

# 情報処理

2023  
**2**

Vol.64 No.2  
通巻 695 号

**特集**

オンライン

## 人の感情を理解し、人に寄り添うAI

特別解説

画像生成AIは電子ウキヨエの夢を見るか?



巻頭コラム

私にとってのコンピュータ  
大谷由里子

オンライン デジタルプラクティスコーナー：コロナ禍後も見据えたオンラインコミュニケーション環境の活用と課題

教育コーナー：べた語義

連載：5分で分かる!? 有名論文ナメ読み / IT 紀行～研究会行脚編～ /

オンライン 教科「情報」の入学試験問題って? / ビブリオ・トーク

会議レポート



111111

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



電子版を購入(有料)  
Fujisan



Web公開(無料/有料)  
note



一般社団法人  
**情報処理学会**  
Information Processing Society of Japan

◆最新刊のご案内

# クラウドシステム移行・導入

## アーキテクチャからハイブリッドクラウドまで

情報処理学会 監修／金子 格（東北大学） 編著

石黒 正揮（株式会社 三菱総合研究所）

小川 宏高（産業技術総合研究所）

小向 太郎（中央大学）

櫻田 武嗣（アマゾンウェブサービスジャパン合同会社）

千葉 立寛（日本アイ・ビー・エム株式会社）

林 良一（日本電信電話株式会社） 共著

定価 3,300 円（本体 3,000 円＋税）

A5 判／248 頁 ISBN978-4-274-22836-0

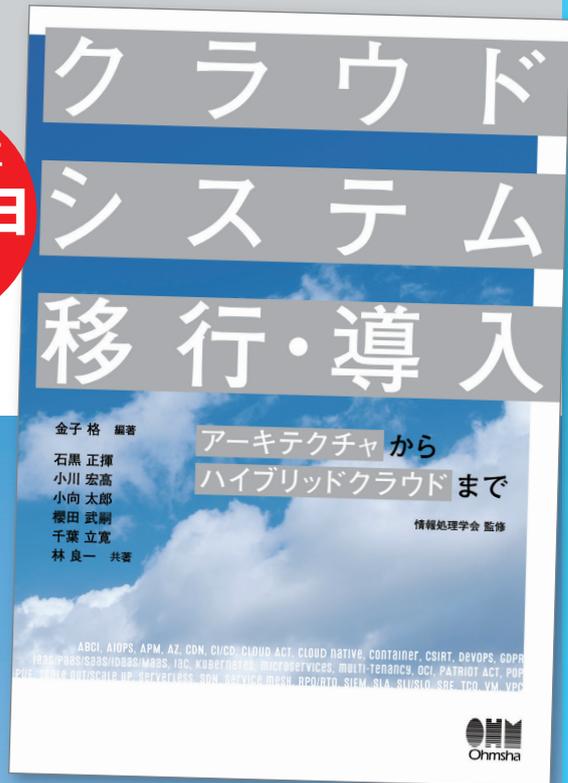
2022年  
3月24日  
発行

従来のシステムをクラウドシステムに移行させるうえでの標準的なプロセスや必須知識を網羅

自社システムをクラウドに移行する、あるいは自社システムにクラウドを導入するうえでの標準的なプロセスや必須知識を網羅した書籍です。AIOps、CI/CD、DevOps、IaaS/PaaS/SaaS/IDaaS/MaaS、Kubernetes、VPC などのいま 1 つよくわからない専門用語の 1 つひとつを、IT 技術者向けに丁寧に解説しています。

まずクラウドシステムを使ううえでの考え方からスタートして、クラウドシステムに関連した主な技術、考えるべき指針についてわかりやすく解説しています。さらに、各種規制への対応についても述べています。現在のクラウドシステムを支えている技術は高度かつ複雑であり、しかも日進月歩で進化しています。

本書を読むことで、クラウドの移行・導入の全体的なイメージをつかむことができ、取り組むべき課題がみえてきます。



### 目次

#### 第1章 システムのクラウド移行・導入をデザインする

- 1.1 本書を読み始めるにあたって
- 1.2 クラウドを活用するメリット
- 1.3 クラウドコンピューティングの用語
- 1.4 クラウド移行・導入によってシステムはどう変わるのか
- 1.5 活用するクラウド環境の選び方
- 1.6 システムインテグレーションとしてのメリット
- 1.7 クラウドシステムの活用のポイント
- 1.8 クラウドへの移行・活用戦略
- 1.9 クラウドのマネージドサービスで合理的なシステムを構築
- 1.10 Well-Architected フレームワークの活用

#### 第2章 クラウドのアーキテクチャを正しく理解する

- 2.1 クラウドを理解する

- 2.2 クラウドの利用形態を知ろう
- 2.3 クラウドのサービスモデルを知ろう
- 2.4 クラウドにおけるコンピューティングの仮想化
- 2.5 Kubernetes でコンテナを管理する
- 2.6 クラウドネットワーク
- 2.7 クラウドストレージ

#### 第3章 クラウドにおけるアプリケーションの開発と運用

- 3.1 クラウドにおけるアプリケーション開発
- 3.2 クラウドアーキテクチャの選択
- 3.3 アプリケーションの移行方法
- 3.4 クラウドネイティブ
- 3.5 クラウドに合わせてアプリケーションをデザインする
- 3.6 マイクロサービスアーキテクチャ
- 3.7 DevOps と CI/CD
- 3.8 クラウドにおける監視
- 3.9 SRE

#### 第4章 クラウドセキュリティの考え方と実践

- 4.1 クラウド利用システムのセキュリティとは
- 4.2 クラウド利用システムの具体的なリスクと全体像
- 4.3 セキュリティ技術対策
- 4.4 安定性の確保
- 4.5 セキュリティ組織対策
- 4.6 クラウド関連事業者に対する要求事項
- 4.7 クラウドセキュリティ対策にかかわる参考情報

#### 第5章 ハイパフォーマンスマシン、モビリティのクラウドアーキテクチャ

- 5.1 人工知能クラウド基盤を提供する ABCI
- 5.2 交通を変えるモビリティクラウドサービス

#### 第6章 情報管理と法制度

- 6.1 知らないでは済まされないクラウドの情報管理と法制度
- 6.2 クラウド上で処理される情報に関する法的責任
- 6.3 国境を越えるクラウドと外国法の適用



株式会社 オーム社

◆本書に関するお問合せ◆

株式会社オーム社 編集局 編集部門 編集第4グループ

TEL 03(3233)0794

FAX 03(3293)6889

E-mail itsunoda@ohmsha.co.jp

# 日本発！国産VRCGソフトとF8VPSは デジタルツイン、メタバースを実現します

**UC-win/Road** 3DリアルタイムVRソフト  
**Shade3D** 統合型3DCGソフト  
**F8VPS** Web VRプラットフォーム

グローバルエンジニアリングソフトウェアカンパニー

**FORUM8**

www.forum8.co.jp

フォーラムエイトCMキタラクター  
バトリック・ハーラン氏



開発キット (SDK) によるクラウドアプリのプログラミング技術を競う!

## THE 10TH Cloud Programming World Cup

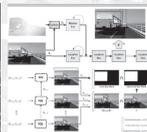
アジアを中心に国内外から多数の学生チームによる作品がノミネート  
グランプリは機械学習とVRを組み合わせたハイレベルなプロジェクト

### WORLD CUP AWARD

2022年CPWC ワールドカップ賞

チーム名 **KAAD 国民大学校 (韓国)**

テーマ **TAP (Traffic Accident Prediction)**



本プロジェクトでは、事故防止やドライバーの安全運転を支援するための異常検知モデルを構築することを目的としています。教師なし学習により、正常なデータを用いて異常検知モデルを学習させ、異常検出モデルから異常スコアを導出します。アイトラッカーを使用してドライバーの視線位置を確認し、ドライバーが異常オブジェクトに対して不注意である場合、ドライバーに警告を送ります。

[テーマ]

## 人をつなげる

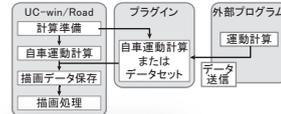
～クラウドVR開発、ゲーム開発に挑戦～

CPWC作品  
課題使用ソフト

高度なシステム開発・カスタマイズを実現する  
プログラミング製品・開発キット (SDK)

### UC-win/Road SDK

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



### スイート千鳥エンジン

国産クロスプラットフォーム3Dゲームエンジン



### Shade3D

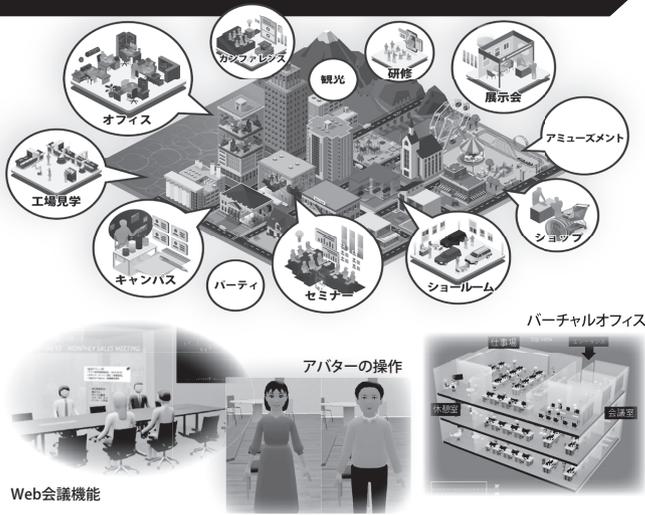
統合型国産3DCGソフトShade3Dの追加機能をC++で開発できるSDKを用意



## F8VPS FORUM8 VIRTUAL PLATFORM SYSTEM Web VR プラットフォーム

### あらゆる空間のバーチャルシステムを構築!

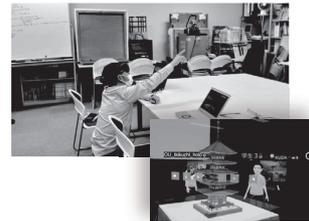
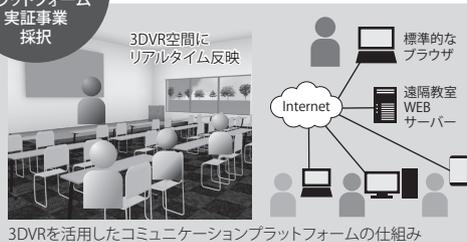
PC、タブレットスマホなどのWebブラウザでアバターによるリアルタイムコミュニケーションが行えるクラウドシステムを短期間で作成。目的に応じたパッケージカスタマイズ製品としても提供可能。



令和3年度  
経済産業省  
次世代ソフトウェア  
プラットフォーム  
実証事業  
採択

### XR技術を用いた次世代コミュニケーションプラットフォーム開発事業

3DVRをクラウド上でインタラクティブに活用できる「F8VPS」を基本システムとして、MRデバイスを使った低遅延・多拠点リアルタイムシステム対応。



3DVRを活用したコミュニケーションプラットフォームの仕組み

MR連携デバイスを用いたバーチャル講義

### メタバース提案事例:「メタバースを活用した就業・社会参加支援プラットフォーム」

引きこもり問題に対して、メタバースや、AI等のICT技術を活用して就業・社会参加支援を促すためのクラウドを活用した革新的なプラットフォームの構築を提案。



## 表技協主催各種検定のご案内

### 表現技術検定 (情報処理/データベース)

データベースの基礎からビッグデータ解析や応用事例を学習

日時 2023年3月17日 (金) 10:30~17:00

場所 本会場:フォーラムエイト 東京本社 セミナールーム  
大阪・名古屋・福岡・仙台・札幌・金沢・岩手・宮崎・沖縄+オンライン お申込みはこちら

受講料 12,000円 (検定証発行手数料込み、税込)



ご購入はこちら

使用テキスト

表現技術検定  
公式ガイドブック  
情報処理 / データベース

出版 フォーラムエイトパブリッシング  
価格 3,080円 (税込)



### 表現技術検定 (クラウド-AI) NEW!

AI・クラウドの基本と活用事例に加えて、事業者やツール、サービスの最新情報、さらには土木・交通・都市計画など各業界に特化したクラウド・AI技術を学習し、今後のプロジェクトに応用できるような基礎知識を習得。IoTによるデータ取得、ビッグデータの管理・運用、AIによるデータ分析、情報の可視化といったワークフローを学び、クラウド・AI開発事業の提案や仕様書の作成等ができることを目指します。



詳細

検定試験  
検討委員

小林佳弘 (表技協理事、アリゾナ州立大学)  
大石裕一 (ソフトバンク株式会社 法人事業統括 クラウドエンジニアリング本部)  
荻野調 (DeepScore株式会社 Founder & CEO)  
林憲一 (日本ディーブラーニング協会、信州大学社会基盤研究所 特任教授) 他

検定公式テキスト

2023年  
出版予定!

### 「1日で学べるクラウド・AI」～クラウド・AI表現技術検定認定～

本検定の公式テキストとしてフォーラムエイトパブリッシングより書籍を2023年に出版予定。講習内容に加えて試験内容についての解説も掲載いたします。

※製品名、社名は一般に各社の商標または登録商標です。

株式会社 フォーラムエイト 東京本社

Tel (代表) 03-6894-1888 (営業窓口) 0120-1888-58

東京都港区港南 2-15-1 品川インターシティ A 棟 21F

Fax 03-6894-3888 | E-mail f8tokyo@forum8.co.jp

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



フォーラムエイト®

www.forum8.co.jp

# 詳解 3次元点群処理

Pythonによる基礎アルゴリズムの実装

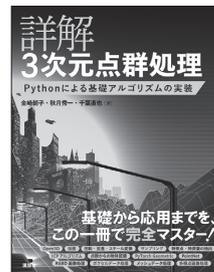
金崎朝子 / 秋月秀一 / 千葉直也・著

B5変・192頁・定価：3,080円（税込） ISBN 978-4-06-529343-0

基礎的な点群処理から、ICPアルゴリズム、PointNetまでをPythonで学ぼう！Open3Dを使用。最後に、点群以外のデータ形式の3次元データ処理も扱う。サンプルコードをサポートページから提供したので、すぐに実践できる！

新刊

3刷出来



# はじめての現代制御理論 改訂第2版

佐藤和也 / 下本陽一 / 熊澤典良・著

A5・304頁・定価：2,860円（税込） ISBN 978-4-06-530121-0

ロングセラー教科書の改訂版。最強テキストが大幅にパワーアップ！オールカラー化で、さらに見やすく。演習問題を30問増やして、さらに学びやすく。最終章に「発展的な内容」として、ロバスト制御とLMIの解説を追加！

新刊



# 機械学習プロフェッショナルシリーズ 最適輸送の理論とアルゴリズム

佐藤竜馬・著

A5・320頁・定価：3,300円（税込） ISBN 978-4-06-530514-0

深層学習の勃興とGPU計算の普及により、機械学習分野でも最適輸送が用いられるようになりました。本書では、線形代数・確率・最適化についての初歩的な知識を前提として、ていねいに解説します。まずはこの一冊から始めよう！

新刊



# ゼロから学ぶ Rust

システムプログラミングの基礎から線形型システムまで

高野祐輝・著

B5変・288頁・定価：3,520円（税込）

ISBN 978-4-06-530195-1

通読して学習する入門書！単なる文法解説にはとどまらない。実践的なソフトウェア実装と、Rustの安全性を支える理論の学習を通して、ゼロから徹底的にマスターできる！サンプルコードもサポートページから提供！

新刊



# OpenCV による画像処理入門 改訂第3版

小枝正直 / 上田悦子 / 中村恭之・著

B5変・267頁・定価：3,080円（税込） ISBN 978-4-06-530117-3

3言語（C言語、C++、Python）対応で、「画像処理の基本」が身につくと、大好評のテキストの改訂版！

OpenCV4.5に対応し、フルカラー化して画像も見やすくなりました。理論と実践のバランスがよく、初学者に最適！

新刊



# アカデミック・フレーズバンク

そのまま使える!構文200・文例1900

ジョン・モーリー・著 高橋さきの・訳 国枝哲夫・監修

B5変・272頁・定価：2,750円（税込） ISBN 978-4-06-518018-1

世界中の研究者に愛用されているウェブサイト「Academic Phrasebank」の邦訳書がついに登場。これが、英語論文によく使う表現文例集の決定版。日本語訳付きは便利でやっぱり安心。そのまま使える！ずっと使える！

新刊

3刷出来



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



KODANSHA

編集 ☎03(3235)3701  
販売 ☎03(5395)4415

# 情報処理学会編集の教科書シリーズ!



## IT Text 深層学習

柳井啓司・中鹿 亘・稲葉通将 共著

A5判 / 288頁 / 定価3,300円(税込) ISBN978-4-274-22888-9

現代の深層学習の技術や手法を理解するうえで基礎となる知識や考え方を、必要に応じて数式を用い、詳細に解説。画像、音声、自然言語の処理を俯瞰的に解説し、深層学習の全体像が理解できる構成です。論文や国際会議等で深層学習技術の最新動向を追うためのベースは、本書で十分に学ぶことができます。

## サポートベクトルマシンの理論と実践の基礎・基本が、この1冊で学べる!

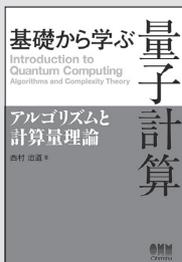


## やさしく学べるサポートベクトルマシン 数学の基礎とPythonによる実践

田村孝廣 著 / A5判 / 240頁 / 定価3,300円(税込) ISBN978-4-274-22967-1

サポートベクトルマシンの理論的枠組みを高校レベルの数学からやさしく展開するとともに、Pythonによるわかりやすい実装例を紹介し、また、応用上重要な非線形サポートベクトルマシンで用いられるカーネル法も、図解や具体例を通してわかりやすく解説します。

## 量子計算のアルゴリズムと計算量理論について一から理解できる!



## 基礎から学ぶ 量子計算 アルゴリズムと計算量理論

西村治道 著 / A5判 / 264頁 / 定価3,740円(税込) ISBN978-4-274-22969-5

量子計算のアルゴリズムと計算量理論について、一からわかりやすく解説した書籍です。線形代数と離散数学の基本的な知識のみを前提として、量子計算の原理について初学者向けに丁寧な解説を行っています。数多くの例題と演習問題を収載しており、読者自ら手を動かしながら学ぶことができます。

## 問題を最適化と制約充足プログラミングで解く!



## Java & Python 最適化・制約充足の問題解法

森澤利浩 著 / A5判 / 302頁 / 定価3,960円(税込) ISBN978-4-274-22948-0

最適化問題、自動計画、パズルといった問題について、定式化と解くためのプログラミング手法(アルゴリズム)を、最適化(MIP)と制約プログラミング(CSP, SAT, SMT)のそれぞれの視点から統一的に解説。最適化手法、制約プログラミングを用いて問題を解説したり、それぞれの問題や技術の特徴を理解できるようになります。

## Python言語による音声対話システムの実装方法を詳しく解説!



## 音声対話システム 基礎から実装まで

井上昂治・河原達也 共著 / A5判 / 272頁 / 定価3,520円(税込) ISBN978-4-274-22954-1

人間の言葉を理解し、適切に回答するシステム(=音声対話システム)の理論をわかりやすく網羅した書籍です。合わせて、Python言語による音声対話システムの実装方法を詳しく説明しており、基礎を理解しながら実践に即した知識を身につけることができます。音声対話システムの研究開発に携わる方に必携の書籍です。



オーム社

〒101-8460 東京都千代田区神田錦町3-1

www.ohmsha.co.jp

TEL 03(3233)0853 FAX 03(3233)3440

定価は変更になる場合があります。

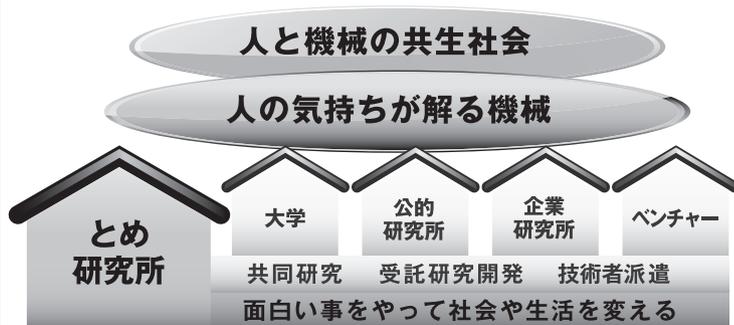
# とめ 株式会社とめ研究所

## 私たちが目指す社会

私たちが目指す社会、それは機械をより賢くし、"人と機械が共生する社会"をつくり、"生活が楽しくなる"こと。この思いに基づき、経営ビジョンを「人と機械の共生でもっと生活を楽しむ」にしています。

当社のエンジニアは皆、経営ビジョンに繋がる面白い技術的課題に向き合い、思う存分能力を発揮しています。そのような会社であり続けたい思いから、経営理念を「面白い事をやって社会や生活を変える」にしています。

経営ビジョンの実現には幅広い分野での貢献が必要です。事業ミッション「お客様の研究開発へ貢献する“ソフトウェア研究開発受託会社”」のもと、日本全国の多くのお客様に貢献しています。



- 得意分野は最先端ソフトウェアの研究開発。人工知能、データサイエンス等。
- 高度な技術集団。エンジニアは5割が博士号取得者、8割が博士課程出身。
- 日本全国の研究開発を受託。大手企業研究所等のパートナーとして実績多数。
- 博士課程新卒、既卒者積極採用中。選考では研究で培った能力を重視。

人と機械の共生でもっと生活を楽しむ  
**とめ 株式会社とめ研究所**  
URL : <https://www.tome.jp>

## IT Text シリーズ 情報処理学会編



大学・工業高校・専門学校などで  
教科書・参考書としてお使いいただけるシリーズです。

新刊

### 情報セキュリティ (改訂2版)

宮地 充子・菊池 浩明 編  
A5判 / 288頁 / 定価3,300円 (税込)

### 情報システムの分析と設計

伊藤 潔・明神 知・富士 隆・川端 亮・熊谷 敏・藤井 拓 著  
A5判 / 272頁 / 定価3,300円 (税込)

### データサイエンスの基礎

田栗 正隆・汪 金芳 著  
A5判 / 264頁 / 定価2,970円 (税込)

### 深層学習

柳井 啓司・中鹿 亘・稲葉 通 将  
A5判 / 288頁 / 定価3,300円 (税込)

価格は変更する場合があります。

注文はオーム社Webサイトまで

▶ [https://www.ohmsha.co.jp/tbc/text\\_series\\_0202.htm](https://www.ohmsha.co.jp/tbc/text_series_0202.htm)



# 「情報処理」 カタログ同封サービスの ご案内

？  
 カタログ同封  
 サービスとは？

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

## お申し込み方法と掲載までの手続き

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

1通あたり  
 約19円!

**基本価格 385,000 円**  
 (税 10%込)

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

大学や  
 賛助会員は  
 さらに割引も!

大学 / 研究所 / 賛助会員は、下記のとおり割引料金が適用されます。

大学 / 研究所 / 賛助会員  
 (基本価格の 40% Off !)

**231,000 円**  
 (税 10%込)

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

## ☎ 問合せ先

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

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

## PREFACE

## 巻頭コラム

- 56 私にとってのコンピュータ 大谷由里子

## SPECIAL ARTICLE

## 特別解説

- 58  画像生成 AI は電子ウキヨエの夢を見るか? 杉ライカ

## SPECIAL FEATURES

## 特集

## 人の感情を理解し、人に寄り添う AI

- 66 編集にあたって 袖美樹子・古川 諒  
68 概要

## DIGITAL PRACTICE

## デジタルプラクティスコーナー

## コロナ禍後も見据えたオンラインコミュニケーション環境の活用と課題

- 70 編集にあたって 中村素典  
72 概要

## 教育コーナー：べた語義

- 73  高等学校情報科の指導体制の一層の充実を願う 中山泰一  
74  令和7年度大学入学共通テスト『情報Ⅰ』の実施に向けて～問題作成方針に関する検討の方向性と試作問題～  
水野修治  
78  将来につながる小中高等学校の情報教育  
文部科学省初等中等教育局学校デジタル化プロジェクトチーム情報教育振興室

## 連載：IT 紀行～研究会行脚編～

- 82 第1宿 自然言語処理研究会 山本ゆうか

連載： ビブリオ・トークー書評ー

- 84 だれでもデザイン 未来をつくる教室 五十嵐俊治

連載： 5分で分かる!? 有名論文ナナメ読み

- 86 Yap, T. F., Liu, Z., Rajappan, A., Shimokusu, T. J., Preston, D. J.: Necrobotics: Biotic Materials as Ready-to-Use Actuators 曾我部舞奈

## 会議レポート

- 88 WCCE 2022 開催報告 萩谷昌己

## お知らせ

特集記事はオンラインのみの掲載となります(本誌には「編集にあたって」「概要」のみ掲載されます)。オンライン記事(電子図書館)の閲覧方法につきましては91ページに掲載しておりますのでご確認くださいませようお願いたします。

## 《記号の説明》

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

# 情報処理

常時更新中!

「情報処理」オンライン



■ Vol.64 No.2

特集：人の感情を理解し、人に寄り添う AI

- e1 1. 音声感情認識の動向：研究から実用化まで（安藤厚志）
- e7 2. ソーシャルメディアにおける心理・情動分析の方法論（土方嘉徳）
- e16 3. 感情推定技術を活用した提案型注文システム— AI によるオススメ提案—（赤津裕子）
- e20 4. 人の感情を“見える化”する一心拍変動解析による感情分析—（岩田慎一郎・阿部勝巳）
- e25 5. 身体動作から感情を読み取る—動作ユニット AI の構築に向けて—（藤原 健・程 苗・曾 加蕙・北村喜文）

連載：教科「情報」の入学試験問題って？

- e32 「モデル化とシミュレーション」分野の問題を解いてみよう！（高木正則）

デジタルプラクティスコーナー：コロナ禍後も見据えたオンラインコミュニケーション環境の活用と課題

1. [招待論文] 医療と情報工学の融合—遠隔医療 20 年の軌跡—（清水周次・中島直樹・岡村耕二・工藤孔梨子・森山智彦）
  2. [招待論文] COVID-19 パンデミック下での大規模オンライン授業の経験と今後に向けての課題（喜多 一）
- グロッサリ  
[アワード] 電気科学技術奨励賞受賞のお知らせ（斎藤彰宏）

「情報処理」総目次 ※冊子・オンラインの記事の目次を掲載しております（目次から電子図書館の各記事へリンクしております）。

[https://www.ipsj.or.jp/magazine/contents\\_m.html](https://www.ipsj.or.jp/magazine/contents_m.html)

「情報処理」note ※人気記事や最新記事のチラ見せ、無料で読める記事などさまざまなコンテンツを公開していきます。

<https://note.com/ipsj>

note 目次：[https://www.ipsj.or.jp/magazine/contents\\_note.html](https://www.ipsj.or.jp/magazine/contents_note.html)



- 91 【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について
- 92 会員の広場
- 94 2023 年度会誌「情報処理」モニタ募集のお知らせ
- 95 人材募集
- 96 会告
- 98 論文誌ジャーナル掲載論文リスト／論文誌トランザクション掲載論文リスト
- 99 [重要] 過去のプログラミング・シンポジウム報告集の利用許諾について
- 101 英文目次／IP SJ カレンダー
- 102 編集室／次号予定目次／アンケート
- 103 掲載広告カタログ・資料請求用紙
- 104 賛助会員のご紹介

■会誌編集委員会

編集長：五十嵐悠紀

副編集長：加藤 由花・樺 惇志・福地健太郎

担当理事：高橋 尚子・木村 朝子

本号エディタ：

- 赤澤 紀子・井上 創造・上田 俊・浦西 友樹・太田 智美・折田 明子・金子 格・斎藤 彰宏・酒井 政裕・坂下 秀・清水 佳奈・白井詩沙香・袖 美樹子・高木 正則・田中 宏・中澤 里奈・中島 一彰・中野 由章・中村 素典・西川 記史・西田 光甫・西原 翔太・林 真人・橋本 誠志・古川 諒・堀井 洋・山本ゆうか・和佐 州洋

編集長の独言：<https://note.com/ipsj/m/me8e160fdbaa>

理事からのメッセージ：

[https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/riji\\_message.html](https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/riji_message.html)

■情報処理学会事務局本部

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F

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

E-mail: [soumu@ipsj.or.jp](mailto: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）ジヨ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](mailto:standards@itscj.ipsj.or.jp) <https://www.itscj-ipsj.jp/>

■支 部 北海道／東北／東海／北陸／関西／中国／四国／九州

電子版  
-DIGITAL VER-



Fujisan



情報学広場



# 私にとってのコンピュータ

## ■ 大谷 由里子



昭和生まれの私にとっては、コンピュータは「夢の扉」だった。

コンピュータは、演算などの計算を素早く、しかも短時間で行ってくれる。そして、間違いがない。

人の手では時間がかかることを、ミスなくさっさとやってくれる。まさに「夢の扉」。

80年代の初頭、「これからは、コンピュータの時代だよ」と、その道に詳しい友人は言ったけれど、文系の私には理解できなかった。当時は、大型のコンピュータが主流であり、メインフレームと呼ばれていた時代でもある。「こんな装置を操作できる人はすごい！」と、まったく別世界の出来事として捉えていた。

1985年の春、大学を卒業した私は、まったくコンピュータと縁のない吉本興業という会社に入社した。当時の吉本興業では、総務課長がタレントさんのスケジュールを流行りのコンピュータで管理しようとしていた。ところが、マネージャたちに「細かいスケジュールが組みにくい」と、あっけなく却下されていたのを今でも覚えている。そんな私たちの前に最初に現れたコンピュータは、「ファミコン(ゲーム)」だった。

一方、吉本興業では、時流に乗って芸人さんを使ったゲームソフトを作り始め、私の中のエンタテインメントの1つになっていった。

1988年、25歳のときに吉本興業を結婚退社し、27歳で友人と企画会社を立ち上げた。このときに、初めてコンピュータは仕事のツールへと変化する。吉本興業時代は、専門家に任せていたデザインや企画書などを自分たちの手で作る。企画の内容によっては、大手の広告代理店とコンペになることもある。そのため、当時主流のDOSではなく、操作の簡便さと、デザイン性に優れたマッキントッシュがどうしても必要だった。

■ 大谷 由里子  
志縁塾

大学を卒業後、吉本興業（株）に入社。横山やすしのマネージャーを務め、宮川大助・花子などを売り出した「伝説のマネージャー」として知られる。公式 Web サイト <http://yuriko-otani.com/>



そのため、出始めたばかりの何百万円もするマッキントッシュを思い切って購入。最初は戸惑いの連続だったが、触っているうちに何とか動かせるようになる。そして、その元を取るために日々、前のめりで営業活動に邁進した。

しばらくして、1993年に日本版のWindows 3.1が世に出た。その後、数年の間にコンピュータは珍しいものではなく、1人に1台の時代へと移る。

それでも、通信は一般の回線を使用していたため電話代がとても高い。1990年代の後半には、ISDNの登場により会社と自宅にパソコンを持つようになり、ノートパソコンを携行し出先のホテルからLAN回線で仕事のやりとりができるようになった。

当時、LAN回線のあるホテルを探し回っていたのが懐かしい。今ではWi-Fiを用いてカフェや公園でも仕事ができる。また近年は、スマホのアプリで一通りのことは間に合ってしまう。

なんとも時代の変化は凄まじい。

きっと、この世界は、まだまだ進歩・変化する。

しかし、人にしかできないこともある。

それは、「か・き・く・け・こ」だ。「感動を作れる、企画できる、工夫する、研究する、恋する」。やはり最後は、人に行き着く。1人の人間としてどうあるべきか……使命と向き合いながら時代の変化を楽しみたい。

# 画像生成 AI は 電子ウキヨエの夢を見るか？



杉ライカ | ダイハードテイルズ

## 画像生成 AI は 電子ウキヨエの夢を見るか？

こんにちは、ダイハードテイルズ (DHTLS) の杉ライカです。DHTLS は商業出版だけでなくクリエイター自身の SNS もまた重要な作品発表の場と捉え、オンラインに軸足を置いて活動し続けているプロのクリエイターグループで、自作小説や翻訳小説などを、インターネット上で連載したり、各種出版社から書籍としても発刊してもらっています。

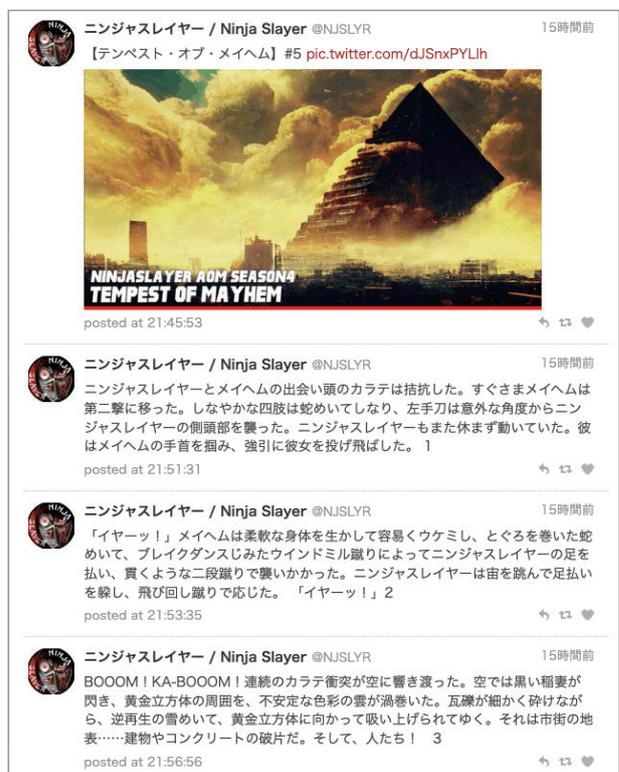
ここでは、最近登場した text-to-image の画像生成 AI サービス「Midjourney」を、自分たちの Twitter 連載小説でどのように活用しているか、またそこから何を感じたかなどを、簡潔にレポートしてみたいと思います。まず、Twitter で小説といっても想像しにくい方も多いかと思いますので、DHTLS がどのように小説を連載したり (図-1)、AI 描画の挿絵を投稿したりしているのか (図-2)、具体的なツイート例を紹介します。

## 前提としての オンライン連載小説の特徴

オンライン連載小説は、一文を SNS などに投稿した瞬間から物語とそれに対する反応が始まり、世界中で共有されるわけですから、とても自由でフッ

トワークが軽く、また IT の恩恵を活かしやすい、エキサイティングな創作ジャンルです。

一方オンライン小説は、過酷でエクストリームなジャンルともいえます。広大なインターネットこそが掲載誌なので、新たな読者を獲得するために、ネット上の耳目を常に集め続ける必要があるからです。



■ 図-1 Twitter 小説の連載の様子  
ここから有志の手で中国語、韓国語などへも同時翻訳されてゆく。1 ツイート目のヘッダ画像に、AI 描画が活用されている

さらに小説はテキスト情報なので、それ単体では視覚的インパクトに乏しく、SNSで注目を集める上での根本的な弱みを抱えています。

こうした背景をまず踏まえ、Twitter連載小説「ニンジャスレイヤー」でMidjourneyをどのように活用しているのか紹介していきます。

## 興味をひくイメージイラストや挿絵として

まず分かりやすい例として、「マニガン」です(図-3)。これはガトリングガンと仏教のマニ車を組み合わせた重火器で、「撃てば撃つほどマニ車ユニットが回転して功德が得られる」というものです。「ニンジャスレイヤー」に登場し、敵組織が使用する武器の1つです。

プロンプトの入力から一発で画像生成されるのではなく、何度かの掘り下げ試行や取捨選択を行って、

最終的な出力物へとAIを誘導していきます。それでもトータルわずか数分で「マニガン」の画像はできあがりしました。

この画像を、小説内での設定をちりばめたテキストとともにTwitterに投稿したところ、とてもよくバズりました。バズから小説シリーズ全体に興味を持ってくれた方もいます。とにかく小説を読んでほしいDHTLSとしては大きな成果ですし、将来的に漫画やゲームや映像作品でマニガンを出すときには、これをそのまま参考画像にできますから、アセットも増えて一石二鳥です。

つまりこの画像は「なんとなくAIに描かせたらカッコイイ絵ができたので、それにテキストを付けてみた」というものではなく、元々小説作品内に登場していたアイテムについて「AI描画に向いていそうだし、挿絵にしたらバズりそうぞ」と明確に考え、プロンプトを練って、意図的に描かせていったパターンです。



■ 図-2 Twitter小説の「挿絵」のためのAI描画の一例



■ 図-3 自作小説のための挿絵「マニガン」

このように書くと「作者→AI→読者」という一方的なアウトプットが行われているだけで、従来の画像作成ソフトを使って出力したのと同じ結果に思えるかもしれませんが、実際はそれだけではありません。「作者→AI→読者」というキャッチボールが発生することもあるからです。

## AI との創造的なキャッチボール

まず作者側としては、抽出したいイメージが最初から頭の中にあるわけですから、それを AI が理解しやすい適切なプロンプトに翻訳して、できるだけイメージに近い画像を求めます。ところが AI は時々、作者の想像していなかったエリアにまで、より詳細なディテールを追加してくることがあります。

出力イメージが狙ったものから外れすぎていると、単純に作品全体のブランド力やクオリティ低下に繋がるので、どんどん没にしていきますが、「これはこれでアリかもしれない」「むしろ面白いかも」と思えるものが混じっていた場合、それを採用したり、それに沿うようにプロンプトを書き換えたり、あるいは作品側で新たにディテールや設定を追加したりする可能性があります。

たとえば「マニガン」でいうと、銃座らしき部分については小説作品内で登場しておらず、そのため設定もなく、プロンプトでも特に指定されていませんでしたが、今回 AI が描画してきたのは黒漆塗り仏具のような風情のある銃座でした。これは作者から見ても大変面白いアイデアだったので、もしかすると次に登場するときには、このようなディテールが追加描写されるかもしれません。

「マニガン」は公開済みの小説から挿絵目的で採った AI 描画の題材でしたが、未公開の作品について、重要なシーンや登場人物のコンセプトアートなどを AI に描かせてみて、そこからさらに作者側でアイデアを広げ、小説本文の描写に手を加えるといったことは、十分起こり得ると思いますし、DHTLS

内ではもう実際に行われてもいます。あるいは単純に、AI が「突飛な発想」をくれることもあります。

## スシが好きそうなニンジャ

「不意に生まれた AI 成生物から、作者側が驚きと刺激をもらう」簡単な例も挙げておきます。これは Midjourney を使い始めた初日の作品です (図-4)。

顔の液晶画面らしきものにスシが映された、近未来のニンジャ。見るからにスシが好きそうですね。これなどは完全に画像生成 AI との共作で生み出された、半分偶然性を持つアートといえます。顔の部分がスシになっている絵なんて、思いつかないでしょう。元々のプロンプトは「サイバーパンク風の



図-4 スシが好きそうなサイバーパンク世界のニンジャ

屋台で寿司を食べているニンジャ」といった穏当なものでした。

ただ、これも画像生成 AI が一発で生み出したのではなく、何世代か試行を繰り返していったところ、顔にスシらしきものが現れてきたものであり、人間側が「この可能性を掘り下げていけば何かが出てきそうだ」という直感に基づいて世代を深めていなかった場合、生まれなかったわけです。また生み出された絵に「これはスシが好きなニンジャだ」という意味や文脈を付与するのも人間側の仕事になります。

## どのように出会い、使い始めたか

「マニガン」は Midjourney を使い始めて1カ月くらい経ってからの作品なので、そもそもどういった経緯で AI 描画を使い始めたのか、もう少し遡ってみます。

元々 DHTLS 全体として画像生成 AI に興味を持っていたので、Twitter のタイムライン上で Midjourney の商用β版がリリースされたことを知ると、すぐに全員で触ってみました。第一印象として感じたのは、まず面白いということ。「これはシーケンサーが音楽に使われ出したときのようだ！」という知的興奮もありました。

また、誰にでも簡単に操作はできるものの、一定以上のクオリティのものを安定して出力しようとした場合、明確なダイレクション、取捨選択、プロンプトの言語化の巧みさといった技術が必要になる、とても創造的な行為だとも感じました。

そして「仮に使いこなしたとしても、こちらの意図したものを 100% 精確に描き出すことはできない。だが抽象性を上げれば、小説の挿絵としてかなり良いものができるだろうし、何より描画速度が速い！」という意見と驚きで一致しました。ただ、これがほかの人から見ても十分面白いものになるのかどうかは、未知数でした。

そこで試しに、初日の 2、3 時間ほどで作った最

初の数枚の画像（図-4 含む）に、作品世界の解説に適切と思われるキャプションを付けて Twitter に投稿してみたところ……それが物凄くバズり、ITMedia などにも取り上げられたので、大いに手応えをつかむことができました<sup>☆1</sup>。

## おそらく歴史上初めての試みの数々

そこから本格的にプロンプトや AI の癖などを手探りで学んでいき、以前から挿絵化したいと思っていた部分や、イラスト化しなかった登場人物などを順次 AI に描画させ、Twitter 上で発表していきました（図-5）。これらも初の試みとして、ITMedia などに取り上げてもらいました<sup>☆2</sup>。

☆1 「神絵が1分で生成される」画像生成 AI「Midjourney」が話題, ITmedia (2022年8月2日公開), <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2208/02/news124.html>

☆2 吉川大貴: AI 画家「midjourney」に早速の活用例 Twitter 小説「ニンジャスレイヤー」の挿絵作りで活躍, ITmedia (2022年8月5日公開), <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/2208/05/news103.html>



図-5 登場人物のイメージ画像も多数作成

中でも、開始から数日のうちに最もバズったのが、**図-6**の挿絵「黄金立方体の浮かぶネオサイタマ」です。

これは近未来のサイバーパンク都市ネオサイタマ、

ニンジャスレイヤー / Ninja Slayer  
@NJSLYR

.....ネオサイタマ上空で、黄金立方体は静かな自転を続けている。立方体の輪郭は次第に詳らかとなり、継ぎ目からは黄金の光が漏れ始めている。重金属を孕むイカスミめいた黒雲が、スゴイタカイビルを中心に渦巻く。

#midjourney

——【アシッド・シグナル・トランザクション】より



午後0:23 · 2022年8月4日 · TweetDeck

ツイートアナリティクスを表示

プロモーションする

1,234 件のリツイート 26 件の引用ツイート 2,216 件のいいね

■ 図-6 自作小説のための挿絵「黄金立方体の浮かぶネオサイタマ」

そのマルノウチ・スゴイタカイビルの上空に、神秘的な黄金立方体が出現しているという、小説内のワンシーンです。文脈を踏まえて、宗教画のような荘厳かつ壮大な構図で、誇張された、抽象的なイメージで出力しています。ここは固有名詞も多く、なかなか想像しにくいシーンなので、ごく短時間で挿絵化できたことに驚きました。

嬉しいことに、こうした挿絵画像によって大勢の人から「なんだ、ニンジャスレイヤーというのは、こうした壮大な SF 作品でもあるのか」とイメージを掴んでもらい、小説への興味を持ってもらうことができました。Twitter のフォロー数や、試し読み記事へのアクセス人数も、ここから大幅に増えています。

## 小説と AI 描画アートの相性の良さ

図-6の「黄金立方体の浮かぶネオサイタマ」を Twitter でパッと見て、「SF 小説の表紙みたいだな」と感じた方も多いのではないのでしょうか。実際昔から、小説作品の表紙や挿絵には、ある程度抽象的な絵や写真が用いられることが多いです。読者自身のイメージを邪魔せず、想像を広げるのに役立つと考えられるからです。

一方で、絵がまったくゼロだと「舞台設定が突飛すぎて何も想像できない」というデメリットが強くなります。特に SF など、未来の世界が舞台の場合、都市風景やその世界観をイメージするのが困難です。エンタテインメント小説はより多くの人に読んでもらい、より売れなくてはいけないという側面もありますから、イメージを思い浮かべにくいというのは明確な弱点になります。仮に無料にするとしても、注目を集めて興味を持ってもらわなくては、そもそも読んでもらえません。

つまり小説の作者としては「より多くの人に読んでもらうために挿絵や表紙画像をつけたい、ただ、できれば、ある程度は抽象的にして、読者の想像力

を固定するのではなく刺激するものであってほしい」という我儘な思いがあります。

そうしたニーズに対し、コンセプトアートのような画風を得意とする画像生成 AI というのは、非常にうってつけでした。また挿絵だけでなく「キャラクター」についても、AI の画風や絵柄を2つか3つ指定して並列すれば (図-7)、読者のイメージを程よくバラつかせたまま明確化できますので、これも向いていると考えました。

## 作業の効率化やクオリティアップにも

作者側が画像生成 AI の操作に時間を取られると、肝心のテキストを執筆したりする時間が減ってしまうのではないかと、思う人もいるかもしれませんが、トータルで見た作業時間はほとんど変わっていません。

というのも、今までも自分たちのオンライン小説用の挿絵、表紙絵 (ページであればバナー) などには、著作権フリーのハイクオリティ写真素材などを使用したり、それらを少し加工したりして使用してきた経緯があるからです。

SF 作品のイメージに完全合致する写真というのはまず存在しないため、適切な素材を探したり加工するのに多大な時間を要することもありました (もしくは妥協してきました)。そこへ「AI ですぐに作る」という選択肢が加わりました。これは可能な限

りテキスト作業に時間を費やしたい者にとって、実にありがたいことです。

「製作時間の節約」や「クオリティの向上」について言うならば、もう1つ別な利点もあります。それは書籍化やメディアミックスなど、より長い制作時間を設けられる大型のプロジェクトにおいてです。

## イメージ共有のための 中間翻訳物として

DHTLS ではオンライン上で作品を発表して直接マネタイズするだけでなく、出版社を窓口として書籍や作品も作っています。そのようなときは、絵を描いていただく外部の別なクリエイターさんや別分野のデザイナーさんと、視覚的イメージを共有する必要があります。

そうした打合せの際に「この登場人物のイメージは何かありますか?」「この場面のイメージ元となっている参考映像などはありますか?」「この書籍の装丁イメージはどんなものがいいですか?」といった質問を受けることが多々あります。

クリエイターユニット内ではすでに体験として共有できている膨大な作品群があったとしても、それを外部と素早く端的に共有するというのは、これまでのところ、とても難しかったです。視覚的なソースによって何かを伝えようとするときに、ボトル



■ 図-7 同じキャラクターのイメージ画像2種。絵画風 (左) と写真風 (右)

ネックが発生しがちでした。画像生成 AI は、これを解決する「イメージを円滑に橋渡しするための中間翻訳物」「中間生成物」として、とても有用だと思います。

現在の AI 描画は、精度はまだ低い分、物凄い速度で多数のバリエーションを生み出してくれますから、その中から最もイメージに近いものをピックアップして、次の創造的工程の人に受け渡す、ということが実現できるようになりました。DHTLS では以前からこうした AI 技術への強いニーズがあり、今回ようやく、「誰でも手の届く使いやすいツール」として登場してくれたという形です。

この「一握りのプロしか使えない高価なもの」ではなく、「誰でも手の届くもの」というのも、DHTLS が重要視した部分です。なぜなら大勢の読者がそれを使って、ファンアートなどの創造的な行為に参加しやすくなると考えたからです。

## ファンアートへの影響はあるのか

画像生成 AI の登場は、既存のファンアートやファンコミュニティに、どんな影響を与えるでしょうか。

DHTLS の活動は、大勢の読者やファンアート作成者、そして広がり続ける創造的で温かいファンコミュニティによって支えられています。このため当初から「我々の各小説作品については固定された唯一の公式イメージを持ちません。読者が自由にファンアートを描いてほしいからです」というスタンスを貫いてきました。

また「ニンジャスレイヤー」シリーズでは、Twitter 上の感想タグ「# ニンジャスレイヤー」とあわせ「# ウキヨエ」というファンアートタグを活用しています。ここには毎日、世界中の読者からたくさんファンアートが届けられています。

そこで試みに、最新の小説連載に登場するキャラクターのイメージ画像 (図-8) を AI 描画し、何パターンか発表したところ、それに着想を得たファンア

ト投稿が増えて、にぎやかになりました。従来通り、自分の考えた自由なイメージでそのキャラクターを描いている読者もいますから、単純に点数が増加した形になります。

ゼロから新規にキャラクターをデザインして絵にできる人の割合というのは、そこまで多くありませんから、画像生成 AI で「とっかかりの仮デザイン」「コンセプトイメージ」のようなものを数パターン提示するというのは、新しいテクノロジーを活かした、オンライン小説ならではの表現方法になるのではないかと思います。

また、AI 描画を行えるのは作者側だけではありませんので、ファンアートとして AI 描画イラストを投稿する読者も増えました。このファンアートタグでは Midjourney に限らず、Stable Diffusion も含め、さまざまな AI が使われています。ある読者が作成した AI 画像から着想を得て、別な人が手描きの CG ファンアートを描くといった事例も見られ、これもまた創造力のリレーに寄与しているといえます。

これまでも上記のような事例はありましたが、稀なものでした。「他の読者がデザインしたキャラク



■ 図-8 小説の登場人物イメージ、おそるべきコブラカラテの使い手「メイヘム」

タを、自分の絵柄や解釈でもって描く」というのは、やはり心理的な敷居が高いと思いますが、その点、AIが作ったデザインというのは、相手に必要以上に気を遣わず、創造力のリレーを行いやすいのかもしれない。

DHTLSでは少なくとも、画像生成AIによってファンアートが致命的なダメージを受けたり、シーンの雰囲気が悪くなったりすることはなく、むしろファンアート作りに参加できる人やアウトプットの総量が増えて……最終的には以下のように、AIを仲介して、相互のインタラクションがより活性化されるのではないかと考えています。テックとは仲良く共存していきたいです。

「作者↔AI(集合無意識)↔読者の感想やファンアート」

## 今後の展望として

実際に画像生成AIを使ってみると分かりますが、それ単体で仕事として成立するレベルのAI画像を安定して描き続けようとするならば、広範な芸術分野の文脈のストックを持ち、かつAIプログラムの性質も熟知している必要があります。ですから、従来のアーティストの仕事がなくなるとは、あまり思えません。

むしろ、今までそうした知識の組合せやイメージネーションを有していたのに、手を巧く動かして絵

を描くことができなかった人や、あるいは身体的理由からできなくなってしまった人が、これによって創造的な活動に加わることができるはず。もちろん、ある程度の画像処理やレタッチの技術を持っていれば、作業効率は明確に上がりますから、自分の手で絵を描けるというアドバンテージも依然として存在するでしょう。すでにIPを持っている人や、これから強力なIPを構築しようとしている人にとっては、AIはそれを加速させるとても頼もしい技術になると思います。

画像生成AIはまだまだ新しい分野で、不安視されている部分などもありますが、運用するのは結局人間ですし、コミュニティや文化がそれを補強してくれますから、きっと良い方向に活躍し、発展していくものと期待しています。またそもそも「AIとの対話」という新しい試行錯誤が楽しく、クリエイターグループとして、大きな刺激になっています。こんなにも楽しくエキサイティングな技術を生み出してくれて、ありがとうございます！

(2022年9月13日受付)  
(2022年10月12日note公開)

### ■杉ライカ

クリエイターグループ「ダイハードテイルズ」の所属作家／翻訳者。ダイハードテイルズとしての代表作品は、Twitter上で連載されるサイバーパンク小説「ニンジャスレイヤー」など。これまでに数十冊以上の著書や翻訳書が刊行されている。  
<https://diehardtales.com>

# 人の感情を理解し、人に寄り添う AI



## 編集にあたって

袖美樹子 | 国際高等専門学校

古川 諒 | 日本電気 (株) セキュリティ研究所

コンピュータやロボットという、とっつきにくく使いにくいというイメージがあったが今は少し変わりつつある。感情を理解し、人に寄り添う AI 技術が活用されるようになってきたためだ。人の感情は頭や肩の動かし方、視線そして声の音量などさまざまな人の動作から判断できる。それを解析、活用する技術が進化し各種システムで利用されるようになってきた。

これまで感情解析は顔の表情や文書などの記載から、Ekman<sup>1)</sup> の6つの基本的な感情(悲しみ、喜び、嫌悪、驚き、怒り、恐れ)や、Plutchik<sup>2)</sup> の8つの主要な感情(喜び、悲しみ、期待、驚き、怒り、恐れ、嫌悪、信頼)によって分類し活用する手法が一般的であった。近年さらに詳細な分類手法が検討されるとともにバイタルなど本人ですら理解できていないストレスなども解析する手法が研究され活用されつつある。

デジタル・ディバイド(情報格差)を防ぎすべての人が情報通信技術(IT)進化の恩恵を受けるには、人がIT技術を理解し使いこなすことを要求するのみではなく、IT技術が人に寄り添いすべての人に恩恵を与えるべきである。また、日本が抱える高齢

化や人手不足などの問題に対しても利用者の立場や心のあり様を大切に、解決に臨むべきである。本特集はこの視点から感情解析の専門家に執筆をお願いした。

第1の記事は、日本電信電話(株)安藤厚志氏による「音声感情認識の動向：研究から実用化まで」である。感情解析が最も使われているのはコールセンタだとも言われている。音声だけの対応であり、顧客の感情を掴みにくく、入手できる情報が限られているためオペレータは細心の注意を払い、顧客の考えを理解し、的確に回答を行わなくてはならない。しかしそれは非常に難しいと言われている。コールセンタ側の対応次第ではトラブルが発生することもあり顧客の感情理解は重要である。本稿では音声のみという限られた情報からいかに感情を取り出すかに関し概念や仕組みを分かりやすく解説いただいた。

第2の記事は、関西学院大学商学部 土方嘉徳氏による「ソーシャルメディアにおける心理・情動分析の方法論」である。近年、SNSいわゆるソーシャルメディアは一般の人が自由に意見や情報を発信できる場として定着した。情報の宝庫であるソーシャルメディアを用いた市場動向調査、マーケティング

は一般的になっている。本稿では、ソーシャルメディアのデータからユーザの行動・心理データを解析する手法、事例を紹介いただいた。

第3の記事は、沖電気工業（株）イノベーション推進センターの赤津裕子氏による「感情推定技術を活用した提案型注文システム—AIによるオススメ提案—」である。増加する情報案内システムやセルフレジなどを使いこなせていない人は多いのではないと思う。一方で手軽にこれらを使いこなせると目的とする情報を簡単に入手できました、長いレジ待ち行列に並ばなくてもよいメリットがある。感情解析技術はデジタルツールが苦手な人に恩恵を与えてくれる技術なのか？最新の技術に関して解説いただいた。

第4の記事は日本電気（株）岩田慎一郎氏、阿部勝巳氏による「人の感情を“見える化”する一心拍変動解析による感情分析—」である。ウェアラブルデバイス、特にPPI（Pulse Peak Interval）で測定した生理指標の時系列データを用いた感情解析技術について解説いただく。自分自身でも把握の難しい疲労などの身体の変化は、感情や仕事の出来などに影響を与える。ウェアラブルデバイスを用いて生理指標を計測し従業員のストレス具合を把握、作業改善に活用する事例を紹介いただいた。人が人として仕事ができる「働き方改革」への取り組みである。

第5の記事は、国立中正大学 心理學系／東北大学 電気通信研究所 藤原健氏、東北大学 電気通信研究所 程苗氏、曾加蕙氏、北村喜文氏による「身体

動作から感情を読み取る—動作ユニット AIの構築に向けて—」である。頭の動き、手の動きなど人の感情を表す身体動作は多くあるが、それらを対象とした研究は近年急速に研究が進んだ分野と言える。動作ユニットを用いた感情解析やキャラクタやアバターを介して特定の感情を表現するモーションを動作ユニットを活用し感情表現する技術は今後発展すると考えられ、メタバースの世界で重要な技術である。またアニメ制作など日本が得意とする分野でも活用が期待されている。本稿では動作ユニットの概念や評価実験を解説いただく。

システムに命を吹き込むのは人であり、それぞれのシステムはその国民性を大きく反映したものとなる。たとえば駅の券売機1つを比べてみても現金を一切受け付けず、カードでの支払いを要求し乗り越し精算を許さない国もある。日本人の作るシステムは利用者の立場に立ち、かゆいところに手が届くシステムが多い。感情解析を用いたシステムも、利用者の立場に立ち、利用者が心地良く作業ができる、心地良く買い物ができるなど利用者の気持ちに重きを置いているように感じる。人を思い、人に尽くす日本の文化が我々の生活に安心、安全を与えるシステムを作り出しているのだと思う。

#### 参考文献

- 1) Ekman, P. : Expression and the Nature of Emotion, In Scherer, Approaches To Emotion, pp.319-344 (1984).
- 2) Plutchik, R. : A General Psychoevolutionary Theory of Emotion, Theories of Emotion, pp.3-33 (1980).

(2022年12月12日)

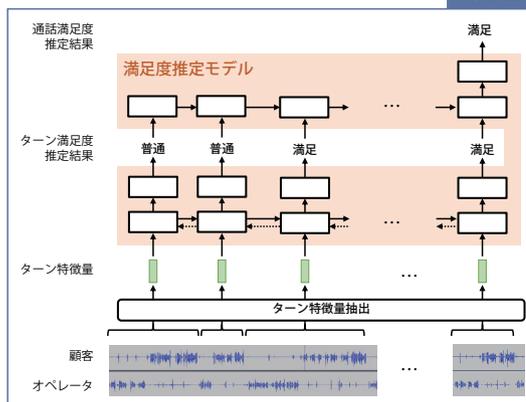
## 概要

### 1 音声感情認識の動向：研究から実用化まで



安藤厚志 | 日本電信電話（株）

音声感情認識は音声から話し手の感情を推定する技術であり、近年盛んに研究や実用化が進められている。本稿では、音声感情認識の研究と実用化の最新動向を紹介する。前半では、音声感情認識の研究領域における一般的な技術構成や近年の研究トレンド、現状の到達点について説明する。後半では、コールセンタ通話における顧客満足度推定の実用化事例を基に、音声感情認識の実用化の難しさや、実用化を通じて得た知見を述べる。

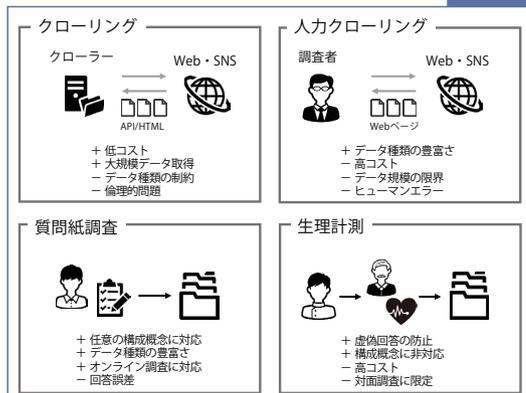


### 2 ソーシャルメディアにおける心理・情動分析の方法論



土方嘉徳 | 関西学院大学商学部

スマートフォンとSNSの普及により、人々は見たこと、経験したこと、感動したことをオンラインで共有するようになった。これに伴い、ソーシャルメディア上のデータを用いた心理・情動の分析が盛んになりつつある。本稿では、ソーシャルメディア上のビッグデータを用いた調査研究を行う際の問題点を示し、ソーシャルメディアにおける心理・情動データを取得する4つの方法を紹介する。

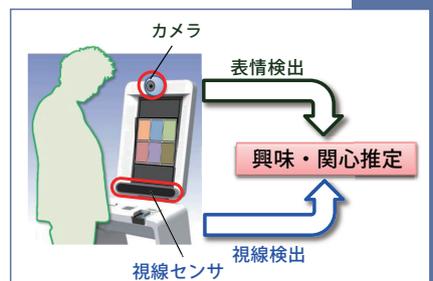


### 3 感情推定技術を活用した提案型注文システム — AIによるオススメ提案—



赤津裕子 | 沖電気工業（株）イノベーション推進センター

コロナ感染症対策や労働生産性向上などの社会課題解決にむけて、対人接客と変わらない良質な接客を実現するため、感情推定技術を活用した提案型注文システムの研究開発をしている。本システムは、表情と視線から興味・関心を推定し、AIによるオススメ提案することで、注文の迷い、焦りや緊張を緩和し、スムーズな注文を可能にする。本稿では、本システムの概要および実証実験の結果を紹介する。



## 4 人の感情を“見える化”する —心拍変動解析による感情分析—

岩田慎一郎 阿部勝巳 | 日本電気（株）

「働き方改革」や「健康経営」といった社会課題解決に向けて人の感情把握から職場環境の見直しや個性を尊重した業務アサインを行うなどの働きやすい環境づくりが検討されている。ここでは人の感情を“見える化”可能とする実システムの解説を通じてそこで用いられる心拍変動解析技術、システム構成について紹介する。また適用事例と今後の展望についても紹介する。

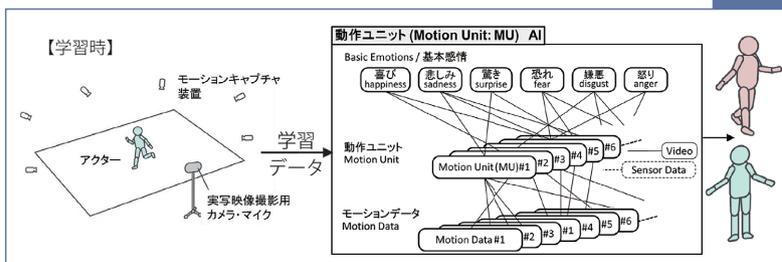


## 5 身体動作から感情を読み取る —動作ユニット AI の構築に向けて—

藤原 健 | 国立中正大学 心理学系 / 東北大学 電気通信研究所

程 苗・曾 加蕙・北村喜文 | 東北大学 電気通信研究所

我々の社会生活を支える対人コミュニケーションでは、非言語的情報が重要な位置を占める。多岐に及ぶ非言語情報の中でも、姿勢や身体動作の役割はあまり注目されてこなかった。これは、表情研究のような客観的で汎用的な分析単位が確立されていない点によるところが大きい。本稿では、感情を表出する身体動作の分析単位として動作ユニットを定義することの意義と研究の現状、そしてそのAI化がもたらす未来の展開について述べる。



[人の感情を理解し、人に寄り添う AI]

# 1 音声感情認識の動向： 研究から実用化まで



安藤厚志 日本電信電話（株）

## 音声感情認識とは

感情は、人の音声コミュニケーションに大きな影響を与える要因の1つである。話し手は自身の感情に影響されて話し方や話す内容を変化させており、また聞き手も話し相手の感情を認識し相手に合わせた応答を行うことで円滑な対話を実現している。今後、人と機械との自然な音声コミュニケーションを実現するためには、人の感情を認識する技術や、認識した感情に応じた行動制御を行う技術が不可欠であろう。

音声感情認識は、音声から話し手の感情を推定する技術である。音声感情認識の歴史は古く、1960年代には学術論文が、1970年代には特許が公開された一方で、近年でも盛んに研究開発や実用化が続けられてもいる。しかし現在において、音声認識や音声合成などの音声処理技術と比べると音声感情認識は一般に普及しているとは言えず、現在の技術の到達点や課題が広く知られているわけではない。

本稿では、音声感情認識の研究と実用化の動向を紹介し、技術の現状と今後について論じる。前半では、音声感情認識の研究動向として、音声感情認識の一般的な技術構成と、近年の研究トレンドについて説明する。後半では、筆者らが実用化を行ったコールセンタ通話における顧客満足度推定を題材に、音声感情認識の実用化の難しさや、実用化を通じて得た知見について述べる。

## 音声感情認識の応用例

音声感情認識について具体的なイメージを持っていただけるよう、音声感情認識の応用例について始めに触れておきたい。

代表的な応用の1つが、コールセンタ通話における顧客感情の分析である。顧客の怒りや不満が表出した発話区間を自動検出することで、責任者への迅速な通話交替によるクレーム早期解決や、顧客要望分析の効率化が期待できる。

その他の応用例として、メンタルヘルスやストレス状態の簡易チェック、運転行動におけるいらつき状態の検出などが挙げられる。これらは「特定の感情状態の認識」そのものへの需要ともいえる。このほかにも、音声感情認識と別技術との組合せによる新しい価値創出、たとえばユーザ感情に応じたゲームやエンターテインメントでの演出変更、音声対話システムにおけるユーザ感情の理解・共感による親近感向上などが期待されている。

上記のように、音声感情認識の応用においては、特定の状況下（ドメイン）において、特定の感情を認識したいというニーズが大きい。

## 音声感情認識の研究動向

### 研究領域における問題設定

音声感情認識の問題設定は、感情認識の処理単位や正解感情（話し手の感情の正解値）の種別により

区分されている。

感情認識の処理単位とは、話し手の感情をどの単位で認識するかを表す。たとえば、1秒ごと、発話(話し始めから一定長以上の間があくまでのひとまとまりの区間)ごと、対話ごと、などである。処理単位は応用に応じて変化し、たとえばいらつき状態の検出であれば1秒ごと、コールセンタ通話の顧客満足度推定であれば発話ごと/対話ごとの感情認識が求められる。ただし研究領域では明確な応用を想定しない場合も多く、この場合は発話を感情認識単位とする傾向にある。

正解感情の種別は、感情カテゴリと感情次元の2つに分けられる。感情カテゴリとは、正解感情を「喜び」「怒り」「平常」などの有限個のカテゴリカルな感情のいずれかを見なす方法である。この場合、音声感情認識は多クラス分類問題として扱われる。感情カテゴリは応用上扱いやすく、また人によるラベル付けが容易であるなどの利点があるが、各感情の強度や類似性を表現できないという欠点がある。感情次元は、正解感情を「快度」「覚醒度」などの低次元の連続値空間で表現する方法である。こちらの場合、音声感情認識は感情次元ごとの回帰問題と見なされる。次元感情は感情強度や類似性の表現力に優れているが、人によるラベル付けがやや難しいなどの課題もある。近年の研究では、感情次元に比べて感情

カテゴリを扱う論文が多い。

いずれの場合においても、正解感情は人手により決定される。具体的には、複数の聴取者が音声を聴き、知覚した感情カテゴリや感情次元値の多数決結果または平均値を正解感情とする。すなわち、音声感情認識の研究では、「ある音声を聴いた際に、多くの人が感じるであろう感情」を推定する問題を解いているといえる。

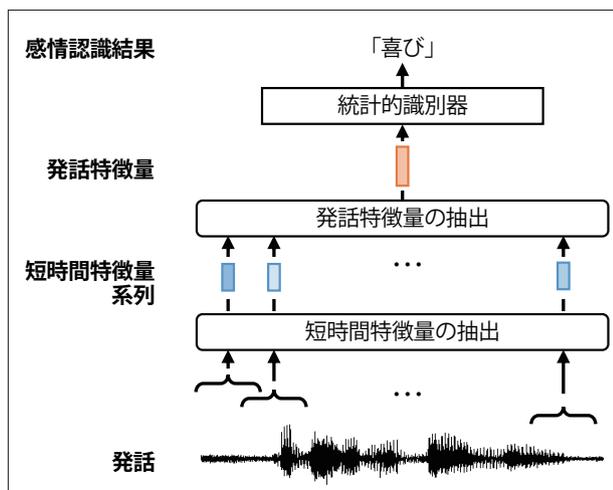
## 一般的な技術構成

音声感情認識の一般的な手法の構成を図-1に示す。ここでは、発話ごとの感情カテゴリ認識を例としている。一般的な手法を一言で表すと、「声の高さや声質などの話し方の特徴を定量化したのち、統計的識別器に基づいて感情認識結果を算出する」という枠組みといえる。

はじめに、音声波形から短時間特徴量の抽出が行われる。短時間特徴量とは、時刻ごとの声の高さや大きさ、声質(声のかすれ・震え)などの、話し方の特徴を表す物理量で構成されるベクトルである。短時間特徴量の抽出では、音声波形を短時間ごとに切り出したのち、切り出し後の波形に対してこれらの物理量を算出する。その後、短時間特徴量系列から、発話全体の話し方の特徴を表す発話特徴量の抽出を行う。たとえば、短時間特徴量系列に対する平均、分散、最大値、尖度などの統計量が発話特徴量として用いられる。つまり、「声の高さが全体的に高いか」「発話内で声の大きさがどの程度変動するか」などを示すベクトルが発話特徴量である。この発話特徴量を統計的識別器に入力し、感情認識結果が得られる。統計的識別器は、事前に発話特徴量と正解感情との組を学習データとして用意し、学習データに基づいて学習する必要がある。

## 近年の研究トレンド

上記の手法では、短時間特徴量や発話特徴量にどのような物理量や統計量を採用するかが認識精度を



■図-1 音声感情認識の一般的な手法の構成

左右する。しかし、話し方の特徴と正解感情との対応関係は非常に多様かつ複雑であるため、最適な短時間特徴量や発話特徴量を人手で設計することはきわめて難しい。

この問題を解決するために、近年では深層学習に基づく手法が用いられている。この手法では、短時間特徴量の抽出・発話特徴量の抽出・統計的識別器の各ブロックにニューラルネットワークを用い、学習データ中の発話と正解感情の組に基づいてすべてのブロックを同時に最適化する。これにより、人手で短時間特徴量や発話特徴量を設計することなく、学習データに含まれる正解感情をよりよく推論できるような短時間特徴量や発話特徴量が自動的に獲得され、高精度な音声感情認識を実現できる。

近年の音声感情認識の研究では、深層学習に基づく感情認識手法の改良や発展が主なトレンドとなっている。たとえば、学習データが少量であっても高精度な感情認識を行うため、大規模事前学習モデルを用いた転移学習が盛んに研究されている<sup>1)</sup>。ほかにも、各ブロックのニューラルネットワークの構造の改良、音声感情認識タスクに特化した学習データ拡張手法の検討、話し方の特徴に加えて話した内容の特徴（言語的特徴、音声認識により取得）を考慮した音声感情認識の実現などが進められている。

## 現在の技術的到達点

現在の音声感情認識は、俳優による模擬感情音声（怒りや喜びを演技した音声）に対してはその正解精度が人間と同等レベルまで到達していることが数多く報告されている。一方で、自然な感情音声に対してはその正解精度は人間の6～8割程度とされる。ただし、人間の感情知覚精度は聴取者の年齢、性別、母語などに影響を受けるといわれること、自然音声に対する人間の感情知覚精度がそもそも高くない可能性があること（たとえば、ある音声データセットでは、音声を聴取し8感情に分類する問題において人間の正解精度が約60%しかないことが

報告されている<sup>2)</sup>）から、人間の感情知覚能力との比較そのものが困難である点に注意されたい。

いずれにせよ、現状の技術では模擬感情音声であれば正確な感情認識が期待できるが、人が普段話しているような音声に対しては正確な感情認識は難しい可能性が高い、というのが実状といえる。

## 音声感情認識の実用化動向：コールセンタ通話における顧客満足度推定

筆者らが研究開発を行った、コールセンタ通話における顧客満足度推定を例に、音声感情認識の実用化動向について述べる。

### 顧客満足度推定の効果

コールセンタは企業ブランドの向上や顧客要望の分析などさまざまな役割を担っており、コールセンタの価値向上や運営コスト削減は各企業にとって重要な課題である。通話やコールセンタで働くオペレータ、コールセンタ全体に対する評価指標の1つが顧客満足度であり、通話における顧客満足度の自動推定は以下のようなメリットがある。

1点目に、オペレータ自動評価や離職防止に活用できる。現在はスーパーバイザ（オペレータの監督者）が人手で通話を聴取しオペレータ評価を行っているが、通話ごとの顧客満足度を集計し可視化することで、スーパーバイザの稼働削減やオペレータの意欲向上に繋がると考えられる。

2点目に、顧客要望分析の効率化ができる。現在のコールセンタでは、音声認識による通話書き起こしとテキストマイニング（単語や表現の頻度や相関に基づいて有用な情報を取り出す技術）を組み合わせることで顧客の不満やニーズを解析するシステムが導入されていることがある。このシステムにおいて、顧客が満足や不満を表出させた通話区間のみを抽出しテキストマイニングを行うことで、顧客要望の分析の効率化や詳細化が期待できる。

3点目に、顧客の不満感情のリアルタイム検出によるクレーム早期解決が可能となる。通話中の顧客の感情をリアルタイムで認識し、不満感情が表れ始めた場合にはスーパーバイザなどの上位スキル者に早期交替することで、クレームの深刻化を防ぐことができる。

1点目の応用では通話全体に対する顧客満足度推定が、2、3点目の応用では通話の部分区間ごとの顧客満足度推定が求められる。また3点目の応用では、通話冒頭から現在までの情報のみを用いて満足度推定を行う、いわゆるオンライン推定が必要となる。

### 顧客満足度推定の問題設定

上記のニーズを踏まえると、顧客満足度推定では感情認識の単位を「通話ごと」または「通話の部分区間ごと」とし、正解感情は「感情カテゴリ」とすることが妥当であろう。このため、先行研究では、顧客満足度推定を通話全体または顧客ターン（話者が切り替わるまでの顧客の一連の発話）ごとの感情カテゴリ分類問題として定式化する例が見られる。

また推定時には、バッチ推定（通話全体の情報を用いて推定を行う場合）とオンライン推定の2通りの状況が考えられる。

### 顧客満足度推定の枠組み

これまでにさまざまな顧客満足度推定技術が開発されてきた。たとえば、通話から顧客の話し方の情報や話した単語、通話中の顧客の発話割合や間の取り方などに着目する顧客満足度推定手法が提案されている<sup>3)</sup>。このように、顧客満足度推定では一般的な音声感情認識手法とは異なり、言語情報（話した言葉の情報）や対話情報（間の取り方や相槌の打ち方などの情報）も利用されることがある。

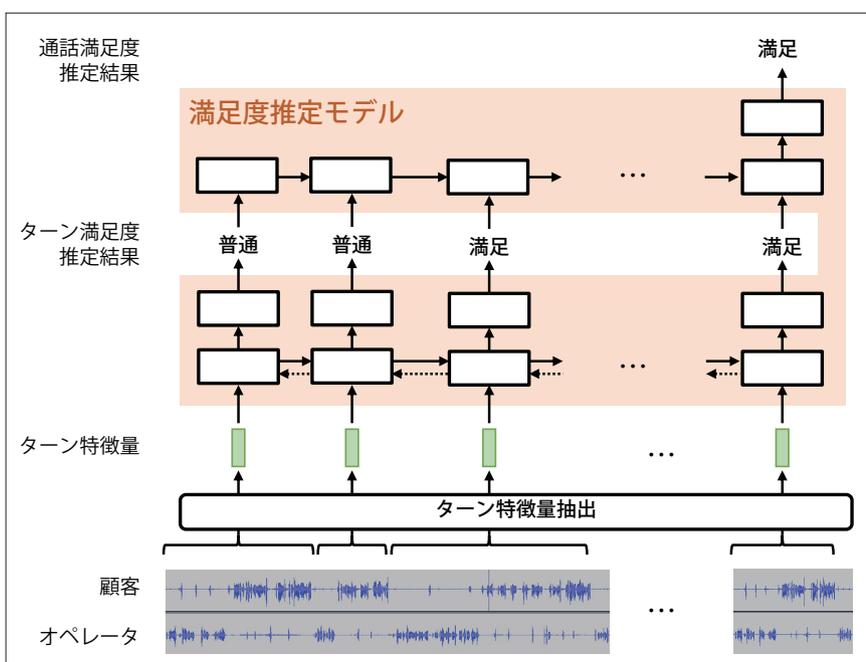
NTTでは、先行技術を発展させ、通話全体および顧客ターン単位での顧客満足度を同時に推定する手法を開発した<sup>4)</sup>。本手法では、通話全体および顧客ターンの顧客満足度を、満足／普通／不満の3段階で認識することができ、またバッチ推定・オンライン推定の両方に対応可能である。本手法の概要を図-2に示す。本手法のポイントは、顧客の音声の特徴だけでなくオペレータの反応の特徴を利用する点、

通話全体と顧客ターンごとの満足度の関係性を満足度推定に利用する点の2点である。

#### オペレータの特徴の導入

本手法では、オペレータの反応を表す特徴量を新たに採用している。これは、オペレータが顧客の満足・不満感情を通話内で察知しており、顧客の満足度に応じてオペレータの対応方法が変化することを発見したためである。

表-1に顧客が満足や不満を感じた際の通話の特徴の例を示す。顧客が満足感情を表した場合、オペレータは謙遜語の表出や相



■図-2 NTTによる顧客満足度推定技術の構成

槌の増加などが生じる。一方で顧客が不満を感じた場合、オペレータは焦りによる話速の上昇、謝罪語が増加するなどが現れる。このことを利用し、顧客に加えてオペレータの話し方を分析した結果をターン特徴量に利用することで、満足度推定の精度を高めている。

### 通話全体・部分区間の対応関係の利用

本手法のもう1つのポイントは、通話全体と顧客ターンごとの顧客満足度の関係性を満足度推定に利用する点である。

人手による通話分析の結果、通話全体の満足度と、通話中の顧客ターンごとの満足度には強い関係性があることが発見された。満足通話と不満通話の典型的な例を図-3に示す。顧客が満足した通話では、通話中盤と通話終了時に顧客ターンが「満足」となりやすい。これは、顧客がある通話目的を満たしただけでなく、追加の要望や質問に対しても丁寧な対応を受けた際に顧客が強い満足感を感じており、要望が満たされるごとに満足の波が表れるためである。

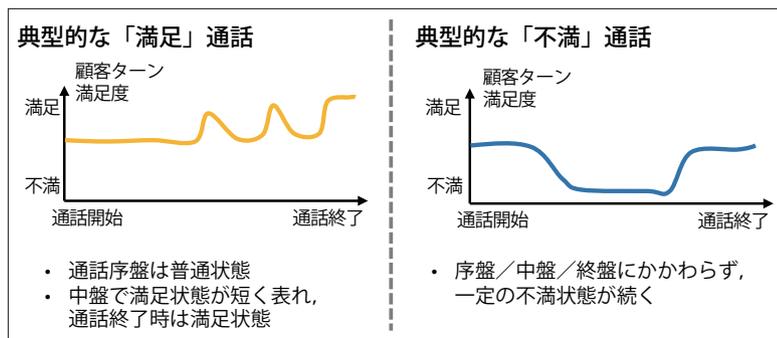
ると考えられる。一方で、顧客が不満を感じた通話は、通話の任意の地点において、顧客に不満感情が一定時間継続した場合であることが多かった。これは、顧客が負の感情を持ったことが明らかな通話では、通話全体の印象も悪くなるためと考えられる。

上記の発見は、通話中の顧客ターンの満足度の変化パターンにより通話満足度はおおむね予測することができ、また逆に通話満足度が得られれば顧客ターンの満足度の変化パターンもある程度推定できることを意味している。これを利用し、本手法ではターン満足度と通話満足度を同時に推定するように満足度推定モデルの学習を行うことで、ターン満足度と通話満足度の関係性を満足度推定に利用し、両者の推定精度を向上させている。

### 実用化経験から得た知見

筆者らは、顧客満足度推定技術の開発だけでなく、複数のコールセンタでのトライアルや、NTTグループのコールセンタ向けシステムへの技術導入にも携わった。2022年現在では、国内の数十拠点にて本技術が活用されており、さらに英語を始めとした複数言語への展開も進められている。これらの実用化経験を通じ、筆者が得た2つの知見について述べる。

1点目は、通話の特性や顧客の感情表現の方法、顧客感情の割合は業種や言語により大きく異なるという点である。た



■図-3 満足通話／不満通話の典型的な満足度変化パターン

■表-1 顧客が満足や不満を感じた際の通話変化の例。ここでは日本語通話を対象としている

	話し方の変化	話す言葉の変化	対話の進め方の変化
顧客が「満足」	顧客の声が高くなる 顧客の相槌の声が高くなる 顧客の話速が早くなる	顧客が感謝 顧客が好意的表現を使用 (助かったなど) オペレータが謙遜	顧客とオペレータのターンが頻繁に切り替わる 顧客・オペレータともに相槌が増加
顧客が「不満」	顧客の声が大きくなる 顧客の声の大きさは変わらず 声の高さのみ低くなる 顧客の語尾の声が大きくなる オペレータの話速が早くなる	顧客が二人称代名詞を使用 (お宅、そちらなど) オペレータが謝罪 オペレータのフィラーが増加 (あの、えーとなど)	顧客の相槌が減少 顧客が一方向的に話す オペレータの相槌が増加 オペレータが話し終わる前に顧客が話し始める

例えば、技術系サポートセンタに比べると、金融系コールセンタでは顧客は早口かつ抑揚の少ない話し方である傾向が見られた。これは、業務上必要な手続きとして通話を行う顧客が多いためであろう。ほかにも、新規契約や物品購入の手続きに関するコールセンタでは満足通話が多い一方で、サポートセンタやクレーム受付窓口では不満通話が多かった。さらに、言語の変化は感情表現に深刻な影響を与えることが示唆された。たとえば、英語やフランス語などの言語では、日本語に比べて顧客が満足や不満を言葉として表現することが多かった。またこれらの言語では、間を空けることに対して負の印象を持たないという文化があり、相手の話し中は相槌が少ない、間の長さや顧客満足度との関係が薄い、などの傾向が見られた。これらの変化は満足度推定モデルの学習データとの齟齬を発生させ、推定誤りを引き起こす。このような利用環境の差異による変化は、顧客満足度推定のみならず音声感情認識の実用化全般において普遍的に発生し得る問題であろう。音声感情認識の実用化においては利用環境の限定化が重要であるとともに、事業の水平展開を見据えた他環境への適応、つまりドメイン適応の技術が強く求められる可能性が高い。

2点目は、顧客満足度推定のための学習データ、特に強い満足・不満通話の収集がきわめて困難であるという点である。筆者らがトライアルを行ったサポートセンタや契約窓口では、不満通話は全体の5～10%、満足通話は1～5%程度しか含まれていなかった。満足度推定の高精度化にはさまざまな満足／不満通話を収集し推定モデルの学習を行うことが必要となるが、大量の満足／不満通話の収集は実用上困難であるといえる。人間同様にさまざまな感情を理解できる音声感情認識システムを構築するためには、稀にしか生じない感情を含む音声を効率的に収集する方法か、少量の学習データに対しても高精度な感情認識を実現する感情認識モデルの構築方法が必要である。

## 音声感情認識の展望

最後に、音声感情認識の研究および実用化がどのように進んでいくか、筆者の私見を述べたい。

研究領域では、感情認識精度の向上に向けた技術改良が引き続き進められることが予想される。たとえば、YouTubeなどを活用した大規模自然感情音声データセットの整備、事前学習モデルの活用などによる少量の学習データにおいても頑健な音声感情認識手法の確立、テキスト・映像・生体信号といった音声以外のモダリティも活用したマルチモーダル感情認識の進展が考えられる。

実用化領域においても、さまざまな業種で音声感情認識の導入が進むであろう。中でも、一定の感情認識誤りが許容されるエンタテインメント分野や、需要が顕在化しているメンタルヘルスケア分野などで音声感情認識の活用が期待される。この結果、研究と実用化との間を埋める技術、たとえば音声感情認識のドメイン適応などの研究開発が今後活発化すると予想される。

機械が人の感情を理解する世界は現実となりつつある。研究と実用化の両面での音声感情認識の今後の発展を期待したい。

### 参考文献

- 1) Latif, S., Rana, R., Khalifa, S., Jurdak, R., Qadir, J. and Schuller, B. W. : Survey of Deep Representation Learning for Speech Emotion Recognition, in IEEE Transactions on Affective Computing (Early Access).
- 2) Tóth, S. L., Sztahó, D. and Vicsi, K. : Speech Emotion Perception by Human and Machine, in Verbal and Nonverbal Features of Human-Human and Human-Machine Interaction, pp.213-224 (2008).
- 3) Park, Y. and Gates, S. C. : Towards Real-time Measurement of Customer Satisfaction Using Automatically Generated Call Transcripts, in Proc. of CIKM, pp.1387-1396 (2009).
- 4) Ando, A., Masumura, R., Kamiyama, H., Kobashikawa, S., Aono, Y. and Toda, T. : Customer Satisfaction Estimation in Contact Center Calls Based on a Hierarchical Multi-Task Model, in IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, Vol.28, pp.715-728 (2020).

(2022年10月31日受付)

■安藤厚志 (正会員) atsushi.ando.hd@hco.ntt.co.jp

2013年名古屋大学大学院情報科学研究科博士前期課程修了。同年日本電信電話(株)入社、現在に至る。音声からの非言語・パラ言語情報認識の研究開発に従事。電子情報通信学会、日本音響学会各会員、博士(情報学)。

[人の感情を理解し、人に寄り添う AI]

## ② ソーシャルメディアにおける 心理・情動分析の方法論



土方嘉徳 関西学院大学商学部

### 人文学・社会科学とソーシャルメディア

ラスコーやアルタミラといった旧石器時代のヨーロッパの洞窟壁画は、現代人に当時の人々の生活の様子を伝えることになった。旧石器時代以降、人類は文字や筆記具を発明したが、神事や行政の記録などを除き、一般の人々の当時の体験や感情（情動）、意見などが残され、それが公開されることはほとんどなかった。しかし、2000年代後半にスマートフォンとSNS（ソーシャルメディア）が普及すると、一般の人々がリアルタイムで、自分が見たこと、経験したこと、感動したことを共有するようになった。ラスコーの壁画は、旧石器時代の1人あるいは少数の人間の生活の一部を残したものであるが、SNSではありとあらゆる人々の、ありとあらゆる場面の生活の様子が記録として残るようになった。

これにより社会学者や心理学者は、社会で起きつつある問題を発見したり、多くの人が持つ価値観や感情を分析したりできるようになった。これまでの研究は、アンケートやインタビューなどの社会調査に基づくしかなかったが、現場に行かなくてもコンピュータにWebやSNSをクロールさせるだけで研究できるようになったのである。このことは、人文学や社会科学の研究分野に大きな変革をもたらした。

また、SNSは人々のコミュニケーション環境の中心を担うようになったが、それは対面や手紙、電話などによる従来のコミュニケーションとは大きく異なるものになった。不特定多数の人に向けて情報発

信（さらには自己表現）したり、知らない他人とコミュニケーションをとったり、短いテキストメッセージを頻繁にやりとりすることは、従来ではほとんど見られなかった行動である。このような新しいコミュニケーション環境における人の行動や心理を分析すること自体も、社会学や心理学の研究分野においては大きな意味を持つ。そのため、ソーシャルメディアにおける感情や心理特性の分析は、今後ますます盛んになると思われる。

### ソーシャルメディア分析の落とし穴

ソーシャルメディアにおける感情や心理特性を分析する際に、いくつか気を付けるべきポイントがある。ここではデータの特長という観点からそれらのポイントを整理する。

計算機科学者はデータを出発点にするのに対し、社会学者や心理学者は仮説を出発点にする傾向が強い。前者は、アルゴリズムなどの技術的な方法論の開発を模索するが、社会科学に関する知識の発見はより探索的なものになる。一方、社会学者や心理学者は、調査方法や実験方法の設計に注力し、研究で明らかにしたいことはより検証的であり、それは事前に明確に定められている。

両者の違いは研究の方法論にも端緒に表れており、前者はビッグデータを集めるだけ集めておいて、機械学習を用いたデータマイニングのアプローチを採ることが多い。一方、後者は自分が明らかにしたい

## 特集

## Special Feature

ことの理論的構成概念（社会学者や心理学者が明らかにしたい抽象的な概念（属性や性質））の定義を行い、闇雲にデータ規模の大きさを追求することはせず、それを正確に計測することに注力する。

計算機科学者が調査・分析の上で陥りやすい問題は、データに対する過信であり、それを引き起こす最大の原因は、ソーシャルメディアのデータが、いわゆるビッグデータであることにある。これは従来の社会調査では、国勢調査のような悉皆調査でもない限り、実現不可能な特徴である。また、ユーザの SNS 利用が自発的であることも原因の 1 つとなり得る。従来の実験室実験では、被験者の完全な自由意思による実験参加は、ほぼ不可能である。よほど自然な環境に近い形式の実験設計を行わない限り、被験者が自らの意思のみで実験に参加し、タスクに取り組むことはないであろう。そのため、計算機科学者は、データがあたかも万能であるような錯覚に陥る。ここでは、筆者の経験からソーシャルメディアデータ分析で起こり得る問題を示す。

## 反応性

社会調査や心理学実験を行う際の問題の 1 つに反応性 (reactivity) の問題がある。実験室実験では、被験者は何を測定されているのかをある程度推測することができる。質問紙調査でも、質問の内容から研究課題が何かを推測することが可能である。そのため、行動や回答が、それらの影響を受けないとは限らない。また、質問紙調査で社会的な行動傾向や意図を尋ねる場合は、社会的望ましきバイアス（自分を良く見せるための回答）の影響をゼロにすることはできない。これらは計算機科学者がソーシャルメディアのビッグデータを集めるときの妥当性の理由として述べられることが多い。

しかし、SNS での行動は、社会的望ましきバイアスから完全に開放されているわけではない。たとえば、Facebook では、ネガティブな内容を投稿することには抵抗があると思われる。Instagram が画

像を中心としたメディアであると言っても、パソコン内で体験したアプリやコンテンツのスクリーンショットを撮って投稿することもクールだとは思えない。また、後述する筆者の嫉妬に関する研究で明らかになったことであるが、Facebook では自分の負の心理を他人に読み取られないように投稿していることも推察される。すなわち、人はそれぞれのメディアが確立してきた文化において、望ましい行動をとっている点には注意が必要である。

## 構成概念妥当性

社会学や心理学の研究分野では、調べたいことを抽象化し、一般化することが多い。たとえば、若者の自殺の問題に取り組むために、その原因となり得る鬱について調査したいとする。しかし、鬱と言われても、それから想像する症状や深刻さは人によってさまざまである。研究者が調査したい抽象的・一般的な概念（属性や性質）を理論的構成概念 (theoretical constructs) と呼ぶ。調べたい特徴や現象が人によって解釈が異なると科学研究にならないため、明確にこの概念を定義し、測定方法と対応付ける必要がある。これを、理論的構成概念の操作化 (operationalizing) と呼ぶ。たとえば、調べたいことが鬱であれば、鬱を気分が落ち込みやる気が出ないなどの精神的な症状と捉え、その傾向を SDS（古典的な鬱傾向を測定する調査票）などの自己回答式の調査票で計測することが考えられる。これによって、誰もが同じ解釈の下で、さまざまな調査や実験ができるようになる。

SNS では、それぞれのユーザが自己の体験や、そのときの感情（情動）を共有・表現しているため、中には鬱症状に関係のある投稿も存在している。事実、SNS での行動や投稿内容と鬱の傾向には相関があることが明らかにされている<sup>1)</sup>。そのため、そのような投稿を収集すれば、鬱症状にあるユーザを発見したり、鬱傾向にあるユーザの特徴を明らかにしたりすることができるようになると思われる。

ところが、このような発見を行うためには、研究

者の定義した理論的構成概念に当てはまるユーザを特定する必要がある（あるいはその概念に対する当てはまりの程度を測定する必要がある）。しかし、この測定に必要な情報のすべてが投稿データに内包されているとは限らない。すなわち、調査のために用意したデータが、研究で扱う理論的構成概念を測定するのに十分かどうか（構成概念妥当性 (construct validity)）を検証する必要がある。まとめると、ソーシャルメディアデータをクロールしてきただけでは、研究者の考える理論的構成概念を捉えることができないことが多い点に注意が必要である。

## ペルソナ性

社会調査において従来から存在する問題ではないが、ソーシャルメディアを用いた研究が多くなってきたからこそ出てきた問題が1つある。筆者の知る限り、この問題にはまだ名前が付いていないようなので、本稿ではペルソナ性 (persona intensity) という名前を付ける。ペルソナとは、元々心理学の用語で自己の外的側面（周囲に見せる自分の姿）、すなわち人間が持っているさまざまな一面を表す。

近年は、人工知能技術を用いたさまざまな情動・心理特性の分析ツールが存在する。英語版では、感情や社会的表現に関する分析を行う LIWC (Linguistic Inquiry and Word Count)<sup>☆1</sup>、パーソナリティ (性格特性) を分析する IBM Watson Personality Insights (現在はサービス終了) などがある。日本語版では、簡易的な感情分析を行う ML-Ask (eMotive eLement and Expression Analysis system)<sup>☆2</sup> が有名である。SNS 上の多数のユーザを対象にして、彼らの投稿データに上記のツールを適用し、感情や心理特性を分析する研究が多く行われている。

しかし、注意したいのは、これらのツールで推定された感情や心理特性は、あくまで仮のもの (provi-

sional) であることである。SNS においては、ポジティブに振る舞ってはいるが (ポジティブな内容の投稿をしているが)、実生活の全般においてポジティブな状況にあるとは限らない。たとえば、Facebook や Instagram ではポジティブで社会的な投稿をしているが、自分の実生活においては、それはその人の最高の瞬間にしか過ぎないことがあり得る。また、普段は学校や職場で協調的に振る舞っている者でも、Twitter では社会に批判的な発言をしていたりもする。

ソーシャルメディアの投稿データからの感情や心理特性の推定結果は、ユーザ内での時間経過に伴う相対的な変化として見れば、その人の内面の変化に関する重要な情報として捉えることができるかもしれない。あるいは、異なる環境にいる2つのユーザ群の相対的な差としてみれば、その環境の社会的特性を推察することができるかもしれない。しかし、推定された感情や心理特性の値そのものに、どれほどの意味があるかは慎重に考慮すべきである。

## 心理・情動データの取得法

ソーシャルメディア分析の研究は数多くあるが、ユーザの行動・心理データの取得方法は大きく4つに分けられる (図-1 参照)。筆者はそのすべてに秀でてはいるわけではないが、これらすべてを実践しているため、筆者の研究事例を基にその方法論と利点・欠点を述べる。

### クロール

計算機科学者が採る手法の代表はクロールである。SNS の出力形式である Web ページの HTML を取得して解析したり、SNS が提供する API (Application Programming Interface) を通じて、ユーザの行動データや投稿データを取得する。社会学者が手に入れることが難しかった、ユーザが実際に利用している場でのデータ、すなわち非反応性データを取得するのが利点である。また、Q&A サイトやレビュー投

☆1 <https://www.liwc.app/>

☆2 <http://arakilab.media.eng.hokudai.ac.jp/~ptaszynski/repository/mlask.htm>

特集  
Special Feature

稿サイトでは、質の高い回答や商品に対する評価値などの正解データが付与されていることもあり、データ工学、自然言語処理、人工知能などの研究者が機械学習アルゴリズムの評価のための学習データを取得する際にも利用されてきた。

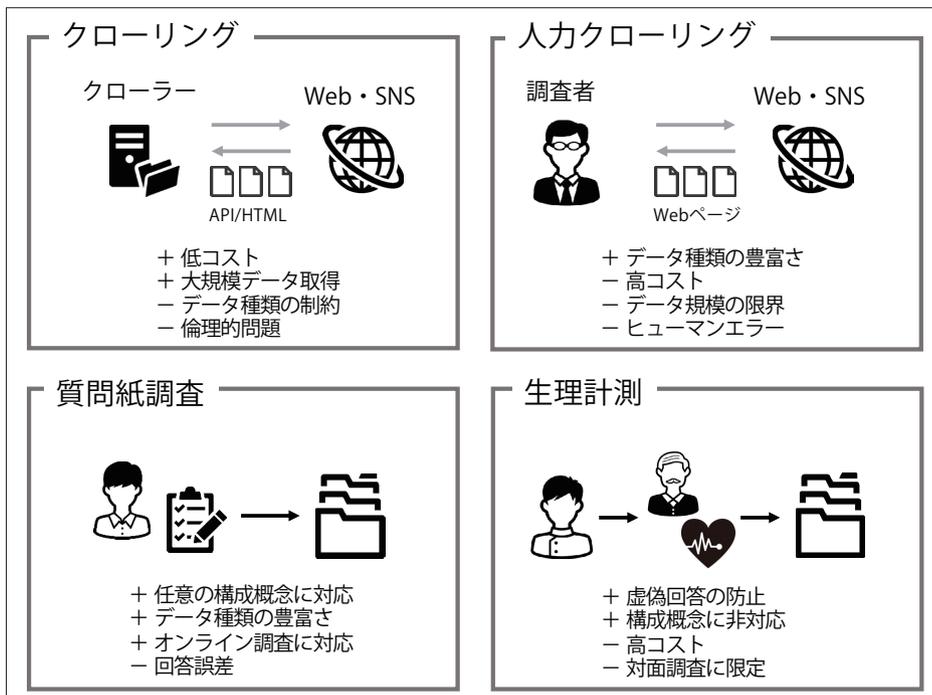
筆者は、Twitter 上で表現された感情（情動）が国によってどのように異なるかについて、サッカーというトピックに限定して分析を行った<sup>2)</sup>。これまでの異文化研究では、異なる文化的背景を持つ国と国の間で、ソーシャルメディアにおける表現方法が

異なることが明らかにされてきたが、集めたデータがどのようなトピックについて言及しているかは考慮してこなかった。国によって議論されやすいトピックがあり、そのトピックごとに表出されやすい感情は異なる。そこで、サッカーのような世界共通のトピックに限定すれば、国ごとの感情表現の差が表れやすくなると考えられる。

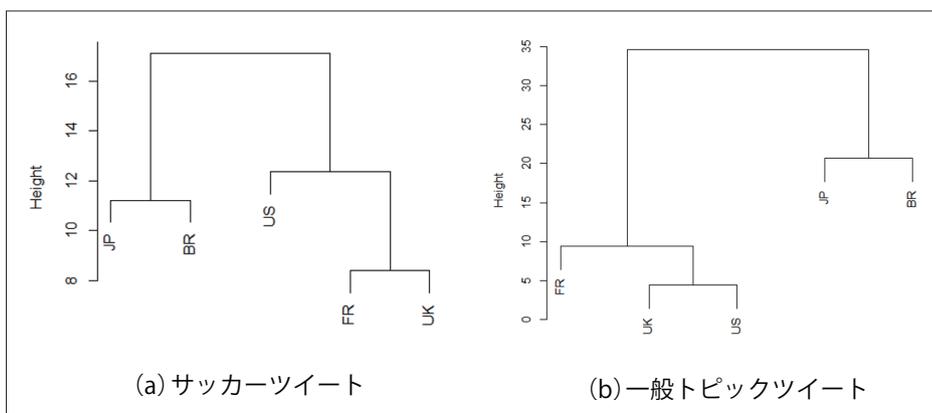
筆者らは、Twitter API を用いてクローラを実装した。フランス (FR)、イギリス (UK)、日本 (JP)、ブラジル (BR)、アメリカ (US) の 5 カ国から、

2020 年度のシーズンに各国の 1 部リーグに所属していたプロサッカーチーム名で検索を行った。また、各国の Twitter のトレンドに載ったワードとトピック機能に表示されるワードでも検索し、これを一般トピックツイートとした。それぞれの国で話される言語は異なるため、DeepL という翻訳ツールを用いて英語に翻訳し、それを LIWC で国間およびトピック間で情動分析を行った。

情動および社会的語彙の使用に関する 47 の特徴をベクトルにして階層クラスタリングを行ったところ、サッカーツイートは図-2 (a)、一般トピックツイートは図-2 (b) のような樹形図となった。興味深いことにこれらの国は、国際文化間比較の研究でよく用いられ



■図-1 ソーシャルメディアにおける心理・情動データの取得法



■図-2 Twitter におけるサッカー関連ツイートのクラスタリング結果

る Hofstede の 4 つの文化的側面のうちの個人主義と集団主義の特徴で分けられることになった。集団主義と呼ばれる日本とブラジルは近く、個人主義と呼ばれるアメリカ、イギリス、フランスは近くに配置されており、サッカーの盛んなイギリスとフランスはアメリカよりも近くに配置されている。すなわちサッカー関連のツイートにおいても、国の文化的側面の影響を受けていることと、そしてそれは一般トピックの場合とは少し異なること（サッカーというトピック固有の影響も受けていること）が示された。

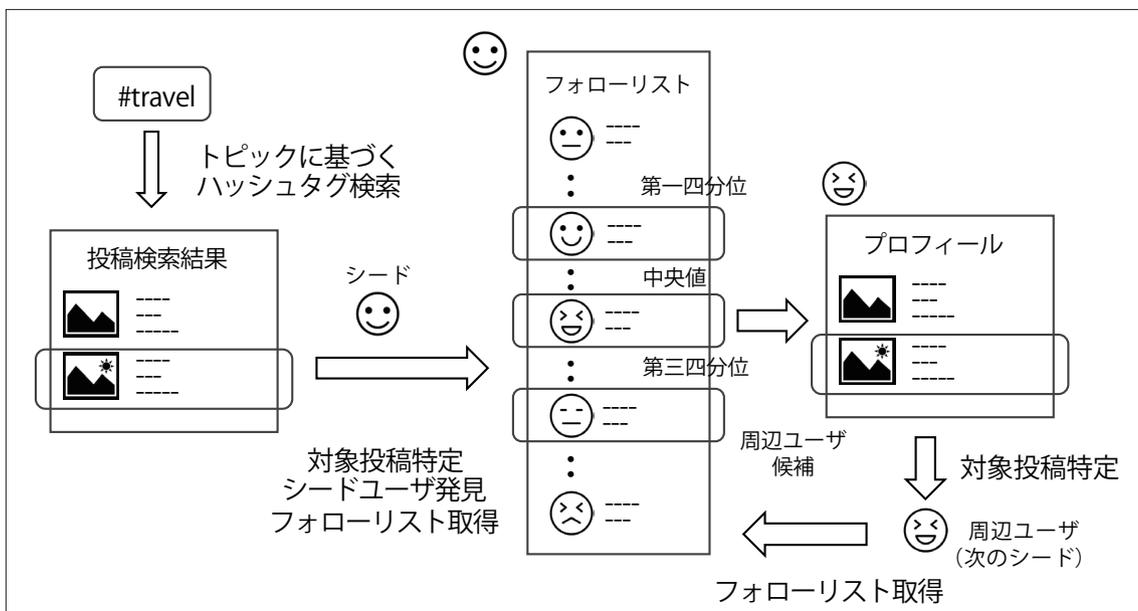
### 人カクローリング

計算機科学において Web や SNS のデータを取得する方法としては、コンピュータプログラムによるクローリングが一般的な方法である。研究者はビッグデータの取得を目的としているため、これを人手でやろうとは夢にも思わない。しかし、公開されている API の機能の制約から、必要な種類のデータを取得できないことがある。また、そもそも企業がコンピュータプログラムによるクローリングを禁止している場合もあり、その場合はいかなる種類のデータであっても機械的に取得することはできない。

今後は、社会学者や心理学者によりさまざまな理論的構成概念に基づく研究が行われるようになると思われるが、そのときは、もはやクローリングは現実的な方法であるとは思えない。

サービスを提供しているサーバにアクセス負荷をかけることなく、なおかつ API で提供されていない種類のデータを取得する、より現実的な方法として人手でクローリングすることが挙げられる。人手で対象サービスからデータを取得する方法に名前は付けられていないので、本稿では人カクローリング (human-powered crawling) と呼ぶ。文字通り、人力 (人手) でデータ取得を行う。人的コストがかかるため、取得できるデータ数には限りがあるが、研究課題によっては、数万〜数百万のようなデータが必ずしも必要ではないため、データ取得手段の 1 つとして検討する価値は十分にある。

筆者は、Instagram における「いいね！」獲得の研究<sup>3)</sup>において、人カクローリングの手法の 1 つとして四分位抽出法を開発した (図-3 参照)。社会心理学の分野では、人の身体的魅力と印象形成の関係について長く研究されてきたため、上記研究では、Instagram において顔画像の特徴が「いいね！」獲



■図-3 Instagram ユーザの四分位抽出法

得に影響を与えるかについて調査した。しかし、ここで問題になるのは、一般ユーザの投稿をいかにして取得するかである。Instagram の API には、一般ユーザの投稿を対象ユーザの許可なく取得できるものが存在しない。したがって、一般ユーザの投稿を取得する方法は手作業しかない。

社会調査においては、調査対象の人やその他事物を抽出する方法は、無作為抽出が前提となる。何らかの地域や組織などに依存して抽出を行うと、その地域や組織ならではの特徴が抽出した人や事物に備わってしまうかもしれない。しかし、SNS において無作為にユーザ ID と投稿 ID を生成してアクセスを試みることは現実的ではない。そこで、上記の研究ではいくつかの特定のトピック（具体的には、「成人式」、「卒業式」、「カフェ」、「旅行」）を対象にして任意のユーザ（実際には若い女性ユーザ）の投稿を取得した。トピックを設定したのは、トピックにより「いいね！」獲得に影響する特徴が異なると考えたためである。

上記トピックに関連するハッシュタグで投稿を検索して、該当するものを取得した。しかし、検索結果として表示される投稿は、Instagram のアルゴリズムによりバイアスがかかっている。そこで、検索結果から 1 つ投稿を取得した後、その投稿者をシードユーザとして取得する。そのシードユーザのフォローユーザ一覧（フォローユーザの一覧は、そのシードユーザがフォローした順に並んでいる）において、四分位数（第 1 四分位数、中央値、第 3 四分位数）の 3 点のそれぞれの点から、前後に 1 人ずつフォローユーザを確認し、そのコンテキストに関する投稿をしているユーザ（周辺ユーザとする）を探す（前と後ろだと、前を優先）。シードユーザと、上記四分位数に相当する周辺ユーザ 3 人の合計 4 人の投稿を取得する。これを繰り返すことで、トピックごとに投稿データ（1 ユーザあたり 1 投稿データ）を 200 個取得した。

投稿を収集するのに、いったんユーザのフォローに着目するのは、フォローユーザ一覧はアルゴリズムの

バイアスがかかっていないからである。四分位数に着目するのは、フォロー順がそのユーザ特有の基準や価値観に基づいている可能性があるため、幅広く対象とするためである。Instagram の検索機能には、上述した通りバイアスがかかっていることと、ハッシュタグを用いていない投稿は取得できない問題があるため、上記手法は社会調査の上で有効な方法になると考えている。また、そのユーザが本当に対象トピックの投稿をしているかどうかをコンピュータが判定することは簡単ではないが、フレキシブルに人手による判定を組み込むことができることも利点である。

調査の結果、顔が写っていると多くの「いいね！」を得る傾向にあることが分かった。また、身体的魅力は卒業式とカフェのカテゴリでは「いいね！」の数と相関があったが、その他のカテゴリでは明確な相関は確かめられず、これまでの心理学研究で示されてきた身体的魅力の印象への影響は、SNS では必ずしも当てはまらない可能性が示された。

## 質問紙調査

質問紙調査（アンケート調査）は、文字通り調査票（アンケート用紙）を回答者に配って、自己回答式で回答してもらう方法である。「紙」という言葉が入っているが、近年はオンラインで実施することも多い。自由記述の回答欄を設けて、質的調査研究を行うために実施することもあるが、一般的には多肢選択式の回答項目を用意しておき、定量分析ができるように調査票を設計する。

質問紙調査が威力を発揮するのは、あらかじめ設定した仮説を検証するタイプの研究である。一般的には、研究者の明らかにしたい理論的構成概念がソーシャルメディア上のデータで獲得できることは少ない。その場合、それを取得する別の計測方法を考える必要がある。その代表的手法が質問紙調査である。理論的構成概念を、複数の質問（リッカート尺度などの多肢選択式の回答方式）に回答してもらうことで計測することが多い。ソーシャルメディア

の心理学研究においては、最もよく用いられるデータ取得方法である。質問を自分で作成することもあるが、それには非常に多くのコストを要する。たいてい思いつく理論的構成概念は、社会学や心理学の研究分野で他の研究者によってすでに研究されているものである。そのような場合は、先人たちがすでに開発した質問セット（科学的妥当性が検証されたもの）を用いる方が効率的であり、研究の信頼性も高くなることが多い。

筆者は、Twitter と Facebook, オフライン（日常）にて、各環境で嫉妬（人に対する妬み）を感じる程度について調べた<sup>4)</sup>。この研究の理論的構成概念は、特定環境における嫉妬を感じる程度である。筆者らは、過去の研究事例に基づき4つの質問で特性値を取得した。この質問と同時に、SNS 上での行動特性も同じ調査票で尋ねた。調査の結果、SNS はオフライン（日常）ほど嫉妬を感じていないことと、Twitter よりも Facebook で嫉妬を感じやすいことを明らかにした。また、Facebook 上の行動は、ほとんど嫉妬との相関がなかったのに対して、Twitter ではリプライやリツイート、画像付きの投稿など多くの行動が嫉妬と相関していることが分かった。実名制の SNS である Facebook では、ユーザは自分の感情を悟られないように投稿して

いるのかもしれない。

## オンライン実験

オンライン実験は、実際の SNS や Web サービスに近い実験環境（アプリやサービス）を実装し、それを利用してもらうことで、行動データを取得する方法である。これまで述べてきたように、本物の SNS や Web サービスにおいて、ユーザの投稿データや行動データを外部のプログラムから取得することは限定的である。API による行動データの取得が比較的容易な Twitter であっても、すべてのアカウントの情報を取得することはできない。そこで研究者がその環境を実装してしまえば、すべての行動データを取得できるようになる。しかし、そのようなアプリやサービスの開発にはコストがかかる。開発コストと期待される学術的知見の価値を天秤にかけ、開発と実験を実施するかどうかを決めることになる。

筆者は、クラウドソーシングサービスにおいて、ワーカーへの成果物評価のフィードバックが、タスク継続やタスク取り組みへのモチベーションに正の効果をもたらすかどうかを、本物のサービスとワーカーを対象に実験を行った<sup>5)</sup>。画像認識のための機械学習用の学習データを取得することを想定した実験になっており、上記の学習データを収集するアプリケーションを実装し、クラウドソーシングサービスからこのアプリケーションにワーカーを誘導することで実施した。

タスクでは、「ハルジオン」という種の花と「ヒメジョオン」という種の花のどちらかが表示され、ワーカーは表示された花がこの2種類のどちらかを当てる（図-4参照）。1回のタスクあたり、20個の花が表示される。被験者は、このタスクに2回取り組む機会が与えられる（2回目は異なる花の画像が提示される）。2回目に取り組むかどうかは、ワーカーにゆだねられる。ユーザは1回目のタスクの終了後に、タスクの取

### ハルジオン・ヒメジョオン画像の見分けタスク(3/21)



上の画像は、ハルジオンですか、ヒメジョオンですか？

- ハルジオン  
 ヒメジョオン

<< 戻る

次へ >>

■ 図-4 クラウドソーシングサービスを用いたオンライン実験の例

り組みのフィードバックが正答数と正解率で提示される。対照群として、フィードバックがない場合を設ける。フィードバックの有無によりタスクの継続率と2回目の正解率に差が生まれるかどうかを検証した。その結果、フィードバックがあると、元々の正解率の高いワーカーの継続率が高くなることが確かめられた。

この実験は、クラウドソーシングサービスのワーカーが同サービス上で本物のタスクを取り組む場合とほぼ同じ条件で実施されている。ワーカーは、このタスクがラベルの収集目的で実施されていると考えているため（ゲーム感覚で取り組んでいる者もいたと思われる）、非反応性の高い実験環境であったと言える。このように研究テーマによっては、開発するアプリの工夫次第により、本物のサービスとほぼ同等の環境で心理学実験を実施できる。

## 生理計測

質問紙調査は、計測したい理論的構成概念を直接に尋ねることができるため、強力なデータ取得手法である。しかし、回答者が意識していない（自覚していない）ことを尋ねた場合は、正しい回答を得られる保証がない。デジタルマーケティングの分野では、バナー広告やPR投稿に対する効果を測りたい場合があるが、そのような広告や投稿を、ユーザはあまり意識していないことが多い。そのため、「オ

ンラインの広告やPRをどれほど見ますか？」のような質問をしても、正しい回答が得られない可能性がある。ユーザの意識外の行動や心理特性を取得する1つの手段として生理計測が挙げられる。特殊な計測装置を用いた計測になるため、ソーシャルメディアを対象とした実験であっても、実験室実験が主な実験環境になる。被験者に広告やコンテンツなどの刺激を与え、その直後の身体・生理的反応を計測装置により取得する。

筆者は、デジタルマーケティングの研究分野において、人間のYouTuberとアバターのバーチャルYouTuber（以降、VTuber）が動画で商品を紹介した際のユーザの視線の動きを視線計測装置で取得し分析した<sup>6)</sup>。実験では、本物のYouTuberやVTuberが作成するような動画と質的に劣らないレベルの商品紹介動画を作成した。人間の動画は、共同研究者の1人が出演し、カメラを用いて撮影を行った。出演者は慣性式のトラッキングスーツを着用し、全身の動きをトラッキングした。また、事前に前記出演者の見た目に近いデザインの3Dモデルを作成しておき、これを3D空間上で出演させ、前記の動作データを3Dモデルに反映させることで、VTuberの動画を作成した（図-5）。

被験者は、視線計測装置で視線を計測する環境下で、YouTuberまたはVTuberの商品紹介動画を閲覧した。動画中の対象物の領域（顔、頭、身体



■ 図-5 視線計測装置による被験者実験の例

など)への注視傾向に違いがあるかどうかを分析したところ、YouTuberでは頭と身体への平均注視時間はそれぞれ195.61秒と31.57秒、VTuberではそれぞれ171.10秒、46.58秒であり、それぞれ有意傾向( $p = 0.086$ )と有意差( $p = 0.004$ )が確認された。アバターを用いたVTuberは顔の表情が豊かではないため、YouTuber条件に比べると顔への注視が減り、その代わりにその他の対象物に視線が当たったものと思われる。このような差を検出することは、質問紙調査では難しいと思われる。

## 行動・心理調査の今後

本稿では、ソーシャルメディア上のビッグデータを用いた調査研究を行う際の問題点と、ソーシャルメディアにおける心理・情動データを取得する4つの方法を紹介した。WebやSNSでのクローリング技術は社会科学の研究分野にパラダイムシフトをもたらしたと言えるが、今後はその利点を活かすことは難しくなると考えている。理由の1つは、個人情報保護が強く意識される中、サービス提供者はデータ取得のAPIを限定的にしたり廃止したりしているからである。また、これまではクローリングに比較的寛容な企業もあったが、近年は禁止行為として規約に含める企業も増えているように見受けられる。今後は、クローリングにより大量にデータを取得することは、難しくなると考えられる。クローリングにより大規模にデータを取得することは、サーバに負荷をかけてしまうことから、研究者コミュニティも闇雲にデータ規模を追求するのは、そろそろ終わり

にした方がよい。

パラダイムシフトの逆回転になるかもしれないが、今後は伝統的に行われてきた質問紙調査や実験室実験と、小規模ながら獲得した実際のSNSの行動データを融合した研究アプローチが盛んになるとと思われる。それぞれの調査方法の欠点が補われ、より興味深い研究テーマを設定でき、調査の信頼性も高くなると期待される。ただし、このようなデータリンクには、被験者に事前に同意をとる必要があり、そのためには事前に研究倫理審査を受ける必要がある。研究者と被験者(調査対象者)、サービス提供者の3者の利益を同時に考慮した調査・実験デザインが必要になるとと思われる。

### 参考文献

- 1) Selfhout, M. et al. : Predicting Depression via Social Media, Proc. of the International AAAI Conference on Web and Social Media (ICWSM'13), pp.128-137(2013).
- 2) 稲田丈太郎, 土方嘉徳: サッカーファンのツイートにおける情動表現の文化間比較に向けた基礎調査, 第1回計算社会科学学会大会(CSSJ2022)(2022).
- 3) 森本雅也子, 土方嘉徳: Instagramにおける投稿の特徴といね! 獲得数に関する基礎的調査, 信学技法, HCS2021-27, pp.57-62(2021).
- 4) Yoshida, S. and Hijikata, Y. : Envy Sensitivity on Twitter and Facebook Among Japanese Young Adults, International Journal of Cyber Behavior, Psychology and Learning (IJCBPL), Vol.7, Issue1, pp.18-33(2017).
- 5) 石崎日香莉, 土方嘉徳: クラウドソーシングにおけるフィードバックと追加報酬に関する研究, 第4回計算社会科学ワークショップ(CSSJ2020)(2020).
- 6) 近藤千紗, 佐久間洋司, 土方嘉徳: 商品紹介動画におけるエージェント表現とユーザ視線動作に関する研究, 情報処理学会研究報告, Vol.2022-HCI-199, No.28, 8p(2022).

(2022年9月24日受付)

■土方嘉徳(正会員) [contact@soc-research.org](mailto:contact@soc-research.org)

2002年大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程修了。関西学院大学商学部教授。推薦システムにおけるインタラクション技法とソーシャルメディアにおけるユーザ行動・心理分析の研究に従事。博士(工学)。

[人の感情を理解し、人に寄り添う AI]

# 3 感情推定技術を活用した 提案型注文システム — AI によるオススメ提案 —



赤津裕子 沖電気工業（株）イノベーション推進センター

## 感情推定技術を活用した接客支援

今日のコロナ感染拡大により、大きく変化が求められているのは、サービス業界、特に対人接客であると考えられる。元々顕在化していた人手不足などの問題も重なり、「コロナ感染症対策」や「労働生産性向上」といった社会課題の解決が必要とされている。我々は、これらの社会課題の解決に向けて、[図-1](#)に示すように、セルフレジなどで困っているユーザを見つけて（困り推定技術）、操作を支援したり、情報案内を見て、興味・関心を示しているユーザがいれば（興味・関心推定技術）、オススメを提案したり、AI（人工知能）による「感情推定技術」を活用して、非対面・非接触であっても、対人接客と変わらない、良質な接客の実現を目指して取り組

んでいる。

本稿では、感情推定技術を活用した接客支援システムの一事例として、AI オススメ提案型注文システムの取り組みについて、システムの概要および実証実験の結果を紹介する<sup>1)</sup>。

## AI オススメ提案型注文システム

[図-1](#)で示した情報案内のオススメ提案からヒントを得て、非接触・非対面の接客サービスとして、AIを活用した「提案型注文システム」の検討を行った。本システムは、表情と視線データを学習したAIによる「興味・関心推定技術」と、提示方法やジャスチャー操作など「非接触インタラクション技術」を組み合わせたものであり、ユーザの興味・関心が高そうなオススメメニューを提案して、ユーザが簡単に注文できるように支援する。そのため、ファミリーレストランやフードコートなどメニューが多くて決められない場面や注文が複雑で決められない場面、ファーストフードなど注文のスピードを求められる場面に利用が期待できると考えられる。

本システムの導入により、メニュー選択の迷いを解消して、注文の仕方が分からない焦りや緊張を緩和することで、スムーズな注文を可能にする。その結果として、注文時間の短縮へとつながると考えられる。また、お客様のスムーズな注文により、店舗スタッフの生産性向上とストレスの軽減も期待できる。



■ 図-1 感情推定技術を活用した接客支援システム

### 興味・関心推定技術

興味・関心推定技術は、**図-2**に示すとおり、カメラから表情映像を取得して、その映像からポジティブ度を推定する。それと同時に、視線センサからどこを見ているのか、目の注視点の動きを取得して、回数や時間などを計測する。これらの情報からユーザがどのような情報（メニュー）に対して興味・関心を示しているのかを推定して、オススを提案する。ディープラーニングで学習させるデータについては、日本人特有の微表情を認識できるように、学習データ取得実験は自然な表情表出ができる実験環境下で実施している。

### 非接触インタラクション技術

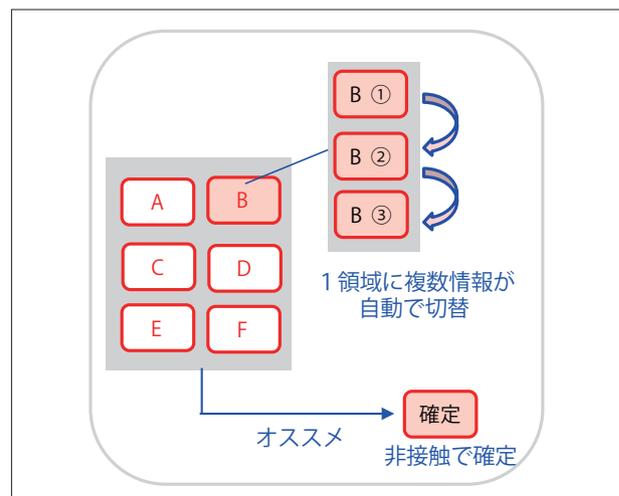
情報（メニュー）の提示方法は、認知科学・人間工学の知見をベースに、提示情報に対してユーザが注意を向け、瞬時に理解できるような画面設計を行った（**図-3**）。一般的な画面設計において、多くの情報を一画面で表示できない場合は、「次へ」ボタンを押して画面を切り替えるが、本システムは画面上の情報部分が回転して次の情報が表示する、という方法を用いることで、画面にタッチして操作を行うことなく情報を見ることを可能にしている。

また、ジェスチャー操作を用いることで、オス

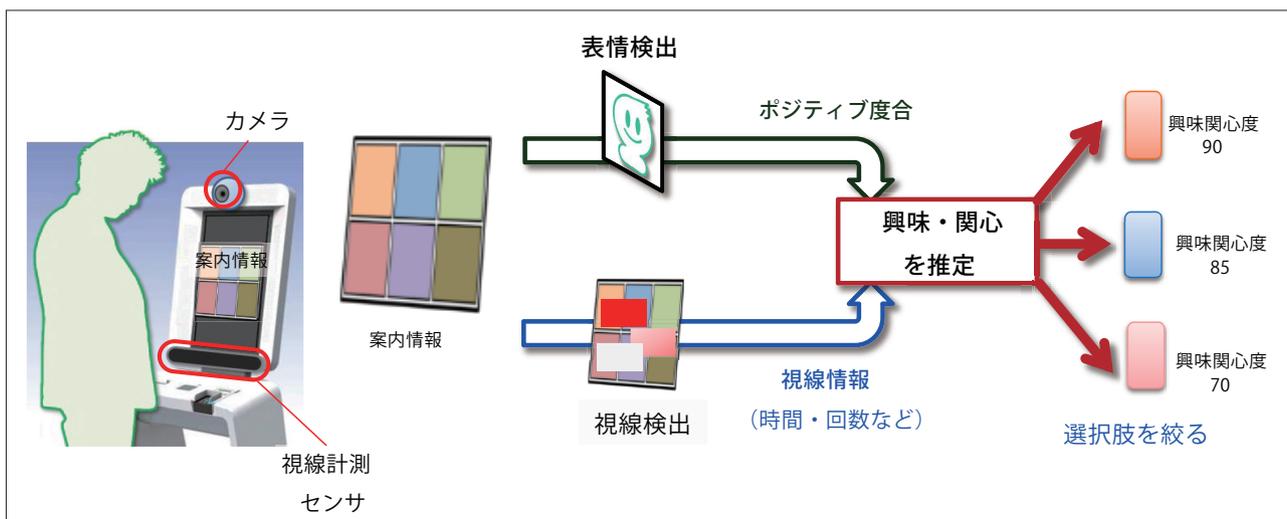
メされた中から確定する場合、画面上のボタンに触ることなく、確定できる。これらの工夫により、今日のコロナ禍において、画面を触ることをためらうお客様にも非接触での操作を実現する。

### 実店舗での実証実験

AI オススメ提案型注文システムについて、サンドイッチのファーストフード「サブウェイ」の協力を得て、実店舗での実証実験を行った。実験に同意した一般のお客様に本システムを使用して注文を行ってもらい、使用後、アンケートに回答してもら



■図-3 非接触を実現するインタラクション



■図-2 興味・関心推定技術

特集  
Special Feature

た。本実験の提案型注文システムは、具材に合ったパンやドレッシングを組み合わせたメニューを提示し、AIにより、お客様の食べたいサンドイッチメニューを提案する(図-4)。選んだメニューの注文票を店員に提示すれば、内容のとおり、サンドイッチがつくられる仕組みである。

本実験では、AIのオススメはあたっているのか(推定精度)、AIによるオススメを受け入れること

ができるのか(受容性)などの観点で、AI技術の有効性を検証した。

## 実店舗での実証実験結果

実証実験は、155人(男性87人、女性68人、年齢10代から70代)の協力を得られた。

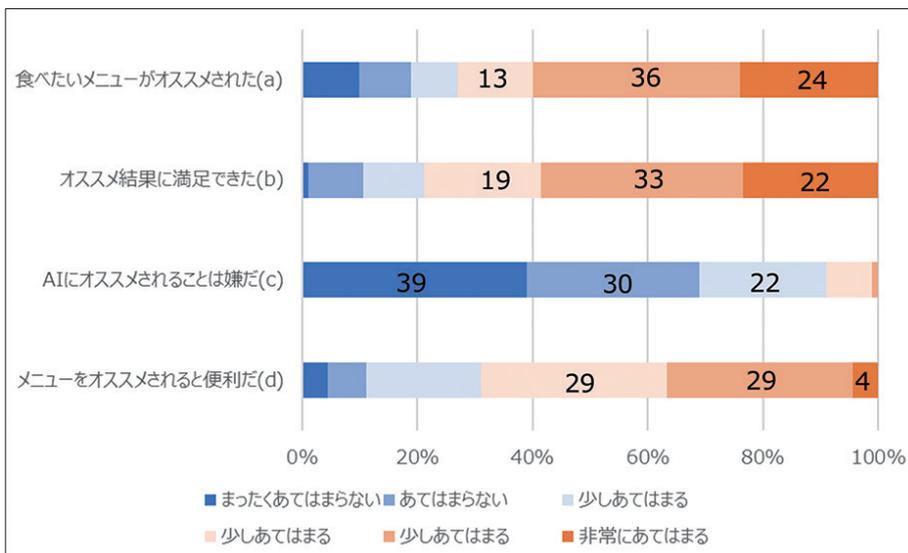
アンケートの質問項目に対して、6段階評価(まったくあてはまらない—非常にあてはまる)で回答を得た。



■図-4 実験で用いた画面例

### AI 推定精度に関する評価

「自分が食べたいと思ったものがオススメされた」の質問項目に対して、「少しあてはまる：13%」、「あてはまる：36%」、「非常にあてはまる：24%」と回答があった(図-5(a))。また、「オススメ結果に満足した」の質問項目に対して、「少しあてはまる：19%」、「あてはまる：33%」、「非常にあてはまる：22%」と回答があり(図-5(b))、これらの結果から7割強の実験参加者はオススメが当たったと評価し、AI精度は大きな問題がないことが示された。



■図-5 アンケート結果

### AIによるオススメに関する評価

受容性に関しては、「AIにオススメされることは嫌だ」の質問項目を設定し、「まったくあてはまらない：39%」、「あてはまらない：

30%」,「あまりあてはまらない:22%」と回答があり,約9割の参加者がAIによるオススめを受け入れていることが示された(図-5(c)).

また,「メニューをオススめされると便利だ」の質問に対しても「少しあてはまる:29%」,「あてはまる:29%」,「非常にあてはまる:4%」と回答があり(図-5(d)),6割強の参加者がオススめされることに利便性を感じていた。

さらに,実験中の参加者が,「食べたいものをオススめしてくれなかったけど,せっかくなので,今日はAIがオススめしてくれたものを食べる」という発言をしており,AIの活用シーンによっては,AIの精度に関してあまり厳しさを求められず,ポジティブな感情を持ってもらえることが分かった。

## AI オススめと店員との比較

「店員に注文する場合とAIオススめ注文システムで注文する場合,どちらの注文が良いですか」の質問に対して,AIオススめを選んだ参加者は57%,店員を選んだ参加者は43%であり,ややAIオススめが良い結果が得られた。自由記述によれば,AIオススめに関する良い点として,「迷っているときに決めやすくなる」,「メニューが多い場合だと決めるのがプレッシャーなので助かる」などであった。一方悪い点は,「ロボットに決められているようで少々不快」,「人と対話して注文する方が温かみがあってよい」などがあげられた。

以上のように,注文に迷っているとき,それによって生じるプレッシャーや店員や後ろに並んでいる人

に対する気遣いなど心理的負荷を低減できることが示唆された。

## 今後の取り組み

本稿では,「コロナ感染症対策」や「労働生産性向上」といった社会課題の解決として,感情推定技術を活用した接客支援の取り組みについて述べた。実証実験により,AI精度と受容性について問題ないことが確認された。

また,AIの活用シーンにおいては高い推定精度が求められず,AIを受け入れてくれることが分かった。

さらに,AIと店員との比較により,AIオススめの悪い点は,店員の良さを活かして解決できることが多いため,AIオススめに置き換えることを目指すのではなく,ユーザが好きな方を選択できて,AIと店員が共存できるような接客支援システム・サービスが重要であることも明らかになった。

今後も実証実験を行いながら,人に寄り添い,人を支援するAI,感情推定技術を活用した接客支援を考えていきたい。

### 参考文献

- 1) 赤津裕子:スマートレコメンド技術による提案型注文システム, OKIテクニカルレビュー第238号, Vol.88, No.2, pp.54-57 (2021).

(2022年11月15日受付)

■赤津裕子(正会員) akatsu232@oki.com

沖電気工業(株)に入社。銀行ATM,券売機などの公共システム,複合機,コミュニケーションシステム等のインターフェースに関する研究に従事。早稲田大学大学院理工学研究科博士課程修了。工学博士。

[人の感情を理解し、人に寄り添う AI]

## 4 人の感情を “見える化” する —心拍変動解析による感情分析—



岩田慎一郎 阿部勝巳  
日本電気 (株)

### 感情見える化の社会背景

労働力人口の減少，身体的・精神的不調による生産性の低下といった社会課題を IoT・AI 技術により解決する「働き方改革」や「健康経営」に向けた取り組みが加速されています。その中で，個々の従業員のパフォーマンス（能力）を最大化するための，職場環境の見直し，個性（スキル，適性，生活）を尊重した業務アサインなど，働きやすい仕組みづくりが検討されています。

このような取り組みに対する効果を検証する手段としてはアンケートが一般的ですが，短期間に何度も実施することは難しく，客観性に乏しいという課題があります。そこで，客観的数値データによる従業員の感情の見える化が期待されています。見える化しタイムリーに対応することで心身の健康状態を維持し，客観的で時間分解能の高い数値データに基づき評価することで，的確な施策を講じることができます。

このような社会背景から日本電気 (株) (以降 NEC) では人の感情を手軽に見える化可能とするシステムを開発し検証を行ってきました。そこでここでは本システムの解説という形で感情分析技術，システム構成，適用事例と今後の展望について解説します。

### 感情分析技術

#### 感情分析の諸手法

客観的数値データによる感情の可視化に向けて，これまでさまざまな研究開発が行われてきました。

感情とは刺激に対する脳内反応である情動を自覚（認知）したものです。また，情動には感情だけではなく，行動表現（表情，身振り，言動）や生理反応を伴います。したがって，行動表現や生理反応から情動を検知することで感情を推定することが可能と考えられています。

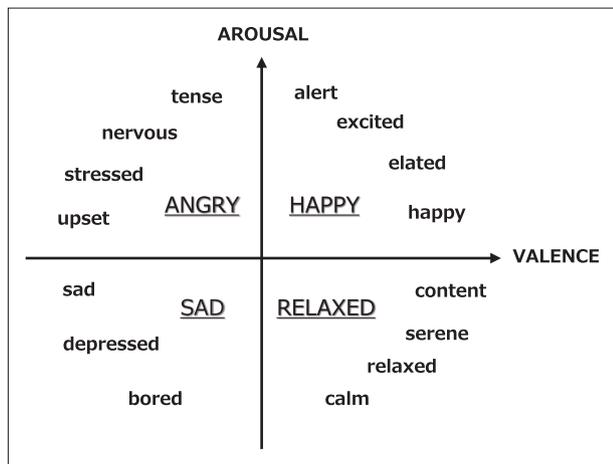
感情推定に用いる情報としては，表情<sup>1)</sup>，音声<sup>2)</sup>，生理指標（脳波，心拍／脈拍，皮膚電気反応（発汗）等）<sup>3)</sup> などがあります。表情はカメラの視野内にいるときだけ，音声は発声したときだけなど，利用シーンが限定されます。一方で生理指標を測定するにはウェアラブルデバイス（ヘッドセット型，眼鏡型，シャツ型，リストバンド型など）を用いるのが一般的ですが，装着する負担が課題となっています。

本システムでは，さまざまな業態，多様な働き方に対応するため，利用シーンの限定されないウェアラブルデバイスで測定した生理指標を用いることとしました。その中でも，装着負担の小さいリストバンド型デバイスを適用し，収集した PPI (Pulse Peak Interval, 脈拍数 = 60 秒 / PPI, 以下 PPI) の

時系列データに基づいて感情分析を実現しました。

## 感情分析モデル

喜び、興奮、緊張、ストレス、悲哀、穏やか、リラックスなど、さまざまな情動のそれぞれの関係性について、研究されてきました。ラッセルは、情動を互いに独立な2次元の軸（Arousal：覚醒度とValence：感情価（快／不快））で表現できるとし、さまざまな情動を2次元軸上に配置した円環モデル

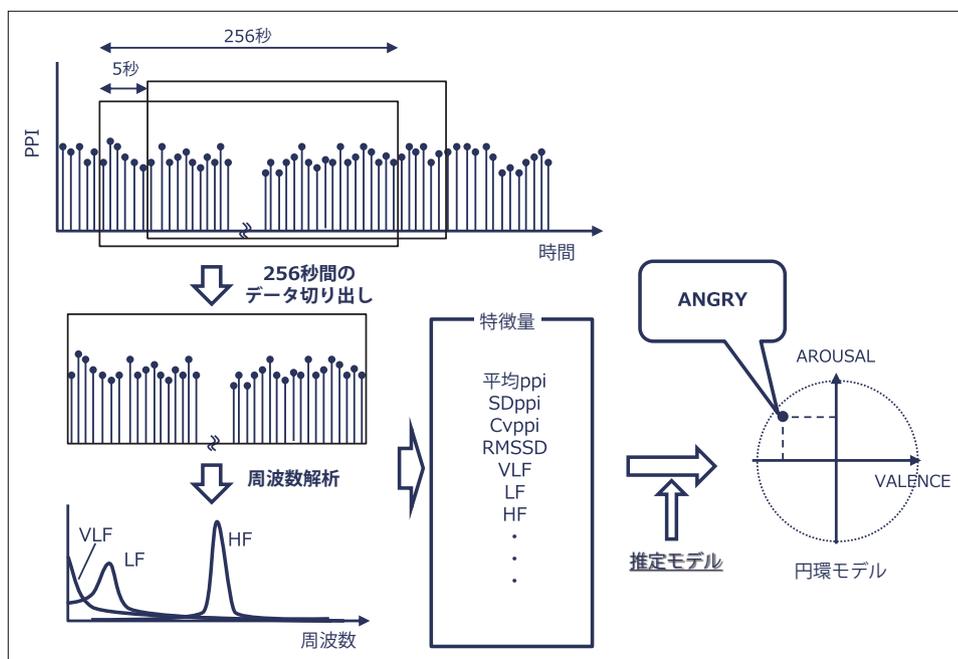


■図-1 感情（情動）の円環モデル（文献4）、5）に基づき作成

ルを提唱しました<sup>4), 5)</sup>。円環モデルは、多くの感情に関する研究に適用されています。図-1は、縦軸を Arousal、横軸を Valence とした2次元モデルに、各種情動を配置したラッセルの円環モデルです。本システムでは、感情を表現するテンプレートとしてラッセルの円環モデルを用いています。

## 感情分析の流れ

図-2に感情分析アルゴリズムの概要を示します。ウェアラブルデバイスで収集したデータからPPIの時系列データを抽出します。連続的に出力されるPPIデータから、256秒間のデータを5秒ごとに切り出し、切り出したデータから後述する心拍変動解析により特徴量を算出します。算出した特徴量を事前に機械学習により作成した推定モデルに代入することにより、Arousal、Valenceそれぞれの推定値を算出します。Arousal、Valence推定値から、ラッセルの円環モデルのどの象限に位置するかを判断し、各象限を代表するHAPPY、ANGRY、SAD、RELAXEDの4つの感情のいずれかを提示することとしました。



■図-2 感情分析アルゴリズム概要

心拍変動解析は、疲労、眠気、ストレスなど人の内面状態を推定する研究開発に多く使用されている心拍数や脈拍数の時系列データ解析手法であり、平均、標準偏差 (SD)、変動係数 (CV)、二乗平均の平方根 (RMSSD)、周波数成分 (VLF、LF、HF) などの特徴量として算出する手法です<sup>3)</sup>。心拍数は自律神経活動（交感神経、副交感神経）の影響を受けて絶えず

特集  
Special Feature

変動しています（いわゆる、心拍のゆらぎ）。たとえば、心拍数の時系列データを周波数解析すると、交感神経、副交感神経の影響を受けた低周波成分（LF）、副交感神経の影響を受けた高周波数成分（HF）を抽出することができ、LFとHFの比（LF/HF）から自律神経機能の活動状態を推定することができます。交感神経は興奮したときに活発となるのに対して副交感神経はゆったりとしているときに活発となるなど、人の状態を反映した活動をとるため、心拍変動解析より算出した特徴量は感情推定に有用であると考えられています。

図-3に、本システムで分析した、従業員の出張時の1日の感情分析結果を示します。図-3上段の帯グラフは時間ごとの感情を示し、中段の棒グラフは歩数と会話有無を示し、下段に業務履歴を付記しました。感情帯グラフで感情が出力されていない部分は、

体動等でデータを取得できなかった時間帯です。午前中メール対応時に「ANGRY」、講演中と新幹線乗車中は「HAPPY」、帰宅中は「ANGRY」と「SAD」が出力されています。本人に結果をフィードバックすると、午前中のメール対応時は複雑な対応が必要な作業を行っていたため、講演は自身の得意な業務であり、帰宅中は混雑した通勤電車に乗っていたので、納得できる分析結果であるとのことでした。図-3のように、感情分析結果と業務履歴を突き合わせることで、どのような感情で当該業務を遂行しているかを振り返ることが可能となります。

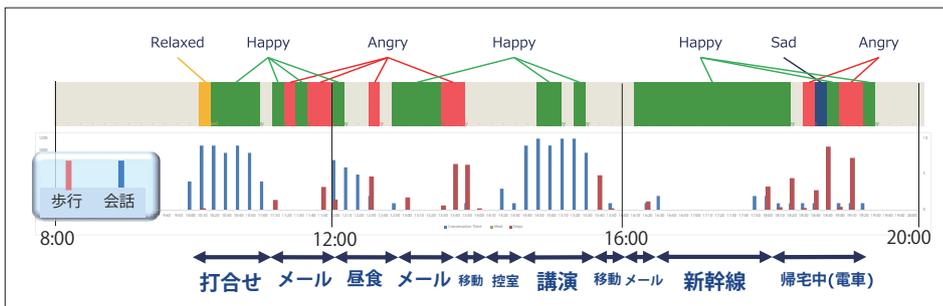
## 感情分析システム

### システム構成

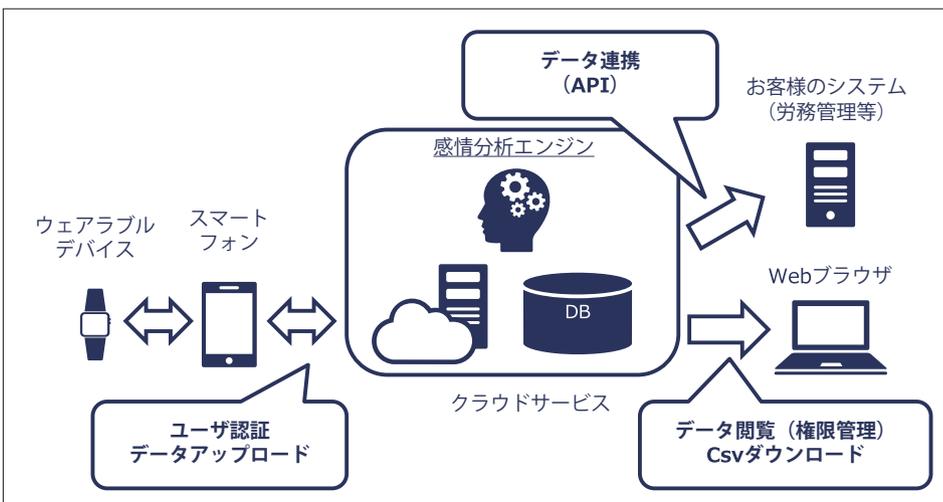
本システムは、従業員の見守りや業務改善施策

に利用することを想定し、リアルタイム性、データ連携性を意識したシステム構成となっています。

図-4に本システムのシステム構成を示します。ウェアラブルデバイスで取得したデータは、スマートフォンを介してクラウドへ送信され、先に示した方法に従いクラウド上で逐次分析処理されます。分析結果をWebブラウザにて閲覧、および、csvダウンロードすることができるため、ほぼリアルタイムに利用者の感情を確認することができます。また、感情分析結果を取得するためのAPIを備えており、既存



■図-3 感情分析結果事例（1日の感情変化）



■図-4 システム構成図

特集  
Special Feature

システムから本クラウドへデータ取得コマンドを通信することで、容易にシステム間連携が可能となっています。

なお、本システムはクラウドサービスとして提供させていただいており、利用する側にてシステムを構築する必要がないため、初期導入費用を抑え、試用から本格導入までの契約者数（ID 数）増減に対しても柔軟に対応することができます。

### ウェアラブルデバイス

脈拍数などの生理指標を収集するデバイスは各社より多数製品化されていますが、感情分析に十分な指標を取得可能な製品は限られています。そこで、TDK（株）（以下 TDK）と連携し、市販の「Silmee™ W20/W22」、および、専用アプリケーションを一部カスタマイズすることにより感情分析が可能となりました。また、「Silmee™ W20/W22」は、脈拍数、体表温度、歩数以外に、会話量や紫外線量など（以下、総称としてバイタルデータ）、感情分析だけではなく、健康管理や行動分析などに活用できるデータの取得も可能です。

### クラウドシステム

データ分析はクラウド上に実装された感情分析エ

ンジンで実行されます。受信した大量のデータをユーザ ID ごとに振り分け、256 秒分の時系列データ抽出、分析を行います。感情分析結果およびバイタルデータはデータベースに格納され、図-5 に示すような Web ポータル画面「感情見える化ダッシュボード」にて分析結果を確認することができます。また、前述した csv ダウンロードも本ポータル画面にて実行することができます。

### 適用事例と今後の展望

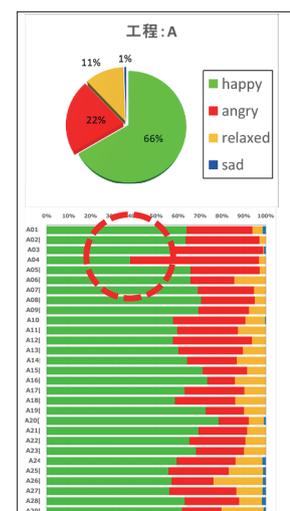
本システムは、2019 年にリリースして以降、一般企業、運輸、工場、建設、医療・介護など、多様な業界にて本導入・試用いただいております。

NEC の関連工場では、ライン作業者にウェアラブルデバイスを装着いただき、各作業工程における感情を分析しました。その結果、図-6 に示すように他の工程に比べてストレスの高い（Valence 値が低い）工程を抽出することができました。本作業工程を見直すことにより作業性向上が期待できます。

ほかの業界においても、感情と業務履歴を突き合わせることで、心的負担の高い業務の抽出、個々の業務適正、複数人に対応する業務のメンバー間の相性など、業務プロセス改善や適切な業務アサインに



■ 図-5 感情見える化ダッシュボード



■ 図-6 作業工程ごとの感情比率

有用な情報を得られることが分かってきています。  
 図-7に保育士の作業内容と感情を突き合せた事例の結果を示します。

また、「働き方改革」や「健康経営」以外の用途展開も検討しています。たとえば、社内イベント(講演会)の聴講者へウェアラブルデバイスを装着いただいて、講演に対する感情変化を分析したところ、講演の内容に相関した感情変動を得ることができました。これにより、講演や教育現場での聴講者の反応の確認や、講演者の発表技術の改善指導などにも活用できると考えています。

これまで、主に業務履歴と感情の相関分析を行い、業務上の課題を抽出してきました。一方で、感情はその時の業務内容だけではなく、日々の疲労蓄積や生活習慣、あるいは、温湿度などの影響も受けると考えられます。

今後は、継続して取得した感情データ、バイタルデータ、詳細な業務履歴データ、あるいは、環境データ等を組み合わせ、AI技術を活用した分析により、今まで気づけなかった課題抽出、改善に

向けた具体的提案まで実現することが可能になると考えられます。

#### 参考文献

- 1) Microsoft Face API 感情認識, <https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/cognitive-services/face/>
- 2) (株) AGI ST (Sensibility Technology) 音声感情認識, <https://www.agi-Web.co.jp/technology/>
- 3) 横山清子, 高橋一誠: 心拍変動時系列による自動車運転時の主観的疲労感推定の基礎的検討, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J96-A, 756-762 (2013).
- 4) Russell, J. A. : A Circumplex Model of Affect, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.39, 1161-1178 (1980).
- 5) Posner, J., Russell, J. A. and Peterson, B. S. : The Circumplex Model of Affect : An Integrative Approach to Affective Neuroscience, Cognitive Development, and Psychopathology, Development and Psychopathology, Vol.17, 715-734 (2005).

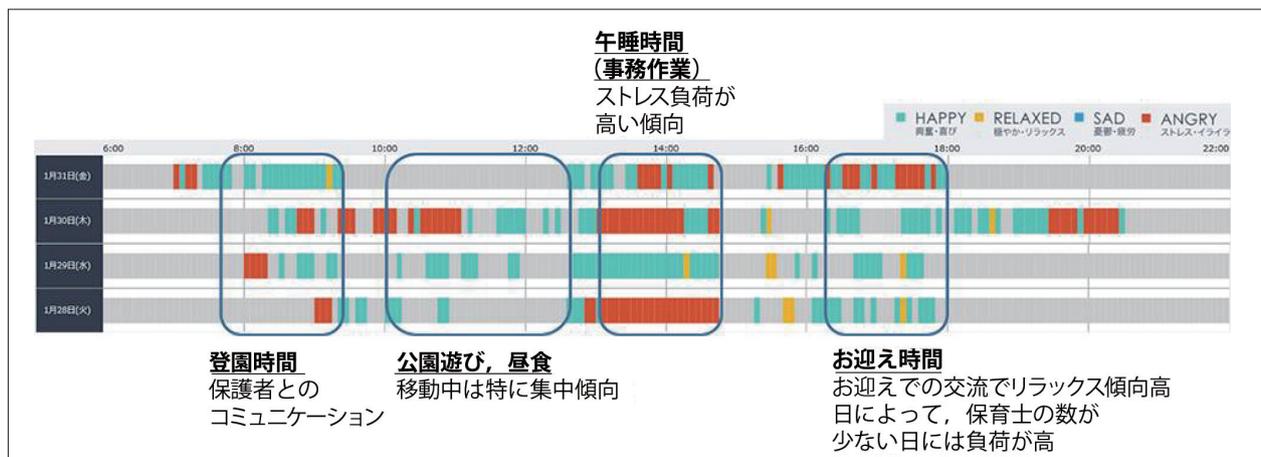
(2022年10月11日受付)

■岩田慎一郎 s\_iwata@nec.com

1994年日本電気(株)入社スマートインダストリー統括部シニアプランナー, loH.

■阿部勝巳 abe\_katsumi@nec.com

1997年日本電気(株)入社スマートインダストリー統括部プロフェッショナル.



■図-7 保育現場での感情分析

[人の感情を理解し、人に寄り添う AI]

## 5 身体動作から感情を読み取る —動作ユニット AI の構築に向けて—



藤原 健 国立中正大学 心理学系 / 東北大学 電気通信研究所  
程 苗・曾 加蕙・北村喜文 東北大学 電気通信研究所

### 社会生活を支える 対人コミュニケーション

我々ヒトは「社会的動物」と言われることがあるように、他者とかかわりつながることで生活している。こうした社会生活を支えるのが対人コミュニケーションである。このことは皮肉にも、2019年から2020年にかけて始まった新型コロナウイルスの世界的な感染拡大によって改めて実感することになった。コロナ禍においても日常生活を営む上では何らかの形で対面でのコミュニケーションをとることが必要となり、その際に感染する事例が後を絶たなかったのである。また、感染拡大を防止するために積極的に導入されたオンラインでのコミュニケーション環境も、オンライン会議疲れといった新たな問題を生み出してしまった。この問題の原因の一端となるのが、対面のコミュニケーションで伝達されていた豊富な情報、特に非言語情報がオンラインでは利用しづらいことにある。

#### 言語的情報と非言語的情報

対人コミュニケーションにおいては、話者たちの

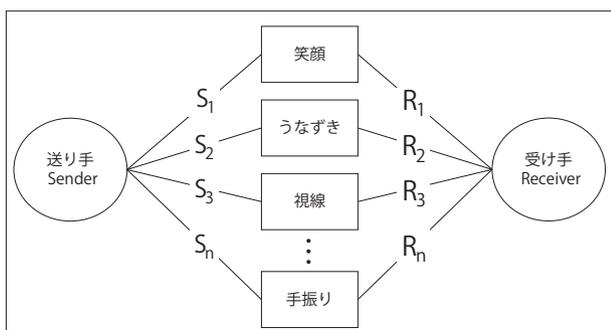
間でさまざまな情報が伝達される。言葉を介して伝えられる情報は言語的情報と位置づけられ、「明日、仙台に行きます」といったように文字に書き起こすことができることに特徴がある。論理的なメッセージを伝える際に言語的情報は欠かせない一方で、我々のコミュニケーションは言語的情報以外にも実に多くの情報をやりとりする。

言語的情報に含まれないものはすべて非言語情報と呼ばれる。何を言うかではなくどのように言うかが非言語情報として位置づけられ、顔表情がその代表例として挙げられる。たとえば、仙台への出張を控えた人の顔に笑顔が浮かんでいれば、その人が「私は出張が楽しみです」と言葉で説明しなくてもその感情を（文字通りに）見てとることができる。反対に、その人が浮かぬ表情をしている場合には出張に対して前向きではないことをうかがい知ることができる。表情のほかにも頷きやジェスチャーといった身体動作、姿勢、近言語的特徴（発声にかかわる韻律的要素）のほかに、服装といった外見的特徴も非言語情報であり、感情という情報を伝える際には言葉の果たす役割は小さく、多くが非言語的なコミュニケーションを介して伝達されることも知られている。

## レンズモデル

非言語的コミュニケーションを理解するためのモデルとして、レンズモデル<sup>1)</sup>が一般に利用される(図-1)。このモデルでは、送り手から発信される情報が非言語行動に媒介される形で受け手に伝わることを想定する。このモデルで重要となるのが、送り手側の失敗(妥当な手がかりを表出しない、図-1の $S_1$ - $S_n$ 係数で表される)によっても受け手側の失敗(手がかりをうまく利用できない、図-1の $R_1$ - $R_n$ 係数で表される)によっても正確な読解が阻害され得ることを指摘する点である。情報が送信者の意図通りに伝達されない、あるいは受け手が誤って情報を解釈することについて、環境ノイズといった外的要因に原因を求めるのではなく、送り手・受け手両方のスキルを考慮する点で心理学的な発想をうまく取り込んでいる。また、単純な失敗に加えて、たとえば送り手が状況に沿うように非言語手がかりを意図的に操作する場合(他人をかばうために嘘をつくときなど)も考えられる。

多くの心理学研究では役者の演技を採用することで標準化された刺激を作成し、これを受け手に提示してきた。そうすることにより、送り手側の伝達失敗を極力少なくし読解の正確さを受け手側に委ねることができる。しかし、日常生活を考えた際には送り手の失敗によっても正確な理解が妨げられることがあることは念頭に置いておくべきである。送り手・受け手双方が相まってコミュニケーションが成立していることを忘れてはならない。



■ 図-1 レンズモデルを非言語的コミュニケーションに適用した例

## 感情のコミュニケーション

### 顔表情

#### 顔表情で伝える, 顔表情から読み解く

多岐におよぶ非言語情報の中でも、心理学の研究は伝統的に顔表情に注目してきた<sup>2)</sup>。顔表情と感情の関係は、古くは19世紀のDarwinに遡ることができる。そこではヒトの顔表情による感情表出は進化の過程で獲得されたものであると主張された。我々ヒトやその祖先は生存し子孫を残す過程で感情反応の恩恵を受けており、(闘争・逃走などの素早い反応など)顔表情による感情の伝達もその一端に位置すると考えたのである。具体的には、ヒトは進化の過程で感情経験と顔表情表出をつなぐ神経基盤を獲得し、これによって特定の強い感情(情動)を感じることでこれに対応する表情筋が活性化し、つまり、顔表情を介して感情を表出する機構を生得的に備えたことを説明する。

そして、感情的なメッセージを読解する側にも同様の神経基盤が備わっていることから、他者の顔表情表出を見ることで感情状態を理解することができる。事実、他者の顔表情を見ると自身の表情筋も活性化し、それによって顔表情の理解が促進されることを示す研究も数多い。一般にこの顔表情による感情伝達はヒトにおいて普遍的であると考えられている。特に、喜び、悲しみ、怒り、嫌悪、恐れ、驚き、の6つはいわゆる「基本」情動として知られており、これらの顔表情は通文化的に表出され、また理解されることが多くの研究で示されてきた。

#### 顔表情を分析する

顔表情の研究では表情を司る筋肉(表情筋)を分析対象とする。ただし、顔面に存在する約40の表情筋の運動すべてを測るわけではない。各表情筋の運動を感情表出として理解する際にはアクションユニット(Action Unit)と呼ばれる分析単位に落とし込んで分析する。たとえば、喜びの感情はアクションユニット6番(口角の引き上げ)と12番(目尻の

下がり)の組合せとして表現される。現在 28 のアクションユニットが顔表情分析のために用意されている。

アクションユニットが定義されることで顔表情研究は客観性と汎用性が高まり、世界的に普及した経緯がある。筋電計を用いてアクションユニットに該当する表情筋の活動を直接記録する研究もあれば、画像ベースでアクションユニットの活動を判断する研究もあり、それぞれにアクションユニットという共通言語を用いることで顔表情研究の展開を支えてきた。

#### データ駆動型アプローチによる顔表情研究

顔表情研究の伝統的なアプローチは、人が何かしらの感情を感じた際にそれが顔表情に表れることを仮定している。反対のプロセス(顔表情を動かすことで感情状態が変わる)も表情フィードバックとして継続的に検討されてはいるものの、多くは感情が顔表情に表れることを前提としている。進化論にルーツを持つこうした理論駆動型の検証とは別に、近年ではアクションユニットを用いたデータ駆動型のアプローチによって感情理論の再構築も試みられている。

アクションユニットを用いたデータ駆動型アプローチでは、顔表情生成器がいくつかのアクションユニットを無作為に選び出し、どのタイミングでどの速さで動くかという時間パラメータに沿ってそれらを動かすことで顔表情(のような)刺激を大量に作成する。基本感情の表出のようにアクションユニットの典型的な組合せが選ばれることもあれば、感情表出という観点からはまったく異質に見える刺激も生成される。実験参加者はこれらの刺激がどのような感情表出に見えるか、その強度とともに報告するよう求められる。

既存の感情理論からアクションユニットの動きを予測し検証する理論駆動型アプローチは、科学的検証の王道である。他方、データ駆動型アプローチはどのようなアクションユニットの動きの組合せがど

のような感情表出に見えるのかという情報を(ほとんど)制約のない状態で提供してくれることから、得られる知見の柔軟さは比類がない。こうした趣きの異なるアプローチが感情理論の議論の中で有機的に融合できるのも、顔表情研究においてアクションユニットという分析単位が確立しているからであるという点はきわめて重要であろう。

## 身体動作

### 身体動作による感情表現の可能性

感情を伝えるのは顔表情だけではない。姿勢や身体動作からもヒトは感情を読み解くことができる。たとえば、肩を落とす、という表現で表されるような力が抜けて肩が垂れ下がった動作からは悲しみの感情を読み取ることができるし、全身で喜びを表現する、といった言い回しがあるように、腕を頭上に向かって大きく広げる動作からは、喜び(と興奮とが入り混じった)感情を見てとることができる。身体動作による感情表出は表情に比べて動きが大きくよりダイナミックであることが多く、誇りや恥といった一部の感情ではすでに偶然レベルの一致を超えて受け手に解釈されることも知られている。

また、表情と同様に先天盲のアスリートが晴眼のアスリートと同様の身体動作で特定の感情を表現することから(競技で勝った後に両手を頭上で広げる等)、身体動作による感情表出もヒトに遺伝的に備わっていることも指摘されている。

### 現状とその問題

ただし、表情の研究に比べると身体動作による感情表出を扱った研究はあまり注目されてこなかった<sup>3)</sup>。その原因の一端として考えられるのは、身体動作の測定の難しさである。既存のコーディングシステムの中で最も知られているもの1つは The Body Action Posture coding system<sup>4)</sup>である。BAP はきわめて網羅的で、合計 141 の身体動作を対象とする一方で(e.g., 顔を前に向ける, 右手を垂直方向に上げる), 手動のコーディングシステムであることから費用対効果の

面で現実的な選択肢ではない。具体的には、訓練を積んだコーダーでさえ約 2.5 秒間の動作を解析するために 15 分かかると報告されている。BAP はごく少数のサンプルを対象にした研究では真価を発揮すると考えられるが、汎用的な利用や大規模データへの適用には向かない。

センサ等を利用して感情表出に必要となる身体動作を測定する場合、身体には稼働可能な部位が多くあり、かつそれらをどの方向に動かすのか（各関節の屈曲・伸展、内転・外転、内旋・外旋）といった運動要素との組合せを計測しなければいけないため、それだけ測定が複雑になる。ある一部の身体部位にジャイロセンサなどを取り付けて疑似的に身体動作データと捉えることもできるが、本当にその部位に感情表出のための動作が生じるのかなど、妥当性の面で疑問が残る。そのため、必然的に高精度で大掛かりなモーションキャプチャ装置で全身動作を測定することが必要となり、一般には入手が困難となる。近年、OpenPose<sup>5)</sup> といった画像ベースの姿勢推定技術が開発されて身体動作の測定自体はコストが下がりがつつあるものの、問題は測定の複雑さだけにとどまらない。

身体動作が何らかの測定値として得られたとしても、現段階では分析に落とし込む際の単位が定められていない。顔表情研究におけるアクションユニットに該当するような分析単位は身体動作の研究には

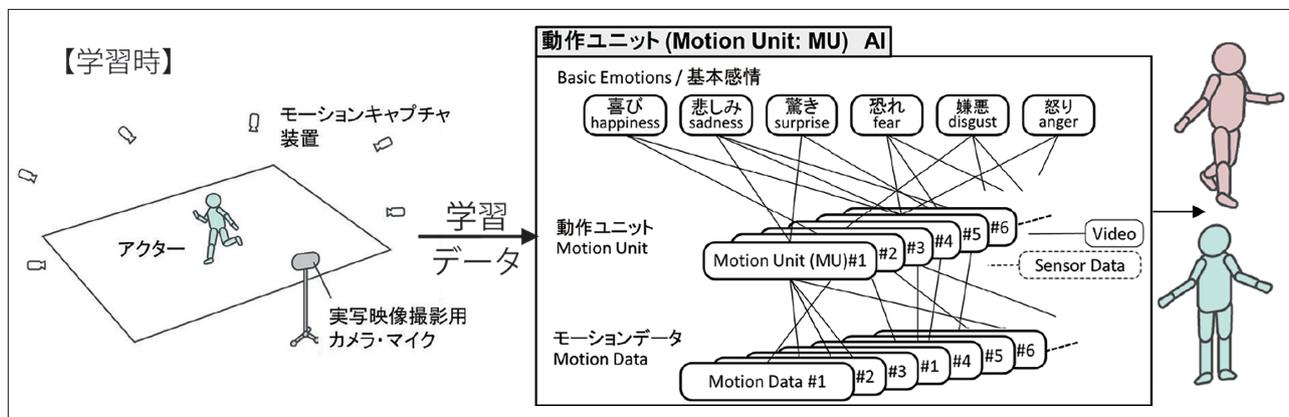
2022 年現在でも存在しないのである。研究者間に分析のための共通言語が存在しないことは、異なる環境で得られたデータ（たとえばモーションキャプチャと OpenPose）の比較や解釈を難しくし、研究の発展を大きく妨げている。

## 動作ユニットの定義に向けて

これら先行研究の問題点と感情コミュニケーションにおける身体動作の重要性を鑑みて、我々は現在、動作ユニット (Motion Unit) という分析単位を定義すべく研究を進めている (図-2)。また、将来的にはこれを自動的に判別する AI の構築も視野に入れている。動作ユニットを定義するという発想は、顔表情研究がその分析単位としてアクションユニットを定義したことで客観的な検証が可能になったことに倣っている。具体的には、感情を表出する動作を客観的・体系的に記述するために必要となる関節の運動要素とその組合せを最小限のレベルで明示・リスト化することで、世界中の研究者たちが用いることのできる共通言語を作成する。そのために、我々は現在モーションキャプチャ装置を使ってデータの取得を進めている。

## 身体動作に対するデータ駆動型アプローチ

動作ユニットを定義する際、身体動作による感情



■ 図-2 動作ユニットの定義と動作ユニット AI の構築イメージ

表出については先行研究の数が限られることから、仮説を立ててこれを検証していく従来タイプの理論駆動型アプローチでは分が悪い。代わりに我々は、モーションキャプチャから得られる大規模データを利用して、2段階のデータ駆動型アプローチを採用することとした。

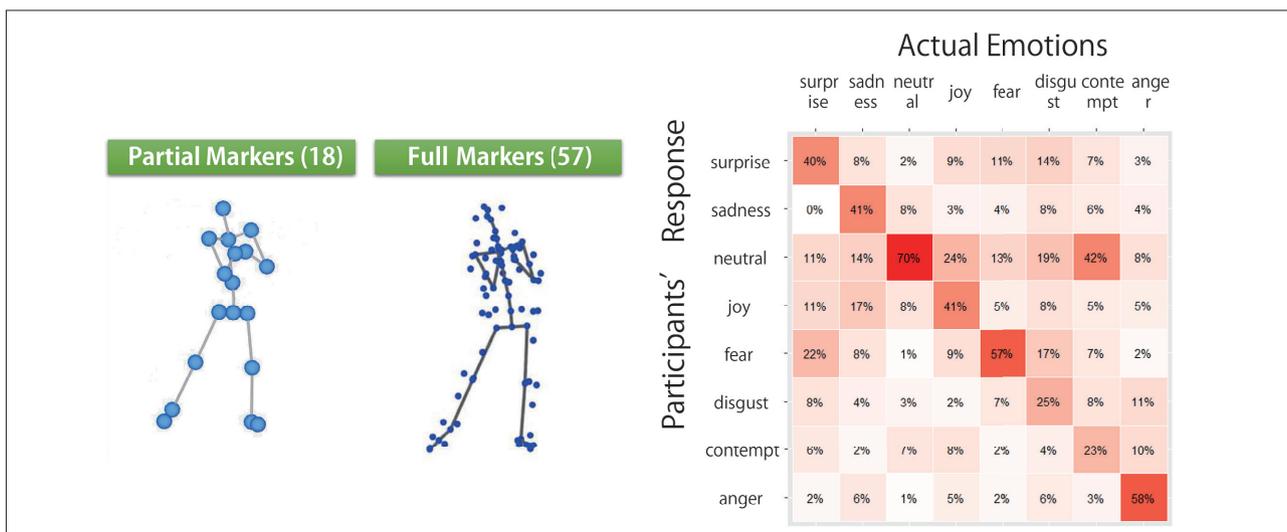
まず第1段階では、感情表出に必要な動作とそのための分析単位を抽出する。これにより、どのような感情表出にどのような身体動作が必要になるのかを見出すことができる。そしてその先には第2段階として、表情研究における顔表情生成器のように動作ユニットを操作する身体動作生成器を構築し、どのような動作ユニットの動きの組合せがどのような感情表出に見えるのかを検証していく。

動作データとしては、レンズモデルの観点と先行研究での傾向からプロの（あるいはプロに準じる）役者を日本で50名、台湾で50名雇い、それぞれに12個の感情（喜び、悲しみ、怒り、嫌悪、恐れ、驚き、軽蔑、感謝、罪悪、嫉妬、誇り、羞恥）を3つの異なるシナリオの元で3つの強度で演じ分けてもらっている（ $12 \times 3 \times 3 = 108$ ）。これにニュートラルの表出を3シナリオ分加え、1人につき111の動作データ、全体では11,100の動作データの取得を見込んでいる。

### 評価実験

レンズモデルの観点に立つと、プロの俳優から感情を表す動作データが取得されたとしても、その動作が受け手にとって正しく解読されるかどうかは保証がない。将来的に動作ユニットが定義され、AI開発へと進んでいく実用的側面を考えると、身体動作によって表出された感情は受け手に正確に解読されることが望ましい。そこで Cheng et al. ら<sup>6)</sup>は、日本で得られた動作データの妥当性を検証するために、データの中から8つの感情（喜び、悲しみ、怒り、嫌悪、恐れ、驚き、軽蔑、ニュートラル）を対象にして、3つの異なるシナリオで演じられた中程度の強度の動作データを6名分、計144の動作を2種類の Point-Light Display の形式（18点群、57点群）、つまり各関節位置を点群によって表現した身体モデルで提示した。20名の参加者に動作とともに8つの選択肢を提示して正解を強制選択するように求めた結果、正解率は約25%から70%程度になることが分かった（図-3）。

文献6)で報告されているのは暫定的な検証結果ではあるものの、選択肢が8つであることを考えるとすべての感情動作について偶然レベルよりは高い正解率が得られている（ $100/8 = 12.5\%$ ）。このことから、身体動作のみから感情を読み取ることは十分



■ 図-3 Point-Light Display 形式の身体動作表示例と 57 点群表示における各感情動作の正解率<sup>6)</sup>

に可能であること、そして動作ユニットの定義とこれを判別するAIの構築が理論的にも実用的にも有意義であることが示されたといえる。

## 動作ユニット研究の描く未来

### 感情研究の発展

モーションキャプチャによる厳密な動作データとデータ駆動型アプローチの成果として動作ユニットが定義された後は、動画ベースでも動作ユニットの活動を測定することも可能になる。OpenPoseといった姿勢推定アルゴリズムの普及に伴い、身体動作の取得は情報科学者のみならず心理学者の手にも届くようになってきている。動画から動作ユニットが抽出されることにより、従来の顔表情研究がそうであったように、身体動作による感情表出の研究がより客観的で一般的になることが見込まれる。これまであまり焦点のあたってこなかった、感情表出における身体動作の役割が明らかになる。

また、身体動作だけでなく、その他の非言語情報との関連についても理解が進むことになる。感情は、表情や音声、身体動作などの個別のチャンネルで別々に表現されるものではなく、それぞれが関連するマルチモーダルな表現として捉えられるべきであろう。一部の研究を除き、マルチモーダルな感情表出の中に身体動作の役割を積極的に見出した研究はほとんどない。動作ユニットが定義されることで感情研究の飛躍的発展が期待できるのである。

### 関連研究への波及性

顔表情研究の広範性・拡張性を見れば、動作ユニットを伴う身体動作研究がどのような分野に波及的効果をもたらすのかを想像しやすい。顔表情は感情研究の文脈だけで研究が進められているわけではなく、たとえば性格といった比較的安定した個人特性と顔表情の表出傾向には一定の関連が見られているし、嘘を見破るといった欺瞞検知の文脈でも表情に注目する研究は少なくない。また、相手を好ましく

思うか、信頼できるかといった社会的判断の研究でも顔表情が刺激として用いられる。こうした顔表情が担ってきた非言語情報の多くは、動作ユニットに置き換えて検討できる対象となり得る。

そのほか、個々人を対象とするだけでなく、対人コミュニケーションの文脈でも動作ユニットは有用である。たとえば顔表情研究の中では話者間に同一の顔表情が見られる表情模倣 (facial mimicry) という現象が知られており、良好な対人関係を予測するうえで重要な変数であると考えられている。身体動作に着目する行動模倣 (behavioral mimicry) 研究も知見の蓄積こそ多いものの、対象となる身体動作は研究者たちが恣意的に決めてきている (腕を擦る、足を揺らすなど)。動作ユニットを用いることで行動の組合せを系統的に把握できるようになることから、どのような行動が模倣されることでその後の対人関係にどのような影響が及ぼされるのかななどを包括的に理解できる可能性がある。

### 遠隔コミュニケーションへの展開

動作ユニットの活動と感情表出の関係が対応付けられ、図-2のイメージを示すような動作ユニットAIが完成した後は、キャラクターやアバタを介して特定の感情を表現するモーションをゼロから出力することが可能になる。あるいは、あるモーションデータやそれに類するセンサデータ (映像・音声や心拍などの含む) が得られた後に、これを基にして特定の感情を表現するように出力に編集を施すこともできる。動作ユニットAIは、キャラクターがただ人の動作を模した表現を出力するにとどまった従来の手法を超えて、より豊かな感情表現を体現するのに資する。これにより、制限を受けた (オンラインでの) 対人コミュニケーションの場面でも不足する情報を補って伝送するなどの手段を講じることができ、コミュニケーションを豊かにするだけでなく、対人間に生じる葛藤を解消して精神的健康を維持し、円滑な意思疎通を基盤とした豊かな社会を実現することに寄与できる。

特集  
Special Feature

また、社会実装の面でも多様な応用例が考えられる。例を図-4に示すが、たとえば、オンラインライブのイベントなどの作業工程をきわめて簡素にすることが可能になる。近年、オンラインのライブイベントは大きな商業規模を誇るようになっているが、視聴者の高い満足につながる十分なクオリティを維持するためには「舞台裏」で多くの手順が存在し、それだけ機材の数も技術者の数も必要となるのが現状である。動作ユニット AI によって推定された感情から動作アニメーションが生成できれば、リアルタイムの映像伝送を伴わずに、リアルタイム音声および制御信号のみを送信するオンラインライブが実現できるようになり作業工程の大幅な効率化が期待できる。また、最近普及しつつある VR を用いた遠隔通信であるメタバースなどでも、参加者の感情に対応するアバタの豊かな動作生成にも利用できると考えられる。

#### 参考文献

- 1) Brunswik, E. : The Conceptual Framework of Psychology, University of Chicago Press (1952).
- 2) Plusquellec, P. and Denault, V. : The 1000 Most Cited Papers on Visible Nonverbal Behavior: A Bibliometric Analysis, Journal of Nonverbal Behavior, 42(3), pp.347-377 (2018), <https://doi.org/10.1007/s10919-018-0280-9>
- 3) Witkower, Z. and Tracy, J. L. : Bodily Communication of Emotion: Evidence for Extrafacial Behavioral Expressions and Available Coding Systems, Emotion Review, 11(2), pp.184-193 (2019), <https://doi.org/10.1177/1754073917749880>

- 4) Dael, N., Mortillaro, M. and Scherer, K. R. : The Body Action and Posture Coding System (BAP): Development and Reliability, Journal of Nonverbal Behavior, 36(2), pp.97-121 (2012), <https://doi.org/10.1007/s10919-012-0130-0>
- 5) Cao, Z., Hidalgo, G., Simon, T., Wei, S. E. and Sheikh, Y. : OpenPose : Realtime Multi-person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 43(1), pp.172-186 (2021), <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2019.2929257>
- 6) Cheng, M., Higashiyama, S., Fujiwara, K., Tseng, C. H. and Kitamura, Y. : E-Motion: A Database of Bodily Expression of Basic and Social Emotions, iPerception (in press).

(2022年11月7日受付)

■藤原 健 psykf@ccu.edu.tw

国立中正大学 心理学系 助理教授。博士 (人間科学)。2013年大阪大学大学院人間科学研究科博士後期課程修了。同年京都大学経営管理大学院研究員, 2014年大阪経済大学講師, 2019年カリフォルニア大学サンタバーバラ校客員研究員を経て2021年より現職。

■程 苗 cheng.miao.c3@tohoku.ac.jp

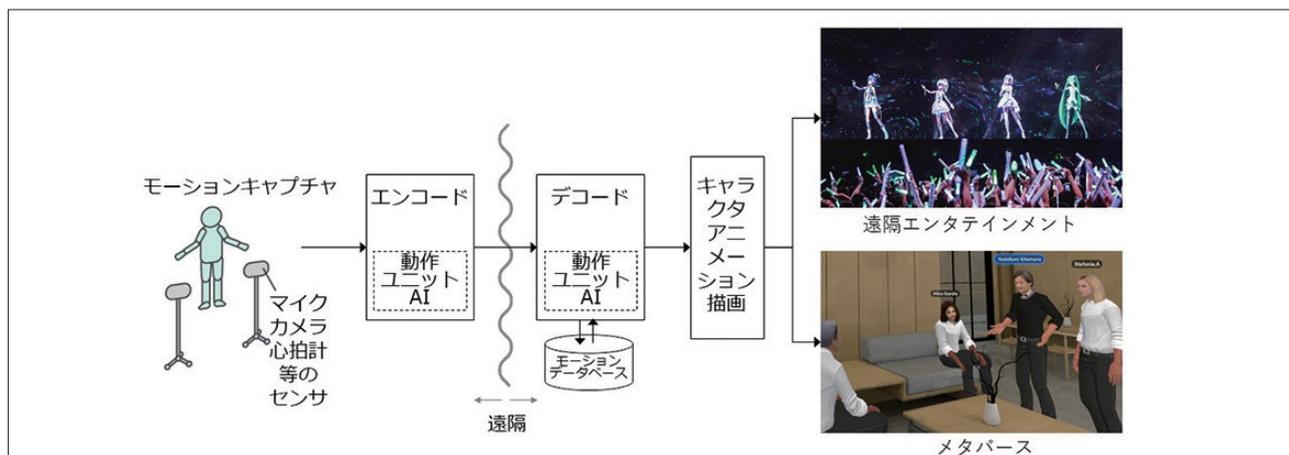
東北大学 電気通信研究所 特任助教。博士 (心理学)。2016年カリフォルニア工科大学客員研究員を経て2018年香港大学博士課程修了。同年 NTT コミュニケーション科学基礎研究所研究員。2021年より現職。

■曾 加蕙 tseng@riec.tohoku.ac.jp

東北大学 電気通信研究所 准教授。博士 (心理学)。2004年カリフォルニア大学アーバイン校博士課程修了。同年ラトガース大学研究員, 2006年国立成功大学助理教授, 2007年国立臺灣大学助理教授, 2009年香港大学助理教授を経て2016年より現職。

■北村喜文 (正会員) kitamura@riec.tohoku.ac.jp

東北大学 電気通信研究所 教授。博士 (工学)。1987年大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程修了。同年キャノン (株), 1992年 ATR 通信システム研究所, 1997年大阪大学大学院工学研究科 / 情報科学研究科 助教授 / 准教授。2010年より現職。2018年より副所長。



■図-4 動作ユニット AI の社会実装例のイメージ



### 特集

# コロナ禍後も見据えた オンラインコミュニケーション 環境の活用と課題

## 編集にあたって

中村素典 | 京都大学

インターネットによる音声や映像の配信技術を利用したリアルタイム遠隔授業やテレカンファレンス等の試みは20年以上前から行われてきています。インターネットの広帯域化とH.323等の国際標準規格に基づくビデオ会議システムの普及やそのHD（ハイビジョン）化により、その応用範囲は徐々に広がってきてはいましたが、比較的高価な専用機器が必要とされること、ファイアウォール等による厳しい通信制限がなくインターネットと比較的自由に通信が可能なネットワーク環境が必要であったこと、3地点以上での相互接続（多者会議）が容易でなかったこと等の要因から、これまでその活用は非常に限定的でした。

並行して、PC上で動作するソフトウェアベースのビデオ会議システムも開発されてきてはいましたが、品質が不安定で汎用性や相互接続性が低く、またサブスクリプションベースのサービスモデルが多かったこともあり、なかなか広く受け入れられない状況が続いていました。ようやく近年になって性能向上や機能向上が急速に進み、従来

のビデオ会議システムを置き換え得る状況となってきていたところでコロナ禍を迎えたことから、一気に世界的に普及することとなりました。

コロナ禍がもたらしたものは、単純なビデオ会議システムの置き換えの促進だけではなく、これまであまりビデオ会議システムの適用が試みられることがなかった実習や実技を伴う授業や、学会等での貴重な情報交換の場である懇親会等におけるコミュニケーションをオンライン化する際の課題についても浮き彫りにしてきています。ビデオ会議システムはあくまでもオンラインコミュニケーション環境を実現する上でのツールの1つであり、効果的なオンラインコミュニケーションを実現する上でどのように活用するかが、その先の本質的な課題であると考えられます。ビデオ会議システムをとりまく技術自体についても、ネットワーク整備における配慮、教材提示手法、カメラ制御、音響環境整備、仮想空間概念の導入をはじめとして、従来のビデオ会議システムを活用する上での知見とは違った観点も要求され、

## 【デジタルプラクティスコーナー】

各記事の概要のみ掲載しております。本文は電子版

<https://www.ipsj.or.jp/dp/contents/publication/53/S1401-index.html> をご覧ください。



まだまだ多くの課題が残されています。

そこで、本特集では、このようなオンラインコミュニケーション環境に関連する取り組みからのさまざまな知見を広く共有することを目的として事例を紹介します。

清水周次氏らによる「医療と情報工学の融合—遠隔医療 20 年の軌跡—」(招待論文)では、高画質の映像伝送システムの国際的な遠隔医療への応用への 20 年にわたる取り組みについて紹介しています。単なる評価実験にとどまらず、内視鏡を用いた医療技術等の国際的な普及に向けた継続的な取り組みとして非常に興味深い内容となっています。

喜多一氏による「COVID-19 パンデミック下での大規模オンライン授業の経験と今後に向けての課題」(招待論文)では、コロナ禍において大学での教育を継続するためのオンライン授業等への対応の取り組みについてまとめられています。授業の対面実施とオンラインの併用によるハイブリッド

化の試みも含め、今後の大学教育の在り方の見直しにもつながる内容としてまとめられています。

荒木智史氏らによる「Gather.town と VR カメラを活用した研究室紹介バーチャルツアー」(投稿論文)では、オンラインコミュニケーションを活用した研究室紹介バーチャルツアーの実現方法として、VR カメラと YouTube を用いて作成したオンデマンド型のバーチャルツアーと、Gather.town を用いた対話型のバーチャルツアーを組み合わせるアプローチについて紹介し、その効果について評価を行っています。

本特集が、オンラインコミュニケーション技術の多様な分野へのさらなる活用や、オンラインコミュニケーション技術自体の発展につながれば幸いです。

(2022 年 10 月 25 日)

■中村素典 (正会員) [nakamura.motonori.2c@kyoto-u.ac.jp](mailto:nakamura.motonori.2c@kyoto-u.ac.jp)  
京都大学情報環境機構教授, 博士 (工学). 立命館大学理工学部助手,  
京都大学経済学部助教授, 京都大学学術情報メディアセンター助教授,  
国立情報学研究所特任教授を経て 2019 年より現職。

論文誌 デジタルプラクティス「特集：コロナ禍後も見据えたオンラインコミュニケーション環境の活用と課題」はこちらでご覧いただけます (電子図書館)

[https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository\\_opensearch&index\\_id=11022](https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=repository_opensearch&index_id=11022)



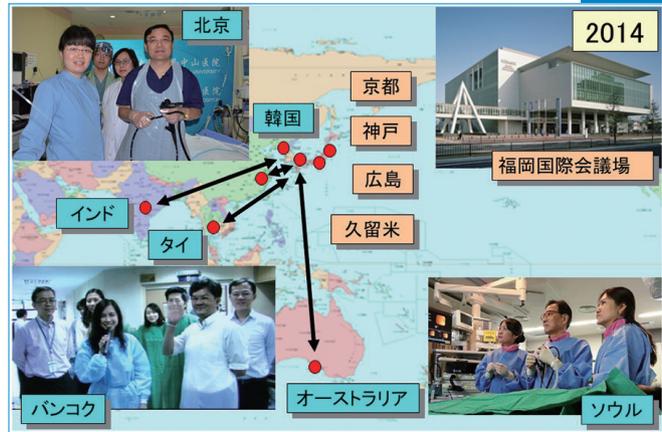
## 概要

### 1 医療と情報工学の融合—遠隔医療 20 年の軌跡—

清水周次 (九州大学病院)・中島直樹 (九州大学病院)・岡村耕二 (九州大学情報基盤研究開発センター)  
工藤孔梨子 (九州大学病院)・森山智彦 (九州大学病院)



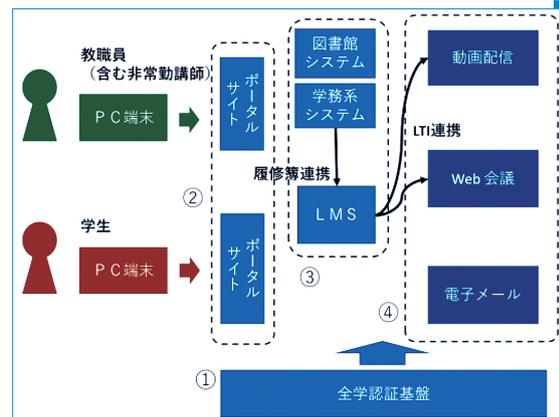
遠隔医療の実用化は、大容量インターネットの幕開けとともに訪れた。2002年の福岡・釜山間の海底光ケーブル敷設を契機に、安価で高画質の映像伝送システムが世界に先駆けて開発され、医療の発展や教育ニーズの増大を背景に医工連携の活動はアジアから世界へと広がった。新型コロナウイルス感染症の到来とともに時代はまさに遠隔医療 2.0 とも言える時代に突入し、今後のさらなる発展が期待される。

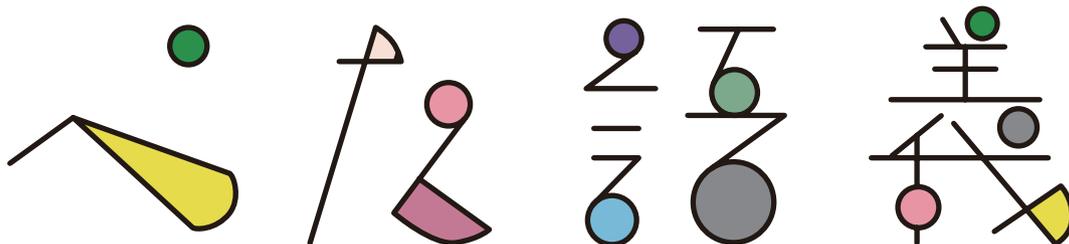


### 2 COVID-19 パンデミック下での大規模オンライン授業の経験と今後に向けての課題

喜多 一 (京都大学)

新型コロナウイルス感染症 COVID-19 が世界的なパンデミックに発展する中で、各国でさまざまな対応がとられた。我が国の対応の1つとして2020年度の大学教育がほぼ全面的にオンライン実施されることから始まったことが挙げられる。その後、オンライン実施への社会的な批判や感染状況の緩和から授業は対面実施へと移行してきているが、これは今度は授業のハイブリッド実施という課題への対応を求められた。本稿ではこれらの経験を踏まえ、今後の課題についても考えたい。





Vol.137

## CONTENTS

【コラム】高等学校情報科の指導体制の一層の充実を願う…中山 泰一

【解説】令和7年度大学入学共通テスト『情報Ⅰ』の実施に向けて～問題作成方針に関する検討の方向性と試作問題～…水野 修治

【解説】将来につながる小中高等学校の情報教育…文部科学省初等中等教育局学校デジタル化プロジェクトチーム情報教育振興室

基  
般

## COLUMN

### 高等学校情報科の 指導体制の一層の充実を願う

PLANNING...



筆者は、神戸大学教育学部の附属小学校で学んだ。附属小学校には、毎年、多くの教生の先生（教育実習生）がやって来るので、大学生になれば教育実習に行くのが当たり前のように感じていた。東京大学に入り、教養学部で法学、教育原理や教育心理の講義を、工学部で数学科教育法の講義を受けた。教育実習には大学院に進学してから行き、修士課程を修了した1990年に教員免許（中学校・高等学校の数学の専修免許状）を取得した。

その後、中学校・高等学校の教員に就くことなく過ごしてきたが、電気通信大学で2010年の改組にかかわる教職課程の認定のため、筆者は、角田博保先生、小原格先生（東京都立町田高等学校）とともに情報科教育法を担当することになり、初等中等教育における情報教育に深くかかわることとなった。本会では、情報処理教育委員会、初等中等教育委員会、教員免許更新講習委員会、ジュニア会員活性化委員会などの委員に就くことになった。

2014年に大学情報入試全国模擬試験<sup>☆1</sup>のための合宿をした際に、高等学校情報科教員の現状を研究しようという話になった<sup>☆2</sup>。文部科学省や66都道府県市への公文書公開手続きにより、情報科では免許外教科担任や臨時免許状がほかの教科に比べて突出して多用されていること、情報科のみを担当する教員（情報科専任教員）が2割しかいないことを明らかにした。これらの研究成果は、毎日新聞2015年10月29日付や2016年10月6日付の記事で取り上げられた。

文部科学省も2016年3月3日付で指導通達を出し、2015年度に情報科担当教員5,732人のうち免許外教科担任が1,580人であると公表している。その後、2018年に高等学校の新学習指導要領が告示され、情報科は情報の科学的な理解に重点を置き、「情報Ⅰ」（必履修、2単位）と「情報Ⅱ」（選択、2単位）が開講されることとなった。同じく2018年に、2025年からの大学入学共通テストで「情報Ⅰ」が出題される方向性が示されたことから、都道府県市の教育委員会での情報科教員の採用が促進されることとなった。文部科学省が本年（2022年）11月8日付で公表した「高等学校情報科担当教員の配置状況及び指導体制の充実に向けて」によると、2022年度に情報科の免許外教科担任は560人、臨時免許状は236人であり、2024年度にはどちらも0人となる見込みである。

2020年度の情報科の教員免許取得者は1,323人（一種免許状1,243人、専修免許状80人）である。大学における情報科教員の養成はされている。都道府県市の教育委員会には、積極的に教員採用をして、情報科専任教員を増やしていただきたい。情報科専任教員は発展的内容を教える「情報Ⅱ」を開講するためにも必要である。情報科が始まったときに免許を取得した教員が年代的に管理職になったり退職を迎えたりする時期にきていることも考慮に入れて、情報科の教員採用を計画的に行っていただきたいと願っている。

☆1 中野由章 他：大学情報入試の必要性と情報入試研究会の活動、<http://id.nii.ac.jp/1001/00176485/>

☆2 中山泰一 他：高等学校情報科における教科担任の現状、<http://id.nii.ac.jp/1001/00182185/>



中山泰一（電気通信大学）（正会員）nakayama@uec.ac.jp

1993年東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了。同年より電気通信大学において、計算機システム、並列分散処理、情報教育の研究に従事。現在、同大学院情報理工学教授。本会では教育担当理事などを歴任。2017年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞受賞。日本学術会議特任連携会員。

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

# 令和7年度大学入学共通テスト『情報Ⅰ』の 実施に向けて ～問題作成方針に関する検討の方向性と試作問題～

水野修治

(独) 大学入試センター

2022年11月9日、大学入試センターは、令和7年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト（以下「令和7年度大学入学共通テスト」という）の問題作成方針に関する検討の方向性および新科目『情報Ⅰ』を含む試作問題等を公表した<sup>1)</sup>。これらの検討には、本会の関係者も含め多くの有識者（大学や高等学校関係者）にこれまで献身的にご尽力いただいた。限られた紙面であるが、この場を借り、深い敬意と感謝の意を込めて、その公表内容の一部を解説とともに寄稿する。

## これまでの公表内容の整理

大学入試センターでは、平成30年告示高等学校学習指導要領に対応した令和7年度大学入学共通テストの出題教科・科目について、「情報」を含む7教科21科目に再編成するという検討中案を2020年10月20日に大学等や高等学校の関係団体に示し、意見を求めた。また、「情報」については、関係団体における検討に資するよう、「『情報』試作問題（検討用イメージ）」を参考として提供した。

その後、2021年3月に出版教科・科目についての一定の結論を示すとともに、『情報Ⅰ』などのサンプル問題を公表し<sup>☆1</sup>、同年7月30日に文部科学省が「令和7年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト実施大綱の予告」を通知し、正式に令和7年度大学入学共通テストに新科目『情報Ⅰ』が出題されることになっ

<sup>☆1</sup> 水野修治：べた語義：大学入学共通テスト新科目「情報」～これまでの経緯とサンプル問題～、情報処理、Vol.62, No.7, pp.326-330 (July 2021), <http://doi.org/10.20729/00211554>

た。さらに、同年9月に通知された「令和7年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト実施大綱の予告（補遺）」の中で試験時間を60分とすることと、旧教育課程の「社会と情報」「情報の科学」に対応する経過措置を講じることが示された。これを受けて、同年12月に大学入試センターから、経過措置科目『旧情報（仮）』を出題すること、試験問題の難易差により『情報Ⅰ』と著しい点差が生じた場合は得点調整されることが示された。

## 問題作成方針に関する検討の方向性

平成30年告示高等学校学習指導要領では、新しい時代に必要な資質・能力の育成やその実現のために「主体的・対話的で深い学び」に向けた授業改善を行うことの重要性が示されている。そして、今日、多くの高等学校等の先生方は、この新しい学習指導要領に基づいて、授業改善に取り組んでいる。そのことを踏まえ、11月に公表した、令和7年度大学入学共通テストの問題作成方針に関する検討の方向性については、大学教育を受けるためにふさわしい能力・意欲・適性等を多面的・総合的に評価判定することに資するよう、以下を基本的な考え方としている。

- (1) 大学入学志願者が高等学校教育の成果として身に付けた、知識・技能や思考力・判断力・表現力等を問う問題作成
- (2) 各教科・科目の特質に応じた学習の過程を重視した問題作成
- (3) 多様な受験者の学力を適切に評価する試験問題の

作成

また、2025年から始まる新科目『情報Ⅰ』の試験もどのような試験にするか、これまで有識者によって検討を重ねてきた。そして、全体の問題作成方針に関する検討の方向性を踏まえて、具体的な試作問題とともに図-1のような方向性で検討すると公表した。

この方向性を基に、今後最終的な共通テスト『情報Ⅰ』の問題作成方針を決定することになる。

## 試作問題『情報Ⅰ』

今回公表した試作問題は、2021年3月公表のサンプル問題とともに共通テスト『情報Ⅰ』について具体的なイメージを共有する1つの形であり、2025年の実施に向けて引き続き検討する基となる。

試作問題『情報Ⅰ』は、配点100点の問題セットとして次のような4つの大問で構成されている。

第1問…情報や情報技術に関する問題(小問×4)

第2問…テーマ別の問題(中間×2)

第3問…プログラミングに関する問題

第4問…データの活用に関する問題

これらの問題は、見ていただければ分かるように、図-1の検討の方向性に従って、さまざまな事象を情報とその結び付きの視点から捉え、単なる知識・技能ばかりではなく、探究的な活動の中で生きて働く知識を生かした思考力・判断力・表現力等を発揮して解く問題となっている。これは、言うまでもなく、長年実施されてきた情報処理に関する資格試験で測ろうとする資質・能力とは本質的に異なるものである。ここでは、紙面の都合もあり、問題の発見・解決と関係の深い第2問のシミュレーションを扱った問題と、第3問のプログラミングに関する問題について紹介する(図-2、いずれも抜粋)。

第2問は、独立した2つの中間で構成されており、その1つは、待ち行列のシミュレーションを用いた問題解決に関する問題である。この問題では、文化祭で出店したクレープ店(模擬店)を題材に、生徒が主体的に学習し探究する場面を設定している。短時間

で解答を導き出す試験であることを鑑み、より簡潔なモデルとして設定し、客の到着間隔の記録から各到着間隔の累積相対度数を確率と見なした考え方と乱数を発生させたデータを基に、模擬店の待ち行列の状況を考察できるかなどを問うている。

第3問は、日常的な買い物において、代金を支払う際の「上手な払い方」を考えるとという身近な問題解決を題材としたプログラミングの問題である。この問題では、先生と生徒の会話を通して、基本的なプログラミングにおける変数の使い方や繰り返しによる処理、算術演算の活用法を理解しているか、また、示された要件を踏まえたアルゴリズムについて論理的に考察できるかを問うている。

これらの問題は、知識・技能のみでは解くことができない問題となっており、日ごろの授業の中で実習を通して培われる問題解決を目的とした科目の本質を追究する学びができていれば、受験者はしっかり対応できるものとする。そのために、指導者は学習指導要領の趣旨を理解し、授業を通してどのような資質・能力を生徒に身につけさせたいかを明確にした授業計画が必要となる。

新学習指導要領で示されている「情報Ⅰ」で育成を目指すこととされている資質・能力を重視したものとなるよう検討する。

今回公表する試作問題は以下の考えの下で作成した。

- 日常的な事象や社会的な事象と情報の結び付き、情報と情報技術を活用した問題の発見・解決に向けての探究的な活動の過程、及び情報社会と人の関わりを重視する。
- 社会や身近な生活の中の題材や受験者にとって既知ではないものも含めた資料等に示された事例や事象について、情報社会と人の関わりや情報の科学的な理解を基に考察する力を問う問題などとともに、問題の発見・解決に向けて考察する力を問う問題も含めて検討する。
- 試作問題の中にあるプログラム表記は、授業で多様なプログラミング言語が利用される可能性があることから、受験者が初見でも理解できる大学入試センター独自の日本語でのプログラム表記を用いた。令和7年度試験問題も同様の方向性で検討する。

図-1 『情報Ⅰ』問題作成方針に関する検討の方向性



第2問 次の問い(A・B)に答えよ。(配点 30)

B 次の文章を読み、後の問い(問1~3)に答えよ。

Mさんのクラスでは、文化祭の期間中2日間の日程でクレープを販売することにした。1日目は、慣れないこともあり、客を待たせることが多かった。そこで、1日目が終わったところで、調理の手順を見直すなど改善した場合に、どのように待ち状況が変化するかシミュレーションすることにした。なお、このお店では同時に一人の客しか対応できないとし、客が注文できるクレープは一枚のみと考える。また、注文は前の客に商品を渡してから次の注文を開くとして考える。

問1 次の文章および表中の空欄[ケ]~[シ]に当てはまる数字をマークせよ。

まず、Mさんは、1日目の記録を分析したところ、注文から商品を渡すまでの一人の客への対応時間に約4分を要していることが分かった。

次に、クラスの記録係が1日目の来客時刻を記録していたので、最初の50人の客の到着間隔を調べたところ、表1の人数のようになった。この人数から相対度数を求め、その累積相対度数を確率とみなして考えてみた。また、到着間隔は一定の範囲をもとに集計しているため、各範囲に対して階級値で考えることにした。

表1 到着間隔と人数

到着間隔(秒)	人数	階級値	相対度数	累積相対度数
0以上~30未満	6	0分	0.12	0.12
30以上~90未満	7	1分	0.14	0.26
90以上~150未満	8	2分	0.16	0.42
150以上~210未満	11	3分	0.22	0.64
210以上~270未満	9	4分	0.18	0.82
270以上~330未満	4	5分	0.08	0.90
330以上~390未満	2	6分	0.04	0.94
390以上~450未満	0	7分	0.00	0.94
450以上~510未満	1	8分	0.02	0.96
510以上~570未満	2	9分	0.04	1.00
570以上	0	-	-	-

そして、表計算ソフトウェアで生成させた乱数(0以上1未満の数値が同じ確率で出現する一様乱数)を用いて試しに最初の10人の到着間隔を、この表1をもとに導き出したところ、次の表2のようになった。ここでの到着間隔は表1の階級値をもとにしている。なお、1人目は到着間隔0分とした。

表2 乱数から導き出した到着間隔

	生成させた乱数	到着間隔
1人目	-	0分
2人目	0.31	2分
3人目	0.66	4分
4人目	0.41	2分
5人目	0.11	0分
6人目	0.63	3分
7人目	0.43	3分
8人目	0.28	2分
9人目	0.55	3分
10人目	0.95	[ケ]分

表2の結果から10人の客の待ち状況が分かるように、次の図1のように表してみることにした(図1は6人目まで記入)。ここで、待ち時間とは、並び始めてから直前の人の対応時間が終わるまでの時間であり、対応時間中の客は待っている人数に入れないとする。このとき、最も待ち人数が多いときは[コ]人であり(これを最大待ち人数という)、客の中で最も待ち時間が長いのは[サ][シ]分であった。

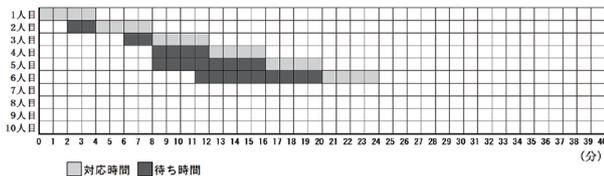


図1 シミュレーション結果(作成途中)

図-2 試作問題『情報Ⅰ』(一部抜粋)

第3問 次の問い(問1~3)に答えよ。(配点 25)

S: この前、お客さんが460円の商品を買うのに、510円を払って、釣り銭を50円受け取っていたのを見て、授業で勉強したプログラミングで、そんな「上手な払い方」を計算するプログラムを作りたいと思いました。

T: いいですね。まず、「上手な払い方」とは何かを考える必要がありますね。

S: 普通は手持ちの硬貨の枚数を少なくするような払い方でしょうか。

T: そうですね。ただ、ここでは、客が支払う枚数と釣り銭を受け取る枚数の合計を最小にする払い方を考えてみませんか? 客も店も十分な枚数の硬貨を持っていると仮定しましょう。また、計算を簡単にするために、100円以下の買い物とし、使う硬貨は1円玉、5円玉、10円玉、50円玉、100円玉のみで500円玉は使わない場合を考えてみましょう。例えば、46円をちょうど支払う場合、支払う枚数はどうなりますか?

S: 46円を支払うには、10円玉4枚、5円玉1枚、1円玉1枚という6枚で払い方が最小の枚数になります。

T: そうですね。一方、同じ46円を支払うのに、51円を支払って釣り銭5円を受け取る払い方では、支払いに2枚、釣り銭に1枚で、合計3枚の硬貨のやり取りになります。こうすると交換する硬貨の枚数の合計が最小になりますね。

S: これが上手な払い方ですね。

T: そうです。このように、客と店が交換する硬貨の合計が最小となる枚数、すなわち「最小交換硬貨枚数」の計算を考えましょう。

S: どうやって考えればいいかなあ。

T: ここでは、次の関数のプログラムを作り、それを使う方法を考えてみましょう。目標の金額を釣り銭無くちょうど支払うために必要な最小の硬貨枚数を求める関数です。

【関数の説明と例】

枚数(金額)… 引数として「金額」が与えられ、ちょうどその金額となる硬貨の組合せの中で、枚数が最小となる硬貨枚数が戻り値となる関数。  
例: 8円は「5円玉が1枚と1円玉が3枚」の組合せで最小の硬貨枚数になるので、枚数(8)の値は4となる。

Sさんは、図2のようなプログラムを作成した。変数kakakuに与えられる商品の価格に対して、釣り銭を表す変数tsuriを用意し、妥当なtsuriのすべての値に対して交換する硬貨の枚数を調べ、その最小値を求めるプログラムである。なお、ここでは例として商品の価格を46円としている。

```

(1) kakaku = 46
(2) min_maisu = 100
(3) [サ] を [シ] から 99 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す:
(4) shiharai = kakaku + tsuri
(5) maisu = [ス] + [セ]
(6) もし [ソ] < min_maisu ならば:
(7) [タ] = [ソ]
(8) 表示する(min_maisu)
    
```

図2 最小交換硬貨枚数を求めるプログラム

[サ]、[ソ]、[タ] の解答群

① maisu ② min\_maisu ③ shiharai ④ tsuri

[シ] の解答群

① 0 ② 1 ③ 99 ④ 100

[ス]、[セ] の解答群

① 枚数(shiharai) ② 枚数(kakaku) ③ 枚数(tsuri)  
④ shiharai ⑤ kakaku ⑥ tsuri



# 将来につながる 小中高等学校の情報教育

## 文部科学省初等中等教育局学校デジタル化プロジェクトチーム情報教育振興室

### 近年の情報教育の動向

近年、知識・情報・技術をめぐる変化の速さが加速度的となり、情報化やグローバル化といった社会的変化が、人間の予測を超えて進展するようになってきました。とりわけ、第4次産業革命ともいわれる、人工知能（AI：Artificial Intelligence）、ビッグデータ、IoT（Internet of Things）、ロボティクス等の技術の急速な進展に伴い、これらの先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在り方そのものが現在とは「非連続的」と言えるほど劇的に変わる「Society 5.0」時代の到来が予測されています。

このように急激に変化し、将来の予測が難しい社会においては、情報や情報技術を受け身で捉えるのではなく、主体的に選択し活用していく力が求められます。加えて、今後の我が国においては、少子高齢化の進展、生産年齢人口の減少による労働力の不足や公共サービスの低下などが懸念されており、現代の子供たちが活躍する時代の社会では、AIやロボット、IoTなどをはじめとする情報技術が身の回りの生活の中で当たり前なものとして定着することとなることを踏まえると、ICT（Information and Communication Technology：情報通信技術）の活用は経済社会水準の維持のためにも不可欠です。一方で、スマートフォンやソーシャル・ネットワーク・サービス（SNS）が急速に普及し、その利用も低年齢化する中、これらの利用をめぐるトラブルなども増大しており、子供たちには、情報や情報技術

を適切かつ安全に活用していくための情報モラルも身に付けさせていく必要があります。

このように、社会生活の中でICTを日常的に活用することが当たり前の世の中となる中で、社会で生きていくために必要な資質・能力を育むことは、将来、どのような進路に進むとしてもすべての子供たちが身に付けなければならない能力となっています。このように社会が複雑多様化する時代において、将来企業が求める人材もICTの専門的な知識はもとより、どんな職種においてもICTの基礎的な知識を持った人材が求められることから、学校における情報教育もその期待に応えられるよう改訂が行われました。

また、国立大学協会は2022年1月28日、「2024年度以降の国立大学の入学者選抜制度（国立大学協会の基本方針）」を発表し、2024年度以降の国立大学の一般選抜試験において、これまでの5教科7科目に高等学校共通必修科目「情報I」を加えた6教科8科目を科すことを原則とする方針を示しました。

次の章から小学校から高等学校までの新しい情報教育の内容について触れることとします。

### 学習指導要領における情報教育の位置づけ

2016年中央教育審議会答申においては、「言語能力」等と同様に「教科等を越えた全ての学習の基盤として生まれ活用される資質・能力」の1つとして「情報活用能力」を掲げ、「教育課程全体を見渡して組織

的に取り組み、確実に育てていくことができるようにすることが重要である」とされました。

この「情報活用能力」は、「世の中の様々な事象を情報とその結びつきとして捉え、情報及び情報技術を適切かつ効果的に活用して、問題を発見・解決したり自分の考えを形成したりしていくために必要な資質・能力」と規定しています。

これを踏まえ、小・中・高等学校の学習指導要領では、「児童・生徒の発達の段階を考慮し、情報活用能力（情報モラルを含む。）等の学習の基盤となる資質・能力を育成していくことができるよう、各教科等の特質を生かし、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図る」こととされました。

## 小学校における情報教育

小学校学習指導要領の「総則」では、情報活用能力の育成を図るため、「コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用するために必要な環境を整え、これらを適切に活用した学習の充実を図る」こと、また、「各種の統計資料や新聞、視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の適切な活用を図ること」とされました。併せて、「児童がコンピュータで文字を入力するなどの学習の基盤として必要となる情報手段の基本的な操作を習得する」および「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付ける」ための学習活動を、各教科等の特質に応じて、計画的に実施することとされました。

小学校のプログラミングを体験する学習活動については、算数、理科、総合的な学習の時間において例示していますが、この3教科および例示の学年に限定せず、「各教科等の特質に応じて計画的に実施する」とされていることを踏まえ、すべての教科等において、プログラミング教育を始めとする情報活用能力の育成を図ることが重要である、としています。

## 中学校における情報教育

中学校学習指導要領の「総則」では、小学校と同様に「情報活用能力」の育成を各教科等横断的に取り組むこととしています。さらに、従前より情報教育の中核として、情報技術の内容が必修として取り扱われていた技術・家庭科（技術分野）では、小学校でプログラミング教育の必修化を踏まえ、これまでの計測・制御のプログラミングによる問題の解決の項目に加え、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決の項目が「情報の技術」の内容に追加され、内容の充実が図られました。

この学習では、プログラムの命令の意味を覚えさせるよりも、課題の解決のために処理の手順（アルゴリズム）を考えさせることに重点を置くなど、情報の技術によって課題を解決する力の育成を意識した実習を行っています。

## 高等学校における情報教育

高等学校学習指導要領の「総則」における取り扱い

### 小学校プログラミング教育導入の経緯

小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議「議論の取りまとめ」

（平成28年6月16日）



中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」

（平成28年12月21日）



小学校学習指導要領（平成29年3月31日公示）



小学校学習指導要領解説 総則編（平成29年6月21日公表）

図-1 小学校プログラミング教育導入の経緯  
未来の学びコンソーシアムによる「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」

URL： <https://miraino-manabi.mext.go.jp/>



は小学校および中学校と同様に各教科等横断的に取り組む方向性は同じであるが、生徒の卒業後の進路等を問わず、情報の科学的な理解に裏打ちされた情報活用能力の育成が一層重要であることから、2022年4月より新たに共通必修科目「情報I」が新設されました。これまで2科目から選択必修とされていた、「社会と情報」「情報の科学」の両方の内容を盛り込み再整理され、学習内容がより高度化しました。

生徒全員が、「情報社会の問題解決」「コミュニケーションと情報デザイン」「コンピュータとプログラミング」「情報通信ネットワークとデータの活用」を学習する内容に改善されました。また、「情報I」はすべての生徒が履修することに加え、情報Iの発展的な選択科目として「情報II」が設けられました。

情報IIについては、情報Iにおける基礎的な内

容の履修の上に発展的な選択科目としての基本的な性格を備えていることを踏まえ、情報Iを履修した後に履修させることが原則となります。

情報IIについては、「情報社会の進展と情報技術」「コミュニケーションとコンテンツ」「情報とデータサイエンス」「情報システムとプログラミング」「情報と情報技術を活用した問題発見・解決の探究」となっており、創造性を働かせ、システムを使う側に立った物を創り出す内容となっております。

中学校「技術・家庭科(技術分野)」と高等学校共通必修教科目「情報I」および選択科目「情報II」の詳細は、図-2のとおりとなります。

### 高等学校教科情報の指導環境の改善

2022年11月に発表された高等学校教科「情報」

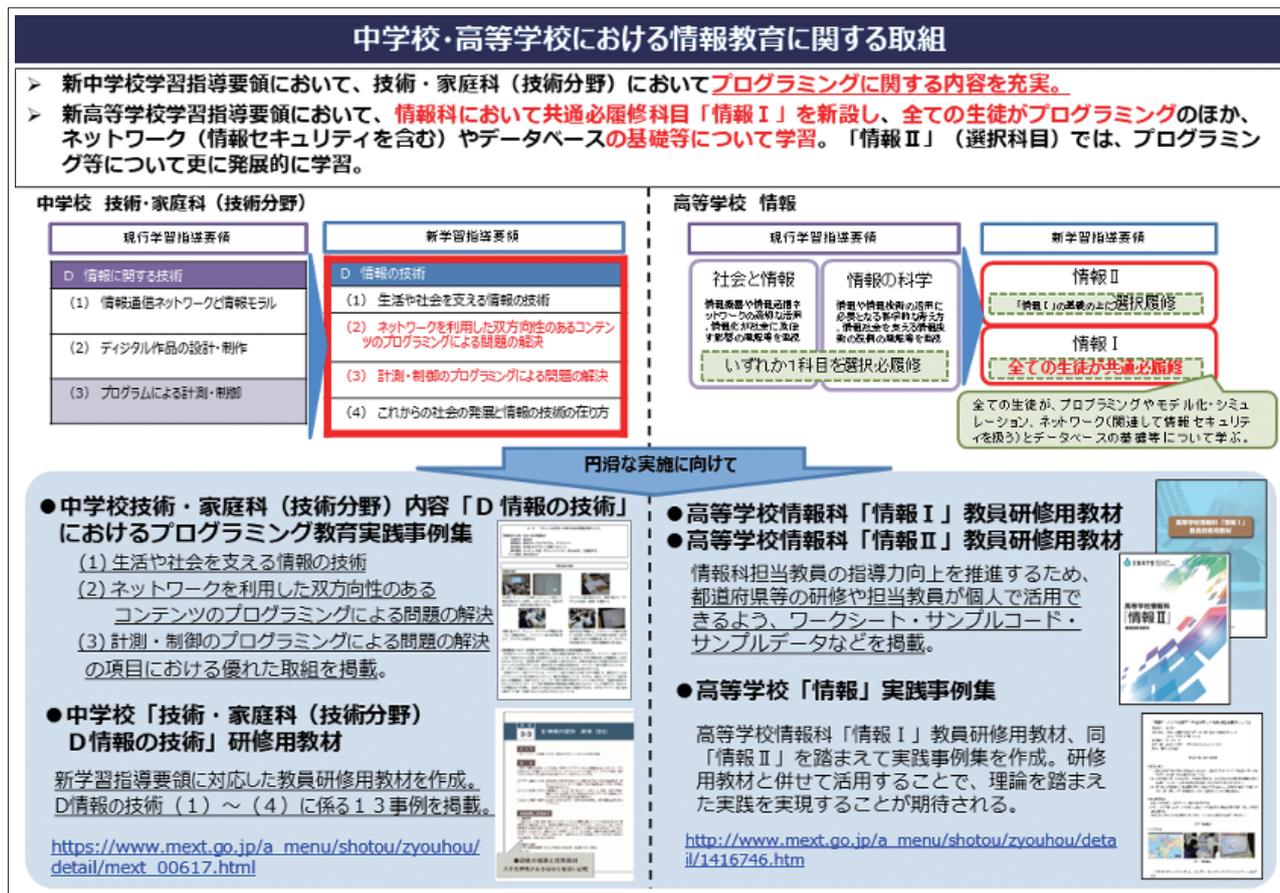


図-2 中学校・高等学校における情報教育に関する取組

の教員配置状況について、高校で情報科を指導する教員のうち16.7%にあたる796名が免許外教科担任や臨時免許による教員でした。このような状況を受け、文部科学省では、①免許状保有者の計画的な採用や配置の見直し、②複数校指導の抜本的拡充、③臨時免許や免許外教科担任で指導されている先生方に対する免許状の取得促進など、具体的な方策を提示しつつ、年度内に抜本的な改善を行うよう指導しました。その結果、2023年4月までに免許外教科担任および臨時免許による教員の数 が80名まで減少する見通しとなりました。

併せて、より一層の指導の充実を図るために、令和4年度に入ってから①高等学校情報科に関する特設ページ<sup>☆1</sup>の開設、②情報処理学会が主催す

<sup>☆1</sup> [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1416746.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416746.htm)

る教員研修への財政支援や受講の促進、③優れた指導力を有する教員による授業実践研修会の実施など、教員の指導力向上に努めてきました。

このほか、教育委員会に対する包括的な指導通知の発出や、情報Iのポイントを分かりやすく解説した授業動画の配信、2023年3月から放送予定の高校情報科の講座への全面協力により、生徒が学習するだけでなく、教師が研修や授業等で活用できるものを公開していく予定です。

(2022年12月2日受付)

文部科学省初等中等教育局学校デジタル化プロジェクトチーム  
情報教育振興室

GIGA スクール構想のさらなる実現や教育の情報化のさらなる推進のために、本構想にかかわる司令塔としての役割を担うべく初等中等教育局内に設置されたプロジェクトチーム。

情報処理学会ではジュニア向け、教員向けに役立つ情報を発信しています。

下記 Web サイトをご覧ください。



### ジュニア会員のページ

<https://www.ipsj.or.jp/junior/>

ジュニア会員向けの読み物やイベント紹介など役に立つ情報をお届けします。



### 教員のページ

<https://www.ipsj.or.jp/junior/kyoin.html>

ジュニア会員の育成に尽力している先生や保護者の皆さんをサポートするため、ジュニア会員のページ内に開設しました。

先生向け情報や質問への回答もこのサイトに掲載する予定です。ぜひご利用ください。



### ☆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。

【サポーター特典】1. バナー表示とリンク、2. チラシ配布





深層学習による統計的なアプローチには課題があるんです

- ・否定
- ・数量表現
- ・比較表現
- ・時間関係

などの意味の扱い

**課題**

招待講演 谷中 瞳  
「論理に基づく推論システムの再訪」

AIは「それっぽい言葉」を速く大量に作るのは得意だけど意味は理解していないんですね

3ヶ月前は  
黒い犬は白い犬より  
小さかったけど  
今はそうではない

4ヶ月前は  
白い犬は  
大きかった  
AIくん

3ヶ月前は  
白い犬  
だった

黒い犬は  
小さくな  
った

白い犬と  
黒い犬が  
いる

一方 形式意味論では記号論理を用いてこれらの意味を分析する理論が出来つつあります

3ヶ月前  
黒い犬のほうが小さい

今はそうではない

- ・黒い犬と白い犬が同じ大きさ
- or
- ・黒い犬のほうが大きい

深層学習と記号論理の利点を組み合わせることでもっと高性能な推論システムが構築できそうです！

それでは最後にNL研をどんな場にしてほしいですか？

仲間づくりの場として活用してほしいですね

休憩時間に名刺交換の機会がほしいよ！

発表20分質疑応答10分なので卒論 修論の発表より丁寧に説明ができます

論文をより良いものにするための議論やアドバイスがもらえる場だと考えてほしいです

優秀研究賞と若手奨励賞があるのでそれもモチベーションにしてほしいですね

**第253回 NL研究会 優秀研究賞**

KWJA：汎用言語モデルに基づく日本語解析器

日本語解析器を作りツール群として一般に公開しています

<https://github.com/ku-nlp/kwja>

説明文生成を用いた動作行動予測

2枚の画像を入力する

説明文生成による予測

食洗機のかごを引き出している



連載

ビブリア・トーク  
- 書評 -



… 五十嵐俊治 (東京大学)

## だれでもデザイン 未来をつくる教室

山中俊治 著

朝日出版社 (2021), 2,090 円 (税 10%込), 360p., ISBN : 978-4255012551

だれでも  
デザイン



未来をつくる教室  
山中俊治  
みんなのためのデザインから、  
一人ひとりのためのデザインへ。

この本は東京大学生産技術研究所の山中俊治教授が、2017年に高校生を対象に実施した特別授業を書籍化したものとされているが、デバイス開発に携わる研究者・大学院生にとっても学びが得られる本となっている。

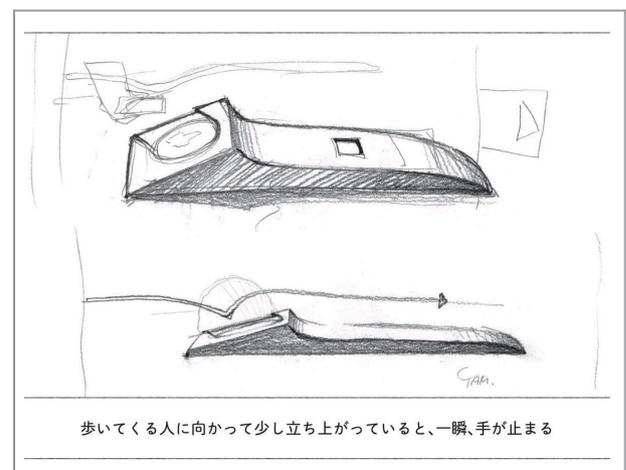
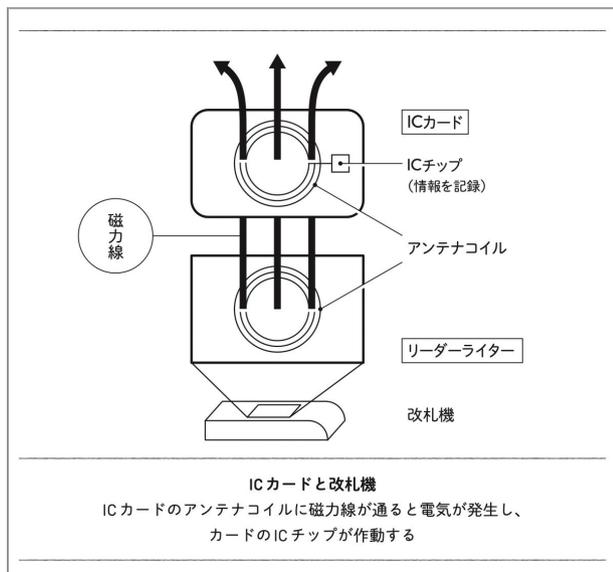
### 著者の経歴と書籍のスコープ

著者の経歴としては、東京大学工学部産業機械工学科を卒業後、日産自動車に入社、その後インダストリアルデザイナーとして独立し、東京大学工学部助教、慶應義塾大学政策・メディア研究科教授を経て現在に至っている。本書は、デザインを行った成果物の術学ではなく、そのプロジェクトに携わることでデザイナーとして得られたこれまでの知見を還

元しようというテーマが根底にあるのではないだろうか。

著者は、「絵の上手い人」を、「自分が認識した世界の仕組みを少ない線で伝えられる人」のことで定義している。レオナルド・ダ・ヴィンチ (Leonardo da Vinci) も葛飾北斎も、精密な絵を描く一方で、さらっと描いたスケッチでも魅力的であることを例に出しながら、仕組みを理解して、そのエッセンスを効果的に紙の上に表現できることが「絵の上手さ」であるとしている。

また、著者曰く、「デザインとは、まだよくわかっていない私たち人間のことを考えながら、人間と人工物との出会いや関係をより良いものにしていくこと」であり、その対象となる人工物は、私たちの日常生活の中にも、世界中どこにでも、誰のためにも存在するとしている。



『だれでもデザイン 未来をつくる教室』231 ページ (左図), 32 ページ (右図) より引用 (著者より許可を得て掲載)

## 駅の改札のデザインの成り立ち

特に印象に残ったプロジェクトでいうと、電車の改札にある交通系 IC カードのタッチ面のデザインが挙げられる。これは電車の改札を切符から交通系 IC カードのタッチに切り替える際に、多くの利用者がタッチの仕方が分からず、詰まってしまう問題を解決するためのプロジェクトであった。モデルのタッチ面のデザインを何度も実験しながら、全部で 22 時間程の実験記録動画を分析し、結論として 13.5 度の傾きになっているという話は検証方法も含め語られている点が非常に良いと思われる。

利用者が通行するときに鞆が改札機にあたって邪魔にならない高さ制限を考えながら、タッチ面に内蔵されているアンテナユニット（IC チップとやりとりするための磁力線を発生させるもの）を最大限に起こすとたまたまこの角度になったということであるが、既存の改札機では半分ぐらいの人しかスムーズに通行できなかったのに対し、100 人に 1 人ぐらいしか引っかからなくなるほど改善したという。

このユーザビリティ実験をベースにした改札機が 2001 年に JR 東日本で導入され成功すると、ほかの会社でも同じものが導入され日本全国に広まったということからもデザインの影響力が分かる。

## デザイナーの成り立ちとその手法

職業としてのデザイナーが確立されたのは 19 世紀後半、産業革命期のイギリスでさまざまなもの

が量産されるようになってからのことで、まだ 160 年ほど前に成立した新しい職業である。そのころから、形と機能の両立、つまり美しく役に立つものを専門に考える仕事としてデザイナーという職業が成立するようになった。

工業製品の形の作り方には、大まかに言うと、①射出成形、②塑性加工、③切削加工、④ 1～3 の結合、⑤ 3D プリント、といった 5 種類くらいのパターンがあるとされている。これらを行う機材は以前までは高価で加工スペースも必要であったが、近年では研究室単位でも加工可能な機材が販売されるようになってきていることから、研究成果のアウトプットをインハウスデザインで作り込む未来も考えられる。

デザイナーの今後の可能性についても語られており、これからデザインに少しでもかかわりがあると思われる会員にとっては有意義な書籍ではないかと考えられる。特に、山中教授は今年で退官が決まっており、今後山中教授の講義を受けられなくなることを考えると、書籍のようにアーカイブ可能な形で残しておくのは非常に価値のあることだと思われた。

(2022 年 10 月 24 日受付)

五十嵐俊治（学生会員）

東京大学大学院 新領域創成科学研究科 博士課程  
在学中。専門は UX デザイン、HCI/HRI。





Yap, T. F., Liu, Z., Rajappan, A., Shimokusu, T. J., Preston, D. J. :  
Necrobotics : Biotic Materials as Ready-to-Use Actuators



<https://doi.org/10.1002/advs.202201174>  
Advanced Science (2022)

## この世で最も身近な「工場」

私たちの体の中には、京都の老舗より古くからやっている工場があります。そこは、エラーもそこそこ起こすけど、mRNA やタンパク質などの多種多様な製品を毎日作って組み立て、生物というとても不安定な機体を寸分狂いなく動作するよう維持し続けている完璧な工場です。

そんな優良な工場のできた製品をリサイクルして、ロボットのアクチュエータに使ってしまおう、と考えた研究グループがいます。それが今回ご紹介する生物の死体を有効活用した「Necrobotics」です<sup>1)</sup>。

「Necro (死) + robotics」なんて名前からして、ギョッとする人もいるかもしれません。ですが見方を変えてみてください。これまで私たちは、ロボットを生み出す際、既存の生物を模倣してきました。もちろんそれはヒトだったり、場合によってはヘビだったり、カエルだったり、ハエだったり……。しかし、それらはあくまで「プラスチックや金属で生体を模倣する」というもので、コストや時間など、さまざまな労力がかかります。

一方で、我々生物が生まれ持った工場は、非常に精巧かつ小さな部品を組み立て、個体を作り上げます。この作業に労力がかからないとは言いません。今回ロボットの素体として選ばれたクモも、成体になるまで時間がかかっており、餌などのさまざま犠牲などを伴ったと思います。ですが、同じだけのコストをかけたところで、人工的にクモと同じ緻密な構造を作り出すことは今の人類にはできないのではないでしょうか？

## 自然派アクチュエータ

そんな生物が持つ緻密なそして変わった機構が備わっているのがクモの脚です。皆さんの腕や足の筋肉は基本的には伸筋と屈筋によって制御されていると思いますが、クモは違います。クモは脚を曲げる時には筋肉を使いますが、脚を伸ばす際には筋肉を使いません。実は血液を使っています。しなびた棒状風船に一気に空気を入れると風船がピンと張るのと同じように、脚を伸ばす際は血圧を上げることで足を伸ばしているのです。「死」によって失われた血液の代わりに、空気を送り込んで加圧してあげれば、立派な空気圧アクチュエータが完成します。

図-1 は実際に、赤い物体を持ち上げているところです。今回選ばれたのは、Wolf spider (和名: コモリグモ) と呼ばれる種類に属する体長 1 cm 程度のクモです。ちょっと残酷ですが、そのコモリグモの死体の頭胸部に針を挿入して、接着剤で固定し、そこから 5.5 kPa で加圧することで、クモの脚を広げ、0 kPa に戻すことで屈曲させることができるようになります。大体、700 回程度の駆動が可能です。このアクチュエータは、自分の重さの 1.3 倍の重さのものを持ち上げることができ、最大で 0.35 mN の把持力を生み出せました (動作に関しては、実際に YouTube<sup>☆1</sup> の動画を見てみることをお勧めします)。

ちなみにこのアクチュエータの最大の弱点は、死

☆1 <https://www.youtube.com/watch?v=1JOS6hMHIUM>



体ということで、素体そのものが乾燥してしまい、屈曲するための筋肉や素体自体が脆くなってしまい、耐久性があまりないという点だったのですが、最終的にこれを解決したのは、ミツロウで遺体をコーティングするという紀元前4200年くらいの古代エジプトのミイラの保存方法だったようです。

## 生物に学べ

今回ナナメ読みのコラムを担当するにあたって、獣医と情報とロボットを横断している人間の視点から、論文を紹介してほしいという話をされました。この論文自体は、一見、情報処理の論文とはかけ離れている印象を受けると思います。しかし、視点を変えると、我々の生物の体、そしてそれを構築するための工場こそ、世界最古のシミュレータを用いて生み出された、(恐らく現状最も)最適化されたシステムであり、その結果を利用した研究とも言えるでしょう。ここでいう最古のシミュレータというのは、もちろん地球です。地球が誕生し、その上で生命が生まれてから、(諸説はあるものの)38億年の月日が経っています。その間、いくつもの生物がシミュレートされては消え、ときには外乱の影響を受け生態が変わったり、あるときには突然変異の影響から新たな種が生まれたり、やっていることは地球というコンピュータ上でさまざまな状況下のシミュレーションを実行していると言っても過言ではありません

ん。たとえば、糸を作り出す能力を持ったクモのご先祖様が登場したのが、今から3億8000万年前のデボン紀まで遡ったところと言われています<sup>2)</sup>。現代のクモに至るまで、それだけの時間シミュレーションを回し続けている地球って、かなりハイスペックなシミュレータですよ。

ここ数十年、計算資源の質も量も大幅に発展してきました。いわゆるコンピュータ上でシミュレーションして現象を解析する、といった具合にパソコンの中で完結することも増えてきました。ですが、たまには外にも目を向けて、太古のシミュレータが作り出した結果に触れて、古くて新しい視点を取り込むのも大事なのではないのでしょうか？

### 参考文献

- 1) Yap, T. F., Liu, Z., Rajappan, A., Shimokusu, T. J. and Preston, D. J. : Necrobotics : Biotic Materials as Ready-to-Use Actuators, Adv. Sci. 2022, 9, 2201174 (2022).
- 2) Selden, P. A., Shear, W. A. and Sutton, M. D. : Fossil Evidence for The Origin of Spider Spinnerets, And A Proposed Arachnid Order, PNAS, 105(52): 20781-20785 (2008).

(2022年11月20日受付)

### 曾我部舞奈



fsogabe-vet@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

獣医師免許取得後、京都大学大学院医学研究科博士課程へ。その後、東京大学大学院情報理工学系研究科特任研究員を経て、現在同所属助教。博士(医学)。

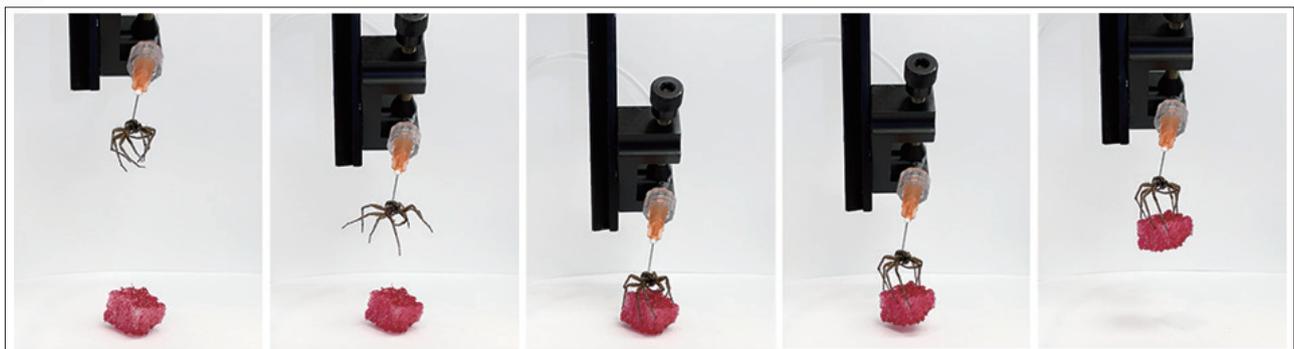


図-1 赤いキューブを持ち上げる「クモ」アクチュエータ(文献1)から引用)



## WCCE 2022 開催報告

2022年8月21日より24日までWCCE 2022が広島国際会議場にて開催された。WCCE 2022は正式には第12回IFIP TC3 World Conference on Computers in Educationと称する。TC3はIFIPの中の教育に関する委員会であり、4年に一度ずつ、それぞれの開催国においてWCCEを開催している。

第12回のWCCEは、IFIP TC3を母体団体として、本会コンピュータと教育研究会と教育学習支援情報システム研究会が、日本学術会議とともに主催した。アジア諸国では初の開催となった。

オンラインを併用したハイブリッド形式で開催され、開催前日の8月20日にはプレイベントと称して、学校教育のデジタル化に関する無料市民公開講座および2022年度情報処理学会高等学校情報科教員研修が開催された。

本会議のうち、メインの国際会議では、キーノート4件、シンポジウム・ワークショップ13件（ただし同じタイトルの続きセッションは1つと数える）、スポンサーセッション3件、フルペーパー86件、ショートペーパー39件、ポスター27件の発表があった。論文は34のプレゼンテーションセッションで、ポスターは3つのポスターセッションにおいて発表された。なお、フルペーパーの投稿は89、ショートペーパーの投稿は41、ポスターの投稿は28であった。このように本会議での発表の採択率は高いが、投稿論文のうち優れたものからなるPost Conference Bookが出版される予定で、そちらの採択率は3割程度になる見込みである。また、投稿論文を改訂してJIPの特集号へ投稿することも可能となっている。

メインの国際会議の参加者は370名（うち現地参加は210名、オンライン参加は160名）であった。プレイベント参加者やスタッフを含めた現地参加者の総数は530名近く（カウントされたのは526名）になった。現地参加者のうち、外国人は37名であった。

広島国際会議場は平和記念公園の中に位置し、祈りの泉を挟んで広島平和記念資料館と隣接している。WCCEへの参加者は無料で広島平和記念資料館に入館できたので、多くの参加者が会議中に資料館を訪れた。

本会議の運営は、論文募集要項の策定、投稿論文の査読、プログラムの編成など、学術的な側面は国際プログラム委員会が担当し、オンラインも含めてほとんどすべての運営的な側面は、開催国組織委員会のもとに組織された運営委員会が担当した。いうまでもなく、運営委員会には現地広島在住の多くの研究者・教員が参画した。

### 開会式

本会議の開会式は齋藤俊則運営委員長の司会で、筆者（開催国組織委員長）の簡単な開式の辞の後、オンラインによるIFIP TC3のDon Passey委員長の挨拶に続き、日本学術会議の高村ゆかり副会長が主催者挨拶を行った。続いて湯崎英彦広島県知事と松井一寛広島市長の来賓祝辞の後、齋藤運営委員長が岸田内閣総理大臣のメッセージを披露した。その後、国際プログラム委員会の共同委員長（Rosa Bottino委員長とTorsten Brinda委員長）からの報告、国際プログラム委員会の委員でTC3のWG3.4のチェアであるJaana Holvikivi氏と本会議の出版担当でTC3の委員であるTherese Keane氏から挨拶があり、最後に齋藤運営委員長が開会式閉会の辞を述べた。

### 会議テーマ

本会議のテーマTowards a Collaborative Society through Creative Learningは、運営委員会が提案し、国際プログラム委員会が議論して決定したものである。キーノートやプレイベントなどを含めて、コラボレーションと創造性が陰に陽に本会議を貫く重要なコンセプトとなった。

### プレイベント

上述したように本会議のプレイベントでは、元文部科学副大臣、前文部科学大臣補佐官であり、東京大学と慶應義塾大学の教授でもある鈴木寛氏により、日本の初等教育段階における教育情報化政策の現状と今後の展望を中心とした講演が行われた。特に、Society 5.0という文脈の中で、GIGAスクール構想の根底にある「形式的平等主義」から「公正な個別最適化」への転換が強く主張された。鈴木氏の講演の前後で、本会主催の2022年度情報処理学会高等学校情報科教員研修が開催された。

### キーノート

本会議初日のキーノートは、ジャズピアニストであり

数学者であり教育者でもある中島さち子氏による講演で、情報技術によって誰でもが芸術家になれる、しかも国境も越えたコラボレーションによって新しい芸術が生み出される、という、まさにコラボレーションと創造性を中心とした講演であった。

2日目のキーノートは、Audrey Tang 台湾デジタル担当相によるオンラインの講演で、市民向けのパブリックビューイングも現地で開催された。本会議の現地参加者が約150名、オンライン参加者が約50名、現地のパブリックビューイングの参加者が約150名であった。slido であらかじめ質問を募集しておき、「いいね」が多く付いた質問から答えていく形式で行われた。どのような技術を学校で学ぶべきかという高校生からの質問に対して、民主主義を社会的技術として学ぶことが大事だという発言は印象に残った。また、人生の目標は何か、という質問に対しての、そこそこに良い祖先になること、という答えも印象的であった。

3日目のキーノートは、キングス・カレッジ・ロンドンの Michael Kölling 教授・副学部長によるプログラミング教育に関する講演で、特に非専門家に対するプログラミング教育のあるべき姿、そのためのプログラミング言語とプログラミング環境に関するものであった。そのエッセンスは5つの Lesson としてまとめられた。特に Lesson 3 (Support creativity) で本会議を貫くテーマでもある創造性が強調された。

最終日のキーノートは京都大学の緒方広明教授による講演で、ラーニングアナリティクスの基盤システム LEAF と、その主要な構成要素であるデジタル教材配信システム「BookRoll」とデータ分析ツールの「ログパレ」について詳細に紹介された。講演の後半で、本会議のテーマであるコラボレーションに関連して、グループ形成(ジグソーグループを含む)や相互評価などでグループワークを支援する試みについて紹介された。



図-1 Audrey Tang 台湾デジタル担当相のキーノート (パブリックビューイング)

## プレナリー

本会議初日の午後に、ICT と Society 5.0 に関する日本の教育政策と題して、プレナリーのセッションが開催された。斎藤運営委員長が司会を務め、文部科学省の安彦広斉氏、広島県の平川理恵教育長、経済産業省の浅野大介氏、昭和女子大学キャリアカレッジの熊平美香氏、元文部科学副大臣、前文部科学大臣補佐官の鈴木寛氏がパネリストとして登壇し、GIGA スクール政策などについて活発に意見が交わされた。安彦氏と浅野氏がGIGA スクールを中心に Society 5.0 に関連する教育政策について説明し、平川氏が広島県における取り組みについて紹介した。

筆者が情報科の共通テストへの採用に関連して、日本の教育における大学入試の影響力について質問したところ、パネリストから、入学試験の多様化が進んでいること、AO 入試が広がっていること、そのために探求学習が盛んになっていること、大学入試が人生の目標というのはもはや神話であること、それを信じているのは親だけであること、などのコメントがあった。また、情報科の入試によって情報嫌いが増えることを危惧する意見、情報科の教育における地域差を指摘する意見などもあった。

## 特別セッション

2日目の午前に、collaborative society のためのオープンサイエンスと題して、UNESCO Office, Jakarta と SOI (School on the Internet) Asia による特別セッションが開催された。2日目の午後には、「情報科学の達人」によるポスターセッションが開催された。「情報科学の達人」の1期生と2期生(すでに大学に進学した生徒も多い)のうちから選抜された生徒たち12名が英語でポスター発表を行った。



図-2 プレナリー

## スポンサーシンポジウム

(株)LACとベネッセコーポレーションと富士通Japan(株)によるスポンサーシンポジウムが昼食時に開催された。

日本のセキュリティ対策のパイオニア企業である(株)LACにより、お仕事ファイル、LAC ラジオ、情報リテラシー啓発のための羅針盤、という3つの取り組みについて紹介があり、情報セキュリティの教育普及への多角的な取り組みが示された。

ベネッセコーポレーションにより、「学校現場での情報教育の課題と実践：情報活用能力アセスメントと教材を通して」というタイトルにてシンポジウムが開催された。シンポジウムでは、高等学校で2022年度から始まった「情報I」の学習を支援するための教材である「P スタディ」や、デジタル・情報活用力の定着度を評価するためのCBT型テストである「P プラス」の紹介が行われた。

富士通 Japan (株) により、「日本における学習教材のDX;自動採点を通じた基礎学力及び能力の開発と学習習慣の確立」というタイトルにてシンポジウムが開催された。このシンポジウムでは、文部科学省による「GIGAスクール構想」の課題の1つである「個別学習」の実現に焦点を当て、富士通 Japan (株) が開発した手書き文字認識技術による自動採点機能を利用したデジタル教材サービスの概要と実用例が紹介された<sup>☆1</sup>。

## ワークショップ・パネルセッション・ナショナルセッション・シンポジウム

初日の日本の教育におけるICTに関するシンポジウムでは、ICTを活用した日本の授業事例が紹介された。GIGAスクール構想によって1人1台端末と高速ネットワークへの接続が可能になったことで、学習者が主体となり教師がファシリテーターとして伴走する授業を実現するには、学習観の転換が求められていることが示された。また、小学校でのプログラミング教育では、パソコ

<sup>☆1</sup> <https://www.fujitsu.com/jp/solutions/industry/education/school/learning/digital-kyozai-pf/?ipsj2022>



図-3 閉会式で挨拶するクラーク記念国際高等学校の生徒たち

ンを使った簡単なシミュレーションを体験するなどの授業を通じて、児童の主体的な学びが促されていること、その主体性がICTを活用した授業にとどまることなく発揮されていることが紹介された。

## バンケット・エクスカーショ

バンケットは2日目の夜にリーガロイヤルホテル広島で開催された。COVID-19の中、感染に注意を払いながらの開催であったが、クラーク記念国際高等学校の国語科の教員である瀬尾良乃氏の書道パフォーマンスもあり、静かな中で盛り上がりを見せた。

エクスカーショは3日目の午前に行われた。参加者は宮島コースやマツダコースなどに分かれ、大いに交流を深めた。

## クラーク記念国際高等学校

クラーク記念国際高等学校広島校、梅田校から会期中に高校生ボランティアを派遣したいというご提案があり、計20名の高校生が参加した。授業等でのIT端末活用実績が多い特徴を活かし、分科会会場でのzoom配信のサポートと計時係を各会場2人1組で担当した。また、エクスカーショの引率、会場内での案内などお願ひしく引き受けてくれた。なお、上述したようにクラーク記念国際高等学校からは、高校生だけではなく教員からの支援もあった。

## 閉会式

閉会式も斎藤運営委員長の司会のもと、筆者が会議全体の感想を述べた後、国際プログラム委員会の共同委員長からの報告、出版担当のTherese Keane氏からのPost Conference BookとJIP特集号の説明があった。最後に、Don Passey TC3委員長から総括があり、特に、斎藤運営委員長をはじめ、運営委員会やスタッフ・学生たちへ惜しめない拍手が送られた。

## 追記

対面での参加者が多くあり、バンケットやエクスカーショも好評であった。ハイブリッドの開催で特に海外からオンラインで多くの参加があったが、やはり対面の会議の価値が再確認された。

斎藤運営委員長をはじめ、運営委員会の方々の3年にわたる多大な尽力には頭が下がるばかりである。この会議は、日本の情報教育のコミュニティが1つにまとまり、国際的にも展開する非常に良い機会になったと思う。



■ 萩谷昌己

(東京大学 Beyond AI 研究推進機構)

## 【ご案内】会誌「情報処理」のオンライン記事について

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

◆開始月：2020年11月号（発行日：2020年10月15日）

◆閲覧方法：会員区分によって異なりますので以下をご確認ください。

### 【個人会員の皆様】

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

電子図書館を初めて利用される方は、会員としてのユーザ登録が必要になります。

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

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

【個人会員】



電子図書館  
(情報学広場)

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

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

### 【賛助会員各位・購読員の皆様】

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

#### <手順>

- (1) 「情報処理」の特集ページ（扉または概要ページ）を開く。
- (2) 閲覧申込のURLにアクセスする（またはQRコードを読み取る）。
- (3) 必須事項を入力し送信する。
- (4) 次の件名（2月号の場合）の受信メールに従って、電子図書館から特集のpdfをダウンロードする。
  - 件名：情報処理 2023年2月号（Vol.64, No.2）「チケットコード」とご利用方法のご連絡

#### ★注意事項

- 法人アカウントではご利用いただけません。
- 閲覧される方が電子図書館のユーザIDをお持ちでない場合は、ご自身でユーザ登録する必要があります。

本件に関する問合せ先：一般社団法人情報処理学会 会員サービス部門 E-mail: [mem@ipsj.or.jp](mailto:mem@ipsj.or.jp)





連載

## 教科「情報」の入学試験問題って？

# 「モデル化とシミュレーション」分野の問題を解いてみよう！

♡ 8



情報処理学会・学会誌「情報処理」

2022年10月20日 08:59





高木正則（電気通信大学）

今回の連載「教科『情報』の入学試験問題って？」では、「情報」試作問題（検  
討用イメージ）の第4問「交通渋滞シミュレーション」を取り上げます。

前回までの入試問題解説に関してはこちら

(<https://note.com/ipsj/m/m1ca81b5d1e66>) を確認してください。

▼ 目次

「モデル化とシミュレーション」の位置づけ

---

試作問題4の解説

---

モデル化とシミュレーションの利点と難しさ

## 「モデル化とシミュレーション」の位置づけ

「モデル化とシミュレーション」は情報Iの「3. コンピュータとプログラミング」で学ぶことになっています。大学入試センターから2021年3月に公開された大学入学共通テスト「情報」サンプル問題<sup>1)</sup>には、「モデル化とシミュレーション」分野の問題が含まれていませんでしたので、ここでは、2020年11月に公開された「情報」試作問題（検討用イメージ）<sup>2)</sup>の第4問「交通渋滞シミュレーション」の問題を見てみたいと思います。

## 試作問題4の解説

**第4問** 次の文章を読み、空欄 **ア** ～ **ウ** に入れる最も適当なものを、後のそれぞれの解答群のうちから一つずつ選べ。

Aさんの学校の近くにある国道と県道が交差する交差点では、朝の通勤時間帯（8:00～8:30）に県道でひどい渋滞が発生する。Aさんは学校の課題研究で、この交通渋滞を緩和できないか現状を調査し、シミュレーションしてみることにした。

まず、現状の交通量や信号の時間などを調査したところ、次のようなことが分かった。なお、渋滞するのは矢印の進行方向のみであり、反対の進行方向は考えないものとする。

- ・青信号の時、10秒間に片側2車線の国道は20台の車が交差点を通過でき、片側1車線の県道は10台の車が交差点を通過できるが、それを超える台数は通過できない（信号待ち）。
- ・国道は60秒間の青信号と30秒間の赤信号が交互に変わり、県道の信号はその逆となる。
- ・10秒間に交差点（信号待ちしている車がある場合は、その最後尾）に到着する車は国道は8～12台、県道は3～4台である。

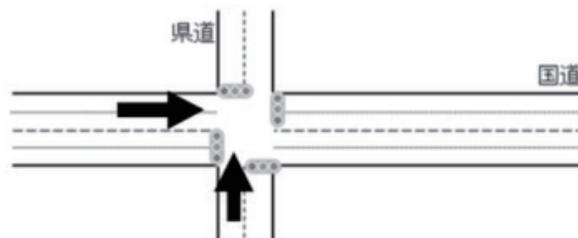
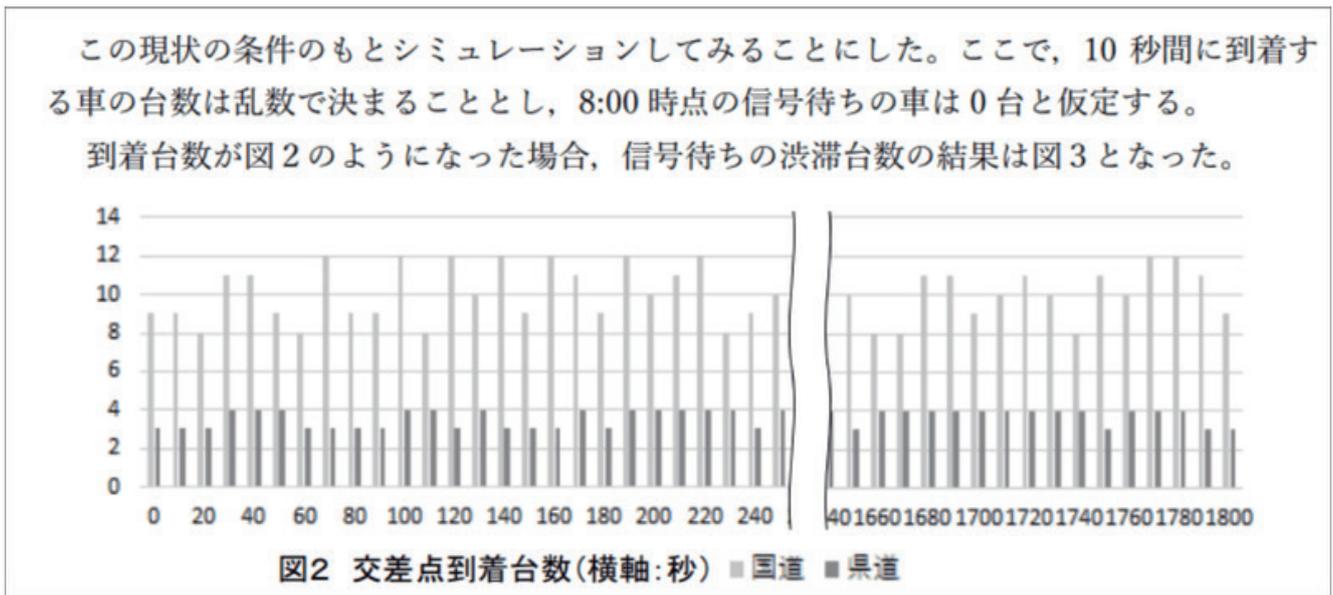


図1 国道と県道の交差点

この問題では、朝の通勤時間帯に発生する交通渋滞を緩和するための方法を検討するために、交通量や信号の時間を設定して、交通渋滞の発生状況をシミュレーションしています。「モデル化とシミュレーション」については、研修用教材<sup>3)</sup>でも述べられているように、「数学A」の(2)「場合の数と確率」との関連が深く、この問題でも、車の到着台数の決定方法に一様乱数が用いられています。ただし、現実的なモデルはポアソン分布となりますので、この問題のシミュレーション

結果のように、整然としたグラフになるわけではありません。これは、この問題が離散数学ではなく情報Iの問題として出題されていますので、モデル簡略化のために一様乱数を使用していると考えられます。これにより、情報Iとして注目すべきポイントにフォーカスをあてることができ、情報Iとして妥当な設問になっていると思います。

また、問題の冒頭部分では、シミュレーションの対象が交通渋滞であることが説明されたあと、現状の交通量、信号の時間などの調査の結果、分かったことなどが記述されています。これらの記述から、シミュレーションの条件を読み取ることが重要となります。



続いて、10秒間に到着する車の台数は乱数で決まること、8:00時点の信号待ち

の車は0台と仮定することが説明され、シミュレーションで想定する交差点の到着台数が図2に示されています。図2は横軸が8:00から8:30までの経過時間（0秒から1,800秒）、縦軸が車の到着台数を示しており、国道と県道の到着台数が10秒間隔で示されています。図2から、到着する車の台数が問題の冒頭にあった条件（国道は8～12台、県道は3～4台）を満たしていることが確認できます。

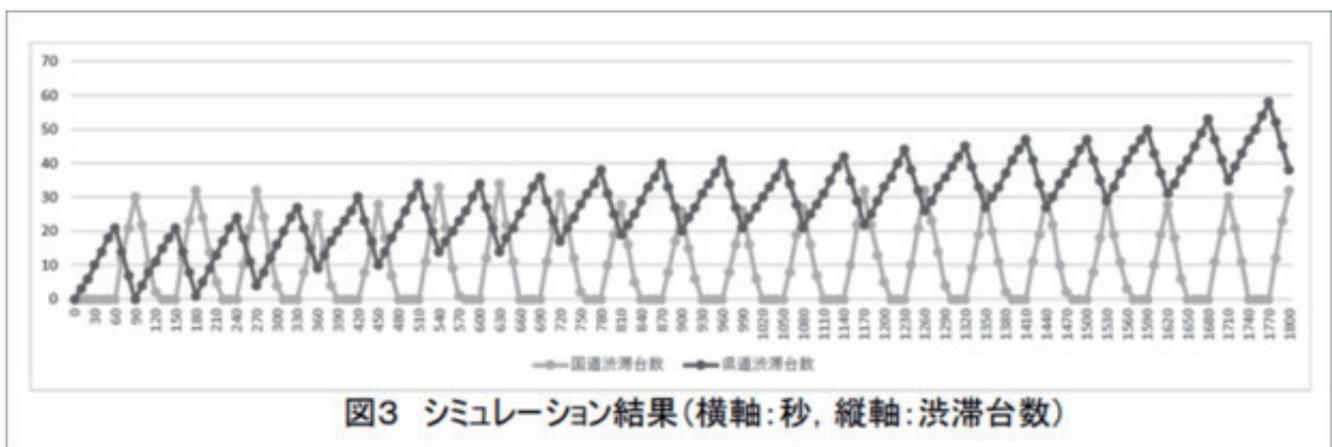


図3には現状の条件でシミュレーションした結果が示されており、横軸は8:00から8:30までの経過時間（秒）、縦軸は渋滞台数を表しています。たとえば、国道は0秒から60秒まで渋滞台数が0の位置に点が打たれていますが、これは青信号で車が通過している（渋滞していない）ことを表しています。60秒から90秒までは渋滞台数が増加していますが、これは赤信号で車が交差点に止まっている状態を表しています。90秒からは渋滞台数が減少しており、信号が赤から青に変わって車が交差点を通過し始めたことが分かります。

一方、県道の信号は国道の逆になりますので、0秒から60秒までは赤信号で渋滞台数が増加し、60秒から90秒までは青信号で渋滞台数が減少しています。図3の270秒以降では、県道の渋滞台数が徐々に増加していることが分かります。これは、赤信号から青信号に変わったとき、赤信号で渋滞していた車のすべてが交差点を通過できなかったことを表しています。逆に、国道は青信号になると赤信号で渋滞していた車がすべて通過し、交差点に到着した車が止まらずに通過できる時間帯があることを表わしています。つまり、国道の青信号の時間を短くし、県道の青信号の時間を長くすれば、渋滞を緩和できることが推測できます。

Aさんは、現状の条件のうち、到着台数を変えずに **ア** したところ図4のようになった。この結果から、現状の条件と比べ **イ** と **ウ** が分かった。そこで、Aさんは地元警察に **ア** することを提案した。 **イ** ③ **ウ** ⑤

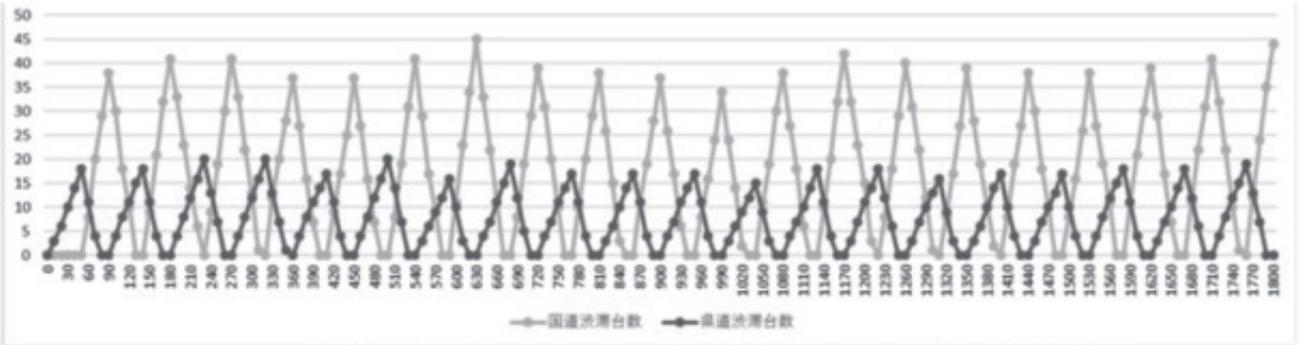


図4 条件を変えたシミュレーション結果(横軸:秒, 縦軸:渋滞台数)

**ア** 解答群

- ① 国道の青信号の時間を50秒、赤信号を50秒に変更
- ② 国道の青信号の時間を70秒、赤信号を50秒に変更
- ③ 国道の青信号の時間を70秒、赤信号を60秒に変更
- ④ 国道の青信号の時間を50秒、赤信号を40秒に変更

図4は到着台数を変えずに国道の青信号の時間と赤信号の時間を変更したシミュレーション結果が示されています。【ア】では図3のシミュレーションから変更した図4の条件を読み取れるかどうか問われています。図3、図4から一つ一つの点は、10秒間隔での到着台数を表していることがわかりますので、県道の渋滞台数が増加している期間の点の数が5であることから、県道の赤信号が50秒、つまり国道の青信号が50秒であることがわかります。また、国道の渋滞台数が増加している期

間の点の数が4つであることから、国道の赤信号が40秒であることが分かります。よって、【ア】は③が正解となります。

**イ**・**ウ** 解答群

- ① 県道において8:00～8:30の30分間に交差点を通過した車の台数は変わらないこと
- ② 国道において8:00～8:30の30分間に交差点を通過した車の台数は増えていること
- ③ 信号の切り替わりの時点において、国道と県道合わせて渋滞している車の最大台数があまり変わらないこと
- ④ 信号の切り替わりの時点において、国道と県道合わせて渋滞している車の最大台数が少なくなること
- ⑤ 県道だけでなく国道の交差点での混み具合も改善されたこと
- ⑥ 国道・県道共に交差点にさしかかる車は青信号であればおおよそ通過できること

【イ】，【ウ】では、図3（現状）と図4（条件変更後）の比較から分かったことを、解答群の中から選択する問題となっています。

①：県道を通過した車の台数は、図3では、8:30時点で渋滞台数が40台より少なめであり、交差点を通過できない車が残っていますが、図4では、8:30時点で渋滞台数が0台であり、すべての車が交差点を通過したことが読み取れます。したがって、①は不正解となります。

②：国道を通過した車の台数は、図3，図4ともに、青信号になると赤信号で停車

していたすべての車が交差点を通過しています。1,800秒時点の渋滞台数は図3が30台より少し多め、図4が45台より少し少なめと異なり、8:00～8:30の30分間に交差点を通過した車の台数には多少差がありますが、次の青信号でいずれも交差点を通過することが推測できますので、交差点を通過する車の台数に変化はないと考えられます。したがって、①は不正解となります。

②：信号の切り替わりの時点、つまり、図3、図4の折れ線グラフの山の部分において、国道と県道合わせた最大の渋滞台数は、図3が1,800秒時点の60台以上（国道30台より多め、県道40台より少なめ）、図4が630秒時点の45台（国道45台、県道0台）であることから、②は不正解となります。

③：②で説明した通り、渋滞している車の最大台数は図3より図4のほうが少なくなっているため、③は正解となります。

④：国道は図3も図4も青信号に変われば交差点に停車しているすべての車が交差点を通過できているため、混み具合はそれほど変化しておらず、むしろ、図4のほうが渋滞の台数が増加しているため、④は不正解となります。

⑤：図4では、国道・県道ともに青信号になれば交差点に到着している車はすべて通過しているため、⑤は正解となります。

## モデル化とシミュレーションの利点と難しさ

今回は交通渋滞を対象としたシミュレーションに関する問題を取り上げました。この問題からも分かるように、シミュレーションは問題を解決するための手段の一つです。現実社会で試すことが困難な場合に、対象としている問題（現象）をモデル化し、コンピュータ上でシミュレーションすることで問題解決のヒントが得られたり、問題を解決するための深い議論を可能にしたりします。実際にコンピュータ上でシミュレーションする際には、現実の複雑な問題をよく観察し、シミュレーションする上で必要な条件を整理することが重要になります。今回紹介した問題等を解いていく中で、モデル化とシミュレーションの利点や難しさなど、シミュレーションの本質についても考えていくと、より深い理解につながり、今後の生活にも役立つように思います。

なお、このシミュレーション問題を題材にした「モデル化とシミュレーション」の授業実践<sup>4)</sup>についても報告されています。Excelで作成した交通渋滞シミュレーションを生徒が実行し、最も適切な信号の時間を検討した様子が紹介されていますので、こちらも併せてお読みください。

### 参考文献

- 1) 大学入試センター，共通テスト『情報』サンプル問題，[https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken\\_jouhou/r7ikou.html](https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_jouhou/r7ikou.html)
- 2) 情報試作問題（検討用イメー

ジ) , <https://www.ipsj.or.jp/education/9faeag0000012a50-att/sanko2.pdf>

3) 高等学校情報科「情報I」 教員研修用教材第3章コンピュータとプログラミング, [https://www.mext.go.jp/content/20200722-mxt\\_jogai02-100013300\\_005.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200722-mxt_jogai02-100013300_005.pdf)

4) 井手広康：情報の授業をしよう！：大学入学共通テスト「情報」試作問題を活用したシミュレーション演習, 情報処理, Vol.63, No.6, pp.298-302 (2022), <http://id.nii.ac.jp/1001/00217813/>

(2022年9月11日受付)

(2022年10月20日note公開)

#### ■高木正則（正会員）

2007年創価大学大学院工学研究科博士後期課程修了, 博士（工学）。創価大学工学部助教, 岩手県立大学ソフトウェア情報学部講師, 准教授を経て, 2022年4月より電気通信大学eラーニングセンター准教授。教育・学習支援システムに関する研究に従事。

### 情報処理学会ジュニア会員へのお誘い

小中高校生, 高専生本科～専攻科1年, 大学学部1～3年生の皆さんは, 情報処理学

会に無料で入会できます。会員になると有料記事の閲覧、情報処理を学べるさまざまなイベントにお得に参加できる等のメリットがあります。ぜひ、入会をご検討ください。入会は[こちら](#)から！







### 巻頭コラム「モノづくりの副交感神経」

■リモートでの展示設営について、業務にかかわり担当する立場から具体例を扱われていて、当該テーマに関心を有する読者にとって大変に参考になると感じました。(太田垣博一)

### 特集「AIの品質保証」

#### 「0. 編集にあたって」

■まだまだ取り組みは始まったばかりということが分かった。ぜひ事例や知見が集まった段階で継続的に記事を掲載してほしい。(上田晴康)

#### 「1. AI品質保証にかかわる国内外の取り組み動向」

■ガイドラインや規制法案などの動きは理解できるが、「意思を持った悪意ある行為」に対する考え方や、防御論についての取り組み動向まで踏み込んでほしい。(大根田秀雄)

#### 「2. 機械学習品質マネジメントの体系化に向けて」

■機械学習品質マネジメントの体系化の現状・動向が分かりやすく解説されていて、関連分野で活動される人への必須の基礎知識を含んでいると思いました。(太田垣博一)

#### 「3. 産官学のオープンな議論によるAIプロダクト品質保証ガイドライン策定の取り組み」

■AIプロダクトを応用ドメインにフォーカスして品質保証の活動を検討することは、求める品質保証が具体的にになり現実的なアプローチだと思います。(高瀬和彦)

#### 「4. SQuaRE品質モデルのAIへのマッピング」

■演繹手法と帰納手法の違いの明示、ガイドラインとの対応表(マッピング)は、分かりやすかった。(大根田秀雄)

■原則と品質モデルとの関係が先に検討されるべき。(匿名希望)

#### 「5. ニューラルネットワークモデルのバグ限局・自動修正技術」

■バグ限局(誤動作の原因を自動的に特定すること)という難しい問題にもかかわらず、とても読みやすく、読み進めるごとに理解が積み重なっていく気持ちになる。(片山敏之)

### デジタルプラクティスコーナー「アクセシビリティのプラクティス」

#### 「0. 編集にあたって」

■コラムと連動感がありよかった。(匿名希望)

■もっと詳細を知りたいのだが、どうしたらいいか分からなかった。(匿名希望)

#### 「1. [解説論文] 情報アクセシビリティ標準化の動向」

■標準化について分かりやすくまとめており、アクセシビリティの標準化の現況について理解を深められる内容だった。(高品盛也)

#### 「2. [招待論文] 自律型視覚障がい者ナビゲーションロボットの普及を目指して」

■開発に乗り出すまでの経緯からCOVID-19の影響による開発の苦労まで詳細に記載されており読み応えがあった。(匿名希望/ジュニア会員)

#### 「3. [招待論文] エクストリームユーザの意見に基づくユーザーインターフェース開発と社会実装」

■聴覚障害のサポートにOntennaがあり、普及していることを初めて知り、驚いた。また、その社会実装の方策はたいへん興味深く拝読しました。(高品盛也)

#### 「4. [招待論文] アクティブシニアの社会参加を活性化するICTプラットフォームの社会実装と課題」

■アクティブシニアの就労支援という、これからニーズが拡大していく領域での研究が興味深く、社会的意義が深い。(二又俊仁)

#### 「5. [招待論文] 障がい者雇用とイノベーション」

■コロナ禍で生活や働き方を変えざるを得なくなった中、障がい者を含めて活躍しやすくなってきた方もいるということは、大変喜ばしいことだと感じました。(三品賢一)

#### 「7. インタビュー：アクセシビリティのプラクティス」

■「共感のデザイン」というワードが刺さった。インターフェースの在り方を端的に示している。(二又俊仁)

#### 「[提供団体推薦論文：日立ITユーザ会] プロセスマイニングの実践による成果と成功のポイント」

■国内の多様な企業への展開の問題点などの意見もほしい。(木戸出正継)

### 教育コーナー「べた語義」

#### 「共通テスト『情報I』業務の中で思うこと」

■非エンジニア・情報分野以外の従事者から見た情報学を学ぶことの意味について、体験談を含めることで一面から理解することができた。(匿名希望)

#### 「ブロックプログラミング言語を援用したアルゴリズム教育」

■テキスト型プログラミング言語への学習接続は必ずしも円滑とはいえないことを課題として挙げられているので、EduBlocksを用いて学習することで、テキスト型プログラミングの学習が円滑に進められたかどうか、の評価も期待しています。(三品賢一)

#### 「GIGAスクール構想、次の一步」

■小学校でのChromebookの活用について、教員として活用することが目的でなく、文具として児童自ら選択して活用できるようにする、学教担任としてはGoogle Classroomを学習用と学級指導用に分けて運用する、との

方針が素晴らしい。(片山敏之)

連載「情報の授業をしよう！：技術・家庭科（技術分野）における情報セキュリティ授業の実践」

- 実践された内容が有効であったのか評価が述べられているとなおよかった。(川戸聡也)

連載「ビブリオ・トークー私のオススメー：クラウドシステム移行・導入」

- 「全般的な」「クラウド導入・移行」の「技術者向け」解説ということでもニーズがある内容。試し読みのURLも有用で、用語解説も適宜挟んでいる本なので、ぜひ買いたい1冊。(井川是水)

連載「ビブリオ・トークー書評—：ディープラーニング 学習する機械」

- 注目されている業界の有名な技術者の自著。コラムが簡潔で分かりやすく、DL技術やそれに対する考え等が知れて面白そうだった。(井川是水)

連載「5分で分かる!? 有名論文ナナメ読み：Wireless Communication Out of Thin Air」

- Backscatter 通信の原理と特性がとても分かりやすく解説されていて興味を持ちました。今後も、立ち上がってくる新技術に対してこのようなポイントを押さえた解説を継続的にお願いします。(高瀬和彦)

連載「先生、質問です！」

- 改善というわけではありませんが、良い面だけでなく、悪い面についても触れていただいた方がよいと思いました。(白石敬典)

報告「未踏の第28期スーパークリエイターたち」

- 内容そのものは、スーパークリエイターたちのホットな活動が分かってとてもよかった。ぜひ今後も続けてほしい。(上田晴康)

トピックス「2021年度研究会推薦博士論文速報」

- 文系女子大で情報教育に長年携わってきた一研究者の発言には重みがあり、大いに共感できた。(大塚敬義)

会誌の内容や今後取り上げてほしいテーマに関して、以下のようなお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。

- 有名論文斜め読みでIoT技術が取り上げられていた。IoT(無線、電源など)の基礎から先端動向までを特集記事として取り上げてほしい。AIの品質保証も継続的に特集として取り上げてほしい。(上田晴康)

- 最近、大手企業も含めた品質保証の虚偽が発覚して、信頼性の疑義が問われています。実業務に取り組んでいる学会員のためにこの問題に正面から取り組んだ企画をお願いしたいです。(高瀬和彦)

- MLOpsについて深掘りしてほしい。(松村宣顕)

「先生、質問です！」には以下の質問をいただきました。

- コンピュータは、よく集中と分散を繰り返していると聞きますが、集中・分散以外の概念についてどういったものが提唱されているのでしょうか。(白石敬典)

「デジタルプラクティスコーナー」へのご意見

- 本誌、デジタルプラクティスの記事の並びを変えてほしい。本誌の間にデジタルプラクティスの記事を入れるのは、とても分かりにくい。(匿名希望)

- 「編集にあたって」ではなく、「総論」という表現へ！(大根田秀雄)

オンライン化について以下のようなご意見やご要望をお寄せいただきました。今後の参考にいたします。

- 全体版では、適切な(リンクと分かる)リンクを入れることで、読者が全体構造を簡単に把握できまた簡単に読めるようにしてほしい。リンクを用意してほしいのは、1. 大きな切れ目で、目次に戻るリンク。2. 10ページを超える記事が並ぶときは、各記事へのリンク(中目次、小目次)。(上田晴康)

- A4紙媒体フォーマットを、そのままpdfにされても、画面上では読みにくい。少なくとも2段組みは止めてもらいたい。(匿名希望)

- 会誌11月号と一体になっており、全体が700ページという厚さになり、読みにくい。研究会推薦博士論文速報、デジタルプラクティスを分けた方が扱いやすい。(片山敏之)

【本欄担当 真鍋知博、田中リベカ/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」(閲覧にはID、PWが必要です) <URL: <https://www.ipsj.or.jp/magazine/dokusha/> (ID: ipsjmagazine・PW: dokusha2022) にも掲載しています。Web版では、紙面の制限などのため掲載できなかったコメントも掲載していますので、ぜひ、こちらもお参照ください。会誌や掲載記事に関するご意見・ご感想は学会Webページでも受け付けております。今後もより良い会誌を作るため、ぜひ皆様のお声をお寄せください。

「情報処理」アンケート回答フォーム▶

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



# 2023 年度会誌「情報処理」モニタ募集のお知らせ

会誌編集委員会

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

**応募の資格** 本会会員で、モニタの役割を積極的に果たしていただける方。

**モニタの役割** 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(2023年4月～2024年3月)。\*最長3年までとします。

**対 象 号** 会誌「情報処理」64巻5号～65巻4号

**謝 礼** 貴重なご意見をいただいた方には薄謝または記念品を贈呈します。

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

**応募締切** 2023年2月24日(金) 必着

**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** 以下 Web ページ内<2023 年度 会誌「情報処理」モニタ申込フォーム>よりお申し込みください。

<https://www.ipsj.or.jp/magazine/topics/2023monitor.html>



**照 会 先** 情報処理学会 会誌編集部門(モニタ係) E-mail: editj@ipsj.or.jp



この記事のこんなところが良かった!



こんな記事が読んでみたい!



この記事のここを改善してほしい

ご意見お待ちしております!

# 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:** 国公私立教育機関, 国公立研究機関 22,000円(税10%込)

賛助会員(企業) 33,000円(税10%込)

賛助会員以外の企業 55,000円(税10%込)

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

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

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

## 特に指定がないかぎり履歴書には写真を貼付のこと

### ■秋田県立大学システム科学技術学部 経営システム工学科数理アナリシス講座

**募集人員** 教授または准教授 1名(5年単位の任期となりますが, 通常は再任となります(再任回数に制限なし))

**専門分野** データ分析(ビッグデータ解析, 計量分析, データマイニング)もしくは統計科学(状態空間モデル, 多変量解析, ベイズ理論)

**着任時期** 2023年6月1日以降のできるだけ早い時期(応相談)

**応募締切** 2023年1月31日(必着)

**照会先** 〒015-0055 秋田県由利本荘市土谷字海老ノ口84-4

秋田県立大学システム科学技術学部経営システム工学科

木村 寛 E-mail: yutaka@akita-pu.ac.jp

**その他** 【詳細】 <https://www.akita-pu.ac.jp/about/saiyo/7634>

(3) 外国人の場合には, 学内諸業務の遂行が可能な日本語運用能力を有する方

**着任時期** 2024年4月1日

**応募締切** 2023年1月31日(当日消印有効)

**その他** 提出書類, 送付先等を含む詳細はWebページをご覧ください

[https://jrecin.jst.go.jp/seek/SeekJorDetail?fn=3&id=D122120475&ln\\_jor=0](https://jrecin.jst.go.jp/seek/SeekJorDetail?fn=3&id=D122120475&ln_jor=0)

### ■高知工業高等専門学校ソーシャルデザイン工学科

**募集人員** 助教 1名

**専門分野** 応用数学

**担当科目** コンピュータサイエンスの基礎となる数理・計算科学および応用数理に関連する科目, 卒業研究, 関連する専攻科科目等

**応募資格** (1) 応用数学の関連分野において博士の学位を有する方, または着任時までに取得見込の方

(2) 学生指導(クラブ指導, 寮生指導等)と教育に熱意を持ち, 研究意欲のある健康な方

(3) 日本語を母語としない場合は, 学内の諸業務の遂行が可能な日本語運用能力を有すること

**着任時期** 2023年4月1日

**応募締切** 2023年2月3日(17:00必着)

**その他** 詳細は本校Webページ(<https://www.kochi-ct.ac.jp/kobo/top>)をご確認ください

### ■秋田県立大学システム科学技術学部 経営システム工学科戦略プランニング講座

**募集人員** 助教 1名(5年単位の任期となりますが, 通常は再任となります(再任回数に制限なし))

**専門分野** 情報学に関連するあらゆる分野(たとえば, データサイエンス, 情報システム・ネットワーク, デザイン思考など)

**着任時期** 2023年6月1日以降のできるだけ早い時期(応相談)

**応募締切** 2023年1月31日(必着)

**照会先** 〒015-0055 秋田県由利本荘市土谷字海老ノ口84-4

秋田県立大学システム科学技術学部経営システム工学科

木村 寛 E-mail: yutaka@akita-pu.ac.jp

**その他** 【詳細】 <https://www.akita-pu.ac.jp/about/saiyo/7635>

### ■高知工業高等専門学校ソーシャルデザイン工学科

**募集人員** 助教 1名

**専門分野** 情報工学関連分野

**担当科目** ネットワーク, ソフトウェア, ハードウェア等の情報セキュリティに関連する科目, 情報工学実験, 卒業研究, 関連する専攻科科目等

**応募資格** (1) 情報工学の関連分野において博士の学位を有する方, または着任時までに取得見込の方

(2) 学生指導(クラブ指導, 寮生指導等)と教育に熱意を持ち, 研究意欲のある健康な方

(3) 日本語を母語としない場合は, 学内の諸業務の遂行が可能な日本語運用能力を有すること

**着任時期** 2023年4月1日

**応募締切** 2023年2月3日(17:00必着)

**その他** 詳細は本校Webページ(<https://www.kochi-ct.ac.jp/kobo/top>)をご確認ください

### ■公立小松大学生産システム科学部 生産システム科学科

**募集人員** 助教 1名

**専門分野** 情報科学分野(たとえば, 情報理論, 計算理論, 暗号学などの数理科学分野, 機械学習などのデータ科学分野, 素粒子・原子核・宇宙などの自然科学分野で, データ解析に取り組みられている方も歓迎します)

**担当科目** 情報処理基礎, 情報処理応用A, プログラミングI・II, 基礎ゼミ, 課題探求プロジェクト, 課題研究ゼミナール等

**応募資格** (1) 博士またはPh.D.の学位を有する方, またはこれと同等以上の教育・研究能力を有すると認められる方

(2) 広い意味での情報科学分野の業績(査読付き)が直近5年間に1報以上ある方

**情報処理学会 第 85 回全国大会 聴講事前申込受付中**  
**イベント企画のみの聴講参加は「無料」!! ハイブリッド開催**  
 申込はこちらから⇒ <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/85/>  
**事前申込がお得です! ぜひ皆様お誘い合わせの上、奮ってご参加ください**

## 『ダイバーシティと情報処理』

大会会期：2023年3月2日（木）～4日（土）  
 大会会場：電気通信大学（東京都調布市調布ヶ丘1丁目5-1） ハイブリッド開催  
 共 催：電気通信大学  
 後 援：全国高等学校情報教育研究会

情報処理学会第85回全国大会の「大会聴講参加」の申込を受付中です。

- 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：2022年12月12日（月）～2023年2月15日（水）**

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

招待講演-1	3日（金）16：20～16：35	未定（The Korean Institute of Information Scientists and Engineers）
招待講演-2	3日（金）16：35～16：50	未定（China Computer Federation）
招待講演-3	3日（金）16：50～17：05	未定（IEEE Computer Society）
招待講演-4	3日（金）17：05～17：20	未定（Association for Computing Machinery）
特別講演	2日（木）15：20～17：20	ダイバーシティ推進とデータサイエンス（仮）
	4日（土）15：30～17：30	IPSJ-ONE

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

第1 イベント会場	2日 9：30～11：30	「Society 5.0時代の安心・安全・信頼を支える基盤ソフトウェア技術の構築」
	2日 12：40～15：10	「IoTが拓く未来：超スマート社会に向けた最新研究と将来像」
	3日 9：30～11：30	「一般情報教育と数理・データサイエンス・AI教育のこれから」
	4日 9：30～12：00	「2025年度情報入試のトレンド」
	4日 13：20～15：20	「論文必勝法」
第2 イベント会場	2日 9：30～11：30	「大学等におけるデータサイエンス教育の強化と相互連携」
	2日 12：40～15：10	「デジタルプラクティス Plus+」（オンライン）
	3日 9：30～11：30	「IoT向けセキュリティ最前線」
	3日 12：40～15：10	「～コンピュータバイオニアが語る～『私の詩と真実』」
第3 イベント会場	4日 9：30～15：20	「第15回情報システム教育コンテスト」
	2日 12：40～15：10	「規格関連イベント（仮）」
	3日 12：40～15：10	「官公庁におけるアジャイル開発」
第4 イベント会場	4日 9：30～12：00	「持続可能なスマート一次産業実現への情熱」
	2日 9：30～11：30	「インダストリアルセッション」
	2日 15：00～17：30	「IT情報系キャリア研究セッション」（オンライン）
	3日 9：30～11：30	「2022年サイバー事件回顧録～技術と法制度の両面から～」
	3日 12：40～15：10	「どうする情報科教育！～情報ⅠⅡ、高大接続から考える～」
	3日 15：20～17：30	「IT情報系キャリア研究セッション」（オンライン）
	4日 9：30～12：00	「第4回初等中等教員研究発表セッション」
4日 13：20～15：20	「IPSJ KIDS」	

第5 イベント会場	2日 11:40～12:30 「AI TECH TALK」
	3日 11:40～12:30 「ランチョンセミナー」
	4日 13:20～15:20 「第5回中高生情報学研究コンテスト」
第6 イベント会場	4日 13:20～15:20 「情報科学の達人3.0」
特別会場	2日 11:40～12:30
	3日 11:40～12:30 「わたし研究者・技術者やっつけの？ランチタイム公開座談会」
	4日 12:10～13:10

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日間でおよそ30会場を使用して、190あまりのセッションが生まれ、活発な発表、議論・討論が行われます。

■聴講参加費・講演論文集代（税込）

現地参加、オンライン参加ともに同価格です。学生の大会共通聴講参加費は「無料」です。事前申込受付期間を過ぎると当日価格となりますのでお申し込みはお早め！

申込種別	事前価格（2/15まで）	価格（2/16以降～最終日）
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

◇留意事項

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

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

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

※講演参加申込の方、座長、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。座長には別途ご請求の案内をいたします。

◇ハイブリッド開催について

オンラインミーティングツール Zoom を併用しながら現地でイベント企画・各発表セッションを開催致します。インターネット・オーディオ機器に接続できる PC とヘッドセットを各自で必ずご準備願います。イベントによっては、オンラインのみのものがあります。

■懇親会（有料）

懇親会を予定しております。大会参加者の皆様の親睦をぜひ深めてください。

なお、新型コロナウイルス感染症の感染拡大状況によっては変更になる場合もございます。

開催日時：2023年3月3日（金）18:00～20:00（予定）

開催会場：電気通信大学 学内（予定）

■講演論文集代（税込・送料込）

残部のある限り販売を行います。確実に御手配いただくには2023年2月1日（水）までのお申し込みをお勧めいたします。受け取りは大会終了後の郵送となります。

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

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

第85回全国大会公式 Web サイト <https://www.ipsj.or.jp/event/taikai/85/>

■問合せ先

一般社団法人情報処理学会 事業部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F 電話 (03) 3518-8373 E-mail: ipsjtaikai@ipsj.or.jp

## ● 論文誌ジャーナル掲載論文リスト

Vol.64 No.1 (Jan. 2023)

【特集：ニューノーマル時代を支えるコラボレーション技術とネットワークサービス】

- 特集「ニューノーマル時代を支えるコラボレーション技術とネットワークサービス」の編集にあたって 岡本昌之 他
- Automating License Rule Generation to Help Maintain Rule-based OSS License Identification Tools Yunosuke Higashi 他
- 技術的負債に関連する課題票分類手法の構築 木村祐太 他
- 送信ドメイン認証を用いた送信者レピュテーションの構築手法とフィードバックループの提案 櫻庭秀次 他
- Twitter 上で多数の訂正情報が発信される流言の特徴分析 草竹大暉 他
- 陣取りゲーム要素を導入した歩行データ収集システムの検証 古田瑛啓 他
- 少量パタンデータ学習と特徴量寄与度を考慮した予測モデル選択に基づく非定常室温予測 前島綜太郎 他
- レビューに基づく複数ジャンルを対象とした類似作品推薦手法の提案 福本虎太郎 他
- 身体的動作と移動表現を用いた仮想空間における長距離空間移動 石丸敬登 他
- あんなちゃん：防災に関する家族間の話し合いのきっかけを提供するチャットボットの提案\* 小西杏奈 他
- カテゴリ別における VTuber と YouTuber の配信スタイルによる印象評価 越後宏紀 他
- ライビーム：超指向性スピーカを用いた複数人 AR 体験のための仮想オブジェクト音像提示システム 福島 拓 他
- 平地の VR 車椅子シミュレーションにおける移動距離の影響 大河原巧 他

【特集：新社会とスマートコミュニティ創成に向けたモバイルコンピューティングと高度交通システム】

- 特集「新社会とスマートコミュニティ創成に向けたモバイルコンピューティングと高度交通システム」の編集にあたって 山口弘純 他
- A Survey of Ground Truth Measurement Systems for Indoor Positioning Takuto Yoshida 他
- 測距情報と姿勢情報と部屋情報を融合させた屋内位置推定システムに関する研究 瀧 郁弥 他
- 都市を対象とした大規模移動履歴に基づく疑似人流データ生成手法\* 田村直樹 他
- スマートフォンログに基づく well-being 指標と下位尺度の推定 濱谷尚志 他
- BLE ビーコンを用いた車椅子の自走・介助および活動量の推定手法\* 大鐘勇輝 他
- 予約型充電器と非予約型充電器の混在を考慮した EV ドライバの充電行動モデル 美野輪真大 他
- 鉄道分野での日常的な業務活用を実現する乗客流動シミュレータの開発 大塚理恵子 他

【一般論文】

- クラス間の距離を考慮した多変量 2 値分布における代表点分析法に関する研究 竹本真悟 他
- 注意機構を用いた Graph Convolutional Networks による短期的将来滞在人口数推定\* 久保田祐輝 他
- 構造化された情報を会話表現に変換する技術の実現と評価 磯和隆道 他
- 顧客の閲覧行動分析のための時間窓トピックモデル 伊藤史世 他
- Two-Stream 3D Convolutional Neural Networks-v2 を用いた万引き行動の自動検知手法の高速化 山下裕之介 他

- 音声中の音声検索語検出における平均事後確率ベクトル圧縮方式の提案 横田平志 他
- レコメンデーションシステム応用に向けた Web 広告の提示が瞳孔サイズに及ぼす影響調査\* 山下竜太 他
- 高校数学教科書におけるシンボル化を用いた単元関連付け方法の提案 谷口陽聖 他
- 産業界間の取引構造を用いた深層学習モデルによる生産指数の予測 山本裕樹 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 (Jan. 2023)

【論文誌 プログラミング Vol.16 No.1】

- Type Checking Data Structures More Complex Than Trees Jin Sano 他
- 遺伝的アルゴリズムによるコンパイラ最適化の効果の見積 千葉雄司 他



【論文誌 データベース Vol.16 No.1】

- 時系列データの自動ネットワーク構造検出アルゴリズム 小幡紘平 他
- 形・葉脈の特徴に着目した樹葉画像の深層学習に基づく分類 奥田萌莉 他
- FPGA を用いたガソリンエンジンの最適点火エネルギー予測のためのリアルタイムモデル推定 大島英一郎 他



【論文誌 デジタルプラクティス Vol.4 No.1】

- Gather.Town と VR カメラを活用した研究室紹介バーチャルツアー 荒木智史 他
- ダンスと場を連動させた映像生成の提案とダンス ONE プロジェクトへの実践 吉川優依 他
- 保全文書を対象とした故障分類可視化システムの開発 二神廉太郎 他
- Analysis of Embedded system' s Functional Requirement using BERT-based Name Entity Recognition for extracting IO entities Man Yiu Chow 他
- 放送局を横断する大規模テレビ視聴履歴データの統合手法の提案と実践 松田裕貴 他



【論文誌 コンシューマ・デバイス&システム Vol.13 No.1】

- 仮想現実による水害時避難行動データの継続的な収集・活用方法に関する検討 小比賀亮仁 他
- 画像局所特徴の類似度を用いたメロン等級判定システムの開発 小池 誠 他
- Service Identification of TLS Flows Based on Handshake Analysis 浅岡 諒 他



# 情報処理学会の会員になりませんか!

www.ipsj.or.jp

新規会員  
募集中

一般社団法人 情報処理学会は、IT に関する専門家集団として健全な情報化社会の実現に向けて、学術・文化・産業等の多方面に貢献しています。

## ■活動の概要

- 出版活動（学会誌「情報処理」、論文誌、デジタルプラクティス、単行本の発行）、電子図書館への掲載
- 各種行事の開催（研究発表会、全国大会、FIT（情報科学技術フォーラム）、シンポジウム、連続セミナー、短期集中セミナー他）
- 教育活動（大学の標準カリキュラム策定、JABEE 認定審査、認定情報技術者（CITP）認証、高等学校情報科教員研修）
- 国際交流（IFIP への加盟、海外学協会との提携）
- 標準化活動（情報技術に関する国際標準規格開発および普及活動）
- その他の活動（各種提言・コンピュータ博物館の運営・情報処理技術遺産の認定・表彰・支部活動他）

## ■会員になるには

入会金（正会員のみ）と会費をお振り込みの上、入会申込書をお送りください。理事会で承認後会員証（賛助会員除く）をお送りします。情報処理学会の会員は、個人会員と賛助会員から構成されています。

### 個人会員

- 名誉会員：本会の活動において特別な功績があり、総会で推薦された個人
- 正会員：本会の目的に賛同して入会した個人で、本会の中心的会員
- 学生会員：学校に在学中の個人
- ジュニア会員：小学生～大学学部3年生以下の学生（会費無料）

### 賛助会員

本会の活動をサポートする団体または個人

## ■ご入会いただくと、こんな良いことがあります。

### 1 最新技術を紹介する会誌「情報処理」が毎月お手元に届きます（ジュニア会員は電子版のみ）。

特集：自動運転元年/スマートファクトリーは工場の何を変えるのか?/知能コンピューティング/社会インフラシステムにおけるサイバーセキュリティ/個人情報保護法制の最新動向/2次元コードが経済の動きを加速させる/メタバースがやってきた/AI判断の根拠を説明するXAIを使いこなす/AIの社会実装に向けたガバナンスの課題と取り組み/AI時代のサイバーセキュリティ/AIの品質保証/気候変動とデータサイエンス

### 2 IT実践の現場で創出された創意工夫、新しい利用法、教訓などを紹介する「デジタルプラクティス」を読むことができます（電子版のみ）。

特集：超スマート社会実現に向けた情報技術活用のプラクティス/デジタル化競争を勝ち抜くための標準戦略/新しい生活様式を見据えたインターネットと運用技術/アクセシビリティのプラクティス—「誰一人取り残さない」ための情報技術 他

### 3 電子図書館で「情報処理」の過去の記事を見ることができます。

### 4 「連続セミナー」に会員価格（4,000円お得）で参加できます。

時代に即しかつ技術の先進性に富んだ内容をテーマに、その分野の第一線で活躍している講師を招いて年数回にわたり開催しています。2022年度は「その先へ 情報技術が貢献できること」をテーマに、12回オンラインにて開催します。

### 5 ホットピックスに対応する「シンポジウム・セミナー」（5,000円以上お得）や「研究会」に会員価格で参加できます。

クラウドコンピューティング、ソフトウェア開発、システム・アーキテクチャ、情報家電システム、LSI設計、高性能計算技術、プログラミング、アルゴリズム、ゲーム工学、セキュリティ、量子ソフトウェア、IoT、情報デザイン、情報倫理、バイオ、高齢社会デザイン、コンピュータグラフィックス、ビッグデータ、モバイルヘルスケア、スマートコミュニティ、音楽情報処理、ラーニングアナリティクス、障害者支援技術...

### 6 出版図書が会員割引で購入できます。

IT Text シリーズ、情報技術遺産とパイオニアたち、クラウドシステム移行・導入 など

他にも会員向けサービスがたくさんあります。詳細は学会 Web サイトをご覧ください。

お問合せは、  
一般社団法人 情報処理学会 会員サービス部門

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5 化学会館 4F  
Tel.(03)3518-8370 Fax.(03)3518-8375 mem@ipsj.or.jp

**CONTENTS**

**Preface**

- 56 **Computers for Me**  
Yuriko OTANI (Shienjuku Co., Ltd.)

**Special Article**

- 58 **Do AI Image Generators Dream of Electric Ukiyoe**  
Leika SUGI (Diehard Tales)

**Special Features**

***AI Understands Human Emotions and Gets Close to People***

- 66 **Foreword**  
Mikiko SODE TANAKA (International College of Technology) and Ryo FURUKAWA (NEC Corp.)
- 68 **Outline**

**Digital Practice Corner**

***Utilizations and Issues of Online Communication Environment with Consideration of Post COVID-19 Pandemic***

- 70 **Foreword**  
Motonori NAKAMURA (Kyoto Univ.)
- 72 **Outline**

**"Peta-gogy" for Future**

- 73 **Request for Improvement of the Situation of Teachers Assigned to Informatics at High-schools in Japan**  
Yasuichi NAKAYAMA (The Univ. of Electro-Communications)
- 74 **Toward the Implementation of the 2025 Common University Entrance Test "Information I" - Direction of Consideration on Question Preparation Policies**  
Shuji MIZUNO (National Center for Univ. Entrance Examinations)
- 78 **Informatics Education for Elementary, Juniorhigh and Highschools Leading to the Future**  
Office for Digital Transformation of Schools, Elementary and Secondary Education Bureau, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

- 82 **IT Travelog Manga**
- 84 **Biblio Talk**
- 86 **Skimming a Famous Paper in Five Minutes**
- 88 **Conference Report**

**Online Only**

**Special Features**

***AI Understands Human Emotions and Gets Close to People***

- e1 **Research and Applications of Speech Emotion Recognition**  
Atsushi ANDO (Nippon Telegraph and Telephone Corp.)
- e7 **Methodology of Psychological and Emotional Analysis in Social Media**  
Yoshinori HIJKATA (Kwansei Gakuin Univ.)
- e16 **Proposal-type Order System Using Emotion Estimation Technology**  
Hiroko AKATSU (Oki Electric Industry Co., Ltd.)

- e20 **Emotion Visualizing with Heart Rate Variability Analysis**  
Shinichiro IWATA and Katsumi ABE (NEC Corp.)
- e25 **Reading Emotions from Bodily Movements: The Development of the Motion Unit AI**  
Ken FUJIWARA (National Chung Cheng Univ. / Tohoku Univ.), Miao CHENG, Chia-huei TSENG and Yoshifumi KITAMURA (Tohoku Univ.)
- e30 **What Kind of Exam Questions on Informatics Will Appear in University Entrance Exams?**

◎ IPSJ カレンダー◎

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

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



特集「人の感情を理解し、人に寄り添う AI」の編集が終わりに近づいたころ、ChatGPT の話題が世間を賑わせていた。ChatGPT はその名の通り AI とチャットが可能な対話システムのサービスであり、人間に見紛う流暢な応答をすることができる。しかし、人間は会話の中で相手の感情を推測し、相手の期待通りの返事をする事で相手に寄り添うことができる。また時には、相手の期待に反してでも、心を鬼にして真に相手のためとなる返事をする事で、相手に寄り添うことができる。

こういった能力は、恐らくまだ ChatGPT には備わっていないように思える。AI 技術が進展するにつれて、AI サービスが社会で広く使われるようになってきた。そんな今だからこそ、AI が人間の感情を理解する、そして理解した感情を踏まえて相手に寄り添う行動をする、といったテーマが、AI サービスが社会で使われ続けるために、一層重要になってきていると感じる。

(西田光甫 / 本特集エディタ)

### 次号 (3月号) 予定目次

編集の都合により変更になる場合がありますのでご了承ください。

※はオンライン版のみの掲載となります

#### 「小特集」光無線通信が作る新たな世界※

Beyond-5G 時代を拓く光無線通信技術—超高速化・省電力化、陸海空の通信カバレッジ拡張を目指して—/レーザ光源を利用した宇宙光通信/光無線 MIMO 方式 空間多重化による長距離高速通信技術/光ファイバと高速無線伝送の融合—テラヘルツ波通信の実用化を目指して—

教育コーナー：ぺた語義

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

コラム：巻頭コラム

学会活動報告：IFIP 近況報告

会議レポート：国際会議開催報告 The 4th International Conference on Activity and Behavior Computing (ABC) in London, UK —第4回 行動とふるまいに関するコンピューティング国際会議 (英国ロンドン) —

### 読後のご意見をお送りください

本誌では、現在約 170 名の方々に毎号のモニタをお願いしておりますが、より多くの読者の皆さんからのご意見、ご提案をおうかがいし、誌面の充実に役立てていきたいと考えておりますので、以下 Web ページから奮って事務局までお寄せください。

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

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



#### 複写される方へ

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

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

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

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

#### Notice for Photocopying

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

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

<All users except those in USA>

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

<Users in USA>

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

..... 広告のお申込み .....

■ 広告料金表 (価格は税 10%込)

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

■ 「情報処理」

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

■ 問合せ・お申込み先

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

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

..... 掲載広告の資料請求 .....

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

■ 「情報処理」 64巻2号 掲載広告 (五十音順)

- オーム社..... 前付3       フォーラムエイト ..... 表2対向  
 講談社..... 前付2  
 とめ研究所..... 前付最終上       すべての会社を希望

■ 資料送付先

フリガナ  
お名前 \_\_\_\_\_

勤務先 \_\_\_\_\_ 所属部署 \_\_\_\_\_

所在地 (〒 - ) \_\_\_\_\_

TEL ( ) - FAX ( ) -

ご専門の分野 \_\_\_\_\_



お問合せ・お申込み・資料請求は

広告総代理店 **アドコム・メディア(株)**

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

## 賛助会員のご紹介

本会をご支援いただいております賛助会員をご紹介します。

Web サイト (<https://www.ipsj.or.jp/annai/aboutipsj/sanjo.html>) 「賛助会員一覧」のページからも  
各社へリンクサービスを行っておりますので、ぜひご覧ください。

照会先 情報処理学会 会員サービス部門 E-mail: [mem@ipsj.or.jp](mailto: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

**Life is Tech!**

ライフイズテック (株)

**IBM**

日本アイ・ビー・エム (株)

**FUJITSU**

富士通 (株)

**MITSUBISHI ELECTRIC**  
Changes for the Better

三菱電機 (株)

Orchestrating a brighter world

**NEC**

日本電気 (株)

**CyberAgent.**

(株) サイバーエージェント

### ●●● 賛助会員 (10 ~ 19口)

**RECRUIT**

(株) リクルート

**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)

**Panasonic CONNECT**

パナソニックコネクト (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)

**TTC**  
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)

**IA japan**

(一財) インターネット協会

**IISA**

(一社) 情報サービス産業協会

**TREND MICRO**

トレンドマイクロ (株)

**MITSUBISHI ELECTRIC**  
Changes for the Better

三菱電機ソフトウェア (株)

**BFT**

(株) BFT

**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)

**CMS CORE MICRO SYSTEMS INC.**

コアマイクロシステムズ (株)

**SANBI**

三美印刷 (株)

**SONY**

ソニー (株)

**TECHNOPRO**  
Design

(株) テクノプロ  
テクノプロ・デザイン社

**FORTINET**

フォーティネットジャパン  
合同会社

**MIZUHO** みずほリサーチ&テクノロジーズ

みずほリサーチ&テクノロジーズ (株)

# 情報処理学会 第85回全国大会

## ダイバーシティと情報処理

**開催日** 2023.3.2(木)～4(土)

**会場** 電気通信大学(ハイブリッド開催)

**事前申込受付期間** 2022.12.12(月)～2023.2.15(水)

聴講参加費(税込) 現地参加、オンライン参加共に同価格です。

申込種別	事前価格(2/15まで)	価格(2/16～最終日)
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

3/2  
(木)

魅力あるイベントも

ダイバーシティ推進とデータサイエンス(仮)  
 Society 5.0時代の安心・安全・信頼を支える基盤ソフトウェア技術の構築  
 大学等におけるデータサイエンス教育の強化と相互連携  
 わたし研究者・技術者やっつけの? ランチタイム公開座談会  
 IoTが拓く未来: 超スマート社会に向けた最新研究と将来像  
 デジタルプラクティス Plus+  
 規格関連イベント(仮)  
 インダストリアルセッション  
 AI TECH TALK  
 IT情報系キャリア研究セッション

3/3  
(金)

たくさん開催!

一般情報教育と数理・データサイエンス・AI教育のこれから  
 IoT向けセキュリティ最前線  
 2022年サイバー事件回顧録～技術と法制度の両面から～  
 わたし研究者・技術者やっつけの? ランチタイム公開座談会  
 ～コンピュータパイオニアが語る～  
 「私の詩と真実」  
 官公庁におけるアジャイル開発  
 どうする情報科教育!～情報Ⅱ, 高大接続から考える～  
 ランチョンセミナー  
 IT情報系キャリア研究セッション

3/4  
(土)

IPSJ-ONE  
 2025年度情報入試のトレンド  
 第15回情報システム教育コンテスト  
 持続可能なスマート一次産業実現への情熱  
 第4回初等中等教員研究発表セッション  
 わたし研究者・技術者やっつけの? ランチタイム公開座談会  
 論文必勝法  
 情報科学の達人3.0  
 IPSJ KIDS  
 第5回中高生情報学研究コンテスト  
 Exciting Coding! Junior



# 第8回 情処ウェビナー

<https://www.ipsj.or.jp/ipsjwebinar/webinar08.html>



一般社団法人  
情報処理学会  
Information Processing Society of Japan

無料

## スマートホスピタル構想における 汎用型多目的ロボットの活用 —スマートホスピタルの実現と課題—



2017年より名古屋大学医学部附属病院を中心として推進する「スマートホスピタル構想」において、医療Dxを進めるためにAI、ロボティクス、IoTを積極的に導入・開発している。今回はスマートホスピタル構想において複数のロボットを導入・実証するにあたり、その実現性と課題について実際の取り組みを交えて紹介する。

### 大山 慎太郎

東海国立大学機構 未来社会創造機構  
予防早期医療創成センター 准教授

2007年名古屋大学医学部医学科卒業後整形外科臨床医として勤務。2014年より理化学研究所画像情報処理研究チーム、2017年より名古屋大学医学部附属病院 メディカルITセンター特任助教。病院Dxを目指したスマートホスピタル構想を牽引。2022年より現職。

2023.1.30 (月)

12:00-13:00

会場：IPSJ VIRTUAL HALL (オンライン)

配信：YouTube Live

定価 1,760円 (本体 1,600円 + 税 10%)

本誌広告一手取扱い アドコム・メディア株式会社

〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-21-27 TEL.03-3367-0571 FAX.03-3368-1519

雑誌 05269-02



4910052690233  
01600

〒101-0062  
東京都千代田区神田駿河台一―五  
編集人 五十嵐悠紀

発行所 東京都千代田区神田駿河台一―五  
一般社団法人 情報処理学会  
発行人 木下泰三

電話 東京(〇三)三五八―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六一―二八八一  
三美印刷株式会社

会員外発売所  
株式会社 オーム社  
東京都千代田区神田錦町三―一

特集号招待論文

# 医療と情報工学の融合—遠隔医療20年の軌跡—

清水周次<sup>1</sup> 中島直樹<sup>1</sup> 岡村耕二<sup>2</sup> 工藤孔梨子<sup>1</sup> 森山智彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>九州大学病院 <sup>2</sup>九州大学情報基盤研究開発センター

「ブラックジャックのような外科医の手術をこの目で見てみたい」、「海外の有名な医師の講演を直接聞きたい」など、医療者にとって自らの知識やスキルを磨きたいという向上心は尽きることがない。遠隔医療への憧れはインターネットが一般に普及し始めた1990年代に大きな高まりを見せたが、通常のテレビ電話やオンライン会議とは異なるレベルでの緻密で高精細な医療映像を淀みなく伝送できる技術を得ることは、思うほど簡単ではなかった。本稿では教育分野に焦点を絞り、筆者らが経験した20年に渡る活動の一端を辿ってみたい。

## 1. 遠隔医療の黎明

### 1.1 外科の革命

#### 1.1.1 新たな術式の到来

筆者（清水）が医師になり約10年を過ぎた1990年代、外科の歴史上最も大きな変革の1つと言える出来事が起こった。それは内視鏡手術の登場である。それまでは大きな切開の下で良好な視野を保ちつつ、安全かつ効率的な手術を行うことが重要であるとされていた。しかしながら内視鏡手術とは1cm程度の小さな傷を数カ所作り、そこから挿入した内視鏡で得られるモニタ上の映像を頼りに、別の穴から差し込んだ細長い鉗子を数本使用して行うまったく新しい手術法である。当然、それまで大御所と言われた多くの外科医は新たに登場したこの狭い視野での手術を危険な手術として猛反発したが、先見の明を持つ比較的若い外科医たちの努力により、術後の痛みが少なく回復が早いこの手術法はその後世界中に広がることとなる。

#### 1.1.2 教育ニーズの爆発的増大

従来の手術法で訓練されてきたすべての外科医たちはこのまったく新しい術式を一から学ばざるを得ない状況となり、当時先進的に内視鏡手術を開始していた病院には多くの見学者が訪れた。もちろん学会やビデオ、また雑誌などを参照することはできても、断片的な知識の収集だけでは実際の手術を自らの手で行うことは難しい。手術に携わる各メンバの動きや手術途中のさまざまな問題への対処を最初から最後まで実際に見ることが最良の方法であることは一般の人にも想像に難くないであろう。我々のチームも胃癌に対する内視鏡手術にいち早く着手し、当時は国内のみならず海外、特に韓国から多くの見学者を受け入れていた。

### 1.1.3 当時の遠隔医療

映像が主要な教育ツールとなる外科の分野では以前よりビデオカンファレンスやライブデモンストレーションといった遠隔医療へのニーズは高く、期待も大きかった。当時はちょうどインターネット技術がアメリカ以外の国々へも広がりつつあった時代にあたり、さまざまな形で遠隔医療への応用が試みられていた。しかしながら当時のインターネットはまだ未熟で容量もごく限られ、配信された手術の映像は解像度が不十分であるばかりでなく止まったり動いたりを繰り返すような状況であった。したがって、細かな解剖を連続的に理解する必要のある実臨床にはとても応用できるというような状態ではなかった。一方衛星放送を利用すれば比較的良い映像を得ることはできていたが、その使用料は高額で日常的に利用できる状況とはほど遠いものであり、しばらくの間、遠隔医療が外科の中で定着することはなかった。

## 1.2 いくつかの偶然

その状況を大きく変えたのは、いくつかの偶然が重なったためとも言えるかもしれない。その1つは2002年にFIFAワールドカップが歴史上初めて日韓共同開催という形で開催されたことである。日本でも前年の2001年から小泉内閣の下、e-Japan戦略と呼ばれる日本のインターネット化事業が始まっていたが、そのワールドカップを契機に両国間に従来の250倍（2ギガ）という超高速回線が敷設されることになった。しかも東京・ソウル間ではなく福岡・釜山間に海底光ケーブルが引かれたことにより、「玄海プロジェクト」と呼ばれる日韓両国のインターネットを利用したさまざまな分野での交流を九州大学がリードする産学官の体制が構築され、その中で医療分野での応用が開始された（図1）。もう1つの偶然は、日本の九州大学に相当する韓国側の拠点大学である漢陽大学に、筆者（清水）がアメリカで留学中に同じ研究室でともに仕事をしてきた親しい医師が勤務していたことである。彼と我々が共同で遠隔医療のプログラムを開始することとなり、双方の調整をスムーズに進めることができた。



図1 日韓海底光ケーブルの敷設

## 1.3 技術的側面

### 1.3.1 学術インターネットとDVTS

技術面でも大きな進展が見られた。それまではISDN3回線というのが一般的な通信技術であり容量も約0.4Mbpsと限られていたため、いかに良い圧縮技術を開発し、伝送される映像の質を担保するかが研究の主な対象であった。1999年に発表されたデジタルビデオ伝送システム（DVTS）

という新しい技術は映像を圧縮することなくビデオ信号をインターネット信号に変換できる画期的な技術であったが、一方で30Mbpsという大容量を必要とするためその応用範囲が限られるという欠点を有していた。我々は日韓に敷設された超高速回線を利用することによりその問題点を克服し、医工連携の下、解像度を保ったまま手術映像を伝送できる技術の開発に世界に先駆けて成功した（表1）。

表1 従来法とDVTSの比較

	従来法*	DVTS**
回線容量 (Mbps)	0.4	30
機器	専用機器	パーソナルコンピュータ
価格	高価	安価
使用回線	商用回線	研究教育用回線
回線使用目的	一般用	学術用
動画配信方法	映像の差分を伝送	1分間に静止画30枚を伝送
画質解像度	低い	高い
映像の動き	緩慢、途切れ	スムーズ、なめらか
医学への応用	不適	適

\*従来法: ISDN (3回線) を使用したH.323システムなど

\*\*DVTS: デジタルビデオ伝送システム

### 1.3.2 安価で高画質なシステム

DVTSは高性能でありながら誰でも自由にダウンロードできる無料のソフトウェアである。使用する機器は市販のビデオカメラとパーソナルコンピュータ (PC) で十分であり、内視鏡手術装置の映像出力をPCに接続すれば、そのまま伝送できた（図2）。そのため衛星放送や高価な専用機器を購入する必要がなく、高画質の手術映像を安価に送受信することが初めて可能となった。当時広く普及していたH.323プロトコルには高価な機器の購入が必要であった上、外科医の眼から見た細かな解剖に対する解像度や映像のスムーズな動きはとてDVTTSに敵うものではなかった。この安価かつ高画質という本システムの大きな特徴は、その後開発途上国の多いアジアを始め世界中へ遠隔医療を展開できた重要な要因となった。



図2 新たに開発された遠隔医療システムの概要

## 2. 活動の急拡大

### 2.1 本格的活動の始まり

#### 2.1.1 初めてのライブ手術

遠隔医療が実用的なレベルとなり外科分野での応用が可能と判断して最初に企画したのは、2003年8月に実施されたライブ手術であった[1]。九州大学病院と韓国ソウル近郊の国立がんセンターを接続し、九大病院手術室で行われている胃癌に対する内視鏡手術の様子を配信した。韓国側の外科医のオフィスでは九大病院の術者が見るモニタと同じ画質の手術映像を終始観察できるのみならず、別のモニタには手術室の様子が映し出され、術者の細かな手の動きや内視鏡手術特有の鉗子類や専用器械、さらには切除された胃の病変部もまるで手術室の中にいるかのごとく観察することが可能であった。またコンピュータの画面を通して相互に説明や質問をしながら、会話の遅延も感じない快適な環境の中で手術を終了した(図3)。この様子は多くのテレビや新聞でも報道され、遠隔医療の幕開けとも言える大きな転換点となった。



図3 初めての日韓ライブ手術

#### 2.1.2 他分野への展開

この成功を受け、外科の分野では大腸癌や脳外科のライブ手術が次々に開催された。外科医にとってはまさに夢のような技術革新であり、内視鏡手術という外科領域の革新的な変化に伴う教育ニーズの急増と相俟って、多くのプログラムが相次いで企画されることとなる。2006年に福岡で開催された日本泌尿器科学会では大ホールに集まった1,000人近い参加者を前に韓国からのライブ手術が実施され、学会史上初めてとなる本企画への参加者にも大好評であった[2]。またその時期外科分野と同様に胃カメラなどを扱う消化器内視鏡の分野でも、超音波を使った内視鏡や、手術をせずに早期癌を切除するといった新たな診断・治療技術が数多く登場し、その後は外科と消化器内視鏡という2つの分野が中心となり遠隔医療を牽引して行くこととなった。

#### 2.1.3 学生ライブ講義

このような実臨床における医師を中心とした教育とともに、医学生への教育もまた重要である。我々は2007年、ソウル大学病院の手術室から九大医学部講義室に集まった2年生の学生約80名を対象にライブ講義を実施した(図4)。この講義は、内視鏡手術という新しい手術をライブで学生

に見てもらうこと、また遠隔医療が実際に使えるレベルに達していることを実感してもらうこと、さらに韓国の医師と直接英語でやりとりをして国際感覚を養ってもらうこと、の3点を目的とした。学生の評判も予想以上に良好で、その後も毎年行われるようになった[3]。



図4 ソウル大学病院からのライブ講義

## 2.2 多地点接続とアジア展開

### 2.2.1 さらなる技術革新

我々のシステムを用いた遠隔医療は順調な滑り出しを見せたが、欠点の1つは1対1の接続しかできないことであった。この画期的なシステムを利用したプログラムには参加希望が殺到し、多施設を同時に接続できるシステムの開発が待たれていた。そのような中、DVTSを4地点で接続できるQuatreと命名されたソフトウェアが登場し、2005年に開催された膵移植研究会で初めて使用した[4]。九州大学病院の主会場をソウルのほか、北京と台北にも接続し、東アジアの4都市が参加した形で相互に発表や質疑応答を行った(図5)。



図5 初めての4地点接続

技術は日進月歩であり、4地点までのDVTS接続はほどなく8カ所接続が可能となった。またそのころハイビジョン映像という技術が生まれH.323の機器もハイビジョン仕様へと改良されたが、多地点接続での動画の伝送においてはDVTSでの評価が勝るという研究成果も発表された[5]。さらに2007年に福岡の国際会議場で開催されたアジア太平洋肝胆膵学会においては2.5GbpsというDVTSのさらに約100倍近い容量を用いてソウル大学病院からの手術映像を配信し、超大型のスクリーンに映し出すというまったく異次元の画質を参加者に届けた[6]。

### 2.2.2 国内外への展開

多地点接続が可能となったDVTSシステムの利用は瞬く間に国の内外へ広がった。その主なものを紹介する。肥満患者を手術で治療するという方法は当時日本では実施されておらず、2005年にオーストラリアから配信されたライブ手術への出席者は初めて見る手術映像に食い入り、術後の食事療法についてもシンガポール大学とともに熱心な討議を行った。2006年にはソウルで開催されたアジア内視鏡外科学会の特別企画として2日間に渡り香港や台中を含めた4地点間でのライブ手術が実施され、連日の鮮やかな映像に出席者は魅了された。また日本における胃癌の内視鏡手術の専門家が一同に会する場であった関東地方の研究会では、2009年に初めて北大と九大を東京医科歯科大学に接続して録画ビデオを共有しながら手術の詳細が示されたが、画面を通して遠隔地からも喧々諤々に議論される様子はとても新鮮であり、300名収容の主会場が入りきれないほどのインパクトを与えた。さらに2009年に福岡で開催された外科最大の学会である日本外科学会では3日間に渡り午前午後と5つのセッションを組み、中国、タイ、フィリピンなどからの発表とともに議論を盛り上げ、学会初となる試みを成功させた。そのほかにも日常的なカンファレンスやさまざまな学会・研究会での実績が報告されており、活動はアジア各地へと急速に広がっていった(図6, 図7)[7],[8]。



図6 アジア諸国との内視鏡カンファレンス

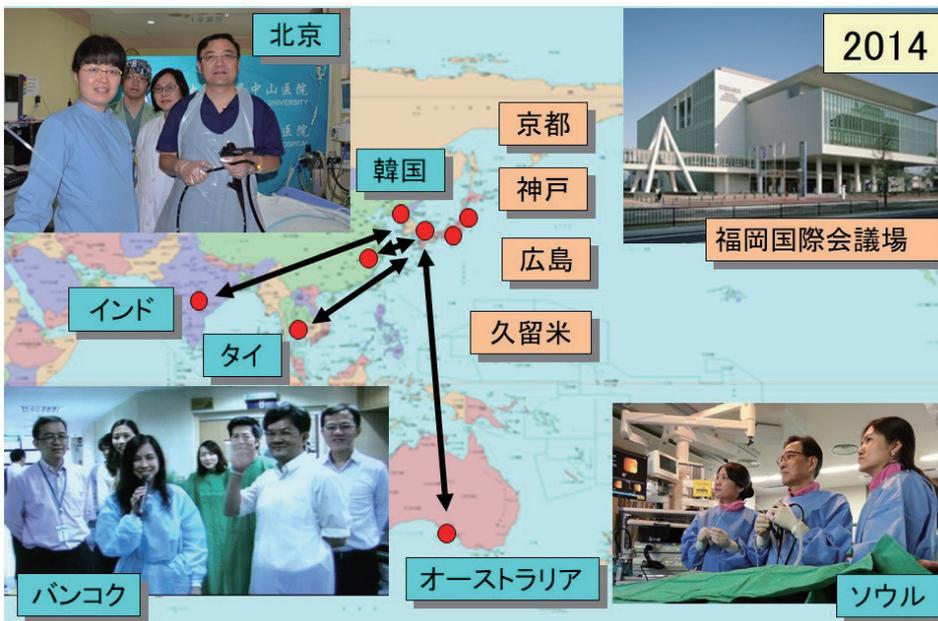


図7 日本消化器内視鏡学会で開催された国内外からのライブデモ

## 2.3 学術ネットワークに連動した地理的拡大

### 2.3.1 アジアから世界へ

安価に高画質な映像を伝送し、医師が満足できるレベルで多施設相互に議論できるシステムの活用はほかに例を見ないものであり、2003年に初めて実施された日韓のライブ手術以降、活動はアジアにとどまることなく世界中へと拡大した。まず2007年、東南アジアではちょうど鳥インフルエンザが広く流行しており、その実態を把握すべく、この新たな技術を用い、アメリカからの参加者とともにアジア各地の専門家が最新の情報を共有した。同年にはまたアジア各国に加え、ヨーロッパでは初めてとなるドイツへ接続して内視鏡のライブデモンストレーションを行い、さらに新たな段階を切り開いた。2010年にFIFAが南アフリカで開催されると、アフリカへ多くの大容量イン

ターネット回線が新設された。我々は翌年、九州大学病院の手術を14,000km離れたケーブルタウン大学へライブ配信しベトナムを含めた3カ所で相互に議論することに成功してまた新たな金字塔を打ち立てた[9]。一方ラテンアメリカとは2009年前後からDVTSによる接続を試みていたにもかかわらずなかなか満足できる状況とはならなかったが、2013年にハワイで開催されたインターネット関連会議の席で、メキシコ、チリ、ブラジルを接続した医療セッションを初めて成功させた。時期はちょうどブラジルでFIFAが開催される前年にあたり、インターネット回線の急ピッチでの整備が背景にあったと推測される[10]。またその翌年の2014年にはメキシコの学会へ向けて大阪と京都から内視鏡のライブデモが企画され、太平洋を越えたプログラムを初めて成功させた(図8)。



図8 メキシコの学会へ配信された日本からの内視鏡ライブデモ

### 2.3.2 研究教育用ネットワークの継続的進展

このような遠隔医療プログラムの広がりにはまさに、DVTSを安定的に伝送するために十分な大容量インターネットを利用できる学術回線の広がりとも一致する。日本の文科省が管理する研究教育用ネットワークであるSINETなど各国内でのネットワークの整備は元より、アジアのAPAN、ヨーロッパのGEANT、中南米のRed-Claraといった国際間ネットワークの進展度に寄るところも大きい[11]。その展開はアジアにおいてもモンゴルやカンボジアといった開発途上国内では現在も進行中であり、特にアフリカではいまだに整備の不十分な国も多く、関係各国での今後のさらなる進展に期待したい。

## 2.4 限界と課題

技術と医療の融合によるこれまでの遠隔医療プロジェクトには目を見張るものがあったが、一方では問題点や活動の限界にも遭遇した。まず避けがたい現実として、大容量を提供できる研究教育用インターネットに接続できる施設が各国の代表的な大学や医療施設に限られていたことである。一般的には国公立の施設で工学系の学部を有する総合大学が多く、それらの施設に限定された活動となっていた。年を経るごとに参加国や接続施設も急激に増加はしていた一方で、十分な回線のな

い一般の病院や私立大学，また地方都市の医療施設等からの参加希望も相次いでいたが現状は厳しく，たとえば学会会場に回線を伸ばすにはかなりの金額を支払ってメンバ大学や接続ポイントからのラストワンマイルを構築するといった対応が必要であった。

またDVTSはソフトウェアをインストールしたPCに学術回線を接続すればよいという非常に単純なシステムでありながら，それに必要な安定した30Mbpsの回線を淀みなく保持するということは特に活動初期の段階では技術的にも簡単ではなかったようで，接続の途中で映像の途切れや音の不安定な状態に陥ることも多く経験した。ライブデモンストレーションに際しては暗号化されたネットワークの構築が必須であったが，このことも技術的にはかなり高度な知識と経験を要した。また大きな学会においては数多くの映像や音声機器を操作する必要もあり，準備が深夜に及ぶことも多く，技術スタッフの皆さんには大変なご協力をいただいたことに心より感謝したい。

---

## 3. 10年目の決断

---

### 3.1 DVTSとの別れ

#### 3.1.1 DVTSからVidyoへ

当初から予想されたことではあるが，活動開始から10年目を迎えたころ，遠隔医療の流れを大きく変える新たな技術が登場した。Vidyoと呼ばれるそのシステムを学会の展示会場で見たときに，伝送された映像の質の高さに驚いた。そのころには映像の圧縮技術も格段に良くなり，数Mbpsの容量でも解像度を保持できるシステムが登場してきており，Vidyoはまさにその代表格であった。一方ではまた10年前には未熟であった商用回線も見違えるほどに容量が増え，数Mbpsであれば安定した状態を保つことが可能となってきた。

#### 3.1.2 システム変更と商用回線との共存

システムの変更に際してまず考慮すべきは費用の問題であり，Vidyoの設置にはかなり高額な初期費用に加え相当な保守費用が必要であった。しかしその反面，拠点となる病院でアカウントやサーバを含めすべて準備できれば，サテライトとなる他地点のメンバにはこれまで同様特段の費用負担を掛けずに済むという状況を作り出すことが可能であった。一方でこれまでは研究教育用インターネットが接続された大都市の主要施設しか参加できなかった活動を，地方大学や小さな個人病院レベルにまで広げられる好機と捉えることもできた。またそれまで最大でも8カ所程度に限られていた参加者数を一挙に20～50地点程度にまで増やすことができることも大きな魅力であった。ただシステムの大転換に際して最も悩んだことの1つは，それまで大容量のインターネットを提供していただき医工連携の傘の下で一緒に活動してきた工学系研究者の皆さんとの連携が少なくなっていくのではという思いであった。

### 3.2 活動のさらなる拡大

九州大学病院では予算を確保して全面的にVidyoを導入した。その結果，活動は予想どおり，国内外を問わず新たな接続先の急激な増加を示した（**図9**）[12]。新規参入者の多くは商用回線を利用して遠隔医療に参加しており，活動の流れは我々の予想どおり新たな段階へと突入した。それまでDVTSを使っていたプログラムが次第にVidyoへと移行し，新たな分野で数多くのプログラムが誕生した（**図10**）。その代表的なものを**表2**と**図11**に示す[13],[14]。



図9 インターネット回線と新たな参加施設数の関連

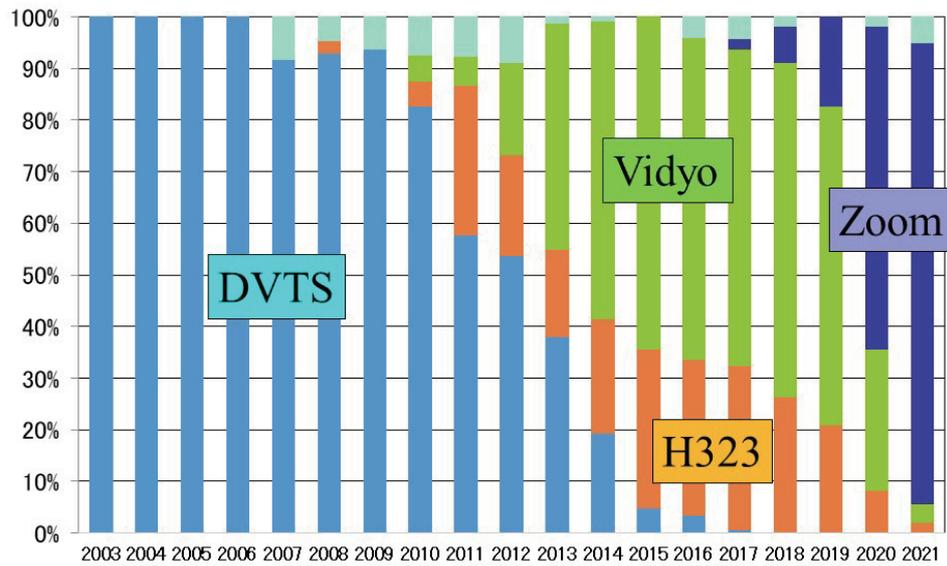


図10 遠隔医療システムの変遷

表2 継続的教育プログラムの例

プログラム名	開始年	開催数	参加地域・国
日中早期胃癌カンファ	2010	35	中国
内視鏡手術チームカンファ	2013	8	国内
胎児超音波	2013	20	国内、アジア
ラテンカンファ	2013	26	中南米
佐賀大学手術カンファ*	2014	20	県内
神経内科カンファ	2014	30	インドネシア
日本消化器内視鏡学会	2014	4	アジア
内視鏡e-カンファレンス**	2014	25	アジア
ロシアカンファ	2017	15	ロシア、中央アジア

\*文献 13, \*\*文献 14



図11 中南米諸国との内視鏡カンファレンス

### 3.3 医師と技術者

#### 3.3.1 医師と病院技術者の関係

遠隔医療は医師を始めとした医療関係者のみでは成立せず、そこには必ず病院や学内で働く技術者のサポートが不可欠である。しかしながら遠隔医療活動を進める中で、参加施設において、また新たに参加を希望する施設において、両者の関係が必ずしもうまくいっていないことに気付くことが多かった。まず医師は遠隔医療を始めたいと思ってどのようなシステムを使いどのように操作すればよいのかなどについての知識がないのみならず、忙しい臨床現場の中でそれを誰に頼めばよいのかについても分からないことが多い。同じ院内であってもインターネットを扱う部署の人たちとの接触機会もなく、両者は出会うことさえないという状況がむしろ普通であることを認識させられた。一方、技術者も日常業務に追われたとて医師からの依頼があってもそれは本来の仕事でないという主張に加え、学術ネットワークの知識や新しい遠隔医療システムについて学ぶ機会などはほとんど提供されておらず、図10に示されるような技術の急速な変化への対応は各医療施設においても決して十分ではなかった。

#### 3.3.2 業種を超えた意見交換

このような状況を打開するまず第1段階として、2007年、第1回目のアジア遠隔医療シンポジウムを企画した。そこにはアジア各国の拠点大学や主要な医療施設から遠隔医療に興味がある医師と技術者を福岡に招聘し、医師のニーズと技術者の要望や課題を共有する領域横断的な情報共有の場を創出した。また2015年からはエンジニアへのハンズオントレーニングを開始し、多いときには年に10回を超えてアジア各地で研修会を企画するとともに、九州大学病院へ招聘する形で指導者を育成するための上級者用プログラムも開催した(図12)。2016年にはアジア各国内における医師と技術者の関係強化を目的に、まずフィリピンとインドネシアにおいて国内各地の拠点病院から医師とエンジニアをペアとしてそれぞれマニラとジャカルタに招聘し、異なった立場からのさまざまな情報交換を行った(図13)。集まった全国の大学病院同士を接続するプログラムが新たに開始されたのもこの会を契機としたものが多く、遠隔医療の発展にとって医師と技術者の協力体制がいかに重要であるかを再認識させられた[15]。この国別フォーラムはその後、ベトナム、ミャンマー、ネパール、キルギスタン、ブータン、また遠くはメキシコやチリまで広がりそれぞれの国の遠隔医

療活動を盛り上げていく基盤となった。日本国内でも遠隔医療活動推進のために国立大学付属病院長会議の国際化部門の中にチームを組織し、各病院から医師と技術者の双方を選出して活動の推進に寄与している。



図12 技術者へのハンズオントレーニング



図13 インドネシアで開催された第1回医師・技術者合同ワークショップ

医療関係者と技術者の協力こそ、遠隔医療成功の鍵である。

#### 4. 遠隔医療2.0：新たなステージへ

## 4.1 コロナの激震

### 4.1.1 変わったこと

2020年初頭、突如世界中が新型コロナウイルス感染症の洗礼を浴びることになる。各国で感染者が急増して多くの死者を出し、WHOは1月末パンデミックを宣言した。日本でも4月に緊急事態宣言が発令され、国内外で人の移動は極端に制限された。そのような状況の中、オンラインコミュニケーションがあらゆる場面で否応なしに使用されることとなり、人々はこぞってその対応に迫られた。幸運だったことは、ちょうどそのタイミングでZoomやTeams、またWebEXといった簡単に使いやすいコミュニケーションツールが実用化されていたことである(表3)。これらのツールは、パンデミック以前には医療動画の共有において画質が劣る部分があったり、セキュリティの面では暗号化が未対応であるといった遠隔医療教育には不十分な要素もあったが、この危機に合わせたかのようなタイミングで技術革新が進み、利用が急速に広がった。

表3 代表的な遠隔医療システムの特徴

	DVTS	Vidyo	Zoom
回線容量 (Mbps)	30	2~4	2~4
使用回線	研究教育用	商用	商用
主な接続先	大学病院など	一般医療施設	一般医療施設
開発・販売時期	1999	2010	2012
サーバー管理	なし	拠点病院	クラウド
使い勝手	悪い	中	良い
画質*	SD	HD以上	HD以上
多施設接続	難	比較的容易	容易
接続地点数	4-8	20-50	300-1000
価格	安価	拠点病院での投資大	総じて安価

\*SD 標準画質, HD ハイビジョン

人々は馴染みのないシステムながら急遽ソフトウェアをインストールし、また安価に購入できるようになったカメラやスピーカーを準備して使用し始めた。特に日本では4月からの新学期を控え、講義のほとんどをごく短期間にオンライン授業へ移行しなければならなかった。また学会や研究会もキャンセルが相次ぐ中で、果敢にオンライン開催へ切り替えるものも出始めた。

### 4.1.2 長所と短所

さまざまな混乱の時期ではあったが、このコロナの到来により遠隔医療も2.0時代とも言える大きな転換期を迎えた。まず簡単に使い勝手の良いシステムが普及し、技術的な閾値が大きく低下したことにより、遠隔医療を含むオンラインコミュニケーションが瞬く間に社会の隅々にまで広がった。半ば強制的な状況で利用し始めたオンライン会議ではあったが、ユーザは逆にその長所を実感することになる[16]。移動による時間や費用の節約は言うに及ばず、画面の見え方や情報共有の利便性、またカジュアルな雰囲気での参加など予想以上のメリットが数多く感じられた。またライブデモンストレーションにおいては必要な機器の準備や技術者の現地支援も簡素化され、遠隔地からのサポートや機器の設定も可能となっている。一方ではまた直接的なコミュニケーションがいかに

貴重で大切なものであるかを再認識させられた時期でもあったと言える。学会も大きく形態を変え始めており、コロナ終息後もオンラインの形態を残したハイブリッドの形が主流になることは間違いないと考えられる。

## 4.2 将来展望

### 4.2.1 3つの要素

これまでちょうど20年に渡り遠隔医療教育に関与し、82カ国、1,304施設を対象に1,500回を超えるプログラムを開催した(図14)、[17]。活動開始当初は「こんなことができればよいなあ」と思っていたことが、20年後の今、コロナという大きな影響もある中でまさに現実の世界となったという感慨深い思いがある。本当に便利な世の中になったが、これまでのさまざまな変化を目撃する過程で遠隔医療の発展に不可欠な要素として、次の3つを挙げたい。まず1つは十分なインターネット環境である。今や日本では問題にならないとしても、世界中にはいまだ不十分な地域も少なくない。まずはインフラの完備が必須である。次に重要な要素は、医師を始めとした医療関係者のニーズや情熱であろう。どのような新しい知識や実用的なスキルを共有できれば医療の均てん化に寄与できるかを考え、それをリードできる人やチームの存在が必要である。3番目はそれをサポートできる技術者の協力であり、情報通信技術のみならず映像や音声にも長けたスタッフ間の分野を越えた体制作りが欠かせない。今やモバイル端末からの参加や資料共有は誰でもできるレベルにまで普及した一方で、ハイブリッド会議における大会場の接続や、ウェビナーの主催、またストリーミング配信などへの応用は、スタッフの技術運用能力や予算規模に委ねられているのが実情である。また多くの施設が一堂に会するプログラムが増加する中、それらを準備・調整できるコーディネーターの役割もまた重要になっている。

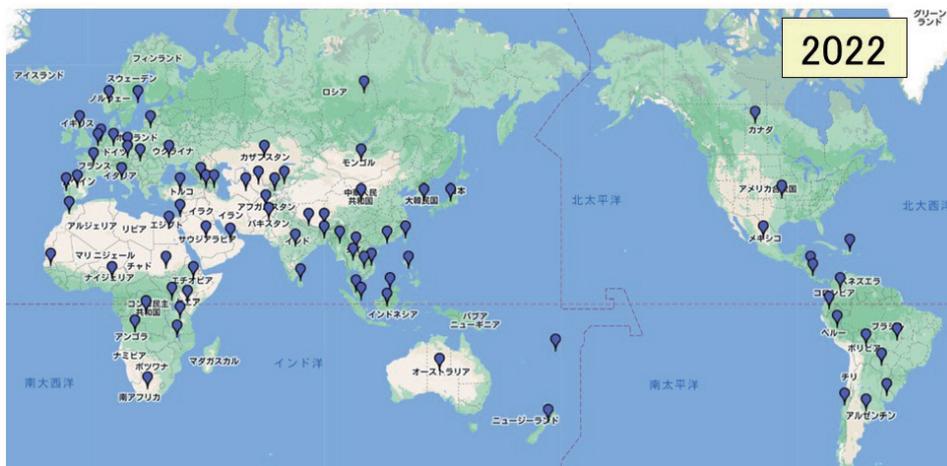


図14 活動が展開されている82カ国の世界地図

### 4.2.2 国際化の推進

遠隔医療の利点としてさらにここで強調しておきたいことは、国際化の推進である。教育のみならず診療の分野を含めたニーズが国内において急増する一方で、移動距離を気にする必要のない遠隔医療は国際貢献への大きな可能性を秘めている。人の移動が困難なパンデミックの状況の中、オンラインでの国際会議もすでに数多く開催され、地理的な国の隔たりを意識することなく簡単に海

外からの招待講演や専門家との議論ができることも実感できた。英語でのコミュニケーションの問題や海外との人的ネットワークの希薄などを克服しながら、今後の日本における国際展開に大いに期待するものである。

#### 4.2.3 直接交流との相乗効果

遠隔医療が普及する以前は数々の医療チームが海外に出かけて実地教育や訓練を通して国際貢献に寄与したが、プロジェクトの終了とともに活動が中断となった事業も数多く存在していたこともまた事実である。しかし今やオンラインコミュニケーションが自由に利用できる時代となり、直接的な指導に加え、遠隔医療を織り交ぜることで、継続的な援助や交流を確立することが容易にできる社会となっている。直接的な触れ合いは人間同士の交流には不可欠ではあるが、その欠点を補える遠隔医療との相補的かつ相乗的な関係を十分に理解し、今後も国内外での活発な交流が展開されることを心から願って止まない。

#### 参考文献

- 1) Shimizu, S., Nakashima, N., Okamura, K., Hahm, J. S., Kim, Y. W., Moon, B. I., Han, H. S. and Tanaka, M. : International Transmission of Uncompressed Endoscopic Surgery Images via Superfast Broadband Internet Connections, *Surg Endosc*, Vol.20 No.1, pp.167-170 (2006).
- 2) Eto, M., Lee, T. Y., Gill, I. S., Koga, H., Tatsugami, K., Shimizu, S., Ukimura, O. and Naito, S. : Broadcast of Live Endoscopic Surgery from Korea to Japan Using the Digital Video Transport System, *J Endourology*, Vol.21 No.12, pp.1517-20 (2007).
- 3) Moriyama, T., Han, H. S., Kudo, K., Sadakari, Y., Moriyama, T., Nakashima, N., Nakamura, M. and Shimizu, S. : Role of International Tele-education with Live Surgery for Preclinical Medical Students, *Proceedings of the APAN – Research Workshop 2019*, pp.48-53 (2019).
- 4) Shimizu, S., Okamura, K., Nakashima, N., Kitamura, Y., Torata, N. and Tanaka, M. : Telemedicine with Digital Video Transport System Over a Worldwide Academic Network In : Martinez, L., Gomez, C., eds., *Telemedicine in the 21st Century*, New York, Nova Science Publishers, pp.143-164 (2008).
- 5) Minh, C. D., Shimizu, S., Kudo, K., Antoku, Y., Torata, N., Okamura, K., Nakashima, N. and Tanaka, M. : Comparison between Digital Video Transport System (DVTS) and High Definition H.323 System in Telemedicine, In : Jordanova, M., Lievens, F., eds., *Global Telemedicine and eHealth Updates : Knowledge Resources (Vol.5)*, Luxembourg : International Society for Telemedicine & eHealth (ISfTeH), pp.310-313 (2012).
- 6) Shimizu, S., Han, H. S., Okamura, K., Yamaguchi, K. and Tanaka, M. : Live Demonstration of Surgery Across International Borders with Uncompressed High-definition Quality, *HPB (Oxford)*, Vol.9 No.5, pp.398-399 (2007).
- 7) Shimizu, S., Kudo, K., Antoku, Y., Hu, M., Okamura, K. and Nakashima, N. : Ten-year Experience of Remote Medical Education in Asia, *Telemed J E Health*, Vol.20 No.11, pp.1021-1026 (2014).
- 8) Shimizu, S., Ohtsuka, T., Takahata, S., Nagai, E., Nakashima, N. and Tanaka, M. : Remote Transmission of Live Endoscopy Over the Internet : Report from the 87th Congress of the Japan Gastroenterological Endoscopy Society, *Dig Endosc*, Vol.28 No.1, pp.92-97 (2016).
- 9) Shimizu, S., Thomson, S., Doyle, G., Mandyoli, S., Torata, N., Ueki, T., Kitamura, Y., Minh, C. D., Antoku, Y., Okamura, K., Nakashima, N. and Tanaka, M. : Live Surgery Broadcast from Japan to South Africa : High-quality Image Transmission Over a High-

- speed Academic Network, J Int Soc Telemed eHealth, Vol.1 No.3, pp.80-85 (2013).
- 10) Kudo, K., Tomimatsu, S., Moriyama, T., Tanimoto, M. A., Villalon, S. L. J. and Shimizu, S. : Remote Medical Education in Latin America, TICAL 2017, pp.267-276 (2017).
- 11) Shimizu, S., Han, H. S., Okamura, K., Nakashima, N., Kitamura, Y. and Tanaka, M. : Technologic Developments in Telemedicine : State-of-the-art Academic Interactions, Surgery, Vol.147 No.5, pp.597-601 (2010).
- 12) Kudo, K., Tomimatsu, S., Houkabe, Y., Moriyama, T., Nakashima, N. and Shimizu, S. : Five Year Technological Changes of Distant Medical Education in Asia, J Int Soc Telemed eHealth, Vol.5, e10 (2017).
- 13) Manabe, T., Takasaki, M., Ide, T., Kitahara, K., Sato, S., Yunotani, S., Hirohashi, Y., Iyama, A., Taniguchi, M., Ogawa, T., Shimizu, S. and Noshiro, H. : Regional Education on Endoscopic Surgery Using a Teleconference System with High-quality Video via the Internet : Saga Surgical Videoconferences, BMC Med Educ, Vol.20 No.1, p.329 (2020).
- 14) Ho, S. H., Rerknimitr, R., Kudo, K., Tomimatsu, S., Ahmad, M. Z., Aso, A., Seo, D. W., Goh, K. L. and Shimizu, S. : Telemedicine for Gastrointestinal Endoscopy : The Endoscopic Club E-conference in the Asia Pacific Region, Endosc Int Open, Vol.5 No.4, E244-E252 (2017).
- 15) Shimizu, S., Tomimatsu, S., Kudo, K., Ueda, S., Kekalih, A., Makmun, D., Estiasari, R., Oki, A. S. and Moriyama, T. : Remote Medical Education in Indonesia : Analysis of 10 Years of Activities, J Int Soc Telemed eHealth, Vol.8, e6 (2020).
- 16) Kudo, K., Ueda, S., Shitoh, H., Narikiyo, T., Tomimatsu, S., Watanabe, S., Nakahara, T., Nakashima, N., Moriyama, T., Nakano, T. and Shimizu, S. : Participants' Evaluation of a Virtual Academic Conference : Report from the 24th Japan Association of Medical Informatics Spring Symposium, Proceedings of 11th Biennial Conference of the Asia-Pacific Association for Medical Informatics Conference, pp.71-76 (2020).
- 17) アジア遠隔医療開発センター, <https://www.temdec.med.kyushu-u.ac.jp/>



清水周次（非会員）shimizu.shuji.565@m.kyushu-u.ac.jp

1980年，九州大学医学部卒。医学博士。消化器外科と内視鏡外科を専門とする外科医。2002年より遠隔医療にも関与し，2012年九州大学病院アジア遠隔医療開発センター長。2016年，国際医療部教授。2020年より九州大学副理事（国際担当）およびアジア・オセアニア研究教育機構研究統括。2021年，九州大学名誉教授。



中島直樹（非会員）nakashima.naoki.351@m.kyushu-u.ac.jp

1987年，九州大学医学部卒。医学博士。糖尿病専門医。2002年より遠隔医療を清水周次氏と開始，2014年から九州大学病院メディカル・インフォメーションセンター教授／センター長。2021年から同国際医療部長兼任。慢性疾患のDisease Managementやデータ駆動型臨床研究，デジタルヘルス研究等を進めている。現アジア太平洋医療情報学会理事長，九州大学病院副病院長。



岡村耕二（正会員）oka@ec.kyushu-u.ac.jp

1988年，九州大学工学部卒。工学博士。ネットワーク運用とセキュリティ対策を専門とする情報系センタ業務が主な職務であるが，2001年から九州に関連する国際教育研究ネットワークプロジェクトに参加し，アジアを中心とした国際教育研究に関与している。2014年より九州大学サイバーセキュリティセンター長，2020年より九州大学副学長（情報セキュリティ，デジタル教育担当）。2022年より九州大学情報基盤研究開発センター長。



**工藤孔梨子**（非会員） kudo.kuriko.091@m.kyushu-u.ac.jp

2005年，九州芸術工科大学（現：九州大学芸術工学部）卒。芸術工学博士。2017年，九州大学病院国際医療部アジア遠隔医療開発センター副センター長。助教，技術責任者。アジア太平洋先端ネットワーク医療ワーキンググループ理事。



**森山智彦**（非会員） tomohiko.moriyama.153@@m.kyushu-u.ac.jp

1996年，九州大学医学部卒。医学博士。早期消化管癌の診断・治療，炎症性腸疾患の診断・治療を専門とする。2003年頃から，九州大学病院で研修する外国人内視鏡医を指導する中で遠隔医療に関与するようになり，2017年から同院アジア遠隔医療開発センターの副センター長，2021年からはセンター長を務める。九州大学アジア・オセアニア研究教育機構の医療・健康クラスター長も務めている。

投稿受付：2022年8月17日

採録決定：2022年10月7日

編集担当：平井千秋（（株）日立製作所）

特集号招待論文

# COVID-19パンデミック下での大規模オンライン授業の経験と今後に向けての課題

喜多 一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>京都大学

新型コロナウイルス感染症COVID-19が世界的なパンデミックに発展する中で、各国でさまざまな対応が取られた。我が国の対応の1つとして2020年度の大学教育がほぼ全面的にオンライン実施されることから始まったことが挙げられる。その後、オンライン実施への社会的な批判や感染状況の緩和から授業は対面実施へと戻され始めたが、今度は授業のハイブリッド実施という課題への対応を求められた。本稿ではこれらの経験を踏まえ、今後の課題についても考えたい。

## 1. パンデミックまでの20年

ここでは導入に代えてCOVID-19下で大学の授業がオンライン実施される前の20年間を、大学での教育へのICT利用の視点から振り返っておく。WWWの普及などから2000年ごろに米国を中心に第1次のe-learningのブームが生じた。日本でも東北大学インターネットスクールが2002年に開始されるなど、いくつか先進的な取り組みが行われたが、必ずしも大きな流れには発展しなかった。筆者は2003年に京都大学の学術情報メディアセンターに着任し、教育分野のICT基盤整備に携わることになった<sup>☆1</sup>が、大学教育の現場でのICT利用としては履修登録にWebベースのシステムが使われ出したものの、学生用の端末系を整備し、メールアカウントを発行する程度のことが行われていただけである。また遠隔教育としては学内での授業を遠隔会議システムを用いてキャンパス間で中継したり、海外の大学とビデオで結んだ共同遠隔授業の実験が実施されたりしていた。

遠隔教育をテーマとした環太平洋地域の大学関係者の集まり<sup>☆2</sup>にも出席したが、当時は高等教育が全国的にそれなりの進学率を達成していて国内的には遠隔教育の必要性はあまり強くなく、また言語の壁からオンラインでの高等教育の輸出も輸入も本格化しないという状況であった。このころから広がったオープンコースウェアでの授業資料公開や、その後の大規模オープンオンライン授業(MOOC<sup>☆3</sup>)についても大学の授業全体から見れば、インパクトは限定的である。

しかしながら、こういう状況の中で、通常授業の改善のため、LMS<sup>☆4</sup>の導入や、全学的な認証基盤の整備、学習ツールとしてのノートPC必携化などが各大学で進められてきた。

京都大学では全学認証基盤の構築と併せてこれを利用する形で2009年度にBlackboard社の商用LMSを全学向けに導入し[1]、2013年度にはオープンソースのLMSであるSakaiをベースとしたシステムに移行、翌年度には履修登録などを行う学務管理システムからの履修簿の連携を[2]、2018年度には動画配信サービスKalturaなどをLMSからLTI規格（Learning Tools Interoperability、たとえば文献[3],[4]参照）で利用する形で導入した[5]。

並行して教職員を対象としたLMSの講習などの利用促進も行ってきたが、2019年度段階で利用されている科目数は学務管理システム上の14,817科目中、1,740科目と全科目の1割強程度に過ぎなかった[6]。学生側のICT環境としては、教養教育の改革の一環として2013年度に設置された国際高等教育院が、2016年度からの教養共通教育のカリキュラムの刷新に合わせて、同年度の新入生から学習用PCの保有をPCの仕様を示して促している。

---

## 2. 全面オンライン授業を支えた制度と技術

---

### 2.1 全面オンライン授業の実施

2020年度は新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、多くの大学が年度当初に開講時期を遅らせたのち、同年度の授業をオンラインで実施した。京都大学でも前期の授業については全面オンライン実施を余儀なくされた。開講を5月の連休明けまで遅らせて準備に宛て、LMS用サーバの強化、Web会議サービスZoomの契約とLMSへのLTI規格での連携ならびに教職員に全学認証基盤のアカウントと連携する形でのZoomアカウントの払い出しを行った[6],[7]。通信環境の不十分な学生については同年度に限ってモバイルルータの貸与を行っている。LMSの利用科目数で見ると2020年度は14,841科目中9,852科目に急増した<sup>☆5</sup>[6]。

### 2.2 授業関連の制度と授業の諸形態

我が国では通学制の大学と通信制の大学とで適用される授業に関する制度（大学設置基準、大学通信教育設置基準）上の扱いが異なっている。通学制の大学が授業をオンラインで実施することについては、大学設置基準第二十五条2に「大学は、文部科学大臣が別に定めるところにより、前項の授業を、多様なメディアを高度に利用して、当該授業を行う教室等以外の場所で履修させることができる」と定められており、これが注目された（この形態での授業を以下「メディア授業」と呼ぶ）。ただし学部教育についてはメディア授業で卒業要件に勘案できる単位数は60単位までに制限されているため、コロナ禍の中で授業の弾力的な運用を認める措置が取られた。

また、教材などの著作物を授業で利用する際の著作権の権利制限（著作権法三十五条）は、従来は同時双方向で行う授業について認められていた。教員がLMSにアップロードした教材を学生が異なる時刻にダウンロードして利用するオンデマンド型の授業についてもこれを適用する法改正はすでに行われていたが、改正の際に盛り込まれた補償金制度が未整備であった。これについて2020年度は補償金なしで暫定施行され、その後、補償金額が定められ2021年度からは教育機関が補償金を支払う運用となっている[8]。

これらの状況の中で、授業の実施形態としては、従来の対面実施に加え、

- Web会議サービスなどを利用して行う同時双方向型
- LMS上のコンテンツを閲覧して課題などに取り組むオンデマンド型

などいくつかの形態で行われ、感染状況の緩和とともに

- 対面授業とオンライン授業を並行して行うハイブリッド型の授業

が求められた。なかでも対面授業をWeb会議システムなどで中継して同時双方向型授業としても行う形態は特にハイフレックス（HyFlex）型授業と呼ばれている。

### 2.3 オンライン授業を支えた情報システム

オンライン授業を支えた情報システムについて京都大学の事例に沿って名称を一般化して図1に示す。

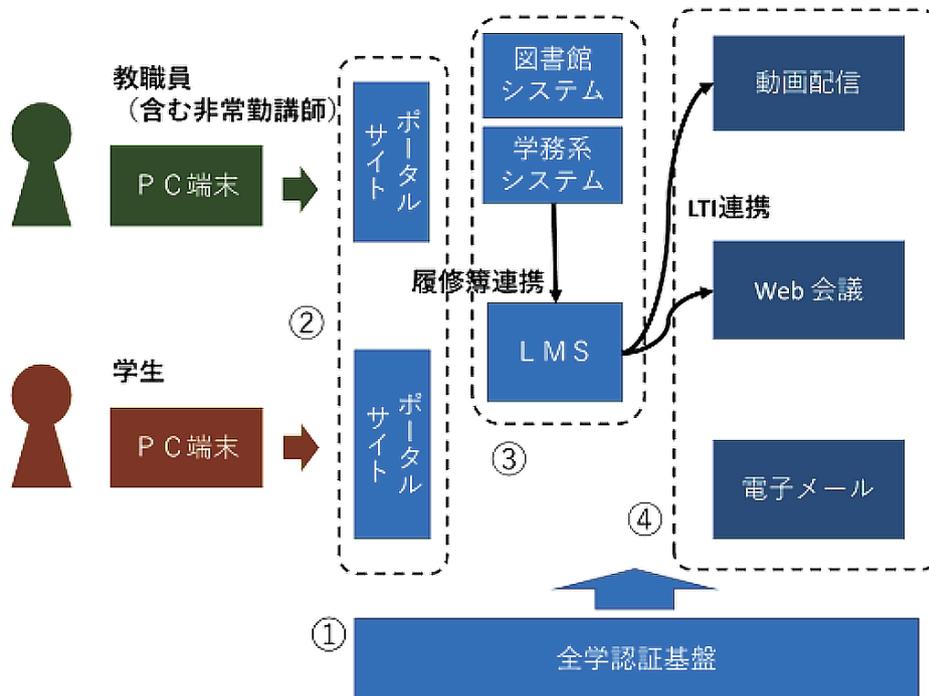


図1 オンライン授業を支えた情報システム

システム構成は大きくは利用者の認証を行う全学認証基盤（図1①）、各種情報システムへの入り口となるポータルサイト（図1②）、オンライン授業の中核となるLMS、履修や成績登録などのための学務系システム、図書館の利用を支援する図書館システム（図1③）などである。これにコミュニケーションの基盤となる電子メール、Web会議や動画配信などのクラウドサービス（図1④）が加わる。

システム間の連携としては利用者認証を必要とする情報システムが全学認証基盤を利用し、学務系システムからLMSへの履修簿連携を行い、LMSからWeb会議サービス、動画配信サービスなどがLTI規格で連携される。

### 2.4 利用者支援

京都大学での2019年度までのLMSの利用状況から分かるように、大半の教員はLMSの利用経験がなく、新規に導入されたWeb会議サービスを用いたオンライン授業についてはなおのことである。そのため情報システムの整備に加え、教職員へのLMSやWeb会議サービス利用の講習などを

行う必要があった。

たとえば京都大学ではFD<sup>☆6</sup>を所掌している高等教育研究開発推進センターと情報基盤を所掌する情報環境機構が連携して

- 対面ならびにWeb会議サービスを利用した講習会の大規模、継続的な実施
- 利用者への相談対応
- オンライン授業に関する情報提供Webサイトの整備

などに応じることとなった[6],[7].

学生については在學生はすでに語学や情報系の授業など何らかの授業でLMSの利用経験を持っていた。そこで開講前にLMSとZoomを用いる模擬授業を新入生を対象に実施して円滑な受講の準備を進めた。

全国規模でもオンライン授業に関して大学間での課題や実践を共有するなどいくつかの取り組みが行われた。その1つは国立情報学研究所が継続的に開催してきたオンラインシンポジウム「大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム『教育機関DXシンポ』」である[9].

## 2.5 試験への対応

授業のオンライン実施で最も困難なことの1つが期末試験など試験の厳格な実施である。LMSにはオンラインのテスト機能はあるが、在宅で受講している学生の不正行為を完全に防ぐことは難しい。これについては、対面で試験を実施する方法以外に、オンライン実施でも不正が難しい出題方法や試験を実施せず課題提出により成績を評価することなど試験への依存度を下げた授業運営が模索された。

## 2.6 全面オンライン授業が実施できた要因

京都大学を含め、我が国の多くの大学が全面オンライン授業を実施できた要因は、端末やネットワークの高性能化がエンドユーザによるビデオの本格的な活用を可能にしたことや、Web会議サービスなど各種クラウドサービスの出現もあるが、先に述べたように、それまでの20年間で全学的な認証基盤やオンライン授業の中核となるLMSなど大学が着実に環境整備を行い、一定の利用者も得て、利用者の支援を含めた運用経験を蓄積してきたことが大きい。

これは、コロナ禍でもオンライン授業を限定的にしか実施できず、対面授業を実施しつつ、2019年に閣議決定されたGIGAスクール構想[10]のもとでコロナ禍の中で1人1台の端末整備などを本格化させた初等中等教育との大きな相違である。

---

## 3. 今後に向けての課題

---

### 3.1 基盤としての個人認証

個人を特定して適切な利用権限を与えるための個人認証は情報システムを支える基盤である。現代社会では多様な端末のアカウントがクラウドサービスとも連携し、また各種サービスを個人で利用するアカウントと組織が構成員に授与するアカウントが混在し併用されているため、個々の利用者がこれを適切に理解し利用することが求められる。これに加え、組織やサービスを横断しての認証連携やセキュリティ対策の高度化としての多要素認証の利用などがある。またアカウントとともに、電子メールなど個人への連絡手段が存在し適切に運用されていることも重要である。

これまでは大学ごとに認証基盤を構築してきたが、教養教育では語学科目や情報系の科目などを中心に多数の非常勤講師に依存している。これらの非常勤講師は大学ごとにアカウントの発行を受ける必要があったり、常勤教員との権限の相違が授業運営に支障となったりしている[11]。

また、クラウドサービスで多用される一定限度まで無償でサービスが受けられ本格的な利用は有償となるフリーミアム型のサービスについては、組織が有償サービスを契約した際に無償のサービスを先行利用している利用者のアカウントへの配慮なども必要となった[11]。

今後はGIGAスクール構想の中で1人1台端末の利用が高等学校でも進む<sup>☆7</sup>。成人とは知識・スキル・責任の在り方が異なる小学校低学年での利用も含めた初等中等教育での認証基盤の利用や高大接続も視野に入れ、社会全体としての認証基盤の在り方が課題となる。

### 3.2 授業とコミュニケーション・メディア

コロナ禍で対面授業を急遽全面オンラインに避難させることを通じ、授業という営みがさまざまなメディアを駆使し、重層的なコミュニケーションに支えられた活動であるかが実感された。

授業では、教員による講義と学生への問いかけ、学生による回答、学生からの質問と教員による回答などが行われる。また学生同士にグループワークなどを課す場合も多い。このほかにインフォーマルなコミュニケーションとして学生側では同じ科目を履修する学生同士の情報交換や先輩学生からの情報提供、履修相談などが行われていた。オンライン授業の中でこのようなインフォーマルなコミュニケーションが難しくなり、学習に困難を抱える学生も顕在化した。キャンパスで授業を対面実施することの効果をインフォーマルなコミュニケーションを含め再認識する必要がある。

また、大学で行われている授業は多様で、大人数への講義や少人数での討論中心のゼミナールに加え、「聞く」「話す」「読む」「書く」の4技能の養成を行う語学の授業、数学など数式を多用する授業での教師による講義と学生が行う演習、理科系科目としての実験・実習や、端末の利用そのものを学ぶ情報系の科目などがある。特に医療系の学部などでは種々の実習が行われている。これらの授業ではコロナ禍での授業のオンライン実施のためにVR、ARも含めさまざまなメディアの活用が試みられた[9]。

また、図書館などでの書籍の利用も学習を支える重要なサービスである。しかしながら研究活動が電子ジャーナルに支えられているのとは異なり、大学教育で用いられている学術的な書籍については電子化されていないものが多いことが認識された。

### 3.3 マルチプラットフォームの悩み

オンライン授業で利用される情報技術・サービスは多様であり、端末とそこで稼働するアプリケーションに加え、オンラインストレージ、LMS、Web会議などのサービスについて技術ごとに複数のサービスが並立しているマルチプラットフォーム状態となっている。このような状況で情報システム・サービスについて、利用者認証や利用できる機能、UIが異なることに加え、利用させる学生にも認証を求めるものなのか、それともアクセスがURLの秘匿性にだけ依存しているもののかなど利用するサービスごとに情報セキュリティに配慮しながら適切に利用しなければならない。このために個人の学習コストが増大している。先にも述べたように複数の大学で勤務する非常勤講師においては、授業のためこれらの情報システム・サービスを能動的に使うことが求められ、この問題は顕著である。今後、マルチプラットフォームの問題への効果的な対応が求められる[12]。

### 3.4 授業に関連するさまざまな技術とその併用

情報技術の急速な進展により、現在のオンライン授業はさまざまな技術に支えられている。たとえば、ハイフレックス型の授業ではWeb会議サービスの利用にあたってエコーキャンセリングや動画と音声の通信帯域の適切な利用がしばしば問題になる。また、背景合成など実時間での処理も含め、高度な画像処理も多用されている。さらにはVR、ARなどを利用する試みや、AIによる音声認識や機械翻訳なども利用されつつある。オフィスソフトなどもPC端末でのローカルアプリケーションと共同編集も可能なクラウド・Webベースのアプリケーションが共存している。

授業でのICT利活用についても先進的な教員が利用するサービスをさまざまに試行している実態がある。コミュニケーション・コラボレーションは関係者が共通のツールを使えることが前提である。活動を効果的に実施するツールを選択しつつ、困難を抱える参加者への配慮も行いながら、その利活用を広げ共通化することが課題である。

---

## 4. オンライン授業の経験を人材育成に活かそう

---

平成の約30年間は大学改革の30年間としても捉えられる。1991年（平成3年）に大学設置基準が大綱化され、それまで硬直的だった科目区分等が廃止され、弾力的なカリキュラム設計が可能になった。2000年には大学評価・学位授与機構が設置され、試行的ではあるが、大学の第三者評価が開始され、2004（平成16）年度からは大学の機関別認証評価が全大学を対象に開始された。さらに同年度に国立大学の法人化が実施され、公立大学の法人化も進んでいる。その間も中央教育審議会がさまざまな答申を出し、施策に反映されている。しかしながら、政府の財政難や若年人口の減少もあり政府による予算措置などは限定的、一時的なものにとどまった。

このような状況の中で大学は各種の政策をややもすると拘束条件として捉え、主体的に大学経営の課題として捉えたのか、という点では疑問を持たざるを得ない点も多々ある。また個々の教員についても、情報技術を積極的に活用する教員がいる一方で、そうではない教員も少なくない。コロナ禍以前ではLMSを利用する授業の割合は京都大学では米国での調査と比較して大幅に少なかった。

これに対して、2020年度当初からのCOVID-19への対応は、多くの初等中等教育機関がなすすべもなく様子見し、対面授業を続けたのに対して、大学では組織を挙げて授業のオンライン実施に取り組み、対面授業の実施を求める社会からの批判を受けるに至るほどにこれを実施した。先に見

たように、京都大学でも全授業数の1割を超える程度だったLMSの利用が大半の授業に拡大した。COVID-19の状況の緩和とともに、対面授業へと戻りつつあるが、LMSの活用などは多くの教員が体得し、対面授業下でも利用を継続している。

今後はさまざまな社会的課題を抱える我が国で、その課題の1つである人材育成について、大学はオンライン授業の経験の中長期的に活かして行くことが求められる。オンライン授業の経験を活かす高等教育のビジョンを形成し、これを支えた多様なコミュニケーションやコラボレーションのための技術のさらなる発展を考えることが求められる。

## 参考文献

- 1) 京都大学情報環境機構・学術情報メディアセンター：京都大学情報環境機構・学術情報メディアセンター年報 2009年度版（2010）。
- 2) 京都大学情報環境機構・学術情報メディアセンター：京都大学情報環境機構・学術情報メディアセンター年報 2014年度版（2015）。
- 3) 常盤祐司，山田恒夫：学習基盤を拡張する国際技術標準 IMS LTI 1.3 第1回 LTI 1.3の機能と意義，情報処理，Vol.63, No.6, pp293-297 (June 2022)。
- 4) 田中頼人：学習基盤を拡張する国際技術標準 IMS LTI 1.3，第2回LTI 1.3開発のための資料とサービス，情報処理，Vol.63, No.7, pp.347-350 (July 2022)。
- 5) 京都大学情報環境機構：京都大学情報環境機構年報 2018年度版（2019）。
- 6) 京都大学情報環境機構：京都大学情報環境機構年報 2020年度版（2021）。
- 7) 梶田将司，外村孝一郎，森村吉貴，中村素典，喜多 一：コロナ禍における京都大学学習支援サービスの現状と課題，研究報告教育学習支援情報システム（CLE），2020-CLE-32, 10, pp.1-8 (2020)。
- 8) （一社）授業目的公衆送信補償金等管理協会：授業目的公衆送信補償金制度とは，<https://sartras.or.jp/seido/> (2022/8/9 アクセス)
- 9) 国立情報学研究所：大学等におけるオンライン教育とデジタル変革に関するサイバーシンポジウム「教育機関DXシンポ」，<https://www.nii.ac.jp/event/other/decs/> (2022/8/30 アクセス)
- 10) 文部科学省：GIGAスクール構想の実現，[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/other/index\\_00001.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm) (2022/8/30 アクセス)
- 11) 森村吉貴，渥美紀寿，古村隆明：フリーミアムサービス下のアカウントを迅速に組織管理へ移行する手法のデザイン—Zoomの全学緊急導入を例として—，情報処理学会研究報告 研究報告インターネットと運用技術（IOT），2021-IOT-54(2) 1-6 (2021)。
- 12) Kita, H., Takahashi, N. and Chubachi, N. : Multiple Platform Problems in Online Teaching of Informatics in General Education Faced by Part-time Faculty Members, WCCE 2022 (2022)。
- 13) 喜多 一：マルチプラットフォーム時代の情報教育—シンポジウム「これからの大学の情報教育」2021 開催報告—，情報処理，Vol.63, No.10, pp.568-571 (Oct. 2022)。

## 脚注

- ☆1 現在はICT 基盤実務はその後に編成された情報環境機構が担っている。
- ☆2 たとえばAPRU Distance Learning and the Internet Conference 2003
- ☆3 Massive Open Online Courseの略
- ☆4 Learning Management Systemの略，授業での資料配布，課題提出，オンラインテストの実施などを支援する情報システムである。
- ☆5 コロナ禍で授業の大半はオンライン実施されたが，大学院科目の一部などLMSを利用せず他のツールを利用して実施している科目が存在しており，LMSを利用する科目は割合として7割弱となっている。

☆6 ファカルティ・ディベロップメント (Faculty Development) の略, 大学の教育の内容および方法の改善を図るための教員の組織的な研修等を指す.

☆7 小学校, 中学校については国が端末整備の予算を措置したが, 高等学校については国の予算措置は限定的で自治体が負担する方法や生徒に購入を求める方法などが取られ, 学年進行で端末導入が進んでいる.



喜多 一 (正会員) hajime.kita.7a@kyoto-u.ac.jp

京都大学国際高等教育院教授, 工学博士, 京都大学工学部助手, 東京工業大学総合理工学研究科助教授, 大学評価・学位授与機構教授, 京都大学学術情報メディアセンター教授を経て現職, 本会一般情報教育委員会委員.

投稿受付: 2022年8月31日

採録決定: 2022年10月6日

編集担当: 除補由紀子 (NTTソフトウェアイノベーションセンタ)

グLOSSARI

## グLOSSARI

### ISDN (Integrated Services Digital Network)

ITU-T (国際電気通信連合電気通信標準化部門) が定めるデジタル電話網のための国際標準規格で、NTTが1988年に世界に先駆けてこの規格に基づくサービス「INSネット」(総合デジタル通信サービス)の提供を開始した。音声やデータを64kbpsで伝送するBチャンネルと、制御信号などを16kbpsビット/秒で送るDチャンネルの組合せで構成され、INSネット64サービスでは1回線が2B+Dの構成をとることから、2つのBチャンネルを束ねて128k bpsで通信することも可能である。

### DVTS (Digital Video Transport System)

DV (Digital Video) のデータ伝送信号をIEEE1394規格のインタフェースから取り出して、IPネットワークを利用して中継するためのアプリケーションで、WIDEプロジェクトにおいて1998年に開発された。通信フォーマットはRFC1889として標準化されている。比較的安価にシステムが構築できるが30Mbpsのネットワーク帯域が必要である (SD/720×480の場合)。

### H.323プロトコル

ITU-Tが定める映像・音声通信のための標準規格であり、ビデオ会議やIP電話等における制御方式として利用される。同様のものとしてIETF (Internet Engineering Task Force) においてRFC3261として定められたSIP (Session Initiation Protocol) もあるが相互接続はできない。

### APAN (Asia-Pacific Advanced Network)

1997年に設立された非営利国際コンソーシアムで、アジア太平洋地域の研究および教育コミュニティに高度なネットワーク環境を提供し、グローバルなコラボレーションを促進することを目的としている。現在、17の国・地域が主要メンバーとして参加している。

### GÉANT

汎ヨーロッパにおける研究・教育コミュニティのための情報基盤で、欧州委員会とヨーロッパ各国が出資し各国のNREN (National Research and Education Network, 各国の研究教育ネットワーク、現在38カ国) を相互接続するネットワーク等のサービスを提供している。

## RedCLARA

Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (Latin American Cooperation of Advanced Networks) に由来する名称。ラテンアメリカ地域における国際ネットワーク環境の整備を目的として2003年に設立された非営利組織が開発運用する研究教育ネットワークのこと。

## MOOC (Massive Open Online Course)

インターネットを用いて大学や研究機関により提供される大規模な公開オンライン講座のことであり、無料で、または安価に受講することができる。総称あるいは学習プラットフォームを指すものとして複数形のMOOCsとも表記される。

## LMS (Learning Management System, 学習管理システム)

授業での資料配布、課題提出、オンラインテストの実施などの活動を支援する情報システムのこと。一般に、履修登録や成績管理を行う教務情報システムとは区別される。

## LTI (Learning Tools Interoperability) 規格

米国の国際標準化団体IMS Global Learning Consortium (2022年5月に1EdTech Consortiumに改称) が策定した学習支援のための標準規格で、LMSからオンライン授業ツールや電子教科書等のほかのサービスに連携するための機能を提供する。

## ハイフレックス型授業

対面授業とオンライン授業を組み合わせた形式はハイブリッド型授業と呼ばれるが、その組合せ方によって細かく分類される。反転授業における事前学習をオンラインで行うブレンド型や、クラスを2のグループに分割して一方を対面で他方をオンラインで(異なる内容を並行して)行う分散型に加え、学生が個々に対面授業、同期型(同時双方向型)オンライン授業、非同期型(オンデマンド型)オンライン授業を自由に選択でき同じ内容を学習できるものはハイフレックス(HyFlex, Hybrid Flexibleの略)型と呼ばれる。

## GIGA スクール構想

文部科学省が2019年に発表した初等中等教育の教育改革案のことで、児童生徒1人1台の学習用端末やクラウド活用を踏まえたネットワーク環境の整備を行い、個別に最適化された創造性や思考力を育む教育の実現を目指している。GIGAはGlobal and Innovation Gateway for Allの略である。

アワード

## 本誌Vol.61 No.11に掲載された論文著者の矢吹彰彦氏、佐々木和雄氏が第70回電気科学技術奨励賞を受賞されました

会誌編集委員会デジタルプラクティス専門委員会主査  
齋藤彰宏

本誌Vol.61 No.11に掲載された論文筆者の矢吹彰彦氏、佐々木和雄氏、井谷司氏が第70回電気科学技術奨励賞を受賞されました

去る2022年11月25日、東京・学士会館にて第70回電気科学技術奨励賞（旧オーム技術賞）の受賞式が開かれ、矢吹彰彦氏、佐々木和雄氏、井谷司氏（富士通（株））の三氏が「3D センシング・技認識技術による AI 体操採点システムの実用化」のテーマで表彰されました。電気科学技術奨励賞は、日本の技術立国を担う特に電気科学技術の研究者・技術者への啓発を期待しその功労者に贈られるものです。1952年に創設され、今年70周年を迎える大変権威のある賞です。

矢吹彰彦氏、佐々木和雄氏は、デジタルプラクティスVol.61 No.11（2020年11月）に掲載された「[3Dセンシング・技認識技術による体操採点支援システムの実用化](#)」の執筆者であり、この論文はこのたび電気科学技術奨励賞を受賞されたテーマをさらに深く知るのに絶好の資料となっております。体操競技における正確かつ公平な採点を可能とするAI体操採点システムに関して、非装着型3DレーザーセンサやAIを活用した骨格認識・技認識技術に、体操採点ノウハウを取り込んで採点の自動化を実現した世界初の事例であり、スポーツ界のデジタル・トランスフォーメーションの先進的な事例として、貴重なプラクティスを含む論文です。

矢吹彰彦氏、佐々木和雄氏、井谷司氏の三氏にお慶び申し上げるとともに、今後ますますのご活躍を期待したいと思います。



左から佐々木氏，矢吹氏，井谷氏

