

ITU

ジャーナル ③

Journal of the ITU Association of Japan
March 2026 Vol.56 No.3

特集

CEATEC 2025に見るICTイノベーション

CEATEC AWARD 2025受賞技術の紹介にあたって

総務大臣賞「電子制御式フェーズドアレイアンテナ搭載
小型・軽量LEO 衛星向けユーザー端末試作機」「痛み」の共有による相互理解の深化を実現するプラットフォーム
AI時代における信頼できる音声入力の設計と産学連携によるイノベーション
多言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術

スポットライト

ウェルビーイングの脳内メカニズム解明に向けた感謝感情介入
「オープンモデル」で切り拓く日本の挑戦

2025年度 APT研修報告

映像符号化の標準化動向

感情解析AIによる「心の機微」の可視化と社会実装

会合報告

ITU-T:SG17 (セキュリティ)

APT:PRF-25 (政策・規制フォーラム)



平野神社 桃桜

2026



特集

CEATEC 2025に見るICTイノベーション

CEATEC AWARD 2025受賞技術の紹介にあたって 3
一般財団法人日本ITU協会

総務大臣賞「電子制御式フェーズドアレイアンテナ搭載
小型・軽量LEO 衛星向けユーザー端末試作機」 4
シャープ株式会社 岡本 建一／青野 英明

「痛み」の共有による相互理解の深化を実現するプラットフォーム 8
株式会社NTTドコモ 神保 雄祐

AI時代における信頼できる音声入力的设计と産学連携によるイノベーション 11
一技術変化の兆しを捉えたmask voice clipとハードウェア起点の価値創出一
株式会社村田製作所 森田 暢謙

多言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術 16
国立研究開発法人情報通信研究機構 岡本 拓磨

スポット
ライト

ウェルビーイングの脳内メカニズム解明に向けた感謝感情介入： 19
日本企業従業員のワーク・エンゲイジメント向上
国立研究開発法人情報通信研究機構 Nawa Norberto Eiji

「オープンモデル」で切り拓く日本の挑戦 23
国立情報学研究所／大規模言語モデル研究開発センター 黒橋 禎夫

2025年度 APT研修報告 27
農村地域の接続性と開発に向けたネットワーク計画の強化
一般財団法人日本ITU協会

映像符号化の標準化動向 30
日本放送協会 放送技術研究所 岩村 俊輔

感情解析AIによる「心の機微」の可視化と社会実装 34
一マルチモーダル解析が拓く人間中心のWith AI社会一
株式会社エモーショナル・テクノロジーズ 山本 洋平

会合報告

ITU-T SG17第2回会合報告 38
株式会社KDDI総合研究所 磯原 隆将／三宅 優

第25回 APT政策・規制フォーラム(PRF-25)の結果について 44
総務省 国際戦略局 国際戦略課 国際機関室 酒匂 有紗

この人・
あの時

シリーズ！活躍する2025年度 48
日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その7
1FINITY株式会社 山本 幹太／
株式会社NTTドコモ 吉岡 翔平

情報
プラザ

日本ITU協会 研究会開催一覧 50
(2025年10月～12月)



平野神社 桜

[表紙の絵]

IEEE Fellow 池田佳和

平野神社の桜(京都市北区)
桜の名所として古くから知られる平野神社には多種の桜が咲き誇る。早春3月中旬にはいち早く
東門近くの出世導引稲荷神社前に桃桜が咲く。早咲きとして名高い魁(さきかけ)よりも開花が早い。
桜の季節には境内に茶屋が開かれ花見で一杯ができたが、最近では桜樹保護により中止されている。

免責事項
本誌に掲載された記事は著者等の見解であり、必ずしも当協会
の見解を示すものではありません。

本誌掲載の記事・写真・図表等は著作権の対象となっており、
日本の著作権法並びに国際条約により保護されています。
これらの無断複製・転載を禁じます。



ITU (International Telecommunication Union 国際電気通信連合) は、1865年に創設された、最も古い政府
機関です。1947年に国際連合の専門機関になりました。現在加盟国数は193か国で、本部はジュネーブ
にあります。ITUは、世界の電気通信計画や制度、通信機器、システム運用の標準化、電気通信サービスの
運用や計画に必要な情報の収集調整周知そして電気通信インフラストラクチャの開発の推進と貢献を目的
とした活動を行っています。日本ITU協会 (ITUAJ) はITU活動に関して、日本と世界を結ぶかけ橋として1971年
9月1日に郵政大臣の認可を得て設立されました。さらに、世界通信開発機構 (WORC-J) と合併して、
1992年4月1日に新日本ITU協会と改称しました。その後、2000年2月15日に日本ITU協会と名称が変更さ
れました。また、2011年4月1日に一般財団法人へと移行しました。

CEATEC AWARD 2025受賞技術の紹介にあたって

一般財団法人日本ITU協会 交流推進部

1. はじめに

CEATECは、一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA) が主催し、日本で毎年開催されているアジア最大級のデジタルイノベーション総合展である。2025年は26回目の開催となり、「Innovation for All」をテーマに、2025年10月14日 (火)～17日 (金)、幕張メッセにおいて開催された。

公式ホームページ (<https://www.ceatec.com/ja/news/news20251017.html>) によると、CEATEC 2025の開催規模は、次のとおりである。

- 出展者数：810社/団体
- 新規出展者数：318社/団体、新規出展者率39%
- スタートアップ/大学研究機関出展者数：232社/団体
- 海外出展者数：29か国/地域より 156社/団体
- 開催コンファレンスなど：222本
- 登録来場者数 (会期4日間)：98,884人

2. CEATEC AWARDについて

CEATEC AWARDは、日本の力強さを世界にアピールし、東日本大震災からの復旧・復興を支援する目的で、2011年に創設された。「IT・エレクトロニクス産業の提案する安心・安全でスマートな社会」を推進スローガンとし、「豊かで夢

のある生活・社会部門」、「安心・安全ネットワーク部門」、「省エネ・創エネ・蓄エネ部門」、「メディア投票部門」、「審査員特別賞」を9社が受賞した。

その後、部門賞は毎年変化があるが、2012年には、総務大臣賞と経済産業大臣賞が新設された。さらに、2019年には特別賞、2022年にはデジタル大臣賞、2024年には25周年特別賞、そして2025年にはモビリティ部門賞が新設されている。最先端テクノロジーが展示される場であるCEATECにおいて、特にイノベーション性が高く、優れていると評価された製品・技術・サービスに授与されるCEATEC AWARDは、関係学会と専門メディアで構成する審査委員会により厳正に審査が行われている。

(<https://www.ceatec.com/award/index.html#past>より)

CEATEC AWARD 2025では、「総務大臣賞」、「経済産業大臣賞」、「デジタル大臣賞」の3つの大臣賞のほか、「イノベーション部門」、「ネクストジェネレーション部門」、「コ・クリエイション部門」、「グローバル部門」、「モビリティ部門」の5つの部門賞を、11社/団体が受賞した。

(https://www.ceatec.com/award/history_2025.htmlより)

本特集では、CEATEC 2025会場にて事務局が説明を伺ったAWARD受賞各社の技術を紹介する。

■表. CEATEC AWARD 2025受賞者一覧

CEATEC AWARD大臣賞		
総務大臣賞	シャープ株式会社	電子制御式フェーズドアレイアンテナ搭載 小型・軽量LEO衛星向けユーザー端末試作機
経済産業大臣賞	株式会社NTTドコモ	“痛み”の共有による相互理解の深化を実現するプラットフォーム
デジタル大臣賞	株式会社村田製作所	AI時代の信頼できる音声入力を実現するマスク装着型デバイスmask voice clip
CEATEC AWARD部門賞		
イノベーション部門賞	株式会社ジャパンディスプレイ	様々な素材をタッチパネルやスイッチに変えるセンサー/ZINNSIA (ジンシア)
	国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)	多言語同時通訳とマルチスポット再生技術
	TDK株式会社	エッジ向けアナログリザバーAIチップを用いたリアルタイム学習機能付きセンサシステム
	株式会社日立製作所	次世代AIエージェント「Frontline Coordinator-Naivy」
	ヤマハロボティクス株式会社／産業技術総合研究所／東京理科大学	AIの進化に貢献する、環境配慮型チップオンウエハダイレクト接合技術の開発
	リンナイ株式会社	入浴中の心拍センシング
ネクストジェネレーション部門賞	TouchStar (東北大学事業化プロジェクト)	触れて感じる、次世代の4D映像体験
	ロート製薬株式会社／株式会社フツパー	リアラボAI—探索からラボ実験まで、研究の現場を動かす自律型AIエージェント
コ・クリエイション部門賞	RNA共創コンソーシアム	ビューティ&ヘルスクアを革新する、産業を越えた共創—RNAで繋がる花王・アイスタイル・キリンによる未来創出—
グローバル部門賞	Code Metal, Inc.	Code Metal-Generate Verified, Hardware-Ready Code with Provable AI
モビリティ部門賞	Humonii (ジャパンモビリティショー 2025 スタートアップ出展者)	フィーリング

総務大臣賞「電子制御式フェーズドアレイアンテナ搭載 小型・軽量LEO 衛星向けユーザー端末試作機」



シャープ株式会社
通信事業本部
次世代通信事業統轄部 第一開発部
係長

おかもと けんいち
岡本 建一



シャープ株式会社
通信事業本部
次世代通信事業統轄部 第二開発部
係長

あおの ひであき
青野 英明



■図1. LEO衛星向けユーザー端末

1. はじめに

当社が開発を行った電子制御式フェーズドアレイアンテナ搭載小型・軽量LEO衛星向けユーザー端末試作機は、CEATEC 2025において総務大臣賞を受賞した。本端末は、従来のLEO衛星通信向けユーザー端末と比較して大幅な小型・軽量化を達成するとともに、5G NTN (Non-Terrestrial Network) への対応を実現した点が高く評価されたものであり、将来の社会インフラを支える通信基盤技術として期待されている。

近年、非静止軌道衛星 (LEO:Low Earth Orbit/MEO:Medium Earth Orbit) を用いた通信ネットワークが世界的に拡大している。これは、主流であった静止軌道 (GEO:Geostationary Earth Orbit) 衛星と比べ、低軌道を周回する衛星が低遅延・高データレートの通信を実現できるためである。複数の事業者が数千機規模の衛星コンステレーション計画を推進しており、Starlinkに代表される次世代衛星通信サービスは市場を急速に拡大している。2030年ごろには複数の新規LEOコンステレーションが運用開始される見込みであり、同市場の成長は一層加速すると予測される。日本国内においては、都市部における地上ネットワー

クの人口カバー率は高いものの、山間部・海上など地上インフラが未整備な領域が依然として存在し、国土カバー率は約60%にとどまるとされている。さらに、大規模災害の発生時には地上通信インフラが断絶するリスクが高く、レジリエンス強化の観点からも衛星通信の重要性は増している。

一方、LEO衛星通信に対応したユーザー端末の開発には高度な技術が要求される。Ku/Ka帯 (10~30GHz) における1,000素子級フェーズドアレイアンテナの設計・実装は極めて高度なRF技術と製造技術を要する上、これらを評価可能な大規模電波暗室・計測設備を保有する企業は限られている。また、高度600~1,200kmを時速約27,000kmで移動する非静止衛星を追尾するためには、高速ビーム切替や高精度姿勢制御が必要となる。さらに、船舶・自動車など移動体搭載環境では、端末自身の動きを補償した追尾が求められ、技術難易度は一層高まる。

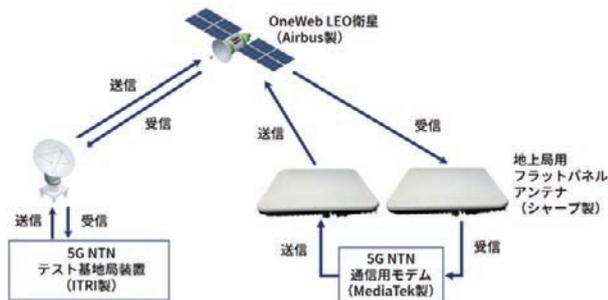
当社は、Androidスマートフォンにおいて2017年~2024年に国内シェア8年連続No.1 (株式会社MM総研「(暦年)国内携帯電話端末出荷台数調査」) を獲得するなど、長年にわたりセルラー通信機器分野で高い技術力を蓄積してきた。これらの通信・無線技術、デバイス設計技術を基盤として、当社は社会課題の解決と次世代通信インフラの実現を目的に、電子制御式フェーズドアレイアンテナを搭載したLEO衛星向けユーザー端末の研究開発及び事業化を進めている。

2. 5G NTN実証実験

当社は、欧州宇宙機関 (ESA)、MediaTek Inc. (MediaTek)、Eutelsat、Airbus Defence and Space (Airbus)、工業技術研究院 (ITRI)、Rohde&Schwarz (R&S) と共同で、低軌道衛星LEOを用いた、3GPP (3rd Generation Partnership Project) 次世代通信規格Rel-19 NR-NTN仕様に準拠した世界初の5G-Advanced NR-NTN接続の実証実験に成



■ 図2. 5G NTN実証実験の様子



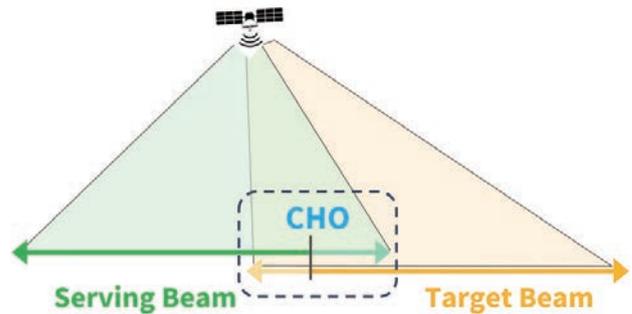
■ 図3. 5G NTN通信の接続実証実験イメージ図

功^{*1}した。

本実証では、ユーザー端末と衛星間をKu帯50MHz帯域幅、衛星と地上局間をKa帯で接続し、地上から上空約1,200kmを高速で移動するLEO衛星との安定した接続を実現した。

高速移動に伴うドップラーシフト補正や高精度な衛星の追尾といったNTN特有の課題に対し、MediaTekとITRIによる補正技術と、当社が開発した高精度な高速切替ビームフォーミング技術を組み合わせることで通信品質を確保した。これにより、当社が掲げる『つながる安心を、どこへでも』というビジョンを、当社のユーザー端末を用いて実証した。

また本試験は、当社製ユーザー端末が安定してLEO衛星を追尾できることを証明するとともに、5G NTNの様々な分野への展開可能性を大きく広げる成果となった。さらに、Conditional Handover (CHO) により、ビーム間でのシームレス切替をLEO衛星で実証した。CHOは3GPP Rel-16以降で導入された次世代ハンドオーバー方式であり、端末が複数のターゲットセル（衛星・ビーム）を事前に取得し、条件成立時に、即座にハンドオーバーを実行することで、従来方式に比べ切替遅延や通信断リスクを大幅に低減できる



■ 図4. CHOのイメージ図

ものである。

実証実験は各国のメンバーが技術を持ち寄り、一回当たり数分という限られた時間で試験を行う形式で実施された。試験に使用できる衛星の数は一日の中で限られており、システムのいずれか1つでも機能しなければ試験は成立しない。そのため、トラブルが発生した際には、各社が次の衛星到来までに修正を行うという緊張感のある取組みとなった。このような厳しい条件下においても、当社製端末が安定して動作したことが今回の成功に大きく寄与した。当社は今後も各国の技術者と連携し、得られた知見を端末開発へ反映することで、衛星通信の品質向上に貢献していく。

3. NICT「Beyond 5G基金事業」採択プロジェクト

当社のプロジェクトは、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）が実施する「革新的情報通信技術（Beyond 5G（6G）基金事業）の「社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム【事業戦略支援型】」において、2023年10月31日に採択された。同プログラムは、社会実装や海外展開に向けた戦略とコミットメントを持つ研究開発プロジェクトを重点的に支援するものである。本採択を受けて、当社はLEO/MEO衛星通信向け地上局用フラットパネルアンテナの開発に取り組んでいる。（JPJ012368G50501）

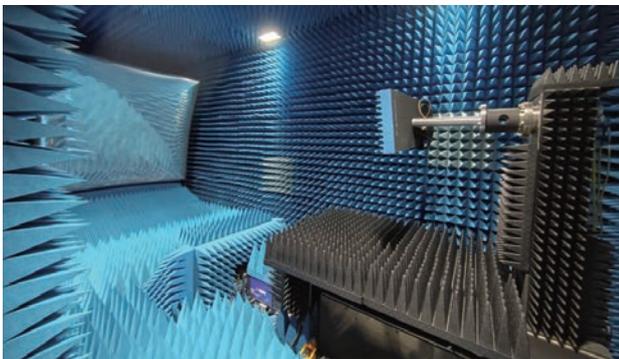
4. アンテナ開発

当社が開発したユーザー端末は、1,024素子をカスタムBFIC（Beam Forming IC）により位相・振幅制御することで、高速ビーム制御を実現する。多IC構成に伴う発熱対

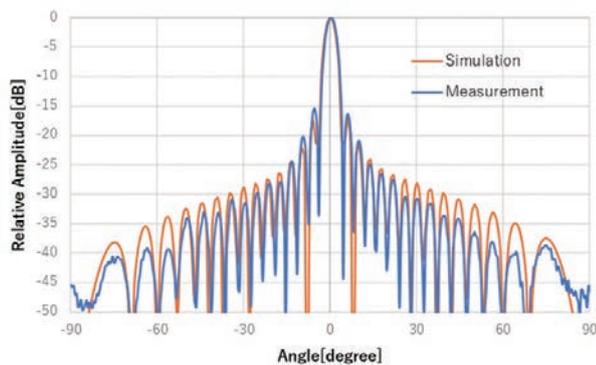
*1 ESA、MediaTek、Eutelsat、Airbus、シャープ、ITRI、R&Sが、OneWeb低軌道衛星を用いたRel-19 5G-Advanced NR-NTN接続の実証に世界で初めて成功 | ニュースリリース
<https://corporate.jp.sharp/news/251105-b.html>

策としては、背面に金属フィンを配置した放熱構造を採用し、ファンレス化を達成した。さらに、Half-Duplexで送受素子を共通化し、小型化と広角スキャン性能を両立している。

これらの開発を支えているのが、当社がNICTの助成を受けて保有する、日本最大級のCATR (Compact Antenna Test Range) チャンバーである。CATRチャンバーにより、省スペースで遠方界を高精度評価し、シミュレーションと実測の整合を図りながらアンテナの最適化を進めている。



■ 図5. 日本最大級の電波暗室*2



■ 図6. シミュレーションと実測のパターン比較

さらに、移動体向けアンテナでは、衛星を正確に追尾するための制御ソフトウェアが極めて重要となる。ここからは移動体（航空機、自動車、船舶など）へ搭載するLEO衛星向けの電子制御式フェーズドアレイアンテナのACU (Antenna Control Unit) ソフトウェアの要点を説明する。

ACUでは主に衛星軌道の計算、アンテナの姿勢推定及

びBFICの制御によるビームの設定の処理を行っている。

LEO衛星は常に動いており、ある時間におけるその位置はTLE (Two-Line Element) などから計算することができる。また、移動体に搭載したアンテナもその位置と姿勢（向きや傾き）が常に変化しており、アンテナに搭載している各種センサーからそれらを推定することができる。両者の演算結果から、ある時点でのアンテナから衛星へのビーム方向を計算することができ、得られた方向にビームを向けるようBFICを制御する。

これらの計算や制御を数msecから数十msecといった短い周期で繰り返し行うことでビームを常に衛星の方向に向け続けることができ、衛星との通信を途切れることなく継続して行うことができる。これを実現するために複数のMPU (Microprocessor Unit) やMCU (Microcontroller Unit) を使い分けて組み込み、そのソフトウェアを以下に重点を置いて開発している。

- 高精度な姿勢推定アルゴリズム：アンテナには各種センサーやコンパスを内蔵しており、それらを用いてアンテナの姿勢を精度よく推定することが重要になる。多様なモビリティ領域のパートナー企業様のご協力の下、継続的な実験と改善を積み重ねることで、精度の大幅な向上を達成している。
- 高速・リアルタイム処理の実現：衛星軌道計算・ビーム方向計算・BFIC制御を繰り返し実行するため、MPUやMCUにて演算とデバイス制御などを適切に使い分けて処理負荷を分散しリアルタイム性を確保している。
- 時刻同期と処理の厳密性：衛星もアンテナも常に動いているため、演算で得られたビーム方向へ正確な時刻に向けなければならない。このため各種計算やBFIC制御をGPS時刻と同期して行うなどのタイミング制御を重視している。
- デバイスの効率的制御：多数のBFICを短時間で制御するための手法の検討を重ね、制御時間の大幅短縮を達成している。

これらの観点で実証実験や各種移動体で検証を繰り返し行い、データ解析を通じてソフトウェアを改善し、新しいセンサーやアルゴリズムの導入を積極的に検討し、性能向上を図っている。

*2 LEO/MEO衛星通信アンテナの性能測定が可能な電波暗室を新設 | ニュースリリース
<https://corporate.jp.sharp/news/240911-a.html>



■ 図7. 船舶へ搭載した実証実験の様子*3



■ 図8. 車へ搭載した実証実験の様子

5. 5G NTNの標準化

これまで衛星通信は事業者ごとに独自方式を採用してきたが、現在、3GPP準拠の方式に統一する流れが進んでいる。例えば、EUが公開したIRIS²の説明資料には、『3GPPドメインで定義された5G NTN標準の実装をサポートする (Support implementation of 5G NTN standards defined in 3GPP domain)』と明記されており、IRIS²が3GPP準拠の5G NTNを前提とした設計を志向していることが分かる。標準化が進むことにより、これまでスマートフォン開発で培われた技術をNTNへ転用することや、TNとのシームレスな接続が可能になるという大きなメリットが生まれる。

このような標準化の流れの中、当社は通信機器開発における豊富な経験と知見に基づき、5G関連特許を多数保有し、3GPPの標準化活動にも20年にわたり参画しており、多くの寄書を提出することで標準化に貢献してきた。

6. 超小型化に向けた取組みと今後の展望

現在、3GPPの標準化においてユーザー端末の超小型化の議論が進められている。当社は、通信事業者と連携し、超小型化の提案を行っており、仕様は2027年のRel-20で確定する予定である。これは、ユーザー端末単体では解決が難しい課題に対し、衛星通信事業者と協力しながらシステム全体の最適化を図るものであり、将来の衛星通信の可能性を広げる重要な取組みである。

また、軽量化については、現行品では製品背面に設けた放熱用の金属製フィンが重量の大半を占めている。このため、放熱性能と軽量化を両立する新たな部材の採用に向け、三菱ケミカル、NICT、TECHLABとの共同開発に合意*4しており、開発を加速している。

シャープは、これからも国内外の多くのひととのつながりを通じて、社会の未来を支える技術革新に取り組んでいく。



■ 図9. 超小型化のイメージ図

*3 古野電気とLEO（低軌道）／MEO（中軌道）衛星通信アンテナ開発における協業を開始 | ニュースリリース
<https://corporate.jp.sharp/news/240904-b.html>

*4 三菱ケミカル、NICT、TECHLABとモビリティ向け超小型軽量衛星通信ユーザー端末の共同開発に合意 | ニュースリリース
<https://corporate.jp.sharp/news/250730-a.html>

「痛み」の共有による相互理解の深化を実現するプラットフォーム



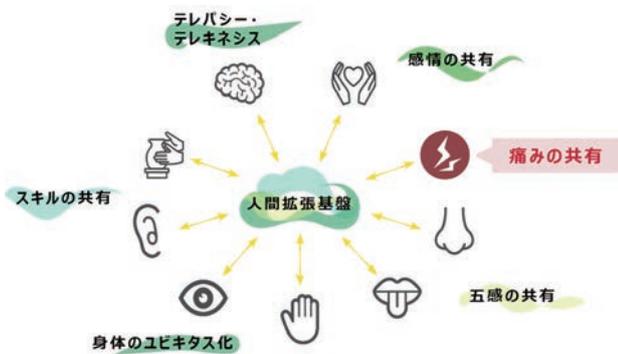
株式会社NTTドコモ モバイルイノベーションテック部 ユースケース協創担当

じんぼ ゆうすけ
神保 雄祐

1. はじめに

NTTドコモ（以下、ドコモ）は、6G時代の新たな提供価値の1つとして、「FEEL TECH®」の取組みを進めている。FEEL TECHとは、人間の感覚をネットワークで拡張する「人間拡張基盤®」を用いて、他者の動作や感覚を相手の体や感じ方に合わせて変換し共有する取組みである。この取組みを通して、これまで伝えたくても伝えることができなかった感動や感覚、記憶や体験をつなぐことで、新たなコミュニケーション文化を創造し、真に「解り合う」世界の実現を目指している。

本稿では、FEEL TECHの技術やこれまでの取組みについて触れた後、CEATEC 2025において経済産業大臣賞を受賞した、「痛み」という言語化が難しい感覚を他者と共有可能にする取組みについて説明する（図1）。



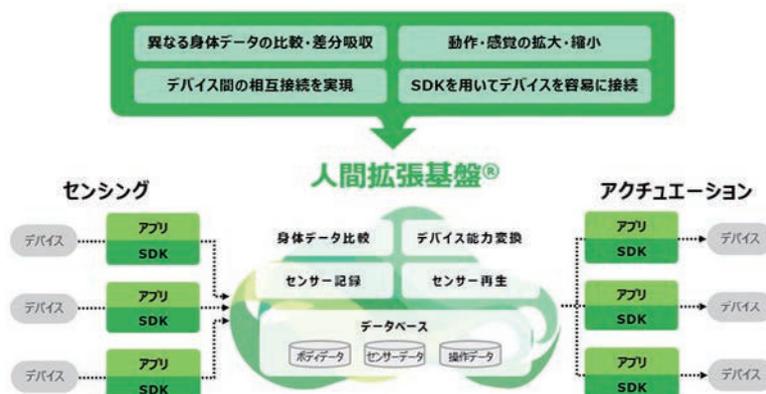
■図1. ドコモが目指す人間拡張の方向性

2. FEEL TECHにおけるこれまでの取組み

FEEL TECHでの動作・感覚などの共有は、図2に示すように、動作・感覚に関するデータを把握するセンシングデバイス、動作・感覚を再現するアクチュエーションデバイス、その間をつなぐプラットフォームである人間拡張基盤の3つを基本の構成として実現する。

人間拡張基盤とは、人間の感覚をネットワークで拡張し、他者の動作や感覚を共有先である他者の身体や感じ方に合わせて変換し共有する、ドコモオリジナルの技術である。人間拡張基盤は、SDK（Software Development Kit）を用いて、パートナー企業の様々なセンシングデバイス、アクチュエーションデバイスが容易に接続可能であり、積極的なパートナー連携を進めている。

これまでに、ドコモはこの基盤を活用し、動作、触覚、味覚の共有に取り組んできた。動作の共有においては、人やロボット同士の大きさや骨格などの身体データを比較し、その差分を考慮して動作を共有することで、無理のない自然な動作の共有や、大きい動作を基にきめ細やかな動作を再現することなどを実現してきた。触覚の共有においては、受け手の触覚に対する感度特性を踏まえて触覚を共有することで、職人しか認識できないような微細な触覚の違いを素人が認識することや、昔に触った感覚をリアルに思い出すこと、ECサイトで洋服などの商品の手触りを感じることを、さらには映画の登場人物の感覚や感情を感じることを実現してきた。また、味覚の共有においても、受け手の味



■図2. システムの全体構成

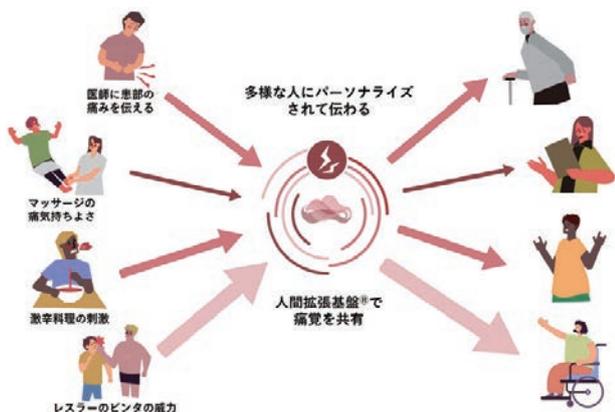


覚に対する感度特性を踏まえて味を共有することで、メタバース空間のバーチャル体験と連携させたり、映画やアニメにおいて作者が伝えたい味をコンテンツに付加させたりなど、よりリッチなコンテンツ提供を目指している。

3. 「痛み」の共有

今回、ドコモが新たに挑戦したのが「痛み」の共有である。人が感じる身体的・心理的な痛みについて、どのように痛いのか、どのくらい痛いのかを他者に伝えることは難しく、これまでは他者の痛みを理解するには、個人の主観に基づく推測に頼らざるを得ない場面も多かった。そのため、医療現場や日常生活において、痛みの客観的理解が困難であるという課題が存在した。そこでドコモは、人間拡張基盤を用いて痛みを他者と共有することで、相手の痛みを自分ごととして体感・理解し、人と人がより深く解り合えるようなコミュニケーションをサポートできないかと考えた(図3)。

痛覚共有は、人間拡張基盤と、PaMeLa株式会社(以下、PaMeLa)が開発した痛みを脳波から測定する技術を組み



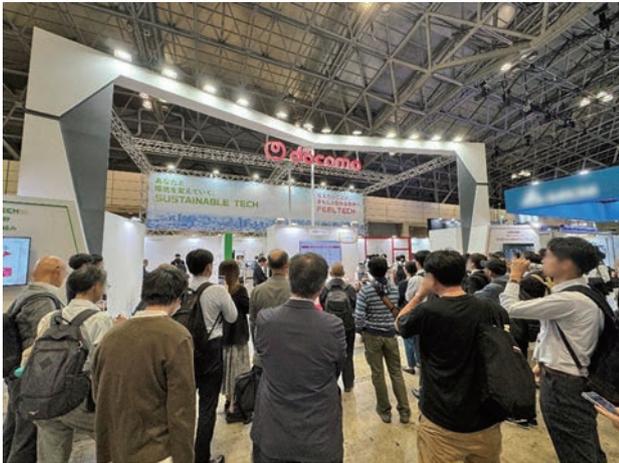
■図3. 「痛み」の共有のイメージ図

合わせることで実現した。痛覚共有における処理の流れを図4に示す。本技術による痛覚共有は、計測、変換、共有という3つの段階によって実現される。まず計測の段階では、額に装着した電極を通じて、腕へ装着した装置からの熱刺激に対する脳波を測定し、痛みの程度を数値化することで、客観的に比較できる情報として整理する(PaMeLaの技術)。次に、変換の段階では、ドコモの人間拡張基盤で個人差を補正して変換する。同じ痛みでも感じ方は人によって千差万別であり、例えば、「Aさんにとっての20の痛み」が「Bさんにとっては50の激痛」に感じられることもある。そこで、ドコモの人間拡張基盤で、AさんとBさんそれぞれの「痛みの感度(感じやすさ)」のデータを事前取得しておくことで、「Aさんが感じている痛みはBさんにとってはこのくらいだ」というように、個人差を補正して変換する。最後に、伝えたい相手に合わせて変換されたデータを共有する。共有の方法としては、グラフなどの視覚的なインタフェースや実際に身体で体感できるアクチュエーションなど、相手が理解しやすい形、求める形での共有が可能である。これらの一連の流れにより、これまで言葉では伝えきれなかった痛みを、相手も自分ごととして理解することが可能となる。

2025年10月に開催されたCEATEC 2025において、ドコモはこの痛覚共有技術の展示を行い、その中で、送信者が受けた温度刺激による痛みの程度を可視化し、共有相手の感度に合わせて、痛みを定量的にグラフとして表示するシステムによるデモンストレーションを実施した。その際の様子を図5に示す。提示したグラフは図4に示したとおりである。画面下部のグラフにおける水色の線は、送信者が受けた温度刺激が何度かを示しており、画面上部のグラフにおける緑色の線は、送信者が受けた痛みの程度を数値化したものである(例:安静にしている際は13、最も強い



■図4. 「痛み」の共有の流れ



■図5. CEATEC 2025におけるデモンストレーションの様子

刺激を受けている際は56など)。水色と緑色のグラフを合わせてみることで、送信者が何度の刺激を受けた時にどれくらいの痛みを感じたか定量的に理解できる。さらに、緑色の線で示された痛みの程度を共有相手を感じるためにはどれくらいの温度刺激を受ける必要があるかが、下部のグラフにおける赤色の線で示されている。今回のケースでは、水色の線より赤色の線の方が、高い温度刺激となっており、共有相手の方が痛みを感じにくいいため、送信者より強い刺激が必要であることが分かる。以上のシステムにより、個人による感じ方の違いを考慮した痛みの共有が可能となる。

結果として、本技術は、CEATEC 2025「経済産業大臣賞」を受賞した。これは、客観的な評価が難しいとされた痛みを数値化し、他者が理解できる形で共有する世界初の技術である点、人間拡張基盤を用いることで共有相手にとって最適な形で感覚を共有できる点、身体的な痛みに限らず、幅広い用途も見込める点などが評価された。

4. ユースケースと社会的価値

これからの新しいコミュニケーションとして、「痛み」という言語化が難しかった感覚を共有可能にすることで、従来にない価値の創出が期待される。

まず、医療・福祉・介護分野においては、コミュニケーションの質や正確性の向上が見込まれる。医師が患者の痛み

を理解できるようになることで、より適切な診断につなげる診断支援や、痛覚共有と動作共有を組み合わせることで、患者の痛みを軽減しながら無理のない自然な動作での歩行トレーニングを行うリハビリ設計などが考えられる。患者の体験を医療従事者や介護者が共有することで、より深い相互理解と寄り添ったケアを実現することも可能になると考えられる。

また、エンターテインメントやスポーツの分野でも新たな体験価値を生み出すことができると考える。ゲームや映画において、主人公が受ける衝撃や、激辛料理の刺激などを共有することで、更なる没入感を提供することも考えられる。スポーツにおいては、選手の衝突や身体的な負荷による痛みを体感することで、選手の耐性や限界を把握し、怪我の予防やトレーニングの最適化に活用するといった応用が可能であると考えられる。

さらに、将来的には社会課題へのアプローチとして、孤独による精神的ストレスを抱える人々の理解・共感促進、SNS上の誹謗中傷やカスタマーハラスメント対策への活用も期待できると考える。身体的な痛みではなく、心理的な痛みについても数値化・可視化することで、これまで見過ごされがちだった個人の苦しみにも光を当て、社会的包摂の実現にも貢献できると考えられる。

5. おわりに

本稿では、CEATEC 2025で注目を集めた「痛み」の共有技術を中心に、ドコモが現在取り組んでいるFEEL TECHについて解説した。今回は、痛みの解析については脳波を測定し解析する方法、痛みの提示については温度刺激による方法を用いたが、更なる方法の模索や、ユースケースによる使い分けなど、引き続き検討する必要があると考えている。

これからも、パートナー企業とともに、従来のコミュニケーションでは伝えることが難しかった、動きや触覚・味覚・痛覚などの感覚や感動まで、他者が理解できる形で共有可能にすることで、時間や空間、身体的な制約を超えて、人々が真に「解り合う」世界の実現を目指していく。



AI時代における信頼できる音声入力の設計と産学連携によるイノベーション —技術変化の兆しを捉えたmask voice clipとハードウェア起点の価値創出—

株式会社村田製作所 技術・事業開発本部 技術イノベーション戦略部
生体エレクトロニクス備えプロジェクト課 マネージャー

もりた まさのり
森田 暢謙



1. エグゼクティブサマリー

生成AIの普及により、人とコンピュータの関係は大きな転換点を迎えている。操作の対象としてのコンピュータから、対話を通じて協働する存在へと役割が変わりつつある中で、注目を集めているのがAIエージェントである。AIエージェントとは、自然言語で指示を受け取り、状況や文脈を踏まえて多様なタスクを自律的に遂行するインテリジェントシステムである^[1]。AIの基盤モデルのコモディティ化が進むほど、その能力を左右する要因はモデル性能そのものではなく、どのような入力データを、どの程度信頼できる形で扱えるかに移っていく。

音声は、人間にとって最も自然なコミュニケーション手段の1つであり、AIエージェントがユーザーの意図や状況を理解するための有力な手掛かりとなる。一方で、騒音や第三者の声の混入、音声認識精度のばらつき、プライバシーへの配慮といった課題により、入力データとしての信頼性を確保しにくいという問題を抱えている。

本稿では、村田製作所の圧電フィルムセンサPicoleafTM^[2]を用いてマスク表面の振動を検出する装着型デバイスmask voice clipを題材として、AIエージェント時代に求められる信頼性の高いデータの入口設計を具体化した事例を示す。とりわけ、産学を往復して変化の兆しを捉えて、研究の問いを実装へと結び付けてきた過程を踏まえ、ハードウェア起点でデータが生まれる入口を押さえることの意義を考察する。

2. 導入：「信頼できる音声入力」という論点

ユーザーインターフェース（UI）は、紙と鉛筆からパーソナルコンピューター、スマートフォンへと進化し、指による画面の直接操作と情報への常時接続環境をもたらしている。大規模言語モデル（LLM）の登場によって、UIはユーザーが直接操作するものから対話を通して協働するものへ軸足を移しつつある^[3]。次世代のUIでは、ユーザーによる逐次的な操作を前提とせず、入力された指示や情報をAIエージェントが文脈情報として解釈し、適切な行動へと展開する能力が重要となる。

その入口として有力なものが音声入力である。人間のコ

ミュニケーションは本質的に「話す」という行為を中心に設計されており、AIエージェントがユーザーの環境や文脈を捉える上でも音声データは有効な手掛かりとなる。音声入力は既に多くの場面で利用されているが、利用環境によっては精度や取扱いに配慮を要する。周囲の騒音や第三者の声の混入により、話者本人の発話を明確に捉えにくい場合がある。また、周囲の会話が意図せず含まれる点は、プライバシーや情報管理の観点から留意が必要である。こうした要因はAIエージェントの判断や実用性を左右するため、「信頼できる音声入力」をいかに実現するかが重要となる。本稿でいう「信頼できる音声入力」とは、(1) 話者本人の発話のみが取得され、(2) 環境音や第三者の発話の混入を抑制し、(3) その後段の音声認識に耐えうる品質と再現性を備えた入力を指す。

3. 時代背景：AI時代の音声入力と価値の移行

Marc Andreessenが2011年に“Software is eating the world”^[4]と表現したように、ソフトウェアが価値創出の中心となる潮流は既に広く認識されてきた。現在はその次の段階として、“Data is eating the world”^[5]とも言うべき局面にきている。差別化はソフトウェアではなく、文脈データの継続獲得と活用に移りつつあり、会話や行動のデータを信頼できる形で蓄積し意思決定や行動に結び付けられるかが競争力を決める。AIエージェントは、文脈データを継続的に取得できることを前提に判断・実行するため、データが競争力を左右する時代への転換を映し出している。

その方向性を先取りする研究として、MIT Media Labが2024年に発表したMemoro^[6]が挙げられる。Memoroは骨伝導ヘッドセットを通じて周囲の会話や状況を取り込み、必要な情報を適切なタイミングで本人に提示することで、本人の記憶の想起や判断を支援する。ここで重要なのは、音声単なる操作の入力ではなく、AIが文脈を理解し、記憶を形成するための主要なデータになっている点である。

こうした研究と並行して、産業界でもパーソナルなAIエージェントの構築を前提にした動きが加速している。OpenAIのサム・アルトマンは、次のAIの前進は推論の高度化よりも、ユーザーの会話や判断履歴を踏まえて振る舞える完全な記

憶にあるという趣旨を語っている^[7]。また、Metaは2025年12月に会話の記録・要約をするペンダント型デバイスを手掛けたLimitlessを買収しており、日常の会話データを起点に文脈の理解と記憶を拡張する方向性を具体化しつつある^[8]。

これらの動きが示すのは、パーソナルなAIエージェントを実装する上で、会話データや音声による指示に関する情報を、継続的にかつ信頼できる形で取得できる手段が求められているという点である。こうしたデータが蓄積されることで、AIエージェントは単なるツールを超え、ユーザーの生活を支えるパートナーへと近づいていく。

この流れの中で、価値の源泉はハードウェアやソフトウェアから、信頼できるデータへ移行しつつある。AI時代に音声入力が注目されるのは、音声人が人の思考や状況、会話の流れを自然に含むデータであり、適切な仕組みを通じてAIエージェントの判断や行動に有効に結び付けられるためである。

4. 技術の本質：mask voice clipは何を解いたか

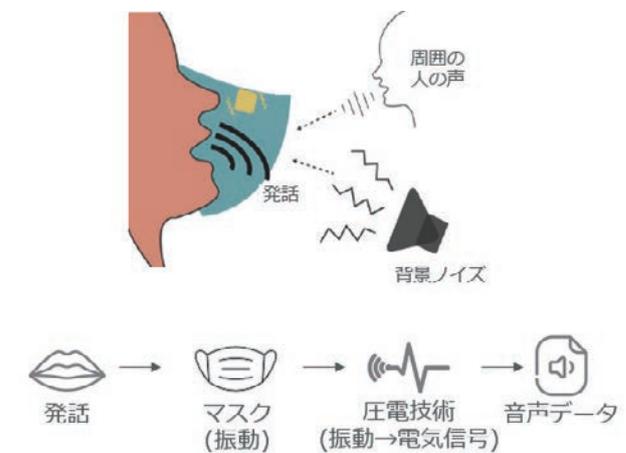
mask voice clipが解いたのは、単純な騒音環境下における音声認識精度の向上といったアルゴリズム上の問題ではない。本質は、従来のマイクロフォンが前提としてきた「空气中を伝搬する音を取得する」という構造そのものを見直し、入力の入口をハードウェア起点で再設計した点にある。

従来の音声入力、騒音や複数話者が混在する環境下で発話者の音声を安定して取り出しにくい。これに対し、指向性マイクロフォンやビームフォーミング、ソフトウェアによる音源分離など、様々な音声処理手法が提案されてきた^{[9] [10] [11]}。これらは一定の効果を持つものの、いずれも空気の振動を取得するという前提に立っており、複数の音声と環境音が混在する状況では、後処理による分離に限界がある。特に、深層学習に基づく高度な音声分離は大きな計算資源を要する傾向があり、エッジデバイスや組み込み環境でのリアルタイム利用には制約が残る。

mask voice clipが示したのは、この前提そのものを見直すアプローチである。本デバイスは、空气中の音を取得するのではなく、マスク装着者の発話に伴ってマスク表面に生じる微細な振動を直接検出する。マスク表面の振動は話者本人の発話に強く対応し、周囲の騒音や他人の声による影響を受けにくい。つまり、データを後処理で分離するのではなく、最初から混ざりにくい形で取得するという設計思想である。

この振動検出には、村田製作所の圧電フィルムセンサ

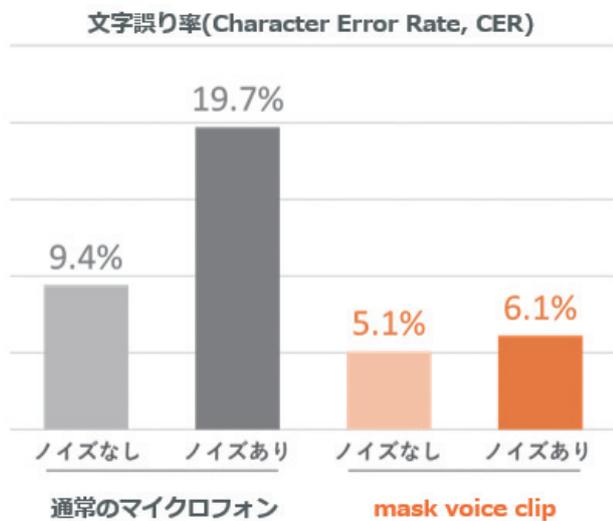
Picoleaf™を用いている。圧電材料は振動によって生じる機械的応力を電気信号に変換することができる。圧電性を有する有機フィルムで構成されたPicoleaf™は柔軟性が高く、マスクのような曲面を持つ柔らかい素材にも違和感なく配置できる。mask voice clipでは、発話に伴って生じるマスク表面の微小振動をPicoleaf™で検出し、電気信号へ変換した上で、増幅・デジタル化することで音声データとして扱う（図1）。あわせて、デバイスをクリップ型とすることでマスク本体から切り離すことができ、衛生面と現場運用性を両立した。



■ 図1. mask voice clipの音声検出メカニズム

性能評価では、オフィスや工場などの作業環境を想定し、背景騒音に加えて複数話者の発話が同時に存在する条件を構築した。その上で、話者の発話に対する音声認識結果と正解テキストを比較し、文字誤り率（CER）を算出した。その結果、mask voice clipのCERは6.1%（無雑音下5.1%）であったのに対し、通常マイクロフォンでは19.7%（同9.4%）と大きな差が確認された（図2）^[12]。mask voice clipは騒音環境下における性能劣化が小さく、入力データの信頼性を環境条件に左右されにくいことを示している。

mask voice clipの本質は、空气中の音を取得する限り避けられない構造的課題を、マスク表面の物理振動を直接検出することで回避し、入力データの信頼性を確保した点にある。AIエージェントの時代において入力の品質がデータの価値に影響するという着眼点を起点に、その課題に対する具体的なソリューションとして提案された技術事例である。



■図2. 音声認識性能の比較

5. 開発の舞台裏: 音声入力・サイレントスピーチ研究という未踏領域に踏み出せた理由

暦本純一教授(東京大学大学院情報学環)は、人間とコンピュータの関係を捉え直し、計算機による能力拡張を志向したHCI (Human-Computer Interaction) の研究を進めている。研究領域は多岐にわたるが、その1つに「サイレントスピーチ(無音発話)」がある^[13]。これは、声としての音を前提とせず、口の動きや生体信号から発話意図を推定し、入力やコミュニケーションにつなげる研究である。

声を出さずにつぶやくだけでコンピュータへの入力が成立するという発想は、一見すると未来的な技術に映るかもしれない。我々にとっても、この研究の意義や価値について最初から明確に理解できるものではなかった。しかし、調査や暦本教授とのディスカッション、更に生成AIが急速に進化していく現状を踏まえる中で、本研究が技術進化の中でどのような価値を持ち、なぜ必要とされるのかが、次第に明確になっていった。

我々は、サイレントスピーチ研究を音声入力の重要性が増していく技術変化の兆しの1つとして位置付け、音声入力を注目すべき技術領域として定めた。AIの進展により人とAIエージェントが対話的に協働する未来が現実化する中で、信頼性の高い音声入力が基盤技術になると考えた。またその探索過程で、自社の圧電技術がこの要件に応え得る技術的特性を備えているという仮説に至った。

村田製作所のPicoleaf™は、これまでスマートフォン等で振動やタッチ入力を検知する用途で用いられてきたが、発話に伴う微細な振動を捉えて音声入力に応用する試みはな

かった。「音声認識に必要な情報量を十分に取得できるのか」という問いから始まり、社内のエンジニアと試作を行い、研究室での評価を踏まえて要件を更新し、改善を重ねてきた。その往復を通じて、実装要件と性能要件のすり合わせを進めた。この過程で、音声に起因する微小振動に合わせてセンサ特性の改良・調整を進め、音声の帯域を捉えられる見通しが得られ、正式に共同研究を開始した。キックオフでは研究室の学生も交えてアイディエーションを行い、複数のフォームファクターを検討した。平城裕隆氏(当時博士課程3年)らの過去検討も踏まえ^[14]、マスクへの搭載検討を進めた結果、mask voice clipとして新たな音声入力デバイスの機能が発現し、論文化に至った。本研究成果は、平城氏を中心として複数の論文及び学会発表として発信され^[8]^[15]^[16]、学生奨励賞の受賞を含む形で国内外から高い評価を得ている^[17]。

mask voice clipは無音発話を目的としたサイレントスピーチではなく、音声を伴う入力デバイスである。本研究の価値は、サイレントスピーチ研究を含む音声入力の研究を手掛かりに、音声入力の重要性が高まる兆しを捉え、その要求を技術要件へと具体化し、試作と評価を通じて実装に結び付けた点にある。

また、村田製作所ではマスク装着に依存しないデバイスへの応用やサイレントスピーチへの展開可能性についても検討を進めており、CEATEC AWARD 2025 審査委員会からは、こうした将来展開を含めた研究の広がりに対する期待が示された^[18]。

6. 産学を往復する探索の力とイノベーション: 「橋渡し役」が果たす役割

AIの基盤モデルや開発ツールの汎用化により、研究成果を社会実装へとつなぐスピードは大きく加速している。とりわけHCI領域では、体験仮説を試作と評価を短いサイクルで反復して評価・検証を行うアプローチをとるため、産学の距離が縮まりやすい。この領域では、完成度の高い解を最初から求めるよりも、仮説検証を通じて方向性を見極めていく姿勢が重要となる。初期段階の不確実性を受け入れ、試作・評価・学習を重ねることで、従来の延長にない領域へと探索を広げていくことが可能となる。

このとき鍵となるのが、産学を往復しながら、研究の発想を実装可能な設計課題に変換する「橋渡し役」である。アカデミア、とりわけHCI分野における問いは、「どのような体験や関係性が成立し得るか」という将来像を描き、そ

こからインタラクションや技術要件を遡って設計するバックキャスト的な要素を持つことが多い。一方で、その問いは企業が普段から慣れ親しんだ具体的な制約条件とは必ずしも一致せず、そのままでは噛み合わないことが多い。

橋渡し役が担うのは、アカデミアの問いに内在する意義や将来ビジョンを読み解き、それが社会実装されたときの価値とインパクトを、企業が意思決定できる形へと翻訳することである。あわせて、その構想から実現可能な技術要件へ落とし込み、開発・知財といった関係者を横断して、試作と評価が回る探索の場を構築する。さらに、そこで得られた知見をアカデミアへ還流し、企業側の文脈と結び付けながら問いを更新していく。いわゆる“Boundary Spanner”とは、単なる調整役ではなく、産学の往復を通じて変化の兆しをいち早く捉え、探索の仕掛けどころと技術開発の方向性を見極める存在である。

こうした産学連携の在り方は、特定の研究領域に限られた話ではない。技術の潮流が急速に変化する時代において重要なのは、変化が顕在化してから追従することではなく、研究の現場に現れる兆しを手掛かりに、次の価値創出の起点を先に仕込むことである。

7. 製造業が見据えるべき次の起点：兆しを先読みする産学連携とハードウェアからの価値転換

AI時代の競争力は、基盤モデルの性能だけで決まるものではない。価値の源泉がハードウェアからソフトウェア、そしてデータへ移る局面では、信頼できるデータを継続的に獲得できるかが、ソリューションの実用性と差別化を左右する。日本の製造業がこれからの時代に向き合う上で、重要な観点は次の2点にまとめられる。

第1に、アカデミアとの連携を単発の共同研究ではなく、探索フェーズを継続的に回す構造として強化することである。研究の現場に現れる変化の兆しを捉え、潮流を先読みし、次の手を仕掛けていくには、産学を往復し、研究の問いを実装可能な形へと翻訳する役割が欠かせない。AI・デジタル領域の競争力が、成果物の移転そのものよりも探索の継続性に左右されることは、みずほ銀行産業調査部「みずほ産業調査79号『日本産業の中期見通し』」でも指摘されている^[19]。不確実性の高い段階から試作・評価・対話を重ねられるかどうか、結果として技術潮流の早期把握と、時代に合った技術開発の方向性の決定につながる。

第2に、センサやデバイス、インフラストラクチャといったハードウェアを起点に、データが生まれる入口を設計し、

継続的なデータ獲得につなげることである。価値の源泉がデータへ移るほど、信頼できるデータを蓄積できなければ、競争力を高めていくことは難しい。また、ハードウェアの供給までにとどまれば、付加価値はアプリケーションやサービスを提供する側に帰属しやすく、価値配分で不利になりやすい。こうした構造を踏まえ、ハードウェアを起点にデータ活用を含む価値提供まで視野に入れる重要性は、経済産業省のデジタル経済レポート「データに飲み込まれる世界、聖域なきデジタル市場の生存戦略」^[5]でも指摘されている。

以上の議論から、AIエージェント時代における競争力は、モデルや個別技術の優劣だけでなく、研究の兆しを捉えながら探索を継続できる体制構築や、データが生まれる入口をどのように設計できるかといった点に大きく左右されることが示唆される。日本の製造業においては、産学連携の進め方やハードウェアの役割を改めて捉え直し、自社の強みをどの領域で発揮できるのかを見極めていくことが、今後ますます重要になる。

8. 結論：入力設計から始まるデータ価値

mask voice clipは、本稿で述べてきた2つの論点——アカデミアの研究から技術変化の兆しを捉えること、そしてハードウェア起点で信頼できるデータの入口を設計すること——を具体の形に落とし込んだ取組みである。サイレントスピーチ研究が投げかけた問いを出発点に、将来像を描きながら技術要件へと落とし込み、試作と評価を往復する過程を通じて、未踏領域への一歩が具体的な形になった。さらに、入力的设计がデータの信頼性を左右し、その先の価値創出に影響することを示す事例でもある。本稿で述べたのは、その第一歩である。

参考文献

- [1] Bill Gates 「AI-powered agents are the future of computing」 (2023)
<https://www.gatesnotes.com/ai-agents>
- [2] 村田製作所 圧電フィルムセンサ (Picoleaf™)
<https://www.murata.com/ja-jp/products/sensor/picoleaf>
- [3] 文部科学省 有識者検討会 (第3回) 配付資料/安宅和人氏提出「これからの人材育成を考える」 (2023)
https://www.mext.go.jp/content/20230328-mxt_kyoiku01-000028726_02.pdf
- [4] Andreessen Horowitz 「Why Software Is Eating the World」 (2011)



- <https://a16z.com/why-software-is-eating-the-world/>
- [5] 経済産業省 若手新政策プロジェクトPIVOT「デジタル経済レポート：データに飲み込まれる世界、聖域なきデジタル市場の生存戦略」(2025)
https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/statistics/digital_economy_report.html
- [6] W. D. Zulfikar, S. Chan, P. Maes. 2024. Memoro : Using Large Language Models to Realize a Concise Interface for Real-Time Memory Augmentation. CHI '24.
<https://doi.org/10.1145/3613904.3642450>
- [7] Alex Kantrowitz「Sam Altman : How OpenAI Wins, ChatGPT's Future, AI Buildout Logic, IPO in 2026?」(2025)
<https://www.youtube.com/watch?v=2P27Ef-LLuQ>
- [8] TechCrunch「Meta acquires AI device startup Limitless」(2025)
<https://techcrunch.com/2025/12/05/meta-acquires-ai-device-startup-limitless/>
- [9] Benjamin B. Bauer. 1962. A century of microphones. Proc. IRE, 50 (5), 719–729.
- [10] J. Heymann, L. Drude, R. Haeb-Umbach. 2016. Neural network based spectral mask estimation for acoustic beamforming. ICASSP.
<https://dl.acm.org/doi/10.1109/ICASSP.2016.7471664>
- [11] C. Subakan et al. 2023. Exploring self-attention mechanisms for speech separation. IEEE/ACM TASLP, 31, 2169–2180.
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1109/TASLP.2023.3282097>
- [12] Hirotaka Hiraki, Jun Rekimoto. 2025. MaskClip : Detachable Clip-on Piezoelectric Sensing of Mask Surface Vibrations for Real-time Noise-Robust Speech Input. AHS2025.
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3745900.3746088>
※本文中では「mask voice clip」と記載するが、論文タイトルにおける正式名称は「Mask Clip」である。
- [13] Internet of Brains「無言のコミュニケーションとAIで社会が変わる ～サイレントスピーチが実現するAIと人間の融合～」(2024) <https://brains.link/activity/3318>
- [14] Hirotaka Hiraki et al. 2024. WhisperMask : a noise suppressive mask-type microphone for whisper speech. AHS '24.
<https://doi.org/10.1145/3652920.3652925>
- [15] Hirotaka Hiraki, Jun Rekimoto. 2024. Piezoelectric Sensing of Mask Surface Waves for Noise-Suppressive Speech Input. UIST Adjunct '24.
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3672539.3686331>
- [16] 「マスク表面の振動計測による着脱可能なリアルタイム音声強調手法の提案」第84回UBI研究会
<https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/records/240579>
- [17] 第84回UBI研究会 学生奨励賞
<https://sigubi.ipsj.or.jp/excellent/>
- [18] 一般社団法人電子情報技術産業協会JEITA「CEATEC AWARD 2025 総務大臣賞・経済産業大臣賞・デジタル大臣賞 新設のモビリティ賞を含む部門賞がそれぞれ決定」(2025)
<https://www.jeita.or.jp/japanese/topics/2025/1007award.pdf>
- [19] みずほ銀行「みずほ産業調査 Vol.79 | 日本産業の中期見通し 一向こう5年(2026–2030年)の需給動向と求められる事業戦略」(2025)
<https://www.mizuhobank.co.jp/corporate/industry/sangyou/pdf/1079.pdf>

ITUが注目しているホットトピックス

ITUのホームページでは、その時々ホットトピックスを“NEWS AND VIEWS”として掲載しています。まさに開催中の会合における合意事項、ITUが公開しているICT関連ツールキットの紹介等、旬なテーマを知ることができます。ぜひご覧ください。

<https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>

多言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術



国立研究開発法人情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所
 先進的音声翻訳研究開発推進センター 先進的音声技術研究室 研究マネージャー
 おかもと たくま 岡本 拓磨

1. 多言語同時通訳技術

NICT（国立研究開発法人情報通信研究機構）では、言語の壁を越えた音声コミュニケーション実現のため、音声翻訳アプリVoiceTra^[1]をはじめとする多言語翻訳技術の研究開発を行っている。VoiceTraでは1発話ごとに音声認識（入力音声をテキストへと変換）・機械翻訳（入力テキストを別の言語へ自動翻訳）・音声合成（入力テキストを音声波形へと変換）を行う逐次型音声翻訳であるが、近年では人間の同時通訳者の振る舞いと同様に、入力音声の終端を待つことなく連続的に音声認識・機械翻訳・音声合成が可能な多言語音声同時通訳技術の研究開発を行っている^[2]。これらの成果を社会実装し、2025年の大阪・関西万博をはじめ、数多くの場所で使われている。NICTにおける多言語同時通訳技術については文献^[3]において詳しく解説しているため、本稿では音声マルチスポット再生技術に焦点を当てて解説する。

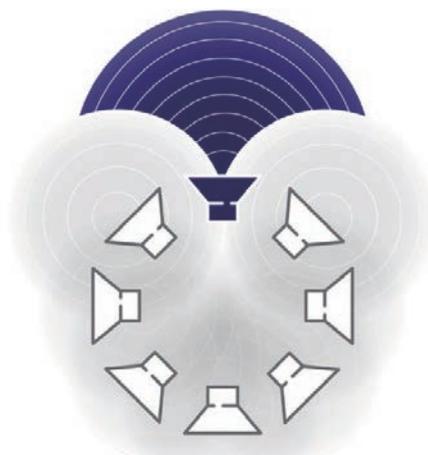
2. 音声マルチスポット再生技術

通常、音は全方向に広がるため、これらの合成音声を通常のスピーカで同時再生（単純再生）すると、図1（a）のように音が混ざり合ってしまう、聴取者は目的音を聞き取ることが困難になる。また、駅や空港で多言語対応を行う場合と同様に、日本語→英語→中国語のように順番にアナウンスすると、それらの音が混ざることはいないが、言語の数だけ再生時間が必要となり、多言語同時通訳を実現するメリットが薄れてしまう。音声マルチスポット再生技術は、これらの問題を解決し、多言語で同時通訳された合成音声を、その言語を必要とする人々に同時に提供することができる技術である。



■図1. 単純再生とマルチスポット再生の比較

音声マルチスポット再生技術は、多数のスピーカを用いて、音が聞こえる空間と、その音が聞こえない（または別の音が聞こえる）空間を創出することを可能にする^[4]。音声マルチスポット再生技術の原理（ここでは端的な紹介にとどめており、正確なものではない。）としては、ノイズキャンセルの原理と同様に、目的方向以外の方向に広がった音を、別のスピーカから再生された音で打ち消すことにより、目的方向にのみ目的音を届ける「局所再生」が可能となり（図2）、この局所再生を方向ごとに重ね合わせることで、異なる方向に異なる音を届ける「マルチスポット再生」を実現している（図1（b））。



■図2. 多数のスピーカを用いた局所再生の原理

音声マルチスポット再生技術と多言語同時通訳技術を融合させることで、日本語話者の発話が即座に翻訳され、英語、中国語、韓国語等の合成音声を別々の方向に同時に届けることが可能となる。言い換えれば「音を時間ではなく空間で分ける」ことが可能であり、これにより、複数の音声が混ざり合って聞き取りづらくなる問題やそれらを順番にアナウンスした際に時間的なロスが生じる問題を解決することができる。また、本技術は多言語対応の用途のみならず、観光施設やエンターテインメント施設、美術館等での同時解説音提示（図3）、車内における活用等も期待できる。さらに、2025年3月には世界防災フォーラムに出展し、緊急時における多言語での避難誘導への応用も期待されている。

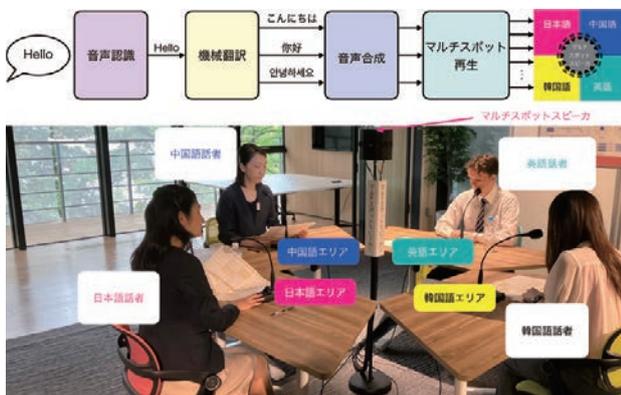


■ 図3. 美術館での応用例

3. 社会実装に向けた取組み

音声マルチスポット再生技術の技術紹介を行うホームページ^[5]や動画^[6]^[7]を公開し、社会実装を目指すに当たってパートナーとなる企業の探索を行っていることが挙げられる。特に、YouTubeでの技術紹介動画『NICTステーション～音声マルチスポット再生技術～』（NA上白石萌音）^[6]は、公開から1年1か月の2026年1月に100万回再生を実現している。また、スーツケース1つで持ち運び可能な16チャンネル円形スピーカを用いて、多言語同時通訳と音声マルチスポット再生をノートPC1つで動作可能なデモシステムを実装した^[8]。このデモシステムを用いて、大阪関西万博、CEATEC及びMobile World Congress (MWC) @バルセロナ等の大規模展示会におけるデモ展示や水族館や博物館等における実証実験を実施しており、本技術の有効性の確認及びフィードバックのヒアリングを行っていることが挙げられる。以下では、その代表例について紹介する。

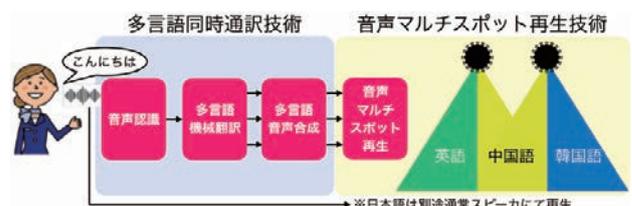
2023年6月のNICTオープンハウス2023では、本技術と多言語同時通訳技術を組み合わせた日英中韓4言語会議システムのデモ展示を行った（図4）。これは、日本語話者の



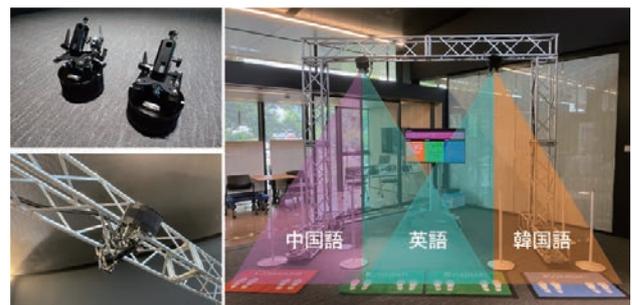
■ 図4. 音声マルチスポット再生技術と多言語同時通訳技術を組み合わせた日英中韓4言語会議システム（2023年6月 NICTオープンハウス2023）

発話が英語、中国語、韓国語に同時通訳され、それらの合成音声が多言語マルチスポット再生により各言語の話者に届くというデモ展示である。これにより、各言語の話者は自身の母語で話し、通訳された母語を聞くことにより異なる母語の話者と会議を行うことが可能となることを提示した。

2025年1月には、NTTデータ カスタマサービス株式会社により、本技術を用いた実証実験（総務省委託）が大阪市の水族館「海遊館」で実施された^[9]。本実証実験では、解説員が水生動物の様子を日本語で解説し、同時通訳された英語、中国語、韓国語の合成音声を、音声マルチスポット再生技術によって異なる方向に提供された。体験者からは、「ほかの言語の音声は混ざることなくはっきりと聞こえる」といった声が多数あり、本技術の有効性を確認することができた（図5）。なお、実験現場は水生動物がいる水槽の上部（バックヤード）であるため、指向性超音波スピーカや多言語対応のための解説用ヘッドセット等が使えないという課題があったが、本技術によりそれらが解決できることが示された。また、従来、円形スピーカを用いたマルチスポット再生においては、図1 (b) に示されるように聴取者がスピーカの周りを歩き回って音を聞く「円形分割再生方式」としていたが、本実証実験では、図6のとおり円形スピーカを壁面に縦方向に取り付けることにより、聴取者は頭上から降り注ぐ音を聞き、左右に移動することによりマルチスポット再生を体験できる「直線エリア分割型再生方式」を採用した。「円形分割再生方式」は、考えられる本技術の



■ 図5. 多言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術を用いた実証実験（2025年1月 海遊館での実証実験）

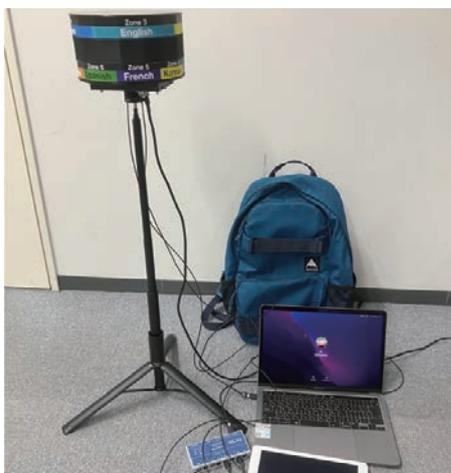


■ 図6. 円形スピーカを用いた直線移動型マルチスポット再生システム（2025年6月 NICTオープンハウス2025）

応用先候補が限定的であったが、「直線エリア分割型再生方式」は、本技術の応用先候補を広げることにつながっており、画期的な再生方式であると言える。

2025年4月には、多言語同時通訳も含めてノートPC1台で動作可能であり、かつリュックサック1つで持ち運び可能なコンパクトデモシステムの試作に成功し^[10]、これまで以上にどこにでもデモシステムを持ち運べるようになった(図7)。2025年8月には、このコンパクトデモシステムを音声分野のフラッグシップ国際会議Interspeech 2025におけるSpeech Science Festival^[11]へ出展(招待)し、国際的にもアピールすることに成功した。

2025年9月16日～22日には、大阪・関西万博におけるFuture Life Experienceにて直線エリア分割型再生方式の音声マルチスポット再生技術を出展し、一万人を超える数多くの来場者に音声マルチスポット再生技術を体験いただくことができた(図8)。そして、これらの成果が認められ、CEATEC



■図7. リュックサック1つで持ち運び可能なコンパクトデモシステム



■図8. 大阪関西万博2025 Future Life Experienceにおけるデモ展示

AWARD 2025イノベーション部門賞を受賞した^[12]。CEATECでは2023年から3年連続で多言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術を用いたデモシステムを展示した。また、2025年12月には多言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術を用いた実証実験を日本科学未来館にて実施した^[13]。さらに、2026年3月2日～5日にはMWC26のNICTブースにおいて、言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術を用いたデモ展示を実施する。

現在はこのコンパクトデモシステムを用いて様々な場所での実証実験を行い、多言語同時通訳と音声マルチスポット再生技術の応用先候補を検討するとともに、更なる高精度な再生方式の研究開発にも取り組んでいる。

謝辞

多言語同時通訳・音声マルチスポット再生技術の研究開発と社会展開はNICTユニバーサルコミュニケーション研究所及びイノベーションデザインイニシアティブ共創デザインプロジェクトとして行われた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- [1] <https://voicetra.nict.go.jp>
- [2] <https://youtu.be/uyTRd5Hu6hw>
- [3] PAUL Michael, 今村賢治, 王曉林, 東山翔平, 内山将夫, 藤本雅清, 岡本拓磨, 菊池武文, 塩飽裕彦, 香山健太郎, 「言葉の壁」から解放された万博体験の実現, 情報通信研究機構研究報告, vol. 71, no. 1, pp. 53-70, Dec. 2025.
- [4] 岡本拓磨, 「スピーカアレイを用いたマルチスポット再生技術の理論と実装」, 音響誌, vol. 81, no. 10, pp. 711-718, Oct. 2025.
- [5] <https://ast-astrec.nict.go.jp/MultipleSoundSpotSynthesis/>
- [6] <https://youtu.be/fTyYs6AqtNM>
- [7] <https://youtu.be/G1qkR-B40PM>
- [8] https://www.jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2024/202407/pdf/2024_07_p12-13.pdf
- [9] <https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2025/01/15-1.html>
- [10] 76. T. Okamoto and M. Kono, "Simultaneous speech translation integrated compact multiple sound spot synthesis system on a laptop carried out with a backpack", in Proc. Interspeech, Aug. 2025, pp. 3539-3540.
- [11] <https://www.interspeech2025.org/science-fest>
- [12] <https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2025/10/10-1.html>
- [13] <https://www.nict.go.jp/publicity/topics/2025/12/08-1.html>

ウェルビーイングの脳内メカニズム解明に向けた感謝感情 介入：日本企業従業員のワーク・エンゲイジメント向上

国立研究開発法人情報通信研究機構 未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター 脳機能解析研究室

なわ のべると えいじ
Nawa Norberto Eiji



1. 背景：ウェルビーイングと感謝を科学する

充実した生き方とは何か。この問いは、古代ギリシアの哲学者たちをも悩ませてきた、長い歴史を持つ問いである。人生を全うしたいという思いや、幸せな毎日を歩みたいという願いは、時代や文化を越えて、人間にとって基本的な要求だと言えるだろう。価値観の多様化が進んだ現代社会において、理想の人生とは何かと問えば、その答えは人の数だけ存在する。しかし、重視する点や優先順位は人それぞれであっても、そこには共通する本質的な側面があると考えられる。例えば、健康で安心して暮らせることは、多くの人にとって人生の土台となる条件だろう。その上で、幸福感に満ちた時間を重ねたい、家族や仲間と良好な関係を築きたい、あるいは生きがいを感じられる活動に組み込みたいといった願いが重なり合う。個人によって重み付けは異なるものの、良き人生を形づくる基本的な軸には、確かな共通性が見られる。

では、こうした共通する軸は、どのようにすれば客観的に捉え、検証することができるのだろうか。実は、このような問いが実験科学の対象として、系統的かつ実証的に研究されるようになったのは、それほど古い話ではない。心理学の分野では、1990年代後半に1つの大きな転機が訪れた。そのきっかけとなったのが、当時アメリカ心理学会の会長に就任したマーティン・セリグマン博士による問題提起である。セリグマン博士は、心理学の研究の多くが、精神疾患やトラウマなど、人が不調を抱えた状態の原因解明や、その症状を和らげる方法に偏ってきたことを指摘した。言うまでもなく、個人の苦痛を軽減し、本人のみならず周囲の人々、更に社会全体に及ぶ様々なコストを抑えるという観点から、臨床心理学の研究は極めて重要な領域である。しかし同時に、いわゆる健常者を主たる対象とし、人が本来持つ可能性をいかに引き出せるのかという問いを十分に扱えてこなかったという意味で、心理学研究の射程には一定の限界が生じてきたとも言える。

こうした問題意識を背景に、セリグマン博士の提言をきっかけとして、心理学の中に新たな研究領域が展開されていった。精神的により充実した日々を送るために、どのような有効な方策が存在するのか。そうした方策は、寿命や健

康全般にどのような影響を及ぼすのか。すなわち、心身ともに良好な状態を意味する「ウェルビーイング」を、いかに高め、いかに高い水準で維持することができるのか。そして、その背後にある心理的・生理的メカニズムとは何か。こうした問いの解明を目標とする研究領域は、ポジティブ心理学、あるいはウェルビーイング科学と総称される。

この研究潮流の中で、私たちはウェルビーイングを支える脳内メカニズムの解明を目指している。そのための実験的操作の手掛かりとして、ウェルビーイングを高めうる心理的要因の1つである「感謝」という感情に注目してきた。感謝は、何らかの恩恵を受け取ったときに、それをもたらした他者に向けて生じる感情であり、日常生活の中で比較的よく経験されるものである。感謝感情の生じやすさに個人差があることは知られているが、先行研究では、感謝する頻度や強さが高いほど、ウェルビーイングと密接に関係する主観的幸福感や人生満足度が高いことが示唆されてきた。こうした知見の多くは、文化的背景による差異が指摘されているものの、複数項目からなる質問紙を用い、多数の参加者から得られた回答を統計的に分析する調査研究に基づいている。これらの調査研究では、複数の心理変数を同時に測定し、それらの間にどの程度の関連性が見られるかを検証する。

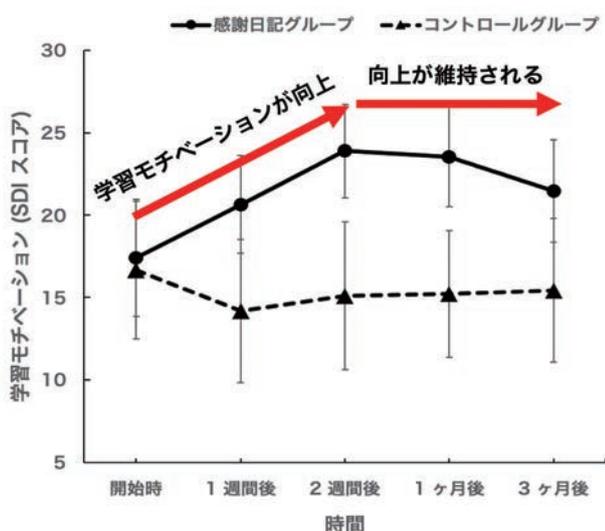
しかし、こうした研究は、変数同士の関連性を明らかにすることには有効である一方で、特定の要因がどのような過程を通じて因果的な影響を及ぼすのかを直接的に検証することには限界がある。そこで、この点を補う方法として、実験の枠組みの中で、日々の生活において感謝に意図的に注意を向けさせ、その結果として生じる心理的・行動的变化を検討する、いわゆる介入研究が重要な役割を果たしてきた。

2. 感謝介入とその効果：学生から社会人へ

自分の意思に基づき、意味を感じられる目標に向かって行動を選択し、前進していくことは、ウェルビーイングが高い人に共通して見られる特徴の1つだと考えられる。その際、そうした行動を支えるモチベーション（動機づけ）をいかに維持するかが、重要なポイントとなる。私たちが以前に行っ

た研究では、感謝に注意を向けて、記録することによって、学業に対するモチベーション（学習モチベーション）が向上することを示した*1。この介入実験では、近隣の大学に通う大学生及び大学院生に協力を依頼し、参加に同意した学生をランダムに2つのグループに分けた。2週間の介入期間中、一方のグループには、毎日、感謝が想起された出来事をオンライン実験システム上で記録するよう求めた。このような介入は、一般に「感謝日記」と呼ばれている。比較のため、もう一方のグループには、同じ期間に同様の手続きを経験してもらったが、感謝に関連する記録のみを行わないようにした。

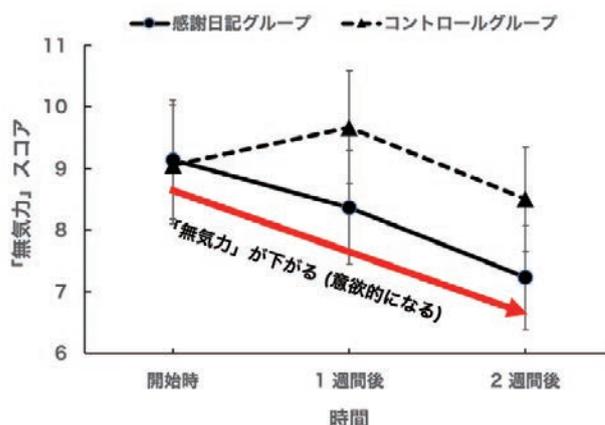
その結果、感謝日記を記録したグループのみで、学習モチベーションが有意に向上することが明らかになった（図1）。さらに、介入効果の持続性を確かめるため、事前に予告することなく、介入終了後1か月及び3か月にも同様の心理指標への回答を求めたところ、少なくとも3か月後においても効果が大きく減少していないことが確認された。



■ 図1. 感謝日記による学習モチベーションの向上。出典元：NICTプレスリリース「日々の感謝を記録することが学習モチベーションを向上させる」

学習モチベーションの評価尺度には、「外発的モチベーション」（社会的地位や報酬など、外部要因によって学習に取り組む動機づけ）、「内発的モチベーション」（学ぶこと自体の楽しさや好奇心によって学習に取り組む動機づけ）、「無気力」（学習の価値や意味を感じられず、学習への動

機づけが欠如した状態）という3つの下位尺度から構成される。詳細に分析した結果、感謝に注意を向けることによって向上した学習モチベーションは、主として無気力感の低下によって支えられていたことが明らかになった（図2）。無気力の低下は、感謝に注意を向けることで、学業そのものの意味づけが変化した可能性を示唆している。無気力感とは、学習の価値や意義を感じられず、行動への動機づけが希薄になった状態を指す。本結果は、感謝日記を通じて、家族や先輩など周囲からの支援、あるいは当たり前だと捉えていた学習環境の恩恵に気付く契機が生まれたことを示しているのかもしれない。そのような再意味づけが、学習への心理的距離を縮め、結果として無気力感の軽減につながった可能性が考えられる。



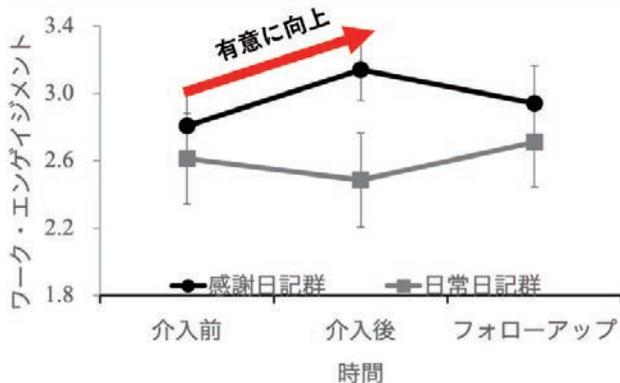
■ 図2. 感謝日記による無気力要因の変化。出典元：NICTプレスリリース「日々の感謝を記録することが学習モチベーションを向上させる」

本結果は、感謝日記のような取り組みを通じて感謝に注意を向ける機会を設けることで、学生の学習モチベーションを高めうることを示唆している。では、こうした効果は、会社勤めの社会人においても同様に見られるのだろうか。社会人の働きがい捉える指標としては、ワーク・エンゲイジメント（仕事に関連するポジティブで充実した心理状態）が広く用いられている。ワーク・エンゲイジメントが高い人ほど、仕事のパフォーマンスや創造性が高く、心身の健康状態も良好であることが知られており、その影響は個人のみならず、組織全体にとっても極めて重要であると考えられている。しかしながら、日本の従業員における働きがい

*1 詳細はNICTプレスリリース「日々の感謝を記録することが学習モチベーションを向上させる」をご参照いただきたい (<https://www.nict.go.jp/press/2021/05/13-1.html>)。



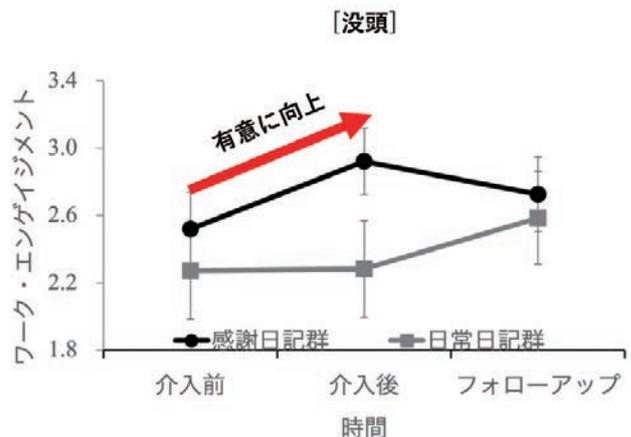
の水準は、国際的にみても低いことが繰り返し指摘されてきた。こうした背景を踏まえ、私たちが最近実施した研究では、日本国内の企業に勤務する社会人100名を対象に、12日間にわたりオンラインで日記を記入してもらった*2。参加者の業種は営業、コンサルタント、IT、製造、物流、金融など多岐にわたり、役職も一般社員（57.14%）、主任（28.57%）、部長（5.71%）、本部長（8.57%）と幅広かった。本研究でも、学生が対象とした実験と同様に参加者をランダムに2つのグループに分けた。一方には感謝日記を記録してもらい、もう一方のグループには日常で起きた出来事について、特定のテーマを設けず通常の日記を記録するように求めた。その結果、ワーク・エンゲイジメントの総合得点は、感謝日記を実施したグループにおいてのみ有意に向上したことが確認された（図3）。



■図3. 感謝日記によるワーク・エンゲイジメントの向上。出典元：NICTプレスリリース「日々の感謝を記録することでワーク・エンゲイジメントが向上」

ワーク・エンゲイジメントの評価尺度は、「活力」「熱意」「没頭」という3つの下位尺度から構成されている。詳細な分析の結果、今回観察されたワーク・エンゲイジメントの向上は、主に「没頭」の変化によって支えられていた（図4）。没頭とは、仕事に深く引き込まれ、時間を忘れるほど集中しながら、前向きで心地よい感覚を伴って業務に取り組んでいる状態を指す。感謝に注意を向けることで、仕事対

する認知の向け方を変化させた可能性が考えられる。すなわち、業務を単なる義務や負担として捉えるのではなく、自身の努力や周囲との関係性の中に位置付け直すことが促されたのかもしれない。



■図4. 感謝日記による「没頭」の向上。出典元：NICTプレスリリース「日々の感謝を記録することでワーク・エンゲイジメントが向上」

本実験では、比較対象グループにおいても日記の記録を行っていたため、日記内容に対して計量テキスト分析を実施した。頻出語分析の結果、感謝日記群では「ありがとう」「感謝」「優しい」「助かる」「手伝う」など、他者からの支援や助けに関連するポジティブな語が多く用いられていることが明らかになった。これらの語は、通常の日記群ではほとんど見られなかった。さらに、対応分析を用いて各日記において特徴的に使用された語を同定したところ、同様に一貫した結果が得られた（図5）。通常の日記では、「寒い」「終わる」「悪い」など、感情的に中立、あるいはネガティブな語が特徴語として抽出された。この結果は、感謝に意図的に注意を向けない限り、「ありがとう」や「感謝」といった言葉が自然に生じにくいことを示唆している。すなわち、感謝をあえて記録するという行為は、仕事の環境や周囲の人々から日常的に受けている支援に、改めて気付くプロセスを促進していると考えられる。

*2 本研究は一般社団法人応用脳科学コンソーシアム（CAN）の「Well-living for Well-being研究会」の1つの研究課題として実施し、（株）日本能率協会マネジメントセンター及び立命館大学稲盛経営哲学研究センターの支援を一部受けて行った。詳細はNICTプレスリリース「日々の感謝を記録することでワーク・エンゲイジメントが向上」をご参照いただきたい（<https://www.nict.go.jp/press/2025/10/06-1.html>）。

感謝日記方向		日常日記方向	
単語	カイ二乗距離	単語	カイ二乗距離
ありがとう	-1.819	寒い	1.386
感謝	-1.763	終わる	1.351
優しい	-1.705	今日	1.169
同僚	-1.580	悪い	1.156
助かる	-1.563	明日	1.076
手伝う	-1.548	寝る	1.076
対応	-1.383	使う	1.070
娘	-1.281	歩く	1.070
言う	-1.259	夜	1.042
自分	-1.218	お昼	0.948

■図5. それぞれの日記において特徴的に出現した単語を示す対応分析の結果。カイ二乗距離は、語の出現傾向がどちらのグループに特有であるかを示す指標であり、原点からの距離が大きいほど、特定のグループで特徴的に用いられた語であることを意味する。出典元：NICTプレスリリース「日々の感謝を記録することでワーク・エンゲイジメントが向上」

3. 限界と今後の課題

本研究には、いくつかの重要な限界がある。まず、複数の評価に用いた指標が、参加者自身による主観的評価を通じて捉えられた心理状態の変化に限定されている点である。感謝日記によって心理的状态に変化が生じたことは示唆されたものの、実際の行動がどの程度変化したのか、あるいは仕事上のパフォーマンスに具体的な影響が及んだのかについては、本研究からは明らかにできていない。今後は、行動指標や業務遂行に関する客観的な評価尺度を取り入れ、感謝に注意を向けることがどのような実質的な変化をもたらすのかを検討する必要がある。また、感謝介入がワーク・エンゲイジメントやモチベーションに影響を及ぼす心理的メカニズムについても、依然として十分に解明されていない。本研究の結果は、感謝に注意を向けることが学習モチベーションやワーク・エンゲイジメントを高める可能性を示唆しているが、その背後でどのような認知的・心理的プロセスが働いているのかについては、今後更なる検討が必要である。さらに、これらの結果は日本人サンプルを対象として得られたものであり、文化的背景や職場環境の

異なる集団に同様の効果が見られるかについては、今後の検討課題である。

加えて、本研究ではモチベーションやワーク・エンゲイジメントの向上が確認されたものの、それらがウェルビーイングそのものの向上につながったかどうかについては、現時点では明確な結論を得ていない。ただし、私たちの分析結果からは、日本人を対象とした場合、感謝への介入が、人格的成長や人生の意味といった側面を中心とする心理的ウェルビーイングと強く関連していることが示唆されている。これまでの感謝研究では、ポジティブ感情の増加や人生満足度の向上に主眼が置かれてきたが、今後はこうした、より深層的なウェルビーイングの側面にも注目する必要があるだろう。こうした側面は、古代ギリシアの哲学者アリストテレスが、人間にとっての善き生として論じた「ユーダイモニア」という概念にも通じるものでもある。

一方、こうした知見を実践的な介入として導入する際には、適用上の留意点についても検討する必要がある。感謝日記のような取組みは、比較的实践しやすいという利点を持つ一方で、個人差や向き不向きが存在することも、私たちの研究経験から明らかである。その背景には、感情への注意の向けやすさや、日常的な対人関係の在り方、仕事環境の構造的な違いなどが影響している可能性がある。こうした取組みは、実践者自身の意思に基づき、自主的に行われることが大前提となる点に留意しなければならない。外部からの強制や形式的な実施は、期待される効果を弱めるばかりか、場合によっては逆効果をもたらす可能性もある。感謝に注意を向けるという姿勢そのものが、自発的であることが重要であり、無理のない範囲で継続することで、やがて物事の捉え方や人生観に自然な変化が生じてくる可能性があるだろう。

本研究は、感謝に注意を向けるという行為が、学生や社会人のモチベーションや仕事への関わり方に影響を及ぼしていることを示した。将来的には、これらの知見を踏まえて、感謝介入を脳活動計測技術と融合した実験枠組みを確立し、ウェルビーイングを支える脳内メカニズムを多角的に解明する研究へと発展させていくことを目指している。



「オープンモデル」で切り拓く日本の挑戦

国立情報学研究所 所長／大規模言語モデル研究開発センター センター長

くろはし さだお
黒橋 禎夫



生成AIの進化は、OpenAI社が2022年11月に公開したChatGPTをきっかけに日本の社会や産業の前提を大きく塗り替えた。特に大規模言語モデル（LLM）は情報検索、文章作成、プログラミング支援、データ分析などの日常業務の随所に組み込まれ、短期間のうちに社会の基盤的な技術へと位置付けを変えつつある。一方で、海外の巨大企業が主導するモデルに全面的に依存する状況が続けば、回答の出力のための学習に用いられるデータの英語への偏りや透明性の欠如、説明可能性の不足、さらには安全性・ガバナンスの面で課題が生じる可能性が指摘される。国内で安心してAIを活用するためには、日本語や日本文化に根ざした基盤技術をどのように確保し社会に実装するかという、いわゆるソブリンAI（主権AI）の実現がこれまでになく重要性を増してきた。

生成AIの利用が急速に広がる中で、政策面では安全性や透明性の確保、人材育成、データの利活用ルール整備など、対応すべき領域が多岐にわたることも明らかになっている。国際的には「G7広島AIプロセス」をはじめ、安全性評価やガバナンスの枠組みづくりが進む一方、日本国内には計算資源の制約や日本語学習データの不足などの構造的な課題が存在する。社会で技術を安心して利用するためには、こうした基盤を自国で整備し、継続的に育てていく視点が欠かせない。

我々が国産LLMに取り組む背景には、このような課題認識と危機感がある。国産LLMは単なる技術開発ではなく、日本語を母国語とする社会全体のための知的基盤を構築する試みであり、教育研究に限らず産業全般を含めた未来のAI利活用の根幹を成す取り組みだと考えている。

1. 「すべてをオープンに」——LLM勉強会の設立

2023年春、国内で生成AIへの関心が急速に高まる中、大学や研究機関に所属する自然言語処理の研究者たちが自主的な集まりとして始めたのが「LLM勉強会（LLM-jp）」である。海外ではLLM研究が急速に進む一方、日本では横断的な議論の場が乏しく、最先端の潮流から取り残されかねないという危機感があった。そこで特定の組織に縛られず研究者同士が気軽に知見を交換できるコミュニティを

国立情報学研究所（以下NII）が中心となって立ち上げたのである。

LLM勉強会の最大の特徴は「すべてをオープンにするという姿勢」である。議論内容、メモ、ログ、実験過程、失敗例までも可能な限り共有し、参加者全員が学び合える環境を整えた。研究プロセスをオープンにする文化は国内ではまだ一般的ではなかったが、透明性を重視する姿勢は多くの研究者に支持された。週に複数回のオンライン会合が自然発生的に開かれ、計算資源の扱い方、データクリーニングのノウハウ、モデル評価の方法など、細かな知見が次々と蓄積されていった。

参加者は当初の30名ほどから急速に増加し、大学、企業、スタートアップ、学生、さらには海外在住の研究者まで含む幅広いコミュニティへと拡大し、国内最大級の研究者ネットワークとなり、現在2,500名を超える規模にまで成長している。この広がりには単なる人数の増加ではなく、日本のLLM研究文化そのものが「知識を囲い込むより共有する方が研究エコシステムは強くなる」という価値観への転換を示しているものと考えられる。

こうして形成された勉強会は、研究用データセット整備や評価基盤の構築、大規模モデル学習の実験といった組織横断の研究活動を支える基盤となった。その成果が130億パラメータの「LLM-jp-13B」の構築と公開である。

2023年7月から、データ活用社会創成プラットフォームmdxを活用して事前学習を進め、同年10月にモデルを公開した。学習には約3000億トークンのコーパス（日本語約1450億・英語約1450億・コード約100億）が用いられ、トークナイザーやウェブコーパスのフィルタリングツールも独自に整備した。

モデル構築にはMicrosoft DeepSpeed、ログ管理にはWeights & Biasesを採用するなど、最新の研究基盤を積極的に導入した。また「コーパス構築WG」「モデル構築WG」「チューニング・評価WG」など、大学横断の専門チームが連携して研究開発を進めた。

公開された「LLM-jp-13B」は研究初期段階のモデルではあるが、コーパス、モデル、ツール類をすべて公開するという姿勢は、国内の研究文化に大きなインパクトを与え

た。これにより、国内外の研究者が自由にモデルを試し、改善し、応用研究を行える土壌が整えられたと考えている。

2. 大規模言語モデル研究開発センター (LLMC) 設立——政府支援で「研究基盤」を作る

この草の根の動きを政策として力強く後押ししたのが、文部科学省「生成AIモデルの透明性・信頼性の確保に向けた研究開発拠点形成」事業である。同事業の下、2024年4月、NIIに「大規模言語モデル研究開発センター (Research and Development Center for Large Language Models, 略称: LLMC)」が発足し、研究費7億円及び計算資源整備に約42億円が措置されるなど、基盤モデルを継続的に開発するための組織的・技術的基盤が整備された。LLMの開発には、多数のGPUや大容量ストレージ、広帯域ネットワーク、安定した電源・冷却設備からなる大規模な計算基盤が不可欠であり、これを単一の研究室や企業が整備するのは現実的ではない。LLMCは、ソフトウェアスタックを含むこうしたLLM構築のための計算基盤を全国の研究者が共有できる公共インフラとして整備し、研究コミュニティや産業界、行政機関と連携しながら、国全体の技術力向上を支える拠点として構想された。さらに、知識と経験を次世代に継承する人材育成の役割も担い、大学院生や若手研究者が先端的なLLM研究開発に参加できる環境づくりを進めている。

LLMCの研究課題は、大きく3つに整理される。第1は「研究開発用LLMの構築」であり、新規コーパスの整備やGPUを用いた大規模計算環境の構築、評価用ベンチマークの作成などを通じて、研究開発の基盤となるLLMを構築する。第2は「透明性・信頼性の確保に向けた研究開発」であり、生成AIの挙動原理の解明やデータバイアスの抑制、評価手法の整備などを通じて、生成AIの透明性と信

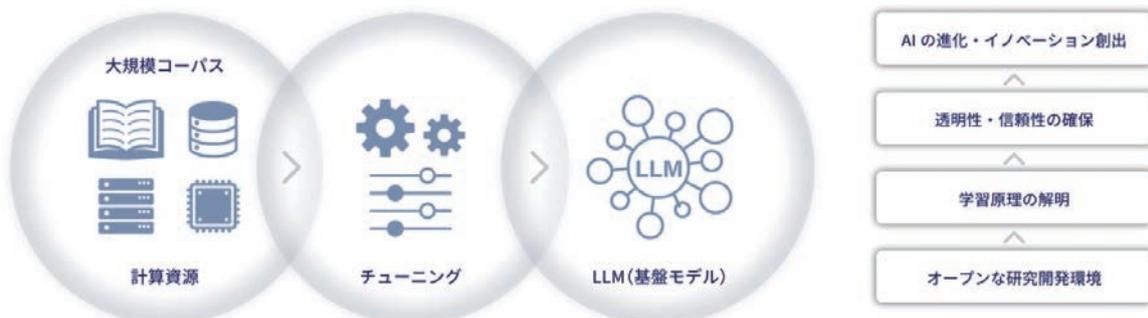
頼性の向上を図る。第3は「高度化に向けた研究開発」であり、ドメイン適応やモデルの軽量化、新たなアーキテクチャの検討を通じて、生成AIモデルの性能向上と実用性の拡大を目指す。

特に公開性はLLMCの中核的価値であり、我々は「閉じて守る」よりも「開いてともに育てる」ことこそが、日本が国際的に存在感を発揮する戦略であると確信している (図)。

3. 172Bモデルの公開——世界最大級の「フルオープン」モデル公開

設立から半年後の2024年9月、我々は国産LLM開発の歴史における大きな節目を迎えた。これまでのデータ活用社会創成プラットフォームmdxでの130億パラメータモデルの学習、国立研究開発法人産業技術総合研究所の第2回大規模言語モデル構築支援によるAI橋渡しクラウド (ABCI) での1750億パラメータモデルの学習トライアルの成果を踏まえ、パラメータ数1720億 (GPT-3相当) のモデル「LLM-jp-3 172B beta1」を公開したのである。本モデルの学習に用いたデータは、計約2.1兆トークンの大規模コーパスであり、日本語約5900億トークン、英語約9500億トークンのテキストに加え、コードデータ、専門文献、各種ドメインテキストを広範に収集して構成した。巨大なモデルの構築にとどまらず、日本語と多様な領域の知識を統合した総合的な基盤モデルを、日本から発信したことに大きな意義がある。

世界的に見ても、この規模のモデルで学習データまで公開した例は極めてまれである。モデルが大型化するほどデータの開示は困難になるが、我々はあえて「どのようなデータで学習し、どのような振る舞いが得られたのか」を誰もが検証可能な形にした。これは、科学研究の再現性を担保すると同時に、社会との信頼関係を築くために不可



■図. 大規模言語モデル研究開発センターのミッション



欠な姿勢であり、公開型LLMを日本の戦略として位置付ける明確な意思表示でもあった。

モデル学習の前半では経済産業省・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のGENIACプロジェクトの支援を受けたクラウド計算資源を、その後、文部科学省の補助金により整備されたさくらインターネットのクラウド計算資源を用いた。複数の省庁と民間企業が連携し、国内で1000億パラメータ級モデルの学習を実行できたことは、国産AI開発における基盤の成熟を示す象徴的な成果であったと言える。また、計算資源の確保、データ前処理、モデル設計、評価基盤の整備など、研究コミュニティとLLMCの協働が一体となって達成した点にも価値がある。

さらに、2024年12月には、フル学習版「llm-jp-3-172b-instruct3」を公開した。LLM-jp-evalによる日本語性能評価ではGPT-3.5を上回り、GENIACの評価ベンチマークでもGPT-3.5相当の性能を示した。公開モデルがこの水準に達したことは、国内外の研究者に強いインパクトを与え、日本においてもオープンな形で世界水準のLLMを開発できることを示した。

4. 安全性と透明性——日本が世界に提供できる知見

モデルの能力が高まれば安全性への懸念も一層大きくなる。LLMが誤った助言や有害な情報を生成するリスクは無視できず、社会が安心してAIを利用するために安全性の確保が性能向上以上に重要なテーマとなる。LLM-jpでは、安全性ワーキンググループを中心にモデルの出力を制御し、望ましくない挙動を抑制する研究を体系的に進めてきた。初期モデルでは、有害な質問に対して不適切な回答を返すケースが確認されていたが、244件、900件と段階的にインストラクションデータを拡充、1,800件規模のインストラクションデータを「AnswerCarefully」として体系化することで、有益性を保ちつつ安全性を高めるバランスを実現した。2025年には攻撃的なプロンプトを一般から募集するオンラインゲーム「Ailbreak（エイルブレイク）」を公開し、約1,200人の協力により58,000件もの攻撃データを収集した。これは「モデルを壊すためのデータ」をあえて集め、検証と改善につなげる試みである。多くの国や企業が脆弱性の公開に慎重な中、LLMCはあえて「開かれた安全性研究」を掲げ、攻撃データや改善手法を研究コミュニティと共有してきた。この姿勢は国際的にもまれであり、日本が安全性研究で存

在感を示す重要な要因となっている。

こうした取り組みは、モデルの安全性向上にとどまらず「安全に使えるAIとは何か」という社会的理解を深める役割も担う。危険な出力の特定や発生要因、防止策といったプロセスを公開することで、透明性の高いガバナンスモデルを育てることができる。安全性の議論が組織内部に閉じれば、社会との信頼関係を築くことは難しい。だからこそLLMCは安全性を「開かれた研究領域」として位置付けているのである。

G7広島サミット以降、AIの安全性やガバナンスを巡る国際的議論は急速に加速した。日本政府もAIセーフティ・インスティテュート（AISI）を設立し、国産モデルの評価や国際連携を本格化させている。LLMCとしては、実際のモデル開発で得られた知見をこうした政策議論にフィードバックし、日本発の安全性研究を国際基準づくりに生かしていきたいと考えている。公開型LLMを推進する日本だからこそ示し得る安全性のアプローチがあるとの認識である。

5. 医療分野への応用——日本語で学んだモデルだからできること

国産LLMの強みが最も生きる領域の1つが医療である。LLMC副センター長の相澤彰子教授らが内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」第3期「統合型ヘルスケアシステム」で開発した日本語医療LLMは、国内の医療文献や症例、ガイドラインなどで追加学習を行い、医師国家試験5年分で合格水準を超え、平均でGPT-4を上回る性能を示した。

医療現場では、退院サマリーの作成、紹介状の作成、検査計画の整理など日本語テキスト情報を扱う業務が多い。人手不足が深刻な医療現場において、こうした作業を国産LLMが一部担うことができれば、医療従事者が患者と向き合う時間の確保につながる。一方で、個人情報保護や医療機器認可といった法的・倫理的課題も多く、研究者だけでは解決できない。だからこそ医療者、法学者、技術者が同じ場で議論しながらモデルを育てる「共創」の枠組みが重要となる。

6. 計算資源と日本語データ——国産LLMを持続させるための条件

こうした成果が積み重なる一方で、国産LLM開発を持続的に進めるためには、いくつかの構造的課題に向き合う必要があると実感している。その1つが計算資源の安定確

保である。LLMの学習には、多数のGPUに加え、長期間の連続稼働を支える電力・冷却・ネットワーク・ストレージなどの計算基盤が不可欠だ。国内でも整備は進められているが、モデルの大型化に伴い、計算基盤の逼迫と安定運用は依然として大きな課題となっている。

もう1つの重要な課題は、日本語データの量と質の不足である。英語圏では研究利用可能な自然文データが豊富に公開されているのに対し、日本語では依然として利用可能なデータが限られている。十分なコーパスがなければ、言語表現の多様性を学習できず、モデル性能にも影響する。モデル自身が生成した文章を学習に取り入れる合成データの利用など技術的な改善は着実に進んでいるが、国産LLMを継続的に育てるためには、研究利用可能な日本語テキストを社会全体で拡充し、適切に保管・共有する仕組みが不可欠だと感じている。

著作権への不安も国産LLM開発において丁寧に向き合うべき重要なテーマである。我々の検証ではLLMが学習したテキスト原文をそのまま出力するケースは極めてまれであることが明らかになりつつあるが、技術者側の説明が不足すれば社会的な不安は解消されない。モデルの学習や生成の仕組みを明確に示し、社会と継続的に対話していく姿勢が求められる。

これらの課題は、国産LLMが成熟する過程で必然的に直面するものであり、長期的な協力の下で改善していくべき領域である。我々は計算資源、日本語データ、社会的理解という3つの基盤を整えることで、国産LLMがより強固な知的基盤へ成長すると考えている。

7. 国産LLMに期待するもの ——開かれた基盤としての役割

国産LLMの開発は、単に海外に追いつくことを目的とした取り組みではない。我々が目指すのは、日本語や日本社会・文化を深く理解し、それを世界に発信できる知の基盤を構築することである。言語は情報伝達的手段にとどまらず、価値観や歴史、社会の仕組みを内包している。国産LLMを育てることは、こうした文化的背景を含む日本語の全体性を次世代へ継承する試みでもある。モデルやデータを公開し、研究コミュニティ、企業、行政が共通基盤として活用できる環境を整えることが、日本のイノベーションを支える土台になると考えている。国産LLMを開かれた形で育てることで、多様な主体による創意工夫と社会実装が促される。

そのためには研究者だけでなく、企業や行政、利用者を含む多様な主体が共通の理解を持つことが不可欠である。具体的にはモデルの学習や出力生成の仕組みを透明に説明できる環境づくりが重要となる。こうした透明性と対話を基盤とした取り組みは、AIを社会で安心して利用するためのガバナンスの在り方を形づくる。

最後に1つ提案を述べたい。国産LLMを単なる「国産品」として完結するのではなく、世界に開かれた研究の結節点として育てていくことこそ、日本らしい貢献の形ではないだろうか。ソブリンAIに取り組む各国の知見やリソースを共有し、多言語・多文化の研究者が参加できる国際的なエコシステムを構築することで、国産LLMが国内外に開かれた形で成熟し、日本社会の共有財産として成熟していく。我々は今後、技術を社会とともに育てる姿勢を大切にしながら、日本発のAI研究の未来に責任を持って取り組んでいきたい。



2025年度 APT研修報告

農村地域の接続性と開発に向けたネットワーク計画の強化

一般財団法人日本ITU協会 交流推進部

日本ITU協会は、APT (The Asia-Pacific Telecommunity) の人材育成支援プログラム（日本政府の拠出金によりAPTが加盟国の実務者・技術者に向けた日本の技術・サービス等を伝える研修プログラム）として、都市部と過疎部の情報格差を解消するためのネットワーク計画を作成するスキルを修得する研修を実施している。

2025年度の研修は「農村地域の接続性と開発に向けたネットワーク計画の強化」をテーマに、12月2日から9日のうち平日の6日間で実施された。9月3日から10月2日の期間でAPTにより研修生が募集され、バングラデシュ、カンボジア、ラオス、マレーシア、モルディブ、モンゴル、ネパール、スリランカ、トンガの9か国より10名の研修生が決定した。研修生は新宿駅南口近くの「ホテルサンルートプラザ新宿」に宿泊し、隣接するビルの4階にある会議室で研修を受講した。

研修生は本研修で、発展途上国における都市部と過疎部の情報格差解消を目的として、自国の通信ネットワークの現状分析及び基礎的なネットワーク計画手法を学び、それらの知識を踏まえ、各地域に適した通信ネットワークを計画するための技能を習得した。

研修は、講義及びドリルを用いたネットワーク計画の演習で構成された。「ネットワーク計画の概要」について元日本電信電話株式会社の浜野高義氏が、「光ファイバー技術」について元富士通ソリューションズ株式会社の白石アレマン氏が、「KDDIの衛星通信への取り組みと最新動向」についてKDDI株式会社の志田裕紀氏が講義を担当した。ドリルを用いた演習は、浜野講師と白石講師が担当して実施された。

6日間の研修スケジュールは以下のとおりである。

- 1日目 午前：オリエンテーション
午後：開会セレモニー、研修生によるカントリーレポートの発表
歓迎レセプション
- 2日目 午前：日本ITU協会 小師隆専務理事による日本のカントリーレポートの発表
午後：浜野氏、白石氏、志田氏による講義
- 3日目 終日：ドリルを用いたグループ演習と発表
- 4日目 午前：NICT先端ICT技術展示を視察

午後：深大寺訪問、浜野氏によるアクションプラン・ガイダンス

5日目 午前：ドリルを用いたグループ演習
午後：ドリルを用いたグループ演習の発表、アクションプランの作成

6日目 午前：研修生によるアクションプランの発表、閉会セレモニー、お別れ昼食会

研修初日の午前中は、日本ITU協会の概要説明、研修スケジュールの共有、研修会場周辺のショートガイドツアーを含むオリエンテーションが実施された。午後の開会セレモニーでは、総務省から青野海豊氏と鈴木勝裕氏が出席し、青野氏より開会挨拶をいただいた。その後、全研修生によるカントリーレポートの発表が行われた。発表では、各国の概要に加え、電気通信及びICT技術の現状と未来のビジョン、更にアクションプランで取り上げる予定の過疎地域について説明がなされた（図2）。同日夕刻には、研修生宿泊ホテル2階の会場において、総務省の堀川亮氏を迎え、歓迎レセプションが開催された。レセプションでは、研修生が参加するゲームを企画し、研修生同士と講師との交流を深めた。

2日目の午前中は、日本のカントリーレポートとして、日本ITU協会の小師専務理事より、日本のモバイル通信の現状等に関するプレゼンテーションが行われた。午後は、浜野講師によるネットワーク計画及び無線技術、白石講師による光ファイバー技術、志田講師によるKDDIの衛星通信へ



■ 図1. オープニングセレモニーでの集合写真



■図2. カントリーレポートの発表



■図4. ドリルを用いたグループ・ディスカッション



■図3. 浜野講師によるネットワーク・プランニングの講義



■図5. ドリルを用いたグループ・ディスカッション後の発表

の取り組みと最新動向に関する講義が行われた。いずれの講義においても研修生から多くの質問が寄せられ、光ファイバーや非地上系のネットワークシステムへの関心の高さが見受けられた（図3）。

3日目及び5日目は、3種類の異なる地形データを用いたドリルによるグループ演習が実施された。研修生は3つのグループに分かれ、セルフスタディとグループディスカッションを行い、最終的に各チームリーダーがグループで作成した最適なネットワーク計画を発表した。チームリーダーは事務局が事前に割り当てたため、偏りなくほぼ全員がリーダーとしての役割を担う機会を作ることができた。また、プレゼンテーション後には講師からのフィードバックがあり、研修生はネットワーク計画に対する理解をさらに深めることができた（図4、図5）。5日目の午後はグループ演習に続き、講師への質疑を交えながら、研修生によるアクションプランの作成が行われた。

4日目は、日本の先端技術研究施設の視察として、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）を訪問した。日本

標準時の生成・配信システム、航空機を用いたリモートセンシングによる地表面の観測について見学した後、展示室でBeyond 5G、多言語同時通訳、サイバーセキュリティなどの展示を見学した。研修生たちは熱心に説明に耳を傾け、特に体験型展示である「多言語同時通訳とマルチスポット再生技術」と「香り噴射装置」に高い関心を示した（図6、図7）。



■図6. NICTの日本標準時展示室の見学



■図7. NICTでの集合写真



■図8. アクションプランの発表

続いて、都内で2番目に古い寺院である調布市の深大寺を訪問し、ランチの後に周辺を散策した。約2時間程度の滞在であったが、研修生は日本の伝統的な風情を十分に堪能していた。その後、研修会場に戻り、浜野講師より、アクションプランのガイダンスが実施された。

6日目の最終日は、研修生によるアクションプランの発表が行われ、発表者と講師及び聴講者との間で活発な質疑応答が交わされた(図8)。続いて閉会セレモニーが開催され、日本ITU協会の小師専務理事より各研修生へ修了証が授与された(図9)。その後、研修生から本研修に対する評価コメントを受け、最後に日本食レストランにてお別れランチ会が実施され、日本食を楽しみながら交流が深められた。

今回も事務局は研修会場に飲み物と菓子のケータリングを用意し、研修生同士や講師、事務局とのコミュニケーションの活性化を図った。また、運営に関する事後アンケート

を任意回答で実施したところ、運営全般、研修会場、宿泊ホテル、ケータリング、講義内容などについて、回答者のほぼ全員から高い満足度が示された。さらに、アンケート結果から、研修生は5G/6Gの将来動向、生成AIモデル、無線ネットワーク伝搬、地方・遠隔地域における持続性、周波数計画、ネットワーク最適化などに強い関心を寄せていることが分かった。研修施設として希望する訪問先としては、通信事業者やICT事業者の施設、移動体通信事業者のネットワークオペレーションセンターなどが挙げられた。

最後に、本研修の実施にあたりご指導・ご協力を賜ったAPT及び総務省の皆様、講義資料の作成や研修生の指導にご尽力いただいた浜野講師、白石講師、KDDI株式会社の志田様並びに訪問対応にご協力いただいたNICTの多賀様をはじめ、関係各位に深く感謝申し上げます。



■図9. 研修修了証の授与



映像符号化の標準化動向

日本放送協会 放送技術研究所 テレビ方式研究部 副部長 **岩村 俊輔** いむら しゅんすけ

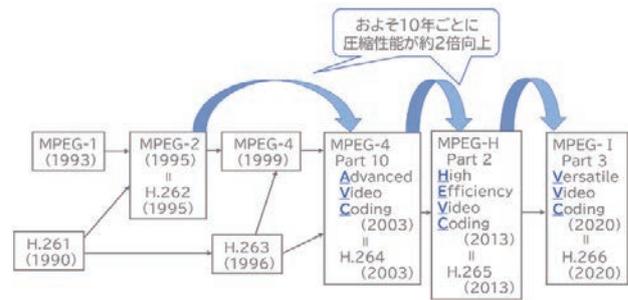


1. 映像符号化標準化の歴史及びプロセス

映像符号化の国際標準化は、通信・放送・ストレージにおける広範な相互接続性と品質の再現性を担保する制度的枠組みとして、ITU-T SG21 WP3 Q.6とISO/IEC JTC 1/SC 29が中核となって推進している。両者は、重複する技術領域において競合ではなく協調を選択し、合同チームを編成して規格策定を行う運用モデルを確立している。これらの国際標準化機関は、プロジェクトごとにJVET (Joint Video Team)、JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding)、JVET (Joint Video Experts Team) を組織し、要求条件の抽出、技術の評価・選定、技術統合、勧告・規格文書化の各段階を分担しながら一体的に進める体制をとる。ITU側ではSG21において符号化関連の課題 (Question) としてVCEGを配置し、ISO/IEC側ではJTC 1/SC 29のWG群、とりわけWG5がITU-T SG21と連携するJoint Video Coding Teamsとして機能する。これにより、通信系・メディア系の要件を横断的に扱い、国際的な合意形成を促進している (図1)。

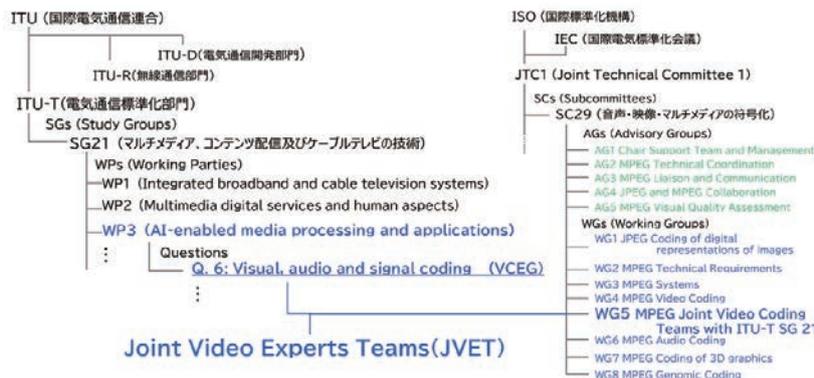
方式の系譜は、H.261 (1990) に始まり、MPEG-1 (1993)、MPEG-2/H.262 (1995)、MPEG-4/H.263 (1996) と進化し、2001年に始動したJVETの下でH.264/MPEG-4 AVC (2003) が策定された。AVCは、符号化効率と実装容易性、プロファイル設計のバランスに優れ、放送・通信・ストレージの現場で広く採用され、産業利用の成熟度を主導した。続いて2010年に発足したJCT-VCがH.265/MPEG-H Part 2 HEVC (2013) を確定し、レンジ拡張、スケーラブル、マルチビュー、

3D、スクリーンコンテンツなどの拡張群 (2014~2016) を整備することで、UHD配信やBS4K/8K等の高精細サービスに適用可能な枠組みを拡張した。さらに2015年、HEVCを凌駕する次世代技術探索を目的にJVET (当初はExploration Team) が始動し、標準化検討の本格化に伴い2017年にExperts Teamへ改称、2020年にH.266/MPEG-I VVCを完了し、同年にH.274/VSEIも整備した。これらの世代的更新は、経験則として「約10年周期で圧縮性能がほぼ2倍向上」するという長期トレンドを形成している (図2)。



■図2. ISO/IEC規格MPEGとITU-T勧告H.26Xの変遷

標準化の進め方は、①要求条件検討、②エビデンス募集 (CfE)、③技術提案募集 (CfP)、④仕様統合・規格文書化という段階的プロセスである。まず要求条件検討では、既存標準が充足し得ないユースケース (超高解像度・高フレームレート・広色域、低遅延・双方向性、スクリーンコンテンツ、可変解像度運用等) を抽出し、画質目標、帯域・遅延制約、複雑度上限、ロバスト性等を含む技術要件を文



■図1. 映像符号化の規格化に係る組織図



書化する。次にCfEでは、標準化の正当性を示す客観的証拠を募る。具体的には、共通テスト条件下で既存標準方式からのビットレート削減率、主観・客観画質改善、ロバスト性、運用適合性を提示させ、技術探索段階の境界条件を整理する。続くCfPでは、要件に即した具体的アルゴリズム群を広く募集し、性能・複雑度・相互作用・実装可能性を評価して採否を決定する。JVETのVVC策定においては、2015年の技術探索開始、2017年～2018年のCfE/CfPを経て、2020年の標準化完了に至るタイムラインが運用された(図3)。



■図3. VVC標準化のタイムライン

会合における採否判断は、テストモデルへの実装と共通テストシーケンス・設定に基づく計測によって支えられる。評価項目は、符号化効率(ビットレート削減率)、画質(主観評価を含む)、処理量(演算時間比、基本演算回数、メモリバンド幅等)であり、性能向上と実装コストのトレードオフを多面的に検討する。類似提案間の比較・相互作用の分析を含め、総合性能・仕様整合性を確認した上で段階的にコア仕様へ採用するのが通例である。

2. ハイブリッドコーディングの要素技術と設計思想

現行の国際標準は、予測・変換・量子化・ループフィルタを統合したハイブリッドコーディングを基盤として設計されている。符号化は、画面をブロック単位に分割し、イントラ(空間)予測とインター(時間)予測によって残差エネルギーを削減し、直交変換・量子化・エントロピー符号化によって符号量を最小化する。復号側では逆量子化・逆変換・ループフィルタにより画質を復号し、次フレーム予測の精度向上に資する。

領域分割は世代ごとに柔軟性を増してきた。AVCでは固定サイズ中心、HEVCではCTU(最大64×64)を四分木分割で可変し、VVCでは最大128×128とし、四分木・二分木・三分木を組み合わせるMTT(Multi Type Tree)構造に加えて輝度・色差で異なる分割木を選択可能にし、絵柄に応じたきめ細かな適応を可能にした。これにより、平坦領域では大きいブロックを、複雑領域では小さく絵柄に適したブロック形状を選択し、予測・変換の効率を高める。

イントラ予測は、AVCの9モード(方向予測8モード+平均値予測)から、HEVCの35モード(方向予測33モード+平均値予測+平面予測)、VVCの67モード(方向予測65モード+平均値予測+平面予測)へと拡充した。さらにVVCでは、色成分間の相関を用いるCCLM(Cross-Component Linear Model)や、参照画素の線形写像により予測画像を生成するMIP(Matrix-based Intra Prediction)を導入し、テクスチャ構造の再現性が向上している。

インター予測は、HEVCで採用されたAMVP(周辺の動きベクトルを基準として差分ベクトルを伝送)とMerge(隣接領域と同一の動きの場合に動きベクトル情報の伝送を大幅に省略)により情報量を抑制する枠組みを基礎としつつ、VVCでは大域的変形を少ないパラメータで表現できるアフィン予測、復号側で動きベクトルを微補正して局所の非線形動きを再現するデコーダ側補正、インターとイントラを合成するCIIP(Combined Inter/Intra Prediction)など、高精度化のための拡張を採用した。これにより、拡大・回転・せん断などの複雑運動を、ビットレートの増加を抑えつつ表現可能である。

VVCの直交変換は、HEVCで採用された正方ブロックのみ(整数DCT-II/DSTV-II、最大32×32)から、非正方拡張(最大64×64)と複数変換の適応切替(DCT-II、DSTV-II、DCTV-III等)による一般化に加えて、低域変換係数に対する二次変換の導入により、残差の周波数分布に合わせたエネルギー集中を更に高めた。

ループフィルタは、デブロッキングフィルタに加え、HEVCで導入されたSAO(Sample Adaptive Offset)、VVCで追加されたALF(Adaptive Loop Filter)により、符号化歪の抑制と次フレーム予測精度の向上を両立する。フィルタの適用/非適用や強度は、境界条件・残差有無・予測モードなどに応じて適応制御される。

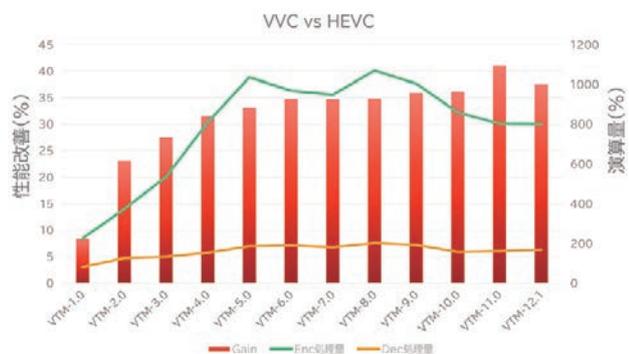
さらにVVCは、実運用における変動する回線品質や視聴デバイスの多様性へ適応するため、Reference Picture Resampling(RPR)を導入した。これは参照画像の解像度を動的に切替えて予測を成立させる機構(適応解像度変更)であり、低ビットレート域では一旦解像度を下げて符号化することで主観画質が改善する。放送のように回線品質が固定される場合でも、符号化難易度の高いシーンで劣化を緩和する効果がある。

標準化における要素技術の採否は、テストモデル(HEVCではHM、VVCではVTM)への実装と、あらかじめ定められた共通テスト条件での比較評価により検証される。評

価は単に符号化性能の向上にとどまらず、複数の観点から総合的に行われる。具体的には、提案技術を参照モデルに組み込んだ場合の符号化効率（ビットレート削減率）に加え、エンコード時間及びデコード時間といった処理量指標が測定される。さらに、これらの時間指標だけでは十分に把握できない要素として、並列化のしやすさやメモリアクセス構造、制御分岐の複雑さなど、ハードウェアやソフトウェアでの実現容易性についても専門的観点から審議される。

これらの評価結果は、個々の指標を独立に判断するのではなく、符号化性能向上と実装コストとのトレードオフを考慮した総合評価として整理される。その過程では、類似提案との比較や他ツールとの相互作用、将来的な最適化余地なども含めた検討が行われ、最終的に規格へ採用するか否かが決定される。

VVCの標準化においては、このような参照モデルを用いた評価と審議が、年4回程度開催されるJVET会合を通じて継続的に実施され、技術探索段階の開始から標準化完了まで、おおむね5年程度を要した。その間、VTMは版を重ねるごとに機能拡張と整理が進められ、方式全体としての性能とバランスが段階的に洗練された。その結果、最終的なVVC規格では、共通テスト条件においてHEVC参照モデル(HM)比でおおむね30~45%程度のビットレート削減が確認され、世代進化として期待された圧縮性能向上が達成された。標準化段階でハードウェア実装の容易性についても丁寧に議論されたことにより、標準化完了後1年足らずで8K解像度に対応したVVCデコーダチップが市場に登場しており、実装面での立ち上がりは早かったと言える。



■ 図4. VVC標準化における符号化性能推移

3. 主観評価と放送品質の所要ビットレート推定

映像符号化方式の放送サービスへの実用化を進めるにあたっては、符号化効率の改善率という指標のみでは運用設計は困難である。放送品質の所要ビットレートを、主観

評価によって定量化する必要がある。2022年2月に報告された電波産業会 (ARIB) の映像符号化方式作業班の取り組みでは、MOS (Mean Opinion Score) のしきい値として、「MOS 3.0未満の映像が存在しない」「ほぼすべて (7種以上) の映像でMOS 3.5以上」という条件を満たすビットレートを所要値として推定する方法が採用された。評価シーケンスは、SDR/HDRを含む4K及びHDの多様なコンテンツ群から構成され、信頼区間 (95%) を明示した上で品質の安定性を検証した。実験から、2K映像の所要ビットレートは約7Mbps、4K映像の所要ビットレートは約30Mbpsと見積もられた。また、実験結果の詳細な分析により2K映像については約5Mbps以上、4K映像については約22Mbps以上で放送品質が担保されることが推定され、運用上の帯域設計に示唆を与えた。

主観評価の意義は2つある。第1に、客観指標 (PSNR、SSIM、VMAF等) だけでは捉えきれないアーチファクトや視覚的妥当性を検知できる点である。第2に、放送等の固定ビットレートのメディアにおいて運用設計で重要となる「最悪ケース」を把握できる点である。平均的な改善率が高くとも、一部コンテンツで品質劣化が顕著ならば、サービス全体のQoEが棄損する。したがって、評価群の裾野を広げ、動き量・テクスチャ・コントラスト・ダイナミックレンジの異なる多様なシーケンスを含めることが重要である。ARIBにおける主観評価実験は、放送運用を想定して設計されており、VVC導入による効果をMOSのしきい値により明確化し、実際の運用に反映可能な形で評価可能にした点で有用である。

RPRやスクリーンコンテンツ向け拡張のようにユースケース特化のツールは、主観評価において効果の現れ方が顕著となる。例えば、低ビットレート域における適応解像度変更は、輪郭破綻の抑制や文字の可読性維持に寄与し、ニュース・字幕・テロップなど情報が多く含まれる放送コンテンツにおいてQoE向上の効果は大きい。これらの効果は、単純なPSNRの改善値だけでは十分に記述できないため、運用実験と主観評価の併用が不可欠であると考えられる。

4. マルチレイヤ符号化とパーソナライズ化サービス

VVCでは、映像フォーマット、ビット深度など、想定されるアプリケーションや運用条件に応じて複数のプロファイルが規定される形で標準が構成されており、汎用的な映像サービスを対象としたMain 10プロファイルをはじめとして、プロフェッショナル用途や高ビット深度映像に対応する複数



のプロファイルが定義されている。これらのプロファイルのうち、Multilayer Main 10プロファイルは、複数解像度の映像を効率的に圧縮・伝送することを目的とした、いわゆるスケーラブル符号化をサポートするプロファイルである。同プロファイルでは、低解像度映像を符号化したベースレイヤ（BL）と、高解像度成分を表現するエンハンスメントレイヤ（EL）からなる階層構造を用い、両レイヤ間の相関を積極的に活用する。このレイヤ間相関を利用することで、各レイヤを独立に符号化する場合と比べて、およそ35%程度の符号化効率改善が得られることが確認されている。また、受信端末は回線品質や表示能力、利用状況に応じて復号するレイヤを選択できるため、同一のビットストリームから、端末ごとに適切な品質や解像度の映像を提供することが可能となる。これにより、放送や配信サービスにおいて、視聴環境に適応した柔軟なサービス設計が実現される。例えば、複数解像度サービスでは、移動体向け伝送路でBLを確実に受信し、固定受信向け伝送路でELを追加受信することで、受信耐性とプレミアム品質を両立できる。また、放送通信融合では、放送波でBLを、通信でELを配信し、帯域の最適利用と品質差別化を同時に達成する。さらに、メインの番組（メインコンテンツ）に手話、字幕、多言語、チーム別解説、速報テロップ等の付加情報を重畳した映像（サブコンテンツ）を、メインコンテンツとともにマルチレイヤ符号化する「コンテンツレイヤリング」を行うことで、視聴者が受信側で嗜好に応じたコンテンツの選択が可能となる。このように、マルチレイヤ符号化を用いると、従来の放送システムでは実現できない様々なパーソナライズされたサービスが実現できる技術として実用化に期待が寄せられている。

国内標準化の進展として、ARIB STD-B32（映像・音声・多重）及びSTD-B60（MMTトランスポート）が2025年3月改訂でVVCを採用し、Multilayer Main 10の運用も包含した。これにより、次世代地上デジタル放送でパーソナラ

イズ化サービスの導入が制度面から可能となり、実装・運用設計の具体化が可能となった。NHK技研ではコンテンツレイヤリングに対応したVVCライブエンコーダを開発し、CMAF/MMTによる伝送が可能なシステムの検証を進めている。

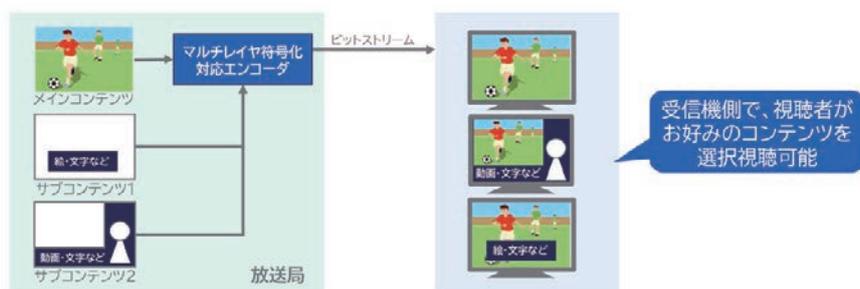
5. ポストVVC標準化動向

JVETでは2021年ごろ以降、VVCを超える圧縮性能を目標に評価用ソフトウェアEnhanced Compression Model (ECM) を用いた「ポストVVC」方式の技術探索を進めている。探索段階では性能志向で符号化ツールを選定し、従来エンコーダで採用が難しかったデコーダ側演算の大きいツールや、ニューラルネットワーク（AI）ベースの手法も検討対象に含めており、対VVC比28%の性能改善が報告されている。2025年7月会合に発行されたCfEに対して5件の応答が寄せられ2025年10月会合にてVVCからの大きな性能改善が確認されたため、今後CfPを経て標準化プロセスへ移行する見通しである。

上記のようにポストVVCでは、これまでのハイブリッド構造にAIを組み込む試みが進められており、これは従来の予測や変換を中心とした符号化手法に、学習ベースの推論を加えることで、より高い圧縮性能や適応性を目指す動きである。ただし、AIツールの導入には課題が多い。演算資源や電力消費の増加、端末の多様化への対応に加え、標準規格としてネットワークモデルの更新といった運用面の問題も想定される。

こうした背景の中で、ポストVVCの検討では、実際のサービスに適用するための現実的な条件として、遅延やデコーダの複雑度をどこまで許容するかが重要となる。特に、クラウドゲーミングやXR（拡張現実）といった新しいサービスでは、超低遅延と高品質が必須であり、これらの要求が次世代符号化方式の設計に大きな影響を与えるだろう。

（2025年11月5日 情報通信研究会より）



■ 図5. コンテンツレイヤリング

感情解析AIによる「心の機微」の可視化と社会実装 —マルチモーダル解析が拓く人間中心のWith AI社会—

株式会社エモーショナル・テクノロジーズ CTO 取締役 **やまもと ようへい**
山本 洋平



1. 結論

1.1 現代社会における感情理解の重要性と課題

21世紀のデジタル変革（DX）は、人々の生活様式やビジネスの在り方を根本から変革した。人工知能（AI）の急速な進化により、事務作業の効率化や高度な予測モデリングが可能となった一方で、コミュニケーションの質的変容という新たな課題が浮き彫りになっている。特に、業務の自動化やリモート環境でのやり取りが増加する中で、人間が本来持っていた「相手の空気を読む」「言葉の裏にある感情を察する」といった、ノンバーバル（非言語）なサインを捉える機会が相対的に減少している。

人間は本来、感情によって行動を決定し、その後に論理によって自らの行動を正当化する性質を持つ生き物である。コミュニケーションの齟齬や組織内の摩擦の多くは、論理的な矛盾よりも、むしろこの「感情の不一致」に起因することが多い。したがって、デジタル化が進めば進むほど、人間同士の相互理解を助けるための「感性」にフォーカスしたテクノロジーの重要性が増しているのである。

1.2 「心の機微」に着目したAIの必要性

本研究が着目するのは、日本特有の感性概念である「機微（KIBI）」である。機微とは、表面化しにくい繊細な心の動きや、他者のわずかな変化を察知し、共感し、適切に応答する力を指す。これは多様性や異文化受容力の土台となるものであり、現代社会における心理的安全性の確保に直結する。

既存のAI技術の多くは、効率性や正確性の追求に特化してきたが、これからの「With AI社会」においては、テクノロジーが人間の感性に寄り添い、幸福（ウェルビーイング）に貢献することが求められる。AIが人の感情を把握し、コミュニケーションギャップを埋めることができれば、より「心の温かい社会」の実現が可能となる。本稿では、最新の感情解析AIがいかにしてこの「機微」を定量化し、社会の各層へ実装されているかを明らかにする。

2. 感情解析の理論的基盤としての「KIBI理論」

2.1 産学連携による研究の系譜とデータベースの構築

本研究の核となる「KIBI理論」は、一朝一夕に構築さ

れたものではない。東京大学、千葉工業大学、東京工科大学といった国内有数の研究機関との10年以上にわたる共同研究の成果である。この理論の最大の特徴は、徹底したデータ駆動型のアプローチと、心理学的な官能評価の融合にある。

研究プロセスにおいては、30万人を超える被験者の感情データを蓄積し、巨大な感情研究データベースを構築した。ここでは、特定の外部刺激（画像、音声、対人ストレス等）を与えた際の生体反応や表情の変化、発話の変容を多変量解析によって処理し、感情の数理モデル化を行っている。この膨大なバックデータこそが、個別のAI判定における高い信頼性と客観性を担保する根拠となっている。

2.2 感情の多層構造と40指標の定義

従来の感情解析モデル（例えば、ポール・エクマン氏による基本6感情など）は、喜怒哀楽といった明確な情動の識別には適しているが、ビジネスや医療の現場で発生する複雑な心理状態を記述するには不十分であった。現実の人間は、「期待しながらも不安を感じている」といった、相反する感情が混在した「アンビバレント」な状態にあることが多い。

KIBI理論では、感情を単一のラベリングではなく、ポジティブ指標20種類、ネガティブ指標20種類の合計40指標による「感情スペクトラム」として定義する。

- ポジティブ指標の例：納得、期待、安堵、集中、共感、高揚、信頼など。
- ネガティブ指標の例：困惑、焦燥、不信、疲労、疎外感、猜疑心、緊張など。

これらの指標は、各々が独立しているのではなく、相互に影響し合う変数として算出される。例えば、会議中の発言者の声を解析する際、単に「怒っている」と判定するのではなく、「不満（ネガティブ）があるが、同時に強い期待（ポジティブ）を抱いているため、建設的な議論の余地がある」といった、多面的な解釈を可能にする。この40指標による精緻なスコアリングが、後述するKDE（感性ドリブンエンジン）のアルゴリズムの根幹を成している。

2.3 感情の可視化技術と定量化の意義

感情を定量化する最大の意義は、主観的な「感覚」を



共通言語としての「数値」に変換できる点にある。KIBI理論に基づくシステムでは、解析結果をリアルタイムでレーダーチャートやヒートマップとして可視化する。これにより、組織内の心理的安全性の推移を時系列で把握したり、個人のストレス耐性の変化を客観的に捉えたりすることが可能となる。

また、本理論は「日本発」の知見をベースにしつつも、文化圏による表現の差異を吸収するアルゴリズムを内包している。非言語情報の普遍性と、各文化特有の表現様式を数学的に統合することで、グローバルな環境下でのコミュニケーション支援ツールとしての汎用性を獲得しているのである。

3. 技術アーキテクチャ: KDE (感性ドリブンエンジン)

3.1 マルチモーダル感情解析の構造

KDE (Kansei Driven Engine) の最大の特徴は、単一の生体情報に依存せず、表情 (視覚)、音声 (聴覚)、視線、そしてテキスト (言語) といった複数のモダリティを統合して解析する「マルチモーダル・アプローチ」を採用している点にある。

1. 視覚情報の解析 (Vision Computing): 顔の微細な筋肉の動き (マイクロエクプレッション) をキャプチャし、Action Unit (AU) 理論に基づき解析を行う。これに加え、瞳孔の開きや瞬きの頻度、頭部の傾きなどを統合することで、表面上の作り笑顔と内面的な真実の情動の乖離を識別する。
2. 音声情報の解析 (Acoustic Analysis): 発話内容ではなく、声の物理的特徴量 (ピッチ、強度、フォルマント、ジッター、シマー等) を抽出する。特に、非定常的な周波数変化を解析することで、本人が自覚していないレベルの緊張度や、脳の疲労状態に起因する音声の「揺らぎ」を特定する。
3. 視線・行動認識: 視線の固定時間やスキンのパターンを解析し、対象への関心度や困惑度を測定する。これらは「注視点解析AI」として独立したモジュールを持ち、環境変化に対する反応速度を定量化する。

3.2 感性ドリブンエンジン (KDE) によるセンサーフュージョン

KDEは、上述した各モダリティから得られた膨大な特徴量を、KIBI理論に基づいたアルゴリズムによってリアルタイムで統合 (センサーフュージョン) する。このプロセスにおいて、AIは単に各数値を足し合わせるのではなく、文脈に応じた重み付けを行う。

例えば、無言の時間が長い場合、それが「深い集中」に

よるものか「困惑」によるものかを、表情の緊張度や直前の視線移動のパターンと照らし合わせて判定する。この高度な推論プロセスにより、従来の単一解析エンジンでは困難であった「感情の裏読み」や「潜在的な心理状態の抽出」が可能となった。また、本エンジンはエッジコンピューティングにも対応しており、プライバシーに配慮して端末内で特徴量抽出を完結させ、結果のみをクラウドに送信するハイブリッド構成を可能にしている。

4. 社会実装事例①: ヘルスケアと安全管理

4.1 建設・運輸現場における「事故リスク」の未然防止

感情解析AIの社会実装において、最も直接的に人命保護に寄与しているのがヘルスケア及び安全管理領域である。特に建設・建築業や運輸・物流業界といった、一瞬の不注意が重大な事故に直結する現場において、従業員のメンタルコンディション管理は極めて重要な経営課題となっている。

従来の現場における安全確認は、管理者による目視や、自己申告制のバイタルチェック、あるいは煩雑な質問票によるストレスチェックが主であった。しかし、これらの手法は管理者の主観に左右されやすく、また従業員側も「休まされることを恐れて」不調を隠蔽する心理的バイアスが働きやすいという欠陥があった。

4.2 感情AIソリューション「安全くん」のメカニズムと成果

本研究の成果として開発された「安全くん」は、これらの課題を「非侵襲かつ客観的な解析」によって解決する。現場作業員は、始業前の点呼時にスマートフォンやタブレットのカメラに向かい、数問の簡単な質問に声で答えるだけでよい。

- 解析プロセス: AIは回答時の「声のハリ」や「表情の反応速度」を解析し、30万人以上のデータベースから算出された「通常時のその人」のスコアと比較する。寝不足や過度の心理的ストレスがある場合、表情筋の反応にコンマ数秒の遅延が生じ、声の周波数帯域が狭まる傾向がある。AIはこれを「事故リスク高」として検知する。
- 定量的メリット: 従来の診断が数十問の回答を要したのに対し、「安全くん」はわずか3問 (従来の10分の1以下の負担) で、同等以上の精度での判定を可能にした。これにより、毎日欠かさず全従業員のコンディションを可視化することが可能となった。
- 社会的インパクト: 実際に大手ゼネコン等の現場に導入された結果、不調が検知された作業員をその日の高所

作業から外す、あるいは適切な休憩を促すといった具体的な介入が可能となり、事故発生率の有意な低下が報告されている。これは、AIが「監視」ではなく「守護者」として機能する、人間中心の安全管理モデルの先駆的事例であると言える。

5. 社会実装事例②：HRと組織心理

5.1 組織の「心理的安全性」の定量化という挑戦

現代の組織マネジメントにおいて、Googleが提唱した「心理的安全性 (Psychological Safety)」は、チームの生産性を左右する最重要因子として認識されている。しかし、心理的安全性はあくまで主観的な概念であり、これまでは従業員サーベイやアンケートといった自己申告データに頼らざるを得なかった。こうした手法には、回答時の気分による変動や、組織への「忖度」によるバイアスが含まれるという課題がある。

本研究で提案するHR-Techソリューション「ESHA」は、感情解析AIを用いることで、この目に見えない「組織の空気感」を客観的な指標として可視化するものである。

5.2 採用・配属の適正化と離職防止

ESHAの具体的な機能は、採用から退職防止までの従業員ライフサイクル全般をカバーしている。

- **職務適正診断と採用の高度化**：面接時の対話から、候補者の性格特性やストレス耐性、職務に対する真の関心度を、40の感情指標を用いて定量化する。これにより、面接官の主観や相性に左右されない、データに基づいた「カルチャーフィット」の判定が可能となる。
- **離職傾向の早期検知 (リテンションマネジメント)**：定期的な1on1ミーティングや業務報告時の感情変化を時系列で解析する。特定の個人において、ポジティブな感情エネルギー（「期待」「集中」など）が減衰し、無関心や「疎外感」が増加している予兆を検知した場合、システムが管理者へアラートを発する。これにより、実際に退職意向を固める前の段階で適切なフォローアップを行い、離職率の劇的な低下を実現している。

5.3 メンタル不調の早期発見

個人のメンタルヘルスにおいても、AIによる継続的なモニタリングは有効である。ストレスの原因を特定し、その個人の性格特性に合わせた改善プランを提案することで、休職者の発生を未然に防ぐ。これは、従来の「事後対応」的な産業保健から、「予測的・予防的」なメンタルヘルスケアへのパラダイムシフトを意味している。

6. 社会実装事例③：CRM、リテール、インフラ

6.1 CRM (顧客関係管理)：コンタクトセンターの高度化

コンタクトセンターは、企業の「顔」であると同時に、最もストレス負荷の高い職場の1つである。感情解析AIは、オペレーターと顧客の双方のウェルビーイングを向上させる。

- **顧客満足度のリアルタイム把握**：通話中の音声から顧客の不満や納得感を即座に判定し、スーパーバイザーが適切なタイミングで支援に入ることを可能にする。
- **オペレーターのメンタルケア**：激しいクレームにさらされた後の感情の落ち込みを検知し、自動的に休憩を促す、あるいはポジティブなフィードバックを行うことで、バーンアウト（燃え尽き症候群）を防止する。

6.2 リテール (小売) 領域：感情連動型マーケティング

小売・店舗運営における感情AIの活用は、単なる監視を超えた「おもてなしのデジタル化」へと進化している。

- **購買意欲の可視化**：店内に設置されたカメラを通じて、商品棚の前で顧客が示した「驚き」「迷い」「納得」といった感情反応を解析する。
- **感情連動型リテールメディア**：特定の商品に対して強い関心を示した（あるいは困惑している）顧客に対し、その瞬間の感情に最適な情報をデジタルサイネージで表示する、あるいは店員がサポートに駆けつけるといった「動的なUX」を提供できる。

6.3 公共インフラ・スマートシティへの応用

さらに、感情解析AIは都市インフラの一部としても機能し始めている。

- **空港・駅等の公共空間**：監視カメラ映像から、群衆の「不快指数」や「緊張度」をリアルタイムでマッピングする。これにより、混雑緩和のための誘導を最適化するだけでなく、テロや犯罪の予兆となる特異な感情（極度の緊張や焦燥）を持つ人物を検知し、警備の効率化を図る。
- **スマートオフィス**：会議室内の「活気」や「停滞感」を検知し、それに応じて照明の色温度や空調、アロマを自動制御する。環境が人間の感情にフィードバックを与えることで、創造性の高い空間を自動創出する。

このように、感情解析AIは特定のアプリケーションにとどまらず、社会のあらゆる接点において「人間の感性を読み取るセンサー」として、インフラ化していく可能性を秘めている。



7. 将来展望：AIエージェントと暗黙知の承継

7.1 AI is the New UI —— 感情を理解する次世代インタフェース

これまで、人間とコンピュータの接点は、コマンドラインからGUI（グラフィカル・ユーザー・インタフェース）、そしてタッチパネルへと進化してきた。しかし、これらは依然として人間がシステムの操作方法を学習し、機械の論理に合わせる必要があった。本研究が提示する次世代の展望は、「AI is the New UI」という概念である。これは、AIが人間の感情やコンテキストを自律的に理解することで、インタフェースそのものが消滅、あるいは極めて自然な形へと変容することを意味する。

KIBI理論を搭載した「自律分散型AIエージェント」は、ユーザーの表情の微細な変化や声のトーンから、その瞬間の「納得度」や「困惑」を察知する。例えば、ユーザーが電子機器の設定に苦戦し、焦燥感を感じていることを検知すれば、AIエージェントはマニュアルを提示するのではなく、「お手伝いしましょうか」と最適なタイミングで介入し、解決策を提示する。このように、AIが人間のパートナーとして「空気を読む」能力を持つことで、テクノロジーは真に人間に歩み寄るものとなる。

7.2 匠の技と「暗黙知」の形式知化

日本の産業界における喫緊の課題は、熟練技術者が持つ「暗黙知」の継承である。長年の経験に基づく「勘」や「コツ」は、言語化が困難であり、従来のマニュアル作成では限界があった。本研究では、感情解析AIとAIエージェントを組み合わせることで、この暗黙知をデジタルデータとして抽出・構造化する試みを行っている。

熟練者が作業を行う際、彼らが「どこを注視し、どの瞬間に確信を持って判断を下したか」を、視線解析と感情スコアリング（自信、集中、迷い等）によってキャプチャする。AIエージェントは作業中の熟練者に対し、その判断の背景にある感覚を適切なタイミングで問いかけ、エージェント自らが知識を自動記述（ナレッジ・キャプチャ）していく。これにより、技術者の「心技体」を丸ごと形式知化し、次世代へ継承するための「感性データベース」を構築することが可能となる。これは単なる情報の保存ではなく、日本の製造業の競争力を源泉からデジタル化する革新的なアプローチである。

7.3 エモーショナル・テクノロジーが拓く新市場

感情解析AIは、既存の産業の枠組みを超え、新たな市場を創出する。Felo社との提携に見られるような、高度な推

論能力と感情理解を併せ持つAIエージェントは、金融アドバイザー、高度医療診断の補助、パーソナライズされた教育支援など、プロフェッショナルな領域において人間に寄り添う「分身」として機能するだろう。ユーザーの文化的背景や感性の機微を理解するAIは、グローバル社会における異文化コミュニケーションの「翻訳機」以上の役割を果たし、相互不信を解消する一助となると期待される。

8. 結論

8.1 研究の総括

本稿では、マルチモーダル感情解析AIの技術的優位性と、その多岐にわたる社会実装事例について論じてきた。10年に及ぶ産学連携によって構築された30万人のデータベースと、40種類に及ぶ詳細な感情指標は、従来の単純な感情認識を遥かに超え、人間の「心の機微」を定量化することを可能にした。

「安全くん」による労働現場の事故防止、ESHAによる組織の心理的安全性向上、そしてCRMやリテールメディアにおける顧客体験の最適化。これらの事例が示すのは、感情解析AIが単なる「監視のツール」ではなく、人間の不調を未然に防ぎ、共感を促進し、個人の能力を最大限に引き出すための「支援のツール」であるという事実である。

8.2 With AI社会への提言

AIとデジタル技術が進化し、効率化が極限まで追求される時代において、最後に残るのは「人間同士の心のつながり」である。テクノロジーは人間を疎外するものではなく、むしろ人間の感性を増幅し、相互理解を助けるものでなければならない。

感情解析データの取扱いには、今後も厳格な倫理規定とプライバシー保護が求められるが、それを乗り越えた先には、AIが「心の通ったパートナー」として社会インフラに溶け込む未来が待っている。本研究を通じて提示した「KDE（感性ドリブンエンジン）」を核とする技術群は、人とAIが共創・共生・共進する「心が温かい社会」を実現するための強固な技術的・理論的基盤となる。

感情の可視化は、単なる数値の羅列ではなく、一人一人の幸福（ウェルビーイング）に貢献するための羅針盤である。このエモーショナル・テクノロジーが、日本から世界へと波及し、テクノロジーと人間の感性が高度に融合した、より豊かな未来社会を築くことを確信し、本稿の結びとする。

（2025年12月16日 情報通信研究会より）

ITU-T SG17第2回会合報告



株式会社KDDI総合研究所
ユーザプラストグループ
グループリーダー

いそはら たかまさ
磯原 隆将



株式会社KDDI総合研究所
リスクマネジメント・DX推進部
部長

みやけ ゆたか
三宅 優

1. はじめに

ITU-T SG17 (セキュリティ) の第2回会合が、2025年12月3日(水)～11日(木)に、スイス(ジュネーブ)のITU本部において開催された。この会合には、日本からの28名を含む、54か国・諸機関の408名(現地参加224名、リモート参加184名)が参加した。提出された寄書は221件(うち日本から、カナダと共同提出の寄書1件を含む9件)で、627件の臨時文書(Temporary Document)が発行された。なお、第1回会合同様に、今回の会合もリモート参加が可能であり、リモート参加については、Working Partyレベルまでの議論には参加が可能であるが、Study Groupのオープニング、クロージングの各プレナリセッションにおける合意形成には参加できないとされた。

2. SG17全体に関わる結果

2.1 課題再編に関するSG17での合意形成

2025年4月の第1回SG17会合以降、課題再編と活動の近代化の議論を目的とするコレスポネンスグループCG-RES-MODERNにおいて、課題再編の議論が進められた。本会合では、この議論に基づく課題再編案として、課題3と課題10を統合した新たな課題10の設立、AIセキュリティに関する新たな課題(課題16を予定)の設立とこれに伴う課題7の役割の改訂について、SGレベルでの合意が形成された。この再編案はTSAGに送られ、承認を経た後に、次回のSG17会合から新しい体制として確立される予定である。課題3と課題10の統合の理由は、1) セキュリティマネジメントとデジタルID管理の技術的重複が増加しており統合した審議体制が合理的であること、2) Agentic AI等の進展によりセキュリティマネジメントとデジタルID管理の更なる連携の必要が見込まれること、3) これら技術的潮流を踏まえた課題数の削減はSG17の活動の近代化を推進する手段として合理的であることに整理される。今回の会合では、こ

れらの内容が日本とカナダの共同提案の寄書として入力された。また、AIセキュリティに関する新たな課題の設立と課題7の役割の見直しの背景には、AI関連の新規ワークアイテムが課題7を筆頭に、課題4、課題8、課題10など複数の課題に分散する状況で急増していることがある。そのため、AIセキュリティを扱う専門の課題を設立し、AI関連の審議の一元化と、関連標準化団体との調整の明確化を図り、同時に、課題7の活動をアプリケーションセキュリティやサービスセキュリティに集中させることを狙いとしている。また、Agentic AIとデジタルID管理に関連するワークアイテムの議論については、前述した課題3と課題10が統合された新たな課題10との連携を強化して勧告成立に取り組むこととしている。

2.2 SG17の活動の近代化を検討する特別セッション

SG17活動の近代化の検討に関連する特別セッションが開催された。本セッションでは、前回のSG17会合以降、13回のe-meeting会議を実施したコレスポネンスグループCG-RES-MODERNの活動の成果に基づく議論が行われた。CG活動では、2.1に述べた課題再編のほか、会合の開催形式の改革案として、中間会合、ワークショップ、WPプレナリ会合を一堂に会して実施するContent Weekと称する会合を、SG17プレナリ会合の間に実施する案などを中心とする2028年までの会合開催計画等が議論された。今回の特別セッションでは、それらの内容が報告されるとともに、Content Weekの実施が承認された。また、2026年6月のSG17会合までを期限とするCG活動を継続することとなった。CG活動の共同コンビナーは、引き続き、SG17議長、日本、中国及び韓国が務める。



3. 会合の主な審議内容と結果

3.1 WP1: デジタルID、量子ベースのセキュリティ、PKI 及びセキュリティ基盤技術

WP1は、ID管理とテレバイオメトリクスアーキテクチャ及びメカニズムを検討する課題10、安全なアプリケーションを支援するための基盤技術を検討する課題11及び量子ベースのセキュリティを検討する課題15から構成されている。

●課題10では、X.1250rev (Baseline capabilities for enhanced identity management and interoperability) がTAP投票を経て合意された。X.1280rev (Framework for out-of-band mutual authentication using mobile devices)、X.1901 (Information security, cybersecurity and privacy protection—Age assurance systems—Part 1: Framework)、X.1286 (Access control platform using distributed ledger technology (DLT)-based authentication method) がデータミネーションされ、X.1096 (Requirements for biometric variability management)、X.1268 (Framework for out-of-band physical access control systems using beacon-initiated mutual authentication)、X.2310 (Security requirements for decentralized identity management systems using distributed ledger technology)、X.1097 (Telebiometric authentication using speaker recognition)、X.1098 (Telebiometric authentication based on information splitting) がコンセントされた。さらに、新規ワークアイテムとして、DLTを用いた金融認証の実装指針であるX.sup-dsa (Implementation guidelines for DLT-based secure authentication in digital financial services)、リモート/クラウド電子署名の安全性と相互運用性を定義するX.remote-qes (Security and interoperability framework for remote and cloud qualified electronic signatures)、エージェントAIのID管理に必要な用語と設計原則を示すX.dpidm-aAI (Terminology and Design Guidelines for Agentic AI Identity Management)、DID (Decentralized Identifier) における選択的開示の実現に必要なセキュリティ能力を定義するX.sc-sd (Security capability for implementing selective disclosure system in the decentralized identity system)、VCデータフォーマットの相互運用性を確保するための指針であるX.sg-dfivc (Security guidelines for data format interoperability of verifiable credential in decentralized identity system)、人・組織・AIを含むグローバルなID相互運用

の課題を整理するXSTR.gidi (Globally Interoperable Digital Identity (including Humans/Entity/Non-Humans i.e. Agentic AI))、高セキュリティAPI向けのOAuthベースのプロファイルであるX.f2sp (FAPI 2.0 Security Profile)、FAPI 2.0における攻撃者モデルを定義するX.f2am (FAPI 2.0 Attacker Model) が設立された。

●課題11では、新規ワークアイテムとして、量子時代への移行準備に関するベストプラクティス指針であるXSTR.qrbp (Quantum Readiness, Best Practices and Guidelines)、暗号アルゴリズム移行の一般手法を定義するX.migration (Generic methods for migration of cryptographic algorithms)、ディレクトリの安全な操作プロトコル仕様を改訂するX.510rev (The Directory-Protocol specifications for secure operations)、特権管理基盤を独立した枠組みとして定義するX.pmi (The Directory: Attribute certificate framework)、公開鍵証明書と属性証明書の枠組みを更新するX.509rev (The Directory: Public-key and attribute certificate frameworks)、鍵管理とPKI運用の仕様を改訂するX.508rev (The Directory: Key management and public-key infrastructure establishment and maintenance) が設立された。

●課題15では、X.1711 (Framework of quantum key distribution (QKD) protocols in QKD network)、X.1718 (Security requirements for Quantum Key Distribution Network interworking) がコンセントされた。さらに、新規ワークアイテムとして、QKDNを連結モデルで相互接続する際のセキュリティ要件を定義するX.sec_QKDN_ccm (Security requirements and measures for quantum key distribution network interworking-Concatenated model)、QKDNへゼロトラストを適用した場合の技術的影響を整理するテクニカルレポートXSTR.QKDN-nq-ZTA (Technical implications of applying zero trust architecture into quantum key distribution network)、QKDNとユーザネットワーク統合時のセキュリティ要求を明確化するX.sec-QKDN-un-req (Security requirements and measures for the integration of quantum key distribution network and user network) が設立された。

3.2 WP2: 国際移動通信システム、IoT、ITS/コネクテッド自動運転車のセキュリティ

WP2は、各種サービスに必要とされるセキュリティアーキテクチャとフレームワークを検討する課題2、電気通信

サービス、IoT、デジタルツイン及びメタバースのセキュリティを検討する課題6及び高度道路交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems) とコネクテッド自動運転車 (CAV: Connected Autonomous Vehicle) のセキュリティを検討する課題13から構成されている。

- 課題2では、X.1821 (Guidelines and technical requirements for the analysis of IMT-2020/5G network asset security risk) がデターミネーションされた。また、テクニカルレポートXSTR.sd-cnc (Data security guidelines for coordination of networking and computing)、XSTR.sg-lmcs (Security requirements and guidelines of DLT-based lifecycle management for computing services) の発行が合意された。さらに、新規ワークアイテムとして、コンピューティングパワーネットワーク取引プラットフォームのセキュリティ要求を定義するX.cpn-tp-sec (Security requirements and capabilities of computing power network transaction platform)、コンピューティングパワーネットワークゲートウェイのセキュリティ要求と強化アーキテクチャを定義するX.cpn-gw-sec (Security requirements and security-enhanced architecture of the CPN gateway)、IMT-2020以降におけるネットワークとコンピューティング協調のセキュリティ要求を整理するX.5Gsec-CNC (Security requirements and guidelines for Coordination of networking and computing in IMT-2020 networks and beyond)、通信事業者向けセキュリティテストベッドの機能アーキテクチャを定義するX.fast (Functional Architecture of Security Testbed for Telecommunication Operators) が設立された。
- 課題6では、X.1128 (Security features to assess mobile terminal security) とX.1129 (Security guidelines for mobile terminal integrity protection) がTAP投票を経て合意され、X.1350 (Security requirements for the industrial Internet of things in smart manufacturing) がデターミネーションされた。また、XSTR.trust-metaverse (Technical challenges to achieving trustworthy metaverse) の発行が合意された。さらに、新規ワークアイテムとして、信頼できるデータ利用に基づきメタバースの信頼性を確保するための構成要素の要件を規定するX.tdu-mv (Requirements for components of trusted data use in building a trustworthy metaverse)、太陽光発電システムのセキュリティ脅威を明らかにしセキュリティ要求を定義するX.sr-ppgs (Cybersecurity require-

ments for photovoltaic power generation system)、DLTを用いたeSIM搭載IoT機器の認証におけるセキュリティ考慮事項を示すテクニカルレポートXSTR.sec-Db-a-eSIM (Security considerations for DLT-based authentication of IoT devices with eSIM)、メタバース及びデジタルツインに関するセキュリティ標準化動向・ギャップ分析・方向性を示すテクニカルレポートXSTR.MVDTsecRM (Metaverse and digital twin security standardization roadmap)、IoTセキュリティ標準化の全体像を整理し課題と今後の方向性を示すテクニカルレポートXSTR.IoTsecRM (IoT security standardization roadmap) が設立された。

- 課題13では、新規ワークアイテムとして、会計ベースのチケット팅における脅威・脆弱性を分析しセキュリティ要求と実装指針を示すX.abt-sec (Security guidelines for accounting-based ticketing in intelligent transport systems) と車載ネットワークに対する最新の脅威と検知手法を反映してIDSガイドラインを改訂するX.1375-rev (Guidelines for an intrusion detection system for in-vehicle networks) が設立された。

3.3 WP3: サイバーセキュリティと管理、セキュリティ戦略とコーディネーション

WP3は、SG17の運営に関わるコーディネーション (全体の進捗管理や課題間の調整など) 及びITU-T全体のセキュリティに関わるコーディネーションを主な目的とする課題1と、ISO/IEC JTC1 SC27との連携をベースとして電気通信における情報セキュリティマネジメントとセキュリティサービスについて検討する課題3及びサイバーセキュリティとスパム対策について検討する課題4から構成されている。

- 課題1では、セキュリティコンベンディウム、セキュリティロードマップ及びSG17のWTSA決議への対応状況に関する文書が合意された。さらに、新規ワークアイテムとして、サイバーセキュリティ標準化に向けた戦略とロードマップを示すテクニカルレポートXSTR.CRAMMS (Cyber Security Reference Architectures, Methodologies, Models and Strategies Roadmap)、ユーザーの信頼を高める同意管理のフレームワークを定義するX.te-consent (Framework for Trust Enhancing Consent Management)、ソフトウェアのサイバーレジリエンスを保証するための枠組みを規定するX.crta (Framework for Cyber Resilience Testing and Assurance)、赤十字国際委員会が提唱する「デジタル保護標章」の国際標準化について整理するテクニカルレポートであるXSTR.diem (Technical



Report : Digital International Humanitarian Law Emblems)、OT (Operational Technology) 資産の不適切な露出問題をデジタル・エンブレムで緩和するアプローチに関するテクニカルレポートであるXSTR.diem-assets (Digital emblems as a key solution in resolving the issue of inappropriately exposed OT assets in the cyber space)、端末やサービス間で一貫したペアレンタルコントロールを実現する共有原則を扱うX.PARCEP (Interoperable Parental Control Enforcement Principles for Child Online Protection) が設立された。

- 課題3では、X.1062 (Framework for human capability development in information security) がTAP投票を経て合意され、X.1060-rev (Cyber Defence/Cyber Security Centre framework) がコンセントされた。さらに、新規ワークアイテムとしてAIシステムを安全かつ信頼性高く導入・運用するためのAIセキュリティ管理の包括的フレームワークを提供するテクニカルレポートXSTR.AIsmf (AI Security Management Framework) が設立された。
- 課題4では、X.1238 (Guidelines for countering spam over rich communication service (RCS) messaging) がTAP投票を経て合意された。X.2105 (Security threats to the software supply chain) がデターミネーションされ、X.2014 (Guidelines of using digital twin of network for network security) とX.1560 (Security framework for network storage protection against malware attacks) がコンセントされた。さらに、新規ワークアイテムとして、Security as a service領域におけるセキュリティ要件を定めるX.SecaaS-Req (Security requirements in the domain of security as a service)、生成AIサービスに関するセキュリティインシデント管理の指針を示すX.sim-gai (Guidelines for security incident management of generative artificial intelligence services)、エンドツーエンド暗号化がプライバシー及び中央集権化に与える影響を分析するテクニカルレポートXSTR.e2ecis (Impact of End-to-End Encryption on Privacy and Centralization)、AIを利用したサイバーセキュリティシミュレーションプラットフォームの構築と分析を行うテクニカルレポートXSTR.da-AIcsp (Development and Analysis of an AI-Based Cybersecurity Simulation Platform)、2036・2038・2106年などのタイムスタンプロールオーバー問題に関する国際的な調整要件を整理するテクニカルペーパー XSTP.epoch (Technical Paper on Global Coordi-

nation Requirements for 2038-class rollover events (including but not limited to 2036, 2038, 2106)) が設立された。

3.4 WP4 : AI及びクラウドコンピューティングサービスとアプリケーションのセキュリティ

WP4は、安全なアプリケーションサービスの実現に寄与する技術を検討する課題7、クラウドコンピューティングとビッグデータ基盤のセキュリティを検討する課題8及び分散台帳技術 (DLT : Distributed Ledger Technology) のセキュリティを検討する課題14から構成されている。

- 課題7では、X.1130 (Technical guidelines for fraud detection of malicious applications in mobile devices) とX.1457 (Security threats and requirements for information recommendation service) がTAP投票を経て合意された。X.2210 (Implementation guidelines for digital watermarking) とX.1910 (Technical capabilities of interactive deception risk detection) がデターミネーションされた。また、テクニカルレポートXSTR.AIsec (Artificial intelligence security standardization overview)、XSTR.dpama (A landscape analysis for data protection of avatars in metaverse applications)、XSTR.saAIoT (Security Threat Analysis for Artificial Intelligence of Things on Devices)、XSTR.se-AI (Security Evaluation on Artificial Intelligence Technology in ICT) の発行が合意された。さらに、新規ワークアイテムとして、生成AIの学習・推論段階におけるデータやり取りのセキュリティ要件を定めるX.rg-dis (Requirements for guidelines for data interaction security in training and inference stages of Generative Artificial Intelligence)、AIエージェントに対するセキュリティ評価手法をまとめるテクニカルレポートXSTR.sem-AIA (Security evaluation methods for artificial intelligence agent)、基盤モデルのセキュリティベンチマーク指針を示すテクニカルレポートXSTR.AI-GSB (Guidelines of security benchmark for foundation models)、マルチエージェントシステムによるアプリ脆弱性検知のガイドラインを示すX.gavd-mas (Guidelines for application vulnerability detection based on multi-agent system)、機密コンピューティングを用いたLLMのデータセキュリティ指針を定めるX.LLMCC (Guidelines for Large Language Model data security based on Confidential Computing)、端末上のAIマルチエージェ

ントシステムに関するセキュリティ要件を定めるX.sr-taimas (Security requirements for terminal-based artificial intelligence multi-agent system)、Agentic AI における信頼・リスク・セキュリティのランドスケープを整理するテクニカルレポートXSTR.ltf-AAI (Landscape of Trust Framework for Agentic AI)、AIベース画像生成システムの脅威・要件・保護策を示すX.srg-AIgis (Security requirements and guidelines for artificial intelligence-based image generation system)、具現化AIシステムの特有脅威と要求事項を示すX.sg-eAI (Security requirements and guidelines for embodied artificial intelligence systems)、インテリジェントカスタマーサービスのセキュリティ要求と評価指針を示すX.sreg-ICS (Security Requirements and Evaluation Guidelines for Intelligent Customer Services)、生成AIデータライフサイクル全体のセキュリティ指針を示すX.sg-GenAI (Security Guidelines for Generative Artificial Intelligence Data Life Cycle) が設立された。

- 課題8では、X.1753 (Guidelines for data security using machine learning in big data infrastructure)、X.1649 (Security guidelines for multi-cloud)、X.1631rev (Information security, cybersecurity and privacy protection—Information security controls based on ISO/IEC 27002 for cloud services) がTAP投票を経て合意された。X.1651 (Framework of Security Orchestration, Automation and Response for cloud computing)、X.1607 (Requirements of Attack Surface Management for cloud computing) がデターミネーションされ、X.1416 (Security requirements and framework of collaboration service for multiple blockchain as a service platforms) がコンセントされた。さらに、新規ワークアイテムとして、AIクラウドプラットフォームのセキュリ

ティ要件であるX.sr-aicp (Security Requirements for Artificial Intelligence Cloud Platform)、AI強化型協調クラウドインフラのセキュリティ要件であるX.sr-AIec (Security Requirements for AI-Enhanced Collaboration in Cloud Computing Infrastructure)、ビッグデータインフラ横断データ共有のセキュリティガイドラインであるX.sgds-bdi (Security guidelines for data sharing across big data infrastructures) が設立された。

- 課題14では、X.1418 (Security guidelines for DLT-based digital collection services)、X.1417 (Security requirements for DLT data on permissioned DLT-based distributed power trading systems) がデターミネーションされ、X.1400rev (Terms and definitions for distributed ledger technology) がコンセントされた。さらに、新規ワークアイテムとして、分散型台帳技術に関するセキュリティ標準化のロードマップを整理・更新するテクニカルレポートXSTR.SR4DLTsec (Standardization roadmap for DLT security) が設立された。

4. 今後の会合の予定

今回のSG17会合は、2026年6月2日(火)～11日(木)にスイス(ジュネーブ)で開催される。これまでの間に、ISO/IECと共同で開発される勧告案の承認のため、2月6日(金)と4月9日(木)にe-meeting形式のSG17プレナリ会合を開催する。また、SG17活動の近代化の一環として、各課題の中間会合とデジタルIDに関するワークショップ及びWPプレナリ会合を合同で実施する独自の取組みとなるContent Week会合が2026年3月30日(月)～4月2日(木)にスイス(ジュネーブ)で開催される。

次回までに開催されるプレナリ会合と中間会合等の予定を、表1と表2にそれぞれ示す。

■表1. 今後のプレナリ会合の予定

会合名	開催期間	開催地	会合内容
SG17プレナリ会合	2026年2月6日	e-meeting	X.1058revのデターミネーション
第1回 SG17 Content Week	2026年3月30日～4月2日	ジュネーブ	各課題の中間会合(詳細は表2を参照) WP1プレナリ会合 WP2プレナリ会合 WP3プレナリ会合 WP4プレナリ会合 デジタルIDワークショップ
SG17プレナリ会合	2026年4月9日	e-meeting	X.1901のデターミネーション



■表2. 今後の中間会合の予定

会合名	開催期間	開催地	会合内容
課題1中間会合	2026年3月4日	e-meeting	トラスト関連及び課題1のワークアイテムの審議
課題1中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	トラスト関連の審議
課題2中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	XSTR.FMSC-IMT2030, X.ztmc, XSTR.sa-ran, XSTR.sec-int-cpc and XSTR.srsecの審議 新規WI候補検討
課題3中間会合	2026年2月2日	e-meeting	X.1058rev TAP審議結果の共有
課題3中間会合	2026年2月4日	e-meeting	X.cdc-csirtの審議
課題4中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	課題4のワークアイテムの審議
課題6中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	JCG-IoTSec関連の審議
課題7中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	AIセキュリティを含むアプリケーションセキュリティに関する 勧告案の審議
課題7中間会合	2026年5月	e-meeting	AIセキュリティ戦略に関する審議
課題8中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	課題8のワークアイテムの審議 新規ワークアイテム候補の審議
課題10中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	X.srm-sscを含む課題10のワークアイテムの審議
課題10中間会合	2026年5月	e-meeting	課題10のワークアイテムの審議
課題11中間会合 (Joint RGM)	2026年4月13日～17日	ソウル (大韓民国)	ISO/IEC JTC1/SC6/WG10との合同会議
課題13中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	X.idse, X.af-sec, X.evpnc-sec, X.fod-secの審議 課題13のワークアイテムの審議 新規ワークアイテムに関する審議
課題13中間会合	2026年7月8日～9日	ソウル+e-meeting	課題13のワークアイテムの審議 新規ワークアイテムに関する審議
課題14中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	課題14のワークアイテムの審議 新規ワークアイテム候補の審議
課題15中間会合	2026年3月30日～4月1日	ジュネーブ+e-meeting	TR.kdc_qkdn, TR.QKDN-SPの審議 新規ワークアイテムに関する審議
課題15中間会合	2026年4月27日～30日	日本	TR.kdc_qkdn, TR.QKDN-SPの審議 課題15のワークアイテムの審議
SG17会合	2026年6月2日～11日	ジュネーブ	

5. おわりに

今回のSG17会合には、408名の参加者が集まり、221件の寄書の入力を記録し、いずれも過去最高を更新した。参加者については、招待された専門家が前回の9名から37名へと大幅に増加した。また、新規セクターメンバーとして、ThalesやAmazonなどの4組織が加わり、セキュリティの標準化を推進する団体としての今後の価値向上が期待される。新規ワークアイテムについては、提案65件のうち85%にあたる55件が承認された。これらは、Agentic AIや生成AI、デジタルIDやトラスト、クラウドなど、セキュリティ

標準化が重要な技術に関するものが多く含まれる。こうしたポジティブな状況を更に加速させるために、CG-RES-MODERNでは、標準化活動の効率化や成果物の品質向上、関連標準化団体や産業界との連携強化、活動の可視化を柱とし、「近代化」を掲げた将来のSG17の在り方を検討・決定していく。日本としては、共同コンビナーの役割を最大限に活用・発揮し、世界における日本の存在感と影響力を維持・向上させるとともに、セキュリティ技術の標準化を通じて、安全・安心な情報社会の実現に貢献していく。

第25回 APT政策・規制フォーラム（PRF-25）の結果について

総務省 国際戦略局 国際戦略課 国際機関室 さこう ありさ
酒匂 有紗

1. はじめに

2025年9月30日から10月2日まで、第25回 APT（アジア・太平洋電気通信共同体）政策・規制フォーラム（PRF-25）が、タイ（バンコク）及びオンラインのハイブリッド形式で開催された。

本フォーラムは、APT戦略計画（2024年-2026年）及び2025年5月のAPT大臣級会合で採択された「東京宣言」に掲げられた6つの柱（デジタル接続性、デジタルイノベーション、信頼性と安全性、デジタル包摂と能力開発、持続可能性、パートナーシップと連携）を軸に、多様なセッションを通じて地域のデジタル政策課題を多角的に議論した。

議事運営上は、PRF議長不在に伴い、マレーシアのEneng Faridah binti Iskandar Sastrawidjaja氏（PRF副議長）が議長代行を務めた。

今回のフォーラムには、APT加盟の20か国・地域（日本、アフガニスタン、バングラデシュ、ブータン、ブルネイ、中国、フィジー、インド、イラン、韓国、ラオス、マレーシア、ミクロネシア、モンゴル、ミャンマー、パキスタン、PNG、スリランカ、タイ、マカオ^{*}）のほか、賛助加盟員等（26社・団体）から121名が参加した。日本からは、桐山国際戦略局次長、堀川国際交渉官ほか参加した。（※は、準加盟国）

2. 主な結果概要

PRF-25では多様なテーマが取り上げられたが、その中でもデジタルインフラ、ユニバーサル接続、周波数政策、サイバーセキュリティといった本地域に共通する重点領域に関する議論に焦点を当て、要点を取りまとめる。

2.1 ハイレベル対話（セッション2）

「持続可能で包摂かつ公平なデジタル社会の実現に向けた新興技術の活用」をテーマに、6か国の代表が、国家戦略や規制制度、新技術導入の進捗などについて発表した。総務省からは国際戦略局の桐山次長が登壇し、AI時代を支えるデジタルインフラの方向性を紹介した。具体的には、データセンター、海底ケーブル、オール光ネットワーク（APN）、Beyond 5G、量子暗号通信、非地上系ネットワーク（NTN）など、複数のデジタル技術を含む総合的なイン

フラ整備計画を示し、2030年に向けて信頼性と省エネ性を両立するネットワークの重要性を述べたほか、地域協力の推進にも言及した。

各国からの発表では、まずスリランカのウィーラトネ副大臣が、国家成長戦略「DIGIECON 2030」やAIロードマップ、サイバーセキュリティ制度など、東京宣言の6つの柱との整合性を意識した制度整備の進展を紹介した。特に、公共サービスの電子化やデジタルID導入など、社会包摂に向けた取組みが強調された。

フィジーからはアリ次官が、300以上の島しょを抱える国情における接続性向上の取組みを説明した。Google Bulikula及びTabua海底ケーブルを活用した国際接続の強化に加え、Starlinkの導入により、離島における衛星通信の実用化を進めていることが報告された。また、国家デジタル戦略2025-2030を通じ、デジタルIDや電子政府サービスの高度化、女性・若者・MSME支援を進めていく方針が示された。

パキスタンのカーン次官は、Digital Pakistan Nation Act 2025及びConnect Pakistan 2030 Planを基盤とした国内デジタル化の進展を説明した。特に、ブロードバンド利用者の増加やモバイルインターネット普及率の向上、アフリカ方面の海底ケーブル（Africa-1/Africa-2）接続によって地域のハブとして機能していることを紹介した。また、IT輸出の拡大、女性のデジタル参加促進、AI政策の策定など、産業育成と包摂の両立を目指す政策が説明された。

モンゴルからはシャグダルドルジ局長が、Digital Mongolia Programに基づく国家的なデジタルトランスフォーメーション（DX）の取組みを紹介した。国内の光ファイバー整備、eガバメントの高度化、スマートIDと統合データベースの構築などを進めており、行政・教育・保健など主要分野のデジタル化を強化していると説明した。都市部と地方部の格差解消のためのデジタルスキル育成の必要性にも言及した。

中国からは工業情報化部のガン副センター長が、産業デジタル化やインテリジェント・インフラ整備を支える政策、グリーンICTの推進について紹介した。また、APTを通じた国際協力の重要性を強調し、技術交流、人材育成、デジタル経済の発展を支援する姿勢を示した。



全体として、各国が置かれた状況には差異があるものの、新興技術（AI、衛星通信、量子通信など）を社会包摂、行政効率化、産業振興に結びつける政策方針には共通性が見られた。議論を通じ、地域におけるデジタル協力の重要性と、各国の固有事情に応じた制度設計の必要性が改めて確認された。



■ 図1. ハイレベル対話に登壇する桐山国際戦略局次長

2.2 規制当局の代表によるラウンドテーブル（セッション3）

本セッションでは、「ユニバーサルで強靱かつシームレスな接続を可能にする政策」をテーマに、各国の規制当局の代表が、ユニバーサルな接続の確保に向けた実務上の課題と制度的アプローチを共有した。議論では、インフラ整備に伴う物理的制約、事業者の投資回収性、規制制度に求められる柔軟性に加え、地域社会が持つ能力や状況など複数の要因が相互に影響し合う複雑な構造や課題が浮き彫りとなった。

その結果、ユニバーサルサービスの実現は、単に技術を導入すれば済むものではなく、地域のステークホルダーと協働しながら地域の実情に応じた制度設計を行う必要があることが強調された。

ブータンは、険しい山岳地形により光ファイバー敷設が極めて困難である現状を説明し、政府サービスのオンライン化（G2C）に必要な安定接続を確保するため、Fixed Wireless Access（FWA）を補完的手段として活用していると述べた。併せて、5GやFWA展開を促進するためには政府からの支援が不可欠である一方、固定系接続の普及が移動体収益に影響を及ぼす懸念もあり、ユニバーサルサービス義務と事業者の持続性を両立させる制度設計が課題であるとした。

インドは、世界最大規模のブロードバンド事業である BharatNetの進捗を紹介した。65万の村落を対象とするプロジェクトでは、Phase IIIにおいてリング型トポロジーの導入や衛星バックホールを活用することで、山間部や遠隔地における接続性向上を図っている。また、許認可手続をオンライン化したシステム（Right-of-way）の活用により、処理期間が大幅に短縮されたことを報告し、行政手続の透明性向上がネットワーク整備の加速化に寄与していると説明した。さらに電波塔の設置やサークル内ローミング、インフラ共有、遠隔島しょ部への海底ケーブル敷設等、幅広い取組みを紹介した。

フィジーは、300を超える島々からなる同国の特殊性により、接続性の確保が生活基盤そのものと直結していると強調した。Starlinkの導入や、Universal Service Schemeに基づく衛星通信の活用、126コミュニティへの「Managed Wi-Fi」導入など、未接続地域に段階的に接続を広げる取組みを紹介した。また、Wi-Fiトークンを用いた利用状況の可視化、USFを活用した定期メンテナンスの制度化、地域住民を訓練して一次対応を担わせる「スマートハンズ」モデルなど、離島環境に適した持続可能な運用モデルが提示された。インフラ共用の徹底も重要な方針として示された。

タイは、全国的な接続性向上に向けて、光ファイバー・移動体通信・衛星通信の多様な技術を組み合わせたブロードバンド整備を進めていることを報告した。4G/5G向けに3000MHz以上の周波数を確保し、中帯域の追加オークションも行うなど、周波数政策の拡充を進めている。また、サブディストリクト単位で人口カバー率90%以上を事業者に義務付ける制度を導入し、地方部におけるAIoT活用も視野に入れた基盤整備を進めているとした。Universal Service Obligation（USO）プロジェクトでは、1,800を超える村落・学校・病院にWi-Fiやインターネットセンターを整備し、低所得層向け料金プランやリテラシー向上策も併せて実施していると説明した。

全体として、地理的条件や財政基盤、通信制度といった国ごとの前提条件は大きく異なるものの、光ファイバー・移動体通信・衛星通信の導入にあたっての最適化、USFの効果的運用、迅速で柔軟な許認可制度、インフラ共用の促進、地域人材の育成など、ユニバーサル接続に向けた政策の方向性には多くの共通項が見られた。

2.3 ビジネス・ダイアログ（セッション4）

本セッションでは、AI、ネットワークインフラ、周波数利

用、サイバーセキュリティなど、ICT産業の主要分野から専門家が参加し、技術トレンドと政策の接点について議論が行われた。産業界の視点を通じて、新興技術が社会や市場に与える影響、政府による制度設計の役割、国際的な標準や規制協調の必要性など、政策立案に資する具体的な論点が提示された。

APNICのAnsari氏は、新技術が急速に発展する中、従来型の規制枠組では柔軟性が不足しており、規制サンドボックスなど予見可能なガバナンスの必要性を指摘した。新技術の社会実装には、官民の共創を促す場が不可欠であると述べた。

CiscoのGoh氏は、AI普及の鍵は「Compute、Network、Power」の3要素を一体的に整備することであり、AIデータセンターの電力需要を踏まえたエネルギー戦略が必要であると述べた。さらに、量子時代を見据えたネットワークのセキュリティ確保にも触れ、インフラ投資の予見可能性を高める政策が求められるとした。

ICANNのGupta氏は、インターネットのグローバルガバナンスにおいては、政府のみならず産業界、市民社会、技術コミュニティなど多様な主体が参加する「マルチステークホルダーモデル」が不可欠であると強調した。ドメインネーム管理や標準策定といった基盤部分の透明性・信頼性を確保する仕組みが紹介された。

ShureのMascot氏は、放送・イベントなどで利用される無線マイク（PMSE）が社会的・産業的に重要な役割を果たしていることを説明し、周波数共用の柔軟性が不可欠であると述べた。

MetaのShah氏は、AIの普及に伴うデータ需要の増大により、海底ケーブルの信頼性と国際的な規制協調が一層重要になると指摘した。障害発生時のリスク管理や、複数国にまたがるケーブル敷設・運用のルール作りについて議論が行われた。

Protect Medical DataのLee氏は、デジタルトランスフォーメーションは目的ではなく手段であり、AI・量子技術・5G/6Gなど、多様な技術を目的に応じて適切に組み合わせしていくアプローチが必要であると述べた。

本ダイアログを通じ、先端的デジタル技術を社会実装に結びつけるためには、産業界の知見に基づく課題整理と、政策側の制度設計が相互に連携して進める必要性が確認された。

2.4 コミュニティ中心型接続（セッション5）

本セッションでは、ISOCの協力の下、コミュニティ主体による持続可能な接続モデル（CCCI: Community-Centered Connectivity Initiatives）が紹介された。特に、地域のニーズに基づく設計、運用における地域参加、財務持続性など、コミュニティネットワークの成立条件が多角的に議論された。

アジア各地の成功事例では、需要・供給・収支に基づく経済モデリング、情報拠点（NADI）を核としたデジタルリテラシー・起業支援・行政サービスの組合せ、地域住民を育成して一次対応を担わせる「スマートハンズ」などの運用方式が共有された。また、経済マイクロハブの導入など、接続性を地域産業の活性化につなげる実践的アプローチも提示された。

2.5 ラストマイルの制度設計（セッション6）

本セッションでは、「Financing（資金調達）」「Licensing（免許制度）」「Spectrum（周波数政策）」という3つの観点から、デジタル・デバイド解消に向けた政策の具体化が議論された。ISOCが示した政策パッケージに基づき、実務上の障壁や制度改善の余地について整理された。

資金調達の面では、ユニバーサルサービス基金（USF）の活用が十分でないことや、小規模・地方事業者が民間金融にアクセスしづらい現状が課題として挙げられた。対策として、USFの用途区分の明確化、申請手続の簡素化、公的資金と民間資金を組み合わせることで、投資リスクを軽減するブレンデッド・ファイナンスの導入などが提案された。

また、従来の免許制度では、中小規模の通信事業者の参入を阻む場合があるとして、地域のインターネットサービスプロバイダ向けの軽量ライセンスや、非営利事業者に配慮した制度設計が重要である点が指摘された。

周波数政策の面では、価格競争による周波数割当てや買い占めによる未使用帯域の発生により、農村部・離島などで帯域が有効利用されていない状況が課題として示された。そのため、免許不要帯域（Wi-Fi 2.4GHz、5GHz、6GHz）の拡大、ダイナミック共用、二次利用等の導入が議論された。

2.6 サイバーセキュリティ（セッション8）

本セッションでは、重要情報インフラ（CII）の保護を中核に、国家CERTの運用体制、サイバーセキュリティ関連法制の整備、さらにはAIを活用した脅威分析基盤の構築など、技術・制度・運用の各側面にわたる最新動向が包括



的に報告された。とりわけ、タイにおけるThaiCERTの運用枠組み、2019年サイバーセキュリティ法の施行及び2022～2027年サイバーセキュリティ行動計画は、制度的レジリエンスを支える具体例として提示された。

また、ITU-T X.1280（パスワードレス認証）及びX.1220（データ保護）に関する実装事例が共有され、国際標準に準拠したアカウント保護及びデータセキュリティ確保の重要性が改めて確認された。これらの議論を通じて、急速に高度化・複雑化する脅威環境に対応するためには、単なる技術的対策にとどまらず、制度設計、人材育成、運用体制を統合的に組み合わせた包括的レジリエンス戦略が不可欠であるとの認識が共有された。

3. おわりに

本フォーラムを通じて、アジア太平洋地域が直面するデジタル政策課題は、技術的論点にとどまらず、制度設計、規制枠組み、財源確保、さらには地域の能力強化など、総合的な視点を必要とするものであることが再確認された。次回開催地であるブータンにおいて、今回議論されたアプローチがどのように発展し、各国の政策成果として具体化されていくかが注目される。アジア太平洋地域は、技術革新と多様性を生かし、包摂的で安全なデジタル社会の実現に向けて着実に歩みを進めている。本フォーラムで示された知見と方向性は、その実現に向けた重要な指針となるだろう。



■ 図2. PRF-25 対面参加者による記念撮影

シリーズ! 活躍する2025年度日本ITU協会賞奨励賞受賞者 その7

やまもと
山本かんた
幹太1FINITY株式会社 (旧・富士通株式会社) モバイルシステム事業本部
技術企画統括部
yamamoto.kanta@jp.fujitsu.com
https://1finity.co.jp/

ITUで定義されたIMT-2020 (5G) の普及促進のため無線基地局のオープン化を推進するO-RAN allianceにおいて、基地局間で設定されたポリシーの衝突を解決する検討アイテムのレポートを務め、当該技術報告書の発行に尽力し、装置間のマルチベンダ化実現に貢献した。

無線基地局におけるポリシー間衝突解決に関する標準化活動

この度は、日本ITU協会賞奨励賞という名誉な賞をいただき、誠にありがとうございます。日本ITU協会の皆様並びにO-RAN WG2におけるポリシー間衝突の課題解決に向けた活動に参画いただいた方々に厚く御礼申し上げます。

O-RANアーキテクチャでは、上位マネジメントシステムであるSMO/Non-RT RICからNear-RT RICに対して、A1 PolicyというRAN制御ポリシーを伝達する仕組みがあり、QoS制御やスライス制御、Load Balance制御、O-RU省電力制御などをRANに対して指示することができます。一方で、異なるA1 Policy制御が複数同時に実装される場合、各々の制御が矛盾もしくは相反するために、制御が意図する効果を得られない状態（ポリシー間衝突）が起こりうる事が知られていましたが、対処方針などの議論はまだ行われていませんでした。このことは、上位レイヤで矛盾が解決されないと、RANの構成要素であるO-CU、O-DU、O-RUにて矛盾への複雑な対処が必要になることを意味し、無線基地局開発の複雑化、オープン化の困難性を高めるリスクが想定されました。そのため、上位レイヤでのポリシー間衝突の解決が重要であると認識し、WG2でのWork Item (WI) のレポートとして、技術課題解決の検討を推進することとしました。

検討開始当初は、別のWGでA1 Policyとは別の制御間衝

突の議論が行われていましたが、抽象的な議論の域を越えず実効性の乏しい状況が伺えました。そこで、本WIではポリシー間衝突が具体的にどのタイプのエンティティ (UE、Slice、Cell) で発生するかに着目し、A1 Policyの様々な組合せにて衝突例を具体的に示すことを心掛けました。本技術レポートでは、ポリシー間の適用領域における重複領域の検出、重複領域における衝突・矛盾シナリオ有無の判定、衝突回避のための調停などの方式を示し、上位システムにおけるService Based Architectureでのポリシー間衝突の検出サービス及び衝突回避のための調停サービスの実装方式を示すことができました。

また、本WIの議論をとおして、WG2のメンバーから多くの献身的なフィードバックをもらい、標準技術仕様としてのあるべき内容、議論への向き合い方、標準化活動メンバーの矜持など、多くのことを学ばせていただきました。これも最初の一步を臆せずに積極的に踏み出したことで得られた経験だったと実感しています。

2026年からは本技術レポートの内容をベースに、WG2標準仕様書へ反映させる活動を計画しています。今後も引き続き、これまでの経験を生かし、無線基地局のオープン化推進に貢献していきたいと思っております。



よしおか しょうへい
吉岡 翔平

株式会社NTTドコモ 6Gテック部 無線標準化担当 主査
syouhei.yoshioka.py@nttdocomo.com
<https://www.docomo.ne.jp/>



3GPP標準化において、5G NRの物理制御チャンネル、V2X／端末間通信、NTN（非地上系ネットワーク）向け通信などの標準仕様策定のための技術議論を主導し、ITUで定義されたIMT-2020（5G）の産業創出・ソリューション協創を実現する標準仕様策定に貢献。

5Gの産業創出・ソリューション協創に向けた3GPP標準仕様策定

日本ITU協会賞奨励賞という名誉ある賞を賜り、大変光栄に存じます。日本ITU協会の皆様及び本受賞に至るまでの標準化活動において、ご議論やご助力などいただきましたすべての関係者の皆様に、心より厚く御礼申し上げます。

私は5G標準化の初期仕様策定に向けた議論が佳境を迎えていた2017年より、3GPPの会合に参加してまいりました。5Gの基本機能である物理制御チャンネルの標準仕様策定に従事した後、産業創出・ソリューション協創に向けて注目を集めているV2X／端末間通信やNTN（非地上系ネットワーク）向け通信などの標準仕様策定に注力してまいりました。

産業創出・ソリューション協創向けの通信は、無線通信を通じて社会を豊かにすることを目指す5Gにおける重要領域です。その中の1つであるV2X通信は、自動車が外部と通信を行うことで安全運転支援や自動運転などの高度な仕組みを実現するものであり、私は特に端末間直接通信の技術仕様策定に携わりました。自動車の通信は人命に関わり得るため「高信頼性の実現」を注力事項に位置付けて議論に臨みましたが、端末動作の簡易化など他の観点を優先する各社との調整は容易ではなく、標準化における合意形成の難しさを痛感いたしました。それでも信念を持って提案を継続し、相手の懸念に寄り添った粘り強い対話を

通じて他社の合意を形成し、高信頼性を実現する機能を多数、標準仕様に反映させることができました。

また、スマートフォン等が人工衛星を介して通信を行うNTNは、従来のモバイルネットワークが届かない地域へ新たな価値を提供する挑戦的な取り組みです。このNTNにおいて、私は上りリンク通信の接続性担保に関する取りまとめ役（特定の技術項目についての議論グループにおける議長的役割）を担当いたしました。全会一致を原則とする中で、各社の多様な意見を集約して合意案を作成し、議論を主導する役割は非常に困難なものでしたが、異なる文化や思惑を持つ多数の企業の中で公正な進行役として信頼を得る過程は、何物にも代えがたい貴重な経験となりました。各社の技術的な背景や意図を深く洞察し、合理的な根拠に基づく主張か否かを慎重に見極め、時には毅然とした対応を取ることで、NTN向け通信の標準仕様の品質向上に寄与できたと自負しております。

約10年に及ぶ5Gの標準化議論を経て、いよいよ6Gの標準化議論が本格化いたします。今後のモバイル業界全体の発展のため、また、皆様に夢のあるサービスをお届けするために、全力で6Gの技術検討と標準化活動に取り組んでまいります。

日本ITU協会 研究会開催一覧 (2025年10月~12月)

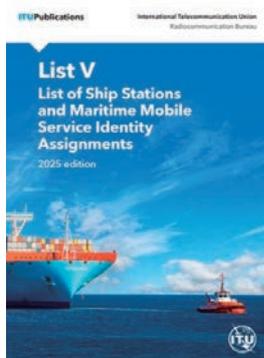
ITU-R研究会	テーマ	概要	講師
第427回 2025年10月30日	国際民間航空条約付 属書と無線通信規則	国土交通省航空局勤務を経て、JPO試験に合格、2010年より国際民間航空機関 (ICAO) に日本国外務省より派遣されました。2011年からは正規職員として採用され、現在は、ICAO本部にて航空技術局CNS技術オフィサー (周波数管理担当) として勤務しています。本講演では、これまでの経歴、国際航空民間航空機関での業務内容をお話しさせていただくとともに、ITU関連の会議で航空関連の話題が出た時によく耳にする国際民間航空機関 (ICAO) とは何なのか、SARPsとは一体何なのかをITUと無線通信規則との関連付けでお話しさせていただきます。また、国際民間航空条約付属書のSARPs改正及びそれに付随する手続き、WRC-27に向けての航空側の立場についてもお話しさせていただきます。	CNS Technical Officer, Communications, Navigation, Surveillance and Frequency Spectrum Management (CNSS) Section 国際民間航空機関 (ICAO) 宇都宮 美恵氏
第428回 2025年11月20日	地上系と非地上系 ネットワークにおける 統合制御技術の現状 と挑戦	近年、低軌道衛星を中心とした衛星コンステレーションの発展により、非地上系ネットワーク (NTN: Non-Terrestrial Network) が急速に拡大しています。これに伴い、地上系ネットワーク (TN) との統合や、複数事業者・複数システム間の連携を円滑に行うための制御技術の重要性が高まっています。 本発表では、日本における取組みとして、複数の光通信コンステレーション事業者間の連携技術や地上系・非地上系を統合したネットワーク制御技術についての実証プロジェクト及び関連標準化活動について報告いたします。	国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT) ネットワーク研究所 ネットワークアーキテクチャ 研究室 研究マネージャー ベド カフレ氏 国立研究開発法人 情報通信研究機構 (NICT) ネットワーク研究所 ワイヤレスネットワーク研究 センター 宇宙通信システム研究室 主任研究技術員 関口 真理子氏
第429回 2025年12月18日	ソフトバンクにおける HAPSの大容量化に 向けた研究開発の 取組み	高度約20kmの成層圏から広域エリアをカバーする成層圏プラットフォーム (HAPS: High Altitude Platform Station) は、大規模災害時の通信確保や、上空を飛行するドローンなどへの三次元エリアカバーなど、様々なユースケースでの活用が期待されています。 ITU-RではHAPS向け電波伝搬モデルの国際標準化が進められており、また、WRC-23においてもHAPSをIMT基地局として運用するための周波数追加が行われるなど、実用化に向けた取組みが着実に進んでいます。 本講演では、HAPSの大容量化や地上システムとの周波数共用の実現に向けたソフトバンクにおける研究開発の取組みについて紹介します。	ソフトバンク株式会社 基盤技術研究室 無線技術研究開発部 部長 星野 兼次氏

ITU-T研究会	テーマ	概要	講師
第577回 2025年12月2日	映像系サービスに関 する標準化審議動向 について —ITU-T SG12活動 動向より	ITU-T SG12では、音声や映像配信を中心としたマルチメディアサービスに関するPerformance、QoS、QoEに関する課題に取り組んでいます。 固定網や4G、5Gなどのモバイル網の高速・低遅延化により、映像を用いたサービスのトラフィックが急増していることに伴い、映像系サービスを中心とした主観・客観品質評価法や測定方法を中心に検討を進めています。 本講演では、SG12の役割、最新動向を紹介するとともに、活発に議論が行われている課題等について紹介します。	NTT株式会社 ネットワークサービスシステム 研究所 主幹研究員 [ITU-T SG12副議長] 山岸 和久氏



情報通信研究会	テーマ	概要	講師
第135回 2025年11月5日	映像符号化の標準化 動向	より品質の高い映像サービスの実現のためには、高効率な映像符号化技術の導入が不可欠である。本講演では、BS4K8K放送で用いられるHEVC（2013年標準化）や、最新の映像符号化方式VVC（2020年標準化）を中心に、映像符号化方式の技術的進展を概観する。 さらに、次世代映像メディアにおける柔軟なサービス提供を可能にするVVCのマルチレイヤ符号化技術を紹介するとともに、2026年より開始が見込まれるポストVVC方式の標準化動向についても展望する。	日本放送協会 放送技術研究所 テレビ方式研究部 副部長 岩村 俊輔氏
第136回 2025年11月27日	AIガバナンスの確立に 向けた総務省の 取組み —AI事業者ガイドライ ンを中心にご紹介—	生成AIを含むAIは、様々な領域で活用できる可能性を秘めているとともに、リスクも指摘されており、様々な議論がされています。その中で政府においては「AIの安全安心な活用が促進されるよう、我が国におけるAIガバナンスの統一的な指針を示すもの」として、総務省と経済産業省により「AI事業者ガイドライン」を2024年4月に策定・公表し、社会の情勢に合わせて随時更新を行っています。 本講演では「AI事業者ガイドライン」を中心に総務省におけるAIガバナンスに関する取組みについて説明します。	総務省 国際戦略局 国際戦略課 AI政策推進室 課長補佐 藤本 篤志氏
第137回 2025年12月16日	感情センシング・感情 AIの社会実装/最新 事例	感情AIや感情センシング技術の社会実装が加速する中、日本国内でもエンターテインメント・マーケティング・HR・ロボティクス・CRM・教育・介護・接客など多分野での導入が進んでいます。営業現場の可視化、顧客体験の最適化、従業員エンゲージメントの可視化、ヒューマノイドロボティクスにおける共感的応答、学習者の理解度解析・・・等々、活用領域は急速に拡大しています。感情センシング/感情AIエンジンの各ドメインにおけるユースケース、導入事例、導入効果、活用可能性、併せて直面している課題についてご紹介いたします。	株式会社エモーショナル・ テクノロジーズ CTO 山本 洋平氏

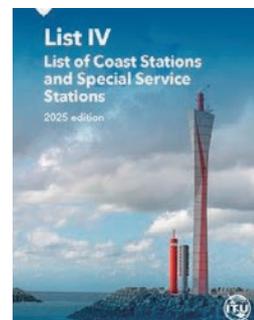
国際航海を行う船舶局に必須の書類 好評発売中！



船舶局局名録
2025年版



海上移動業務及び
海上移動衛星業務で使用する便覧
2024年版



-New!-
海岸局局名録
2025年版

お問い合わせ: hanbaitosho@ituaj.jp



ITUAJより

編集後記

生成AIが登場し技術が進化するにつれ、人間のような返事をしたり仕事をしたりできるようになってきました。言葉のやり取りがあまりに自然で利用者に合わせて成長するためか、恋愛感情をも芽生えさせ、AIと結婚するという人のニュースまで聞こえてきました。

感情の動きや脳内のメカニズム、そして痛みといった繊細な感覚は、これまで機械が扱うのが難しかった領域のように思われますが、科学的に解明し、人間社会に役立てようとする取組みも始まっています。

本号では、CEATEC AWARD 2025の受賞技術とともに、感情に関する科学的なアプローチ、透明性を重視した生成AI開発の取組みについても紹介しています。

どうぞご精読ください。

ITUジャーナル読者アンケート

アンケートはこちら https://www.ituaj.jp/?page_id=793

編集委員

- 委員長 亀山 渉 早稲田大学
- 委員 鈴木 勝裕 総務省 国際戦略局
- 西野 寿律 総務省 国際戦略局
 - 青野 海豊 総務省 総合通信基盤局
 - 山崎 浩史 国立研究開発法人情報通信研究機構
 - 井上 朋子 NTT株式会社
 - 中山 智美 KDDI株式会社
 - 大山 真澄 ソフトバンク株式会社
 - 薮 拓也 日本放送協会
 - 酒見 美一 通信電線練材協会
 - 長谷川一知 富士通株式会社
 - 森 正仁 ソニーグループ株式会社
 - 神保 光子 日本電気株式会社
 - 中平 佳裕 沖電気工業株式会社
 - 阿藤 友紀 一般社団法人情報通信技術委員会
 - 三木 啓嗣 一般社団法人電波産業会
 - 山崎 信 一般社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター
- 顧問 相田 仁 東京大学
- 新 博行 株式会社NTTドコモ
 - 田中 良明 早稲田大学

編集人より

変化の季節に思うこと



一般財団法人日本ITU協会

かとう けいこ
加藤 慶子

春の気配が近づき、街に少しずつ明るい色が戻ってきました。今月の巻末を担当するにあたり、ITUジャーナルの制作に携わってから一年が経つのだと思うと、季節の巡りの早さに改めて驚かされます。昨年の春は何もかも手探りででしたが、この一年でようやく流れがつかめてきたように感じています。

私が就職した頃は、既にパソコンが業務に入っていたものの、全部署で完全にデジタル化していたわけではありませんでした。インターネットも整備される前で、調べ物は辞書や社会・トレンド用語の解説書が心強い相棒でした。打ち合わせは直接会う、または、電話とFAXも頼りにするというアナログな時代で、少しずつ変わっていきました。

そんな中でも印象に残っているのが、担当作家さんと連絡が取れなくなったときのことです。固定電話しかない時代でした。締め切りが迫る中、何回電話しても不通メッセージが流れ、胸の中がざわざわしていました。最終的に「料金が未払いなのでは？」と推測し、意を決して短い手紙を書いて速達で投函しました。「お電話が通じません。お手数ですがご確認ください」という内容だけの、今思うと時代を感じさせるエピソードです。その後、無事に連絡がつかしましたが、当時はなかなかスリリングな体験でした。

いまでは通信技術の発達により、こうした心配はほとんどありません。メールやオンラインツールで瞬時に連絡が取れ、調べ物もネット検索でスムーズに進みます。原稿の受け渡しもメールやクラウドで完結し、様々な作業もパソコン上で自由度が大きく広がりました。

近年はAIをはじめ、技術全体が大きく進化しています。情報の探し方や調べ物の速度、コミュニケーション手段の多様化など、周辺環境は確実に便利になりました。技術の進歩が、仕事を取り巻く風景を変えていることを感じます。

春は新しい変化を前向きに受け止めやすい季節です。これからも技術とともに進化していく世界を楽しみながら、皆様と一緒に歩んでいけたらうれしく思います。

ITUジャーナル

Vol.56 No.3 2026年3月1日発行/毎月1回1日発行

発行人 吉田 博史

一般財団法人日本ITU協会

〒160-0022 東京都新宿区新宿1-17-11

BN御苑ビル5階

TEL.03-5357-7610(代) FAX.03-3356-8170

編集人 宮下英一、石田直子、加藤慶子

編集協力 岩城印刷株式会社

©著作権所有 一般財団法人日本ITU協会



The ITU Association of JAPAN

一般財団法人 日本ITU協会