

情報処理

2021

9

Vol.62 No.9
通巻 678号

特集 オンライン 人の動きを捉え社会を動かす 人口流動統計

報告 note 未踏の第27期スーパークリエイターたち



巻頭コラム

LGBT and beyond
豊田啓介

電子版もご覧ください



電子版を読む(会員無料)
情報学広場



iPhoneなどで読む(有料)
Kindle



電子版を購入(有料)
Fujisan



Web公開(無料/有料)
note

教育コーナー: ペタ語義

連載: 5分で分かる!? 有名論文ナナム読み / オンライン <Info-WorkPlace委員会企画> 働き方を共有しよう!

情報の授業をしよう / 先生, 質問です! / ビブリオ・トーク

トピックス: note 2020年度研究会推薦博士論文速報
学会活動報告

「情報処理」 カタログ同封サービスの ご案内

？
カタログ同封
サービスとは？

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

お申し込み方法と掲載までの手続き

- ①封入希望月の前月15日までに下記事項を記載の上、問合せ先までお申し込みください。
 - ◆会社名、担当者、連絡先（住所、Tel、Fax、E-mail） ◆封入希望号
 - ◆サイズ ◆カタログの簡単な内容説明
 - ◆割引対象にあたる場合はその旨記載ください。
- ②封入希望月の遅くとも前月末日までに下記事項について手配をお願いします。
 - ◆カタログ見本を問合せ先までお送りください（PDF、Fax可）。
 - ◆納品業者をお知らせください。
- ③納品日は封入希望月の5日（土曜、日曜、祝日の場合は翌営業日）です。日付指定にて必要枚数（20,000枚）を印刷し指定の納品先へお送りください。
 - ※納品先は、お申し込み後にご連絡いたします。
 - ※納品が遅れますと同封ができない場合がございます。その場合はキャンセルとさせていただきます。
- ④カタログを同封した学会誌を発行日にお送りしますので、ご確認ください。
- ⑤後日請求書をお送りしますので振込手続きをお願いします。

1通あたり
約19円！

基本価格 385,000円
(税10%込)

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

大学や
賛助会員は
さらに割引も！

大学/研究所/賛助会員は、下記のとおり
割引料金が適用されます。

大学/研究所/賛助会員
(基本価格の40% Off！) **231,000円**
(税10%込)

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

☎ 問合せ先

[広告代理店] アドコム・メディア(株) E-mail: sales@adcom-media.co.jp
〒169-0073 東京都新宿区百人町2-21-27
Tel.(03)3367-0571 Fax.(03)3368-1519

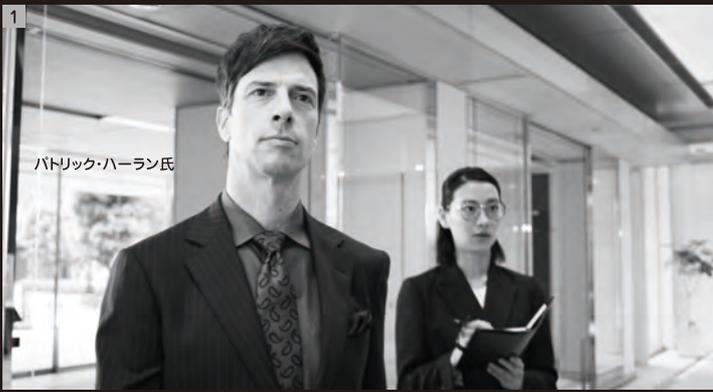
一般社団法人情報処理学会 会誌編集部門 E-mail: editj@ipsj.or.jp
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F
Tel.(03)3518-8371 Fax.(03)3518-8375

F8VPS FORUM8 VIRTUAL PLATFORM SYSTEM

バーチャルプラットフォームシステム

フォーラムエイトCMキャラクターパックン出演新CM

「社長と秘書」篇



パトリック・ハーラン氏

本日の社長の予定ですが…



9:00 役員会議

まず9時から役員会議。



10:00 セミナーで講演

その後10時に新潟のセミナーにて講演。



11:00 工場を見学

11時、鹿児島で工場を見学。



13:00 美術館を視察

13時、ミラノの美術館を視察したのち



14:00 展示会

14時、LA で展示会、そこから…

そんな時こそ、FORUM8のバーチャルプラットフォームシステム。◀◀

DX時代の切り札、IT企業への経営革新に!

Webプラットフォーム F8VPSは、あらゆる空間の
3DリアルタイムVR バーチャルシステムを構築!

基本ライセンス ¥550,000(税込)~

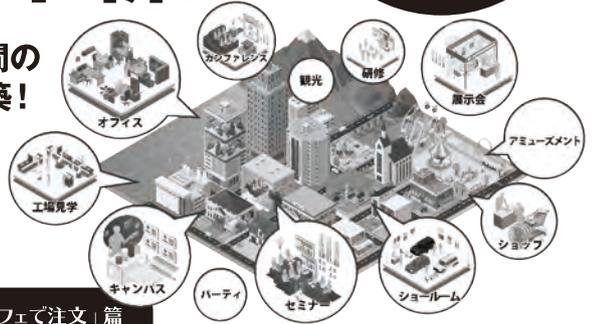
業界最先端の技術によって、御社のオープンプラットフォーム化を強力に推進。最小限のコストで、クラウド上での開発・展開から、テレワーク、商品PR・広報まで、DX時代に必須のバーチャルプラットフォームシステムを構築。



Web会議機能



VRモード



パックン出演 新TVCM放映中! クラウド会計モバイルPC「カフェで注文」篇



店員 PC とSOFT、とってもお得なセットがあるのにい?

Suite スイート会計シリーズ

フルクラウド対応
「スイート法人会計」
「スイート建設会計」
法人申告書自動作成ツール
「決算ロボット」連携対応



©株式会社ROBON



給与/固定資産/財務申告連動

3Dゲームエンジン
「スイート千鳥エンジン」
Suite CHIDORI Engine

HDD完全消去
「スイートデータ消去」

スイート法人会計モバイルPC
¥119,800(税込)~



PCのご購入はこちら



2021 FIA WORLD RALLY CHAMPIONSHIP ROUND 12

FORUM8 RALLY JAPAN 2021

11.11 THU - 14 SUN



フォーラムエイトは、FIA世界ラリー選手権 FORUM8 Rally Japan2021をタイトルパートナーとして応援しています

株式会社 フォーラムエイト 東京本社 Tel (代表) 03-6894-1888 (営業窓口) 0120-1888-58
東京都港区港南 2-15-1 品川インターシティ A 棟 21F Fax 03-6894-3888 | E-mail f8tokyo@forum8.co.jp

◆ショールーム: 東京・大阪・名古屋 ◆セミナールーム: 東京・大阪・名古屋・福岡・仙台・札幌・金沢・岩手・宮崎・沖縄/上海・青島・台北・ハノイ・ヤンゴン



www.forum8.co.jp



PREFACE

巻頭コラム

466 LGBT and beyond 豊田啓介

REPORTS

報告

468 ★ 未踏の第27期スーパークリエイターたち 竹内郁雄

SPECIAL FEATURES

特集

人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計

470 編集にあたって 袖美樹子

472 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475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)

トピックス

476 2020年度研究会推薦博士論文速報

教育コーナー：べた語義

489 ■ 高校教科「情報」、中高年には「隔世の感」 杉本 貢

490 ■ 全国大会イベント「2025年実施の大学情報入試への展望」の報告 小宮常康・佐藤 喬

495 ■ 学習履歴データの標準化技法— Experience API (xAPI) 編— 古川雅子

連載：情報の授業をしよう!

500 ■ アプリ開発でアイデアを形に—情報II「(4)情報システムとプログラミング」を見据えた授業実践— 平田篤史

学会活動報告

506 情報技術の国際標準化と日本の対応—2020年度の情報規格調査会の活動— 情報規格調査会

514 連載：★ 先生、質問です!

連載：★ ビブリオ・トーク—私のオススメ—

516 新企業の研究者をめざす皆さんへ 佐々木貴之

連載：★ 5分で分かる!? 有名論文ナナメ読み

518 Matej Balog et al.: DeepCoder: Learning to Write Programs 但馬将貴

《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.9

特集：人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計

- e1 ■ 1. 人流データを用いた都市の常時観測による社会・産業の高度化(今井龍一)
- e5 ■ 2. 人口流動統計の開発—携帯電話基地局の運用データに基づくOD量・移動経路・移動手手段の推計—(池田大造)
- e11 ■ 3. 人口流動統計の都市交通調査への活用—携帯電話基地局の運用データに基づく信頼性の高いビッグデータのまちづくりへの活用—(新階寛恭)
- e18 ■ 4. 視聴者に最適な「交通障害情報」を届ける—路線ごとの利用者分布エリアを人流ビッグデータで絞り込む—(木戸崇之)
- e24 ■ 5. 流動を捉える人口分布統計—新型コロナウイルス感染拡大下における人口変動分析—(加藤美奈・鈴木俊博)
- e30 ■ 6. 災害・イベント時の人口動態モニタリング—大阪北部地震・渋谷ハロウィン—(松島敏和)
- e36 ■ 7. 大規模位置情報データ連携がもたらす合理的根拠に基づく観光政策立案評価の実現(荒川 豊・石田繁巳・酒井幸輝・谷津ゆい子)

連載：<Info-WorkPlace 委員会企画>働き方を共有しよう!

- e42 CASE3：リモートワークとアクセシビリティ(坊農真弓)

「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。



- 475 【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について
- 521 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
- 522 会員の広場
- 526 人材募集
- 528 有料会告

- 530 [重要] 過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について
- 530 訂正記事
- 531 英文目次
- 532 編集室/次号予定目次/アンケート
- 533 掲載広告カタログ・資料請求用紙
- 534 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：
天野 由貴・五十嵐悠紀・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・桂井麻里衣・
金子 格・川上 玲・木塚あゆみ・楠 房子・櫻 惇志・
酒井 政裕・清水 佳奈・白井詩沙香・袖 美樹子・高木 拓也・
高木 正則・中島 一彰・西川 記史・橋本 誠志・福地健太郎・
古川 雅子・細野 繁・堀井 洋・水野加寿代・山本ゆうか・
湯村 翼

理事からのメッセージ：
https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/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



LGBT and beyond

■ 豊田 啓介



LGBTという言葉は今さら言うまでもなく、性的指向性のより解像度の高い体系を示そうとする言葉で、近年その後にはQIAPAK……とどんどん頭文字が追加され、ブロックチェーンのごとく延びつつある。

これは素晴らしい流れだと思うし、驚くほど最近まで人の性的属性を単純なバイナリ構造として無批判に扱っていた現実があったことが(いや今も厳然と続いているが)、むしろ信じがたいような印象すら受ける。ピンクとブルーにしる赤と黒にしる、「女」と「男」を原色で塗り分けていた感覚が、両極間に連続的かつ多様な「色」が混ざり合いスペクトルを構成する、さらにはおそらく単一の軸ですらない複雑な構造を持つという理解へと、社会の解像度が急速に上がっている。

建築や都市、特にいわゆるスマートシティと呼ばれる領域を計画する立場から見ると、このスペクトルが「人」の領域にとどまらないことも見えてくる。たとえばコロナの影響もあり、急速に日常空間に入り込んできつつある、多様なデジタルエージェントの世界がそれにあたる。VRアバターであったり自律モビリティであったりARキャラであったりとその姿は多様で概念としてもまだ一般的ではないので、僕は最近これをゲームの世界のNPC (Non-Player Character) にならい、NHA (Non-Human Agent) と呼ぶことにしている。NHAの中にも、背後で人が操作するアバター的なものから自律的なものまで、また物理的実体を持つものからバーチャルなものまで、多様な軸とスペクトルが存在する。さらに言うと、一般にエージェントというと人間と近いスケール感や身体性を備えているイメージだが、たとえばスタジアムや都市全体に宿るAIのような環境側の自律的な存在もまた、拡

■ 豊田 啓介

noiz 共同代表, gluon 共同代表, 建築情報学会副会長, コモングラウンド・リビングラボ ディレクター, 東京大学生産技術研究所客員教授

1996 ~ 2000 年安藤忠雄建築研究所. 2002 ~ 2006 年 SHoP Architects (New York). 2007 年より東京と台北をベースに, 蔡佳萱・酒井康介と共同で noiz を主催. 建築や都市領域へのデジタル技術の導入と, 新しい価値体系の創出に積極的にかかわる. 建築情報学会副会長 (2020 年). 大阪コモングラウンド・リビングラボ ディレクター (2020 年).



張的なエージェントとして扱うべきで, その境界はあいまいだということも見えてくる. そうしたNHAの重層的で多様な環世界を, それぞれの行為空間のスケールやLoD (Level of Detail), センシングやアクチュエーションのモダリティに基づき「相応に汎用な形」で整理することが, いわゆる「スマートシティ」の社会実装においては重要だ.

どうしてもデジタルとかスマートとかいうと抽象的な情報レイヤの議論になりがちだが, そうした情報体系が「人」とインタラクションを行い, 有意な価値を生み出すには, 何らかの形で物理世界をデジタルにも記述し, 物理世界と情報世界の相互認識のフィルタとして実装することが不可欠である. エージェントの種類ごとに存在し得る多様なサービス領域がそれぞれ独自に(無限に存在し得るスペクトルの色ごとに)そうした体系を開発している. あっという間に情報サブシステムの組合せ爆発が社会に機能障害を引き起こしてしまう. 環境側, いわば神の視点から多様なエージェントを制御する, そんな主体も必要だ. あらゆる行為や受益の主体が「人」のみであり得た世界は20世紀までの常識で, 我々はすでに主体のスペクトルが人領域の外へと拡張する時代に足を踏み入れている. にもかかわらず, HumanからNHAに至る共通の認知と記述の体系をそこそこ汎用な形で体系化し, 物理環境をデジタルにも認知可能な3D記述体系として汎用化する動き, すなわち環境にデジタルに記述可能性と可読性を備えた汎用の身体性を与える動きは, 意外なほどに始まっていない. それを今「コモングラウンド」と名付けて, まずは建築・都市領域からの投げかけを始めている.

未踏の第27期 スーパークリエイターたち



竹内郁雄 | IPA 未踏 IT 人材発掘・育成事業 統括プロジェクトマネージャ

未踏事業で採択され、優れた成果や成長を示した人たちを未踏スーパークリエイターと呼ぶ。この認定は2021年で27回目となる。突出した才能を持つスーパークリエイターを広く産業界や学界に知っていただきたい、というのがこの年次報告の狙いである。

第27期の未踏クリエイターは計31名(20プロジェクト)で、そのうちの21名(15プロジェクト)がスーパークリエイターとして認定された。2014年から認定率は右肩上がりに増え続けとうとう67.7%と、全体の2/3を超えた。これはそもそも採択されるクリエイターの質が毎年少しずつ上がっていることの顕れだろう。実際応募倍率も少しずつ伸びている。

今期は高校生1名(昨年は1名)、女性3名(昨年は1名)が認定された。女性比率が少ないとよく指摘されるのだが、今年は女性全7名中の3名ということで、ほんの少し改善されたということになるのだろうか。

今期も低レイヤからWebアプリまで幅広くバランスよくスーパークリエイターが選ばれた。

2019年年度もそうだったが、今期もコロナ禍に悩まされた。結局、担当のプロジェクトマネージャ(以下PM)と一度も直接会えなかったクリエイターが何人かいた。それでも、全体的に成果の質が落ちなかったことは、予想外の収穫(?)である。ソフトウェアだけでなく、最近はハードウェア試作をしないといけないプロジェクトが比較的多く、

複数人プロジェクトでのリモート開発が難しいことも一杯あったと思う。ここにポストコロナのヒントがあるかもしれない。

この紹介記事は今回で10回目という節目を迎えた。「情報処理」も、Web化への大きな転回をしたところである。今回からは、担当PMにスーパークリエイターの紹介をWeb記事として書いていただき、この導入記事からは、そこへのリンクを貼ることにした。それぞれの紹介には短い統括PM追記として、お邪魔かもしれないが、少しエピソード的な情報を追加することにした。

リンクの紹介は、これまでに倣い、クリエイターを代表者の50音順とする。タイトルは正式なものではなく、「名は体を表す」キャッチに変えてもらった。なお、2021年2月20～21日の2日間にオンラインで開催された成果報告会(Demo Day)のすべての動画はIPA channel

<https://www.youtube.com/user/ipajp/>で見ることができる。最近のプロジェクトはデモなど、動画で見ないと面白さや意義が分からないものが多いので、興味を持たれた方、スーパークリエイター以外の発表にも関心がある方は、つまみ食い的に見ることもできるので、ぜひそれをご覧いただきたい。もちろん、少し過去のプロジェクトの動画も見ることができる。

(2021年6月30日)

各クリエイターの記事本編は会誌「情報処理」noteに掲載されています。

「情報処理」note
<https://note.com/ipsj>

マガジン：未踏の第27期スーパークリエイターたち
<https://note.com/ipsj/m/m7ff3de849ae6>

「情報処理」note 未踏マガジン



■ 上田侑真

ソフトウェアのインストールが不要なNIC型セキュリティ機構

■ 大淵雄生

アイデアを誰でも高速に形にできるノーコードソフト AxStudio

■ 岡南直哉, 中村龍矢

次世代分散型アプリケーションプラットフォームのためのプロトコル開発支援システム

■ 近藤耕太

宇宙ごみの運動推定のための実証衛星

■ 酒井 俊

スマートフォンで完結するバスの運行情報提供システム FindYourBus

■ 篠田和宏, 佐野由季, 原田珠華, 安齊 周

着られる手書き文字入力デバイス wearbo

■ 菅野龍太

VRを用いた野球球審ジャッジトレーニング

■ 杉山優一

ハードウェアセキュリティ検査システム MicroFuzz

■ 関根史人

誰でも簡単に使えるカット加工機 TinyFabrica

■ 妹尾卓磨

非専門家でも手軽に使えるデータ駆動型深層強化学習ライブラリ

■ 秀島裕樹

アルゴリズムック・ロボットデザイン

■ 平井龍之介

シェーダライブコーディング・アーカイブシステム

■ 松井菜摘

ヘアアイロン使用補助システム Color-Path

■ 森田崇文, 初山陽紀, 栃本祥吾

チョーカー型汎用触覚デバイス

■ 和田優斗

強力なグラフィック機能を備えた組版処理システム Twight



コロナ禍のため、完全オンラインで開催された成果報告会：PMとIPA関係者だけが会場に集まったので、放送機材や消毒薬がものしく並んでいる不思議な雰囲気となった（首藤 PM 撮影）

人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計

編集にあたって

袖美樹子 | 国際高等専門学校

テレビや新聞で人流の増減を聞かない日はないと言って過言ではない。内閣官房の新型コロナウイルス感染症対策 Web ページにも人流の増減率が記載されている。エリア中の人口の増減を見るもので、接触量を見るものではないが、この人流を評価基準として感染者数予測や注意喚起が行われている。このように人口流動統計は我々の生活になくてはならないものとなった。

人口流動統計の研究の歴史は長く、2009年には Google Maps 上で道路の混雑度を確認することが可能となり、混雑を避け移動する経路を検索可能となった。災害時この仕組みを活用し、通行可能な道路をいち早く共有する試みもなされ有効性が示された。NTT ドコモを中心に携帯電話の位置情報を解析し、市民生活向上に活用する研究が2011年に始まり、現在では都市計画、防災、観光計画立案など各種分野で活用されるようになった。そこで本特集では人口流動統計の現状を紹介いただく。

第1の記事では、法政大学今井龍一氏による「人流データを用いた都市の常時観測による社会・産業

の高度化」である。少子高齢化が進む日本で社会資本のメンテナンスを続けていくには、少ない費用、手間で見直しを正しく知り効率的に対策を行うことが重要である。この観点から交通ビッグデータを賢く使う仕組みづくりについて解説をいただいた。

第2の記事は、NTT ドコモの池田大造氏による「人口流動統計の開発—携帯電話基地局の運用データに基づく OD 量・移動経路・移動手段の推計—」である。携帯電話基地局の運用データから個人識別性を除去、移動人口推定処理後、秘匿処理を行い、個人を特定できないビッグデータとする人口流動統計処理の概要と活用手法を解説いただいた。

第3の記事は、国土交通省国土技術政策総合研究所新階寛恭氏による「人口流動統計の都市交通調査への活用—携帯電話基地局の運用データに基づく信頼性の高いビッグデータのまちづくりへの活用—」である。人口流動統計を用いた新潟都市圏における活用事例としてバスの需要・供給状況の可視化、長野都市圏における活用事例として首都圏への来訪者の動態把握を紹介いただいた。

第4の記事は、朝日放送テレビ報道局の木戸崇之氏による「視聴者に最適な『交通障害情報』を届ける一路線ごとの利用者分布エリアを人流ビックデータで絞り込む」である。局所的な交通障害情報を朝の時間帯に全国放送で流すことは難しい。しかし局所的な交通障害で困る人がいるエリアを絞って情報を流すことにより、混乱を避けられ恩恵を受ける人に対し情報を伝えたい。この問題に対し人口流動統計を用い情報提供エリアの絞り込みを行い、配信を行った事例を紹介いただいた。

第5の記事は、ドコモ・インサイトマーケティング加藤美奈氏、鈴木俊博氏による「流動を捉える人口分布統計—新型コロナウイルス感染拡大下における人口変動分析—」である。刻々と移り変わる人々の動きを人口流動統計ではどのように捉えることができるか、集計期間・エリアに焦点を当て、新型コロナウイルス感染拡大下での分析事例の紹介をいただく。

第6の記事は、中央復建コンサルタント松島敏和氏による「災害・イベント時の人口動態モニター—大阪北部地震・渋谷ハロウィン—」である。人口流動統計を用いた大阪北部地震、渋谷ハロウィンのモニター事例を紹介いただく。これらのモニター事例から都市交通やまちづくりにおいて重要となる情報を獲得できること、得られた情報を用

い意思決定支援に活用、ひいては地域課題解決へ活用できる可能性があることを紹介いただく。

第7の記事は、九州大学荒川豊氏、公立はこだて未来大学石田繁巳氏、(株)プログウオッチャー酒井幸輝氏、谷津ゆい子氏による「大規模位置情報データ連携がもたらす合理的根拠に基づく観光政策立案評価の実現」である。人口流動統計を観光分野に適用した事例、那覇都市圏におけるコロナ前後の行動変化解析、位置連動広告の活用を紹介いただく。また、観光の合理的根拠に基づく政策立案を可能とする観光EBPM推進システムの概要、活用方法を紹介いただく。

人の動きを捉え社会を動かすことができれば、無駄がない政策立案が可能となり我々の生活は豊かになると考えられる。携帯電話の位置情報、カーナビゲーションシステム、交通系ICカード、SNSなどにより人の動きを捉えるビックデータはそろってきた。また、匿名化を図ることにより多くの人に活用いただく環境はそろった。これらのビックデータを賢く活用し新たな政策立案を合理的な根拠に基づき立案でき、一般の人々に分かりやすく説明ができる仕組みを作ることができればスマートで住みやすい社会が作れるのではないかと考える。今後の人口流動統計技術の社会展開に期待したい。

(2021年7月8日)

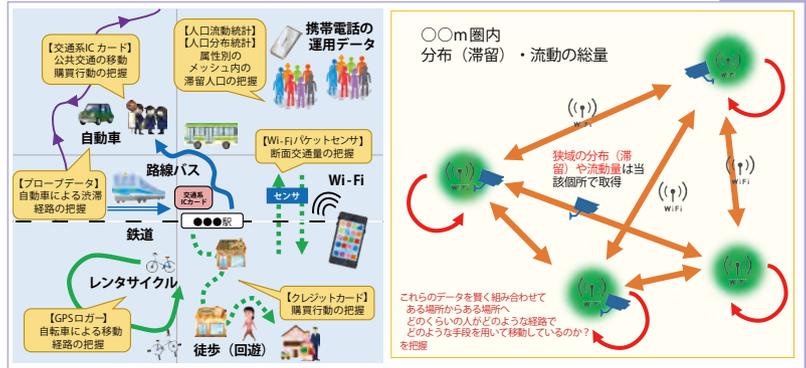
概要

1 人流データを用いた都市の常時観測による社会・産業の高度化

応
般

今井龍一 | 法政大学デザイン工学部

本稿は、交通ビッグデータ（人流データ）の賢い集め方や活用の仕方を概観する。そこでは、各主体でさまざまな目的で収集されているデータをどのように加工したら交通ビッグデータに変態して利用できるか？そして単一データを駆使するのではなく多様なデータを組み合わせる、交通総量を把握して手段別に分解するといった観点を持って取り組んでいくことを解説する。



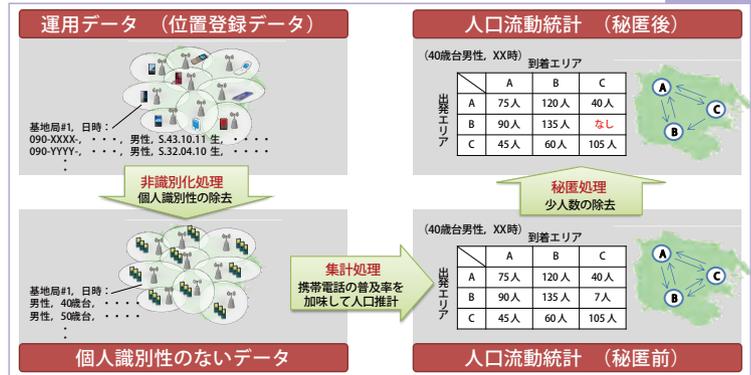
2 人口流動統計の開発

—携帯電話基地局の運用データに基づくOD量・移動経路・移手段の推計—

応
専

池田大造 | (株) NTT ドコモ

携帯電話網の運用データに基づき生成される人口流動統計は、都市交通計画をはじめとした幅広い分野で活用できる統計的信頼性を持つビッグデータとして開発された。24時間365日いつでも、エリア間の流動を示すOD (Origin-Destination) 量、移動経路および移手段を推計できるため、公的な統計調査の補完やこれまで分からなかった交通実態把握ができる社会基盤データとして活用が進むことが期待される。



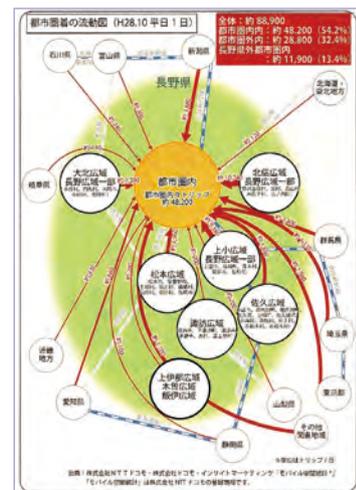
3 人口流動統計の都市交通調査への活用

—携帯電話基地局の運用データに基づく信頼性の高いビッグデータのまちづくりへの活用—

応
専

新階寛恭 | 国土交通省国土技術政策総合研究所

国内でも類を見ない母数規模に裏付けられた統計的信頼性のほか、不偏性、網羅性、継続性や即時性等の特徴も有するモバイル空間統計のうち、人口流動統計を中心に地点間の移動人口が把握できるデータを用いた、新潟都市圏 (バスの需給バランス評価) および長野都市圏 (都市圏来訪者の交通行動分析) での都市交通調査への活用事例について紹介する。



4 視聴者に最適な「交通障害情報」を届ける

—路線ごとの利用者分布エリアを人流ビッグデータで絞り込む—

木戸崇之 | 朝日放送テレビ 報道局

現在のテレビ放送では、相対的な影響の小ささを理由に、ローカル線の運転見合わせ情報が放送されないケースがある。一方で局地的な情報が広い放送エリアに流れるケースもあり、情報ニーズとのミスマッチが起こっている。テレビに登録された郵便番号に応じて情報を出しわたることができる「データ放送強制表示機能」を使えば、ミスマッチの解消が期待できるが、この機能を活用するためには、鉄道路線ごとの利用者分布エリアを的確に把握しなければならない。人口流動統計のビッグデータにパーソントリップ調査などの統計データを組み合わせてエリアを絞り込む手法の研究が、実用化に向けて歩を進めている。その概略を実例とともに紹介する。



5 流動を捉える人口分布統計

—新型コロナウイルス感染拡大下における人口変動分析—

加藤美奈 鈴木俊博 | ドコモ・インサイトマーケティング

モバイル空間統計の1つである人口分布統計は、“いつ”、“どこにお住まいの”人々が、どれだけ来たのかが分かる統計情報であり、これらの情報を基に、お住まいの場所から滞り場所へのOD (Origin-Destination) 量を推計することが可能である。本稿では、人口分布統計の概要を解説し、国内人口分布統計を活用した、コロナ禍における人々の行動変化を明らかにした分析事例を示し、新たな活用方法を提言する。

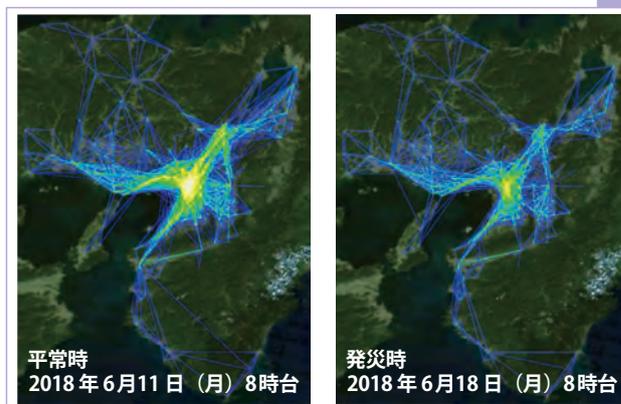


6 災害・イベント時の人口動態モニタリング

—大阪北部地震・渋谷ハロウィン—

松島敏和 | 中央復建コンサルタンツ (株)

モバイル空間統計を活用した新たな人口動態モニタリングへの期待が高まっている。特に、24時間365日の人の動きが把握可能な「時間的網羅性」、全国における人の動きが把握可能な「空間的網羅性」の特長は、人の動きが大きく変化する災害時・イベント時にその力を発揮する。本稿では、モバイル空間統計を用いた大阪北部地震と渋谷ハロウィンのモニタリングの事例を紹介し、今後のデータ活用について述べる。

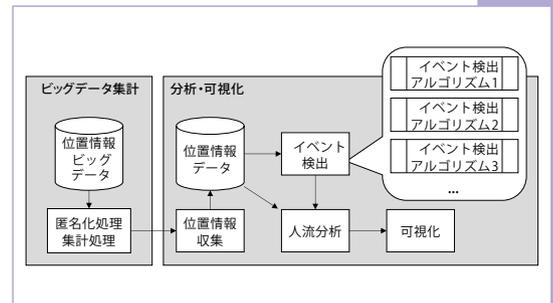


7 大規模位置情報データ連携がもたらす合理的根拠に基づく観光政策立案評価の実現

荒川 豊 | 九州大学 石田繁巳 | 公立はこだて未来大学

酒井幸輝 谷津ゆい子 | (株) プログウォッチャー

緊迫化する地方自治体の財政への対応として、限られた財源を有効に活用するために、施策成果をより正確に分析し、見直していくEBPM（客観的証拠に基づく政策立案）の推進が求められてきた。しかしながら、現在多くの地域では施策の効果検証や分析まで人手が回らず、また外部委託が必要でお金と時間が足りないなどの課題を抱えており、本格導入には至っていない。そうした状況を打破すべく、国内最大規模の広告位置情報ビッグデータを活用して観光拠点単位で人流の検出と集計を担う政策立案評価システムを開発、自治体職員がコロナ禍の人流抑制などを即時かつ安価で把握できる環境を整えることで観光分野におけるEBPMの推進を目指す取り組みを紹介する。



[人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計]

① 人流データを用いた都市の常時観測による社会・産業の高度化

応
般

今井龍一 法政大学デザイン工学部



都市交通の常時観測の必要性

振り返ると、2011年の夏、当時・国土交通省国土技術政策総合研究所に在籍していた私は、NTTドコモ社を訪問し、携帯電話基地局の運用データを用いて24時間365日取得可能な国内の交通流動の総量（現在の人口流動統計）の生成手法の共同研究を提案した。その後、議論を重ねて2014年には産官学の共同研究による人口流動統計の開発に本格着手、2018年に実用化……かれこれもう10年が経ち¹⁾²⁾、そしてコロナ禍を契機に、人流データという言葉として国民の日常生活にまで浸透するに至っている。

交通流動の総量の常時観測に着想したのは、少子高齢化の最先進国として社会を創造していくには、都市交通調査の高度化を図る必要があったのが契機であった。令和2年版高齢社会白書^{☆1}によると、日本の高齢化率は28.4%、65歳以上人口は3,589万人、そして2065年には総人口が8,000万人台で2.6人に1人が65歳以上と予測されている。一方、我が国の生活を支えている社会資本（社会基盤）に着目すると、道路は約128万km、橋梁約73万橋、トンネル約1万本、河川延長約14.4万km、河川管理施設約3万施設、砂防堰堤など10万基や下水道管きよ約47万kmなど、莫大なストック数であ

る。しかも供用50年以上の施設が多数あり、老朽化が着実に進行している。

人も都市も同時に加齢を重ねていく流れはとまらない。現在のところ、これまでの人口規模の税収によって、道路や下水管などさまざまな社会資本が供給されている。しかし、今後は人口が着実に減少していくので、さまざまな税制措置が講じられることが予想されるが、税収も着実に減少するのが自然である。このままでは、いまあるすべての社会資本をくまなくメンテナンスしていくのが難しくなっていくことは自明と言える。

交通ビッグデータも社会資本

各都市はいまどのような状態なのか？ どれだけの人がいまここにいるのか？ この先どのような交通需要があるのか？……そういったことを知るために、我が国では、都市交通にかかわる統計調査が行われている。たとえば、東京都市圏ではパーソナリティ調査^{☆2}が実施されているが、どのような人が、どのような目的で、どこからどこに、どのような手段で、いつ移動したのかを明らかにする。調査結果は、都市交通分野の各施策の根拠になっているとともに、民間事業のマーケティング分析でも活用されている。ただ、悩ましくなってしまうのは、調

☆1 内閣府：令和2年版高齢社会白書，2020。

☆2 東京都市圏交通計画協議会：第6回東京都市圏PT調査（平成30年実施）特設ページ，https://www.tokyo-pt.jp/special_6th（2021.5入手）。

特集
Special Feature

査頻度が約10年に1度であること、そして男女別・年齢別、移動目的や手段など詳しく調査されるのでとりまとめが一筋縄ではいかないため、調査結果が利用できるようになるのが調査日から1年以上も要する場合がある。このため、どうしても調査結果の鮮度の点で課題がある。

そこで、当該調査の各種データを扱う関係者が着目したのが、24時間365日取得可能な交通ビッグデータである。日常生活に浸透している携帯電話、カーナビゲーションシステム、交通系ICカード、Wi-FiやSNSなどによって鮮度の高いデータが大量に集められている。なかでも元々は交通とは異なる目的で収集されていたビッグデータに対して集計・加工することで人の動きを把握できる交通ビッグデータに変態する。都市交通分野では、人口流動統計がDX(Digital Transformation)の好事例の1つと言える。

いまや数千万もの人がGPS機能付きのスマートフォンを保有しており、多様かつ莫大なデータが各事業者を集められて、多様なサービスの開発や高度化に役立てられている(図-1参照)。スマートフォンは通信の運用データやGPS位置データなどを蓄積、都市の生活の中で利用している交通系ICカードは乗降駅・停留所や購買履歴の課金データなどを蓄積し、各事業目的に即して扱われている。このようなデータの種類は多様化し、蓄積量も増加しているため、解決すべき課題はさまざまあるものの、組織分野横断的に賢く使っていける仕組みができると、さまざまな都市問題の解決や産業創出・高度化をもたらすはずである。

繰り返しになるが、日本は高齢化のトップランナーであり、都市のスマートエイジングは国際社会に先行する重要テーマの1つであり、私たちは果敢に取り組んでいくことが求められている。その一

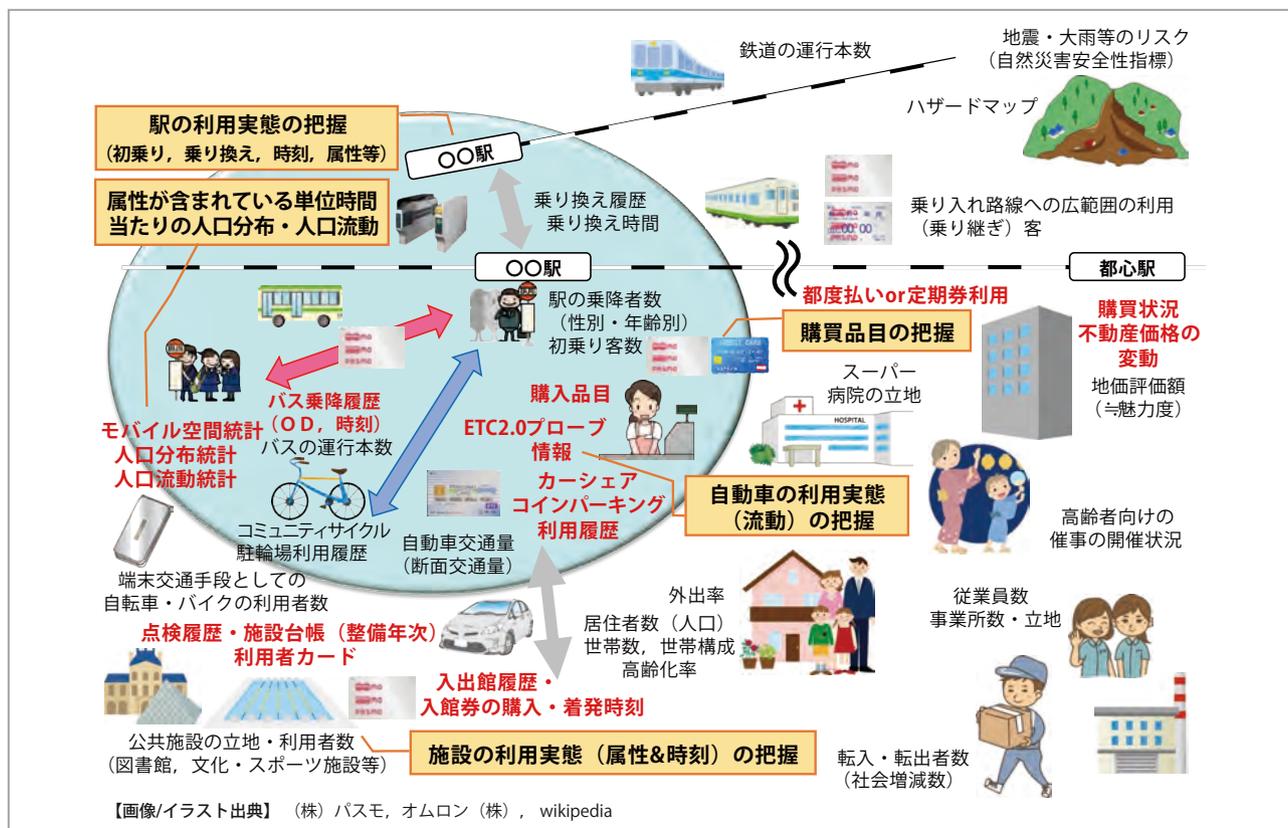


図-1 多様な交通ビッグデータ

特集
Special Feature

策として、人も街も同時に歳をとっていく中で、人がずっと住み続けていく場所はどこなのか？ 人や車がいつも行き来している道路はどこなのか？などを交通ビッグデータを用いてモニタリングして絞り込む。そして、建物や社会資本が老朽化していく中で必要なメンテナンスを的確なところへ実施する。こういった社会を実現させるには、人口流動統計をはじめとした交通ビッグデータのサステナブルな流通が必要となる。つまり、交通ビッグデータは民間事業者によって供給されているが、社会資本としての役割も担っており、大切に扱っていく必要がある。

交通ビッグデータを賢く使う

いま本稿を読まれているほとんどの方は、スマートフォンや交通系 IC カードなどを保有して日常生活を送られていると推察する。極論すると、国民一人ひとりがセンサとなって、ビッグデータの蓄積に協力する社会を実装している。こうしたデータを賢く使うには、多様な交通データの特徴を活かして横断的に繋ぐ・組み合わせることが勘所となる（図-2 参照）。

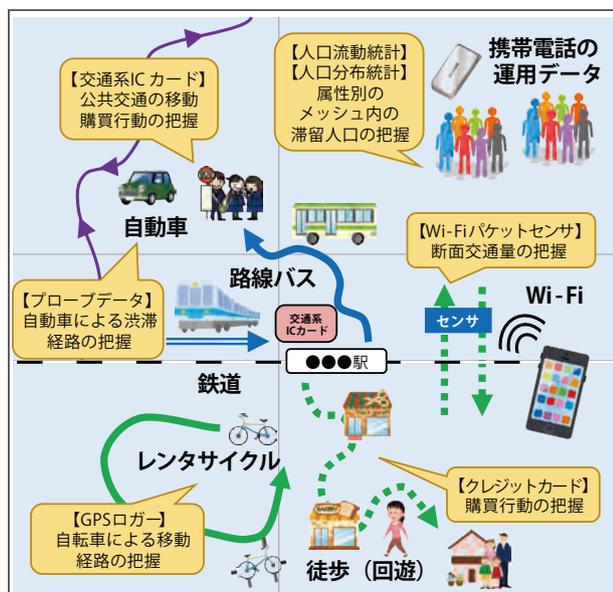


図-2 多様なデータを繋いで都市活動を把握する

現在、日本国内の交通の総量は、人口流動統計あるいは同種の交通ビッグデータにて把握できる。また、鉄道や自動車などの交通手段別の交通ビッグデータも着々と把握ができるようになってきている。これらを組み合わせることで、交通総量および交通手段別の交通量の両者を把握できる。具体的には、交通総量を交通手段別に分解することで可能であり、自動車交通においては具体的な手法まで提案されている³⁾。

交通ビッグデータに対する期待は高まる一方であり、昨今、短距離の移動（トリップ）データに対するニーズが高まっている。その具体的な活用先としては、全国の地方公共団体にて強力に推進されているコンパクトシティや駅勢圏における資産価値を高めるエリアマネジメントが挙げられる。たとえば、図-3 のような駅勢圏の交通流動の常時観測であるが、現在の統計調査などで把握することは難しい。そこで、駅勢圏・中心市街地を対象に、スマートフォンアプリケーションや Wi-Fi パケットセンサなどを用いて常時観測することが各地で試行されているたとえば⁴⁾。

以上のことを整理すると、行政界（市区町村単



図-3 短距離移動の捕捉ニーズのある圏域例

特集 Special Feature

位)の交通流動や駅勢圏の施設間の交通流動など、用途によって対象エリアは異なるが、知りたいことは、交通流動の総量と手段別・経路別の交通流動の詳細である。狭域の手段別・経路別の交通流動は人口流動統計のような交通ビッグデータでも捕捉ができない。また、全数調査も現実的に難しいことが多い。このため、スマートフォンアプリで収集したGPSの移動履歴、Wi-Fi パケットセンサによる端末数やカメラ動画像による人数などは参考値としつつ、ここでは交通流動係数として活用する。具体的には、人口流動統計のような総量に交通流動係数として掛け合わせて、おおよその交通流動を算出して、当該エリアの流動の掴みを得るといった方法が現実解の一案として挙げられる(図-4参照)。なお、狭域の手段別・経路別の交通流動は、当該エリアの事業者などにて自律的に収集する仕組みづくりができると、より実情に即した交通流動の把握ができると考えられる。

賢く使う仕組みづくりへ

交通ビッグデータといういわゆる人流データを持続的に観測していくには、目的に応じたデータを収

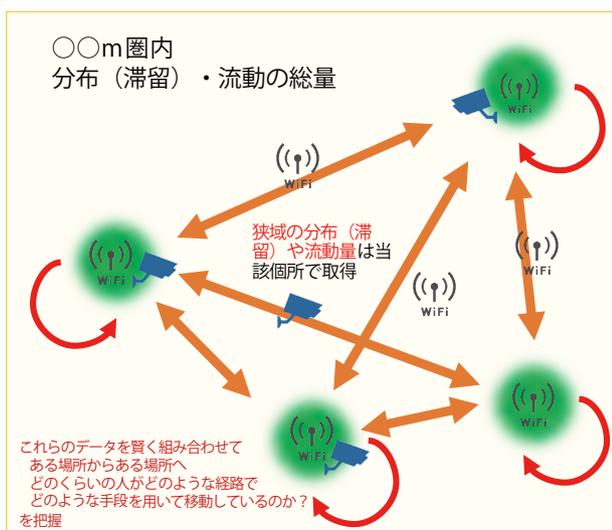


図-4 対象圏域の交通流動の把握

集するのではなく、各主体でさまざまな目的で収集されているデータをどのように加工したら利用できるか?の観点で、単一データを駆使するだけではなく、多様なデータを組み合わせるといった発想を持って都市の常時観測に取り組んでいくことがきわめて重要である。

多様なデータを組み合わせ賢く活用していくには、社会からのコンセンサス(合意)も重要で、技術・制度・運用の三位一体で仕組みを作っていく必要がある。現在はwithコロナのために交通ビッグデータ(人流データ)が活用されている。その先は、afterコロナのニューノーマルな社会、そして子々孫々が幸せに暮らせるスマートエイジングシティの実現に即した交通ビッグデータの開発や賢く使える仕組みづくりに本格的に取り組むことになる。私は、人口流動統計の開発時のように産官学の関係者が集まって餅は餅屋の体制を構築して取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 東京大学, NTTドコモ: 携帯電話基地局の運用データに基づく人の移動に関する統計情報の交通計画等への適用に関する共同研究, 国土技術政策総合研究所資料, 第1015号(2018).
- 2) Imai, R., Ikeda, D., Shingai, H., Nagata, T. and Shigetaka, K.: Origin-Destination Trips Generated from Operational Data of a Mobile Network for Urban Transportation Planning, Journal of Urban Planning and Development, American Society of Civil Engineers, Vol.147, No.1 (2021).
- 3) 松島敏和, 今井龍一, 池田大造, 中川圭正: 道路交通状況モニタリングに向けた人口流動統計による自動車ODの生成, 土木計画学研究発表会・講演集, Vo.56 (2018).
- 4) Endo, K., Imai, R., Uehara, T. and Hino, Y.: Estimation of Trip Behaviors in Walking Areas Using Big Data, ASCE International Conference on Transportation & Development (2020). (2021年5月31日受付)

■今井龍一(正会員) ryuichi.imai.73@hosei.ac.jp

法政大学デザイン工学部教授。東京大学空間情報科学研究センター客員教授。博士(工学)。平成28年度・令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞。令和元年度・令和2年度国土交通省i-Construction大賞受賞。

[人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計]

2 人口流動統計の開発 — 携帯電話基地局の運用データに基づく OD 量・移動経路・移動手段の推計 —



池田大造 (株) NTT ドコモ



人口流動統計の概要

人流ビッグデータへの期待

都市交通計画をはじめとした幅広い分野において人の流動や交通実態の把握は重要であり、国勢調査、パーソントリップ調査(以降, PT 調査)といった統計調査(以降, 統計データ)が活用されている。これらは、いずれも伝統的な調査手法に基づき調査票を用いて作成される。調査頻度は5~10年に一度のため、災害対応や都市開発終了後の評価などの機動的な用途には適用できないことが指摘されてきた。

近年、携帯電話やカーナビゲーションシステムなどから取得された人の移動に関する統計情報の生成手法の研究や実用化が進められてきた。その1つである携帯電話基地局の運用データに基づき生成されるモバイル空間統計は、携帯電話の電波を受信できていれば、24時間365日いつでもデータを生成できるという特徴がある。一方、この運用データは必ずしも人の移動に伴い発生するものではないため、人流を把握するためには運用データに基づき新たな統計量を推計する必要があった。

上記の背景を踏まえ、(株)NTTドコモは国土技術政策総合研究所、東京大学と共同研究を実施し、

人の流動に関する統計情報を交通計画などへ活用することを目的に、携帯電話基地局の運用データに基づき人口流動統計を開発した。具体的には、エリア間の人口流動を示すOD(Origin-Destination)量、移動経路および移動手段の推計手法の開発である。

人口流動統計の概要

音声電話・データ通信サービスを提供する携帯電話網では、いつでもどこでも電話やメールを着信できるように、基地局エリアごとに所在する携帯電話を周期的に把握している。この運用データを活用し生成されるモバイル空間統計は、いつどこに何人いるかが分かる日本全国の人口分布統計として活用が進められている。

そうした中、人口流動の実態を示すビッグデータの生成、交通計画や防災計画などへの活用の期待の高まりを受けて、人口流動統計が開発された(図-1)。

人口流動統計は、携帯電話サービスを提供するための運用データに基づき、携帯電話利用者の個人情報およびプライバシーを保護する3段階処理により生成される(図-2)。具体的には、人口流動統計の生成に不要な個人識別性を運用データから除去する「非識別化処理」、ある日のある時間帯におい

特集
Special Feature

てエリア間を流動する人口を推計する「集計処理」、人口の少ない推計エリアを除去することで個人が特定できないようにする「秘匿処理」を経て生成される。集計処理では携帯電話の台数と住民基本台帳人口との比を拡大係数として母集団推計を行う。このような手順により統計情報として生成されるため、個人を特定することはできない。

人口流動統計の時間解像度は、携帯電話網において基地局エリアに所在する携帯電話を把握する頻度がおおよそ1時間ごとであることから、推計値の信頼性を確保するために1時間としている。また、継続的に24時間365日の人口流動統計を生成することが可能である。

空間解像度は、携帯電話網の基地局の設置密度に依存する。都市部などの人が多く集まるエリアでは基地局の設置密度が高いため、1kmメッシュなどの単位で推計ができる。一方、郊外などでは基地局の設置密度が低いため、市区町村が1つの目安となる。

また、性別・年齢階層別・居住地別に分けた推計が可能であり、年齢階層は15～79歳から選択できる。このような特徴を持つ人口流動統計は、時間解像度・空間解像度や分計に用いる属性を用途に応じて決定できるため、柔軟に活用することができる。

OD 量の開発

OD 量の推計手法

携帯電話網の基地局で観測される信号は必ずしも人の移動に伴い発生するものでないため、運用データから人の移動を判定することが必要となる。携帯電話網の運用データは基地局の電波到達範囲内に所在する携帯電話に関するデータであり、位置登録処理によって基地局にて生成される。

位置登録処理は携帯電話が位置登録エリア外に移動した場合、もしくはおおよそ1時間ごとに行わ

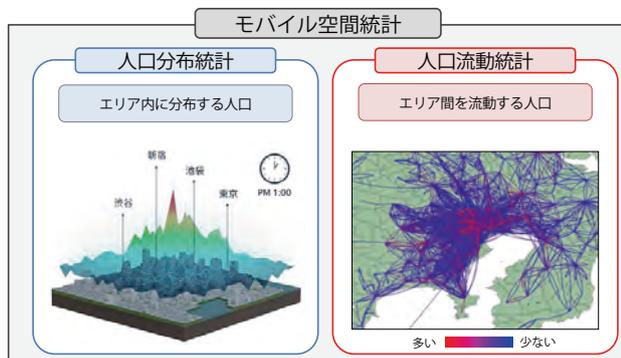


図-1 人口分布統計と人口流動統計

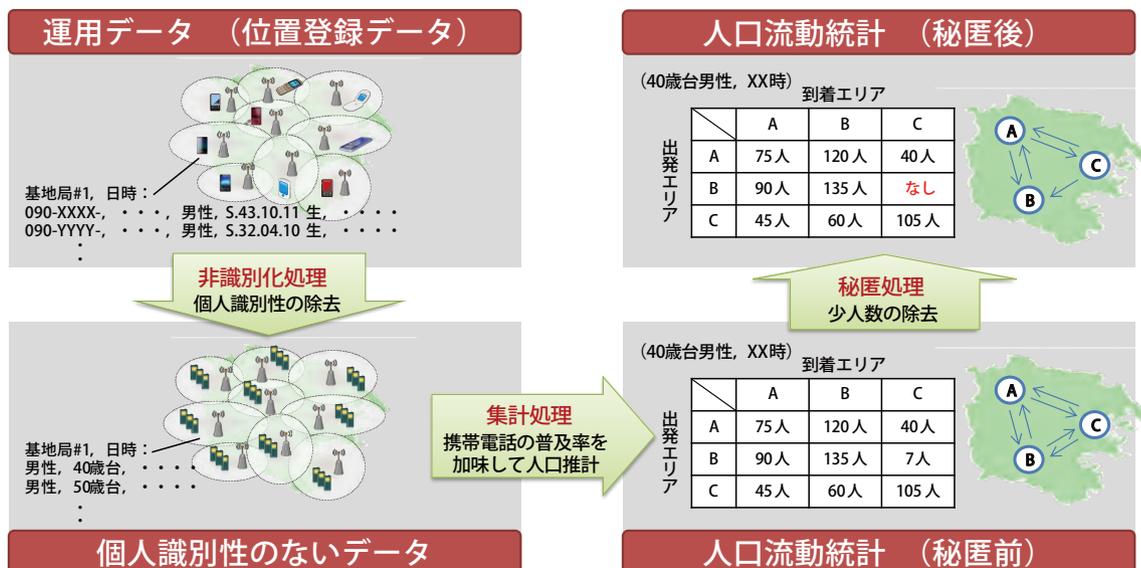


図-2 人口流動統計の生成処理

特集
Special Feature

れる (図-3)。位置登録信号が発生した際、その位置座標を参照し、次に観測された信号の位置座標を用いて移動距離を算出する。移動距離が所定の条件(1km としている)を満たした場合に移動と判定することで、移動中の携帯電話の台数を集計することが可能となる (図-4)。

位置登録処理の頻度がおおよそ1時間ごとであるため、1時間以上同じ基地局エリア配下に所在したことをもって滞留中と判定する。このとき、滞留から移動へ切り替わる際に滞留した地点を出発エリア、移動から滞留へ切り替わる際に滞留した地点を到着エリアとして抽出する。

このように携帯電話の移動・滞留判定を行うことにより、エリア間を移動した人口を推計する。OD量は、移動した携帯電話の台数に基づき推計された移動量の総計であり、PT調査で推計されるトリップに該当する統計量である。

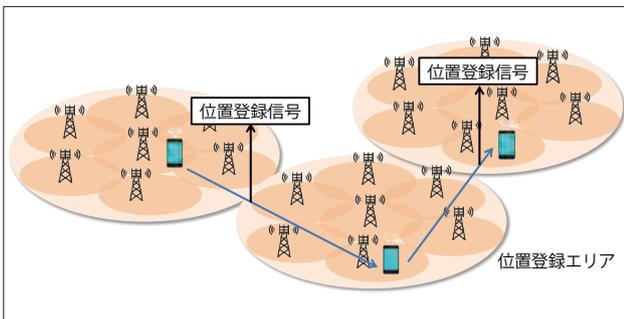


図-3 位置登録処理

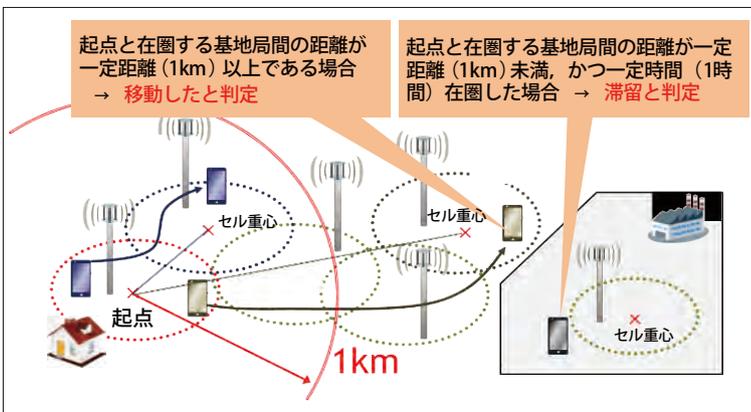


図-4 移動・滞留判定

OD量の比較検証

人口流動統計の活用方法を検討する上で、既存の統計データと比較し、特性の違いを把握することが重要である。比較対象とした統計データは静岡中部都市圏PT調査である。PT調査は都市圏居住者を対象とした調査であるため、人口流動統計のデータ仕様に合わせ、年齢を15歳～74歳に限定し、都市圏外から都市圏外へ移動したトリップを除外した。

PT調査の集計結果とOD量を比較すると、OD量(総量)はPT調査に対して約109%となった¹⁾。PT調査に対して人口流動統計が1割程度多くなった要因には、人口流動統計の機械的な判定処理に起因することが考えられる。典型的な例として、PT調査ではトリップとして回答されない「自宅から近場へ移動して用事を済ませた後、自宅へ戻る」トリップを人口流動統計では移動として判断されることが挙げられる。集計期間が異なることに留意が必要であるが、0.994と高い相関を示した市区間OD量は実態に近い傾向を捉えることができるといえる (図-5)。

生成原単位の比較検証

PT調査の基本統計量として用いられる一人あたりのトリップ数を示す生成原単位で比較すると、PT調査と比較して大きい傾向はあるものの、近い傾向を示した (表-1)。差分が発生する要因として

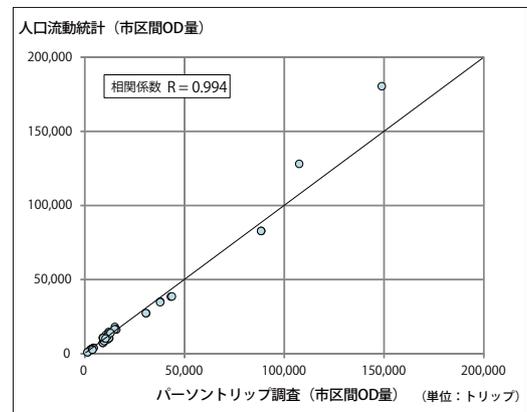


図-5 OD量の比較検証結果

特集
Special Feature

は、推計手法の差異により、PT 調査のアンケートでは把握できない近隣への一連のトリップの存在を人口流動統計では捉えていることがうかがえる。

外出率の比較検証

特定のエリアに滞留する住民のうち、ある 1 日に 1 回でも移動した住民の割合を外出率として推計した。PT 調査から算出した外出率と比較したところ、おむね一致した (表-2)。人口流動統計では、滞留エリアに居住地のほかに勤務地などが含まれるため、PT 調査における外出率の定義と異なることに留意が必要である。

代表性に関する検証

単一事業者の携帯電話網の運用データから生成されたモバイル空間統計の代表性という観点で、アンケート調査結果に基づき、携帯電話事業者間の利用者の日常の行動特性の比較検証が行われた²⁾。各携帯電話利用者の外出率や生成原単位 (1 日あたりの平均トリップ数) は、事業者間の差異はごくわずかであり、既存の統計データは本調査結果に基づく 95% 信頼区間の範囲内であった (表-3)。

表-1 生成原単位の比較検証結果

市区	生成原単位	
	PT 調査	人口流動統計
静岡市葵区	1.95	2.25
静岡市駿河区	2.00	2.38
静岡市清水区	2.01	2.41
島田市	2.07	2.63
焼津市	2.18	2.76
藤枝市	2.13	2.63
都市圏全体	2.05	—

表-2 外出率の比較検証結果

市区	外出率	
	PT 調査	人口流動統計
静岡市葵区	81.8%	79.3%
静岡市駿河区	81.8%	81.7%
静岡市清水区	81.2%	81.4%
島田市	84.1%	85.9%
焼津市	85.2%	86.3%
藤枝市	85.3%	84.9%
都市圏全体	82.8%	—

また、各年代において保有する携帯電話の事業者間でそれぞれ t 検定 (有意水準 5%) を行った結果、統計的に差異がないことが示された。属性ごとにトリップの平均所要時間や平均距離を算出した結果も PT 調査で公表されている結果とほぼ同様であり、保有する携帯電話の事業者による傾向に大きな差異はないことが明らかにされている (表-4)。

移動経路の推計

移動経路の推計手法

出発エリアから到着エリアまでの移動経路が分かると、幹線道路などの利用実態や、観光における周遊実態の把握に活用できる。携帯電話が長い距離もしくは長い時間かけて出発エリアから到着エリアまで移動した場合は、位置登録信号が発生する可能性が高い。そこで、人口流動統計を生成する過程で、位置登録信号が発生したエリアを通

表-3 事業者・年代別の外出率・トリップ数

年代 事業者	10代・20代			30代・40代			50代以上			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
サンプル数	151	150	148	163	155	158	171	173	167	
外出人数	139	134	135	142	141	146	148	156	144	
外出率 (%)	92.1	89.3	91.2	87.1	91.0	92.4	86.5	90.2	86.2	
トリップ数	383	368	341	369	384	385	424	462	396	
原単位	グロス	2.54	2.45	2.30	2.26	2.48	2.44	2.48	2.67	2.37
	ネット	2.76	2.75	2.53	2.60	2.72	2.64	2.86	2.96	2.75

(n=1,436)

表-4 事業者・年代別のトリップ時間・距離

年代 事業者	10代・20代			30代・40代			50代以上		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
トリップ数	383	368	341	369	384	385	424	462	396
平均所要時間 (分)	28.1	28.3	31.4	27.9	29.6	27.5	30.5	26.1	27.3
1時間以上トリップ数	41	39	42	39	41	43	50	56	56
平均移動距離 (km)	14.7	10.8	23.0	9.6	8.5	14.6	15.0	10.7	10.4
100km 以上トリップ数	5	6	10	0	0	7	7	4	1
100km 以上トリップを除く平均距離 (km)	9.6	9.0	9.6	9.6	8.5	9.3	10.5	8.8	10.2

(n=1,436)

特集
Special Feature

過エリアとして出力することで、移動経路を推計する手法を開発した。

具体的には、出発エリアから到着エリアまでの移動中に観測された位置登録信号をすべて抽出する(図-6)。出発エリアから到着エリアまでのトリップにおいて1つでも通過エリアが抽出できれば、通過エリアを地図情報と照らし合わせることで、移動経路を推計できる可能性が高まると考えられる。

移動経路の比較検証

このような手法で推計された移動経路別 OD 量の特性を把握するために比較検証を行った。ここでは、飛行機、新幹線および自動車(高速道路)が利用されている愛知県を出発し、東京都まで移動するトリップを取り上げ、東名高速道路・新東名高速道路・中央自動車道の3つの高速道路の利用割合を推計した(表-5)。

比較分析対象の統計データは、新東名(静岡県)インパクト調整会議における開通後1年間の高速道路の交通状況および整備効果の分析結果である。対象期間やトリップの定義が異なる点の考慮と、移動経路の推計手法における課題は残っているものの、今後の技術開発により、より交通実態に近い統計情報としての活用が期待される。

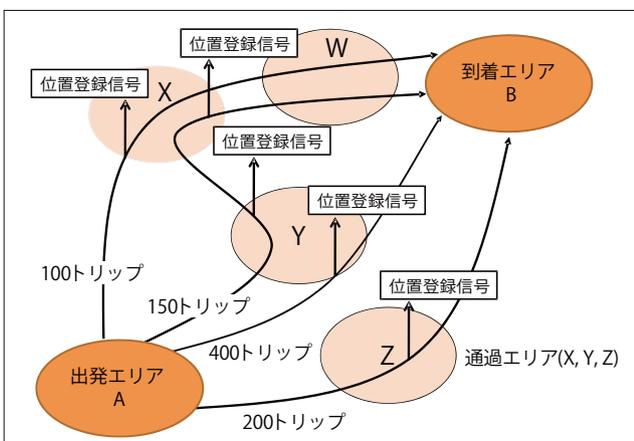


図-6 移動経路の推計手法

移動手段の推計

移動手段の推計アプローチ

人口流動統計は携帯電話の位置登録の仕組みを用いて生成されるため、都道府県を越える長距離スケールのトリップであれば、実際の移動速度・移動距離の大きな推計ができる可能性が高い。

このような観点で、飛行機、新幹線および自動車(高速道路)を利用したトリップの推計手法が開発された。移動手段別 OD 量を把握することができれば、観光施設の検討や混雑対策、周遊実態の把握などに活用できる。

携帯電話の仕組み上、飛行機が飛行する上空には電波が届かないため、電源断の事象が発生する。この事象を捉えることができれば、飛行機の推計が可能である(電源断による判定)。さらに、新幹線や高速道路は決まったルートを通ることから、携帯電話が通過する基地局エリアを抽出できれば、飛行機、新幹線、自動車(高速道路利用)を利用したトリップを推計できる可能性がある(基地局リストによる判定)。また、携帯電話の移動速度を捉えることができれば、どの手段で移動したか推計できる可能性がある(移動速度による判定)。

飛行機利用トリップの推計手法

まず、空港周辺にある基地局リスト判定を用いて飛行機利用トリップを推計した。ここで、空港周辺の住宅エリアが含まれる可能性を極力排除するため、出発エリア、到着エリアそれぞれ空港の評点位置から一定距離内(3km, 5km, 10kmを用いた)にある基地局を対象とした。

全国幹線旅客純流動調査を用いて県間 OD 量を

表-5 自動車利用トリップに対する利用割合

高速道路	自動車トリップに対する利用割合	
	整備効果	人口流動統計
東名高速道路	23.4%	36.9%
新東名高速道路	68.4%	55.9%
中央自動車道	8.2%	7.2%

特集 Special Feature

比較したところ、高い相関性が示された(図-7)⁴⁾。空港から10km範囲内の基地局リスト判定が最も近い値になることが分かっている。また、空港周辺基地局リスト判定だけでなく、電源断判定と移動速度判定を組み合わせることにより、新幹線利用を飛行機利用と誤って判定するトリップを低減できる可能性が示された。

新幹線利用トリップの推計手法

トリップ中の最高速度に着目することで、長距離移動手段の中で新幹線を利用したトリップを推計できる可能性がある。また、新幹線の沿線上を必ず通過するため、位置登録信号が連続して新幹線の沿線上で発生した場合、新幹線利用トリップとして推計できる可能性がある。そこで、最高速度判定および新幹線沿線基地局リスト判定を組み合わせ、新幹線利用トリップの推計を行った。

ここで、最高速度判定とは、移動中の最高速度がある範囲内(一例として、マージンも考慮し180km/h以上350km/h未満とした)の場合に新幹線利用トリップと判定する。新幹線沿線基地局リ

スト判定では、移動中に観測された位置登録信号が3回連続で新幹線から一定距離内にある基地局である場合に、新幹線利用トリップとして判定する。また、同様のアプローチを用いて、自動車(高速道路)利用トリップの推計手法が開発されており、より実態に合った移動手段別OD量を推計できる可能性が明らかにされている。

今後の展望

人口流動統計は都市交通計画をはじめとした幅広い分野で活用できる統計的信頼性を持つビッグデータとして開発された。携帯電話の仕組みを活用して生成された統計情報であり、その特徴を把握した上で活用することが重要である。人の流動を把握できるデータはGPS、無線LAN、プローブデータなど多岐にわたるため、これらの特性を踏まえた上で組み合わせることで技術開発が進み、人流ビッグデータの活用がますます広がることを期待したい。

参考文献

- 1) Imai, R., Ikeda, D., and Shingai, H., Nagata, T. and Shigetaka, K.: Origin-Destination Trips Generated from Operational Data of Mobile Network for Urban Transportation Planning, ASCE Journal of Urban Planning and Development, Vol.147, No.1 (Mar. 2021).
- 2) 矢部 努, 北村清州, 高野精久, 池田大造, 今井龍一: 携帯電話網の運用データに基づく人口統計の代表性に関する検証, 土木計画学論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5, pp.L_43-L_54 (Jan. 2019).
- 3) 北川大喜, 福手亜弥, 関谷浩孝, 糸氏敏郎, 池田大造, 永田智大, 今井龍一: 人口流動統計を用いた移動経路の推計手法に関する一考察, 土木計画学論文集 D3 (土木計画学), Vol.75, No.5 (土木計画学研究・論文集第36巻), pp.L_555-L_563 (Jan. 2019).
- 4) 北川大喜, 関谷浩孝, 糸氏敏郎, 池田大造, 永田智大, 福手亜弥, 新階寛恭, 今井龍一: 携帯電話基地局の運用データを用いた長距離移動手段の推計手法に関する一考察, 土木計画学論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5, pp.L_633-L_646 (Jan. 2019). (2021年5月31日受付)

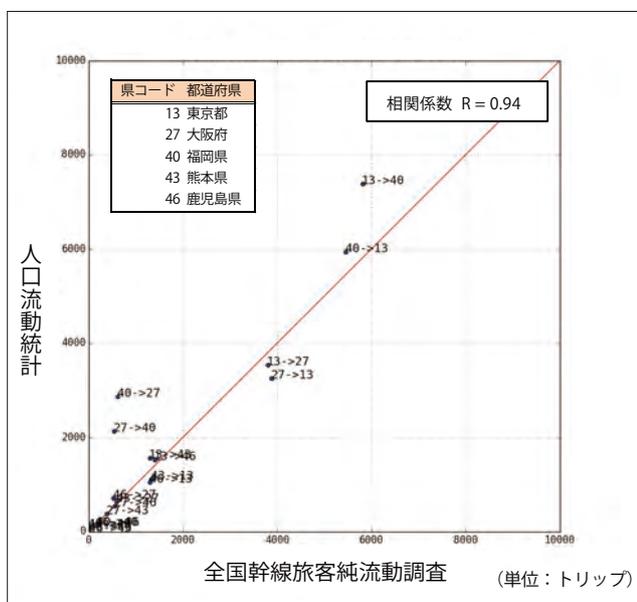


図-7 飛行機利用トリップの推計結果

■池田大造 (正会員) ikedad@nttdocomo.com

マサチューセッツ工科大学(MIT)修士課程修了。博士(工学)。1996年NTTドコモに入社以来、モバイルインターネット(iモード)を実現するパケット移动通信システム、モバイル空間統計の開発等に從事。令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰受賞。

[人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計]

3 人口流動統計の都市交通調査への活用 — 携帯電話基地局の運用データに基づく信頼性の高いビッグデータのまちづくりへの活用 —



新階寛恭 国土交通省国土技術政策総合研究所



人口流動統計の潜在力

交通調査手法高度化への期待

昨今よく目にする SDGs やスマートシティが目指しているのは、いわば持続可能な社会・都市を形成していくことであるが、その取り組みの実現のためには、正確なエビデンス（証拠）や詳細なデータを活用した調査・分析・計画といった一連のプロセスが有効であることは、論を待たないであろう。

現在、表-1 に示すような携帯電話や Wi-Fi パケットセンサ、車両プローブ等により取得される人の移動に関する統計情報の活用手法の研究や実用化が広

く進められており、まちづくりをはじめとするさまざまな分野への活用が期待されている¹⁾。

そのような中、携帯電話基地局の運用データに基づき生成され、主に人口分布統計と人口流動統計とで構成されるモバイル空間統計は、携帯電話保有者約 8,000 万人を母数とする統計であり、その統計的信頼性はきわめて高いことが知られている。また、全国 24 時間 365 日の人々の移動情報が比較的速やかに把握可能であり、不偏性、網羅性、継続性や即時性等の特徴も有している。

このような潜在力を有するモバイル空間統計は、表-2 に示しているように昨今のコロナ禍での三密

表-1 動線データの活用シーンの一覧と分析に必要なデータとの関係

No.	動線データの活用シーン (例)	既存統計データ			活用が想定される動線データ (一例)					基盤データ	
		PT 調査	道路 センサス	国調 メッシュ	携帯 電話※	交通系 IC カード	Wi-Fi センサ	車両 プローブ	バス ロケ	電子 地図	各種 ネット ワーク
1	特定地域（都心部）の都市活動の見える化	◆	◆	◆	◆	◆	◇	◆	◆	◆	◆
2	防災計画・避難誘導方針の検討	◆	-	◆	◆	◆	◇	-	-	◆	◆
3	高齢者・子育て世代等の移動支援に資する公共交通サービス検討	◆	-	◆	◆	◆	-	-	-	◆	◆
4	公共交通の潜在需要の発掘	◆	◆	◆	◆	◆	-	◆	◆	◆	◆
5	PT 調査の補完・効率化・高度化	◆	-	◆	◆	◆	◇	◇	-	◆	◆
6	道路交通センサスの補完・効率化等	-	◆	-	◆	-	-	◆	◆	◆	◆
7	道路整備効果計測の多様化・高度化	◆	◆	◆	◆	◆	◇	◆	◆	◆	◆
8	外国人旅行者の移動支援・課題抽出	-	-	-	◆	◇	◇	-	-	◆	-

「PT 調査」：都市圏パーソントリップ調査、「道路センサス」：道路交通センサス、「国調メッシュ」：国勢調査に関する地域メッシュ統計
※：携帯電話基地局の運用データに基づく人口分布統計・人口流動統計およびスマートフォンの GPS・アプリケーション等に基づく移動履歴の両方を含む。

◆◇：評価に必要となるデータなど（◆：必須，◇：理想），-：対象外

特集
Special Feature

回避対策をはじめ、まちづくりでもさまざまな観点で活用されつつあり²⁾、今後もさらなる活用が期待される。

人口流動統計の特性

人口流動統計は、携帯電話基地局の電波到達範囲内に所在する携帯電話端末の存在確認（「位置登録」）により基地局側で把握される運用データを元に、1kmに設定した閾値を用いて移動・滞留の「判定」を行うことにより「トリップ」^{☆1}を抽出し、一連の統計処

☆1 出発地 (Origin) から到着地 (Destination) までの1人の交通行動の単位。

表-2 モバイル空間統計の活用例とテーマ

No.	モバイル空間統計の主な活用例とテーマ (都市交通調査関係)	分野				
		観光分析	商圏分析	イベント分析	まちづくり	防災計画
1	滋賀県 三密回避対策				○	
2	新潟市 都市圏連携状況やバスサービス評価				○	
3	埼玉県 防災計画				○	○
4	白川村 観光コンテンツ魅力度アップ	○			○	
5	長野県 観光流動分析	○			○	
6	美馬市 観光客属性分析	○			○	
7	琴平町 観光戦略	○			○	
8	京急電鉄 エリア特性を踏まえた経営戦略		○			
9	十日町市 雪まつりの来訪者把握			○	○	
10	仙台市 県内への経済効果推計			○		

理を経ることにより、「OD量」^{☆2}や「移動・滞留量」といった統計データとして生成される (図-1)。

これまでに行われた研究では、東京都市圏や熊本都市圏等の代表的なパーソントリップ調査（以下、PT調査）におけるODと人口流動統計とを比較することにより、市区町村間や市区町村を複数に分割したゾーン（一般にPT調査ではBゾーンと呼ばれる）間のOD量がおおむね一致していることが確認されている³⁾。このスケール感は、まちづくりで例えば幹線道路網計画やバス路線再編計画等に用いるには比較的十分な解像度である。

一方、近年のトレンドである都心部等の街なかの回遊行動分析等のためにはさらに詳細なゾーン（一般にPT調査ではCゾーン）でのOD分析等が必要となるが、そのODペアごとのPT調査と人口流動統計のOD量の一致は確認されていない。

しかし、両者のOD量について、そのトリップ距離（人口流動統計のトリップ長は算出されないで、ここではトリップ起終点の属するCゾーン中心間距離で代替）帯別にトリップ数（PT調査のトリップは、比較のため1km以上を抽出）を比較したところ、ゾーン内々トリップは別として、両者はかなり一致する結果となった (図-2)。このことから、人口流動統計は、Cゾーンすなわち複数の町丁目レベルの解像度であっても、そのODの距離感は合っている、と

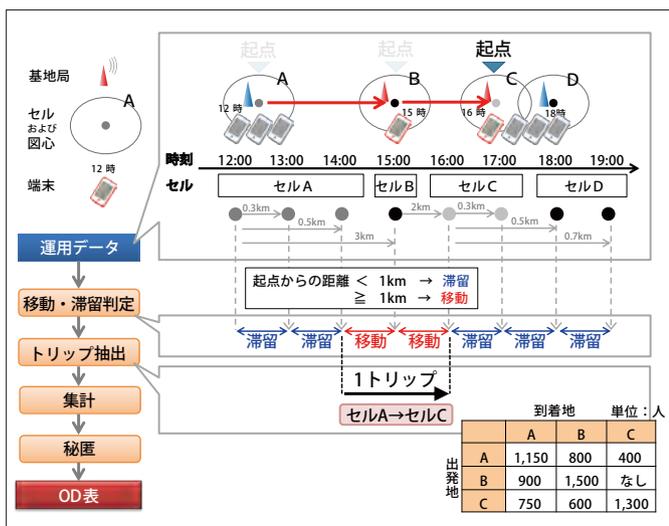


図-1 人口流動統計におけるトリップの抽出

☆2 特定の出発地—到着地間のトリップ数。

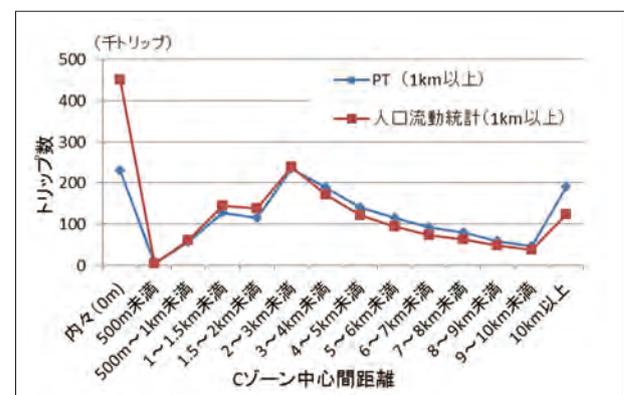


図-2 トリップ距離帯別の人口流動統計とPTデータとの比較

特集
Special Feature

ということが推測され、人口流動統計の精度についての一定の信頼性を示す結果となっている³⁾。

本稿では、前述した母数の信頼性とあわせ、このような統計的精度を有するモバイル空間統計のうち人口流動統計を中心に地点間の移動人口が把握できるデータを活用した、新潟都市圏（バスの需給バランス評価）、長野都市圏（都市圏来訪者の交通行動分析）の2事例について紹介する。

新潟都市圏における活用

バスの需要・供給状況の可視化

2016年に国土交通省総合政策局・自動車局が「地方路線バス事業の経営革新ビジネスモデル実施マニュアル」を発出しており、その中のケーススタディとして新潟都市圏をフィールドに各種データを用いてバスに関する分析が行われている⁴⁾。

基礎的分析（（）内は用いた主なデータ）として

- 公共交通網カバー率評価（人口、バス網）
- アクセス性評価（主要施設位置、運行本数）

- 速達性評価（主要施設位置、所要時間）
- 供給量評価（人口分布、運行本数）
- 定時性評価（バス網、ダイヤ遅延時間）

等が行われている。それとあわせて、移動需要を推計してサービス供給量とのバランスを分析評価し、潜在需要を獲得するとともに供給過剰の適正化を行うことにより、需給バランスに応じた路線の最適化を図るため、以下の項目でデータの可視化が行われている。

- 潜在需要＝供給不足評価（人口、乗降客数）
- 移動需要とバス利用の顕在需要＝実移動人口比獲得率（実移動人口、乗降客数）
- 実移動人口比獲得率と供給量（運行本数）

その中で、バス停ごとの「実移動人口」としてモバイル空間統計が用いられている。ここでは、バス停ごとに300m圏カバーエリア実移動人口としてモバイル空間統計を基に求めたカバーエリア実移動人口が算出されており、これに対するバス停ごとの乗降客数の比（実移動人口比獲得率）が可視化（8%未満が赤色）されている（図-3）。



図-3 バス停カバーエリア別 実移動人口分布および相対的に乗降客数の少ない（8%未満）エリア

特集
Special Feature

需給バランスの分析

また、実移動人口比獲得率が低い要因を考察するため、その率が8%未満のバス停と運行本数との関係についても可視化されている(図-4)。

ここでは、バス停カバーエリア実移動人口が50人以上かつ、カバーエリア実移動人口比獲得率が8%未満の実移動人口円を黄色表示にし、そのバス停別乗降客数の円が赤表示にされている。また、バス本数が少ないと考えられる運行本数100本未満/日(おおむね3本/時間)の区間が赤線で表示されている。

カバーエリア実移動人口比獲得率8%未満のバス停は、おおむね赤線の上にあることが読みとれる。

このことから、運行本数100本未満/日(おおむね3本/時間)は供給量として低く、利便性も悪くなることから、カバーエリア別実移動人口比獲得率が低い、すなわち、移動需要に十分に对应していないおそれがある個所があり、そこは供給不足といえるのではないかと考察に至っている。

また、この分析にあわせて、人口分布とバス停区

間別の区間平均乗車人数(バス停区間乗車人数/運行本数)および運行本数を用いて、供給過剰評価(区間平均乗車人数が最大の区間よりも乗車人数・運行本数がともに多い区間を供給過剰区間として評価)も行われており、両者合わせて需給バランスの分析が行われている。

長野都市圏における活用

PT調査における位置づけ

2015年から2018年にかけて長野都市圏(圏域人口約60万人)を対象にPT調査が行われている(2016年に実査)⁵⁾。この調査は、都市圏を大小のゾーンに分けた上で(図-5)、表-3に示すとおり都市圏内居住者を対象とする本体調査および付帯調査のほか来街者等を対象とする補完調査等がアンケート形式や実測方式等の手法により並行して行われる複合調査である。

2016年の実査の結果、まず都市圏内居住者のトリップは約128万トリップ/日であった(図-6)。

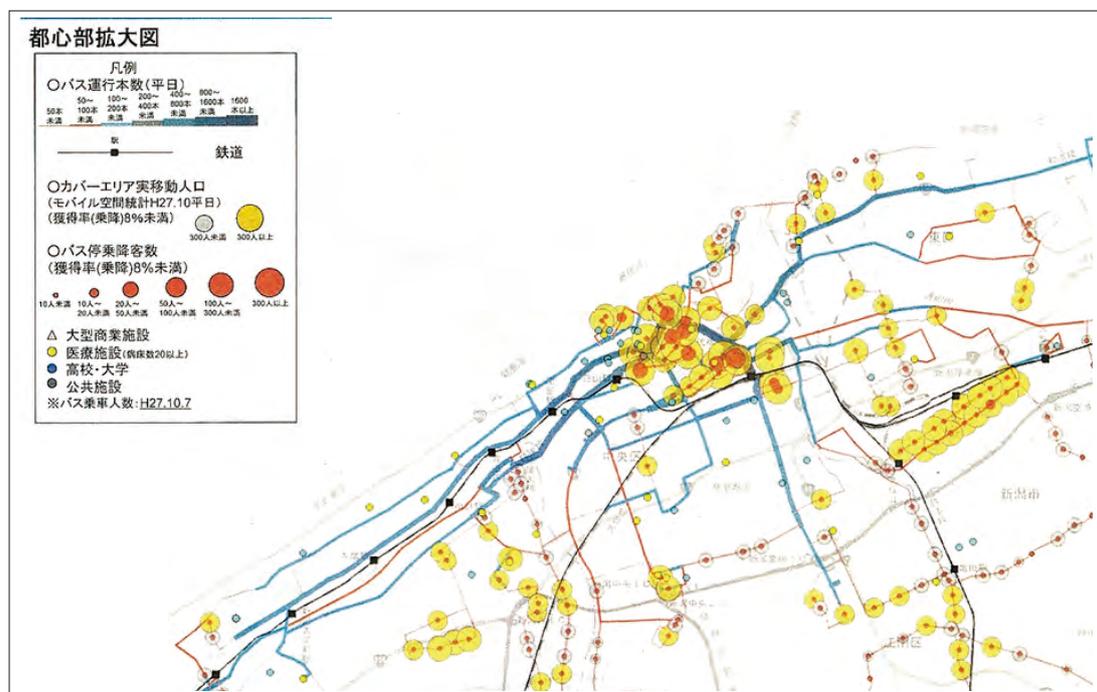


図-4 バス停カバーエリア別実移動人口が多く乗降客数の少ない(8%未満)エリアと運行本数との関係

特集
Special Feature

並行して、都市圏内外の流動全体を把握する観点から、都市圏内居住者以外の流動を把握する補完調査の1つとして、人口流動統計が活用された。

都市圏への来訪者の動態把握

人口流動統計により、長野都市圏外と都市圏内との間の人の流動状況として2016年10月の平日と休日の各1日の方面別流動状況（都市圏着／発）が把握されている（図-7、図-8）。

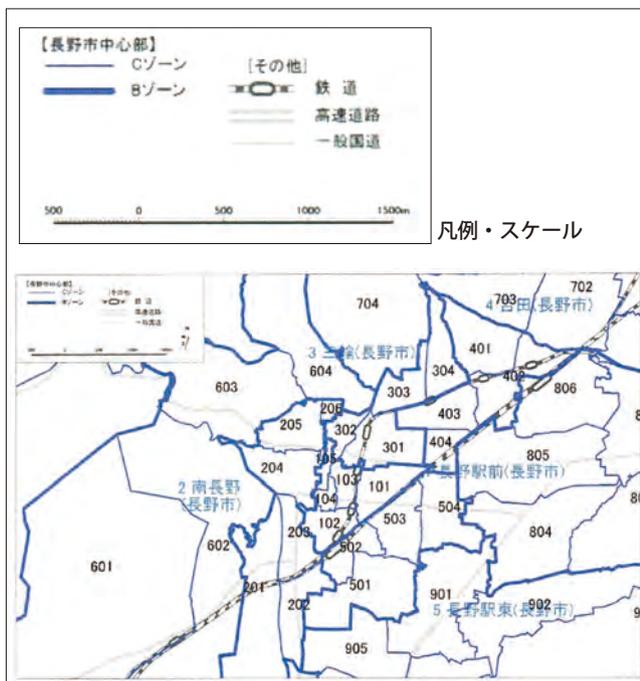


図-5 ゾーニングのイメージ（長野市中心部）

表-3 長野都市圏 PT 調査における調査項目

	調査項目	調査対象
都市圏内居住者調査	① パーソントリップ調査（本体調査）	都市圏内居住者
	付帯調査 ② 交通と暮らしの意識調査	都市圏内居住者
	付帯調査 ③ 65歳以上の方の意識調査	都市圏内居住者
来街者等調査	補完調査 ④ 来街者の交通行動調査	来街者（都市圏内新幹線駅、バスターミナル） 来街者（人口流動統計）
	補完調査 ⑤ 観光客の交通行動調査	観光地来訪者 訪日外国人
	補完調査 ⑥ 公共交通利用調査	公共交通利用者
特定交通調査	⑦ まちなか動態把握調査	まちなか利用者
	⑧ スクリーンライン調査	スクリーンライン（渡河部）通過自動車

平日でも休日と同様、県内からは北信広域（野沢温泉村等）から約1.1万トリップ／日、県外からは新潟県から約4千トリップ／日、東京都・埼玉県・群馬県から合わせて約5千トリップ／日等のほか、それらの圏内トリップ約4.8万トリップ／日と合わせて発着計約12.9万（休日は約15.2万）トリップ／日あり、都市圏内居住者のバス・鉄道利用（平日約8万トリップ／日）と比べても無視できない規模であることが明らかとなった。

これらには通勤行動も含まれているが、観光戦略のターゲットにより近いトリップであり、直接的に観光周遊促進等の検討や、圏内居住者のトリップと合わせて都心混雑対策等の精緻化への活用が考えられ、その方向でとりまとめられている。

今後の展望

人口流動統計の強みは、何千万人規模という、圧倒的なサンプル母数に裏打ちされたきわめて高い統

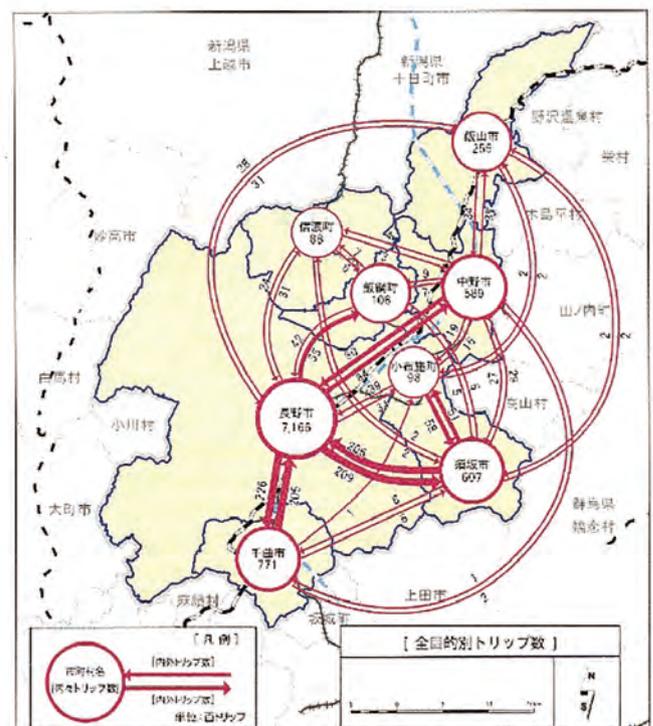


図-6 都市圏内居住者の流動状況（平日）

特集
Special Feature

計的信頼性を有している点にあり、一定の解像度の範囲内で、都市交通計画や防災計画、観光戦略をはじめとした幅広い分野での活用ができる潜在力を持っている。また、従来のアンケート調査では困難であった、継続的にあるいは都市圏を超えてデータ取得できること等も、さらにその有用性を高めている。

一方、近年のまちづくり検討の対象は、幹線道路や鉄軌道の新設など、かつてのパーソントリップ調査が得意としていた大規模施設整備等から、「ウォークابل」「歩いて暮らせる」等をキーワードとした、街なかでの回遊性向上などのよりきめ細かなスケールでの検討にシフトしている。

そのような流れを受けて、ビッグデータを活用した調査技術として、空間解像度の高いWi-Fi パケットセンサやGPS 等に関する研究がさかんに進められているところである。

これらの調査手法を用いて人の動きを把握する手法を高度化するには、大きくは3つの方向性が考えられる。1つは、新たな技術に、人手カウントやPT 調査をはじめとする各種統計等の従来型技術を重ね合わせることで、より簡便に精度や信頼性を高めるという考えである(図-9)。

次に、新たな技術どうし、たとえばWi-Fi パケットセンサやGPS 等と画像解析やレーザカウンタ等を重ね合わせることにより、より安価に精度や信頼性を高めるという考えである。そしてもう1つは、人口流動統計など、広域的なスケールを得意とする技術と狭域を得意とするWi-Fi パケットセンサ等の技術をつなぎ合わせ、より高度にシームレスな人の動きを把握するという考え方である。異なる属性・居住地や行動特性を持った人々がどのように街なかに来て、街なかをどのように回遊しているか

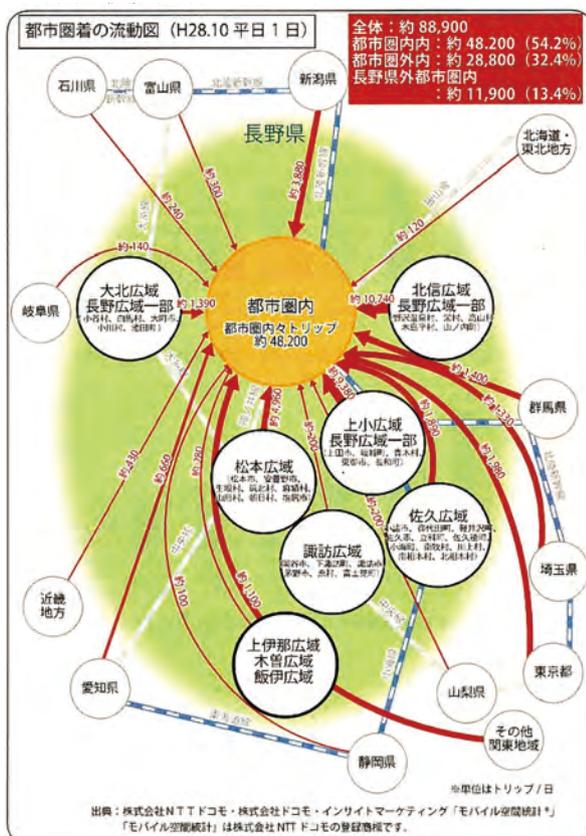


図-7 都市圏外からの人の流動状況 (平日)

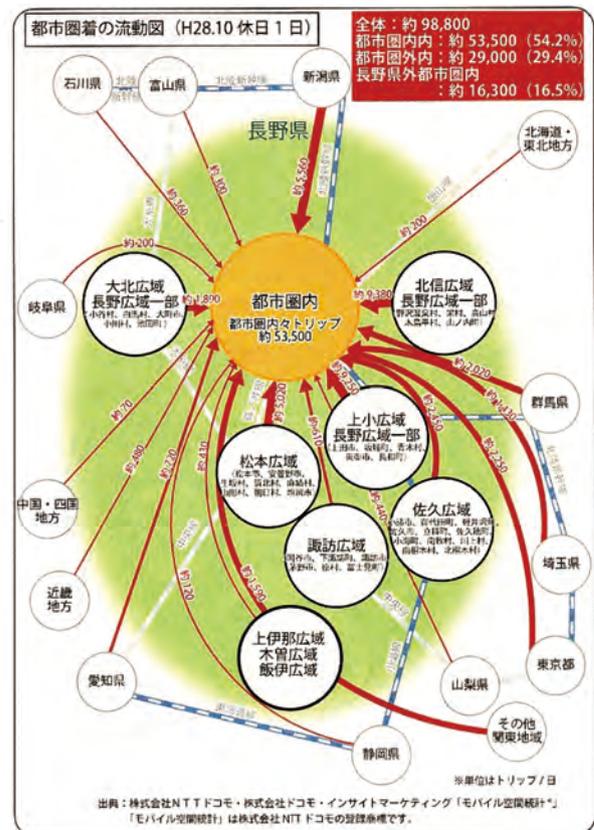


図-8 都市圏外からの人の流動状況 (休日)

特集
Special Feature

を詳細に把握することは、現在の調査手法単独ではできないものの、きめ細かなまちづくりのためのこれらの把握ニーズは高い。

人口流動統計をはじめとする新たな時代を担う技術どうしをうまく組み合わせ、社会のニーズに合った調査・計画手法を構築することを通じて、持続可能な社会が実現していくことが望まれる。

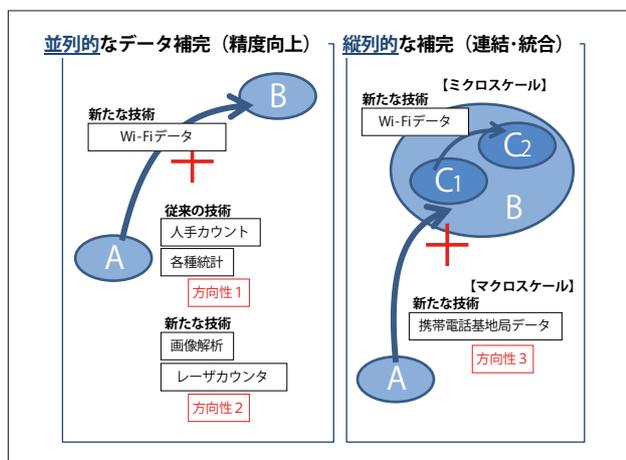


図-9 ビッグデータ等の組合せの考え方 (方向性)

参考文献

- 1) 今井龍一, 藤岡啓太郎, 新階寛恭, 池田大造, 永田智大, 矢部 努, 重高浩一, 橋本浩良, 柴崎亮介, 関本義秀: 携帯電話網の運用データを用いた人口流動統計の都市交通分野への適用に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.52 (2015).
- 2) (株) NTT ドコモ: モバイル空間統計 (2021), https://www.nttdocomo.co.jp/biz/service/spatial_statistics/
- 3) 新階寛恭, 池田大造, 永田智大, 森尾 淳, 石井良治, 今井龍一: 携帯電話網の運用データに基づく人口流動統計の空間解像度からみたトリップデータ取得精度に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.56 (2017).
- 4) 国土交通省総合政策局・自動車局: 地方路線バス事業の経営革新ビジネスモデル実施マニュアル (2016).
- 5) 長野都市圏交通計画協議会, 長野都市圏パーソントリップ調査報告書 (2018).

(2021年5月31日受付)

■新階寛恭 shingai-h92un@mlit.go.jp

東京大学大学院(建築)修士課程修了。1995年建設省入省以来、都市交通・市街地整備等関連のまちづくりに従事。2015年から人口流動統計に関する(株)NTTドコモとの共同研究にも参画。現在、都市交通調査手法の改良、グリーンスローモビリティを活用したまちづくり等に従事。

[人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計]

4 視聴者に最適な「交通障害情報」を届ける—路線ごとの利用者分布エリアを人流ビッグデータで絞り込む—



木戸崇之 朝日放送テレビ 報道局



「マス」メディアの弱点

適切に伝えられないローカル情報

マスメディアとしてのテレビ放送は文字通り、「マス」を相手とした情報伝達を得意としてきた。広い範囲の多くの視聴者に向けて、同時に同じ内容を輻輳なく送れるという機能は、20世紀の社会や文化を形づくる上で大活躍した。しかしながら、その後時代は変化し、インターネットの登場や、スマートフォンの普及によって情報の流れが「カスタマイズ」できるようになった結果、個々の生活スタイルや嗜好に合わせて情報を送り届けられないことが、「テレビの弱点」として認識されるようになってきた。きめ細やかさが求められる時代になったにもかかわらず、「図体がでかい巨人」であるが故に、そのニーズに対応しきれずにいる。

上手く伝えられない情報の1つが「交通障害情報」である。通勤・通学経路に障害が起こると、1日の予定が大きく崩れてしまうことは、読者の多くも経験したことがあるだろう。特に、駅に到着してはじめて障害の発生を知ると、リカバリのための選択肢が減って、どうしようもなくなってしまう。自宅を出る前に障害発生を覚知できれば、「車で出かける」など別の手段に切り替えられる。時計代わりにつけているテレビが伝えてくれればよいが、そううまくいかない場合が多い。

その最大の原因は、朝の時間帯に放送されている

番組の多くが「全国ネット放送」であることだ。広い範囲に放送される番組では、局地的な交通障害の情報を放送に割り込ませることは難しい。影響が大きい山手線や東京メトロの運転見合せは遠慮なく放送されるが、首都圏以外で見ている人にはまったく関係がない。その反面、首都圏以外で発生した交通障害については、放送を担っているキー局のスタッフにとって「他人事」であり、「放送しよう」というモチベーションにならない。

ローカル局も同じ悩みを抱えている

筆者が勤める朝日放送テレビは、関西で朝の時間帯にローカルの生放送を実施している数少ない放送局であり、筆者はまさにその番組を担当している。出勤・登校前に忙しく支度する傍らで流れるローカル番組に期待されるのは何より、地元の天気予報や交通情報だ。たとえば、利用者の多い阪急神戸線が運転見合せになれば、即座に伝えようと努力する。ただ、そんな地域密着型の番組であっても、郊外のローカル線で発生した交通障害については、放送局側の字幕送出設備の限界や、ほかに表示する字幕とのバランスなどを勘案して放送を見送るケースがある。図-1は、JR草津線で運転見合せになった際をイメージした。草津線の利用者は滋賀県南部を中心に居住していると思われるが、この情報を朝日放送テレビの放送で字幕表示しようとする関西全域に放送され、草津線を利用しない大半の視聴者にとって

特集
Special Feature

は、必要のない情報となる。放送する、しないの判断は、相対的な影響の大きさに左右されてしまうのだ。

しかし、ローカル線を使って通勤・通学をしている視聴者にとっては、避けて通ることのできない毎日の「営み」である。地方部は都会に比べて代替交通機関に乏しく、交通障害の発生を早めに知りたいというニーズはむしろ高いかもしれない。図-2のように、発生した交通障害で困る人がいるであろうエリアに絞って、情報を流すことができれば、必要な人に、真に必要な情報を届ける最適解となる。

災害情報における先行事例

政府は2014年に、災害時の避難勧告の在り方を見直し、「避難勧告は空振りを恐れず、早めに出す」ことが明文化された。放送法108条で、被害を抑えるための災害報道が義務付けられている放送局にとっては、大きな転換点であった。

朝日放送テレビの放送エリアには230の市町村がある。大きな台風が近づき、それぞれの自治体が「空振りを恐れず」に避難情報を発表すると情報が膨大になり、放送できめ細やかに伝えることは難しい。また、温暖化などの影響などから増加傾向にある「ゲリラ豪雨」で局地的な被害が出るような場合にも、従来のテレビのやり方で避難情報を伝達することは難しくなってきた。

デジタル放送では、「dボタン」を押して、自分の住む地域の天気予報などを見ることができる。これはテレビを設置する際に入力した郵便番号に基づいている。また、データ放送は、「dボタン」を視聴者の意思で押して視聴するだけでなく、フジテレビの「めざましジャンケン」のように、放送局側で強制的に表示することも可能で、この機能を組み合わせれば、必要な情報を、エリアをピンポイントに絞り込んで放送することができる。これに着目して朝日放送テレビでは、2017年「災害情報のエリア限定強制表示」(図-3)の運用を始めた。総務省が推進する「Lアラート」(災害情報共有システム)に自治体が避難情報を入力すると、その自治体のエリアに設置されたテレビに強制的に字幕表示して、視聴者に避難行動を促すという、国内の放送局で初めての取り組みである。これにより全国ネット放送の時間帯でも、放送局側の人員が乏しい深夜や休日でも、きめ細やかな情報発信が可能となった。業界内外で高い評価を受け、その後NHKや一部の地方局にも導入の動きが広がっている。



図-1 エリアを絞らない放送のイメージ (現状)



図-2 エリアを絞るとすべての視聴者が快適に



図-3 災害情報エリア限定強制表示 (左側の字幕)

難しい「情報を出すエリア」の決定

「災害情報と同じ方法を使えば、交通情報もなんとかなるのではないか……」データ放送の強制表示機能を使ってその路線の利用者が住んでいそうなエリアに絞って放送するやり方であれば、編成的、技術的、人員的な制約をクリアすることが可能になり、視聴者に最適な交通情報の実現は不可能ではない。

しかし目指す先には大きな壁があった。ある路線で交通障害が発生したときに、その影響が及ぶ範囲は果たしてどこまでなのだろうか。災害情報や気象情報の多くは自治体単位で発表される。河川の氾濫がおよぶおそれのあるエリアも、自治体の区分で整理することができる。しかし人の流れはそう単純ではない。複数の路線を乗り継いで通勤している人も多し、ある鉄道路線の利用者がどの範囲に住んでいて、どの範囲に情報を出せばよいのか、簡単には判断ができない。

阪急神戸線は大阪梅田と神戸三宮を結ぶ阪神間の主要幹線である。通過する自治体は、大阪市北区、淀川区、豊中市、尼崎市、西宮市、芦屋市、神戸市東灘区、灘区、中央区の9市区（[図-4](#) オレンジ色の部分）だが、列車はその先の神戸高速鉄道の新開地（神戸市長田区）まで直通していて、障害が発生するとさらに影響は広がる。また、山陽電鉄線、神戸電鉄線、阪急京都線や宝塚線、伊丹線や今津線などからの乗り換え客も多く利用していると考えられ、利用者の居住エリアを区切るのは単純ではない。一方、ローカル線はどうだろうか。JR加古川線は、



図-4 阪急神戸線が通過する市区

兵庫県の加古川から丹波市の谷川までを結び、加古川市、小野市、加東市、西脇市、丹波市の5つの市を通過している。ほかの路線に直通する列車はなく、阪急神戸線に比べると影響範囲が広くないことは容易に想像できるが、隣接する多可町や三木市、高砂市や稲美町などにも利用者がいる可能性がある。特にローカル線は高校生の通学手段となっていることも多く、その地域の通学区域の決め方によっても利用率は大きく変わる。地元の事情に精通していない放送局が簡単に判断することはできない。

利用者の居住エリアの絞り込みに活用できそうな既存の統計資料等が見当たらないことから、人流ビッグデータを使った解析を目指し、法政大学デザイン工学部の今井龍一教授、中央復建コンサルタンツ社と共同研究を行うこととなった。このあと紹介する内容は、今井教授、中央復建の松島敏和氏らの指導の下、今井研究室の野崎琉加さん、荒木祐哉さん、矢野有希子さんが行った地道な解析の成果である。

人流ビッグデータ×統計調査

「人口流動統計」で不足する情報

研究の最大の目的は、公共交通機関を使って移動する人が多い朝の通勤・通学時間帯において、特定の路線で交通障害が発生した場合に、その情報を必要とするエリアを絞り込むことである。この時間帯はテレビを視聴して情報を集めるニーズも高い。

携帯電話の位置情報から生成される「人口流動統計」では、8,200万台という膨大な数の情報に基づき、24時間365日の人々の動きが分かるため、路線の開通や廃止、学校や工場など大規模施設の設置や移転による交通流動の変化も、即時に捉えることができる利点がある。ただ、何に乗って移動したか（移動手段）や、何のために移動しているのか（移動目的）は、人口流動統計から直接は分からない。

そこで本研究では、国土交通省が10年ごとに行っている、都市部の人の移動に着目したアンケート形

特集 Special Feature

式の調査「パーソントリップ調査 (PT 調査)」のデータを用いて人口流動統計のデータを補正し、移動手段別の流動量を推計することで、より精度の高い分析を目指した。対象エリアは朝日放送テレビの主要放送エリアである近畿2府4県の245市区町村とした。

「優着トリップ」の採用

次に示す図は、PT 調査のマスターデータを用いて地域 (市区町村) 間の交通流動の集計結果を可視化したものである、単純に「数の多いトリップ」を順に分析対象にすると都心部に集中してしまう (図-5)。

そこで、自治体ごとに、鉄道を利用する上位の地域間交通流動を「優着トリップ」として抽出する方法をとった (図-6)。こうすることで、現在のテレビ放送では伝えられにくいローカル線の情報を対象にすることができる。

研究成果の概要

PT 調査を用いた交通実態分析

まず、PT 調査のマスターデータを用いて、近畿圏の交通実態を分析した。その結果、午前6時台・7時台・

8時台の時間帯の地域間流動は出勤・登校目的が主であること、その主な交通手段としては、都市部では鉄道を利用する割合が大きく、地方部では自動車の割合が大きいことを確認できた。

人口流動統計の鉄道利用流動量の推計

PT 調査より算出した鉄道を利用する割合と人口流動統計の地域間交通流動とを掛け合わせ、朝の時間帯における鉄道を利用する地域間流動量を時間単位で推計した。

算出した推計結果の妥当性は、利用交通手段データが最新である平成22年の国勢調査を使って確認することとした。国勢調査にはさまざまなデータがあるが、「常住地又は従業地・通学地による利用交通手段」では到着地の市区町村が分からず、「常住地または従業地・通学地による就業者数」のデータでは利用交通手段が分からない。そこで、「内外率」(出発地の市区町村以外の市区町村を目的地とする、地域間流動量の割合) データを用いることとした。推計した人口流動統計の鉄道を利用する地域間流動量で内外率を算出し、国勢調査の内外率と比較したところ、相関係数は0.75と一定程度高い相関が示され、人口流動統計とPT調査とを組み合わせること



図-5 地域間流動の集計結果 (多数トリップを表示)

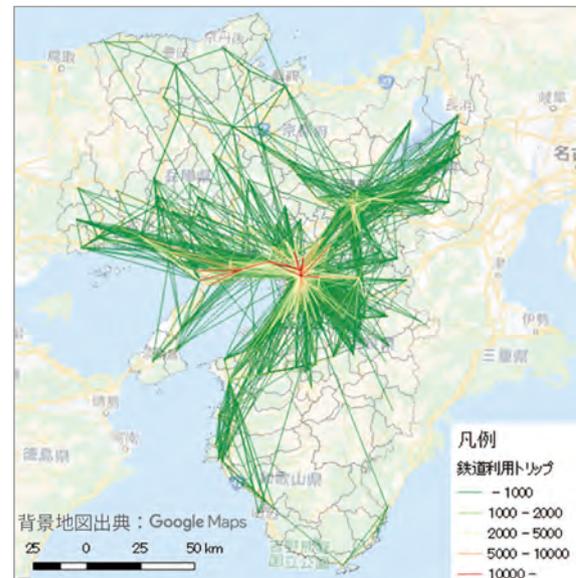


図-6 地域間流動の集計結果 (優着トリップを表示)

特集 Special Feature

とで、“鮮度の高い”交通手段別の地域間流動量を推計できることが確認できた。

表-1は、今回の分析によって算出した「人口流動統計の鉄道利用トリップ」を用いて作成した「優着表」の一例である。大津市を午前6時～8時に出発する移動の目的地は、滋賀県内の草津、守山、栗東の各市と、京都市内各区、大阪市北区でトップ10が占められた。なお、大津市内を出発地・到着地とする地域内流動については対象から除外している。

利用経路の推定

作成した「優着表」は、出発地と目的地のペアでしかなく、そのペアを結ぶ経路が複数あることも考えておく必要がある。前節で例示した大津市の場合、京都市東山区に向かう経路は、JR琵琶湖線や湖西線を使う場合と、京阪京津線などを使う主に2ルートが想定される。

鉄道路線の障害の影響が及ぶ範囲を確定するには、抽出された主な移動がどの路線を使っているのかについて検討を行う必要があった。そこで、インターネットのポータルサイトが提供する「路線検索サービス」で、抽出した出発地・到着地のペアごとに検索し、経路として使用される路線の傾向を調べた。

表-1 作成した優着表の一例（滋賀県大津市を出発）

出発地	滋賀県大津市	
優着順	到着市区町村	OD量 (トリップ)
1位	滋賀県草津市	850
2位	京都府京都市下京区	706
3位	滋賀県守山市	546
4位	滋賀県栗東市	486
5位	京都府京都市山科区	478
6位	京都府京都市南区	463
7位	大阪府大阪市北区	460
8位	京都府京都市東山区	412
9位	京都府京都市伏見区	405
10位	京都府京都市中京区	371

情報提供エリアの確定

ここまでは、市区町村の視点から分析を行ってきたが、路線ごとの情報提供エリアを確定するためには、その視点を転換しなければならない。前節で確認した利用経路の傾向に加え、相互直通運転の実情、鉄道利用が可能な隣接市町村の存在などを加味して、いくつかの路線を例に交通障害の情報提供エリアを確定する方法を試した。その結果をご紹介します。

【事例】JR草津線

滋賀県内を走るJR草津線の情報配信エリアは、滋賀県の全域と京都府の南部、奈良県の北部などにまとまった。京都・大阪方面に向かう通勤・通学流動が多いとすると、配信エリアは草津線沿線の自治体に絞られるのではないかと考えていたが、思いのほか広がったのが発見であった。湖東地域は工場誘致も盛んで、通勤先になっている可能性もある。兵庫県や和歌山県には配信されないかたちとなり、きわめて納得感が得られる結果となった(図-7)。

【事例】近鉄生駒線

奈良県北西部を走る近鉄生駒線は、直接都心と接続しない郊外型の路線で、沿線に大きな企業や大学もない。情報提供エリアは奈良県北部にコンパクトにかたまっていて、妥当な印象である(図-8)。

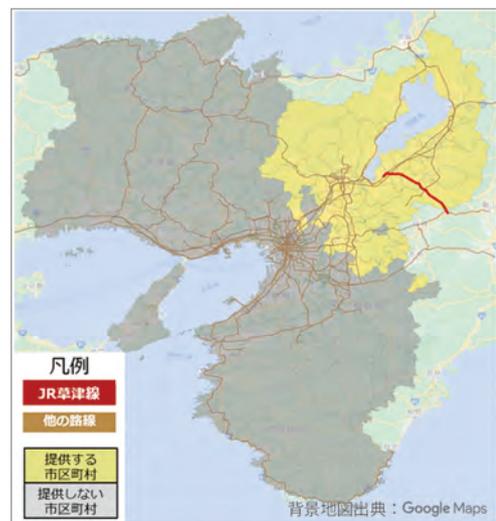


図-7 JR草津線の情報提供エリア（試作段階）

特集
Special Feature

【事例】 JR 桜井線

同じく奈良県内を走る JR 桜井線の配信エリアは、奈良県北部と滋賀県南部の一部に色が塗られた。滋賀県日野町を出発する優着トリップの 2 位に奈良県橿原市があり、これが影響したと見られる。きわめて少ないトリップ数と見られるが、それを精度よく捉えたことは驚きだ。情報提供エリアには一定のまとまりがあり、妥当性を感じられる (図-9)。

【事例】 山陽電鉄線

山陽電鉄線は神戸高速鉄道線や阪神本線と直通し、姫路や明石から神戸方面に向かう通勤・通学客を運ん

でいる。しかし、情報配信エリアの解析結果には滋賀県や兵庫県北部の自治体、和歌山市や和歌山県田辺市などが含まれ、やや広く出てしまっている印象がある。並行する JR 神戸線・山陽本線は、滋賀方面からも快速列車が直通し、広い範囲から乗客を集めているが、その影響を受けた可能性もある。こうした事例におけるエリア絞り込みには、移動時間を考慮に入れるなど、さらなる検討の余地を残している (図-10)。

今後の展望

研究はまだ半ばではあるが、時間的・空間的に網羅した人流ビッグデータを用いて情報が必要とされるエリアを推定し、社会・経済の状況に応じて柔軟にエリアを更新できる可能性が視野に入ってきた。研究では近畿のみを対象としているが、この手法を応用することで、他地域においても同様のサービスを展開できる可能性を秘めている。まずは近畿圏で実際に情報提供の可能性を探り、効果検証を目指していきたい。

(2021 年 5 月 31 日受付)

■木戸崇之 takayuki_kido@asahi.co.jp

ABC テレビ「おはよう朝日です」気象情報デスク、人と防災未来センター リサーチフェロー。近著「スマホで見る阪神淡路大震災」(西日本出版社)。

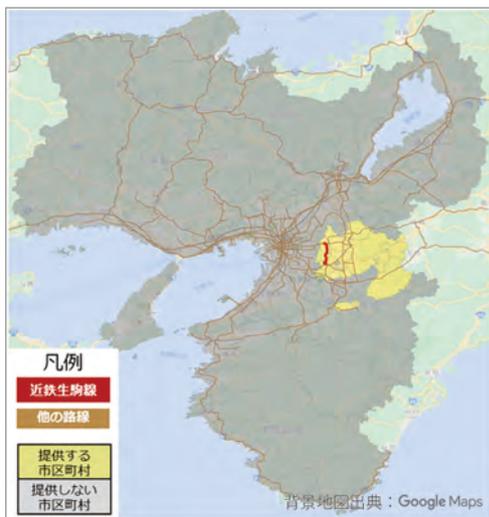


図-8 近鉄生駒線の情報提供エリア (試作段階)

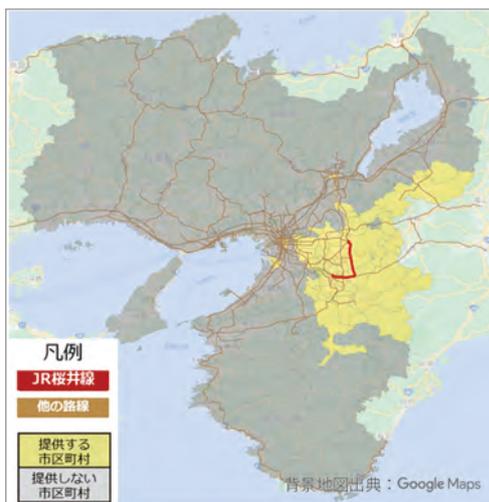


図-9 JR 桜井線の情報提供エリア (試作段階)

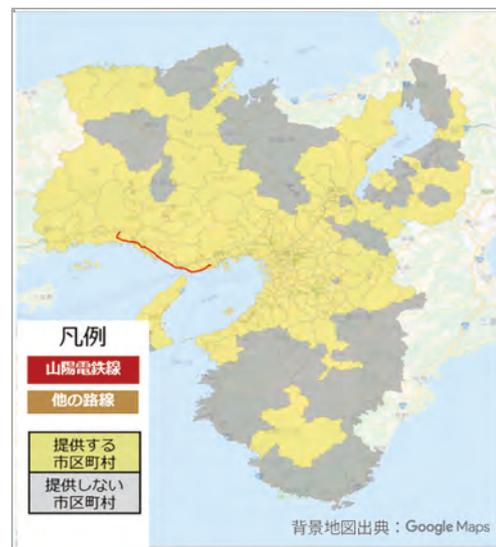


図-10 山陽電鉄線の情報提供エリア (試作段階)

[人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計]

⑤ 流動を捉える人口分布統計

— 新型コロナウイルス感染拡大下における人口変動分析 —



加藤美奈 鈴木俊博
ドコモ・インサイトマーケティング



流動を知るための人口分布統計

新型コロナウイルスの感染拡大からおよそ1年が経過し、ウィズコロナ時代が浸透しつつある今、我々の基本的な行動様式も日々変化しつつある。コロナ禍による経済損失の悪化を恐れ、政府では経済回復に向けたGOTOトラベルキャンペーンを開始した。一方、感染拡大の波は一向に止まらず、複数回に及ぶ緊急事態宣言およびまん延防止等重点措置を発令し、人々の動きを抑止するための対策を打つこととなった。人の動きの回復なくして、経済回復は見込めず、社会的隔離政策のもと、行動・移動が制限される情勢となった今、人々の動きを正確に捉えることの重要性は増している。これまで以上に、個人、あらゆる業界において、経済動向と強い結びつきを持つ人々の行動として、どこ（出発エリア：Origin）からどこ（到着エリア：Destination）への移動をしているかといった人口の流動（OD量）を的確に捉えることが求められていくと考えられる。

人口流動統計は、いつどこからどこへ人々が動いたかが分かる統計情報であるが、人口分布統計でも同様の動きを捉えることができる。具体的には、人口分布統計は、“いつ”、“どこにお住まい”の人々が、どれだけ来たのかが分かる統計情報であり、これらの情報を基に、お住まいの場所から滞り場所へ

のOD量を推計することが可能である。

本稿では、OD量を知るための1つの統計情報として、人口分布統計を紹介する。人口分布統計の概要を、他技術との比較を含めたモバイル空間統計の特徴を解説し、国内人口分布統計を活用した、コロナ禍における人々の行動変化を明らかにした分析事例を示し、人口分布統計における新たな活用方法を提言する。

モバイル空間統計 国内人口分布統計とは

モバイル空間統計 国内人口分布統計は、(株)NTTドコモが持つ携帯電話の運用データに基づき、全国のエリア（メッシュ単位や行政界単位等）について、24時間365日、1時間ごとの人口を継続的に把握することが可能である。国内居住者約8,200万台のサンプルを有しており、それに起因する統計データとしての信頼性の高さが特徴の1つである。基地局エリアごとに所在する携帯電話を周期的に把握し、集計された携帯電話の台数を基に、ドコモユーザ普及率を加味し、人口情報として統計的に生成される。人口分布統計では、全国の人口を継続的に推計できる。携帯電話契約時の契約者情報を用いて、性別・年代別・居住地別の切り口で推計可能

特集
Special Feature

であり、年齢層は最小5歳刻み、居住地は大字単位まで属性を細かく把握することができる(図-1)¹⁾。全国500mメッシュ(一部都心部では125mメッシュ)や市区町村、都道府県単位などさまざまな空間解像度で推計することが可能である。国内人口分布統計の大きな特徴の1つとして、データの保持期間が挙げられる。サービスを開始した2013年10月から現在まで蓄積されており、同一のデータ仕様で過去まで遡って推計することができる。また、直近1時間前までのデータをほぼリアルタイムで推計

することが可能であり²⁾、昨今のコロナ禍で日々大きく変動する人の動きを捉えるために活用されている。2020年5月には、この“モバイル空間統計人口マップ”を社会に提示し、世の中の目に触れやすいかたちでコロナ禍におけるモバイル空間統計の活用の幅を広く示した³⁾。人口マップでは、全国500mメッシュごとの人口をリアルタイムに把握可能である。人口マップは、よく訪れる場所の混雑具合把握、地域住民への外出自粛要請などの施策の実効性検証等に活用することができる(図-2)。

モバイル空間統計は、3段階の処理により生成される。まず、携帯電話の運用データを個人が識別できないようなデータへ変換をする「非識別化処理」を実施する。その後、性別・年代・居住地の属性別に携帯電話台数を集計し、ドコモユーザの普及率を加味することで、ドコモユーザ以外の携帯電話利用者も含む人口を推計する処理「集計処理」を行う。最後に、少人数エリアの数値を除去する「秘匿処理」を行い、このような3段階処理により、個人が特定できない統計情報を作成することで、個人情報保護・プライバシー保護を図っている(図-3)。有識者による「モバイル空間統計による社会・産業の発展に関する研究会」の開催、公共・産業利用のためのガイドラインの公開を経て、2013年のサービス開始以来、プライバシー保護を担保しながら、官民

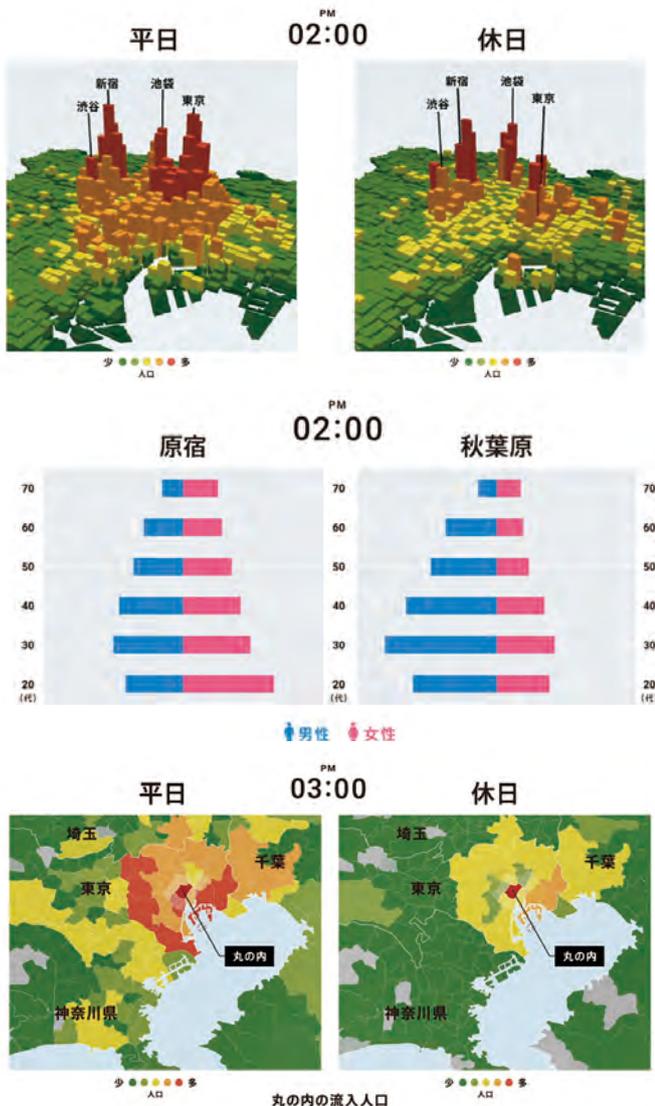


図-1 国内人口分布統計

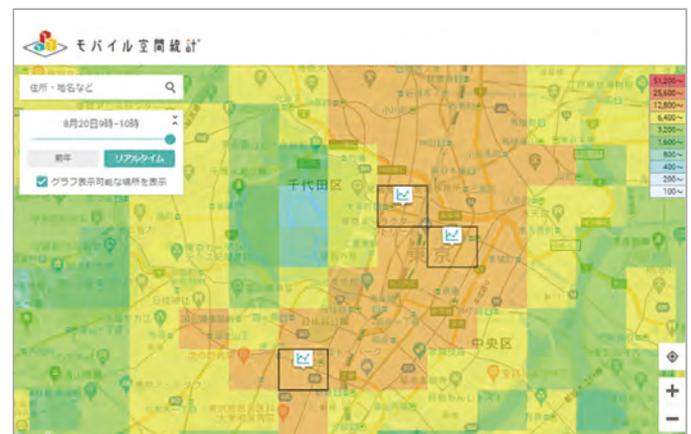


図-2 モバイル空間統計人口マップ

特集
Special Feature

問わず多くの分野において活用されている。昨今では三密回避に向けた混雑レベルを測る指標としての活用を筆頭に、防災計画、まちづくり、観光振興、店舗開発など幅広い分野で活用されている (図-4)。

モバイル空間統計の特徴

携帯電話の位置情報を利用して人の動きを推計する技術は多く存在する。昨今のコロナ禍にて、政府や自治体にてさまざまな人流データが活用され、我々の目に触れる機会が増えている。ビッグデータ

が大きく注目される前までは、国勢調査や交通量調査などが主流となっていたが、これらの調査は5年～10年に1度の頻度で行われるため、コロナ禍で時々刻々と変わりゆく人々の行動実態を捉えることは難しい。このような背景を受けて、鮮度の高いビッグデータである、携帯電話の位置情報に基づき生成された人口統計の需要が高まっている。ここでは、その1つであるモバイル空間統計の特徴を類似技術との比較も含めて、読み解いていく。

統計情報の信頼性を考える上では、サンプルの質、サンプルの量、推計アルゴリズムの3つが重要な要素となる。

ここでは、昨今多く活用されている人流データのうち、GPSデータを活用した人口推計技術との比較を行う。GPSデータは、携帯電話にインストールされている特定のアプリケーションから収集され、誤差10m程度の精度で狭域エリアの分析を強みに持つ。一方、アプリケーションの用途や、個人のアプリケーションを起動するタイミングによってサンプルの取得確率および取得間隔に大きなばらつきが生じる。また近年、GPSデータの取得が厳しく規制され始めていることから、データの連続性の担保がしづらくなっている。一方、モバイル空間統計は、携帯電話の位置登録処理の中で得られる運用データを活用しているため、携帯電話の電源が入っていれば、1時間に1回以上の位置情報を取得できる。そのため、いつでもどこでも一定間隔のサンプルが取得でき、一定のサンプルレートを確保できるため、エリアや時間帯によらず統計の信頼性が高く、

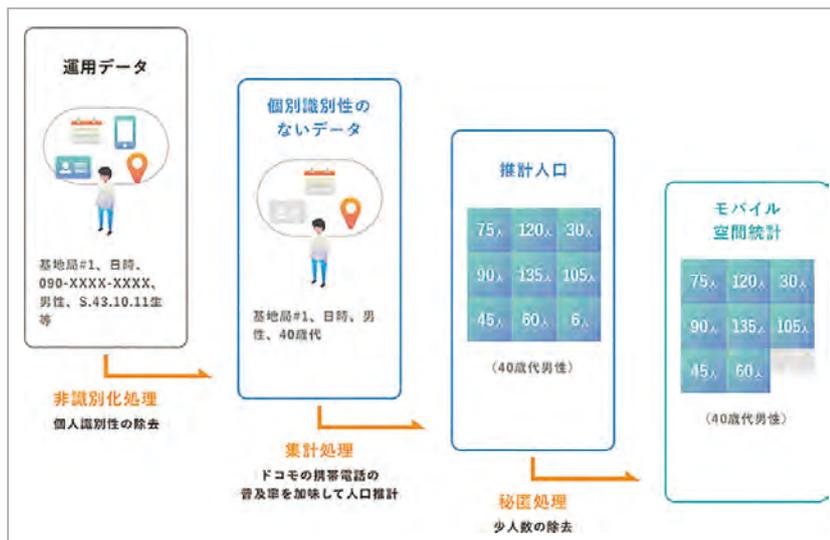


図-3 モバイル空間統計の生成ステップ

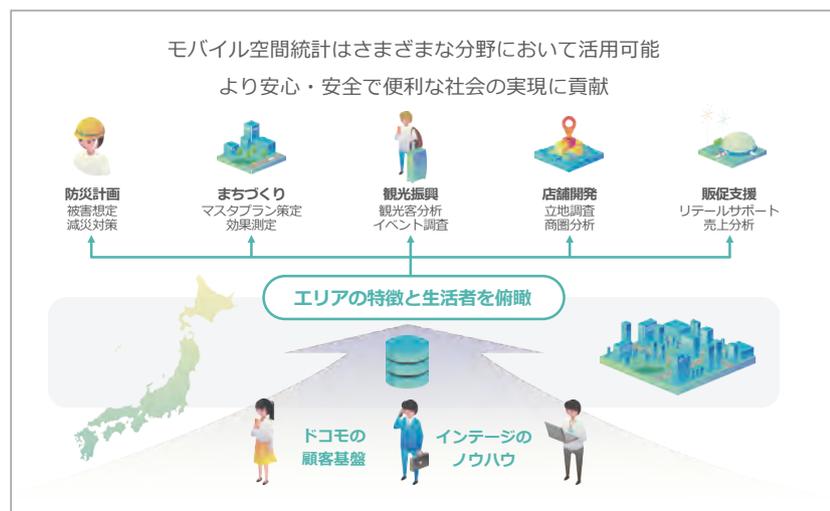


図-4 モバイル空間統計の活用分野

特集
Special Feature

エリア比較，時間帯別比較が可能である。

GPS データは，特定アプリケーションの利用状況に依存するためサンプルが限られるが，モバイル空間統計では携帯電話の仕組みを活用しているため，大きなサンプル数を確保した上で推計できる。

推計アルゴリズムは一般的にブラックボックスになりがちであり，GPS データを活用した推計技術の多くは再現が難しい。一方，モバイル空間統計では，技術仕様を一般公開し，有識者意見なども取り入れた設計思想に基づき，透明性の高い統計的手法を用いて推計される。

以上，サンプルの質，量，推計アルゴリズムの3つの観点で，モバイル空間統計は信頼性の高い統計情報といえる。

新型コロナウイルス感染拡大下の人口変動分析

時々刻々と移り変わる人々の動きをモバイル空間統計ではどのように捉えることができるのか，集計期間・エリアに焦点を当て，分析事例を交えながら解説する。

ゴールデンウィーク期間における東京都民外出先調査

ゴールデンウィーク期間における東京都民の日別人口変動の調査事例を取り上げる。対象年度は2019年，2020年，2021年とし，各年の4月28日～5月6日の期間を調査した。調査エリアは，北海道，東北地方（青森県，秋田県，岩手県，宮城県，山形県，福島県），中部地方（新潟県，富山県，石川県，福井県，山梨県，長野県，岐阜県，静岡県，愛知県），近畿地方（三重県，滋賀県，京都府，大阪府，兵庫県，奈良県，和歌山県），中国地方（鳥取県，島根県，岡山県，広島県，山口県），四国地方（徳島県，香川県，愛媛県，高知県），九州地方（福岡県，佐賀県，長崎県，熊本県，大分県，宮崎県，鹿児島県），沖縄県の8地方とし，東京都民が各地方にどのくらい滞在しているかの調査を実施した。図-5に8地方への東京都民の外出の様子を示す。

まず，8地方の経年比較では，コロナ感染拡大前の2019年においては多くの東京都民が各地方に滞在していたことが分かる。一方，コロナ感染が拡大し始め，第1回目の緊急事態宣言が発令された2020年4月直後においては，どの地方においても

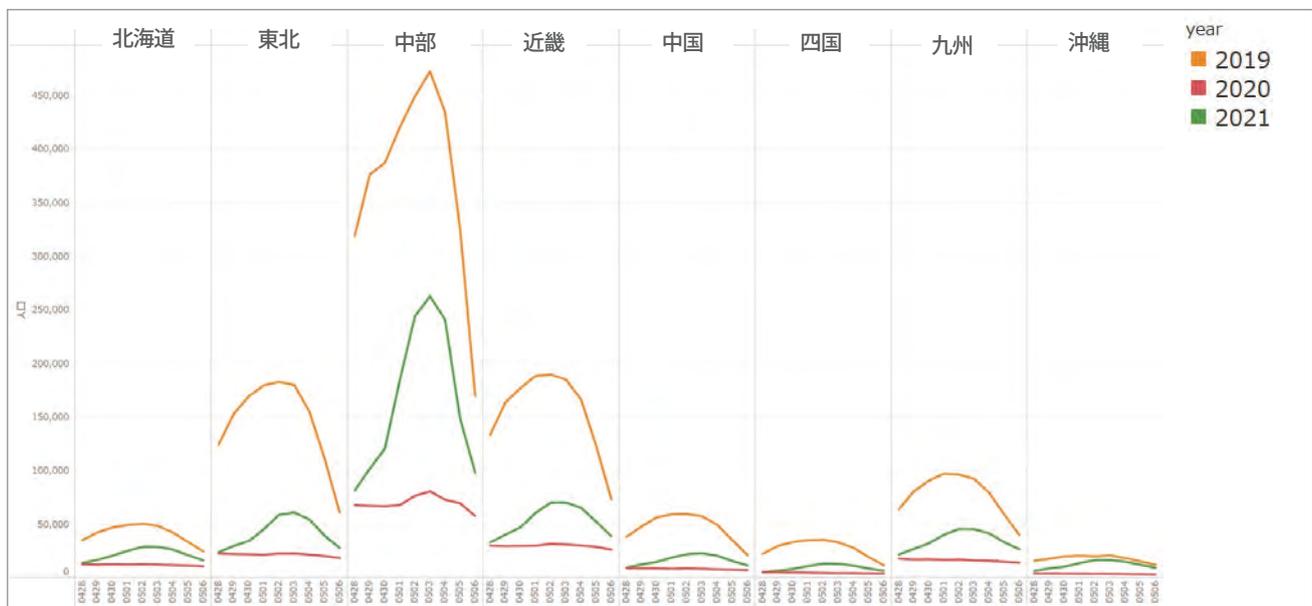


図-5 ゴールデンウィーク期間の人口変動

特集
Special Feature

大幅に東京都民の滞在者が減っていることが見て取れる。中部地方および九州地方ではおおよそ83%の減少、それ以外の地方でもそれに近い減少率が確認された。このことから、コロナ感染拡大初期に発令された1回目の緊急事態宣言が人々へ与えた危機感が大きかったことが伺える。帰省や旅行など大幅な動きが発生しやすい期間において、多くの人が外出を自粛していたことがデータから分かる。また、2021年を見ると、2019年ほどの人出は戻っていないが、2020年よりも明らかに増えていたことが分かる。特に、中部地方では2020年に比べて226%の増加が見られた。東京都では、2021年のゴールデンウィーク直前に第3回目の緊急事態宣言が発令され、人流を抑制するような促しがあったにもかかわらず、第1回目の宣言ほど効果はなく、人出を抑えることができたとは言いがたい状況であったことがうかがえる。実際に人々が観光地を訪れていたことや、帰省の様子が取り上げられていたが、モバイル空間統計からもそのような状況であったことが容易に想像される。このように人口変動、移動実態の裏付けとなるデータを活用しながら、

施策などの効果検証をタイムリーに実行することが可能である。ウィズ・アフターコロナ時代においては、様変わりした現状とトレンドを的確に捉えた上で行動していくことが重要になると考えられる。

東京駅周辺および札幌駅周辺の居住者・勤務者・来街者の属性調査

東京駅周辺と札幌駅周辺の2エリアに焦点を当て、コロナ禍における滞在者属性（居住者・勤務者・来街者）の変化を調査した。期間は、新型コロナウイルス感染拡大前の2020年2月、感染拡大後の2020年4月、6月、8月、10月の2カ月ごとに、特定の1週間（月曜日から日曜日）を対象とし、14時台の人口調査を行った。エリアは、それぞれ駅を含む500m区画の2メッシュを対象とした。図-6に東京駅周辺における滞在者属性、図-7に札幌駅周辺における滞在者属性を示す。横軸は各月の曜日ごとの集計を表し、青が居住者人口、赤が勤務者人口、橙色が来街者人口を示している。

まず、図-6の東京駅周辺の様子を見ると、感染拡大前の2月に比べて第1回緊急事態宣言が発令

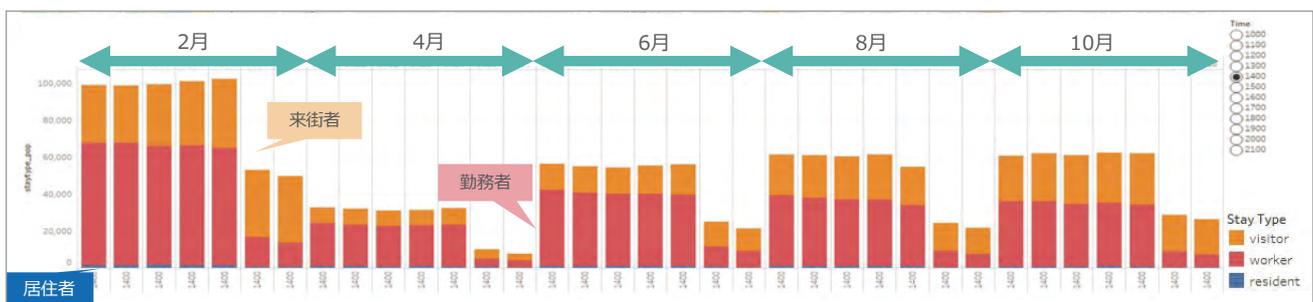


図-6 東京駅周辺における滞在者属性

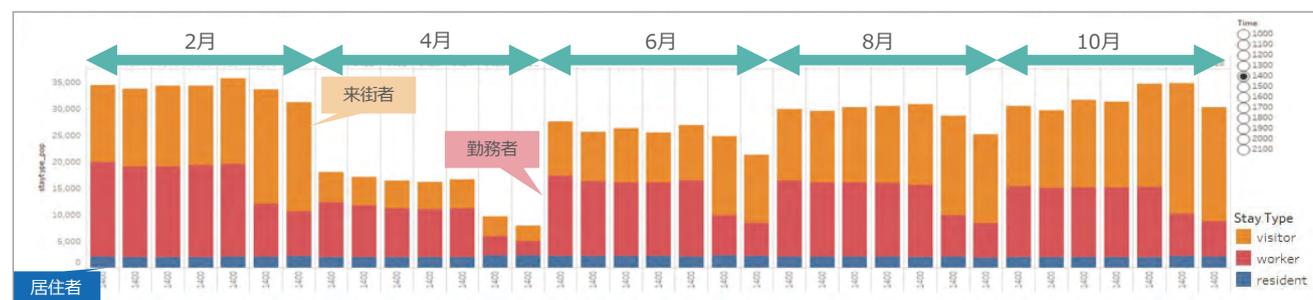


図-7 札幌駅周辺における滞在者属性

特集 Special Feature

された4月に大幅に全体的な人口が落ち込んだが、感染が落ち着いた6月には、ある程度まで人出は回復し、8月、10月ではほぼ横ばいとなっていることが分かる。さらに内訳を見ると、勤務者については4月に急な減少が見られ、6月以降はほぼ横ばいに推移している。来街者は、平休日ともに緩やかに増加傾向であり、特に8月の増加傾向を見ると、2020年7月22日から開始された官民一体型の観光促進政策「GOTOキャンペーン」が人々の移動に与えた影響は大きいことが見てとれる。一方、図-7の札幌駅周辺の勤務者、来街者の動向を見ると、どちらも10月にかけて大幅に回復傾向にある。特に来街者は2月並み、あるいはそれ以上の人口が観測された。これは、東京では新型コロナウイルス感染拡大が改善しない状況だったことに比べ、札幌市では感染拡大に落ち着いたことから、札幌市外あるいは北海道外からの訪問客が増えたことがデータから分かる。このように、東京駅周辺と札幌駅周辺のエリアの違いによって、人口変動および移動実態が大きく異なることが明らかである。モバイル空間統計では、全国どこでも地理的な属性の変化や偏りを把握できることから、経済回復と新型コロナウイルス感染拡大対策のバランスを保ちながら地域の特性に合わせた施策の立案や効果検証に活用することができる。ウィズコロナ時代も早1年が経過した今、ただ人の増減だけを見て変化を知るのではなく、今後はモバイル空間統計のような確からしいデータから人々の動きの奥にある行動理由や本質を見抜くことが必要となるのではないだろうか。

人口分布統計への期待

本稿では、人口流動を把握する方策の1つとして、国内人口分布統計の特徴およびコロナ禍におけるの活用事例を示した。世界的に緊急事態下で人々がどのような動きを取るかわかっていない今、モバイル空間統計のような携帯電話のビッグデータを活用し、今後ますます激しく移り変わる社会の人口流動を捉え、データに基づいた有効な一手を繰り出すことが期待される。

参考文献

- 1) 岡島一郎, 田中 総, 寺田雅之, 池田大造, 永田智大: 携帯電話ネットワークからの統計情報を活用した社会・産業の発展支援—モバイル空間統計の概要—NTTDOCOMO テクニカルジャーナル, Vo.20, No.3, pp.6-10 (2012).
- 2) https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2019/12/03_00.html
- 3) <https://mobakumap.jp/>

(2021年5月31日受付)

■加藤美奈 mina.katou.gd@dcm-im.com

東北大学大学院修士課程修了。NTTドコモ入社。現在、ドコモ・インサイトマーケティングにて、モバイル空間統計の事業推進に従事。特に、データ分析、学術分野での利用促進、情報発信などの広報等を担当。

■鈴木俊博 toshihiro.suzuki.gu@dcm-im.com

筑波大学大学院博士課程修了。博士(工学)。NTTドコモにてモバイル空間統計の研究立ち上げから参画し、現在、ドコモ・インサイトマーケティングにてモバイル空間統計の事業推進に従事。G20観光大臣会合にて登壇、国交省ビッグデータ関連WGの委員など歴任。

[人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計]

6 災害・イベント時の人口動態モニタリング

—大阪北部地震・渋谷ハロウィン—

応
専

松島敏和 中央復建コンサルタンツ（株）



モバイル空間統計による新たな人口動態モニタリング

モバイル空間統計の社会実装を考えたとき、新たな人口動態モニタリングへの活用が期待される。特に、24時間365日の人の動きが把握可能な「時間的網羅性」、全国における人の動きが把握可能な「空間的網羅性」といったモバイル空間統計の特長は、人の動きが大きく変化する災害時・イベント時の人口動態モニタリングにその力を発揮する。

本稿では、モバイル空間統計のヘビーユーザである筆者が、人口分布統計および人口流動統計を用いた「大阪北部地震」、人口分布統計を用いた「渋谷ハロウィン」のモニタリング事例を紹介し、今後のデータ活用について述べる。

大阪北部地震モニタリング¹⁾

鉄道ネットワークに大打撃

2018年6月18日7時58分、大阪府北部を震源とするマグニチュード6.1の地震が発生し、大阪府大阪市北区、高槻市、茨木市、箕面市、枚方市の5市区で最大震度6弱を観測した。総務省消防庁の速報によると、死者6名、負傷者462名の人的被害、大阪府58,083棟、京都府3,476棟ほか住家被害が確認されている（2018年8月20日時点）。

交通機関に着目すると、近畿圏の主要鉄道は一時全線で運行を見合わせた。図-1は、6月18日

10時時点のJR西日本の運行状況であり、発災の影響が近畿圏全域に波及している様子が分かる。JR西日本は、発災時に駅間で緊急停止した列車は153本、乗客は約14万人であったと発表した。

滞留人口から見た発災の影響

まず、人口分布統計を用いて近畿圏全体の人口分布状況を、発災1週間前の6月11日（平常時）と発災当日の6月18日（発災時）で比較する。

どこで滞留人口が減少したのか？

図-2は、6月11日と6月18日の13時台における500m四方のメッシュ別の滞留人口である。両者の比較から、発災当日は大阪都心部における滞留人口が著しく少ないことが分かる。

図-3は、13時台における6月11日と6月18日の滞留人口の差分である。大阪、京都、神戸の三大都市の中心部における滞留人口の減少量が大きい。特に、大阪市内では、JR環状線の内側を中心とした広

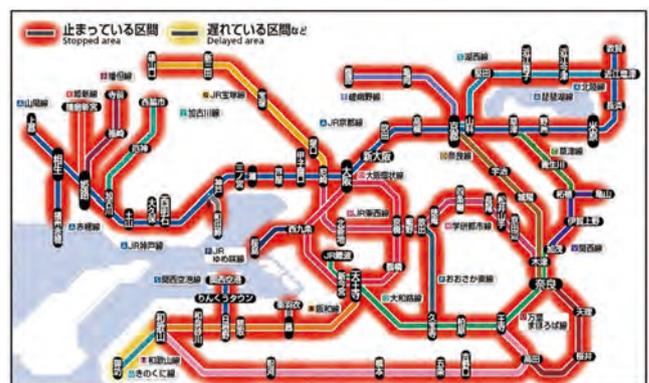


図-1 発災時のJR西日本の運行状況

特集
Special Feature

い範囲で滞留人口が大きく減少している。

表-1 は、発災時の 13 時台に平常時より滞留人口が減少したエリア (500m 四方のメッシュ) のランキングである。減少量上位は、いずれも大阪駅周辺のエリアとなっている。

どこで滞留人口が増加したのか？

表-2 は、発災時の 9 時台に平常時より滞留人口が増加したエリアのランキングである。増加量上位は、天王寺駅、生駒駅、大阪阿部野橋駅、山科駅といった“交通結節機能を有する”鉄道駅 (各路線の主要駅) を含むエリアがメインとなっている。

図-4 は、滞留人口が増加したエリア滞留者の居住地分布である。滞留人口が増加したエリアの滞留者の居住地は都心周辺部が多く、滞留エリアは都心部より居住地側となっている様子が分かる。

都心部に向かう移動途中の人が、乗換駅などで足止めされたと考えられる。

さらに、滞留人口が増加した上位 10 エリア滞留

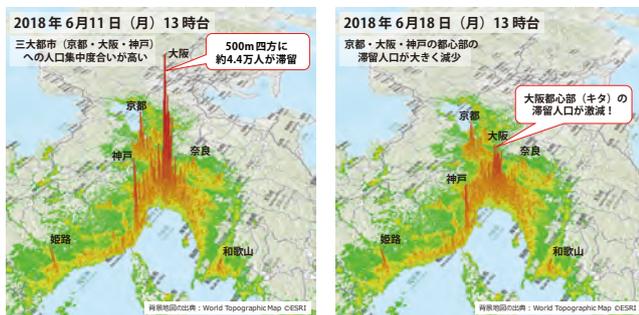


図-2 平常時と発災時の滞留人口 (13 時台)

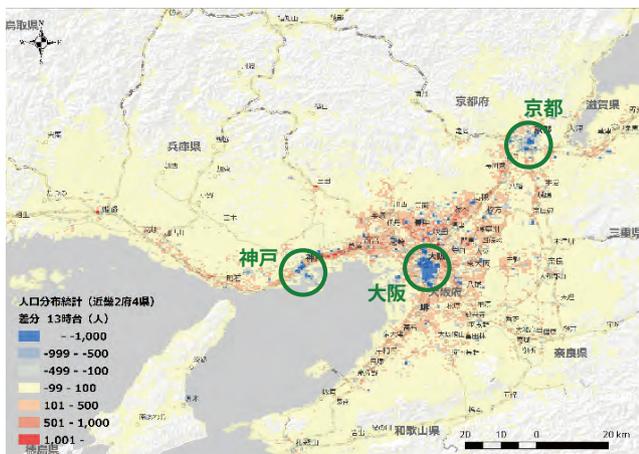


図-3 発災時と平常時の滞留人口の差分 (13 時台)

者の性・年齢属性に着目する (表-3)。差分・増加率ともに男性の 20 ~ 50 歳台, 女性の 40 歳台で大きく、足止めされた人の多くは、出勤途中のビジネスパーソンであったことが推察される。

流動人口からみた発災の影響

次に、人口流動統計による流動人口 (移動中のトリップ数) から発災時の状況を把握する。滞留人口

表-1 滞留人口減少エリアランキング (13 時台)

No.	メッシュに含まれる主な施設	差分 (人)
1	JR 大阪駅, 阪神梅田駅, 大阪メトロ梅田駅	-25,889
2	JR 北新地駅, 大阪メトロ西梅田駅	-20,477
3	阪急梅田駅, ヨドバシ梅田	-18,450
4	大阪メトロ淀屋橋駅, 京阪淀屋橋駅	-15,645
5	京阪渡辺橋駅, 京阪大江橋駅	-13,633
6	大阪メトロ本町駅	-13,369
7	(※大阪メトロ本町駅北側)	-13,051
8	(※大阪メトロ東梅田駅東側)	-12,198
9	大阪メトロ心斎橋駅	-12,044
10	JR 福島駅	-11,830
合計		-156,586

表-2 滞留人口増加エリアランキング (9 時台)

No.	メッシュに含まれる主な施設	差分 (人)
①	JR 天王寺駅, 大阪メトロ天王寺駅	4,768
②	近鉄生駒駅	2,573
③	近鉄大阪阿部野橋駅	2,460
④	JR 山科駅, 京都市営地下鉄山科駅	2,209
⑤	大阪メトロなかもず駅, 南海中百舌鳥駅	2,190
⑥	南海天下茶屋駅, 大阪メトロ天下茶屋駅	2,133
⑦	JR 尼崎駅	1,924
⑧	三菱電機 姫路製作所 (※姫路駅西側)	1,759
⑨	JR 芦屋駅	1,757
⑩	JR 新今宮駅, 大阪メトロ動物園前駅	1,598
合計		23,371

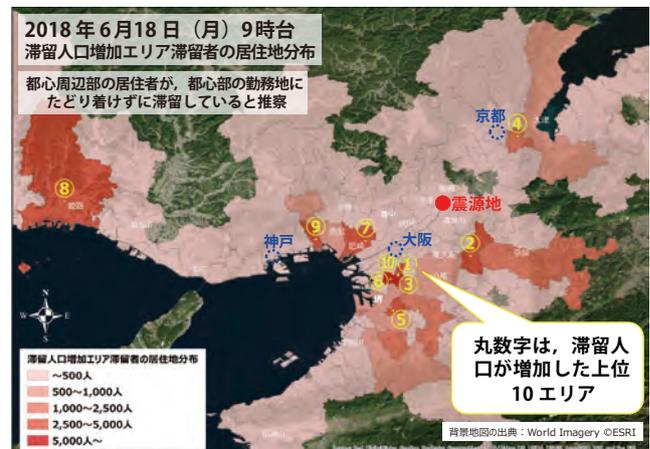


図-4 滞留人口増加エリア滞留者の居住地分布

特集
Special Feature

と同様に、流動人口を発災時と平常時で比較する。
流動状況がどのように変化したのか？

図-5は、6月11日と6月18日の8時台の地域間流動（市区町村を跨ぐ流動）をヒートマップ化したものである。平常時の8時台は、大阪市内を発着地とする流動が放射状に広がり、地域間流動が盛

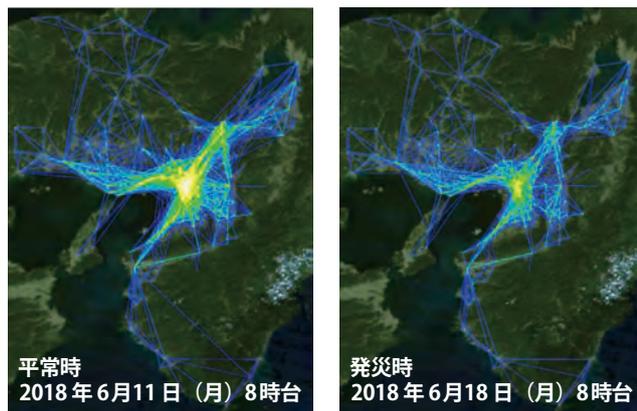


図-5 平常時と発災時の流動人口ヒートマップ（8時台）

んなことが分かる。また、京都、大阪、神戸の三大都市が周辺の中核市と連担して、強い結びつきの“流動圏域（通勤圏域）”を形成している様子が見てとれる。一方、発災時の8時台は、大阪市内を発着地とする流動が大きく減少し、移動そのものが寸断している状況が見てとれる。

図-6は、発災時および平常時の時間帯別地域間流動（近畿圏全体）の比較である。発災時の地域間流動人口は、8時台に平常時の約7割と大きく低下している。10～13時台は平常時を上回る流動人口となっており、出勤時間帯を過ぎても職場に辿り着けず、大変不便な中、移動を続けていた人が相当程度含まれていることが推察される。

表-4は、発災時の8時台に平常時より流動人口が減少したODペア（Origin-Destination；出発地～目的地の組合せ）のランキングである。減少量上位のODペアは、到着地がすべて大阪市北区または中

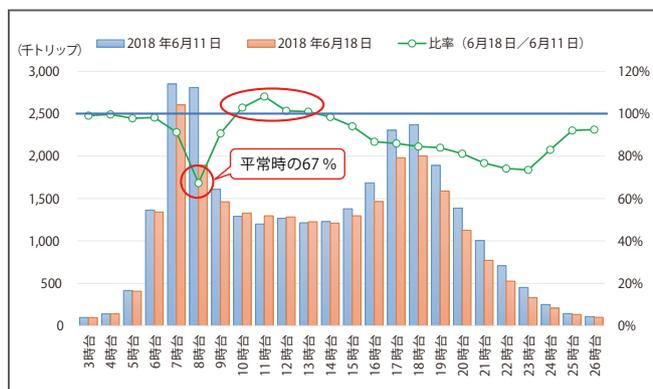


図-6 発災時および平常時の時間帯別地域間流動とその割合（発災時／平常時）（8時台）

表-4 滞留人口増加エリアランキング（9時台）

No.	出発地	到着地	6/11	6/18	差分	割合
1	吹田市	大阪市中央区	10,972	1,988	-8,984	18%
2	吹田市	大阪市北区	9,820	2,241	-7,579	23%
3	東大阪市	大阪市中央区	9,633	2,690	-6,943	28%
4	西宮市	大阪市北区	8,388	1,501	-6,887	18%
5	豊中市	大阪市中央区	8,414	1,608	-6,806	19%
6	西宮市	大阪市中央区	8,239	1,484	-6,755	18%
7	豊中市	大阪市北区	8,869	2,313	-6,556	26%
8	尼崎市	大阪市北区	7,233	1,447	-5,786	20%
9	枚方市	大阪市中央区	6,498	1,097	-5,401	17%
10	枚方市	大阪市北区	6,015	785	-5,230	13%

表-3 滞留人口が増加した上位10エリア滞留者の性・年齢別差分（9時台）

9時台	2018年6月11日（人）			2018年6月18日（人）			差分（人）			増減率		
	年齢	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計	男性	女性	性別計	男性	女性
15～19	1,122	1,025	2,147	1,286	1,439	2,725	164	414	578	14.6%	40.4%	26.9%
20～29	2,979	3,650	6,629	5,586	5,634	11,220	2,607	1,984	4,591	87.5%	54.4%	69.3%
30～39	3,619	4,032	7,651	6,522	5,843	12,365	2,903	1,811	4,714	80.2%	44.9%	61.6%
40～49	4,685	4,785	9,470	8,128	7,824	15,952	3,443	3,039	6,482	73.5%	63.5%	68.4%
50～59	4,061	3,729	7,790	6,837	5,499	12,336	2,776	1,770	4,546	68.4%	47.5%	58.4%
60～69	4,443	3,833	8,276	6,373	4,092	10,465	1,930	259	2,189	43.4%	6.8%	26.4%
70～79	3,514	3,223	6,737	3,841	3,167	7,008	327	-56	271	9.3%	-1.7%	4.0%
年齢計	24,423	24,277	48,700	38,573	33,498	72,071	14,150	9,221	23,371	57.9%	38.0%	48.0%

特集
Special Feature

中央区となっている。発災時の流動人口の平常時に対する割合は、おおむね 20% となっており、これらの OD 間の移動がきわめて困難であったことが推察される。

滞留人口および流動人口による人口動態モニタリングから、出勤時間帯の発災により、多くの“出勤困難者”が発生したことが明らかになった。出勤困難者は、男性の生産年齢層が多く、実際に困難を伴って職場に辿り着いたことがうかがえる。

発災時の人の動きと都市構造

大阪北部地震の影響を発災時の人の動きと都市構造の関係を見てみる。図-7は、パーソントリップ調査（第5回パーソントリップ調査の拡大母数を2015年の住民基本台帳人口で補正）による鉄道分担率と大阪北部地震発災時の流動人口の変化率を市区町村別にプロットしたものである。変化量は大阪市中央区が最大で、変化率（減少率）は大阪市北区が最大となる。鉄道分担率が高くなると、流動人口の変化量・変化率ともに大きくなるという都市構造による顕著な傾向が見てとれる。

特に通勤における過度な鉄道への依存は発災時のインパクトを大きくすることが分かる。コロナ禍を契機とするニューノーマルな生活様式（3密回避に向けた時差出勤、テレワークなど）は、災害の影響を抑制するという効果も見込める。

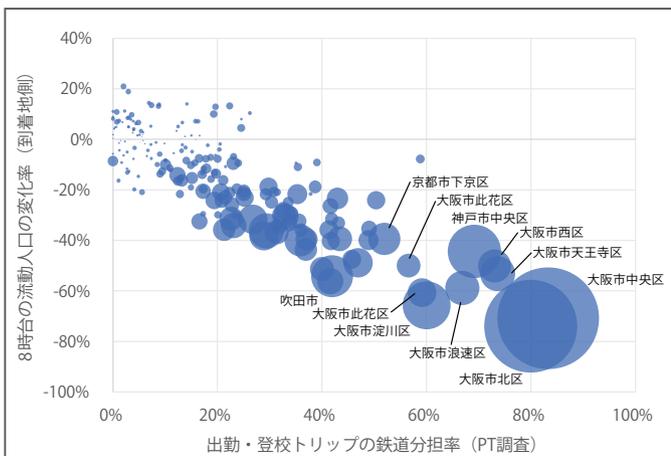


図-7 市区町村別出勤・登校トリップの鉄道分担率と流動人口の変化率(8時台)

渋谷ハロウィンモニタリング²⁾

社会問題にも発展

渋谷駅周辺では近年、ハロウィン時期に、不特定多数の来訪者の集中により、迷惑行為が引き起こされ、社会問題となっている。2018年には、群衆が軽トラックを横倒しにするなど騒動が多発する事態となった。こうした状況を受けて渋谷区は、期間限定で路上などでの飲酒を禁止する条例の制定、マナー向上に向けた啓発活動、終電までの帰宅行動を求める呼びかけ、100人以上の警備員による警備強化などの対策を実施した。

2018年の滞留人口の状況

ここでは、人口分布統計を用いて2018年10月31日（ハロウィン時）と2018年10月24日（平常時）の渋谷駅周辺の滞留人口を比較する。

モニタリング対象エリアは、2018年10月31日に渋谷駅周辺1km四方における滞留人口の平常時との差分が最大となった21時台において、滞留人口の累積割合が90%を上回る上位14エリア(125m四方のメッシュ)を選定した(図-8)。

滞留者数の推移を定量的に把握

図-9は、ハロウィン時と平常時の滞留者数の推移である。ハロウィン時の滞留者数は、(平日にもかかわらず)ピーク時で平常時の約2倍、深夜で

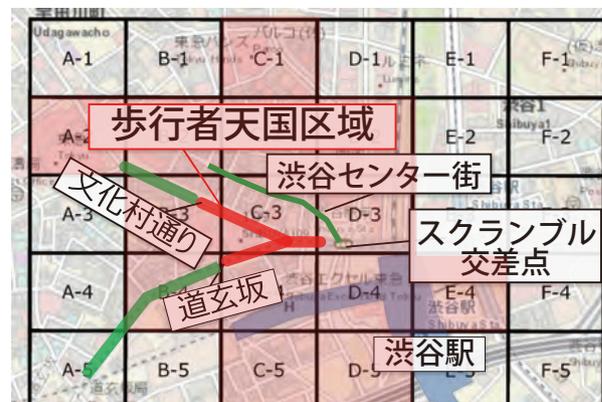


図-8 モニタリング対象エリア

特集
Special Feature

約5倍となっている。また、ハロウィン時は平時よりもピークが遅い時間帯にシフト、始発の運行開始頃に滞留者数が急減といった傾向が見られる。

特定のエリアへの人の集中が鮮明に

図-10は、ハロウィン時と平常時の滞留者数である。最も集中度合いの高い歩行者天国区間・センター街を含むエリアでは、125m四方に約18,000人が滞留していたという、猛烈な混雑状況であったことが分かる。

「若者が多い」というイメージを定量化

図-11は、ハロウィン時の滞留者の年齢構成である。滞留者数がピークとなる20時台には、20歳代以下の若者が7割以上を占めている。終電後の翌1時台には、若者の比率がさらに上昇し、約9割となっている。これは、「ハロウィンは若者が多い!」というイメージの客観的根拠となる。

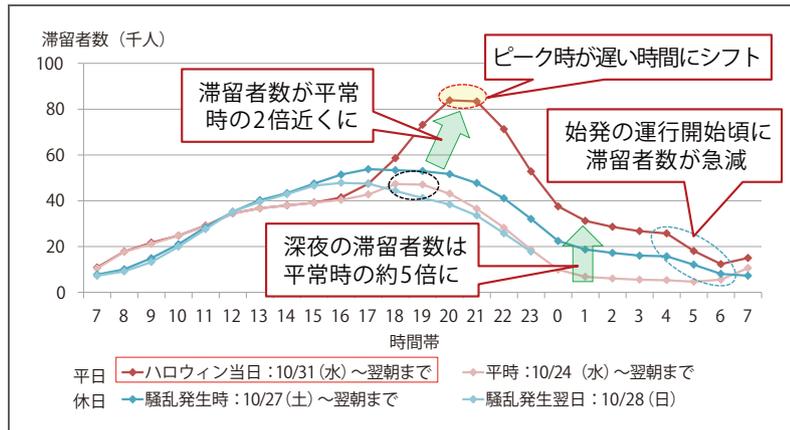


図-9 ハロウィン時と平常時の滞留者数の推移

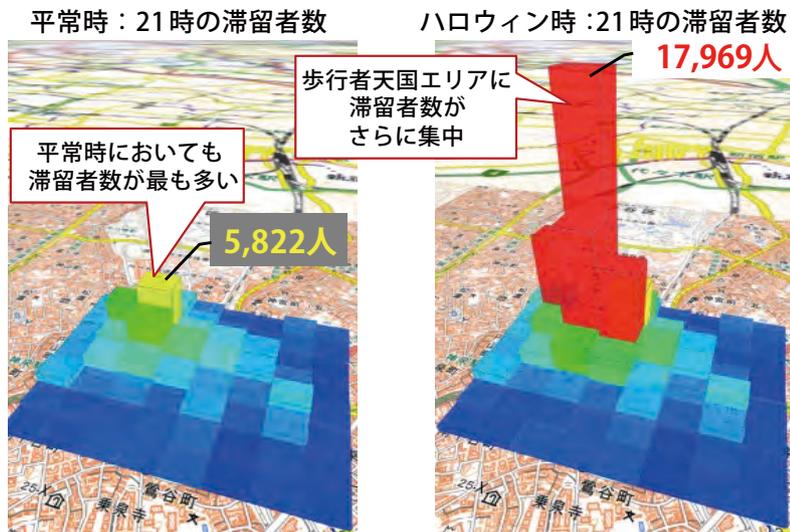


図-10 平常時とハロウィン時の滞留人口 (21時台)

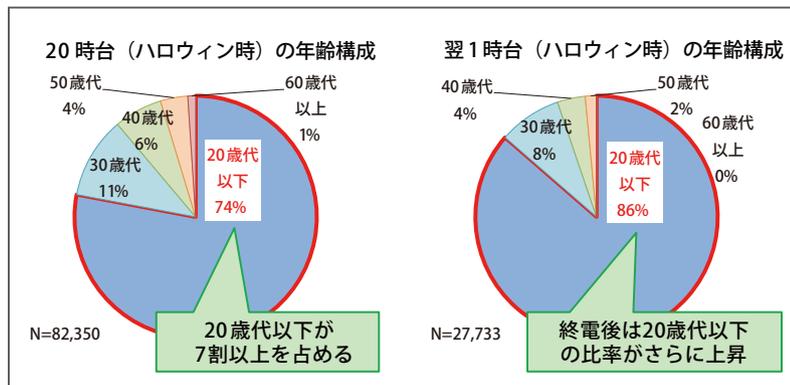


図-11 ハロウィン時の滞留者の年齢構成

2019年との比較

2018年の騒乱を受けて渋谷区は、路上飲酒を禁止する条例の制定、マナー向上に向けた啓発活動、警備強化などの対策を実施した。このような対策が実施された2019年10月31日のハロウィンの滞留者数を2018年のハロウィン時と比較することで、対策実施の効果の把握を試みる。

図-12は、2018年と2019年のハロウィン時の滞留人口の推移である。2019年では、ピーク時(20時台)の滞留者数が2018年から約15%減少しており、人の集中が緩和されていることが分かった。また、深夜(翌1時台~4時台)の滞留人口は2018年から約25%減少している。

モニタリングから意思決定支援へ

ここで紹介した2つのモニタリング事例からは、都市交通やまちづくりにおいて重要な計画情報を獲得できることが示唆される。今後のさらなるモバイル空間統計の社会実装に向け、モニタリングによって得られた情報を“意思決定支援”に活用していくことが求められる。たとえば、大阪北部地震モニタリングで把握した人口動態を客観的根拠として、どのように都市運営の施策（コンパクトなまちづくり、交通ネットワークの冗長化、職住近接の促進、テレワークの促進など）に反映していくかを検討していくことが、きわめて重要であると考えられる。

実効性の高い都市施策の立案とその意思決定支援を着実に進めるためには、人口流動統計という新たなデータの特徴を活かした解析手法の確立が肝要である。データ活用の社会実装の観点では、手法の汎用性や（他のデータとの組合せを含めた）拡張可能

性が求められる。

目下、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴って、交通ビッグデータを活用した人口動態モニタリングに対する社会的受容性が高まっている。交通ビッグデータ活用の機運をさらに高め、地域課題解決を通して生活者の役に立つことができるよう、人口流動統計というダイヤの原石をしっかりと磨き、輝かせていきたい。

参考文献

- 1) 松島敏和：モバイル空間統計による大阪北部地震モニタリング，第60回土木計画学研究発表会・講演集（2019）。
- 2) 横井和樹，松島敏和，和田 翔：モバイル空間統計を活用した渋谷ハロウィンの人口動態分析，第62回土木計画学研究発表会・講演集（2020）。

（2021年5月31日受付）

■松島敏和 matsushima_t@cfk.co.jp

京都大学大学院工学研究科修士課程修了。中央復建コンサルタンツ（株）勤務。データサイエンティストとして、人や車の交通ビッグデータの分析技術の開発、道路交通・まちづくりに関するコンサルタント業務などに従事。

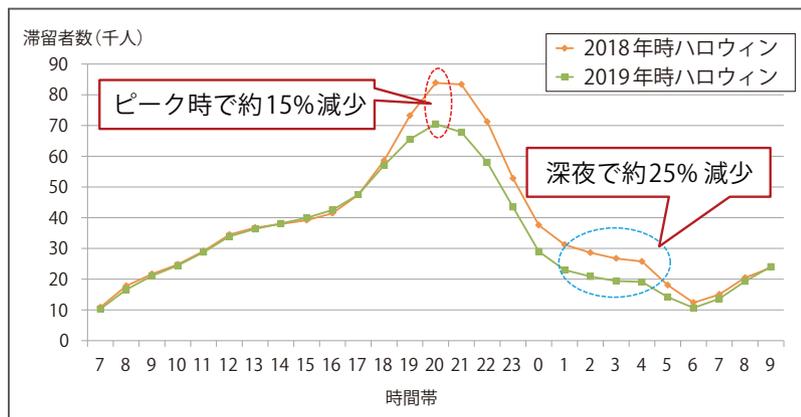


図-12 2018年と2019年のハロウィン時の滞留者数の推移

[人の動きを捉え社会を動かす人口流動統計]

7 大規模位置情報データ連携がもたらす 合理的根拠に基づく観光政策立案評価の実現



荒川 豊

九州大学



石田繁巳

公立はこだて未来大学



酒井幸輝

(株) ブログウォッチャー



谷津ゆい子

(株) ブログウォッチャー



ねらい

本稿では、自治体、主に観光施策における EBPM (合理的根拠に基づく政策立案：Evidence-Based Policy Making) の推進状況とその実例、課題を指摘した上で、EBPM で使われる大規模位置情報データプラットフォーム、および分析システムについて解説する。

観光施策 EBPM のニーズ

EBPM とは？

EBPM は、急速な少子高齢化や、生産年齢人口の減少による地方財政の緊迫を背景に、限られた予算・資源のもと根拠に基づく効果的な政策を実行する必要性から、2017 年設置の政府の「統計改革推進会議」にて議論が進められ、現在は「EBPM 推進委員会」にてさまざまな取り組みが議論、実行されている。

EBPM を推進することで、各自治体には以下のメリットがある¹⁾。

(1) 業務の推進力向上

データを根拠とした判断をすることで、意思決定のスピードが上がり、ロジカルに考えることで必然的に成果が出やすい政策立案が可能となる。

(2) 費用対効果に期待ができる

全方位に向けた政策では人的・資金的ロスが多くなるが、成果の出やすいポイントに絞って効果的にリソースを投じることができる。

(3) 説明責任を果たせる

データによる政策効果の把握は、住民や議会に対する説明に客観的な根拠を与えることができる。また、国や県からの補助金獲得にも有益である。

(4) 政策立案の段階から PDCA サイクルを回せる

データから導かれる示唆に基づいて質の高い計画を立て (P)、実行 (D) するために仮説検証 (C) をすれば、効果的な改善 (A) が可能になる。施策実行後も定点観測による中長期的な改善も図れる。

観光施策に関する EBPM の潮流

観光分野における EBPM は、地域の特徴ある観

特集 Special Feature

光資源を活かした独自の取り組みが可能であることから、交流人口拡大による積極的な地域経済活性化、さらには宿泊税や入湯税を含めた地域財源化の推進を目指し、多くの地方自治体がその取り組みに力を入れてきた。その中心となるのは、多様な関係者を巻き込みつつ、科学的なアプローチを取り入れて観光地域づくりを行う舵取り役となる法人、登録DMO (Destination Management/Marketing Organization) で、現在全国で約 200 法人が認定されている (2021 年 3 月時点)。

観光施策は、地域内外の交流人口を増やすことが目的の 1 つであるため、EBPM を進めるにあたり人々の移動を定量的に把握できる携帯電話の位置情報ビッグデータ調査との親和性が高く、2014 年頃から全国各地で活用が進んできた。具体的には、スマートフォン利用者より個別許諾を得て取得した位置情報ビッグデータを活用して観光動態を調査し、潜在的な観光資源の把握、夜型観光施策の効果検証、誘致すべき宿泊施設属性の導出、交通不便地域の特定など、計画策定や効果検証に役立てられている。これまで少なくとも 200 以上の地方自治体が位置情報ビッグデータを活用した調査を実施していることが確認できており、多くは単年度事業として地域現況把握を実現し、場合によっては改善策を導出することに成功している。

また、新型コロナウイルス感染症の感染拡大下においては、外出自粛の状況把握や、需要回復期 (たとえば Go To トラベルキャンペーン実施期) の交流人口の把握など、時々刻々と変化する状況に合わせ、適切な統計分析から効果的な施策立案に結び付ける EBPM へ期待はより高まってきている。

活用事例と課題

位置情報データサービス

観光分野における EBPM を推進するために使われる位置情報ビッグデータはいくつかの種類が存

在する。スマートフォンの位置情報計測は、主に 2 つの手法があり、1 つはスマートフォンに内蔵された GPS から得られる情報、もう 1 つは携帯電話の基地局から得られる情報である。前者は、高い精度で位置情報を取得できるが、プライバシー保護の高まりから、位置情報を取得するアプリケーションを利用する際に利用者から個別に明示的な許諾を取得することが求められており、データ取得人数規模は小さくなる。後者は、位置情報の精度は低く、250m メッシュあるいは 500m メッシュレベルでの測位となるが、アプリケーションを配布する必要がないため、データ取得が容易であるというメリットがある。後者で得た顧客の位置情報データは、その性質上、基地局を運営する携帯電話事業者のみが提供可能で、NTT ドコモのモバイル空間統計等のサービスがある。一方、前者は、携帯電話事業者のほか、アプリケーション事業者や広告事業者などが、主事業で得られた位置情報データを活用した位置情報ビッグデータ事業を展開しており、最近では、コロナ禍に伴う外出規制の効果を客観的に確認できるツールとして需要も高まっている。具体的には、KDDI Location Analyzer、ソフトバンクのデータ事業子会社 Agoop のほか、Silentlog というライフログアプリを提供するレイ・フロンティア (株) や、モバイル広告会社である (株) ブログウォッチャー等が挙げられる (図-1)。

活用事例

位置情報ビッグデータの活用例として、観光分野における EBPM の実例を 2 つ紹介する。

1 つ目は、琉球大学工学部附属地域創生研究センター神谷大介准教授の調査で、那覇都市圏におけるコロナ前後の行動変化についてさまざまなビッグデータを解析し、COVID-19 の感染拡大および緊急事態宣言などによる観光客数の減少と県民の外出自粛の実態を明らかにしたものである (図-2)。特に携帯電話位置情報の調査から、那覇市の来訪者数が 4 割減少

特集
Special Feature

した原因は、観光客が約45%減少したことに加えて、県民の移動が約30%減少したことを示し、COVID-19の収束により観光客が戻ってきたとしても市民の移動が戻らなければ、半減したモノレールの利用者数は元に戻らず、公共交通の持続可能性に大きな影響を及ぼしていることを明らかにした。

2つ目は、伊丹市、コロプラ、ブログウォッチャーが実施した位置連動広告を活用したデジタル広告配信実証実験である。コロナ禍により、地方自治体は従来型のイベント会場などでの紙媒体による広報機

会が減少し、非対面での情報提供方法として、Webサイトやデジタル広告を中心としたデジタルプロモーションへの転換が迫られている。その中で、広告によりどれくらいの誘客が得られたのかがデータにより明らかにできる、より効果的な情報配信手法として位置情報を活用した広告手法が期待されている。実証実験では、事前に位置情報を用いた推計手法により、A群：当該広告に興味関心があると推定される層、B群：当該広告に興味関心がないと推定される層に分類して広告配信を行い、配信後に広告

への接触傾向の分析を実施した(図-3)。結果、A群のほうがB群よりも約2倍のクリック率(CTR)を獲得し、位置情報傾向によるフィルタリング手法が有効であることを示した。また、その後の配信結果分析においても、A群は特に誘客先会場周辺地域での反応が多く、会場来訪可能性が高い層へリーチできていることが示され、当該配信結果をもとに、同様の誘客施策を実施する際にさらに高い広告効

	携帯電話基地局データ	携帯電話GPSデータ				
データ名(サービス名)	モバイル空間統計 人口分布統計 人口流動統計	おでかけ研究所 位置情報調査	電簿統計※	LocationTrends	流動人口データ (ポイント型)	SilentLog Analytics
データ提供事業者	NTTドコモ	コロプラ	ビッパデータ	KDDI×3Dア	Agooop	イ・ロ・ティ
対象者	携帯電話利用者 約7,500万人	特定アプリ利用者 数千万人	特定アプリ利用者 数十万人※1	特定アプリ利用者 数百万人	特定アプリ利用者 数十万人	特定アプリ利用者 数万人
計測場所単位	基地局単位(数百m~ 数千m間隔)	緯度経度	緯度経度	緯度経度	緯度経度	緯度経度
計測時間間隔	1時間(長距離移動時 も取得)	数分~	5分~	数分~	約30分~ (OSにより変化)	数秒~数十分
空間解像度	任意のエリアで集計可 (最小250m※1)	緯度経度	任意のエリアで集計可 (推奨は最小250m※1、 最小25m※2での集計可)	任意のエリアで分 析可(最小100m※3)	緯度経度	緯度経度
時間解像度	最小1時間単位	任意	任意(推奨は 最少15分単位)	最少15分単位	任意	任意
個人属性 (性別や年齢等)	性、年齢、居住地	性年齢構成比※2、 居住地※2、通勤先※2	性※2、年齢(10歳階 級)※2、居住地※3、 通勤先※3	性、年齢、居住 地※3、通勤先※3	居住地※3、 通勤先※3	性※3、年齢※3、 居住地※3、通 勤先※3
同一個人追跡	不可※4	指数日可	指数日可	同一日内可	同一日内可	指数日可
拡大方法	性、年齢(5歳階級)、 居住地(市区町村)で 拡大	拡大なし※6 居住地で拡大	居住地で拡大	拡大なし※5	拡大なし	拡大なし
データの提供方式	集計値(csv)	集計値(csv) 分析レポート	集計値(csv) パッケージレポート カスタムレポート	分析レポート	ポイントデータ (csv)	ポイントデータ (csv) 分析レポート

※1 デリリアクティブユーザの人数 ※2 アプリ上のアンケートにより取得 ※3 移動履歴等から推定した属性情報
 ※4 滞留人口データもしくはODデータとして集計 ※5 性、年齢、居住地でウェイトバック補正 ※6 居住地でウェイトバック補正
 (出所：一般財団法人計量計画研究所総合都市交通計画研修資料(2019年10月)をもとに、おでかけ研究所位置情報調査部分をコロプラ社追記)

図-1 位置情報データサービスの比較



図-2 各年7~9月期における那覇市来訪者数(第25回「沖縄の土木技術を世界に発信する会」シンポジウム講演資料, 2020年11月6日より)



図-3 A群広告接触者の居住地分布(伊丹市プレスリリース「観光DX」伊丹市、コロプラ、ブログウォッチャーが位置情報を活用したデジタル広告配信実証実験を実施」, 2021年04月05日より)

特集 Special Feature

果が見込まれる配信エリアの絞り込みにも活用できることが示された。

以上のように、観光分野における EBPM はより正確な現況把握による成果が出やすい施策立案、ならびにデータに戻づく施策の効果検証を通じた PDCA サイクルの推進事例が報告されている。

しかしながら、いずれも単年度事業単位での取り組みであり、自治体が実施する多くの施策効果を遍く検証し、評価結果を蓄積し、施策の精度や説明力を高めていく EBPM モニタリング基盤の構築には至っていない。その背景には、

- 調査事業の発注から評価までの期間を確保すると調査結果を受けての計画立案、実行、施策評価までの一連の流れに複数年度、場合によっては3年以上の長期スパンが必要であること（調査期間）
 - その間自治体の施政方針や担当職員の体制および分析スキルの維持が必要なこと（職員業務負荷）
 - 調査費用として案件あたり300～600万円という高額な費用が必要であること（予算調達）
- 等が活用促進を妨げる課題として考えられる。

特に、調査コストの高さは大きな課題である。本取り組みでは、統一的なプラットフォームを提供することで、自治体・DMOのデータ利用コストを低減させることを思考しているが、特に位置情報ビッグデータを保持する民間企業（データホルダ）は、調査有用性の高い大規模なビッグデータであるほどデータの取得・維持に高額な費用を必要としているため、データコストの低減には一定の限界がある。加えて、そのデータの有用性から一部自治体や民間企業はすでに相応の対価を支払っているため、ビジネスモデルの構築にあたっては、データホルダの事業機会を奪う可能性への留意が必要である。

観光 EBPM 推進システムの開発

観光 EBPM の取り組みは、前述のように、調査期間、職員のスキル、予算調達といったさまざまな

問題があり、観光施策一つひとつを調査するような状況には至っていない。そこで、位置情報データを扱う統一的なプラットフォームを構築し、自治体のニーズを広く満たすことで、分析に要するコストを大幅に削減することが可能であると考え、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託事業「データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発（第3回）」において、EBPM 推進システムの開発を進めている。また、当該システムの開発においては、日本全国の自治体が遍く活用できるサービス実現のため、国内最大の許諾者数を有する（株）プログウォッチャーから提供される位置情報データを土台としている。月間約2,500万ユーザのデータをユーザの事前同意を得て、3分から15分の取得頻度で、ユーザごとに取得時刻、緯度、経度を記録し個人が特定されないよう統計処理をしている。特定の通信キャリアに限定しない全キャリア横断型の位置情報データのため、通信キャリアの利用者特徴による偏りが少ないという特徴がある。

システム概要

当該システムはビッグデータ集計部と分析・可視化部で構成されている（図-4）。データ提供者の利権を損なうことがないようデータ提供者はビッグデータ集計部において匿名化・集計処理を行ってからデータを提供す。分析・可視化部では提供されたデータを蓄積しておき、あらかじめ登録された観光地等や市区町村単位での人流を分析してイベントを検出し、その結果を可視化してユーザに提供する（図-5）。

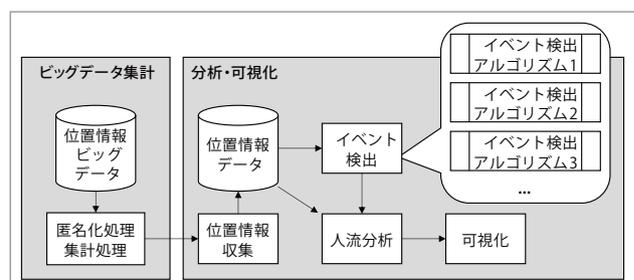


図-4 システムの概要

特集
Special Feature

観光施策と人流変化の紐づけ

観光 EBPM を推進するにあたり、人流のいわゆる人だまりがどのような理由で発生したか、情報収集の観点から分析が難しい。観光施策は、同一自治体内でも同時多発的にいろいろな場所でいろいろな施策が行われているが、その管理者はさまざまであり、自治体職員がすべて把握できているわけではないからである。

本システムでは、この紐づけに関して、2つのアプローチを用意している。1つは、リクエストベースの紐づけである。この紐づけ方法は、自治体職員などが特定の観光施策を分析したいというときに用いることを想定しており、場所、日付、イベント名などの観光施策情報を、担当者が本システム上にあらかじめ登録する。図-6は、その入力フォームである。あらかじめシステムに登録された観光地を指

定する形式と、町丁目で指定する登録イベント一覧形式を用意している。システムは、ここに入力された情報に基づき、データ提供者からデータを取得し、指定された場所、日付での人流分析を行う。分析はリアルタイムに行われるわけではなく、数日後にレポートとして上がってくる。

もう1つの紐付け方法は、イベントの自動検知と対話による紐付けである。まず、イベント検知ブロックでは、定期的に県内全体のデータを俯瞰・比較し、定常状態との差から、県内の人口動態の変化を検出する。そして、変化が大きなエリアを発見すると、自治体担当者等に通知し、どんなイベントが行われているのかという情報入力を促す。これにより、自治体職員が把握していない小さな地域イベントなども把握することが可能となる。この紐付け手法は、2021年度に開発予定であるが、種々のイベント検知アルゴリズムを提案、評価し、高速で網羅性の高い検知手法を開発する。

図-7は2つのアプローチによって登録されたイベントの一覧を示す画面である。リクエストによる登録イベントは画面下部に、イベントの自動検知と対話による登録イベントは上部に表示されており、



図-5 ダッシュボード



図-6 リクエストフォーム



図-7 登録イベント一覧

特集 Special Feature

各イベントの分析結果にジャンプすることができる。自動検知イベントのうちイベント登録がまだ行われていない場合には「不明なイベント」として分析結果を閲覧できる。

分析結果例

図-8は、あるイベントの分析結果の出力例である。図に示す「発地（都道府県）」画面は、イベントエリア来訪者の居住地を都道府県単位で分析した結果を表示している。居住地情報は、ブログウォッチャー側のアルゴリズムで推定済みであり、「発地（市区町村）」画面では市区町村単位で来訪者の居住地を分析した結果を確認できる。同様に、「宿泊地」画面では位置情報に基づいてイベント来訪者の宿泊地を分析した結果を確認できる。イベントの有無で来訪者がどれほど変化したのかを確認するため、各画面ではイベント開催日の来場数に加え、非イベント期間の来訪者数も表示され、これらの比較が可能になっている。非イベント期間の来場者数は、イベント開催日が平日であるか土日・祝日であるかで場合分けをして、平日、土日・祝日の来場者数の平均値を表示している。構成比は全来訪者に占める発地ごとの来訪者の割合であり、イベント開催日と非イ

ID	都道府県	イベント期間来場者数	構成比	非イベント期間来場者数	構成比	構成比率
1	福島県	26	2.51%	11.8	1.76%	0.75pt
2	埼玉県	34	3.28%	15.2	2.26%	1.02pt
3	東京都	12	1.16%	15.2	2.26%	-1.10pt
4	京都府	27	2.61%	16.2	2.41%	0.20pt
5	大阪府	20	1.93%	12.6	1.88%	0.06pt
6	鳥取県	25	2.41%	31.8	4.73%	-2.32pt
7	広島県	49	4.73%	19.2	2.86%	1.87pt
8	福岡県	530	51.16%	266	39.58%	11.57pt
9	佐賀県	34	3.28%	57.8	8.60%	-5.32pt
10	長崎県	27	2.61%	48.8	7.26%	-4.66pt
11	大分県	107	10.33%	13	1.93%	8.39pt
12	宮崎県	20	1.93%	0	0.00%	1.93pt

図-8 イベント分析結果の出力例

ベント期間の構成比を比較している。このイベントでは、福岡県、大分県からの来訪者が多く、非イベント期間と比較し多くの来訪者がいたことが分かる。

今後の展望

本稿では、観光 EBPM の推進に向けて、調査期間、職員のスキル、予算調達等、課題があることを指摘した。これらの解決に向け、筆者らは観光 EBPM を推進するシステムを開発している。本システムが完成すれば、自治体の手軽に簡易 EBPM を実施可能となるだけでなく、全国の観光施策を分析したノウハウが蓄積されることで、職員のスキルに頼ることなく、全国の自治体が最初から効果の高い観光施策の立案することが可能になると考えている。

さらに、そこで得られる知見やノウハウをデータホルダに還元するなど新しい収益モデルについても検証を進め、基盤自体をサステナブルな費用で維持できる仕組みづくりまで踏みこんでいく。

参考文献

- ジチタイワークス Web 「新時代、政策立案に変革のときエビデンスに基づく策定を」、
<https://jichitai.works/article/details/63>
(2021年5月31日受付)

■荒川 豊 (正会員) arakawa@ait.kyushu-u.ac.jp

九州大学大学院システム情報科学研究所教授。通信技術、センサ、そしてデータ分析が連携したヒューマンフィリックシステムおよびユビキタスコンピューティングシステムに関する研究を専門とする。

■石田繁巳 (正会員) ish@fun.ac.jp

公立はこだて未来大学システム情報学部情報アーキテクチャ学科准教授。無線通信、センサネットワークなどに関する研究に従事。ICMU Best Paper (2016年)、山下記念研究賞 (2016年度)、電子情報通信学会通信ソサイエティ活動功労賞 (2019年) など受賞。

■酒井幸輝 sakai@blogwatcher.co.jp

(株) ブログウォッチャーおでかけ研究所所長。2011年(株) コロプラにておでかけ研究所を設立。観光やまちづくり関係者へのデータ活用コンサルティング活動に従事。2021年7月に事業譲渡して現職に至る。早稲田大学ビジネススクール修了(経営管理修士・MBA)。

■谷津ゆい子 yuiko.yatsu@blogwatcher.co.jp

(株) ブログウォッチャーおでかけ研究所副所長。2008年大手鉄道会社入社。輸送実績の分析業務等を担当。2020年よりおでかけ研究所事業に従事。中央大学大学院公共政策研究科修了(公共政策学修士)。

【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（9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9月号（Vol.62, No.9）「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



2020年度

研究会推薦 博士論文速報

編集にあたって

水野加寿代 | ヤフー (株)

情報処理学会誌では、学生の学位論文の成果を迅速に社会に紹介することを推進している。「研究会推薦博士論文速報」は、情報処理の各研究分野をカバーする約40研究会の主査の推薦により、優れた博士論文の成果を読者に紹介するものであり、2011年度より開始した。本記事では、2020年4月から2021年3月までの博士論文を対象として、各研究会の主査より推薦された合計33本の優れた博士論文について、その研究内容を紹介する。コンピュータサイエンス領域から13本、情報環境領域から9本、メディア知能情報領域から11本の論文がそれぞれ推薦された。

推薦論文の内容については、会誌とnoteの2種類の形態で掲載している。会誌には、まず、本特集

において推薦された論文を1ページにリストした表を示す。さらに各論文について概要を掲載する。概要には、研究タイトル・著者情報・推薦文の基本情報に加えて、研究キーワード・サムネイル画像・キーフレーズ・関連URL・顔写真を掲載し、研究内容を一見して理解しやすい形式にしている。一方noteでは、各著者による研究内容紹介や研究生活を掲載しており、各論文の詳細を知ることができる。

読者の皆様には、まずは会誌の概要で研究内容を気軽に眺めていただき、今年の論文の傾向を感じていただくことをお勧めしたい。その後、皆様の興味関心に応じてnote版や関連URLをチェック、シェアしていただければ幸いである。特にnote版の著者らのメッセージは、多様性に富んだ博士課程学生の研究生活を垣間見ることができるため、博士課程への進学を検討している読者にはぜひ読んでいただきたい内容となっている。最後に、本特集の速報性を高めるため比較的短い時間での推薦のご支援をいただいた各研究会の主査の方々、またご執筆いただいた著者の方々に厚くお礼を申し上げたい。

(2021年7月13日)

各推薦論文の記事本編は会誌「情報処理」noteに掲載されています。

「情報処理」note <https://note.com/ipsj>

マガジン：研究会推薦博士論文 <https://note.com/ipsj/m/m3f8315d42fa3>

「情報処理」
note



博士論文
マガジン



研究会	氏名	学位論文題目
コンピュータサイエンス領域	DBS 戴 憶菱	Studies on Content Analysis and Ordering of Courses from a Knowledge-Based Perspective
	近藤 将成	An Empirical Study of Feature Engineering on Software Defect Prediction
	SE 新原 敦介	プロダクトライン開発における可変性モデル化手法とシステム構成導出への応用の研究
	幾谷 吉晴	Decoding the Representation of Source Code Categories in the Brain of Expert Programmers
	ARC 小島 拓也	Mapping Optimization Techniques for Coarse-Grained Reconfigurable Architectures
	門本 淳一郎	チップ間誘導結合通信を用いた形状自在計算機システム
	OS 窪田 貴文	Increasing Developer Productivity by Improving Build Performance and Automating Logging Code Injection
	SLDM 右近 祐太	ハードウェアアクセラレータを活用したクラウド基盤技術 "Video Service Function Chaining" に関する研究
	HPC 大沢 和樹	Second-order Optimization for Large-scale Deep Learning
	南川 智都	Algorithms and Analysis of M-convex Function Minimization and Related Problems
	AL 田村 祐馬	The Independent Feedback Vertex Set Problem and Its Generalization
	木谷 裕紀	Algorithmic Analyses of Card-Discarding Type Games
QS 井床 利生	Optimization of Circuit Transformation and Scheduling in Quantum Compilers	
情報環境領域	HCI 岩崎 雅矢	エンゲージメントとインタラクション状態遷移に基づく接客ロボットの半自律的制御手法の確立
	高田 峻介	ハンドインタフェースのためのセンサの多用途化に関する研究
	MBL 河中 祥吾	Gamified Participatory Sensing for Sustainable Spatiotemporal Tourism Information Collection
	天野 辰哉	A Study on Spatial Crowdsensing for Augmenting Smart Cities
	小野瀬 良佑	Application of Textile Pressure Sensor Contacting Body Surface to Support Pressure Ulcer Preventive Care
	UBI Michail Sidorov	TenSense - A Family of Wireless Sensor Nodes Dedicated for Remote Unattended Structural Health Monitoring of Bolted Joints
	Briane Paul V. Samson	Motivational Techniques that Aid Drivers to Choose Unselfish Routes
	CDS 濱本 望絵	スマートホームにおけるIoT機器の相互接続性向上の研究
	市川 裕介	ユーザの状況および特性に基づく行動変容に関する研究
	赤間 怜奈	Data-oriented Approaches for Improving Neural Dialogue Generation
メディア知能情報領域	NL 金子 正弘	Grammatical and Semantic Biases in Representation Learning from Raw Datasets
	品川 政太郎	A Conversational System for Interactive Image Editing
	CVIM 藤村 友貴	3D Reconstruction in Scattering Media
	菅間 幸司	Behavior-based DNN Compression: Pruning and Facilitation Methods
	CG 武田 翔一郎	Robust and Fast Eulerian Video Magnification for Practical Applications
	澤田 隼	音楽の記号創発に向けた信号と記号の相互最適化フレームワークの構築
	MUS 錦見 亮	Generative, Discriminative, and Hybrid Approaches to Audio-to-Score Automatic Singing Transcription
	飯野 なみ	楽器演奏における知識の構築と実践的な活用
	GI 龐 遠豊	Visualizing and Understanding Computer Go
	木村 富宏	ターン制戦略ゲームへの深層学習の適用

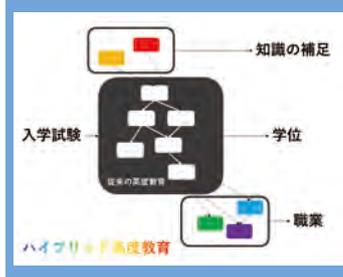
学位論文題目

キーワード **オンライン科目** **知識抽出** **履修順序**

Studies on Content Analysis and Ordering of Courses from a Knowledge-Based Perspective

邦訳：知識に基づく科目の内容分析と順序付けに関する研究

- 【背景】 科目のデジタル化とオープン化により，自由に科目を受けることが可能
- 【問題】 膨大な科目と多様な学習者の目標とのマッチングが困難
- 【貢献】 科目内容の自動的な知識判定と職業を意識した履修順序付けなどの手法を提案



戴 憶菱

京都大学学術情報メディアセンター
緒方研究室 特定研究員

取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（情報学）
大学：京都大学

《推薦文》大規模公開オンライン講座（MOOC）は多くあり，教育の目的，内容や知識の表現は幅広い．本博士研究は，学習者が目標に合う科目を見つけられるように，科目内容の知識配分の自動抽出，学習者が獲得したい知識がある科目に含まれている度合いの提示，ある職業に就くために必要な科目の履修順序付けなどの手法を新たに開発した．

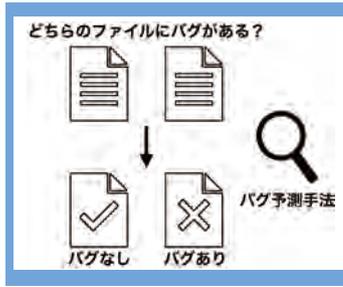
学位論文題目

キーワード **バグ予測** **ソフトウェアの特徴量** **人工知能**

An Empirical Study of Feature Engineering on Software Defect Prediction

邦訳：ソフトウェア不具合予測における特徴量エンジニアリングの実証的研究

- 【背景】 ソフトウェアのバグは大きな事故を引き起こす可能性がある
- 【問題】 バグを取り除くための開発リソースは不足している
- 【貢献】 効率的なバグの発見に寄与する特徴量を調査した



近藤 将成 (正会員)

九州大学大学院システム情報科学研究院
助教

取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（工学）
大学：京都工芸繊維大学

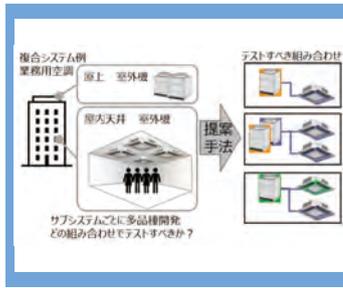
《推薦文》本論文では，ソフトウェアバグ予測技法の精度に強くかかわる特徴量についての大規模な調査を実施し，既存研究では見逃されていた変更されたソースコードの文脈を考慮する手法の提案や，深層学習手法による特徴量の自動抽出による予測精度向上を実現している．先駆的な内容であり，今後の産業界への応用と貢献が大きく期待できる．

学位論文題目

キーワード **複合システム** **可変性分析** **システムテスト**

プロダクトライン開発における可変性モデル化手法とシステム構成導出への応用の研究

- 【背景】 複合システムにおいて，個別に派生開発されるサブシステムの組合せ数は膨大
- 【問題】 膨大なシステム構成の全テスト実施は工数的に不可能
- 【貢献】 テストを実施すべきシステム構成を体系的に導出



新原 敦介 (正会員)

(株) 日立製作所研究開発グループ
主任研究員

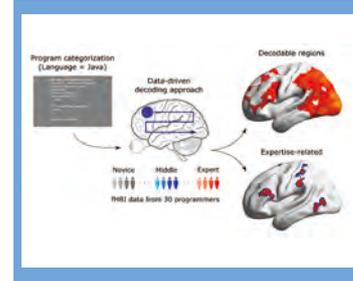
取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（工学）
大学：東京工業大学

《推薦文》論文の主要な貢献に1) 新しい可変性モデリング手法の提案と2) テストケース生成への応用があり，これらは産業界の需要を色濃く反映している．事例分析にとどまらず，最終的に一般性のある手法としてまとめ複数の論文誌に掲載されている点でも優れている．プロダクトライン開発研究の未来につながる博士論文として推薦する．

Decoding the Representation of Source Code Categories in the Brain of Expert Programmers

邦訳：エキスパートプログラマーを対象としたソースコードカテゴリの脳情報デコーディング

- 【背景】 プログラミング能力を有した人材の育成は世界的な重要課題
- 【問題】 プログラミング能力がヒトの脳内でどのように実現されているか不明
- 【貢献】 熟練度の高いプログラマーの脳活動に特徴的なパターンを発見



幾谷 吉晴
アマゾンウェブサービスジャパン (株)
プロフェッショナルサービスコンサルタント
取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（工学）
大学：奈良先端科学技術大学院大学

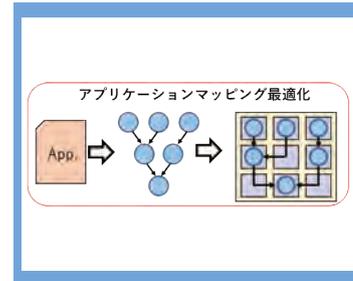
《推薦文》 本論文は、プログラミングにおける初心者と熟練者の差異を脳活動の観点から初めて明らかにしたものである。特に、プログラミングという特定領域に特化するために微調整された「脳の皮質表現」上に、プログラミングの専門性が構築されるとする実験結果は、広くソフトウェア開発にかかわる人材育成への応用、貢献が期待される。

本研究成果に関する大学のプレスリリース：<http://www.naist.jp/pressrelease/2020/12/007534.html>

Mapping Optimization Techniques for Coarse-Grained Reconfigurable Architectures

邦訳：粗粒度再構成可能アーキテクチャ CGRA のためのマッピング最適化手法

- 【背景】 エネルギー効率に優れた計算機に対する需要
- 【問題】 多様化する用途に応じる最適化手法の欠如
- 【貢献】 多目的最適化を可能にする新たなアルゴリズムを考案

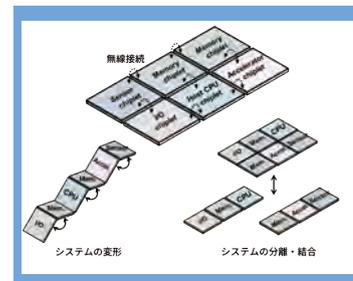


小島 拓也
慶應義塾大学 訪問研究員 /
日本学術振興会 特別研究員 PD
取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（工学）
大学：慶應義塾大学

《推薦文》 簡単なプロセッサによるアレイを構成要素とする粗粒度再構成デバイスは、エネルギー効率が高いことから IoT デバイスなどに利用されている。この論文はこのデバイス上にアプリケーションを搭載する際の最適化手法を確立し、実用的な CAD ツールを構成した点で高く評価され、海外の著名ジャーナルに掲載された。

チップ間誘導結合通信を用いた形状自在計算機システム

- 【背景】 組み込みデバイスの多様化・多機能化
- 【問題】 計算機システムのサイズと固定的な実装形状
- 【貢献】 無線接続された複数小型チップから成る計算機の提案と実装



門本 淳一郎 (正会員)
東京大学大学院情報理工学系研究科
助教
取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（情報理工学）
大学：東京大学

《推薦文》 これからの微小コンピュータを実現する「形状自在コンピュータ」の構成を提案し、設計の要点を体系化した論文です。半導体チップの周辺に近接場通信用のリングを配置し、複数の微小チップが位置を変えながら隣接協調することで、これまでコンピュータが入り込めなかったような細部や可変部分への計算力付与を可能とします。

学位論文題目

キーワード

ビルド高速化

ビルドシステム

ログの自動挿入

コード解析

Increasing Developer Productivity by Improving Build Performance and Automating Logging Code Injection

邦訳：ビルド高速化とログの自動挿入による開発者の生産性向上に関する研究

【背景】システムソフトウェア開発の大規模化（開発者人数、コードサイズ）

【問題】大規模なシステムソフトウェアのデバッグ・ビルド時間の増大

【貢献】ロギングコードの自動挿入によるデバッグ支援と新しいビルドシステムによるビルド時間の短縮



ビルド高速化



ログの自動挿入

窪田 貴文

(株) フィックスターズ
ソフトウェアエンジニア

取得年月日：2021年2月

学位種別：博士（工学）

大学：慶應義塾大学

OS

《推薦文》基盤ソフトウェアの大規模化が進み、その開発手法の効率化が重要となっている。本論文ではLinuxカーネルを含む大規模なC/C++ソフトウェアを対象に、デバッグ時間やビルド時間の短縮を行う手法を提案し、Linuxカーネルにおける実際の障害のデバッグや、WebブラウザのエンジンであるWebKitのビルド時間の短縮に成功している。

学位論文題目

キーワード

クラウドコンピューティング

ハードウェアアクセラレータ

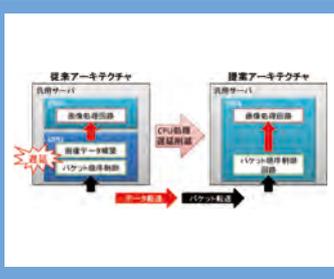
リアルタイム画像処理

ハードウェアアクセラレータを活用したクラウド基盤技術 “Video Service Function Chaining” に関する研究

【背景】コンピュータビジョンなど高度なクラウドサービスの需要が増加

【問題】ユーザの個々の目的に合致したサービスを提供できない

【貢献】柔軟なクラウド画像処理サービスを実現する基盤を提案



右近 祐太 (正会員)

NTTアドバンステクノロジ(株)
副主任技師

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（工学）

大学：東京工業大学

SDM

《推薦文》クラウド上で、複雑なアプリケーションをリアルタイム実装するための基盤技術として、CPU-FPGAシステムを対象としたハードウェアアクセラレーション方法を提案する。パケット並べ替えを効率的に実現する回路を開発することで、従来のCPU-FPGAシステムと比べて26倍高速化できた。

https://labevent.ecl.ntt.co.jp/forum2018/elements/pdf_jpn/H17_j.pdf

学位論文題目

キーワード

深層学習

スパコン

二次最適化

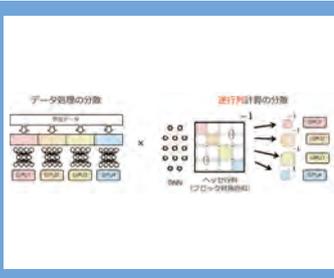
Second-order Optimization for Large-scale Deep Learning

邦訳：大規模深層学習のための二次最適化

【背景】大規模データ・ニューラルネットワークを用いた深層学習の需要の高まり

【問題】膨大な学習時間の削減

【貢献】スパコンと二次最適化手法を用いた学習の高速化



大沢 和樹

スイス連邦工科大学チューリッヒ校
(ETH Zürich) ポスドク研究員

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（工学）

大学：東京工業大学

HPC

《推薦文》深層学習を分散並列化する場合、2次最適化に伴う行列計算のオーバーヘッドが並列処理によって大幅に低減できる。本論文では、これを活かして2次最適化や変分推論に用いられるフィッシャー情報行列のクロネッカー因子分解の分散並列処理を数千GPU規模で行い、大幅な性能向上を実現した。

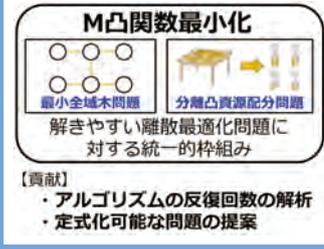
Algorithms and Analysis of M-convex Function Minimization and Related Problems

邦訳：M凸関数最小化および関連問題に対するアルゴリズムと解析

【背景】 離散凸解析におけるアルゴリズムの発展

【問題】 M凸関数最小化およびその関連問題

【貢献】 アルゴリズムの解析とM凸関数最小化として定式可能な問題の提案



南川 智都 (正会員)
東京都立大学 助教

AL

取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（工学）
大学：東京工業大学

《推薦文》本論文では、「M凸関数」の反復回数に関する理論的な解析を行っている。また、M凸関数を利用することで、自転車シェアリング等に応用がある資源配分問題を、ある条件の下で効率的に解くことができることも示している。M凸関数は組合せ最適化の分野で重要なツールの1つであり、大きな実用性を持つ論文として推薦する。

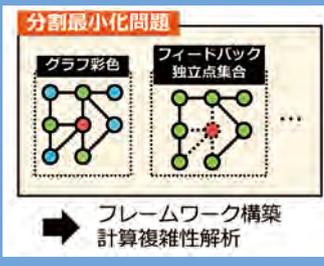
The Independent Feedback Vertex Set Problem and Its Generalization

邦訳：グラフのフィードバック独立点集合問題とその一般化に関する研究

【背景】 グラフの点集合を分割しつつ、ある点集合を最小化する研究が進展

【問題】 各研究は独立しており、俯瞰的な研究は少ない

【貢献】 フレームワークを構築し、統一的に計算複雑性を解析



田村 祐馬 (正会員)
東北大学大学院情報科学研究科システム情報科学専攻 助教

AI

取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（情報科学）
大学：東北大学

《推薦文》本論文ではグラフアルゴリズムの分野で基本的な多くの問題を統一的に扱う「分割最小化問題」を提唱し、計算複雑性の観点からさまざまな解析を行っている。本論文の内容は国際会議ISAACを始め3本の国際会議で発表済みであり、国際会議WALCOMではBest Student Paper Awardを受賞するなど、国際的に高く評価されている研究として推薦する。

Algorithmic Analyses of Card-Discarding Type Games

邦訳：手札消費型ゲームに対するアルゴリズム論的解析

【背景】 ゲームの勝者判定は現実的に解ける計算時間でないものがほとんど

【問題】 手札消費型ゲーム（ババ抜き、七並べなど）を対象

【貢献】 勝者判定の計算量を解析。ゲームの高速解法を提案



木谷 裕紀 (正会員)
名古屋大学未来社会創造機構 特任助教

AL

取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（情報学）
大学：名古屋大学

《推薦文》人工知能（AI）の性能評価に「娯楽ゲーム」が用いられることは多々あるが、ゲームそのものを対象とした研究はあまり行われていない。一方本論文ではいくつかの娯楽ゲームを対象とし、さまざまな解析を行うことで、ゲームのどの部分がコンピュータにとって難しいのかを明らかにしており、大きな将来性を持つ研究として推薦する。

学位論文題目

キーワード

量子計算機

量子コンパイラ

数理最適化

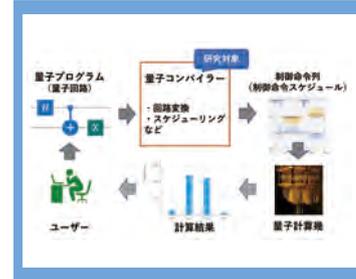
Optimization of Circuit Transformation and Scheduling in Quantum Compilers

邦訳：量子コンパイラにおける回路変換とスケジューリングの最適化

【背景】超電導量子ビット方式の量子計算機のハードウェア面の劇的な技術進展

【問題】同方式の量子計算機に固有の制約を考慮したコンパイラ技術の不足

【貢献】同方式の量子計算機向けのコンパイラの最適化手法の改善



井床 利生

IBM 東京基礎研究所

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（工学）

大学：筑波大学

QS

《推薦文》量子計算機の性能が近年飛躍的に向上し、遠くない将来の実用化が俄かに期待されている。本研究では、量子計算機向けのコンパイラに注目し、その性能を左右する最適化タスクの解法の改善に取り組んでいる。量子演算の可換性を考慮した独自性のある解法を提案し、計算機実験で提案手法の明確な優位性を示している。

学位論文題目

キーワード

遠隔操作ロボット

フィールド実験

マルチモーダル会話分析

エンゲージメントとインタラクション状態遷移に基づく接客ロボットの半自律的制御手法の確立

【背景】初心者ユーザの遠隔操作によるロボットでの接客は困難

【問題】操作者にロボットの操作経験や知識が必要

【貢献】初心者ユーザ向け接客ロボット遠隔操作システムの開発と有効性の検証



岩崎 雅矢 (正会員)

大阪大学大学院 基礎工学研究科システム
創成専攻 特任助教

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（工学）

大学：大阪大学

HCI

《推薦文》本論文は、実店舗と実験室での実験から、接客ロボットの社会的プレゼンスを改善可能なロボットの振る舞いを明らかにし、客-ロボット相互作用の状態遷移モデル化によって初心者ユーザのロボット操作でも客の購買活動を促進できることを示した。本論文の内容は国内外の学会発表における受賞歴があることから推薦に値する。

学位論文題目

キーワード

ヒューマンセンシング

ユーザインタフェース

HCI

ハンドインタフェースのためのセンサの多用途化に関する研究

【背景】自分に合ったインタフェースをDIYできる時代に

【問題】容易にインタフェースに使えるセンシング手法の多様化が必要

【貢献】センサの役割を拡張し、多様性に寄与する5つの手法を開発



高田 峻介 (正会員)

神戸市立工業高等専門学校電子工学科
助教

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（工学）

大学：筑波大学

HCI

《推薦文》推薦する博士論文は、タッチパネル、キーボード、データグローブ等の入力インタフェースを構築・拡張するためのセンシング手法についてまとめており、各センシング手法にセンサの特性や組合せ方に斬新なアイデアが含まれている。また、これらのセンシング手法はどれも容易かつ安価に利用できるものである。

<https://rtakada.jp>

学位論文題目

キーワード Smart City (スマートシティ) Participatory Sensing (参加型センシング) Gamification (ゲーミフィケーション)

Gamified Participatory Sensing for Sustainable Spatiotemporal Tourism Information Collection

邦訳：ゲーミフィケーションを用いた参加型センシングによる
持続可能な時空間観光情報収集

- 【背景】 スマートシティの実現における人間の感性的情報の収集必要性
- 【問題】 参加型センシングにおけるインセンティブ設計
- 【貢献】 効率のかつ持続可能な観光情報（都市環境情報）収集の実現可能性の検証



河中 祥吾

(株) サイバーエージェント データサイエンティスト

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（工学）

大学：奈良先端科学技術大学院大学

《推薦文》 河中君は、観光ナビ等に利用する「観光情報」を幅広く集めるため、実際の観光客から情報を提供してもらい「参加型センシング」を研究しています。博士論文では、人が情報を提供したくなる動機づけとは何か？という観点で、ゲーミフィケーション・インタラクティブデザインという2つの方法を提案し有効性を検証しています。

モバイルコンピューティングと新社会システム研究会

学位論文題目

キーワード スマートシティ クラウドセンシング Wi-Fi 位置推定

A Study on Spatial Crowdsensing for Augmenting Smart Cities

邦訳：スマートシティ実現に向けたクラウドセンシングによる
空間情報の収集に関する研究

- 【背景】 スマートシティにおいてクラウドセンシングによるデータ収集は重要
- 【問題】 データ収集時の協力者負担が大きい
- 【貢献】 電波状況収集における協力者に能動的なタスクを要求しないクラウドセンシング



天野 辰哉 (正会員)

大阪大学大学院情報科学研究科 特任助教（常勤）

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（情報科学）

大学：大阪大学

《推薦文》 都市の空間情報の収集方法としてクラウドセンシングが注目されていますが、観測の空間的な偏りや協力ユーザの負担などの課題が存在します。本論文では、都市環境におけるWi-Fi電波やアクセスポイント位置情報の収集に際してこれらの問題を解決する手法を提案しており、大きな実用性を持つ論文として推薦します。

モバイルコンピューティングと新社会システム研究会

学位論文題目

キーワード 布センサ IoT 機械学習

Application of Textile Pressure Sensor Contacting Body Surface to Support Pressure Ulcer Preventive Care

邦訳：体表接触面圧に基づいた褥瘡予防ケア支援のための布圧力センサ応用

- 【背景】 体圧計測手法が未確立
- 【問題】 体圧計測手法の確立と褥瘡予防ケア支援応用
- 【貢献】 布圧力センサを用いた体圧計測手法の応用可能性を提示



小野瀬 良佑 (正会員)

名古屋大学情報学研究所 研究員

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士（情報学）

大学：名古屋大学

《推薦文》 織り構造でセンサ機能を担保するユニークな布センサで、服や介護支援機器を作り、吃緊の課題である看護労力削減・看護師の迅速育成に取り組んだ研究です。当該センサは、織機から出てきた段階で、密にセンサ点を保持し、薄く、量産可能です。普段使いの服が、すべてセンサ布で作られる未来への新たな一歩となる研究です。

Ph.D. Thesis Abstract: Application of Textile Pressure Sensor : https://youtu.be/zv9kMYRPB_A
名古屋大学学術機関リポジトリ : <https://nagoya.repo.nii.ac.jp/records/2000261#.YMGxnbj75UK>

ユビキタスコンピューティングシステム研究会

学位論文題目

キーワード

IoT

締結力モニタリング

LPWAN

TenSense - A Family of Wireless Sensor Nodes Dedicated for Remote Unattended Structural Health Monitoring of Bolted Joints

邦訳：TenSense：ボルト接合部の締結力遠隔監視のための無線センサノード



- 【背景】ボルトの締結力低下による事故等の発生および点検コストの増大
- 【問題】構造物・車両等におけるボルト締結力の安全モニタリングおよび予測
- 【貢献】学際的な知見に基づいた実用的なIoTデバイス設計および安全モニタリングシステム構築



Michail Sidorov

豊橋技術科学大学 研究員

取得年月日：2020年9月
学位種別：博士（工学）
大学：豊橋技術科学大学

《推薦文》本論文は部材の接合等に用いられるボルトの締結力を遠隔監視するシステム TenSense の設計・実装・評価についてまとめたものである。追加座金内にセンサ等を組み込むことでボルトへの加工を伴わずに必要な機能を実現しており、力学的な検証や回路・アンテナ等の設計、電源寿命の議論などIoT事例としてきわめて有益な議論がなされている。

学位論文題目

キーワード

自動車運転

ナビゲーションシステム

利他的行動

動機付け

Motivational Techniques that Aid Drivers to Choose Unselfish Routes

邦訳：運転者が利他的な経路を選ぶことの動機付けを支援する技術



- 【背景】カーナビが提案する最短経路を多くの運転者が選ぶことによる交通渋滞
- 【問題】一部の運転者に非利己的な経路を選んでもらう仕組みの解明
- 【貢献】個人の状況や性格に応じて利他的行動を促す対話型カーナビの提案

Briane Paul V. Samson

デ・ラ・サール大学 コンピュータ科学部 助教授

取得年月日：2020年9月
学位種別：博士（システム情報科学）
大学：公立はこだて未来大学

《推薦文》都市での渋滞を減らすには、一部の運転手にはあえて少し遠回りなルートで走ってもらうことを促すような次世代カーナビの実現が求められています。本博士論文では、運転者ごとの急ぎ具合や提案された道への慣れ等に応じて「ちょっと遠回り」なルートを選んでもらうことを促す対話技術の研究開発を紹介しています。

<https://brianesamson.com/>

学位論文題目

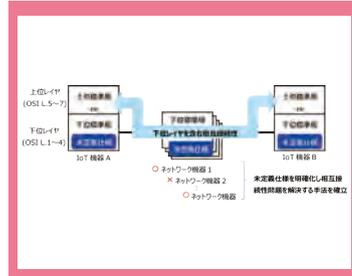
キーワード

スマートホーム

IoT

マルチキャスト

スマートホームにおけるIoT機器の相互接続性向上の研究



- 【背景】ホームネットワークの多様化とIoTの発展
- 【問題】未定義仕様に対する各機器メーカーの実装差異が引き起こす相互接続性問題
- 【貢献】IoT機器の相互接続性向上に貢献

濱本 望絵 (正会員)

パナソニック(株) 主幹技師

取得年月日：2021年3月
学位種別：博士（工学）
大学：神奈川工科大学

《推薦文》さまざまなルータや中継機の組合せで構成されるスマートホームにおいて、IoT機器の雑然と存在する相互接続性問題を引き起こす未定義仕様を明確化するためのSHIPs手順を定義し定量的に判断可能とした。これらは製品150万台に搭載され、エコーネットライト規格に採択され、業界全体約3,300万台の機器の相互接続性向上へ貢献した。

学位論文題目

キーワード

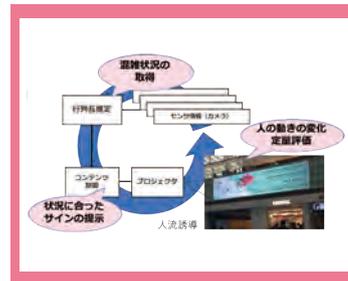
行動データ

情報提示

人流誘導

ユーザの状況および特性に基づく行動変容に関する研究

- 【背景】 多様なデバイスから収集したデータの活用が拡大
- 【問題】 誘導効果の実フィールドでの定量的な検証データがない
- 【貢献】 空港での実証実験を通じて誘導案内効果を定量的に計測



市川 裕介 (正会員)
日本電信電話(株) 主任研究員

取得年月日: 2020年9月
学位種別: 博士(情報学)
大学: 静岡大学

《推薦文》本研究は、行動データの解析によって把握したユーザの状況および特性を利用して、効果的にユーザの行動変容を引き起こす方法論をまとめたものである。案内誘導システムやマーケティング分析の概念に行動データ解析により把握した状況や特性に基づく行動変容を引き起こす仕組みを組み込んだサービスデザインを提案ならびに評価しており、今後のコンシューマ向けシステムやサービスに求められる方向性の1つとして興味深いものである。

コンシューマ・デバイス&システム研究会

学位論文題目

キーワード

自然言語処理

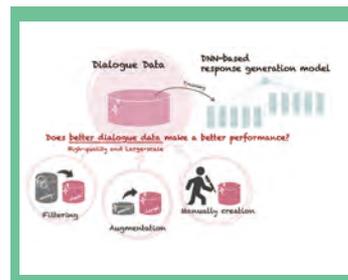
深層学習

対話応答生成

Data-oriented Approaches for Improving Neural Dialogue Generation

邦訳: ニューラル対話応答生成の性能向上のためのデータ駆動アプローチ

- 【背景】 深層ニューラルネットワーク技術が高性能な応答生成モデルを実現
- 【問題】 訓練データ改良を通してモデルのさらなる性能向上を図る
- 【貢献】 訓練データの品質等を改善する方法論を提案、データ改良の有効性を実証



赤間 怜奈
東北大学 助教

取得年月日: 2021年3月
学位種別: 博士(情報科学)
大学: 東北大学

《推薦文》本論文は、深層ニューラルネットワーク技術に基づく対話応答生成モデルに対し、訓練データの改良によって性能向上を図るデータ指向的な方法論の確立に取り組んでいる。従来のモデル指向的研究とは相対する立場から、対話応答生成技術の発展に繋がる新たな方向性を提示した点に、当該分野における大きな学術的貢献がある。

自然言語処理研究会

学位論文題目

キーワード

自然言語処理

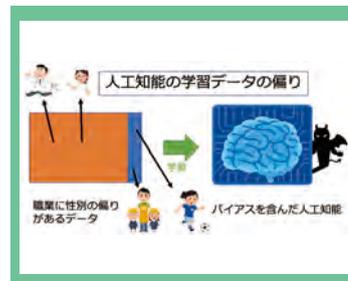
分散表現

データの偏り

Grammatical and Semantic Biases in Representation Learning from Raw Datasets

邦訳: 生データを用いた表現学習における文法・意味バイアス

- 【背景】 大規模なデータで分散表現を学習
- 【問題】 データの偏りが分散表現に悪影響を与える
- 【貢献】 学習データの偏りの影響を低減する手法の提案



金子 正弘
東京工業大学 研究員

取得年月日: 2021年3月
学位種別: 博士(情報科学)
大学: 東京都市大学

《推薦文》本研究は自然言語処理において文や単語をどのように表現すればいいか、という問題に対して、人手でメタ情報を付与していない生のデータから表現を学習する際に生じる文法や意味のバイアス(たとえば性別バイアス)についての研究を行い、さまざまな深層学習の手法を駆使して、人工知能分野のホットな話題に切り込んでいます。

研究ブログ: <https://masahiro-kaneko.com/>

自然言語処理研究会

メディア情報領域

学位論文題目

キーワード

画像編集

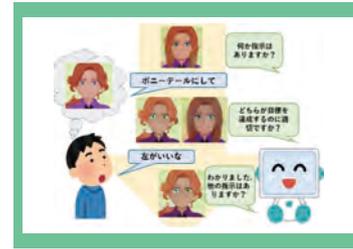
自然言語インタフェース

深層学習

A Conversational System for Interactive Image Editing

邦訳：自然言語を用いた対話型画像編集システム

- 【背景】 広告やイラストの作成は高コストなので自動で生成したい
 【問題】 言語情報を使うのは手軽だが多様な表現が許されるので難しい
 【貢献】 言語情報で段階的に画像を編集できる深層画像編集モデル



《推薦文》本研究は、画像と自然言語の情報を結び付け、ユーザが自然言語で対話しながら画像を編集できる深層学習ベースのシステムの研究です。自然言語は自由度が高く、システムが想定していない入力とは問題となります。そこで本研究では、入力文が不確実なときはシステムから確認要求を行うことで目標の画像の生成を図る点が特徴です。

<https://seitaroshinagawa.github.io/>
<https://youtu.be/Xz8tfc7MngQ>



品川 政太朗

奈良先端科学技術大学院大学 助教

取得年月日：2020年9月
 学位種別：博士（工学）
 大学：奈良先端科学技術大学院大学

学位論文題目

キーワード

コンピュータビジョン

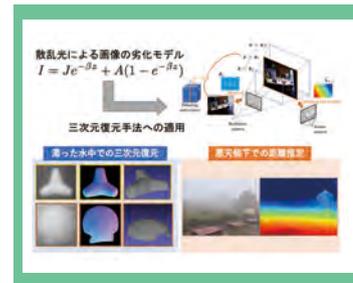
三次元復元

散乱媒体

3D Reconstruction in Scattering Media

邦訳：散乱媒体下での三次元復元

- 【背景】 散乱媒体下では光の散乱で画像が劣化
 【問題】 劣化した画像を用いてシーンの三次元を復元
 【貢献】 物理的な画像劣化モデルの三次元復元手法への適用



藤村 友貴 (正会員)

奈良先端科学技術大学院大学
先端科学技術研究科情報科学領域 助教

取得年月日：2021年3月
 学位種別：博士（情報学）
 大学：京都大学

《推薦文》論文は、散乱媒体下における光の散乱や吸収を物理的にモデル化し、散乱媒体下での三次元復元として多眼ステレオ・照度差ステレオ・ToFの3つのアプローチを議論している。一連の研究成果は、トップカンファレンスのオーラル発表やトップジャーナルに掲載されるなど高く評価されており、推薦に値する。

学位論文題目

キーワード

深層学習

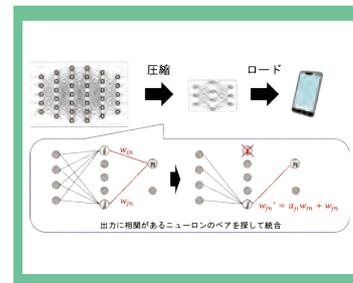
高速化

双直交基底

Behavior-based DNN Compression: Pruning and Facilitation Methods

邦訳：ニューロンの振舞いに基づくニューラルネットワークの圧縮：プルーニング手法およびより効果的な圧縮のための補助的手法

- 【背景】 ディープニューラルネットワーク（DNN）は有用な機械学習モデルであるが、計算コストが高い
 【問題】 スマホや監視カメラ等のエッジデバイスではDNNを使用しにくい
 【貢献】 DNNの精度を保ちつつ圧縮できる手法を開発した



菅間 幸司

和歌山大学システム工学部
特別研究員

取得年月日：2021年3月
 学位種別：博士（工学）
 大学：和歌山大学

《推薦文》本論文は、ニューラルネットワークの圧縮法に関するものである。ある層のニューロンを削除した後、次層への影響を緩和する手法において、①削除すべきニューロンを効率良く求める方法、②全体への影響を小さくする各層の圧縮率を求める方法、③分岐のある場合も効率良く圧縮する方法、が骨子であり、強力な実用的圧縮法である。

学位論文題目

キーワード 映像強調 (ビデオマグニフィケーション)

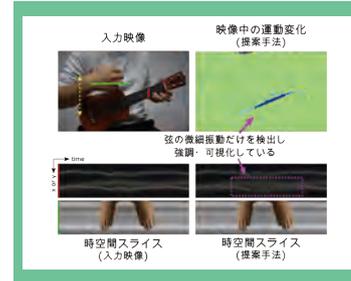
映像合成

信号処理

Robust and Fast Eulerian Video Magnification for Practical Applications

邦訳：実用化に向けた頑健で高速なオイラービデオマグニフィケーション

- 【背景】映像中の小さな色／運動変化を強調し、可視化する
- 【問題】映像中には大きな色／運動変化や撮像ノイズが混入する。加えて、高速処理が困難
- 【貢献】神経科学知見の応用や処理過程の冗長性削減による問題解決



武田 翔一郎

NTT メディアインテリジェンス研究所 研究員

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士 (工学)

大学：筑波大学

《推薦文》動画中の、たとえば人物の拍動に伴う振動や顔色の変化など、微細な色変化や運動を強調して可視化する技術が注目されている。本論文では、既存手法の問題点であった、1) 素早く大きく動く物体に対しては検出・強調に失敗する、2) ノイズに弱い、3) 計算に時間がかかる、の3つに対して解決策を提案し、実用性を大きく向上させた。

学位論文題目

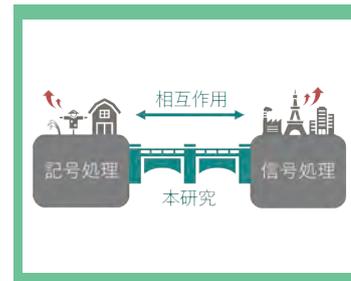
キーワード 音楽情報処理

記号創発

記号と信号

音楽の記号創発に向けた信号と記号の相互最適化フレームワークの構築

- 【背景】記号処理と信号処理を区別し、独立して発展
- 【問題】記号と信号の相互的な修正が必要
- 【貢献】音楽情報処理の認識制度の向上、人間の認知や知性を解明する手がかり



澤田 隼 (正会員)

東京理科大学理工学部情報科学科 嘱託助教

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士 (システム情報科学)

大学：公立はこだて未来大学

《推薦文》本学位論文では、非言語メディアの1つである音楽の共時的かつ通時的な意味を数理的に理解し表現するために、音楽における記号創発を実現する枠組みとして、信号と記号の相互最適化フレームワークを提案した。当該枠組みに基づく3種類の音楽識別システムの事例を示した。

学位論文題目

キーワード 音楽情報処理

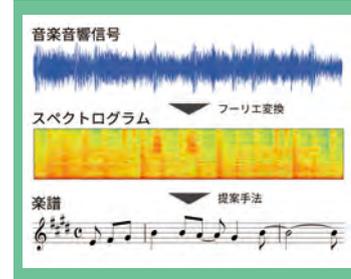
自動歌声採譜

機械学習

Generative, Discriminative, and Hybrid Approaches to Audio-to-Score Automatic Singing Transcription

邦訳：自動歌声採譜のための生成的・識別的・混成アプローチ

- 【背景】音楽情報処理の基本的認識タスクである自動採譜
- 【問題】歌声の大きな変動に起因する音符の推定誤り
- 【貢献】言語モデルと音響モデルの統合アプローチ



錦見 亮

NTT コミュニケーション科学基礎研究所 研究員

取得年月日：2021年3月

学位種別：博士 (情報学)

大学：京都大学

《推薦文》音楽音響信号に対する歌声の楽譜推定という国際的にも研究例が少ない課題に取り組み、確率的な枠組みのもとで生成的・識別的な言語モデル・音響モデルを統合するという一貫したアプローチを提案している点で、きわめて高く評価できる。

学位論文題目

キーワード

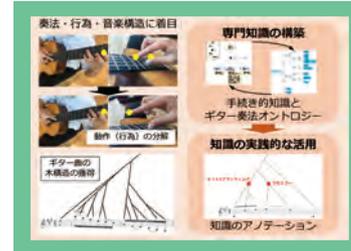
知識の利用と共有

ドメインオントロジー

演奏行為

楽器演奏における知識の構築と実践的な活用

- 【背景】 楽器演奏における指導・学習方法の確立
 【問題】 知識の共有と実践的な活用の不足
 【貢献】 専門知識の構築と実践的な分析、楽曲および演奏者の新しい分析方法の提案



飯野 なみ (正会員)
 国立情報学研究所 情報学プリンシ
 プル研究系 特任研究員
 取得年月日: 2020年9月
 学位種別: 博士(情報学)
 大学: 総合研究大学院大学

《推薦文》演奏の指導は教授者のスキルに依存していて、クオリティの確保が難しいという問題があった。本研究では、標準化されクオリティが確保された指導を円滑に進めることを支援するシステムの構築を目指しており、その挑戦的な試みの第一歩として、楽器演奏における演奏知識、指導知識のモデル化を行った。

個人ページ: <https://nami-iino-guitar.wixsite.com/mypage>
 Github (ギター奏法オントロジー): <https://github.com/guitar-san/Guitar-Rendition-Ontology>

学位論文題目

キーワード

コンピュータ囲碁

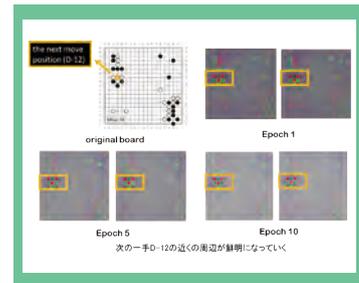
深層学習

可視化

Visualizing and Understanding Computer Go

邦訳: コンピュータ囲碁を用いた思考の可視化に関する研究

- 【背景】 コンピュータ囲碁は人間を超えるという目標が達成してきた
 【問題】 コンピュータ囲碁と人間棋士の思考過程には大きな違いがある
 【貢献】 可視化実験によって、コンピュータ囲碁の学習プロセスを考察した



龐 遠豊
 (株) 日立製作所 研究開発グループ
 取得年月日: 2021年3月
 学位種別: 博士(工学)
 大学: 電気通信大学

《推薦文》本論文は、コンピュータ囲碁を用いた2つの可視化研究を行っている。1つ目は、専門的な囲碁用語を自動判別し、打ち手に対してリアルタイムで可視化する技術であり、市販の囲碁AIにも応用された。2つ目は、深層学習における学習内容を5つの手法で可視化し、囲碁AIの理解や改良に役立つ技術を提案している。

学位論文題目

キーワード

ゲームAI

ターン制戦略ゲーム

深層学習

アルファゼロ

MCTS

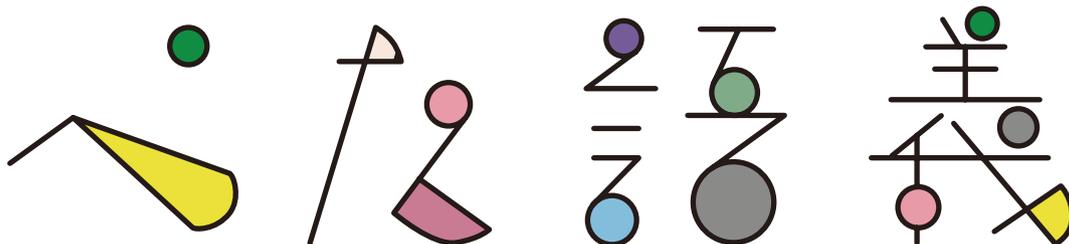
ターン制戦略ゲームへの深層学習の適用

- 【背景】 ゲームAIへの深層学習の適用の拡大
 【問題】 実装が困難なターン制戦略ゲームに最新アルゴリズムを適用する
 【貢献】 扱う問題の分析と課題を明確化し実際に動作・検証



木村 富宏 (正会員)
 フリーエンジニア
 取得年月日: 2020年12月
 学位種別: 博士(情報科学)
 大学: 北陸先端科学技術大学院大学

《推薦文》ターン制戦略ゲームは多数の駒を任意の順で動かせるため行動空間が非常に大きく、AlphaZero等の手法を直接用いても高い性能が得られない。本研究は駒の選択をニューラルネットへの出力ではなく入力として扱うという新発想により、出力の次元を大幅に削減し、高い性能を持つプレイヤーの作成に成功したので推薦する。



Vol. 120

CONTENTS

- 【コラム】高校教科「情報」、中高年には「隔世の感」…杉本 貢
 【解説】全国大会イベント「2025年実施の大学情報入試への展望」の報告…小宮 常康・佐藤 喬
 【解説】学習履歴データの標準化技法— Experience API (xAPI) 編—…古川 雅子



COLUMN

高校教科「情報」、 中高年には「隔世の感」



どれだけの保護者が、この教科書を読んだことがあるのだろうか。高校の教科「情報」だ。2025年の大学入学共通テストに追加されると、高校の教育現場は大きく変わる。私自身、教科「情報」の取材を始めたとき、買い求めた教科書の内容の濃さに驚いた。

地元の高校でPTA役員をしている知人に尋ねた。ITエンジニアの彼も「本格的にプログラミングをしているところがあるとは。最近はコンピュータの授業がある、くらいの認識しかなかった」という。

共通テストで「情報」を受験するのは、2021年春に中学3年生になった生徒からだ。小学生の息子を持つ別のエンジニアには、大学入試センターが公表したサンプル問題を見てもらった。「小学校でプログラミングの基礎は学んでいるが、高校では実際にプログラムを書く力をつけないと解けないだろう」という。疑似言語を使った問題などはそうだろうと思った。

共通教科「情報」の教科書は現在、「社会と情報」と、プログラミングなどを盛り込んだ「情報の科学」がある。先に書いた「驚いた」教科書は「情報の科学」。ネットワークアドレスなど、技術系ではない親世代には馴染みのない、数々の言葉がある。

まだ入試科目でないからか、現状では保護者の関心は薄そうだ。授業を見てもらう学校開放日。ある高校の「情報」の授業には参観する保護者の姿はほとんどなかった。

今後、「情報」の入試が現実味を帯びれば、否応なく関心が高まるだろう。教科書を開き、私同様「驚く」保護者は少なくないのではないだろうか。自分たちの受けた高校教育とは隔世の感があるからだ。

教科書の内容は、学会誌の読者の皆さんはご存知と思い、割愛する。ここで、私がなぜ教科「情報」の取材を始めたか、を語ろう。

情報技術にかかわったのは15年ほど前。記者からデジタルメディア部門に異動になり、サイト構築などで外部のエンジニアとやりとりするようになった。ところが、飛び交う専門用語が理解できず、悔しい思いを重ね、自然と関心を持った。定年後、通信制のサイバー大学IT総合学部に入編した。学び直したかったからだ。おかげで先のサンプル問題も満点にはほど遠いが、なんとか解けた。教科「情報」が充実すれば、若年層のリテラシーは一気に向上するだろう。逆に気になったのが一般社会人との格差。教科書は、国民全体の底上げも課題と感じさせてくれた。



杉本 貢 (元中国新聞編集委員) sugimoto3207@gmail.com

中央大学法学部を卒業し1981年、中国新聞社(本社・広島市)入社。報道部記者、メディア開発部長、経済部長、編集局次長などを経て定年後から2021年3月末まで編集委員。

全国大会イベント「2025年実施の大学情報入試への展望」の報告

小宮常康

佐藤 喬

電気通信大学

東京都立産業技術高等専門学校

イベント企画「2025年実施の大学情報入試への展望」の概要

高校では2022年度から必修科目「情報I」の学習が始まり、情報教育の充実が図られる。それに基づいて大学入学共通テスト「情報」が加わる方針が示されている。そこで、本会第83回全国大会で開催されたイベント企画「2025年実施の大学情報入試への展望」（2021年3月20日にオンライン開催、全体司会は國學院大学の高橋尚子氏）では、情報教育と情報入試について、これまでの動向と最新情報を提供し、これからの大学情報入試へ向けた展望を議論した。本稿では、本イベントについて報告する。

なお本イベントの様子はニコニコ動画で閲覧できるほか、講演内容を文字起こししたページ¹⁾もある。まず6名による講演があった。

□ 講演1 『「情報」入試導入の必然性』

講演者：村井 純氏（慶應義塾大学、デジタル改革関連法案ワーキンググループ座長）

世界中でデジタルトランスフォーメーション（DX）が急激に起こっている。日本では、2016年に官民データ活用推進基本法ができ、デジタルデータをきちんと使っていこうとなった。この「デジタルデータ」には、コンピュータから発生する計算結果だけでなく、センサのデータや位置情報等あらゆるデータを含み、あるいはそこにもっと別の技術が重なってくる。すべての人がデジタルデータを使う時代では、コンピュータサイエンス（CS）はすべての

人のためのCSに変わり（コンピュータが特別なものだった時代のCSは、自分たちCS研究者が使うコンピュータを良くするための学問であるかのようなところがあった）、社会受容性や信頼性、悪用されず、良い使われ方は何かなど、そういうことまでCSの学問の中で、あるいは教育の中で考えていかなければいけないことになる。

それに従って20年ぶりにIT基本法から何から全部変える準備をしてきている（デジタル改革関連法案）。根本的な概念の一部が20年前と変わっているものもあり（オープンで透明で国民への説明責任を果たして、すべての人がアクセスでき、安全、ロバストで、社会課題を解決する基盤であり、国際貢献もして人に優しいデジタル化）、インフラを整備しようという価値観だけではなく、人間を中心とした価値の提案も強力に加えている。

20年ぶりに変わるIT基本法^{☆1}の元の提案では、情報アクセシビリティ、置いてきぼりをつくらない、テクノロジーの善用を理念とした、「置いてきぼりをつくらない」の意味は、全員に（先に述べた新しい）CSを分かってもらうには得意な人が不得意な人を支える社会でなければ無理ということだ。つまり、自分が力をつけるだけの学習ではなく、自分の持っている理解で他人に支えられるような情報教育をしなければならない。

.....
☆1 デジタル社会形成基本法のこと。2021年5月12日に成立。執行は今年（2021年）の9月。

□ 講演2「大学情報入試動向と情報処理学会の活動履歴」

講演者：筧 捷彦氏(東京通信大学, 情報処理学会情報入試委員会委員長)

筧氏から紹介された、情報入試の動向と情報入試委員会による本会としての取り組みを表-1と表-2に挙げる。表-2は「共通テストに新教科『情報』」のニュース報道(朝日新聞 2020年10月22日)を受けてからの活動である。

すべてが順調に進めば(過去の歴史を踏まえると)次のように進むだろう。

- 今年度中に大学入試センターから具体的案提示
- それを受けて文部科学省が2021年6月～8月頃の実施方針を提示
- 2022年4月からは全生徒が情報Iを学び始める
- 大学は2022年中には共通テスト適用の具体案を公表
- 2025年1月に共通テスト実施

□ 講演3「大学情報入試の舞台裏」

講演者：平井辰典氏・吉田尚史氏(駒澤大学)

グローバル・メディア・スタディーズ(GMS)学部を2006年に設置した当時は、2科目受験を実施しており、必修科目は英語、選択科目は国語、世界史、数学としていた。GMS学部では、英語と情報を基

表-1 本会の取り組み

- 大学入試センター試験での「情報」出題の提言、未来投資会議の議論における、大学入学共通テストに情報を入れる方針に賛成する意見の表明など
- 2003年の教科「情報」設置以来、毎年秋に『高校教科「情報」シンポジウム』(ジョーシン)を開催
- 2022年から実施される情報I(全員が必修)の指導要領の4分野に対応した入試問題の試案を作って紹介
- 大学入学者選抜における評価手法の委託研究(2016～2018年、文部科学省)の「情報」ユニット(大阪大学が受託)を東京大学とともにサポート

礎として、社会学、経済学、経営学などの分野を融合する、いわゆる学際教育と研究をしており、グローバル言語として英語はもちろん、情報も必要だと考えている。そのため、入試の範囲に、数学Bに含まれていたプログラミングを入れた。多くの大学では、数学Bのプログラミングを入試の範囲から除いていたため、当初はさまざまな意見が寄せられたが、徐々に浸透していった。問題の構成は、大問3題で、大問1が小問群、大問2がプログラミングの問題、大問3がシミュレーションの問題としている。基本的なスタンスとして、各社から出版されている教科書に載っている内容のみで構成し、教科書に載っていない内容は出題しない。

現在、情報科目の受験者数は、ほかの科目と比べて極端に少ない。大学入学共通テストで情報が導入され、それに伴って情報科目の受験者数も増えることを期待している。高校での情報科目の授業をMicrosoft Office製品を使うような内容だけではなく、もっと教科書の内容に沿ったものにしていただけると、駒澤大学の情報入試の問題にも取り組みやすくなると思われる。また、近年教科書のバリエーションが増え

表-2 ニュース報道以降の活動

- 試作問題が大学入試センターから配布されたのでそれを早速検討し、(改善点は残るものの)4分野を満遍なくカバーした適切な出題だと思う、という意見を表明
- こうした動きを広く知ってもらう活動を展開
 - 「コンピュータと教育研究会」の158回目の特別セッション(一般公開)
 - 2021年8月に開かれるFIT2021(第20回情報科学技術フォーラム)で同様の公開セッションを企画
- 本会からの発信の仕組みも活用
 - 「情報入試委員会は『情報入試』をこう考えます」というコラムページ²⁾を作成(さまざまな意見や疑問に対する当委員会の考えを紹介)
 - 本会のnoteの中で情報入試問題の例題を取り上げて解説³⁾



たことにより、どの教科書にも載っている共通項が狭まってきているため、出題パターンを増やすためにも絶対教えなければならない内容が増えることが好ましいと考えている。今後の学習指導要領改訂については、教科書の内容を勉強していれば解けるような問題を出題する方針を維持して対応する。

□ 講演4「情報入試への展望～高校からの期待～」

講演者：福原利信氏(都立立川高等学校, 東京都高等学校情報教育研究会副会長)

情報入試のスタートは、「ものさし」が導入されることだと考えている。これまでの20年間、諸先輩方が教科「情報」について努力をされてきた。ただし、学習指導要領を改訂して、教える内容を示しても、それを測る「ものさし」がなかったため、教科「情報」を教える先生方は、目の前の生徒の興味・関心のある分野、または先生方の得意とする分野に時間をかけて教えられていたのではないかと思う。情報入試がスタートすると、学習指導要領の内容をどれだけ理解し、定着しているかを測る、1つの手段が私たちに示されるのだと思う。ただ、情報入試が生徒の理解や定着を測る万能の「ものさし」ではない。なぜなら、ペーパーテストでは測ることができない学習内容もあるからだ。作品を作成したり、実習で身に付けた実践力を授業内で評価することもとても重要である。

4年後に共通テストに情報が入るが、この4年間で少しでもできることを4つ提案する。1つ目は、情報科の先生方が集まる研究会が全国的に組織されて、全国大会に参加される先生方が増え、情報交換がより活発に行われてほしいという希望である。2つ目は、「情報」の部活動の振興で、高等学校文化連盟に「情報」が新設され、部活動が盛んになってほしいと思っている。3つ目は、教員の定数についてである。情報が共通テストに入り、これまで以上に内容が問われるようになる中で、専任教員を配置できるような、新たな制度、または特別な措置などがあるとよいと思っている。最後

は、情報関連企業や大学、研究機関など、さまざまな方からの応援をいただいて、教科「情報」の分野が充実することが、日本の発展に寄与するのではないかと考えている。そして、高校生がさまざまな方のサポートをできるように育てていくことが、高校の教員に求められているのではないかと思う。今回の情報入試が、スムーズに進んでもらえることを期待している。

□ 講演5「大学情報入試の社会実装において大切なこと」

講演者：井上創造氏(九州工業大学, 大学入試センター試験「情報関係基礎」の元作題委員)

情報入試は、高校生も先生も不安だと思う。「情報関係基礎」^{☆2}の問題を作る側も不安だった(何を問いたいかわからない状況だったため)。

情報関係基礎の問題で、予想より点数が良い問題があった。多分、(ハフマン符号化の問題であるが「ドレミ」の曲の問題としたため)とっつきやすかったためと思われる。情報が苦手な人はアレルギーがあるだけで、とっつきやすさが大事なのだと思う。思考力の問題はいくらでもとっつきやすくできるが、知識の問題はそれができない。とっつきやすく感じない原因には、知識の不足もある(よって知識も大事だ)。

情報分野は内向きにやっていること(楽しんでいること)がいつの間にか外向きに役に立つことがある分野なので、ぜひ楽しそうに教育・研究をやってほしい。

□ 講演6「多くの大学で情報入試が実施されるために―初等・中等教育の視点から―」

講演者：村松浩幸氏(信州大学, 日本産業技術教育学会会長)

情報入試から先を広げていくためには、その前段

.....
^{☆2} 1997年から続くセンター試験/共通テストの科目「情報関係基礎」(2025年に教科「情報」が採用されれば廃止予定)の問題には、共通テストの教科「情報」の試作問題と類似するものもあり、情報関係基礎の過去問も参考になるだろう。マークシート方式ながら、思考力を問う良問が出題されてきたことがよく分かる。過去問は、情報入試委員会によるアーカイブ²⁾に豊富に揃っている。

階である小学校～高校までの情報教育が大事である。

中学校の技術・家庭の技術分野の1つが情報の技術。中心的な内容は、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」と「計測・制御のプログラミング」であり、すべての中学生が学ぶ。後者は10年前から必修化されており、実は世界に先駆けている。単にプログラムを作るだけでなく、身の回りや社会の問題解決に軸を据えている。

小・中学校では、「GIGA スクール構想」により、1人1台の端末でネットワーク環境も整備されつつある。一方で、授業展開が難しく授業時間数が少ない問題がある。小中高校ごとにやるのでは限界がある。それを越えてお互いを支え合い、その軸に本会をはじめ関係諸学会、産学官と連携することが大事である。

パネル討論

放送大学の辰己丈夫氏の司会のもと、先の登壇者のうちの井上氏、村松氏、村井氏、福原氏の4名で行われた。以下では特に興味深かった話題について紹介する(図-1)。

辰己 教科書に載っている問題、高い思考力を問う問題、どちらを取るべき？

井上 思考力を問う問題でいいのであればたぶんこの大学も採用すると思うが、実際にはそれだけ

では成り立たない。知識だけを問うとなるとどこの大学も受け入れないと思う。どちらもうまく取り入れたデザイン、出題の仕方、範囲の選び方が大事。

村井 アドミッションポリシーから言えば、受け入れ側が決めること。アドミッションポリシーで決めていけばよい。

福原 (高校としては)しっかりと教科書の内容を勉強していれば共通テストである程度の点数が取れるように学習指導要領から出していただきたい。多くの人が学ぼうと思ってくれて、情報が好きな子が増えるとよいと思っている。

辰己 高校入試に情報がないのはなぜ？

村松 いろいろな教科の入試問題を見ると、情報を読み解く問題が非常に増えている。いろいろな情報源にあたって考えるような、いわゆるPISA^{☆3}型の問題が増えてきているので、情報という科目として設計できたらベストではあるが、情報教育とか情報活用能力が非常に大事だという認識が少しずつ広まっていくように思う。

村井 複数の高校をクロスアポイントメントで回るようなことは可能か？ そのような形で高校の情報教師を県で共有すると情報教育のために良いことは起こるか？

福原 1つの学校にたとえば8時間しか授業がなくても、8時間でいいから専任の先生を付けるべきだ。その方がいいことが起こる。それ以外の時間が、たとえば18時間持つなら、あとの10時間はほかの教科をサポートしたりとか、生徒のことは見たりとか、研究を進めたりとかそういうことができるので、持ち時間が少ないからその学校に専任がないという仕組みをなくす方が先。

辰己 多くの大学で情報を入試の評価対象に加えるにはそれぞれの立場で何ができると思われるか？

☆3 OECD 生徒の学習到達度調査。

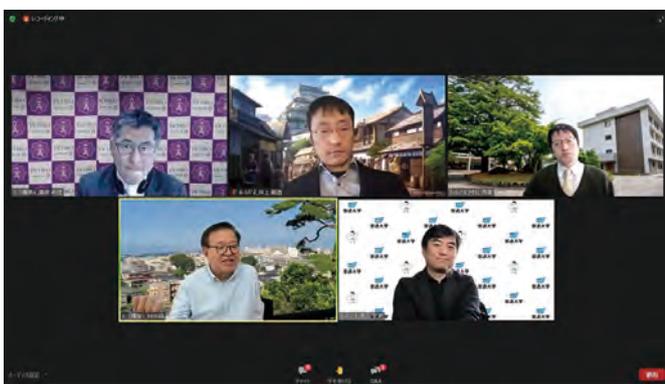


図-1 パネル討論の様子



村井 欲しい学生を教育するカリキュラムを大学で用意するのか、それとも高校で担ってその力を持ってくることを期待するのか、これが入試のコントロールになるはず。どんな人が欲しいかという議論が熟すことこそ入試に対するバイアスがかかることだと、大学の教員はそういう考え方をすべき。

福原 高校の情報の授業がやりたい放題だった20年間で、情報入試が始まることである程度終わるのではないかと。共通テストを受けない高校生も含め、いろいろな子たちに良い影響がでてくると思う。

村井 どういう領域の知識を複合的にどういう力をつけてもらいたいのか、その辺りの議論をし続けることが重要。その場が、本会などで必要だ。

村井 内閣総理大臣がトップのデジタル庁ができ^{☆4}、デジタル化を加速する仕掛けができる。少なくともCOVID禍でのDXを思うと、ビジョンや夢は捨てたらいけないという思いがある。こういう機会にやらなければいけない。2021年はみんなで議論をして体制を作り広げるときだ。

大学情報入試の不安と期待

高校で情報をどのように教えるかや、情報を教える教員の専門性など、高校の教育現場状況の懸念も

^{☆4} 設置法が2021年5月12日に成立。

ある。この話題は今回のイベントではあまり取り扱われなかったが、それに関しては情報科の教員である井手氏による記事⁴⁾を参照されたい。

たしかに課題はいろいろとあるだろうが、大学情報入試が導入されれば小中～高大～社会間の相互作用が強く働き、各方面で情報への取り組みの加速が期待できるのではなかろうか。日本の情報に関する力が向上することを願う。その結果として、若い人たちの進む道の選択肢として情報分野の存在感が増してくれたらと思う。

参考文献

- 1) 河合塾キミのミライ発見：情報処理学会第83回全国大会イベント企画「2025年実施の大学情報入試への展望」、<https://www.wakuwaku-catch.net/kouen210401/>
- 2) 情報処理学会情報入試委員会「資料」、<https://sites.google.com/a/ipsj.or.jp/ipsjrn/resources>
- 3) 情報入試委員会：教科「情報」の入学試験問題って？、<https://note.com/ipsj/n/n81737ef872ec>
- 4) 井手広康：大学入学共通テスト「情報」試作問題に対する教育現場の想い、情報処理、Vol.62, No.5, pp.254-257 (May 2021). (2021年5月31日受付)

小宮常康（正会員） komiya@spa.is.ucc.ac.jp

1991年豊橋技術科学大学工学部情報工学課程卒業。1996年同大学院工学研究科システム情報工学専攻博士課程修了。博士（工学）。現在、電気通信大学大学院准教授。

佐藤 喬（正会員） tsato@metro-cit.ac.jp

2000年電気通信大学電気通信学部情報工学科卒業。2014年同大学院情報システム学研究科情報システム基盤学専攻修了。博士（工学）。現在、東京都立産業技術高等専門学校准教授。

学習履歴データの標準化技法

— Experience API (xAPI) 編 —

古川雅子

国立情報学研究所

教育のオンライン化

大規模公開オンライン講座 (Massive Open Online Course, MOOC) は、対象者を限定せず誰でも大学レベルの教育が受講可能なオンラインコースとして、世界各地でサービスが提供され、広く社会から支持を得ています。MOOCの代表的なプラットフォームである Coursera や edX への登録者数合計は3,000万人以上に達しており、社会全体に大学レベルの教育機会を提供することに貢献しています。国内においても2013年にJMOOCがサービスを開始し、学習者数は100万人を超えています。このようなオンラインの教育システムでは、学習者がLMSを利用することによって、学習行動のログがLMS側のデータベースに自動的に蓄積されていきます。また、大学をはじめとした高等教育機関でも、学習管理システム(LMS)の導入が進んでいます。

たとえば、LMSを使って学習している学生AさんがBという教材を閲覧したとすると、「学生Aが教材Bを閲覧した」という学習履歴データ(学習ログ)がサーバに登録されます。ほかにも、動画を見た、小テストを受けた、課題を提出した等々、学習者がシステムにアクセスするたびにその履歴データがデータベースに登録されていきます。このような学習履歴データを分析することで、学習行動の可視化や、効果的なフィードバック方法の検討などを行うことができます(図-1)。

MOOCが世界中の学習者からのアクセスによ

て大量の学習履歴データを集められるようになった2011年頃から、LMSの学習履歴データに関心を持つ研究者が多くなりました。そして、これらのデータを手掛かりに学習行動の分析を行うラーニングアナリティクスという研究分野が注目されるようになりました。

しかしながら、蓄積した学習履歴データを大規模に分析することや共有して共同研究を行うことは、実際にはそれほど容易なことではありません。MOOCの場合は各プラットフォームが独自で定義した形式でデータを格納しているため、異なるMOOCのプラットフォームのデータをそのまま統合することはできません。LMSの場合も、Moodle、Blackboard、Canvas、Sakai、その他独自開発製品等々、複数の種類が存在していて、それぞれが異なる形式でログデータを蓄積しています。また、たとえ同じ種類のLMSであってもバージョンが違うせいで形式が異なることもあります。

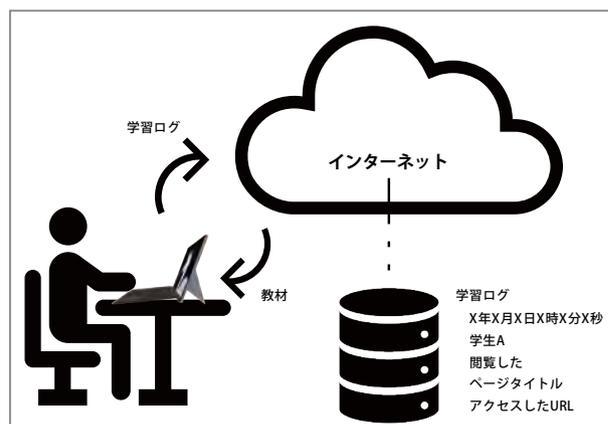


図-1 学習ログの蓄積



さらに、学習者の学習行動はLMSだけで完結しているわけではないので、より詳細に分析を行うために、学習者が検索したWebサイト、動画サイト、オンライン講義、SNS、ゲーム等々、学習行動と見なせるあらゆるシステムのアクセスログも学習履歴データとして扱うことが必要になるかもしれません。これらのシステムのアクセスログも含め、学習履歴データと一言でいっても、実際の形式には非常にバラツキがあるのです。

xAPI

学習履歴データが、多様化、複雑化、無秩序化してしまっている現状で、複数のシステムに蓄積される多様なログデータに対応するためには、誰にでも分かりやすく、実行がしやすいガイドラインに沿って、学習履歴データの構造や形式が同じになるようにデータを変換するための「標準化」を行う必要があります。ログとして保存するデータの形式を標準化することで、LMSの種類やバージョンが違っていても、LMS以外のシステムでも、すべて同じフォーマットで学習履歴データを統合して蓄積することができます。

代表的な学習履歴データの標準化技法として、米国のADL (Advanced Distributed Learning)が策定したxAPI (Experience API)と、IMS Global Learning Consortiumが策定したIMS Caliper Analyticsという2つの国際標準規格があります。以下では、xAPIについて解説します。

ADLは、米国国防総省の内部組織で、eラーニング標準規格のSCORM (Sharable Content Object Reference Model)を提唱したことで知られています。2011年に、「Project Tin Can」というプロジェクトにおいてxAPIの最初の設計を行い、2013年にxAPIバージョン1.0を正式に公開しました。その後、xAPIは、DoDI 1322.26 (米国国防総省 (DoD)の教育および訓練に関するポリシー)に採用されるなど、eラーニングコミュニティ全体で受け入れら

れており、多くの採用企業が自社の製品やサービスでxAPIを使用しています。また、2020年には、情報技術の国際標準化団体であるIEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)が、IEEE xAPI Working Group P9274.1.1を通じて、xAPI仕様を正式に標準化することによって、xAPIを正式な技術規格として制定します。

xAPI規格には、xAPIの使用に関するガイドライン(「xAPIプロファイル」など)や、xAPI形式のデータ保存、認証、アクセスのためのネスト化された仕様(「LRS (Learning Record Store)」など)も含まれています。xAPIでは、JSONデータフォーマットとRESTful WebサービスAPI (HTTPメソッドのGET、PUT、POST、DELETE)を利用します。また、データをやりとりする際のプロトコルも標準化することによって、種類が異なるLMSや学習履歴データを蓄積するためのログ倉庫であるLRSの間でデータの交換を行うことができるようになります。xAPI以前にも、SCORMではコース修了や時間、可否、テストの得点等を取得することができましたが、xAPIではさらに詳細で多様な学習履歴データを扱うことが可能になります。

では、どのようにデータを記述するか見てみましょう。LMSの一般的なデータベースでは、リレーショナルデータベース(RDB)を利用しており、2次元の表のような構造でデータを扱っています。RDBでは、この表にあたるものを「テーブル」と呼んでいます。テーブルにどのような種類の情報をどのような形式で格納するかといった定義はLMSの種類によって異なります。テーブルには、ユーザIDや、教材のID、アクセスした時間など、関連するデータが納められています(図-2)。

テーブル形式のデータの場合、各テーブルの該当するデータを抽出して組み合わせることで、「学生Aがビデオ1を再生した」といった1つの出来事を表現することができます。異なる形式のログであっても、学習行動の履歴として「だれが(Actor)」、「どうした(Verb)」、「何を(Object)」等に該当する情報は必

ずあるといえます。そこで、学習ログを標準化する際には、LMS等のシステムから学習行動を表す一連の情報を取り出し、「だれが—どうした—何を」という基本構造を持つログとして変換します。

xAPIは、JSON形式でこの基本構造を持つログを記述します。JSON形式のデータは、複雑な構造のデータも記述できる、テキスト形式なので人が直接読むことができるといった利点があります。

たとえば、のような形式でデータの記録が行われます。

JSON形式の場合、データは、基本的な構造として、
`{"key": "value"}`
 のように、キーとその値をペアで書いていきます。複数のキーと値のペアを記述する場合は、カンマで区切って記述します。また、入れ子構造で利用することも可能で、値としてさらにJSON形式のデータを入れるといったこともできます。

より詳細にデータの中身を見てみましょう。この例では、"actor"とその値、"verb"とその値、"object"とその値が記述されています。"actor"の値は、JSON形式のデータになっていて、"name"と"mbox"が記述されています。

```
{"name": "学生A"}
```

これは、「だれが」を表す"actor"の情報として、"name" (名前)に「学生A」が入っていて、さらに"mbox"にはメールアドレスが記述されています。

"verb"は、「どうした」を表すもので、"verb"の中には、"id"と"display"が記述されています。"id"は、
`"https://w3id.org/xapi/video/verbs/played"`
 となっていますが、これは、動画を再生したということを表します。"display"には、表示の際に、"played"と表示されるように指定しています。

"object"は、「何を」を表すもので、"object"の中には、"id"と"definition"が記述されています。"id"と

ユーザID	教材のID	アクセスした時間
学生A	ビデオ1	X年X月X日X時X分X秒
学生B	ビデオ1	Y年Y月Y日Y時Y分Y秒
学生A	ビデオ3	Z年Z月Z日Z時Z分Z秒

図-2 テーブルによるデータの記録

して、動画のURLが記述されています。"definition"で、この動画の名前を、日本語で「ビデオ1」のように定義しています。

この基本構造に加えて、日時を表すためには、"timestamp"を利用します。たとえば、

```
"timestamp": "2021-06-10T13:50:40.360Z"
```

のようにISO 8601のフォーマットに従って記述します。

また、「学習文脈 (Context)」や「学習の結果 (Result)」など詳細な情報を加えることもできます。"result"は、テストの結果などを記録する際に利用されるもので、値として、"score"や"success"を記述することができます。たとえば、

```
"score": {"scaled": 0.5}
```

とすれば、0～1の範囲にスケールした場合の点数が0.5であったことを表します。また、

```
"success": false
```

とすれば、テストに不合格だったことを表します。

このようなデータから、たとえば、「学生A」のデータだけを抽出する場合には、まず、「actor」のキーを探し、その値を取得します。そしてそのデータの中から、「name」のキーを探し、その値が「学生A」であるものがあれば、そのデータだけを抽出するといった処理が行われます。

一方、xAPIによりデータを記録する際の問題点の1つとして、どのような語彙を用いるかが利用者にゆだねられているという点があります。たとえば、

```
{
  "actor": {
    "name": "学生A",
    "mbox": "mailto:aaa@xxx.yyy.zzz"
  },
  "verb": {
    "id": "https://w3id.org/xapi/video/verbs/played",
    "display": { "en": "played" }
  },
  "object": {
    "id": "https://xxx.yyy.zzz/video1.mp4",
    "definition": { "name": { "ja": "ビデオ1" } }
  }
}
```

図-3 xAPIによるデータの記録



ビデオを再生したことを played と表現することもできますし、viewed 等、別の類似の表現をすることもできます。このような語彙の設計をプロフィール (profile) と呼びますが、システムごとにプロフィールが異なると、相互運用することが難しくなってしまいます。このためプロフィールを収集し、公開するといった試みも行われています。

学習履歴データの利用

ログ倉庫 (LRS) にたまった学習履歴データは、さまざまな場面で利用することができます。研究者は、学習履歴データを分析し、新しい知見を得るために利用することができます。たとえば、学期の早い時期、あるいは遅い時期にシステムにログインした学生の学習行動の特徴を明らかにしたり、成績がどう

なるのかを予測したりすることができます。

また、たまっている学習履歴データを可視化し、だれでも見られるようにするダッシュボードを作成することができます(図-4)。

学習の状況を表やグラフを使って分かりやすく表示することで、教員が学生たちの学習状況を視覚的に把握したり、授業を改善するためのガイドとして活用したりすることができます。たとえば、教員は単位を落としそうな学生にログインを促すなどの対応がとりやすくなります。

LMS などさまざまなシステムの学習履歴データを標準化することにより、その分析を統合的に利用しやすくなり、学習の改善等につなげることが期待されています。

もっと詳しく知りたい方へ

- adlnet/xAPI-Spec
<https://github.com/adlnet/xAPI-Spec>
xAPI 技術仕様書
- Advanced Distributed Learning Initiative : Experience API (xAPI) Standard
<https://adlnet.gov/projects/xapi/>
ADL の xAPI プロジェクト概要紹介
- Experience API (xAPI) ワーキンググループ
<https://sagroups.ieee.org/9274-1-1/>
xAPI プロファイル仕様を IEEE 9274.2.1 として標準化する取り組み
- xAPI.com
<https://xapi.com/>
xAPI ステートメントの入門的解説, サンプルステートメント
- xAPI Lab
<http://adlnet.github.io/xapi-lab/>
実際にステートメントを作成して LRS に送信することを試せるツール

(2021年6月13日受付)

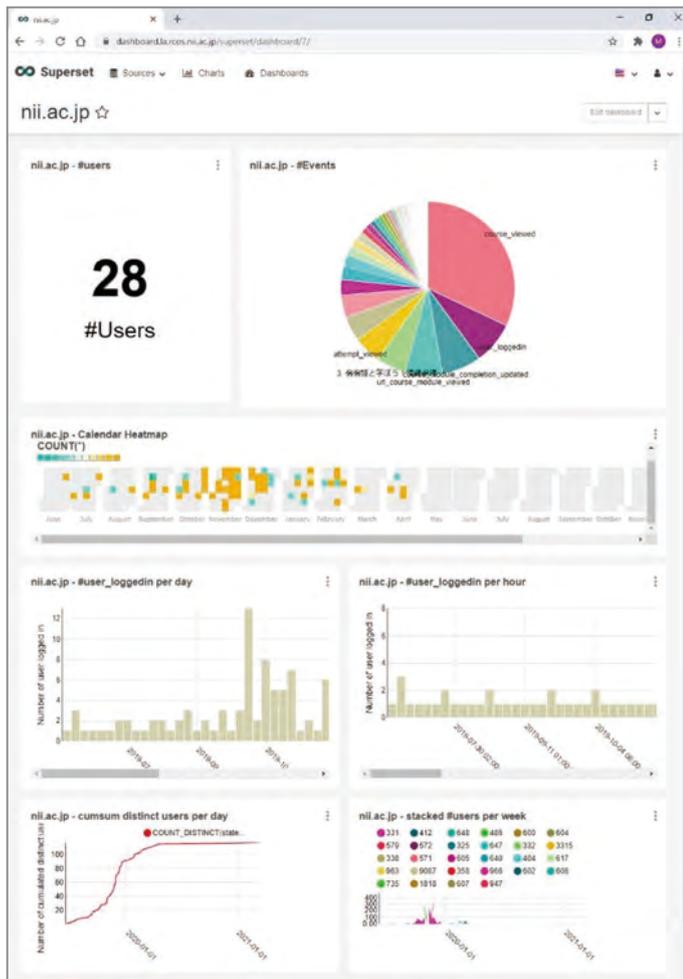


図-4 ダッシュボードの例

古川雅子 (正会員) furukawa@nii.ac.jp

2015年より国立情報学研究所情報社会関連研究系助教。専門分野は、ラーニングアナリティクス、LMS およびオンライン教材の開発・評価。



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)

価格を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



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)



アプリ開発でアイディアを形に —情報Ⅱ「(4) 情報システムとプログラミング」を見据えた授業実践—

平田篤史 | 広島大学附属福山中・高等学校

高校生とアプリ

内閣府の調査結果¹⁾によると、高校生のスマートフォン利用率は2017年時点で9割を超えており、日常生活から切り離せないツールとなっている。また、スマートフォンではモバイルアプリケーション（以下、アプリ）を通してさまざまなサービスを楽しむことから、高校生のアプリの利用頻度は高いと考えられる。しかし、高校生はアプリを通してさまざまなサービスを利用したことはあっても、サービスを提供したことはほとんどないのではないだろうか。アプリ開発という題材は単なるプログラミング学習にとどまらず、普段受けているサービスの背景や目的、継続的に利用してもらうための工夫について考える機会になりえる。また、情報Ⅱ「(4) 情報システムとプログラミング」における「情報システムの制作によって課題を解決したり新たな価値

を創造したりする力を養う²⁾」ための題材にも適していると考えられる。身近な疑問や課題から新たなサービスを生み出そうとする姿勢は、創造社会と呼ばれる Society 5.0 において、アントレプレナーシップ教育につながる重要なものとする。本稿では、高校生にとって身近であるモバイルアプリケーションを題材として、情報Ⅱ「(4) 情報システムとプログラミング」を見据えた授業を実践したので、報告する。

アプリの開発環境と教材

本実践の主な開発環境は、デスクトップPC (Windows 10) と各自のモバイル端末（必要に応じて学校管理のiPadを貸与）、アシアル社が提供する「Monaca Education（以下、Monaca）」である。Monacaでの開発はブラウザ上で実施し、データは

クラウド上に保存される。また、同社が提供するデバッガー用アプリ「Monaca デバッガー」をモバイル端末にインストールすることで、開発したアプリを実際に操作することができる。

本実践で活用した教材として、Monacaの公式テキスト、Monacaの公式授業サポートページ「あんこエデュケーション」、和歌山県教育委員会（きのくにICT）によって作成されたアプリプログラミングシートがある。ここで、テキストは生徒各自がHTMLやCSS、JavaScriptの基礎知識を理解するために活用した。また、サポートページはMonacaで利用できるサンプルアプリをインポートしたり、アプリで利用するイラスト素材をダウンロードしたりするのに活用した。そして、アプリプログラミングシートはサンプルアプリの概要や各コードの意味を理解したり、サンプルアプリのカスタマイズを実践したりすることで、プログラミングを通じた思考と判断、自由に表現する力を育むために活用した。

授業実践

本実践は高校2年生を対象に、2学期間（全23回）で実施した。実践の前半はサンプルアプリのカスタマイズを通じたプログラミング学習とし、後半はオリジナルアプリのチーム開発を通じた問題解決学習とした。また、実践全体を通して、各自が開発したアプリはiPadや各自のモバイル端末で動作確認させた。

サンプルアプリのカスタマイズ

ブロック崩しアプリ

サンプルプログラムの中から「ブロック崩しアプリ」をインポートさせ、ボールの数を変更させた。ゲームのルールを作る立場になるという体験を通して、アプリをカスタマイズする楽しさを実感させた。その後、ボールのx、y方向の加速度を変更させたり、ブロックの色や配置を変更させたりするなど、各自で自由にプログラムを変更させた。数値のパラメー

タなどを変更する簡単な変更であったため、10分程度でほとんどの生徒がカスタマイズを終えている様子であった。

図鑑アプリを通したHTMLとCSSの学習

HTMLとCSSを学習するため、サポートページからサンプルアプリの1つである「図鑑アプリ」をインポートさせた。まず、アプリ内の文字の大きさを変更させることで、見出しや段落などの文章の構造化の仕組みを理解させた。次に、アプリ内に配置されているボタンの表記や配色を変更させたり、ボタンに指定したハイパーリンクを改変させたり、アプリ内で参照している画像を置き換えさせることで、タグによるHTML文書の記述方法を理解させた。そして、アプリ全体の背景色をCSSファイルで一括して指定させることで、セレクタやプロパティ、値の意味を理解させた。

その後、好きなテーマで図鑑アプリをカスタマイズさせた。「地元を紹介するアプリ（図-1）」や「好きなアーティストの紹介アプリ」、「好きなゲームのキャラクター図鑑アプリ」など、生徒は各自の興味・関心を活かした多様なアプリにカスタマイズしていた。

おみくじアプリを通したJavaScriptの学習

JavaScriptを学習するため、サポートページからサンプルアプリの1つである「おみくじアプリ」をインポートさせた。おみくじに「大凶」の結果を追加したり、「吉」の結果が出る確率を高くしたりすることを通して、乱数発生や条件分岐、JavaScriptでHTMLの各要素にアクセスする仕組みであるDOM（Document Object Model）について理解させた。



■図-1 地元紹介アプリ

次に、「図鑑アプリ」と同様に、好きなテーマでアプリをカスタマイズさせた。「今日のご飯提案アプリ (図-2)」や「釣りゲームアプリ」, 「野球盤アプリ」など、乱数や条件分岐を活かしたアプリを作ることができていた。また、多くの生徒がソーシャルゲームにおけるガチャ (カプセルトイ) を模したカスタマイズをしていたことが印象的であった。

生徒同士によるトラブルシューティング

本実践では、質疑応答に「Google スプレッドシート (表-1)」を活用した。具体的には、1つのファイルに学年全員を共同編集者として招待し、プログラムのデバッグを含むさまざまなトラブルシューティングを支援する教材とした。この仕組みのねら



■図-2 今日のご飯提案アプリ

■表-1 質疑応答に活用した Google スプレッドシート

No.	解決?	Q	A
1	解決	「コピー」のショートカットキーはどこを押せばいいですか。	「Ctrl+C」です。
2	解決	ボタンが押せません。何が間違っていますか。 <code>var image_name;</code> <code>var message</code>	: の打ち忘れはありませんか?
3	解決	ボタンの色はどこで変更できますか。	ボタン色を変更したい<button>タグに<button id="aaa">のようにIDを作り、cssファイル内でそのIDの書式を変更します。
4	解決	ボタンの文字色はどこで変更できますか。	cssフォルダからstyle.cssを開いてplaybtnのcolorから変更できます
5	解決	「保存」のショートカットキーはどこを押せばいいですか。	Ctrl+Sでできますよ
6	解決	下のコードの意味がわかりません。 <code>document.getElementById("message").innerHTML = message;</code>	(「message」の部分) = の後に記述された内容に書き込みます。おみくじの場合、 <code>document.getElementById("playBtn").innerHTML = " X "</code> というのは、ボタンに書いてある文字「おみくじを引く」を「X」に変更するという事です。
7	解決	HTMLとJavaScriptはどこでわかれているんですか。	HTMLは<body>で囲まれていて、JavaScriptは<script>で囲まれています
8	解決	message= の途中で文字の大きさを変更する方法がわかりません	多分。メッセージを分けて書くしか方法はないと思います。
9	解決	背景の画像を真っ新なものから変えるにはどうすればいいですか	新しく画像をimagesファイルにアップロードした後style.cssのbackground-imageの項目のurl欄でimages以下をアップロードした画像の名前に変えてください。
10	解決	コピー、貼り付けができません。同じ文章を入力できないので困っています。	Ctrl+CでコピーCtrl+Vで貼り付けです
11	解決	JFIFファイルが開けません。どうすればいいのですか?	拡張子を「.jif」から「.jpeg」に変えれば開けるとは思われますが、できない場合右記サイトを参考にしてください
12	解決	画像の変更の仕方が未だに分らない	背景の画像の替え方なら下の方に載ってますよ
13	解決	メッセージの文字の色と大きさの変更方を知りたいです。	cssのcolorの所で任意の色に変更可能です。大きさはwidthから%の数値を変えることで変更可能です
14	解決	ボタンの位置は変更できますか? もう少し下に配置したいです。	プリントに書いてあった気する。
15	解決	コピー、貼り付けは右クリックメニューで出来ますか。	No.11を参照してください
16	解決	背景の画像の替え方が分かりません。	style.cssのbackground-imageから変更可能です
17	解決	おみくじを引いた後の画像の大きさの変更の仕方がわからなくて非常に困っています	cssファイルのほうからいじってみましょう。
18	解決	動画って貼れますか???	mp4 動画は無理でした。埋め込み型リンクを入れれば何とかなるかもしれません。 [上とは別解答者]動画は載しいかもしれませんが、簡単な動く物ならgifを使えばできるかもしれません。
19	解決	古い結果の部分に表示する文章のところにリンクを挿入する方法がわかりません。	<button>表示したい言葉</button>をそのままmessageのところに挿入したらできるかもしれません
20	解決	gifファイルを作るにあたりお勧めの紙芝居作成ツールを教えてください	https://syncer.jp/gif-maker

いは以下の2点である。

- (1) プログラミングを得意とする生徒の自己効力感を高める
- (2) 授業者不足に関する問題を解消する

(1) に関して、レディネスの差を活かしてプログラミングを得意とする生徒を中心にリトルティーチャーになってもらった。生徒同士をつなぎ、自分たちでデバッグする姿勢を身に付けさせたことは、後のチーム開発でも生きたのではないかと考える。

(2) に関して、プログラミング学習の初段階では多種多様なトラブルが頻発する。開発環境固有のトラブルや基本的なデバッグなど、同じような内容のトラブルに時間差で直面することが多い。生徒40人に対して授業者1人では、個々のサポートが手薄になりがちであり、サポートが遅れると学習意欲の低下につながりかねない。そこで、掲示板に情報をまとめ、記録しておくことでいつでも閲覧できるようにした。

オリジナルアプリのチーム開発

チーム開発の流れ

HTML, CSS, JavaScript の学習を踏まえ、図-3 に示す流れでオリジナルアプリをチームで開

発させた。開発工程はアジャイル開発思考と「Work that matters³⁾」にまとめられたProject Based Learningの3つのキー（展示する、複数回提出する、批評する）を軸として設定した。

アプリの設計

どのようなオリジナルアプリを開発したいか、個々で設計シートにまとめさせた。アイデアを具体化する方法として、Simon Sinek氏が提唱した「ゴールデンサークル理論」を紹介し、「Why（なぜそのサービスを提供したいか）」→「How（提供したいサービスの実現にはどのようなアプリが必要か）」→「What（どんな機能を持つアプリにするか）」の順で考えさせた。

ペーパープロトタイピング

設計シートの内容をもとにペーパープロトタイピング（図-4）を作成させ、アイデアを可視化させた。また、授業者と生徒で個人面談を行い、実装予定の機能が当初の目的を達成するために必要な

既存のアプリとの差別化をどう図るかといった質問を投げかけることで、生徒のアイデアをブラッシュアップさせた。

チーム開発（前半）

設計シートとペーパープロトタイピングシートを机に並べ、一緒に開発したいと思うアイデアに投票させた。調整の結果、どのチームも4人ほどで構成され、4つの役割（表-2）を分担させた。アプリの企画者とメンバは、2つのシートをもとにそれぞれの視点から意見交換した後、アプリの開発に進んだ。

中間発表（ユーザビリティの分析）

3時間の開発成果を発表させた。まず、各チームのライトニングトーク担当に、開発したアプリの目的や機能、画面遷移やフローチャート、操作手順についてプレゼンさせた。その後、各チームのアプリが起動したiPadを机に置き、各自が机を巡回、iPadを実際に操作することを通して、各アプリのユーザビリティについて相互分析（図-5）させた。ユーザビリティ分析の具体的な観点としては、「有効性（開発目的を実現する手段になっているか）」と「効率性（操作方法は分かりやすいか）」、「満足度（そのアプリをもう一度使いたいと思えるか）」の3つとした。分析の記述内容に目を通すと、生徒は「開発者」と「ユーザ」両方の視点からアプリを分析することができていた。授業内で開発したアプリだけでなく、普段使用しているアプリについても同様の視点から見つめ直すよう促した。

また、各自の分析結果をGoogleフォームに流し込み、チームごとにまとめてフィードバックした（表-3）。

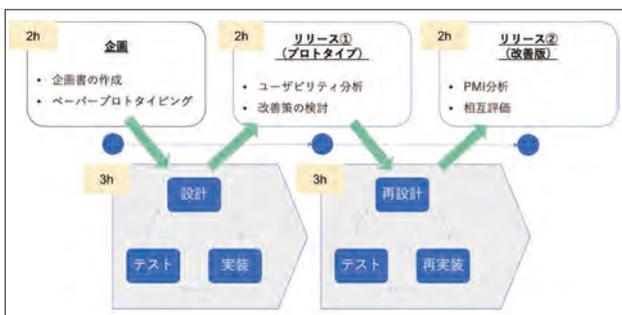


図-3 チーム開発の流れ

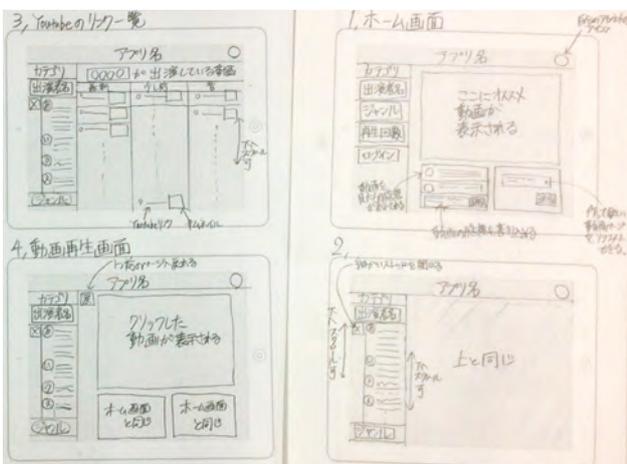


図-4 ペーパープロトタイピングの記述例

表-2 チーム内の役割分担

No.	役割	意図
1	画面遷移図	<ul style="list-style-type: none"> チームでアプリの全体像を捉える 開発途上におけるシステム変更を容易にする プロジェクトの企画者とフローチャート担当をつなぐ
2	フローチャート	<ul style="list-style-type: none"> 実装するシステムを明確にする 画面遷移図担当とアプリの実装担当をつなぐ
3	ライトニングトーク	<ul style="list-style-type: none"> アプリの目的、目標、手段を他者に伝える 他の役割全員をつなぐ
4	アプリの実装	<ul style="list-style-type: none"> フローチャートをもとに実装する

チーム開発（後半）と最終発表

ユーザビリティ分析の結果を踏まえ、アプリの改善策を検討させた（図-6）。改善策を検討する中で、開発目的に立ち返って unnecessary な機能を削ぎ落としたり、フローチャートを修正して操作の単純化を図っ

たり、アプリを使用する具体的な場面を想定したシミュレーションを行う様子が伺えた。

3時間の改善成果を踏まえ、再度アプリについて発表させた。まず、ユーザビリティ分析を通してどのような意見をもらい、どのように改善したのかをプレゼンさせた。次に、中間発表時と同様に各アプリを操作させながら、PMI分析をさせた。具体的には、Plus（良いところ）、Minus（改善してほしいところ）、Interest（面白いところ）のそれぞれについて相互分析させた。

改善されたアプリの一例を図-7に示す。このアプリの目的は、中高生が社会科において歴史上の人物を楽しみながら覚えられるようにすることである。本アプリをインストールした端末を2台用

図-5 ユーザビリティ分析の記述例

図-6 分析結果を踏まえた改善策の検討例

表-3 チームへの分析結果のフィードバック例

チームNo.	有効性	効率性	満足度	特に改善が必要な観点	改善のための具体的なアドバイス
1	4	3	4	効率性	全ての楽器を選ぶとどうなるか、またすべて選ばないとどうなるのを知りたい。音は混ざるのだろうか。
1	4	4	1	満足度	最大の魅力の音がなかったから「1」にしました。音があったらたぶん「4」だったと思います。もっといろいろな楽器があってもいいかも。
1	4	4	3	満足度	難しいと思うが、もう少し種類の種類があるとより満足いく選択になると思った。
1	3	3	2	満足度	素晴らしいアイデアだと思うので是非実現させてほしい。その際、曲にバリエーションがあればよりよくなると思う。
1	3	4	2	満足度	アプリを作るのに時間がかかりそうな内容ではあるので仕方ないが、楽器の数を増やしたりするなど改善の余地はまだありそう。オーケストラやバンドなど、多岐にわたって音楽を楽しめそうなので今後のアプリ開発が楽しみ。
1	4	4	3	満足度	単純な動作だけで曲を作れて楽器も選べるのはとても良い発想だと思う。このまま音を出せるように完成できれば満足度の高いアプリになると思う
1	3	3	2	満足度	作曲自体がまだできなかったりで満足度は低くなっているけどもし完成したら高い満足度が得られると思った。ホーム画面は簡潔で見やすかった。
1	3	4	2	満足度	乱数なのでどんな曲になるのか全く分からないのが面白い、そこが不安でもある。
1	4	4	3	満足度	音が完成したらとてもいいアプリだった。曲の長さがわからないので、そこが気に入った。
1	3	4	2	満足度	作曲の時に使う楽器のジャンルがいろいろあって面白かった。気分の選択が2パターンだけでなくほかにもあったらおもしろいと思った。
1	1	4	2	有効性	まず音を出す。できていないのでわからないが、最低30秒くらい作曲出来たらいいなと思う。
1	3	4	4	有効性	画面の配置、色、ボタンの大きさがすごくわかりやすかった。曲はまだ完成していないようなので、完全版ではどのようなメロディーが奏でられるのか楽しみに待ちたい。
1	2	3	3	有効性	まだ、開発途中だったが良いものになりそうな気がする。どんな音を入れるかは具体的に決められるのだろうかはわからないが、そうであれば作業の難易度は上がりそうな気がする。
1	3	3	4	有効性	満足度（わくわく度）はMAXの4を超えて5です。アイデアがすごく面白いです。いろんなレパートリーの曲があったらもっといいと思います。人間の感情は嬉しい悲しい以外にも、いろんな感情がありますので、増やしてほしいです。
1	3	4	3	有効性	今の気分の選択しを増やし曲のレパートリーが、増えたほうが面白と思う
1	4	4	4	有効性	音楽が流れないのは残念だったが完成した時には最も人気のアプリになると思うがんばっていきましょい
	3.19	3.69	2.75		

意し、「戦を始める」ボタンを同時に押すとランダムで偉人が召喚され、その攻撃力と守備力のポイントで勝敗を決めるというものである。ユーザビリティ分析で受けた「ルールが分かりにくいので説明するページがあればいいのではないか」や「好きなときに召喚できる偉人を見て勉強できるようにすればよいのではないか」といった意見を踏まえた改善がなされていた。

振り返り

本実践では、高校生にとって身近であるモバイルアプリケーションを題材として、情報II「(4) 情報システムとプログラミング」を見据えた授業を実施した。実践の前半では、サンプルアプリのカスタマイズを通してHTML、CSS、JavaScriptを理解させ、後半では、アジャイル開発思考とProject Based Learningを軸とする開発工程に沿って、オリジナルアプリをチームで開発させた。また、生徒の集合知を活かしたトラブルシューティングの仕組みを整備した。さらに、開発したアプリのユーザビリティを相互に分析させることで、普段受けているサービスの背景や目的、継続的に利用してもらうための工夫について考えさせた。

実践全体を通して、生徒各自が持つ興味・関心や問題意識を起点にアプリ開発をさせたことで、楽しみながら活動する様子が伺えた。そして、開発したアプリを各自のスマートフォンなどで動かせたとい

う体験が、学びと実生活を結びつけたのではないかと考える。また、開発したアプリをビルドしてオンラインストアでリリースすれば、事実上全世界のユーザが利用可能となることを伝えたことで、社会に対して新たな価値を創造するという実感を持つことができたのではないかと考える。

今後の展望

本実践では、アプリのアクセシビリティについて分析することができていない。開発されたアプリには、画面の配色や文字の大きさなどに配慮の欠けるものがあつた。ユニバーサルデザインの実現に向けて、ユーザビリティとアクセシビリティの双方の視点からアプリを分析する必要性を感じた。

また、本実践で開発したアプリは、各クラス内でのみ利用させた。しかし、各アプリの設計シートで想定したユーザは、小学生や高齢者などさまざまである。そこで、アプリを実際のオンラインストアにリリースし、想定したユーザからのフィードバックを受ける機会を設置できれば、アプリを改善する質の向上につながると考える。

参考文献

- 1) 内閣府：平成29年度「青少年のインターネット利用環境実態調査」(2018), https://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/h29/jittai_html/2_1_1.html
- 2) 文部科学省：高等学校学習指導要領解説【情報編】(2018), https://www.mext.go.jp/content/1407073_11_1_2.pdf
- 3) Patton, A. : Work That Matters (2017), <https://www.innovationunit.org/wp-content/uploads/2017/04/Work-That-Matters-Teachers-Guide-to-Project-based-Learning.pdf>
(2021年5月28日受付)



図-7 開発されたアプリの一例



平田篤史 (正会員)
ats@hiroshima-u.ac.jp

広島大学大学院教育学研究科博士課程前期修了、修士(教育学)。2017年情報科教諭として大阪府に採用、2019年より広島大学附属福山中・高等学校教諭(情報科)。共著『『コロナ』から学校教育をリデザインする』(溪水社)。

情報技術の国際標準化と日本の対応

— 2020 年度の情報規格調査会の活動 —

情報規格調査会

1. 国際活動の状況

1.1 JTC 1 全体の活動

(1) JTC 1 運営状況

JTC 1^{☆1}は2020年度末時点で、Pメンバ35カ国、Oメンバ65カ国、22のSubcommittee (SC)、4つのWorking Group (WG)、13のAdvisory Group (AG)により構成されている。2020年度は、Standing Document (SD) 19 "Meetings", およびVocabularyに関するAGを新たに発足させた。また2019年度までAGで調査を行ってきたQuantum Computingの標準化を行うWGが発足し、そのAGは廃止された。Digital Twinに関するAGは、その業務をSC 41に移管することになったので廃止された。またOpen Source Softwareに関するAGも、目標を達成したので廃止となった(表-1)。

(2) JTC 1 総会 (Zoom) 報告 6月

本来はアイルランドのLimerick Cityでの総会開催が5月に予定されていたが、COVID-19のため中止となった。その代わりに、緊急性の高い案件のみ審議する目的で、Zoomを用いた総会が6月に開催された。JTC 1初めての完全バーチャル総会となった。期間は2020年6月23日から25日、参加国は29カ国199名であった。主な決議事項とその後の活動結果は以下であった。

1) Procedural itemsについて

SD 19 Meetingの見直しを行うグループの設立

☆1 Joint Technical Committee 1, 情報技術の標準化委員会

が議長と幹事から提案された。日本は、バーチャル会議における長時間会議のガイドラインの必要性、および会議形態が3つあることを指摘する寄書を提出し、新グループで考慮するようToR^{☆2}に記載された。またカナダからの提案で、このグループはAHG^{☆3}ではなくAGとすることとなり、Mr. Jim MacFie (カナダ) がコンビーナを務めることとなった。そのほかに、SC 35議長から、バーチャル会議におけるアクセシビリティについても検討するよう提案があった。会議では、このAGの新設とToRを承認し、初期メンバを決定し、期限を2021年5月の総会までと定めた。今後、2020年11月の総会で中間報告を提出し、2021年5月の総会で最終報告を提出することとなった。

2) JTC 1 組織や運営について

AG 4 Quantum ComputingのNP 4879の投票結果により、NP^{☆4}が採択されたことが報告され、今後どの組織で標準化を進めていくかが議論された。AG 4と中国からは、新しいWGの設立が提案され、ToR案が示された。日本は、まず既存のSC (たとえばSC 7) の作業項目とすることを検討し、もし適切なSCがなければWGを新設すべきであると提案し、インドとドイツからも支持された。アメリカは、WGの新設を支持するが、ToRの修正の必要性を指摘した。議論の結果、日本、インド、およびドイツを除く多くの国がアメ

☆2 Terms of Reference

☆3 Ad hoc group

☆4 new work item proposal

リカを支持した。結論として、JTC 1直下にWG 14を新設することとなり、Ms. Hong Yang（中国）がコンビーナに就任することになった。また、これに伴いAG 4は廃止することになった。

AG 9 Data Usageの2つのNP 5207とNP 5212の投票結果、2つのNPが採択されたことが報告

され、今後どの組織で標準化を進めていくかが議論された。AG 9からは、新しいWGの設立が提案され、ToR案が示された。日本は、まず既存のSC（たとえばSC 32）の作業項目とすることを検討し、もし適切なSCがなければWGを新設すべきであると提案した。アメリカとイギリス

■表-1 ISO/IEC JTC 1 Information technologyの組織（2021年3月現在）

Reference	Title
ISO/IEC JTC 1/AG 1	Advisory Group on Communications
ISO/IEC JTC 1/AG 2	Advisory Group on JTC 1 Emerging Technology and Innovation (JETI)
ISO/IEC JTC 1/AG 6	Autonomous and Data Rich Vehicles
ISO/IEC JTC 1/AG 8	Meta Reference Architecture and Reference Architecture for Systems Integration
ISO/IEC JTC 1/AG 10	Outreach
ISO/IEC JTC 1/AG 12	Technical Corrigenda
ISO/IEC JTC 1/AG 13	Use Cases for VR and AR based ICT Integration Systems
ISO/IEC JTC 1/AG 14	Systems Integration Facilitation (SIF)
ISO/IEC JTC 1/AG 15	Standards and Regulations
ISO/IEC JTC 1/AG 16	Brain-computer interface
ISO/IEC JTC 1/AG 17	Meeting guidelines - SD 19
ISO/IEC JTC 1/AG 18	Vocabulary
ISO/IEC JTC 1/JAG	JTC 1 Advisory Group
ISO/IEC JTC 1/WG 11	Smart cities
ISO/IEC JTC 1/WG 12	3D Printing and scanning
ISO/IEC JTC 1/WG 13	Trustworthiness
ISO/IEC JTC 1/WG 14	Quantum Computing
ISO/IEC JTC 1/SC 2	Coded character sets
ISO/IEC JTC 1/SC 6	Telecommunications and information exchange between systems
ISO/IEC JTC 1/SC 7	Software and systems engineering
ISO/IEC JTC 1/SC 17	Cards and security devices for personal identification
ISO/IEC JTC 1/SC 22	Programming languages, their environments and system software interfaces
ISO/IEC JTC 1/SC 23	Digitally recorded media for information interchange and storage
ISO/IEC JTC 1/SC 24	Computer graphics, image processing and environmental data representation
ISO/IEC JTC 1/SC 25	Interconnection of information technology equipment
ISO/IEC JTC 1/SC 27	Information security, cybersecurity and privacy protection
ISO/IEC JTC 1/SC 28	Office equipment
ISO/IEC JTC 1/SC 29	Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia information
ISO/IEC JTC 1/SC 31	Automatic identification and data capture techniques
ISO/IEC JTC 1/SC 32	Data management and interchange
ISO/IEC JTC 1/SC 34	Document description and processing languages
ISO/IEC JTC 1/SC 35	User interfaces
ISO/IEC JTC 1/SC 36	Information technology for learning, education and training
ISO/IEC JTC 1/SC 37	Biometrics
ISO/IEC JTC 1/SC 38	Cloud computing and distributed platforms
ISO/IEC JTC 1/SC 39	Sustainability, IT & data centres
ISO/IEC JTC 1/SC 40	IT service management and IT governance
ISO/IEC JTC 1/SC 41	Internet of things and digital twin
ISO/IEC JTC 1/SC 42	Artificial intelligence

は、WGの新設を支持し、ToRの修正案を提出した。議論の結果、過半数の国が既存のSCの作業項目とすることを支持し、SC 32議長が引き受けることを表明した。結論として、SC 32にWGの新設を推奨することとなり、新しいExpertを推薦するよう各国に依頼があった。また、これに伴いAG 9は廃止することになった。

SC 25 Interconnection of information technology equipmentの新しいScopeは、SC 25内での投票の結果採択されたことが報告された。議論の結果、新Scopeの中に"IoT^{☆5}"が入っておりSC 41との重複を懸念する意見が出されたが、SC 25とSC 41がIoT分野で協力するというAction Itemを採択し、新Scopeを若干修正("IoT"を"IoT-related"に修正)して承認した。なお、韓国はこれに反対した。SC 29 Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia informationの新構造については、鈴木SC 29国際議長からSC 29総会での議論の結果が報告された。カナダはこの成果を支持する立場を表明した。一方、イタリアとオーストラリアは支持しない立場を表明した。また、SC 24からは、SC 29内に新たに設置されるグループのスコープ(たとえば3D Graphics)が、SC 24のスコープと重複していることを懸念する意見が出された。結論として、SC 29は2020年11月の総会に最終報告を提出するというAction Itemが採択された。

(3) JTC 1総会 (Zoom) 報告 11月

本来は岡山での開催が予定されていたが、COVID-19のためZoom会議に変更された。期間は2020年11月2日から9日、参加国は32カ国168名であった。主な決議事項とその後の活動結果は以下であった。

1) Procedural itemsについて

SD 23 Document Accessについて、ITTF^{☆6}から、JTC 1文書の"Open"アクセスが試行として

ISOに認められていた期限が過ぎたのでSD 23を廃止しDirectivesに従うようにとの提案があったが、多くのSCやNBから反対の意見があり、結果としてSD 23を維持することになった。しかし、新しいISO Documentsが"Open"アクセスをサポートしていないため、ISOにサポートを要求することとなった。TTR^{☆7} on Digital Manufacturingについては、この中に書かれている5つのRecommendationを、対応するSC, JTC 1/WG, ISO, IEC/TCにレビューしてもらいAG 2に報告するよう依頼する。AG 2は2021年5月の総会で進捗を報告する。SD 4 Planning Processの改訂が承認され、7th Edition 2020として発行されることになった。日本からの提案に従ってオンラインサーベイとTTRの関係性も削除された。米国からTTRをオンラインサーベイの結果と位置付ける修正案が提案された。日本としては、米国の考えに賛成であるが、これまでのJETIでの議論の結果、その主張を諦めてオンラインサーベイとTTRの関係を記載しないことを提案したものであることを説明した。

AG 8 Meta Reference Architecture and Reference Architecture for Systems Integrationが草案するGuide on Reference Architectureができ次第、NBs, SCs, WGsに8週間回覧してコメントを集めることになった。

AG 11 Digital Twinの成果であるNP 5618, Digital Twin - Concepts and terminology, およびNP 5719, Digital Twin - Use casesについては、SCの新設がAGから提案されたが、時期尚早等の理由から既存のSCを主張する国が多く、SC 41 IoTに割り当てることになった。SC 41に対してこの作業のために適切な組織を傘下に設置するよう要請することになった。SC 41は2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに報告を提出する。

☆5 Internet of Things

☆6 Information Technology Task Force

☆7 Technology Trend Report

2019年11月のデリー総会において、ISO Meeting Platformへの改善要望をまとめてISOに提出した。いくつかの要望は採用されるものの、同じWGで異なるトピックを扱う会議の区別がサマリページからは不可能なため、会議名称を変更できるよう日本から再度要望を提出した。米国からトピックやプロジェクトが特定できるようなオプション欄を追加する提案がなされ、日本も賛同し、ISOに検討してもらうことになった。これにより、エキスパートが一目で参加すべき会議を特定できるようになる。

JTC 1 Supplement Annex FおよびSD 9 Guide to the Transposition of PASを改訂することになった。変更内容は、“割り当てるSC候補を提案者に推薦させる”を削除し、JTC 1自身が責任を持つことにする。さらに、文書の書式は（2回目以降も）独自のものを許すことにする。

PoW^{☆8}の変更に関するConsolidated JTC 1 Supplementの記述を改訂することになった。PoWの変更は、これまではJTC 1のdefault ballotによる承認が必要だったが、報告のみでよいことにした。

Mr. Philip WennblomをJTC 1議長として次の3年の任期についても指名することにした。

伊藤丘SC 28議長、谷口昭史SC 23議長、および佐久間正剛 IEC/TC 100リエゾンの再任も承認された。

AGコンビーナには、NPの内容にAG参加者が合意に至ったか否かを、AG報告や議事録に記録するよう要求した。これは日本からの寄書に基づく決議である。SC 29議長を退任される鈴木輝彦氏に感謝の意が表された。

2) JTC 1組織や運営について

S10月に開催された informational sessionsにおいて、ISO/IEC 2382:2015の見直しに関するプレゼンテーションがあり、Advisory Groupを

設置してJTC 1 Vocabularyの開発方法などを検討することが提案された。その対応を審議した結果、提案通りAG 18 on JTC 1 Vocabularyを発足させることになった。コンビーナはMr. Peter Waggett。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。日本においてもISO/IEC 2382を基にした一般用語のJIS改訂を検討していることから、関連性が深いので参加していく。

SC 29 Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia informationの新構造については、鈴木SC 29国際議長から最終報告があった。SC 29の構造を8つのWG、5つのAGに再編した。オーストラリアからは、SC 29の新構造を支持するものの、その構造の複雑さに対して運用の工夫を期待する旨のコメントが出された。JTC 1としては、この最終報告と新構造を歓迎し、そのPoWを進めることを期待することが決議された。

AG 3 Open Sourceは、最終報告書を提出し、その役割を果たしたので、廃止されることになった。

AG 16 Brain-Computer Interfaceについては、ToRを見直して再構築することになった。コンビーナはMs. YunZhu Liu。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。

AG 15 Standards and Regulationsについては、ToRを見直して再構築することになった。コンビーナはMr. Tony Holland。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。

AG 11 Digital Twinは、最終報告書を提出し、その役割を果たしたので、廃止されることになった。

☆8 Program of Work

AG 10 Outreachについては、ToRを見直して再構築することになった。コンビーナはMr. Anupam Agrawal。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。

AG 6 Automated, Autonomous and Data Rich Vehiclesについては、ToRを見直して再構築することになった。コンビーナはMr. François Coallier。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。

AG 8 Meta Reference Architecture and Reference Architecture for Systems Integrationについては、ToRを見直して再構築することになった。今後ユースケースのガイダンスを開発する計画だが、エキスパートが不足しているため、募集することになった。また、本来やるべき内容と実際に行っている内容とに乖離があると日本としては考えており、作成しているドキュメントとToRとの対応関係などを明確にすることをResolutionの確認の際に求めた。しかし、コンビーナであるMr. Byoung Nam Leeから日本の意見に反対されるなど、不本意な結果に終わったことから決議には棄権した。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、ワークショップの報告も含め、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。

AHG Technical Reports and Technical Specificationsについては、AHGは解散してSD 6の内容をJTC 1 Supplementに反映する修正案を検討するAHGの設置が提案されたが、TS^{☆9}からIS^{☆10}への移行など明確にすべき点が残っている

☆9 Technical Specification

☆10 International Standard, 国際規格

ことから、ISO/IEC Directives Part 1 clause 2.5およびConsolidated JTC 1 Supplement JA.4を含めるようToRを見直して再構築することになった。コンビーナはMr. Jim MacFie。期限は2021年5月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに報告を提出する。

AG 13は、VR^{☆11}とAR^{☆12}を用いた教育および訓練システムについて検討を行ってきた結果としてNPの提案を計画中である。あわせてこのプロジェクトを実施する場としてJTC 1直下にISO^{☆13}、IEC^{☆14}のTC^{☆15}とのJWG^{☆16}設置を提案した。SC 24内にJWGを設置することを主張する国も多かったが、JTC 1直下に設置の方向性が確認された。しかし、JWGへの参加を想定しているTCの同意が得られていないことから、コンビーナおよびJTC 1議長が関連TCの感触を確認する。また、今後は教育および訓練システムに限らず幅広くVR/ARおよびMRのユースケースを検討していきたいとの意向に基づき、グループ名をVR/AR/MR^{☆17} based ICT Integration Systemsと変更するとともに、ToRを見直して再構築することになった。コンビーナは引き続きMs. Myeong Won Lee。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。コンビーナは引き続きMs. Myeong Won Lee。期限は2021年11月のJTC 1総会までとし、2021年5月の総会に向けて2021-03-15までに中間報告を提出し、2021年11月の総会に続きの報告を提出する。

(4) 国際規格の出版状況

2020年度の国際規格の出版数は、IS 136件、

☆11 Virtual Reality

☆12 Augmented Reality

☆13 International Standard Organization, 国際標準化機構

☆14 International Electrotechnical Commission, 国際電気標準会議

☆15 Technical Committee

☆16 joint working group

☆17 Mixed Reality

TR^{☆18}/TS 37件で合計173件（2019年度:IS 151件, TR/TS 27件で合計178件）で、2019年度に比べ5件（3%）減少した。主要な増減をSC別にみると前年比でSC 7が9件, SC 31が7件, SC 29が6件減っており、逆にSC 6が14件, SC 41が9件増加した。2020年度に国際規格案（DIS/DTR/DTS）となったものは238件であり（2019年度：204件）昨年より34件（17%）増加した。

1.2 情報規格調査会の国際活動

(1) 日本の提案状況

1) 日本が提案し2020年度に承認された新業務項目（NP）：4件（SC 17：1件, SC 37：1件, SC 42：2件）

2) 日本が提案または推進し2020年度に発行されたIS/TR/TS：16

- SC 7：下記を含め3件

- ISO/IEC 12207-2, Systems and software engineering — Software life cycle processes — Part 2: Relation and mapping between ISO/IEC/IEEE 12207:2017 and ISO/IEC 12207:2008

- SC 23：下記を含め5件

- ISO/IEC 29121 (Ed4), Information technology — Digitally recorded media for information interchange and storage — Data migration method for optical disks for long-term data storage

- SC 25: 1件

ISO/IEC 14543-4-301

- Information Technology -- Home Electronic System (HES) Architecture -- Part 4-301 Application Protocols for Home Air Conditioners and Controllers

- SC 27：以下含め4件

- ISO/IEC 19989-1, Information security —

Criteria and methodology for security evaluation of biometric systems — Part 1: Framework

- SC 34：以下を含め2件

- ISO/IEC 23761, Digital Publishing -- EPUB Accessibility: Conformance and Discovery Requirements for EPUB Publications

- SC 41: 以下1件

- ISO/IEC 30161-1, Internet of things (IoT) - Data exchange platform for IoT services - Part 1: General requirements and architecture

(2) 国際活動における日本の主要な役割

1) 議長, コンビーナ

2020年度末においては、SC 2, SC 23, SC 28 (JBMIA) の議長, SC 7/WG 6, SC 7/WG 20, SC 7/WG 28, SC 17/WG 3/TF4 (JBMIA), SC 17/WG 3/TF15 (JBMIA担当), SC 22/WG 4, SC 27/WG 2, SC 28/WG 4 (JBMIA), SC 28/WG 5 (JBMIA), SC 34/WG 4, SC 35/WG 2 (JBMIA), SC 35/WG 4 (JBMIA), SC 40/WG 3, SC 42/WG 4, SC 42/JWG 1のコンビーナ, を日本が担当した。

2) プロジェクトエディタ

2020年度末において開発中のプロジェクトおよび2020年度に発行された国際規格等で日本が担当したプロジェクトエディタは計97名, プロジェクト数は124であった。

3) コミッティマネジャー/セクレタリ

2020年度末においては、SC 2, SC 23, SC 28 (JBMIA), SC 29, SC 34のコミッティマネージャ, SC 7/WG 4, SC 7/WG 6, SC 7/WG 26, SC 17/WG 10 (JBMIA), SC 42/WG 4のセクレタリを担当した。

(3) 国際会議への参加状況

2020年度は278回（本来対面で開催されているがCOVID19のため遠隔開催に変更になった会議のみを集計）の会議が開催され、日本から延べ1,598

^{☆18} Technical Report

名が参加した。なお、当調査会がホストとなり日本で開催した会議はなかった。

2. 国内委員会の活動状況

(1) 委員会等の開催状況

技術活動関係の委員会開催回数は、計435であった。なお、2021年3月末現在で技術委員会傘下には、JTC 1/WG 11小委員会（スマートシティズ）、JTC 1/WG 12小委員会（3Dプリンティング及びスキヤニング）、JTC 1/WG 13小委員会（トラストワージネス）、JTC 1/WG 14（量子コンピューティング）、ディレクティブズ小委員会、JTC 1 サブグループ対応小委員会、28の専門委員会、62の小委員会/SGが設けられ、技術委員会以下の参加者の総数は、重複を含めて1,419名、委員は1,007名、エキスパートは185名、オブザーバは126名、アドバイザーは31名、リエゾンは70名であった（表-2）。

3. その他

(1) 賛助員数と口数

2020年度度末の時点では賛助員47社、128口、準賛助員は20社、準賛助会費22口となった。

(2) 2020年度の規格役員

（株）日立製作所、富士通（株）、日本電信電話（株）、日本マイクロソフト（株）、三菱電機（株）の5社であった。

(3) 広報活動

広報活動として、2件の短期集中セミナーを実施した。

- SC 40「DX時代のITガバナンスとITサービスマネージメント～国際標準化への取り組み～」(2021-02-05)
- SC 29「新生 SC 29 による JPEG/MPEG 標準化最新動向 ～機械学習応用・実用化技術・将来像も交えて～」(2021-02-12)

(4) 表彰

1) 情報規格調査会の表彰

2020年5月21日に開催した規格総会で表彰した。

- 標準化功績賞（1名）
- 標準化顕功賞：（0名）
- 標準化貢献賞（11名）
- 国際規格開発賞（13名、16規格）であった。

2) 産業標準化事業表彰

- 産業標準化事業表彰 経済産業大臣表彰（個人）
鈴木 輝彦（ソニー株式会社）
関 喜一（国立研究開発法人産業技術総合研究所）
谷津 行穂（谷津ITコンサルティング）
- 産業標準化事業表彰 経済産業大臣表彰（組織）
日本電信電話株式会社
- 国際標準化貢献者表彰 産業技術環境局長表彰
小川 茂孝（有限会社アイシーティーリンク）
矢ヶ崎 陽一（ソニー株式会社）

(2021年6月24日受付)

■表-2 技術活動関係委員会 (2021年3月現在)

委員会 (テーマ)	委員長/主査
技術委員会関係	
技術委員会 (情報技術)	伊藤 智
JTC 1/WG 11 (スマートシティズ)	伊藤雅樹
JTC 1/WG 12 (3D プリンティング及びスキャンング)	保田雄亮
JTC 1/WG 13 小委員会 (トラストワージネス)	河合和哉
JTC 1/WG 14 (量子コンピューティング)	本庄利守
ディレクティブズ	伊藤 智
JTC 1 サブグループ対応	関 喜一
第1種専門委員会関係	
SC 2 専門委員会 (符号化文字集合)	織田哲治
SC 6 専門委員会 (通信とシステム間の情報交換)	高山佳久
SC 7 専門委員会 (ソフトウェア及びシステム技術)	谷津行穂
SC 22 専門委員会 (プログラム言語, その環境及びシステムソフトウェアインタフェース)	石畑 清
SC 23 専門委員会 (情報交換及び保存用デジタル記録再生媒体)	入江 満
SC 24 専門委員会 (コンピュータグラフィクス, 画像処理及び環境データ表現)	蔵田武志
SC 25 専門委員会 (情報機器間の相互接続)	菊池拓男
SC 27 専門委員会 (情報セキュリティ, サイバーセキュリティ及びプライバシー保護)	渡邊 創
SC 29 専門委員会 (音声, 画像, マルチメディア, ハイパーメディア情報符号化)	鈴木輝彦
SC 31 専門委員会 (自動認識及びデータ取得技術)	渡辺友弘
SC 32 専門委員会 (データ管理及び交換)	土田正士
SC 34 専門委員会 (文書の記述と処理の言語)	村田 真
SC 35 専門委員会 (ユーザインタフェース)	関 喜一
SC 36 専門委員会 (学習, 教育, 研修のための情報技術)	西田知博
SC 37 専門委員会 (バイオメトリクス)	新崎 卓
SC 38 専門委員会 (クラウドコンピューティングおよび分散プラットフォーム)	山下 経
SC 40 専門委員会 (IT サービスマネジメントと IT ガバナンス)	岡崎靖子
SC 41 専門委員会 (インターネット・オブ・シングスと関連技術)	河合和哉
SC 42 専門委員会 (人工知能)	杉村領一
第2種専門委員会関係	
学会試行標準専門委員会	柏野和佳子
IoT 相互運用性に関する国際標準化専門委員会	河合和哉
情報処理用語 JIS 検討委員会	伊藤 智
第3種専門委員会関係	
システム及びソフトウェア製品の品質要求及び評価 (SQuaRE) に関する JIS 原案作成委員会	東 基衛
X 0134-1 及び X 0166 JIS 原案作成委員会	木下修司
プロセスアセスメント規格群 JIS 原案作成委員会	新谷勝利
ITES-BPO ライフサイクルプロセス規格群 JIS 原案作成委員会	清水裕子
ソフトウェア及びシステム工学 - ソフトウェア及びシステム開発における作業成果物のレビューのプロセス JIS 原案作成委員会	西 康晴
プログラム言語 Fortran- 第1部: 基底言語 JIS 改正原案作成委員会	岩下英俊

注: 第1種専門委員会: ISO/IEC/JTC1 傘下の SC に対応
 第2種専門委員会: 標準化の提案を準備, または標準化活動を支援
 第3種専門委員会: 国際規格 JIS 化の原案作成

SC 17 (カード及び個人識別), SC 28 (オフィス機器), SC 35 傘下の WG 1, WG 2, WG 4, WG 6: 一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会担当
 SC 25/WG 3 (商用構内配線), SC 31 傘下の WG, SC 39 (IT の及び IT によるサステナビリティ): 一般社団法人電子情報技術産業協会担当



連載

Jr.

先生、質問です!



みなさんの身近にも急速に増えてきた人工知能。ジュニア会員からの素朴な疑問にさまざまな角度からお答えいただきました。



人工知能が悪い方に発達して私たちの暮らしを脅かす可能性はないのでしょうか。

匿名希望
ジュニア会員

Q

結論からいうと、人工知能が自ら人間を脅かすことはできません。なぜなら、現在の人工知能技術では、人間が機械にさせたいことを示さなくてはならないからです。これは童話に登場する「オズの魔法使い」にもたとえられます。この物語では、魔法使いは背後で人に動かされていました。同様に、人間が目標を与えてやらなければ、人工知能システムは何もできません。

けれども、問題がないわけではありません。1つは、誰かが、あなたにとって悪いことを人工知能にさせようとする問題があります。たとえば、あなたから泥棒をするように命令したりといったことです。法律を作ったりすることも対策の1つですが、法律があっても人間の泥棒がいるように防ぎきれません。そこで、人間の泥棒に対して警備員がいるように、AI泥棒に対してはAI警備員が活躍することになるでしょう。

もう1つは、人間の指示の仕方が良くない問題です。たとえば、そこにあるカバンを取ってくるように人に頼んだとしましょう。このとき、頼まれた人が、頼んだ人が思っていたのとは違うカバンを取ってきてしまうことがあります。同様に、人工知能も、頼んだ人が思っていたとおりのことをしないことがあります。この問題に対しては、曖昧な指示に対しては確認をとるなど、頼む人が意思を的確に伝達できるように人工知能を改良していくことになるでしょう。

将来あなたも、こうした人工知能を作ってゆくことに参加してみてもいいのでしょうか？



神鷹敏弘
産業技術総合研究所

A

A



松原 仁

[正会員]

東京大学次世代知能科学
学研究センター

いまの人工知能はデータから学習する機械学習が主流になっています。人工知能を教育するのは人間の子どもを教育するのに似ています。人間の子どもが親や先生や本などから学習して育っていくように、人工知能はデータを人間が与えることによって学習して育っていきます。いい子になるように育てようとしても環境などの影響で悪い人になってしまうことが残念ながらときどきあるように、悪いデータを与えてしまうと人工知能も悪いことをするように学習してしまう可能性があります。我々人間はいわば人工知能の親に相当します。親として子どもである人工知能がいい子に育つようにどういうデータを与えればいいかをよく考えないといけません。また悪い人がAIを悪い子に育てようとするのを防がないといけません。人間にとって教育がとても重要であるように、人工知能にとってもとても重要なのです。

その可能性はあります。この懸念は人工知能に限ったことではなく、科学技術が持つ宿命です。技術を良いことに使うのも、悪用するのも使う人次第、というのが1つの考え方ですが、人工知能のような高い能力を持つ技術は、人に大きな恩恵をもたらす一方、悪用されたときの影響も甚大なものとなります。人工知能を使って本物にしか見えない嘘の画像を生成し、誤った情報（デマ）を拡散させることで、人々を混乱させるフェイク画像問題などが顕著な例です。また、人工知能は大規模で複雑なシステムとなりますので、人が入念に設計しても想定外の動作をしてしまう可能性もあります。そこで、人工知能を開発する際のガイドラインの策定が欧州や日本においても進められています。重要なのが、人工知能を人が確実に制御できることと、人工知能が医療診断をする場合などにおいて、どのような理由で診断したのかを、人が理解できるようにすることです。しかし、人工知能にまったく問題がなくても、人工知能が学習するためのデータに偏りがあれば、人工知能も偏った判断をしてしまう課題も指摘されています。

そして、人類にとっての人工知能の最悪の用途が兵器への転用です。これを国際的に禁止しようという議論も盛んに行われていますが、残念ながら世界的合意には至っていないのが現状です。まさに今、人類の賢さが試されているのです。

A



栗原 聡

[正会員]

慶應義塾大学理工学部

「先生、質問です！」
への質問はこちら



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



連載

ビブリア・トーク
—私のオススメ—

… 佐々木貴之 (横浜国立大学)

新企業の研究者をめざす皆さんへ



丸山 宏著

近代科学社 (2019), 1,980 円 (税込), 232p., ISBN: 978-4-7649-0606-8

私は、民間企業の研究部門にセキュリティの研究者として14年間勤めていました。そのときの経験を元に、丸山宏さんの『新企業の研究者をめざす皆さんへ』を紹介します。学生の方は、将来、研究者になりたいと考えている方もいるかと思いますが、本書のタイトルの通り、そのような方におすすめの1冊です。さらに、研究の本質は、企業でも大学や公立研究機関でも根本は同じかと思しますので、本書は、大学や公立研究機関の研究者を目指す方にも参考になると思います。また、本書は、研究の一連の流れ（問題の選択、問題の解決、研究の出口）に加えて、研究のリーダーシップや知財のマネジメントにも触れられており、すでに研究者になられた方にも有用な1冊だと思えます。

私が企業の研究者になり、苦労したことは、何を研究するかを決めることです。やはり、研究をするのであれば、自分の興味のあることがしたいものです。また、アカデミックの観点からも意義のあるテーマを研究したくなります。しかし、企業の研究部門に勤めているわけですから、研究の成果が最終的には製品やサービスとなり、利益を生み出さなくてはなりません。民間企業の研究部門では、これらの点を明確にして研究計画を立てなければ、研究のGOサインがでないかと思えます。自分の興味、アカデミック的な意義、会社の事業への貢献を満たす研究

のテーマを見つけるのは大変でした。本書の「2章 研究の営み」の中には、研究課題をどう選べばよいかのヒントが書かれています。また、企業の研究部門の場合、研究の最終段階では、製品部門と一緒に仕事をして、技術を事業部門へ移転し、製品化・サービス化をすることも多々あります。私も、事業部門の方々と一緒に、研究の成果をどのように製品に入れて製品の価値を向上させるか、世の中にどう出していくのかを検討していました。このような研究の出口についても2章で触れられています。

将来研究者になろうと考えている方は、研究者のキャリアにも興味があるかと思えます。研究のテーマに関して、私は運良くセキュリティの研究を継続していますが、企業の研究部門に在籍していたときの周りの様子を思い返してみると、会社の事業の方針に応じて研究テーマを変える方や、社内の研究部門以外へ異動する方もいました。また、私は勤めていた会社を退職し、大学に移籍しましたが、このように所属する組織を変える方も多くいました。このような研究者としてのキャリアについて4章で触れられており、これから研究者を目指す方や、若い研究者は特に参考になるかと思えます。

私が担当していた仕事を思い返すと、研究者になって最初のうちは、プロジェクトの一部を担う場合が多いかと思えますが、次第に部下ができ、研究

チームを率いる立場になってきます。このような立場になると、1人で黙々と研究するのではなく、チームとしての成果の最大化が求められてきます。また、上でも触れましたが、企業の研究者の場合は、事業部門と一緒に活動することも多いです。「5章 リーダーシップについて」では、意思決定や人をどのように動かすかについて触れられており参考になります。

以上のように、本書は、研究を進める際や、研究者のキャリアを考える際に、とても参考になるかと思えます。ただし、研究のテーマや研究者のキャリアはそれぞれ異なりますので、本書を読んだとして

も、すぐに解決方法が分かるというわけではありません。本書を参考に、研究や自身のキャリアについて深く考える、このプロセスが研究や研究者人生のクオリティ向上に役に立つと思います。

(2021年6月1日受付)

佐々木貴之（正会員）
sasaki-takayuki-yv@ynu.ac.jp

NEC中央研究所で14年間システムセキュリティの研究開発に従事した後、2021年4月より、横浜国立大学にてサイバーセキュリティの研究に従事。博士（情報学）。





Matej Balog et al. : DeepCoder : Learning to Write Programs

(ICLR2017)

プログラム合成とその課題

背景

ソフトウェア開発においてプログラムの作成は非常に工数のかかる工程であり、省力化が求められている。プログラム作成の工数削減を目指した研究には、モデル駆動開発のように、実現したい仕様を記述したモデル図からプログラムを自動生成する技術があり、最近ではローコード開発ツールとして企業における活用も進んでいる。しかしモデル駆動開発は、モデルの形式やモデルからコードへの変換ルールをあらかじめ厳密に定義した上で仕様に基づいて詳細なモデルを作成する必要があり、ルール設定とモデル作成のコストがかかるという課題が存在する。今回紹介する「プログラム合成」は、あらかじめ用意したプログラム部品を、仕様情報を満たすように自動で組み合わせることでプログラムを自動生成する技術であり、モデル駆動開発のような変換ルール設定やモデル作成が不要という利点がある。プログラム部品には、プログラムを構成する式や関数などがある。仕様情報には、自然言語で書かれた仕様や入出力例などがあるが、マシンが扱いやすい形式である入出力例がよく用いられている。プログラム合成の具体例を図-1に示す。ここでは、開発者は「入力として与えた整数列について、0より大きな数のみ4倍して昇順としたものを出力とする」という仕様のプログラムを作成したいと考えており、そのような仕様を満たす入力と出力の組み合わせを入出力例 (A) としてプログラム合成技術へ与える。プログ

ラム合成技術は、用意された関数一覧 (B) から、(A) を満たすように関数を自動で組み合わせ、生成プログラム (C) を出力する。また、(C) のように特定の用途向けに記述される言語を DSL (ドメイン特化言語) と呼び、この例では整数列の操作に特化した関数セットの組合せで記述される言語となっている。プログラム合成では、このような入出力例を満たすプログラム (ここでは関数の組合せ) を、次のような探索手法によって求めてきた。

従来の探索手法とその課題

深さ優先探索

深さ優先探索では、初めにプログラム中で最初に使用する関数をランダムに決定する。その後、事前に決めたプログラム長 (プログラムを構成する関数の個数) 以下となるような関数の組合せをすべて試行する。入出力例を満たすプログラムが得られなかった場合、別の関数を最初に使用する関数に決定し、再び探索を行う。しかしこの手法では、関数の

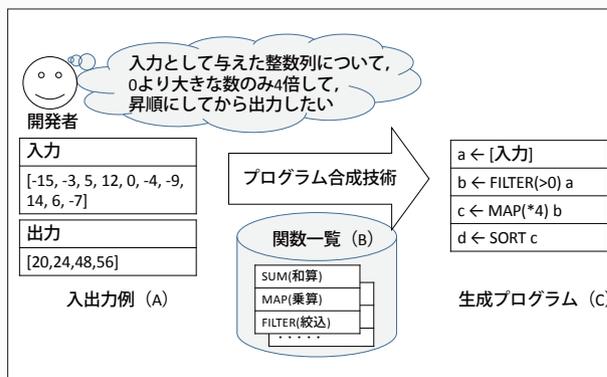


図-1 入出力例を用いたプログラム合成の具体例

組合せを全探索しなくてはならないため、合成に膨大な時間がかかるという課題がある。

ソートと加算

深さ優先探索の課題を解決するために、ソートと加算という手法がある。ソートと加算では、深さ優先探索において合成を行う関数を一部に限定（これをアクティブセットという）して探索する。探索に失敗するたびに、アクティブセット中の関数群を合成に失敗した数の少ない関数群に更新することで、使用される確率が高いと予想される関数群の中から合成を行うことができる。しかしこの手法は合成に失敗した際の情報を使用しているため、適切なアクティブセットが作れるようになるまで時間がかかるという課題がある。

深層学習によるプログラム合成 (提案手法)

特徴

提案手法である DeepCoder は、入出力例からプログラム中に使用される確率の高い関数を、深層学習モデルを使って予測することでプログラム合成の高速化を実現する。DeepCoder は、既存のあらゆる探索手法において合成する関数を選択するフェーズに適用できる。2021 年現在、プログラム合成に深層学習を導入した研究は数多く存在するが、DeepCoder はそのきっかけとなった研究の 1 つであり、機械学習・AI 分野のトップ国際会議 5th International Conference on Learning Representations (ICLR2017) で発表された後、数多く引用されている。

アルゴリズム

学習フェーズ

学習フェーズでは入出力例のパターンと使用する関数の関係性を学習する。図-2 に示すように、プログラムの複数の入出力例を入力とし、そのプロ

ラム中で使用されている関数の有無（ありの場合は 1、なしの場合は 0）を出力するように学習する。そのような学習することで、推論時には使用する関数を 0～1 の範囲で予測することができ、その値を関数の使用確率と捉えることができる。学習データとなる入出力例とプログラムは次の方法で用意する。初めに、DSL の文法規則に基づき、DSL の文法を満たすプログラムを列挙する。次に、冗長な変数や、等価なプログラムを切り捨てる。そして、あらかじめ決められた入出力の範囲内で、具体的な入出力例を 500 個生成する。

合成フェーズ

合成フェーズでは探索手法に DeepCoder を適用する。入出力例を与えると、DeepCoder は関数の使用確率を予測する。深さ優先探索では、プログラム中で最初に使用する関数を決定する際と、関数の組合せを試行する際に、使用確率が高い関数を選ぶ。ソートと加算では、アクティブセットの関数を更新する際に、使用確率が高い関数を選ぶ。このように DeepCoder はあらゆる探索手法において、関数セットの中から関数を選択する手法に適用できる。

評価結果と今後の展望

紹介論文では、評価方法として、従来の探索手法に DeepCoder を組み込み、合成がどれくらい高速化されるかを測定している。評価結果として、深さ

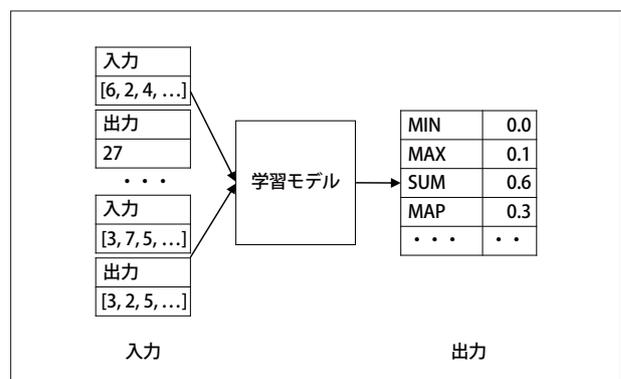


図-2 DeepCoder の学習モデル

優先探索では約3倍～15倍、ソートと加算では約31倍～62倍となっている。その他の探索手法にも適用して評価をしており、最大で約467倍（いずれもプログラム長：3の探索）の高速化を実現している。このように、DeepCoderでは既存の探索手法の大幅な高速化を実現できたが、使用している関数の種類は34個であり、これに含まれない関数を用いた複雑なプログラムは表現できない。複雑なプログラムを生成するためには、より多くの関数が必要になる。関数の数が増加するほど、関数の使用確率の予測が困難になるだけでなく組合せの試行にも時間がかかるため、関数の使用確率および使用順番等も含めた予測が必要と考えられる。しかし、入出力例のみから関数の使用確率および使用順番等を含めて予測することは難しい可能性があるため、今後は入出力例だけでなく自然言語で記述されたドキュメント等の仕様情報も活用することが、効率的なプログラム合成に有効だと考えられる。

DeepCoderは、深層学習を用いることでプログラム合成を大幅に高速化できることを示した。DeepCoderのコンセプトを発展させ、GitHub等で公開されている世界中の膨大な量のプログラムを学習することで、あらゆる種類のプログラムが自動生成できるようになる可能性がある。人が作ってほしいプログラムのイメージを与えるだけで、プログラムを自動生成してくれる。このような未来はそう遠くはないかもしれない。

(2021年3月18日受付)



但馬将貴

masaki.tajima.zx@hco.ntt.co.jp

2017年信州大学大学院理工学系研究科情報工学専攻修士課程修了。同年東日本電信電話(株)入社。2019年NTTネットワークサービスシステム研究所。2020年NTTソフトウェアイノベーションセンタ。主に自動プログラミング、テスト自動化などのソフトウェア開発技術に関する研究開発に従事。



● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.62 No.8 (Aug. 2021)

- 背景知識を用いて移動履歴から個人を特定する確率モデルの提案と評価* 松本 瞬 他
- オートエンコーダを用いた退院時の FIM スコアの予測 野村正和 他
- ランダムパターンを用いた鏡面相互反射の影響を抑制可能な高速アクティブ3次元計測法 住吉信一 他
- リバースエンジニアリングのための教師なし機械学習による形状測定点群データのセグメンテーション 松田優也 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

(Aug. 2021)

【Transactions on System LSI Design Methodology Vol.14】

- Supplemental PDK for ASAP7 using Synopsys Flow Shinichi Nishizawa 他
- Experimental Evaluations of Parallel Tempering on an Ising Machine Yosuke Mukasa 他
- Energy-aware Routing of Delivery Drones under Windy Conditions Satoshi Ito 他



【論文誌 デジタルコンテンツ Vol.9 No.2】

- スマートフォン利用時のセンサ情報を用いた眠気判定手法 林 芳樹 他
- 空中への立体視三次元 CG 映像の表示と正しいオクルージョンを考慮した直接インタラクション 高崎真由美 他



【論文誌 数理モデル化と応用 Vol.14 No.3】

- 多値分類問題における ECOC 法の最適性に関する一考察 雲居玄道 他
- Cartesian Genetic Programming を用いた転用可能な積み付けアルゴリズムの自動生成 蛭田悠介 他
- ダム放流計画の自動作成のための「プログレッシブ動的計画法」の開発 山口悟史 他
- 機械学習による中古車落札価格の要因分析及び割安評価 工藤大輝 他
- 自己適応型差分進化法におけるアルゴリズム構成の事前検証フレームワークによる性能の向上 西原 慧 他
- On an Implementation of the One-Sided Jacobi Method With High Accuracy Masami Takata 他
- リジッドルームのための織物組織図の近似最適化 吉田哲也
- 機械の種類を考慮した調理手順最適化の値範囲と big-M 法を用いた離接制約の比較 石野ちあき 他
- Bayesian Inference for Mixture of Sparse Linear Regression Model Tomoya Hirakawa 他
- 移動時間と待機時間に対するドライバーの嗜好を考慮したタクシーの配車目的地設定の提案 長谷川美夏 他
- 工事手配業務に対する数理最適化の活用と意思決定の支援 高須賀将秀 他



【論文誌 コンピューティングシステム Vol.14 No.2】

- バイズ最適化による洪水シミュレーションコードの負荷分散自動調整 石塚 歩 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>



▲ 新型コロナウイルスに関する内容の可能性のある記事です。

新型コロナウイルス感染症については、必ず1次情報として厚生労働省や首相官邸のウェブサイトなど公的機関で発表されている発生状況やQ&A、相談窓口の情報もご確認ください。またコロナワクチンに関する情報は首相官邸のウェブサイトをご確認ください。※非常時のため、すべての関連記事に本注意書きを一時的に出しています。

連載 <Info-WorkPlace 委員会企画>



**働き方を
共有しよう!**



CASE3: リモートワークとアクセシビリティ

♡ 3

情報処理学会・学会誌「情報処理」
2021/05/27 14:50



2019年12月初旬に第1例目が報告されて以降、新型コロナウイルスは今なお猛威をふるい、我々の日常に大きな影響を与えている。影響を大きく受けたものの1つが「働き方」だ。いまや「リモートワーク」ということばの意味を知らない人は少ないのではないだろうか。

私はこれまで、手話、触手話、指点字などを日常的な情報伝達的手段にしている人々を対象に、コミュニケーションの研究を進めてきた。十分な準備をする暇もなく、リモートワーク/オンライン生活を余儀なくされた私たちは、コミュニケーションに困難を抱える人々を巻き込むための、インクルーシブな情報環境や十分なアクセシビリティを確保できているだろうか。

▼ 目次

手話通訳の交替タイミング

手話通訳にピン

発表者の顔も見たい

当事者による解決

Zoomによるアクセシビリティ

まだ解決していない問題

UDトークを使った飲み会

インクルーシブな情報環境の実現

手話通訳の交替タイミング

私がろう者を含んだ研究ミーティングをするときは、手話通訳を2名から3名呼ぶ。この人数は対面でもオンラインでも変わらない。手話通訳は15分から20分程度で交代するのが一般的である。音声言語から手話言語へ、手話言語から音声言語へ翻訳する場合、非常に認知的・身体的負荷が高く、1時間程度のミーティングであっても必ず2名配置する。コロナ以前、対面会議で手話通訳をお願いしていたとき、通訳者の交替タイミングは、これから通訳する人がスッと背後に立つ、軽く肩を叩く、そっと身体を傾けて交替の意思を示すなどしていたように思う（ほかにも通訳者だけが知っている交替のやり方があるかもしれない）。

ではオンラインミーティングでは、手話通訳の交替タイミングはどのように伝達されるのだろうか。コロナによるリモートワークが始まってすぐ、オンラインミーティングの手話通訳を依頼した。このとき手話通訳の方々には、LINEなど携帯アプリで事前につながっておき、これから通訳する人がLINEのメッセージで交替タイミングを知らせるという方法を用いていた。このときのオンラインミーティングのアプリはZoomだったが、みなさんご存知のようにZoomにはチャット機能があるので、通訳を選んでチャットメッセージを送ってもよいだろう。しかし、Zoomのチャット機能には、「全員向け」のメッセージが流れてくることもある。通訳中にポロンポロンと入ってくるすべてのチャットに目を通す余裕はない。そういう事情もあつてか、このときの手話通訳の方々にはPCとは別のデバイス（スマートフォン）を用意し、通訳者たちだけで交替タイミングを示しあっていた。

実際に目にしたわけではないが、Zoomを開いているパソコンのそばにスリープモードにならないように設定したスマートフォンのLINE画面を開いておき、それを視野の片隅に入れながら、通訳してくださっていたのではないだろうか。

手話通訳にピン

Zoomには、参加者のマイクに音声が入力されれば、その人が大写しになる「スピーカビュー」なるものがある。これはろう者にとってとても使いにくい。手話を使わない音声で話す人の映像が大写しになれば、手話通訳による言語情報が入ってこない。発言者が誰か、どういう表情をしているのかといった情報は入ってくるが、それだけでは当然話についていくことができない。そこでろう者は「ギャラリービュー」にする。しかし、参加者が多くなってくると「ギャラリービュー」では一人ひとりの顔映像が小さすぎて、次の問題が浮上する。小さい映像では手話が十分読み取れないのである。

ろう者がマジョリティのミーティングでは、ろうの司会担当が挙手している人をギャラリービューで探し出し、その人をピン留めして大写しにして手話で発言してもらう。また、発言したい人の第一言語が手話ではない場合、「音声でお願いします」と簡単な手話で示し、司会担当が手話通訳者をピン留めし、ろうの司会から発言OKの合図を受け、音声で発言し始める。そうすれば、手話が常に大写しになり、ろう者が言語情報を十分に受け取れることになる。しかしながら、手話通訳者がピン留めされているとき、音声で発言している人の表情を見ることができない。これはどうしたらいいだろう。

発表者の顔も見たい

聴者がマジョリティの学会や研究会などでは、聴者の発表者がプレゼンテーションするとき、手話通訳を受け取るろう者が自分の手元で手話通訳をピン留めして、言語情報を受け取ることが多い。すなわち、手話通訳者の姿しか見えない状況で発表を聞く（見る）ことになる。ここにも同様に、発表者の顔が見たいという要望が出てくる。

もちろん、音声で発言している人の表情までも産出しながら通訳してくれる手話通訳者の方もいらっしゃる。しかし、発言者は冗談めかして言っているのか、怒りながら言っているのか、ちょっとしたニュアンスを汲み取るには音声で発言している発表者自身の非言語情報も必要だろう。

当事者による解決

コロナ禍に突入してすぐの研究会では、この問題を解決するために、ろう者が自ら2つのコンピュータにそれぞれ1つずつZoomアカウントを用意して、聴者の発表者の顔とプレゼンテーション資料を出し、もう一方に手話通訳者をピン留めしたりしていた。また、ZoomとLINEを併用し、研究会にはZoomで繋がり、発表者の表情とプレゼンテーション資料を受け取り、手話通訳者とLINEで繋がり、発表者の発言内容を受け取るといった方法をとる場合もあった。

とにかく、当事者自身がいろいろと工夫しなければオンラインでの学会や研究会への参加は難しいのである。

Zoomによるアクセシビリティ

Zoomはアクセシビリティの向上のために、日々ユーザからのリクエストを集め、改善に努めている（[参照](#)）。

手話通訳についても「Zoomは手話通訳者をサポートしていますか？」という質問に対し、「手話通訳者は、他のビデオ参加者と同じようにZoomミーティングに参加できます。参加者はZoomビデオサムネイル機能を使って通訳者のビデオサムネイルを固定させておくことができます」と回答している。ビデオサムネイルの固定とは、「ピン留め」のことであるが、ここまで記述してきたように、ピン留めだ

けでは話している人の表情といった非言語情報も必要というろう者のニーズは満たされない。

ろう者による試行錯誤の事実がZoomに伝わったのか、2020年11月頃のあるアップデートから、「同時に2人の顔を同等に大きめで出す形のレイアウトが可能」となった。この頃から、手話通訳と聴の発表者を同時に表示することができ、手話通訳による言語情報と発表者の非言語情報を同時にとることができるようになった。しかしながら通訳が介在するやりとりでは、同時に出された2つの映像で話している内容は当然時間的にずれる。そのような不便さは今なお残るが、発表者が終始笑いながら話しているといった情報はろう者のなかで統合され、「どんなふうに語られたか」というニュアンスを掴むための環境がやっと整ってきた。

まだ解決していない問題

Zoomでは画面共有すると、スピーカビューもギャラリービューも一気に参加者の映像が小さくなる。むしろ、共有された画面が大写しになり、音声で言語情報をやりとりすることが前提になっている。これではろう者は会話ができない。画面共有をするときは、何も話さず静かに共有された画面を見る。そして、画面共有を一旦切って手話で話すといった工夫が必要になる。

オンラインミーティングに手話通訳をつければ、アクセシビリティは確保されていると思っている人は多い。しかしながら、ここまで見てきたように、情報の出し方を工夫しなければ、十分に情報が伝わることはない。実際に、オンラインミーティングで手話通訳をつけると決まったら、手話通訳はどこに頼めばいいのか、手話通訳に事前に出す資料を準備しなければ、など諸々の課題をこなしていかななくてはならない。そうこうしているうちに、情報の出し方の工夫にまで気配りする時間も余裕もなくなってしまう。情報の出し方の工夫は、相手のコミュニケーション環境

への想像力なくして実現することは不可能なのだ。

UDトークを使った飲み会

最後に、オンライン飲み会での事例を紹介したい。私の研究室関連の送別会を年度末に実施した。ろうのメンバが1人いるので、全員が自分のスマートフォンに UDトーク をダウンロードしておいてもらった。上手くいくかどうか半信半疑だったが、聴のメンバは自分の発話がリアルタイムで認識・文字化される様子をととても楽しんでいて、感情を入れすぎて発話すると、うまく認識・文字化されない。方言がキツすぎるとうまく行かない、重複発話もうまく行かない。自然と聴者の発話は感情が抜き取られた冷徹なものになっていった。しかし、このオンライン飲み会から、感情音声認識がどれほど難しいか、日本語の音声はどれほど多様なのか、情報を畳み掛けるように重ねていく会話の認識がいかに難しいか、いろいろ想像を膨らませることができた。

インクルーシブな情報環境の実現

今回の記事では、私の個人的な体験に基づき、「リモートワークとアクセシビリティ」について触れ、オンラインの「働き方」の多様性を考えた。こういった当事者の試行錯誤や、周囲の人々による理解は、新しい情報技術を生んでいく契機になるのではないだろうか。ぜひみなさんも新しい情報技術を生み出すために、多様なコミュニケーションに楽しみながら身を置いていただければと思う。

(2021年5月17日受付)

(2021年5月27日note公開)

■坊農真弓（正会員）

2005年神戸大学大学院総合人間科学研究科博士課程修了。日本学術振興会特別研究員(PD)等を経て、2009年より国立情報学研究所・総合研究大学院大学助教。2014年より同准教授。博士(学術)。プライベートではもっぱら育児に奮闘中。

★働き方について、もっと考えたい人はこちら→『[Info-WorkPlace](#)』 note

会員の広場

今月の会員の広場では、6月号へのご意見・ご感想を紹介いたします。

巻頭コラム「コンピュータは人間を自由にする」

- コンピュータの歴史をマクロに俯瞰して、その発展が人間を自由にして来たと言明している点が啓蒙的でした。(堀田多加志)
- 情報技術によって人間の持つ多様性がさらに活かされるという考え方に強く共感しましたが、その一方で、画一的な日本の情報教育にこれでいいのかという気がいたしました。(吉田弘司)
- 情報技術が人の個性を育む上で役立っているという普段はあまり聞かないご意見であり、興味が湧きました。最近では情報技術の影の部分がクローズアップされる中、大変前向きな捉え方だと感じました。(後藤正宏)
- 「コンピュータは人間を自由にする」という著者の考え方にとても共感できます。コンピュータは私たち一人ひとりが埋もれていた能力を発揮できる社会づくりの強力なツールであると思います。(松浦満夫)
- 仕事だけでなく、SNSの普及により親しい人とのコミュニケーションにコンピュータが貢献している。(堀田多加志)

特集「デジタルアーキテクチャデザイン」

- 「編集にあたって」
- Society 5.0 実現の抵抗勢力の1つであろう、パソコン音痴な世代が組織の重鎮として残っているが、あと10年すれば急速に消滅していく。それに備えて準備する必要がある、7グループの活動報告には力強さを感じた。(広野淳之)
 - 「抵抗勢力」について、10年ほど前にある組織に電子決裁(稟議)システムを導入したときに、普及しやすいように紙決裁と同じフォーマットにし、印影が表示されるように工夫したことを思い出しました。「味方を増やしながら奮闘」することはどの現場でも行われている話題で、共感できました。(河瀬基公子)
 - 推進者の苦労話も添えられるとよいかと思いました。(伊藤治夫)
 - 挑戦者へのエールなので、対人の利害調整以外の技術的な面での失敗談もあればよかったと思う。ただし、失敗談は技術者としては論文にはならないので、インタビュー記事や読み物でいいのではないかと。(広野淳之)

「1. Society 5.0 実現に向けたデジタルアーキテクチャデザイン」

■国が進めている Society 5.0 の活動の中核であるデジタルアーキテクチャ・デザインセンターの活動内容が分かりやすくまとめられており、活動状況を理解することができました。(後藤正宏)

■これからの少子高齢化社会に AI がいかに役に立つかを考えさせられました。スマートシティはその一例だと思いますが、その前に過疎集落を「豊む」ことも考えなければいけない気がします。(岡本克也)

■なんと読み直しても Society 5.0 に対応するからこそ、このアーキテクチャがという関係性がよく分からない。Society 5.0 では人ドリブンだと思ったのですが、それに対応するアーキテクチャとは?という本質的なところがないような気がします。(祖父江真一)

「2. 社会・産業アーキテクチャのデザイン」

■デジタルアーキテクチャデザインのアプローチをより具体的に解説されており、分かりやすく良かった。今後、これらのアプローチをベースにさらに実例を積み上げていくことが重要だと感じました。(後藤正宏)

■社会と産業は異なるものと考えますので、別々に論理整理をしてほしかったです。(祖父江真一)

■方法論としてシステムズエンジニアリングというものがある。実際よく使われる言葉だがこれを担える人が圧倒的に少ないのが今の問題ではないかと勝手に思っている。この問題についての対応などの記載があるとよかった。(秋山裕好)

「3. データ取引市場のアーキテクチャ」

■市場でのデータ取引をアーキテクチャデザインの観点から捉えるという取り組みは、今まで知らなかったので勉強になりました。(匿名希望)

■なぜそのような標準となっているのか、標準化の課題、狙いのなども深掘してほしい。(匿名希望)

■認証機関についても教えてほしい。(匿名希望)

「4. スマートシティのリファレンスアーキテクチャ」

■SoSを実現するには、複数の組織の密な連携が欠かせませんが、本編はその具体的な実証実験でそれを実際に行った内容であり、まとめるのにご苦労されたのではないかと感じました。(後藤正宏)

■リファレンスアーキテクチャについて易しく説明されており考え方を整理することができたような気がする。検証成果がガイドブックとしてダウンロード可能な点も良い。後でダウンロードしてみようと思う。(秋山裕好)

■都市の多様性がある中、それをどのように整理していくべきかというのがもう少し深掘してほしい。(祖父江真一)

■スマートシティに関してはよくニュースにはなるがうまくいったという話を聞いたことがない。冒頭にて現状や問題点についても書かれているが、普及促進されない原因など深掘りを期待したいと思う。(秋山裕好)

「5. 社会課題解決に貢献する自然言語処理技術の社会実装と展開」

- 社会課題とそれに対するAIへの期待の高まりやさまざまな活動が行われていることを理解できた。具体的なプロジェクトの取り組みも紹介されており、期待のようなものを感じられた。(秋山裕好)
- 「AIによる人助け」が地に足のついたものになっていて、実際に「助け」を必要としている現場で使えるシステムに育て上げていく点が良かったです。(松浦満夫)
- 災害情報システムというのは、知っていたがどのように作られるのかがよく分かり非常に刺激的でした。(滝口 亨)
- 研究評価、体制の問題について書かれているが、具体的に戦った内容の記載があれば、より迫力があつた。(匿名希望)
- ここでも問題となっていると思われるのが人材や仕組みだろうか。どうしたらこういった取り組みに賛同する人を育てられるかも重要なかもしれない。これらのプロジェクトの続きが気になる。(秋山裕好)

「6. デジタル社会におけるAIガバナンス」

- AIに関しての倫理や法について、多くの人が不勉強なままにAIについて語っていたり利用したりしているのではないかという危機感を感じた。教育する側としては、そのあたりをしっかりと学生に伝えていかなければと思った。(匿名希望)
- 人工知能AIをこれから社会が使いこなしていく上でとても重要な事柄(倫理と法制度)を扱っていて興味深く読みました。(松浦満夫)
- 具体的にどの法律に問題があり、どう改善していくべきか、それとも新たに法律を制定するのかについても、もっと触れていただければと思いました。(匿名希望)
- 人工知能AIの倫理指針、特にAI兵器の禁止についてはさらに深める内容の記事を望みます。(松浦満夫)

「7. デジタルアーキテクチャデザイン研究開発の基盤形成」

- 柏の葉スマートシティを中心とした具体的な設計内容、苦労された点などが理解できました。Society 5.0も実際に作り上げるのはかなり大変な作業だと感じました。(後藤正宏)
- Society 5.0を耳にする機会が多いがその中身、目指す社会はどういったものなのかを示す情報は意外に少ない。本稿では問題、目的から課題、設計、実装に向けての取り組みが具体的かつ簡易に説明されており好感が持てたし、何より希望が感じられる内容で楽しかった。(秋山裕好)
- 連携を強化する上でAIができることの深堀がほしかった。(祖父江真一)
- エンジニアが一番苦手(と自分では勝手に思っている)な規制法制度。今後は自分を含むエンジニアにも求められる分野かもしれない。まだまだロードマップ途上だがそのときが来たら今回のように紹介してもらえると嬉しい。(秋山裕好)

連載「ビブリオ・トーク：問題解決力を鍛える！アルゴリズムとデータ構造」

- いくつかの章についてはどういう用途があるかを紹介していて、課題が分かっている場合は読むページの参考になる。(柴田 晃)
- 「離散数学をコンピュータ上で実装するための技法がアルゴリズム」と言う表現が響きました。(河瀬基公子)
- テキストの内容をざっくり理解でき、参考になりました。(南川智都)
- 章が何のアルゴリズムを紹介しているのかという情報だけでは益がない。(柴田 晃)
- 半分のページ数で十分に足る内容だったのではないか。「離散数学とアルゴリズム」の章で本文の構成が示されており、1ページ(1,500字)分を追加したかのような「本書の構成」の章は、ほかの章に比べて内容が平坦である。(広野淳之)
- ビブリオトークというコーナーの性質上仕方ないが、ほかの本との比較があるともっと嬉しかった。(匿名希望)

連載「5分で分かる!?有名論文ナメ読み：Sho Sonoda and Noboru Murata: Neural Network with Unbounded Activation Functions is Universal Approximator」

- ブラックボックスと言われるニューラルネットワークの解明が着実に進んでいて、将来に明るい希望を見い出せる論文の紹介であった。ホワイトボックス化が実現すれば、産業界でも、さらに使われることになるであろう。(広野淳之)
- 日本人の優れた博士論文を紹介した点。学生や若手の研究者の励ましになる。(匿名希望)
- ニューラルネットワークについて、基礎的な知識解説から論文の主題までを丁寧に掘り下げていた。(印部太智)
- 短時間で専門外の分野について理解することができました。(南川智都)
- 最近機械学習(深層学習)を学びはじめた者にも優しく、分かりやすかった。(高橋響子)
- あるものを使えばいいだろうかか再発明は無駄と言われることも多い昨今、そう言えばニューラルネットってなんだっけ?をもう一度思い起こさせてくれるきっかけになった記事で感謝です。(秋山裕好)
- 脚注がたくさんあるが、筆者はこの論文紹介を通じてニューラルネットワークのホワイトボックス化についての世間動向についてもっと表現したいことがあったのかもしれない。(広野淳之)
- 説明の内容自体は分かりやすかったのですが、専門用語に関する説明があるとありがたいです。(南川智都)
- ジュニア会員向けとしては内容が難しいのではないかと思います。(高橋響子)

教育コーナー「べた語義」

「教育における「情報」とこれから」

- 教育における「情報」に注目の集まった2020年、という書き出しには、これまでのもどかしさが一気に解消されたことの喜びがうかがえる。一步進んだことは間違いないが、これから先、誤った道に進まないよう、教育界と産業界の二人三脚で、しっかりと監視していただきたい。(広野淳之)
 - 高等学校で情報教育に携わっているものとして関心がある。(近藤 正)
 - e-ラーニングでは一方通行で生徒の反応や理解度の把握が難しく、双方向のオンライン教育と比較すると見劣りがするのは否めないが、オンライン教育のサブ教材としてのe-ラーニング活用方法など、オンライン教育と親和性の高いe-ラーニングについても一度見直して、調査分析を期待したい。(広野淳之)
- 「高校共通教科「情報」にも活用できるファシリテーションの技術」
- グループワーク(GW)のテーマは斬新と思いました。社会の縮図ともいえる、線路/放牧/防柵の分類は興味深かった。(伊藤治夫)
 - 社内研修にも参考にできる内容でした。グループワークの際に、やる気のないメンバがいるとなかなかうまく進まなかったりするので、導き方がとても難しいと実感していたところです。(河瀬基公子)
 - 今年度、高専教員として着任し、一方的な授業の形について疑問があり、少しずつアクティブラーニングの実施を行っていたところなので大変参考になった。どうしても学生のことを型にはめて、外れると不安に思う気持ちがあるので、しっかりと学生の反応を聴き、場を一緒に作っていけるよう心掛けた。(高田峻介)
 - 情報の授業を「コンピュータを使ってやること」と単純化しない、良い授業にするための要素が解説されていた。(匿名希望)
 - 実際の講義で発生しがちな問題を取り上げて解決方法が示されており、非常に参考になりました。(南川智都)
 - 陥りやすいポイントを整理されて、さらにその脱出方法に触れていただいております、とても参考になりました。(濱 久人)
 - タイトルが対象読者を狭めてしまっているかもしれないと感じた。(上田晴康)
 - 「楽しくやる」という本音を強調されてもよいかと思いました。(伊藤治夫)
 - GWを行う際の「個人作業」の有無による違いを示してほしかった。(鈴木広人)
 - オンラインとオフラインでのAL型授業の対応の変え方についても紹介があると嬉しいと感じました。(南川智都)
 - 最後の部分で、ファシリテーションの場を見る力に触れてお

いでです。できればこの部分ももう少し記述をいただけると嬉しかったです。(濱 久人)

連載「先生、質問です！」

- 有名YouTuberを回答者にできた点。本記事の対象となる読者(中高生)に響きやすい。(上田晴康)
- 大人の学び直しという視点の情報を提供している。こうした情報は社会人だけでなく学生や高校生などにも有効な情報であると言える。(印部太智)
- 最初に動画を利用するとイメージがつかみやすい。例もあり分かりやすい。(松岡弘芝)
- 世の中、大変優れた教材が安価にアクセスできるようになった。教員1人の知識には限りがあり得る。積極的に学生にも優れた教材とそれらのアクセス方法について伝えたいと感じた。(高田峻介)
- コロナや医学・科学の知識はYouTubeを利用するようになった。ヨビノリさんの生き方を見ているとまさに個の時代というのを感じます。(滝口 亨)
- YouTubeの動画や通信大学の単位履修についてが主題であった。国内外で一部の大学がOCWとして映像や資料が公開されている。世界的にあまり活発とは言い切れないが、そういったインターネット上で手に入る情報があることも示した方が良いと感じた。(印部太智)

会議レポート：ACCV2020 会議報告

- 不幸にしてオンライン開催ばかりになっている学会活動だが、オンラインだからこその取り組みの紹介とか、オフライン再会となったときのオンライン機能の利用案の一助として、コロナ渦で実施される会議レポートは意義深いものになるだろう。(広野淳之)
- 論文内容の紹介が2件しかなかったことが残念。研究動向については軽く触れられているが、欲張りかもしれないが、もう少し広くて深い動向の紹介があってもよかった。(広野淳之)
- 発表者との議論について、掲載してほしかった。(鈴木広人)

会誌の内容や今後取り上げてほしいテーマに関して、以下のようなど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。

- 4月号巻頭コラムに続き再度、浅川智恵子様をお願いしたいです。IBM目線と日本国内学会の違和感について取り上げてほしいです。(伊藤治夫)
- 紙の冊子で概要を紹介し、オンラインで詳細の記事が読めるという2層構造は非常に効果的だと思います。(匿名希望)
- SDGsについて取り上げてほしい。(祖父江真一)
- 今回、「編集委員退任にあたって」が最もよかったです。委員の先生方がどのような思いで取り組んでくださったの

か、熱い思いが伝わってきました。ここまで本当にありがとうございました。今後はどうなるのでしょうか。目次に示されている記号も初めて知りました。(匿名希望)

- アクティブラーニングに関して、役立つツールやさらなる話題を掲載していただきたい。ほかの教員がどのように取り組んでいるか気になる。(高田峻介)
- データサイエンスの必修化に対するもの。(小西敏雄)
- コロナ禍の政治的決断や施策に科学的な部分が欠けているように感じます。ニュースなどでも批判がありますが、この辺りを情報処理の観点から分析されている事例などを特集いただけると嬉しいです。(濱 久人)
- 若い教員から「10年後に仕事はありますか?」と聞かれた。人口減を克服する方法をもっと真剣に考えるべきではないでしょうか?(滝口 亨)

「先生、質問です!」には以下の質問をいただきました。

- 個人的に大好きな「ヨビノリたくみ」さんの起用に感謝です。彼の語りは「学びは好きになることから」を実践しているので好きです。(伊藤治夫)
- QC 活動ってなんですか?(広野淳之)

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。

- COCOAの記事は生々しくてよかった。(上田晴康)
- オンライン受講の現状が語られていて興味深かった。伝言、書写、読書、登校して受講、オンライン受講、人間の対応力と学習意欲を感じられた。(伊藤治夫)
- 今後、高校共通科目「情報」に対して、学校側がどのような対応をするのか非常に興味を持っている。そもそも、プロ

グラミングなどは個人の能力に依存する度合いが大きいので、これをグループワークで進めると全体的な授業の進捗が遅れるような気がしている。(松田昭信)

- 坊農真弓先生の記事は、今までそのようなミーティングをしたことがなかったため、考えたことがなかった視点で、非常に新鮮で考えさせられました。(山本一公)
- 「働き方を共有しよう」の記事がとても興味深かったです。(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。

- 感性情報工学が理解できた。このような新潮流の紹介を望む。(匿名希望)

【本欄担当 水上雅博, 恋塚 葵/会員サービス分野】

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

「情報処理」アンケート回答フォーム▶
<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>



人材募集 (有料会告)

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

*都合により編集させていただく場合がありますので、ご了承ください。

申込期限：毎月15日を締切日とし翌月号(15日発行)に掲載します。

掲載料金：国公立教育機関、国公立研究機関 22,000円(税10%込)

賛助会員(企業) 33,000円(税10%込)

賛助会員以外の企業 55,000円(税10%込)

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

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

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

*特に指定がないかぎり履歴書には写真を貼付のこと

■日本科学未来館

募集人員 研究員(常勤) 5名程度

専門分野 ①コンピュータビジョン、音声対話などのAI分野、②認知科学、インタラクションデザインなどのHCI分野、③ロボット分野

応募資格 上記専門分野のいずれかに関するバックグラウンドと研究実施スキルを持ち、アクセシビリティ分野の研究開発に高いモチベーションを持って取り組んでいただける方。その他詳細は以下Webページをご覧ください

着任時期 応相談

提出書類 ①履歴書、研究経歴、業績の概要(CV)、②研究業績リスト、③主要論文のコピー、④着任後の抱負、⑤所見を求め得る方2名の氏名と連絡先、⑥推薦書2通
詳細は以下Webページをご覧ください

応募締切 随時

送付先/照会先 国立研究開発法人科学技術振興機構 日本科学未来館 採用担当 <https://www.miraikan.jst.go.jp/contact/saiyou.html>

その他 詳細はWebページをご覧ください

<https://www.miraikan.jst.go.jp/aboutus/recruitment/20210324/>

しい、(5) 学内業務の遂行に、十分な日本語能力を有すること

着任時期 2022年4月1日以降のできるだけ早い時期

応募締切 2021年9月24日(必着)

照会先 電気通信大学 eラーニングセンター
センター長 柏原昭博 E-mail: akihiro.kashihara@inf.uec.ac.jp
Tel(042)443-5278

その他 詳細および応募方法は <https://www.uec.ac.jp/about/advertisement/> をご覧ください

■京都府立大学生命環境学部環境・情報科学科

募集人員 教授 1名

所属 環境応用情報学

専門分野 ヒューマンインタフェースまたは知能情報学

着任時期 2022年4月1日

応募締切 2021年9月30日(必着)

照会先 環境・情報科学科主任 細矢 憲

E-mail: hosoya@kpu.ac.jp

その他 提出書類、送付先など詳細は以下の本校Webページを参照ください https://www.kpu.ac.jp/contents_detail.php?co=new&frmId=8494

■電気通信大学 eラーニングセンター

募集人員 准教授または助教(常勤) 1名(准教授採用の場合は任期なし、助教採用の場合はテニュアトラック)

専門分野 教育工学・学習支援システム分野

仕事内容 eラーニングセンターの関連業務に従事するとともに、LMSをはじめとするさまざまなラーニングテクノロジーを駆使して、本学でのオンライン教育の実効性を高めるとともに、高度化を図る研究と実践に従事していただきます

応募資格 (1) 採用時に博士の学位を有しており、かつ、上記募集分野において、優秀な研究を推進していること、(2) 自律して独創的な研究を行い得る能力を有すること、(3) ポスドクの経験、またはそれに相当する経験を有することが望ましい、(4) eラーニングシステムまたは学習管理システムに関する企画・業務、およびこれらを基盤とする授業設計・運営の経験があることが望ま

■豊田工業大学工学部先端工学基礎学科 (知能機械およびその関連分野)

募集人員 教授(Tenured)ないしは准教授(TenuredあるいはTenure Track)

応募資格 機械工学に立脚した知能機械および次世代ロボティクスに関する研究を展開できる方。たとえば、ニューロボティクス、BMI、先進マニピュレーション、ソフトロボティクス、医療・福祉ロボティクス、レスキューロボティクス、農業ロボット、エンターテインメントロボットおよび機械学習のロボット分野への応用等に関連する分野における研究を推進し、研究成果が大いに期待できる方。さらに理工系の博士の学位を有し、上記分野の教員として学部および大学院における研究指導ができる方。また、教育面においては、制御工学、ロボット工学、機構学、設計製図等

の学部・大学院における専門科目の授業と物理、数学の基礎科目の授業、学生実験の指導・教育が担当できる方

着任時期 2022年4月、もしくはできるだけ早い時期

応募締切 2021年9月30日(必着)

照会先 知能機械およびその関連分野教育職員選考委員会

下田昌利 E-mail: shimoda@toyota-ti.ac.jp Tel(052)809-1782

その他 【詳細】提出書類、送付先等は下記 URL をご参照ください
<https://www.toyota-ti.ac.jp/recruit/faculty/faculty.html>

■豊田工業大学工学部先端工学基礎学科 (知能情報メディアおよびその関連分野)

募集人員 准教授ないしは講師(いずれも Tenured あるいは Tenure Track) 1名

応募資格 機械学習・データマイニングやハードウェアとソフトウェアを融合した先進的計測・情報処理技術などの研究で実績があり、マルチメディア認識、知能ロボティクス、サイバーフィジカルなどのシステムにかかわる研究を推進し、成果が大いに期待できる方。さらに理工系の博士の学位を有し、上記分野の教員として学部および大学院における研究指導ができる方。教育面においては、数学、プログラミング等の基礎科目および機械学習、情報理論、信号処理、情報システム等に関する学部、大学院における専門科目および実験・実習科目の授業が担当できる方

着任時期 2022年4月、もしくはできるだけ早い時期

応募締切 2021年9月30日(必着)

照会先 知能情報メディア分野および関連分野教育職員選考委員会委員長 佐々木裕 E-mail: yutaka.sasaki@toyota-ti.ac.jp Tel(052)809-1865

その他 【詳細】提出書類、送付先等は下記 URL をご参照ください
<https://www.toyota-ti.ac.jp/recruit/faculty/faculty.html>

■兵庫県立大学

募集人員 准教授 1名 助教 1名

専門分野 准教授：情報通信 助教：光・電磁波工学

応募資格 博士の学位を有すること(助教は着任時に有すること) 上記の研究と教育に熱意と意欲を有すること。学内の諸業務の遂行が可能な日本語能力を有すること

着任時期 2022年4月1日

応募締切 2021年9月30日(必着)

その他 提出書類、送付先、照会先等 以下を参照

<http://www.eng.u-hyogo.ac.jp/outline/koubo/index.html>

■豊橋技術科学大学

募集人員 助教 1名(任期:5年(採用後5年以内にテニユア審査を受け、合格すればテニユア助教(任期なし)になれる)

所属 メディア・ロボット情報学分野

専門分野 メディアコンテンツに関連する研究分野

応募資格 博士の学位を有し(または、着任までに取得見込みであり)、専門分野に業績があり大学院学生の研究指導補助ができ、情報系の実験科目の担当が可能なる方

着任時期 2022年4月1日以降のできるだけ早い時期

提出書類 1. 履歴書(学歴、職歴、受賞等、E-mail アドレス明記)、2. 研究業績リスト(学術論文、国際会議論文(査読付)、著書、解説論文、特許などに分けて記載)、3. 主要論文別刷(3編以内)、4. 学会・社会における活動状況、5. 外部資金の獲得実績、6. これまでの研究活動の概要(A4用紙で2枚程度)、7. 着任後の教育研究の抱負(A4用紙で2枚程度)、8. 所見を伺える方1名以上の連絡先

応募締切 2021年10月8日(必着)

送付先 〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系 北崎充晃 (JREC-IN Portal の Web 応募も可)

照会先 情報・知能工学系 栗山 繁 E-mail: sk@tut.jp Tel(0532)44-6737

その他 【選考方法】第1次選考(提出書類による選考)、第2次選考(プレゼンテーションを含む面接) 詳細は、当大学法人の Web ページ (https://www.tut.ac.jp/about/docs/koubor3.6.24_1j.pdf) をご覧ください





FIT2021 第20回情報科学技術フォーラム 聴講参加の御案内

2021年8月25日(水)～27日(金) オンライン開催

<https://www.ipsj.or.jp/event/fit/fit2021/>

電子情報通信学会の情報・システムサイエティ (ISS) とヒューマンコミュニケーショングループ (HCG)、及び情報処理学会 (IPSJ) は、「第20回 情報科学技術フォーラム (FIT: Forum on Information Technology)」を開催します。皆様、奮ってお申込み下さい。講演論文集 (冊子、DVD-ROM) も販売を行います。

■開催イベント (詳細は逐次Webサイトに掲載致します)

[表彰式・招待講演企画]

◎FIT学術賞表彰式

26日 13:00-13:50 (予定)

◎船井業績賞受賞記念講演

26日 14:00-15:15

「Computational Cameras for Humans and Machines」

Shree K. Nayar

(米国コロンビア大学 T.C. Chang Chaired教授)

[トップコンファレンスセッション]

最近数年間に各分野のトップレベルの国際会議・学術雑誌で発表された論文の著者に、その内容を紹介して頂く特別なセッションです。

優れた研究内容を把握できるとともに、その著者たちとの質疑応答や情報交換ができる貴重な機会です。ぜひご活用ください。

[イベント企画] ※タイトル等は変更の可能性があります。

各学会の関係研究会や委員会などから構成されるプログラム委員会において、ホットなトピック、分野横断的な研究テーマ、学生や若手へのメッセージを込めた話題などを中心に、多くの興味深いイベントを企画中です。以下はその一部を抜粋したものです。内容や日時は変更される場合があります。最新の情報は Webページでご確認ください。

25日	13:10～15:10	人間・ロボットの協調のためのCV/PR技術
	13:10～15:10	秘匿計算の最前線
	15:30～17:30	次に来るコミュニケーション・ツールは何か？ ～ネット炎上対策は？新しいデザインと留意点を考える～
26日	15:30～17:30	デジタルプラクティスライブ
	9:30～12:00	大学入学共通テスト「情報」が目指すもの
	9:30～12:00	IoTが拓く未来：～アフターコロナ社会に向けたIoTの将来像を探る～
27日	15:30～17:30	データサイエンティスト人材育成に関する情報処理学会の取り組み
	9:30～12:00	Society5.0を支える革新的コンピューティング技術
	9:30～12:00	ヒトゲノム・生体情報と情報処理の課題
	13:10～15:10	ニューノーマル社会の次世代スマート地域
	13:10～15:10	3次元チップ実装とワイヤレス誘導結合チップ間インタフェース

[研究会連携]

電子情報通信学会および情報処理学会のいくつかの研究会が、FIT2021のプログラムとして開催されます。詳細は Webページでご確認ください。

■聴講参加費 (税込)

参加区分	オンライン特別価格
会 員	6,000円
非会員	12,000円
学 生	無料

※会員、非会員の聴講参加費には電子版講演論文集 (Webからダウンロード) が含まれております。

※学生の聴講参加 (無料) には電子版講演論文集は付いておりません。電子版講演論文集付きを希望の場合、参加費は 2,000円となります。

※会員、非会員、学生の参加区分の区別は次の通りです。

会 員：情報処理学会、電子情報通信学会、電気学会、照明学会、映像情報メディア学会及び電子情報通信学会と協定を締結した海外の学会 (IEIE、KICS、KIISE、REV、IEEE/CS、IEEE/ComSoc、IEEE/PHO、IEEE/MTT-S) または情報処理学会と協定を締結した海外の学会 (ACM、IEEE、IEEE/CS、KIISE、CSI、CCF) の個人会員、電子情報通信学会の維持員、情報処理学会の賛助会員。

非会員：左記の学会会員以外で学生以外の方。

学 生：会員/非会員を問わず無料 (電子版講演論文集は付きません)。

■聴講参加の申込

申込締切：2021年8月27日 (金) FIT最終日まで

申込方法：FIT2021 Webサイトからお申込み下さい。

※オンライン参加のご案内をお送りいたします。参加方法を事前にご確認いただくには、なるべく早めのお申込みをお勧め致します。

■冊子講演論文集・DVD-ROM販売価格 (税込)

申込種別	個人購入価格	法人購入価格
講演論文集セット (DVD-ROM付)	60,000円	60,000円
講演論文集分冊	13,000円/冊	16,000円/冊
講演論文集DVD-ROM	10,000円	56,000円

※講演論文集セットは冊子講演論文集全分冊 (カバー付き)、DVD-ROM 付き

※残部のある限りということになりますので、予め御了承下さい。

※残部がある場合、学生の方には講演論文集DVD-ROMを学割価格4,000円にて販売致します。

※講演論文集の掲載分野 (予定分冊構成)

第1分冊：モデル・アルゴリズム・プログラミング、ソフトウェア、ハードウェア・アーキテクチャ

第2分冊：データベース、自然言語・音声・音楽、人工知能・ゲーム、生体情報科学

第3分冊：画像認識・メディア理解、グラフィクス・画像、ヒューマンコミュニケーション&インタラクション、教育工学・福祉工学・マルチメディア応用

第4分冊：ネットワーク・セキュリティ、ユビキタス・モバイルコンピューティング、教育・人文科学、情報システム

DVD-ROM：上記全論文とプログラムを収録

■講演論文集の申込

FIT2021 Webサイトからお申込み下さい。

■次年度のFIT2022開催

2022年9月13日 (火)～15日 (木)

慶應義塾大学 矢上キャンパスにて開催予定

■問い合わせ (FIT2021事務局)

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

一般社団法人 情報処理学会 事業部門

TEL [03] 3518-8373 FAX [03] 3518-8375

E-mail: ipsjfit@ipsj.or.jp

Towards a Collaborative Society through Creative Learning

WCCE 2022



21-24, Aug. 2022, Hybrid Conference



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>

以下の分野で研究発表を募集する予定です（2021年8月頃詳細公表予定）

- ・教育分野における情報システム開発や情報技術利用
- ・初等から高等教育における情報技術や情報科学に関する教育実践
- ・初等から高等教育における教育の情報化

募集カテゴリー（予定）

- ・フルペーパー
- ・ショートペーパー
- ・デモンストレーション / ポスター
- ・パネルセッション / 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>

【重要】過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について

2020年12月18日
プログラミング・シンポジウム委員会

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

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

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

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

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

情報処理学会著作権規程

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

IPSJ メールニュースへ広告を出しませんか？

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

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

— [広告] —

■■■■ ○○セミナー ■■■■

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

会場：○○コンベンションセンター

会費：情報処理学会会員の方には割引があります。

詳細はこちらをご覧ください：<http://www.....com/>

— [広告] —

訂 正

本誌62巻8号(2021年8月号)のデジタルプラクティスコーナー「NEC ユーザ会論文：顔認識によるデジタルマーケティングの実用化～価値あるデータを未来につなぐ～」の著者メールアドレスの記載に誤りがありました。お詫びして訂正いたします。

p.d111

(誤) ttt@gmail.com (正) shimada@bcc-net.co.jp

CONTENTS

Preface

- 466 **LGBT and beyonds**
Keisuke TOYODA (noiz)

Reports

- 468 **27th-generation Mitou Super Creators**
Ikuo TAKEUCHI (IPA, Senior Project Manager of Mitou Program)

Special Features

Population Flow Distribution Statistics which Capture the Flow of Persons and Change the World

- 470 **Foreword**
Mikiko SODE TANAKA (International College of Technology)
- 472 **Outline**

"Peta-gogy" for Future

- 489 **Consideration about Study Information Technology in High School**
Mitsugu SUGIMOTO (Freelance Journalist)

- 490 **Report on the National Convention of IPSJ Event "Prospects for University Entrance Examination on Information Study to be Implemented in 2025"**

Tsuneyasu KOMIYA (The Univ. of Electro-Communications) and Takashi SATO (Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology)

- 495 **Standardization Techniques for Learning Log Data - Experience API (xAPI)**
Masako FURUKAWA (National Institute of Informatics)

Let's Learn Informatics

- 500 **Bringing Ideas to Life through App Development**
Atsushi HIRATA (Hiroshima Univ. High School, Fukuyama)

-
- 476 **Topics**
506 **IPSJ Activity Report**
514 **Questions for Experts**
516 **Biblio Talk**
518 **Skimming a Famous Paper in Five Minutes**

Online Only

Special Features

Population Flow Distribution Statistics which Capture the Flow of Persons and Change the World

- e1 **Social Development by Constant Monitoring of Urban Using Origin-Destination Trips**
Ryuichi IMAI (HOSEI Univ.)
- e5 **Development of Origin-Destination Trips Generated from Operational Data of a Mobile Network**
Daizo IKEDA (NTT DOCOMO, INC.)
- e11 **Mobile Spatial Statistics for Urban Transportation Survey and Planning**
Hiroyasu SHINGAI (National Institute for Land and Infrastructure Management)
- e18 **Distribution of Railway Operation Information According to the Needs of Viewers - Research to Narrow Down the User Distribution Area for Each Railway Line with Big Data -**
Takayuki KIDO (Asahi Television Broadcasting Corp.)
- e24 **Population Distribution Statistics for Survey of Origin-Destination Trips**
Mina KATO and Toshihiro SUZUKI (DOCOMO InsightMarketing, INC.)

- e30 **2018.6.18 Northern Osaka Prefecture Earthquake and Shibuya Halloween Monitoring Using Mobile Spatial Statistics**
Toshikazu MATSUSHIMA (CHUO FUKKEN CONSULTANTS CO., LTD.)

- e36 **Promotion of EBPM in Tourism - The Development of a System Based on Large-scale Ad Location Data -**
Yutaka ARAKAWA (Kyushu Univ.), Shigemi ISHIDA (Future Univ. Hakodate), Koki SAKAI and Yuiko YATSU (Blogwatcher, Inc.)

Let's Share Working Styles! <by Info-WorkPlace Committee>

- e42 **CASE 3 : Remote-working and Accesibility**
Mayumi BONO (National Institute of Informatics)

ウィズコロナ下で遠隔授業、テレワーク、宅配などの非接触型ビジネスやキャッシュレス化が急速に発展した。ワクチン接種予約システムも不具合はあるが、主な予約方法として機能している。急速に広がった食事宅配システムもなくてはならないサービスになったと感じている。デジタルトランスフォーメーションの進展のおかげで毎日の生活に支障はないが、友達にも会わず毎日家で過ごす日々は退屈で、アフターコロナ後の生活を想像し我慢をするしかない日常である。

今回特集で取り上げた人口流動統計もなくてはならない基盤技術となった。毎日のように主要個所の人流の増減が放送され、その値を元に政府の政策が決定されていると言っても過言ではない。アフターコロナにおいても人口流動統計は観光施策立案や新たな交通サービスである MaaS (Mobility as a Service) などに適用され社会に安心と安全をもたらすシステムの基盤とな

ると考えられる。これらの一端でも紹介できればと思います、本特集を企画した。

特集を組むにあたり、法政大学今井先生にご尽力いただいた。この場をお借りしてお礼を申し上げたい。原稿をタイムリーに提供いただいた著者の皆様には心より感謝します。また、編集委員、事務局の皆様のご協力により企画を完成させることができました。ありがとうございました。

人は人と接することにより成長し、喜びを得る生き物だと思っている。ウィズコロナによるストレスは人と会えないこと、直接会って話ができないことであり、たとえデジタルトランスフォーメーションが進み、非接触で生活のすべてが行えるとしても、このストレスはなくならないと思う。人に根ざした人口流動統計は社会、経済を映す鏡であり、必須技術だと思う。一読いただければ幸いです。(袖美樹子/本特集エディタ)

次号 (10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

「小特集」身近になった対話システム※

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—機械読解による自然言語理解/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—一般ユーザとの雑談会話のための AI チャットボット/対話システムの研究動向と今後の展望

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 / IT 紀行 / 集まれ! ジュニア会員!! / 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

報告：2021年 IPSJ/IEEE-Computer Society Young Computer Researcher Award 紹介 / 2021年 IPSJ/ACM Award for Early Career Contributions to Global Research 紹介

会議レポート：ACM CHI2021 会議報告 (1)

読後のご意見をお送りください

本誌では、現在約 200 名の方々から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

複写される方へ

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

尚、本会会員(賛助会員含む)および著者が転載利用の申請をされる場合については、学術目的の利用に限り、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9号 掲載広告 (五十音順)

- フォーラムエイト 表2対向 すべての会社を希望
 富士通 表4

■ 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

FUJITSU

富士通 (株)

Orchestrating a brighter world
NEC

日本電気 (株)

MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

三菱電機 (株)

CyberAgent

(株) サイバーエージェント

IBM

日本アイ・ビー・エム (株)

●●● 賛助会員 (10 ~ 19口)

RECRUIT

(株) リクルート

Google

グーグル合同会社

docomo

(株) NTT ドコモ

TOSHIBA

(株) 東芝

NTT

日本電信電話 (株)

Microsoft

日本マイクロソフト (株)

FORUM 8
フォーラムエイト

(株) フォーラムエイト

●●● 賛助会員 (3 ~ 9口)

ITIC

(一社) 情報通信技術委員会

NTT DATA

(株) NTT データ

GREE

GREE (株)

IA japan

(一財) インターネット協会

JISA

(一社) 情報サービス産業協会

TREND MICRO

トレンドマイクロ (株)

NTTコムウェア

NTT コムウェア (株)

NTTテクノクロス

NTT テクノクロス (株)

uejima

(株) うえじま企画

EDGE Technology

エッジテクノロジー (株)

OKI

沖電気工業 (株)

CORE MICRO SYSTEMS INC.

コアマイクロシステムズ (株)

SANBI

三美印刷 (株)

SONY

ソニー (株)

TECHNOPRO Design

(株) テクノプロ
テクノプロ・デザイン社

MIZUHO みずほリサーチ&テクノロジーズ

みずほリサーチ&テクノロジーズ (株)



2021 FIT

第20回情報科学技術フォーラム

<https://www.ipsj.or.jp/event/fit/fit2021/>

会期 **2021.8.25 Wed. - 27 Fri.**

会場 **オンライン開催**

主催 情報処理学会 (IPSJ) 電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ (ISS) ヒューマンコミュニケーショングループ (HCG)

共催 東北学院大学

電子情報通信学会の情報・システムソサイエティ (ISS) とヒューマンコミュニケーショングループ (HCG)、および情報処理学会 (IPSJ) は、今年も「第20回情報科学技術フォーラム (FIT: Forum on Information Technology)」を開催します。

本フォーラムは、両学会の大会の流れをくみ、2002年から毎年秋に開催されているもので、多くの研究発表や多彩な企画を通じて、広く情報科学技術分野にわたる最新情報の収集、タイムリーな情報発信、他分野研究者との交流、などのための絶好の機会となっております。

今年もトップコンファレンスセッションにて41件の発表があります！

聴講募集

Zoomでの聴講参加です

受付期間：8月27日(金)最終日まで
※オンライン特別価格となっております。

費用

会員 6,000円 (論文集付)
一般非会員 12,000円 (論文集付)
学生 無料 (論文集なし)

※学生で論文集付き(有料)の聴講申込もできます。

会期中 併催研究会にも
無料で聴講参加できます！

FIT ならではの魅力あるイベント企画がたくさん!!

無料公開

8.26 (木)
14:00-15:15

船井業績賞記念講演

Shree Nayar 氏

米国コロンビア大学 T.C. Chang Chaired 教授



8/25

人間・ロボットの協調のためのCV/PR技術

秘匿計算の最前線

次に来るコミュニケーション・ツールは何か? ~ネット炎上対策は?新しいデザインと留意点を考える~
デジタルプラクティスライブ

8/26

【無料】大学入学共通テスト「情報」が目指すもの

IoTが拓く未来:~アフターコロナ社会に向けたIoTの将来像を探る~

【無料】データサイエンティスト人材育成に関する情報処理学会の取り組み

*デジタル庁創設関連イベントも予定

8/27

Society5.0を支える革新的コンピューティング技術

ヒトゲノム・生体情報と情報処理の課題

ニューノーマル社会の次世代スマート地域

3次元チップ実装とワイヤレス誘導結合チップ間インタフェース

IT情報系キャリア
研究セッションも
開催(無料)

問合せ先：一般社団法人 情報処理学会 事業部門 [FIT2021 事務局]

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F Tel: 03-3518-8373 Fax: 03-3518-8375

E-mail: ipsjfit@ipsj.or.jp



shaping tomorrow with you

変わりつづける未来を、 信じられる未来へ。

くらしは、ビジネスは、ものづくりは、
医療は、都市は、教育は、インフラは、
信頼できるものに、なれるか。
ただしい、変革をとげられるか。
それぞれの存在意義を、見つめ直し、
持続可能なカタチに自らを進化させる。
もろく崩れやすい、この世界を、
より柔軟で、つよく、確かなものに変えていく。
デジタルは、その力になるはずだ。
DX、わたしたちはそのパートナーとして、
データや、テクノロジーから価値を生み出し、
進むべき未来の姿を再構想します。

Reimagine.

問いかける。明日が、はじまる。

富士通 reimagine

検索



〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台一十五
編集人 稲見昌彦

発行所 東京都千代田区神田駿河台一十五
発行人 木下泰三
一般社団法人 情報処理学会

電話 東京(〇三)三五八一八三七四
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

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 05269-09



4910052690912
01600