



Information-technology  
Promotion  
Agency, Japan

# 組込み/IoT産業の方向性について

～組込み産業動向調査WGの活動より～

2021年11月16日

独立行政法人 情報処理推進機構 (IPA)

社会基盤センター

組込み産業動向調査WG

本報告資料は、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）社会基盤センターが、毎年実施している「組込み/IoT産業の動向把握等に関する調査」事業に関するものです。

昨年度の調査結果は、アンケート項目毎の集計結果の分布をグラフ形式で表し、すでに下記のIPAサイトで公開しています（2021年6月30日公開）。

<https://www.ipa.go.jp/ikc/reports/20210630.html>

過去の調査事業は、シンクタンク系の調査会社に調査と集計を委託し、IPAの研究員グループが考察したうえで公開していましたが、組込み/IoT産業を取り巻く環境が大きく変化している現在、IPAの研究員グループのみの知見では十分な考察が難しくなってきました。そのため、2020年度より新たに有識者委員会「組込み産業動向調査WG」を設置して、調査結果の分析と議論を進めています。

議論を進める中で、「組込み/IoT産業のDXとは何か」が論点となり、次に、経済産業省が公開した「DXレポート2\*」に基づいて、「組込み/IoT産業の方向性」に着目しました。

本報告資料は、その中から中心的な話題を抽出し、「組込み/IoT産業の方向性についてのWG見解」として、同産業に関わる人たちへのメッセージとして公開するものです。

\*) 「DXレポート2（中間取りまとめ）」 <https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004.html>  
「DXレポート2.1（DXレポート2追補版）」 <https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210831005/20210831005.html>

## 1. はじめに

1.1 組込み/IoT産業の変革期

1.2 組込みソフトウェア産業に関する実態調査事業

1.3 「組込み産業動向調査WG」の成果

## 2. 組込み/IoT産業の方向性についてのWG見解

① 組込み/IoT産業のDXは「暗黙知の見える化/共有化」

② 組込み/IoT産業の課題は「全体最適への取り組み」

③ 組込み/IoT産業の方向性

## 3. まとめ

〔別紙1〕組込み/IoT産業の産業構造

あらゆるものがインターネットにつながるIoT化を進めてきた組込み/IoT産業は、未来社会の姿「Society5.0<sup>+1</sup>」、産業の在り方「Connected Industries<sup>+2</sup>」に向けて変革の時期を迎えている。組込み/IoT産業と関係の深い製造業では、既に先行する自動車産業が、ソフトウェア・ファーストの潮流に乗って、変革を推し進めている。市場から積極的に自動車の使われ方データを収集し、CPS(Cyber Physical System)上でデータ解析した結果から新しい機能を類推して機能追加する、また、車載ソフトウェアアップデートはOTA(Over The Air)で行って新たな価値を迅速に市場に戻す、そのような新たなビジネスモデルの創出に向けた変革が現実に進んでいる。

自動車産業におけるソフトウェア・ファーストの潮流は、製品と製造の両方でIoT化を進めようとする製造業に広く影響を与え、そのような製造業は、変革の方向性を確信したと思われる。製造業にとって、これまで可視化を進めてきたIoTやこれからのCPSの世界は、データを活用して事業内容を変革してゆくためのインフラに位置づけられる。

組込み/IoT産業は、製造業が向かう変革の方向性を捉えることが出来れば、少なくとも変革を協創するパートナーとしてのビジョンが描けると期待できる。IoTに密接にかかわってきた組込み/IoT産業は、これまで受託ビジネスを中心に行ってきたが、ユーザー企業が気付いていない必要な機能を提案してきた文化がある。また、従来の組込み/IoT産業の枠を越えて、AI、ビッグデータ解析、アジャイル、DevOps等、新たなデジタル技術の導入、新たな開発スタイルの適用などに果敢に挑んできた。これまでは、新たな技術や開発スタイルに取り組んだ先がまだはっきりしない状況であったが、ソフトウェア・ファーストの潮流によって、光が射してきた。組込みソフトウェア自体が、クラウドと密接に連携して、これまでの枠が取り払われた新しい領域に入り込んでゆくと思われる。

しかしながら、ソフトウェア・ファーストの潮流がもたらす新しい産業は、これまでのモノづくり産業と産業構造が異なるため、ここに参入しようとする組込み/IoT産業の企業は、現状の立ち位置を認識して、マインドセットを変えていく必要がある。

### <脚注>

†1

「Society 5.0」：内閣府によって提唱されている我が国が目指すべき未来社会の姿。サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する。引用元：[https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/)

†2

「Connected Industries」：経済産業省によって提唱された、人、モノ、技術、組織等が様々につながるにより新たな価値創出を図る、我が国の産業が目指すべき姿（コンセプト）。引用元：[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/connected\\_industries/index.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/index.html)

IPAが設立された2004年当時、情報家電や携帯機器、自動車や産業機器等の電子制御機器の高機能化・高性能化に伴い、システムに組み込まれるソフトウェア（組込みソフトウェア）の大規模化、複雑化が進んでいた。また、このような大規模化、複雑化に対応できる日本の組込みソフトウェア技術は、多くの産業の中核技術として国際競争力を維持するための強みと考えられていた。

そのため、経済産業省は、わが国における組込みソフトウェア産業の健全な発展を支援し、国際競争力を強化するための産業政策を導き出すことを目的に、国内の組込みシステム・機器開発企業や、開発に必要な部品・環境を開発・提供している企業における組込みソフトウェア開発の現状を把握するための調査事業を開始した。

IPAは、当初より経済産業省とともに、わが国の組込みソフトウェア産業に関する実態などの調査に関わって来た。

この調査は継続してきたが、前述したように、組込みソフトウェア産業を取り巻く環境が著しく変化している状況の中で、組込みソフトウェア産業への産業政策が導かれるような調査を行うためには、有識者が組込みソフトウェア産業の方向性を議論しながら、実態の把握と動向の仮説検証を行う必要性が高まってきた。

2020年9月に、IPAの社会基盤実装委員会「組込み・OT系DX検討部会」の配下に「組込み産業動向調査WG」を立ち上げた。

## 1. はじめに

### 1.3 組込み産業動向調査WGの成果 (1/3)

「組込み産業動向調査WG」が「2020年度の調査結果データ」から、組込み/IoT産業がDXに取り組む状況を分析していくと、その取り組みは産業構造上の立ち位置に影響されることが分かり、組込み/IoT産業と最も関係の深い製造業は、DXに取り組みながらも先の出口を示せていないことに気づき始めた。議論を重ねた結果、前述したように、自動車産業のソフトウェア・ファーストの潮流から製造業がDXに取り組む先の出口が見えてきたことで、組込み/IoT産業はどうすべきかに論点が移ってきた。その結果、組込み/IoT産業に関わる企業が意識しなければならない技術の視点や、見据えなければいけない数年後の産業構造の姿が議論され、2021年度調査の枠組みが構築できた。

日本の組込み/IoT産業の産業構造は、メーカー企業とメーカー企業を支えるベンダー企業（WGの定義では、サブシステム提供企業やサービス提供企業）とでピラミッドを形成している。その中で、製品のエンドユーザーとの接点を持たない立ち位置の企業にとっては、データから顧客価値を創出するDXに取り組もうとしても、取り組みのスコープが限定されてしまう。そのため、新しいデジタル技術に取り組むことは得意であっても、その先のDXに取り組む方向性がよく見えない。そのようなWGの状況において、経済産業省が2020年12月28日に公開した「DXレポート2（中間とりまとめ）<sup>13)</sup>」の「ベンダー企業の目指すべき方向性（4つ）」は、WGが見出せなかった方向性を提示していた。これは、受託体質のベンダー企業に変革を促すもので、次の4つ：

- ①ユーザー企業の変革を共に推進するパートナー
- ②DXに必要な技術・ノウハウの提供主体
- ③協調領域における共通プラットフォーム提供主体
- ④新ビジネス・サービスの提供主体

が説明されている（次ページ参照）。

## 2.5 ベンダー企業の目指すべき方向性

出典：DXレポート2（中間とりまとめ）<sup>+3</sup>

- 現行ビジネスの維持・運営（ラン・ザ・ビジネス）から脱却する覚悟を持ち、**価値創造型のビジネス**を行うという方向性に舵を切るべき
- ユーザー企業とDXを一体的に推進する**共創的パートナー**となっていくことが求められる
- また、ITに関する強みを基礎として、**デジタル技術を活用して社会における新たな価値を提案する新ビジネス・サービスの提供主体**となっていくことも期待される



DXレポート2に示された4つの方向性は、IT系ソフトウェア産業に留まらず、組込み/IoT産業にも当てはまるものであることを、WGの議論によって確認することができ、2021年度の調査項目の成果に繋がっていった。

### <脚注>

+3

「DXレポート2（中間取りまとめ）」：経済産業省が公表した、我が国企業がデジタルトランスフォーメーション（DX：Digital Transformation）を加速するため、企業のとるべきアクションと政府の対応策の検討。引用元：

<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201228004/20201228004.html>

## 2. 組込み/IoT産業の方向性についてのWG見解

IPA社会実装推進委員会内に設置した「組込み産業動向調査WG」が2020年度調査結果データの分析や翌年度調査項目の検討を議論している中で、日本の組込みソフトウェア産業の実態やこれからの方向性について、立場や視点が異なる各WG委員が、様々な意見を述べ議論した。その中から、公開する価値があると考えたものを整理した。

- ① 組込み/IoT産業のDXは「暗黙知の見える化/共有化」
- ② 組込み/IoT産業の課題は「全体最適への取り組み」
- ③ 組込み/IoT産業の方向性

## ①組込み/IoT産業のDXは「暗黙知の見える化/共有化」 (1/3)

### ➤ 意見が述べられたWG議論：

2020年度調査では、「製造分野DXへの取り組み」に関する調査テーマを設け、組込み/IoT産業の産業構造の位置づけ\*)：

A.ユーザー企業、B.メーカー企業、C.サブシステム提供企業、D.サービス提供企業別に、その取り組みの違いを分析した。分析結果について議論している中で、「ABCDそれぞれの位置づけの企業にとってDXとは何か」が論点になり、次の意見が述べられた。

\*) 組込み/IoT産業の産業構造の位置づけ：(別紙1に示す)

### ➤ WGの見解：

組込み機器・システムを開発する「組込み/IoT産業」の中で、「B.メーカー企業」やそれを利用する「A.ユーザー企業」は、それぞれプロダクトやサービスを生業としているが、メーカー企業を支援する「C.サブシステム提供企業」や「D.サービス提供企業」は、人間が頑張っ何とかする労働集約型産業と考えられる。そのため、世の中の一般的なDXに比べ、DXのスコープが狭くなり、同じような方向に取り組むことが難しい。

「C.サブシステム提供企業」や「D.サービス提供企業」は、熟練した設計者の暗黙知を新しくデジタル化して可視化して、加工して、活用できれば、新しい価値を生み出すところに繋がるのではないか。ソフトウェア開発のDXは、顧客価値の追求のみならず、開発の暗黙知の見える化/共有化だと感じている。

## ①組込み/IoT産業のDXは「暗黙知の見える化/共有化」 (2/3)

### ➤ 意見が述べられたWG議論：

2020年度調査結果において、組込み/IoT産業に関わる企業は「摺り合わせ技術が強みであり、また、現在最も重要な技術でもある」という傾向が見られた。その時の議論では、次の意見が述べられた。

### ➤ WGの見解：

ソフトウェア開発のDXは暗黙知の見える化/共有化だと仮定すると、それが出来ていなければ、ソフトウェア開発やシステム開発を力技で行うことになるだろう。その実態を裏付けているのが、「摺り合わせ技術が強みであり、また、現在最も重要な技術でもある」という結果だと推測される。日本の技術者は属人的に仕事を達成してきた文化があり、暗黙知を形式知化することが容易ではない。

しかし、ソフトウェア・ファーストの潮流から共通化やプラットフォーム化が求められる時代になってきた。貯め込んだ暗黙知を見える化/共有化できなければ、その潮流に乗って新たな価値を産み出すことは難しいだろう。一方、見える化/共有化することができれば、新たな強みへの資産となるであろう。

➤ **意見が述べられたWG議論：**

2020年度調査において「テレワークを実施している」と回答した企業は、7割あった。また、これに関連する課題として、「テレワークによる生産性の向上」を挙げる企業が4割あった。この結果についての議論や、テレワーク環境下での人材育成に関する議論の中で、下記の意見が述べられた。

➤ **WGの見解：**

日本ではテレワークにより生産性が下がるという結果が出ていること、また、テレワークはOJTに向かないと言われることは、ナレッジを一子相伝のように人づてで伝えていくような企業が多いことの表れではないか。大学での非対面授業は、ツール活用が成功している場合は、学習成果が見られる、また、オープンソース作りの現場に集まるエンジニアは、全く知らない人同志だ。

テレワーク時代、開発スタイルが変わってきたのだから、一子相伝の人材育成は止めたい。組込み/IoT産業が、DXレポートに示される4つの方向性に進もうとするならば、暗黙知の見える化/共有化を進めてほしい。

## ②組込み/IoT産業の課題は「全体最適への取り組み」

### ➤ 意見が述べられたWG議論：

2021年度のアンケート調査項目の議論の中で、「DXへの取り組みは、何か課題があって、その課題をDXによって解決するという考えに基づくのではないか」の指摘に対して、下記の意見が述べられた。

### ➤ WGの見解：

日本の組込み/IoT産業の場合、過去からの技術の積み重ねによって、部分最適化されているので、全体の問題を見つけることは難しい。全社的に取り組むDXは、俯瞰的な視野から全体最適に取り組んで課題を見つけることであるが、ドイツに比べると日本は弱い。全体最適への取り組みは、経営トップのコミットメントが無ければできない。

※補足：ドイツの全体最適は、社会全体が対象になっている。日本では、IPAのDADC（デジタルアーキテクチャ・デザインセンター）が全体最適の検討を担っている。

### ③組み込み/IoT産業の方向性 (1/2)

#### ➤ 意見が述べられたWG議論：

組み込み/IoT産業の方向性について、「DXレポート2（中間とりまとめ）」に照らし合わせて、議論がなされた。

- **意見(1)：**組み込みソフト産業は、人の数によって、売上が上がる。しかし、人材確保が難しい現状では、ベンダ企業が目指すべき方向性③「共通プラットフォームの提供主体」や④「新ビジネス・サービスの提供主体」を目指すのではないかと。
- **意見(2)：**共通プラットフォームは、小さな企業では作れないと思われがちだが、旅館業のパッケージソフト『陣屋コネクト<sup>+</sup>4』は、決して大きな企業が創ったものではないが、先人的にやった結果、それが広まって共通基盤になっている。旅館業者がいろんな企業を巻き込んで作ったわけで、何か違う所に成功のポイントがある。
- **意見(3)：**組み込み開発を委託されている企業が、DXに取り組んでプロダクトや新しいサービスを創っていくというのは、イノベーションに取り組むことであり、無理だと思われるかもしれない。しかし、仮想環境を自由に使って簡単にモックアップを作れるようになると、違ってくると思う。
- **意見(4)：**方向性③④に取り組むときの問題は技術ではなく、経営の問題であり、収益モデルをチェンジすることにある。これまでに、人月商売や受託でその仕事を順調にこなしていれば収益、利益が上がる体質になっている。その体質のもとで、新たなサービスを創って自分達の責任で何かをやっていくとなれば、経営者のマインドのチェンジと、会社全体の雰囲気を変えようとする事が重要だ。それができる会社か否かが③④以降に続くかどうかだ。

## ③組込み/IoT産業の方向性 (2/2)

### <脚注>

+4

「陣屋コネクト」：中小企業庁のスマートSME(中小企業)研究会(第2回) 配布資料「クラウドサービス活用による旅館改革への挑戦」

引用元：<https://www.chusho.meti.go.jp/koukai/kenkyukai/smartsme/170419smartsme.htm>

### 3. まとめ (1/3)

本資料にて紹介した「WG見解」が、組込み/IoT産業に関わる方たちに伝わり、共有され、これまで実績を積み上げてきた企業が、Society5.0の社会形成やConnected Industries の産業形成に、積極的に参入していくことを願う。また、更なる議論を引き起こしてくれることを期待する。

次ページに、「組込み産業動向調査WG」が伝えたいメッセージを整理した。

### 3. まとめ (2/3)

#### 〔変革への取り組み〕

- 製造業のソフトウェア・ファーストの潮流は、組込み/IoT産業が目指す方向性をより具体的に示すだろう。
- 「DXレポート2（中間とりまとめ）」の4つの方向性は、組込み/IoT産業の中のサブシステム提供企業、サービス提供企業が目指す方向性を示している<sup>†5</sup>。
- 組込み/IoT産業がこれまで伝えてきた暗黙知は、見える化し共有化する。
- 変革に取り組もうとする組込み/IoT産業の企業は、現状の立ち位置を認識して、マインドセットを変えていく必要がある。テレワーク時代、開発スタイルが変わり、マインドセットを変えざるを得ないのではないか。

(次ページにつづく)

### 3. まとめ (3/3)

#### 〔2021年度調査〕

- ソフトウェア・ファーストの潮流がもたらす新しい産業は、組込み/IoT産業の人たちが牽引してゆくだろう。
- 組込み/IoT産業に関わる企業は、自身の産業構造上の位置づけを見据えて、目指す方向性を見出す必要がある。
- 我々は、この調査で、組込み/IoT産業が牽引してゆく方向性を確かめたい。

以上。

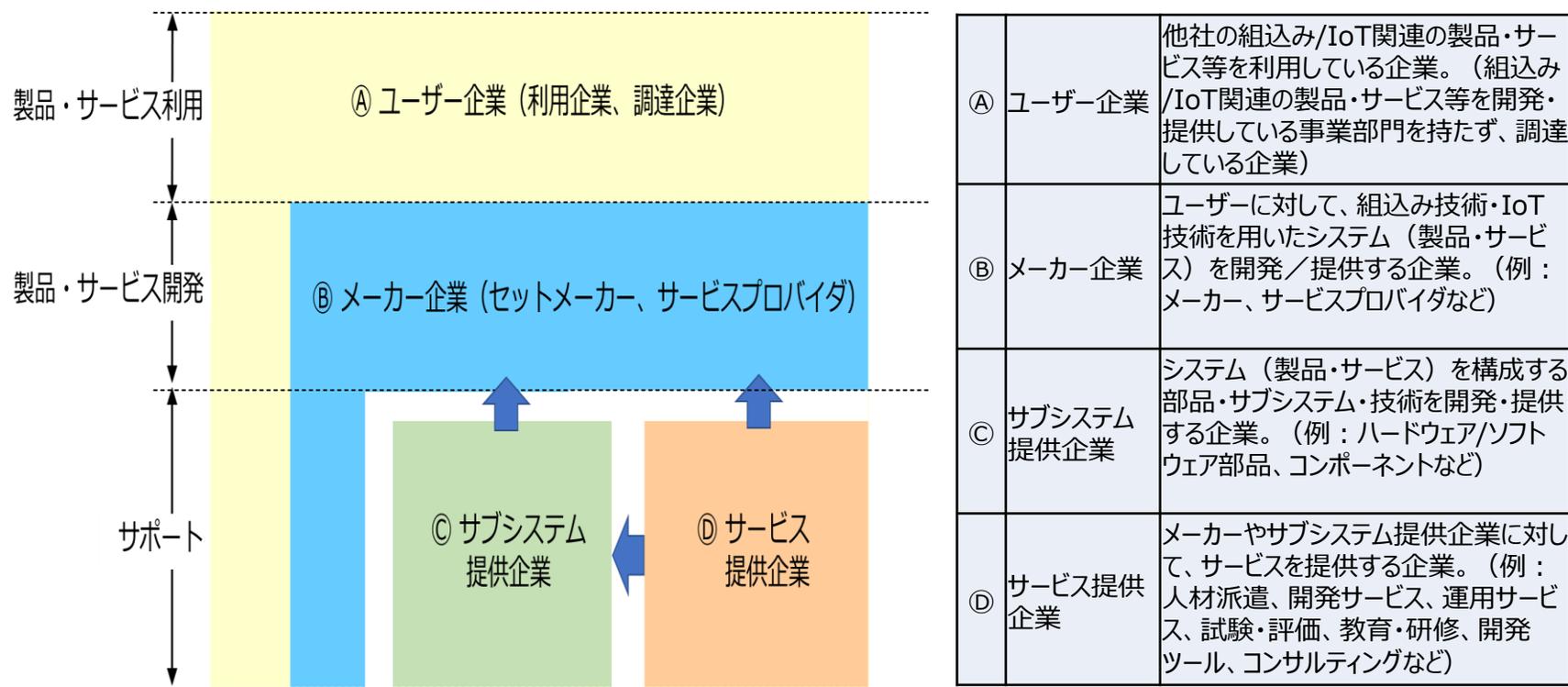
#### <脚注>

+5

「DXレポート2.1 (DXレポート2追補版)」：2021年8月31日に、DXレポート2追補版が公開された。ここでは、「DXレポート2 (中間とりまとめ)」で示された「ベンダー企業の目指すべき方向性」は、「デジタル産業の類型」として扱われ、ベンダー企業のみならずユーザー企業も目指すべき方向性として説明されている。 引用元：<https://www.meti.go.jp/press/2021/08/20210831005/20210831005.html>

# 〔別紙 1〕組込み/IoT産業の産業構造の位置づけ

調査対象は、組込み/IoT産業の実態をより深く調査するために、組込み/IoT関連産業に位置付けられるメーカー企業やメーカー企業にサブシステム、サービス等を提供する企業だけではなく、組込み/IoT製品や機器・設備・システム等を利用して、製品やサービスを顧客に提供する企業（組込み/IoT産業のユーザー企業）も含めている。



組込み/IoT産業の産業構造（出所：一般社団法人組込みイノベーション協議会の資料をもとに作成）

# 組込み/IoT産業の方向性について

～組込み産業動向調査WGの活動より～

2021年11月16日 公開

作成者	組込み産業動向調査WG		
主査	渡辺 晴美	東海大学	
	大西 新吾	ダイキン工業株式会社	
	金子 博	株式会社東芝	
	長谷川 勝敏	イーソル株式会社	
	服部 博行	株式会社ヴィッツ	
	渡辺 博之	株式会社エクスマーシオン	
専門委員	田丸 喜一郎	一般社団法人組込みイノベーション協議会/IPA	

編者 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) 社会基盤センター

発行所 独立行政法人情報処理推進機構 (IPA)

〒113-6591

東京都文京区本駒込二丁目28番8号

文京グリーンコート センターオフィス

URL <https://www.ipa.go.jp/ikc/index.html>

All Rights Reserved Copyright©2021 独立行政法人情報処理推進機構(IPA)

IPA