兼ねて報告するものである。

なお、情報入試に関する歴史的な経緯については、本誌2021年1月号(オンライン)の「あなたにとって「情報」は入試科目ですか？ の歴史」を参照されたい。

セッション1

情報活用能力を問う大学の取り組み

ここでは、すでに大学で情報入試を取り組んでいる2つの大学の教員が講演を行った。司会は、角田博保(元電気通信大学)であった。

□ 安田 豊(京都産業大学)

京都産業大学では、コンピュータ理工学部においてすでに5年間AO入試によって「情報」を採用している。その目的は、「一般入試では発見することができない尖った学生」を探し出すことである。一般にAO入試に対しては、世の中の評価は低い。しかし、ペーパー試験以外の要素を評価することは、むしろ、優れた人を見つけ出すことができる、ともいえる。

この入試は、作品応募型と情報科目試験型の二種類で構成されている。情報科目試験型での一次選考は書類と筆記、二次選考は面接で、この一次選考の筆記試験の内容が、「情報」である。

ところで、学生の情報活用能力を観るためには、情報入試において良い問題を作ることが非常に重要である。「情報の科学」の範囲は大変広く、単なる知識問題やプログラミングの問題だけでその範囲をカバーできるものではない。入学試験においては、受験者の知識と受験者の思考力の両方を評価することが求められる。そこで、問題の前半をマルバツ問題にして知識力を磨き、後半ではプログラミングを中心とした考える問題を採用した。プログラミングの問題では、よく使われる手法や常識的なアルゴリズムを問うのではなく、その問題に固有の状況をモデルとして設定し、その状況に対して適切なアルゴリズムを提示できるかを問うた。

どのような問題を出すと、どのように受験生が解答したのか注意している。つまり正解・不正解だけでなく、どのように解答したのかを重視している。その結果、受験生が持っている前提知識と、出題者が想定している前提知識に、違いがあることなども発見されている。

また、二次選考の面接では筆記試験では判定できない部分を評価している。筆記試験で有望そうな受験者は、面接でその理解度を確認することができる。そのために、筆記試験では部分点を出すような問題を作ることになっている。

□ 長瀧寛之(大阪電気通信大学)

大阪電気通信大学のプログラミング AO 入試には、「実技」と「面接」がある。

- 「実技」は情報の基礎的な知識問題と、プログラミングの理解能力の問題で構成されており、いずれも CBT を利用して実施する。
- 「面接」では、学科に対する熱意と、勉強してきた内容、それからプログラミングに関する能力や知識について問うことにしている。

試験のプラットフォームとしては、一からシステムを開発するのではなく既存のシステムを利用することとした。基礎知識問題は、Moodle のモジュールを用いて実施することとした。プログラミング問題は大阪電気通信大学らが共同開発して公開している Bit Arrow という環境を利用して試験を行った。Bit Arrow の自動採点機能(開発版のみ)を利用した。

プログラミング問題は、言語そのものよりも論理構成やアルゴリズムの設計能力を求めた。たとえば「1 から n までの整数の中で、3 で割り切れるが 5 で割り切れない数は何個あるか、を求めるプログラムを作ってみたが、うまく動かない。どのようにすればよいか」という問題を出した。この場合、プログラムとアルゴリズムを見て、プログラムを正しく修正する能力が求められることになっている。他に、プログラムを最初からすべて構築するという問題も出題した。

また、このような出題方法について情報提供を行うために、オープンキャンパスの前に、模擬試験の問題を公開し、オープンキャンパスでは実際にこの環境の体験イベントを実施した。さらに、実際の試験のときは、試験の前に「操作の練習時間」を 30 分設け、その後本試験を 60 分行った。

実施初年度であった 2020 年度入試(2019 年実施)はまだ受験生の人数は多くなかったが、周知が進む次年度以降の受講者数増加を期待したい。

第 2 部

高校の情報教育に期待するもの

ここでは、高校の情報教育が、どのようなものであってほしいかについての講演を行った。司会は、私、辰己丈夫(放送大学)が担当した。

□ 萩谷昌己(東京大学)

日本学術会議の情報学の参照基準を、中心的にまとめた。大学の情報教育の主な内容がどのようにあるべきかについても、熱心に考察をしている。その立場から、今後、我が国の高校の情報教育に何を期待しようとしているかについて解説をする。

高校の情報教育では大きく 2 つの目標がある。

(1) 底上げについては、通常の授業や総合的な学習の時間などで実施できる。今後、大学入学共通テストで、もし、情報が出題された場合も、底上げに寄与するであろう。

- 大学の情報系の教員は、実は底上げにはあまり関心がない。
 - 大学の一般情報教育にかかわる教員は、高校の教育と同じ内容を大学で繰り返すことは否定的。高校が指導要領に沿って授業を実施し、生徒たちがそれを学んでいれば、大学は高校の学習を前提とした授業ができる。
 - 情報学の応用分野の教員は、高校で基本的な情報リテラシーを身につけてくることを望んでいる。オフィスソフトの使い方のみならず、Web や遠隔システム、情報倫理、情報セキュリティ、簡単なプログラミングもできるようになってほしい。
- (2) 尖った生徒に対しての教育。スーパーサイエンスハイスクール、情報系の部活動、科学の甲子園、情報オリンピック、情報科学の達人、中高生情報学研究コンテストなどで評価されることになる。
- 情報系の大学教員は、プログラミングやシステム開発ができる学生が大学に入ってきてほしい。AO 入試などで獲得することは可能。また、情報



分野の地頭の良い学生も欲しいというのが本音である。

- 一般情報教育にかかわる大学教員は、尖った学生についてはあまり関心がない。
- 情報学の応用分野の教員にとっては、研究室のコンピュータの管理や、応用分野のプログラミングシステム開発ができる学生がいると非常に好ましい。また応用分野のデータ解析についても望まれている。

情報Ⅰは、応用分野の教員による底上げの期待についてはある程度答える科目になっている。そのためには、分野の偏りなく学習指導要領にある内容をすべて高等学校で取り扱うことが望まれる。情報Ⅱは、情報系の尖った生徒への教員の期待に応える科目になっている。

このように、新しい情報科を実施するにあたって、その内容が実質的に取り上げられるようになるには、情報入試を実施することが非常に有効であると考えられる。大学入試を「一発勝負の試合」と考えるならば、入試で情報を課さずに数学で今まで通り課せばいいのだが、大学入試は試合ではない。複数回受験可能な CBT による入試を行い、単なる試合ではない、より実質的な情報入試を行うことができるであろう。

しかし、ここまで述べたことは、あくまでも理想論である。

実際には、高等学校の現場で、「非常に詰め込まれた学習指導要領の内容」を実施することは困難であろう。また、多くの大学が CBT を利用した情報入試を実施することも現実的ではない。

そこで、大学入試センターが実施する大学入学共通テストにおいて、「情報Ⅰ」が独立した科目として実施されることが、最初の目標である。

□ 春日井優(埼玉県立川越南高等学校)

2020年3月の全国大会でのパネリストの依頼を受けた2019年の11月は、英語の民間試験を大学

入学の評価に取り入れることが断念された時期でもあった。この1カ月後には大学入学共通テストで記述式問題の導入も見送られることになった。

情報入試も準備を入念にしておかないといけないという危機感がある。高校の現場で「どんなことを考えるか、どんなことを実施しているか」をもとに、高校の情報教育に何を期待するかをまとめると3点ある。

(1) 情報入試導入の下地を作ること

高等学校の進路指導の先生や教務関係の先生が、「情報入試が検討されている」ということを知らない。情報科の専任教員がいない学校や、情報の免許を持っていない教員が情報の授業を担当している学校もある。このような場合、情報入試が現実的に課されるとして、どのようにして高校が準備をすればいいのであろうか。

(2) 新課程の授業の準備をすること

情報Ⅰを第1学年に、情報Ⅱを第2学年に置くことが理想である。しかし、現状では、情報科の科目を第3学年に設置している学校が、全体で3割程度となっている。今回の改定では、他教科にも、その内容が大きく変わっているものもある。情報Ⅰと情報Ⅱを、第1学年と第2学年に設置するためには、相当の努力が必要となる。

(3) 入試に向けて目標を立てること

現在、「社会と情報」を開講している高校では、授業の内容が大幅に変わるので、準備が必要になる。私は、現在の授業の中で、データの活用やデータサイエンスの手法によるテキストマイニングの内容を取り入れて、情報Ⅰ・情報Ⅱに備えている。

最後に、情報科の面白さを楽しむことも大切である。受験科目となると受験対応の授業が増えてしまう。しかし、実際にやってみる経験から、生徒が楽しい・使える・使ってみようと思える授業にすることが大事である。

第3部

高校教員は何をすべきか

ここでは、いままでの状況説明をうけて、実際に、高校の教員が何をなすべきかについて、2件の講演があった。司会は、中野由章（神戸市立科学技術高等学校）であった。

□ 安藤 昇(青山学院高等部)

メディアや放送番組制作を元々趣味としておりすでに、YouTube チャンネルを持ち、BS で番組制作や出演などを行っている。また、ダウンゴのN中学校では、カリキュラムアドバイザーもしている。現在は、対面授業と同じようにオンライン授業をやりたいので、スタジオを自ら構築した。

青山学院中等部でのプログラミングの授業では、現在は、教育版 Minecraft を使っていて、ここでは「論理和」「論理積」などのブール代数を簡単に学べる。Microsoft Azure にサーバを用意し、生徒にログインさせ、そのバーチャル空間において共同で学ぶ、というデザインで授業を行っている。ここでは、中学生が自らプログラムを書いてロボットをコントロールすることで、互いに作業する。自分が作ったプログラムが、どのような結果になるかを試しながら、バーチャル空間で活動する。Minecraft では、画面でプログラムを作った後で、make code をすると、そのコードを、Python や JavaScript に変換することもできる。このようにして学習が進む。また、授業の予習用に YouTube のチャンネルを作っている。私の YouTube チャンネルには教材のプリントへの URL も載せてあり、公開しているので、ぜひ、参照していただきたい。

生徒が難しいことにいきなり取り組むのは容易ではない。「プログラミングを覚えさせること」から始めると、必ずつまづく。「ゲームの世界で建築をする」という目的を持たせ、そこでプログラミングをするように授業デザインしている。プログラミング

を覚えることを目標とするのではなく、目的を達成するための手段としてプログラミングを活用する、という意識を身につけさせることを重視している。その結果、プログラミングは楽しく、プログラミングは暗記科目ではない、という意識が身につく。

かけっこが得意な人は「速く走っちゃダメだ」と言われないのに、勉強はなぜ横並びにしないといけなのか。教育現場は、尖った生徒を嫌う傾向にある。そのため尖った先生も嫌われてしまう。この状況を改善する必要がある。

□ 竹中章勝(奈良女子大学)

情報教育では、「情報の科学的な理解」が必要だということは言うまでもない。そう言った意味で、共通教科「情報」とともに、専門教科「情報」の学習指導要領と学習指導要領解説を読むことも重要である。今回新たに科目「情報セキュリティ」が新設された。ここでは、システム開発をする上でどのような手順で開発し、セキュリティなど開発者がどのような点に留意すべきかということについて触れられている。この前提で、情報処理学会などが出しているサンプル問題を読み解いていくと、基本的な計算、たとえばビット計算ができないとその後の問題が解けていない、というところが明らかになってきている。

また、中学校の技術科では2011年より新しい学習指導要領が施行されるので、中学校でどのような学びが行われているか、そして、「小中高大の縦の糸」「他教科との連携という横の糸」も考えることが必要である。特に、「数学」の統計と、社会科「公共」のリーガルマインドの連携も考える必要がある。

これからの初等中等教育の教員は、教育技法のみならず、「授業をどのようにデザインするか」を特に考えなければいけない。そして、教員全員に、総則の柱に挙げられている「情報分野がすべての教科の非常に太い柱になっている」ということの理解を求めていく必要がある。

現在（2020年5月）、コロナウイルス対応で学校



が開けられない。新型コロナウイルスの流行が収束した後でも、オンライン授業を考える必要があるだろう。私自身も、午前には農作業、午後は自宅から授業が可能になり、学習者も通学時間が不要になった。また学習者は手元の提示資料を見たり、ビデオ教材を何度も見返したりなど学習手段と方法が有利に働くことも増えた。

この状況で、学習者および教員に必要となる情報リテラシーには次のようなものがある。

- 文章を保存してサーバなどに提出する方法
- 書類を PDF 形式に変換する方法
- クラウドファイルサーバや LMS (Learning Management System) を利用する方法
- 授業の受け方、オンデマンド型の授業における学び方、オンライン型の授業での学び方
- コモディティ化した教材をどのように取り扱うか
これらの学びを支えるのは、教員でありそして発達段階により保護者の家庭での学習支援が不可欠である。

パネルディスカッション

後半では、登壇者によるパネルディスカッションが行われた。

たとえば、大学で数学を専門的に学んだ後に、情報科の教員になった場合、数学の専門的な知識を活用した情報 II の授業ができる。しかし、最近では、情報科の免許だけで情報科の採用を行う都道府県が

増えてきた。情報 II の「データの取扱い」については、どのように取り組めばよいかということについて、活発な議論が行われ、「数学が得意ではない先生は、多分、苦勞する」という予測がされた。その際には、数学と情報で切り分けるもしくは共同で授業を行うことも、両教科の教員で、お互いに考えなければいけないだろう。

未来を見よう

本稿では、バーチャル情報入試シンポジウム 2020 春の、実施経緯と、内容について述べた。実際には、Zoom と YouTube Live を、どのようにして接続するかというノウハウや、SNS での告知、そのためのファンドの形成など、今までにない新しい多くの試みを行ったシンポジウムであった。

今後は、本稿でもすでに指摘されているように、「アフターコロナ」の時代になっても、昔のような状況に後戻りせず、新しいバーチャルシンポジウムが継続的に実施されるようになることを、筆者としては望むものである。

(2020 年 10 月 6 日受付)



辰巳丈夫 (正会員) ttmtko@gmail.com

放送大学情報コース教授、学長補佐 (併任)。1991 年早大理工卒業。2014 年筑波大学院修了。博士 (システムズ・マネジメント)。本会初等中等教育委員会、一般情報教育委員会、教科書委員会、会誌編集委員会、情報処理教育委員会、教員免許更新講習委員会、コンピュータと教育研究会で、委員や幹事等を歴任 (一部は現任)。2020 年から、本会理事 (新世代)。

情報の専門家と ICT 苦手教員の間^{ギャップ}に潜む間隙

— ICT が Ichido Chotto Try になるために —

三田地真実
星槎大学大学院

情報の専門家が気づかない罫

2020年春、全世界がコロナ禍の影響でそれまで滞りなく行っていた仕事形態を劇的に変えざるを得ない状況に追い込まれました。大学を含む教育界も例外ではありません。対面授業が行えなくなったことから、遠隔授業への切り替えを余儀なくされ、多くの大学においてもそれまで情報の専門家以外は余り手を出そうとしなかった（自大学に学習管理システム(LMS)があっても使う人は少なかったはず)オンライン授業に舵を切りました。オンライン会議システムなど見たことも使ったこともない大勢の教員が四苦八苦しながらシステムの使い方を学び、何とか授業を守って前期を乗り切りました。

あちらこちらの大学でオンライン授業運営のために情報専門の教員が主となった教員研修(FD研修)が実施されました。しかし残念なことに、聞こえてきたのは、「説明が難しすぎて分からない」、「そうでなくてもICTが苦手で、仕方なくオンラインをやる」としているのに、初学者を見下したような反応を講師にされています。やる気が失せた」という声でした。

いったい、何が起きていたのでしょうか。そして、今回のコロナ禍においてのみならず、今後情報の専門家が特にICT初学者(ほぼ、その100%に大なる苦手意識があるでしょう)に対して研修や授業を行うときにどのような点に気を付けていけばよいのでしょうか。本稿では、情報の専門家ではなく、心理学の一分野である「行動分析学」、そして場づくり

の技術である「ファシリテーション」の視点でオンライン授業運営のためのFD研修会を企画、自大学を含め、500人以上の大学教員に実施してきた筆者の視点と実際の経験から得られたいくつかのTipsをご紹介します。

□ 簡単な ICT 用語が分からない

「デフォルト」、「アイコン」、「インタフェース」……情報の専門家には「当たり前」であろうこんな用語がICT苦手教員には分かりません。つまり、このような用語が3つ位出てきたところでもう研修についていけなくなるのです。この問題を回避するためには、一度自分が組み立てた研修を特にICTが苦手という人に聞いてもらい(いわゆるリハーサルです)、その人が分からないという用語を全部抽出することが必須です。この手間をかけることで、どの用語は少し丁寧に解説しなければならないかを事前に把握できます。

筆者も事前にこのリハーサルを行って「え?そんな用語が分からないの?」と気づかされました。たとえば、あるWeb会議システムの場合、自分の映像を映すかどうかの選択ボタンの名前が「ビデオ」であったというものです。無意識に「カメラをオン・オフ」と口頭では言っていたのですが、「カメラという表示は画面にはないです」と指摘され、あ!とよく見直してみると「ビデオ」と表示されていました。類似のことがほかのボタン名の表示でも判明し、本番の研修では、こういう点を丁寧に説明しました。



□ 情報の専門家の説明は細部に行きわたりすぎて分からない

これは、「良かれ」と思って情報の専門家があれもこれもと丁寧に細かく説明してしまうことが残念ながら仇になってしまう、本当にもったいないパターンです。私も他大学の情報の専門家が講師のオンライン研修会に受講者として複数参加しましたが、この事態が多々起きていました。特に、画面をスクロールしながら「あ、ここはこうで、こっちはこうで」と次々細かい内容を示されても、まったく分からないままでした。この問題の解決策については次の第二節で詳しく解説していきます。

■ 行動分析学に基づいた研修のプログラムデザインのポイント

□ 教員のスキルレベルの実態把握

実際に勤務校においてある Web 会議システムを使った授業運営のための研修を組み立てる際に、まず一番目に行ったことは、全教員の Web 会議システム含めた ICT のスキルレベルの実態把握でした。これは Web 上のアンケート調査で実施し、おおよそ 3 グループに分かれることが分かりました。すなわち、(1) Web 会議システム自体をまったく使ったことがない群、(2) 少し使ったことがある群、(3) 会議システムを使いこなして動画編集までできる群でした。これは大方予想できていたことですが、教員自ら答えてもらうことで、自分のスキルレベルを再認識してもらい、次の研修実施につなげる意図もありました。

おそらく、今回のコロナ禍でこのような全教員のスキルレベルを把握してから研修を実施した大学は筆者

の知る範囲ではなかったように思います。しかし、全員に「漫然と」同じ研修を行うのではなく、少なくとも 3 レベル位に分けた研修プログラムを用意することは、短期決戦には有効です。図-1 は、勤務校で 4 月始めの全学教授会で示した FD 研修会の構想図です^{☆1}。

□ 「スモールステップの原理」

実際にプログラムを立案する際には、スモールステップの原理を応用しました。これは図-2 に示した通りです。最終的に目指すゴールとスタート地点に立っている人のレベルを明示します。ある人のある技術(この場合は Web 会議システムを使った授業ができるか)の体得状況で見たときに、この二地点の「どこか」に位置する訳です。理想的には個別最適化されたプログラムを提供することですが、今回は 3 ステップでこの階段を上っていくプログラムにしました。これが先の図-1 のオンライン会議システムに①「参加」できる、②「運営」できる、③「授業」ができる、の 3 つに相当します。いきなり「授業」ができるに飛びつかないことがポイントです。

かつ、最も注意を払わなければならないのは、「まったくシステムを使ったことがない」群です。このグループの教員に最初から「あれやこれや」と詰め込んだ内容を伝えても、結局「何がなんだか分からなかった」ということになりかねません。

何から伝えれば、次のステップに移行できるのか？ 自分自身が最初に Web 会議システムを使い始めた頃のことや、多くの初学者と見られる人が Web 会議システム上でよくやる失敗などを整理し、「まずこの 7 つのスキルが確実にできるように」と選りすぐりの具体的なスキルをプログラムに入れました。それが、

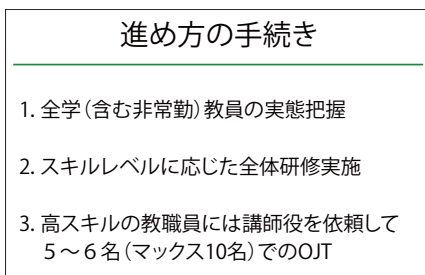


図-1 オンライン授業研修全体構想(2020年4月の全学教授会配布資料)

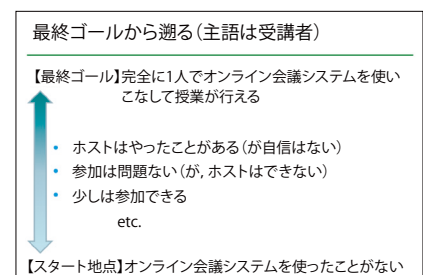
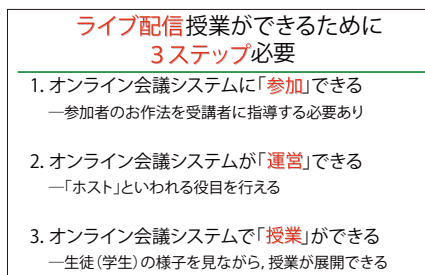


図-2 スモールステップの原理を応用して考えるフレーム

図-3に示したものです(この図は勤務校が採用する特定のWeb会議システムを想定しています)。

「こんなことからやるの?」と情報の専門家の方は思われるかもしれませんが、しかし、これが初学の方には大好評だったのです。そして、特にブレイクアウトセッション(勤務校が採用したWeb会議システムが持つ、参加者全体を複数の独立したグループに振り分ける機能)を体験してもらうことで、「え、オンラインでグループワークができるんだ、私もやってみたい!」という気持ちになってもらうと、「ICT嫌だ嫌だ」から「ちょっとやってみようかな」という切り替えが起きるのです。

□「強化の原理」の応用

こうしてできあがったプログラムを実施する際に、大事なことは選りすぐったスキルを実際に手を動かして実践してもらい、「できた!」という結果を得てもらうことです。口頭だけでこのスキルを説明してもその後なかなか実践できない場面に遭遇し、やはり「一度は手を動かして、プラスの結果を得ておく」ことは特にICTが苦手なグループには有効であると実感しています。そもそも、「ICTは自分がやってもどうせうまくいかない」というのが苦手の実態なので、そこを打破するためには「私もできるんだ!うまくやれるんだ!」という実体験を積み上げることが必須なのです。

この「ある行動をする→プラスの結果を得るとその行動を行う頻度がその後高まる」というのが行動分析学の根幹である「強化の原理」と言われるもので、今回の研修もこの実行→プラスの結果という場面をふんだんに取り入れました。そのためには、どこで実行

- | |
|-------------------------------|
| ステップ1「参加」 入口編 |
| ①「自分の名前」を変えられる |
| ②問いかけに対して、Yes/Noの反応ができる |
| ③「スピーカービュー/ギャラリービュー」の切り替えができる |
| ④発言するときには、マイクの「ミュート解除」ができる |
| ⑤チャットでのやりとりができる |
| ⑥画面共有ができる |
| ⑦ブレイクアウトセッションに参加できる |

図-3 ステップ1で取り上げた7つのスキル

してもらおうかということプログラムデザインのと看から念頭に置いておかなければなりません(筆者の場合、参加者に手を動かしてもらうのを忘れないように、スライドに「Try!」という文字を入れ込んで、「この文字が出たら実践ですよー」と声をかけました)。

FD研修を実施する際のポイント

□自分で選んで参加する

FD研修当日は、ステップ別の研修プログラム^{☆2}を用意し、参加者には自分で「選んで」どのステップ(①参加、②運営、③授業)の研修を受講するかを決めてもらっていました。ここも重要なポイントで、実態調査をしたからと言って「あなたはステップ1ですね」と主催者側がグループ分けをしてしまうと、これまた受講者のやる気が殺がれます。自分で選ぶと実行する頻度が高まるということも実は行動分析学の研究で分かっています。

勤務校ではこのスリーステップ研修を繰り返し実施しましたが、中には何度もステップ1に参加されてこれらのスキルを一生懸命獲得されようとしていた先生方もいらっしゃいました。

□最後は場づくりの技術

～ファシリテーション～が必要に

研修を行う際には、場づくりの技術としてのファシリテーション²⁾を駆使して行います。研修プログラムが素晴らしいものでもそれを「どのように伝えるか」でまったく違った研修(授業も然りです)になってしまうことは誰しも体験したことがあると思います。

ファシリテーションの詳細は限られた今回の紙面では省略致しますが、特に大事な点は「インストラクション」、つまり教示の仕方と「安心安全な場を確保する」ということです。

^{☆2} 現在、この3ステップすべてのプログラムはオンデマンドとして、大学のWebサイトで公開している。http://seisa.ac.jp/about/online.html
特に企画実施については、「【研修担当者向け】オンライン授業研修担当者向けオンデマンド動画」を参照されたい。



□ オンラインのグループワークは慎重に ～不安を巻き起こさせない～

勤務校が採用した Web 会議システムの場合、「ブレイクアウトセッション」という小グループに分ける機能があるので、これ幸いとこの機能を安易に授業で使って失敗してしまった事例を聞いています。表-1 は、対面とオンラインでのグループワークの違いを整理したものです。対面と同じように「あ、今からグループワークやりますね、はい」といった指示程度でブレイクアウトを始めると参加者は「え？何をやるの？誰から話すの？」とかなりの戸惑いを感じます。筆者はこの「指示の不備」で始まったブレイクアウトを「敢えて」研修の中に組み込み、不十分な指示がどれだけ参加者に不安と緊張感を呼び起こすかを体験してもらい「びっくりブレイクアウトセッション」というのを演習としてやっています。そうすることで、「そうか、指示を丁寧にしないと参加者はこんなに不安になるのか」ということを身をもって体験していただけるからです。これにより前節で述べた「丁寧なインストラクション」と「安心安全な場を確保する」ファシリテーションの要をしっかり示すことができます。

一番大事なこと

～参加者の視点を忘れない～

ここまでオンライン授業を行えるようにするための研修プログラムの企画立案、実施に際してのいくつかの Tips をお伝えしてきました。細かい配慮点はいくらでもあります。一番大事なことは何かと問われれば、「常に参加者の視点でその研修（授業）

を見直す」ということになります。

参加者から不評な研修や授業はいずれも「何のためにやっているのか分からない」、「どういう意味があるのか分からない」といった声に代表されるように、参加者にその研修や授業がどのように受け止められているのかという視点が欠如したものでしょう。この視点は、今回のオンライン授業運営の FD 研修のみならず、結局は普通の授業を企画立案・実施する際にも重要な視点です。「なんでこんなことが分からないんだ、最近の学生はダメだ」という思考が教員の側に沸き起こっているとしたら、要注意です。「分からないから学びに来ているんだ」、「どこからスタートすれば、最終ゴールにたどり着けるだろう」という参加者目線で自分が伝えたい内容を見直し構成すること、これに尽きると思います。

ICT への苦手意識が強い人にはこの配慮が特に必須です。私が研修を行う際には、完璧にやらなくてもいいですよ、間違っても大丈夫ですよ、という「安心」を最後に参加者の方にお伝えするために、「ICT はいつもちょっとトラブルの略です」^{☆3}とお伝えしています。

これを聞いて肩の荷が下りたという声も聴いています。ぜひ情報の専門家の皆様の智慧とスキルを参加者の目線で分かりやすくお伝えいただける場がこれからは展開され、ICT がさらに一歩進んで「いちどちょっとトライしてみよう！」となることを祈念して、私の論考を終わりたいと思います。

参考文献

- 1) 石黒康夫, 三田地真実 (著) : 参画型マネジメントで生徒指導が変わる, 図書文化 (2015).
- 2) 中野民夫 (監修), 三田地真実 (著) : ファシリテーター行動指図書, ナカニシヤ出版 (2017).

(2020年9月22日受付)

表-1 対面とオンラインのグループワークの違い

	対面のグループワーク	ブレイクアウトセッション
教員の姿	教室内で見えている	基本は見えなくなる
ほかのグループの様子	すぐに質問できる	ほかのグループの様子はまったく見えなくなる
困ったことが起きたとき	教室内でほかのグループの様子も見えている	すぐに教員に助けを呼べない
終わり時間が分からないとき	教員にすぐに尋ねられる	すぐに教員に尋ねられない

☆3 このことばは私のオリジナルではなく、インターネット上で見つけたものである。



三田地真実 m-mitachi@gred.seisa.ac.jp

専門は心理学の一分野である行動分析学、場づくりの技術であるファシリテーション。「教職研修」という雑誌のコラムと連動した「教職いろはがるた」を YouTube で配信中！

【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（1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 2021年1月号（Vol.62, No.1）「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





会議レポート

「第31回高専プロコン」の開催報告と最優秀賞受賞校の強さの秘訣

2020年10月10日と11日の2日間、第31回全国高等専門学校プログラミングコンテスト（通称：高専プロコン）が開催されました。例年は、課題・自由・競技部門の3部門を実施していましたが、今年は新型コロナウイルスの影響により、課題・自由部門のみの実施、初のオンライン開催になりましたが、例年と変わらない熱い戦いが繰り広げられました。

高専プロコンは課題部門と自由部門は2～5名、競技部門は2～3名のチームで参加します。1高専につき課題部門2チーム、自由部門2チーム、競技部門1チームが参加上限になり、参加者は必ず各校の精鋭揃いになります。本選の前に書類審査による予選があります。審査は、例年、独創性が第一に重んじられますが、本選では、作品と同時にマニュアルを製作し、そのマニュアル通りに作品が動作するかの「マニュアル審査」も実施されます。

本年の本選審査はオンライン開催により、8分間のプレゼンテーションと2分間のデモ動画を配信した後、10分間の質疑応答の形式がとられました。質問者には本誌編集長である稲見昌彦教授（東京大学）の姿もあり、特に専門であるAR、VRなどでは突っ込んだ質問もされていました。

審査委員長である松澤照男北陸先端科学技術大学院大学名誉教授にお話を伺ったところ、コロナ禍で登校も許されず集まって開発できないという制約の中でコンテスト応募数の減少を心配したものの、本年の応募数は85チームと予想よりも多かったそうです。一方で、デモ動画についてはチーム間で完成度に開きが出たそうで、動画で核になる技術を伝える・審査する難しさを感じておられました。

本年は20チームが本選に選出し、「第12回NAPROCK国際プログラミングコンテスト」の海外選出組4チームを加えて計24チームで本選が開催されました。

本年の最優秀賞は、課題部門・自由部門の両方で東京高専が受賞しました。昨年に続き、東京高専の全制覇が

続いたこととなります。

本年の課題部門は、2020年度から小学校でプログラミングが必修化されたことを受けて、「楽しく学び合える！」がテーマでした。最優秀の東京高専「ぶらんとこれくしょん～体験型植物観察学習システム～」はPokémon GOのように街の中で見つけた昆虫や植物を集めるシステムでした。「学びを助ける」ことに視点を置いたシステムの多い中、「楽しく学べる」ことに主眼が置かれたことが特徴でした。昆虫の認識では独自の機械学習エンジンを開発し、種類は少ないものの認識精度80%と高い完成度に上げていました。植物の認識では外部APIを利用し、画像から植物名だけでなく、ふりがなも返すことで小学生に分かりやすいシステムにしていました。また、ほかの小学校とのかかわり合いもシステムとして考慮していることが特徴的で、たとえば利用者の匿名化が必要な場合の調整が含まれていました。小学校で実証実験も実施しており、審査員からは「完成度が高く売れる」作品と高く評価されました。

自由部門は課題部門よりも独創性が高いものが多く見られました。特に最優秀賞を受賞した東京高専のジョギングサポートアプリ「Kiseki Sketch～あなただけの地上絵を～」は、走行データを記録するだけでなく、自分が地図上に描いた図形からルート情報を生成しスマホやスマートウォッチに情報を送ってそのコースで走れる機能を提供していました。独自のアプリケーションはAndroidでもiPhoneでも利用でき、サーバ側の処理で走行経路の安全性を確保できるようにするなど、実用的な観点を加味したシステムとなっていました。

最優秀賞受賞チームの学校である東京高専の松林勝志先生、山下晃弘先生に強さの秘訣を伺いました。他校の先生方の学生指導は素晴らしく、どの高専生もその地域のトップクラスの優秀な学生なので、そう簡単には勝たせてはもらえないと実感されているそうです。一方で、東京高専では、4年生以上の先輩が後輩をサポートする体制や、多くの1年生がチームでのモノづくりを経験



図-1 最優秀賞を受賞した東京高専のみなさん

する制度があり、早い段階からチームを作ってプロジェクトを行い、失敗や成功を経験する機会があることが、強さにつながっているのではないかと話されていました。

今回は、バーチャル会場も準備されそれぞれのチームの発表場所を訪ねることも可能となり新たな楽しみも加えられましたが、来年度の主管校は秋田高専です。秋田の地で高専生が集まって戦えることを願っています。

なお、今回の全発表はYouTubeにアーカイブ映像が残っておりますので、ぜひご覧ください。

■中田真城子 (mplusplus (株))



■水野加寿代 (ヤフー (株))



●第31回全国高等専門学校プログラミングコンテスト YouTube アーカイブ映像
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLTPqb9X71-LkplwW6D5QhsUSbRapHI960>



●第31回全国高等専門学校プログラミングコンテスト 本選結果
<http://www.procon.gr.jp/wp-content/uploads//2020/10/16fa64d3cfd12f0be56a4974493a29db.pdf>

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・トーカー書評」、「ビブリオ・トーカー私のオススメ」の2つのカテゴリを設けます。
 - a-1) ビブリオ・トーカー書評：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・トーカー私のオススメ：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/shohyonews.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



Sergey Levine : Reinforcement Learning and Control as Probabilistic Inference : Tutorial and Review

<https://arxiv.org/abs/1805.00909> (2018)

強化学習とは

強化学習は Sutton らが 1980 年代に提唱して以来、目立った注目は集めないながらも着実に基礎を構築してきた。そして近年の深層学習との組合せにより、2016 年には囲碁の世界プロに勝利したことは記憶に新しい。ゲームだけでなく、最近では柔軟物体の取り扱いといったダイナミクスを同定することが困難な複雑な環境におけるロボットの制御にも応用され始めている。技術的にも、世界的な注目を集めてからの研究加速が目覚ましく、GAFA や UC Berkley を中心に新たな手法が日夜登場し、それらの体系化も少しずつだが進められている。本稿で紹介する論文もその体系化を狙ったものの 1 つである。

基本的な強化学習はマルコフ決定過程 (Markov Decision Process ; MDP) と呼ばれる環境設定下における最適化手法に分類できる。MDP では、世界にはエージェント (学習者) と環境が存在し、互いに状態と行動をやり取りしている。エージェントの行動によって更新される環境の状態はマルコフ性にしたがっており、現状態と行動にのみ依存して確率的なダイナミクスで与えられる。よって、行動も現状態に基づいて決定すれば十分であり、現状態を条件とした行動をサンプルする確率分布を方策と呼ぶ。強化学習ではこの方策を最適化したいのだが、その規範となる情報として、環境から状態と行動に基づく報酬が与えられる。この報酬の将来に渡っての総和を最大化することを目的と定め、方策を最適化することを目指す。

強化学習の分かりづらさの一端には状態・行動という入出力関係の直接的な推論問題になっておらず、

報酬 (しかも将来に渡っての総和) という間接的な情報を基に方策を学習しなければならない点にある。そのため、他の機械学習手法では一般的なグラフィカルモデルで問題を表現できず、推論問題で発展してきた手法も活用できない。

最適性変数

本稿で紹介する論文は、この問題に対して最適性を明示的に示すためにバイナリ型の最適性変数を導入した。それと同時に最適性変数の発生確率を現状態と行動を条件とした確率分布で定義するとともに、報酬関数はその確率分布のパラメータと解釈した。すなわち、報酬が高いほど現状が最適である確率が高く、逆もまた然りということである。この新たな最適性変数の導入により、図-1 に示すようにグラフィカルモデル上に現状が最適かどうかを示す情報が加わることとなる。

このとき、状態・行動の相互作用で生まれる軌道が将来に渡って常に最適性を満たす、いわば最適軌道である確率を考えると、そこには将来に渡っての報酬の総和が含まれてくる。すなわち、従来の強化学習では最適軌道である確率を最大化しようと軌道

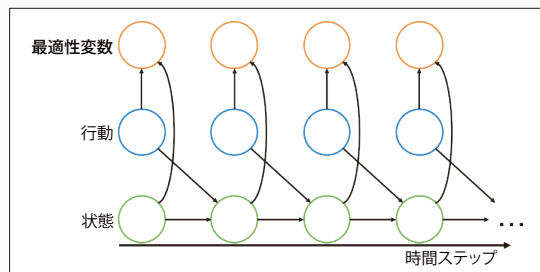


図-1 最適性変数を加えた強化学習におけるグラフィカルモデル



を方策により修正していたと解釈できる。

このように、紹介する論文は最適性変数を導入したことで新たな確率推論問題としての強化学習を導出していき、従来のものとの共通点や解釈を辿っていくものである。本稿ではページ数にも数式なしでの説明にも限界があるので、概念的に重要となる2章までを紹介する。

推論問題としての最適方策

最適性変数を活用して強化学習の目的を考えてみると、現状態と将来に渡って常に最適であることを条件とした確率的方策の推論問題となる。これは、ベイズの定理とマルコフ性を利用することで、現状態と行動を条件として将来に渡って常に最適である確率とその条件に含まれている行動を周辺化した確率の比で表せる。

また、これらの確率に対して対数を取ったものを従来の強化学習における状態価値関数と行動価値関数^{☆1}と類するものと見なしてみると、従来の価値関数の更新時に登場してきたベルマン方程式に類似した関係式が導出できる。これと従来のベルマン方程式は、環境のダイナミクスが決定論的である場合は完全に一致し、確率的である場合にはイェンゼンの不等式を用いた変分推論を施すことで近似的に一致させられる。特に後者では、状態価値関数と行動価値関数の関係がソフトマックスで与えられ、近年のエントロピー最大化を考慮した Soft Actor-Critic に代表される強化学習手法と一致することが分かる。

2章の最後では、将来に渡って常に最適性を得る最適方策が制御問題としては何を目的として得られるのか解析している。具体的には、前述した最適軌道の確率分布と適当な確率的な方策で得られる軌道の確率分布との Kullback-Leibler ダイバージェンスの最小化問題を考えている。すると、軌道生成に関与する環境のダイナミクスは打ち消されるか最小化問題

^{☆1} 現時刻から将来に渡っての報酬の累積和の期待値。状態価値関数は現時刻の状態のみを条件とし、行動価値関数は状態・行動を条件とする。

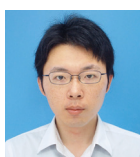
から除外でき、残るは報酬の総和の期待値と軌道中の各状態で条件付けられた方策のエントロピー項となる。この目的はやはり、すでに価値関数の関係で一致が見られた Soft Actor-Critic に代表されるエントロピー最大化を考慮した強化学習問題と一致する。

将来展望

2章以降では、変分推論を用いた近似計算と、得られた結果と近年提案されている強化学習手法との関係性について述べている。前述しているように最適性変数を導入したことで得られた最適方策の推論問題は、奇しくも結果としてエントロピー最大化項を組み込んだ最新手法と一致した形式で解が与えられた。この事実は次世代の強化学習手法の導出に向けた示唆に富んでいると考えられる。また、制御問題が推論問題と転換する利点として、環境のダイナミクスの学習といった元々推論問題で扱われていたものとの自然な統合が期待できる。報酬関数の設計に関しても、これまではヒューリスティックに与えるだけであったが、最適性変数の確率モデル用パラメータという解釈から、報酬の設計論や整形技術の開発への発展が考えられる。

個人的な見解だが、制御問題としての強化学習を推論問題として捉えるために新たな変数の導入が求められるなど、まだまだアイデアレベルの段階に見える。より適した解釈や洗練された導出を経ることで、今回のような体系化にとどまらず新たな手法の開発につながるのではないかと思う。拙い紹介であるが興味が湧いたなら、ぜひとも自ら精読し、新技術の着想になれば幸いである。

(2020年10月14日受付)



小林 泰介 kobayashi@is.naist.jp

2016年名古屋大学工学研究科博士課程後期課程短縮修了。博士(工学)。同年奈良先端科学技術大学院大学に助教として着任。2018年より約1年間ミュンヘン工科大学にて滞在研究員。機械学習のロボティクス応用に関する研究に従事。

アルゴリズムを直感的に学ぼう



石田保輝 | フリーランスエンジニア

アルゴリズムを学ぶ意味

初めまして、iOS&Android アプリ「アルゴリズム図鑑」の製作者、同名の書籍『アルゴリズム図鑑』著者の石田保輝と申します。「アルゴリズムを直感的に学ぼう」という題でアルゴリズムを学ぶ意味や、学び方についてお伝えしたいと思います。

アルゴリズムとは

一般的にアルゴリズムとは「問題を解く際の厳密な手順」という風に説明されます。問題を解く手順なので「この問題はこうこうこうすれば解けるよ」というときの「こうこうこうすれば」の部分がアルゴリズムということになります。ただし「厳密な」とあるので、曖昧な部分がなく、手順に従えば迷いなく確実に問題が解けるものである必要があります。

アルゴリズムで解く問題

では解く問題の方はどういうものかという、現実世界のあらゆる問題が対象になります。アルゴリズムは手順なので、アルゴリズムを用いて問題を解けるかどうかは、答えにたどり着くことのできる厳密な手順を記述できるかどうかにかかっています。問題はどのようなものでも構いません。厳密な手順に従って問題を解いたならば、それはアルゴリズムを用いて問題を解いたと言えます。

具体的な問題を考えてみましょう。アルゴリズムで解く問題としてよく目にするものとして、データの整列と探索があります。データの整列とは、順番が揃っていないデータを“大きい順”や“小さい順”

に並び替える問題で、たとえば「表計算ソフトの帳簿データがあったとして、それらを日付の新しい順に整列する」といったものがあります。データの探索とは多くのデータの中から条件に一致するものを探す問題で、たとえば「ある Web サイトの会員ユーザー一覧の中から特定のメールアドレスを持ったユーザーを探索する」といったものがあります。

これらの問題を解くためのアルゴリズムは同じ問題に対して複数存在します。たとえば整列だと「バブルソート」や「クイックソート」、探索だと「線形探索」や「2分探索」などです。それぞれのアルゴリズムには良い点、悪い点があります。たとえばあるアルゴリズムは実行速度は速いがメモリを多く必要とする、別のアルゴリズムは実行速度が遅いが実装が簡単である、などです。

では人間関係の問題や恋愛の問題などの社会問題はアルゴリズムで解くことはできるのでしょうか。たとえば、「ある上司からパワハラを受けている場合にどういった対応をすればよいか」という問題を考えた場合、有用な答えを出してくれるようなアルゴリズムを作ることは簡単ではありません。上司の性格や、会社の状況などさまざまな要素によって答えが変わりますが、これらのすべての条件を考慮した上で適切な答えを出すことのできる厳密な手順を定義することは非常に困難です。

一方で、アルゴリズムで解くことのできる問題は日増しに増えています。自動車の自動運転や機械翻訳の実現はアルゴリズムの進歩によってもたらされたものであり、アルゴリズムはその進化によって現実世界を大きく変える力を持っています。アルゴリ

ズムの分野は日進月歩であり、現状アルゴリズムで解くことは難しい問題も将来的に解かれる可能性は十分にあるでしょう。

アルゴリズムの「厳密な手順」を記述するには、プログラミング言語を用いることができます。プログラミング言語はアルゴリズムを正確に表現するように設計されたものだからです。どんなアルゴリズムもプログラミング言語で表現することができます。そしてプログラミング言語はコンピュータ上で動作させることができます。したがってコンピュータとは「プログラミング言語で書かれたアルゴリズムを実際に動作させる機械」と言って差し障りないでしょう。アルゴリズムでできることがコンピュータでできること、すなわちコンピュータの能力といえます。

アルゴリズムを学ぶ意味

アルゴリズムを学ぶことにどんな意味があるのでしょうか。

一般的な視点では、世の中を動かしているんだかよく分からないものの中身を知る、という意味があります。インターネットで買い物をするときにどうやって安全性を維持しているか、自動運転をどうやって実現しているか、ブロックチェーンがどのように動作しているか、などは普段利用する分には問題ないですが、それらの仕組みを知らないまま利用し続けるのはなんだか不安です。アルゴリズムや情報科学を学ぶことでこれらが動作する仕組みを1つ1つ解き明かすことができます。

また、エンジニアの視点から見ると、アルゴリズムを道具として使いこなせないといけません。アルゴリズムを選択しコンピュータに命令するのは人間です。したがって、アルゴリズムのことがよく分かっていないと、その場に相応しくない非効率なものを選択してしまう場合があります。すべての場面で有用な万能なアルゴリズムは存在しないため、その特

性を理解し、場面において必要なものを選択できることが重要になってきます。また、難しい問題を解くときには、アルゴリズムの計算量の知識が必要になってきます。誤ったアルゴリズムを選択してしまうと、コンピュータを100年動かし続けても答えが出ないような問題もあります。そのような問題を解く際に、アルゴリズムの計算量の概念を知っていると、アルゴリズムを実際に動作させる前にどれくらいの時間がかかるかの推定ができるようになります。

『アルゴリズム図鑑』でアルゴリズムを直感的に学ぼう

アルゴリズムの勉強の仕方

これまででアルゴリズムそのものについてやアルゴリズムを学ぶ意味についてお伝えしました。それらを踏まえ、さあアルゴリズムを学びはじめようとした場合、どのような方法でスタートすればよいのでしょうか。一般的なアルゴリズムの教科書を用いて学習を進める方法もちろんありますが、本章では1つの学習教材として、拙アプリ・拙著である『アルゴリズム図鑑』をご紹介します。

アルゴリズム図鑑は30種類以上のアルゴリズムとデータ構造を解説したスマートフォンアプリ・書籍です。掲載項目としては、バブルソートやクイックソートなどのソートのアルゴリズムのほか、ダイクストラ法などのグラフ探索のアルゴリズム、ハッシュ関数や公開鍵暗号などのセキュリティの仕組みも掲載されています。

アルゴリズム図鑑の特徴は、アルゴリズムが動作する具体的な例を1つ提示し、それを実際に動作させた際の1つ1つのステップを順に図解して解説していることです。動作を順を追って図で見えていくことで、直感的に理解できます。

書籍版のアルゴリズム図鑑の中身をご紹介します。

図-1はバブルソートの解説をしているページで、数字の大きさが棒の高さで表現されています。

図-2 は公開鍵暗号のページで、データの受け渡しやそれを盗聴される場合などの流れがステップごとに図示されています。図-3 はダイクストラ法のページでグラフの探索状況が色で表現されています。図-4 は A* アルゴリズムで迷路探索を行っている



図-1 バブルソート

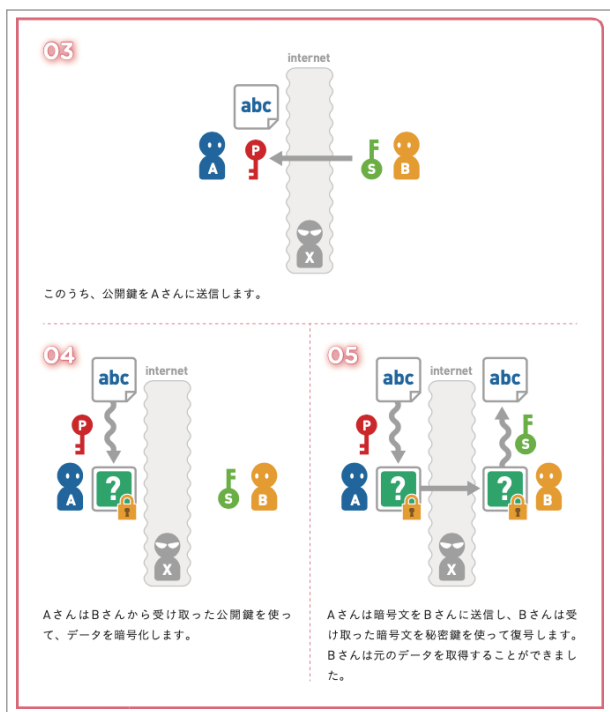


図-2 公開鍵暗号

シーンで迷路の探索状況が色で表現されています。

このように視覚的な表現に工夫を凝らして、直感的な理解にフォーカスしていることが本書の特徴と言えます。

拙著を用いることで初学者の方がアルゴリズムの動作をイメージできるようになり、そこからさらに深く学びたい場合、教科書等を用いてより厳密により体系的な学習に進む、というような利用のされ方を想定しています。

iOS/Android アプリ版と書籍版の違い

アルゴリズム図鑑には iOS/Android アプリ版と書籍版があります。掲載・解説されているアルゴリズムの種類はほぼ同じですが、アプリ版は動きが図示されているだけでなく、アニメーションで動作を見ることができます。またアプリ版は解説だけでなく、アルゴリズムをいろいろな入力で動作させた際

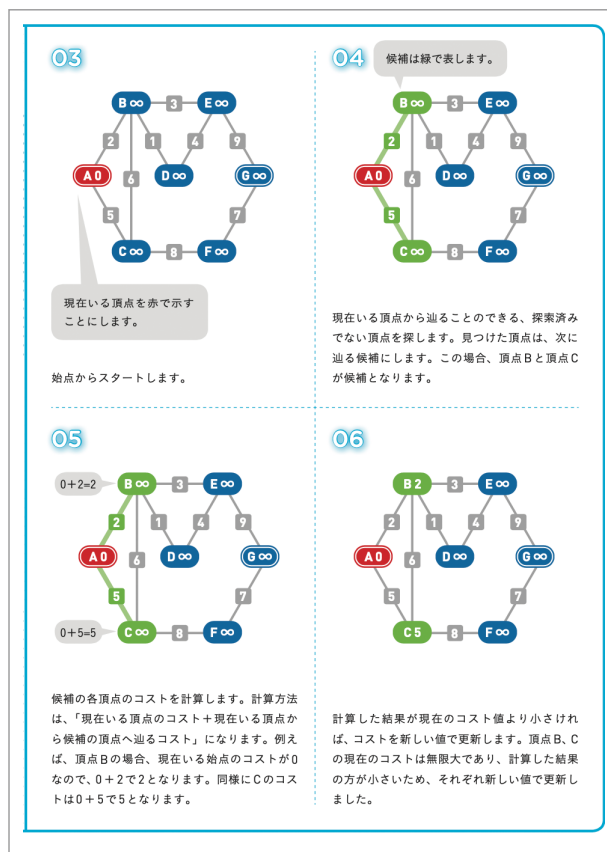


図-3 ダイクストラ法

の様子をアニメーションで見ることのできる「実験モード」もあります。一方で書籍版の方は、アプリにはない計算量などの理論的なトピックも含んでいます。

アプリは日本語だけでなく、英語・中国語（簡体字）・韓国語・ポルトガル語・ロシア語に翻訳されています。書籍版は韓国語・中国語（簡体字・繁体字）に翻訳されています。留学生の方もぜひご利用ください。

学生の方へ

私が大学でアルゴリズムを学んだのは約15年前（本稿執筆時2020年）ですが、勉強といえば大学の先生が書いた参考書を読むことがほとんどでした。現在は初学者向けの参考書や、学習用の動画サイトも数多くあり、学習方法の選択肢が格段に増えています。自分に合った勉強方法を選択し、効率的に勉強を進めていただければ幸いです。

(2020年8月10日受付)

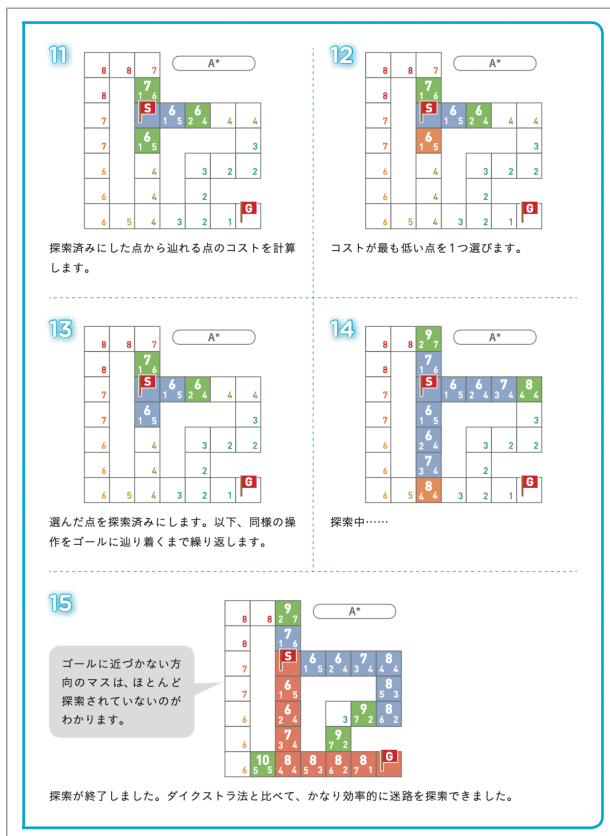
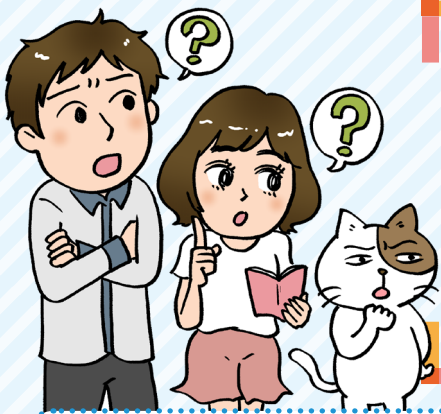


図-4 A* アルゴリズム

石田保輝 ishida@morite.ru

2011年京都大学大学院情報学研究所修士課程修了。2016年学習用アプリ「アルゴリズム図鑑」をリリース。世界100万DLを達成し「Appleの選ぶ2016年ベストアプリ」に選出される。

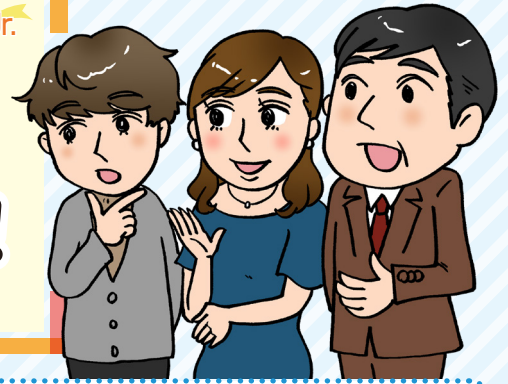




連載

★ Jr.

先生、質問です!



誰もが夢見る空を飛んだり水に潜ったりする車、なんと技術的には実現しつつあるようで驚きです。そしてどうやら技術を普及させるためにはいろいろ考えないといけないことがあるようです。



匿名希望
中学生

これからの未来、空や海に行ける車はできるか?

Q

結論から言うと「『空とぶ車』はできません」が答えです。一方で「個人用の飛行機はきっとできます」にもなります。

順を追って書きますと、実は「空とぶ車、フライングカー」は1940年代にはすでに完成し、1960年代には販売までされていました。また現在もフライングカーを研究している会社はいくつかあります。でも、それらの多くは事業を採算に乗せられず、大体が撤退しています。死屍累々の世界なのです。

実は「空とぶ車」には、大きな矛盾があります。手短かに書くと「地上を走る車に求められるものと空を飛ぶ飛行機に求められるものがあまりに違う」「操縦方法も安全対策も違う」「法律もまったく違う」ので、実際には車と飛行機を兼用できないのです。チーターと鷹の体がまったく違うのをイメージしてもらおうと分かりやすいかもしれません。

と、ここまで読んで、がっかりしているかもしれないですが、空を飛ぶ「車」はできないにしても「安全に離着陸できる一人乗りレジャー飛行機」……これはパーソナル・エアリアル・ビークル (PAV) というカテゴリなのですが、それであれば可能性はかなり高いし、簡単に空を飛ぶこともできるようになりつつあります。これを支えるのは軽くて丈夫な素材、自動操縦を可能にするコンピュータとさまざまなセンサ、高効率のモータとバッテリーです。

君が作りたいものが「自由に空を飛ぶための乗り物」だったら、物理や数学も含め、そのための勉強をするのは悪くない選択だと思います。ただ、そのときに「車と兼用しよう!」という思いつきは、筋が悪いので、まずは捨てたほうがよいと思います。

A



八谷和彦

メディアアーティスト
/自作機のテストパイ
ロット/東京藝術大学



山田 渉

[正会員]

(株) NTT ドコモ

SF 映画ではよく空飛ぶ車や、海を潜る車が登場しますが、もしも現実でもそうになったら……夢のある素敵な話ですよ。実は空を飛ぶ車はエア・モビリティとも呼ばれ、世界中で研究開発が進んでいます。たとえば、アメリカのボーイング社やスロバキアの AeroMobil 社をはじめとしたさまざまな企業がすでに空を飛ぶ車の飛行試験に成功しており、日本でも 2020 年 8 月に有志団体 CARTIVATOR と SkyDrive 社が飛行試験に成功しています。また海の車については、2008 年にスイスのリンスピード社が sQuba という海を潜って移動可能な車を発表しています。このように空や海を行ける車を作ること自体は、現代の技術でも可能です。ただ、市販化するためには、まだまだ飛行性能や安全性、法整備、さらには値段などさまざまな課題があるため、誰もが買えるようなものにはなっていません。でもいつかは皆がこういった車を買えるようになり、気軽に山の頂上に飛んでいたり、気分転換に海中散歩を……なんてことが当たり前になる時代が訪れるかもしれません。ぜひこれからも空や海に行ける車のニュースに注目してみてください。



これからの未来、まず「車」という乗り物の姿形が変わっていき、「移動」する物を総称してモビリティと呼ぶ時代がやってきます。

道路だけではなく園内や構内、屋内まであらゆる環境に対応したモビリティが登場します。

その中にももちろん、空や海を移動できるモビリティもあるはずですよ。

今日の時点でも、空を飛ぶ乗り物として飛行機やドローンがありますし、海を渡る乗り物として船やボートがあります。

これらのモビリティは今後どんどん共通化が進みます。製造方法は違えど、情報技術に関する原理原則は共通化できるものが多いからです。

では、これらをすべて合体させたモビリティが登場するかというと、それにはまだ研究が必要です。大きなドローンにタイヤをつければ、見た目はたしかに空を飛ぶ車ですが、大きな車体を空に飛ばすには相応のプロペラ設計が必要になり、その風圧は一般道路で許容されるものではないでしょう（部屋でドローンを飛ばすと紙が舞い散るイメージです）。

しかし私はいずれ用途を限定した形でそういった多目的モビリティというのは登場すると思います。そしてそこには AI が搭載された自動操縦機能も備わっていることでしょう。



加藤真平

[正会員]

東京大学

「先生、質問です！」への質問方法

▶ **Web から質問**：下記の Web ページ内の投稿フォームから質問をご記入ください。

「先生、質問です！」質問募集のお知らせ <https://www.ipsj.or.jp/magazine/sensei-q.html>

▶ **Twitter ハッシュタグで質問**：「# IPSJ 先生質問です」とハッシュタグをつけてツイートしてください。

※より多くの方が抱えている疑問と判断された質問を優先的にピックアップさせていただきたいと考えております。



あけましておめでとうございます。皆様ご家族お揃いで新しいお正月をお迎えのこととお喜び申し上げます。

昨年2020年は本会の創立60周年の記念すべき年でありさまざまな記念事業が行われましたが、一方で世界中を襲った新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響で学会事業や事務局業務の遂行に我々事務局職員も翻弄された年でもありました。

記念事業の最初である3月の全国大会は急遽オンライン開催を断行し、10月30日の記念式典も学会パネル討論会という別の形で実施、11月に改めて記念週間を設けそこでオンライン記念講演や各記念事業の報告と祝辞などをWeb掲載する形となりました。全国大会やシンポジウム、セミナーなどのイベントはほぼすべてオンライン開催となり、会誌も特集記事のオンライン化など学会の事業形態は大きく様変わりしたと言えます。まさに短期間でニューノーマルへの移行が進んだ結果です。

事務局業務に関しても2019年から進めてきたBCP施策が一気に加速し、時差通勤の試行から在宅勤務・テレワークの常態化へ半年で移行が進みました。またこれに伴い紙書類・押印処理の電子化、各種情報システムのクラウド化など、BCPと同時並行でDXを進めなくてはならない状況となりました。以下事務局奮闘の振り返りを兼ねて簡単に業務のBCP/DXの昨年1年間の出来事を記しておきます。

- Web周知関連：新型コロナ対策方針（2020.02.03）、緊急事態宣言に伴う在宅勤務導入（同04.07）、学会事業や委員会対応（同07.08）、事務局業務の在宅勤務の年内延長（同08.24）
- 在宅勤務・テレワーク関連：在宅用貸出PC、リモートデスクトップ（RemoteView）、モバイルルータなどの導入（同04）
- 情報システム関連：遠隔会議ツールZoom・WebEX（同04）、

クラウドストレージBOX（同09）、クラウド電話などの整備（同10）

- 経理業務関連：ネットバンキング（同07）、法人カード導入（同09）、経理伺書ワークフロー化・電子押印化（同09）
- 総務関連：BCPマニュアル整備（同07）、理事会・総会電子署名（同07）、公印使用簿の電子押印（同07）、勤怠管理・給与計算Web化（同07）、年末調整のクラウド化（同07）、紙書類の全電子化（同09）、Web選挙（はがき廃止）（同10）

2021年以降も基幹情報システムの完全クラウド化や外部機関との電子契約（電子署名法対応）、財務決算業務の電子帳簿保存法対応など、残る課題に対しBCP/DXを継続推進していく予定です。

さて毎年のように起こる台風豪雨災害に加え新型コロナウイルス感染症の拡大はいまだなかなか収束が見えません。被災、罹患された方々にお見舞い申し上げるとともに、ITやAI活用による防災技術、医療技術への貢献が本会の重要課題であることを痛感しています。

また2021年は昨年延期されたオリンピック開催の年であり、学会も次の60年大還暦に向けた再出発の年でもあります。事務局も新公益法人制度の移行法人を昨年終了し新たな一般社団法人としての再出発の年となります。そしてさらにニューノーマル時代に向けての元年であり、学会事業、事務局業務ともに期待と不安の中での出発となりますが、役員の皆様のご指導ご協力を得て、昨年以上に忙しくなる事務局業務を確実にかつ夢を持って遂行していきたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

（木下泰三／事務局長）





2020 年度 日本規格協会標準化貢献賞における 標準化奨励賞を受賞

本会規格部門の事務局職員・成田さおりが、このほど 2020 年度日本規格協会標準化貢献賞の標準化奨励賞を受賞いたしました。

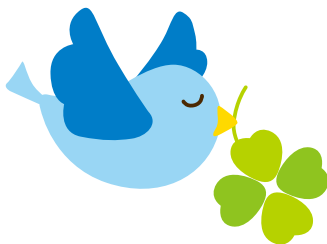
本会は、JTC 1 関連 (ICT 分野) の国際規格を国内規格 (JIS 規格) として開発する事業に携わっています。JIS 規格を開発するためには、JIS 原案作成のための委員会の設置、委員委嘱、委員会運営、必要な予算措置など、さまざまな事務局対応が必要です。今回、事務局職員の貢献が認められたのは、大

変光栄なことだと受け止めております。関係者の皆様のご理解とご協力にあらためて感謝申し上げます。

受賞者本人は、「2014 年以來 6 年間にわたり JIS 開発にかかわってきましたが、この間、制定・改正された JIS 規格は約 50 件に上ります。2019 年に産業標準化法が施行されて、JIS 開発の手続きが大きく変わりました。新制度のもと、JIS 開発を軌道に乗せることがこれからの課題になると思っております」と決意をあらたにしています。

今後ともご指導・ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

(出井敏夫／規格部門マネージャ)



2021 年度 役員・代表会員選挙 パスワード送付方法変更のご案内

2021 年度役員・代表会員選挙は「Web 投票」にて実施いたします。

今回より、選挙のご案内はマイページに掲載し、投票用パスワードは郵送を廃止し、マイページにご登録済みの E-mail アドレスあてに送信いたします (会費納入済みの正会員の方が対象)。

E-mail で送信された投票用パスワードにて投票用 Web サイトよりご投票ください。

投票受付期間は 2021 年 2 月 1 日から 26 日の予定です。

■照会先：事務局管理部門選挙担当 Tel(03)3518-8374 Fax(03)3518-8375

あなたにとって「情報」は 入試科目ですか？ の歴史



辰己丈夫 | 放送大学



2020年10月21日朝、NHKで「大学入学共通テストで、2025年から「情報」が出題される」という報道があり、話題となった。その内容への反応は

さまざまであったが、本稿では、1990年代から現在に至るまでの、高等学校学習指導要領の変遷と情報入試への本会のかかわりについて述べ、事実として何があったのかを、明らかにしておく(表-1)。

■表-1 情報入試に関する経緯

年	本会と、高校情報科の出来事	高校の数学科(教科)
1994		高等学校学習指導要領改訂施行。 数学A, B, Cにプログラミングが入るが、事実上機能せず。
1997	この年から、工業高校、商業高校で数学II・数学Bを学んでいない生徒の受験に対応するため、大学入試センター試験で「情報関係基礎」を実施。	
2003	高等学校学習指導要領改訂施行。教科として「情報」が設置され、「情報A」「情報B」「情報C」の3科目選択必修になった。多くの学校が、操作スキル実習を中心に学ぶ「情報A」のみを設置した。当時は、プログラミング学習は、ほとんど行われていなかった。	数学Bにプログラミングが入る(残る)が、事実上機能せず。
2006	最初の情報科の入試が行われた。個別入試で情報科を課した大学は、少数だった。	SFCが、入試の数学でプログラミングを出題し始める。
2007	本会「大学入試と情報フォーラム」開催。国内の事例紹介。韓国での実施事例なども紹介。	
2012	情報入試研究会設立(本会の情報入試委員会の母体になる)。	
2013	高等学校学習指導要領改訂施行。情報科は、「社会と情報」「情報の科学」の2科目選択必修になった。	数学からプログラミングが消えた。統計学の内容が本格的に導入された。
2015	文部科学省が高大接続システム改革会議を設置し、大学入学者選抜について議論が始まる。	
2016	文部科学省大学入学者選抜改革推進委託事業で、情報科について大阪大学が受託し、東京大学と本会が参画して事業が始まった。(2018年3月終了)。SFCで情報科の入試が始まった。	
2018	2022年から施行される高等学校学習指導要領が告示された。大学入試センターが、本会と日本産業技術教育学会、および、各自自治体の教育センター等、各高校教員らに、「情報」の問題を求め、合わせて公募した。	

1994年から1998年

高等学校の学習指導要領は、1994年から改訂された内容が施行された。この学習指導要領¹⁾では、「数学A」では4領域から2領域を選択履修させる方式が採用され、「数と式」と「数列」を履修させると、「平面幾何」「計算とコンピュータ」を履修させることができなかった。「数学B」の「算法とコンピュータ」も、「数学C」の「数値計算」も同様の状況で、数学に入れられた情報科学の内容は、事実上、機能していなかった。学校での履修者は少なかったが、大学入試センター試験の「数学I・数学A」と「数学II・数学B」には、BASICで書かれたプログラムを利用した問題があった。

一方、工業高校や商業高校などの専門学科では、教育課程の編成の都合で、「数学II」「数学B」を十分に学習していないまま卒業でき、大学進学を目指すことがで

きるようになった。そこで大学入試センターでは、1997年から数学②の試験時間枠に、「数学II」「数学II・数学B」のほかに、これらの卒業生を対象とした試験科目「簿記・会計」「工業数理基礎」「情報関係基礎」を導入した。「情報関係基礎」の内容は、プログラミング（工業高校）や表計算（商業高校）といった専門性を求める問題と、情報学に属する知識分野の問題であった。

しかし、多くの大学が、工業高校や商業高校への配慮を行わず、「数学②は、試験科目「数学II・数学B」を受験すること」と指定してしまった。「情報関係基礎」の受験者数は、1997年の初回から最新の2020年まで、非常に少数（センター試験全体で50万人に対して、「情報関係基礎」は500人程度）であり、多くの人には、その存在すら正しく認識されていない。

1999年から2008年

1999年3月に公表された高等学校の学習指導要領²⁾では、教科「情報」が、必修、すなわち、原則としてすべての生徒が履修する教科として設置され、2003年4月から施行された。

だが、当時の高等学校で行われていたのは、「オフィスソフトの使い方」の練習が主であり、情報科学や情報工学・情報技術などの教育は、あまり行われていなかった。また、2単位の教科であり、他教科と比べても単位数が少なかった。さらに、設置された3科目「情報A」「情報B」「情報C」は選択必修であったため、高校でどの科目を履修してくるかを大学で前提とすることができなかった。そのため、大学入試においては、「情報」を試験教科として大規模に課すことは、事実上不可能であった。それでも、愛知教育大学、東京農工大学、東京情報大学、帝京大学など、いくつかの大学が、入学者選抜に「情報」を取り入れた。

2007年6月、本会の、主に初等中等教育委員会（筆

者を含む）が中心となり、「大学入試と情報フォーラム」を開催した。当時、出題を検討していた大学関係者の参加や、韓国からの講演があった。また、このフォーラムでは、有志らが作成した「情報」の模擬試験問題も公表された。

当時の学習指導要領では、「数学B」に「統計とコンピュータ」と「数値計算とコンピュータ」の2領域が含まれていたが、それまでと同様に、他の領域との関係で、この2つの領域を履修させる学校は少なかった。それでも、慶應義塾大学環境情報学部・総合政策学部（以後、SFCと記す）では、数学の入試問題でプログラミングを選択問題として出題していた。

2009年から2015年

2009年に告示され、2013年から施行された高等学校学習指導要領では、情報科は「社会と情報」「情報の科学」の2科目になったが、選択必修のままであったため、大学入試における前提は変わらなかった。

一方、数学では、これまで含まれていたプログラミングの領域が、2013年から含まれないことになった。SFCでは、入学試験で、数学でのプログラミング選択問題を、2016年以降では出題できないことが分かった。

そこで、SFCの村井純らを中心とした有志（筆者を含む）が、任意団体「情報入試研究会」を立ち上げ、SFCや、ほかの大学の情報入試についての研究を行うことになった。この研究会は、本会の情報入試委員会の母体となった。情報入試委員会は、「大学情報入試全国模擬試験」を、2012年から2016年までに5セット作成して公表³⁾した。うち第2セット以降の4セットは実際に高校生・高校教員らへの受験機会を提供した。

2015年3月、文部科学省が高大接続システム改革会議を設置し、大学入学者選抜について議論を始

めた。この会議の座長は、本会元会長の安西祐一郎先生であった。その後、筆者らは、情報入試について、安西先生にインタビューを行った。安西先生は、我が国の入試制度全体の改革について、大変熱心に語ったが、特に「情報」については、本会の協力が必要と発言された。詳しい内容は、本会学会誌『情報処理』2016年03月号で「安西祐一郎先生（本会元会長）インタビュー」として掲載⁴⁾されている。

2016年以降

2016年3月末、高大接続システム改革会議の最終報告で、「教科「情報」に関する……適切な出題科目を設定……」との記述が公表された。

2016年度、文部科学省「大学入学者選抜改革推進委託事業」を大阪大学が受託し、東京大学と本会（情報入試委員会）が参画した。この事業では、3年の間にさまざまな問題を作り模擬試験を実施、また、CBT（Computer Based Testing）を利用した試験についても実践的研究を行った。本事業は2018年3月に終了したが、本会の情報入試委員会はその後も引き続き活動を続けることになった。

2018年3月には、（2022年から施行されることになる）高等学校学習指導要領が告示⁵⁾され、情報科は、（全員が学ぶ）必履修科目「情報Ⅰ」と、選択履修科目の「情報Ⅱ」の2科目となった。これで、大学においても、「情報」を試験科目として課すことが現実に可能となった。「情報Ⅰ」は、プログラミングとデータ分析などが重点的に含まれている。また、「情報Ⅱ」の内容は、情報学の立場で見ても、非常にしっかりとした情報科学の内容を含んでいる。いずれも、本会の研究者らが期待するレベルを凌駕している。

2018年5月17日、未来投資会議第16回会合で、林文部科学大臣（当時）より、情報Ⅰについて、「大学入学共通テストの科目として活用できるように、検討を進めたいと思っている」と発言があった。ま

た、安倍内閣総理大臣（当時）より、「大学入試においても、国語、数学、英語のような基礎的な科目として、情報科目を追加、文系、理系を問わず理数の学習を促していく」との発言があった。

2018年7月、大学入試センターが「教科「情報」におけるCBTを活用した試験の開発に向けた問題素案の募集について」を公表した。これは、本会を筆頭に、日本産業技術教育学会、各都道府県・政令指定都市教育委員会高等学校指導事務主管課、各私立高等学校長・中等教育学校長、各国立大学附属高等学校長・中等教育学校長に依頼するとともにWeb上でも公募した。本会（情報入試委員会）は、これに応えて、問題素案22題を提供した。

2019年3月15日、AI戦略実行会議の報告書に、「文系・理系等の学部分野等を問わず、「情報Ⅰ」を入試に採用する大学の抜本的拡大とそのための環境整備」「大学入学共通テスト「情報Ⅰ」を2024年度より出題することについてCBT活用を含めた検討（2019年）」が盛り込まれた。

2019年7月17日閣議決定の「統合イノベーション戦略2020」で、「文系・理系等の学部分野等を問わず、「情報Ⅰ」を入試に採用する大学の抜本的拡大とそのための私学助成金等の重点化を通じた環境整備を行う」と記載された。

情報入試への期待

本稿では、主に、1990年代以降の学習指導要領における「数学」「情報」の改訂動向を、大学入試の観点で述べた。今後、どのような内容で大学入学者選抜が変化し、本会が、それにどのようにかわっていくのかは、まだまったく分からない。だが、2020年10月21日の報道内容は、本会が過去十数年にわたり、繰り返し行ってきた提言（リストは下に示した）の方向と、おおむね一致するものであった。

情報科が入試で取り上げられると、高校では熱心に勉強させることが必要となり、教員の採用や、授

特別解説 Special Article

業の研究が進むであろう。一方、ほかの入試教科・入試科目では、本質とかけ離れた技巧で正解を得る方法（受験テクニック）も研究されている。情報科でも、安直な出題が続くと、このような副作用が発生するであろう。研究・検討は欠かせない。

最近では、Society 5.0 や、デジタル・トランスフォーメーション（DX）などの言葉を聞くことも増えた。2020年からは、小学校・中学校・高等学校にはGIGAスクール構想という政策制度が進み、また、政府機関でもデジタル庁を設置し、行政でも、デジタルデータを、より本格的に活用することになるであろう。

筆者の希望的観測であるが、このような社会変革の進行に合わせ、今後は、情報科を入試教科・科目として、あるいは、入学者選抜の評価対象として採用する大学が増えるであろう。この動きは、利用者の情報リテラシーの底上げや、情報学を専門的に学ぼうとする人を発掘するためにも効果があり、本会の発展にも、良い影響があると思う。

これまでに述べた「情報入試への道」は、順風満帆とは言えないものであったが、筆者は、情報技術が発展し、情報活用によって価値を創造する人が増え、人々の生活の質が向上していくために、情報学の教育・学習がさらに活発化することを願っている。そのために、情報入試の実施は、情報教育にかかわる人の活動の重要性を知ってもらえる効果的な手法であり、実現を夢見るものである。

本会からの提言

本会は、情報入試の実現のために、多くの提言を行った（今後行うであろう）。

- 日本の情報教育・情報処理教育に関する提言(2005年10月29日)
<https://www.ipsj.or.jp/12kyoiku/teigen/v81teigen-rev1a.html>
- 大学入試センター試験における教科「情報」出題の要望(2011年4月5日)
<https://www.ipsj.or.jp/03somu/teigen/kyoiku201104.html>
- 大学入試センター試験における「情報」出題の提言(2012年1月27日)
<https://www.ipsj.or.jp/release/kyoiku20120127.html>
- 「達成度テスト」における情報科試験採用の要望(2013年12月11日)
<https://www.ipsj.or.jp/release/teigen20131211.html>

- 初等中等教育における一貫した情報教育（情報学教育）の充実について（提案）(2015年4月24日)
<https://www.ipsj.or.jp/release/jyohoukyouiku20150424.html>
- 「高大接続改革の進捗状況」に関する意見(2017年6月14日)
<https://www.ipsj.or.jp/release/teigen20170614.html>
- 大学入試センターが実施する試験における「情報」出題の提言(2018年3月9日)
<http://www.ipsj.or.jp/release/teigen20180309.html>
- 第16回未来投資会議において示された大学入学共通テストに「情報」の試験を入れる方針に賛同します(2018年6月11日)
<http://www.ipsj.or.jp/release/teigen20180611.html>
- 高等学校共通教科情報科の大学入学共通テストでの実施に関する意見(2020年3月26日)
<http://www.ipsj.or.jp/release/teigen20200326.html>

大学入学者選抜改革推進委託事業に関する資料

- 文部科学省：大学入学者選抜改革推進委託事業 情報分野（代表大学 大阪大学）
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/senbatsu/1412881.htm
- 西田知博, 植原啓介, 高橋尚子, 中野由章：「情報科」大学入試実施のための CBT システム V2 と 試行試験, 情報処理学会 情報教育シンポジウム 論文集 SSS2019, pp.226-233,
<http://id.nii.ac.jp/1001/00198564/>
- 香西省治, 角谷良彦, 西田知博, 植原啓介, 萩谷昌己, 萩原兼一：情報分野におけるコンピュータ利用特性を活かしたブラウザ型 CBT システムの開発, 情報処理学会 研究報告 コンピュータと教育 CE153, pp.1-10,
<http://id.nii.ac.jp/1001/00202947/>

参考文献

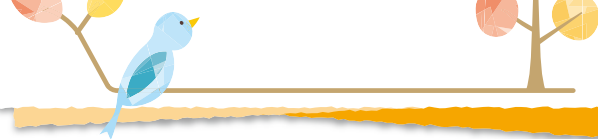
- 1) 文部科学省：旧学習指導要領（1989年（平成元年）告示，1994年（平成6年）から施行），https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/old-cs/1322509.htm
- 2) 文部科学省：旧学習指導要領（1999年（平成11年）告示，2003年（平成15年）から施行），https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1320221.htm
- 3) 情報入試研究会：「資料」（大学情報入試全国模擬試験問題等が掲載されている），http://jnsj.jp/?page_id=108
- 4) 河原達也, 箕 捷彦, 和田 勉, 久野 靖, 辰己丈夫：安西祐一郎先生（本会元会長）インタビュー, 情報処理, Vol.57, No.3, pp.270-277 (Mar. 2016), https://www.ipsj.or.jp/magazine/9faeag000000n9tx-att/5703-anzaiV_1.pdf
- 5) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成21年告示）解説 情報編, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_/_icsFiles/afieldfile/2012/01/26/1282000_11.pdf
- 6) 文部科学省：高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 情報編, https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf

(2020年11月4日受付)

辰己 丈夫（正会員） ttmko@gmail.com

放送大学情報コース教授, 学長補佐（併任）。1991年早稲田大学理工学部数学科卒業。2014年筑波大学大学院博士後期課程修了。博士（システムズ・マネジメント）。本会初等中等教育委員会, 一般情報教育委員会, 教科書委員会, 会誌編集委員会, 情報処理教育委員会, 教員免許更新講習委員会, コンピュータと教育研究会で, 委員や幹事等を歴任（一部は現任）。2020年から, 本会理事（新世代）。

会員の広場



今月の会員の広場では10月号へのご意見・ご感想を紹介いたします。まず、巻頭コラム「もうひとつのクラスター対策班」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■ COVID-19に関する政府、自治体での情報管理に問題があることは誰も感じていることと思われるが、それを政府の役職についている方が明示的に発信する、というのはとても意義があることだと考えます。(中川 岳)

■現在の COVID-19 対策の問題点と過去の感染症対策の繋がりがよく理解できた。(角田洋太郎/ジュニア会員)

小特集「データ・AI ガバナンスと COVID-19: アジアにおける中長期的展望」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■ COVID-19 に対して、中国、韓国、シンガポールの情報技術や AI 技術に関する取り組みと課題が分かりやすくまとめられている。どこの国が成功といった単純な話ではなく、ガバナンスと人権、安全性について深く考えさせられる良い特集でした。(内山 徹)

■我が国の遅れは本特集でも明らかで今さらながら愕然とした。COVID-19に関するシステムの取り組みへの遅さは、会誌も取り上げが遅かった点では同じでは。なぜ、台湾からの報告がないのかも少し疑問。(匿名希望)

■中国、韓国、シンガポール、日本の COVID-19 における対策、将来を見据えた取り組みを理解することができた。このパンデミックによって、世界で情報を活用するための技術が大いに進歩したことを実感する内容だった。(佐伯嘉康)

「1. 壊滅的なリスクに対抗するための倫理とガバナンスの展望」

■長すぎて読めなかった。(平澤将一)

教育コーナー「べた語義」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■とても興味深く読みました。私が高校生だった時代はパソコンが登場して間もないころでしたので今の時代の「情報」という科目に興味を抱いています(「自分も情報の授業を受けてみたい!」という思いで)。2003年から始まった高校における情報教育の歩み・変遷や教育現場での具体的な取り組み、先生方の奮闘などを知ることができ良かったです。2022年から始まる「情報I」と「情報II」による新たな情報科での学びにも注目していきたいと思います。(松浦満夫)

『「キミのミライ発見」取材を通して見た高校の情報教育の歩み』

■今回の記事では、図-3に、事例紹介ページの図が小さく掲載されているのみでしたが、オンライン版からは、最初のところに URL が表示され、そこからたどることができました。豊富な事例紹介は読み応えがあり、こうやって興味のある情報をさらにくわしく知るきっかけになるオンライン版は便利に感じました。ただ、リンクは冒頭の URL のところのみ埋め込まれていましたが、図-3のところなどにももっと埋め込んでいただけるとありがたいと感じました。トップページから該当箇所がどこになるのか少し探しました。(柏野和佳子)

連載「情報の授業をしよう! : AI ×プログラミングで総合的な学習の時間」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■小学校でAIの学習もできることに驚いた。(匿名希望)

■「AI ×プログラミングで総合的な学習の時間」の授業実践報告は、興味を持ちながら力をつけられる内容で、素晴らしいと思いました。中高生や大学生の授業にも参考になるものだと感じました。(柏野和佳子)

連載「先生、質問です!」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■面白かったです。物理的なタイムマシンはできなくても心だけならばタイムマシンの体験ができるというのは、今でも VR などを駆使して実現できそうに感じました。(匿名希望)

連載「IT 紀行：無限御膳も見たかったけど！ オンライン開催の DICOMO2020 に参加してみた」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■面白かったです。ぜひ記事としても読みたいと思いました。特集で、各研究会に参加してみた違いや特徴をまとめてみたらいかがでしょうか。（匿名希望）

■情報量が多すぎて読みにくい。（匿名希望）

オンライン版で読みたい記事、期待するコンテンツについ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。

■動画やゲームなど、新しいコンテンツの紹介、高校生や大学生の研究や学生の書いた記事。（匿名希望）

■記事内を検索しやすい仕組みであると思う。（佐伯嘉康）

■英文記事。（服部充洋）

■基本的には紙と同様で良いと思います。興味が持てたら読みたくなるでしょうし、そうでないなら、読み飛ばしてしまうと思います。動画ニュースなどはあっても良いと思います。（平澤将一）

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。

■成人教育についての記事が読みたい。社会人の博士課程への取り組みについて。（木村良一）

■今号は全体として技術色が薄く、残念だった。COVID-19 の小特集にしても脱ハンコの特別解説にしても、技術視点で深掘りすれば、より興味深い内容になったのではないかと思います。（伊藤雅樹）

■移动通信システムが 5G になってどう生活が変わるのか。（西川雄喜／ジュニア会員）

■学会の会誌ということで、執筆者は大学・公的研究機関の研究員、民間企業の研究員、情報教育にかかわる教員が主体的ですが、各領域の一線で活躍している（非研究系の）技術者、大学院生が執筆した記事も読んでみたいです。（中川 岳）

■会誌への記事投稿を募集してもよいかもしれません。（金子雄介）

【本欄担当 水上雅博・山本岳洋／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、こちらもご参照ください。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。

皆様にとって会誌をより役立つものとするため、
・記事に対する感想、意見 ・記事テーマの提案 ・会誌または学会に対する全般的な意見、提言
・その他、情報処理技術についての全般的な意見、提言
など自由なご意見、ご感想をお待ちしております。

なお、「道しるべ」については

<URL : <https://www.ipsj.or.jp/magazine/sippitsu/michishirube.html> > で

これからのテーマ案を募集しており、いただいたご意見をまとめております。

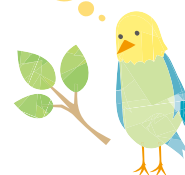
※ご意見、ご感想を会誌に掲載させていただいた方には薄謝または記念品を進呈いたします。

掲載に際しては、編集の都合上、ご意見に手を加えさせていただくことがありますので、あらかじめご了承ください。

なお、意見の投稿に伴う、住所、氏名、所属などの個人情報については、学会のプライバシーポリシーに準じて取り扱いたします。 <URL : <https://www.ipsj.or.jp/privacypolicy.html> >

応募先 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F
一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門 E-mail : editj@ipsj.or.jp Fax (03) 3518-8375
<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>

ご意見をお寄せ
ください!



IPJS カレンダー

※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 Web でご確認いただきますようお願いいたします。

開催日	名 称	論文等応募締切日	参加締切日	開催地
	論文誌トランザクションデジタルプラクティス 「快適な運用管理を支えるインターネットと運用技術」特集論文募集 https://www.ipsj.or.jp/dp/submit/tdp0104s.html	12月18日(金)		
12月17日(木)～	第131回数理モデル化と問題解決研究発表会	10月22日(木)	当日可	★オンライン開催
12月18日(金)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/mps131.html		要マイページより申込	
12月19日(土)～	情報教育シンポジウム2020 (SSS2020)	10月16日(金)	当日可	★オンライン開催
12月20日(日)	https://ce.eplang.jp/index.php?SSS2020		要マイページより申込	
12月21日(月)～	第177回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表会	10月20日(火)	当日可	★オンライン開催
12月22日(火)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/hpc177.html		要マイページより申込	
12月21日(月)～	第172回データベースシステム研究発表会	10月20日(火)	当日可	国立情報学研究所
12月22日(火)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/dbs172.html		要マイページより申込	and/or オンライン
12月21日(月)～	第185回マルチメディア通信と分散処理研究会研究発表会	11月19日(木)	当日可	イテラス 10F Hall
12月22日(火)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/dps185.html		要マイページより申込	and/or オンライン
12月25日(金)	災害コミュニケーションシンポジウム https://www.iwsec.org/spt/sympo202012.html		11月24日 要マイページより申込	★オンライン開催

2021年

	論文誌「デジタル社会の情報セキュリティとトラスト」 特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/21-P.html	2月24日(水)		
	論文誌「人文科学とコンピュータ」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/22-C.html	5月11日(火)		
1月13日(水)～	第132回プログラミング研究発表会	11月13日(金)	当日可	★オンライン開催
1月14日(木)	https://sigpro.ipsj.or.jp/pro2020-4/		要マイページより申込	
1月18日(月)～	26th Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC 2021)			★オンライン開催
1月21日(木)	http://www.aspdac.com/aspdac2021/			
1月21日(木)～	第224回コンピュータビジョンとイメージメディア研究発表会	11月20日(金)	当日可	★オンライン開催
1月22日(金)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/cvim224.html		要マイページより申込	
1月25日(月)～	第235回システム・アーキテクチャ・第193回システムとLSIの 設計技術合同研究発表会	11月16日(月)	当日可	★オンライン開催
1月26日(火)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/arc235slm193.html		要マイページより申込	
1月28日(木)～	第191回ヒューマンコンピュータインタラクション研究発表会	11月28日(土)	当日可	★オンライン開催
1月29日(金)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/hci191.html		要マイページより申込	
2月3日(水)	ITフォーラム2021 http://www.ipsj.or.jp/event/itf/itf2021/		当日可	★オンライン開催
2月5日(金)	短期集中セミナー 2021 DX時代のITガバナンスとITサービスマネジメント～国際標準化への取り組み～ https://www.ipsj.or.jp/event/s-seminar/2021/ITSCJ-SC40/			★オンライン開催
2月13日(土)～	第158回コンピュータと教育研究発表会	12月18日(金)	当日可	電気通信大学
2月14日(日)			要マイページより申込	+ オンライン開催
2月19日(金)	第91回電子化知的財産・社会基盤研究発表会	12月18日(金)	当日可	大阪経済大学
			要マイページより申込	
3月1日(月)～	第41回セキュリティ心理学とトラスト研究発表会	1月13日(水)	当日可	沖縄県総合福祉センター
3月2日(火)	https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/spt41.html		要マイページより申込	and/or オンライン
3月1日(月)～	第207回ソフトウェア工学研究発表会	1月18日(月)	当日可	★オンライン開催
3月2日(火)			要マイページより申込	
3月10日(水)～	インタラクション2021		当日可	学術総合センター—橋講堂
3月12日(金)	https://www.interaction-ipsj.org/2021/		要マイページより申込	and/or オンライン
3月18日(木)～	情報処理学会 第83回全国大会			★オンライン開催
3月20日(土)	https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/83/			

Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/>) 更新情報

[トピックス]

- 11月16日 【推薦締切11月20日(金)】2020年度マイクロソフト情報学研究賞候補者推薦募集
- 11月16日 【推薦締切11月20日(金)】2020年度情報処理技術研究開発賞候補者推薦募集
- 11月15日 創立60周年記念書籍『情報処理技術遺産とパイオニア』を販売します
- 11月15日 人材募集情報 (Vol.61 No.12)
- 11月15日 会誌「情報処理」Web カタログ (Vol.61 No.12)
- 11月12日 論文誌「Society 5.0を実現するコンピュータセキュリティ技術」特集論文募集
- 11月2日 「インターン・就職情報誌」を公開しました

2021 年度会誌「情報処理」モニタ募集のお知らせ

会誌編集委員会

会誌「情報処理」をより良くするために編集委員一同努力を続けておりますが、会員の方々の評価や希望をうかがい、今後の改善に役立てるために、モニタ制度を設けております。関心のある方はぜひふるってご応募ください。

応募の資格 本会会員で、モニタの役割を積極的に果たしていただける方。

モニタの役割 「情報処理」巻末の所定用紙または学会 Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>) から、毎月アンケートに回答する。

◇記事に対する評価 ◇記事に対する感想 ◇意見 ◇記事テーマの提案 ◇そのほか全般的な意見・提案など
注) 記事をすべて読むといったことは必ずしも必要ではありません。自分の立場や問題意識、得意とする分野などを基準とした「独断と偏見による」自由な意見を期待します。

期 間 原則として1年間(2021年4月～2022年3月)。*最長3年までとします。

対 象 号 会誌「情報処理」62巻5号～63巻4号

謝 礼 貴重なご意見をいただいた方には薄謝または記念品を贈呈します。

募集人員 特に定めませんが、応募者数によっては当委員会で調整させていただくことがあります。

応募締切 **2022年2月25日(木) 必着**

*申込書を Fax するか、または E-mail でお申し込みください。

* Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/magazine/topics/2021monitor.html>) でも受け付けています。

そ の 他 ジュニア会員で、会誌(冊子体)の送付を希望される方には、モニタ期間中会誌を送付いたします。

(先着50名、アンケート(12回)に必ず回答いただくことを条件とします)

希望する場合は、申込書の要望欄に<会誌送付希望>とお書きください。

申込/照会先 情報処理学会 会誌編集部門(モニタ係)

2021 年度会誌「情報処理」モニタ申込書

宛先: 情報処理学会 会誌編集部門(モニタ係) E-mail: editj@ipsj.or.jp Fax(03)3518-8375

氏 名

会員番号 ()

住 所 〒

所 属

E-mail:

Tel () -

Fax () -

年 齢 (歳)

業種: (a) 企業(サービス業) (b) 企業(製造業) (c) 研究機関 (d) 教育機関(小・中・高校・高専など)
(e) 教育機関(大学・大学院など) (f) 学生 (g) 学生(ジュニア会員) (h) その他

職種: (a) 研究職 (b) 開発・設計 (c) システムエンジニア (d) 営業 (e) 本社管理業務 (f) 会社経営・役員・管理職
(g) 教職員(小・中・高校・高専など) (h) 教職員(大学・大学院など) (i) 学生 (j) 学生(ジュニア会員) (k) その他

要望, コメントなど:

● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.61 No.12 (Dec. 2020)

【特集：離散と計算の幾何・グラフ・ゲーム】

- Editor's Message to Special Issue of Discrete and Computational Geometry, Graphs, and Games Hiro Ito
- Adventures in Maze Folding Art Erik D. Demaine 他
- An Algorithm for Folding a Conway Tile into an Isotetrahedron or a Rectangle Dihedron Jin Akiyama 他
- Minimum Area Isosceles Containers Gergely Kiss 他
- Sublinear Explicit Incremental Planar Voronoi Diagrams Elena Arseneva 他
- Pantographs and Phase Transitions for the Boundedness of Orbits Evangelos Kranakis 他
- Hardness of Reconfiguring Robot Swarms with Uniform External Control in Limited Directions David Caballero 他
- A Complete List of All Convex Polyhedra Made by Gluing Regular Pentagons Elena Arseneva 他
- Minimum Forcing Sets for Single-Vertex Crease Pattern Koji Ouchi 他
- Efficient Algorithm for $2 \times n$ Map Folding with a Box-pleated Crease Pattern Jia Yiyang 他
- Valid Orderings of Layers When Simple-Folding a Map Jia Yiyang 他
- Flat Folding a Strip with Parallel or Nonacute Zig-zag Creases with Mountain-Valley Assignment Erik D. Demaine 他
- Continuous Flattening of Multi-layered Pyramids with Rigid Radial Edges Kazuki Matsubara 他
- Rectangular Unfoldings of Polycubes † Martin L. Demaine 他
- On Domination Number of Triangulated Discs Shin-ichi Tokunaga
- K_3 Edge Cover Problem in a Wide Sense Kyohei Chiba 他
- Sigma Coloring and Edge Deletions Agnes D. Garciano 他
- The Strong 3-rainbow Index of Comb Product of a Tree and a Connected Graph Zata Yumni Awanis 他
- Randomized Reductions and the Topology of Conjectured Classes of Uniquely Hamiltonian Graphs Robert D. Barish 他
- Gossiping with Interference in Radio Chain Networks Jean-Claude Bermond 他
- Enumeration of Associative Magic Squares of Order 7 Go Kato 他
- The Computational Complexity of Creek Puzzles on Several Grids Akihiro Uejima 他
- Mad Science is Proveably Hard : Puzzles in Hearthstone's Boomsday Lab are NP-hard Michael Hoffmann 他
- PSPACE-completeness of Pulling Blocks to Reach a Goal Joshua Ani 他
- Tetris is NP-hard even with $O(1)$ rows or columns Sualeh Asif 他
- Solving Slitherlink with FPGA and SMT Solver Tetsuo Miyauchi 他
- Variant of Wythoff's Game-Corner Two Rooks Kai Hirokawa 他
- Group Strategy-Proof Mechanisms for Shuttle Facility Games Yuhei Fukui 他
- Edge Matching with Inequalities, Triangles, Unknown Shape, and Two Players Jeffrey Bosboom 他

【特集：ユーザブルセキュリティ】

- 特集「ユーザブルセキュリティ」の編集にあたって 金岡 晃
- セキュリティマネジメントによるサイバーインシデントリスク削減の評価 山田道洋 他
- Model Extraction Attacks against Recurrent Neural Networks* Tatsuya Takemura 他
- API グループ間の相関性とフォルダ操作頻度に基づくマルウェア分類手法の提案 周 家興 他
- Paragraph-based Estimation of Cyber Kill Chain Phase from Threat Intelligence Reports † Thin Tharaphe Thein 他
- SoK : データ駆動型社会に向けたセキュリティ分野へのオントロジーの活用に関する一考察 古川凌也 他
- 対象者の人数と対象者間の関係に制約のない移動履歴とソーシャルネットワークの照合方式 松本 瞬 他
- Addressing the Privacy Threat to Identify Existence of a Target's Account on Sensitive Services Ayako Hasegawa 他
- ユーザのセキュリティ対策行動における心理的な要因の影響分析と評価* 佐野絢音 他
- 個人のインターネット利用におけるセキュリティ対策行動開始のきっかけの分析 澤谷雪子 他
- ブロックチェーンを用いた透明性のある抽選システムの提案と実装 廣澤龍典 他
- 意図的なエラーを付与することによる深層学習を用いた Arbiter PUF へのクローニング攻撃の対策 八代理紗 他
- スマートフォンの通話に着目した音声と耳介による個人照合 郷間愛美 他
- 若年層 SNS ユーザに対するプライバシー・安全上の行動に関するナッジの大規模定量調査 正木博明 他
- モバイル決済アプリにおける eKYC デザインの考察～メルペイにおける実装を事例として～ 草野孔希

【一般論文】

- An Algorithm for the Influential Hinge Vertex Problem on Interval Graphs † Hirotoshi Honma 他
- リーンのコンセプトによるアジャイル開発の生産性指標の提案とウォーターフォール開発との比較 秦泉寺久美 他
- 複数クラウドを使った大容量リアルタイム並列分散処理フレームワークの提案* 君山博之 他
- Detection of Malicious Tools by Monitoring DLL using Deep Learning Wataru Matsuda 他
- 歌声波形からのビブラートパラメータ推定と性能評価 宮崎嵩大 他
- レベルセット法とスペクトルエントロピー法を用いた脈動オーロラ領域検出の改善 井上智寛 他
- インタラクティブプロジェクトマッピングを用いた伝統的茶会における“おもてなし”の演出 小栗真弥 他
- Method for Deriving Evacuation Routes Considering Disaster Risk Nagi Yoshitsugu 他

* : 推薦論文 Recommended Paper

† : テクニカルノート Technical Note



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 税抜 20,000円 (税込 22,000円)

賛助会員 (企業) 税抜 30,000円 (税込 33,000円)

賛助会員以外の企業 税抜 50,000円 (税込 55,000円)

*本会誌へ掲載依頼いただいた場合に限り, 追加料金 税抜 4,000円 (税込 4,400円) 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

■独立行政法人情報処理推進機構

募集職種 嘱託職員 ※詳細は Web ページ (<https://www.ipa.go.jp/about/recruit/syokutaku.html>) 参照

募集人員 各業務区分につき 若干名

(任期: 原則, 任期付き1年となるが, 雇用期間終了後, 業績等により再雇用することが可能)

所 属 情報処理推進機構 社会基盤センター アーキテクチャ設計部

専門分野 産業アーキテクチャ設計およびそれに関連する, リサーチ, 国際連携, 基盤研究, 人材育成, 事業マーケティング, 法制度 (※募集している各業務区分となります)

担当科目 授業の担当なし

応募資格 IPAにて推進している産業アーキテクチャの設計領域 (スマート保安, モビリティ分野, 自律移動ロボット, その他の領域も含む) に対し, 情報技術の知見を用いて, 制度やITも含む具体的なアーキテクチャ設計にかかわりたい方

着任時期 応募書類到着から1~2カ月程度が目安 (内定後, 応相談)

提出書類 履歴書 [IPA 様式] (下記 Web ページ参照)

※ Web ページ (<https://www.ipa.go.jp/about/recruit/syokutaku.html>) から提出書類のフォームをダウンロードし使用してください

応募締切 2022年3月31日

※適任者の採用が決まり次第, 募集を締め切ります

送付先 〒113-6591 東京都文京区本駒込 2-28-8

文京グリーンコートセンターオフィス 16 階

独立行政法人情報処理推進機構 総務部「嘱託公募」担当

※応募書類 (履歴書) をご郵送いただく際は, 封筒に「嘱託公募履歴書在中」と朱書き願います

照会先 総務部 嘱託公募担当 E-mail: new-emp@ipa.go.jp

Tel(03)5978-7501 Fax(03)5978-7510



情報処理学会 第 83 回全国大会
イベント企画のみの聴講参加は「無料」!! オンライン特別価格です。
申込はこちらから⇒ <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/83/>
ぜひ皆様お誘い合わせの上、奮ってご参加ください

情報処理学会 第 83 回全国大会 聴講申込 『コロナ新時代の情報処理』

大会会期：2021年3月18日（木）～20日（土）

大会会場：オンライン開催

共 催：大阪大学

後 援：全国高等学校情報教育研究会

情報処理学会第83回全国大会の「大会聴講参加」の申込を受付中です。オンライン開催のため今回は特別価格となっております。

- イベント会場・特別会場において開催される「特別講演／招待講演／イベント企画／各種展示」を聴講・ご覧になる場合
→「大会イベント企画限定聴講参加」（無料）
- 上記に加え、「一般セッション／学生セッション」を聴講する場合
→「大会共通聴講参加」（有料）

イベント企画のみ聴講希望の方は、大会 Web ページから申込みをする際、「大会イベント企画限定聴講参加」にお申し込みください。
 通常の一般セッション・学生セッションも聴講希望の場合は、「大会共通聴講参加」にお申し込みください（聴講参加費は有料となります）。

申込受付期間：2020年12月7日（月）～2021年3月20日（土）大会最終日まで

招待講演・特別講演企画【聴講参加無料】：招待講演4件と特別講演2件を予定しております。

招待講演-1	18日（木）16：30～16：45	未定（The Korean Institute of Information Scientists and Engineers）
招待講演-2	18日（木）16：45～17：00	未定（China Computer Federation）
招待講演-3	18日（木）17：00～17：15	未定（IEEE Computer Society）
招待講演-4	18日（木）17：15～17：30	未定（Association for Computing Machinery）
特別講演	19日（金）15：20～16：20	「ニューノーマルな生活（仮）」
	20日（土）15：30～17：30	IPSJ-ONE

イベント企画【聴講参加無料】：各イベント企画では、その分野の最前線で活躍されておられる方をお招きし、講演・パネル討論等の開催を予定しております。

第1 イベント会場	18日 9：30～11：30	「2020年サイバー事件回顧録～技術と法制度の両面から～」
	18日 12：40～15：10	「コロナ新時代の情報処理（1）（仮）」
	19日 9：30～11：30	「コロナ新時代の情報処理（2）（仮）」
	19日 12：40～15：10	「コロナ新時代の情報処理（2）（仮）」
	20日 9：30～12：00	「COVID-19 危機下に見えてきた大学情報入試」
	20日 13：20～15：20	「情報科学の達人 1.0」
第2 イベント会場	18日 12：40～15：10	「～コンピュータバイオニアが語る～『私の詩と真実』」
	19日 9：30～11：30	「スポーツテック ～デジタルプラクティスライブ～」
	19日 12：40～15：10	「企業研究者の『熱い想い』をお届けします」
	19日 15：20～17：20	「9th IPSJ International AI Programming Contest SamurAI Coding 2020-21 World Final」
	20日 10：00～15：00	「第13回情報システム教育コンテスト」
第3 イベント会場	18日 12：40～15：10	「『アジャイル開発のソフトウェアモデル契約』のその後」
	19日 9：30～11：30	「New Normal における学会活動在り方デザイン（仮）」
	19日 12：40～15：10	「量子技術を利用した次世代アクセラレータの活用」
	19日 15：20～17：20	「論文必勝法」
	20日 9：30～12：00	「初等中等教員研究発表セッション」
	20日 13：20～15：20	「中高生情報学研究コンテスト」

第4 イベント会場	18日 9:30～11:30	「AI TECK TALK」
	18日 12:00～14:30	「インダストリアルセッション」
	18日 15:00～17:30	「IT 情報系キャリア研究セッション」
	19日 15:00～17:30	「IT 情報系キャリア研究セッション」
	20日 9:30～13:00	「Exciting Coding! Junior @ Osaka ～みんなで一緒にプログラミングしよう～」
	20日 13:20～15:50	「IT 情報系キャリア研究セッション」
特別会場	20日 11:00～13:00	「『先生質問です!』VR」

一般セッション・学生セッション【聴講参加 有料】:

約1,500件の研究成果発表があります。大会3日間でおおよそ30会場を使用して、190あまりのセッションが生まれ、活発な発表、議論・討論が行われます。

■聴講参加費・講演論文集代(税込)

オンライン開催のため今回は特別価格となっております。学生の大会共通聴講参加費が「無料」です。

申込種別	価 格
大会イベント企画限定聴講参加	無料
大会共通聴講参加(正会員) *全論文のPDFアクセス権付	5,000円
大会共通聴講参加(一般非会員) *全論文のPDFアクセス権付	9,000円
大会共通聴講参加(学生会員・ジュニア会員・学生非会員)	無料

◇留意事項

※「大会イベント企画限定聴講参加」は、特別講演、招待講演、イベント企画、IT情報系キャリアセッションのみ聴講参加可能です。一般セッション・学生セッションの聴講はできませんのでご注意ください。

一般セッション・学生セッションも聴講参加希望の場合には、大会共通聴講参加(有料)のほうにお申し込みください。学生の方は大会共通聴講参加費が「無料」です。

※「大会共通聴講参加」は、一般セッション・学生セッションを含む大会すべてのセッションの聴講参加が可能です。

※講演参加申込の方、座長の方、イベント企画者および登壇者は聴講参加申込は不要です。聴講参加をお申し込みになりますと二重申込となりますのでご注意ください。

■講演論文集代(税込・送料込)

残部のある限り販売を行います。確実に御入手いただくには2021年2月4日(木)までのお申し込みをお勧めいたします。受け取りは大会終了後の郵送となります。

申込種別	予約価格(2/4迄)	価 格
講演論文集分冊(個人・法人問わず)	13,000円	14,000円
講演論文集セット *DVD-ROM 1枚付き(個人・法人問わず)	60,000円	66,000円
講演論文集 DVD-ROM(個人)	10,000円	
講演論文集 DVD-ROM(法人)	60,000円	

■聴講参加および講演論文集の予約申込、詳細は、以下のサイトからお願いいたします。

第83回全国大会公式 Web サイト <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/83/>

■問合先

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F
 一般社団法人情報処理学会 事業部門
 電話 (03) 3518-8373
 FAX (03) 3518-8375
 E-mail: ipsjtaikai@ipsj.or.jp

◆◆ 有料会告について ◆◆

本会の主催・共催行事および協賛・後援記事の次第書（論文募集，参加案内等）の本誌掲載については，下記により有料にて取り扱っていますのでお知らせします。

記

■掲載条件

件名	内容	掲載単位	掲載料金（税抜）	
論文募集／ 参加者募集	国際会議，シンポジウム，ワークショップ，講演会，講習会などの論文募集・参加者募集	1 ページ，1/2 ページ または 1/4 ページ	(主催・共催)	
			1 ページ	50,000 円
			1/2 ページ	30,000 円
			1/4 ページ	20,000 円
			(協賛)	
広告として取り扱う				
人材募集	国公立教育機関，国公立研究機関， 企業の人材募集	10 行程度	国公立教育機関，国公立研究機関	20,000 円
			賛助会員（企業）	30,000 円
			賛助会員以外の企業	50,000 円
* 本会誌へ掲載依頼いただいた場合に限り，追加料金 4,000 円で同一内容を本会 Web ページに掲載できます。				

■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宛先，Web 掲載の有無（人材募集のみ）などを記載し，掲載希望原稿を添えて下記の申込先へお申し込みください。

■原稿の書き方

- 行事次第書： A4 変形判カメラレディまたは PDF ファイル（フォント埋め込み）とします。
(1 ページ) 天地 250mm × 左右 180mm
(1/2 ページ) 天地 120mm × 左右 180mm
(1/4 ページ) 天地 55mm × 左右 180mm
* A4 変形判以外の原稿は縮小または拡大となりますのでご注意ください。
- 人材募集： 次の項目を明記し，E-mail または Fax，郵送にてお送りください。
[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]
* なお，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 掲載号発行日に料金を請求いたしますので，3 カ月以内にお支払いください。

■掲載申込先 一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門（有料会告係）
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F
E-mail: editj@ipsj.or.jp Tel (03) 3518-8371 Fax (03) 3518-8375

CONTENTS

Preface

- 2 **Information and the Future of Food**
Yoshihiro MURATA (The Third-generation Owner-
Chef of Kikunoi / Director of the NPO Japanese
Culinary Academy and All Japan Food Association)

Special Article

- 4 **What was the Problem with HER-SYS**
Asami HINO (Minato City General Affair
Department Information Policy Division / Minato
Public Health Center Health Prevention Division)

Special Features

AI Human Resources Education

- 10 **Foreword**
Mikiko SODE (International College of Technology)
- 12 **Outline**

Let's Learn Informatics

- 14 **Class Practice of the Subject "Information
Security"**
Yoshiyuki MURAYAMA (Mie Prefectural Kameyama
High School)

"Peta-gogy" for Future

- 21 **WCCE Postponed from 2021 to 2022**
Toshinori SAITO (Seisa Univ.)
- 22 **2020 Virtual Symposium on the Testing of
Informatics for Japanese University Admissions**
Takeo TATSUMI (The Open Univ. of Japan)
- 27 **The Gap between Information Experts and
Faculty Members Who are not Good at ICT**
Mami MITACHI (Graduate School of Education,
Seisa Univ.)

Algorithm Starting from Scratch

- 36 **Learn Algorithms Intuitively**
Moriteru ISHIDA (Freelance Software Engineer)

-
- 20 **Biblio Talk**
- 32 **Conference Report**
- 34 **Skimming a Famous Paper in Five Minutes**
- 40 **Questions for Experts**
- 43 **Topics**

Online Only

- e1 **How IPSJ has been Involved in Admissions
Reform in Japan since 1994.**
Takeo TATSUMI (The Open Univ. of Japan)

Special Features

AI Human Resources Education

- e5 **The AI Strategy of Japan**
Yuichiro ANZAI (The Council for the AI Strategy /
Japan Society for the Promotion of Science / Tokyo
Foundation for Policy Research)
- e16 **Education of AI-ready students in Faculty of Data
Science of Shiga University**
Akimichi TAKEMURA (Shiga Univ.)

- e22 **AIR Technology Education Program which All
Students can Use Naturally as Breathe the Air**
Fujio IKEDA (National Institute of Technology
(KOSEN), Nagaoka College)
- e27 **Data Science Education Program at Waseda
University**
Toshiyasu MATSUSHIMA (Waseda Univ.)
- e33 **Human Resource Development for Digital
Transformation in the System Integration
Company**
Takashi SUENAGA and Yoko YAMAGUCHI (NTT
DATA Corp.)

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、毎号巻末に掲載しております所定の用紙または Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>) をお使いいただき、奮って事務局までお寄せください。

一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部門

〒 101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F E-mail: editj@ipsj.or.jp Fax(03)3518-8371

ご意見をお寄せください！

【1月10日頃までにお出しく下さい】

宛先 一般社団法人 情報処理学会 モニタ係（下記のいずれからも送付できます）
https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html Fax(03)3518-8375 E-mail: editj@ipsj.or.jp
(E-mail で送信される場合は、10-1-a のようにコードでお答えください)
※ご意見の投稿に伴う、住所、氏名、所属などの個人情報については、学会のプライバシーポリシーに準じて取り扱いいたします。
https://www.ipsj.or.jp/privacypolicy.html

[コード]

- (1) ご氏名
- (2) ご所属 Tel. () -
- (3) E-mail:
- (4) 業種： (a) 企業（サービス業） (b) 企業（製造業） (c) 研究機関 (d) 教育機関（小・中・高校・高専・大学・大学院など）
(e) 学生 (f) 学生（ジュニア会員） (g) その他..... 4- []
- (5) 職種： (a) 研究職 (b) 開発・設計 (c) システムエンジニア (d) 営業 (e) 本社管理業務
(f) 会社経営・役員・管理職 (g) 教職員（小・中・高校・高専・大学・大学院など）
(h) 学生 (i) 学生（ジュニア会員） (j) その他 5- []
- (6) 年齢： (a) 10代 (b) 20代 (c) 30代 (d) 40代 (e) 50代 (f) 60代以上 6- []
- (7) 性別： (a) 男性 (b) 女性 7- []
- (8-1) あなたはモニタですか？： (a) はい (b) いいえ 8-1- []
- (8-2) あなたのご意見は「会員の広場」（会誌およびWeb）に掲載される場合があります。その場合：
(a) 実名可（氏名のみ掲載） (b) 匿名希望 (c) 掲載を希望しない 8-2- []
- (9) どちらの媒体で記事をお読みになりましたか？
(a) 冊子版 (b) 情報学広場（電子図書館） (c) Kindle (d) Fujisan (e) その他 9- []
- (10) 今月号（2021年1月号）の記事は良かったですか。下記の記事すべてについて評価をご回答ください。
[a…大変良い b…良い c…普通、どちらとも言えない d…悪い e…読んでいない]
- 巻頭コラム：情報と食の未来..... 10-1- []
- 特別解説：HER-SYS はなにが問題だったか 10-2- []
- 特集：AI人材教育
0. 編集にあたって 10-3- []
- オンライン 1. 日本のAI戦略 10-4- []
- オンライン 2. 滋賀大学におけるAI人材教育 10-5- []
- オンライン 3. 長岡高専におけるAI人材教育 10-6- []
- オンライン 4. 早稲田大学におけるAI人材教育 10-7- []
- オンライン 5. システム・インテグレーション企業におけるAI人材・デジタル人材の育成の取り組み 10-8- []
- 情報の授業をしよう！：科目「情報セキュリティ」の授業実践 10-9- []
- ピブリオ・トーク：試験に出る哲学..... 10-10- []
- べた語義：WCCEは2021年から2022年に 10-11- []
- べた語義：バーチャル情報入試シンポジウム2020春は、熱かった！ 10-12- []
- べた語義：情報の専門家とICT苦手教員の間に潜む間隙..... 10-13- []
- 会議レポート：「第31回高専ブロン」の開催報告と最優秀賞受賞校の強さの秘訣 10-14- []
- 5分で分かる!? 有名論文ナメ読み：Sergey Levine: Reinforcement Learning and Control as Probabilistic Inference: Tutorial and Review 10-15- []
- ゼロからはじめるアルゴリズム：アルゴリズムを直感的に学ぼう..... 10-16- []
- 連載：先生、質問です！ 10-17- []
- オンライン 特別解説：あなたにとって「情報」は入試科目ですか？ の歴史 10-18- []
- (11) 本号で最も良かった記事は何ですか？ 上記〔10〕の設問の記事番号から1つだけ選び（例：10-8の記事の場合は「8」と記入）、その理由をご回答ください。上記に掲載されていない記事の場合はタイトルを直接ご記入ください。
- (11-1) 良かった記事 11-1- []
- (11-2) この記事に対する貴方の立場：a) 専門家 b) 非専門家 11-2- []
- (11-3) 選んだ理由（下記から、いくつでも選択可）..... 11-3- []
- a) 技術・研究動向がよく分かった b) 知的興味をかきたてられた c) 新たな知識を得ることができた d) 内容が平易で理解しやすかった
e) その他（具体的に下記にご記入ください）

〔12〕 本号で最も良くなかった記事は何ですか？ 上記〔10〕の設問の記事番号から1つだけ選び（例：10-8の記事の場合は「8」と記入），その理由をご回答ください。上記に掲載されていない記事の場合はタイトルを直接ご記入ください。

- 〔12-1〕 良くなかった記事 12-1- []
 〔12-2〕 この記事に対する貴方の立場：a) 専門家 b) 非専門家 12-2- []
 〔12-3〕 選んだ理由（下記から、いくつでも選択可）..... 12-3- []
 a) 記事の内容に誤りがあった b) ありきたりの内容だった c) 記事が難しすぎた d) 何を言いたいのか分からなかった e) 宣伝の意図が強すぎる
 f) テーマに興味を持てなかった g) その他（下記に具体的に記入ください）

〔13〕 今月の特集に対する貴方の立場を教えてください。

- 〔13-1〕 AI人材教育：a) 専門家 b) 非専門家 13-1- []

〔14〕 設問〔10〕で読んでいないと答えた記事について，その理由を教えてください。

〔15〕 会誌のオンライン版ができたらどのような記事を読みたいか，どのようなコンテンツが期待できるか，などで意見がございましたら教えてください。

〔16〕 会誌に対するご意見や感想，著者への質問，巻頭コラムに登場してほしい人物，今後取り上げてほしいテーマなどありましたらご記入ください。（スペースが足りない場合はお手数ですが別紙を追加してください）

■ 各種問合せ先 ■

一般社団法人 情報処理学会（本部） ※支部所在地等詳細はリンクされている各支部ページでご参照ください。
 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F Fax(03)3518-8375 <https://www.ipsj.or.jp/>

担 当	E-mail	Tel(ダイヤルイン)	取り扱い内容
■ 会員サービス部門			
会 員	mem@ipsj.or.jp	03-3518-8370	入会，会費，変更連絡，退会，在会証明，会員証，会誌配布，会員特典，会費等口座振替，海外からの送金，賛助会員，電子図書館
■ 会誌編集部門			
会誌編集	editj@ipsj.or.jp	03-3518-8371	会誌「情報処理」の掲載内容，広告掲載，出版，コンピュータ博物館（情報処理技術遺産）
著作権	copyright@ipsj.or.jp		転載許可，著作権
デジタルプラクティス	editdp@ipsj.or.jp		デジタルプラクティス（DP）の編集・査読，DP レポート
図 書	tosho@ipsj.or.jp	03-3518-8374	出版物購入
■ 研究部門			
論文誌	editt@ipsj.or.jp	03-3518-8372	論文誌（ジャーナル/JIP/トランザクション）の編集・査読
調査研究／国際／教育	sig@ipsj.or.jp		研究会登録，研究発表会，研究グループ，シンポジウム，国際会議，IFIP 委員会，情報処理教育委員会，アクレディテーション対応
■ 事業部門			
事 業	jigyo@ipsj.or.jp	03-3518-8373	全国大会，FIT，プログラミングコンテスト，プログラミング・シンポジウム，協賛・後援
技術応用	event@ipsj.or.jp		連続セミナー，短期セミナー，IT フォーラム，ソフトウエアジャパン，その他講習会
認定情報技術者制度	ipsj.citp@ipsj.or.jp		認定情報技術者制度
■ 管理部門			
総務／庶務	soumu@ipsj.or.jp	03-3518-8374	総会・理事会，支部，選挙，総務系選奨，関連団体，アドバイザーボード
経 理	keiri@ipsj.or.jp		出納，送金連絡
システム企画	sys@ipsj.or.jp		システム企画，セキュリティ，電子化委員会，電子図書館，IPSJ メールニュース
■ 情報規格調査会			
規格部門	問合せフォーム https://www.itscj.ipsj.or.jp/contact/index.html		ISO/IEC JTC 1での情報技術の標準化業務 〒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 https://www.itscj.ipsj.or.jp/

2012年のImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) という画像分類コンペティションで報告された深層学習を起点に、当該技術が深耕され、人工知能(AI)という言葉が一般市民にも浸透してきた。また、深層学習とは少し異なる文脈で、統計解析という基盤的な技術が、情報システムの浸透によりデータ・マイニング、ビジネス・インテリジェンス、ビッグデータとさまざまな表現がされ、データ・サイエンスという名で市民権を得るに至っている。

つい先日までは、情報処理の分野においてでさえ、特定のエキスパートがこれらの技術を磨いているような状況であった。それが、企業の情報システムに限らず、IoT 機器の発達や、Web, SNS 等を介したビッグデータにさらされることが日常となったことで、気が付いたら情報処理の文脈を越えた広がりを見せている。

本号の「AI 人材教育」の特集はそのような流れを受けて企画されたものである。人材教育というテーマであるため大学等の教育機関が中心となっているが、民間企業においても法人向けのAI研修を提供する企業も増加している。

偶然にも、この企画を編集委員会で議論している最中に、編集者は自社向けの研修メニューの作成を担当しており、編集者兼執筆者として本号の特集に参画することになった。このような特集が組まれることは、社会的な注目を浴びていることの一例であると感じるが、一方で、社会に浸透したとは言えないのであろう。当該分野に長くたずさわるものとしては、本特集により一日も早くAI人材が社会の中で活躍することが当然であると認知されることを願ってやまない。

末永高志(本特集エディタ)

次号(2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。

特別解説：スパコン「富岳」によるウイルス飛沫・エアロゾルのシミュレーションと対策提案	坪倉 誠
著作権法改正について	須川賢洋

「特集」AI 画像診断が医療現場を変える ※本編はオンライン版のみ掲載となります

AI 画像診断の全体像と将来の展望—医師を助ける“第三の目”—/医療画像 AI のもたらす未来—大動脈瘤の取り組みをもとに—/外科治療 AI /眼底写真(光学系)の診断支援—眼底 AI の開発状況と期待—/歯科パノラマエックス線画像による AI 診断

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

会議レポート：ACM SIGIR 2020 会議報告

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 (JAC) 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 JAC (<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

掲載場所	4色	1色
表2	330,000円 (税抜)	—
表3	275,000円 (税抜)	—
表4	385,000円 (税抜)	—
表2対向	300,000円 (税抜)	—
表3対向	265,000円 (税抜)	155,000円 (税抜)
前付1頁	250,000円 (税抜)	135,000円 (税抜)
前付1/2頁	—	80,000円 (税抜)
前付最終	—	148,000円 (税抜)
目次前	—	148,000円 (税抜)
差込 (A4変形判 70.5kg未満 1枚)	275,000円 (税抜)	
差込 (A4変形判 70.5kg～86.5kg 1枚)	350,000円 (税抜)	
同封 (A4変形判 1枚)	350,000円 (税抜)	

■「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」62巻1号 掲載広告（五十音順）

- インタフェース 表2 すべての会社を希望
 フォーラムエイト 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・ピー・エム (株)

●●● 賛助会員 (10 ~ 19口)



(株) リクルート



グーグル合同会社



(株) NTT ドコモ



(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



(株) NTT データ



グリー (株)



楽天技術研究所



(一財) インターネット協会



情報サービス産業協会



トレンドマイクロ (株)



NTT コムウェア (株)



NTT テクノクロス (株)



(株) うえじま企画



エッジテクノロジー (株)



沖電気工業 (株)



キャノンマーケティングジャパン株式会社
キャノンマーケティングジャパン (株)



コアマイクロシステムズ (株)



三美印刷 (株)



(株) セプテニー



ソニー (株)



チームラボ (株)



(株) テクノプロ
テクノプロ・デザイン社



パナソニック (株)

MIZUHO みずほ情報総研

みずほ情報総研 (株)

●●● 賛助会員 (2口)



(株) KDDI 研究所



NEC ソリューション
イノベーター (株)



NTT アドバンステクノロジー (株)



(一社) データ流通推進協議会



鉄道情報システム (株)



(株) ナレッジクリエーション
テクノロジー



(一財) 日本データ
通信協会



(一財) 日本規格協会



日本放送協会
放送技術研究所



(株) 日立システムズ

<p>【A～Z】</p> <p>Arithmer (株) (株) ATJC (株) ATR-Trek bokk (株) (株) CIJ (株) CIJネクスト (株) CyberOwl 合同会社 DMM.com freee (株) GMOベパボ(株) (株) GV (株) HBA JRC エンジニアリング(株) (株) JR東日本情報システム (株) JTB川崎支店 (株) K&S (株) KDDI総合研究所 MHIエアロスペースシステムズ(株) (株) Mobility Technologies NECソリューションイノベータ(株) NECネットイノベーション(株) NECフィールディング(株) NTTアドバンステクノロジー(株) NTTコムウェア(株) (株) NTTデータ (株) NTTデータ・アイ (株) NTTデータ関西 (株) NTTデータ九州 (株) NTTデータ数理システム (株) NTTデータ東北 NTTテクノクロス(株) (株) NTTドコモ (株) OKIソフトウェア (株) PFU (株) PLAY (株) PLUS (株) POL (株) QUICK SCSK (株) (株) Spelldata TDCソフト(株) TIS (株) (株) UNCOVER TRUTH (株) YAMABISHI YKK (株)</p> <p>【あ行】</p> <p>アイアンドエルソフトウェア(株) (株) アイヴィス アイシン・エイ・ダブリュ (株) アイシン精機(株) アイシン・ソフトウェア(株) (株) アイズファクトリー (株) アイ・ピー・エス アイホン(株) (株) アイレップ アシアル(株)</p>	<p>(株) アットウェア (株) アドバンスト・メディア (株) アドバンス トラフィック システムズ アビームシステムズ(株) (株) アピリッツ アミューズメントメディア総合学院 (株) アルファシステムズ (株) アルフィー アレックスメディア(株) (株) いい生活 池上通信機(株) 伊藤忠テクノソリューションズ(株) インクリメント・ピー (株) (一財) インターネット協会 (株) インテック インフォサイエンス(株) (株) ヴァル研究所 ヴィスコ・テクノロジーズ(株) (株) うえじま企画 (株) 駅探 (株) エクサ エヌ・ディー・アール(株) (株) エム・オー・シー (株) エルザジャパン オークマ(株) (株) 大塚商会 (株) オーム社 沖電気工業(株) オムロン(株)</p> <p>【か行】</p> <p>国立研究開発法人 科学技術振興機構 (公財) 画像情報教育振興協会 (学) 片柳学園日本工学院八王子専門学校 (学) 河合塾 (一財) 機械振興協会 キヤノンITソリューションズ(株) キヤノンマーケティングジャパン(株) キヤノンメディカルシステムズ(株) 共立出版(株) (株) 近代科学社 グーグル合同会社 (株) クヌギ グリー (株) (株) グリットウェブ (株) ぐるなび (株) コア 中四国カンパニー コアマイクロシステムズ(株) (株) 構造計画研究所 国立国会図書館 (株) 小松製作所</p> <p>【さ行】</p> <p>サイオス(株) (株) サイバーエージェント</p>	<p>(一財) 材料科学技術振興財団 サクサ(株) サクシード(株) 三協印刷(株) 三美印刷(株) 三友工業(株) (株) シーエーシー システム・オートメーション(株) (株) ジャステック (株) ジャストイット (株) ジャパンテクニカルソフトウェア (一社) 情報サービス産業協会 (独) 情報処理推進機構 (一社) 情報通信技術委員会 (一社) 新規事業・新規市場創出研究会 新世代M2Mコンソーシアム (株) 数理計画 (株) スカイディスク 住友化学(株) 住友電気工業(株) (学) 聖学院 セイコーホールディングス(株) (株) セガ セコム(株) (株) セブテーニ (株) ソケッツ ソニー (株) (株) ソフトウェアコントロール (一財) ソフトウェア情報センター 特許・技術情報センター (株) ソリトンシステムズ</p> <p>【た行】</p> <p>(株) タンタカ チームラボ(株) (株) 中電シーティーアイ (一社) 中部産業連盟 中部電力(株) 通研電気工業(株) (株) ディー・エヌ・エー (株) ディスコ (株) デインプス (株) データグリッド (一社) データ流通推進協議会 テクノスデータサイエンス・エンジニアリング(株) (株) テクノプロ テクノプロ・デザイン社 デジタルプロセス(株) 鉄道情報システム(株) (公財) 鉄道総合技術研究所 (公財) 電気通信普及財団 (一社) 電子情報技術産業協会 (株) 電盛社 (株) デンソー (株) デンソー ITソリューションズ (株) デンソーアイティラボラトリ (株) デンソークリエイト</p>	<p>(一財) 電力中央研究所 東海ソフト(株) 東海旅客鉄道(株) (株) 東芝 東芝インフォメーションシステムズ(株) (株) 東芝システムテクノロジー (株) 東芝情報システム(株) 東芝デジタルソリューションズ(株) (株) 働楽ホールディングス (株) 東和システム トーヨー企画(株) 特許庁 (株) トヨタシステムズ トヨタ自動車(株) (株) 豊田中央研究所 トレンドマイクロ(株) (株) ドワンゴ</p> <p>【な行】</p> <p>(株) ナレッジクリエーションテクノロジー (株) ニコンシステム 西日本電信電話(株) 日鉄ソリューションズ(株) 日鉄日立システムエンジニアリング(株) 日本アルゴリズム(株) (一財) 日本データ通信協会 日本電気(株) 日本電信電話(株) (一社) 日本IT団体連盟 日本アイ・ピー・エム(株) (公社) 日本化学会 (一財) 日本規格協会 日本銀行 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 (一財) 日本情報経済社会推進協会 (一社) 日本情報システム・ユーザー協会 日本電子計算(株) (一財) 日本品質保証機構 日本放送協会 放送技術研究所 日本マイクロソフト(株) 日本無線(株) 日本ユニシス(株) (株) 野村総合研究所</p> <p>【は行】</p> <p>パーソルキャリア(株) (株) ハイエレコン (有) バクサリー パナソニック(株) パナソニック(株) ライフソリューションズ社 (株) バリユーファースト (株) 半導体エネルギー研究所</p>
--	---	--	--

(株)ビービット	富士フィルム(株)	三菱電機メカトロニクスソフトウエ	<入会予定>
(株)ビズヒッツ	フューチャー (株)	ア(株)	(株) DAICON
(株)日立インフォメーションエンジニアリング	古野電気(株)	三菱プレシジョン(株)	エッジテクノロジー (株)
(株)日立国際電気	(株)ブレアパッチ	武蔵野美術大学	
(株)日立産業制御ソリューションズ	(株)ベネッセコーポレーション	(株)メイテツコム	
(株)日立システムズ	(株)堀場製作所	モバイルコンピューティング推進コンソーシアム(MCPC)	
(株)日立社会情報サービス			
(株)日立製作所	【ま行】		
(株)日立製作所 中国支社	(株)牧野フライス製作所	【や行】	
(株)日立ソリューションズ	マツダ(株)	(株)安川電機	
(株)日立ソリューションズ・クリエイト	みずほ情報総研(株)	ヤフー(株) Yahoo! JAPAN 研究所	
(株)日立ソリューションズ西日本	三井情報(株)	ヤマハ(株)	
(株)日立ソリューションズ東日本	(株)ミックナイン		
(株)ビッグツリーテクノロジー&コンサルティング	(株)ミットヨ	【ら行】	
(株)ファーストフェアリーデバイセズ(株)	(株)三菱UFJ銀行	楽天(株)	
(株)フォーカスシステムズ	(株)三菱UFJトラスト投資工学研究所	リードエグジビションジャパン(株)	
(株)フォーラムエイト	三菱UFJモルガン・スタンレー証券(株)	(株)リクルート	
富士通(株)	三菱スペース・ソフトウェア(株)	(株)リコー	
(株)富士通アドバンスドエンジニアリング	三菱電機(株)	(株)リックテレコム	
(株)富士通エフサス	三菱電機インフォメーションシステムズ(株)	(株)両備システムズ	
(株)富士通ソーシャルサイエンスラボラトリ	三菱電機インフォメーションネットワーク(株)	(株)リンク	
	三菱電機コントロールソフトウェア(株)		

注) 一般社団法人・一般財団法人・公益社団法人・公益財団法人はそれぞれ(一社)・(一財)・(公社)・(公財)と省略した。

協力協定学会との正会員会費相互割引について

各学協会との協定により、正会員会費が割引になります。ぜひ、ご活用ください。
 本会 Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/member/kyoryoku.html>) にも掲載しております。

●協力協定学会名・相互割引率(正会員会費が割引対象)

IEEE	(The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)	10%
IEEE-CS	(IEEE Computer Society)	10%
ACM	(Association for Computing Machinery)	20%
CSI	(Computer Society of India)	20%

※協力協定学会の会員費割引については、海外関連団体 (https://www.ipsj.or.jp/annai/kanrenlink/os_relation.html) をご参照いただき、直接お問い合わせください。

●本会への申請方法

会費割引を希望する正会員は、マイページの「登録情報変更」で「会員相互割引」の協定学会名から1つ選択し、その会員番号を入力します。初めて申請する方は上記協力協定各学会正会員の会員証コピーを Fax 等で送ってください。割引適用は1学会分といたします。自動継続のため次回からは会員証のコピーは不要です。

※これから入会を希望する方も入会申込[本申請]の画面から同様に申請できます。

- ・マイページはこちら⇒ <https://www.ipsj.or.jp/mypage.html>
- ・入会申請はこちら⇒ https://www.ipsj.or.jp/nyukai_kojin.html

■照会先：会員サービス部門 E-mail: mem@ipsj.or.jp Tel(03)3518-8370 Fax(03)3518-8375

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) | ◇ ピープルウエア 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@kindaikagaku.co.jp

http://www.kindaikagaku.co.jp



情報処理学会創立 60 周年記念書籍

会員割引あり→学会図書販売へ

情報処理技術遺産と パイオニアたち

情報処理学会 歴史特別委員会 編

B5 判・上製

336 頁 (第 1 部カラー、第 2 部モノクロ)

本体価格 6,000 円 (税込 6,600 円)

ISBN978-4-7649-0623-5 C3055



本書は第一部『情報処理技術遺産』と第二部『オーラルヒストリー』の二部構成となっています。第一部では、コンピュータ技術の発展の歴史を示す具体的事物・資料であることを認定する『情報処理技術遺産』において、2008年～2019年間に認定された各遺産の情報108件、分散コンピュータ博物館10件を収載しています。第二部では、日本の情報処理技術に多大な影響を与えたパイオニアたちを紹介する『情報処理』誌連載記事「古機巡礼 / 二進伝心：オーラルヒストリー」のうち、23名分の記事を再編しています。

まさに情報処理学会創立60周年記念に相応しい内容であり、我が国のコンピュータ関連の歴史を紐解く上でも重要なレガシーであると言って過言ではありません。

目次

第1部 情報処理技術遺産 2008-2019

自動算盤	ETL Mark IV パッケージおよび磁気ドラム
川口式電気集計機及び亀の子型穿孔機	HIPAC MK-1
タイガー計算器 No.59	HITAC 301 部品
微分解析機	潮候推算機
九元連立方程式求解機	NEAC-1101
物理乱数発生装置群	NEAC-R3 アナログコンピュータ
大阪大学真空管計算機	SENAC-1 (NEAC-1102)
沖電気数字印刷電信機	翻訳実験用計算機 KT-1
パラメトロンアーカイブス	論理パッケージ、磁気ドラム
ページ式和欧文電信機	14-B
「55型テレタイプ」	FACOM128B
東京大学生産技術研究所微分解析機	MARS-1 29
(トルク増幅機などの構成部品)	TAC ウィリアムス管・真空管および関連資料
UNIVAC120	慶應義塾大学トランジスタ計算機 K-1
自己相関係数計算機	FACOM138A 一式
パラメトロン素子	ほか
ETL Mark II	
FUJIC	

第2部 オーラルヒストリー

相磯 秀夫氏	矢島 脩三氏
天羽 浩平氏	安井 裕氏
飯島 泰蔵氏	山田 博氏
石井 善昭氏	山本 卓真氏
大野 豊氏	渡部 和氏
尾関 雅則氏	和田 英一氏
喜安 善市氏	和田 弘氏
坂井 利之氏	
嶋 正利氏	
戸田 巖氏	
中澤 喜三郎氏	
西野 博二氏	
野口 正一氏	
穂坂 衛氏	
三浦 武雄氏	
三浦 武雄氏	
宮城 嘉男氏	

近代科学社
An impress Group Company

〒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
<https://www.kindaikagaku.co.jp>

定価 (本体 1,600 円 + 税)

本誌広告一手取扱い アドコム・メディア株式会社
〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-21-27 TEL.03-3367-0571 FAX.03-3368-1519

雑誌 05269-01



4910052690110
01600

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台一丁目五番五号
編集人 稲見昌彦
発行所 一般社団法人 情報処理学会
発行人 木下泰三

電話 東京 (03) 351-8183
振替口座 〇〇一五〇一四一八三四八四

印刷所 三美印刷株式会社
東京都荒川区西日暮里五丁目一十六番一七

会員外発売所 東京都千代田区神田錦町三丁目一