

ITU ジャーナル 1

Journal of the ITU Association of Japan
January 2026 Vol.56 No.1

特集

人と対話する進化系アバター・ロボット

ATRオープンハウス2025に見る

アバター/ロボットと通信技術が拓く、人がさらに活躍できる未来社会

大阪・関西万博におけるサイバネティック・アバター長期実証実験

人との対話を拡張するアンドロイドアバター共生社会

抱擁型生命感サイバネティックアバター (CA) の研究開発

国際連携で構築するアバター共生社会

実世界でのアバター利用における生体影響調査

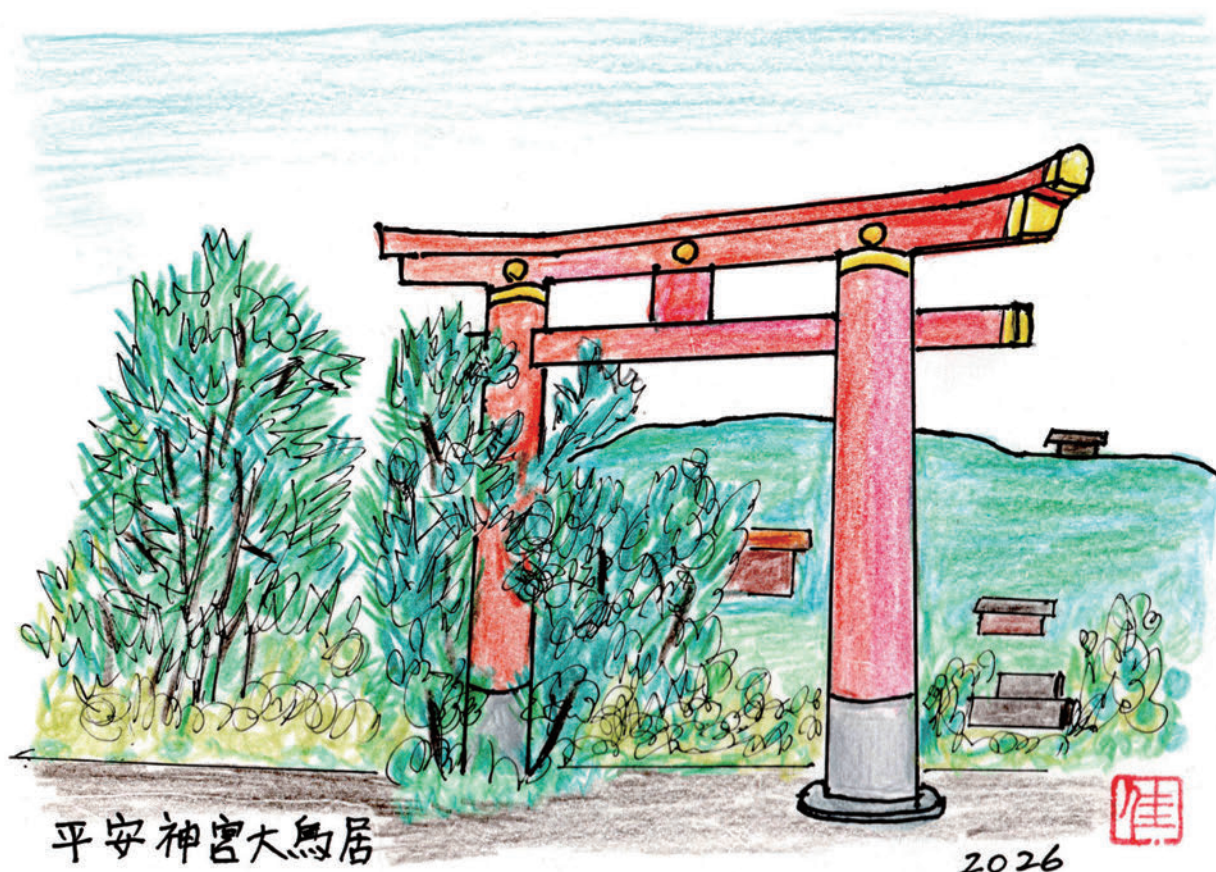
理化学研究所ガーディアンロボットプロジェクトの紹介

会合報告

ITU-T: SG12 (性能、サービス品質 (Qos) 及びユーザー体感品質 (QoE))

SG20 (IoT、デジタルツイン並びにスマートシティ及びコミュニティ)

APT: WTDC準備会合



年頭挨拶

総務大臣 年頭所感 総務大臣 林 芳正	3
------------------------	---

ITU事務総局長 新年メッセージ 国際電気通信連合(ITU) 事務総局長 ドリーン・ボグダン・マーティン	4
---	---

新年を迎えて 一般財団法人日本ITU協会 理事長 吉田 博史	5
-----------------------------------	---

2026年を迎えて 早稲田大学 基幹理工学部情報通信学科 教授／一般財団法人日本ITU協会 出版・編集委員会 委員長 亀山 渉	6
--	---

特集

人と対話する進化系アバター・ロボット —ATRオープンハウス2025より—

ATRオープンハウス2025に見る アバター／ロボットと通信技術が拓く、人がさらに活躍できる未来社会 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 宮下 敬宏	7
--	---

大阪・関西万博におけるサイバネティック・アバター長期実証実験 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 宮下 敬宏	9
---	---

人との対話を拡張するアンドロイドアバター共生社会 大阪大学／株式会社国際電気通信基礎技術研究所／国立研究開発法人理化学研究所 谷川 智樹／船山 智／港 隆史	11
---	----

抱擁型生命感サイバネティックアバター(CA)の研究開発 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 大西 裕也／塩見 昌裕	14
--	----

国際連携で構築するアバター共生社会 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 堀川 優紀子	17
---	----

実世界でのアバター利用における生体影響調査 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 住岡 英信	19
--	----

理化学研究所ガーディアンロボットプロジェクトの紹介 国立研究開発法人理化学研究所	21
---	----

会合報告

ITU-T SG12(Performance, quality of service and quality of experience)第2回会合 NTT株式会社 ネットワークサービスシステム研究所 小池 正憲／松尾 洋一／山岸 和久	24
---	----

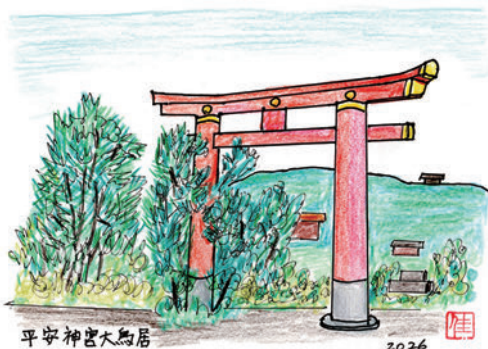
ITU-T SG20(IoT, Digital Twins, and Smart Sustainable Cities & Communities)第2回会合 日本電気株式会社 山田 徹	27
--	----

APT WTDC25-5の結果概要 総務省 国際戦略局 国際戦略課 国際機関室 小熊 優太	33
--	----

この人・あの時

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5

KDDI株式会社 平山 晴久／
株式会社NTTドコモ 関 天楊



平安神宮大鳥居

2026

【表紙の絵】

IEEE Fellow 池田佳和

平安神宮の大鳥居(京都市左京区)

平安神宮は平安京遷都1100年を記念して1895年に創建された。大鳥居は高さ24m、幅18mで1929年に完成した。一帯は岡崎公園で美術館・コンサートホール・図書館・動物園など文化施設が並ぶ。南方の頂上には将軍塚青龍殿があり木造の大舞台から京都市内が一望できる名所である。

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、日本と世界を結ぶ架け橋として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。

総務大臣 年頭所感



総務大臣

はやし よしまさ
林 芳正

はじめに

明けましておめでとうございます。

昨年10月に総務大臣を拝命しました、林芳正です。

まず、昨年より、令和7年8月の大雨、先般の台風第22号及び第23号、また、カムチャツカ半島付近を震源とする地震に伴う津波など、大雨や地震等が相次いで発生しています。災害により亡くなられた方々の御冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された方々に対し、心よりお見舞い申し上げます。

人口減少や少子高齢化など、我が国が様々な課題に直面している中、私は、国民生活に広く密接な関わりのある幅広い行政分野を所掌する総務大臣として、「今の暮らしや未来への不安を希望に変え、強い経済を作る」との内閣の基本方針の下、全力で取り組む所存です。

信頼できる情報通信環境の整備

インターネット上では、例えば災害時や選挙の際に、偽・誤情報や、誹謗中傷等の権利侵害情報の流通・拡散が深刻化しています。

昨年4月に施行した「情報流通プラットフォーム対処法」の着実な運用を通じて、事業者による削除対応の迅速化や運用状況の透明化を図ります。

また、関係事業者や関係団体と連携した幅広い世代のリテラシー向上に関する取組や偽・誤情報の対策技術の研究開発などを含めた総合的な対策を進めます。

サイバーセキュリティ対策は重要な課題であり、研究開発や人材育成に加えて、サイバー攻撃などの脅威に対処するため情報分析の強化を図ります。

一層複雑化・巧妙化する詐欺等への電気通信サービスの不適正利用を防止するため、フィッシングメール対策の強化を含め、様々な対策を講じます。

国民の知る権利を満たすなどの社会的役割が期待される放送を持続可能とする観点から、放送の将来像と制度の在り方について更なる検討を進めます。

国際競争力の強化・経済安全保障の確保

昨年5月に策定した「DX・イノベーション加速化プラン2030」に基づき、AI社会を支える新たなデジタルインフラの技術開発・整備、積極的な海外展開を進めます。

具体的には、産学官の結節点である国立研究開発法人情報通信研究機構と連携し、次世代情報通信基盤の中核となるオール光ネットワーク、宇宙や量子分野等の研究開発・国際標準化や早期の社会実装・海外展開を推進します。

そのためにも、我が国から幹部職員を輩出している万国郵便連合、国際電気通信連合、アジア・太平洋電気通信共同体等の国際機関と緊密に連携します。

通信インフラと電力インフラが高度に連携する、いわゆるワット・ビット連携によるデータセンターの地方分散を進めるとともに、海底ケーブル、5G、光ファイバ等のAI社会を支えるデジタルインフラの整備や防御などを進めます。

また、非常時等にも有効な低軌道通信衛星コンステレーションについて、その自律性確保に向け、官民投資によるインフラ整備を推進します。

経済安全保障上重要な5Gや海底ケーブル等のデジタルインフラについて、国際連携の下、株式会社海外通信・放送・郵便事業支援機構による持続的・安定的なリスクマネー供給等を通じて海外展開を進めます。

AIについては、我が国が国際的なルール作りを主導する「広島AIプロセス」に関し、「報告枠組み」の運用が開始されました。

これを踏まえて、賛同国の拡大や規範に則した企業等による取組の推進を図ります。

あわせて、AIの開発、提供、利用に関する指針である「AI事業者ガイドライン」について、広く普及啓発を行います。

さらに、国内の事業者等による信頼できるAI開発力の強化を支援するため、情報通信研究機構の保有するAI学習用の良質な日本語データの整備・拡充、国内の事業者等への提供や、評価基盤に関する研究開発等を強力に推進します。

我が国の放送コンテンツについて、海外展開の拡大を図るために製作支援、人材育成や海外配信を実施するとともに、適正な対価還元に向けた取引の適正化を促進するなど、製作・流通環境の整備を強力に推進します。

また、昨年11月に新設された「日本成長戦略本部」における総合的に支援すべき戦略分野の一つに「情報通信」が盛り込まれたことを踏まえ、情報通信分野における官民連携の投資促進策等についての検討を進めます。

むすび

皆様の本年のご健勝、ご多幸を祈念し、新年の挨拶とさせていただきます。

ITU事務総局長 新年メッセージ



国際電気通信連合 (ITU)
事務総局長

ドリーン・ボグダン
マーティン

2026年の初日の出が日本と世界を照らすとき、私たちは新たな目的意識と希望に満ちています。世界が直面する数々の課題の重大さを軽視することなく、2025年に共に成し遂げたすべてへの感謝と、この先1年で達成できることへの確信を胸に、この年を始動します。

2025年は大きく前進した1年であると同時に、ITUと世界のデジタルコミュニティにとって節目の年でした。5月17日にITU創設160周年を迎え、電信の時代からAIの時代、そして量子コンピューティングの夜明けに至るまでの歩みを振り返りました。同時に、デジタル技術が世界中の人々をつなぐだけでなく、持続可能な開発目標 (SDGs) を前進させ、現代の課題解決に役立つようにするため、更に努力が必要であることを再認識しました。

日本はその歩みの初期から関わっています。1879年にITUに加盟したことは、真の国際的な技術協力を象徴するものでした。以来、約150年にわたり、革新、卓越性、多国間主義の精神をもってITUの活動を支え続けています。また、日本はITUの最大級の予算拠出国の一つであり、途上国の技術・規制能力強化を可能にしています。

ジュネーブでは、過去と未来の技術をテーマにしたイベントで160周年を祝いました。ITU本部でのライトショーは、革新が進歩への道を照らすことを象徴しました。また、EXPO 2025 大阪・関西万博の国連パビリオンでも、この記念を祝し、デジタル協力がより包括的でつながりのある未来を形づくることを示しました。

2025年を通じ、日本はITUの3つの分野すべてで最も活発な加盟国の一つでした。5Gの先駆的な取り組み、6Gの初期開発への貢献、災害に強いインフラ、手頃な価格でのアクセス、グリーンデジタル変革など、日本の専門家はグローバルスタンダードを形成し、技術を善用する能力を強化し続けています。

ITUとして特に誇りに思うのは、電気通信標準化部門の尾上誠蔵氏が電気電子学会 (IEEE) のジャガディッシュ・チャンドラ・ボース無線通信メダルを受賞したことです。この賞は、同氏が初受賞となります。3G及び4Gモバイル通信

システムの研究開発と国際標準化を通じた開発・協力促進・導入への貢献を称えるもので、日本の革新とITUの活動を通じた世界的な影響力を体現しています。

2025年は協力の重要性が改めて示されました。ニューヨークで開催された第80回国連総会では、世界の指導者の3分の2が声明でデジタル課題に言及し、AIが世界的な最優先課題となりました。また、政府、産業界、学術界、市民社会が安全で倫理的、人間中心のAIの枠組みを共に設計するための包括的なフォーラム「AIガバナンスに関するグローバル・ダイアログ」が発足しました。

ITUは、国連事務総長が2027年ジュネーブで開催する「AI for Good Global Summit」に合わせて初のグローバル・ダイアログを主催することを支援します。

昨夏、ジュネーブで同時開催された「AI for Good」と「WSIS+20 High Level Event」には169か国から11,000人以上が参加し、両イベント史上最大かつ最も多様な集まりとなりました。ブレインマシンインタフェース、量子技術、医療分野のAI、気候変動対策のデジタルソリューションなど、刺激的な進展が見られました。日本がAIの議論に参加したことは、人々が集まれば、対話が包括的な協力、具体的な行動、そして希望につながることを改めて示すものです。

日本企業、大学、専門家は、深い技術的洞察と倫理的リーダーシップを世界のAIコミュニティで発揮し続けています。AIとサイバーセキュリティ能力構築プログラムへの支援及びニューヨークで開催されたDigital@UNGA Anchor Eventで800億米ドルに達したPartner2Connect (P2C) デジタル連合への誓約は、デジタルディバイドの解消とオンラインの安全確保に対する日本のコミットメントを示しています。

今後、ITUと日本は、WSISフレームワーク (20年レビューを含む) やグローバルデジタルコンパクトの指針の実施、持続可能な開発と人権に沿ったデジタル協力、グリーンデジタルアクションの推進、途上国や小島しょ国・内陸国での接続性とデジタルスキルの拡充など、デジタルの10年を形づくる優先課題に緊密に取り組んでいます。

産業界、大学、研究機関、協会など50以上のメンバーを通じた日本のリーダーシップは、これらの取り組みに不可欠です。皆様の技術的卓越性、寛大さ、そして国際協力への揺るぎない信念は、現実の変化をもたらしています。

世界は、紛争や経済的不確実性、加速する気候危機など深刻な課題に直面しています。しかし、つながり、革新、そして集団的行動の機会もあります。共に築いてきた歴史と、ITUと日本の揺るぎないパートナーシップから力を引き出し、明日のデジタル変革を導きましょう。

ITU一同、日本ITU協会の皆様に心から感謝申し上げます。

2026年が、すべての人にとって新たな協力、革新、そして平和の年となりますように。

Akemashite omedetō gozaimasu.



新年を迎えて



一般財団法人日本ITU協会
理事長

よしだ ひろし
吉田 博史

謹んで新春のお喜びを申し上げます。

2025年は、大阪・関西万博が4月13日から10月13日まで開催され、総来場者数は2900万人を突破し、成功裏に終了しました。成功に導いていただきました賛助会員企業の皆様のご尽力に敬意を表します。また、万博会期中の5月13日から18日にはITUによる創設160周年を記念した特別展示が開催されました。世界を見渡しますと、第二次世界大戦後の秩序が挑戦を受けており、大きな変革の時期を迎えています。中東における紛争も、ロシアによるウクライナ侵攻も和平に向けた動きはありますが、まだ予断を許さない状況です。我が国においても、外交、防衛の難しいかじ取りが求められています。経済安全保障の重要性が議論され、その中でも国際標準の戦略的活用的重要性が増しています。

2025年の当協会に関わる国際電気通信連合（ITU）関連の会合を振り返りますと、6月24日から7月3日に、神戸市六甲アイランドの神戸ファッションマートにて第49回ITU-R Working Party 5D会合が開催され、59か国の主管庁、81のセクタメンバーより、現地参加338名（会議登録者数606名）でIMT2030に向けた様々な課題について議論されました。当協会はこの会合の事務局となり、レセプションや大阪万博を視察するエクスカージョンの運営を支援しました。

ICT関連では、3月3日から6日にスペインのパルセロナでMobile World Congress（MWC-25）が開催され、当協会は日本パビリオンを運営する事務局となりました。主に中小企業やスタートアップ企業で、これから海外展開を図ろうとする企業の日本パビリオンにおける展示をサポートし、海外の企業への技術アピールや商談が進められました。

また、9月には、アラブ首長国連邦のドバイでUPU万国郵便大会議が開催され、現地で日本代表団の事務局支援

を実施しました。同会議では、日本の目時政彦氏が国際事務局長に再選され、日本が管理理事会及び郵便業務理事会の理事国に選出されました。

当協会の行事では、5月16日に「世界情報社会・電気通信日のつどい式典」を京王プラザホテルにて開催しました。式典では2002年から23年間ITU-R SG5 WP5Aの議長を務め、ITU-R等における標準化に貢献をした吉野仁氏（ソフトバンク）が総務大臣賞を受賞されました。また、AIについての学界の議論をリードするとともに、産学官による議論の場の醸成や連携に尽力された原山優子氏（国立研究開発法人情報通信研究機構 GPAI東京専門家支援センター長）が特別賞を受賞され、記念講演を行いました。さらに、12名が功績賞を、14名と連盟1組が奨励賞を受賞されました。誠にありがとうございます。

研修関連では、12月2日から9日にかけて、東京・新宿にて、デジタルディバイドの解消に向けたネットワーク計画に関するAPT研修の事務局として、9か国から10名の研修生を受け入れました。

本年のITU関連会合については、7月に、APG 27-3会合が札幌で開催されます。また11月にはカタールのドーハで全権委員会議PP-26が開催されます。当協会は、これまでの経験を基に、ITUやAPTの会合やイベントに関して、関係者各位と協力しながら、積極的に対応してまいります。

当協会では本年も、オンライン月刊誌『ITUジャーナル』や英文季刊誌『New Breeze』の発行、有識者を講師にお招きしての研究会開催、ITU関連業務に携わる人たちが横断的に集まるITU会合情報連絡会の開催等を行っていきます。日本ITU協会が日本政府、賛助会員各位とITU・APTとの連携・交流の場となるよう、更なる努力を続けてまいります。

本年の皆様のご健勝とご活躍を心より祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。



第49回ITU-R Working Party 5D会合



MWC-25 日本パビリオン

2026年を迎えて



早稲田大学
基幹理工学部情報通信学科 教授
一般財団法人日本ITU協会
出版・編集委員会 委員長

かめやま わたる
亀山 渉

新年、明けましておめでとうございます。

出版・編集委員会を代表し、会員の皆様に謹んで新年のお喜びを申し上げます。編集委員会一同、本年も、『ITUジャーナル』と『ニューブリーズ』の充実に邁進してまいります。

皆様はEmacsで動く「Doctor」というプログラムをご存知でしょうか。Doctorは、Emacs上でELIZAプログラムの動作を再現する実装で、ELisp (Emacs Lisp) で書かれています。また、ELIZAは、MITのジョセフ・ワイゼンバウム氏が1960年代半ばに書いた非常に初期の自然言語処理プログラムで、ユーザが入力する文章に対して応答を生成し、テキストによるユーザとの対話を実現します。ELIZAは、若干の知識ベースと単純なパターンマッチング手法のみを使用していましたが、驚くような人間くさい応答を返し、当時、ELIZAの応答をそのまま受け止めるユーザも一部には存在したとのことでした。今日で言うところの「チャットボット」の元祖と言えるでしょう。一方、Doctorはセラピストのような応答を返すプログラムとしてEmacsに実装され、1986年の(GNU) Emacsバージョン17で導入されました。当時私は大学院生で、噂に聞いていたDoctorを初めて試したところ、単純なプログラムとは思えない自然な応答を返すのに大変驚きました。ただ、やはり単純なプログラムであるため、5分もやり取りをしていると満足な応答が返ってくることはなくなり、飽きてきたのを覚えています。終了する際には、「bye」などと入力するのですが、そうすると「My secretary will send you a bill.」と応答が返り、おしゃれだなと思ったものです。現在のEmacsでも実行できますので、Emacsをお使いになっていてまだ動かしたことがないという方は、是非、「M-x doctor」をお試ください。

さて、ELIZA開発から約60年、あるいは、Emacsの

Doctorから40年ほどたち、ChatGPT (Generative Pretrained Transformer) に代表されるLLM (Large Language Model) の近年の進歩には目を見張るものがあります。特に、ここ1-2年の性能進化には驚かされるばかりです。ChatGPTが「新語・流行語大賞」の候補に初めてノミネートされたのは2023年でした。ChatGPTをOpenAIが正式にリリースしたのは2022年11月末でしたので、約1年間で日本にもかなり浸透したということでしょう。一方、2025年の「新語・流行語大賞」では、「チャッピー」という名称でChatGPTが再びノミネートされました。私がこの呼び方を知ったのは2025年の夏ごろでしたが、若い世代の呼称として浸透しているようです。OpenAIは、ChatGPTがどれくらい利用されているのかをあまり開示していませんが、2025年10月に全世界で週間アクティブユーザが8億人を超えたこと、また、日本の利用の3/4が25歳未満であることが報道されました。「チャッピー」がノミネートされた理由がよく分かります。

一方、LLMの負の側面も2025年には大きくクローズアップされました。ハルシネーション、情報源の不明確さ、機密及び個人情報漏えいの懸念、過度の依存による判断力の低下、各種バイアスの存在等、枚挙に暇がありません。また、LLMによって不幸な事故に追い込まれたとして訴訟に発展したケースも存在します。要は道具の使いようだと思いますが、それでも、若年層への影響や過度の依存等は決して無視できません。これに対し、AIガイドラインや規制がITUをはじめとする国際機関、国及び企業レベルで議論されているのは皆様ご存知のとおりです。使わないという選択肢に戻るのはもはやありえないと思われ、我々人類に課せられた新しい課題の一つであるのは間違いなさそうです。ELIZAにも見られた現象が再び起こっており、「歴史は繰り返す」を再認識しています。皆様はどうお考えでしょうか。

末筆ではありますが、会員の皆様のご多幸とご健勝、そして本年が皆様にとって更なる飛躍の年となりますことを祈念いたします。本年も『ITUジャーナル』をどうぞよろしく願ひいたします。



ATRオープンハウス2025に見るアバター／ロボットと 通信技術が拓く、人がさらに活躍できる未来社会

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 深層インタラクション総合研究所
インタラクション科学研究所 所長

みやした たかひろ
宮下 敬宏



ATRオープンハウス2025は、「社会課題と向き合う科学技術の最前線」をテーマに、研究成果を社会実装の視点から提示する場として、2025年10月2日と3日に、京都府けいはんな学研都市に所在する株式会社国際電気通信基礎技術研究所（略称：ATR）において開催された。本オープンハウスでは、昨年までのオープンハウスと異なり、展示の構成を研究分野別から、課題解決や社会像を起点としたソリューション別へと再編し、来場者が、技術そのものだけでなく、それが社会の中でどのような役割を果たし得るのかを具体的に体感できるように工夫された。企業、大学・研究機関、官公庁関係者など多様な層が参加し、社会実装や連携の可能性を探る場として高い関心を集めた（図）。

その中でも、アバター及びロボットに関する展示は特に注目度の高い分野の1つであった。人と対話し、人の活動を支援・拡張するアバターやロボットは、単なる研究成果の紹介にとどまらず、人と機械がどのように共存し、協働していくのかという未来像を来場者に強く印象づけた。サイバネティック・アバター^①による大阪・関西万博での長期実証実験や、人との対話を拡張するアンドロイドアバターの展示は、その象徴的な例である。

ATRでは、人と人、人と機械の間に生じるインタラクションを科学的に理解し、それを拡張することで社会課題に挑戦する研究を進めてきた。ロボットやAIの研究は性能や自律性に目が向きがちであるが、実社会で重要なのは、人の意思や判断、感情とどのように結びつき、人の活動を支え



■図. ATRオープンハウス2025の様子



る存在となり得るかである。表情、視線、距離感、触れ合いといった非言語的要素を含むインタラクションを重視する姿勢は、ATRのアバター／ロボット研究に共通する特徴である。

こうした取組みは、近年の政府におけるAI政策が掲げる「人間中心のAI社会」や、現実世界で人と協働するフィジカルAIの重視といった方向性とも整合している^[2]。アバターやロボットは人を代替する存在ではなく、人の能力や役割を拡張し、より多様な社会参加を可能にする存在として位置付けられるべきものである。サイバネティック・アバターは、身体的・時間的・空間的な制約を超えて、人が社会と関わり続けるための具体的な手段を提示している。

また、ATRオープンハウスでは、ATRの研究成果に加え、理化学研究所によるガーディアンロボットプロジェクトの展示など、外部研究機関との連携による取組みも紹介された。人の安全・安心を支えるロボット研究は、アバターや対話ロボットとは異なる側面から、人と機械の協働のあり方を示しており、アバター／ロボット技術が担い得る役割の広がりを示す重要な要素となっている。

このようなアバター／ロボットの社会実装において、通信技術は不可欠な基盤である。低遅延で安定した通信、常時接続性、遠隔地間を自然につなぐネットワークがなければ、アバターは「そこに人がいる」と感じられる存在にはなり得ない。政府のAI政策においても、AIインフラの一部として通信ネットワークの高度化が明確に位置付けられており^[2]、Beyond 5Gやオール光ネットワークといった次世代通信基盤は、フィジカルAIやアバター社会の前提条件となる。

少子高齢化や人口減少が進む我が国において、アバター／ロボットと通信技術の融合は、人手不足への対症療法ではなく、人の可能性を拡張し、社会における活躍の総量を高めるための前向きな戦略となり得る。高齢者、障がいのある人、子育てや介護と仕事を両立する人、遠隔地に暮らす人など、多様な人々が状況に応じた形で社会と関わり続けられる未来は、決して消極的なものではない。むしろ、新しい役割や働き方が生まれる、わくわくする社会像を描くことができる。

ATRオープンハウス2025で示されたアバター／ロボットの展示は、そうした未来社会の具体的な一端を示すものであった。本特集を通じて、通信技術、アバター、ロボットが連携することで実現される人中心のAI社会について、政策・研究・実装の各立場から議論が深まることを期待したい。

謝辞

本特集記事において、サイバネティックアバターに関する研究は、JSTムーンショット型研究開発事業 JPMJMS2011の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] Ishiguro, H., Ueno, F., Tachibana, E. (eds), Cybernetic Avatar. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3752-9_2
- [2] 内閣府, 「人工知能基本計画」, 2025年12月23日, https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ai_plan/aipplan_20251223.pdf (最終閲覧日: 2025年12月24日)



大阪・関西万博における サイバネティック・アバター長期実証実験

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 深層インタラクション総合研究所
インタラクション科学研究所 所長

みやした たかひろ
宮下 敬宏



1. はじめに：ムーンショット目標1と アバター共生社会

本稿では、サイバネティック・アバターを活用した大阪・関西万博における長期実証実験について紹介する。本実証実験は、内閣府ムーンショット型研究開発制度^[1]におけるムーンショット目標1「2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現」の研究開発プロジェクト「誰もが自在に活躍できるアバター共生社会の実現」（以下、アバター共生社会プロジェクト）の一環として実施されたものである。

アバター共生社会プロジェクトは、誰もが自らの分身となるアバター（アバターロボットやCGアバター）を通じて社会に参加し、身体的・地理的・時間的制約を超えて活躍できる社会像の実現を目指してきた。

本プロジェクトの第1期（2020年12月～2025年11月）では、サイバネティック・アバター（Cybernetic Avatar: CA）^[2]という概念を提案し、自在音声対話、知識・概念獲得、CA協調連携、遠隔操作用通信基盤、生態影響、社会受容性などに関する研究を、多くの参画研究機関とともに段階的に進めてきた。本稿で紹介する大阪・関西万博における長期実証実験は、これら5年間の研究成果を、実社会の中で総合的に検証する「集大成」として位置付けられる実証である。

2. なぜ大阪・関西万博だったのか

アバター共生社会プロジェクトにおいて、社会実装を見据えた実証は当初から重要な位置を占めていた。しかし、短期間・限定環境での実証では、アバターが社会に入り込んだ際に生じる本質的な課題を十分に捉えることは難しい。

大阪・関西万博は、「未来社会の実験場（People's Living Lab）」を掲げ、約半年にわたって多様な人々が集う公共空間である。来場者の年齢、国籍、文化的背景、技術リテラシーは極めて多様であり、かつ日々数万人規模の人流が生じる。このような環境は、アバター共生社会を構想する上で、実験室では再現不可能な条件を備えている。

本プロジェクトのプロジェクトマネージャである大阪大学の石黒浩教授は、大阪・関西万博のプロデューサーでもあ

るため、本実証では、同氏が担当するシグネチャーパビリオン「いのちの未来」の運用をCAで行う、という形で実施された。特に、CAが「特別な展示物」としてではなく、会場運営の一部として自然に存在し、機能し得るかどうかを検証することが重視された。

3. サイバネティック・アバターという 技術概念の検証

サイバネティック・アバターとは、人がロボットやCGアバターを自らの分身として遠隔操作し、社会の中で活動するための技術概念である。重要なのは、CAが完全に自律的に判断・行動する存在ではなく、操作する人の意思と常に結びつき、その人の代理身体として機能するよう設計されている点である。

本プロジェクト第1期では、

- ・一人の操作者が複数のアバターを運用する形態
- ・複数人が役割分担して一体のアバターを支える形態

といった、従来の「一人＝一身体」という前提を超える運用モデルを検討してきた。万博実証は、これらのモデルが実社会でどの程度成立し得るのかを検証する場でもあった。

4. 実証システムの構成と通信基盤

本実証で用いられたCAは、移動機能と対話機能を備え、遠隔地からリアルタイムに操作可能な構成をとった。セキュリティの観点から、遠隔操作者とCAの間の通信ネットワークは、通常のネットワークとは分離して運用した。また、パビリオン内で活動するCAは無線通信で接続して運用した。無線接続にはローカル5G及びWi-Fi 6Eを併用し、サービス提供の継続性向上を狙った。本実証実験で使用したCAの一部を図1に示す。

このとき、通信の遅延や不安定さは、単なる操作性の問題にとどまらず、来場者が感じるアバターが提供するサービス品質、すなわち社会的な受容性にも直結する。本実証では、長期間にわたり安定した通信品質を維持することが、CAの社会的存在感を支える前提条件であることが改めて確認された。



■ 図1. 実証実験で使用したCAの一部
(写真提供: Copyright 西村友信)

5. 長期運用と社会受容性について

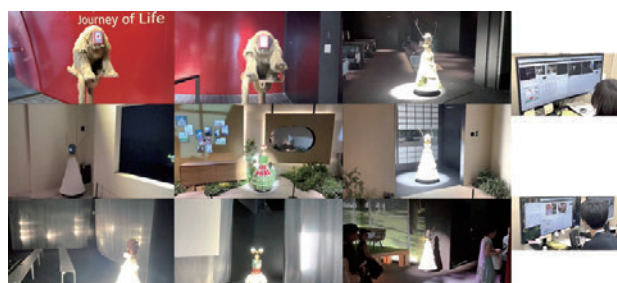
万博実証の最大の特徴は、その長期性にある。実証実験期間は、万博会期そのものであり、2025年4月13日から同年10月13日までの184日間であった。数日間のデモンストレーション的な実証実験とは異なり、技術そのものに加えて、遠隔操作者やCA運用に携わる人すべての体制も含めた可用性が試されることとなった。

技術面では、ハードウェアの耐久性、保守の方法と体制、来場者の位置や来場者が使用する情報端末の同時アクセスに影響を受ける通信品質の変動への対応などの現場での課題が顕在化した。運用面では、操作者の教育、負担の分散、シフト設計、現行の労働基準法への準拠といった、人が関与するシステムとしての設計の重要性が明らかになった。これらについて、現場で運用をしながらソリューションを探し出し、安全な運用を全期間において安定的に継続することができた。図2にパビリオン内でCAがサービス提供している様子を示す。

シグネチャーパビリオン「いのちの未来」の来場者は60万人を超えた。来場者の反応は総じて肯定的であり、様々な立場の人から親しみをもって受け止められる傾向が見られた。シグネチャーパビリオン「いのちの未来」で体験するコンテンツの影響もあり、CAが「人の分身」であることや、CAによる人のいのちのあり方について、深く考えさせられたとの意見が多く、技術そのものよりも、それによってもたらされる社会とCAのコンセプトについて多くの人々と共有することができた。



(a) パビリオン1階で来場者を誘導するCA



(b) 2人の遠隔操作者が9体のCAを操作している様子

■ 図2. シグネチャーパビリオン「いのちの未来」でサービス提供している様子

6. おわりに

大阪・関西万博におけるCA長期実証実験は、ムーンショット目標1アバター共生社会プロジェクト第1期の研究成果を、実社会の中で総合的に検証する貴重な機会であった。CAと通信技術が結びつくことで、人がより自在に、より多様な形で社会に関わる未来像は、決して空想ではなく、現実的な選択肢として立ち現れつつある。

本実証は、通信インフラが人の社会参加を支える公共的基盤として機能し得ることを、長期かつ大規模な運用を通じて具体的に示した点に意義がある。今後、研究・実装・政策の各立場が連携し、この知見を社会の様々な領域へと展開していくことが期待される。

参考文献

- [1] 内閣府, ムーンショット型研究開発制度, <https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/> (最終閲覧日: 2025年12月25日)
- [2] Ishiguro, H., Ueno, F., Tachibana, E. (eds), Cybernetic Avatar. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3752-9_2



人との対話を拡張するアンドロイドアバター共生社会



大阪大学
大学院基礎工学研究科
博士前期課程
株式会社国際電気
通信基礎技術研究所
石黒浩特別研究所
学外実習生

たにかわ とも き
谷川 智樹



株式会社国際電気
通信基礎技術研究所
石黒浩特別研究所
研究技術員

ふなやま とも
船山 智



国立研究開発法人
理化学研究所
ガーディアンロボット
プロジェクト
チームディレクター
株式会社国際電気
通信基礎技術研究所
石黒浩特別研究所
客員研究員

みなと たかし
港 隆史

1. はじめに

遠隔地から操作して様々な作業等を行うことができるサイバネティック・アバター（CA）は、人の日常活動を身体的、空間的、時間的制約から解放することができるため、人の活動能力を拡張させている（作業量や作業効率の向上）と見ることができる。このような能力拡張を、コミュニケーション能力においても実現することができる。例えば、ホスピタリティを求められるサービスタスクでは、丁寧な振る舞いが求められるが、そのような振る舞いを習熟するのは容易ではない。サービス業務を行う者が操作するCAが、操作者本人よりも丁寧な振る舞いを行うことができれば、操作者本人のコミュニケーション能力を拡張できていると考えられる。さらに、CAがその身体だけでなく、様々な表出デバイスを制御することによって、多様な情報を表出することができれば、生身の人間ではできないような意図伝達もCAによって可能になる。

本研究では、これまでに存在感CA（人のような存在を感じさせるアンドロイドロボットアバター）を用いて人のコミュニケーション能力を拡張させる技術開発に取り組んできた。本研究において主に2つの課題があると考えている。1つ目は、コミュニケーションの性能を拡張するための存在感CAの表出方法である。本稿では、これに関する取組みとして、Shosaと呼ぶインタラクションの開発について紹介する。2つ目は、コミュニケーションにおいて操作者が相手に伝えたい、あるいは表出したい意図と、CAが表出する意図とのアライメントの課題である。本研究では、2者間でのコミュニケーションにおいて双方がCAを用いるシステムの実現に取り組んでいるが、このシステムの上でも上記の問題が発生する。本稿では、この取組みについても紹介する。

2. マルチモーダル表出を用いたコミュニケーション能力拡張の試み—Shosa—

2.1 Shosa

人のコミュニケーションにおいて、心がつながる感覚は極めて重要であり、それには身体表現が重要である。我々が他者との関わりの中で安心感や親近感を得られるのは、言葉の正確さだけでなく、表情や視線、身体の動きといった非言語的な情報を通じて互いの心を感じ取れるからである。人は生得的に身体を持ち、他者の所作から微細なシグナルを読み取るように知覚が最適化されている。それゆえ、ロボットにおいても身体性を伴った非言語情報は、意図や情動の伝達、さらには良好な関係性の形成において大きな役割を果たし得る（例えば[1]）。

本節で紹介する Shosa は、ロボットの身体動作に音と光を重ね合わせることで、ロボットと対面する人がロボットと「心が通うように感じられる」インタラクションの実現を目指した試みである（図1）。Shosaは、人とロボットが互いの動きや存在を感じ合う中で、情動的なつながりを生み出すことを目的として設計されている。CAとなるロボットにこのような振る舞い機能を持たせることができれば、操作者はCAを用いることで他者と「心が通うような」コミュニケーション能力を有することができる。

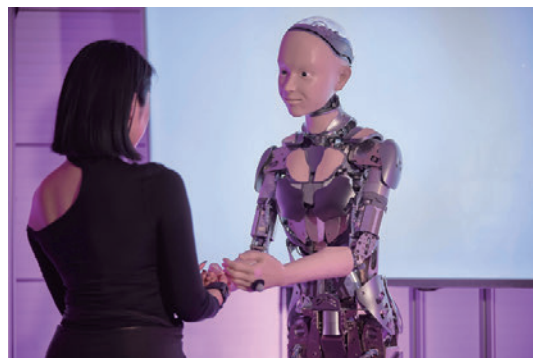


図1. Shosaの体験の様子



2.2 概念設計：所作の拡張としてのShosa

「所作」は身体の微細な動きによって心情を伝える日本的な身体文化であり、そこに内在する特徴の1つが曖昧性である。明確な意味を指定せず、見る側の解釈に一定の余白を残すことで受け手の想像力や感情的な参与を促す。曖昧性は現代アートデザインの実例からも、ヒューマンコンピュータインタラクションにおいてユーザに個人的で感情的な体験を生み出すことに有用なデザインリソースであることが指摘されている^[2]。Shosaではこのような動作表現をアンドロイドロボットに実装しつつ、この概念を拡張し、音声なし（動きのみ）のインタラクションにおいてアンドロイドの動作に音響・照明演出を連動させることで“複合的な情動表現”を生成することを試みた。

2.3 システム構成

Shosaは、RGBDカメラと光学式モーションキャプチャを併用し、アンドロイドと対面する人の姿勢・動きのリアルタイム認識を行う。それらの情報に基づいて、アンドロイドの動作・音・光がリアルタイムに制御される。印象に大きく影響する視線の制御には、反射的な注視行動と意図的な動作を組み合わせる確率モデルを導入し、「自律性」と「相互反応性」のバランス調整をしている。また、音と光は人とアンドロイドの手先位置と速度の相関度を定量指標とした調和度に基づいて変化させ、アンドロイドとの一体感が高まるよう設計した（詳細は[3]参照）。

2.4 体験者の評価

ATRオープンハウス2023内で開催した日本国際芸術祭特別企画の展示では、71名の一般来客にShosaを体験してもらい、体験後のアンケートでは6割を超える体験者がアンドロイドとの心のつながりを感じたと回答した（図2）。また多くの体験者から「表情が豊か」「生きているようだった」「人間と対話している感覚」といった肯定的な回答を得た。

この取り組みにより、動き・音・光の複合表現を通じて、機械的な応答を超えた“心的なつながり”を実感させる可能性が示された。心と心がつながるロボット体験の実現は、人とロボットの共生における新しい方向性を提示し、より

豊かな社会的・情動的関係性の構築に寄与すると期待される。本展示では、アンドロイドは自律的に動作しており、CAとしての役割を持っていないが、このような表出が可能なアンドロイドを存在感CAとして用いながら他者と対話するシステムを構築できれば、人のコミュニケーション能力を拡張した対話を実現することができる。

3. 双方向CAシステムの開発

3.1 CAコミュニケーションの拡張

存在感CAを用いた遠隔コミュニケーションの形態は、これまでは非対称であった。すなわち、一方はCAの操作者で、遠隔地に置かれたCAや周囲の環境を映像等で観察しながらPCなどでCAを操作する。他方は、CAと相対して、操作者の身代わりとなったCAとインタラクションを行う。この形態では、CAと相対する人は操作者の存在を感じながら対話ができるが、操作する者は同様の効果を得ることができない。そこで、本研究では、双方向が存在感CAを用いて対話できる形態（図3）の実現を目指して開発に取り組んでいる。本システムは、操作者の身体動作をリアルタイムに計測し、相手との対話において伝えたい「意図」を損なわずに、計測した情報に基づいて遠隔地のCAの動作を表出させる。

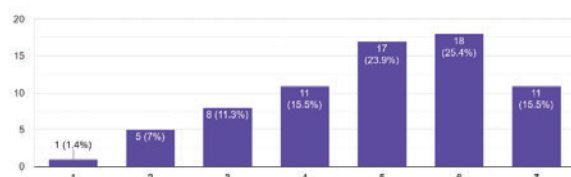
3.2 双方向CAコミュニケーションの課題

上述したシステムにおいて、計測した対話者の姿勢（関節角度や手先位置）と相同の姿勢を遠隔地のCAにとらせると、対話者A（B）とアバターA（B）の身体的特徴の違い、対話者とアバターの相対的位置の両地点で違いにより、不自然なインタラクションが発生する。例えば、対話者Aが相手のアバターBと目を合わせて話し掛けたとする。このときアバターBと対話者Bの身長が異なっていると、対話者Aの首の角度と同じ角度だけアバターAの首の角度を実現したとしても、アバターAは対話者Bの目を見erとは限らない。すなわち対話者Aが視線を合わせようとしている意図が対話者Bに伝わらない。したがって、対話者の動作から対話に必要な意図を抽出し、対話者の動作を意図から外れない動作とそれ以外の動作に分類し、意図から外れない動作の意図を伝えるための動作をCAに行わせるような機能を実現する必要がある。

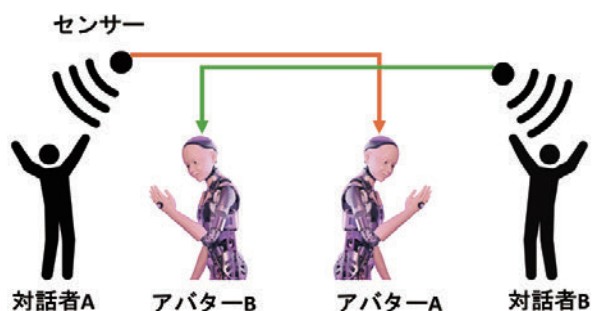
3.3 双方向CAコミュニケーションシステムの開発

開発したシステムは、大きく分けると、表情を制御する表情制御モジュール、視線と頭部動作を制御する視線頭部制御モジュール、手の動きを制御する身体動作制御モ

アンドロイドと心が通い合った感じましたか？
71件の回答



■図2. Shosa体験者のアンケート結果



■ 図3. 双方向CAコミュニケーションシステム

ジュール、対話音声を送隔地に伝送する対話音声モジュールの4つのモジュールで構成されている。

表情制御モジュールは、対話者の表情をCAに反映させる。このモジュールでは意図を伝える動作として、対話の際に有効となる笑顔が相手に伝わることを目指した。そこで、対話者の顔画像から対話者の表情を6基本感情表情に分類し、「喜び」と判定された場合に、CAのアクションユニット（AU：表情動作の最小単位）のうち、笑顔に関するAUの指令値を修正することで、CAの笑顔表出を強調する。それ以外の表情と判定された場合は、顔画像から計測された対話者のAUの動きをそのままCAに反映する。こうすることで、対話者の喜んでいる状態が効果的に相手に伝わるようにした。

視線頭部制御モジュールは、対話者の視線と頭部の動きをCAに反映させるモジュールである。意図を伝える動作として、対話者がCAを見たという動作が、遠隔地のCAでも再現されるようにした。顔画像とRGBD情報から対話者の視線及び頭部の仰角・方位角を計測する。この情報から、対話者が対面しているCAを見ているかどうかを判定し、見ているときは遠隔地のCAの視線を対話者に向けるように頭部と視線の姿勢を制御する。見ていないときは、遠隔地のCAの頭部・視線の姿勢を計測した角度と一致させるようにした。

身体制御モジュールは、対話者の腕と胴体の動きをCAに反映させるモジュールである。Azure Kinectによって対話者の手先位置が体の右、左、上、下、前、中央のどの領域にあるかを計測し、手先位置に応じて、対応する座標の手先位置にCAの手先を移動させる。

対話音声モジュールは、マイクで取得した対話者の発話音声を送隔地に伝送し、CAの背後に設置したスピーカで再生する。このとき、音声に合わせて口唇動作を自動生成し、CAに反映している。

3.4 体験者の評価

上述したシステムをATRオープンハウス2025の参加者に

体験してもらい、体験者の評価を集めた。2名の参加者がそれぞれのCAを介して対面し、自由な内容で数分間対話してもらった。本展示では、握手やハイタッチといった日常的な対話では生じにくい身体接触が、参加者間で自発的かつ積極的に行われる様子が確認された。

また、体験者からは、「顔、声、存在感などいろいろなモダリティで実際に人と話している感覚が強かった」、「実際に対面で話している感じがして面白かった」、「遠隔で握手できるのは想像以上に新しい体験だった」、「生身の人間だと手を合わせたりつないだりしないけれど、それが不思議と自然にできて、それをきっかけに少し親しくなった感じがあった」というような感想が得られた。

身体接触は、対人間の親密度や関係性を高める要因として知られている。本展示での観察結果を踏まえると、本コミュニケーション形式は、遠隔でありながらも相互の心理的距離を縮め、親密度を向上させる効果を持つ可能性が示唆される。

4. おわりに

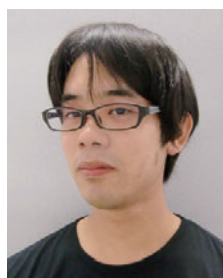
Shosaのシステムで構築した表出機能を、双方向CAシステムに持たせることにより、双方向でコミュニケーション能力を拡張しつつ対話ができるアバターの実現が今後の課題である。本稿で紹介したシステムの体験者の評価から分かるように、存在感CAは、より親密な対話や、発話の持つ意味の交換以上の対話者間のつながりをもたらす可能性がある。このようなCAが日常生活の中に人と共存して、いつでも容易にCAを使えるようになると、人々の関係の維持・発展に貢献できるのではないかと考えている。

参考文献

- [1] G. Laban, A. Kappas, V. Morrison, and E. S. Cross. Building long-term human-robot relationships: Examining disclosure, perception and wellbeing across time. *International Journal of Social Robotics*, 16(5): 1-27, 2024.
- [2] W. W. Gaver, J. Beaver, and S. Benford. Ambiguity as a resource for design, *Conf. on Human factors in computing systems*, pp. 233-240, 2003.
- [3] M. Sato, T. Minato, T. Funayama, H. Sumioka, K. Sakai, R. Mikata, H. Ishiguro, K. Horibe, A. Kikuchi, and K. Sakuma, Analysis of heart-to-heart communication with robot using transfer entropy, *Int. Conf. on Robot and Human Interactive Communication*, pp.75-82, 2024.



抱擁型生命感サイバネティックアバター（CA）の研究開発



株式会社国際電気通信基礎技術研究所
深層インタラクション総合研究所
インタラクション科学研究所
エージェントインタラクションデザイン
研究室 研究員

おおにし ゆうや
大西 裕也



株式会社国際電気通信基礎技術研究所
深層インタラクション総合研究所
インタラクション科学研究所
エージェントインタラクションデザイン
研究室 室長

しおみ まさひろ
塩見 昌裕

1. はじめに

サイバネティックアバター（Cybernetic Avatar: CA）とは、遠隔地にいる人がロボットなどの実体を持つアバターや、仮想空間上のアバターを通じて活動し、自身の分身として社会参加できる技術である^[1]。CAの特徴は、移動や身体的制約を超えて働く・学ぶ・交流するといった多様な活動を可能にすることであり、教育・医療・福祉・エンターテインメントなど幅広い分野で応用が期待されている。このCA技術を更に発展させる上で、人が本来持つ身体性をどのように再現し、遠隔地でも自然な関わり合いを届けられるかは重要な研究課題となっている。

ロボットをCAとして利用する利点に、遠隔地においても身体的な触れ合いを再現できる点が挙げられる。触れ合いは、人が安心感を得たり、ストレスの高まりを抑えたりするために重要な役割を果たす。中でも抱擁は、多くの身体の部位が接触するため、より強い親密さやぬくもりを感じられる触れ合いとして知られている。このような触れ合いを遠隔環境でも活用できれば、人が直接会うことがなくても心理的な支えとなるコミュニケーションを届けることが期待できる。我々は、日常生活で人に寄り添いながら支援できる抱擁型生命感CA（抱擁という身体的インタラクションを能動的かつ生命感のある形で再現し、対話支援と統合することを目的としたサイバネティックアバター）の研究開発に取り組んでいる。

この技術は、対人コミュニケーションに不安や緊張を抱えやすい人々にとって、大きな助けとなる可能性がある。その代表例が、自閉スペクトラム症（Autism Spectrum Disorder: ASD）を持つ人々である。ASDの人々は、感覚の過敏さ、感情表現の難しさを背景に、初対面の相手や、慣れない環境下での対話に強い緊張や不安を感じやすい特性を持つ。また、自分の気持ちを表現したり、相手の言葉を理解したりする際に負荷がかかりやすく、対話そのものが心理的な

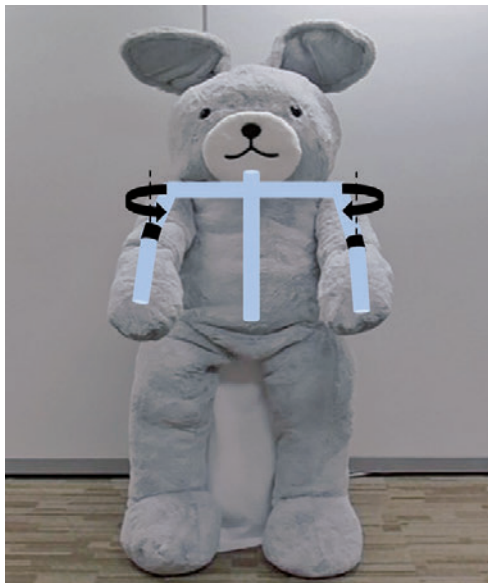
負担になる場合も少なくない。このような難しさから、悩みを一人で抱えやすく、カウンセリングなどの心理的支援を必要とする場面が多い。しかし、対面でのカウンセリング自体がストレスになり、緊張によってうまく話せなかったり、対話に集中できなかったりすることも報告されている。したがって、ASDの人々が安心して相談に臨める環境づくりが必要とされている。

ASDの人々の中には、深い圧力や一定の触れ合い刺激が気持ちを落ち着かせる場合があることが知られている。しかし、実際の対面カウンセリングにおいて、ハラスメントの問題が生じる可能性があることから、カウンセラーが利用者に触れる行為は難しいとされている。そのため、触れ合いによる安心感と対話支援と両立させる方法が求められてきた。これまでの研究では、深圧刺激を与えるハグマシーン（hug machine: hug box, squeeze machine, squeeze boxとも呼ばれる）が、ASDの人々の不安を軽減し、心を落ち着かせる効果を持つことが示されてきた。しかし、これらの装置はあくまで圧力を提供するものであり、利用者とカウンセラーの間で会話を交わしながら心理的サポートを行うようなインタラクションは含まれていない。つまり、身体的な安心感と、カウンセリングに必要なコミュニケーションの両方を同時に提供する仕組みは十分に整っていない状況である。

このような課題を踏まえ、ASDの人々に対して、身体的・会話的インタラクションを統合した抱擁型生命感CA「Moffuly-MS（モフリーエムエス）」（図1）の導入に取り組んできた^[2]。このロボットは、身長200cm、腕の長さ110cmのぬいぐるみ型ロボットであり、柔らかい外装と大きな身体サイズによって安心感のある抱擁を実現している。内部の骨組みと肘関節にサーボモーターによって、腕の開閉とトントンと軽く叩く動作を可能としている。抱擁がもたらす落ち着きと、対話がもたらす理解や共感を組み合わせることで、新しい



支援体験を生み出せる可能性がある。加えて、ロボットを介することで、人同士では難しい触れ合いを安全かつ倫理的に提供できるという利点もある。本稿では、抱擁型生命感CAを用いた取組みを2つ紹介する。



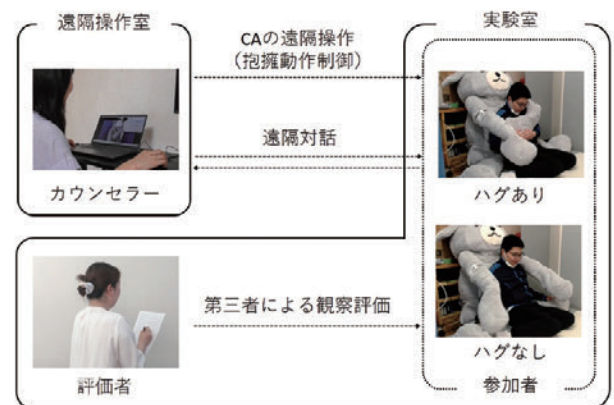
■図1. 抱擁型生命感CA「Moffuly-MS」

2. 抱擁型生命感CAを用いた遠隔カウンセリング

1つ目の取組みは、Moffuly-MSを用いた遠隔カウンセリングである^[3]。遠隔地にいるオペレータ（カウンセラー）がロボットを操作し、抱擁しながらASDの人々にカウンセリングをする新しい支援の形である。ハグの形式は、正面からではなく後ろから腕を回す方式を採用した。後ろから抱擁することにより、椅子にもたれかかるような自然な姿勢で対話を続けることができ、参加者がよりリラックスした状態を保つことを可能とした。

本取組みの構成を図2に示す。オペレータは、実験室とは別の部屋に配置し、ロボットを操作した。また、ロボット内部のマイクとスピーカー、実験室に設置したウェブカメラを通じて利用者と対話し、状況を確認しながら遠隔カウンセリングを行った。

本取組みでは、遠隔カウンセリングにおける会話的インタラクションと身体的インタラクションの効果を比較するため、①会話（カジュアル／プライベート）と②抱擁（ハグあり／ハグなし）の2つの要因を組み合わせた被験者内計画を採用した。カジュアル条件では、好きな場所や好きな色、天気といった日常的な話題で対話を行った。一方、プライベート条件では、参加者の長所や短所、悩みといった、個



■図2. システム構成

人的な話題を扱った。つまり、参加者は社会的ストレスが比較の少ないカジュアルな会話と、社会的ストレスが比較的多いプライベートな会話を行ったことになる。ハグあり条件では、前述のMoffuly-MSによる抱擁を提供し、ハグなし条件ではロボットの腕を静止させた。

心理的負荷の評価には、皮膚電気活動（electrodermal activity: EDA）を用いた。EDAは、発汗に伴う皮膚コンダクタンスを計測する生理指標であり、ポジティブな興奮やネガティブなストレスなど、情動の高まるほどEDAの値が高くなることが知られている。また、実験室内には第三者である評価者を配置し、表情や姿勢など、外部から見た落ち着きや緊張を行動指標として記録した。

検証の結果、ハグなし条件においては、プライベートな会話のEDA値がカジュアルな会話よりも有意に増加した。これは、個人的な話題がストレスを高めた可能性を示している。一方、ハグあり条件では、カジュアルな会話とプライベートな会話の間に有意な差は見られず、抱擁が緊張の高まりを抑えた可能性がある。また、第三者の評価による行動観察の結果でも、ハグあり条件で落ち着きが強く評価され、身体のコわばりや表情の硬さが軽減される傾向が確認された。これらの結果から、抱擁型生命感CAによる触れ合いを伴う遠隔カウンセリングは、支援を必要とする人々の緊張を和らげ、より安定した心理状態で対話に臨める環境づくりに寄与することが明らかとなった。

3. 抱擁型生命感CAを用いた友情の促進

2つ目の取組みは、ASDの人々が友人関係を築く際に直面しがちな困難さに着目し、Moffuly-MSを用いた双方向の触れ合い体験が相互理解や社会的つながりの形成にどのように寄与するかを検証したものである^[4]。ASDの人々は、対



人不安や他者理解の難しさから、友人関係の開始や維持に困難を抱えることが多い。一方で、友人関係は孤独感やストレスの軽減に寄与し、心理的健康を支える重要な要素である。したがって、ASDの人々が安心して他者と関わり、関係性を築くための新しい支援方法として、本取組みを実施した。この取組みの特徴は、参加者同士がペアになり、Moffuly-MS を使って「抱擁する側」と「抱擁される側」の役割を交代しながら相互に触れ合いを体験する形式である点である。ロボットの構造や通信システムは先述の取組みと同様である。

本取組みは6日間連続で実施され、参加者は毎日5分間の対話を行いながら途中で役割を交代した。条件はハグあり／ハグなしの被験者間計画で実施し、ハグあり条件では対話中にロボットの抱擁を提供した。一方、ハグなし条件では同様の動作をロボットが行うが、参加者はロボットに直接触れない距離を保った。

検証の結果、ハグあり条件では、6日間の介入を通して「相手に対する理解度」と「一体感」が有意に向上した。特に一体感については、ハグなし条件よりも高い改善が見られ、触れ合いを伴う対話が関係性の深まりに寄与する可能性が示唆された。また、セッション後の主観評価では、ハグあり条件の方が高いリラックス感が報告され、対人不安の軽減にも効果があることが示された。これらの知見は、抱擁型生命感CAによる双方向の触れ合い体験が、ASDの人々の友人関係の形成を促す1つの手掛かりとなることを示している。直接の身体接触に伴うリスクや抵抗感がある場面でも、ロボットを介することで安心して触れ合いを取り入れられるため、今後の社会的支援の1つの形として期待できる。今後は、より多様な参加者や長期的な介入を通じて、その効果の持続性や一般化可能性を更に検証する。

4. おわりに

以上に示した2つの取組みは、抱擁型生命感CAが、ASDの人々に対する心理的・社会的支援において、これまでにない新しい役割を果たすことを示している。2つの取組みに共通する点は、抱擁を介したロボットとのインタラクションが、ASDの人々の心理的安定や対人コミュニケーションの

促進に効果的に働くという点である。

また、抱擁型生命感CAは、人同士では難しい身体的接触を実現できるという利点を持ち、従来の支援方法では補いきれなかった領域をカバーする可能性を備えている。触れ合いがもたらす安心感を、遠隔環境や教育・福祉の現場において柔軟に活用できる点は、今後の社会的支援の形を大きく拡張するものである。

触れ合いをロボティクスに取り込み対話と統合することは、人と人、また、人とロボットの新しい関係性へと広げる試みである。本稿で紹介した取組みは、その可能性を示す初期的な成果であり、今後、より多様な利用者や支援課題に対して応用していく予定である。我々は、今後も抱擁型生命感CAを通じて人々の心に寄り添う新しいコミュニケーションの形を探求し、誰もが安心してつながれる未来の実現を目指して研究開発を進めていく。

参考文献

- [1] Ishiguro, H., Ogawa, K., Nakata, Y., Nakajima, M., Shiomi, M., Onishi, Y., Sumioka, H., Yoshikawa, Y., Sakai, K., Minato, T., Ishi, C. T. and Nakamura Y. (2025). Development of Cybernetic Avatars with Humanlike Presence and Lifelikeness. In: Ishiguro, H., Ueno, F., Tachibana, E. (eds) *Cybernetic Avatar*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-3752-9_2
- [2] Onishi, Y., Sumioka, H. and Shiomi, M. (2024). Moffuly-II: A Robot that Hugs and Rubs Heads. *International Journal of Social Robotics*, 16, 299–309. <https://doi.org/10.1007/s12369-023-01070-5>
- [3] Onishi, Y., Sumioka, H., Kumazaki, H. and Shiomi, M. (2024). Hug Therapy: The Use of a Hugging Robot Moffuly in Therapeutic Counseling for ASD. *ICRA2024 Workshop on 'Society of Avatar-Symbiosis through Social Field Experiments*.
- [4] Kumazaki, H., Onishi, Y., Sumioka, H. and Shiomi, M. (2025). Role-play-based hug-robot-mediated communication in promoting friendship among individuals with autism spectrum disorders. *Asian Journal of Psychiatry*, 112, 104704. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2025.104704>.



国際連携で構築するアバター共生社会

株式会社国際電気通信基礎技術研究所 深層インタラクション研究所
グローバルオープンラボ戦略室 室長

ほりかわ ゆきこ
堀川 優紀子



1. 概要

サイバネティックアバター（CA）を活用して多様な人々の社会参加を支える「アバター共生社会」の国際連携を、国内外の研究機関や企業などの様々なステークホルダーが集うオープンラボの構築・運営によって促進し、社会実装を推進する。

2. ムーンショット型研究開発アバター共生社会プロジェクト

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）ムーンショット型研究開発事業は、我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発（ムーンショット）を推進する新たな制度という位置付けで実施されている。我々の研究グループは、その中のムーンショット目標1「2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現」（プログラムディレクター：萩田紀博氏（大阪芸術大学アートサイエンス学科学科長・教授））における研究開発プロジェクト「誰もが自在に活躍できるアバター共生社会の実現」（プログラムマネージャー：石黒浩氏（大阪大学大学院基礎工学研究科・教授））に参画している。著者は、このプロジェクトにおいて、CAの研究開発成果を活用した企業連携実証実験と企業コンソーシアム活動支援に従事している。本プロジェクトにおいて、CAとは、人とAIが連携して遠隔操作する「ロボットアバター」や「CGアバター」を指す。本プロジェクトでは、一人の遠隔操作者が複数体のCAを遠隔操作する技術や、複数人の遠隔操作者が1体のCAを遠隔操作する技術などを研究開発し、多様な人々の社会参加の実現を目指す。

3. 国内の実証実験拠点

我々の研究グループでは、本プロジェクトで開発したCA技術の有効性や社会受容性を実社会で実証するための実験を数か月から数年に渡って実施できるようにするための実証実験拠点の構築を進めてきた。これまでに、株式会社国際電気通信基礎技術研究所（略称：ATR、京都府相楽郡精華町）のエントランスを活用した受付業務実証実験

拠点、複合商業施設「アジア太平洋トレードセンター（略称：ATC、大阪市住之江区）」内の長期実証実験拠点、複合商業施設「グラングリーン大阪・JAM BASE（大阪市大深町）」の長期実証実験拠点などを構築してきた。特に、JAM BASEに構築した拠点は、一般市民に向けたリビングラボ機能を持たせたオープンCAラボとして運営している。

4. 国際連携実証実験拠点

国際的な実社会実証実験の拠点としては、Dubai Future Labs（略称：DFL、アラブ首長国連邦）が挙げられる。本プロジェクトでは、2024年4月にDFLと共同研究契約を締結し、Cybernetic Avatar Alliance：Dubai-Japan Laboratories for Cybernetic Avatar Technologiesを設立した。通信ネットワークで両国間をつないでCAを活用した社会実証実験を、既に多数実施している。ドバイのように、Emiratiと呼ばれるUAEの国籍を持つ人々のみならず、様々な国々から就業者が集う多文化の特色を持つ場所での連携研究拠点は、未来のCAを活用した社会参加を国際的に展開させるために、非常に有益な知見が得られる。今後は、研究者だけではなく一般市民も研究成果を体験できるリビングラボ機能を併せ持つ国際連携拠点の構築を想定している。



■ 図1. Cybernetic Avatar Alliance



■ 図2. CAを活用した社会実証実験



5. アバター共生社会企業コンソーシアム

アバター共生社会企業コンソーシアム（略称：C-CAS2、173法人会員（2025年12月末現在））は2021年8月に発足し、2025年で5年目を迎える。本コンソーシアムの目的は、アバター共生社会における「アバター市場」の創出と、ムーンショット研究開発アバター共生社会プロジェクトに参画している課題推進者との共同研究の促進である。主な活動としては年4回開催されているアバター共生社会プロジェクトの研究成果の情報提供や、CAを活用した新しい事業／サービスのコンセプトなどについて、研究者らとともに検討する場（分科会）の提供を行っている。会員は2種類存在し、情報会員と分科会会員であり、いずれも無料で会員登録ができる。分科会は5つのフィールドに分かれており、ヘルスケア・医療、教育、ITインフラ、まちづくり、Factory Automationのそれぞれの分野で活発な議論を行っている。会員である企業や学術研究期間と連携し、研究、事業、社会制度の3つの観点で、CAの国内・国際利用における可能性と実現

性を検討している。

6. 今後の展開

我々の研究開発の目標である2050年に向けて、日本が抱える諸問題が顕在化すると思われる。少子高齢化社会と急激な人口減少の課題には、CAを活用した労働が急務であり、国内のみならず海外と連携し、相互に助け合う関係構築が必要だと感じている。アバター共生社会プロジェクトでは、身体・認知的能力、時間や距離といった制約から人々を解放する技術・運用方法・社会制度の研究開発を進め、様々な背景や価値観を持つ人々のライフスタイルに応じた社会参画の実現を目指している。CAの国際的な実証実験拠点を活用し、社会実装をグローバルレベルで進め、各国の実証実験拠点や、また自宅から実験に参加することで人々が物理的な距離や時間などの制約から開放され、自由自在に働き、仕事や暮らし自体を楽しむことができるアバター共生社会の実現を目指す。



図3. 国際的に拡がる社会実証実験のイメージ



実世界でのアバター利用における 生体影響調査

株式会社国際電気通信基礎技術研究所
深層インタラクション総合研究所 石黒浩特別研究所
存在感メディア研究グループ グループリーダー

すみおか ひでのぶ
住岡 英信



1. はじめに

情報通信技術や脳科学、ロボット工学は、私達を身体、脳、空間、時間の制約から解放する段階にまで進んでいる。テレビ会議システムにより、遠隔地の人々とリアルタイムでコミュニケーションが可能となり、CGアバター（遠隔操作で動く自分の身代わりCGキャラクター）を用いれば、自分の外見などを変えて他者とコミュニケーションを行うこともできる。さらにはロボットアバター（遠隔操作で動く自分の身代わりロボット）を用いることで、触れ合いまでも可能となりつつある。今後アバターは、1人が複数アバターを操作したり複数人で単一アバターを操作したりするといった従来の自己と他者の概念を超えた利用も期待されている。

一方で、新たな技術導入は常に良い影響だけでなく、悪い影響をもたらす。例えば、スマートフォンは我々になくてはならないものになったが、スマートフォン依存症が問題になっている。ソーシャル・ネットワーキング・サービスについても遠く離れた同じ趣味の人とつながることができる一方で、ソーシャルメディア疲労も生み出しており、有益であると同時に有害でもある。そのため、将来アバターが普及し、日常的に使われるようになると、同じように心身に正と負両方の影響を与えると推測されるが、我々の心理的・生理的状态にどのような影響をもたらすのかはいまだ明らかでない。実際に普及する前に、アバターが与える影響を調査し、それが我々にどのような影響を与えるかを明らかにすることで、正の影響を活用し、負の影響を事前に制御するアバターシステムを開発できるかもしれない。

以上のことから、我々はアバター使用が操作者に与える心理的・生理的影響を調査する取組みを行っている。ここでは特に実世界でのアバターを介したコミュニケーション時におけるアバター操作者への心理的・生理的影響に着目して取り組んでいる研究を紹介する。

2. ロボットアバター操作時の操作スキル推定

一般の方々にロボットアバターを操作してもらい、接客対応などの社会的な業務を行ってもらおうと、簡単な説明で操作を習得する人もいれば、なかなか操作を覚えられない人もいます。実際にアバターが普及した際に、そういった操作

スキル特性が事前に分かっていたら、アバターを用いた業務の前にどの程度の作業を任せられることができるかや、どの程度の事前訓練が必要なのかを推測することができる。そこで、社会的業務をロボットアバターで行ってもらっている脳活動から、操作者の操作スキルを推定できるかを調査した（図1）。

実験では被験者はロボットアバターである遠隔操作型アンドロイドを操作しながら病院の受付を想定した対応を行った。具体的には訪問者（実際には実験補助員）から医師の診察時間や診療科の場所といった質問を受け、資料を参考にしながら、口頭で回答するとともに、その時々のおさわしいジェスチャーをボタン操作で行った。操作中、被験者にはfNIRSを装着してもらい、操作中の脳血流の変化を計測した。実験後、被験者はNASA-TLXと呼ばれる6つの下位尺度からなる主観的な認知負荷評価尺度に回答した。また、操作中の応答速度や訪問者からの質問に対する回答の正確さ、ジェスチャーの適切さといった操作成績についても収集した。

得られたデータを用いて、被験者を操作成績に基づき高成績群と低成績群の2グループに分類し、脳血流量について



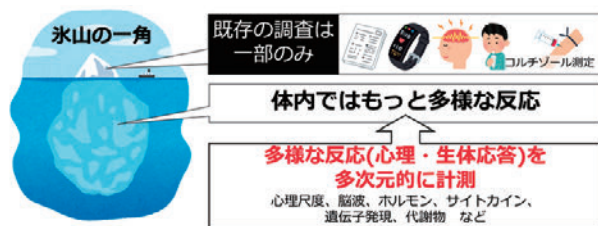
■ 図1. 脳活動によるロボットアバター操作スキル推定



て分析すると、酸化ヘモグロビンの変化について、2グループ間で有意な変化が確認され、脳活動からアバター操作スキルを推定できる可能性が示唆された。

3. より深い生体影響調査へ

アバターによる影響は、心理状態や脳活動だけではなく、我々の生体の至るところにみられる可能性がある。例えば、人が受けたストレスは唾液や血液中の cortisol という体内で分泌されるホルモンの変化として現れる。そのため、唾液採取や採血を伴って製品やサービスの評価を行うという取組みが、我々のチームを含め、それらの生体影響をより深く調査するために用いられてきた。しかし、人間の生体内変化は複雑であり、1つの生体内物質だけで生じている訳ではない。我々の体内にはホルモンだけでなく、免疫系の反応を示すサイトカインやタンパク質、代謝物、遺伝子発現 (RNA) など無数の生体内物質が存在する。これらの変化にまで調査を進めることができれば、我々に対するアバターの影響をより多面的に調査することができる (図2)。



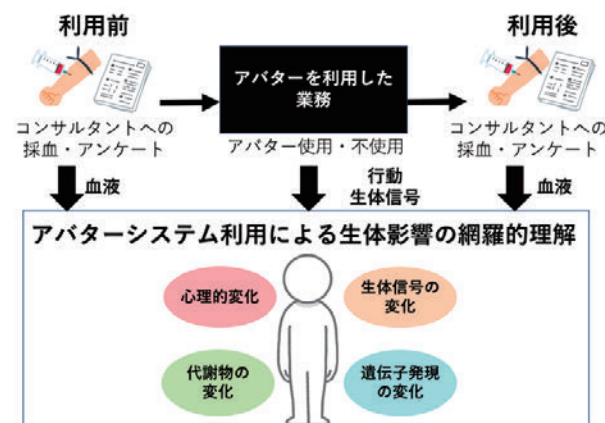
■図2. 既存の調査方法は生体変化の氷山の一角のみ調査

実は近年、計測技術の発展により、そのような調査が可能となりつつある。生命科学の領域では、マルチオミクスと呼ばれる解析が注目されている。マルチオミクスとは、ゲノミクス (遺伝子)、トランスクリプトミクス (RNA)、プロテオミクス (タンパク質)、メタボロミクス (代謝物) など、生体内の様々な種類の物質を計測し、それらを組み合わせることで、生物や疾患のメカニズムをより包括的に解明しようとする解析手法である。多角的・多角的に生体内の変化を調査し、それらの関連性や全体像を明らかにすることで、個別化医療や、未病・予防、新たな創薬に役立つと期待されている。

我々は、生命科学の専門家である東北大学河岡准教授、九州大学和泉自泰准教授のチームとともに、アバター利用時の生体影響調査を、マルチオミクスを用いて進めてきた。前述したような実社会でのアバター利用を模した実験室実

験を進め、いくつか興味深い結果を得ている。一方で、実験室実験であるため、実際に社会でアバターがサービスとして利用された場合の影響を調査するには限界があった。

そこで、2022年7月から既にアバターによる保険相談を開始してきた国内最大級の保険選びサイト「保険市場」を運営するアドバンスクリエイトと連携し、同社のコンサルタントの中から、本研究に協力するコンサルタントを募り、実際にお客様とオンライン保険相談を行っているときのコンサルタントの生体影響を調査した (図3)。具体的には、オンライン保険相談対応中の脈拍の計測や、その前後に採血やアンケート等を行い、アバター使用時、アバター不使用時で、どのような変化が見られるかについて多層的な調査を行った。その結果、アバターへの適性などに対する示唆が得られている。



■図3. アバター利用の網羅的生体影響調査

4. おわりに

今後ロボットアバターやCGアバターといったアバターの普及が進めば、アバター利用が我々に与える影響が議論され、アバター利用時の勤務管理・健康管理をどのようにするか課題となるだろう。本稿ではまず脳情報はアバター操作スキルの推定に活用できる可能性について述べ、さらには心理尺度や行動分析、脳情報に加え、マルチオミクスにより体内物質の変化も評価する次世代の影響調査についても紹介した。今後は、アバター利用状態をリアルタイムで計測する方法として脳情報も活用しつつ、生体内物質の変化でアバター利用全体の評価することで、アバター適性に基づきアバター利用を支援するシステムの開発を目指す。



理化学研究所ガーディアンロボットプロジェクトの紹介

国立研究開発法人理化学研究所 情報統合本部 ガーディアンロボットプロジェクト

ガーディアンロボットプロジェクトは、2019年4月に発足し、人とAI・ロボットが柔軟に共存する未来社会に向け、心理学、脳科学や認知科学とAI研究の強みを相乗的に取り入れた次世代ロボット（「脳×AI」）の社会実装に向けた研究開発を推進してきた。

ガーディアンロボットは、日々家庭で人に寄り添い、人をさりげなく支援するロボットである。現在普及しつつある多くのロボットは高精度に与えられた機能を実現することを目的に開発が進んでいる一方、あらかじめプログラムされたことしかできず、まだ受け身の「道具」の域を出ていない。それでは人と長く付き合い、人に信頼される存在にはならない。

本プロジェクトでは自律して行動しながら人との言語的・非言語的なやり取りの下、人間の自主性を損ねず、人をさりげなく支援するロボットの実現を目指している。ロボットが人の真のパートナーになるには、人と同じ時間や空間を共有し、置かれた環境や支援すべき人間の状態を自ら認識し、人の意図を推測しつつ、自らの判断に基づいて行動し、人と自然なコミュニケーションができなければならない。

以下では、本プロジェクトで開発している3つのロボットの基礎的な技術を紹介する。これらのロボットは、大阪・関西万博でも 2025 年 5 月に一週間の動態展示を行った。

1. インディ/Indy

人と生活を共にする中で経験を蓄え成長していくロボット。家庭や職場など、人が活動する空間で動き回り空間を認識しながら、人の姿勢やジェスチャといった細かな動作から瞬時にその場の状況を理解することを目標に開発中。



■図1. インディ/Indy

その場の状況やユーザの表情などを認識し、ヒトの言葉も理解するだけでなく、ユーザとの対話を通して一緒に生活するユーザをさりげなくサポートしたり、健康な習慣を提案したりできる。さらに、このロボットは自身の経験に基づいて学習を続ける。

■何ができるロボットか？

▶目で見、耳で聞いた情報から人間の意図を理解し、助けてくれる。

■大阪・関西万博の動態展示では何を体験できたのか？

▶ロボットは手を挙げて呼びかけた人に気付くと応えた。相手の意見や気持ち、状況を踏まえた対話を行った。

■将来、何の役に立つのか？

▶ロボットが人と一緒に生活しながら、その人との経験を生かして、その人の生活をさりげなく支える。

家庭への進出を目指した各要素技術の統合

人が生活する環境での移動に適し、かつ、人間との自然なコミュニケーションを実現するため、子供サイズの筐体に以下記載の機能を搭載。

○複数音源に対応する音声認識

「マイクロホンアレイ（分散配置型複合マイク）」による音声データと「LiDAR（レーザーによるレーダー）」もしくは外部カメラによる画像データを組み合わせることで、複数話者（複数音源）が同時に発声しても、音声を分離して正確に認識する。用途に応じて音声認識の言語モデルに対するチューニングを実施。

○物体の関係性も含む画像認識

「可視光・距離計測カメラ」を用いて、検出した物体についての物体同士の関係性（例えば、位置関係・意味関係）を瞬時に解析し、その場の状況（シーン）を理解する。例えば、姿勢、ジェスチャその他の人の状態を認識し、注視すべき対象を推定する。

○記憶

自身の記憶を「ナラティブ」（物語）として系統的に保存、整理。この記憶を利用して個々の人や状況に合わせた行動



を選択する。

○状況に合わせた応答

オープンかつ日本語に強い言語モデル「llm-jp-3-13b*」を基盤に、その場の状況に合わせた推論、応答を行うための最適化（ファインチューニング）を独自に実施。文脈に合わせた応答を高い精度で実現した。

○高速化・小型化

「記憶」を持ち、行動制御を行うシステムを外部に配置し、ロボットとは無線ネットワークにより通信。これにより、ロボット本体内部の計算機を小型化するとともに、応答を高速化。

○ジェスチャの実装

人が生活する環境でコミュニケーションに不可欠な「ジェスチャ」を試験的に実装した。

○表情の実装

人との自然なコミュニケーションに不可欠な簡易な「表情」を実装した。

○大容量蓄電池

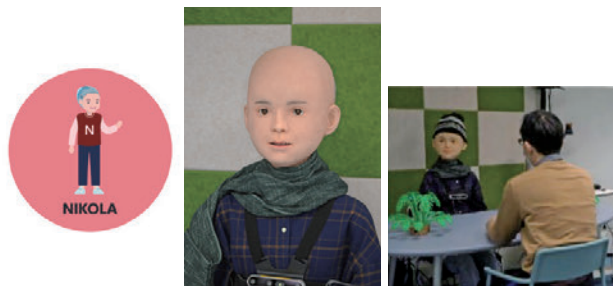
人が生活する環境での自発的な長時間の活動を実現。

○不倒性【プロトタイプバージョン（※万博では展示していない）の性質】

振り子のように重力を利用した上体のデザインを採用することで、安定かつ省エネルギーの自己復元機構とコンプライアンス（柔らかな応答性）を持つ上半身を実現。人との身体的な接触（衝突）における衝撃を軽減するとともに、柔らかな接触によるインタラクションを実現する。

2. ニコラ/Nikola

人と人とのコミュニケーションには欠かせない「表情」を宿すことで、人と感情的なやり取りができるアンドロイドを目指して開発。人には、「怒り」「喜び」「悲しみ」などの感情や、「畏怖」などという複雑な感情もある。世界に先



■図2. ニコラ/Nikola

駆けてこれらの表情を実装したNikolaは、人の複雑な表情を真似することができる。例えば、「畏怖」の表情を、人がするのとロボットがするのとで人の受け止め方にはどんな違いがあるのか。そんな問いを私たちに投げかけ続けるロボットである。

■何ができるロボットか？

▶目元や口元など、顔の細かい表情を作れる。

■大阪・関西万博の動態展示では何を体験できたのか？

▶ロボットと会話しながら、「あと一歩で電車に乗れなかったとき」など、具体的なシーンを想定し、そのときのリアルな表情を見ることができた。

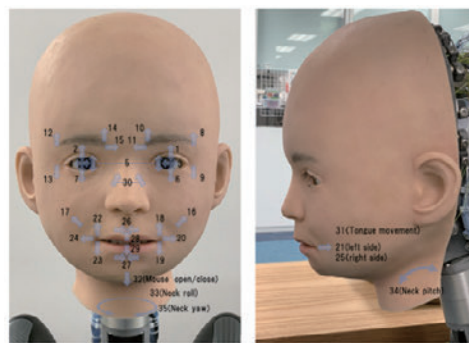
■将来、何の役に立つのか？

▶感情的に関わることで、さりげなく人の気持ちを心地よくしてくれる会話相手になる。

○人の表情筋の動きの再現

心理学と解剖学の知見に基づいて人の表情筋と同じ動きが出せるよう設計したアクチュエーター（空気圧で動く「モーター」）を小さな頭部内に実装した。

アクチュエーターの数は35個と世界最大級の多さ。



■図3. 人の表情筋の動きの再現

○人が認識可能な感情表現

人が容易に認識できる感情表出がロボットでもできることを、世界に先駆けて実証。

2022年、まずは「基本6感情（怒りや驚きといったシンプルな感情）」について発表。

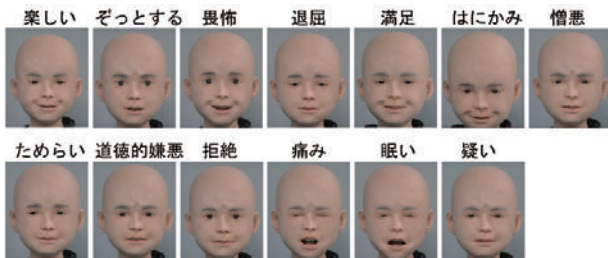
- 2022年2月10日報道発表「ヒトのように表情をつくれるアンドロイドを開発」

* 2024年9月25日「LLM-jp-3 1.8B・3.7B・13Bの公開」（国立情報学研究所 大規模言語モデル研究開発センター）



2025年には、13の「複雑感情」についても発表。

- 2025年1月24日「Diel前訪問研究員らの論文がScientific Reportsに採択されました」



■図4. 人が認識可能な感情表現

○目の動きの再現

人の対話状況に依存した視線行動、人の個性に依存した視線行動をモデル化し、モデルに従って目を動かすことで人間らしい自然な視線行動を実現。

○頭部の動きの再現

ロボットの発話音声に同期してリアルタイムにロボット頭部のうなずき動作を生成するシステムを実装。

○口の動きの再現

ロボットの発話音声に同期してリアルタイムにロボットの口唇動作を生成するシステムを実装。

3. エアトロ／Aetro

腕や足に装着して使うロボット。人が動くとき、人の筋肉は少し前に「電気信号」を発している。その信号こそが、人の「こうしたい」という気持ちの反映であると想定。その「気持ち」をくみ取って、人がしたい動作を、人の動きを邪魔することなく、さりげなくサポート。そんなロボットを目指している。決まった動作やゆっくりとした動作をアシストするロボットはこれまでもあったが、エアトロは装着した人の筋肉の電気信号を読み取り、人がしたい動作を推定することで、その動作を瞬時にサポートするのが特徴である。



■図5. エアトロ／Aetro

■何ができるロボットか？

- ▶装着型アシストロボットで、腕の力を出すときに、人間の力が足りないと助けてくれる。

■大阪・関西万博の動態展示では何を体験できたのか？

- ▶ボールを投げようとする、ロボットがそれを素早く読み取って必要な力でアシストしてくれるのを体験できた。

■将来、何の役に立つのか？

- ▶身体機能が低下しても、残っている自分の力を生かしながら、生活できる。

○自律的補助

筋電やカメラ情報を用いて装着者の動作意図を推定し、ヒトの動作に合わせてロボットが支援動作を生成。

○空気圧人工筋による動作補助

油圧や電動モーターではなく空気圧人工筋を用いることで、動作力を確保しつつ軽量化や静音性を実現。

さらに、無制御時には外部からの力で簡単に関節を動かすことができる（モーター駆動の場合は、無制御時に外部からの力で簡単に動かすことは困難）。

○動作補助具の軽量化

動作補助を行う機体に軽量のフレームを用い、空気圧人工筋による駆動により、装着部分を軽量化。

○俊敏な動作の補助

意図推定結果に合わせて事前に導出した制御則を適切に組み合わせることで、動作補助駆動を瞬時に生成。

2025年5月20日（火）～26日（月）、「EXPO 2025 大阪・関西万博」にて、開発中の3種類のロボットを展示し、約7,000人が来場した。様々なバックグラウンドを持つ人々が訪れた万博は、ロボットへの多様な反応を集める絶好の機会となった。会期中、来場者のうち約700人がロボットを体験しアンケートにも答える実証実験に参加し、これまでガーディアンロボットプロジェクトが行った中で最も大規模なロボット実証実験となった。この出展で得られた来場者とロボットとの対話やアンケートから得られたデータは、今後の研究に生かしていく。こころを感じるロボットが人と生きる未来に近づくために挑戦は続く。

ITU-T SG12 (Performance, quality of service and quality of experience) 第2回会合



NTT株式会社
ネットワークサービス
システム研究所

こいけ まさのり
小池 正憲



NTT株式会社
ネットワークサービス
システム研究所

まつ お
松尾 よういち
洋一



NTT株式会社
ネットワークサービス
システム研究所

やまぎし かずひさ
山岸 和久

1. はじめに

ITU-TにおけるQoS/QoE (Quality of Service/Quality of Experience) の検討はSG12をリードSGとして行われている。QoS/QoEに関する標準化は他標準化機関 (ETSI、ATIS、IETF等) でも行われているため、これら機関とITUの整合を図ることもSG12の重要なミッションである。

今会期 (2025-2028) の第2回会合は、2025年9月9日から18日までスイス・ジュネーブで開催され、各課題の審議を行った。会合の概要を表1に示す。本会合でコンセントされた勧告数は新規4件、改訂4件の合計8件 (表2参照) であり、同意されたTechnical report及びSupplementは5件 (表3参照) であった。

■表1. 今会合の概要

開催期間	2025年9月9日～18日		開催地	スイス・ジュネーブ
会議の構成	Plenary	WP1	WP2	WP3
	全体会合	端末とマルチメディア主観評価	マルチメディア品質の客観モデルとツール	IPに関するQoSとQoE
	Q.1、2	Q.4、5、6、7、10	Q.9、14、15、19	12、13、17、20
寄与文書	67件 (うち日本から5件)、テンボラリ文書158件			
次回会合予定	2026年6月9日～17日 (スイス・ジュネーブ)			

■表2. コンセントされた勧告一覧

勧告番号	種別	勧告名	関連課題番号
P.1100	改訂	Narrowband hands-free communication in motor vehicles	Q4
P.1110	改訂	Wideband hands-free communication in motor vehicles	Q4
P.1120	改訂	Super-wideband and fullband stereo hands-free communication in motor vehicles	Q4
P.1199 (P.obj-recog)	新規	Parametric object-recognition-ratio-estimation model for remote monitoring of surveillance video delivered from autonomous vehicle	Q19
P.1321 (P.IXC)	新規	Interactive test methods for subjective assessment of extended reality communications	Q10
P.1204	改訂	Video quality assessment of streaming services over reliable transport for resolutions up to 4K	Q14
P.1204.1	新規	Video quality assessment of streaming services over reliable transport for resolutions up to 4K using metadata	Q14
P.1204.2	新規	Video quality assessment of streaming services over reliable transport for resolutions up to 4K using metadata and frame size/type information	Q14

■表3. 同意された付録等の一覧

付録番号	種別	付録名	関連課題番号
GSTR.Perf_Req	新規	IMS/PES/VoLTE/VoNR exchange performance requirements	Q12
P.863 Implementors Guide 3	削除	Perceptual Objective Listening Quality Prediction	Q9
PSTR-CMVTQS-A1	新規	Alternative computational model used as a quality monitor to assess videotelephony services based on machine learning	Q15
PSTR-CMVTQS-A2	新規	Alternative parametric computational model used as a quality monitor to assess videotelephony services	Q15
PSupp CMVTQS (P Supp 31)	新規	Subjective quality evaluation of audiovisual communication in videotelephony services	Q15



以下、主に今会合にてコンセンストされた勧告及び重要な審議事項についてまとめて報告する。

2. 審議の要点

・ Plenary

議長のTania Villa Trápala氏（メキシコ）が不在であったため、副議長のFiona Kamikazi BEYARAAZA氏（ウガンダ）が代理議長を務め、審議を行った。

WP1の副議長及びQ10のラポータにMarkus氏（スウェーデン）が、Q12のラポータにStavroula氏（ギリシャ）が、WP2の副議長にLudovic氏と交代でYang氏（中国）が、Q13のアソシエイトラポータに松尾氏（日本）が、Q20のアソシエイトラポータにMohamed氏（セネガル）が任命された。

・ 勧告P.1100、勧告P.1110、勧告P.1120（Q4/12）

自動車内狭帯域ハンズフリー通信を規定する勧告P.1100、自動車内フルバンドハンズフリー通信を規定する勧告P.1110、自動車内超広帯域・フルバンドステレオハンズフリー通信を規定する勧告P.1120について、エコーレベルの測定方法に関する改善が提案され、3つの勧告に盛り込む修正と記載を統一する修正を行い、勧告の改訂をコンセンストした。

・ PSTR.BCT-RRTP（Q5/12）

骨伝導技術を使用した音声通信機器の性能測定法について規定する勧告P.BCTについて、複数研究所で実施する予定の試験計画をまとめる提案がされ、新しいwork itemを立ち上げることを承認した。

・ PSTR.RT4（Q5/12）

勧告P.57、勧告P.58に使用されているタイプ4.3、4.4の耳シミュレータの性能を測定するための測定手順の説明、後処理及び測定結果をまとめる提案がされ、新しいwork itemを立ち上げることを承認した。

・ PSTR.TBT4（Q5/12）

勧告P.57、勧告P.58に使用されているタイプ4.3、4.4の耳シミュレータの伝達インピーダンスを決定するために使用される測定手順の説明、平均的な成人の外耳道の形状に関する文書化及び基準の設定をまとめる提案がされ、新しいwork itemを立ち上げることを承認した。

・ 勧告P.MLS（Q7/12）

トランスフォーマーモデルなどの高度な機械学習技術を用いて生成された音声の主観評価実験を規定する提案がされ、新しいwork itemを立ち上げることを承認した。

・ 勧告P.IXC（Q10/12）

XR通信の双方向主観評価試験法を規定する勧告P.IXCについて、勧告草案が提示された。参考文献を追加する修正を行い、草案をコンセンストした。

・ 勧告P.863（Q9/12）

勧告P.863のインプリメンターズガイド3を本会合において、改めて削除することが合意された。

・ 勧告P.1204（Q14/12）

4K映像品質を推定する技術を規定する勧告P.1204に関して、P.1204.1及びP.1204.2に関する記載を元となる勧告であるP.1204に追記し、勧告の改訂をコンセンストした。

・ 勧告P.1204.1,1204.2（Q14/12）

4K映像品質を推定する技術を規定する勧告P.1204に関して、メタデータ（解像度、フレームレート、ビットレート）を用い映像品質を推定する勧告P.1204.1と、メタデータに加え映像フレームの情報を用いる勧告P.1204.2について、勧告草案が示された。軽微な修正を行い、勧告をコンセンストした。

・ 勧告P.QoE2M2（Q14/12）

エネルギーとQoEを同時に予測する提案がされ、新しいwork itemとして立ち上げることを承認した。

・ 勧告P.AI-MOS（Q15/12）

リアルタイム音声・映像対話型AI（ChatGPT-4o等）やタスクベースのAI（Manus等）に対し、ネットワーク伝送やメディア処理、端末の影響を加味したエンドユーザの体感品質を推定する客観品質評価手法を構築する提案がされ、新しいwork itemとして立ち上げることを承認した。

・ 勧告P.obj-recog（Q19/12）

自動運転における遠隔監視映像の物体認識率を推定する勧告P.obj-recogについて、今会合で勧告草案及びユースケースを示す寄書が提出され、ユースケースを勧告のAppendix



に組み込み、勧告をコンセンストした。また、H.265符号化方式のみに対応した現状の勧告をAV1符号化方式に拡張するために、AV1に拡張するための寄書及びそれに伴う実験計画を示した寄書と入出力を示した寄書が提出され、AV1拡張の実験を進めることを合意した。

・勧告G.Perf_Req (Q12/12)

IMS/PES/VoLTE/5G接続シナリオのネットワーク性能要件について記載するG.Perf_Reqについて、草案が報告された。記載内容に新規事項がないため勧告ではなくテクニカルレポートにすることが適切であるとされ、テクニカルレポートを合意した。

・ESTR.OTTperf (Q12/12)

各国の規制当局、サービスプロバイダー、ベンダー等によるOTT事業者のパフォーマンスを監視するための事例集の作成を検討することが提案され、新しいwork itemとして立ち上げることを承認した。

・勧告Y.FAPE (Q17/12)

IMT-2020やその後のネットワークにおいて、AIを用いてネットワークの性能を評価するフレームワークを検討する提案がされ、新しいwork itemとして立ち上げることを承認した。

・勧告P.SUPPL_DFS (Q20/12)

DFSに関する既存勧告（勧告G.1033、勧告P.1502、勧告P.1503等）によりDFSサービスのQoS/QoEの評価手法

やKPIが規定されているが、これらの勧告だけではKPIの測定ができないという課題が指摘された。そこで、測定に関する補足をするためのSupplementを作成する提案がされ、新しいwork itemとして立ち上げることを承認した。

3. 今後の会合予定

第2回SG12会合は2026年6月9日から17日までスイス・ジュネーブで開催予定となっている。ラポータ会合の開催予定を表4にまとめる。

■表4. ラポータ会合予定の一覧

会合名	開催期間	開催地
WP1会合	2025年3月25日	オンライン
Q2/12ラポータ会合	2026年2月	オンライン
Q5/12ラポータ会合	2026年2月5日	オンライン
Q6/12ラポータ会合	2026年2月4日	オンライン
Q9/12ラポータ会合	2026年1月後半	パリ・フランス
Q12/12ラポータ会合	2025年10月中旬 2025年12月 2025年12月5日	オンライン オンライン フバネージュワル・インド
Q13/12、Q14/12 ラポータ会合	2026年3月中旬	アーヘン・ドイツ
Q15/12ラポータ会合	2025年12月中旬 2026年3月	オンライン オンライン
Q17/12ラポータ会合	2025年11月下旬 2026年3月	未定
Q19/12ラポータ会合	2025年11月or12月 2026年5月	未定
Q20/12ラポータ会合	2025年10月22日、 11月18日、2月11日、 3月11日、4月8日	オンライン
SG12全体会合	2026年6月9日～17日	スイス



ITU-T SG20 (IoT, Digital Twins, and Smart Sustainable Cities & Communities) 第2回会合

ITU-T SG20副議長
日本電気株式会社

やま だ とおる
山田 徹



1. 会合概要

2025年9月15日から25日にかけて、国際電気通信連合 (ITU) 本部にて、IoT、デジタルツイン及び持続可能なスマートシティ&コミュニティを研究対象とする ITU-T Study Group 20 (SG20) 会合が開催された。本会合には、リモート参加者を含め約360名が参加し、活発な議論が行われた。日本からは12名が参加した。

2週間にわたる会合では、計226件の寄書が審議され、24件の作業項目について作業完了が合意された (AAP: 11件、TAP: 10件、その他文書: 3件)。さらに、新たに57件の作業項目の設置が合意された。

日本からは、アカデミアメンバーである早稲田大学より、既存作業項目の作業完了に向けた寄書提案が提出され、提案は合意された。

2. 主要結果

(1) デジタル農業に関する新Questionの設置

アフリカ諸国 (エジプト、ナイジェリア、タンザニア) より、デジタル農業に関する新たなQuestionの設置が提案された。この提案に対して、韓国、中国、コートジボワール、ハイチ、ギリシャ、ガーナ、ベルギー、ザンビア、インド、モルディブ、ネパール、ブータンなどが、寄書を通じて支持を表明した。

会期中には本提案に関する2回のアドホックセッションが開催され、Terms of Reference (ToR) 案が作成された。SG20 Plenaryでの審議の結果、新Questionの設置が正式に合意された。

新設されたQuestion 11はWorking Party 3の下に配置され、タンザニアがラポートを、ドイツ、韓国、中国、チュニジアが副ラポートを担当することとなった。

なお、参加者からは、各国から多様な領域に関する新Question提案が相次ぐことへの懸念も示された。これに対し、ITU-T SG20議長は、現研究会期 (2028年まで) においてはこれ以上の新Question設置は行わず、現体制で議論を進める意向を表明した。

(2) 他SGとの調整機能に関する議論

2024年10月に開催されたITU-T総会WTSA-24では、ITU-Tとして今後取り組むべきアクションが合意されており、ITU-T SG20に関連する事項として、以下の3つのトピックに関する他のStudy Groupとの調整メカニズムの設置が求められていた。

- ・IoTセキュリティ
- ・Trust及びTrustworthiness
- ・IoT Identification

これを受けて、2025年1月のITU-T SG20会合にて、Joint Correspondence Group (JCG) として以下の3グループの設置が提案・合意された。

- ・CG-IoTSec
- ・CG-Trust
- ・CG-Identification

今会合では、「IoTセキュリティ」及び「Trust及びTrustworthiness」に関するJCG会合が開催され、それぞれのスコープや作業方法について議論が行われた。

(3) ITU-T勧告の成功事例の収集

TSAGからのリクエスト及びカナダからの寄書提案に基づき、ITU-T SG20で開発された勧告の成功事例の収集が実施された。

ITU-T SG20の各Questionから情報を収集し、以下の勧告が具体的な活用事例とともに成功事例として抽出された。

- ・都市評価指標・成熟度モデル: Y.4903、Y.4904、Y.4905、Y.4906
- ・相互接続関連: Y.4505
- ・スマートレジデンシャルコミュニティ: Y.4556
- ・oneM2M技術仕様: Y.4500シリーズ
- ・自律型配達ロボット: Y.4607
- ・畜産IoT: Y.4482
- ・その他IoT全般: Y.4000、Y.4100、Y.4122、Y.4203、Y.4227、Y.4464
- ・IoTセキュリティ: Y.4806
- ・ブロックチェーン: Y.4560、Y.4561など



(4) 主な審議結果

今会合では、表1及び表2に示す11件の勧告案がコンセン
トされ、10件の勧告案が作業凍結された。また、表3に示

す57件の新作業項目設置が合意されている。近年の傾向
であるデジタルツイン関連の提案に加えて、AIエージェント、
ロボットに関する提案が増加傾向にある。

■表1. 今会合でコンセンストされた勧告案

勧告番号	仮番号	勧告名	課題	文書番号
Y.4238	Y.dtmv-reqts	Requirements for integrating virtual and physical worlds through digital twins in the metaverse	Q1/20	TD766
Y.4239	Y.dtmv-ref	Reference model for integrating virtual and physical worlds through digital twins in the metaverse	Q1/20	TD767
Y.4240	Y.dtmv-if	Interoperability for integrating virtual and physical worlds through digital twins in the metaverse	Q1/20	TD768
Y.4511	Y.IoT-CONV-fr	Convergence framework for enhancement of service intelligence based on Internet of Things	Q3/20	TD839-R1
Y.4610	Y.SPDM-reqts	Data requirements and models for smart pest and disease management services	Q4/20	TD785-R1
Y.4611	Y.cii	Requirements and data model of data collected from city infrastructure	Q4/20	TD742-R3
Y.4612	Y.AIoT-fr	Framework of Artificial Intelligence of Things	Q4/20	TD842
Y.4613	Y.AIoT-dpsm	Functional requirements and capabilities of data processing for smart manufacturing with Artificial Intelligence of Things	Q4/20	TD891-R2
Y.4513	Y.DT-CS	Requirements and functional architecture for a blockchain-based sustainable and cooperative digital-twin creation system	Q9/20	TD700-R1
Y.4477	改訂	Framework for autonomous service interworking with device discovery and management in heterogeneous Internet of things environments	Q3/20	TD838
Y.4417	改訂	Framework of self-organization networking in Internet of things environments	Q3/20	TD837-R1

■表2. 今会合で作業凍結された勧告案

勧告番号	仮番号	勧告名	課題	文書番号
Y.4241	Y.dt-ScomCam	Common requirements and capability framework of digital twin for smart complex and campus	Q2/20	TD681-R2
Y.4242	Y.energy-storage	Requirements and capability framework of energy storage service for residential community in smart city	Q2/20	TD678-R1
Y.4243	Y.IoT-smartschool	Requirements of IoT-based smart school management	Q2/20	TD679-R1
Y.4912	Y.SNPG-ref	Reliability evaluation framework of sensing network in power grid	Q7/20	TD739-R1
Y.4512	Y.SC-DESMS	Functional architecture of IoT-based distributed energy storage management system in smart cities	Q10/20	TD672
Y.4244	Y.EPWS-fc	Functional capabilities to support IoT-based electric power worksite operation services	Q10/20	TD671-R1
Y.4614	Y.CL-EDM	Energy data model for city-level energy management platform	Q4/20	TD715
Y.4815	Y.uas-dc-fr	Framework of unified authentication service for data collaboration in IoT-based electric power infrastructure	Q6/20	TD799
Y.4816	Y.bsis-sec	Security requirements and capabilities of base station inspection services using unmanned aerial vehicles	Q6/20	TD800-R1
Y.4420	Y.4420-rev	Framework of Internet of things based monitoring and management for elevators	Q2/20	TD680-R1

■表3. 今会合で合意された新作業項目

成果物の種別	仮番号	タイトル	課題	文書番号
Recommendation	Y.SDTCS	Requirements and capabilities of shared-device task coordination system in smart industrial park	Q2/20	TD845-R1 (A.1TD844-R1)
Recommendation	Y.IIoT-AIA	Framework and requirements for AI agent system in industrial IoT environment	Q2/20	TD847-R1 (A.1TD846-R1)
Recommendation	Y.RWE	Framework and requirements for real-world entity tokenization based on IoT data	Q2/20	TD849-R1 (A.1TD848-R1)



Recommendation	Y.EIR-ILH	Requirements and capabilities of intelligent robots for industrial IoT scenarios	Q2/20	TD851-R1 (A.1TD850-R1)
Recommendation	Y.META-PEH	Requirements and framework of metaverse for IoT-based power equipment hoisting	Q2/20	TD853-R1 (A.1TD852-R1)
Recommendation	Y.SERS-fra	Requirements and framework of smart emergency rescue service based on IoT devices	Q2/20	TD857-R1 (A.1TD856-R1)
Supplement	Y.Sup-GDDE	Supplement to ITU-T Y.4221 - Use cases and requirements for gateway device in distribution of electricity	Q2/20	TD859-R1 (A.13TD858-R1)
Technical Report	YSTR.IoT-PGMS	Potential requirements of IoT-based Perishable Goods Monitoring System	Q2/20	TD863-R1 (A.13TD862-R1)
Recommendation	Y.SRC-KPI	Key performance indicators of smart residential community assessment	Q7/20	TD720-R2 (A.1TD721-R1)
Recommendation	Y.PEF-IIoTS-SM	Performance evaluation framework of industrial IoT (IIoT) systems in smart manufacturing	Q7/20	TD722-R1 (A.1TD723-R1)
Recommendation	Y.4904-rev	Smart sustainable cities maturity model	Q7/20	TD753-R1 (A.1TD752-R1)
Recommendation	Y.HealthMon	Reference architecture, requirements and capabilities of health monitoring systems for digital health	Q8/20	TD749-R1 (A.1TD748-R1)
Recommendation	Y.CHA-RE	Requirement of converged hotline application in smart communities	Q8/20	TD755-R2 (A.1TD754-R2)
Recommendation	Y.EIR-HCSH	Requirements and capability framework of intelligent robots for healthcare in the smart home	Q8/20	TD760-R1 (A.1TD759-R1)
Recommendation	Y.IoT-PwD-ID	Framework for personalized accessibility enablement in smart transport systems for persons with disabilities	Q8/20	TD765-R1 (A.1TD764-R2)
Recommendation	Y.PHS-AI	Requirements and capabilities for AI agent-enabled public health services in smart community	Q8/20	TD897-R1 (A.1TD896-R1)
Recommendation	Y.IoT-HAC	Requirements of human-centric human-AI collaboration for IoT	Q8/20	TD899-R1 (A.1TD898-R1)
Recommendation	Y.IECC	Interactive emergency communication within citiverse	Q8/20	TD902-R1 (A.1TD901-R2)
Technical Report	YSTR.GDL-HUM	Guidelines on using digital tools and AI agents to optimize humanitarian interventions in remote areas	Q8/20	TD908-R1 (A.13TD907-R1)
Recommendation	Y.meta-Ed	Requirements and Functional Architecture for IoT enabled multilingual and immersive Education System	Q8/20	TD919-R1 (A.1TD918-R1)
Recommendation	Y.IoT-IHS	Requirements and framework of IoT-based intelligent healthcare system	Q8/20	TD922-R1 (A.1TD921-R1)
Recommendation	Y.dt-RDRM	Requirements of digital twin representation model for power grid	Q1/20	TD773 (A.1TD772)
Recommendation	Y.diwi-reqts	Requirements of digital identity wallet interoperability for smart city services	Q1/20	TD775 (A.1TD774)
Supplement	Y.Sup.DRI-id	Supplement to ITU-T Y.4607 - Identification framework for autonomous mobile robot services	Q1/20	TD779 (A.13TD778)
Recommendation	Y.citiverse-ai-reqts	Requirements for AI-enabled interoperability in citiverse	Q1/20	TD777 (A.1TD776)
Recommendation	Y.IoT-RAM-fa	Functional architecture of IoT-based rain attenuation measurement system	Q3/20	TD834 (A.1TD833)
Supplement	Y.Sup.VS-PME	Functional architecture of IoT-based Substation Auxiliary Monitoring System	Q3/20	TD836 (A.13TD835)
Recommendation	Y.DPP-ICT	Requirements and System Architecture of Digital Product Passport for ICT Goods	Q5/20	(A.1TD714-R3)
Technical Report	YSTR.OS-DPP-ICT	A case study of an open-source Digital Product Passport system for ICT goods use case	Q5/20	(A.13TD713-R1)
Technical Report	YSTR.AIOAP	Hybrid AI-based Oral Assessment Platform	Q5/20	(A.13TD716-R2)
Technical Report	YSTR.EAI	Guide on the use of embodied artificial intelligence for smart sustainable cities	Q5/20	TD783 (A.13TD782)



Recommendation	Y.IoT-EM	Requirements and Framework of IoT-based Energy Management for Industrial Parks	Q10/20	TD706-R1 (A.1TD705-R2)
Recommendation	Y.DT-DPEM	Requirements and framework of digital twin based distributed photovoltaic energy management	Q10/20	TD710-R1 (A.1TD709-R1)
Recommendation	Y.IoT-EOS	Functional architecture of the IoT-based energy optimization system in municipal lighting facilities	Q10/20	TD708-R1 (A.1TD707-R2)
Recommendation	Y.PSEMC-fra	Framework of IoT-based photovoltaic-storage coordinated energy management and control	Q10/20	TD712-R1 (A.1TD711-R2)
Recommendation	Y.EVEG-fra	Framework of IoT-based electric vehicle and energy grid coordination management	Q10/20	TD729-R1 (A.1TD728-R1)
Recommendation	Y.IoT-RMS	Framework of IoT-based resilience management system for urban electrical infrastructure	Q10/20	TD733-R1 (A.1TD732-R1)
Recommendation	Y.ESCP-fra	Requirements and framework of IoT-based energy storage-charging power service	Q10/20	TD727-R1 (A.1TD726-R2)
Recommendation	Y.KPI-SIIS	Key performance indicators of substation intelligent inspection system	Q10/20	TD735-R1 (A.1TD734-R1)
Recommendation	Y.IoT-AM-BESM	Assessment Model of IoT-based Battery Energy Storage Management in SSC&C	Q10/20	TD731-R1 (A.1TD730-R1)
Recommendation	Y.AIS-EPIMS	Requirements and capabilities of AI agent system for IoT-based electric power infrastructure monitoring systems	Q10/20	TD737-R1 (A.1TD736-R1)
Recommendation	Y.IoT-FETA	Framework for Ensuring Trust of AI Data across Distributed Systems for Intelligent IoT Services	Q4/20	TD780-R1 (A.1TD781-R1)
Recommendation	Y.DPM-DT	Requirements of data processing and management for digital twin-based smart cities and communities	Q4/20	TD892-R1 (A.1TD893-R1)
Recommendation	Y.Agentic-AIoT	Functional requirements for Agentic Artificial Intelligence of Things	Q4/20	TD904-R1 (A.1TD905)
Recommendation	Y.RADM-RESM	Requirements and functional architecture for intelligent remote escalator monitoring system	Q4/20	TD911-R2 (A.1TD912-R2)
Technical Report	YSTR.DES-TS	Data formats for IoT road traffic sensors	Q4/20	TD909-R3 (A.13TD910-R3)
Recommendation	Y.sec-rtps	Security requirements and framework for IoT infrastructures in roadside traffic perception for Intelligent Transportation Systems	Q6/20	TD744-R1 (A.1TD807-R1)
Supplement	Y.supp.trust-SG20	Supplement to Y.4000 - series-Concepts and perspectives of Trust in IoT, digital twins and smart sustainable cities and communities	Q6/20	TD746-R4 (A.13TD809-R3)
Recommendation	Y.dsc-sar	Security assurance requirements for digital supply chain in smart sustainable cities	Q6/20	TD811 (A.1TD810-R1)
Recommendation	Y.sup.sec-dmp-issc	Supplement to ITU-T Y.4481 - Security framework for data middle-platform in IoT and smart sustainable cities	Q6/20	TD813 (A.13TD812)
Recommendation	Y.EV-charging-sec	Security requirements and capabilities of public smart charging services for electric vehicles	Q6/20	TD815 (A.1TD814)
Recommendation	Y.sec-mst	Security requirements of mitigating AI-generated synthesis threats for IoT in smart home	Q6/20	TD745-R1 (A.1TD808-R1)
Recommendation	Y.DEHI-fra	Requirements and framework for IoT-based decentralized energy harvesting system in low-infrastructure environments	Q9/20	(A.1TD876-R1)
Recommendation	Y.IoT-MGM	Requirements and framework of distributed IoT-based micro-grid management	Q9/20	TD871 (A.1TD870-R1)
Recommendation	Y.REC	Requirements and capability framework of decentralized renewable energy certificate interworking based on the Internet of Things	Q9/20	TD758-R2 (A.1TD757-R2)
Recommendation	Y.DIoT-AIAC	Requirements of AI agent collaboration in distributed Internet of things	Q9/20	TD873 (A.1TD872-R1)
Recommendation	Y.FML-AISF	Federated machine learning-based artificial intelligence software framework with blockchain-driven edge data sharing	Q9/20	TD875 (A.1TD874-R2)



3. 各課題での審議状況

以下にQuestionごとの主な審議結果を報告する。

(1) Question 1の主な審議結果

Question 1は、「デジタルツインを含むスマートシティプラットフォーム間の相互運用」を標準化対象としている。今会合では、Focus Group on metaverseの成果文書を含む3件のメタバース関連勧告がコンセントに至った。新規作業項目の提案として、デジタルツイン及びcitiverse関連案件が合意された。

(2) Question 2の主な審議結果

Question 2は、「要求条件、機能、アーキテクチャフレームワーク」を標準化対象としている。

今会合では、TAPの承認プロセスを取ることであった4件の作業項目が作業凍結となった。「IoTによるエレベータ管理フレームワーク」「IoTによるパワーグリッドネットワーク」「商業施設・大学キャンパス管理向けデジタルツイン」「IoTによる学校管理」に関する案件である。

新規作業項目は、「工業団地におけるデバイス共有タスク協調システム」、「インダストリアルIoT環境でのAIエージェント」、「インダストリアルIoTのためのインテリジェントロボット」、「IoTデバイスによる緊急救助サービス」等を含む8件が合意された。

今会合では、日本のアカデミアメンバー（JAIST）から既存作業項目の内容拡充に向けた寄書提案があったが、合意には至らず、今後もエディタとの議論を継続することとなった。

(3) Question 3の審議状況

Question 3は、「アーキテクチャ、プロトコルとQoS」を標準化対象としている。今会合では、AAPの承認プロセスを取る3件の勧告案がコンセントされた。既存勧告（Y.4417、Y.4477）の改訂と、IoTコンバージェンスに関する新規勧告である。

新規作業項目は、「IoTベースの雨減衰測定」「変電所補助情報監視」に関する2件が合意された。

(4) Question 4の審議状況

Question 4は、「データ分析、共有、処理、管理」を標準化対象としている。今会合では、AAPの承認プロセスを取る4件の勧告案がコンセントされた。うち2件は、Question 4

で長く議論されてきたAI of Things（AIoT）に関する勧告である。TAPの承認プロセスを取る作業項目では、「エネルギー管理に関するデータモデル」の1件が作業凍結に至っている。

新規作業項目は、5件が合意された。AIoTに関するもの、デジタルツインに関するものが含まれている。

(5) Question 5の審議状況

Question 5は、「用語定義と新技術」を標準化対象としている。今会合では、4件の新規作業項目が合意された。「デジタルプロダクトパスポート」に関する作業が2件、「AIベースのプレゼンテーション（口頭発表）の評価プラットフォーム」「エンボディドAI」に関する技術レポート作成の作業である。

また、他のQuestionで議論となっていた「citiverse」「metaverse」の用語定義についての議論があり合意に至った。

(6) Question 6の審議状況

Question 6は、「セキュリティ、プライバシー、信頼性、認証」を標準化対象としている。今会合では、TAPの承認プロセスを取る2件の作業項目が作業凍結に至っている。これら2件は、「ドローンを利用した基地局検査」、「IoTベースの電力インフラのデータ連携」に関するものである。

新規作業項目は6件が合意された。「交通」「サプライチェーン」「電気自動車の充電」に関するセキュリティ要件に関するものが含まれている。

(7) Question 7の審議状況

Question 7は、「スマートシティの評価とアセスメント」を標準化対象としている。今会合では、TAPの承認プロセスを取る1件の勧告案が作業凍結に至っている。「パワーグリッドにおけるセンサネットワークの信頼性評価」に関するものである。

新規作業提案は、3件が合意された。「スマート地域コミュニティの評価」「スマートマニュファクチャリングの評価フレームワーク」「都市成熟度モデルY.4904の改訂」に関するものである。

(8) Question 8の審議状況

Question 8は、「デジタルヘルス、アクセシビリティ、インクルージョンに関する人間中心のデジタルサービス」を標準化対象としている。今会合では、10件の新規作業項目



が合意されている。ヘルスケアに関するものが4件あり、いずれもTAPの承認プロセスが選択されている。米国、英国などが、ヘルスケア案件は各国の規制に関わるのでTAPを選択すべきと主張している。

(9) Question 9の審議状況

Question 9は、「分散型IoT」を標準化対象としている。今会合では、日本のアカデミアメンバー（早稲田大学）が主導して進めてきた「ブロックチェーンベースの協調型デジタルツインの機能アーキテクチャ」の勧告化作業が完了し、コンセントとなった。

新規作業項目は、5件が合意された。エネルギー管理に関するもの、AIエージェントに関する作業が含まれている。

(10) Question 10の審議状況

Question 10は、「電力効率化のためのIoTソリューション」を標準化対象としている。前回会合で設置が合意された新Questionであり、今会合が最初の開催となった。

今会合では、ITU-T SG20の他のQuestionから移管された作業項目のうち、2件が作業凍結となった。新規作業項目は、10件が合意された。IoTベースの電力管理や電力の効率化が主な提案である。その中で、「IoTベースの電力インフラ監視システムのためのAIエージェントの要件」が含まれており、AIエージェントの活用が進展していることが

伺える。

4. 今後の会合予定

次回のITU-T SG20会合は、2026年5月13日～22日の予定でITU本部にて開催予定となっている。それまでの間に、Questionごとにリモート形式による中間会合の開催が予定されている。

5. おわりに

本稿では、2025年9月に開催されたITU-T SG20第2回会合の審議結果について報告した。約60件の新規作業が合意された。これは、2015年のITU-T SG20設置以来最多の数である。今後、議論の更なる活発化が予想される。

近年増加傾向にあった「デジタルツイン」関連の提案に加え、「AIエージェント」や「ロボット」に関する提案が増加している。従来は、IoTの導入によって大量のデータが生成され、それをAIの学習に活用するという流れが主流であった。しかし今後は、AIのエージェント化やロボットなどの物理デバイスへのAI実装が進展し、標準化活動にもその動きが反映されていくと考えられる。

引き続き、日本から積極的な参加及び提案を行い、IoT、デジタルツイン、スマートシティ分野における日本のプレゼンスを高めたい。

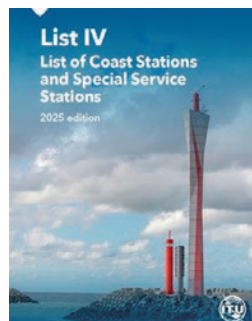
国際航海を行う船舶局に必須の書類 好評発売中！



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





APT WTDC25-5の結果概要

総務省 国際戦略局 国際戦略課 国際機関室

おぐま ゆうた
小熊 優太



1. はじめに

2025年11月17日から28日にかけて、アゼルバイジャン・バクーにて開催予定のITU-D（国際電気通信連合 電気通信開発部門）による世界電気通信開発会議（WTDC-25）に向け、地域提案の調整を目的とした第5回APT（アジア・太平洋電気通信共同体）WTDC-25準備会合（APT WTDC25-5）が、2025年9月15日から19日にかけてタイ・バンコクで開催された。WTDC-25に向けたAPT準備会合は、これまで以下のとおり4回開催されており、本会合は最終の準備会合に位置付けられる。

- ・第1回APT WTDC-25準備会合：2024年7月19日（タイ・チェンマイ）
- ・第2回APT WTDC-25準備会合：2024年12月10日から11日（オンライン開催）
- ・第3回APT WTDC-25準備会合：2025年3月17日から18日（タイ・バンコク）
- ・第4回APT WTDC-25準備会合：2025年7月14日から18日（タイ・パタヤ）

我が国からは、総務省 国際戦略局国際戦略課国際機関室の長屋室長ほか、NICTの今中氏、NTTドコモの大槻氏、SoftBankの上村氏が現地参加した。また、近藤APT事務局長、奥田ITUアジア・太平洋地域事務所長も現地参加した。本会合にはオンラインを含め168名（現地参加者96名）が参加した。

2. APT WTDC25-5結果概要

2.1 APT WTDC25-5の役職者更新

初日のプレナリセッションにおいて、APT事務局は、APT WTDC-25における役職者の状況について簡潔な報告を行った。報告では、以下の2点の主要な更新事項が示された。第1に、日本からの副議長の変更にに関するものであり、日本は現職の総務省の成瀬専門官が人事異動により本業務から離任したことを受け、長屋室長を新たな副議長として推薦した。第2に、作業部会（WG）1に関するものである。前回会合でWG1議長を務めたインドのSandeep Kumar Gupta氏が予期せぬ事情により現地参加が困難となったため、APT WTDC-25の副議長であるインドのAvinash Agarwal氏が

本会合においてWG1議長を代行することが提案された。これら2点の提案は承認され、APT WTDC-25の役職者の更新が正式に行われた。

2.2 APT共同提案の議論

会合初日のプレナリセッションにおいて、アジェンダが承認された後、提出された寄書は3つのWGに分かれて議論が進行した。23本の決議等の文書に対して計28件の提案が提出され、前回会合で合意された案件を含め、30件の暫定APT共同提案に合意が得られた。表にこれら暫定APT共同提案の一覧を示す。また、本会合では、各暫定APT共同提案について、WTDC-25会期中の議論に備えて主導国と支援国の承認も行われた。我が国においては、決議34（防災）の修正提案及び地域的重点課題において主導国を務めることとなり、決議34は総務省の小熊が、地域的重点課題はNTTドコモの大槻氏がそれぞれフォーカルポイントとして選出された。

暫定APT共同提案における主要な議論は以下のとおりである。

- ・ラガトイ宣言関連（太平洋島しょ国提案）
 - ・太平洋ICT大臣会合の成果物であるラガトイ宣言の実装支援をITUに求める新規決議及び既存決議の修正提案が太平洋島しょ国より提出された。島しょ国の要請により、非公式調整会合の進行役を総務省の長屋室長が務めた。ITU外の実施に対してITUの支援を求める点に懸念が示されたものの、既存のITUの活動方針に沿った内容として合意に至った。議論の取りまとめに対し、島しょ国から謝意が示された。
- ・次会期ITU-D研究課題及び任務の修正（日本、イラン、韓国、オーストラリア、ベトナム提案）
 - ・次会期の研究課題「新たな通信/ICT技術の活用とデジタルスキルの開発」に関するTerms of Reference (ToR) の提案を日本より実施した。研究課題の焦点を明確化し、ITUのマネート内に限定する日本提案が合意された。

■表. 暫定APT共同提案一覧

番号	提案国	文書名
1	インドネシア、オーストラリア、韓国、マレーシア、ベトナム	2025年バクー宣言案（ITU-Dの次会期の行動指針及び基本認識についての、WTDC参加者の宣言）
2	オーストラリア、韓国、マレーシア	バクー行動計画案（ITU-Dの次会期の活動を定めるもの）
3	ベトナム、イラン、中国、インド	アジア太平洋地域のイニシアチブ（行動計画の一部で、各地域の優先事項を記載したもの）
4	イラン	決議2の修正 - 研究グループの設立
5	日本、イラン、韓国、オーストラリア、ベトナム	ITU-D研究課題及び任務の修正（Terms of Reference）
6	インド	決議9の修正 - 特に発展途上国の周波数管理への参加
7	ベトナム	決議10の修正 - 国家周波数管理プログラムへの財政支援
8	ソフトバンク、ベトナム	決議11の修正 - 農村部、孤立地域、サービスが不十分な地域における通信/ICTサービス
9	マレーシア、オーストラリア、島しょ国※	決議16の修正 - 最貧国、小島嶼開発途上国、内陸開発途上国、移行経済国への特別措置
10	中国	決議17の修正 - 国家、地域、地域間、世界レベルでの承認された地域イニシアチブの実施と協力
11	日本、ソフトバンク、インド、インドITU-APT財団	決議34の修正 - 災害の備え、早期警戒、救助、緩和、救援及び対応における通信/ICTの役割
12	マレーシア、中国、GSMA、GSOA	決議37の修正 - デジタル格差の解消
13	中国、インド	決議45の修正 - サイバーセキュリティに関する協力強化のためのメカニズム（スパム対策を含む）
14	中国	決議55の修正 - 通信/ICTを通じた女性のエンパワーメントを強化するためのジェンダー視点の主流化
15	インド	決議58の修正 - 障害者及び特別なニーズを持つ人々のための通信/ICTのアクセシビリティ
16	中国、インド	決議62の修正 - 電磁界への人間の曝露の評価と測定
17	ベトナム、インドITU-APT財団	決議63の修正 - IPアドレスの割当てと発展途上国におけるIPv6への移行と展開の促進
18	中国	決議64の修正 - 通信/ICTサービスの利用者/消費者の保護と支援
19	インド	決議66の修正 - ICT、環境、気候変動及び循環型経済
20	韓国	決議67の修正 - 子供のオンライン保護におけるITU電気通信開発部門の役割
21	中国、インドITU-APT財団	決議69の修正 - 特に発展途上国における国家コンピュータインシデント対応チーム（CIRT）の創設と協力の促進
22	中国	決議73の修正 - ITUアカデミー研修センター（ATC）
23	インドネシア	決議76の修正 - 若い女性と男性の社会的・経済的エンパワーメントのためのICTの促進
24	ソフトバンク、マレーシア	決議77の修正 - 通信/ICTサービス及びブロードバンド接続の成長と発展のためのブロードバンド技術と応用
25	中国	決議82の修正 - 包括的な情報社会のためのインターネット上の多言語主義の保護と促進
26	インド	決議84の修正 - 携帯通信機器の盗難対策
27	中国、インド	決議85の修正 - IoT及びスマート持続可能都市・コミュニティの促進によるグローバル開発
28	ベトナム	決議89の修正 - 持続可能な開発のためのデジタル変革
29	中国	決議90の修正 - 持続可能なデジタル開発のための通信/ICT中心の起業家精神とデジタルイノベーションエコシステムの促進
30	島しょ国※	新WTDC決議 - 太平洋ラガトイ宣言の実施

*フィジー、キリバス、ナウル、バプアニューギニア、トンガ、ツバル、バヌアツ

・国際及び地域接続性（中国、ベトナム、インドITU-APT財団提案）

- ・陸上ケーブルと海底ケーブルを整備し、島しょ国、内陸開発途上国等のデジタル格差の解消と経済成長を促進することを目的とした新規決議案が提案された。日本及びオーストラリアから、新たな問題提起はなく既存決議で対応可能であるとの理由で反対を示し、提案は取り下げられた。

・成層圏プラットフォーム（ソフトバンク提案）

- ・決議11（サービスが不十分な地域におけるICT）、決議34（防災）、決議77（ブロードバンド技術）の各決議に対し、NTN（Non-Terrestrial Network：非地上系ネットワーク）サービスの有用性を追記する提案がなされた。中国等から文言修正の要望があったものの追記内容については合意された。

・APT position（APT地域共通の立場）（オーストラリア、韓国提案）

- ・気候変動、ジェンダー、SDGs等が引き続きITUの重要な活動分野であることを確認する内部文書案に合意が得られた。なお、APT positionは、APT共同提案

とは異なり、APT内部での参照を目的とした文書であるため、WTDC-25への提出対象とはならない。

(1) WG1の議論概要

WG1は、ITU-Dのプログラム、研究委員会及び関連課題に関する事項を所掌する作業部会である。第2.1節で述べたとおり、インドのAvinash Agarwal氏が本会合においてWG1議長を代行した。APT WTDC25-5では計6回のセッションが開催され、前回会合から持ち越された2件の文書に加え、新たに12件のインプット文書が審議対象となった。本作業部会では、これら14件の文書を以下の3区分に分類した。すなわち、前回からの継続検討項目（決議58及び62）、新規提案（例：決議2、43、79及び研究課題ToRの修正）及び既に合意された暫定APT共同提案に関連する修正提案（決議11、34、64、77）である。議論の結果、決議及びITU-D研究課題に関する7件の暫定APT共同提案が新たに作成された。また、前回会合で承認された3件の暫定APT共同提案（決議64、84、85）については、継続して暫定APT共同提案として扱うことが再確認された。



(2) WG2の議論概要

WG2は、作業方法、バクー宣言、バクー行動計画、一般的なICT開発課題を検討する役割を担っている。WG2議長は前回会合から引き続き、オーストラリアのMaria Myutel氏が務めた。APT WTDC25-5では計5回のセッションが開催され、決議9、45、63、69に関連する5件の提案及び1件の新規決議案（国際及び地域接続性）を含む合計6件のインプット文書が審議された。決議9、45、63、69に関する提案は、議論を経て、4件の暫定APT共同提案が新たに作成された。一方、新規決議案については、関係者間の協議が不十分であると判断され、WTDC-25への提出は見送られることが推奨された。また、前回会合で承認された6件の暫定APT共同提案（決議10、66、67、89、バクー宣言、バクー行動計画）への更なる修正が必要ないことが確認された。

(3) WG3の議論概要

WG3は、地域イニシアチブ、ITU-D戦略計画案、WG1及びWG2で扱われないその他の課題を検討する役割を担っている。WG3議長は前回会合から引き続き、日本の大槻氏（NTTドコモ）が務めた。APT WTDC25-5では計6回のセッションが開催された。アジア太平洋地域イニシアチブに関する1件の提案、既存の決議の修正に関する6件の提案、新規決議に関する2件の提案を含む、合計9件のインプット文書が審議された。本作業部会は、8件の暫定

APT共同提案が新たに作成され、前回会合で承認された決議55及び82に関する2件の暫定APT共同提案については、その内容を再確認した。

2.3 今後の予定

会合終了時点における今後の予定は以下のとおりである。

- 第2回地域間会合（Inter-regional Meeting）：2025年9月29日（オンライン開催）
- WTDC-25：2025年11月17日から28日（アゼルバイジャン・バクー）

APT WTDC25-5で承認された暫定APT共同提案は、会合終了後にAPT加盟国に照会され、各国は暫定APT共同提案への裏書き（endorse）要否について回答を求められる。裏書きに関する回答の結果、全APT加盟国（38か国）の25%以上が賛成し、かつ、反対が賛成の50%を超えない場合、当該暫定APT共同提案は、正式なAPT共同提案として承認される。APT共同提案は、WTDC-25の寄書提出締切日である2025年10月27日までに、APT事務局よりWTDC-25へ提出される予定である。

3. おわりに

本報告は、APT WTDC25-5における議論の概要と成果を整理したものであり、今後の国際的な電気通信政策形成に向けた我が国の貢献と戦略的対応の一助となることを期待する。

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>



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5

ひらやま はるひさ
平山 晴久

KDDI株式会社・標準化戦略部・コアスタッフ
ha-hirayama@kddi.com
<https://www.kddi.com/>



ITUで定義されたIMT-2020（5G）実現のため、O-RAN ALLIANCEにてRAN Slice SLA Assurance Work Featureの共同ラポータとして、RAN Intelligent Controllerを用いてRANにおける通信品質を保証するユースケース及びインタフェース仕様の策定に貢献した。

O-RAN ALLIANCEにおける通信品質保証技術の標準化

この度は、日本ITU協会賞奨励賞という名誉ある賞を頂き、誠に光栄です。日本ITU協会の皆様、関係者各位に厚く御礼申し上げます。

私は2017年の入社時から無線アクセスネットワークの運用管理、研究及びO-RAN ALLIANCE（以下、O-RAN）の標準化に従事しています。O-RANでは2020年2月に発行されたユースケース白書の主要コントリビュータの一人として、作成に貢献しました。2020年11月から2022年7月まで、基地局の制御ノードであるRICを用いてユーザの通信品質を保証する技術であるRAN Slice SLA Assurance Featureの共同ラポータを務め、自ら多くの寄与文書を入力しつつ、技術的な議論の推進と取りまとめを行いました。特にRICに関わる仕様を策定するWG2において、制御メカニズム及びインタフェース仕様について、海外の通信機器ベンダと熱のある技術議論を行ったことは強く印象に残っています。

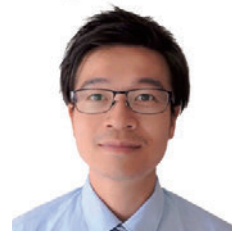
また、2024年7月からは、RICが基地局からのデータ収集を効率的かつ柔軟に行う技術であるFiltered Measurements Featureの共同ラポータを務めています。RANの運用管理・制御においてAI/MLの利活用が不可欠となる時代に向け、ますます重要となるデータ収集技術の確立に向けて、引き続き議論の推進に取り組んでいきます。

O-RANでは、2025年から6Gの議論が始まっており、今後、スタディや仕様策定が本格化していきます。当社は、2030年代のお客様の価値創造と社会課題解決に向けて、貢献してまいります。その中で私はこれまでのRIC関連技術の標準化で培った経験を生かし、AI/MLの更なる活用によるネットワーク自律化や、ネットワークによる新たな価値の創出及び6G時代の新たな標準化課題の解決に寄与できるよう、努力してまいります。



みんな
てんよう
関 天楊

株式会社NTTドコモ 無線アクセスデザイン部 無線方式担当 主査
tianyang.min.ex@nttdocomo.com
<https://www.docomo.ne.jp/>



ITUで定義されたIMT-Advanced (4G)・IMT-2020 (5G) を実現するため、3GPPにおいてセルラードローン、産業IoTの技術議論を主導して仕様策定を行うとともに、無線によるバックホール技術及びフェムトセル議論を主軸としてけん引し、標準化に大いに貢献。今後6G標準化におけるリーダーシップも期待される。

Wireless Access Backhaul及び5G Femtoに関する3GPP仕様策定

この度は、日本ITU協会賞奨励賞という名誉ある賞を頂き、誠にありがとうございます。また、今回の受賞にあたり、3GPP会合でご尽力いただいた関係者の皆様からの多大なご支援とご協力に、深く感謝申し上げます。

WAB (Wireless Access Backhaul) は、既存のIAB (Integrated Access Backhaul) を簡素化したものとして、新たに規定されました。IABは高い柔軟性を備えている一方で、制御構造やトポロジの設計が複雑なため、実装や商用展開の面で課題が指摘されてきました。これに対しWABは、実装を容易にし、迅速な商用化を目指すことを目的として、プロトコルや手順の設計をできる限り簡潔にした仕様となっています。

この仕様の主な狙いは、バックホールが脆弱な地域での通信を補完することや、災害時に一時的な通信手段を確保することにあります。これにより、既存のインフラが損傷した場合でも、WABノードを速やかに展開することで、迅速なネットワークの復旧が可能になります。また、WABノードを衛星プラットフォームに搭載し、非地上系 (NTN) リンクを介してバックホール接続を行う構成も視野に入れられており、地上系と衛星系を統合して運用する仕組みとしても議論が進められました。

5G Femtoは、4G Femtoの後継機として策定されたロー

カルアクセスノードです。4G Femtoは単一セルでの運用に限定されていましたが、5G Femtoでは複数セルに対応できるようになったため、より広い屋内エリアをカバーしたり、小規模なキャンパス環境へ適用したりすることが可能となりました。

さらに、5G Femtoは3GPP rel-16の機能であるNon-Public Network (NPN) で導入されたClosed Access Group (CAG) という仕組みを標準でサポートしており、アクセス制御の柔軟性が大幅に向上しています。この仕組みによって、ご家庭での限定的な利用はもちろん、企業や工場、商業施設といった多様な環境においても、安全な通信が実現できると期待されています。

近年の3GPP会合では、参加企業数の増加に伴って数多くの機能提案が寄せられる傾向にあり、仕様が複雑化することが懸念されています。このような状況の中、私がrapporteurとして特に留意した点は、機能の実用性とシンプルさを両立させることでした。多くの機能の中から本当に役立つものだけを慎重に選び出し、機能の充実と実装のしやすさとの間でバランスが取れるよう、議論を主導してまいりました。その結果、WABと5G Femtoはどちらも、シンプルでありながら拡張性も備えた、実用的な標準仕様として合意に至ったものと自負しております。

ITUAJより

お知らせ～ITU関連新規出版物発行

国際航海を行う船舶局の備え付け書類については、国際電気通信連合憲章に規定する無線通信規則に定められ、日本では、電波法第60条において規定されています。具体的な備え付けを要する書類は、電波法施行規則第38条で規定されています。

船舶局のITU関連出版物については以下の3種があり、その中の、海岸局及び特別業務局局名録（Coast Stations）の最新版が発行されました。

最新版が必要になりますので、ぜひお求めください。

- ・船舶局及び海上移動業務識別の割当表（Ship Stations）
最新版：2025年版（次回発行予定：2026年4月）
 - ・海岸局及び特別業務局局名録（Coast Stations） ←NEW!
最新版：2025年版（次回発行予定：2027年第4四半期）
 - ・海上移動業務及び海上移動衛星業務で使用する便覧（Maritime Manual）
最新版：2024年版
- 販売価格は、本体価格にジュネーブからの取寄せに伴うITU対応手数料、消費税、国内発送手数料が加算されます。
出版物詳細・お申し込み
https://www.ituaj.jp/?page_id=187
https://www.ituaj.jp/?page_id=803

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

〳 西野 寿律 総務省 国際戦略局

〳 青野 海豊 総務省 総合通信基盤局

〳 山崎 浩史 国立研究開発法人情報通信研究機構

〳 井上 朋子 NTT株式会社

〳 中山 智美 KDDI株式会社

〳 大山 真澄 ソフトバンク株式会社

〳 薮 拓也 日本放送協会

〳 酒見 美一 通信電線線材協会

〳 長谷川一知 富士通株式会社

〳 森 正仁 ソニーグループ株式会社

〳 神保 光子 日本電気株式会社

〳 中平 佳裕 沖電気工業株式会社

〳 阿藤 友紀 一般社団法人情報通信技術委員会

〳 三木 啓嗣 一般社団法人電波産業会

〳 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

〳 新 博行 株式会社NTTドコモ

〳 田中 良明 早稲田大学

編集人より

宇宙の研究・開発への期待

一般財団法人ITU協会

みやした えいいち
宮下 英一



学生の頃、素粒子や相対性理論、宇宙物理に興味があり、関連する本をよく読んでいました。社会人となってからは読む機会が少なくなりましたが、最近書店で面白そうなブルーボックスを見つけ、知らなかった話題などを面白く読むことができました。その話題の1つが、宇宙にはダークマターと呼ばれる（光と相互作用せず、重力相互作用のみの）物質が大量に存在し、原子や分子など通常の目に見える物質は宇宙全体の1/6程度だということです。標準理論から予想される素粒子が探索されていますが、いまだにダークマターは見つかっていないようです。もう1つが、宇宙の初期（ビッグバンと呼ばれる現象が宇宙の始まりでないことも知ったのですが）にはエネルギーのみが存在し、ヒッグス機構というメカニズムを通して質量が獲得されたという話です。加速器実験でヒッグス粒子の存在が観測され、この理論については証明されているようです。この分野の研究が進展し、わくわくするような多くの新発見があると思います。

ICTの分野を見ると、やはり宇宙への展開が進んでいます。たくさんの衛星を使った非地上系のネットワークが、災害や基地局のない過疎エリアでも使えることで注目されており、開発が進められています。また、月近傍での通信のための周波数分配も検討され始めたようで、宇宙での通信についても検討が進んでいるようです。

通信以外にも様々な宇宙開発が検討されているようです。たまたま国際宇宙ビジネス展に行くことがあり、それほど広くない会場でしたが、多くの入場者があり活気があるなど感じました。小型ロケットの開発、衛星を使った地上のセンシングのサービスや月面での居住環境の開発など多くの展示があり、何か夢のある研究開発であると思いました。今後、宇宙に関して、通信のみならず様々な研究・開発が進んで、月に旅行して、月からインターネットへ接続できる時代が来ることを大いに期待したいと思います。

ITUジャーナル

Vol.56 No.1 2026年1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



一般財団法人 日本ITU協会