

# IoTによる社会基盤と、IoT基盤の社会基盤化



TTC IoTエリアネットワーク専門委員会 特別委員 丹 やすお  
 国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学 副学長 教授

## 1. スマートからIoTへ

2009年2月に発足して間もない米オバマ政権が「スマートグリッド」への大規模投資を打ち出して以降、様々な分野で「スマート××」が取りざたされるようになり、そもそも一体それは何かということまでさかのぼって数多くの議論が行われるとともに、ITU、ISO、IEC、IEEEなどでの文書作りも盛んとなり、やがてそれが2015年頃にはIoT: Internet of Thingsという言葉に置き換えられ、現在に至っている。この10年はIoTの10年であったと言っても過言ではなからう。

そもそも、現在コンセンサスを得られているIoTの全体像とは、ITU-T Y.4000を見ても、ISO/IEC 30141を見ても明らかかなように、

- ① 物理世界の状況を情報として取り出す「センサ」と情報に基づき物理世界を変化させる「アクチュエータ」
  - ② 大量のデータを蓄積し、非常に強力な情報処理装置でAIなど高度な情報処理を行うことのできる「クラウド」
  - ③ ①と③の間をほぼ総当りで常時接続することのできる「ネットワーク」
- が組み合わせられたものである。

このうち、①のセンサやアクチュエータのネットワークへの接続（伝送媒体の開発やデータ形式の共通化など）は以前から行われているところでもあり、分野によってはかなり完成度が高く、現在ではより多くの分野での作業が行われるとともに、あらゆるものについて統一的な記述を行うための技術や、データそのものに加え、それに付随する「メタデータ」の記述、更にはそのメタデータを中心に関連する情報を集めた「データカタログ」に関する技術に議論が移りつつある。

③のネットワークについては、IP網をベースとする広域ネットワークはもとより、ローコストで電池駆動するような機器まで含め、様々な要求の異なるネットワーク技術について、ITU-Tでは「IoTエリアネットワーク」、ISO/IECでは「プロキシミティネットワーク」という名称で改めてその重要性が再認識され、様々な規格が作られてきた。実際、LoRaやSigfox、ELTRESにZETAといったLPWAと呼ばれるカテゴリの無線通信技術はこの10年で驚くほど広がりを見せ、それ以前から存在していたWi-Fi、Zigbee、Bluetoothもバリエーションを増やして以前とは別物になっている。有線接

続においてもPLC: Power Line Communicationはこの10年で世代が数回代わり、異なる要求に応えるいくつかの技術が登場し、ベースバンドのLAN技術であったEthernetにおいても、電源の重畳が珍しくなくなり、1km先のデバイスに10MbpsのEthernetフレームと電力を届けることのできるSPE: Single Pair Ethernetも利用可能となりつつある。

②の情報処理においてはビッグデータ処理からAIへとキーワードも移り、様々な技術開発が進行している最中であり、おそらくは次の10年の主役となるのであろう。

こうした構造に至る予兆は、2005年に流行語となった「Web2.0」の時代に既に見られた。この言葉のきっかけとなったO'Reillyの文書には「7つの原則」と、やや視点が拡散している感はあるものの、結局のところはデータというものに価値が移り、そのデータは誰かが目的を定めて集めたというよりは、何らかの「場」の上で活動が行われるにつれ自然に蓄積していくようなものであり、集めたデータからより高度な活動のためのサービスを提供できる場に利用者が集まり、更にデータが増えて正帰還の様相を呈する、というのが本質である。

我々TTCのIoTエリアネットワーク専門委員会（旧称次世代ホームネットワーク専門委員会）では、2004年の設立後、いち早くこの流れに基づいた議論を始め、2006年頃には「家電版集合知」なる怪しげな言葉を口にしつつ、「プラットフォーム型ホームネットワーク」つまりは現在のIoTシステムを目指す活動を行っていた。当時の次世代IPネットワーク推進フォーラム ホームネットワークWG、その後継の新世代ネットワーク推進フォーラム レジデンシャルICT SWG、そして、現在のスマートIoT推進フォーラム 技術・標準化分科会と、歴代のフォーラムと歩調を進めながら新しいシステム形態の実現方法、データを取り扱う困難さなどの諸課題に対して取り組んできた。

不幸なことに、こうした活動も一定の成果が上がり、インフラ企業側の準備も整って具体化しようとしていた2011年に震災が来てしまった。その後、東京都での輪番停電といった極めて象徴的な出来事もあり、我々の取組みもかなりエネルギーに偏ったものとならざるを得ない数年を過ごし、一段落したところで、Amazonのような、あまり想定していなかつ



たプレイヤーが我々とは異なるアプローチで次世代ホームネットワーク=スマートホームを実現しようと乗り出している現状に直面することになったのである。

## 2. 社会インフラとIoT

さて、IoT技術が現実に見えるものになるにつれ、これを用いて社会課題を解決しようとする動きも盛んになってきた。ISO TC268 SCIでは、スマートシティインフラ評価として、情報通信、エネルギー、交通・物流、上下水、ゴミ処理、の5つの観点から技術的に定量評価できる指標について標準化が行われている。こうした大上段からの社会課題、地球的問題に対してIoTを活用することはまさしく人類の存亡をかけて行すべき取組みであり、そこからブレークダウンした技術的課題の開発を順に行っていく必要があるという考え方は正論である。その一方で、現状のIoT技術というものはまだ未成熟であり、その上で社会基盤を安心して構築できるものかという疑念も払拭できないという現実がある。

前述のように、IoTシステムの末端側から技術開発や標準化活動は進んでおり、次第にクラウド内の仕組みが検討すべき課題としてクローズアップされつつある。クラウドについても、AIのような情報処理を行う技術の開発も今後進めねばならない課題ではあるが、その少し外側、つまり、どのようにクラウドの中で接続をするかという課題は必ずしも高度な情報処理技術というわけではなく、通信の分野で取り組まれてきた課題に近いものである。

これに加え、クラウド内に構築されるIoT基盤には、

- ・オープン性、低いコスト、高いパフォーマンス
- ・セキュリティ、プライバシー、トラストワースネス
- ・フォールトトレランス、レジリエンス、ディペンダビリティ

といった、社会基盤として当たり前求められる性質も備えねばならない。

このあたりまで来ると、IoTによる社会基盤の構築というものに対する不安が出てくるのは当然であり、情報システムのより一層の発展を待ってからIoT化を進めるべしという気分にもなってくるが、これはもちろん正しくない。まず第一に、ビッグデータとAIを活用したいわばフルスペックのIoTシステムでなければ社会課題の解決に役立たないわけではない。実際のところ、工場、農業、水産業など、様々な分野で成果が上がったとされているIoTの事例においては、AIどころかビッグデータすら存在しないものも少なくない。これらにおいては、今まで見ていなかった物理世界の状況をセンシングによって取得し、それによって非常に簡単な操作でも自動

的に行われれば極めてうまくいくようになるといった例や、そもそも状況を人間に適切に伝えるだけで大きな効果が上がるといった例が含まれている。こうした例はこのまま終わるのではなく、取得したデータを蓄積して分析するという本来のIoTの構図に乗せることで、更に効果が上がったり、あるいは他の課題を解決する手掛かりを与えたりするようになるものであり、その途上にあると考えるのが適切である。このような、まだ部分的なものであっても、その事例を重ね、経験を積み上げることで、ようやく本来の社会基盤たるIoT基盤が作れるようになるのであり、待っているは何も始まらないのである。

日本政府が打ち出しているSociety 5.0においては、「サイロ型」と言われる、デバイス、クラウドがそれぞれのサービス分野ごとに独立して存在しているIoTシステムをクラウド内で互いに連携、あるいは大統合し、異なるサービス分野間において相乗効果を上げようという話が出てくる。これはもったもな話ではあるが、上記の議論を踏まえれば、決して5年やそこらで実現しようと試みるべきゴールではなく、まずは手元で実際に効果が得られるシステムを作りつつも、進む先を見失わないよう、最終的にそこに行き着くことを皆で共有するためのシンボリックなものであると考えるべきである。

実は、我々IoTエリアネットワーク専門委員会が次世代ホームネットワーク専門委員会として発足した当時、最も中心的なワークアイテムはホームネットワークアーキテクチャを記述したITU-T J.190とその周辺であった。ITU-T J.190は、専門委員会の発足のきっかけとなった、宅内情報通信・放送高度化フォーラムの活動において2002年に勧告化されたものであり、2005年には専門委員会が中心となって改訂作業を行っている。この勧告の最も重要な点は、ホームネットワークを一つのベタなシステムとして捉えるのではなく、サービス分野ごとに異なる要求要件に応えるべく伝送技術もデータの扱い方もコマンド体系も異なる複数の部分に別れたものとして捉える、ということであった。この考え方はIPとEthernetで全てが実現可能であるという見方と極めて対象的なものであったが、現在のIoTシステムを見るにつれ、まさにスケールアップしたJ.190の様相が展開されていると感じざるを得ない。

我々がやるべきことは、適切なサイズのサイロをきちんと作り、サイロ内での標準化を将来横のサイロと連携することを見据えた方法で進め、メリットが感じられる部分からサイロ間連携を実装していく、というやり方なのであろう。いずれにしても、試行錯誤は避けて通れないものであり、チャレンジを続けることが重要である。