



情報通信技術の国際標準化活動における アカデミアの役割

東京大学 大学院工学系研究科 教授

なか お
中尾 彰宏

あきひろ
彰宏



次世代の情報通信技術であるBeyond5G/6Gを目指した研究開発が急速に進展している。

2023年には、国際電気通信連合（ITU）においてIMT2030（6G）のフレームワーク勧告が策定*され、3GPPが同年12月に6Gの標準化に取り組む表明をした。2023年世界無線通信会議（WRC23）でも、新たな周波数利用への合意が進んでいる。

Beyond5G/6Gの技術目標は、大容量、低遅延、多数接続の向上に加え、低消費電力、安心安全、自律性、拡張性などの実現が目標として設定されている。付随して、エッジコンピューティング、ソフトウェア化、AI利活用など、計算機科学と情報通信工学の融合が進んでおり、情報通信機能を出口とする半導体開発・利活用が急速に進むことが予想される。

時代とともに注力する研究開発の方向性は変遷するが、情報通信技術の社会実装においては、国際的な合意形成のもと普及することで、相互運用の可能性が高まり、グローバルマーケットへの普及によりコストの低減が可能となるため、国際標準化活動は重要である。

標準化活動は技術を実用化しビジネスを遂行するためのツールである、と言われることがある。そのため、標準化は産業界が取り組むべきであり、大学が標準化活動に参加することが適切ではないとする声を聞くことがある。私はその度に大きな誤解があると感じている。

これだけ国際産学連携が進んでいる現代において、最先端技術の創成や、人財供給の源泉である大学が様々な国際標準化の仕組みを知り、また、技術の黎明期から商用・実用化までのパスを把握した上で、研究開発や人財育成に取り組むことは大きな意義があると考えらるからである。つまり、アカデミアや大学発のスタートアップ企業が産業界と共に、産学連携の一環として標準化の現状を把握することは有益である。

ここで、情報通信技術の国際標準化活動には様々な形態があることに留意する必要がある。

ITUのような、国際標準の合意を目的に、周波数利用か

らアーキテクチャの勧告など幅広く取り組む国際連合下部の標準化組織や、3GPPのように移动通信の実装仕様の合意を目指す標準化プロジェクト、国際会議や標準規格を制定する米国に本部を置く学術研究団体であるIEEE（米国電気電子学会）、スイスのジュネーブに本部を置く非政府機関であるISO（国際標準化機構）などもあれば、IETF、IRTFなどのインターネット技術の標準化を推進する任意団体もある。

また、IOWN、O-RAN、AI-RAN Allianceのように、企業主導でアカデミアも広く参画するグローバルフォーラムやアライアンスの形態で合意形成を目的とする団体もある。また、これに限らず多くの国際標準化の活動が展開されている。

公的機関の制定するデジュール標準や、市場での支持を得た事実上の標準規格であるデファクト標準という区別の仕方もある。

このような様々な標準化活動へのアカデミアの関わりは様々な形態があり得ると考えられる。しかし、筆者がこれまで関わってきた標準化活動において、アカデミアの役割は以下の3つに大別されるのではないかと考えている。

- (1) 新技術の概念の早期合意形成の貢献
- (2) 国際産学連携
- (3) 人財育成

本稿では、それぞれについて事例を挙げ、紙面の許す限り、その意義を考える。

(1) 新技術の概念の早期合意形成の貢献

移动通信の進化は10年に1度の世代交代という意味で、5Gや6GなどGenerationの頭文字Gが使用される。ITUでは、5Gや6Gの標準化の開始時期までに、ビジョン勧告やフレームワーク勧告と呼ばれる文書を合意する。

ITU-TにおけるStudy Group（SG）では将来の情報通信に向けたアーキテクチャを取り扱うSG13があり、アカデミアを含め広いステークホルダーが参加可能なFocus Group（FG）という議論の場が組織される場合がある。5Gの場

* IMT towards 2030 and beyond : <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2030/Pages/default.aspx>



合は、ITU-T Focus Group on IMT-2020が組織され、エンド・ツー・エンド通信アーキテクチャやソフトウェア化など、様々なWorking Group (WG) で議論が行われた(Established 2015-05 ; Terminated 2016-12)。

その中でもソフトウェア化WGは、筆者がWG長を務め、5GMFのネットワーク委員会の活動を基本として、産学で5Gにおける仮想化・ソフトウェア化の重要性について意見を交換し、5Gにおけるネットワークスライシングのアーキテクチャの重要性を説き、アウトプット文書を成果として周知することになった。この活動は、ITU-TやITU協会から評価され2016年に「Certification of Appreciation」、「国際活動奨励賞」の受賞に至っている。

3GPPやETSIでは、並行して、5Gにネットワークスライシングや仮想化・ソフトウェア化を導入するための実質的な議論が進み、現在の5Gのエンド・ツー・エンドネットワークのアーキテクチャには、ネットワークスライシングが実装され、商用化に至っている。

2015年の当初では、これまで有線網で議論されていたスライシングの考え方を、移動通信に導入する目的やユースケースが明確ではなかったものの、産学で様々な参加者の意見を多く取り入れた結果、ソフトウェア化・仮想化・スライシングの移動通信における有用性を早期に合意形成できたと言える。このように、新技術の概念の早期合意形成に、アカデミアは大きく貢献するべきであろう。

最近では、超知性ネットワークと呼ばれる、情報通信における機械学習やAIの利活用に注目が集まる。ソフトウェア化で柔軟に複雑な機能が実装可能になることは、機械学習・人工知能 (AI) の情報通信への利活用を促進する。ネットワーク運用におけるオペレーションの自動化、機器障害の予測、電力消費の削減などをAI・機械学習により最適化することが可能になりつつある。

我が国の学術界では電子情報通信学会を中心に、情報通信基盤において、運用を自動化したり、障害を自動検知・予測したりする自律創発性を備える必要性を強く認識しており、筆者が、2019年には19研究専門委員会を横断的にまとめて、RISING (超知性ネットワークに関する分野横断的研究会) を組織している。RISINGでは、多くの若手研究者や学生を啓発するため、ポスター発表やパネル討論を実施しており、無線・有線通信基盤技術のあらゆる分野の研究者から多くの興味を集めている。

ITU-Tでは、5Gにおける機械学習やAIの利活用・技術開発を進めることを目的に、コンテスト形式でアイデアを募

るML5G Challenge AI for Good (<https://aiforgood.itu.int/about-ai-for-good/aiml-in-5g-challenge/>) の活動を2020年から行っており、多くの国から参加がある。日本からも東京大学をはじめ、企業の多くが参加をしている。

2020年7月からは、ITU-Tにて、ITU AI/ML in 5G Challengeと呼ばれる、コンテスト形式で5Gに関わるAI/機械学習の適用に関する課題 (Problem Set) を解くイベントが開催されている。各国が地域におけるコンテストのホスティングを行っており、我が国でも、前述のRISINGのコミュニティを中心として、TTCやNEC、KDDIなどの企業の連合で、日本での地域コンテストを推進している。

第1回ITU AI/ML in 5G Challengeでは、ブラジル、中国、インド、アイルランド、ロシア、スペイン、トルコ、米国、日本等の産学が地域ホストとなり、23種の課題が設定され、62か国から911チームがエントリーした。日本では2種の課題が設定され、国内/外から39チームがエントリーし、審査の結果、6チームをファイナルカンファレンスに登録した。

ファイナルカンファレンスでは、ブラジル、スペイン、中国、インド、アイルランド、アメリカ、トルコ、ロシア、日本等から推薦された33チームが参加し、オンラインの発表審査会が行われ、日本からは、2チームが3位、4位を受賞 (大学と企業) している。

その後も2023年度まで、ITU AI/ML in 5G Challengeプログラムには、RISINGが中心となって、TTCの協力を得て、日本から大きく貢献をしており、同様の形式で計4年間にわたり積極的な活動を継続している。

AI・機械学習の利用は、今後、更に研究開発や標準化の策定が進行すると予想されるが、このように、これから新技術の概念を早期合意形成する活動にアカデミアの貢献が必要と考えられる。

(2) 国際産学連携

総務省と欧州委員会が共同で実施する委託研究「第5世代移動通信システム次世代の通信ネットワーク技術」において、筆者がPIを務める東京大学とCoPIのフィンランドアールト大学 (Aalto University) とが、「5G! Pagoda (サービスに応じたスライス動的生成・管理機能の実証と標準化を目的とする日欧連携5G移動通信基盤テストベッド)」という研究提案を行い、2016年7月1日に採択され2019年7月まで実施された。

共同委託研究メンバーは、日本側が、東京大学大学院情報学環 (PI)、KDDI研究所、日立製作所、NECネッ



エスアイ、早稲田大学、欧州側が、アールト大学、エリクソン、オレンジ、フラウンホーファー研究所 (FOKUS)、EURECOM, MANDATインターナショナル、ユニバーサルデバイスゲートウェイ (UDG) である。

研究の目的は、ITU-T FG IMT-2020で優先度が高いと合意された第5世代モバイルネットワークにおける有線網の課題を3つに分類し、(1) スライスアーキテクチャの実現と有無線統合エンドツーエンドスライス構築機構、(2) データプレーンプログラム可能性と先進的プロトコルの収容及び、(3) スケーラブルスライス運用管理の各々に対応する技術開発項目を定義し、検証のためのテストベッド及び標準化の検討を含め、日欧連携による研究開発を実施し、国際標準化を実現することである。

このプロジェクトにより、第5世代移動通信の早期実現と日欧の連携及び開発技術の標準化が大きく進展することになった。レジリエントなインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図ること及び都市と人間の居住地を包摂的、安全、レジリエントかつ持続可能にするというSDGsの目標に沿ったプロジェクトである。

本プロジェクトにより、移動通信基盤の「スライシング」の学術分野を確立し、5Gにおけるスライシングの国際標準化に多大な貢献 (3GPP 94件・ITU 13件の寄書提案) を産学で達成し、総務省から研究奨励賞を受賞している。

このように、大学は単なる研究開発ではなく、国際標準を獲得することを目的として、国際産学連携を実施することで、情報通信技術分野における社会貢献が可能である。

また、東京大学は、筆者が中心となり、ITU-T、3GPP、ETSIのセクターメンバーとしての活動だけでなく、近年、企業が主導する以下のアライアンスに積極的に加盟している。

・ IOWN グローバルフォーラム (2022年9月加盟)

IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想とは、あらゆる情報を基に個と全体との最適化を図り、多様性を受容できる豊かな社会を創るため、光を中心とした革新的技術を活用し、これまでのインフラの限界を超えた高速大容量通信並びに膨大な計算リソース等を提供可能な、端末を含むネットワーク・情報処理基盤の構想である。

・ O-RANアライアンス (2024年1月加盟)

Open RANは、ステークホルダーが構成要素間の接続をオープンインタフェースで明確に定義し、サブライチャー

ンリスクの軽減と機能開発上の合意形成・新エコシステムを促進する活動の総称である。現在、具体的な活動母体として、通信事業者が中心となって進めるO-RAN Allianceと呼ばれる業界団体があり、同団体の策定された仕様が公開されている。

Open RANの重要性は、無線ネットワークにおける構成要素技術が明確にオープンインタフェースで定義されるため、通信事業者の視点ではベンダーロックインを避け、サブライチャーリスクを軽減することが可能であり、通信機器ベンダーの視点では、よりグローバルにマーケットを広げることが可能となる。また国家の視点では、特定地域のブラックボックスの技術への依存性を排除するなど経済安全性に貢献するなどのメリットがある。一方で、パフォーマンスの最適化、相互接続性検証の必要性など、課題もある。

・ AI-RANアライアンス (2024年4月加盟)

AI-RANアライアンスは、AIを駆使してモバイルネットワーク (RAN: Radio Access Network) の効率性をグローバル規模で向上させ、ネットワークによる消費電力を削減し、既存のインフラを改善することで、5G及び6Gに向けて、AIを活用した産学連携により新たなビジネスの機会を創出することをミッションとしている。創立メンバーは、Amazon Web Services, Inc. (AWS)、ARM、DeepSig Inc. (DeepSig)、Telefonaktiebolaget LM Ericsson (Ericsson)、Microsoft Corporation (Microsoft)、Nokia、Northeastern University、NVIDIA、Samsung Electronics、ソフトバンク株式会社 (ソフトバンク) T-Mobile USA, Inc. (T-Mobile) 及び東京大学である。

それぞれのフォーラムやアライアンスでは、共通してアカデミアからの参画に期待をしており、その理由としては、多様なステークホルダーからの異なる視点からみた社会受容性の確認や、アカデミアで創成される最先端の技術・概念・ユースケースなどが、産業界にとって大きな価値を生むことが認識されているからと考えられる。これらのフォーラムやアライアンスでのデファクト標準の形成の活動は国際産学連携の場となっているのである。

(3) 人材育成

東京大学では、Diversity and Inclusionという標語の下に、包摂的な人財の活躍を目指した研究教育・社会実装活動を推進している。

筆者の研究室でも、様々な教育の機会を提供する中で、



標準化活動にも触れる機会を作るため、2022年から2023年にかけて、学部4年生の女子学生を、ITUのインターン生として派遣をする取組みを実施した。

彼女は、2022年5月から、ITU Artificial Intelligence/Machine Learning in 5G Challengeのアシスタントとして日本からリモートで働き始め、9月からはジュネーブに移動し、AI for Goodチームの現場スタッフとして活躍している。ITUでのインターンシップの経験は、他の方法では出会う機会がなかったであろう人々とのつながりを築くことができ、標準化という分野に対する知的・専門的な関心を持つ契機となっている。

彼女曰く、「ITUで過ごした時間は、差し迫った将来の決断に必要な経験と視野を得るのに役立っただけでなく、学部生にはめったに提供されないキャリアの機会への扉を開くのにも役立ちました。私の将来のキャリアのすべては、ITUでのインターンシップがきっかけで始まったと言っても

過言ではありません。」と述懐している。

このように、若い学部学生が国際標準化の現場を経験し、さらに、人的ネットワークや今後のキャリアパスへ生かすことが可能になったことは、我が国にとって貴重な成功モデルケースが形成されたと言える。若年層への国際標準化の舞台へのインターン機会創出は、産業界では実現し難いことであり、先進教育による人財育成とその後の産業界への人財供給の観点で、非常に重要なアカデミアの果たすべき役割であると考えられる。

今後、国家の屋台骨を支える重要インフラの一つである情報通信技術において、国際標準化活動におけるアカデミアの果たすべき3つの役割、(1) 新技術の概念の早期合意形成の貢献、(2) 国際産学連携、(3) 人財育成は、今後も産学両方の業界が認識した上で、アカデミアで継続的に推進をしていく必要がある。

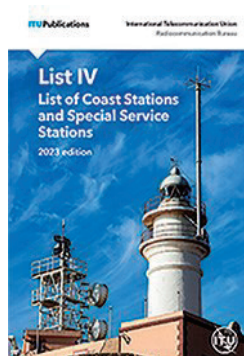
国際航海を行う船舶局に必須の書類 好評発売中！



-New!-
船舶局局名録
2024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
2020年版



海岸局局名録
2023年版

お問い合わせ: hanbaitosho@ituaj.jp

