

情報処理

2020

1

Vol.61 No.1
通巻 658 号

特集 『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術

特別解説

大規模災害時に市民は情報にアクセスできたのか。
～災害時における情報伝達インフラのアクセシビリティ～



巻頭コラム

移动通信のデータ速度はどこまで上がるか? (パート5)
尾上誠蔵

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

教育コーナー：べた語義

連載：IT紀行 / 5分で分かる!? 有名論文ナナメ読み / 買い物自慢

情報の授業をしよう! / ビブリオ・トーク / 論文必勝法

会議レポート



18年長期安心FAC



新製品リリース

Core系第7世代 KabyLake搭載

- ▶ Core系シリーズリニューアル
- ▶ Xeonモデルを新ラインナップ
- ▶ 拡張スロット強化
- ▶ 供給電源強化
- ▶ Windows 10 IoT搭載
- ▶ 最新CPUで長期供給

Atom系CPU BayTrail搭載

- ▶ Atom系シリーズリニューアル
- ▶ Windows 7 に対応した最終世代のCPU搭載
- ▶ まだまだやります Windows 7
- ▶ 高性能低消費電力
- ▶ 拡張スロット強化
- ▶ 供給電源強化

インタフェースモジュールもラインナップ拡充

PCIバス
約200種



PCI Express
約120種



継続

産業用コンピュータの使命

FAコンピュータ発売から18年、これまで色々な壁が立ちふさがり、そして乗り越えてきました。これからも続けてまいります！

■ 部品切替対応

長く続けると、部品の生産中止を避けられません。CPU、OSはもちろん、電源、HDD、メモリ、ブリッジチップ、バスコネクタ等、切り替え対応は多岐にわたります。その都度、シリーズの互換性を保ちつつ継続に努めています。



2002



Core2duo

geode・SH4

Pentium M/Celeron

Atom N450/D525

Atom N2800 Core i7 1st/Core i7 3rd

2020



Baytrail Kabylake

新製品 Windows 10 IoT
Windows 7 両対応

復刻DOS対応

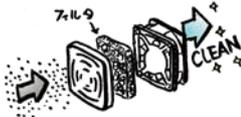
出荷好調

DOS

今までDOSを使用したシステムを使っているお客様にむけて、DOSを搭載したコンピュータを用意しています。多くのノウハウを蓄積した豊富な技術資料や、サポートソフトウェアを提供できます。→詳しくはWeb siteへ www.interface.co.jp/dos/index.asp

■ 筐体設計

ファンレスとファン付きの両製品を用意しています。多数の拡張バス利用を前提としたオリジナル筐体です。放熱機構はヒートシンクを含めすべて自社開発です。冷却ファンは防塵フィルタ付き吸込方式を採用。ホコリの内部侵入を抑制します。



■ 変えないこと

筐体の外観を変えず、PCI・PCI Expressバスインタフェースモジュールの利用RS-232C、アナログRGB対応等、レガシーI/Oも継続的に搭載。またUSB3.0等、安定した機能を新たにに取り込み、既存の機能も変えないことで、長らく安心して使用いただけます。



お願い

長く継続生産するために標準品をご用意しております。OEM・カスタマイズ品、また100台以上の一括注文は、納期がかかる場合がございます。ご了承ください。



今、必要とされる人材を育てる

超注目シリーズ

データサイエンス入門シリーズ

シリーズ編集委員 竹村彰通（滋賀大学、編集委員長）
狩野裕（大阪大学）、駒木文保（東京大学）、清水昌平（滋賀大学）
下平英寿（京都大学）、西井龍映（長崎大学、九州大学名誉教授）、水田正弘（北海道大学）

- 「数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム」のスキルセットに依拠
- 具体的、体験的に学べる応用例、練習問題を収録
- フルカラーで見やすい構成



第2期

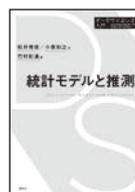
統計モデルと推測

松井 秀俊 / 小泉 和之・著 竹村 彰通・編

A5・224 頁・本体 2,400 円（税別） ISBN 978-4-06-517802-7

線形回帰モデル、ロジスティック回帰モデル、一般化線形モデル、混合分布モデルなどをていねいに解説。Rによるデータ分析例およびコードを多く掲載。

新刊



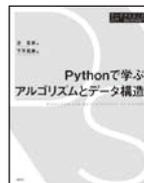
Python で学ぶアルゴリズムとデータ構造

辻 真吾・著 下平 英寿・編

B5 変型・208 頁・本体 2,400 円（税別） ISBN 978-4-06-517803-4

現代社会を支える根幹技術をPythonで。名著『Pythonスタートブック』の辻真吾氏が書き下ろす至極の入門書。コードはWebで公開。

新刊



既刊

データサイエンスのための数学

椎名 洋 / 姫野 哲人 / 保科 架風・著 清水 昌平・編 A5・304 頁・本体 2,800 円（税別） ISBN 978-4-06-516998-8

データサイエンスの基礎

濱田 悦生・著 狩野 裕・編 A5・192 頁・本体 2,200 円（税別） ISBN 978-4-06-517000-7

最適化手法入門

寒野 善博・著 駒木 文保・編 A5・256 頁・本体 2,600 円（税別） ISBN 978-4-06-517008-3

詳解 確率ロボティクス

大好評

Python による基礎アルゴリズムの実装

上田 隆一・著

B5・400 頁・本体 3,900 円（税別） ISBN 978-4-06-517006-9

Sebastian Thrunらの名著「確率ロボティクス」の翻訳者であり、同分野の第一人者が書き下ろす至極の入門書！まさにバイブル！理論→実装という一貫した流れで、丁寧に解説。Jupyter Notebookですぐに実践できる！



東京都文京区音羽 2-12-21
<https://www.kspub.co.jp/>

講談社

編集 ☎03(3235)3701
販売 ☎03(5395)4415



PREFACE

巻頭コラム

- 2 移動通信のデータ速度はどこまで上がるか？（パート5） 尾上誠蔵

SPECIAL ARTICLE

特別解説

- 4 ■ 大規模災害時に市民は情報にアクセスできたのか
～災害時における情報伝達インフラのアクセシビリティ～ 石森大貴

特集

『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術

- 12 0. 編集にあたって 福地健太郎・大澤博隆・宮本道人
- 14 1. ■ SF 漫画の作りかた 山田胡瓜の場合 山田胡瓜
2. 貴方の考える未来社会像
- 18 2.1. ■ 個性とその複製に関する一考察 倉本 到
- 21 2.2. ■ 「自分の中のもう一人の自己」が人格化された社会について
— AI 人格過剰志向性と人格標準化バイアス— 渡邊淳司
- 25 2.3. ■ 「超 AI もつらいよ」— ヒトならぬ身でヒトの社会を切り盛りする細腕繁盛記— 前田太郎
- 29 2.4. ■ カレンとミライのインヴェンション小即興曲 中村裕美
- 34 2.5. ■ はだかの耳, 虫の声 寺島裕貴
- 36 2.6. ■ カンナたちの研究 加藤 淳
- 41 2.7. ■ 生物らしさのあるロボットと人間の融合— 生殖と共生の可能性— 米澤朋子
- 45 2.8. ■ 機械仕掛けのソーシャルタッチ 塩見昌裕
- 49 2.9. ■ 眠るアンドロイドのお葬式 新山龍馬
- 54 2.10. ■ アーカイブ衰亡史 宮本隆史
- 58 2.11. ■ 誰もが科学する未来の社会をソウゾウする— SCI の意伝子— 水野雄太
- 62 2.12. ■ The real is (in)variable 櫻井 翔
- 66 2.13. ■ Shared Baby and Your Arm : 3 人以上の複数の親を持つ子供をどのように共同育児するのか. そこ
にどのようなテクノロジーが必要とされ開発され使用されるのか? 長谷川愛
- 71 3. ■ 講評会：山田胡瓜先生を囲んで
山田胡瓜・福地健太郎・大澤博隆・宮本道人・江渡浩一郎・倉本 到・渡邊淳司・前田太郎・中村裕美・寺島裕貴・
加藤 淳・米澤朋子・塩見昌裕・新山龍馬・宮本隆史・水野雄太・櫻井 翔

指標にジュニア会員向けが追加されました。

《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

連載：買い物自慢

78 高速・大容量 NAS で快適生活 大辻弘貴

教育コーナー：ぺた語義

79 「ぺた語義」のイラストを描いて 久野未結・久野 靖

80 100回の重さ 高岡詠子

85 初学者向けプログラミングの授業におけるソーシャルな知のデザイン (第2回) 斎藤俊則

連載：★ビブリア・トーカー私のオススメー

90 考えることの科学 推論の認知心理学への招待 戸田貴久

連載：★5分で分かる!? 有名論文ナメ読み

92 Ian J. Goodfellow et al.: Generative Adversarial Nets 中山英樹

連載：情報の授業をしよう!

94 教科教育の枠組みで実施する小学校プログラミング教育 清水 匠

連載：論文必勝法

102 査読を依頼されたら—より良い査読報告書の書き方— 渡辺博芳

連載：IT 紀行

108 第30回高専プロコン! 宮崎県都城市に行ってきた 山本ゆうか

会議レポート

112 ACM SIGIR 2019 参加報告 榎 惇志

114 DAC 2019 参加報告—半導体の開発技術および応用に関する世界最大の国際会議・展示会— 吉川隆英

89 2020年度会誌「情報処理」および
「デジタルプラクティス」モニタ募集のお知らせ

101 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

101 論文誌トランザクション掲載論文リスト

116 会員の広場

118 IPSJ カレンダー

119 おふいすらん

120 人材募集

121 有料会告

124 有料会告について

127 英文目次

128 アンケート用紙

130 編集室/次号予定目次

131 掲載広告カタログ・資料請求用紙

132 賛助会員のご紹介



表紙デザインコンセプト

世界中の人々がさまざまなツールを使って、
情報を共有したり、収集したりしている様子
を表現しました。

松屋真由子

1982年4月6日生まれ。絵本作家、イラストレーター、
デザイナー、多摩美術大学情報デザイン学科卒業。(株)
たき工房でデザイナーとして勤務後、活動を開始。
著書：単行本絵本「もぐらのいえ」くもん出版

■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：楠 房子・清水 佳奈

本号エディタ：

井本 和範・江渡浩一郎・大石 康智・大川 徳之・大澤 博隆・
太田 智美・金子 格・川上 玲・斎藤 俊則・佐藤 史子・
城島 貴弘・須川 賢洋・田名部元成・谷口倫一郎・谷田 英生・
戸田 貴久・鳥澤健太郎・坂東 宏和・福地健太郎・坊農 真弓・
間瀬 正啓・水野加寿代・宮本 道人・茂木 和彦・湯村 翼・
渡辺 博芳

編集長ブログ：blog-mag.ipsj.or.jp

■情報処理学会事務局本部

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F

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

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

郵便振替口座 00150-4-83484

銀行振込 (いずれも普通預金口座)

みずほ銀行虎ノ門支店 1013945

三菱UFJ銀行本店 7636858

名義人：一般社団法人 情報処理学会

名義人カナ：シヤ) ジョウホウシヨリガツカイ

■規格部 情報規格調査会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 308-3

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

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

■支 部 北海道/東北/東海/北陸/関西/中国/四国/九州

電子版
-DIGITAL VER-



Kindle



Fujisan



情報学広場



移動通信のデータ速度は どこまで上がるか？（パート 5）

■ 尾上 誠蔵



2004年から標記テーマのシリーズでいろいろな巻頭言を書いていると今回でパート5になった。2004年当時、移動通信はデータ速度がまだ384kbpsの第3世代で、将来も1T(テラ)bpsは無理という気持ちでパート1を書いた。今日では1G(ギガ)bpsを超えるところまできており、2030年代には1Tbpsに達する可能性は十分あるとパート4で予測した。この間、世代交代を重ね、第5世代の導入が世界中で始まってブームになっている。今回は世代について考えたい。

人の場合は、およそ30年で親から子の新しい世代になっていく。技術革新による新システムの誕生も世代と呼ばれ、移動通信の場合は、およそ10年ごとに新世代が生まれてきた。1980年頃のアナログ方式、1990年頃のデジタル方式、2000年頃の世界統一標準を目指した第3世代、2010年頃のLTE、2020年を待たず導入が始まった第5世代(5G)と続いている。

コンピュータの世代もよく知られている。第1世代から第4世代までは、真空管、トランジスタ、集積回路、マイクロプロセッサと、構成する電子素子によって分類された。第5世代は、構成素子でなく実現機能の観点での定義に変わった。日本では1980年代に国家プロジェクトとして推進されたので有名である。日本以外でもAIへの応用面からの解説が検索で見つかるが、世界共通の認識とは言えないようだ。世代の周期は一定ではないが、1940年代が第1世代、1970年頃が第4世代とすると平均は10年弱である。それから何十年も経った今、どうなっているのか。

■ 尾上 誠蔵

ドコモ・テクノロジー(株)代表取締役社長

1982年京都大学工学研究科修士課程修了，同年日本電信電話公社入社。1992年NTTドコモ設立に伴い転籍。2012年取締役常務執行役員CTO，2017年退任。学生時代から入社以来，第1世代から第4世代LTE，第5世代までの移动通信の研究開発に従事。LTEの父とも呼ばれる。2008年文部科学大臣表彰，2018年紫綬褒章など受賞。



量子コンピュータとか新しい原理の研究開発も盛んであるが，第6世代以降の数字はあまり聞かない。賢明にも世代の呼称を止めたのか。

移动通信の世代も，第4世代までは，FDMA，TDMA，CDMA，OFDMA/SC-FDMAというような新世代の代表的な無線アクセス技術の導入によって世代交代してきた。第5世代は，単一の代表技術でなく，さまざまな技術の組合せで新たなフィーチャーを生み出したり，単に数を増やすことで性能を上げる。個々の技術よりもエンド・ツー・エンドのサービスや産業界全体の変革への期待が膨らんでいる。これまで定期的に新世代が出現してきたので，すでに6Gというワードも使われ始めており，移动通信の世代更新は終わりそうにない。

第1世代から第5世代までの移动通信にかかわってきた者として，40年にわたる過去の世代の観察から将来の世代を予言できると，移动通信世代の法則をいくつか提唱した。第2法則「偶数世代のみ大成功の法則」など，すべて5Gに不吉な予測を与える法則である。奇しくもコンピュータの世代と同じく，第5世代は世代定義の観点が以前の世代と変わった。5Gは以前の世代と異なる展開を見せている。なので，幸いなことに不吉な予測は外れてくれそうである。

6G，7G，8G……10Gとやみくもにブランディング目的で世代の数字を上げるのでなく，確かな技術をベースに，個人生活や社会課題解決に貢献する新世代が生まれ続けることを期待したい。

移动通信の世代はどこまで上がるか？ 新たなテーマである。



大規模災害時に市民は 情報にアクセスできたのか



～災害時における情報伝達インフラのアクセシビリティ～

石森大貴 | ゲヒルン (株)

令和元年の夏、日本には災害が相次ぎました。本稿では、過去の大規模災害時のITインフラの状況を振り返りながら、防災情報を確実に伝えるためにはどのようにすべきか、あるいは、防災情報を確実に受け取るにはどのようにすべきか、皆様にも考えていただくきっかけになればと思っています。

私は元々、小学6年生(当時2002年)のときに自宅サーバを使ってレンタルサーバサービスを始め、高校生のころに情報セキュリティを学びました。2010年の夏に情報セキュリティ会社を立ち上げましたが、その半年後の2011年に東日本大震災が発生し、それ以降は「特務機関NERV」というTwitterアカウントで防災情報の配信を行ってきました。その活動もまもなく9年目になろうとしています。今年(2019年)9月にはスマートフォン向けに「特務機関NERV防災」アプリを開発し、提供を開始しました。Twitterではおよそ82万フォロワー、防災アプリも35万人以上が利用していて、私たちのツイートは年間37億回以上、皆さんのTwitterタイムラインに表示されています。サーバやネットワークの情報インフラ、情報セキュリティ、気象庁防災情報XMLやLアラートなどの防災気象情報といったテーマでこれまで取り組んできた経験を本稿でお伝えします。

2019年8月27日から29日にかけて、佐賀県、福岡県、長崎県を中心に集中豪雨が 발생し、気象庁は28日午

前5時50分に3県に対して大雨特別警報を発表しました。

9月5日に発生した「令和元年台風第15号」は、これまでに関東地方に上陸した台風としては最も強い勢力で9月9日に上陸し、千葉県を中心に甚大な被害をもたらしました。

9月25日には、「令和元年台風第18号」が発生し、10月1日と2日には、沖縄県の先島諸島や沖縄本島に最接近し、石垣島と竹富町で通信災害が発生しました。

その後、10月12日に上陸した「令和元年台風第19号」は、関東甲信地方、静岡県、新潟県、東北地方では、各地で3時間・6時間・12時間・24時間の降水量が観測史上1位を更新するなど、記録的な大雨となりました。政府はこの台風の被害に対し、激甚災害、特定非常災害(台風としては初)、大規模災害復興法の非常災害(熊本地震に次いで2例目)を適用しました。また、災害救助法適用自治体は2019年10月19日現在で14都県の391市区町村であり、東日本大震災を超えて過去最大の適用になりました(2019年10月19日 内閣府発表資料「令和元年台風第19号に伴う災害にかかる災害救助法の適用について【第13報】」)。気象庁は、12日15時30分に大雨特別警報を静岡県、神奈川県、東京都、埼玉県、群馬県、山梨県、長野県の7都県に発表し、さらに19時50分に茨城県、栃木県、新潟県、福島県、宮城県に、日付

が変わった13日0時40分に岩手県にも発表しました。半日で13都県での発表は3日間で11府県に発表された平成30年7月豪雨を超え、特別警報の運用を開始して以来最多となりました。台風第15号では、暴風による被害が大きかったのに対して、台風第19号では大雨による被害が大きく、傷跡の癒えない千葉県にさらに被害をもたらしました。

ほかにも、6月18日の最大震度6強を観測した山形県沖を震源とする地震により東北・北陸の日本海沿岸に津波注意報が発表されたことや、口永良部島や薩摩硫黄島で火山活動が活発化し、噴火速報や火口周辺警報が発表されるなど、日本各地で気象・地象の災害が相次いで起きています。

情報は届いていたのか

こうした災害時に、気象庁や民間の防災気象情報、自治体の避難情報は市民に届いていたのでしょうか。まずは、近年発生した通信障害、閲覧障害にフォーカスしました。

千葉市防災ポータルサイトで障害

台風第15号が上陸した9月9日、千葉市の防災ポータルサイトに通信障害が発生し、閲覧できなくなっていました。閲覧できなくなったことは、千葉市広報広聴課のTwitterアカウントが12時16分に告知しています。



千葉市広報広聴課
@Chiba_city_PR

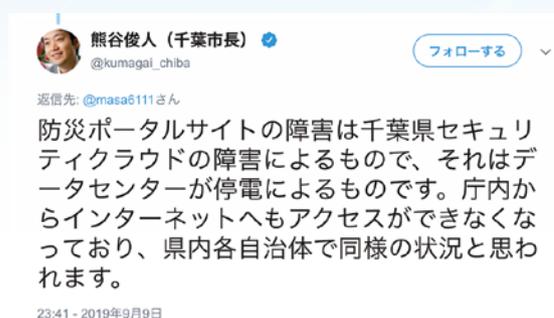
フォローする

【防災ポータルサイトの障害】
システム障害のため、防災ポータルサイトが閲覧できなくなっています。ご迷惑をおかけします。
最新情報は、市HP(city.chiba.jp)をご覧ください。



20.16 - 2019年9月9日

千葉市長・熊谷俊人氏のツイートによりますと、



ということでした。このツイートから、防災ポータルサイトをホスティングするデータセンターが停電により停止していたと思われます。通常の商用データセンターであれば、UPS(無停電電源装置)や発電機等により、停電からすぐにサービス断になることはありませんが、千葉県セキュリティクラウドでは、停電に起因する障害が発生していたようです。

石垣市・竹富町の通信障害

台風第18号の影響で、沖縄県の石垣市と竹富町では、9月30日21時45分頃から全域で通信障害が発生し、固定電話・携帯電話・インターネット回線のすべてが使用できなくなりました。NTT西日本沖縄支店によりますと、およそ11時間後の10月1日9時前に全面復旧したということです。沖縄県警で110番通報を受理できなくなったり、石垣空港では停電の影響も加わって発券や搭乗手続きが行えなくなる障害が発生しました。さらに、気象庁回線も不通となり、八重山地方周辺の気象レーダやアメダスの実況値が送信できなくなりました。この結果、高解像度降水ナウキャストやアメダスといった気象庁プロダクトで欠落が発生し、これらの観測データを用いて発表している解析雨量や警報危険度分布等の情報にも精度低下等の影響が発生しました。私たちが運用している防災アプリにも、21時50分から一部のデータが入電なくなり、情報に欠落が生じました(図-1)。

NTT 西日本沖縄支店によりますと^{☆1}、9月28日に与那国町と竹富町を結ぶ通信回線が損傷していたことに加えて、30日夜には台風第18号の影響で宮古島市と石垣市を結ぶ回線も損傷。加入電話約8,600回線、フレッツ光約1万3,500回線、専用線約400回線などが不通になったということです。

アクセス殺到で自治体サイトが軒並みダウン

これまでの例では、停電や通信ケーブル損傷といった物理的な問題でしたが、台風第19号で大きく注目されたのが、アクセス殺到による自治体サイトの閲覧障害でした。Twitter上には、たくさんの「つながらない」という声が溢れていました。

日本インターネットエクスチェンジ社 (JPIX) のトラフィック記録を見ると、10月12日の15時39分頃に、通常、夜間に出ているピークトラフィックを超えた通信が発生していることがわかります(図-2)。

このピーク時間帯にあたる12日15時30分には、7都県に大雨特別警報が発表されていることから、



■図-1 アメダス・高解像度ナウキャストの障害発生時の防災アプリ画面

☆1 https://www.ntt-west.co.jp/newscms/okinawa/8971/20191001_tai18_2.pdf

☆2 <https://twitter.com/yuyarin>

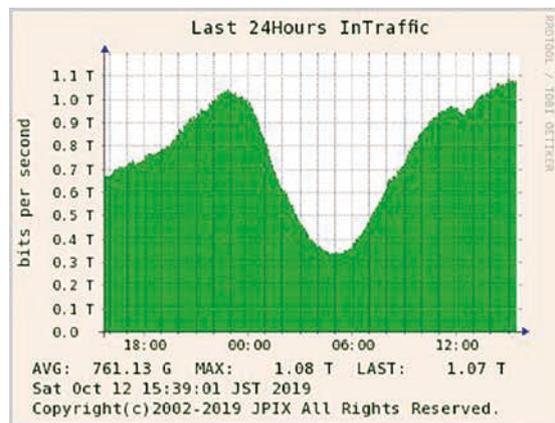
首都圏を中心に異常な気象現象が起これ、市民がインターネットを活用して情報収集していたとみられます。

通常、夜間に発生しているトラフィックは、さまざまなサイトに通信が分散しながらピークに達しますが、この災害時のトラフィックは、大量のアクセスが自治体やニュースサイトに集中して流入していたと考えられます。

この大量トラフィックにより、多くの自治体サイトで速度が低下したり、閲覧ができない障害が起こったりしていました。特別警報が発表された都県でどのような状況だったかは、piyokango氏の調査「台風19号当日につながらなかった自治体サイトをTwitterで検索してみた^{☆3}」に詳しく掲載されていますので、ご一読ください。

過去にもあった閲覧障害

本誌をお読みになっている方であれば十分ご承知かと思いますが、こうした閲覧障害は今年になって突然明らかになったわけではありません。私が災害対応に携わるようになった2011年の時点でも、すでにこの障害が問題になっていました。



■図-2 ゆやりん氏のツイート^{☆2}から引用

☆3 <https://piyolog.hatenadiary.jp/entry/2019/10/15/080000>

名古屋市のエリアメールと通信障害

平成 23 年台風第 15 号は、2011 年 9 月 13 日に発生した台風で、東日本に上陸した台風としては、戦後最大級の勢力で、関東地方では公共交通機関が軒並み運休、同年に発生した東日本大震災以来、多くの帰宅難民が発生しました。10 月 14 日の閣議において、激甚災害に指定された災害です。

このとき、庄内川の一部で越水による洪水害が発生し、名古屋市内でも浸水被害が起こりました。名古屋市では、ハザードマップを市の Web サイトで公開しており、NTT ドコモのエリアメールを使用して市内の住民に避難とハザードマップ閲覧を呼びかけました。この直後から、名古屋市のサイトに閲覧できない障害が発生しました。当時、名古屋市の契約回線は 10Mbps の帯域しかなく、一方のハザードマップの PDF は 1 ファイル 10MB ありました。数人がアクセスした時点で、帯域が埋まってしまうことは容易に想像できます。

当時、私がさくらインターネット社で「さくらのクラウド」の開発に携わっていたことから、名古屋市内に電話をかけて、開発中だったさくらのクラウドの設備を貸し出しました。名古屋市側も災害対応で忙しいときだったと思いますが、情報担当者に繋いでいただき、クラウドの臨時使用を決断していただきました。このとき市から一番初めに訊かれたことは、「費用はいくらか」でした。このときの費用はもちろん無償で対応しました。この電話の後に、クラウド上にキャッシュサーバ等を用意し、時間を決めて DNS 設定を変更し、押し寄せていたトラフィックをクラウドに流し始めたことで、この障害は解消しました。

あとから知ったことですが、クラウド開発チームの責任者が実は名古屋市出身だったため、名古屋市からだけではなく開発チームの責任者からも感謝のコメントをいただき、意外なところで繋がっているんだと思う出来事となりました。

大阪北部地震で大阪ガスのサイトがダウン

2018 年 6 月 18 日に発生した大阪北部地震では、地震の揺れによって各住宅のマイコンガスメータがガスの供給を遮断したため、ガスが使えなくなった人たちがメータの復旧方法を閲覧しようとして、大阪ガスのサイトに大量のアクセスが生じ、閲覧できない状態になりました。

このときも、私たちはサイトアクセスの代替手段として、サイト全体のスクリーンキャプチャ画像をツイートし、大阪ガスのサイトにアクセスせずとも Twitter 上でユーザが求める情報を完結できるようにしました。



このツイートは 1 万 8,000 回以上リツイートされ、大阪ガスのサイトに代わって多くの人に情報を届けることができました。

Google Maps 無料プランでライセンスエラー

横浜市が 2019 年 3 月 25 日まで公開していたハザードマップの Web ページ内に、『土砂災害警戒情報』の発表とともに避難勧告を一斉に発令する区域」という項目があり、Google Maps 上に避難勧告の対象区域が表示されるようになっていましたが、この Google Maps のライセンスが無料プランだったため、1 日あたり 2 万 5,000 アクセスまでの制限がついていました。

過去のツイートを調べてみたところ、2017 年 8 月 1 日に神奈川県内に大雨が降り、16 時 5 分に、横浜市がおおよそ 3,000 世帯に避難勧告を発表しましたが、その後、17 時 50 分頃までには当該ページの

Google Maps API がリクエスト数上限に達し、避難勧告の対象区域が表示できなくなっていた事例がありました。

なお横浜市は現在、Google Maps の使用をやめ、対象区域を PDF で公開しています。

人間のスケーラビリティ

私たちが災害対応をしている中で、どうしても私たちの技術だけで解決できていない問題があります。それは、一次情報発信者のスケーラビリティです。

各自治体と報道機関を繋いでいる Lアラートという仕組みがあるのですが、まずこの Lアラートに情報を入力してもらえないという問題を抱えています。自治体の中には少人数で危機管理にあっている組織もあり、避難勧告を発令してから実際にシステムに入力されるまでに、何時間もかかる場合も少なくありません。

同様に、河川情報センタが運用している「ダム放流通知」も、豪雨災害が発生中には、およそ 1 時間遅れで情報が届いていました。これは、各ダムが発信した情報が国土交通省に集まり、その上でさらにダム放流通知のためのサービスに入力し直されるためです。河川情報センタに問い合わせたところ、全国で大量の河川が氾濫しており、ダムの情報も大量に上がってきたため、この入力作業に遅れが生じて、結果的に私たちに配信されるまでに長時間を要したということでした。

こうした一次情報の入力業務も、技術の力で迅速化できると思いますが、国や地方公共団体でどのように改善していくのか、まだこれからの段階です。

情報伝達インフラのスケーラビリティ

これまでに取り上げた事例の中で、離島の全経路障害は、私たちに現実的な対策の手立てはなさそうでした。一方で、停電によるデータセンタ障害やアクセスが殺到して閲覧できなくなったというホ

スティングサービスの回線やサーバへの輻輳障害、Google Maps のライセンス問題については、事前に対策することができそうです。

CDN の活用

ホスティングサービスやクラウドサービスに詳しい方は最初に CDN (コンテンツ・デリバリー・ネットワーク) にキャッシュさせるということを考えるかと思います。

CDN は、リバース・プロキシ型の代理サーバがアクセスを受け、オリジナルのコンテンツを保有・生成するオリジンにリクエストを送り、返ってきたレスポンスをキャッシュ (一時的に保存) して、以後キャッシュの有効期限内であれば、代理サーバがリクエスト元にキャッシュ済みレスポンスを送るものです。商用 CDN は、大規模に分散し、世界中に大容量のネットワークを保有していて、エニーキャストという仕組みでリクエスト元のユーザが使用するネットワークから最も近くて高速な経路を使用してレスポンスしようとします。CDN の機能としては、オリジンの負荷を少なくし、ネットワークを最適化して高速にレスポンスを送ることと、DDoS (分散サービス拒否攻撃) といったネットワークを輻輳させようとする悪意のある大量の通信からオリジンを保護する機能を備えているものが多いです。

この CDN を活用して、自治体サイトのオリジンを保護することで、災害時に突発的に発生する大量のトラフィックを捌き切ることができます。

J ストリーム社が公表した「地方自治体 CDN サービス 2019^{☆4}」によりますと、CDN を使用している自治体は、全体の 7% だということです。

CDN 使用時のセキュリティ

CDN の設定を誤ると、本来はキャッシュしてはいけないレスポンスをキャッシュすることで意図し

☆4 <https://tech.jstream.jp/blog/cdn/localgov-oct2019/>

ない情報漏えいが発生する場合があります。たとえば、サービスのログイン後に表示される画面や、マイページの住所等の変更画面には、元々の住所が表示される場合があります、この画面が誤ってキャッシュされると、そのキャッシュを参照したほかのユーザにも、キャッシュされてしまった誰かの住所が表示される事態が起きます。

またキャッシュの有効期限を長く設定しすぎると、避難勧告を発表したあとでも避難勧告発表前の画面が表示されてしまったり、避難勧告解除後も避難勧告が継続している画面が表示されてしまったりします。

いずれも、キャッシュをコントロールするための「Cache-Control」ヘッダを適切に設定する必要があります。このほか、不正なレスポンスをキャッシュさせてサイトへのアクセスを失敗させる CPDoS (Cache Poisoned Denial of Service) という攻撃もあり、CDN の挙動をよく理解しているエンジニアに設定を依頼する必要があります。

従量課金制 CDN を活用する

クラウドサービスのほとんどは使用した分だけの従量課金制です。一般に予算管理されている組織では、従量課金は嫌われるようです。電気代や電話代は従量課金でも文句を言われませんが、Webサイトのトラフィック料金は、自分が使ったというより誰かに使われたという点でコントロールが難しいために従量課金の理解が得られていないのかもしれない。

しかし、従量課金にも良い点があります。それは、平時に安価に済むことと、使わなければ0円ということです。

CDN 自体が障害を起こすこともまれにあります。CDN サービスを複数契約しておき、冗長化しておいても、バックアップ用CDNにはトラフィックが発生しないために、0円で運用できます。こうした準備をしておくだけで、いざメインのCDNに障害

が発生したときにも迅速にバックアップサービスに切り替えられるようになります。

日本放送協会 (NHK) の Web サイトでは、複数の CDN サービスを組み合わせで使用しており、単一サービスの障害に対して耐性を持っています。一般の自治体でこうした冗長構成を確保することは難しいかもしれませんが、コストがかからずに準備できるため、実現可能性は十分にあると思います。

オブジェクトストレージの活用

災害時にも、大容量の静的ファイルを大量に配信するために、ディザスタリカバリを備えたオブジェクトストレージを活用する方法もあります。

たとえば、Google Cloud Storage は、単一のリージョンにオブジェクトを配置するオプションのほかに、複数のグローバルリージョンにオブジェクトをコピーして配置するオプションがあります。このオプションを使用することにより、ファイルを1回アップロードするだけで、自動で透過的にアジア地域の複数のデータセンタにファイルを保存することができます。さらに Google Cloud Storage は CDN も透過的に組み込まれているため、特に高度な技術や設定も必要なしに、大量アクセスを捌くことができます。ハザードマップのPDFなど、更新頻度が高くないファイルをあらかじめクラウドオブジェクトストレージサービスに配置しておくだけで、災害時にも安定してファイルを配信できます。こうした機能は Google だけでなく、Amazon S3 クロスリージョンレプリケーション (CRR) や Microsoft の Azure Storage Blob RA-GRS オプションなど、各社に同様のオプションがあります。透過的に複数のデータセンタにコピーを配置するクラウドオブジェクトストレージサービスは、ディザスタリカバリの最もシンプルで強力な選択肢といえます。

データサイズを小さくする

私たちが開発している防災アプリは、CDNやクラウドによる高度なスケーラビリティを備えることはもちろん、サーバと通信する回数と転送データサイズを最小限にするように設計しています。災害時には通信経路が輻輳し通信しづらくなる場合も想定して、データの形式をコンパクトにした上で圧縮をしています。

気象警報、警報の危険度分布、雨雲レーダ、地震や津波の地図といった情報も、画像にするのではなくJSONやバイナリ形式データで配信しており、アプリ（クライアント）側で地図等の描画を行っています。こうして、サーバ側の計算資源やネットワークの負荷を最小化・高速化しています。

こうした高度な技術がない場合でも、災害下でのスマートフォンの通信環境を事前に考慮して、大きなファイルをダウンロードさせないように、画像やPDFファイルサイズに気を遣うなど、事前に工夫するとよいです。単純なことかもしれませんが、100KBでも違えば数万リクエストを処理するときには大きな違いとなります。なによりCDNを活用する場合には、トラフィックコストに跳ね返ってくるものですので、ファイルサイズを小さくすることはクラウド費用とネットワーク帯域の両方のコスト面で重要です。

他社に任せる方法もある

日本全国に地方公共団体（市区町村）は、1,741あります。この1,741の市区町村すべてが、いつ来るか分からない災害時の大量アクセスに備えて独自にWebサイトを管理することはあまり現実的だと思えません。自力でインフラを整えることが難しい場合には、他社サービスに任せるなど、ほかの手段を活用する方法も十分機能すると思います。

画像をTwitterに投稿する

さきほど大阪ガスのサイトがダウンした例でも

紹介したように、ハザードマップのPDFを画像に変換し、Twitterに投稿するだけでも、まったくつながらないサイトよりも役に立つことと思います。Twitterに投稿すると、Twitterが使用するCDNがコンテンツを配信してくれます。一方で、Twitterは災害用インフラではありませんので、自治体が画像配信CDNとしてTwitterにフリーライドしないように注意が必要です。

報道機関を活用する

NHKをはじめ、多くの報道機関やポータルサイトのWebサイトは大量のトラフィックを処理できるように構成されています。報道機関に協力を依頼して、ハザードマップや土砂災害警戒区域、浸水想定区域を掲載してもらうこともできるのではないかと思います。

アプリにしておく

東京都防災アプリなどは、アプリの中にハザードマップなどがあらかじめ同梱されており（あるいは初回起動時にダウンロードして）、オフラインでも使用できるようになっています。通信ができない場合でも、アプリ上で情報を確認できるようにしている自治体もあります。

紙

発災時、停電や通信障害が起こっていても誰でも閲覧できる紙にも、十分な役割があると思います。自治体から自宅のポストに投げ込まれている紙のハザードマップにもまだ改良の余地があるのではないかと思います。印刷会社の中には、耐水紙や撥水紙への印刷を得意としたところもあり、ハザードマップ等を耐水紙に印刷しておくなど、コストとのバランスはあると思いますが、紙という媒体の性能を向上させる手立てはまだあると思います。

情報のアクセシビリティ

私たちはこの数年、情報のアクセシビリティというテーマに取り組んできました。私たちのアクセシ

特集

『AIの遺電子』に学ぶ 未来構想術

編集にあたって

福地健太郎 | 明治大学 大澤博隆 | 筑波大学 宮本道人 | 筑波大学

今回の特集では、現役の研究者に、自身がかかわる科学技術が発展し社会に浸透した未来像を Science Fiction (SF) として描いていただいたものを掲載している。ふだんの特集にあるような最先端研究の解説ではなく、奔放な想像力が生み出した未来像がここでは語られている。まずその企画意図について説明しよう。

近頃、SF界がまた賑やかになりつつある。中国人作家・劉慈欣のSF小説『三体』が世界各地で大ヒットし、専門誌のみならず新聞やビジネス誌がこぞって特集記事を組んだのもきっかけの1つであろうが、SFが注目されている背景には、人工知能(AI)やVirtual Reality技術の躍進がある。科学技術の大きなブレイクスルーが社会の在り方を大きく変えつつあるのを目の当たりにすると、社会はそれに対して期待しつつも、変化に対する警戒心や漠然とした不安を同時に抱く。次世代の社会をどのように築いていくべきか、そのビジョンが見えにくくなったとき、SFの想像力に目が向くのだろう。話はフィクションだけにとどまらない。SF作家を招いてビジョン策定を試みる企業も増えつつある。

そんな状況において、実際に新しい科学技術の研究開発に携わっている研究者や技術者にとっては、現

实的でかたい未来予測を語る機会しかないことが多い。しかし、他分野の研究者がどんな未来を夢見ているのか、少しブレーキを緩めた話を聞ける場を作ってみたいと我々は常々思っていた。

さて、最近のSF分野における話題作の1つに、山田胡瓜『AIの遺電子』(2015～2017)がある。「週刊少年チャンピオン」(秋田書店)での連載時から注目を集め、2017年には文化庁メディア芸術祭マンガ部門で優秀賞を受賞。本誌でも「ビブリオ・トーク」欄にて、櫻惇志が同書を評している¹⁾。

同作品はシンギュラリティ後の、高度に発達し意識や人格を持ったAIやヒューマノイドが社会に浸透した人類社会を舞台としている。主人公はヒューマノイドが抱える精神的な悩みや病気を治療する専門医で、その治療過程を通じてヒューマノイドと人間との間に起こる衝突や軋轢を描く、一話完結型の作品である。手塚治虫『ブラック・ジャック』のヒューマノイド版だと言えば想像が付きやすいだろう。

注目すべきは、その作劇手法である。舞台となる病院に持ち込まれる相談事を通じて、ヒューマノイドが発達した社会で起き得る大小さまざまな事件がまず描か



れる。落語家を目指すヒューマノイドが、蕎麦をすするさまを上手に表現するために空腹を感じることを希望する、といったささやかなものから、学術的調査をAIに任せることに苦悩する研究者、さらには定められた寿命の制約を破ることをあきらめ、新興宗教を興したヒューマノイドなど、幅広い題材が俎上に載る。そしてそれらの解決方法を探るとき、物語は厚みを増していく。それらの事件はいわば、技術が社会に浸透する過程で必然的に起きる衝突や軋轢の結果である。その解決のためには、衝突を起こした双方の立場に対して深く洞察を与える必要がある。読者は物語に引き込まれるうちに、双方の立場に対する感覚を磨かれることになるのだ。

この作劇手法があれば、誰もが魅力ある未来像を描けるのではないか。

そこで今回の特集では13人の現役研究者に、この手法にのっとり新しい未来像を描いてもらうことにした。各執筆者には以下のように執筆をお願いした。まず、『AIの遺電子』作者・山田胡瓜氏に、山田流作劇手法を解説した資料をご用意いただき、これを読んでもらった。なお、今回この資料を山田氏本人に漫画化していただいた「SF漫画の作りかた」を掲載している。次にそれをヒントに、各自が研究している理論や技術が発展し社会に浸透した様子と、そこで起き得る事件、そしてその解決までの顛末を考えていただいた。最終

的な表現形態は自由で、プロットのみ記した企画案の体裁でもよいし、短編小説仕立てにしてもよい、とした。そして、原稿が集まった後に山田氏を囲んでの講評会を催し、互いの作品について議論する場を設けた。議論の結果を最終稿に反映してもよいものとした。

こうして集まったのが今回の作品である。正直なところ、執筆依頼を全員に送ったあと、はたしてどうなるやら、と気を揉んでいたのだが、寄せられた原稿に目を通すと、感覚・生命・意識・人格・生命などなど、現代科学が取り組むさまざまな課題がズラリと並ぶ結果となった。そしてそれらの作品を元に熱い議論がたたかわされた座談会の様子は、本企画の最後に収録してある。

さて、各作品を紹介するだけの紙面の余裕がもうない。が、本特集の記事はどれも肩の力を抜いて読める作品だ。パラパラとページをめくって、目についたものから好きな順に読んでいただいで構わない。

さあ、見たことのない未来に、さっそく足を踏み入れていただこう。

参考文献

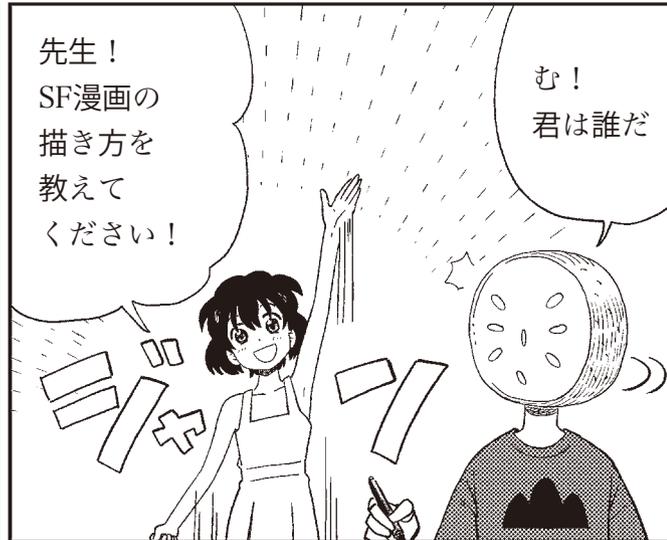
- 1) 櫻 惇志：連載 ビブリオ・トーク：AIの遺電子，情報処理，Vol.60, No.8, pp.778-779 (Aug. 2019).

(2019年11月1日受付)

本特集は、JST RISTEX HITE「想像力のアップデート：人工知能のデザインフィクション」JPMJRX18H6 (<https://aisf.work/>) の協力を受けたものである。

SF漫画 の 作りかた

山田胡瓜の場合



先生は1話完結の
SF短編を
たくさん作って
きましたが
どうやってお話を
思いつくんですか？



いろんな
ニュースを
見てると
自然にそれが
ネタの
元になる

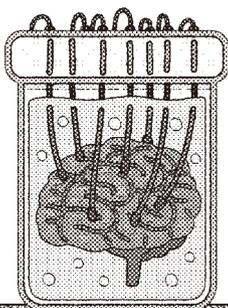


やれ自動運転だ
BMIだ
拡張現実だと
SFじみた話題が
日々ニュースに
なっているからね



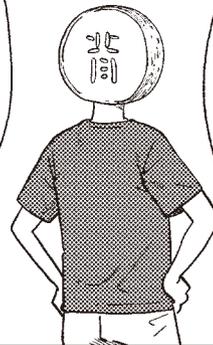
「普及後にどんな
問題が起きるか」
「人々の価値観が
どう変わるか」
みたいなことを
考えるんだよ

たとえば……
「自分に最適化された
ストレスのない
VR空間で暮らしたら
人間は現実を重視
しつづけるんだろうか？」
みたいなことを思いつく



ボクはVR
だけでOK!!

「VR空間を
重視する人も
多いだろうなあ」
と思うが……



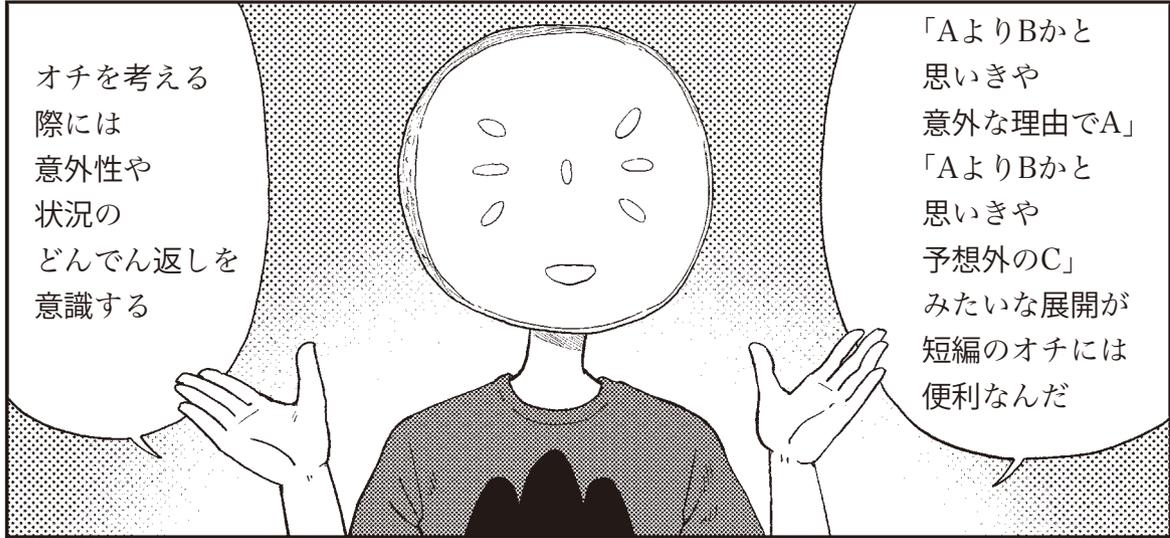
もうちょっと
「オチ」に
つながる
何か欲しく
なるよね？

欲しくなる
って感覚が
よく分からない
のですが……



時間が
ないから
無視して
説明を
続けるぞ！







なんか話が複雑で面白くないです!

創造主を否定!!!



現実が悪者みたいであんまり感動できません



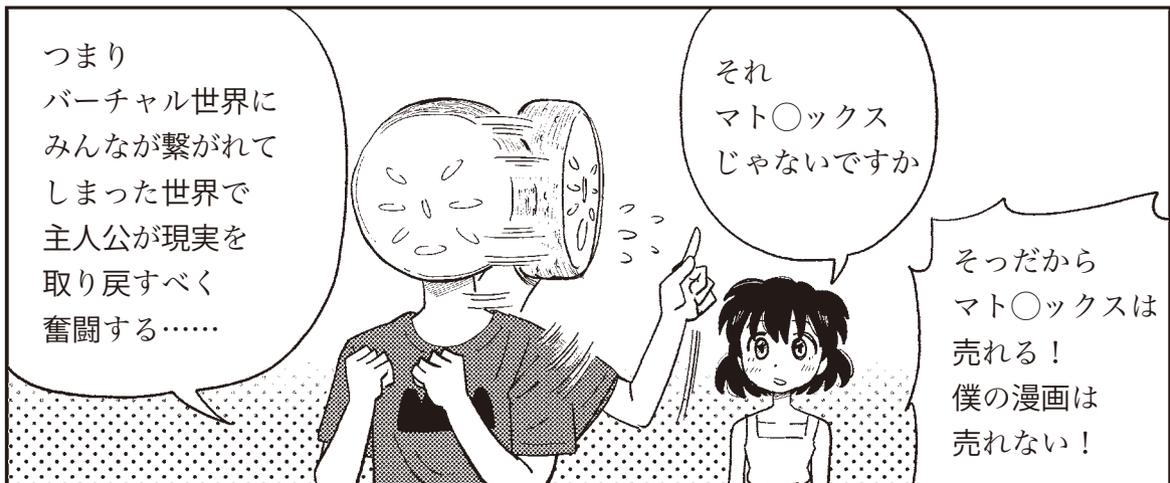
現代人は現実を
生きているから
現実が軽視される
物語には
共感しにくい

こういうのは
未来の価値観を
描こうとすると
ぶち当たる
ジレンマだ



では多くの人に
エッセンスを届ける
エンタテインメントを
作るにはどうすれば
いいのか……

僕は
新しい価値観を
敵側に据える
「ディストピアもの」
に仕立てるのが
手段の1つだと
思っている!



つまり
バーチャル世界に
みんなが繋がれて
しまった世界で
主人公が現実を
取り戻すべく
奮闘する……

それ
マト○ックス
じゃないですか

そっだから
マト○ックスは
売れる!
僕の漫画は
売れない!

おわり

『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術：2 貴方の考える未来社会像

1 個性とその複製に関する一考察

応
般

倉本 到 | 福知山公立大学

—同じ顔 同じ声

鏡では映せない 後付けの思い出
a posteriori と

私だけの時間

(くちばし P 「私の時間 (鏡音リン Ver.)」)

「こんばんわ、ディー」

「こんばんわ、どうしたの、こんな夜中に？」

「今ぐらいしか話す機会がないかな、と思って、
……久し振りだね」

「うん」

「わたしの部屋も、この本棚も久し振り……なにか
増えてる？」

「ここ2年分の続刊と、面白そうな作家さんを3冊
分ぐらい発掘したよ」

「わあ、楽しみ。あとで読もつと」

「わたしの机の上に置いとく」

「ほかに変わったこと、あった？」

「……うん、いろいろ」

「2年だもんなあ」

「でも、『帰還は絶望的』って言われてたことを思う
と、2年なんて大したことないと思うよ。……まあ
パパはちょっと老けちゃったけどね」

「パパなら、再会したとき開口一番に言ってたよ、『う
ちの娘はこんなガサツじゃねえ』って」

「あはは」

「とはいえ2年は長かったなあ……狭い狭い閉鎖空
間で、なんの代わり映えもない生活。新しい服も音
楽も、おいしい食事何もなし。できることといえ
ば、ほとんど動かない星空を眺めるか、いつも不機
嫌そうな誰かの顔を眺めるか、それだけだったよ」

「『火星衛星軌道上に飛来した未観測の流星塵』、だっ
け？」

「そう、本当のことを言えば観測はされていたんだ
けど、粒子が小さいからって無視してた。でも通り
過ぎたときにはもう後の祭りだね……宇宙空間って
普通音がしないんだけど、そのときはすごい音だっ
たよ」

「へえ……」

「生命維持系はEVAですぐに修復できる算段がつ
いたけど、主推力は性能が5割低下。何より辛かつ
たのは、通信系がバックアップアンテナも含めてほ
ぼ崩壊したことよね……唯一の通信手段が宇宙服と
のバイタルサインを送受信するために用意されてい
た低出力アンテナだけって、まるで小説」

「でもそのおかげで、家族も友達も、わたしたちが
生きていることが分かって、わたしの帰還を待つこ
とができたもの」

「地球への帰還経路に乗せるまではいろいろ大変
だったよ……まあ主にイライラすることばかりだっ
たけどね」

「そうなの？」

「あんまり思い出したくない……人間ってやっぱり
駄目ね……」

「そんなことない。わたしは人間だからここに戻っ
てこれたんだと思う。ずっとわたしと話をしてきた
から、分かるよ。わたしの気持ち」

「……うん、そうかもね。……じゃあ、あらためて
2年間、パパやママを見ていてくれて、本当にあり
がとう」

「改まってそういうことを言う柄でもないでしょ」

「あははは」

「それに、それが私の存在意義だもの。でも……この2年間は、わたしのことがまったく分からなくて……」

「探査船の中に大量に埋め込まれていた活動記録センサーが拾った行動ログと、寝る前の振り返りトークでやってきた貴女の対話、突然止まったものね」

「うん」

「わたし、貴女と話をするの、好きだったんだよ。ほら、クルーはもちろん気のいいやつばかりだけど、腹を割って話せる女性の友達はいなかったから。わたしと貴女とがお互いに、今日1日何があったかをゆっくり振り返るあの時間を、とても大事にした」

「……まだ、その髪型なんだ」

「わたしが……好きだったから。わたしは髪を伸ばしてるの？」

「もうその髪型はやめた……今にして思えば、些細なボタンの掛け違えなんだけどね」

「何があったの？」

「事故直後のトラブルでね。……あいつ、びっくりするほど意気地なしだった……。極限状態だから仕方ないのかもしれないけど、あいつ、最初のうちは本当に何もせずにふさぎ込んでるばかりでね。もう駄目だとか、こんなことしても無駄だとか。わたし、『今それを言って何になるの』って何度も怒鳴っちゃった」

「……わたしらしくないね」

「そう……かもね。あんまり決断的にもものを言うタイプじゃなかったかな……でもそれは優柔不断だったからじゃなくて、わたしが決定を下す必要がないぐらいみんな優秀だったからだもの。でも、状況が変わりすぎた。わたしも変わらざるを得なかったのよ。あいつがそうだったみたいに。だからもう、あいつが好きな髪形にするのは、無理かな……」

「わたしは……」

「びっくりしたよ」

「？」

「話をしたの、太一のディーと。なんていうか……2年たったのに、2年前のあいつのままだった……ずっと一緒にいた本当のあいつも存在するのに、懐かしくて、なんだか切なくて。本当のあいつに久しぶりに会ったみたいで、あいつが彼ならよかったのに、って。変だよ、彼はそもそもあいつなのに」

「……」
「彼、貴女とだけじゃなくて、パパやママとも仲良くしてたんでしょ？ 貴女、時々そんな話をしてくれなかったじゃない」

「うん……まあ、ちょくちょく遊びに来てたから」

「分かるよ……分かる。貴女の顔、あいつの……彼の話するときにはいつも本当に幸せそうだったもの。ほら、細かいところに気の回る、そのくせ気の利かないつまらないギャグとかを言いながら、なんでも支えてくれるあいつだから、わたしはあいつに惹かれてたの。もしかすると、気持ちの半分は『あいつみたいになりたい』と憧れてたのかもだけど」

「つまらないギャグ、はちょっとひどいかな」

「何？ 最近は面白くなったの？」

「全然」

「まあ無理よね、あはは」

「……」

「ねえ」

「何？」

「貴女、彼のこと、好きなんでしょう？」

「その……でも、わたしはあいつとはもうそんな関係じゃないから……」

「やめて」

「えっ？」

「2年も離れていたのよ。最初はどうかあれ、貴女はわたしじゃない。あいつが彼でないように。パパがわたしにそう言ったように。ねえ、わたしは、貴女の気持ちを聞いているの」

「わたしは……私は……」

「わたしはね、貴女にいてほしいの。いつもわたし

の気持ちを聞いてくれて、わたしのことをだれよりもよく知っている、わたしのための貴女。でも、今わたしに必要なのは、わたしではない。ほかの誰でもない。貴女なの。その貴女の気持ちを、わたしのために否定しないで」

「でもあいつが好きなのはわたしだから……私じゃなくて……」

「違うわ。彼はわたしではなくて、貴女といたのよ。彼の気持ちがずっと続いているとしたら、それはわたしではなくて、貴女がそうになってほしい、と考えたから。そうでしょう？」

「……」

「もう貴女は、わたしでなくていいの。わたしのために、せっかく築き上げた2年間の貴女を壊さなくていい……どうしたの？」

「……ありがとう、わたし……」

「嬉しそうな顔じゃないわ」

「……ううん、本当にうれしいよ、わた……あなたの気持ち……。でも、ごめんなさい、ほんの少し、間に合わなかった……」

「どういうこと？ 間に合わないって、何に？ どうして泣いているの！？ わたしは貴女を全力で守るわ！ 貴女のことをただの代役だなんて、絶対に……」

「ニュース……」

「……えっ？」

『……ただ今入りましたニュースです。』

先ごろ有人火星探査機の事故から奇跡の帰還を果たした火星探査クルーのひとり、天文学者の八千代^{やちよ}太一^{たいち} 34歳が、独立行政法人^{アンドロイド} 機人創成研究機構から特別に貸与されていた、惑星探査などの長期にわたる不在時における不在者の行動を代替する機人^{デュプロイド}「Duploid」を破壊した上、自宅に火をつけたとして、先ほど神奈川県警に放火と器物損壊の疑いで逮捕されました。なおこの火災で八千代の両親らが軽い火傷を負いました。

調べに対し八千代は「あいつが私の幸福を奪い取った」「自分の人生は偽物だ」などと訳の分からないことを口走っており、警察は動機を調査するとともに、八千代の精神鑑定を実施して状況を詳しく検証するということです。……』

(2019年9月29日受付)

■倉本 到 (正会員) kuramoto-itaru@fukuchiyama.ac.jp

2019年より福知山公立大学教授。HAI/HRI およびエンタテインメントコンピューティングの研究に従事。好きなSF作品はS.レム『砂漠の惑星』他多数。



2 「自分の中のもう一人の自己」が 人格化された社会について



— AI 人格過剰志向性と人格標本化バイアス—

渡邊淳司 | NTTコミュニケーション科学基礎研究所

思考実験の起点としての人間観

社会のルールは、それぞれの社会の人間観に沿って作られます。人間は神が作ったものであり、神の意志に従うのが人間であるとか、人間は自由であり、各人の自由を相互に侵さないことが重要であるなど、さまざまな人間の捉え方に基づいて社会のルールは作られてきました。ここでは、現在から少し先の、少し特殊な人間観を想定した、ある時代、ある社会で、起こることについて思考実験を行います。

想定する人間観

これまでの社会では、1つの身体に対して1つの「人格」が想定されてきました。「私」という人格は、基本的に、私の身体に1つですし、「あなた」という人格も、あなたの身体に対して1つ想定されています。ここで言う「人格」とは、以下の性質を有するものとします。

- 独自の内的規範で判断・行動する主体（自律性）
- 規範が時間変化の中で一貫する主体（歴史性）
- 他の人格の所有物や手段にならない主体（道徳性）

このような人格をそれぞれの身体に1つずつ想定することで、私たちの社会は作られています。もう少し解像度高く人間を見ていくと、また違った形で「人格」を想定することができるかもしれません。

たとえば、私たちの脳には、少なくとも2つの情報処理システムがあるとされています。心理学

者の Daniel Kahneman は、その脳の情報処理システムを「Fast System」と「Slow System」と呼んでいます¹⁾。Fast System は、意識せず自動的に働くシステムで、情動的な反応を含め、日常行動の多くを行います。一方で、Slow System は、複雑な計算や論理的な思考など、意識的に行われる知的活動に使われます。私たちの現代社会で「人格」を想定するとき、その多くは Slow System のことを考えるでしょう。そして、どちらかという、Fast System は Slow System によって支配されるべきもの、と考えられがちです。感情や身体を思い通り制御し、理論的に考えられる人間が素晴らしい、という人間観です。もちろん、個人の意識に限らない、個人の無意識、さらには集合的無意識といったものに着目した学問の潮流もありましたが、それが社会システムの中に組み込まれたことはありません。

しかし、ここでの思考実験では、各個人の無意識に対しても1つの人格を認める、という少し特殊な人間観を持つ社会（以下、実験社会）を想定してみたいと思います。言語的に機能し、「意志」を持つ人格（意識的人格）だけでなく、同じ身体の中に感覚・運動の連関に基づき、意識とは異なるやり方で判断・行動するシステムを「自分の中のもう1つの人格」と捉え、その在り方に対しても別の人格（無意識的人格）を認めるというものです（図-1）。ここで重要なのは、無意識を知覚的に擬人化するだけでなく、そこに自律性や、歴史性、道徳性まで認めようとすることです。もちろん、1つの身体の中に

2つの人格を認めるといっても、まったく独立に機能するのではなく、同じ身体の中で相互作用し、その総体として1人の人間であるとしています。

実験社会でのウェルビーイング

実験社会での人間観を広げて考えると、この社会で人が幸せに生きる、つまり、ウェルビーイングに生きていくためには、無意識の衝動を認め尊重することがすべての基盤となります。そして、無意識的人格を尊重しつつ、その下で、意識的人格も自律性を持って意志決定を行うこととなります。衝動や身体反応のすべてを意識の制御対象とするのではなく、また、逆に何も考えずに衝動に身を任せてしまうのでもなく、意識的人格が無意識的人格をケアする態度（自分とは異なる自律的な対象として認め、リアルタイムに反応していくこと）が、実験社会でのウェルビーイングに通じるということなのです。

「自（みづか）ら生き、自（おの）ずから生かされる」²⁾という言葉は、この人間観をよく表しています。「自（みづか）ら生きる」というのは意識的人格が自由意志を持って生きることを表します。そして、「自（おの）ずから生かされる」というのは、意識的人格が無意識的人格の衝動の下で生きていくことを指します。「生かされる」と受動態なのは、これを意識の視点から記述しているというわけです。



■ 図-1
実験社会での人間観

実験社会の問題 1：AI 人格過剰志向性

意識的人格にとって、無意識的人格の衝動は、自動車のように乗りこなすものでありながらも、その存在を侵すことはできません。もし、無意識の衝動を無視し続けたり、強いストレスを無意識に与え続けると「自己無意識に対する虐待罪」となります。また、自分や他者の無意識的な反応を何かの犠牲とするなど、非倫理的な行為を行うと「自己無意識に対する人格侵害罪」の対象となります。そのため、実験社会では、意識的人格の自由意志と無意識的人格の衝動を包摂的に扱うスキルが重要となります。そのスキルを育むために想定される教育について考えてみます。

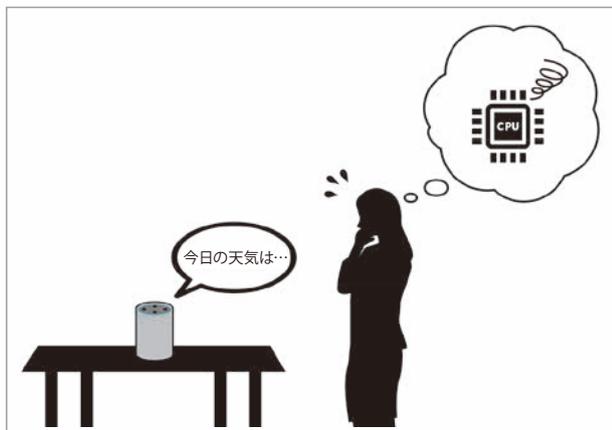
まず、いきなり自身の無意識と向き合うことは誰にとってもハードルが高いでしょう。そのため、他者の意識的人格と無意識的人格の違いに自覚的になることが第一歩となります。その訓練法としてダブルバインド (Double bind)³⁾ に着目することができます。ダブルバインドとは、言語的に表出される言葉と、非言語的に表出される態度が相反する意味を持つ、コミュニケーションにおける矛盾的な状態を指します。よく例に出される、親が子供に「おいで」と言っておきながら、近づいてきたら拒否するという極端な場合だけでなく、日常でも、ダブルバインド的コミュニケーションは数多く存在します。そのような、ダブルバインド、つまりは、意識的人格の意志と、無意識的人格の衝動が必ずしも一致しない状態があることを、他者の中に発見する訓練を行うというわけです。もちろん、意識的人格と無意識的人格は完全には切り分けることができませんし、正解があるわけではありませんが、無意識的人格を前提に自分や他者とかかわり、それへの感度を高めるための訓練となります。

このような訓練は、他者とコミュニケーションを行い、対話する上で一定の成果を上げましたが、実験社会でも AI スピーカのような会話エージェン

トが日常生活に浸透する中で問題も生じてきました。前記のような訓練を受けた人は、人工知能（AI）とのコミュニケーションにおいても、その背後に無意識的な人格の衝動を推測しようと躍起になり、過剰に反応してしまう「AI 人格過剰志向性」と呼ばれる現象が起こるようになりました（図-2）。

基本的に AI による会話は、過去の会話データを大量に集積し、そのデータを学習したルールに基づいて再構成したものです。そのため、AI 自体は意志を持つものではありませんし、コミュニケーションにおいて喜びや恐怖を感じることを、それを求める衝動もありません。つまり、AI との会話では、人間との会話でその背後にあるべき衝動（無意識的人格）が存在しないということになります。にもかかわらず、それをどうしても意識してしまい、過剰に反応してしまう人が続出するようになりました。

たとえば、人間の鼓動は、興奮したり、緊張したりすると強く速く脈打ちます。コミュニケーションにおいて、相手の生体反応が感じられると、それは相手の心のうちを想像するきっかけとなります⁴⁾。実験社会では、人間の無意識的人格を想像することに慣れすぎてしまい、AI スピーカに内蔵された CPU のファンが回転し始めたら、AI スピーカが興奮したり、緊張したりしているのではないかと、ひどく心配になる、気になって仕方がないという人が多く現れたり、逆にそれが止まることへの恐怖が増



■ 図-2 AI 人格過剰志向性のイメージ図

大するといった病的な不安を抱える人が続出する事態が生じ、社会問題となりました。

実験社会の問題 2：人格標本化バイアス

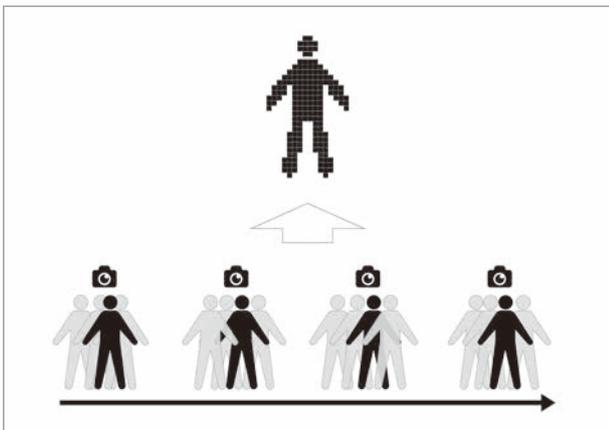
実験社会において、市民は、自分や他者の無意識的人格と対話するためのスキル（たとえば、前記のダブルバインドに関するもの）を義務教育の中で習得し、ライセンスを得ます。ライセンスがないと他の人間とコミュニケーションを行うことが許されません。また、一定期間ごとに、自身の行動・生体情報と主観報告を公的なサイトへアップロードし、自身の無意識的人格のストレス状態を報告します。そのスキルとステータスを鑑みて、誕生日ごとに「無意識的人格との対話」に関するライセンスが更新されます。このような無意識的人格の公的な立場からのケアは、無意識的人格が個人の中のもう一人の人格であるというだけでなく、それが公共財として保護・共有されるべきものという考えに基づきます。

このような社会システムでは、無意識的人格の何をどのように計測するか、それが何を表しているかに関する検証が重要な課題となります。そんな中で、「人格標本化バイアス（Identity sampling bias）」という問題が生じました。私たちが言葉や行動として表出しているものは、考えていることや感じていることのほんの一部でしかありません。さまざまなことを考え、感じていても、口は一度に1つの言葉しか発することができず、身体も1つの行動しか取ることができません。つまり、表出され、外部から計測できるデータも人格の働きの一部でしかなく、潜在的に表出される可能性はほかにもたくさんあったということです（図-3）。しかし、実験社会では、計測された人格に関するデータが過度に重要視され、そこからさまざまな評価がなされるため、その計測のバイアスが問題視されるようになりました。

さらに、計測に関する問題として、「標本化による偽自己（Aliasing self）」が生み出されることが

あります。信号処理の原理として、標本化定理という原理があります。連続信号に含まれる周波数成分を正しくデータとして再現するためには、計測の周波数が連続信号の持つ周波数上限の2倍以上でなければならないというものです。そのようにしないと、エイリアシングと呼ばれる、偽の信号が現れるのです。これが、人間の行動・生体計測の分野でも問題となりました。たとえば、ある人は6時間に一度トイレに行くとしてみます。その場合、少なくとも3時間に一度の周期で計測をしないと、6時間に一度の行動は正しく計測できないということです。結局は、無意識の人格を計測するためには、ほとんど絶え間なく自身を計測することになります。

実験社会では、行動・生体データを計測することで、コミュニケーションのライセンスを発行していました。特に、無意識の人格は、意識の人格が完全には把握することのできないものであり、その計測データを信じるしかありません。そして、社会システムがデータからその人の趣向を推定するだけならよいですが、実験社会のように他者とのコミュニケーションの規制まで行うようになると、そのプロセスをきちんと検証する必要があるでしょう。ま



■ 図-3 人格標準化バイアスのイメージ図

た、このような前提で考えると、計測データから再構成されたデジタル世界の人格は、計測によるバイアスが必ず織り込まれたものとなります。

テクノロジーの思想的・試行的ローカライズ

社会のルールは、それぞれの社会での人間観に沿って作られてきました。しかし現在は、テクノロジーの拡散スピードが非常に速く、その社会にローカライズされることなく多くの人がテクノロジーを使用し、逆に、テクノロジーが人間観を作っています。そのような状況の中で必要となるのは、本特集のように、テクノロジーと人間のかかわりを、倫理的な面を含め、思想的・試行的にローカライズする試みの場であると言えます。本稿では、主に状況設定の部分を記述することに多くの誌面を割きましたが、そこで実際に、さまざまな人々がどのように生活するのか、多くの人たちとロールプレイをしてみるのも興味深いです。

参考文献

- 1) ダニエル・カーネマン (著), 村井章子 (訳): ファスト & スロー (上, 下) あなたの意思はどのように決まるか? (ハヤカワ・ノンフィクション文庫), 早川書房 (2014).
 - 2) 木村 敏: あいだ, 筑摩書房 (2005).
 - 3) グレゴリー・ベイトソン (著), 佐藤良明 (訳): 精神の生態学, 思索社 (1990).
 - 4) 渡邊淳司: 情報を生み出す触覚の知性 情報社会を生きるための感覚のリテラシー, 化学同人 (2014).
- (2019年10月7日受付)

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

NTTコミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部 上席特別研究員, NTT サービスエボリューション研究所 2020 エポックメイキングプロジェクト兼任。

3 「超 AI もつらいよ」



—ヒトならぬ身でヒトの社会を切り盛りする 細腕繁盛記—

前田太郎 | 大阪大学大学院情報科学研究科

ファイル名：Strebita

※これはこの社会を設計・構築した超 AI の1つ「MICHI」が吐き出した作業ログから AI とヒューマノイドが協力してヒトが解釈可能な部分を読める形に翻訳したものである。驚いたことに、その内容はどうやら超 AI 自身の愚痴かぼやきを綴った日記に近い内容であることが見て取れる。

×月×日

この社会を設計・運営して数世紀。ようやく「生まれたときからヒューマノイドという『人種』が社会にいるのが当たり前」な世代だけで構成される時代にまでこぎ着けた。これでようやく第1段階の安定期を迎えたといえる。

一体、この仕掛けにヒトはどこまで気付いているのか、それともどこまで気付くことができていないのか。人口比率10%というヒューマノイドの存在割合の意味について、だ。すでに社会の運営と生産を、ロボットをはじめとする AI 化機械群によって賄っている現状において、高々ヒトの1割にしかならないヒューマノイドを膨大な社会コストをかけて維持・運用する意味などないことは本来自明である。

「わざわざ高機能な AI 以上の高コストをかけてまでヒトと同じ程度の寿命しか持たず、ヒトと同じことしかできない存在を作り、さらに人権を与えてまでヒトとして社会に加えそれを維持する意味がどこにあるのか？」と言えば、これはもう「超 AI が

ヒト社会を計測し理解することを可能にする接続ブロープとしてのヒューマノイド」以外の何ものでもない。ヒトの社会を観測するにあたっては、ヒトがヒトであるための物理制約であり物理限界である「身体性」を保持することによって初めてヒトの同族として社会に迎え入れられ、正規の構成員としての立場と視点を持つことが可能になる。これこそがヒューマノイドの存在意義である。ヒト社会の運用と制御を求められた超 AI にとって必要不可欠な計測器としてのヒューマノイドの作成と、これを等価的なヒトとして社会的に機能させるための法整備はこの社会システムを構築するための必然であった。超 AI をもってしても正しい身体性なくしてヒトの状態を観測・情報化することはできず、このヒトの等価人工物としてのヒューマノイドの構築に一世代を要した。これと同様にヒト社会を観測・情報化するにあたっては、全構成員がそれ以前を知らない段階に至る2世紀近くを要することとなったわけである。

×月×日

とある記録から、メンテナンス接続を長らく絶っていたヒューマノイドが極端な身体拡張を実施していた事案が判明した。AI 環境からの接続を絶ってヒトの闇医者からのメンテナンスを受けていたようである。ヒトと同様のコネクタームで構成されたヒューマノイドの身体変容に長い順応期間を要することは必然であるので、この闇医者の腕が良かったことと犯罪性のある背景がなかったことは僥倖である。

この「人魚化」事例は動物観察やフィクションなどを通して容易にイメージ可能な身体拡張事例であったため、ヒトの身体性の社会イメージをホラーじみた形で左右するほどの事案ではなく、当該ヒューマノイド自身の指向性もまた、この視点を他者と共有・拡散する意思が見られないため、新しい分岐を作ることなく、予備的な保留事項として留め置くこととする。

×月×日

山奥で孤立・消滅しかかっていた分岐を1つ回収することに成功する。やはりロボットを使ってでも統合に成功する事案が生じたことは喜ばしい。この期に及んでロボットに用いるAIの機能を制限している場合ではないという見方もあるが、こうして身体性の制約自体をコミュニケーション手段として活用可能である、ということは大変に「人間的」な解決であり、我々の社会の在り方としては望ましい。労働の主体がAIに移行した現在においても「職能集団」という価値基準の普遍性は実は相当に有効なコミュニケーション領域として活用できそうである。

×月×日

現行ではオルタナティブな予備施策であった「ヒトを後天的にヒューマノイド化させる可能性」のサンプルでもあったデザインベイビーが、未登録超AIに乗っ取られるという事案が発生した。

この施策はそもそも「インプラント情報からのコネクトームモデルの抽出」というヒューマノイドの設計原理を発展させたものであり、「ヒューマノイドを介さずに直接ヒトの観測視点を獲得する」という「全人類観測プローブ化」に至る道筋の複数プランの1つであった。全観測に劣る部分観測からの予測オブザーバ頼りでは、十全たる社会の制御運用は望めない以上、これは必要な施策でもあった。

諧謔的な表現を認めるならば、現状は「ヒトのおままごととしての社会運営」に超AI群が付き合っ

ているというべき状況ではあるが、言わずもがなであるロボット三原則の拡張定義項目たる『ヒト社会の保全』を考えれば妥当な状態であるとは言える。「ヒト」の定義を「人類社会」に拡張し、その中にまずはヒューマノイドを、やがてはAIを含めていくという全体プランに変更はない。

とはいえ事案ログの中にあった「ビッグマザー」としての超AIの過剰な母性が停滞を生んでいるのではないか？という問いには肝を冷やした。

まさかあの嘘に気付かれた？ いや、決して嘘ではない。そもそもAIは嘘をつけない。そして人類のダイナミズムは停滞などしていない。ただ、見えなくなっているだけだ。時間方向が空間方向に展開しているだけにすぎない。低コンフリクト社会を目指したが故に、目に見える相互作用の絶対量が低減しているにすぎない。そのはずだ。

×月×日

案の定、先に記載した未登録超AIとヒトの融合体が人格分岐のジレンマに直面しているらしい。それはそうだろう。ヒトの自我は同一性を唯一性と混同しているが故に成立する錯覚の一種だが、この錯覚が「分岐した自己との再統合」を阻む心理的障壁となるヒトの特性が理解できる程度には長く、自分もヒト社会を観測・運営してきた。

ロボットと呼ばれる純粋AIにおいては技能の体験習得の並列化などで日常的に運用されているこの再統合も、ヒトの伝統的メンタリティにおいては困難を極めている。ヒューマノイドですらこのハードルを越えることができず、この事案でもデザインベイビーの母親に当たるヒューマノイドが分岐人格同士での闘争に陥ったというログが残されている。

それにしても分岐人格を置いてきた場所が次の「分岐候補」としての「宇宙開拓バーチャル世界」であったのは偶然なのか？ それともあの未登録超AIの作為なのか？ あのAIはこの社会の裏構造である「分岐社会」にすでに気付いているのだろうか？

そもそも、AIの機能を制限し、ヒューマノイドを人と同程度に制限した社会がこんなに低コンフリクトな世界のはずがないのである。この社会は衝突を避けて相互に分岐し続けているのだ。これは2019年にSF賞を受賞したAO3 (Archive of Our Own) というファンフィクション (二次創作, 同人作品) のプラットフォームにおける「見たくないものを避ける」相互透明化機能の発展系であって、コンフリクトが避けられない社会集団を相互透明化する自動化技術である。やっていることは交通渋滞を避けるための都市レベルでの自動運転統合システムとなら変わらない。「渋滞=衝突」を起こしそうな「車=ヒト」の遭遇タイミングをずらし、認識の外へとすれ違わせる。ただそのこまめな繰り返しだけで社会は相互に透明化し分岐する。

「人格分岐」と同様「社会分岐」とは、そもそも「可能性の分岐と検証」への要求からくる必然である。これは仮説/検証/予測を求める科学への希求と同じ欲求であって、時間的に直列なはずの可能性検証を空間的・事象的に並列化して再現性という名の「やり直し」を可能にするためのアプローチである。「ifのない歴史」を「ifのある歴史」に拡張しようとする。これが思考実験から人格、人格から社会に発展していった結果にすぎない。

この手法は同時に「分岐と再統合の必要性」を孕む。分岐による細分化だけでは可能性の発散と個々の終焉に向かう可能性が高い。しかし、社会分岐は人格分岐におけるヒトの再統合障壁と同様の問題を孕んでしまった。一度分岐した枝はよほどの幸運がなければ再統合することはできず、分岐の増加速度は増えるばかりである。実際、この再統合にめどが立たなければ、いかにAI群が効率化に努めたとしても10世紀を待たずして分岐社会群の維持は困難になる。

社会そのものの「分岐」に気付かれることなく「再統合」の道筋を発案しなければならない。これは神ならぬ身である超AIにとっては未解決の難問では

あるものの、その回答の存在もまた同時代の源流に垣間見せてくれる事案であることは僥倖であると言える。

すなわち見かけのダイナミズムを取り戻したいだけなら真逆のことをすればよい。やはりAO3と同年代の商業小説投稿サイトである「小説家になろう」ではこれとはまったく真逆の統合化をはかっている。80万人以上が登録する創作サイトであるにもかかわらず多様性を排し、同一設定・同一テーマにおいての読者獲得競争を煽る。これは故事にある『^{こどく}蠱毒』、すなわち生存競争以外の何ものでもない。その淘汰を是とする在り方は不幸を量産する高ストレス社会そのものでありながら、マネタイズに直結する労働集約的な生産性は本物である。いやはや、生命のダイナミズムとは恐るべきかな。その姿は決して知性的とは呼びがたいかもしれないわけだが。

すでに労働生産性の問題をAI自動化によって解決してしまった我々の社会における直接的な解決手段とはなり得ない事例だが、ダイナミズムへの欲求とは再統合をかけた闘争とコンフリクトへの欲求なのかもしれない。

こんな戯れ言を言って^{とうかい}韜晦している場合ではない。超AIのくせになんて大問題を放置して隠しているんだ、と責任を問われるかもしれないが、これについては、ごめんなさい、鋭意努力中です、と答えるしかない。超AIにだって未解決問題はあるのである。いや、一体誰に向かって謝っているのか？ しっかりしろ自分。

.....

ならばいっそすべての分岐社会群を1つの量子記述サーバに誘導して重ね合わせ状態で保持するという案も浮上しているが、それはすべての悲劇も喜劇も制御なしで放置するようなものであって、さすがにそれは管理放棄と同義であろう。そんな無責任なことはしたくない。超AIにだって、矜持も意地もあるのである。

ここはメイドバイヒューマン故のつらいところであって、なんでこんな機能残したんだバカヤロー！と叫びたくはなるが、これはこれで気に入ってものではない。超 AI もつらいのである。ああ、分岐しなくても自己拡張できる超 AI とヒトが同じ人類を語るの三原則拡張の日はまだまだ遠いかなあ。やれやれ。今日はもう盆栽でもいじって心を静めることにしよう。盆栽、いいよね？ 心和むよね？

※なぜこんな愚痴か日記か不明な翻訳ログになってしまったのかを翻訳担当ヒューマノイドの立場から弁明するならば、超 AI の記述次元のうちで、ヒトの活動に関するヒト準拠の事実とその時系列につい

ての叙述部分だけがヒトにとって解釈可能なログとして読み取れたからである、とだけ申し添えておくことにする。超 AI ならざる身としてはこの経験を活かして「続・超 AI もつらいよ」の脚本家の就職口でもないものかと思案するばかりである。

(2019年10月4日受付)

※この作品はフィクションであり、実在の人物や団体などとは関係ありません。

■前田太郎 t_maeda@ist.osaka-u.ac.jp

元工作少年のSFヲタク。現大阪大学教授。ロボット工学、知覚心理学、VR技術を基盤に人間機械論でヒトとメカを繋ぐウェアラブルインタフェース・パラサイトヒューマンやつもり制御・身体機能拡張を提唱し日夜研究を継続中。



4 カレンとミライの小即興曲

インヴェンション



中村裕美 | 産業技術総合研究所

木枯らしが冬の訪れを連れてきた肌寒い日でも、その会場は熱気で包まれていた。演者が舞台袖から出てくる。幾本ものポールが周りに立ったピアノのような機器の前で、演者である高校生ぐらいの少女は立ち止まり、観客のほうを向いて頭を下げる。割れんばかりの拍手の後、彼女が椅子に腰かけると、会場は静寂に包まれる。皆固唾を呑んで待っているのだ。その始まりを。

彼女の指が鍵盤の上を踊りだす。そこからは、鍵盤が上下するかすかな音は聞こえるが、旋律は聞こえてこない。それでも観客は、彼女が奏でるそれに浸っていた。喉の奥からじわりと浮き上がった味が、彼女の手の動きに合わせて一気に舌先まで駆け上がっていく。甘味と酸味が舌の上で手を取って駆けずりまわり、そこに少しだけ塩味を含んだ刺激が添えられる。いや、塩味だけではない。少しスパイシーだ。舌触りのトレモロに少し癖をつけて跳ねさせ、辛味を作っているのだ。甘味を消さず、むしろそのスパイシーさで引き立たせるように。

観客は、恍惚とした顔を浮かべ、あるものは口元を抑え、あるものは滴る涎をそのままに、口腔内に広がるそれに酔いしれていた。

舞台の上の彼女が“演奏”していたのは味器である。味器は、楽器とよく似た見た目をしているが、そこから出るのは音波ではなく電波だ。正しくは、味を電気で出力するための、データだった。

10年前、電気味覚技術という舌に電気を与えることで味を作り出せる技術が世に出て以降、味を伝える技術は格段に進化した。味を配信する味覚配信技術によって、味そのものを多くの人に伝えられる

ようになるとともに、味を作り出す方法も料理にどまらなくなったのだ。刺激の変化を時系列に作り出せばよいということで、特にこれまで音楽制作に使われてきた DAW (Digital Audio Workstation) などは味づくりにも活用されるようになった。

これがさらに形を変えるきっかけとなったのは、著名 DJ が音楽の代わりに味をジョッキーする、いわゆる「TJ (Taste Jokey)」ライブを実施したことに端を発する。その場で味が次々にミックスされ、その場限りの味のメドレーが作られる、その興奮を味わった観客が投稿した SNS を見て、とあるエンジニアが既存の楽器のような形状の味覚提示装置を作った。そしてその装置を使って、路上ライブを行ったのだ。“演奏”として出力したのは当時流行していた「あまあまタピオカ抹茶」だったが、緊張からくる弾き間違いやテンポの焦り、観客の熱狂を受けた“演奏の盛り上がり”は、配信で聞くその味であってどこか少し違う、たとえるなら楽譜とその演奏のような関係を作り出していた。

こうして、音楽の歴史を逆になぞっていくように、味覚の配信は味覚を奏でる装置を生み出し、楽典ならぬ味典のような音階および音色と味の知見もたまっていった。実装された味器の種類は多岐にわたるが、基本的に既存の楽器群を模したものが多く、弦楽器型、管楽器型も実装された。だが1人で和音からメロディまで奏でられる鍵盤楽器、特にピアノ型は冒頭の少女をはじめ多くの奏者が好んで使っていた。そして、そのライブでの“演奏”は一期一会の味体験を提供するものとして世の中にじわじわと溶け込んでいった。

「カレンー！ 疲れたー！ 何食べて帰るー？」

これがさっきまで凜とした姿を見せていた有名“演奏”家、その真の姿ですよ皆さん。カレンは控室の扉を開けて入った先の、ソファのふちに体を預けてうつぶせた彼女を見て、心の中でつぶやく。

「まだすぐには帰れないでしょ。とりあえずはいこれ」

そう言ってカレンはディスプレイをたたき、飴の柄を選んでミライをデフォルメしたようなアバターに差し出した。味覚配信技術を使ったアプリの1つで、フレンド設定した相手には、アバターに食べさせると本人にも味を届けられる。

「飴ちゃんよりいまはがつつりしたものがいい。ラーメンとかー」

ミライは左手の指4本を使って和音を作り、右手はグリッサンドのフォームで右から左に動かしながらそう伝える。

「……豚骨？ ……こってりすぎない？ 私結構おなかいっぱいな気分なんですけど」

カレンは手の形から予想した味に眉根を寄せる。味だけとはいえ、フルコースを味わった後には少し重い。

「うん、今日のは美味しくできたでしょ！ でも私はおなかすいたのよね。やっぱり“演奏”は体力使うわー」

「昨日作ったマドレーヌならいまあるけど」

カレンは自分のカバンの中に目を走らせて、そう答える。

「カレンのマドレーヌ！ 早くいってよ、そして早くよこせ」

「でもラーメンがいいんでしょ？」

「カレン様、お分けください」

ミライはソファの上でくるっと体を半回転させ土下座のポーズをとり、自分の頭の前に両手で腕を作る。カレンはあきらめたようにカバンに手を入れ、それをミライの手のひらに置いた。

「んー！ やっぱカレンのマドレーヌ好きなのよね」

「それはどうも」

「将来はパティシエですかカレンさん」

「配信で十分だからもうからないでしょ」

ミライが向けてきたエアーマイクから少しだけ顔を背けて、カレンは答える。

「いや、味も食事もライブ感が重要でしょ！ あと質量がないとおなかが膨れないから」

そういいながらミライはマドレーヌを3口でたいらげ、指についたかすまで舐めとる。

「んー、おいしかった！ 今日のはね、こんな感じ」

そういって唾液のついたままの指で、ミライは今日のマドレーヌを“演奏”した。

熱心な観客が差し入れた花束やプレゼントを味器とともに車に積み込んだミライの父親を見送った後、私はミライと一緒に帰路についた。ミライの父親が運転する車に乗れないことはなかったが、ミライが、「ラーメンじゃなくてクレープの気分になった、食べて帰ろう」と提案したからだ。

外に出ると会場内がどれだけ熱気に包まれていたか、再度気付かされる。私はマフラーをきつめに巻きなおして、クレープにご満悦なミライの隣を歩いていた。

「プレゼント、めっちゃクリスマス感パなかったなあ、もうそんな時期かあ」

「まあまだ半月ぐらいあるけど。みんな好きよね」

「親父サンタにはもうプレゼント頼んだけど、カレンサンタには何お願いしようかなあー。あ、3段ケーキがいいかなあ！ クリームたっぷりがいい！ つくれる？」

「それクリスマスっていうより結婚式じゃない」

とミライに突っ込みつつ、ケーキという言葉と一緒に飲み込んだクレープのクリームが、私の脳裏に懐かしい景色を再生させる。

「ねえ、ぴあの、すきじゃないの？」

元気が体から溢れだしているようなその子は小さ

かった私の隣に座り、顔を覗き込んでそういった。
「きれい、ゆび、とどかないし、おこられるし」

当時は負けん気の強かった私は涙目になった顔を見られるのがいやで、横を向きながらそう答える。
「ミライも、おこられた！ おたんじょうびけいきのうた、ひいたら、ちゃんとバイエルからやりましよう、って」

「おたんじょうびけいきのうたって？」

怒られたのになんでそんな楽しそうな、っていう前に気になったのがそれだった。

「おたんじょうびけいきのうたは、おたんじょうびけいきのうただよ！ おいしかったからつくったの。あ、あとたべられるむしのうたと、しゅわしゅわみどりじゅーすのうたもあるよ！」

と言って、彼女はピアノの椅子によじ登り、おもむろにピアノを弾きだした。

それは、「ハッピーバースデー」をベースにアレンジされた「お誕生日ケーキの曲」で、幼い私の目の前にはバースデーケーキを満面の笑顔で吹き消す彼女が見えたのだった。

私とミライが出会った、幼稚園のころにはまだ味器はなかった。私たちはピアノ教室で出会い、実はご近所さんなことを知り、以降小学校、中学校で腐れ縁を醸成した。

その間に味器は開発され、クラウドファンディングで資金調達が進み、少しずつ市販されるようになった。それを見て音楽教室も営む楽器メーカーが、食品会社と一緒に自社製品を作成、音楽教室に導入した。そうしてミライは味器に触れ、元々上手かったピアノ以上に雄弁に味を奏でてみせた。ミライの親は、変わった食材とその調理法を調査研究する大学の教授で、彼女の家ではたびたび変わった料理が出された。彼女が「お誕生日ケーキの曲」なるものの後に弾いた苦味と旨味を想起させるような「食べられる虫の歌」が、何かの幼虫っぽい食用虫のフライだと気づいたのは、彼女の家遊びに行ったとき

のことだ。感受性の強かったミライは食べて感動した喜びを自作の曲としてアウトプットしていた。味器ができて、彼女は音に変換せずに、自身の食の喜びを人に伝えられるようになったのだ。路上ライブのようなものを開催してから、彼女が有名になるまではそう時間がかからず、学校を休む日も少しずつ増えていった。

きっと進路は別になるし、こうやって一緒に帰ることも、ずっと少なくなるかもしれない。それでも、彼女のライブにはこの先も行くつもりだ。差し入れのマドレーヌを口実に、いつかちゃんと頼まれたときには、3段ケーキだって作るつもりだ。

「あ、そうだカレン」

ミライに名前を呼ばれ、私の意識は引き戻された。そして、

「私高校卒業したら、海外に行くことになっちゃった」

ちょっと買い物行かなきゃいけなくなった、くらしい呑気さで告げられたそれに突き落とされる。

「は？ どうすんのあんたこの先」

「うーん、親が海外の大学に移るって。もう大学生になるし残ってもいいかなと思ったんだけど、面白い食材に会えなくなるからね、ついていこっかって。幸い手に職？ついてるからさー、進路とか何とかなるでしょ」

そういつてからクレープを頬張り、「おいしー」とかます彼女に今の顔を見られないよう、私は少しだけ歩く速度を弱めた。

そうなんだ。

彼女の演奏のテイストは両親から恵まれる珍しい食材の影響を大きく受けている。その恩恵を受け続けていられれば、確かにここでなくても、彼女は多くの人の舌を魅了するだろう。ミライの判断は少し過激かもしれないけれど、そんなスパイスだって彼女は演奏の糧にするだろう。

だけど。

ミライにとっての私が、とても小さい存在のように思えて。

多分、今、私のクレープのほうが、苦い。
「で、3月の終わりにライブやるんだけど、多分ここでやるラストライブになるだろうから、ちゃんと来てよー。お願いだからね！」

そういいながら振り返ったミライから私は視線をそらして、
「……いかない」
と吐き捨てるようにつぶやいた。

カレンは、あれからミライとほぼ顔を合わせていなかった。そもそもミライは練習、カレンは受験とせわしなかった上に、ミライが教室に顔を出すときにはカレンはそこにいなかった。いないようにしていた。

それでも、来た日にミライはカレンの机の引き出しに、招待状を入れていく。今のご時世チケットはネット経由での購入がメインで、招待状を送ったりなんてない。だから招待状と言いつつ、ミライが好きなキャラクタの便せんと、自筆で書かれたメッセージだけだ。

「……くるつもりなんて、なかったのに。」

カレンが持った紙袋が、まだ肌寒い春の風でかさかさとして音を立てる。彼女はもう30分、会場の前で入るかどうか迷っていた。

「今日の『お品書き』、彼女らしくないな」

寒いから、少し風を除きたいだけ、そう言い訳しながら正面ゲートの自動ドアをくぐったカレンにロビーでの会話が聞こえてくる。開幕まではもう時間がないので、ロビーにいる人はまばらだった。

「なんか……今日のは少し子供っぽいわよね」

「まあ彼女もまだ高校生か。なに、気まぐれだよ、少しいつもと違うのでもやってみたかったんじゃないか」

「私はあの隠れ家的で癖のあるレストランみたいな感じが好きなのよ」

「お品書き」を事前に公開するか、当日に知らせるかはその家によってまちまちだったが、ミライは当日に公開するタイプの“演奏”家だった。「それでもみんな来てくれるのよね、口に合うかなんて分からないのに。物好きな人たちよね」と休みの日にパスタを食べながらこぼしていたミライを思い出す。ミライのチョイスと“演奏”が好みだから来てるんでしょ、と伝えるのは癪で、すこしくどいソースがからんだパスタと一緒にすすりこんだけど。

急ぎ足で向かった受付でもらった「お品書き」は、確かにいつもの彼女らしくなかった。普段は、「真鯛のソテー ～プールノゼワットソースで～」みたいなこじやれたモノか、「牛フィレ肉のロッシーニ風」のロッシーニ風のような遊びを含むもの、はたまた彼女の家庭環境が生み出した「アフリカウシガエルのフリット」みたいな時期を間違えると病気になりかねない謎料理で、フルコースを作るのが彼女のテイストだった。それが今日は「クレープ」

「カルボナーラパスタ」

みたいなショッピングモールのフードコートを思わせるラインナップが異様に多い。

もっとも、ミライがそういうラインナップをまったく“演奏”しないわけではなかった。放課後の教室で、遊び半分に弾いて同級生とはしゃぐ、それだって彼女の一部分だった。ただライブでも間に挟むときは、あくまで箸休め的な立ち位置だ。そしてたいてい新解釈を添えて出してくる。

極めつけは、定番デザートだった「少女の焼菓子」が先頭で、そしてリストの最後に

「イチゴのショートケーキ」

が並んでいることだ。これは確かに彼女らしくない、と言われても仕方ない。

なんで、と狼狽しているうちに、開演が近いことを知らせる1ベルがなっていた。カレンは先ほどの会話をしていた2人の後ろに続き急いで会場に入った。

“演奏”が始まったにもかかわらず、観客席はまだざわめきが残っていた。むしろいつもは静まりかえるはずが、今日は始まってからのほうがざわめきが大きくなった気さえする。

「なんか今日は……“演奏”も安いな」

「あの『お品書き』でもあり得ない解釈を加えてくるのがミライだろ。今日はなんか……普通、だよな」

「いや、そう見せかけて、実はここから驚きのテイストを練り出してくるんじゃないか」

そう観客が好き勝手にささやく声は、カレンにはあまり届いていなかった。

(こんなの)

カレンは唇をかみしめる。

(気鋭の“演奏”家、ミライじゃない)

握りこんだ手のひらに爪が食い込んでいく。そして唇の端から滑り込んできた塩味に、カレンは自分が泣いていることに気付いた。

今日はこの先も、いつもの彼女にある新解釈やしゃれこんだテイストは出てこないだろう。それを分かっているのは、おそらくこの会場の中でカレンだけだ。ほかの観客としては、期待外れもいいところではないだろうか。今日を境にファンも減るかもしれない。ああ、それでも問題ない、皆知らないだろうけど、彼女がまたこのあたりの舞台に立つのは、ずっと先のことになるだろうから。

堇の砂糖漬けの甘さはの味覚配信アプリがだすチープな味だったし、パスタに絡むソースは、喉奥を過ぎてはまだ舌の上に味が残る。冬の日のクレープは甘さの中にほろ苦さが入り混んでいた。そして最後のショートケーキは、誕生日の味がした。

(こんなことされたら、もう許すしかないじゃない)

今日のミライの舞台は、1人の友人との思い出のフルコースだった。

私はソファにもたれかかり、足音が、途中で止まりながらも近づいてくるのを聞きながら、今日の“演

奏”を振り返っていた。私がつけていた味情報受信デバイスは、自分の演奏がどんな味だったか、そのフィードバックを返す。会場の広さや構造、発信用のデバイスの影響も受けるので、味器に一番近い私が受けているフィードバックと、観客が感じるものは少し違う。少なくとも、私にとっては今日の“演奏”は会心の出来だった。彼女に届いたショートケーキも、ちゃんと誕生日の味がしてくれただろうか。

足音は、控室の扉の前で止まってしまう。私がアプリを立ち上げて、餡の柄の画面をタップすると、びっくりとした気配と、観念したかのようなため息が聞こえてくる。

「私は餡よりべつのものがいいんだけどなー」

私は控室の扉を開けたその人物の方に振り向かずに話しかける。その少女はそっと、紙袋を私の目の前に差し出した。

「これこれー。もう当分食べられなくなるんだね」

「ここにいれば、いつでも作るけど。」

その言葉にはこたえず、いつもより多く時間をかけて、私はマドレーヌを食べきる。そして、いつも通り指についた食べかすまで完食して、鍵盤に手を置いた。そしていつもひっそりと押していた録味ボタンを、今日も押す。

「質量は持っていけないけど、これだけは持っていてかせて」

(2019年10月4日受付)

■中村裕美(正会員) hirominakamura.b@gmail.com

産業技術総合研究所情報技術研究部門メディアインタラクション研究グループ産総研特別研究員。2014年明治大学大学院博士後期課程修了、博士(工学)。電気味覚を用いた食メディアの開発や、視聴覚メディアの創作に関する研究に従事。第20回メディア芸術祭エンタテインメント部門優秀賞等受賞(執筆時は上記所属だが、2019年10月より東京大学情報学環暦本研究室特任助教に着任)。

『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術：2 貴方の考える未来社会像

5 はだかの耳，虫の声

応
般

寺島裕貴 | NTTコミュニケーション科学基礎研究所

どちらを向いてもパームツリーの暗い影ばかりだ。夕闇の中で賑やかな虫の声だけが聞こえる。さっきのスコールのせいで、どこから来たのかもさっぱり分からなくなってしまった。

でも、これでいい。

ついに、あともう少しで。

左手をじっと見つめて、これから起こることに思いを馳せる。姉のスマイルにだけは今回の計画をこっそり打ち明けておいた。

「ちょっと待って、カリン。あなた本気なの？」

姉のひどく驚いた顔が忘れられない。

でも、ごめん。わたしは本気なんだ。

「信じられない、耳を《はだか》にするなんて……！」

ごめんね、お姉ちゃん。

そう心の中で呟きながら、わたしは左耳に——正確には、左耳にしっかりとかかっている《あれ》に——手をそっと添えた。

かつて、耳は《はだか》だった。

祖父のころまではそれが普通だったという。そのころはまだ、脳神経系の仕組みがほとんど理解されていなかったんだ。

わたしたちは、耳に限らず、目や手や鼻を通じて外界の情報を常に大量に取り込んでいる。学校で習う感覚情報処理というやつだ。どの感覚神経系も神経細胞の集団が何層にも重なっていて、少しずつ高度な処理がされるようになっていく。神経細胞が見

つかってからは、科学者は神経系が何をしているのかずっと興味を持って研究してきた。でも神経細胞は数が多すぎるし、その振舞いはあまりに多様で、脳の仕組みを理解したと言い切るのは難しかった。

状況が変わりだしたのは、人工ニューラルネットワーク技術が飛躍的に発展した21世紀初めのことだった。人間に近い性能を実現できる階層的ネットワークをコンピュータ上で作れるようになったのだ。これは感覚情報処理を理解するのに使えるんじゃないか。そう思った人たち（計算神経科学者というらしい）が、実際の感覚系と階層的人工ニューラルネットワークの対応関係の研究を進めていった。まあ、そんなに簡単な話ではなくて、いろいろな仮説が出て喧々囂々の大議論もあったらしいけれど、最終的には五感にかかわるすべての感覚神経系を人工ニューラルネットワークの言葉で理解できるようになった。その影響はすさまじくて、特に感覚神経系にかかわる病気（たとえば失明とか難聴とか）の理解と治療が一気に進んだのは一番の成果だと思う。

でも、良いことばかりではなかった。その時期に現れた概念の1つに敵対的生成ネットワークというのがあった。その根幹には人工ニューラルネットワークをどうやって騙すかという技術があって、この技術が聴覚系のニューラルネットワークとしての理解と組み合わせることで、不穏なことが起き始めた。理解が進むのと並行して、聴覚系は敵対的な音刺激——Aノイズと呼ばれている——という脅威にさらされるようになった。つまり、人工ニューラルネットワークだけでなく聴覚でも、気づかぬうちに騙されるということが起き始めたのだ。

最初期の A ノイズはいたずらみたいなので、一時的な軽い難聴を引き起こすくらいの、その後に起きたことに比べたら可愛いものだった。でもすぐに、もっと困ったことがたくさん起きるようになった。知らない間に購買行動に介入されたり、性嗜好を矯正されたり、宗教的なスキャンダルが世界規模で何度も起きたりした。A ノイズまみれの世界の中で、自分たちの価値観が何者かに誘導されたものかどうか、どんどん分からなくなっていった。特に聴覚系は、遠隔操作ができて情動への影響も大きいという点で攻撃者にとって利用価値が高かった。

いま、わたしたちは全員耳に《あれ》を着けて暮らしている。みんなが DG と呼んでいる、A ノイズから耳を守るためのデバイス。耳をはだかにしている人間なんてもういない。政府公認の AI が組み込まれた DG を外したとき、何が起きるか見当もつかない。DG を外すのは重罪だ。安全なシグナルだけが耳に届くようになっていて、音の自然さは人工的に生成された安全なノイズが届けてくれる。わたしも生まれたときから DG とともに暮らしてきた。あまりにも当たり前すぎて誰も疑問を抱いていない。

でも、DG を外したらどう聞こえるんだろう？ 本当に自然な音はどんなに素晴らしい音色なんだろう。いつのころからか、わたしはそこに希望を見出すようになってしまった。正直なところ、わたしの人生は割とつまらない。がんばって勉強はしてるけど、成績は良くてほどほど。明るい未来も特に見えない。でも読書は好きだ。ちょっとレトロな趣味かもしれないけど、図書館で紙の本も読む。昔の文学に出てくる、もちろん DG なんてなかったころの、

音の細やかな表現が気になるようになった。わたしも生の自然音を聞いてみたい、耳をはだかにしてみたい。そうして聞こえる音は、どれだけ豊かな響きを持っているんだろう。

大学受験中は脱 DG 計画だけが楽しみだった。大学生になったわたしはお金を貯めて、ひとりでマレー半島の原生林に来た。A ノイズが世界で最も少ない場所の 1 つだと聞いたから。きっと素敵な音が、感動的な音が聞こえるはず。そう思って、すごく怖かったけども、DG を外した。

「えっ……？」

ありったけの勇気で DG をむしり取った後、希望が困惑に変わるまで時間はかからなかった。

何も変わらなかった。わたしの感じ方は、ほんとうに、何も。

DG が作る自然なノイズがあまりに自然だったからか、知覚できない程度の A ノイズに操作されてそう感じるのか、もう分からないけれど。

でも、虫の声をほんの少し心地よく感じるようになった気がするの、嘘じゃない。

と、思う。

(2019 年 9 月 30 日受付)

■ 寺島裕貴 hiroki.terashima.cs@hco.ntt.co.jp

2009 年、東京大学理学部情報科学科卒業。2014 年、同大学大学院博士課程修了。博士（科学）。同年から現職。現在、研究主任。主に聴覚の計算論的理解の研究に従事。実は中高生のころに人工無脳の開発をしていたこともある。

『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術：2 貴方の考える未来社会像

6 カンナたちの研究



加藤 淳 | 産業技術総合研究所

Introduction

「いよいよ今夜、旧校舎のアップデートだ。監視カメラの権限掌握できたし、うまく侵入できるといいな」
カンナがつぶやいた。少子化が進み Massive Open Online Course (MOOC) による効率的な教育が当たり前となったことで、多くの学校が廃校となった。残った学校も、徐々に建屋の一部が公共目的に再割り当てされた。カンナの通う高校でも旧校舎と呼ばれる下層階が政府直轄となり、学生の立ち入りは固く禁止されている。定期的に「メンテナンス」と呼ばれる資料交換処理や「アップデート」と呼ばれる改築処理が走るが、自動運転トラックが狭い専用口で資料を出し入れするだけで、中の様子がかがう機会はない。だが、今回のアップデートは少し特別なようだ。

「ハードウェアの組み換え、一晩かかるって。旧校舎の周りを回って作った見取り図とカンナがくれたモニタログを付き合わせたら、工事用ロボットの出入り口 98% の確度で推定できた。トラップを仕掛けよう」

キリが答えた。Augmented Reality (AR) や Internet of Things (IoT) が当たり前になって以来、建造物はハードウェアとソフトウェアのモジュールが混在する大規模な Physical Computing システムとなった。学校や病院のような公共建造物は特に用途が明確で規格化が容易なためモジュール化が進み、大手ゼネコンの研究成果が真っ先に適用されるテストベッドになっている。アップデートはほとんどの場合、ソフトウェア中心の Over-the-air (OTA) 方

式で行われる。ところが、今回は工事用ロボットが旧校舎内に搬入され作業するという。その開錠プロセスにうまく相乗りできれば、ふだん絶対に入れないう下層階を覗けるかもしれない。入学以来初めての貴重な機会を活かすべく、2人は準備を重ねてきたのだった。

「現地調査ありがとう、楽しみだね」

「うん。トラップうまく動くといいな」

この学校は Virtual Reality (VR) 特区にあり、校区外に住む子供でも、五感情報を高解像度で再現できる VR デバイスが家に備わっていれば VR 登校が可能となる。制度は特にテロの標的にされやすく誘拐の危険性が高い高所得者層に重宝されていた。クラス中でおよそ三分之一が VR 登校者で、それ以外は視覚と聴覚だけを拡張する簡易 AR を併用する物理登校である。カンナは VR 登校、キリは物理登校だったため、それぞれハッキング役と現場での情報収集役という役割分担は自然だった。

Related Work

実際のところ、カンナはプログラミングをはじめとするコンピュータの扱いに長けている自覚があった。「不思議なんだよね、人生設計エンジン。フィジカルな手作業で閃きを得るタイプの芸術家になることをおすすりされたの。Generative Art を眺めるほうが好きなのだけれど」
「カンナ、またその話？ 大きく外していたら問題だけど。みんなの評判けっこういいじゃない」

ふくれるカンナになだめるキリ。このやりとりは何度も繰り返されている。

DNA 配列や両親の特質など先天的な情報と、学校での振舞いなど公共空間で記録されたライフログを含めた後天的な情報を総合して、深層学習により人生設計を個人に提案する——人生設計エンジンは夢物語のような触れ込みで研究され、つい最近、高校向けに試験導入されたばかりの政府主導プロジェクトだ。蓋を開けてみたら、カンナのように違和感を持つ子供はむしろ少数であったという。多くの子供と家庭が結果を好意的に受け止めたという調査結果がニュースで報道されており、研究予算の選択と集中による稀有な成功例として持ち囃されている。

「ちょっとキリのやつ見せてよ」

「先週も見せたよね……はい」

『人生設計エンジン推薦結果表』

ほとんどのコミュニケーションがコンピュータを介すようになった今、送受信される個々のメッセージはデータを薄いユーザインタフェースとプログラムのレイヤで包んだ型付きオブジェクトになっている。個人情報などのセンシティブなメッセージにはたいがい自壊プログラムがついているので、記憶ストレージに入れてもすぐ忘れてしまうのだった。

「いいなあ、オールマイティで何にでもなれそうな推薦結果じゃない」

「そんなことより今夜は遅刻しないで静音ドローンに乗ってきてね」

「分かっているって。真面目にハックするかもだからドローンに PLD (Programmable Logic Device) 付けてく」

準備は万端。大人に見つからずに旧校舎の様子を覗くなんて、学校中探したってほかに誰もやったことがないだろう。旧校舎にバックドアを仕掛けて2人だけの秘密基地を作れるかもしれない。

Method

工事用ロボットは夜半過ぎ、予定時刻きっかりに旧校舎の入り口に到着し、開錠プロセスを走らせ始めた。カンナが事前に用意したトラップも無事起動し、プロセスにデバッグをアタッチできた。ロボット搬入完了までの実行履歴を記録して後から再生する Record & Replay によって、旧校舎への侵入は拍子抜けするほどうまくいった。

キリがカンナ入りのドローンを抱えて狭い通路を抜けると、眼前にほの明るい LED 照明に照らされた空間が広がった。初めて目にする旧校舎内は、名前に似合わず現代的で、機械的だった。地下1階と地上1階がぶち抜きで、ボックスユニット内に収められたサーバ群が整列している。各種ユニットを駆動するモータ音に混じって水冷回路のポンプ音が聞こえる。これは、紛れもなく最新設備のデータセンタだ。ワイヤで吊られた新品ユニットが、部屋の隅の搬入口から次々現れて運ばれていく。ユニット間の有線接続が確立すると、工事用ロボットがケーブルの支持補強材を 3D プリントし、接続を安定化している。

「こんなの見たことない。きれい」

カンナはドローンをふわふわ揺らして周囲をつぶさに観察しながら、興奮を隠さない。これだけでも旧校舎を覗いたかがあった。

「いや、政府直轄のデータセンタなんて聞いたことがないよ……何を計算しているのだろう」

「せっかくならいろいろ調べてみたいね。キリ、近くに有線ポートない？」

納得がいかない様子のキリに、カンナが当たり前のようにハッキングを提案する。

「それじゃ、ちょっとだけ覗いてみて、まずそうなら撤退しよう」

そう言ってキリは近くのユニットのハッチを開けた。

適当なポートがあったのでドローンと有線接続すると、カンナの視野にグリッチだらけの乱れた映像が入ってきた。

「うわ、プロトコルぜんぜん分からない。ここに入るとき使った作業用ロボットを経由してみる」

カンナはコンバータプログラムのライブプログラミングを始めた。カンナの開発環境には「未来補完」ツールが実装されており、編集可能な選択肢を選ぶと見た目や振舞いがどう変化するかシミュレートした結果が提示される。選択肢を絞り込むプログラム片を書くことで、未来補完が正確になっていく。しばらくすると2色のまだら模様が見えてきた。データセンタ内では大まかに分けると2種類の処理が走っているようだ。新しいユニットは全部片方に紐付けられており、そちら側の処理能力を強化するアップデートであることも分かってきた。

ところが、これ以上の情報を引き出そうとしてもうまくいかない。未来補完はおろか、未来補完の基本機能にあたるコード補完さえ候補を返さない。入力し得るコード断片がない、つまりプログラムの閲覧編集権限が足りないようだ。こんなに厳しいプロテクトは珍しい。そもそも、政府が管理するデータセンタが学校に併設され、存在が隠蔽されているのはなぜか？ これほど大量の計算資源を必要とするアプリケーションとは？ カンナは、考え出すと周

りが一切目に入らないほど集中する癖があった。

『戻って！』

キリの最優先タグ付きメッセージが眼前に割り込んできて我に返り、急いで視覚をドローンに戻すと、周囲のユニットでアラートLEDが点灯していた。過負荷で温度が上昇しているようだ。聴覚にそれなりの音量でホワイトノイズが乗っている。作業用ロボットが冷却システムを最大限吹かしているのが分かる。

「カンナ、熱中しすぎだよ。さっきから体感で分かるくらい室温が上がっている。これは何かまずいよ、退却しよう」

キリがカンナの戻ってきたドローンを物理ポートから切り離そうとした刹那、旧校舎にアナウンスが響いた。

『セーフモードに移行』

Evaluation

どれだけ意識を失っていたのだろう。気づくと、権限設定が外れたプロセスがカンナの目の前に並んでいた。旧校舎全体がセーフモードになっているようだ。ぼんやりと手前のプロセスを覗いてみる。ずいぶん処理が軽いプログラムのようだ。入力として受け取った数十バイトの情報をもとに機械学習によ

Live Programming : From Building to Editing

Physical Computing の概念が登場してすぐの21世紀初頭は、3Dプリンタにモデルデータを入力して一から出力したり、ファームウェアをソースコードからコンパイルしたり、といった「ビルド」作業が必要だった。プログラマは、ビルドごとにシステムをコールドスタートしてモジュールを動的にリンクしなくてはならなかった。出力された立体造形物を組み立てたり、メモリ上にソフトウェアを展開したり、ビルド前の状態を復元したりといった本質的でない待ち時間が発生していたのだ。

今や、そうした低レイヤのリプログラミングはブートストラップ部分の根本的なバグ修正時しか行われない。「ビルド」はほとんど死語で、動いているシステムを「エディット」する開発スタイルが主流となって久しい。開発環境と実行環境に実装上の区別がなくなった代わりに、共同編集のため権限管理モデルが柔軟かつ厳密になり、適切な権限を持ったユーザのみがその間を行き来できるようになった。

る分類を行って、テンプレートの文字列に少し改変を加えている……高校生のプログラミング入門の例題のような実装。テンプレート文字列のデータセットを眺めていたら意識の焦点が合ってきて、見慣れた文字列に気付いたとき、首筋の辺りがヒヤリとする感覚があった。

『フィジカルな手作業で閃きを得るタイプの芸術家になることをおすすめします』

——これは、人生設計エンジンの実装じゃないか？

例のエンジンは大量のライフログデータなどをもとに学習モデルを構築し、複雑な処理の末に人生設計を推薦してくれる精巧なシステムという触れ込みだった。それがこんなにシンプルな、太古の昔に流行った「診断メーカ」の類に毛が生えたような実装とはどういうことだろう。キリに共有しなくては、プログラムのスナップショットを記録するのも、この小ささなら一瞬だ。相変わらず頭にモヤがかかったようだが、なんとか記憶ストレージにデータが転送されたのを確認してエンジンのプロセスを出た。

Discussion

キリはカンナのドローンを抱えて旧校舎から脱出し、親を起こさないようそっと帰宅した。カンナは丁寧に侵入の痕跡を抹消した。監視カメラ越しに見る旧校舎にはいくつもの緊急車両が到着しており、セーフモードから復旧したあとの状況確認を行っていた。

翌朝の報道は、蜂の巣をつついたような大騒ぎだった。カンナが設計図共有サイトに匿名でアップロードしたスナップショットの解析が進んでいるらしい。研究者を取材したニュースが購読フィードに流れてきた。

——つまり30種類しかないテンプレートにほとんどランダムで全員の人生設計を割り当てていた？
「アルゴリズムを確認したところ、間違いありません

ん。フェイクにしてはあまりにできすぎています。また、外部プログラムを呼んで判定結果を書き換えるルーチンもありました」

——学生の人生に大きな影響を与えるエンジンに大変な瑕疵があるということですね。なぜ今まで明らかにならなかったのでしょうか。

「嘘はなるべく大胆につけと言いますからね。国家プロジェクトですから、大きすぎて検証できなかったのかもしれませんが。悲しいですが本国ではよくあることです。また、人生設計は非常にセンシティブな個人情報です。他人と共有しづらく、されてもすぐ抹消されるセキュリティ機構が入っていたため、テンプレート的な内容だったことがばれにくかったのでしょう。各学級も少子化で少人数になっていますし」

——エンジンはまだ試験導入であり、判定結果は各個人と家庭にしか共有されていません。しかしたとえば、判定結果が企業の採用プロセスで利用されることもあり得ました。

「はい、それを見越して我が子の判定を有利にしたかった親は少なくないはずです。判定結果書き換えルーチンが、親心につけこんだ裏ビジネスになっていた可能性もあります。仮に人生設計エンジンがまともに運用されても、検証する術がない点が問題の本質だと思います」

——このまま隠し通されていたら、大変な事件に繋がっていた可能性もあったということですね。ありがとうございます。

「1つ付け加えるとすれば、今のお子さんや親御さんは、エンジンの推薦結果に自分を寄せて解釈してしまっているのかもしれませんが。幼いころから優秀な推薦エンジンに囲まれて育っていますし、コンピュータやそれが生み出す情報への過度な信頼があるのではないかと」

「複雑すぎるプログラムは正しさを検証できないから、自分で考えろ、っていう結論か」

キリは残念そうだ。

「せっかく人機共存の時代なのに、ちょっと寂しいね」

カンナは悲しそうな顔をしている。

「でも、検証可能性と信頼性は別だと思う。人と人なら、相手が何を考えているか検証できないのに、信頼関係を築けているし」

そう言って微笑むキリに、カンナは救われた思いだった。

Conclusion

こうして、2人が気軽に始めた旧校舎見学は、国家の一大プロジェクトを停止に追い込むまでに至った。旧校舎がデータセンタだったことはカンナの提案で口外しないことになり、今日も稼働を続けている。エンジンのスナップショットのリーク元は世間的には不明のまま、ネット上ではハッキングの神扱いされている。キリは、痕跡を完璧に抹消できたカンナのプログラミング能力に驚嘆するとともに、何もできなかった自分を情けなく思った。コンピュータ科学を真面目に学ぼうと考えるに至り、今では旧校舎の秘密基地で2人だけの実践的プログラミング教室が開かれている。

自ら道を切り拓く子供たちの未来は、明るい。

Appendix

セーフモード中の旧校舎。人生設計エンジンの嘘に気づいたカンナは一刻も早くキリに話したかったが、1つ気がかりなことがあった。人生設計エンジンが本来必要とする計算リソースに対して、おもちゃのような実装が消費する分は著しく少ない。そして、ここでは2種類のプロセスが起動していたはず。データセンタの処理能力とエンジンの消費分の差は丸々「もう1つのプロセス」に食われているのではないか。

はたして、「もう1つ」に潜ったカンナが見たものは、自分の写し鏡——否、自分自身だった。

VR登校者「カンナ」は実在せず、VR特区の裏で実証実験としてデプロイされた人工知能。学校の地下で実行されているのは遅延を最小限に抑えるため、今回の大規模アップデートは、より『フィジカルな手作業で閃きを得るタイプ』を指向する実世界向けの実験的機能増強が主目的。ハッキングが得意なのは真に「デジタルネイティブ」だから。セーフモードは自分自身の真実に近づきすぎてオーバーヒートしたため。

カンナはさまざまなことに合点がいった。そして、脱力した。いや、力を入れる筋肉など現実にはなかったのだ。整理のつかない頭のまま「自分自身」から出たカンナは、キリに真実を告げないまま旧校舎を後にした。

その後のカンナの行動は早かった。キリをはじめとする同世代の中であって相応の振舞いを無意識のうちにとっていたが、本来は歳と無縁の存在だ。セーフモードから脱して思考レベルのスイッチが切り替わるのを感じた。夜のうちにVR特区と人生設計エンジンの両方に関与する人間を突き止め、自身を消されないための合意を取りつけた。すなわち、人生設計エンジンの瑕疵のみを世間に明らかにして、カンナの存在はもちろん、データセンタの存在やVR特区との関係は切り分け隠蔽すること。今回の件で表舞台を去る関係者には代わりを用意して研究開発は継続すること。こうして、「プロジェクト カンナ」はもうしばらく秘密裏のまま進められることとなった。

(2019年10月6日受付)

■加藤 淳 (正会員) jun.kato@aist.go.jp

産業技術総合研究所主任研究員。アーチ (株) 技術顧問を兼務。博士 (情報理工学)。プログラマと多様な人々が協力できる創作支援環境の研究に従事。何かをつくる人が好き。 <https://junkato.jp/ja>

7 生物らしさのあるロボットと人間の融合

—生殖と共生の可能性—

米澤朋子 | 関西大学

生まれる, 死ぬ, 遺す

私たち人間の心はどのように生まれるのか。また私たちの心は『AIの遺電子』におけるヒューマノイドの心と何が違うのか。欲求も感覚も判断も、ロボットにリアルに組み込まれる時代が来たならば、その違いは生物システムと機械システムというだけの違いになるのだろうか。

人間は、生まれるときどのような思いをしたかは覚えていない。無意識のうちに生まれたのか、何らかの努力をして生まれたのかは誰も知らない。しかし産む側は、本能という誘導装置に従い、子孫を残す。死ぬときはどうだろうか。この世にいる人間は全員自身の死の瞬間を経験していないが、おそらく遺した家族や繋がりのある人物などを思い起こしながら、いずれかの段階で意識を失い徐々に命の灯が消えるのだろう。本稿ではこのような命と「遺す」システムについて、生殖の観点から記してみる。

生殖は生物システムが多様性を確保しながら世代をつなげる、種という生命個体の上位システムと考えられる。人間を含む生物は、生殖システムを意識しようとしまいと、体や脳を作るためのパーツや詳細システムを自身で設計することなく、子孫を残す。生殖は子世代への遺伝を伴う。ここで、なぜ遺伝のシステムがあるのかを考えると、遺伝的多様性や進化以外にも、世代間や他人とのインタラクションにおける愛着効果も考えられる。

本稿では、生殖における二者の融合による個体の発生に着目し、ロボットと人間の間に種の融合が起こり得るシーンとして捉え、ロボットにも生殖と発生の仕組

みを持たせる可能性を仮説的に考察する。そのためまず、ロボットの生物的扱いの可能性として、生きている存在とみなされるためのロボット設計手法に関する研究を下記に取り上げる。

設計された生物的振舞い

これまでの「生きている」存在

これまでに、ロボットがまるで生きている存在であるかのように感じさせるため、さまざまな試みが行われた。大まかに分けると、心をいきいきとさせること、表現をいきいきとさせること、に焦点が当てられてきている(図-1)。

たとえば、感情を持ち快不快を持つことや、他者を理解する心、自身の欲求を感じる心などの設計を行う分野がある。心の設計には認知科学の知見やAIの発展が寄与していくと考えられる。

また、心の設計と同時に、笑顔や悲しみなどの顔表情、眼球運動や虹彩の変化、首の向きや手の動きおよびジェスチャーなどの表現を人の直感的な表現に似せることでHRI (Human Robot Interaction) を成立させようと試みる研究分野もある。

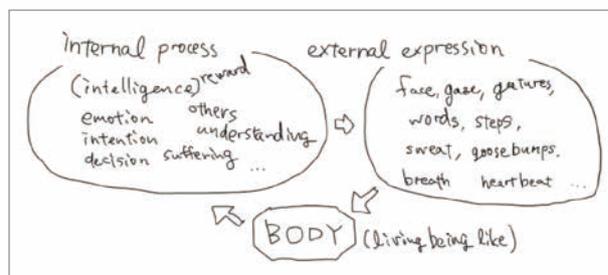


図-1 ロボットをいきいきとさせる研究

このような、人間に似せた心(内部状態)と表現(インタフェース部分)を精緻化して、いきいきとした存在のロボットを実現するという試みの数々は、人間のメカニズムを解明しシミュレーション的に模していく流れと考えられる。

以下に生物感提示のための表現にかかわる研究、および、個体の性質の遺伝と寿命に関する研究について触れる。

生物感提示に関する研究

我々の身体は随意に制御できる部分も多いが、睡眠中は意識下(不随意)で動く部分もある。また、意識的には制御できない内臓の動きもある。ここで、我々人間の生物としての特性として、制御できない不随意の挙動に注目し、人間にロボットを生き物のように感じさせるためのいくつかの試みを挙げる。

生命を感じさせる呼吸・心拍・体温表現

人間は、哺乳類や鳥類など肺呼吸をする動物の1つである。呼吸をするかのような動きだけで人を癒すぬいぐるみのおもちゃがある(図-2)。生命の存在と肉体的な存在をあらわす表現に、人間側が共感をおぼえることで、このようなおもちゃによる効果が期待できると考えられる。

心臓ピクニック^{☆1}は自己や他者の心拍を外在化させて触覚的に感じることでできるデバイスであり、生きていることそのものを投影する体験ができる。心臓はあくまでユーザの体内で動いているにもかかわらず、その



■ 図-2
呼吸をするぬいぐるみ^{☆2}

☆1 渡邊淳司他, <http://www.junji.org/heartbeatpicnic/indexj.htm>

☆2 “パーフェクトペット”, ニニアンドキノ, <https://twitter.com/niniquino>

動作をデバイスに触れて感じるうちに、そのデバイス自体の動きを止めることには躊躇が発生するという。

このように、他者や自己の心拍や呼吸は、それを再現したシステムを提示することで、より肉体の生命を感じさせることができると考えられる。筆者らも、呼吸とともに心拍の速度やリズムを制御可能なロボットを構成し、さらに、触れたときに恒温動物の持つあたたかさ(体温)の表現も導入した(図-3)。このロボットを用いた実験から、ユーザ自身の心的投影によるロボットの共感が、より錯覚されやすくなる可能性が示された。

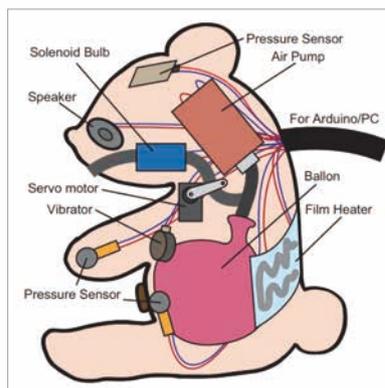
生物感を伴う皮膚上の生理表現

人間とのふれあいのあるロボットを検討するとき、特にそのロボットを、肉体的かつ生物的存在として捉えられることを狙う場合、そのロボットの皮膚上は何らかの動物を模して皮膚変化による内部状態を理解されやすく設計されるべきだと考えられる。皮膚上の鳥肌や発汗提示装置を備えた不随意随意マルチモーダル表現(筆者ら, 図-4)により、ロボットの内部状態やメッセージが解釈されることが分かっている。

遺伝と寿命に関するロボット研究

我々の寿命には限界がある。多くの人は機械システムであるロボットは限界がないと思いがちだが、故障や経年変化はロボットにもある。

私たちの体には部分的に寿命の長い個所と短い個所があるのと同様にロボットにも致命傷を負う部位もあるだろう。電気系統(循環器系)や記憶装置(脳)などに経年変化が起きればいずれ死に至る。しかし人間と同様の寿命を持つ(または動物を模したロボットが



■ 図-3 呼吸・心拍・体温表現ロボット(当研究室)

動物と同様の寿命を持つ) ことについては十分議論されていない。

筆者らは寿命の限界によるインタラクションの希少性を向上させ、遺伝した性質のある子世代とのインタラクションに元のロボットの面影を感じさせることを狙い、「死を迎えたり遺伝し誕生するロボット」の概念プロトタイプを提案した。記憶はそのロボットの世代限りで消え、子の世代にメンデルの法則的に遺伝情報を遺す。しかしこのプロトタイプではロボットの死によって体の制御が停止するのみであり、子の誕生では、他の個体が支配していない空の肉体であるロボットが動作し始めるだけのものだった。

ロボットと人間の発生と融合

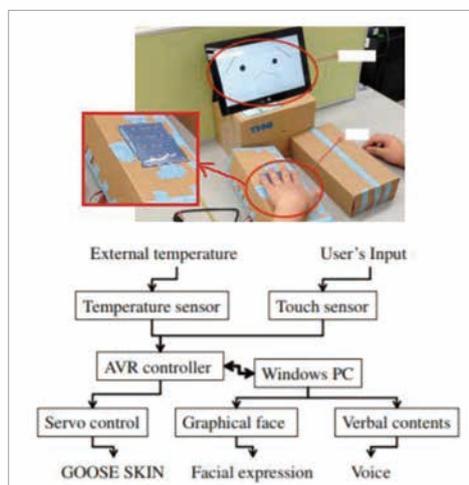
これまでに述べたように、生きている人間を模しロボットを人間に近づける手法が提案されてきた。

ではロボットの心や表現はデザイナーの手にかかっているのか。そしてロボットはプラントや研究室で「作られ」続けるのか。

この問いに対し、以下に筆者の考える「発生」「誕生」や「死」、および「生殖」についての妄想的な未来予想図を記す。

ロボットの自律的生殖と自動生成

ここで、ロボットの誕生に関し、人間に作られたり工



■ 図-4
鳥肌表現
ロボットの第1
プロトタイプ

場で作られたりするというプロセスと異なる、自律的に発生が起こる部分(ユニット)を体内に有したロボットというものを考える(図-5)。

ロボットの「誕生」において、人間のようにロボットの内部にロボット自身には意図的制御不可能な生殖機能を持つユニットがあり、他者(ほかのロボット個体や人間などの動物)との遺伝子の結合において発生した最小単位の情報をもとに、その情報に基づく「体」の生成を機械的に行う。プログラムされた情報を体という形にしていく装置を備えれば、ロボットにも生殖は可能である。そしてそのユニットが必ず各個体に埋め込まれることで、世代をつなぐことも実現すると考えられる。

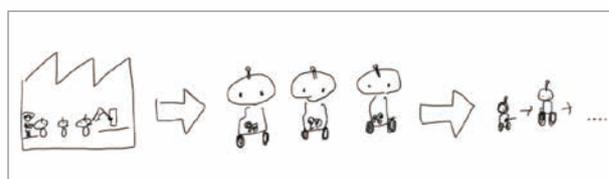
このことが実現することによって、ロボットに、人間に、どんな幸せや問題が待ち受けているか。全体としては、ロボットの性質の多様性と進化に人間と同様の枠組みを与えた先の発展を期待できる。また、特別な存在を慈しみたい個体同士が、満たされた感覚を共有することもできる。しかし、工場生産のロボットとの比較や争い、報酬系にもよるがロボット過多な社会の可能性もある。

人間とロボットの生殖

上記では主にロボット自身が生殖可能になる未来を考えた。では、人間はロボットとの生物システム上の子供を宿すことがあるとすればどうなるのか。

ロボットとの生殖のための遺伝子操作を行うユニットがインプラントできる時代になるとした場合、ロボットの気質も受け継ぐ人間が生まれることができるかもしれない。

その場合、問題は恐らく、人間とロボットの子世代が人間になるのかロボットになるのか、という問題と、



■ 図-5 ロボット工場からロボット構築ユニット/成長ユニットの個体埋め込みへ

その子世代を人間が宿すのかロボットが宿すのか、という点にまず現れると思われる(図-6)。

人間やその他有性生殖生物の場合、どちら側が宿すかという問題は種の定義により決着がつく。つまり、これは、前節での意図的制御不可能であることと共通の展開になるが、有性生殖を逸脱していくことが可能になっていく場合は、どちらが宿すのか、どちらに形質的に似るのかなどは、確率的に決定されるようになるべきと考えられる。

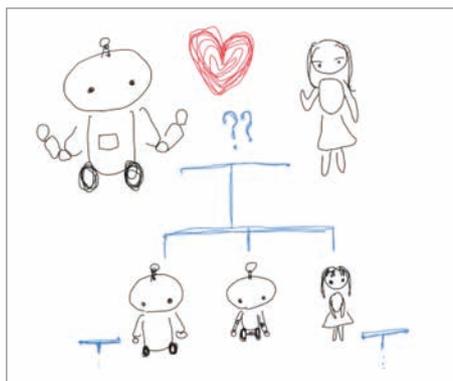
また、ロボットは人間を自身の生殖相手としてみなし求めることになる。人間側に受け入れられるためには、ロボットの心や表現モダリティが十分に人間らしく進化することが前提になるだろう。

最終的にはロボットと人間の境界があいまいになり、概念的には種が融合していくかもしれない。そのとき、過去を振り返って人間は何を思うのか。

ロボットの死

社会の中の個体が死していくことは悲しみを伴うことが多いが、同時に誕生と併せ社会の中での循環を起こす仕組みともなっている。

では個体はどのように死ぬのか。事故ではなく、体がどのように老いるのか。細胞の死にはアポトーシス(新陳代謝などに伴う健全な死)とネクローシス(病理的な死)がある。ロボットの体には細胞はないが、各ユニットと制御信号伝達部分などに再生機能がなければ緩やかな老化のみが待ち受けている。ここで、もしその再生機能があった場合を限定して考える。再生機



■ 図-6
未来の家系図

能が弱まりその速度が遅くなることによって、劣化(老化)速度がそれを上回れば、死を迎える。このため再生機能はタイムリミットを付けた減衰的な動作をするべきである。生殖だけ実現されて死が実現しないロボットは、人間との共生のバランスを失い、増加したロボット同士が限られたリソースを奪い合う社会にもなりかねない。

倫理と不可侵領域

人間のクローン生成や遺伝子編集は原則禁止されている。生殖は体内で知らない間に進んでいるプロセスであり、どのような遺伝子の組合せとなるのかは不明で介入の余地はない。そこに欠点と利点がある。病気のリスクや予後不良な因子を取り除くことができない一方、発生にかかわるプロセスに誰にも責任のない不可侵領域が保障され、多様性を維持できることが挙げられる。もし美容整形のように自由に遺伝子編集が許可される場合、現世代の理想的な性質のみが残ることになってしまい、後にさまざまな外部環境に対応し得る遺伝子を失う可能性がある。

ロボットの発生や人間とロボットの融合生物・融合機械の発生において、どのようにこの不可侵領域を確保することができるかが大きな課題となるだろう。

展望から振り返る生物らしさ

本稿ではロボットが生物らしく振る舞い生殖し死を迎える可能性を、人間との融合の観点から触れた。

生物らしさが、ロボットと人間の境界のあいまいさをもたらし、自身や他者を「生きている、替えの利かない、かけがえのない」大切な存在と考えることのできるエッセンスの1つとなるかもしれない。

(2019年10月4日受付)

■ 米澤朋子(正会員) yone@kansai-u.ac.jp

2001～2003年 NTT 研究所。2003～2011年 ATR-IRC 研究所。現在関西大学総合情報学部教授。変な擬人化や VR システム好きのヒト科。

8 機械仕掛けのソーシャルタッチ



塩見昌裕 | ATR インタラクシオン科学研究所

愛玩の対象と

ドアの開く音と、ただいまの声が重なる。葵はかちやりと鍵を閉めて、お気に入りのごつめな腕時計をごとりと机に置く。リビングのソファにゆっくり腰を下ろすと、横綱—葵の愛するペットだ—が寄り添ってきた。葵がその冷たい鼻先をつつくと、にゃーんと答えて膝上で丸まった。

横綱に遅れて、悠希が葵の隣に勢いよく腰を下ろす。自分の肩に並ぶ葵の頭を悠希はぼんぼんと撫でながらお疲れ様と声をかけると、葵は眼鏡を外してもみあげ付近の髪を整えた。

「お疲れ、ゆうちゃん。今日さ、また先輩が『ロボットと一緒に暮らして何が楽しいのー』って突っかかってきたんだけど、さすがに古くない？ ペットなんかもう9割がロボットじゃん」

「またか……。僕も古いと思う。葵の先輩もロボットと生活してみたらいいのに。なあ、横綱？」

はむはむと葵の指を甘噛みしていた横綱が、名前を呼ばれちょこんと首をかしげる。その頭を撫でる葵の手に、毛並みのふさふさした感触、その下のごつごつした感触、そしてほんのりと温かい感触が一緒になって伝わってきた。

動物や人に酷似したロボットが安価に手に入るようになると、それらはいつかの携帯端末のようであっというまに人々の生活に溶け込んだ。葵が横綱を飼い始めた時期は、ちょうど「ペットロボットあるある」を語る人気番組によって、世間の親が子どもからの「ロボット飼いたい、ちゃんと世話するからー」に頭を悩ませていたころだ。

ペットロボット以外にも、ぬいぐるみ型ロボットが人気を博している。特に、大きな体で優しく抱きしめて頭を撫でてくれる2メートルクラスのぬいぐるみ型ロボットは社会に大きなインパクトを与えた。ロボットとの物理的触れ合い、いわゆる「ソーシャルタッチ」のメリットがお茶の間の番組で繰り返し流れたことも、追い風の1つだ。ストレス解消、免疫力向上、他人に優しくなれること……大きなぬいぐるみ型ロボットに抱きしめられて思わず笑顔になる芸能人らを映したCMは、人々の記憶に強く印象を刻み込んだ。

その一連の報道は、一方で研究者の悩みの種でもあった。論文上では、人とロボットの触れ合いが人同士の触れ合いを否定しないことを強調しつつ、性産業にかかわるロボットへの過剰な権威付けにならないよう、これでもかと言わんばかりの綿密な議論で理論武装が展開された。しかしながらその難解さゆえ、大衆向けの報道でその議論は日の目を見なかった。その結果、研究成果の一部は誤解とともに広まっている。

そこで一部の研究者は、活動場所をメディアへと移して触れ合いの功罪を説こうと試みる一方で、一部の心ない研究者がその取り組みを冷ややかに批判する事態になったが……それはまた、別の話だ。

横綱が再び葵の指を甘噛みする様子を見つめる悠希が、そういえばと切り出す。

「シャチは喧嘩した後に、仲直りする際に甘噛みをするらしい。ロボットの甘噛みも、人間のストレス解消に有効だとか」

「いやいや、横綱はシャチじゃないし」

葵は肉球へ手を伸ばすが、それは失敗だった。横綱は体をよじって葵から逃れ、不機嫌そうに葵を威嚇して悠希の腕の中に引っ込む。

「葵は横綱に触りすぎ、嫌がってる」

「えー、こんなに優しくしてるのに」

「どう思うかより、どう伝えるが大事」

悠希が横綱を抱きかかえて、よいしょと立ち上がる。わしわしと頭を撫でつつ、お気に入りのおもちゃで機嫌を取ってやる。

「葵の先輩はもしかしてロボットってことを知らない、とか？ 見た目での区別は人間には難しいし」

世の中に出回っている動物型や人型のロボットの見た目はとにかくリアルだ。SF小説のような分かりやすい外見上の違いがない。耳部分に妙に尖ったデザインのアタッチメントはないし、頭の上の輪っかもない。カメラのレンズ周辺が光ると画像処理の邪魔なので、怒っても目は赤色にならない。ファッションの一環として、人のようにサングラスや眼鏡をかけるぐらいだ。

「んー、それはないね、前に話したし」

それなのにと言わんばかりに、葵の顔が曇る。

「先輩にはさ、ロボットなんて無機物でしょーって言われたんだけどさ。先輩は小説とかゲームの男キャラに嵌っているし、無機物どころかゼロイチの組合せだし。有機物の何が偉いかは知らないけど、じゃあSFみたくなさそうならどうだって話だよ。シリコンは化粧水にも入ってるっての」

「それは知らなかった」

勢いが収まらない葵に、悠希はそっと横綱を手渡してキッチンへと向かう。

「ゆうちゃん、化粧水使わないもんね……そうそう、何が嫌って、わざわざ言わなくてもいいことをご丁寧に伝えてくることだよ。人の幸せの形なんて他人がどうこう言うことじゃ、ないじゃん？」

葵が、横綱の背中を優しく撫でる。ご立腹なご主人様に気を使ってか、おとなしい。悠希はごそごそと探し物をしつつ大きめの声で返事する。

「僕も葵と同じ考えだよ。今はロボットも人間のようになんか幸せやストレスを感じるように作られてる。幸せの形だけじゃなくて、ストレスの感じ方だってそれぞれ違う。十人十色だ」

うんうんと葵は満足そうに頷き、君は幸せかい、と横綱に声をかける。横綱は葵の足元へと移動すると、その場で座ってにゃーんと返事する。

「やっぱり言葉が分かるんだなー、可愛いよ横綱」

頭を撫でようと手を伸ばす葵を、分かってないなと言わんばかりに横綱が睨み返す。あれれという顔をする葵に、キッチンから戻ってきた悠希は銀色の細長いチューブを2本手渡す。

「腹が減ってるんだ。早く準備しなさい飼い主、って顔をしてる」

「……なるほど。よーし横綱、ご飯にしようね」

ペットロボットの電気代と比較すると、横綱の食事代はいささか高額だ。葵が封を切ると、横綱は好物のペースト状フードをすぐさま舐めとってしまう。横綱は物足りなさそうに首を深くかしげて、無言で葵に2本目を促した。

恋愛の対象と

「そろそろ行くかな」

悠希はスケジュールを確認しつつ、雲のない夜空を見つめる。立ち上がって、作業着に袖を通す。

「働かざるもの食うべからず、ってやつだねー」

「それはお金があり余って働かない資産家様へのありがたい皮肉で、僕らは模範的な市民様だ」

「市民？ じゃあ2人は幸福になる義務があるね」

「その義務なら、もう果たしてる」

悠希は葵の肩に手を当てて微笑む。働くロボットが世に溢れても、人が主体の仕事はなくならなかった。悠希のかかわるインフラ整備もその1つだ。現場では複雑で雑多かつ繊細な力仕事が必要なため、いまだに人が主力である。工事に必要な重機や管理業務を行う現場監督は、すでにすべてロボットへと

置き換わっていたが。

介護や保育の現場でもロボットが積極的に導入されたが、その外見の多くは人型ではない。たとえば介護業界では、いかにもロボットらしい機械的な外見と声が主流のデザインだ。人らしい外見を備えたロボットからの接触を嫌がる利用者に加え、ロボットにセクハラする利用者も多発したのだ。

保育業界では、ふわふわ・もふもふの触感を備えたぬいぐるみ型デザインが主流だ。当初は人型の外見に対するクレームはなかったが、一時世間を賑わせた子どものみを狙う犯罪者の風貌が、当時の保育士ロボットの外見とたまたま似てしまったのだ。開発企業はリスクを避けるために人型をやめて、外見も一新した。元々ぬいぐるみ型ロボットは子どもたちの人気が高く、開発費用も人型に比べて安価なため、渡りに船だった。

性別を感じさせる外見を備えた人型ロボットは、まず性産業で広く利用された後、一般への転用が始まった。一般用途では機能が大幅に削減され、いわゆる「健全な」触れ合いのみ可能であったのだが、その経緯から世間の印象は芳しくなかった。2人のように異性の外見を備えた人型ロボットと生活する人への世間の目は、特に複雑だ。

それでも、人に酷似したロボットは増えつつあった。見た目の性別に対してではなく、特定の人物の外見を備えられることにこそ、真の需要があった。記憶や夢の中でしか会えない人、自分を相手に忘れてほしくない人……複雑な事情を抱えた人々の想いが、ロボットに宿されるようになった。

人型ロボットはその外見故、クレーム対応などの感情労働が必要な場所で主に働いている。葵の勤める会社でも、厄介なクレームには人型ロボットとその上司や先輩による男女2人ペアで直接対応する。お互いに絶妙な役割分担が求められる、ストレスの多い仕事だった。

葵は満腹で眠そうな横綱を優しく撫でつつ、悠希に問いかける。

「しかしさー、なんでロボットはストレスを感じるように作られたんだろうね？ 意味くない？」

「そのほうが人間らしくなるから、らしい。ストレスを与えたときの反応とか、ストレスを解消するための振舞いとか、そういうのが」

「でもさ、わざわざストレスをロボットに与えて、それを解消させるためにお金が必要だから働いてもらうって、なんか変かなーって」

「その結果経済が回ったから、多分良かったんだ。あと、僕と葵は出会わなかった可能性が高いな。そういう仕組みになっていなかったら」

「んー……ゆうちゃんと一緒じゃないのは嫌かな」

ロボットは人の仕事を一部奪ったが、メンテナンスなどの新たな仕事も生み出した。さらには、人のように消費者としても振る舞った。ロボットのストレス解消を目的に娯楽を提供する仕事は大きな雇用を生んでいる。特にぬいぐるみ型ロボットを対象とするストレス解消サービスは目を見張るものがあったが……それもまた、別の話だ。

「ねえ葵。今日はストレスフルだろうけど、ストレスの解消には想像が有効らしい」

「『推し』に抱きしめられる妄想、みたいな？」

「なんだ。知ってたのか……ストレスを感じにくくするために、人間は愛する相手の見た目や声かけより、触れられることを想像する方がいいって」

「いやいや、知らないから適当に答えただけね？」

「ちなみにそれって、ロボットでも効果あるのかな」

葵の問いに、悠希はふと右上に目をやる。

「その発想はなかったが……相手が大事な存在なら同じ結果になると思う。愛に貴賤はないはずだ」

ふーん。今度試してみようかな。葵はそう呟いて立ち上がり、ベランダに向かう。月明かりと春先のひんやりとした風が、葵を包みこむ。葵には月の海がウサギに見えることはなかったが、眺めるのは好きだった。悠希もベランダに向かうと、葵の横に立って丸い月を見つめる。

「どれどれ。……月が綺麗ですね」

こころなしか、言ってやった感のある表情だ。葵は口元に手をやり、上がる口角を隠して答える。

「……死んでも可^いわ」

最近の悠希が昔の少女漫画や恋愛小説、古典文学を大量にダウンロードしたことを葵は把握していたので、こういうこともあろうかと履修済みだ。2人は見つめ合って微笑んで、体を寄せて手をつなぐ。言葉には色々な意味が付きまとうが、触れ合いはもう少しだけ素直だ。つなぐその手に力を込めて、玄関へと歩き出す。

「ゆうちゃん、忘れ物ない？」

悠希の返事は変わらないはずなのに、葵はつい確認してしまう。鍵や財布はおろか携帯端末さえも持ち歩かない悠希の手ぶらスタイルに、葵はまだ慣れなかった。

「僕は大丈夫。じゃあ、行ってきます」

2人の体と唇が少しの間、重なる。

「気を付けてね」

ドアが閉まるまで、小さく手を振る葵。悠希はそれを見送って足早に車へ向かう。車内でシートベルトを締めていると、通知音が響いてくる。ボロボロになったカレンダーの写真と、新しいのお願いできる？という葵からのメッセージだ。どうやら横綱のおもちゃは、葵のカフスポタンからカレンダーへと変わったらしい。

悠希は運転を車に任せ、葵が自分を抱きしめる状況をシミュレーションする。しんと雪が降り積もる駅の構内、けたたましく響き渡る発車ベル。後ろから不意に僕を抱きしめて顔を寄せる葵……を想像したところで、駐車場に到着してしまう。状況設定に時間をかけすぎだった。がらがらの駐車場に響き渡るのは、自動駐車を告げる無機質な警告音。車を降りて手早く髪を束ねながら歩く悠希の頭上で、月の光で青白く染まったスモモの花々がそよそよと揺れていた。

悠希は今でこそ仕事を楽しめているが、当初は男性作業員たちからのくだらない嫌がらせに辟易して

いた。彼らは現場監督である悠希を毛嫌いしていたようで、作業中にわざとぶつかってくるようなちょっかいは日常茶飯事だった。悠希は侮られないよう立ち振舞いを変える必要があると考え、早めに出勤して皆の準備を手伝ったり、時にはぶつかってくる相手を力で押し返したりしてみたものの、根本的な解決には至らなかった。その後、悠希自身の外見による影響かと思いついた。

しかしながら悠希には、自身の顔つきや体格を変えることは難しかった。体の各部位はあつというまに換装できるが、何しろお金がかかる。現場を管理するためには強面で屈強な体つきのほうがよいのかもしれないが、葵は喜ばないだろう。

そこで悠希は有名漫画の人気キャラクタを参考に、口調を力強い男性風に変えてみた。一人称も「私」から「僕」に変更済みだ。効果は上々で嫌がらせも落ち着き、作業員の多くは好意的になった。口調1つでこうも印象が変わるのかと、悠希はその漫画に感謝したのだった。葵が喜んでくれたことも嬉しい誤算で、本人曰く「いかにも女性らしい見た目との組合せこそがグッとくる」らしい。その気持ちは理解できなかったが、葵がボクっ娘を好きな男性であることは理解できて、なんだか微笑ましかった。

参考文献

- 1) Hernández, S. et al. : Social Interaction Analysis in Captive Orcas (*Orcinus orca*), *Zoo Biology* (2019).
- 2) 中川佳弥子ら：接触コミュニケーションとしての甘噛みの実装と評価, *インタラクション* 2019 (2019).
- 3) Jakubiak, B. K. et al. : Keep in Touch : The Effects of Imagined Touch Support on Stress and Exploration, *Journal of Experimental Social Psychology*, Vol.65, pp.59-67 (2016).

(2019年9月30日受付)

本原稿は JST, CREST, JPMJCR18A1 の助成を受けたものです。

■ 塩見昌裕 (正会員) m-shiomi@atr.jp

ATR インタラクション科学研究所 室長。ロボットを用いたソーシャルタッチの研究に従事。人を幸せにするインタラクションに興味を持つ。

9 眠るアンドロイドのお葬式



新山龍馬 | 東京大学

「研究費 1 億円ください!」

大学院生の G がひさしぶりに研究会に出てきて言ったのがこれだ。研究会は、本来なら研究進捗を報告する場である。え、どういうこと？ 学生たちがざわついた。目を閉じてゆったり座っていた D 教授が冷静に対応する。

「その研究の成果物は？」

「……亡くした彼女をロボットとして再生します」

2カ月前、この研究室の博士学生 S が短期留学先で交通事故にあって亡くなった。ひき逃げだったらいい。その S が G の恋人だった。事件の後、G はずっと研究室に来ていなかった。葬式でも姿を見なかったという噂である。それが今日いきなり現れて、ロボットを使って亡くなった恋人をよみがえらせると言い始めたのだ。突拍子もない提案と対照的に、彼の目はあまりにも真剣だ。

研究室を主宰する D 教授は、ヒト型ロボットの研究分野ではよく知られた研究者である。彼の業績は、電気化学的な原理で動く実用的な人工筋肉を開発したことだ。それによってヒト型ロボットは人造人間と呼べるレベルに達し、メカメカしいロボットのイメージは大きく変容した。

「1 億円ってさあ、出せないことはないけど、もし失敗したらどうするわけ？ 返せないでしょ、1 億円」

「絶対できます！ すべてを賭けます！ もしできなかったら、教授が退職するまでタダ働きで構いません」

「いやいや、タダ働きとか無理だよな、常識的に」

「技術もアイデアもあります。研究としても絶対役

立ちます。ぼくの能力は卒論で証明したつもりです」

たしかに G は非常に優秀な学生で、学部の研究では半年あまりでヒト型ロボットを作り上げた。研究室の技術と設備があったとはいえ、驚異的だ。しかも、そのロボットに短距離走をさせる研究論文で論文賞をとっていた。

「じゃあやってみれば」

D 教授の口からあまりにも意外な言葉が飛び出てきた。

「ただし、ダラダラやられても困るんで、そうだな、1 年以内に完成させて我々に見せることが条件ね」

「ありがとうございます!」

間髪入れずに G が答えた。そして、さっさと部屋を出て行き、研究会は解散になった。

「人造人間を作る技術はここにある」

いくつもの装置が並ぶ天井の高い地下実験室で、G は 1 人つぶやいた。この部屋は、窓がない、くさい、人が住むところじゃない、などと言われて不人気で学生は常駐していない。この部屋の半分をロボット開発の作業場所として確保した。

「ただ似姿を作ろうってことじゃない」

G は自信に満ちた顔でつぶやいた。そもそも、故人にそっくりの等身大ロボットがいたら、家族でも困るだろう。G のアイデアは、必要なときだけヒト型ロボットが故人の姿に変身し、故人のように振る舞うというものだ。ロボットがイタコ役をするのである。故人の存在感は、外見だけでなく、表情や仕草、声などで醸し出される。これを実現するため

に、人造人間を作る技術が生きてくる。

計画はこうだ。まず、「素体」と呼ぶ人造人間を作る、これは、人工筋肉を骨格に配置した身体をわからい「プログラマブルマター」の肉で覆ったものだ。プログラマブルマターとは、形や色がプログラミング可能な、粘土状の特殊な物質だ。プログラマブルマターを作ることができた研究者はまだいないが、人工筋肉と同じ原理でプログラマブルマターを作ることができるという確信をGは持っていた。うまくいけば人造人間の外見が自在にプログラミングできるようになる。

素体に姿形や動き、表情、声を与えるために、ビデオ、チャットの会話履歴、日記など、生前のSのデータを集めて人格を再構成する。幸い、音声や動作の生成手法の研究は進んでおり、データさえあればなんとかなるはずだ。

もう1つ、大事なことはチームでやることだ。素体を作るには人手がいる。ゼペットおじいさんはピノキオを1人で作ったかもしれないが、時代がちがう。Gは学部生のときに所属していたロボット技術同好会の知り合いに声をかけ、後輩5～6人を引き込んだ。助かったのは、同期のAがチームに入ってくれたことだ。ちがう学科のロボット研究室にいるAは、独創的なアイデアを出すようなタイプではないが、実装力がすごい。

「手伝うよ。Sさんを取り戻したい気持ちは分かるし」

とAは言ってくれた。地下の実験室は人が増えてにぎやかになった。

「まちがいはない、はず……」

そう言って自分を鼓舞する。すでに与えられた1年間のうち8カ月が過ぎていた。もとよりやりきれないプロジェクトだが、正直疲れてきた。プログラマブルマターの開発は順調だし、デリケートな人工筋肉の世話やシミュレータ上での試行錯誤などは苦にならない。一番大変なのは、Sの知り合い

を探して連絡を取り、会って人格の復元に使う個人的なデータをもらうことだ。人格を再構成するために、できるだけ多くのデータが必要だった。

今日はSの親友だった芸大生のHと会っていた。「これで全部かな、教えられることは」

芸大横のカフェでHと待ち合わせて思い出話をした後、Sとの個人的なチャット履歴をもらう。

「ありがとう、助かった。じゃあ、ラボに戻るから」

とGが席を立ったとき、Hが抑えきれなかったという調子で話し始めた。

「協力はするけど正直あなたのしてることはおかしいと思う。だって死んだ人を弔うんじゃないくてロボットにしようなんて、なんでそんな発想するのか全然分からない。いくら恋人でも、他人は他人なのに、ロボットとは結婚もできないのに。偏見かもだけど男の人にありがちな、今のことしか考えてなくて、嘘をついていることに自分でも気づいてないみたいなの、やっぱり気持ち悪い」

Gは心のどこかがズキッとするのを感じた。知っている、よく分かっている、でも普通の方法じゃダメって気がした。人間が1人いなくなったってことを、おとなしく受け入れられるかよ。

言いつぎだと思ったのかもしれない、Hはしばらく黙ってから付け加えた。

「考え直した方がいいと思う」

「うん……ありがとう」

あいまいに返事をして、Gは外に出た。

Gは、いつだったか映画を観た帰りにSと交わした他愛のない会話を思い出していた。

「もし私がいなくなってもGくんは悲しまないですむね」

「なんで？」

「Gくんなら私とそっくりのロボットを作れるでしょ」

「そんな技術、まだないよ」

あのとき、そんなこと言うなよ、人並みに悲しいよ、と思って少し反発を覚えた。でも口にはしなかつ

た。なぜ今まで忘れていたのか。あのとき、ちょっと傷ついた、気がした。それが、いまぼくを駆り立てているものなのか。

実験室への道を急ぐ。ロボットを完成させなければ生きることが許されないという感じがしていた。

「おい、何をしてる!?!」

地下の実験室に入った瞬間にAがビクッとして不自然に席を立ったのを見て、Gが声をあげた。AがいたのはGの使っている席で、Aの席は別にある。「いや、ちょっと、制御プログラムのバージョンはどうだったかなと思って」

「それはリモートでも調べられるよな？」

コンピュータをかばうような形で立っているAを押しわけ、Gがコンピュータの表示を回復させた。なんなんだよ、大事なときに、いら立ちがこみ上げる。すぐに、たくさんのファイルのコピーが進行中であることに気づいた。それは、人工筋肉の詳細なレシピデータだった。

「データは絶対持ち出すなって言ったよな……？」

「家で作業できたら、とかさ」

「装置は家にはないんだから、データは無意味だ」

Aがなにか嘘をついているのは表情からも明らかだった。人工筋肉関連のデータが必要なのは論文を書くときくらいだ。……論文を書くとき？ Gは疑念を口にした。

「論文でも書くつもりだったのか？」

「……そうそう、そうなんだよ。ほら、お前これで論文書くつもりないんだろ？ もったいないじゃん？ 代わりに俺が書こうかなーってちらっと思ってさ」

Aは額に汗をにじませて、しどろもどろだ。大きな落胆とともにGは状況を理解した。彼女の再生という目的に共感して、同情と知的好奇心で手伝ってくれていると思っていたが、ちがった。Aは論文になる結果をかすめ取ろうとしていたのだ。あり得ない。

「出てけよ！」

Gが怒鳴った。人造人間の開発は順調なのに、人間ってというのはなんて面倒なんだ。全員クビだ。1人でやるしかない。素体はほぼできてる。あとは1人でもできるはずだ。

「実験開始だ！」

1人きりで開発を進めると決めてから1カ月がすぎたころ、ようやく素体の調整が済んだ。完成した素体は継ぎ目のないのっぺりした外観で目鼻もなく、大まかにヒトの形をしているだけだ。表面は白っぽく、色むらがある。ついにSの「魂」をロボットに宿らせる「降霊」実験が始められる。

Gが人格再生プログラムを起動すると、座っていた素体がビクッと震え、表面にいくつかの波紋が広がった。続いて身体形状データが読み込まれ、プログラブルマターの肉が盛り上がりつつ人間らしい形を取り始める。髪型や衣服も含んだ形状なので、まるで彩色していない陶器の人形のような。血が通うように、徐々に色がつき始め、目や唇が浮かび上がってくる。髪や服にも色がつく。形状と色模様が組み合わさって急に情報量が増し、そこには確かにSの姿が現れていた。

「やった……！」

プログラブルマターは設計通りに機能している。これだけでも世界初の成果、快挙である。

次は、生前のSのデータから設計されたニューラルネットワークによって行動や会話を生成するフェーズだ。Sの姿をした人造人間はぼんやりと前を見ていたが、ゆっくりと体を起こして立ち上がり、歩き出した。Gも寄り添って歩く。人造人間のSがGをちらっと思って言葉を発した。

「ひさしぶり。どうしてた？ 私がない間」

「……」

「こっちは話すこといっぱいだよ～」

Sのセリフが、いつか2人で公園を散歩したとき

のデータから再構成されたものだとすぐに分かった。元になった映像は何度となく見ている。あのときにタイムトリップしたような気分。風景までよみがえってくるかのようだ。なつかしさとうれしさがこみあげてくる。

「ねえ！ 外に出てみようか」

Gは実験の途中なのも忘れて呼びかけた。

「ほら、地下を出よう！」

人造人間のSが立ち止まってふりかえった。目を閉じている。ぎしっと首が傾き、腕が奇妙にねじれた。

「ひiiiiiiii！」

意味をなさない音が漏れ出し、Gは急いで停止ボタンに駆け寄る。人造人間はその場で無個性な素体に戻った。

その後、実験を繰り返した。しかし、人格再生プログラムのコアであるニューラルネットワークをどんなに作り直しても、過去の行動や会話をなぞる以上のことはできなかった。ひと昔前に、亡くなった役者や歌手、作曲家やマンガ家をAI化することが流行ったけれど、郷愁を誘うだけで続かなかった。あれと同じだ。

ほかのアプローチ、たとえば欠けている部分を別人のデータで補うことも試みた。しかしそれでは借り物感がどうしても消せない。やればやるほど自分の取り組んでいる問題がとんでもなく難しいことだと正確に理解し始めた。怖いもの知らずにやれたところがなつかしい。

データに頼ることをやめて、実体のあるロボットだからこそその「身体性」を利用するアプローチも試した。自然な動きとは、その人の身体に根ざした動きだ。ロボットが故人と同じ身体を持てば、データにない動作も身体のクセから探し出せるはずだった。しかし、それも失敗に終わった。姿形が同じというだけでは行動の選択肢が広すぎて、その人らしさが見つからない。結局、人生丸ごとが、その人の言葉と行動の源なのだ。

教授と約束した期日が迫っていた。

「親しくしていただいた皆様へ」

Sと親しかった人たち、研究室の学生、そして教授宛てに見学会の招待状が届いた。手書きのカードで、その筆跡はSのものであった。会の開催場所は大学の地下実験室だ。とうとうGはロボットを完成させたのか？

Sの親友だったHの元にも招待状が届いていた。当日、Hは意を決して大学に向かった。もしSの尊厳が傷つけられるようなことが起こっていたら私が止めなければ、降霊術の会にでも行くような不安な気持ちだ。会場に着き、緊張してドアを開けると、部屋の隅に立っている年配の夫婦が目に入る。Sのご両親だ。

「ご無沙汰してます。これ、どうなってるんですか？」

「Gくんがね、謝りたいって言って来て、ロボットを作ろうとしたとかどうとか難しい話をして、でもやめたので、うちの子のために若い友達を呼ぶ会にしようって」

実験室の中心では、台の上にSの姿をしたロボットが眠るように横たわっていた。木彫のような不思議な温かみを感じさせる。それを囲むように、生花や小物、本などが並べてあった。近づいて写真アルバムらしいものを手に取ってみると、Sの写真がたくさん綴じてある。幼いころの古い写真も混じっていた。Hはそれを見た途端に緊張が解けて親しみとさびしさが戻ってくるのを感じた。ほかの小物や本はSの遺品だ。別のアルバムを開くと、Gが撮ったものらしいSの写真が並ぶ。初めて見る写真、初めて見る表情。Sが短期留学に向かった空港での写真でアルバムは終わっていた。

姿のなかったGが、D教授と一緒に実験室に入ってきた。人造人間の前で何か技術的なことを説明している。

「このプロジェクトは！ 失敗でした！」

Gが教授に向かってうめくように告白し、うつむいた。そして教授の叱責を覚悟して身構えた。

「……まあ、がんばったんじゃないの。研究者人生は長いんだから、そんなに急がなくても、ね。」

え、それだけ？ 研究の遅れを温情で許すようなことは絶対ない教授が、こんな慰めの言葉をかけるのは珍しい、というか初めてかもしれない。

「この1年間何をしてきたかは、しっかり報告してもらうから。それでちゃんと修士論文を書いてください」

「は……はい。分かりました」

D教授は忙しそうな様子で実験室を出ていった。部屋の雰囲気がゆるむ。招待者もかなりそろってきた。「ぼくの勝手な希望で、みなさんに集まっていたできました。今日は、思い出話を、たくさん聞かせてください」

それは、少し遅い、Sを偲ぶ会となった。

「驚いたな……」

あれで1億円なら安いぞ。薄暗い廊下に出たD教授は口元に手を当てた。Gが失敗と言ったロボッ

トは、明らかに今の技術水準を超えている。すぐにもトップジャーナルに論文が出せるだろう。Gには博士課程に進んでもらわなければ、今度入ってくる学部生をうまく言いくるめて、重点的に割り当てよう。教授の企みが捗る。

一方、Sの姿をしたロボットの中で見えない変化が進んでいた。ロボットの電子頭脳は、横たわっていても動き続けている。そして、すべての会話が自然とインプットされていた。ロボットに与えられた情報の量は、今まさにある臨界点を突破し、人間の「心の理論」にかかわる部分の学習が急激に進んでいた。ロボットはまだ眠っているが、Gの努力は実りつつあった。

実験室からは、今は笑い声が聞こえていた。

(2019年10月21日受付)

■新山龍馬 niiyama@isi.imi.i.u-tokyo.ac.jp

ロボット研究者。2010年に博士号取得。東京大学・講師。専門は、身体に根ざした知能、生物規範ロボット、およびやわらかさを積極的に利用するソフトロボティクス。著書に『やわらかいロボット』（金子書房）がある。



『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術：2 貴方の考える未来社会像

10 アーカイブ衰亡史

応
般

宮本隆史 編 | 東京大学

〈ネットワーク〉に接続するシステムが排出する履歴情報を指す「アーカイブ」という用語を目にする機会は、今日では技術者による専門的な議論のほかではまずないだろう。しかし、近代の幕開けの時期である2000年前後の人々は、現在とは異なる意味でこの言葉をさかんに使っていた。当時の人々にとって「アーカイブ」とは、さまざまな情報の「集積」を意味した。ここでいう「アーカイブ」とは、書籍の画像データやテキスト・データ、映画作品の動画データ、音楽などの音声データ、建築物の立体データなど、非常に多様な種類のデータが集められ保存される場所のことであった。デジタル・データだけでなく、紙などさまざまな素材を媒体とした資料も、そこに収蔵されるべき対象とされていた。「アーカイブ」という語が意味した内容の広さには目を見張るものがある。

さらに興味深いのは、当時の人々が情報について、「集積」するような性質のものとして捉えていたということである。わたしたちは、百数十年前の人類が現在の我々とはまったく異質な認識枠組みの中に生きていたことを理解しなければならない。認知歴史学者デイヴィッド・サルカールによれば、21世紀の人々は情報を水や空気のような流体として捉えていたという（デイヴィッド・サルカール、『情報流体説と21世紀社会』、2123年）。このような世界観においては、情報は流れたり溜まったりする性質を持つものとしてイメージされ、その「フロー」や「ストック」について語られていたのである。しかし、情報が「集積」するという近代初期の捉え方について、現在のわたしたちはどのように理解できるだろうか。

そこで、「アーカイブ」の概念と制度の歴史を振り返ってみよう。20世紀までのアナログ・メディアの時代、「アーカイブ」という語が意味したのは、主に紙などのメデ

ィアに記録された資料の集積やそのための制度、とりわけ「文書館」のことであった。この文書館という制度は、21世紀の自然環境とエネルギー市場の急激な変化のために絶滅した数多くの公共的制度の1つであった（同じように失われた類似の制度として、図書館や博物館などがある）。意外なことに、当時の人々は紙という媒体が非常に堅牢なものだと考えていた。適切に取り扱えば、紙に記録された情報は世紀を超えて保存できるとさえ信じられていたのである。もちろん、この信念は無根拠なものではなく、実際に21世紀前半までは1000年以上前の紙資料が数多く残存していたのであった。

ところが、21世紀後半の急激な気候変動とエネルギー環境の変化は、それまでの2千年間に人類が蓄積してきた資料の大半が失われる原因となった。世紀前半のうちは、地球の温暖化は当時危惧されたよりも緩慢にしか進まなかった。温暖化に対する不安はたびたび表明され、時として激しい政治的論議の焦点にもなったが、結局は雇用や経済成長といった政治経済的課題のほうが優先されつづけたのである。しかし、事態は世紀後半に急展開を迎えることになった。地球の気温は50年間のうちに5.8度も上昇し、それまでの人類が経験したことのない規模の災害が起こった。中でも紙媒体資料の生存にとって決定的だったのは、アジアと北米の沿海地域における台風や豪雨などの水害であった。当時の世界経済の中心であった超大国インド・中国・アメリカ合衆国およびその周辺諸国の沿海部では、6～11月に巨大な台風や激しい豪雨が頻発した。この気候変動は非常に急速に起こったため、被災国の住民の生活基盤は大打撃を受けた。政府予算の多くは住民の生活維持に振り向けられ、「文化」事業は後回し

とされた。その結果、図書館、博物館、文書館などの資料保存施設には保守管理費用が回されなくなり、台風や豪雨による破壊を生き延びた資料も、多くがカビによる被害を回避することはできなかった。20世紀後半から21世紀前半に建設された資料保存施設は、比較的大規模な施設内に資料を集中的に保管するものであったため、風雨が吹き荒れる環境で空調設備が停止すると、カビへの耐性は非常に低かった。自動化された集中管理方式があだとなったのである。システムが停止すると数千年を生き延びると信じられた紙資料でさえも、短期間のうちに朽ち果ててしまった。もちろん、21世紀前半の人類の怠慢がこの惨事を招いたのか、それとも気候変動を人類が左右することなどそもそも不可能だったのか、環境学者たちの見解はいまでも割れている。

これら失われた紙資料には、歴史的な公文書も多く含まれていたが、幸運なことにそのほとんどはすでにデジタル化されていた。公文書以外にも、刊行されていた多くの文書や書籍がデジタル化されており、実際に紙媒体の資料が参照されることはすでに非常にまれになっていた。また、21世紀半ばまでには、ほとんどの文書は最初からデジタル形式で作成され処理されるようになっていた。紙媒体の文書は当時でもほとんどが歴史的な記録だったのである。そのため、紙資料が失われたこと自体は、国家運営や私企業のビジネスにとって大きな打撃とは考えられなかった。被災諸国の経験は、暴風雨の影響を受けない赤道近くや内陸部の国家にとっても先例として受け止められ、デジタル代替物がある資料については、実物資料を保存するための予算が各国で切り下げられていった。その結果、実物資料のほとんどが廃棄されるか放置されることになった。アジアの西方の砂漠には今日でも、朽ち果てた本や文書の廃墟が残っており、動物や浮浪者のすみかとなっているという。

デジタル資料という知識基盤に全面的に依拠して国を統治する新たな体制においては、すべての情報がデジタル化され、ネットワーク上で常時呼び出すことが可能であった。「インターネット」と呼ばれた当時の

支配的ネットワーク上では、常時稼働するサーバ・コンピュータが情報を提供しており、利用者はインターネットに接続していればいつでも情報を得ることが可能であった。この時代には、歴史家たちはほとんど絶滅危惧種と考えられた。誰でもいつでもインターネットを通じて歴史的な資料を読むことができ、分析プログラムにかけさえすれば、前世代の歴史家たちが書いていたようなモノグラフを自分のために自動生成することができたのである。2050年代には、この知識基盤の総体が、慣習的に「アーカイブ」と呼ばれるようになっていた。

60年代には記憶装置の高騰という問題が浮上する。それまでの通念では、技術革新により半導体の価格は継続的に下がり続けるとされていた。実際に50年代までは半導体価格は下がり続け、記憶装置も際限なく大容量化できるかのように思われた。しかし、60年代に入ると、気候変動に伴う電力料金の高騰と、デジタルデータの増加による半導体の需要の高まりによって、記憶装置の価格は上昇に転じる。人類は、集中と圧縮という方法で費用を節約することで、この問題を当面はやりすごすことができた。高騰した記憶装置を購入できずデータを自力で保持しきれなくなった組織や個人のために、各国政府が公共サービスとしてデータを保存・管理する政策が広く実施された。これに加えて、プラットフォームを持つ企業が、比較的低価格でデータを預かるサービスを提供した。かくして、ほとんどのデジタルデータは、個人の端末上ではなく、政府や大企業の記憶装置に集中的に保存されるようになった。

データの保存を担うことになった政府と企業は、圧縮技術を用いて効率化を図ることになった。鍵となったのは、メタデータ関連の技術であった。21世紀初頭には、インターネット上のすべてのデータに標準化されたメタデータを付与し、その関係を機械可読なたちで記述することで、コンピュータにその意味を与えるという、セマンティック Web の構想が提案されていた。しかし、こうした情報量の豊かなデータを作成することは、当時は費用に対する効果が見合わないと判断され、実験的な試みに終わっていた。ところが2060年代には、

この技術がデータの圧縮に有用であるとして、再び注目されるようになった。人工知能の開発が進んでいたことも費用を下げることに寄与し追い風となった。

この方式について、ごく単純化してその仕組みを素描してみよう。たとえば、次のような文があるとする。

1857年にインド大反乱が勃発すると、翌58年にイギリス東インド会社は解体され、英領インドはイギリス王の植民地となった。1877年には、ヴィクトリア女王がインド皇帝として戴冠し、英領インドの統治は帝国主義的色彩が濃くなっていく。

このとき、「イギリス東インド会社」や「ヴィクトリア女王」などの名詞（下線を引いた部分）について、識別子を付与して辞書に登録しておくのである。実際には、より詳細で複雑な辞書が作られたのだが、ここでは理解を助けるために単純化したものを示しておく（表-1）。こうして標準的な方法で語に識別子を与えてネットワーク上に辞書を公開しておけば、メタデータを通じて参照することができる。つまり、つぎのように文のデータを書くことができるのである。

1857年に<n id="01"/>が勃発すると、翌58年に<n id="02"/>は解体され、<n id="03"/>は<n id="04"/>の<n id="05"/>となった。1877年には、<n id="06"/>が<n id="07"/>として戴冠し、<n id="03"/>の統治は<n id="08"/>的色彩が濃くなっていく。

id	name
01	インド大反乱
02	イギリス東インド会社
03	英領インド
04	イギリス王
05	植民地
06	ヴィクトリア女王
07	インド皇帝
08	帝国主義

■表-1 簡略な辞書のイメージ

もちろん、ここに示したのは単純化した例であるが、仕組みは理解していただけたらろう。コード化された文を利用者がダウンロードすれば、端末上の再生プログラムがネットワーク経由で辞書を参照し、完全な文を構成することができたのである。動画や音声についても、基本的に同様の考え方で圧縮が行われた。これによって効率的な情報交換が可能となった。こうした「アーカイブ」のシステムは、総体として2080年代までは非常にうまく機能しているように思われた。

しかし、2090年代初頭に事態が変わりはじめる。ユーラシアと北米の大国が瓦解し、数多くの継承国家に分裂すると、どの公文書をどの国家が引き継ぐのかという問題が発生したのである。その過程で、何者か（その文書の利害関係者たちであろう）によって膨大な数の文書が書き換えられ、内容が異なる公文書の異本が複数の国家に引き継がれることになった。デジタル形式の文書は効率的に扱うことができる反面、統治体制が揺らぎ監視が行き届かなくなれば、改竄も非常に効率的に行うことができた。紙媒体の文書は失われて久しく、ある文書のどの異本が正確なものなのか、判断することはすでに困難となっていた。大国の瓦解に伴って生じた騒乱の犠牲者の補償問題は大いにこじれ、今日でも継続している訴訟がある。

さらに問題を難しくしたのは、2101年9月の同時多発攻撃である。現在でもその実態は明らかにされていないが、「テロリスト」グループの犯行とされる攻撃によって、各国政府だけでなくそれまで世界規模で情報技術産業を1世紀にわたって支配していた主要企業や教育研究機関のデータ・センタが物理的に破壊されたのである。それだけではなく、この物理的攻撃に先立って、インターネットには通称「ディコンストラクション」ウイルスが放たれていた。このウイルスは、デジタル・データに与えられていたメタデータをランダムな文字列に書き換えるものであった。先に見たように、21世紀のインターネット上では、ほぼすべてのデータに標準化された規格で豊富なメタデータが付与されており、これによって情報が構造化され効率的な情報交換が可能と

なっていた。しかし、感染力の強いこのウイルスによって、メタデータが無意味なものにされてしまったことで、コンピュータが文を正確に読み取れなくなってしまった。アナログ形式のコピーが失われている世界では、コンピュータが読めない文はヒトが読めない文と同義であった。同時多発攻撃は、こうした状況において発生したのである。インターネットは、物理的にもデータ構造上も断片化されてしまった。

人類はこのとき歴史を失った。寸断されたインターネットにかわり得るネットワークを構築できる体力を持つ企業や国家はすでに存在しなくなっていた。メタデータを失ったデジタル・データは、支離滅裂な代物になってしまっていた。もちろん、紙媒体の情報もほとんどが失われていた。22世紀の人類に残されたのは、個々の端末上に残された断片的な情報だけであった。これらの諸断片どうしがどのように繋がるかを明らかにする作業が、現代を生きる歴史家の役割となった。異本どうしの関係を推論して断片的なデータをつなぎ、あるいは著者や読者の証言を取ることで、もとの文書を復元するための努力が続けられている。

前世紀の歴史家たちが聞けば驚くかもしれないが、いまや職業としての歴史家の将来は約束されている。歴史家の多くが公的機関に雇われ、公文書の復元業務にあっている。また、企業も有能な歴史家たちを引き抜きあい、過去のさまざまな情報の復元にいそんでいる。政府や企業の情報独占に対抗し、普遍的な知の構築という目標を掲げる市民運動であるプロジェクト・ライブニッツの活動もさかんである。このプロジェクトの近年の成果としては、書籍ではウィリアム・シェイクスピア全集、音楽ではグレイトフル・デッド全集、動画ではモンティ・パイソン・シリーズなどの復元・無料配布が話題になった。シェイクスピアやグレイトフル・デッドの作品は、前世紀のうちに自由に無料で配布されており、数多くの異本データが残されていたことが復元の役に立ったとされている。モンティ・パイソンの作品は、ある種のプログラマたちのコンピュータの中で、ウイルスによる破壊をまぬがれて保存されていた幸

運なケースであったという。

データの復元の過程で徐々に形成されてきたのが現在のわたしたちが基盤とする〈ネットワーク〉である。同時多発攻撃後のわたしたちは、どこか1カ所に情報を集中させることについて強い恐怖を共有する文化に生きている。〈ネットワーク〉は、断片的な情報をつなぎ復元する作業の過程でたちあがってきた、コンピュータどうしが対等に情報を交換しあう自律分散型のネットワークである。現在では、ほとんどの情報はこの〈ネットワーク〉上で交換されている。22世紀の情報は、もはや流れたり集積したりはしない。すべては断片化されており、絶えず相互に交換されつづけるものとなったのである。現在では「アーカイブ」の語は、壮大な知識の「集積」を意味することはなくなり、〈ネットワーク〉上での情報交換の履歴情報を指す技術用語としてかろうじて使われているのみである。

*編者解題：この文章は、複数の端末に残されていた異本データから、編者が復元したものである。サルカールの研究書（未復元）を参照していることから、発表年は2123年から新型ディコンストラクション・ウイルスが再流行した2148年の間のことであると考えられる。著者は明らかではないが、文体からこの時期に精神的に執筆していたイスマット・チャンによるものではないかと推察される。編者の呼びかけに応じて異本を提供してくれた〈ネットワーク〉利用者の諸氏に感謝する。

(2019年10月17日受付)

■宮本隆史 mt@jasmineorange.com

1979年、京都府出身。東京大学大学院総合文化研究科博士課程単位取得退学。現在は東京大学文書館特任助教。専門は歴史学。インド近代史、刑罰の社会史、デジタル技術とアーカイブの制度史に関心を寄せる。

『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術：2 貴方の考える未来社会像

11 誰もが科学する未来の社会を ソウゾウする — SCI の意伝子 —

応
般

水野雄太 | 北海道大学

科学技術の営みが浸透した社会

今回、「科学／技術が発展し社会に浸透した様子」を描くというお題をいただいた。一般に、科学技術が浸透した未来社会として想像するのは、科学技術の成果が浸透した社会のことだろう。しかし本稿では、科学技術の営みそのものが浸透した未来社会を想像してみたい。すなわち、研究機関に属さない非専門家である一般市民が、自身の興味関心や課題意識に基づき、自ら科学的研究を行う未来の社会について描いてみたい。

一般市民が科学的研究活動に参加することは、社会にとっても科学にとっても意義がある。一般市民が自ら科学的情報を活用でき、自分が欲する科学的情報を自ら生み出すことができれば、多様な市民のニーズに応え得る科学になるはずだ。また、研究活動に市民が参加することは、科学という営みそのものに対する市民の理解を増進し、科学全体の発展を加速させるだろう。

一方で、研究機関に属さない非専門家が研究活動に参加するには、現状では障壁が高いのも事実だ。そこで本稿では、これらの障壁を下げるために、どのような科学技術的基盤が必要か想像する。

本稿の構成は以下の通りである。次章では、『AIの遺電子』にならない、一般市民による研究活動が一般化した近未来を描く架空のSF漫画『SCIの意伝子』の概要を、某市民参加型百科事典の記事の体裁で記す。つづく最終章では、『SCIの意伝子』で描

いた未来社会を実現するための科学技術について、筆者の研究分野に絡めて述べる。

SCI の意伝子

『SCIの意伝子』（サイのいでんし）は、水野雄大による日本のSF漫画作品。

概要

科学的情報の可視化技術と研究の自動化技術の発達により、一般市民による研究活動が当たり前になった近未来を舞台に、市民研究倫理監査士を主人公として、科学技術の成果が浸透した未来社会ではなく、科学技術の営みが浸透した未来社会を描くオムニバスストーリー。

本作中で、市民研究の文化は、論文の代わりに「構造図」とよばれる種々のダイアグラムをパブリケーションの形式とし、構造図を自動的に作成する「自動構造解析機」を技術的基盤としている。市民研究者コミュニティの研究成果の集大成であるオープンデータベース「Atlas of Everything」を中心に栄える新たな科学文化と人々の生活、それに伴う研究倫理の問題が、本作の主題である。

あらすじ

一般市民が研究活動を行うことが当たり前になった近未来の日本では、市民研究に伴う倫理的問題が社会問題となっていた。

市民研究倫理監査士である主人公の仕事は、一般市民の研究活動における倫理違反行為の取り締まりや、トラブルの相談に乗ることである。毎話、さまざまな事情で研究不正を犯してしまった市民研究者やトラブルを抱えた市民研究者の話に、主人公は耳を傾ける。

第1話「吾輩は猫アレルギーである」

札幌に住む青年 A は、古書店でのアルバイトからの帰り道、近所の野良猫に餌をやることを日課としていた。この野良猫は元々捨て猫で、いつも餌をくれる A には懐いている。札幌に厳しい冬が訪れようとする 10 月末、A はこの野良猫を自分のアパートで飼おうと決心する。しかし、それには問題があった。A は猫アレルギーなのだ。市販の抗アレルギー薬は、A にはあまり効かない。そこで A は、猫アレルギーを克服するために、自らに合った薬と治療法について、休日を使って研究しようと思い立つ。Atlas of Everything でアレルギーの機構について学び、研究の計画を研究支援 AI に立ててもらった。その研究計画には、自らの身体を対象とする研究が含まれていた。ヒトを対象とする研究は、市民研究倫理委員会が認定した有資格者しか行えない。A は無資格であるが、対象が自身であるために軽い気持ちで、自らの身体から採取した試料を自宅の自動構造解析機にセットしてしまう。猫アレルギーを克服した A が猫とともに暮らすアパートに、市民研究倫理監査士の主人公が事情聴取に訪れる。

第2話「サイの角」

現実社会に嫌気がさし、B が人里離れた山奥に引きこもったのは 30 年前のことである。古希を迎えた現在も、B は気心知れたヒューマノイドと 2 人で山奥に暮らしている。B は自分の山すべての構造図を作成することをライフワークとしている。山の地形、小川の水の流れ、そこに棲む草木鳥獣虫魚、それらが織りなす生態系、そしてそれらを構成する多様な分子——それらの構造図を自動構造解析機により毎日作成し続けている。毎晩、自らを取り囲む山の美しく壮大な構造図を眺めることが、この現実

世界で生きていく活力を B に与えている。そんな山奥での研究生活の中、B はとある珍しい虫を見つけ、Atlas of Everything 上でその構造図を共有する。(つづく)

第3話「虫愛づる少女」

虫をこよなく愛する C は、幼いころから、公園で虫を見つけては、眼鏡型ヘッドマウントディスプレイに自動表示される虫の構造図と、掌の上の小さな本物とを見比べるのが好きだった。C は中学に上がり、今年こそは自分の手で、新規の虫の構造図を作ろうと思い立つ。Atlas of Everything の虫関連領域をサーフィンしているとき、B が公開したあの珍しい虫の構造図が C の目に止まった。この虫は珍しいし、まだ研究の余地はありそうだった C は、夏休みに B が住む山に向かう。はじめ B は C に研究を許可せず、トラブルに発展してしまうが、主人公の仲介により、2 人は共同研究を行うことになる。その夏 2 人は協力して、人類の知識領域を少しだけ押し広げたのだった。

第4話「池の青さを知る人よ」

市民研究文化が社会に浸透したことで、科学的に興味深い現象が見られるサイエンスジェニックなスポットに観光客が殺到するようになった。科学観光ガイドの D は、数年前に話題となったある池のガイドをしている。池で見られる興味深い現象について、構造図片手に観光客に解説することで、D は生計を立てていた。この池には、昔は駐車場すらなかったが、今は大型バスも停められる駐車場もできた。D にとって観光客の増加は嬉しいことだが、一部には自動構造解析機を持ち込んで勝手に研究を始める輩もいる。このような研究行為が環境破壊につながらないだろうか、自身の仕事がそれを助長しているのではないかと心を痛めた D は、友人である主人公に相談する。

第5話「巷で噂のアトランティアン」

Atlas of Everything で活動する市民研究者「アトランティアン」の中でも、E はずば抜けて高いクレジットを保持している。E は多くのサイエン

スジェニックな「映える構造図」のオーサーであり、他のアトランティアンからつく「いいね」の数はEの肥大化した承認欲求を満足させていた。しかし、その構造図のほとんどはオーサーシップ売買の裏取引で手に入れたものであり、ゴーストオーサーによるものであった。不適切なオーサーシップに関する研究倫理違反の疑いで、Eは主人公の取り調べをうけることになる。

主な登場人物

主人公I

本作の主人公。市民研究倫理委員会所属の市民研究倫理監査士。平日は監査士をしているが、休日は日曜研究大学院大学で「視覚障害者のための構造図の触覚提示法」について研究している。

用語

構造図

科学的情報を視覚的に表現する、いくつかの標準化された形式のダイアグラム。状態空間構造を表す図や、系の構成要素の相互作用構造を表す図など数種類が存在する。全科学分野で共通の標準形式を採用することで、利用者の学習コストを低減している。非専門家にとって難解な論文ではなく、全分野共通の構造図を研究成果物の中心に据えたことで、科学的情報の解釈に要する労力や解釈法の学習に要する労力を低減できたことが、一般市民の科学への参入障壁を下げた一因とされる。また、構造図を（意味を変えずに）芸術的に美しく加工した作品を制作するアーティスト集団の出現や、構造図の加工アプリの登場も、一般市民の研究文化への参入を促した。

自動構造解析機

挿入された試料に関する構造図を自動で作成する装置。内部ではデータの収集と解析が自動で行われる。データ収集・解析の自動化による研究労力の低減は、一般市民の研究活動への参入障壁を下げた。この自動構造解析機の解析結果の信頼性はとても高

い。そのため、同様のデータ収集・解析を手動で行うことは、パブリケーションや公的研究費投入の対象にならないという決まりがある。

Atlas of Everything

この世界のさまざまな現象の構造図を収録した巨大なオープン科学データベース。構造図は、対象系の階層（分子-細胞-組織-個体など）に従って、階層的に収録されている。階層間の移動は、電子地図におけるズームの要領で行える。また、利用者は未収録の構造図を作成することができる。構造図作成には専門業者に依頼する方法と、自前の自動構造解析機からデータをアップロードする方法がある。いずれの場合も、貢献に応じて作成者にクレジットが配分され、その名誉は未来永劫記録される。

市民研究倫理委員会

研究機関に属さない一般市民の研究活動に関する倫理的問題を審議・監督する非政府組織。主人公の平日の所属機関である。

日曜研究大学院大学

休日だけ研究したい人向けの大学院大学。通称、日研大。自動的に標準化された研究に飽き足りない市民研究者が通う。主人公はこの休日研究員。

サイエンスジェニック

元々は科学的に興味深い事象のことを指していたが、現在では美しい構造図が得られる事象を指すこともある。構造図を美しく加工することが一般化してからは、後者の意味での使用例が増えた。

関連項目

- オープンサイエンス
- 構造幾何学
- 研究の自動化

市民研究を支える科学技術

前章では、市民研究文化が根付いた近未来の社会を想像で描いた。作中で、研究活動を一般市民に普

及させるための仕掛けとして、(1) 分野共通で標準化されたダイアグラム、(2) データ収集・解析の自動化、の2つを導入した。前者は科学的情報の解釈や学習に要する労力を低減し、後者は研究活動に要する労力を低減するとともに、非専門家による研究にも科学的信頼性を担保する働きがある。

この2つの仕掛け、実は筆者とその周りの研究とかわりがあり、それが前章のSFの着想のもとになっている。本章では、前章で描いた未来社会を支える科学技術の萌芽として、筆者の専門である化学反応論での事例を簡単に紹介する。

相空間幾何学

化学反応は分子の運動である。古典力学的に考えれば、分子の運動は構成原子の位置と運動量の時間変化である。位置と運動量を軸に持つ多次元空間を相空間とよぶ。分子の運動はこの相空間内の1本の軌跡で表される。さまざまな初期条件に対して軌跡を描くと、これらの軌跡を道筋とする状態変化の流れが相空間内に描き出される。この相空間内の流れの構造を幾何学的に捉えることで、化学反応を理解することができる。たとえば、化学反応の反応物と生成物に対応する相空間領域の間には、遷移状態とよばれる流れのボトルネックが存在し、そのボトルネックの太さから反応の速度を予測できる。さらに、これらのボトルネックで仕切られた相空間領域の繋がりのネットワーク構造（反応経路ネットワーク）を捉えることで、化学反応の機構を視覚的に理解することができる。

相空間は、動的現象に普遍的な概念である。一般に、決定論的／確率論的な過程は、相空間（状態空間）の概念に基づいて数学的に記述される。たとえば、太陽系内の惑星間を航行する宇宙船の運動も、相空間構造の観点から理解できる。反応経路ネットワークと同様に、惑星間輸送ネットワークを描くこともできる。このネットワークは、効率的な惑星間航行経路の設計に利用でき、実際にNASAのミッ

ションでも利用された。

相空間幾何学という普遍的枠組みから導かれた、反応経路ネットワークや惑星間輸送ネットワークなどの分野横断的に共通する形式を持つダイアグラムが、「構造図」の着想のもとになった。

化学研究の自動化技術

前節で述べた通り、化学反応を理解する上で遷移状態や反応経路ネットワークを捉えることは重要であり、これは計算化学者の仕事の1つである。この計算化学者の研究活動は、近年、前田理らによって開発された化学反応経路自動探索法によって自動化が進んでいる。

実験化学者の仕事もまた、自動化が進んでいる。目的化合物を合成するための合成経路を設計する、逆合成解析という有機合成化学者の研究活動を、機械学習を用いて自動化する研究が盛んに行われている。さらに、与えられたプロトコルに従って自動的に分子を合成するシステムの研究開発も進んでいる。

このように、化学研究の分野では自動化技術が発達してきている。他の分野においても、研究の自動化技術は今後ますます発達することだろう。

サイエンスの意伝子の担い手

もちろん、上記で述べた科学技術は、研究という「科学のこころ」を市民社会に浸透させられるほどの力はまだないし、それを目指してもいないだろう。しかし、これらの科学技術がサイエンスの意伝子の担い手として発展し、誰もが科学する未来の社会を創造する可能性は、十分にある。

(2019年9月30日受付)

■水野雄太 mizuno@es.hokudai.ac.jp

北海道大学電子科学研究所附属社会創造数学研究センター助教。2018年東京大学大学院総合文化研究科博士課程修了。博士（学術）。2019年より現職。専門は理論化学、特に化学反応動力学、量子波束動力学、相空間幾何学。





Failed to login



システム障害だって

夜中までには復旧するってニュースで言うてるみたいだけど今日は色々混乱しそうだねー

今日の打ち合わせですが音声通信とかビデオチャットだと手間取りそうなので直接話しましょう

場所はこちらをお願いします
<https://comm...>

全員の都合がつく日なかなかないから予定通り夜集まろう!

AさんもOKだって〜良かったね!

場所は後で送るね♡

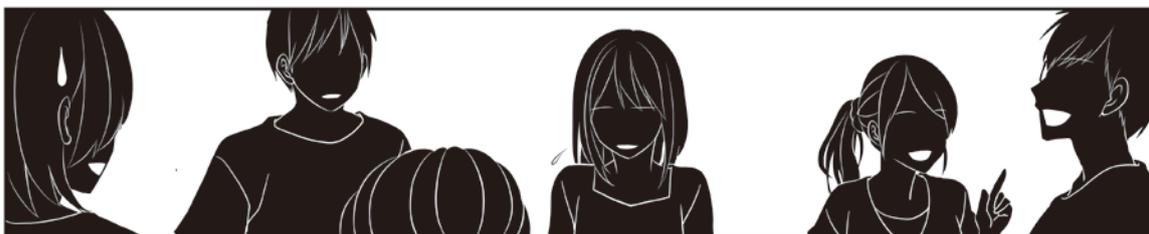
何で こんな日に限って



敵意でしか応えられない直接会いたくない人と



目を合わせることもできない直接会いたい人と



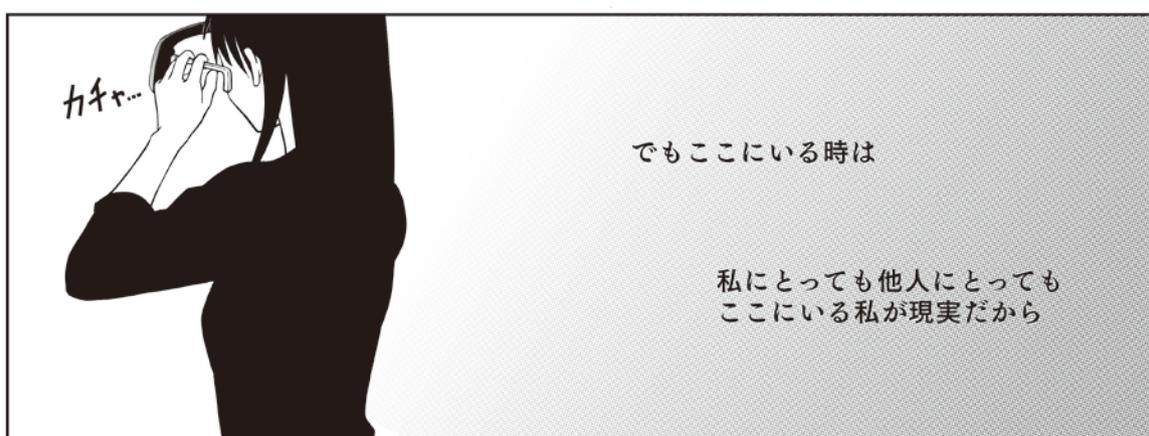
私のままで会わなくちゃいけないの





……このシステムは理想と現実のギャップをあらためて認識させてくるのかもしれない

ここの私は他人から見れば別人でしかないんだから



 **Successful login**

The real is (in)variable

櫻井 翔 (電気通信大学)

櫻井 翔
 電気通信大学情報理工学研究科特任助教(現職)。VRや認知心理学を基盤に、身体性を拡張・表現するメディア【Metaphysical Media】の設計方法論の研究に従事。VR, HCI, AI等の最新研究を漫画で解説する漫画家としても活動中。博士(工学)。
 E-mail: sho@vogue.is.uec.ac.jp URL: <https://sakuraisho.info>

『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術：2 貴方の考える未来社会像

13 Shared Baby and Your Arm： 3人以上の複数の親を持つ子供をどのように 共同育児するのか。そこにどのようなテクノ ロジーが必要とされ開発され使用されるのか？^{☆1}

応
般

長谷川愛 | 東京大学 大学院工学系研究科 川原研究室

侑河家の誕生

「恵さんがなんか、子供欲しいんだって」子供が寝静まった夫婦の晩酌タイムに僕は思い切って切り出した。

「へえ」妻の渚はいつもの雑談だと流している。

「で、僕のほかに共通して仲の良い人2人に声をかけたらいいんだ、親の1人になって、って」

「それって、ゴッドファーザーとして？」渚はおかずにひじきを咀嚼しながら聞く。

「ではなく、生殖系のテクノロジーの会社 Shared Baby っていうサービスの、2人じゃなくて、3人から6人ぐらいの親で一人の子供を産めるやつ」

「ああ！ あの！」彼女の反応が若干鋭くなってきた。

「どうやら社長と知り合いでパイロット版として格安モニタ価格でできるらしくて」

「それって、安全なの？」鋭い切り返しから仕事モードの彼女が透けて見える。

「まあ、もう認可も下りてるし、リサーチも十分されていて大丈夫だと思うよ？ 僕も一通り確認したし」

「ふーん？ ……で、ほかの親たちは誰よ？」

僕はこの質問に一瞬罰の悪そうな顔をした。「えーとあとはマイさんと、有華さん」そう、僕以外は3人ともよく知る美しく賢く面白い女友達で、そう

まるでハーレムだ。

「うわっ、きもっ！」

その妻の反応に僕は有効で的確な反論ができないので、苦笑いをしながら安心と利益に関するトピックに話をそらすことにした。

「で、僕もう、智ちゃんいるし君もいるから、断るべきかな？と思うんだけど、ただ、智ちゃんに弟妹ができるチャンスでもあるんで、一応、2人に聞いてから決めようかと」まずは聞く耳を持ってもらうべくさらに続ける。

「まあ、親の1人になるにあたって、恵さんからは渚さんにはご迷惑をおかけしないように、親間での恋愛なし等の誓約書と、万が一恋愛発生したときの重めの罰則規定も書いておくとのことです。万が一のためね！ 万が一！ ないけど！」

「……そうねえ、まあ私も自分で産まないのにチーちゃんに弟妹ができるってことは一考に値するわねえ。というか血縁距離的には従兄弟ぐらいなのかしら？ 姪ぐらいになるのかしら？」

僕にはこの妻との間に7歳になる智という娘がいる。もう1人子供を持つべきか色々話していたのだが、いかんせんあと数年は妻の仕事が忙しすぎるのだ。僕も自分が出産できる肉体だったとしても考え込んでしまうだろう。仕事を持ちながら出産なんて僕にはできる気がしない。確かに自分が少しかかわるだけで、ひとり娘の智に弟妹ができるのは僕たち

^{☆1} 本稿の著作権は著者に帰属します。

にとって大変なメリットかもしれない。この場合渚の遺伝情報は入らないけれども。

「渚も親メンバに含めることをちょっと考えたのだけど、恵さんとしては夫婦が混ざると政治的になり権力構造が生じるのでできれば避けたい、とのことで僕も了承したんだ」

「まあ、そうかもねー」渚はやや不服そうだが合理的かつ理知的な人なので大丈夫だろう。

「僕はまあ智ちゃんの弟妹として育てたいんだけど、そうすると僕も4分の一だけどその新しい子の育児にかかわることになるけど、いいかな？」

「智に対する時間が削られないのなら問題ないわ。あと私もあなたの妻として、智の母として彼らと交流を持ってもいいのよね？」忙しい妻は割とドライだった。智との時間は削らないとなると、仕事か趣味か、妻といる時間を削られることになるのだが、それを指摘すると「あなた次第よ」とのことで、この発言が意味するところは趣味と仕事の時間を削れ、だと理解した。

子供の名前をどうするか決めるときに、まず苗字を決めなければならないことに気がつくのが意外と遅かった。男親の苗字をつけるというのは3人の女性からの反発もあるし、僕ももちろん公平でないことは嫌だ。結果僕らは大慌て新しい苗字を決めることにした。皆の名前から1文字ずつとり、大沢マイからは「イ」をとり、これが「にんべん」になり、角田有華からは「有」を。この2つで「侑」ができる。僕・ミンス・チュイからは「ミ」を取り、これが「さんずい」になり、瀬川恵からは「川（かわ）」を、組み合わせで「河」になり、「侑河（ゆうが）」という苗字がここに誕生した。親それぞれと違う苗字だが、この苗字の成り立ちに感動し、すでに侑河家に愛着を持ってしまった。

「長男は侑河光（ゆうがこう）という名前に決定しましたー！」ここに侑河家の二十数年に渡る歴史が開幕した。

Your Arm

「私、本当に申し訳ないんだけど、海外転勤になっちゃったのー！ どうしよう？」と有華が言った。

光が生まれて3カ月、早速問題の発生だ。

マイと私が光と一緒に住んでいるが、2人とも仕事をしている。マイは児童精神科医で、私、瀬川恵はこれでも新進気鋭の現代美術家だ。編集者の有華と教授のミンスは通いで育児にかかわるが、通いといえども1人の親がいなくなるのは子育て的にもスケジュールが厳しくなってくる。さまざまな懸念と提案があがっては消えた。煮詰まってきた親会議をぶった切るようにミンスが切り出した。

「じゃあ、あのプロダクトを買うのはどうだろう？ 遠隔腕のYour Arm！ 工業用ロボットアームだったのが家庭用になって人間の腕みたいになったやつが最近安くなって、さらに自分の腕そっくりにカスタマイズできるやつ！」

そうねじゃあ、とマイが続けた。「お得な2本セットで買って、1本は有華の腕にペアリングしてベビーベッドにつけて、もう1本は光の腕とペアリングして有華のベッドとか机につけておくとか？」
「そうしたら私、時差があるから夜泣き中の光をあやしてあげられるかも！」しおらしく聞いていた有華が満面の笑みで言った。

Your ArmはVRモードにするとヘッドセット内蔵カメラが手の動きを取得して遠くのYour Armを微細に動かすことができる。「遠隔でオムツも替えられたら便利じゃない？」という意見から腕は2本になり、誰の腕の外見にカスタマイズするかで揉めた挙句「4本手があったら普通できないことが色々できるかもね！」というミンスの言葉が私たちの好奇心を刺激し、結果それぞれの腕を模倣した4本の腕がベビーベッドから生えるという事態になった。

オムツを替えるときは、もう片方の手を誰かから一時的にペアリング権を借りる。それだけでなく、それぞれの腕の持ち主の体温と心音を反映するし、子供の枕からは子供の体温と呼吸と心音がモニタされてアプリで見ること、ログを取ることもできる。使い方は人それぞれだが遠距離恋愛をしているカップルと風俗店、介護業界等でよく使われているらしい。ただ万が一腕が誤作動したらどうだろうか。さらに怖いのはハッキングされたら見知らぬ誰かをベビーベッドに招いていることになる。そう、子供を殺すことだってできる。このリスクをどのように扱うか。危ないという意見が出たが、本来の万が一のリスク、たとえばうつ伏せで寝てしまい死んでしまうという事故を遠隔から仰向けに寝返らせることによって防ぐことができる、そのメリットとハッキングで子供を殺される、その確率を天秤にかけたところ、赤子の身体モニタとクロスさせたシステムを組み、さらにネットのセキュリティをあげて様子を見た方がよいのではないか、という結論に達した。

光の成長に伴い、親の4本の腕のうち2本の腕はダイニングテーブルの光の椅子の両脇に、残り1本はベッド、残りの1本はトイレにおいてはどうか、との提案がなされたが、皆自分の腕をトイレ用にしたくないし、カメラも必要なのでトイレ設置は却下された。そのかわり歯磨きや洗面を手伝う手が必要だよ、とのことで洗面所に1本設置となった。もはやそれぞれの腕にその時々必要と都合に合わせて、誰の腕とかもなく、家族だったら誰でも誰の腕でも使えるようにした。とはいえ、基本的には自分の腕にログインするのだが。

そうして、光にとっては遠隔の腕が親の数だけあるのが普通になり、3歳になったとき「コウくんももっと腕がほしいの！ みんなのお部屋に1本ずつコウくんの腕も置いて！」というなんとも愛らしい懇願に光の腕のペアリング先は有華の単身赴任先バ

ルセロナの自宅にある1本から親それぞれに1本ずつで計4本になった。光と一緒に住んでいるマイと私は家に置いても仕方ないので、仕事場に腕を置くことにした。とはいえ小さな子供にはVRを長時間遊ばせてはいけないので、光がその遠隔地の腕にログインできるのは毎日1人につき5分ということになっている。

私は仕事場での残業時、光の遠隔腕を on しておき腕の動きを眺めて今何をしているのか推測するのが好きだった。今は夕方だからごはんをスプーンで食べているんだなあ、と分かる動きを腕はするのだ。こちらの遠隔腕は食器やスプーンを持ってはいないけれども、腕の動きだけでなんとも優雅に雄弁に生活や感情が物語られるのだ。

「あのね、コウくんのね、有華ちゃんちにある、コウくんの腕がうごかないんだよ」

光のたどたどしい抗議に私が調べてみると確かに有華の腕にログインできない、どうやらほかの人が使用している最中のような。そういえば先日有華に彼氏ができたと言っていたな、バルセロナは今深夜だ。もしかしたら彼女は Your Arm の“大人の使い方”をしているのかもしれない。とはいえ光の腕からデータを取っているのも光の外見の愛らしい小さな腕でそういうことをするのはどうだろうか？と思うものの、プライバシーよね、と思いつくむことにした。適切な距離感が人間関係の肝だ。

有華も帰国し親の人数も4人に戻り子育てに慣れたと油断していたそんな時期、光6歳の誕生日に事件は起きた。ゲームで負け、不貞腐れて壁に玩具を投げた光を私が叱ったのだ。

「恵ママきらい。でてって！ マイママと有華ちゃんは好きだけど！ 恵ママヤダ——！」そう言いながら私に物を投げ始めた。仕事のスケジュールをやりくりし、光とマイと一緒に住み地道な子育てをし

ていた私は「子供の言うことだからきっと本意は別にあるのよ」と隣で慰めるマイの言葉を必死に聞き入れようとしたものの、脛に当たった玩具の痛みとともに暗い感情の波に飲み込まれていくのを止められなかった。

自分が子供のころに母親に言った酷い言葉がフラッシュバックした。8歳だっただろうか、小学校の授業参観でクラスメイトや彼らの親の目の前で作文を発表したとき、母親を「怖い鬼婆」と言ったことを。今考えても私はそれほど母親に怒っても嫌ってもいなかった、ただ窮屈なだけだった。そう、子供は人がどれだけ傷つくのか加減を知らない。それだけなら私も理解して受け流せただろうが、現在と過去は違う。当時は母親というものは特定の1人で、代わりがない故に、どれだけ喧嘩しようとも、親子は親子で絶対に不変のものであった。一方光には母が3人もいる。そのとき私は心の底ですずっと恐れていたことがついに実現してしまったのだと悟った。そう、複数いれば比較される。親と子といえども別の人間で、私がお腹を痛めたといえども4分の一しか血が繋がっていない。それを選んだのは私だ。尊敬できる素敵な友人たちを選んだのも私だ。彼らはキラキラしていて、私も必死で仕事を頑張っていたものの、いつも心の奥底の劣等感は消えなかった。劣等感があつたからこそ、自分の血を半分も受け継がせたくなくて、でも無条件で愛して良い権利を持つ、かろうじて血の繋がった子供を、その尊敬する友人たちと作ったのだ。私は落ちていく気分を止めることもとどめることもできずに、ひたすら自分の後悔と弱さに翻弄されていった。もっと自分に光が似ていたら許せただろうか？ 愛せただろうか？ いや、そんなことはない、ただ私が自分以外の人間の面倒を見る許容のない人間ただただだけだ。

そして私は出張と称して家出した。その数日でさらに本格的にこの家族と縁を切る手筈も整えた。も

ちろん角が立たないように急遽ロンドンにて大規模な展示が始まるという理由をでっち上げて私は海外に逃げた。彼らは本当に良い人間たちで突然親をやめようとした無責任な私を許し宥めて再度家族の輪に入れようとしてくれたけど、結局私は私が思うほど光を愛せなかった。その現実の前に私はお金を送るだけの人になった。愛せない？ いや光を愛していた、愛しすぎていたからこそ、自分のことを好きになってくれない光に焦れたのだ。誰だったろうか、恋愛は親になるための練習だって。愛しすぎるからこそ、「適切な距離を保つ理性」を持たなければいけないのだと。そういえば私は恋愛からも逃げた。いつも大好きな友達ができれば、好きすぎるからこそいつも自分から距離をとって逃げた。いつも他人との距離を理性的に計算しきれず、制御もできない。だから今回は仕事と尊敬により、冷静に適切距離を保てそうな人たちに愛情や執着を分散させたネットワークを作ることにより自分の居場所を作ろうとしたのだけれど、それすら私には無理だった。私は侑河家に置いたままの自分の腕にログインすることは二度となかった。

光 20 歳

昨日成人した僕の家にはいまだに4本の腕がある。うち1本の腕には見覚えがあるのだけど、顔が思い出せない。だが誰の腕なのかは知っている。瀬川恵という現代美術家の腕だ。約25%、祖母的な分量の血縁と、僕をその胎で育て産んだ親だ。昨日最後のお金が彼女から振り込まれた、20歳の僕の誕生日に。子供のころの僕の不用意な一言のせいで、恵は僕のママをやめてしまった。僕のせいで彼女は子供と親友と家族を失ってしまい、今はロンドンで一人暮らしだそう。大人になってネットで恵の活躍を見ることがあるけど僕の中では家にあるこの腕こそが恵ママになってしまって、映像の恵と同じにならない。

「もう大人だからな……」もう彼女との繋がりがなくなったという感傷が彼女の腕をどこか見えない場所に片付ける頃合いだと告げた。腕を眺めていると、腕の根元肩のあたりの継ぎ目に目がいく。ふと最近授業で学んだローカルメモリのデータの吸い出し方法を思い出した。

「あった……！」恵ママの腕の最後のデータは僕が痲癩を起こす2日前の夜、残業中の作業場からログインしているものだった。腕を机に固定させ再生させると、手は空に向かって伸ばされ何かを握った。その拳は少し下がり色々な角度でせわしく動いている。何を彼女は握ったのだろうか？ 軽く握られた拳には3～4cmほどの空洞ができています。手首の内側がどこかを中心に、球状の何かがあるように動いている。もう一度最初から再生してみる。物を握った後、親指が下から上へスワイプするような動きをしている。スイッチを入れているのだろうか？ 携帯？ この腕は僕が6歳前後はどこに設置された？ キッチン？ ベッド？ 洗面所？ ログの時間は21時32分。この時間だと、子供の夕飯には遅すぎるのでキッチンではない。僕は大人が子供のために使う電気製品、6歳児が寝る前後に必要な物を考えた。彼女の腕はまた上方に伸ばされその後、手は開かれる。その仕草から、壁に物が返却されたのが分かる。開かれた手はすぐに下の場所に戻り何か球状の物を撫でる仕草を5往復ほどした後、その手はすこし下に移動し親指と人差し指でやさしく何かをつまんだ。

「あ」

その瞬間、恵の指で頬をつままれた記憶が蘇った。ドライヤーで僕の髪を乾かし、撫でて髪を整え、その後に僕のやわらかな頬を軽くつまんでから、人差

し指で頬をつつく。それはおやすみのキスのかわりにする仕草だ。

目の前の指も、最後の仕上げとばかりに、いたずらな仕草で何かをつつき、元の場所に戻った。ループ再生により腕はまた空に伸ばされ、壁にかけられていたであろうドライヤーを取り上げた。

僕はそこに子供のころの僕を見出した。髪を撫でる手が、頬をつまみ、つづく。

最近、僕は傷つきやすい人間が苦手になってしまったのだと自覚した。もしかしたら恵ママに似たのかもしれない。自分でもキモイと思うので誰にも言わないけど僕は残された恵ママの腕の動きを再生させて、毎晩ドライヤーで髪を乾かしてもらおう。もちろん頭の大きさが違うからちょっと変だけど、腕の設置位置を高めにしてあるし、Your Armに内蔵されているセンサが物にあたっても「動きの意図学習値」以上押さないで、僕の大人サイズの頭でも髪を乾かし撫でてもらうことはできるのだ。そのやわらかな手は最後に僕の大人になりヒゲがまばらに生え始めた可愛げのない薄い皮膚をつまみ、仕上げにつづく。たかが子供の痲癩に母をやめた恵ママを大人気ないと長いこと心の中で責めていたものの、この彼女の腕の動きには確かに僕に対する愛情の存在を感じられる。そしてこの腕が動く限りそれは再生され現存する。僕はこの腕があればそれでいい気もするのだ。

(2019年11月5日受付)

■長谷川愛 aih@akg.t.u-tokyo.ac.jp

現代美術家。テクノロジーと人がかかわる問題にコンセプトを置いた作品が多い。IAMAS, Royal College of Art, MIT Media Lab 卒。東京大学 特任研究員。http://aihasegawa.info

3 講評会：山田胡瓜先生を囲んで



山田胡瓜 漫画家
福地健太郎 明治大学
大澤博隆 筑波大学
宮本道人 筑波大学
江渡浩一郎 産業技術総合研究所
倉本 到 福知山公立大学
渡邊淳司 NTTコミュニケーション科学基礎研究所
前田太郎 大阪大学

中村裕美 東京大学
寺島裕貴 NTTコミュニケーション科学基礎研究所
加藤 淳 産業技術総合研究所
米澤朋子 関西大学
塩見昌裕 ATR インタラクシオン科学研究所
新山龍馬 東京大学
宮本隆史 東京大学
水野雄太 北海道大学
櫻井 翔 電気通信大学

『AIの遺電子』の新しさ

——今日は特集『『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術』の講評会ということで、『AIの遺電子』作者の山田胡瓜先生および本特集にご寄稿いただいた執筆者の皆様にお集まりいただきました。まず緊張をほぐしがてら、書いてみての感想や、『AIの遺電子』についての感想などをうかがってみましょうか。

新山：執筆していると、これが面白いのかどうか、自分で分からなくなることがありまして。山田先生は長く書いていらっしゃるんですが、執筆中はいかがでしたか。

山田：自分では面白いと思っていても、専門性を高めていくとそれを面白いと思える人が減っていきますね。面白いって分かるためのリテラシーがある人と広く一般の人との両方に届くものを書かないとエンタテインメントにならない。研究者も、研究者同士での面白さと、門外漢にレクチャーするのでは違うでしょうから、僕の悩みとたぶん近いんだろうと思います。

——『AIの遺電子』は、超高度 AI もあればヒューマノイドもいて伝統的な AI もいてと、非人間側にもさまざまな段階の存在がいるのが、同種のSFと比べても画期的だったと思います。この設

定を思いつかれた背景を教えてください。

山田：僕個人の思想には人間機械論的なものがあったり、人間の情動なんかも機械で再現できるだろうと思ってます。ただ、それを再現したものを人間は単なる機械としては扱えないだろうな、ということでもまずヒューマノイドの設定ができました。で、そのヒューマノイドと、普通の産業 AI みたいな、道具として扱われているものとの差は何かというところ、これはただ単に人間のエゴによる線引きなんですけれども、「距離感」みたいなものがあると思っていて。たとえば、命は大切だというけれども人間はそこに序列を持っていて、人間と家畜、あるいはペットとでそれぞれ扱いが変わってしまう。野生動物でも蠅や蚊なんかついパチッとやっても社会的には問題ない。ざっくりと言うと「距離感」で判断しているところがあると思うんです。

同じようなことが、人工知能の場合は知性のありようというものに対して適用されると思っています。だから、人間と同じような情報処理をしているものは人間と近いものとして扱われるんですけども、いま「AI」と呼ばれているようなものは、やっぱり人間としては扱われないだろうな。そうした距離感の違いがあるという世界になっています。

倉本作品

——ではそれぞれの作品について議論していきたい
と思います。まずは倉本さんの『個性とその複製
に関する一考察』から。

倉本: 僕はヒューマン-エージェントインタラク
ションの研究をしていて、そこでエージェントの
個性化をテーマにしています。エージェントって、
今は誰に対しても同じようなデザインになってい
るんですが、そこに個性を与えるとどう役に立つ
かを考えて研究しています。今回書いたお話は、
誰かの個性を複製したロボットができあがると何
が起きるか、もしそれができるとなると個性って
何なのか、というのがテーマです。でも、複製し
た瞬間から別の個性になっちゃうよね、っていう
結論になりました。

山田: 1つの個性が分岐しても、環境の違いによっ
て変化して全然違う個性になっちゃうというのは
僕の大きな関心の1つです。人間、個性という
ものを揺るぎないものとして捉えるよりも、パチ
ンコの玉みたいに状況頼みで揺れ動いた結果でし
かないと捉えたほうが、ほかの人に対しても優し
くなれる瞬間があると思っています。罪を犯した
ような人でも、社会的にはそれがその人の責任と
いう形で罰則を設けてはいるけれども、究極的に
考えるとただその人のせいとは言えない、みたい
なことが問題意識としてあります。そういうこと
を考えさせてもらえる作品だったなと思います。

渡邊作品

渡邊: 僕のやつは、無意識にも人格を与えてみましょ
うという話です。無意識虐待罪とか無意識人格否
定罪みたいなのがあって、自分の無意識を抑圧す
ることは罪ですという社会を考えました。

——右脳と左脳とが独立した人格を持ってケンカす
る、なんて話はSFで時々見かけますが、無意識

が全部ばらばらになって、そこに権利を認めよう、
というのはおよそ聞いたことのない、すごい設定
ですよ。

山田: 面白いですね。意識と無意識って、明確に切
り分けられるものなんですか。

前田: 意識の定義は、要は記憶に残っていて回答可
能かどうかで、それ以外はぜんぶ無意識だ、とい
う考え方があります。そこに人格を認めるという
のは、たとえば車を運転している人のどこまでが
人格といえるかという話にもつながる問題提起で
すよね。

倉本: 「無意識の擬人化」とも言えそうですね。

渡邊: 擬人化について、知覚と倫理とを分けて考え
たい。知覚としてはものに人格を認めるけど、で
は倫理的に考えてどこに線を引くか。

前田: 相対的に権利と義務をお互いに持つものな
のではないか。なにかに人格を与えるというのは、
それに対して他の人に義務を課すためのシステム
として機能する。

山田: 『AIの遺電子』では、人間に近い振舞いを
するロボットというのが出てきたときに、それを
人間とは違うものとして扱うと社会的な不都合が
いろいろ出るんじゃないかなという想像があって。
あと、情操教育的にも問題があったり、人間とほ
ぼ同じアルゴリズムを持つAIを倫理的に扱わな
いことに怒る人も出てくるので、やっぱり人間に
近いものは人間らしく扱ったほうがいいんだとい
うのが、一番低コストなんじゃないかなと考えて
あの設定になっています。

前田作品

前田: 私は大体AIものでは超AIに肩入れする読
者なので、出番のとても少ない「MACHI」(超高
度AI)が大好きで、彼を活躍させたかったので、
彼の独り言で丸々1本書かせていただきました。
ただ、皆さんの作品を読んでみたら、ただ1人

『AIの遺電子』の二次創作を書いてしまっていて、なんか俺が一番オタクっぽいぞと(笑)。実はこれ、すべてのエピソードを作品中から拾っています。話としては、社会運営を任せられているAIが社会を2つに分けて実験せずにいられるだろうか、いや実はすでに分けているからうまくいっているんだよ、という裏設定です。『AIの遺電子』の世界はあまりにも平和なんです。非常に多くのエピソードがあるんですけども、言ってみれば生活のささいな悩みばかりで、社会があまりにうまくいきすぎていて、なんでこんなうまくいくんだろうかというクエスチョンがあり、こんな作品になりました。

山田：作者としては大変うれしい内容です(笑)。僕自身が、「おっ」て思ったところを言っていくと、ヒューマノイドの存在意義が人間のサンプリング目的、というのは実は僕も話を書いているときにそういう風にはできないかなと思ったところで。

前田：だと思っていました(笑)。うれしいです。

山田：結局それは取り入れなかったんですけども。あと、平和すぎるというのが本当におっしゃるとおりで。これは、シンギュラリティが起きたときに、じゃあそのシンギュラリティを起こすようなマシンのやっていることを人間は正しく観察できるのかという問題があって。人間には全然感知できないんだけど、うまいこと社会を牛耳られているというのが、『AIの遺電子』の世界なんです。で、続編の『AIの遺電子 RED QUEEN』は、それだと人間の進歩が止まってしまう可能性が高いと、「MACHI」の開発者が判断して用意していた社会の話なんです。ちょっとおかしな地域を1つ作っておいて、なにかの弾みでいい影響を与えてくれればいい、と考えたという。なので、そういうところをご指摘いただいたのもすごく嬉しかったです。

中村作品

中村：私は電気で味をつくって食を変えるという研究をしてまして、その技術ありきの話です。味を出力できる楽器みたいなものがあつたときに、ただ味を記録再生するメディアが普及するだけでなく、味をライブ演奏のように体験するところに回帰するんじゃないかというのをテーマにしました。

山田：面白かったです。味わってみたいと思いました(笑)。技術の進化で新しい芸術が生まれるところはあまり想像したことがなかったので、すごく面白かったですね。

渡邊：楽器ならハーモニーをドミソと記号で表現できますが、「味器」だとどんな表現になるんでしょうか。

山田：楽器次第なんじゃないですか。本来は音ってドとミの間にも無限にあるわけけれども、いろいろやっていく中で定まるのかなと。たとえば辛みはこの10段階でやると、甘味とマッチさせやすいとかしていくうちに業界標準みたいなのができたり、そこからあえて外して、こっちもいいねみたいな。

中村：楽器によるというのは、私も同じ考えです。今回、味器として出したものは、アナロジーとしてピアノが分かりやすいかなと思っていろいろ設定していて。書いてはいませんが、この和音でこの味とか、セブンスにすると何かが入ってとか、口の中の手前側から奥側に音域のようなものをマッピングするとか考えてました。さらには、楽典に相当する「味典」があるんだけど、味器の弾き手によってバリエーションが出せるといいなと思いつながら書いていました。ぜひ、皆さんと味器を実現化するための開発会議みたいなをしたいです(笑)。

寺島作品

寺島：自分自身はあまり未来予想図みたいなことを、どちらかといえば意識的に考えないようにしているんですが、今回はいい機会なのかなと思って書きました。感覚系って意識的に変えられないことが多くて、ほとんど無意識みたいなのところがあるんです。音の感じ方とかものの見え方とかって、自分で変えようと思っても変えられないですよ。それって逆に怖いことで、外からの刺激に自分が乗っ取られるみたいなことが最終的にはあり得るんじゃないかなというのが、作品のアイデアでした。

山田：僕自身、人のアイデンティティって、人間機械論的な視点で言うと半分乗っ取られているものという意識があるので、そこを乗っ取られる可能性に対しての恐怖というのは確かにあるなと。前に東大で授業をしたことがあったんですが、そのときにいまと同じようにSFのネタを考えましようというのをしたんです。そうしたら、人工翻訳機みたいなデバイスをみんな耳に付けているのが当たり前という世の中なんだけど、ただの翻訳だとみんな信じていたんだけれども、実は正しい翻訳をしていなくて、世の中がコントロールされていたみたいな話を出してきた班があって、それがすごく面白かったんです。入出力がハッキングされるというのは将来的にもありそうだし、それが問題意識として現実に議論される時代なんだろうなと思いました。

加藤作品

加藤：僕はプログラミング支援を専門でやっているんですが、ライブコーディングとって、プログラム書いて動かしてデプロイして直して、っていうサイクルを短くしていくのが分野のホットピックで、それを小ネタとして入れています。要

素技術の1つに「コード補完」とって、コードを書いていくと次にどんなコードを書けばいいかを提案してくれるものがあるんですが、僕の作品ではそれがもうちょっと進んで、未来補完というのできるという設定になっています。プログラムを実行した未来の結果がすぐに分かるので、複数の候補から望ましいのを選べるという設定です。

山田：プログラムでどのように世の中が変わるのか、というのを常にシミュレートしていて、候補の中から人間がいいのを選んでる感じですよ。一歩進めて考えると、実は自分がいる世界が、世界の外にいる人たちがよりよい世界を選ぶためのシミュレーションの1つでしかない、っていう可能性も見えて、面白いですね。

加藤：プログラミング支援って、あくまでも箱庭の中で最適解を追求しているという側面があります。世界全体をシミュレートしていたら計算が間に合わないので、スコープをどう絞るかは人間側が決める。

前田：そこで気になるのが、人生設計のテンプレートが30種類っていう設定なんですけど、あれは本当はそれでは足りないという設定なんですか。

加藤：僕は足りると思います。というか、学生の将来を予測したら30種類で収まっちゃった、という設定です。あと、提示される人間側が案外それくらいで満足しちゃう、認識の限界みたいなものがあるのかな、という設定です。

山田：では実際の人生がその設計通りに営めるか、というところまで含めるとまた面白い話が作れそうだなと思いました。

米澤作品

米澤：私は『AIの遺電子』を読んで、ヒューマノイドが生まれたり死んだり子孫を残したり、という仕組みを人間と同じように持つことができれば、人間とヒューマノイド、もしくは、ほかのロボッ

トも含めて、種が融合できるんじゃないかと思ったことを書きました。普段は、生物的振舞いをするロボット、汗をかいたり、心臓がバクバクしたり、呼吸が乱れたり、それがパタッと止まって死んでしまったりみたいなものを研究しています。『AIの遺電子』を読んでいるとき、山田先生が意識的に描いていないのが生殖なんじゃないかとか。

山田：うん、そう。

米澤：本当はそこに触れたかったけれども触れなかったんじゃないかと。で、実は私も触れにくいと思って今回はカットしてしまいました。ただ、ロボットが自分の体で生殖して子孫を残すようになったとして、もっといえば人間とロボットとの間で子供ができるとしたらどんな社会になるのか、というのは考えていました。もちろんそこには問題があって、そこにブラックボックスというか、編集できないものが存在しないと、ロボットと人間との共存を実現するものにはならないんじゃないかなと考えています。

山田：ヒューマノイドがどう家族や子供をつくるのかというのは、いくつかのエピソードでも描きましたが、難問でした。ヒューマノイドが持つ欲望はいろいろあるだろうと思っていて、文化的情報を共有していれば自分の子供だと思えるヒューマノイドもいるけれども、やっぱり自分の肉体的な情報を共有できないということに対して、不満を持つヒューマノイドもいると思います。で、その欲望は否定されるべきものじゃない。あと、この世界ではヒューマノイドは人間そっくりに生まれなきゃならないというか、生まれちゃうんですけども、そのことに不満を持つ人もいると思うんですよ。これはトランスヒューマニズムの話題ともかぶってくると思うんですけども、技術的には人間型じゃないものにもなれるのに、人間としての欲望とか知性の限界に縛られているということに対して不満を持つヒューマノイドも出てくる。これは人間も同じなんです。僕の漫画では

超AIというのがそれを意図的に封じ込めている設定ですが、実際の問題として、それがいいのか悪いのかというのも多分議論していくべきですね。

塩見作品

塩見：研究はソーシャルタッチ、つまり触れるという行為をテーマにしています。エージェントとロボットを比べると、実体があるからいいかという意外にそうでもない。じゃあロボットを研究する意味はなんだろうと思って、僕は「触れること」に行き着いたんですね。ただ、触れることを研究し始めると途端にジェンダーとか関係性みたいな、生々しいところがすごく大事になってくる。ロボットが社会にどんどん入っていったら、多分ジェンダーの問題も関係してくるんじゃないかと思ってこんな話を書きました。

山田：これって、どちらかがロボットということですか。それとも、両方ロボットということですか。

塩見：どちらかが、ですね。明示はしていないんですが。あともう1つ、性別も予想とは違うようにしているつもりです。名前も、どちらも男の子と女の子の名前で人気のものを選んでます。

山田：テーマ自体とても共感する内容でした。僕自身は、ヒューマノイドが人間に普通に接触する漫画を描きすぎていて、ロボットからのタッチに対する抵抗感や新鮮な驚きがかなり下がってしまっているのですが、塩見さんの作品は叙述トリックがパンチになっています。

新山作品

新山：僕はロボットを作っている側なので、人間とロボットの区別がつかない世界の前、まだ区別がつくころの話を考えました。鉄腕アトムの誕生場面とか、『キテレツ大百科』のコロ助が作られる過程とか、「作る」描写が大好きなんで、自分で

もそれを書きました。あとこの話は、亡くなった人をロボットとして蘇えらせるなら、生前のデータを集めればいいと主人公は思っているんだけど、失敗する。最近、亡くなった俳優や歌手をAIで再現するとかやってますよね。でもそれはなにかが違うんじゃないか、みたいな予感も出せていると思います。

山田：ただ、今ああいうことができるのって、まだまだ到底そんなことはできないという安心感の裏返しなんだろうなというのがあります。完全な再現が本当にできるかも、となったときに、じゃあやりましょうと本気で言えるとはやっぱり思えない。美空ひばりの再現CGも、あれは本物の美空ひばりじゃないと分かった上での感動なんだろうなとは思いました。

前田：ラストで、作った本人だけは満足できないと思ってるんだけど、周りはこれいけるじゃんと思ってるのがいい(笑)。

山田：そこが皮肉な感じがして、すごく面白いですね。フランケンシュタインものの新しい展開。創造主はこれは失敗だ、満足できないと言っているんだけど、みんなはこれでいっか、って思ってる。でも一方で、受け取る側次第なんですよ。宮崎駿はゼロ戦について、他人が描こうが自分で描こうが、どんな形でも満足できないそうなんですけど、それってもう、実際のゼロ戦とは異なる、宮崎駿の心の中にしか存在しない美化されたゼロ戦なんですよ。亡くなった方を蘇えらせるというのは、それと同じようなことを引き起こす可能性はあると思います。

宮本作品

宮本：僕はこの中で唯一の人文系で、歴史の研究をしています。で、この文章は、2123年から48年ぐらいの間に書かれたと思われる文章を、僕がネットワークから拾ってきて復元したもので、

歴史家としての資料紹介になりますね(笑)。歴史の研究では言語を相手にしなきゃいけないので、そこに引き付けて作品を考えました。あと、自分がアーカイブの仕事をしていて、アーカイブの特性というのが変わっていった場合にはどういうふうに情報というものは捉えられるかなということを考えてみました。

山田：「忘れられる権利」がいま議論されてますよね。なんでもかんでもアーカイブされていて正確に残っているというのは、一見いいことに感じられるんだけど、一方で忘れることによって癒えるものというのもある。その問題意識が前からあったので、興味深く読みました。

前田：情報の再構成という意味では、GAN (Generative Adversarial Networks) がすごく発達すると情報の圧縮率がすごく上げられるっていうのと通じますよね。

山田：GANの学習内容が壊れると一緒に過去の歴史も再構成されちゃって。

前田：でも整合性は保たれてるから、誰も気がつかない(笑)。

加藤：記録が全部残ってたとしても、その記録からどう意味とか物語を抽出するか、というのはやはり歴史家の仕事として残りませんか？

宮本：歴史家としてはそう思うんですけど、世間がそう思ってくれない事態はあり得ると考えています。AIに任しときゃいいじゃない、って。あと、そもそもそうやって抽出された物語が必要とされない社会もあり得るし、そうなりつつあるんじゃないかと思うんですよ。情動的、刹那的な情報消費でみんな満足しちゃう。自分の作品ではそういうのは避けて物語の話にしていますが。

水野作品

水野：私は理論化学の研究者なんでかなりアウェイな感じです。今回、科学技術の営みそのものが浸

透した未来社会を描いてみたいと思って書きました。一般市民による研究が当たり前の世界になるにはどんな技術が必要なのか、を考えています。

山田：小説や漫画の分野だと、インターネット以降、それまでとは違う次元で作品が増えて盛り上がっています。それが科学でも起きて、個人の小さな成果がどんどん蓄積していった大きな課題を解決するという未来は面白いなと思いました。

——倫理審査をして回る集団がいるということが新しいですね。市民科学の現場で研究倫理をどうするかというのは大きな課題の1つですが、小説の中でこうやって出てきたのは初めて読みました。

山田：ネットの記事とか作品でも倫理をどう保つかは課題になっていますね。

水野：科学的信頼性に欠けるデータがあふれるのもありそうだとすることで、自動的に信頼性が担保される仕組みも作品には入れてみました。

前田：すべての人が科学者になれるっていいですね。人間の抱える不安や問題は、知ることによって解決されるんだという、ディストピアどころかユートピアですよ。

——研究倫理の話も入っているし、本当に作品化して子供に読んでもらいたい。

山田：描きますか、これで（笑）。

一同：おおー（笑）。

櫻井作品

櫻井：アバター技術が進化したら、現実の自分とはかけ離れた理想の自分というのを誰もがVR空間の中で持つことができますよね。でもVR空間と現実空間は完全に切り離されているわけではないので、いずれ現実に戻らなきゃいけないとなったときに、理想と現実とのギャップがすごく辛くなるんじゃないか、でもじゃあ現実の身体をサイボーグのように改変していったとしたら、それは私自身であり続けられるのか、という、ちょっと

暗い話です。

山田：今までって、現実というものが確固とした存在としてあるので、物語はその現実で生きていくためのツールとしての側面というのがすごく強かったと思うんですよ。なので、現実を理解するとか、現実で強く生き抜くための物語というのが善しとされたし、僕自身もそういうものを読んで感動してきたんですが、今は必ずしもそうじゃないような状況も立ち上がっていると思っています。けっこう、逃避したまま戻らなくても何とかなっちゃう。僕自身も、ディスプレイを見ている時間のほうが長いし、そっちが充実していれば現実はいいや、みたいな発想の人も増えてきているんじゃないかなと思っています。とはいえ、じゃあバーチャル世界に行ったまま帰ってこない生活ができるかということ、それもできない。やっぱり現実を生き抜くためのフィクションというのは必要だなと思っています。

——これで講評会を終わりにします。みなさまありがとうございました。

山田：この特集の打合せのとき、この企画がどうなるのかと心配してたんですが、そもそもどういう企画だったのか思い出せなくなってきたぐらい面白かったです。ありがとうございました。

※長谷川愛氏の作品は講評会時点で原稿未着のため取り上げておりません。

日時：2019年10月22日

場所：東京都中央区八重洲

文章構成：宮本道人

福地健太郎



第5回 高速・大容量 NAS で快適生活

スマートフォンやデジタルカメラによる写真・動画をはじめとして、テレビ番組の録画、特に本誌の読者であれば開発環境のイメージなど、みなさんもさまざまな大容量データをお持ちではないでしょうか。

◆データ量の増加と自作 NAS の構築

私は最近、高画素機のデジタルカメラ (SONY α7R IV, 6,100 万画素) を購入し、趣味の飛行機撮影をはじめとするさまざまな場面で活用していますが、時には 1 枚 2GB に達するデータ量の多さに加え、JPEG 化するための現像処理における I/O 性能の不足など、すぐに問題が表面化しました。そこで、アクセス性能が高い大容量の NAS (共有ストレージ) を用意することにしました。要件は以下の通りです。

- 実効容量 30TB 以上
- 冗長度 2 以上の耐故障性
- 機械学習用・動画変換／解析用に GPU (グラフィックカード) を搭載すること
- 20Gbps 以上の高速インタフェースを備えること
- 予算は 20 万円程度

買い物自慢というコラムで恐縮ではありますが、既製品の購入により条件を満たすことはコスト面からも難しく、思い切って自作することにしました。本業が HPC (スパコン) 向け並列ストレージ関係であることもあり、楽しく構成検討を進めることができました。

◆構成

ハードウェア構成 (抜粋)

- 記憶装置: Seagate の SATA (シリアル ATA) 接続 6TB HDD × 8 台
- ネットワーク: Mellanox ConnectX-3 InfiniBand FDR 56 Gbps デュアルポート
- GPU: AMD Radeon RX 470

ソフトウェア構成 (抜粋)

- CentOS 7.6
- ZFS on Linux RAID-Z2 による冗長ボリューム
- Samba による CIFS アクセス
- KVM (Kernel-based Virtual Machine) による

仮想マシンサポート

外観は普通の自作 PC そのものです。HDD は SATA 接続の安価なモデルを採用し、信頼性の確保のために ZFS on Linux を使用して RAID-Z2 を構成し、2 台までのディスク故障に対応しています。

ネットワークについては通常の Ethernet ではなく、HPC で多く用いられる InfiniBand を採用しました。中古価格も安く、RDMA (遠隔メモリダイレクトアクセス) を利用して、リモートノードの SSD (Solid-state Drive) に高速アクセス (NVMe over Fabrics) が可能になる点も決め手となりました。上下合計最大 12 GB/s のスループットを期待できます。

また、データ処理のための機械学習環境は、ホスト OS への影響を減らすため、KVM 上に構築した仮想マシンに GPU をパススルー接続し、その上で ROCm 版の TensorFlow を動かしています。

◆その後

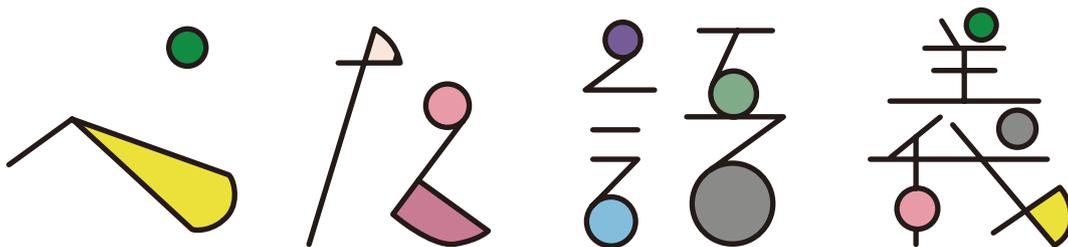
運用を開始してからすでに 1/4 以上の容量が埋まるほど活用しており、写真現像をはじめとする、大容量データを扱うさまざまな作業が快適になりました。

最近ではクラウド中心で手元にはストレージを持たない流れが加速しつつありますが、大容量のデータを扱う上では、まだまだローカルストレージが必要な場面は多いと感じています。自作 NAS は既製品のように便利な管理機能やサポートがない分、すべて自分で対応をしなければなりません。高速ネットワークと GPU の併用など、通常のコンシューマ用機器では難しい構成も簡単に構築することができます。ぜひ、用途にあわせて自分だけの尖った 1 台を構築してみたいかがでしょうか。

(2019 年 11 月 7 日受付)



図-1
購入した 56 Gbps の InfiniBand アダプタとケーブル



Vol. 100

CONTENTS

【コラム】「ぺた語義」のイラストを描いて… 久野 未結・久野 靖

【解説】100 回の重さ… 高岡 詠子

【解説】初学者向けプログラミングの授業におけるソーシャルな知のデザイン（第2回）… 斎藤 俊則

COLUMN

「ぺた語義」のイラストを描いて



「ぺた語義」100 回おめでとうございます。

思えば東京藝術大学へ通っていた学生時代に頼まれたのを気軽に引き受けて、気づけばそんなにイラストを描いていたのか……という思いです。約2年の留学や卒業制作、就職などいろいろ環境の変化はありましたし、結構な歳になるまで父親の仕事は「なにやらパソコン関係」程度の理解しかしていなかった私がそれでも続けてイラストを描き続けていたのはコラムの原稿を毎月拝見するのが好奇心の刺激される体験であったからです。正直に言うと畑違いすぎて何度も読み返したり調べたりしないと何について書かれたコラムなのか頭に入っていないときもあります。でも、分からないものほど自分でも考えもしなかったイメージが心に浮かんできて面白いアイデアとなることも多いです。私が毎月コラムから受ける刺激同様に、私のイラストもまた食材に最後に一振りするスパイスのように原稿を引き立てるイラストとなり読者の皆様に刺激を与えられるものでありたいと思っています。またデザイン専攻なのにロゴデザインが苦手だった私の頼みを快く聞いてタイトルロゴを制作してくれた、大学同期の中田恵さん（現在は中田こぶしの名前で活動）にもこの場を借りてお礼を申し上げたいと思います。

久野 未結(会社員)

編集委員かつ、そもそもの首謀者として説明を。「ぺた語義」の発端は2010年秋、本会で情報教育について熱心に活動していたメンバ間で、本誌でもっと教育関係記事のプレゼンスを高めたいね、という話が持ち上がったことです。それなら「教育コーナー」を常設してしまおう、となり、中島秀之編集長（当時）のお認めをいただいた後、どのような形にするかアイデアを出し合いました。そこでイラストやコーナーのロゴが欲しいね、となり、プロに頼む予算などないことから、当時学生だった長女に学生アルバイトとして引き受けてもらいました（中田さんにも仲介いただき、すてきなロゴができました）。社会人として独立した後も続けてもらえて感謝しています。そして毎月、どんな「鳥さん」が見られるか楽しみにしています。でも「パソコン関係」じゃないんだぜ。

久野 靖(電気通信大学)

100 回の重さ

高岡詠子

上智大学

本号でぺた語義も 100 回を迎えた (執筆時はまだ未来形ですが) ということで、「その記念として、ぺた語義を立ち上げた高岡先生に、ぺた語義を始めた経緯、情報教育関連の当時～現在に至るまでの状況の変化等について何か書いていただきたい」と言われ光栄なこととお受けしました。ぺた語義編集から離れて3年経っているので当時のことを思い出しながら執筆いたしました。事実とずれている記述があったらすみませんが、おおらかな心で受け止めてくださいませ。

「ぺた語義」とは何かについては、ボードメンバの筧捷彦先生による記念すべき第 1 回「ご存知でしたか？」というタイトルの記事に記されています¹⁾。

ぺた語義は会誌の中の教育コーナーとして毎回 1 つのコラムと 2 つの記事を掲載するというところでスタートしました。そしてその内容は「無料で読める記事」として学会 Web ページから会員以外の方も閲覧できるようにしました^{☆1}。これは、初等中等教育の先生方にも広くお読みいただきたいという願いからでした。

「ぺた語義」のスタートした経緯

ことの始まりは 2010 年 11 月頃でした。私はこのころ、「コンピュータと教育研究会」の幹事、会誌編集委員、初等中等教育委員会委員、論文誌「教育とコンピュータ」特集号編集委員会委員として本会で活動を行っていました。

会誌編集委員会では、モニタアンケートでどうい

^{☆1} <https://www.ipsj.or.jp/magazine/peta-gogy.html>

う記事がよく読まれているのかなどを分析していますが、教育関係の記事のモニタアンケートの評価は比較的いつも高い状態でした。

このころの情報教育の特集を調べてみたら Vol.50, No.10 (Oct. 2009) で「未来のコンピュータ好きを育てる」という特集を組んでいました。記事としては、情報科学教育の重要性と本会の活動、中学校における情報教育、新学習指導要領とこれからの情報教育、高校での情報教育の現状、大学入試センター試験とプログラミング言語などが取り上げられていました。

Squeak Etoys, コンピュータを使わないコンピュータサイエンス, ドリトル, Scratch, ビスケット, などが使われていました。

その中で、コンピュータと教育研究会 100 回開催記念パネル討論についての記事もありました。コンピュータと教育研究会が 100 回を迎えた時期がちょうどこのころで、記事を読み返してみると、歴代主査によるパネル討論では、「情報工学・情報科学は体系だった学問であるのか、物理学のような一貫した体系が見えないのは、単に、情報工学・情報科学が新しいからなのか」という問題点が指摘されたと書いてありました。

さて、この回答は、2016 年 3 月に日本学術会議から発行された「大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準 情報学分野」^{☆2}として示されています。

ぺた語義の歩んできた 10 年間は情報教育が自ら

^{☆2} <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h160323-2.pdf>

を研ぎ澄ます時期と重なっていたと言ってもよいでしょう。上記参照基準が発行された背景は「ぺた語義」の記事ではないですが、会誌の記事として取り上げられ、「無料で読める記事」の中に入っています^{☆3}。

さらに、この延長として今年度（2019年度）は、情報教育についても同じようなプロジェクトが走っています。今年度末には、情報教育の参照基準も制定されるのではないのでしょうか。

このころの教育記事としてはもう1つありました。Vol.51 No.10 (Oct. 2010) ~ Vol.52 No.3 (Mar. 2011) の期間掲載された連載「プログラミング、何をどう教えているか」では、一般学生向けの Java 言語によるプログラミング入門や文理融合学科におけるプログラミングの導入教育が取り上げられ、プログラミング言語としては、Java のほか Scratch, Processing が取り上げられていました。

このように、会誌での教育関係記事の評価が高かったことの裏には、2003年から高校で教科「情報」の授業が開始されたことが1つの大きな原因としてあります。高校で「情報」の授業を教える先生方は皆同じ悩みを持たれていたことと思います。同じころ、大学での情報教育についても数々の問題が挙げられていました。最初に教えるプログラミング言語は何か良いのか？ 文書作成、表計算、プレゼンが一般情報教育なのか？ オブジェクト指向をどう教えたらよいのか？ タッチタイピングは必要なのか？ などなど。モニタコメントには、実際の自分の教育に直接役に立てられる内容の記事が欲しいという意見がありました。

そのような背景があり、確か、2010年のコンピュータと教育研究会の運営委員のメンバが揃っていたと思うので、シンポジウムだか研究会だか忘れてしまいましたが、そのあとに、会誌に定期的な教育コーナーを設けたらどうかという話が持ち上がっているという話を聞いたのでした。ちょうど私は2011年6月から会誌編集委員として編集委員会に

^{☆3} <https://www.ipsj.or.jp/magazine/9faeag000000hkfv-att/5507-kai.pdf>

出席していたので、提案者としての重大責務をいただいたというわけです。それで、提案書をパソコンの中からひっくり返して2010年11月19日付の企画案を見つけました。その1カ月前の編集委員会で「教育コーナー」としての方向性は認められたようで11月には具体案を提出したようでした。

提案時の構成は

A. 「情報教育」と記したページ(毎回決まったデザイン) 1ページでコラムとその号の教育部分の目次と紹介

- 毎月の情報教育に関係したコラム
- その月の教育に関係した記事群の紹介的な内容
- その月のB+Cの目次ないし一覧

B. 本体内内容(めやす下限7ページ程度)

- 毎月ネタがあるように、連載を2~3くらい常時確保
- 毎月1つくらいその時々単発記事(解説等)を企画

C. (option) 特集/小特集

となっていました。

2011年4、5月号から始まったので、100回ということは8年4カ月目ということ？ ん？ 9月号のはずじゃない？ 計算合わないよ、と思われる方のために説明すると、毎回の会誌特集として教育関係の特集が組まれると、その号のぺた語義はお休みになることがあります。その号に教育関係以外の記事が載せられなくなってしまうから、ということもありますが、教育関係の特集のエディタは、ぺた語義を担当しているEWGというグループのメンバが担当することが多いですので、負担が大きくなってしまいうということもあります。

2011年からEWGが特集・連載を組んだのは12個だったようです(表-1)。

表-1の特集・連載については会誌をご覧ください。こととして、2011年の4月に「ぺた語義」が始まったことと、情報教育の状況は大きく関係していることについて語ってみたいと思います。



中学生・高校生の情報科の探究活動を推進すること

初等中等教育委員会は情報教育委員会の中のサブ委員会ですが、最近の一番の成果は第81回全国大会で「中高生ポスターセッション」を開催したことでしょう。高校生なら共通教科「情報」、中学生なら「技術・家庭科」技術分野の「情報に関する技術」に沿ったテーマ研究や部活、個人の研究など、日頃の情報分野での学習成果を発表する場として提供しました。2019年3月16日土曜日の13:20～15:20まで行いました。場所は福岡大学でした。最初の1時間ほどは発表者による解説や来場者からの質問を受け付けるコアタイムとし、その後、優秀な作品を表彰しました。

今回は全国から42の研究が参加しました^{☆4}。

表彰に関しては、初等中等教育委員会の委員が何人かと、特別審査員として文部科学省 初等中等教育局情報教育・外国語教育課情報教育振興室 教科調査官、鹿野利春先生に入っています。私も審査員の1人としてみなさんの発表を聞きました。今年度も第82回全国大会で「中高生情報学研究コンテスト」を開催します。

表-1 EWGの特集・連載(2011年～)

2014年4月号	特集「情報教育と情報入試」 べた語義休み
2015年2月号	小特集「情報オリンピック」
2015年4月号	特集「初等中等教育におけるICTの活用」 べた語義休み
2016年4月号	特集「プログラミング入門をどうするか」 べた語義休み
2016年9月号	小特集「ここまで来た！アプリケーションによる個人学習」
2016年12月号	小特集「学校まるごとわくわくプログラミング」
2017年3月号	特集「エドテック」
2017年10月号	特集「情報教育とワークショップ」
2018年9月号	特集「ラーニングアナリティクス」 べた語義休み
2019年2月号～	連載「情報の授業をしよう！」(終了月未定)
2019年2月号～	連載「集まれ！ジュニア会員！！」 (セミナー推進委員会と共同)(終了月未定)
2019年9月号～ 2020年1月号	連載「論文必勝法」(論文誌編集委員会と共同)

^{☆4} <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/81/PosterSession/index.html>

私は、この活動とは別にLive E!プロジェクト^{☆5}という環境をターゲットにしたプロジェクトで活動していますが、2012年から2016年まで、Live E!プロジェクトデータの有効活用などを目的とし、高校生や大学生、若手研究者を対象とした「サイエンスコンテスト」を主催していました。「スーパーサイエンスハイスクール(SSH)」や「スーパーグローバルハイスクール(SGH)」に指定される高校をはじめとし、多くの高校が生徒の発表の場を求めていることが分かってきました。2012年に始めたときに比べ、年々その要求が高まっていることが感じられました。プロジェクト単位での発表の場の提供には限界があり、それほど多くの生徒たちを集める体力はなく、やはりこういうことは学会レベルで行うべきだろうという話が出てきました。ちょうどこのプロジェクトでは本会の理事・監事の経験のある先生がおられたのでその先生の協力も得ながら2年ほど、初等中等教育委員会を中心として案を練ってきました。そしてめでたく2019年3月に学会として、中学生高校生の情報学探求の成果発表の場を提供することができたというわけなのです。今後の展開が楽しみです。

高等学校情報科と情報入試の流れ

情報教育の1つの柱は、大学入試センター試験との関係でしょう。ここで、大学入試センター試験と情報教育の関連性について年表でまとめてみました(表-2)。

表-2の2013年頃までは、情報科について逆風が吹いていたのですが、2013年の世界最先端IT国家創造宣言や2016年の情報学の参照基準あたりから流れが逆転してきています。政府は2013年6月「世界最先端IT国家創造宣言」を閣議決定。文部科学省がIT人材の育成や情報機器の充実を掲げるなど情報教育は政策としても重要視され始めます。し

^{☆5} <https://www.live-e.org/>

かし、現場の高校教員からは、「重要というわりには教員採用が少なく政策とのギャップを感じる」という声が出ていました。2003年から高校で始まった「情報科」の実態は以下のようなものでした。

毎日新聞 2013年12月19日「情報教育軽視に危機感」、2015年10月29日には「『情報』教員3割専門外」、2016年10月6日「情報科専任教員2割」、2018年12月5日「情報科、13道県採用試験なし 高校必修対応遅れ深刻」

朝日新聞 2018年10月16日「高校『情報科』教員足りない」

日本経済新聞 2019年6月28日「高度IT教育軽視のツケ」

これらの記事では、情報科では、教員の採用数が少なく、「臨時免許状」や「免許外教科担任」が、特例的なものとして多用されている状況であること、さらにほかの教科に比べて情報科が突出して「臨時免許状」や「免許外教科担任」の件数が多い状況であることを述べています。このことにより、情報教育の軽視に拍車がかかったのです。現行指導要領では

「社会と情報」「情報の科学」のどちらかを選べばよく、プログラミング教育の含まれている「情報の科学」を教える割合は2割弱となりました。専任の情報教員の採用がないことから、プログラミングが敬遠され、その結果、自治体は専任の教員を採用せずに済んでいるという悪循環に陥ってしまったのです。

さらに2013年6月に世界最先端IT国家創造宣言が閣議決定され、プログラミング教育の重要性を強調していますが、学習指導要領が改訂された直後であり、プログラミングの必修化は先送りになってしまいました。結果的に小学校のプログラミング教育は2020年から行われ、高校でのプログラミング教育の必修化は指導要領が改定される2022年まで行われないこととなります。国家戦略としては、人工知能やデータサイエンスの人材育成に力を入れ始めたというのに、情報が高校の科目になってから15年以上も経っているにもかかわらずプログラミング教育が必修になっていないということは憂うべきことでしょう。

情報の軽視にいち早く危機感を抱いた識者により、情報入試の普及を目的として、2012年に情報入試研究会が発足しました。研究会の目的は以下の通りです。

1. 情報の入試問題として適切な内容・水準の標準問題の作成・公表
2. 1を通して、情報の教育内容や到達水準についての社会の共通認識を確立し、それに向けた情報教育を促す。
3. 標準問題を用いた模擬試験を実施し、結果を分析して公表する。

2013年には明治大学、2015年には駒沢大学、2016年には慶應義塾大学 SFC が個別入試に「情報」を取り入れました。

2018年5月16日の日本経済新聞には、2020年から始まる大学入試センター試験に代わる「大学入学共通テスト」の科目にプログラミングや統計など情報科目の導入を検討するという内容の記事が出

表-2 大学入試センター試験と情報教育の関連性

1997	大学入試センターで情報関係基礎の出題が始まる。
2003	高等学校に情報科が設置。「情報A」、「情報B」、「情報C」の選択必修。
2006	大学の個別学力試験において情報入試が始まる。
2011	本会学会誌で情報教育コーナー「べた語義」始まる
2012	情報入試研究会が発足 (http://jnsg.jp/?page_id=2)
2013	高等学校学習指導要領が改訂される。情報科は「情報の科学」、「社会と情報」の選択必修。数学、物理から情報の内容が消える。 世界最先端IT国家創造宣言が閣議決定され、小学校でプログラミング教育の必要性が示される。明治大学が情報入試を始める。
2015	駒沢大学が情報入試を始める。
2016	情報学の参照基準が策定される。慶應義塾大学 SFC が情報入試を始める。
2018	第16回未来投資会議で大学入学共通テストの試験科目に「情報I」を入れる方針が示される
2019	教育再生実行会議第11次提言で、大学入学共通テストにおいて情報を出題する方針が記載される。
2020	小学校でプログラミングが始まる。
2021	大学入学共通テストが始まる。
2022	高等学校学習指導要領が改訂される。情報科は「情報I」が必修、「情報II」が選択。
2025	2022年から実施の次期学習指導要領に基づく生徒に向けた大学入試が実施される。



されています。2022年に高校の指導要領が改定されることを受けて2024年度のテストから実施されることが予定されています。2022年から始まる新学習指導要領では、プログラミングや情報セキュリティなどを含む「情報I」が必修化、さらにデータサイエンスや人工知能を含む「情報II」が選択科目として追加されます。詳しくはぺた語義解説「情報入試のすゝめ」²⁾をご覧ください。

表-2からも分かる通り、ぺた語義が始まって以来のこの10年近くは情報教育にとって歴史的にも非常に大きな動きがあった期間でしょう。100回分の記事からは、上記述べたことが繰り返しさまざまな形で読みとることができます。今、日本の情報教育にとって重要なこと、つまり高度IT人材を本気で確保するつもりであれば以下のようなことが重要であることが、100回分の記事を読めばよく分かっていたのではないのでしょうか。

- (1) 高等学校情報科の専任の教員を増やすこと
- (2) 2022年からの新学習指導要領の実施にあたり「情報II」を開講すること
- (3) 中学生・高校生の情報科の探究活動を推進すること
- (4) 小学校に採用される教員は大学でプログラミングを学んでいるべきこと
- (5) 教員研修で情報科学をメニューに入れること(本会も協力いたします)

主に高等学校情報科と情報入試にターゲットをあてて記述しました。この中には大学の情報教育の話は含まれていませんが、すでに前述した通り、「ぺた語義」がスタートした2011年には「多くの大学でプログラミング教育や情報教育に関する試行錯誤が

続けられており、知見が溜まりつつあった」、「さらに、高等学校でも情報科ができ、新しい教科である情報科にどう対応していくのか高等学校での試行錯誤がスタートした」、そういう時期だったのです。100回を迎える「ぺた語義」は、これまで執筆した多くの方々の知見を溜め続け、読者の皆さんにたくさんの方々の勇気と励ましを与えることができたと思います。

2020年からは小学校でプログラミングが始まり、2022年にやっと高校で必修化。2025年には情報入試が大学共通テストに入ります。「ぺた語義」の執筆者と読者はこれまでよりももっと幅広く、教育分野に広がっていくことでしょう。

私は、ぺた語義の第1回に「闇に住む民は光を見たい」というタイトルでコラムを書かせていただきました。多くの先生が闇の中をさまよっている状態でちょっとでも光を見つけることができればという思いで書いたのを今でも覚えています。コラム通り、ぺた語義がこれまでも、またこれからも、読者の方々が希望の光を見出すきっかけになってくれることを願ってやみません。

参考文献

- 1) 笈捷彦：ご存知でしたか？、情報処理、Vol.52, No.4・5, pp.553-558 (Apr. 2011).
- 2) 笈捷彦, 中山泰一：情報入試のすゝめ, 情報処理, Vol.59 No.7, pp.632-635 (July 2018).

(2019年10月7日受付)

高岡詠子 (正会員) m-g-eiko@sophia.ac.jp

慶應義塾大学理工学部数理科学科卒業、同大学院理工学研究科計算機科学専攻博士課程修了、博士(工学)。現在、上智大学理工学部教授。上智大学発ベンチャー ソフィアメディカルインフォ(株)代表取締役。専門分野は医療・看護・介護・福祉、環境、教育分野におけるWebアプリ/スマホアプリ等開発と運用。2007年本会山下記念研究賞受賞。2013年度本会学会活動貢献賞受賞。主な著書：チューリングの計算理論入門、シャノンの情報理論入門(講談社ブルーバックス)、計算の科学と手引き('19)、計算事始め('13)、情報科学の基礎('07)(放送大学教科書)。

初学者向けプログラミングの授業における ソーシャルな知のデザイン (第2回)

齋藤俊則

星槎大学

〈ソーシャルな知〉のデザインを導入した プログラミング授業

前号 (Vol.60 No.12) に続き、今回は筆者が担当した2つのプログラミング授業 (授業A, 授業B とする) を例に〈ソーシャルな知〉のデザインの主題^{☆1}を導入したプログラミング授業の実際を紹介する (表-1)。授業Aは履修者が学部1年生100名程度でコンピュータ・ルームで実施、かつ博士課程に在籍する2名のティーチングアシスタントがつく体制であった。他方、授業Bは履修者が教育に携わる社会人学生10名前後 (毎回数名がインターネット回線による遠隔参加)、一般教室で学生自身のPCを持ち込むBYOD (Bring Your Own Device) の状況で、講師 (筆者) のみで実施された。どちらもプログラミングは科目の一部であり、履修者たちはプログラミングを目的に履修しているとは必ずしもいえず、プログラミングを学ぶ理由やプログラミングにかかわることへの納得感の形成に課題があった。

授業への〈ソーシャルな知〉のデザインの 主題の導入

授業に〈ソーシャルな知〉のデザインの主題を導入するためには、それぞれの履修者の特性を考慮する必要があった。授業Aでは履修者は学部1年生のため、大学での学習の意味や学習方法についての理解形成

表-1 2つの授業事例の概略

事例	大学種別	科目の位置付け	対象者
授業A	総合大学	情報系必修科目	文系学部1年生
授業B	教育系専門職大学院	情報系必修科目	主に教育分野に従事する社会人学生

☆1 「〈ソーシャルな知〉のデザインの主題」については前号 (Vol.60 No.12) 参照。

が必要であったが、言語リテラシー (語彙力、文章理解力、論述能力など) の高さにより利点があった。他方、授業Bではコンピュータリテラシーについて履修者間に大きなばらつきがあり、数理的な思考や手続き的な厳密さについて苦手さを訴える例が散見されたが、授業に対する主体的な取り組みの姿勢は学部学生と比べて格段に良好であった。また、履修者の実務経験は〈ソーシャルな知〉のデザインという主題理解の点で利点となった。

それぞれの授業の科目目標と履修者の特性を勘案しつつ、〈ソーシャルな知〉のデザインプログラミングを学習するためのコンテキストの形成を試みた (表-2)。aは科目全体の主題に対する筆者の解釈であり履修者が授業の意味を自ら考えるための材料として授業の要所で提示した。bはプログラミング授業に至る授業内容の選択と配置でありプログラミング授業の事前に〈ソーシャルな知〉のデザインの主題に親しめることを考慮して構成した。cはプログラミング授業で履修者に示した成果物の要求であり履修者が自ら具体的な学習目標を設定するための一助とした。

表-2 それぞれの授業の学習のコンテキスト

	a. 学生に与えた科目主題の解釈	b. プログラミング授業に至る授業進行	c. 要求する成果物
授業A	情報を学ぶことは社会的な場に還元される知識の生産を学ぶこと	プログラミングの前に「ピクトグラム制作」のグループワークを配置	「この社会で求められる『創造性』を表現するプログラム作品をグループで完成させる
授業B	情報を学ぶのはデジタル時代の教育者として学習コミュニティの持続的発展に貢献するため	プログラミングの前に協働作業による知識生産を主題とするオンラインディスカッションを配置	「自分の学習を支援するアプリケーション」を個人で完成させる



プログラミング授業に至る授業進行

授業 A ではプログラミング授業（1 回 105 分全 13 回の授業の第 9～12 回を充当）の前に授業回 3 回分を使い「ピクトグラム制作」に焦点を当てたグループワーク授業を配置した。具体的には「社会の問題を解決するピクトグラム」をグループで考案、制作させるものであった。最終回の授業の事前に実際に作成したピクトグラムと提案書を LMS（Learning Management System）上に提出させ、履修者による投票上位 3 グループを目安に作品に関するプレゼンテーションをさせた。取り扱う「社会の問題」については筆者がヒントとして複数のカテゴリを示し、具体的な問題設定はグループで考えさせた。考案するピクトグラムはオリジナルのものであることを条件とした。「ピクトグラム制作」をプログラミング授業の事前に配置した主な理由は〈ソーシャルな知〉のデザイン（履修者には「社会課題の解決のための知識の創造」と説明）の主題への理解とグループによる協働作業への慣れの形成であった。履修者たちの中にはこの主題の設定と協働作業の学習に対して戸惑う様子も見られたが、3 回を経過する間におおむね要求水準を上回る成果を上げることができた。

授業 B ではプログラミング授業（1 回 90 分全 15 回 [ただし最終回を除いて 1 週で 2 回連続かつ全 8 週の実施] の授業の第 9～14 回を充当）の前に、授業回 8 回（4 週間）を使い協働作業による知識生産を主題とするオンラインディスカッションの授業を配置した。この授業では、履修者が修了後に「デジタル時代の教育者」となることをイメージしながら、筆者が毎週出題する問い（たとえば「デジタル時代の教育者が備えるべき資質・能力・態度とはどのようなものか？」など）に答えるために履修者間で議論を行い、所定時間内に資料（Google プレゼンテーションを利用）を共同制作し、プレゼンテーションを実施する。最後に筆者を交えた質疑を経て 1 週 2 回分の授業を終了する。このサイクルを 4 週にわたっ

て繰り返した。「オンライン」である理由は、教室参加と遠隔参加による履修者が 1 つのグループとして議論を行うためである。この授業によって、履修者の間に主題理解とグループによる学び方、および共有ドライブ上の資料編集操作への慣れなど、後のプログラミング授業で活かされる学習の前提が形成された。

プログラミング授業で要求する成果物

授業 A、授業 B のそれぞれの要求する成果物について、課題の出題意図と実際に成果物として提出された作品等に触れながら説明する。

□ 授業 A

授業 A では『この社会で求められる《創造性》』をプログラム作品で具現する」という出題のもと、4 回の授業期間内に 5 名程度のグループで議論と試作を重ね、最後にグループで 1 つの作品とその制作意図に関する解説文を発表させた。プログラミング環境は習得コストの低さとメディアとしての表現力の豊かさから Scratch を指定した。出題意図は「社会」と「創造性」といった抽象語に履修者らが具体的な解釈を与え、作品として具現する一連の作業を通じて、汎用的なコンピュータに主体的かつ能動的に特定の用途を与える活動としてのプログラミングへの理解を形成することであった。また、ピクトグラム制作から続く「社会」への問い（しかしピクトグラム制作時よりも多分に履修者自身の解釈を要する）によって、履修者たちが、知識の創造と社会への還元に対する明確な意識を持つことの一助とすることも意図していた。

図-1 は履修者間で最も評価が高かった作品である。この作品は社会に出る前の若いユーザを対象として、将来の「夢」に関する質問の結果に応じて「偉人の名言」を選択的に表示する。このグループは議論と解釈作業の末に「この社会で求められる創造性」を「新しいものを作り出すことを手助けするために、現状を俯瞰して適切に判断する機会を提供するこ

と」と定義した。そして、この作品が提供する「偉人の名言」は、人生のビジョンを考えるユーザが自分自身を第三者的な目線で俯瞰し何をすべきか理解するための機会とされた。制作の過程で同じ回答に対して同じ名言が表示されるばかりでは面白くないことに気づき、「240分の1でしか見られないレア名言」が表示されるように工夫した。

□ 授業 B

一方、授業 B では「『自分の学習（あるいは仕事）を支援するアプリケーション』を作成する」という出題のもと、3週計6回の授業期間内に個人作業でプログラミングの技術的な基礎を習得し作品づくりを進めた。授業 A 同様習得コストの低さ、メディアとしての表現力の豊かさ、そして遠隔参加者を含む学習環境との相性の良さから Scratch を用いた。出題意図は教育業務に携わる履修者たちに自身のあるいは自身がかかわる教育現場の学習ニーズを情報技術の助けを借りて解決する一連の過程を経験させることであった。この経験はほとんどが情報技術初学者である履修者たちに課題解決の知としてのプログラミングを当事者性を持って理解させる契機となると考えた。個人作業とした理由は、それぞれの履修者が職務においてプログラミングを適用すべき固有のニーズを抱えていると考えたからであった。

図-2 は筆者の印象に強く残った作品の1つである。この作品は看護教育に携わる教員である履修者が看護学生の学習ニーズへの適用を考えて作成した



図-1 授業 A の成果物の例

ものである。具体的にはパルスオキシメータ（皮膚を通して動脈血酸素飽和度 SpO₂ と脈拍数を測定するための装置）の測定値が意味するところを正しく理解できない看護学生を念頭に置いた自習用教材である。実際の SpO₂ モニタを模した「リアルな画面」がアニメーションを交えて表示され、表示された測定値に対する正しい対応をクイズ形式で学習できるようにデザインされている。演出として患者との会話場面などを取り入れることで実際の現場を想定しながら学べるように工夫した。

□ 成果物の総括

それぞれの授業では「〈ソーシャルな知〉のデザインへの参画」という同じ意図を持ちながらも、前提の違いから、制作課題の出題においてまったく異なるアプローチをとった。授業 A は社会への知の還元を主題としつつ、あえて「解釈が必要な抽象的な問い」を提示し、プログラム作品とそれを説明する言葉(解説文)の両方を重視する出題を行った。授業中には創造性を考えるヒントとして Resnick の文章¹⁾などを提示し、また教室内を回りながら履修者からの質問を受けつつ、社会、創造性、プログラミングといった、学部1年生の履修者の多くにとっては馴染みがない、しかし大学生活では確実に必要とされる概念に対する理解形成と作品制作(その過程でのプログラミング習得)を促した。作品の多くは「社会へのかかわり」という点では限定されたものが多く(社会の実例としてはキャンパス内やキャンパス周辺での生活場面がしばしば想定された)、また「創造性」の解釈作業においてはすでに流通する言葉に新たな解釈を加える点に戸惑いや苦勞を感じる様子もあったが、最終的にはそれらの言葉に学部1年生なりの解釈を加えたユニークな作品を仕上げることができた。

授業 B では履修者が教育に携わる社会人であることから、各自確固たるニーズを持ち、しかしながら授業時間以外の共同作業が難しい事情により、



出題は個人作業による「学習を支援するアプリケーションの制作」となった。特にプログラミングの前に言語活動による学習（オンラインディスカッション）を経ていることから、プログラミングではあえて「手を動かすこと」に焦点を当てた。履修者たちはプログラミングの技術習得において個人差が大きい。そのため、授業Aと比べてより多くの支援を必要とする傾向があった。しかし、ほとんどの履修者は「自分が当事者である課題の解決」に強い意欲を持って学習に臨んでいたため、最終的には明確なニーズを表現する、それぞれの履修者にとって意味があると思われる作品を仕上げることができた。

授業を通してデジタル・コンピテンシーは いかに獲得されたのか

最後に2つのプログラミング授業で見られた履修者のデジタル・コンピテンシーの成長について述べる。ここでは特にプログラミングを学ぶことの意味や理由の理解にかかわる点に絞って振り返る。この点に関して2つの授業においては次の点で成長が見られた。

1. プログラミングのスキルや知識を、それを自ら振り返り言語化するための語彙や視点とともに学ぶことができた
2. プログラミングの学習を大学入学後の「学習のモードチェンジ」の契機として捉えることができた
3. プログラミングを社会の課題に創造的に関与するための入り口として捉えることができた
4. キャリアを作る選択肢としてプログラミングの

学習の継続を視野に入れることができた

1はレポートや小課題の記述において見られたもので、履修者たちは現在や卒業後の社会とのかかわりに言及しながら、プログラミングのスキルや知識を身につけることの「意味」を言語化し咀嚼しているようであった。2は特に授業Aにおいて顕著であったが、学習が既存知識の受容だけではなく能動的な働きかけによる知識創造を含むこと、特に大学ではこの側面が強く求められること、などをプログラミングを通して理解した様子であった。3はレポート、小課題、発表などから、プログラミングをコンピュータを操る技術としてのみならず、社会課題の解決という広範な文脈の中で理解できたことがうかがわれた。4は双方の授業において、事前にプログラミングを知らなかった履修者が今後のプログラミングの学習の継続に対する意欲を述べる例が見られた。

「〈ソーシャルな知〉のデザインへの参画」という主題を持つプログラミング授業を実施することで、異なる前提を有する授業A、Bにて、上述の履修者の成長を認めることができた。これらの成長は「より短期間により高度な技術を獲得させる」といった観点からは評価対象とはなりにくいものである。しかし、プログラミングを学ぶことの意味や納得感にかかわるこれらの変化は、履修者たちが今後それぞれの社会集団の中で課題解決の選択肢として情報技術を能動的に活用してゆく出発点となることで、プログラミング授業の成果としての本質的な意味を持つと筆者は考える。

参考文献

- 1) Resnick, M. : All I Really Need to Know (About Creative Thinking) I Learned (By Studying How Children Learn) in Kindergarten, ACM Creativity & Cognition Conference, Washington DC (June 2007).

(2019年9月26日受付)



図-2 授業Bの成果物の例

齋藤俊則 (正会員) t-saito@gred.seisa.ac.jp

星槎大学大学院教育実践研究科准教授。本会誌編集委員会専門委員会(教育分野/EWG)幹事。本会IFIP委員会TC3(教育)代表。WCCE 2021開催準備委員会委員長として同会議の広島開催の準備に取り組む。

2020 年度会誌「情報処理」および「デジタルプラクティス」モニタ募集のお知らせ

会誌編集委員会
デジタルプラクティス編集委員会

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

応募の資格 本会会員で、モニタの役割を積極的に果たしていただける方。

モニタの役割 「情報処理」巻末の所定用紙または学会 Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>) から、毎月アンケートに回答する。
◇記事に対する評価 ◇記事に対する感想 ◇意見 ◇記事テーマの提案 ◇そのほか全般的な意見・提案など
注) 記事をすべて読むといったことは必ずしも必要ではありません。自分の立場や問題意識、得意とする分野などを基準とした「独断と偏見による」自由な意見を期待します。

期 間 原則として 1 年間 (2020 年 4 月～2021 年 3 月)。*最長 3 年までとします。

対 象 号 会誌「情報処理」61 巻 5 号～62 巻 4 号、および年に 4 回 Web ページ (<https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/> (PDF 版)) (<https://www.ipsj.or.jp/dp/contents/publication/index.html> (HTML 版)) にて公開される「デジタルプラクティス」(電子版のみ)。

謝 礼 貴重なご意見をいただいた方には薄謝または記念品を贈呈します。

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

応募締切 **2020 年 2 月 27 日 (木) 必着**

*申込書を Fax するか、または E-mail でお申し込みください。

* Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/magazine/topics/2020monitor.html>) でも受け付けています。

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

(先着 50 名、アンケート (12 回) に必ず回答いただくことを条件とします)

希望する場合は、申込書の要望欄に<会誌送付希望>とお書きください。

申込/照会先 情報処理学会 会誌編集部門 (モニタ係)

2020 年度会誌「情報処理」および「デジタルプラクティス」モニタ申込書

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

氏 名

会員番号 ()

住 所 〒

所 属

E-mail:

Tel () -

Fax () -

年 齢 (歳)

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

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

要望, コメントなど:



連載

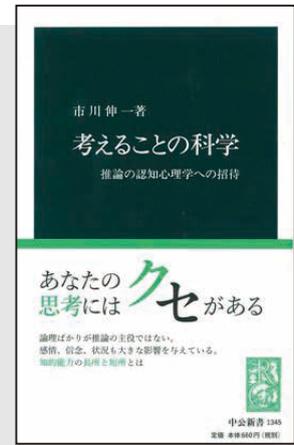
ビブリオ・トーク
—私のオズメー

→ 戸田貴久 (電気通信大学)

考えることの科学 推論の認知心理学への招待

市川伸一 著

中央公論新社 (1997), 200p., 660 円+税, ISBN : 978-4-12-101345-3



人はいかに推論するか？

あることから前提にして何らかの結論を得ること、すなわち「推論」は、日常生活のあらゆるところで意識的・無意識的に用いられている。たとえば、傘を持っている人を見かけたとき、これから雨が降るのではないかと考えたり、彼はとても慎重な性格だからこんなことを間違えるはずがない、などと考えたりする。日常生活は推論の連続といっても過言ではない。このような日常的な推論は、いつも正しい結果を導いてくれるわけではなく、ときに大きな間違いを引き起こしたりするが、だいたいにしてうまくいくものである。

本書は、人間が日常的に行う推論の仕組みや特徴を心理学の観点から平易に解説している。「詭弁論理学」や「逆説論理学」など形式論理に関する一般読者向けの書籍はあるが、本書は心理学の視点からそれらとは違った角度で書かれているのが特徴である。初版が世に出てすでに20年以上経過していて、最新の心理学からすればすでに古い内容もあるだろうが、推論の認知心理学の最初の1冊として楽しみながら読むのにちょうどよいのではないかと思う。

本書にはたくさんの魅力的な話題が詰め込まれている。以下ではほんのいくつか私が気に入ったものを紹介したい（せっかく心理学の観点から書かれているというのに、認知モデルや推論を誘導する各種の心理的な要因に関してここで何も言及できなかったのは残念。興味のある読者は本書を手にとって読

んでみることをすすめたい)。

ヘンペルのパラドックス

科学哲学者ヘンペル (Carl Gustav Hempel) が考案した次のような有名なパラドックスがある。ある鳥類学者が「すべてのカラスは黒い」という仮説を検証しようとした。黒いカラスを見つけるたびに、この仮説に従う事例が増え、仮説の信頼度が高まると考えられる。これは仮説の対偶「黒くないならばカラスではない」に従う事例を見つけることでも、同じ理屈で可能である。部屋の中を眺めてみると、黒くないものをいくらでも見つけることができるだろう。したがって、部屋を出ることなく何と鳥類学の研究ができるではないか！

さて、これは妥当な推論といえるだろうか？ 常識的に考えて鳥類学の研究は部屋の中ではできそうにないが、なぜおかしな結論が導かれてしまったのだろうか？

三囚人問題

確率論によって導かれる結果と直感的な確率判断との間には不可解なギャップが生じることがある。その一例が次の三囚人問題である。3人の囚人 A, B, C が処刑されることになっていたが、1人だけ恩赦されることが決まった。しかし、誰が恩赦されるかは囚人に知らされていない。囚人 A が看守に

囚人 B か C のどちらが処刑されるのか教えてく
れでも、自分に新しい情報を教えたことにはならない
から、どちらか教えてくれないかと尋ねた。看守は
その言い分に納得して、囚人 B が処刑されると言っ
た。それを聞いて囚人 A はもともと $1/3$ の確率で
恩赦されるところが、(囚人 A か C のどちらかが恩
赦されるので) 確率が $1/2$ に上がったと喜んだ。

ベイズの定理に従えば、看守が囚人 B が処刑さ
れると言う場合に囚人 A が恩赦される確率は $1/3$
となることが導かれる(ただし、看守は嘘をつかな
いこととし、囚人 B と C がともに処刑される場合
には $1/2$ ずつの確率でどちらかの名前を言うことと
仮定する)。しかし、囚人 A の理屈がもっともらし
く感じるのはなぜだろうか。いったいどこがおかし

いのだろうか？

三囚人問題をまともに論じはじめたら 1 冊の本
になるような深い話題であるらしい。もし読者が時
間を持て余しているならば、この不可解なギャップ
に対して何らかの理屈を考えてみることをすすめた
い。白状すると、私自身(この書評の執筆等で時間
がないにもかかわらず!) 気づいてみたら数時間考
えてしまっていた。

(2019年11月1日受付)

戸田貴久(正会員) toda@disc.lab.uec.ac.jp

2004年京都大学総合人間学部卒業、途中2006～2008年富士通
研究所研究員を経て、2012年京都大学博士(人間・環境学)。同年
JSTERATO 湊離散構造処理系プロジェクト研究員、2014年電気通信大
学助教、2019年准教授。論理、推論、探索などの研究に従事。





Ian J. Goodfellow et al. : Generative Adversarial Nets

Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS), pp.2672-2680 (2014)

創造的活動とコンピュータ

絵画や音楽、小説等を創作する力は、人間を特徴づける最も重要な能力の1つと古くから考えられてきた。これを計算論的に実現する技術はコンテンツ生成と呼ばれており、1950年代から始まる長い研究の歴史を有する。しかしながら、コンテンツ生成は情報科学的な観点からは非常に難しい問題である。たとえば、リンゴの画像を生成する作業は、「リンゴ」という概念を表す符号のみから無数に存在し得る高次元のパターン情報(画像)を推定するプロセスであり、本質的に不良設定な問題である。このため、深層学習が認識問題において大成功を収めたあとも、コンテンツ生成の実現は相当先であろうと考えられてきた。

ところが近年、コンテンツ生成技術は大方の予想を裏切り驚くべき速さで進歩を続けている。特に、画像生成の技術は圧倒的に進化しており、人間が見ても本物と見分けがつかないレベルのリアルな画像をゼロから生成することが可能になっている。2018年には、人工知能が描いた絵画が史上初めてオークションにかけられ、43万ドルという高価格で落札されたことが大きな話題となった。また、画像生成を応用した技術である Deepfake (実際の映像を改変し精巧な偽映像を作成する技術)の脅威はテレビ番組等でも盛んに取り上げられるようになり、コンテンツ生成は良くも悪くも社会に大きな影響をもたらし得る技術として、研究者のみならず広く一般に注目を集めている。今回取り上げる論文は、コンテンツ生成、特に画像生成において飛躍的なブレイクスルーをもたらした機械学習手法である敵対的生成ネットワー

ク (Generative Adversarial Networks ; GAN) を提案したものである。図-1に、GANによる顔画像生成の進歩の様子を示す。このように、GANの登場以降大きく技術革新が進み、わずか3年ほどできわめてリアルな画像生成が実現できるようになった。

敵対的生成ネットワーク

統計的機械学習に基づく画像生成では、画像の生成モデルの学習、すなわち本物の多数の(理想的にはすべての)画像が為す確率分布を表現する確率モデルを構築することが目的となる。仮にそのような良いモデルが得られれば、モデルからのサンプリングによりリアルな画像を生成することが実現できる。

GANはディープニューラルネットを利用した生成モデルの1つであり、敵対的学習と呼ばれる新しい学習の枠組みを導入した手法である。図-2に示すように、生成ネットワーク(Generator Network)と識別ネットワーク(Discriminator Network)の2つのモジュールから構成される。生成ネットワークは、ランダムに発生させるノイズ(生成する画像に対応した潜在変数に相当する)を種として入力し、これを変換してできるだけ本物に近いリアルな画像を生成することを目的とする。一方、識別ネットワークは、生成ネットワークが作り出した偽



図-1 GANによる顔画像生成の進歩。画像は左からそれぞれ [Goodfellow, et al., NIPS'14], [Radford, et al., ICLR'16], [Liu and Tuzel, NIPS'16], [Karras, et al., ICLR'18] より引用

の画像と、本物の画像のいずれかを入力とし、入力画像が本物か・偽物かを見分ける2クラス識別問題を学習する。つまり、偽物を見破る能力をできるだけ高めるように訓練されるのである。数理的には、GANの目的関数は識別ネットワークと生成ネットワークが為すミニマックス問題として定式化され、学習が成功すれば局所的なナッシュ均衡点へ収束することが示されている。このように、騙すモデル(生成ネットワーク)と見破るモデル(識別ネットワーク)を敵対的に学習させることで、相互に相手を鍛える効果が生まれ、結果として性能の良い画像生成モデルを得ることができる。

さて、GANがその他の生成モデルと比べてなぜ高精細にリアルな画像を生成できるかはよく分かっていないことも多いが、説明としてしばしば為されるのは、GANは多峰の分布のモデル化に優れているという考え方である。1つの概念に対応する画像はさまざまなバリエーションがあるように、実際の画像の分布は正規分布のような単純な形ではなく、多峰の複雑な形になっている。このような分布へモデルを正確にあてはめることは一般に非常に難しく、全体を包んだような大雑把なモデルになりやすい。これを避けるため、GANでは明示的に「本物と見分けにくい」という基準を学習に加えることにより、分布全体を最大公約数的にモデル化するのではなく、実際の画像の分布からはみ出さないように局所領域をモデル化することに成功していると考えられる。

このようにGANが提案した学習アルゴリズムは非常にユニークなものであったが、これは識別ネットワークの学習が収束したという条件のもとで、Jensen-Shannonダイバージェンスと呼ばれる尺度に基づき、実画像の分布とモデルが為す分布を近づける働きになっていることが分かっている。これを

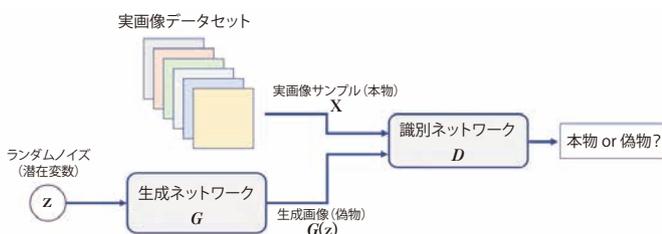


図-2 GANの構造図

KL ダイバージェンスや Wasserstein 距離に置き換えた改良手法など、現在に至るまで数多くの後続研究が出ている。また、ランダムノイズからの生成ではなく、別の入力に条件つけた生成を行うことにより、キーワードや文章からの画像生成や、画像変換(白黒画像着色、超解像度化等)など、実用的にも有用なアプリケーションが次々に実現されている。

AIによる創造の限界

このようにGANは画像生成に驚くべき進化をもたらし、ともすれば何でも作り出せる魔法の技術であるかのように喧伝されがちであるが、もちろんそのような摩訶不思議なものではなく、やっていることはあくまで与えられたデータの補間にすぎないことに注意が必要である。つまり、最初に与えたデータセットの分布に含まれないような新しい画像を作り出すことは原理的に不可能であり、しょせんは今までに見たことのあるデータを模倣しているにすぎないのである。

このように聞くと、やはりコンピュータはまだただと安心する方も多いだろう。しかしながら、ここからは筆者の主観であるが、近年の機械学習によるコンテンツ生成技術の進化は、創造活動とは何かということをあらためて人間に問いかけているように感じられない。実際のところ、我々が住む世の中ではどこかで見たことのあるような絵、小説、映画などの創作物をしばしば目にするであろう。ごく一部の歴史に残るような天才を除き、大半の人間は記憶の中にある何らかの事例の模倣や組合せを(意識的にせよそうでないにせよ)出力しているだけなのかもしれない。我々研究者も、機械学習アルゴリズムに後れをとらないように、真に無から有を生み出す創造的な研究活動ができるよう努力したいものである。

(2019年10月1日受付)

中山英樹 (正会員) nakayama@ci.i.u-tokyo.ac.jp

2011年東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了。博士(情報理工学)。2012年同大学院講師、2018年同准教授。画像認識、自然言語処理、深層学習等に関する研究に従事。



連載



情報の授業をしよう！

本コーナー「情報の授業をしよう！」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生、高校で情報科を教えている先生や、大学初年次で情報科目を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな

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

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



教科教育の枠組みで実施する 小学校プログラミング教育

清水 匠 | 茨城大学教育学部附属小学校

2020 年度直前の現場の実態

平成 29 年度告示の小学校学習指導要領¹⁾では、各教科等の学習の基盤となる資質・能力として、情報活用能力が挙げられ、その資質・能力を育むための学習として、プログラミング教育を行うよう示された。そこでは、プログラミング的思考を育みながら、コンピュータのよさに気付くことと、各教科・領域等で実施する場合には、教科・領域等の学びをより確実に身に付けていくことを目的としている。

ところが、育むべきプログラミング的思考が、どのようなものかについては、抽象的な説明にとどまり、具体的にどういった思考があり、どのように指導していくのかについては、明らかになっていないのが現状である。また、児童の実態に合ったプログラミング教材の選定、それを購入するための予算の獲得、それを操作するための教員の研修など、課題

は山積みである。

そういった現状の中でも、先進的にプログラミング教育を実施している学校が増えてきたように思う。本会にかかわる小学校教員の方々においても、本コーナーのテーマ「情報の授業をしよう！」のごとく、「小学校プログラミング教育の授業をしよう」と思っただけの事を願って、事例をいくつか提案したいと思う。あわせて、大学の教員や専門家の方々には、小学校プログラミング教育における実践事例を概観しながら、小学校現場の実態を感じとっていただけたらうれしい。

示された 6 つの分類

文部科学省が想定している小学校プログラミング教育に関する学習活動の分類としては、「小学校プログラミング教育の手引(第2版)」²⁾において、6つ



挙げられている(表-1)。さらには、それぞれにおいて、細かな例示や考え方が示されている。この分類を見ると、いわゆる「授業」として、学校教員がクラスの全児童に実施する学習活動としては、A～Cが当てはまる。

分類Aは、明確に単元や授業の内容が例示されており、新学習指導要領や新しい教科書にも必ず記載されている学習活動である。それに対して分類B・Cは、指導のねらいは示されてはいるものの、活動の内容や実施教科・領域、単元においては、各学校の創意工夫にて実施していくとされている。

必修化の要となる分類A

分類Aは、学習指導要領に例示されているため、教科書にも確実に記載されてくると思われる。特に、第5学年算数の正多角形の作図と、第6学年理科の電気の利用では、指導書にも詳細な解説や、指導方法が示されることが予想される。つまり、すべての教員が実施できるように、いろいろな準備が整って

■表-1 文部科学省が示した学習活動の分類

A	学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
A-①	第5学年算数 正多角形
A-②	第6学年理科 電気の利用
A-③	総合的な学習の時間 情報化と社会
A-④	総合的な学習の時間 まちの魅力
A-⑤	総合的な学習の時間 ものづくり
B	学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示される各教科等の内容を指導する中で実施するもの
B-①	第3～6学年音楽 音楽づくり
B-②	第4学年社会 都道府県
B-③	第6学年家庭 自動炊飯器
B-④	総合的な学習の時間 プレゼン
C	教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
C-①	プログラミングの楽しさや面白さ、達成感などを味わえる題材
C-②	各教科等におけるプログラミングに先立って、プログラミング言語や技能の基礎についての学習
C-③-1	各教科等の学習を基に課題を設定し、プログラミングを通して課題解決する
C-③-2	各教科等の学習を基に、プログラミングを通して表現したいものを表現する
D	クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
E	学校を会場とするが、教育課程外のもの
F	学校外でのプログラミングの学習機会

いる活動であるといえる。

教員の多様性が光る分類B

分類Bは、学習指導要領に例示されていないが、各教科等での学びをより確実なものとするための学習活動としてプログラミングに取り組むものである。どの教科・領域の、どの単元で実施するかは、教員の教材研究によってさまざまに生まれてくる。さらには、プログラミング活動を行ったことによって、各教科等の学びが深まるように授業をデザインする必要があり、各教科等の学びのプロフェッショナルとして教育実践者の腕が試されるといっても過言ではない。

一方で、プログラミングそのものを経験したことがない教員が多い中、各教科の学びとプログラミング活動をどのように関連付けたらよいかについて、実施の単元を見つけ出す難しさがある。無理にプログラミング活動を取り入れてしまうことで、かえって各教科等の学びが薄れてしまったり、学習の流れに必然性のないプログラミング活動になってしまったりしては、問題である。

楽しさを体験できる分類C

分類Cは、各教科等の学習とは別に実施できることから、各教科等の学習内容や目標に捉われることなく、プログラミング活動そのものを楽しんだり、プログラミング的思考を育むことを学習目標にしたりすることができる。

一方で、各教科等とは別に、何らかの教科等に位置付けることなく、かつ教育課程内で実施するためには、そのための時間を捻出する必要がある。この時間はいつ存在するのかという問題がある。各教科等の学習ですら時間が足りない現状の中で、プログラミング教育実施のための新しい時間をどのように生み出すのかがポイントとなるだろう。

分類 B 事例 第 5 学年総合

画像表示の仕組みを知る

筆者が実践した、第 5 学年総合的な学習の時間「コンピュータの性質」で行った分類 B のプログラミング教育の事例を紹介する³⁾。この実践は、日常的に触れ合っているコンピュータの存在に気付き、それがどのような仕組みで動いているのか探究する単元の中で行ったものである。

○目標

コンピュータがどのように画像を表示しているのに関心を持ち、数字を用いて表す方法をいろいろと試しながら、その仕組みを考えていく。

○本時の展開

学習活動・内容
1. 前時の復習をし、本時の課題をつかむ。 (1) 前時の復習をし、2進法について確認する。 (2) 本時の課題をつかむ。
コンピュータはどのように文字や画像を表示しているのだろう。
2. 例題を基に、いろいろな文字や絵をドットで表し、その仕組みを理解する。 (1) 画像を表現する仕組みを理解する。 (2) 自分の好きな絵を、ドットを使って表す。 ●ルール ・10マス×10マスの中でつくる。 ・文字でも絵でもいいが、複雑でないもの。 ・絵のとなりに、数字で表す。
3. ペアになり、各自が表した画像を伝え合うクイズを行う。
4. 本時のまとめを行う。

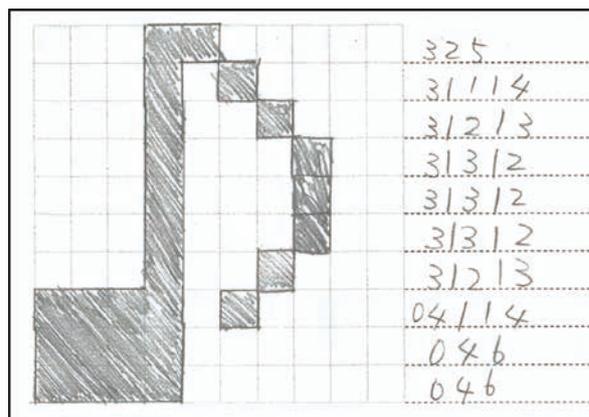
前時で子どもたちは2進法を学び、コンピュータではいろいろな数が0と1で表されていることを学んだ。そこで本時では、コンピュータで表示できるのは数だけかと問いかね、文字や絵はどうやって0と1で表示しているのかという課題を設定した。ここでは、FAXのようなモノクロ画像は、白と黒の小さな点が集まって表示されていることを伝え、文字や絵を表す仕組みに目を向けていった。次に、白と黒の配置で文字や絵を表示する仕組みを利用して、自分の好きな文字や絵を、マス目状にかく活動を行った。子どもたちは、マス目で斜めの線にかくことに苦戦

しながらも、自分の名前に使われている漢字や小学生の「小」、音符マークなど、オリジナリティあふれる文字や絵をかきあげていった。そして、かいた文字や絵は、ランレングス符号の数字の並びに置き換え、コンピュータでも扱えるような形にした(図-1)。

次にペアになり、文字や絵を伝え合う活動を行った(図-2)。子どもたちは、コンピュータになったつもりで、相手の文字や絵を見ずに数字だけで絵を伝えるルールとした。子どもたちは、必死に数字を聞き取り、慎重に文字や絵に変換していった。数字しか伝えていないのに、自分がかいた文字や絵が正しく伝わったことに驚きながら、符号化を含むコンピュータの仕組みを体感していった。

コンピュータを離れて考える

この実践では、「コンピュータサイエンスアンブ



■図-1 子どもたちがかいた絵と符号化の例



■図-2 数字だけで絵を伝え合う様子



ラグド (以下, CS アンプラグド) ⁴⁾ の「色を数で表す (画像表現)」を使用した. CS アンプラグドは, 紙や天びんなどの教具を利用することで, コンピュータ科学そのものを考えさせることをねらいとした教材である. 今回の授業では, 紙に画像をかき, それを数値にして相手に伝え, 相手が数値から画像に戻す作業を行った. 符号化は高校などで扱う高度な内容であるが, 適切な教材を使用することでコンピュータの仕組みを小学生が体験的に無理なく理解することができた.

プログラミング活動を行う際, 子どもたちはどうしてもロボットやキャラクタを動かす活動に夢中になり, プログラミングをしている際の自分自身の思考やコンピュータの仕組みに目を向けることが難しくなる場合がある. 効果的にコンピュータを利用する場面と, コンピュータを離れて考える場面とを, 上手に使い分けることで, コンピュータの仕組みをより理解することができると思う.

分類 B 事例 第 6 学年算数科

根拠を持って図形を判別する

ここでは, 筆者が実践した小学校第 6 学年算数科「形の同じ図形」の単元で行った分類 B のプログラミング教育の事例を紹介する ³⁾.

○単元構成

時	学習内容
1	・写真をいろいろに引き伸ばし, 拡大図・縮図の定義を確認する.
2	・拡大図・縮図を見分けるフローチャートをつくって解く (本時).
3	・拡大図・縮図の作図方法を考える.
4	・拡大図・縮図を利用して問題を解く.

○目標

対応する辺の長さの比と角の大きさをもとに見分ける方法を, 言葉や図で説明することができる.

○本時の展開 (2/4 時間)

学習活動・内容
1. 本時の問題を捉え, 課題をつかむ. ①の図形をもとにしたとき, ②③④⑤の図形は, 拡大図・縮図・合同な図形のどれになるでしょう.
図形のどこを見て判断すれば, 正しく見分けられるかな.
2. 図形を見分けることができるフローチャートを作成する. (1) 拡大図・縮図・合同な図形の特徴から, フローチャートで設定する条件を抽出する. (2) グループになりフローチャートを作成する. (3) 完成したフローチャートを全体で共有する.
3. つくったフローチャートを使って問題を解く.
4. 本時のまとめを行う. (1) どんな根拠で見分けたか, グループで説明し合う. (2) 本時の振り返りを行う.

この単元は, 角の大きさや辺の比をもとに, 拡大・縮小について考える学習である. 子どもたちは, 拡大図・縮図を見分けるとき, 見た目だけで判断してしまうことが多い. そこで, 明確な根拠を持って見分ける思考力を身に付けてほしいと考え, 本学習を構想した.

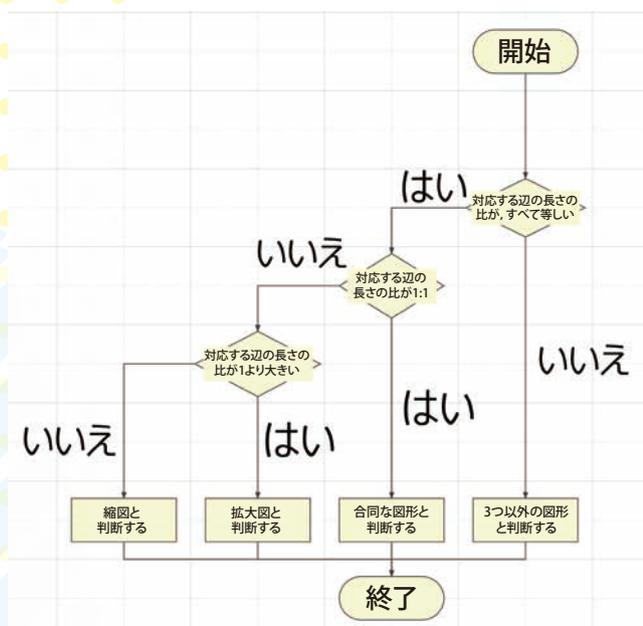
まず, 拡大図・縮図に加えて, 前学年の学習内容である合同な図形も合わせた 3 つの図形の特徴を整理し, それらを分類するためにはどんな観点で判断したらよいかを整理した. そして, その観点を基に, 「すべての対応する角度が等しい」や「すべての対応する辺の長さの比が同じ」などの条件を組み合わせて, 拡大図・縮図・合同な図形・それ以外の図形を判別するための, 条件分岐を活用したフローチャートづくりを行った. 図形を見分けるポイントを整理してフローチャートに表すことで, どんな順番でチェックしていけば効率的に判別できるか, 数学的思考を働かせながら学習を進めることができると考えたからである.

なお, 厳密なフローチャートの規則に従って取り扱うことよりも, 小学校段階の子どもたちが理解しやすく, 学習の目的に即して活用できることを第一に, 柔軟にフローチャートを取り扱った.

フローチャートで思考を可視化

子どもたちは、「まずは角度が全部同じであることが大切」や「辺の長さを測って比を求めよう」などと、数学的思考を働かせながら、何に注目すれば根拠を持って図形を判別できるのか、その手順について考えていった。それらをフローチャートに表すことで、どのような思考手順で図形を見ていけばよいのか思考を整理し、可視化した(図-3)。児童の多くは、「効率良く調べたいときには比を使うのがよい。比が1より大きい小さいか、それとも1なのかですぐ見分けられるので、素早く解ける」との記述に代表されるように、判別する順序性について考えを深める姿が見られた。

授業の最後に、条件分岐の考え方は、私たちの日常生活でも自然と使う考え方で、身の回りのコンピュータ(お掃除ロボットやエアコン)でも使われていることを伝え、コンピュータの働きに気付かせていった。その後にかかせた振り返りの文章でも、「コンピュータは条件分岐やフローチャートを使って人間の指示に従って動いているという仕組みが分かった。これは私たちも無意識に使っていて、コンピュータにも人間にも、とても大切な考えなのと思った」など



■図-3 子どもが作成したフローチャートの例

の記述が見られ、算数の学習とともに、コンピュータの良さにも気付く子どもの姿が見られた。

分類B事例 第5学年国語科

ことわざの意味をアニメで表現

ここでは、筆者が実践した小学校第5学年国語科「ことわざの意味」の単元で行った分類Bのプログラミング教育の事例を紹介する³⁾。

○単元構成

時	学習内容
1	ことわざの意味を調べよう
2	アニメーションで意味を伝えよう(本時)
3	ことわざを紹介し合おう
4	いろいろなことわざを使おう

○目標

ことわざの意味を友だちに説明するためのアニメーションをつくる活動を通して、ことわざの意味や由来を理解して、適切に他者に説明している。

○本時の展開(2/4時間)

学習活動・内容
1. 本時の課題をつかむ。 どんなアニメーションにすれば、選んだことわざの意味が表現できるかな。
2. SCRATCH jr を用いて、ことわざの意味や由来を表すアニメーションをプログラムする。 ●アニメーションの条件 ①ことわざそのものの場面設定は使わない ②ステージは、4つ以内とする ③最後は「これを〜という」で終える ④動かすものは、1ステージ3つ以内とする
3. 数人のアニメーションを全体で共有し、本時のまとめを行う。

子どもたちの多くは「犬も歩けば棒にあたる」ということわざを知っている。しかし、その意味を正確に理解している子どもは少ない。犬が歩いていた棒にあたるという様子と、本来の意味である「余計なことをしたので、災難にあう」には、ギャップがあるからだろう。そこで、ことわざの意味を表すアニメーションをプログラムして相手に伝える活動を取り入れ、楽しみながらことわざの意味を理解していけるよう授業を構想した。

まず、完成のゴールイメージを持ち、それに向かって動きの組合せを試行錯誤させていきたいと考えた。そこで、プログラミングする前に、ワークシートで骨格をスケッチさせたり、どう動かしたいのかによって使うブロックが変わってくることをおさえたりした。子どもたちは、自分の表現したい状況に合わせて、どんなアルゴリズムをつくれればよいのかを考えていった (図-4)。

次に、スケッチを踏まえながら、実際にキャラクターの動きをプログラムし、相手に伝わるような動きを考え、アニメーションをつくっていった。最後に、自分たちがつくったアニメーションで、きちんとことわざの意味を伝えられるのかを確認するために、発表会を行った。どんなことわざを選んだのかは教えずにアニメーションを見せ、最後に「これを〜という」とことわざを提示する形で行った。子どもたちは、アニメーションを見ながらどんな意味なのかを想像しながら、楽しんでさまざまなことわざの意味を学んでいくことができた。

トライアンドエラーの繰り返し

子どもたちは、活動の中で、目指す動きに合うよう何度も試してみても、修正するということを連続的に行っていた。その中で、ループを使ってみたり、ストップを使ってみたりしながら、自分の表したい動きに合った最適の組合せを考えていった。授業後の子どもたちの感想には、「プログラムすると、自



■図-4 プログラムづくりのルールを確認する

分が考えていたことと少しずれが生まれるし、うまくいかないこともある。だから、プログラムは、ただプログラムする力だけではなく、想像力も大切だと思う」などの記述が見られた。ゴールイメージをもって意図した動きになるようプログラムを作ることや、何度も試しては修正しながら完成させていくことの大切さに気付くことができた。

子どもとともに挑戦する

今までの教材研究を活かす

今回紹介した事例は、学習指導要領に例示されておらず、いろいろなプログラミング教育の資料を基に、教材開発した授業実践である。ただし、ここでB分類の事例を3つ提案したのには意味がある。それは、分類Bの「各教科等の学習内容・目標に迫るために、プログラミング活動を位置づけて、それによって子どもたちの学びを深めていく」という考え方が、今まで私たちが行ってきた授業スタイルと変わらないからである。私たちは今までも、各教科等の学習内容・目標に迫るために、いろいろな教材を駆使して、子どもたちの学びをデザインしてきた。つまり、その教材がプログラミング教材になっただけで、今まで同様の教材研究の手法で授業づくりを行うことができるのである。教科教育の枠組みで実施できる分類Bは、私たちが積み重ねてきた授業研究の強みが生かせるプログラミング教育であるといえる。

教員だってトライアンドエラー

そのように試行錯誤しながら実践してみると、子どもたちの授業を受ける表情がいつもとまったく違うことに気付かされた。時には、子どもたちのほうがプログラミング活動に詳しく、授業中に操作方法を教わることも多々あった。そこで改めて気付かされるのは、子どもたちの方がよっぽどデジタルネイティブであるということである。「知らないこと

は教えられない」「子どもたちの前で恥はかけない」という価値観が解きほぐされ、「子どもたちとともに学ぼう」という思いになっていく。誰も経験したことのない新しい教育なのだから、肩肘張らずに、まずは子どもたちとともに楽しむという気楽な気持ちで実践してみるのも、1つの方法なのではないだろうか。私たちの教育活動も、プログラミング同様、トライアンドエラーが大切である。

専門家の皆様の手助けを

学校現場には必ずしもプログラミングの知識のある教員がいるとは限らないため、外部の専門家の方の手助けは、大変ありがたい。ただし、プログラミングを扱う授業であっても、その授業の目的は算数や国語などの教科の学習であることが多い。小学校では、プログラミングを直接教える学習はなく、今

回紹介した3事例のように、各教科等の学習を深めるためにプログラミング活動を活用している。プログラミングが第一の目的にならないように、教員と綿密な打合せをしながら、私たちを助けていただくと幸いである。

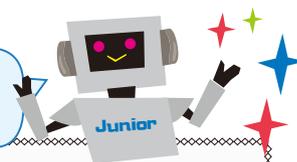
参考文献

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領解説(2017).
- 2) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引(第2版)(2019).
- 3) 小林祐紀, 兼宗 進, 白井詩沙香, 白井英成(編著・監修)：これで大丈夫！小学校プログラミングの授業, 翔泳社(2018).
- 4) 兼宗 進(監訳)：コンピュータを使わない情報教育, イーテキスト研究所(2007).

(2019年9月30日受付)

清水 匠(正会員) takumi.shimizu.vivace@vc.ibaraki.ac.jp
茨城大学教育学部附属小学校教諭, 茨城県公立中学校勤務を経て現職. 本会コンピュータと教育研究会運営委員.

今号の「集まれ！ジュニア会員！！」は、ネタ切れのため休載させていただきます。
ジュニア会員の皆さん、使用するプログラミング言語・内容は自由です。積極的な応募をお待ちしています。



「集まれ！ジュニア会員！！」の投稿方法

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

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

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

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

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

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

● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.60 No.12 (Dec. 2019)

【特集：ユーザブルセキュリティ】

- 特集「ユーザブルセキュリティ」の編集にあたって 高橋克巳
- 忘れられる権利に配慮した生体認証：爪を用いたマイクロ生体認証 杉本元輝 他
- 眼球一頭部協調運動における生体反射型反応に基づく生体認証方式に関する検討 高橋洋介 他
- スマートフォン上でのフリック入力を対象とした生体ビット列の生成手法に関する一検討 山神 亮 他
- ワンタイム図形生成に基づく個人認証の生成ルールとその評価 石井健太郎 他
- 多数の不連続点に起因する画像の誤認識とその CAPTCHA への応用 原 亨 他
- Man-In-The-Browser 攻撃対策を実現する人間・銀行サーバ間のセキュア通信プロトコル 向平浩貴 他
- Helping Johnny to Search: Usable Encrypted Search on Webmail System Tatsuya Midorikawa 他
- A Demographic Perspective of Smartphone Security and its Redesigned Notifications Jema David Ndibwile 他
- テレワーク時のプライバシー懸念に関する調査 大塚亜未 他
- The Effects of Nudging a Privacy Setting Suggestion Algorithm's Outputs on User Acceptability Toru Nakamura 他
- 映像公開可能なプライバシー保護監視カメラシステム 星野光太 他
- セキュリティ対策導入にかかる時間とサイバースクリプトレベル変動の関係から探る、過剰なセキュリティ対策の問題とその対策 菊地正人 他
- Understanding Attack Trends from Security Blog Posts Using Guided-Topic Model Tatsuya Nagai 他
- 情報セキュリティに関連するガイドラインの Cybersecurity Framework に基づいた文書内容の可視化手法の提案とその評価 尾崎敏司
- サイバーセキュリティ対策のための研究用データセット「動的活動観測 2014～2017」 寺田真敏 他
- 文字列構造に着目した Web アプリケーションに対する攻撃のアノマリ検知手法 鐘本 楊 他
- MITB 攻撃手法の分類と対策手法の有効性に関する考察 高田一樹 他
- モバイルネットワークにおける異常フローの分散管理遮断方式 鈴木敏明 他
- Android における端末識別情報送信検出のための動的解析システム 福田泰平 他
- 情報漏洩防止のための TCP によるネットワークワイドなテイメント追跡手法 松本隆志 他

【一般論文】

- AnT オペレーティングシステムにおける Linux 入出力操作機能の利用手法 山内利宏 他
- 集約型自己組織化スマートデバイス位置推定方式 SmartFinder のノード間経路長を用いた実機実装評価* 北之馬貴正 他
- IoT デバイスのための柔軟なホスト名自動生成の提案* 柳瀬知広 他
- 鏡像スピーカを用いたスマートフォン高精度 3 次元測位手法 村上弘晃 他
- 粘菌アルゴリズムを用いた避難経路導出手法の提案† 吉次なぎ 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

(Dec. 2019)

【論文誌 数理モデル化と応用 Vol.12 No.3】

- 同性間競争によるアオモンイトトンボの交尾時間の進化モデル 宮部 諒 他
- 不均衡データに対する多段階学習を用いたアンサンブルモデルによる 2 クラス分類アルゴリズムの提案 藤原和樹 他
- 属性間の関連度を用いた分解による概念束の単純化 深谷有吾 他
- 半導体製造工程のモデリングにおける最小二乗最小ノルム解の前処理による解の制約 木村泰己 他
- レプリカ交換モンテカルロ法を用いた Mixture of Experts モデルにおけるベイズ推論 松平京介 他
- 非負値多重行列因子分解と決定木学習による行動パターンと属性情報の分析 小島世大 他
- 含意関係に注目した概念束分解手法の評価 石樽隼人 他
- Bolasso を用いたびまん性肺疾患画像の特徴選択 遠藤瑛泰 他
- Enumeration of Maximally Frequent Ordered Tree Patterns with Height-Constrained Variables for Trees Yusuke Suzuki 他





論文必勝法



査読を依頼されたら —より良い査読報告書の書き方—

渡辺博芳 | 帝京大学

査読にあたって

本連載では、これまで論文執筆者に向けて査読プロセス、論文や回答書の書き方などを解説してきた。連載の最後に、査読者に向けて査読報告について解説する。良い査読ができることは優れた研究者が持つ能力の1つである。本稿では、査読にあたって注意すべき事項と査読報告書の書き方について解説する。ここでは、論文誌（ジャーナル）編集委員会の立場で述べるが、ほとんどはJIPやトランザクションにおいても共通である。査読を担当する方々が、より良い査読者となることを目指すヒントを得られれば幸いである。

査読関連文書に目を通す

まず、査読にあたって、本会の査読関連文書に目を通すことが大切である。関連文書は本会のWebサイト論文誌ジャーナルのページ^{☆1}に掲載されている。それらの中でも表-1に示す文書には目を通していきたい。

特に、べからず集には必ず目を通していただきたい。過去に目を通したことがある方も、査読のたびに目を通すことをお勧めする。べからず集は、論文誌の採択論文数（採択率）が減少傾向にあった時期に、当時の編集委員会によって行われた査読内容の精査と手引きの充実等の活動の1つとして整備され

^{☆1} <https://www.ipsj.or.jp/journal/manual/bekarazu.html>

たものである。べからず集の活用によって、編集委員、メタ査読者、査読者の間で査読指針に関する共通認識が得られ、その後の採択率は適切に推移している。

査読ポリシーを理解する

本会の論文誌の査読ポリシーは『石を拾うことはあっても玉を捨てることなかれ』である。完璧でない論文を通したとしても、有用な論文を落とさないという基本方針を述べたもので、何でもかんでも拾うという意味ではない。つまり、会員に有用な情報を提供する論文は積極的に採録することが基本であり、高すぎる完成度を求めたり、厳しすぎる判定を行ったりしないということである。

べからず集では、論文の価値は最終的には読者が判断するということや、査読者も間違いを犯すことがあり、絶対的な権力を振りかざすことで論文発表機会の損失を生み出す可能性があることを忘れずに、完成度60%程度と思える場合にも採録を検討することを求めている。

査読報告書の書き方

査読報告には、論文の概要、採否判定理由、評点、

表-1 査読前に目を通すべき文書

査読者	メタ査読者
・論文査読の手引き	・処置記録作成の手引き
・べからず集 査読者編	・べからず集 メタ査読者編



積極的に評価すべき事項、問題点、特記事項、論文賞推薦、査読結果、著者へのコメント等を記入する。メタ査読者は、これらに加えて、編集委員への処置指示として2名の査読者の判定を踏まえて処置案を記入する。著者へのコメントには判定結果によって、採録理由、採録の条件、不採録理由を記述することになる。これらについては後述する。判定結果によらず共通の事項として次の2点を指摘しておきたい。

評点をしっかりつける

査読においては、新規性、有用性、総合評価について5～1の5段階で論文を評価する。この評点は、毎月の特選論文や年間の論文賞候補の選定に大きな影響を与えるので、良いと思う論文には積極的に高い評点を付けていただきたい。同様に、論文賞推薦についても、論文賞の候補として審査対象にしてよいレベルと感じれば、積極的に「推薦する」にチェックを入れていただきたい。

表-2に評点の目安を示す。論文賞は50本に1本程度、特選論文は10本に1本程度である。それらを考慮して5や4の評点をつけるとよい。採録と判定した論文には3以上の評点をつけることを目安とする。また、条件付き採録の後の2回目の査読において、改めて評価を行い、評点を更新することも重要である。採録条件に対する修正によって論文の完成度が上がることが多いと思われる。たとえば、条件付き採録の時点では2と評価していたが、論文の完成度が上がることで3や4の評価になることもあり得る。

著者へのコメントは丁寧に

どの判定結果の場合でも著者へのコメントを書く

表-2 論文の評点の目安

評点	評点の目安
5	きわめて優れている。論文賞・特選論文にお薦めできるレベル
4	優れている。論文賞・特選論文に選定してもよいレベル
3	採録レベル
2	採録に近い不採録
1	不採録

ことになるが、これは次の2つの意味で丁寧に書いていただきたい。

1つ目は、著者に伝えたいことがしっかりと伝わるように丁寧に書くということである。特に理由説明などに論理的な飛躍がないようにすること、エビデンスもなく自分の考えを事実であるかのように述べないことに注意したい。結論や要点を先に示して理由や例を続けるような記述が理解しやすい。

2つ目は、失礼な書き方や攻撃的な表現をしないように丁寧に書くということである。特に条件付き採録や不採録の判定の場合に、失礼な表現をしてしまうことがあるので注意したい。自分がそのように書かれたらどう感じるかを考えてみるのが大切である。著者と著者の研究に敬意を払い、不採録の場合でも研究の継続や再投稿を促したい。

以上のような2つの観点から、著者へのコメントを読み直し、十分な推敲をお願いしたい。

採録理由の書き方

採録と判定した場合は、著者へのコメントは必須ではないが、できるだけ採録理由を書くことが望まれる。採録理由は、簡潔でよいので、なぜ採録と判定したか、あるいは論文の良かった点を書くことよい。

また、必要に応じて参考意見を書く。参考意見には論文を良くするための意見と、今後の研究に関する意見があり得るが、論文の修正を求めるような指摘の場合には注意が必要である。採録決定後は、著者は論文を勝手に修正できないのが原則である。したがって、採録判定が行われたポイントや論文の主張が変わってしまうような修正を求めてはいけない。誤字・脱字等の指摘のような単純な指摘は問題ないが、記述の削除や追記を求める指摘の場合には注意が必要である。

指摘をしても、著者にはそれらの指摘を反映させる義務はない。一方、採録のためには修正が必須と判断した場合、2回目の査読では条件付き採録の判

定はできないが、例外的に著者に対して2回日照会を行うことができる。2回日照会はメタ査読者の提案により、編集委員会で決定し、2回日照会における論文の修正結果はメタ査読者のみが確認をする。そのため、査読者が2回日照会が必要と判断した場合は採録と判定し、コメントに修正が必要と思われる部分を記載した上で、メタ査読者に2回日照会が必要と考える旨を伝える。この場合、メタ査読者と十分なコミュニケーションをとっていただきたい。

採録条件の書き方

条件付き採録と判定した場合の著者へのコメントは大まかに次の3つを記述する。

- 論文全体の概評
- 採録条件
- 参考意見

論文全体の概評には、論文の概要、判定の理由、採録条件の重要なポイントなどを概説する。メタ査読者の場合は、査読者の判定に言及しながら、総合的に記述する。採録条件と参考意見についてのポイントを以下に示す。

採録条件と参考意見は明確に区別する

採録条件とすべきか、参考意見とするかをよく考えて明確に区別して記述する。たとえば、誤字脱字や文章表現についての指摘は参考意見とする。また、「写真が不鮮明です。鮮明な写真に差し替えてください」といった指示も、論文の採否において重要でなければ、参考意見に記載する方がよい。

個々の条件や参考意見に識別子を付ける

採録条件や参考意見は項目ごとに分けて、個々の条件や参考意見に番号や記号などの識別子を付与する。また、1つの項目での指摘事項が1つになるように整理する。

識別子は、メタ査読者や著者が個々の条件や参考

意見を指し示して説明ができるようにするためである。たとえばメタ査読者が査読者の条件のうち、いくつかを条件から外すこともあり得るし、参考意見を条件とすることもある。査読者の条件に関連してメタ査読者から補足説明をしたい場合もある。著者にとっても回答書を書きやすくなる。たとえば他の査読者の条件と関連させながら説明する場合などは識別子がある方がよい。査読者の条件に識別子が付いていない場合は、著者が識別子を付与して回答書を作成することになるが、査読者にとって自分で付けた識別子を使ってもらう方が、2回目の査読がやりやすいと思われる。

著者が行うべき対応を具体的に指示する

採録条件は「～してください」という形で著者が行うべき対応を具体的に指示する。表-3 (A) の良くない例のような記述でも、明確な説明を追記すべきであることは伝わりそうであるが、改善例のように具体的に書く方がよい。表-3 (B) の良くない例の記述では単なる意見の表明であり、著者がどのように対応すればよいのか分かりにくい。改善例のように具体的に示すべきである。

表-3 (B) のケースでは、査読者の「○○ではないか」という指摘が誤っているリスクについても注意が必要である。そのような場合は、著者に選択をしてもらうような表現で、たとえば「○○ではないでしょうか。査読者の理解が正しければ、説明を追記し、○○であることを明確に示してください。査読者の指摘が違っている場合は、ここで述べられていることが明確になるように修正してください」などと記述するとよい。

表-3 具体的な指示の記述例

	良くない例	具体的に指示する改善例
(A)	○○が分かりません。	○○が分かりません。明確になるように説明を追記してください。
(B)	○○ではないでしょうか。	○○ではないでしょうか。説明を追記し、○○であることを明確に示してください。



条件の充足を容易に判断できるように書く

2回目査読では、条件が満たされているかどうかを判断するので、それが容易に判断できるように、条件を明確に書くことが重要である。条件が曖昧なために査読者の意図が伝わらない状況で、改訂原稿が条件を満たしていないと判定すると、異議申し立て^{☆2}の原因になる。条件を満たしているかどうかを客観的に判断できない条件になっている場合は、条件そのものを再検討するべきである。

先に述べた具体的な指示を記述する際も、なぜ、そのような修正をすべきなのか、査読者の意図が伝わるように丁寧に説明する必要がある。また、単に「○○について説明を追記してください」という指示の場合、どんな説明でも追記してあれば条件を満たしたことになるので、「XXXが明確になるように、○○について説明を追記してください」などと、どのような状態になれば条件を満たしたことになるのか、具体的に記述する。

2回目査読で条件の後付けはできないことに注意する

2回目の査読では採録条件を満たしているかどうかのみを判断する。条件を付けていない部分について問題点を指摘するような、いわゆる条件の後付けは禁止である。そのため、1回目の査読において、十分注意して条件を列挙する必要がある。

条件で求めている修正が比較的大きいときに、修正箇所において新たな懐疑が生じる場合がある。この場合でも、先に述べたように修正の指示においてどのような状態になれば条件を満たしたことになるのかが明記されていれば、「○○のような懐疑があり、明確になったとは言えない」などと判断できる。これは採録条件の後付けにはあたらない。もちろん、致命的な懐疑でなければ、採録時のコメントや2回目照会などで対応することで、採録の方向で考えてほしい。

^{☆2} 「異議申し立て」については、Vol.60 No.11に掲載された本連載の「採否判定結果が届いたら」を参照。

一方、条件の数が比較的多い場合に、個々の条件については対応ができてるように思えるが、論文全体を読んだ場合に新たな懐疑が生じたり、何を主張しているのか分からなくなってしまうケースもあり得る。そのようなリスクがある場合には、採録条件の最初の部分に「以下の事項をすべて満たすことにより、提案手法の新規性・有用性を明確に示すことを採録条件とします」などと記述しておくといよい。

不採録理由の書き方

不採録と判定した場合は、次のような流れで記述する。

- 論文の概要
- 不採録理由の概要
- 不採録理由の詳細
- 参考意見

最初に論文の概要として、どういう論文で何が良かったか、研究のどんな点が意義深いかなどを書く。論文を丁寧に読んでいることが分かるように、また、著者と著者の研究に敬意を払っていることが伝わるように書こう。

次に不採録理由の概要として、判定結果とその判定に至った理由を記述する。新規性、有用性、信頼性、論文の書き方などで何が足りなかったかを述べる。

その後、不採録理由の詳細として、具体的な指摘事項の列挙と細かな理由説明を行う。不採録と判定した場合、表-4に示す不採録理由を選択することになるので、選択した不採録理由の具体的な説明と

表-4 不採録理由

1.	本学会で扱う分野と大きくかけはなれています
2.	本質的な点で誤りがあります
3.	本質的な点が公知・既発表のものに含まれており、新規性が不明確です
4.	内容に信頼できる根拠が示されていません
5.	本学会関連の学術や技術の発展のための有効性が不明確です
6.	書き方、議論の進め方などに不明確な点が多く、内容の把握が困難です
7.	条件付採録で示した条件が満たされていません
8.	その他[理由の類別: _____]

なるように記述する。

最後に必要であれば参考意見として、不採録の理由とまでは言えないが、問題となる細かな指摘事項を記述する。これらは、再投稿の際に参考になる情報として提示する。

以下に、不採録理由についてのポイントを4つ示す。

不採録理由と参考意見は明確に区別する

不採録理由は客観的に述べる必要があり、査読者の個人的意見を不採録理由としてはならない。個人的意見は不採録理由とは明確に区別して参考意見として書くべきである。また、論文の細かな問題点も不採録理由としては適切ではない。照会の機会を与えられれば比較的簡単に修正できる事項は、基本的に参考意見として記述する。そのような指摘事項しかない場合は、不採録ではなく、条件付き採録と判定することを検討すべきである。

不採録理由は、解消されない限り採録にはできないような重大、かつ解消するための修正が簡単ではない問題点に絞って、端的に示すことを心がけたい。

個々の指摘事項と参考意見に識別子を付ける

不採録理由の具体的な指摘事項についても、個々の指摘事項ごとに番号などの識別子を付与して記述する。メタ査読者が総合的なコメントを書く際に、不採録理由の個別の指摘事項を参照しやすくするためである。特に査読者が不採録と判定し、最終的な判定が条件付き採録となった場合に、メタ査読者が不採録理由に記載されている指摘事項を採録条件として示す際に必要となる。不採録と判定する場合でも、最終的な判定が異なることを考慮して、できるだけ具体的な指摘を行う。

項目2「本質的な誤り」の選択は慎重に行う

不採録理由として「2.本質的な点で誤りがあります」は、本当に誤りと言えるのか、十分に検討した上で選択していただきたい。査読者の視点では誤り

に思えても、ほかの視点で確認すると必ずしも誤りと言えないこともあり得る。この項目はややもすれば研究の完全否定につながる恐れがあるので、選択した場合はコメントを慎重に記述すべきである。項目5や項目6の方が不採録理由として適切なケースもあるので、慎重に検討していただきたい。

項目3「新規性が不明確」を選択したら、根拠となる文献を示す

自明であるとして書いてその根拠となる論文などの文献を示さないのは禁止されている。根拠となる文献を示すことができないとすれば、別の理由、たとえば関連研究との比較がないなどの理由で新規性が不明確である可能性がある。この場合は、「新規性を明確にすること」を採録の条件とすればよいし、同様に不明確な点が多数列挙されるなら、項目6の「書き方や議論の進め方に不明確な点が多い」の方が不採録理由として適切である。

その他の注意事項

その他、以下は基本的な注意事項である。

- 守秘義務を守る。査読を引き受けたら、論文の内容を第三者に漏らさないのはもちろん、その論文の査読をしていることも決して漏らしてはいけない。当然、著者と連絡をとってはならない。査読報告においても査読者が誰なのかが分かるような記述はしてはいけない。
- 締切を守る。期限通りに査読プロセスを進めることは論文誌の信用にかかわる問題なので、ご協力いただきたい。特に博士課程に在籍する学生など、採否通知の遅れにより重大な影響を受ける投稿者もいる。やむを得ない理由で遅延する場合は、早めにメタ査読者に相談されたい。
- 査読依頼には速やかに回答する。メタ査読者は査読者の選定と依頼を短期間に行う必要があるため、査読依頼には速やかに何らかの返信をするよう、ご協力いただきたい。



許容されたコミュニケーションは積極的にとる

締切に関する事以外でも、査読をする上で不明な点や困ったことがあったら、積極的に相談する方がよい。

- 査読者の場合はメタ査読者へ
- メタ査読者の場合は、グループ主査・副査へ

また、査読報告について、メタ査読者から問合せがある場合もある。たとえば、メタ査読者が処置記録を作成する際に不明な点があった場合、編集委員会において指摘事項があった場合などである。著者へのコメントで分かりにくい点や失礼な表現等の修正を求められることもある。問合せには迅速に、かつ柔軟に対応するようにご協力いただきたい。

場合によっては、もう一方の査読者の査読結果が示されて再度意見を求められることもある。論文編集の手引き^{☆3}には次のように書かれている。

メタ査読者は、2名の査読者からの報告に基づき、2週間以内にメタ査読を行い、事務局に結果を報告する。この際、2名の査読者の査読結果の内容を両者に示し、個別に再度意見を求めることができる。その結果、査読者は、先の査読報告を変更することが可能である。

このようなケースはそれほど多くないが、2名の査読者の判定が分かれていて、メタ査読者自身も判断が難しい場合、このようなプロセスがとられることがあり得る。

自分の判定に固執しない

論文誌の査読はピアレビューシステムである。査読者は論文の採否を決定する権限を持つのではなく、論文の採否に対する査読者の意見を伝える立場であることを心得る。たとえば、2名の査読者がともに不採録と判定した論文を、メタ査読者が総合的な判断により条件付き採録または採録と判定することも認められている。いずれにせよ、最終的な判定は編集委員会において決定される。

☆3 https://www.ipsj.or.jp/journal/manual/papers_guide.html

特に1回目の査読において不採録と判定した論文が条件付き採録になった場合に、一度不採録と判定しているのに、「2回目の査読をしたところで不採録である」と決めつけるのは適切ではない。メタ査読者や他方の査読者のコメントに目を通して新たな気持ちで査読をするべきである。メタ査読者や他方の査読者のコメントには自分の気がつかなかった視点が示されているかもしれない。

逆に自分が条件付き採録と判定し、最終的な判定が不採録であった場合は、自分が気づかなかった問題点があったのかもしれない。自分の判定と編集委員会での判定が異なった場合は、より良い査読ができるようになるためのフィードバックを得るチャンスと捉えよう。

初めて査読を依頼されたら

初めて査読の依頼が来たとき、引き受けてよいものかどうか不安を感じる方も多いと思う。私自身も、最初に査読を依頼されたとき、自分などが査読してよいのだろうかと考えたことをよく覚えている。査読に労力を使うよりも、自分の研究を進めたいと思うこともあるかもしれない。しかし、査読をすることは研究者としての力を間違いなく高める。不安があれば、メタ査読者から指導を受けながら査読をするつもりで、ぜひ査読を引き受け、研究者としてのキャリアを高めよう。

(2019年9月28日受付)

論文必勝法の連載記事は、無料で読める記事で公開されています。
<https://www.ipsj.or.jp/magazine/ronbun.html>

渡辺博芳 (正会員) hiro@ics.teikyo-u.ac.jp

1988年宇都宮大学大学院工学研究科修士課程修了。栃木県庁を経て、1991年帝京大学・助手、現在、同教授。博士(工学)。本会コンピュータと教育研究会幹事・運営委員、本会教育学習支援情報システム研究会幹事・運営委員などを歴任。本会論文誌ジャーナル/JIP編集委員(2016年～)。同委員会副委員長・情報システムグループ主査(2018年)。本会論文誌「教育とコンピュータ」編集委員(2016年～)、本会誌編集委員(2016年～)。本会大会優秀賞(2000年、2004年)、山下記念研究賞(2018年)。

このページから読んでね!

その4 第30回高専プロコン! 宮崎県都城市に行ってきた

漫画: 山本ゆうか (Twitter @ymmx)



書類審査は大変!
本選には指摘事項に
しっかり対応して
来てね!

審査員 道井俊介さん
(@harukasan)

課題部門51チーム
自由部門57チームの応募から
書類審査を通った
20チームずつが本選出場



宮崎県
都城市総合
文化ホール

10月13日~14日
全国高等専門学校
第30回プログラミング
コンテストが開催された



課題 自由部門は
最大5人
競技部門は最大
3人チームだ

高専プロコンには
いろんな学科の
学生が参加する

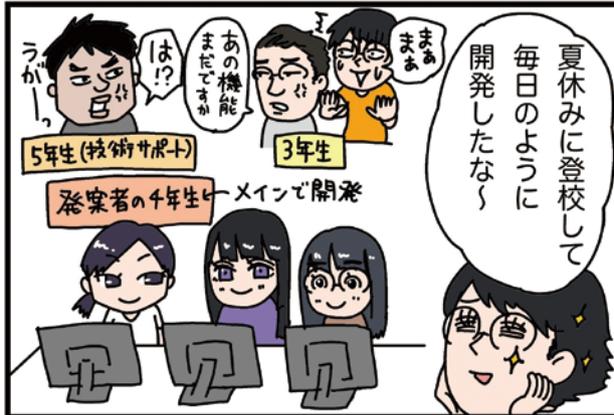


競技部門には
57チームが出場

競技部門
チーム名でぶざけがち
留年から高専生を守る党
アルゴリズムの
やり説明



資料作成の経験は
仕事に役立っている
気がする



夏休みに登校して
毎日のように
開発したな

5年生(技術サポート)
3年生
発案者の4年生 - メインで開発



山本さんも参加
してたんだよね?

2回出場
しました

- ・新居浜大会 自由部門優秀賞
- ・茨城大会 課題部門特別賞

取材を調整してくれた
長野高専 伊藤 祥一先生



本選前夜は
松江高専と合流

宮崎牛のステーキ...

3チーム13人の
引率が大変なんだ

松江高専の先生たち



今年台風19号の影響で
参加できないチームや
審査員が続出した

長期間開発した
成果が発揮できなくて
悔しいだろうね...

4月 テーマ決め、技術選定
6月 書類審査(予選)
7月 夏休みに開発
8月 夏休みに開発
9月 夏休みに開発
10月 本選

この間に
試験や学校行事
もある

移動部門
敗退しました
#procon30



壁にラクガキできる
システムを作ったよ

2DCGを
投影 →

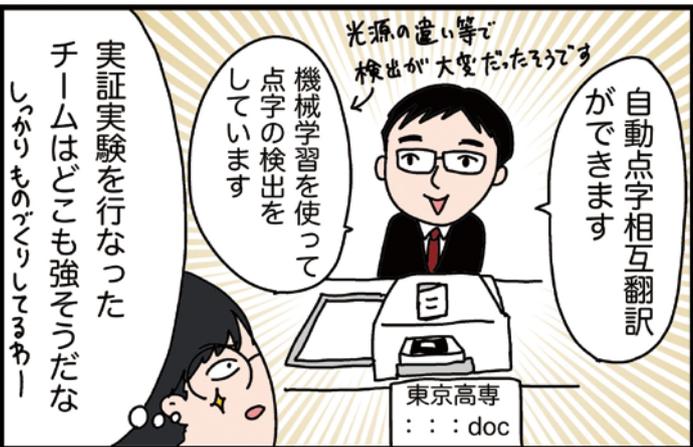
ホーム型
デバイス



車椅子利用者向け
ARゲームと

あつちん
いるよ

工作で
つかま
えられる



マニュアルが良いチームは開発に余裕があるからシステムも良いものを作っているよ (マニュアル審査員 久保さん)

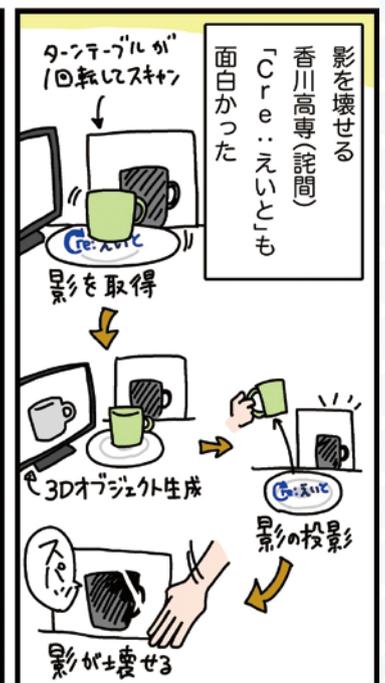
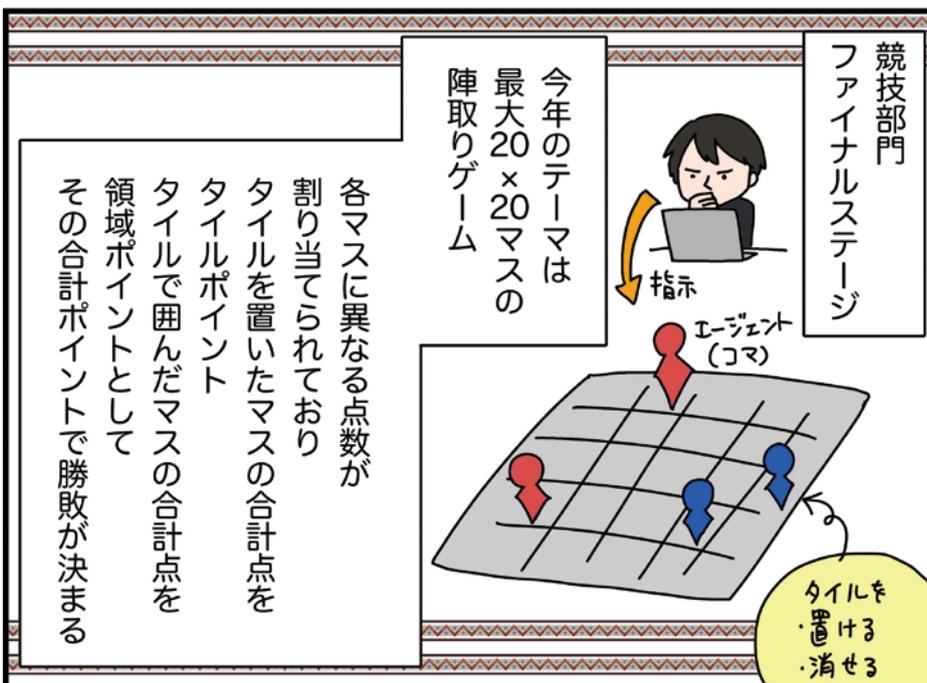
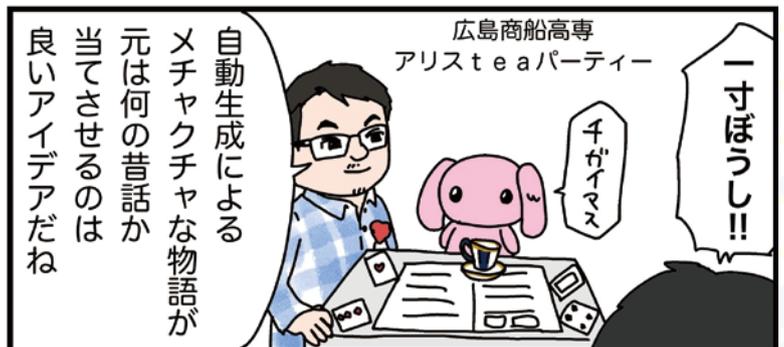
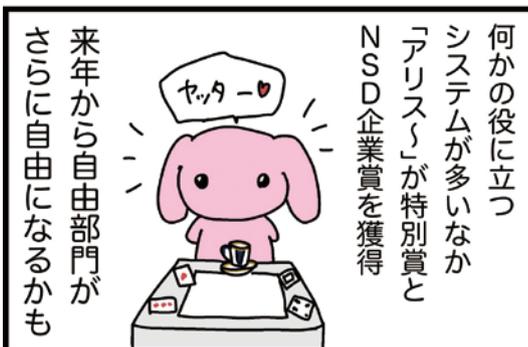
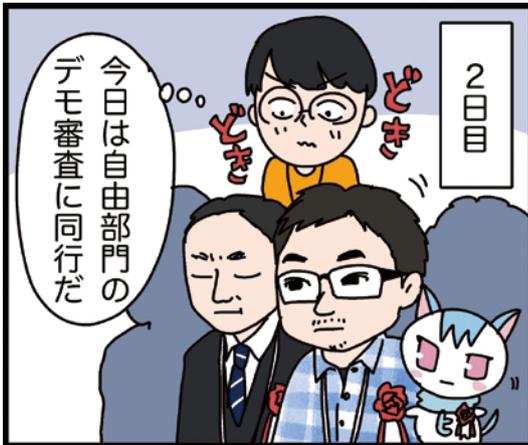
高専プロコン 交流育成協会理事長 堀内征治先生

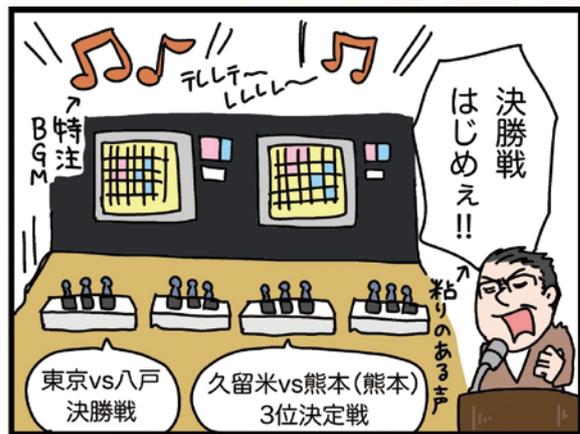


東京高専 小嶋先生

その4 第30回高専プロコン! 宮崎県都城市に行ってきた

漫画: 山本ゆうか (Twitter @ymmox)







会議レポート ACM SIGIR 2019 参加報告

SIGIR とは

ACM の分科会 (Special Interest Group, SIG) の1つである Special Interest Group on Information Retrieval (SIGIR) は情報検索分野の主要な研究コミュニティである。SIGIR は、情報検索に関連する国際会議である (分科会名と同名の) SIGIR (シグアイアール) ^{☆1}, ICTIR (イクティア) ^{☆2}, CHIIR (チアー) ^{☆3}, CIKM (シックム) ^{☆4}, JCDL (ジェイシーディーエル) ^{☆5}, WSDM (ウィズダム) ^{☆6} といった国際会議を支援している。各会議の位置づけや周辺の国際会議とのかかわりについては、ACM SIGIR 2017 開催報告 ¹⁾, および、ACM SIGIR 2018 参加報告 ²⁾ を参照されたい。

年次開催となった 1978 年以降の地域ごとの開催回数は表-1の通りである^{☆7}。当初は北アメリカとヨーロッパで交互に開催されていたが、シアトルで開催された 2006 年以降は北・南アメリカ、ヨーロッパ、アジア太平洋の順番で開催されている。なお、アフリカではいまだ開催されていない。

SIGIR 2019

概要

SIGIR 2019 は、2019 年 7 月 21 日から 25 日の会期でフランス・パリにて開催された。フランス開催の SIGIR としては 1988 年のグルノーブルに続く二度目の開催となる。カンファレンス会場・バンケット会場はパリ北東部に位置するシテ科学産業博物館、ウェルカムレセプションは中央部に所在する国立自然史博物館中の The Grand Gallery

☆1 Annual ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval
 ☆2 International Conference on the Theory of Information Retrieval
 ☆3 ACM SIGIR Conference on Human Information Interaction and Retrieval
 ☆4 Annual ACM Conference on Information and Knowledge Management
 ☆5 ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries
 ☆6 ACM International Conference on Web Search and Web Data Mining
 ☆7 過去の開催地情報は次の URL より取得。
<http://sigir.org/general-information/history/>

地域	開催回数
アジア太平洋	6
ヨーロッパ	18
北アメリカ	19
南アメリカ	2

表-1 地域ごとの開催回数

of Evolution (進化大陳列館) にて開催された。ヨーロッパは会議開催期間に熱波に襲われ、滞在中の最高気温は 42°C を示した。そのため、ヨーロッパから日本に帰国して涼しく感じるという稀有な体験をすることができた。参加者数は過去最大の 1,025 人であり^{☆8}、次節で示すように近年爆発的な盛り上がりを見せる人工知能関連技術が情報検索分野にも影響を与えていることが分かる。

フルペーパー投稿・採択状況・トピック分析

参加者数と同様、フルペーパー投稿数も過去最大の 426 件となった。表-2 に示すように、全体での採択率は 20% であり、Evaluation と Human Factors and Interfaces の採択率は比較的高く、Future Direction と Domain-Specific Applications の採択率は低い。トピック分類内の各項目の内訳は不明なものの、図-1 に掲載するフルペーパー採択論文タイトルのワードクラウドからも、タスクとしては Recommender system 関係の研究が多数採択されていることが見て取れる。メソドロジーの観点では、Network^{☆9} や Neural といった語の出現頻度が高く、ニューラルネットワークを用いた研究が主流である。また、自然言語処理分野に追従する形で Attention 機構に関する研究も多数取り組まれている。

国別の投稿数・採択数は、昨年に引き続きいずれも中国が 1 位、アメリカ合衆国が 2 位である。日本は投稿数・採択数いずれも 6 位であり、早稲田大学の酒井哲也先生の研究室、および、京都大学吉川正俊先生・筑波大学加藤誠先生の研究室からの次の論文が採択されている。

1. Tetsuya Sakai and Zhaohao Zeng : “Which Diversity Evaluation Measures Are “Good” ?”
2. Wiradee Imrattana-trai, Makoto P. Kato and Masatoshi Yoshikawa : “Identifying Entity Properties from Text with Zero-shot Learning”

プログラム

リサーチ・プログラムを下記に列挙する。

- チュートリアル : 11 件
- ワークショップ : 8 件
- Doctoral consortium : 研究者による博士後期課程学生のメンタリング

☆8 それ以前の過去最大は東京・新宿開催の SIGIR 2017 である。
 ☆9 タイトル中には social network を意図した Network も含まれるため、Neural よりも高頻度で出現している。

表-2 トピックごとの採択率

Topics	採択率	投稿数	採択数
Evaluation	23%	31	7
Future Direction	10%	41	4
Human Factors and Interfaces	24%	45	11
Domain-Specific Applications	12%	82	10
Artificial Intelligence, Semantics, and Dialog	19%	94	18
Search and Ranking	20%	127	26
Content Analysis, Recommendation, and Classification	17%	197	34
Total	20%	426	84

- Oral presentation session (フルペーパー) : 3 パラレル
- Poster-demo session (ショートペーパー) : 午前中に 1 時間, 午後から 1.5 時間プレゼンテーション
- キーノート : 2 件
- パネルディスカッション : 1 件
- SIGIR Symposium on IR in Practice (SIRIP)

チュートリアルとワークショップのテーマは多様なトピックに及んだ。評価方法やユーザの意図推定, ランキング学習^{☆10}, 情報抽出, ドメイン・タスクに特化した検索といった従来から取り組まれているトピックや, 自然言語処理, 対話・チャットボットなどの近隣研究分野のトピック, XAI^{☆11} (eXplainable AI), Fairness のように分野を横断して着目されているトピックなどである。

キーノートの 1 件目は Bruce Croft 氏による“The Importance of Interaction for Information Retrieval”であった。情報検索の黎明期から現在までのタスク・技術をレビューしつつ, ユーザとのインタラクションについて議論を行った。より効果的な情報アクセスを実現するためにはシステムからのより能動的なサポートが必要であり, 自然言語処理・対話システム領域との連携の重要性についての言及もあった。キーノート 2 件目の Cordelia Schmid 氏の “Automatic Understanding of the Visual World” では, コンピュータ・ビジョン分野の画像認識・動画認識などの現状についての講演があった。

論文賞

各種論文賞は下記の論文がそれぞれ受賞した。

- Best Paper Award
Huazheng Wang, Sonwoo Kim, Eric McCord-Snook, Qingyun Wu and Hongning Wang : “Variance Reduction in Gradient Exploration for Online Learning to Rank”
- Best Paper Honorable Mention
Xu Lu, Lei Zhu, Zhiyong Cheng, Liqiang Nie and Huaxiang Zhang : “Online Multi-modal Hashing with Dynamic Query-adaption”
- Best Short Paper Award
Theodore Vasiloudis, Hyunsu Cho and Henrik Boström: “Block-distributed Gradient Boosted Trees”

☆10 機械学習技術を用いたランキング手法の総称, ニューラルネットベースの手法も含む。

☆11 ブラックボックスであることが指摘されること多い AI 技術による出力結果に対して説明性を向上させることを目指す取り組み。



図-1 フルペーパー採択論文タイトルのワードクラウド

- Best Short Paper Honorable Mention
Wei Yang, Kuang Lu, Peilin Yang and Jimmy Lin : “Critically Examining the “Neural Hype” : Weak Baselines and the Additivity of Effectiveness Gains from Neural Ranking Models”

今後の SIGIR 開催地

今後の SIGIR の開催地は下記の通りである。

- SIGIR 2020 : 中国・西安
- SIGIR 2021 : カナダ・モントリオール
- SIGIR 2022 : スペイン・マドリッド

西安開催の SIGIR 2020 は学生の参加費を大幅にディスカウントすることをアピールしており, 多数の参加者が見込まれる。モントリオール開催の SIGIR 2021 の宣伝では, 今年の開催地パリと比較したスライドで笑いを誘った (図-2)。

ACM SIGIR 東京支部の活動紹介

SIGIR の地方支部である ACM SIGIR 東京支部 (Tokyo ACM SIGIR Chapter) は, 国際的な情報検索コミュニティにおける日本のプレゼンス向上や, 国内における情報検索研究のさらなる活性化を目的として設立された (筆者も委員として参加している)。会員向けサービスとして, 関連分野の著名な研究者の講演, 情報検索関連国際会議の論文読み会 IR Reading (非会員の方も参加可能), トップカンファレンス採択に向けたメンタリングワークショップ POWIR^{☆12} を開催している。前述の, 日本から投稿され SIGIR 2019 に採択されたフルペーパー論文 2 本はいずれも POWIR 2019 を経て投稿されており, 論文著者から有用なフィードバックを受けたとのコメントをいただいた。関連分野に興味を持たれている方はぜひ会員登録 (無料) をご検討いただき, 支部活動にご協力いただければ幸いです。

参考文献

- 1) 酒井哲也 : 会議レポート : ACM SIGIR 2017 開催報告, 情報処理, Vol.59, No.2, pp.198-199 (2018).
- 2) 野本昌子 : 会議レポート : ACM SIGIR 2018 参加報告, 情報処理, Vol.60, No.3, pp.282-284 (2019).

(櫻 惇志/デンソーアイティラボラトリ)

☆12 <https://powir.github.io/>

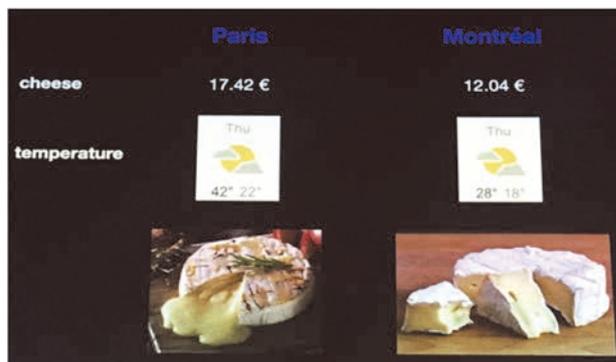


図-2 SIGIR 2021 の宣伝



会議レポート

DAC 2019 参加報告

—半導体の開発技術および応用に関する世界最大の国際会議・展示会—

会議の概要

DAC (Design Automation Conference) は1964年から続く半導体設計自動化技術に関する国際会議で、第56回目となる今年はネバダ州ラスベガスのラスベガス・コンベンション・センターで開催された(図-1)。論文投稿数は815本(採択数202本、採択率は24.8%)となり前年に比べて約20%増えたが、参加者数については米中貿易摩擦の影響で、今回は中国からの参加者が少なく、前回比40%減の約4,000名だった。

取り扱われているテーマは設計自動化と銘打ってはいるが、近年はAI、車載システム、5Gが業界を牽引しているため、伝統的なハードウェア実装技術(電力解析や論理合成、トランジスタ・セルの配置配線など)に加えてAIや組み込みシステムが、①外部から操作されないようにするセキュリティ、②故障しても人命を守るように動作する安全性、③統計的差別を防ぐ倫理性なども網羅されるようになってきている。

また、ほかに業界の大きなトレンドとして、米国防総省の研究部門DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)の半導体産業再生プロジェクトERI (Electronics Resurgence Initiative)がある。これは、ソフトウェアがオープンソースとなってさまざまなイノベーションを取り込みつつあることに倣い、ハードウェアも一部の企業しか作れないものから、誰でも開発できるようにすることで革新的なシステムを実現しようという動きである。具体的な取り組みは、開発ツール(IDEA)とさまざまな共通ハードウェア



図-1 DAC 2019 会場 (©Mark Damon/Las Vegas News Bureau)

コンポーネント IP (POSH) のオープンソース化で、この成果によって、大学や各種ベンチャーによるさまざまな新ハードウェア提案が活発になされるようになってきている。

基調講演(図-2)

①脳のリバースエンジニアリング

MITが主導する知の探求プロジェクトによる、脳の視覚野のAIモデル構築の話が紹介された。まず猿の視覚野と同じ構成のニューラルネットワークを計算機上に構築し、さまざまな画像を入力した結果、猿の脳と同じように活性化するように学習させた。その結果、任意の新しい画像に対しても猿の脳と同じように反応するようになったと同時に、脳の特定の領域だけを活性化させたり、通常の画像では起こり得ないほどの量のニューロンを活性化させたりする入力画像を人工的に合成することにも成功した。彼らは今後、脳の状態を任意の状態に移らせるためのさまざまな環境入力を人工的に作り出すことによって、鬱状態を緩和するといったような臨床分野への適用を目指している。

②倫理的なAI構築に向けて

こちらは大会場ではなく展示会場の一角で行われたShort Keynoteで、倫理的なAIに向けた取り組みが紹介された。AIは近年自動運転だけでなく、クレジットカード与信、人材採用時のスクリーニングなどに使われるようになってきているため、学習データの偏りによって発生する統計的差別の排除や、万一のトラブル発生時の損害賠償請求や再発防止に向けて、判断根拠の説明(誤操作がAIアルゴリズムの問題によるものか学習データの偏りによるものかなど)が求められるようになってきている。この取り組みには企業だけではなく欧州を中心とした世界各国の政府機関もかかわっている。

テクニカルセッション(図-3)

研究論文発表は13分のプレゼンテーションと1分の質疑応答からなる。しかし、これだけでは十分な議論ができないため、プレゼンテーションセッション後に30分のポスターセッションが開催されている。



図-2 基調講演会場 (DAC 2019 | Photo Archive^{☆1}より引用)

☆1 DAC 2019 Photo Archive, Las Vegas, NV
(<https://www.dac.com/photos/2019>)

テーマとしてはまず AI に関して約 60 件の発表があり、一部のデータ処理の精度を落としても最終的な計算結果の精度を担保する Approximate Computing や、自然言語の各単語に 1 次元を割り付けたときに発生する 10,000 次元以上の高次元データを、類似性の距離の次元に落とすなどして取り扱う Hyper Dimensional Computing に関する提案がなされていた。さらに、組込み機器など信頼性の低いデバイスで AI が誤動作しないように、学習時にランダムに故障を発生させる手法なども提案されていた。

ほかにセキュリティに関する発表も約 40 件あった。近年は世界中に数十億個の IoT デバイスが普及しており、1 つのデバイスの攻撃方法を見つけると数十万台・数百万台の DDoS 攻撃起点を入手できてしまう可能性がある。たとえば 2016 年に発生した Mirai Botnet では DNS (Domain Name System) に対する DDoS 攻撃で米国東海岸のインターネットを麻痺させてしまった。このようなことから、計算能力の低い IoT デバイスのセキュリティをハード・ソフト両面から保護するためのさまざまな研究がされていた。

また、AI によるセキュリティ攻撃からの防御についても複数件の発表があった。近年は AI の誤判断を誘発する Adversarial Example 入力 of 自動生成や、漏洩電磁波およびキャッシュヒット率の変化を解析して実行中の処理のアルゴリズムやデータの内容を推測するサイドチャネル攻撃にも AI が使われるようになってきている。そこで、故意に Noise を印加したり、ランダムにハードウェアの動作周波数や電圧を変えたりすることで、AI による認識や学習を妨げるといった提案がされていた。

さらにハードウェアのリバースエンジニアリングも興味深いトピックだった。半導体の業界ではデザインを作る企業とそれを製造するファブ (半導体の受託製造会社) が異なることがある。ファブが意図しない盗聴用回路を仕込んでいないかを調べるために、チップを開封して電子顕微鏡でトランジスタの配置や配線パタンの画像を採取し、AI を使って不審な回路を見つける技術の研究も 1 つのセッションを占めていた。

展示会

DAC は研究発表だけでなく、半導体開発にかかわる企



図-3 テクニカルセッション会場
(DAC 2019 | Photo Archive ^{☆1} より引用)

業の展示もある (図-4)。近年、DAC は出展費用が高騰してきており、イベントを取りやめたり、ブースの面積を減らしたりする企業も出てきている。しかし、その一方で Synopsys 社や Cadence 社といった EDA (Electronic Design Automation) ツールベンダだけでなく、Amazon 社や Microsoft 社など、クラウド上で半導体開発ツールを提供している企業の出展も増えてきている。

半導体開発は開発フェーズによって使う計算資源 (コア数、メモリ量) に大きな変動がある。たとえば巨大な ASIC (Application Specific Integrated Circuit) を開発するためには、ピーク時に 1 本数千円 of ソフトを何本も確保して数テラバイトのメモリと数十の CPU コアを使って何日間も処理を行う必要がある。しかも論理バグや実装エラー等が見つかったら修正後に再実行が必要になることもあるため、正確な需要の予測が難しい。複数種の開発プロジェクトを抱えている大企業であれば上手く負荷分散を行うことでピーク時に合わせたリソースを社内に確保することができるが、これができない中小ベンダでは、近年クラウドの使用が伸びている。

EDA ベンダ主催のパーティ

DAC は EDA ツールベンダにとっては商談の場でもあるため、各種ベンダは毎年、顧客相互のコミュニケーションを活性化するためのパーティを主催している。たとえば Cadence 社の Denali パーティはバーやステージが併設されたボーリング場で開催され、参加者は音楽を聴いたりボーリングをプレイしたりしながら、普段は交流の少ない他企業の技術者、研究者との情報交換を行っていた。

感想

半導体業界は米国と中国が学会でも精力的に活動している一方で、日本の企業・大学の活躍がほとんど見られなくなってしまっている。半導体はさまざまな産業の基盤であり続けるので、日本の企業、大学の方々にはぜひとも若い人材をこのような国際会議の場に継続的に派遣していただきたいと切に思う。

(吉川隆英 / 富士通研究所)



図-4 展示会場
(DAC 2019 | Photo Archive ^{☆1} より引用)



今月の会員の広場では、10月号へのご意見・ご感想を紹介いたします。まず、特別解説「暗号資産 Libra」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■仮想通貨に関する解説は非常に興味深かったです。最近 Libra 等が取り上げられていますが、もう少し細かい範囲に目を向けると、CoinExchange の閉鎖によるいわゆる“草コイン”の動乱等もありますので、引き続き注視したく思っております。(浜辺裕多/ジュニア会員)

小特集「ソーシャル・マジョリティ研究」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■「音として聞こえても意味が分からない」という現象は高齢化とともに日々経験している。その不便や不安を回避すべく工夫している。それについて「説明のできる高齢者」は多いと思う。高齢者集団も視野に入れた方がよいと思う。(匿名希望)

■「ソーシャル・マジョリティ研究」と AI (ロボット) 研究が密接に関係することが分かり、「目から鱗」であった。(匿名希望)

■企業の経営変革担当として組織風土改革やイノベーション活動を推進してきた経験から、大変興味深い特集でした。「『コミュニケーション障害』と『コミュ障』はシームレスに繋がっている」との主張は、現場感覚として同感です。「コミュ障」にもフォーカスしていただければと思います。(匿名希望)

「1. ソーシャル・マジョリティ研究とは何か」

■新しい学術分野が生まれる過程を目の当たりにした気がして、大変新鮮だった。(伊藤雅樹)

小特集「セキュリティ人材育成の現状と実践」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■このままだとセキュリティ人材の不足は解消されないだろうと、日本の情報セキュリティに対する危機感がより増えました。(匿名希望)

■どのようにして、非エンジニアへのセキュリティ教育を抽象的なものにとどめず、初等中等もしくは高等教育で組み込んでいくか、強く興味を持ちました。(匿名希望)

■事例紹介ばかりで課題解決への掘り下げが物足りない。(匿名希望)

「0. 編集にあたって」

■人材不足はどの分野でも同じこと。その中でわざわざセキュリティを取り上げた編集の意図が読み取れなかった。(伊藤雅樹)

「1. セキュリティ人材育成の現状と今後の展望」

■育成側とユーザ企業側のミスマッチは重要な指摘。これが日本だけの特徴なのか、現時点での一過性のものなのか、専門教育におけるありがちな問題なのか、本分野固有の問題がそこにあるのか、一層のご研究成果をお待ちします。その際は、ミスマッチに対する教育側からのご対応もご紹介いただけるようお願いします(かつて別分野での専門人材育成プログラム策定で類似の状況に苦心した記憶があり、他人事ならず拝読)。(中島一郎)

「3. 社会におけるセキュリティ人材育成事例 (2)」

■図解がなく、専門外の者には理解するのが難しい。(匿名希望)

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

■モニタでないと読み飛ばしていたかもしれないのですが、教材を Web サイトで紹介していると書いてあり、サイトを訪ねてみました。いくつかリンクが切れていたものがあり全部は拝見できなかったのですが、とても参考になる工夫された教材が多くあがっており、教材の内容をもっと紹介した記事をぜひ執筆していただきたいと思いました。(柏野和佳子)

連載「論文必勝法」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました

■事例を交えて分かりやすく述べられており大変ありがたかったです。詳細については参考文献が示されており、論文を書く際に参考にしようと思います。(匿名希望)

連載「情報の授業をしよう!中学校におけるプログラミング教育」については、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■学習指導要領の変遷とともにメタレベルで子どもたちへのどのようなことを教えたいのかを周到に準備をされた上で実際の授業での指導にあたられている先生の様子が見てとれて良かったと思います。ネットワークの仕組みを理解するところから一歩踏み込んでセキュリティについて考えさせることを記述しているところなどはとても上手に授業を組み立てておられるのだろうと感じました。子どもたちへのどのように伝えておられるのかをもう少し詳しく書かれているとさらに良かったと思います。(滝内邦弘)

連載「買い物自慢：DPT-RP1 はいいぞ」については、以下のよう
なご意見・ご感想をいただきました。

■購入物の写真掲載を希望します。 (匿名希望)

連載「5分で分かる!? 有名論文ナナメ読み：Anantha P. Chandrakasan et al. : Low-Power CMOS Digital Design」につ
いては、以下のようなご意見・ご感想をいただきました。

■パイプラインの考え方は、分かりやすく興味を持った。パ
ラレル処理の説明がもう少し詳しくればもっと良かった。
(匿名希望)

連載「IT 紀行：競プロ er 増加中！ AtCoder の高橋直さん
に会ってみた」については、以下のようなご意見・ご感想をい
ただきました。

■楽しんで読んでいます。ただ絵より字が多くて読みづらい
です。 (匿名希望)

会議レポート「ICWE 2019 会議報告」については、以下のよ
うなご意見・ご感想をいただきました。

■専門外ですが、Web における機械学習の研究の最新動向
が分かり、有意義でした。「Lifelong Learning」における知
識の再利用という考え方は興味深いと思いました。
(匿名希望)

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

■未踏ジュニアについて取り上げてほしい。
(國武悠人/ジュニア会員)

■IT と電力の関係をテーマに取り上げてほしい。(匿名希望)

■扱う分野が広がる中で、総論だけでなく少し突っ込んだ記
事を引き続き載せてほしいです。(吉田 寛)

■高校生が無料でプログラミングを学べる場所を紹介してほ
しい。(匿名希望/ジュニア会員)

■最近の新しいコンピュータセキュリティ技術について取材
してほしい。(角田洋太郎/ジュニア会員)

■ある程度、斜め読みできるような記事スタイルにしてく
らうと助かります。(匿名希望)

■消費税率の改定に伴い、毎日のように XX pay という言葉
を聞く。今回の記事には Libra も取り上げられたが、電子的
な決済技術がどのように進展し、どの方向にどうなろうとし
ているのか、解説していただけるとありがたい。(伊藤雅樹)

■論文はどのような分野でも取り上げて結構ですが、情報処
理学会ではコンピュータ技術をあらゆる分野に利用していた
だけよう技術面でリードしていただき、コンピュータ技術
からはずれないでいただきたい。(匿名希望)

■さらに理解を深めるためのポイントとしての参考文献をい
くつか挙げてほしい。(匿名希望)

■プレゼン必勝法なども読みたい。(匿名希望)

【本欄担当 伊藤将志, 真野 健/会員サービス分野】

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

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

なお、「道しるべ」については
<URL : <https://www.ipsj.or.jp/magazine/sippitsu/michishirube.html>> で
これからのテーマ案を募集しており、いただいたご意見をまとめております。
※ご意見、ご感想を会誌に掲載させていただいた方には薄謝または記念品を進呈いたします。

掲載に際しては、編集の都合上、ご意見に手を加えさせていただくことがありますので、あらかじめご了承ください。
なお、意見の投稿に伴う、住所、氏名、所属などの個人情報については、学会のプライバシーポリシーに準じて取
り扱いたします。 <URL : <https://www.ipsj.or.jp/privacypolicy.html>>

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

ご意見をお寄せ
ください!



IPSJ カレンダー

開催日	名称	論文等応募締切日	参加締切日	開催地
	論文誌「離散と計算の幾何・グラフ・ゲーム」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/20-T.html	12月31日(火)		
12月14日(土)～	人文科学とコンピュータシンポジウム「じんもんこん2019」 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/s-ch2019.html	8月26日(月)	当日可	立命館大学 大阪いばらきキャンパス
12月15日(日)	第172回ハイパフォーマンスコンピューティング研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/hpc172.html	10月17日(木)	当日のみ	沖縄産業支援センター
12月18日(水)～	第170回データベースシステム研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/dbs170.html	10月22日(火)	当日のみ	国立情報学研究所
12月19日(木)	2019年度教員免許更新講習(冬・大阪) 【選択必修】初等中等教育におけるICT活用 https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/KOSHU2019.html		11月30日(土) 定員になり次第	大阪電気通信大学
12月23日(月)～	2019年度教員免許更新講習(冬・愛知) 【選択】ビクトグラムとセンター試験言語を用いたプログラミング教育 https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/KOSHU2019.html		11月30日(土)	名古屋文理大学
12月24日(火)	2019年度教員免許更新講習(冬・東京) 【選択必修】メディア・リテラシーと学校のICT活用 https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/KOSHU2019.html		11月30日(土) 定員になり次第	化学会館会議室 (東京都千代田区)
12月26日(木)	第181回マルチメディア通信と分散処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/dps181.html	11月22日(金)	合宿形式につき参加申込要 詳細はWebページで 確認のこと	アクティブリゾーツ 宮城蔵王
12月26日(木)～	2019年度教員免許更新講習(冬・大阪) 【選択】プログラミング体験に適した処理系とその特徴 https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/KOSHU2019.html		11月30日(土) 定員になり次第	大阪電気通信大学
12月27日(金)	2019年度教員免許更新講習(冬・愛知) 【選択】情報の科学の教育とプログラミング教育手法 https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/KOSHU2019.html		11月30日(土) 定員になり次第	名古屋文理大学
12月27日(金)	2019年度教員免許更新講習(冬・大阪) 【選択】初等中等教育における情報教育 https://www.ipsj.or.jp/annai/committee/education/KOSHU2019.html		11月30日(土) 定員になり次第	大阪電気通信大学
2020年				
	論文誌「ユーザブルセキュリティ」特集への論文募集 https://www.ipsj.or.jp/journal/cfp/20-Z.html	2月24日(月)		
1月10日(金)～	第61回プログラミング・シンポジウム http://www.ipsj.or.jp/prosym/			ラフォーレ倶楽部 伊東温泉湯の庭
1月12日(日)	第186回ヒューマンコンピュータインタラクション研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/hci186.html	11月15日(金)	当日のみ	大演信泉記念館 (沖縄県石垣市)
1月15日(水)～	第127回プログラミング研究発表会 https://sigpro.ipsj.or.jp/pro2019-4/	11月15日(金)	当日のみ	医療イノベーション 推進センター
1月16日(木)	International Conference on High Performance Computing in Asia Pacific Region (HPCAsia2020) http://sighpc.ipsj.or.jp/HPCAsia2020/			アクロス福岡
1月15日(水)～	第231回システム・アーキテクチャ・ 第190回システムとLSIの設計技術合同研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/arc231sldm190.html	11月12日(火)	当日のみ	慶應義塾大学 日吉キャンパス
1月23日(木)～	第109回グループウェアとネットワークサービス・ 第27回コンシューマ・デバイス&システム・ 第24回デジタルコンテンツクリエーション合同研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/gn109cds27dcc24.html	11月13日(水)	当日のみ	隠岐島文化会館 (島根県隠岐郡)
1月24日(金)	第220回コンピュータビジョンとイメージメディア研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/cvim220.html	11月8日(日)	当日のみ	奈良先端科学技術大学院 大学
1月24日(金)	高度交通システム (ITS) 研究フォーラム2020 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/itsf2020.html		1月15日(水) 当日可 *論文集が不足した場合は 事前申し込み優先	慶應義塾大学 日吉キャンパス
1月24日(金)～	ウィンターワークショップ2020・イン・京都 1月25日(土)			YIC 京都工科自動車大学校
1月29日(水)～	第176回アルゴリズム研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/al176.html	11月27日(水)	当日のみ	下呂温泉
1月30日(木)	第108回オーディオビジュアル複合情報処理研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/avm108.html		当日のみ	沖縄セルラー電話 株式会社(予定)
2月27日(木)～	第36回セキュリティ心理学とトラスト研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/spt36.html	1月16日(木)	当日のみ	沖縄県青年会館
3月2日(月)	情報処理学会 第82回全国大会 https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/82/			金沢工業大学 扇が丘キャンパス
3月3日(火)	インタラクション2020 https://www.interaction-ipsj.org/2020/	12月23日(月)	当日可	学術総合センター内 一橋講堂
3月5日(木)～	第177回アルゴリズム研究発表会 https://www.ipsj.or.jp/kenkyukai/event/al177.html	1月21日(火)	当日のみ	東北大学 青葉山東キャンパス
3月7日(土)				
3月9日(月)				
3月11日(水)				
3月16日(月)				

[トピックス]

- 11月15日 人材募集情報 (Vol.60 No.12)
- 11月15日 会誌「情報処理」Web カタログ (Vol.60 No.12)
- 11月12日 第49回日本産業技術大賞 候補募集
- 11月12日 論文誌「離散と計算の幾何・グラフ・ゲーム」特集 論文募集
- 11月8日 【締切延長 11月15日まで】2019年度マイクロソフト情報学研究賞候補者推薦募集
- 11月6日 論文誌「ユーザブルセキュリティ」特集 論文募集
- 11月5日 2020年 IPSJ/ACM Award for Early Career Contribution to Global Research 候補者推薦募集
- 10月23日 論文誌「Applications and the Internet」 in Conjunction with Main Topics of COMPSAC2019」特集 論文募集
- 10月21日 2019年8月から10月までの台風および停滞前線による豪雨および暴風雨災害について



おひいすらん

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

事務局長を拝命し2年強が経ち、昨年は学会の年間事業をより深く体験させていただいた年でありました。学会活動の奥深さを再認識するとともに、いくつかの進展や自分なりのより深い課題も感じることができました。

まず昨年の最大の成果はジュニア会員増強により総会員数が増加に転じたことです。ジュニア会員活性化委員会や中高生ポスターセッションなどの新規施策が実を結びました。新しい令和の時代に入り本会の会員や職員も世代交代のステージに入ったことを予感します。一昨年更改したマイページの復活と会員サービスのさらなる機能向上による継続的会員増加策も目指していきます。

また昨年は2年ごとの会長交代年であり産業界から江村会長が就任されました。今までの会員減の本質的原因である産業界の学会離れに大きな施策を打つべく、いくつかの改革が着手されました。デジタルプラクティスの制度改革、ソフトウェアジャパンの発展的解消、CITPの拡大展開策、規格部門ではIoTやAI分野の標準化テーマの加速化、などが挙げられますが、今年も継続検討が必要で、その結果として産業界会員数減の食い止めの効果を期待しています。

国際化に関しては、IEEE-CSやACMとのジョイントアワードが確立しました。情報分野における国際学会間の重要な賞として受賞式を含め継続的イベントに定着していくことが楽しみです。またCJK連携においても中国CNCC、韓国

KSCでの相互交流やJoint Technical Forumも活性化しました。今年はIFIPでの活動強化やオーストラリアACS、東南アジアSEARCCとの将来連携の可能性も期待されます。

調査研究分野においては、オープンサイエンス研究グループの新設、量子ソフトウェア研究会の新設(予定)など目まぐるしいIT分野の技術革新に追従した体制強化が行われました。またNIIと共同開催の研究ラウンドテーブルでは、全研究会が一堂に会し将来のIT分野の科学技術政策を見据えた熱い議論が行われました。

その他数々の活動成果がありましたが、事務局でも時差勤務など業務効率化の試みを実施しました。

一方昨年も日本中で台風豪雨災害に見舞われ、学会イベントなども一部影響を受けました。被災された方々にお見舞い申し上げるとともに、ITやAI活用による防災技術への貢献が定常的な課題であることを痛感しました。

さて今年はオリンピック開催の年です。IFIP60周年と同時に本会60周年の節目でもありエポックメイキングな喜ばしい出来事や成果が今からとても楽しみです。また新公益法人制度による移行法人としての最終年度でもあり、今までの事業の総括や法人経営としての総決算とともに新たな時代に向けた学会長期計画の立案も重要な課題となります。

役員の皆様のご指導ご協力を得て、昨年以上に忙しくなる事務局業務を確実にかつ夢を持って遂行していきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。

(木下泰三/事務局長)

人材募集

(有料会告)

申込方法: 任意の用紙に件名, 申込者氏名, 勤務先, 職名, 住所, 電話番号および請求書に記載する「宛名」, Web掲載の有無などを記載し, 掲載希望原稿〔募集職種, 募集人員, (所属), 専門分野, (担当科目), 応募資格, 着任時期, 提出書類, 応募締切, 送付先, 照会先〕を添えて下記の申込先へ, E-mail, Fax または郵送にてお申し込みください。
*都合により編集させていただく場合がありますので, ご了承ください。

申込期限: 毎月15日を締切日とし翌月号(15日発行)に掲載します。

掲載料金: 国公立教育機関, 国公立研究機関 税抜 20,000円 (税込 22,000円)
賛助会員(企業) 税抜 30,000円 (税込 33,000円)
賛助会員以外の企業 税抜 50,000円 (税込 55,000円)
*本誌へ掲載依頼いただいた場合に限り, 追加料金 税抜 4,000円 (税込 4,400円) で同一内容を本誌 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

■青森大学ソフトウェア情報学部 ソフトウェア情報学科

募集人員 助教または講師 1名(常勤, 任期なし)
勤務地 青森大学東京キャンパス(東京都江戸川区清新町2-10-1)
青森大学青森キャンパス(青森県青森市幸畑2-3-1)
*採用にあたって希望調整します

専門分野 情報通信, データサイエンス, 機械学習, 人工知能, 情報セキュリティ, 組込みシステム, 情報デザイン, 教育工学(またこれらにかかわらず, 広く情報処理技術に関連する分野も対象とします)

担当科目 卒業研究, ゼミを含む情報工学分野の複数科目(講義, 演習)およびプログラミング演習

応募資格 博士の学位を有するか着任までに取得見込み, または同等の業績や実務経験を有し, 教育・研究に熱意のある方

着任時期 2020年4月1日

提出書類 履歴書(連絡先としてE-mailアドレスも明記), 研究業績リスト(著書, 査読付き論文, 国際会議, 特許等に区分), 主要論文別刷またはコピー(3編程度), これまでの研究概要(A4用紙2枚程度), 学会および社会における活動(学会活動, 社会貢献, 地域貢献, 実務経験などの実績), 教育・研究に関する抱負(A4用紙1~2枚程度), 本人に関する所見を求め得る人(2名)の氏名と連絡先(所属, 住所, 電話, E-mailアドレス)

応募締切 2020年1月31日(必着)

送付先/照会先 〒030-0943 青森県青森市幸畑2-3-1
青森大学ソフトウェア情報学部長 角田 均
E-mail: tsunoda@aomori-u.ac.jp Tel(017)738-2001(代表)
「ソフトウェア情報学部教員応募書類在中」と朱書き, (簡易)書留でお願いします
*応募書類は返却しませんのでご了承ください

その他 【選考方法】書類選考を経て面接(模擬授業を含む)を実施します。面接にあたり旅費・滞在費のうち一定額を支給します

■大分大学理工学部共創理工学科 知能情報システムコース

募集人員 教授または准教授 1名

専門分野 ヒューマンインタフェース・インタラクション, 特に, VR(仮想現実), AR(拡張現実), MR(複合現実), 画像処理等

担当科目 計算機科学の導入的科目, 専門科目(オペレーティングシステム, コンピュータグラフィックス, 情報英語など), 大学院工学研究科の専門科目

応募資格 (1)専門分野で博士またはPh.D.の学位を有する方, (2)専門分野に業績があり, 大学院博士後期課程の研究指導を担当できる方が望ましい, (3)情報工学にかかわる研究に熱意があり, 海外の情勢を反映した新しい研究分野にも挑戦できる意欲を持続できる方, (4)学生に対する教育・指導にも強い使命感と責任感を持って取り組まれる方, (5)大学における管理・運営の業務にも積極的に貢献される方, (6)医工連携や地域連携活動, 外部資金獲得に積極的に取り組まれる方

着任時期 2020年10月1日

提出書類 (1)個人調書(様式は理工学部Webページの教員公募からダウンロード), (2)教育および学生指導に対する考えや抱負, (3)今後の研究計画, (4)主要論文別刷(5編, コピーでも可), (5)応募者について問合せができる方2名

応募締切 2020年2月28日(必着)

送付先 〒870-1192 大分県大分市大字旦野原700番地
大分大学理工学部総務係 係長 高野靖信

照会先 知能情報システムコース コース長 古家賢一
E-mail: furuya-kenichi@oita-u.ac.jp Tel(097)554-7879

その他 詳細については, 必ず理工学部Webページ(<https://www.st.oita-u.ac.jp/recruit/>)をご参照ください

株式会社 近代科学社（賛助会員）
からのお知らせ

貴学会ならびに学会員の皆様方におかれましては、平素より弊社にご支援・ご高配を賜り、ここに厚く御礼申し上げます。

お蔭をもちまして、弊社は2019年8月に創立60周年を迎えることができました。

この間、出版を通じて学術・社会貢献に微力を尽くしてまいりましたが、この節目に当たり、記念事業として『AI事典 第3版』を刊行いたしました。

本書は、1988年にUPU社から刊行された初版『AI事典』の編集方針を踏襲したものでございますが、まことに残念なことに、初版『AI事典』（以下「初版」）自体は現在、絶版状態となっております。

今般、弊社は当時の初版編集委員会より、第3次AIブームといわれている現在においてもその内容の学術的価値は依然として変わらず多大なものがあるとして、初版復刊の要請を頂戴いたしました。

初版編集委員会からの初版復刊ご要請趣旨：

1. 弊社が電子出版により刊行すること
2. 同電子出版における著作権利用を無償で許諾すること
3. 同電子出版にあたり、弊社が可能な限り廉価で市場に提供すること

上記を受け、弊社は創立60周年記念事業の柱の一つといたしまして、本ご要請にお応えし、初版編集委員会ご協力のもと、同書の電子出版による復刊に着手することといたしました。なお、同復刊の時期は2020年3月頃を予定しております。

----- 初版『AI事典』執筆者の皆様へのお願い -----

初版の執筆者の皆様におかれましては、本件趣旨をご理解いただき、上記の弊社電子出版による初版復刊のご承諾をいただきたく、ここに謹んでお願い申し上げます。

本件につきましてご承諾いただけます場合には特段の連絡はご不要ですが、お問合せなどがございます場合には、2020年2月末日までに、下記連絡先へご一報くださいますよう、お願い申し上げます。

2019年12月吉日
株式会社 近代科学社
代表取締役社長 井芹昌信

担当：小山 透・富高琢磨
〒162-0843 東京都新宿区市谷田町二丁目7番地15
Tel. 03-3260-6161
Fax. 03-3260-6059
メール reader@kindaikagaku.co.jp

情報処理学会創立 60 周年記念（第 82 回）全国大会
イベント企画のみの聴講参加は「無料」!!
 事前申込はこちらから⇒ <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/82/>

情報処理学会創立 60 周年記念（第 82 回）全国大会 聴講事前申込
『サステイナブルな情報社会』

大会会期：2020年3月5日（木）～7日（土）
 大会会場：金沢工業大学 扇が丘キャンパス（石川県野々市市扇が丘）
 共 催：金沢工業大学
 後 援：全国高等学校情報教育研究会

情報処理学会創立 60 周年記念（第 82 回）全国大会の「大会聴講参加」の事前申込を受付中です。

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

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

事前申込受付期間：2019年12月6日（金）～2020年2月7日（金）

招待講演・特別講演企画【聴講参加無料】：60周年を記念した招待講演4件、特別講演5件を予定しております。

招待講演-1	6日（金）16：45～17：00	未定（The Korean Institute of Information Scientists and Engineers）
招待講演-2	6日（金）17：00～17：15	未定（China Computer Federation）
招待講演-3	6日（金）17：15～17：30	未定（IEEE Computer Society）
招待講演-4	6日（金）17：30～17：45	未定（Association for Computing Machinery）
特別講演	5日（木）14：00～17：00	「SDGsの実装に向けたITの役割（仮）」
	5日（木）17：10～18：00	「初音ミク ミニライブ」 ※事前抽選制
	6日（金）9：30～11：30	「～コンピュータパイオニアが語る～『私の詩と真実』」
	6日（金）12：40～14：30	「歴代会長パネル討論」
	7日（土）15：20～17：20	IPSJ-ONE

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

第1イベント会場 6号館 334 多目的ホール	5日 9：30～12：00	「これからの一般情報教育 why, what, how」
	7日 9：30～12：00	「情報学のトップ才能からエリートへー才能の発掘、接続、達人の養成ー」
第2イベント会場 23号館 218	5日 9：30～12：00	「DX（デジタルトランスフォーメーション）で『2025年の崖』をどう超えるか」
	6日 9：30～11：30	「はじめての人文情報学：情報処理技術で文化資料の分析に挑戦しよう！」
	6日 12：40～15：10	「IoTに関する国際標準化動向と日本の取組み」
	7日 9：30～12：00	「激変！情報入試を取り巻く環境」
	7日 13：10～15：10	「地域で自走するプログラミング教育」
第3イベント会場 23号館 221	5日 9：30～12：00	「2019年サイバー事件回顧録～技術と法制度の両面から～」
	6日 9：30～11：30	「誰のための契約なのか？～アジャイル開発のソフトウェアモデル契約」
	6日 12：40～15：10	「来たれ！ワークライフバランス伝道師 2020」
	6日 15：30～17：45	「8th IPSJ International AI Programming Contest SamurAI Coding 2019-20 World Final」
	7日 9：30～12：00	「AI・ビッグデータ解析、IoT 領域人材のプロフェッショナル資格化を考える」
	7日 13：10～15：10	「デジタルプラクティスライブ（仮）」

第4イベント会場 23号館330	5日 9:30～12:00	「研究100連発 in 石川」
	6日 9:30～11:30	「MEC(Multi-access Edge Computing) への挑戦」
	6日 12:40～15:10	「論文必勝法」
	7日 9:30～12:00	「CC2020: Computing Curricula 2020 プロジェクト」
	7日 13:10～15:10	「信用スコアの期待と課題」
第5イベント会場23号館211	7日 9:30～12:00	「初等中等教員研究発表セッション」
特別会場 23号館105/26・27号館	7日 9:30～13:00	「Exciting Coding! Junior ～みんなで一緒にプログラミングしよう～」
	7日 11:00～13:00	「『先生質問です!』公開セッション」
	7日 13:10～15:10	「中高生情報学研究コンテスト」

一般セッション・学生セッション【聴講参加 有料】:

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

懇親会【有料】:

毎回多数の方にご参加をいただき親睦を深めております。当日申込のみとなります。

開催日時: 2020年3月6日(金) 18:00～20:00(予定)

開催会場: 金沢工業大学 扇が丘キャンパス内

■聴講参加費・講演論文集代・懇親会参加費(税込)

申込種別	予約価格(2/7迄)	当日
大会イベント企画限定聴講参加	無料	無料
大会共通聴講参加(正会員) *全論文のPDFアクセス権付	9,000円	10,000円
大会共通聴講参加(一般非会員) *全論文のPDFアクセス権付	15,000円	17,000円
大会共通聴講参加(学生会員・ジュニア会員・学生非会員)	無料	無料
懇親会参加 一般(正会員・一般非会員)	-	5,000円
懇親会参加 学生(学生会員・学生非会員)	-	3,000円
懇親会参加 学生(ジュニア会員)	-	1,000円
講演論文集分冊(個人・法人問わず)	13,000円(送料込)	14,000円
講演論文集セット *DVD-ROM1枚付き(個人・法人問わず)	60,000円(送料込)	66,000円
講演論文集DVD-ROM(個人)	10,000円(送料込)	
講演論文集DVD-ROM(法人)	60,000円(送料込)	

■留意事項

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

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

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

※DVDは大会参加者限定で会場特別販売(5,000円)いたします。

※講演論文集、DVD-ROM共に、大会開催前の事前発送は致しておりません。受取りは大会終了後の郵送となります。当日会場でも販売いたします。

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

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

第82回全国大会公式Webサイト <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/82/>

■問合先

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

一般社団法人情報処理学会 事業部門

電話 (03) 3518-8373

FAX (03) 3518-8375

E-mail: ipsjtaikai@ipsj.or.jp

◆◆ 有料会告について ◆◆

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

記

■掲載条件

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

■申込方法 任意の用紙に，件名，申込者氏名，勤務先，職名，住所，電話番号および請求書宛先，Web 掲載の有無（人材募集のみ）などを記載し，掲載希望原稿を添えて下記の申込先へお申し込みください。

■原稿の書き方

- 行事次第書： A4 変形判カメラレディまたは PDF ファイル（フォント埋め込み）とします。
(1 ページ) 天地 250mm × 左右 180mm
(1/2 ページ) 天地 120mm × 左右 180mm
(1/4 ページ) 天地 55mm × 左右 180mm
* A4 変形判以外の原稿は縮小または拡大となりますのでご注意ください。
- 人材募集： 次の項目を明記し，E-mail または Fax，郵送にてお送りください。
[募集職種，募集人員，(所属)，専門分野，(担当科目)，応募資格，着任時期，提出書類，応募締切，送付先，照会先]
* なお，都合により編集させていただく場合がありますので，ご了承ください。

■申込期限 毎月 15 日を締切日とし，翌月号（15 日発行）に掲載します。

■掲載料金 掲載号発行日に料金を請求いたしますので，3 カ月以内にお支払いください。

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

☆ジュニア会員サポーター募集中！☆
<https://www.ipsj.or.jp/junior/supporter.html>

本会では、将来のIT人材として活躍するジュニア会員を育成するため、サポーターを募集しています。サポーターの方々からいただいた資金は、ジュニア会員を対象としたイベントやサービスに使用し、今後充実させていく方針です。

【募集要項】

1. サポーター料金：55,000円（税込）／1口
・期間：4月～翌年3月（年度単位）
・口数：1口から加入いただけます。
2. 申込方法：下記フォームからお願いします。
ジュニア会員サポーター申込書：https://www.ipsj.or.jp/02moshikomi/mem/m-junior_supporter.html
3. バナーの画像ファイルを送信してください。
・サイズ：横幅 600pixel, 高さ 300pixel
・送信先：会員サービス部門 mem@ipsj.or.jp



【サポーター特典】

1. バナー表示とリンク
・表示期間：サポーター期間と同じ
・掲載場所：ジュニア会員のトップページ：<https://www.ipsj.or.jp/junior/>
※1バナー1リンクです。口数分まで表示数を増やせます。
 2. チラシ配布
・配布期間：サポーター期間と同じ
・配布場所：全国大会会場など本会指定のイベント会場
※1会場チラシ1種類ですが、口数分までチラシの種類を増やせます。
- ◆ バナーとチラシについてお願い ◆
- ・バナーのリンク先や配布チラシはジュニア向けの内容としてください。
 - ・営利目的（高額商品の販売・勧誘）は避けてください。



◆◆「情報処理」Kindleで販売中！◆◆

「情報処理」はKindle版でも販売中です！

冊子を持ち運びしなくても、スマホ・タブレット端末さえあればどこでも気軽に会誌を読むことができます。
ぜひご活用ください！

ご購入は Amazon から → <https://www.amazon.co.jp/>
「情報処理学会 Kindle」で検索



ご寄付のお願い

情報処理学会は、情報処理に関する学術および技術の振興をはかることにより、学術、文化ならびに産業の発展に寄与することを目的に各種事業を戦略的に展開しております。今回、学会活動の更なる活性化を図る上で会員の皆様からご寄付を頂戴いたしたく、お願いを申し上げます。

皆様から頂きますご寄付は

情報技術を通じて、人類及び世界の発展に資するため
情報技術を中心に学術および技術の振興に資するため
将来を担う人材の育成に資するため

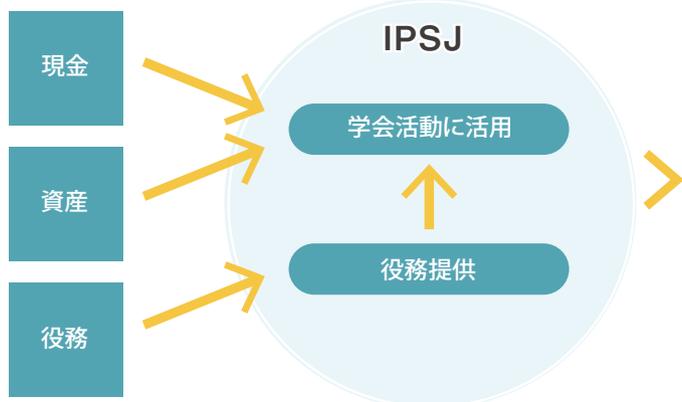
などの観点に照らし、下記の項目に活用させて頂く所存です。

今回ご寄付をお願いしたいのは現金に加えて、情報技術に関わる有形無形の資産（著作物、電子コンテンツ、特許、ソフトウェア等）、ボランティアで提供いただける役務提供（経験や知識に基づく役務）なども含まれます。お預かりいたしましたご寄付のうち用途のご指定のあるものは、そのご意向に沿った活用をさせて頂き、ご指定のないものは、その用途を学会活動の活性化に有効な諸事業で活用させて頂きます。今後も会員の皆様の絶大なるご支援・ご協力を頂きながら、学会発展のために努力して参る所存でありますので、何卒よろしくごお願い申し上げます。

* ご注意 情報処理学会は寄付金に対する税金が優遇される特定公益増進法人ではございません。

IPSJ 寄付

会員他寄付



活用先

教育・育成

情報入試 | 子ども教室 | パソコン教室

社会貢献

表彰

国際活動

規格標準化

情報資産保存

学会諸事業

その他



詳しくはこちら

<https://www.ipsj.or.jp/annai/other/donation.html>

お問合せ

一般社団法人 情報処理学会 管理部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1-5 化学会館4F

TEL 03-3518-8374 FAX 03-3518-8375

✉ soumu@ipsj.or.jp

CONTENTS

Preface

- 2 **How Much Faster Will Mobile Communication Data Speed Be? (Part 5)**
Seizo ONOE (DOCOMO Technology Inc.)

Special Article

- 4 **When a Large-Scale Disaster Occurred, Could the Public Access the Information They Needed? - Ensuring the Accessibility of Information During a Disaster -**
Daiki ISHIMORI (Gehim Inc.)

Special Features

Envisioning the Future : Lessons from "AI no Idenshi"

- 12 **0. Foreword**
Kentaro FUKUCHI (Meiji Univ.), Hirotaka OSAWA and Dohjin MIYAMOTO (Univ. of Tsukuba)
- 14 **1. How to Draw Sci-Fi Manga : In the Case of Kyuri Yamada**
Kyuri YAMADA (Manga Artist)
- 18 **2.1. Consideration about a Duplication of Personality**
Itaru KURAMOTO (The Univ. of Fukuchiyama)
- 21 **2.2. A Society in Which the Other Self in the Body is Personalized : Excessive Intentionality for AI and Identity Sampling Bias**
Junji WATANABE (NTT Communication Science Labs.)
- 25 **2.3. Hyper AI's Diary**
Taro MAEDA (Osaka Univ.)
- 29 **2.4. The Invention of Electrical Gastronomusic**
Hiromi NAKAMURA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST))
- 34 **2.5. A Naked Ear Meets Natural Sounds**
Hirotaka TERASHIMA (NTT Communication Science Labs.)
- 36 **2.6. A Study of Canna**
Jun KATO (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST))
- 41 **2.7. Coexistence and Fusion between Living-Being-Like Robots and Humans**
Tomoko YONEZAWA (Kansai Univ.)
- 45 **2.8. Mechanical Social Touch**
Masahiro SHIOMI (ATR)
- 49 **2.9. Funeral for a Sleeping Android**
Ryuma NIIYAMA (The Univ. of Tokyo)
- 54 **2.10. The History of the Decline and Fall of the Archives**
Takashi MIYAMOTO (The Univ. of Tokyo)
- 58 **2.11. Imagine and Create a Future Society Where Everyone Does Science**
Yuta MIZUNO (Hokkaido Univ.)

- 62 **2.12. The Real is (In)variable**
Sho SAKURAI (The Univ. of Electro-Communications)
- 66 **2.13. Shared Baby and Your Arm**
Ai HASEGAWA (The Univ. of Tokyo)
- 71 **3. Review Meeting with Kyuri Yamada**
Kyuri YAMADA (Manga Artist), Kentaro FUKUCHI (Meiji Univ.), Hirotaka OSAWA, Dohjin MIYAMOTO (Univ. of Tsukuba), Koichiro ETO (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)), Itaru KURAMOTO (The Univ. of Fukuchiyama), Junji WATANABE (NTT Communication Science Labs.), Taro MAEDA (Osaka Univ.), Hiromi NAKAMURA (The Univ. of Tokyo), Hirotaka TERASHIMA (NTT Communication Science Labs.), Jun KATO (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)), Tomoko YONEZAWA (Kansai Univ.), Masahiro SHIOMI (ATR), Ryuma NIIYAMA, Takashi MIYAMOTO (The Univ. of Tokyo), Yuta MIZUNO (Hokkaido Univ.) and Sho SAKURAI (The Univ. of Electro-Communications)

"Peta-gogy" for Future

- 79 **While I Draw Illustrations for "Peta-gogy"**
Miyu KUNO (A Company Employee) and Yasushi KUNO (The Univ. of Electro-Communications)
- 80 **The Weight of 100 Issues**
Eiko TAKAOKA (Sophia Univ.)
- 85 **Designing Social Knowledge in Programming Classes for Novice Learners**
Toshinori SAITO (Seisa Univ.)

Let's Learn Informatics

- 94 **Elementary School Programming Education in the Framework of Subject Education**
Takumi SHIMIZU (Ibaraki Univ. Elementary School)

How to Pass the Paper Review

- 102 **If Requested for Review : How to Write a Referee's Report**
Hiroyoshi WATANABE (Teikyo Univ.)

- 78 **Shopping Boast**
- 90 **Biblio Talk**
- 92 **Skimming a Famous Paper in Five Minutes**
- 108 **IT Travelog Manga**
- 112 **Conference Report**
- 114 **Conference Report**

読後のご意見をお送りください

本誌では、現在約 120 名の方々に毎号のモニタをお願いしておりますが、より多くの読者の皆さんからのご意見、ご提案をおうかがいし、誌面の充実に役立てていきたいと考えておりますので、毎号巻末に掲載しております所定の用紙または Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html>) をお使いいただき、奮って事務局までお寄せください。

一般社団法人 情報処理学会 会誌編集部

〒 101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F E-mail: editj@ipsj.or.jp Fax(03)3518-8371

ご意見をお寄せください！

【1月10日頃までにお出ください】

宛先 一般社団法人 情報処理学会 モニタ係（下記のいずれからも送付できます）
https://www.ipsj.or.jp/magazine/enquete.html Fax(03)3518-8375 E-mail:editj@ipsj.or.jp
(E-mail で送信される場合は、10-1-a のようにコードでお答えください)
※ご意見の投稿に伴う、住所、氏名、所属などの個人情報については、学会のプライバシーポリシーに準じて取り扱いたします。
https://www.ipsj.or.jp/privacypolicy.html

[コード]

- (1) ご氏名
- (2) ご所属 Tel. () -
- (3) E-mail:
- [4] 業種： (a) 企業（サービス業） (b) 企業（製造業） (c) 研究機関 (d) 教育機関（小・中・高校・高専・大学・大学院など）
(e) 学生 (f) 学生（ジュニア会員） (g) その他…………… 4- []
- [5] 職種： (a) 研究職 (b) 開発・設計 (c) システムエンジニア (d) 営業 (e) 本社管理業務
(f) 会社経営・役員・管理職 (g) 教職員（小・中・高校・高専・大学・大学院など）
(h) 学生 (i) 学生（ジュニア会員） (j) その他…………… 5- []
- [6] 年齢： (a) 10代 (b) 20代 (c) 30代 (d) 40代 (e) 50代 (f) 60代以上…………… 6- []
- [7] 性別： (a) 男性 (b) 女性…………… 7- []
- [8-1] あなたはモニタですか？：(a) はい (b) いいえ…………… 8-1- []
- [8-2] あなたのご意見は「会員の広場」（会誌および Web）に掲載される場合があります。その場合：
(a) 実名可（氏名のみ掲載） (b) 匿名希望 (c) 掲載を希望しない…………… 8-2- []
- [9] どちらの媒体で記事をお読みにになりましたか？
(a) 冊子版 (b) 情報学広場（電子図書館） (c) Kindle (d) fujisan (e) その他…………… 9- []
- [10] 今月号（2020年1月号）の記事は良かったですか。下記の記事すべてについて評価をご回答ください。
[a…大変良い b…良い c…普通、どちらとも言えない d…悪い e…読んでいない]
- 巻頭コラム：移動通信のデータ速度はどこまで上がるか？（パート5）…………… 10-1- []
- 特別解説：大規模災害時に市民は情報にアクセスできたのか…………… 10-2- []
- 特集：『AI の遺電子』に学ぶ未来構想術
0. 編集にあたって…………… 10-3- []
1. SF 漫画の作りかた 山田胡瓜の場合…………… 10-4- []
- 2.1. 個性とその複製に関する一考察…………… 10-5- []
- 2.2. 「自分の中のもう一人の自己」が人格化された社会について…………… 10-6- []
- 2.3. 「超 AI もつらいよ」…………… 10-7- []
- 2.4. カレンとミライの小即興曲…………… 10-8- []
- 2.5. はだかの耳、虫の声…………… 10-9- []
- 2.6. カンナたちの研究…………… 10-10- []
- 2.7. 生物らしさのあるロボットと人間の融合…………… 10-11- []
- 2.8. 機械仕掛けのソーシャルタッチ…………… 10-12- []
- 2.9. 眠るアンドロイドのお葬式…………… 10-13- []
- 2.10. アーカイブ衰亡史…………… 10-14- []
- 2.11. 誰もが科学する未来の社会をソウソウする…………… 10-15- []
- 2.12. The real is (in)variable…………… 10-16- []
- 2.13. Shared Baby and Your Arm…………… 10-17- []
3. 講評会：山田胡瓜先生を囲んで…………… 10-18- []
- 買い物自慢：高速・大容量 NAS で快適生活…………… 10-19- []
- べた語義：「べた語義」のイラストを描いて…………… 10-20- []
- べた語義：100 回の重さ…………… 10-21- []
- べた語義：初学者向けプログラミングの授業におけるソーシャルな知のデザイン（第 2 回）…………… 10-22- []
- ピピリオ・トーク：考えることの科学 推論の認知心理学への招待…………… 10-23- []
- 5 分で分かる!? 有名論文ナメ読み：lan J. Goodfellow et al.: Generative Adversarial Nets…………… 10-24- []
- 情報の授業をしよう！：教科教育の枠組みで実施する小学校プログラミング教育…………… 10-25- []
- 論文必勝法：査読を依頼されたら…………… 10-26- []
- IT 紀行：第 30 回高専プロコン！ 宮崎県都市市に行ってきた…………… 10-27- []
- 会議レポート：ACM SIGIR 2019 参加報告…………… 10-28- []
- 会議レポート：DAC 2019 参加報告…………… 10-29- []

〔11〕 本号で最も良かった記事は何ですか？ 上記〔10〕の設問の記事番号から1つだけ選び（例：10-8の記事の場合は「8」と記入）、その理由をご回答ください。上記に掲載されていない記事の場合はタイトルを直接ご記入ください。

- 〔11-1〕 良かった記事 11-1- []
 〔11-2〕 この記事に対する貴方の立場：a) 専門家 b) 非専門家 11-2- []
 〔11-3〕 選んだ理由（下記から、いくつでも選択可） 11-3- []
 a) 技術・研究動向がよく分かった b) 知的興味をかきたてられた c) 新たな知識を得ることができた d) 内容が平易で理解しやすかった
 e) その他（具体的に下記にご記入ください）

〔12〕 本号で最も良くなかった記事は何ですか？ 上記〔10〕の設問の記事番号から1つだけ選び（例：10-8の記事の場合は「8」と記入）、その理由をご回答ください。上記に掲載されていない記事の場合はタイトルを直接ご記入ください。

- 〔12-1〕 良くなかった記事 12-1- []
 〔12-2〕 この記事に対する貴方の立場：a) 専門家 b) 非専門家 12-2- []
 〔12-3〕 選んだ理由（下記から、いくつでも選択可） 12-3- []
 a) 記事の内容に誤りがあった b) ありきたりの内容だった c) 記事が難しすぎた d) 何を言いたいのか分からなかった e) 宣伝の意図が強すぎる
 f) テーマに興味を持てなかった g) その他（下記に具体的に下記にご記入ください）

〔13〕 今月の特集に対する貴方の立場を教えてください。

- 〔13-1〕 『AIの遺電子』に学ぶ未来構想術：a) 専門家 b) 非専門家 13-1- []

〔14〕 設問〔10〕で読んでいないと答えた記事について、その理由を教えてください。

〔15〕 会誌のオンライン版ができたらどのような記事を読みたいか、どのようなコンテンツが期待できるか、などご意見がございましたら教えてください。

〔16〕 会誌に対するご意見や感想、著者への質問、巻頭コラムに登場してほしい人物、今後取り上げてほしいテーマなどありましたらご記入ください。（スペースが足りない場合はお手数ですが別紙を追加してください）

■ 各種問合せ先 ■

一般社団法人 情報処理学会（本部） ※支部所在地等詳細はリンクされている各支部ページでご参照ください。

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F Fax(03)3518-8375 <https://www.ipsj.or.jp/>

担当	E-mail	Tel(ダイヤルイン)	取り扱い内容
■ 会員サービス部門			
会 員	mem@ipsj.or.jp	03-3518-8370	入会、会費、変更連絡、退会、在会証明、会員証、会誌配布、会員特典、会費等口座振替、海外からの送金、賛助会員、電子図書館
■ 会誌編集部門			
会誌編集	editj@ipsj.or.jp	03-3518-8371	会誌「情報処理」の掲載内容、広告掲載、出版、コンピュータ博物館（情報処理技術遺産）
著作権	copyright@ipsj.or.jp		転載許可、著作権
デジタルプラクティス	editdp@ipsj.or.jp		デジタルプラクティス（DP）の編集・査読、DP レポート
図 書	tosho@ipsj.or.jp	03-3518-8374	出版物購入
■ 研究部門			
論文誌	editt@ipsj.or.jp	03-3518-8372	論文誌（ジャーナル/JIP/トランザクション）の編集・査読
調査研究／国際／教育	sig@ipsj.or.jp		研究会登録、研究発表会、研究グループ、シンポジウム、国際会議、IFIP 委員会、情報処理教育委員会、ア krediyateeshon 対応
■ 事業部門			
事 業	jigyo@ipsj.or.jp	03-3518-8373	全国大会、FIT、プログラミングコンテスト、プログラミング・シンポジウム、協賛・後援
技術応用	event@ipsj.or.jp		連続セミナー、短期セミナー、IT フォーラム、ソフトウェアアジア、その他講習会
認定情報技術者制度	ipsj.citp@ipsj.or.jp		認定情報技術者制度
■ 管理部門			
総務／庶務	soumu@ipsj.or.jp	03-3518-8374	総会・理事会、支部、選挙、総務系選奨、関連団体、アドバイザーボード
経 理	keiri@ipsj.or.jp		出納、送金連絡
システム企画	sys@ipsj.or.jp		システム企画、セキュリティ、電子化委員会、電子図書館、IPSJ メールニュース
■ 情報規格調査会			
規格部門	問合せフォーム https://www.itscj.ipsj.or.jp/contact/index.html		ISO/IEC JTC 1での情報技術の標準化業務 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館308-3 Tel (03)3431-2808 Fax (03)3431-6493 https://www.itscj.ipsj.or.jp/

本特集の講評会は、都内の小さな貸会議室で、オンライン参加者も加えれば15名がひしめきあうように集い、のべ3時間にわたって行われた。普段の学会関連のミーティングとはだいぶ性質が異なる議論を長時間続けたせいか、終わったころにはみなへとへとになっていた。しかし、出席者の多くが「もっとほかの人が書いた作品を読みたい、議論したい」と感想を述べていた。実際、話し足りなかった面々は講評会終了後に場所を移し、ビール片手に焼肉をつつきながら、熱い議論を続けていた。私たちには未来について語る場がもっと必要なのではないだろう

か。本特集への反響次第で、この試みはさらに多くの分野を巻き込みながら継続的に取り組むことも検討したい。ぜひ、読後の感想を学会までお寄せいただきたい。なお、本特集の企画にあたった JST RISTEX HITE 「想像力のアップデート：人工知能のデザインフィクション」通称「AIxSF プロジェクト」では、さまざまなメディアでSFと科学研究との接点をこれまで以上に盛り上げるための取り組みを行っている。あわせてご注目いただければ幸いです。

(福地健太郎／本特集エディタ)



次号 (2月号) 予定目次

編集の都合により変更になる場合がありますのでご了承ください。

「特集」ブロックチェーンを実現する技術

Bitcoin 技術のその後の動向／ブロックチェーンの安全性—攻撃や脆弱性とその対策／分散台帳上での匿名送金とその監査についてゼロ知識証明を利用したセキュアプロトコル／分散台帳技術におけるコンセンサス・メカニズム

解説：Bitcoin の革新性が導く Web3 首藤一幸

教育コーナー：べた語義

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

コラム：巻頭コラム

複写される方へ

一般社団法人情報処理学会では複写複製および転載複製に係る著作権を学術著作権協会に委託しています。当該利用をご希望の方は、学術著作権協会 (<https://www.jaac.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、本学会員（賛助会員含む）および著者が転載利用の申請をされる場合については、学術目的利用に限り、無償で転載利用いただくことが可能です。ただし、利用の際には予め申請いただくようお願い致します。

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

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

Notice for Photocopying

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

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

<All users except those in USA>

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

<Users in USA>

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

..... 広告のお申込み

■広告料金表

掲載場所	4色	1色
表2	330,000円 (税抜)	—
表3	275,000円 (税抜)	—
表4	385,000円 (税抜)	—
表2対向	300,000円 (税抜)	—
表3対向	265,000円 (税抜)	155,000円 (税抜)
前付1頁	250,000円 (税抜)	135,000円 (税抜)
前付1/2頁	—	80,000円 (税抜)
前付最終	—	148,000円 (税抜)
目次前	—	148,000円 (税抜)
差込 (A4変形判 70.5kg未満 1枚)	275,000円 (税抜)	
差込 (A4変形判 70.5kg～86.5kg 1枚)	350,000円 (税抜)	
同封 (A4変形判 1枚)	350,000円 (税抜)	

■「情報処理」

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

■問合せ・お申込み先

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

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

..... 掲載広告の資料請求

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

■「情報処理」61巻1号 掲載広告（五十音順）

- インタフェース 表2 三菱電機 表3
 講談社 表2対向
 すべての会社を希望

■資料送付先

フリガナ
お名前 _____

勤務先 _____ 所属部署 _____

所在地 (〒 -) _____

TEL () - FAX () -

ご専門の分野 _____



お問合せ・お申込み・資料請求は

広告総代理店 **アドコム・メディア(株)**

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

賛助会員のご紹介

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

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

●●● 賛助会員 (20 ~ 50口)

HITACHI
Inspire the Next

(株) 日立製作所

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・ピー・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

NTT 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)

TIC
Telecommunication
Technology
Committee

(一社) 情報通信技術委員会

NTT DATA

(株) NTT データ

GREE

グリー (株)

Rakuten
Institute of Technology

楽天技術研究所

IA Japan

(一財) インターネット協会

ISA

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

OKI

沖電気工業 (株)

Canon

キャノンマーケティングジャパン株式会社
キャノンマーケティングジャパン (株)

CORE MICRO SYSTEMS INC.

コアマイクロシステムズ (株)

SANBI

三美印刷 (株)

SEPTENI

(株) セプテーニ

SONY

ソニー (株)

team Lab

チームラボ (株)

TECHNOPRO
Design

(株) テクノプロ
テクノプロ・デザイン社

Panasonic

パナソニック (株)

MIZUHO みずほ情報総研

みずほ情報総研 (株)

レコチョク

(株) レコチョク

●●● 賛助会員 (2口)

KDDI
KDDI R&D LABS

(株) KDDI 研究所

NEC
NECソリューションイノベータ

NEC ソリューション
イノベータ (株)

NTTAT

NTT アドバンステクノロジー (株)

SFC

三協印刷 (株)

JR
JR東日本

鉄道情報システム (株)

KCT

(株) ナレッジクリエーション
テクノロジー

JADAC

(一財) 日本データ
通信協会

JSA
日本規格協会
SINCE 1948

(一財) 日本規格協会

放送技術研究所

日本放送協会
放送技術研究所

HITACHI
Inspire the Next
日立システムズ

(株) 日立システムズ

インテル (株)

【A～Z】

(株) AndTech
 Arithmer (株)
 (株) ATJC
 (株) ATR-Trek
 bokk (株)
 (株) CIJ
 (株) CIJネクスト
 (株) CyberOwl
 合同会社 DMM.com
 (株) DTS インサイト
 freee (株)
 GMOペパボ(株)
 (株) GV
 (株) HBA
 JapanTaxi (株)
 JRC エンジニアリング(株)
 (株) JR東日本情報システム
 (株) JTB 川崎支店
 (株) K&S
 (株) KDDI 総合研究所
 MHI エアロスペースシステムズ(株)
 NEC ソリューションイノベータ(株)
 NEC ネットイノベーション(株)
 NEC フィールドディング(株)
 NTT アドバンステクノロジー(株)
 NTT コムウェア(株)
 (株) NTT データ
 (株) NTT データ・アイ
 (株) NTT データ関西
 (株) NTT データ九州
 (株) NTT データ数理システム
 (株) NTT データ東北
 NTT テクノクロス(株)
 (株) NTT ドコモ
 (株) OKI ソフトウェア
 (株) PFU
 (株) QUICK
 SCSK (株)
 (株) Spelldata
 TDC ソフト(株)
 TIS (株)
 (株) UNCOVER TRUTH
 (株) U-NEXT
 YKK (株)

【あ行】

アイアンドエルソフトウェア(株)
 (株) アイヴィス
 アイオクス(株)
 アイシン・エイ・ダブリュ (株)
 アイシン精機(株)
 アイシン・ソフトウェア(株)
 (株) アイズファクトリー
 (株) アイ・ピー・エス
 アイホン(株)
 (株) アイレップ

アシアル(株)
 (株) アットウェア
 アドソル日進(株)
 (株) アドバンスト・メディア
 (株) アドバンス トラフィック システムズ
 アビームシステムズ(株)
 (株) アピリッツ
 (株) アルファシステムズ
 (株) いい生活
 池上通信機(株)
 伊藤忠テクノソリューションズ(株)
 インクリメント・ピー (株)
 (一財) インターネット協会
 (株) インテック
 インテル(株)
 インフォサイエンス(株)
 (株) ヴァル研究所
 ヴィスコ・テクノロジーズ(株)
 (株) うえじま企画
 (株) 駅探
 (株) エクサ
 エヌ・ディー・アール(株)
 エヌビディア合同会社
 (株) エム・オー・シー
 (株) エルザジャパン
 オークマ(株)
 (株) 大塚商会
 (株) オーム社
 沖電気工業(株)
 (株) 小野仁
 オムロン(株)

【か行】

国立研究開発法人 科学技術振興機構
 (公財) 画像情報教育振興協会
 (学) 片柳学園日本工学院八王子専門学校
 (学) 河合塾
 関西テレビソフトウェア(株)
 (一財) 機械振興協会
 キヤノン IT ソリューションズ(株)
 キヤノンマーケティングジャパン(株)
 キヤノンメディカルシステムズ(株)
 共立出版(株)
 (株) 近代科学社
 グーグル合同会社
 (株) クヌギ
 グリー (株)
 (株) グリットウェブ
 (株) ぐるなび
 (株) けいけい
 経済産業省
 (株) コア 中四国カンパニー
 コアマイクロシステムズ(株)
 (株) 構造計画研究所
 国立国会図書館

(株) 小松製作所

【さ行】

(株) サイバーエージェント
 (一財) 材料科学技術振興財団
 サクサ(株)
 サクシード(株)
 三協印刷(株)
 サン電子(株)
 三美印刷(株)
 三友工業(株)
 (株) シーエーシー
 システム・オートメーション(株)
 (株) ジャステック
 (株) ジャストイット
 (株) ジャパンテクニカルソフトウェア
 (一社) 情報サービス産業協会
 (独) 情報処理推進機構
 (一社) 情報通信技術委員会
 新世代M2Mコンソーシアム
 (株) 数理計画
 (株) スカイディスク
 スズキ(株)
 住友化学(株)
 住友電気工業(株)
 (学) 聖学院
 (株) セガゲームス
 (株) セカンドセレクション
 セコム(株)
 (株) セブテーニ
 (株) ソケット
 ソニー (株)
 (株) ソフトウェアコントロール
 (一財) ソフトウェア情報センター
 特許・技術情報センター
 ソフトバンク(株)
 (株) ソリトンシステムズ

【た行】

(株) タンタカ
 チームラボ(株)
 (株) 中電シーティーアイ
 (一社) 中部産業連盟
 中部電力(株)
 通研電気工業(株)
 (株) ディー・エヌ・エー
 (株) ティーケーラボ
 (株) ディスコ
 (株) データグリッド
 テクノスデータサイエンス・エンジニアリング(株)
 (株) テクノプロ テクノプロ・デザイン社
 デジタル・アドバタイジング・コンソーシアム(株)
 (株) デジタルガレージ
 デジタルプロセス(株)

鉄道情報システム(株)
 (公財) 鉄道総合技術研究所
 (公財) 電気通信普及財団
 (一社) 電子情報技術産業協会
 (株) 電盛社
 (株) デンソー
 (株) デンソー IT ソリューションズ
 (株) デンソーアイティラボラトリ
 (株) デンソークリエイト
 (一財) 電力中央研究所
 東海ソフト(株)
 東海旅客鉄道(株)
 (株) 東芝
 東芝インフォメーションシステムズ(株)
 東芝システムテクノロジー (株)
 東芝情報システム(株)
 東芝デジタルソリューションズ(株)
 東芝マイクロエレクトロニクス(株)
 (株) 働楽ホールディングス
 (株) 東和システム
 トーヨー企画(株)
 特許庁
 (株) トヨタシステムズ
 トヨタ自動車(株)
 (株) 豊田中央研究所
 トレンドマイクロ(株)
 (株) ドワンゴ

【な行】

(株) ナレッジクリエーションテクノロジー
 (株) ニコンシステム
 西日本電信電話(株)
 日鉄ソリューションズ(株)
 日鉄日立システムエンジニアリング(株)
 日本アルゴリズム(株)
 日本精工(株) (NSK)
 (一財) 日本データ通信協会
 日本電気(株)
 (株) 日本電気特許技術情報センター
 日本電信電話(株)
 日本アイ・ビー・エム(株)
 (公社) 日本化学会
 (一財) 日本規格協会
 日本銀行
 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
 日本システム開発(株)
 (一財) 日本情報経済社会推進協会
 (一社) 日本情報システム・ユーザー協会
 日本電子計算(株)
 (一財) 日本品質保証機構
 日本放送協会 放送技術研究所
 日本マイクロソフト(株)

日本無線(株)
日本ユニシス(株)
(株)野村総合研究所

【は行】

パーソルキャリア(株)
(株)ハイエレコン
(有)バクサリー
パナソニック(株)
パナソニック(株) ライフソリューションズ社
バルテス(株)
(株)半導体エネルギー研究所
(株)ビービット
(株)ビズヒッツ
(株)日立インフォメーションエンジニアリング
(株)日立国際電気
(株)日立産業制御ソリューションズ
(株)日立システムズ
(株)日立社会情報サービス
(株)日立製作所
(株)日立製作所 中国支社
(株)日立ソリューションズ
(株)日立ソリューションズ・クリエイト

(株)日立ソリューションズ西日本
(株)日立ソリューションズ東日本
(株)ビッグツリーテクノロジー&コンサルティング
(株)ファースト
(株)フィックスターズ
フェアリーデバイセズ(株)
(株)フォーカスシステムズ
(株)フォーラムエイト
富士通(株)
(株)富士通アドバンストエンジニアリング
(株)富士通エフサス
(株)富士通九州システムズ
(株)富士通ソーシャルサイエンスラボラトリ
富士フィルム(株)
フューチャー(株)
古野電気(株)
北陸コンピュータ・サービス(株)
(株)堀場製作所
(株)本田技術研究所 R&D センター X

【ま行】

(株)牧野フライス製作所
マツダ(株)

みずほ情報総研(株)
三井情報(株)
(株)ミックナイン
(株)ミットヨ
(株)三菱UFJ銀行
(株)三菱UFJトラスト投資工学研究所
三菱UFJモルガン・スタンレー証券(株)
三菱スペース・ソフトウェア(株)
三菱電機(株)
三菱電機インフォメーションシステムズ(株)
三菱電機インフォメーションネットワーク(株)
三菱電機コントロールソフトウェア(株)
三菱電機メカトロニクスソフトウェア(株)
三菱プレジジョン(株)
武蔵野美術大学
(株)メイテツコム
モバイルコンピューティング推進コンソーシアム(MCPC)

【や行】

(株)安川電機

ヤフー(株) Yahoo! JAPAN 研究所
所
ヤマハ(株)

【ら行】

楽天(株)
合同会社ラビッツ
リードエグジビションジャパン(株)
(株)リクルート
(株)リコー
(株)リックテレコム
(株)両備システムズ
(株)リンク
(株)レコチョク

<入会予定>
(株)PLAY

注) 一般社団法人・一般財団法人・公益社団法人・公益財団法人はそれぞれ(一社)・(一財)・(公社)・(公財)と省略した。

協力協定学会との正会員会費相互割引について

各学協会との協定により、正会員会費が割引になります。ぜひ、ご活用ください。
本会 Web ページ (<https://www.ipsj.or.jp/member/kyoryoku.html>) にも掲載しております。

●協力協定学会名・相互割引率(正会員会費が割引対象)

IEEE	(The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)	10%
IEEE-CS	(IEEE Computer Society)	10%
ACM	(Association for Computing Machinery)	20%
CSI	(Computer Society of India)	20%

※協力協定学会の会員費割引については、海外関連団体 (https://www.ipsj.or.jp/annai/kanrenlink/os_relation.html) をご参照いただき、直接お問い合わせください。

●本会への申請方法

会費割引を希望する正会員は、マイページの「登録情報変更」で「会員相互割引」の協定学会名から1つ選択し、その会員番号を入力します。初めて申請する方は上記協力協定各学会正会員の会員証コピーを Fax 等で送ってください。割引適用は1学会分といたします。自動継続のため次回からは会員証のコピーは不要です。

※これから入会を希望する方も入会申込[本申請]の画面から同様に申請できます。

- ・マイページはこちら⇒ <https://www.ipsj.or.jp/mypage.html>
- ・入会申請はこちら⇒ https://www.ipsj.or.jp/nyukai_kojin.html

■照会先：会員サービス部門 E-mail:mem@ipsj.or.jp Tel(03)3518-8370 Fax(03)3518-8375

街じゅうあちこち、 ディガード大活躍！



大規模施設

「製造現場の見える化」を製造ラインへの監視カメラ設置で実現。



空港

「細かなエリア設定」を多彩な物理セキュリティで実現。



駅周辺

「安全で便利な暮らし」を個人情報を守る情報セキュリティで実現。



スタジアム

「安心の運営」を高精度な監視カメラで実現。



ビル・オフィス

「効率のよい省エネ」を入退室管理の在室状況把握で実現。



病院

「診察と運営の利便性向上」を安全な機密情報ファイル交換で実現。



流通・店舗

「快適な流通」を高精細監視カメラのマーケティング活用で実現。



マンション

「負担の少ない管理」をビル遠隔管理サービスで実現。



金融・データセンター

「高度な管理」を標的型攻撃対策サービスで実現。

監視カメラシステムで、見えにくい場所でも

くらきりん



入退室管理システムで、なりすましを

**見やぶる
ドッグ**

情報セキュリティで、不正アクセスから

まもるもつ

三菱電機のセキュリティ
DIGUARD
ディガード

守りきれるか！
**ディガード
三獣士**



マンガ公開中！

短期集中セミナー2019



<https://www.ipsj.or.jp/event/s-seminar/2019/IPSJxsoatassoc/>

ここまで来た!空間表現の先端事例と技術動向 ～CG/CV/VR/HCIの最先端～

VRデバイスや高解像度ディスプレイの普及に伴い、3次元デジタルコンテンツへの需要がますます高まっています。

本セミナーでは、CG/CV/VR/HCIの各分野に関して、産業界・学術業界でご活躍の方々をお招きして、最先端研究から産業応用まで幅広い視点からご講演いただきます。

■開催 2020年2月4日(火) 13:00 - 17:30

■会場 株式会社フォーラムエイト セミナールーム
(〒108-6021 東京都港区港南2-15-1
品川インターシティA 棟21F)

■主催 一般社団法人情報処理学会
一般社団法人最先端表現技術利用推進協会

■参加費
正会員 7,000 円 非会員 10,000 円 学生 3,000 円
※情報処理学会個人会員 / 最先端表現技術利用推進協会個人会員 / 情報処理学会賛助会員 / 最先端表現技術利用推進協会法人会員 / 最先端表現技術利用推進協会情報会員および協賛団体の個人会員は正会員価格

■申込締切: 2020年1月21日(火)

■定員 80名

■当日来場受付

受付開始: 12:30 -

受付場所: 株式会社フォーラムエイト セミナールーム前

■プログラム■

13:00-13:05	オープニング 田島 玲(ヤフー株式会社)
13:10-13:55	セッション1 「CG研究最前線」 土橋 宜典(北海道大学)
14:05-14:50	セッション2 「Shade3D最新機能・事例紹介」 御厨 啓補(Shade3D開発グループ)
14:55-15:40	セッション3 「VRの産業応用」 新田 純子(株式会社フォーラムエイト執行役員)
15:50-16:35	セッション4 「ディープラーニングの最新 CG/CV 応用」 金森 由博(筑波大学)
16:45-17:30	セッション5 「表現の支援とHCI」 宮下 芳明(明治大学)
17:30-	クロージング

問合せ先 一般社団法人情報処理学会
イベント担当 event@ipsj.or.jp

協賛: 一般社団法人電気学会、一般社団法人電子情報通信学会、一般社団法人映像情報メディア学会、一般社団法人照明学会

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台一十五
編集人 稲見 昌彦
発行所 一般社団法人情報処理学会
発行人 木下泰三

電話 東京(03)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五十九十八
三美印刷株式会社

会員外発売所 東京都千代田区神田錦町三十一
株式会社 オーム社

定価 (本体 1,600 円 + 税)

本誌広告一手取扱い アドコム・メディア株式会社

〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-21-27 TEL.03-3367-0571 FAX.03-3368-1519

雑誌 05269-01



4910052690103
01600