



IoTプラットフォーム市場の高付加価値化 - IoTシステムはなぜスケール化が難しいのか -

高橋 浩*¹

Adding High Values for IoT Platform Market - Why the IoT System Is Difficult to Scale -

Hiroshi TAKAHASHI*¹

Abstract– IoT has attracted attention as a method for transferring the non-digital world to the digital world. And the launch of the IoT platform is generalized for entry into this field. However, the launch of the business based on the IoT platform has not been scaled and there is a big difference compared with the platform business by GAFA and the sharing economy represented by Uber, Airbnb. Meanwhile, it is anticipated that IoT equipment popularization will reach 20 billion by 2020. There is a big gap between these two situations. Therefore, in this paper, I explore the cause of the above gap and consider solutions for high added value specific to IoT field. Focus mainly on scaling the IoT system, such as appropriate choice of platform governance and trade-offs.

Keywords– IoT platform market, platform governance, trade-off selection

1. はじめに

IoTが話題になり出してからかなりの日時が経過している。元来、IoT (Internet of Things) は1999年RFID標準策定に奔走していたケビン・アシュトンの発言に由来する。そして今日までで最も話題になったIoTシステムはNestシステムではなかったかと思われる。NestはiPodを成功させたトニー・ファデルによって、彼のApple退社後2010年に起業された。そして2014年にはGoogleに大金32億ドルで買収されている。家庭内の温度を調節するサーモスタット (IoT機器) を主製品とし、それによって温度に関する情報を収集するとともに最適温度コントロールで20%程度電気使用量を節約できるという。このサーモスタットを小売店舗で約250ドルで販売することからビジネスは開始された。現在では約1100万台の設置数に至っている。しかし、これに続くスケール化したIoTシステムの例を聞かない。

一方、デジタル化のその他の分野では、同時期にGAFA(Google, Apple, Facebook, Amazon) やシェアリングエコノミー (Uber, Airbnb など) 等の新たな市場が勃

興した。この分野の規模拡大は、アプリ開発者 (GAFA など) やサービス提供者 (Uber, Airbnb など) など、新たなパートナーとのエコシステム構築が大きな推進力となった。

類似の視点でIoTプラットフォーム市場を見渡すと、IoTプラットフォームの立上げは続いているが、GAFA、シェアリングエコノミー等とは異なる様相が見てとれる。ある調査機関によると、過去12ヶ月間に100以上の新規IoTプラットフォームが登場した。そして現在ではIoTプラットフォーム市場は450以上のベンダーが乱立する断片化市場になっている [1]。その内、1000万ドル以上の収入を上げているIoTプラットフォームはわずか7%。総じて規模は小さく、殆どのプラットフォームは産業用/工業用に焦点を当てている (焦点比率32%) [1]。

このような状況では、IoTの取組みは上手く立ち上がっていないとの指摘も登場する。IoTの取組みが成功していると考えられる企業はわずか26%。なぜIoTが立ち上がらないかの阻害要因としては、①費用に比べて効果が少ない、②人材が不足している、が2大要因との報告もある [2]。

デジタル化の大きな流れではGAFAやシェアリングエコノミーと同様の重要な役割を担っていると思われるIoTプラットフォームが、なぜこれほどまでGAFA等の

*¹B-frontier 研究所, 東京都昭島市郷地町 2-12-2

*¹B-frontier Laboratory, 2-12-2 Gochi-cho, Akishima-shi, Tokyo

Received: 12 December 2018, Accepted: 6 January 2019.

プラットフォームと異なるのであろうか。

本稿は主としてこの問題に関する解説を行う。高付加価値化は個別システムの断片化を越えて、NestのようなIoTシステムのスケール化に焦点を当てる。この課題に対して次の順序で解説する。第2節では、プラットフォーム理論の立場から両者の相違を述べる。第3節では、IoTプラットフォームの状況をプラットフォームガバナンスとトレードオフの立場から解説する。第4節では、前項の知見をもとに事例研究を行う。第5節では、IoTプラットフォーム市場の高付加価値化について考察する。第6節では、結論を述べる。

2. プラットフォーム市場とIoTプラットフォーム

最近のビジネス環境を代表するプラットフォーム市場はGAFA(Google, Apple など)とシェアリングエコノミー(Uber, Airbnb など)である。一方、IoTプラットフォーム市場は未だ発展途上にある。そこで、2つのケースを説明するプラットフォーム理論の内容など対比しながらIoTプラットフォーム市場のエコシステム構造を解説する。

2.1 プラットフォーム市場の動向

ケース1：GAFA (Apple, Google など)

最も成功したiPhone AppStoreを取り上げる。プラットフォームは4層のサブシステム(デバイス、ネットワーク、サービス、コンテンツ)で構成され、層間の境界は緩く柔軟性がある[3]とされる。アプリ作成基盤を提供するサービス層はライブラリー、API、SDK等がオープンソース利用の進展に伴い、各要素の結合をより安価に実現できるようになった。その結果、有益なアプリ開発知識とコードのスピルオーバーが容易化され、再利用可能なコードの拡大がもたらされた。そして、AppStore上アプリは350万本という豊かな価値増殖をもたらした。

このプラットフォーム形成の最大の特徴は、膨大なアプリ開発の担い手である開発者とのエコシステムである。これが価値増殖に決定的な役割を果たした。加えて、サブシステム間の境界が緩やかであるため、電子書籍端末で競合関係にあるAmazonからiPad用の電子書籍用リーダーアプリの提供を受けていた[3]。このような従来は考えられない構造変化が可能になるのも外部開発者の役割の重要化が背景にある。これらは以下のようにまとめられる。

- 企業外部のアプリ開発者などのパートナーとのエコシステムが拡大した。
- オープンソースの活用が進んだ(スピルオーバー効果の拡大)。

- その結果として大規模化が進行した。

プラットフォーム理論面では、アプリ開発者のプログラム開発インセンティブがなぜこれ程までに長期間維持されるのかについての解説に重要な進展があった。従来のプラットフォーム理論にアプリ開発者の権利保護(一定期間新規アプリ開発者に独占的に利益確保可能な期間を保証)を追加する理論が登場した[4]。これらの結果、Appleを始めとするGAFAは、寡占化、超巨大化が進み、空前の時価総額を達成するに至った。

ケース2：シェアリングエコノミー (Uber, Airbnb など)

シェアリングエコノミーとして知られる新ビジネスは社会変革をもたらし、世界的に注目されることになった。代表的企業がUberとAirbnbである。Uberは2009年、Airbnbは2008年設立だが、設立からわずか7~8年で、Uberは7兆円、Airbnbは3兆円規模の企業価値評価に至った。いずれも非上場で、Uberは世界最大の私企業になった。Airbnbの貸し出し部屋数は400万部屋になり、大手ホテルチェーン(100万部屋以下)を凌駕した。

この状況をプラットフォーム理論で解説するため、従来の標準モデルに直接相互作用が導入された。Uberにおける運転手と乗客、Airbnbにおけるホストとゲストのような、サービス提供者と利用者の直接相互作用からモデルを検討できるようにした。MSP(マルチサイドプラットフォーム)モデルの定義は以下のように再定義された(Fig. 1)[5]。

定義1：2つ以上の異なるサイド間の直接的相互作用を可能にする。

定義2：各サイドはプラットフォームに加入する。

こうすることで、サービス提供者のイノベーションの動機を専門サービス提供者の立場から(例えば、運転を生業とする人が、タクシー会社の従業員になるか、Uberの運転手として登録し小さくても独立した経営者となるか)検討できるようにした。これは以下のようにまとめられる。

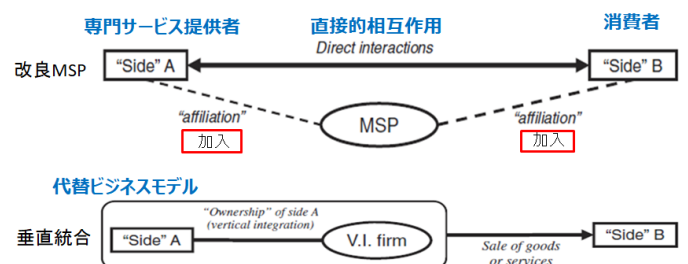


Fig. 1: IMSP モデル vs 代替ビジネスモデル ([5] より)

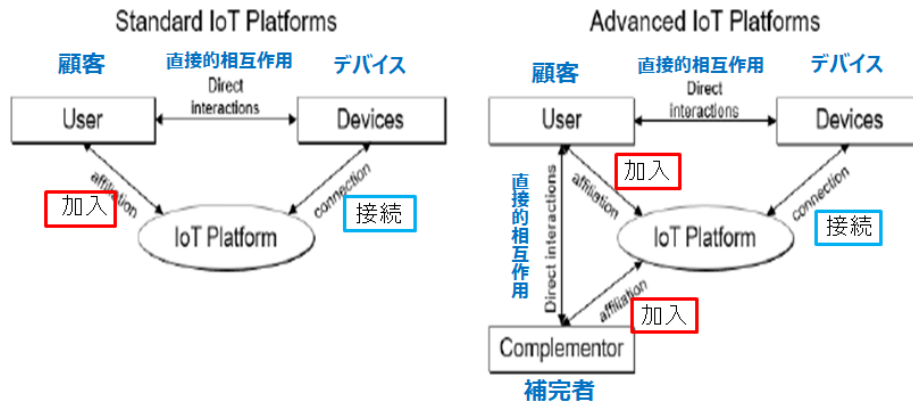


Fig. 2: 標準的理論と実際の IoT の MSP モデル ([7] より)

- 顧客とサービス提供者間の相互作用に焦点が移った。
- 資源小でもプラットフォーマーに成ることが可能になった (Uber の場合, 車は運転手, Airbnb の場合, 部屋はホスト, のように資源保有をサービス提供者に依存できるようになったため)。

サイド間に直接相互作用を追加したモデルは, 単に消費者だった人にもサービス提供者となりうる世界への手引きとなった。その結果, シェアリングエコノミーの急速な拡大は, 新たなデジタル社会への構造変化を促進させた [6]。

2.2 IoT プラットフォームエコシステムの構造

IoT プラットフォームは上記2ケースとは大きく異なる。IoT はそもそも非デジタル素材のデジタル化を担う新しいデジタル化である。そして, 非デジタル素材は多様である。また, 業界標準やデバイス標準は初期段階にあり, ビジネスモデルも確立していない。プラットフォーム理論では基本中の基本のサイド間のネットワーク効果発生条件も異なる。その状況を Fig. 2 に基づいて解説する。

通常, IoT プラットフォームは先述の Fig. 1 と同様に, マーケットプレイス無しのプラットフォーム (Fig. 2 左) と認識されがちである。しかし, 現実的には IoT プラットフォームは補完者によるマーケットプレイスも装備した Fig. 2 右のような形態になることが多いと考えられる [7]。

何故なら, Fig. 2 左では一方のサイドはデバイスのみであり, プラットフォームに「加入」する判断主体足り得ないからである。従って, プラットフォーム理論で想定しているネットワーク効果発生もあまり期待できない。その結果, 顧客とデバイスが繋がっただけでは価値創造が限定されることが多い。そこで, 現実的には (収集したデータを分析・加工するなどして) 価値創造する

補完者も加わったマーケットプレイスを装備した IoT プラットフォームになることが多い (Fig. 2 右)。

実例を述べる。現在, 名古屋で LP ガス容器の配送業務効率化に向けた数千世帯カバーの大規模実証実験が行われている。LP ガス容器には自動検針装置 (IoT 機器) が装着される。ここから LP ガス残量を収集するサービス提供者 (補完者) は, LP ガス所在位置情報も組み合わせることで最適配送ルートを計算することが出来る。そして, この情報に基づく LP ガス容器配送計画も加えたサービスを LP ガス会社 (販売・配送を担当) に提供することができる。LP ガス会社にとってはガス残量情報だけでもメリットはあるが, 重い LP ガス容器を無駄無く効率的に配送できる最適配送ルート情報が加われば一層メリットがある。そこでサービス提供者からの IoT 由来の新サービスに魅了されるだろう [8]。

これらの観察から, IoT プラットフォーム市場は次のように考えられる。

- 各 IoT プラットフォームエコシステムの専門性は高い。
- 一方のサイドがデバイスだけではネットワーク効果発生によるプラットフォーム拡大は起こり難い。
- その結果プラットフォームの断片化が起き易い。
- これを改善するために収集データを分析してサービス提供する補完者の追加が考えられる。
- しかし, 補完者を導入した場合でも, ビジネスモデルは個別化するので, それぞれに工夫を凝らした IoT プラットフォーム市場の活性化が必要になる。
- 唯一の IoT プラットフォームだけでは活性化が不十分な場合, 他 IoT プラットフォームとの接続や連携も模索する必要が発生する。

2.3 IoT プラットフォーム市場の検討

以上のような背景のため、「IoT プラットフォームは高い人気と将来の潜在的可能性が認識されているにもかかわらず、取り組むのが難しく体系的な研究が殆どない」[7]とされている。理由としては、1) 業界標準もビジネスモデルも初期段階で方向性が特定し難い、2) IoT エコシステムが複雑且つユニークである、3) 異種アクターが多く、異種の程度が明瞭でない（顧客、デバイスメーカー、補完者など）、4) サイド数が多くネットワーク効果の創出が不明確で一律に評価できない、などである。これは以下のようにまとめられる。

- 個別には専門性が高いので、それだけではプラットフォーム価値が増大しないことが多い。
- そこで、プラットフォームとプラットフォームの連携が想定されるが、条件が定めにくい。
- 従って、研究課題が莫大になり、体系化が難しいので研究の俎上に乗り難い。

その結果、現在は各社が立上げた IoT プラットフォームでは、おおむね想定されたデバイスと顧客間の接続は実現されているが、それを越えた IoT プラットフォーム間の相互接続はかなり限定されており、接続には高いコスト負担を余儀なくされる状況にある [9]。一部を除いて規模拡大の事例が少なく、顕著なビジネスモデルも顕在化していないのはこのような事情によるものと考えられる。

このような状況があるので、以降の IoT プラットフォーム市場の分析と高付加価値化の解説は次の方針で行う。

- 主としてネットワーク効果醸成の巧緻に焦点を当てるプラットフォーム理論の立ち位置を離れ、複雑なプラットフォームガバナンスの概念と構成要素をクローズアップさせる。
- その上で、複雑な条件調整の結果として発生するトレードオフ条件に着目する。
- このような作業によって俯瞰的に全体を眺め、トレードオフ条件の選択などに注目することで IoT プラットフォーム市場の高付加価値化についての解説を進める。

3. IoT プラットフォーム市場の特性

プラットフォームガバナンスの研究は、最近のビジネス環境を代表する2つのケースでやっと登場し出した段階にある。従って、一気に IoT プラットフォームの特性を論じることは出来ない。まず、2つのケース対応のプ

ラットフォームガバナンスをサーベイし、それとの比較において IoT プラットフォームガバナンスを論述する。

3.1 IoT プラットフォーム市場のガバナンス特性

プラットフォーム理論の中核の両面市場は、「一方のサイドのプラットフォームへ参加の利益が他方のサイドのプラットフォームへの参加の大きさに依存し、相互作用する2サイド・エージェントを含む市場」と定義されている [10]。その際、相互作用は両サイド間の間接的ネットワーク効果によって特徴づけられている。しかし、先述のように IoT プラットフォーム市場はこのような割り切った定義の世界からかなりかけ離れている。そこで、IoT プラットフォームを含むプラットフォームガバナンスの包括的検討では、「プラットフォームガバナンスは、それが提供する技術的特徴よりも寧ろ、中核となるエコシステムを形成するメカニズムの特徴によって特定される」[11]を指針とする方が適当であろう。

そこでまず、包括的にプラットフォームガバナンスを構成する概念と構成要素の明確化を目指した文献を探索した。Schrieck 等は上記に合致する方法でプラットフォームエコシステムのデザインとガバナンスを構成する概念と構成要素を提案していた。その内容を Table 1 に示す [12]。

Table 1 は、包括的に既存文献レビューを行なっただけでなく、既存の成功した7つのプラットフォームがどのようにガバナンスされているかを調査し、ケース分析を行った上で作成された。Table 1 は、プラットフォームガバナンスがさまざまな要素を包含していることを示しており、本稿で例示したケース1 (GAFA)、ケース2 (Uber, Airbnb) も含まれている。そこで、対応する部分を抽出した結果を Table 2 に示す。

例えば Table 2 で、類似性のある Apple Appstore と Google Playstore を比較すると、「外部関係」が一方は選択的・戦略的パートナーシップ、他方は多数とのパートナーシップ、「価格設定」が一方は年間手数料、他方は1回限り登録料、などと異なっている。Uber と Airbnb を比較しても、「価格設定」が一方は動的価格設定、他方はサービス換算手数料（料率固定）、また、一方は API 提供ありに対して他方は API 提供無し、などと細かい統治が行われている。

Table 2 は、成功したプラットフォームのみを対象としているが、便宜上、IoT プラットフォームのガバナンスにもこの枠組みを当てはめる。IoT プラットフォームはビジネス視点からみてどのようなエコシステムを構成する力が働くのであろうか。それに関しては「相互作用する企業や個人のコミュニティ・・・から構成される特別なタイプのビジネスエコシステムで、・・・この環境で企業は・・・相互接続に関する共通のコア資産を利用して競合し、協力する環境」との定義がある [13]。「特

Table 1: プラットフォームガバナンス機構 ([12] より)

次元	メカニズム	内容
ガバナンス構造	ガバナンス体制 決定権 所有権のステータス	プラットフォームと補完者間で権限と責任はどのように分かっているか？ プラットフォームは一企業に独占的か、複数所有者で共有されているか？
資源とドキュメント	プラットフォームの透明性 プラットフォームの境界 リソース	ドキュメンテーションは、プラットフォームの理解と使いやすさを容易に確認できるか？ プラットフォーム市場に関するガバナンス決定は分かり易く理解できるか？ サードパーティの開発を通じてプラットフォームエコシステムを育成するためにAPIが使用されているか？
アクセシビリティとコントロール	出力制御/モニタリング	アウトプットの評価、ペナルティ、報酬はどのようにして得られるか？
	入力制御 セキュリティ	どの製品やサービスが許可されているかを制御する仕組みは何か？ サービスや製品の品質を評価する方法は何か？
	プラットフォームアクセス権、プロセス制御、プラットフォームのオープン性	誰がプラットフォームにアクセスでき、参加に制限があるか？ プロセスを管理し、規制を設定する担当者は誰か？ プラットフォームはオープンかクローズか？
信用と知覚されるリスク	信頼を強化 知覚されるリスクを軽減	プラットフォームは信頼性を高めているか？ プラットフォーム参加者のリスクをどのように最小限に抑えられるか？
価格設定	料金設定補助金 収入	誰が価格を設定しているか？ 誰が参加し、誰が支払いをし、誰が価値観を決めるか？
外部関係	外部関係管理	企業間の依存関係はどのように管理されているか？ 参加のアーキテクチャは何か？ プラットフォームは他システムとの技術的相互運用を可能にしているか？

Table 2: ケース1, ケース2 対応の分析結果 ([12] より)

ビジネスモデル	外部関係	価格設定	信用と知覚されるリスク	アクセシビリティとコントロール			資源とドキュメント	ガバナンス構造	
				出力	入力	コントロール			
ケース1 アプリケーションプラットフォーム	選択的 目次戦略的 パートナーシップ	売上高の30%、 年間手数料	評価、フィードバック機構、詐欺マルウェアの減少	評価、コメント、ダウンロード数	マニュアルレビュー、検閲、保護システム	アップル開発者アカウントが必要	SDK、API、ツールキット、ドキュメント、ガイド	集中、厳しい制御	Apple App-Store
	多数との パートナーシップ	売上高の30%、 1回限り登録料	マルウェア、評価、システムの多様性	評価、コメント、ダウンロード数	マニュアルのアプリレビュー無し	Google開発者アカウントが必要	SDK、API、ドキュメント、チェックリスト	集中、ゆるやかな制御から緊密な制御まで	Google Play-Store
ケース2 サービスプラットフォーム	戦略的 パートナーシップとサービス拡張	動的価格設定、 サービス料	身元確認、価格上昇、保険、プライバシーに関する問題	双方向評価、ランキング停止、コメント	身元確認、車の要件	身元確認、Uberコントロール価格	支援センター、ドキュメント、API有り	分散、評判による顧客制御、料金設定はUber	Uber
	地域と地域社会	サービス 換算手数料	保険、検証と評価システム	非同期ランキング、レビュー、統計、コメント	身元確認	ホストは制御され、身元確認が行われる	支援センター、API無し	分散、ホストに決定権がある	Airbnb

別なタイプ」と敢えて言わなければならない点が、個々のIoTプラットフォームが、その対象分野毎に使用される技術やビジネスモデルが異なる状況を示している。

但し、IoTプラットフォームのガバナンスも、目標はそれぞれの場面での様々なサイド間の相互作用の調整という点では同じなので、「プラットフォームと開発者、価格設定と利益分配の意思決定」[13]などで調整されるはずである。しかし、IoTプラットフォーム市場は、これらを実施しようとしても、市場構造、目標が不明確な段階で取組みを開始しなければならない場面も多く、一般的傾向が定めにくい。このような背景から、特定プラットフォーム毎に解決しなければならないトレードオフ選択がより重要化する可能性が高い。同一著者等によるIoTプラットフォーム向けのプラットフォームガバナンスの内容と特性が提示されているので、その内容をTable 3に示す[7]。

Table 3の「特性」欄に見られるように、「特別なタイプ」の内容に応じてそれぞれの選択が必要になる。例えば、Table 3の「競争戦略」の「特性」欄に着目してみる。IoTプラットフォーム市場においては、個々のIoTプラットフォームの専門性が高いが故に、プラットフォーム自身が開発するアプリと企業外部開発者のアプリが競合する事態がかなり一般的に存在する。これなどはケース1と環境が根本的に異なる典型例である。このような状況がネットワーク効果の発生を大きく削ぐ重要な要因となっている。

この状況でIoTプラットフォームガバナンスの特性をより一層クローズアップさせるため、次節では、IoTプラットフォーム市場でのトレードオフに焦点を当てて解説する。

3.2 IoTプラットフォーム市場でのトレードオフ

成功が実感できるプラットフォーム（ケース1,2など）とIoTプラットフォームを比較すると、両者間には細かい相違があるだけでなく、根本的相違もある。例えば、1) 規模の大小、2) プラットフォーマーの戦略の明確性、3) キーとなるオープンクローズ戦略の具体性、4) 価格設定の明確性、などである。そこで、本節では、先行の成功プラットフォームとの比較論を離れ、IoTプラットフォーム固有のトレードオフ条件に焦点を当てる。

IoTプラットフォームで解決が求められるトレードオフ条件の典型例は下記などである。

- ① 高度に特化した機能を持つ業界固有のニーズに対応するか、それとも特殊性の低い機能を持つさまざまな業界のニーズに対応するか？
- ② オープン性を有効にするために、制御をどの程度放棄し、適切な制御メカニズムとオープン性をどのようにバランスさせるか？

③ 公然化する他IoTプラットフォームとの接続が求められる中で、どの範囲まで何時接続機能を実現するか？

④ IoT市場は標準の戦いでチャンピオンがまだ確定していない。その中で、非標準と標準をどのようにバランスさせるか？

また、IoTプラットフォームにおけるトレードオフでは、1) 従来のトレードオフ議論が主にB2C領域であったのに対し、B2B領域への拡張が必要になる。2) IoT技術がデバイス層からコンテンツ層まで広い層に及び、非常に複雑になるので、垂直統合と水平分散間のトレードオフ選択が標準的プラットフォームよりもより重要になる。3) オープン化の度合いを考慮する際、技術レベルと対プロバイダ（開発者や専門サービス提供者）レベルという異質レベルの双方を想定して、個々のIoTプラットフォームそれぞれのオープン化度合いを定義する必要がある[14]。など、考慮すべき事項は多い。

これらも踏まえ、IoTプラットフォームのガバナンスにおける典型的な①～④のトレードオフについて以下に論述する（[15]を参考にして記述）。

トレードオフ1：垂直市場アプローチ vs 水平市場アプローチ

IoTプラットフォーム市場は水平市場と垂直市場に分類できる。垂直市場は特定のIoTセグメントに特化して関連サイドにのみサービスを提供する市場、水平市場は顧客がどの業界で活動しているかにかかわらず幅広いサービス提供を目標とする市場である。ところで現在立ち上がっている殆どのIoTプラットフォームは水平市場アプローチを取っていると推定される。即ち、IoT市場では「膨大な数の垂直的活動がアプリケーションレベルで発生しているが、多くの野心的IoTプラットフォームは、全ての垂直アプリケーションを自プラットフォーム上で構築させることを目標にしている」[7]。

しかし、これでは、潜在的市場は大きくなるが、競合するIoTプラットフォーム数も多いため、水平指向IoTプラットフォーム間の競争は激しさを増す。現状はこの状態から誰が抜け出すか、あるいは各々がどちらのアプローチを主眼とするか模索している状況と考えられる。

トレードオフ2：オープンの度合い

どの程度IoTプラットフォームの所有者が補完者（特にアプリ開発者）にオープンにするかは、IoTプラットフォームが対処しなければならない重要な戦略である。選択肢としては下記4種が想定される。

- クローズ：プラットフォームエコシステムにいかなる補完者の参加も許さない。

Table 3: IoT プラットフォームのガバナンス諸相 ([7] より)

概念：構成要素		内容	特性
ガバナンス構造		・デバイスも1つのサイドと見做せるが、 しかし、デバイスは人間や組織と直接対応が取れないので、特別の評価が必要	・需要サイドへのサービス提供のため仲介販売パートナーとも取引が必要
資源とドキュメント（境界資源）		・技術的境界資源としてAPI、SDKなど ・社会的境界資源としてオンラインドキュメントなど	・スターターキット、チュートリアル、ガイド、サンプルコードなどきめ細かく
アクセシビリティとコントロール	オープン性	・ユーザーに向けたオープン性と開発者に向けたオープン性の2面がありうる ・ユーザー向けはアクセスの許可権など	・ユーザーには公開するが開発者には公開しない仕様など用途毎に複雑
	コントロール	・アプリ市場を持つ場合、持たない場合などで変化	・出力制御、入力制御、プロセス制御などが複雑
信用		・顧客と補完者の信頼関係も重要な要素	・有名な顧客事例も有効
価格設定と収益分配		・通常は無料試用版を提供 ・サードパーティ開発者は、プラットフォーム所有者と収益共有化が必要	・価格が複雑化（クラウド/オンプレミス、接続デバイス/ゲートウェイ数、・・・）
テクニカルデザイン		・アプリ市場提供の場合は追加アプリの統合機能が必要	・外部アプリによる機能拡張可能性も必要
競争戦略		・殆どが宣伝用のメディアチャネルを利用 ・所有者は開発者との協調を強調するが	・所有者のアプリと開発者のアプリの競合が発生

- 参加可能：外部開発者の参加はプラットフォーム上は排除しないが、オープン市場（マーケットプレイス）は利用させない。
- 厳しい制御の市場：外部開発者が追加サービスを提供しマーケットプレイスも利用できる市場。但し各種の制限を設ける。
- 緩い制御の市場：補完者により緩い制御メカニズムを備えた市場

IoT市場は高い断片化のため、間接的ネットワーク効果が強くはないが、ビジネスモデルを成立させなければならず、多くは「厳しい制御の市場」領域にあるか、あるいはこの領域を目標にしていると思われる。この場合、一定程度補完者との価値共創やイノベーション誘導にネットワーク効果は有効に働く。従って、オープン化の度合いは固定ではなく、IoTプラットフォームのライフサイクルに合わせて進化させ調整するものと捉えるべきであろう。

トレードオフ3：パートナーとのネットワークの複雑性
多様なパートナーの存在が想定されるIoTプラットフォームのエコシステムはかなり複雑なパートナー構成になる。パートナーとしては、1) プラットフォームパートナー：再販者として機能し、潜在的顧客に対して別

のIoTプラットフォームでサービスを提供し収益を共有分配するパートナー、2) デバイスインテグレータ：IoTプラットフォーム向けにデバイスを構築するメーカーやデバイスを接続するIoTプラットフォーム支援パートナー（自身がデバイス固有インターフェイス/プラットフォーム拡張機能の開発者であることもある）、3) プラットフォーム補完者：プラットフォームのプラットフォームユーザー向けサービス構築を支援するパートナー（アプリ開発者も含む）、4) インフラストラクチャプロバイダ：IoTプラットフォームのデータをホストし供給を代行するパートナー、の4種が考えられる。

この環境の中で、パートナー数を少なく抑えて主導権確保の維持と安定を目指すのか、パートナーを信頼しネットワークを拡大させることで規模や価値増殖拡大を目指すのかの選択は微妙である。バランスを取るのはいかなりの困難が予想される。

トレードオフ4：IoT標準との互換性

IoTには多数の競合技術が存在する。そして、その内のどれが特定目標に最も適し、どの標準が将来の保証に繋がるかの予測は難しい。水平市場指向のIoTプラットフォームの場合とりわけ難しい。競争力を維持し顧客ニーズを満足させるためには、ユーザーに幅広いインタフェースを提供し、新しい標準に対応する必要がある。

想定される案としては、1) インターフェースと全ての可能な通信プロトコルをサポートすることを通じて全技術を統合する（しかし、ほぼ不可能）、2) 一つあるいは少数のIoT産業分野またはユースケースに特化する、3) すでにサポートされている特定標準の世界的な採用を強化するために提携あるいは買収を行う（しかし高コスト、高リスク）、4) インタフェース構築のための市場を導入する。即ち、変化するIoT標準の問題をアウトソースし、サードパーティ開発者がプラットフォーム用の適切なインタフェースを開発するのを誘導し、インタフェース拡張時などの収益分配を得る（しかし、最初の立上げをどうするか）、などが有る。

いずれも困難なトレードオフで、これがIoTシステムをスケール化させる際の大きな壁になっていると思われる。それぞれのトレードオフを個別に検討していてもラチがあかないので、次節では少数のIoT事例に基づいた検討を行うことで、高付加価値化に向けた道筋を考える。

4. 事例に基づく検討

前節の4つのトレードオフを念頭に置いて以下の3つの事例を検討する。その際、1) デバイス（基本は物理装置）の特性は健在で、垂直モデルの方が管理が容易なのではないか？、2) 対象は多様で問題設定の仕方そのものから変化しているのではないか？、3) 相互作用の手段が多面化しているのではないか？も念頭に置くことにする。

事例1：Nestのサーモスタットによるサービス

Nestはスマートホームの代表企業とされ、IoTシステムの代表例としてよく引用される[16]。Nestのエコシステムは、1) 家庭のサーモスタット機器所有者、2) 遠隔から装置を制御する企業、3) それを利用して顧客の暖房習慣等のデータを収集し顧客（エネルギー供給者も含む）にフィードバックする企業、4) 個人の消費データに基づいて顧客に報酬を与えるエネルギー供給者からなる。

システムにはNestサーモスタットを備えるデバイス層、Nestサーモスタットへのインタフェースとしてアプリを提供するサービス層、貴重な顧客データを提供するコンテンツ層などと層構造を成し、独自のプラットフォームを形成している。ビジネスモデルはNestデバイスを売ることと有意なデータを売ること、データはエネルギー供給者にも販売される。エネルギー供給者はそのデータに基づき、金銭的インセンティブで顧客の行動に影響を与えることができる（例えば、夏の暑い盛りの電力消費ピーク時に、既存習慣に比して若干の高温設定に協力してもらうことで報奨金を支払う）。顧客がメリットを享受できるだけでなく、エネルギー供給者

にとってもエネルギー不足リスクの低減が可能になる[16]。

事例2：吸入器向けサービス「Propeller」

喘息や慢性閉塞性肺疾患患者の吸入器に装着するセンサーを開発したアメリカのスタートアップ企業Propeller社が提供しているサービスである。既存の吸入器に装着したセンサーによって、モバイルアプリと吸入器間を通信できるようにすることで、患者が一日に何回、何時吸入器を使用したかが自動的に記録される。また、患者はスマホアプリでその状況をリアルタイムに閲覧できる。吸入器にはGPSが付いており、吸入された位置データもクラウドにアップされ、どこでいつ吸入されたかが地図上にマッピングされる[17]。

この状況を新しい問題解決の取組みとして提唱されているニーズ・ソリューションペアの手法[18]で述べてみる。

ニーズ：喘息持ちで吸入器を手放せない生活をしている患者にとっては、自分の体調を絶えず追跡してくれる、何時吸入器を使用したら良いかを予測し、通知してくれる最適健康維持のサービスを提供して欲しい。

ソリューション：常時適切なIoT機器を携帯してもらうことで、普段の情報をクラウドに蓄積して分析し、それを元に何時でも手持ちの携帯機器に吸入器の使用時期を連絡するサービスを提供する。

Propellerサービスは上記のニーズ・ソリューションペアを実現している。IoTプラットフォームとしてはモバイル関連インフラとクラウドの組合せを利用している。

事例3：DeNAの配車サービス「タクベル」

タクベルはDeNAが神奈川県タクシー協会と共同で開発し、2018年4月にサービス開始したAI活用のタクシー配車アプリである[19]。IoTプラットフォームはAmazonのAWS IoTを使用している。独自専用デバイス「BLE Logger」を開発し、これで収集したデータをAWS IoTで用意されているトピック（通知用通信チャンネル）にて送信。データの活用をAWSで提供されているセキュリティ、データ分析、AIなどの機能と組み合わせることでシステム構築を容易化し配車サービスシステムを構築した。システムは「車両や事業者の違いを意識せずに、決済やマッチング、検索、需給予測、管理ができる共通機能」を実現している。このシステムは既に神奈川県内の約半数のタクシー事業者を導入が決定している[19]。最近では東京23区のタクシー事業者にも販売を開始しだした。

このようなパッケージスタイルの事業者への販売は

Table 4: IoT プラットフォーム市場でのトレードオフ選択 (著者作成)

サービス名	トレードオフ選択		プラットフォームガバナンス	ビジネスモデル
Nest (米国)	垂直vs水平	混合	電力会社も取り込む構造。一定の閉じたグループを形成。顧客に利益配分が電力会社のメリットにもなる構造を狙う。	Nest: 機器販売とデータ販売 電力会社: 顧客とネグして効率化 顧客: 行動で利益
	オープン度	△		
	ネットワーク	複雑		
	標準互換性	独自		
Propeller (米国)	垂直vs水平	混合	クラウドベースの広範なサービス。顧客常時携帯IoT機器データのAI分析が基本。医療機関との連携も必要	機器販売と顧客データに基づく極めて高度な健康サービス提供。
	オープン度	△		
	ネットワーク	広域		
	標準互換性	標準		
タクベル (日本)	垂直vs水平	混合	専用デバイスと汎用AWS IoTプラットフォームの組合せ。多様な機能をAWS上で容易に開発	機器販売。システム販売(白ラベル・プラットフォーム)。車弱者移動のような地域問題解決策
	オープン度	△		
	ネットワーク	中域		
	標準互換性	標準		

白ラベル・プラットフォームと言われる。導入事業者は自社ブランドの配車サービスを顧客に提供できる。個別にはスケールし難いIoTプラットフォームサービスも、B2Bの白ラベル・プラットフォーム販売という手法なら、結果的にスケール化が可能であろう。AWS IoTプラットフォーム採用は多数タクシー事業者へのポータリングにも向いている。

以上の3事例を主としてトレードオフ選択とビジネスモデルの組合せで比較した結果をTable 4に示す。Table 4をトレードオフ選択の観点から評価すると、1)「垂直vs水平」についてはビジネスモデルを成立させるためにかなり垂直的要素を取り込んでいる。2)「オープン度合い」についてはビジネスモデル構築との関係でかなりの制約を設けている。3)「パートナーとのネットワーク」については、一般に権限の維持が先行する関係で、規模拡大に制約が発生する。しかしその後、再販者としてのプラットフォームパートナーの役割見直しで、一定の段階で規模拡大を企画していると推定される。4)「IoT標準との互換性」については分野毎・提供時期見合いで是々非々に対応していると考えられる。

5. IoTプラットフォーム市場の高付加価値化に向けた考察

前節まで述べて来た内容をFig. 3の枠組みで再考する。IoTを顧客視点で分類し、「見えるIoT」と「見えないIoT」に分けてみる。両者はマネタイズの方法がかなり異なるので、取組みの方法は変化する。Propellerのように顧客に「見えるIoT」は顧客へのサービス提供によっ

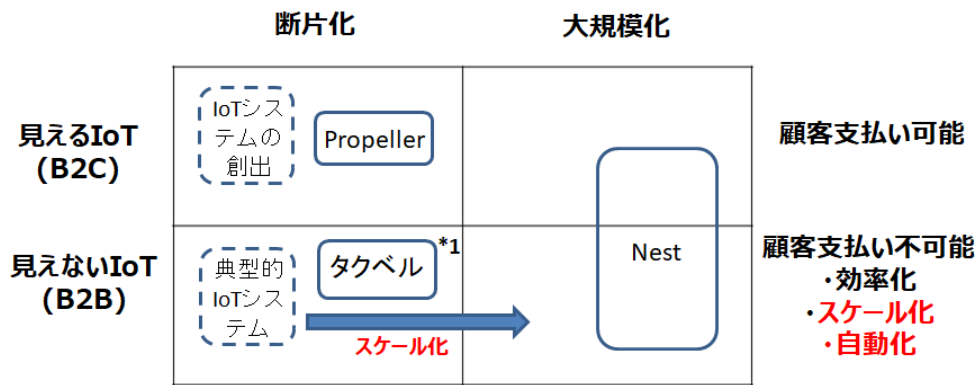
て顧客へ支払い請求ができる。この分野の「IoTシステムの創出」は新たな価値創造という側面では大変重要で、AmazonのDashボードなども良い例と言え、今後顧客指向の新たな取組みが期待される領域である。ニーズ・ソリューションペアの発見のような手法[18]で、今まで気付かなかった世界が切り拓かれることが望まれる。

しかし、多くのIoTプラットフォームが狙っている市場は「見えないIoT」である。この領域では、GEのジェットエンジンの例が良く登場する。それで、これに倣って自社工場を再検討し、自社製品や製造設備にセンサーを付ければ、従来気付かなかった故障予知ができるのではないか、などと。

勿論、それが出来て投資額以上の効果が見込めるなら、早速実施すべきである。しかし、ジェットエンジンの製造は元々寡占化しており、競合するロールスロイル社もGEと同様のことをやっている。また、人命にかかわる航空機のジェットエンジンの故障予知が進展すればその効果は極めて大きい。しかし、多くの製品の効果はこれほど明確ではない。

そこで、この領域で「典型的IoTシステム」の取組みが試みられても、投資対効果が期待できない場合は多いと推定される。しかし、タクベルのようなシステム造りにすれば、パッケージ仕立てのソフトの他タクシー事業者向け販売で、全体としてはスケール化が図れる分野もある。

このような視点で、白ラベル・プラットフォーム以外のスケール化の手段を最近のIoT市場で探すと、種々の手段が登場していることに気付く。その例を以下に上げる。



*1:白ラベル・プラットフォームの手段で大規模化の道筋がある。

Fig. 3: IoT プラットフォーム市場の高付加価値化 (著者作成)

- Arm 社の Pelion IoT プラットフォーム
- SAP の Leonardo
- AEP (Application Enablement Platform)
- Amazon の Alexa サービス
- ブロックチェーンの IoT への適応

それぞれを「典型的 IoT システム」のスケール化の観点から簡単に述べる。

例1：Arm 社の Pelion IoT プラットフォーム

ソフトバンク子会社の ARM は、最近データ解析の Treasure Data を買収して Pelion IoT プラットフォームを立ち上げた [20]。ARM はそれ以前に Stream Technologies も買収していた。この会社は、「IoT データへのアクセスに不可欠な業界標準ワイヤレスプロトコルとデバイスを跨ぐ物理的接続を全てサポートする」機能を保有している。これは「トレードオフ4」の解の一部保有ということであり、ARM 社自身の半導体チップ、OS、今回買収した Treasure Data 含め複数階層を跨いだ統合ソリューションを提供している。

例2：SAP の Leonardo

SAP は、人、資産、設備など IoT を適用したい目的別アプリケーション群とモノから情報を収集する機能、アプリケーション開発やモノ接続管理を支援するコンポーネントから成る Leonardo を提供している。この中には既に用意されていた目的別アプリケーションやプラットフォームを利用して短期間に IoT 導入を支援する機能も含まれている [21]。これは「トレードオフ1/2」を緩和する補完者としての効果を期待できる。

例3：AEP (Application Enablement Platform)

主に欧州地域では IoT プラットフォーム間の連携コスト削減、またデバイス間の異種性隠蔽のため、IoT プラットフォームを機能に基づいて定義する概念：AEP (Application Enablement Platform) が登場し、標準アプリケーションプラットフォームの構築が進んでいる [7]。これは所謂インタフェース標準だけでなく、データ分析基盤の共通化やデバイスの活性化、設定、監視などの優れた方法の特定など幅広い分野に及んでいる。これは「トレードオフ4」条件の緩和を狙っている。

例4：Amazon の Alexa サービス

Alexa サービスでは IoT 適応分野の一つであるスマートホーム向けなどに Smart Home Skill API が提供されている。Skill 開発者はその機能を使って自由にアプリケーションを作成できる。既に AI スピーカー Amazon Echo による口頭指示で自室の照明・空調などを変更するような類のアプリが多数登場している模様である。米国では既に3万本を上るとの情報もある。

例5：ブロックチェーンの IoT への適応

「見えない IoT」領域でも自動化が展望できれば、自動化起因のコスト削減も可能になり、IoT 導入のインセンティブが増す。まだ研究段階ではあるが、この分野でも IoT 領域にブロックチェーン技術を取り込み、イーサリアムが保有するスマートコントラクトの仕組みなどを利用して、例えば、多数設置済の IoT デバイスの古くなったソフトやファームウェアの自動アップデートを自動的に実施する研究など、多様な試みがおこなわれている [22]。

これらの手段活用や考え方を参考にすることによって、今まで IoT システム構築時に遭遇してきた各種の課

題を乗り越える手立てが最近急激に充実してきた。このようなことから、いよいよ IoT プラットフォームの乱立と断片化を越えて「見えない IoT」領域でもスケール化する具体的なソリューションが登場する環境が整って来たと考えられる。

6. おわりに

スケール化だけが高付加価値化ではないが、IoT 分野では断片化の傾向があるので、本稿は主としてスケール化に焦点を当てて解説してきた。振り返って見ると Nest は卓越したシステムであった。B2B と B2C の両面を含み、しっかりしたビジネスモデルの下に、最初から顧客へのサービス価値と電力会社へのデータ由来の価値提供をガバナンスしていた。最近では Nest は Google Home との接続だけでなく Amazon Echo との連携も実現している。

結局、しっかりしたビジネスモデルの全体構想の元に、IoT 機器から収集したデータを加工して、サービスを提供できる相手を明確にし、その実現に向けて地道にガバナンスを繰り返して行くことが重要である。その間に複雑なトレードオフ条件選択の課題が発生するが、それぞれの場面で的確な決断をする必要がある。ビジネス環境は短時間に変化するので見直しが必要になれば素早く実施することも必要である。

5 節では、このような試行錯誤のリスクをある程度緩和してくれそうな手段を幾つか紹介した。しかし、これらはやはり手段であって、本質的には何をやりたいかが重要である。そして、明確にデータ由来のサービスが訴求相手の課題を解決するものである必要がある。しかし、その課題は必ずしも本人や当該部門が認知していない場合も多い。デジタル化が進展した世界では、イノベーションの起点である各種要素の組合せ可能性も爆発的に容易化している。このような可能性を切り拓くためにも、既存スタイルの延長に拘り、例えば自社製品の生産工場の問題発見の取組みからのみ出発するような方法は適当ではないかもしれない。このような取組み姿勢に固執すると現在までの IT 投資と同様の効率化追求に留まり、IoT の根本的な非デジタル素材をデジタル化する折角の能力を生かしきれない危険がある。

IoT は従来とは抜本的に異なる手法のデジタル化なので、視点を変えれば、プラットフォームガバナンスやトレードオフ選択の絶え間ない繰返しという面倒は発生するが、従来とは抜本的に異なる新たな価値創造に繋がる可能性は大きい。環境も整い出しているため、今後は、このような新たな価値創造に向けた競争が活発化すると考えられる。背景を良く理解した上で従来以上に積極的な取組みが必要な時期に来ていると考えられる。

参考文献

- [1] IoT Analytics: IoT Platform Comparison: How the 450 providers stack up, <https://iot-analytics.com/iot-platform-comparison-how-providers-stack-up/>
- [2] 富樫純一 (2018) 「IoT と AI が “化けない” 理由: その普及を阻害している要因は何か?」 https://www.teldevice.co.jp/ted_real_iiot/column/why_reason/
- [3] Yoo, Y. Henfridsson, O. Lyytinen, K. (2010). Research Commentary-the New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research. *Information Systems Research*, 21(4), 724-735.
- [4] Parker, G., Van Alstyne, M., Jiang, X. (2017). Platform Ecosystems: How Developers Invert the Firm. *MIS Quarterly*, 41(1), 255-266.
- [5] Hagi, A. Wright, J. (2015). Multi-sided platforms. *International Journal of Industrial Organization*, 43, 162-174.
- [6] 高橋浩 (2017) 「ICT ベンチャーによるビジネスモデルの変革-Uber, Airbnb の事例を中心に-」研究技術計画, Vol.32, No.2, 117-127.
- [7] Schrieck, M. Hakes, C. Wiesche, M. Krcmar, H. (2017). Governing Platforms in the Internet of Things. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 304, 32-46.
- [8] 日経新聞「ミツウロコ CS と NEC, LP ガスの配送業務効率化に向けた大規模実証を名古屋で開始」2018 年 5 月 8 日
- [9] Mineraud, J. Mazhelis, O. Su, X. Tarkoma, S. (2016). A gap analysis of Internet-of-Things platforms. *Computer Communications*, 89, 5-16.
- [10] Armstrong, M. (2006). Competition in two-sided markets. *Rand J. Econ.* 37(3), 669-691.
- [11] Manner, J. Nienaber, D. Schermann, M. (2013). Six Principles for Governing Mobile Platforms. 11th International Conference on Wirtschaftsinformatik, Leipzig, Germany.
- [12] Schrieck, M. Hein, A. Wiesche, M. Krcmar, H. (2018). The Challenge of Governing Digital Platform Ecosystems. *Digital Marketplaces Unleashed*. Springer.
- [13] Mazhelis, O. Luoma, E. Warma, H. (2012). Defining an Internet-of-Things Ecosystem. *Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking: 12th International Conference*, Springer.
- [14] Ondrus, J. Gannamaneni, A. Lyytinen, K. (2015). The impact of openness on the market potential of multi-sided platforms: A case study of mobile payment platforms. *Journal of Information Technology*, 30, 260-275.
- [15] Schrieck, M. Wiesche, M. Krcmar, H. (2016). Design and Governance of Platform Ecosystems: Key Concepts and Issues for Future Research. *Twenty-Fourth European Conference on Information Systems (ECIS)*.
- [16] Turber, S. Brocke, J. Gassmann, O. Fleisch, E. (2014). Designing Business Models in the Era of Internet of Things: Towards a Reference Framework. M.C. Tremblay et al. (Eds.): *DESIRIST, LNCS 8463*, International Conference on Design Science Research in Information Systems, 17-31.
- [17] Woodside, A. G. Sood, S. (2017). Vignettes in the two-step arrival of the internet of things and its reshaping of marketing management's service-dominant logic. *Journal of Marketing Management*, 33(1-2), 98-110.
- [18] von Hippel, E., von Krogh, G. (2016). Identifying Viable 'Need- Solution Pairs': Problem Solving Without Problem Formulation. *Organization Science*, 27(1), 207-221.

- [19] 石川敏明 (2018) 「タクシー配車アプリ「タクベル」を手掛ける DeNA が AWS を選択した理由」 ITmedia, 2018 年 6 月 11 日 <http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1806/12/news013.html>
- [20] 大原雄介 (2018) 「Arm, IoT プラットフォーム「Arm Pelion IoT Platform」の国内提供を開始」 <https://news.mynavi.jp/article/20180823-682611/>
- [21] Wikipedia: SAP Leonardo https://ja.wikipedia.org/wiki/SAP_Leonardo
- [22] Christidis, K., M. Devetsikiotis.(2016) Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things, IEEE Access, Vol.4, 2292 - 2303.

高橋 浩



1970 年東北大学大学院工学研究科修士課程修了, 同年富士通入社, 2005 年宮城大学教授, 2011 年 MCPC 顧問, 2015 年 B-frontier 研究所設立, 現在に至る。博士 (学術) (東京工業大学), 情報処理学会, 経営情報学会, 研究・イノベーション学会, 国際戦略経営研究学会, サービス学会などの会員。著書「デジタル融合市場」他, 経営情報学会監事。
