

Society5.0 時代のプラットフォーム
(スマートホームを例題に)

報告書

令和 5 年 3 月

一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター

調査委員会名簿

(順不同 敬称略)

委員長	丹 康雄	国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学 副学長（リカレント教育担当） CIO、情報環境・DX 統括本部長 デジタル化支援センター長 遠隔教育研究イノベーションセンター長 リスキル・リカレント教育センター長 先端科学技術研究科 教授
事務局	井手 信二	一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター 研究企画部 部長
事務局	牧野 淳一	一般財団法人テレコム先端技術研究支援センター 事業部 調査役

目 次

はじめに	1
第 1 章 IT プラットフォームの概要	2
1.1 プラットフォーム形成への経緯	2
1.2 プラットフォーム	8
1.3 IT プラットフォーマーの特徴	9
1.4 IT プラットフォーマーの機能	11
第 2 章 スマートホーム分野を実例とした IT プラットフォームの例	17
2.1 スマートホーム	17
2.2 スマートホームシステムの変遷	20
2.3 今後のスマートホームプラットフォームに関する考察	32
おわりに	36

はじめに

本報告書では近年開発が盛んになりつつある、情報システムのサービスプラットフォーム、データ連携プラットフォームなどと呼ばれるもの（本報告書ではこれらをまとめてプラットフォームと呼ぶ）の構成と動向について述べる。このプラットフォームには、単一の種類のサービスを実現するためのクラウドのしくみといった小規模なものから、国家としてどのような情報基盤を整備していくべきかといった大規模なものまでを含む幅広い意味合いがあり、現時点でも状況は時々刻々と変化しているところであるが、我が国が提唱する Society5.0、データ駆動型社会、デジタル田園都市国家構想といった次世代の社会のあり方の基盤を形成するものとして、その重要性の高さは広く認識されている。

本報告書では、まず第一部として一般論ということで 2022 年度までの状況にいたる過去の経緯と課題も含めた現状について述べ、第二部として筆者の専門分野であるスマートホームの例をとりあげ、具体例も含めた経緯について述べることにする。

第1章 ITプラットフォームの概要

1.1 プラットフォーム形成への経緯

プラットフォームという用語の意味するところは、何かを実現するための土台となるものといったものであり、様々な分野で用いられてきた。例えば、電子機器を開発する際に基本となる VLSI チップセットのような電子部品のよく使われる組み合わせのようなものを指すこともある一方で、各種のアプリケーションソフトウェアが動作する基本ソフトウェアや、ミドルウェアのことを指すこともある。また、自動車業界においては、複数の異なる車種に共通な車体のしくみを指しており、何れの例においても、それを利用して様々なバリエーションの最終製品が構築される、基礎となる共通部分という使われ方をしていることがわかる。

こうした各種のプラットフォームの中で近年取り沙汰されることが多いのが、クラウドコンピューティングの形で機能を提供する IT プラットフォームである。こうしたサービスを提供する企業は IT プラットフォーマーと呼ばれ、その社会的な影響力の大きさが問題となるなど、社会インフラの側面を持つものとなっている。このクラウドサービスは、API (Application Programming Interface) を通じてアプリケーションを実現するための機能を提供するという意味では基本ソフトウェアやミドルウェアと類似しているものの、クラウド側が有しているデータベースが重要な意味合いを有しているという点で大きく異なる。これを理解するためにはそもそもこうした IT プラットフォーマーが出現してきた経緯をよく理解し、どのような機能や性質を有しているものなのかを理解する必要がある。こうした観点から、まずはじめに、IT プラットフォームに至る歴史的な経緯について述べる。

1970 年代に出現してきたマイクロプロセッサは、電卓や機器のコントローラなど特定の役割を担う部品としてだけではなく、汎用のコンピュータ、すなわち、現在我々が利用しているパソコンのようなものを実現することとなった。このマイクロプロセッサベースの汎用コンピュータは非常にコストパフォーマンスに優れ、出現以来、極めて急速な発展を遂げた。DEC (Digital Equipment Corp.) 社の VAX11/780 は個別の集積回路 (IC) で構成されたミニコンピュータで、1977 年の発売以降科学技術分野では非常によく使われ、UNIX オペレーティングシステムの開発など、その後につながる研究開発のベースともなった。この計算機は当時概ね一億円程度の価格で販売されていたが、その後 32bit マイクロプロセッサを用いて 1987 年に発売された SONY 社の NWS-820 は同レベルの能力を 300 万円程度

で提供し、はるかに多くの技術者や研究者が専有して利用できる環境を実現した。このような計算機システムはエンジニアリングワークステーションと呼ばれ、マイクロプロセッサ、ビットマップディスプレイ、ネットワークの機能を備え、科学技術や産業面で多大な成果をあげることとなった。現在我々が使っているパソコンは 1970 年代から 1980 年代に出てきた AppleII や IBM PC の直系というよりは、そのような使い勝手は踏襲しつつ、内部的にはエンジニアリングワークステーションで培われてきた基本ソフトウェアを用いるものに 21 世紀初頭に置き換わり、安定した信頼しうる計算機システムとして現在に至っているものである。

一方で、マイクロプロセッサの出現を受けて、将来の計算機システムのあり方に関する検討も盛んに行われ、高価なプロセッサを多人数で利用する形態から一人一台の利用、更には一人で複数台の利用を行うような形態もとりうるようになることを踏まえ、どのように計算機システムを活用するのが良いかという観点で様々な研究開発が 1980 年代から 1990 年代にかけて広く行われた。そのうちの一つの方向性が、XEROX PARC の M. Weiser らによる Ubiquitous Computing[1]に代表される実世界指向コンピューティングであった。マイクロプロセッサの製造は印刷に近い性質を持ち、大量に生産されれば価格は大きく下がる。それを見越して日常生活で利用するモノ（家電のようなものだけでなく家具、文房具、食器などあらゆるもの）にコンピュータを内蔵させ、他のコンピュータとの通信を行いながら、それぞれのモノに適した役割をコンピュータシステムとして果たさせようとする、つまり実世界の物体におけるコンピューティングというものが実世界指向コンピューティングである。Ubiquitous Computing の研究では対象がオフィスであったため、仕事で利用するノート、ホワイトボード、勤務中身につけている身分証明書といったものが実例として取り上げられていたが、家庭環境でも同様なことが可能であり、現在スマートホームと呼ばれているような分野の機器やサービスもこの実世界指向コンピューティングの一例である。

実世界指向コンピューティングにおいて重要な点は、計算機システムと我々が存在している実世界との関係がより密になったということにある。Ubiquitous Computing においては、ミーティングルームにメンバーが集まると、照明や空調、プロジェクタのようなプレゼンテーション設備の環境を計算機システムが自動的に整えるというシナリオが出てくるが、これは人の移動、集合という物理的な現象を捉え、予定表データベースにあるミーティング情報という計算機システム内の情報と突合して判断し、ミーティングルームの明るさや温湿度といった物理的な環境を変化させる、といった、物理空間と計算機内のサイバー空間内

との連続的な情報のやり取りが前提となっている。また、人の移動を捉えるための、センシングシステムと、照度や温度を変化させるためのアクチュエータシステムという、物理空間とサイバー空間との境界面に存在する要素が非常に重要なものとしてシステムに導入されることとなった。

Ubiquitous Computing においてはその当時までの AI (Artificial Intelligence) 研究に対するアンチテーゼの側面も有していた。というのは、当時の論理や記号処理に基づく AI 研究は行き詰まりを見せており、21 世紀のコンピュータのあり方として、1960 年代の SF 作品で描かれていたような人工頭脳を実現する巨大なコンピュータという方向ではなく、身の回りに分散したコンピュータが互いに連携し、比較的簡単なルールで動くことで、高度に知的な処理は伴わなくても十分に我々の活動を支援することのできるシステムができるであろう、という考え方を示していたわけである。事実、20 世紀の間は機器間で情報の同期をはかり、簡単な作業を自動化したり、その場で必要な情報が提示されたり、人間同士のコミュニケーション手段を提供したりするだけで生産性が向上していく状況が続いていたともいえる。しかしながら、この流れは 20 世紀末には様々な形で行き詰まりをみせ始める。簡単にいえば、人間の指示通りにしか動かないシステムではサービスの範囲に限界があり、特にコストに見合う価値は生まないという問題が表面化してくるのである。

さて、マイクロプロセッサの恩恵を受けようとする研究の方向性として実世界指向コンピューティングと並行して進んでいたものが、コンピュータネットワーク、つまりはインターネットの研究開発である。マイクロプロセッサを利用した計算機システムは前述のように、かつては空調の効いた計算機室の中に鎮座していた大型の機械を、各個人の机の上、更にはノート型パソコンということで持ち歩きができる形として普及させることを実現した。実世界指向のようなセンサやアクチュエータを持った特化型の計算機システムほどではないにしろ、利用者が複数の計算機システムを同時に利用することが常態化し、それぞれの計算機システムごとに異なるサービスや機能を利用する形態が広まることは自明であった。ネットワーク化されたコンピュータ同士でそれぞれが有している資源を互いに利用できるようにするしくみは、単にデータを送るというレベルから、ある計算機がそれ自身内に有している資源と同様に他の計算機が有している資源を利用可能とする透過的なものへと移行し、ネットワークで接続された計算機群が巨大なひとつの計算機を構成しているような方向へと向かってきている。そのひとつのマイルストーンになったのが、インターネットの普及であった。

インターネット技術はもともとは軍事研究に端を発し、核攻撃を受けても生き残った装置だけで自律的にネットワーク機能を維持しようとするものであったが、実際のところは研究者同士が互いの計算機システムを相互接続する標準技術として広まり、異なるメーカーの計算機システム同士を接続する共通言語のような位置づけを占めるようになった。更に、電話網の機能をも包含する商用コンピュータネットワークのための技術の開発が前世紀末から今世紀初頭にかけて行われていたが、結局のところはインターネット技術が ATM (Asynchronous Transfer Mode) に代表される他の技術的選択肢を退け、商用コンピュータネットワークの共通技術の座に収まることになった。その結果として通信品質の安定性やセキュリティに課題を抱えることにはなったものの、総じて途上国を含めた全世界をカバーするコンピュータネットワークが急速に実現できたという点ではインターネット技術が有していた性質が貢献したところが多い。

このインターネットの普及は 1990 年代半ばから広まっていたが、初期のころは電話回線を用いて一時的にインターネットに接続する形態であったため、必要なやりとりを回線接続時にまとめて行い、それに対するユーザーのアクションは接続が切り離されて（通信料金が発生しなくなって）から行うという形をとっていた。これに対し、ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) や FTTH (Fiber To The Home) という、常時接続が前提のインターネット接続手段が前世紀末から今世紀初頭にかけて提供され始め、我が国では 2004 年にインターネット利用者のうち、こうした常時接続型のいわゆるブロードバンドインターネット接続の利用者が過半数を超えるようになった。利用者にとっては、従来よりはるかに高速で、接続時間を気にせず使えるネット接続、という位置づけのサービスであったが、本質的には、こうした常時接続インターネット接続が家庭まで来ることで、人類として初めて距離と時間に依存しない定額料金の通信サービスが実現した、という画期的な出来事が起こることとなった。

距離や時間に依存しないというのはインターネット技術特有の事情によるものである。それまで使われていた電話網であれば、距離が遠くになるほど伝送や中継など、目的地までの接続に使用する通信設備が増えることを反映して料金が高額となっていた。また、時間についても設備を使用する時間に応じて料金が請求されるというのは至極妥当な考え方である。しかしながら、電話網などの従来の通信サービスでは予め接続する相手までの通信経路を担保してから通信を開始していたのに対し、インターネット技術においては、送りたい情

報はとりあえず送出してしまい、そこから先にある中継設備が適切な次の中継設備に向けて送り出すという動作をするため、実際に行われている通信がどこからどこまでの接続なのか、また、どれだけの時間や情報量の通信を行ったかについては基本的には通信を行った当事者（通信の両端の端末）しか知りようがないのである。こうした事情からインターネット技術を用いる通信サービスでは設備の運用や維持にかかるコストを全利用者で均等割るような考え方の料金体系となり、個別の利用に応じた請求は行わないわけである。インターネット技術のこうした性質を悪用し、迷惑メールを始めとする悪意を持ったインターネット上の通信が大量に行われているのが実情であるが、それを差し引いても低コストでグローバルなネットワークを実現できているメリットは大きく、今後もこの状況は簡単には変わらないものと見込まれている。

距離と時間に依存しない料金体系の通信手段が実現されたことを受け、ネットワーク接続で受けられるサービスの性質も大きな変化を遂げてきた。2001年の米国におけるインターネットバブルの崩壊はインターネットに対する多くの幻想を打ち砕くものとなってしまったが、携わっていた技術者や研究者たちは今までとは異なる新しい性質を見出しており、それが明示的に示されたのが、2005年に公開された Tim O'Reilly の文書[2]である。同文書は当時議論されていた様々な観点からのインターネットの新技术に関する記述が盛り込まれているが、総じて、従来の Web1.0 では情報の送り手と受け手が固定されていたのに対し、Web2.0 は誰でも受け手のみならず能動的な送り手になりうる場を提供するものである、という点が中心となっている。これは、Web1.0 ではサーバーの所有者というものはそもそもが送り出すべき情報を持っている者であり、手段として Web サーバーが使われていたという状況であったのが、Web2.0 ではサーバーの所有者が行っているのは利用者にとっての場を提供することであり、その場に情報の送り手や受け手が集って活動を行う形に変化した、ということを意味している。このサイバー空間の「場」に居続けるためには常時接続インターネットのような通信手段が必須であり、現在のような形のインターネットが存在しなければこうした形態の「場」が実現されることは当面なかったものと考えられるわけで、インターネットの出現とその普及がこうした「場」をつくったとみなすのが妥当である。

場を運営する Web2.0 企業は Web1.0 のときのような情報提供者では必ずしもなく、利用者に場を提供する立場にあるが、その場が利用者にとってより魅力的になるように、あるいは、ターゲティング広告のようにその場を通じて他社からの収益を得るために、ユーザーが活動した結果蓄積されたデータをいかに活用するかという点が、Web2.0 企業にとっては

最も重要な事項となる。この、いわば Web2.0 企業を成り立たせている、プラットフォーム上での利用者の活動により蓄積されていくデータベースのことをここでは Web2.0 型データベースと呼ぶ。

この Web2.0 型データベースは、それ自体は単なる活動記録に近いものであるが、データマイニング、さらにはその後の機械学習で活用すると多大な効果を発揮するものとなる。もともと、データベースというものは何らかの目的があって、コストをかけて収集したデータを蓄積したものであったが、Web2.0 においては、先にデータがあり、後に様々な観点で分析、利用を行うものであり、目的は後から決まる場合が多い。価値を生むデータを有する企業はそれにより、より良い場を構築することが可能となり多くの利用者を引き付け、更に多くのデータを得ることができる。より多いデータは更に良いサービスを生み利用者を増やして得られるデータを増やす、という正帰還のループを形成する性質を有している。

こうして蓄積されたデータが、その後、2012 年ごろから爆発的に利用が広まることになる Deep Learning 技術を用いた機械学習の学習データとなり、目覚ましい成果をあげることになる。現在のような機械学習型の AI を実現した一つの大きな要因は GPGPU (General Purpose Graphics Processor Unit) が 2010 年ごろから広まり、計算能力の飛躍的向上が得られたことであるが、学習対象となるデータとして、従来とは比較にならない量のデータが Web2.0 型データベースから得られるようになっていたという要因がなければ実現はされなかったものといえる。

こうした機械学習技術が登場したことにより、2005 年当時は人間が書き込んだテキストが主たるデータであったものが、2015 年には画像、映像はもとより、センサからのデータなども蓄積・学習されうるデータに加わり、センサからの実世界データを用いて（機械学習による）AI が実世界のアクチュエータの動きを制御する、という新たな実世界コンピューティングへの道をひらくわけであり、それが IoT (Internet of Things) と呼ばれているもの、そのものである。IoT という用語は前世紀末にやや異なったコンテキストで使われていた言葉であったが、2010 年頃になると研究者の間では、Ubiquitous Computing + Web2.0 のようなものが実現されていくことは必然視されており、多くの要素を含むこのシステムのアーキテクチャ（全体構造）を国際標準化しようとする動きも始まっていた。事実、国連専門機関である国際電気通信連合 電気通信標準化部門 (ITU-T) においては 2012 年 6 月に "Y.2060 : Overview of the Internet of things"（現在は番号の整理により Y.4000）という

国際標準文書が発行されている。この流れは 2012 年の Deep Learning の出現で確実なものとなり、2015 年頃からは全世界で IoT という用語が広まり、我が国においても 2015 年に総務省、経産省を中心とした省庁横断の IoT 推進コンソーシアムが設立され、現在に至っている。

以上のように、

- ・ 1970 年代から使われ始めるマイクロプロセッサ
- ・ 1980 年代からの実世界指向コンピューティング（センサ&アクチュエータを有する計算機システム）
- ・ 2000 年前後からのインターネット（常時接続、距離非依存の定額通信サービス）
- ・ 2005 年には明確に意識され始めていた Web2.0 と Web2.0 型データベース
- ・ 2012 年以降急激に成果を上げてきている機械学習による AI
- ・ 2015 年ごろに揃った実世界指向コンピューティング、全ての要素の常時接続ネットワーク、AI の三点セットによる IoT と呼ばれる新たな計算機システム

といったものは、全てひとつながりのもので、次のステップの実現は前のステップのいずれが欠けていても成り立たないような関係にあること、逆に言うと、それぞれ、その時期に出現するのは必然であったようなものであることがわかる。一通りの要素が揃った IoT まで進んだ段階で急速に存在感を増してきたものが、この報告書の主たるテーマであるプラットフォームである。

1.2 プラットフォーム

本報告書の冒頭で述べたようにプラットフォームということばは、様々なものが実現されていく共通の基礎部分を指す用語である。どのような製品やサービスであっても他と共通の部分は存在しうるものであり、共通部品を使うことによりコストを低減することができるということは当然の考え方である。しかしながら、近年報道等でも頻繁に見かける IT プラットフォーマーと呼ばれる、いわばプラットフォームの構築と運営を主たる事業としているような企業の存在というものは単に共通部品を提供するという位置づけよりは、従来存在していなかった新しい産業の出現という意味合いを持っている。前節では Web2.0 企業は情報を提供するために Web サーバーを利用しているのではなく、利用者が活動を行うための場を提供するために Web サーバーを運用し、その結果、Web2.0 型のデータベース

というものが形成され、その後の事業の原動力になっているということを述べた。これは、IT プラットフォーマーという存在は、いくつかの異なった側面を持っているということを意味している。

1.3 IT プラットフォーマーの特徴

最初にこうした IT プラットフォーマーの特徴的な性質についてまとめておこう。第一の特徴は、「物理的な製品なりソフトウェアなりを納品するものではなく、サービスを提供し続けるものである」ということである。多くのプラットフォーム製品は、消費者からみえる最終製品や最終サービスを構成する部品となるためメーカーに納品され、この時点でプラットフォーム製品を納品した企業の役割は終わる。最終製品に組み込まれた後は直接利用者から見えなくなり、プラットフォーム製品によほどの欠陥が発見されたりしない限り表に出てくることもない。一方で、IT プラットフォーマーが提供するの機能を実現するサービスであって、最終製品やサービスが稼働している限りにおいて、IT プラットフォーマー自身が機能を提供し続けることになる。

第二の特徴は、「機能の提供をインターネットなどの通信を経由して行う」ということである。これが実現されるためには、インターネットのような常時接続の通信サービスの利用が大前提となる。通信によるインタフェースを経由してしかサービスを提供しないため、インタフェースの仕様さえ変えなければ IT プラットフォーマー内でのしくみなどは自由に変更することができるし、利用者側はどのようにその機能が実現されているかについては IT プラットフォーマーから提供された情報以上に知ることは難しく、また、利用者が IT プラットフォーマーの機能を利用するために IT プラットフォーマー側に渡した情報がその後 IT プラットフォーマー内でどのように扱われているかを知ることもできない。

第三の特徴は、IT プラットフォーマーは本質的には「実空間ではなくサイバー空間に存在している」ということである。もちろん、機能提供のためのサービスを実現するためにはサーバー機やルーター、スイッチといった計算機、ネットワーク機器が必要となり、更にはこれらをインターネットに接続するための通信インフラ、また、機器を稼働させるための電力インフラも必要となる。しかしながら、電力は自前設備で太陽光や風力などの再生可能エネルギーを用いることも可能であり、また、通信も最寄りの通信事業者の施設までの光ファイバを自営で持てば、任意の場所に設備を設置することも可能である。現在のソフトウェア技術では稼働中のソフトウェアを別の計算機の上に移動させることも可能であるから、地

球上に数多くの拠点をつくり、地球の自転に合わせて太陽光が利用可能な拠点を順に利用していくことも容易である。その結果、特定の地理的な場所、あるいは国に依存しない存在となることが可能であり、むしろ原理的にそちらのほうが自然であるともいえる。

第三の特徴の性質から生まれたことばのひとつが、クラウドコンピューティングという用語である。もともと、ある程度以上の規模の通信システムや計算機システムの構成図を描くとき、現在注目していない、言わば残りの部分を雲の絵を書いて表現することが古くから行われてきた。どのように接続されているのかは気にしないが、ともあれ、どこかネットワークに接続されているところにある計算機システム、ということでクラウド（雲）コンピュータという呼び方がなされるようになり、この雲計算機による情報処理を前提とするシステムのあり方がクラウドコンピューティングと呼ばれるようになった。クラウドは利用者が自前の計算機や通信機器でシステムを実現するオンプレミス（on-premise: 敷地内、構内にある）コンピューティングと対比される形で使われている。

クラウドコンピューティングを基本とした IT プラットフォーマーが多国籍（ある意味では無国籍）企業になるのは自然なことであるが、一方で利用者は個人、法人何れも国籍を持ち、物理空間での住所を有する存在であるため、この差異が後述するような様々な問題を引き起こす原因となっている。特に、我々人類が集団で暮らしていくための決まりごとである法律は各国によって異なっており、それぞれの地域において対応することが求められ、十分に対応していないと判断されれば違法行為を行っているものとして処罰を受けることになる。また、明文化された法律以外にも文化や習慣など、物理的な地域ごとに異なっている事実上の決まりもあり、こちらは法律的に罰せられる形ではないにしろ遵守しないと何らかの意味でのペナルティを受けることから、活動に対して大きな影響を与えるものとなるのは確かである。このような性格から IT プラットフォーマーはエンドユーザーを相手とするいわゆる B to C のビジネスは避ける傾向にあり、現地でコンシューマー相手のビジネスをしているプレイヤーとの B to B のビジネスを指向することが多い。たとえば、Microsoft においては、Windows のライセンスはハードウェアメーカーへの OEM とし、直接的なエンドユーザーからの Windows に対する問い合わせ先はハードウェアメーカーとするビジネスを続けてきた。（参考：2022 年には B to B のクラウドサービスである Azure の売上高が Windows や Office を抜き、一番の収益源になっている。）一般向け小売を行っている Amazon においても、（クラウドサービスである AWS の売上が伸びている一方で）我が国における物販では配送料をめぐる問題や、国内での商習慣であるメーカー保証期間内の故

障への対応を小売店が負うというしくみは実現されておらず、初期不良での返品交換以外の対応はメーカーのサービス網に言わば押し付けた格好になっているなど、ひずみも多くみられる。

最後に、第四の特徴が、「Web2.0 型データベースの存在がビジネスの基本にある」ということである。IT プラットフォーマーにおいては活動は全て計算機上で行われるため、データとして記録を蓄積することは極めて容易である。自社の提供するサービスに関する情報のみならず、他社との関連において生じた情報も、この IT プラットフォーマーの立ち位置では容易に記録できるという点が極めて重要である。これが様々な意味での優位性を生み出し、現在のような巨大 IT プラットフォーマーの出現へとつながる最大の要因となる。

1.4 IT プラットフォーマーの機能

特徴という視点での議論につづき、IT プラットフォーマーが提供する機能について列挙していこう。第一の機能として挙げねばならないのは、いわば本来機能であるところの「共通機能の提供」である。クラウドでサービスを提供する IT プラットフォーマーとして行っているもっとも基本的なサービスといえ、本来、利用者側で計算機システムを用意し、運用を行っていかねばならないところを肩代わりするというものである。単に自分のホームページを公開できるということではなく、独立したインターネットドメインの名称を持つサーバーを実現し、Web サイトだけでなく、メールやファイル共有などのサーバーも同ドメイン内で立ち上げるといった機能を提供するサービスは 1990 年代末から商用サービスとして提供されている。こうした例はインターネット上のサーバーを立ち上げるための共通機能を提供しているものとしてわかりやすい存在といえるが、更に、単なる Web サイトだけでなく、そこで物販などの e-Commerce に必要となる機能を提供し、独立した販売サイトを立ち上げることを容易にしている。また、独立ではなくショッピングモール形式でテナントのように加入することのできるサービスも必要な機能を提供するプラットフォームの一種であるとみなすことができる。こうした人間を対象としたサービスの実現への機能ではなく、機械同士、機械と機械の間での連携で必要となる共通機能を提供するものの代表例が IoT プラットフォームである。センシングデータを受付け、クレンジング（洗浄：欠損・誤り・重複などに対する前処理）、データベースへの蓄積、特徴量の抽出、分析、認識、推論など、様々な機能が提供されており、機器の制御に関するコンポーネントを開発すれば、様々な IoT システムが短期間で実現可能となっている。何れにしても、単に固定的な共通機能を提供するだけでなく、Web2.0 型のデータベースに基づき、より適切な動作を行なう

共通機能を提供できるということが重要であり、他社には提供できないような機能を実現すれば極めて強い競争力となり、市場支配力も持つことにつながる。

第二の機能は、「自社サービスの提供」である。IT プラットフォーマーと呼ばれる企業の中には、元々は自社で行うサービスがあり、その実績で培われた技術を外部にも提供する形でプラットフォームとなってきた企業も多い。e-Commerce 系はもとより、SNS のような利用者同士のコミュニケーションを実現するサービス、デジタルコンテンツの提供や、スマートスピーカーなどのユーザーインターフェースからの機器操作など、多様なものが提供されている。この自社サービスの提供においては、Web2.0 型のデータベースが活用され、次のサービスに対するリコメンデーションがその活用の代表例である。同一のユーザーに対して過去の履歴から行えるリコメンデーションもあるが、プラットフォームは多数のユーザーのデータを有していることから、ユーザーとしての属性が似通った他のユーザーが行っている行為に基づき、まだ利用したことのないものから、有益である確率の高いリコメンデーションを行うことも可能となる。

第三の機能は、「広告手段の提供」である。ユーザーに対するリコメンデーションの際、関連性の高い商品やサービスの広告を行うことは有益である。また、年齢、性別、嗜好といった属性に基づく特定のセグメントに対して異なる広告を提供することが可能であり、より効率的な広告を行うことのできる場をプラットフォームは提供することが可能となっている。総務省の情報通信白書[3]によれば、2021 年には我が国においても主要な広告 4 媒体（テレビ、新聞、雑誌、ラジオ）の広告費をデジタル広告が上回っている。この広告から得られる収入はプラットフォームにとって極めて重要なものとなり、もともと単体では成り立たなかったサービスも、そこで得られるデータが大口の広告主にとって有用である場合など、広告を組み合わせることでビジネスモデルとして回るようになった例は珍しくない。個人を特定した広告については年々本人同意の必要性が高まっており、長年使われてきた Web ブラウザの Cookie の廃止に向けた動き（脱 Cookie）など、技術的にも大きな変化が生まれてはいるものの、より本来あるべき姿に移行している過程のひとつであるという位置づけで捉えるのが妥当なものであり、今後も IT プラットフォーマーが個別ユーザーに応じたデジタルマーケティングにおいて主要な役割を果たしていくことは確かであろう。

第四の機能は、これまでのものとはやや性質が異なるものであり、表現が難しいが、「総合的、統合的な役割の提供」とでもしておこう。上述の三種類の機能が単一の企業によって

実現されていることは極めて重大な意味を持っている。それぞれ個別に着目すればプラットフォームとの一対一の契約なのではあるが、プラットフォームと契約している個々の企業同士が、プラットフォームを経由して協業できる可能性があるということは重要である。たとえば、IoT デバイスからの情報収集や機器操作を行うことのできるサービスを有する企業 A は IT プラットフォーマーと契約することで、たとえば IT プラットフォーマーが自社サービスとして提供しているスマートスピーカーを利用して機器の操作を行うことができる。更に、現在のセンシングデータと過去に蓄積された膨大なデータに基づきどのような操作が最適かといった判断ができるサービスを提供できる別の企業 B がいた場合、IT プラットフォーマーを経由し、企業 A と企業 B のサービスが連携することが可能となる。IT プラットフォーマー自身が有するスマートスピーカーのサービスと合わせて 3 社の連携によるサービスが実現できるわけである。この状況における IT プラットフォーマーの役割は単に自身のサービスを提供するというよりは、企業 A と企業 B が連携する場を提供しているような位置づけとなる。企業 A と企業 B が直接連携し、何らかの形でスマートスピーカー機能を追加することもちろん不可能ではないが、IT プラットフォーマーが提供している API を用いた開発の方が企業 A, B ともに容易であることが多い。というのは、こうした連携案件を多数行ってきた中で IT プラットフォーマーには連携に必要とされる機能が多数蓄積されており、企業 A と企業 B が自ら開発しなければならない項目が減る場合が多いことや、IT プラットフォーマー側で概念的に整理されて提供されているインタフェースを新たに開発するためには基本構造からの設計が必要となってくること、さらには、今後新たな機能の追加のために企業 C が加わるといった、将来的な拡張性を鑑みると企業 A, B が IT プラットフォーマーと連携した形にしておき、この IT プラットフォーマーを中心としたスター型で企業 C を追加する方が容易である、などの理由があるからである。

こうした位置づけで IT プラットフォーマーが機能し始めると、IT プラットフォーマー自身は企業 A と企業 B との仲介役といった性質を持つようになるが、IT プラットフォーマーと企業 A, B との関係は必ずしも対等ではなく、あくまでも IT プラットフォーマーが上位に位置することになる。IT プラットフォーマーは少数の大企業であり、企業 A, B ははるかに小規模で、多数の同業者が存在している状況であるとすれば、関係を選ぶ主導権は自ずと IT プラットフォーマー側が有することになる。また、前節の第四の特徴のところでも述べたように、企業 A と企業 B が送受信しているデータは IT プラットフォーマーを経由することになるため、データの扱いについてはその蓄積も含めて IT プラットフォーマーの意向に強く左右され、企業 A, B は自社と IT プラットフォーマーとの間の部分のデータしか

得られないが、IT プラットフォーマー側は関連する全てのデータを得ることができ、そのままの形では使わないにしろ、統計化、匿名化、あるいは類型化した形で自社のデータとして活用することも可能である。

そもそもこの形態での連携を行うためには企業 A は連携するのに適切な企業 B を探す必要性が出てくるが、その時点で IT プラットフォーマー側に依存して相手探しをする可能性も高く、全体的にみて IT プラットフォーマーがコントロールした形でシステムが構築されている可能性が高い。

更にこうした状況が進むに連れて単にこの IT プラットフォーマーと連携する企業の数が増えるといった量的な話だけでなく、質的にも変化が生じるようになってくる。もともとデータは少量ではあまり価値を生まず、ある一定量までの数が得られた時点で利用価値が出てくることが珍しくない。この、ある種の臨界点を超えるようなデータ数を一社で集めることは極めて難しいが、同種のデータを扱う企業の多くが特定の IT プラットフォーマーと契約して利用するようになれば、IT プラットフォーマーのもとには臨界点を超えた数のデータが集まり、利用価値のあるデータとなる、といったことが生じてくる。この利用価値のあるデータは IT プラットフォーマーのみが利用可能で、そこに部分的にでも貢献した各社は、IT プラットフォーマーからサービスとしてそのデータを買う、あるいはその利用価値のあるデータに基づいて動作する機能をサービスとして利用する、といった形でしかその恩恵を受けることはできないことになる。こうした、ある意味の不平等な関係は我が国においても実際に生じはじめており、課題として認識しているエンジニアも出始めているが、具体的な対処に取り掛かろうとする動きはまだないと言ってもよい。

将来的に IT プラットフォーマーの淘汰が進み、特定の分野においては単一の IT プラットフォーマーしか残らなかった場合、その分野に関連する全ての情報がその企業に集まることになる。IT プラットフォーマーの第三の特徴でも述べたように IT プラットフォーマーには本質的には国境がないため、全世界のデータが一つの企業に集まる状況になるという可能性もあるわけである。欧州においてはこうした状況を避けるため、欧州域内のデータは欧州から持ち出さないようにする、つまり、IT プラットフォーマーも欧州内のデータを取り扱う計算機システムは欧州内に設置しなければならない、という制度をつくり、法的な手段で極端な不平等が生じることを防止しようとしているが、本来の性質と逆行するようなことを制度で強制しようとするものであるし、データそのものは移動しなくても実際のプ

プラットフォームの利用にあたっては分散して各所にあるデータを、あたかも一箇所に集めたかのようにみせかけるような技術も開発可能なものと考えられ、あまり本質的な制約にはならない可能性もある。巨大 IT プラットフォーマーの本場である米国においては、米連邦取引委員会（FTC）が 2020 年頃から反トラスト法の対象として取り締まる動きを見せており、2023 年にはいつても慌ただしい動きがある。現時点では具体的な法執行に至っている案件はまだないが、かつての AT&T のような解体劇も生じる可能性はある。

今世紀初頭から米国がリードしてきた IT プラットフォーマービジネスではあるが、中国やロシアといった国家体制が異なる国においてはまた異なる様相をみせている。特に中国においては元来が共産党の下に権限を集中させていたこともあり、個人のデータの取扱いについては西側諸国とは大きく異なっている。街頭のカメラで取得した映像により、横断歩道の信号無視を行った人物の顔を即座に周辺の大型ディスプレイに表示するといったアプリケーションはこの国ならではものといえる。また、貨幣のデジタル化により偽札の防止とともに国民の経済活動の把握も容易となっている。2023 年の 3 月には国家データ局が新たに設立[4]され、データ資源とデジタル経済の重要性に鑑み、データの利活用の促進やそのために必要な研究開発、インフラ整備を進めるとしている。中国の技術レベルは既に世界トップレベルにあり、西側諸国のような制約がかからない同国において今後世界最先端の技術開発や社会実装が進むことも十分に考えられる。

ひるがえって、我が国の状況であるが、周知のとおり、巨大 IT プラットフォーマーと呼ばれうる規模の企業が存在しているとは言えない状況にあり、米国の IT プラットフォーマーの利用者の立場にある。また、欧州のように利用者としての権利を法律で明記し、少なくとも自国内、あるいは欧州域内において米国の IT プラットフォーマーの活動に影響を与えているような動きもない。とはいえ、2017 年から活動を開始した DSA（データ社会推進協議会、開始当初は DTA（データ流通推進協議会））[5]や、それに関連して進められた内閣府の研究開発案件である SIP 分野間データ連携基盤[6]の活動をみれば、基本的な方針は欧州型を目指し、欧州のデータ連携基盤である GAIA-X[7]に相当するものとして DSA の DATA-EX が位置づけられているようにもみえる。元来、まずは始めておいて問題が生じれば対処するというオプトアウトの考え方で動く米国や、事前に検討し問題がないように制度化してから始めるオプトインの考え方で動く欧州と比較すると、基本的にはオプトイン的な土壌が根強いものの競争力のためにはオプトアウト的なやりかたも取り入れたいとするのが我が国によく見られる態度であり、IT プラットフォーマーに関しても同様な状況にあるも

のと思われる。もちろん、米国型、欧州型の良いところ取りをするという考え方もないわけではないが、現状ではそうしたたかな考えで動いているというよりは、形は欧州同様の方向ではあるものの、法規制などの面ではほぼ手がついていないといった、中途半端な状況にあるというのが実情なようにも思われる。

第2章 スマートホーム分野を実例とした IT プラットフォームの例

2.1 スマートホーム

第一部では一般論としてやや概念的な記述をしてきたが、第二部では筆者の専門分野であるスマートホームをとりあげ、ある程度具体的な例を用いた議論を行なう。スマートホームということばは比較的新しく、概ね 2015 年前後から使われ始めた用語であるが、この分野は 1970 年代の HA（ホームオートメーション）から始まり、ホームネットワーク、コネクテッドホーム、スマートハウスなど、その時代の社会的要請や技術に応じて異なる呼ばれ方をしてきた。こうした経緯については、平成 26 年度と 27 年度の 2 年にわたり、SCAT の調査研究「ホームネットワークシステムの概要と現状」を行い、報告書が公開されている [8][9] ので、参照されたい。

スマートホーム分野がもつ特殊性のひとつに、サービスの多様性というものがある。他の多くのシステムとは異なり、スマートホームのユーザーは生まれたばかりの赤ん坊から高齢者まで極めて多岐にわたり、求められるサービスも快適な生活環境の維持、コンテンツ提供などのアミューズメント、ホームセキュリティ、省エネ、など、技術的な要求要件も大きく異なるものが同時に求められる。これを単一の情報システムで実現するためには要求分析と様々な分野の機器やサービスをつなぎ合わせることができるための標準化を欠かすことはできないが、異なる種類のサービスをそれぞれ個別のシステムで実現しようとする共通部分をひとつにまとめ、コストダウンを図るといったプラットフォーム的な考え方が有効であり、実際のところ、比較的早くから社会実装されてきたという事情がある。また、一つのシステムで多様なサービスを提供する、複数のサービス間での連携で新たなサービスを創出したり、全体最適をはかるといった、近年の Society5.0 で期待されているような効果を狙った試行も先行して行われている面もあり、いわばこれからのデータ駆動型社会の縮図のような分野であると考えることができる。



図 2-1 スマートホームを起点とするデジタル田園都市構想の推進その 1 生活者起点でのサービス連携

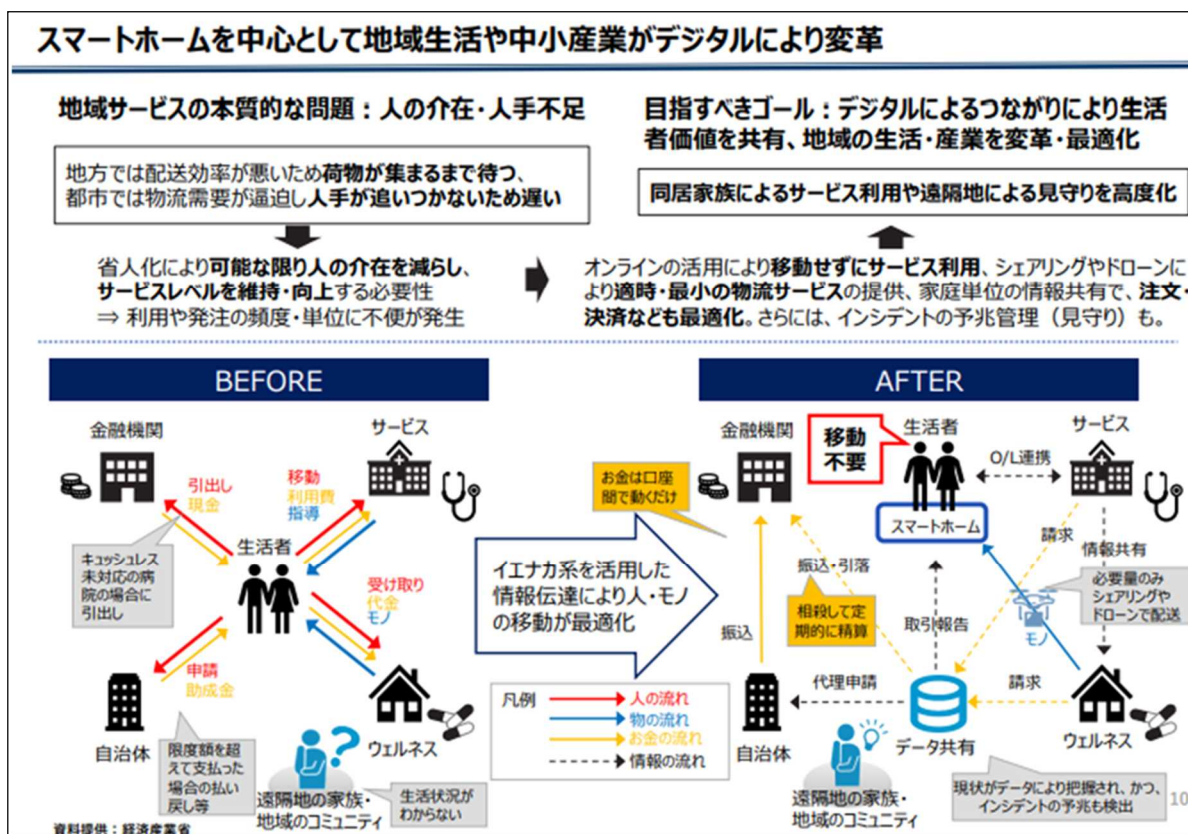


図 2-2 スマートホームを起点とするデジタル田園都市構想の推進その 2 地域活性化

図 2-1 と 2-2 に示したのは 2021 年 12 月に開催されたデジタル田園都市国家構想実現会議において牧島デジタル大臣資料[10]として提出された資料にある、スマートホームを起点とするデジタル田園都市国家構想推進に関する記述である。図 2-1 においては、従来は個人や機器といった単位で管理されていた情報を家庭という単位に統合すれば、従来ではできなかったサービスを生み出す可能性があるとともに、家の中の様々な情報を統合的に活用した最適なサービスの実現の可能性があることを示している。例えば、家族単位で捉えることで複数の家族が同じ住宅内で一緒に生活することを前提としたサービスへと変化させることができ、これにより従来であれば個別の調理家電の登録ユーザー向けの料理支援しかなかったものを、子供の誕生日や行事に合わせた料理メニューを母親に推薦するなど、あたかも気の利く家族が一人増えたようなサービスも提供可能であるし、高齢者世帯と遠隔地にいる子供の世帯との間で家族関係にあることを前提とした情報のやりとりや制御を行なうことで、仮想的な二世帯住宅を実現することも可能である。図 2-2 では視点を家から地域に拡大し、移動困難になった住民への対処や地場産業の活性化といった、日本全国で地域が抱える課題に対して家庭という単位でスマートホーム技術がどう貢献できるかとい

った議論がなされている。

スマートホームは全ての国民や地域さらには業界が対象になりうること、それゆえ誰しもが身近に捉えて議論に参加しやすいことなどを鑑みれば、これからの社会基盤となる IT プラットフォームの検討において取り上げることは意味があるものと考えられる。また、あまりにも多くの要素が絡んでいること、家庭内での行動はまさにプライバシー情報そのものであることといった難しい課題も抱えており、こうした問題も含めた検討対象としての価値も高いものといえる。特に、高齢者のケアのようなサービスでは本人のプライバシー情報にあたるデータの活用が必須となるが、本人、家族、医療事業者、介護事業者、行政といった複数のアクターの間での連携が必要となるなど、検討を進める例題として最適なもののひとつとなりうる。

2.2 スマートホームシステムの変遷

スマートホームの源流となるホームオートメーションが開発され始めたのはマイコンが利用可能となり、家電製品にも組み込まれ始めた 1970 年代の終わりごろである。当時、マイコンはまだ高価ではあったものの、センサからの情報に応じて任意の動作を行うソフトウェアを内蔵させることのできる画期的なデバイスとして今までにない可能性を感じさせる存在であった。また、これに通信線を加えてネットワーク化させることにより、複数の家電が連携するシナリオも実現可能となり、人間が直接操作しなくても様々な家電や住宅設備が自動的に連携動作をするシステムへの見通しが開けた。この考え方は 20 世紀の終わり頃まで続くこととなるが、その 20 年間にマイコンの価格は劇的に下がり、機器の間をネットワーク接続するためのリンク技術も有線媒体、無線媒体、ひいては通信用の専用の有線媒体ではなく、電力線やアンテナ線、電話線といった既存配線を活用する技術までが開発され、標準化が進んで低廉化していくこととなった。

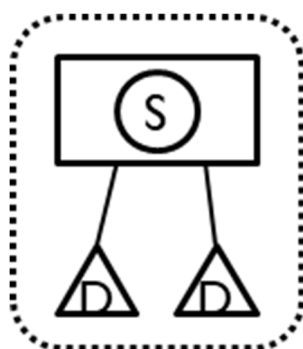


図 2-3 ローカル型/スタンドアロン型

図 2-3 に示すのが、こうした 20 世紀の間のシステム構成の模式図である。図中で三角で示し、中に D と記載のあるものが家電や住宅設備のような機器（本質的にはセンサやアクチュエータ、及びその複合体）であり、四角く書かれたネットワーク接続の中継機のような装置の中に、S と記載のあるものが、コントローラーとしてサービスを提供するものを指している。機器同士が他の機器に対して司令を出す形式も原理的には不可能ではないが、すべての機器の合意をとりながら動作していくことは容易ではなく、集中型のコントローラーが制御を行うこととし、そこに何がどうなればこれをこうする、といったサービス実現のためのルールを実装するソフトウェアが存在する形態の方が実現可能性は高い。

このような集中型コントローラーによる実装では、コントローラーが各種の機器へのネットワークインタフェースを持ち、かつ、外部から取得が必要な情報を何らかの形で収集することができればどのようなサービスでも実現可能である。今世紀に入ってからの本格的なインターネット時代を迎えるまでの基本構造として広く使われてきた、いわば、ネットにつながる前のローカル型あるいはスタンドアロン型ということになるが、現在においても機器やサービスの種類が予め決められている場合には極めて合理的に実装を行うことができる形態であり、特に、実験住宅のような場面では有効である。この形態の場合、コントローラー内のソフトウェア部品がプラットフォームという位置づけになるが、データの収集という観点は希薄であり、Web2.0 型のデータベース形成には向かない。

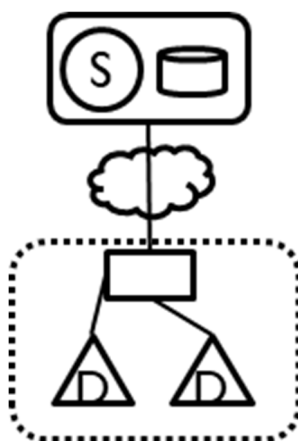


図 2-4 21 世紀当初のクラウド併用型

図 2-4 は、2002 年ごろからみられた初期の日本型クラウドベースのホームネットワークシステムである。家電製品はすべてを一度に買い揃えることは新築時を除けばほぼありえ

ず、随時機器を買い増し、あるいは買い替えすることから、世代の異なる機器を組み合わせることになる。これに加え、そもそもが家庭によって存在する家電機器の種類が異なったり、求められるサービスが異なることを考えると、前述のスタンドアロン型の実装ではコントローラーのソフトウェアのメンテナンスにコストを要してしまうことは容易に想像できる。更には機器やサービスが変わらなくてもソフトウェアの補修が生じることもあり、サービスを実現する部分のソフトウェアは企業側のクラウドサーバーで提供することとし、家庭内には機器に接続するプロトコルとインターネットを経由した通信を行うプロトコルの間の仲立ち程度の役割を担うゲートウェイ装置を置く形にすれば、こうした問題の多くは解消可能となる。第一部でも述べたように 2004 年には常時接続の、いわゆるブロードバンドインターネットのユーザーが過半数を超えるようになることから、ユーザーが就寝した夜間に機器側のソフトウェアのアップデートを行うようなことも容易となった。

この構成においてはクラウド側に機器の利用履歴などのデータを蓄積することも可能となり、Web2.0 型データベースを構築することも可能となる。これも第一部で触れたが、2000 年ごろには一通りの家電機器をネットワーク接続するための技術は整い、Audio Visual コンテンツの権利保護のための DRM (Digital Right Management) のメカニズムもできてはいたが、価格に見合った価値が訴求できないという状況にあったところに、2005 年の Web2.0 の議論をきっかけに、ホームネットワークにおいても家電版集合知とでもいうべき、Web2.0 型データベースの活用により、社会全体としても価値のあるサービスが提供できるのではないかと考えられるようになった。とはいえ、一旦はこの図 2-4 のような形でサービスを開始してみたものの、クラウドサーバーの維持費などの負担も大きく、撤退してしまった企業も少なくない。さらに、基本的にこの構成は家電メーカーが、自社の家電製品（一部の提携企業の製品が含まれることもある）に対してホームネットワークサービスを提供するというモデルにとどまっており、メーカー間を超えたり、ある標準インタフェースを介して不特定の機器やサービスが連携できる、という方向には向かわない、いわゆるサイロ型のものとなり、その後の大幅な発展というものもあまり期待できないものとなっていった。

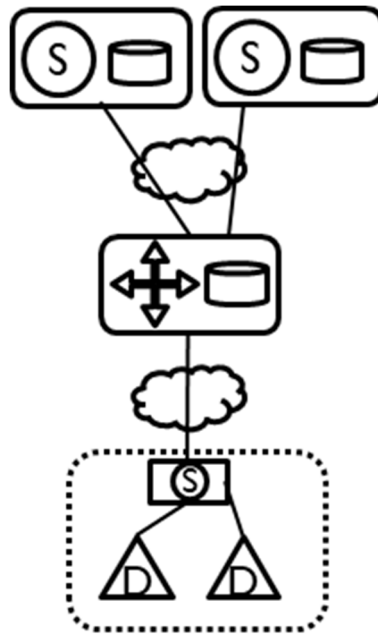


図 2-5 2010 年に向けた日本型プラットフォーム

その後、少々異なる観点からこの分野を盛り上げるようになったのが、通信事業者の立場からの取り組みであった。図 2-5 に示すように、基本構造としては家庭内の機器とクラウド側のサーバーから成るものの、サービスそのものを提供するクラウドサーバーとは別に、それらと家庭との間の仲立ちをするクラウドサーバーが存在していることがわかる。クロスした矢印のような記号は、第一部において IT プラットフォームの第四の機能として述べた「総合的、統合的な役割の提供」を行う部分である。この立ち位置はまさにプラットフォームということになるが、後述する米国 IT プラットフォーマーのような方向性とは若干異なるものである点には注意が必要である。データベースの記号がサービス提供側とプラットフォーム側の両方にあるが、どちらかというこのプラットフォームのデータベースは契約者自身に関する情報など基本的なもので、サービスの動作に応じて蓄積される Web2.0 型データベースの類のデータをこのプラットフォームが持つということは少なくとも当初は想定されていなかったようである。

この構成が出てくる背景であるが、2000 年ごろから急速に加入者数が増えたブロードバンドインターネットは従来の電話網の地位を奪うことになる流れが明確となり、国連専門機関の国際電気通信連合 (ITU) における 2004 年の世界電気通信標準化総会 (WTSA2004) では、次回の総会が開催される 2008 年までにインターネット技術に基づく新たな通信網の国際標準を作成し、将来的には電話網をこの新しいネットワーク (NGN: Next Generation

Network) に統合するという方針が決まった。電話網においては各家庭の電話機は通話相手の番号を発信するためのパルスあるいはトーンの生成機能以外は、受話器のマイクとスピーカーの機能しか有していなかったが、インターネット技術では、むしろ端末側に高度なソフトウェアが存在し、中継機は原理的には単純な動作をするものという意味でまさに逆の構成の技術となっている。このため、電話網時代と同程度の信頼性で各家庭の電話端末までの動作を保証していくためには、ブロードバンドインターネットの回線を家庭内に引き込んで最初に接続される機器を通信事業者側で管理できるようにすることが重要である。そうした機能を実現していくために、光ファイバの ONU や ADSL のモデムといった物理層レベルの接続装置に直結される機器にルーターと呼ばれるパケットレベルでのネットワーク接続機能を持たせるとともに、通信事業者の局舎からこの機器までの通信路のモニタリングや、家庭内側の一部の機器の状態などを調べられるような機能を実装したホームゲートウェイと呼ばれるものを導入することとした。(電気通信分野は自由化が進んでいるため、必ずしも通信事業者のホームゲートウェイを入れる必要はないが、自身で調達したルーターで接続しているユーザーはごく少数である)

ホームゲートウェイの実現にあたり、当時開発が進められていたソフトウェア技術が OSGi (もともとは Open Services Gateway Initiative の略であったが、その後固有名詞化され、組織も OSGi Alliance、更に Eclipse Foundation OSGi Working Group へと引き継がれている) であった。OSGi は Java に基づくソフトウェアコンポーネント技術であり、単一の Java VM 上でバンドルと呼ばれるソフトウェアを複数稼働させ、それらの間の通信を可能とするとともに、バンドル単位で停止や再起動を行ったり、システムの稼働中にバンドルを追加したり削除するといったことも可能にするものである。これにより、ホームゲートウェイのような、停止や再起動が望ましくない機器においてもソフトウェアのメンテナンスや新たな機能の追加などが可能となる。

NTT 東日本および NTT 西日本においては、この OSGi 技術を用いて開発された OSAP (OSGi Service Aggregation Platform) というプラットフォームを用いてブロードバンド接続サービスやひかり電話サービスの運用に利用するだけでなく、他社に対してもこのしくみを提供する「フレッツ・ジョイント」サービスを 2011 年 8 月から開始している。このサービスを利用することで、例えば家電メーカーは自社でホームゲートウェイをユーザー宅に設置するのではなく、ホームゲートウェイ内で動作するコントローラーのソフトウェアを OSGi バンドルとして作成し、NTT 東日本や NTT 西日本経由でユーザー宅の NTT ホ

ームゲートウェイに送り込んでもらうことで、図 2-4 と同様のことが実現できるようになる。家庭内の家電機器などで無線のインタフェースを必要としているものについては家庭内の Ethernet に接続する無線ブリッジを提供するか、あるいは NTT ホームゲートウェイの USB ポートに挿入する無線ネットワークインタフェースを提供することで接続が可能となる。

このようなエコシステムはホーム ICT という名称で呼ばれ、その実現に向けて 2010 年までの数年間は実証実験が盛んに行われてたが、サービス開始の年の 3 月に生じた東日本の震災によりその盛り上がりは一気にトーンダウンし、東京電力の輪番停電という非常に象徴的な出来事もあり、ホームネットワーク分野の研究開発リソースはエネルギー分野に集中投入されることになるのを受けてほぼ日の目を見ることなく埋もれていった感がある。

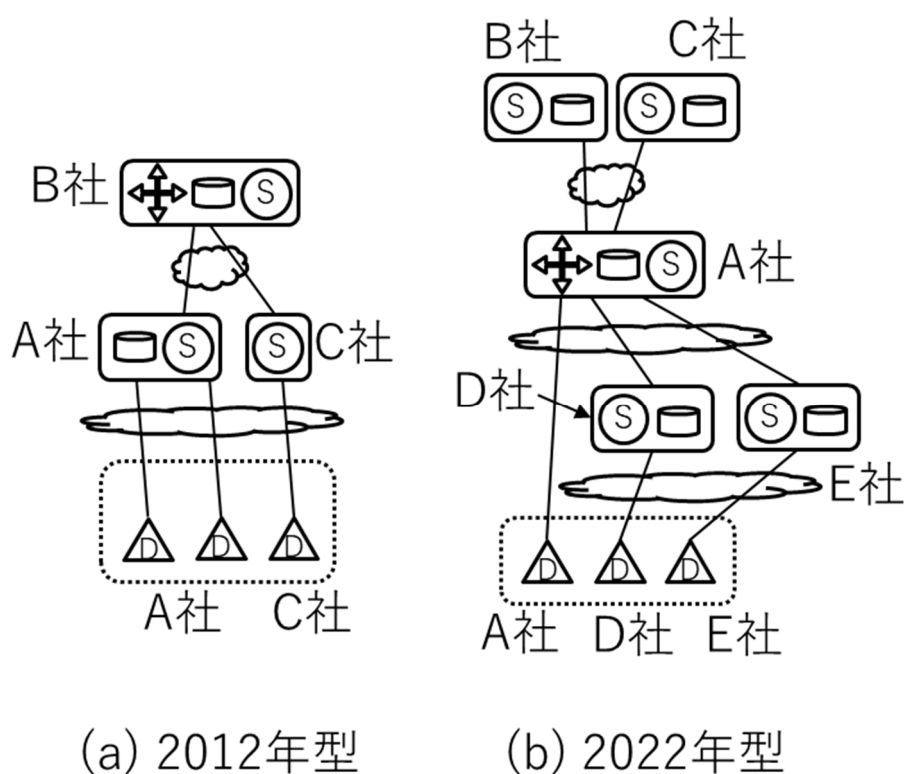


図 2-6 2012 年から台頭してきた米国型

我が国が震災の影響を大きく受けている中、米国では新たな動きが明確に出てきた。図 2-6 に示したのは、(a)が 2012 年当時、(b)が現在のスマートホームの主流ともいえる構成で

ある。1970 年代の黎明期からこの分野をリードしてきた日本勢にとって衝撃的だったのは、図 2-6(a)で明確に示されているように、家電や住宅設備に相当する機器類が直接インターネットに接続されている点である。まず、家電や住宅設備は十分なユーザーインターフェースを持たないのが普通であるため、設定自体が容易ではない。特に、多くの機器では設置場所や使い方の観点から有線の Ethernet 接続は不向きであることも多く、無線での接続が必要となるが、そのためには Wi-Fi や ZigBee といった標準的な無線のブリッジ（ゲートウェイ）デバイスが家庭に存在しなくてはならない。これに対する米国流の考え方は極めてシンプルで、スマートホンに代表される IT 機器を使いこなしており、当然のことながら Wi-Fi のアクセスポイントは設置して利用しているような相手だけをユーザーとする、というものであった。うまくつなげられない場合には、つなげられるようにサポートをするのではなく、機器自体を返品してもらう、というスタンスである。

更に本質的な問題として、家電や住宅設備に類するような機器を直接インターネットに接続してしまってもよいのか、という疑問がある。ここまでに出てきた図をみてもわかるように、我が国においては明確に家の中と外の機器をネットワーク的に分離する形のシステムを前提としてきた。これは、最初の頃には家電に内蔵できる通信インターフェースはインターネット接続できるようなものではなく、ローカルでの機器接続を行なう、どちらかというところペリフェラル（周辺機器）接続技術に近いものであったという事情もあったが、たとえ TCP/IP での通信が可能となってもセキュリティの面でインターネットに直接接続するような使い方をすることは難しく、トータルコスト的に見て一度分離したほうが良いという判断が主な理由であった。事実、2002 年から市場投入されている ECHONET 機器もプロトコルスタックとしては TCP/IP を利用した実装が使われていたが、これは家電などの ECHONET 機器を直接インターネットに接続するということではなく、コントローラーによって家庭内はインターネット接続とは切り離されたネットワークになっており、コントローラーのみがインターネットへの通信が可能なデバイスとなっている。このような接続をすることで家電や住宅設備に対する悪意を持った操作を防ぐとともに、インターネットへの接続のためにサイバーセキュリティ上の手当が常に必要な機器の数を減らす、ということを狙っていた。また、この形態であれば、コントローラー配下の機器は間違いなくその家庭の中にある機器であるため、人為的にリストアップしなくてもコントローラーの呼びかけにより発見すれば良いという運用も可能となる。インターネットに機器が直接接続されてしまうとこうした状況は大きく異なり、一つ一つの機器について、それは同じユーザーの持ち物であるのか、同じ部屋にあるのかといった情報を人為的に付加していく必要が出

てくるわけである。

図 2-6(a)で示されている状況は、スマートスピーカーを製品としてもつ A 社が例えば LED 照明のような機器を A 社のクラウド内のスマートホームサービスとしてスマートスピーカーから操作できるようにしているのに加え、クラウド連携で他社のクラウドとつながりうるインタフェースを提供している構図を示している。C 社は例えば温湿度センサーや人感センサーを製品として持ち、もともとはそのセンシングした情報をスマホの画面で表示することのできるアプリをユーザーに提供していた会社である。ここに B 社という、複数の会社のクラウドインタフェースに対応し、あるクラウドの機器で、ある条件を満たすようなことが生じたら別のクラウドインタフェースから何らかのアクションをする、というルールをユーザーが自由に作成するサービスを提供している会社が入ることで、C 社のセンサーに基づいて A 社の LED 照明が点灯する、ということが可能となる。この複数のクラウドを横断した機器連携は一つの会社では提供しきれないような様々な種類の機器の間の連携を容易にし、その後、スマートホームと呼ばれる分野を生む流れとなった。

米国の企業においても突然このようなモデルが出現したわけではなく、まずは図 2-3 で示したようなスタンドアロン型に近いものから製品化されていた。サービスを実現するコントローラーに当たるのはスマートホンやタブレットであり、家庭内の Wi-Fi でつながれた機器だけを対象としたモデルである。これだけでも家中の照明が一つの画面で操作できたり、複数の機器を連動して動かすといった、高度なりモコン操作が可能であった。一方で、自宅の Wi-Fi につながっているときしかコントロールできないというのはユーザーにとっての制約でもあり、帰宅途中に照明とエアコンを On にしておくといった使い方をするためには、メーカー側がクラウドサーバーを立ち上げ、そのサーバーに対してアプリからの情報をおくれば、クラウドサーバーから家庭内の機器に対する通信が行われる、といった構成をとる必要がある。ここまでの準備ができていれば、あとは他社とのクラウド間連携のインタフェースの実装を行えば、上述のような使い方ができるようになるわけである。

2012 年の時点では Belkin 社の Wemo というスマートタップや、Philips 社の Hue という LED 電球がクラウド型での利用が可能となっており、これらに IFTTT のサービスが対応することでこうした構図ができあがり、2015 年のスマートスピーカーの登場でスマートホームの主流へと向かうことになる。IFTTT は IF This Then That から名付けられた名称で、もともとは Facebook や Twitter、Dropbox というサイバー空間内でのサービス間連携

を行なうものであったが、クラウド型の機器の登場により、サイバー空間と物理空間の両方をまたいだ連携を可能とするものとなった。しかしながら、IFTTT 自体は Web2.0 型のデータベースを保有することに積極的ではなく、その座は次第にスマートスピーカーを擁する巨大 IT プラットフォーマーに移ることになる。

図 2-6(b)では、(a)における B 社のような連携を主とする会社はなく、A 社がその役割を担っている。A 社は自社製品としてスマートスピーカーなどは持つものの、必ずしも自社製品のラインアップを揃える必要はなく、適宜 D 社や E 社のような企業とクラウド間連携を行えば良い。直接 A 社につながる他社製のデバイスは言わば売り切りの製品となるため、付加価値の低い単機能の低価格製品が多くなりがちであるが、高機能な家電などはメーカーが自社で立ち上げたクラウドを持つ形態が多く、(b)に示したような接続となる。D 社や E 社もそれぞれが独自のサービスを持ち、スマホアプリやブラウザを通じてユーザーにサービス提供を行っているが、それと並行して A 社との接続が存在する形である。一方、B 社や C 社は機器を持たず、サービスのみを行なう企業となる。例えば、見守りサービスであるとか、エアコンなどの快適運転サービスなどは機器側のメーカーによらず実現できることが望ましく、そのサービスに特化した知見や技術により、ビジネスを行なうことになる。

ここで重要なのは、D 社と E 社の機器とクラウドの間の接続以外は全て A 社のインタフェースであるという点である。ユーザー側からみると、スマートスピーカーというユーザーインターフェースのすぐ先には A 社があり、そのスマートスピーカーと同室にある照明やエアコン、空気清浄機などは D 社や E 社の製品ではあるが、あくまでもスマートスピーカーで動かされているようにみえる。これは B 社や C 社のサービスに対しても同様であり、結局のところ、(b)は A 社を中心としたエコシステムとなっているわけである。

更に重要な点は全てのデータが A 社に蓄積されうる点である。各社とのクラウド間インタフェースを A 社が決めている以上、どのような情報を出させてどのような情報を返すかを決める主導権は A 社にあり、例えば D 社や E 社が有している機器に関する情報や B 社や C 社が有しているサービスに関する情報も集められてしまう可能性がある。利用者の目は A 社にあることから、このエコシステムからの離脱は難しく A 社が有する Web2.0 型のデータベース形成に加担する形とならざるを得ないわけである。実際のところ、D 社のエアコンと E 社の空気清浄機の情報とは D 社と E 社とは共有されないが、A 社のもとには集ま

る可能性があるわけで、その部屋の環境を最もよく持つものは A 社となる。これらの情報をたとえば C 社の快適環境サービスに提供すれば最も最適な C 社のサービスを受けられることになり、ユーザーを含めた全てのステークホルダにとって良い状況となるため、このエコシステムが継続する可能性は高い。

また、第一部でも述べたがデータの中には一定の件数を集めると価値が出てくるものが少なくない。D 社と E 社のエアコンや冷蔵庫はそれぞれの会社の製品出荷数では十分な数ではないが、両方の会社の情報が集まる A 社には価値のある数に達したデータ量が集まる可能性がある。これもこうした形態のエコシステムの持つ重要な特徴となる。しかしながら、特定の家庭における一社への依存とは異なり、この例は国家レベルでの価値のある情報を流出させていることにほかならない。現実問題としてスマートスピーカー分野でリードしている Amazon 社の場合、スマートスピーカーから操作するために主要な日本の家電メーカーとのクラウド連携が行われているのに加え、もともと物販を行ってきたこともあり、消耗品の自動発注などのしくみで家電メーカーと連携しているケースもある。このような立場から、メーカーを超え、日本国民の日常生活の情報を最も多く持っている企業となる可能性も高いわけである。

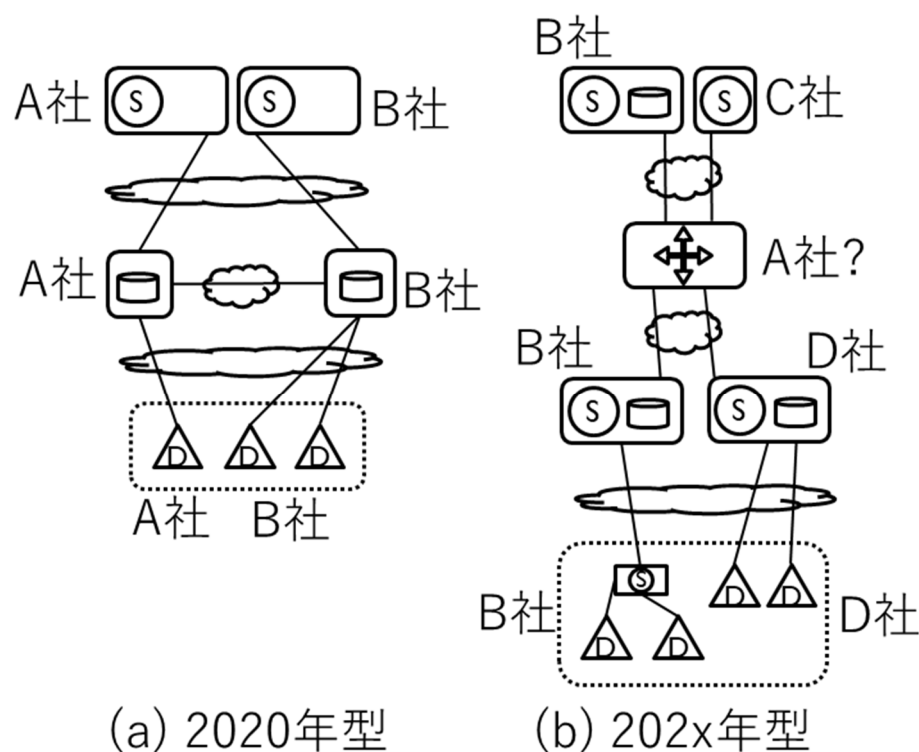


図 2-7 2020 年ごろからの日本型とその向かう先

一方、我が国では図 2-6 の A 社のような支配的な企業は存在していないが、また異なる形で企業間の連携が行われている。図 2-7(a)に示した構図は 2019 年度と 2020 年度の経産省「LIFE UP プロモーション」をひとつの契機とし、実現されてきたものである。今まで述べてきたように、デバイス、サービス、それからプラットフォームの 3 点を一社、あるいは少数の企業グループで実現することは日本国内でも広く行われてきた。しかしながら、そうした 3 点揃ったフルセットのソリューションが複数存在し、それらの間の連携は行われていない、サイロの乱立という状況が続いてきたともいえる。図 2-6 の A 社のような市場における求心力を持つ企業が存在しない中、機器やサービスの組合せを広げるためには互いのサイロを何らかの形でつなぐ必要がある。図 2-7(a)で示されている A 社と B 社のシステムで、プラットフォーム間を接続している線は、この両者のサイロの間にユーザー情報のやりとりが行われていることを示している。

Web サービスの世界では他のサービスを呼び出して利用することは日常的に行われることから、A 社の Web サービスで認証を終えたユーザーが確かにそのユーザーである、という情報を B 社のサービスに渡し、B 社におけるそのユーザーとしてのサービスを受けた後、A 社の画面で最終的な結果を受け取るということが行われる。図 2-7(a)に示されているしくみも同様で、同一のユーザーであるという情報がプラットフォーム間で行き来すれば、A 社のサービスを B 社の機器を使って実現することが可能となるわけである。このしくみは LIFE UP プロモーション事業の後、電子情報技術産業協会（JEITA）スマートホーム部会において文書化され、「クラウド連携によるスマートライフサービス提供に関する JEITA 標準モデル」として公開されている[11]。技術的には OAuth、OpenID Connect といった Web 技術を用いることとなるが、複数の企業にまたがって同意を取るなどの作業が生じるため、利用者に混乱を招かないためにはどのような UI を提供するのがよいかといった内容も含まれている。表立っては公開されていないが、日本国内ではこのような形で連携している企業が少なからず存在し、その中には家電メーカーとは異なるサービス事業者や通信事業者も含まれている。

現実として図 2-7(a)のような実装が行われている（それと並行して図 2-6(b)のエコシステムも勢力を伸ばしている）のに対し、日本政府として目指そうとしているように思われる構成が図 2-7(b)である。ここで最も中心的な役回りを担うのは A 社なのではあるが、このアクターが担う機能を実現するのが企業としての A 社なのか、国の機関が担うものになる

のか、あるいはその中間のような性質のものになるのかは今のところ明確にはなっていない。そのため、ここでも「？」がついているわけである。

この A 社は「総合的、統合的な役割の提供」を行なうプラットフォームとここでは位置づけてはいるが、その性質は図 2-6(b)の A 社とは異なり、データの流通の中枢となる機能しか有していない。その位置づけは証券取引所と対比されることが多いが、その意図するところは証券取引所自体は株券を発行しているわけでも蓄積しているわけでもなく、単に取引をする相手をみつける場所として機能している、という意味である。データに関しては、データの生成、蓄積、加工、分析などをする機能はなく、要求に最も近いデータを市場から探し出してくるしくみを提供するということになる。データのやりとりそのものは別の手段で行われるから、この図のようにあたかもデータが流れる経路のように描くことも適切ではないかもしれない。これが、第一部で述べた DATA-EX である。

図 2-7(b)はスマートホームという一つの業界を構成するしくみとして A 社を取り上げているが、現実的には A 社のようなしくみを経由するのは異なる業界間であり、一つの業界内のデータ流通はもっと異なる形になる可能性も高い。そうした内容も反映させる意味で、ここでは B 社という機器、サービス、プラットフォームをセットで提供できる企業が描かれており、住宅内の部分はサービス機能のあるコントローラーが存在する記載となっている。実のところ、ECHONET 規格に基づく HEMS (Home Energy Management System) の世界では、インターネットにはつながらない ECHONET 機器のみのプライベートネットワークが HEMS コントローラー配下に存在し、この HEMS コントローラーだけがインターネットにつながりうるような構成となっている。我が国における、かつての HEMS 補助金や現在も続く ZEH (Zero Energy House) 補助金はこうしたしくみが前提となっていて、国内においては一つの市場を形成している。こうした、トラディショナルな形態でコントローラーやゲートウェイを持つ構成に対して、機器が直接インターネットにつながる形態を持つシステムは IoT 型と呼ばれることもある。ここで、このような記述をしたのは、サービスを担う C 社がスマートホーム業界ではなく電力業界のサービス (VPP: Virtual Power Plant のアグリゲーターなど) であり、B 社のクラウドを経由して家庭内のエネルギー機器 (需要機器や創エネ・蓄エネ機器) を制御する可能性もあるということを意味している。

電力業界とスマートホーム業界は隣接している異業界であり、その間の境界線をどこに引くのか、つまり、エアコンの運転や給湯器の沸きあげの時間の設定などを電力側の意向で

直接機器を動かすところまで提供してしまってもよいのか、あるいはスマートホームとしての運転計画がまずあり、そこで許容できる範囲内でしか協力をしないように形にするべきなのかといった議論はこれから行われていくであろうし、そもそも調整電力の調達は各電力会社という私企業の行なうものであるため、データ流通基盤のようなオープンな場ではなく、限られた相手のみが存在する場で行われるべきものである、といった話もあろうが、原理的にはこうした形態をとりうるわけである。

ここまで述べてきたように、スマートホームという一つの業界をとってもプラットフォームのあり方には様々な形態があり、技術や社会的な要請といった時代背景とともに、どのような企業が自国内に存在するか、また、憲法を始めとした法制度の体系がどのようになっているかにあわせて異なるということは確かである。

2.3 今後のスマートホームプラットフォームに関する考察

機器のインタフェースレベルで標準化を行い、様々なメーカーの機器を連携して利用可能とするホームネットワークの時代の考え方は、機器がインターネットに直結され、その機器を提供している企業のクラウドサービスに接続されて初めてフルに機能するようになる、といった IoT 時代には随分と様変わりをする事となった。プラットフォーム型のもっとも重要な点は Web2.0 型のデータベースが形成され、これが機械学習のための学習データとなったり、いわゆるビッグデータとして統計的な意味を有するようになり、新たなサービスと価値が創造されるところにあるが、初期の IoT 型においてはそこまでをはじめから狙ったというよりは、どちらかというと機器インタフェースという、ハードウェアに組み込まれてしまっても変更しにくい部分はもうそのままにし、クラウドまで一度持ち上げてしまってから、クラウド間インタフェースという、変更のしやすい、柔軟なインタフェースで提供するようにすれば、技術の開発スピードもコストも下がるのではないかと、というところが始まりだったという側面が強い。実際のところ、日本発の ECHONET 規格は ISO や IEC の国際標準にもなっている由緒正しい機器インタフェース規格であるが、そうした国際標準の地位まで獲得しても思うようにビジネスにはならなかったという経験もあり、ECHONET コンソーシアム自身も 2021 年度末には ECHONET2.0 ということで WebAPI レベルでの相互接続を重視し始めており、メーカーのクラウドで ECHONET Lite Web API が提供されていれば、機器とメーカーのクラウドの間では必ずしも ECHONET Lite プロトコルは使われていなくても良いというスタンスを打ち出している。こうした動きは、機器の開発とサービスの開発のデカップリングを進めそれぞれが独自かつ迅速に発展可能となる

ことから今後も進むものと考えられる。

そもそもサービスプラットフォームの運営に苦勞していた各社がこうしたスタンスへと変化した裏側にはコスト構造の大きな変化があったことは見逃せない。まず、デバイスにインターネット接続までを許容するネットワークインタフェースを追加するコストは、そうした用途を想定したネットワークインタフェース内蔵のマイコンの低廉化により大幅に下がった。Free RTOS とその上でのいくつかのバージョンの TCP/IP プロトコルスタックが稼働し、Wi-Fi のインタフェースを内蔵で持っているマイコンが数百円で入手できるようになり、情報系の学生の引き出しの中に転がっているような状況となっている現状においては、機器をインターネット接続するハードルは大きく下がっている。それと同時に、クラウドの料金も開発段階やユーザー数が少ない段階では低コストで使い始めることができるサービスが多数存在し、かつてはサーバーの調達、OS やミドルウェアのメンテナンス要員の確保、ネットワーク回線の契約といった膨大な初期投資からはじめねばならなかった時代とは様変わりをしている。

ネットワーク接続が前提となったシステム構成となることで、新たに生じる問題も少ない。一つには、既に述べたが、同じ場所に存在している、という暗黙の情報が得られなくなったことである。同一のブロードキャストドメイン内に存在し、通信のラウンドトリップ時間が一定よりも短ければ同一の家庭内にあるとしても良い、という判断はかつてはコンテンツ保護の技術で使われていたが、こうした暗黙のうちでの物理的な近隣性は放棄された状態になっており、明示的に各機器の位置を示す必要がある。現在のスマートホームサービスにおいては所有者の ID によるグループ付けは当然であるが、ユーザーが明示的に指定した部屋という概念を機器に割り当てているケースが多い。同一のリンクに接続されているというかつての情報も部屋単位まではわかり得ないため何らかの形で人間が場所を指定する必要があったことを考えれば、今後は正確かつ標準的な座標系での指定など、より良い形での実現が行われることが望ましい。一方で、ID については今後もう少し検討を進める必要があるように思われる。今までは契約主体である家庭の代表者としての人物の ID を家族全員で使いまわしをしていたところがあるが、スマートホンなどの IT 機器においては明示的に家族という情報を与えない限り個人単位での扱いが当たり前であり、こうした機器における個人の ID と家族として扱うのが適切な状況で使う ID というものも明示的に使いわける必要があろう。家族という概念は一人で単身赴任をしているケースや、独居老人ということで遠隔に住んでいる子供家族が日常的に見守らねばならないケースなど、同一の

場所にはいないが家族として扱わねばならない状況にも適切に対処できる必要がある。また、こうした家や家族といった単位の情報はどこに保存しておくかも重大な問題で、今後の検討が必要となる。

インターネットに直接接続されることで心配されるサイバーセキュリティの問題であるが、これも考えようによっては問題を顕在化させ、より本質的な対処を促すきっかけとなる可能性もある。というのは、スマートホームのような物理的なアクチュエーションを含むシステムの場合、サイバー空間内のセキュリティ対策だけでは必ずしも十分ではなく、最終的に物理空間でユーザーにとって危険な状況や不利益をもたらす状況が生じないようにするというのが本質的な解決となる。これを実現するためには明示的に物理空間内の機器の動作とその影響の評価が行われる必要があり、そのためにセンシングデバイスを新たに追加するようなことも可能性としてはありうる。こうした追加システムは我々が住む空間自体の安全性を担保したり、エネルギーの無駄な利用を押さえたりといった、それ自身が価値を持つサービスとなる可能性もあり、こうした機能を基本機能として備えたスマートホームのしくみを担保し、それによりサイバーセキュリティへの適切な対処を行なうという方向が本筋のようにも思われる。

一方で、ネットワーク接続に依存しているということはネットワークに障害が生じた場合の対処を考えておかねばならないということも意味している。OSGiに基づくホームゲートウェイを用いた実装では基本的にコントローラーソフトウェアは家庭内に存在していることになったが、デバイスがインターネットに直結されていることを前提としたシステムにおいてはクラウドサービスへの到達性が失われれば全ての機能が失われることになる。これはかつての太陽光発電システムが電力系統につながっていることを前提に設計され、停電になると太陽光パネルで発電した電力は全く使われなくなってしまい、当然ながら太陽光パネルを設置している家も停電する、という状況と似ている。この時代のシステムでは人間がブレーカーとスイッチを操作し、ローカルで電力を取り出すことのできる特定のコンセントにのみ太陽光パネルからの電力を供給できたが、現在では系統からの電力が途絶してもほぼシームレスに家庭内での電力供給が続くようなシステムが提供されている。これと同様、ネットワークが途絶した場合にどのような動きをするのが良いのかを検討し、スマートホームシステムの基本機能として提供すべき部分を明確にしていく必要があろう。

クラウド型になり、更に図 2-6(b)の A 社のような支配力のある企業が世界に数社出現し

つつあるというのもネットワーク接続が前提となった時代の帰結である。この A 社を法律で縛るのか、あるいはこの A 社がいなくても世の中が成り立つように、例えば図 2-7(b)の構図に持っていくのかは非常に悩ましい問題である。一つ言えることは A 社のような立場の企業が営利企業として運営されているがゆえに現在のような速度での技術革新が進んでいるということである。こうした推進力を得るためには私企業としてのメリットが出る形での運用が続く必要性があろう。また、各社の役割分担次第では長期にわたって互いにメリットのある関係が続けられるのではないかという考え方もある。図 2-6(b)の A 社は機器の開発や製造の能力は持たなくても家電機器の動作に関する情報は D 社や E 社から集められるという点は A 社に大きなアドバンテージがあるものの、機器の製造メーカーとしての D 社や E 社に機器の提供はもとより機器部分の保守も含めて依存しているという考え方もでき、D 社や E 社が多数存在している中で代替のきく会社の一社だとみなされない限りは A 社も D 社や E 社に対して極端に不利な取引はできないことになろう。ただ、この代わりのある会社という立場に転落しないような工夫は必要であり、機器自体での差別化というものの本質的ではあるものの、クラウドのあり方にも工夫の余地はあろう。

この D 社や E 社のような立場にある会社のクラウドに関して一つの可能性として考えるのが「業界クラウド」の形成である。JEITA スマートホーム部会では「イエナカ業界クラウド」という名称で呼ばれている考え方があるが、簡単に言うと国内のメーカー全てのデータを一箇所に集めるデータレイクを作り、そこで分析した結果を各社に返すような形にしてはどうか、というものである。これにより、米国の A 社にしかなかった国内の複数メーカーの製品からのデータというものが国内にも存在することになり、また、その分析結果は参加している国内メーカーがアクセスできる形になる。このような業界クラウドを経由して図 2-6(b)の A 社とつなぐような形をとれば、日本全国のマーケットを全て統合した存在という立場になり、代替がきく存在ではなくなる可能性が高い。とはいえ、この業界クラウドの運営は図 2-7(b)の「A 社?」同様、どのような形態を取ればよいのかは明らかではない。

おわりに

本報告書では、IT プラットフォームの状況ということで、第一部で一般論を、第二部ではスマートホーム分野に関する例をとりあげ述べてきた。IT プラットフォームといってもその本質的な役割は幾通りもあり、何をやろうとしているプラットフォームになっているのかを見極めることが重要である。

経済的、産業競争力的な立場からみれば第一部でも述べたように Web2.0 型のデータベースがいかに形成され、そのデータを活用した新規産業創出や既存産業の最適化が行えるかが重要なポイントとなる。欧州や我が国が目指そうとしている中立なデータ連携基盤という考え方そのものにはこのモノポリー的なデータ集約点は存在しにくく、その意味では米国型に劣るということもできようが、データ連携基盤はあくまでも（遠い）異分野間連携のためのものであり、分野ごと業界ごとのプラットフォームにおいて十分なデータ量が集まるしくみさえできれば良いという考え方もありうるであろう。

また、第一部で述べたように、国家体制が異なる国における状況はまた大きく違うものとなり、こうした国におけるデータ蓄積とそれに基づく技術の進展が世界を席卷する可能性もある。何度か述べてきたように、我が国の状況は米国のデファクト、オプトアウト指向と、欧州のデジュリ、オプトイン指向の間にあり、どちらの観点でも中途半端な感は否めない。この二極の良いところどりができるような知恵が必要なものと思われる。特に中立型のデータ連携基盤でサービスが成り立っていくためには、データを保存して運用することを生業とする情報銀行、極めてわかりにくくなりがちな契約関係や接続状況などを整理してユーザーに提示するポータル事業者など、現在はまだ立ち上がっていない事業も多く、こうした新たな機能を担う産業の育成も含めて賢いシナリオを描いていく必要がある。

参考文献

- [1] Mark Weiser, "The computer for the 21st century",
<https://dl.acm.org/doi/10.1145/329124.329126>
- [2] Tim O'Reilly, "What Is Web 2.0 - Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software"
<https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>
- [3] 総務省、"第2部 情報通信分野の現状と課題 第3節 放送・コンテンツ分野の動向 (2)広告"、令和4年度情報通信白書
- [4] 野村総合研究所、"全人代を読む：中国「国家データ局」設立の狙い"、
https://www.nri.com/jp/knowledge/blog/lst/2023/souhatsu/china_trends/0317
- [5] 一般社団法人データ社会推進協議会 Web サイト、
<https://data-society-alliance.org/>
- [6] SIP 分野間データ連携基盤 Web サイト、
<https://sip-cyber-x.jp/>
- [7] Gaia-X Web サイト、
<https://gaia-x.eu/>
- [8] SCAT 調査研究報告書、「ホームネットワークシステムの概要と現状」、
https://www.scat.or.jp/research/SCAT_research1503.pdf
- [9] SCAT 調査研究報告書、「ホームネットワークシステムの概要と現状（続編）」、
https://www.scat.or.jp/research/SCAT_research1603.pdf
- [10] デジタル田園都市国家構想実現会議（第2回）牧島デジタル大臣説明資料（2-2）、
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_denen/dai2/gijisidai.html
- [11] 電子情報技術産業協会（JEITA）スマートホーム部会、
<https://home.jeita.or.jp/smarthome/>