

新時代のものづくりにおけるA Iの活かし方に関する  
調査研究報告書

平成30年3月

一般財団法人 企業活力研究所



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。  
<http://hojo.-keirin-autorace.or.jp>



## < は じ め に >

さまざまなモノがインターネットでつながる I o T、人工知能 A I、大量の情報を分析し新たな価値を生み出すビッグデータの時代が到来し、超スマート社会「Society5.0」の到来とも言われている。当研究所では、これまで「つながる」という視点で I o Tと「ものづくり」との関係を中心に調査研究を深めてきた。一方、人工知能 A Iは、コンピューティング能力の向上や機械学習の飛躍的な進歩により現実的なものとして産業社会に浸透しつつあり、「Society5.0」のコンセプト「Connected Industries」を目指す上で重要なツールの一つとして注目を集めている。

そこで、平成 29 年度は、当研究所に企業、学識者、政策当局等の関係者からなる研究会を設置し、人工知能 A I とものづくりとの関係に焦点を当て、「新時代のものづくりにおける A I の活かし方」を中心に調査研究を行った。

本調査をとりまとめるにあたっては、東京大学 政策ビジョン研究センター シニア・リサーチャーの小川紘一氏を座長とする有識者からなる「ものづくり競争力研究会」を設置し、検討を行った。研究会は 2017 年 9 月～2018 年 3 月にかけて合計 8 回開催し、うち、第 2 回～第 7 回研究会では講師を招聘して講演をいただいた。また、第 1 回研究会において経済産業省より「“Connected Industries ” 推進に向けた我が国製造業の課題と今後の取組」をテーマに講演をいただいた。

ここに、研究会に参加いただいた学識者や有識者の皆様、オブザーバーとして参加いただいた経済産業省や関係者の皆様のご協力に心からの謝意を表明します。





## Executive Summary

平成 29 年度ものづくり競争力研究会（以下「本研究会」という。）では、過去 4 カ年にわたる IoT（Internet of things）に関する調査研究を踏まえ、IoT の進展によるものづくりのデジタルトランスフォーメーションが進展する中で AI（人工知能）のもたらすインパクトに着目し、「新時代のものづくりにおける AI の活かし方」を中心に調査研究を行った。

### **I. AI をめぐる議論の整理**

#### 1. 本研究会における AI の共通認識

AI の捉え方は幅広く、AI の定義についての共通認識を得ておく必要がある。そこで、本研究会では、既に活用が進んでおり、Society5.0 が描く未来社会での利活用が想定される特化型 AI（ディープラーニングを含む機械学習）、かつ、レベル 3～レベル 4（松尾豊「人工知能は人間を超えるか」参照）を主に AI とみなす前提に立って議論を行った。

#### 2. AI の産業利用に関する動向

国の第 5 期科学技術基本計画では、日本が目指すべき未来社会の姿として Society5.0 を掲げている。Society5.0 は、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）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人間中心の社会である。この Society 5.0 を実現する上で、AI は重要なキーテクノロジーであり、ものづくりにおける新たな価値創出にも大きな影響をもたらす。

経済産業省では、我が国の産業が目指す姿として“Connected Industries”を掲げている。これまで独立・対立関係にあったものが融合・変化することで新たな価値を生み出す社会が Society5.0 につながるとし、データや AI の利活用の重要性が示されている。

### **II. ものづくりにおける AI の活用事例**

#### 1. 先行研究にみる AI の活用場面

本研究会では、ものづくりにおける AI の活用事例を分析するにあたり、AI 活用場面の類型化として、研究会講師 2 名の資料を参考に整理することとした。

具体的には、①「AI の適用範囲」と「AI の能力」を 2 軸とする分類、②「テクノロジー志向」と「サービス志向」を 2 軸とする分類を参考にした。

## 2. 具体的事例にみる「ものづくり×AI」の現状と課題

ここでは、研究会に招聘した講師企業の講演の内容、及び企業や有識者へ実施したインタビューの内容から、ものづくりにおけるAI適用への取組みや課題についてのポイントを紹介した。

### **【本調査研究における事例研究の内訳】（合計14事例）**

- (1) AIをツールとして開発・提供する立場・・・6事例（CASE 1～6）
- (2) AIをツールとして利活用する立場・・・5事例（CASE 7～11）
- (3) 有識者へのヒアリング・・・3事例（CASE 12～14）

## **Ⅲ. AIがものづくりのビジネスモデルやバリューチェーンに与えるインパクトと課題**

本章では、前章で紹介された様々な事例を踏まえて、AIがものづくりのビジネスモデルやバリューチェーンにどのようなインパクトをもたらすかについて整理するとともに、AIの恩恵を最大限活かすためには何が課題となっているかについて整理を行った。

### 1. 事例にみるものづくりへのAI適用の可能性

常識的判断が難しかったり、最先端のAI技術を利用できても大量のデータがなければ稼働しない等、AIを使いこなす上での課題はまだ多く、AIの壁や限界は存在する。しかしながら、基本的にもものづくりのすべての領域でAIの適用可能性はある。

### 2. AIがものづくりに与えるインパクト

ここでは、AIがものづくりに与えるインパクトについて整理した。

#### **(1) 働き方改革を実現できる**

少子化が進展している日本のものづくり現場は深刻な人手不足に陥っており、日本のものづくり産業にとって、人手不足対策は重要な経営課題に浮上している。ものづくり現場の労働生産性を高める手段としてAIの活用は必要不可欠となっている。

#### **(2) ヒトの能力の限界を突破できる**

AI、中でも特化型AIはターゲットを絞り込んで学習を繰り返すことで、ヒトの能力の限界を突破することが可能になった。AIのインパクトは「人による限界を突き抜けるところ（不可能を可能とすること）」にある。

#### **(3) ビジネス領域を拡大できる**

“Connected Industries”の進展は様々なつながりにより新たな付加価値を生み出していく。既存の産業軸にAIを活用したデジタル軸を掛け合わせることでビジネス領域を広げていくことが可能となる。

### **3. インパクトを引き出す上での課題**

ここでは、AIを使いこなすための課題や現時点でのAIの限界について整理した。

#### **(1) データを使いこなせる組織をつくる**

AIを導入したものの、思うような成果が出ず、費用対効果の上で疑念を持つ企業も少なくない。その一番の原因は、データを溜める仕組みができていない、データはあっても使いこなす土壌ができていない点にある。データを使いこなせる組織をつくる上での課題ともいえ、この課題について、①データ活用のビジョンや目的、②現場とシステム部門とのコミュニケーション、③データフォーマット等の統一、④データの活用に向けたマネジメントの4ステップに分解して分析を行った。

#### **(2) 品質や安全面を説明・補完する**

AIはものづくりに大きなインパクトをもたらす反面、ディープラーニングの結果が正しいことをどう立証するかという問題には、現状まだ解決策がない。この課題については、「説明できるAI」に関する研究開発が進められているが、現状では、安全が担保できるかどうかを人手をかけて検証している企業が大半である。

## **IV. 我が国ものづくりの競争力強化に向けたAI活用方策のあり方**

本章では、前章で整理したインパクトと課題を踏まえつつ、我が国ものづくり産業が国際競争力を高めていくためのAI活用方策についてとりまとめた。

### **1. AIで現場を強くする**

昨年度までの調査研究でも、「現場とは何か」、「現場力の重要性」について検討を重ねてきた。まず言えることは、AIによって現場の価値や重要性がより高まるということである。AIの活用は良質な現場を持つ日本のものづくり企業にとっては大きなチャンスになる。このチャンスを活かすには、経営者や経営部門がAIで現場を強くするというマインドを持つことが重要となる。

### **2. 日本の特長を活かすAI活用を目指す**

日本のものづくりの特長・強みをさらに高める方向にAIを活用する。その際に留意する主なポイントとして、以下の3点を取り上げた。

#### **【日本の特長・強みを活かすAI活用を目指す上での留意点】**

- (1) 省エネ型のAI活用
- (2) ものづくりのフィジカルの強みを活かすAI活用
- (3) 中小企業のAI活用

### 3. AIをサービス・イノベーションに活かす

AIの活用によって新たな価値を生み出すには、サービス・イノベーションをより強化すべきである。そのためには、工場のデジタル化と同時に、バリューチェーン全体がデジタル化へ対応できるようなデジタルトランスフォーメーションが必要となる。その際、自前主義にとらわれることなく、オープンイノベーションを活発化させるなど、共創の場づくりも重要となる。

### 4. デジタルトランスフォーメーションを担う人材を育てる

AI等の最新情報技術を活用してデジタルトランスフォーメーションを実現するにはどうすべきか。そのためには、最新情報技術の利用と実践を尻込みしない「デジタルネイティブ」な企業風土に持っていく必要がある。多様な人材が必要となるとともに、多様なデジタル人材を活かせる組織にしなければならない。その上で、ものづくり企業がデータを最大限活用し価値形成の主導権を握るためのバリューチェーンを描くことができる人材、それをサポートできる人材を確保していくべきである。

本研究会では、デジタルトランスフォーメーションを担う人材育成、組織体制の見直しのポイントとして、以下の4点を取り上げた。

#### **【デジタルトランスフォーメーションを担う人材育成のポイント】**

<b>ポイント1</b>	デジタルネイティブの組織をつくる
<b>ポイント2</b>	再教育の体制をつくる
<b>ポイント3</b>	目利き力のあるデータサイエンティストを育成する
<b>ポイント4</b>	異種の人材を確保する

以上

## 目 次

序章	1
1. これまでの議論の経緯	1
2. 本年度の調査研究の主な論点と検討項目	2
3. 調査体制	2
第1章 AIをめぐる議論の整理	9
1. 本研究会におけるAIの共通認識	9
2. AIの産業利用に関する動向	10
(1) Society5.0とAI	10
(2) “Connected Industries”の推進（経済産業省）	12
(3) 新産業構造ビジョンにみるAI利活用の可能性と日本の立ち位置	13
(4) データやAIにかかる知的財産や国際標準化	16
第2章 ものづくりにおけるAIの活用事例	18
1. 先行研究にみるAIの活用場面	18
2. 具体的事例にみる「ものづくり×AI」の現状と課題	20
(1) AIをツールとして開発・提供する立場	20
(2) AIをツールとして利活用する立場	34
(3) 有識者へのヒアリング	47
第3章 AIがものづくりのビジネスモデルやバリューチェーンに与えるインパクトと課題	52
1. 事例にみるものづくりへのAI適用の可能性	52
2. AIがものづくりに与えるインパクト	53
(1) 働き方改革を実現できる	53
(2) ヒトの能力の限界を突破できる	53
(3) ビジネス領域を拡大できる	54
3. インパクトを引き出す上での課題	56
(1) データを使いこなせる組織をつくる	57
(2) 品質や安全面を説明・補完する	59
第4章 我が国ものづくりの競争力強化に向けたAI活用方策のあり方	62
1. AIで現場を強くする	62
2. 日本の特長を活かすAI活用を目指す	64
(1) 省エネ型のAI活用	64
(2) ものづくりのフィジカルの強みを活かすAI活用	65
(3) 中小企業のAI活用	65
3. AIをサービス・イノベーションに活かす	66
4. デジタルトランスフォーメーションを担う人材を育てる	67



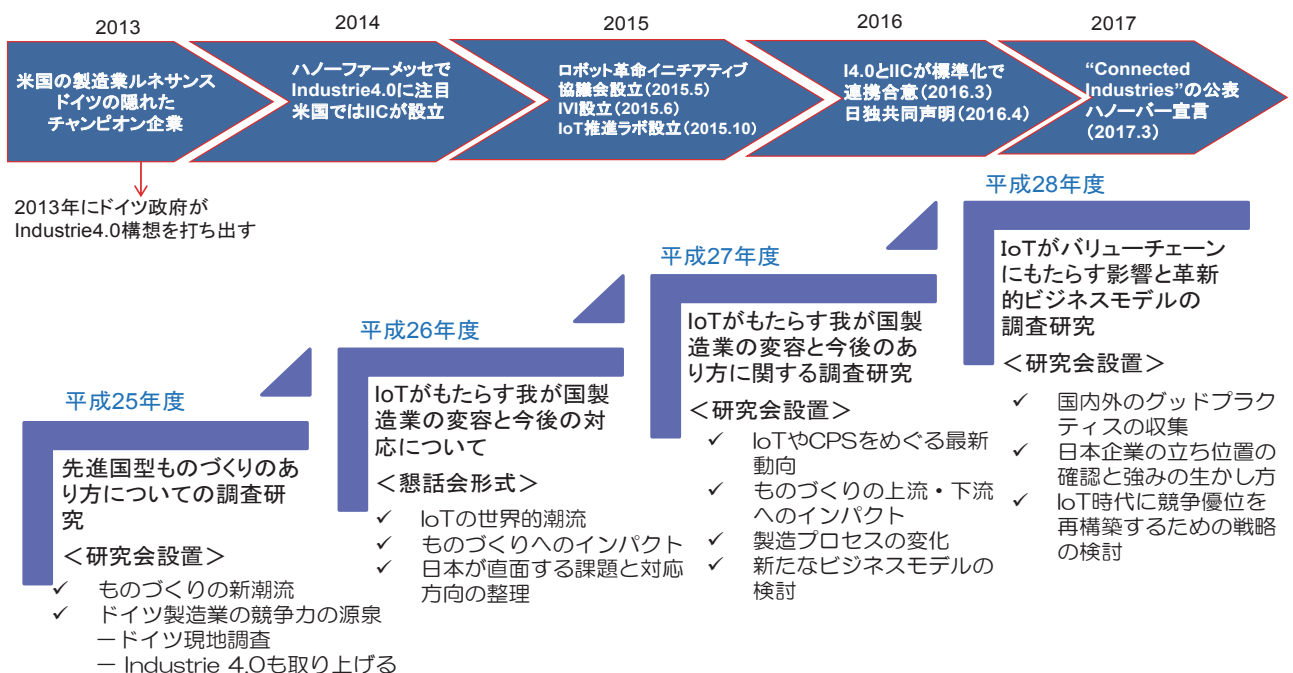
# 序章

## 1. これまでの議論の経緯

ものづくり競争力研究会では、平成 25 年度に“先進国へのものづくり回帰”の動向を取り上げ、立地コストの高い先進国で成立する製造業のあり方についての分析を行った。その際、IoT が今後のものづくりのあり方や産業競争力に大きな影響を及ぼすことが見通され、平成 26 年度～平成 28 年度にかけての 3 年間は具体的なケーススタディを交えながら IoT がもたらす我が国製造業の変容と今後の対応について調査研究を行った。

昨年度の調査研究では、データの重要性に着目し、日本企業は工場や事業所などの足元に存在するインダストリアルデータに目を向け、これらのデータをクラウドに吸い上げるのではなくデータの発生源に近いエッジ側で処理し、質の高いデータを扱うことで付加価値の高いサービスやソリューションを提供しようとしている特徴を明らかにした。また、IoT 時代における現場力の再定義も行い、これまで「現場力」のかなりの部分を支えてきた、いわゆる「職人技」や「暗黙知」を形式知化し、デジタル・バリューチェーンで活用できるようデジタルアセット化していかなければ、IoT 時代における新しい「現場力」として機能できなくなることを明らかにした。

図表 1 ものづくり競争力研究会における議論の経緯



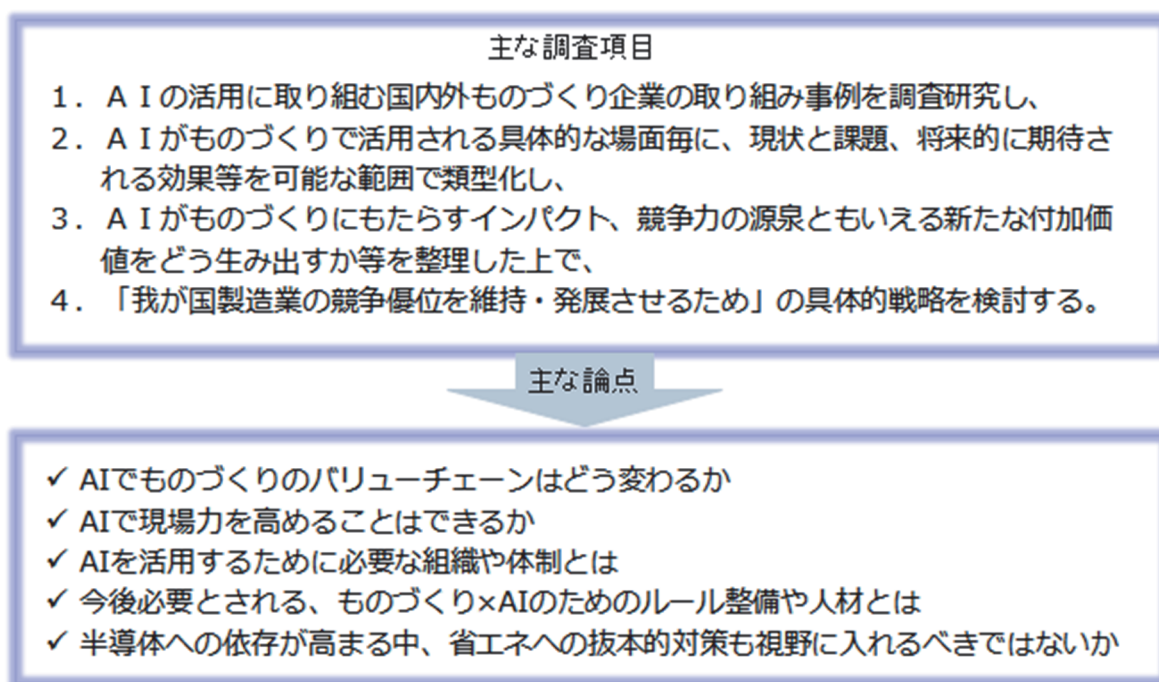


## 2. 本年度の調査研究の主な論点と検討項目

以上の過去4年にわたる調査研究を踏まえ、平成29年度のものづくり競争力研究会ではIoTの進展によるものづくりのデジタルトランスフォーメーションが進展する中でAI（人工知能）のもたらすインパクトに着目した。データの重要性が高まる背景にはコンピューティング能力の高まりとAIの飛躍的な発展が深く関係しているからである。

そこで、本調査研究では、ものづくりの現場においてAIがどのような役割を果たし、ものづくりのバリューチェーンや競争力の源泉がどのように変わっていき、さらに働き方がどう変わるのかという視点等から、ケースを中心に調査研究を行い、日本の強みとされていた「現場力」がAIによってさらにどう再定義されていくのかについて検討を行った。また、AIの活用を促進するために必要となる新たなルール整備や人材育成の課題についても検討を行った。

図表 2 平成29年度調査の主な調査項目と論点



## 3. 調査体制

本調査は、東京大学政策ビジョン研究センター シニア・リサーチャーの小川紘一氏を座長とする研究会を設置し、次頁に示すような体制で検討を行い、調査研究報告書を取りまとめた。



## 平成29年度ものづくり競争力研究会委員名簿

(委員 五十音順、敬称略)

座長：小川 紘一	東京大学政策ビジョン研究センター	シニア・リサーチャー
委員：尾木 蔵人	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社	コンサルティング事業本部 国際業務支援ビジネスユニット 国際アドバイザー事業部 副部長
白坂 成功	慶應義塾大学大学院	システムデザイン・マネジメント研究科 教授
高梨 千賀子	立命館大学大学院	テクノロジー・マネジメント研究科 准教授
武田 浩一	名古屋大学 大学院情報学研究科	価値創造研究センター長/教授
立本 博文	筑波大学大学院	ビジネス科学研究科 教授
中島 震	国立情報学研究所	情報社会関連研究系 教授
中田 亨	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	人工知能研究センター NEC-産総研人工知能連携研究室 副室長
西岡 靖之	法政大学 デザイン工学部	システムデザイン学科 教授
八子 知礼	株式会社ウフル	専務執行役員 IoTイノベーションセンター所長 兼 エグゼクティブコンサルタント

### <オブザーバー>

徳増 伸二	経済産業省 製造産業局	参事官 (併)	ものづくり政策審議室長
安藤 尚貴	経済産業省 製造産業局	ものづくり政策審議室	課長補佐
受田 憲昭	経済産業省 製造産業局	ものづくり政策審議室	係長
出口 直幸	経済産業省 製造産業局	ものづくり政策審議室	調査員
高山 真澄	経済産業省 製造産業局	ものづくり政策審議室	調査一係長
風木 淳	経済産業省 製造産業局	総務課	課長
榎本 俊一	経済産業省 製造産業局	製造産業政策研究官	
池田 陽子	経済産業省 製造産業局	総務課	課長補佐
坂本 弘美	経済産業省 製造産業局	総務課	課長補佐

### <事務局>

岩田 満泰	(一財)企業活力研究所	理事長
宮本 武史	(一財)企業活力研究所	専務理事
武田 浩	(一財)企業活力研究所	企画研究部長
関口 英子	(一財)企業活力研究所	主任研究員
吉本 陽子	三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)	主席研究員
重田 雄基	三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)	研究員

## ものづくり競争力研究会 開催日程

### 第1回 2017年9月8日

- (1) 「平成29年度ものづくり競争力研究会の開催について」
- (2) 「新時代のものづくりにおけるAIの活かし方に関する調査研究～調査研究の方針と論点について」
- (3) 「“Connected Industries” 推進に向けた我が国製造業の課題と今後の取組」  
経済産業省 製造産業局  
参事官(併) ものづくり政策審議室長 徳増 伸二 氏

### 第2回 2017年9月21日

- (1) 「IoT・人工知能(AI)の導入に向けて ～データサイエンスをビジネスに活用するための組織づくりと進め方～」  
テクノスデータサイエンス・エンジニアリング株式会社  
執行役員常務 池田 拓史 氏
- (2) 「e-AI のコンセプトと実践」  
ルネサスエレクトロニクス株式会社  
インダストリアルソリューション事業本部 技師長 樫村 雅彦 氏

### 第3回 2017年10月26日

- (1) 「第四次産業革命をリードするIoT、ビッグデータ、人工知能の可能性」  
株式会社ABEJA  
代表取締役社長 CEO 兼 CTO 岡田 陽介 氏
- (2) 「ものづくり現場を支える画像AI技術と実践」  
株式会社富士通研究所 応用研究センター  
シニアイノベーションリーダー 肥塚 哲男 氏

### 第4回 2017年11月30日

- (1) 「LeapMind 流ものへのAIの組み込み方とその展望」  
LeapMind 株式会社  
Consulting Unit マネージャー 白井 祐典 氏
- (2) 「ものづくり高度化に向けた東芝のIoT・AI適用の取り組み」  
東芝デジタルソリューションズ株式会社  
IoT技師長 中村 公弘 氏

**第5回 2017年12月21日**

- (1) 「新時代のものづくりにおけるA Iの活かし方」  
日本IBM株式会社  
最高技術責任者 執行役員 久世 和資 氏
- (2) 「化学業界におけるデジタルトランスフォーメーションへの試み」  
株式会社三菱ケミカルホールディングス  
執行役員 先端技術・事業開発室 Chief Digital Officer 岩野 和生 氏

**第6回 2018年1月25日**

- (1) 『『デジタルトランスフォーメーションで加速するブリヂストンのビジネスソリューション』～I o Tとデータドリブンで推進する、新しい時代のモノづくりとI C T～』  
株式会社ブリヂストン 執行役員  
C D O・デジタルソリューションセンター担当 三枝 幸夫 氏
- (2) 「ものづくり×A I ～各社事例から見える展望と課題～」  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 人工知能研究センター  
NEC-産総研人工知能連携研究室 副室長 中田 亨 氏

**第7回 2018年2月20日**

- (1) 「Y K K一貫生産思想に基づくI o T活用」  
Y K K株式会社  
取締役副社長 大谷 渡 氏
- (2) 調査研究報告書（素案）についての審議

**第8回 2018年3月8日**

- (1) 調査研究報告書（最終版）のとりまとめ

## 本調査研究のケーススタディー一覧

CASE 1	「I o T・人工知能（A I）の導入に向けて ～データサイエンスをビジネスに活用するための組織づくりと進め方～」 テクノデータサイエンス・エンジニアリング株式会社 執行役員常務 池田拓史 講師	p22
CASE 2	「新時代のものづくりにおけるA Iの活かし方」 日本I B M株式会社 最高技術責任者 執行役員 久世和資 講師	p24
CASE 3	「ものづくり現場を支える画像A I技術と実践」 株式会社富士通研究所 応用研究センター シニアイノベーションリーダー 肥塚哲男 講師	p26
CASE 4	「ものづくり高度化に向けた東芝のI o T ・A I適用の取り組み」 東芝デジタルソリューションズ株式会社 I o T技師長 中村公弘 講師	p28
CASE 5	「第四次産業革命をリードするI o T、ビッグデータ、人工知能の可能性」 株式会社A B E J A 代表取締役社長 CEO 兼 CTO 岡田陽介 講師	p30
CASE 6	「LeapMind 流ものへのA Iの組み込み方とその展望」 LeapMind株式会社 Consulting Unit マネージャー 白井祐典 講師	p32
CASE 7	「e-A I のコンセプトと実践」 ルネサスエレクトロニクス株式会社 インダストリアルソリューション事業本部 技師長 樫村雅彦 講師	p36
CASE 8	「化学業界におけるデジタルトランスフォーメーションへの試み」 株式会社三菱ケミカルホールディングス 執行役員 先端技術・事業開発室 Chief Digital Officer 岩野和生 講師	p38
CASE 9	「『デジタルトランスフォーメーションで加速するブリヂストンのビジネスソリューション』～I o Tとデータドリブンで推進する、新しい時代のモノづくりとI C T～」 株式会社ブリヂストン 執行役員 CD O・デジタルソリューションセンター担当 三枝幸夫 講師	p40
CASE 10	「Y K K一貫生産思想に基づくI o T活用」 Y K K株式会社 取締役副社長 大谷 渡 講師	p42
CASE 11	「ものづくり×A I～各社事例から見える展望と課題～」 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター NEC一産総研人工知能連携研究室 副室長 中田 亨 講師	p44
CASE 12	「ダイキン情報技術大学 ～ダイキンのA I人材育成への取り組み～」 ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター 副センター長 河原克己 氏 インタビュー	p48
CASE 13	「駿河精機のA I導入・活用の取り組みと中小ものづくり企業におけるA I導入・活用のポイントについて」 駿河精機株式会社 インタビュー	p49
CASE 14	「中小ものづくり企業におけるA I適用の可能性と日本の立ち位置」 ベッコフオートメーション株式会社 代表取締役 川野俊充氏 インタビュー	p51

## 用語説明

AI	Artificial Intelligence の略、人工知能。
API	Application Programming Interface の略で、アプリケーションの開発者が、他のハードウェアやソフトウェアの提供している機能を利用するためのプログラム上の手続きを定めた規約の集合を指す。個々の開発者は規約に従ってその機能を「呼び出す」だけで、自分でプログラミングすることなくその機能を利用したアプリケーションを作成することができる。
CPS	CPS（サイバー・フィジカル・システム）とは、実世界（フィジカル空間）にある多様なデータをセンサーネットワーク等で収集し、サイバー空間で大規模データ処理技術等を駆使して分析／知識化を行い、そこで創出した情報／価値によって、産業の活性化や社会問題の解決を図っていくもの。（出所：JEITA ウェブサイト）
IoT	Internet of Things の略で、「モノのインターネット」と呼ばれる。自動車、家電、ロボット、施設などあらゆるモノがインターネットにつながり、情報のやり取りをすることで、モノのデータ化やそれに基づく自動化等が進展し、新たな付加価値を生み出す。
GPU	Graphics Processing Unit（グラフィックス プロセッシング ユニット）の略称で、画像処理に特化したプロセッサ。
アルゴリズム	問題を解くための手順を定式化したもので、コンピュータで計算を行う際の計算方式を指す。
機械学習	コンピュータがデータセットからルールや知識を学習し、タスクを遂行する能力が向上する技術。
クラウド（クラウドコンピューティング）	データサービスやインターネット技術等が、ネットワーク上にあるサーバー群（クラウド（雲））にあり、ユーザーは今までのように自分のコンピュータでデータを加工・保存することなく、「どこからでも、必要な時に、必要な機能だけ」利用することができる新しいコンピュータ・ネットワークの利用形態。
クラウドサービス	インターネット等のブロードバンド回線を経由して、データセンターに蓄積されたコンピュータ資源を役務（サービス）として、第三者（利用者）に対して遠隔地から提供するもの。なお、利用者は役務として提供されるコンピュータ資源がいずれの場所に存在しているか認知できない場合がある。

サーバー	ネットワーク上でサービスや情報を提供するコンピュータ。インターネットではウェブサーバー、DNS サーバー、メールサーバー等があり、ネットワークで発生する様々な業務を、内容に応じて分担し、集中的に処理する。
ディープラーニング (深層学習)	ニューラルネットワークを用いた機械学習における技術の一つである。予測したいものに適した特徴量そのものを大量のデータから自動的に学習することができる。
デジタルトランスフォーメーション	業務や組織を見直し、デジタル技術の活用により新たな価値を生み出せるよう変革すること。
データサイエンティスト	データサイエンス力、データエンジニアリング力をベースにデータから価値を創出し、ビジネス課題に答えを出すプロフェッショナル。(出所：一般社団法人データサイエンティスト協会)
データセンター	サーバーを設置するために、高度な安全性等を確保して設計された専用の建物・施設のこと。サーバーを安定して稼働させるため、無停電電源設備、防火・消火設備、地震対策設備等を備え、ID カード等による入退室管理などでセキュリティが確保されている。
ニューラルネットワーク	人間は学習を行うことによって、脳の神経細胞(ニューロン)のネットワークを絶えず変化させ学習した内容を記憶したり応用したりできるようになるが、その概念を AI に組み込み、データの特徴に合うように計算上の人工ニューロン(ノード)のネットワークを変化させ、計算を最適化していく手法。
ビッグデータ	利用者が急激に拡大しているソーシャルメディア内のテキストデータ、携帯電話・スマートフォンに組み込まれた GPS(全地球測位システム) から発生する位置情報、時々刻々と生成されるセンサーデータなど、ボリュームが膨大であると共に、構造が複雑化することで、従来の技術では管理や処理が困難なデータ群。

(出所) 出所記載のないものは、総務省「平成 28 年版情報通信白書」、「平成 27 年版情報通信白書」用語説明

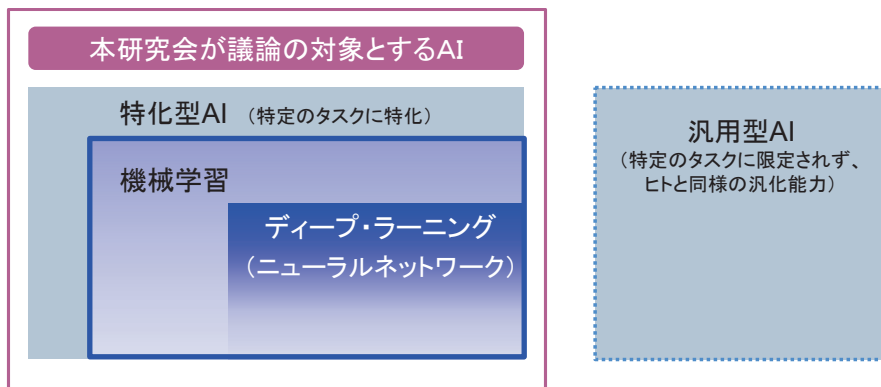
# 第1章 AIをめぐる議論の整理

## 1. 本研究会におけるAIの共通認識

一般に、AIの捉え方は幅広く、従前からある機械学習を含めてAIと呼ぶこともあれば、技術的な革新のあったディープラーニング（ニューラルネットワーク）を指すケースもある。さらに、特定のタスクに限定されず、人と同様の汎用能力を持つAIを想定しているケースもあれば、デジタルレイバーとして着目されているRPA（Robotic Process Automation）も含めてAIと見なすケースもある。

ものづくり競争力研究会において「ものづくりへのAI適用の可能性」を検討するにあたり、AIの定義についての共通認識を得ておく必要があることから、本研究会では既に活用が進んでおり、Society5.0（後述）が描く未来社会での利活用が想定される特化型AI（ディープラーニングを含む機械学習）、かつ、下図のレベル3～レベル4（松尾）を主にAIとみなす前提に立って議論を行った。

図表3 本研究会で議論の対象とするAIの定義（ピンクの網掛け部分）



レベル1	<b>単純な制御プログラムを「人工知能」と称している</b> ごく単純な制御プログラムを搭載しているだけの家電製品に「人工知能搭載」などとうたっているケース。
レベル2	<b>古典的な人工知能</b> 入力と出力を関係づける方法が洗練されており、入力と出力の組み合わせの数が極端に多いもので、将棋のプログラム、掃除ロボット、あるいは質問に答える人工知能など。
レベル3	<b>機械学習を取り入れた人工知能</b> 入力と出力を関係づける方法が、サンプルとなるデータをもとにルールや知識を自ら学習するもので、検索エンジンに内蔵されていたり、ビッグデータをもとに自動的に判断したりするような人工知能。最近の人工知能の主流で、昔はレベル2であったものが機械学習を取り入れてレベル3に上がってきているという状況。
レベル4	<b>ディープラーニングを取り入れた人工知能</b> 機械学習をする際のデータを表すために使われる変数(特徴量と呼ばれる)自体を学習するディープラーニング。

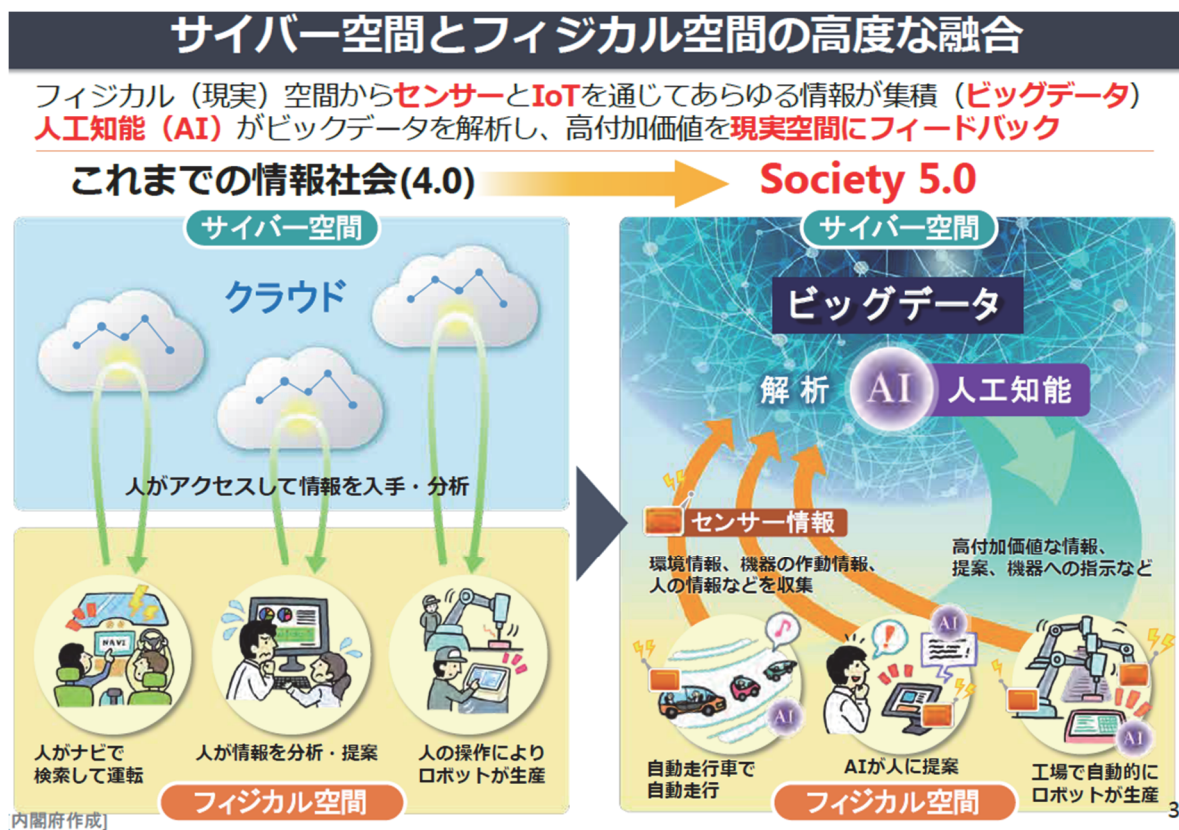
(注) レベル1～レベル4は松尾豊「人工知能は人間を超えるか」角川 EPUB 選書より引用

## 2. AIの産業利用に関する動向

### (1) Society5.0とAI

第5期科学技術基本計画では日本が目指すべき未来社会の姿として Society5.0 を掲げている。Society5.0 はサイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）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人間中心の社会である。フィジカル空間のセンサーからの膨大な情報がサイバー空間に集積され、この膨大なビッグデータを人間の能力を超えた AI が解析し、その結果がロボットなどを通して人間（フィジカル空間）に様々な形でフィードバックされ、これまでには出来なかった新たな価値が産業や社会にもたらされるとしている。<sup>1</sup>

図表 4 Society5.0の姿



(出所) 内閣府「Society5.0」ウェブサイト

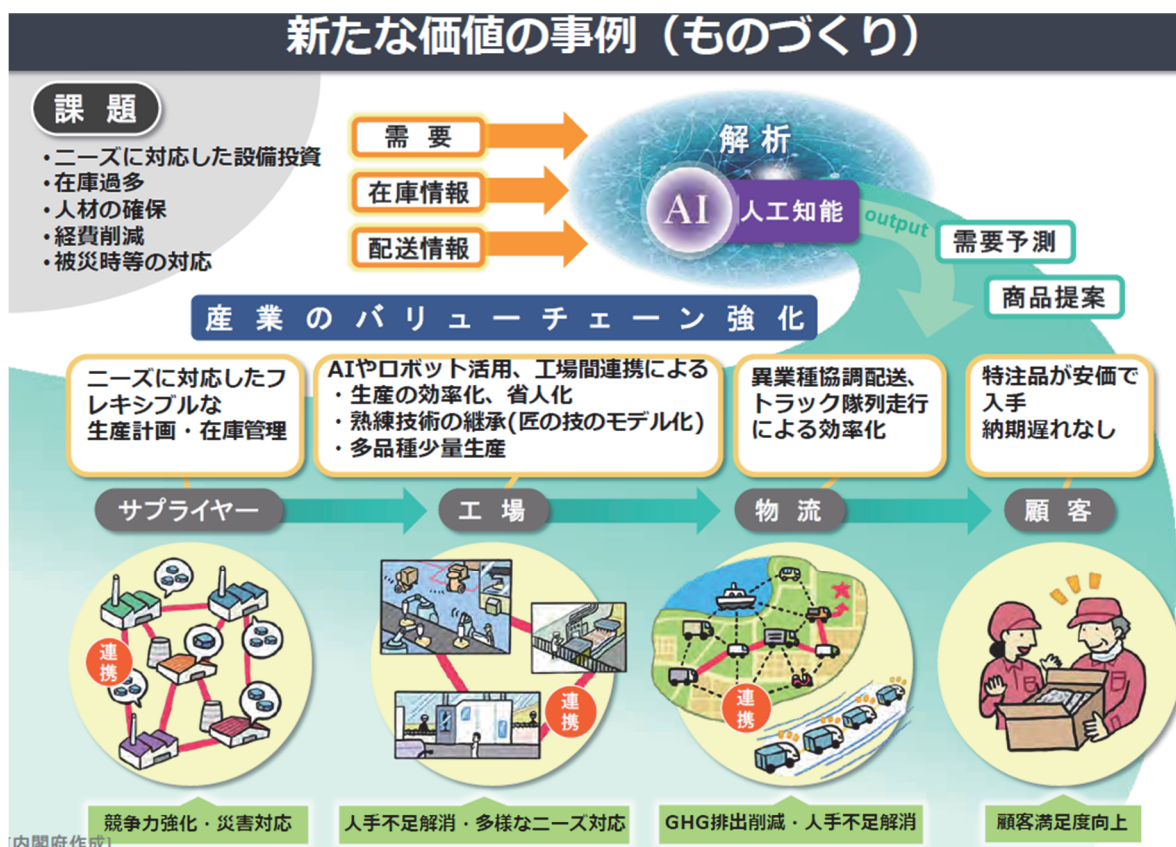
Society 5.0 では、顧客や消費者の需要、各サプライヤーの在庫情報、配送情報といった様々な情報を含むビッグデータを AI で解析することにより、「これまで取引のない他分野や系列のサプライヤーを連携させ、ニーズに対応したフレキシブルな生産計画・在庫管理すること」「AI やロボット活用、工場間連携による生産の効率化、省人化、熟練技術の継承（匠の技のモデル化）、多品種少量生産」「異業種協調配送やトラ

<sup>1</sup> 内閣府「Society5.0」



ックの隊列走行などによる物流の効率化を図ること」「顧客や消費者においてもニーズに合った安価な品物を納期遅れなく入手できる」といったことができるようになるとともに、社会全体としても産業の競争力強化、災害時の対応、人手不足の解消、多様なニーズの対応、GHG 排出や経費の削減、顧客満足度の向上や消費の活性化を図ることが可能になる、と説明している。<sup>2</sup>

図表 5 Society 5.0 におけるものづくり



(出所) 内閣府「Society5.0」ウェブサイト

このように、AIは Society 5.0 を実現する上で重要なキーテクノロジーであり、ものづくりにおける新たな価値創出にも大きな影響をもたらす。

日本が目指す Society5.0 を実現するための推進力となる人工知能技術の研究開発と利活用を健全に進めるため、内閣府は 2016 年 5 月に「人工知能と人間社会に関する懇談会」を設置し、現存する人工知能技術、または近い将来実現する可能性が高い人工知能技術やそれが普及した社会に焦点をあて、期待される便益や考慮すべき点、今後取り組むべき課題や方向性についての検討も行っている。その際には、人工知能技術と人間社会について検討すべき「倫理的論点」「法的論点」「経済的論点」「教育的論点」「社会的論点」「研究開発論点」という 6 つの論点が示された。<sup>3</sup>

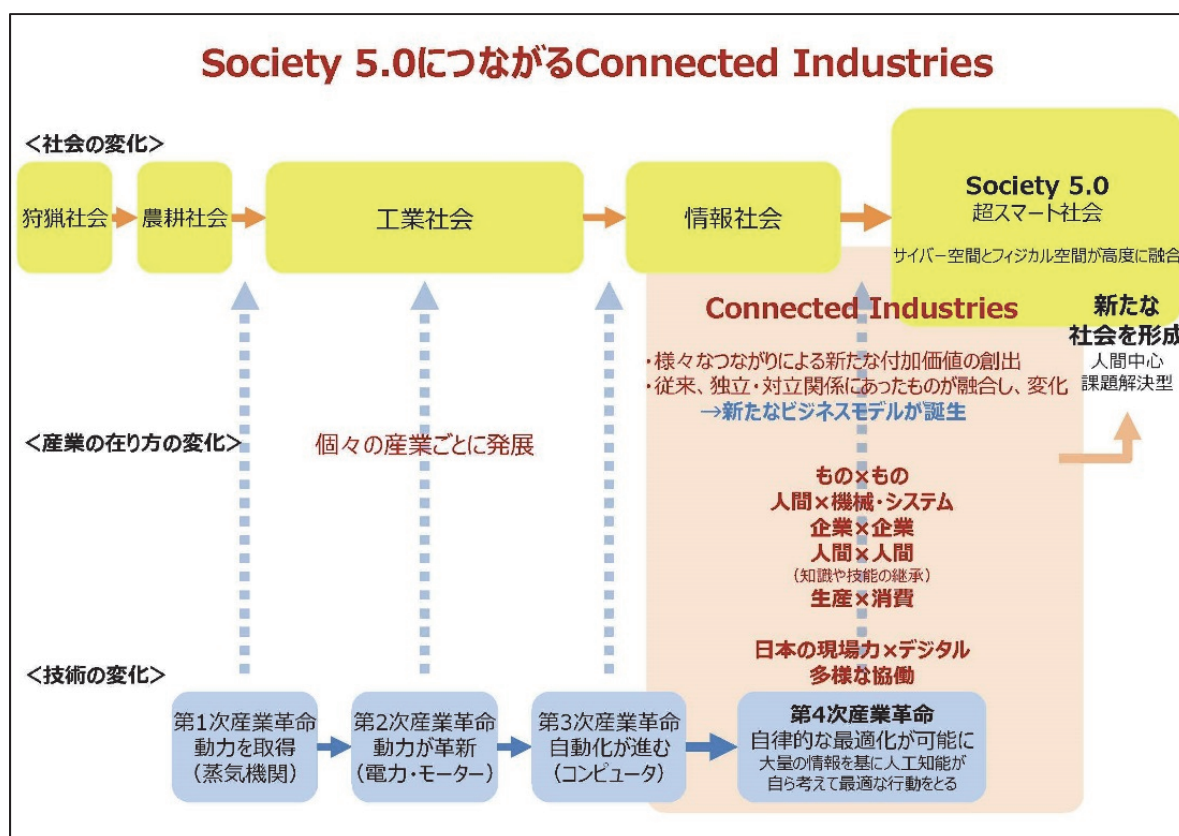
<sup>2</sup> 内閣府「Society5.0 新たな価値の事例 (ものづくり)」

<sup>3</sup> このほか、総務省情報通信政策研究所は「AI ネットワーク社会推進会議」を開催し、同推進会議において「AI 開発ガイドライン」が検討され、パブリックコメントを経て 2017 年 7 月に公表された。

## (2) “Connected Industries” の推進（経済産業省）

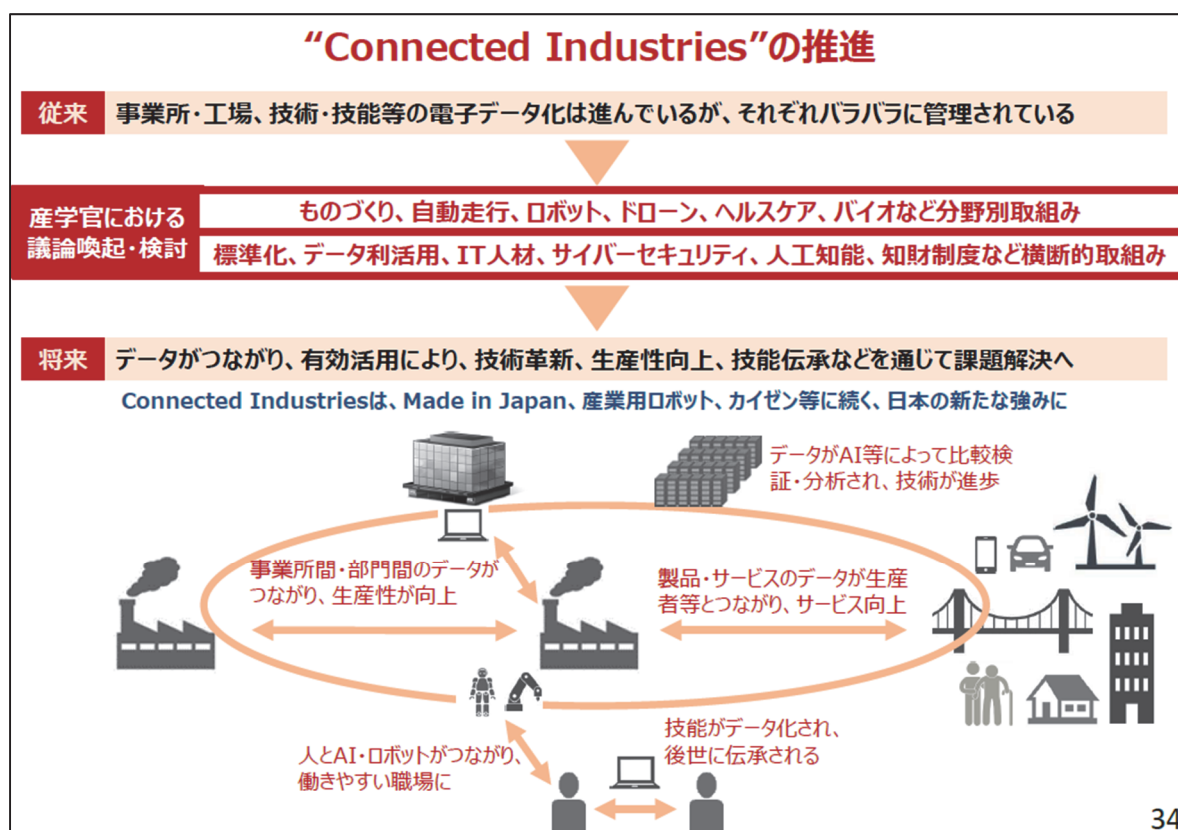
経済産業省は我が国の産業が目指す姿として“Connected Industries”を掲げている。“Connected Industries”とはモノとモノがつながったり、人と機械・システムが協働・共創したり、さらに国境を越えて企業と企業がつながったり、世代を超えて人と人がつながり技能や知恵が継承されるなど、様々なつながりが新たな価値を生み出す産業社会である。これまで独立・対立関係にあったものが融合・変化することで新たな価値を生み出す社会が Society5.0（超スマート社会）につながるとしているが、それを実現するためにもものづくり、自動走行、ロボット、ドローン、ヘルスケア、バイオといった縦の分野、あるいは標準化、データ利活用、IT 人材、サイバーセキュリティ、人工知能といった横の制度を組み合わせながら、この取り組みを推進していくとしている。とりわけ、データがつながり、有効活用されることで技術革新、生産性向上、技能伝承などを通じた課題解決へと結びつくため、データや AI の利活用がとりわけ重要になるとの考え方を示している。

図表 6 Society 5.0につながる Connected Industries



(出所) 経済産業省製造産業局 第1回研究会プレゼン資料

図表 7 “Connected Industries” の推進



(出所) 経済産業省製造産業局 第1回研究会プレゼン資料

### (3) 新産業構造ビジョンにみるAI利活用の可能性と日本の立ち位置

経済産業省の新産業構造ビジョン<sup>4</sup>では、今後は同業同士の再編のみならず、全く別の異業種との再編の可能性が高まり、産業構造が大きく転換する可能性を説いている。たとえば、日本の戦略分野の一つである「移動する」においては、自動車やドローンをつくる製造業、ヒトの移動を担ってきたバス・タクシーなどの交通事業者、モノの移動を担ってきたトラックや鉄道などの物流事業者、さらにライドシェアなどのシェアリングを提供するサービス事業者が産業の垣根を越えて再編することで、新たなサービスプラットフォームが創出される可能性を示唆している。既に米国ではGMやフォードなどがライドシェアに本格的に参入するなど再編の萌芽が認められ、日本ではDeNAとヤマト運輸が無人物流サービスに向けた実証実験に入っていることを紹介している。

なお、「自動走行」ではAI半導体の重要性が高まるため、「認知」等の共通基盤となる車載半導体等の超高効率AI処理を可能にする技術開発支援が必要だとしている。ただし、AI向け半導体では米系がリードしており、「認知」「判断」「操作」にかかる要素技術についても欧米に比べて日本が劣勢に在ることを示している。

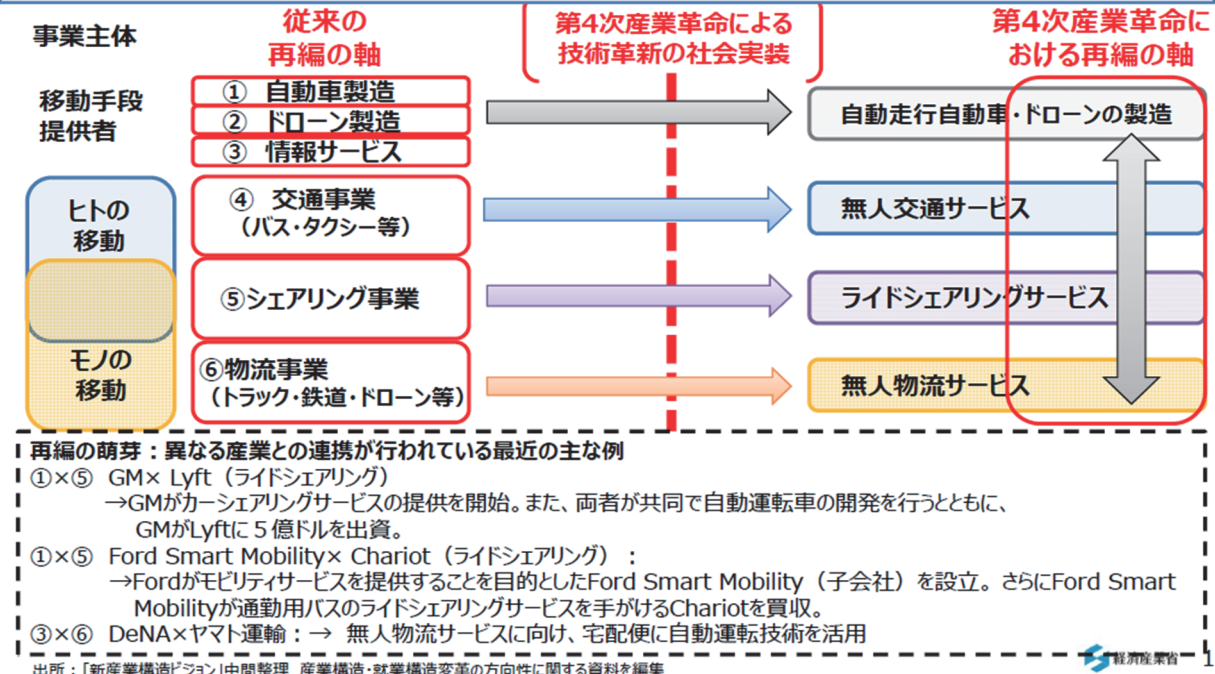
<sup>4</sup> 産業構造審議会 新産業構造部会事務局「新産業構造ビジョン」一人ひとりの、世界の課題を解決する日本の未来（平成29年5月30日）



図表 8 第4次産業革命による新たな産業構造転換

第4次産業革命による新たな産業構造転換

- 第4次産業革命技術の社会実装が進むにつれ、業種の壁が限りなく低くなる。
- この結果、同業同士の再編に加え、全く別の産業も飲み込み新たなサービスプラットフォームを創出する再編が拡大する可能性。



図表 9 ヒトの移動（自動走行）における日本の強み・弱み

①- (i) 日本の強み・弱み ヒトの移動（自動走行）

- 自動走行を実現するためには、**アルゴリズム等のソフトウェアと、センサデバイス等のハードウェアの組み合わせによる安全確保のため、特に重要な「認知」と「判断」を可能とすることが重要。**
- そのような情報処理を支える基盤として、**AI半導体の重要性が高まるため、「認知」等の共通基盤となる車載半導体等の超高効率AI処理を可能にする技術開発を支援していくことも必要。**

	要素技術	強み・弱み	競争の状況	
①認知 	「目」となるセンサデバイス	ミリ波レーダー(物体(障害物)の検知) カメラ(物体(障害物)の識別) レーザーレーダー(走行可能な場所の検知)	△ 欧州系56%、米系34%、 <b>日系10%</b> △ イスラエルmobileyeが圧倒的存在感。なお、米Intelによるmobileye買収表明など競争が激化。 △ 欧州系サプライヤが市場の大宗を占め、日系サプライヤの存在感は限定的	
	②判断 	走行経路や運転操作を決定する「脳」	自動車本体(アルゴリズム開発の鍵となる走行データの源泉)	* 日本にも優れた企業が生きている一方、全体的な層は欧米が厚い
		③操作 	「手」となる機構	電子制御ブレーキシステム(縦方向制御) 電動パワーステアリング(横方向制御)
④半導体 	情報処理を支える基盤	車載用半導体	△ 車載用マイコン：欧州系35%、 <b>日系33%</b> 、米系8% ※人工知能向け半導体については米系がリード	

(出所) 経済産業省「新産業構造ビジョン」(平成29年5月30日)

また、新産業構造ビジョンでは、個人宅やサービス時点のリアルデータを集約し、AIで分析することで、新たなサービス・製品につなげるコントロールタワーの役割が重要になるとして、そのコントロールタワーとして「AI次世代ロボット」<sup>5</sup>や「AI次世代家電」を挙げている。

AI次世代ロボットの日本の立ち位置をみると、日本はハード系に強く、欧米はソフト系に強いが、AI次世代ロボットをめぐる主戦場はディープラーニングに代表されるソフト分野であって、ここは今後も国際競争が激化するとしている。ただし、このソフト分野はオープンソース化が進んでいるので、有用なデータを取得して効果的に学習させ、有為な「学習済みモデル」を確立できるか否かが競争軸になるとしている。一方で、今後は競争力の源泉が再度ハードの分野に回帰し、ディープラーニングを用いたアルゴリズムを半導体に落とし込む技術や、革新的な部素材の技術等が重要な比較優位の源泉となる可能性にも言及しており、日本が強みとしているハードの分野における戦略的な技術開発も引き続き必要であるとしている。

図表 10 利用者ニーズの把握（AI次世代ロボット）における日本の強み・弱み

①-(i)日本の強み・弱み 利用者ニーズの把握（AI次世代ロボット）

	要素技術	強み・弱み	競争の状況
脳	人工知能	アルゴリズム (ディープラーニング等)	* 日本にも優れた企業が生まれている一方、全体的な層は欧米が厚い。 米GoogleのTensorFlow、米MicrosoftのAzure Machine Learning、 日Preferred NetworksのChainer ※オープンソース化が進展
		計算能力 (HPC)	性能指標HPCG( High Performance Conjugate Gradients) 世界第1位 京(日) 2位 天河2号(中国) 3位 Oakforest-PACS(日) 消費電力性能部門 GREEN500 世界1位 Shoubu (日) 2位 Satsuki (日) 3位 Sunway TaihuLight(中) ※2016年6月時点
神経	OS	× (△)	米ROS (OSRF, Open Source Robotics Foundation) ※Linuxをベースとしたオープンソース
視覚	センサ	CMOSイメージセンサ	○ 日系シェア45.5%、米国系28.3%、韓国系16.9%
		ロボット用赤外線センサ	○ 日系シェア81.8%、米国系18.2%
		ロボット用ビジョンシステム	△ 欧州系シェア36.2% 日系シェア33.2%、米国系シェア30.6%
触覚	ロボット用力覚センサ	○ 日系シェア100%	
体・動作	アクチュエータ 素材	小型モータ	○ 日系シェア47.7%、中国系33.8%、欧州系10.9%
		炭素繊維複合材	○ 日系シェア82.5%、米国系16.6%
エネルギー	蓄電池	リチウムイオン二次電池	× 韓国系43.1% 中国系42.4%、日系シェア14.5%
		同 車載用	△ 中国系45.7%、日系シェア37.4%、韓国系16.0%
デザイン	最終商品	○	産業用ロボット 日系シェア56.5%、欧州系25.2% 工作機械用制御盤(CNC) 日系シェア60.1% 欧州系34.5%
	協調・制御	-	(※今後、複数のロボットの協調・制御等の技術が重要となってくる可能性)

(出所) 経済産業省「新産業構造ビジョン」(平成29年5月30日)

<sup>5</sup> ネットワークにつながり、データを自律的に学習し、人と協働して様々な課題解決を実現するコミュニケーションロボット等



(4) データやAIにかかる知的財産や国際標準化

日本、米国、EU では創作性が認められるデータベースについては著作権法で保護されているが、創作性が認められないデータベースについてはEUでは「特別な権利 (Sui generis right)」を付与する形で保護している一方、日米ではそのような権利を付与する制度は存在しない(ただし、創作性がないデータベースでも営業秘密として保護されているものもある)<sup>6</sup>。また、日本では著作物を機械学習したニューラルネットワークが産業利用できるなど、諸外国に比べてAI知財権については先進的な側面もある<sup>7</sup>。

新産業構造ビジョンがまとめたデータの利活用に係る国家戦略をみると、日本は最も保護・規制が小さい米国と、保護・規制が強いEUとの中間に位置している。最も保護・規制が大きいのは中国であるが、中国は産業データの利用に加えて個人情報保護法が存在せず、生活のあらゆる場面での個人データの収集・分析が可能となっているため、AIを利活用した新事業・サービスが猛烈な勢いで立ち上がっている。

図表 11 データの利活用に係る国家戦略：複数の考え方

		保護・規制の強さ			
		← 小			大 →
		(A) 米国	(B) 日本 (現在)	(C) EU	(D) 中国
基本戦略	・域外流通：原則自由	・域外流通：原則自由	・域外流通：原則自由	・域外流通：原則自由	・域外流通：原則制限
	－産業データは、原則自由*	－産業データは、原則自由*	－産業データは、個別規制 (金融、医療等)	－産業データは、個別規制 (金融、医療等)	－産業データも、広範な国家機密は、域外流通不可
	－個人データは、APEC情報プライバシー原則への適合性要求 (CBPR：企業等に対して適合性を認証) ※安保関連は保護	－個人データは、第三国における体制等整備を要求 (個人情報保護法) ※CBPRも採用 ※安保関連は保護	－個人データは、第三国における体制等整備を要求 (EUデータ保護規則：国に対して十分に認定) ※安保関連は保護	－個人データは、第三国における体制等整備を要求 (EUデータ保護規則：国に対して十分に認定) ※安保関連は保護	－個人データは、重要情報基盤の事業者に対し、域外流通禁止 (サイバー空間における中国の主権との考え方)
	・域内流通：原則自由	・域内流通：原則自由	・域内流通：原則自由	・域内流通：原則自由	・域内流通：原則自由
	－産業データは、原則自由*	－産業データは、原則自由*	－産業データは、原則自由*	－産業データは、原則自由*	－産業データは、原則自由*
	－個人データは、自主規制 (ただし、連邦取引委員会法第5条に基づき、各企業が公表するプライバシーポリシー違反行為を行った場合、FTCにより罰せられる。)	－個人データは、一般的な保護 (個人情報保護法)	－個人データは、一般的な保護に加え、「データポータビリティ権」「忘れられる権利」等、個人に「基本的権利」を保障	－個人データは、一般的な保護に加え、「データポータビリティ権」「忘れられる権利」等、個人に「基本的権利」を保障	－個人データは、包括的な個人情報保護法存在せず
・公的データ等：オバマ政権のオープンガバメント政策 (新たに作成するデータ原則公開)	・公的データ等：公的データの利活用促進の動き (官民データ活用推進基本法)	・公的データ等：デジタル単一市場戦略 (EU域内のデータ流通、電子政府等の促進)	・公的データ等：デジタル単一市場戦略 (EU域内のデータ流通、電子政府等の促進)	・公的データ等：第13次5カ年計画において、「データ資源の共有化、オープン化」について明記	

※産業データの利活用権限については契約で規定、別途営業秘密については法律で保護 経済産業省 199

(出所) 経済産業省「新産業構造ビジョン」(平成29年5月30日)

<sup>6</sup>経済産業省「新産業構造ビジョン」～第4次産業革命をリードする日本の戦略～産業構造審議会 中間整理 平成28年4月27日

<sup>7</sup>IoT等で大量に蓄積されるデジタルデータや、AI生成物とその生成に関する「学習用データ」及び「学習済みモデル」などの新たな情報財の知財制度上の在り方について、平成28年10月から計7回、知的財産戦略本部では新たな情報財検討委員会を開催し、著作権・産業財産権・その他の知的財産全てを視野に入れて検討が行われた。

[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho\\_hyoka\\_kikaku/2017/johozai/houkokusho.pdf](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/tyousakai/kensho_hyoka_kikaku/2017/johozai/houkokusho.pdf)

中国は2015年5月に「中国製造（メイドインチャイナ）2025」において産業強化策を公表し、10の戦略分野のトップに次世代情報産業を位置づけ、同年7月には「インターネット・プラス行動計画」を打ち出し、8月には「ビッグデータの発展戦略の基本綱要」を公表するなど、ハイテク産業の発展を促すための手段にビッグデータを位置づけている<sup>8</sup>。中国はもはやものづくりの量産拠点としてのみならず、世界一産業データや個人データが使いやすい国となっており、自国からのデータ流出には厳しく規制をかける一方で自国内でのデータの利活用を促す政策をとっており、アリババのような巨大なITプラットフォーマーを生み出すなど、製造・サービス両面において世界のイノベーションを牽引していく存在になりつつある。

なお、AIをめぐる国際標準化にかかる動向としては、ISO/IEC JTC1<sup>9</sup>内に人工知能に関する分科会（JTC 1/SC 42）が設置され、「人工知能の概念と用語」、「機械学習を用いた人工知能システムのフレームワーク」についての規格開発がスタートすることとなっている。しかしながら、国際的なルール形成についてはまだ検討俎上のものも多い。

---

<sup>8</sup> 三菱UFJリサーチ&コンサルティング「中国のイノベーション（中国経済レポート No.57）」2017年3月30日

<sup>9</sup> 国際標準化機構（ISO）と国際電気標準会議（IEC）が合同で設立した技術委員会で、情報技術（IT）分野の国際標準化を行うための組織として1987年に設立された。（一般社団法人 情報処理学会 情報規格調査会）

## 第2章 ものづくりにおけるAIの活用事例

### 1. 先行研究にみるAIの活用場面

ものづくり競争力研究会では、ものづくりにおけるAIの活用事例を分析するにあたり、AI活用場面の類型化として日本IBM株式会社の久世講師のプレゼン内容を参考にすることとした。下図にみるとおり、AIの適用領域は「顧客体験変革」「業務プロセス革新」「新商品・サービス」という3つのカテゴリに類型化している。AIの能力も「照会応答」「探索発見」「意思決定支援」という3つのカテゴリに分類し、両者のマトリクスでAIがどのような場面で利活用できるかを整理している。本研究会で取り上げるケースについても、以下のどの場面に適合しているかをみていくこととする。

図表 12 AI活用の広がり



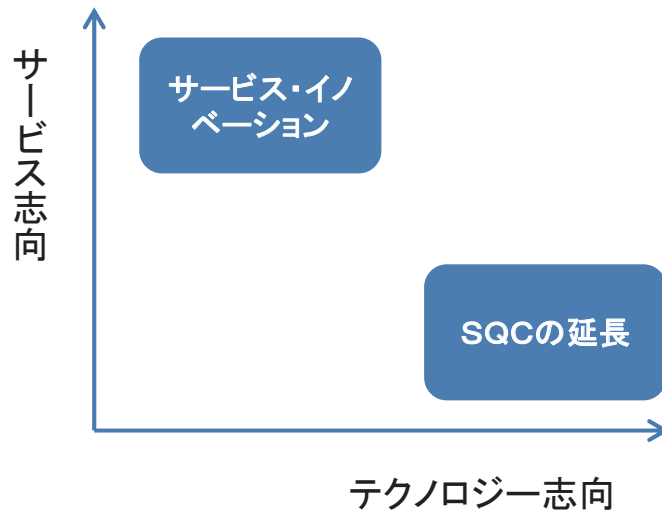
(出所) 日本IBM株式会社 久世講師プレゼン資料

さらに、製造現場における活用場面の見方として、テクノスデータサイエンス・エンジニアリング株式会社の池田講師の「テクノロジー志向」「サービス志向」という2軸による整理学も参考とした。AIの活用方法は、SQC（統計的品質管理）の延長として捉えるか（テクノロジー志向）、もしくはモノをベースとしてサービス・イノベーションへのチャレンジとして捉えるか（サービス志向）で二分され、サービス志向の方が新たな価値の創出につながる伸びしろが大きいとしている。



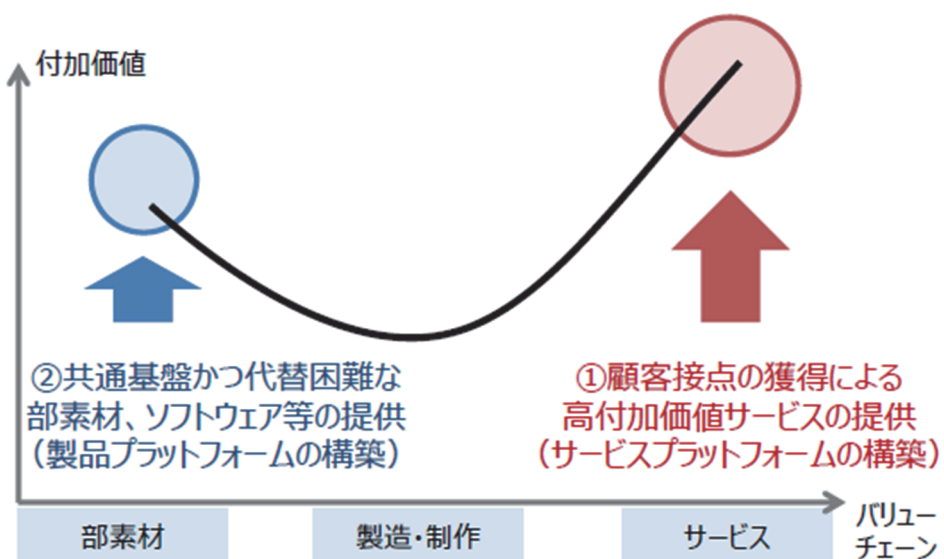
先に紹介した経済産業省の「新産業構造ビジョン」においても、第4次産業革命が進展する中、付加価値の源泉となる「リアルデータ」を利活用し、革新的な製品やサービスを生み出すプラットフォーマーが経済に対する影響を高め、大きな付加価値をとっていく可能性がある」と指摘している。

図表 13 製造業におけるAIの活用場面



(出所) テクノデータサイエンス・エンジニアリング株式会社 池田講師プレゼン資料

図表 14 製造・生産現場における高度化・効率化の方向性



(出所) 経済産業省「新産業構造ビジョン」(平成29年5月30日)

## 2. 具体的事例にみる「ものづくり×AI」の現状と課題

ここでは、研究会に招聘した講師企業の講演の内容、及び企業や有識者へ実施したインタビューの内容から、ものづくりにおける AI 適用への取組みや課題についてのポイントを紹介する。

### (1) AI をツールとして開発・提供する立場

主に AI をツールとして開発・提供している立場からの話題提供は以下のとおり。

#### CASE 1

「IoT・人工知能（AI）の導入に向けて ～データサイエンスをビジネスに活用するための組織づくりと進め方～」

テクノデータサイエンス・エンジニアリング株式会社

執行役員常務 池田拓史 講師

製造業における AI の活用方法は「SQC の延長としての AI 活用」と「サービス・イノベーションとしての AI 活用」に大別される。現状の製造業はテクノロジー志向が強くサービス・イノベーションとしての AI 活用への意欲が弱いこと、AI をビジネスに活用するためには部門横断型の組織づくりが必要であることを説明していただいた。

#### CASE 2

「新時代のものづくりにおける AI の活かし方」

日本 IBM 株式会社 最高技術責任者 執行役員 久世和資 講師

IBM Watson を中核とするコグニティブ・システムの概要をご説明いただいた上で、AI 活用の広がりを示す代表的なプロジェクトの紹介、「ものづくり」における AI 適用のユースケースの紹介をしていただき、さらに AI/IoT 活用による「ものづくり」のブレークスルーの考え方について解説していただいた。

#### CASE 3

「ものづくり現場を支える画像 AI 技術と実践」

株式会社富士通研究所 応用研究センター

シニアイノベーションリーダー 肥塚哲男 講師

同社の AI 技術「Human Centric AI Zinrai」を活用したものづくり革新支援をテーマに、特に AI の画像処理への応用事例と、わずかなデータでも最適解が得られ、生成プログラムの可読性というメリットがある専門型遺伝的プログラミング法について紹介していただいた。

## CASE 4

「ものづくり高度化に向けた東芝のIoT・AI適用の取り組み」

東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT技師長 中村公弘 講師

画像、センサー等のデータを解析してシステムの最適化を支援する「東芝アナリティクス AI: SATLYS (サトリス)」と、人の発話や行動の意図・状況を理解して人の行動を支援する「東芝コミュニケーション AI: RECAIUS (リカイアス)」の説明を中心に、東芝および先進ユーザーでのものづくりへのIoT・AI実適用事例を紹介していただいた。

## CASE 5

「第四次産業革命をリードするIoT、ビッグデータ、人工知能の可能性」

株式会社 ABEJA 代表取締役社長 CEO 兼 CTO 岡田陽介 講師

IoTデバイスやネットワーク等と連携し、大量データの取得・蓄積・学習・実行・フィードバックが可能なAI、特にディープラーニングを活用したオープンプラットフォーム「ABEJA Platform」について説明をいただくとともに、小売業や製造業向けに実装されている事例について紹介していただいた。

## CASE 6

「LeapMind 流ものへのAIの組み込み方とその展望」

LeapMind 株式会社 Consulting Unit マネージャー 白井祐典 講師

全てのモノに対してディープラーニングをつなぐという DoT (Deep Learning of Things) というビジョンや、エッジ側に AI 機能を持たせ、インターネットにつなぐことなくディープラーニングを完結させる“エッジ・コンピューティングが拓くものづくりの可能性”、さらに同社が開発している FPGA (Field Programmable Gate Array) による AI のダウンサイジングによる産業社会の展望やユースケースなどについて紹介していただいた。

## CASE 1

「IoT・人工知能（AI）の導入に向けて ～データサイエンスをビジネスに活用するための組織づくりと進め方～」

テクノデータサイエンス・エンジニアリング株式会社

執行役員常務 池田拓史 講師

<講演のポイント>

- ① AI技術の利点は「低コストITとしての可能性」と「高性能ITとしての可能性」
- ② 日本の製造業におけるAI活用はテクノロジー志向に偏りすぎており、サービス・イノベーションとしての取り組みに遅れ
- ③ 日本は国も企業もイノベーションの司令塔の機能が不足、サービス・イノベーションを引き起こすにはトップダウンで複数部門が連携できるような組織が必要

### ◆製造業におけるAI活用の現状と課題

製造業にAIを活用する上で踏まえておくべき機械学習の利点と弱点がある。まず利点は2つある。1つはプログラミングのコストが潜在的に低い可能性があること。これは低コストで高付加価値のサービスができることを意味しており、ビジネス領域拡大の可能性が大いにある。2つ目は、潜在的に高性能化する可能性があること。つまり、人間の頭の働き方には癖があるが、それに縛られない自由な解法が可能になる。弱点は、いわゆるフレーム問題で、人間の素人でもできるような常識を必要とされる問題への対処が難しいこと。出現しうる場面の自由度が制限されており、考慮すべき要素が全て具体的に列挙可能な状況でなければ実用的ではないものの、一般には素人にできることはAIもできると誤解されがちである。

AIの活用方法は大きく2通りあり、「サービス志向」と「テクノロジー志向」の2軸で捉えることができる。テクノロジー志向はSQC（統計的品質管理）の延長としてのAI活用であり、日本の製造

業における活用は徐々に進んできている。サービス志向はサービス・イノベーションとしてのAI活用で日本の製造業における活用はあまり進んでいない。日本ではイノベーションにおいてテクノロジーが最も高いリターンをもたらすと見なされており、テクノロジー依存に偏重している。予算や人材は十分でも、イノベーションの司令塔としての機能が不足している。

### ◆SQCの延長としてのAIの活用

SQCの延長としてのAIの活用には、確率モデルを活用する方法（統計的手法）と、アルゴリズム的なモデルを使う方法（機械学習手法）の2通りある。ビジネス上の目的などを考慮し適用領域を決めるべきであるが、特に画像解析では深層学習が大きな成果を出しているため、機械学習法を使わない手はない。ただし、2つの文化はどちらかが片方を駆逐するというものではなく、場面に応じて使い分ける必要がある。

なお、AIのSQCへの利用は有望であるが、モデル構築に当たっても完全自動ではなくて、やはり専門家がパラメータ

一の探索を実施するので、専門家の存在は必要である。

### ◆サービス・イノベーションとしての AI 活用

サービス・イノベーションとしての AI 活用の好事例は製造業には少ない。サービス・イノベーションを成功させるには①データに基づく AI 的アプローチ、②自らの企業活動の変化、③顧客の行動の変化、④自らの企業における新たな価値、⑤顧客における新たな価値という 5 つの観点を満たす必要がある、AI の果たす役割はごく一部に過ぎない。つまり、サービス・イノベーションを起こすためには、顧客にも行動を変えてもらわなければいけない。AI 的アプローチというのは単なる手段であって、それが本体ではない。テクノロジーの果たす役割は限られており、顧客の価値を考えるなどビジネス的な要素のほうが大きい。

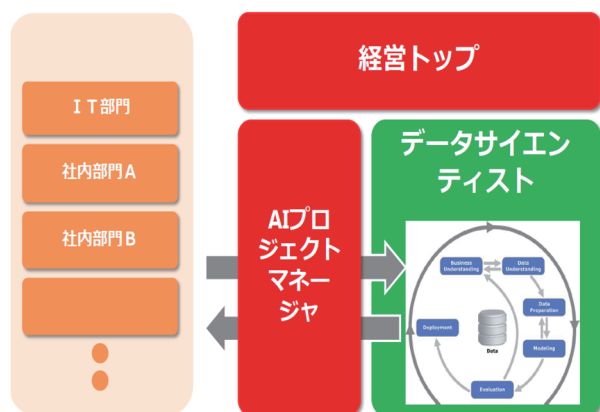
よって、AI 人材が不足していると叫ばれているが、このまま AI 技術者だけを増やしてもイノベーションが起こるわけではなく、テクノロジー志向を脱しないとサービス・イノベーションへの取り組みは進まない。

### ◆AI をビジネスに活用するための組織

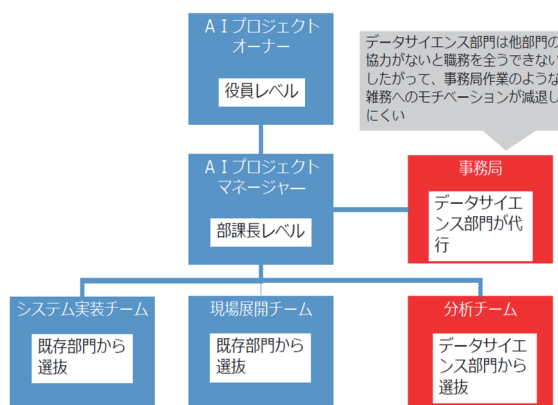
以上みてきたように、サービス・イノベーションを実現するにはデータサイエンティストを採用すれば解決する問題ではなく、組織的に取り組む必要があり、しかもトップダウンで複数部門が連携するオペレーション体制が必要不可欠となる。そのためには経営トップが AI プロジェクトとは何なのかという特性を十分理解しなければならない。

また、データサイエンティストのタスクは「分析」だけではなく、単なる技術者でもない。最初に AI を活用するための企画をすり合わせ、データの有無を調べてデータ処理プログラムをつくり、モデリングする。その後、ビジネス価値を評価して現場環境へと展開させていく。この業務には IT タスク、分析タスク、ビジネスタスクが複数かかわっており、それを一つのサイクルで回していかなければならない。この一連の業務がデータサイエンティストのタスクであり、明らかに研究者ではない。データサイエンティストに対するこうした正しい認識も必要であり、その特性を活かした組織づくりが必要となる。

成功している企業の取組み①



成功している企業の取組み②



(資料) 池田講師プレゼン資料

## CASE 2

### 「新時代のものづくりにおけるAIの活かし方」

日本 IBM 株式会社 最高技術責任者 執行役員 久世和資 講師

#### <講演のポイント>

- ① AI を含むコグニティブ・システムは、人を支援し、人と協調することにより価値を発揮
- ② AI はものづくりのほとんどの場面で利用が可能。IoT により入手可能となった自社製品や自社の製造設備等の状況データと、まだ組織的に活用されていないノウハウ・知識とを掛け合わせることで、従来とは次元の異なる業務生産性向上や製品・サービスの価値創造を実現

#### ◆データ×知識・ノウハウで新たなプロセスや製品を生み出す

AI (Augmented Intelligence)、IoT、ビッグデータの分析を含めて、IBM ではコグニティブと呼んでいる。センシングの機能が非常に向上し、製造現場の製造装置からの情報やデータが豊富に取得できるようになった。また、特に日本においては、開発現場から、生産現場、販売現場、保守現場まで、いろいろなノウハウや知識をうまく組み合わせることで、今までにない新しいプロセスを創り出したり、新しい製品を創り出したりといったことができるようになった。ただし、それを実践し、強化するためには、データや情報を知識化して組み合わせることができる仕組みや、AI と IoT とビッグデータ分析のフレームワークが重要になってくる。

#### ◆AI 活用の目的を明らかにする

Watson は IBM 基礎研究部門が 5 年かけて開発したコンピュータ・システムで、コグニティブ・コンピューティングと呼んでおり、顧客体験・接点の改革、業務自体の変革、製品・サービスの創出など様々なところで活用できる。とはい

え、この Watson を導入してもらう際に重要なことは、具体的にどこに AI を活用するかをはっきりさせることである。また、そのビジネスモデルの中でユースケースを特定し、活用時点でのユーザーを明確にすることが必須である。さらに、ベースとなるデータや学習用に利用できるデータがあるのかも事前に確認しなければならない。その上で、AI 導入のコストと効果を、できるだけ正確に見積もり、AI を導入すべきかどうかの判断をする必要がある。

#### ◆AI/IoT 活用によるブレークスルー

故障予知は最近いろいろなところで使われている。日本のものづくりは、物理限界に近い加工やプロセスやノウハウがあり、大変強力である。そのレベルを更に上げるために AI や IoT をより活用すべきである。日本での品質レベルは最高レベルであるが、AI やビッグデータ分析が活用できるようになったことで、例えば、最後の 2%~3% の歩留まりの壁の解決が期待できる。熟練工の経験と勘、現場のノウハウなどが日本には豊富にある。それらを、系統的かつ効果的にシステム化して、AI や IoT と組み合わせるこ



とが重要になってくる。

#### ◆製造業における活用事例

AI はものづくりのほとんどの場面で利活用が可能である。マーケティングのところでは、Watson の自然言語処理やテキストマイニングのツールが活用でき、海外展開をアシストできる。消費者の声分析による製品不具合の早期検知は多くの自動車メーカーが導入している。自動車エンジンの鋳造プロセスの最適化事例では、品質予測によるタクトタイムゼロの検査工程を導入し、コストがかかる全数エックス検査ではなく、怪しいと思われる製品だけにエックス検査を絞り込むことが可能になっている。これは、各種のプロセスデータや製造装置および検査装置から取得できる大量データの分析と予測により実現した。さらに、高機能材の製造プロセスでは合否判定の予測モデルをつくり、性能に影響を与える因子の

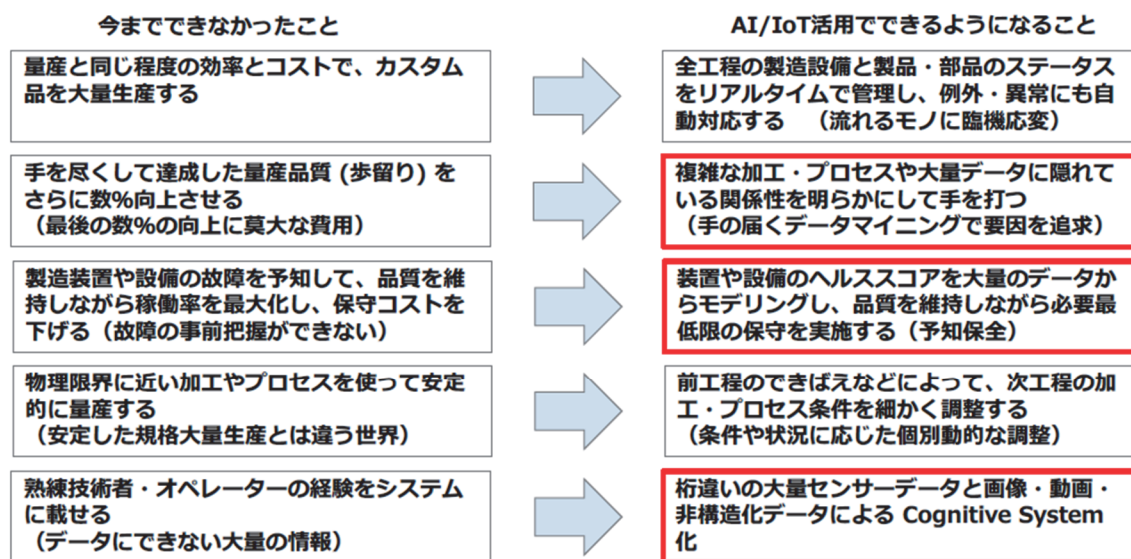
仮説検討が可能となっている。画像を使った品質管理は既にいろいろなところで導入されている。

#### ◆データの重要性とさらなる技術革新

AI のエンジンやディープラーニングのアルゴリズムは、オープンソースをはじめ世の中にある良いものを取り入れればよく、そこで各社が競争していくのは得策ではない。これからは、データのほうが重要だという共通認識がされている。

ただし、そうしたデータを使いこなし、AI が業務やビジネス、社会に浸透し、広がっていくにはまだまだ技術革新が必要となる。それらの革新技術の事例として、動的ボルツマンマシン（時系列データのリアルタイム学習）、世界一小さいコンピュータ、量子コンピュータなどがある。2016年5月より、IBM はクラウドでアクセスできる量子コンピュータを世界で無料公開している。

## AI/IoT 活用による「ものづくり」のブレークスルー



AI活用領域

（資料）久世講師プレゼン資料

## 「ものづくり現場を支える画像 AI 技術と実践」

株式会社富士通研究所 応用研究センター

シニアイノベーションリーダー 肥塚哲男 講師

### <講演のポイント>

- ① 専門型遺伝的プログラミング法は、①わずかなデータでも最適解を得られる（学習時間は従来比で 10 分の 1）、②生成プログラムの可読性がある（ブラックボックスにならない）ことが特長
- ② 画像変換と特徴抽出を含めた統合学習で最適な分類器を生成

### ◆生産現場における画像認識の課題

ものづくりに AI をうまく使える手法として、遺伝的プログラミング法をベースにした技術開発を行った。

製品の生産ラインにおいては、最近では自動組立装置、自動検査装置、ロボットがかなり入っている。ただ、それぞれに検査装置なり組立装置の画像処理の部分には作り込む必要がある。通常の画像処理というのは、(認識対象物の) エッジを強調したり、ノイズを除いたり、ラインを見つけたり、そういう関数で構成されたものが 1 つのプログラム構成になっている。環境変化や仕様変更の都度、認識プログラムの改良が必要とされ、ここに AI を使って画像認識プログラムが自動生成できないものかと画像 AI 技術の研究を始めた。

AI で機械学習させる場合は、入力に対して何を出力したいかという目的や教材を与える。たとえば、位置を検出したい場合は、画像から位置を見つけるアルゴリズムをつくることになる。欠陥検査が目的であれば、良品なのか不良品なのかを判定するアルゴリズムになる。こういう目的をうまく装置に教えてあげる教材を用意するのが重要なポイントになる。

### ◆遺伝的プログラミング法の特長

自動生成技術で一つの画像処理プログラムができたとしても、作り始めた後に装置の環境が変わってしまうということは生産ラインでは頻繁に起きる。その際、プログラムをいちいち手直ししては効率が悪いので、そこも自動的に修正していけることを狙っている。ただ、教師画像がほとんどない状態からプログラムを自動的につくらなければいけない。少ない画像データから迅速にプログラムを構築、修正する必要があるので、ディープラーニングのように、数万とか数十万の学習画像を用意しないとネットワークが完成しないようなものはこの現場では使いにくい。その点、専門型遺伝的プログラミング法を活用すれば、わずかなデータでも最適解が得られる。

欠陥検査の例では、正常画像を数十枚、不良画像を数十枚用意して、それをシステムに入力すると、最初は正常、不良を見分けられなかったものが、生物の進化をまねたような遺伝的プログラミング法で、見分けられる特徴量を見つけて、両者を切り分けられるようなアルゴリズムとして完成させることができる。数十枚の学習データで高速に自動生成が可能と



いう特徴を持っている。

また、ディープラーニング系ではブラックボックス化が問題になっているが、専門型遺伝的プログラミング法であれば生成プログラムの可読性というメリットがある。途中で中間画像を順番に追いかけていき、どのような処理をしているのかというアルゴリズムを確認していくことができる。中で何をやっているかわからないのでは現場で自信を持って使うことができないが、専門型遺伝的プログラミング法ならば、ある程度専門家が見ればでき上がったプログラムの中でどういう処理をしているか解読できる。

コスト的にはスパコンも GPU も使う必要がないため、計算機コストは安い。ただし、専門家の知識はある程度インプットする必要がある。ディープラーニン

グ系はほとんど専門家の知識は不要で、いかに学習データを用意できるかが一つの勝負になる。ディープラーニング系では日本は少し遅れているが、こういった画像が少なくてもできる場所は日本人の持つ現場の専門的な知識が活かせるところではないかと考えている。

#### ◆今後の展開

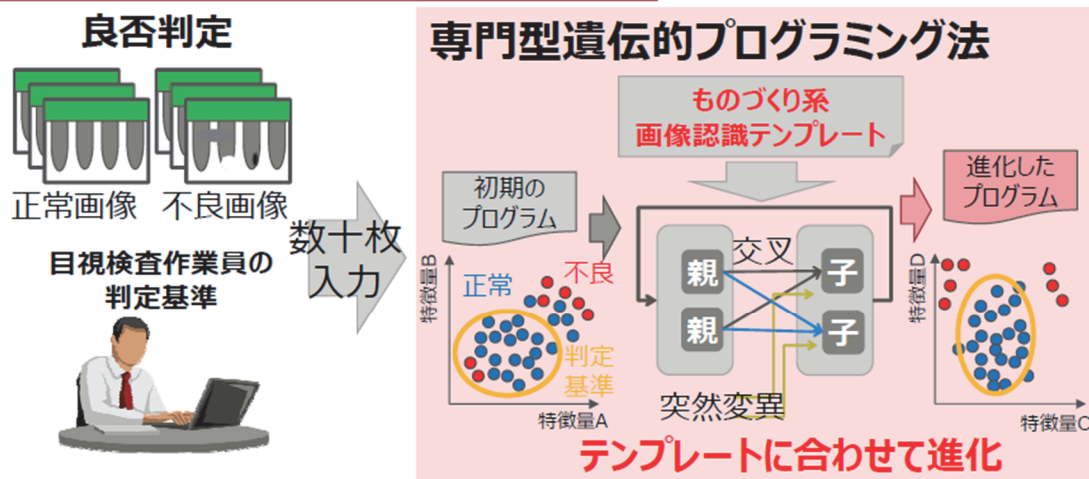
今後の展開としてはクラウドサービス化を検討している。クラウド上に画像データベースをつくり、その画像の中からやりたいことを指示してもらおうと、サーバーの中でプログラムを自動生成し、でき上がったプログラムをダウンロードしてもらおう。最終的には生産現場のみならず、設計現場も含む、「ものづくり AI フレームワーク」を考えている。

## ◆ 画像認識プログラムの自動生成

FUJITSU

特長：①わずかなデータでも最適解  
②生成プログラムの可読性

(2015.11.18 プレスリリース)



数十枚の学習データにより高速に自動生成

(資料) 肥塚講師プレゼン資料

## CASE 4

### 「ものづくり高度化に向けた東芝のIoT・AI適用の取り組み」 東芝デジタルソリューションズ株式会社 IoT技師長 中村公弘 講師

<講演のポイント>

- ① 東芝の2つのAIはモノにかかわるAI「SATLYS (サトリス)」と人にかかわるAI「RECAIUS (リカイアス)」
- ② IoT、デジタルツイン、AIによって、「匠」の技をデジタルの力を使って継承し、日本のものづくりの高度化につなげていく

#### ◆アナリスティック AI : SATLYS

アナリスティック AI の「SATLYS (サトリス)」は、従来人間系で行っていた認識し、分類し、関係を抽出し、予測を行い、そして判断する業務に適用すると効果的である。デジタルトランスフォーメーションは、フェーズ1で「見える化」、フェーズ2で「分析・最適化」、フェーズ3で「高度化」と進化していき、それぞれ遠隔で監視して、予防保守をして、アセットの最適化、周りのオペレーションを含めた最適化に進化し、さらに自律制御・自己診断に至ると考えている。この一連の進化の流れを AI を活用することによって加速させていこうと考えている。AI がもたらす価値として、大量データを使った識別、予測、要因推定、異常検知ができるようになるので、暗黙知をデジタル化していくところ、あるいは「匠」の技をサポートしたり、自動判断していくところに適用していこうと考えている。

#### ◆コミュニケーション AI : RECAIUS

日本のものづくりのこれからを考えた時に、熟練者の暗黙知の継承や人手不足への対応が求められている。

暗黙知をデジタル化するときに、センサーデータだけではなく現場で何が起きているかを人間の感性でとらえたり、い

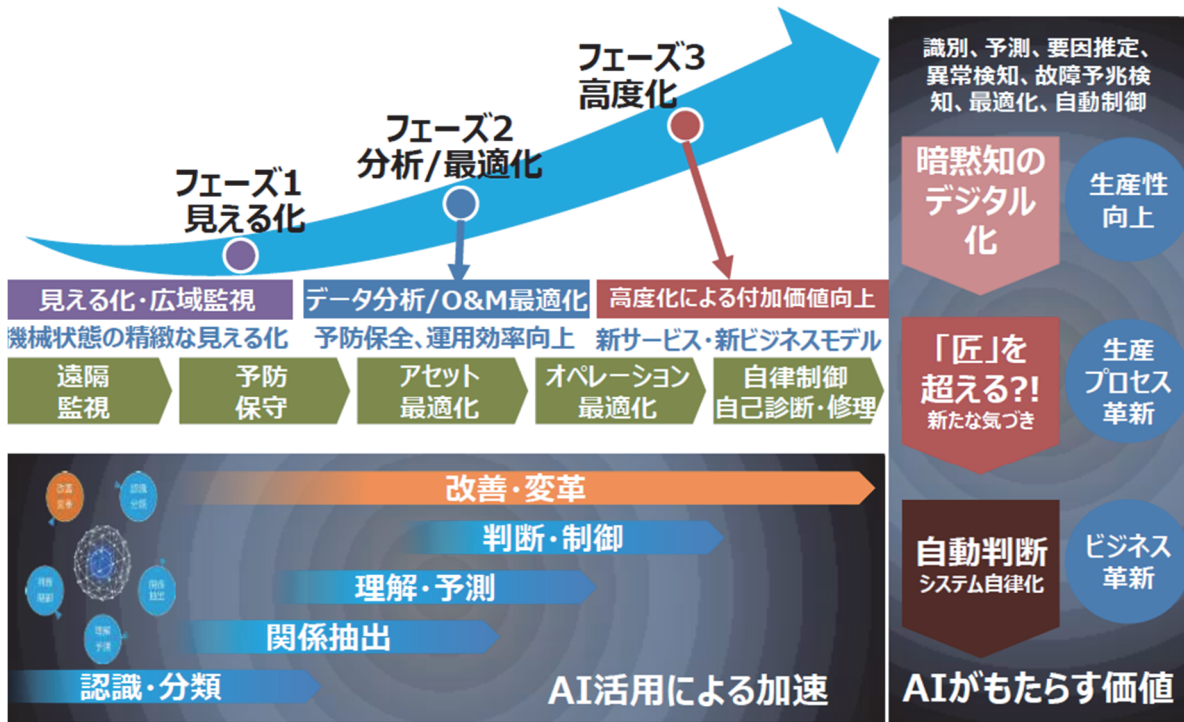
つ・どこで・誰が・何をしたかをデータ化して重ね合わせたり、人の気づき・熟練者のアドバイス等を「生の声」で記録して再活用することが必要になってくる。

東芝の大型産業用機器を作っている工場では、作業者が現場で気づいたことを声でつぶやくと、いつ・どこで・誰が・何に対して・何を・どうしたかを自動的にテキストに変換して記録し、バックオフィスの人達と共有できる仕組みを使い始めている。この仕組みで、現場での気づき、危険予知を確実に記録して、次回、その危険箇所を直すといったことを関係者で共有できるようになった。

日本のものづくりの強みをさらに強くするために、現場力、「匠」の技を強くすることが重要だと考えている。単に AI を使うだけではなく、データを関連づけて記録し、現場での新たな気づきを誘発させるような情報基盤が必要である。現場で起きていることを IoT でデータ化し、デジタルツイン、統合データモデルに蓄積し、相互に関連づけて、時間軸方向の変化を緻密に捉え、AI を予知・予兆、自律判断に使っていくというアプローチが必要と考えている。

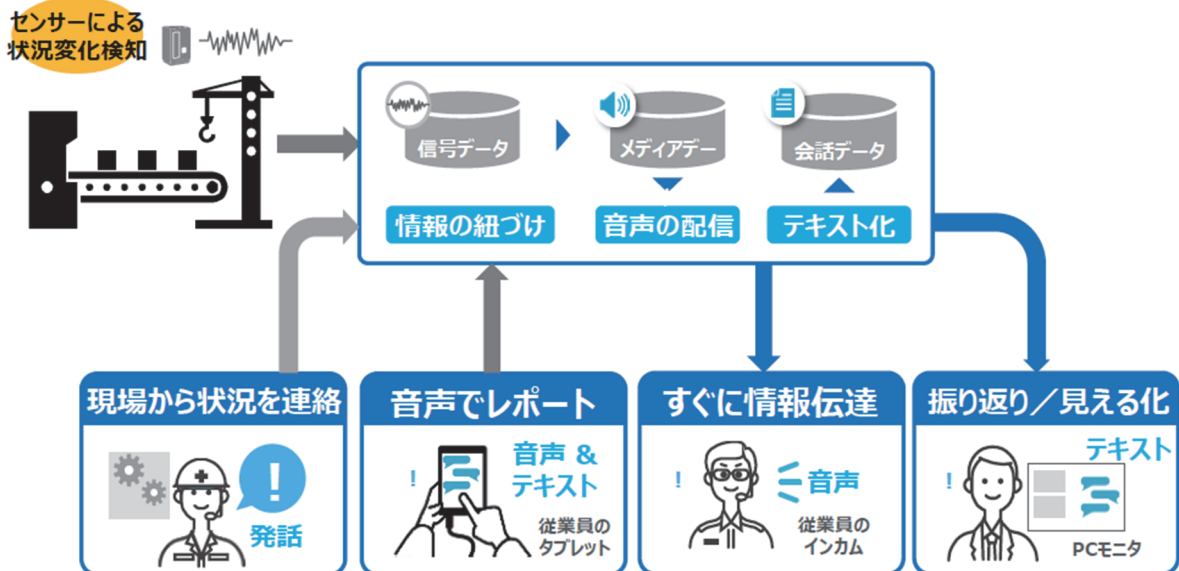
日本のものづくりの高度化に向け、デジタルの力をうまく使って「匠」の技も継承していけないかと考えている。

# デジタルトランスフォーメーションをAI活用で加速



## 製造現場での活用

### センサーデータと人のレポートを関連づけて形式知化



(資料) 中村講師プレゼン資料

## CASE 5

「第四次産業革命をリードする IoT、ビッグデータ、人工知能の可能性」  
株式会社 ABEJA 代表取締役社長 CEO 兼 CTO 岡田陽介 講師

<講演のポイント>

- ① IoT、Big Data、AI の最先端テクノロジーを結集したデータ解析基盤「ABEJA Platform」を提供
- ② AI はカイゼンの延長ではなく、ビジネスモデル革新の発想で取り組まなければ効果は限定的
- ③ アルゴリズムは価値になりやすく、むしろオープンにして AI をどんどん賢くする仕組みこそが重要

### ◆会社プロフィール

ABEJA はディープラーニングをメインにしたソリューションを提供している会社である。2011 年後半から 2012 年の初頭くらいまでシリコンバレーに滞在した。ちょうどグーグル・ブレインなどでディープラーニングの研究がかなり先駆的に発表されていた時期であり、先方のエンジニアの方々と話をする機会を得て、この領域の可能性を感じて日本に戻り起業した。当初はアメリカで起業したかったが、課題が多く、日本に戻って起業したのが 2012 年 9 月のことである。

### ◆ABEJA Platform

ABEJA Platform とは IoT、ビッグデータ、AI の最先端テクノロジーを結集したデータ解析基盤である。誰もが簡単に、大量かつ多様なデータから新たな知見を生み出すことができるプラットフォームとして提供している。

仕組みは簡単である。まず、エッジ側のローカルなところに、恐らく 2017 年～2018 年ぐらいには 400 億個ぐらいのセンサーデバイスが設置され、それらのセンサーから吸い上げたデータがビッグデータとなって既存の ERP や CRM のよ

うな仕組みとも連動していくことになる。ビッグデータからどんどんデータを学習させて AI を構築し、解析、リアルな空間にあるアクチュエータやモーターにフィードバックしてオートメーションになっていく。

製造業では、クラウド上で学習まではしているが、実行は全部エッジ側、工場の現場にあってほしいというケースがかなり出てくるとしており、この部分に関してもサポートしている。具体的には、クラウドで学習した AI を我々のコントロールパネルからボタン 1 クリックでエッジ側のシステムに焼き込まれるといった仕組みも提供している。NVIDIA の Jetson と呼ばれる GPU のエッジ側の仕組みや、インテルが提供する FPGA の仕組みとの連携である。

こういったプロセスハンドリングを全て自動化しているのが弊社のコア技術である ABEJA Platform になる。お客様は基本的に、GPU や CPU、AWS、データセンターのマネジメント等を一切気にすることなく、API をただただでディープラーニングの活用に必要な全てのプロセスパイプラインをすぐに利用すること

ができるという点が弊社の大きな強みになっている。ABEJA Platform のパートナーエコシステムを構成し、既に 100 社以上がこのプラットフォームのパートナーに参画しており、IoT、ビッグデータ、AI をドライブさせるための基盤として活用されている。

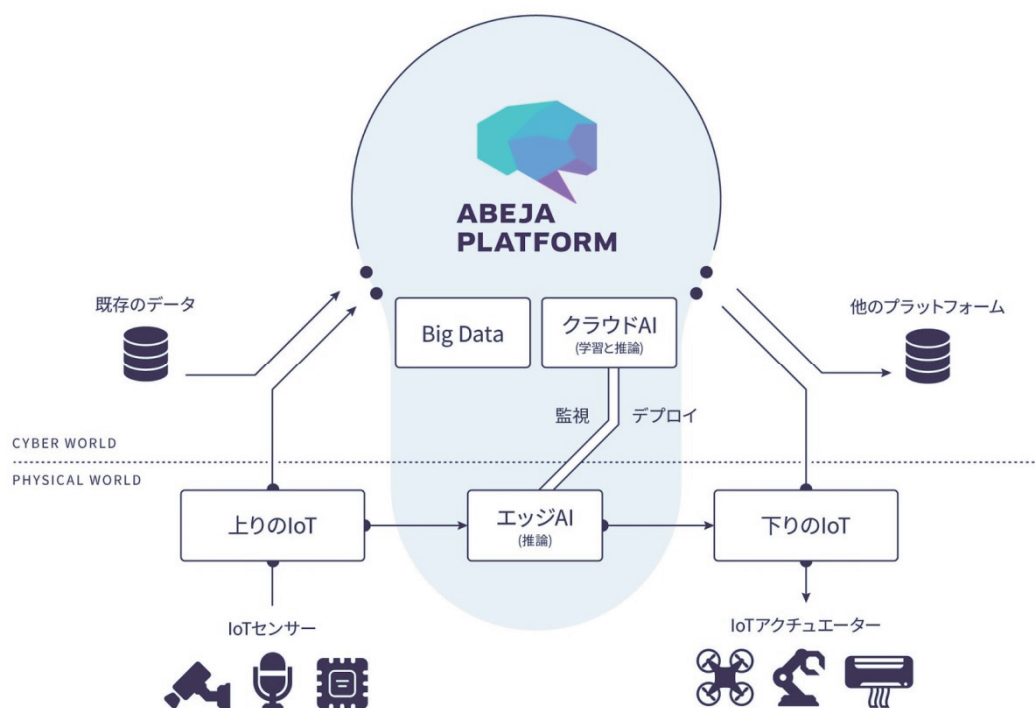
#### ◆データを活用したプロセス革新を

小売業では POS データを持っている会社もあるが、日本の製造業はそもそもデータを溜める仕組みをもっていない企業が圧倒的に多い。また、カイゼンに力を入れ過ぎてしまい、IoT や AI を使ってイノベーションするところまで至っていない。AI はカイゼンの延長ではなく、ビジネスモデル革新の発想で取り組まな

れば効果は限定的になってしまう。

#### ◆オープン化でモデルの横展開を

AI 部分をトップシークレットのように極秘にする会社と、どんどんオープンにしていこうという会社とに二極化しているが、当社としてはオープン化を奨励している。アルゴリズムは価値になりやすく、むしろオープンにして AI をどんどん賢くする仕組みを構築することこそが重要である。その AI をベースにして転移学習（トランスファーラーニング）する仕組みをつくり、別のタスクに充てる、複合的に AI を活用するということが技術的にできるようになってきている。AI システムを横展開させていく発想が重要だ。



(資料) ABEJA ウェブサイト



## CASE 6

### 「LeapMind 流ものへの AI の組み込み方とその展望」

LeapMind 株式会社 Consulting Unit マネージャー 白井祐典 講師

#### <講演のポイント>

- ① 誰もが安価にどこでも AI (Deep Learning) を利用できるよう、AI を用いたシステムの恩恵を社会へ浸透させる DoT (Deep Learning of Things) を加速させる
- ② 現在の GPU には高価/大きい/組込困難という課題があり、それを解決するため FPGA (Field Programmable Gate Array) を用いた専用チップを開発

#### ◆会社プロフィール

2012 年に設立した会社で、従業員数は 47 人。うち、8 割がエンジニアで占められており、かつ半分は海外出身者で構成されている。

LeapMind では、AI を用いたシステムの恩恵を社会に浸透させるビジョンとして「DoT」という言葉を掲げている。全てのモノに対してディープラーニングをくっつけるという Deep Learning of Things というビジョンである。ディープラーニングでモデルをつくるだけでなく、つくったモデルをモノに組み込むために、ハードウェアを考慮した上で、予測用のモデルを小さく、かつ高速に動くようにするところまで手がけている。

#### ◆モノに対する AI の活用と課題

ここでは特化型 AI を対象とし、AI を「ディープラーニングを用いたシステム」と定義して説明する。ニューラルネットワークは中間層が非常に少ないが、ディープラーニングは中間層をたくさんつなげることによって表現力が増し、複雑な課題を高い認識率で解くことができる技術になっている。現在、ディープラーニングは画像解析に最もよく利用されている。画像解析では Convolutional Neural Network という手法がよく使われる。

ディープラーニングは自動運転に活用されたり、ファクトリーオートメーションなどで AI をカメラやロボットに組み込み、自動検知や自動キャッチングなどに使われ始めている。

ディープラーニングを使うと、人がこれまでやっていた作業を代替もしくは支援する形で有用だと思ふ反面、課題がある。1 つ目は、GPU を用いた推論だとスケール時の金額が大きいこと。例えばロボットアームが日本で 1 万台あるとすると、1 万台が一斉に画像解析の処理をサーバーにリクエストすると、それをさばき切るためにたくさんの GPU が並列で必要になるので、スケール時の金額が大きくなってしまふ。2 つ目は、GPU のサイズが大きいので、モノに対して組み込むときにそれがハードルになり、かつ消費電力も高いため近くに電源を必要とし、ランニングコストがかかること。3 つ目は、以上のような理由もあって中小企業へのハードルが高く、現状はディープラーニングが大企業に閉じたものになっていること。中小企業も使えるものとするには使いやすいサイズ、価格帯にすることが必要となる。

#### ◆FPGA 上で動く専用の回路を開発

これを解決するため、ディープラーニ

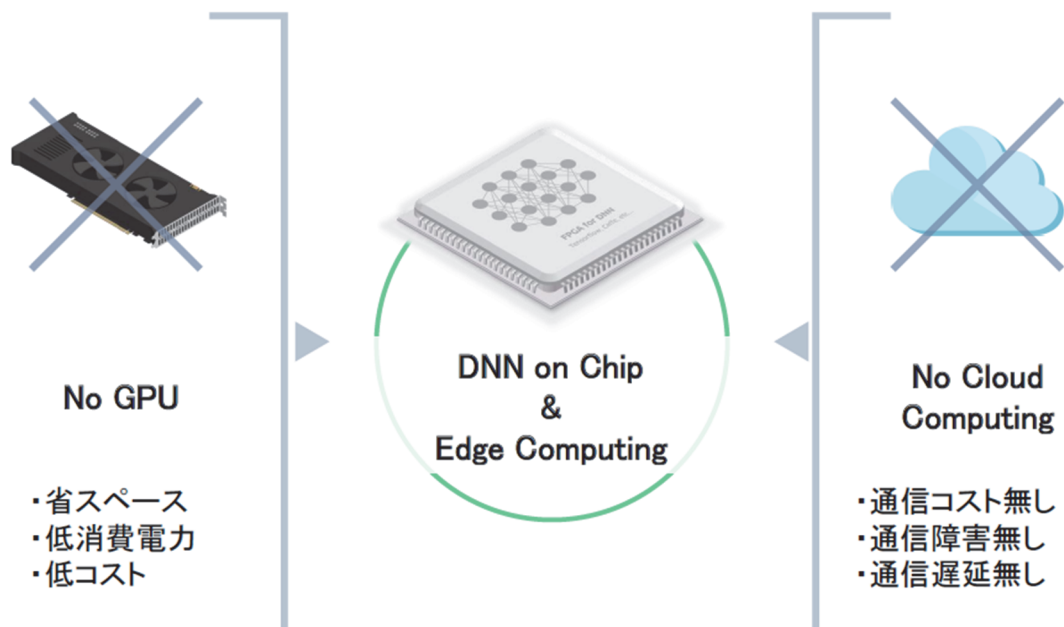
ングのモデルをつくるだけではなく、それを小さく高速に動かせるようにハードウェアを考慮して研究開発及び商品づくりをしている。FPGA と呼ぶチップは NVIDIA が出している GPU の 3 分の 1 の価格で、クラウド上に対するサーバーとの通信も一切発生することなく、小さいチップでディープラーニングを効率よく動かすことができる。省スペースで消費電力も抑えられ、クラウドを使わないので通信コストも発生せず、通信障害も遅延もない。ネットワークがなくても動かすことができ、様々な側面において活用のハードルが下がるため、中小企業を含む多くの企業がディープラーニングを活用できるようになるとの期待がある。

#### ◆成功体験の共有・啓蒙が必要

国内企業において AI を用いた成功体験がまだまだ不足している。AI でこんなことができるという啓蒙活動や成功体験づくりも同時にしていく必要を感じている。そのための商品づくりにも着手しており、例えば、zip ファイルをアップロードするだけでディープラーニングのモデルがつかれる、手ごろな金額で使ってもらえるシステムを開発している。日本に AI をたくさん浸透させて、この恩恵を受けられるような世界にしていけたらという思いを持っている。

AI をバズワードにしないため、このような啓蒙活動をしつつ、最新の技術についていける人材も集め、海外に負けない組織をつくり、誰もが安価にどこでも AI を利用できるように邁進していく。

### LeapMindがやろうとしていること



(資料) 白井講師 プレゼン資料

## (2) AI をツールとして利活用する立場

主に AI をツールとして利活用している立場からの話題提供は以下のとおり。なお、研究会では産業技術総合研究所の中田委員より、これまでのプレゼンを総括する立場でプレゼンをいただいた。

### CASE 7

#### 「e-AI のコンセプトと実践」

ルネサスエレクトロニクス株式会社

インダストリアルソリューション事業本部 技師長 榎村雅彦 講師

クラウドやフォグ、エッジコンピューティングとは異なり、“エンドポイント”にはリアルタイム性が求められ、物理世界とインターフェースを持つという特徴がある。このエンドポイントに注力した学習済みニューラルネットを組み込み機器に実装する「e-AI ソリューション」及び「e-AI」の実装事例について紹介していただいた。

### CASE 8

#### 「化学業界におけるデジタルトランスフォーメーションへの試み」

株式会社三菱ケミカルホールディングス

執行役員 先端技術・事業開発室 Chief Digital Officer 岩野和生 講師

製造業の中での化学業界の特徴（装置産業、川上産業、プロセス産業）を踏まえた上で、化学業界では 40～50 年前の知識も廃れず使うことができ、驚くほど膨大なデータを保有しており、こうしたストックを活かすべくテキストマイニングやマテリアルズ・インフォマティクスにも取り組まれていることなどを紹介していただき、化学業界においてどういうデジタルトランスフォーメーションが起こりうるかについて説明いただいた。

### CASE 9

#### 「『デジタルトランスフォーメーションで加速するブリヂストンのビジネスソリューション』～IoT とデータドリブンで推進する、新しい時代のモノづくりと ICT～」 株式会社ブリヂストン

執行役員 CDO・デジタルソリューションセンター担当 三枝幸夫 講師

ビジネスモデルを変革していくための同社のデジタルトランスフォーメーションへの取り組みについて説明いただいた。鉱山用タイヤにセンサーを装着してタイヤのコンディションをリアルタイムで収集・分析するといったソリューションサービス、AI 搭載によりベテランの技能員が持つノウハウを自動化して生産能力を 2 倍に



引き上げることを可能にした全自動のタイヤ成型システム「EXAMATION（エクサメーション）」等について具体的に紹介していただいた。

## CASE 10

### 「YKK一貫生産思想に基づくIoT活用」

YKK株式会社 取締役副社長 大谷 渡 講師

最高の品質を保つ為に最適な材料を自ら作り、設備も自社開発するという「一貫生産思想」をさらに進化させる手段としてIoTを活用し、勘と経験（実践）とデータ（原理原則）を活用することで同社のビジネスモデルの更なる進化を図る取組みについて紹介していただいた。また、世界中で稼働しているファスナー専用機を内製していることで、世界中から収集する稼働データの有効活用が可能である点も強みとなっていることを説明していただいた。

<総括>

## CASE 11

### 「ものづくり×AI～各社事例から見える展望と課題～」

国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター

NEC-産総研人工知能連携研究室 副室長 中田 亨 講師

AIがものづくりのバリューチェーンをどう変えていくか、AIを活用して現場力を高めるにはどうすべきか、AIを活用するためにはどのような組織や体制が必要か、AIを普及させるにはどのようなルール整備や人材が必要かといった課題を中心に説明いただいた。さらに、ものづくりの現場で活用するにはデジタル化・モデル化により「意義・意図レベル」まで落とし込むことの必要性やオントロジの有効性等についても解説いただいた。

## CASE 7

### 「e-AI のコンセプトと実践」

ルネサスエレクトロニクス株式会社

インダストリアルソリューション事業本部 技師長 櫻村雅彦 講師

#### <講演のポイント>

- ① 「e-AI」とはエンドポイントにAIを組み込むこと
- ② 「e-AI」の特徴はリアルタイム、アドオン、情報秘匿
- ③ 「e-AI」のメリットは多様性で、異常検知、予知保全、品質向上、検査自動化など用途が多い
- ④ e-AIを実現するためにセキュアアップデートは必須である

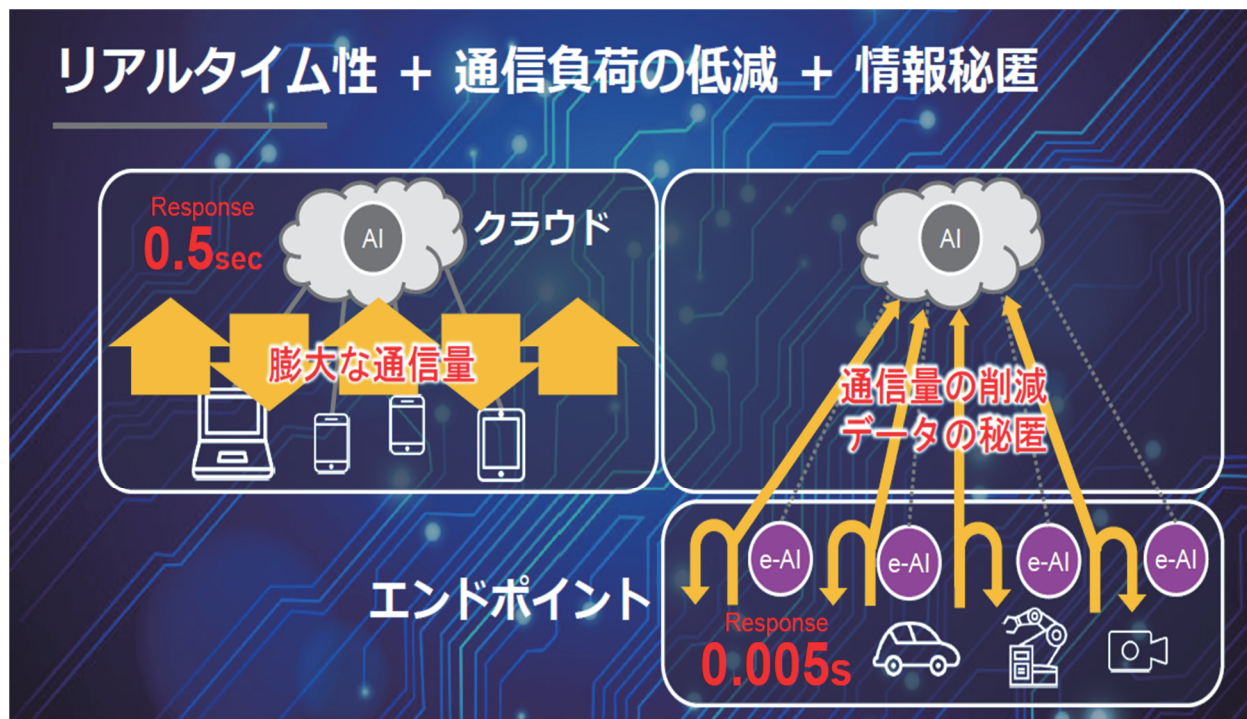
#### ◆ 「e-AI」とエンドポイントとは

2015年に、いわゆるインテリジェンスを組み込むところから、さらにAIを組み込むところに進化しないと未来はつれないと提案し、Embedded-Artificial Intelligence という意味で「e-AI」という言葉を提唱し始めた。

e-AIで考えているのは、どちらかというとフィジカルな世界である。世の中はITだけで支えられているわけではな

く、もう一つ、OT (operating technology) がある。このエンドポイントにあるOTにAIを入れ込もうという考え方である。

現場にAIを持ち込むことによって、その場で判断することができる。早いレスポンスが得られることに加えて、通信量も削減できる。さらに、データをクラウドに上げる必要はなく、データの秘匿もできる。



クラウド→フォグエッジ→エンドポイントという観点で物を考えると、クラウドやフォグエッジのところではビッグデータを活用した機械学習ないしはディープラーニングを行う。一方、エンドポイントはこれとは違う世界を持ち、目と手を持ってフィジカルな世界とインターフェースを持っているところが全く違う。ディープラーニングを行った結果、推論実行はこの領域で判断していく。

当社はこのエンドポイントに注力し、そのための1つのソリューションとして、AIを全ての組み込み機器に導入したいと考えている。



#### ◆「e-AI」を導入している那珂工場

那珂工場は主力工場で、あらゆる手を尽くして製品の品質と歩留まり向上を図っているが、それでも悩みはある。

悩みの一つは、虚報がどうしても避けられないこと。処理工程の途中で問題が起きた場合に、止めるなり、パラメータを変更するなりする。ウェハーの品質のために閾値を厳しくしたいが、厳しくすると異常ばかりが出てしまう。閾値を緩くすると不良を持ち込んでしまう。このせめぎ合いを毎日やっているのが現場の現状である。

e-AIの学習の際には、1カ月で50テラバイトの情報をPCに食わせて、2日ぐらいで学習し、その学習結果を小さくしてマイコンに戻す。ただし、PC上あるいはサーバー上で推論したことを現実世界のマイコンに導入するにはどうしたらよいか、ここに大きな溝があることに気がつき、DRP (Dynamically Reconfigurable Processor) など様々な研究開発を行った。ディープラーニングも重要であるが、身近なロボットに求められるのは強化学習であり、強化学習を組み込みにやっていくことが次の我々のテーマになっている。

#### ◆セキュアアップデートのしくみ

e-AIのポイントの一つになるのが、AIというのは学習を追加して、さらにアップデートが重なるということだ。一回つくったAIが永久に使えるとは思っておらず、必ずアップデートが必要となる。セキュアアップデートの仕組みはAIを組み込む際、同時に必要なものであると考えていくと、エンドポイントはICTのセキュリティとは別の世界のセキュリティで一旦つくらなければいけない。それは、このシリコンは本当にルネサス製だとルネサスは保証してくれるのかというルート・オブ・トラストから物事は始まる。ここは半導体メーカーである我々の仕事と思っているので、こういったところを中心に、鍵の管理、お客様の保守、お客様が市場に出した後のセキュアアップデートも含めてサービスをしていきたい。

「化学業界におけるデジタルトランスフォーメーションへの試み」  
 株式会社三菱ケミカルホールディングス  
 執行役員 先端技術・事業開発室 Chief Digital Officer 岩野和生 講師

＜講演のポイント＞

- ① 化学業界におけるデジタルトランスフォーメーションの可能性は高く、宝の山である膨大なデータから価値をスケールさせる余地が非常に大きい
- ② 足元にあるデータを活用するにはデジタルネイティブな組織と風土をつくり、多様な人材を確保していく必要がある
- ③ 化学業界は知識が廃れることがなく、プラントのプロセスに精通したベテランのノウハウも含めてナレッジマネジメントが極めて重要となる

◆デジタルトランスフォーメーションのもたらすインパクト

ケミカルインダストリーにおいてどういうデジタルトランスフォーメーション、デジタルディスラプションがあるのかを検討している。今、起きているクラウド化とサービス化の進展がケミカルインダストリーでも同じように起きるのか、ケミカルインダストリーでもサービス化が可能なのかどうかを考えているところである。いずれせよ、これからはデータとソフトウェアの価値が非常に大きくなっていく。

サービスを考える際に大事になってくるのは、主体者がわからなくなり、境目がわからなくなっていくという点。サイバーの世界と物理的世界、機械と人間、個人と社会の世界の境目が曖昧になる中でサービスやアイデンティティをどのように考えていくのが課題となる。

サイバーとリアルな動きをどのように結び合わせていくのかも課題といえる。会社のあり方、巨大企業、サプライチェーン全体にわたって組みかえが柔軟に起きる可能性があり、新しいサービスの形

が起きてくる。

◆主戦場はデータ

2014年のダボス会議でデータがニューオイルになるかもしれないと発表されたが、今年に入りその傾向は明らかにみてとれる。さらに、ユーザー企業に重心がシフトしつつある。それは、データを持つ者が自らデータを消費することが一番有益だからである。会社の中には膨大なデータがあり、門外不出のデータもあるが、内部ではいくらかでも利用できる。そのため、IBMのようなITベンダーはデータを手に入れたいがために Data Driven Deals と呼ばれる M&A を繰り返している。まさに、データが主戦場になっている。

一方、Google の BtoC の C のところでは、これ以上データが集まっても価値がスケールしない限界に達しているとの説もある。一方で、ケミカルインダストリーにはものすごいボリュームのデータがあり、まだいくらかでも価値を上げる余地が残っている。まさに価値がスケールする局面にある。

石油プラントなどの巨大プラントが整

然と動いているのは人間業のところがあり、日本はこういうオペレーションの能力がすばらしい。プロセスごとに神様のような人がいて、微妙な調整を常に行っている。AIやビッグデータを扱う上では、こうしたプロセスにまつわる知恵、それに伴う賢い判断をどう可能にするかがキーとなる。

#### ◆ケミカル×デジタルの可能性

ソサエティー5.0では、サイバーと物理的世界が融合したところで新しいアイデンティティが生まれ、モノとサービスが一体となって機能を提供するようになるが、機能はエコシステムの中に位置づけられないと大きな価値が出てこない。社会でのサービスを考え、物理的なものとサイバーのものが一体としてサービスだと考えると、様々な機能が考えられ得る。これをサービスプラットフォームから手に入れられる構造に持っていきたい。

デジタルトランスフォーメーションでは、デジタル技術と思想の両方が必要となる。特に、技術だけではすぐに廃れてしまうので思想を持つことが大事である。技術だけに着目するとサステナブルな変革にはついていけない。今はAIやディープラーニングが騒がれているが、必ず次のものが出てくるので、それに対応できるためにはコンピューショナルシンキングなどの思想が大事になる。

IT企業からみると、ケミカルインダストリーはデータの宝の山を持っているようなもの。ただ、データを活かすためには経営トップの変革への意思に加えて、様々な専門家と現場を必要とする。コンピュータサイエンスの専門家と現場の専門家が一体となって初めて価値を引き出すことができる。

足元にあるデータから価値を引き出し、業界や社会における価値創造のプラットフォームになるためには、我々自身がデジタルネイティブな企業風土に持っていく必要がある。AIやIoTをやろうと会社に号令をかけても、外部のベンダーに丸投げするようでは、やったつもりになっても5年後には何も残っていない。日本はこの失敗を繰り返してはならず、我々自身が本質的な価値を生み出せるようなデジタルネイティブな組織と風土をつくらなければならない。そのためにも多様な人材が必要となる。

IT企業は2~3年で知識が廃れるが、化学業界は40年~50年昔の知識がいまだに活用される業界である。研究所に行けば、80年以上前の研究ノートが保管されている。こうした手書きのノートを人海戦術でデジタル化し、誰もがサーチできるようにするといったナレッジマネジメントは非常に重要である。各プロセスにいる神様のようなベテランがどんどん引退しているので、ナレッジの継承をなんとか考えなければならない。

ビジネスモデルについては、組み立て系とプロセス系では少し事情が異なる。組み立て系はコンポーネントを組み合わせてサービスにくっつけ、サービスの状況をデザインに反映させるループをつくり、ここにロックインするという構造をつくっていく。GEやコマツが該当する。では、それと似たような構造を化学業界ができるのかどうか。もし、従量課金モデルが展開できるとしたら画期的である。

このようにケミカル×デジタルの取り組みでもOperational Excellenceの追求と新しいビジネスモデル創造が、重要であると考えている。



## CASE 9

「『デジタルトランスフォーメーションで加速するブリヂストンのビジネスソリューション』～IoT とデータドリブンで推進する、新しい時代のモノづくりとICT～」

株式会社ブリヂストン

執行役員 CDO・デジタルソリューションセンター担当 三枝幸夫 講師

<講演のポイント>

- ① 全自動のタイヤ成型システム「EXAMATION」にはベテラン技能員が持つノウハウをアルゴリズム化して搭載し、生産能力は2倍、品質のばらつきは2割減少
- ② AI導入でノウハウの塊とされたカイゼン活動もデジタル化されグローバル展開へ

### ◆製造販売業からソリューションプロバイダーへ

タイヤのコモディティ化が進んでおり、製品性能だけでは限界があるということで、約3年前から、物売りだけではなく、お客様と一緒に困り事を解決して新しい価値を生み出していくソリューション提供者になろうと、運送ソリューション、鉱山ソリューション、航空機タイヤソリューションなどさまざまなソリューションを手がけている。

### ◆デジタルトランスフォーメーションの推進

きめ細かく、リーンでフレキシブルなサービスを提供するにはバリューチェーン全体を見直して効率を上げていく必要があるため、デジタルトランスフォーメーションを進めるなど、デジタル変革に着手している。

デジタルトランスフォーメーションは3つのステージで考えている。一つは「Digital for Bridgestone」で、我々自身のオペレーション効率、生産性を上げるためのデジタル。二つ目は「Digital for Customers」で、お客様への提供価値を上げるためのデジタル。三つ目は

「Industry level Ecosystem play」で、当社だけではできることが限られるので、お客様をはじめ各種ステークホルダーとエコシステムをつくり上げて産業全体の効率を高めていく考え方である。この3つを実践しているのが鉱山ソリューションである。

従来は縦軸がエンジニアリングチェーン、横軸がサプライチェーンのビジネスモデルで、物を開発し、材料を買ってつくり、お客様に売って届けておしまいというビジネスモデルであった。そこに、お客様に価値が提供できているかをセンシングしてフィールドのデータを集め、その結果を解析・予測し、よりよいサービスのためのアルゴリズムをつくり出して次のデジタルサービスにつなげるというループをできるだけ速く回して提供価値を持続的に高めていこうとしている。

### ◆最新鋭成型システム EXAMATION

ブリヂストン流のICTはBIO (Bridgestone Intelligent Office) という頭脳部分を支える技術群と、BID (Bridgestone Intelligent Device) という頭脳に基づき手足を自動制御する技術群から成り、このBIOとBIDを実装し



た代表的なシステムがエクサメーション（EXAMATION）という全自動のタイヤ成型システムである。タイヤ1本当たり2,000項目以上のデータを取得して品質や生産性の向上を図っており、ベテランの技能員が持っているノウハウを自動化してアルゴリズム化したものが搭載されており、生産能力は従来比で2倍になった。ゴム状のシートを人が重ね合わせて生産するためどうしても品質にばらつきが出てしまうが、あらかじめセンサーで材料の状態を計測し、その材料の状態によってどのように調整するかを機械学習などを通じてアルゴリズム化したものを搭載したため、品質のばらつきレベルが2割程度低減した。

この結果、日本のものづくりの強みと言われていたカイゼン活動の中身が変わってきた。センサーから上がってきた情報をデータサイエンティストがデータ解析し、予測した結果をシミュレーションで検証した後、アルゴリズムどおりに高精度にもものづくりをする。その結果をまたセンサーでフィードバックするというループを回していくことでカイゼンが進む。従来のカイゼン活動はノウハウの塊

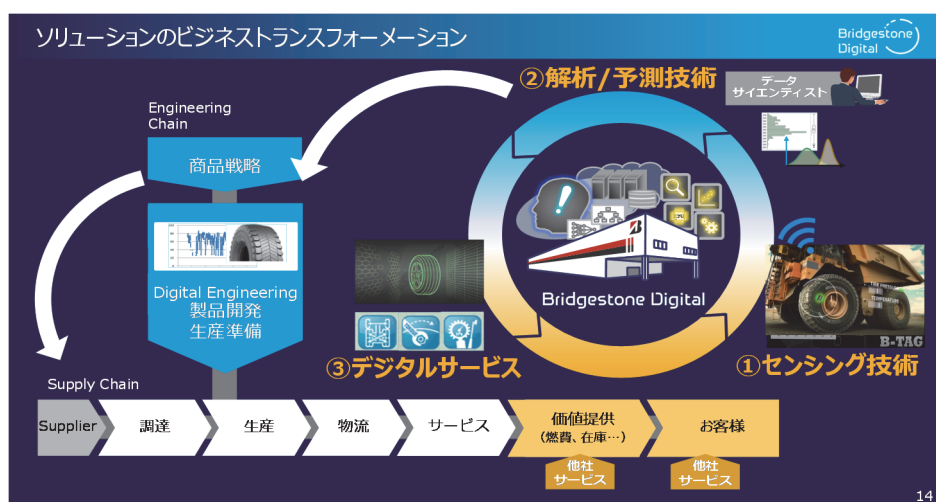
のようなものであったが、カイゼン活動そのものがデジタル化されて、グローバルに同時展開できる。ここでは、データサイエンティストがカイゼンに結びつくようにうまくデータを解析できるかどうか重要となる。

#### ◆AI利活用の上での課題

当社は人の安全を乗せて走るタイヤが主力製品なので、機械学習で得られたアルゴリズムをそのまま機械に乗せるのではなく、現状は安全が担保できるかを人がシミュレーションで検証している。

サプライチェーン全体を通じた最適化をしようとする、お客様が持っているデータをはじめ、社外とのデータ連携はエコシステムをつくる上で非常に重要になるが、各社が持っているITセキュリティポリシーの問題、データの所有権や使った場合のプロフィットシェアをどうするかというアナログ的な問題があって、現状は難しい。

データサイエンティストに必要なスキルは、ビジネス力、データエンジニア力、データサイエンス力と言われているが、当社のようなユーザー企業はこのバランスが特に重要だと考えている。



資料) 三枝講師プレゼン資料

## CASE 10

### 「YKK一貫生産思想に基づくIoT活用」

YKK 株式会社

取締役副社長 大谷 渡 講師

#### <講演のポイント>

- ① ファスナー専用機を内製することで、世界中の50工場からデータ取得が可能
- ② 「勘と経験」に「データ」を加えて一貫生産思想のビジネスモデルをさらに進化させ、コストダウンのみならず、設備の改善、保守部品の安定供給とに貢献
- ③ 中堅・中小企業へのIoT利活用の波及が日本のものづくり競争力の鍵を握る

#### ◆設備内製の強みを活かしたIoTの活用

YKKグループの経営体制は、グローバル事業経営と6極地域経営のマトリクス経営となっているが、コンフリクトが起きた場合は事業ファーストで、事業を最優先するという意思決定を行っている。

主な事業は、ファスナーを中心としたファスニング事業、窓やドアなどを中心としたAP事業と、その両事業を技術で支える工機技術本部。YKKの経営の根幹は一貫生産思想の継続的進化にあり、その中心を担っているものが工機技術本部である。材料・プロセス開発から、ファスナー専用機械、AP事業向けのラインの開発・製造、商品向け金型、機械用部品・金型の開発・製造を行っている。特にファスナーの専用機は全部内製化しており、それが同じ会社の中にあることによってIoT活用が他社とは違った形で行える。

#### ◆「一貫生産思想」の継続的進化

世界のどこでも同じ品質とサービスを提供できることがYKKのファスニング事業の強さであり、それを可能としているのは一貫生産思想である。最高の品質を保つ為に最適な材料を自ら作り、設備も自社開発するというのがYKKにおけ

る一貫生産の考え方であるが、現在では必ずしも内製にこだわらず、競争力を第一に展開している。ただし、一貫生産思想は経営の根幹であり、時代が変わっても強化・継続していく。

内製している機械の中でも、ファスナーをつくる専用機械は日本の黒部の工場だけで開発・製造している。しかし、海外の製造現場に目を向けず開発を続けてきたため、日本の技術者が自分のテクノロジーを前面に出したテクノロジー・プッシュの開発になっていた。たとえば、今ではファスナーの主力生産基地はベトナムやバングラデシュにシフトしているが、長く働きスキルが高い欧米のオペレータに対して、ベトナムなどでは経験の浅いオペレータが多く、スペックの高い高速・自動化の専用機を導入するとかえって使いづらいものになってしまう。

2010年からは、技術開発の方針を製造現場に適応する設備開発、使いやすさ、安定性に重きを置いたものに転換してきている。

#### ◆「一貫生産思想」の継続的進化

2016年から、勘と経験にデータを加えて一貫生産思想をさらに進化させていき



「ものづくり×AI～各社事例から見える展望と課題～」  
 国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター  
 NEC－産総研人工知能連携研究室 副室長 中田 亨 講師

<講演のポイント>

- ① 日本としては IT 巨大企業と四つで相撲をとるよりも、現場のデータをうまく増幅してユーザーやサプライヤーと協働することがポイント
- ② 高度な先進技術ほどオープンソース化し、有料主義の技術開発はオープン開発に遅れをとってしまう恐れ
- ③ 「一芸 AI」の時代は終わり、総合力で勝負する時代は異種人材の混成部隊が必要
- ④ ディープラーニングの最先端ばかりを追いかけるのではなく、データの活用能力に長けた人材、技術の本質を目利きできる人材こそが必要

◆選択と集中、技術一点突破という傾向

あえて日本と海外における AI 適用事例の違いを区別してみると、日本国内の大企業はどちらかといえば選択と集中で、今までのビジネスにさらに AI を使って製造工程やサプライチェーンを改革しようという方向に向いている。また、通信、輸送、交通といった社会インフラの IoT 化にも目を向けている。一方、海外勢に目を転じると、グーグルやアップルのような巨大な IT 企業が汎用人工知能をつくらうと考えていたり、サブスクリプション・エコノミーでどんどん領域を広げて囲い込もうという動きがある。アマゾンの通販や、グーグルの自動運転のように、とにかく汎用的に何でもやろうというのが目立つ一方で、大量データを確保し、それを精製して活用しようとするビジネスモデルも目立つ。

スタートアップだけを比較してみると、国内のスタートアップはやはり技術主導で、AI や IoT を活用して高度な要素技術による一点突破型が多い。海外のスタートアップにも同様の技術志向の会社は多

いが、どちらかというともう一方の技術はどこからか調達すればよいと考え、むしろアイデアで勝負しようとする会社の方が多い。技術の一点突破ではなくてアイデアの一点突破である。既存の技術をうまく組み合わせるので、技術は自力開発とはいかないが、題材の目のつけどころがいい。

◆産総研が掲げる AI 研究のコンセプト

産業技術総合研究所の AI 研究センターも、海外の後追いとならないために 3 つのコンセプトを掲げている。1 つ目が実世界に埋め込まれる AI をやるということ。ネット上だけではグーグルに勝てるわけがないので、リアルに我々の生活や製造に使えるものを使う。2 つ目は人間と協働して問題解決する AI であること。3 つ目は説明できる AI にすること。AI の出した結論の理由が説明できなくてはならない。

◆バリューチェーンにもたらす影響

AI によってバリューチェーンがどう変化するかをみると、まず、流通や製造

で中抜きが起こっている。そして、高度な汎用技術ほどただで使えるようになってきている。画像認識、音声認識、自動翻訳、地図情報はいまや誰もが無料で使える時代だ。有料主義の技術開発は、オープン開発に遅れをとってしまう。一社だけで人を雇って開発するよりも、世界中のボランティアがアイデアを出してつくった方が早く、支持も得られるので、デファクトスタンダードをとってしまう。有料として残るものもあるが、一番お金がかかりそうな高度な汎用技術が一番安くなってしまいう点には留意が必要である。

さらに、信用創造型のバリューチェーンの変化がある。Uber や Airbnb のように赤の他人と物を共有することができるのは、AI を使えば見張っておいてくれるとか、格付をしてこの人は信用できると判断できるからである。そういう部分の障壁が取れていき、新しいバリューチェーンが生まれるだろう。

#### ◆AI で現場力を高められるか

AI と現場力の関係は 2 つの側面がある。1 つ目は既存の AI が現場でできることで、センサーを増やすことで画像認識、故障診断、効率化をより推し進めることが可能となる。これまでは QC 活動にディープラーニングや一般画像認識を取り入れることでさらなる向上を見込むことができる。

2 つ目はこれからの AI が現場でできそうなことで、今まで人間がやっていたカイゼン活動を AI がやり始める。人間に気づきを与えたり、見落とされていた大事な点を拾い上げるなど気づきを与える AI である。こういう気づきを扱おうとすると、やはり異種のデータを扱わ

なければいけない。計器のログ、機械の写真、音声や地図といったデータを総合的にどう判断するかが重要で、ここは今、最も盛んに研究されているところである。

ただ、その際に壁となるのは、人間には理解できる文章が AI にはまだ曖昧過ぎてよくわからないところがあるという点で、人間なら自明な常識を AI が扱うためにはオントロジの整備が必要となる。AI はコンピュータなので、デジタル化・モデル化が人工知能の入口にあり、デジタル信号を意味レベル、意義・意図レベルへと落とし込んでいくにはオントロジが非常に重要で、オントロジによって現場力への即効性を高めることが可能となる。

#### ◆AI 活用に必要な組織・人材・ルール整備

AI が囲碁で人間に勝つことがゴールという「一芸 AI」の時代は終わり、単機能から総合力が重視されるようになる。したがって、組織としても異種の人材の混成部隊が必要になる。また、とにかく小さなことから始めて、早く失敗するという、「Start small, fail fast」という精神が大事になる。平凡な AI を使ってみたら駄目だったという壁に突き当たることで、何をすればよいかとだんだんと分かってくる。そこにビジネスの花が開く余地が生まれる。

今どきの学生はネットでオープンになっている情報を駆使して、最先端のプログラムを当たり前のように操作している。そしてデータの収集やセンシングを棚に上げ、大量のデータがなければ稼働しないような、ディープラーニングの最先端ばかり勉強している人が多い。こういうスキルの人材よりも、データの活用能力

に長けた人材を育成・確保しなければならない。また、AI の手法は無数にあり、本質を理解していないと論文や技術の目利きができない。そうした技術の目利きができる人材は大学院まで進み、数学や統計学をしっかり勉強し、なおかつ、現場に応用するためには現場で実際に何が起きているかを知らなければならない。こういう人材はなかなかいない。

なお、現場の近くに AI 産業が集積す

るという事例が間々あり、産学官のコミュニティが顔をつきあわせて課題解決していく事例が出始めている。物理的に近い距離に住み、近い距離で商売するという地域性が地味に復活しているような感じを受けている。「AI×ものづくりの難しい課題」を旗印にして地域に拠点をつくり、そこでルール整備なり人材育成をしていく方法も有効ではないか。



### (3) 有識者へのヒアリング

研究会に加え、AI人材育成と中小企業のAI導入の取り組み等についてヒアリングを実施した。

#### <AI人材育成>

##### CASE 12

「ダイキン情報技術大学 ～ダイキンのAI人材育成への取り組み～」  
ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター  
副センター長 河原 克己 氏 インタビュー

ダイキン工業株式会社は、2017年7月に締結した大阪大学との情報科学分野を中心とした包括連携契約にもとづき、大阪大学の教授が当社社員を教育し、AI活用を推進する中核的な人材を育成する社内講座『ダイキン情報技術大学』を2017年12月に開講した。このAI人材育成の目的や背景、社内でのキャリアパスや期待役割などについて説明していただいた。

#### <中小企業のAI導入>

##### CASE 13

「駿河精機のAI導入・活用の取り組みと中小ものづくり企業におけるAI導入・活用のポイントについて」  
駿河精機株式会社 インタビュー

駿河精機では2015年末くらいからトップダウンでIoT導入の検討をはじめ、2016年4月より社内横断的なプロジェクトチームを立ち上げ、経済産業省の実証事業に応募するタイミングでAI導入に踏みきった。この「SURUGA CPS」の開発に至る経緯について説明をいただいた。

##### CASE 14

「中小ものづくり企業におけるAI適用の可能性と日本の立ち位置」  
ベッコフオートメーション株式会社 代表取締役 川野 俊充 氏 インタビュー

駿河精機などの中小ものづくり企業がAIを使いこなしている事例を紹介していただくとともに、ドイツと比較した場合の日本のものづくり企業の立ち位置や今後の展望について説明していただいた。

「ダイキン情報技術大学 ～ダイキンの AI 人材育成への取り組み～」  
 ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンター  
 副センター長 河原 克己 氏 インタビュー

＜インタビューのポイント＞

- ① 選抜した人材を社内大学で大学情報学部修士レベルに育て上げる
- ② 業務と直結した PBL 教育を重視し、卒業後は各部門の AI マネージャーとしての活躍を期待

◆ダイキン情報技術大学の設立

かつて、メカからメカトロニクス化が進んだ際、ダイキン電子大学を開学し、機械系のエンジニアに電子の教育を行ったことがあるが、今回はそれ以上のインパクトがあると考え、AI で学位をとった学生や中途採用では十分人材を確保できない今、社内で再教育を行うしかないと考え、包括連携先の大阪大学に協力してもらい、ダイキン情報技術大学という社内大学で AI 人材を育成することとした。

出身分野関係なく、毎年社員の中から 40～50 人を選抜し、大学情報学部修士レベルに再教育する。加えて 3 年間の計画で新卒採用者の中から 100 人を選抜してダイキン情報技術大学で学ばせ、2 年間かけて情報系修士卒に育てあげる。

社内から抜粋する社員は業務をもちながら週 1 回 1 日の教育を半年間継続する。新卒は 2 年間は人事部預かりとし、事業部に配属することなく、学業に専念させる。

◆AI を活用できる人材を育てる

欲しい人材は、AI を活用してプログラムを書ける技術開発人材である。実務に応用できなければならぬため、ダイキン情報技術大学では PBL (Project Based Learning) を重視し、業務と直結したプ

ロジェクト演習を行い、営業、工場、コーポレートの業務改善に AI をどう結びつけるのかを考えてもらう。ただ、これを指導できる人材は社内に少なく、大阪大学の先生に加えて、ベンチャー企業など社外の力も借りながら、大阪大学の知識教育＋実践教育を展開していく。

なお、せっかく再教育した人材を十分活用できるマネージャーも必要となるため、選抜メンバーの上長となる課長や役員の啓蒙・教育も行う。また、育てた AI 人材は、横串の機能と縦割りで配置するバランスが重要だと考えている。各部門に配属すると、どうしても部門の仕事が優先されてしまうからである。

◆AI を活用したビジネス展開

これまでは「空調機」の技術者しかいなかったが、これからは「空気調和」そのものをもっと研究していくべきだと考えており、そこに AI や IoT が大いに活用できる余地があると考えている。世界中のエアコンをつなぐと価値のあるデータが溜まっていく。このデータベースのプラットフォームは自社で抱えるが、それ以外のデータ解析の技術や、センサー、アクチュエータなどは、すべてオープンイノベーションでやっていく。

## 「駿河精機の AI 導入・活用の取組みと中小ものづくり企業における AI 導入・活用のポイントについて」

駿河精機株式会社 インタビュー

### <講演のポイント>

- ① AI を導入して加工手順の算出を自動化し、製品加工時間を短縮
- ② AI の教師データを整備する際に、予想以上に多くのハードル・課題に直面

#### ◆AI による最適加工手順の自動算出

2015 年から社長自らプロジェクトオーナーとなりスマート工場化を進めており、これまでに駿河版管理シェル<sup>®</sup>の構築、AI を活用した製品良否判定の自動化と最適加工条件・加工手順の自動生成に取り組んできた。

駿河版管理シェルに、工作機械のメーカー、プログラム言語、機能・性能等の違いを吸収する機能を導入し、様々な工作機械でも同じ加工品質を実現している。

AI を活用した製品良否判定では、これまでは人の目で行っていた加工製品表面の傷や変形等の検査を、AI による画像判定自動化の技術開発を進めている。また、AI による最適加工条件・加工手順の自動生成においては、材料と完成品（部品）の画像データを入力すると、加工順序を予測していくシステムを開発した。過去の加工データを AI が学習し、最初から最適な加工条件・加工手順を提供することが可能となる。従来は、熟練者の勘と経験で加工条件・加工手順を検討、加工プログラムを作成するのだが、このシステムを使えば熟練者の技能の負担を軽減できる。駿河精機のスマート工場は Industrie4.0 の技術を参照しており、各設備に設置している管理シェル<sup>®</sup>を介して様々なデータがやり取りされている。加

工プログラムもそのデータの一つである。これらの取組みによって、部品加工にかかっていた時間を従来の方法から大幅に削減することができた。

熟練者を必要とせず多種にわたる製品を加工できることから、急な受注に対する備えにもつながっている。

#### ◆AI 導入を進める上での課題等

スマート工場の開発は、各部門から選抜した人材を集めた社内横断プロジェクトとして開発を進めた。1 年半という短期間のうちにここまで導入を進めたことに、多くの専門家は驚くが、実務的には多くの課題に直面した。

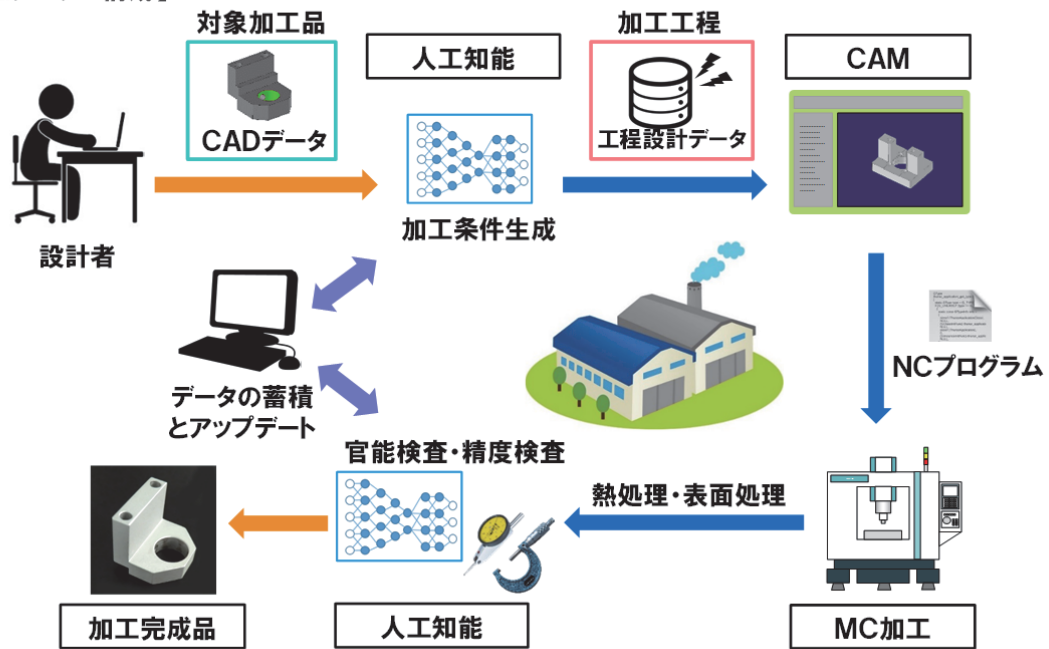
製造業における AI の活用事例は少なく、様々な専門家やベンダーと少しずつ協議を重ねて新規開発を進めていった。当社には機械系エンジニアは多いが IT 系エンジニアが少ないため、システム開発は非常に時間がかかった。

また、AI の学習用データを揃えることも想定以上に困難であった。保有している現場データの大半は AI 学習にそのまま利用することはできなかった。データのメンテナンスや追加収集が予想以上に大変であった。

今後も更なる AI の機能向上、適用範囲拡大を目指しプロジェクトを推進していく予定。

## 金属加工におけるAI技術の活用

【AIシステム構成】



## データ活用の実務的課題

- 製造データとその有効性について試行錯誤を繰り返した



現実の生産現場		
経験・実績のある領域		未経験・開発領域
<b>既存データをそのまま使えない</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>合格データしかない</li> <li>中間工程のデータがない</li> <li>標準化されていない</li> </ul>	<b>目的データの準備</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>紙媒体でのデータ</li> <li>データ間の紐付けがない</li> <li>学習に不向きなデータ形式</li> </ul>	<b>効率的な開発の要求</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>新規にデータ取得から計画しなければならない</li> <li>少ないデータでも十分な学習結果を得る技術が必要</li> </ul>
データの大半は利用見送り	データ前処理に長期間かかる	地道にデータ作成を開始

(資料) 駿河精機提供

「中小ものづくり企業における AI 適用の可能性と日本の立ち位置」  
 ベッコフオートメーション株式会社 代表取締役 川野 俊充 氏 インタビュー  
 <講演のポイント>

- ④ 駿河精機の駿河版 CPS は、Industrie4.0 のコンセプトを参考に独自の解釈で自社に最適な形で実装に持ち込んだもので、中堅日本企業の先進的な事例である
- ④ 日本のメカやロボット技術をリスペクトする海外 AI ベンチャーとはオープンイノベーションを進め、人材育成や人材開発にもつなげていくことが望ましい

◆駿河精機にみる日本の中小企業の底力

駿河精機はドイツの Industrie4.0 のコンセプトを自社の課題解決に紐づけ、駿河版 CPS というコンセプトを打ち立てた。Industrie4.0 の管理シェル、リファレンスアーキテクチャーを参考にしながら、自社に役立つように咀嚼して実装を進めた。さらに、AI を活用した最適加工条件の自動化と良否判定の自動化に取り組んだ。これまで匠の力でカバーしていたところをデジタル化することで、匠の技能承継をカバーすることができる。

駿河精機にも相談や工場見学が殺到しているようだが、駿河精機の実例をみることで、日本の中小企業へも IoT や AI 活用の裾野も広がっている。具体的な成功事例を身近にみるのが普及への弾みをつける一番の早道である。

AI の利活用は予防・予知保全で進んでいるが、本当にイノベティブなところでの付加価値の創出という意味では、駿河精機のように匠のノウハウをデジタルにしたり、AI ロボティクス制御（ロボプログラム不要）などで、先進的な企業が目指しているのはこの領域である。

◆日独比較にみる日本のポジション

駿河版 CPS と Industrie4.0 の違いは専用品か汎用品かの違いである。自社の

工作機械しか駿河版 CPS はつながらないが、自社で使えば良いという割り切りで、独自の解釈で実装している。

Industrie4.0 を掲げるドイツは、ボッシュのような大手企業による先進事例はあっても、駿河精機のような中小企業の実例は少ない。ドイツでも、中小企業のデジタル化は課題になっている。

最先端の技術をもつ著名なベンチャー企業が日本にも少なくないが、その一方で、駿河精機のようにあまり知られていないが、ドイツの中小企業と比べて遙かに進んだ取り組みをしている企業も存在する。話題にのぼる大企業だけをみると日本の方が遅れている印象を受けることもあるが、決してそうではない。勢いのある一部の大手企業は革新的であり、ベンチャーや研究者にも新たなチャレンジをしているところが少なくない。

AI の海外スタートアップがメカやロボットの技術が集積している日本に魅力を感じて、日本に来たがっているという。日本の製造業をリスペクトしているこうした海外ベンチャー企業とは互いにオープンなスタンスで連携できるとよい。それも一時のイベントで終わらせることなく、継続的な仕組みとして人材育成や人材開発につなげていけるとよいだろう。



---

### 第3章 AIがものづくりのビジネスモデルやバリューチェーンに与えるインパクトと課題

---

本章では、第2章で紹介された様々な事例を踏まえて、AIがものづくりのビジネスモデルやバリューチェーンにどのようなインパクトをもたらすかについて整理するとともに、AIの恩恵を最大限活かすためには何が課題となっているかについて整理を行った。

#### 1. 事例にみるものづくりへのAI適用の可能性

常識的判断が難しかったり、最先端のAI技術を利用できても大量のデータがなければ稼働しない等、AIを使いこなす上での課題はまだ多く、AIの壁や限界は存在する。しかしながら、基本的にもものづくりのすべての領域でAIの適用可能性はある。その中でも、特にAIの導入が前向きに検討されているのは、「人でも対応可能であるが、労働集約的で本来は人がやるべきではない領域」や、「人では対応できない領域(人の限界を突破できる領域)」である。ただし、製造プロセスへの適用は進んでいる一方で、新商品・サービスまで結びつけてAIを活用する動きはそれほど進んでいないことから、第2章で提示した活用場面(P18参照)で見ると、「探索発見・照会応答(AIの能力)」×「業務プロセス革新(AIの適用領域)」での適用が中心となっている。「業務プロセス革新」の中でもAIの適用が進んでいるのは品質監視や不具合予知の領域であり、「業務プロセス革新」の中でもまだ適用可能領域が数多く残されている。それだけ、日本のものづくりはAIの能力を活かせる余地がまだ大きいといえる。

新商品・サービスへの適用も、ブリヂストンの鉱山用タイヤの生産やルネサスエレクトロニクスのAIユニットなどで活用が進められている。しかし、製品についてはAIのブラックボックス問題(後述)もあり、品質保証の問題とセットで対処していく必要があることから、安全・安心や生命にかかわるような領域への適用はまだこれからともいえる。また、サービスについてはAIの活用で価値を生み出す伸びしろが大きいと見られており、モノづくりを活かしたサービス・イノベーションは重点的に取り組むべき領域といえる。

いずれにせよ、どこにAIを活用するかは「何を目的にAIを活用するか」「どこで付加価値を生み出すか」というビジネスモデルと密接にかかわってくる。AIはツールに過ぎず、まずはAIを活用する目的をはっきりさせることが何より重要となる。



## 2. AIがものづくりに与えるインパクト

### (1) 働き方改革を実現できる

少子化が進展している日本のものづくり現場は深刻な人手不足に陥っており、日本のものづくり産業にとって、人手不足対策は重要な経営課題に浮上している。AIの導入により雇用が奪われるという説もあるものの、人手不足をそのまま放置すると致命傷になりかねず、ものづくり現場の労働生産性を高める手段としてAIの活用は必要不可欠となっている。

品質管理の検査工程でAIの導入が積極的に進められているのは、最後の検査工程は未だ多くの人手に頼っている現状があるからである。先端部品になると全数検査を余儀なくされ、コストも人手もかかる上、神経を集中させる過酷な作業でもあり、人手の確保が難しい。画像処理技術が発達した今、照合・探索はAIが得意とする領域で、AIは細かい作業でも集中力を切らすことなく持続できる。ヒトにとって厳しく辛い作業をAIが代替することで、労働生産性を高め、かつ、ヒトはヒトならではのクリエイティビティを発揮する仕事にシフトすることができる。

予防保全の監視システムの領域にAIの適用事例が多いのも、機械設備の保守メンテナンスにかかる作業は従業員への負荷がかかるからである。24時間稼働の工場では深夜も従業員を配置しなければならず、また、故障が起こった場合には原因究明のためにいち早く駆けつけなければならないなど、メンテナンス要員の負担は大きい。セコムが機械警備を取り入れて、ヒトの仕事を「監視」から異常が発生した場合の「対応」へとレベルアップさせたように、工場現場も「監視」という行為はAIに委ね、従業員は異常が発生した場合の「ソリューション対応」へとシフトさせることが可能となる。

### (2) ヒトの能力の限界を突破できる

将棋や囲碁でAIが名人に勝つ時代になったように、AI、中でも特化型AIはターゲットを絞り込んで学習を繰り返すことで、ヒトの能力の限界を突破することが可能になった。既に工場の生産ラインなどではロボット等の導入でかなりの自動化が進んでいるが、AIのインパクトは「人による限界を突き抜けるところ（不可能を可能とすること）」にある。

AIのこの能力が発揮されているのが予知保全である。これまで勘や経験に基づき設備等のメンテナンスを行っていたところを、各種センサーにより集めたビッグデータを解析することで特徴的な傾向を抽出し、より正確な予知保全が可能となる。ダウンタイムゼロが実現できるのはもちろん、金型の交換をギリギリまで延ばせたり、効率的なメンテナンスで設備の稼働時間を延ばせたりと、コスト削減効果が期待できる。

さらに、AIの活用は製造プロセス以外の研究開発やマーケティング、営業活動にも展開できる余地が大きい。データマイニング技術は既に研究開発の現場で活用されており、究極の摺り合わせと言われている素材開発の領域でも活用が始まっている。コールセンターやクレームの内容をAIで分析することで、マーケティングや品質改善へのフィードバックが期待できる。さらにこれまで手元に溜まった様々なデータをAIでビッグデータ分析することで、ヒトからは見えなかった関係性をあぶり出し、製造プロセスの改善や新たな商品やサービスの開発に結びつけることができる。

ただし、ここで留意すべきはAIの適用範囲である。前節で触れたように、AIはものづくりのすべての領域で適用可能性があるが、特にヒトの能力の限界を突破できるディープラーニングの適用は、失敗が許される領域ややり直しができる領域には適用できるが、安全・安心やヒトの生命にかかわるような領域への適用は慎重にすべきであろう。AIのインパクトを最大限に引き出すためには、慎重になりすぎるよりも、積極的なAIの活用を基本として検討すべきであるが、結果のコミットにブラックボックスが許されない領域には慎重さが求められるという点に留意すべきである。

### (3) ビジネス領域を拡大できる

第1章でみたように、Connected Industriesの進展は様々なつながりにより新たな付加価値を生み出していく。新産業構造ビジョンでも、AI等の技術革新やデータの利活用は業界横断的な再編を促し、産業構造を大きく変えるとしている。既存の産業軸にAIを活用したデジタル軸を掛け合わせることで事業領域を広げていくことが可能となる。

これはものづくり企業にとって大きなチャンスである。先端技術に裏付けられたハードウェアのものづくりは日本の得意とするところであり、ハードウェアから得られる様々なリアルデータはAIを活用することで新たな付加価値を生み出すことが可能となっている。AIはツールに過ぎず、データが主戦場とも言われており、リアルデータを保有している日本のものづくり企業にとっては有利な状況になっている。課題があるとなれば、そのデータストックをサービス・イノベーションに十分活用しきれていないところにある。リアルなデータから得られたソリューションを活かして新たなサービスを展開させることで、ビジネスの領域を拡張し、より大きな付加価値を得ることができる。

<研究会で得られた示唆>

- ✓ IoTにより入手可能となった自社製品や自社の製造設備等の状況データと、まだ組織的に活用されていないノウハウ・知識とを掛け合わせることで、従来とは次元の異なる業務生産性向上や製品・サービスの価値創造を実現できる。  
(久世講師)



(資料) 久世講師 プレゼン資料

- ✓ 製造業にAIを活用する上で踏まえておくべき機械学習の利点の1つはプログラミングのコストが潜在的に低い可能性があることで、これは低コストで高付加価値のサービスができることを意味しており、ビジネス領域拡大の可能性が大いにある。2つ目の利点は潜在的に高性能化する可能性があることで、つまり、人間の頭の働き方には癖があるが、それに縛られない自由な解法が可能になる。(池田講師)
- ✓ 画像認識、音声認識、自動翻訳、地図情報が無料で使えるようになるなど、高度な汎用技術の実質無料化が進み、有料主義の技術開発はオープン開発に遅れをとる恐れ。(中田講師)
- ✓ AI部分をトップシークレットのように極秘にする会社と、どんどんオープンにしていこうという会社とに二極化しているが、当社としてはオープン化を奨励している。アルゴリズムは価値になりやすく、むしろオープンにしてAIをどんどん賢くする仕組みを構築することこそが重要である。そのAIをベースにして転移学習(トランスファーラーニング)する仕組みをつくり、別のタスクに充てる、複合的にAIを活用するということが技術的にできるようになってきている。AIシステムを横展開させていく発想が重要だ。(岡田講師)

### 3. インパクトを引き出す上での課題

AIを活用することで圧倒的に生産性を高めることは、少子化による人口減少に直面している我が国が今後も経済成長を維持する上で必須の取組みといえる。また、AIの活用によって、ヒトの能力では限界があったところに新たなビジネスチャンスを生み出し、既存の産業軸にAIを活用したデジタル軸を掛け合わせることでビジネスの領域も拡大する。

とはいえ、実際に「AIを使いこなす」ことは簡単なことではなく、むしろ現状では使いこなせていないケースの方が圧倒的に多いかもしれない。AIを使いこなす上では一定の条件整備が必要であり、また、AIは万能ではなく、適用範囲に得手不得手もあれば限界もある。よく指摘されるのは、特化型AIは「常識」や「感性」などは苦手としている点である。ディープラーニングを用いた高度な学習能力を持つ一方、人間なら誰もが常識で判断できるような問題を解くことができなかつたりする。こうした限界を踏まえた上で、AIをビジネスにおける戦力として使いこなすには、学習するためのデータの整備が必要となる。そのデータにしてもただ収集すればよいというわけではなく、安全・安心や品質にかかわるものづくりにおいては、データそのものに無意識にバイアスがかかっていないかどうか、すなわちAIに正しい教師データを与えられているのかといった問題なども存在する。

ここでは、AIを使いこなすための課題と、現時点でのAIの限界について、以下に整理した。

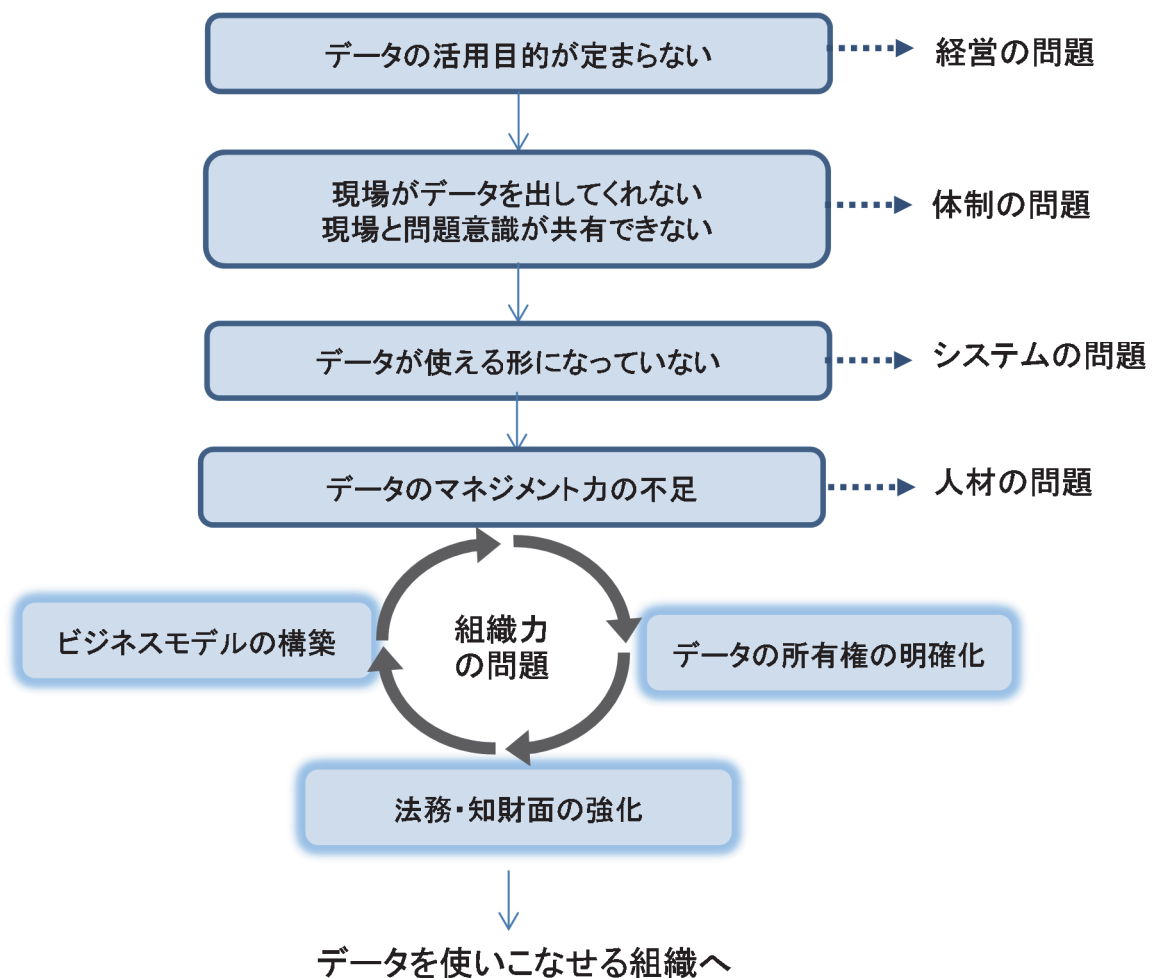
#### <研究会で得られた示唆>

- ✓ AIを活用する上での弱点は、いわゆるフレーム問題で、人間の素人でもできるような常識を必要とされる問題への対処が難しいこと。出現しうる場面の自由度が制限されており、考慮すべき要素が全て具体的に列挙可能な状況でなければ実用的ではないものの、一般には素人にできることはAIもできると誤解されがちである。(池田講師)
- ✓ AIで現場力を高めようとする際に壁となるのは、人間には理解できる文章がAIにはまだ曖昧過ぎてよくわからないところがあるという点で、人間なら自明な常識をAIが扱うためにはオントロジの整備が必要となる。(中田講師)
- ✓ e-AIを導入している那珂工場は主力工場であらゆる手を尽くして製品の品質と歩留まり向上を図っているが、それでも悩みはある。悩みの一つは、虚報がどうしても避けられないこと。ウエハーの品質のために閾値を厳しくしたいが、厳しくすると異常ばかりが出てしまう。閾値を緩くすると不良を持ち込んでしまう。このせめぎ合いを毎日やっているのが現場の現状である。(檜村講師)

## (1) データを使いこなせる組織をつくる

AIを導入したものの、思うような成果が出ず、費用対効果の上で疑念を持つ企業も少なくないと思われる。その一番の原因は、データを溜める仕組みができていない、データはあっても使いこなす土壌ができていない点にある。これらは、データを使いこなせる組織をつくる上での課題であり、この課題を整理すると、以下のようなステップに分解することができ、それぞれのステップ毎に対処すべき問題の本質が異なる。

図表 15 データを使いこなせる組織をつくる上での課題の整理



### ① データ活用のビジョンや目的

データの活用目的が定まらなくては、どのデータをどう取得すればよいかが決まらない。したがって、データを使いこなすには、まず、経営の立場からデータ活用のビジョンや目的を定める必要がある。「経営の問題」とあえてしたのは、データを使いこなすには、後述するようにシステム部門だけ、あるいはデータサイエンティストだけが奮闘するのではなく、当該企業全体の組織力が問われるため、トップダウンで進めていく必要があるからである。

## ②現場とシステム部門とのコミュニケーション

次に、活用目的が定まっても現場がデータを出してくれないという声をよく聞く。経営やシステム部門がいくら奮闘しても、その目的を達成するにはどこでどういうデータを取るべきかといった事情は現場でなければ分からない。しかし、現場にとって、データ取得は直接の業務とかかわりないものであり、日々の業務に追われれば二の次となってしまう。研究会の講演でも、データサイエンス部門は社内でも異質の存在とみられがちで、発足当初は経営トップによる保護と AI プロジェクトマネジャーのような人材が現業部門との仲立ちをすることが重要との指摘がなされた。

なお、現場からすべてのデータを吸い上げるようでは途方もないビッグデータになってしまうので、どのデータをどれくらいの頻度で吸い上げるのかという点もデータサイエンス部門と現場で十分に調整する必要がある。研究会の講師からは「データサイエンティストは技術者や研究者ではなく、IT タスク、ビジネスタスク、分析タスクがこなせる人」との指摘があったように、データサイエンティストは出口戦略を見据えてどういうデータを取得すべきかを俯瞰できる人材でなければならず、採用する際にもこの点に留意が必要である。

## ③データフォーマット等の統一

さらに、現場からデータが取得できたとしても、使えるデータになっていないという声も多い。データフォーマットが統一されていないといった理由によるもので、これはデータ取得の企画段階から詰めておく必要があり、データサイエンティストがプロジェクトのスタート当初からチームメンバーに入って、データフォーマットの問題なども取り決めておく必要がある。

## ④データの活用に向けたマネジメント

その上で、データをどう活用するかがデータサイエンス部門の腕の見せ所となるが、データから新たな付加価値を創出するにはビジネスモデルが練られていなくてはならない。ビジネスモデルを練る際には、「取得したデータは誰のものか」というデータの権利関係を十分考慮しなければならない。例えば、設備機器メーカーが顧客企業と連携してデータの活用を進める場合には、機器の売り切りだけでなくリースやレンタル等の課金方式も活用する等の工夫が求められる。このようなビジネスモデルを考案するには、法務・知財部門の強力なバックアップも必要となる。このように、データをどこまで活用できるかという点では、最後は組織力の勝負となる。

このように「データが使えない」という状況には様々な原因と対策が考えられる。AI のインパクトを最大限引き出すためにも、まずはデータを使いこなせる組織になるための課題の棚卸しが必要となる。



### ＜研究会で得られた示唆＞

- ✓ サービス・イノベーションを実現するにはデータサイエンティストを採用すれば解決する問題ではなく、組織的に取り組む必要があり、しかもトップダウンで複数部門が連携するオペレーション体制が必要不可欠となる。そのためには経営トップがAIプロジェクトとは何なのかという特性を十分理解しなければならない。また、データサイエンティストのタスクは「分析」だけではなく、単なる技術者でもない。最初にAIを活用するための企画をすり合わせ、データの有無を調べてデータ処理プログラムをつくり、モデリングする。その後、ビジネス価値を評価して現場環境へと展開させていく。この業務にはITタスク、分析タスク、ビジネスタスクが複数かかわっており、それを一つのサイクルで回していかなければならない。この一連の業務がデータサイエンティストのタスクであり、明らかに研究者ではない。データサイエンティストに対するこうした正しい認識も必要であり、その特性を活かした組織づくりが必要となる。(池田講師)
- ✓ 今のAIはテクニックとしては使えるが、現場に根づかないという不適合を起こしている。第1の関門は、AIにとってはデータが原材料であり、原材料がよくないとあまりよい結果も出せない、しかし、その肝心なデータを組織的に溜めるような風土になっていないこと。第2の関門は、AIは顧客に対する価値向上や他社に対する競争力の源泉につながるようなビジネスモデルの変革に結びつける必要があるにもかかわらず、マネージャークラスに技術に対する理解が欠落しており、生産性向上という狭い範囲にとどまってしまうこと。つまり、AIを付加価値に結びつけるには、組織改革をしなければならない。また、データをただ溜めるだけでは使うことができず、組織や行動などを変えて「データ資源」として使える形に持って行く必要がある。(立本委員)

## (2) 品質や安全面を説明・補完する

AIはものづくりに大きなインパクトをもたらす反面、ディープラーニングの結果が正しいことをどう立証するかという問題、いわゆるブラックボックス問題には現状まだ解決策がない。米国や中国では、ブラックボックス問題を棚上げする形で社会実験を進めているが、日本のものづくりは品質、とりわけ安全・安心への信頼をベースにしているところがあるだけに、AIの活用を誤ると品質問題で取り返しのつかないダメージを受けることになる。

事例にみるように、国立研究開発法人産業技術総合研究所の人工知能センターでは AI 研究のコンセプトに「説明できる AI にすること」を掲げている。AI がなぜその結論を出したのかという理由を説明できなくては怖くて使えないからである。富士通が開発した専門型遺伝的プログラミング法は生成プログラムの可読性という特徴があり、途中の中間画像を追いかけることで、どのような処理をしているかのアルゴリズムを確認できる。この他にも、国内外で AI のブラックボックス問題へ対処するための研究、すなわち「説明できる AI」に関する研究開発が進められているが、現状では、ブリヂストンのように製品に AI を適用する際には最終検査工程で安全が担保できるかどうかを人手をかけてシミュレーション等で検証を行っている企業が大半である。

なお、研究会ではブラックボックス問題の他に、活用しようとするデータそのものにバイアスがかかっているかもしれない可能性にも留意しなければならない「データバイアスの問題」や、ハッキングやセキュリティの問題とは異なる AI の脆弱性を突く「方式的な問題」なども指摘された。

#### <研究会で提示された意見>

##### ーブラックボックス問題ー

- ✓ つくる道具としての AI と、製品の中の AI がある。つくる道具としての AI における最大の課題は、つくるプロセスが正しいと証明することが難しい点にある。一般に、モノが正しくできているかどうか検証するには、できたモノを検査する方法と、つくったモノの動作性を検証しきれないためにそのプロセスを認証する方法がある。後者には自動車の ISO26262 という安全規格のツール認証がある。しかし、AI は 100% 正しくそれをやってくれることの認証、保証をしにくい。よって、自動運転の一番の課題は、AI を使って、どうやって ISO26262 を保証するかという点にある。(白坂委員)
- ✓ ディペンダブルなシステム、ソフトウェアに関心を持っている。人工知能というのは何が出てくるかわからず、正しさの基準がない。よって、ソフトウェア工学のテストの技術がうまく使えず、まだ解答がない。(中島委員)
- ✓ 囲碁・将棋の世界ならともかく、自動車や飛行機には AI のプログラムは気持ち悪くて任せることができない。また、安全が重視される場面では AI によるソフトウェアのバグチェックはまだ頼りにならず、AI への不信感がある。(中田委員)

- ✓ 当社は人の安全を乗せて走るタイヤが主力製品なので、機械学習で得られたアルゴリズムをそのまま機械に乗せるのではなく、現状は安全が担保できるかを人がシミュレーションで検証している。(三枝講師)

－データのバイアスの問題－

- ✓ AI が学習するデータにバイアスが含まれていて、気がつかないそのバイアスが結果に反映されている可能性があることを脅威に感じる人はいるだろう。人よりもいい判断ができると思ったのに、変にバイアスがかかっているという問題もある。(武田委員)

－AI の方式的な問題－

- ✓ 画像に特別なノイズが入ると AI はパンダをテナガザルと誤認したり、あるいは交通標識に落書きされていると AI は別の標識として誤認してしまう問題も指摘されている。学習する際に使ったデータセットとは異なる問題で、深層学習の方式的な問題から来る品質問題である。こういう方式上の問題をきちんと研究することも重要である。(中島委員)

---

## 第4章 我が国ものづくりの競争力強化に向けたAI活用方策のあり方

---

本章では、第3章で整理したインパクトと課題を踏まえつつ、我が国ものづくり産業が国際競争力を高めていくためのAI活用方策について、以下にとりまとめた。

### 1. AIで現場を強くする

まず、昨年度の研究会での議論を振り返りたい。昨年度は「現場とは何か」について検討を行い、以下のように『IoT時代の「現場力」の再定義』を行った。

#### 『IoT時代の「現場力」の再定義』

“人中心の現場”に宿る価値をデジタルアセット化して競争力の源とすること。その際、データの量だけではなく質を重視し、かつ、データの所有者の権利に配慮された利活用がなされていること。この循環が維持されていること。

そして、「現場」を再定義する基本的な考え方として以下の3点を提示した。

- ✓ 人のいるところが、すなわち現場
- ✓ 現場にこそ“新しい”価値が宿る
- ✓ 現場に宿った価値はデジタル化して“資産”とすべき

今回の研究会でもこの「現場」及び「現場力」の考え方は踏襲した上で、AIが現場力にどのような影響を与え、AIにより現場力がさらにどう再定義されるかを検討した。

まず間違いなく言えることは、AIによって現場の価値や重要性がより高まるということである。AIとデータは表裏一体で切り離すことができず、AIから価値が生まれるのではなく、データから価値が引き出される。そのデータが生まれるのは他ならぬ現場であって、AIの活用は良質な現場を持つ日本のものづくり企業にとっては大きなチャンスになる。データが主戦場になることから、データは石油に等しい価値を持つとまで言われるようになった。天然資源を持ち得なかった日本は、データ資源国になれる大きなチャンスを手に入れている。

しかしながら、原油を産出しても精製プラントがなければ付加価値を高められないように、データを産出してもデータを加工・分析して利用しなければ付加価値を得ることはできない。AIを活用して現場に蓄積されてきたノウハウを見える化してはじめて、経営にとって必要な新たな価値を生み出すことが可能となる。

AIを導入することで、人がAIに代替され、日本のものづくりの現場力が弱まるとの懸念は該当しない。そもそも日本はAIに頼ることなく、働く意識やモチベーションの高い従業員によって高い品質を維持し、高度な技能を継承させてきた。「石油プラントなどの巨大プラントが整然と動いているのは人間業のところがあり、日本はこういうオペレーションの能力がすばらしく、プロセスごとに神様のような人がいる（岩野講師）」と言わしめるように、現場にはまだ見えない暗黙知がたくさん眠っている。AIを利活用することでこうした暗黙知もデータとして採掘できるようになりつつあり、それは“人と機械との協働”を掲げる日本のものづくり企業にとって現場を弱体化することにはならない。むしろ人を新たに再配置することで価値を宿す領域を広げていくことができる。

なお、研究会では日本は現場が強いが故にAIの活用が遅れているとの指摘がなされた。これは、宝の持ち腐れを意味し、これではデータ資源国としてのチャンスを活かしてきれていない。AIの活用は経営のトップダウンでなければ進みにくく、データサイエンス部門と現場との橋渡しをする部門が必要と指摘されたように、まずは経営者や経営部門がAIで現場を強くするというマインドを持たなければならない。

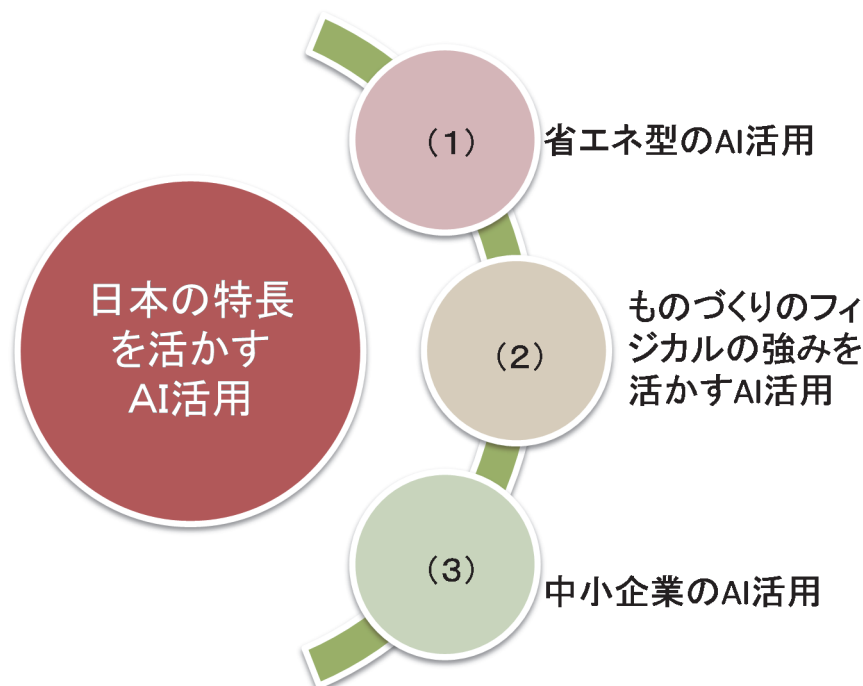
#### <研究会で提示された意見>

- ✓ センシングの機能が非常に向上し、製造現場の製造装置からの情報やデータが豊富に取得できるようになった。また、特に日本においては、開発現場から、生産現場、販売現場、保守現場まで、いろいろなノウハウや知識をうまく組み合わせることで、今までにない新しいプロセスを創り出したり、新しい製品を創り出したりといったことができるようになった。熟練工の経験と勘、現場のノウハウなどが日本には豊富にある。それらを、系統的かつ効果的にシステム化して、AIやIoTと組み合わせることが重要になってくる。(久世講師)
- ✓ 日本のものづくりの強みをさらに強くするために、現場力、「匠」の技を強くすることが重要だと考えている。単にAIを使うだけではなく、データに関連づけて記録し、現場での新たな気づきを誘発させるような情報基盤が必要である。現場で起きていることをIoTでデータ化し、デジタルツイン、統合データモデルに蓄積し、相互に関連づけて、時間軸方向の変化を緻密に捉え、AIを予知・予兆、自律判断に使っていくというアプローチが必要と考えている。日本のものづくりの高度化に向け、デジタルの力をうまく使って「匠」の技も継承していけないかと考えている。(中村講師)
- ✓ ディープラーニング系はほとんど専門家の知識は不要で、いかに学習データを用意できるかが一つの勝負になる。画像が少なくてもできる場所は、日本人の持つ現場の専門的な知識が活かせるところではないかと考えている。(肥塚講師)

## 2. 日本の特長を活かす AI 活用を目指す

日本のものづくりの特長・強みをさらに高める方向に AI を活用する。その際に留意する主なポイントとして、研究会での議論を受け、以下の3点が挙げられる。

図表 16 日本の特長・強みを活かす AI 活用を目指す上での留意点



### (1) 省エネ型の AI 活用

日本はエネルギー資源を輸入に依存しており、電力コストも高い。AI の活用が加速することで膨大なエネルギー消費が発生することは現実的ではなく、また、クラウドのために大規模なデータセンターを多数つくることも現実的ではない。よって、エネルギーを極力消費しない、省エネ型の AI 活用を目指す。

- ✓ FPGA と呼ぶチップは NVIDIA が出している GPU の 3 分の 1 の価格で、クラウド上に対するサーバーとの通信も一切発生することなく、小さいチップでディープラーニングを効率よく動かすことができる。省スペースで消費電力も抑えられ、クラウドを使わないので通信コストも発生せず、通信障害も遅延もない。ネットワークがなくても動かすことができ、様々な側面において活用のハードルが下がるため、中小企業を含む多くの企業がディープラーニングを活用できるようになるとの期待がある。(白井講師)



## （２）ものづくりのフィジカルの強みを活かす AI 活用

Society 5.0 では、フィジカル空間のセンサーからの膨大な情報がサイバー空間であるクラウドに集積され、そこで AI が解析した結果がフィジカル空間にあるロボットなどを通して現場を強くしていく。クラウドを担うデータセンターやツールとしての AI は米国の巨大 IT 企業の独壇場で、サイバー空間の主導権を日本がとることは現状難しい。しかし、日本はリアルなデータを生み出す現場を有しており、価値を生み出す源であるフィジカル空間に強みを持つ。その強みを最大限活かすには、クラウドとエッジを併用するなど、フィジカル空間に近いエッジ側でデータを処理する AI 活用を目指すという方向性も考えられよう。

事例にみるように、少量データを用いてエッジで学習させることも技術的に可能となっており、クラウドで出遅れた日本は現場に近いところでデータをリアルタイムに処理するところに活路を見出せる。そのためには、省エネかつエッジ処理を加速させるような技術革新にも並行して取り組んでいく必要がある。

## （３）中小企業の AI 活用

日本のものづくり現場の大半は中小企業に集積しており、日本のものづくりは中小企業なくしては存立できない。故に、デジタルトランスフォーメーションが必要なのは大企業だけではなく、中小企業にとってもデジタルトランスフォーメーションが不可欠となっている。

今回の研究会において、AI 等の先端技術（技術革新）は中小企業にとっても身近になってきていることが指摘され、かつ、GPU のような高コストかつエネルギー消費型のチップとは異なる FPGA のような省スペース・低消費電力・低コストの専用チップの開発事例の紹介もあった。このように、AI の低コスト化等が進展してきており、中小企業が AI をツールとして活用することは現実のものとなってきている。

Industrie4.0 を提唱しているドイツに対して、我が国では Connected Industries を推進しており、事例で取り上げた駿河精機のような先進的な取り組みが中小企業においても進展している。中小企業のデジタルトランスフォーメーションを推進するには地道な啓発活動も必要である。2015 年にロボット革命を推進するために設立されたロボット革命イニシアティブ協議会や、2015 年に任意団体として設立され、2016 年から一般社団法人として活動している IVI（インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ）協議会などとも連携しながら、ものづくりへの AI 適用の成功事例をユースケースとして蓄積し、地方も含めた普及・啓発活動を展開しつつ、ビジョンや目的を達成する上で AI が有効なツールとなり得ることを多くの中小企業に実体験してもらう必要がある。

### 3. AI をサービス・イノベーションに活かす

ものづくりの現場にはデータが蓄積され、AI を活用してこのデータ資産を有効活用すべきであることは前述したとおりである。ただし、このデータ活用を業務プロセス改善などの製造現場側で活用するだけでなく、顧客を巻き込む形でサービスへも拡大し、データマネジメントの適用領域を拡大することが望まれる。すなわち、AI の活用によって新たな価値を生み出すには、サービス・イノベーションをより強化すべきである。

たとえば、ブリヂストンは鉱山用タイヤを生産する上で AI を活用しており、タイヤの生産革命を成し遂げた（最新鋭成型システム、EXAMATION）。同社は設備／生産関連データとして 1,600 項目、QA／品質データとして 480 項目にわたり情報をセンシングして、真円度向上（丸さの追求）、全自動による生産性向上（能力 2 倍）、スキルレス（ベテランの技を全自動化）を成し遂げた。これだけでも十分価値を生み出しているが、サプライチェーンの下流にも展開し、鉱山向け車両タイヤに空気圧や温度等を測定するセンサーを装着し、鉱山用タイヤの故障分析によるソリューションビジネスも行っている。

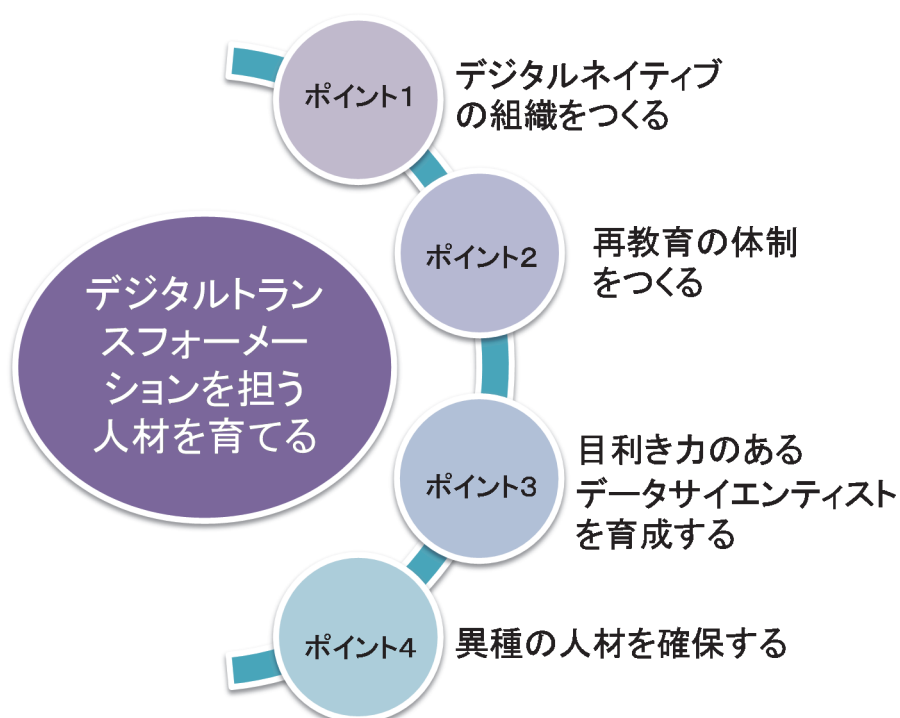
ただし、AI を活用したサービス・イノベーションを可能とするためには、工場のデジタル化（デジタルマニュファクチャリング）と同時に、バリューチェーン全体がデジタル化へ対応できるようなデジタルトランスフォーメーションが必要となる。そして、自社と顧客の行動変化と価値変化まで踏み込むことが必要となるが、ブリヂストンのケースはこの条件をすべて満たしている。

顧客を巻き込み行動や価値を変えていくのは容易なことではないが、その近道の一つは顧客を含む異業種を中心とするオープンイノベーションである。AI や IoT の進展は様々な垣根を崩し、境界を曖昧にしていく。その中で、自らのデータマネジメントの適用範囲を広げるためのバリューチェーンを構築できるかが、価値を最大化させるためのポイントとなる。その際、自前主義にとらわれることなく、オープンイノベーションを活発化させるなど、共創の場づくりも重要となる。既に、大手企業と AI ベンチャーとの連携、異業種同士の連携が始まっているが、エンドユーザーも巻き込むような共創の場をつくるのがオープンイノベーション、ひいてはサービス・イノベーションを強化することにもつながっていく。

#### 4. デジタルトランスフォーメーションを担う人材を育てる

デジタルトランスフォーメーションを実現するにはどうすべきか。成功事例の多くは、まず組織体制の見直しに着手している。足元にあるデータから価値を引き出し、業界や社会における価値創造のプラットフォームになるためには、我々自身が最新情報技術の利用と実践を尻込みしない「デジタルネイティブ」な企業風土<sup>10</sup>に持っていく必要がある。そのためにも多様な人材が必要となるとともに、多様なデジタル人材を活かせる組織にしなければならない。その上で、ものづくり企業がデータを最大限活用し価値形成の主導権を握るためのバリューチェーンを描くことができる人材、それをサポートできる人材を確保していくべきである。

図表 17 デジタルトランスフォーメーションを担う人材育成のポイント



##### ポイント1 デジタルネイティブの組織をつくる（主体は企業）

AI活用はトップダウンでなければ進みにくい、現場とデータサイエンス部門の連携を促進するためにも、経営のトップダウンが必要であるという指摘は多々あった。ただ、経営トップと現場の理解はあっても、その中間組織で動きが鈍り、上手く機能しないという指摘もある。中間組織や中間管理職がイノベーションを疎外する要因になりやすいと言われることがあるが、AIの活用においても同様のことがいえよう。

<sup>10</sup> 問題に対して、勘と経験、あるいは外注に頼るだけでなく、場合によっては身近な高度な情報機器を使って、データを採取・共有し、自分の手で分析・表現をすることがまず思い浮かぶ組織。

ダイキン工業では AI 人材の育成と並行して、彼らの上司となる部門管理職の AI に対する啓発と再教育も行っているが、デジタルネイティブの組織改革に向けての一番の課題は、AI とデジタルトランスフォーメーションに向けた社員のマインドセットにあるといえる。

## **ポイント 2** 再教育の体制をつくる（主体は企業、国は支援）

AI を活用できる人材は売り手市場となっており、外部から新たに採用するだけでは間に合わない。かつ、AI との協働は人の働き方を変えていく。デジタルネイティブの組織となるには、データサイエンティストのような人材だけではなく、すべての社員に先端技術に関する最低限の再教育が必要となる。一朝一夕でできることではなく、再教育へのロードマップを描き、できるところから着手すべきである。

組織の見直しと社員の再教育は、デジタルトランスフォーメーションの実現に向けて必要不可欠な取組となる。ここに手を付けず、高額な報酬で外部からデータサイエンティストをヘッドハンティングしたり、大手ベンダーにシステム構築や運用を全面的に依存しても、結局は組織に定着せず、デジタルトランスフォーメーションがなかなか実現しないという例は多いだろう。

AI 等の技術革新のスピードも速く、大学卒社員の知識の賞味期限問題も指摘されるようになった。AI に向けた再教育を含む、企業の生涯教育やリカレント教育を国が支援することも必要と考えられる。人材獲得競争が激化する中、人生 100 年時代を見据えて、AI 等の技術革新に対応できる人材の再教育にも焦点を当てるべきであろう。

## **ポイント 3** 目利き力のあるデータサイエンティストを育成する（主体は国、企業も協働）

圧倒的に枯渇している AI 人材の筆頭はディープラーニングを研究開発する人材ではなく、技術の本質を目利きできる能力を備え、データをどう活用すべきかというグランドデザインを描けるデータサイエンティストである。こうした人材は最低でも大学院まで学び、統計や数学の知識が必要との指摘がある。その上で、データの発生源である現場のことがわからなければ、データ利活用のグランドデザインを描きにくい。アカデミアの世界だけで育成するのではなく、産業界も協力してデータサイエンティストを増やす取組みに着手すべきである。

なお、サイバーとリアルの結節点として、具体的課題を持つ拠点に産学官の研究者や技術者が集まる傾向が見て取れるという。これは海外の AI ベンチャーがメカやロボティクスの技術がフィジカルに集積している日本への関心を示していることとも関

連する。つまり、データは現場から生まれるため、現場のある日本への関心が高まっていることと同様に、データは課題を抱える現場から生まれるため、特に社会課題の解決に AI を適用する際には、実際に課題のあるところに AI 研究拠点をつくるのが機能的という考え方である。現実には即した課題の解決を図りながら、人材育成を進めることも可能となろう。日本は少子化・高齢化をはじめとする課題先進国ともいわれており、この状況を上手く活かして、具体的課題を持つ AI 先進拠点でデータサイエンティストを実践的に育成するという方法も考えられよう。

#### **ポイント 4** 異種の人材を確保する（主体は企業）

いずれ「一芸 AI」の時代は終わり、単機能から総合力の勝負となる（中田委員）。その時に備えて、異種の人材をどう揃えておくかという点に企業は留意しなければならない。短期的にはデータサイエンティストの獲得を最優先し、デジタルトランスフォーメーションを速やかに実現しようとする動きもあろうが、中長期的な視点に立って異種の人材を社内に確保する取組みも重要である。守秘義務にセンシティブな製造業でも、社員に兼業や副業を容認する動きが出ているが、AI が産業社会に浸透すればするほど、社員一人一人の経験値が新たな付加価値の創出に生きてくる。いかに社員に幅広く多くの異質な体験をさせるか、異質な人材が交わり新たな発想やアイデアが生まれる組織を社内にどうつくるか、さらには、オープンイノベーションで異質なリソースをいかに外部から取り込むかを検討していく必要がある。





平成 29 年度調査研究事業

新時代のものづくりにおける A I の活かし方  
に関する調査研究報告書

平成 30 年 3 月

一般財団法人 企業活力研究所

〒105-0003 東京都港区西新橋 1-13-1  
Tel (03)3503-7671 Fax (03)3502-3740  
<http://www.bpfj.jp/>