

Title	IoTが拓く新ビジネス環境とイノベーション戦略：常にモノがネットワークに繋がる世界にいかに対処すべきか
Author(s)	高橋, 浩
Citation	年次学術大会講演要旨集, 30: 435-438
Issue Date	2015-10-10
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/13311
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

IoT が拓く新ビジネス環境とイノベーション戦略

— 常にモノがネットワークに繋がる世界にいかに対処すべきか —

○ 高橋 浩 (JAIST)

1. IoT の新たな位置づけ

デジタル化が加速し、ドイツのインダストリー4.0 や GE のインダストリアル・インターネットが注目されている。これらは IoT (モノのインターネット) による技術革新に起因するとともに、IoT がどれだけ幅広く社会に浸透するかによっても影響が異なる。謂わば、「100万台による IoT と 10億台による IoT では見えてくる世界が違ってくる」と言える。本稿はこのような認識で検討を行う。

IoT による変革の本質は、これまでの時代を 3 区分した中での第 3 の波到来として理解されている [1]。

第 1 の波 (1960 年代~70 年代)：手作業で行っていた注文処理、経費支払い、CAD、製造資源計画の自動化期。独自の経営戦略を維持しながら業務効率の恩恵を享受する方法を模索。

第 2 の波 (1980 年代~90 年代)：インターネットの爆発的普及期。ネットワーク普及と高速化に伴い、企業は社外納入業者、販売チャネル、顧客などを巻き込み、インターネットを介して業務遂行。

第 3 の波 (現在)：IoT により「常にモノがネットワークにつながる」世界への移行期。常時接続で蓄積されたデータの分析結果を製品に反映することで、製品の機能/サービスを飛躍的に向上。

第 3 の波の時期では接続デバイス数の増加によって変化する領域が変化してくる。IoT 製品とは「センサー、プロセッサ、ソフトウェア、接続機能を組み込み、クラウド上で製品データを収集、分析。それによって製品の機能性や性能を目覚ましく向上させられる製品」と言える [1]。このような製品の構成要素は①物理要素、②情報処理要素、③接続機能から成るが、中核は明らかに②情報処理要素である。そしてこれらによって、生み出された膨大なデータを収集・分析、共有することで、インテリジェント性と接続機能により、全く新たな機能や性能が装備される。これらは、①モニタリング、②制御、③最適化、④自律性に分類できるが、一製品が、①~④全てを備えることもありうる。

・**モニタリング**：センサーと外部データを使って製品

状態、稼働状況、外部環境をモニタリング

- ・**制御**：製品機器やクラウド上の遠隔コマンド/アルゴリズムによって制御
- ・**最適化**：モニタリングデータを製品の働きを制御する機能と組み合わせて製品性能を最適化
- ・**自律性**：モニタリング、制御、最適化を結びつけてかつては夢でしかなかったような高レベルの自律性を実現

このような製品の普及によって到来する IoT 社会への移行は図 1 のように表すことができる。

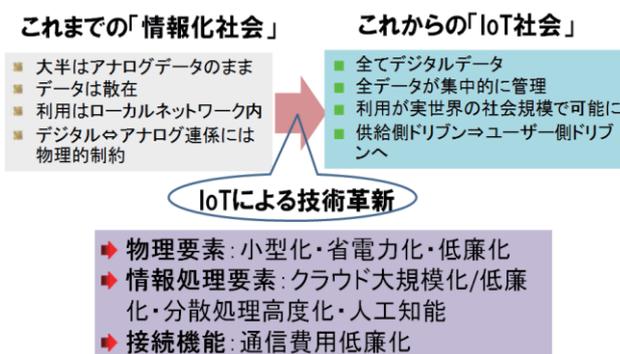


図 1. 「情報化社会」から「IoT 社会」への変化

2. IoT がもたらす影響と特性

このような社会への移行の影響は大きい。

- 1) 実世界とサイバー世界の相互作用、例えば各産業のプロセス・オペレーション革新や「製品のサービス化」等のビジネスモデル高度化が進み、新たな付加価値が創造される（縦の深化）。
- 2) データの二次利用、特定分野技術基盤の他分野での応用などによって、デジタルデータが異なる分野に活用され、新たな産業や新たなサービス価値創造をもたらす（横の連携）。
- 3) デジタル化の進展によって、実世界がデジタルデータで再現可能になり「摺り合わせ」価値が減少する。モジュール化や水平分業化が進み、規模の経済性/ネットワーク経済性により、先端ソリューションが低廉化する。そして、水平分業化や規模の経済性/ネットワーク経済性の進展が拡大する（恩恵の普遍

化と寡占化)。これらは緩やかな競争環境を破壊し、独占・寡占をもたらす競争を加速させる。

4) 企業が保有する重要情報が増加する一方、完全なセキュリティ対策がない中で、企業毎の分散的対応が求められ、セキュリティ・コンプライアンスリスクと対策コストは増大する。

このような影響が登場する[2]。このような傾向は「100万台によるIoTから10億台によるIoT」に、想定規模や普及範囲がコンシューマ機器から産業、社会基盤レベルに拡大して行くことで、用途拡大や期待効果も変化させる。IoT普及によって下記用途への適用なども想定されている[3, 4]。

- 事故や犯罪の予測
 - ペースメーカー/体内埋め込みチップ情報からの病状診断
 - 機械予知保全を通じた産業の生産性向上
 - 真のスマートホーム実現
 - 自律走行車間の相互通信などで自動運転の拡大
- 「10億台によるIoT」では今まで無かったような新たな課題、例えば、社会の重要問題（医療費・社会保障費高騰、教育・保育・介護の制度疲労、地域過疎化、インフラ老朽化、など）へのブレークスルー手段としての期待も登場する。このようなIoT活用モデル発展の方向性を図2に示す。

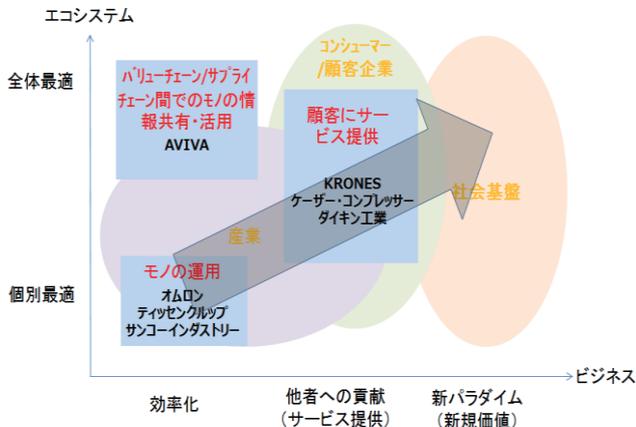


図2. IoT活用モデル発展の方向性

図2は縦軸はエコシステム（最適化領域の広さ）、横軸はビジネス（効率化から新規価値創造へ）を示している。当初、製造工程の見える化拡大による個別最適/効率化から出発するとしても、①モニタリング～④自律性の組合せ進展は急激に進み、その延長で新たなサービス価値登場、それに伴うビジネスモデル見直し（図2の右上方向）が重要になる。その状況を以下に示す。

- ビックデータ、IoT、人工知能によって、あらゆる分野でビジネスモデルが大きく変わる。
- 付加価値の源泉となるデータを押さえ新たなビジネ

スモデルを構築した者は、各分野でビジネス主導権を握り、そのプラットフォームを活用して、他分野にも横展開し新たな付加価値を獲得して行く。

3. IoTが切り拓くイノベーション・サイクル

上記で述べたように、IoT活用は新たなサービス価値創造に移行して行く。その兆しの具体例を以下に示す。

例1：KRONES（飲料充填装置メーカー）は充填装置をIoT化することで遠隔監視や保守費用削減を目指したが、この機会に顧客との情報共有で顧客関係強化を図ることにした。そうしたら、顧客から他社製装置も含めた一体管理の希望があり、自社の接続仕様による機器間連携が始まる可能性が登場した。「信頼できる接続性と遠隔監視によるサービス性」がビジネスの生命線となった。

例2：ケーザー・コンプレッサー（コンプレッサー装置メーカー）はコンプレッサー機販売に加えて、顧客に代わって機械を運用し、圧縮空気を供給容量に応じて課金・販売するビジネスを開始した。その結果、圧縮空気が固定費から変動費に替わり、初期費用が不要になった。大口圧縮空気ユーザーだけでなく小口ユーザーの開拓に成功した。

また、IoT導入の進め方は、典型的には自社/特定グループ内基盤を基礎にしたクローズな進め方と、標準化やオープンコンソーシアムに基づくオープンな進め方がある。2案の要点を図3に示す。

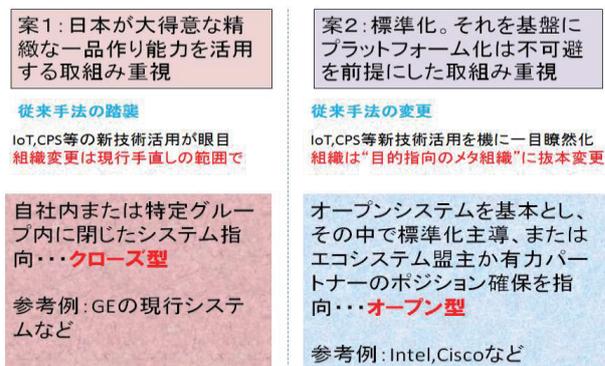


図3. IoT活用のクローズ型、オープン型の進め方
クローズ型はGEのジェットエンジンの事例に見られるだけでなく、日本でもコマツのスマートコンストラクションなど、基盤ソリューションが先行していれば先進的IoTソリューションとして成立しやすい。しかし、有力基盤がなかったり新規分野では、多くはオープン型の取組みから始まると思われる。その場合、IoT適応分野は千差万別なので適応環境差も大きく、「適切なエコシステム形成×最適ビジネス領域」の組合せに向けた主導権獲得競争は始まっている。この世界は多くはB2BまたはB2B2Cの世界であり、勝者総取りシ

システムが席卷する場合もあろうが、(B2C 世界とは異なり) 多様な個別システムが登場する可能性は高い。個別システム成立条件は、特定領域ニーズに適確にフィットするのは当然だが、ニーズ取得やシステム展開に於いて多様な成立の経緯/プロセスがあると思われる。それぞれの「エコシステム×ビジネス環境」は複雑であり、中には多様なせめぎ合いによる循環的変化の兆しも見て取れる。現状における観察例を以下に述べる。

- ・クローズ型の動きがある (GE などの先行例[5])。
- ・オープン型の動きもある (IIC[6]など各種フォーラム)。
- ・モジュール化が進み水平分業化も拡大して、規模の経済性/ネットワーク経済性が発生しやすくなる。
- ・「摺り合わせ」価値は減少する一方、製品のサービス化が進行する。

このような状況に対し、図4に示す2重螺旋モデルの適応可能性を検討する[7]。

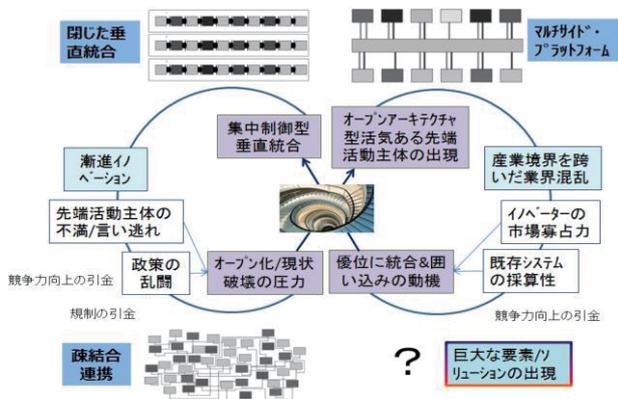


図4. デジタルビジネス向け2重螺旋モデル

2重螺旋モデルは複雑なデジタル・ビジネスとその価値創造の循環において、下記循環を想定したモデルであり、欧米デジタル放送の分析から提唱された[7]。

- ・垂直統合モデル⇒疎結合連携へ 変化に対する漸進的取組みで多様な主張登場。緩い連携で暫定対処を目指す (日本のIVI[8]はこの傾向を保有)。
- ・疎結合連携モデル⇒マルチサイド・プラットフォームモデルへ プラットフォーム形成。ネットワーク外部性発生パフォーマンスの競争で各自の優位性を目指す (IICで各分野にPredix基盤適用を推進すればこのパラダイムへ)。
- ・マルチサイド・プラットフォームモデル⇒何らかの主導権争いと新規価値創生へ 既存枠組みを突破する新価値創生へ
- ・主導権争いの勝者⇒垂直統合モデルへ 価値創造で先行した勝者がリターンを盤石にするため新たな垂直統合を目指す。

IoTを活用した「100万台によるIoTから10億台によるIoT」まで俯瞰したデジタル化の深化のビジネス環境変化は、将にこの図式に当てはまると考えられる。

るIoT」まで俯瞰したデジタル化の深化のビジネス環境変化は、将にこの図式に当てはまると考えられる。

4. IoTはビジネスにどのようなインパクトを与えるか

既に産業構造変化は始まっている。その一端を表1に示す[3, 4]。

表1. 従来の産業構造の変化の事例

分野	従来の産業構造の変化
製造・販売	・製販/流通一体的サービスを提供するビジネスモデルが増加
モビリティ	・自動車の所有から共有/使用へ ・単なる移動手段から大きな情報端末へ
ヘルスケア	・医療サービス/健康サービスの一体的な提供が主流に
エネルギー	・エネルギーマネジメントのみならず総合的生活支援サービスに

全体的に既存産業の枠組を超えた一体型サービス提供の傾向が見られる。今後、IoTで得られたデータを高度に分析することで、従来の産業の垣根を越えた新たなサービス創出が一層進むと思われる。その際、異業種連携や、大企業とベンチャー企業との連携、ビジネス環境変化に対応した経営転換が必要になる。即ち、IoTは企業が挑戦すべき業界競争ルールを変えていくことになる。その例を以下に示す。

- ・全ての産業でデータを核としたビジネスモデルの革新が生じる。
- ・産業の垣根を越えた大変革が不可避になる。
- ・企業・産業の壁を越えた他社との連携が必要になる
- ・ユーザーニーズを踏まえた迅速かつ柔軟な価値創造への転換が必要になる。
- ・「試行錯誤の中から新たなビジネスモデルが生まれる」との認識での挑戦が必要になる。

そして、これらの結果として、競争力の源泉や力を入れるべき方針/戦略も変化してゆく。その例を以下に示す。

- ・データを活かした事業展開のためにはプレイヤー間の戦略的連携が鍵になる。⇒「適切な連携パートナー探索と連携の模索」
- ・データをいち早く押さえてビジネス化した者が勝ちの世界へ突入する。⇒スピードが生命。これを実現するための「コーポレートガバナンスの見直しや組織構造改革の推進」

こうして求められることになる組織構造改革の例を2つ以下に示す。

組織構造改革例1 (組織構造が多様化)

「エージェント (企業や個人) が法的に自律的で、雇用関係とリンクしていない」メタ組織が登場する[9]。企業は、成功の中心となる作業実施のため、ますます

多くをパートナーに依存し、自らはより深く専門化する（あらゆる産業分野で“Shrinking core-expanding periphery”の傾向）。このメタ組織拡大のメカニズムは下記のように説明できる。

1. 急速に変化し競争の激しい環境では、顧客はより多くの情報と選択肢を保有
2. その結果、顧客ニーズへの俊敏な対応圧力が増大
3. 内部コストはしばしば、外部取引コストを超えると結論するように企業を誘導
4. 自前事業単位よりも、より迅速で応答性の良い外部パートナーを探索する傾向へ

この結果、各種の「メタ組織」パターンが登場する。

組織構造改革例 2（分業形態が多様化）

IoT の普及は増々グローバル・バリュー・チェーン生産の可能性と、商品、アイデア、ノウハウ、投資、訓練などの国際流通を拡大する。その結果、バリューチェーンの両端に価値が偏在するスマイルカーブの傾向が増大する[10]（図5）。そして、サービス価値創造はこの傾向を増幅させる。

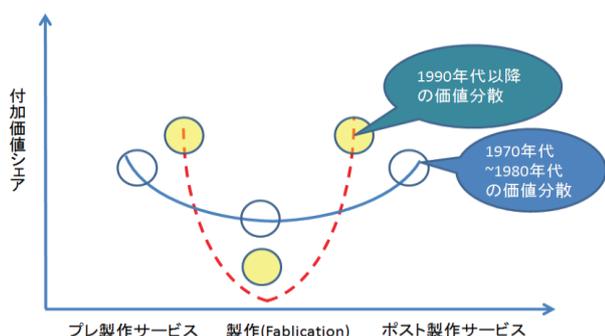


図5. グローバル・バリューチェーン拡大によるスマイルカーブの変化

5. まとめ

競争力を維持するためには何をすべきであろうか。また、産学官はどのような行動が求められるであろうか。典型的な行動例を以下に示す。

- ・産 ⇒ 「新たな BPR 的活動」への取り組み
- ・官 ⇒ 「複雑化する社会」「産業の区分けが曖昧化する社会」で想定されるガバナンスルール策定
- ・学 ⇒ 「複雑化する社会」「産業の区分けが曖昧化する社会」への取り組み指針、モデル開発など（モデル例：2重螺旋モデル）

そして、採用すべきイノベーション戦略としては、

- ・プラットフォーム構築競争、ビジネスモデル構築競争に先手を打つための戦略
- ・スピードで優位に立つための施策など

が求められる。このような活動から醸成される新たな

IoT 社会のイメージを表2にまとめる。

表2. IoT 社会で見られる傾向の概要

技術面に関わる傾向	組織面に関わる傾向
<ul style="list-style-type: none"> ・モジュール化が拡大 ・プラグ&プレイの技術が登場 ・可視化領域が拡大 ・シミュレーション適応領域が拡大 ・最適化領域が拡大 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラットフォーム構築競争が激化 ・ビジネスモデル構築競争が激化 ・バーチャル空間での操作が拡大
↓	↓
<ul style="list-style-type: none"> ・新たなBPR的活動が再来 	<ul style="list-style-type: none"> ・複雑化する社会 ・産業の区分けが曖昧化

[参考文献]

- [1] マイケル E. ポーター、ジェームズ E. ヘブルマン, “IoT 時代の競争戦略”, April 2015 Diamond Harvard Business Review.
- [2] 「CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革」、産業構造審議会 商務流通情報分科会 情報経済小委員会、平成27年5月
- [3] 「IoT時代に対応したデータ経営 2.0の促進のための論点について」、経済産業省 商務情報政策局、平成27年2月
- [4] 2015年版ものづくり白書、経済産業省、平成27年6月
- [5] GE イメルト CEO、富士フイルム、コマツ、IHI の各社長が語る、IoT 時代の製造業革新、<http://www.sbbit.jp/article/cont1/29960>
- [6] IIC(Industrial Internet Consortium)
<http://www.industrialinternetconsortium.org/>
- [7] Margherita Pagani, “DIGITAL BUSINESS STRATEGY AND VALUE CREATION: FRAMING THE DYNAMIC CYCLE OF CONTROL POINTS”, *MIS Quarterly*, Vol. 37 No. 2, pp. 617-632/June 2013
- [8] IVI(Industrial Value Chain Initiative)
<http://iv-i.org/>
- [9] Gulati, R., Puranam, P., & Tushman, M. L., “META-ORGANIZATION DESIGN: RETHINKING DESIGN IN INTER-ORGANIZATIONAL AND COMMUNITY CONTEXTS”, *Strategic Management Journal*, 33(6), 571-586, 2012.
- [10] Richard E. BALDWIN, “Servicification of Manufacturing: Facts and reflections on policy implications”, RIETI BBL, No.957, 2015.6/29.