

Journal of the ITU Association of Japan
 April 2026 Vol.56 No.4

特集

ICTと婚活支援

恋愛・結婚の変容、デジタル社会での新たな展開
 マッチングアプリ業界のガバナンスと安全対策の現在地
 婚活支援のICTサービスにおける法規制の動向と安全確保の課題について

スポットライト

量子コンピューティングの国際標準化動向

RoboCupJunior 2025 参加記

技適マークの確認の重要性

HAPS移動通信システムの大容量化に向けた研究開発

ITUクラブ通信

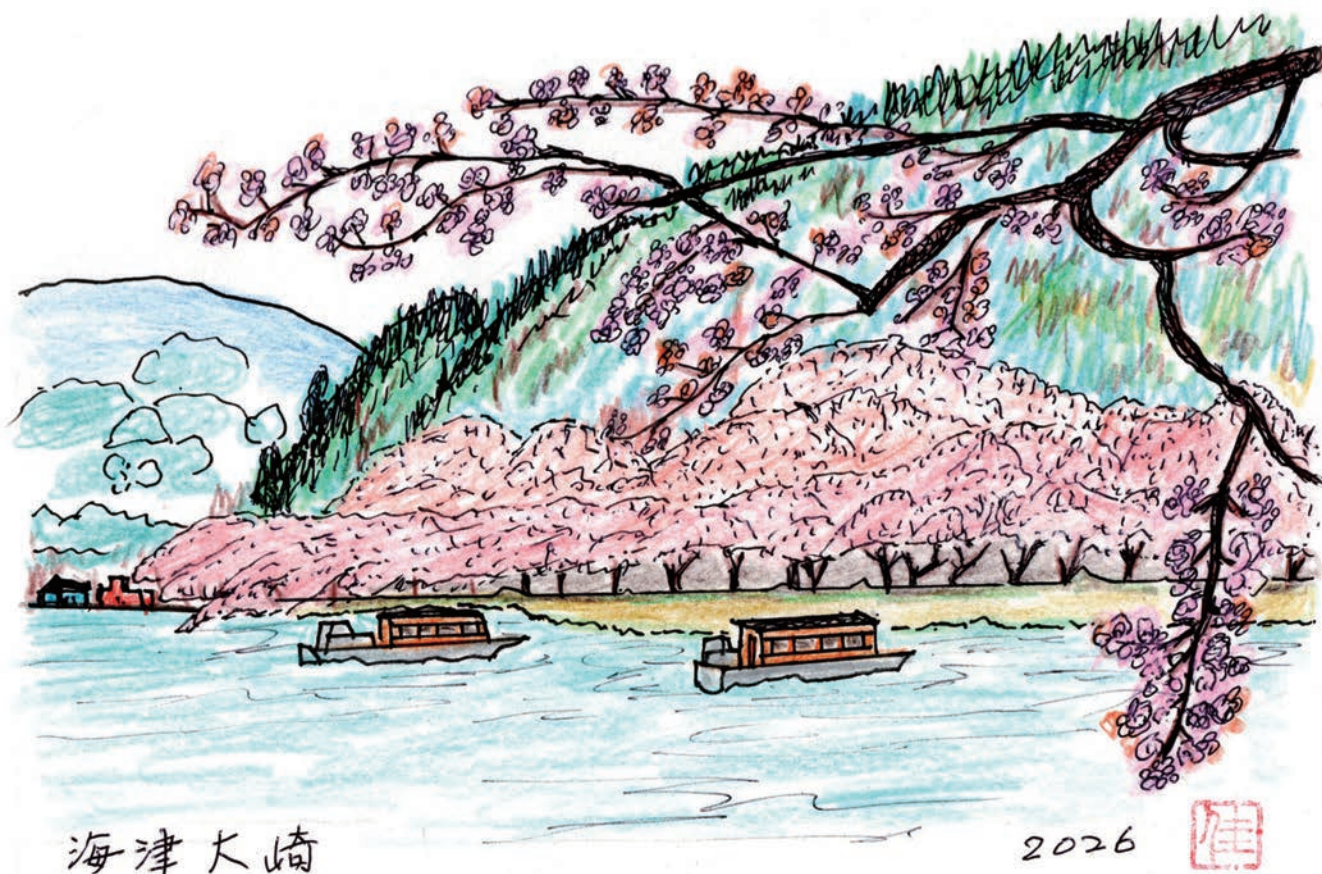
社会変革に向けたNTT研究所の取組み

会合報告

ITU-T: SG5 (環境、気候活動、循環経済及び電磁界)

SG13 (将来網及び新興ネットワーク技術)

APT: ADF-22 (APT開発フォーラム)



海津大崎

2026



特集

ICTと婚活支援

恋愛・結婚の変容、デジタル社会での新たな展開 3
— 明治安田総合研究所「恋愛・結婚に関するアンケート調査」から読み解く—
株式会社明治安田総合研究所 藤田 敬史

マッチングアプリ業界のガバナンスと安全対策の現在地 7
一般社団法人 恋愛・結婚マッチングアプリ協会
インタビュー：一般財団法人日本ITU協会

婚活支援のICTサービスにおける法規制の動向と安全確保の課題について 12
文教大学 池辺 正典

スポット
ライト

量子コンピューティングの国際標準化動向 15
富士通株式会社 長谷川 一知

RoboCupJunior 2025 参加記 19
洛星高等学校 徳満 陽喜

技適マークの確認の重要性 24
総務省 総合通信基盤局 電波環境課 認証推進室 田畑 和也

HAPS移動通信システムの大容量化に向けた研究開発 26
ソフトバンク株式会社 星野 兼次

ITU
クラブ
通信

社会変革に向けたNTT研究所の取組み —IOWNの研究開発と万博での適用事例— 31
NTT株式会社 木下 真吾

会合報告

ITU-T SG5(Environment, climate action, circular economy and
electromagnetic fields)第2回会合 37
NTT株式会社 長尾 篤/原 美永子/田中 憲光/株式会社NTTドコモ 井山 隆弘/
NTTアドバンステクノロジ株式会社 小林 隆一/小林 栄一

ITU-T SG13(Future networks and emerging network technologies)第2回会合 42
国立研究開発法人情報通信研究機構 谷川 和法

第22回APT電気通信/ICT開発フォーラム(ADF-22)の結果 47
総務省 国際戦略局 国際戦略課 国際機関室 酒匂 有紗



[表紙の絵]

IEEE Fellow 池田佳和

●海津大崎の桜(滋賀県高島市)
琵琶湖北端の湖岸に4kmにわたって約600本のソメイヨシノ桜並木がある。近くの港からお花見船が出航するので、湖上に突き出した枝に咲く桜花を船から愛でるのが風情ある。この桜並木の始まりは湖畔の県道補修員の方が自費で植樹したことから始まったそうだ。

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、最も古い政府間機関です。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。

恋愛・結婚の変容、デジタル社会での新たな展開

— 明治安田総合研究所「恋愛・結婚に関するアンケート調査」から読み解く —



株式会社明治安田総合研究所 経済調査部 首席研究員 **藤田 敬史**

1. 要旨

晩婚化・未婚化が進む中、恋愛・結婚の質が変容している。本稿は婚活サイトやマッチングアプリ等の婚活ICTを出会いのインフラとして捉え、恋愛・結婚に与える影響を明治安田総合研究所（以下、当研究所）が実施した「恋愛・結婚に関するアンケート調査（全国18～54歳男女8,872人を対象）」（2026年2月5日リリース、以下、当研究所調査）を踏まえ整理する。調査結果では、未婚者の4人に3人超が恋人不在で、恋愛への関心は低下する一方、交際＝結婚前提の意識が上昇するなど、結婚観の二極化も示唆される。

2. 恋愛・結婚観・出会いの場の変容

晩婚化・未婚化は、少子化と並んで議論されてきた。婚外子の割合が少ない日本において、婚姻数の減少は出生数の減少に直結しやすい。厚生労働省の人口動態調査を見ても、平均初婚年齢は男女ともに上昇を続け、未婚率も高止まりしている。一方で、結婚をめぐる所得・雇用・住居・子育て環境といった構造要因だけでなく、価値観の多様化やライフスタイルの変化が複雑に絡み合う。恋愛・交際への関心が低下し、結婚を当然のライフイベントではなく、選択肢の1つと捉える見方も広がっている。

当研究所調査では、未婚者の76.3%が「現在交際相手はいない」と回答した。これは2023年の前回調査の72.0%から上昇している。さらに、未婚者のうち「恋愛・交際に興味がある」は49.5%で、2023年調査の59.9%から低下し

た（図1）。結婚の意向についても、未婚者で「結婚したい」は36.8%と、2023年調査の47.3%から低下した（図2）。



図2. あなたは結婚したいと思いますか。（未婚者、単一回答）

出会いは、従来、学校・職場・地域・親族・友人知人の紹介など、共同体が媒介してきた。共同体の縁では、相手の人柄は周辺からの情報（評判、日常の振る舞い等）から手に入れる場合が多い。当研究所調査では、出会いのきっかけは「知人からの紹介」（40.8%）が最多で、「職場」（36.6%）と続いており、依然、共同体の媒介力は強い（図3）。一方、25～29歳・30～34歳では「マッチングアプリ」がそれぞれ33.3%、30.9%と約3割に達する。特に18～24歳の若年層では、SNSやオンラインゲームを通じた出会いも一定割合を占めており、デジタル空間が人間関係の形成において重要な役割を果たしている。

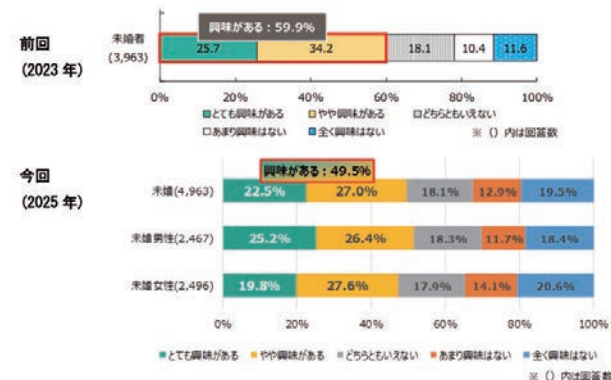


図1. 恋愛・交際についてどの程度興味がありますか。（未婚者、単一回答）

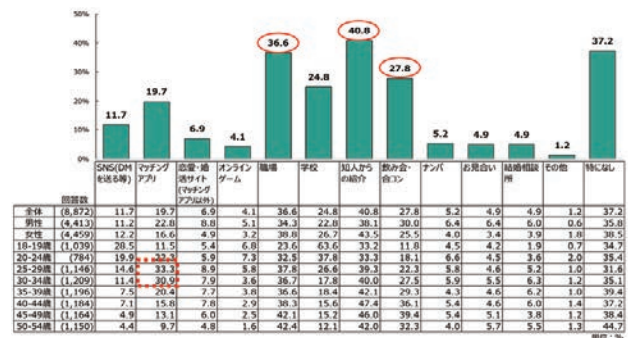


図3. 恋人や結婚相手となる可能性がある人と、どのように出会うことが多いですか。（未婚者・既婚者、複数回答）

3. 恋愛における意識と結婚観の二極化

恋愛はデートやメッセージのやり取りを通じて育まれていく。その理想頻度について、当研究所調査では、恋人とのメッセージなど連絡は男女とも「毎日1回程度」が最多、デートについては「週1回程度」が最多という結果であった。メッセージの既読・未読をめぐる感覚差もデジタル時代を象徴する。アンケートでは、女性が男性に比べ、恋人との連絡において既読・未読スルーを気にする傾向が示される結果となった。

また、デートにおける費用負担の面でも男女による相違が浮き彫りになった。当研究所調査では、女性はデート回数にかかわらず「半々」の支払い希望が高い一方、男性は「すべて支払う」を含め、多めに支払う意識が高い傾向が示された。ただ、初めてのデートに限っては、男性の「すべて支払う」と回答した割合が2023年調査から5.5%低下した一方、女性の「半々」と回答した割合は8.6%も上昇するなど、男女ともに支払いの偏りを希望しない動きになっている。なお、近ごろは物価上昇が継続しているが、インフレによる負担増を感じる割合は、多めに支払う意識が高い傾向にある男性が女性に比べ7.4%高い結果となった。総務省が公表する消費者物価指数によると、2023年から2025年

にかけて、「外食」の価格は6.7%上昇し、「入場・観覧・ゲーム代」も4.3%上昇している。

結婚に対する意識も変化している。当研究所調査では、未婚者の「結婚したい」は36.8%で、2023年調査（47.3%）から10%以上低下した（前掲、図2）。一方、未婚者の「付き合ったら結婚を考える」は47.2%と2023年調査（43.9%）から上昇した（図4）。これは、結婚を望まない層が増加する一方、交際するなら結婚を前提にと考える層も増えており、結婚観が二極化している可能性を示している。

なお、結婚したくない理由では、未婚女性は「必要性を感じない」が、未婚男性は「自分が自由に使えるお金が減りそう」がそれぞれトップである。女性は価値観の変化、男性は経済的な理由と異なる結果となった。

4. 生成AIの活用

当研究所調査では、恋愛について生成AIに相談した経験は全体で23.3%に上る（図5）。相談内容には、メッセージ返信、デートプラン、励まし、喧嘩時の対処などが挙げられている。生成AIへの相談は、恋愛のコミュニケーションを容易にする可能性がある。AIは返信文の作成や言い回しの調整に強く、衝突回避や気遣いの表現を支援できる

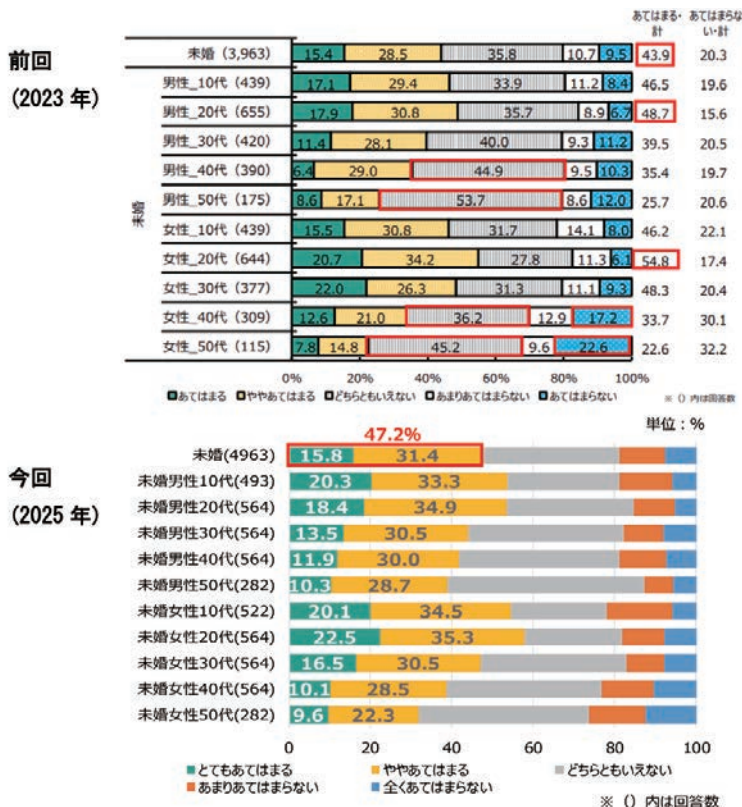
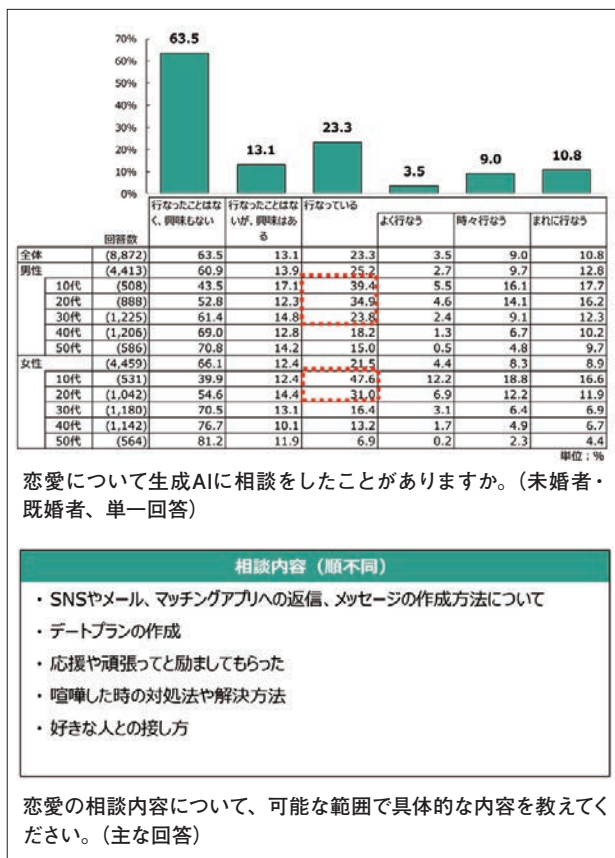


図4. 付き合ったら結婚を考える。(未婚者、単一回答)



ため、恋愛が苦手でもAIの助けで一定のコミュニケーションが可能になると考える。他方、AIが提案する表現が一般化すると、やり取りは似通いやすく、相手にとってはどこかで見たような言葉に感じられる恐れもある。内容の正しさだけでなく、自身の経験を踏まえた語りや、少し不器用でも本人の言葉で伝えることで心が通い合うことが大切だと考える。AIは恋愛の手助けになりうるが、同時に自分の言葉で語る経験を減少させる可能性があることには留意が必要である。



■図5

5. 婚活ICTの社会的意義

マッチングアプリや婚活サイトなど、婚活ICTは住んでいる地域や所属するコミュニティを問わず出会いの機会を提供し、忙しい層にもアクセス可能な仕組みを提供する。これは効率的な出会いの場の提供として一定の効果が期待できる。

他方で、婚活ICTが出会いのインフラとして定着するほど、安心・安全やガバナンスに対する重要性は増す。当研究所調査でも、SNSやマッチングアプリ等を利用するに当たり抵抗や不安がある人は68.5%に上り、利便性と同じだけ、

安心感が利用の継続を左右する。第1に、なりすましや詐欺、悪質勧誘、既婚者の混入といったリスクへの対策が重要である。当研究所調査でも45.1% (複数回答) が悪質なユーザーがいることに不安を感じると回答している。共同体の縁が薄れつつある中、本人確認・認証の信頼性、通報後の対応速度、被害相談の導線を社会的な基盤として整備していく姿勢が問われる。第2に、個人データの取り扱いである。婚活では、年齢・住所・職業・価値観だけでなく、恋愛観、家族観、時に健康や経済状況など、センシティブな情報が集積しやすい。当研究所調査でも29.9% (複数回答) がプライバシーのリスクに不安を感じると回答している。漏洩時の被害は金銭にとどまらず、社会的信用にも及ぶ。

6. おわりに

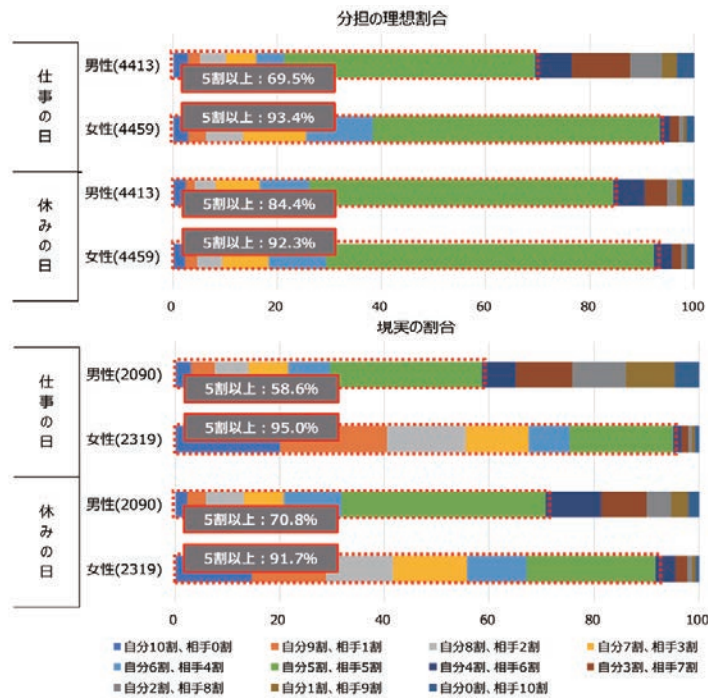
婚活ICTという新たな手段は、出会いの場を拡大させるが、当研究所調査の結果からは、未婚者の恋人不在が増え、恋愛・交際への関心は低下するなど恋愛や結婚の意識の高まりには必ずしも直結していない様子が見える。これまで見てきたとおり、恋愛や結婚の価値観の変化もあり、ICTだけで婚姻数を押し上げることは難しい。

一方で、交際を結婚と結び付ける意識は強まり、結婚観は二極化の兆しを見せる。こうした環境下で、マッチング数の増加だけでなく、価値観のすり合わせ、家計・家事の見える化など、持続可能性に資する設計も期待される。婚活段階で家事・育児観、共働き観、ライフコース希望を問うことは、こうしたズレを事前に認識する、あるいはミスマッチを未然に防ぐためには有効であろう。共働き世帯が増えている現代では、家事の夫婦間シェアが当たり前になりつつあるが、当研究所調査では、家事分担をめぐる理想と現実の乖離も顕著となった。理想は男女とも「5:5」が主流と認識しつつも、現実では、仕事の日について男性の58.6%が「自分が5割以上」と感じるにとどまり、女性では95.0%が「自分が5割以上」と回答している(図6)。家事は女性がやるものという古い意識は薄れつつあり、男性も自分はそれなりに家事をしていると思っているが、それでも女性側の感覚とは食い違っているのが現実である。また、理想のライフコースに関する質問に対しては、女性が望むライフコースは「結婚/出産後に一旦退職し、子育て後に時短・パートで復帰」と「結婚・出産後もフルタイムで仕事を続ける」が拮抗している一方、男性が女性に求める理想のライフコースはフルタイムで共働きという結果であった(図7)。男性側の望むライフコースをたどる場合、女性側には「フルタイム+

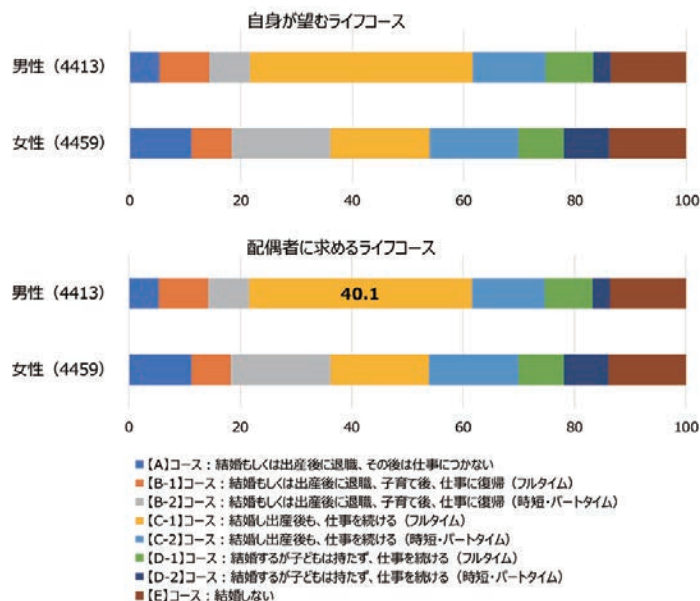
家事多め」という重い負担がのしかかることが懸念される。各家庭の事情や個々の特性、ライフステージに応じて、柔軟な役割分担が必要とされる。

婚活ICTは恋愛・婚活の有用なツールであることは、当

研究所の調査からも明らかである。他方で、恋愛・結婚をするかしないかを選択肢の1つとして尊重する文化の更なる広がりなど、社会全体の意識のアップデートも求められるのではないだろうか。



■ 図6. 家事（子育て含む）の分担の理想と現実。（未婚者、単一回答）



■ 図7. ご自身の望むライフコース及び配偶者に望むライフコースについてお答えください。将来結婚したいとお考えの方は、結婚となった場合に相手に求めるライフコースをお答えください。既婚者（事実婚も含む）は、結婚する前の考えをお答えください。結婚をしないとお考えの方は、ご自身・配偶者に求める両方で、Eコースをお選びください。（単一回答）



マッチングアプリ業界のガバナンスと安全対策の現在地

一般社団法人 恋愛・結婚マッチングアプリ協会
インタビュー：一般財団法人日本 ITU 協会

1. はじめに

マッチングアプリは日本社会において、出会いの補助線ではなく結婚に至る主要導線の1つへと変化してきている。40歳未満既婚者の約4人に1人がアプリ経由で結婚しているという統計もあり、オンラインの出会いは特別な選択ではなく日常の選択肢となりつつある。利用の広がりには利便性を高める一方で、安全確保や信頼性の担保という新たな責務を業界にもたらしめている。本稿は、国内のマッチングアプリ業界が整備してきたガバナンスの骨格と安全対策の具体像を整理し、今後の課題と展望を提示するものである。

2. 協会の概要・設立背景

マッチングアプリ協会は、2015年に一般社団法人として設立され、2026年時点で11年目を迎える団体である。設立の背景には、日本社会における未婚率の上昇や出生率の低下という構造的課題が存在した。結婚を望む人々が安心して出会える場を広げ、健全な出会いの環境を整えることが当初からの大きな目的であった。

設立当初は「一般社団法人結婚・婚活応援プロジェクト」の名称で、結婚相談所やブライダル業界を中心とした多様な事業者が参加する組織として発足した。当時、国では少子化対策として2014年に交付金制度が創設され、「婚活・街コン推進議員連盟(当時)」が発足するなど、結婚支援が政策的テーマとして浮上していた。政府(当時は内閣府)、議連、民間団体が三位一体で取り組む枠組みが整備されたことも、団体設立を後押しした。

一方、コロナ禍により、対面型の結婚相談所は大きな打撃を受けた。業界団体としては「一般社団法人 日本結婚相手紹介サービス協議会(JMIC)」に統合が進む一方で、マッチングアプリの利用者はむしろ増加し、オンラインの特性が強みとして評価されるようになった。当時、アプリ事業者を横断的に束ねる業界団体は存在せず、急速に拡大する市場に対して、公的な窓口や安全基準の必要性が高まっていた。

こうした状況を踏まえ、2017年には結婚・婚活応援プロジェクト内部にネット系事業者による「MSPJネット分科会」が設置され、これが現在の一般社団法人恋愛・結婚マッチングアプリ協会の前身となった。その後の利用者数拡大や社会的役割の変化を受け、2022年には理事構成が結婚相談所主体からマッチングアプリ運営企業主体へと大きく転換され、その後2025年には団体の名称変更等も行われ、現在の協会体制が整えられた。

現在の加盟企業は14社であり、そのうち正会員は第三者認証制度であるIMS認証(インターネット型結婚相手紹介サービス業認証制度=通称IMS認証)を取得している事業者である。IMS認証は法令順守、本人確認の厳格化、不正防止、利用者の個人情報保護など、多様な基準を満たした企業のみが取得できる制度である。もともとは結婚相談所向けの認証マークを運営していた団体がオンライン版として整備したもので、2023年以降、インターネット型の結婚相手紹介サービスのテレビ・ラジオCMの放送が可能になったが、その放送条件としてもIMS認証の取得が必須の

- 2015年5月、日本の未婚率の上昇や出生率の低下が進んでいる現状を改善するため、結婚を希望される方向士の安心できる出会いの場を広げ、結婚へと導く仲人役として「一般社団法人 結婚・婚活応援プロジェクト」を設立(初代表理事:増田寛也氏)。
- 婚活・街コン推進議員連盟(当時)(会長:三原じゅん子議員、事務局長:大岡敏孝議員(当時))での講演や結婚・婚活メディアカンファレンス(複数回)などを実施。
- 恋活婚活マッチングアプリをはじめとするネット婚活について、インターネット婚活サービス分科会を設置し、業界自主基準である「MSPJ7つの約束」を策定。



増田寛也代表理事(当時)講演(2015年11月「結婚・婚活メディアカンファレンス」)



加藤博徳 一般総務理事(当時)挨拶(2016年2月「結婚・婚活応援シンポジウム」)



婚活・ブライダル業界議員連盟会長三原じゅん子議員ご挨拶(2021年12月「結婚・婚活メディアカンファレンス」)

■ 図1. 設立経緯

基準として扱われた。また、自治体との連携においても、この認証が安全性判断の1つの基準として機能している。IMS認証の取得企業は現在9社であり、いずれも協会の正会員である。累計会員数が2000万人規模、1000万人規模の主要サービスも含まれており、国内の主要マッチングアプリの多くが協会に加盟する体制が整っている。

協会への入会基準は協会ホームページ^[1]でも公開されており、IMS認証の取得を必須とする正会員のほか、認証未取得企業の準会員、関連事業者の賛助会員といった区分が設けられている。いずれも「出会い系規制法に基づくインターネット異性紹介事業の届出」、一定期間の運営実績、セキュリティ許認可の取得、利用規約における利用資格の明示などの安全要件が求められる。



図2. 入会基準・会員種別

日本では、プラットフォームに対して高い安全性と責任を求める文化的背景があり、海外の“自己責任型”とは対照的である。そのため、各社がIMS認証の基準を超える取組みを自主的に導入し、高い安全性を確保している点も特徴である。

3. 出会いの構造変化がもたらす主要な課題

マッチングアプリに関する社会的課題は、少子化・未婚化の進行、そして出会いの多様化という大きな文脈の上に

位置付けられる。協会として現状、特に重要と考える論点は3つである。第1に不正被害の増加、第2にIMS認証（第三者認証）の取得率・認知率の不足、第3に利用者リテラシーの強化である。

図3の課題①にも見られるとおり、SNS型投資ロマンス詐欺は近年増加傾向にある。典型的な流れは、最初の接触にマッチングアプリが用いられ、その後、アプリ内の監視や本人確認を回避する目的で、やり取りを外部SNSへ移すというものだ。一次接触を阻止しきれない局面が存在することは否定できず、協会としてもこの構図に対して継続的な対策の強化が必要だと認識している。既に各社は、多層的な抑止策を講じているが、犯行手口が巧妙化する中では、啓発と運用の両輪を進化させ続けることが不可欠である。

次に、IMS認証の取得率・認知率である。IMS認証は一定の安全基準を満たした事業者に付与される第三者認証であり、安全なサービスを見分ける指標の1つとして機能する。しかし、テレビ業界や自治体などのステークホルダーに比べ、現状では一般利用者の認知度が十分ではない。原因としては、マークの分かりづらさ、各社の広報不足、認証の内容が利用者の体験に直結して伝わりづらいことなどが挙げられる。認証取得事業者数が現時点で9社と限定的で、一定のハードルの高さを示しているが、他方、利用者側の「選ぶ目」を育てることも、被害予防と市場の健全化の上で決定的に重要である。協会は、未取得の運営会社に対して取得促進を働きかけるとともに、自治体・メディア連携を通じて認証の意味を伝える啓発を広げている。

第3に、利用者リテラシーの強化である。マッチングアプリはオンライン上で完結するサービスではなく、実際に会うというオフラインの行為へ移行する。ゆえに、事業者が完全に監視・制御できない局面が必然的に生まれる。だからこそ、利用者が「外部SNSへの安易な誘導に応じない」「金銭・投資の話題が出たら距離を置く」「身元証明の提示方法に

利用者の拡大や、社会課題への貢献期待が高まる一方で、マッチングアプリを取り巻く現状について、下記の通り主に3つの課題があると認識しています。

課題①
ロマンス詐欺等の被害増加

警察庁によるとSNS型投資・ロマンス詐欺の被害件数・被害額は年々増加傾向にあります。被害者や被害額は、マッチングアプリを不正に利用して被害者と接触し、マッチングアプリ運営事業者の目に届かない別のコミュニケーションツールでやり取りを行う傾向があるという点が指摘されています。

※出典：令和7年11月現在におけるSNS型投資・ロマンス詐欺の現状・被害状況について
https://www.keitai.go.jp/press/20231101/20231101_01.html

課題②
第三者認証の取得率・認知率

マッチングアプリの信頼性について第三者が客観的に評価し、監査する制度として、2022年8月に「インターネット型結婚相手紹介サービス第三者認証制度」（通称：IMS認証、運営：特定非営利活動法人婚嫁相手紹介サービス第三者認証機構）の運用が開始されましたが、その取得率や、認知率には課題が残っています。

課題③
利用者リテラシーの向上

安心安全にマッチングアプリをご利用いただくために必要な知識・安心安全なマッチングアプリの選び方、利用上の注意点、不審な会員の特徴、データの取扱いの注意点等について、個々のニーズに応じて啓発を行っていく必要があると考えられています。

※写真は東京府が2024年12月に有識者懇話会を開催した「SNS型投資・ロマンス詐欺」にて、安心安全なマッチングアプリの選び方・被害予防方法のセミナーを開催している様子

図3. マッチングアプリ業界を取り巻く課題



注意する」といった基本的なリスク回避行動を身に付けることが不可欠である。協会は、関係省庁・自治体・警察・メディア等と連携し、ガイドブック配布やセミナー^[2, 3]などで実践的な啓発を継続している。

4. 少子化・未婚化時代における 出会い支援と社会インフラ化

マッチングアプリの社会的役割は急速に拡大している。こども家庭庁の調査でも示されるように、40歳未満の既婚者の約4人に1人がアプリを通じた出会いから結婚に至っており、職場・学校・友人紹介などの従来経路を上回る「結婚に至る導線」として機能している。かつて“出会い系”と捉えられた文脈とは異なり、今日のマッチングアプリは結婚相手に出会えるインフラとして、地域・行政との連携を含めた公共的な役割を担い始めたと言える。

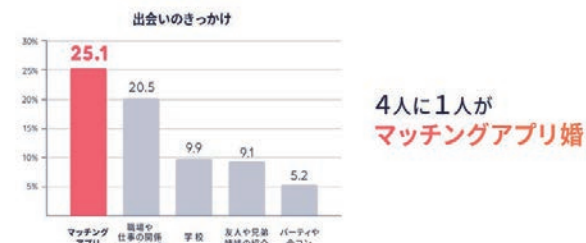
データを見ると、結婚した夫婦が持つ子供の数自体は1980年代から大幅に減っていない一方で、未婚率の上昇が

顕著である。つまり、出生数減少の大きな要因の1つは、結婚に至るまでの出会いの機会不足や意思決定の遅延にあると解釈できる。実際に、独身の若年層に結婚しない理由を尋ねると、最上位は「適当な相手にまだ出会っていない」であることが多い。この問題に対し、規模と多様性を備えたマッチングアプリの出会いの場は、婚姻機会を増やす現実的手段として有効である。もちろん、出会いの増加が直ちに婚姻・出生に直結するわけではないが、結婚の入口の拡大は不可欠であり、これが協会・事業者の社会的責務にもつながっている。

この文脈で、自治体との連携が全国で広がっている。一般的な取組みとしては、先に挙げたIMS認証の意味や初回対面の注意事項などを講座（セミナー）として提供するケースが多い。また、一部自治体では、アプリ利用料金の補助を通じて参加のハードルを下げ、事業者側もクーポン提供でこれを後押ししている。ガイドブックの配布、相談窓口の周知といった啓発インフラも整備が進む。

さらに、踏み込んだ事例として、マッチングアプリの運営会社が香川県と「出会い・恋愛・結婚応援に関する連携協定」を締結し、少子化対策の対象世代である若い世代が主体的に出会いや結婚の在り方を議論するコミュニティをサポートした。彼らの提言を起点に、知事から「かがわ恋愛総量最大化まちづくり宣言」が発表され、県全体で恋愛・結婚の機運を醸成するフェーズに入った。北海道では広域特性により「道内でも会いにくい」課題に対し、市区町村レベルの検索や位置情報の活用といったプロダクト側の調整が行われた。また、若者が集まる地域に根ざしたイベントである北海道マラソンと連携し、プロによるゴール

既婚者（直近5年間で結婚）の出会いのきっかけは、職場（20.5%）や学校（9.9%）を抑え、マッチングアプリが首位（25.1%）に



2024年7月 こども家庭庁による調査より抜粋

調査手法：Web調査 調査エリア：全国 調査対象者：15-39歳の既婚の男女一般生活者 サンプル数：2000ss
調査期間：2024年7月8日～7月22日

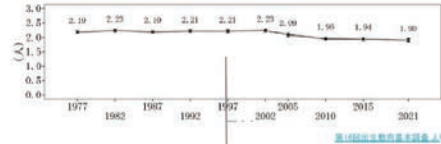
■図4. マッチングアプリの社会浸透

■「1夫婦あたりの子供の数」の変化は小さい

1982年：2.23に対し、2021年：1.90へ低下

完結出生子ども数

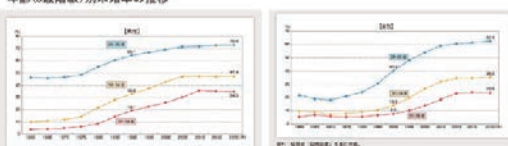
（夫婦一組あたりの平均出生子ども数に相当）



■未婚率の上昇は顕著

30代前半の未婚率は1980年代に比べ、男性は2倍以上、女性は3倍以上上昇

年齢（5歳階級）別未婚率の推移



資料：総務省「国勢調査」より

■図5. マッチングアプリと少子化・人口減少

婚姻率の低下は、少子化を左右する複数要因の中でも影響の大きい構造要因の一つ



■図6. 事例紹介：福井県

地点での写真撮影とアプリのプロフィール写真に使える形での無償提供など、自然な接点づくりも実施された。福井県では、県と複数事業者が共通コピーとキービジュアルを用いた広告・アプリ内施策を同時展開し、「福井県×タプル恋愛応援プロジェクト」として地域ぐるみの恋愛機運醸成に踏み込んだ。これらの事例に共通するのは、自治体が「婚活」を過度に前面化せず、日常風景の中へ違和感なく溶け込む導線を設計している点である。結果として、若い世代の心理的ハードルを下げ、参加の第一歩を後押ししている。

世代の広がりも見逃せない。若年層の利用は引き続き伸びる一方、40代・50代を主対象とするサービスも増えている。若い時期にアプリに親しんだ世代が、そのままのライフスタイルで年齢層を越えて利用を続けていること、そして少子化が進む中で将来的に深刻化が見込まれる孤独・孤立の対策の観点から、パートナー探しが福祉的な意味合いも帯び始めていることが背景にある。協会としては、従来の「少子化対策」に加え、「孤独・孤立の予防」というテーマに対しても、官民連携や啓発、データ整備を通じて提言を重ねていく必要性を認識している。

5. トラスト&セーフティの構造

マッチングアプリの安全確保は、不正会員対策と個人情報を含むセキュリティ対策の2点を中心テーマとなる。本章では社会的影響の大きい前者に焦点を当てる。昨今増加が指摘されるSNS型投資ロマンス詐欺は、アプリ上で関係性を作った後、監視と本人確認の網を避けるために外部SNSへ誘導し、偽装投資サイト等で高額被害を生じさせる手口が典型である。アプリが「初期接触の起点」として悪用される現実があり、業界は最重要課題として対処を強化

している。

5.1 第三者による審査：IMS認証

IMS認証は、一定の基準・運用が実際に機能しているかを第三者である特定非営利活動法人 結婚相手紹介サービス業認証機構^[4]が継続的に審査する制度である。協会の正会員は取得が前提で、認証は定期的に更新され、基準を継続して満たした場合のみ取得が維持される。利用者の視点では、IMS認証の有無は安全なサービスを“日常的に選ぶ”ための目印になる。例えば、

- 運用事業者への信頼性：特定商取引法・消費者契約法・個人情報保護法などの法令順守
- 不正会員の防止策：公的証明書に基づく厳格な本人確認（対応事業者ではマイナンバーカードICチップ連携によりアプリ内で電子的本人確認を完結）
- やり取りの安全性：24時間監視・通報導線・外部SNS誘導の禁止と検知が標準化
- プロフィールの信頼度：独身・年取等の公的証明の導入で重要属性の虚偽を抑制

といった明確な基準により運用・審査されている。

なお、IMS認証を取得していない準会員については、協会への入会時に誓約書の提出が求められ、事務局による審査が行われる運用となっている。

また、一部の事業者では、IMS基準を超える高度な対策を行っており、スマートフォンにマイナンバーカードをかざすことで、独身証明マークが付与されるサービスもある。なお、独身証明マークはおおむね半年の有効性を持ち、更新時に実態が再確認されるため、資格表示の鮮度も保たれる。そのほか、不正会員の多くが利用する海外IPアド



レスの遮断、初回対面の安全行動を自然に促すクイズ型の啓発UIなどを実施する事業者もある。これらは不正の“入口”を狭める対策と利用者の判断支援を同時に強化するものであり、トラスト&セーフティの実効性を底上げしている。

- ・「インターネット型結婚相手紹介サービス業認証制度」について
「インターネット型結婚相手紹介サービス業認証制度」は、健全な婚活サービスの普及と、消費者の安心・安全なサービス利用の促進を目的として、「特定非営利活動法人 結婚相手紹介サービス業認証機構」が運営する制度です。関係機関により「結婚相手探し」または「結婚を前提とした交際相手探し」に関するサービスであることを明示、適正な契約・関係法を遵守、本人確認の徹底と適切な後援の品質確保のための24時間365日監視体制の実施等といった認証基準に基づき審査が行われ、適正に運営する事業者には、認証マークの付与がなされます。

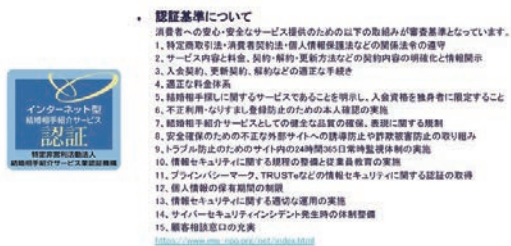


図7. IMS認証について

5.2 協会の取組み：自主基準ガイドラインの策定・運用

●「7つの約束」

利用者が安心安全に利用できるサービス環境を目指して2018年に制定され、その後随時見直しを行い、これまでに複数回の一部改訂を行っている。次の7つの規定で、日々の運用に必要な要件を体系化したものだ。

- 1 より強固な本人確認の徹底
- 2 独身確認
- 3 ルール違反の監視・強制退会ルールの運用
- 4 健全な品質基準 (UI/UX)
- 5 利用者への啓発・注意喚起
- 6 利用者の個人情報の保護
- 7 継続的なサービスの改善

●自主広告表現ガイドライン

2023年11月に策定され、テレビ/ラジオ等の表現に誤認や過度な期待を生まないよう、制作時の実務規範を定めたものだ。入口（広告）と現場運用（7つの約束）の両面を押さえることで、初期接触からの逸脱を抑え、被害予防の精度を高める構造である。

●ナレッジの共有

安心安全のナレッジを共有するワーキンググループを作り、会員各社の安全担当が定期的に知見を持ち寄り、不正会員の動向や検知・抑止の手法、啓発の方法を横展開し対策している。

6. 社会的信頼の獲得と官民協働による啓発の広がり

協会は、IMS認証の意義と、安全な使い方を社会に広く

伝えるため、官民と連携した啓発を進めている。自治体・支援現場に対し、こども家庭庁主催のセミナー等を通じて、SNS誘導リスクや対面時の留意点を解説。東京都のイベント等では、一般利用者へ認証の選び方や安全活用のポイントを直接周知し、リテラシーの向上を図った。

中央省庁との連携も広がる。こども家庭庁のワーキンググループでは、「IMS認証の認知不足」という課題を提起し、官民連携での周知強化を提案。デジタル庁とは、マイナンバーカードのICチップを利用した本人確認の普及に向け連携協定を締結した。また、警察庁からの共同啓発依頼に基づき、会員各社はロマンス詐欺防止のため、利用者向け注意喚起の啓発活動を実施した。現在は、東京都の「結婚応援TOKYOミーティング」への参加や、IMS認証の認知向上と安全知識の普及を官民共同事業として継続的に進めるなど、社会基盤としての信頼獲得につながる行政連携が拡大している。



図8. 警察庁と共同でロマンス詐欺の防止を啓発

7. おわりに

こうした官民の連携と多面的な啓発活動により、マッチングアプリが社会インフラとして一定の信頼を得られるようになってきている。今後も継続的な認知向上と利用者保護の強化が求められている。

参考文献

- [1] 一般社団法人恋愛・結婚マッチングアプリ協会
<https://matchingapps.or.jp/>
- [2, 3] セミナーへの講師派遣事例
https://prt-times.jp/main/html/rd/p/000000120_000044116.html
<https://tapple.me/news/1018701184799604736>
- [4] 特定非営利活動法人 結婚相手紹介サービス業認証機構
<https://www.ims-npo.org/index.html>

※本記事は、遠隔で行ったインタビューをもとに、日本ITU協会が記事にしたものです。

婚活支援のICTサービスにおける法規制の動向と安全確保の課題について

文教大学 情報学部 情報システム学科 教授 いけべ まさのり
池辺 正典

1. 婚活支援のICTサービスの現状と課題意識

近年、核家族化の進行や職場・地域コミュニティにおける人との接点の減少により、異性との出会いの機会が減少し、晩婚化といった課題が生じている。他方、スマートフォンの普及により、オンラインでの個人活動の場が拡大し、インターネット上でコミュニティを形成する機会も増加した。従来の異性との出会いの場として代表的なものには、「学校」、「職場や仕事」、「友人や兄弟姉妹からの紹介」が挙げられる。これに加えて、SNSの利用によって趣味や価値観が合う相手を手軽に探せる環境が整備されたことで、オンラインでの異性との出会いの機会も格段に増加したと言える。

こども家庭庁が実施した「若者のライフデザインや出会いに関する意識調査^[1]」によれば、配偶者や現在の交際相手・パートナーと実際に出会った場所として、マッチングアプリが22.7%と最も高く、次いで職場や仕事が19.5%、学校が15.2%と続いている。年代別に見ると、15～24歳では学校での出会いが最も高い一方で、25～34歳ではマッチングアプリが最多となり、35～40歳では職場や仕事に次ぐ比率となっている。このように世代によって傾向に差はあるものの、マッチングアプリが異性との出会いのきっかけとして、従来よりも高い比率を示すような社会的状況になりつつあることが分かる。もっとも、6割弱の半数以上は依然としてマッチングアプリの利用に抵抗を示していることから、現時点ではマッチングアプリが一定程度普及しつつあるものの、意欲的に出会いの場を探すとといった特定のユーザー層を中心とした受容の段階であると考えるのが妥当である。

2. 婚活支援のICTサービスにおけるトラブルの現状と特徴

このような背景の中で、配偶者及び交際相手との出会いの場としてICT技術が活用され、特にマッチングアプリが占める割合は近年顕著に増加している。このような状況を踏まえると、インターネット上における安心・安全な出会いの場を整備する必要があると考えられる。しかし、実際にはマッチングアプリ利用者が様々なトラブルに直面して

る現状がある。主なものとしては、性犯罪や性的搾取に関する問題、金銭に関する詐欺や勧誘行為、個人情報漏洩やなりすまし等のトラブルが挙げられる。

性被害等のトラブルは、マッチングアプリで知り合った後に、SNSやLINEなどの外部のメッセージアプリに誘導され、対面の場に移行した後に被害が発生するケースが多い。そのため、マッチングアプリとしての規制のみで対処することは難しいという構造的な問題がある。これらの問題は、対面による通常の犯罪としての対応になるため、利用者がトラブルに巻き込まれないようにするためには、トラブル事例等を事前に学習することによる教育の充実といった方向性での対応が必要である。また、詐欺被害に関しても、マッチングアプリからメッセージアプリへ誘引され、一度も対面することなく、結婚資金の準備などを名目に暗号資産投資に勧誘するといった手口が確認されている。2025年9月末時点では、マッチングアプリに起因する被害は1,284件発生^[2]しており、そのうち40～50代が6割を占める。詐欺被害の特徴としては、対面で会う前にメッセージアプリの連絡先が交換されること、実際に会わないまま結婚や金銭に関する話題が提示されるといった点が特徴として挙げられる。そして、個人情報漏洩やなりすましに関するトラブルは、利用者が想定していた相手と実際の人物が異なることで、性被害や詐欺被害を更に深刻化させる要因となる。このように、マッチングアプリ利用に伴うトラブルは、対面前後や外部のメッセージアプリへの誘因など複合的な状況が絡むため、利用者の安全確保には教育や注意喚起、事例学習といった事前対策が不可欠である。

3. 婚活支援のICTサービスに関する法規制について

このようなトラブルを抑止するために、国による法規制としては、「インターネット異性紹介事業を利用して児童を誘引する行為の規制等に関する法律（通称、出会い系サイト規制法）^[3]」がある。この法律では、出会い系サイトを18歳未満の児童が利用できないように年齢確認等を行うこと、出会い系サイト（異性紹介サービス）を提供する事業者は、事業所の所在地となる都道府県の公安委員会に営業開始



届出書等の書類を提出する必要がある。出会い系サイトとは、正確にはインターネット異性紹介事業と呼称するが、その定義^[4]は以下の4点を満たすサービスである。

- 面識のない異性との交際を希望する者（異性交際希望者）の求めに応じて、その者の異性交際に関する情報をインターネット上の電子掲示板に掲載するサービスを提供していること。
- 異性交際希望者の異性交際に関する情報を公衆が閲覧できるサービスであること。
- インターネット上の電子掲示板に掲載された情報を閲覧した異性交際希望者が、その情報を掲載した異性交際希望者と電子メール等を利用して相互に連絡することができるようにするサービスであること。
- 有償、無償を問わず、これらのサービスを反復継続して提供していること。

これらの4点の要件を満たす場合、SNSも出会い系サイトとみなされるために、都道府県の公安委員会への届出が必要となる。このため、一般的なSNSは出会い系サイトの対象外であることを明示するために、異性の紹介を禁止もしくは制限するための利用規約やポリシー等を整備^[5]していることが多い。また、マッチングアプリ等を提供する異性紹介事業者は、都道府県の公安委員会への登録後、サービスの提供にあたって、利用者として児童（18歳未満）を含まないように年齢確認を行うことが義務化されている。ただし、法規制の枠組みの中では、児童の利用の制限や禁止誘引行為の書き込み削除等は可能であるものの、明確な悪意を持った利用者起因するトラブルに対応することは困難である。さらに、児童のインターネットでの出会いに関する制限として、16歳未満の子供とわいせつ目的で面会することを要求した場合に成立する「面会要求等の罪」が、2023年7月施行の刑法改正^[6]によって定められている。これは利用者を対象とした規制であり、異性紹介事業以外においても、性的な目的における未成年との出会いは制限されている。

4. 業界団体のガイドラインと自主的取組み

法規制による出会い系関連のトラブル対応の不足を補うために、マッチングアプリに関する業界団体では、より制限の強い自主規制用のガイドライン^[7]等を策定している。このガイドラインを満たすための実際の対応として、年齢確認のほかにマイナンバーカードを利用した本人確認、公的機関が発行する独身証明書の提出、投稿内容の監視及

び違反検知時のアカウント停止といった登録時や利用時の確認体制を組み込んだサービスの提供が行われている。そのほかにも、アプリケーションを配信する際のGoogleやAppleといったプラットフォームによるアプリ審査においては、出会い関連のカテゴリに属するアプリケーションは、異性紹介のための規制ではないが、子供の安全基準に関するポリシーの確認として未成年者の排除のための年齢確認方法の申告が必要^[8]となっており、実際の登録時に申告フォームから追加の情報の登録をする。

これらの自主規制により、利用者の安全性の向上や被害抑止に一定の効果があると考えられるものの、依然として課題は残されている。まず、マッチングアプリの提供事業者によって対応が異なる点が挙げられる。事業者によって年齢確認や本人確認の厳格さ、投稿内容の監視体制、違反検知後の対応方法に差があるため、利用者の安全性についてもばらつきがある。さらに、自主規制に違反した場合でも、法的拘束力が伴わないケースが多く、違反抑止の効果が限定的であるという問題がある。また、AI等を用いた自動監視や投稿内容の検知についても課題がある。犯罪や詐欺の手口は日々多様化・巧妙化しており、従来のルールや学習データのみでは対応が追いつかない場合がある。そのため、AIの精度を維持・向上させるためには、継続的に新たな犯罪手口や誘引方法を反映した学習データの確保が必要であり、AIの運用体制やデータの更新の仕組みも重要となる。加えて、AI監視の結果に基づく対応ルールや利用者へのフィードバックの明確化も不可欠であり、単なる監視システムの導入にとどまらない、総合的な安全管理体制の構築が求められる。

5. 安全な運用に向けた課題と今後の展望

以上の内容を振り返ると、マッチングアプリのサービス提供においては、利用者の安全性を確保するために、法規制と業界団体による自主規制の2種類の規制が存在していることが分かる。法規制は、児童の利用制限や年齢確認の義務化など、最低限の安全基準を定めるものであり、事業者に対して法的拘束力を伴う対応を求めるものである。一方、自主規制は、事業者の自主的な判断に基づき、マイナンバーカードを用いた本人確認や投稿内容の監視、違反検知時のアカウント停止といったより高度な安全対策を講じるものであり、法規制では対応できない部分を補う役割を果たしている。これらの規制により利用者の安全性をある程度確保できるものの、現状では事業者間の対応

格差や、違反が発覚した際の法的強制力の欠如といった課題が存在する。さらに、AIによる自動監視や投稿内容の検知は有効であるものの、犯罪手口や悪意ある誘導の手法は日々進化しており、継続的なAI学習や違反の判定アルゴリズムの更新が求められる。

こうした状況を踏まえると、安全なマッチングアプリの運用のためには、規制や監視技術の導入だけでなく、アプリの利用者自身のリスク対応能力を高める教育も不可欠である。利用者が安全にサービスを活用するために、通報機能や危険行動への警告表示による危険回避の仕組みやガイドラインの提供といった支援策の充実も求められる。また、トラブル発生時の対応フローを明確にし、運用基準の公開や自主規制の遵守状況を定期的にチェックすることで透明性を確保することは、利用者の信頼性の向上につながる重要な取組みである。

さらに、マッチングアプリの安全性を高めるためには、多層的なアプローチが不可欠である。具体的には、法規制や自主規制に加え、プラットフォームによるアプリ審査や、業界横断的な情報共有の仕組み、海外事業者・国際サービスへの対応策の整備を組み合わせることが重要である。技術的には、AIや機械学習を活用した不正行為検知の高度化や、犯罪手口の変化に応じた継続的学習も求められる。このように、規制・教育・技術・運用体制を包括的に整備することで、利用者にとって安心・安全な異性との出会いの場を提供することが必要であると考えられる。

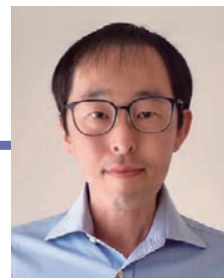
謝辞

本研究はJSPS科研費JP24K05887の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] こども家庭庁、令和6年度若者のライフデザインや出会いに関する意識調査、<https://www.cfa.go.jp/policies/shoushika#life-design-report>
- [2] 警察庁、最近のSNS型ロマンス詐欺の特徴について（令和7年9月末時点）、<https://www.npa.go.jp/bureau/safetylife/sos47/new-topics/251105/01.html>
- [3] 警察庁 なくそう、子供の性被害、出会い系サイト規制法、https://www.npa.go.jp/policy_area/no_cp/deai/regulatory.html
- [4] 警察庁、出会い系サイト規制法等の解釈基準、https://www.npa.go.jp/policy_area/no_cp/uploads/kaishakukijunR70611.pdf
- [5] LINEオープンチャット公式サイト、「出会い行為」の取り締まり強化について、https://openchat-jp.line.me/monitoring/warning/dating_guideline_nT2m10L8
- [6] 法務省、性犯罪関係の法改正等 Q&A、https://www.moj.go.jp/keijil/keijil2_00200.html
- [7] 一般社団法人 恋愛・結婚マッチングアプリ協会、恋愛・婚活マッチングアプリの業界自主基準、<https://matchingapps.or.jp/safety/>
- [8] Google Play Consoleヘルプ、子どもの安全基準に関するポリシーについて、<https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/14747720>

量子コンピューティングの国際標準化動向



富士通株式会社 ビジネス法務・知財本部 知財グローバルヘッドオフィス 知的財産戦略室

はせがわ かずとも
長谷川 一知

本稿では、量子コンピューティングの国際標準化動向、特に、国際標準化機関であるIECとISOによる合同専門委員会IEC/ISO JTC 3（以下、JTC 3）の動向、そしてJTC 3における日本のリーダーシップと日本が目指す国際標準化について述べる。最後に、量子コンピューティング分野での国際標準化における課題と今後の展望について述べる。

1. JTC 3設立の背景と経緯

ITUジャーナル2024年3月号に掲載された「量子技術分野におけるIECの動向」において、筆者はIECのSEG 14の概要・状況及び当時設立間もない時期であったJTC 3の設立に至る経緯等について詳述した。本章ではその内容を簡潔に振り返る。

2022年当時、量子技術分野における国際標準化は、量子鍵配送（QKD：Quantum Key Distribution）を含む量子セキュリティ・ネットワーク領域において、ITU-T等で先行して進められていたものの、量子コンピューティング領域では本格的な進展には至っていなかった。このような状況を受け、IECは、量子技術分野全体の標準化の可能性を調査するため、2022年6月にSEG 14を設立した。SEG 14において、SEG 14の本来の活動と並行する形で、英国から提案されていたIECとISOとの間での合同専門委員会設立の是非が議論された。その結果、SEG 14において合同専門委員会の必要性が認識され、SEG 14が推奨する形でIECの支持を獲得し、その後の英国による再度の提案を契機として、IECとISOは量子技術分野をスコープとする合同専門委員会IEC/ISO JTC 3を2024年1月に正式に設立した。なお、JTC 3の設立にあたり、中国が主導していたISO/IEC JTC 1/WG 14の量子技術関連プロジェクトがJTC 3

へ移管された。また、SEG 14は、JTC 3の設立後、その役割を終え解散した（図1）。

2. JTC 3の概要と活動状況

2.1 JTC 3の概要

JTC 3は、量子情報技術（量子コンピューティング及び量子シミュレーション）、量子計測、量子源、量子検出器、量子通信、基礎量子技術を含む領域をスコープとしている。IECとISOの既存の専門委員会が扱う特定の領域は対象外としているが、量子技術全般を包括的に扱う。幹事国はJTC 3を提案した英国、コンビーナ（議長）は韓国のHaeseong Lee教授が務めている。Lee教授のコンビーナとしての任命は、Lee教授個人の専門的知見・経験に加え、韓国がSEG 14においてコンビーナポジションを獲得して活動を主導してきた実績が各国から評価された背景があったであろうことを付記しておく。

2.2 JTC 3の組織体制とメンバーシップ

JTC 3のメンバーシップは設立以来急速に拡大し、2026年1月時点において、投票権を持つPメンバ国が32か国、投票権のないOメンバ国が10か国となっている。JTC 3文書へのアクセス権を付与されている登録者数は336名に達し、中国が71名と最も多く、次いで韓国（28名）、英国（26名）、フランス（26名）、カナダ（22名）、日本（21名）、オーストラリア（19名）、米国（16名）と続く。登録者数が多い国々とJTC 3で影響力を有する国々は、おおよそ一致している。

2.3 国内審議団体Q-STAR

国内においては、一般社団法人 量子技術による新産業

	2018-19	2020-21	2022	2023	2024
日本			▲ Q-STAR設立	▲ 国産超伝導量子コンピュータ / 政府 量子未来産業創出戦略	
世界	▲ ITU-T量子鍵配送ネットワーク関連勧告	▲ JTC 1/WG 14設立	▲ IEC/SEG 14設立	→ 移管	▲ JTC 3設立

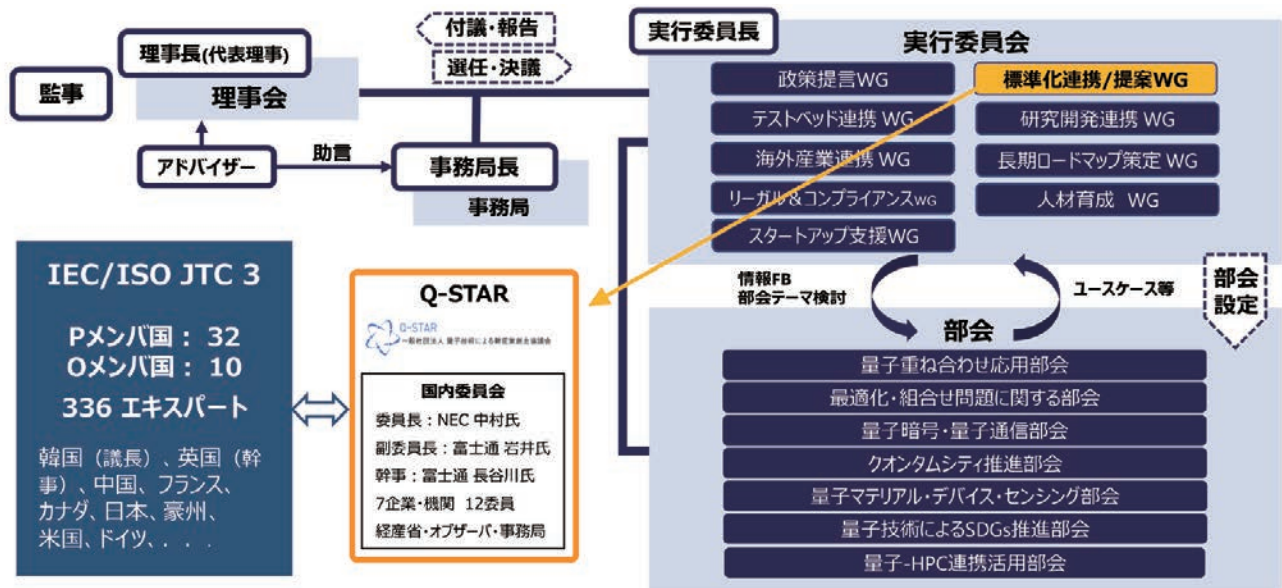
■ 図1. JTC 3設立に至るまでの経緯

創出協議会（Q-STAR）がJTC 3の国内審議団体を担っている。図2に示すとおり、Q-STAR内の標準化連携/提案WGの下にJTC 3国内委員会を設置・運用してJTC 3に対応している。筆者は、標準化連携/提案WGのリーダーと国内委員会の幹事を務めている。Q-STARとして、経済産業省の「令和7年度エネルギー需給構造高度化基準認証推進事業」を獲得・活用し、有識者へのヒアリングや海外シンポジウムへの参加を通じた技術調査、また、国内委員会にて検討が進められている国際標準化案件（3.2節参照）への賛同国を増やすためのロビー活動も活発に行っている。

2.4 JTC 3の活動と東京会合の成果

図3に示すとおり、JTC 3は、2024年5月に韓国・ソウルで初回Plenary会合を開催して以来、2025年11月のデンマーク・コペンハーゲン会合までに4回のPlenary会合を開催した。なお、各Plenary会合間は、2週間程度ごとに後述するアドホックグループ（ahG）、そして現在ではワーキンググループ（WG）の会合がオンラインで開催されている。

第2回Plenary会合は英国・エディンバラで開催され、その後の2025年5月末には第3回Plenary会合が東京で開催された。この東京会合は、Q-STARと産業総合技術研究所（産総研）が共催し、成功裡に終えることができた。会合期間中に、つくば市にある産総研の量子・AI融合技術ビ



出典 Q-STAR

■図2. JTC 3の国内審議団体であるQ-STAR



■図3. JTC 3会合の実績



ジネス開発グローバル研究センター（G-QuAT）の視察が組み込まれ、Plenary会合の参加者が招待された。Plenary会合の一週間前に石破内閣総理大臣（当時）が視察された量子コンピュータ等の最先端研究施設であり、参加者からは日本の量子技術への取組みに対し高い評価と信頼が寄せられた。

2.5 JTC 3におけるワーキンググループの設置状況

JTC 3の初期段階では、図4の左側に示す6つのアドホックグループが設置され、量子コンピューティングや量子センサー等の各領域における標準化の進め方が議論されてきた。東京会合、そしてコペンハーゲン会合での決定を経て、現在では、図4の右側に示すとおり、各ワーキンググループの設置が決定され、運用が開始されている（JTC 3では、ワーキンググループに加えて2つのプロジェクトチームも運用されている）。

特に注目すべきは、WG 12「Quantum computing benchmarking（量子コンピューティングベンチマーキング）」において、G-QuAT 堀部雅弘氏がコンピーナに就任したことである。コンピーナを決めるにあたり、堀部氏を含む4名の候補者に対してPメンバ国による投票が行われ、その結果、堀部氏が最高得票数を得て任命された経緯があった。これは、JTC 3における日本のリーダーシップが具体的に形となった大きな成果であり、堀部氏ご自身の積極的なロビー活動と、JTC 3における日本の貢献への高い評価の賜物である。このポジションを通じて、日本は量子コンピューティングの標準化において、今後の議論を主導する重要な役割を果たすことになる。

3. JTC 3における日本のリーダーシップ

3.1 国際連携

日本は、JTC 3の初回Plenary会合から今日に至るまで、主要メンバ国として積極的に活動を展開している。初回Plenary会合において、日本から量子コンピューティングにおける標準化・ベンチマークの活用方法を提案した。具体的には、社会実装や研究開発促進の手段として、標準化・ベンチマークの活用を進めて行くことを提案したものであった。複数の国から反応があったが、特にフランスが関心を示したため、現地で日本・フランスチーム間のミーティングを実施し、量子コンピューティングの標準化に関して日本とフランスで連携していくことを合意した。この連携関係が今日まで良い影響を与えている。その後も、フランスに加えて、オーストラリア、米国といった主要国との連携活動を通じて、日本は、JTC 3における影響力を確固たるものになっている。前述のとおり、JTC 3東京会合の成功も日本の貢献を示す好例である。

3.2 日本が目指す国際標準化

量子コンピューティング分野においては、前述のWG 12（量子コンピューティングベンチマーキング）において、G-QuAT 堀部氏がコンピーナに就任して以来、2026年1月までに、日本が主導する形で2回のWG 12会合を開催した。現在、WG 12を通じて、日本として以下の狙いをもって活動を行っている。

1. ユースケースの社会実装促進のため、産業ユースケースレベルでのベンチマークの実施

WG 12では、量子コンピューティングのハードウェアベンチマーキング等のプロジェクトが開始されよう

アドホックグループ		ワーキンググループ		コンピーナ
ahG 2	Quantum terminology and metrics	WG 9	Terminology and quantities	John Devaney（英国）
ahG 3	Quantum Sensors	WG 10	Quantum sensors	Joon-Shik Park（韓国）
ahG 4	Quantum Secure Communication	WG 11	Quantum computing supply chain	Austin Lin（米国）
ahG 5	Quantum Computing and simulation	WG 12	Quantum computing benchmarking	堀部 雅弘氏（日本）
ahG 6	Quantum Random Number Generator	WG 13	Quantum random number generators	Minghan Li（中国）
ahG 7	Quantum enabling technologies	WG 14	Quantum enabling technology	未定
		WG 15	Quantum computing terminology and quantities	未定
		WG 16	Quantum communication	未定

■ 図4. ワーキンググループの設置状況

としているが、日本としては、初回Plenary会合において提案したとおり、ユースケースの社会実装等の促進手段として標準化・ベンチマークの活用を掲げており、そのため、単なる技術的な性能評価にとどまらず、ユースケースの社会実装における効果、具体的にはビジネスモデルや投資収益率（ROI）といった技術以外の側面も含めた評価基準の確立を目指している。この取組みにおいては、技術成熟度レベル（TRL）に加えて、事業としての可能性を評価するビジネス成熟度レベル（BRL）や、技術に対する社会的な受容性を評価する社会成熟度レベル（SRL）といった多角的な指標を導入し、ユースケースの社会実装への道筋を評価していくことが重要であると考えている。戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の成果を活用していく方針である。

2. 日本企業の強みを生かすためのミドルウェアインタフェースの標準化

日本は、現在開発が進められている量子ゲート方式の量子コンピュータに加えて、既存のコンピュータを利用して量子現象の振る舞いを模倣する量子インスパイアード技術によるユースケースの社会実装の先行実施に強みを有する。この先行実施により得られた成果や知見を将来の量子ゲート方式の量子コンピュータ時代に活用していくことを目指し、ミドルウ

ェアインタフェースの標準化を検討中である。WG 12の初回会合（2025年12月）において、Q-STARが開発したソフトウェアスタック図をJTC 3での議論の基盤として提示し、ミドルウェアインタフェースの標準化がユースケースの社会実装や量子技術の発展の促進に有用であることを、JTC 3の参加者に理解・共感してもらうための活動を開始したところである。

3.3 量子計測・センシング分野における日本の取組み

量子計測・センシング分野においても、JTC 3において、日本がリーダーシップを発揮している取組みがあるので、紹介する。G-QuATを中心とする日本チームが、韓国・カナダを巻き込み、「ダイヤモンドNVC（Nitrogen-Vacancy Center）の物性評価法」に関する技術レポート策定に向けた検討をJTC 3にて主導している。ダイヤモンドNVCは、その特殊性な性質から、磁場センサーとしての応用が見込まれており、この分野での国際標準化は、日本の技術優位性を国際的に確立するものと期待されている。

4. 量子コンピューティング分野での国際標準化における課題と今後の展望

量子コンピューティング分野における国際標準化は、ユースケースの社会実装と技術発展を促進することを見込むものの、課題にも直面している。ユースケースの社会実装を促す標準化の実効性をいかに高めるか、また、ソフトウェアにおけるOSSと標準化との協調や役割分担のバランスを見極める高い戦略性が求められる。また、各国がリーダーシップを競う国際的な主導権争いの中、民間企業にとっては、国際標準化を自社の競争優位性を確立する手段として、したたかに、かつ、戦略的に活用していくことが求められる。

JTC 3への今後の参画にあたり、WG 12での日本のリーダーシップを最大限に生かし、産業ユースケースレベルでのベンチマークやミドルウェアインタフェースの標準化の推進を通じて、各国から日本への共感と信頼を集め、日本の強みを生かす形でのエコシステム形成を通じた量子社会の実現に貢献していく所存である。



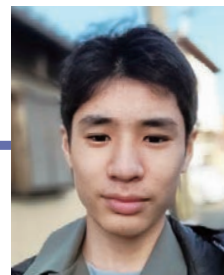
■ 図5. Q-STARが開発したソフトウェアスタック図



RoboCupJunior 2025 参加記

洛星高等学校 洛星ロボット研究部 Fornax (執筆当時)

とくみつ はるき
徳満 陽喜



1. RoboCupJuniorとは？

2025年の7月に、ブラジルで行われたRoboCupJunior*1の世界大会に出場した。RoboCupJuniorとは、国際的な自律ロボット競技会であるRoboCupの、19歳以下の人が参加可能であるJuniorリーグである。技術者の育成、コミュニティの形成を主眼としており、競技参加者間でのコミュニケーションがとて多いことが特徴の1つである。

Juniorリーグには、小型のロボットを自作し、ソフトウェアも作成して完全自律で動作させて競うカテゴリである、2対2対戦のSoccerカテゴリや、黒線を辿りながら様々な課題をこなすRescue Lineカテゴリ、そして私が参加したRescue Mazeカテゴリなどがある。

2. Rescue Mazeの大まかなルール

Rescue Mazeは、人が立ち入ることのできない災害現場での、ロボットによる自律救助を想定した競技である。

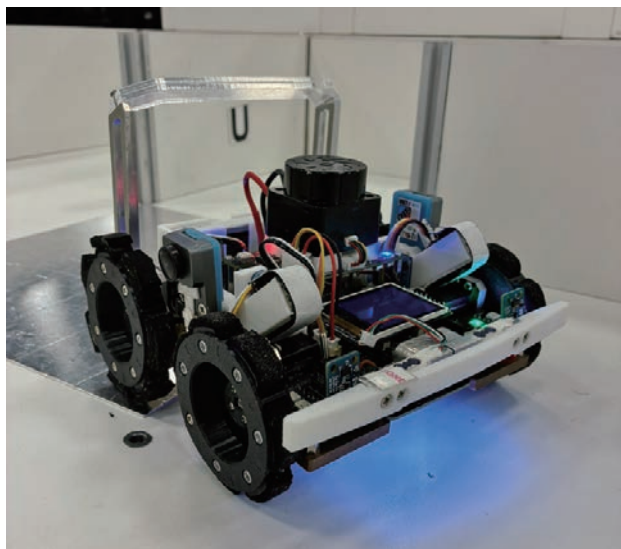
300mm×300mmに区切られたマス単位として迷路が構成されており（コートと呼ぶ）、その迷路の中をロボット

が探索し、災害の被災者に見立てたシール（被災者シール）を発見して識別する競技である。このシールにはいくつかの種類があり、これを識別してレスキューキットと呼ばれる小さいキューブを被災者シールの近くに配置すると追加得点となる。また、ロボットには事前に迷路の構成などを伝えることができないため、人間のコントロールなしに自分が進んできた迷路の状態を記録しなければならない。そのためには、ロボットが今自分がどの場所にいるのかということ把握することが大切である（図1、2）。

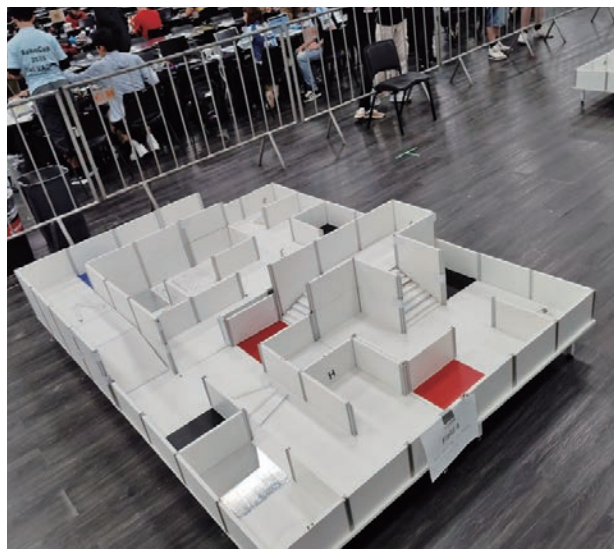
しかし、坂や瓦礫、階段や柱などの様々な障害物があり、これらがロボットの進行を妨害し、ロボットの認識している自己位置と実際の位置がずれてしまうというところがこの競技の最も難しいポイントである。

3. 2024年4月～2025年7月までの開発の軌跡

私たちのチーム「Fornax」は、2022年、中学1年生の時、同じクラブに所属していたメンバーで結成された。2023年の大会では、まだ技術的に未熟で、センサー値を正しく読



■図1. 私たちのチームで製作した機体の写真*2



■図2. 実際のコートの例

*1 RoboCupJunior HP, <https://junior.robocup.org/>

*2 FornaxチームからXへの投稿より転載、
https://x.com/Fornax_RRSC/status/1947340930198974811

み続けることすらできず、予選敗退に終わってしまいました。

翌2024年、チームとして大きく成長したこの年は、ロボットは迷路内をよく探索し、予選を突破することができた。3月に行われる全国大会で優勝することを目標に活動を続けていたが、惜しくも敗退する結果となった。しかし同時にその年の全国1位、2位のチームと交流することができた。大きな刺激と学びがあった。

この経験を糧として、私たちのチームは次の大会に向けた準備と強化のスタートを切った。まず、開発作業を効率的に進めるため、機械、回路、ソフトウェアの三分野にタスクを分割し、3人のメンバーそれぞれに振り分けた。当時既に3人のメンバー全員が機械、回路、ソフトウェアすべての分野にある程度経験していたため、タスク分割してもうまくいけようという見込みがあった。私はその中で機械とソフトウェアの一部を担当することになった。

まず、ロボットを製作するにあたって以下のような基本的な仕様を、3人で議論しながら決定した。

- ・車体を前後二つに分ち、ねじれるようにする (図3)
 - ・周囲の壁状況を知るために、LiDAR (Light Detection and Ranging) を使用する
 - ・被災者シール検出用の画像処理には、画像処理可能なマイコン内蔵カメラを使う
 - ・STM32マイコンを複数使用し、機能ごとに並列で処理する
 - ・マイコンの通信はUARTで樹状構造に接続する
- この5つの仕様をメインに据え、個々の作業に入っていた。

3.1 機械開発

設計は、3DCAD上で行う。公開されているデータシート

や、実測値などから市販部品のモデリングを行い、それに合わせてその他の部品を設計していく。特に意識したのは以下のような点である。

(1) 整備性

衝突検知、被災者発見、床色センサー等、機能ごとにユニット化して、すべてのユニットが手間なく外せるように設計した。

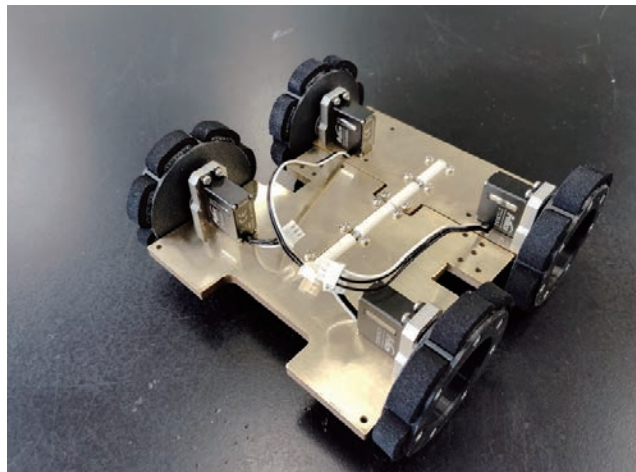
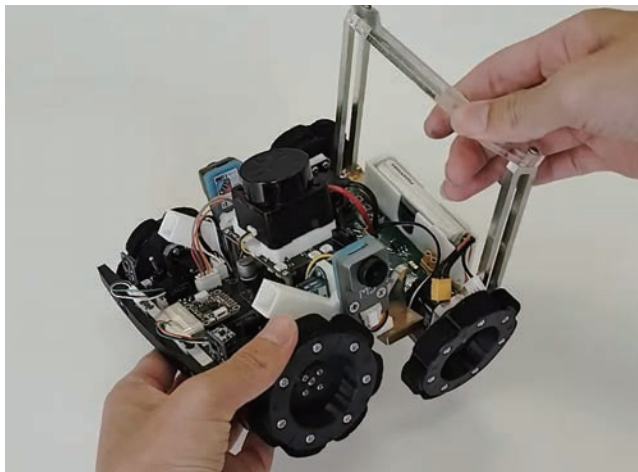
(2) LiDARのレーザーが干渉しないようなパーツ配置

LiDARによって得られる情報を最大化するため、LiDARの光と干渉する位置にはできるだけ部品を配置しないようにした。特に、被災者を発見するためのカメラとの位置関係には苦慮した。カメラは、タイヤと干渉しないようにできるだけ高い位置に置きたいが、高くしすぎるとLiDARと干渉するため、この部分の調整やうまい配置を探すのに多くの時間を使った。

(3) 機体の低重心化

迷路内には坂があり、ロボットがその坂を上るときに、重心が高い位置にあると、ひっくり返って転げ落ちてしまう。この問題を対策するため、私たちのチームでは重心をできるだけ低く配置できるように調整した。最も効果的だったのは、機体底面の板を5mm厚の真鍮にしたことである。この成果として50度の坂でも問題なく登れる機体を作成することができた。

また、レスキューキットは被災者シールの近くに配置できないと得点とならない。転がって位置のコントロールが難しかったので、立方体の内側を空洞にし、中にはんだ線を細



■図3. ひねった様子、車体下部の構造



かく切ったものを入れた。こうすることで、お手玉のように、地面に着地したとき、ほとんど跳ねないようにすることができた。

こういった部品のデザインを洗練するため、レーザーカッター、3Dプリンター、CNCなどの工作機械を活用し、試作を繰り返した。

3.2 回路開発

マイコンには、STM32シリーズを使用した。ソフトウェアの仕様が確定していない状態での作成になるので、少しオーバースペック気味の部品を使っている。また、LiPoバッテリーを用いているため、安全性確保のため一定の電圧で電源を遮断する回路を搭載した。この回路はソフトウェアの調整中に何度も作動し、バッテリーの保護に想定以上に役立ってくれた。

回路設計はプリント基板を使用することを前提として進めた。設計には、オープンソース回路設計ソフトであるKiCADを用いた。基板の外形は機械設計と同じように3DCADで作成し、平面CAD情報用のdxfファイルを用いてKiCADにインポートした。基板を置くスペースが限られており、一枚の基板にすべての機能を収めることが難しかったため、機能ごとに4つに分割し、部品を配置した。部品を配置したら配線を行う。配線するときはノイズに気を付け、4層基板を用いた。また、基板間の配線はできるだけ減らした。ケーブルを通して信号を送受信することはできるだけ避け、ピンソケットにピンヘッダを差すだけで接続できるようにした。

基板作成は中国の基板製造サービスであるJLCPCBに発注した。基板の外形情報、銅箔の配置、穴位置、シルクスクリーン等の含まれたgerberデータと、配置する部品の情報 (BOMファイル)、配置する部品の位置 (PnPファイル: Pick and Place) の情報をアップロードし、PCBA (PCB Assembly) をお願いした。2週間ほどで、ある程度部品の実装された基板が届くので、とても便利である。

3.3 ソフトウェア開発

3.3.1 LiDARの実装

私たちは2D LiDARであるYDLiDAR T-mini Proを使用し、STM32F446REというマイコンを用いて処理した。このマイコンは、Flashメモリが512KBしかなく、ROS (Robot Operating System) 上で動かすSLAM (Simultaneous Localization and Mapping)などを運用できるレベルの物

ではなかった。膨大な点群データをそのまま保管して処理することも現実的ではない。適度な抽象化を行い運用することも可能かもしれないが、難易度が跳ね上がり冗長性が失われてしまうので、この方法は採用しなかった。また、重く複雑な処理を試してみると、送られてくるデータを拾いきれずに、受信バッファがオーバーフローし壊れてしまうことが多々あった。

そのため、できるだけ軽量もしくは受信データをリアルタイムで処理するような、バッファオーバーフローを防ぐ実装が必要だった。そこで、壁が存在し得る方向を決め打ちして処理することとした。LiDARの物理的な向きに依存した処理をするよう、妥協したのである。LiDARから送られてくる一周360度分のデータを前後左右の4方向に分割する。そうするとそれぞれの領域に含まれる点群は、おおむね壁の形に添って直線のような形を成している。

しかし、ただ点群が並んでいるだけでは情報として扱いにくいので、最小二乗法を用いて直線で近似する。こうすることで、最小二乗法を行うための最低限の情報を記録するだけで済むので、各方向につき6変数を記録するのみで十分となった。さらに、LiDARから送られてくるデータを逐次処理できるようになるため、当初の目的も達成された。

3.3.2 画像処理

コート内の壁には赤、黄、緑の3色の被災者シールとH、S、Uと書かれた3種の文字の被災者シールに加え、被災者シールに似たシールが貼られている。

これらから被災者シールを検出、識別するためにUnitV AI カメラというプロセッサ内蔵のカメラを用いた。KPU (Knowledge Process Unit) という高速でニューラルネットワークを処理するためのプロセッサが内蔵されていることが特徴である。

ニューラルネットワークは、MobileNetという文字認識用の既存のネットワークを転移学習し、作成した。H、S、Uそれぞれについて1,000枚程度の写真を撮影し、Pytorchを用いて学習させた。

3.3.3 迷路探索/マッピング

3次元の迷路を想定し、使う可能性があるマスすべてのメモリを確保していると、全くメモリが足りなくなってしまう。そこで、メモリを削減するために、到達したマスだけを記録することにした。具体的には、到達したことのあるマスを辞書型で座標と壁情報を対応させマッピングした。

また、迷路探索にはDFS (Depth-First Search) とBFS (Breadth-First Search) を組み合わせたとような手法であるDBFS (Depth and Breadth First Search) を使用した。これは私たちが出場した前年度の大会の参加チームが考案し、用いていたものである*3。このようにコミュニティ内の技術共有が盛んなのがロボカップの1つの楽しさでもあるのだ。

4. 標準規格に関連する事柄

開発では、いろいろな設計データを、工作機械に送ったり基板製造サービスにアップロードしたりする必要があった。データ形式が標準規格として普及しているため、形式名等の指定だけでCADなどから必要な形で出力できた。

回路設計をするときに、部品ごとの回路記号、フットプリントや3Dモデルは公開されているものが多い。しかし、これら3つすべてを保有する統合されたデータ形式がないことが、少々不便を感じた。

ロボット上では主にUARTで部品間の通信を行った。これは他の安価な通信方式と比較し、比較的ノイズに強いからである。主に使用した規格等を表に示す。

■表. 主に使用した規格等

形式名等	概要	標準の種類
UART	1対1通信規格	デファクトスタンダード
.dxf	2DCADデータ規格	デファクトスタンダード (autodesk社によって)
.stl	メッシュボディデータ形式	デファクトスタンダード
.gcode	NC工作機械用加工データ (3Dプリンターで一般的)	ISO 6983/DIN 66025
.cnc	NC工作機械用加工データ (CNCで一般的)	.gcodeを元にした汎用NCデータ形式
gerber	プリント基板加工に最適化されたgcode	RS-274X
レーザー光のクラス表示	レーザー安全規格	IEC TC 76

5. 大会の様子

3章にて記述した開発の成果が実り、3月に名古屋で行われた全国大会で優勝、プレゼンテーション賞を頂くことができ、世界大会への出場権を獲得した。

本大会はブラジル・サルヴァドールで開催され、日本からの移動には飛行機に乗っている時間のみで24時間を要した。飛行機の中ではWi-Fiがほとんど使えなかったため、久しぶりにAIを全く使わずにプログラミングをして遊んだ。とても新鮮であった。

会場には世界各国から参加者が集まっており、コミュニケーションは基本的に英語で行われた。どの参加者も他のチームの動向やロボットの情報が気になるため、とても活発なコミュニティが形成された。普段の学生生活で会話を練習することはなかなかないため、英語でコミュニケーションすることを不安に思っていた。しかし現地では、そうした私でも気負わず会話できるような雰囲気があって、たくさん海外チームと交流することができ、とてもよかった。

競技日程は、準備日が1日、通常競技が2日間、その場で与えられる新ルールの下で競うテクニカルチャレンジが1日、他国のチームと合同チームを組んで行うスーパーチーム競技が1日という構成だった。

現地の環境や競技フィールドは光量などが日本で練習していた環境とは当然異なるため、会場の状況に合わせてロボットの調節を行った。

大会期間中には、競技以外の交流イベントも実施された。

例えば、RoboCupJuniorの参加者でダンスパーティーが開催され、国籍や言語の違いを越えて交流する場となった。人種や言語の違いは全くと言っていいほど気にならず、良い一体感を感じながらこれを楽しんだ。

また、各チームが自らのロボットや取組みをまとめたポスターを展示し、その場で質問に答えるポスターセッションも行われた。私もポスターの前に立ち、約1時間にわたり説明と質疑応答を行った。相手の質問を正しく聞き取り、返答を即座に英語で言語化する必要があり、体力的な負荷は大きかった。ただ、事前にポスターや技術的内容の説明は英語で作成しておいたため、ある程度の内容には答えることができた。自分たちの研究や開発を国際的な場で発表した経験は1つの自信となった。

テクニカルチャレンジでは午前9時ごろにルールが発表されて、2時間程度でコードを書いて動かす必要があった。4×4マスのコートに数独が表現されており、すべての数独をロボットが自動で解いて埋めるという内容であった。競技時

*3 「ロボカップジュニア・ジャパンオープン2024名古屋 各競技結果・表彰チーム一覧」
https://www.robocupjunior.jp/2024nagoya_results.htmlの「[World League] Rescue Mazeチームポスター」の「WRM006_CamphARE_埼玉.pdf」(2026年2月22日現在)



間で数独を解いた得点を得ることはできなかったが、短時間で開発する体験はとても楽しいものであった。

スーパーチームでは、前日夜にタッグを組むチームが発表され、そこから一晩で開発する。2025年は、Resucue MazeとResucue Line（別の競技）が合同チームを組むことになり、我々はアルゼンチンのチームと組んで競技を行った。共同ミッションをうまくクリアすることはできなかったが、それでも異なる国のチーム同士で緊密にコミュニケーションを取って開発する体験ができたことは、非常に良い経験となった。

競技の結果としては、総合6位/25チームで、優れたデザインをしたチームに与えられるOutstanding Design Awardを頂いた。ハードウェアを担当していた私としては大変うれしいことであった。

結果のみならず、普段の生活では絶対にできない貴重な経験をたくさんさせていただいた。忘れられない記憶となった。

6. おわりに

本大会への出場にあたり、ブラジルへの渡航費をクラウドファンディングで募らせていただいた。その結果、渡航に必要なほぼ全額を支援していただくまでに至った。また、学校を通じて現地在住の方々にも情報提供をいただいた。

一緒にチームを組んで3年にわたる活動を共にした西島賢太郎君、岡本克喜君、日頃より支えてくれた家族、技術以外の面でサポートいただいたクラブ顧問の北澤太郎先生、クラウドファンディングを通じて活動を支援くださった皆様、ツアーを企画実行くださったJTBの方々、現地にてサポートくださった皆様、ロボカップジュニアの運営スタッフ・ボランティアの方々並びに参加した他チームの関係者の方々など、非常に多くの方々から温かいご支援と応援をいただいた。ここに記して、深く感謝の意を表する。



■ 図4. ホテル内の朝食を食べた食堂からの撮影。ブラジルでは毎朝と毎夕に雨が降った



技適マークの確認の重要性

総務省 総合通信基盤局 電波環境課 認証推進室

たばた かすや
田畑 和也



1. はじめに

無線設備の技適（ぎてき）マークは、その無線設備が日本の電波法令で定められた技術基準の適合性について認証を受けていることを示す。無線設備の利用者においては、技適マークのない無線機器については「免許を受けられない／違法になる」おそれがあるので、機器を購入・使用する際には、技適マークがついていることを確認することが大切となる。無線通信が生活に浸透し重要性を増す技適マーク制度について、概要を説明する。

2. 技適マークの制度概要

無線通信の混信や妨害を防ぎ、また、有限希少な資源である電波の効率的な利用を確保するため、無線局の開設は、原則として免許制としており、当該無線局で使用する無線設備が技術基準に適合していることについて免許申請の時に検査を行うこととしている。ただし、携帯電話等の小規模な無線局に使用するための無線局であって

総務省令で定めるものについては、使用者の利便性の観点から、事前に電波法令で定められた技術基準の適合性について認証を受け、技適マークが付されている場合には、免許申請時の検査の省略等、無線局開設のための手続について特例措置を受けることができる。

そのため、利用者において免許手続を行わずに無線設備を利用する場合は、無線設備に技適マークが付されている必要がある。

製品に付される技適マークの大部分は、工事設計認証により表示されるものである。無線設備のメーカー等が工事設計について認証機関に申請を行い、電波法令において規定する無線設備の発射する電波の周波数・空中線電力・不要発射などの技術基準適合性及び品質管理体制について審査を受け、認証されると認証機関から認証番号が通知される。認証番号を含む技適マークをメーカー等は出荷・販売する製品に表示することができる。

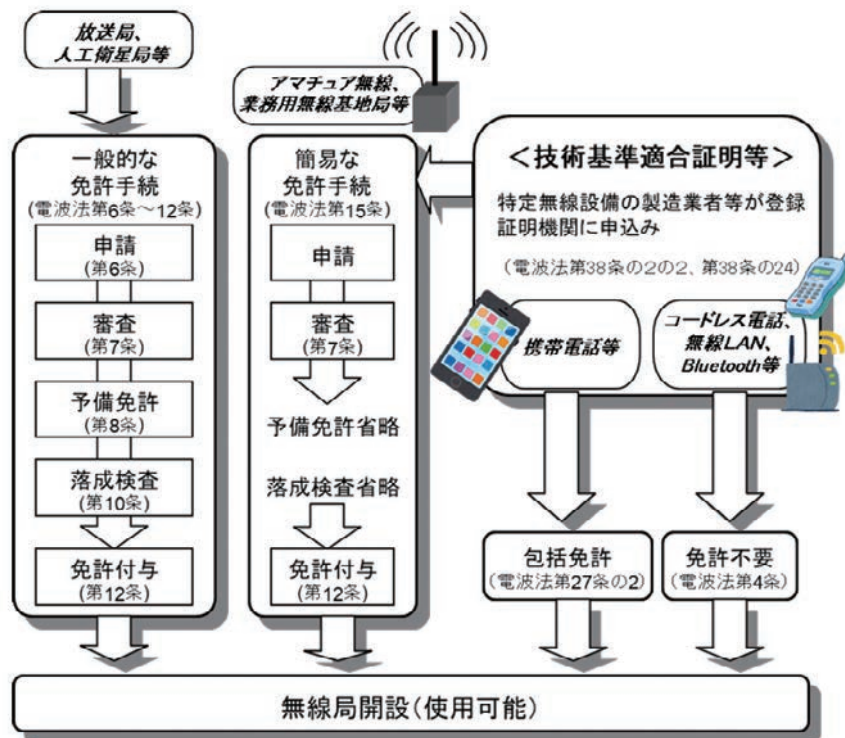


図1. 技術基準適合証明等の特例措置



3. 技適マークの表示

技適マークは、製品本体の見やすい箇所への表示のほか、ディスプレイへの表示が可能である。なお、内耳イヤホンなどあまりにも小さいものなど表示を付することが困難又は不合理な場合は、当該無線設備の取扱説明書及び包装又は容器に表示することも可能である。

技適マークは、図2のとおりロゴ及び認証番号が含まれる。認証番号によって電波利用ホームページ*において検索すると認証を受けた無線設備の仕様等を確認することができる。

4. 無線設備の海外の認証

米国や欧州などの海外各国においても、その国の認証制度が存在する。

米国の無線設備の認証制度は、米国連邦通信委員会(FCC)が所管している。Wi-FiやBluetoothなど、電波を意図的に送信する機器(Intentional Radiators)については、FCCが定める技術基準を満たしているかを第三者機関(TCB)によって審査され、メーカー等がFCC IDを無線設備に表示する。

欧州においては、欧州連合(EU)の定める必須要求事項を満たすことを確認した上で、メーカー等がCEマークを無線設備及び包装に表示する。

諸外国の認証制度において適合性を検証する技術基準や必須要求事項は国ごとに異なり、日本の電波法令において定める技術基準とも異なる。そのため、諸外国の認証マークが表示されていても技適マークが表示されていない場合、日本国内においては、電波法令上、原則使用することができない点について注意が必要となる。なお、訪日観光客等が自ら持ち込む無線設備(携帯電話端末・BWA端末、無線LAN端末等)については、技適マークが付されていない機器であっても、電波法令により定める技術基準に相当する技術基準に適合する等の条件を満たす場合に限り、日本国内での利用を可能としている。詳細は、以下URLにより確認することができる。

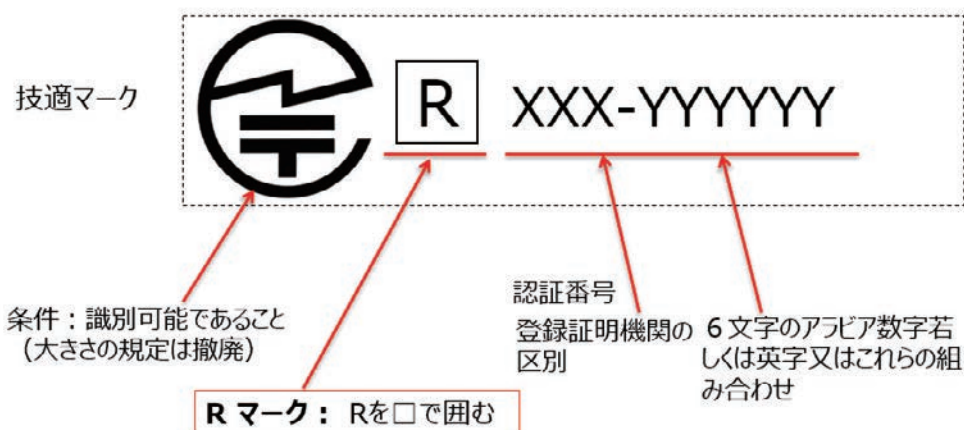
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/inbound/>

5. おわりに

電波利用の拡大が進む中で、電波法令により定める技術基準に適合しない外国規格等の無線機器のオンラインストア等での購入や海外からの持込みにより、他の無線局への混信・妨害を与える事例が発生している。

良好な電波利用環境を確保し、無線通信の混信や妨害を防ぐため、無線設備の技適マークを確認してからの購入・利用をよろしくお願ひしたい。

○ 技適マークには、認証番号が含まれ、原則、一つの認証工事設計ごとに一つの認証番号が定められる。



■図2. 工事設計認証における技適マーク

* <https://www.tele.soumu.go.jp/giteki/SearchServlet?pageID=js01>

HAPS移動通信システムの大容量化に向けた研究開発



ソフトバンク株式会社 テクノロジーユニット統括 基盤技術研究室
無線技術研究開発部 部長

ほしの けんじ
星野 兼次

1. まえがき

近年、デジタルトランスフォーメーション（DX）の進展やIoT機器の爆発的増加に伴い、無線通信の需要はますます高度化・多様化している。特に、産業活動を支える社会インフラとしての役割に加え、大規模災害時においても途絶することの許されないライフラインとしての機能が強く求められており、広域にわたり安定したカバレッジを確保することの重要性が高まっている。一方、地上の移動通信システムのみでは、山岳・海上・離島・被災地などにおける面的カバレッジや冗長性の確保には限界がある。この課題に対する有力な解として、成層圏通信プラットフォーム（HAPS: High Altitude Platform Station）が注目されている。HAPSは高度約20kmの成層圏を飛行し、衛星と地上のモバイルネットワークの中間層として機能する。低遅延かつ広域なエリアカバレッジを両立できる点が特長であり、次世代の三次元ネットワークを構成する重要な要素と位置付けられる。本稿では、ソフトバンクにおけるHAPSの研究開発の取組み、とりわけ大容量化を実現するためのサービスリンク技術及び実証試験について概説する。

2. HAPSの概要とソフトバンクの取組み

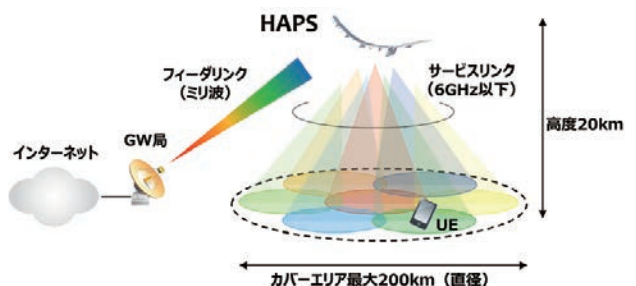
HAPSは、気流の安定している高度約20kmの成層圏を飛行する気球、飛行船、飛行機などの機体に無線中継局が搭載されたプラットフォームである。成層圏は対流圏の直上に位置し、36,000km上空の静止衛星や高度数百～数千kmの低軌道衛星と比較しても極めて低高度にある。このため、HAPSを用いた通信では伝搬遅延が小さく、例えば、地上端末との距離が最大約100kmの場合でも往復伝搬遅延は約0.67ms程度にとどまり、地上の通信網に近い低遅延特性を実現できる。また、高度約20kmという位置関係から、広域にわたって高い仰角が確保され、遠方に対しても良好な見通し条件が得られる。例えば、水平距離50km及び100kmにおける仰角はそれぞれ約22度、約11度となり、超広域で安定した通信が期待できる。さらに、地上端末との電波伝搬距離は最大でもおおよそ100km程度であることから、LTEや5G NRに準拠した通常の移動通信端末を利用可能である。これら低高度・低遅延・高仰角

といった特長により、HAPSは広域をカバーしつつ高信頼・低遅延通信を提供可能なプラットフォームとして期待されている。

ソフトバンクでは、「ユビキタストラansフォーメーション」というビジョンの下、HAPSを地上網及び衛星網とシームレスに連携させ、いつでもどこでもつながる世界の実現を目指し、機体技術や通信技術の一体的な研究開発を推進してきた^[1]。HAPSは、成層圏において広域を面的にカバーしつつ、地上の無線通信システムや低軌道・静止軌道衛星と協調することで、空飛ぶクルマや物流・点検・農業用途のドローン、さらには貨物船など海上での利用など、多様なユースケースに対して通信サービスを提供する中間レイヤとして位置付けられる。HAPSの機体開発においては、太陽光パネル、蓄電池、モーター等の軽量化・高効率化を進め、2020年及び2024年に成層圏フライト試験に成功するなど、成層圏での長時間・安定飛行に関する技術的知見を蓄積してきた。さらに、2023年には世界で初めて成層圏からの5G通信を実証している。これら一連の機体・通信両面での実証成果を通じて、HAPSを用いた移動通信システムの技術的成立性を段階的に確認し、早期の実用化を見据えた研究開発を推進している。

3. サービスリンクの大容量化

図1に、HAPS移動通信システム全体の基本構成を示す。HAPS移動通信システムでは、地上のユーザ端末に対して6GHz以下の周波数帯を用いたサービスリンクを形成し、HAPSと地上のゲートウェイ局との間は広帯域なミリ波帯を用いたフィードリンクにより接続される。HAPSは1機で最



■ 図1. HAPS移動通信システムの基本構成

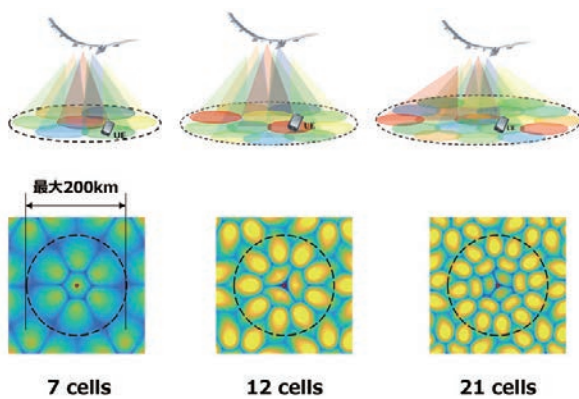


大半径100km規模の超広域エリアをカバーするため、移動通信システムでの利用においては、単位面積当たりの通信容量の向上や端末収容能力の改善が重要な技術課題となる。

筆者等は、2022年度から2024年度にかけて、NICTより革新的情報通信技術（Beyond 5G (6G)）基金事業「上空プラットフォームにおけるCPSを活用した動的エリア最適化技術」の研究開発を受託し、HAPS等を含む上空プラットフォームの高度化及び実運用に向けたサービスリンクの要素技術検討を進めてきた^[2]。さらに、これらのサービスリンク技術を発展させ、フィーダリンク技術や電波伝搬推定技術も含めた研究開発として、2023年度からは「Beyond 5Gにおける超広域・大容量モバイルネットワークを実現するHAPS通信技術の研究開発」を受託し、HAPSの高度化と早期実用化に向けた研究開発に取り組んでいる^[3]。HAPS移動通信システムの大容量化に向けては、広域なエリアカバレッジと高い通信容量が同時に求められるサービスリンクの研究開発が特に重要である。本稿では主にサービスリンクに関する研究開発について述べる。

4. マルチセル構成技術

HAPSのサービスリンクにおいて広域なエリアカバレッジと大容量化を同時に実現するための方法として、地上基地局における複数セクタ構成と同様に同一周波数を用いるセルをエリア内に多数形成し、高密度に配置するマルチセル構成が有効である。図2に、マルチセル構成の設計例を示す。セル数を増加させることで、単位面積当たりの通信容量の向上が期待できる^[4]。一方で、マルチセル構成により機体の移動や姿勢変化に起因する各セルエリアの安定性確保や、セル配置・干渉制御の高度化が重要な技術課題となる。



■図2. 多セル構成の設計例

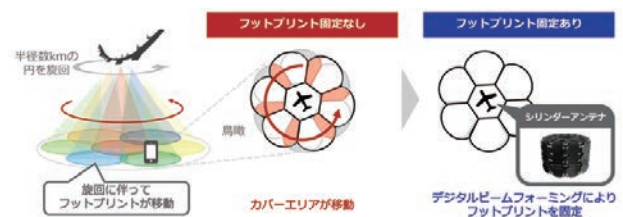
4.1 フットプリント固定技術

HAPSはソーラープレーン、気球などいずれの機体であっ

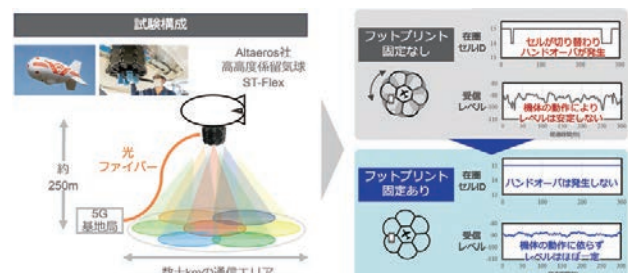
ても飛行するという特性上、鉄塔やビル屋上に固定設置される地上基地局とは異なり、飛行に伴って位置や姿勢が変化する。その結果、機体の移動や旋回に伴い、地上に形成されるセルの位置、すなわちフットプリントが時間とともに移動することが課題となる。固定アンテナを用いた場合、特にマルチセル構成においては在圏セルが頻繁に切り替わることで不要なハンドオーバーが多発し、受信品質の変動を招くなど、通信サービスの安定性が損なわれる。

この課題に対し、筆者等は、図3に示すシリンダ形状の多素子フェーズドアレイアンテナ（以下、シリンダーアンテナ）を用い、機体の旋回や姿勢変化に応じてビームステアリングを行うフットプリント固定技術を開発した^[5]。シリンダーアンテナの垂直及び水平方向に対してビーム制御を同時に行う三次元ビーム制御により、機体の方位角方向の回転に加え、移動や仰角方向の回転に対しても柔軟に対応し、地上の同一位置に安定したセルを形成することが可能となる。

提案方式の有効性を検証するため、試作したシリンダーアンテナを高高度係留気球に搭載した屋外実証試験を実施した。図4に、高高度係留気球に搭載したアンテナの外観写真及び実証試験結果の一例を示す。実証試験では、アンテナを高度約250mまで上昇させ、半径数十km規模のカバーエリア内において、受信レベル及び在圏セルの変化をカバーエリア内の定点で測定し、通信品質の時間的な安定性を評価した。その結果、上空の風の影響により機体が常に回転・移動する環境下においても、フットプリント固定制御によりハンドオーバーの発生を抑制でき、受信レベルを安定させられることを確認した^[6]。



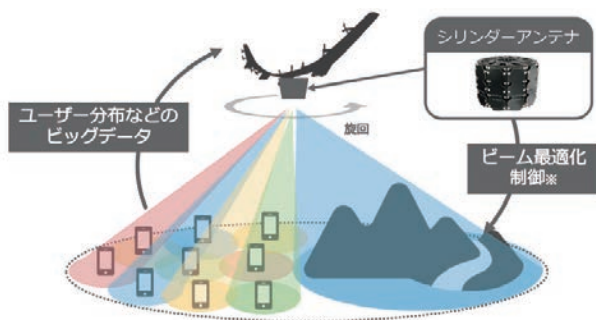
■図3. フットプリント固定技術



■図4. フットプリント固定制御の実証試験

4.2 エリア最適化技術

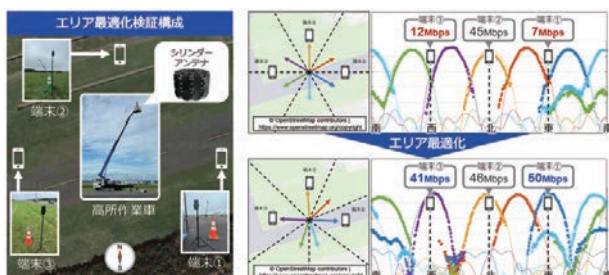
HAPSは超広域エリアを一括してカバーするため、そのエリア内は人口密集地から人が少ない山間部まで多様な地域が含まれ、ユーザ分布やトラフィック需要は地理的・時間的に偏在することが想定される。マルチセル構成において、このようなユーザ分布の偏りを考慮し、前節のアンテナを用いた三次元ビーム制御により、各セルの配置を適切に最適化することで、セルを一様に配置する場合と比較して通信容量やカバーエリアを大幅に向上させることが可能となる(図5)。しかしながら、最適化対象となるセル数が増加すると、制御すべきパラメータの組合せが指数関数的に増大し、現実的な時間内で最適解を探索することが困難となる。



■ 図5. エリア最適化技術

この課題に対し、筆者等は、遺伝的アルゴリズム (GA: Genetic Algorithm) を用いた低演算量のビーム最適化手法を提案している。例えば、複数のセルをグループ化し、グループごとにGAによる最適化を行う共進化アルゴリズムを組み合わせることで、20セルを超えるマルチセル構成においても効率的にビーム最適化が可能であることを示している^[7]。

また、ユーザの位置情報に基づくビーム最適化制御の基本的な有効性を確認するため、屋外実証実験を実施した。本実験では、シリンダーアンテナを高さ約20mの高所作業車の作業床に搭載し、アンテナを中心として西・北・東方



■ 図6. エリア最適化制御の実験結果の一例

向に3台の端末を配置した。エリア最適化前後における6セルのビームパターン及びスループット特性の一例を図6に示す。合計スループットを目的関数として最適化制御を行った結果、端末の位置情報に基づいて各ビームが自動的に端末方向へ指向し、カバーエリア全体としての合計スループットが大幅に改善されることを確認した^[8]。

4.3 セル高密度化技術

更なる大容量化を実現するため、従来の6セル構成に代えて、12セル以上へと拡張するセル高密度化技術の検討も進めている。ここでは、セル数の増加に伴い、セル間干渉の抑制とセル端における受信品質の確保が重要となることから、狭ビーム化及びアンテナ利得の改善に着目した検討を行っている。

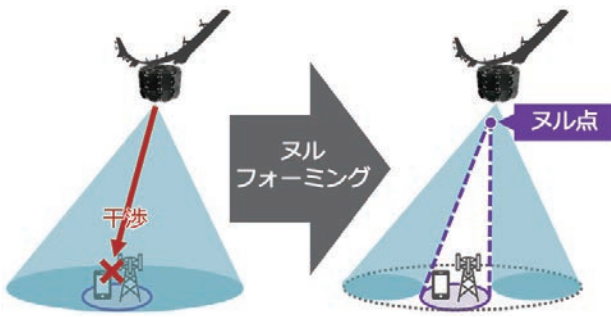
具体的には、シリンダーアンテナをベースとし、エリア内の受信電力を改善するアンテナ構成を提案している。多素子アレーアンテナのチルト角最適化により、サービスリンクにおける受信特性を改善できることを示している^[9]。また、シリンダーアンテナ構成に基づき、セル構成及びアンテナウェイト制御を同時に考慮したセル設計の検討も行い、周波数利用効率の向上を確認している^[10]。

5. HAPS・地上間周波数共用技術

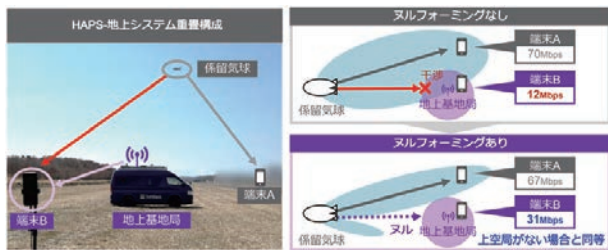
現在HAPS移動通信システム向け周波数として、地上システムで広く利用されている周波数帯がITU-Rにおいて特定されている^[11]。HAPSに地上の移動通信システムとは異なる専用周波数を割り当てることができれば、HAPS及び地上システムで独立したエリア展開が可能となるが、周波数資源の有効利用の観点から、HAPSと地上システムとで同一の周波数帯域を使用してサービス展開できることが望ましい。この場合、HAPS・地上システム間で相互に発生する同一周波数干渉により、周波数利用効率が劣化することが課題となる。そこで、同一周波数干渉を抑圧または回避することにより、HAPSと地上基地局とを含めたシステム全体で、高い周波数利用効率と広域カバレッジを同時に実現する周波数共用技術の確立が求められる。

5.1 マルフォーミング技術

マルチセル構成においては、前節で述べたエリア最適化技術を拡張し、地上システムに対するSINRの劣化量などを制約条件として最適化問題に組み込むことで、HAPSエリアと地上セルとの共存を図る方式を提案している^[12]。一方、マルチユーザMIMO伝送を想定した通信方式においては、図7に示すように地上基地局の方向に対して意図的



■ 図7. ヌルフォーミングによるHAPS・地上間周波数共用



■ 図8. ヌルフォーミング制御の実験結果の一例

に利得を低下させるヌル点を形成するヌルフォーミングを適用することで、地上セルへの干渉を抑圧しつつ、高い周波数利用効率を実現する周波数共用方式を検討している^[13]。

ヌルフォーミングを用いたHAPS-地上システム間の周波数共有の有効性を検証するため、係留気球を用いた屋外実証試験を実施した。図8に、ヌルフォーミング制御の実証試験結果の一例を示す。実証試験の結果、ヌルフォーミング制御を適用することで、地上基地局エリアに対する干渉を十分に抑圧でき、地上局に在圏する端末のスループットが、上空からの干渉が存在しない場合と同等の水準に維持されることを確認した。これにより、HAPSと地上システム間において、同一周波数帯を用いた周波数共有が可能であることを実証した^[14]。

5.2 無線リソース割当てを用いたヌルフォーミング技術

ヌルフォーミングにより地上システムへの干渉を低減することは可能であるが、地上基地局方向に広いヌルを形成した場合には、地上基地局近傍に位置するHAPSユーザに対するアンテナ利得が大きく低下し、HAPSにも地上システムにも接続できないカバレッジホールが発生する。これは、HAPSが本来有する広域かつ連続的なカバレッジの特長を損なう要因となる。

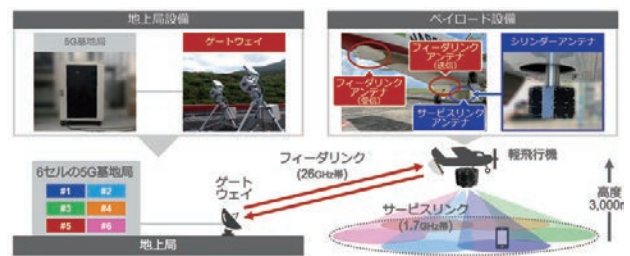
この課題に対し、空間軸におけるヌルフォーミング制御に加え、周波数軸における無線リソース割当てを組み合わせる周波数共有技術を検討している^[15]。具体的には、HAPSがすべての無線リソースにおいて常時ヌルを形成するので

はなく、ヌルを形成するリソース（ヌルオン）と意図的にヌルを解除するリソース（ヌルオフ）を周波数領域で割り当てる。これにより、地上基地局近傍のHAPSユーザはヌルオフのリソース上で通信を行うことで十分な受信電力を確保でき、一方で地上システムに対する干渉は、ヌルオンのリソースにより抑圧される。提案方式により、カバレッジホールの抑制と地上システムへの干渉抑圧を両立するとともに、HAPS・地上システム全体として周波数共有技術を用いない場合に対して通信容量の改善も期待できることを明らかにしている。

6. 軽飛行機を用いた実証試験

前章までに述べたサービスリンクの提案方式の一部について、ファイダリンク装置と組み合わせた統合システムによる実証試験も行っている。図9に実証試験の構成を示す。本実証試験では、HAPS機体を模擬した上空約3,000mを巡回飛行する軽飛行機に通信ペイロードを搭載して試験を行った。機上には、地上ゲートウェイと接続するファイダリンク装置及び地上ユーザ端末への通信を担うサービスリンク装置を搭載している。地上側には、5G基地局設備及びゲートウェイ局を設置し、ゲートウェイ局とペイロードとの間は26GHz帯のファイダリンクで接続した。一方、ペイロードから地上のユーザ端末に対しては、1.7GHz帯を用いたサービスリンクを形成し、6セルのマルチセル構成によるエリアカバレッジを実現している。

図10に示す構成で東京都八丈島周辺において屋外実証試験を実施した。本実証では、軽飛行機の巡回中心付近



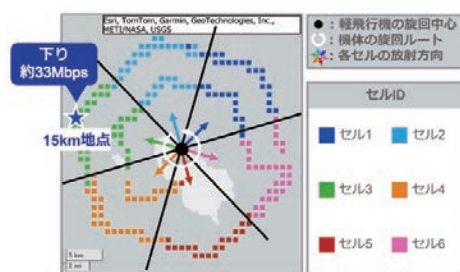
■ 図9. セサナ機を用いた実証試験の構成



■ 図10. 八丈島における実験構成図

に地上局設備及びゲートウェイ局を配置した。島内では電波測定車を用いて道路を走行しながら通信品質の測定を行い、海上については漁船を用いて島周辺海域における通信特性を評価した。

図11に実証試験結果の一例を示す。本試験により、地上の5G基地局からファイダリンク及びサービスリンクを経由して端末に至るエンドツーエンド通信が成立することを確認した。また、6セル構成によるサービスリンクにおいて、機体が旋回・移動する環境下でもフットプリント固定技術が有効に機能し、広域にわたって安定したセル配置が維持されることを実証した^[16]。



■ 図11. 実証試験結果の一例

7. まとめ

本稿では、ソフトバンクにおけるHAPS移動通信システムの研究開発の取組みについて、主にサービスリンクの大容量化に向けた技術を中心に紹介した。特に、マルチセル構成技術及びHAPS・地上間周波数共用技術に関するこれまでの検討及び実証試験について説明した。今後は、これらの取組みを踏まえて、国際標準化活動と連携しながらHAPSの早期実用化を進める予定である。

(2025年12月18日 ITU-R研究会より)

謝辞

本研究成果の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の委託研究 (JPJ012368C07701) により得られたものである。

参考文献

- [1] ソフトバンク, UTX (ユビキタストランスフォーメーション), <https://www.softbank.jp/corp/philosophy/technology/special/utx/>, Feb. 2026.
- [2] NICT, 革新的情報通信技術 (Beyond 5G (6G)) 研究開発委託研究, 採択番号05701, https://www.nict.go.jp/collabo/commission/B5Gsokushin/B5G_05701.html, Feb. 2026.

- [3] NICT, 革新的情報通信技術 (Beyond 5G (6G)) 研究開発委託研究, 採択番号07701, https://www.nict.go.jp/collabo/commission/B5Gsokushin/B5G_07701.html, Feb. 2026.
- [4] Y. Shibata, et al., "System Design of Gigabit HAPS Mobile Communications," IEEE Access, vol. 8, pp. 157995–158007, 2020.
- [5] K. Hoshino, et al., "A Study on Antenna Beamforming Method Considering Movement of Solar Plane in HAPS System," IEEE VTC2019-Fall, 2019.
- [6] ソフトバンク株式会社, "フットプリント固定技術を活用した高高度係留気球基地局の実証に成功 [プレスリリース]," https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2022/20220622_01/, 2022年6月22日.
- [7] Y. Shibata, et al., "Two-Step Dynamic Cell Optimization Algorithm for HAPS Mobile Communications," IEEE Access, vol. 10, pp. 68085–68098, June 2022.
- [8] ソフトバンク株式会社, "HAPSの通信容量の最大化を実現するエリア最適化技術の実証実験に成功 [プレスリリース]," https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2023/20231220_01/, 2023年12月20日.
- [9] K. Maki, et al., "Downtilt Optimization of Array Antennas Based on Envelope Radiation Patterns for HAPS Service Links With Massive MIMO," IEEE Access, vol. 13, pp. 34307–34320, Feb. 2025.
- [10] K. Maki, et al., "HAPS Cell Design Considering Array Antenna Configuration for Improving Spectral Efficiency," ISAP2025, 福岡, Oct. 2025.
- [11] 総務省, "2023年世界無線通信会議 (WRC-23) の結果概要," https://www.soumu.go.jp/main_content/000925690.pdf, 2024年1月.
- [12] Y. Shibata, et al., "HAPS Cell Design Method for Coverage Extension Considering Coexistence on Terrestrial Mobile Networks," IEEE Access, vol. 12, pp. 55506–55520, Apr. 2024.
- [13] K. Tashiro, et al., "Nullforming-Based Precoder for Spectrum Sharing between HAPS and Terrestrial Mobile Networks," IEEE Access, vol. 10, pp. 55675–55693, May 2022.
- [14] ソフトバンク株式会社, "HAPSと地上基地局との周波数共用を実現するヌルフォーミング技術の実証実験に成功 [プレスリリース]," https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2024/20240626_01/, 2024年6月26日.
- [15] T. Ishikawa, et al., "Interference Management With Nullforming and Resource Allocation for Coverage Expansion in Integrated HAPS–Terrestrial Networks," VTC2025-Spring, Oslo, Norway, June 2025.
- [16] ソフトバンク株式会社, "HAPS向け6セル対応の大容量のペイロードを開発、上空からの5G通信に成功 [プレスリリース]," https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2025/20250918_02/, 2025年9月18日.

社会変革に向けたNTT研究所の取組み —IOWNの研究開発と万博での適用事例—



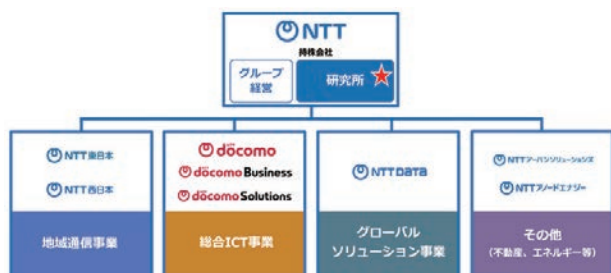
NTT株式会社 執行役員研究企画部門長 **きのした しんご**
木下 真吾

1. はじめに

本日は、NTT研究所の概要に加え、現在注力している3つの研究テーマ、「IOWN (Innovative Optical and Wireless Network)」「GenAI (生成AI)」「Quantum (量子)」についてご紹介する。このIOWNの文脈の中で、万博での活動についても触れていきたい。

2. NTT研究所の組織とミッション

まず、研究所の概要について述べたい。NTTの研究所は、グループ内の各事業会社に直接属しているわけではなく、持株会社の中の組織として、各事業会社から研究費を受け取って基礎的な研究を行い、その成果を事業に還元するというミッションを担っている。



■図1. NTTグループ

現在、研究員の数約2,300名であり、設立は1948年に遡る。組織体系としては、国内の4つの総合研究所の下に14の研究所を配している。研究領域は非常に幅広く、物理や数学といった基礎的な分野から、ネットワーク、暗号、AIといった応用的な分野までを網羅しているのが特徴だ。また海外にもカリフォルニアのサン・ノゼに3つの拠点を構えており、こちらでも量子、暗号、メディカルといった極めて基礎的な研究を行っている。

我々は、年間を通じて非常に多くの特許出願や論文執筆を行っている。研究所内には実用化を担う部隊も多く事業に対して具体的な成果を提供しているが、その土台となるアカデミアへの貢献は非常に重要であると考えている。私自身もこれを重要視しており、KPI (重要業績評価指標)として、論文数や難関国際会議への投稿数を定めて管理している。具体的な指標を挙げると、IT系企業の中では、

論文数は現在世界で第9位、日本国内では第1位となっている。さらに分野を絞れば、光通信、量子、暗号といった領域では、世界でも1、2位を争う組織となっている。

最近では、研究所の技術を活用したスピノフベンチャーの立ち上げも活発に行っている。まず、音響技術を活用したスピーカー専用の会社 (NTT sonority) がある。次に「SPACE COMPASS」は、スカパー JSATとの協業により、宇宙通信や宇宙データセンターの構築を目指すものである。3番目の「NTTグリーン&フード」は、NTTとしてはかなり特殊な取組みだ。ここでは京都大学発のベンチャーであるリージョナルフィッシュと連携している。彼らはゲノム編集によってタイなどの成長を早める技術を持っている。一方で、NTT側の出身者は、中性子線加工を用いて藻のCO₂吸収量や栄養価を高める技術を持っている。これらを組み合わせ、栄養価の高い藻をタイやエビなどの餌とすることで、成長を促進させる。さらに、魚の背骨などにCO₂を吸着・固定化させることで、CO₂削減までも視野に入れている。現在、この陸上養殖はタイだけでなく、ヒラメやエビにまで拡大しており、またエビの陸上養殖業としては日本で一番の規模となっている。最後が「NTT AI-CIX」である。こちらは物流や流通における最適化を担う企業だ。最近では小売りのトライアル社などと協力し、サプライチェーンの最適化に携わっている。



■図2. 研究所スピノフ

本日は、こうした広範な研究体制を背景に、IOWN、生成AI、そして量子の3テーマについて順を追って解説していくが、まずはこれらのテーマを取り上げた背景を説明する。

3. AI巨大化が突き付ける課題

昨今のAI、特に生成AIは急激な大規模化を遂げており、それに伴い開発コストが深刻なまでに高騰している。スタ

ンフォード大学のレポートによれば、ChatGPTのベースとなった「GPT-3」は、1750億パラメータ数の規模を持ち、1回の学習に約5億円を要したとされる。しかし、続く「GPT-4」等の次世代モデルでは、パラメータ数は数兆規模に達し、開発コストは150億～200億円規模にまで跳ね上がっている。我々も生成AIを開発している立場から言えば、最新モデルのリリースには更に数倍から数十倍のコストが投じられているのが実態と思われる。

電力消費も極めて大きな問題だ。GPT-4クラスのモデルを1回学習させるのに必要な電力は約4万MWhに達し、これは原子力発電所約40基分の1時間の発電量に相当するとも言われている。また、学習時のみならず「推論（ユーザーの問いかけへの回答生成）」時の消費電力も膨大である。Google検索と比較すると、ChatGPTのクエリ1回当たりの電力消費は約10倍の2.9Whを要するとされ、同様の質問でもAIを利用すれば10倍のコストがかかる計算になる。

1回の利用にかかる消費電力



■図3. AIの大規模化：膨大な消費電力（利用時）

さらに、投資規模の格差も顕著である。米国の民間企業によるAI投資額は年間約10兆円に達し、中国がそれに続く。対する日本は約1000億円規模にとどまっており、米国とは約100倍もの開きがある。こうしたコスト、電力、投資という多面的な課題が、現在のAI開発に突き付けられている。

AI開発におけるリソースの格差は、資金面だけでなくエンジニアの数にも現れている。正確な調査は難しいものの、一例として生成AIを開発する各社が発表した論文の共著者数を見ると、2023年末のGoogle「Gemini」では約1,400名が名を連ねている。通常の論文であれば多くても10名程度であることを考えると、1つのモデル開発に、まるで映画産業のような規模の人員が投入されているのが実態である。現在のAI開発は、純粋なアルゴリズムの競争というより、莫大な資金と人員を投じる「パワーゲーム」の様相を呈している。

4. 将来のAIの進化に向けたNTTのアプローチ

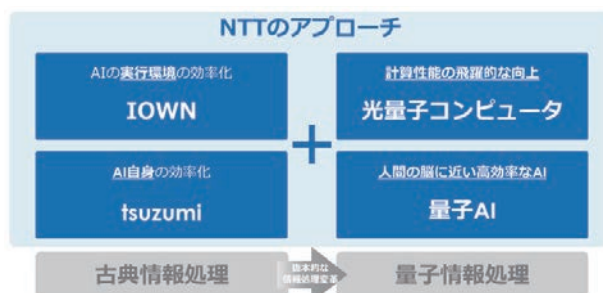
このような背景を考えると、現在私たちは、将来のAIの進化に向けて単純に現在の計算リソースを増大させ続けるべきかという問いに直面している。投資額の差を考慮すれば、日本が同様のリソースを確保し続けられるのか、また、この競争を続けることが本当に人と地球のために役立つのかという観点から、多角的に検討しなければならない。

この課題に対し、NTTは主に2つのアプローチをとっている。まず、「IOWN」、これはAIの開発や推論の実行環境において、同じ処理を行うにしても消費電力効率に優れた基盤を実現することを目指している。そして2つめにAI自体を非常に軽量化・効率化することを目指し、「tsuzumi」の研究開発を進めている。

この2つは現在の情報処理、いわゆる「古典情報処理」の世界でいかに努力するかという観点での取組みである。しかし、昨今ではこの手法も限界に達しつつあると言われており、この限界を打破するためには、「量子情報処理」の世界へもいち早く踏み込む必要があると考えている。

具体的には、計算性能を飛躍的に向上させる「光量子コンピュータ」への挑戦、そして、人間の脳に近い僅かな電力で極めて効率的な学習を行う、高効率な「量子AI」の研究などに取り組んでいる。

このように古典と量子の両面から、IOWN、生成AI（tsuzumi）、そして光量子コンピュータの3領域をバランスよく推進している。これが、本日のアジェンダに3つのテーマを据えた背景である。



■図4. NTTのアプローチ

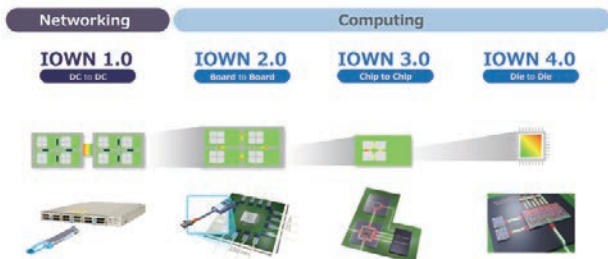
5. IOWNのロードマップと狙い

IOWNは、情報通信基盤を電気から光へと段階的に転換していくための構想であり、4つのステップで整理されている。第一段階である1.0では、ネットワークの世界に光をとということで、データセンター間の通信をエンドツーエンドで完全に光化することを目指している。現在も光ファイバー



は用いられているが、途中で電気変換が介在しており、完全な光通信にはなっていない。この電気変換をなくし、光をエンドツーエンドで、波長レベルで専有することで、高性能かつ高効率な通信を実現しようというのがIOWN 1.0の考え方である。

そして、IOWN2.0からは、光がコンピュータの内部に入り始めるステップであり、IOWNの真骨頂となってくる。まずはデータセンター内において、サーバー間やボード間の接続を光化する。続くIOWN3.0では、ボード内のチップ間接続を光に置き換え、さらに、IOWN4.0では、チップ内部、すなわちダイ間の接続まで光化するというロードマップを描いている。



■図5. IOWNロードマップ

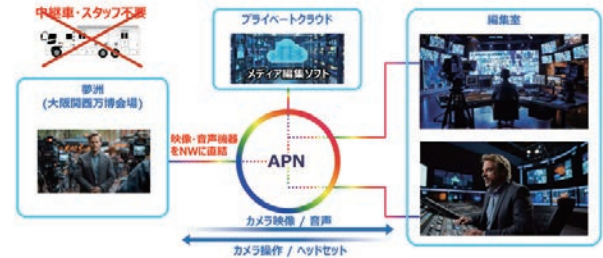
まずはIOWN1.0の状況について説明する。ここでユースケースとして紹介したいのが、弘前大学と行っている遠隔手術の実証実験である。遠隔手術に関しては、遅延時間の長さだけでなく、人間が医療機器を操作する上ではその幅が一定で揺らぎがないことが非常に重要であると現場の医師から言われており、その点IOWNは光の波長をエンドツーエンドで占有することで揺らぎをほぼなくせる点が高く評価されている。

また、最近では建設現場でも労働力の不足が深刻な問題となっている。現在、安藤ハザマと進めている実験では、重機の遠隔監視や遠隔操縦を可能にすることで、移動時間を削減し、労働効率を大幅に上げることができると考えている。

また放送分野においても、従来はイベントなどがあると現地に中継車や多人数のスタッフを派遣して編集室までの回線を整備するなど非常に手間とコストがかかっていたが、APNで現場と編集室をつなぎ、クラウドベースの編集ソフトを使うことで現地に大規模な設備を必要としない制作形態が実現しつつあり、2025年度の世界陸上など実際の大型イベントで活用が進んでいる。

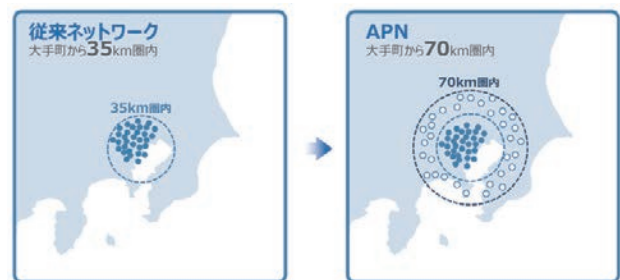
以上は1対1の光通信を活用したユースケースだが、IOWN

TBS、NHK、朝日放送、関西テレビ放送、読売テレビと連携して万博中継等で実証
編集室と中継先をAPNで接続することで遠隔番組制作を実現



■図6. ユースケース：放送リモートプロダクション

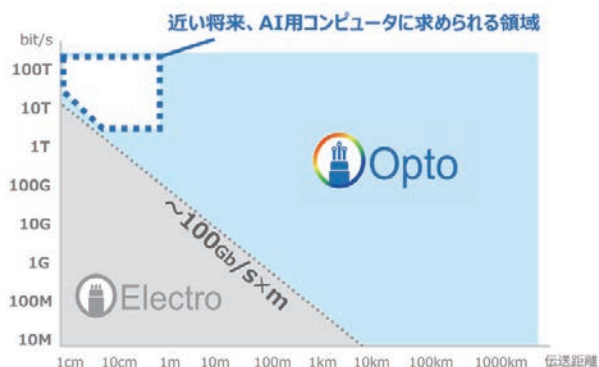
の最大のターゲットはデータセンターでの活用である。現在日本国内ではデータセンターが都市部に集中しており、用地確保や電力供給が制約となっている。しかしIOWNのAPNを活用することによって通信遅延を圧縮できれば、データセンターを都市から離れた郊外に分散配置しつつ、仮想的には一体のデータセンターとして運用することが可能になる。例えば、従来であれば1つのアベイラビリティゾーンの目安は半径35km程度であったが、これを70km程度まで伸ばすことができるのではないかと考えており、用地の選定が容易になる。更にワット・ビット連携との相性も非常に高い。通常、送電コストに比べ通信コストはおよそ1000:1程度と桁違いに低いため、都心から離れた再生可能エネルギー拠点の近傍にデータセンターを設置し、そこから高速通信で都市部につなぐことで、全体として性能・費用のバランスが極めて高い合理的なソリューションが提供できる。



■図7. ワット・ビット連携

次にIOWN2.0以降に焦点を当て、コンピューティングの領域で起こっていることを説明する。現在、AIデータセンターが数多く構築されているが、このタイプのデータセンターでは大量に設置されるGPU間の通信が大きな課題となっている。GPUの進化に伴い、チップ間で求められる通信帯域は飛躍的に増大しており、従来の電気配線では消費電力と発熱のため限界に近付きつつある。このため、NVIDIA自身も光電融合を使って光化していく計画を発表しているが、

NTTもブロードコムやアクトン・テクノロジーと組んで、光電融合デバイスを使った光のスイッチを展開していこうと考えている。背景として、光と電気の適用領域を伝送距離と通信容量の関係で考えると、従来長距離は光、近距離は電気が有利というのが常識であった。しかし通信容量が急激に増大する中で、数cmの距離でも光化が必要な領域に移ってきていると言える。



■ 図8. 電気による通信の限界と、光による解決

具体的な装置のイメージで言うと、我々が開発を進めている「PEC-2スイッチ」では、従来の光通信スイッチよりも電気配線部分を大幅に短くすることで、通信容量の拡大と消費電力削減の両立を図っている。2026年末までに通信容量が102.4Tbps程度のスイッチを提供し、GPU間通信の効率化を実現する予定である。

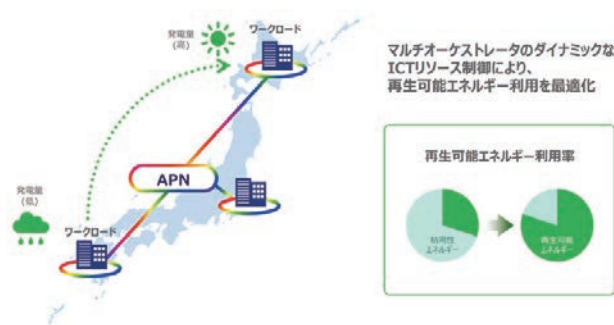


■ 図9. PEC-2 スイッチにおける消費電力削減

もう1つ重要なのがソフトウェアによる制御である。光通信スイッチなどの活用で、今後は数万台規模のGPUをコントロールすることが必要になる。現在私たちが運用しているGPU1000台規模のデータセンターでもGPUの故障率はそれなりに高い一方、AIの学習では一度開始すると1か月程度マシンを連続稼働させることが必要になる。こうした条件を考えると、利用状況や装置の状態、消費電力などを考慮しながらタスクを最適に配置する仕組みを実現する必要がある。例えば、複数拠点のGPUデータセンター環境にお

いて、新しい推論タスクに対してはレスポンス優先で地域間に分散して処理を行い、新しい学習タスクに対してはGPU間通信優先で、1か所で集中的に処理するなど、推論と学習では求められる配置条件が異なるため状況に応じたスケジューリングが不可欠である。

こうした制御が実現すれば、再生可能エネルギーの発電状況に応じて処理負荷を地域間で移動させるといった、ダイナミックなワット・ビット連携も可能になると期待されている。



■ 図10. ダイナミックワット・ビット連携

6. 大阪・関西万博におけるIOWN活用

大阪・関西万博では、IOWNを用いた様々な取組みが実施された。1970年の大阪万博では、NTTが世界で初めてコードレスホンを使えるようにし、会場から通話できる体験を提供したが、今回の万博も同様に、新技術を社会に提示する場として位置付けた。

まず規模の面では、NTTはパビリオンを出展し来場者数は約39万人に達した。また、バーチャル万博の運営も行い、約280万アクセスを記録している。会場内の地図表示や最適ルート案内するパーソナルエージェントアプリも提供し、約250万ダウンロードと、期間限定の施策としては大きな利用実績となった。

IOWN 1.0 (All-Photonics Network) は、万博会場内14か所、国内14か所、更に台湾との接続に利用され、国際的なネットワークを構成した。この基盤の上で会期中には10を超えるユースケースが提供された。開幕日に実施された大規模合唱イベント「1万人の第九」では、分散した演奏者を一体化するため、低遅延で揺らぎの少ない通信が活用された。加えて、日本と台湾を結ぶパフォーマンスや、遠隔地にある農機の操作体験など、距離を意識させない体験を実現した。

NTTパビリオンでは3つのゾーンが設けられ、その中心



■ 図11. 大阪・関西万博におけるNTTの取組み

となるゾーンでは、Perfumeとの連携ということで、IOWNを用いた新しい空間体験が展開された。これは、「空間を伝送する」というコンセプトで、離れた場所で行われるPerfumeのパフォーマンスを多数のセンサーやカメラで取得し、リアルタイムに立体映像として再現する試みである。床振動や照明とも連動させることで、空間全体として体験を構成した点が特徴であった。通信容量は約25Gbpsと極端に大きいものではないが、点群データを含む映像をリアルタイムに処理・再構成した点は技術的にも挑戦であった。

さらに、IOWN 2.0、すなわちコンピュータ内部への光技術導入についても、万博の場で複数の実証実験が行われ、将来の計算基盤を見据えた検討が進められた。

7. 国産生成AI「tsuzumi」の狙いと特長

tsuzumiは、NTTが自社で開発している国産の生成AIである。2024年3月に最初のバージョンとして約70億パラメータのモデルを公開し、その後2024年10月には約300億パラメータまで拡張したtsuzumi2モデルを開発した。300億というサイズは、比較的安価なGPU1台で動作可能な最大規模であり、On-premiseやプライベートクラウドにも載せやすい。その結果、低コストかつ高いセキュリティを確保したAIとなっている。



Why 30B? → Only 1 GPU → On-premise

→ 低コスト&高セキュア AI

■ 図12. tsuzumi2の特長

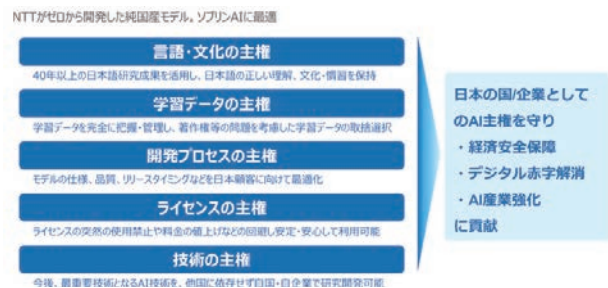
tsuzumi2は、日本語の各種ベンチマークにおいて同規模の海外モデルと比べて高い性能を示しており、更に一段大きなモデルと比較しても優位性が確認されている。一部の超大規模モデルには及ばない点もあるが、小型でありな

から高い性能を持つ点が特長である。

また、チューニングのしやすさも重要な特性である。分野を絞っての学習効率が高く、例えば、金融分野の「ファイナンシャル・プランニング技能士検定2級」を集中的に学習させた場合、比較的少ない学習量で専門的な試験に対応できる水準に到達した。これは同様のタスクにおいて、他モデルよりも高い学習効率を示している。

加えて、ハードウェアコストも大規模LLMに比べて大幅に低く抑えられており、実用面での導入障壁が低い。

また、tsuzumi2の開発においては、国産あるいはソブリンAIとしての意義も強く意識している。米中など海外製LLMへの依存が進む中で、経済安全保障の視点が重要になっており、言語・文化の維持、学習データ、開発プロセス、更にライセンスを自らコントロールできる、「AI主権」を守ることが重要になっている。特に、生成AIは、今後半導体やOS、スマートフォンに匹敵する、あるいはそれ以上の基盤技術になる可能性が高く、この分野の技術開発を放棄すれば将来的な技術力の空洞化につながり、技術の主権を失ってしまう。こうした認識を踏まえ、NTTとしては、短期的なビジネスだけに左右されることなく、継続的に自前で生成AIを開発していくという覚悟で取り組んでいる。



■ 図13. 特長：国産AI

生成AIの応用例としては、音声対話AIがある。従来の音声対話AIが持つごちなさに対し、NTTの技術では人間同士の会話に近い自然な応答が可能になっている。ただし、この仕組みは音声認識と言語モデルを単純に組み合わせただけのものではなく、実際の通話音声音を音として大量に学習する音を使ったエンドツーエンド型の学習に基づいている。そのため、人間らしい会話は実現できる一方で、論理的な制御には課題が残り、今後は複数技術の組合せで制御面も改善していく予定である。

さらに、将来を見据えた基礎的な研究として、脳波解析によって脳から高い精度で知覚内容をテキスト化する「マインド・キャプショニング」技術や、LLM内部の振る舞い

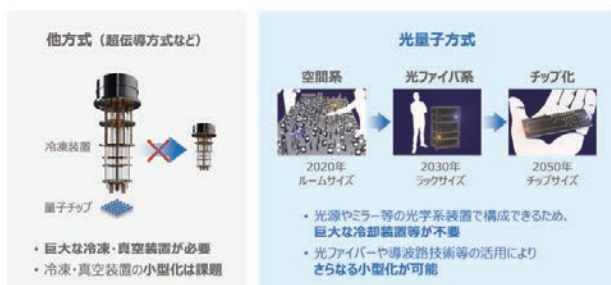
を解明する「LLMの心理的メカニズム」の研究も進めている。後者は生成AIのブラックボックス性を低減し、より高度な人間の脳に近い人工知能へと発展させるための基礎研究と位置付け、取り組んでいる。

8. 光量子コンピューティングへの挑戦

量子コンピュータは実用化までまだ時間がかかると見られており、技術的課題も多い分野である。ただし米国や中国を中心に、AIの次を見据えた大規模な投資と人材集積が進んでおり、ブレイクスルーが起こる可能性も期待されている。

NTTが取り組む光量子方式は、東京大学の古澤明教授を中心に研究が進められている。現在主流とされる超伝導方式や中性原子方式にはそれぞれ強みがあるが、光量子方式の最大の特長は、常温かつ常圧で動作する点にある。超伝導方式では量子ビットを増やすために大型の冷却装置が必要であり、物理的・電力的な制約が大きい。一方、光量子方式ではレーザー光源や光ファイバー、光学系装置といった、既存の光通信技術に近い構成要素で実現できる。

実際、光量子コンピュータに用いられる光源や観測装置



■ 図14. 特長：常温・常圧動作

は、通信分野で使われている技術と高い共通性を持っている。光通信で培われた技術をそのまま活用できる点は、開発面での大きな利点である。

また、他方式では量子ビット数を増やす際に空間的な並列化が必要となるが、光量子方式は通信を基盤としているため、周波数を高めることで処理能力を拡張できる。電気ではGHz帯が限界であるのに対し、光ではTHz帯まで視野に入り、超高速化に適した特性を持つ。現時点では量子ビット数において他方式に劣るものの、将来的なスケラビリティは高く、長期的には優位に立てると考えている。NTTはOptQCという東京大学発のベンチャー企業と連携し、2027年に1万量子ビット、2030年には100万量子ビット規模を目指して研究開発を進めている。



スケラブルで信頼性の高い光量子コンピュータの実現

2030年：世界トップレベル 100万量子ビットの実現
2027年：国内トップレベル 1万量子ビットの実現

2025年のスタンダード 国内：数百量子ビット、世界：数千量子ビット

■ 図15. 光量子コンピュータの実用化にむけて

以上、本日はIOWN、AI、量子領域についてのNTTのアプローチをご紹介します。

ご清聴ありがとうございました。

※本記事は、2026年1月26日開催「第54回ITUクラブ総会」での講演をリライトしたものです。（責任編集：日本ITU協会）

ITU-T SG5 (Environment, climate action, circular economy and electromagnetic fields) 第2回会合

NTT株式会社 ながお あつし
長尾 篤

NTT株式会社 はら みなこ
原 美永子

NTT株式会社 たなか としみつ
田中 憲光

株式会社NTTドコモ い やま たかひろ
井山 隆弘

NTTアドバンステクノロジー株式会社 こばやし りゅういち
小林 隆一

NTTアドバンステクノロジー株式会社 こばやし えいいち
小林 栄一

1. はじめに

ITU-T SG5は、落雷や電磁界に対する人体ばく露、電磁両立性 (EMC: Electromagnetic Compatibility)、中性子の影響などの電磁的現象と、気候変動に対するICT (Information and Communication Technology) 効果の評価方法について検討している。本稿では、2025年10月29日から11月6日までの期間でジュネーブ (スイス) で開催された、2025-2028会期の第2回会合の審議内容を報告する。

今会合では、WP1 (Working Party 1) の所掌の課題1から4、WP2の所掌の課題6と7、WP3の所掌の課題9、11、12、合わせて新規12件、改訂6件の勧告案について勧告化手続きを開始することが合意 (Consent) されるとともに、1件の補足文書 (Supplement) の発行が同意 (Agreement) された。各WPでの詳細を表に示す。

■表. 合意または同意された文書数

文書の種類と合意または同意	合計	WP			WP共通 (課題8)
		WP1	WP2	WP3	
新規勧告の合意	12	2	5	5	0
勧告改訂の合意	6	4	1	1	0
補足文書の同意	1	1	0	0	0

2. 会合概要

- (1) 会合名: ITU-T SG5 第2回会合 (2025-2028会期)
- (2) 開催場所: ジュネーブ (スイス)、日本からは1名が現地参加し、他の参加者はリモート対応
- (3) 開催期間: 2025年10月29日~11月6日
- (4) 出席者: 39か国 215名 (うち、日本から11名)
- (5) 寄書件数: 185件 (うち、日本から4件)
- (6) 合意された勧告案: 新規12件、改訂6件
- (7) 同意された文書: 1件

3. 審議結果

3.1 WP1 (EMCと雷防護、電磁界に対する人体ばく露) における審議状況

課題1 (ICTシステムの電氣的な防護、信頼性、安全およびセキュリティ)

本課題では、雷撃等の過電圧・過電流や接地、電力システムの妨害波に対する通信システムの防護要件を検討する。さらに、電気通信設備の電磁波的なセキュリティ課題として、高々度電磁パルス (HEMP) や高出力電磁パルス (HPEM) 攻撃に対する防護方法、電磁波を介した情報漏えいリスク評価及びリスク低減方法の検討と勧告化の検討を行う。

光ファイバの雷撃に対する防護の実用的なガイダンスの新規勧告作成が提案されたが、NTTから既存勧告K.47「メタリック導体を使用する通信線の直撃雷放電に対する防護」での規定と重複すること等のコメントを行った。審議の結果、本提案をK.47に含める改訂のための新規ワークアイテムK.47-revが作成された。

前回会合において、SCV (用語の定義の委員会) から、勧告K.87「電磁セキュリティ要求の適用に関するガイド-概要」で使われている用語についてのコメントがあり、かつITU-R WP1Aからも同用語に対するコメントが寄せられたことについて、NTTから現在の状況を整理するとともに、それらの用語は、複数の電磁波セキュリティ勧告等で使われていることから、関連するそれら5勧告の改訂作業の開始を寄書により提案した。これに対し課題8 (環境に関するガイドと用語) のラポータから、用語はある1つの勧告にまとめて改訂を行い、他の勧告ではその定義を参照するようにすれば、他の勧告はCorrigendumなど改訂までは必要ない可能性があることがアドバイスされた。その結果、現時点では新規ワークアイテムK.87-revが作成され、他の4勧告については必要となった場合に今後ワークアイテムが作成されることとなった。

NTTからの寄書に基づき、電磁波セキュリティ関連の用語に対するSCVからの指摘に対応するため、既存勧告K.87

「電磁セキュリティ規定の適用ガイドー概要」の改訂に向けた新ワークアイテムが作成された。

課題2（雷および他の電気的事象に対する装置およびデバイスの防護）

本課題では、過電圧や過電流に対する防護のための通信装置の防護要件や防護素子、デバイスの検討を行う。また、粒子放射線による通信装置のソフトウェアに関する新規勧告（概要、試験、品質推定、設計、信頼性要件）及び補足文書の検討は、前会期では課題1で行われてきたが課題の所掌範囲の整理により課題2で扱うことになった。

今会合では、長距離シングルツイストペアEthernet（Single Pair Ethernet：SPE）ポートの防護デバイスの試験方法を規定しているK.Suppl.25の改訂が審議され、同意に至った。SPEは、現在もIEEE 802.3 Ethernet Working Groupで標準化が進められており、今回の改訂は、同グループとNTTが協力して改訂草案を提出して、IEEE 802.3「Ethernet」との技術的要件や用語を整合させるための作業を行ったものである。

既存勧告K.21「顧客宅内に設置される通信装置の過電圧・過電流に対する耐力」の改訂について審議が行われた。内線Ethernetポートと筐体間の絶縁規定については、IEC 62368-1を参考に削除が提案されたが、NTTからは、保護接地が確保されないことがありうる環境で装置が使用される際の安全も考慮して、タイプA（2ピン）プラグ接続形機器については規定を残すべきと主張し、課題2内の合意事項となった。また、内線Ethernetポートに対するBasicレベルの線間雷サージ試験の削除も課題2内の合意事項となり、これらを踏まえ、K.21改訂は次回会合での合意をめざすこととなった。

新規補足文書K.supple_TOV「DC電源供給を受けるICT装置の過渡的過電圧（TOV）への防護」の審議では、スコープを顧客宅内から通信センタ内へ変更することとなり、ワークアイテムの改訂が行われた。また、IEC 61643-11に準拠する一般的なバリスタは、中圧や高圧のAC系統での故障によるTOVに対して十分な定格を有していることが会合で指摘されたことから、DC側にTOVが現れうる条件（国ごとのTOVレベルや持続時間、特殊なMOVの使用等）を含める検討が今後進められる。

課題3（電磁界に対する人体ばく露の評価）

本課題では、携帯電話、無線システムのアンテナ周辺に

おける電磁界強度の推定手順、計算方法、測定方法について人体ばく露の観点で検討を行う。

今会合では、新規勧告K.devices「人体に近接して動作するデバイスのRF-EMFばく露評価」の草案について審議が行われ、IEC/IEEE文書との整合などの観点で審議・修正が行われたのち合意された。新たな作業項目として、公共安全区域と適合距離が電気通信ネットワークの開発と展開に与える影響に関する技術報告書K.STR-Safety Zones「公共安全区域とコンプライアンス距離が通信ネットワークの開発と展開に与える影響」の作成が提案され、K.Suppl.14に組み込むことが同意された。新規勧告案K.AI-EMF「5G NR基地局近傍における人工知能を用いたEMF評価手法」への入力とコメントがあり改善が行われ、次回会合で合意をめざすことが同意された。K.Small「小型基地局－全体的なばく露レベルへの影響」について補足文書K.Suppl.Smallとして再分類することが同意された。そのほか、新規勧告案K.Actual-Max「RF EMFの評価、検証、適合性及び監視のための実際の最大値アプローチの実装に関するガイダンス」及び新規勧告案K.calibr「EMF評価のための機器の校正」について審議が行われ、ベースラインテキストが作成された。新規補足文書K.Suppl.MethDataEMF「RF-EMF評価のための方法論に関するガイダンス及び電気通信設備からのRF-EMFへの人体ばく露に関する社会的懸念への対応」について各国事例の取り込みなどが審議され、草案のベースラインテキストが作成された。

課題4（ICT環境におけるEMC問題）

本課題では、新たな通信装置、通信サービスや無線システムに対応したEMC規格の検討と既存勧告のメンテナンスを行う。

今会合では、太陽光発電設備での使用を意図した新規勧告K.PLC_emc「電力線通信技術を使用した屋外機器の電磁適合性要件と測定方法」の草案が審議され、NTTからは、各国の法令や規定と適用範囲が重複する場合には法令・規定を優先すべきであることをコメントし、スコープに追加された上でK.159として合意された。

既存勧告K.127「無線デバイスに近接して使用される通信装置のイミュニティ要求」の改訂審議では、前回会合でのNTTが提案した直径5mmの孔のパンチングメタル面は、穴がない場合と同等の遮へい性能を有することに基づき、当該試験を適用除外とする規定を含める草案が取りまとめられ、合意された。

既存勧告K.58「コロケーションにおける電気通信設備設



置要求」、既存勧告K.59「アンバンドルされた通信ケーブルへの接続に関する要求」、既存勧告K.63「製造された通信装置の意図した電磁環境に対する適合性の維持」の参照規格の更新を目的とする改訂審議が行われ、いずれも合意された。

新規ワークアイテムKSTR.emc.uav「セルラ通信モジュールを搭載した民生用無人航空機(UAV)のEMC試験法」は、スペクトラム管理に関わる事項はITU-Rの所掌であり対象外とすること及びIECの汎用EMC規格や適切な仕様の適用を検討することが追記され、所掌の切り分けが明確にされた上で作成された。

3.2 WP2(新しい電気通信/ICT設備及びアプリケーションの環境効率)における審議状況

課題6(電気通信/ICTの環境効率)

本課題は、電気通信/ICTやメタバースなどの新規先端技術に対する環境効率に関する課題の検討を行う。環境効率と要求条件の明確化や技術的なソリューション、指標、KPI(Key Performance Indicator)、関連する測定法に加え、スマートエネルギーシステムの開発、ソリューションの応用、地方における低コスト、ポータブルかつ環境効率の高いICTインフラに関する要件及び技術仕様、に関する勧告の策定を行う。

今会合では、既存勧告L.1210(5Gネットワーク向けの持続可能な給電ソリューション)の改訂及び新規勧告L.1211(基地局サイトに設置された太陽光発電システムのスマート制御方法)、L.1308(気候変動緩和に向けた低炭素データセンタの構築ガイドライン)、L.1322(データセンタの熱環境と熱性能向けのマルチレベルな指標)及びL.1341(高度化IoTプラットフォーム向けエネルギー効率)が合意された。

L.1210は、5Gの有線・無線が融合したネットワーク向けの給電ソリューションにおける、給電システムとコンポーネント、バックアップ、安全要件、環境条件などの最小要件を定義するものであり、今回はETSI ES 203 700^{*1}の改訂作業と整合する形での改訂が合意された。L.1322は、データセンタの熱環境と熱性能を多層的(部屋レベルからチップレベルまで)で評価可能とする指標群を定義し、ホットスポットの特定、気流の最適化、冷却効果の定量化をサポートするものである。L.1211は、基地局サイトに設置する太陽光発電(PV)システム向けに、時間により変化する発電

量、遠隔地の保守コスト等、従来技術の課題を解決するために、例えば、-48V直流電源アーキテクチャ、個々のPVモジュールへのオプティマイザの適用、PVモジュールの故障診断・特定方法、PV及びエネルギー貯蔵システムの自己最適化などの制御手法を適用することで、エネルギー効率の向上と炭素排出削減を促進させるものである。L.1308は、データセンタのライフサイクルである、立地場所選定、設計、調達、建設、運用、解体・再資源化の各段階にわたり、段階ごとの主要な評価指標と考慮事項を整理・提供して、GHG(Greenhouse Gas)排出削減及び気候変動適応を促進するためのガイドラインである。L.1341は、AIを統合した高度化IoTプラットフォームのエネルギー効率を向上させるために、その課題を整理した上で、データ収集・処理の高度化、省エネ通信プロトコル、動的なAIリソース管理とAIによるエネルギー最適化、ライフサイクルベースのエネルギー効率管理に関する機能要件を規定するものである。

このほか、新規ワークアイテムとして、L.1205改訂(400Vまでの直流給電システムと再生可能エネルギー/分散電源の接続インタフェース)、L.Arch_AI energy(AIコンピューティングシナリオ向けエネルギー供給システムアーキテクチャの仕様)、L.AZB(基地局用水性亜鉛ベース電池システム)、L.DSBS(基地局におけるコンプレッサ及びヒートパイプを用いた直流デュアル冷却源空調の応用事例)、L.EC&NN-IoTD(スマートグリッドにおける制約付きIoTセンサのエネルギー消費指標及び測定方法)、L.MCI_APS(通信網における電力・空調・建物環境に関する監視・制御インタフェース-代替電源システム)、L.MM_AI model(AI大規模モデルのエネルギー効率指標及び測定方法)、L.NTLB(情報通信用途の非フルタイム液浸型温度制御リン酸鉄リチウム電池システム)、L.optim_DC(データセンタの多層熱環境の最適化手法)、L.REDC_EM(データセンタに再生可能エネルギー源を直接接続した場合のエネルギー管理システムのフレームワーク、課題11より移管)、L.safe_bat(データセンタにおけるリン酸鉄リチウム電池の安全な応用ガイドライン)、L.SDC(海底データセンタの実装に関する技術要件)、L.Suppl.QAEE(モバイルネットワークのQoSを考慮したエネルギー効率指標)、L.TLCsafe_bat(通信サイトにおけるリチウム電池の安全技術仕様)、L.TRECEM-SN(共有ネットワークシナリオにおける5Gネットワーク事業者向けエネルギー消費及び効率指標)、L.TR_PET_

*1 Environmental Engineering (EE); Sustainable power feeding solutions for 5G network (2025-09)

DC（データセンタのエネルギー消費及び炭素排出量の削減のためのパワーエレクトロニクス変圧器の応用）、L.VPP_DC（データセンタにおける仮想発電所の機能要件及び実装ガイダンス）の17件の検討開始が合意された。

課題7（電子廃棄物、循環経済、持続可能なサプライチェーン管理）

本課題は、循環型経済の考え方、サプライチェーン管理の改善をベースとした電気通信/ICTに対する環境要件及び製品・ネットワーク・サービスに関する環境性能に対するeco-ratingやデジタル製品パスポート（DPP）などのプログラムの検討を行う。また、シティ及びコミュニティに対して循環社会の考え方を応用させるための要件・技術的な仕様・効果的なフレームワーク及び循環型シティ/コミュニティに向けたベースラインシナリオを確立するために必要となる指標とKPIに関する勧告を策定する。

今会合では、新規勧告L.1041（一対の撚線ケーブルを使った資源節減、電子廃棄物削減、エネルギー節減システム方法）が合意された。

L.1041は、一対の撚線ケーブルを用いて通信と給電を同時に提供するシステムを提案し、資源使用量と電子廃棄物の低減などを実現できるシステム手法を規定するものであり、ケーブル選定要件やリサイクル手法に加え、資源削減効果の算定方法も提供する。

このほか、新規ワークアイテムとして、L.CRT-EoL（CRT廃棄物の持続可能な管理及び安全な処分に関するガイドライン）、L.CU_AI（AIコンピューティング電源資源の循環利用に関するガイドライン）、L.RRTE（使用済み通信機器からの資源回収促進に関するガイドライン）の合計3件の検討開始が合意された。

3.3 WP3（ネットゼロ排出に向けた気候変動対策のための新しい電気通信/ICTソリューション）における審議状況

課題9（他セクターへの影響を含む、電気通信/ICTが気候変動、生物多様性、環境に及ぼす影響の評価）

本課題は、パリ協定及び国連による持続可能な開発目

標と整合した開発トラジェクトリ（方向性）とするために、電気通信/ICT、AI、IMT-2020（5G）等に対する持続性影響評価手法及びガイダンスの開発を行う。気候変動と生物多様性課題の重要性を踏まえてこれらの課題に焦点を当てた検討を進める。経済、環境、社会的な観点での評価を含む、より広い持続性を持つ開発評価の中で環境評価手法がどのように使われるかについての検討を行う。

今会合では、既存勧告L.1450（ICTセクターの環境影響評価のための方法論）の改訂及び新規勧告L.1411（ICTに関する簡易的なLCA評価ガイダンス）、L.1421（基地局サイトのGHG排出量の算定方法）、L.1801（AIの環境影響評価のためのガイドライン）が合意された。

L.1450は、ICTセクターの環境影響評価に関して、ライフサイクルGHG排出量に関するフットプリントの計算方法及び2°C未満排出経路を考慮したGHG排出上限の定義方法を規定するものであり、今回の改訂では、デジタル技術の環境影響評価に関するレポート^{*2}を基に、環境負荷に対するLCA（Life Cycle Assessment）評価へのアプローチ、IoT・AI・衛星などの新規技術への対処に関する検討結果が反映された。L.1411は、ICT製品・サービスに対する簡易的なLCA評価の使用方法及び報告方法に関するガイダンスであり、L.1410^{*3}で規定される詳細なLCA評価方法に対して、調査研究などでの環境影響の概算把握を目的とした手法を定義するものである。L.1421は、基地局サイトにおけるGHG排出量について、サイト分類、設備構成、排出スコア（直接排出・間接排出・その他の排出、GHGプロトコル^{*4}などを基としたもの）とそれぞれでの排出源、具体的な算定方法を規定するものである。L.1801は、LCAの手法^{*3}とICTソリューションの使用が他セクターのGHG排出量にどのようなインパクトを与えるかの評価手法^{*5}を基に、AIシステムにGHG排出量の評価方法を適用する際のガイダンスを、AIの持続可能性の観点からそのライフサイクル全体を対象とすることに重点を置いたものとして提供するものである。

このほか、新規ワークアイテムとして、L.AggregatedAI（世界、国、都市レベルで集約されたAIの環境影響評価ガイドライン）、L.Env_storage（データストレージデバイスの環境影響評価ガイドライン）、L.Score_AI（環境影響の

*2 ICTセクターの環境影響評価：方法論的ギャップ分析（2023-04）/フランス電子通信郵便規制庁、フランス環境エネルギー管理庁

*3 L.1410「ICT製品、ネットワーク、サービスに関する環境LCA評価方法」

*4 「A Corporate Accounting and Reporting Standard」/Greenhouse Gas Protocol

企業等のレベルでの温室効果ガス排出のインベントリ算定のガイダンスと要求事項を提供するもの。

*5 L.1480「ネットゼロに向けた排出量削減」



観点からAIシステムをスコアリングするためのガイダンス)、L.SupplExamplesAI (AIシステムの環境影響評価事例)の合計4件の検討開始が合意された。

課題11 (気候変動緩和およびスマートエネルギーソリューション)

本課題では、運輸・建築・製造などの他業界向けの電気通信/ICTを用いた気候変動緩和の促進のためのスマートエネルギーソリューションの要件及びスマートグリッド/スマートエネルギーソリューションへの相互接続を考慮した給電システムのインターフェースとプロトコルの仕様に関する勧告を策定する。

今会合では、新規勧告L.1385 (製造業向けスマートエネルギーソリューション) とL.1520 (ネットゼロ達成に向けた他のセクター向けICT有効性指標とベストプラクティス) が合意された。

L.1385は、製造業で利用できるスマートエネルギー管理システムについて、デジタルインフラ層、デジタルプラットフォーム層、デジタルアプリ層の3層で構成されるフレームワークを定義し、エネルギーの監視と分析などを通して、オンラインでの集中管理や配電の最適化を実現するとともに、ソリューションのユースケースを提供するものである。L.1520は、ICTが他のセクターのGHG排出量を削減させる有効性評価のための方法を、AIやクラウドコンピューティング等の他のセクターへの導入に関するベストプラクティスと合わせて提供するものである。

このほか、新規ワークアイテムとして、L.GEMS_VPP (仮想発電所環境のためのGHG排出管理システムのフレームワーク)、L.VPP_RC (住宅における仮想発電所の実装) の合計2件の検討開始が合意された。

課題12 (持続可能でレジリエントな電気通信/ICTによる気候変動対策及び気候変動適応)

本課題では、地方及びシティにおける気候レジリエンスの強化に向けた気候変動の緩和と適応、低コストかつポータブルなICTソリューションの技術的な仕様、エネルギー効率の要件・指標・KPI・測定法に関する勧告を策定する。シティ及びコミュニティに対して循環社会の考え方を応用させるための要件・技術的な仕様・効果的なフレームワーク、循環型シティ/コミュニティに向けたベースラインシナリオを確立するために必要となる指標とKPIに関する勧告を策定

する。

今会合では、新規ワークアイテムとして、L.FR_DT_MI (製造業のDXを通じた気候変動への適応及び対策のためのフレームワーク及びガイドライン)、L.ICT_VPP (気候変動緩和に向けたICTベースの仮想発電所の評価フレームワーク及び方法論) の合計2件の検討開始が合意された。

3.4 会合の主なトピック

SG5 閉会プレナリーにて情報共有として、スイスにおけるICTセクターの環境影響に関する調査報告及びCOP30におけるGreen Digital Action (GDA) の取組みの紹介が行われた。

スイスにおけるICTセクターの環境影響に関する調査報告

ITUとResilio (スイスの環境コンサル会社) が共同で実施した調査結果が共有された。本調査では、スイステレコム、Orangeなどの20組織が参加し、L.1410やL.1450などを基に、水使用やCO₂排出量などの環境KPIを用いたLCA評価が行われた。主な結果を以下に示す。

- 2024年におけるスイス全体に占めるICTセクターの割合: CO₂排出量は約2%、電力消費量は約12%と算出。
- データセンタのフットプリントが急増: AIの普及により、2024年 28%→2035年 56%と推定。

COP30におけるGreen Digital Action (GDA) の取組み

GDAは2025年夏よりAIの環境フットプリント測定に関するハッカソンを開催し、COP30 (2025年11月10日~21日) においてトップ3のソリューションを発表予定であることが紹介された。本ハッカソンは、課題9のL.EnvAI (AIの環境影響評価のためのガイドライン)、L.1410、L.1480をサポートするものである。優勝したソリューションは、AIを利用した炭素・エネルギー・水のフットプリントを追跡するプラットフォーム「SumEarth.AI」であり、プロンプトを入力するとエネルギー消費量などを確認でき、企業における各フットプリントの追跡・報告に役立てられるというものである。

4. おわりに

今会合は、2025-2028会期での第2回会合として実施された。今後の会合は、第3回会合として2026年6月にソフィアアンティポリス (フランス) での開催が予定されている。

ITU-T SG13 (Future networks and emerging network technologies) 第2回会合



SG13 議長 たにかわ かずのり
 国立研究開発法人情報通信研究機構 谷川 和法

1. 会合の概要

第2回ITU-T SG13会合が、ウズベキスタン・デジタルテクノロジー省の招待で2025年10月28日から11月6日にかけてタシケント（ウズベキスタン）で開催された。44か国から314名の参加者（物理参加100名、リモート参加214名）、寄書数306件、出力文章526件となった。日本からは、総務省、NTT、KDDI、NEC、NICT、沖電気から計25名が参加している（10名が現地）。

4件の勧告草案の決定（Decision-表1）、新勧告案1件を凍結（Determination-表2）、新勧告案20件及び勧告改訂案2件を合意（Consent-表3）、補助文章9件が承認（Agreement-表4）された。日本からの寄与活動の結果としては、QKDN（Quantum Key Distribution Network）関連の

勧告シリーズY.3810とY.3818が改訂され合意されている。

また、今会合では52件の新作業項目の提案があり、うち45件の作業（新勧告草案29件、勧告シリーズ補足文書草案9件、技術報告書7件）が開始している（SG13-TD148/PLEN）。研究課題22において、NICTの提案によるY.ICN-ARMが、研究課題16においてY.QKDNi_prvdが開始されている。

IOWN関連の勧告草案Y.L2E2net_frm “Framework of low-latency and energy-efficient networks” は、NTT、KDDI、楽天モバイル、住友電工、沖電気、ソニー共同提案寄書1件で内容が更新され、日本寄書により、本件承認過程をTAPからAAPに変更された。

■表1 決定された勧告草案一覧

勧告番号	タイトル	TD/PLEN	課題
Y.3261 (Y.trust-TLA)	Framework of Trust Level Assessment for Trustworthy Networking	TD132/PLEN	16
Y.3188 (Y.LDT-reqs-funcs)	IMT-2020 networks and beyond : requirements and functions for applications demanding large data transmission	TD100/PLEN	20
Y.3221 (Y.FMSC-LDS)	Fixed, mobile and satellite convergence - Local data switching for IMT-2020 networks and beyond	TD114/PLEM	23
Y.3222 (Y.FMSC-ConTran)	Fixed, mobile and satellite convergence - Functional requirements and functional architecture of the transformer model based unified control entity	SG13-R10	23

■表2. 凍結された勧告草案一覧

勧告番号	タイトル	TD/PLEN	課題
Y.2257 (Y.fdcs)	Service model of federated data cooperation in multi-access edge computing of future networks	TD122/PLEN	1

■表3. 合意された勧告草案一覧

勧告番号	タイトル	TD/PLEN	課題
Y.2351 (Y.NGNe-CEE)	Capability exposure enhancement in next generation network evolution (NGNe)	TD118/PLEM	2
Y.2503 (Y.NGNe-O-CPN-reqts)	Computing Power Network - Requirements and framework of NGNe orchestration enhancements for supporting computing power network	TD117/PLEN	2
Y.3608 (Y.expBDtech-frame)	Requirements and Framework for the exploitation of Big Data/Artificial Intelligence technologies in developing countries	TD124/PLEN	5
Y.3167 (Y.IMT2020-qos-lstn-req)	Quality of service requirements and framework for supporting deterministic communication services in large scale networks for IMT-2020 and beyond	TD125/PLEN	6
Y.3403 (Y.IMT2020-QoS-CNC-req)	Coordination of networking and computing in IMT-2020 networks and beyond - Requirements and framework for quality of service	TD126/PLEN	6



Y.3833 (Y.QKDN-da)	Quantum key distribution networks – Dependability assessment	TD127/PLEN	6
Y.3834 (Y.QKDN-qos-auto-fa)	Quantum key distribution networks – Functional architecture enhancement for autonomic quality of service assurance	TD128/PLEN	6
Y.3190 (Y.ReqCapMec-SDNA)	Requirements capability and mechanism of software defined network awareness in heterogeneous networks	TD120/PLEN	7
Y.3810 Corr 1	Quantum key distribution network interworking – Framework	TD88/PLEN	16
Y.3818 Corr 1	Quantum key distribution network interworking – Architecture	TD89-R1/PLEN	16
Y.3831 (Y.QKDN-nq-fa)	Integration of quantum key distribution network and user network supporting end-to-end modern cryptography services – Functional architecture	TD129/PLEN	16
Y.3832 (Y.QKDN-orfr)	Quantum key distribution networks – framework for orchestration	TD130/PLEN	16
Y.3063 (Y.IMT2020-MEVE-req-frame)	Future networks including IMT-2020 – Framework and requirements for measurement of effectiveness of autonomous network	TD103/PLEN	20
Y.3064 (Y.KM-AN)	Knowledge Management for Autonomous Networks	TD104/PLEN	20
Y.3192 (Y.CNAO)	Requirements and functional framework for Customer-oriented Network Quality Auto Optimization with Artificial Intelligence	TD105/PLEN	20
Y.3327 (Y.IMT2020-NCE-fra)	Future networks including IMT-2020 – Framework for network complexity evaluation	TD106/PLEN	20
Y.3402 (Y.M&O-CNC-fra)	Coordination of networking and computing in IMT-2020 networks and beyond – Management and orchestration	TD108/PLEN	21
Y.3168 (Y.DT-NS)	Digital Twin for Network Slicing in IMT-2020 networks and beyond	TD109/PLEN	21
Y.3169 (Y.REOUPF)	Resource Efficiency Optimization for managing User Plane Function in IMT-2020 networks and beyond	TD110/PLEN	21
Y.3189 (Y.STI-NS)	Network slicing in satellite-terrestrial integration in IMT-2020 networks and beyond	TD111/PLEN	21
Y.3225 (Y.FMSC-CNC)	Fixed, mobile and satellite convergence – Coordination of networking and computing for IMT-2020 networks and beyond	TD112/PLEN	23
Y.3226 (Y.FMSC-IoT)	Fixed, mobile and satellite convergence – Requirements and framework of supporting IoT for IMT-2020 networks and beyond	TD113/PLEN	23

注：旧略号 (Y.xxx) 付き文章が新規勧告

■表4. 承認された補助文章草案一覧

文章番号	タイトル	TD/PLEN	課題
Supplement 95 to Y.3000-series (Y.Supp-OSE-UC)	Use cases of open service environment for future networks	TD123/PLEN	1
Supplement 94 to Y.2300-series (Y.Suppl.UC-NRS-DLT)	Use cases of open service environment for future networks	TD119/PLEN	2
Supplement 96 to ITU-T Y-series (Y.sup.mlsr)	Machine learning standardization roadmap	TD115/PLEN	17
Supplement 97 to ITU-T Y-series (Y.sup.mlglossary)	Glossary of terms and definitions for machine learning	TD116/PLEN	17
Supplement 98 to ITU-T Y.3800-series (Y.supp.TC-QN)	Technical considerations towards quantum network	TD134/PLEN	16
Supplement 59 to ITU-T Y.3100-series	IMT-2020 and beyond standardization roadmap	TD133/PLEN	21
YSTR.ISAC-fra	Considerations on integrated sensing and communication in IMT-2020 networks and beyond	TD107/PLEN	20
YSTR.Emerging-web	Network enhancement for supporting emerging web technologies for digital assets management	TD121/PLEN	22
YSTP.DataInfra-Web3	Trustworthy data infrastructure for emerging web	TD131/LEN	23

2. WTSA-24での決定と要求事項

WTSA-24において、Trustに関する研究をSG13、SG17とSG20間で調整することが依頼されており、その検討状況をTSAGへ報告することになっている（WTSA Action 8）。SG20の提案で、協議の場としてJoint Correspondence Group on Trust（JCG on Trust）の設立が提案されている。各SG選出の共同コンビナーの議事運営の下JCGが開催され、各SGのTrust研究の内容が紹介された。

3. FG/RG/JCA/CG/アドホックグループ

3.1 JCA-ML

これまで機械学習に関連するITU-T SG及び標準化団体間の連携促進を目的とするJCA-ML（Joint Coordination Activity on Machine Learning）が活動してきたが、5月のTSAG会合で本JCAがITU-T活動全体に関連することから親SGをTSAGにすることが議論されてきた。本会合で、JCA-AIと名称を変えて、SG13よりTSAG配下に移行することを打診するリエゾン文をTSAGに発行した（SG13-TD102/PLEN）。

3.2 JCA-IMT2020

SG13においてIMT-2020及びIMT-2030ネットワーク（非無線部分）に関連するITU-T SG及び標準化団体間の連携促進を目的とするJCA-IMT2020（Joint Coordination Activity on IMT-2020 networks）であるが、IMT-2030の動向を踏まえ、JCA-IMT2020/IMT-2030として名称の変更及びToRを変更することとした。（SG13-TD145/PLEN）。

3.3 FG AI Native

「通信事業者ネットワークにおけるAI native活用」を研究テーマとするFG-AINN（Focus Group on Artificial Intelligence Native for Telecommunication Networks）の活動が報告された（SG13-TD87/PLEN）。FGは、4つのWorking Group（用語定義とギャップ分析、ユースケース、アーキテクチャ、概念実証（Proof of Concept））から構成されている。AI Nativeのコンセプト及びPoCに関する文章が完成し、YSTR.Concepts-AINN “Study of concepts, characteristics and definitions of artificial intelligence native telecommunication networks”、YSTR.PoC-AINN：“Proof-of-Concept activities for AI Native Networks”として研究課題20に移管され作業項目として登録された。また、インド等からの提案により、活動期間

を1年間延長することが承認された。

3.4 勧告草案Y.2086に関する対応

Y.2086「分散されたトラストネットワークに関するフレームワーク」は2021年に完成して合意されたが、AAPのLC（Last Call）で提出された指摘事項の解決に至らなかった。本会合で、Y.2086をWork Programmeから削除することが承認された。

3.5 CQR

これまで、SG17の研究課題11と15、SG13の研究課題6と16において、量子技術によるセキュリティに関する技術検討を扱う合同量子検討会議CQR（Quantum resistance related studies）が開始されたが、所期の活動を果たすことが難しいため、SG17と新たな対応を検討することとなった（SG13-TD150/PLEN）。

4. 個別審議

今会合で合意された勧告草案及び承認された補助文章、了承された新作業項目を中心に、個々の研究課題の審議状況を報告する。

4.1 研究課題2（NGN進化形）

研究課題2は、SDNとNFVを含めた革新的な技術によるNGNの進化を扱っている。5月のラポータ合同会合でCPNに関する一連の用語の定義に関する勧告草案が完成したことから、完成が延期されていたY.2503 “Computing power network - Requirements and framework of NGNe orchestration enhancements for supporting computing power network”（formerly Y.NGNe-O-CPN-reqts）が合意されている。このほか、NGN進化形の能力開示の強化に関する勧告も合意されている。NGN進化形のリソーススケジューリングと多様なデータ転送へ対応するための強化仕様に関する新作業項目2件、CPN等に関する補助文章4件が新たに開始されている。

4.2 研究課題5（発展途上国向けの勧告展開）

研究課題5は、SG13勧告の発展途上国向け展開を主に考えることをミッションにしており、昨今、アフリカ諸国の参加者を中心に活動が活発になってきている。今会合では、発展途上国におけるAI適用についてまとめたY.3608（ex. Y.expBDtech-frame）：“Requirements and Framework



for the exploitation of Big Data/Artificial Intelligence technologies in developing countries”が完成して合意されている。新作業項目として、クラウドによるロボテックスサービスの発展途上国展開や放送波マルチキャストと通信ブロードキャストの組合せソリューションという作業が開始されている。このほか、中国主導で発展途上国のネットワークングに関する省エネ対策やNGN進化形の適用事例等についても審議が進められている。

4.3 研究課題16 (TrustNW、QKDN)

研究課題16は、ネットワークの信頼性、量子技術利用ネットワークとそのサービスを議論している。勧告草案5件が合意されており、NEC、NICTと東芝の共同提案によりQKDNに関する勧告シリーズであるY.3818 “Quantum key distribution networks – Interworking Architecture”とY.3810 “Quantum key distribution network interworking – Framework”の改訂提案2件が含まれている。

活発な寄書提案により新作業項目9件が開始されており、NICTからの提案でY.QKDNi_prvd “Quantum key distribution network interworking provider”、衛星通信を利用したQKDNの要件であるY.SQKDN-fra “Satellite-based quantum key distribution network – functional requirements and architecture”、光トランスポートにおけるセキュリティ要件を検討するY.QKDN-OTN-fr (TD324R1/WP4) “Framework for integration of quantum key distribution and optical transport network”等が開始している。Y.QKDN-OTN-frに関しては、SG15のMandateに本件活動が抵触しないかどうか照会するリエゾンを発行している。

また、NICT寄書によりY.QKDN-car-fr “Quantum key distribution networks – Framework of cryptographic application registration”が更新されている。

4.4 研究課題17 (クラウド要求条件)

研究課題17は、クラウドにおけるコンピューティングに関する要求条件を議論している。本会合では、完成文章はなかったが、JCA-MLの活動に関連して、AI/MLに関する用語集 “Y-series – Glossary of terms and definitions for machine learning”と著名標準化団体によるAI仕様一覧 “Y-series – Machine learning standardization roadmap”が完成して承認されている。新作業項目として、マルチクラウドのクラウドネイティブアプリケーションに関する新勧告草案とクラウド内ネットワーク要件に関する補助文章草

案が開始している。

4.5 研究課題20 (IMTシステムの要求条件/アーキテクチャとAI活用)

研究課題20は、IMT-2020ネットワークの要求条件や各種アーキテクチャ、また、機械学習技術を中心にIMTシステムへのAI適用について議論している。本会合では、IMTネットワークの複雑性評価に関するY.3327 “Future networks including IMT-2020 – Framework for network complexity evaluation”やAIに関するY.3064 “Knowledge management for autonomous networks”といった勧告草案計4件が合意されている。また、IMT-2030への研究移行準備として、技術報告書YSTR.ISAC-fra “Considerations on integrated sensing and communication in IMT-2020 networks and beyond”も完成している。

新作業項目としては、FG-AINNの活動成果であるAINativeコンセプト文章や自律ネットワークのための広域連合学習のような新活動が始まっている。

4.6 研究課題21 (ネットワークソフト化)

研究課題21は、IMT-2020ネットワークのネットワークスライスのようなネットワークソフト化について議論している。ネットワークスライシングのためのデジタルツイン仕様Y.3168 “Digital twin for network slicing in IMT-2020 networks and beyond”やユーザプレーンのリソース適正化要件Y.3169 “Resource efficiency optimization for managing user plane function in IMT-2020 networks and beyond”等、4件の新勧告草案の合意及びJCA-IMT2020活動と連携したIMT2020ロードマップ文章が承認されている。

また、NICT提案によりインテントベースのネットワーク管理におけるデータモデルの仕様に関する作業項目Y.IBNMO-dm “Data models for intent-based network management and orchestration”が更新されている。

4.7 研究課題22 (新技術)

研究課題22は、ICN (Information Centric Networking)を含むIMT-2020ネットワーク及び将来網での新ネットワーク技術を扱っている。本会合では、将来のWeb技術の適用に関する技術報告書YSTR.Emerging-web “Network enhancement for supporting emerging web technologies for digital assets management”が完成して承認されている。新作業項目として、NICTが提案するY.ICN-ARM

“Information-centric networking – Requirements and functional framework enhancement to support avatar robot and metaverse services” や広域推論連携に関する勧告草案が2件、SG13の新たなAIに関する研究テーマであるAI agentの技術動向に調査のための技術報告書2件の作業が新たに開始されている。

また、IOWN Global Forumの活動に基づく新勧告草案Y.L2E2net-fm “Framework of low-latency and energy-efficient communications in integrated networking” に、NTT、KDDI、楽天モバイル、住友電工、沖電気、ソニー共同提案寄書1件が提出され、草案内容が更新されている。日本寄書により、本件承認過程をTAPからAAPに変更する提案をし、変更が了承されている。

4.8 研究課題23（有線無線衛星統合）

研究課題23は、IMT-2020ネットワーク及びその発展形で固定網-移動網の技術融合（FMC:Fixed Mobile Convergence）、固定網-移動網-衛星通信網の技術融合（FMSC:Fixed Mobile Satellite Convergence）について活発に議論している。クラウドとネットワークの融合であるcomputing and networking（CNC）をFMSCに適用したY.3225 “Fixed,

mobile and satellite convergence – Coordination of networking and computing for IMT-2020 networks and beyond” が合意されている。

また、FMSCの信頼性に関する勧告草案Y.FMSC-RF “Fixed, mobile and satellite convergence – Reliability framework for IMT-2020 networks and beyond” や省エネ化に関する新勧告草案Y.FMSC-ANFO “Fixed, mobile and satellite convergence – AI-based network function offloading for IMT-2020 networks and beyond” といった新作業項目が開始されている。

5. 今後の会合予定

SG13ラポータ合同会合及びWP1/2/3/4プレナリー会合が、ジュネーブ（スイス）で2月23日から27日まで開催されている。出力文章については、下記URLを参照されたい。

<https://www.itu.int/md/T25-SG13-260227-TD/en>

次回SG13会合が、2026年6月23日から7月2日にジュネーブ（スイス）で開催される。また、次回会合前の中間ラポータ会合の日程は、下記URLで確認できる。

<https://www.itu.int/net/ITU-T/lists/rgm.aspx?Group=13&Q=-1&From=2026-03-14&To=2026-07-12>

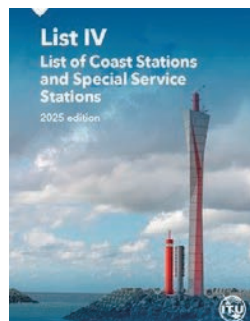
国際航海を行う船舶局に必須の書類 好評発売中！



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





第22回APT電気通信/ICT開発フォーラム (ADF-22) の結果

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

APT電気通信/ICT開発フォーラム (ADF) は、アジア・太平洋地域における電気通信/ICT分野の開発課題や解決方策等について意見交換・情報共有を行うAPT主催のフォーラムである。2025年10月14日から16日にかけて、タイ・バンコクにおいて第22回APT電気通信/ICT開発フォーラム (ADF-22) が、ハイブリッド形式 (現地参加及びZoomによるオンライン参加) で開催された。

今回のADFは、AI技術の高度化、気候変動による災害リスクの増大、デジタル分野をめぐる国際協力の必要性といった地域共通の課題を背景に、APT戦略計画及び大臣級会合の主要な柱 (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/持続可能性) に沿ってセッションが構成され、各国の政策動向、最新技術の活用事例等について共有された。そのほか、日本、韓国及び中国からAPTへの任意拠出金 (EBC) を用いた各種プロジェクトの成果報告が行われた。

フォーラムには、APT加盟国16か国のほか、賛助加盟員 (12社：日本からはBHNテレコム支援協議会 (BHN)、海外通信・放送コンサルティング協力 (JTEC)、KDDI財団等が参加)、国際機関等から106名 (うち73名が現地参加) が参加した。日本からは、NICT、NTTドコモ、OREX SAI、NECがオンラインで参加し、それぞれから量子暗号通信、Open RAN、プライベート5Gを用いた災害対応の取組みについてプレゼンテーションが実施された。

2. ADF-22の主な結果概要

2.1 プレナリー

今次会合の副議長には、石田専門官 (総務省) の異動に伴い堀川国際交渉専門官 (総務省) が立候補し、コンセンサスの下で選任された。議長については、複数国 (イランとパキスタン) から立候補があったことから、今次会合では議長を選任せずに副議長 (堀川交渉官) を議長代理とすることが承認された。また、第23回会合 (ADF-23) については、イランがホスト (於：イスファハン) することで承認された。



■ 図1. ADF副議長への選任

2.2 デジタル接続性 (セッション2)

本セッションでは、各国のブロードバンド政策や普遍的アクセスの確保に向けた取組みが紹介された。

ミクロネシアからは、海底ケーブル・LTE・衛星を組み合わせたハイブリッド型接続の現状が報告され、離島国における持続可能なモデル構築が鍵となる点が示された。トンガからは、火山噴火による海底ケーブル断絶の経験を踏まえ、冗長化と災害レジリエンス確保が不可欠であるとの指摘があった。

またInternet Societyからは、地上光ファイバー網に関する標準化データ不足が共有され、Open Fiber Data Standardの活用が提案された。

全体として、地理的条件の異なる国々に共通して、インフラ多重化、データ整備、制度的支援が接続性向上の鍵であるとの認識が確認された。

2.3 新興技術の利活用 (セッション3)

本セッションでは、AI、量子通信、Open RANといった新興技術の社会実装に向けた最新動向が紹介された。

NICTからは、量子計算機の進展により既存暗号方式が脅威にさらされる可能性を説明し、量子鍵配送 (QKD) ネットワークの活用と標準化の重要性の指摘があった。

韓国の国家情報社会振興院 (NIA) からは、国際レポート分析を基にした「12のデジタルトレンド」を提示し、AIガバナンスやデジタル信頼の確保が政策課題として浮上している点が紹介された。

さらに、OREX SAIからは、Open RANの国際展開の

取組みが紹介されたほか、タイの政府機関からは、AIガバナンスの制度的枠組みが共有され、新興技術の活用には標準化、人材育成、ガバナンス整備が不可欠である点との認識が確認された。

2.4 デジタルトランスフォーメーション（セッション4）

公共・民間セクターにおけるデジタルトランスフォーメーション（DX）の事例が取り上げられた。

タイの国家放送通信委員会（NBTC）からは、周波数政策やレギュラトリーサンドボックスを通じた国内におけるDXの推進状況が報告された。韓国のNIAやLG CNS（韓国LGグループ傘下のITサービス企業）は、行政サービスの高度化、AI基盤の整備、デジタル包摂施策等を紹介し、技術導入と制度整備を一体で進める必要性が強調された。

Nokiaからは、データ需要の増加を踏まえ、省エネルギー型光ネットワークなど環境配慮型インフラの重要性が示された。

2.5 任意拠出金（EBC）によるプロジェクトの成果報告（セッション6～9）

5か国における8件（日本：4件、韓国：3件、中国：1件）

の成果報告があった。（表1～3参照）

日本の任意拠出金（EBC-J）を活用したプロジェクトは、堀川議長代理のモデレートの下、2023年採択のネパールにおける農業デジタル・エコシステムの共同研究（JTEC協力案件）、ミクロネシアにおける遠隔医療プロジェクト（BHN協力案件）、ラオスにおけるモバイルNW品質管理プロジェクト（KDDI財団協力案件）、タイにおける森林火災検知プロジェクト（Sony協力案件）の成果報告及びパネル展示が実施された。



■図2. EBC-Jセッションのモデレート

■表1. 日本の任意拠出金を活用したプロジェクト等

国名	件名	実施者
モデレーター：堀川議長代理		
ネパール	Collaborative research for designing agricultural digital ecosystem for smart villages at highlands near the Himalayas in Nepal	●ネパールMAXTECH Study and Services ●JTEC
ミクロネシア	The Telemedicine Pilot Project to improve Healthcare Services for Rural Area Residents in Federated States of Micronesia	●ミクロネシア連邦保健社会福祉省 ●BHN
モデレーター：APT森本計画官（プログラムオフィサー）		
ラオス	Implementation of a Quality of Inspection Centre for Mobile Broadband Services in Lao PDR	●ラオス技術通信省 ●KDDI財団
タイ	Development of a smart system using action recognition technology to help deaf-mute people to learn sign language by themselves	●タイ地理情報・宇宙技術開発庁 ●Sony

■表2. 韓国の任意拠出金を活用したプロジェクト等

国名	件名	実施者
モデレーター：APT事務局 Danho Kimプログラムオフィサー		
ラオス	Feasibility Study on the Development of Lao PDR's Open Government Data Portal	●ラオス技術通信省 ●NIA
マレーシア	The Development of Learning Platform (Online and Offline) for PERMATA Remaja Programme	●マレーシア教育省 (Kebangsaan大学) ●NIA
タイ	Multi-Source Remote Sensing Data and Machine Learning Combination for Tropical Biomass and Carbon Balance Prediction	●タイThammasat大学 (Kasetsart大学、国立 Gyeongsang大学) ●タイ科学技術研究所 ●NIA



表3. 中国の任意拠出金を活用したプロジェクト等

国名	件名	関係者
モデレーター：APT事務局 原 アシスタントプログラムオフィサー		
ラオス	Final Report on Real-Time Air Pollution Detection and Dissemination through ICT Platform	●ラオス技術通信省 ●中華人民共和国工業・情報化部

2.6 デジタル包摂（セッション10）

APTYPS（若手専門家・学生プログラム）では、オーストラリア、ミャンマー、ネパール、トンガの若者によるICT活用事例が紹介された。

サイバー安全教育や農業支援ツール開発など、各国の課題解決に若者が主体的に取り組む姿が報告され、今後の多国間連携やプログラム拡充に向けた提案も出された。

2.7 信頼性・安全性・レジリエンス（セッション11）

ICANNからはインターネット資源管理の国際協調の重要性、NECからは災害時に迅速に展開可能なプライベート5Gに関するソリューション、韓国のEGIS（地理空間情報の関連企業）からはデジタルツインを活用した水管理体制などが紹介された。

災害リスクの高いアジア太平洋地域において、ICTのレジリエンス確保が喫緊の課題であるとの認識が共有された。

3. おわりに

ADF-22を通じ、アジア太平洋地域が抱えるICT政策課題は、技術・制度・人材育成を含む多面的なアプローチを必要とすることが再確認された。デジタル接続性の向上、新興技術の社会実装、信頼性と安全性の確保、包摂的なデジタル社会の構築など、加盟国が共通して取り組むべき方向性が示されたと言える。

次回ADF-23はイラン（イスファハン）で開催される予定であり、今回共有された知見が各国の政策形成と今後の地域協力の深化にどのように反映されるか注目される。

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>

ITUAJより

編集後記

近年、桜の開花は卒業シーズンに早まってきたものの、入社・入学と聞くと満開の桜が連想されます。

4月を迎え、新年度が始まりました。

小中学生の時には、席替え、クラス替え、担任の先生の異動がこの時期の大きな関心事でした。自分は年度替わり以外にも、引っ越しや通学区域の変更で小学校は3校に通いましたが、新しい環境や友人との出会いについては、不安より楽しみの方が大きかったように思います。

ICT技術は様々な分野に応用されていますが、本号では「ICTと婚活支援」を特集しました。出会いの機会を広げるマッチングアプリについて、背景と利用実態、課題と対策などについて、異なる立場から寄稿いただいています。

また、ITUジャーナル史上初めて、高校生（執筆当時）から寄稿いただき、ロボカップジュニア世界大会への出場についての記事も掲載しています。

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 通信電線線材協会
 - 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

編集委員より

10年後の職場はどこか

NTT株式会社

井上 ともこ 朋子



最近、国際標準化の世界に足を踏み入れました。どうぞよろしくお願ひいたします。この業界に関わって早々に、人材不足・固定化が課題であり、官民挙げた対策が進められている状況を認識いたしました。そこで、私が以前身を置いていた2つの業界（いずれもグローバル人材が豊富でした）における採用や流動性の形を振り返ってみました。業界が違えば事情も異なりますが、お仕事の合間の「箸休め」程度にお読みいただければ幸いです。

1つは、ルールメイキングの場として共通点もあるオープンソースソフトウェア（OSS）業界です。技術者は自らの専門性と需要を見極め、会社の方針変更やヘッドハンティングを機に所属を変える「ジョブホッパー」が少なくありません。開発者会合のたびに所属企業が変わっていることも珍しくなく、ポータブルな技術を武器に企業間を渡り歩く姿が印象的でした。昨今はAIの発展による職域の変化もささやかれる落ち着かない業界ですが、個人の技量が組織の壁を軽々と越えさせる一例と言えます。

もう1つは、私が東京大会で携わった国際スポーツイベント業界です。オリンピックは開催地が移り変わるため、その魅力に取りつかれた人々は、開催地を巡って世界を巡る「渡り鳥」のようなキャリアを形成します。夏冬の五輪からアジア大会、W杯へと、組織委員会やIOC、コントラクターなどの立場を変えながら国を渡り歩くのです。多くの組織が時限的であるがゆえに、現職に励みながら常に次の大会のポストを探し、採用側もそれを狙うという特有のサイクルがあります。先日のミラノ・コルティナ大会でも、かつての同僚たちがたくましく活躍していました。

こうした「技術」や「イベント」を軸に境界を越えていく人々の姿を思い返すと、標準化の世界もまた、官民や企業、国境の垣根を越えた多様なキャリアパスが描ける可能性を感じます。新参者の私にはまだ見ぬ景色ばかりですが、諸先輩方の背中を追いながら、この新しいフィールドでの役割を見つけていければと思います。

ITUジャーナル

Vol.56 No.4 2026年4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