

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | サイバー・フィジカル・システム（CPS）に対応する技術政策の最適解：IoTによる製造革命（つながる工場）  |
| Author(s)    | 中村, 吉明  |
| Citation     | 年次学術大会講演要旨集, 30: 474-478  |
| Issue Date   | 2015-10-10  |
| Type         | Conference Paper  |
| Text version | publisher   |
| URL          | <a href="http://hdl.handle.net/10119/13320">http://hdl.handle.net/10119/13320</a>   |
| 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  |

## 2 C 1 7

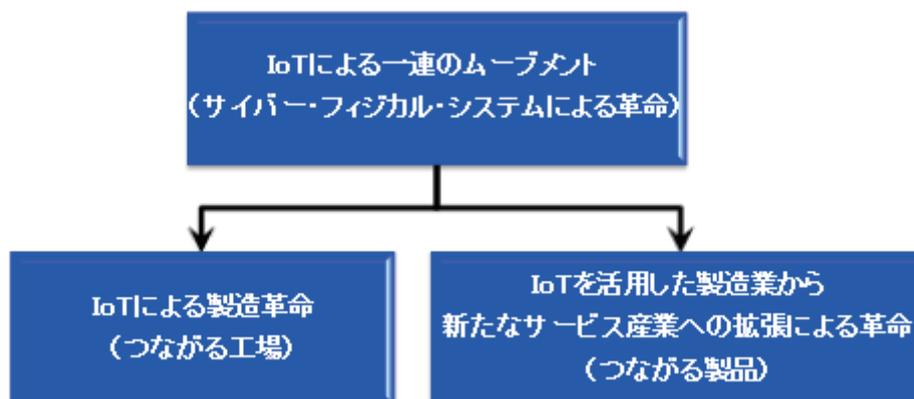
### サイバー・フィジカル・システム（CPS）に対応する技術政策の最適解 － IoTによる製造革命（つながる工場） －

○中村 吉明（産業技術総合研究所）

#### 1. はじめに

最近、「IoT（モノのインターネット化）<sup>i</sup>による一連のムーブメント」を第4次産業革命と言う人が増えている。本稿では、「IoTによる一連のムーブメント」を、「IoTによる製造革命（つながる工場）」と「IoTを活用した製造業から新たなサービス産業への拡張による革命（つながる製品）」の2つに分け、特に、「IoTによる製造革命（つながる工場）」について論ずる（図1）。まず、「つながる工場」の典型例であるドイツの「インダストリー4.0」を解説した上で、日本への適用可能性を考える。次に、「インダストリー4.0」の真の意図に言及する。最後に、日本企業へのヒアリング結果を踏まえ、「IoTによる産業革命（つながる工場）」に関する技術政策の最適解を考える。なお、「IoTによる一連のムーブメント」は、サイバー・フィジカル・システム（CPS: Cyber Physical System）による革命とほぼ同義であり、実社会とサイバー空間の相互連携を通じて社会問題を解決するシステムによる革命のことを言う<sup>ii</sup>。

図1 第4次産業革命



#### 2. インダストリー4.0とは

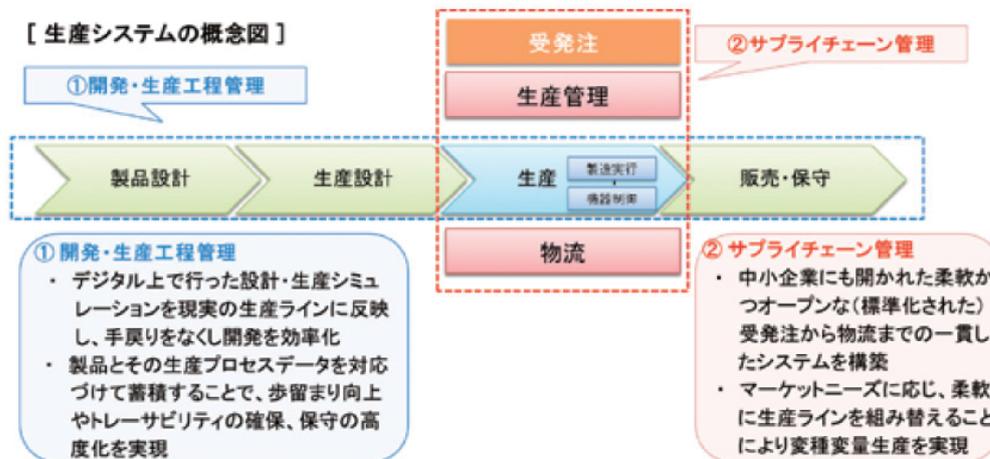
「つながる工場」として世界的に有名なのは、ドイツの「インダストリー4.0」であろう。「インダストリー4.0」は、そもそも、2011年にドイツの産学官によって立案されたものであり、ドイツの製造業の競争力強化を図るため、IoTによる生産の効率化やサプライチェーンの最適化を進め、国全体をあたかも1つの「つながる工場」にすることを目指すナショナル・プロジェクトである。日本では最近、この「インダストリー4.0」が脅威となるのではないかと話題になっている。ここでは、まず、「インダストリー4.0」とは、どのようなものか、今年の『ものづくり白書』の図2を用いて考えてみる。

『ものづくり白書』では、「インダストリー4.0」を、デジタル化で製品設計～生産設計～生産～販売・保守までのデータ（横の流れ：①開発・生産工程管理）と受発注～生産管理～生産～物流までのデータ（縦の流れ：②サプライチェーン管理）をつなぎ、多品種少量生産を更に進化させた変種変量生産に対応できる柔軟で自立的な生産現場を創出するプロジェクトとしている。

そもそも日本企業の競争力の源泉は、「すりあわせ」にあったが、「つながる工場」は、半自動化された、究極の「モジュール化」による「ものづくり」であり、日本は、成功体験のある過去のビジネスモデルに固執してしまえば国際競争力を失うかもしれない。他方、日本版「インダストリー4.0」と称してドイツ型ビジネスモデルを借用したとしても、日本の「ものづくり」のよさを消滅させてしまう可能性

がある。そもそもドイツの「インダストリー4.0」は、日本に適応可能なのだろうか。そこには 3 つの問題がある。

図2 インダストリー4.0の生産システムのイメージ



資料：経済産業省作成

### 3. 「つながる工場」を日本へ適用する際の3つの問題

まず、第1の問題は、本当に日本全体を「つながる工場」にできるのかという問題である。例えば、自動車産業を考えてみよう。日本には、トヨタ、日産、ホンダなどの自動車組立メーカーがあるが、それぞれは、一昔前よりも厳格ではないが、緩やかな系列があり、その系列に属する企業から部品を調達するケースが多い。それぞれの系列は、フィジカルなシステムであるカンバン方式を用いて、ジャストインタイムで自動車組立メーカーに部品を供給している。仮に、それら部品供給メーカーのデータを系列を越えて共有化すると、品質の良く価格の安い部品供給企業に発注が集中することとなり、優勝劣敗となるであろう。一方、自動車組立メーカーにとっても、短期的には効率的で品質の良く安い車作りができるかもしれないが、中長期的には金太郎飴的な個性のない車が作られる可能性がある。

他方、化学メーカーなどの企業の生産工程には、数多くのノウハウが含まれており、あらゆるデータが公表されると、門外不出の「秘伝のたれ」のようなデータも公知となってしまう、その企業の競争力を削ぐことにつながりかねない。したがって、企業によっては、つながりたくない、公開したくないデータも当然出てくるであろう。

第2の問題は、“国内”標準化問題である。例えば、「インダストリー4.0」の説明で使用した図2で考えてみよう。横の「①開発・生産工程管理」に関しては、ドイツではシーメンス、フランスではダッソー、アメリカではパラメトリック・テクノロジー・コーポレーションが各国の代表企業となっているが、日本企業は、海外ではほとんどシェアがなく、国内では複数メーカーがガラパゴス的なシェア争いをしているのが現状である。他方、縦の「②サプライチェーン管理」の上流側の業務・計画システム、いわゆるERP(Enterprise Resource Planning)の世界市場は、ドイツのSAPとアメリカのオラクル、Sageの寡占状態である。一般的に、海外では、一業態で競争力のあるのは一社だけというケースが多いため、その国の政府は、その企業にテコ入れすればいいが、日本の場合、複数の企業が狭い国内市場で競争し、どの企業も撤退しないため、「過当競争」となり、国際標準化以前の問題として、“国内”標準化ですら難しいというケースが多い。「つながる工場」はまさにこのケースである。

第3の問題は、サイバー・セキュリティの頑強性である。これは「つながる工場」固有の問題ではなく、ネット全体の問題である。さらに、最近、我が国ではベネッセの顧客情報の流出問題、日本年金機構の個人情報の流出問題などが起こっており、ネット上でのデータ流出の関心が高まっている。仮に、ネットにつながったデータがその時点で完璧なセキュリティ対応がなされていたとしても、サイバー攻撃が巧妙化し、工場の制御機器を破壊するかもしれない。ネットとつながる利便性もあるが、そのリス

クの大きさも認識する必要がある。例えば、現在、化学プラントでは、センサーを多数つけ、最適な反応を持続させるために管理・制御しているが、それらデータはネットにつなげていない。それは、万に一つ、サイバー攻撃を受け、ハッキングされると、大事故につながるからである。

#### 4. 「インダストリー4.0」の真の意図

ドイツの「インダストリー4.0」の目的は、自国の企業がその強みを活かし、国内外で競争力を高めることにあるが、それを達成するための重要な戦略が国際標準化である。すなわち、自国の企業が有利になるように国際標準を設定し、世界のゲームのルールを変えようとしているのである。その新たなルールのもとで、ドイツ国内に「つながる工場」を作り、人件費などのコストを低減させ、国内製造業の競争力を高めようとしている。さらに、この「つながる工場」をパッケージ化して新興国等に輸出し、ドイツ企業を中心とした「地産地消」を進めようとしているのである。言い換えれば、低コスト国を求めて工場が転々とする時代を終焉させ、消費地の近くでドイツ型の「ものづくり」を行うことを目指しているのである。

他方、この際、ドイツの国内競争環境を変えたいという動きもある。具体的には、自動車組立メーカー等の最終製品製造企業を頂点としたヒエラルキーを変えたいという企業、例えば SAP やボッシュが「インダストリー4.0」の主導者であるという事実から裏付けられる。SAP は全世界に標準的なプラットフォームを提供することにより、ヘゲモニーを握ろうと考えているし、ボッシュも自動車部品供給メーカーから脱皮し、自動車組立メーカーを凌駕し、イニシアティブを取ることを目指しているのである。

#### 5. 国内企業のヒアリング結果

ここでは、日本企業に、「インダストリー4.0」の認識、自社の取り組み、政府に期待することなどをヒアリングしたので、表1、表2にそれらの結果をまとめる。ちなみに、A社からD社が総合電機メーカー、E社とF社が工作機械メーカー、G社とH社が自動車関連企業である。

まず、「インダストリー4.0」については、過去に行ったプロジェクトやメソトロジーが似ており新鮮味がないとの指摘や、中小企業を含めすべての企業が参加するのは難しいのではないかと指摘などがあった。一方で、「インダストリー4.0」に沿って、国際標準化が作られると、日本企業が不利益を受けるのではないかと考える企業もいくつかあった。政府に期待することとしては、国際標準化に対する国内のとりまとめのほか、モデル事業への支援などがあった。

表1 国内企業のヒアリング結果（1）

| ヒアリング先 | Industrie 4.0に対する認識       | IoT/ICTへの取り組み                                 | Industrie 4.0への危機感        | 政府に期待すること                  |
|--------|---------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| A社     | 顧客目線ではなく作り手目線のプロジェクトに過ぎない | 全体最適を視野に入れたソリューションビジネスを展開                     | インフラまでカバーすることでSAPに対抗      | 研究開発・プロトタイプ予算の支出           |
| B社     | すべての企業へ適用できないのではないかと      | ・ICT活用設計製造システム実現<br>・中小・中堅企業向けソリューション展開       | -                         | -                          |
| C社     | FMSやCIMと変わらない             | 工場におけるICT活用プラットフォームを展開                        | マシンレベルで勝手な規格を押し付けられることを危惧 | 標準化のとりまとめ                  |
| D社     | -                         | ・主宰する生産革新活動によりソリューションを展開<br>・中小企業向けソリューションも展開 | -                         | 通信規格の標準化に向け、方向性を揃えるような補助事業 |

(注)

FMS: Flexible Manufacturing System

CIM: Computer Integrated System

表2 国内企業のヒアリング結果（2）

| ヒアリング先 | Industrie 4.0に対する認識      | IoT/ICTへの取り組み                                     | Industrie 4.0への危機感          | 政府に期待すること                           |
|--------|--------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------------|
| E社     | 本質的にIMSと同じ               | 製造現場のICT化推進                                       | MESを押さえられる可能性も              | ・標準化推進<br>・MES開発支援                  |
| F社     | 工程完全自動化は不可能              | ・産業自動化用ネットワークを開発・展開<br>・ロボットによる生産ラインの高度な自動化をすでに達成 | IoTビジネスが特定企業による1極集中に陥ることを危惧 | ・標準化推進のための企業の取りまとめ<br>・研究開発、実証実験の支援 |
| G社     | 今まで組んでいなかった企業と組む可能性も     | ・ORiNの普及・製品開発・販売を実施<br>・2次産業から1次/3次産業へ展開          | 欧州規格で押さえられる恐れ               | 競合する企業の取りまとめ                        |
| H社     | 自動車メーカーは競合しないが、系列を含めると競合 | -   | 標準化によって生産方式を変えられることを危惧      | 企業の取りまとめと意見調整の場の設定                  |

(注)

IMS: Intelligence Manufacturing System

MES: Manufacturing Execution System

ORiN: Open Robot/Resource interface for the Network: 工場内の各種装置に対して、メーカー、機種の違いを超え、統一的なアクセス手段等を提供する通信インターフェース。

## 6. 「IoTによる製造革命（つながる工場）」に関する技術政策の最適解

日本の国内企業同士でウィン・ウィンの関係が成り立ち、日本の国際競争力が高まるのであれば、日本全体を「つながる工場」にするという政策目標を立てた方がよいであろう。一方、時流に乗らんとするあまりに、自らのメリットが明確でないのに、日本全体を「つながる工場」にするというような政策目標を設定するのは得策ではない。日本は、3. の「「つながる工場」を日本へ適用する際の3つの問題」の1番目と2番目の問題が大きく、すべての企業のあらゆるデータをつなげることは難しいと考える。他方、今まで日本企業も部分的にはIoTを活用しており、ドイツより進んでいるところも数多くある。ただ、それらすべてが繋がっている訳ではないため、今後、日本企業は、お互いウィン・ウィンの関係が成り立つ企業内、企業同士で確実につなげていけばよいと考える。その結果、お互いメリットのあるデータが共有化され、それらを活用することにより、効率を高め、競争力を高められれば、十分、ドイツに対抗できると思われる。

ただし、その際、以下の3点を留意する必要がある。

第一点は、ドイツが進める国際標準化への対応である。ドイツは積極的にIECやISOなどの国際機関を活用しながら、自国に有利な国際標準を設定しようとしている。一方、日本企業は、それぞれ利害得失が一致しないため、日本案としてドイツの対案を提案することは難しいと思われる。したがって、日本としては、ドイツ案を注意深く検討し、少なくとも、日本企業にデメリットにならないように誘導することが肝要である。すなわち、用語の統一のほか、細部のプロトコルを規定しない大枠の国際標準にとどめるように、アメリカ等の参加国を味方につけて議論を進めるべきである。

第二点は、サイバー・セキュリティ研究の推進である。今後、IoTは急激な速度で進展していく。それに伴い、サイバー・セキュリティは必要欠くべからざる技術となるのは確実である。ハッキングの技術は日進月歩で進んでおり、それに対抗するために、サイバー・セキュリティの研究を積極的に進める必要がある。

第三点は、政府がやるべきでない技術政策であるが、群雄割拠する「①開発・生産工程管理」と「②サプライチェーン管理」などのプラットフォームの集約化である。過去、政府が主導してプラットフォームを集約化する技術政策を数多く行ってきたが、十分な成果があげられなかった<sup>iii</sup>。今回も同様な結

果となる可能性が高い。他方、異なるプラットフォームでも、その中で効率を高めることができるし、標準化されていない、その企業にしかできない特徴的な技術を活用すれば、十分競争力を高めることができる。さらに、自然淘汰による企業の集約化も進むことが予想されることに加え、プラットフォーム同士で、ウィン・ウインの関係となるのなら、その時点で集約化すれば足りるのではないかと考える。

---

【注】

i IoT は、Internet of Things であり、直訳するとモノのインターネット化のことを言う。家電製品、産業機器、公共インフラなどに設置したセンサーのデータをネットワーク経由で収集・解析して運用、保守・管理することに加え、新たなサービス業の創出に生かす仕組みのことを言う。

ii 『ものづくり白書』のサイバー・フィジカル・システムの定義は、物理的な現実の世界のデータを収集、コンピュータ上の仮想空間に大量に蓄積・解析し、その結果を、今度は物理的な現実の世界にフィードバックするというサイクルをリアルタイムで回すことで、システム全体の最適化を図る仕組み、としている。

iii その例外の一つは、超 LSI 技術研究組合のプロジェクト、いわゆる超 LSI プロジェクトである。このプロジェクトの結果、半導体製造装置が2つの方式に集約化され、その後の日本の半導体の競争力の強化につながった。

【参考文献】

経済産業省 [2015], 「ものづくり白書 2015」.

[http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2015/honbun\\_pdf/](http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/mono/2015/honbun_pdf/)