

巻 頭 言

電波資源の開拓 –未利用周波数帯への挑戦– ミリ波無線システムの開発プロジェクトとネットワーク実証実験 Development of Radio Wave Resources – Millimeter wave communication system Project and Demonstration for 5G Heterogeneous Network –



東京工業大学 理事・副学長（研究担当） 電気電子工学専攻 教授

安 藤 真

Makoto Ando

Executive Vice President for Research
Professor, Dr. of Engineering
Tokyo Institute of Technology

大学は、人材育成や学理の追求という古来の目標に加え、社会的課題に応えるため最新の研究成果の社会実装もまた、強く求められている。勿論、社会実装は、大学単独で成し遂げることは不可能で、産官学、特に企業との協働が必要である。プロジェクトの推進のためには目的と理念を共有し、時には組織の壁を越えたチームワークが何より重要となってくる。ここでは、日本無線株式会社が、100年の歴史で積み重ねてきた無線通信技術や電波伝搬に関する知見を存分に発揮し、全期間を通しその中核として貢献した、ミリ波無線プロジェクトについて述べる。

さて、近年注目される第5世代（5G）移動通信ネットワークでは、無線周波数資源の枯渇と、シリコン技術の進展、さらにインターネットの普及によるトラフィックの爆発など、ミリ波無線にとって格好の舞台が用意されている。従来ミリ波の潜在能力は広く知られ特定用途の研究テーマとして学会では脚光を浴びていたが、その光に近い直進性や閉域性、ハードウェアの未熟さから、ネットワークとしての社会実装は困難を極め、特に移動体通信ネットワーク研究者からは敬遠されてきたという歴史もある。折しも5G構想の議論の中では、ミリ波を従来の低い周波数（マイクロ波）と

組み合わせ互いを補完するヘテロジニアスネットワークが提唱され、ミリ波にとっては、短所を補うこと以上に長所を最大限に生かした形で、ネットワーク実装に繋げる研究チャンスが初めて訪れようとしている。以下、ミリ波ネットワークの可能性と実現性を社会に情報発信する一つのきっかけとすべく進められた「東工大および日本無線を含む複数のメーカー・キャリア各社共同による研究開発プロジェクト」である。

2007年より2期9年にわたり、総務省「電波資源拡大のための研究開発」においてミリ波無線プロジェクト（PJ）を推進し、2016年3月にその成果をクラウドデータのダウンロード実証実験として公開することができた。このPJは、本学教員15名、日本無線、他5社との共同研究であり、チップの設計開発から、無線装置の試作、電波伝搬試験、さらにはネットワークにおけるデータトラフィック制御、コンパクトレンジ通信と名付けたホットスポットサービスエリア構築の提案までの一連の要素技術を集大成したものであり、標準化を並行するとともに、最後にはクラウドデータのダウンロードを想定したネットワーク動作の公開実証試験を成功裡に行ったものである。大学が、再委託先ではなく代表機関となることも、当時プログラムで初めてで

あり、後続のためにも成功例とせねばならぬ思いは強かった。シーズから社会実装まで一気通貫に進める課題追及型の大型共同研究プロジェクトを、昨今話題のオープンイノベーションを10年先取りする形で進めた本プロジェクトは、貴重な経験であり、本文では好成果を得たPJの要因を運営の面から振り返る。

1. PJ体制内に、担当テーマを持たぬ支援および管理組織として、推進会議を設け、直接経費により雇用された推進会議専属の4名のURA（大学リサーチ・アドミニストレーター）を配置し、いわゆる外部資金獲得後のポストアワード業務が見事に遂行された。機関間や大学本部、総務省との連絡調整、覚書や知財の契約、入札手続き、出張や決算処理、財務と内部監査などの実務支援に加え、各研究課題のリーダー10名が加わり月例で延べ99回の会議を開催し、年度研究計画書、予算分配の案作成と執行進捗の管理、報告書のとりまとめを行った。実際には、推進会議は技術や政府予算の動向調査とPJ課題設定を行い、予算獲得の1年前より機能しており、延べ10年以上PJを支援したことになる。
2. 参画企業の主要研究者が9年を通じほぼ固定できたこと。このため、組織を超えた意思疎通、信頼感が醸成され、年度ごとの政府予算の変動・縮小にも対応し組織や課題間の最適な予算分配ができた。大きなPJでは各社の知財部門、財務部門が交渉の前面に出て協働の障害となることも散見するが、本PJでは推進会議での議論、決定事項は企業の理解を得て100%尊重された。企業の決済ルールや人事計画との整合は容易ではないが、共同研究ではまさに重要な成功要因である。
3. 社会実装を念頭においた共同研究として、学問的にも最先端である課題を非競争領域として設定できたこと。結果として、研究の原動力として学生をRA雇用し、学会発表や論文発表を制約なく奨励し、25名もの博士学位輩出、70件を超える学術賞受賞がその証である。知財戦略と教育・人材育成の両立は、ポストドク中心の文化に乏しい日本の大学が遂行するPJでは、欠かせない成功の要件である。
4. 大きな共同研究では実質的には独立な課題と目標

プロフィール

1979年東工大大学院電気電子工学専攻博士課程了。同年、日本電信電話公社（現NTT）入社。1982年東工大助手。現在、東工大理事・副学長（研究担当）電気電子工学専攻教授。

2009年 IEEEアンテナ伝搬ソサイエティ会長、2012年より国際電波科学連合（URSI）副会長、2015年よりISAP国際運営委員会議長。IEEEおよび電子情報通信学会フェロー。1982年電子情報通信学会学術奨励賞受賞。1990年第5回電気通信普及財団賞受賞。1993年、2006年、2009年、2016年電子情報通信学会論文賞等受賞。1996年電子情報通信学会功労感謝状受賞。2004年電波産業会電波功績賞総務大臣表彰受賞。2006年情報化促進貢献総務大臣表彰受賞。2011年IEEE IMWS2011, Best Paper Award受賞。2011年、2012年、2013年APMC2011, 2012, 2013 Best Paper Award受賞。2015年電子情報通信学会功績賞受賞

が並列で配置されることも多い。本PJの計画は趣が大きく異なり、チップ設計から装置試作、ネットワーク構築、伝播試験に至るまで、各要素技術（課題）は直列的に繋がり、システム実現のためにはどの一つも失敗が許されぬ関係となった。運命を共にする「真の協働」を前提とした。一方、PJでは時間と費用に制約のある中で成果（成功）が求められるため、計画は挑戦的であるほど、変更の柔軟性と代替え技術の並走が必須である。本PJでも期間中に、要素技術の見直し、チップファウンドリーの変更（国内→国外）、予算削減に伴う開発項目の削減（リンクアグリゲーション技術）や変更（LNAのNF極限追及→実証実験への変更）など、計画変更を幾つも行った。組織間の役割、予算配分も大きく影響を受けるが、その都度、前述の推進会議での議論を徹底し、最善策を取ることができた。

本PJでは、最終的には、ミリ波通信路のみの構成でギガバイト級の大きなコンテンツも分割してネットワーク配信し、携帯端末へ6Gbpsの高速ダウンロードを、10m以上のカバーエリア（ホットスポット）で、実証することができた。同時に、降雨回避やエリア間の干渉の低減など、ミリ波HetNetを支える幾つかの必須技術も確立した。日本無線の担当した「40GHz band Directional Division Duplex (DDD) システム」「60GHz band Gigabit Access Transponder Equipment (GATE) システム」については極めて高い完成度で、PJを牽引する形でシステム構築に貢献し、実証評価を成功に導いた。大学が代表機関として進める産学共同研究を、より効果的にするために残された課題もまた明らかにする機会を得た。

PJ参加機関とメンバー各位はもちろん、総務省のご支援に加え、プロジェクト取りまとめを全面的に支援頂いた東京工業大学関係各位に感謝する。なお、日本無線においては、開発、生産拠点を長野に移し更なる無線通信分野での飛躍を目指しているとのことである。本PJの成果の社会実装・ミリ波分野への益々の貢献などを含めた新たな100年を、日本無線はさらに切り拓いてゆくことを期待している。