

デジタルトランスフォーメーションの新段階と求められる環境整備 —コネクテッド・インダストリーズ政策を中心に—

調査部 上席主任研究員 藤田 哲雄

目 次

1. はじめに
2. 世界におけるデジタルトランスフォーメーションの進展
 - (1) デジタルトランスフォーメーション（DX）の意義
 - (2) 世界におけるDX政策の流れ
 - (3) 近年のわが国のデジタル政策の歩み
 - (4) 第4次産業革命の本質
3. わが国のコネクテッド・インダストリーズ政策
 - (1) 政策のコンセプト
 - (2) 具体的な政策展開
 - (3) デジタルトランスフォーメーション研究会による検討
4. わが国のDX政策の評価と求められる環境整備
 - (1) 全体的な評価
 - (2) データ利活用
 - (3) 企業間連携
 - (4) 知識の普及
 - (5) 投資の意思決定と開発体制の整備
 - (6) 人材育成・人材確保
5. おわりに

要 約

1. 世界主要国でデジタルトランスフォーメーションを推進する政策が出揃うなか、政府は2017年に産業に焦点を当てた「コネクテッド・インダストリーズ」を打ち出した。ここでは、第4次産業革命が日本のSociety5.0で目指す超スマート社会へのドライバーとして位置付けられており、それを産業に投影したものとなっている。
2. 第4次産業革命はパラダイム転換というべき様々な現象をもたらしつつあるが、産業界における最近のトレンドとして重要なものは、①モノからサービスへの流れ、②サーキュラーエコノミーの広がり、③バリューチェーンからビジネスエコシステムへの発展、である。
3. コネクテッド・インダストリーズ政策は、当初の政府案をもとに実業界との対話が重ねられ、2017年10月に東京イニシアティブとして、五つの重点的分野の取り組みと、三つの横断的な政策にまとめられた。また、同時並行的に企業レベルでのデジタルトランスフォーメーションを推進する研究会で議論が重ねられ、2018年9月に様々な課題とその解決の方向性を議論したデジタルトランスフォーメーション（DX）レポート、および12月にはDXガイドラインが公表された。
4. データ利活用の環境整備に関しては、短期間のうちに数多くの政策を実現し、企業のデータ利活用環境は大きく改善した。もっとも、わが国の場合、ドイツのシーメンスやSAPのような事実上のデータのプラットフォームが存在していないため、これらを統合していく作業には一定の時間を要すると思われる。
5. コネクテッド・インダストリーズ政策では税制により企業間連携の促進を図っているが、データ連携による価値創造は不確実性を伴うものであり、成功を条件とすることは投資のインセンティブとはなりにくい。むしろ、実験的な取り組みを後押しする施策が必要である。また、2社間連携よりもプラットフォーム形成を支援する必要があるだろう。
6. 企業のデジタルトランスフォーメーションへの取り組みは、まだ一部の企業で行われているにすぎず、多くの企業が様子見の姿勢である。しかし、AIの導入などでは仮説と実験を繰り返すことが必要であり、企業的意思決定においては、システム導入のコストではなく、戦略的な投資であると考え方を変える必要がある。
7. 企業のデジタルトランスフォーメーションを実現するうえで最大の課題は、人材の問題である。IT人材の絶対数が不足しているが、政府は大学教育を大きく変更してこれに対応する姿勢を見せている。また、最近のアジャイル型開発に対応するためには、IT人材の業務知識の深化に加えて、ユーザー企業側のIT知識の拡充が必要である。

1. はじめに

近年、デジタルトランスフォーメーションの必要性が喧伝され、第4次産業革命やIndustrie4.0などの次世代の産業の発展を示す概念とともに、デジタルで新たな世界が開かれつつあるという期待が広がっている。今日、デジタルトランスフォーメーションと呼ばれるものは、従来のプロセスを単にデジタル化する「デジタルイゼーション」を超えて、デジタルの特性を活かし、データ本位にあらゆるプロセス、ビジネスモデル、戦略や組織まで作り変えようというものである。

わが国では2010年代前半から、「攻めのIT」という観点からICTの効果的活用により生産性を高める取り組みが議論されていたが、ここ数年の間に、コンピューター能力の向上、ビッグデータの蓄積に加えて、人工知能（AI）の実用レベルでの利用可能性の高まりといった新しいデジタルの要素技術が揃ったことにより、世界のデジタルトランスフォーメーションへの認識は一変した。すなわち、実用可能なAIの登場によりビッグデータ利活用が現実のものとして考えられるようになったのである。

「データは21世紀の石油」とまで称されるほどに、データが新たな富を生み出す源泉であるという考え方が急速に広がり、世界はデジタル変革を加速させた。このような動きに先鞭をつけたのは、2011年にドイツが打ち出したIndustrie4.0である。ドイツの製造業をネットワーク化し、マスカスタマイゼーションを実現するというデジタルトランスフォーメーションに明確な方向性を示した政策である。わが国政府も社会全体がデジタル技術で最適化されたSociety5.0というコンセプトを2015年に発表して、デジタルトランスフォーメーションの機運が高まった。さらに、2017年3月にはわが国政府は産業、とりわけ製造業を念頭に置いたと考えられるデジタル変革のためのプログラムであるコネクテッド・インダストリーズを発表した。

このようにデジタル変革をリードするコンセプトや政策が打ち出され、IoT、ビッグデータ、AIといったデジタル技術が出揃うなかで、デジタルトランスフォーメーションは、概念を理解する段階から、すでに実装の段階へと入りつつある。しかしながら、2018年の時点において、わが国でAIを業務に導入している企業は実証実験中を含めてもまだ約10%に過ぎない。大企業では積極的な姿勢も見られるものの、中堅・中小企業となれば多くの企業は様子見の姿勢にある。すなわち、デジタルトランスフォーメーションは、一部の企業で先端的な取り組みも行われているものの、裾野がなかなか広がらないという状況にある。

そこで、本稿ではデジタルトランスフォーメーションへの取り組みを一段と加速させるために、企業はどのような課題に直面しており、政府はどのような環境整備を行うべきかについて考察したい。

2. 世界におけるデジタルトランスフォーメーションの進展

(1) デジタルトランスフォーメーション（DX）の意義

デジタルトランスフォーメーション（デジタル変革）の概念は、2004年にスウェーデンのウメオ大学のエリック・ストルターマン教授が提唱したものである（注1）。そこでは、デジタルトランスフォーメーションとは「われわれ人間の生活に何らかの影響を与え、進化し続けるテクノロジーであり、その結果、人々の生活をより良い方向に変化させるもの」とされた。

デジタル技術が企業の業務プロセスへ導入されたのは1970年代に遡る。大型コンピューターを利用し

たビジネス向けのサービスに始まり、デスクトップPCのオフィスへの導入や、コンピューター支援のオートメーションは業務の効率化に大きく貢献した。このようなデジタル技術を導入した業務プロセスの効率化は、50年近い歴史があり目新しいものではない。近年、デジタル変革に注目が集まるのは、従来のプロセスの効率化にとどまらないデジタル技術の活用、すなわちデジタルを活用した新たな価値創造への取り組みが実用化レベルで広がりつつあるからである（田谷 [2018]）。

インターネットがわが国の民間ビジネスに普及してから20年以上が経過しているが、近年のコンピューティングパワーの飛躍的上昇、クラウドサービスの普及、AIの実用化、IoTデバイスの低廉化などが背景となって、膨大なデータを収集、蓄積、分析し、新たな知識として活用することが可能になってきた。データは新たな産業の石油ともいわれ（注2）、データの収集・分析がこれからのビジネスの競争力を左右すると考えられるようになった。

実際、近年のデジタル技術の急速な発達のもと、世界で生み出されるデータ量は年々増加し、2025年には2018年（33ZB）比でおよそ5.3倍の175ZBになると試算されている（注3）。今日、企業はデータを活用して、顧客満足度の向上、新しい市場の開拓、従業員とプロセスの生産性の向上、競争優位性の新たな源泉の創出に取り組んでおり、デジタルによるプロセスの効率化からデータを活用した価値創造へとデジタル技術活用の焦点が変化している。

(2) 世界におけるDX政策の流れ

先述したようにデジタル変革は2004年に提唱された概念であるが、近年デジタル変革を支える様々な技術が出揃ったことにより、それを実現する技術的な環境が整い、企業におけるデジタル変革の動きも活発化してきた。このようななか、まずドイツでデジタル化を「Industrie4.0」という国家的な政策として推進する動きが現れた。これにより、デジタル変革に対する世界の人々の関心が一気に高まった。

Industrie4.0は2011年にドイツ連邦教育科学省が主導して打ち出した国家戦略的プロジェクトであり、そのコンセプトは政府が推進する製造業のデジタル化・コンピューター化である。機械と作業工程をスマートネットワーク化し、製造業を高度化することにより、フレキシブルな生産、生産ラインのモジュール化、マスカスタマイゼーション、ロジスティックス最適化、データ分析による製造方法の改良、製品ライフサイクルに対応した材料のリサイクル、等が実現可能になるとされる。同プロジェクトが標榜するのが第4次産業革命である。機械化（第1次）、大量生産（第2次）、自動化（第3次）というこれまでの3次にわたる産業革命の次に来ると期待されているのが第4次産業革命であり、サイバー空間と現実空間のデータが一体化されるCyber Physical System（CPS）がその中核にあるとされる。

Industrie4.0政策の普及において重要な役割を果たしているのが、フラウンホーファー研究機構である。同機構はドイツ各地に72の研究所を構え、およそ26,600名のスタッフが活動している。研究費総額の3割が連邦政府および州政府から支出され、残りは民間企業からの委託契約や公共財源による委託プロジェクトによって賄われている。同研究機構の各研究施設は、ドイツ各地の産業クラスターにおける産官学連携の中核的な役割を担っているため、Industrie4.0においても企業の新たな連携を生み出す役割を果たしている。

このような動きに対して、アメリカでは2014年にインダストリアル・インターネット・コンソーシア

ム（IIC）という民間企業を中心としたデジタル変革への動きが起こった。IICは、IoT技術、とくにインダストリアルインターネットの産業実装と、デファクトスタンダードの推進を目的とした国際規模の団体であり、どのような企業にも開かれたオープンな姿勢であることが特徴である。参加企業は220社以上にのぼる。

ドイツが嚆矢となったデジタル変革の政策的な対応は、欧州の他国にも広がった。フランスでは2015年4月にIoT活用に関する民間推進団体である「産業の未来アライアンス」（AIF: Alliance Industrie du Futur）を立ち上げ、2020年に向けた新しい国家戦略「Industry of the Future」を推進している。そこで示されているのは、未来の産業と、九つの分野（注4）に焦点を当てたソリューションである。さらに2016年10月には「デジタル共和国法」が公布され、ICT振興およびICT産業の発展に伴って生じる社会的問題への対応に関する今後の国家的方針が明確化された。

一方、中国は2015年5月に「中国製造2025」という産業政策を打ち出している。次世代情報技術や新エネルギー車など10の重点分野と23の品目を設定し、製造業の高度化を目指すものである。第1段階としては、2025年までに世界の製造強国入りを果たすことが目標とされている。これが「中国製造2025」に相当する。次に、第2段階として2035年までに中国の製造業レベルを、世界の製造強国陣営の中位に位置させる。そして第3段階として、2045年もしくは建国100周年の2049年頃には世界の製造強国のトップになることが目標として示されている。さらに、中国では「インターネットプラス（互聯網+）」という産業政策が推進されており、製造業のみならずあらゆる産業にデジタル技術を融合させて、産業の高度化を図ろうとしている。

(3) 近年のわが国デジタル政策の歩み

このようななか、わが国は2015年12月に発表された第5期科学技術基本計画のなかで、Society5.0というコンセプトによって、サイバー空間と実世界が相互に連携する未来社会のビジョンを打ち出した。想定される世界では、現実空間のセンサーからの膨大なビッグデータがサイバー空間に集積され、AIがこのビッグデータを解析し、その結果がロボット等を通じて人間にフィードバックされることで、これまでできなかった新たな価値が産業や社会にもたらされるものとされる。

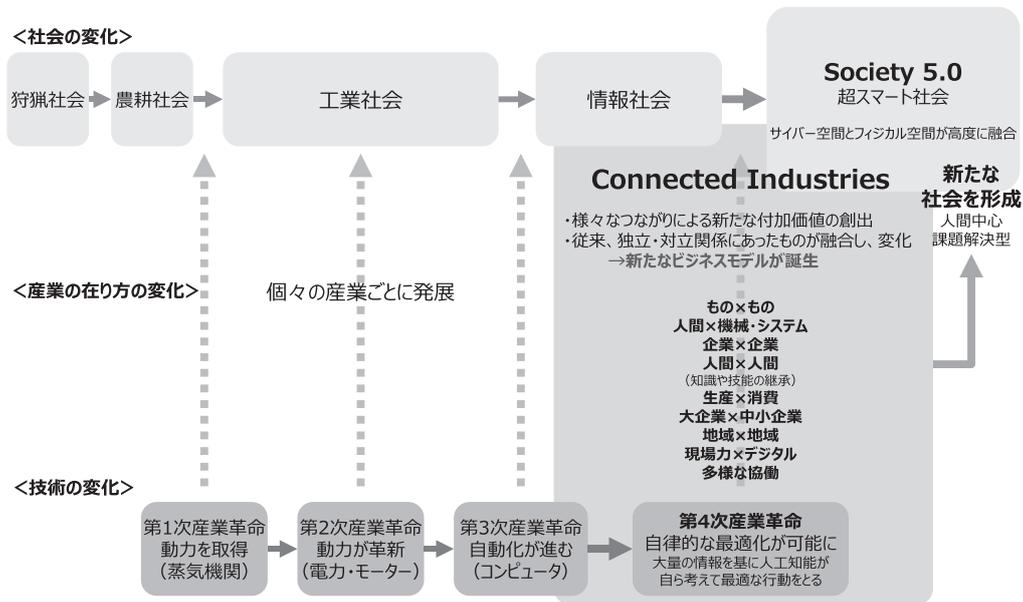
しかし、Society5.0は幅広く社会の未来像としてのコンセプトを打ち出したものであったため、世界主要国で展開されているような産業に焦点を当てた具体的なデジタル推進政策とはなっていない。実際、デジタル変革を推進する様々な政策はSociety5.0を引用しながら、具体的な分野において個別に検討したものが多し。

2017年3月のドイツの国際情報通信技術見本市（CeBIT）において、日本政府は産業に焦点を当てたデジタル政策「コネクテッド・インダストリーズ」を発表した。そのコンセプトは、①人と機械・システムが協調する新しいデジタル社会の実現、②協力や協働を通じた課題解決、③デジタル技術の進展に即した人材育成の積極推進、の三つの柱からなる。

政府発表の資料（図表1、注5）には、政府が考えるSociety5.0と第4次産業革命、コネクテッド・インダストリーズの関係が示されている。すなわち、社会は狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会へと変化しており、この先目指すのが超スマート社会（Society5.0）であるとされる。そして、農耕社

会から工業社会、工業社会から情報社会、情報社会から超スマート社会へとそれぞれ変化するドライバーとなるのが産業革命であり、第4次産業革命は情報社会から超スマート社会への変化のドライバーとして位置付けられている。このような位置付けのもとでは、Society5.0として超スマートな世界が描かれていたとしても、その変化を促すドライバーに対応する政策がわが国では存在しないため、なかなか事態が進展しない状況にある。そこで、Society5.0とは別に、第4次産業革命を実現していくための政策が新たに必要となったと考えられる。

(図表1) Society5.0につながるConnected Industries



(資料) 経済産業省「『Connected Industries』東京イニシャティブ2017」2017年10月

第4次産業革命を産業に投影した政策であるコネクテッド・インダストリーズでは、①様々な繋がりによる新たな付加価値の創出、②従来独立・対立関係にあったものが融合し、変化するとされ、これらの結果新たなビジネスモデルが誕生することが期待されている。

このように、コネクテッド・インダストリーズはわが国で第4次産業革命を推進するために産業界に向けた政策と位置付けられ、その結果として超スマートシティSociety5.0が出現することが期待されている。

ここで、アメリカ、ドイツ、中国、フランスと日本の産業のデジタル政策を比較してみると、大きな流れは同様に見えるものの、その対象領域はそれぞれ異なっており、政策目的も各国の状況や発表した時期の違いを反映して異なっている。また、日本においては、ソフトウェアやハードウェアそれぞれの分野でプラットフォーマー的な役割を演じる巨人企業が見当たらないことにも注意が必要である(図表2)。

(図表2) 主要国の産業分野におけるデジタル化政策

国	アメリカ	ドイツ	中国	フランス	日本
政策・施策	Industrial Internet Consortium	Industrie 4.0	中国製造2025 互聯網+	L'Industrie du Futur	コネクテッド・インダストリーズ
発表/開始年	2014年	2011年	2015年	2015年	2017年
対象領域 重点領域	エネルギー ヘルスケア 製造業 公共 運輸	製造業	重点10分野（次世代情報技術、高度なデジタル制御の工作機械・ロボット、航空・宇宙設備、海洋エンジニアリング、先端的鉄道設備、省エネ・新エネ自動車、電力設備、農業用機材、新素材、バイオ医薬）	重点9分野（次世代交通網、IoT、新資源、将来性の高い薬品、デジタル安全性、スマートシティ、データエコノミー、健康カスタマイズフード、エコカー）	重点4分野（スマートモノづくり、自動走行、ロボット・ドローン、バイオ・ヘルスケア）
コンセプト	インダストリアルインターネットの産業実装とデファクトスタンダードの推進	スマートファクトリー 多品種少量生産（ダイナミックセル生産）	労働集約的な製造業（製造大国）から、情報技術（IT）などを活用した付加価値の高い製造業（製造強国）へ移行	経験経済を創出し、デジタルトランスフォーメーションにより競争力を高める	人、モノ、技術、組織等が様々なつながることにより新たな価値創出を図る
特徴	民間企業が母体オープン（欧州企業、日本企業、中国企業も参加）	製造プロセスの標準化	モデルプロジェクトの全国的展開	中小企業のエコシステム構築（アライアンス：3万3千社） 産業駆動型のデジタル社会実装	データ連携環境の整備
ソフトウェア	インテル、シスコシステムズ、IBM、AT&T	SAP	Baidu Alibaba Tencent	ダッソーグループ	
ハードウェア	GE	シーメンス	Huawei	シュナイダーエレクトリック	

(資料) 日本総合研究所作成

(4) 第4次産業革命の本質

ところで、ドイツのIndustrie4.0が標榜する第4次産業革命はどのようなものか、ここで確認しておきたい。内閣府〔2017〕によれば、第4次産業革命とは、18世紀末以降の水力や蒸気機関による工場の機械化である第1次産業革命、20世紀初頭の分業に基づく電力を用いた大量生産である第2次産業革命、1970年代初頭からの電子工学や情報技術を用いた一層のオートメーション化である第3次産業革命に続く、IoTやビッグデータ、AIなどの技術革新を指すものとされる。さらに、具体的な事象として、①財・サービスの生産・提供に際してデータの解析結果を様々な形で活用する動き、②シェアリング・エコノミー、③AIやロボットの活用、④フィンテックの活用を指摘している。

しかし、このような第4次産業革命の捉え方は2016年時点ではともかく、現在ではやや表層的であると思われる。産業革命と呼ばれるのは、従来の産業の捉え方が大きく変化することの含意である。過去の三つの産業革命で風景が一変したように、第4次産業革命も、大きなパラダイム転換をもたらすものと考えられている。具体的には、製造業と非製造業の垣根がなくなること、モノとサービスが融合すること、データ活用により付加価値が向上すること、新しいビジネスモデルや産業構造が生まれること、などである。

ここで、パラダイム転換を先導するトレンドを整理しておきたい。第1はモノからサービスへという流れである。モノを購入して消費していたのは、究極的にはそのモノを使って一定の効用を得るためであり、それがサービスとして提供されて同様の効用が得られるのであれば、モノとサービスの区別は絶対的なものではなくなる。すなわち、モノも最終的にモノが提供するサービスとしての便益を得るため

の媒介物であると考えるのである。そして、モノの価値はモノ自体の交換価値にあるのではなく、それを利用して初めて得られる利用価値や体験価値にあるという考えが広がっている。この考え方を推し進めていけば、所有にこだわらず、利用を重視するシェアリングも自然と受け入れられやすくなる。このようなモノとサービスの区別を相対化して捉える考え方は、サービスマーケティングの分野ではつとに「サービスドミナントロジック」として知られていたが（注6）、近年ではデジタル技術の発達を背景に、モノのサービス化の例が次々と登場している。例えば、ロールスロイスは航空会社に飛行機のエンジンを提供しているが、それを販売する売り切り型のビジネスモデルではなく、利用状況に応じて課金するサービス化モデル（サブスクリプションモデル）を展開している。

第2は、サーキュラーエコノミーの広がりである。モノとしてではなく、サービスとして販売するようになると、そのメンテナンスや修理などもメーカー側が引き受けることになるが、IoT技術の進展でさまざまな遠隔地にモノが存在しても、そのメンテナンス状況をリアルタイムに把握することが可能になった。これにより、売り切り型では難しかった顧客との接点を保持できるようになった。売り切り型の場合、製造者が原料を加工して製品化し、利用者に販売して、利用者が最終的に製品を廃棄することが想定されている。

従来の売り切り型のビジネスモデルは、モノの流れが一方であることに準えて「リニアモデル」と呼ばれる。売り切り型の場合には、メーカーは品質を向上させて製品価値＝交換価値を高める一方で、製品寿命が長過ぎると販売機会が縮小して都合が良くないため、一定程度の期間で製品が廃棄されることが期待されていた。このような生産活動を中心として経済成長を追求していけば、結果的に大量生産、大量廃棄を招き、生産と消費の最適化の観点からは望ましくない状況もたらされる。さらに近年では地球環境問題という観点から、大量廃棄を前提とした生産活動を抑制すべきであるとする考え方が広まっている。

サーキュラーエコノミーとは、出来るだけ製品や資源は循環させて利用しようとするビジネスの形態を指す。例えば、製品を顧客に販売して用済後は顧客が廃棄するのではなく、メーカーがサービスとして製品を提供し、適切なメンテナンスを行うサービスモデルはこの典型的なビジネスモデルである。売り切り型ではなくサービスモデルになると、むしろ製品は長寿命である方が望ましくなり、古くなったとしても部品等を取り換えて再生させるインセンティブが働く。

第3は、バリューチェーンからビジネスエコシステムへの発展である。バリューチェーンとは、自社や競合他社の事業を機能別に分類し、どの工程においてどのくらいの量の付加価値が生まれているのかを分析することによって、早急に解決しなければならない課題の洗い出しや競争優位性を高める差別化戦略の構築を容易にするフレームワークを指す。例えば、商品を製造して販売する場合には、その主活動は購買物流、製造、出荷物流、販売・マーケティング、サービスなどにより構成される。このように、付加価値創造が連鎖的に行われることから価値連鎖とも呼ばれ、通常は商品ごとに主活動の構成要素が固定的であり、それらは直線的・連鎖的な関係にある。

これに対して、ビジネスエコシステムでは、①異なる役割の企業（企業種）が存在する、②企業がネットワークを形成しており、企業間に直接・間接の関係がある、③産業進化に影響力を持つ非常に特殊な企業種が発生する、などの特徴があるとされる（立本 [2017]）。

従来のバリューチェーン型のビジネスと違って、ビジネスエコシステムにおいては、一つの企業でビジネスは完結せず、ネットワーク効果を活用していることが重要である。そして、今日のビジネスエコシステムのネットワーク上で企業間を結び付けているのはデータである。すなわち、デジタル時代のビジネスエコシステムは、データを中心として様々な企業が付加価値を提供できるようにネットワーク化されたものともいえる。そして、このようなネットワークの基盤を提供するのがプラットフォーム企業であり、構造的にすべての取引データを把握することが可能なため、それらのデータから新しい知識を生み出す優位性を持っている。

以上述べてきたような三つの変化のトレンドにみられるように、第4次産業革命が、従来の製造・販売というビジネスモデルを大きく変化させている。したがって、今後の第4次産業革命を推進する政策を展開する上では、このようなビジネス側の変化を見据えて考えていく必要がある。

(注1) Stolterman, Erik & Fors, Anna. [2004]. Information Technology and the Good Life. International Federation for Information Processing Digital Library; Information Systems Research, 143. 10.1007/1-4020-8095-6_45.

(注2) たとえば、'The world's most valuable resource is no longer oil, but data', "The Economist", May 6th, 2017 など。

(注3) IDC [2018]。

(注4) 具体的には、「次世代交通網」、「IoT」、「新資源」、「未来の医薬品」、「デジタルセキュリティ」、「スマートシティ」、「データエコノミー」、「ヘルス&フード」、「エコ・モビリティ」の9分野である。

(注5) <http://www.meti.go.jp/press/2017/10/20171002012/20171002012-1.pdf> P.6

(注6) Stephen L. Vargo & Robert F. Lusch, 'Service-dominant logic: continuing the evolution', J. of the Acad. Mark. Sci. (2008) 36:1-10.

3. わが国のコネクテッド・インダストリーズ政策

(1) 政策のコンセプト

前述したように、わが国政府は2017年3月、ドイツで行われた情報通信見本市 (CeBIT) において、日本の産業の未来を示す新たなビジョンとして「コネクテッド・インダストリーズ」のコンセプトを発表した (注7)。

そこで示された基本的な考え方は、様々な繋がりにより新たな付加価値が創出される産業社会の構築を目指すというものである。その具体例として、モノとモノが繋がるIoT、人と機械・システムの協働・共創、人と技術が繋がり、人の知恵・創意を更に引き出すこと、国境を越えて企業と企業が繋がること、世代を超えて人と人が繋がり、技能や知恵を継承すること、生産者と消費者が繋がり、ものづくりだけでなく社会課題の解決を図ることにより付加価値が生まれること、などが示されている。

デジタル化が進展するなかで、わが国の強みである技術力や現場力を活かしたソリューション志向の新たな産業社会の構築を目指すものであるが、この時点では具体的な方法論について言及がなかった。そこでは、①人と機械・システムが対立するのではなく、協調する新しいデジタル社会の実現、②協力と協働を通じた課題解決、③人間中心の考えを貫き、デジタル技術の進展に即した人材育成の積極推進、という三つの柱が示された。

経済産業大臣がこのコンセプトをドイツのCeBITで発表したのは、同時に、第4次産業革命に関する日独協力の枠組みを定めた「ハノーバー宣言」(注8)に署名するためであった。これは、前年(2016年)の日独経済産業省の次官級で締結された「IoT・Industrie4.0協力に関する共同声明」を閣僚級へと

格上げするものとして位置付けられた。

前年の2016年の「日独IoT／Industrie4.0協力に係る共同声明」においては、日独IoT／Industrie4.0協力に関する局長級対話を毎年実施することが盛り込まれたほか、関心のある民間団体等の参加を得て、産業サイバーセキュリティ、国際標準化等の分野で連携を行うこと、民間のプラットフォーム間でも協力をを行うことなどが定められていた。ハノーバー宣言で新たに盛り込まれた協力内容としては、①サイバーセキュリティ、②国際標準化、③規制改革、④中小企業支援、⑤研究開発、⑥プラットフォーム、⑦デジタル人材育成、⑧自動車産業、⑨情報通信分野の協力、など多岐な分野にわたる。

日本政府がこのように、Industrie4.0で先行していたドイツと2017年に協力関係を強化したのは、デジタル化が進展するなかで製造業の競争力維持という共通の利益がありながら、デジタルの活用やシステム的なアプローチにおいて、日本はSociety5.0という包括的なコンセプトを打ち出したものの、製造現場で状況が思うように進展していなかったことが背景にあると考えられる。そして2017年のCeBITで日本はパートナー開催国となっており、その機を捉えて、Industrie4.0に比肩しうようなコンセプトを打ち出したとされる（注9）。

また、発表資料には明示的に書かれてはいないが、国際標準の制定においてリードするドイツと緊密に連携する体制を構築する意図もあったのではないかと推測される。すべてのものが「繋がる」ようになるためには様々なデータのフォーマット等が標準化されている必要があるが、国際標準の制定においてドイツと協力関係を維持しておくことは非常に有益であると考えられるためである。

このような文脈において、コネクテッド・インダストリーズが発表されたことに鑑みると、産業全般を対象とした新しい政策コンセプトという形式ではあるものの、当初の狙いとしては、製造業においてデジタルを活用し、その競争力を維持・強化することに主眼があったと考えられる。

(2) 具体的な政策展開

ドイツでの発表の約2カ月後の2017年5月29日、日本では「Connected Industries」大臣懇談会が開催された（注10）。同政策への取り組みを官民で進めていくためにキックオフとして産業界や有識者と意見交換や問題意識の共有を行うことが目的であるとされる。そこでの主な論点として提示されているのは、①データの共有・利活用を抜本的に進める打ち手は何か、②日本の強みを活かし、異分野の融合をどう進めるか、③日本型の新たなプラットフォーム、エコシステムはどのような姿か、④我が国の「勝ち筋」となり得る次の基盤技術は何か、⑤地域・中小企業にいか「Connected Industries」のコンセプトを普及していくのか、⑥社会資産をどう「繋げ」ていくか、の6点である（注11）。

ここで提示されている論点は、コネクテッド・インダストリーズのみならず、Society5.0を推進する上でも極めて重要な問題といえる。これらの論点に対して、経済産業省は幾つかの示唆と今後の取り組み方法を示している。すなわち、コネクテッド・インダストリーズによるわが国の「勝ち筋」は、データが繋がり、その有効活用によって、技術革新、生産性向上、技能伝承などを通じて課題解決がなされるとされる。

データとその共有・利活用という文脈で考えた時に、わが国の従来が強みとされてきた技術や技能は、電子データ化は進みつつあるものの、それぞれ事業所や工場バラバラに管理されており、相乗効果を

発揮できないような状況にある。そこで、わが国が今後強みを維持したい分野を四つ選定して重点的に支援するとともに、各分野に共通する課題として五つのテーマについて横断的な取り組みを行うとされた（図表3）。

（図表3）Connected Industries（CI）の実現に向けた今後の取組

1. 実現に向けた「分野別」対応

(1) スマートものづくり	技術力や現場力を生かしたスマートものづくり実現に向け、国際標準等の基盤整備や、受発注・設計・生産及び産業保安等のデータ共有の先進事例創出を支援。
(2) 自動走行	自動車産業の競争力維持のため、自動走行の事業化（社会システムの設計＝地域実証等）と技術（協調領域最大化＝高精度地図等）で世界最先端を目指す。
(3) ロボット・ドローン	世界屈指のロボット大国として、ロボットに係る要素技術の研究開発や人材育成を進め、ものづくり・サービス、介護、インフラ点検等の分野で実装を加速。
(4) バイオ・ヘルスケア	デジタル技術の「次」を見据えたバイオとデジタルの融合による社会に優しい産業構造への転換と、健康・医療情報を活用したサービス・機器等の開発支援。

2. 実現に向けた「横断的」対応

(1) データ利活用	CIにおけるデータ活用の基盤として、公的データのオープン化、産業・個人データの流通・利活用の促進、国際的なデータ流通の円滑化を推進。
(2) IT人材育成	CIの担い手創出に向けて、教育訓練講座の拡充、プログラミング教育必修化、IT分野の起業支援プログラムの創設を実施。
(3) サイバーセキュリティ	CIに不可欠なサイバーセキュリティ対策を万全にするため、インシデント情報等の共有の仕組みの構築、人材育成、サイバーセキュリティ投資促進を実施。
(4) 人工知能研究	CIによる「勝ち筋」を確かなものとするため、産総研が大学等との連携の下、生産性向上等に資する研究開発を実施するとともに、グローバル連携を強化。
(5) 知財・標準制度	CIに対応したルールの高度化として、ハードとソフトの融合に対応したルール整備、標準の実施に必要な知財の円滑な活用のための環境整備等を進める。

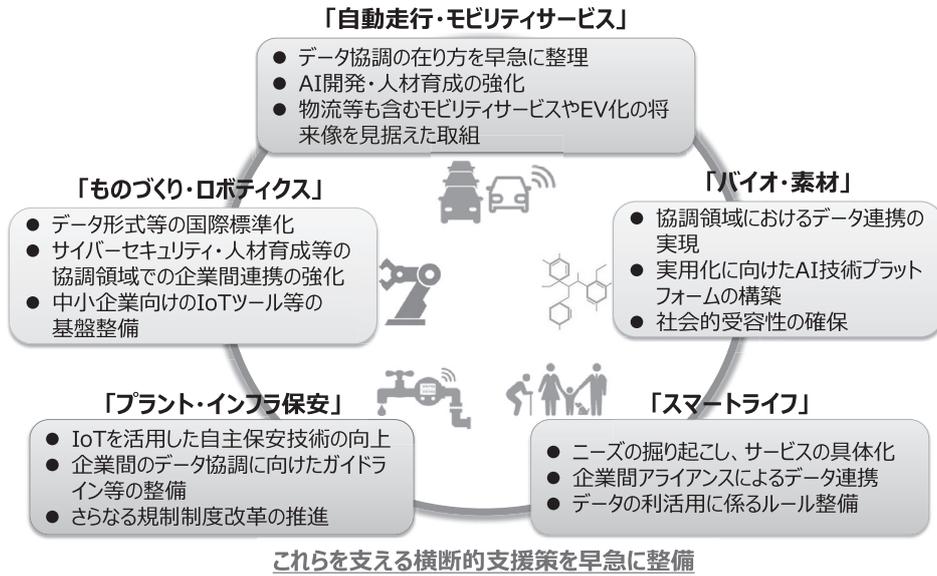
（資料）経済産業省「『Connected Industries』の具体例（ものづくり/バイオ/AI）」2017年5月29日

大臣懇談会を通じた実務界との対話は都合3回に及び、そこでの意見を集約する形で、2017年10月にはConnected Industriesカンファレンスにおいて、「Connected Industries東京イニシアティブ2017」が発表された。これは、いわば経済産業省発の素案に実務的な観点を取り入れて、コネクテッド・インダストリーズを整理し直したものである。大臣懇談会の資料との変更点は、当初の四つの重点取り組み分野がプラント・インフラ保安を加えて5分野に整理されたこと、五つの横断的な取り組みが三つの横断的な政策として焦点が絞られたことが大きな相違である。そして、五つの重点分野はそれぞれ分科会と称して、これまでの取り組み・成果、解決すべき課題、今後の取り組みの方向性、が整理されており、各重点分野において今後何をすべきかが明瞭に示されることとなった（図表4）。

一方、横断的な政策については、①リアルデータの共有・利活用、②データ活用に向けた基盤整備<研究開発、人材育成、サイバーセキュリティ>、③さらなる展開<国際、ベンチャー、地域・中小企業>、と大きく三つに整理された。大臣懇談会時の整理と比較してみると、国際的なネットワークを意識していること、国際標準化を狙いながらシステム輸出の視点を打ち出していること、地域・中小企業への実装支援にも言及していることなど、多くの政策が盛り込まれている（図表5）。

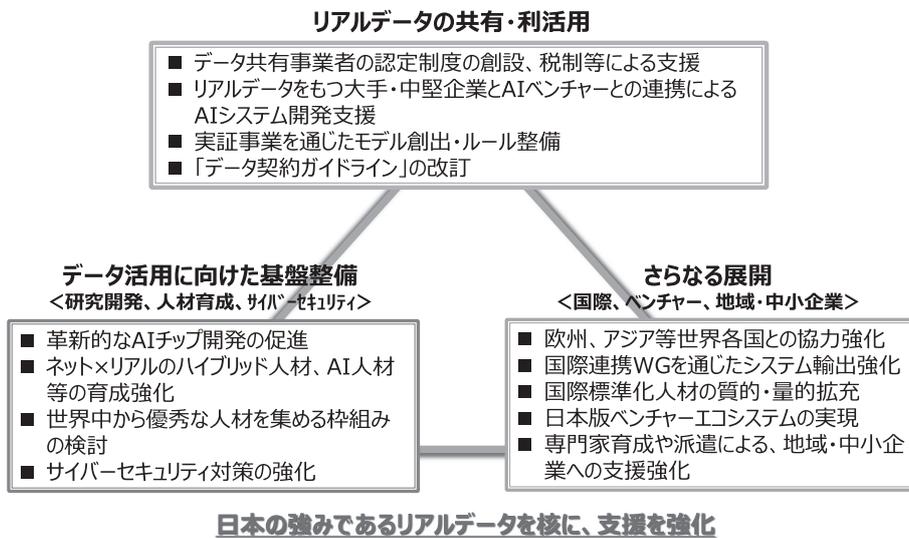
2018年6月には経済産業省よりConnected Industries関連政策の進捗等について発表があった（注12）。五つの重点分野については「東京イニシアティブ2017」の発表以降、各分科会において今後のアクションについて検討を深化し、それらの報告を3回の大臣懇談会で行い、2018年10月のCEATECを中間的なゴールとして対外発信するものとされた。一方、横断的取り組みについては、産業データ共有事業の認定制度の創設（2018年5月）、データの不正取得等に対する救済措置の創設（不正競争防止法

(図表4) 「Connected Industries」 五つの重点取組分野



(資料) 経済産業省 「『Connected Industries』東京イニシアティブ2017」 2017年10月2日

(図表5) 「Connected Industries」の横断的な政策



(資料) 経済産業省 「『Connected Industries』東京イニシアティブ2017」 2017年10月2日

改正) (2018年5月)、コネクテッド・インダストリーズ税制の創設、AI/データの利用に関する契約ガイドラインの制定、産業データ活用促進事業への補助金創設、AIシステム共同開発支援事業への補助金創設など、短期間に数多くの政策を実現している。

(3) デジタルトランスフォーメーション研究会による検討

経済産業省は、コネクテッド・インダストリーズ政策と並行して、わが国企業がデジタルトランスフ

ォーマーションを実現していくうえでのITシステムに関する現状の課題の整理と対応策の検討を行っている。2018年5月に第1回の研究会を実施し、同年9月に中間とりまとめとして「デジタルトランスフォーメーション（DX）レポート ～ITシステム『2025年の崖』克服とDXの本格的な展開～」を公表している。

コネクテッド・インダストリーズが一定のコンセプトに基づき、具体的な検討分野において、それぞれの目的を支援する政策群から構成されていたのに対し、デジタルトランスフォーメーション研究会では、特定の産業を対象とせず、一般的に企業がデジタル変革を進める上で、わが国のITシステムを取り巻く現実的な環境を踏まえて、踏み込んだ分析と課題抽出を行っている。すなわち、企業がデジタルトランスフォーメーションを推進する一般論として議論が構成されている。したがって、コネクテッド・インダストリーズ政策について考える場合には、このDXレポートの指摘とそこで示されている対応策についても合わせ読む必要がある。なぜなら、コネクテッド・インダストリーズはデジタルトランスフォーメーションなしに実現することは考えられないからである。

そこで指摘されている課題としては、第1に、既存のシステムが事業部門ごとに構築されており、全社横断的にデータを活用できないことや、過剰なカスタマイズがなされているなどにより、複雑化・ブラックボックス化していることである。第2に、このような既存システムのブラックボックス状態を解消できない場合、市場の変化に対応したビジネスモデルの柔軟・迅速な変更が出来ず、デジタル競争の敗者となってしまうばかりか、既存のシステム維持管理費用がIT予算の9割以上を占め、新規の戦略的分野への投資を行うことが困難になることである。第3に、IT人材の不足が深刻になり、リスクが高まることが指摘されている。すなわち、先端IT人材の不足は供給が需要に追いつかず、不足が拡大するとともに、既存システムの古いプログラミング言語を知る人材も引退し、保守運用の担い手が不足し、サイバーセキュリティや事故・災害によるシステムトラブルやデータ滅失等のリスクが高まるとされる。

そして、これらの問題は2025年から深刻化し、放置すれば2030年までの間に日本国全体で年間最大12兆円の損失がもたらされるという。同レポートでは、このような深刻化する事態を「2025年の崖」と呼んでいる。これを回避するためには、2025年までにシステム刷新を集中的に推進する必要があるとされる。このようにDXレポートは、既存のITシステムがコネクテッド・インダストリーズを推進する上で足かせとなるため、単に新たな政策目的を追求するばかりではなく、既存システムの刷新も併せて行う必要があることを指摘している。

また、デジタルトランスフォーメーションを実行する上での課題への対応策としては、①「見える化」指標、中立的な診断スキームの構築、②「DX推進システムガイドライン」の策定、③実現に向けたITシステム構築におけるコスト・リスク低減のための対応策、④ユーザ企業・ベンダー企業間の新たな関係の構築、⑤DX人材の育成・確保、が列挙されている（図表6）。

1番目の見える化については、ドイツのIndustrie4.0において、その実装段階における評価インデックス「Industrie 4.0 Maturity Index」（注13）を公表しており、同様の働きが期待されていると思われる。ドイツのIndexの目的は、企業が自社の戦略と実装技術やシステムを前提として、望むべき便益と現状能力の差異を分析し、今後必要な能力を特定してデジタル変革のロードマップを描こうとするもの

である。そこで示されるIndustrie4.0の深化の度合いは6段階あり、①コンピューター化、②ネットワーク化、③見える化、④透明性確保、⑤予測能力の獲得、⑥自動最適化、に分けられる。前2者が従来の「デジタル化」なのに対して、③以降がIndustrie4.0であるとされる。すなわち、ドイツでは工場内の機械同士や、工場と本社をネットワークで接続するだけではIndustrie4.0には該当せず、少なくとも状況の見える化が必要であると考えられている。

(図表6) DXの推進に向けた対応策

<p>1. 「見える化」指標、中立的な診断スキームの構築 経営者自らが、ITシステムの現状と問題点を把握し、適切にガバナンスできるよう、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「見える化」指標の策定 <ul style="list-style-type: none"> — 技術的負債の度合い、データ活用のしやすさ等の情報資産の現状 — 既存システム刷新のための体制や実行プロセスの現状 ・中立的で簡易な診断スキームの構築
<p>2. 「DX推進システムガイドライン」の策定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存システムの刷新や新たなデジタル技術を活用するに当たっての「体制のあり方」、「実行プロセス」等を提示 ・ 経営者、取締役会、株主等のチェック・リストとして活用 → コーポレートガバナンスのガイダンスや「攻めのIT経営銘柄」とも連動
<p>3. DX実現に向けたITシステム構築におけるコスト・リスク低減のための対応策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 刷新後のシステムが実現すべきゴールイメージ（変化に迅速に追従できるシステムに）の共有（ガイドラインでチェック） ・ 不要なシステムは廃棄し、刷新前に軽量化（ガイドラインでチェック） ・ 刷新におけるマイクロサービス等の活用を実証（細分化により大規模・長期に伴うリスクを回避） ・ 協調領域における共通プラットフォームの構築（割り勘効果）（実証） ・ コネクテッド・インダストリーズ税制（2020年度まで）
<p>4. ユーザー企業・ベンダー企業間の新たな関係</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ システム再構築やアジャイル開発に適した契約ガイドラインの見直し ・ 技術研究組合の活用検討（アプリケーション提供型への活用など） ・ モデル契約にトラブル後の対応としてADRの活用を促進
<p>5. DX人材の育成・確保</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存システムの維持・保守業務から解放し、DX分野に人材シフト ・ アジャイル開発の実践による事業部門人材のIT

(資料) 経済産業省「デジタルトランスフォーメーション (DX) レポート」

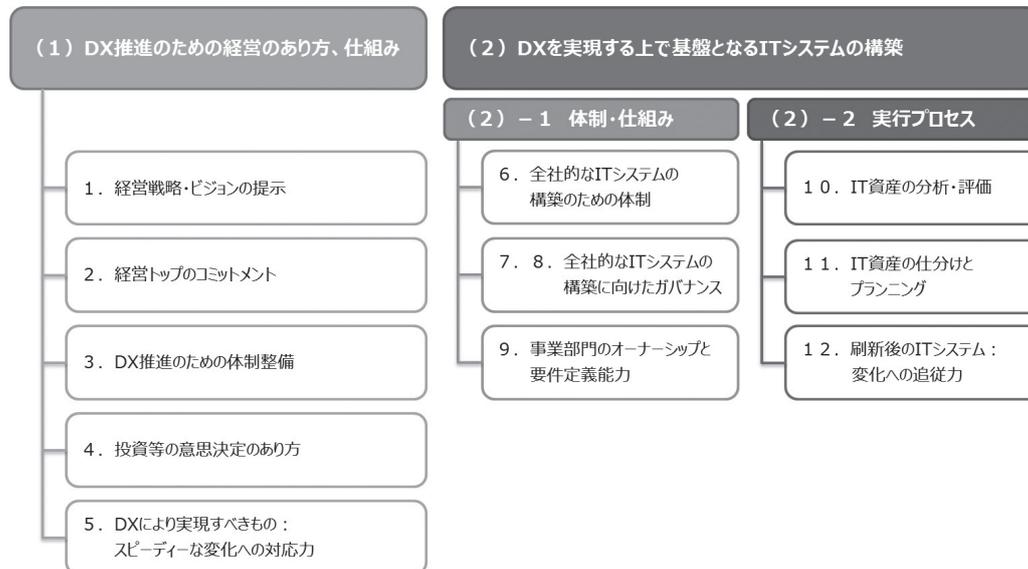
次に、2番目の対応策であるDX推進システムガイドラインについては、2018年12月に発表されている（注14）。このガイドラインは、DXの実現やその基盤となるITシステムの構築を行っていく上で経営者が押さえるべき事項を明確にすること、取締役会や株主がDXの取り組みをチェックする上で活用できるものとするを目的としており、「攻めのIT銘柄2019」における選定の観点となっているとされる。

ガイドラインは大きく (1) DX推進のための経営のあり方、仕組み、と (2) DXを実現する上で基盤となるITシステムの構築、の2部より構成されている（図表7）。ガイドラインはあくまで企業の行動の指針となるものであり、経済的なインセンティブや規制によって企業行動を誘導しようとするものではない。

3番目のITシステム構築におけるコスト・リスク低減のための対応策については、後述するコネクテッド・インダストリーズ税制が既に導入されているほかは、今後の方向性を示すにとどまっている。

4番目のユーザー企業、ベンダー企業の新たな関係の構築や、5番目のDX人材の育成・確保についてはDXレポートでは対応策は示されていないが、IT人材の育成については後述するように、政府全体で課題と認識され対策が講じられている。

(図表 7) DX推進ガイドラインの内容



(資料) 経済産業省「デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン (DX推進ガイドライン) Ver. 1.0」
2018年12月

(注 7) 経済産業省 プレスリリース2017年 3月20日。 <http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170320001/20170320001-1.pdf>

(注 8) <http://www.meti.go.jp/press/2016/03/20170320002/20170320002-1.pdf>

(注 9) Connected Industries シンポジウム (2017年 6月19日) における世耕経済産業大臣の基調講演によれば、CeBITで新たなコンセプトを提示するというアイデアや、コネクテッド・インダストリーズ命名は世耕経済産業大臣の発案であるとされる。

(注10) 2017年 5月の大臣会合はConnected Industriesと英語表記になっている。

(注11) <https://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170529008/20170529008-5.pdf>

(注12) 経済産業省「[Connected Industries] 関連政策の進捗等について」(2018年 6月) https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/pdf/201806_progress.pdf

(注13) Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 'Industrie 4.0 Maturity Index - Managing the Digital Transformation of Companies', 2017.4.25

https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB.pdf

(注14) 経済産業省「デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン (DX推進ガイドライン) Ver. 1.0」2018年12月。

4. わが国のデジタルトランスフォーメーション政策の評価と求められる環境整備

前章までは世界のデジタル化推進政策の潮流と、わが国が最近打ち出したコネクテッド・インダストリーズ政策、およびデジタルトランスフォーメーションレポートについて紹介した。本章では、これらの政策について全体的な評価を行うとともに、主要な論点について考察を加える。

(1) 全体的な評価

まず、コネクテッド・インダストリーズというコンセプトをSociety5.0とは別に打ち出したことは、製造業をはじめとする産業界にとって好ましいと考えられる。とりわけ、重点分野において現在までの取り組み、乗り越えるべき課題、今後の取り組みについて具体的に示したことは、各業界の将来の方向性を示すという重要な意味があったといえよう。また、発案当初は製造業を念頭に置いていたものの、

その後実業界との対話を重ねるなかで、製造業を含む一般産業を対象としたことは、第4次産業革命によってもたらされる新たなトレンドであるモノからサービスの流れ、バリューチェーンからビジネスエコシステムへの流れを考えると、適切な方向修正であったと思われる。

コネクテッド・インダストリーズという言葉に注意してみると、複数の産業が繋がっていることを示している。すなわち、単に工場内で機械同士が繋がることや、大手製造企業と下請け企業が連携していること以上のものを示しているのである。後者は日本の大企業とその系列の中堅・中小企業というかたちで以前より存在している。したがって、製造業が他産業と繋がることを示すことに新しい意味がある。

また、コネクテッドも、単に人的関係や資本関係があるという意味ではなく、デジタルの時代においては、データが自動的に共有されることを意味している。すなわち、産業を跨ったデータ共有・利活用と新たな付加価値創造がこの政策の重要な部分であり、第4次産業革命の本質に迫るネーミングといえる。

もっとも、この本質的部分は、東京イニシアティブ2017で具体的検討分野が五つに整理されるなかで、やや後退した感がある。すなわち、各重点分野それぞれのなかで、どのようにデジタルトランスフォーメーションを推進するかについて詳細に記述される一方で、総論としての他産業とデータで繋がるという基本的なコンセプトが後退し、各重点分野固有の課題に集中して取り組むようなメニューとなっている。わが国の産業においては人手不足感が強まっており、勢いデジタル化の推進目的が従来プロセスの省力化や効率化に焦点が置かれがちである。ともすれば従来のものでづくりの生産性向上の達成で満足する企業が多くなる懸念される。

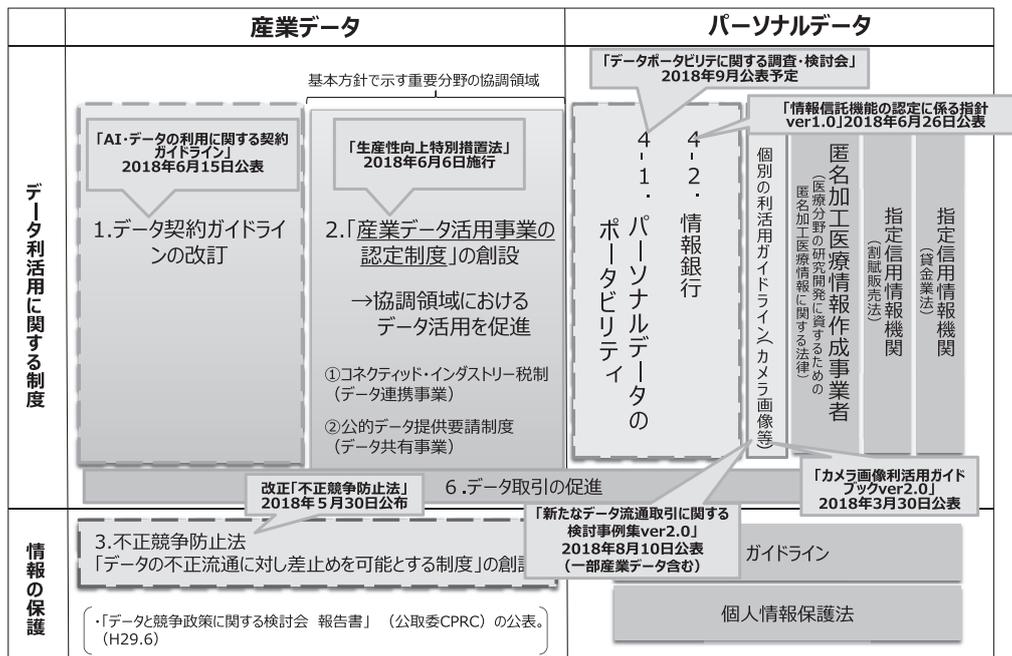
(2) データ利活用

コネクテッド・インダストリーズの「繋がる」ことに加えて、もう一つの重要な側面は、データを共有して利活用することである。そのためには、企業間でデータを共有しやすい環境を整備することが求められており、東京イニシアティブの三つの横断的政策の一つとして掲げられている。実際、データの連携に関しては、2017年3月の発表からわずか1年半の間に、網羅的に施策を実施しており、政策が強力に推進されている（図表8）。

まず、産業データの利活用についてみると、AI/データの利用に関するガイドラインを2018年6月に制定している（注15）。企業間でデータを共有する際に、契約を締結することになるが、どのような条項を盛り込み、標準的な責任分担はどのようなものかを政府が示すことによって、企業間の取引コストの低減に繋がるとともに、企業間連携のスピードを加速させる。すでに2017年5月に経済産業省は「データの利用権限に関する契約ガイドラインVer1.0」を策定していたが、今般新たにAI開発・利用に関する権利関係・責任関係等の考え方を追加して改訂したものである。

また、産業データ活用事業の認定制度を2018年6月に創設している。企業間の協調領域におけるデータ活用を促進することが目的である。コネクテッド・インダストリーズをはじめとするデジタルのビジネスエコシステムに関係する政策においては、多くの場合、競争領域と協調領域を区別して企業間連携を推進する考え方が示されている。同業他社で競合関係にある企業間のデータ連携を検討する場合、従来の日本企業では、データは相手方に渡さず自社内にとどめて競争力の源泉としたいという考え方が一般的であったと思われる。しかし、IoTでデータを収集し、蓄積したビッグデータをAIで解析して新たな

(図表 8) Connected Industries 実現のためのデータ関連制度の整備



(資料) 経済産業省「データ利活用に向けたルール整備・プロジェクト創出に関する進捗」(2018年9月11日)

な知識を生み出すようになると、大量のデータを収集することがより精度の高い知識が得られることに繋がる。そして、競争力にあまり影響しない分野においては、データを個々の企業で持つよりも、各社で持ち寄って、ビッグデータの質を高める方がすべての参加者に利益となる。わが国の企業は、厳しい自由競争に晒されて、本来であれば差別化が難しい部分にまで多くの労力を投入して競争している。このような状況において、政府が協調領域を示して、そこでのデータ活用のルールを定めることになれば、企業間でのデータ利活用の進展が期待できるであろう。以上の理由から、本ガイドラインはコネクテッド・インダストリーズの推進を円滑化する施策として期待される。

ところで、わが国の製造業においては、工場などの現場に多くの良質なデータが蓄積されており、AIでビッグデータを解析するフェーズがこれまでのサイバー空間データに限られていたものから、リアル空間のデータを併せて分析する段階へ移行すれば、わが国製造業の強みが発揮されるという指摘がある。当初のコネクテッド・インダストリーズのコンセプトにもそのような言及があった。確かに、自動運転データなどについて先行しているアメリカや中国のIT企業が収集しているのは試験走行データであり、日本の自動車メーカーがそれを量的に上回ることは、それほど困難ではないかもしれない。

しかし、DXレポートでも指摘されているように、多くの日本企業ではシステムが部署ごとに分断されており、一つの会社のなかでもその全容を把握することが容易ではない。ドイツのIndustrie4.0の場合、シーメンスやSAPといった巨人企業がそのプラットフォームを提供しており、企業内連携、企業間連携が比較的容易であることに注意する必要がある。したがって、わが国でデータを連携する場合には一定の時間が必要であろう。

(3) 企業間連携

データを共有することで企業間連携を図ることは、コネクテッド・インダストリーズ政策の狙いの一つである。これを促進するために、「コネクテッド・インダストリーズ税制」が2018年6月に創設されている。同税制は、一定のサイバーセキュリティ対策が講じられたデータ連携・利活用により、生産性を向上させる取り組みである。

対象事業者は、青色申告事業者であり、業種や資本規模による規制はない。認定事業計画（認定革新的データ産業活用計画）に基づいて行う5,000万円以上の設備投資（ソフトウェア、器具・備品、機械・装置）について、税額控除3%（賃上げを伴う場合は5%）または特別償却30%を措置するものとされる。ここで計画認定の要件として、データ連携・利活用において、社外データやこれまで取得したことのないデータを社内データと連携すること、あるいは、企業の競争力上重要なデータをグループ企業間や事業所間で連携することが要件となっている。さらに、投資年度から一定期間において、労働生産性において年平均伸び率2%以上、かつ投資利益率が年平均15%以上であることが要件とされる。

データを連携してどのような付加価値が生み出せるかについては、いまだ世界を見渡しても前例が少なく、わが国では試行錯誤を繰り返す段階にある。にもかかわらず、確実に生産性や利益率向上の効果が見込める場合に限って税制でインセンティブを与えたとしても、投資を後押しする効果がどれだけあるのか疑問が残る。実際、この税制で認定された事業者は2019年2月末現在で33件に過ぎず、そのうち91%が大企業に偏っている。全国に配置されている経済産業局（経済産業省）や総合通信局（総務省）を通じて周知を図っている割には、利用実績が多いとはいえないであろう。AIを活用してビッグデータを解析する分野では、様々な試行錯誤が必須といわれる。むしろ、結果が見えにくいと思われる。

コネクテッド・インダストリーズ税制では、2社がデータを共有して連携すれば対象となってくるが、わが国でもっとも政策的な手当てが必要なのは、プラットフォームの形成ではないだろうか。先述したように、ドイツでは工場内ではシーメンス、企業間ではSAPという2社がシステムの基盤を提供しており、そもそもデータが繋がりやすい環境にある。加えて、先述した全国72カ所に存在するフランホーファー研究所が企業間連携の橋渡しの役割を果たしている。わが国で自由競争に任せているだけでは、このような共通基盤の形成を期待することは難しいであろう。

これはまさに、競争領域と協調領域の設定にかかわる話であり、民間企業だけで最適解を見出すことは容易ではない。協調領域の設定については、政府がある程度関与して推進していくことが望ましいのではないか。したがって、コネクテッド・インダストリーズの政策としては、単純に2社間連携を促すだけでなく、プラットフォームを形成するような企業間連携を促進する政策に重点が移されるべきであろう。たしかに、五つの重点分野においてはプラットフォーム構築が項目として含まれているものもあるが、それ以外の分野での構築を促進する取り組みが弱いように見える。わが国の業界のなかでは、業界団体が設立されて上手く意見を集約しているところもある。このような業界団体を一つの中核的な組織としてプラットフォームに発展させていくことは一案であると思われる。

(4) 知識の普及

デジタルトランスフォーメーションという概念が人口に膾炙して数年になるものの、その本質まで多

くの人に理解されているかどうかはまた別の問題である。今般のデジタル変革のポイントがIoT、ビッグデータ、AIが連携して新たな知識を生み出すことにあり、どのような知識が生み出されるかは、実際にデータを分析してやってみなければ分からない、ということまで、認識している人の割合はそれほど多くないのではなかろうか。むしろ、部分的にIoTを導入した、AIを導入したという話で当社もデジタルトランスフォーメーションに対応済みと考える企業が多いのではないだろうか。

その意味で、コネクテッド・インダストリーズは、デジタルトランスフォーメーションでどのようなことを狙っているのか、そして、それに取り組むとどのようなことが期待できるのか、今後日本や世界はどのような社会になっていくのか、デジタルへの対応をしないまま放置しているとどうなるのか、などについて、丁寧に説明していくことが必要であろう。コンセプトを深く理解しないままに、税制で企業を誘導してみても、長期的にみればその目的が達せられるとは限らないであろう。とりわけ、人的資源に余裕がない中小企業においては、その理解を助ける仕組みが考えられても良いのではないか。

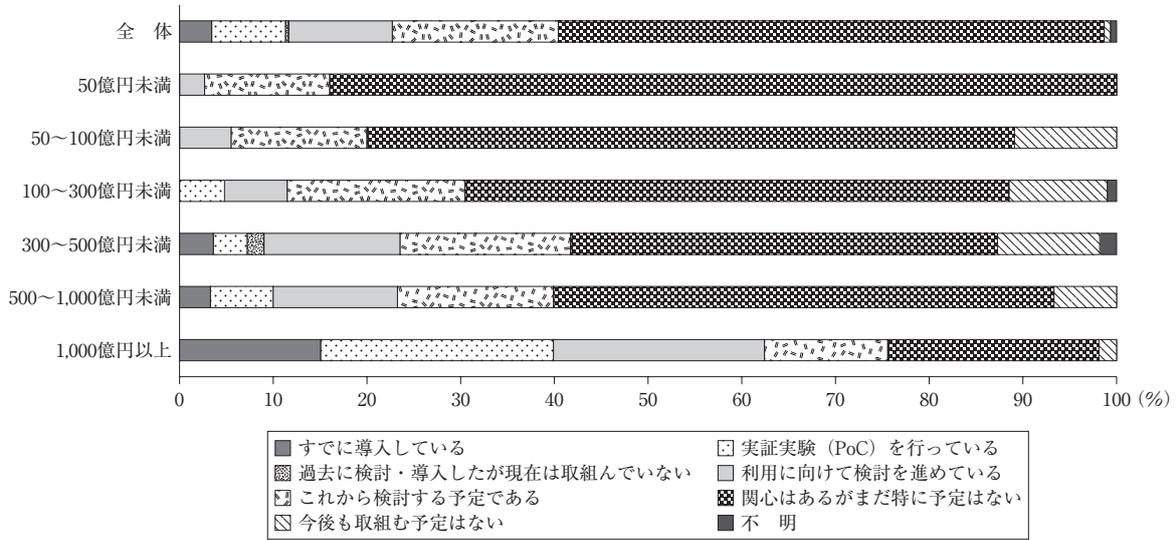
また、製造分野におけるソリューション提供による付加価値向上に関して、様々なアイデアや事例を広く共有する仕組みを整備すべきである。経済産業省では以前より「攻めのIT」の事例の共有をWEB上で図っているが、コネクテッド・インダストリーズについてのポータルサイトを開設し、利用企業本位でコンテンツの最適な配置を検討するなど企業への情報提供・知識共有の仕組みの充実が考えられて良いであろう。加えて、AIの分野で利用が広がっているオープンソースソフトウェアについての情報提供を行うことで、低コストで様々なデジタルを活用した取り組みが可能であることを広く周知することも有益であると考えられる。ドイツのIndustrie4.0のホームページでは、オンラインライブラリーがあり、そこに新しいコンテンツが次々と追加され、誰でも最新の動向を知ることができるようになっている。

(5) 投資の意思決定と開発体制の整備

企業のデジタルトランスフォーメーションへの取り組みは始まりつつあるが大きな動きに広がってはいない。例えば、AIの企業への導入についてみると、独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の調査によれば、すでに「導入済み」と「実証実験中」の積極的な企業の割合は合わせて全体の1割程度であるのに対し、関心はあるがまだ検討していない企業が全体の約6割と、全体としてはまだ様子見の姿勢である。同じ調査を売上高規模別にみると、売上高1,000億円以上の企業では、導入済みと実証実験中の合計が約4割に達するのに対し、売上高100億円未満の企業では導入済みもしくは実証実験中の企業の割合はゼロと、企業規模により大きな差が生じている（図表9）。

まだAIの導入や実証実験に至らない企業は、どのようなことを課題と捉えているのだろうか。IPAの調査では、回答割合が高い回答としては、「AIについての理解が不足している」（68.4%）、次いで「導入効果が得られるか不安である」（52.4%）と、AIに関する知識不足や費用対効果が見えにくいことが挙げられている。AIの普及はまだ黎明期にあることから、その効果を事前に正確に見通すことは容易ではない。なぜなら、AIの導入では、個々の企業のニーズに応じて試行錯誤しながら必要なデータを収集し、仮説と検証を繰り返しながら実装することが多いためである。したがって、AI導入のための費用は、システムコストではなく、戦略的な投資であると捉えるべきであろう。

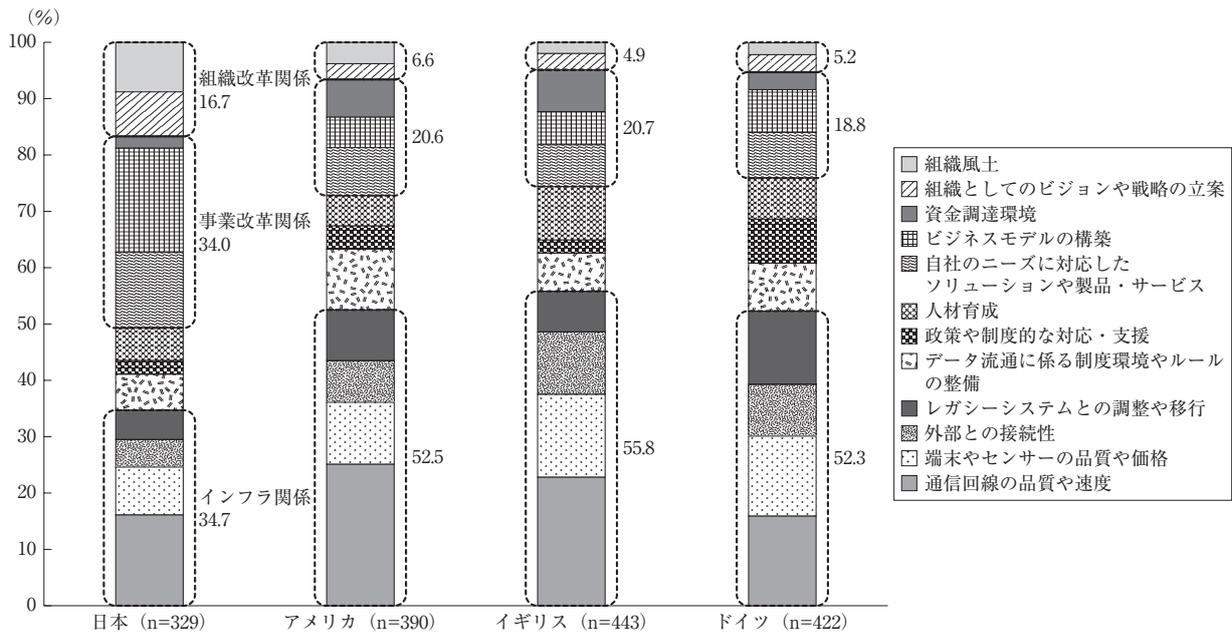
(図表9) 企業におけるAIの利活用状況 (売上高規模別)



(資料) 情報処理推進機構『AI白書2019』

一方、AIの導入に積極的な企業においてはどのような課題があるのだろうか。総務省が主要国を比較した調査によれば、日本では「通信回線の品質や速度」や「外部との接続性」などといったICTのインフラに関する課題を挙げる企業の割合が小さい一方で、AIを活用するにあたっての「ビジネスモデルの構築」などの事業改革に関する課題や「組織としてのビジョンや戦略の立案」といった組織改革に関する課題を挙げる企業の割合が相対的に高くなっている (図表10)。

(図表10) 企業がAI・IoTの利活用を進めるうえでの課題



(資料) 総務省『情報通信白書 平成30年版』に日本総合研究所が加筆

すなわち、わが国のICTインフラは優れているのに、日本企業はAIを利活用した新たな戦略やビジネスモデルの立案が不得手であることが見て取れる。この背景としては、AIなどの新しいICTを用いてビジネスで新たな価値創造を行うには、ビジネスの知識と新しいICTの知識を結び付けることが不可欠であるのに対し、わが国ではビジネスを担う人材とシステム構築を担う人材が組織的に分断されているケースがほとんどで、新しいアイデアが生まれにくい環境であることが指摘できる。

これを克服するには、企業内においてビジネス部門とシステム部門に跨って、ビジネスへのAI活用の仮説・検証を繰り返すアジャイル型の開発体制を整えるとともに、後述するように研修等を通じたビジネス人材のIT知識のレベルアップを図ることが求められる。

(6) 人材育成・確保

コネクテッド・インダストリーズに限らず、デジタルトランスフォーメーションをわが国で進めるうえで最も深刻な問題は人材不足であるといわれる。人材不足には大きく二つの問題がある。一つは、IT人材の量の問題、すなわち絶対数が不足していることである。経済産業省が2016年に発表した推計によれば（注16）、IT企業およびユーザー企業の情報システム部門に所属する人材の総数は、IT市場が高位成長する場合（注17）、2020年には36.9万人が不足し、2030年には78.9万人不足するという。

このように大きなギャップが生じている一つの大きな要因は、大学など高等教育におけるIT人材を育成する体制が社会のニーズとマッチしていないからである。大学の理系学科は細かく専門分野に分かれており、それに対応した教員を配置しているため、各学科の定員を大幅に変更することは容易ではない。

近年になって、本格的にAIやデータサイエンスを使いこなせる人材の育成に注力する学部や学科を設置する動きや、企業と連携して実務的な観点を採り入れたIT人材育成に取り組む動きなど、大学側もIT人材育成に積極的な姿勢を示し始めている（図表11）。

しかし、AIが本格的に普及する近未来を見据えると、理系のIT関連学科のみならず、全学科でのITリテラシーを向上させていく必要がある。幅広い人材がAIの基礎知識を持っていなければ、競争力ある製品の開発や事業展開を行うことは難しいからである。政府は2019年3月、統合イノベーション戦略推進会議において、AI人材を年間25万人育成することを発表した（注18）。読み・書き・そろばんと同様に、数理・データサイエンス・AIをすべての国民にとって必要なスキルであると位置付け、すべての大学生・高等専門学校生に初級レベルのAI教育を課し、AIと専門分野のダブルメジャーを促進するという。加えて、社会人がAIを学びなおすために大学に社会人コースを設置し、政府が費用の一部を支援し、年間2,000人教育する目標である（注19）。

（図表11） AIやデータサイエンスの学部や大学院を設置する主な大学

大学	学科名や研究科名	内容	開設時期
立教大学	人工知能科学研究科	大学院修士課程	2020年4月
滋賀大学	データサイエンス学部	大学学部	2017年4月
	データサイエンス研究科	大学院修士課程	2019年4月
横浜市立大学	データサイエンス学部	大学学部	2018年4月
	データサイエンス研究科 (仮称、設置準備中)	大学院博士前期課程と博士後期課程	設置準備中

（資料）日本経済新聞2019年2月27日付

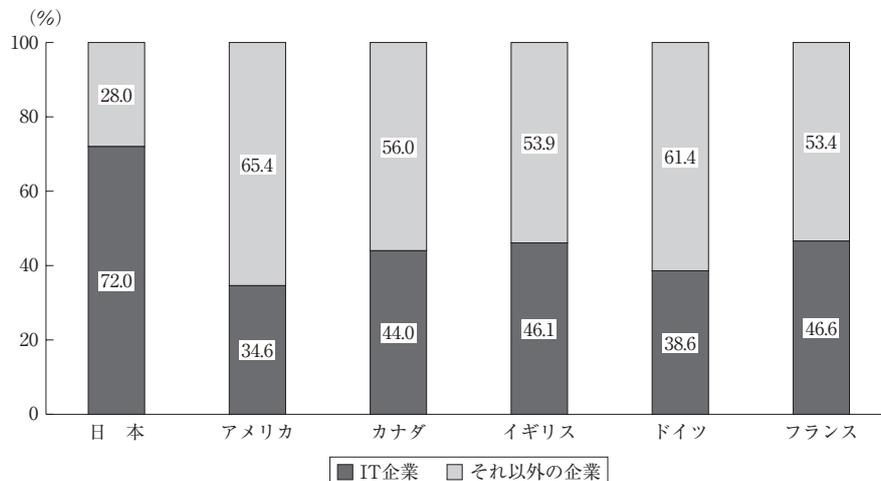
このように、量的な充足については最近ようやく大学にも動きがみられるようになり、政府も本腰を入れてAIの必修化などに取り組んではいるものの、数十万人単位の人材不足の解消には相当の年月を要するとみられる。そして、これがわが国のデジタルトランスフォーメーションの推進の大きな足枷となることが懸念される。

人材不足のもう一つの問題は、人材の質の問題である。従来のシステム開発は、企画→要件定義→設計→実装→テスト、と開発工程をいくつかに分け、それぞれの工程が終わると次の工程に進み、前の工程には戻らないという開発スタイルであった。これはウォーターフォール型と呼ばれ、確実性の高いプロジェクトに適していた。そこで必要な人材は、事前に定められた要件定義を確実にシステム化する人材であり、必ずしも深い業務の知識を備えていなくても十分に仕事をこなすことができた。

これに対して、最近のシステム開発は、短い開発期間の単位（イテレーション）を何度も繰り返しながら、成果物の質を向上させていくアジャイル型の割合が増加している。近年のIT技術の高度化や開発サイクルの短期化、サービスの複雑化などの要因によって、事前に確実なシステムを設計することは困難になっていることがその要因である。アジャイル型の開発においては、現場の業務知識を引き出しながらテストを繰り返し、システムのバージョンアップを行うため、業務知識なしに開発を進めることはできない。開発を担うIT人材にも業務知識が必要であり、一方で現場の業務を担う人材にもITの知識が必要となる。

アジャイル型の必要性が高まると、わが国ではさらに問題が浮かび上がってくる。それは、IT人材がユーザー企業ではなくベンダー企業に偏在していることである（図表12）。わが国では企業のシステム開発は、ユーザー企業がベンダー企業に委託することが一般的であり、ユーザー企業が大量のシステム開発要員を抱え込む例は少数である。これは、システム開発が労働集約的業務であり、開発時には多くの人員を必要とするが、いったん完成して運用・保守の段階になると、必要な人員が大幅に減少するためである。解雇による人員の削減が困難なわが国においては、このような数年に一度の開発作業のためにユーザー企業が多数の開発人員を抱え込むことができず、開発を外部に委託することが一般的になっ

（図表12）ベンダー企業とユーザー企業に存在するIT人材の割合



（資料）独立行政法人情報処理推進機構「IT人材白書2017」データを基に日本総合研究所作成

たといわれる。これは、ウォーターフォール型の開発では機能したが、アジャイル型開発では問題が生じる。一つは、ユーザー企業の業務知識とベンダー企業のIT知識が分断されているため、それらを結び付けて新たな知識を創造することが難しい。さらに、その開発が現場任せになっている場合には、そこから得られた新たな知識をもとに戦略やビジネスモデルを描くことができない。

コネクテッド・インダストリーズをはじめ、最近のデジタルトランスフォーメーションはまさにデータを収集して分析し、そこから新たな知識を生み出して価値創造を行うところに、成長の源泉がある。従って、ユーザー企業側の人材のIT知識を高めるとともに、ベンダー企業側の業務知識を深化させることが求められている。政府が、大学教育において全員にAIの基礎教育を課す方針を打ち出し、2020年度から小学校でプログラミング教育を必修とするのは、このような問題意識に基づいている。

このように見てくると、システム開発を担うIT人材の供給を大幅に拡充するだけではなく、ユーザー企業側のITリテラシーをレベルアップすることも重要であることが理解できる。これは、単にデジタルトランスフォーメーションの先例に関する知識を拡充することではない。最新のITの技術でどのようなことが可能になっているのか、それを企業の業務に取り入れてどのような戦略が描けるのか、を体系的知識として学ぶことが必要である。

また、ユーザー企業がデジタルトランスフォーメーションを推進する上では、従来の業務プロセスやビジネスモデルを大幅に変更することや、社外のパートナー企業と連携してビジネスエコシステムを形成することが必要となることが多い。したがって、ユーザー企業は、経営層がデジタルトランスフォーメーションを理解するとともに、社内での推進を主導する役割を果たす必要がある。この意味で、経営層の人材もAI時代に対応して質を高めることが求められる。

政府の統合イノベーション戦略推進会議では、社会人の学び直しへの対応策も盛り込まれているが、現場担当者だけではなく、意思決定できる経営者、中間管理職を含めて幅広い層を対象にIT知識を向上させることが求められる。大学等は、企業の経営層や幹部人材を対象とした、最新のIT知識やAI時代の新しい経営に関する知識を合わせて教授するようなプログラムを開発し、それを政府が支援することなどが考えられるだろう。

(注15) 経済産業省「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」(2018年6月) <https://www.meti.go.jp/press/2018/06/20180615001/20180615001-1.pdf>

(注16) みずほ情報総研(経済産業方委託事業)「ITベンチャー等によるイノベーション促進のための人材育成・確保モデル事業事業報告書 第2部 今後のIT人材需給モデル構築等編」2016年3月 https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/27FY/ITjinzai_fullreport.pdf

(注17) 推計シナリオに沿って高位成長する場合。

(注18) 統合イノベーション戦略推進会議「AI戦略2019」(有識者提案)～人・産業・地域・政府すべてにAI～」2019年3月29日

(注19) 日本経済新聞2019年3月27日

5. おわりに

本稿ではコネクテッド・インダストリーズを中心として産業においてデジタルトランスフォーメーションを推進する上で求められる環境整備について論じてきた。これまでの我が国のIT政策やAI政策は、インフラ整備に重点が置かれていたり、先端の研究に重点が置かれていたりすることが多く、企業への

実装という観点がやや乏しかったという印象がある。コネクテッド・インダストリーズは産業への実装を課題として正面から向き合い、具体的な政策の導入にまで言及した強力な支援策といえる。わが国の産業界のデジタルトランスフォーメーションを後押しすることへの貢献は少なくないであろう。

もっとも、これまでに発表されているメニューではまだ十分ではない点があることも確かである。現時点ではデジタルトランスフォーメーション（DX）を理解している企業だけが先行している感があるが、世界のデジタルトランスフォーメーションの流れに取り残されないようにするためには、この裾野を広げていくことが次の課題となる。そのためには、知識の普及、人材育成、規制の柔軟な運用・見直し等、産官学が協力して新たな時代を切り拓く努力を続けることが求められるであろう。

(2019. 4. 4)

参考文献

- ・ 経済産業省 [2018a]. 「デジタルトランスフォーメーションDXレポート～ITシステム『2025年の崖』の克服とDXの本格的な展開～」 2018年 9月 7日
<https://www.meti.go.jp/press/2018/09/20180907010/20180907010-3.pdf>
- ・ 経済産業省 [2018b]. 「デジタルトランスフォーメーションを推進するためのガイドライン（DX推進ガイドライン） ver.1.0」 2018年12月
<https://www.meti.go.jp/press/2018/12/20181212004/20181212004-1.pdf>
- ・ 総務省 [2018]. 『情報通信白書 平成30年版』
- ・ 立本博文 [2017]. 「IoTエコシステムの将来像」『研究 技術 計画』 Vol.32, No.3, pp.279-292
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsrpim/32/3/32_279/_pdf/-char/ja
- ・ 田谷洋一 [2018]. 「デジタル変革がもたらす顧客価値創造の在り方の転換とわが国企業の課題」 日本総合研究所『JRIレビュー』 Vol.5, No.66
<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/jrireview/pdf/10809.pdf>
- ・ 内閣府 [2017]. 『経済財政白書「日本経済201-2017」』
<https://www5.cao.go.jp/keizai3/2016/0117nk/index.html>
- ・ 藤野直明・水谷禎志・百武敬洋 [2017]. 「第四次産業革命にかかわる欧州の最新情報」 野村総合研究所『知的資産創造』 2017年 9月号pp.10-21
<https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/knowledge/publication/chitekishisan/2017/09/cs20170903.pdf>
- ・ IDC [2018]. 'The Digitization of the World From Edge to Core', November 2018
- ・ Industrial Internet Consortium ホームページ
<https://www.iiconsortium.org/index.htm>
- ・ Federal Ministry of Education and Research [2013]. 'Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0', April, 2013.
- ・ Stolterman E., Fors A.C. [2004]. Information Technology and the Good Life. In: Kaplan B., Truex

D.P., Wastell D., Wood-Harper A.T., DeGross J.I. (eds) Information Systems Research. IFIP International Federation for Information Processing, vol.143. Springer, Boston, MA.

- UK Government [2017]. 'Industrial Strategy Building a Britain fit for the future' November 2017.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/730048/industrial-strategy-white-paper-web-ready-a4-version.pdf
- UK Government [2018]. 'Industrial Strategy Artificial Intelligence Sector Deal' 2018.4.26.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/702810/180425_BEIS_AI_Sector_Deal_4_.pdf
- U.S. White House [2018]. 'Artificial Intelligence for the American People' May 10, 2018.
<https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/artificial-intelligence-american-people/>