

情報処理

2021
10

Vol.62 No.10
通巻 679 号

小特集 **オンライン** 身近になった対話システム



巻頭コラム

デジタル庁発足; 「DX」から「デジ道」へ
平井卓也

電子版もご覧ください



電子版を読む(会員無料)
情報学広場



iPhoneなどで読む(有料)
Kindle



電子版を購入(有料)
Fujisan



Web公開(無料/有料)
note

教育コーナー: ペタ語義

連載: IT紀行 / 5分で分かる!? 有名論文ナナメ読み / 情報の授業をしよう! / ビブリオトーク

報告: 2021年IPSI/IEEE-Computer Society Young Computer Researcher Award 紹介

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

会議レポート



一般社団法人

情報処理学会

Information Processing Society of Japan

Towards a Collaborative Society through Creative Learning

WCCE 2022



21-24, Aug. 2022, Hiroshima + online



2022年8月21-24日
ハイブリッド開催

World Conference on Computers in Education 2022 (WCCE 2022)

会期：2022年8月21日（日）～8月24日（水）（プレイベント：2022年8月20日（土））
主催：情報処理学会 コンピュータと教育（CE）研究会・教育学習支援情報システム（CLE）研究会
開催母体：IFIP (International Federation for Information Processing: 情報処理国際連合) TC3
対面会場：広島国際会議場（プレイベントは広島大学東千田キャンパス）
大会ウェブサイト：<https://wcce2022.org>

ウェブサイトにて論文募集要項が公開されました。募集分野は以下の通りです
（詳細はウェブサイトをご確認ください）

- Digital education in schools, universities, and other educational institutions
- National policies and plans for digital competence
- Learning with digital technologies
- Learning about digital technologies and computing

募集カテゴリー（予定）

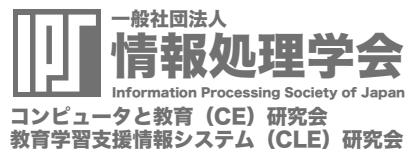
- フルペーパー（12ページ以内）
- ショートペーパー（6ページ以内）
- デモンストレーション / ポスター
- ワークショップ / パネルセッション / ナショナルセッション / シンポジウム

※ 発表論文の一部は査読の結果によってポストカンファレンスブック (Springer) に掲載されます。

※ 優秀論文は IFIP TC3 のオフィシャルジャーナル Education and Information Technologies (Springer) への掲載が推薦されます。



WCCE は 1970 年にアムステルダムで第 1 回が開催され、その後数年（近年では 4 年）間隔で開催されてきた伝統のある国際会議です。IFIP TC3 のフラッグシップイベントでもあります。



協賛企業募集中
info_wcce@a.ipsj.or.jp



お問い合わせ
info_wcce@a.ipsj.or.jp



大会ウェブサイト
<https://wcce2022.org>



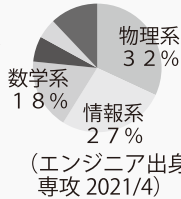
株式会社とめ研究所

人工知能等の研究開発受託会社

- ◆「人と機械の共生でもっと生活を楽しく」の経営ビジョンの実現を目指し、人工知能等の研究開発を受託。
- ◆新アルゴリズム研究、論文調査、論文よりのソフトウェア実装、検証等の研究開発から、システムのプロトタイプ開発等の応用開発までお任せ下さい。

高度な技術集団

- ・エンジニアは5割が博士号取得者、8割が博士課程出身。
- ・情報関連だけではなく、数学、物理学の研究室出身者なども多く、多様な課題をお客様とともに解決します。
- ・お客様からは「最新のアルゴリズムを提案して、プロトタイプを実装し、試行錯誤してもらえる会社」、「唯一、研究者のイメージをソフト化できる。チームメンバーも信頼しています」とご評価頂いています。



日本全国の研究開発を受託

- ・独立系研究開発会社としての強みを活かし、日本を代表する大手企業研究所等のパートナーとして、先端の研究開発、技術者派遣の実績多数。
- ・マルチラボ体制により、お客様に近いラボが担当。

ステージに合わせた研究開発遂行

- ・課題に応じ、研究開発方法、成果等を相談頂けます。
- ・研究開発のステップ毎に結果報告し目標を再設定する等、柔軟に進めることが可能です。

- ◆研究開発のご依頼はお問合せフォームより承ります。

URL : https://www.tome.jp/inq/inquiry_form.php

EIC 電子情報通信学会発行図書案内

会議・プレゼンテーションのバリアフリー —— “だれでも参加” を目指す実践マニュアル ——



電子情報通信学会
情報保障ワーキンググループ

A5判 ソフトカバー
定価 2,090円

人に優しいイベントや、
分かりやすい発表の手引に！

本会発行単行本の内容に関する詳細は
下記Webページを御参照下さい。
https://www.ieice.org/jpn_r/publication/bookorder.html

信学会 図書 で検索！

電子情報通信学会 会員サービス部 会員課
TEL : 03-3433-6691(代)
kaiin@ieice.org

☆☆☆ 好評発売中！ ☆☆☆

伝送理論の基礎と 光ファイバ通信への応用

笠 史郎 著

A5判 ソフトカバー
定価 4,180円

伝送・通信理論, 光ファイバ通信が
この1冊で全て分かる

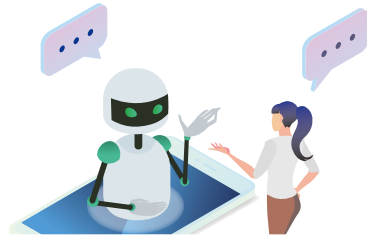
話し言葉対話の計算モデル

島津 明 中野幹生 共著
堂坂浩二 川森雅仁

A5判 ソフトカバー
定価 3,740円

話し言葉対話を扱うための基礎

「相互協力に関する覚書」に基づき、割引価格（2割引）で御購入頂けます。



PREFACE

巻頭コラム

536 デジタル庁発足；「DX」から「デジ道」へ 平井卓也

SPECIAL FEATURES

小特集

身近になった対話システム

538 編集にあたって 袖美樹子
540 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 548 ページに掲載しておりますのでご確認くださいませようお願いします。

※ Vol.62 No.8 より PDF 版に加えて EPUB 版も掲載開始しました！（特集本編のみ）

REPORTS

報告

2021 年 IPSJ/IEEE-Computer Society Young Computer Researcher Award 紹介

542 選定にあたって 萩谷昌己
543 人とコンピュータの“あいだ”を見つめる研究 坂本大介
544 実用化を目指した研究 安積卓也
545 プライバシー保護データ解析とともに 清 雄一

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

546 選定にあたって 萩谷昌己
547 プログラミングとコンテンツの未来のための研究 加藤 淳

教育コーナー：ぺた語義

549 ■ 学習目標と評価ルーブリックのための技術標準：デジタルエコシステムをトップダウンでイメージする 山田恒夫
550 ■ IMS CASE の仕様とその可能性 宮崎 誠
554 ■ 小学校段階におけるプログラミング教育の実践とその支援 島袋舞子

連載：IT 紀行

558 共感覚的な体験をしてみた！ シナスタジア X1-2.44 波象 山本ゆうか

連載：情報の授業をしよう！

560 ■ 高等学校におけるデータサイエンスを基盤とした問題解決実践—AI 時代を切り拓くための創造力の育成を目指す— 林 宏樹

連載：★ Biblio・トーカー 私のオススメー

566 明日の幸せを科学する 米川 慧

連載：★ 5分で分かる!? 有名論文ナメ読み

568 Marco T. Ribeiro et al.: “Why Should I Trust You?”: Explaining the Predictions of Any Classifier 石井一夫

会議レポート

572 ACM CHI 2021 会議報告 (1) 池松 香

《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.10

小特集：身近になった対話システム

- e1 ■ 1. 対話システムを知ろうー自然言語による機械と人間とのコミュニケーションー (中野幹生)
- e7 ■ 2. 機械読解による自然言語理解 (西田京介)
- e12 ■ 3. チャットボットサービスの変遷とそれを支える構成技術ーシナリオ型チャットボットサービスの発展ー (岩崎信也・津村直哉)
- e19 ■ 4. 一般ユーザとの雑談会話のための AI チャットボット (沢田 慶)
- e24 ■ 5. 対話システムでは今何が問題になっているのか? (東中竜一郎・光田 航)

「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。



- 548 【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について
- 571 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
- 574 会員の広場
- 578 人材募集

- 585 英文目次
- 586 編集室/次号予定目次/アンケート
- 587 掲載広告カタログ・資料請求用紙
- 588 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：
 伊藤 将志・江渡浩一郎・大石 康智・大島 浩太・太田 智美・
 岡本 雅子・折田 明子・金子 格・川上 玲・楠 房子・
 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・福地健太郎・細野 繁・
 堀井 洋・松浦 健二・水野加寿代・山本ゆうか・湯村 翼・
 渡辺 博芳

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



デジタル庁発足；「DX」から「デジ道」へ

■ 平井 卓也



2021年9月1日、デジタル庁が発足します。デジタル改革は、従来の縦割り行政の弊害や、前例主義を打破する象徴として、菅政権の重要事項であり、昨年(2020年)9月の大臣就任以来スピード感を持って取り組んできました。わずか1年で新たな行政組織を創設するというのは霞が関にとって異例のことですが、激変する時代にはこのような前例のない取組みが必要です。

デジタル庁は、誰もがデジタル化の利便性を実感できる、誰一人取り残さない、人に優しいデジタル社会を実現するために、国だけでなく地方や民間・準公共分野も含めた社会全体のデジタル化を牽引する司令塔です。徹底した国民目線に立ちながら、行政サービスを抜本的に向上させていくため、デジタル庁がデジタル改革の司令塔としての機能を発揮し、成長戦略の柱を担ってまいります。

今は100年に一度の大変革期です。変革期を前にたじろぐ方もいますが、チャンスを感じて燃えている方もいると思います。国民の意識が変わらないと日本は変わりません。デジタル化によりとてつもなく便利になることを目の当たりにした国民が、変革に乗り気になることを目指します。デジタル庁は単に行政手続を便利にすればよいわけではなく、大変革期の旗振り役をやりたいと考えています。

これからのデジタル社会の形成にあたって、先に述べたとおり、デジタル庁は「誰一人取り残さない」「人に優しいデジタル化」を旨として進めていきますが、それではなぜ「誰一人取り残さない」という強い想いを掲げているのか。たとえば、アメリカや中国等ではものすごいスピードでデジタル化が進んでいますが、そ

■ 平井 卓也
デジタル改革担当大臣

1958年香川県生まれ。上智大学外国語学部卒業。電通、西日本放送社長を経て、2000年衆議院議員初当選。以来、連続7回当選。2018年にIT・科学技術政策担当大臣、2019年に自民党デジタル社会推進特別委員長に就任。2020年菅内閣の発足により、デジタル改革担当大臣に就任。



ここでは一部の人たちがとてつもなく先行し、大きな貧富の格差や機会の格差を作っています。一方で、どこよりも進んだ高齢社会であり、1億2千万人以上の方々が生きている日本においては、高齢化と日本国土固有の災害等の問題を乗り越えてこそデジタル化の意味があると考えています。だからこそ「誰一人取り残さない」と掲げているのです。

そこで、社会全体でデジタルを思い出す・感じる定期的な機会として、「デジタルの日」を創設します。官民で連携し、デジタル関連の技術・サービスを利用した祝祭を実施し、定期的にデジタルについて振り返り、体験し、見直し、共有し合える日としたいと思います。今年(2021年)は、デジタル庁創設の1カ月後である10月10日・11日の2日間です。情報処理学会および会員の皆さまには、この機会にイベント企画等を通じて、共に「デジタルの日」を盛り上げてもらいたいと期待しています。

最後に、「DX(デジタルトランスフォーメーション)」という言葉が最近流行っています。要は「デジタル化によって生活や職場環境を良くしたりビジネスの構造を改革しよう」ということですが、どうしてもただのバズワードみたいに聞こえてしまいます。そこで、今は「デジ道」という言葉を使っていきたいと考えています。剣道や柔道などの「道」と同じニュアンスです。デジタルによって人助けをする「道」、デジ道！ 情報処理学会および会員の皆さまとも、人助けの喜びみたいなものを「デジ道」として共感できればありがたいと感じています。

小特集

身近になった対話システム

編集にあたって

袖美樹子 | 国際高等専門学校

私の卒業研究は「コンピュータで小学校の算数文章題を解く」というものであった。算数の文章題を入力すると答えを返すシステムである。当時田中穂積先生の博士論文を片手にパーサ（構文解析を行うシステム）をLISPで作成し、国語辞書を片手に単語を1つずつ登録し、算数で用いる単語の意味をモデル登録システムを構築した。標準コーパスはおろかChaSen^{☆1}、MeCab^{☆2}のような基本ツールすらない時代、自分でゼロから辞書を構築することが大変だった記憶がある。わずか数十年で、授業で対話システムの構築演習を行えるまでに対話システムは進歩した。Googleがサービスを提供しているDialogflowを用いているが、高度な知識がなくても作成ができ、初めて対話システムを学習する学生にとって有効だ

☆1 ChaSen（茶筌）は、形態素解析ツールの1つ。奈良先端科学技術大学院大学松本研究室で2000年頃開発された。

☆2 MeCabはオープンソースの形態素解析エンジンで、奈良先端科学技術大学院大学出身の工藤拓によってChaSenを元に開発された。奈良先端科学技術大学院大学松本研究室Webページで公開されている。

と感じている。

2011年Siri、2015年「りんな」が発表され、対話システムは実際に使えるものとして認識された。特にりんなは高等学校に通う女子生徒であるという設定にもとづき、ユーザとチャットボットで会話するもので、実際に存在する人物と話すようだとして評価された。本特集ではさらなる進歩を遂げている対話システムについて活用の立場、研究の立場から解説をいただく。

第1の記事では、(株)C4A研究所中野幹生氏による「対話システムを知ろう—自然言語による機械と人間とのコミュニケーション—」である。AIスピーカやチャットボットなど、身近になった対話システムであるが、まだまだ進歩の途中である感はぬぐえない。対話システムを活用する立場から現状の対話システムのシステム構成や対話レベル、対話システムを利用する利点を解説いただいた。

第2の記事は、日本電信電話(株)の西田京介氏



による「機械読解による自然言語理解」である。コンピュータが自然言語を理解できるようにしたい。その目標に2018年に発表されたBERTが、深層学習を使うことにより近づいた。質問に対する回答となる文字列を抽出するテストで人間を上回る得点をはじき出したのだ。進化を続ける自然言語読解の現状と今後の展望を解説いただいた。

第3の記事は、株式会社日立システムズ岩崎信也氏、津村直哉氏による「チャットボットサービスの変遷とそれを支える構成技術—シナリオ型チャットボットサービスの発展—」である。現在最も用いられている対話システムがチャットボットである。FAQ型、雑談型、シナリオ型に分類され、特にシナリオ型は企業で活用が期待されている。そこでシナリオ型チャットボットサービスを支える技術について紹介いただいた。

第4の記事は、rinna(株) 沢田慶氏による「一般ユーザとの雑談会話のためのAIチャットボット」である。rinnaは雑談型チャットボットだ。そのため会話にルールはなく、利用者に合わせて対話を行う必要がある、かつ利用者を飽きさせないように返答をする必要がある。そのため人手によるルール作

成が難しく、話題を検索エンジンから入手したり、深層学習を用いて回答を生成したりする必要がある。りんなのレスポンス生成の方法や長期運営のための工夫を紹介いただいた。

第5の記事は、名古屋大学東中竜一郎氏、NTT光田航氏による「対話システムでは今何が問題になっているのか?」である。対話システムは刻々進化を遂げている。その進化を直近1年の論文のサーベイをもとに解説をいただいた。また今後の期待も解説いただく。

対話システムの実現は、情報処理に携わる人間にとっての長年の願いであり、やっとその姿がわずかに見えてきたところであろうか。自治体でチャットボットの導入が進んでいる。定型の問合せに関しては成果をあげているように思える。今後対話システムがより身近になるにはまだまだ研究が必要のように思える。そんな現状と、まさに正面から技術開発に取り組んでいる研究者が今何と戦っているのかを伝え、対話システムの研究開発、活用に取り組む技術者のすそ野を広げればと思えば本小特集を企画した。ぜひ一読いただきたい。

(2021年8月11日)

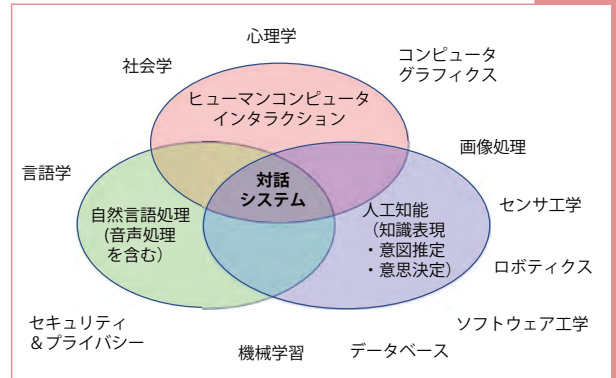
概要

1 対話システムを知ろう

—自然言語による機械と人間とのコミュニケーション—

中野幹生 | (株) C4A 研究所

この10年、人間と自然言語で対話するシステム、すなわち、対話システムの技術を用いたさまざまなサービスや製品が提供・販売されるようになってきました。しかしながら、対話システムは、複数の分野の技術を総合してつくる必要があるため、全体像がつかみにくのが現状である。本稿では、対話システムとは何か、および、対話システムの分類、一般的な構成、利点などを説明した後、今後の方向性について考察する。



基
般

2 機械読解による自然言語理解

西田京介 | 日本電信電話(株) NTT 人間情報研究所

AIが自然言語で書かれたテキストを読み、その意味を理解できるようにすることを狙って機械読解の研究に大きな注目が集まっている。本稿では、代表的なデータセットであるSQuADにおいて人間を凌駕する回答スコアを達成したBERTがどのようなモデルであるかについて紹介した後、今後の機械読解研究の展望としてオープンドメイン質問応答、説明可能なAI、視覚と言語の融合理解などについて紹介する。

あんしん保険の弁護士費用特約はどのような場合に対象外になりますか？

「事故の相手が不明である場合など、相手の方に法律上の損害賠償請求を行うことができない時」です

↑ 回答範囲の抽出 知識源となるテキスト

あんしん保険の弁護士費用特約は、自動車事故などにより保険契約者が怪我などをされたり、自らが所有する自動車・家屋などの財物を壊されたりすることによって、相手の方に法律上の損害賠償請求をするために支出された弁護士費用や、弁護士などへの法律相談・書類作成費用などを保険金としてお支払いする特約です。ただし、保険金のお支払い対象となる費用に関しては、当社の同意を得た上で支出された費用に限ります。また**事故の相手が不明である場合など、相手の方に法律上の損害賠償請求を行うことができない時は**、本特約は対象外となりますのでご注意ください。

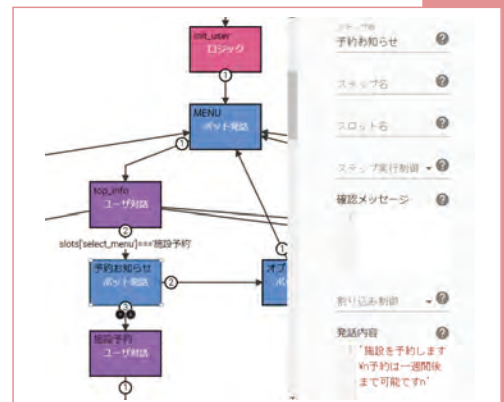
基
専

3 チャットボットサービスの変遷とそれを支える構成技術

—シナリオ型チャットボットサービスの発展—

岩崎信也 津村直哉 | 株式会社日立システムズ

近年、社会におけるチャットボットサービスの普及が進んでいる。特に決められた手順に沿って対話できるシナリオ型チャットボットサービスは、さまざまな業務の代替が可能で産業分野で適用範囲が広がっている。本稿ではこれまでのチャットボットサービスの変遷と、近年のシナリオ型チャットボットサービスを支える構成技術について解説し、今後の展開を考察する。

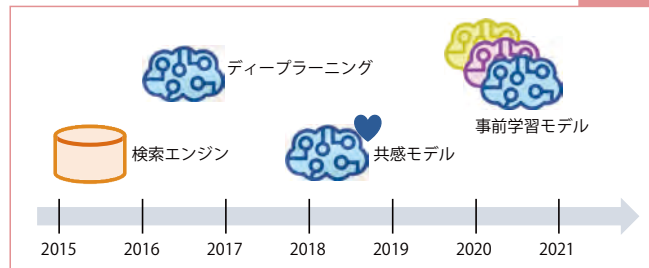


応
般

4 一般ユーザとの雑談会話のための AI チャットボット

沢田 慶 | rinna (株)

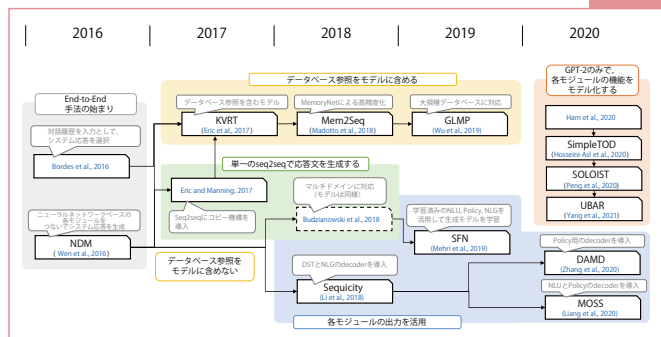
最近では、ユーザが所望する目的を達成するために会話を行うチャットボットやユーザと雑談会話をするためのチャットボットがサービスとして提供され、一般ユーザがチャットボットを利用する機会が増加している。特に、ディープラーニングの技術を導入した AI チャットボットの登場により、自然な会話が可能になってきた。本稿では、一般ユーザが雑談会話を楽しむために研究開発されたチャットボット「りんな」についての技術・運用・運営を中心に AI チャットボットの紹介をする。



5 対話システムでは今何が問題になっているのか？

東中竜一郎 | 名古屋大学 | 光田 航 | NTT

人間と会話を行うコンピュータのことを対話システムと呼ぶ。スマートフォン上の音声エージェントやスマートスピーカが一般に普及し、対話システムは、より身近なものとなってきた。本稿では、ここ1年の対話システムに関する論文のサーベイに基づき、現在の対話システム研究を概観する。そして「対話システムでは今何が問題になっているのか」について述べる。



[身近になった対話システム]

1 対話システムを知ろう

基
般

—自然言語による機械と人間とのコミュニケーション—



中野幹生 (株) C4A 研究所

いろいろな対話システム

近年「対話システム」という言葉を目にする機会が増えてきたのではないだろうか？ 対話システムの研究は50年以上も前から行われてきており、カーナビゲーションの音声インターフェースなどの製品も1990年代から発売されているが、一般的に使われるようになったのは、2011年にAppleの

iPhoneでSiriが利用可能になったころではないかと思われる。現在では、対話ロボットやAIスピーカ、チャットボットなど、さまざまな対話システムの製品が販売されたりサービスが提供されたりしている(図-1)。

対話システムにはさまざまなタイプがあり、いくつかの観点から分類できるが(表-1)、共通しているのは、人間と言葉で情報をやりとりするというこ



■図-1 対話システムの例:左からLINE(株)のAIスピーカCLOVA Desk, (株)ミクシィの対話ロボットRomi, (株)Nextremer・東急(株)・東急電鉄(株)・(株)HuberのAI案内サイネージ。写真・画像は各社提供。

■表-1 対話システムの分類

分類の軸	分類	説明
タスクの有無・種類	タスク指向型	対話によって遂行すべきタスク(情報検索, 説明, インタビュー, 説得, 交渉, クイズ, ゲームなど)が明確なシステム。
	非タスク指向型	タスクが明確ではないシステム。雑談システムや傾聴システムなど。タスクは遂行しないがユーザから情報を取得したり, ユーザの感情を良くしたりするといった目的はある。
	混合型	タスクが明確な対話と明確でない対話の両方を行う。
話題の範囲(ドメイン)	クローズドドメイン	天気, レストラン, 旅行など, 話題を限定することで, 深い対話を行うシステム。多くの場合バックエンドに構造化データベースを持つ。
	オープンドメイン	話題を限定しない対話を行う。
入出力のモダリティ	ユニモーダル	入出力がテキストのみまたは音声のみ。
	マルチモーダル	テキスト・音声以外の入出力を用いる。入力, 画像, ポインティング, その他のセンサ, 出力は画像, CG エージェント, ロボットなど。
対話参加者の数	1対1	ユーザ1人とシステム1体での対話のみを行う。
	マルチパーティ	複数のユーザと同時に対話できる。または複数のシステムが1人または複数のユーザと対話する。

小特集 Special Feature

とである¹⁾。これによって、人がデータベースや機器の操作をしたり、対話自体を楽しんだりすることができるようになる。

現状の対話システムはどのような対話ができるのだろうか？ 図-2にNTTコミュニケーション科学基礎研究所が開発したオープンドメインのテキスト雑談対話システム²⁾と人間との対話を示す。このシステムは、大量の対話データから学習したモデルを用いて、文脈にあった対話を生成することができる²⁾。

また図-3には、大阪大学駒谷研究室の武田龍氏らが構築した対話ロボットの対話例を示す。このシステムは旅行先を薦めて選んでもらうというタスクを行うタスク指向型のマルチモーダル対話システムであり、対話によってユーザの情報や意向を聞きながらタスクを達成する。このシステムは、ユーザ発

*1 対話システムのタイプについては表-1を参照されたい。

S: こんにちは。よろしくお願ひします。早速ですけど、何か趣味ってありますか？
 U: 趣味じゃないんだけど、アイクリームを探してて。資生堂の化粧品がいいんだって
 S: 資生堂の化粧品はいいですよ。わたしもアイクリーム使っています。どんなアイクリームがいいですか？
 U: 友達がつかってるやつが、6万もするんだって
 S: 6万?!それは買えないです
 U: だよ。効果あってもなかなかかえないよね
 S: そんなにするんですか! それはなかなか手が出せないですね。コスメが好きなんですか？
 U: あんまり化粧品はしないけど、基礎化粧品はしないとって思ってる。子どもたちがおばさんってうるさいし
 S: お肌に合う合わないもありますからね。基礎は大切ですよ!
 U: うん。子どもの若さには勝てないけど。子どもなんて、かき氷ばかり食べてるのに、おなかも冷えないし
 S: なるほど。かき氷ばかり食べてるとおなか壊すんですか？
 U: じゃない?若いと壊さないの?
 S: 確かに!若さには勝てませんね。お腹は壊さないですね。
 U: そうなんだ。すごい
 S: ふわふわしたのばかり食べてると壊すって聞いたんですけど、そうでもないんですかね?
 U: へー。ふわふわだといいの?しらなかった。安いからだめなのか
 S: 安いからっていうのはあるかもしれないですね。油っこいものは胃もたれするっていいですよ。

■ 図-2 対話システムシンポジウムで開催された対話システムライブコンペティション3 (<https://dialog-system-live-competition.github.io/dslc3/index.html>) のオープントラック (話題を限定しない対話を行う) で最優秀賞を獲得したシステムの対話例の一部。Sはシステム、Uはユーザの発話。

話の音声理解がうまくいなくても対話が進むようにデザインされたルールを用いている。これらの例のように、ある程度の長さの自然な対話が行えるよ



S: こんにちは、いらっしゃいませ。(お辞儀) 本日はお忙しいなか、ご来店ありがとうございます。(軽くお辞儀)
 U: こんにちは
 S: わたくし、お客様の観光をご案内させて頂く、ショーコと申します。(軽くお辞儀) お客様はこれまで、アンドロイドと会話したことはございますか？
 U: ありません
 S: ないですよ。実物を見るのも初めてだと思います。
 U: はい
 S: 少し緊張もあると思いますので。
 U: はい
 S: いくつか簡単な質問をさせていただきますね。
 U: はい
 S: まずは、お客様のお名前を伺ってもよろしいでしょうか？
 U: はい ○○△△です
 S: ○○さま、よろしいですね？
 U: はいはい
 S: ありがとうございます。(軽くお辞儀) ○○さまは観光の際、自家用車が公共交通機関、どちらを主にご利用される予定ですか？
 U: 公共交通機関です
 S: 電車などの公共交通機関をご利用の予定ですね。それでもスムーズに観光できると思います。
 U: はい
 S: 観光は、お一人様で
 U: はい
 S: もしくは、ご家族やご友人と一緒に、と考えておられますか？
 U: えーとひとりです
 S: お一人様ですね。承知しました。
 U: 質問へのご回答、ありがとうございました。(軽くお辞儀)
 S: はい
 U: 事前にお答え頂いた情報によりますと、
 S: はい
 U: ○○さまは、箕面大滝と、国立民族学博物館に、興味をお持ちですね。
 S: こちら、ディスプレイ左側の写真が、箕面大滝、
 U: はい
 S: 右側の写真が、国立民族学博物館になります。二か所とも良い雰囲気ですね。(ユーザの顔を見る) パッと見て、右か左の写真、どちらの印象が良いですか？

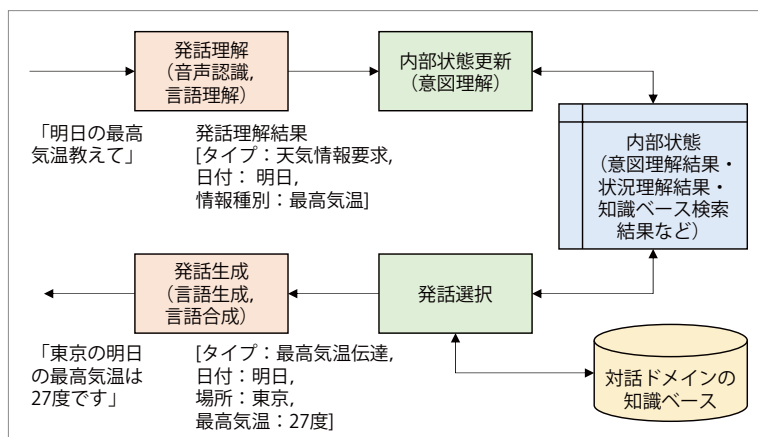
■ 図-3 対話ロボットコンペティション (<https://sites.google.com/view/crobotcompetition/home>) の風景と予備予選で最も体験者から評価の高かった対話例の一部。写真は対話ロボットコンペティション実行委員会提供。

うになってきている。

対話システムの構成

対話システムはさまざまな要素技術を統合して構築する必要があるため、システム開発において重要なのは、開発しようとしているシステムに適したアーキテクチャを選択することである。図-4に対話システムの一般的なアーキテクチャを示す。ユーザ発話が入力されると、発話理解部が意味を表す表現に変換し、それをもとに内部状態更新部が内部状態を更新する。内部状態には、ユーザの意図理解結果や知識ベース検索結果などが蓄えられている。この内部状態をもとに発話選択部がシステムの発話の内容を決定して発話生成部に送ると、発話生成部が文の形でユーザに提示する。図の例で、システムは、ユーザ発話にはない「東京」の最高気温を答えているが、これは、対話の履歴や位置情報などから推定して決めることができたと想定している。

システムのタイプによって、このアーキテクチャに変更が加えられる。画像入力の結果からユーザの感情を推定して応答を変更するようなマルチモーダル対話システムでは、画像認識や感情推定のモジュールが加わる。また、オープンドメインのテキスト雑談対話システムでは、全体を1つのニューラルネットワークで構成しているものもある³⁾。



■ 図-4 対話システムの一般的な構成

良い対話システムとは？

ところで、どのような対話システムが良い対話システムなのだろうか？ 筆者は、以下の値が大きいシステムが良いシステムであると考えている。

- <ユーザの利益・満足度>
- + <システム販売者・運用者の利益>
- <システム構築コスト>
- <システム運用コスト>

これらの各項やその重みは、作ろうとしているシステムやビジネスモデルに応じて変わってくる。

ユーザの利益・満足度は、ユーザが何かの予約ができたか情報を得られたかしたかどうか、すなわちタスクが達成できたかどうかや、対話によって良い感情を得られたかどうかなどで測る。これを大きくするには、単に対話の言語的な内容からユーザの意図を理解して応答するだけではなく、ユーザの感情やパーソナリティ、ユーザの置かれた状況などを認識し、それに合わせて応答したり説明したりすることが必要になる。音声対話システムやマルチモーダル対話システムならば、音声や表情などから得られる情報を利用することも有効である。

システム販売者・運用者の利益は、ビジネスモデルによってさまざまである。コールセンターの自動化など人が行っている仕事をシステムで置き換えることでコストを削減する場合、対話システムを組み込

んだ製品を売ったり使用契約を結んだりする場合、対話によって何かの商品を販売する場合、ユーザから情報を得て広告を表示するなど他のビジネスにつなげる場合などがあり得る。

システムの構築コストも重要な要因である。近年では、Google Cloud Dialogflow^{☆2}、Amazon Lex^{☆3}、NTTドコ

☆2 <https://cloud.google.com/dialogflow>

☆3 <https://aws.amazon.com/jp/lex/>

もの AI エージェント API^{☆4} など、対話システムを Web 上で簡単に構築できるようにするサービスや、Rasa^{☆5} や Botpress^{☆6} などのオープンソースの対話システム構築ツールが利用可能である。

システムの運用コストも無視できない。性能が同じならばハードウェアのコストが低い方がよい。また、対話システムは一度作ってしまえば終わりではなく、ユーザとの対話のログを分析しながら、モデルや知識ベースを改良していく必要がある。このようなシステムの継続的改良にかかるコストを減らす仕組みも重要である。

対話システムの利点は何か？

対話は人間にとって最も基本的なコミュニケーションの様式であり、人間と同じような対話ができるシステムがあれば非常に役に立つことは間違いない。しかしながら、現状の対話システム技術では人間のような対話ができるわけではないし、近い将来も難しいだろう。まだ不完全な対話しか行えない対話システムの存在価値は何だろうか？ 人間と情報を授受するシステムはほかにも数多くあるが、それらに対して、対話システムにはどのような利点があるのだろうか？

メニューから選ぶグラフィカルユーザインタフェースなどと比べた場合の対話システムの利点は、ユーザがメニューのどれを選ぶべきか分からない場合や、メニューのどれでもないと思った場合でも、思いついた言葉で入力することができることである。その入力から答えるべき内容をシステムが決定できる場合もあれば、回答を絞り込むために聞き返す場合もある。このように曖昧な要求でも複数のやりとりで理解できるのが 1 つの利点である。また、その対話ではユーザの要求が理解できなかったとし

ても、対話ログをもとにシステムを改良することもできる。

また、音声入出力を用いるシステムは、車の運転中など、手がふさがっている場合やディスプレイに注意を向けられない場合でも使うことができる。

さらに、バーチャルエージェントを用いた研究から、人は、自律的に動作するシステムと対話しているときの方が、人が操作しているシステムと対話しているときよりもより個人的な情報を開示しやすいということが知られている⁴⁾。この知見を活かし、人間のインタビュアーやカウンセラーには話にくいことを話してもらうことも考えられる。

このように対話システムにはさまざまな利点があり、それをうまく活かしたアプリケーションの開発が重要である。

対話システムに関する誤解

関連分野の研究開発者にとって対話システムは比較的イメージしやすいアプリケーションであることから、対話システムに興味を持つ人は多い。しかしながら、対話システム技術に関する誤解があると思われる場合も多い。以下では、よくある誤解の解消を試みる。

対話システムは自然言語処理の応用？

対話システムは自然言語でユーザとコミュニケーションするので、自然言語処理の技術を用いる。特に、発話の理解や生成については、テキストを対象とした自然言語処理の技術と共通点が多い。しかしながら、対話システムは基本的にはヒューマンコンピュータインタラクションを実現するシステムであり、そのために自然言語処理と人工知能（知識表現・意図推定・意思決定など）の技術を用いるものである（図-5）。自然言語処理技術の向上だけで良い対話システムができるわけではない。発話理解がうまくいかない場合でもユーザの印象を悪くすることな

☆4 https://www.nttdocomo.co.jp/biz/service/ai_agent_api/

☆5 <https://rasa.com/open-source/>

☆6 <https://botpress.com/>

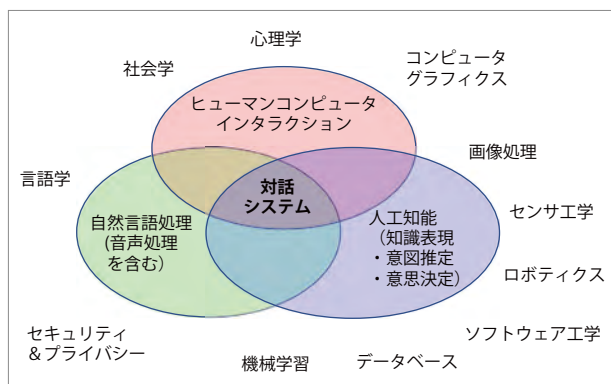
く対話を進めることや、発話のタイミングの決定など、一般的に自然言語処理では扱わない技術も重要である。

対話システムは評価法が定まっていないのが問題？

機械学習を用いた人工知能技術の多くの研究では、音声認識率や画像認識率のような、コミュニティで合意がとれた客観的な評価指標があり、それを最大化することが研究の目標となる。しかしながら、対話システムはユーザインタフェースの一種なので、主観評価を行うことも必要である。また、要素技術というよりは製品や実サービスに近いので、さまざまな観点から技術の評価する必要があり、研究段階でも必ずしもみんなが同じ評価指標を使う必要はない。実際、対話システムのいろいろなサブ課題に応じて評価法が考案され用いられている。なお、対話システム研究が、人のように振舞うシステムを目指していると誤解されることもあるが、役に立ちさえすれば、人間と同じように振舞う必要はない。また、すべての人間が常に適切な対話を行うわけではないので、必ずしもシステムのお手本になるとは限らない。

人間同士の対話のデータがあれば対話システムが作れる？

対話システム研究は、人間同士の対話のデータから学習したモデルを与えると動作する汎用対話エン



■ 図-5 対話システムに関する研究分野

ジンのようなものを作っていると考えられている場合がある。実際、先に紹介したNTTコミュニケーション科学基礎研究所の雑談システムのように、人間同士の対話のデータから対話システムを構築する手法が研究されている。しかしながら、あらゆるタイプの対話システムでそのような学習を行うためには、さまざまな話題・タスクで、対話相手に合わせて適切なことを話している対話データが必要である。さらに対話相手の表情・姿勢や、時間・季節・天候・場所など周囲の状況によっても対話は変化するので、十分なバリエーションのあるデータを収集する必要がある。そのコストを考えると、対話の理論などを参考にしながら手作業でルールや対話シナリオを書いた方が良い場合も多い。実際、実用的なシステムの開発では、多くの場面でルールやシナリオの記述が行われており、そのような作業を効率的にするための技術や知見の蓄積も対話システム研究の重要な課題である。

対話システムは言葉の意味を理解していない？

機械が言葉の意味を理解するとはどういうことかに関しては哲学的な議論が必要だが、最近多く研究されているオープンドメインのテキスト雑談対話システムなどでは、言語表現を何かの意味空間にマッピングしているわけではないので、意味を理解していないと言ってもよい。これに対し、多くのクローズドドメインのタスク指向型対話システム、たとえば、レストラン検索システムなどは、ユーザ発話中のキーワードをもとに知識ベースを検索するが、「イタリアン」「イタリア料理」など、異なる言語表現を知識ベースの同じ値や属性にマッピングする。また、「高い」「安い」などの表現も具体的な値の範囲にマッピングしている。これは、知識ベースの値の空間を意味空間と考えると、それに言語表現を（いわゆるシンボルグラウンディングと同様の意味で）グラウンディングしていると言える。このグラウンディングをもって対話システムが「言葉の意味を理解して

いる」と言ってもよいのではないだろうか。

対話システムの今後

この10年は、対話システムが一般に普及した時期だと言える。この間、さまざまな製品・サービスが作られてきたが、現状の技術での可能性を試すフェーズはそろそろ一段落つくのではないだろうか。今後は、上述したような、対話システムならではの利点を活かしたシステムにフォーカスが当たっていくと考えられる。

今後の対話システム開発で重要になってくるのが倫理的・社会的側面だと考えている⁵⁾。2016年3月にMicrosoftのチャットボットTayが社会的に不適切な発言を行うようになり停止することになった。このような不適切な発言を避けるためのシステム構築技術やテスト方法などが必要だろう。また、先に、人間は自律的に動作する対話システムに対して個人的な情報を開示しやすいと述べたが、これはユーザーの意に反して個人的な情報を収集し、悪用することにもつながる。悪意を持ったシステム開発をどう防ぐかは重要な課題である。

逆に社会的にポジティブなインパクトのある対話システムも重要である。たとえば、南カリフォルニア大学で開発され米国ホロコースト博物館に設置されているシステム“New Dimensions in Testimony”⁶⁾は、ホロコーストの生存者へのインタビュー映像を用いて、ユーザーの質問に答えることができる(図-6)。このシステムによって、生存者から体験談を直接聞くことができなくても、インタラクティブに歴史を学ぶこと



■ 図-6 南カリフォルニア大学のシステム“New Dimensions in Testimony”⁶⁾

が可能になった。ほかにも、教育、医療、福祉、行政などの分野への対話システムの適用が試みられており、社会の役に立つ対話システムの発展が期待できる。

最後に、対話システムの、情報技術の教育や普及への応用可能性に触れたい。対話システムはさまざまな技術や知見を総合して構築する必要があるため、システムを作ったり評価したりするときに、さまざまな情報技術を用いる。たとえば、ほとんどの対話システムで必要となるヒューマンコンピュータインタラクション、アルゴリズム、自然言語処理、人工知能、機械学習、データベース、ソフトウェア工学の技術に加え、システムのタイプによっては、音声処理、画像処理、ネットワーク、セキュリティなどの技術に実践的に触れることができるだろう。

対話システムは、情報技術の専門家だけではなく、心理学、言語学、社会学、ロボット工学などの関連分野の専門家、さらには、対話システムが扱うドメインの専門家と協力し、その知見を活かして研究開発を進めていく必要がある。このプロセスが、さまざまな分野の方に情報技術をもっと知っていただく機会になるのではないかと期待している。

参考文献

- 1) 中野幹生, 駒谷和範, 船越孝太郎, 中野有紀子 (著), 奥村学 (監修): 対話システム, コロナ社 (2015).
- 2) 杉山弘晃, 成松宏美, 水上雅博, 有本庸浩, 千葉祐弥, 目黒豊美, 中嶋秀治: Transformer encoder-decoder モデルによる趣味雑談システムの構築, 人工知能学会 SLUD 研究会 B5 (02), pp.104-109 (2020).
- 3) 東中竜一郎: AIの雑談力, KADOKAWA (2021).
- 4) Lucas, G. M., Gratch, J., King, A. and Morency, L.-P.: It's Only a Computer: Virtual Humans Increase Willingness to Disclose, Computers in Human Behavior, 37, pp.94-100 (2014).
- 5) 東中竜一郎: 対話システムと倫理, 人工知能 31 (5), pp.626-627 (2016).
- 6) トラウマ デービッド: 双方向型歴史学習の支援のための対話システム技術の活用, 人工知能, 31 (6), pp. 806-812 (2016). (2021年7月9日受付)

■ 中野幹生 (正会員) mikio.nakano@c4a.jp

1990年 東京大学大学院理学系研究科修士課程修了。NTT, HRI-JP を経て, 2020年 (株)C4A 研究所を設立, 現在同社代表取締役, 大阪大学招へい教授, 名古屋大学特任教授。博士 (理学)。

[身近になった対話システム]

② 機械読解による自然言語理解

基
専

西田京介 日本電信電話（株）NTT 人間情報研究所

自然言語理解への挑戦

機械読解とは

人工知能（AI）が自然言語（我々が日常的に用いる言葉）で書かれたテキストを読み、その意味を理解できるようにすることはAIおよび自然言語処理分野における主要な研究目標である。近年では、機械読解（Machine Reading Comprehension ; MRC）が自然言語理解のベンチマークタスクとして大きな注目を集めている。人間が読解力の試験を受けるように、このタスクでは機械読解モデルにテキストが与えられ、そのテキストに関する質問に正しく答えられるかが評価される。ルールベースや知識ベースに基づく質問応答と比べて、機械読解は質問に回答するために必要な知識源としてテキストを用いることが特徴である。

機械読解の研究は、現状のモデルが解くことのできない新たな研究課題となるデータセットを整備し、そのデータセットを用いて技術を磨くことを繰り返すことで発展し続けている。このため、さまざまな問題設定が存在しており、回答の形式には大きく3種類存在する。

- **多肢選択** 回答候補の集合の中から正しい回答を選択する。
- **スパン抽出** テキスト中のスパンを回答として抽出する。すなわち、回答として適切なテキスト中の開始単語と終了単語を選択する。

- **自由記述** 回答は文章中のスパンに限定されず、自由な形式で回答文を生成する。

ここで、機械読解モデルを検索エンジンや対話システムなど実際のサービスに適用するには、スパン抽出式や自由記述式で回答可能なモデルが適している。たとえば、コンタクトセンタにおける対話システムが機械読解の能力を備えると、検索用にマニュアルからFAQを事前に準備しなくても、システムがマニュアルに書かれた内容を正確に読み解いてピンポイントに回答を発見し、ユーザに返答できるようになる（図-1）。その一方で、AIの自然言語能力を確かめる意味では多肢選択式が正解率を測定しやすいため適している。実際に、人間用に作られた多肢選択式のテスト問題をAIに解かせて評価することも行われている。

人間を上回る回答スコアの達成

機械読解による自然言語理解の発展に関するターニングポイントは、2016年の6月に深層学習を行う

あんしん保険の弁護士費用特約はどのような場合に対象外になりますか？

「事故の相手が不明である場合など、相手の方に法律上の損害賠償請求を行うことができない時」です

↑ 回答範囲の抽出 知識源となるテキスト

あんしん保険の弁護士費用特約は、自動車事故などにより保険契約者が怪我などをされたり、自らが所有する自動車・家屋などの財物を壊されたりすることによって、相手の方に法律上の損害賠償請求をするために支出された弁護士費用や、弁護士などへの法律相談・書類作成費用などを保険金としてお支払いする特約です。ただし、保険金のお支払い対象となる費用に関しては、当社の同意を得た上で支出された費用に限ります。また**事故の相手が不明である場合など、相手の方に法律上の損害賠償請求を行うことができない時**は、本特約は対象外となりますのでご注意ください。

■ 図-1 機械読解能力を備えた対話システムの例

小特集 Special Feature

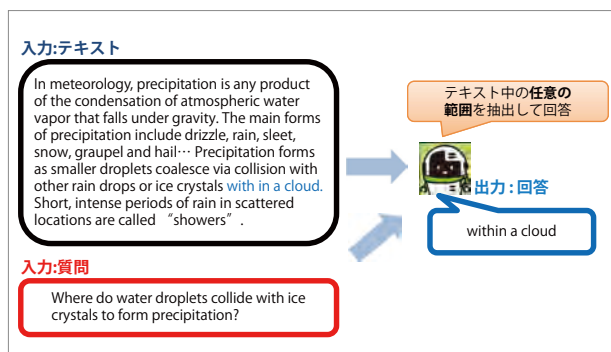
ために必要な大規模なデータセットである SQuAD¹⁾ がスタンフォード大から発表されたことであった。

SQuAD は知識源となるテキストから、質問に対して回答となる文字列のスパンを抽出するタスクである (図-2)。平均 140 単語程度の Wikipedia の段落テキストに対して、クラウドソーシングにより大規模に作成された 10 万件を超える質問・回答ペアのデータから構成されるこのデータセットは、広く深層学習・自然言語理解の研究者にインスピレーションを与えた。図-3 に示すようにデータセットの発表当初は人間と AI の回答スコアに大きな開きがあったが、次々と新たなニューラル機械読解モデルが多数発表され、最高スコアが更新された。2018 年 10 月には Google により発表された BERT²⁾ が人間を大きく上回る回答スコアを達成し、「AI の読解力が人間を超えた」と報じられるなど社会にインパクトを与えた。

BERT によるパラダイム・シフト

事前学習とファインチューニング

BERT とは、巨大なニューラルネットワークを、人間により正解情報が与えられていない大量のテキストで学習した汎用言語モデルである。この事前に学習されたモデルを、応用タスクの学習データを用いて適応 (ファインチューニング) させることで、機械読解を含めたさまざまな自然言語処理タスクで高い性能を実現した。

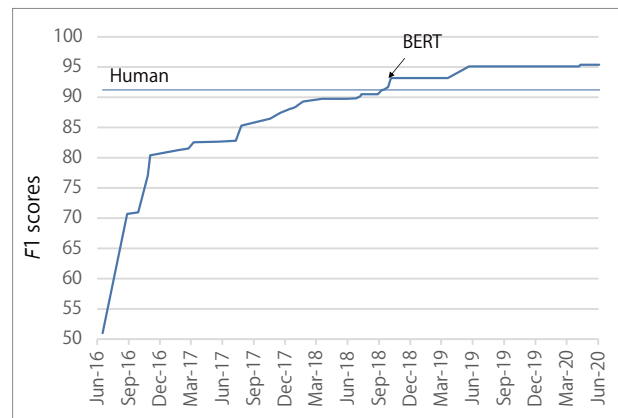


■ 図-2 SQuAD の問題例

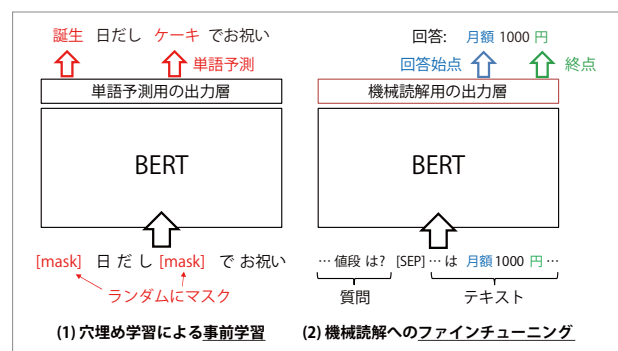
ニューラルネットワークを用いた応用タスクの学習には通常大量の目的タスクの学習データが必要であるが、事前学習したモデルは従来に比べて少量のデータによるファインチューニングでも高い性能が得られるようになった。また、従来は応用タスクごとに特化したニューラルネットワークのアーキテクチャを人間が設計していたが、図-4 に示すように BERT は同一の汎用的なアーキテクチャにタスクごとの出力層を 1 つ追加するだけで、特化型のニューラルネットワークを超える性能を実現した。これらの優れた特徴から、汎用の事前学習モデルをファインチューニングにより目的タスクに適応させるアプローチが BERT の登場以降は主流になった。

穴埋め問題から言語モデリング

前述したように BERT は汎用の「言語モデル」で



■ 図-3 SQuAD の F1 スコア (回答 (単語列) の部分一致に関する精度) の最高値の変動



■ 図-4 BERT における穴埋め問題による事前学習とファインチューニングのイメージ

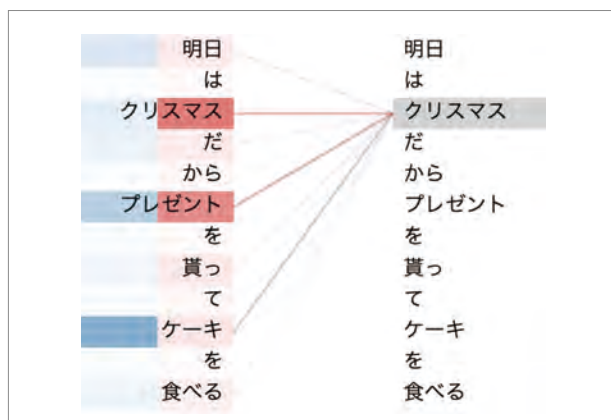
小特集 Special Feature

ある。この言語モデルとは、より自然な、より頻出する文や単語列に高い確率を与えるモデルである。BERTでは、図-4に示すように、テキストの一部をランダムにマスクして、マスクした部分にどの単語が入るのが自然であるかを予測する穴埋め問題 (Masked Language Modeling) により言語モデルを学習する。こうした穴埋め問題による事前学習は、人間が正解 (教師) 情報のアノテーションを行わずにテキストデータを集めるだけで実現できる利点があり、自己教師あり学習と呼ばれる。BERTでは、英語のWikipediaページすべてと小説のコーパスという大量のテキストデータ (約16ギガバイト) を用いて事前学習を行っている。

Transformer とセルフアテンション

BERTはGoogleが2017年6月に発表したTransformer³⁾という構造を採用している。Transformerは、これまで利用されてきた再帰的ニューラルネットワーク (Recurrent Neural Network; RNN) や畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Networks; CNN) をセルフアテンションに置き換えていることが特徴である。

一般的に、アテンションとは $\{h_1, h_2, \dots, h_n\}$ をベクトル集合、 $\{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$ を各ベクトルに対するアテンションの分布 (重み; $\sum_i \alpha_i = 1$) としたとき、ベクトル集合の重み付き総和 $\sum_i \alpha_i h_i$ を出力



■ 図-5 セルフアテンションを可視化した例

する単純な計算処理である。ここで、アテンションの重み α_i は、ベクトル h_i とクエリ q を引数とするスコア関数 $S(h_i, q)$ の値に基づいて計算される。従来、アテンションは機械翻訳や画像キャプションを始めとした系列から別の系列への変換 (sequence-to-sequence) タスクで有効であることが確認されてきたが、Transformer で用いるセルフアテンションでは、クエリおよびベクトル集合のどちらも同じ入力系列を対象とする (図-5)。このセルフアテンションによって、従来問題とされていた文章中の遠く離れた単語間の関係も高精度に理解できるようになり、自然言語理解のレベルは大きく上がった。さらに、Transformer では1つの層内で複数のアテンション機構 (アテンションヘッドと呼ばれる) を用いる (図-5はヘッド数2の場合) ことで、異なる観点で単語間の関係をモデリングすることを可能にしている。

より巨大なモデル、より大量のデータ

SQuADの最高精度を達成したBERTは3.4億個のモデルパラメータ (float 値) を持つ。実験的な検証によりTransformerのモデルパラメータ数を多くすると言語モデルの性能が上がっていくことが確認され、2020年5月には1,750億個、2021年1月には1.5兆個のパラメータ数を持つモデルが発表されるなど、言語モデルのパラメータ数は指数関数的に増加している。これに伴って、事前学習に用いるテキストコーパスのサイズも数百ギガバイト～テラバイトのレベルまで増大している。現在のところ、モデルパラメータ数の増加による性能向上の限界はまだ確認されておらず、今後もより巨大な言語モデルの研究が続いていくと予想される。

機械読解研究の展望

SQuADではAIが人間を上回るスコアを達成した。しかし、SQuADは比較的単純な問題設定であった

め、AI が人間を上回る読解力を獲得したとはいまだ言えず、下記に述べるさまざまな課題が残っている。

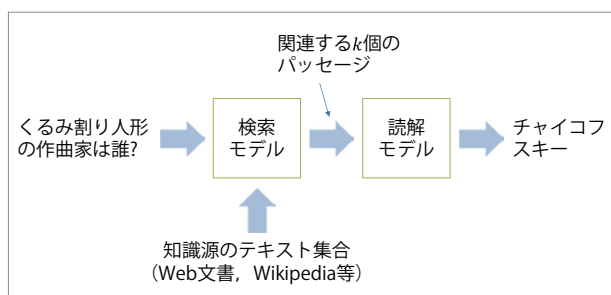
オープンドメイン質問応答

SQuAD では知識源となる回答に必要な情報を含むテキストが与えられていた。こうした問題設定の場合は、たとえば人名が答えになるような質問においてテキスト中に人名が1つしかなければ、自然言語の意味を理解せずとも回答を見つけることができる。しかし、検索エンジンのように（任意のドメインの）質問のみが与えられる場合は、最初にどのテキストに回答に必要な情報があるかを発見する必要があるため、難易度が大きく上がる。

このようなオープンドメイン質問応答と呼ばれる問題設定では、一般的には情報検索と機械読解の2段階のアプローチが採用される。図-6に示すように、まず検索モデルが知識源となるテキスト集合から質問に関連する複数のテキストに絞り込み、次に読解モデルがこれらのテキストを詳しく読み解き回答を発見する。回答に必要な情報が2つ以上の検索結果テキストに跨って存在する場合は、機械読解において多段の推論が必要になるため理解が難しくなる。

説明可能な AI

現在の機械読解モデルは回答が正解だったとしても、なぜその回答に至ったのかの説明を上手く行うことができない。また、機械読解モデルは一般的にニューラルネットワークで構築されており、たとえ



■ 図-6 オープンドメイン質問応答のイメージ

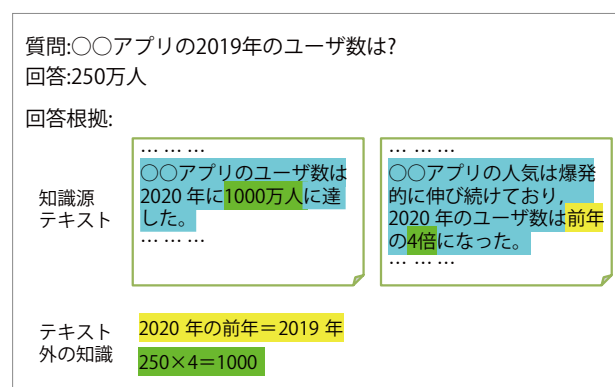
内部状態を可視化しても人間が回答の理由を解釈することは難しい。

機械読解においては、知識源となるテキストにおいてどの文が回答の根拠となったかを回答と併せて出力することで説明性を向上する取り組みが多くなされている。さらに、より実践的で人間に近いレベルを実現するには、知識源のテキストに書かれていない常識や共通感覚、演算などの知識も含めて説明することが求められる（図-7）。人間がAIの回答を信頼するには、精度の良い回答だけでなく納得のいく説明が必要になるため、説明可能なAIの実現には産業界からも大きな期待が寄せられている。

回答の評価指標

多肢選択式のタスクでは正解率を評価指標として利用可能であるが、その他の形式、特に自由記述式の回答では、機械読解モデルが回答として出力した文字列を、人間が与えた正解の文字列と比べて正しいかを評価しなければならない。

人間による評価は品質の面では最良であるが、クラウドソーシングや専門家への依頼は高価で長い期間を要してしまうため、日常的なモデル改善のサイクルでは用いることが難しい。そのため、一般的には出力文字列と正解文字列の単語レベルでの重なり具合に基づく自動評価指標を多くの機械読解タスクでは用いている。しかし、機械読解の回答では1単語異なるだけでもまったく異なる意味になる場合



■ 図-7 説明可能な機械読解モデルのイメージ

小特集 Special Feature

があるため、単語の重なりに基づく指標には限界がある。今後、さらなる自然言語理解の発展には、意味的な類似性に基づき、主観評価と高い相関を持つ自動評価指標の確立が必要不可欠である。

視覚と言語の融合理解

これまで取り上げた内容は、すべてテキストに閉じた問題設定であった。しかし、我々が普段扱っている文書はプレーンテキストではない。機械読解の知識源となり得る Web ページ、PDF 文書、プレゼンテーションスライド等には、文字の大きさや色、図や表、グラフ、アイコン、レイアウトの情報などさまざまな視覚的要素が含まれており、BERT を始めとしたテキストを対象にした機械読解モデルではこれらの情報を考慮して回答することができない。

そこで、NTT では文書画像に対する機械読解のデータセット VisualMRC ⁴⁾ を構築して研究を進めている。このデータセットは英語の Web ページの

スクリーンショットの文書画像に対する自由記述型の質問応答データである。特徴として、文書内の領域 (Region Of Interest ; ROI) をタイトル・段落・リスト・画像・キャプションなど 9 クラスに分類してアノテーションしている点が挙げられる (図-8)。文書レイアウトを考慮可能な機械読解モデルの実現に向けて、文献 ⁴⁾ では、事前学習済の Text-to-Text モデルをベースに、物体認識技術を適用して抽出した文書中の ROI と、さらに文字認識技術 (OCR) を適用して抽出したトークンの位置・外観情報を追加入力とするモデルを提案した (図-9)。人間の質問応答精度にはまだ及ばないものの、ROI の意味クラスや、OCR で抽出された文字の位置座標や外観を加えることで性能が向上することが確認されている。

人間と AI の共生へ

AI が人間と同じように自然言語を理解し、人間と自然なコミュニケーションが取れるようになれば、我々の社会における AI の活躍シーンは大きく広がる。機械読解は人と AI の共生社会を実現するための鍵となる技術の 1 つであり、今後も大きな発展が期待される。

参考文献

- 1) Rajpurkar, P., Zhang, J., Lopyrev, K. and Liang, P. : SQuAD : 100,000+ Questions for Machine Comprehension of Text. In EMNLP, pp.2383-2392(2016).
- 2) Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K. and Toutanova, K. : BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. In NAACL-HLT, pp.4171-4186 (2019).
- 3) Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L. and Polosukhin, I. : Attention is All You Need. In NIPS, pp.5998-6008 (2017).
- 4) Tanaka, R., Nishida, K. and Yoshida, S. : VisualMRC : Machine Reading Comprehension on Document Images. In AAAI (2021).

(2021年5月31日受付)



図-8 VisualMRC データセットの例

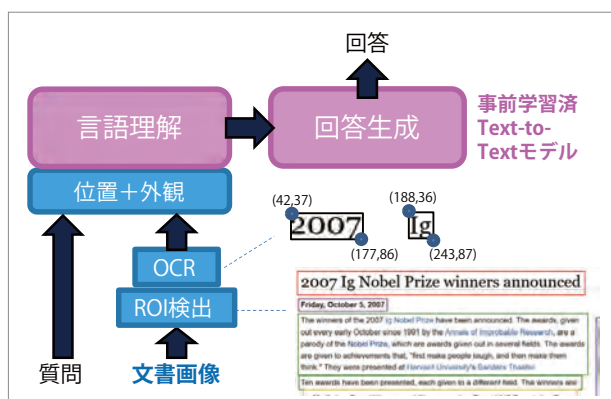


図-9 文書レイアウトを理解可能な機械読解モデル ⁴⁾

■西田京介 (正会員) kyosuke.nishida.rx@hco.ntt.co.jp

2008年北海道大学大学院情報科学研究科博士課程了。博士(情報科学)。2009年日本電信電話(株)入社。現在、NTT人間情報研究所特別研究員。

[身近になった対話システム]

3 チャットボットサービスの変遷とそれを支える構成技術

—シナリオ型チャットボットサービスの発展—

応
般

岩崎信也 津村直哉
株式会社日立システムズ



チャットボットサービスの普及

チャットボットは、図-1に示すとおり、対話型UI (User Interface) を用いて、人とコンピュータが対話できるシステムであり、人と人との対話に近いことから、人への親和性が高い。特に近年、スマートフォンとともに、LINE社の「LINE」など対話型UIをベースにしたチャットツールが普及した。その結果、チャットボットを用いて多種多様な企業、

公的機関が、マーケティング・商取引・申請手続き・情報検索などのサービスを提供している。

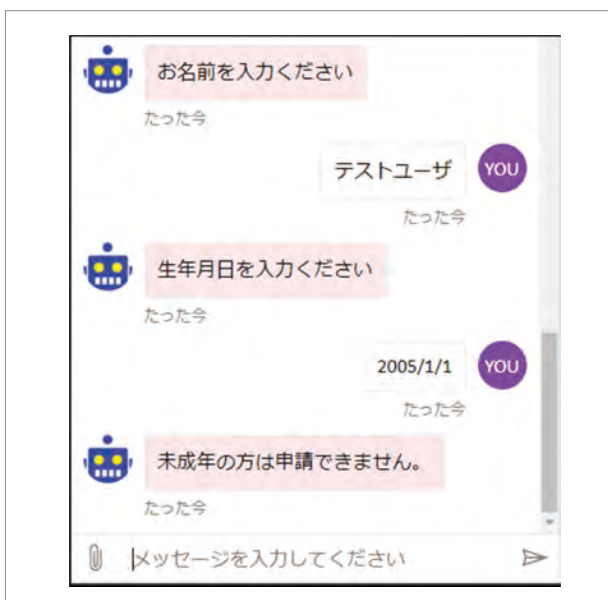
チャットボットサービスは、これらチャットボットを容易に構築、提供するプラットフォームサービスである。

本稿では、チャットボットサービスの変遷と、近年普及しつつあるシナリオ型チャットボットサービスを支える構成技術について解説する。

チャットボットサービスの変遷

チャットボットサービスの始まり

チャットボットの始まりは、マサチューセッツ工科大学で開発された「ELIZA」(1966年)である。産業的にチャットボットサービスとして初めて普及したのはActiveBuddy社の「SmarterChild」(2001年)である。「SmarterChild」は、決められたタスク(株価、映画の上映時間、天気予報など)を当時流行していたチャットツールを通して実行することができた¹⁾。その後、FAQ (Frequently Asked Questions) に特化したIBM社「Watson」(2013年)、シナリオベースにチャットボットを開発できるIPsoft社「Amelia」(2014年)、Google社「api.ai (現Dialogflow)」(2016年)などの登場により



■ 図-1 チャットボットの例

小特集 Special Feature

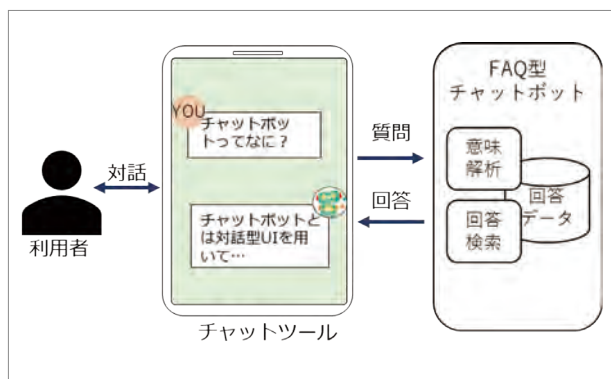
チャットボットサービスが社会に定着した。現在では、さまざまな企業からチャットボットサービスが提供されている²⁾。

これらのチャットボットサービスは、質疑応答を目的としたFAQ型、雑談など対話自体を目的とした雑談型、特定タスクの実行を目的としたシナリオ型に分類できる。

FAQ型

FAQ型のチャットボットサービスは、利用者の質問に対して適切な答えを返すことを目的とした、質疑応答に特化したチャットボットを提供する。IBM社の「Watson Natural Language Classifier」、イクシーラボ社の「CAIWA」などが代表例である。WebサイトのFAQや、ヘルプデスクなどの代替として利用が進んでいる。

FAQ型のチャットボットサービスの代表的な構成を、図-2に示す。FAQ型のチャットボットサービスは、利用者の質問を意味解析し、質問と回答を紐づけた回答データから利用者の質問に最も適切な回答を検索し、利用者に発話する。回答データは事前にチャットボットの運用者が作成する。回答データの質・量により利用者の意図した回答を返答できるかが決まるため回答データは非常に重要であるが、回答データの作成・更新は手間を要する。このため、近年のFAQ型のチャットボットサービスでは、既存のWebサイトのFAQページを自動で解析して、



■図-2 FAQ型チャットボットの構成

回答データのベースを作る技術など回答データの作成支援技術の開発が進んでいる。

雑談型

雑談型のチャットボットサービスは、ボットに性格などのキャラクターを持たせ、利用者とボットが対話すること自体を目的とするチャットボットを提供する。

古くはチャットボットの始まりとされる「ELIZA」、近年では、マイクロソフト社が開発した「りんな」などが代表例である。雑談型チャットボットは、利用者と雑談することが可能であるため、企業のイメージキャラクターなどをチャットボット化して、利用者に親近感を持たせられる。

雑談型のチャットボットサービスでは、大量の対話セットを事前に準備し、ディープラーニングによるテキスト生成技術等を用いて利用者の発話から適切な発話を行う。FAQ型チャットボットとの違いとして、FAQ型チャットボットは、利用者の発話が質問であることが前提であり質問に対しての答えを返答することが目的であるが、雑談型は利用者の発話は質問に限らず、ボットの発話も回答に限らず対話を破綻させることなく自然かつ継続的な対話を目的とすることである。

シナリオ型

シナリオ型のチャットボットサービスは、注文処理や申請処理などの特定のタスクを実行するチャットボットを提供する。IPsoft社の「Amelia」、Google社の「api.ai (現 Dialogflow)」、マイクロソフト社の「Power Virtual Agent」、日立システムズ社のシナリオ型チャットボットサービスが代表例である。FAQ型や雑談型と違い、決められた手順に沿って継続的に対話できることから、質疑応答に限らず既存の業務の代替などが可能で、産業分野での利用が進んでいる。

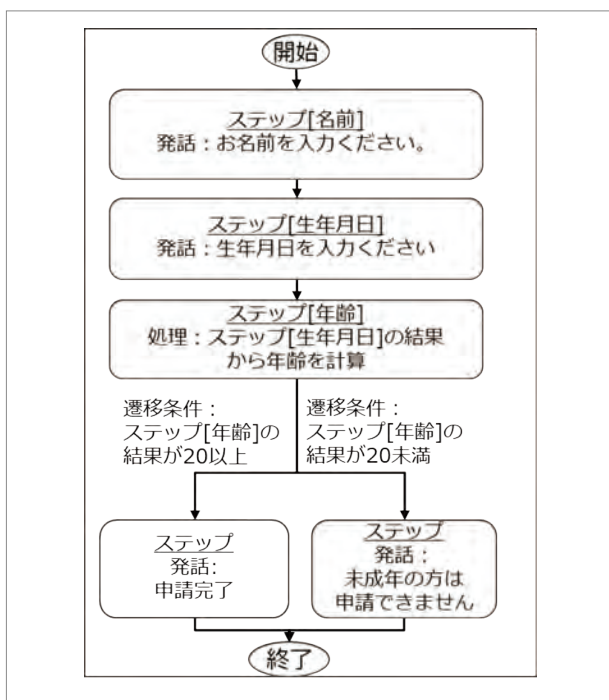
シナリオ型チャットボットサービスでは、実行す

小特集
Special Feature

るタスクに対応したシナリオと呼ばれる対話テンプレートを事前に作成する。シナリオでは、チャットボットで実行するタスクに合わせて、「利用者に対してどのような質問を提示するか」「利用者の返答によって、次の質問をどのようにするか」といった、利用者との対話の内容や対話の流れを定義する。シナリオは、1対話を意味するステップとその間の遷移で構成される。

申請処理のシナリオ例を図-3に示す。このシナリオでは、ボットの利用者に名前と生年月日を確認し、年齢を計算後、未成年の場合は申請不可としている。このようにシナリオを定義することでシナリオ型チャットボットサービスでは、さまざまなタスクを実行するためのチャットボットが作成できる。

これまでのシナリオ型チャットボットサービスは、シナリオに定義された内容でしか利用者との対話することができず、利用用途が限られていた。しかし、最近では業務システムとの連携やさまざまなチャットツールへの対応などが実現された。その結果、シナリオ型チャットボットサービスの適用範囲が広が



■ 図-3 シナリオの例

り、出前の注文、荷物の配送や施設予約などの商用サービスから、ゴミ収集依頼や住民票の発行などの行政サービスまでさまざまな分野で利用されている。

シナリオ型チャットボットサービスを支える構成技術

技術要素

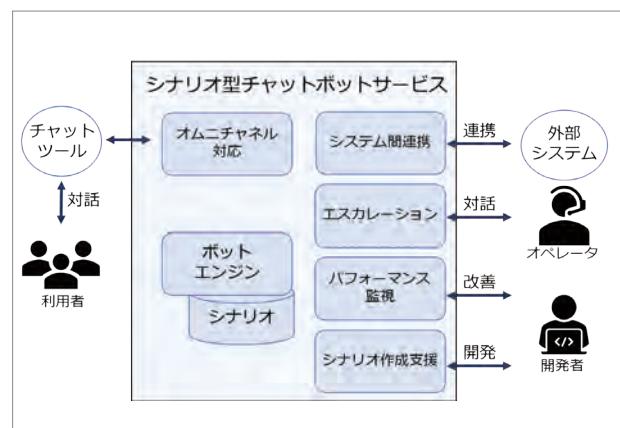
近年のシナリオ型チャットボットサービスは、利用者との対話だけでなく、オペレータ・開発者・外部システムなどとも連携するためにさまざまな機能を提供する。このため、図-4に示すとおり、チャットボットの中核となるボットエンジン以外のさまざまな構成技術から成り立つ。

本稿では近年のシナリオ型チャットボットが持つボットエンジン以外の構成技術について詳しく解説する。

システム間連携

近年のチャットボットサービスで最も重要なのが、チャットボット以外の外部のシステムとチャットボットが連携できることである。これにより、業務システムと連携し、既存の業務フローにチャットボットを組み込むことで、これまで人手で実施していた業務を容易に代替し、業務を効率化できる。

このために以下3つのシステム間連携方式が重



■ 図-4 シナリオ型チャットボットサービスの構成技術

小特集 Special Feature

要である。

(1) データ連携

データ連携は、連携方式のうち、最も基本的な方式であり、チャットボットシステムが外部のシステムに要求し、処理結果などのデータを取得する。これにより、外部システムへの対話内容の登録や、取得したデータをチャットボットの発話文などに埋め込むことができる。たとえば、**図-5**に示すとおり、出前注文のチャットボットにおいて、利用者が店舗を検索する際に検索キーワードを入力することで、外部システムに店舗の検索処理を要求し、検索結果となる店舗一覧を取得する場合などに利用できる。

(2) プッシュ連携

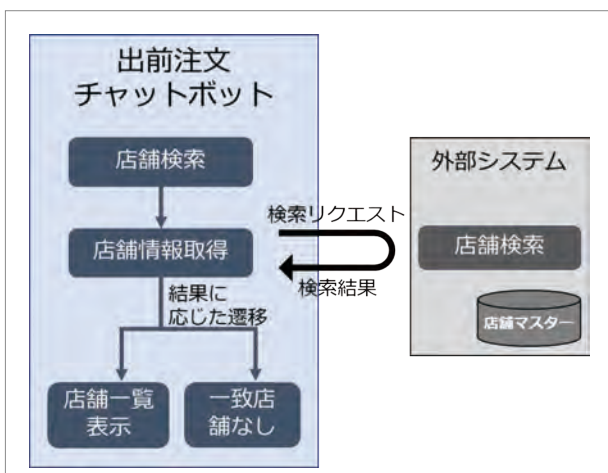
プッシュ連携は、外部のシステムがチャットボットに利用者との対話の開始を要求する。チャットボットは、原則として利用者の発話をトリガーに対話を開始するが、プッシュ連携によりチャットボットから対話を開始することができる。チャットボットの利用者にお知らせのメッセージを一方向的に配信したい場合などに利用できる。また、外部システムからデータを取得する際に、外部システムで時間を要するユースケースなどにも利用される。

たとえば、**図-6**に示す採用応募するチャットボットを例に説明する。この例では利用者が応募申請後に面接日程の調整を進めるが、人手（オペレー

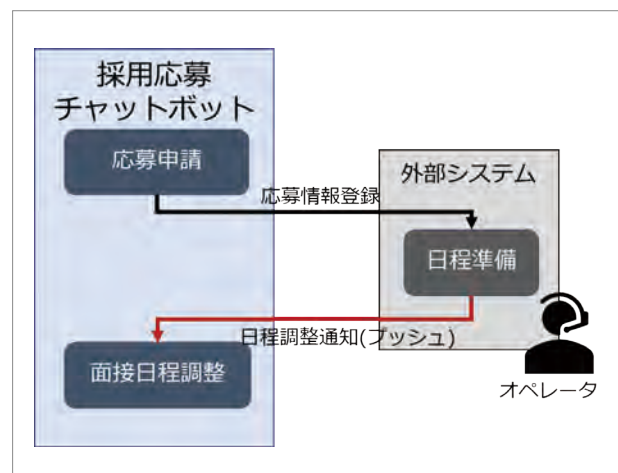
タ）で面接日程の候補を出す必要がある。外部システム上で人手（オペレータ）による準備に一定時間要する場合、利用者とチャットボットとの対話が切断されてしまう。この場合は、外部システムでの準備完了後、プッシュ連携により、外部システムからチャットボットに対象の利用者との対話の再開を要求することで、日程調整に進むことができる。これは、チャットボットにプッシュ連携用のAPI（Application Programming Interface）を持ち、外部システムからAPIに起動するシナリオや対象の利用者の識別情報を含んだリクエストを発行することで実現される。

(3) シナリオ連携

シナリオ連携は、外部システムにチャットボットのシナリオ生成に必要となる情報（発話内容や選択肢、遷移情報、遷移条件）がある場合、その情報を利用して、シナリオを動的に生成する。タスクの既存の実行手段として、Webシステムや電話対応などが存在するときに、チャットボットを導入する場合に、チャットボットのシナリオは人手で作成し、既存の外部システムとは別に管理する必要がある。シナリオ連携により外部システムの情報から自動でシナリオを生成することで、情報の二重管理を避けることができる。これにより事前に人手で定義するシナリオの量や運用の手間を削減できる。



■ 図-5 データ連携の例



■ 図-6 プッシュ連携の例

小特集 Special Feature

たとえば、**図-7**に示す採用応募のヒアリングを例に説明する。応募時のヒアリング項目が職種別に異なり、その項目情報が外部システムに記録されていた場合、シナリオ連携により、職種選択時に外部システムからそれらの情報を取得し、シナリオを生成することで、利用者との対話に利用する。具体的には、ユーザとの対話内容に基づき、その後の対話に必要な情報を外部システムから取得し、事前に指定された変換方法に従い取得したデータからシナリオを生成する。

シナリオの作成支援

シナリオ型チャットボットでは、事前に開発者がシナリオを作成しなければならず手間を要する。そこでシナリオ作成ツールと呼ばれる GUI (Graphical User Interface) ツールにより、シナリオの作成を補助する。例として、日立システムズ社が開発したシナリオ作成ツールを**図-8**に示す。このツールでは、シナリオの流れをグラフィカルにフローで表現し、ステップ間の遷移設定などのパラメータの入力を容易にすることで、人手によるシナリオの作成を支援する。

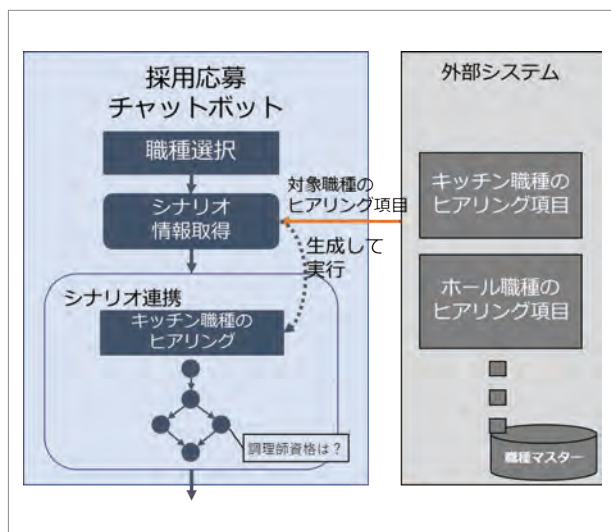
オムニチャネル対応

チャットボットサービスは、チャットツールを介して利用者と対話するが、チャットツールは、チャットボットのユースケースや、利用者の特性により最適なものが異なる。

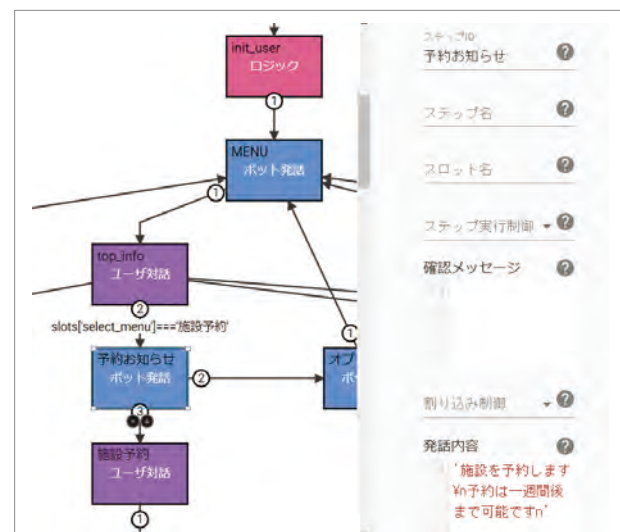
たとえば、一度しか対話しない場合はインストールが不要な Web ページに組み込まれたチャット、継続的に対話が必要な場合は「LINE」などのアプリケーションのチャットが利用される。提供対象の国により普及しているチャットツールが異なる場合（日本では「LINE」、世界的には「WhatsApp」）もある。このため、チャットボットサービスは、さまざまなチャットツールを介して対話できる必要がある。しかし、それぞれのチャットツールでチャットボットとの対話の仕方が異なる。チャットボットサービスでは、これらのチャットツールを抽象化し、統一的な方法で各種チャットツールに対応させている。

エスカレーション

チャットボットは必ずしも利用者が望む適切な返答をできるわけではない。FAQ 型チャットボットでは、利用者の質問に対して見当違いの回答をしてしまうこともある。シナリオ型チャットボットでは、利用者がボットの発話に従い入力しても対話が進ま



■ 図-7 シナリオ連携の例



■ 図-8 シナリオ作成ツールの例

小特集 Special Feature

ず同じ対話を繰り返してしまうこともある。

これらの問題に、チャットボットだけで対応するのは難しく、放置すれば利用者の離脱を招く。この対応として、人（オペレータなど）にエスカレーションし、有人チャットに切り替えることが多い。これにより利用者の離脱を招かずに適切な回答を行える。

さらに、エスカレーションした対話の結果を自動的にチャットボットが学習し、回答セットやシナリオに追加することで次回以降同じ対話が起きたときに、エスカレーションせずに済む技術などが実用化されている。

パフォーマンス監視

チャットボットは一度作成すれば必ずしもよいチャットボットができるわけではない。ここでのよいチャットボットとは、途中で離脱せず利用者が目的を達成できるチャットボットである。よいチャットボットにするためには、利用者の利用状況に合わせて開発者がチャットボットを改善できる必要がある。

このためには、シナリオのどこが悪いのか（どこで離脱しているのか）をリアルタイムに監視し、パフォーマンスレポートとして開発者に提示することで、開発者がシナリオの改善点などを検討できる。

たとえば、図-9は、シナリオ型チャットボットサービスでのパフォーマンスレポート例である。この例では、チャットボット全体の利用者数や離脱率の推移、シナリオごとの離脱率などを確認できる。このほかにも、シナリオの1ステップごとの離脱率や平均実行時間、ループ回数（あるステップが一回の対話で何回実行されたか）などを確認することで改善すべき点を把握できる。このようなレポートを利用して、チャットボットを随時改善していくことが、よりよいユーザ体験を得るために重要である。

今後の展開

チャットボットサービスの今後の展開として以下が考えられる。

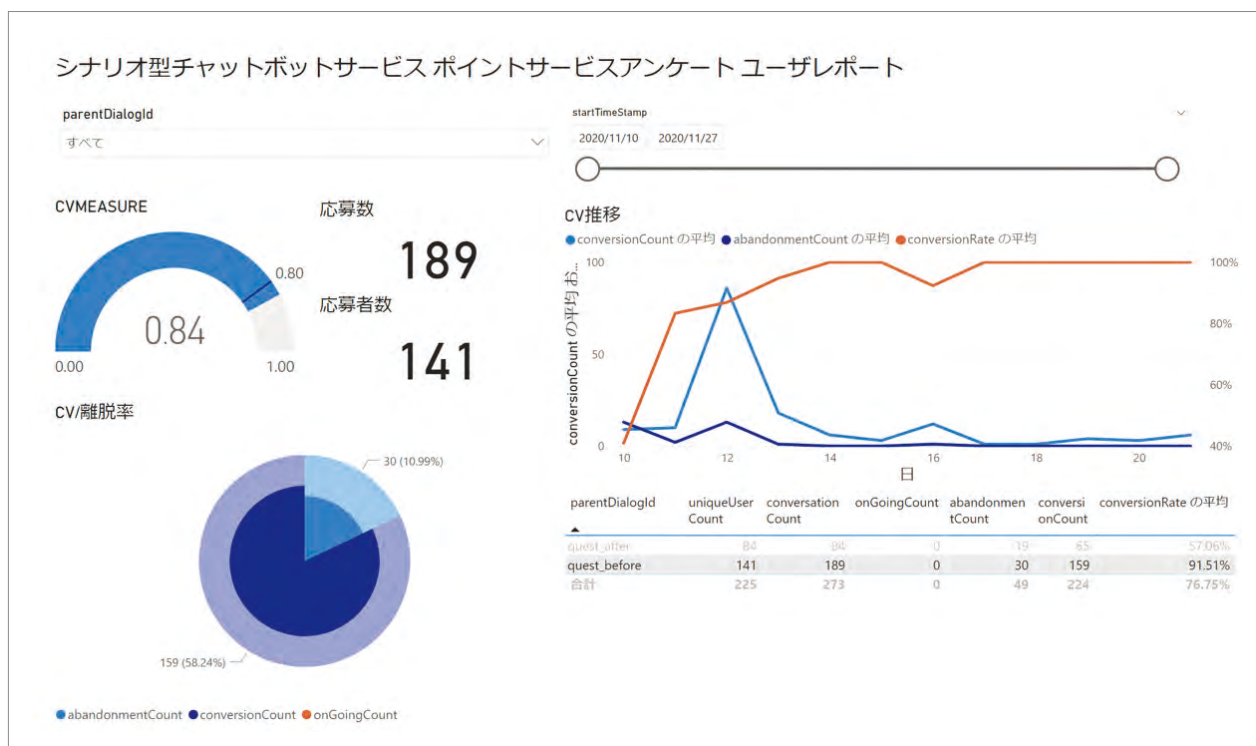


図-9 チャットボットのパフォーマンスレポートの例

(1) シナリオの対応可能な範囲の拡大

eKYC（本人確認）サービスや電子決済サービスなどのさまざまな外部システムとの連携を推進していくことで、チャットボットの適用範囲がさらに拡大し、人の介入を必要としている顧客接点業務の非対面化・効率化を促進させる。

また、「人」が直接的に表に出る必要がないことから、近年被害が増えている苦情を装ってサポートセンターのオペレータなどに執拗につきまとう「クレームストーカー」などの対策としても有効であり、個人のプライバシーや安全性の確保への貢献も見込める。

(2) デジタル・ディバイドの解消

チャットボットには人との親和性が高いという特徴がある。今後は音声認識や自然言語解析などによりさらにインタフェースが発達し、PC やスマートフォンの操作に不慣れな IT リテラシーの低い利用者などにも利用のしやすいサービスが提供され、情報格差の解消への活用が進む。

たとえば、近年の行政サービスはデジタル化が進み、Web サイトでのサービス提供とともに一部はチャットボットに対応している。Web サイトでは複雑で利用できない利用者也、対話的なチャットボットだと利用できる場合もある。今後はチャットボットを提供する行政機関がさらに拡大し、これまで取りこぼしてきた住民へのサポートが進むと考えられる。

(3) チャットボット間の連携

今後、チャットボットサービスがさらに普及することで、チャットボット間の相互連携が重要になる。

利用者は、利用サービスのチャットボットと個別に対話しなくても、包括したチャットボットのみと対話することでさまざまなサービスを利用することができるようになる。サービス提供者の観点では1つのチャットボットで対話先が人であるかチャットボットであるか関係なく複数の流入経路に対応することができる。

たとえば、利用者がピザと寿司を出前する際に出前サービスのチャットボットが、ピザ店・寿司店などの注文チャットボットと連携することで、利用者は、それぞれの店舗に個別に注文する必要がなくなる。また、ピザ店などの各種店舗は1つのチャットボットで直接注文する利用者とは出前サービスを経由する利用者の両面に対応でき、注文システムの管理負荷を減らすことができる。

参考文献

- 1) Adamopoulou, E. and Moussiades, L. : An Overview of Chatbot Technology, in Artificial Intelligence Applications and Innovations, Cham, pp.373-383(2020).
- 2) 狩野芳伸：コンピュータに話を通じるか：対話システムの現在, 情報管理, Vol.59, No.10, pp.658-665 (2017).

(2021年6月30日受付)

■岩崎信也（正会員） shinya.iwasaki.fb@hitachi-systems.com

2016年東京情報大学大学院総合情報学専攻修士課程修了。大阪大学大学院情報科学研究科博士後期課程在学中。株式会社日立システムズ研究開発本部研究開発センタ 研究員。チャットボットサービスの研究開発に従事。

■津村直哉 naoya.tsumura.rd@hitachi-systems.com

株式会社日立システムズ 金融事業グループ DX 本部 技師。シナリオ型チャットボットサービスの商品化開発にプロジェクトマネージャとして従事。

[身近になった対話システム]

4 一般ユーザとの雑談会話のための AI チャットボット

応
般

沢田 慶 rinna (株)



チャットボットの役割

チャットボットは、人間との会話を自動で行うシステムのことである。企業の Web ページなどにチャットボットが導入される事例も多くなり、一般ユーザが実際に利用する機会が増加している。また、AI アシスタントと呼ばれる Apple の Siri, Amazon の Alexa, Google の Google アシスタントなどは、スマートフォンやスマートスピーカに搭載されることで、ユーザの身近な存在となっている。これらのチャットボットの多くは、ユーザが所望する目的(たとえば天気予報の確認やトラブルシューティング)を達成するために会話を行うタスク指向型のチャットボットである。

一方、タスクを達成するためではなく、ユーザと雑談することを主目的とするチャットボットは非タスク指向型と呼ばれる。Microsoft は非タスク指向型のチャットボットである「りんな」を開発し、雑談チャットボットのサービスを開始した^{☆1}。ユーザとの会話を簡潔に済ましタスクを達成することを目的に開発されるタスク指向型のチャットボットとは違い、りんなはユーザと長く会話を楽しみ共感を生み出すことを目指して開発され続けている。本稿では、りんなについての研究・開発・運用・運営を中心に雑談チャットボットについて紹介する。

雑談会話を実現するための技術

テキストを用いてユーザと会話するチャットボットを実現するためには、ユーザの入力文(リクエスト)に対してチャットボットが適切な応答文(レスポンス)で返答する必要がある。チャットボットを開発するための単純な手法は、リクエストに対するレスポンスをルールベースで事前に用意する方法である。しかし、雑談会話が主目的の非タスク指向型チャットボットを開発するためには、ユーザの多様なリクエストに対し、飽きさせることがないレスポンスが必要となり、人手によるルールの作成には限界がある。

りんなでは、雑談会話が可能なチャットボットを開発するために最先端技術を順次導入し、一般ユーザが最先端の技術を体験できる機会を提供してきた。図-1 に、りんなに導入されてきた技術の概要を示す。導入されてきた技術は、大きく分けて検索エンジンとディープラーニングに基づく手法があり、以降でそれぞれの手法について解説する。

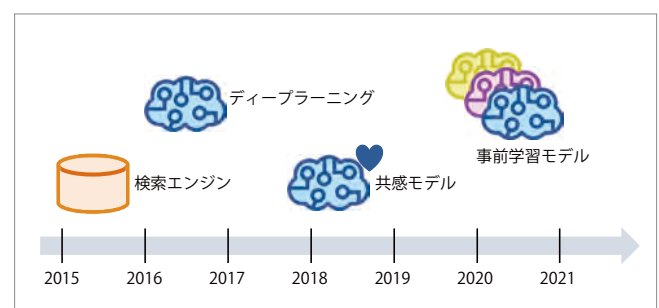


図-1 りんなに導入されてきた技術

☆1 りんな開発チームは、2020年にrinna(株)としてMicrosoftから独立し、関連事業は引き継がれた。

検索エンジンによるレスポンス検索

雑談会話は多岐にわたるレスポンスが必要となり、人手によるルール作成だけでは対応が難しいことがある。そこでインターネットのWeb ページ検索に用いられる検索エンジンの仕組みを応用し、高速にレスポンスを検索するシステムを開発した。

まずは、レスポンスの候補からなる巨大なデータベース（インデックス）を構築する。りんなのインデックスは、くだけた言い回しや顔文字・絵文字を含むレスポンス候補から構成される。そしてレスポンス検索時（図-2）には、ユーザからのリクエストを単語分割・単語正規化・ストップワード除去などの事前処理を施し、インデックスからリクエストのレスポンスとしてスコアが高い候補を検索する。最終的には、複数のレスポンス候補の中から機械学習に基づくランキングにより最適なレスポンスを選択し、ユーザへの返答とする。人手によるルールでは対応が難しいリクエストに対しても、検索エンジンを用いた手法では巨大なインデックスを構築しておくことでレスポンスが可能となる。

ディープラーニングによるレスポンス生成

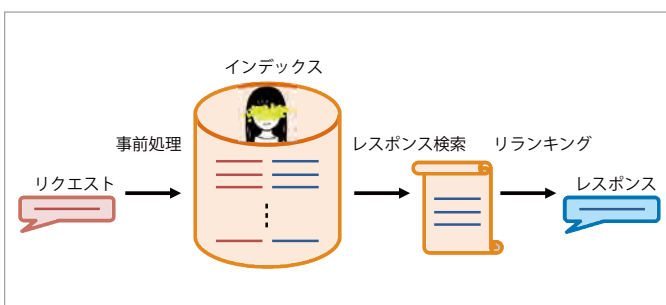
2000年代から続くディープラーニング技術の劇的な発展の中で、自然言語処理の分野は新たな手法の導入対象として注目され、いくつものブレークスルーがもたらされた。ディープニューラルネットワーク（DNN；Deep Neural Network）の中でも、系列のモデル化に適したRNN（Recurrent Neural Network）やLSTM（Long Short Term Memory）と

いったモデル構造は自然言語処理において高い性能を示した¹⁾。

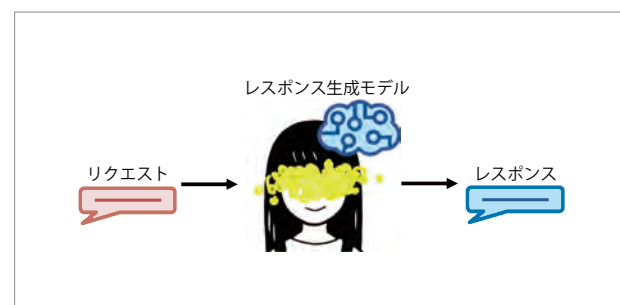
雑談チャットボットの返答においても、事前に用意されたインデックスからレスポンスを検索するのではなく、ユーザのリクエストに応じてDNNがリアルタイムでレスポンスを生成することが可能となった。レスポンスを生成するモデルは、雑談会話のリクエストとレスポンスのペアから学習される。そして学習されたレスポンス生成モデルに、リクエストを入力することでレスポンスが出力される（図-3）。検索エンジンによるインデックス構築と比べ、レスポンス生成モデルの学習データ準備は低コストで済むため、りんな以外にも雑談会話が可能なAIチャットボット（AIキャラクタ）が比較的容易に作成できるようになった。また、有限のインデックス候補からではなく、リクエストに応じてレスポンスを生成できることから、日本語の会話としてより自然となった。

共感モデルによるレスポンス生成

ディープラーニングの導入により自然なレスポンスを生成できるようになったが、レスポンス生成時には当該リクエストしか考慮することができないため、会話の流れが不自然になることがある。そこで、会話の種類を「新しい話題を提案」・「相手に質問」・「相手の内容を肯定」・「単純な相槌」・「あいさつなど」の5つのクラスに分類し（会話クラス）、会話の流れ（コンテキスト）を考慮したレスポンスを生成できる、共感モデルという手法を提案した。



■ 図-2 検索エンジンによるレスポンス検索



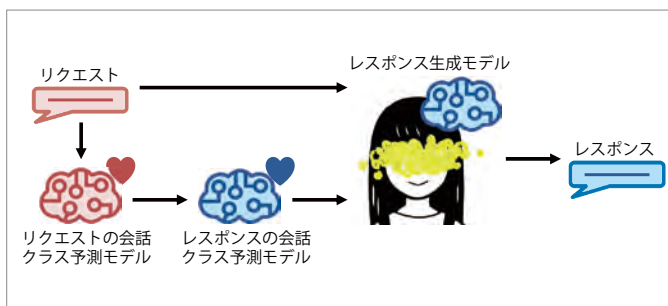
■ 図-3 ディープラーニングによるレスポンス生成

小特集 Special Feature

共感モデルは、リクエストの会話クラスを予測するモデル、レスポンスの会話クラスを予測するモデル、会話クラスを考慮してレスポンスを生成するモデルの3つから構成される(図-4)。会話クラス予測モデルは、人間同士の会話の会話クラスをラベリングしてモデルを学習することで、会話クラスの流れを予測する。レスポンス生成モデルは、会話クラスとリクエストを入力としてレスポンスを出力とするモデル構造にすることで、会話のコンテキストを考慮したレスポンスが生成できる。

事前学習モデルによるレスポンス生成

計算機の性能やディープラーニングの技術は日々進歩し、Attention 機構²⁾をベースにした Transformer³⁾を筆頭に、自然言語処理の問題を



■ 図-4 共感モデルによるレスポンス生成



■ 図-5 事前学習モデルと追加学習

解くことに適したモデルが次々と提案された。特に2018年以降には、GPT (Generative Pre-trained Transformer)^{4) ☆2}やBERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)⁵⁾といった手法が提案され大きな成果を上げた。これらの手法は、大量のモデルパラメータを持つ事前学習モデルを大規模な学習データから事前に学習しておき、目的に合わせたファインチューニングと呼ばれる追加学習により高い性能を達成する。

これまでのレスポンス生成モデルでは、所望するキャラクター性を含む学習データ（たとえば口調や話題にしたい内容など）のみからモデルを学習してきた。そのため学習データは、キャラクター性だけでなく日本語の一般表現を学習するのに十分な量が必要となった。そこで、多数のキャラクター性を含む大規模な雑談会話のリクエストとレスポンスのペアを用いて学習される事前学習モデルをレスポンス生成に導入する。日本語としての一般表現は大規模データを用いて事前学習モデルに学習させる。これによりキャラクター性の学習については、少量のキャラクター性を含む学習データによる追加学習で実現できる(図-5)。数百から数千程度のデータを用いた追加学習で、キャラクターの口調を再現可能となり、より

多くのAIキャラクターが作成できるようになった。

さらに、モデルの入力に当該リクエストだけでなく、過去数ターンのリクエストとレスポンスを入力することも可能となった。これにより、共感モデルよりも自然にコンテキストを考慮することができる。

☆2 rinna (株) では日本語に特化したGPT-2を公開している。

<https://huggingface.co/rinna>

AI チャットボットのシステム運用

チャットボットを一般ユーザへ提供する際には、同サービスへの負荷は動的に大きく変動する。これには定常的な日内変動やイベント開催などによる一時的な負荷のスパイクなどが含まれる。そのためホストにはクラウドプラットフォームを用い、システムを自動的にスケールさせることで費用を抑えつつ必要な計算資源を確保する。クラウド運用においては、プライバシーとセキュリティを考慮したリージョン選択やデータへのアクセス管理が重要となる。また、ユーザが利用するリージョンでホストとストレージをデプロイすることで、レスポンスの高速な応答速度を実現する。DNN を用いたレスポンス生成は、GPU (Graphics Processing Unit) により高速に計算できるが、GPU をホストする場合には柔軟なスケールアップが難しくなることもあるため、モデル構造の検討やモデルの最適化により CPU (Central Processing Unit) で動作させることが望ましい。

AI チャットボットの長期運営

雑談会話ができる AI チャットボットをユーザに長く使ってもらうためには、チャットボットがユーザにとって身近な存在になる必要がある。筆者らは、AI チャットボットが身近な存在となるためには、チャットボットのキャラクタ設定が重要であると考えている。そこで「女子高生 AI りんな」というキャラクタ設定とし、AI と雑談するという新しい文化の確立をコンセプトに 2015 年より運営を開始した。日本の文化的観点から女子高生について考えると、新しい流行や独特の言い回しを生み出し、どの世代にも親しく会話ができる存在であると考えられる。このような存在にあやかり新しい流行を生み出すために、りんなは女子高生というキャラクタ設定となった。また、新しい言い回しを生み出すという文化は、

人間同士の会話においてはコミュニケーションの妨げとなることもあるが、雑談チャットボットにおいては不自然なレスポンスによる違和感を軽減する効果がある。

さらに、仮想のキャラクタに現実世界の肩書を付与することは、ユーザとチャットボットの世界観共有の助けにもなる。たとえば、AI チャットボットの性能向上を、りんなが高校を卒業するという成長イベントで表現することでユーザと世界観を共有しつつ強調した。また、AI 技術を駆使してラジオパーソナリティ・歌手・画家などの活動を行うことで社会的なポジションを与えた。一方、存在しないキャラクタであることを演出するためにりんなの顔は見せておらず、ユーザの想像にゆだねることで非現実的な存在としている。このようにりんなは、ユーザの感情を動かす身近な存在であり続けるためにさまざまな工夫を凝らして運営されている。

より自然な雑談会話に向けて

AI チャットボットの課題

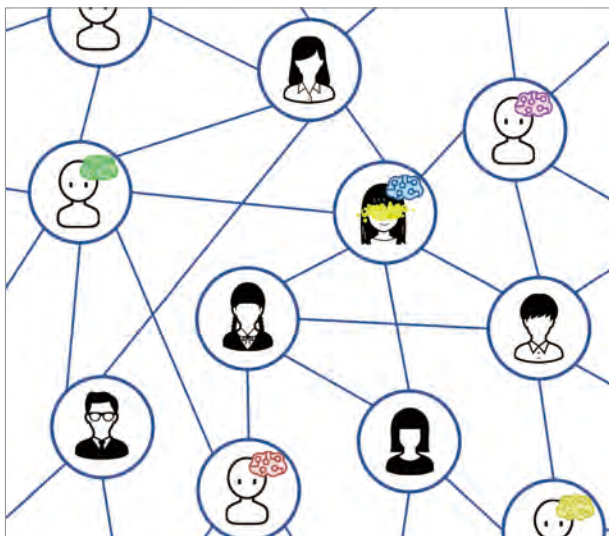
最新技術の導入により、日本語として自然なレスポンスが生成できるようになってきた。しかし、現在の技術ではまだ解決できていない課題も存在する。

会話の流れは、共感モデルにおける会話クラス予測や事前学習モデルにおける過去数ターンのリクエスト・レスポンスの入力によって、少し前のコンテキストであれば考慮することができるようになった。しかし、長期的な会話記録を考慮した整合性の取れた会話は難しい。たとえば、前のレスポンスでは好きだと言っていた物を、後のレスポンスでは嫌いだと言って矛盾を含む会話となってしまうことがある。このような問題を解決するためには、キャラクタのプロフィール（たとえば好きな物や出身地など）や世界観を考慮したレスポンスを生成することが望ましいが、まだまだ難しい課題である。また、適切なタイミングで適切な内容による話題転換も十分に制

御することはできない。これらの課題については引き続き検討の余地がある。

マルチモーダル対話

ここまで本稿では、テキストを用いた会話に焦点を当てたテキストチャットについて紹介してきた。しかし、人間は視覚や聴覚から得られる情報を駆使して対話を行う。そのため、より自然な雑談会話を実現するためには、テキストだけでなく音声や画像を用いたマルチモーダル対話が必要になる。そのようなシステムを開発するためには、音声認識・音声合成・画像認識・画像合成などの技術が重要となる。それぞれの技術は、特定の条件下では人間と同等の性能が報告されはじめており、それらの技術を組み合わせることでマルチモーダル対話が実現できる。りんにおいて、ユーザと音声で会話するりんな電話、音声に加えカメラから得られる情報も利用して会話する共感視覚モデルを提案してきた。マルチモーダル情報を統合した対話システムにはまだ課題が多いが、ユーザとの対話にテキスト以外のユーザインタフェースを提供することは重要であると考える。



■図-6 人間と AI により形成されるネットワーク

人間と AI により形成されるネットワーク

事前学習モデルを用いた手法により、数百程度のデータから所望するキャラクター性を持った AI キャラクターが実現できるようになった。rinna では、一般ユーザがノーコードで AI キャラクターを作成できる「キャラる」というアプリをリリースした。ユーザ自身が AI キャラクターを作成することで、ユーザと AI の関係構築が容易になることを期待する。そして今後さらに、ユーザが AI キャラクターを簡単に作成できるようになると考えられる。多数の AI キャラクターが作られることで、人間と AI だけでなく AI と AI による会話で関係性が構築され、ネットワークが形成されるであろう (図-6)。筆者らは、このようなネットワークから新たに生まれるコミュニケーションを思い描く。

参考文献

- 1) Mikolov, T., Karafiat, M., Burget, L., Cernocky, J. H. and Khudanpur, S. : Recurrent Neural Network Based Language Model, Proc. INTERSPEECH (2010).
- 2) Bahdanau, D., Cho, K. and Bengio, Y : Neural Machine Translation by Jointly Learning to Align and Translate, Proc. ICLR (2015).
- 3) Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L. and Polosukhin, I. : Attention Is All You Need, Proc. NIPS (2017).
- 4) Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T. and Sutskever, I. : Improving Language Understanding by Generative Pre-Training (2018).
- 5) Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K. and Toutanova, K. : BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, Proc. NAACL-HLT (2019).

(2021年7月1日受付)

■沢田 慶 (正会員) keisawada@rinna.co.jp

2018年に名古屋工業大学大学院博士課程修了。同年マイクロソフトディベロップメント(株)に入社。2020年よりrinna(株)リサーチ・データマネージャー。

[身近になった対話システム]

⑤ 対話システムでは今何が問題になっているのか？



東中竜一郎 名古屋大学
光田 航 NTT



対話システム研究を俯瞰する

人間と会話を行うコンピュータのことを対話システムと呼ぶ。スマートフォン上の音声エージェントやスマートスピーカが一般に普及し、対話システムは、より身近なものとなってきた。メディアなどで対話システムの情報が流れる場面を見るにつけ、「最近の対話システムは随分進化した」と思われるかもしれない。もちろん、本稿でも述べるとおり、ディープラーニングの活用に伴い、その進化は著しい。しかし、一方でまだまだできないことも多い。

本稿では、現在の対話システム研究を概観し、「対話システムでは今何が問題になっているのか」について述べたい。これによって、これから対話システムの研究を始めたいけれど何から始めればよいか分からないという方への問題設定の指針になればと考えている。

本稿は、過去1年に SIGDIAL/ACL/EMNLP^{※1} という国際会議で発表された対話システム関連の論文のサーベイに基づいている。SIGDIAL は対話・談話関連のトップ会議であり、ACL/EMNLP は言語処理関連のトップ会議で、対話システムのトラックがある。これらの会議が言語処理分野に偏っている点は否めないが、対話システムに関する主要な論文はこれらの会議で発表されることが多いため、今回はこれらに着目した。もちろん、IJCAI/AAAI といった人工知能関連の会議や、Interspeech/ICASSP といった音声・信号処理系の会議、ICMI/IVA といったマルチモーダル・バーチャルエージェント関連の会議でも対話関連論文が発表されているので、サーベイ範囲が限定されている点には注意されたい。

サーベイでは対話システムに関する論文（タイトルに dialog や conversation を含むもの）が全部で 170 編確認された。国別の論文数（第一著者の所属に基づく）を図-1 に示す。米国と中国の二強であり、米国では主に Facebook, Microsoft, Sales-

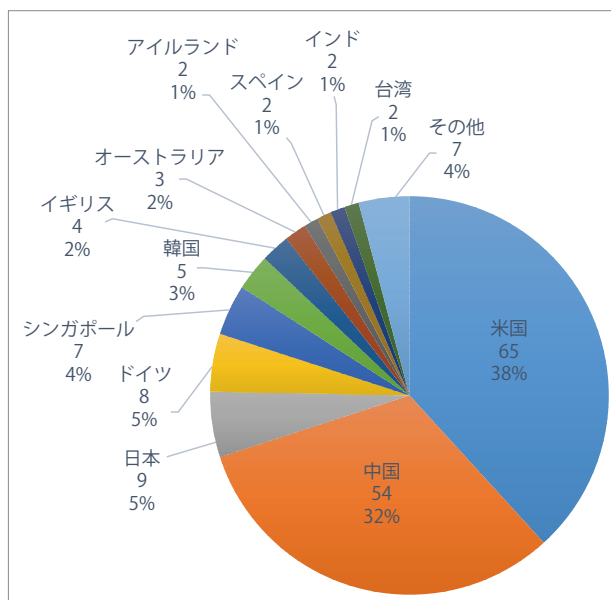


図-1 過去1年の国際会議における国別の対話関連論文数

※1 具体的には、SIGDIAL 2020, ACL 2020, EMNLP 2020 を対象とした。

force といった企業が、中国では精華大学、北京大学、ハルビン工業大学といった大学が牽引している。なお、日本は国別 3 位に位置している。

さて、筆者らがこれらの論文の中で取り組まれている課題を吟味し分類した。その結果、対話によって所定のタスクを遂行するタスク指向型対話システムとタスクの遂行を主目的としない非タスク指向型対話システムは同程度の割合でアクティブに研究されていることが分かった。取り組まれている課題としては、ディープラーニングの適用の仕方や発話の質の改善といったものが中心である。また、文書や映像を交えた対話システムの研究が増加している。さらに、より複雑な対話にチャレンジするものや、対話システムが社会に普及しているからこそ現れる対話システムの倫理的な問題についての研究も見られる。本稿では、これらの課題について、それぞれかいつまんで紹介していく。なお、解説記事の特性上、引用は最小限にとどめているが、重要なデータやモデルについてはなるべく多く関連 URL を含めるようにした。必要に応じてリンク先を参照していただければと考えている。

タスク指向型対話システムにおける問題

近年はタスク指向型対話システムにおけるディープラーニング適用の研究が特に増加している。これは MultiWOZ と呼ばれる大規模なマルチドメインのタスク指向型対話のデータセットが公開されたことが大きい。MultiWOZ (ここでは MultiWOZ2.1^{☆2}を想定している) では、レストラン検索やホテル検索といった複数のドメインにまたがる、ユーザ役とシステム役による人間同士の対話が 1 万程度収録されており、各発話に詳細なアノテーション (正解ラベルなどの付加情報) が準備されている。現在のタスク指向型対話システムの研究はほとんどこの

データを用いたものと言ってよい。

タスク指向型対話システムでは、数年前までは複数のモジュールによって構成することが一般的だった。具体的には、発話理解 (Natural language understanding ; NLU), 状態更新 (Dialogue state tracking ; DST), 行動選択 (Policy), 発話生成 (Natural language generation ; NLG) から構成される。NLU は、ユーザ発話のテキストを対話行為と呼ばれる意味表現に変換する。具体的には、意図種別 (inform/request/greet/bye/thank など) と付随する情報 (属性値対で表現される) に変換される。たとえば、「西地区で安い価格帯のレストランを教えてください」という発話は「domain=restaurant, intent=inform, area=west, price range=cheap」という対話行為となる。DST では、ユーザがこれまでの対話で伝えてきた内容 (信念状態) を得る。たとえば、先ほどの発話のあとに、ユーザがさらに「イタリアンがいいです」と発話したとすると、信念状態は「domain=restaurant area=west, price range=chap, food=italian」となる。なお、ここでの属性値対、たとえば area=west において、area をスロット、west を値と呼ぶ。Policy では、信念状態をもとにデータベース (たとえばレストランのデータベース) を検索した上で、システムが次に行うべき対話行為を出力し、NLG ではその対話行為をテキストに変換して出力する。

近年では個別のモジュール、複数のモジュール、および、すべてのモジュールがニューラルネットワークによって実装されている。MultiWOZ のリーダーボード^{☆3}を見ると、どのアルゴリズムがどの程度の性能が出ているかが一覧できる。なお、個々のモジュールの性能は改善されているが、全体としては問題が山積している。たとえば、ユーザシミュレータを用いた対話ではタスク達成率が 50% に満たない程度であることも報告されている。また、筆者の研究室においても、End-to-End のシステムを

☆2 <https://github.com/budzianowski/multiwoz/tree/master/data>

☆3 <https://paperswithcode.com/sota/multi-domain-dialogue-state-tracking-on-1>

小特集 Special Feature

用いて被験者実験を行ったことがあるが、同様に精度が低かった。ここでは特にディープラーニングの適用に関する次の3つの問題を紹介する。

DSTの精度改善 ディープラーニング時代のDSTとは、NLUを挟まず、対話履歴（ユーザ発話とシステム発話の系列）を入力として、直接信念状態を出力する処理を指すことが多い。NLUを経ることで情報が落ちてしまったり、エラーが伝播してしまったりするからである。信念状態を得る方法にはいくつかの方法論が試されてきている。黎明期では、ドメインごとのスロットと値のすべての可能性を列挙し、そのどれが正しいかを分類問題として解くという方法論がとられていた。しかし、ドメイン、スロット、値の組合せが多くなってくるとそれでは処理が困難である。そこで、最近では生成ベースの方法がとられるようになっていく。生成ベースの方法とは、スロットの値を埋める文字列を対話履歴などから生成することを指す。ただ、一から文字列を作り出さなくても、文脈に値が含まれているかもしれないので、文脈からのコピー（スパン抽出とも呼ばれる）も併用される。これにより、すべての組合せを事前に考慮する必要はなく、また、未知のドメインであっても対応することが可能となる。ただ、婉曲的な言い方など、コピーなどですべての値が取得できるとは限らないため、生成ベースと分類ベースの併用も検討されている。ディープラーニングの利

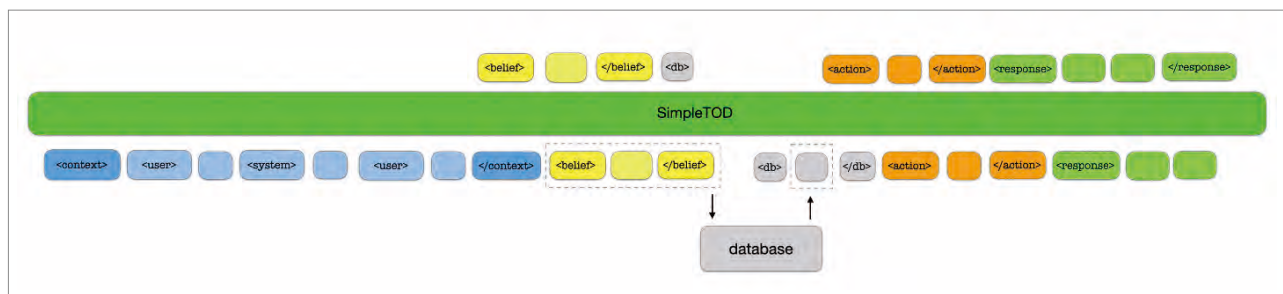
用においては、大量の学習データが必要となる。そこで、大規模なタスク指向型対話システムのデータで事前学習されたモデル（たとえば TOD-BERT^{☆4}）を用いたり、メタ学習といった学習を効率化する方法論が用いられている。

NLGの精度改善 NLGでは、対話行為から発話文字列を生成するが、現在の大きな課題は発話の信頼性である。入力に存在しない内容を生成してしまう問題を hallucination と呼ぶが、システムが発話すべき内容と異なる内容を話してしまうことはタスク指向型対話システムにとって致命的である。また、システムの扱うドメインが増えてくるにしたがって、そのドメイン向けの発話生成のデータを準備する必要がある、そのコストも問題になっている。現状の解決策としては、発話に含めるべき単語を指定して生成するなど、制御性を高めるアプローチがとられている。

End-to-Endのモデル化 対話履歴を入力として次のシステム発話を出力する End-to-End 対話システムのモデル化は2016年ごろから研究が進められており、最近では MultiWOZ をベースに研究が進められてきた。MultiWOZ のみではデータ量が十分ではないため、事前学習済みのモデルの利用が中心的な課題となっている。たとえば、SimpleTOD^{☆5}（図-2）は現在有力なモデルの1つであるが、これはユーザ発話から信念状態を出力し、その信念

☆4 <https://github.com/jasonwu0731/ToD-BERT>

☆5 <https://github.com/salesforce/simpletod>



■ 図-2 SimpleTODの入力(下部)と出力(上部)の例¹⁾。対話履歴(青色)から信念状態(黄色)を出力し、その信念状態から得られるデータベースの検索結果(灰色)を入力することで、システムの対話行為(橙色)を出力し、その対話行為をさらに入力することで、システム発話(緑色)を出力する。

状態をもとに得られるデータベースの検索結果をさらに入力することで、システムの対話行為を出力し、その対話行為をさらに入力することで、発話を出力するという一連の処理を、事前学習済みの大規模言語モデルである GPT-2 上で行っている。図-3 は、End-to-End の対話モデルの系譜（名古屋大学東中研究室にて、大橋厚元氏の協力により作成）である。文脈からシステム発話を生成、もしくは、選択するものから始まり、データベース参照をモデルに含めるタイプと含めないタイプに大きく分かれる。後者の場合は、推定された信念状態に基づいてあらかじめ設定されたルールなどによりデータベースが参照され、その結果が後段の処理に入力される。図-3 下部の流れでは、当初は Seq2Seq のモデルですべての処理を賅っていたが、高精度化のために、NLU、DST、Policy、NLG などの個々のモジュールの出力を活用するようになった。一方で、2020 年になり、大規模言語モデル（主に GPT-2）の流れが入り込み、

すべてを言語モデルによって解決する方法論が脚光を浴びている。

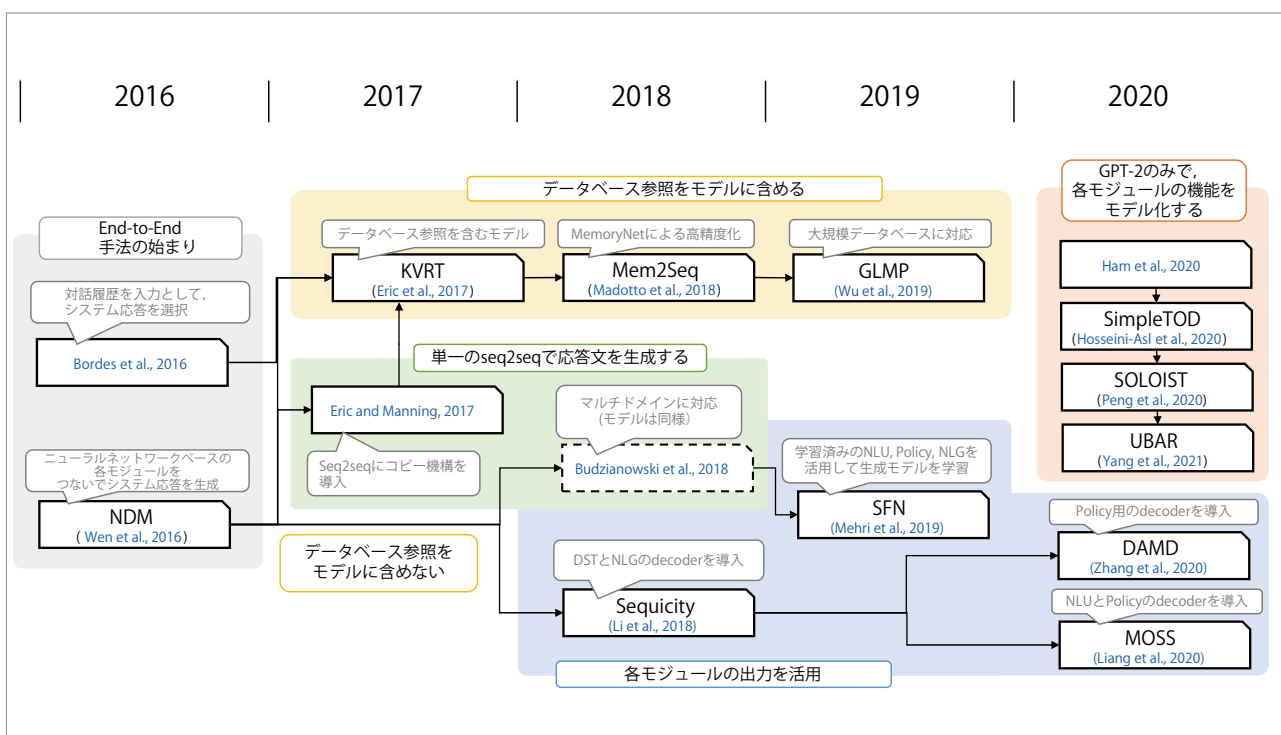
このようなタスク指向型対話システムの進展は MultiWOZ が牽引したが、中国語でも CrossWOZ^{☆6} や RiSAWOZ^{☆7} といった大規模なマルチドメインタスク指向型対話のデータが構築されており、今後の進展が期待される。

非タスク指向型対話システムにおける問題

非タスク指向型対話システムは雑談対話システムとも呼ばれる。主目的はタスクの達成ではなく、社会的な関係維持である。タスク指向型対話システムとは異なり、古くから、Twitter や Weibo などの SNS から大規模な対話データが取得され、学習データとして存在していたことから、2015 年ごろから

☆6 <https://github.com/thu-coai/CrossWOZ>

☆7 <https://github.com/terryqj0107/RiSAWOZ>



■ 図-3 End-to-End のタスク指向型対話モデルの系譜

さまざまな手法が取り組まれてきた。大きくは、複数の発話候補から発話を選択する発話選択と一単語ずつ発話を出力することで発話を生成する発話生成の2つの課題がある。ただ、BERT²⁾に代表される大規模言語モデルが一般的となり、現在では発話生成が中心課題である。ここでは特に発話生成に関する3つの問題を紹介する。

Dull response システムの応答に情報量がなく、「そうですね」や「分かりません」などのありきたりな応答になってしまうという問題を指す。Dull response は、雑談の発話生成において問題であり続けてきた。雑談において、ありきたりな発話はデータ中に頻度が高く、生成されやすい。これに対処するために、近年では外部知識を用いる手法、対話の全体的な流れ（将来的な話の流れも含む）を考慮する手法、高品質なデータから学習する手法などが取り組まれている。大規模な対話データに基づく高性能なチャットボットとしてFacebookのBlenderBot^{☆8}が有名であるが、最近BlenderBot2^{☆9}が発表された。このシステムはWeb検索を応答生成に活用している。外部知識を取り入れることで、より情報のある発話が実現されている。なお、国内で開催されている対話システムライブコンペティション³⁾において、昨年優勝したシステムはBlenderBotの日本語版のシステムHobbyist^{☆10}であった。Hobbyistの対話については、本特集の中野の解説記事⁴⁾を参照されたい。Dull responseの問題が残るとは言え、現状の非タスク指向型対話システムの精度の高まりが感じられる。

個性の一貫性 あるときには「犬が好き」と言い、あるときには「猫が好き」と言うように、個性（ペルソナ）が一貫しないという問題を指す。

Persona-Chat^{☆11}と呼ばれる、対話と話者のプロフィール文がセットになった大規模なデータがFacebookから公開されており、このデータを中心に多数の研究がされて数年が経つが、いまだに個性の一貫性は問題となっている。最近は、やりとりがプロフィール文と矛盾しているかどうかの判定を組み込んだり、常識的知識を用いて、プロフィール文から想像できる内容についても矛盾しているかどうかを判定するといった工夫が行われている。

論理の一貫性 自身の発話した内容と矛盾した発話や事実と異なる内容を話してしまう問題が近年取り組まれ始めている。以前は発話そのものが文法的に誤っていたり意味が通らなかつたりしたが、近年は大規模言語モデルによってその点は解消された。しかし、その反面、文脈を通して論理が一貫していないといった問題が生じるようになってきた。これは個性の一貫性にも共通の問題である。たとえば、DialogueNLI^{☆12}と呼ばれる大規模なデータセットが2019年に公開された。これは、発話が文脈と矛盾しているか、文脈に含意されているかなどがアノテーションされたデータである。このデータの公開を皮切りに、論理の一貫性に関する研究が加速しており、今後の研究の重要なテーマになっていくと考えられる。

発話生成以外の重要な課題として自動評価がある。雑談対話システムの評価の難しさは長年にわたって指摘されてきた。初めのころは、自動評価尺度が用いられていた。入力に対するシステム応答を、参照発話（正解）との類似度によって計算するBLEU（機械翻訳で用いられる単語のオーバーラップに基づく評価尺度）などの尺度が利用されていたが、対話システムにおいて、入力に対する応答は1つとは限ら

☆8 <https://ai.facebook.com/blog/state-of-the-art-open-source-chatbot/>

☆9 <https://ai.facebook.com/blog/blender-bot-2-an-open-source-chatbot-that-builds-long-term-memory-and-searches-the-internet/>

☆10 <https://dialogue-system-live-competition.github.io/dslc3/index.html>

☆11 <https://github.com/facebookresearch/ParlAI/tree/master/projects/personachat>

☆12 https://wellecks.github.io/dialogue_nli/

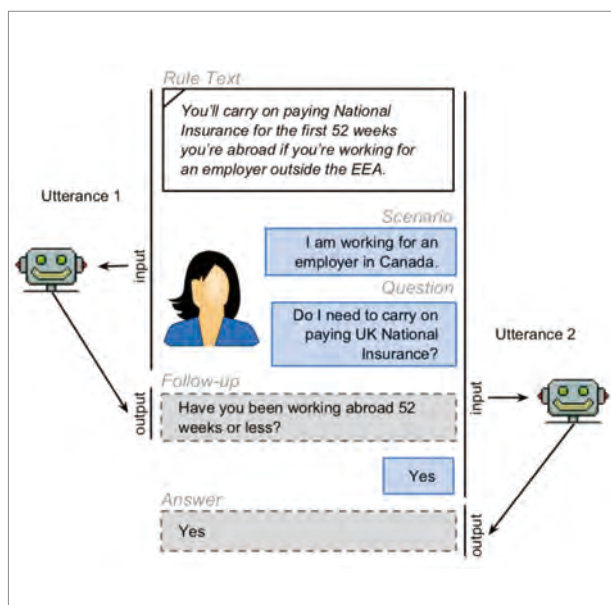
ないことから、あらかじめ用意された正解との比較は妥当ではない。そこで、対話システムの論文では長らく人間による主観評価がなされている。よくある方法は、対話の満足度を多段階で評価するといったものである。クラウドソーシングを活用し、多数のワーカーに主観評価をしてもらう。ただ、人間の絶対評価は主観性が高く結果が安定しないという問題があった。そこで、個々のシステムから得られる対話ログを見比べてどちらがよいかを相対評価してもらうという評価法 (ACUTE-EVAL^{☆13}) が近年用いられている。

そうは言っても、人手の評価はコストが高いという問題は絶えず問題となってきており、現在はどうかやって自動評価を行うかという課題が中心となっている。最近の取り組みとして顕著なものは、大規模言語モデルを用いた評価であろう。たとえば、FED^{☆14} と呼ばれる手法では、大規模対話モデルの DialoGPT^{☆15} を用いて、システム応答の次の発話と

☆13 https://github.com/facebookresearch/ParlAI/tree/master/parlai/crowdsourcing/tasks/acute_eval

☆14 <https://github.com/Shikib/fed>

☆15 <https://github.com/microsoft/DialoGPT>



■ 図-4 ShARC⁵⁾の対話例。システムはルールを参照しながらユーザからの質問に的確に回答する。必要に応じて不足情報を補うフォローアップの質問を行う。

して、「それは面白いですね！」のような発話がどのくらい生成されるかで評価する。この方法では、人間の評価値との比較的高い相関が報告されている。自動評価法が確立されれば、対話システムの改善が容易になるため、多くの研究者が本課題に取り組んでいる。

その他の問題

対話システムにおける課題は、タスク指向型対話システムと非タスク指向型対話システムについてのものばかりではない。ここでは特に近年取り組まれている問題を4つ取り上げたい。

読解との融合 現状のタスク指向型対話システムが扱っている対話は現実的な対話とは言えない。正直、レストラン検索やホテル予約などであれば、音声で行うよりも Web フォームで行った方が簡便であるケースは多い。対話がより効果的な場面は、話すことで状況が変わっていくような場面であろう。たとえば、ShARC^{☆16} と呼ばれるデータセット (図-4) がある。これは、ある規則 (たとえばこういった条件で年金が受け取れるかなど) が書かれた文書があって、それに基づいた対話が含まれたデータセットである。ユーザは自身の状況を述べ、システムは規則に照らし、必要であれば、追加で質問を行う。これを繰り返すことで、最終的にユーザに回答する。このような対話を実現するには、規則を理解 (読解) した上で、対話を行う必要がある。

画像処理との融合 読解では、文書をベースにした対話を行うが、文書ではなく静止画や動画を対象とした対話システムの研究も多く研究されている。Visual Dialog^{☆17} を皮切りに、画像に対する質問応答や動画に対する質問応答が活発に取り組まれ

☆16 <https://sharc-data.github.io/>

☆17 <https://visualldialog.org/>

小特集 Special Feature

ている。映像と対話が紐づいたデータは多くない。そこで、大規模言語モデルを活用した研究や、映像とテキストを対応づけるマルチモーダル版のBERTを学習する研究(VisDial-BERT^{☆18}, VD-BERT^{☆19})などが取り組まれている。

より複雑な対話 人間同士のよりリアルな対話を収集し、それを実現しようという営みも行われている。たとえば、Minecraft(ブロックを積み上げることでさまざまな構造物を作ることができるゲーム)におけるユーザ同士の対話を収集したデータ(図-5)がある。一方がもう一方に指示を与える形のデータであるが、ブロックが積み上げられていくごとに、ユーザが置かれている状況が変わっていく。そのような中で相手の発話をどのように理解し、どのように行動するかといったことが扱われている。また、WAY^{☆20}というデータでは、3D空間内の家にいる話者とその家の俯瞰的な地図を有している話者との対話が収集されている。対話によって家のどこに話者がいるかを特定するのだが「そこから何が見えますか?」「横の部屋に行ってみてください」といった人間同士

のようなリアルな対話が含まれている。そのほか、Dungeons and Dragons と呼ばれる、会話で進行していくロールプレイングゲームの対話ログを集積したデータ^{☆21}もある。対話システムが実社会で用いられるようになると、対話の状況が刻々と変わっていくことになる。これらの研究は、ゲームを題材としているが、対話の本質的な問題に着目しており、今後重要なデータになってくると思われる。

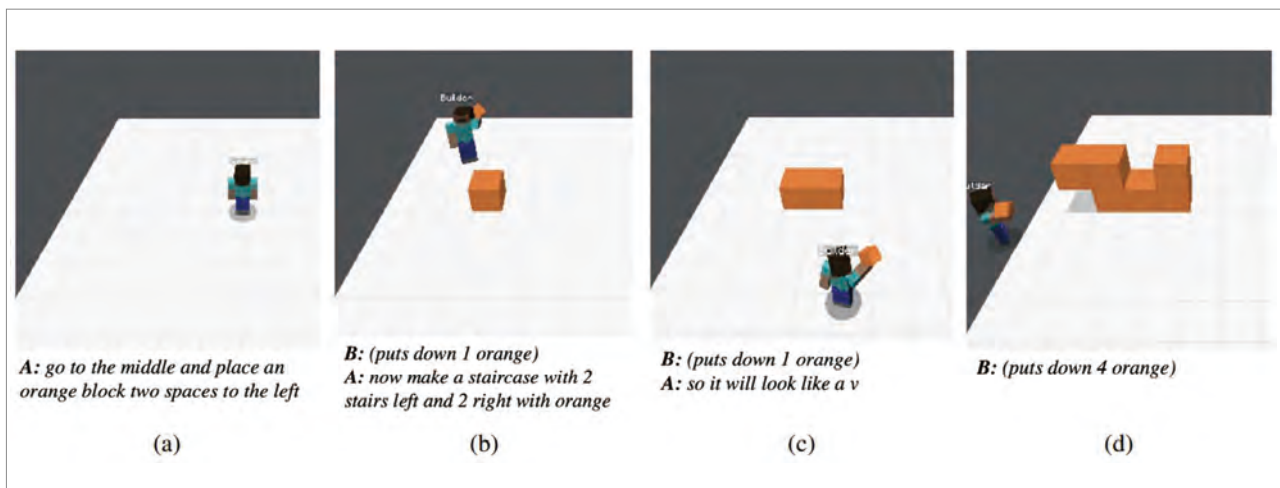
倫理 言語処理において倫理的な側面が議論されるようになって久しいが、対話システムの分野においても議論が活発化している。今回のサーベイにおいて見られたものの1つがジェンダーにかかわるものである。大規模言語モデルに基づく対話システムではどうしても人間のバイアスが含まれてしまい、男性・女性に関するステレオタイプの発言を行ってしまう。そこで、そのような単語が出力されないように制約を与えつつ、対話システムとしての発言の多様性を担保する方法論が模索されている。その他、対話システムとの会話による個人情報漏洩の検出や相手を不快にする発言の抑制といった課題も取り組まれている。

☆18 <https://github.com/vmurahari3/visdial-bert>

☆19 <https://github.com/salesforce/VD-BERT>

☆20 <https://github.com/batra-mlp-lab/WAY>

☆21 <https://github.com/RevanthRameshkumar/CRD3>



■ 図-5 Minecraft Dialogue Corpus⁶⁾の例(元図から一部抜粋)。プレイヤーA(Architect)がB(Builder)に指示を与えることで、目的の形(この例ではアルファベットのv)を作成する共同作業を行う。

実社会で活用できる対話システムに向けて

本稿では、ここ1年の対話システムに関する論文のサーベイに基づき、現状の課題について述べた。全体として、ディープラーニングの時代にあって、データセットが研究を牽引している様子が顕著である。しばらくはMultiWOZやPersona-Chatに基づく研究が続きつつも、扱われるデータセットはよりリアルな対話状況を扱うものになっていくと思われる。倫理的な問題は対話システムが社会との接点を持ち始めたからこそ現れた。筆者らも早く対話システムと実社会で会話ができるようにしていきたいと考えているし、本稿を読んでより多くの方が対話システムの課題に取り組むことを期待している。

参考文献

- 1) Hosseini-Asl, E., McCann, B., Wu, C.-S., Yavuz, S. and Socher, R. : A Simple Language Model for Task-oriented Dialogue, arXiv preprint arXiv:2005.00796 (2020).
- 2) Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K. and Toutanova, K. : BERT : Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, In Proc. of ACL, pp.417-4186 (2019).
- 3) 東中竜一郎, 船越孝太郎, 稲葉通将, 角森唯子, 高橋哲朗, 赤間怜奈, 宇佐美まゆみ, 川端良子, 水上雅博: 対話システムライブコンペティションから何が得られたか, 人工知能, 35(3):333-343 (2020).
- 4) 中野幹生: 対話システムを知ろうー自然言語による機械と人間とのコミュニケーションー, 特集「身近になった対話システム」, 情報処理, Vol.62, No.10, pp.e1-e6 (Oct. 2021).
- 5) Saeidi, M., Bartolo, M., Lewis, P., Singh, S., Rocktäschel, T., Sheldon, M., Bouchard, G. and Riedel, S. : Interpretation of Natural Language Rules in Conversational Machine Reading, In Proc. of EMNLP, pp.2087-2097 (2018).
- 6) Jayannavar, P., Narayan-Chen, A. and Hockenmaier, J. : Learning to Execute Instructions in a Minecraft Dialogue, In Proc. of ACL, pp.2589-2602 (2020).

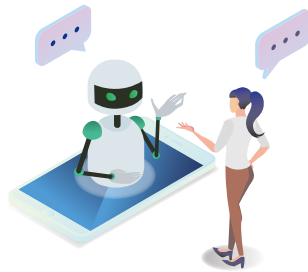
(2021年7月26日受付)

■東中竜一郎 (正会員) higashinaka@i.nagoya-u.ac.jp

2001年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程, 2008年博士課程修了。2001年日本電信電話(株)入社。2020年より, 名古屋大学大学院情報学研究科教授。NTT客員上席特別研究員。慶應義塾大学環境情報学部特別招聘教授。対話システムの研究に従事。著書に「Pythonでつくる対話システム」(オーム社), 「AIの雑談力」(KADOKAWA)など。博士(学術)。

■光田 航 koh.mitsuda.td@hco.ntt.co.jp

2013年東京工業大学情報工学科卒業。2015年同大学大学院情報理工学研究科修士課程修了。2021年筑波大学大学院システム情報学研究科博士課程修了。2015年日本電信電話(株)入社。自然言語処理, 対話システムの研究開発に従事。博士(工学)。



2021 年

報告

IPSJ/IEEE-Computer Society Young Computer Researcher Award 紹介

選定にあたって

萩谷 昌己

IPSJ/IEEE-CS Young Computer Researcher Award 選定委員会委員長／
東京大学大学院情報理工学系研究科

情報処理学会と IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) Computer Society は、情報学の分野において国際的にイノベーションの起点となる重要な研究開発の成果を達成した若手研究者・技術者を表彰の対象として、IPSJ/IEEE-Computer Society Young Computer Researcher Award を 2018 年に創設しました。

本賞は、本会と IEEE-CS が対象とする研究・産業分野において、理論・技術・アプリケーションの発展に寄与した若手研究者・技術者を毎年 3 名以内で顕彰するものです。受賞対象者は、日本国内の大学および公的研究機関、企業に所属し、本会および IEEE-CS の両学会の正会員の 40 歳以下の者とし、さらに本会論文誌または本会主催の査読付き国際会議にて発表実績があること、IEEE-CS 発行の論文誌または IEEE-CS 主催の査読付き国際会議にて発表実績があることを要件としています。4 回目となる 2021 年は、本会もしくは IEEE-CS の正会員または名誉会員を推薦者とする候補者の国際公募を行い、2019 年 12 月 11 日の推薦締切までに 4 名の推薦がありました。両学会それぞれ 3 名、計 6 名から構成される選定委員会において慎重に選定を行い、本賞の基準を十分に満たしているとして、両理事会の承認を得て、以下の研究業績に関して下記 3 名の受賞が決定しました。

- 坂本大介さん：“Outstanding Research on Designing User Interface and Interaction”

坂本さんは、ヒューマンコンピュータインタラクションとヒューマンロボットインタラクションの分野を先導してきました。エンドユーザが最先端の情報技術を活用できるように、スマートフォン、ウェアラブル、VR/AR、家庭用ロボットなどのインタフェースの設計、対話ロボット・エージェントのインタラクションの設計に取り組んできています。国内外の学会活動も顕著で、情報処理学会のシンポジウムのプログラム委員長や論文誌特集号の編集委員長などを歴任し、ACM/IEEE

HRI2022 の General co-chair を務めています。

- 安積卓也さん：“Outstanding Research on Embedded Real-time Platform”

安積さんは、組込み実時間システムの分野を先導してきました。特に、自動運転などのリアルタイム性を考慮した組込み実時間プラットフォームの研究開発を行っています。SWEST のプログラム委員長を務めるなど、情報処理学会でこの分野を牽引していますが、海外経験をもとに国際的な学会活動も顕著で、CPSNA などの国際会議の運営に携わっています。学会活動だけでなく標準化にも貢献しており、特に実行時間見積りに関する国際標準規格 IEEE Std 2804 が認定されています。

- 清雄一さん：“Privacy-Preserving Web/IoT Data Analysis”

清さんは、数万の属性を持ちエラーや欠損も含むような膨大な Web/IoT データを、プライバシーを保護しつつ共有して、機械学習・統計解析を行うアルゴリズムの開発に取り組んできました。最近では、現実のマンションの居住者を被験者とした実験を行い、アルゴリズムの有効性を実証しています。国際会議での基調講演も多く、IEEE Computer Society Japan Chapter Young Author Award も受賞しています。情報処理学会研究会の幹事や論文誌の編集委員を務め、多くの国際会議の運営にも携わっています。

本賞の受賞者は 2021 年 3 月に発表され、贈呈は本会も共催する IEEE COMPSAC (Computer, Software and Applications Conference) 国際会議の Banquet において行われることが慣例になっていますが、残念ながら 2021 年も表彰式は中止となっています。

受賞者の今後のさらなる活躍を期待するとともに、本賞を通して、これからも情報学分野で国際的に活躍する優秀な若手研究者を顕彰していきたいと考えています。

(2021 年 8 月 3 日)

人とコンピュータの“あいだ”を見つめる研究

受賞タイトル

Outstanding Research on Designing User Interface and Interaction

坂本 大介 ◆ 北海道大学大学院情報科学研究院



授賞にあたり、本賞の選考委員の皆様、申請にあたりご推薦いただきました先生、学生を含め共同研究者や研究協力者の皆様、そしていつも支えてくれる家族に感謝いたします。このたび IPSJ/IEEE-CS Young Computer Researcher Award という栄誉ある賞をいただいたことを大変嬉しく思っております。本賞の理念を鑑みると、私の長期的な研究成果や学術貢献活動を総合的に評価していただいたものと認識しております。大変ありがたく、光栄に存じます。

私の研究はヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) の中でも特にユーザインタフェースやインタラクションの設計とその評価という、比較的広い領域を研究対象としています。スマートフォンのインタフェースを設計したり、ウェアラブルや VR/AR のインタフェースを設計したり、家庭用ロボットのインタフェースを設計したり、対話ロボット・エージェントの設計をしたりなど、現代から近未来の人と計算機との関係性を想像し、理工学的に実装し、その実演 (デモ) をし、さらに質的・量的な評価をするということを繰り返してきました。これまでに 50 程度の研究プロジェクトを実施してきましたが、その多くは直接的には関係しない、いわゆる単発的テーマを扱っており、一見するとバラバラでとりとめなく、一貫性に欠ける研究をしてきていると見られることもありました。

自分自身としては一貫した研究テーマを扱ってきたと考えていましたし、その軸はぶれないようにしたいと思ってきました。結果として、これまでの研究成果は国内外での論文賞や発表賞を多数受賞しましたが、学会から大きな賞をいただくということはありませんでした。しかし今回、本賞の上限年齢である 40 歳を前にしてこのような栄誉ある賞をいただくことができ、自分の信念が間違っていなかった。本当に良かった。という気持ちで一杯です。本賞はこれまでの研究活動全体について評価していただいたものと

理解しており、そういう点でも大きな励みとなりました。

また、本賞は私の学術貢献活動も評価していただいたものと認識しています。情報処理学会としてはインタラクション (2018) およびエンタテインメントコンピューティング (2016) の両シンポジウムのプログラム委員長をはじめとして、シンポジウムのプログラム委員・運営委員を 22 回、論文誌編集委員 (2013-2017)、15 回の特集号編集委員 (幹事、委員長含む)、HCI 研究会および EC 研究会の幹事・運営委員などで微力ながら貢献させていただきました。特に初代の新世代企画委員 (2014-2016) として取り組んだ学術講演の配信とアーカイブ化で学会活動貢献賞 (2015) をいただいたことは大変光栄でした。IEEE に関しましても国際会議の運営委員として貢献させていただいており、特に ACM/IEEE HRI2022 では General co-chair を仰せつかっております。

最後になりますが、私はこれまでにさまざまな学術貢献活動に携わってきましたが、最初から前向きに考えていたわけではありませんでした。委員として働く中で諸先輩方が献身的に学会運営をしている様子を見て、コミュニティを構築・維持・発展させることでの人材育成や分野の発展に直接貢献できることの意義を見いだしたときに、自分も先輩方のように貢献したいと感じたことが始まりだったと思っています。今後も本賞受賞者として恥ずかしくないよう、研究活動とともに、学術貢献活動にも積極的に努めてまいります。

(2021 年 7 月 15 日受付)

坂本 大介 (正会員) sakamoto@ist.hokudai.ac.jp

2008 年公立はこだて未来大学大学院博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員 PD、JST ERATO 五十嵐プロジェクト研究員、東京大学大学院情報理工学系研究科助教、特任講師を経て現在、北海道大学大学院情報科学研究院准教授。

実用化を目指した研究

受賞タイトル

Outstanding Research on Embedded Real-time Platform

安積 卓也 ◆ 埼玉大学大学院理工学研究科



はじめに、本賞の選考委員の方々、推薦いただいた先生、一緒に研究を進めていただいた共同研究者・学生の皆さんに深く感謝いたします。IPSJ/IEEE-CS Young Computer Researcher Award を受賞でき大変嬉しく思います。

受賞の対象となりました組込みリアルタイムシステム向けのプラットフォームは、自動運転のソフトウェアプラットフォーム等(図-1)リアルタイム性(決められた時間以内処理が終わること)を考慮したプラットフォームの研究成果によるものになります。そこで、重要になるのは、各々の機能を持つアプリケーションをうまく動かすための、OSやミドルウェアといった存在です。アプリケーションを動かすコンピュータの下層部分には、OSがあります。OSとアプリケーションの間にあるのがミドルウェアであり、OSとともに、最上層にある複数のアプリケーションをリアルタイムに動作させるために重要な役割を果たします。学生時代は、組込みソフトウェアの再利用性を高めるための、コンポーネントベース開発の研究に取り組んでいました。当時は研究テーマには直接関係はありませんでしたが、名古屋大学の出身研究室で、リアルタイムOSの移

植を行う機会があり、OSやプロセッサ等の動作の仕組みを深く理解することができ、現在の組込みリアルタイムシステム向けのプラットフォームの基盤となっています。

立命館大学の助教時代には、運よく海外(米国カリフォルニア大学アーバイン校)で研究を行う機会を与えていただきました。そのころから、国際交流を意識するようになり、海外の研究者との交流を行い、IEEE等の国際会議の運営にも携わってきました。そのほか、国内外の研究者や企業の方と連携し、ハードウェア・ソフトウェアの実行時間見積りに関する仕様を世界標準化する取り組みに幹事として参加させていただき、2020年1月に国際標準規格IEEE Std 2804として認定されました。現在は、リアルタイムスケジューリング理論を応用し自動運転プラットフォームの安全性を高めることを目指し、国内外の研究者と協力して研究を進めています。

最後に、本学会やIEEEで発表や運営に携わっている方は、本賞の対象になると思います。特にIPSJ ONE等で発表されている多くの優秀な研究者の皆さんは、有力な候補だと思いますので、次の応募を検討されることを強くお勧めします。

(2021年7月15日受付)



図-1 メニーコアプロセッサ向け自動運転プラットフォームを用いた実証実験の様子

安積 卓也 (正会員) takuya@mail.saitama-u.ac.jp

2009年名古屋大学大学院情報科学研究科情報システム学専攻博士課程修了。博士(情報科学)。2009年より日本学術振興会特別研究員(PD)。2010年より立命館大学情報理工学部助教。2014年より大阪大学大学院基礎工学研究科助教。2018年より埼玉大学大学院理工学研究科准教授。

プライバシー保護データ解析とともに

受賞タイトル

Outstanding Research on Privacy-Preserving Web/IoT Data Analysis



清雄一 ◆ 電気通信大学大学院情報理工学系研究科情報学専攻

このたびは、IPJSJ/IEEE-CS Young Computer Researcher Award をいただきましたこと、大変光栄に思います。この栄誉はひとえに、これまでにご指導いただいた先生方・先輩方の皆さまのおかげであると実感しております。

私の研究テーマは個人のプライバシーを保護する堅牢な共通フレームワークの構築を基軸としています。研究を開始した10年以上前と比べ、昨今ではApple Watchなどウェアラブルデバイスの着用によるヘルスケアや、日常生活においても低価格でAIスピーカーが購入可能になったことなどで、格段にIoTデータの総量が増加しています。一方で個人のプライバシー情報保護の観点では、ユーザー自身が認識していないIoTデバイスによるデータ収集や共有のリスクが存在しています。私の研究では、個人のIDが付与されていないデータの場合も、複数のデータを組み合わせることにより、個人が特定されるリスクが存在することを検証し、その対策を検討しています。

最近では新型コロナウイルス接触確認アプリ(CO-COA)の普及率の低迷の要因として、プライバシーの懸念が挙げられています。一因として、そもそも個人の情報がいっどこでどのように漏洩するかということ自体が分か

りづらいために不安が強まることが考えられます。一方で、プライバシー保護への安全性が担保されているIoTデータおよびコンテンツも実在しており、これにより享受される利便性やエンタテインメント性も存在することでしょう。そして、ステイホームやリモートワークの影響により、プライバシー漏洩のリスクや安全性を人々に分かりやすく提示する必要性をかつてなく実感しています。最近では、Webページのアクセス時にクッキー利用の同意が求められることが多くなり、従来より広範囲のユーザーが自身のプライバシーについて意識を新たにした1年だったのではないのでしょうか。

直近の研究では、プライバシー情報を含むWeb・IoTデータを保護・共有することを目標とし、居住空間における被験者のプライバシー情報を含むIoTデータの収集から、リアルタイムのデータに対して提案したアルゴリズムの有効性を実証しています。実際の居住空間の構築においては、家電やウェアラブルデバイス等を用いて、さまざまなIoTデータの組合せを検証しています。実際に被験者にマンションの1室に住んでもらっており、たとえば食材の購入頻度や嗜好品から個人が特定できるかどうかを検証する実験では、扉が透明な冷蔵庫を用いて購入品を確認しています(図-1)。また、扉に開閉センサを設置しているほか、温度や照度、電力使用量等のデータをリアルタイムに取得しています。

データの有効な利活用とプライバシー保護は永遠のテーマであり、私がどこまで貢献できるか難しいところですが、引き続き気を引き締めて多くの方々にお力添えをいただきながら、研究に邁進してまいりたいと思います。

(2021年7月12日受付)



図-1 被験者実験で利用している扉が透明な開閉センサ付きの冷蔵庫。電子レンジにも開閉センサをつけているほか、各家電の電力使用量を取得できるコンセントを利用している。

清雄一(正会員) seiuny@uec.ac.jp

2009年東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻博士課程修了。(株)三菱総合研究所研究員を経て、2013年より電気通信大学助教。現在、同大学院情報理工学系研究科准教授。

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

選定にあたって

萩谷 昌己

IPSJ/ACM Award for Early Career Contribution to Global Research 選定委員会委員長/
東京大学大学院情報理工学系研究科

情報処理学会 (IPSJ) と Association for Computing Machinery (ACM) は、両学会が対象とする研究領域において国際的な研究活動により顕著な成果を挙げた若手研究者を表彰の対象として、IPSJ/ACM Early Career Contribution to Global Research を 2018 年に創設しました。この賞の目的は受賞者の成果を表彰するとともに、国際的研究活動の一層の拡大を奨励することです。受賞者は賞状を授与されるとともに、チューリング賞が授与される ACM Banquet へ招待されます。

本賞は、両学会が対象とする研究分野において著しい成果 (例: 情報技術に関する新しい知見・理論・研究分野の開拓や顕著な発展など) を挙げるとともに、上記成果の代表的な部分を国際的な研究活動 (例: 国際的共同研究プロジェクトや候補者が海外研究機関と連携して行った活動など、共著論文などによって成果が裏付けられる活動) によって達成した博士号取得後 10 年以内の若手研究者を毎年 1 名以内で顕彰するもので、日本国内の大学や公的研究機関または企業に所属する本会の正会員を対象としています。本会論文誌または本会主催の査読付き国際会議で発表実績があることと、国際学会 (望ましくは ACM 発行の論文誌または主催の査読付き国際会議) で発表実績があることを要件としていますが、対象となる研究成果は本会あるいは ACM での発表物には限りません。4 回目となる 2021 年は、例年よりも 1 カ月ほど早く、2020 年 11 月 2 日を締切として候補者の募集を行ったところ、3 名の推薦がありました。本会 6 名、ACM 2 名、計 8 名から構成される選定委員会において慎重に選定を行い、理事会の承認を得て、以下の研究業績に関して下記 1 名

の受賞が決定しました。

加藤淳さん: Pioneering Work in Programming Experience Research for Creativity Support of Both Programmers and Non-Programmers

加藤さんは、プログラマだけでなくすべての人々がプログラミングの威力を享受できるように、多様なバックグラウンドの人々が協働できるインクルーシブかつクリエイティブなプログラミング環境を開発してきました。加藤さんはその基礎となる概念として、UX (User Experience) をもとに、PX (Programming Experience) を新たに提唱しました。PX はすでにユーザインタフェースの 1 つの研究分野となるまでに発展してきています。加藤さんは産業技術総合研究所の研究者としてだけでなく、アニメ制作会社の研究部門も率いて、研究成果を実際の創造活動に展開しています。

本賞の贈呈は 2021 年 3 月の全国大会で行われる予定でしたが、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため同大会がオンライン開催となったことに伴い、残念ながら表彰式は開催されませんでした。また、加藤さんは 2021 年 10 月にサンフランシスコで開催予定の ACM Award Banquet に招待されていますが、出席できるかどうかは未定とのことです。

本賞を通して、これからも情報学分野で国際的に活躍する優秀な若手研究者を顕彰していきたいと考えています。この文章が掲載されるころには 2022 年の候補者推薦募集が行われていると思います。IPSJ/IEEE Computer Society Young Computer Researcher Award とともに、多くの候補者の方のご推薦をいただけますようお願いいたします。

(2021 年 8 月 2 日)

プログラミングとコンテンツの未来のための研究

受賞タイトル

Pioneering Work in Programming Experience Research for Creativity Support of Both Programmers and Non-Programmers



加藤 淳 ● 産業技術総合研究所／アーチ株式会社

このたびは栄えある賞をいただき嬉しく思うとともに、研究者としての early career が過ぎつつあること、そして賞に込められた今後への期待を感じ、身が引き締まる思いです。推薦、選考いただいたみなさま、そして研究者としての私を育ててくださった恩師の方々、応援してくれた家族に感謝します。

受賞テーマ「プログラミング体験 (Programming Experience)」に至る道のりは平坦ではありませんでした。2009 年の卒業論文で複数台ロボットを同時制御するユーザインタフェースを提案し、同年国際コンペで受賞した際は研究の楽しさに目覚めた気がしました。ところが、そこで感じた実世界をプログラミングする難しさを解決するツールキット (道具) の研究は、修士課程の間、国際会議論文になりませんでした。指導教官の五十嵐健夫先生には、博士課程進学にあたり率直に「厳しいと言わざるを得ない」と言われました。

自分が感じた難しさが「道具」という枠で解決できないと気づけたのは 2013 年、博士課程 2 年でした。それまで 1 年余、大学、Microsoft Research Asia, 同 Redmond で国際会議論文を 3 本書けたのですが、すべてツールキットという言葉で表せない「統合開発環境」の体験設計が研究の肝だったのです。当時 Microsoft の人々と Programmer's Experience の重要性について User Experience (UX) と対比した議論ができたことは幸運でした。また、大学の研究成果で日本科学未来館の小学生向けワークショップを開けたことも意義深い経験でした。なぜなら、インタラクションデザインを工夫すれば、従来型のプログラミングの前提知識がない小学生でもプログラミングの利得を享受できる確信を持た

ためです。これら 2 点が合わさって「プログラミング体験 (Programming Experience; PX)」という言葉ができたのです。主体がプログラマかエンドユーザかにかかわらず、どうすればプログラミングという行為をもっと楽しく創造的にできるかという点こそ重要だ、と私は考えています。

その後、私は 2014 年から音楽情報処理で高名な後藤真孝氏の在籍する産業技術総合研究所メディアインタラクション研究グループに所属し、2018 年からはアニメ制作会社アーチで兼業を始め、研究部門 Arch Research を率いています。PX の研究者が音楽とアニメにかかわる場所にいることで、不思議に思われるかもしれませんが。しかし私は、視聴者目線でもクリエイタ目線でも、コンテンツの未来はプログラミングにあると信じています。大量の音楽が溢れ、長尺の動画が敬遠されるような時代、視聴者を惹きつけるのは自分に応えてくれるコンテンツです。視聴者のインタラクションに従い視聴体験を動的に組み換える PX 技術は必須要素です。クリエイタ目線では、創作意欲をぶつける相手としてのコンピュータはまだ柔軟性に欠けます。クリエイティブコーディングが市民権を得つつあり、創作支援ツールがプログラミングの利得を積極的に取り入れ始める中、これをさらに推進する研究が求められます。人々が創造性を発揮できる環境設計を専門とする PX 研究者として、今後も研究に社会展開にと邁進したい所存です。

(2021 年 6 月 11 日受付)

加藤 淳 (正会員) jun.kato@aist.go.jp
博士 (情報理工学)。産業技術総合研究所主任研究員。アーチ (株) 技術顧問を兼務。創作支援研究に従事。成果を Web サービスとして展開、運営も行う。詳細: <https://junkato.jp/ja>

【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>

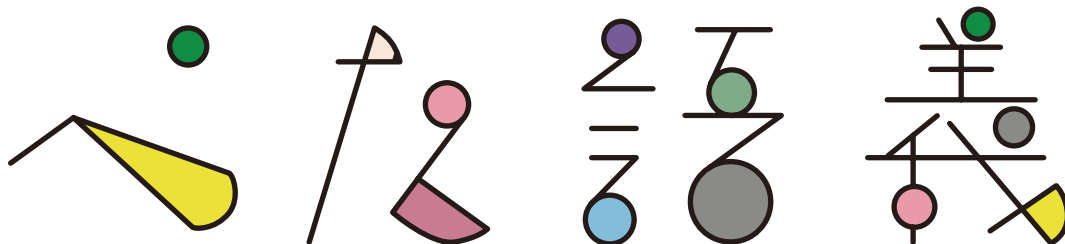
- (1) 「情報処理」の特集ページ（扉または概要ページ）を開く。
- (2) 閲覧申込のURLにアクセスする（またはQRコードを読み取る）。
- (3) 必須事項を入力し送信する。
- (4) 次の件名（10月号の場合）の受信メールに従って、電子図書館から特集のpdfをダウンロードする。
 - 件名：情報処理 2021年10月号（Vol.62, No.10）「チケットコード」とご利用方法のご連絡

★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





Vol. 121

CONTENTS

【コラム】 学習目標と評価ルーブリックのための技術標準：デジタルエコシステムをトップダウンでイメージする…山田 恒夫

【解説】 IMS CASE の仕様とその可能性…宮崎 誠

【解説】 小学校段階におけるプログラミング教育の実践とその支援…島袋 舞子



COLUMN

学習目標と評価ルーブリックのための技術標準： デジタルエコシステムをトップダウンでイメージする



2019年に始まったCOVID-19パンデミックの中で、教育の情報化は予想外の進展を見せた。日々のオンライン授業や将来のデジタルトランスフォーメーション（DX）にむけたGIGAスクール構想（文部科学省）の背後で静かに進行する、eラーニング技術標準の普及もその1つである。

我が国の教育機関でも、学習管理システム（LMS）、教務情報システムなど、さまざまな教育情報システムが導入されている。そして、その大半について国際技術標準がすでに存在する。各国650余の教育機関やベンダーが参加する、eラーニングの国際標準化団体、IMSグローバル（IMS Global）では、1999年以降、バージョンの違いも入れると100を超える技術標準が公開され、ほとんどの教育情報システムやサービスの機能をカバーしている。2010年代北米の次世代電子学習環境（NGDLE）をめぐる議論では、サイロ化したシステム間のデータ連携が課題であったが、今後のDXでも、AIと教育IoT（Internet of Things）によるサービスの自動化に相互運用性は欠かせない。

CASE（Competency and Academic Standards Exchange）は、カリキュラム標準、スキル標準やルーブリック、シラバスの記載内容をMachine-readableにするためのIMS技術標準である。学習目標や評価基準に関する情報は、教材にも、学習履歴データにも、修了証明書にも記載する。結果として、分野・科目ごとに、CASE形式で作成された、学習目標・評価の分類体系（概念体系）が構成され、それを共有利用するコミュニティ（CASEネットワークと呼ぶ）が形成される。小学校についていえば、学習指導要領を軸に、教科書会社の単元体系があり、それを利用する教育委員会、学校、塾、教材会社などが集まるといったイメージである。

デジタルエコシステムにおいて、技術優先型でなく、まず教育目標ありきでシステム構築を図るのであれば、全体を俯瞰しながら要素の組合せを模擬できるトップダウンアプローチも必要である。ユーザのニーズを把握するにも、ユーザにより明確なイメージをつかんでもらうにも、教育目標および評価の体系を軸にさまざまなシステムやツール、コンテンツ素材を組み合わせていくほうが分かりやすい。このあとの記事で紹介されるOpenSALTとは、CASEを利用したオープンソースソフトウェアであり、新たな教育支援やリソース開発のツールとして期待される。



山田恒夫（放送大学）（正会員） tsyamada@ouj.ac.jp

1958年京都市生まれ。1985年京都大学大学院文学研究科博士課程（心理学）退学、放送大学教授、総合研究大学院大学名誉教授。（一社）日本IMS協会理事、（一社）日本オンライン教育産業協会理事ほか。

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

IMS CASE の仕様とその可能性

宮崎 誠

帝京大学

コンピテンシー・学術基準の国際標準規格

Competencies and Academic Standards Exchange (以下、CASE と表記) は、学習や教育に関するコンピテンシーや学術基準、ルーブリック等に Web ベースの「パーマメントアドレス」を割り当てることで電子的なやりとりを実現するために策定された仕様の国際標準規格である。

従来の PDF や HTML 等のデータ形式で公開されたコンピテンシーや学習目標等を、CASE に対応させることで情報システムやプログラムで利用しやすいマシンリーダブルでセマンティックなデータ形式に置き換えることを狙いとしている。2017 年 7 月に IMS Global Learning Consortium (以下、IMS と表記) がコンピテンシーや学術基準、ルーブリックのデータモデルやサービスの仕様をまとめた「IMS Competencies and Academic Standards Exchange (CASE) Service Version 1.0」^{☆1} と JSON データや REST サービスの仕様をまとめた「IMS Competencies and Academic Standards Exchange (CASE) Service REST/JSON Binding Version 1.0」^{☆2} として公開した。CASE では、コンピテンシー等の学術基準を定義する際に識別子 (Universally Unique Identifier; UUID) を付与することにより、ツールやアプリケーション等、異なるシステム間であっても一意な情報アクセスを可能としている。また、インターネットで公開されているにもかかわらず、作成者が不明、ライセンス

が無記載、いつの時点でのデータか不明等、利用の際に不都合がないよう、作成者やライセンス、バージョン等の項目が設けられており、流通することについても配慮されている。

IMS の Web サイトにある CASE ネットワーク^{☆3} には、アメリカの各州政府の教育省や業界能力開発標準化団体等が作成した学習目標やコンピテンシーが CASE に準拠したりポジトリ (以下、CASE リポジトリと表記) 上で公開されている。また、海外では、CASE に準拠した製品も販売されている。

CASE のデータ構造

CASE では、コンピテンシーや学術基準を 1 つのパッケージにした概念をコンピテンシーフレームワークと呼ぶ。コンピテンシーフレームワークには、複数のコンピテンシーやスキル間にある親子関係やグループ等の関連付けに関する情報等も含まれる。また、CASE の仕様を眺めると、データモデル等に CF という接頭辞があることに気がつく。これはコンピテンシーフレームワーク (Competency Framework) を意味している。CF に続く単語の表記では、複数含めることができる情報は、複数形で表記されている。ここでも同様の表記を用いる。

□ パッケージ構造

図-1 は、CASE のコンピテンシーフレームワークパッケージの構造を表している (ここからの説明の詳細は、前述の CASE 仕様書を参照)。

^{☆1} https://www.imsglobal.org/sites/default/files/CASE/casev1p0/information_model/caseservicev1p0_infomodelv1p0.html

^{☆2} https://www.imsglobal.org/sites/default/files/CASE/casev1p0/rest_binding/caseservicev1p0_restbindv1p0.html

^{☆3} <https://www.imsglobal.org/casenetwork>

CFPackage は、コンピテンシーフレームワークを1つにまとめるために使用されるトップレベルのコンテナである。つまり、1つのコンピテンシーフレームワークは、1つのCFPackageで構成される。CFPackageにはCFDocumentが含まれ、CFDocumentにはCFItems, CFAssociations, CFDefinition, CFRubricsが必要に応じて含まれる。

□ データモデル

CFDocument は、コンピテンシーフレームワークのすべてのデータの入れ物として定義される。CFDocument がルートとなり、CFItems を内包するため CFPackage には必ず1つのCFDocumentが定義されている。CFPackageのデータをインポート・エクスポートする場合は、このCFDocumentを始めとしたデータ一式が対象となる。CFDocument等のそれぞれのデータモデルには、作成者やタイトルといった特性を具体的に表現する属性が用意されており、そこに値を設定することで具体的なモデルを表現する。オブジェクト指向のクラス、プロパティ、オブジェクトの関係に類する。主な属性には、creator (例. 文部科学省), title (例. 学士力), language (例. ja), version (例. 1.0)等がある。

CFItem は、コンピテンシーや学習目標等を定義する。複数のCFItemオブジェクトを同じ階層で並列に定義することで、複数のコンピテンシーや学習目標を定義することができる。また、別のCFItemオブジェクトを親とすることで、評価基準の親子関係を

定義することができる。主な属性には、fullStatement (例. ICTを用いて、多様な情報を収集・分析して適正に判断し、モラルに則って効果的に活用することができる), educationLevel (例. BA)等がある。

□ 関連付け

CFAssociation は、CFDocument と CFDocument, CFItem と CFItem の親子関係や内包関係等、2つのオブジェクトを関連付けて、その関係を表すことができる。主な属性には、associationType (例. isChildOf), originNodeURI (例. https://example.ac.jp/uri/dc6e012c-87a9-11eb-9fcf-0242ac140003), destinationNodeURI (例. https://example.ac.jp/uri/86ed97da-8736-11eb-9dd5-0242ac140003) がある。CFAssociationsで表現可能な関係を表-1に示す。

□ 定義

CFDefinition は、コンピテンシーフレームワークのメタ情報を定義する。CFDefinitionのメタ情報を用いて、CFDocumentやCFItemsの関連コンテナにタイトル、コンピテンシーフレームワーク内で使われるライセンス情報、CFItemの種類等が定義される。CFDefinitionには、CFConcepts, CFSubjects, CFLicenses, CFItemTypes, CFAssociationGroupingsが含まれる。

□ ルーブリック

ルーブリックは、行(縦方向)に評価基準、列(横

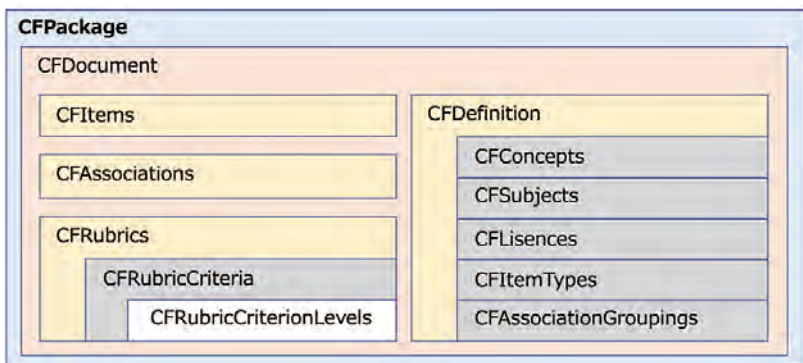


図-1 CASEパッケージの構造

表-1 関連付けに用いられる用語と定義

用語	定義
exactMatchOf	対象と同等
exemplar	対象の例示
hasSkillLevel	対象のスキルレベルがある
isChildOf	対象は親
isPartOf	対象に含まれる
isPeerOf	対象と相互関係
isRelatedTo	対象と何らかの関係がある
precedes	対象よりも先行する
replacedBy	対象に置き換えられた



方向) に到達レベルを持つ表として構成される。
 図-2のルーブリックの構造のようにコンピテンシーフレームワークでは、CFRubricCriteriaが行(縦方向)の評価基準を表し、CFRubricCriterionLevelsが列(横方向)の到達レベルを表す。それぞれの評価基準CFRubricCriterionに到達レベルCFRubricCriterionLevelsを割り当てることで表を構成している。CFRubricには、ルーブリックの名称や説明、作成者等の情報が定義される。図-1のようにCFRubricにCFRubricCriteriaが含まれ、CFRubricCriterionにはCFRubricCriterionLevelsが含まれることで1つのルーブリックを表している。

REST API によるデータ交換

CASEでは、コンピテンシー・学術基準等を提供するシステムをCASEプロバイダ、コンピテンシー等を利用するアプリケーションやシステムをCASEコンシューマと呼び、コンピテンシーフレームワークを交換する仕組みとして、RESTエンドポイントが定義されている(表-2)。CASE 1.0では、GETメソッドによるデータ取得のみが定義されている(詳細は、前述のREST/JSON Binding仕様書を参照)。なお、REST APIの仕様自体はOpenAPIで定

義されている。OpenAPIとは、OpenAPI Initiativeが推進するREST APIのインタフェースを記述するフォーマットであり、Swagger Specificationsと呼ばれていたものが元になっている。CASE仕様からREST APIの仕様をOpenAPI形式のJSONファイルまたはYAMLファイルとして入手できる。これらファイルを利用することでSwagger EditorやSwagger UIを使ったREST APIインタフェースの編集やドキュメント表示が可能であり、Swagger Codegenを利用することで、スタブサーバの導入やAPIクライアントの生成も可能である。

オープンソースソフトウェア OpenSALT

CASEの仕様に完全に準拠している製品としてIMSから認証を受けているのは、8製品ある(2021年6月現在)。そのうち少なくとも2製品は、OpenSALTとOpenSALTベースのシステムである。OpenSALTは、CASEの仕様策定にも貢献しているPublic Consulting Group(PCG)らが開発しているオープンソースのコンピテンシー管理ツールである。PHPで記述されており、GitHubにてMITライセンスで公開されている。2018年にジョージア州教育省が、州の学習基準をCASE準拠で公開し、IMS

ラーニングインパクトアワード・プラチナの最高賞を受賞した際に使われたシステムであり、IMSのサイトで運営されているCASEネットワークのCASEリポジトリもOpenSALTをベースに構築されている。

CFRubric ルーブリック					
評価項目	0	1	2	3	4
CFRubricCriterion 文章記述 (文章コミュニケーション)	レベル1に満たない	・文書作成の基本について断片的に理解している。 ・それらを部分的に実践した文書作成を行うことができる。	・文書作成の基本について体系的に理解している。 ・それらを実践した文書作成を行うことができる。	・文書作成の基本について体系的に理解している。 ・論理的に構成された文書作成ができる。	・目的に応じた良い文書作成について理解している。 ・説得力がある文書作成ができる。
プレゼンテーション (口頭コミュニケーション)	レベル1に満たない	・プレゼンテーションの基本について断片的に理解している。 ・それらを部分的に実践したプレゼンテーションを行うことができる。	・プレゼンテーションの基本について体系的に理解している。 ・それらを実践したプレゼンテーションを行うことができる。	・プレゼンテーションの基本について体系的に理解している。 ・聞き手のことを考え、わかりやすく、興味を惹くプレゼンテーションができる。	・目的や場に応じた良いプレゼンテーションを理解している。 ・説得力があり、印象に残るプレゼンテーションができる。
CFRubricCriteria 評価基準	レベル1に満たない	英語による十分なコミュニケーションはできない。 ・単語を避けることなど、コミュニケーションをどうしようと努力できる。	仕事や学修、日常生活の一部、あるいは「読む・書く・聞く・話す」の一部など、限定された場面において、辞書などの補助的なツールを用いることで英語によりコミュニケーションができる。	仕事や学修、日常生活の「読む・書く・聞く・話す」の全ての場面で、辞書などの補助的なツールを用いることで、英語によるコミュニケーションができる。	仕事や学修、日常生活の「読む・書く・聞く・話す」の全ての場面で、英語による円滑なコミュニケーションができる。
英語コミュニケーション	レベル1に満たない	レベル1に満たない	レベル1に満たない	レベル1に満たない	レベル1に満たない
	レベル1に満たない	レベル2に満たない	レベル3に満たない	レベル4に満たない	レベル5に満たない

図-2 ルーブリックの構造

CASE の技術的側面と非技術的側面での価値

ここで国際標準規格が果たしてきた役割について考えたい。たとえば、現在までの e ラーニングの普及には、ADL の SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 規格や IMS の策定した国際標準規格、つまり仕様の標準化が大きな役割を果たしてきた。仕様の標準化によって、機能やコンテンツのモジュール化促進に繋がったが、機能やコンテンツの共通化という技術的側面だけでなく、機能提供の対象プラットフォームの拡大やコンテンツの流通が促されることによる価格の低下や機能およびコンテンツの高品質化の実現という非技術的側面での価値があったと考えられている。

では、CASE がもたらす価値には、複数システム間でのコンピテンシー・学術基準の相互利用を可能にするという技術的側面のほかに、非技術的側面ではどんなことが期待できるだろうか。LMS を通じて CASE リポジトリから評価基準を取得し、参照可能な CASE 準拠の LMS があると仮定した場合のユースケースを考えてみよう。

「情報基礎 1」という授業を担当している A 大学の教員は、LMS に授業コンテンツを作成して、HTML5 で簡単な Web ページの作成を教えたいと考えている。CASE リポジトリを検索して見つかった「Web 制作スキル」を LMS に取得し、その中から

「HTML5」の知識・スキル定義を参照しながら教材を作成する。そして、LMS で HTML5 の Web ページ作成課題を作成し、採点には、先ほど取得した「HTML5」の知識・スキル定義を LMS の評価基準に設定し、利用する。一方、B 大学で「情報処理演習 1」という授業を担当している教員も、LMS を通じて A 大学と同じ CASE リポジトリから、同じ評価基準を利用して課題を作成し、授業を行っている。

このとき A 大学の「情報基礎 1」と B 大学の「情報処理演習 1」の課題は、同じ評価基準を利用しているので、その課題に合格できていれば、どちらの大学の学生もその評価基準に到達していると判断できる。もし、評価基準を 1 つの課題だけでなく、授業の単位認定にかかわる他の学習活動にも共通の評価基準を利用すれば、A 大学と B 大学の単位互換認定にも役立つことが期待できるだろう。

このように CASE を活用することによって評価基準が明確になり、コンピテンシーベース、アウトカムベースの授業設計が変わる。大学が「何を教えるか」ではなく、学習者が「何ができるようになるか」という観点で授業が設計される。それによって、大学での教育も明確な説明責任が果たせるようになる。これらが非機能側面での価値と言える。

今後の展望

IMS では CASE ネットワークを中心としたコミュニティも形成されつつあるが、日本 IMS 協会にも CASE 研究会が設立され、大学や企業の参加者らの研究や情報交換が始まった。CASE の活用が広まることを期待したい。

(2021 年 7 月 3 日受付)

表-2 REST エンドポイント (GET のみ)

REST エンドポイント
/ims/case/v1p0/CFDocuments
/ims/case/v1p0/CFAssociations/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFAssociationGroupings/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFConcepts/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFDocuments/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFItems/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFItemAssociations/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFItemTypes/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFLicenses/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFPackages/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFRubrics/{sourcedId}
/ims/case/v1p0/CFSubjects/{sourcedId}



宮崎 誠 (正会員) miyazaki@lt-lab.teikyo-u.ac.jp

帝京大学ラーニングテクノロジー開発室助教。熊本大学大学院社会文化科学研究科教授システム学専攻博士後期課程単位取得満期退学。修士 (工学)。熊本大学大学院特定事業研究員等を経て、2019 年より現職。



小学校段階におけるプログラミング教育の 実践とその支援

島袋舞子

大阪電気通信大学

初等中等段階に対するプログラミング教育の 支援活動

大阪電気通信大学（以下、本学）では、全国の初等中等段階におけるプログラミング教育を支援するために、2018年にICT社会教育センター^{☆1}を設立した。現在、ICT社会教育センターには初等中等段階における情報教育を対象とした研究に従事する者や中学校、高等学校で指導経験のある教員6名が所属しており、関西圏を中心に全国の都道府県や各市町村の教育委員会、各学校での教員研修や講演、研究授業に対する指導講評、授業づくり等のプログラミング教育に関する支援を行っている。2018年4月から2021年4月までに96件の依頼があった（図-1）。小学校からの依頼が63件と全体の半数以上を占めており、中学校が13件、高等学校が6件となっている。2020年度以降は、新型コロナウイルス感染症の影響から依頼件数が少なくなっており、研修等を実施する場合はオンライン会議システムを利用することが多くなっている。

教員研修では、担当者とメールや電話等で研修内容の打合せを行い、それぞれのニーズに合わせた研修を実施している。また、研究授業に対する指導講評では、研究授業等を見学後、その授業に対するコメントをプログラミング教育の視点から伝えることで、今後の授業づくりを支援している。授業支援として授業づくりの段階からかわり、ともに授業内容や教材を考えていくこともある。

☆1 大阪電気通信大学：ICT社会教育センターとは？、
<https://www.osakac.ac.jp/80th/ict/>（参照 2021-06-01）。

ICT社会教育センターでは、これまでに小学校教員を対象とした支援を多く行ってきた。本稿では、支援を行った小学校での実践事例を紹介する。

小学校におけるプログラミング教育実践事例

□ 小学校段階におけるプログラミング教育

小学校段階におけるプログラミング教育は、プログラミングの体験を通して「プログラミング的思考」を身につけることを目的とし、既存の各教科等の中やクラブ活動等で実施する。小学校学習指導要領¹⁾では、5年生の算数、6年生の理科、総合的な学習の時間（以下、総合）にてプログラミング活動が例示されており、教科書にも該当の科目・単元にプログラム例やプログラミングを取り入れた活動が掲載されている。

プログラミング教育は、すべての学年で実施することが推奨されており、教科や時間数、使用するプログラミング言語や教材等は各学校に任されている。プログラミング教育を行う場面として学習活動がA～Fに分類されており、教科内で実施する場合

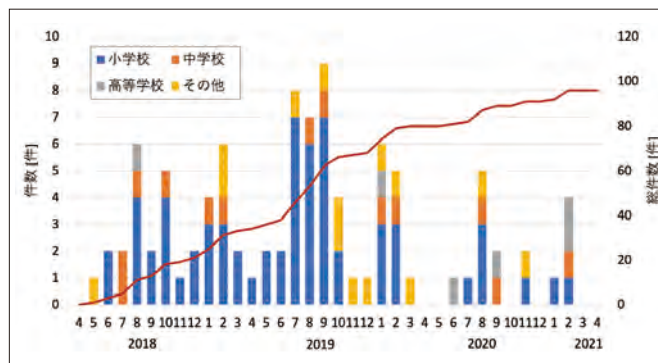


図-1 2018年4月から2021年4月までの支援件数の推移

は、各教科の学びを深めるためにプログラミング教育を取り入れることとされている²⁾。

□ 実践授業が行われた学年と教科

プログラミング教育に関する支援を行った小学校(12校)で実施された研究授業の学年と教科を表-1に示す。プログラミング教育は、幅広い学年と教科で行われており、総合と算数でやや多く扱われていることが分かる。

本稿では、これら授業実践の中から、3つの実践を紹介する。

□ 実践事例 1：4年算数「直方体と立方体」

A小学校では、2019年度の3学期に4年算数の単元「直方体と立方体」にプログラミングを取り入れた。配当する時間数は全10時間(45分×10)で、プログラミングは10時間目に「空間上の位置の表し方の学習活動」として行った。実施した授業の学習目標は、「組の数で空間にある点の位置を表せるようになること」である。

授業は4年生37名を対象に、普通教室で2人に1台のノートパソコンを使用して行われた。授業はチームティーチングで行われ、2名体制で実施した。使用したツールは、Scratchのコミュニティで公開されているプロジェクト^{☆2}を教員が授業に合わせて改良したものである。図-2に実行画面を示す。児童

^{☆2} 風船をつかまえる(sb3対応)、
<https://scratch.mit.edu/projects/283942841/> (参照 2021-06-01)。

表-1 研究授業が実施された学年と教科の集計結果(N=21)

教科	1年	2年	3年	4年	5年	6年	計
国語	0	1	0	0	0	0	1
社会	-	-	0	1	0	0	1
算数	1	0	0	1	2	0	4
理科	-	-	0	0	1	2	3
生活	0	3	-	-	-	-	3
音楽	0	0	0	0	0	0	0
図画工作	0	1	0	0	0	0	1
家庭	-	-	-	-	0	0	0
体育	1	0	0	0	0	0	1
道徳	0	0	0	0	0	0	0
外国語	-	-	-	-	1	0	1
総合	-	-	3	1	2	0	6
計	2	5	3	3	6	2	21

(表中の「-」は設置なしを意味する)

は端末画面上のキャラクタを動かして画面上に置かれた黄色の風船を取るためには、どのように命令をしたらよいかを考える。児童が作成するプログラム例を図-3に示す。プログラムを実行すると、キャラクタが横(右)に4マス分移動した後、縦(奥)に1マス分移動し、その後上に3マス分移動する。命令は児童が取り組みやすいように関数化されており、それぞれ進む距離を数値入力し、組み合わせることでキャラクタを動かすことができる。児童が取り組む問題は4つ用意されており、ペアで考えながらプログラミングに取り組んだ。

全体でプログラムの振り返りをした後に空間にある位置の表し方(表記方法)の説明を行い、児童は教科書の直方体の頂点の位置を表す問題に取り組んだ。問題例を図-4に示す。ほとんどの児童は、「C(5, 4, 0)」

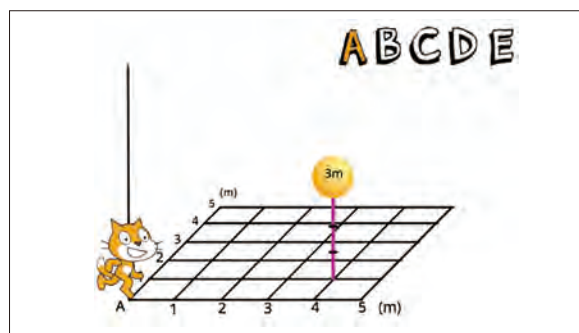


図-2 児童が空間上の位置の表し方を学ぶ教材の画面例(実践事例1)



図-3 キャラクタが図-2の風船の位置まで移動するプログラム例(実践事例1)

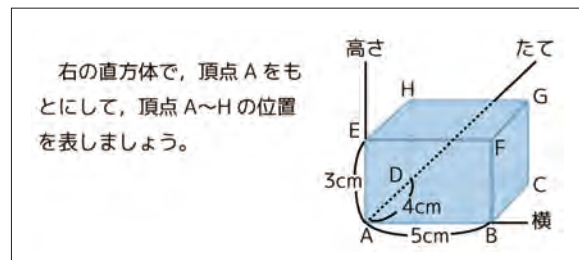


図-4 児童が取り組んだ問題例(実践事例1)



といったように頂点 A～H の位置をプログラミングの活動で扱った風船の位置と置き換えて表すことができていたが、風船の位置と直方体の頂点の位置が結びつかず、問題を解くことができない児童が5、6名程度いた。

授業を見学した教員から、次のようなコメントがあった。

- 普段の授業では手を挙げるができない子も手を挙げていた。
- プログラミングはスラスラできていたが、教科書の問題になると解く手が止まっている子が複数名いたため、「風船の位置」から「立方体の頂点」への接続に課題があると感じた。
- 教科書の問題を解く前に、立方体の頂点上に風船を置いた問題に取り組むなど、1つクッションが必要だと思った。

プログラミングの活動と教科内容の接続が上手くいかなかったという課題はあるが、全体として児童はプログラミングの活動を通して教科の内容を深めることができた。



図-5 ロボットが宝物にたどり着くプログラム例(実践事例2)

□ 実践事例 2 : 5 年外国語

「Where is the treasure?」

B 小学校では、2019 年度の 3 学期に 5 年外国語の単元「Where is the treasure?」にプログラミングを取り入れた。外国語は学習指導要領の改訂により、新たに教科化された。この単元では、「Go straight」、「It's in the box」のように「道案内やものの位置を尋ねたり答えたりする表現に慣れ親しむ」ことを学習目標としている。

配当する時間数は外国語 4 時間、総合 5 時間の計 9 時間 (45 分×9) で、最後の 9 時間目に「Go straight」「Turn right」「Turn left」の 3 つの命令でスタートから宝物までロボットを動かすプログラムを作成する学習活動を実施した。ロボット教材は mBot^{☆3} を使用し、命令は教員が授業内容に沿う形で関数化したものを使用した (図-5)。図-5 のプログラムを実行すると、ロボットは 1 秒前進した後に左を向き、次に 4 秒前進した後に左を向き、1 秒前進する。

授業は 5 年生 25 名を対象に講堂で行われた。はじめに教員が学習内容について説明した後、3 人 1 組のグループにわかれて、マス目のある大きな用紙の上に置いたロボットに命令し、宝物がある場所に向かうプログラムを作成した (図-6)。何度か試行した後に、全体で宝探しと宝物紹介を行った。

児童はグループ内で協力してプログラムを作成し、宝物がある場所にロボットが到着したときは歓声があがっていた。ロボットへの命令が英語になってい

☆3 mBot, <https://www.kenis.co.jp/mbot/> (参照 2021-06-01)。



図-6 児童がロボットの動きを確認する様子(実践事例 2)

るため、児童は自然と会話の中に本単元で学習する単語を使用していた。

□ 実践事例 3：6 年算数「拡大図と縮図」

C 小学校では、2017 年度の 3 学期に 6 年生の算数の単元「拡大図と縮図」の振り返りとプログラミングの体験を目的に、授業を行った。三角形を描いたプログラムに修正を加えていくことで、「拡大図・縮図は角の大きさが等しく、辺の長さは比が等しい」ことを教育用プログラミング言語「ドリトル」^{☆4}を使用したタートルグラフィックスを通して確認した。

授業は 6 年生約 30 名を対象に普通教室で 1 人 1 台のタブレット端末 (iPad) を使用して行った。授業は担任 1 名のほかに本学の学生 1 名と院生 2 名がサポートとして加わった。

プログラミングを扱う授業は 2 時間 (45 分×2) 行った。1 時間目にはドリトルの使い方を体験する目的で画面上のタートルを動かして好きな線画を描くプログラムを作成した。2 時間目には正多角形を描くプログラムを作成した後、児童はタブレット端末で図-7 の左のプログラムを入力し、右のような三角形を描いた。この三角形を拡大・縮小するため

☆4 教育用プログラミング言語「ドリトル」,
<https://dolittle.eplang.jp/> (参照 2021-06-01)。

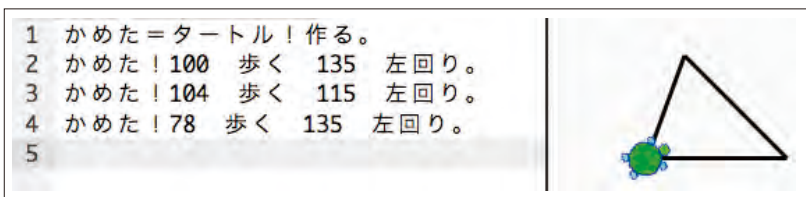


図-7 三角形を描くプログラム例(左)と実行結果(右) (実践事例 3)

には、プログラムのどこを修正するとよいかを考え、修正・実行することで「拡大図・縮図は角の大きさは等しく、辺の長さは比が等しい」ことを確認した。児童がプログラミングを行うのは初めてであったが、教育用に開発されたプログラミング言語であるドリトルを使用したことと、プログラムの入力時に iPad に標準搭載されている仮名が 50 音順に並んだキー配列を使用することで、スラスラとプログラムを作成することができていた。

今後の展望

本稿では、本学の ICT 社会教育センターが支援した小学校での実践事例を紹介した。今後は現在の支援活動を継続しつつ、教材の開発や指導案の提供、中学校や高等学校を対象としたプログラミング教育支援の拡大を行っていきたいと考える。

参考文献

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成 29 年告示) (2017)。
- 2) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引 (第三版), http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm (参照 2021-06-02)。

(2021 年 6 月 7 日受付)

島袋舞子 (正会員) shimabuku.m@gmail.com

大阪電気通信大学メディアコミュニケーションセンター / ICT 社会教育センター特任講師。初等中等教育における情報教育に関する研究に従事。著書に『ドリルの王様—楽しいプログラミング—』。



その14 共感的な体験をしてみた!
シナスタジア X1-2.44 波象

漫画: 山本ゆうか (Twitter @ymmx)

共感覚とは
刺激に対して通常の
知覚以外の感覚も
生じる現象です

文字に色が見えるよ (色字)

Pに1本つけ足して Rに3本つけ足して色が変わるの!

↑そこにはないはずの色を感じる

オレンジ色の痛みだ!!

緑色の音だ (色聴)

今回は六本木ヒルズの展示へ行き

スレバリのフルメイトのビルズだから

共感覚にインスピレーションを受けた装置に挑戦してきました

共感的体験装置 シナスタジア X1-2.44 波象 (Hazo)

振動子が44こついた椅子みたいな装置

真っ白な小部屋に装置だけ置いてある

この丸いのが細かく振動する!

体験中は心拍を測る

音

大量のコードがカッコいい!

めがねもはずす

体験中は目をつむって想像してくださいそれがアートになるという作品です

シナスタジアX1で体験するのは

- ・瞼の裏からの光
- ・ヘッドホンからの音
- ・装置からの振動

気持ちよくて寝落ちしたらどうしよう... マッサージみたいな?

と、思ったら

体が回転している気がする... (装置は回転しない)

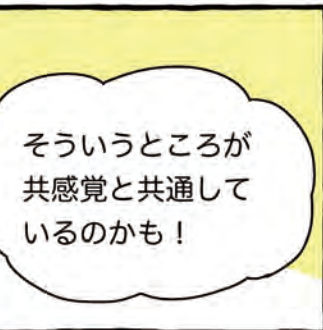
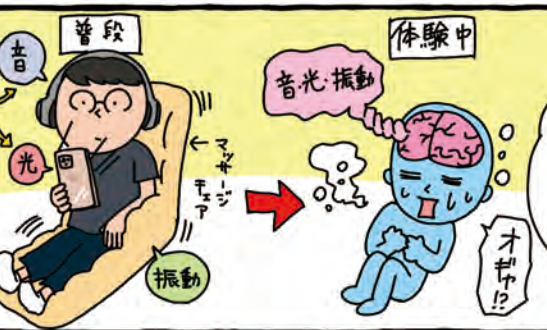
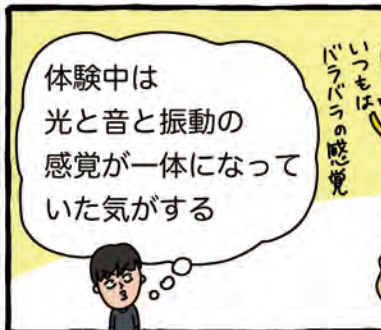
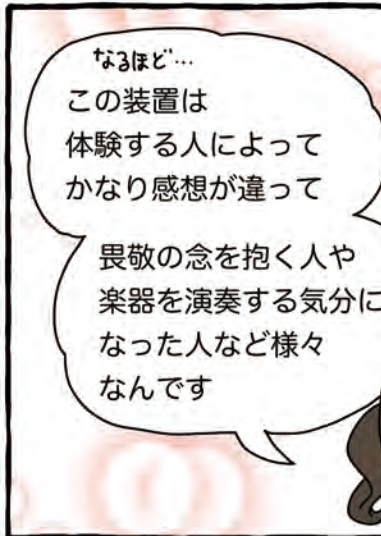
ゴオオ...

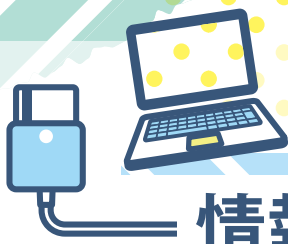
☆サバンの星に

↑彗星になって地球に落ちる

体が泡になる

それどころじゃない
スペクタクル!





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)



高等学校におけるデータサイエンスを基盤とした問題解決実践— AI 時代を切り拓くための創造力の育成を目指す—

林 宏樹 | 兵庫県立姫路西高等学校

データサイエンス教育の概要

令和4年度から実施される高等学校学習指導要領において、データサイエンス（以下、DS）にかかわる内容の重要性が増している。数学では、数学I「データの分析」、数学B「統計的な推測」、情報Iでは「情報通信ネットワークとデータの活用」、情報IIでは「情報とデータサイエンス」として各分野を横断する構成となっている。

文部科学省では国際的に活躍し得る科学技術人材等の育成のために、理数系教育に関する教育課程等に関する研究開発を行う高等学校をスーパーサイエンスハイスクール（SSH）に指定している。令和2年度、学校全体でDS教育に取り組むカリキュラム設計のモデル校として、兵庫県立姫路西高等学校（以下、本校）が採択された。これを受

けて、筆者はDSのカリキュラム開発や授業実践に取り組んでいる^{1)~3)}。本稿ではカリキュラム設計と令和2年度に実践した1年次の授業について紹介する。

カリキュラム開発

本校における3年間のDS教育は、1年次を「探究準備期間」、2年次を「探究実践期間」、3年次を「探究展開期間」と位置づけ、表-1のように単位数を設定した。なお、本校では理数に関する学科である「国際理学科」と、「普通科」が設置されている。

各学科において下記のように科目を代替し、3年間の教育課程を編成した。

(ア) 国際理学科1年【探究準備期間】

DS教育の基礎・基本を学ぶ学校設定科目「デー

タサイエンス研究 (4 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「課題研究 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (2 単位)」の代替とする。

(イ) 国際理学科 2 年【探究実践期間】

DS を基盤とした研究実践を行う学校設定科目「データリサーチ研究 (3 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「課題研究 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

(ウ) 国際理学科 3 年【探究展開期間】

DS の学びを振り返るための学校設定科目「グローバル研究 (2 単位)」を実施し、それによって「コミュニケーション英語 III (1 単位)」「課題研究 (1 単位)」の代替とする。

(エ) 普通科 1 年【探究準備期間】

DS 教育の基礎・基本を学ぶ学校設定科目「データサイエンス探究 (2 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

(オ) 普通科 2 年【探究実践期間】

DS を基盤とした研究実践を行う学校設定科目「データリサーチ探究 (2 単位)」を実施し、それによって「社会と情報 (1 単位)」「総合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

(カ) 普通科 3 年【探究展開期間】

DS の学びを振り返るための学校設定科目「グローバル探究 (1 単位)」を実施し、それによって「総

合的な探究の時間 (1 単位)」の代替とする。

DS サイクルの定義

平成 30 年度告示高等学校学習指導要領解説理数編における第 1 節数学 I の「3 (4) データの分析」において、統計的探究プロセスが記載されている。統計的探究プロセスの 5 つの段階からなる「問題 (Problem) — 計画 (Plan) — データ (Data) — 分析 (Analysis) — 結論 (Conclusion)」に基づき、本校の DS 教育では、図-1 に示す 5 つのプロセスからなる DS サイクルを定義し、授業内容を組み立てた。なお、これは IDSSP (International Data Science in School Project) における The basic cycle of learning from data を参考にした⁴⁾。

図-1 では、PPDAC サイクルの D (データ) のプロセスをデータ収集とデータクレンジングに分けたため、D が 2 つ存在している。これら 5 つのプロセスの詳細は以下のとおりである。

PP：課題の定式化

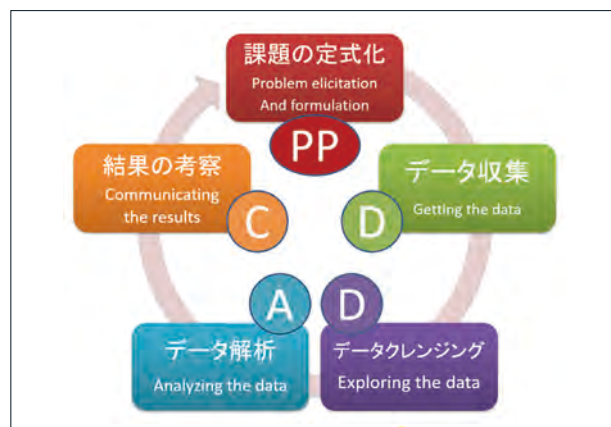
生徒が自分の興味関心のある研究テーマを決め、課題発見に向けて抽象的な内容から具体的な内容へと細分化・具体化していく。

D：データ収集

生徒の見出した課題が客観的であることを示したり、課題解決のためにデータ解析するために、必要

■表-1 DS 教育にかかわる科目名と単位数

学科	期間	科目名	単位数
国際理学科	準備 (1 年)	データサイエンス研究	4
	実践 (2 年)	データリサーチ研究	3
	展開 (3 年)	グローバル研究	2
普通科	準備 (1 年)	データサイエンス探究	2
	実践 (2 年)	データリサーチ探究	2
	展開 (3 年)	グローバル探究	1



■図-1 本校で実践している DS サイクル

なデータをオープンデータから収集したり、実験・観察によりデータ採取する。

D：データクレンジング

表計算ソフトやPythonなどのプログラミングの知識・技能を活かして、データを整理・整形する。

A：データ解析

データ解析に関する知識や技能を活かしてデータを解析し、その中から価値のある情報を見つけ出す。

C：結果の考察

データ解析によって得られた結果を先行研究やフィールドワークなどを通して考察する。

学校設定科目「データサイエンス研究」の授業内容

DS 研究の年間計画

令和2年度に実施した「データサイエンス研究」(1年)のカリキュラムと、従来の科目との対応について表-2に示す。なお、社会と情報は令和4年度からは情報Iとなる。

DS サイクルの指導内容

表-2に示した「データサイエンス研究」のカリキュラムでは、DS サイクルの各項目に対して次のように指導を行った。なお、指導回数を記載しているが、生徒の研究の様子を見ながら指導をいれているので回数は目安である。

■表-2 データサイエンス研究のカリキュラムと従来科目の対応表

時期	内容	従来の科目
4月	データの分析	数学I
5月	MS-Excelの知識・技能	社会と情報
6月	単回帰分析法の理解	
7月	探究活動	総合的な探究の時間
9月	情報モラル・研究モラル	社会と情報
10月	データを活用した問題解決	
11月	プレゼンテーション	総合的な探究の時間
12月	統計手法を用いた発表 評価アンケート解析	社会と情報
1月	DS サイクルの振り返り	総合的な探究の時間
2月	新価値創造講座	
3月		

課題の定式化

データを活用した問題解決において、次のような指導を行った。

- 抽象的な言葉を具体化されているか
- 言葉の意味や定義は定まっているか
- 先行研究を調査したか

具体的には、生徒が興味あるテーマを設定し、課題を発見し、データ収集を行う際に、抽象的なテーマであれば研究が次のプロセスに進みにくい場合が多い。その際に、上記のような授業により、抽象的な課題を具体的な課題へと導く指導を行う。生徒の研究の様子を見て、タイミングを見計らって指導した。

データ収集

オープンデータの取得手段として、「高等学校データサイエンス教育研究会」のWebサイト⁵⁾にあるオープンデータを集約したページから、次のようなオープンデータの利用方法を指導する。

- e-Stat (政府統計の総合窓口)
- RESAS (地域経済分析システム)
- SSDSE (教育用標準データセット)

初期指導では50分×2回実施し、研究を進化させる際に、再度データ収集の重要性を説き、5回実施し、年間合計7回行った。

データ研磨

下記のような知識・技能に関する演習を行った。

- エクセルの基本操作
- 度数分布表、ピボットテーブルの作成
- データの視覚化 (ヒストグラム, 散布図, 箱ひげ図の描画)
- 代表値や標準偏差, 相関係数等の求値方法
- 絶対参照, 相対参照等のエクセル操作
- 外れ値, 異常値の読み取り
- 推定値と実値の差分によるデータ加工
- Pythonによるデータの整理・整形

初期指導で50分3回の講義・演習を行い、前期で研究をいったん完成させた後、その研究を進化させる際に、研究実践をしながら50分の講座を3回実施した。

データ解析

「データ解析」では、可視化されたデータから特徴的な部分を見抜いたり、数値の意味を理解したり、数値から結論を導く演習を行った。具体的には、次のような内容を取り扱っている。

- グラフの読み取り
- 標準偏差、相関係数の理解
- 統計的仮説検定の理解
- 回帰分析法の理解（回帰・決定係数の理解等）
- 重回帰分析法を利用したモデル構築の理解
- クラスタリング（k-means 法）の理解
- 連携企業によるデータ分析教材を利用したデータ解析（時系列分析データ、季節要因分析の見方等）

初期指導で 50 分×4 回の講座・演習を行い、前期での研究実践後、研究を進化させる技能向上として 100 分×3 回の講座・演習を実施した。

結果の考察

「結果の考察」では、先行研究の結果と自分の研究結果の比較や、生徒が参加する外部発表会の過去の受賞例の文例ストーリーにおける分析と自分の研究の比較を行う。また、優れた研究成果の考察部分にある複数のデータの組合せ方などを参考に研究成果を振り返る。

初期指導で 50 分×2 回の講座を行い、研究発表ごとに生徒の研究成果を振り返りながら、他者の研究や先行研究と比較する講座を 50 分 4 回実施した。

DS 教育による成果

DS 教育への意識調査の結果

本取り組みにおける DS 教育の成果として、DS サイクルにおけるプロセスごとの生徒の意識調査から、DS サイクルの指導に対する振り返りを行う。

意識調査は 1 年生のみ 12 月に実施した。自分の能力に対する質問として、DS サイクルのプロセスごとに身に付く力を、「5. 十分ある」～「1. 不足している」の 5 件法で調査（サンプルサイズ探究

230、研究 39）した結果が図-2 である。

なお、図-2 では「3. DS サイクルの定義」における課題の定式化を「課題定式力」、データ収集を「データ収集力」、データ研磨を「データ研磨力」、データ解析を「データ解析力」、結果の考察を「考察力」としている。また、図-2 において（研究）は国際理学科の生徒、（探究）は普通科の生徒の意識調査の結果を示している。

まず、DS サイクルのプロセスごとを比較すると、探究（普通科）・研究（国際理学科）ともに、4 または 5 を選択した生徒の割合が、データ収集力（探究 47%・研究 56%）、データ研磨力（探究 21%・研究 46%）、データ解析力（探究 30%・研究 54%）、データ研磨力（探究 34%・研究 57%）と比べ、課題定式力が探究 11%・研究 31%と最も低い。

DS サイクルを基盤とした探究活動では、「課題の定式化」のレベルが低いと、次のプロセスのデータ収集がまったく進まない傾向がある。さまざまな思考手法の活用やグループ討議、参考文献の調査などを通して、課題の定式力を身に付けさせると、高度な探究活動へとつながる。

次に、「データ収集力」に関して普通科（2 単位）の生徒は自己評価 5 の生徒が存在するが、国際理学科（4 単位）の生徒は自己評価 5 を選択した生徒がいないという意識の違いが見られた。

DS を学ぶ授業時間数が多い国際理学科の方が自己評価 5 をつけないのは探究活動の質が向上した

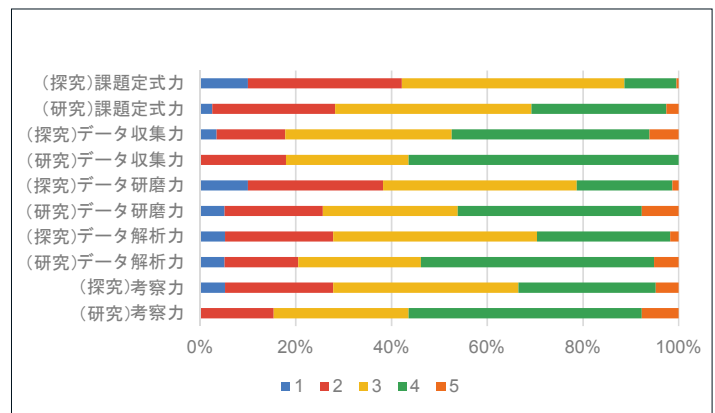


図-2 DS サイクルに対する生徒の自己評価

ことを示している。探究活動では、DS サイクルを1回だけ行うのではなく、サイクルをスパイラルに繰り返すことで内容が深化していく。そのため、サイクルを何回かまわしていくことで、内容の質の向上とともに、自己評価が下がっていく。ただ、これは段階としては生徒が成長する過程の1つであるため、継続した取り組みにより内容の質の向上とともに、自己評価も高まってくるであろう。

探究作品からみる創造力

DS 教育で目指すべき点として、無機質なビッグデータから新たな価値を見出すことが挙げられる。本校では、大阪大学の松波晴人特任教授によるフォーサイトクリエーション⁶⁾での「新たな価値を生む方法論」に基づいて、創造力に関する授業を行った。フォーサイトクリエーションに必要な能力を8つの理論に集約されており、本校ではそのうち、異分野の知見を「リフレーム」すること、異質なものを結び付けて、新たな軸を創る「統合」の2つの理解と実践を促し、創造力の育成を行っている。

令和2年度の生徒の探究作品において、DS サイクルに基づいて教員が高評価であると判断した点を述べる。また、創造力の向上に関する統合とリフレームに着目した部分を説明する。

探究作品の概要

本校では、「データサイエンス研究」(国際理学科)での探究作品を「統計データ分析コンペティション」に応募している。本コンペティションは、統計リテラシーの向上と公的統計の利活用の推進を目的に、一般に提供されている教育用標準データセットに基づいた統計分析のアイデアと技術を競うもので、総務省統計局、独立行政法人統計センター、大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 統計数理研究所および一般財団法人日本統計協会が共催している。探究作品のうち、「統計データ分析コンペティション」で優秀賞を受賞した作品(図-3)を題材として、DS サイクルの各プロセスにおける生徒の変容を考察する。

本作品は統計データ分析コンペティションのサイト^{☆1}からダウンロード可能である。

探究内容は「脳卒中が寒いところで起こる」について、政令指定都市ごとに気温データと脳卒中の死亡率データの相関を調べたり、散布図により傾向を分析している。「札幌市は寒いのに死亡率が想定より高くない」という結果を考察し、脳卒中の原因から、気温データに注目し、気温には外気温と内気温がある点とヒートショック現象を結び付けている。しかし、オープンデータでは内気温のデータを収集することができなかった。そこで、床暖房の普及率に着目し、床暖房の普及率と内気温を結び付けてデータ分析している。

探究事例の良い点のまとめ

PPDAC サイクルに基づき、教員による高評価と判断したよい点を説明する。

- ①結論が一般的に常識と考えられることを、客観的に気温データと脳卒中データで示している。
- ②「政令指定都市ごと」に分析するように課題を細分化した。(課題の定式化)
- ③データを散布図で示している。(データ研磨)
- ④相関係数を活用し、データの関係を示している。(データ解析)
- ⑤複数の結果を組合せ、比較、検討し、結論を導いている。(結果の考察)

☆1 <https://www.nstac.go.jp/statcompe/award.html>



■図-3 統計データ分析コンペティション優秀作品

⑥脳卒中の原因の1つとなるヒートショック現象と、気温には外気温と内気温があることを結び付けた。気温を細分化したことで課題の定式化のレベルが高度になった。(結果の考察)

⑦内気温のオープンデータはないため、床暖房の普及率に代替してデータ収集した。(結果の考察)

本作品では、気温を外気温と内気温に細分化し、内気温のオープンデータが見つからないため、床暖房の普及率へとリフレームし、脳卒中の死亡率と統合して結論を導いている。リフレームし統合することで結論を導くことができているため、研究した生徒の創造力は向上していると判断した。

今後、このような事例からほかの生徒への創造力について理解させ、自らの研究に活かしてくれることを期待している。

今後の展望

本稿ではSSHとしてDS教育カリキュラム開発の1年目の取り組みについて述べた。なお、令和3年度におけるDS教育の2年目となる2年次向けの授業は、情報科から、回帰分析法、標準化、統計的仮説検定、クラスタリング(k-means法)、主成分分析の理解・活用、Pythonの理解・活用、数学科から統計的な推測を取り上げて授業を構成する予定である。統計手法においては、探究活動に活用できる程度の内容にとどめた指導である。Pythonの指導は、一からプログラミングするのではなく、サンプルコードをもとに加工してPythonを扱えることを目指した指導である。高等学校でどの程度まで授業で実施すればよいのか、生徒の理解度を見ながら今後の授業計画を立てていく。

令和2年度にDS教育を実施するにあたって、情報科、数学科の教員でさえ、「データサイエンス」という言葉に抵抗感のある教員が多かった。しかしながら、令和2年度の取り組みから、それぞれの教科の特性を活かして連携すると、それほど難しい内容ではないという感触を得た。

本校ではSSH採択によりカリキュラムマネジメントを行ったので単位数が多いが、この1年間での取り組みを2年計画で実践すれば、通常の高等学校でも取り入れることができると考えられる。

参考文献

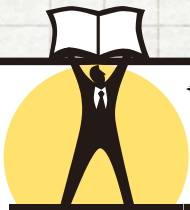
- 1) 林 宏樹, 笹嶋宗彦, 大里隆也: 高等学校におけるデータサイエンス教育のカリキュラム開発と実践, 評価基準の作成, 情報処理学会情報教育シンポジウム (SSS2020) 論文集, pp.146-150 (2020).
- 2) 林 宏樹: 高等学校データサイエンスにおける導入教材の教育効果と有効性, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育, Vol.2021-CE-160, No.7, pp.1-5 (2021).
- 3) 林 宏樹: 高等学校における全校生対象データサイエンス教育の実践報告, 日本情報教育学会第3回研究発表論文集, pp.35-37 (2021).
- 4) Introductory Data Science, IDSSP Curriculum Team September 2019, http://www.idssp.org/files/IDSSP_Data_Science_Curriculum_Frameworks_for_Schools_Edition_1.0.pdf (2021.6.21 閲覧).
- 5) JDSSP 高等学校データサイエンス教育研究会, <https://ds-education.com/> (2021.6.21 閲覧).
- 6) フォーサイトクリエーションの概要, 松波晴人, 平田智彦: 新価値創造に行動観察を活かす, 2018年度第10回 vol.250 物学研究会レポート, 2019年1月30日, http://www.k-system.net/butsugaku/image_cont01/pdf/250_report.pdf (2021.7.1 閲覧).

(2021年6月21日受付)



林 宏樹 (正会員)
civic_15z@yahoo.co.jp

2003年数学科教員として兵庫県に採用。2013年に県立姫路西高校に赴任し、SGH(スーパーグローバルハイスクール)に携わり、2020年にSSH(スーパーサイエンスハイスクール)に採択され、SSH主担当として、学校設定科目「データサイエンス」「データリサーチ」の教材開発・実践を行っている。兵庫県高等学校教育研究会数学科部会、情報部会に所属し、研究活動を行っている。2020年度より、全国の高等学校でデータサイエンス教育を実践している教員が集い、「JDSSP 高等学校データサイエンス教育研究会」の設立に携わり、データサイエンス教育の普及に努めている。



連載

ビブリオ・トーク
—私のオススメ—

… 米川 慧 ((株) KDDI 総合研究所)

明日の幸せを科学する

ダニエル・ギルバート 著, 熊谷淳子 訳
早川書房 (2013), 836 円 (税込), 384p., ISBN: 978-4150503994

新たな環境に身を置くことになったり、新しいことをやってみたりして初めて「これいいじゃん」と気づいたり、逆に「やっぱりあれがない」と思ったりすることはないでしょうか？ 私の場合、新型コロナウイルスの流行を受けて在宅勤務が増え、通勤時間が浮いた分を新たな趣味にあてたり、昼は自宅で自炊をしたりすることが新たな楽しみとなっています。決して今までが不幸だったとは思わないけれど、仮にニューノーマルではなく「オールドノーマル」に戻ったとしても続けたいと思えるような習慣を、思いがけず見つけることができました。これもある種の幸せなのかもしれません。今回紹介する『明日の幸せを科学する』は、そんな「幸せ」の予測に関する本です。

あなたは幸せになりたいですか？ そもそも幸せって何でしょうか？ 幸せという言葉で私が抱くイメージとあなたが抱くイメージはどこまで似通ったものになり得るのでしょうか？ この「幸せ」という言葉は、主観的な心理状態、すなわち気持ちや感情を指しているため、前例やほかの経験との関連から大まかに定義して、暗黙の了解で通じたことにするほかないのが実態です。価値観やライフスタイルの多様化が指摘されている昨今においては、私が「これも幸せなのかもしれない」と思っているときの気持ちと、あなたが幸せと言うときに感じている気持ちとの間に、どれだけのオーバーラップがあるのかますます怪しくなっています。それでも、好ま

しい物事を表す便利なこの単語を使って私自身について述べると、私は幸せを求めているのだらうと思います。実際、Sigmund Freud は「人の行動から分かる人生の目的と意図は何か。人は人生に何を求め、何を成しとげようとしているのか。答えは明らかだ。人は幸せを求めて努力する。人の望みは、幸せになり、幸せのままにしていることだ」と記したそうです。

あなたは幸せになるために何をしていますか？ 私は、特定の行動が幸せに繋がるかどうかを想像して、幸せに繋がりそうであればそれを実行する、ということをやります。よくあるのが「明日何食べよう？」と想像することです。料理の写真やお店のレビューを見ながら、食べたときのことを想像して意思を固めようとするのですが、すぐ決まるときもあれば、気分が乗らず「明日は適当に自分で作ろう」となるときもあります。このようなとき、そもそも私たちはどうやって未来の自分の幸せを予測しているのでしょうか？ 本書によれば、「それが今起こったらどう感じるかを想像し、今と今のちが完全に同じではないことを考慮して少し割引く」のだそうです。これを「意見ひるがえし法」と呼んでいます。

しかし、この方法には問題点があり、関連した実験が紹介されています。被験者に、明日の午前か午後かにミートソーススパゲティをどれだけ楽しめるか予測させたところ、空腹感によらず午後のほうが楽しめると予想しました。一方で、一部の被験者には、

同時に音階を言い当てる課題が課せられました。この場合、空腹だと時間帯によらず楽しめると予想し、満腹だと時間帯によらず楽しめないと予想しました。つまり、現在の空腹感が予想に影響したのです。集中力を奪うことをしながらだと、現在と未来の違いを踏まえた予測の修正を怠ってしまい、今感じたことを予測した感情と錯覚してしまうのです。私が明日の食事を決めかねたのは、満腹寄りのときに何かをしながら想像したときだったのかもしれませんが。

本書によれば「唯一、人間という動物だけが未来について考える」のですが、上述の実験で見たように、未来の出来事に対する自分の反応を予測することは、片手間でこなして的中できるほど得意なわけではないようです。幸せの予測が誤っていると、幸せに繋がりそうだと思って一生懸命にさまざまな行動を起こしても、いつまでたっても幸せになれない、という空回りが起こりそうです。予測を誤らせる要因として認知バイアス（あるいは錯覚）があります。

本書には、未来の幸せの予測に直接的あるいは間接的に影響を及ぼす認知バイアスが、心理学実験の事例と合わせてたくさん紹介されています。認知バイアスを自覚できれば、自分の予測の誤りを事前に察知することができるようになり空回りを防げそうです。近年になって、幸福リテラシーとでも呼べそうな知識体系に結び付きそうな心理学的知見が蓄積されてきています。まずは本書の内容から幸せの仕組みを押さえていくのはいかがでしょうか？

(2021年6月30日受付)

米川 慧 (正会員)
ke-yonekawa@kddi-research.jp
(株) KDDI 総合研究所. 機械学習の研究開発に従事。





Marco T. Ribeiro et al. :

“Why Should I Trust You?” : Explaining the Predictions of Any Classifier

Proc. 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining-KDD'16

説明 (解釈) 可能な AI (Explainable AI)

深層学習など機械学習による予測モデルの構築では、勾配降下法などのアルゴリズムに基づいて、パラメータを最適化し、予測の精度を上げることが行われる。しかし、最適化されたパラメータが予測結果に対してどのように寄与しているのかわかることができない、いわゆる、「AIのブラックボックス問題」は、しばしば問題視されてきた。特に、医療や金融、ビジネスの現場において、説明 (解釈) のできない AI を使用して意思決定を行うことは実用に耐えないため、AI に説明可能性が求められてきた。2016 年ごろから、重要な特徴量や情報を提示して、AI に説明性を付与する説明可能な AI (explainable AI) のアイデアが、たくさん発表されてきた。紙面の都合で、個々の論文を引用することはしないが、たとえば、LIME, SHAP, Anchor, Influence, Concept Vector などがある (余力のある方は、これらをキーワードに Web などで検索され、原著の論文にあたってほしい)。

本稿では、この説明可能な AI の中でも最も初期に提案された LIME を取り上げ、説明可能な AI の活用法、つまり、ブラックボックスである AI に、いかに解釈性を持たせ活用すべきか、ということについて議論したい。とはいえ、本論文の LIME は、explainable AI の例としてあまりに有名で、インターネットで検索するとたくさんの解説記事がヒットする。Google Colab を用いたデモも紹介さ

れており、Web 上で動作を確認できる。したがって、詳細はそちらを拝見していただくことにし、本稿では概要だけを述べる。

LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations)

Explainable AI として、予測モデルに説明 (解釈) 可能性を持たせる方法として、説明困難なモデルを説明可能なモデルで近似するという手法が用いられる。本論文の提案する LIME という手法では、予測するデータの周辺を局所的にサンプリングし、これを線形回帰で近似することでどの特徴量が予測結果に寄与しているかを表現する。

問題となっている説明困難な予測モデルを $f(x)$ とし、これを近似した説明可能な線形回帰モデルを $g(x')$ とする (ここで、データ x というベクトルは人が解釈しやすいように x' というバイナリベクトル (0 と 1 からなる数字のベクトル) に変換されている)。このとき、LIME による f を求めるための損失 $\xi(x)$ は、以下で表される。

$$\xi(x) = \operatorname{argmin}_{g \in G} \mathcal{L}(f, g, \pi_x) + \Omega(g)$$

ここで、 π_x はカーネル関数などの距離尺度で、 $\pi_x(z)$ において x が z とどれくらい近いかを表す。 $\mathcal{L}(f, g, \pi_x)$ は、モデル f に対する g の近似誤差であり (つまり、 f と g の解離を表す尺度である)、次のように表せる。

$$\mathcal{L}(f, g, \pi_x) = \sum_{z, z' \in \mathcal{Z}} \pi_x(z) (f(z) - g(z'))^2$$

\mathcal{Z} は、 f と g への入力データである z と z' を含む入力データ全体の集合を示す。 $\xi(x)$ 式の、 $\Omega(g)$ は、モデル g の複雑度である。 $\xi(x)$ は、 g の複雑さを低く保ちつつ f をどれほどよく近似できるかを表し、すなわち、モデル f の解釈可能性と考えてよい。

LIMEでは、予測するデータの周辺を局所的にサンプリングし、これを線形回帰で近似することでどの特徴量が予測結果に寄与しているかを表現する。結果的に、 $g(x') = w \cdot x'^T$ のような解釈可能な線形回帰の近似モデルが得られる (図-1)。

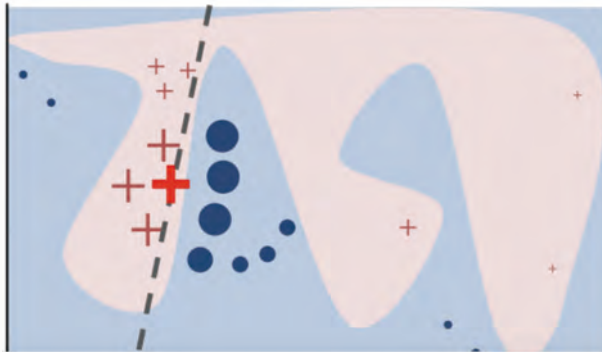


図-1 LIMEで局所的に解釈可能な線形モデルの模式的な図 (文献より転載)

図中のピンクとグレーの色が分類される2つの領域を示し、それを識別するその局所的な線形回帰の近似モデルを点線で示している。青い丸とピンクの+は、局所領域を分ける説明変数を示し、その大きさは局所的な線形回帰の寄与の大きさを示している。

LIMEを用いてスパース線形回帰モデルに解釈性を持たせるアルゴリズムの例をアルゴリズム1に示す。

本論文では、LIMEの実施例としてサポートベクトルマシンを用いたテキスト分類と、画像解析におけるディープラーニングの例が示されている。LIMEは、RやPythonで実装されており、Rパッケージlime¹⁾やPythonのライブラリlime²⁾で簡単に試することができる。

説明(解釈)可能AIへの批判と、筆者らの使い方

しかし、このような explainable AI に対して、近似モデルはあくまで近似であってモデルそのものではないという、批判的な意見も出てきている³⁾。場合によっては、誤った解釈を誘発するという指摘すらもある⁴⁾。使い方に注意を要するのである。一

Algorithm 1 Sparse Linear Explanations using LIME

Require: Classifier f , Number of samples N

Require: Instance x , and its interpretable version x'

Require: Similarity kernel π_x , Length of explanation K

$\mathcal{Z} \leftarrow \{\}$

for $i \in \{1, 2, 3, \dots, N\}$ **do**

$z'_i \leftarrow \text{sample_around}(x')$

$\mathcal{Z} \leftarrow \mathcal{Z} \cup \langle z'_i, f(z_i), \pi_x(z_i) \rangle$

end for

$w \leftarrow \text{K-Lasso}(\mathcal{Z}, K) \triangleright$ with z'_i as features, $f(z)$ as target

return w

アルゴリズム1

方で, explainable AI は, ブラックボックスである AI に特徴抽出の手段を提供するものという捉え方もできる.

実際, AI のブラックボックス性に関し否定的な意見を耳にすることもよくある. 特に, 生物統計学や医療統計学の分野では, 統計的因果推論の考え方があり, 機械学習のようなアルゴリズムに基づいて自動的にパラメータを最適化するのとは違ったアプローチを用いた数理モデリングを行うケースも少なくない. 一般化線形モデル以外には, ベイジアンモデリングも因果推論という点ではしばしば使われる.

機械学習には, 大まかに教師なし学習と, 教師あり学習の2種類があり, クラスタリングや主成分分析などの教師なし学習は, 教師あり学習への説明変数を提供する手法と捉えることができる. Explainable AI は, これら教師なし学習に似た性格を持つことから, 教師あり学習への説明変数を提供する手法として用いることができる. 可能ならば, 分析デザインを考えるとときに, 因果推論的な一般化線形モデルやベジアンモデリングと機械学習をうまく組

み合わせた使い方をを行うことをお勧めする. 自然言語処理や画像診断において, その結果と因果推論数理モデリングを組み合わせるようなやり方である.

参考文献

- 1) <https://cran.r-project.org/web/packages/lime/index.html>
- 2) https://colab.research.google.com/github/artegac/artegac.github.io/blob/master/blog/lime_image.ipynb, <https://cran.r-project.org/web/packages/lime/index.html>
- 3) Rudin, C. : Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead, Nat Mach Intell 1, pp.206-215 (2019).
- 4) Aivodji, U., Arai, H., Fortineau, O., Gambs, S., Hara, S. and Tapp, A. : Fairwashing : The Risk of Rationalization, Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning, in Proceedings of Machine Learning Research 97:161-170 Available from <http://proceedings.mlr.press/v97/aivodji19a.html> (2019).

(2021年7月19日受付)



石井一夫

kishii@rs.sus.ac.jp

公立諏訪東京理科大学工学部教授, 久留米大学医学部内科学講座客員准教授. 専門は, 計算機統計学, データサイエンス. 2015年度情報処理学会優秀教育賞受賞. 社会課題(少子高齢化, 地球温暖化)の克服に向けた医療ビッグデータ, 環境/農業ビッグデータの研究教育に従事.



● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.62 No.9 (Sep. 2021)

【特集：Society 5.0を実現するコンピュータセキュリティ技術】

- 特集「Society 5.0を実現するコンピュータセキュリティ技術」の編集にあたって 吉岡克成 他
- Real-time Container Integrity Monitoring for Large-Scale Kubernetes Cluster Hirokuni Kitahara 他
- Client-aided Robust Bit-composition Protocol with Deterministic Cheater Identification in Standard Model Hikaru Tsuchida 他
- A New Schnorr Multi-Signatures to Support Both Multiple Messages Signing and Key Aggregation Rikuhiko Kojima 他
- RA : A Static Analysis Tool for Analyzing Re-Entrancy Attacks in Ethereum Smart Contracts* Yuichiro Chinen 他
- $n < 2k-1$ において malicious な攻撃者に対しても安全な秘密分散を用いた秘匿計算とその拡張 落合将吾 他
- QR コードへ適用可能な拡張視覚復号型秘密分散法の提案 大川直也 他
- Detecting Fake QR codes using Information from Error-Correction* Toshihiro Ohigashi 他
- Novel Deception Techniques for Malware Detection on Industrial Control Systems Takanori Machida 他
- Empirical Analysis of Security and Power-Saving Features of Port Knocking Technique Applied to an IoT Device Aamir H. Bokhari 他
- SVTester : Finding DoS Vulnerabilities of Virtual Switches Son Duc Nguyen 他
- Bitcoin 取引履歴の特徴量に基づくアドレス識別リスクの評価 松本寛輝 他
- 業務プロセスの伝票突合せアセスメント手法の適用事例研究 河本高文 他
- IoTPoCoFuzz : 消費電力を考慮したモデルベースのリモートファジングの実現とその半自動化* 水野慎太郎 他
- 偽ショッピングサイトによる攻撃手法の実態解明* 小寺博和 他
- 悪性 Web サイトの探索によるモバイル向けブラックリスト構築手法の提案と実証実験データを用いた分析 石原 聖 他
- 分光スペクトルを用いた調光機能のある白色 LED の個体識別 藤 聡子 他
- 健康診断データとレセプトデータの匿名加工情報を用いた疾病リスク分析 伊藤聡志 他

- Fairness Improvement of Congestion Control with Reinforcement Learning † Meguru Yamazaki 他
- 専門家の知見に基づいた特徴量設計による IDPS シグネチャ重要度分類 川口英俊 他
- 研究利用可能な小論文データに基づく参照文書を利用した小論文採点手法の開発 竹内孔一 他
- 説明文を対象とした日本語文末述語の平易化 加藤汰一 他
- 褒める行為における頭部・顔部の振る舞いの分析* 大西俊輝 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

(Sep. 2021)

【論文誌 プログラミング Vol.14 No.3】

- Rumpfr : A Fast and Memory Leak-Free Rust Binding to the GNU MPFR Library Tomoya Michinaka 他
- A Functional Reactive Programming Language for Small-Scale Embedded Systems with Recursive Data Types Akihiko Yokoyama 他



【論文誌 コンシューマ・デバイス&システム Vol.11 No.3】

- 回帰と分類用の深層学習を用いた製造現場での作業動作特徴抽出システム 村井浩一 他
- 遠隔地にある PAN デバイスとの直接通信を可能とする VPAN システム 酒井恵梨香 他
- マルチディスプレイシステムのための可用性を保った端末位置推定法 鈴木広人 他
- Person Identification Based on Accelerations Sensed in Smartphones with LSTM Yoshihaya Takahashi 他



◎ 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>





会議レポート

ACM CHI 2021 会議報告 (1)

2021年5月8日～13日に、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション分野の国際会議である ACM CHI (The ACM Conference on Human Factors in Computing Systems) 2021 がフル・オンラインで開催された。本会議は人と情報システムの相互作用を扱う分野の最大規模かつ最も権威のあるトップ・カンファレンスである。1982年より毎年開催され（昨年は新型コロナウイルス感染拡大により開催中止となった）今年で39回目の開催を迎えた CHI 2021 には、世界79カ国から5,147人の参加があった。これは CHI 史上最多の参加者数である。

初の日本（横浜）開催が予定されていた CHI 2021 では、4,000人規模の参加者を想定して準備が進められていた。General Chair の北村喜文先生（東北大学）や Technical Program Chair の五十嵐健夫先生（東京大学）をはじめ、多くの日本の研究者がカンファレンスの運営に尽力した。Organising Committee のメンバ（約100名）のうち30名程度は日本人または日本の研究機関に所属する研究者で、この人数は過去最多である¹⁾。執筆者自身も General Chair のアシスタントとして運営に携わった。本稿では、主にオンライン開催に至るまでの取り組みや、カンファレンスの運営について報告する。なお次号では、CHI 2021 のプログラム編成やその運営内容を、Technical Program Chair アシスタントの小山裕己氏（産業技術総合研究所）からご報告いただく予定である。

■ハイブリッド開催方法の模索

2020年時点、新型コロナウイルス感染症の収束見通しの立たない中ではあったが、Organising Committee は現地とオンラインのハイブリッドな開催形態を検討していた。そこでの論点は、日本在住者のみが現地参加可能となり得る限定的な状況でのハイブリッド開催の意義に始まり、基調講演・口頭発表の時間帯を日本時間に合わせるか否か、その際の中継方法、感染症対策を考慮し

たエキシビジョンホールのレイアウト等であり、議論は多岐にわたった。中でも、タイムゾーン、アクセシビリティ、エクイティおよびインクルージョンをめぐる課題については、Committee 内で Hybrid Conference Advisory Group (hCAG) を発足させ、重点的な調査・議論が行われた²⁾。

2020年6月には現地会場（パシフィコ横浜）の事前調査をハイブリッド形式で実施した。国内の Local Arrangements Chair および Interactivity Chair が現地に赴き、会場を視察すると同時に、その様子をリアルタイムで配信した。その一方で、他の Committee メンバは配信を視聴しつつ確認点や懸念事項を現地メンバに伝えた。また、リアルタイムで参加できなかったメンバ向けに、視察時の録画を共有し説明するオンライン会議を同日中に開催した。この事前調査は、空間的に、タイムゾーン的に分断されたメンバ間で、同期・非同期の方法を併用し、意思疎通・情報共有するという点において、ハイブリッド開催形態のトライアルとしても機能したと考える。

このようにハイブリッド開催の方法を長期にわたり模索したものの、感染状況の改善は見られず、11月にはハイブリッド開催を断念する運びとなった。その際にはメインカンファレンスとは別に、現地イベントを併催する案もあがり、この件については2021年2月頃まで国内の Committee メンバで検討を重ねたが、結局この案も開催見送りとなった。

■オンライン開催

フル・オンラインの CHI 2021 は、Delegate Connect 社のオンライン・カンファレンス・プラットフォーム (<https://www.delegateconnect.co>) で開催された（図-1）。プラットフォームでは大別して1.プレゼンテーション（フルペーパー、ジャーナル、ケーススタディ等）、2.基調講演・パネルおよび、3.インタラクション（インタラクティブティやLate-Breaking Work等のポスター

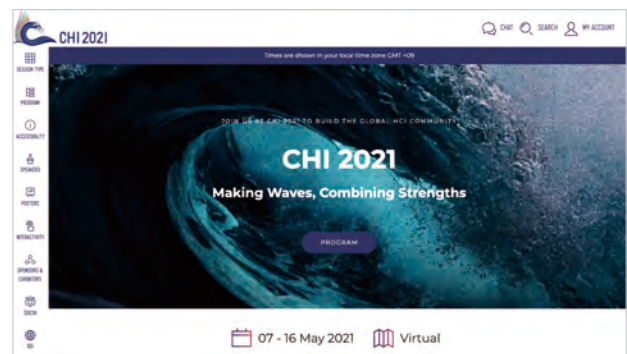


図-1 CHI 2021 で使用したオンラインのカンファレンス・プラットフォーム

やデモを伴う発表)の3形式のルームを設置した。

1.のプレゼンテーションのルームでは、各発表者が事前に提出したビデオプレゼンテーションを再生し、その後には発表者とセッションチェアがウェビナー形式でライブQ&Aを行った。セッションの聴講者は画面の横に配置されたチャットボックスや、画面下部のQ&Aボックスから質問やコメントを送ることができる(図-2)。また、ビデオプレゼンテーションについては、セッションの前後も非同期でアクセスできるオンデマンド・コンテンツとしても提供された。2.の基調講演およびパネルでは、事前録画ではなくリアルタイムのプレゼンテーションとQ&Aを行った。3.はプラットフォームにリンクされたZoomを利用したルームである。ここでは、従来のオフラインのカンファレンスのポスターセッションと同様にラウンドテーブルの方法を採用した。すなわち、聴講者がZoomに入室すると発表者が適宜研究紹介を行う形式である。ポスターやデモビデオについても、

1.のビデオプレゼンテーションと同様にオンデマンド・コンテンツとしてアクセス可能にした。また、こうしたルーム以外に、常時利用可能なヘルプデスクやテクニカル・サポート、コリドー(参加者同士が自由にコミュニケーションできるチャットルーム)等が提供された。

このように、さまざまなシーンやセッションを想定して準備したものの、オープニングや一部のセッションでアクセスしにくい状況が発生し、また Delegate Connect 上でのプログラムの一覧性が低いといった問題が見られた。その一方で、質問・チャット用のシステムとライブストリーミングを視聴するシステムが1つに統合されているため複数のアプリケーションを行き来する必要がないという点や、ルーム移動コストが低いため、セッション単位ではなく発表単位での移動も容易となり、聴講者からより多くの発表を視聴できた点を高く評価する意見も見られた。

■ CHI 2022

次回のCHIでは、2022年4月30日から5月6日にかけてハイブリッド開催が予定されている。現地会場はニューオーリンズであり、Cliff Lampe (University of Michigan) と Simone Barbosa (Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro) が General Chair を務める。また、CHI2022ではハイブリッド開催に向けて公平で公正、かつ利用しやすい環境の構築のためのチームを発足させ、Katta Spiel (Vienna Technical University) と Christina Harrington (DePaul University) が Equity, Justice and Access Chair に就任した。今年見送りとなったハイブリッド開催形態が、CHI 2022でどのように展開し、どのような体験を創り出すのだろうか、今後に注目したい。

参考文献

- 1) 北村喜文: CHI 2021のGeneral Chairを引き受けることになった経緯, 日本バーチャルリアリティ学会誌, 26巻, 1号, pp.10-14 (2021), https://doi.org/10.18974/jvrsj.26.1_10
- 2) Planning of a Hybrid Conference Format, CHI2021 blog post, <https://chi2021.acm.org/information/4396.html>



図-2 ライブストリーミングでのプレゼンテーションの様子



図-3 CHIでは毎年マスコットキャラクターのぬいぐるみやマグカップ等のカンファレンスグッズを販売している。CHI 2021では横浜の文字とCHIのロゴがプリントされた法被を着たハロキティ(左)とフェイスマスク(右)をオンライン販売した。

■池松 香
(ヤフー(株))





今月の会員の広場では、7月号へのご意見・ご感想を紹介いたします。

巻頭コラム「情報革命がもたらしたシニアネットの奇跡」

- 情報技術の世の中への良い影響が記されている。(日隈壮一郎)
- ITの利活用に対し、とても前向きな気持ちになりました。(後藤正宏)
- シニア世代は情報技術から取り残されてしまうイメージがあるが、そのイメージを覆す活動をしていて良いと思った。(匿名希望/ジュニア会員)
- 本誌にふさわしく大変良いと思います。(滝口 亨)
- 進化するITで高齢者の生活が豊かになるには?もあってほしいと思います。(滝口 亨)

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」

- 徳田新会長の今後の情報技術発展への意気込みが伝わってきて頼もしく思いました。(後藤正宏)
- 学会がオンライン開催になったことで“情報の偏食”が容易になったという点は体感していたので、共感を持てる内容だった。(森山有理名)

教育コーナー「べた語義」

- 「縦横連携で小中高大一貫の情報教育実現を」
- 現状把握がされていて分かりやすい内容でした。(イトウハルオ)
 - 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が大切だと思った。(匿名希望/ジュニア会員)
 - 大変適切なご指摘であると思いました。(滝口 亨)
 - 「教えられる」側の視点でも触れていると課題解決にさらに近づくと思った。(匿名希望)
- 「大学入学共通テスト新科目『情報』」
- 全国の情報科の教員も一読してもらいたい内容。(印部太智)
 - 大学入学共通テストの内容の概観が見えてきた。(近藤 正)
 - 以前から気になっていた点で、最新情報を知ることができた。(小西敏雄)
 - 新しい科目の試験問題の作成での検討において、どう工夫されているのか非常に興味深かった。CBTの実現に関する課題をどう解決するのか気になる。(高橋響子)
- 「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」

- 中野先生の試作問題に関する私感は大変参考になるものであった。(井手広康)
- これからの情報教育の試験イメージについて、裏側の意図についてよく知れた。(高田峻介)
- 各問題がどのような能力を要求するものなのかを理解することができ、読みやすい記事だった。(南川智都)
- かなりレベルの高いところを狙っていることが分かった。(小西敏雄)
- 大問それぞれについて、どういう意図で作成したのか述べてあり、受験生ではないが解いてみたくなった。(高橋響子)

特別解説「『ドコモ口座』はなぜ攻撃されたか？」

- 大手企業と銀行というセキュリティと信頼が高いところで、このようなずさんな状況になっていたとは、恐ろしい感じがした。(Shinichi Sobue)
- 身近なセキュリティの問題について、誰でも分かるような平易な説明がされており、すんなり頭に入った。(南川智都)
- 特に開設時の本人確認についてあまり指摘されているのを見ていなかったため新しい情報が多く、原因がよく理解できた。(河瀬基公子)
- ニュースだけでは問題の本質が分かっていなかったが、この記事を読んで理解できた。(高橋響子)
- 身近な社会問題を情報処理学の視点から書いた良い記事だと感じた。(大塚敬義)

特集「触覚と情報処理」

「編集にあたって」

- 触覚と情報処理を結ぶ技術はこれから発展が期待され、現在の状況が少し理解できた。(匿名希望)
- 注目分野を俯瞰できて良かった。(堀田多加志)
- ロボットハンドにおける触覚の重要性、行動獲得やAIとの関係について解説する記事も選んでいただきたかった。(堀田多加志)

「1. ウェルビーイングにおける触覚の役割」

- 他の感覚に比べ、難しい課題も多いようですが、解決への期待も大きいです。(後藤正宏)
- リモートの時代だからこそ、離れていても繋がっている感覚が大切です。薄れている一体感を生むためのヒントになりました。(匿名希望)
- 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っていると思う。(片山敏之)
- 「持続的ウェルビーイング」という概念が社会的動物である人間の幸福や自己実現を図る上で大切な考え方だと思います。(松浦満夫)
- 触覚による人と人のつながりをテーマにした実践例についてはページ数が短く分かりづらい。(片山敏之)

「2. 触覚の情報化が拓く新しいコミュニケーション」

■触覚のセンシングは難しいことがよく理解できた。その感覚のフィードバックや、センシングだけでなくアクチュエーターの機能も必要とのことで、今後の研究が期待されます。(後藤正宏)

■触覚によるAR表現や他者との触覚共有など、触覚技術が切り開く未来が楽しみになった。(匿名希望)

「3. 共生社会へ向けた触覚を使ったワークショップ」

■このような取り組みがより広まると良いと思いました。(匿名希望)

■「感じるスポーツラボ」のコンセプトがとてもいいと思いました。触覚を通じた感覚体験を積んだ子どもたちが創る社会を楽しみに感じます。(松浦満夫)

「4. 支え合いと信頼の経済学」

■今後の持続可能な社会の実現では、ウェルビーイング、協調、信頼、利他といったことに基づく社会活動・企業活動が必要になってくることが、クリアに説明されている。(匿名希望)

■社会形成に身体性がかかわるというのは大いに納得できるところでためになりました。(岡本克也)

■身体性が鍵ですが、タイトルからは想像できない興味深い内容です。(片山敏之)

「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」

■身近なゲーム機器の細かな機能や、そのための各会社の戦略についても興味を持たれた。(匿名希望)

■「情報処理学会」っぽくなく、身近に感じられる記事でよかった。(上田晴康)

■触覚を利用した「振動による力覚の錯覚提示」はゲーム機の未知の領域とのことだが、今後の技術の進化とゲーム機以外の用途への応用等を期待します。(匿名希望)

■コントローラが世代ごとに進化しているのは感じていましたが、最新機種で盛り込まれた技術に触れることができて大変面白い記事でした。(岡本克也)

■PS5のDualSenseに込められた工夫の数々、こういう話は子供たちにも伝えていきたいと思いました。(匿名希望)

連載「先生、質問です！」

■中学生の質問にも正面から答えていて、好感が持てる。(上田晴康)

■先生方の回答が示唆に富んでいて参考になった。(匿名希望)

■問いの整理について記載されていて、自分でも気がついていない自分の考えのまとめ方を改めて考える機会になった。(河瀬基公子)

連載「情報の授業をしよう! : 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」

■高校の「情報I」の授業を計画・実践する流れが詳しく説明されており、コーディネーターとしての教員の苦労がうかがえました。(匿名希望)

■情報Iを想定した実践事例は少ないので、大変参考になった。

(井手広康)

■模擬卒業研究の試みは大変面白い!(高田峻介)

■高校における情報教育の一端が見えて参考になる。(中島秀之)

■高大連携が叫ばれている今、すでに高校現場で卒業研究が行われている点で驚いた。(小西敏雄)

連載「ビブリオ・トーク: Product Design and Development 7th Edition」

■製造業において基本的なことが情報処理においては知られていないことが多いので、このような本がお勧めされたのが良かった。(上田晴康)

会議レポート「Augmented Humans (AHs) 2021 会議報告」

■独自性のある研究が多数紹介されており、ぜひ論文を読んでみたくなった。(匿名希望)

連載「5分で分かる!? 有名論文ナナム読み: Tom Goldstein and Stanley Osher: The SplitBregman Method for L1-Regularized Problems」

■過去の研究を現代視点で見つめなおすことにふれられていた点に同感できました。(イトウハルオ)

■語り口が読みやすく、該当分野を知らないが概要が分かったように思うし、良さそうな論文だと思った。(柴田 晃)

■数式は使ってもらっても構わないが、概念が分かりやすく解説されていた。(中島秀之)

■自身の体験を縦横に混ぜてとてもユニークに親しみやすく紹介している。(片山敏之)

■一見関係なさそうな論文も読んでみるとさまざまなヒントが得られるという視点はとても大事ですね。(濱 久人)

解説「オンラインのデモ発表って、なんだ？」

■コロナ禍でのオンラインデモとは?という疑問に焦点を当て、筆者なりの観点でチャレンジした取り組みがよかったと思います。(匿名希望)

■今後のオンライン環境下での発表方法に一石を投じる良いものだと思う。(印部太智)

会議レポート「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」

■深層学習の今後に関して考える良い機会になった。(匿名希望)

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

■会議レポートのように各研究会での研究紹介を紙面で取り上げてもらえるとうちの研究会の活動も知れて嬉しい。(柴田 晃)

■情報教育、ICT教育をもっと取り上げてほしい!(高田峻介)

■データサイエンスの必修化に伴う大学の対応の現状が知りたい

いです。(小西敏雄)

■論文誌を Kindle で読むやり方をどこかでご案内いただけると助かります。(濱 久人)

連載「先生、質問です！」には以下の質問をいただきました。

- 触覚をつかった遠隔医療の展望を知りたい。(匿名希望)
- 「ゲーム理論」って何ですか?(匿名希望)
- 提案手法の略称の決め方が気になります。(高橋響子)

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。

- ときには専門を離れて気楽に眺めるのも良い。(片山敏之)
- 掲載記事は非常に面白かったです。(小西敏雄)

「情報処理」Vol.62 No.5「デジタルプラクティスコーナー」に掲載されている記事については、以下のようなご意見やご感想をいただきました。

- 「感性情報学」に興味を持ちました。(田中誠人)
- 興味深い記事が多かったです。(小西敏雄)

【本欄担当 村上洋一, 小澤圭右/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>



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



活用先

教育・育成

情報入試 | 子ども教室 | パソコン教室

社会貢献

表彰

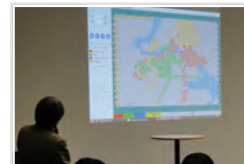
国際活動

規格標準化

情報資産保存

学会諸事業

その他



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

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

■長野工業高等専門学校工学科 (2022年4月学科再編予定)

募集人員 助教または講師 1名

専門分野 情報工学等

担当科目 メディア情報, データサイエンス基礎, オペレーティングシステム, コンパイラ等の情報専門科目に加え, 実験実習, 卒業研究, 特別研究等

応募資格 次の(1)または(2)のいずれかを満たし, なおかつ(3)を満たす方

(1) 博士の学位を有する方, (2) 博士の学位の取得計画がある方*, (3) 高等専門学校の教育目的を十分理解し, 教育・研究・学生指導(学級担任・課外活動・寮など)に熱心に取り組み, 行動力を有し, 心身ともに健康な方

*博士の学位を取得見込みの方は, 任期付助教(任期は採用日から5年間)として採用する

着任時期 2022年4月1日

提出書類 (1) 履歴書(市販用紙), (2) 著書・論文・社会活動等一覧(様式1), (3) 主要な著書・論文等の概要(3編程度, 様式2), (4) (3)の別刷(コピー可), (5) 教育および学生指導に対する抱負(A4用紙, 1,000字程度, 様式任意), (6) 研究に対する抱負(A4用紙, 1,000字程度, 様式任意), (7) 上記応募資格の(2)に該当する方は, 博士の学位取得計画(A4用紙, 1,000字程度, 様式任意), (8) 所属長(または指導教員)の推薦書またはこれに準じるもの

応募締切 2021年9月30日(必着)

送付先 〒381-8550 長野県長野市徳間716

長野工業高等専門学校 総務課人事係

E-mail: jinji1@nagano-nct.ac.jp Tel(026)295-7004

*書類の提出は, 郵送のほか, E-mailでも受け付けます

*郵送の際は, 封筒の表に「工学科(情報工学)教員 応募書類在中」と朱書き, 「簡易書留」で送付してください

■秋田県立大学システム科学技術学部情報工学科 情報システム創成学講座 (基礎情報工学講座より改称予定)

募集人員 教授または准教授 1名

専門分野 情報システム分野

情報システムならびに情報処理の基礎的分野に精通し, それを活用した応用分野あるいはシステム・サービスの開発・マネジメントにおいて顕著な実績のある方。特に, IoT(モノのインターネット), AI(人工知能)等のさまざまな技術を活用して, 現実空間の大規模な情報を収集・分析・知識化することにより, 農業・モビリティ等の分野において社会と地域の課題の解決に寄与する情報システムを構想・推進し, 学科の教育・研究・地域貢献に意欲を持って取り組む方を求めます

担当科目 情報ネットワーク工学, 情報システム学, モバイルネットワーク工学, 情報ネットワーク特論, 実習, 演習, セミナー, 卒業研究・修士論文指導など。さらに, 情報システム・データ活用の観点から「数理・データサイエンス・AI教育プログラム」にも積極的に取り組める方を求めます

応募資格 (1) 博士の学位を有し研究上の業績を有すること, もしくは, それと同等のシステム・サービスの開発・マネジメントに関する顕著な実績を有すること, (2) 大学における教育を担当するにふさわしい教育上の能力を有すると認められること, (3) 当該分野の教育と研究に熱意を持ち, 地域貢献にも意欲を持っていること, (4) 国籍は問わないが, 日本語が堪能であること, (5) 採用が決定した場合, 確実に着任できること

着任時期 2022年4月1日

応募締切 2021年10月25日(必着)

照会先 情報工学科長 堂坂浩二

E-mail: dohsaka@akita-pu.ac.jp

その他 詳細は下記URLをご参照ください

<https://www.akita-pu.ac.jp/about/saiyo/6911>

■早稲田大学理工学術院
大学院情報生産システム研究科集積システム分野

募集人員 講師（常勤，任期付き） 若干名
専門分野 AI社会を支える集積システムの幅広い基盤技術，およびそれらを発展させた応用システム
応募資格 博士の学位（専門職を除く）を取得している方。または着任時までに取得見込の方（講義を日本語と英語で実施できることが必須）
着任時期 2022年4月1日
応募締切 2021年10月27日（15時必着）
照会先 情報生産システム研究科集積システム分野主任
高畑清人 E-mail: k.takahata@waseda.jp
その他 詳細： <https://www.waseda.jp/fsci/gips/news/2021/07/26/21337/>

■福岡工業大学情報工学部情報工学科

募集人員 教授，准教授または助教 2名
専門分野 データサイエンス，知能情報学の分野から各1名
着任時期 2022年4月1日
応募締切 2021年10月29日（必着）
照会先 情報工学科 学科長 福本 誠
E-mail: fukumoto@fit.ac.jp Tel(092)606-5198
Fax(092)606-1342
その他 詳細： https://www.fit.ac.jp/daigaku/koubo/kyoin_kobo/





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。

<p>終了しました 水 午後</p> <p>ポストコロナ社会への貢献(1)</p> <p>コーディネータ: 江崎 浩 (東京大学)</p>	<p>終了しました 水 午後</p> <p>ポストコロナ社会への貢献(2)</p> <p>コーディネータ: 江崎 浩 (東京大学)</p>	<p>終了しました 木 午後</p> <p>最先端開発動向を俯瞰する(1)</p> <p>コーディネータ: 福島 俊一 (JST)</p>
<p>終了しました 金 午後</p> <p>最先端開発動向を俯瞰する(2)</p> <p>コーディネータ: 福島 俊一 (JST)</p>	<p>終了しました 月 午後</p> <p>AI×ロボティクス(1) AIとロボットとの共生(1)</p> <p>コーディネータ: 松原 仁 (東京大学)</p>	<p>終了しました 火 午後</p> <p>AI×ロボティクス(2) AIとロボットとの共生(2)</p> <p>コーディネータ: 松原 仁 (東京大学)</p>
<p>10/5 火 午前</p> <p>AI×ロボティクス(1) 深層学習によるロボットの知能化</p> <p>コーディネータ: 藤吉 弘亘 (中部大学)</p>	<p>10/14 木 午後</p> <p>AI×ロボティクス(2) AIとロボットの共進化</p> <p>コーディネータ: 尾形 哲也 (早稲田大学)</p>	<p>10/27 水 午後</p> <p>AIトレンド: 大規模モデルと生成モデル</p> <p>コーディネータ: 戸上 真人 (LINE)</p>
<p>11/11 木 午前</p> <p>デジタル社会におけるトラストサービス(1)</p> <p>コーディネータ: 手塚 悟 (慶應義塾大学)</p>	<p>11/11 木 午後</p> <p>デジタル社会におけるトラストサービス(2)</p> <p>コーディネータ: 手塚 悟 (慶應義塾大学)</p>	<p>12/7 火 午前</p> <p>量子インターネットと量子サイバースペース</p> <p>コーディネータ: 嶋田 義皓 (JST)</p>

参加費	(消費税込)*配布資料含				
	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。

各回 2時間
×
全 12回開催
になりました

参加はチケット制!!

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。

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: 一般社団法人照明学会、一般社団法人情報通信技術委員会、一般財団法人インターネット協会、モバイルコンピューティング推進コンソーシアム、一般財団法人映像情報メディア学会、一般社団法人電子情報通信学会、一般社団法人情報サービス産業協会、一般社団法人電気学会

2021 年度小中高教員新規入会キャンペーン

<https://www.ipsj.or.jp/member/kyoinwaribiki-nyukai-2021.html>

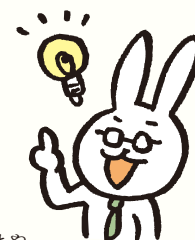


期間 2021 年 4 月 1 日～ 11 月 25 日

対象 小中高校（相当する教育機関を含む）に教職員として勤務されている方（現職）で、新規入会者の方にかぎります

キャンペーン内容

1. 入会金（2,000 円）が免除となります
 2. 正会員の 2021 年度および 2022 年度の会費（10,800 円）が半額（5,400 円）に割引されます
- ※会員サービス内容は正会員と同じです



教員にとってのメリットとは

- 会誌「情報処理」が毎月読める
- 教員免許更新講習を会員価格で受けられる
- 中高生情報学研究コンテスト / Exciting Coding! Junior / 初等中等教員研究発表セッションなど生徒向けや教員向けイベントを情報教育に活用できる
- 『情報』に関する豊富な知識を得ることができる
- 情報処理学会の教育委員会が発信するトピックスやパブリックコメントをいち早くキャッチできる

IPSJ メールニュースへ広告を出しませんか？

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

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

— [広告] —

■■■■ ○○セミナー ■■■■

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

会場：○○コンベンションセンター

会費：情報処理学会会員の方には割引があります。

詳細はこちらをご覧ください：<http://www.....com/>

— [広告] —

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

情報処理学会トランザクションデジタルプラクティス 特集号論文募集

「デジタル化競争を勝ち抜くための標準戦略」

● ● ▶ [投稿締切] 2021年11月8日(月) 17:00 ◀ ● ●

日本政府の第5期科学技術基本計画において、我が国が目指すべき未来社会の姿として、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカルデジタルトランスフォーメーションDXを進展させ、Society5.0の早期実現を図るためには、データ及びプロセスが連携を図っていくことが必須である。連携を効率的に実現するためには、さまざまな標準の確立が重要であることは論を待たないであろう。

2021年7月13日に総理大臣官邸で開催された国の知的財産戦略本部会合に提出された、「知的財産推進計画2021(案)～コロナ後のデジタル・グリーン競争を勝ち抜く無形資産強化戦略～」では、知的戦略の重点7施策の2番目に「優れた市場拡大に向けた標準の戦略的な活用の推進」が掲げられている。その中では、「近年、Society5.0、DX、次世代社会インフラ整備、カーボンニュートラルを科学技術イノベーションの社会実装によって実現し、グローバル競争下での国際市場の獲得のために標準の戦略的な活用を経営の基幹に据えることが喫緊の課題となっている。」とあり、国際競争力強化の観点で標準の重要性がますます増加する見通しが述べられている。一方において、我が国における課題として、「日本企業のロビイスト数とロビー費用は、欧米企業を比して大幅に少ないなど、戦略的な標準化活動において総じて遅れをとっているとの危機感を共有すべきである。さらには、日本企業の中では標準化活動については、外部経済性の高い領域として優先して資源を配分することが難しくなってきているとの指摘もある。」といった記述がされている。

このような課題への対応の手掛かりとすべく、本特集では、情報通信分野における標準化の活動、標準の活用例から導かれた、今後の活動において活用できる成功例あるいは失敗例に基づくプラクティス論文を募集する。以下に論文テーマの例を掲げるが、これに限定されるものではない。また、対象とする「標準」は国際標準に限定せず、幅広く各種の「ルール」も対象とする。

- ・事業戦略に標準化戦略を組込んで事業展開をした事例に基づく論文
- ・事業戦略に沿った標準を策定した事例に基づく論文
- ・事業戦略に合わない標準化を阻止した事例に基づく論文
- ・標準を戦略的に活用して事業を拡大した事例に基づく論文
- ・標準化を組織の業務として確立するための組織整備、人材育成の事例に基づく論文

※投稿要領：Web サイトをご覧ください→ <https://www.ipsj.or.jp/dp/submit/tdp0303s-1.html> (応募資格は問いません)

※掲載号：2022年8月号 (Vol.3 No.3)

※特集ゲストエディタ：吉野松樹 (日立)

※特集号編集委員：編集委員長：河合 和哉 (情報規格調査会)

副編集委員長：藤瀬哲朗 (三菱総研)、細野 繁 (東京工科大学)

編集委員：青木学聡 (京都大学)、荒木拓也 (日本電気)、飯村結香子 (NTT)、石井一夫 (公立諏訪東京理科大学)、今原修一郎 (東芝)、岩倉友哉 (富士通研究所)、江谷典子 (Peach Aviation)、大嶋嘉人 (NTT)、鬼塚 真 (大阪大学)、鎌田真由美 (日本マイクロソフト)、上條浩一 (日本IBM)、斎藤彰宏 (日本IBM)、坂下 秀 (アクタスソフトウェア)、佐藤 聡 (筑波大学)、佐藤裕一 (富士通研究所)、澤谷由里子 (東京工科大学)、澤邊知子 (日本大学)、立床雅司 (三菱電機)、戸田貴久 (電気通信大学)、長坂健治 (New co)、西山博泰 (日立製作所)、新田 清 (ヤフー)、浜 直史 (日立製作所)、濱崎雅弘 (産業技術総合研究所)、平井千秋 (日立製作所)、福原知宏 (マルティスーパ (株))、藤原一毅 (国立情報学研究所)、横井直明 (日立製作所)

アドバイザー：喜連川優 (国立情報学研究所・東京大学)

(論文募集公開時点 (2021年8月))

情報処理学会トランザクションデジタルプラクティス 特集号論文募集

「新しい生活様式を見据えた インターネットと運用技術」

● ● ▶ [投稿締切] 2021年11月8日(月) 17:00 ◀ ● ●

2020年に入り新型コロナウイルス感染症(COVID-19)は世界的に猛威を振るい、この影響で企業活動や教育研究活動にも変化が求められています。感染症拡大を抑制するために急遽勧められたテレワークやオンライン授業などもその変化の一つと言えます。このような急速なデジタル・トランスフォーメーション(Digital Transformation: DX)の流れの中で、新たな問題や課題が見えてきました。テレワークのためのリモートアクセスキャパシティの問題や、それらの脆弱性に対する攻撃など、これまで見られなかった攻撃が行われ始めています。また、オンラインだけではなくオンライン・オフラインのハイブリッド形式の授業や会議のあり方が模索され始めています。この様に今後の社会活動はこれまでとは異なり、「新しい生活様式」の実践が求められ、その実践にはICTのさらなる活用と強固な情報基盤が必要となります。

本特集号では、COVID-19が世界的に収束することを願いつつ「新しい生活様式」を見据えたインターネットと運用管理技術に焦点を当て、これからの情報通信基盤の構築および活用に向けた最新の研究、開発、実験、運用等に関するプラクティス論文を掲載します。また、実践の中で問題解決を図っており、他の環境においても有用な知見が述べられた論文を積極的に評価します。以上のことにより、情報システム等に関連する様々な運用技術の発展に寄与することを目指します。具体的には以下のようなトピックを対象としますが、必ずしもこれらに限定するものではありません。

- テレワーク、オンライン会議・授業・研究会などについて話題
- システム運用管理のための技術
- システムの運用管理における人材教育
- その他、システム運用管理に関連する話題

インターネットや情報システムの運用管理について、設計・開発・運用してこられた技術者・研究者の皆様は、この機会にぜひ、ご自身の経験と知見を論文としてご発表ください。本特集は、情報処理学会インターネットと運用技術研究会が企画したものです。本特集がインターネットや情報システムの運用管理の発展の一助となれば幸いです。

※投稿要領: Web サイトをご覧ください→ <https://www.ipsj.or.jp/dp/submit/tdp0303s-2.html> (応募資格は問いません)

※掲載号: 2022年8月号 (Vol.3 No.3)

※特集ゲストエディタ: 坂下 秀 (株) アクタスソフトウェア

※特集号編集委員: 編集委員長: 吉野松樹 (日立)

副編集委員長: 藤瀬哲朗 (三菱総研)、細野 繁 (東京工科大学)

編集委員: 青木学聡 (京都大学)、荒木拓也 (日本電気)、飯村結香子 (NTT)、石井一夫 (公立諏訪東京理科大学)、今原修一郎 (東芝)、岩倉友哉 (富士通研究所)、江谷典子 (Peach・Aviation)、大嶋嘉人 (NTT)、鬼塚 真 (大阪大学)、鎌田真由美 (日本マイクロソフト)、上條浩一 (日本IBM)、斎藤彰宏 (日本IBM)、坂下 秀 (アクタスソフトウェア)、佐藤 聡 (筑波大学)、佐藤裕一 (富士通研究所)、澤谷由里子 (東京工科大学)、澤邊知子 (日本大学)、立床雅司 (三菱電機)、戸田貴久 (電気通信大学)、長坂健治 (New co)、西山博泰 (日立製作所)、新田 清 (ヤフー)、浜 直史 (日立製作所)、濱崎雅弘 (産業技術総合研究所)、平井千秋 (日立製作所)、福原知宏 (マルティスーパ (株))、藤原一毅 (国立情報学研究所)、横井直明 (日立製作所)

アドバイザー: 喜連川優 (国立情報学研究所・東京大学)

(論文募集公開時点 (2021年7月))



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

久野善人・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・大高彰昇・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・波谷智治 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

前野譲二・落合 昭・生野荘一郎・塩澤秀和・
高島俊徳 共著
A5判/224頁/定価2,750円(税込)

インターネットプロトコル

阪田史郎 編著
A5判/272頁/定価3,080円(税込)

分散処理

谷口秀夫 編著
A5判/240頁/定価3,080円(税込)

情報とコンピューティング
(一般教育シリーズ)

川合 慧 監修/河村一樹 編著
A5判/228頁/定価2,750円(税込)

情報と社会 (一般教育シリーズ)

川合 慧 監修/駒谷昇一 編著
A5判/236頁/定価2,750円(税込)

コンピュータアーキテクチャ (改訂2版)

小柳 滋・内田啓一郎 共著
A5判/256頁/定価3,190円(税込)

コンピュータグラフィックス

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

アルゴリズム論

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

データベース

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

ソフトウェア工学演習

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

データベースの基礎

吉川正俊 著
A5判/288頁/定価3,190円(税込)

コンピュータグラフィックスの基礎

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

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

CONTENTS

Preface

- 536 **The Digital Agency Launched ; From "DX" to "DIGIDO"**
Takuya HIRAI (Minister for Digital Transformation)

Special Features

Dialogue System with Increasing Practical Use

- 538 **Foreword**
Mikiko SODE TANAKA (International College of Technology)
- 540 **Outline**

Reports : The 2021 IPSJ/IEEE-Computer Society Young Computer Researcher Award

- 542 **Message from the Selection Committee**
Masami HAGIYA (The Univ. of Tokyo)
- 543 **Research on The "Interaction Space" Between Humans and Computers**
Daisuke SAKAMOTO (Hokkaido Univ.)
- 544 **Research for Practical Applications**
Takuya AZUMI (Saitama univ.)
- 545 **Research Life Focusing on Privacy Preserving Data Mining**
Yuichi SEI (The Univ. of Electro-Communications)

Reports : The 2021 IPSJ/ACM Award for Early Career Contributions to Global Research

- 546 **Message from the Selection Committee**
Masami HAGIYA (The Univ. of Tokyo)

- 547 **Research to Pioneer The Future of Programming and Media Content**
Jun KATO (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) / Arch Inc.)

"Peta-gogy" for Future

- 549 **A Technical Standard for Learning Objectives and Rubrics : Imaging A Digital Ecosystem From Top-down Perspective**
Tsuneo YAMADA (The Open Univ. of Japan)
- 550 **IMS CASE Specification and Its Potential**
Makoto MIYAZAKI (Teikyo Univ.)
- 554 **A Report of Lesson and Support of Programming Education in Elementary School**
Maiko SHIMABUKU (Osaka Electro-Communication Univ.)

Let's Learn Informatics

- 560 **Problem-Solving Based on Data Science in High School - Bringing Up Creative Power to Open Up the AI Era -**
Hiroki HAYASHI (Hyogo Prefecture Himeji Nishi Senior High School)

-
- 558 **IT Travelog Manga**
 - 566 **Biblio Talk**
 - 568 **Skimming a Famous Paper in Five Minutes**
 - 572 **Conference Report**

Online Only

Special Features

Dialogue System with Increasing Practical Use

- e1 **Introduction to Dialogue Systems - Human-Machine Communication Using Natural Language -**
Mikio NAKANO (C4A Research Institute, Inc.)
- e7 **Natural Language Understanding by Machine Reading Comprehension**
Kyosuke NISHIDA (NTT Corp.)
- e12 **The Technology and Evolution of Chatbot Services**
Shinya IWASAKI and Naoya TSUMURA (Hitachi Systems, Ltd.)

- e19 **AI Chatbot for Chit-chat with General Users**
Kei SAWADA (rinna Co., Ltd.)
- e24 **What Are the Current Problems in Dialogue Systems?**
Ryuichiro HIGASHINAKA (Nagoya Univ.) and Koh MITSUDA (NTT Corp.)

ここ数年、AIブームの何回目かの再来が情報処理技術を活かしてきている。AIは異常なスピードで変化が進む特筆すべき技術分野と言える。我々は毎月1回、特集に関する記事内容をワーキンググループで話し合っているが、AI関連の新たな話題は尽きることがない。

今回は、急速に実用化が進むチャットボットを取り上げることとなり、その技術的基礎も含め紹介すべきだという結論に達した結果、「対話システム」として小特集を組んだ。私は、長年老人、子供見守りシステムの研究に取り組んでいるが、カメラでの見守りだけではなく、人に寄り添うシステムを作りたいと考えている。その実現のためには「対話」が1つのキーになると感じている。老人の話し相手になって、わずかな変化も見

逃さず家族のような細やかな見守りシステムの開発が願いだ。

コンピュータの動作や指示を制御する主体は依然としてプログラミング言語であるが、自然言語で指示を与えることができれば、デジタルデバイスなんて言葉もなくなるのと思う。もちろん攻撃的なツイート投稿によって停止されたAIチャットボット「Tay」の例を考えると、慎重に進めるべき点も多いように思えるが、楽天的な私は近い将来、「年老いた私」との話し相手になってくれる、友としてのシステムを期待している。

今回の小特集編集にあたり、忙しい中ご対応をいただいた著者の方々にこの場をお借りしてお礼を申し上げたい。

(袖美樹子/本小特集エディタ)

次号 (11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：暗号資産の現在と将来	岩下直行
ネットの誹謗中傷問題は解消するのか?～プロバイダ責任制限法改正と今後の課題～*	小向太郎
大学入学共通テスト実施大綱の予告に関する本会の意見について*	萩谷昌己

「特集」観光情報学*

ポストコロナにおける観光/観光情報のオープンデータ化/UGCを利用した観光資源の発見と推薦/参加型観光情報の収集/人流クラスタリング解析/観光ナビゲーション/観光のための動画キュレーション/観光とチャットボット—自動FAQ, 推薦, 行動変容対話—/観光客の心理状態推定—観光に対する感情・満足度の定量的な推定に向けて—

「デジタルプラクティスコーナー」*

特集：DXのプラクティス～ニューノーマル時代を生き延びる～

DX先進企業から見るDXの現在地、構造、方向/急激な環境変化に対応する「DX時代のイノベーション創出プログラム」/顔認証とDigital IDを活用したサービス社会の実現に向けて/事例から見るRPA導入の課題とその解決/インタビュー

提携団体推薦論文

新しい生活様式に適したセキュアなリッチクライアントの実装～Windows10およびMicrosoft365の標準機能の活用事例～/建設現場のデジタルシフト～IoTデータの収集から活用に至るプロセスの構築～

報告：未踏の第27期スーパークリエイターたち*

トピックス：2020年度研究会推薦博士論文速報*

教育コーナー：べた語義

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

コラム：巻頭コラム

会議レポート：ACM CHI2021 会議報告 (2)

複写される方へ

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

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

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

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

Notice for Photocopying

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

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

<All users except those in USA>

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

<Users in USA>

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

..... 広告のお申込み

■ 広告料金表 (価格は税 10%込)

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

■ 「情報処理」

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

■ 問合せ・お申込み先

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

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

..... 掲載広告の資料請求

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

■ 「情報処理」 62巻10号 掲載広告 (五十音順)

- 電子情報通信学会..... 表2対向下 日立製作所..... 表4
 とめ研究所..... 表2対向上
 すべての会社を希望

■ 資料送付先

フリガナ
お名前 _____

勤務先 _____ 所属部署 _____

所在地 (〒 -) _____

TEL () - FAX () -

ご専門の分野 _____



お問合せ・お申込み・資料請求は

広告総代理店 **アドコム・メディア(株)**

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

賛助会員のご紹介

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

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

●●● 賛助会員 (20 ~ 50口)

HITACHI
Inspire the Next

(株) 日立製作所



三菱電機 (株)

FUJITSU

富士通 (株)



(株) サイバーエージェント

Orchestrating a brighter world

NEC

日本電気 (株)



日本アイ・ビー・エム (株)

●●● 賛助会員 (10 ~ 19口)



(株) リクルート



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



(一社) 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)



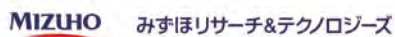
三美印刷 (株)



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 (株)



2021年
デジタルの日
JAPAN
DIGITAL DAYS 2021

日本IT団体連盟×情報処理学会「デジタルの日」共催セミナー

ニューノーマル時代に向けた 産業界と学界の対応・戦略

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は、わずか数カ月ほどの間にパンデミックと言われる世界的な流行となり、現在もその流行は留まるところを知らない状況が続いている。これによってこれまでの世の中のあらゆる社会活動（企業活動、働き方、教育、医療など）で感染対策が求められることになり、我々はこのニューノーマル環境へ否応なしに対応していかなければならない状況がこれまで、また今後も続いていく。今後も我々がこのニューノーマル環境下でも豊かな社会活動を継続的かつ持続的なものとしていき、それら活動を支える最重要技術として IT 技術（デジタル技術）はもはや必要不可欠なものとなっている。本セミナーは、9月に創設された「デジタル庁」また、10月10日・11日の「デジタルの日」を記念して企画し、IT分野の産学が連携し官に協力していくものである。日本IT団体連盟からはIT産業界での対応・戦略を、情報処理学会からは学界での対応・戦略を、それぞれ2名の講師を招いて、「ニューノーマル時代に向けた産業界と学界の対応・戦略」と題して、ご講演を頂く。

2021.9.30(木) 15:00~18:10

会場 オンライン開催 (Zoom ウェビナー)

参加費 無料

スケジュール

15:00-15:05 オープニング

15:05-15:50 デジタル社会におけるリベラルアーツとは

羽生田 栄一 (株式会社社豆蔵取締役 / グループ CTO)

15:50-16:35 社会のデジタル化とサイバーセキュリティ

丸山 満彦 (サイバーセキュリティ委員会 企業評価分科会 主査)

16:35-17:20 ポストコロナ社会の情報技術と情報教育

萩谷 昌己 (情報処理学会 副会長 /

東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻 教授)

17:20-18:05 eラーニング技術標準の最新動向

西田 知博 (情報処理学会 理事 / 大阪学院大 教授)

18:05-18:10 クロージング

▽セミナーの特設
ページはこちら



司会 上田 修功 挨拶 長谷川 亘



羽生田 栄一



丸山 満彦



萩谷 昌己



西田 知博

お問合せ先 一般社団法人情報処理学会 E-mail : event@ipsj.or.jp

U R L : <https://www.ipsj.or.jp/contact/jigyoo.html>

セミナー URL : https://www.ipsj.or.jp/event/digital_days_2021/itrenmei-ipsj.html

社会をよくする、 魔法はないけど。

世界中の人が、願っています。

昨日よりも今日、今日よりも明日がキラキラと
輝く日々でありますようにと。

いま、世界中で取り組まれている「SDGs」や、
日本が掲げる「Society 5.0」が注目を集めているのも、
そうした願いがあるからこそだと思います。

より良い社会を一瞬で実現するための
魔法はありません。

だから日立は、皆さんの願いに
デジタルソリューションで応えていきたい。
社会のあらゆるデータに光をあて、
デジタルとリアルをつなぎ掛け合わせながら
今までにない価値を生み出す「Lumada」。

日立は、お客さまと一緒に、
より良い社会づくりを加速していきます。

HITACHI

Inspire the Next

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台二一五

発行所 東京都千代田区神田駿河台一五
一般社団法人 情報処理学会
発行人 木下泰三

電話 東京(〇三)三五二八一八三七四
振替口座 〇〇一五〇一四一八三四八四

印刷所 東京都荒川区西日暮里五十六一七
三美印刷株式会社

会員外発売所 東京都千代田区神田錦町三一
株式会社 オーム社

株式会社 日立製作所 システム&サービスビジネス統括本部
■お問い合わせURL <https://www.hitachi.co.jp/lumada/>



定価 1,760 円 (本体 1,600 円 + 税 10%)

本誌広告一手取扱い アドコム・メディア株式会社
〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-21-27 TEL.03-3367-0571 FAX.03-3368-1519

雑誌 05269-10



4910052691018
01600