

# 新世代ネットワーク研究開発の目指すところ

村田正幸

情報通信研究機構が新世代ネットワークの研究開発の取り組みを始めてから10年経つ。そのビジョン策定から関わった一人として、これまでの経過を振り返りつつ、今後必要な取組について述べる。また、その取組の中で明らかになったNICTに対する期待についても触れたい。

## 1 まえがき

情報通信研究機構(以下、NICT)が新世代ネットワーク(以下、新世代NW)の研究開発に関する取組を開始してから10年が経過した。2006年にAKARIプロジェクトとして新世代NWの萌芽となる研究開発を開始した後、ビジョン策定や5つのチャレンジ項目の設定などの準備段階を経て、2011年に新世代NWプロジェクトとして、その研究開発に本格的に着手した。インターネットは、これまで数十年の歳月を経て、今や社会基盤となりつつあるが、同時にその限界が指摘されるようになった。そのようなインターネットを根本から見直し、新たなアーキテクチャを確立することを目的としたものが新世代NWであり、それ故、NICTがビジョン策定等によって研究開発の方向性を定め、それに基づいて研究開発を牽引してきたことは非常に重要な取組であった。それだけでなく、以下の点においても、いわゆる国研における研究開発手法に関する示唆をじゅうぶんに与えるものであった。

- NICTだけでなく、民間企業や大学などの研究機関を含めた研究開発の役割分担はどうあるべきか
- 海外諸国との連携や競争、特に現在の我が国の技術力に鑑みた、海外連携をどう推進するべきか
- 技術の研究開発だけでなく、標準化やPoC(Proof of Concept)を経て市場への浸透までを考えた推進はどうあるべきか

裏返せば、新世代NWの研究開発において取り組んできたこと(及び、取り組むことができなかったこと)は、上述の問いかけに対する回答になりうるものである。この問題については、のちほど詳述することとして、次章ではまず技術的観点から、新世代NWの進捗状況について概観したい。

## 2 新世代NWの研究開発の進捗状況と今後の課題

新世代NWは、インターネットが直面するさまざまな技術的問題を解決し、その限界を克服するために、クリーンスレートの発想に基づいてネットワークアーキテクチャを再考するものであった。もちろん、現実には、インターネットに対しては、基盤技術だけでなく、利用技術、人材など、すべての面においてすでに多くの投資が行われており、また、インターネットはすでに社会基盤になりつつあるものであり、ゼロからネットワークを再構築することは現実的ではない。そのため、ネットワーク仮想化技術に基づき、新たなアーキテクチャを探索することが可能な実験基盤を構築することが必要で、NICTでも産学連携に基づき、世界的にもいち早く取り組んだ。現時点では、仮想化技術は、主として運用コスト・管理コストを軽減するものとして産業界から注目されているが、今後、ネットワーク資源の仮想化(SDN: Software-Defined Networking)だけでなく、ネットワーク機能の仮想化(NFV: Network Functions Virtualization)までを含んだ、より柔軟なネットワーク構成を実現するメタアーキテクチャとしての仮想化技術が進展すれば、新たなネットワークアーキテクチャやサービスに関する探索がより一層活性化されるものと期待される。

そのために、なによりも強調されるべきこと、それはネットワークの研究開発に対する考え方そのもの、すなわち研究者や技術者がこれまで意識的、無意識的に身に付けてきた、ともすれば惰性的な、発想や思考そのものをクリーンスレートにすることであろう。それがあって初めて、新たなイノベーションに繋がる技術が創出されるのではないか。

もちろん、そのような発想の芽は育ちつつある。そのひとつは、新たなネットワークアーキテクチャとしてのICN(Information Centric Network)/CCN(Content Centric Network)である。技術的な詳細

は本特集号の別稿に譲るとして、ICNの優れた点は、インターネットの発展の源泉であるデザインプリンシプル(一般に砂時計モデルとして説明される)を踏襲していることであり、IP層の代わりに「名前層」を中心に位置付け、上位層に位置付けられるさまざまなサービスの創出、あるいは下位層のさまざまな通信技術の発展を吸収することが可能で、かつ、それらを促そうとしている点である。また、セキュリティ層を階層構成の一階層として明確に位置付けている点も特筆すべきである。これまでネットワークセキュリティ技術は常に後追いの技術、すなわち、問題が発生して初めてそれに対する解決策を提示することが基本的なアプローチであったが、アーキテクチャとしてセキュリティを明示的に取り込もうとしている点は重要である。

また、IoT(Internet of Things)など現実世界の情報を収集・処理して、情報活用を促す情報流通基盤の構築も重要な研究領域である。特にこれまでは、センサーネットワークなどを用いた情報収集や分析に重点が置かれていたが、当然のことながら、それらに基づいたアクチュエータ活用が今後の課題である。

これまでのネットワークは、基本的に、外部からの通信要求に基づいて動作する開放系であった。しかし、IoTの発展は、そこに外部からフィードバック制御が加えられることを示唆しており、情報流の振る舞い、さらにはネットワーク内部の制御に関しても、我々が未知の研究領域・技術領域の開拓が必要になるものである。特に、システムの大規模化・複雑化に伴って、問題解決にはこれまでとはまったく異なる研究手法も必要になるだろう。このような問題は、SDN/NFVにおいてもまさに直面しつつあるものである。例えば、現状、SDN/NFVの仮想資源配置問題は、(1)資源利用状況を計測し、(2)情報の収集と分析を行い、(3)最適化問題を解くことによって全体最適化を図る、とされている。しかし、情報流の変化と同程度の時間粒度を考慮したフィードバック制御を実現することは、問題の規模を考えればおよそ不可能なことであり、IoTも同種の問題を抱えている。その解決策については、今後の研究の更なる発展が必要な領域である。

いずれにしても、現在、我々が直面している課題は、「ネットワーク＝土管を提供する」という発想からの脱却であり、そのためには、まず、ネットワーク自身にサービス提供機能を実装する必要がある。それだけでなく、ユーザ(プログラマ)にとって、オブジェクトとしてネットワーク機能や情報が扱える「オブジェクト指向」ネットワーキングを実現していく必要があるだろう。それによって、サービスイネーブラを提供する、すなわち、ネットワークに関係するサービスはネットワークが提供し、サービス開発者は複数のサービスイ

ネーブラの組み合わせによって高機能化・省力化を実現できるようにすることが必要である。別の見方をすれば、ネットワークノードはクラウドの一部であり、クラウドコンピューティングのための資源をデータセンターだけでなく、ネットワークノードにも配置するといった発想が重要になる。すなわち、トランスポートだけでなくサービスまでを含めてネットワークとして定義することが肝要であろう。

## 3 NICTに期待すること

冒頭すでに述べたように、新世代NWプロジェクトの取組を通して明らかになったこと、それはNICTの果たす役割に対する大きな期待である。主な点をまとめると以下ようになる。

### 1) ビジョン形成に基づく次世代重要技術分野の見極め

サービスイメージ/社会展開イメージを提示し、それに基づいて、大規模プロジェクトを推進すること、すなわち、重要技術分野に対する研究資金の重点あるいは集中投資すること。

### 2) 産学官連携拠点のハブとしての役割

20年後、50年後を見据えた基礎研究の推進はもちろんのこと、基礎研究から実用化、産業展開(社会展開)を俯瞰した産学官連携拠点としてプロジェクトを推進していくこと。標準化推進などもコアとしての役割が期待される。

### 3) 知の交流の場の提供

基礎から、応用、実用化までを網羅した研究者・技術者を結集する場としての拠点を構築し、拠点を通じて、企業・大学の垣根を越えた人材育成の推進。このような場の構築は、一大学・一企業では決して実現できないものである。大学や企業が中心になって設立されたコンソーシアムは、その利害対立から自ずと限界がある。

### 4) グローバル人材の育成

特に標準化推進可能な人材をOJTで育成していく場の提供が可能である。

これらは理想論であるかも知れないが、大学や産業界のNICTに対する大きな期待の現れでもある。

## 謝辞

新世代NWプロジェクトは、NICT内研究者だけでなく、多くの企業研究者の参画も得て、その推進が可能になったものである。個々のお名前を挙げる紙面的余裕はないが、ここで改めて謝意を表したい。本稿の内容も、彼らとの議論に基づいたものである。ただ

し、文責は著者にある。



**村田正幸** (むらた まさゆき)

ネットワーク研究本部ネットワークシステム  
総合研究室 R&D アドバイザー  
工学博士  
ネットワークアーキテクチャ