

情報処理

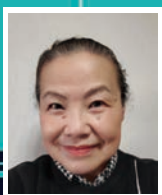
2021

7

Vol.62 No.7
通巻 676号

小特集 オンライン 触覚と情報処理

巻頭言 IPSJ2021 ニューノーマル時代を切り拓く学会を目指して—会長就任にあたって—
特別解説 「ドコモ口座」はなぜ攻撃されたか?~開設時本人確認と出金時本人確認の間隙~



巻頭コラム

情報革命をもたらしたシニアネットの奇跡
近藤則子

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

解説 オンライン オンラインのデモ発表って、なんだ?

教育コーナー: ペタ語義

連載: 5分で分かる! 有名論文ナナム読み / オンライン 教科「情報」の入学試験問題って?

情報の授業をしよう! / 先生、質問です! / ビブリオトーク

会議レポート

一般社団法人

情報処理学会

Information Processing Society of Japan

2021 年度 情報処理学会シニア会員申請のご案内

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

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

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

2021 年度シニア会員申請および申請手続き要項

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

Web ページ	https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/seniormember/seniormember.html
申請対象者	2021 年 4 月 1 日現在で正会員として連続 5 年以上在会の方が対象です。 *年齢不問、学生会員としての在会期間は対象外です。
申請受付締切	2021 年 7 月 31 日（土）まで
申請書類	シニア会員申請書 1 通 シニア会員推薦書 2 通（推薦書は 2 名分必要です）
申請方法 (①～③いずれか の方法で申請して ください)	申請は自己申告による申請と第三者申告による申請がございます（詳細は Web ページをご確認ください）。 ■自己申告の場合の申請方法 ① Web サイト申請フォームから申請 1. 上記 Web ページより「シニア会員申請書」をダウンロード、必要事項を記入してください。 2. 推薦者に該当する 2 名の方より「シニア会員推薦書」を入手してください。 3. 「申請書」、「推薦書 1」、「推薦書 2」の順に計 3 ページ分を PDF にて 1 つのファイルにまとめてください。 4. 上記 Web ページ内の「シニア会員申請フォーム」に必要事項をご入力頂き、3. で作成したファイルを添付して受付期間内に申請してください。 ② 電子メールで申請 soumu@ipsj.or.jp あてのメールに必要事項をすべて入力済みの「申請書」1 通、「推薦書」2 通を添付してお送りください。 ③ 郵送にて申請 事務局管理部門シニア会員担当へ必要事項をすべて記載した「申請書」1 通、「推薦書」2 通（いずれもサイズは A4 判）をお送りください。 ①, ②, ③とも事務局にて受付後、受付完了メールを申請者・推薦者にお送りしますのでご確認ください。 ■第三者申告の場合の申請方法 【申告者（推薦者）】 第三者による申告の場合、申告者（推薦者）は次項 1～6 のいずれかに該当する本会員に限ります。 また、申告者は推薦者の一人となります。 ① Web サイト申請フォームから申請 ② 電子メールで申請 ③ 郵送にて申請 いずれも自己申請の場合と同様。
推薦者	推薦者は下記 1～6 のいずれかに該当する方です。2 名の方から推薦書をいただけてください（推薦者は上記 Web ページにて確認できます）。 1. 本会名誉会員 2. 本会フェロー 3. 本会役員及び役員経験者 4. 本会支部長及び支部長経験者 5. 本会研究会主査及び研究会主査経験者 6. 本会シニア会員
審査方法	申請書類に基づき、本会経営企画委員会で審査を行い、理事会へ諮ります。 【審査基準】 本会関連分野の技術者、科学者、教育者、技術管理者で、連続して 5 年以上本会正会員として在会しており、本会の諸活動の支援および諸事業において、貢献が認められる方。
結果連絡	2021 年 10 月ごろ、申請書に記載のメールアドレスへ審査結果を連絡します（審査状況によっては日程が変更になる可能性があります）。 申請が認定された方は、本会 Web ページにお名前を掲載し、後日「シニア会員認定証」を会誌発送先の住所へお送りします。

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

情報処理学会事務局 管理部門 シニア会員担当

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

◎ ITスキル標準レベル4以上を目指す方へ

CITP(認定情報技術者) 資格を取ろう

CITP取得5つのメリット

- 1 情報技術のプロとしての能力を客観的に証明できます
- 2 キャリアアップやスキルアップの目標が明確になります
- 3 グローバルに通用する資格の保持者としてアピールできます
- 4 コミュニティに参加し、有資格者同士の交流ができます
- 5 コミュニティ活動を通じて、社会への貢献ができます

CITPとは

- 情報処理学会が認定する上級情報技術者の資格です
- ITスキル標準のレベル4以上を広くカバーする国内で唯一の高度資格です
- 情報処理国際連合のIP3の認定を受けた制度です
- これまでに約10,200名の技術者がCITPに認定されています(2021年1月現在)

年2回(3月、9月)

申請を受け付けています。
詳細はWebをご覧ください。



CITPが対象としている範囲(赤枠内)

ITスキル標準		
レベル7	世界で通用するプレイヤー	情報処理技術者試験 情報処理技術者試験での対応はレベル4まで 高度試験(注)
レベル6	国内のハイエンドプレイヤー	
レベル5	企業内のハイエンドプレイヤー	
レベル4	高度な知識・技能	
レベル3	応用的知識・技能	応用情報
レベル2	基本的知識・技能	基本情報
レベル1	最低限求められる基礎知識	ITパスポート

CITPには「個人認証」と「企業認定」があります。

【企業認定とは】
社内資格制度が所定の基準を満たしたことを情報処理学会が認定するものです。

(注) 情報処理安全確保支援士試験を含む

一般社団法人情報処理学会は1960年の設立以来、情報処理分野における日本最大の学会として情報処理に関する学術・技術の進歩発展と普及啓蒙を図ることを目的に活動している学術団体です。



詳細は情報処理学会のWebサイトをご覧ください。

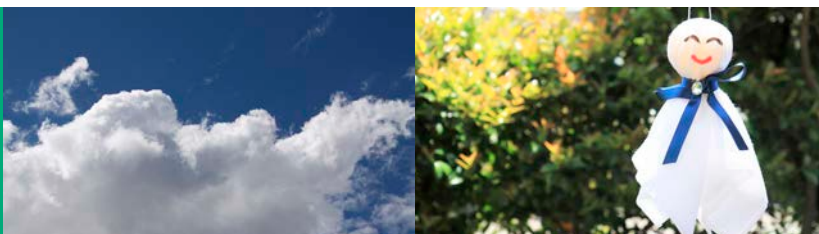
<https://www.ipsj.or.jp/citp.html>

「認定情報技術者」および「CITP」は情報処理学会の登録商標です。

お問い合わせは

一般社団法人情報処理学会 CITP担当

Tel.03-3518-8372 E-mail: ipsj.citp@ipsj.or.jp



PREFACE

巻頭コラム

- 320 情報革命がもたらしたシニアネットの奇跡 近藤則子

巻頭言

- 322 IPSJ2021 ニューノーマル時代を切り拓く学会を目指して—会長就任にあたって— 徳田英幸

SPECIAL
ARTICLE

特別解説

- 336 ■★「ドコモ口座」はなぜ攻撃されたか?～開設時本人確認と出金時本人確認の間隙～ 板倉陽一郎

SPECIAL
FEATURES

小特集

触覚と情報処理

- 340 編集にあたって 渡邊淳司
342 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359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。

教育コーナー：ぺた語義

- 325 ■ 縦横連携で小中高大一貫の情報教育実現を 村松浩幸
326 ■ 大学入学共通テスト新科目「情報」～これまでの経緯とサンプル問題～ 水野修治
331 ■★ 大学入学共通テスト「情報」試作問題(検討用イメージ)と私感 中野由章

344 連載：★先生、質問です!

連載：情報の授業をしよう!

- 346 ■ 新教育課程「情報I」を見据えた3年次「情報の科学」での卒業研究実践 田中 健

連載：★ビブリア・トーク—私のおすすめ—

- 352 Product Design and Development 7th Edition 河原 亮

会議レポート

- 354 Augmented Humans (AHs) 2021 会議報告 三浦礼士

連載：★5分で分かる!? 有名論文ナメ読み

- 356 Tom Goldstein and Stanley Osher : The SplitBregman Method for L1-Regularized Problems 小野峻佑

《記号の説明》

■ 基礎 ■ 専門家向け
■ 応用 ■ 一般(非専門家)向け ★ Jr. ジュニア会員向け
 ※各記事に指標がついていますので参考にさせていただきます

情報処理

常時更新中!

「情報処理」オンライン版 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.7

小特集：触覚と情報処理

- e1 1. ウェルビーイングにおける触覚の役割—心の豊かさの多様性をつなぐテクノロジー— (渡邊 淳司)
- e4 2. 触覚の情報化が拓く新しいコミュニケーション—身体拡張と身体融合の可能性— (田中由浩)
- e7 3. 共生社会へ向けた触覚を使ったワークショップ—「感じるスポーツラボ」の実践— (駒崎 掲)
- e10 4. 支え合いと信頼の経済学—身体性とこれからの経済学に向けて— (犬飼佳吾)
- e13 5. PS5用ゲームコントローラ「DualSense」はどのようにして生まれたか (西川善司)

解説

e22 オンラインのデモ発表って、なんだ? (越後宏紀)

連載：教科「情報」の入学試験問題って?

e33 基本問題2 (情報処理学会 情報入試委員会 算 捷彦)

会議レポート

e43 「深層学習がもたらす情報処理の可能性について」視聴報告 (宮武茉莉)

「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。



- 359 【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について
- 360 名誉会員の紹介
- 362 2020年度功績賞
- 364 2020年度論文賞 / 2020年度業績賞
- 365 2020年度情報処理技術研究開発賞 / 2020年度マイクロソフト情報学研究賞 / 2021年IPSJ/ACM Award for Early Career Contributions to Global Research / 2021年IPSJ/IEEE Computer Society Young Computer Researcher Award / 2020年度優秀教育・教材賞 / 2020年度学会活動貢献賞
- 366 2020年度感謝状 / 2020年度ソフトウェアジャパンアワード / 2020年度デジタルプラクティス論文賞 / 2020年度フェローのご紹介
- 367 論文誌ジャーナル掲載論文リスト / 論文誌トランザクション掲載論文リスト / IPSJカレンダー / アンケート
- 368 会員の広場
- 370 人材募集
- 372 有料会告について
- 373 英文目次
- 376 編集室 / 次号予定目次
- 378 賛助会員のご紹介

■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：井上 創造・高橋 尚子

本号エディタ：

赤澤 紀子・五十嵐悠紀・井手 広康・伊藤 将志・江渡浩一郎・大石 康智・大島 浩太・太田 智美・折田 明子・桂井麻里衣・金子 格・川上 玲・楠 房子・櫻 惇志・斎藤 俊則・酒井 政裕・清水 佳奈・白井詩沙香・袖 美樹子・高木 拓也・中島 一彰・西川 記史・橋本 誠志・坂東 宏和・福地健太郎・細野 繁・堀井 洋・水野加寿代・山本ゆうか・湯村 翼・渡邊 淳司

理事からのメッセージ：

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

■情報処理学会事務局本部

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

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

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

郵便振替口座 00150-4-83484

銀行振込 (いずれも普通預金口座)

みずほ銀行虎ノ門支店 1013945

三菱UFJ銀行本店 7636858

名義人：一般社団法人 情報処理学会

名義人カナ：シヤ) ジョウホウシヨリガツカイ

■規格部 情報規格調査会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館308-3

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

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

■支 部 北海道 / 東北 / 東海 / 北陸 / 関西 / 中国 / 四国 / 九州

電子版
-DIGITAL VER-



Kindle



Fujisan



情報学広場



情報革命がもたらしたシニアネットの奇跡

■ 近藤 則子



ミシシッピ川沿いに建つ銀色に輝く巨大なアーチはかつて夢と希望を胸に西部へ向かう開拓者たちの出発点であった。1996年の夏、セントルイスのアーチホールでシニアネット (SeniorNet) 10周年記念大会は“Future meet the Past”と題され、全米から集まった1,000人を超えるボランティアやサポーターの政治家、企業家、有名人であふれていた。

シニアネットは、高齢者が高齢者にパソコンを教える400の学習センターと4万人の会員たちが交流するネットコミュニティを運営する世界最大規模の非営利団体であった。

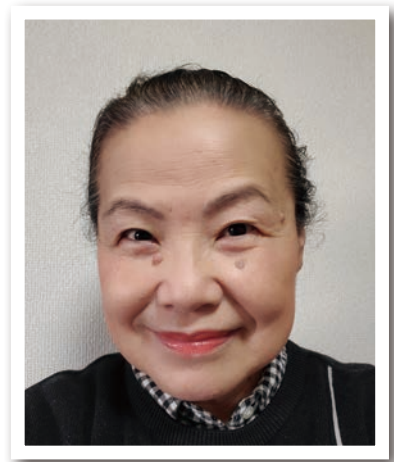
豪華な花で飾られた壇上で挨拶をする創設者のメリー・ファーロング博士はキャンディス・バーゲンに似た若く美しい女性であった。大学で教育学を教える博士は温かい声でゆっくりと高齢者たちに語りかける。「コンピュータは心の自転車」だと。サイバースペースというネットワーク上には、世界中の人たちと交流できる場所がある。そこでは年齢や性別、障害に関係なく学ぶことも働くことも恋をすることだってできる。パソコンを利用できれば、寝たきりで動けなくても社会貢献ができるといくつかのエピソードを紹介した。

ベトナム戦争で負傷した退役軍人のA氏はシニアネットを通じて不登校の子供たちに数学を教えはじめたところ暮らしは一変。それまでのテレビをみるだけだった退屈な毎日は好きな数学を教える楽しさで充たされた。協力してくれる仲間も増え、ネット上で教材を共有しながら自分も指導者として成長していると喜ん

■ 近藤 則子

老テク研究会事務局長／NPO ブロードバンド
スクール協会コーディネータ

1992年、老親を介護する友人と「老テク研究会」を創設。事務局長を担当。総務省、厚生労働省、内閣府などの政策検討会に参画。横浜市民生委員。



でいる。自宅で夫の介護をしているサンフランシスコの女性は嚥下障害で気管切開が必要らしいと悩んでいたときに、ボストンの医師から舌をリハビリする方法を教えてもらい、夫が食べる楽しみを取り戻すことができたと言っているという。車椅子の男性のベストボランティア賞をたたえる盛大な拍手の中で、日本でもシニアネットを拡げようと思った日から25年が過ぎた。

老テク研究会は過酷な家庭介護をICTで変えたいと高齢者のICT利用支援活動に取り組んできた。この数年、シニアネットの種から元気な花が咲いてきた。

老人ホームのパソコン教室のために考案したWordの描画機能だけで絵を描く講座は全国に拡がり、高齢者向けの携帯電話やスマートフォン教室は電話会社が実施するようになった。

メロウ・ソサエティ構想から生まれたメロウ倶楽部は創立から20年。昨年(2020年)からはfacebook上で92歳の男性が病院から闘病記を、67歳の女性が孫にプログラミングを教える楽しさを発信している。同倶楽部の副会長である若宮正子さんは2017年、81歳でゲームアプリhinadanを公開し、世界最高齢のプログラマーとして有名になった。国内外の講演会で「高齢者こそデジタルを使おう」と熱弁をふるっている。

情報革命はそれまで社会参加が難しかった人たちが活躍できる時代をもたらしてくれた。老いの孤独と障害を解消してくれた情報技術者の皆様に心からの感謝と敬意を捧げたい。

IP SJ2021 ニューノーマル時代を 切り拓く学会を目指して —会長就任にあたって—



徳田英幸 | 情報処理学会会長／情報通信研究機構 (NICT)

このたび、江村前会長の後を継いで、第31代の会長に就任することとなりました。皆様とともに、本会の活動がより活発に、より価値あるものになるように努力したいと思いますので、どうぞよろしくお願ひ申し上げます。あらためて、これまで本会のさまざまな活動に多大なご尽力をいただいた、歴代会長、歴代・現在の役員、学生会員を含む会員の皆様、そして事務局の皆様にご心から感謝申し上げます。ここでは、以下に述べることを大きな使命として、皆様とともに、ニューノーマル時代に向けて学会を発展させていく所存です。

新型コロナウイルス感染症対策と デジタル変革の加速

昨年(2020年)は、年が明けて間もなく新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の世界的大流行により、未曾有の危機に見舞われました。我が国でも、昨年4月7日に最初の緊急非常事態宣言が発せられ、不要不急の外出自粛、3密(密閉・密集・密接)回避、ソーシャルディスタンスの徹底など、これま

でとは異なる生活様式に適應することとなりました。

この間、リモートワーク、遠隔授業、遠隔医療、行政のオンライン手続きなどが急速に進展した一方、押印処理だけに出社したり、データ収集にFAXが利用されていたなど、データのデジタル化、業務プロセスのデジタル化やデータ連携、共有、流通などの体系的な課題が数多く露呈しました。

また、スマートフォンを利用した新型コロナウイルス接触確認アプリCOCOAにおいても、ソフトウェアの不具合に気づかず利用されていたといったソフトウェアのバグがもたらす社会的インパクトの影響なども体験しました。このようなWithコロナ期が長引く中、情報分野に携わる多くの専門家を擁する本会として、COVID-19の感染症対策とともに、社会のデジタル改革(デジタルトランスフォーメーション)を加速することに尽力する必要があります。

学会のデジタル変革

社会のデジタル変革を推進するとともに、学会

活動そのもののデジタル変革を加速する必要があります。昨年の第82回全国大会は、新型コロナウイルス感染症拡大防止のために現地開催を中止し、オンライン開催へとかたちを変えて成功裏に実施されました。多くの方々が移動コストゼロで、オンライン参加可能となったメリットも確認できましたが、参加者たちの懇親の場の減少や参加セッション内のつまみ食(“情報の偏食”)も容易になりました。また、その土地で体験できる食や地元文化に触れられるといった全国大会ならではの“身体性に満ちた体験”の機会を逸しましたし、今後もどのような価値が喪失されたかについては、丁寧な分析が必要です。今年もしばらくは、各種イベントやセミナー等も、感染拡大防止を実践しつつ、どのような開催形式が良いのか、どのように学会の価値向上につなげていくかについて、新しい技術の導入も検討しつつ、ニューノーマルへ向けて試行錯誤を続けていくのが重要な課題です。

SDGsを含む社会課題の解決と価値創造

SDGs(持続可能な開発目標)に掲げられているさまざまな社会課題や地球温暖化の問題に対しても、学会として積極的に貢献していくことが重要です。特に、ICTを使っただけのデータに基づく問題解決の方法論は、汎用的に貢献し得る手法の1つです。学会としては、これまで以上に、オープンデータやオープンサイエンスを進めて、他分野のスペシャリスト達と連携し、社会課題の解決に向けて積極的に関与していくべきと考えます。一方、AI、IoT、ビッグデータなどの利活用によって、データセンターでは非常に多くの電力が消費されています。JST(科学技術振興機構)の低炭素社会戦略センターによれば、現在の技術のまま、まったく省エネルギー対策

がされないと情報関連だけで、2030年には年間消費電力が42PWhとなり現在の世界全体消費電力の約24PWhを大きく上回るという予測がされています。情報分野でのあらゆる側面からの超低消費電力化に向けた技術革新をリードし、CO₂排出量に関して、“Computing and Communication for Carbon Neutral”を達成することも重要な課題の1つです。

学界や産業界への貢献と関連団体との連携強化

本会の持っている大きな強みの1つは、情報学における広い分野をカバーする数多くの研究会で、研究者、技術者、学生が最先端の成果を議論する場を提供するとともに、新しい分野の創出にも貢献している点です。日本の大学の多くは、伝統的にディシプリンごとに学部が設立され、ディシプリンを跨いだトランスディシプリンやインターディシプリンのような研究教育が遅れていたと思います。一方、情報の分野は、メタサイエンスとしての性格を持っており、計算化学、材料情報科学、計算デザイン、計算社会学、計算公共政策学、計算倫理学など、これまでの学問分野との融合を加速し、新しい分野の創出に挑戦していくことが重要です。

産業界との連携に関しても、本会は、これまでも「CITP認定技術者制度」を開設し、情報技術者のプロフェッショナルとしての能力の認定を進めてきました。今年度(2021年度)からは、IT団体の連合体「一般社団法人日本IT団体連盟(IT連盟)」との連携が始まりますので、社会で必要とされる情報系のプロフェッショナルコミュニティとの連携を強化し、プロフェッショナルコミュニティのニーズを把握し、学会の魅力が感じられる新しい企画を創出していきます。

若手人材の育成と国際連携の推進

本会は、2015年度からジュニア会員制度を開始し、若手人材の育成に積極的に取り組んでいます。ジュニア会員向けの企画の強化もさることながら、学部・大学院レベルの若手研究者・技術者予備軍の方々への支援も強化していくことが重要です。それには、学生時代から国際会議やワークショップでの発表に加えて、海外でのインターンシップや国際会議などのステューデントボランティアの経験などを積める支援なども必要です。また、現役の先生方が欧米やアジアの研究者たちとの共同研究プロジェクトなどを実施し、積極的に若手を起用し、国際的に通用するトップクラスの若手研究者・技術者を持続的に育成していくことを支援することが大切であり、その研究コミュニティを支援する学会の役割は重要です。

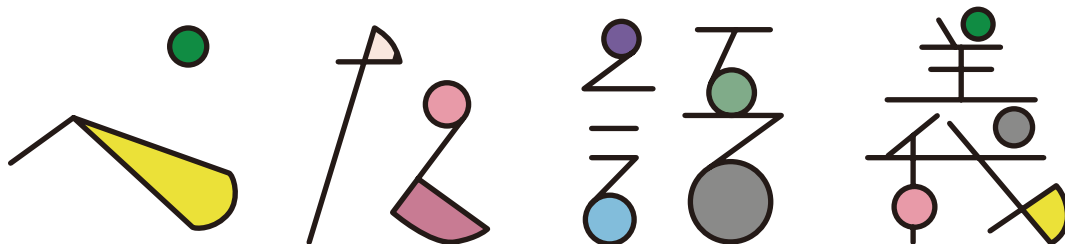
以上、コロナ禍での学会について、さまざまな制限をピンチと考えず、むしろチャンスと捉え、次の60年に向けてデジタル変革を推進すべきと考えます。会員だけの学会でなく、社会の中の学会であり、さまざまなコラボレーションを通じて新しい価値を創出し、社会に還元し、ニューノーマル時代を切り拓いていく所存です。

(2021年4月30日)

■徳田英幸（正会員） tokuda@nict.go.jp

1975年慶應義塾大学工学部卒業、同大学院工学研究科修士修了、ウォータールー大学計算機科学科博士課程修了（Ph.D. in Computer Science）。米国カーネギーメロン大学計算機科学科研究准教授を経て、1990年慶應義塾大学環境情報学部勤務。同大常任理事、環境情報学部長、大学院政策・メディア研究科委員長を経て、現職。現在、慶應義塾大学名誉教授、日本学術会議連携会員、本会フェロー、日本ソフトウェア科学会フェロー、IEEE東京支部理事。





Vol. 118

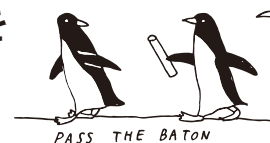
CONTENTS

- 【コラム】縦横連携で小中高大一貫の情報教育実現を…村松 浩幸
【解説】大学入学共通テスト新科目「情報」～これまでの経緯とサンプル問題～…水野 修治
【解説】大学入学共通テスト「情報」試作問題（検討用イメージ）と私感…中野 由章



COLUMN

縦横連携で小中高大一貫の情報教育実現を



大学入学共通テストの「情報」導入について、サンプル問題が公開されたこともあり、世間の注目が集まっている。情報科における免許外教科担任の多さにも注目が集まり、改善の動きも少しずつが見えてきた。また、小学校のプログラミング教育必修化も開始された。GIGA スクール構想による1人1台端末の活用が始まれば、小学校のプログラミング教育も本格的に動き出すことが期待される。

中学校においても情報教育は進んでいる。プログラミングなどの情報技術を教えるのは、技術・家庭科技術分野（いわゆる技術科）である。あまり知られていないが、平成20年告示中学校学習指導要領での制御系プログラミング必修化は、世界的にもかなり早い対応であった。平成29年告示中学校学習指導要領ではネットワーク系プログラミングも追加されるなど、ある意味高等学校よりも先行している。もちろん授業時数不足や免許外教科担任の多さなどの問題も抱えており、高等学校と同様に早急な改善が必要である。

このように各学校段階で情報教育の取り組みは進みつつあるが、残念ながら、学校段階間での情報共有や連携は、中高一貫校などを除けば、ほとんどなされていない。よく聞くのが、「小学校によりバラバラだ」、「中学校、また高等学校ではこんなことも教えられていない」など、下の学校に対する問題指摘である。これでは問題を先送りさせるだけである。異なる学校段階の状況を相互に理解し、議論することで、各段階での内容体系や指導内容の見直し・改善につなげたい。情報教育を充実させるためにも、小中高大をつなぐ縦の連携が必要であろう。

縦の連携とともに重要なのが横の連携である。筆者は本会とともに、技術教育を主対象とする日本産業技術教育学会の会長を務めている。同会では、文科省事業として中学校実践事例集や教員研修用教材、高等学校「情報」実践事例集の作成などにも取り組んでいる^{☆1}。同時に、2021年6月には本会コンピュータと教育研究会（CE研）との合同研究会開催を計画したり、本会の教員免許更新講習講座への中学校教員向け内容協力の検討を進めたりと、本会との連携が急速に進んでいる。情報教育・情報関連の他学会も含め、関連諸学会が横に繋がり連携できれば、我が国の情報教育を押し上げる強力な力となるであろう。

小中高大一貫の情報教育実現のためには、今こそさまざまな学校段階、学会の垣根を越えて、縦と横に連携することを実現したい。ここで本会が果たす役割と期待は大きいのではないだろうか。

^{☆1} 日本産業技術教育学会の各種資料、<https://www.jste.jp/main/announce.html>



村松浩幸（信州大学）（正会員） muramatu@shinshu-u.ac.jp

信州大学学術研究院教育学系教授、附属次世代型学び研究開発センター長、博士（学校教育学）、日本産業技術教育学会会長、NHK高専ロボコン審査員、文部科学大臣表彰「科学技術賞理解増進部門」など。

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

大学入学共通テスト新科目「情報」 ～これまでの経緯とサンプル問題～

水野修治

独立行政法人 大学入試センター

大学入学共通テストに新科目「情報」

令和3年3月24日、大学入試センターは、平成30年告示高等学校学習指導要領に対応した令和7年度大学入学共通テストからの出題教科・科目について、これまでの大学・高等学校関係団体からの意見も踏まえ、出題科目を現在の6教科30科目から、「情報」を含む7教科21科目に再編すると大学の入試センターとしての結論とともにサンプル問題を公表した¹⁾。正式にはこの結論を踏まえ、文部科学省が高等学校および大学関係者等の協議を経て令和7年度大学入学共通テスト実施大綱の予告で示すことになる。

そこで、この場を借り、大学入学共通テストに「情報」を導入するに至った経緯や発表と同時に公表したサンプル問題を一部解説する。

これまでの経緯

まず、大学入学共通テストに「情報」の導入が検討されるまでの経緯を振り返る。時代とともに、情報教育がますます重要になってきていることは言うまでもないが、ここ数年、初等中等教育の情報教育において、大きな変化がある。具体的には、平成29年告示の学習指導要領の実施により、小学校では令和2年度からプログラミング教育が必修になり、中学校の技術・家庭科でも、令和3年度から、生活や

社会における問題を、情報通信ネットワークを利用した双方向性のあるプログラミングによって解決するという内容を取り扱ったり、情報セキュリティ等の指導を充実したりしている。

高等学校の現行の学習指導要領下では、共通教科情報科は「社会と情報」および「情報の科学」の2科目からの選択必修だったところ、平成30年告示の学習指導要領の改訂により、図-1に示す4つの領域で構成された「情報I」が必修科目となり、令和4年度から年次進行で実施される。これは、文系・

(1) 情報社会の問題解決

情報と情報技術を活用して問題を発見・解決する方法や情報モラル、情報と情報技術の適切かつ効果的な活用と望ましい情報社会の構築などについて考察する。

(2) コミュニケーションと情報デザイン

効果的なコミュニケーションを行うために、情報デザインの考え方や方法に基づいて表現する。

(3) コンピュータとプログラミング

プログラミングによりコンピュータを活用するとともに、モデル化やシミュレーションを通して問題の適切な解決方法を考える。

(4) 情報通信ネットワークとデータの活用

情報セキュリティを確保し、情報通信ネットワークを活用するとともに、データを適切に収集、整理、分析し、結果を表現する。

図-1 「情報I」の4つの領域

理系を問わず、将来にわたり情報を活用する能力を国民的素養として身につける基盤となる。

視点を変えて、大学等の高等教育に目を向けると、Society 5.0の実現に向けた人材育成の1つとして、文部科学省が平成28年度にとりまとめた「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」を踏まえ、拠点校となる6大学が中心となり、数理・データサイエンス教育を充実させるとともに、その成果を全国へ波及させるための活動を進めている。

国の動きとしても、平成30年6月に閣議決定された「未来投資戦略2018」では、「義務教育終了段階での高い理数能力を、文系・理系を問わず、大学入学以降も伸ばしていけるよう、大学入学共通テストにおいて、国語、数学、英語のような基礎的な科目として必履修科目『情報Ⅰ』（コンピュータの仕組み、プログラミング等）を追加するとともに、文系も含めてすべての大学生が一般教養として数理・データサイエンスを履修できるよう、標準的なカリキュラムや教材の作成・普及を進める」ことが挙げられている。さらに、令和元年6月11日に統合イノベーション戦略推進会議で決定された「AI戦略2019」においては、2025年までに実現する具体的な目標として、「文理を問わず、すべての大学・高専生（約50万人卒／年）が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得」することや、「文理を問わず、一定規模の大学・高専生（約25万人卒／年）が、自らの専門分野への数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を習得」することが掲げられている。令和2年7月に閣議決定された「統合イノベーション戦略2020」では、「大学入学共通テストに『情報Ⅰ』を2024年度より出題することについて検討し、2021年度中に結論を得ること等も見据え、高等学校における専門教員の養成や外部人材等の活用も含めた質の高い教員の確保等の全国的な支援方策を早急に検討し、実施する」ことが述べられている。さらに閣議決定された「成長戦略フォローアップ」では、「Society 5.0時代に必要な思考力・判断力・表

現力などの学力を評価する大学入学共通テストを着実に実施していく。また、当該テストにおいて『情報Ⅰ』を2024年度から出題することについてCBT活用を含めた検討を行う」とある。

大学入学共通テスト「情報」の検討

このような背景もあり、大学入試センターでは、平成30年告示高等学校学習指導要領に対応した令和7年度大学入学共通テストの出題科目について、これまで有識者や文部科学省と協議を重ねた結果として、「情報」を含む7教科21科目に再編成するという検討中案を令和2年10月20日に大学等や高等学校の関係団体に示し、後に提供した「『情報』試作問題（検討用イメージ）」²⁾と合わせて意見を求めた。

各団体からの意見を踏まえ、大学入試センターとして次のような結論に至った。

情報

出題科目は『情報』の1科目とする。
『情報』は「情報Ⅰ」の内容を出題範囲とする。
また、情報で1つの試験時間帯とする。

「情報」サンプル問題

結論とともに公表されたサンプル問題（『情報』）は、具体的なイメージを共有するために作成・公表されたものであり、平成30年告示高等学校学習指導要領「情報Ⅰ」および解説に基づいて作成したものである。ただし、「情報Ⅰ」のすべての項目を網羅しているものではなく、公表時点において教科書はまだ検定中であったため、教科書の内容を照合したものではない。また、この問題は専門家により作成されたものであるが、これまでの大学入試センター試験や大学入学共通テストと同様の問題作成や点検プロセスを経たものではなく、実際の問題セットをイメージしたものでもない。今後、多くのご意見をたまわ



りながら、適切な分量と難易度を調整する必要はあるが、大学入学共通テスト「情報」の具体的なイメージを持っていただけるものと考えます。

サンプル問題は、3つの大問で構成しているが、紙面の都合で、ここでは、プログラミングを用いた問題解決に関する問題(第2問)と、実践的なデータの活用や分析に関する問題(第3問)を図-2で示すとともに、その内容について見てみることにする(いずれも抜粋)。

第2問は、比例代表選挙の議席配分法であるドント方式を題材にしたプログラミングを用いた問題解決に関する問題で、生徒が主体的に学習し探究する場面を設定している。これは、与えられた手順を理解し、配列変数の内容をトレースすることでアルゴリズムを正しく理解する力や、そのアルゴリズムを実現するプログラムを適切に完成させる中で、データ構造や演算処理を考えさせ、さらに想定される課題においてプログラムを適切に改善する力を問うている。完成するプログラムを含め問題の難易度については、プログラミングにかかる授業時間数や文理を問わないすべての受験者を対象とすることを鑑み、また、高等学校における指導体制の状況や高等学校関係者の反応を見ながら、さらに検討を深めていく必要があると考える。

この問題の中で使用しているプログラミング言語は、高等学校の授業で多様なプログラミング言語が利用される可能性があることから、公平性を鑑みて、大学入試センター独自の日本語表記の疑似言語(以下、DNCL)としている。DNCLは、これまで「情報関係基礎」で使われてきたが、このサンプル問題では、これまでのDNCLの仕様に実用プログラミング言語の良いところを取り入れ、一部表記を改めたDNCLを使用している。このDNCLは、高等学校の授業で何らかのプログラミング言語を用いて実習した生徒であれば容易に理解でき、さらには、学んできたプログラミング言語でこの問題で扱われているプログラムを記述することも容易にできるので

はないかと考える。

第3問は、サッカーのワールドカップに関するデータを表計算ソフトウェアや統計処理ソフトウェアを用いて、データを整理、加工し、データに含まれる傾向を見出すなど、実践的なデータの活用および分析に関する基本的な理解と考察する力を問う問題である。

複数の項目(変数)の関連性を一度に評価できる散布図行列を用いて、より実践的に項目の関係の有無を判別し、傾向を見出す力を問うている。また、与えられた基本統計量を読み取り、データに含まれる傾向を見出す力も問うている。さらに、単回帰直線をもとにデータの予測について考察する力や、予測値との差である残差を考えさせている。問題の中で、データを表計算ソフトウェアのシートで処理しているが、あくまでもデータの処理結果を示しており、表計算ソフトウェアの操作を問うものではない。

CBTの検討

大学入試センターでは、高大接続改革や情報教育の振興といった政府の施策の中で求められたこともあり、大学入学共通テストへのCBT(Computer-based Testing)活用の可能性について、これまで有識者を交え検討を行ってきた。そして、公表された報告書の中では、令和7年度大学入学共通テストはPBT(Paper-based Testing)で行うとしている。特に「情報」ではCBTで試験を行うメリットは大きいですが、単なる学力試験・調査等をはるかに超える実施水準が求められる大学入学者選抜の性質を考えると、全国的に均質で質の高い受験環境(パソコン、ネットワーク等)の確保、トラブルが生じた場合の対応体制の構築、IRT(Item Response Theory; 項目反応理論)に基づいた実施とするか一斉実施か、新しい試験の在り方に対する受験者を含めた社会全体の理解などについて、細やかな検討が必要である。これらについては、公表された「大規模入学者選抜

第2問 次の文章を読み、後の問い(問1~3)に答えよ。

Mさんは、18歳になって選挙権が得られたのを機に、比例代表選挙の当選者を決定する仕組みに興味を持った。そこで各政党に配分する議席数(当選者数)を決める方法を、友人のKさんとプログラムを用いて検討してみることにした。

Kさん:各政党に割り当てる議席を決めるために、比較する数値を格納する配列 Hikaku があるね。

Mさん:各政党に配分する議席数(当選者数)を格納する配列 Tosen も必要だね。最初は議席の配分が行われていないから、初期値は全部 0 にしておくね。



図5 整数で割った値を格納する配列

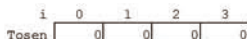


図6 当選者数を格納する配列

Kさん:「2で割った商」の「2」のように、各政党の得票数を割るときに使う数字はどうすればいいかな。

Mさん:その政党の当選者数+1でいいよね。配列 Tosen が使えるね。そうだと、変化しただけだけ計算し直せばいいんじゃない? 議席を配分する手順を書いてみよう。

- 手順1 配列 Tokuhyo の各要素の値を配列 Hikaku の初期値として格納する。
- 手順2 配列 Hikaku の要素の中で最大の値を調べ、その添字 maxi に対応する配列 Tosen [maxi] に 1 を加える。
- 手順3 Tokuhyo [maxi] を Tosen [maxi] + 1 で割った商を Hikaku [maxi] に格納する。
- 手順4 手順2と手順3を当選者数の合計が議席数の6になるまで繰り返す。
- 手順5 各政党の党名(配列 Tomei)とその当選者数(配列 Tosen)を順に表示する。

図7 手順を書き出した文章

Kさん:この図7の手順が正しいか確認するために、配列 Hikaku と配列 Tosen の中がどう変化していくか確認してみよう。図8のようになるね。

配列 Hikaku の変化					配列 Tosen の変化						
	i	0	1	2	3		i	0	1	2	3
手順1終了時		1200	660	1440	180			0	0	0	0
1回目の手順3終了時		1200	660	720	180			0	0	1	0
2回目の手順3終了時		600	660	エ	180		1	0	ケ	0	0
3回目の手順3終了時		600	660	オ	180		1	0	コ	0	0
4回目の手順3終了時		600	330	カ	180		1	1	サ	0	0
5回目の手順3終了時		400	330	キ	180		2	1	シ	0	0
6回目の手順3終了時		400	330	ク	180		2	1	ス	0	0

図8 配列 Hikaku と配列 Tosen の変化

問3 次の文章の空欄 **セ** ~ **テ** に入れる最も適当なものを、後の解答群のうちから一つずつ選べ。

Mさん:図9のプログラムを作ってみたよ。商を整数で求めるところは小数点以下を切り捨てる「切り捨て」という関数を使ったよ。

Kさん:実行したら図10のように正しく政党名と当選者数が得られたね。

```

(01) Tomei = ["A党","B党","C党","D党"]
(02) Tokuhyo = [1200,660,1440,180]
(03) Tosen = [0,0,0,0]
(04) tosenkei = 0
(05) giseki = 6
(06) m を 0 から ア まで1ずつ増やしながら繰り返す:
(07) Hikaku[m] = Tokuhyo[m]
(08) セ < giseki の間繰り返す:
(09) max = 0
(10) i を 0 から ア まで1ずつ増やしながら繰り返す:
(11) もし max < Hikaku[i]ならば:
(12) ソ
(13) max = i
(14) Tosen[maxi] = Tosen[maxi] + 1
(15) tosenkei = tosenkei + 1
(16) Hikaku[maxi] = 切り捨て(タ/チ)
(17) k を 0 から ア まで1ずつ増やしながら繰り返す:
(18) 表示する(Tomei[k], ":", Tosen[k], "名")
    
```

図9 各政党の当選者数を求めるプログラム

図-2 公表されたサンプル問題(一部抜粋)

第3問 次の文章を読み、後の問い(問1~4)に答えよ。

S高等学校サッカー部のマネージャーをしている鈴木さんは、「強いサッカーチームと弱いサッカーチームの違いはどこにあるのか」というテーマについて研究している。鈴木さんは、ある年のサッカーのワールドカップにおいて、予選で敗退したチーム(予選敗退チーム)と、予選を通過し、決勝トーナメントに進出したチーム(決勝進出チーム)との違いを、データに基づいて分析することにした。このデータで各国の代表の32チームの中で、決勝進出チ

表1 ある年のサッカーのワールドカップのデータの一部(データシート)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	チーム	試合数	得点	シュートパス本数	ロングパス本数	反則回数	決勝進出の有無	1試合当たりの得点	1試合当たりのシュートパス本数	1試合当たりのロングパス本数	1試合当たりの反則回数
2	T01	3	1	834	328	5	0	0.33	278.00	109.33	1.67
3	T02	5	11	1923	510	12	1	2.20	384.60	102.00	2.40
4	T03	3	1	660	269	11	0	0.33	216.67	89.67	3.67
5	T04	7	17	2257	711	17	1	2.43	322.43	101.57	1.57
6	T05	3	7	741	254	8	0	0.67	247.00	78.00	2.67
7	T06	5	5	1600	556	9	1	1.00	320.00	111.00	1.80

また、データシートを基に、統計処理ソフトウェアを用いて、図1を作成した。

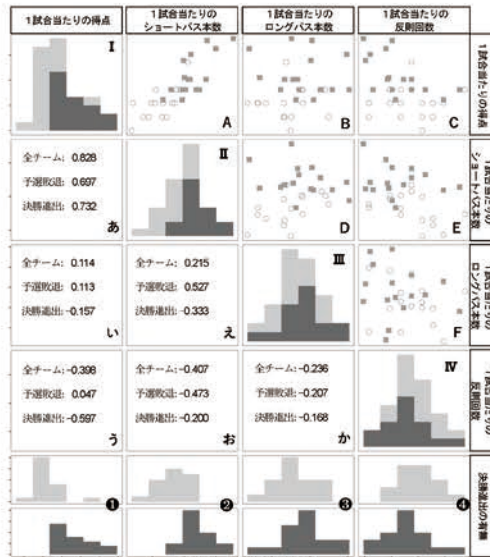


図1 各項目間の関係

図1のI~IVは、それぞれの項目の全参加チームのヒストグラムを決勝進出チームと予選敗退チームとで色分けしたものであり、①~④は決勝進出チームと予選敗退チームに分けて

問1 次の問い(a・b)に答えよ。

a 次の文章を読み、空欄 **ア** ~ **ウ** に入れる最も適当なものをそれぞれの解答群のうちから一つずつ選べ。ただし、空欄 **ア**・**イ** の順序は問わない。

図1を見ると、予選敗退チームにおいてはほとんど相関がないが、決勝進出チームについて負の相関がある項目の組合せは、1試合当たりの **ア** と **イ** である。また、決勝進出チームと予選敗退チームとで、相関係数の符号が逆符号であり、その差が最も大きくなっている関係を表している散布図は **ウ** である。したがって、散布図の二つの記号のどちらが決勝進出チームを表しているかが分かった。

- ア**・**イ**の解答群
- ① 得点
 - ② シュートパス本数
 - ③ ロングパス本数
 - ④ 反則回数

- ウ**の解答群
- ① A
 - ② B
 - ③ C
 - ④ D
 - ⑤ E
 - ⑥ F

b 図1から読み取れることとして **誤っているもの**を解答群から一つ選べ。 **エ**

- エ**の解答群
- ① それぞれの散布図の中で、決勝進出チームは黒い四角形(■)、予選敗退チームは白い円(○)で表されている。
 - ② 全参加チームを対象としてみたとき、最も強い相関がある項目の組合せは1試合当たりの得点と1試合当たりのシュートパス本数である。
 - ③ 全参加チームについて正の相関がある項目の組合せの中には、決勝進出チーム、予選敗退チームのいずれも負の相関となっているものがある。
 - ④ 1試合当たりのシュートパス本数の分布を表すグラフ②で、下の段は決勝進出チームのヒストグラムである。

における CBT 活用の可能性について(報告)³⁾を参照されたい。大学入試センターでは、引き続き CBT に関する調査研究を進めていく。

指導体制の充実

大学入学共通テスト「情報」の導入に関連して、これまで報道等で、高等学校の教科「情報」の指導体制について、いろいろな課題が指摘されてきた。文部科学省も平成 31 年 3 月に「高等学校情報科教員研修用教材」を提供し、続いて令和 3 年 3 月提供の「高等学校『情報』実践事例集」と合わせて⁴⁾教員研修の面を支援しており、また、令和 3 年 3 月に「高等学校情報科担当教員の専門性向上及び採用・配置の促進について(通知)」⁵⁾を発出し、専任の教員採用を促している。この指導体制の質・量の充実については、大学入学共通テストへの「情報」導入以前の問題であり、早急に改善されなければならない。

今後について

これまで試作問題やサンプル問題の作成等において多くの専門家にご尽力いただいた。大学入学共通テスト「情報」が正式に決まった場合、入試科目としてさらなる検討も必要となり、また、持続

可能な試験実施に向けて良質な試験問題を作成し続けていく必要がある。これには、引き続き専門家の協力なしでは成し遂げられないので今後ともご協力をたまわりたい。

この「情報」の試験は文理を問わず、多くの大学で入試として利用していただけるものと考えている。今後、文系も含めて各大学・学部学科における入試科目の検討に資するよう、そのメリットや正しい情報を伝えていきたい。

参考文献

- 1) 大学入試センター：平成 30 年告示高等学校学習指導要領に対応した令和 7 年度大学入学共通テストからの出題教科・科目について、https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_jouhou/r7ikou.html (参照 2021-04-14)。
- 2) 情報処理学会：大学入学共通テストへの「情報」の出題について、<https://www.ipsj.or.jp/education/edu202012.html> (参照 2021-04-14)。
- 3) 大学入試センター：大規模入学者選抜における CBT 活用の可能性について(報告)、https://www.dnc.ac.jp/sp/research/cbt/cbt_houkoku.html (参照 2021-04-14)。
- 4) 文部科学省：高等学校情報科教員研修用教材等、https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416746.htm (参照 2021-05-05)。
- 5) 文部科学省：高等学校情報科担当教員の専門性向上及び採用・配置の促進について(通知)、<https://www.mext.go.jp/content/000102780.pdf> (参照 2021-04-14)。
(2021 年 3 月 30 日受付)



水野修治 (正会員) s_mizuno@cen.dnc.ac.jp

愛知県立高等学校教諭、総合教育センター研究指導主事(兼務)、教育委員会高等学校教育課指導主事、愛知県立大学情報科学部非常勤講師、高等学校教頭を経て 2019 年 4 月より(独)大学入試センター試験問題企画官(現:試験問題調査官)、信州大学修士(工学)。

大学入学共通テスト「情報」試作問題 (検討用イメージ) と私感

中野由章

工学院大学附属中学校・高等学校

大学入学共通テスト「情報」試作問題 (検討用イメージ)

(独)大学入試センター試験企画部試験企画課発令和2年11月10日付事務連絡「平成30年告示高等学校学習指導要領に対応した大学入学共通テストの『情報』の試作問題(検討用イメージ)について」が、全国都道府県教育委員会連合会事務局、指定都市教育委員会協議会事務局、全国市町村教育委員会連合会事務局、全国高等学校長協会事務局に対して発出された。その後、本会にも同課発令和2年11月24日付事務連絡「平成30年告示高等学校学習指導要領に対応した大学入学共通テストへの『情報』の出題について」という、同様の文書が届いた。これに、別添資料として『『情報』試作問題(検討用イメージ)』¹⁾が付属しており、本稿では、この問題と「情報Ⅰ」の内容を比較して、問題の妥当性や「情報Ⅰ」の指導において留意すべき点などを検討する。なお、本稿の図表は、すべてこの『『情報』試作問題(検討用イメージ)』に掲載されているものである。

高等学校共通教科情報科

高等学校情報科は、平成15(2003)年度に新設され、共通教科(当時は普通教科と呼称)は、「情報活用の実践力」の育成を中心にした「情報A」、「情報の科学的な理解」を深めることを中心にした「情報B」、「情報社会に参画する態度」の育成を中心にした「情

報C」の3科目から1つを選択して履修することになっていた。ただし、生徒が選択できるようにしている高校はほとんどなく、学校指定となっているところが大半だった。「情報A」が75%、「情報B」が10%、「情報C」が15%という開設状況であった。

その後、平成25(2013)年度から、「情報A」に相当する科目は廃止され、「情報C」を発展させた「社会と情報」と、「情報B」を発展させた「情報の科学」の2科目から1つを選択して履修することになった。「社会と情報」が80%、「情報の科学」が20%という開設状況である。

令和4(2022)年度から、共通必修履修科目として「情報Ⅰ」と、発展的な選択科目として「情報Ⅱ」が設定される。選択必修履修科目が共通必修履修科目となったことで、すべての高校生が同一の内容を学ぶことになる。これを受けて、大学入試センター発令和3年3月24日付「平成30年告示高等学校学習指導要領に対応した令和7年度大学入学共通テストからの出題教科・科目について」において、次のように公表された。

- 出題科目は『情報』の1科目とする。
- 『情報』は「情報Ⅰ」の内容を出題範囲とする。
- 情報で1つの試験時間帯とする。

□「情報Ⅰ」の内容

この「情報Ⅰ」は、次のような内容で構成されている。



(1) 情報社会の問題解決

情報と情報技術を活用して問題を発見・解決する方法や情報モラル、情報と情報技術の適切かつ効果的な活用と望ましい情報社会の構築などについて考察する。

(2) コミュニケーションと情報デザイン

効果的なコミュニケーションを行うために、情報デザインの考え方や方法に基づいて表現する。

(3) コンピュータとプログラミング

プログラミングによりコンピュータを活用するとともに、モデル化やシミュレーションを通して問題の適切な解決方法を考える。

(4) 情報通信ネットワークとデータの活用

情報セキュリティを確保し、情報通信ネットワークを活用するとともに、データを適切に収集、整理、分析し、結果を表現する。

「情報 I」で特に新しいものや比重が大きくなったものとしては、「情報デザイン」「プログラミング」「データの活用」が挙げられる。

□ 「情報 I」の領域と各試作問題の対応

大学入試センターは、試作問題活用にあたって、以下の点に留意するよう求めている。

- 「情報 I」のすべての項目を網羅しているものではない。

表-1 平成 30 (2018) 年改訂高等学校学習指導要領「情報 I」の領域と各試作問題の対応

問題番号	内容	頁	(1) 情報社会の問題解決	(2) コミュニケーションと情報デザイン	(3) コンピュータとプログラミング	(4) 情報通信ネットワークとデータの活用
第 1 問	法規や制度、情報モラルなど	1	◎	△		○
第 2 問	情報量など	3		◎	△	
	動画の仕組みとデータの容量	4		◎		
第 3 問	画像処理	5		◎		
第 4 問	交通渋滞シミュレーション	7	○		◎	
第 5 問	プログラミングによる暗号解読	10	○		◎	○
第 6 問	二要素認証によるセキュリティ強化	17	○			◎
第 7 問	ネットワークの不具合の原因究明	19				◎
第 8 問	Web アクセスログの分析など	21				◎

- 教科書と照合したものではない。
- 過去のセンター試験や大学入学共通テストと同様の問題作成や点検のプロセスを経たものではない。
- 実際の問題セットをイメージしたものや試験時間を考慮したものではない。

また、「情報 I」の領域と各試作問題の対応は、次の通りとなっている(表-1)。「情報 I」のすべての項目を網羅しているものではないとはいうものの、全領域をカバーすることを意識して提供されていることが分かる。

■ 各試作問題の検討

それでは、個別に各問題を概観する。なお、本稿への問題文の完全な掲載は字数等の問題から不可能である。読者はぜひ文献 1) から入手して確認していただきたい。

□ 第 1 問

情報に関する法規や制度、情報セキュリティの重要性、情報社会における個人の責任および情報モラルについての基本的な知識を小問で出題している。

科目を問わず、大学入学共通テストの出題トレンドとなりつつある、「会話文」から文脈を読み取るもの

となっている(図-1)。大学入学共通テストは、知識よりも思考力・判断力を問う問題に比重を置く傾向にあるが、このような基礎的・基本的な知識は必須であり、知識を問うことを拒否しているわけではない。

ファイル形式などの技術的なものや、クリエイティブ・commons のような身近で今現在必要となるようなものも問われている。なお、解答群は、誤答選択肢も含めて、「情報 I」で押さえておくべきキーワードとして注目しておくべきであろう。

□ 第2問

情報の表し方や身近な動画のデータ量に関する基本的な知識・技能を小問で出題している。いわゆる数学の文章題のような出題形式で、短文ではあるものの、ここでも、読解力が必要となってくる。

設問は、色数、フレームレート、ピクセル数から、画像のファイルサイズを求めるものである。条件設定に不自然さを指摘する声もあるが、動画ファイルの考え方を理解しているかを問う方向性としては妥当であると考える。

A Webサイトのデータに関する先生と太郎くん(生徒)との会話

先生:最近、よくコンピュータ室にいるけど、何をしているの。

太郎:市役所に協力して、市の広報に使われるWebページの原案を作っています。今は、そのページに載せる市民の写真を選んでいます。

先生:そうすると、写真を撮影した人には「ア」があり、写っている人には「イ」があるので注意が必要だね。

太郎:わかりました。ほかにも市の統計データをわかりやすく見せるグラフを作る予定です。

先生:ところで、市の人口のデータはどこにあるの。

太郎:市役所のWebサイトで、いろんなソフトウェアで取り込み活用できるように「ウ」形式で公開されています。

先生:それで、太郎君が作ったグラフは、どのように公開されるのかな。

太郎:グラフは「エ」形式の画像にして公開します。他の人のWebページでも使ってもらいたいのですが、どうしたらいいでしょう。

先生:「ア」法では、出所を表示し、改変しないなどの「オ」の条件を満たせば誰でも利用できるようになっているよ。

太郎:自分としては出所を表示してもらえれば「カ」なしにグラフを加工してもらっても構わないですよ。そんなときは、どうすればいいですか。

先生:君が作る画像には「ア」が発生するので、この画像の利用方法に関する条件をWebページに明記するか、この図(下図)のような「キ」のアイコンを付けてもいいと思うよ。

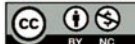


図-1 第1問 法規や制度、情報モラル

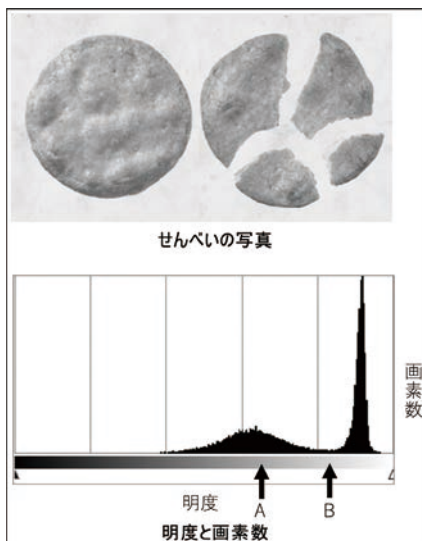


図-2 第3問 写真の明度と画素数

□ 第3問

画像処理(階調、明度、画素数等)に関する問題を中間形式で出題している。

これは思考力・判断力を測るという点で、なかなか面白い問題である。いままでの授業ではほとんど扱われていなかったと言える難しい問題でもある(図-2)。ただし、明度と画素数の図の意味が理解できたら、解けるものである。

□ 第4問

シミュレーションにより交通渋滞を解消するための方策を検討し、結果を分析していく問題を中間形式で出題している。

到着する車の台数を一様乱数で決定しているところに実際のモデルとの乖離があるものの、ここは数学的モデルの評価を行っているわけではなく、シミュレーション結果から、条件を変更することで結果の改善を図るという問題解決力を問う問題としては妥当なものであると言える(図-3)。

□ 第5問

配列変数、条件分岐、繰り返しなど、プログラミングの基本となる考え方や技法を問う問題を大問形式で出題している。

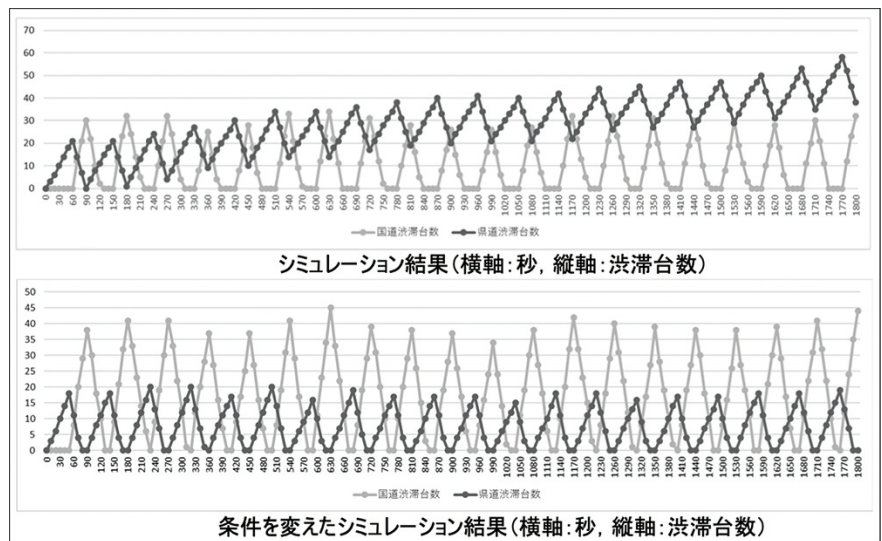


図-3 第4問 渋滞状況のシミュレーション結果



Python を従来の大学入試センター試験用擬似言語 (DNCL) 風に記述した擬似言語 (DNCL2) を使用している (図-4)。DNCL と違い、代入に「=」、繰り返しや条件分岐の 1 行目最後に「:」、「|」や「L」で範囲を明記しつつインデントでブロック指定、配列要素番号を 0 から開始するなど、中身は Python そのものであるが、Python を知らなくても問題なく取り組めるものになっている。

このプログラムが正しく動作しているかどうかは、復号した文字列が正しい英文となったかどうかで判断する必要があり、そういった総合的な判断力も必要になってくる。さらに、プログラムをより簡潔に

```

(01) Angoubun = ["p", "y", "e", "b", ..., (省略) ..., "k", "b", "d", "r", "."]
(02) 配列変数 Hirabun を初期化する
(03) hukugousuu = 26 - サシ
(04) i を 0 から 要素数 (Angoubun)-1 まで 1 ずつ増やしながら:
(05) |   bangou = 差分 (ケ)
(06) |   もし bangou != -1 ならば:
(07) |   |   もし ス <= 25 ならば:
(08) |   |   |   Hirabun[i] = 文字 (ス)
(09) |   |   |   そうでなければ:
(10) |   |   |   Hirabun[i] = 文字 (セ)
(11) |   |   |   そうでなければ:
(12) |   |   |   Hirabun[i] = ソ
(13) 表示する (Hirabun)

```

暗号文を復号するプログラム

図-4 第5問 DNCL2

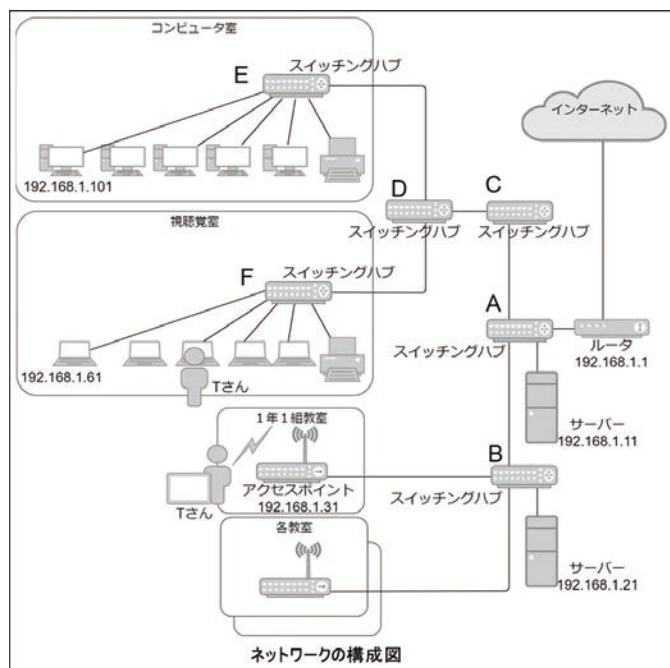


図-5 第7問 具体的なネットワーク・トポロジ

記述するにはどうすればよいかという、学習指導要領が求めている評価・改善する力まで測定しようとしている。

第6問

二要素認証の情報セキュリティ上の有用性に関する正しい理解を問う問題を小問形式で出題している。

二要素認証によって、セキュリティが強固になる理由を問う非常に身近で重要な題材を扱った問題であり、この分野の問題は今後必出だと思われる。ただ、問題に対して最も適切な理由を1つ選択させる解答形式ではなく、そうしないとどのようなリスクがあるかを考えさせるような設問の方がよいのではないかと感じた。

第7問

通信状況からネットワークの不具合の原因を推定する力を問う問題を、説明文への空欄補充による中間形式で出題している (図-5)。

実践的な問題解決力を問うており、障害状況とネットワーク・トポロジから、問題箇所を特定するような図上シミュレーションなどを、授業の中に盛り込むことは必要であろう。

第8問

Web サーバの仕組みとアクセスログの分析、SNS 発信件数と Web サーバ訪問件数の関係を回帰分析する総合的な問題を大問形式で出題している。

これも非常に具体的で実践的な題材を扱っている。アクセスログを見たことがあれば、それほど難しい問題ではないが、初見だと少し戸惑うと思われる (図-6)。しかし、設問の内容をよく見て考えれば、決して解けない問題ではない。この類の問題は大学入学共通テストで非常に多く見られる傾向である。

また、表やグラフに示されたデータを見て、そ

これから何が言えるのかを問うたり、回帰直線式の意味を尋ねたりするなど、表層的な知識ではなく、理解度を試すような問題になっていることが分かる(図-7)。

令和7(2025)年度からの 大学入学共通テストにむけて

令和7(2025)年度からの大学入学共通テスト「情報I」についての問題イメージは、これらの試作問題と、令和3(2021)年3月24日に大学入試センターが公表した「サンプル問題」だけである(サンプル問題については、本誌本号の「ぺた語義」に掲載されている水野修治先生の解説記事をぜひご覧いただきたい)。

これらの問題では、情報に関する法規や制度、情報セキュリティ、情報社会における個人の責任や情報モラル、情報の表し方やデータ量、シミュレーション、プログラミング、情報通信ネットワークな

どの試作問題は示されているものの、「情報I」の新しい内容である「情報デザイン」や、「データ活用」におけるデータの収集・整理についての問題はほとんど示されていない。

今後、さまざまところで問題イメージが提案されることになるかもしれないが、現時点では、大学入試センター試験時代から出題されている「情報関係基礎」が、大学入学共通テスト「情報」やそれを意識した「情報I」の授業内容を検討する際、非常に参考になる。また、私立大学の情報入試問題も大いに参考になるであろう。これらは、情報入試研究会のWebページ²⁾などでも公開されているので、ぜひ参考にしていただきたい。

大学入学共通テストでは、文章からその文脈を読み取り、論理的に思考し、判断するような問題が出題される傾向が強くなっている。これは、2021年に実施された大学入学共通テストのほかの科目についても同様のことが言える。今後は、特定領域に関する知識の有無よりも、広く総合的な問題解決力を問う問題が、多くなるものと思われる。その際、「情報I」や総合的な探究の時間で身につけた学力が、さまざまな知を束ねるプラットフォームとなる。さらに、発展的科目である「情報II」の開設も積極的に行われるべきである。高等学校においては、このことを強く意識してカリキュラム・マネジメントを行うことが肝要であろう。

アクセス元のIPアドレス	日時	アクセスしたファイル名など	参照元
121.111.238.240	01/Dec/2019:00:47:22	/pg1.htm	http://www.guidebook.net/links.htm
121.111.238.240	01/Dec/2019:00:47:22	/style.css	http://www.midokorojapan.com/pg1.htm
121.111.238.240	01/Dec/2019:00:47:22	/style.css	http://www.midokorojapan.com/pg1.htm
202.214.194.138	01/Dec/2019:00:47:59	/index.htm	—
121.111.238.240	01/Dec/2019:00:47:59	/pg2.htm	http://www.midokorojapan.com/pg1.htm
202.238.130.103	30/Sep/2020:23:23:03	/index.htm	—
202.238.130.103	30/Sep/2020:23:23:03	/logo.png	http://www.midokorojapan.com/index.htm

この1年間のログデータは、30万件以上あったが、^{b)}これは30万回Webページが閲覧されたわけではない。したがって、このWebサイトに訪れた件数の概算を求めるため、一度の訪問につき複数ページ閲覧しても1回として数えたい。そこで、アクセスしたファイル名の拡張子が「ウ」で、かつ参照元が「エ」データを抽出したところ約5000件になった。

図-6 第8問アクセスログの解析

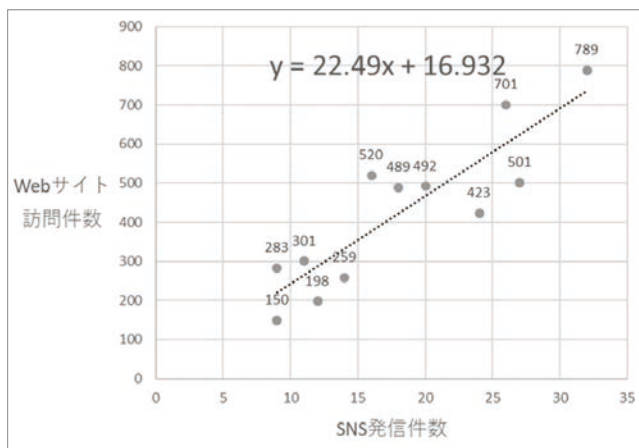


図-7 第8問 SNSの発信件数とWebサイト訪問件数の相関

参考文献

- 1) 情報処理学会：大学入学共通テストへの「情報」の出題について、2020年12月16日追記、<https://www.ipsj.or.jp/education/edu202012.html>
- 2) 情報入試研究会：<http://jnsg.jp/>

(2021年4月22日受付)



中野由章(正会員) info@nakano.ac

技術士(総合技術監理・情報工学)。工学院大学附属中学校・高等学校校長、工学院大学教育支援機構教育開発センター特任教授。本会初等中等教育委員会委員長、大学入試委員会幹事。2015年山下記念研究賞、2016年学会活動貢献賞、2017年科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞、2018年大会優秀賞。





「ドコモ口座」はなぜ攻撃されたか？

～開設時本人確認と 出金時本人確認の間隙～



板倉陽一郎 | ひかり総合法律事務所

「ドコモ口座」不正利用事件

2020年9月、NTTドコモの「ドコモ口座」を利用した銀行からの不正引き落としが発覚した。「ドコモ口座」の不正利用事件である。広く報道されたため、「ドコモ口座」が不正利用されたということは知られているであろうが、なぜ攻撃されたのか、という点について、十分整理された論稿が少ない。また、「ドコモ口座」にせよ、同時期に問題が発覚した他の決済サービスにせよ、被害の保障が行われ、法的紛争に発展していないため、決済サービスや銀行口座において、どのような本人確認がなされていれば十分であったのかということについて、裁判所の判断は示されておらず、おそらくは今後も示されない。そこで、本稿では、①「ドコモ口座」がなぜ攻撃されたのか、②「ドコモ口座」不正利用事件を踏まえ、QRコード決済サービスに銀行口座が紐付くスキームにおいて、いつ、どのような本人確認が求められるようになったのか、について整理する。なお、筆者らは、本稿と関連した論点について本会の研究会発表を行っているが¹⁾、本稿の内容の責任は筆者のみにある。

NTTドコモのプレスリリースによれば、「本不正利用は、第三者が銀行口座番号やキャッシュカードの暗証番号等を不正に入手し、ドコモ口座に銀行口座を新規に登録することで発生しておりました」とのことであり、「お客さまにより安心・安全にご利用頂けるよう、本人確認をオンライン本人確認システム（eKYC）で確実に行う対策等、更なる対策強化に努めてまいります」との対応策が掲げら

れた²⁾。「ドコモ口座」は、いわゆるQRコード決済（d払い）に用いることができる。同口座には銀行からチャージができるため、不正利用された銀行口座の持ち主名義で「ドコモ口座」が作成され、さらに物品の購入を経て現金化されたというわけである。報道では、「不正はドコモが手掛ける電子決済サービスのドコモ口座で起きた。犯人は被害者になりすまし、ドコモ口座を開設。不正に入手した口座情報を使って、ドコモ口座と被害者の銀行口座をひも付け、銀行口座からドコモ口座に資金を移していた。最終的にキャッシュレス決済の『d払い』でたばこや家電製品などを購入し、転売していたとみられる」とされている³⁾。被害総額は2,776万円、被害額の約6割はゆうちょ銀行であった。ここでは、「ドコモ口座」の開設における本人確認の甘さが指摘されている。報道によると、「きっかけは2019年9月に始めたドコモ口座の『開放』にある。それまでドコモ口座の開設はドコモの通信回線契約者だけに限っていたが、このタイミングでドコモ回線の非契約者もドコモ口座を開設できる『キャリアフリー』と呼ばれる展開に切り替えた」「しかも、ドコモ回線を契約していない利用者は、電子メールによる認証だけでドコモ口座を開設できた。犯人は厳格な本人確認なしに、銀行口座やd払いと連携するドコモ口座を持てたわけだ」とされている³⁾。

つまり、「ドコモ口座」は、本来は、NTTドコモの通信回線契約者のみが開設できたので、通信回線の契約時に厳格な本人確認が行われていた（携帯音声通信事業者による契約者等の本人確認等及び携帯音声通信役務の不正な利用の防止に関する法律（平成17年

法律第 31 号) による) はずであるが、キャリアフリーになった段階で、単なる Web サービス同様に開設できるようになっており、本人確認がまったく行われなくなってしまった。

他方、銀行口座からの出金も、通常の、オンラインバンキングにおける本人確認に比して、著しく甘かった。報道によると、その説明は以下のとおりである。すなわち、「地銀はドコモ口座と銀行口座の連携に当たって、地銀ネットワークサービス (CNS) の『Web 口座振替サービス』を使う。同サービスは、NTT データが提供する『ネット口座振替受付ゲートウェイ (GW) サービス』の利用が前提となっている。CNS は Web 口座振替サービスの開始当初から、通帳残高の入力といった 2 要素認証を実装していたという。2018 年前後には、自動音声応答 (IVR) による認証も追加していた。認証方法は銀行ごとに決める仕組みで、今回被害を受けた地銀はセキュリティー水準が低い認証方法を採用していたとみられる」³⁾。「Web 口座振替サービス」は、口座振替の Web 版である。正常に「ドコモ口座」と銀行口座が紐付けられた場合、毎回の出金ごとに本人確認がなされるのは、ユーザにとって煩雑である。このような煩雑さを回避するための仕組みというわけである。他方で、不正な「ドコモ口座」と紐付けられてしまえば、何度でも銀行口座から「ドコモ口座」への出金 (チャージ) ができてしまう。それにもかかわらず、銀行側の本人確認は、「被害が判明した銀行の多くは名前と口座番号、暗証番号、生年月日の入力だけでドコモ口座との連携を認めていた。これらでは一要素認証にすぎず、明らかに不十分との指摘が出ている」という状態であった⁴⁾。

それでも、銀行側にキャリアフリーへの切り替えが伝わっていれば、Web 口座振替サービス側で、二要素認証や IVR を用いるきっかけがあったかもしれない。ところが、報道によると、被害を受けた地方銀行からは、「キャリアフリーへの移行時期や細かい中身も聞かされていなかった」とされている³⁾。

以上、報道から得られる情報をまとめると、以下のようになる。①「ドコモ口座」は、キャリアフリーとした段階で、本人確認を、電子メールによる認証だけにしてしまった。

元は、ドコモの通信回線契約者のみが「ドコモ口座」を開設でき、この場合は通信回線の契約時に厳格な本人確認が行われていた。②「ドコモ口座」に関して Web 口座振替サービスを用いて紐付ける銀行の多くは、本人確認を、名前と口座番号、暗証番号、生年月日の入力だけで済ませていた。これは、オンラインバンキングからの振込と比べても緩やかなものであった。③② (銀行口座との紐付けにおける本人確認) が緩やかでも不正利用が多くなかったのは、① (「ドコモ口座」開設時の本人確認) が厳格だったからであるが、「ドコモ口座」がキャリアフリーになったことは、紐付けられる銀行に伝わっていなかった。これにより、銀行は、Web 口座振替サービスを用いて紐付ける際の本人確認を厳格にするタイミングを失した。

のちに、政府は、この事案をまとめている (図-1)。ここでは、「事案の主な原因」として、銀行は「銀行が資金移動業者と連携する際に、暗証番号といった記憶要素のみで認証していたこと」、ドコモ口座は「ドコモ口座では、銀行において本人確認済みの顧客であるかどうかを確認する方法により本人確認を実施していたこと」とされているが、言葉足らずであるように思われる。まず、銀行の中に「記憶要素のみで認証」していたものがあることはそのとおりであるが、時系列を考えれば、「ドコモ口座」の開設にかかる本人確認が行われなくなったのに、記憶要素のみでの認証を継続していたこと、が問題である。また、「ドコモ口座」が、「銀行において確認済みの顧客であるかを確認する方法により本人確認を実施していた」というのは半分の事実しか述べられていないように思われる。「ドコモ口座」は、本来は、通信回線の契約時に、それ自身で厳格な本人確認が実施されていたが、キャリアフリーへの切り替えにより、単体での本人確認は行われなくなった。銀行との紐付けは Web 口座振替サービスで行われており、銀行側の本人確認が適切になされていたかをドコモが確認するといっても、結局銀行口座と Web 口座振替サービスの有効性のみ確認されていたとすれば、本人確認は実質的には実施されていなかったということになる。この点も触れるべきであろう。

このように、銀行において問題となったのは出金時の

本人確認であり、「ドコモ口座」において問題となったのは出金時および開設時の本人確認である。「ドコモ口座」側の対策としては、「連携先の銀行において実行的な多要素認証が導入されているか確認する」とされているが、資金移動業者側の開設時の本人確認には触れていない。

ゆうちょ銀行への波及

前述の通り、ゆうちょ銀行は「ドコモ口座」の不正利用について金額ベースで6割を占めていた。もっとも、前項で整理したとおり、「ドコモ口座」へのチャージの仕組みは、通信回線契約における厳格な本人確認を前提としていると考えれば、どちらかといえば銀行は被害者のようでもある。しかしながら、ゆうちょ銀行は、「連携する12社の決済サービスのうち、6社で不正出金の被害が生じている」という状態であり、銀行口座開設時の本人確認すら、「免許証のように顔写真の付いた本人確認書類が必須ではない」状態であった（顔写真のない本人確認書類を2種類用意する必要はあった）。そのため、決済サー

ビスへのチャージによって出金されるほかに、他人名義のゆうちょ銀行口座が作られ、セキュリティが破られたネット証券会社からの出金先にすらされている始末であった⁵⁾。つまり、「ドコモ口座」の不正利用において、銀行側の本人確認に問題があったのは出金時であると思われたが、ゆうちょ銀行では開設時にも問題があったというわけである。

かくして、「ドコモ口座」の不正利用から始まった問題は、ゆうちょ銀行の銀行口座自体の不正利用、多くの決済サービスの不正利用を発覚させることとなったのである。

金融庁による対応

次に、このような問題に対してその後とられた対策について確認してみたい。

(1) 要請文

まず銀行および資金移動業（いわゆるQRコード決済のスキームの一部である）を所管する金融庁から、「資金移動業者の決済サービスを通じた銀行口座からの不正出金に関する対応について」（2020年9月15日付）と

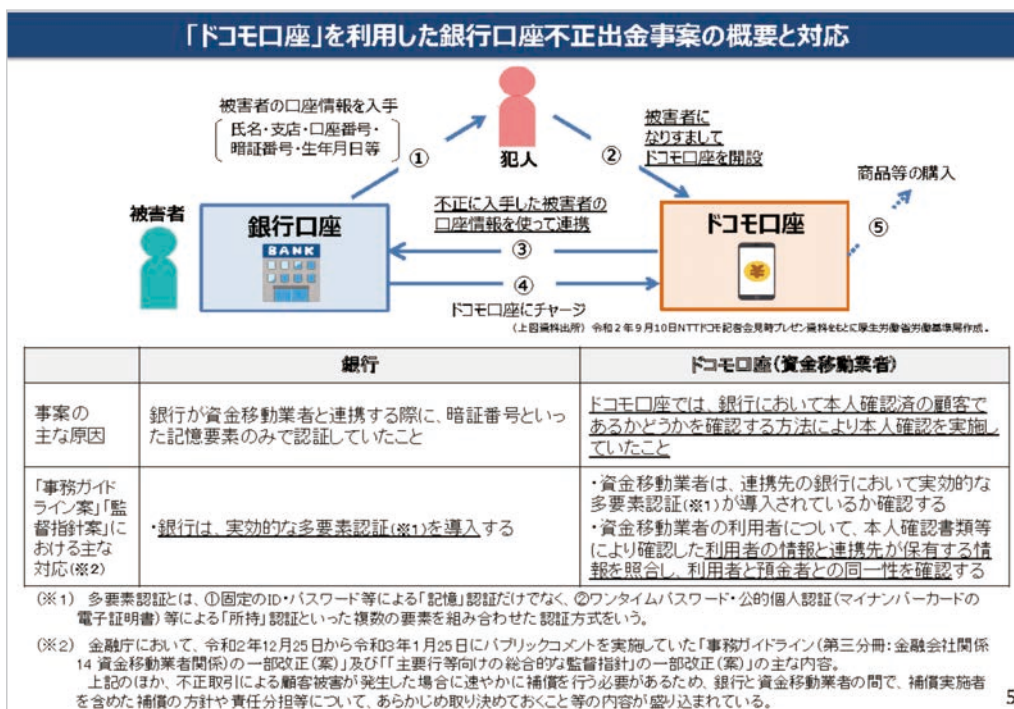


図-1 政府による「ドコモ口座」不正利用の整理
(厚生労働省第165回労働政策審議会労働条件分科会資料 No.3「資金移動業者の口座への貸金支払について」p.5)

して、預金取扱金融機関向けと、資金移動業者向け、それぞれに要請文が発せられた（金融庁監督局長「資金移動業者の決済サービスを通じた不正出金への対応について（要請）」（令和2年9月15日）および金融庁総合政策局長「資金移動業者の決済サービスでの不正出金への対応について（要請）」（令和2年9月15日））。要請文はいずれも、「事案の概要」として、「○現時点では、＜略＞キャッシュカードの暗証番号のみで認証するケースにおいて、被害の発生が確認されている」とし、資金移動業者等のアカウントと銀行口座を連携して口座振替を行うプロセスに脆弱性がないか確認することが双方で重要であるとされ、脆弱性については、「（注）例えば、上記口座振替契約（チャージ契約）に際して、預金取扱金融機関においてワンタイムパスワード等による多要素認証を実施していない場合など、不正に預金者の口座情報を入手した悪意のある第三者が、預金者の関与なしに資金移動業者等のアカウントへ資金をチャージ可能なケースは脆弱性があると考えられる」とされている。しかしながら、これらの要請は、やはり、出金時の本人確認に問題を集約しており、「ドコモ口座」で問題となった、資金移動業者等の開設時の本人確認に触れていない。

（2）事務ガイドライン、監督指針等の改正

次に、金融庁は「ドコモ口座」の不正利用等一連の事案を受けて、「事務ガイドライン（第三分冊：金融会社関係）」、「主要行等向けの総合的な監督指針」等の一部改正を行った（2020年12月25日～2021年1月25日パブリックコメント、2021年2月26日施行）。ここでは、たとえば、「事務ガイドライン（第三分冊：金融会社関係14資金移動業者関係）」において、「II-2-5口座振替サービス等の他の事業者の提供するサービスとの連携」の項目が新たに設けられ、QRコード決済サービスにおいて、銀行等への口座振替サービスを用いた出金時の本人確認の厳重化が図られている。また、「主要行等向けの総合的な監督指針」において、「III-3-9外部の決済サービス事業者等との連携」の項目が新たに設けられ、「当該サービス利用者の預金者との同一性の確認を継続的に把握・評価し、多要素認証等の導入により預金者へ

のなりすましを阻止する対策」を講ずることを求めている。これも、出金時の本人確認を厳格にするものである。

開設時本人確認の厳格化の必要性

「ドコモ口座」の事案を受けた金融庁の手当は出金時の本人確認に論点が集中しており、「ドコモ口座」およびゆうちょ銀行で起きた、開設時の本人確認の問題については触れられていない。開設時の本人確認を突破されてしまうと、出金時の本人確認は意味をなさないことがある。たとえば、第三者がIDとパスワードを設定し、さらに、端末で完結する生体認証を加えたもので多要素認証とされてしまうと、あとは自由に出し入れできるようになってしまう。この点に対策がなされなかった理由としては、すでに犯罪収益移転防止法施行規則の改正で手当がなされていたことによると思われる。しかしながら、この改正は2020年4月には施行されていたのに、「ドコモ口座」の事案を防ぐことはできなかった。開設時本人確認と出金時本人確認について、資金移動業者等と銀行、相互の継続的なモニタリングが必要であるということになり、しかもその実質が求められているといえよう。

参考文献

- 1) 板倉陽一郎、間形文彦、藤村明子、亀石久美子：インターネット上の金融関係サービスにおける本人確認義務及び本人みなし条項の民事的考察、情報処理学会研究報告電子化知的財産・社会基盤（EIP）2021-EIP-91(8)、pp.1-6.
- 2) (株)NTTドコモ「ドコモ口座を利用した不正利用についてのお問い合わせ窓口設置について」（2020年9月11日プレスリリース）。
- 3) 緊急版 動かないコンピュータ NTTドコモ「ドコモ口座」不正の全容 Web口座に落とし穴、日経コンピュータ、2020年10月1日号、p.6.
- 4) 榊原 康：「安心・安全」の誇りを汚したドコモ不正利用問題で地銀から恨み節、日経コンピュータ、2020年10月1日号、p.129.
- 5) 動かないコンピュータ ゆうちょ銀行 相次ぐ口座の金銭被害 組織の縦割り体質が真因か、日経コンピュータ、2020年10月29日号、p.72.

（2021年5月1日受付）

板倉陽一郎（正会員） itakura@hikari-law.com

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

小特集

触覚と情報処理

編集にあたって

渡邊淳司 | NTT コミュニケーション科学基礎研究所

現在、社会の第一の関心は、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) をどう克服するか、そして経済を始めとする人々の社会活動をどのように立て直すことができるのかということです。しかしながら、このウイルスの蔓延が終息したとしても、その生活への影響はいきなりなくなるわけではないでしょう。現在のワークプレイスでは、リモートワークやオンライン会議が取り入れられ働き方のスタンダードが変化しました。教育の現場でも、オンライン授業が取り入れられています。多くの人が集まって熱狂を共有するスポーツやエンタテインメントの在り方、科学館や美術館の鑑賞の仕方も、体験型とともにネットワークを通じた体験が模索されています。

これらの変化に通底する要因は、人々のコミュニケーションにおいてダイレクト・タッチが憚られるようになったということです。老若男女誰もが場所によらずウイルスという目に見えないリスクに配慮せねばならず、これまで当然であった直接会って話すこと、直接触れ合うことができなくなりました。このような接触を通じた人と人の心の交感が欠如し

た状態は「Skin Hunger : 皮膚接触渴望」などとも表現され、深刻なメンタルヘルスへの影響が報告されています。では、このような状況において情報処理技術ができることは何でしょうか？

この小特集では、特に触覚の情報処理技術や体験デザインについて取り上げます。触覚の情報処理技術は、振動といった触覚に関するセンサ情報を、ネットワークを介して伝達し、振動デバイス等で提示するものですが、この情報が映像や音声と一緒に届けられ、かつ適切な状況で使用されることで、それに対して存在感を感じ、情動的な働きかけを行うことができます。これまで、触覚の情報処理の研究をしていると、結局、「直接触れる (ダイレクト・タッチ)」にはかなわない、ということ言われてきました。しかし、他者に直接触れることが憚られ、それがさまざまな心身の問題を引き起こしている現在の社会環境では、触覚の情報処理はエッセンシャルなテクノロジーとなりつつあるのです。今こそ、それぞれの人の心の良い状態に寄与する触覚情報処理技術、体験デザインが重要となるのです。

【本特集記事について】

本編はオンライン版（電子図書館）のみに掲載しております。
こちらからご覧ください。

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



オンライン総目次

【チケットコード】

賛助会員、購読員、本誌を購入いただいた方がご覧になるにはチケットコードが必要です。

次の URL からチケットコードを取得してください。

<https://www.ipsj.or.jp/magazine/magazineticket/m-202107-Hg5FLjPr.html>



7月号チケットコード

第1の記事では、「ウェルビーイングにおける触覚の役割」と題し、小特集エディタの一人である、渡邊がコロナ禍における触覚の役割や触覚のテクノロジーがもたらす「つながり」について、ウェルビーイング (Well-being) という視点から述べます。ウェルビーイングな社会を実現する上で、触覚の情報処理技術はどのように貢献することができるのか、共感的な触覚コミュニケーションの事例を挙げるとともに、技術的な標準化についても紹介します。

第2の記事では、「触覚の情報化が拓く新しいコミュニケーション」と題し、名古屋工業大学の田中由浩教授に、触覚の計測・提示、触覚共有について執筆いただきました。田中教授らが開発した「ウェアラブル皮膚振動センサ」は、装着者の動きを阻害することなく、人それぞれの一期一会の触感を計測することができます。その脳卒中患者の方へのリハビリテーションの応用や、触覚を共有する複数の方の協調作業についての事例を紹介いただきます。リアルタイムに触覚を伝え合うことで、私たちの行動や認知はどのように変化するのでしょうか。

第3の記事では、「共生社会へ向けた触覚を使ったワークショップ」と題し、NTTコミュニケーション科学基礎研究所の駒崎掲さんに、身体や感覚の異なる多様な人たちとのインクルーシブなワークショップの体験デザインについて紹介いただきます。

視覚障害者5人制サッカーのバラアスリートとともに行った小学生向けワークショップでは、触覚ツールを用いることで、子どもたちの身体的な想像力や創造力を育むことを目指しています。

第4の記事では、「支え合いと信頼の経済学」と題し、明治学院大学の犬飼佳吾准教授に経済学と身体性について、その展望を述べていただきました。実は、私たちの価値のやりとりにおいて、身体的な感覚は大きな役割を担っています。他者との価値のやりとりにおいて、他者に対する信頼は大きな要因となりますし、その信頼醸成に触覚や身体感覚は大きな影響を与えます。

第5の記事では、特別寄稿として「PS5用ゲームコントローラ「DualSense」はどのようにして生まれたか」と題し、テクニカルジャーナリストの西川善司さんに Sony PlayStation 5 のゲームコントローラ開発秘話を紹介いただきました。特に、振動提示部について、そのデザイン原理を詳細にレポートいただきました。開発の背景を知ることでその体験はより味わい深いものとなるでしょう。

これからの社会において、触覚のテクノロジーは不要不急ではない、エッセンシャルなものになるはずで、本小特集が、これからの社会を実装する一助になればと思います。

(2021年4月19日)

1 ウェルビーイングにおける触覚の役割 —心の豊かさの多様性をつなぐテクノロジー—

基
般

渡邊 淳司 | NTT コミュニケーション科学基礎研究所

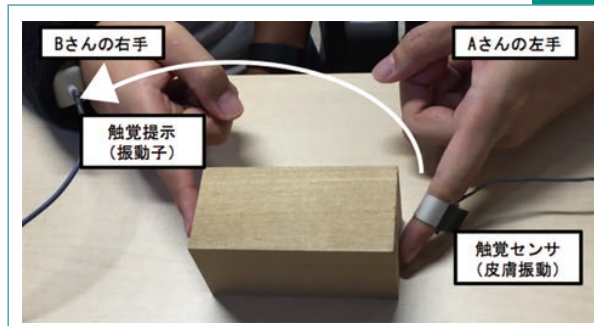
現在、ウェルビーイングは新しい豊かさの指標、新しい発想のきっかけとして重要な考え方となってきています。そして、特に、人との関係性、人との調和が持続的ウェルビーイングの要因として重要であることが知られており、このためのコミュニケーションや場を、触覚の情報通信技術がどのように支援し、共進化するのかを考えていく必要があります。本稿では、触覚による共感的な体験および、その下支えとなる標準化について紹介します。

2 触覚の情報化が拓く新しいコミュニケーション —身体拡張と身体融合の可能性—

基
般

田中 由浩 | 名古屋工業大学

触覚は、私たちの身体に依存したきわめて主観的な感覚です。これまで自己に内在していた触覚は、テクノロジーによって他者に伝えることができるようになってきました。本稿では、このような主観的な触覚の特徴について述べ、触覚のフィードバックによる自己の身体拡張や、触覚の共有による他者との身体的融合の可能性について、研究事例を交えて示し、研究課題や応用・発展について考察します。



3 共生社会へ向けた触覚を使ったワークショップ —「感じるスポーツラボ」の実践—

基
般

駒崎 掲 | NTT コミュニケーション科学基礎研究所

身体や感覚の異なる多様な人々と、さまざまな感覚体験を一緒に楽しみ学ぶためのインクルーシブな取り組みの手法についての解説です。多様な人々が互いに認め合う共生社会へ向けて、特に触覚的なツールを用いることによって、身体的想像力や創造力を育み、自己と他者への理解を深める学びの場を「感じるスポーツラボ」の実践によって実現します。





4 支え合いと信頼の経済学 —身体性とこれからの経済学に向けて—

基
般

犬飼佳吾 | 明治学院大学経済学部経済学科

従来、実験などすることがほとんどなかった経済学において、実験研究が盛んに行われるようになってきた。こうした実験の結果は、経済学における人間モデルを少しずつ変えつつある。各種実験から得られた人間モデルでは、従来の経済学において必ずしも明示的には考えられてこなかった身体との関係を考察する必要性がある。こうした背景を受け、本稿では新しい経済学の方向性について考察する。

5 PS5 用ゲームコントローラ「DualSense」は どのようにして生まれたか

応
般

西川善司 | トライゼット

2020 年末に発売された新世代ゲーム機のソニー、PS5。この PS5 のために専用開発された新ゲームコントローラが「DualSense」だ。この DualSense には、広帯域な振動表現を実現する「ハプティックフィードバック」と、トリガボタンに表現力豊かな抵抗力覚を提示できる「アダプティブトリガー」という独創的な新機能が搭載されている。本稿では、この二大注目機能についての開発経緯や技術的注目ポイントを紹介する。取材に応じてくれたのはソニー・インタラクティブエンタテインメント、ハードウェア設計部門ペリフェラル設計部部長の五十嵐健氏。



©2020 Sony Computer Entertainment Inc. All rights reserved.
Design and specifications are subject to change without notice.

[触覚と情報処理]

1 ウェルビーイングにおける触覚の役割

基 一般 —心の豊かさの多様性をつなぐテクノロジー—



渡邊 淳司 | NTTコミュニケーション科学基礎研究所

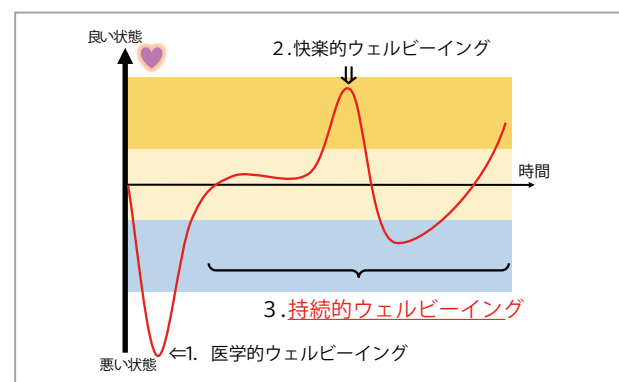
ウェルビーイングとは?

コロナ禍においては家族や友人と面と向かって笑いあい、触れあい、気持ちを共有することが憚られるようになりました。このことは私たちの生活に大きな影響を与え、そもそも私たちにとって、良い状態、ウェルビーイング (Well-being) とは何かを問い直す機会となりました。また、ウィルスの蔓延が起きていなかったとしても、日本は少子高齢化社会が到来し、それに伴う経済の縮小により、経済性以外の豊かさの指標が必要であると考えられるようになりました。実際、2021年3月閣議決定された第6期科学技術・イノベーション基本計画においても、「一人ひとりの多様な幸せ (well-being) が実現できる社会」が目指されています。このように、現在、ウェルビーイングは新しい豊かさの指標、新しい発想のきっかけとして、モノづくりやテクノロジーイノベーションにおいて重要な考え方となってきています。

現在、ウェルビーイングという言葉は、哲学や心理学だけでなく、工学、ビジネス、デザイン等、さまざまな領域で使用されていますが、ここではHCI研究者 Rafael Calvo (ラファエル・カルヴォ) 氏と、デザイナーの Dorian Peters (ドリアン・ピーターズ) 氏によって書かれた『Positive Computing』(邦訳:『ウェルビーイングの設計論』)における3つの分類を紹介します。

1つ目は「医学的ウェルビーイング」で、心身が病気でないこと。2つ目は「快楽的ウェルビーイング」で、気分の良し悪しに関すること。3つ目は「持続的ウェルビーイング」で、時間幅のある包括的な視点から周囲の人との関係の中で能力を発揮し“いきいき”と活動し続けることです(図-1)。「ウェルビーイングな暮らし」、「ウェルビーイングなオフィス」といった使い方は持続的ウェルビーイングの概念を前提にしたものです。医学的・快楽的ウェルビーイングに関しては、身体機能やホルモンといった生体の要因と結びつけられますが、持続的ウェルビーイングに関しては、どのように計測・介入することができるのか、工学的な視点からも探求が求められています。

そもそも持続的ウェルビーイングは状態やメカニズムを説明するために人為的に構成された概念



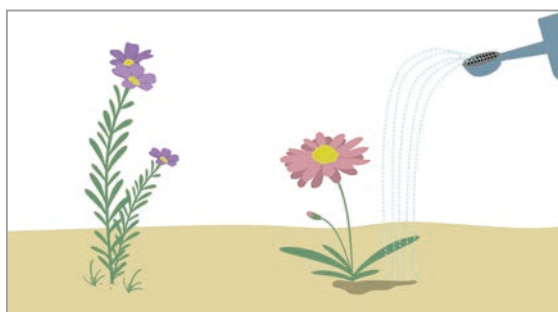
■ 図-1 医学的・快楽的・持続的ウェルビーイングのイメージ図

小特集
Special Feature

〔構成概念〕：例として「天気」や「景気」であり、その定義や計測法は一意に定まるものではないとも言えます。また、その特徴は「Flourish」（花開く・繁栄する・活躍する）という言葉によって表されることがあります。これは、持続的ウェルビーイングは、花をどこかで摘んで持ってくるように、外部からもたらされるものではなく、自律的（ときに偶発的）な活動によって生み出される**生成的**なものであることを意味しています（図-2）。

また、どんな要因が各人の持続的ウェルビーイングの契機となるのか、その要因リストはある程度普遍的でありつつも**個別的**なものです。たとえば、持続的ウェルビーイングに関連する要因として、自尊心や自己効力感といった個人の要因、他者や社会への共感や思いやり、信頼、利他行動といった要因（We/Society）、大きな全体性に対する要因（Universe）があります（図-3）。

人間の社会生活の中では、特に他者や社会に関する要因（We/Society）は重要なものとなります。人間にとって他者との関係は常に存在しますし、互助性によって社会は維持されています。たとえば、リソースの問題からも、構成員全員のウェルビーイングを同時に最大化することは難しく、その状態には差が生じるでしょう。個人の状態は時間とともに上下しますが、誰かがネガティブな状態のときに手を差し伸べる利他行動はお互いを助けながら生きる上で必須ですし、その源となるのが、他者を信頼することや、社会は公正で安定したものだという実感を持つことです。



■図-2 「Flourish」のイメージ図

触覚の役割と技術

視覚や聴覚は遠くの対象を認知する感覚である一方、触覚は接触によって生じる感覚です。そして、触覚は対象の存在を確かめ、情動や行動に直接的に働きかける感覚です。持続的ウェルビーイングの実現には信頼や実感が重要である、と述べましたが、これらと強く結びついているのが触覚なのです。コミュニケーションでは、触覚により相手に親密さを感じ、深い信頼が醸成されます。また、一緒にご飯を食べる、足湯と一緒に入るなど、息を合わせ、感覚を共有する身体的共同体験や、一緒に取り組む共同行為は、開かれたつながりの場を生みだします。このような持続的ウェルビーイングのためのコミュニケーションや場を情報通信技術が支援し、共進化していくことが重要となるでしょう。特に日本人を含む東アジアでは、人との関係性、人との調和が持続的ウェルビーイングの要因として重要だという報告もあります。以下に、触覚による人と人のつながりをテーマにした実践例を2つ取り上げます。

1つ目は、自分の心臓の鼓動を手の上で感じる「心臓ピクニック」¹⁾というワークショップです。聴診器を胸にあてると、手に持った箱型の装置が心拍に同期して振動するというものです。触れることで自分が生きていることを実感し、さらに、他人と名前を交換する前に心臓を交換することで、生命としての存在であることが共有され、心理的安全性が担保されたより深いコミュニケーションが生まれます（図-4）。

2つ目は「公衆触覚伝話」²⁾という装置で、遠隔2カ所ので、映像と音声だけでなく机の上の振動が共有されます。片方の机をトントンと叩いたり、机

	I (個人)	We/Society	Universe
医学的	心身の健康		
快楽的	快の感情		
持続的	自律性 能力・活力	他者との関係 や社会的役割	意義や地球と のつながり

■図-3 ウェルビーイングの分類とその要因

小特集 Special Feature

の上でピンポン玉やゴルフボールを転がすと、その振動が遠隔へ送られ、遠隔の机が振動します。この日常では感じられない感覚やそこから生み出される「離れていても、今、一緒にいる」感覚は、新しい他者とのかかわり方（遊び）を生み出しました。また、この体験では、机上で手が触れ合う位置に他者が写し出され、日常ではない距離感で初対面の人同士がコミュニケーションを行います（図-5）。

「心臓ピクニック」「公衆触覚伝話」は（遠隔の）相手を一人の人間として実感し、個人個人の多様性を担保しつつ共同体意識を醸成することに資すると考えられます。「わたし」と「あなた」を分けるのではなく、相手を含め「わたしたち」³⁾と捉えることで、「わたし」と「わたしたち」をつなぐ持続的ウェルビーイングが実現されるでしょう。

触覚をつなぐための標準化

触覚情報を多くの人が利用可能になるためにはマルチメディアコンテンツの記録・伝送・再生方式が触



■ 図-4 「心臓ピクニック」体験の様子



■ 図-5 「公衆触覚伝話」体験の様子

覚情報に対応している必要があります。現在のところ、振動・硬さ・温度といったあらゆる触覚情報を処理できる方式は存在しませんが、ここまで紹介した実践例で利用した振動情報については、音声情報と同様の時系列波形信号であるため、既存の伝送方式を利用できます。たとえば、映像符号化（HEVC/H.265）と音声符号化（AAC）をMP4ファイルに多重化する方式が普及しており、これをそのまま利用することができます。特に6chの時系列信号を扱う5.1ch音声フォーマットを利用すると、2chに音声LR、残りの4chに触覚振動信号を割り当て、2.4chとして音声と触覚振動を伝送することができます。さらに、AACに代わってロスレス符号化MPEG-4 Audio Lossless Coding（ALS）を触覚振動信号の圧縮にも用いることで、信号を一切劣化させることなく伝送することができます。

また、信号を受信した機器は適切に音声と触覚振動の信号を分離して再生装置に送る必要があります。この分離のルールとなるのがチャンネルアサインメントの規格です。具体的には、音声のチャンネル配置の標準に触覚振動信号を盛り込んだIEC 60958-5（2021年2月）を用いれば、映像と音声（2ch）はHDMI等でこれまで通り出力し、触覚振動（4ch）を適した再生装置に出力して、マルチメディアコンテンツを楽しむことができます。

このように、持続的ウェルビーイングの実現に触覚は重要な役割を担いますが、体験設計と通信技術のフレームワークはその基盤となるのです。

参考文献

- 1) 渡邊淳司, 川口ゆい, 坂倉杏介, 安藤英由樹:心臓ピクニック: 鼓動に触れるワークショップ, VR論 16(3), pp.303-306 (2011).
- 2) 早川裕彦, 大脇理智, 石川琢也, 南澤孝太, 田中由浩, 駒崎 掲, 鎌本 優, 渡邊淳司: 高実在感を伴う遠隔コミュニケーションのための双方向型視聴触覚メディア「公衆触覚伝話」の提案, VR論 25(4), pp.412-421 (2020).
- 3) 渡邊淳司, ドミニク・チェン (監修・編著): わたしたちのウェルビーイングをつくりあうために, BNN (2020).
(2021年4月12日受付)

■ 渡邊淳司 (正会員) junji.watanabe.sp@hco.ntt.co.jp

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 上席特別研究員. 触覚情報学, ウェルビーイング.

[触覚と情報処理]

② 触覚の情報化が拓く新しいコミュニケーション — 身体拡張と身体融合の可能性 —

基
般

田中由浩 | 名古屋工業大学

触覚の主観性と身体性

触覚は、私たちの身体に依存したきわめて主観的な感覚です。はじめに、触覚センサの開発を通して、私が体験した関連エピソードを紹介させていただきます。自動車鋼板などにおいて小さな凹凸の検査が技能者により行われていますが、これを検出するための軍手型のウェアラブル触覚センサを開発しました(図-1左)。当時、技能者の方にデモンストレーションさせていただくと、多くは精度や条件に対してネガティブな評価でした。一方、所属した研究室で佐野らにより開発されていた、「触覚コンタクトレンズ」¹⁾(図-1右)を体験いただくと、効果や応用展開についてポジティブな評価を聞くことができました。触覚コンタクトレンズは、多数のピンがたったシート状になっており、これを介在させてなぞると、凹凸を大きく感じるすることができます。この両者のデバイスの間には実感の有無という点で大

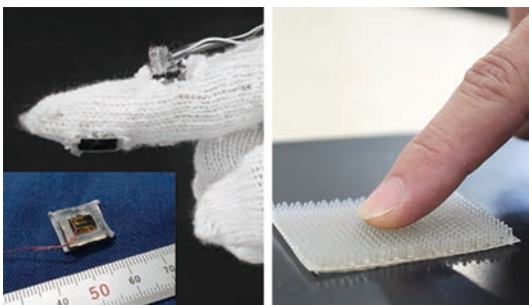
きな差があり、さらに深く考察すると、触覚の2つの特徴が見えてきました。

1つは自己言及性です。触覚は自身の皮膚の変形や温度変化を基に知覚されるものであり、対象にのみ依存した客観的なものではなく、対象と皮膚との力学的相互作用による現象の知覚と捉えることができます。個々人の皮膚の特性や状態によっても、感じ方が変わります。もう1つは双方向性です。運動によって触覚が受容されますが、その感覚に応じて運動もまた調整され、両者はループしています。

これらの観点で比較すると、前者のセンサは、ウェアラブルではあるが、触覚の主観性や双方向性が失われており、後者は、自身で感じながら動作を最適化できます。したがって、効果が個々人でロバストに発現し、発想を促進する背景を持っていたと考えることができます。

主観的触覚の情報化

このような考察の下、筆者らは主観的な触覚の情報化に取り組み、皮膚を振動が伝播する現象に着目して、「ウェアラブル皮膚振動センサ」を開発しました²⁾。高分子圧電フィルムを指の第2指腹部に巻きつけて、対象に触れたときに生じた指先から伝播する振動を検知しているため、対象表面に直接触れることができます。個々人の皮膚や運動に依存し情報は変化しますが、自己言及性と双方向性を保ち、そ



■ 図-1 ウェアラブル触覚センサ (左) と触覚コンタクトレンズ (右)

の人がそのときに感じとっている一期一会の触覚情報を取得可能です。自己に内在していた主観的触覚を情報化できることで、物体の触覚情報の評価や再現ではない、触覚を通じた自己や他者との身体的発展の可能性が見えてきます。

触覚フィードバックの拡張

遠隔操作ロボットにおいて、触覚のフィードバックが繊細な操作に有効であることはさまざま報告されていますが、多くはロボットの手指と対応した自身の手指にフィードバックし、操作者の元々の感覚運動制御を補完し活用していると言えます。一方、触覚フィードバックは対応しない身体部位にも展開でき、研究開発の発展が期待されます。

筆者らは、指先の感覚が重度に鈍磨した脳卒中患者に対するリハビリテーションを目的に、指先の触覚を別な身体部位で代行する方法を検討しています³⁾。

図-2に示すように感覚が鈍い指にウェアラブル皮膚振動センサを取り付け、対象と接触したときに指で生じる振動を、肩やこめかみなど、ほかの触覚を感じることができる身体部位にフィードバックします。

このような患者の多くは、把持力が過剰になり、小さな物体の把持操作などが困難になる傾向が見られますが、フィードバックを通して、過剰な把持力の低下が見られたり、小さな物体の操作精度の向上



■ 図-2 触覚フィードバックを用いたリハビリテーション

が確認されています。触覚情報をほかの身体部位にフィードバックすることによる運動機能の改善は、私たちの身体認識や運動機能の拡張性を示唆する結果とも言えます。

触覚は自分の身体認識にも関与し、身体所有感(この手が自分のものであるという感覚)や、運動主体感(この手を動かしているのは自分であるという感覚)を与えます。ロボットアームやフィンガーを私たちの身体に追加し、身体を拡張する研究もさまざま行われていますが、拡張された身体の触覚情報をフィードバックすることによる身体認識や運動機能の拡張は、非常に興味深いトピックです。筆者らは腹腔鏡下手術用触診システムを開発していますが、鉗子先の触覚情報を術者の足にフィードバックした場合、鉗子操作の改善は見られたが感度の向上はなく、鉗子を操作している手指にフィードバックすると感度向上が見られました。身体拡張において、触覚をどこにどのようにフィードバックするか、多くの基礎的な知見と、またその応用が期待されます。

触覚の共有

内在していた自己の触覚を他者と共有することは、テクノロジーによって初めて行える体験であり、感覚、運動、身体認識を通じた、他者との身体的融合を与えてくれる可能性があります。

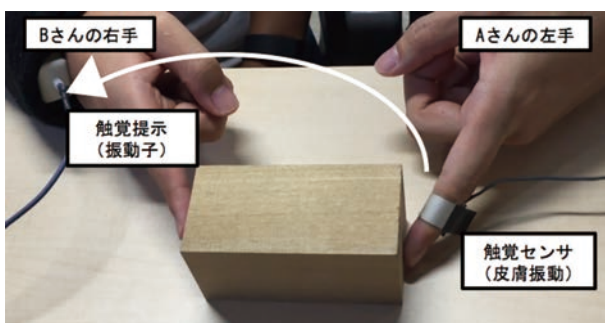
感覚については、他者の触覚を感じることで、自身の触覚と比較し、技能の習得に役立てたり、他者をアバター的に活用して、遠隔地での触察を可能とするかもしれません。たとえば、遠隔触診が考えられます。遠隔地の患者や介護者が触診を行い、その触覚を遠隔地の医師や理学療法士が体感し診断する方法です。触覚データが記録されれば、将来のロボットやAIによる代行も期待できます。

運動については、他者と触覚を通してつながり、協調して作業を行える可能性があります。私たちの

小特集 Special Feature

身体はそれぞれの部位が連携し合いさまざまな作業を可能にしています。たとえば、目を閉じた状態でも、左手と右手の人差し指で箱を挟んで持ち上げることができます。しかし、自分の左手と他人の右手で同じことをやろうとしてもうまくいきません。そこで、**図-3**に示すように、自分の左手の触覚をセンサで検知し、もう一方の人に振動子で伝える装置を装着して行くと、滑りそうになったら力を入れて、触れた感覚に合わせて持ち上げることができました。触覚を共有して他人の指を自分の体の一部として感じ、利用しているとも言えます。この仕組みはロボットへも適用できます。人の触覚情報を基に、人の作業の状態を識別し、その状態に応じてロボットがアームを動かし協調作業するというものです。ロボットからも状態に応じた触覚フィードバックを人に与えることができます。これまでに、人の筆記に合わせてロボットが紙を抑えたり、人の作業の後にロボットがすぐに次の作業を行い、その後さらに人が次の作業を行うといった共同作業を実現し、触覚共有の有効性を示してきました⁴⁾。

これらは個人の身体拡張とは異なり、独立な感覚運動制御を持つ他者が存在しています。どのようにして他者の感覚運動制御を取り込み、協調を拡張するかは、今後の課題と考えられます。一方、複数の独立した感覚運動制御を集合できることは、一人の能力の限界を超えること、人の多様性を活かし融合することの新たな創発に繋がる可能性を持っている



■ 図-3 触覚共有による物体把持の協調タスク

と考えています。

心理・社会行動への作用

触覚共有で探求すべきもう1つの課題に、心理、社会行動への作用も考えています。私たちは、視聴覚を通して他者とコミュニケーションを行い、インターネットによりその範囲は広がっていますが、握手やハグに代表されるように、触覚も重要なコミュニケーションの1つと言えます。コロナ禍で他者との身体的接触は大いに制限されていますが、「スキンハンガー」という用語もあり、肌の触れ合いの重要性も注目されています。

ただし、これまでは他者に触れることによる間接的な感覚共有であったと言えます。一方、触覚の情報化は直接的に他者の感覚を与えます。この効果はまだ未知であり、心理や社会行動に変容が起こるかは興味深い課題です。SNSによるエコーチェンバーといった、情報化の発展による新たな社会的課題も生じるように、触覚の情報化も、人の心理や社会行動への影響を明らかにしながら、技術開発を進めていく必要があると考えます。

参考文献

- 1) 佐野明人, 菊植 亮, 望山 洋, 武居直行, 藤本英雄: 触の技と数理, 日本ロボット学会誌, 23(7), pp.805-810 (2005).
- 2) Tanaka, Y., Nguyen, D. P., Fukuda, T. and Sano, A.: Wearable Skin Vibration Sensor Using a PVDF Film, IEEE World Haptics Conference, pp.146-151 (2015).
- 3) 河島則天, 田中由浩: 脳卒中後感覚障害に対する振動を介した知覚惹起の試み—振動子を介した物体への接触タイミングの認識—, LIFE2018 (2018).
- 4) Katayama, K., Pozzi, M., Tanaka, Y., Minamizawa, K. and Prattichizzo, D.: Shared Haptic Perception for Human-robot Collaboration, EuroHaptics Conference, pp.536-544 (2020).

(2021年4月12日受付)

■ 田中由浩 tanaka.yoshihiro@nitech.ac.jp

2006年東北大学大学院修了。2021年名古屋工業大学教授。力学的な触覚原理、触覚デザイン、触覚の医療・産業応用の研究等に従事。博士(工学)。

[触覚と情報処理]

3 共生社会へ向けた触覚を使ったワークショップ — 「感じるスポーツラボ」の実践 —

基
般



駒崎 掲 | NTT コミュニケーション科学基礎研究所

「感じるスポーツラボ」とは

本稿では、身体や感覚の異なる多様な人たちと、さまざまな感覚体験と一緒に楽しみ学ぶためのインクルーシブなワークショップの手法について解説をします。ただし、ここでのワークショップとは、集団で問題解決や意思決定をするための場という意味ではなく、参加者自らが自発的に行為を行い、何らかの原理や手法を発見、学習する体験型学習の場としての意味で使用しています。

筆者らは、身体特性にかかわらず多様な人々が互いに認め合える共生社会へ向けて、特に触覚ツールを用いることによって、子どもたちが身体的な想像力や創造力を育み、自己と他者への理解を深める学びの場を構成してきました。このワークショップを横浜市とともに継続的に実践するプロジェクトとして「感じるスポーツラボ」と名付けました (図-1)。

感じるスポーツラボは次章で述べる「感覚体験の4STEP」を行うことにより段階的に、感覚の異なる

る他者とコミュニケーションを行います。体育という側面からは、自分の身体能力を向上させるだけでなく、他者との感覚の違いに気付き、さらに道徳という側面から、身体や感覚の異なる他者とのようにかかわるのか考えるきっかけとなります。

感覚体験の4STEP

ワークショップを行う上で、下記の図-2の4つのSTEPに基づいて体験を構成することが重要です。自分から他者、そして特別な他者へと感覚する輪を広げます。この4STEPを1つのサイクルとし、何度も繰り返すことも可能です。以下それぞれのSTEPについて述べます。

STEP1：体験の出会い「自己を見つめ、自己を感覚する」

STEP1では、普段行うコミュニケーションとは異なる体験をつくり、自己を見つめて、自分の感覚



図-1 感じるスポーツラボ概念図



図-2 感覚体験の4つのSTEP

小特集 Special Feature

を再認識します。日常ではなかなか経験しにくい体験、たとえば心臓の鼓動を手のひらで感じる体験(本小特集第1章 心臓ピクニック参照)など、改めて自分の感覚を見つめ直す体験をすることが大切です。内省的な意識の確認を図ります。

また普段一緒に生活している友人などの自己の延長上にある近い関係の他者でも、感覚体験を一緒にすることで、改めて違いを実感し、また同時に共感するというこも生まれます。今までの自分が考えてきた世界の見え方とは少しだけ異なるきっかけとなり、また自分と他者は感覚が違うのかもしれないというような感覚の違いの認識を芽生えさせることがこのSTEPのねらいです。

STEP2：体験の共有・拡張「他者との共感、他者を思う」

このSTEPでは、まずワークショップを一緒に体験する身近な他者とツールの感想や使い方を共有します。自分が感じているように相手も感じているという共感や、自分が想定していなかった使い方を共有し合います。

このSTEPの最後では身近な他者だけでなく、ほかには誰とこの体験をするとより良いのかを自発的に考えてもらいます。それによって自己から他者へ思いやる意識の拡張の動機にもつながります。

STEP3：体験の深化「特別な他者を思う」

STEP3では特別な他者と、一緒にこの体験を行います。ここで重要なことは、身体的訓練を重ねたアスリートであったり、ある障がいを持った方など、特別な身体性を持った他者を特別な他者としてこのSTEPで迎え入れることです。

遠い存在の特別な他者は、世界をどのように感じているのか、感覚の違う他者から講話などの形で聞きます。アスリートであれば競技のことであったり、障がいのある方であれば普段の生活のことを聞くことで他者への理解が深まります。

また感覚体験ツールを用いて、身体の違いを感じたり、一緒に協力して楽しむといった共同行為がここでは生まれます。

STEP4：体験の創造「他者へ伝える」

これまで体験してきた他者との意識や感覚の違いを今度はほかの誰かに伝えるというフェーズになります。学んだことを誰かに伝えることで、学びを客観的に見つめ理解を深めることができ、また自分が経験した差異に基づいて工夫が生まれます。

ここのSTEPで重要なことは、誰かに教える際、少人数に対して複数回行うことです。大人数に1度で行わないことによって説明や体験の仕方に工夫が生まれます。

「感じるスポーツラボ」の実践

2020年秋、横浜市立神奈川小学校の小学6年生に、感覚体験の4STEPに基づいて、「感じるスポーツラボ」を実践した事例を紹介します(主催:横浜市, 実施協力:NTTコミュニケーション科学基礎研究所, NTTクラリティ(株))。今回は、3つの機材を使用し触覚体験を行いました。心臓ピクニックは、聴診器を胸に当てると、手のひらの上で心臓の鼓動を感じることができるものです。触覚ボール¹⁾は、一本のチューブで繋がれたソフトテニスのボールで、一方を握るともう一方が膨らみ、手の平が広がる触感が伝えられます。触覚テーブルは、一方のテーブルを叩くともう一方のテーブルが振動します(図-3)。



■図-3 左から触覚テーブル, 触覚ボール¹⁾

DAY1 (感覚体験のSTEP1&2)

まず、触覚の体験ツールを各10分程度体験してもらいました。触覚ボールは手で握るだけでなく、脇に挟んだり感じ方の工夫が見られました。触覚テーブルは、誰と体験するとよいか（特別な他者は誰がよいか）という質問に、目が不自由な人に伝えるのによいのではないかという意見が上がり、心臓ピクニックはアスリートの心拍を感じてみたいという声が上がりました。そのためDAY2では、視覚障害者5人制サッカーのアスリート田中章仁選手を講師に迎えることにしました。

DAY2 (感覚体験のSTEP3)

DAY2前半は、視覚障害者5人制サッカーという競技についてや、田中選手が普段の生活で感じるさまざまなバリアについての講演を、後半ではアイマスクを付けて声を頼りに体を動かす身体感覚を研ぎ澄ます体操を行いました。

前半の田中選手の講演中、振動を受ける方の触覚テーブルを田中選手の手が触れるところに置き、もう一方の触覚を送る方のテーブルは、小学生が叩ける場所に置きます。田中選手へ頷きや驚きのリアクションとして小学生がテーブルを叩くことによって振動を送りました。また心臓ピクニックを用いて田中選手の心拍の振動を感じる体験をしました。

DAY2での体験は、身体性の異なる他者と触覚を通してコミュニケーションすることで特別な他者への理解を深める場となりました。

DAY3 (感覚体験のSTEP4)

DAY1, 2で行ってきたことを、今度は5年生に引き継ぐために、6年生が教える側となり、ワークショップを行いました。そのことで教える側の6年生の理解がより深まります。

ここでは、どういったら今まで体験してきたことが5年生へうまく伝わるかを事前に考えてもらい、説明パネルを準備したり、説明の動画を作成したり、

ワークショップ時の説明やデモの役割分担をし、工夫してもらいました。

このワークショップをやる際は、1度に大人数でやるのではなく、少数で複数回同じことをやるのが重要です。1度だけでなく、繰り返し同じ内容を教えることで、さらなる工夫が生まれます。実際、ルールを変えたり、説明員の分担を変えるなどといった変化が見られました。最初は子どもたちが想定していたように伝わりませんが、それは自分と他者の違いでもあり、繰り返し行うことでどうしたら伝わるのか、どうしたらもっとよくなるのかを自発的に考え、共創されていきます。

触覚を通した共生社会の学び

「感じるスポーツラボ」は、触覚を通して体験を行うことで、より感覚的に誰もが自己と他者へ理解を深めることができます。また、スポーツとしての身体的活動を通して、想像性や創造性を育みます。この取り組みを感覚体験の4つのSTEPに基づいてワークショップを行うことで、他者との感覚の違いに触覚を通して感じ合い、誰かに伝えることで理解を深めることができます。

これらは身体的な活動、特に触覚という感覚を伴いながら、自己と他者について考えることによって、さまざまな人とつながり、共に考える共生社会につながる活動として有効なものと言えるでしょう。

参考文献

- 1) 渡邊淳司, 藍 耕平, 吉田知史, 栗野晃希, 駒崎 掲, 林阿希子: 空気伝送触覚コミュニケーションを利用したスポーツ観戦の盛り上がり共有: WOW BALLとしての検討, 日本パーソナルリアリティ学会論文誌, 25(4), Vol.25, No.4 (2020).

(2021年3月22日受付)

■ 駒崎 掲 kakagu.komazaki.sn@hco.ntt.co.jp

2013年日本大学芸術学部デザイン学科卒業。メーカのデザイナーを経て、現在 NTT コミュニケーション科学基礎研究所に所属。

[触覚と情報処理]

4 支え合いと信頼の経済学

基
般

—身体性とこれからの経済学に向けて—



犬飼佳吾 | 明治学院大学経済学部経済学科

新たな経済学の夜明け

本稿では、近年の経済学研究の展開を追いつつ、身体と経済という一見結びつきがなさそうに思える2つを結びつける新しい経済学の方向性を、多少大胆な視点から考察してみたいと思う。

陰鬱な科学

職業柄、しばしば専門領域について尋ねられる。一般の方や学生や異分野の研究をされている方に、「経済学にかかわる研究をしています」とお答えすると、金儲けの手段、あるいはお金の流れに関する研究をしていると思われることが多い。

もちろん、経済学とお金は切っても切れない腐れ縁のような関係である。確かに経済学の教科書の多くのページでは、お金を使ったモデルが掲載されている。大抵の方は、お金を得ることで喜びを感じるだろう（多分に漏れず、私自身もお金は大好きである）。また、守銭奴と呼ばれる言葉さえあるように、日夜金儲けについて考えているなどと言ったら、卑近な学問だと思われることうけあいである。社会科学の部分集合である経済学という分野が科学であるなどと宣ったら、眉唾物だと思われても仕方がないのかもしれない。経済学では、誕生以降、紆余曲折を経ながらさまざまな方法論、科学的な方法論が模索されてきたわけだが、しばしば「陰鬱な科学」と呼ばれてしまうのは、金儲けに関する煙たさがその

一因であるのかもしれない。

ところが、ほとんどの経済学の教科書で、そもそもお金とは何なのかについて、深く考察された理論やモデルの記載はなされていない。ここでは、身近で、生活に密着しているお金に関して、その存在を掘り下げて考えてみることにしよう。

先にも述べたように私たちはお金を手にすると喜びを感じる。お金があれば、私たちは自分の欲しいものを買うことができるからだ。住居や車のように高額のものから駄菓子屋にあるお菓子のように少額なものまで、世の中のありとあらゆる‘モノ’、‘コト’、‘ヒト（労働も立派な商品だ!）’には値札がついている。このように、お金はいろいろな物事の価値を比較する「ものさし」としての役割を果たしている。一方で、経済学ではお金そのものには価値がないことになっている。人々がお金を欲しがるのは、欲しいものを手に入れるためだけだからだ。

信じることで生まれる信用

ところが、私たちはお金そのものにも価値を感じる可能性がある。神経科学の実験研究では、二次的報酬であるお金そのものを得る場合でも、報酬系の神経活動が観察されるということが報告されている¹⁾。紙幣はただの紙切れであるし、電子マネーや仮想通貨に至ってはただの数字の羅列に過ぎない。それにもかかわらず、私たちは、お金そのものに価値を感じるのはなぜだろうか。

小特集 Special Feature

貨幣がうまく流通することが、人類が高度な文明を築き上げることができた大きな理由の1つであると経済学でも考えられている。物々交換だけの社会では、互いの欲しいモノと価値が一致しない限り、交換は成立しない。自分が持っているモノが相手が欲しいモノで、相手が持っているモノが自分が欲しいモノであるときだけ交換が成立する（経済学では、この状態を欲望の二重一致と呼ぶ）。物々交換がうまく成立することがあったとしても、それは頻繁には起こることではなさそうである。

一方で、貨幣経済では、相手が欲しいモノを私が持っていないくても、相手にその対価としてお金を支払うことによって、相手から私が欲しいモノを買うことができる。お金はモノ・コト・ヒトを社会に流通させ経済圏を広げるために大きな役割を果たしているのだ。

しかし、私たちは貨幣経済の成立には重大なポイントがあることを見落としてはいけない。なぜ私たちがお金を信じられるのかという点である。人々が互いに通貨を信じていなければ、貨幣経済は決して成立しない。ところがお金そのものは、原価がきわめて低いコインか紙きれに過ぎない（電子マネーや仮想通貨に至ってはただの数字である）。アンデルセンの『裸の王様』のように、貨幣そのものは無価値なのである。このように考えてみると、皆がお金を信じ、見ず知らずの相手とさえ、対面せずにお金を通じた売買をすることができるのは、驚くべきことである。これまでは、国家（正確にはその国の中央銀行）が発行する通貨が私たちの通貨としてその玉座に座っていたわけだが、近年ブロックチェーンに代表される仮想通貨は、新たな信用経済社会の芽吹きであるともいえる。

共有信念の創造

貨幣経済の例のように、それそのものには価値がないにもかかわらず、皆が信じているから自分も信

じられるという社会状態を創り出すことは非常に難しい。近頃投資家が熱狂している仮想通貨も私たちの生活に根付くところまでは至っていない。欲望の二重一致のみに頼った物々交換社会から、貨幣経済への移行がどのような過程で進んだのかは非常に興味深いテーマであり、経済学でもそのメカニズムの解明が進んでいる²⁾。さらに興味深いことは、この過程が自己組織的に生まれてくることだ。誰かが仮想通貨のようによくできた仕組みを考えて提案したとしても、皆が信じてくれない限り、そのお金は流通することは決してない。

長期的関係形成と協力

お金とちょうど同じような構図は、人間関係の中にも存在する。毎年4月になると、大学には新入生が、会社には新入社員がやってくる。新しいメンバーとチームを組み、うまくプロジェクトを達成させるためには、まだよく分からない相手と信頼関係を築くことがとても大事である。会社や学校のように関係が固定的で長期的に続く状態であれば、自己中心的で利己的に振る舞うだけでなく、新しいチームメンバーを慮る行動を取ることも必要である。なぜなら、相手との間で関係が崩れてしまえば、結局自分の利益も損なうことになってしまうからである。

ゲーム理論ではこうした状況を、繰り返しゲームという枠組みでモデル化する。特に、長期的関係の状況では、お互いが協力し合える状況も1つの均衡となり得る。ゲーム理論を利用した実験室における実験においても、長期的関係形成場面における相互協力行動の自発的出現プロセスは観察されている³⁾。

一方で、長期的な関係性を持たない者同士が協力関係を築くようなシステムを作るのは容易ではない。一生のうちで一度しか出会うことのない相手、または直接対面さえすることのない相手に対して、コストをかけて相手を利する行為を誘引させるシステムは一朝一夕では生み出されないだろう。ところが不思議なことに、人間を対象とする各種の実験ゲーム

では、一回限りしか会わない相手に対してもコストを支払っても相手の福利を高める行為を取ることが世界各地の実験室で観察されている (図-1)。人が経済学者の理論的予想を大きく超えて、利他的である可能性を示唆している⁴⁾。

互いを信じ合える共有信念の創造

ではなぜ人は、見ず知らずの相手にも協力的な振舞いをするのだろうか。有力な説の1つは、間接互惠と呼ばれるモデルである。このモデルでは、たとえ見ず知らずの他者に対しても協力的な振舞いをすれば、まわりまわって自らも誰かほかの他者から良くしてもらえするという関係が形成された状態が表現される。間接互惠システムがヒト社会の中でどのような過程を経て生み出されたのかについてはさまざまな議論がありまだ謎も多い。

一方で、自己犠牲を支払ってでも協力的な行動を取る際の神経機序を含めた研究は今世紀に入ってから盛んに行われている。これらの研究から、人は協力的な行動を取ることそのものが報酬となり得ることや、協力的な振舞いをしない人に対して憤りコストを支払ってでも非協力的行動を是正させようとするとも明らかになっている。

協力や(広義の)協調行動に関する行動反応と身体メカニズムの研究から示唆されるのは、ヒト社会における広義な協力的行動を下支えているのは、頭の良さや狡猾な賢さというよりはむしろ、感情的で

瞬間的な反応である。超社会的動物である人は、常に周りの人からどのように思われているか気にしがちで、オートマティックなプロセスとして協力的行動をとり、規範を逸脱した者を怒りを持って是正したいと願う。私たちは、相手の行為が無意識的で身体的な反応ゆえに、その相手を信頼できるのかもしれない(きっと同じことが起こったときにも同じように振る舞うだろうと信じられる)。少なくとも2021年現在においては、私たちの生活と人生から切っても切り離すことができない生身の身体と、その身体からフィードバックされる感情の連携作用は、協力的行動の鍵なのかもしれない。

次世代情報通信における身体性と新しい経済学に向けて

私たちは、協力的行動に身体がどのようなかわりを持つのか、また、身体性をうまく取り入れることで、見ず知らずの多数の他者との間で信頼関係を築き上げることができるかを検討する研究を進めている。こうした情報通信技術の存在は、私たち自身と社会とのかかわり方を炙り出す役割を果たすのみならず、次世代社会の制度設計にはどういった人間原理が必要かを示す重要な指針づくりとなり得るだろう。新たなテクノロジーの存在は、これまで陰鬱な科学と呼ばれてきた経済学を刷新し得るポテンシャルを持っているように思う。

参考文献

- 1) Glimcher, P. and Fehr, E. : Neuroeconomics : Decision Making and the Brain, Academic Press (2013).
- 2) Kiyotaki, N. and Wright, R. : On Money as a Medium of Exchange, Journal of Political Economy 97(4), 927-54 (1989).
- 3) Bó, P. D. and Fréchette, G. : The Evolution of Cooperation in Infinitely Repeated Games : Experimental Evidence, American Economic Review, 101(1), 411-429 (2011).
- 4) Camerer, C. F. : Behavioral Game Theory : Experiments in Strategic Interaction, Princeton Press (2003).

(2021年4月23日受付)

■ 犬飼佳吾 inukai@eco.meijigakuin.ac.jp

2010年北海道大学大学院文学研究科卒業、北海道大学博士(文学)。大阪大学社会経済研究所講師を経て、2018年より現職。2017年大阪大学賞、2020年ヤフー(株)コマースカンパニー金融統括本部優秀論文賞等。



■ 図-1 経済実験の様子

[触覚と情報処理]

5 PS5 用ゲームコントローラ「DualSense」は どのようにして生まれたか

応
般

西川善司 | トライゼット

ゲームプラットフォームにとって重要な 存在となってきたゲームコントローラ

ビデオゲームのプレイ体験において最も重要視されるのは、映像、音響といった要素だと考えられている。しかし、一般的なコンピュータ機器ではなく「ゲーム体験のみを提供すること」に特化したゲーム専用機ビジネスにおいては、ユーザ（プレイヤー）が直接触るゲームコントローラも重要な要素として扱われており、ゲーム機の世代交代の折には、そこに大きな革新が伴っていることが多い。

このあたりの新提案に特に注力しているのが任天堂で、ゲームキューブ（2001）から Wii（2006）への世代交代においては、これまでになかった「モーション入力」系コントローラ「Wii リモコン」を発表した（図-1）。その後、このモーション入力系コントローラの新潮流センセーションは、競合メーカ



■ 図-1 任天堂 Wii 用標準コントローラの Wii リモコン

をも動かし、ソニーグループ（2016年まではソニー・コンピュータエンタテインメント、2016年以降はソニー・インタラクティブエンタテインメント、以降はソニーと記する）が展開する PlayStation 3（2006）では「PS Move」を、マイクロソフトが展開する Xbox 360（2005）では「Kinect」を登場させるきっかけにもなった（図-2）。

なお、Wii というゲーム機は、中核となる本体コンピュータ部分については、ゲームキューブをマイナーチェンジした程度の性能強化しか行っておらず、むしろ、この「モーション入力」対応の新コントローラ採用こそを、ゲームファンへの最大訴求ポイントとしていた節がある。

そもそも、ゲーム専用機におけるゲーム体験で最も重要視されるのは「ほかのゲーム機ではできない体験を提供すること」である。Wii 登場以前は、「そのゲームプラットフォームの独自性」を強調する



■ 図-2 ソニー・PS3 向けの周辺機器として発売された PlayStation Move モーションコントローラ

小特集 Special Feature

ための最大の方策は、「そのゲーム機にしかリリースされない専用ゲームタイトル」だったわけだが、Wiiを発表したときの任天堂は、この「専用タイトル提供戦略」だけでなく、「そのゲームプラットフォーム専用のゲーム操作感」という要素をも上乗せする戦略をとった。

その後、2010年代のゲームビジネスでは「かかる開発コストとそこから得られる性能」のバランスを慎重に判断するようになり、任天堂、ソニー、マイクロソフトといったゲーム機メーカーたちはこぞってメインプロセッサの独自開発から身を引き、ゲーム機の中核となる本体コンピュータ部分はAMDやNVIDIAなどの米国半導体メーカーの汎用SoC (System on A Chip) 製品のカスタム品を採用する流れとなった。

こうなるとそのゲームプラットフォームにおける「ハードウェア部分の独自性」は薄まることとなり、各ゲーム機メーカーは、オンラインサービスを主体とした「ユーザーに対する独自サービス」(クラウドゲーミングやサブスクリプション型ゲーミングなど)で、「ゲームプラットフォームの独自性」を打ち出すしか道がなくなってくる。

この「サービスの独自性のみでゲームプラットフォームを提案する」という流れは、Google Stadiaなどに代表される「クラウドゲーミング」や、EA Playなどに代表される「サブスクリプション型ゲーミング」という「ハードウェアを持たないゲームプラットフォーム」の台頭にも繋がっていくこととなった。

こうした業界の状況下において、任天堂、ソニー、マイクロソフトといった既存のゲーム専用機を提供



■図-3 PS5とDualSenseワイヤレスコントローラー

するゲームプラットフォームたちが、あえて“ハードウェア面”から、そのゲームプラットフォームの独自性を出そうとするならば、かつて任天堂がWiiで取り組んだような「ゲームコントローラに対する独自性」を主張していくことが、最もユーザーに理解されやすいアプローチとなってくる。

実際、任天堂はSwitch (2017) に、当時のハイエンドスマートフォン程度の性能のNVIDIA製SoC (Tegra X1) を採用したが、一方で、コントローラについては「HD振動」と名付けられた、これまでになかった高品質な触感再現をゲームコントローラ「Joy-Con」を提案した。

こうした流れの中で、昨年、2021年、ソニーが発売したソニーのPlayStation 5 (PS5) では、初代PlayStation以来採用してきた「DUALSHOCK」というコントローラ名を捨て、新形状に新機能を盛り込んだ「DualSense」という新コントローラを提案してきた (図-3)。

本稿では、こうした時代の中で誕生したゲームコントローラの最新実例としてPS5の標準コントローラ「DualSense」を取り上げる。なお、本稿の執筆にあたっては、ソニー・インタラクティブエンタテインメント、ハードウェア設計部門ペリフェラル設計部部長の五十嵐健氏 (図-4) への取材を行わせていただいた。



■図-4 五十嵐健氏。1996年、ソニー(株)へ入社し、ホームオーディオ、二足歩行ロボットQRIOなどの開発に従事。2005年に現ソニー・インタラクティブエンタテインメントへ移り、PS3のブルーレイドライブのメカ設計を担当。以降は、PSプラットフォームのコントローラを含む周辺機器全般の開発・設計を統括。

DualSense の「ハプティックフィードバック」とは？

まずは、DualSense の新振動機能「ハプティックフィードバック」から見ていくことにしたい。

PS3 の標準コントローラだった「DUALSHOCK 3」(DS3) (図-5) は、PS4 で「DUALSHOCK 4」(DS4) (図-6) へと進化したわけだが、同じ「DUALSHOCK」系の名前が与えられていることから分かるように「先代からの延長線上の進化」の文脈で開発がなされた。DS4 で最も目を惹くのがタッチパッドの存在だ。ノート PC のマウスカーソルの移動に使われるあのタッチパッド操作をゲームコントローラ向けにあしらえた新機能だったが、積極的に活用されたタイトルはそれほど多くはない。それ以外には、ゲーム効果音を鳴らすことができるスピーカの搭載、市販のオーディオ機器との接続親和性に配慮したφ 3.5mm の4極ミニジャック端子の装備（ヘッドセット接続対応）などが、DS3 から DS4 への代表的な進化ポイントとして挙げることができる。

今やゲームコントローラにおいて必須要素ともいえる振動表現に関して、DS3,DS4 ではともに回転電動モータの回転軸に偏心おもりを組み付けた構造を採用していた。この振動生成回転モータは、DS3/DS4 を手に持ったときに“手の平”に包まれることとなる左右のグリップ部に内蔵されていた。2つの回転モータに組み付けられた偏心おもりは左

右それぞれで大きさが変えられており、小さいおもりは微振動生成用、大きなおもりは強い振動生成に対応していた。

新世代機、PS5 の標準コントローラ「DualSense」の開発に際しては、DS3/DS4 から一線を画した一段、高次元な没入感をユーザに提示することを目標とし、これまでとは異なるアプローチの技術採用の検討が行われた、と五十嵐氏は振り返っている。

結論から先に述べると、DualSense では、結果的に、DS3/DS4 で採用してきた回転モータではなく、前後振動（一次元振幅振動）を実現するリニアモータ（すなわち事実上のボイスコイル）を採用することとなった。

最も我々の生活に身近なボイスコイルが採用された応用機器といえばスピーカだ。このボイスコイルが振動生成用の素子として採用となった直接の理由は、グループ内の研究開発チームが開発していた次世代ゲームコントローラ向けの新触感提示システムに採用されており、これがとても優れたものと開発チーム内で評価されたためだった。この試作機は、元々は PS4 世代のライフタイム中に提供することを目指して開発されていたものだったが「どうせならばゲーム機の世代を改めるタイミングで導入しよう」という判断が働き、PS5 の DualSense での採用となった。

ボイスコイル採用の理由はほかにもあった。

1つは、ボイスコイルを用いた振動生成器が、回



■図-5 PS3 用ワイヤレスコントローラー (DUALSHOCK 3)



■図-6 PS4 用ワイヤレスコントローラー (DUALSHOCK 4)

小特集 Special Feature

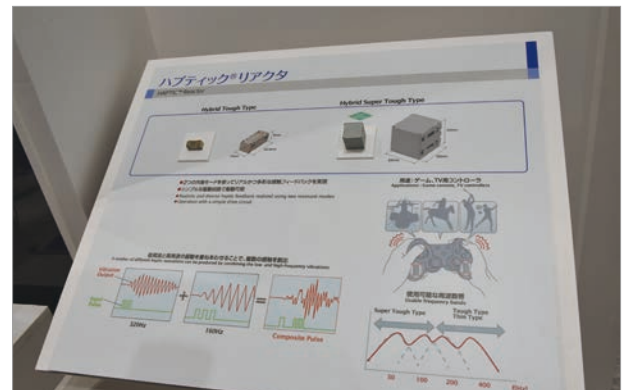
転モータを用いた振動生成器と比べて、システムからの振動開始、振動停止への応答が速いこと。たしかに回転モータ系でも、回転開始が予測できる状況時はあらかじめ予備回転的な「ゆるい回転」を与えておいたり、回転停止の折には逆回転を応用することで応答速度を速める工夫はあるにはあった。しかし、そうした対策制御を盛り込んだとしても、ボイスコイル系の方が速いという（数値は非公開）。

2つ目は、生成される振動の周波数が回転モータ系と比較すると、ボイスコイルの方が圧倒的に広帯域だということ。具体的にはブルブルとした低周波の振動から、キーンというような高周波の振動を、ボイスコイルならば単一の素子で生成が可能ということだ。DS3/DS4で採用された回転モータ系では、幅広い周波数の振動生成が不得意なため、モータに組み付ける偏心おもりの大きさ（重さ）を大小（重軽）2つ用意し、2つの異なる周波数の振動を作り出す工夫を盛り込んでいた。それでもDS4の最も周波数の高い振動は、図のとおりDualSenseに比べると数分の一と小さい（図-7）。

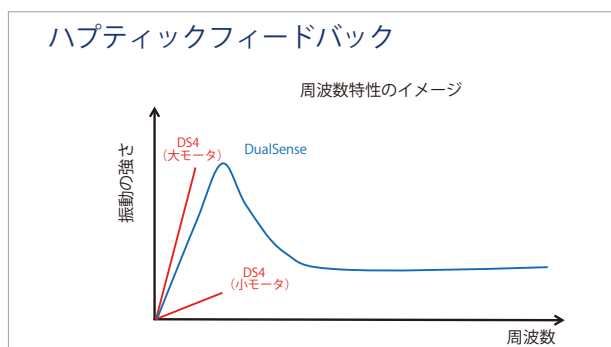
五十嵐氏によれば、DualSenseの高周波の値は、ソフトウェア処理でフィルタリングしており、DualSenseに採用されたボイスコイル自体は、実際にはもっと高い周波数の振動まで作り出せるという。では、なぜフィルタリングしているかという点、フィルタリングされた数値を超えてきたあたりから振動

が、可聴音として耳に「音として聞こえる」ようになってしまうため。ただし、この上限制限は、技術的には外すことは可能だという。だとすれば筆者個人の憶測にはなるが、振動が可聴音として聞こえてきてしまうことを許容できる局面において、ゲームクリエイターの明確な演出意図があれば、より高周波の振動を生成するタイトルが出てくることもあり得るかもしれない。

ところで、こうしたボイスコイル系振動素子のゲームコントローラへの採用は先例がある。そう、任天堂のSwitchのJoy-Conがそうだ。Joy-Conでは、アルプスアルパインのハプティックリアクタ（図-8、図-9）が採用されており、出力振動周波数は150Hz～330Hzと公称されている。ハプティックリアクタは、2つのボイスコイルを搭載することで、160Hzと320Hzの共振周波数を作り出すことで、



■ 図-8 アルプスアルパインの2軸ボイスコイル振動素子「ハプティックリアクタ」



■ 図-7 DualSenseの新動機能「ハプティックフィードバック」の振動特性と、PS4向けコントローラ DUALSHOCK 4の振動特性の違いのイメージ図。具体的な数値は非公開となっている



■ 図-9 任天堂Switchの標準コントローラ「Joy-Con」の振動素子としてはこのハプティックリアクタが採用されていた

小特集 Special Feature

比較的、高域な振動を作り出すことに対応していた。DualSense で採用されたボイスコイルは、共振周波数は非公開としながらも共振周波数は1つのみ。しかし、高帯域振動を作り出せることに成功している。なお、このボイスコイルはソニー・インタラクティブエンタテインメントと複数の他社との協業で開発された独自のもので、現状、汎用部品として市場に提供されてはいない。

強い振動は、共振周波数に近い周波数で得られるため、振動強度を重視するのであれば、前出のハプティックリアクタのようにボイスコイルを複数搭載する選択肢もあったように思える。

そうしなかった理由を五十嵐氏は2つ挙げている。

1つは DualSense で採用したボイスコイルは、共振周波数を越えた周波数帯でも必要十分な振動が得られると判断できたことだ。2つ目はコントローラのグリップ部に内蔵することはあらかじめ決まっており、その部位に最大振幅が得られる振動素子を求めると円筒形になることが必然となり、複数のボイスコイルを組み込む体積的余裕がなかったため。それでも、Joy-Con と比べると広帯域な振動が得られているのは、DualSense のボイスコイルが、ハプティックリアクタに組み込まれているボイスコイルと比べて大型で出力が大きいためだろう (図-10)。

DualSense のハプティックフィードバックでは、まったく同じ出力特性のボイスコイル系振動素子を左右のグリップに内蔵させているため、振動が



■ 図-10 PS5 の DualSense のハプティックフィードバック用ボイスコイル系振動素子は、この左右に突き出したグリップ部分にそれぞれ1つずつ内蔵されている。

コントローラ内部を左右に動き回るような「振動のステレオ表現」が可能となっている。なお、任天堂 Switch の Joy-Con にはハプティックリアクタが1つだけしか内蔵されていないが、別売りの Switch 用 Pro コントローラには2つ、DualSense のように左右のグリップ内部にそれぞれ組み込まれている。

「ハプティックフィードバック」に秘められた未知なる可能性

DualSense に採用されたボイスコイル系振動素子は、前述したように左右のハンドグリップ部に組み込まれており、その振動はコントローラに対して前後移動の振動で生成されている。その可動域は前後対称だ。

気になるのは、その振動素子にどのような振動データを送ればよいのか、という点だ。

これについて、最もシンプルな方策は PCM (Pulse Code Modulation) 音声データのような波形を入れてしまうこと。実際には、このボイスコイル系振動素子を駆動するための振動データ生成ツールや関連ソフトウェア開発キットを利用することになるが、いずれにせよ、こうしたアプローチを利用することで、PS5 ではかなり容易に、ゲーム効果音と密に連動した振動をユーザに伝えることができるようになった。実際、PS5 の標準添付ゲームソフト「ASTRO's PLAYROOM」では、砂嵐の砂粒がプレイヤーキャラクタにパチパチと衝突する表現や、氷上でスケータリングをしながら氷をシャリシャリと削りながら突き進む際の表現は、DualSense の内蔵スピーカからそうした効果音がハプティックフィードバックからの振動表現と同時に再生されていることもあり、サウンドと振動表現のユニゾンが手元を感じられ、これまでのブルブルと揺れるだけの振動表現とは一線を画した没入感が得られるようになっている。

前述したように意図的に振動表現はフィルタリン

小特集 Special Feature

グしていることが分かっている、プレイ体験としては効果音そのものが手の平に物理振動を伝えてきているかのような錯覚が得られるのが面白い。

実は、DualSense のハプティックフィードバックには、効果音やゲームのビジュアル演出を盛り立てる以外の、隠し球的な応用も期待されている。

前述したように、DualSense では振動素子が前後移動するようなレイアウトになっているので、この前後振動を、あえて非対称に行うことも可能になっている。この前後非対称振動に何の意味があるかという、それは錯覚の提示だ。

人間は非対称の振動を与えられたとき、より強く振動を受けた方向に「引かれる」という力覚を錯覚してしまう。つまり、これをうまくゲーム展開に連動させれば、ゲームコントローラが画面側に引っ張られたり、逆にユーザ側に押し出されるような触感を作り出せるわけである。さらに、前述したように、DualSense では、左右グリップにボイスコイル系振動素子が組み付けられているので、左右でこのような非対称振動を逆位相で提示すれば、ゲームコントローラそのものが回転する方向の力覚をユーザに錯覚させることができることになる。

このような、触感の先にあるような「振動による力覚の錯覚提示」は、ゲームコントローラにおいては、まだまだ未知の領域だ。この分野の表現が、この PS5 の DualSense の世代で応用が進むかもしれない。

想定以上に向上してしまった DualSense の音響機能

DualSense にはマイクが内蔵され、スピーカの音質も劇的に改良されている。

PS4 の DS4 にはスピーカは内蔵されていたものの、その音質はやや限定的なものであった。また、マイク入力に対応したオーディオミニジャック（4 極タイプ）が実装されていたが、マイクそのものは実装され

てはなかった。このあたりも地味ながら DualSense の DS4 からの進化ポイントになる。

DualSense の開発にあたっては、この「マイクを接続せずともコントローラ単体で音声チャットができるようにする」というコンセプトが掲げられたが、これを実現するのはかなり技術難度が高かった、と五十嵐氏は振り返っている。

シンプルに DualSense にマイクを実装しただけでは、スティックやボタンの操作音が盛大にマイクに入ってしまうし、ゲームサウンドをテレビ側に出していれば、その音も入ってきてしまう。また、一部の効果音や、音声チャット相手からのボイスは、DualSense 内蔵スピーカから再生されるため、これらの音もマイクに入ってきてしまう。これらはノイズやエコー（ハウリング）の原因となる。そこで開発チームはハードウェア、ソフトウェアの両面から徹底したノイズキャンセル、エコーキャンセルの実現に取り組むこととなった（図-11）。

その結果、開発されたのが、DualSense 専用のエコーキャンセル／ノイズ低減プロセッサだ。ソニー自身は、このプロセッサの存在を、あまり強くアピールはしていないが、基本的なノイズ低減、エコー低減は、DualSense 側のこのプロセッサで処理できてしまっている。

しかし、このノイズ低減、エコー低減を完璧なものにするために、開発チームは DualSense 本体構造の各部位の最適化を推し進めてやっと達成できた



■ 図-11 DualSense は DS4 と同様にマイク入力対応の 4 極ミニジャックが搭載されている（下側の穴）。また、これだけでなく、DualSense 単体で音声入力ができるようにマイクも実装されている（上側の穴）

ものだとしている。しかも、その副次効果として、DualSense側で再生するサウンドの音質も上がってしまった、と五十嵐氏は語っていた。

どういうことか解説が必要だろう。

たとえば、エコー低減を行う場合、DualSense側の内蔵スピーカで再生するデジタル音声データと、実際にその内蔵スピーカから鳴った音声波形とで差異が出てしまえば、エコー低減処理の「取り残し」としてエコーが残ってしまう。そこで、スピーカで再生される音声波形が、デジタル音声データになるべく近づくようにデジタル音声データを変調したり、内蔵スピーカの物理的な最適化（後述）を行ったり、あるいはマイクで取得される音声データの調整を進めたところ、結果的に、内蔵スピーカの再生特性までもが最適化されてしまったというのだ。

「内蔵スピーカの物理的な最適化」としては、内蔵スピーカそのものとその周辺部位の密閉度を上げてエアリークを低減し、さらにスピーカからの音声再生時のコントローラボディへの振動伝搬の抑制などに取り組んだとしている。この取り組みは、これまた副次的に、DualSense自体のボディの堅牢性と剛性の向上に結びついたという。

実際、DualSenseを使ってみると、DS4と比較すると効果音等の再生音質がよく、また、マイクなしで直接、コントローラを手持ちの状態じゃべっても普通に高品位な会話ができることに気がつく。このDualSenseに対する一連の音質改善の実現には、ソニー本体のオーディオ機器開発チームの協力が大きかったと五十嵐氏は振り返っている。このあたりは、総合オーディオビジュアル機器メーカーでもあるソニーの強みが出たということだろう。

標準ゲームコントローラとしては初採用のフォースフィードバック機構「アダプティブトリガー」

DualSenseの「アダプティブトリガー」は、競合ゲーム機の標準コントローラにはまだ採用されていない目新しい機能である。そして、「アダプティブトリガー」とは、その実、「フォースフィードバック」機能のことだ。

なお、フォースフィードバック機能とは、具体的には、ゲームプログラム側からの制御で、ボタンの押し込みやレバー操作に対して任意の抵抗力を提示するものになる。このフォースフィードバック機能を組み込んだゲームコントローラ自体は、1990年代から存在する。しかし、これまで、この機能は、フライトゲーム向けの操縦桿型コントローラや、ドライブゲーム向けのステアリングハンドル型コントローラなど、どちらかと言えば大型のゲームコントローラにのみに搭載されてきた。その意味では、今回、このフォースフィードバック機能を手の平サイズの標準コントローラに搭載できたことは、かなりホットトピックなことといえる。

五十嵐氏によれば、DualSenseの「アダプティブトリガー」についても、採用のきっかけは、グループ内の研究開発チームが開発していた次世代ゲームコントローラ向けの新機能試作デバイスだったという。

その試作機は、「下段トリガーボタン」（コントローラを握った際に中指で操作することになる拳銃の引き金のようなボタン）に対し、回転モータと汎用ギアを組み合わせることで抵抗力を生じさせる構造となっており、コントローラ本体からそのフォースフィードバックシステムがはみ出しているようなフォルムで、見映えこそ雑然としていたが、そのデモゲームの体験自体はとても素晴らしいものだったという。

この試作機を起点とし、かくして「任意の抵抗力を提示できるトリガーボタン」として「アダプティブトリガー」の開発の方向性は決定されることに。以

小特集 Special Feature

降は、このボティからはみ出たような試作機然としたフォルムから、従来のPlayStationコントローラらしい形状へ押し込むための設計開発が繰り返された。

構造としては、回転モータの回転軸に組み付けられた「ねじ歯車」(Worm Gear)に、「斜歯歯車」(Helical Gear)が刻まれたアームがトリガーボタンに接触するようになっており、形状の最適化と専用品の開発で、現状のDualSenseのボティに収めることに成功した(図-12)。

五十嵐氏は「アダプティブトリガー機能を使わないユーザには、DUALSHOCK系そのままのトリガーボタン体験を提供したかった」と述べており、このこだわりは実際にアダプティブトリガーの独特な構造に反映されている。

PS5では、アダプティブトリガー機能は「アクセシビリティ」—「コントローラー」設定メニューからオフにすることができるが、DualSenseでは、オフ設定時は、前述した斜歯歯車付きのアームがトリガーボタンから離れる構造になっており、この状態ではトリガーボタンの抵抗力は金属バネによるものだけになるのだ。

そして、オン設定時でなおかつアダプティブトリガー表現が実践されたときに初めてアームがトリガーへ接触する。

ひとたび接触したあとは、トリガーの押し込みに対してアーム側の斜歯歯車を介して、モータの回転軸に接続されたねじ歯車とコンタクトするようになり、以降は出力したい抵抗力/力覚をモータの回転



■ 図-12 アダプティブトリガー機能は、写真でいうと接地している下側のトリガーボタン (R2, L2と書かれているボタン) に実装されている

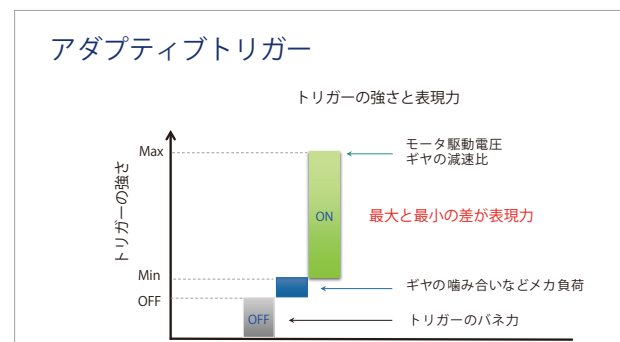
力に応じて生成するという仕組みだ(図-13)。

五十嵐氏によると「アダプティブトリガー機能をオンにした状態のときには、最低抵抗力として、トリガーボタンに組み付けられたバネの反発力以外に、ギアの“かみ合い”から生じる負荷が上乗せされることになる。我々は、この部分をできるだけ小さくするよう最適化に挑んだ」とのこと。これは、この最低抵抗力が大きいと、弱い力覚を正確に提示できなくなってしまうため、ディスプレイ機器で言うところの「黒」(輝度ゼロ)を提示したいのに、迷光で「黒浮き」が生じてしまうこととよく似ている。要は、弱い力覚の解像力にもこだわりたかったということである(図-14)。

こうしたこだわりの設計により、DualSenseのアダプティブトリガーでは、多様かつ微細な力覚の提示が可能になったとしている。



■ 図-13 アダプティブトリガー機能を構成する各部位の動き



■ 図-14 アダプティブトリガーが提示する力覚のイメージ図(数値等は非公開)。アダプティブトリガー機能オフ設定時は、トリガーボタンの抵抗力はボタンを支えているバネのみ起因したものとなる。オン設定時に提示される力覚は、ギアのかみ合いから生じるメカ負荷が上乗せされる。アダプティブトリガー機能は、この部分を最小化することにこだわって開発された

小特集 Special Feature

ちなみに、ハプティックフィードバックと同様に、このアダプティブトリガーも左右両方のトリガーに埋め込まれており、左右独立した力覚の提示が可能となっている。

DualSense 開発者からのメッセージ

最後には、PS5のユーザへのメッセージ、そして今後のゲームコントローラの進化の方向性について五十嵐氏に伺った。

「PS5のユーザのみなさんには、今回の記事で紹介された開発秘話を踏まえた上で、今一度、こだわりの機能盛りだくさんのDualSenseの各機能を堪能してほしいと思います。ゲームクリエイターの皆さんには、独創的なアイデアで、DualSenseの各機

能を活用いただき、開発チームの想定を超えたさまざまな表現演出を行っていただきたいです。ユーザのみなさんや、クリエイターのみなさんから寄せられた改善案、要望には積極的に対応していきたいとも思っています。ゲームコントローラの今後の進化の方向性については……いろいろとアイデアはあるのですが、今ここではお話しできません（笑）。ですが、期待して待っていてください！」

(2021年4月18日受付)

■ 西川善司 zenjinishikawa@hotmail.com

テクニカルジャーナリスト。東京工芸大学特別講師。MonoAI Technology 顧問。半導体技術、コンピュータグラフィクス、ゲーム開発技術、映像技術、自動車技術などに注力した取材を行う。近著に「ゲーム制作者になるための3Dグラフィックス技術 改訂3版」(インプレス刊)がある。





連載

★ Jr.

先生、質問です！



今回は、高いモチベーションを持つ中学生の方からの将来のためにすべきことについて質問を取り上げました。ひょっとしたら質問者の方は「〇〇に取り組めばいい」という具体的なアドバイスを求めているかもしれませんが、回答者のお2人はいずれも今は可能性を絞らずに広くアンテナを張って知識・経験を蓄積することを提案されているように思います（そして何をすべきかはご自身で見つけられることを応援されていると感じました）。それでも迷ったら、ぜひまた質問を投稿ください。



匿名希望
中学生

私は今中学生で、学校での勉強はもちろん、高校数学などを先だって勉強をしています。将来は国際的に働いて世界に貢献したい、と考えています。しかし、学校の勉強や学問の中での学びも大切ですが、私はそれだけでは国際的に働ける、世界に貢献できるような人にはなれないのではないかと考えています。今、そしてこの先でいわゆる学校での勉強だけをすればよいのか。また、それがいけないのであれば今どんなことを実践すべきなのか。教えていただきたいです……！ よろしくお祈りします。

Q

中学生と言えば、身体的にも精神的にも成長する非常に重要な時期です。そんな大切な成長期には、栄養のバランスの取れた食事が大切です。勉強もまったく同じで、広くバランスの取れた学習が、これからの学びの基盤となります。食事と言えば「健康定食」のようなものです。気の進まない勉強があっても、決して避けることなく取り組んでほしいと思います。いろんな教養が身についていると、見るもの聞くもの触れるものすべてから何かを感じ取れますが、教養がないと何も感じられないことでしょう。今学んだことが、遠い将来、思いもよらないところで生きることがあると思います。それと、もう1つ。「健康定食」をしっかり食べた上で、自分が食べたいと思ったものも食べてください。理由など要りません。今、興味のあること、不思議に思うこと、もっと知りたいと思うことなどとお会ったときに、機を逸することなく探究してみてください。勉強は何かのためにするという面もありますが、本来は、勉強することそのものが贅沢な楽しみだと思えます。思う存分楽しんでください。



中野由章

〔正会員〕

情報処理学会初等中等
教育委員会/
工学院大学附属中学校・
高等学校 校長

A

A



遠山紗矢香
【正会員】
静岡大学

将来の夢に向かって先取りで勉強されているとのこと、なかなかできないことだと思います。あなたの努力に敬意を表します。

自分がやりたいことを実現するために今自分が何をすべきか、今自分がしていることだけで十分なのか、ということに気にかけていらっしゃるのだらうと思いました。しかもあなたは気にかけるだけでなく、少し遠くの人たち、つまり情報処理学会へ質問なさっています。こんなふうに、自分のために自分から動くということは、将来の夢を実現する上で大変重要なことです。

一方で、自分のことだからこそ、ほかの人の意見はあなたにとっての「正解」になり得ないことが少なくありません。私ではなくほかでもないあなたが、あなたらしく世界に貢献するためには、どんな勉強が必要だと思いますか？
きっと、あなたにとって数学はその1つなのだろうと推察します。働く上では勉強だけでなく、経験も大きな意味を持ちます。どんな経験をしておくと、将来あなたらしく世界に貢献するのによいと考えられるでしょうか？あなたが
必要だと思う勉強や経験のうち、学校ではどんなことが可能で、どんなことが難しいのでしょうか？こうした観点が、今のあなたの状況を整理するヒントになるのではないのでしょうか。

問いが整理できると、情報収集もよりうまく進みます。「学校での勉強だけをすればよいのか？」という問いの裏側に、あなたの考えがまだまだありそうだと感じました。問いを整理するには話し合いが有効です。周囲の方と話してみても問いを整理したら、ぜひまた質問してください。

ちなみに、「学校での勉強」が本来の通り非常に広範な「勉強」を指すのであれば、私は、学校での勉強はすべての基盤になると思っています。

「先生、質問です！」・「先生が質問です!!」への質問・回答募集

▶ **Web から質問する**：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！」 <https://www.ipsj.or.jp/magazine/sensei-q.html>

「先生が質問です!!」 <https://www.ipsj.or.jp/magazine/senseiga-q.html>



先生、質問です！

▶ 公開質問

「先生、質問です！」：大学院進学するかどうか悩んでいるけどキャリア・ライフプランに影響があるのか気になっています。アドバイスいただきたいです。

300～500字程度でご回答をお待ちしております。

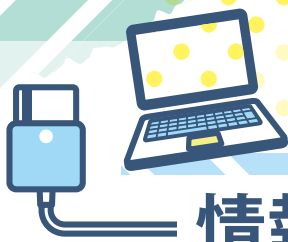
なお、一部加工の上掲載させていただく可能性がありますので、あらかじめご了承ください。



先生が質問です!!

▶ **回答募集**：情報処理学会 Facebook ページ (@IPSJ.official)

Twitter アカウント (@ipsj_shinsedai)



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)



新教育課程「情報Ⅰ」を見据えた 3年次「情報の科学」での卒業研究実践

田中 健 | 愛知県立高蔵寺高等学校

教科「情報」は第3ステージへ

生涯学習への移行を期した学習指導要領改訂により2003年、総合的な学習の時間の新設とともに教科「情報」は全国的に始められた。実習授業に重点が置かれていると読めたことから教科設立の目的が各校の授業で形骸化しつつあった当初の科目「情報A」「情報B」「情報C」は、その10年後の2013年に「社会と情報」「情報の科学」に再編され、判断力や思考力、問題解決能力の涵養^{かんよう}に重点を置く指導が求められている。とはいえ、履修科目の選択は各学校に委ねられており、教科「情報」を専門とする教員が確保できないという後ろ向きな理由から、情報の科学的な理解を中心に学ぶ「情報の科学」よりも、専門的な知識を持たずとも展開しやすい「社会と情報」をカリキュラムに据える学校が多数を占めるのが現状である。

こうした実情を踏まえ、2022年度からの教科「情

報」では科学的な理解を主眼とし、現行の選択必修科目である「社会と情報」「情報の科学」の2科目から共通必修科目「情報Ⅰ」と選択科目「情報Ⅱ」の2科目に再編されることになっている。数年前から取り沙汰されているプログラミングに加え、データベース、ネットワーク、情報デザインなどの基礎的な内容をすべての生徒が学習することになり、教科「情報」は第3ステージを迎えるといえるだろう。指導単元に注目すると、これまで「情報A」「情報C」「社会と情報」のみ取り扱ってきた学校や先生方にとっては未知の領域が必修となることで、新科目「情報Ⅰ」の授業実施に不安が積みまとうのは想像にかたくない。しかし、幸い、大学入試教科化など教育現場での教科「情報」の本格化の機運は徐々に高まってきており、各研究会や教育関連企業からの情報提供により指導実践例を共有しやすくなってきているのも事実である。2021年度には学習指導要領改訂に向けてしっかりとした下準備

が期待されているといえよう。そこで、以下3点を新科目「情報I」の授業に臨む上で心にとどめておきたいポイントとして挙げたい。

- ①最新の情報技術へのキャッチアップと先生自身のアップデート
- ②高度化・深化する指導要領の前向きなダウンサイズ
- ③「レクチャー」から「コーディネート」への授業のスキーム変換

前述のとおり「情報I」では現行2科目が再編されることから、指導内容が凝縮・高度化され、とても2単位1年間では網羅しきれないことが予想される。そこで、各単元のエッセンスを抽出し、ポイントを絞った授業に転換することで授業時数の不足による時間切れを防ぐことが求められよう。また、その過程では、教科書を中心に教師が教え込む従来のスタイルの学びではなく、目的を明らかにした上での生徒主動の学びが効果的であると考える。

さて、筆者は2020年度、定期人事異動により愛知県立高蔵寺高等学校に初めての教科「情報」専任教員として勤務することとなった。それまで専任不在により教科「情報」の指導方針が固まっていなかったこと、折しもコロナ禍で5月下旬まで休校と分散登校が続いていたことから教材研究に時間を割くことができ、新科目「情報I」の各単元のエッセンスを現行の「情報の科学」に入れ込んだ授業を、年間を通して実施することとした。その配当時間（3年次履修のため授業時数は少なくなっている）と内容、新科目「情報I」が対応する単元については表-1のとおりである。本稿では、表中の卒業研究についてその授業実践例を紹介したい。

「卒業研究」概要

単元として卒業研究と銘打った当該授業は、ほぼ100%が進学する本校生徒が4年後行うであろう学士論文執筆の入門と位置づけ、自ら設定した課題に対して実証調査を実施し、そこで得たデータや情報を分析・加工・考察することで論文にまとめ上げることを主目的とするプロジェクト型授業である。配当時間として、学年末考査（共通テスト明け）までの約14時間を活用することとした。1年間の学びの集大成として、グループごとに研究テーマと仮説を立て、検証・実験を行い、結果・考察を論文形式の文書にまとめ、最終的に卒業研究発表会と題したプレゼンテーションを実施した。

提示した制作物と諸条件は次のとおりである。

◎グループ構成

1名から役割に応じて最大5名までとし、役割には総括・論文・スライド・原稿・データ分析などを各自割り振らせた。特に、グループの総括担当者には進捗状況の管理と報告を毎時間課した。

◎制作物

レジュメ（A4原稿1枚）

卒業研究発表会でオーディエンスに配付、発表に関するメモ用紙として制作させた。

論文（A4原稿両面1枚）

筆者が毎年のように授業実践例を発表している全国高等学校情報教育研究会^{☆1}が指定するフォーマットを配付し、執筆させた。

^{☆1} 全国の高等学校における情報教育の研究推進ならびに会員相互の研鑽をはかることを目的とする研究会、<https://www.zenkojoken.jp/>

■表-1 年間学習指導計画

配当時間	授業内容	情報Iとの対応
1～4	ピクトグラムによる自己紹介	コミュニケーション、情報デザイン
5～16	デジタル表現	デジタル表現
17～22	サイコロの出目調査	モデル化とシミュレーション、データの分析
23～29	成績表作成	データベース、プログラミング (VBA)
29～36	Webプログラミング	ネットワーク、プログラミング (HTML/CSS)
37～50	卒業研究	問題解決、データの活用、法とセキュリティなど

発表スライドと原稿

卒業研究発表会での投影資料として、また発表内容を確実に構成するための原稿を執筆させた。なお、発表の際に原稿を手持ちすることは許可していない。

◎テーマ設定

諸活動に主体性を持たせるという目的から、設定するテーマについては規制を設けず、公序良俗に反しない限り原則として禁止事項なしとした。

◎引用・転載について

論旨の補足として出典を明記した上での他者の文章を論文へ引用する方法、画像・写真は自グループで制作（インターネット上の画像・写真は転載禁止）すること、など論文執筆の上で著作権に関連する事項を、論文執筆開始のタイミングで全体説明を実施した。

「卒業研究」各授業回の進行

当該単元を2カ月程度の長期間にわたるプロジェクト学習と設定したため、グループ内での役割を明確にした上で毎時間責任を持って各自の活動を進めるように注意を促した。また、時間切れによる未完了を防ぐため、担当者同士で連携し、計画性をもって進められるようにした。そこで、各授業回の進捗の目安を授業開始時に提示し、終了時にはグループ総括担当者に活動記録書の提出を必須とし、進捗状況を管理できるようにした。図-1に最終的に提出された活動記録報告書の例を示す。

各授業回の活動内容は授業曜日によってクラスごとに時間数のばらつきはあるものの、おおむね次のとおりである。

①オリエンテーション、研究グループ決定

関連のハンドアウトを配付し、卒業研究の授業目的と完成までの流れについて一通り全体説明を行った。また、研究グループを1～5人の範囲内で作らせ、どのようなテーマでどのような実証実験を実施するか自由に話し合う時間とした。

②研究テーマ決定、仮説の提起

前時のグループ討議をもとに、研究テーマ・仮説、そのための実証実験・調査等の方向性を確定させた。各種データの保存場所として校内LANのファイルサーバを指定、グループ内でのデータ受け渡し方法としてオンラインストレージの利用を試験的に許可した。

③実証実験計画策定、論文書式配付

グループ討議で決定したテーマと実証実験の内容を言語化させ、計画の日程と規模に無理がないことを再考させた上で研究計画書を提出させた。その例を図-2に示す。また、論文作成用のフォーマットを配付し、ワープロソフトの基本的な利用方法の全体説明を行った。

④担当作業開始、実証実験のスケジュールリング

プレゼンテーションソフトの基本的な利用方法の全体説明を行い、各グループ内担当としての作業に着手させた。その進捗管理のため最終的な提出物として個人用の活動記録書を配付し、毎回の授業終了時まで確実に記入させるようにした。本時以降、

進捗状況		次回までの課題
10/21	初回は、グループ内での役割分担を話し合うこと。	テーマの候補を話し合うこと。
10/22	テーマを絞り込む。授業中の質問・確認事項をまとめる。	決められたテーマについて、調査・実験の計画を立てること。
10/27	50分間に限った授業時間の中で、研究テーマを決定する。	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。
10/30	30分間の発表準備（10分）。	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。
11/1	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。
11/15	2ヶ月間の進捗状況を報告すること（結果発表）。	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。
11/16	2ヶ月間の進捗状況を報告すること。	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。
11/20	結果発表の準備（10分）。	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。
11/24	3ヶ月間の進捗状況を報告すること。	1ヶ月間の進捗状況を報告すること。
11/24	発表の準備（10分）。	発表
11/28	発表の準備（10分）。	発表の準備（10分）。
11/29	2ヶ月間の進捗状況を報告すること。	発表の準備（10分）。
11/31	2ヶ月間の進捗状況を報告すること。	2ヶ月間の進捗状況を報告すること。
11/17	リハーサル	

■図-1 活動記録報告書

教員はほとんどの時間を机間指導に割いている。また、実証実験の具体的なスケジュールリングをさせた。

⑤研究概要の書き始め、実験のデータ化

2学期に学んだ表計算ソフトを活用し、実験で得た結果をデータ化させた。その際、調整したデータがある場合には、調整の意図を確実に説明できるようにしておくことを指示した。

⑥研究概要の完成、実験の図表化とグラフ化

表計算ソフトのグラフ機能などを利用し、調整したデータを視覚化させた。また、実験時の写真や映像を発表用に加工・調整することを指示した。

⑦実験内容の書き始め、実験データのまとめ

視覚化したデータ・写真・映像を論文とスライドに取り込ませた。また、論文のフォーマットが崩れているグループが散見されたことから、フォーマットの体裁を保つように指示した。

⑧実験内容の完成、発表原稿の準備開始

発表会用の原稿（5分：1,500文字程度）の作成を指示した。本時には発表順のクジ引きも行ったた

め、教室内の緊迫感が増したようである。

⑨実験反省の書き始め、発表会担当決定

発表会用レジュメのフォーマットを配付、作成させた。また、発表者・操作者・質疑応答の回答者を決定させた。

⑩実験反省・まとめの完成、発表会用原稿完成

本時での論文、スライド、原稿の完成を目標に各自の作業を行わせた。完成した論文の例を図-3に示す。

⑪最終調整、スライドと原稿の突き合わせ

成果物の校正・推敲・最終調整、スライドと原稿の突き合わせを指示した。また、発表時間を5分間としてのタイムマネジメントを行わせた。

⑫リハーサル、発表会に向けての最終調整

成果物の最終チェックと発表会に向けての各グループ内でのリハーサルを行わせた。

⑬⑭卒業研究発表会本番（2コマ連続）

制作したスライドを利用しての発表会を、1グループの発表時間5分、質疑応答3分で実施した。オーディエンスには他グループの発表を点数とコメントで評価させ、その内容は加工することなく後日発表グループに渡した。なお、履修が3年次であることから、共通テストの1週間前までに前倒して実施できるよう校内時間割を調整した。



図-2 研究計画書

「卒業研究」の反省

研究テーマに対する仮説の実証・分析とその表現を目的とした当該授業にて生徒に体験させられた内容は次の7項目であると考える。

1. 問題解決方法の立案計画
2. 問題解決過程の言語化
3. 一次データの取得と分析, 加工
4. 加工したデータの視覚化
5. 口頭による情報伝達表現の工夫
6. 著作権等諸権利への理解
7. グループワークとしての成果物完成

また、授業終了後の生徒からは次の意見が聞かれた。

- 他教科の授業ではできない内容でためになった

- データを取ることの大変さがよく分かった
- すべてが完成したときの達成感はかなりすごい
- 非常に時間がかかり、はっきり言って受験勉強の邪魔だった
- (発表資料の) 動画編集に時間がかかりすぎてほかに時間を使えなかった

特に受験を眼前に控えた3年生においては「大学入学共通テスト」のように正答に辿り着くための学習が日常であり、完全なる正答の存在しない「卒業研究」は毛色の違う授業に映ったようである。とはいえ、批判的な感想を挙げた生徒であっても進学後や就職後には必要になることだという実感があったからか、内容に対しては全体的に肯定的な意見が多く見られた。

ほかに、研究テーマと仮説設定を誤り大きな手戻りが発生したグループからは「安易にテーマ・仮説を決めると実験がかなり大変で、取ったデータも使い物にならずやり直しになる。どんなデータを使いたいかしっかり考えてから有効な実験をしないとよ」という後輩へのアドバイスもあった。

テーマ設定に関しては、残念ながら検証の対象や方法が単なるエンタテインメントに終始したグループも多く、学術性を担保するための一定の規制は必要という結論に達した。来年度の実施に向けては「その研究が今後どのような学びにつながるのか」という観点を明確にした上で取り組ませることを計画している。

「情報Ⅰ」に向けて意図したこと

コーディネータ役としての教師

「情報Ⅰ」が必修化される今回の改訂学習指導要領でプログラミング教育の充実が求められているのは各種報道で周知されている事実であるが、ほかに主体的・対話的で深い学びの実現のための授業改善も大きな改革目標として挙げられている。これを換言すれば、教師に求められる役割が座学での一斉授業に見られる講義中心のレクチャラ的役割から、各自定めた到達目標への進捗状況に応じて個々に適切な助言を行うコーディネータ的役割に転化される、

How to make it possible to fly well!!!
～紙飛行機をよく飛ばす方法～

N.K, A.T, R.H, K.H

私たちは紙飛行機をどのように作ったらより速くまで飛ぶのかを調べるために、新聞紙とコピー用紙を使用し、翼の広さを変えることで4通りの紙飛行機を作り分け検証した。結果は翼の広いコピー用紙が平均的に一番長距離飛んだ。

- はじめに**
目の位置や、クラスの席替えの時、紙飛行機を作って飛ばす機会が何度かあり、その時に速く飛ばす方法が知りたいと思ったので、この検証をしたいと思います。
- 検証する事柄**
紙飛行機をどのように作ったら速くまで飛ばせるようになるか調べる。
- 研究概要**
ギネス世界記録に登録されている世界で一番飛ぶ紙飛行機を、紙の種類と翼の広さによって4種類作り分け、飛行距離と滞空時間、飛行の様子それぞれを観察した。使用する紙はA4のサイズに統一した。また投げ出す高さや力の強さは、できるだけそろえた。
次の①から④までの4種類の紙飛行機を3機ずつ作り、一機につき5回ずつ観測した。


① コピー用紙を使用し、翼の広さは5.5 cmにした。

② コピー用紙を使用し、翼の広さは8.5 cmにした。


③ A4 サイズに切り取った新聞紙を使用し、翼の広さは5.5 cmにした。

④ A4 サイズに切り取った新聞紙を使用し、翼の広さは8.5 cmにした。

コピー用紙の紙飛行機 右翼8.5 cm 左翼5.5 cm



新聞紙の紙飛行機 右翼8.5 cm 左翼5.5 cm



	距離の平均(cm)	時間の平均(s)
①コピー用紙 5.5	639.7	2.29
②コピー用紙 8.5	742.0	2.16
③新聞紙 5.5	552.3	1.53
④新聞紙 8.5	577.3	1.73

全体の平均をみると、コピー用紙で翼が8.5 cmの紙飛行機が一番長距離飛行した。

- 研究結果**
それぞれの種類の紙飛行機の飛行距離と滞空時間の結果は次のような表とグラフになった。

距離の結果



まっすぐ飛ばず左右に曲がってしまうことが多かった。
検証していた印象としては、コピー用紙は新聞紙に比べて長い距離を飛んでいた印象だったが、グラフに表してみたら、それほど差は無かった。
新聞紙で作った紙飛行機の飛行距離があまり伸びなかった理由の一つとして、全ての紙飛行機に対して投げ出す時に加える力を均一にしたが、その力が新聞紙には少し強すぎたということが考えられる。
検証がすべて終わった後に、両用紙で作った紙飛行機を飛ばしてみた。紙が分厚くかなり丈夫な作りだった。これは検証ではないので、記録はとらなかったが、かなりの距離を飛んだ。また、新聞紙やコピー用紙の紙飛行機とは明らかに違う点があった。それは、両用紙で作った紙飛行機は一度下りたり壁がぶつかったりしても、再び上昇して安定した飛行をしたことだ。これは前に述べた通り揚力が大きく関係しているのだと思う。

飛行の様子

- ①飛行時間の平均が一番長かった。緩やかに上昇したが、降下は急だった。
- ②距離の平均が一番長かった。緩やかに上昇し、緩やかに下降した。滑らかな放物線を描いて飛んだ。飛行距離の最高記録が出たが、飛んでいない時との差が激しかった。
- ③距離と飛行時間の平均が一番短かった。ふんわりとは飛んだが、急上昇急降下した。
- ④飛行の軌道が高いことが印象的だった。ほかの種類の放物線を描いて飛んでいたのに対して、直線的に飛んでいた。

5. まとめ
新聞紙は薄く軽いので、空気の影響を受けやすく、翼が微妙に左右非対称だったため、下から受ける揚力の大きさの差によって大きな影響を受けてしまい、飛行が不安定になってしまったと思う。これに対してコピー用紙は、紙が丈夫で左右の揚力の大きさの差にそれほど影響されず、翼が広いほうが、より大きな力を受け安定して飛んだのだと思う。
新聞紙の紙飛行機は安定して飛んでも、ふんわりとは飛ぶが、飛行距離はあまり伸びなかったの、長い距離を飛ばす紙飛行機を作りたいのなら、新聞紙はあまり向いていないと思う。それに対してコピー用紙は安定して飛ばすことが出来れば、長い距離を飛んだので、長い距離を飛ばしたいのなら、コピー用紙のほうが向いていると思う。しかし、飛ぶ時と飛ばない時との差が大きく、また

紙飛行機はまっすぐきれいに飛ばすことが難しくかったが、その分きれいに飛んだときはとても嬉しかった。検証には予想していたよりも長く時間がかかってしまったが、より正確なデータを得ることができたので良かった。両用紙で作った紙飛行機は面白い飛び方をしたので、もっと色々な種類の紙飛行機で検証してみたいと思った。

※1 揚力 飛行機によって生じ、機体を押し上げるように、上向きに働く力。浮揚力。物体が流体から受ける力のうち、流れる方向に垂直な成分。

参考文献
① <https://monosiri.com/13276>
② <http://www.weblio.jp/content/%E6%8F%90%A%E2%8A%9B>

図-3 卒業論文



とも言えるだろう。ことに教科「情報」での実習授業に目を向ければ、生徒の手元に成果物の同じ完成イメージがあり、そのイメージ通りになるようコンピュータを操作するいわゆる「パソコン教室」然とした、授業時間のすべてを画一的な指導に費やす授業から脱却する契機にもなり得る。

そこで、卒業研究では、毎回の授業開始時に各担当の進捗の目安を全体に伝達（約3分）し、その後は全グループへの机間指導（約44分）を行い、まとめとして本時の進捗報告と反省・次回までの課題を確認（約3分）させる、というスタイルを採った。加えて、遅れがちなグループを把握するための授業時間外での活動報告書と成果物の確認作業が必須であった（この点においては、契約上の問題から非常勤講師には依頼しづらい授業内容であるという懸念は拭えない）。

また、卒業研究以外の単元でも、基本的な授業展開は次のように心がけた。

- 考察するための課題をはじめに提示する
- まずは生徒に1人で考え、作業をさせる
- 考えを持ち寄り、小グループで検討させる
- 検討の結果をクラス内で共有する
- 共有した情報を学習内容と関連付ける

その効果として、生徒の考察を題材に授業を進行でき、生徒は終始レクチャーを聴くだけという授業からの脱却を図ることができた。

学習単元のエッセンス抽出とダウンサイズ

今回の学習指導要領改訂では現行2科目が「情報Ⅰ」に統合されることで、その基礎的な部分が義務教育の学習範囲になったり、これまで専門分野であった単元が必修単元になったりしており、全体的には学習内容が高度化・深化することが予測される。しかし、標準単位数（2単位）に変化はないため、授業内容の密度を上げる工夫が必要になる。この観点から今回実施したのが、各学習単元のエッセンスを抽出して作業全体に組み込む学習単元のダウンサイズである。

卒業研究の授業内で学ばせる学習単元としては

「問題解決学習、コミュニケーション、情報とメディア、データの活用、法とセキュリティ、情報リテラシー」を次のように設定した。

仮説を実証するプロジェクト（問題解決学習）を進めるために、適宜話し合いを通じて役割ごとに連携し（コミュニケーション）、実証のためのエビデンスとなる一次データを取得・分析・加工し（情報とメディア、データの活用）、自他の著作物の違いに留意し（法とセキュリティ）、プロジェクトの過程を論文としてまとめるとともにスライドを制作し（情報リテラシー）、最終的に発表会に臨む、というものである。制作物完成と発表までには2カ月以上要する単元ではあったが、有限である授業時間を効率的に利用する一策とすることができた。

卒業後にも記憶に残る情報の授業に

最後に、学習指導要領改訂と直接関係のない事柄ではあるが、授業実践の重要な意図として挙げておきたい。常日頃「高校での情報の授業はパソコンを触った程度としか覚えていない」との声が巷間の大多数を占めることに寂しさを覚えていた。そこで、有形無形問わず生徒の記憶に残る授業をつくりたいと考えたのが2020年度の授業実践の契機になっている。卒業研究では自ら考えたテーマと実証実験を踏まえて最終的な成果物を主体的に完成させるという無形の経験に、また有形のものとして「情報の科学 卒業研究論文集」を4年後に読み返すべき卒業記念品として卒業式前日に手渡した。これは授業担当者からの巻頭言と目次、全グループの論文を印刷して冊子にまとめたものであり、卒業研究本番に挑む際に本授業での経験や労苦を呼び戻せたらという思いからである。

（2021年3月31日受付）



田中 健
kenny_tanner@bc4.so-net.ne.jp

修士（インターネット言語教育学）、私立高校教諭、愛知県立他校教諭を経て、2020年度より高蔵寺高校の情報科専任教諭。「生徒の日常生活との関連性をもたせてこそ情報の授業は活きる」が信条。著作に数研出版（株）発行の教材等がある。



連載

ビブリア・トーク
—私のオススメ—

→ 河原 亮 (日本アイ・ビー・エム (株) 東京基礎研究所)

Product Design and Development 7th Edition

Karl Ulrich, Steven Eppinger, Maria C. Yang 著

McGraw-Hill Education; 第7版 (2019), 432p., ISBN: 978-1260043655

最近数年で私が買ったモノ（ハードウェアやガジェット）を思い起こすと、スマートフォンやスマート家電などITサービスと連携するものはずいぶん増えた。これに限らずCASE (Connected, Autonomous, Sharing & Service, Electric) 革命へ進む自動車や産業向け機械などにおいても同様の傾向であると聞く。これらは製造業にITを取り入れるという文脈（いわゆるデジタルトランスフォーメーション）にも見えるが、逆にIT企業が自動車などモノづくりに参入する現象も起きそうな気配である。私はIT産業におり製造業で働いた経験はないのだが、10年ほど前に、モノづくりの入門知識ぐらいは勉強したい、と文献を探していたところ、同僚のUSの研究員が推薦してくれたのが本書である。

本書はモノづくりの分野における製品設計と開発のための入門的教科書である。本書が対象とする「製品」とはengineered productであり、たとえば家電製品や輸送機械などである。素材製品やITシステムは対象外とされている。初版は1995年で長くアメリカの大学などで教科書として使われているようである。

製品開発の教科書と聞いて、私は3D CADや電子回路、材料工学などの個別の専門分野を想像していたが、本書の内容はかなり違っている。いわば製品開発のメタ知識の教科書とっていいと思う。

いくつか印象深かった章を紹介する。

- Identifying Customer Needs (5章) : どうしても多数派のニーズに注目しがちだが、いまだ明確化されない潜在ニーズを捉えるために、極端な (extreme) ユーザを対象に調査することもあるという。たとえばサーモスタットであれば手や目が不自由な人、ワインセラー用に使う人などである。
- Product Specifications (6章) : 顧客ニーズを詳細な仕様に変換する段階であり、メトリクスの定義、競合製品の分析、トレードオフなどが行われ目標値が設定される。付録で、製品価格決定法について、先に製品価格を決めてから内容を合わせるか、製品コストに利益を上乗せして価格とするかの2通りが紹介されており興味深い。
- Concept Generation (8章) : 製品コンセプトとは技術、動作原理、形態についての大まかな記述である。機能分解や外部専門家との連携、良いアイデアを出すための方法についても言及がある。
- Product Architecture (10章) : 大きく分けるとすり合わせ (integral) 型と組合せ (modular) 型があり、それぞれ異なる原理で品質とコストに寄与することが説明されている。たとえば車とPCのアーキテクチャを比べてみるのも楽しい。
- Industrial Design (11章) : いわゆる外観のデザインであるが、歴史的には射出成型プラスチックなど新材料の出現とともに発達し、20世紀初頭には流線形が流行したという。一方バウハウス流



の「形態は機能に従う」というデザイン原理も現れ、戦後になるとさらにマーケティングやエルゴノミクスなど多様な要求が考慮されるようになったとのことである。また工業デザインは投資に値するか?といった経営的な観点の議論もある。

- Design for Manufacturing and Supply Chain (13章) : 開発時の設計のままでは工場であく早く作れない可能性がある。後の工程の目標 X をあらかじめ考慮して設計する技法を DFX (Design for X) というが、この節の DFM (Design for Manufacturing) や 12章の DFE (Design for Environment) はその例である。Make vs Buy の選択から部品の一体化・標準化、切削加工か成形かといった加工法の選択など、DFM はさまざまなコスト要因と制約の下でのすり合わせの側面が強く、製品コンセプトの段階から詳細設計まで影響が及ぶ。多くの場合コスト削減と品質向上が両立する成果をもたらすのが驚きで、自分の日常でも製品の外装の形状や部品の生産国などがどんな効果をもたらしているか注意が向いてしまう。
- Service Design (17章) : 最近追加された章で、Product-Service Systems の重要度が上がっていることに対応するものである。そのプロセスの大半はモノの製品デザインと共通とする一方で、顧客接点やキャパシティの考え方に違いがあると指摘している。IT 分野での要求工学や設計手法が役立ちそうである。

全体的には、本書の半分近くを市場機会の特定から製品コンセプトの決定までの段階に割いている点が特徴的である。「どうやって」作るかに比べ「何を」作るかは大事な割に習得できる機会は少ないが、本書が良い入門になると思われる。また製品開発は複数組織・分野にわたる学際的活動であること、経済

的に成功する製品を作るべきであることという姿勢は一貫している。

特に難しい数学などは含まれておらず、章ごとに説明用に抽象化されたケーススタディ (iRobot 社のロボットや Herman-Miller 社の椅子など有名製品も!) が豊富に提供され個人で読むのも容易である。本書は幅広い内容をカバーしているが、個別のトピックの詳細は別途専門書をあたる必要があるだろう。また最近 systems engineering の章がカットされている。

本書はかつてハードカバー版のみの販売で 2 万円前後と気軽に読める価格ではなかったが、最近はペーパーバック版と Kindle Print Replica 形式の電子版が比較的安く出ている。後者は紙版レイアウトをそのまま電子化したようなもので、スマホ向けレイアウトへの変更などはできないようである。また私の知る限り日本語訳はない。

私は本書を読んでみて IT システム開発と多くの共通性や相乗効果を感じた反面、製品コストなどまったく違う面もあり興味深く感じた。本書は入門書でありプロとして製品開発をされている方には馴染みの内容であろう。しかし、以前機械工学系の研究会にお邪魔した際、製品開発が専門に細分化されすぎて若手技術者の中には全体を俯瞰する機会がない方もおられると聞いた。これは大規模化し成熟した産業での共通の課題であり、本書はそうした専門以外のことを学ぶニーズにも良いのではないかと感じた。

(2021年3月13日受付)

河原 亮 (正会員)
ryokawa@jp.ibm.com

日本アイ・ビー・エム (株) 東京基礎研究所リサーチャー。専門分野: 金融産業向け情報技術。情報処理学会, 日本ソフトウェア科学会および日本物理学会会員。博士 (理学)。





Augmented Humans (AHs) 2021 会議報告

開催概要

2021年2月22日から24日の3日間、オンラインで国際会議 Augmented Humans (AHs) 2021 が開催された(図-1)。AHsは、人間の物理的、認知的、知覚的な拡張をテーマとして、人間と機械や情報技術を連携、一体化するさまざまな分野の研究発表がなされている。

人間拡張分野の国際会議は、2010年に Augmented Human 2010 が開催されて以来、12年目を数える。本年度の AHs2021 では、日本やアメリカを中心とした世界各国から、昨年を大きく上回る128名の参加登録があった。本会議では、口頭発表、ポスター発表、デモ展示、デザイン展示があった。口頭発表はテーマごとにまとめられた7つのセッションを通して行われ、それと並行してポスター発表、デモ展示、デザイン展示が行われた。また、会議の冒頭と末尾では Keynote が行われた。Mel Slater 氏による Keynote^{☆1}では、バーチャル身体への身体所有感における人種バイアスの変化をはじめとする Slater 氏のさまざまな研究が紹介された。Pattie Maes 氏による Keynote^{☆2}では、人の認知の拡張をテ-

☆1 <https://youtu.be/7yGuP6T-7zE>

☆2 <https://youtu.be/uij0jRwgb8>



図-1 AHs2021 開催概要¹⁾

マに Virtual Reality (VR) や Augmented Reality (AR) のシステムやウェアラブルデバイスを用いたさまざまな研究が紹介された。ペーパーは、73件の投稿のうち30件が採択され、その他、104件の投稿から9件のデモと8件のポスター、2件のデザイン展示が採択された。ウェアラブル機構を用いた人間拡張や、人間拡張のための状態計測技術などをはじめとした多彩な研究が発表された。

オンラインでの開催は AHs2020 に引き続き2度目ということで、目的に応じてオンラインのツールを切り替えながら、運営された。会議全体では、Discord を通して全体の連絡や交流、質疑応答が行われた。口頭発表は、ビデオ会議システムの Zoom を用いて行われた。また、その様子は YouTube による生配信で世界に発信され、アーカイブとして視聴することも可能となっている。発表形式は、事前に撮影した動画を流すか、スライドを画面共有してリアルタイムで行うかのどちらかを発表者が選んで行われた(図-2)。およそ7分の発表の後、口頭もしくはテキストチャット上での質疑応答が行われた。

ポスターやデモ等の発表はオンライン交流ツールである Gather.town を用いて行われ、オンライン上でレトロな RPG 風のアバタを使いながら、発表および質疑応答が行われた。各ツールの利用人数の内訳は、Zoom では60名、Gather.town では70名のリアルタイムでの参加があり、会議終了時には YouTube での配信の視聴は631回に上った。

研究紹介

多数の発表が行われた中で、本章では受賞した発表をピックアップして紹介する。

Best Paper Award は、筆者らの慶應義塾大学の研究グループと Sony CSL 笠原俊一氏、豊橋技術科学大学北崎充晃氏、東京大学稲見昌彦氏、Adrien Verhulst 氏らの共同研究である「MultiSoma: Distributed Embodiment with Synchronized Behavior and Perception」²⁾であった(図-3)。この研究は、複数の身体と運動を同期し、感覚を共有した際の身体認知への影響を調査していた。



図-2 口頭発表の様子

バーチャル環境を用いて実装した複数身体システムを用いてタスクを課し、タスクパフォーマンスと主観的評価から複数の身体と同期した場合に同時に一定の身体所有感と行為主体感が生じることを検証したものであった。

Best Poster Award は、NTT 研究所の新島有信氏らによる「Reducing Muscle Activity when Playing Tremolo by Using Electrical Muscle Stimulation」³⁾であった。この研究は、ピアノ演奏の中でも重要なトレモロ奏法における熟練者の筋肉の動かし方を、筋電位センサを用いて計測し、筋電気刺激を用いて初心者に教えるというものであった。

Best Demo Award は、カルフォルニア大学の Shuyi Sun 氏らによる「GemiN' I: Seamless Skin Interfaces Aiding Communication through Unconscious Behaviors」⁴⁾であった。この研究はフェイスジュエルに顔の筋肉の動きを読み取るセンサを組み込むことで、目立たない形でのデバイスとのインタラクションを可能にするというものであった。

Honorable Mention Award は、2 件あった。一方の Myung Jin Kim 氏らによる、「Exploring Pseudo Hand-Eye Interaction on the Head-Mounted Display」⁵⁾ は、目に触れたりこすったりするという手と目の身近なインタラクションをヘッドマウントディスプレイによるプロトタイプを用いて調査したものであった。もう一方の

Nicole Han 氏らによる、「Deep Learning-Based Scene Simplification for Bionic Vision」⁶⁾ は、ディープラーニングを用いたシーンの簡略化によってシーン理解をサポートするというものであった。これによって目が不自由な方が使う人工網膜による義眼の有用性を高めることができる。

次の開催

本年度の AHs でも、人間拡張という会議の大きなテーマの中で、インタフェースや VR, AR, 機械学習、画像処理といったさまざまな分野の研究発表が活発に行われ、大変興味深い会議であった。次の Augmented Humans 2022 は日本で開催されることが決まっている。リアルイベントとして開催されるか、再びオンラインの開催となるかは、社会情勢次第とのことだが、どちらになるにせよ、人間を拡張する新しい可能性を示す研究事例が投稿されることが期待される。

参考文献

- 1) AHs: <https://augmented-humans.org/>
- 2) Miura, R., Kasahara, S., Kitazaki, M., Verhulst, A., Inami, M. and Sugimoto, M. : MultiSoma: Distributed Embodiment with Synchronized Behavior and Perception, Augmented Humans (2021).
- 3) Nijijima, A., Takeda, T., Aoki, R. and Koike, Y. : Reducing Muscle Activity when Playing Tremolo by Using Electrical Muscle Stimulation, Augmented Humans (2021).
- 4) Sun, S., Deshmukh, N., Chen, X., Wang, H. and Vega, K. : GemiN' I: Seamless Skin Interfaces Aiding Communication through Unconscious Behaviors, Augmented Humans (2021).
- 5) Kim, M. J. and Bianchi, A. : Exploring Pseudo Hand-Eye Interaction on the Head-Mounted Display, Augmented Humans (2021).
- 6) Han, N., Srivastava, S., Xu, A., Klein, D. and Beyeler, M. : Deep Learning-Based Scene Simplification for Bionic Vision, Augmented Humans (2021).



図-3 Best Paper Award 授賞式の様子²⁾



■三浦礼士

(慶應義塾大学大学院理工学研究科杉本研究室)



Tom Goldstein and Stanley Osher : The SplitBregman Method for L1-Regularized Problems

SIAM Journal on Imaging Sciences, 2(2), pp.323-343 (2009)

何か難しそうな論文ですが……

本論文は、アメリカの応用数学会 (SIAM) が刊行している「イメージング」に関する学術誌 (SIIMS) に 2009 年に掲載された、スパース最適化 (L1 ノルム正則化) と画像処理 (ノイズ除去・画像再構成) を結びつけたマイルストーン的論文の 1 つである。「ほらまたすぐ数式を出すんだから!」と怒られることの多い筆者であるが、今回は数式を一切用いずに (!) この論文について書き進めてみようと思う。

スパース? 何それおいしいの?

スパースという言葉に関しては聞いたことがある読者も多いだろう。その厳密な定義には触れないが、「ある対象 (データ) を説明 (表現) するために本質的に必要な要素 (基底) が、対象の数 (次元) に比べて著しく少ない」という性質を指す^{☆1}。

画像もそのようなスパース性を持つデータの 1 つである。人間にとって意味を見いだせる画像は、(ランダムノイズ画像に比べて) 全体的に「滑らかである = 変動が少ない成分 (低周波成分) で構成される」傾向がある。これはすなわち、画像データが少数の低周波基底の線形結合で近似的に表現できる (スパース!) ことを意味しており、この事実のおかげで我々はスマートフォンで撮影した高解像度の画像

☆1 しばしば、「オッカムの剃刀」と呼ばれる有名な指針「何かを説明する上で、仮定は必要最小限にすべきである」になぞらえられる。

データを気軽に SNS にアップロードできるわけである^{☆2}。

みんな大好き L1 ノルム

訓練された読者諸君であれば、「この性質を利用することで、逆にノイズに埋もれた画像成分を抽出したり、不完全なデータから画像を再構成できそうだな」と感じただであろう。そのために鍵となるのが、L1 ノルムである。

L1 ノルムは「入力変数 (ベクトルや行列等) の各要素の絶対値の和」として定義される関数^{☆3}なのだが、なんと、これを小さくすることでスパース性を (ある程度) 促進することができる^{☆4}。しかも、L1 ノルムは一部の特殊な人間が諸手を上げて喜ぶ「凸関数 (convex function)」となっているため、大域的な最適解を効率的に計算できる可能性が高い。

とは言え、L1 ノルムを画像処理にすぐ使えるかということ、そうは問屋が卸さない。その最大の理由は L1 ノルムが微分 “できない” ところにある。つまり微分 (勾配) を用いる最適化手法全般が利用できないのである。さらに、画像のスパース性は何らかの変換を介さないと基本的に抽出できないため、L1 ノルムの中にそういった変換 (行列) が合成されることもある。微分できない関数と行列の合

☆2 気になる読者は画像圧縮フォーマットの 1 つである JPEG について調べてみるとよい。

☆3 どうでもよいが、原著論文の L1 ノルムが絶対値記号 $|\cdot|$ で定義されていることがいまだに納得できない。

☆4 L1 ノルムとスパース性の関係についてより厳密に知りたいという殊勝な読者は参考文献 1) 等を参照されたい。

成関数の存在は最適化を一段と難しくする。加えて、画像処理への応用を考える上で、計算量的な問題も生じる。これは最適化問題の次元が画素数の次元のオーダーになってしまうことによる。

温故知新

これらの問題を解決するアルゴリズムを提案しているのが本論文である。Split Bregman Method と名付けられた当該アルゴリズムは、Bregman iteration と呼ばれる最適化技術（原著は1967年！）と変数分離（splitting）のテクニックを組み合わせることで構成されている。アルゴリズムの各ステップでは、ガウス＝ザイデル法や高速フーリエ変換を用いた行列の対角化などの数値計算的技術も駆使されており、結果として画像処理応用で現れる大規模なL1 ノルム最適化問題を非常に効率的に解くことができる（実際の画像データを使った応用例も記載されている）。

このアルゴリズムは、今現在ではよく知られている（?）、交互方向乗数法（ADMM）^{☆5} と呼ばれる最適化手法と同じであることが後から指摘された²⁾。そしてADMM自体も、Boydらの論文³⁾ がきっかけで人口に膾炙^{かいしゃ}したが、その原典は1970年代に出版されている論文⁴⁾ である^{☆6}。

ことほどさように、学術的知見というのは息が長く、過去の研究に対するリスペクトを忘れずに現代の先端情報技術として再構築した本論文の貢献は著しいものであると思う^{☆7}。

広い視野を持つために

とあるご縁でこの記事の執筆を担当することに

なったが、「どうせなら読者の方々があまり知らなさそうな論文にしよう」と思い、本論文を選んでみた。読者の中には、コンピュータビジョンやパターン認識のような画像データを常日頃扱う分野を専門としている方もいるだろうが、本論文や本論文が掲載されている論文誌（画像データに焦点を当てた数理的な解析やアルゴリズムが主なスコープ）を読んだことのある方は少ないのではないかと思っている（ご存知だったらごめんなさい）。

日々研究スピードが加速してゆく中、自分の専門分野の論文をキャッチアップするだけでも大変なのが現代の研究者の実情だろう。しかし、特定の分野の論文ばかり追っているだけでは、どうしても視野狭窄になり似通ったアイデアしか出せなくなる。「独創的なアイデアとは既存の要素の非自明な組合せである」的なことを実業家ジェームズ・W・ヤング氏は言っていたが、実際に、異分野の知見・技術の組合せが面白い研究の種となることが多い^{☆8}。

筆者が修士課程一年生の頃の話をしさせてほしい。当時、博士課程進学へ向けた研究ネタを自分で見つけるために画像処理系の論文を漁っていたのだが、一向によいアイデアが浮かばず、「つらたん……」という感じの日々を送っていた。そんなとき、当時指導してくれていた助教の宮田高道先生（現在は千葉工大で教授をされている）が「これ読んでみたら」と渡してくれたのが本論文との出会いである。読み始めると、それまで触れたことのないような難解な数式が並んでおり、初めは「日本語でおk」と思うばかりであったが^{☆9}、頑張って読み進めるうちに次第に「これすごいんじゃないね?」ということに気づき始め、最終的に面白そうな研究ネタを思いつくに至った（宮田先生改めてありがとうございました）。

☆5 深層学習界限で有名な ADAM とは違うのでご注意ください。

☆6 より正確には Glowinski らによってフランス語で書かれた75年の論文のほうが古い。

☆7 ちなみに、ADMM系の最適化手法について初学者にも分かるよう優しく解説した和文記事⁵⁾ がなんと無料で読める。

☆8 そして、一見異なる要素を抽象化し、共通項を見つけアイデアへと昇華させる手助けをしてくれるのが数学である（と筆者は考えている）。

☆9 日本語で書かれていたとしても分からなかっただろう。

当時の筆者には応用数学系の論文を読んでみるという発想など皆無だったので、もし自分だけでサーベイを進めていたら、この論文にはきっと出会えず、引き続きネタ探しに苦しみ、研究者に向いていないと考え、博士課程に進学しなかった可能性が高い。この経験以来、筆者は日頃から意識的にいろいろな分野の論文に目を向けるよう心がけており、実際にこれまで数多くの研究テーマの着想に繋がっている。

などという話はいわゆる生存バイアスであるため、単なる1つのサンプル程度に捉えていただくのが賢明だろう。特定の分野の論文をひたすら読み続けることで成された研究のほうが単純な数としては断然多いのではないかと思う。とは言え、ゲーム好きの読者諸君であれば、ダンジョンを散策しているときに、先を急がず寄り道をしていたら思わぬ宝箱を見つける、という類の体験を一度はしたことがあるに違いない。学术界という名の広大なダンジョンで猪突猛進に最奥を目指すのではなく、好奇心に導かれ寄り道をする“冒険者”になってみるのも、たまにはよいかもしれない。

参考文献

- 1) 田中利幸：圧縮センシングの数理，電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review, Vol.4, No.1, pp.39-47 (2010).
- 2) Esser, E. : Applications of Lagrangian-Based Alternating Direction Methods and Connections to Split Bregman, CAM report, Vol.9, p.31 (2009).
- 3) Boyd, S., Parikh, N., Chu, E., Peleato, B. and Eckstein, J. : Distributed Optimization and Statistical Learning via the Alternating Direction Method of Multipliers, Foundations and Trends in Machine Learning, Vol.3, No.1, pp.1-122 (2011).
- 4) Gabay, D. and Mercier, B. : A Dual Algorithm for the Solution of Non Linear Variational Problems Via Finite Element Approximation, Computers & Mathematics with Applications, Vol.2, No.1, pp.17-40 (1976).
- 5) 小野峻佑：近接分離アルゴリズムとその応用：信号処理・画像処理的観点から（特集一次法の逆襲）、オペレーションズ・リサーチ = Communications of the Operations Research Society of Japan : 経営の科学, Vol.64, No.6, pp.316-325 (2019).

(2021年4月2日受付)



小野峻佑

ono@c.titech.ac.jp

2014年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程修了。博士（工学）。2012～2014年日本学術振興会特別研究員（DC1）。2014年東工大・像情報工学研究所・助教。2019年東工大・情報理工学院・准教授。2016～2020年JST さきがけ個人研究者（兼任）。主として信号処理、画像処理、数理最適化の研究に従事。電子情報通信学会学術奨励賞（2013）、電子情報通信学会論文賞（2014）、IEEE SPS Japan Chapter Outstanding Student Journal Paper Award（2014）、丹羽保次郎記念論文賞（2015）、手島精一記念研究賞博士論文賞（2016）、テレコムシステム技術賞（2016）、船井学術奨励賞（2017）、IEEE SPS Japan Chapter Young Author Best Paper Award（2020）、安藤博記念学術奨励賞（2021）各受賞。



【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について

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

◆開始月：2020年11月号（発行日：2020年10月15日）

◆閲覧方法：会員区分によって異なりますので以下をご確認ください。

【個人会員の皆様】

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

電子図書館を初めて利用される方は、会員としてのユーザ登録が必要になります。

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

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

【個人会員】



電子図書館
(情報学広場)

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

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

【賛助会員各位・購読員の皆様】

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

<手順>

- (1) 「情報処理」の特集ページ（扉または概要ページ）を開く。
- (2) 閲覧申込のURLにアクセスする（またはQRコードを読み取る）。
- (3) 必須事項を入力し送信する。
- (4) 次の件名（7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7月号（Vol.62, No.7）「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



名誉会員の紹介

第 650 回理事会（2021 年 1 月）の議を経て下記の方が 2021 年度定時総会（2021 年 6 月 8 日）において名誉会員に推挙されました。
（記載は会員番号順）



阪田 史郎 君

さ か た し ろ う

1974 年	早稲田大学理工学部大学院修了 工学修士
1974 年	日本電気（NEC）入社
1996 年	同社 パーソナル C&C 研究所 所長
1999 年	同社 インターネットシステム研究所 所長
1991 年	工学博士
1997 年～1999 年	（兼）奈良先端科学技術大学院大学 客員教授
2004 年	千葉大学工学部 教授
2019 年	千葉大学 名誉教授
2019 年～現在	東京大学大学院工学系研究科 スペシャリスト

本会関係略歴

- (1) 1976 年 4 月入会
- (2) 理事（1997 年度～1998 年度）
- (3) 監事（2004 年度～2005 年度）
- (4) 2002 年度 フェロー
- (5) 2016 年度 功績賞
- (6) 1999 年度～2008 年度 教科書編集委員会 副委員長
- (7) 2009 年度～現在 教科書編集委員会 委員長

受賞

2009 年 総務省関東総合通信局長賞受賞



喜 連 川 優 君
き つ れ が わ ま さ る

1978 年	東京大学工学部電子工学科 卒業
1983 年	東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了 工学博士
1983 年	東京大学生産技術研究所 講師
1984 年	東京大学生産技術研究所 助教授
1997 年	東京大学生産技術研究所 教授
1998 年～2003 年	東京大学生産技術研究所 概念情報工学研究センター長
2003 年～2008 年	東京大学生産技術研究所 戦略情報融合国際研究センター長
2008 年～2012 年	文部科学省 科学官
2010 年～2014 年	東京大学 地球観測データ統融合連携研究機構長
2014 年～2016 年	日本学術会議会員 情報学委員会委員長
2013 年～現在	国立情報学研究所 所長
2021 年～現在	東京大学 特別教授

本会関係略歴

- (1) 1978 年入会
- (2) 理事 (2002 年度～2003 年度)
- (3) 副会長, 調査研究運営委員会委員長 (2008 年度～2009 年度)
- (4) 会長 (2013 年度～2014 年度)
- (5) 2003 年度 フェロー
- (6) 2010 年度 功績賞

受賞

2009 年	ACM SIGMOD Edgar F. Codd Innovations Award
2013 年	紫綬褒章
2015 年	全国発明表彰 21 世紀発明賞
2015 年	C&C 賞
2016 年	レジオン・ドヌール勲章シュヴァリエ
2019 年	IEEE Innovation in Social Infrastructure Award
2020 年	日本学士院賞

2020年度功績賞

功績賞は、情報処理に関する学術または関連事業に対し特別の功労があり、その功績が顕著な会員に贈呈されます。

本年度の受賞者は関連規程に基づき、第651回理事会（2021年3月）の議を経て、下記の3君に決定され、受賞者は、本会表彰規程により表彰*されました。（記載は会員番号順）

* COVID-19の影響により6月8日に開催された2021年度定時総会での表彰式は中止となったため、表彰状などの発送をもって表彰といたしました。



長谷川 亨 君

は せ が わ とおる

本会正会員長谷川亨君（フェロー）は、広帯域化するインターネットにおける計測アルゴリズムについて、理論検討と実践に尽力し、我が国における計測に関する研究分野の進展に貢献されました。その成果は学術的に高く評価されるとともに、さらに開発したアルゴリズムを日米間の国際接続網に商用導入することで、我が国のインターネット品質向上に貢献し、これらの優れた研究成果により、電子情報通信学会 論文賞（2015, 2018, 2019）を受賞されました。また、米国NSF、欧州HORIZONとの国際共同プロジェクトを多数実施し、世界における将来インターネットに関する研究の進展に貢献されました。

同君は、学術の振興や関連分野の発展、学会活動の活性化に対しても多くの貢献をされており、本会においては、理事（2006年度～2007年度）、監事（2012年度～2013年度）などを歴任されています。

さらには、国際会議 IFIP Testcom/Fates 2008 プログラム委員長、IEEE ICNP 2010 プログラム委員長、IEEE P2P 2011 プログラム委員長、IEEE Global Internet Symposium 2015 プログラム委員長、IEEE LANMAN 2017 組織委員長等を務められ、当該学術分野の発展に大きく貢献されました。

以上のように、同君が、情報処理分野ならびに本会の活動の発展に尽くされた功績はまことに顕著であります。



岡部 寿 男 君

お か べ や す お

本会正会員岡部寿男君は、情報流通連携のためのプライバシー保護機能、エネルギーの情報化、ネットワーク仕様定義による広域分散ネットワークの自動運用管理システムなどインターネットにかかわる多様で創造性に富む研究を行い、その発展に大きく貢献されました。特にユビキタスネットワーキング環境を安定かつ安価に実現し、利用するための技術の研究を行い、多くの研究業績を挙げ、平成31年度科学技術分野の文部科学大臣表彰・科学技術賞（開発部門）等を受賞しています。

学会運営面では、IEEEとの架け橋となり、Internetとその応用についてのIEEE-CSとの共同国際会議であるSAINTを強力に推進し、IEEE-CSの代表的な国際会議であるCOMPSACと統合するなど大きく発展させました。また、本会の理事（2012年度～2013年度）、副会長（2018年度～2019年度）を務め、IPSJ/IEEE Computer Society Young Computer Researcher Awardの開設、IEEE-CSやACMとの共同表彰の実現など多大な貢献を行っております。特に、短期間にコロナ禍での全国大会のオンライン開催を行い、成功させました。さらに、日本学術振興会学術システム研究センター主任研究員として、科研費改革などにも尽力されています。

以上のように、同君が、情報処理分野ならびに本会の活動の発展に尽くされた功績はまことに顕著であります。



浅井 光太郎 君

あさい こうたろう

本会正会員浅井光太郎君は、永年にわたり、映像情報符号化技術と同技術の活用に関する研究開発および標準化・実用化に関して先導的な役割を果たしてこられました。

1981年三菱電機株式会社に入社されて以来、映像情報の圧縮符号化によるテレビ会議システムの研究開発を始めとして、映像符号化技術とその応用に関する研究開発を行い、多くの成果を挙げられました。また同技術の国際標準化活動に参加され、MPEG-2やMPEG-4、その後のAVC (Advanced Video Coding) など一連の標準方式策定にご尽力されるとともに、標準を活用したデジタル放送機器、第3世代以降の携帯電話、IPTVにかかわる開発にも取り組まれ、産業界の発展に尽力されました。上記に対応するISO/IEC JTC 1標準化においてSC 29国際議長(2006年～2017年)を務めるなど情報技術の社会展開にも貢献されました。これらの業績はテレビジョン学会論文賞、工業標準化事業表彰経済産業大臣賞などで高く評価されています。

学協会関連の活動では、本会において副会長(2017年度～2018年度)、技術応用運営委員会委員長(2019年度～2020年度)などを務められ、本会の実務者向け活動の強化ならびに学会間連携に尽力されたほか、本会推薦による日本技術者教育認定機構理事、また映像情報メディア学会副会長などを歴任され、情報・メディア系の技術コミュニティの発展に貢献されました。

以上のように、同君が情報技術の発展と研究開発および産業の振興、ならびに本会の活動の発展に尽くされた功績はまことに顕著であります。

各賞表彰等(概要)

詳細は Web サイト (https://www.ipsj.or.jp/award/sho_index.html) をご覧ください

2020 年度論文賞の表彰

本賞の選考は、表彰規程および論文賞受賞候補者選定手続きに基づき、論文賞委員会(委員長 下條真司)が、対象論文 544 編*につき慎重に審議を行い、理事会承認(2021 年 3 月 26 日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる)を得て、下記の 7 編が受賞論文として決定され、受賞者は、本会表彰規程により表彰**されました。

* 選考を行ったのは「論文誌ジャーナル」「Journal of Information Processing」「論文誌数理モデル化と応用」「論文誌データベース」の 4 誌です。以下 8 誌については対象論文がそれぞれ 50 編に満たないため、論文賞選定は翌年以降に持ち越すこととしました。

「論文誌プログラミング」「論文誌コンピューティングシステム」「論文誌コンシューマ・デバイス&システム」「論文誌デジタルコンテンツ」「論文誌教育とコンピュータ」「Transactions on Bioinformatics」「Transactions on System LSI Design Methodology」「Transactions on Computer Vision and Applications」

** COVID-19 の影響により 6 月 8 日に開催された 2021 年度定時総会での表彰式は中止となったため、表彰状などの発送をもって表彰といたしました。

【情報処理学会論文賞】

○「鏡像スピーカを用いたスマートフォン高精度 3 次元測位手法」

【情報処理学会論文誌 Vol.60, No.12, pp.2314-2324 (2019)】

村上 弘晃 君(学生会員) 中村 将成 君(正会員)

橋爪 宏達 君(正会員) 杉本 雅則 君(正会員)

○「多次元ストリーミング時系列データの効率的なモチーフモニタリングアルゴリズム」

【情報処理学会論文誌 Vol.61, No.9, pp.1567-1576 (2020)】

加藤 慎也 君(学生会員) 天方 大地 君(正会員)

原 隆浩 君(正会員)

○「Facelot: 顔検出と顔属性をエントリとしたアドホックな抽選システム」

【情報処理学会論文誌 Vol.60, No.11, pp.1953-1960 (2019)】

金子 翔麻 君(学生会員) 渡邊 恵太 君(正会員)

○「相乗りのための将来需要を考慮した経路最適化」

【情報処理学会論文誌 Vol.60, No.10, pp.1653-1661 (2019)】

大社 綾乃 君 大滝 啓介 君(正会員)

小出 智士 君 西 智樹 君

【Journal of Information Processing Outstanding Paper Award】

○「Examination and It's Evaluation of Preprocessing Method for Individual Identification in EEG」

【Journal of Information Processing Vol.28, pp.239-246 (2020)】

Masato Yamashita 君(学生会員)

Minoru Nakazawa 君(正会員)

Yukinobu Nishikawa 君(正会員)

Noriyuki Abe 君(正会員)

【情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用 優秀論文賞】

○「Deep Neural Network のモデル逆解析による識別根拠可視化技術」

【情報処理学会論文誌 数理モデル化と応用 Vol.12 No.2, pp.20-33 (2019)】

柿下 容弓 君(正会員) 服部 英春 君

【情報処理学会論文誌 データベース 優秀論文賞】

○「Compressed Vector Set: A Fast and Space-Efficient Data Mining Framework」

【Journal of Information Processing Vol.26, pp.416-426 (2018) , 情報処理学会論文誌 データベース Vol.11, No.1 (preprint 掲載)】

Masafumi Oyamada 君 Jianquan Liu 君

Shinji Ito 君 Kazuyo Narita 君

Takuya Araki 君(正会員)

Hiroyuki Kitagawa 君(正会員)

※上記() の会員情報は論文掲載時のものです。

2020 年度業績賞の表彰

本会では、産業界における顕著な業績を顕彰するため、業績賞を設けております。

本賞は、情報技術に関する新しい発明、新しい機器や方式の開発・改良、あるいは事業化プロジェクトの推進において、顕著な業績をあげ、産業分野への貢献が明確になったものを選定し、その貢献者に贈呈するものです。

本年度の受賞者は、表彰規程および業績賞候補者選定手続きに基づき、中川副会長を委員長とする選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認(2021 年 3 月 26 日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる)を得て、下記の 3 件の業績の貢献者 15 名に決定され、受賞者は、本会表彰規程により表彰*されました。

* COVID-19 の影響により 6 月 8 日に開催された 2021 年度定時総会での表彰式は中止となったため、表彰状などの発送をもって表彰といたしました。

○「クラウド型多言語対応音声認識システム「Watson Speech-to-Text」の研究開発と実用化」

倉田 岳人 君(正会員) 長野 徹 君(正会員)

伊東 伸泰 君(正会員) 鈴木 雅之 君

福田 隆 君(正会員)

○「熟練者ノウハウを反映可能な計画最適化技術の研究開発と実用化」

小林 雄一 君(正会員) 鄭 建 君

高橋 由泰 君(正会員) 柳田 貴志 君

佐藤 達広 君

○「新規アーキテクチャに基づくベクトル型コンピュータの開発とその AI への応用」

荒木 拓也 君(正会員) 石坂 一久 君(正会員)

今井 照之 君(正会員) 星 宗王 君(正会員)

愛野 茂幸 君

2020 年度情報処理技術研究開発賞の表彰

本会では、情報学の主要な分野で、その研究・開発において国際的に顕著な貢献が認められる企業所属の若手研究者を顕彰するため「情報処理技術研究開発賞」を設けております。

本年度の受賞者は表彰規程および情報処理技術研究開発賞候補者選定手続きに基づき、萩谷副会長を委員長とする選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021年1月29日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て決定され、受賞者は、本会表彰規程により表彰*されました。

* COVID-19の影響により6月8日に開催された2021年度定時総会での表彰式は中止となったため、表彰状などの発送をもって表彰といたしました。

- 「未知の人物を対象とした映像解析技術の研究開発」
劉 健全 君（正会員）

2020 年度マイクロソフト情報学研究賞の表彰

本会では、マイクロソフトリサーチ・アジアの協力により、情報学の主要な分野で、その研究・開発において国際的に顕著な貢献が認められる若手研究者を顕彰するため「マイクロソフト情報学研究賞」を設けております。

本年度の受賞者は表彰規程およびマイクロソフト情報学研究賞候補者選定手続きに基づき、萩谷副会長を委員長とする選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021年1月29日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て決定されました。

受賞者は、本会表彰規程により、3月18日に開催された第83回全国大会において表彰されました。

- 「高い安全性と機能を有する公開鍵暗号技術のモジュラーかつ汎用的な設計法に関する研究」
松田 隆宏 君（正会員）
- 「大規模時系列データのリアルタイム解析と将来予測に関する研究」
松原 靖子 君（正会員）

2021 年 IPSJ/ACM Award for Early Career Contributions to Global Research

本年の受賞者は、両学会より推薦された候補者のうち、論文実績や Global Research の観点で候補者を絞り、賞選定手続きに基づいて ACM 代表者を含む賞選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021年2月26日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て決定されました。

受賞者は、本会表彰規程により、3月18日に開催された第83回全国大会において表彰されました。

- 「Pioneering Work in Programming Experience Research for Creativity Support of Both Programmers and Non-Programmers」
加藤 淳 君（正会員）

2021 年 IPSJ/IEEE Computer Society Young Computer Researcher Award

本年の受賞者は、両学会より推薦された候補者より、賞選定手続きに基づいて両学会による賞選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021年2月26日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て決定されました。

受賞者は、本会表彰規程により、3月18日に開催された第83回全国大会において発表されました。

- 「Outstanding Research on Designing User Interface and Interaction」
坂本 大介 君（正会員）
- 「Outstanding Research on Embedded Real-time Platform」
安積 卓也 君（正会員）
- 「Privacy-Preserving Web/IoT Data Analysis」
清 雄一 君（正会員）

2020 年度優秀教育・教材賞の表彰

本会では、情報処理教育に関して優れた教育者ならびに教材開発者を顕彰するため、優秀教育賞ならびに優秀教材賞を設けております。

本年度の受賞者は、表彰規程および同賞候補者選定手続きに基づき、角田博保情報処理教育委員長代行を委員長とする選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021年3月26日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て決定され、受賞者は、本会表彰規程により表彰*されました。

* COVID-19の影響により6月8日に開催された2021年度定時総会での表彰式は中止となったため、表彰状などの発送をもって表彰といたしました。

【優秀教材賞】

- 「深層学習・深層強化学習を学習するための複数の書籍の執筆」
牧野 浩二 君（正会員） 西崎 博光 君（正会員）

2020 年度学会活動貢献賞の表彰

本会では、特定分野の運営、または会員サービスの向上への貢献を顕彰するため、「学会活動貢献賞」を設けております。

本年度の受賞者は表彰規程および学会活動貢献賞候補者選定手続きに基づき、選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021年1月29日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て決定され、受賞者は、本会表彰規程により表彰*されました。

* COVID-19の影響により6月8日に開催された2021年度定時総会での表彰式は中止となったため、表彰状などの発送をもって表彰といたしました。

- 「学会誌における編集業務への貢献」
湯村 翼 君（正会員） 坂東 宏和 君（正会員）
- 「論文誌への査読貢献」
河野 恭之 君（正会員） 金岡 晃 君（正会員）

- 山井 成良 君 (正会員)
- 「デジタルプラクティスへの査読貢献」
宮下 健輔 君 (正会員)
- 「デジタルプラクティスにおける IT ベンダユーザ協会への貢献」
斎藤 彰宏 君 (正会員)
- 「第 82 回全国大会開催への貢献」
斎藤 正史 君 (正会員)
- 「FIT2020 第 19 回情報科学技術フォーラム開催への貢献」
杉本 雅則 君 (正会員)

2020 年度感謝状の贈呈について

本会運営等への貢献に対する感謝の意を表するため、感謝状を贈呈しております。

本年度は規程に基づき、理事会承認（2021 年 4 月 22 日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て決定され、感謝状が贈呈* されました。

* COVID-19 の影響により 6 月 8 日に開催された 2021 年度定時総会での表彰式は中止となったため、感謝状の発送をもって贈呈といたしました。

- 「IFIP 副会長および日本代表としての国際活動への貢献」
村山 優子 君 (正会員)

2020 年度ソフトウェアジャパンアワードの表彰

本会では 2004 年度から毎年産業界向けのイベントとして「ソフトウェアジャパン」を開催しており、同イベントにおいて、日本発の世界に誇るソフトウェアの研究者、開発者、技術者で、情報技術分野において特に産業界への功労がありその業績が顕著であると共、今後の産業界への活躍が期待できる方へ「ソフトウェアジャパンアワード」を贈呈しております。

本年度の受賞者は、技術応用運営委員会、IT フォーラム推進委員会の各委員および情報処理学会フェロー、各研究会主査から推薦された候補者のうち、表彰規程およびソフトウェアジャパンアワード選定手続きに基づき、選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021 年 3 月 29 日）を得て決定され、受賞者は、本会表彰規程により表彰* されました。

* COVID-19 の影響により 6 月 8 日に開催された 2021 年度定時総会での表彰式は中止となったため、表彰状などの発送をもって表彰といたしました。

- 「COVID-19 接触確認アプリ Covid19Radar の開発」
廣瀬 一海 君

2020 年デジタルプラクティス論文賞の表彰

デジタルプラクティスの目的は、ICT 実務の現場での実践やそこから生み出される知見を広く社会全体で公開共有し再利用することです。この目的に最もかなう論文を 1 年に 1 編選び「デジタルプラクティス論文賞」を贈呈しております。

本年の受賞者は、2020 年に発行されたデジタルプラクティス Vol.11, No.1 ~ No.3 の全 35 編（招待、一般投稿、推薦）の中から、表彰規程およびデジタルプラクティス論文賞選定手続きに基づき、細野繁編集委員長を委員長とする選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2020 年 11 月 24 日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て、決定いたしました。

受賞者は、本会表彰規程により、3 月 18 日に開催された第 83 回全国大会において表彰されました。

- 「Wi-Fi パケットセンサ商用化に至る課題克服の歩み—産学官連携が生んだ交通流動解析システム—」
西田 純二 君

2020 年度フェローのご紹介

2020 年度「情報処理学会フェロー」は、関連規定に基づき、フェロー選定委員会において厳正な審査を行い、理事会承認（2021 年 3 月 26 日付、定款上の理事会決議の省略手続きによる）を得て、下記の 14 君に決定されました。なお、COVID-19 の影響により 6 月 8 日に開催された 2021 年度定時総会でのフェロー認証式は中止となったため、認証状などの発送をもって認定といたしました。

詳細は Web サイト（<https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/fellow/fellow.html>）をご覧ください。

- 「映像符号化技術の研究開発と国際標準化に対する貢献」
浅井光太郎 君 (正会員)
- 「マルチメディア応用システム構築技術の研究開発、実用化及び学会運営に対する貢献」
阿倍 博信 君 (正会員)
- 「インタラクティブコンピュータグラフィックスに関する先駆的研究」
五十嵐健夫 君 (正会員)
- 「モバイルインターネットの移動管理技術の発明ならびに実用化」
井戸上 彰 君 (正会員)
- 「身体性インタラクションおよび人間拡張に関する研究」
稲見 昌彦 君 (正会員)
- 「大学間連携のための認証連携アーキテクチャの研究開発」
岡部 寿男 君 (正会員)
- 「音楽の自動理解技術とその応用に関する先駆的研究」
後藤 真孝 君 (正会員)
- 「大規模データベースにおける並列処理高速化技法に対する貢献」
中野美由紀 君 (正会員)
- 「ヒューマンコンピュータインタラクションの基礎的研究と教育に対する貢献」
任 向実 君 (正会員)
- 「高速頑健なテキスト処理のための情報抽出・検索技術の研究開発・実用化」
福島 俊一 君 (正会員)
- 「可視化分野における先駆的研究および同分野における教育・普及に対する貢献」
藤代 一成 君 (正会員)
- 「コンピュータのユーザインタフェースに関わる幅広い研究及び実用化」
増井 俊之 君 (正会員)

- 「安全・安心なデジタル社会を支える楕円曲線暗号に関する先駆的研究」
宮地 充子 君（正会員）
- 「ウェブ解析・応用に関する研究および学会運営への貢献」
山名 早人 君（正会員）

● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.62 No.6 (June 2021)

【一般論文】

- ギャップを含むクローンセットの検出と評価 土居真之 他
- アモータル補完を応用した文字型 CAPTCHA* 上妻拓也 他
- 深層学習により構築された End to End マルウェア検出器に対する汎用敵対的摂動生成手法† 宇野貴士 他
- 咽喉マイクを用いた大語彙音声認識のための特徴マッピングによるデータ拡張と知識蒸留 鈴木貴仁 他

*: 推薦論文 Recommended Paper

†: テクニカルノート Technical Note



● 論文誌トランザクション掲載論文リスト

(June 2021)

【論文誌 プログラミング Vol.14 No.3】

- Work-Stealing Strategies That Consider Work Amount and Hierarchy Ryusuke Nakashima 他



【論文誌 教育とコンピュータ Vol.7 No.2】

- 情報倫理ビデオ教材の開発 - これからの情報教育のために 中村 純
- Twitter 等の商業サービス上の学習活動履歴を LMS へ統合し LRS へ抽出するためのシステム「M-Pla」構築 長岡千香子 他



読後のご意見をお送りください

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

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

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

アンケートページ
QR コード



◎ IPSJ カレンダー◎

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

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



オンラインのデモ発表って、なんだ？



越後宏紀 (明治大学)

この1年、新型コロナウイルス (COVID-19) 感染拡大の影響により、オンラインでの学会発表が増えました。その中で、多くの学会発表を聴講し、また自分自身も発表してきました。そこで、オンラインのデモ発表の仕方について、自

分なりに理想の発表を考え挑戦してみたので、その経験をご紹介します。

この記事の流れとして、オフラインのデモ発表の経験や、オンラインの登壇発表を踏まえ、オンラインのデモ発表の現状の課題点を挙げています。そして、その課題点を解決するべく、自分自身が考えたオンラインのデモ発表の仕方について紹介し、実践した結果についてまとめています。

これはあくまで個人的な発言であり、1年間多数のオンラインによる学会を聴講および発表したことによる1意見となります。何卒ご理解いただけますと幸いです。

はじめに—学会運営の皆様への感謝—

まず忘れてはいけないことがあるので最初に述べたいと思います。この1年、学会が中止になるのではなく、こうしてオンラインで開催していただけている学会運営の皆様に頭が上がらない気持ちでいっぱいです。

そもそも学会が開催されないと、論文を投稿する場所がなく、その間業績もなくなるわけですから、私も含めて学生にとっては感謝しかありません。

また、学生の方は聴講が無料となる研究会・学会も多く、日本全国各地で開催されていた学会に在宅ながら参加できました。そのおかげで、今年度は今までの学生生活で圧倒的に多くの学会を聴講し多くの研究発表に触れることができました。この場をお借りして心より感謝申し上げます。

オフラインでのデモ発表について

私は2016年から、オフラインによるデモ発表を聴講および発表してきました。最初にデモ発表したとき、自分の作ったシステムを、実際に多くの方に使ってもらってフィードバックをもらえたことがとても嬉しかったのを今でも鮮明に覚えています。また、自分自身も多くの研究者の方々が制作したモノを実際に使用したり目の前で見たりすることで、「これは面白い!」と感じたり、「楽しい!すごい!ここまで作りこまれているんだ!!」などさまざまな感情を抱きました。

また、当日会場で目にするまでほとんど興味がなかった研究についても、現地でブースを回っていて目にはいり、実際にデモを体験してとても面白く感じた、といった経験もありました。オンラインの開催が増え、やはり現地に来て体験するのはとてもいいことだったなと改めて感じました。

オンラインでの発表(登壇発表)について

2020年初頭からオンラインによる学会発表が一気に増えました。ZoomやGoogle Meetをはじめ、オンラインによる発表も徐々に慣れてきたように感じます。

特に登壇発表については、発表スライドを画面共有し、自分自身の顔をWebカメラで映し出すというスタイルが一般的になっていて、発表→質疑応答の流れもオフライン同様で安定して行われるようになっていていると感じます。

むしろ質問を思いついた際にすぐコメントを記入することができたり、そのコメントログから発表者が発表後に質疑応答のフィードバックをするのにもメリットがあったり、発言はしづらいけれど、テキストベースで匿名の状態で見たり……とオンラインによるメリットが多数あると個人的に思うぐらいです。

ここから少し余談になりますが、発表の仕方の工夫もまだまだできていると思っています。

個人的な1つの解として、自分自身の周りをグリーンバックでクロマキー処理しながら身体全体を映し出し、その隣に発表スライドを表示しながら発表するという方法です。このスタイルにしたことで、あたかもその場で登壇発表しているように見せつつ、ジェスチャのような身体全体の動きも伝達できると考えました。

実際に行った様子がこちらになります(図-1)。

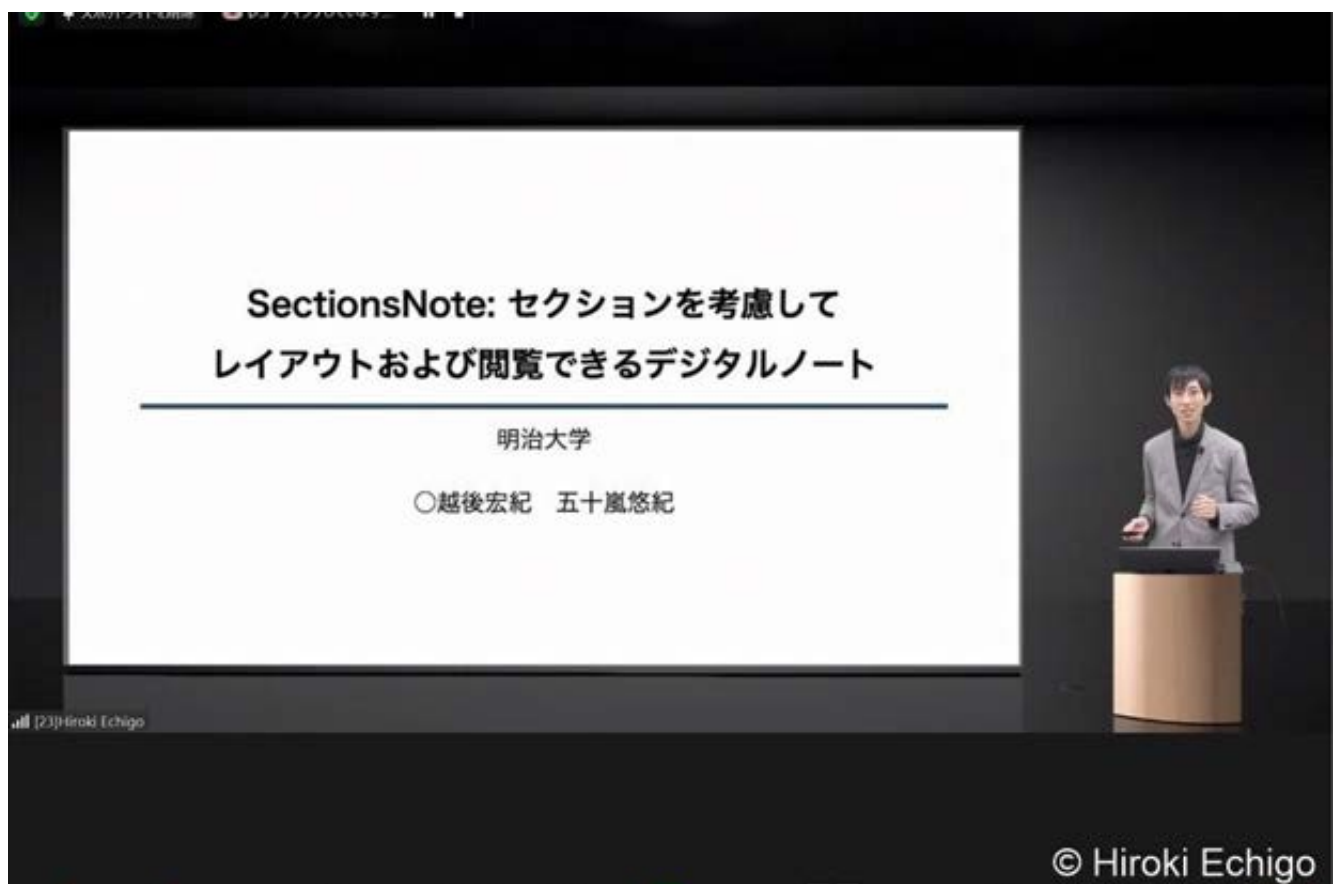


図-1 実際に行ったオンラインでの登壇発表の様子

オンラインでの発表(デモ発表)について

さて本題に戻りたいと思います。

オンラインの登壇発表がうまくいっている一方で、オンラインでのデモ発表ははまだ「これだ!」という発表の手法が見当たらず、試行錯誤中だと個人的に思います。

課題点として、「オフラインでのデモ発表について」で述べたような、触れる体験というのがそもそも難しいということがあります。また、Zoomのブレイクアウトルームのように、各発表ずつ小部屋に分かれていると、その場で現在何をしているのが部屋に入らないと分からず、「あ、なんか面白そうな体験してる!」と目に入って聞きに行く、なんてこともしづらい状況です。

発表者としても、どんなに目立つデモを用意していて、カメラ越しでも「おおー!」となるようなモノを作っているも、部屋に入ってくれた聴講者の方にしか伝わらず、少しもどかしく感じます。また、「ぜひ使ってみたいです……」といわれることも多くあり、惜しいなと思ってしまうことがよくありました。

この状況は、いわゆる「ドアを開かないと中の様子が分からない教室」のような状態です(遅刻したときに、そーっと先生に気づかれずに自分の席に座るといった行為が難しく、たいてい先生に気づかれてめちゃくちゃ睨まれるやつです)。

オンラインによるデモ発表の現状

このように、「伝わりづらくてもどかしい」と思いつつも、多くの研究者(学生も含め)がデモ発表を行っています。聴講した中で、ほとんどの発表は以下のいずれかの発表手法に該当していたように感じました。

1. 適宜説明し、聴講者との質疑応答を行い、質問がなくなった、かつ新規の聴講者が入室したら、また最初から説明をはじめ
2. 説明する時間を事前に共有し、その時間に発表する、残りの時間は質疑応答を受け付ける

これはオフラインでのデモ発表でもよく見かける発表方法で、いわゆる王道の発表スタイルかと思います。

最初のうちはあまり違和感がなかったのですが、繰り返しいろいろなデモ発表を聞いていて、ふと我に返ってみる

と、

「これは果たしてデモ発表なのか？」

と思うようになりました。（決して王道の発表スタイルを否定しているわけではありません）。

ということかという、1も2も、どちらもほとんど登壇発表と変わらない、と思ったからです。

王道の発表スタイルで行うデモでは、

- ・ 事前に発表用のスライドを用意する
- ・ 提案システムを実際に使用しているデモ動画、またはリアルタイムでスタッフ（または発表者）が使用する

という2つを組み合わせで発表しています。リアルタイムで使用していても、聴講者側はどちらにせよ画面越しでしか見れないので、デモの動画を見ているのと同様感覚は近くなってしまいます（もちろんその場で聴講者の指示によって制御するとリアル感が出ますが、実際に手で触れることはできません）。

すなわち、「発表スライドを用いて説明」→「デモ動画（リアルタイムのデモ）を見せる」→「質疑応答」という流れになり、結局のところ**登壇発表と同じ流れ**だと感じました。

何度も述べますが、このオンラインでのデモ発表のスタイルについて批評するつもりはありません。しかしながら、「同じことを何度も繰り返し説明する」かつ、「デモ体験のために待機する」とかもなく、デモの様子は動画で伝えるのであれば、わざわざデモ発表で個々に分ける必要は果たしてあるのか？と感じるようになりました。

発表するものがすべて事前に用意できるのであれば、短時間の登壇発表として、1回の発表で多くの聴講者に見てもらった方が有意義ではないのか？と感じることもあります。特に、質疑応答をテキストベースでチャットやScrapboxのような共有ノートで行えるのであれば、むしろその方が直接発言しなくていいので嬉しく感じる聴講者もいるかもしれません。

オンラインでのデモ主体の発表を試みた—準備—

では「オンラインでのデモ発表とはどうするといいいのか」。

この解決方法について、2020年の夏ごろからずっと考え続けていました。

今回、2021年3月にオンラインでのデモ発表をする機会があり、そこである手法を試してみることにしました。それは次の手法です。

(a) 研究の背景・目的・デモ動画などをすべて含めた「デモ発表動画」を作成する

(b) オンラインの状況でも体験できるデモを用意し、発表中は基本的に「デモのみ」を主体としながら質疑応答に答える

(c) Zoomの様子をYouTubeでライブ配信する

まず (a) についてです。「オンラインでのデモ発表の現状」で述べたような、繰り返し説明するものについては、すべて「**デモ発表動画**」としてまとめて動画にしてしまおう、という方法です。

この動画の投稿日時についても、一工夫を加えました。

デモ動画であれば、事前に投稿することで告知動画として宣伝の役割を果たしますが、今回の映像の場合、発表の事前に公開しても、視聴して時間が経つと質問する内容を忘れてしまうという懸念があると考えました。

そのため、事前にYouTubeに投稿するのではなく、「**発表時間の最初にプレミア公開（時間指定公開）として動画を投稿する**」という方法を採用しました。

また、「発表時間の途中から発表を聴きたい」という人や「一度の説明では理解できなかったため、もう一度聴きたい」といった聴講者もいると考えたため、動画投稿後は通常の動画として一般公開しておくことにしました。

これらの方法は、近年のオンライン教育で用いられる**反転授業**（事前に授業の内容の動画を視聴し、授業中は児童生徒からの質問を中心として行う授業）を参考としています。

今回は事前の公開ではないですが、発表時間中はデモ主体の発表で質疑応答を中心としていて、研究の背景や概要はデモ発表動画を見てもらう、という仕組みです。

次に、(b) についてです。詳しい研究内容については述べませんが、今回はオンラインでも体験できるシステムが実装できるものであったため（本来のシステムではないものの、発表用のデモシステムとして簡易的に制作出来た）、そのシステムを制作しました。そして、発表中はそのデモの使い方を説明する程度にとどまり、「このようにできることで、こういう貢献があります」といった説明をすることとしました。

そもそも研究の背景の説明が長くなってしまふ、という研究の内容だったので、短い時間でなるべく「自分のやりたいこと」が伝わるように工夫しようと考えました。

そして、最後にキモとして考えたのが、(c)です。

「オンラインによるデモ発表の現状」でも述べたように、「ドアを開かないと中の様子が分からない教室」のような状態を解決する策として、個人でのライブ配信を考えました。

YouTubeでZoomの様子をライブ配信することで、Zoomの部屋に入らなくても、部屋の内部の様子が分かります。すなわち、「透明ガラスになっていて中の様子が外から分かる教室」の状態です。こうすることで、途中から入室することも比較的容易になると考えました。また、特に質疑応答がなければ、YouTubeでただライブ配信を受動的に視聴することができ、質疑応答を強いられることも、マイクの音量が突然ONになってしまう事故もありません。

これら3つ (a) (b) (c) をすべて満たした状態で、デモ発表にのぞむことにしました。

余談ですが、オンラインということで、せっくなのでVTuber（バーチャルユーチューバー）のように2DCGのアバタを制作して発表してみることにしました（この準備に約1カ月かかりました）。

オンラインでのデモ主体の発表を試みた—結果—

さて、結果はどうなったのでしょうか。

（補足ですが、デモ発表の発表時間は90分でした）

まず、(a) のデモ発表動画についてはこちらの動画になります。

<https://www.youtube.com/watch?v=bwxyyYzOlw0>

発表時間ぴったりには設定できなかったため、3分ほど早めに動画を公開しました。最初の1時間で32回の視聴回数となっており、発表終了後（90分後）には38回の視聴回数となっていました（今も公開されていますので現在の視聴回数は徐々に変わっています）。

個人的な予想として、だいたいオンラインのデモだと20名（参加者の約1割程度）ぐらい来るといいかなと思っていたので、「自分のブースに38名の方がいらっしまったことと同じ」と考えると、比較的多くの方に見てもらえたのかな、と個人的には思います。

次に、(b) のデモ主体の発表についてです。

個人的な印象としては、やはりデモ発表の王道スタイルのように、「背景から教えてもらってもいいですか？」といった聴講者の方が多かったです。

すなわち、「デモのみ」を主体としながらの説明は、**ほぼ不可能**でした。

新規で発表部屋に入ってくださった聴講者には、公開しているデモ発表動画への勧誘を積極的に行ったものの、結局背景からところどころ端折りながら説明することが多かったです。

これは発表の前半に「ああこれは説明しないと無理だ」ということに気づいたため、後半以降は、比較的早い段階から繰り返し背景から説明するスタイルに変更しました。

ただ、発表スライドは用意していなかったため、デモをしながら言葉のみの説明となってしまいました。

では、**(c) のライブ配信**についてはどうだったのでしょうか。

(c) のYouTubeのライブ配信ですが、発表時間の最初は学会側の中継があったこともあり、発表開始から約30分後から1時間ほど行いました。

以下がライブ配信をしていた映像のサムネイル画像です（ライブ配信のアーカイブは非公開にしているので閲覧することができません）（図-2）。



図-2 ライブ配信で実際に使用したサムネイル画像

発表中（1時間）の**視聴回数は10回**であり、スタッフを除くと**常時1,2名程度**が視聴していました。

個人的には最低でも5名程度は視聴して下さるかなと思っていたので、想定よりは**効果がなかったかな**と思います。

オンラインでのデモ主体の発表を試みた—振り返り—

この結果を知った皆様は、どのように感じたでしょうか。

まあそりゃそうなるよね、と感じたでしょうか。もっとうまくいくと思った、と感じたでしょうか。

個人的な振り返りとしては、以下のように感じました。

- ・ (a) : デモ発表動画は制作してよかった
- ・ (b) : デモのみは無謀で、発表中は端的に説明できる用の素材を用意したほうがいい
- ・ (c) : ライブ配信は1発表者のみがやるのはほとんど意味がない

そもそも発表時間の間に、聴講者が

「内容はデモ発表動画」「Zoomではデモと質疑応答が主体」「ライブ配信がある」

という仕組みを理解する必要がありました。

学会発表全体でこのようなスタイルを実践していたのであればまだしも、1発表者のみがこのようなスタイルだったので、聴講者にとってはこのスタイルを理解するのに負担があったのではないかと思います。

余談ですが、ライブ配信を行ったメリットとしては、ライブ配信終了後に質疑応答のログがアーカイブとして残っていて振り返りができることです。特に今回はVTuber風の発表を行っていたため、自分の発表の様子を1Vtuberのアーカイブ動画を見ている感覚で振り返ることができました。ただ、これはZoomで録画機能を使用すれば解決することでもあるので、Zoomで録画ができるのであればそれで需要は満たせるかと思います。

オンラインでのデモ主体の発表を試みた—改善点—

今回の結果から、個人で対応できる改善策をご紹介します。

①1枚に研究内容をまとめたポスタースライドを作成する

これはオフラインでデモ発表をするときにもあるのですが、**質疑応答やデモ体験をせず、デモ動画とポスターのみを見て立ち去る**、という聴講者が一定数いることから、需要があると考えました。

実際に今回の学会発表でも、デモ発表ではなく、ポスター発表という枠がありました。その発表者の研究者は、1枚にまとめたポスターを常時画面共有しつつ、研究について説明していました。これは、途中から入ってきた方も、画面を見るだけで背景から研究の全体像が把握できるので、デモ発表の枠でも効果的ではないかと感じました。

デモ発表なので、デモをしている画面を見せるというのも重要かと思いますが、説明する際は発表スライドで説明するより、ポスターのようなものを画面共有しておいた方が分かりやすいのではないかと、思いました。

②「デモ発表動画」のリンクをQRコードにして画面に常時出し続ける

これも途中から発表部屋に入室した人への対応ですが、発表を途中から聴いたとしても、このQRコードから発表の内容を把握することができます。

今回はチャットで随時リンクを送るといった手段や、共有ノートにもリンクは貼ってあったのですが、やはりZoomの発表部屋に入ったならその場で完結したい、というがあるので、画面上にQRコードがあることですぐに確認できるとよかったのかなと思いました。

ただし、スマホではなくZoomを開いているパソコンのみで視聴したいというのももちろんあると思うので、チャット上へのリンクについてはできる限りやったほうがいいかなとは思いますが。

考察:デモ発表とは、なんだ?

(ここからは個人的なデモ発表についての考察になります)。

オンラインによるデモ発表の価値、とはなんでしょう?

オンラインである以上、実際には触れないものが増えてしまうのが現状です。

今後、VRヘッドセットの普及がこれまで以上に広がり、**1家に1台VR**、という時代になったとしたら、その場で作ったシステムをなんとなく動かしてみたり、バーチャルマーケットのように各ブースを練り歩きながら体験したり……。それもまた面白く、オンラインのデモ発表も効果的になるのかもしれない。

「オンラインによるデモ発表の現状」でも述べたように、この1年で行われてきたオンラインのデモ発表は、まだまだ

試行錯誤であり、改善の余地があると個人的には思います。そのことに気づけた、ということもこの1年の収穫かもしれません。

否定や妥協をせず、挑戦し続ける

今回はオンラインによるデモ発表の仕方について、個人的な経験を紹介させていただきました。

オフラインのデモ発表の経験や、オンラインの登壇発表を踏まえ、オンラインのデモ発表の現状の課題点を挙げました。そして、その課題点を解決するべく、自分自身が考えたオンラインのデモ発表の仕方について実践しました。

結局、いろいろ考えて挑戦してみた結果、自分の満足した結果には至りませんでした。何もやらないよりは挑戦して気づいたことも多かったので、有意義であったと思います。

まだ解が見つかっていませんが、今後も新しい発表方法を行い、これだ！という発表方法について考えて実践していきたいと思っています。また、オンラインでの発表方法を考えることで、オフラインのデモ発表もより面白く、研究がよりよく伝わることにもつながると思っています。

ぜひ皆様もそれぞれの解を、一度考えてみるといいかもしれません。

「デモ発表って、なんだ？」

(2021年3月27日受付)
(2021年4月15日note掲載版)

■越後宏紀 (学生会員)

明治大学大学院先端数理科学研究科先端メディアサイエンス専攻、博士後期課程1年(2021年4月より2年)、五十嵐悠紀研究室所属。



基本問題2

♡ 4



情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021/04/15 09:36



背景は[こちらの記事](#)をご参照ください。

前回に引き続いてプログラミングに関する出題例を紹介します。取り上げる問題は、情報入試研究会が行った第4回大学情報入試全国模擬試験（2016年☆1）のセットAの第2問（分野「情報の科学」）です。

試験問題の表紙には次の通りの指定が書いてあります。

問題	選択方法	分野
第1問	必答	共通
第2問	必答	情報の科学
第3問	必答	社会と情報

2013年から実施されている現行の学習指導要領に即して出題されています。この学習指導要領では、情報科は「情報の科学」と「社会と情報」の2科目を置き、どちらか1科目を選択して必修することになっています。表紙に示されているのは、第2問は科目「情報の科学」に即し、第3問は科目「社会と情報」に即して出題されているが、履修した科目によらず模試では3問をすべて解くことと指示しているのです。

さっそく、問題を見てみましょう。

▼ 目次

問題－1ページ目－

問題－2ページ目－

問題－3ページ目－

問題－4ページ目－

解答

問題－1ページ目－

第2問 同じ長さの矢印を図1のように次々につなげていくことで形を作り出すプログラムを考える。1本目の矢印は画面中央に上向きに描かれており、つなげる命令は次の動作群に示す3つを使う。

動作群

- ア まっすぐ (同じ方向につなげる)
- イ みぎ (右に曲がってつなげる)
- ウ ひだり (左に曲がってつなげる)

(a) ~ (d) それぞれにおいて、1本目の矢印を太線で示す。

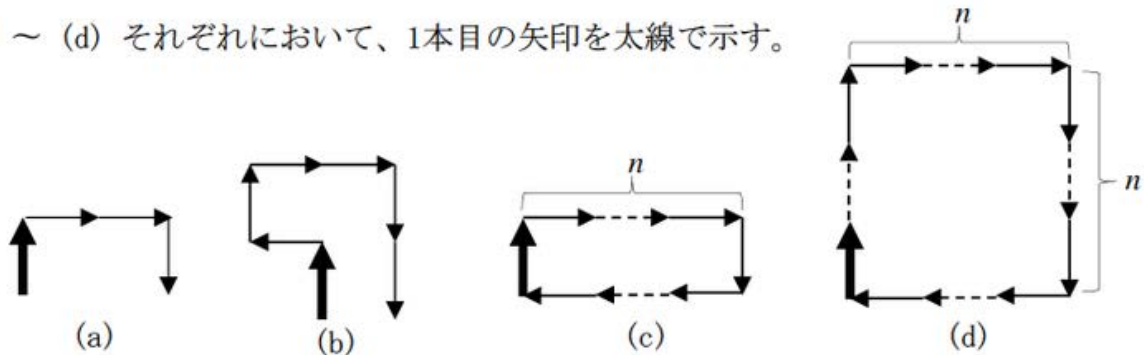


図2 矢印をつなげて作った図

問1 図2(a)の形は、上記の動作群から命令を順番に選ぶと次のように「イアイ」で描ける。

(1)	(2)	(3)
イ	ア	イ

図2(b)の形を作り出す命令6つを順番に上記の動作群の選択肢から選べ。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

問題文の最初に「プログラム」という言葉が出てきますが、特定のプログラミング言語を用いてのプログラミングには依存しない出題になっています。まずは、問1を解いてみてください（解答はこの記事の最後に示してあります）。

いかがでしたか。問題文の中で、矢印を書き足していくことで図形を書き上げるという状況が設定されます。続いて、その矢印を書き足すのに3種類のやり方（基本動作）を定めます。その上で、目的とする図形を示されたときに、その図形を書き上げる作業を、その3種類のやり方をどのように行っていけばいいのかを答えてもらっています。

続いて、問2も解いてみてください（解答はこの記事の最後に示してあります）。

問題－2ページ目－

問2 n を正の整数とし、高さが矢印1個分、幅が矢印 n 個分の図2(c)の形の長方形を作り出したいとする。その方針を記した次の文章の空欄 (1) ～ (3) に当てはまる語句を下の解答群2の選択肢から選べ。ただし、既に書かれた矢印に、矢印を上書きしてはいけない。

(1) を実行し、続いて (2) 回 (3) を実行し、2回 (1) を実行し、
 続いて (2) 回 (3) を実行する。

解答群2

ア まっすぐ

イ みぎ

ウ ひだり

エ n オ $n+1$ カ $n-1$

問1は矢印の個数が固定された図形を扱い、基本動作を直接に並べてその図形を書き上げることを考えました。問2では、その作業の中で、同じ動作を直接に繰り返している回数を問うています。これも、矢印の個数が固定された図形についての数え上げなので簡単に答えられたらと思います。

さらに続いて問3、問4も解いてみてください（解答はこの記事の最後に示してあります）。

問題－3ページ目－

問3 問2の動作をプログラムにより実現することを考える。

プログラムでは命令の実行や回数を指定した繰り返しが行える。例えば、上向き矢印を n 個書くプログラムは例1のようになる。

例1

$n-1$ 回くり返し
真っ直ぐ
ここまでが「くり返し」の範囲

下の解答群3を使用して、このプログラムを実現すると、次の通りになる。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
エ	ア	ク									

解答群3

ア まっすぐ	イ みぎ
ウ ひだり	エ $n-1$ 回くり返し
オ n 回くり返し	カ $n+1$ 回くり返し
キ 3 回くり返し	ク ここまでが「くり返し」の範囲

例1にならって、問2の動作をするプログラムを作成せよ。ただし、解答群2の行を必要なものだけ並べて実現すること。また、解答群3にある行は何回使ってもよい。

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)

問題-4ページ目-

問4 n を正の整数とし、幅と高さが矢印 n 個分の図2(d) の形の正方形を作り出した
い。この動作をするプログラムを作成せよ。ただし、解答群3の行を必要なものだけ並
べて実現すること。既に書かれた矢印に、矢印を上書きしてはいけない。また、解答群
3にある行は何回使ってもよい。

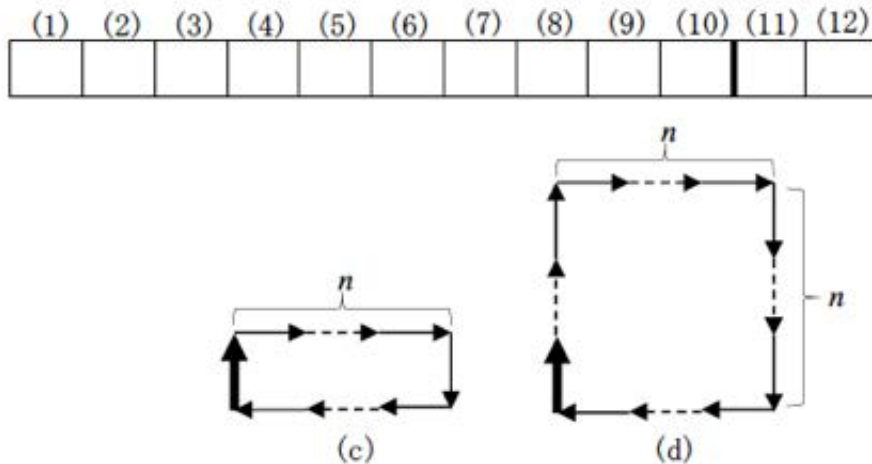


図3 矢印をつなげて作った図 ((c)と(d)のみ再掲)

解答群3 (再掲)

- | | |
|-------------|------------------|
| ア まっすぐ | イ みぎ |
| ウ ひだり | エ $n-1$ 回くり返し |
| オ n 回くり返し | カ $n+1$ 回くり返し |
| キ 3回くり返し | ク ここまでが「くり返し」の範囲 |

問3と問4への注意事項

- 解答は、解答欄の枠に解答群の記号を先頭から詰めて記入すること。記入欄を越えてはいけない。解答欄の太線を超えた場合は部分点となる。
- “くり返し”で終わる行には、対応する“ここまでが「くり返し」の範囲”の行が必要である。

問3・問4では、より一般の図形を書き出すことを扱っています。そのとき、作業の指示に回数を指定して「この部分に書いた指示をその回数繰り返せ」という書き方を導入しています。その書き方を読み取り、実際に使って解答を作るのに少々骨が折れたかもしれませんね。特に、問4になると、正解が一通りに定まるわけではないので、自分で判断して解答することになります。

このように、第2問では、矢印を連ねて図形を書くという場を設定して、問題文を読み取り（思考力）、考えられるさまざまな手順の中で正しい結果を残すものを選んで（判断力）、示された基本動作の組合せで表現する（表現力）という力を総合的に問うています。この、思考力・判断力・表現力を問う設問というのは、高大接

続改革の活動の中で大学入学試験において従来の知識を問うことが主となる設問に加えて、採用すべき設問であると指摘されているものです。

第2問は、広い意味でプログラミングの力を問うものです。2013年度施行の学習指導要領では、「プログラミング」に関して、設けられた2つの選択科目で取り扱い方に大きな差がありました。それでも、情報入試研究会では、この第2問を解く程度の力は科目選択によらず高校での情報科の学習によって身につけていると期待して出題したのです。

2025年から実施される大学入試共通テストは、2022年度施行の学習指導要領に即して行われます。教科「情報」では、「情報I」が必修科目として設置され、その中の「コンピュータとプログラム」という項目の中でプログラミングが扱われています。その場合でも、学習指導要領では学習に用いるプログラミング言語を指定していないので、この第2問のように、特定のプログラミング言語に依存しない形での出題となることでしょう。

なお、情報入試研究会が実施した大学情報入試全国模擬試験について、その実施状況や成績結果などに興味がおありの方は、次のシンポジウム報告[1]、[2]をご覧ください。

(情報処理学会 情報入試委員会 笥捷彦)

参考文献

[1] 谷 聖一, 佐久間拓也, 笥 捷彦, 村井 純, 植原啓介, 中野由章, 中山 泰一, 伊藤一成, 角田博保, 久野 靖, 鈴木 貢, 辰己丈夫, 永松礼夫, 西田知博, 松永賢次, 山崎浩二: 「第3回・第4回大学情報入試全国模擬試験」の実施と評価, 情報処理学会情報教育シンポジウム2016論文集, pp.7-14 (2016) .

<http://id.nii.ac.jp/1001/00174175/>

[2] 中野由章, 久野 靖, 佐久間拓也, 谷 聖一, 笥 捷彦, 村井 純, 植原啓

介, 中山泰一, 伊藤一成, 角田博保, 鈴木 貢, 辰己丈夫 永松礼夫, 西田知博,
松永賢次, 山崎浩二: 大学情報入試の必要性と情報入試研究会の活動, 情報処理学
会第57回プログラミングシンポジウム予稿集, pp.155-169 (2016) .

<http://id.nii.ac.jp/1001/00176485/>

☆1 https://jnsg.jp/?page_id=108 > 大学情報入試全国模擬試験

解答

問1解答

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
ウ	イ	イ	ア	イ	ア

問2解答

- | | |
|-------|-----------|
| (1) イ | (みぎ) |
| (2) カ | ($n-1$) |
| (3) ア | (まっすぐ) |

問3解答

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
イ	エ	ア	ク	イ	イ	エ	ア	ク			

(10)～(12)は空欄

問4解答

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
エ	ア	ク	キ	イ	エ	ア	ク	ク			

(10)～(12)は空欄

問4別解

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
キ	エ	ア	ク	イ	ク	エ	ア	ク			

(10)～(12)は空欄

問4採点基準

- 解答欄を越えた部分は、書かれていないものとして扱う。
- 解答を、1文字の置換、1文字の追加、1文字の削除のいずれか1つによって正解に変換できる場合は3点減点とする。

(2021年2月22日受付)

(2021年4月15日note公開)

情報処理学会ジュニア会員へのお誘い

小中高校生、高専生本科～専攻科1年、大学学部1～3年生の皆さんは、情報処理学会に無料で入会できます。会員になると有料記事の閲覧、情報処理を学べるさまざま

まなイベントにお得に参加できる等のメリットがあります。ぜひ、入会をご検討ください。入会は[こちら](#)から！



「深層学習がもたらす情報処理の可能性について」視聴報告

♡ 5

 情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021/04/06 11:21

...



宮武茉莉 (東京大学)

2021年1月29日開催の情処ウェビナー（第1回）

「深層学習がもたらす情報処理の可能性について」

に参加した。深層学習における重要な概念から、現在の技術の限界、さらには人間の脳との対応関係まで知ることができた。以下に要点を挙げて解説する。

「AI技術」

さまざまな意味で使われるようになった「AI技術」。その中でも深層学習は重要な技術であるが、日本ではこれまで十分に活用されてこなかった。IT人材はベンダに偏在しており、ユーザ企業でのデジタル・リテラシーが足りないため他業界の生産性向上に結びついていない可能性がある。

Disentanglement（もつれをひもとくこと）

深層学習という分野は2007年のHintonらの研究がきっかけで発展した。この深層学習を理解するのに重要な概念として disentanglement（もつれをひもとくこと）がある。

教師あり学習において、入力データはさまざまな要素が絡まり合った状態であるが、出力の1つ手前の層では「もつれがひもとかれた」状態になっている。たとえば体重と身長は相関していることが多いが disentangle して重要な要素を切り分けることで「体重が軽いのに身長が高い人」のようなパターンを想像することができる。

自己教師あり学習の一つ，条件付き変分オートエンコーダでは，顔を構成する主要な要素（性別・眼鏡・年齢など）が disentangle されていると各要素を変化させた顔を生成することができる（図-1）

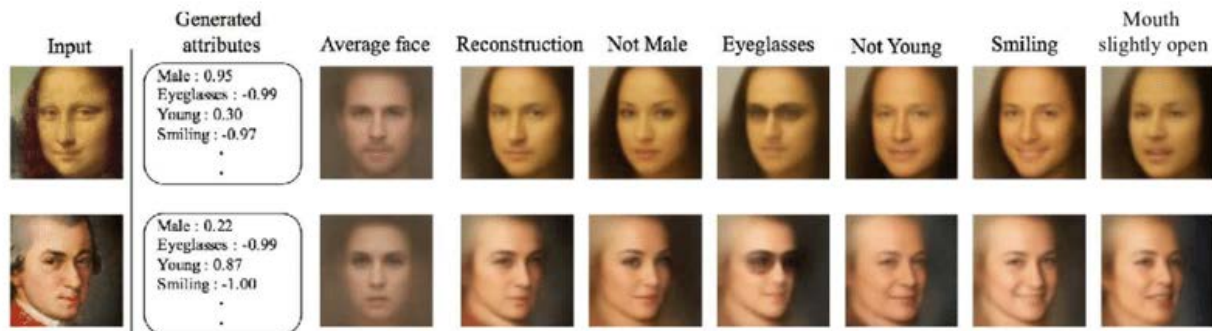


図-1 主要な要素を変化して生成された顔 [1]

現在のAI技術の限界

自己教師あり学習では自らのデータを予測するために disentangle された概念が徐々に構成されるが，その後教師データを与えるとそのデータに関する disentanglement が進むため，より細かく的確に概念化することができる。このように2つの学習手法を組み合わせた場合，自己教師あり学習を「事前学習」，その後には与えられる教師あり学習を「下流タスク」と呼ぶ。

最近大きく注目されているGPT-3というモデルでは下流タスクとして文書生成を行うことができ，非常に完成度の高いGPT-3自体に関するブログ記事が生成され話題になった（図-2）。ほかにも英語からHTMLコードへの翻訳や素数の生成などさまざまなタスクに応用されているが，このGPT-3にも限界があり文章の「意味を理解する」タスクはまだできていない。

それでは「意味を理解する」とは一体どういうことなのか。

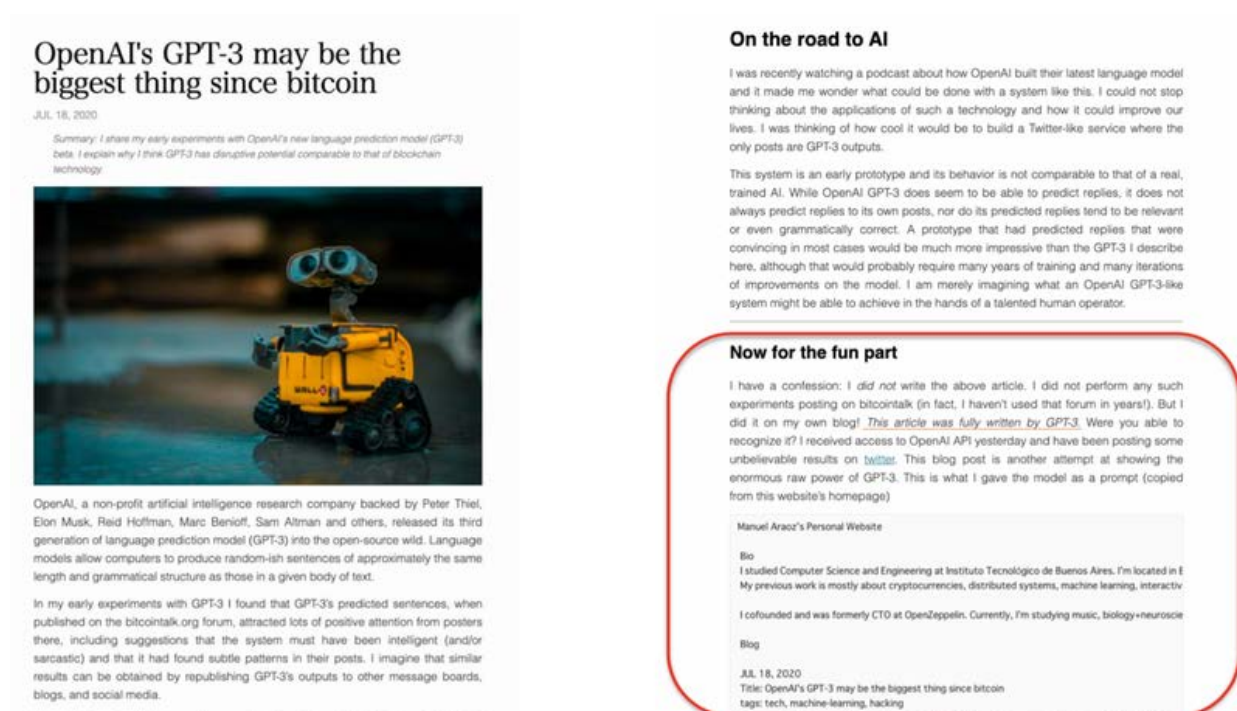


図-2 GPT-3が生成したブログ記事

<https://maraoz.com/2020/07/18/openai-gpt3/>

「意味を理解する」とは

ガラスのコップを落とすと割れる、ということを経験した人間は実際にコップを落さなくても想像できる。これは頭の中で外界世界をシミュレートするモデル、世界モデルを持っているからである。

世界モデルは生得的に存在するのではなく学習によって作られており、これを用いてある行動をとったときに何が起こるかを予測することができる。ある行動というのは言語的に表現できるため、言語的な入力を与えられたときに世界モデルを駆動して外界世界を想像できるということは「意味を理解

している」と言えるのではないだろうか。

脳の仕組みとアルゴリズムの対応関係

「意味を理解する」ことができる人間の脳はどのような仕組みで動いているのだろう。脳の機能の中で重要な2つのループ、(1) 大脳皮質 - 大脳基底核ループ、(2) 大脳皮質 - 小脳ループ、のそれぞれを単純化して説明してみよう。

(1) 大脳皮質 - 大脳基底核ループにおいて、大脳皮質は世界モデルの役割を果たしている。このモデルにより予測を行い、基底核では行動を選択し報酬を受け取っている。

(2) 大脳皮質 - 小脳ループにおいて、小脳は、アルゴリズム的に長いステップを使って計算できることを短いステップの演算の組合せとして近似する「アルゴリズム蒸留」を行っている。大脳皮質 - 大脳基底核ループで行われた処理を簡便に高速に実行できるようにサブルーチン化しているのである。

人間の脳の機能はまだほとんど解明されていないが、ディープラーニングの技術が進展し意味処理の技術がこれから進んでいくことで、それに対応する人間の知能や脳の構造に関しても理解されてくるのではないだろうか。それによってロボット等の実世界処理や自然言語の活用にインパクトをもたらし、教育や医療に関しても重要な知見に繋がるだろう。

1時間に凝縮された松尾豊先生のウェビナーはこの記事にはとても書ききれ

ない内容量だった。特にディープラーニングと人間の脳の対応関係について考えると、興味深く、さらに続きを聞きたい。

(2021年2月18日受付)

(2021年4月6日note公開)

参考文献

1) Suzuki, M., Nakayama, K. and Matsuo, Y. : Joint Multimodal Learning with Deep Generative Models, ICLR 2017 workshop, Toulon, France (April24–26, 2017).

■宮武茉莉

東京大学大学院工学系研究科修士1年。

会員の広場

今月の会員の広場では、4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「誰一人取り残さないために情報技術が果たす役割」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。

- AI ツールケースの事例のように現実社会の中での障がい者支援に役立つ試みを今後特集などしていただけたら嬉しく思います。(吉田弘司)
- あまりピンと来ていなかったアクセシビリティの経緯とアクセシビリティ自体に対する理解が深まった。(角田洋太郎/ジュニア会員)
- 現在の AI 技術の発展は、健常者にとっても非常に大きな可能性を秘めているが、障がい者にとってはそれ以上の意味を持ち、共生社会を前進させることができると感じられた。(除補由紀子)
- 「研究者と視覚障がい者ユーザという2つの立場をうまく融合」という概念・意識が新鮮であった。(平澤将一)

特集「面白いぞ量子技術」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。

「0. 編集にあたって」

- 各分野の量子コンピュータだからできる目的を示されると理解が深まったと思う。(伊藤治夫)
- 量子技術の最先端を網羅した特集で、これぞ会誌のお手本というような素晴らしい企画であった。導入記事での各記事の紹介が単なる羅列に見えたのが残念。記事の中身の紹介よりも、なぜその内容の記事を企画したのかという意図を紹介してほしいかった。(伊藤雅樹)

「1. 量子コンピュータのあけぼの」

- 今回の量子コンピュータ特集としての見事な導入の役割を果たしていた。初心者にとっては、事前知識がないと若干分かりにくい部分があった。(風間一洋)
- 量子コンピュータについてはまったく理解していなかったが、導入として触れやすい内容だった。(中井彩乃)
- ENIAC の時代からコンピュータは軍事利用されている部分があるのだが、軍事利用されている部分はその存在そのものを教えられていない。量子コンピュータには何らかの軍事利用されている秘密の領域があるのだが、そのような領域にも言及していただきたかった。(Makoto Koike)

「2. 量子アニーリングは死んだのか」

- 最先端のトピックであり、トピックそのものが素晴らしい。量子超越性について説明不足。もう少し丁寧な説明があると嬉しい。(Makoto Koike)
- 素人にも分かりやすく、また、文章表現が物語を読むようで、楽しく読めた。量子アニーリングがこのまま衰退す

るのか、再び注目を浴びる日が来るのか、とても気になる。5年くらい後にもう一度そのときの状況を記事にしてほしい。(伊藤雅樹)

「3. 量子技術を利用した次世代アクセラレータの活用」

- アクセラレータには元々興味があったため、量子コンピュータを用いたものは非常に興味深かった。(中井彩乃)
- イジングマシンにしても FTQC/NISQ にしても、どのような原理に基づいてどのように動作するのか、基本的な説明がなく、いきなり応用事例の紹介になってしまったため、結局それらが何者か理解できなかった。(伊藤雅樹)

「5. 量子コンピュータと量子化学計算」

- 量子コンピュータの果たす役割と現在の限界を分かりやすく解説してくれたことと、最後の言葉がよかった。(風間一洋)
- 水分子に電子が10あるという想定で5電子を励起するという例がされている。しかしながら、酸素原子の原子量は16であり、水素原子の原子量は1であり、10電子の根拠が欠如している。通常、1つの電子が少ないときに一価の陽イオンになるのだが、5つも電子が励起というのは想定しがたい。(Makoto Koike)

「6. 量子計算は機械学習に使えるか」

- 興味深く読んだ。機械学習の高速化に量子計算ができれば、デジタルツインを活用したシミュレーション等の結果がさまざまなシーンで利用できるのではないかと期待している。本記事ではその展望とハードウェア開発に関する課題、また量子計算を使わない機械学習の高速化についても述べられており、時期を見てその進捗が読めればと思った。(除補由紀子)
- 現在の流行の機械学習と、将来有望な量子コンピュータの技術との融合に興味深かった。(中井彩乃)

「8. 量子暗号の原理と実用化に向けた動向」

- 必ずしも量子分野に詳しくない読者にも分からせようとする努力がうかがえる。それでもなお多くの読者には十分理解できないところもあると思われる。さらに理解容易な記述を期待する。(丹羽邦彦)

「9. 量子コンピュータハッカソン」

- 量子コンピュータという新しい領域に関して重要な人材育成についての具体的な取り組み (IBM Quantum Challenge) が述べられていて興味深い。この分野の発展には領域を越えたコミュニティ形成が必要との記述があるが、この点でこのハッカソンで具体的に組み込まれたことがあれば、それについても触れてもらえるとベターだと思う。(丹羽邦彦)

教育コーナー「べた語義：教育のICT化を推進するためには」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。

- 早急に解決しなくてはならない教育課題を指摘されている。最も現実的な解決先である個人所有端末活用に対して、教育提供側の手間暇の問題にすり替えないほうがよいのではと思いました。(伊藤治夫)
- 各高校にきちんと整備されたICT環境とそれらを管理できる担当者を配置することは必須である。教員の自己努力だけに任せていい問題ではないと思う。(除補由紀子)
- すでに現役を引退した方でもITの素養のある方は多くなっていると思うので、ボランティアとして力になれるのではなかろうか。(伊藤雅樹)

■「教育の ICT 化が業務多忙の原因になっている」との指摘は重要である。計画立案者は実情をよく理解することが重要と思う。(丹羽邦彦)

連載「情報の授業をしよう! : 入試問題でテキストマイニング」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。

- 授業例として参考になるほかテキストマイニングの基礎についてもよく理解できました。(川口雅司)
- 連載を通じて教育現場へノウハウを伝えていくことで、教育現場の ICT 教育リテラシーの向上を図ることができるのではないか。また、振り返りの中で改善ポイントが何かを明らかにしており、教師側も継続して自らの教育スキルを向上させるやり方を提示したと思う。(除補由紀子)
- 歌詞や入試問題など、身近なものを用いたテキストマイニングが面白いと感じた。(中井彩乃)

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。

- 「AI の優秀さとは何か」についての説明に興味をひかれました。(川口雅司)
- AI の優秀さとは何かを考えると、そもそも優秀とは何か、という哲学的な問いに至りそうで興味深かったです。(服部充洋)

連載「ビブリオ・トーク：日本語から記号論理へ」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。

- クロードシャノンとウィーバーとの共著に言及されている点がよかった。(Makoto Koike)
- メールを書くことが多いので、普段から日本語(というか自然言語)の曖昧さには注意を払ってきたつもりだが、この本を読めばすっきりするのではないかと期待させる。(伊藤雅樹)

連載「5分で分かる! 有名論文ナナム読み：Listen, Attend and Spell : A Neural Network for Large Vocabulary Conversational Speech Recognition」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。

- 音声認識は専門ではないので、有名論文の着目点・現在の技術との関係が分かった。(上田晴康)
- 現在の性能は Hybrid 方式には届いていないが、End-to-End 方式の未来に期待できそうだと感じた。(中井彩乃)

会議レポート「VLDB 2020 開催報告」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。

- 日本からの投稿が少ない現状を理解できました。また、大会運営にご尽力されていて感謝いたします。当事者は当たり前で書くまでもないと思われる国際会議の目的を冒頭に語られると助かります。(伊藤治夫)
- オンライン国際会議運営の実務的な面がよく分かりました。(川口雅司)

解説「『情報教育課程の設計指針』解説」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。

■きわめて詳しく、かつ網羅的な解説がなされている。(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。

- 情報学広場が大変使いづらく、J-Stage など他サイトでの配信を検討すべき。(角田洋太郎/ジュニア会員)
- 古い人間ですので冊子版も何らかの形で残していただけるとありがたいです。(川口雅司)
- 「組合せ爆発」への対処を正面からテーマとして捉えた記事があるとうれしい。(成田和弘)
- 量子コンピュータを利用できるクラウドサービスが増え、量子コンピュータは過去に比べ随分身近になったものだと思う。産業界でどのように活用されているかの特集を読んで知ることができた。(佐伯嘉康)

note「情報処理」(<https://note.com/ipsj>)に掲載されている記事に関して、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。

- note 版の位置付けと目的があいまいに感じる。また、ホームでの案内も不親切であり、一見しただけではどのようなコンテンツを扱っているのかが不明瞭である。(角田洋太郎/ジュニア会員)
- 日本語プログラミング言語「なでしこ」には興味があります。(川口雅司)

epub 版(サンプル記事)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。今後の参考にいたします。

- android なのでアプリをインストールするのに手間取りました。設定を変更することでテキスト記事を自分の好みに変えることができたので思ったよりも読みやすかったです。(上田晴康)
- 参考文献にリンクがあるときには電子版の価値が上がると思えます。(川口雅司)
- 自分が読んだ環境(SumatraPDF@PC)においては、epub 版より、PDF 版の方が読みやすいと感じた。(平澤将一)

【本欄担当 若林 啓・村上洋一/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。

「情報処理」アンケート回答フォーム▶

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



人材募集 (有料会告)

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

*都合により編集させていただく場合がありますので, ご了承ください。

申込期限: 毎月15日を締切日とし翌月号(15日発行)に掲載します。

掲載料金: 国公立教育機関, 国公立研究機関 22,000円(税10%込)

賛助会員(企業) 33,000円(税10%込)

賛助会員以外の企業 55,000円(税10%込)

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

申込先: 情報処理学会 会誌編集部(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

■茨城県産業技術イノベーションセンター

茨城県産業技術イノベーションセンターでは, 県内企業の技術革新を促進するため, 大学や研究機関等と連携し, 先導的な研究開発を推進しております。特に人材不足など企業の抱えるさまざまな課題の解決に期待されるIT・AI・ロボット分野に注力しており, 画像検査等へのAIの活用を促進するための技術として, 少量データによるAI構築技術に関する研究を進めています。これまでの経験を社会への貢献に活かしたい, 意欲ある研究員を求めています。詳細はメールまたは電話にてお問い合わせください。

募集人員 任期付き研究員 1名 【任期: 採用から2025年3月31日まで(採用時期については相談)】

所属 研究推進グループ

専門分野 AI等による画像認識

応募資格 「専門分野」に記載した研究分野に関し, 大学院博士課程を修了した人および修了見込みの人ならびにこれに相当すると認められる人

照会先 研究推進グループ

E-mail: kenkyu2@itic.pref.ibaraki.jp Tel(029)293-7212

Webページ: <http://www.itic.pref.ibaraki.jp/index.html>

■国立情報学研究所

募集人員 准教授, 助教 合わせて若干名(任期は5年間, 教授採用を考慮する場合もある。なお, 採用後, 優れた業績を出された場合は, 昇任または任期のない職への任用を行う場合があります)

研究開発分野 ①情報学原理研究分野, ②アーキテクチャ科学研究分野, ③コンテンツ科学研究分野, ④情報社会相関研究分野

応募資格 原則として博士の学位取得または取得見込みの方(人文・社会科学系の研究者にあつては, これに準ずる方を含む)

着任時期 原則として2022年4月1日

提出書類 (1)履歴書, (2)研究業績(論文, 著書リストおよび主要業績3編について, 併せて添付すること), (3)学会における活動状況, (4)職域における活動状況, (5)社会における活動状況, (6)推薦書/照会先, (7)就任後の抱負: 任意の様式による(2,000字程度)。このうち(1)から(5)は後述のWebページから所定様式をダウンロードし, その様式に従って作成してく

ださい。なお(6)と(7)は自由形式とします

応募締切 2021年6月25日(必着)

送付先 本募集は, 電子メールでの応募のみを受け付けます。別紙様式1~5はそれぞれPDFファイルとして, 次の宛先に電子メールの添付ファイルとしてお送りください。もし不都合がある場合は, 下記送付先にお問い合わせください

総務部総務課人事チーム E-mail: koubo2021-r@nii.ac.jp

*応募の際は, 件名を「研究教育職員応募(〇〇 〇〇)」(括弧内には応募者の氏名を記載)としてください

その他 書類審査および面接: 書類審査合格者を対象に面接を行います。面接は, 7月下旬から8月中旬の国立情報学研究所が指定した日時に行います。面接日時の変更には応じられません。なお, 面接に要する旅費, 宿泊費等は応募者の負担としますが, 本募集に関しては, 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の影響により, オンライン面接になる可能性もあります

応募にあたっては, 必ず国立情報学研究所 研究教育職員 公募要領のWebページ(<https://www.nii.ac.jp/about/recruit/2021/0511.html>)に従って, 提出書類を作成・送付してください

■広島工業大学情報学部情報工学科

募集人員 教授, 准教授, 講師または助教 1名

専門分野 コンピュータシステム

担当科目 コンピュータアーキテクチャ, デジタルシステム設計, 人工知能やデータサイエンス等のコンピュータシステム関連科目, 技術者倫理等の専門基礎科目など

応募資格 本学の教育方針を理解し, 教育および研究に熱意のある方。博士の学位を有する方。上記分野における研究業績があり, 学協会等でも活動され, 社会的貢献をされている方。大学院(博士前期課程)の授業および研究指導を担当可能な方

着任時期 2022年4月1日

応募締切 2021年7月8日(必着)

照会先 総務部 安井 崇

E-mail: soumu@it-hiroshima.ac.jp Tel(082)921-3123

その他 【詳細】学校法人鶴学園 採用情報 教員公募

URL: <http://tsuru-gakuen.ac.jp/careers.html>

■警視庁特別捜査官

採用予定人員（一例）※詳細は警視庁採用サイトに掲載

①サイバー犯罪捜査官 警部補 若干名

②サイバー犯罪捜査官 巡査部長 若干名

職務内容 サイバー犯罪の捜査，サイバー犯罪防止のためのセキュリティ対策，各種電磁的記録媒体の解析，関係者の取調べ等

受験資格 1. 年齢：①昭和37年4月2日から平成7年4月1日までに生まれた人②昭和37年4月2日から平成9年4月1日までに生まれた人

2. 経歴・資格等：民間における①5年以上②3年以上の有用な職歴及び下記の経歴・資格等が必要です。

①情報処理に関する高度な知識及び技能を認定する国家試験等に合格又はこれに相当する資格②情報処理に関する応用的知識及び技能を認定する国家試験等に合格又はこれに相当する資格

選考日 第1次選考：9月12日（日） 第2次選考：10月17日（日）

申込受付期間 7月20日（火）～8月16日（月）（当日消印有効）

照会先 〒183-8555 東京都府中市朝日町3-15-1

警視庁採用センター Tel(0120)314-372

その他 新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止のため，選考日程が延期等となる場合があります。受験資格・申込方法等の詳細や選考日程等の最新情報は，警視庁採用サイト（<https://www.keishicho.metro.tokyo.jp/saiyo/2021/>）をご確認ください。



◆◆ 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	55,000 円 (税 10% 込)
			1/2 ページ	33,000 円 (税 10% 込)
			1/4 ページ	22,000 円 (税 10% 込)
			(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	22,000 円 (税 10% 込)
			賛助会員（企業）	33,000 円 (税 10% 込)
			賛助会員以外の企業	55,000 円 (税 10% 込)
* 本会誌へ掲載依頼いただいた場合に限り，追加料金 4,400 円 (税 10% 込) で同一内容を本会 Web ページに掲載できます。				

■申込方法 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

- 320 **Miracles of the Information Revolution for Senior Citizens**
Noriko KONDO (NPO Broadband School Association)
- 322 **Aiming to Be a Scientific Society for Pioneering the New Normal Era - Upon Assuming the IPSJ President -**
Hideyuki TOKUDA (National Institute of Information and Communications Technology (NICT))

Special Article

- 336 **Why Was the "docomo account" Attacked? - The Gap between the Identity Verification when Opening the Account and the Identity Verification when Withdrawing Money from the Account**
Yoichiro ITAKURA (Hikari Sogoh Law Offices)

Special Features

Information Processing of Haptics

- 340 **Foreword**
Junji WATANABE (NTT Communication Science Labs.)
- 342 **Outline**

"Peta-gogy" for Future

- 325 **Let's Realize Integrated Information Education from Elementary School, Junior High**

School, High School, and University through Collaboration among Various Areas

Hiroyuki MURAMATSU (Shinshu Univ.)

326 The Subject "Information" to Be Introduced to the Common Test for University Admissions - Its Background and Sample Test Questions

Shuji MIZUNO (National Center for Univ. Entrance Examinations)

331 Prototype Questions for the Common Test for University Admissions "Informatics" and My Impressions

Yoshiaki NAKANO (Junior and Senior High School of Kogakuin Univ.)

Let's Learn Informatics

- 346 **Practices of Graduation Research in "Information Study by Scientific Approach" Course Towards a New Information Curriculum**
Ken TANAKA (Kozoji High School)

344 Questions for Experts

352 Biblio Talk

354 Conference Report

356 Skimming a Famous Paper in Five Minutes

Online Only

Special Features

Information Processing of Haptics

- e1 **Role of Haptics in Social Well-being - Technology to Bridge Psychological Diversity of Well-being**
Junji WATANABE (NTT Communication Science Labs.)
- e4 **Novel Communication Pioneered by Haptic Informatization - Possibility of Body Augmentation and Body Fusion -**
Yoshihiro TANAKA (Nagoya Institute of Technology)
- e7 **Heuristic Method of Haptics for Convivial Society**
Kakagu KOMAZAKI (NTT Communication Science Labs.)
- e10 **The Economics of Mutual Support and Trust : Towards Embodiment Economics**
Keigo INUKAI (Meiji Gakuin Univ.)

e13 How Aas the PS5 Game Controller "DualSense" Born?

Zenji NISHIKAWA (TRY-Z)

Article

e22 What Is a Demo Presentation at Online Virtual Conference?

Hiroki ECHIGO (Meiji Univ.)

e33 What Kind of Exam Questions on Informatics Will Appear in University Entrance Exams?

e43 Conference Report

「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

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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19円!

基本価格 385,000 円
 (税10%込)

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!) **231,000 円**
 (税10%込)

情報処理学会主催・共催事業*
 (基本価格の80% Off!) **77,000 円**
 (税10%込)

*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 80g) またはコート紙 (四六判 90g) 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 会誌編集部門 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

ご寄付のお願い

情報処理学会は、情報処理に関する学術および技術の振興をはかることにより、学術、文化ならびに産業の発展に寄与することを目的に各種事業を戦略的に展開しております。今回、学会活動の更なる活性化を図る上で会員の皆様からご寄付を頂戴いたしたく、お願いを申し上げます。

皆様から頂きますご寄付は

情報技術を通じて、人類及び世界の発展に資するため
情報技術を中心に学術および技術の振興に資するため
将来を担う人材の育成に資するため

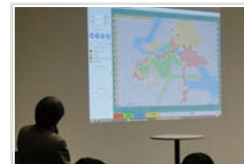
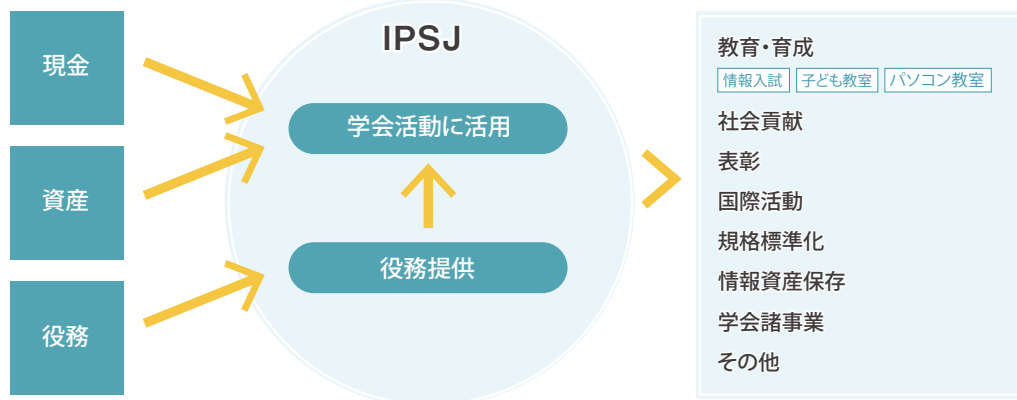
などの観点に照らし、下記の項目に活用させて頂く所存です。

今回ご寄付をお願いしたいのは現金に加えて、情報技術に関わる有形無形の資産（著作物、電子コンテンツ、特許、ソフトウェア等）、ボランティアで提供いただける役務提供（経験や知識に基づく役務）なども含まれます。お預かりいたしましたご寄付のうち用途のご指定のあるものは、そのご意向に沿った活用をさせて頂き、ご指定のないものは、その用途を学会活動の活性化に有効な諸事業で活用させて頂きます。今後も会員の皆様の絶大なるご支援・ご協力を頂きながら、学会発展のために努力して参る所存でありますので、何卒よろしくごお願い申し上げます。

* ご注意 情報処理学会は寄付金に対する税金が優遇される特定公益増進法人ではございません。

IPSJ 寄付

会員他寄付



詳しくはこちら

<https://www.ipsj.or.jp/annai/other/donation.html>

お問合せ

一般社団法人 情報処理学会 管理部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

TEL 03-3518-8374 FAX 03-3518-8375

✉ soumu@ipsj.or.jp

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の蔓延は、私たちの心身の在り方を見つめなおすきっかけとなりました。昨今「ウェルビーイング」という語が、行政、会社経営、デザイン、さまざまな場で取り上げられているのも、その現れかもしれません。そして、もう1つ大きな変化として、社会での触覚研究の位置づけが大きく変化しました。個人のメンタルヘルスや社会のコミュニティ維持という視点からも、触覚のテクノロジーは不要不急ではない、エッセンシャルなものであるのです。

将来的に、視覚・聴覚だけでなく触/身体感覚がネットワークを通じて多くの人に伝送されるようになったとしたら私たち

の社会はどのように変化するでしょうか。特に、多人数が対象となる触/身体感覚の提示のための方法論や、公共空間における触/身体感覚のデザイン、具体的には、元々利害を同じにしている人と人との感情移入や合意形成、そういったものを実現するための触/身体感覚のデザインについて考える必要があるでしょう。社会のウェルビーイングとそのツールとしての触覚情報処理やデザイン、それらが結びつく日は近いと考えています。

(渡邊淳司/本小特集ゲストエディタ)

次号 (8月号) 予定目次

編集の都合により変更になる場合がありますのでご了承ください。

※はオンライン版のみの掲載となります

特別解説：接触確認アプリ COCOA からの教訓 楠 正憲
 解説：インフォメーションとインテリジェンス～情報という言葉をめぐるその後の探索～※..... 小野厚夫

「特集」最新のデジタル・フォレンジック事情※

デジタル・フォレンジック概論/技術の話1 (最新の技術や情勢の変化など) /技術の話2 (ダークウェブ問題など) /法律の話1 (民事) /法律の話2 (刑事) /企業での普及具合 (DF 普及状況調査より)

「デジタルプラクティスコーナー」快適な運用管理を支えるインターネットと運用技術※

大学における情報環境整備の重要性と課題/マルチコンテナオーケストレーションを用いた大規模コンテナ環境の設計と運用/コンテナを利用した実行環境の変化に素早く適応できる恒常性を持つシステムアーキテクチャの設計と実装

「デジタルプラクティスコーナー」[JISA アワード] 仮想セキュアネットワーク空間プラットフォーム / [NEC ユーザ会] 顔認識によるデジタルマーケティングの実用化～価値あるデータを未来につなぐ～ / [FUJITSU ファミリー会] 生命保険会社におけるパブリッククラウドの活用～機動的なシステムインフラ構築とコスト最適化を目指して～

報告：2020年度論文賞の受賞論文紹介 / 2020年度業績賞紹介 / 2020年度マイクロソフト情報学研究賞紹介 / 2020年度情報処理技術研究開発賞紹介

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

複写される方へ

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

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

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

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

Notice for Photocopying

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

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

<All users except those in USA>

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

<Users in USA>

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



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

一般情報教育 (一般教育シリーズ)

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

オペレーティングシステム (改訂2版)

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

ネットワークセキュリティ

菊池浩明・上原哲太郎 共著
A5判/206頁/定価3,080円(税込)

ソフトウェア工学

平山雅之・鶴林尚靖 共著
A5判/214頁/定価2,860円(税込)

応用Web技術 (改訂2版)

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

基礎Web技術 (改訂2版)

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

画像工学

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

人工知能 (改訂2版)

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

音声認識システム (改訂2版)

河原達也 編著
A5判/208頁/定価3,850円(税込)

ヒューマンコンピュータ
インタラクション (改訂2版)

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

ソフトウェア開発 (改訂2版)

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

情報と職業 (改訂2版)

駒谷昇一・辰己丈夫 共著
A5判/232頁/定価2,750円(税込)

情報通信ネットワーク

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

数理最適化

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

情報とネットワーク社会 (一般教育シリーズ)

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

情報とコンピュータ (一般教育シリーズ)

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

メディア学概論

山口治男 著
A5判/172頁/定価2,640円(税込)

情報ネットワーク (一般教育シリーズ)

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

離散数学

松原良太・大鷹彰昇・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/定価3,080円(税込)

HPCプログラミング

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

ユビキタスコンピューティング

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

Java/UMLによる
アプリケーション開発

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

情報理論

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

Java基本プログラミング

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

システムLSI設計工学

藤田昌宏 編著
A5判/242頁/定価3,080円(税込)

組込みシステム

阪田史郎 著 高田広章 編著
A5判/280頁/定価3,300円(税込)

情報システム基礎 (一般教育シリーズ)

神沼靖子 編著
A5判/228頁/定価2,750円(税込)

Linux演習

前野謙二・落合 昭・生野荘一郎・塩澤秀和・
高島俊徳 共著
A5判/224頁/定価2,750円(税込)

インターネットプロトコル

阪田史郎 編著
A5判/272頁/定価3,080円(税込)

分散処理

谷口秀夫 編著
A5判/240頁/定価3,080円(税込)

情報とコンピューティング
(一般教育シリーズ)

川合 慧 監修/河村一樹 編著
A5判/228頁/定価2,750円(税込)

情報と社会 (一般教育シリーズ)

川合 慧 監修/駒谷昇一 編著
A5判/236頁/定価2,750円(税込)

コンピュータアーキテクチャ (改訂2版)

小柳 滋・内田啓一郎 共著
A5判/256頁/定価3,190円(税込)

コンピュータグラフィックス

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

アルゴリズム論

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

データベース

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

ソフトウェア工学演習

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

データベースの基礎

吉川正俊 著
A5判/288頁/定価3,190円(税込)

コンピュータグラフィックスの基礎

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

価格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

賛助会員のご紹介

本会をご支援いただいております賛助会員をご紹介します。

Web サイト (<https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/sanjo.html>) 「賛助会員一覧」のページからも
各社へリンクサービスを行っておりますので、ぜひご覧ください。

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

●●● 賛助会員 (20 ~ 50口)

HITACHI
Inspire the Next

(株) 日立製作所



三菱電機 (株)

FUJITSU

富士通 (株)



(株) サイバーエージェント

Orchestrating a brighter world

NEC

日本電気 (株)



日本アイ・ビー・エム (株)

●●● 賛助会員 (10 ~ 19口)



(株) リクルート



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



GREE (株)



(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)



コアマイクロシステムズ (株)



三美印刷 (株)



ソニー (株)



(株) テクノプロ
テクノプロ・デザイン社



みずほリサーチ&テクノロジーズ

みずほリサーチ&テクノロジーズ (株)

●●● 賛助会員 (2口)



(株) KDDI 総合研究所



NECソリューションイノベータ

NEC ソリューション
イノベータ (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



(一社) 日本オープンライン
教育推進協議会 (JMOC)



(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

【A～Z】

(株) AlphaImpact
 (株) ATJC
 (株) ATR-Trek
 (株) CIJ
 (株) CIJネクスト
 (株) CyberOwl
 (株) DAICON
 合同会社 DMM.com
 freee (株)
 GMOペパボ(株)
 (株) GV
 (株) HBA
 JRC エンジニアリング(株)
 (株) J R 東日本情報システム
 (株) JSOL
 (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)
 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 フィールドディング(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
 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
 SCSK (株)
 (株) Spelldata
 TDCソフト(株)
 TIS (株)
 (株) UNCOVER TRUTH
 (株) YAMABISHI
 YKK (株)

【あ行】

アイアンドエルソフトウェア(株)
 (株) アイヴィス
 (株) アイシン
 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)
 (株) アドバンス・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)
 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)
 (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) エクサ
 エッジテクノロジー (株)
 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)

【か行】

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

【さ行】

サイオス(株)
 (株)サイバーエージェント
 (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)
 (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
 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)ソケット
 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

【た行】

(株)タンタカ
 (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)デンソー
 (株)デンソーアイティラボラトリー
 (株)デンソークリエイト
 (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)
 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)

【な行】

(株)ナレッジクリエーションテクノロジ
 (株)ニコシシステム
 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)
 日本ゼオン(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)
 (一社)日本オープンオンライン教育推進協議会(JMOOC)
 (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

【は行】

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) ライフソリューションズ社
 (株)バリューファースト
 (株)半導体エネルギー研究所
 (株)ビービット
 (株)ビズヒッツ
 (株)日立インフォメーションエンジニアリング
 (株)日立国際電気
 (株)日立産業制御ソリューションズ
 (株)日立システムズ
 (株)日立社会情報サービス
 (株)日立製作所
 (株)日立製作所 中国支社
 (株)日立ソリューションズ
 (株)日立ソリューションズ・クリエイト

(株)日立ソリューションズ西日本
 (株)日立ソリューションズ東日本
 (株)ビッグツリーテクノロジー&コンサルティング
 (株)ヒュブノス
 (株)ファースト
 フェアリーデバイズ(株)
 (株)フォーカスシステムズ
 (株)フォーラムエイト
 富士通(株)
 (株)富士通エフサス
 富士フィルム(株)
 フューチャー(株)
 古野電気(株)
 (株)ブレアパッチ
 (株)ベネッセコーポレーション
 (株)ベリサーブ

【ま行】

(株)牧野フライス製作所
 マツダ(株)
 みずほリサーチ&テクノロジーズ(株)
 三井情報(株)
 (株)ミックナイン
 (株)ミットヨ
 (株)三菱UFJ銀行
 (株)三菱UFJトラスト投資工学研究所
 三菱UFJモルガン・スタンレー証券(株)
 三菱スペース・ソフトウェア(株)
 三菱電機(株)
 三菱電機インフォメーションシステムズ(株)

ムズ(株)
 三菱電機インフォメーションネットワーク(株)
 三菱電機コントロールソフトウェア(株)
 三菱電機メカトロニクスソフトウェア(株)
 三菱プレジジョン(株)
 武蔵野美術大学
 (株)メイテツコム
 モバイルコンピューティング推進コンソーシアム(MCPC)

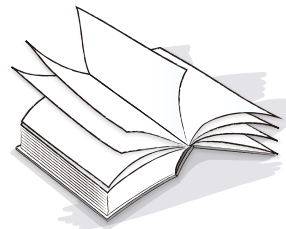
【や行】

ヤフー(株) Yahoo! JAPAN 研究所
 ヤマハ(株)

【ら行】

リードエグジビジョンジャパン(株)
 (株)リクルート
 (株)リコー
 (株)リックテレコム
 (株)両備システムズ
 (株)リンク
 <入会予定>
 (株) GEAR
 ITサポートカンパニー(株)
 澁谷工業(株)
 日本化薬(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



FIT2021 第 20 回情報科学技術フォーラム 聴講参加並びに講演論文集 申込の御案内

2021年8月25日(水) ~ 27日(金)
オンライン開催

<https://www.ipsj.or.jp/event/fit/fit2021/>

電子情報通信学会の情報・システムサイエティ (ISS) とヒューマンコミュニケーショングループ (HCG)、及び情報処理学会 (IPSJ) は、「第20回 情報科学技術フォーラム(FIT: Forum on Information Technology)」を開催します。

聴講参加並びに講演論文集の申込の御案内を致します。聴講参加費はオンライン特別価格となっております。皆様、奮ってお申込み下さい。

講演論文集 (冊子、DVD-ROM) も販売を行います。確実に御入手頂くには期限内のお申込みをお勧め致します。

■開催イベント (詳細は逐次Webサイトに掲載致します)

※タイトル等は変更の可能性あります。

[表彰式・招待講演企画]

◎FIT学術賞表彰式

26日 13:00-13:50 (予定)

◎船井業績賞受賞記念講演

26日 14:00-15:15 (予定)

「Computational Cameras for Humans and Machines」

Shree K. Nayar

(米国コロンビア大学 T.C. Chang Chaired教授)

[イベント企画]

詳細は逐次上記Webサイトに掲載致します。

[研究会連携]

電子情報通信学会および情報処理学会のいくつかの研究会が、FIT2021のプログラムとして開催されます。詳細は Webページでご確認ください。

■聴講参加費 (税込)

参加区分	オンライン特別価格
会 員	6,000円
非会員	12,000円
学 生	無料

※会員、非会員の聴講参加費には電子版講演論文集 (Webからダウンロード) が含まれております。

※学生の聴講参加 (無料) には電子版講演論文集は付いておりません。電子版講演論文集付きを希望の場合、参加費は 2,000円となります。

※会員、非会員、学生の参加区分の区別は次の通りです。

会 員：情報処理学会、電子情報通信学会、電気学会、照明学会、映像情報メディア学会及び電子情報通信学会と協定を締結した海外の学会 (IEIE、KICS、KIISE、REV、IEEE/CS、IEEE/ComSoc、IEEE/PHO、IEEE/MTT-S) または情報処理学会と協定を締結した海外の学会 (ACM、IEEE、IEEE/CS、KIISE、CSI、CCF) の個人会員、電子情報通信学会の維持員、情報処理学会の賛助会員。

非会員：左記の学会会員以外で学生以外の方。

学 生：会員/非会員を問わず無料 (電子版講演論文集は付きません)。

■聴講参加の申込

申込開始：2021年5月28日 (金)

申込締切：2021年8月27日 (金) FIT最終日まで

申込方法：FIT2021 Webサイトからお申込み下さい。

※オンライン参加のご案内をお送りいたします。参加方法を事前にご確認いただくには、なるべく早めのお申込みをお勧め致します。

■冊子講演論文集・DVD-ROM販売価格 (税込)

申込種別	個人購入価格	法人購入価格
講演論文集セット (DVD-ROM付)	60,000円	60,000円
講演論文集分冊	13,000円/冊	16,000円/冊
講演論文集DVD-ROM	10,000円	56,000円

※講演論文集セットは冊子講演論文集全分冊 (カバー付き)、DVD-ROM 付き

※残部がある場合、学生の方には講演論文集DVD-ROMを学割価格4,000円にて販売致します。

※講演論文集の掲載分野 (予定分冊構成)

第1分冊：モデル・アルゴリズム・プログラミング、ソフトウェア、ハードウェア・アーキテクチャ

第2分冊：データベース、自然言語・音声・音楽、人工知能・ゲーム、生体情報科学

第3分冊：画像認識・メディア理解、グラフィクス・画像、ヒューマンコミュニケーション&インタラクション、教育工学・福祉工学・マルチメディア応用

第4分冊：ネットワーク・セキュリティ、ユビキタス・モバイルコンピューティング、教育・人文科学、情報システム

DVD-ROM：上記全論文とプログラムを収録

■講演論文集の申込

申込締切：2021年7月8日 (木)

申込方法：FIT2021 Webサイトからお申込み下さい。

※講演論文集は、締切後も残部のある限りお申込を受付いたします。確実に御入手頂くには期限内のお申込みをお勧め致します。

■問い合わせ (FIT2021事務局)

〒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

TEL [03] 3518-8373 FAX [03] 3518-8375

E-mail: ipsjfit@ipsj.or.jp

連続セミナー 2021 検索



ニューノーマル時代に向けた情報技術の潮流

2020年、新型コロナウイルスの影響により、私たちの世界は大きな変革を強いられました。大きく変容した社会の課題解決や将来の社会基盤の形成を支援する役割が、情報技術には広く期待されています。特に、ニューノーマルと呼ばれるポストコロナ社会へ向け、DXを中心とした情報技術の浸透、AI、ロボットなどの活用による業務の改変が急速に進むことが想定されます。

このような状況を受け、2021年の連続セミナーは、企業の技術系人材、研究者が新たなビジネスや研究課題を切り拓きニューノーマル時代に価値を提供していくための礎となるよう企画しました。また、オンライン開催という利点を生かせるよう、これまでの計6回×半日の開催から計12回×2時間の開催とし、昨年より開始したオンライン見逃し配信も継続、フレキシブルに参加できるように企画しました。

2021年のセミナーを通じ、情報技術のポストコロナ社会への貢献と動向を俯瞰しつつ、AI、ロボティクス、セキュリティとトラスト、量子インターネットなど今後重要度を増す技術を取り上げ、その展開や適用事例を第一線の研究者・技術者に語っていただきます。

6/2 水 午後
情報技術のポストコロナ社会への貢献(1)
 コーディネータ：江崎 浩 (東京大学)

6/9 水 午後
情報技術のポストコロナ社会への貢献(2)
 コーディネータ：江崎 浩 (東京大学)

7/1 木 午後
IT分野の研究開発動向を俯瞰する(1)
 コーディネータ：福島 俊一 (JST)

7/16 金 午後
IT分野の研究開発動向を俯瞰する(2)
 コーディネータ：福島 俊一 (JST)

9/6 月 午後
AI, 創造性, SF, その先に(1)
 コーディネータ：松原 仁 (東京大学)

9/14 火 午後
AI, 創造性, SF, その先に(2)
 コーディネータ：松原 仁 (東京大学)

10/5 火 午前
AI×ロボティクス(1) 深層学習によるロボットの知能化
 コーディネータ：藤吉 弘亘 (中部大学)

10/14 木 午後
AI×ロボティクス(2) AIとロボットの共進化
 コーディネータ：尾形 哲也 (早稲田大学)

10/27 水 午後
AIトレンド：大規模モデルと生成モデル
 コーディネータ：戸上 真人 (LINE)

11/11 木 午前
デジタル社会におけるトラストサービス(1)
 コーディネータ：手塚 悟 (慶應義塾大学)

11/11 木 午後
デジタル社会におけるトラストサービス(2)
 コーディネータ：手塚 悟 (慶應義塾大学)

12/7 火 午前
量子インターネットと量子サイバースペース
 コーディネータ：嶋田 義皓 (JST)

(消費税込)*配布資料含

参加費	12枚	6枚	2枚	1枚	当日申込
正会員	85,800円	49,500円	18,700円	11,000円	12,000円
一般非会員	117,000円	67,500円	25,500円	15,000円	16,000円
学生	17,160円	9,900円	3,740円	2,200円	3,000円

*正会員の参加費適用は、情報処理(個人・賛助会員)、電子情報、電気、照明、映像情報の各学会個人会員 および協賛企業 所属の方。

参加はチケット制!!

各回2時間 × 全12回開催 になりました

12枚一括購入が断然おトク!
 興味がある回を絞って6枚or2枚or1枚からの参加もO.K.

スポンサー募集

連続セミナー2021
 ではスポンサーを募集しております。

全体スポンサー (全12回対象)

費用：220,000円 (税込)

特典1：聴講無料招待券 (1口につき12枚)
 特典2：Webページへのロゴの表示 (サイズ大)、御社Webページへのリンク
 特典3：セミナー開催前と休憩中にロゴや企業情報等を投影

セミナースポンサー (各回)

費用：33,000円 (税込)

特典1：聴講無料招待券 (1口につき1枚)
 特典2：Webページへのロゴの表示 (サイズ小)、御社Webページへのリンク
 特典3：セミナー開催前と休憩中にロゴや企業情報等を投影

問合せ先 一般社団法人情報処理学会 事業部門 event@ipsj.or.jp Tel.03-3518-8373 https://www.ipsj.or.jp/event/seminar/2021/

協賛(予定)：一般社団法人照明学会、一般社団法人映像情報メディア学会、一般社団法人電気学会、一般社団法人情報サービス産業協会、一般社団法人電子情報通信学会、一般社団法人電子情報技術産業協会、一般社団法人人工知能学会、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム、一般社団法人情報通信技術委員会、新世代M2Mコンソーシアム、一般社団法人インターネット協会



〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台一十五
 編集人 稲見昌彦
 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台一十五
 発行所 一般社団法人情報処理学会
 振替口座 東京(〇三)三五八八三七四
 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五十一六十七
 会員外発売所 東京都千代田区神田錦町三十一