

新時代のものづくりにおける人間とA Iの協働  
のあり方に関する調査研究報告書

平成31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

一般財団法人企業活力研究所では、IoT/AI 等の対応に遅れをとれば、わが国ものづくり企業の競争優位は失われかねないとの状況認識の下で調査研究を継続してきた。平成 29 年度は「新時代のものづくりにおける AI の活かし方」をテーマに据え、ものづくりの各領域への AI 適用の可能性等に着目した分析を行い、わが国ものづくり企業における競争力強化に向けた AI 活用方策を取りまとめた。その結果、以下の 2 つの課題が浮き彫りとなった。

1 つ目は、わが国ものづくり企業では、AI 活用の遅れが国際競争力の低下につながるという危機意識が不十分ではないか、という点である。たとえば、国家を挙げて AI 導入を推進している中国の企業などに比べ、わが国ものづくり企業は AI のもたらすインパクトを十分に認識しておらず、AI を経営や業務に落とし込むための組織整備を進めてこなかったのではないか。

2 つ目は、AI を活用して人間と AI の協働を図ることにより、現場力のさらなる強化や新たな付加価値を創出できるにもかかわらず、わが国ものづくり企業はその具体的手法を示すことができずにいるのではないか、という点である。

以上に鑑み、平成 30 年度は、「人間と AI の協働のあり方」をテーマとし、わが国ものづくり企業が今後とも競争優位を維持・発展させるための人間と AI の関わり方に関する調査研究を実施した。

なお、本調査研究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 小川紘一氏を座長に迎え、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、検討を行うこととした。研究会は 2018 年 9 月から 2019 年 3 月にかけて合計 8 回開催し、各回で招聘した講師による講演をいただいた。また、2018 年 9 月には中国現地調査（北京、上海、杭州）を行い、現地の有識者や企業へのインタビューを実施した。

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 30 年度ものづくり競争力研究会では、昨年度に引き続き、AI をテーマに調査研究を行った。とりわけ、今年度調査では、昨年度の結果を踏まえつつ、我が国ものづくり企業が今後とも競争優位を維持・発展させるためには「人間と AI の協働」という観点が重要であると考え、同観点にもとづいた調査を実施し、そのうえで、現場力を高め新たな価値創出に向けた人間と AI の協働のあり方についての提言をとりまとめた。

### **第 1 章 人間と AI の協働を中心としたケーススタディ**

今年度調査では、研究会に招聘した講師からのプレゼンテーションと、その後の委員とのディスカッションという従来からの形式のケーススタディに加え、近年 AI の社会実装に特に力を入れて取り組んでいる中国への現地調査を実施した。

#### **【ケーススタディ】**

ケーススタディでは、まず、中国や欧米との比較を交えたプレゼンテーション (CASE1~3) を通じて、海外と日本における AI 活用方策の違いを明らかにした。そのうえで、我が国を代表するものづくり企業の実際の取り組みを紹介するプレゼンテーション (CASE4~9) から、日本企業が人間と AI の協働を図るために行っている具体的手法を抽出した。そして、最後に、上記全てを踏まえた委員によるプレゼンテーション (CASE10) での考察を受けて、ケーススタディから得られた知見の整理を行った。

#### **【中国現地調査】**

中国現地調査では、北京、上海、杭州の 3 地域を訪問し、現地の有識者や企業にインタビューを行った。このインタビューを通じて、中国における AI 活用の急速な進展状況とその脅威が明らかになった。特に、①中国政府の明確なビジョンにもとづく政策や制度設計が AI の社会実装を後押ししていること、②中国政府からのバックアップを受けた BAT (バイドゥ、アリババ、テンセント) が国営企業改革や AI ベンチャー育成を牽引していること、そして、③現時点での製造業への AI 活用は限定的であるものの今後は大きく前進する可能性があること、の 3 点は中国の AI 活用の動向を追ううえで引き続き重要なポイントとなる。

また、中国における AI 活用には、自前開発への拘りが少なく、必要に応じて外部から技術等の経営資源をスピーディに調達するという特徴や、マーケット (消費者) からの強い要請を受けた AI の実装が進んでいるという特徴があることも明らかになった。

### **第 2 章 我が国ものづくりにおける AI 活用の実態**

以上のケーススタディと中国現地調査の結果にもとづき、中国を含む海外と日本の AI 活用方策にかかる違いを次頁の 4 つに分類した。

- (1) AI 活用のインセンティブの違い
- (2) AI の本質の捉え方の違い
- (3) モノづくりとコトづくりの視点の違い
- (4) データの収集・活用方策の違い

これら4つの違いを念頭にさらなる分析を行い、我が国ものづくり企業のAI活用に見られる実態を明らかにした。この実態は「現場力を高めるための人間とAIのベストミックスを目指す取り組み」と、「新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するためのAI活用を目指す取り組み」という2つに大別できる。

### 【現場力を高めるための人間とAIのベストミックス】

日本企業は現場力に強みがあるため、まずは現場視点・モノづくり視点からのAI活用に取り組む傾向が強い。したがって、現場力をさらに高めるための人間とAIのベストミックスに取り組むケースは数多く挙げられた。これらのケースは、人間とAIを結びつけ協働させるために(1)コミュニケーションと(2)技術(ツール)という2つの媒介手段を上手く用いているという点に特徴がある。

#### (1) 人間とAIの媒介手段としてのコミュニケーション

現場における人間とAIの協働に取り組む企業では、社内のコミュニケーション、とりわけ部門横断的なコミュニケーションを活性化させる体制の構築が重要視されていた。また、この体制を機能させるためには、AIリテラシーに加えて、様々な部門を横断的に巻き込んでいこうとする熱意に溢れ、コミュニケーション能力にも優れた人材(研究会では「出る杭」人材と定義)の役割が重要であることも指摘された。また、ベテランの知恵をAIに学習させることで、ベテランがさらに高次の技術を生み出すというスパイラルが回り、より強い現場を維持できるという指摘もなされた。

#### (2) 人間とAIの媒介手段としての技術(ツール)

現場における人間とAIの協働を図るうえで、人間がストレスフリーにAIを使うための技術(ツール)が導入され始めている。ケーススタディでは、現場カイゼンを容易にするためのAR(拡張現実)などのヒューマンインタフェースや、工場のスマート化を支援するためのプラットフォームの事例が紹介された。なお、最近では、AI活用の領域が、マニュファクチャリングの現場から、研究開発やマーケティングの現場へと広がりを見せており、デザイナーのインスピレーションを刺激する技術(ツール)も開発されつつあるという。

### 【新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するためのAI活用方策】

日本企業は、コトづくり視点からのAI活用にはやや弱く、この領域での本格的なAI活用はこれからという状況にとどまっている。しかし、新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するため、コトづくりによる価値創出にいち早く取り組んでいる企業のケースも複数挙げられた。特にAI活用という観点からは、今後、IoT/AIの活用が

進み、さらに 5G も普及することで、顧客から集めたデータをオンラインで AI が分析し顧客へとフィードバックするサイクルがますます加速していきだろうとの予測のもと、製品の販売後もその時々顧客ニーズに応じて最適な機能のケアを提供するというビジネスモデルへの期待が、新しい価値創出のあり方として言及された。

### **第3章 現場力を高め新たな価値創出に向けた人間と AI の協働とは**

以上の調査・分析を踏まえ、本報告書では、現場力を高め新たな価値創出に向けた人間と AI の協働のあり方について、以下の 4 つのポイントから提言を行った。

#### **1. 部門横断的で壁のない組織をつくる**

ケーススタディでは、現場力を高め新たな価値創出に向けた人間と AI の協働を実現するために、まずは部門横断的で壁のない組織をつくるのがポイントであることが繰り返し指摘された。こうした組織体制の見直しは、経営者が最初に着手すべき最重要事項であるといえる。

#### **2. 「出る杭」人材の活動を支援する**

AI を使いこなすためには、組織体制の見直しだけでなく、人の役割も非常に重要となる。特に、「出る杭」人材の役割は、社内における AI に対する基本的な認識の共有や、部門間の利益相反の調整に必要不可欠である。それゆえ、経営者は、「出る杭」人材を社内からスカウトし、その活動を支援していく必要がある。

#### **3. 現場データを活かした AI との協働による価値創出**

従来、現場で人が機械と協働する場合、不定型業務を人間が行い、定型業務を機械に任せるといったやり方がとられてきた。しかし、AI は、機械とは異なり学習することができるので、その活用次第では不定型業務を行うことも可能である。したがって、どこを人間が行い、どこを AI に任せるとするのか、その仕分けを設計することが極めて重要になってきている。また、AI に任せるとする領域が明確化すれば、どのような現場データを収集すべきかが見えてくるはずである。

#### **4. 顧客データを活かした AI との協働による価値創出**

現在のコンピューティング能力の飛躍的な高まりによって、IoT/AI の適用領域はますます拡大し、常時顧客とつながることが可能となりつつある。そのため、顧客データを常に拾い上げ、その時々に応じた顧客ニーズを満たすことのできるビジネスモデルの構築が新たな価値創出の鍵となっている。とりわけ、人間と AI との協働についていえば、市場に出した後に顧客が AI と協働して価値を生み出し続けられるようなビジネスモデルへの構想力や体制構築が重要である。



## 目 次

<b>序章</b> .....	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
<b>第1章 人間とAIの協働を中心としたケーススタディ</b> .....	4
1. 国内外のAI活用先進事例.....	4
2. 中国におけるものづくりへのAI活用の実態.....	25
(1) 中国政府のAI戦略への取り組み.....	25
(2) 中国企業のIoT/AI活用の取り組み.....	34
(3) 中国の動向のまとめ.....	37
<b>第2章 我が国ものづくりにおけるAI活用の実態</b> .....	39
1. 海外と日本のAI活用方策にかかる違い.....	39
(1) AI活用のインセンティブの違い.....	39
(2) AIの本質の捉え方の違い.....	41
(3) モノづくり視点とコトづくり視点の違い.....	43
(4) データの収集・活用方策の違い.....	44
2. 現場力を高めるための人間とAIのベストミックス.....	45
(1) 人間とAIの媒介手段としてのコミュニケーション.....	45
(2) 人間とAIの媒介手段としての技術(ツール).....	50
3. 新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するためのAI活用方策.....	56
(1) コトづくりによる価値創出.....	56
(2) 販売後の機能のケアによる顧客満足度の向上.....	58
<b>第3章 現場力を高め新たな価値創出に向けた人間とAIの協働とは</b> .....	61
1. 部門横断的で壁のない組織をつくる.....	63
2. 「出る杭」人材の活動を支援する.....	63
3. 現場データを活かしたAIとの協働による価値創出.....	64
4. 顧客データを活かしたAIとの協働による価値創出.....	64
<b>参考資料</b> .....	66
平成30年度ものづくり競争力研究会 開催日程.....	74
平成30年度ものづくり競争力研究会 委員名簿.....	76



---

---

## 序章

---

---

### 1. これまでの議論の経緯

ものづくり競争力研究会（以下、研究会）ではグローバル化、設計力の強化、BCP 対策といった、その時々製造業が直面している重点課題をテーマに、わが国製造業の競争力強化のための方策についての検討を行ってきた。そうした中、平成 25 年度はオバマ政権の製造業ルネサンスに代表される先進国への製造業回帰やドイツの隠れたチャンピオン企業に着目して、ビジネスコストの高い先進国でも成立する製造業のあり方を調査研究した。その翌年は、先進国への製造業回帰の鍵を握る IoT がもたらすインパクトについてケーススタディを実施した。その結果、IoT のインパクトは生産の国内回帰にとどまらず、ものづくりのバリューチェーンやビジネスモデルにも大きなインパクトをもたらすことが明らかになった。ハードウェアからソフトウェアやデータへと付加価値がシフトしていくことを踏まえて、「顧客起点のデジタル・バリューチェーンの構築」「暗黙知であった現場力のデジタルアセット化」そして「日本が強みとするインダストリアルデータの利活用についてのルール形成」の必要性などを提言した。

昨年度は IoT に加えて、コンピューティング能力の高まりを背景にディープラーニングを取り入れた AI の急速な普及がものづくりにもたらすインパクトに焦点を当てた。AI の活用を前提に現場力がどう再定義されるかを検討し、日本の特徴を活かす AI の活用方策や AI を活かしたサービス・イノベーションによる付加価値の創出についても検討を行った。さらに AI を活用するためには組織体制の見直しから着手する必要があるとして、デジタルトランスフォーメーションの重要性と、それを可能とするための人材育成のあり方についての検討を行った。

昨年度の提言	
(1) AIで現場を強くする	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ 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。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</li><li>✓ 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</li><li>✓ ただし、現場が強いが故にAIの活用が遅れているとの指摘も。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もつ</li></ul>
(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を活用する際のポイントは、①エネルギーを極力消費しない省エネ型のAI活用、②価値を生み出す源であるフィジカル空間の強みの活用、③ものづくり現場の大半が集積する中小企業のAI活用推進
(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。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
(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	✓ 「デジタルネイティブ」な企業風土に持つためには多様な人材を必要とし、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

## 2. 本年度の調査研究の主な論点と検討項目

昨年度調査では、デジタル化に向けた組織・構造改革やルール整備の必要性、圧倒的に不足するAI人材(デジタル人材)の育成確保といった多くの課題も明らかになった。にもかかわらず、AI活用の遅れが国際競争力の低下につながるという危機感が乏しく、デジタルイノベーションが競争環境を大きく変えつつある中でも、「品質をはじめとするものづくりでは負けていない」という意識が産業界にはいまだ根強い。

研究会においても、先進国で成立する製造業のあるべき姿と Industrie 4.0 への対応をテーマに、この数年は欧米の動向を注視してきたが、近年、国家ぐるみで米国を凌ぐ勢いでハイテク産業の育成や製造強国化に取り組んでいる中国の現状や脅威を取り上げてはこなかった。実際、中国は2015年に「中国製造2025」を公表して以来、急速な勢いで先進製造やIoTの活用に向けた施策を展開し、今日ではAIを国家発展の中核に据えた戦略を明確に打ち出している。

### これまでの議論の整理と主要国のIoT/AI活用をめぐる動向

年	注目すべき動向	主な検討事項
2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>米国の製造業ルネサンス</li> <li>ドイツの隠れたチャンピオン企業</li> <li>ドイツ政府がIndustrie4.0構想を打ち出す</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ものづくりの新潮流</li> <li>ドイツ製造業の競争力の源泉               <ul style="list-style-type: none"> <li>ドイツ現地調査</li> <li>Industrie 4.0も取り上げる</li> </ul> </li> </ul>
2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハノーファーメッセIndustrie4.0に注目</li> <li>米国ではIICが設立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoTの世界的潮流</li> <li>ものづくりへのインパクト</li> <li>日本が直面する課題と対応方向の整理</li> </ul>
2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット革命イニチアティブ協議会設立 (2015.5)</li> <li>中国製造2025、インターネットプラス (2015.5)</li> <li>IVI設立 (2015.6)</li> <li>IoT推進ラボ設立 (2015.10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IoTやCPSをめぐる動向</li> <li>ものづくりの上流・下流へのインパクト</li> <li>製造プロセスの変化</li> <li>新たなビジネスモデルの検討</li> </ul>
2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrie4.0とIICが標準化で連携合意 (2016.3)</li> <li>日独共同声明 (2016.4)</li> <li>中国 ロボット産業発展計画 (2016.4)</li> <li>AIネットワーク社会推進会議の開催 (2016.10)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内外のグッドプラクティスの収集</li> <li>日本企業の立ち位置の確認と強みの生かし方</li> <li>IoT時代に競争優位を再構築するための戦略の検討</li> </ul>
2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>Society5.0の公表 (IoT,AI活用の超スマート社会) (2017.3)</li> <li>“Connected Industries” の公表 (2017.3)</li> <li>人工知能技術戦略会議ロードマップ公表 (2017.3)</li> <li>中国 次世代AI発展計画 (2017.7)</li> <li>中国 次世代AI産業発展を促進する三か年行動計画 (2017.12)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIによるものづくりのバリューチェーンの変化</li> <li>IoT時代の「現場力」の再定義と、ものづくりの競争力強化に向けたAI活用方策のあり方の検討</li> </ul>
2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>未来投資戦略2018 (2018.6)</li> <li>世界経済フォーラム第四次産業革命日本センター設立 (2018.7)</li> <li>ドイツ政府もAI推進戦略を打ち出す(2018.7)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「現場力」をさらに強めるための人間とAI活用の組み合わせのあり方</li> <li>AI活用によるバリューチェーン全体の最適化の実現方策</li> </ul>

さらに、デジタルイゼーションの時代においても「現場力を活かす」という視点は研究会が一貫して掲げてきた視点であるが、人間が AI とどのように協働して「現場力」を高めていくのかという点について、わが国ものづくり企業は具体的な処方箋を見出していく必要がある。

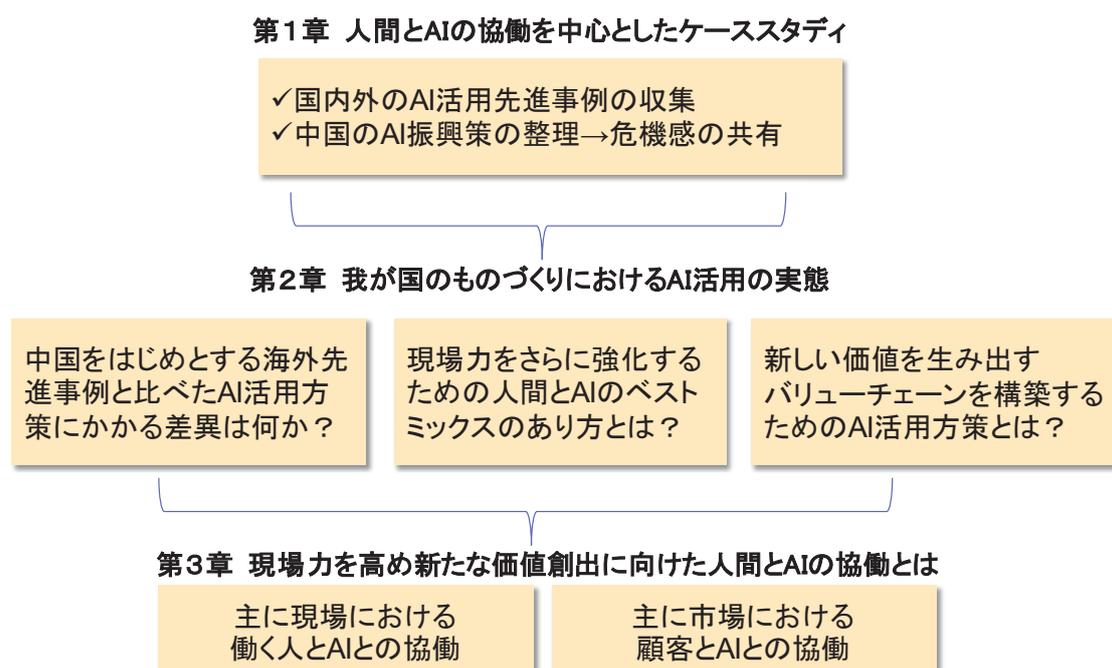
加えて、2018年の『ものづくり白書』で「スマート製造についても、工場の中の狭い最適化の話として捉えるのではなく、バリューチェーン全体に及ぶ最適化を（AI等の）デジタル技術を活用してシステム化して実現する話と捉えるべき」と指摘されているように、わが国ものづくり企業が潜在的な顧客ニーズとつながり、新たな財・サービスやビジネスモデルを創出するうえで、人間が AI をどのように活用し、バリューチェーン全体の最適化を図るべきかに関する具体的手法もまた明らかにする必要がある。

そこで、本年度調査では、わが国ものづくり企業が今後とも競争優位を維持・発展させるための「人間と AI の協働のあり方」をテーマに調査研究を行った。その際に、特に中国を中心とした内外の AI 活用先進事例も調査し、わが国における AI 活用の実態や立ち位置についての考察を行い、必要に応じて国内関係者へ危機意識の共有の働きかけを行うものとする。

なお、昨年度調査に引き続き、本年度調査で議論の前提としている AI は特定のタスクに特化する特化型 AI を想定し、人と同等の能力を持つ汎用型 AI は想定していない。

報告書の構成は下図に示すとおりで、第1章は国内外におけるものづくりへの AI 活用実態にかかるケーススタディと AI の社会実装が進む中国の現状について取り上げ、第2章では AI の活用実態を人間と AI の協働という観点から分析し、第3章では本調査研究の目的である現場力を高め新たな価値創出に向けた人間と AI の協働のあり方についての提言をとりまとめた。

## 報告書の構成



---

---

## 第1章 人間とAIの協働を中心としたケーススタディ

---

---

### 1. 国内外のAI活用先進事例

ものづくりにおけるAI活用の実態を明らかにするため、研究会では毎回講師を招聘し、講師からのプレゼンテーションと委員（巻末参照）によるディスカッションという形式でケーススタディを実施した。それぞれのケーススタディは、①中国や欧米とのAI活用方策の違い、②現場力強化という観点での人間とAIの協働のあり方、③新たな価値を生み出すバリューチェーン構築のためのAI活用方策のあり方、などにもとづいて行われた。また、ケーススタディの年間を通しての進め方は、最初に中国や欧米との比較の観点を交えたプレゼンテーションをいただいた後、わが国を代表するものづくり企業の実際の取り組みについて紹介をしていただき、最後にすべてのケーススタディを踏まえた委員による考察及び検討を行うという手順をとった。

本節では、研究会に招聘した講師によるプレゼンテーションのポイントを紹介する。

#### 海外との比較の観点を交えたプレゼンテーション

- ◆ CASE1 「中国ものづくり企業の工場無人化やAI活用等に関する現状と今後」  
～三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 梅木秀雄講師
- ◆ CASE2 「日本と海外の違いに見る製造現場のカイゼン促進」  
～PTCジャパン株式会社 成田裕次講師
- ◆ CASE3 「IoTはサプライチェーンをクラウド化する ―日本企業の次世代コンピタンスと変革の落とし穴―」  
～株式会社バリューグリッド研究所 上野善信講師

#### わが国を代表するものづくり企業の実際の取り組みについて紹介

- ◆ CASE4 「IoT/AIを活用した製造現場のスマート化の現状と今後の展望・波及効果」  
～三菱電機株式会社 安井公治講師、加納健司講師
- ◆ CASE5 「製造業におけるAI、自動車からみたAIの活用法」  
～日産自動車総合研究所 上田哲郎講師
- ◆ CASE6 「デンソーが目指す人を成長させる共創型IoT」  
～株式会社デンソー 山崎康彦講師
- ◆ CASE7 「ロボットを用いたAI生産システムの実用化」  
～株式会社沖データ 谷川兼一講師、新井保明講師
- ◆ CASE8 「i-Automation!実現によるモノづくり現場革新」  
～オムロン株式会社 福井信二講師
- ◆ CASE9 「パナソニックの家電事業とAI」  
～パナソニック アプライアンス社 大津隆史講師

#### プレゼンテーションを踏まえた委員による考察

- ◆ CASE10 「AIを活用できる組織を実現するために」  
～テクノスデータサイエンス・エンジニアリング株式会社 池田拓史委員

---

CASE1 :

「中国ものづくり企業の工場無人化や AI 活用等に関する現状と今後」

三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社

企画管理部門副部門長 テクノロジー・エバンジェリスト 梅木秀雄 講師

<講演のポイント>

- ① 中国企業は自動化することで品質が上がると考え、デジタル化に抵抗感がない
- ② AI の活用は How ではなく What(新たにできること)のアイデアがすべて

---

### ■コストよりも品質を追求

中国企業は自動化に積極的であり、90%が自動化されている生産ラインもある。中国企業が機械化する最大の理由は、人間がやるよりも自動化した方が品質を上げることができるからである。自動化には相応の設備投資を必要とするが、たとえコストが高くついても品質を追求する。

中国メーカーの製品は、中国国内では品質が悪いというイメージが定着しており、品質の負のイメージを払拭したいと考えている。日本では、中国においても人件費が高騰し、従前よりも人が集めにくくなっているから自動化を進めていると捉える向きもあるが、自動化は品質向上のための手段となっている。よって、品質向上を明確な目標と掲げている中国企業は、自動化投資に迷いがない。

### ■デジタルで信用を買う

中国は人よりも機械を信用するため、デジタル化に頼る傾向があり、ある意味安心を買うようなものなのでデジタル化に抵抗がない。

一方、日本の職人、特に工場系は作業水準が高いために人に頼る傾向があり、できているところをあえて機械化すべきなのか、経営者としての判断がぶれるところ

になる。

### ■ライン停止を防ぐための IoT/AI 活用

中国企業は人が関与することで品質が下がると考えているため、日本やドイツから大量のロボットを導入し、工場の自動化を進め、人を減らしている。しかし、実際には思ったほど人手を減らすことができていない。自動化したラインが停止する頻度がそれなりに高く、メンテナンス要員として人手が必要となっているからである。そのため、ライン停止時間をできるだけ短くするために IoT や AI を活用してパラメーターを最適化して歩留まりを向上させようとしている。

### ■先行投資判断の速さ

中国企業は先行投資に対する意思決定が非常に早い。たとえば、家電製品をつくるメーカーの経営トップが、全機種に IoT 基盤を入れろと大号令をかける。しかも、利益は度外視して、高機種のみならず、安い機種にまですべて導入した結果、各家庭における稼働率や故障にかかる情報もすべて吸い上げることができている。そのデータを売上にどう結び付けるか、顧客にどのような価値を提供できるかはこれから検討する段階であるが、そういうインフラをつくることに対する投資判断が速い。

中国企業に共通することは、投資判断に時間をかけても意味がないと考えていること。判断で迷うのではなく、まずはどんどん製品をつくってみて、よいものを採用すればよいと考える。AIなどの機能開発もエンジニアリング集団が実装を繰り返し、1~2か月の単位でPDCAを回すなどスピードが速い。

AIコンポーネントについても、自前で開発するよりも、海外から既存のコンポーネントを調達してインテグレーションするところに付加価値を見出しており、複数のAIコンポーネントを3~4つ同時に評価して、これでやると決めたら1か月後には製品が出来上がってくるスピード感で動いている。しかも、その半年後の普及型の製品に必ずしもそのコンポーネントが搭載されるとは限らず、その後も

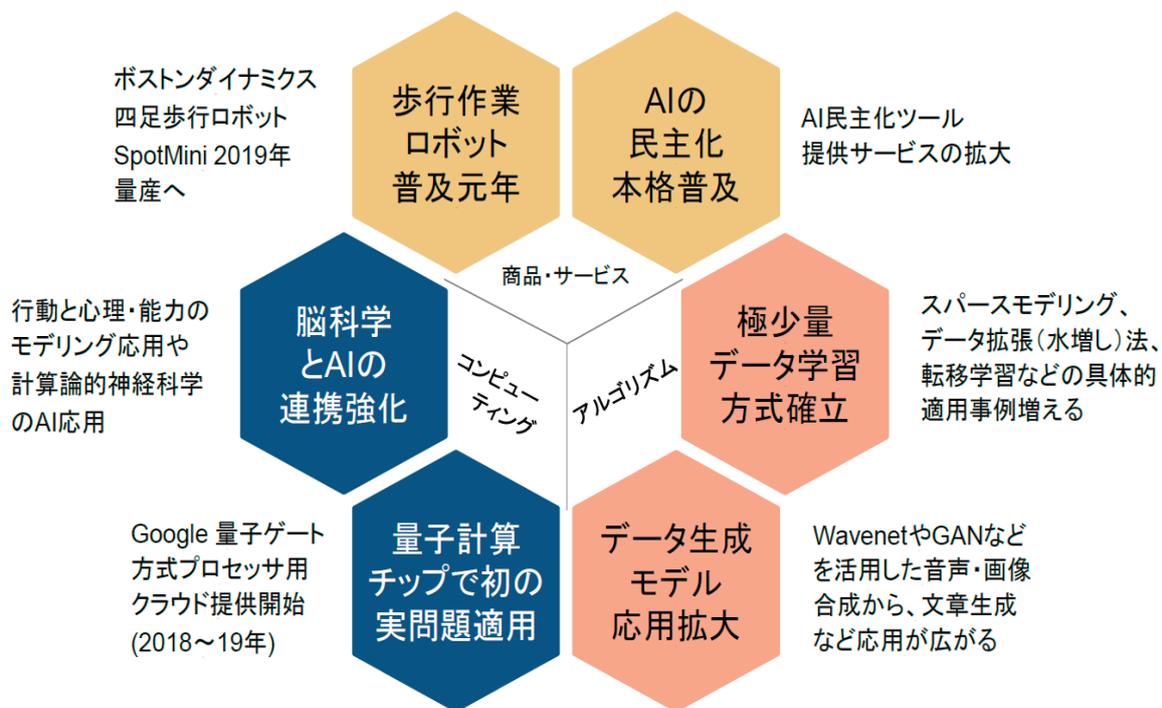
タイミング、タイミングで再評価する意思決定のしくみが働いている。

### ■日本ならではのメリットを活かす

中国企業は評価する能力が高いが、すり合わせが苦手である。日本の匠のすごさは道具と感覚が優れていて、徹底的に品質を上げるという追い込みができることで、そのセンスは中国にはない。

日本の強みを活かすのであれば、ロボットとセンサーの密な連携にもっと注目すべきである。そして、AIやロボットを活用するのであれば、Howを一生懸命やるのではなく、今までできなかったことができるWhatを目指すべきである。事業の駆動力は「新たな何ができるか」というWhatにある。

### 注目しているAI関連トピックス（2019-20）



(出所) 梅木講師プレゼン資料

---

CASE2 :

「日本と海外の違いに見る製造現場のカイゼン促進」

PTC ジャパン株式会社 製品技術事業部 執行役員 副社長 成田裕次 講師

<講演のポイント>

- ④ 欧米の工場 IoT は経営目線のトップダウン、日本の工場 IoT は現場カイゼン推進
- ④ 欧米は人の能力を AI に置き換えて人に依存しない工場を目指すのに対して、日本は AI を現場の武器とみなしてベテラン技術者が育つ強い現場を目指す

---

### ■欧米の工場 IoT は経営目線

欧米の工場がスマートファクトリーに取り組む動機は、ブラックボックス化している工場の運営状況を監視したい、情報をロールアップして全体観を俯瞰したいという、上から目線の経営の観点に立ったものとなっている。いわゆる、Industrie 4.0 が目指す工場は、工場長の一国一城のあるじ状態でブラックボックス化されては機能しないため、情報流が遮断されないように「見える化」していくことが海外の工場 IoT の狙いの 1 つとなっている。また、総合設備効率や歩留まりといった経営指標としてごく一般的な情報の監視を重視しているため、情報のロールアップでは、設備固有の情報を吸い上げるよりも、設備共通の情報を全体的に吸い上げることを重視している。

さらに、機械学習やディープラーニングを活用して現場のカン・コツをシステム化しようとする試みも、人の能力を AI に置き換え、人の能力に依存しない仕組みの構築を目指している。つまり、現場の力を強くするというよりも、現場の力が弱くても機械がきちんと支援できる仕組みをつくらうとしている。したがって、海外の現場では取得したデータから予測モデルをつくって兆候を見ようとするのではなく、人の判断を機械学習に置き換え

るという取組みが主流となっている。

### ■日本の工場 IoT は現場目線

前述したように、欧米が工場 IoT に取り組む目的は運営指標の「見える化」であるのに対して、日本の工場 IoT は現場のカイゼン推進が目的となっている。現場にスマートファクトリーの仕組みを提供して現場力を上げていこうとする。

工場 IoT における主たる KPI も、設備の稼働効率を上げるために稼働情報を見る欧米に対して、日本の現場はすでに稼働効率は高いため、製品の歩留まりを上げるための品質情報をとろうとするケースが多い。

取組み主体は、欧米の工場 IoT はどちらかといえば本社の情報システム部門が主導権を握っているケースが多く、日本は現場の生産技術主導でやるケースが多い。

取得している情報は、前述したように欧米は経営指標に使える設備共通情報であるのに対し、日本は歩留まりを見ることが目的なので、各設備の固有情報といったかなり細かい情報を取得している。

システム連携は、欧米の工場 IoT は ERP や MES とプロセスとして連携するのに対して、日本の工場 IoT はデータソースとして判断材料として連携するケースが多い。

欧米と日本の工場 IoT における最大の違いは人とシステムの関係にあり、欧米は現場の人はシステムの一部とみなすのに対し、日本はシステムというのは現場の武器であるとみなしている。

### ■現場を強くするデータ/AI 活用を

日本の工場は完全にボトムを取組であり、現場がデータをストレスなく、うまく活用できる仕組みを提供することが重要となる。AR（拡張現実）もそのツールとしては有効で、今後センサーが増えて、センサーから取得できる情報の解像度も高まっていくため、IoT に AR を加味して人が正しく決断し行動できるツールの提供

も必要とされていく。

また、強い現場とするにはベテラン技術者は必ず現場にいななければならない、ベテラン技術者も強い現場でしか育たない。そして、強い現場の横展開のためには現場から取得できるデータを活用していく必要があるが、AI で活用するには目的志向で詳細なデータを絞り込む必要がある。AI の活用はかなりローカルなニッチな取組であって、経営指標として吸い上げる全般的なデータをためるデータレイクと、AI で活用するための目的的な詳細データとは明確に使い分ける必要がある。

### 欧米の工場 IoT と日本の工場 IoT の違い

欧米の工場 IoT	ポイント	日本の工場 IoT
工場の運営指標の見える化	取り組みのテーマ	現場のカイゼン推進
設備の稼働情報	主たる KPI	製品の品質情報
本社の情報システム	取組み主体	現場の生産技術
設備の共通情報	取得している情報	各設備の固有情報
ERP や MES とプロセス連携	システム連携	データソースとしての連携
ヒトもシステムの一部	ヒトとシステムの関係	武器としてのシステム

### ThingWorx 採用事例(自動車会社のケース)

#### 一製造工程のデータを解析し、歯具折れの原因を究明、工程間の関連を明らかに一

これまで		これから
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 加工の精度劣化や歯具折れの状況が不明</li> <li>✓ 部材（ワーク）の工作工程で歯具折れが不定期に発生</li> <li>✓ 生産ラインの停止と歯具のスペア在庫が課題に</li> <li>✓ 伝統的な手法では歯具の折れる原因が究明できない</li> </ul>	→	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 機械学習の結果、歯具折れの原因が数段階前の工作精度と、歯具のワークへの進入角度に関連があると判明</li> <li>✓ リアルタイム工程を見守り、歯具折れに該当するパターンを事前検知し、ラインの停止を防止</li> <li>✓ 同一ラインの他の停止原因の解明や、他の工場へと取組みを拡大中</li> </ul>

(出所) 成田講師プレゼン資料

### CASE3 :

## 「IoT はサプライチェーンをクラウド化する

—日本企業の次世代コンピタンスと変革の落とし穴—

株式会社バリューグリッド研究所 代表取締役社長 上野善信 講師

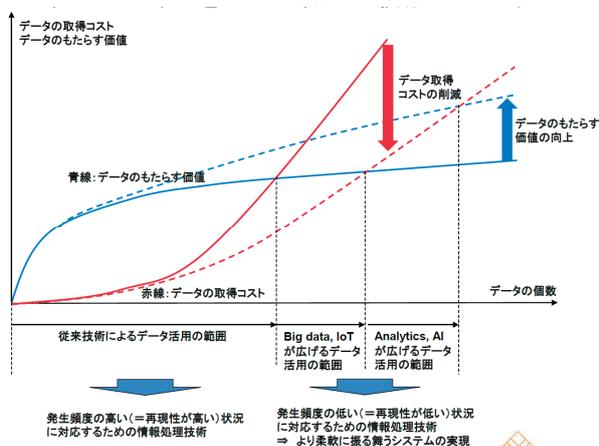
### <講演のポイント>

- ① 経営者は AI の本質（コストダウンより価値創出、再現性がないためアジャイル対応が必要）を理解する必要
- ② COO 主導で新たなコアコンピタンス（サービス機能の擦り合わせ）の形成を

### ■IoT/AI が広げるデータ活用の領域

AI、IoT は、①データの収集 (IoT)、②データの蓄積・統合 (ビッグデータ)、③学習、判断、指示 (AI)、④サプライチェーンや物が動くところも視野に入れた実行・操作 (ロボット) といった4段階に整理できる。

下図のように、データの取得コストやデータのもたらす価値を縦軸に、データ量を横軸に整理すると、IoT はデータの取得コストを下げることに貢献するため、データ個数が増え、ビッグデータや IoT が活用できる範囲が拡大する。さらに AI を活用することで、人間が気づかず捨てていたデータの中から何かを発見し、そのデータのもたらす価値を持ち上げることが可能となり、さらにデータの活用範囲を広げることが可能となる。



つまり、IoT や AI の意義は、従来技術によってデータ活用が可能な、発生頻度の高い(すなわち再現性が高い)ところよりは、データの発生頻度が低い(すなわち再現性が低い)ところで活用してこそ価値があるといえる。

### ■AI の本質への誤認が活用上の課題

日本で IoT/AI の活用が進まない理由の1つ目が「投資効果が見込めない」と判断されることにある。高品質・低コストの日本の現場があるので、今、投資しても採算が合わず、経営的に Go サインが出せない。5年～10年後には労働力不足はさらに深刻化することがわかっていながら投資に踏み出せないでいる。これは IoT の本質はコストダウンではなく、新しい価値を提供することにある、という点を経営が理解していないことに原因がある。

2つ目は失敗を恐れるあまり、社内での稟議が面倒で通らないことにある。日本人の成功体験は新幹線のようなハードウェアにある。ハードウェアは物なので再現性が高く、実験でうまくいけば同じ品質で作り込めば動くはず。一方、IoT や AI はソフトウェアで、かつ、相手が人である。人というのは気持ちが変わることもあり、同じ人でも再現性がない。そも

そも再現性がないにもかかわらず、日本企業はそれを検証して完璧なものにしようとする。これは、AIの本質は再現性がないが故に試行錯誤で確度をあげていくものであり、まずはできるところから試していくアジャイルな取組みが必要であるという点を経営が理解していないところに原因がある。

### ■クラウド化するサプライチェーン

サプライチェーンは物やサービスの供給連鎖で、SCMはそれを管理することである。サプライチェーンには製造、調達、輸送、販売など、さまざまな機能があるため、SCMとは1つの改善ではなくて、全体が最適化するように管理することがポイントとなり、そのためには複数の機能のトレードオフを考えたり、サプライチェーンの各機能もサービス化しているので、それらを組み合わせてモジュールで提供しようとしたりする動きがある。

2014年にジョージア工科大学の研究者が提唱したCBDM(Cloud Based Design & Manufacturing)はCAD/CAMのソフトのようなITインフラ、3Dプリンター、旋盤、レーザーカッターなどをイ

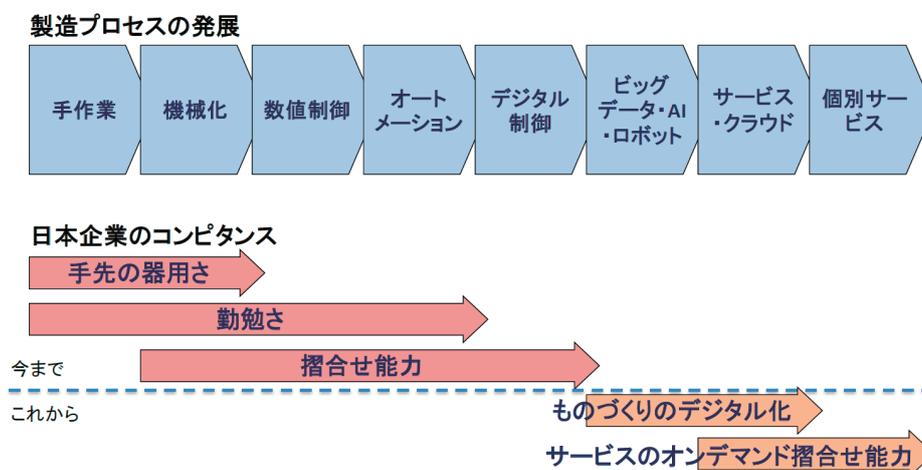
ンターネット上で共有し、必要に応じて必要な機能サービスを調達し、利用した分だけ課金されるといったものづくりの姿で、消費者ごとのサプライチェーンのカスタマイズ化が進み、このようなサービスを提供するプラットフォーマーも出現する可能性を示唆している。サプライチェーンは価値をどう組み合わせるかという観点からダイナミックな組み換えが起こるバリューチェーンへとシフトしていく。

### ■COO主導で機能をまたぐ変革を

これまで日本が強みとしてきたコアコンピタンスの領域は機械で代替され、擦り合わせもデジタル制御で可能になりつつある。次のコアコンピタンスとしては、ものづくりのデジタル化（数値を見て改善を進めてノウハウ→AI化→パッケージ化というSECIプロセスを回す）や、デジタル化されたサービス同士をさらに擦り合わせるようなところになっていく。

なお、こうした機能をまたぐ改革はボトムアップでは不可能なため、COOの役割が重要になってくる。

## 日本企業のコアコンピタンスの今昔



(出所) 上野講師プレゼン資料

#### CASE4 :

### 「IoT/AI を活用した製造現場のスマート化の現状と今後の展望・波及効果」

三菱電機株式会社 FA システム事業本部 産業メカトロニクス事業部

技師長 安井公治 講師

#### <講演のポイント>

- ① 日本のスマート工場はモノづくり起点の投資で「儲け」までの距離が遠い
- ② リアルなものづくりの強みを活かすにはネットワーク型ものづくりへの対応を

#### ■設計主導の欧米、現場改善の日本

極端に表現すれば、欧米は最終的には現場がサイバー空間での設計通りに動くことを指向していると思われ、そのためのIoT/AI活用という視点はあっても、現場が設計に参加することや、現場が自主的に改善活動をするを必ずしも想定していないと考える。この対極にあるのが日本のものづくりで、現場が参加することで様々な工夫を行い、そこに改善文化が根付いてきた経緯があると考えられる。そのため、現場が改善したことをモデル化して他の工場に展開したり、既存ノウハウをパッケージ化したりすることにもIoT/AIの活用が想定できる。例えば、日本では改善活動をベースに、危ないところを人に教えたり、ネジ締めポカ除け対策のパッケージをつくって売り込もうとする活動も試行されている。

趣の異なる欧米、日本の技術を同時に導入してきた中国では、導入した欧米の製造ラインやシステムに日本の改善活動を取り入れてコストダウンを狙うことも試みられている。中国の日本と比較しての特徴としては、日本がゴールへ向けて必要なステップを明確にし、順序良くレベルを向上させていくのに対し、中国は現時点で可能なステップから取り組んで

行く傾向があることである。

#### ■コトづくり視点の欧米、モノづくり視点の日本

IoT/AIの導入は日本国内ではモノづくり視点で進められていることが多く、この場合、まず、工場のスマート化から着手することになる。工場がスマート化されると、次にサプライヤーやグローバル販売の最適化を図り、さらにバリューチェーンの再構築をおこない、その結果として、新サービス・製品を生み出すことが出来るようになることが構想されている。従って、ビジネスとして利益が出るまでの道のりが長く、最初のステップであるスマート化に対して投資が進みにくいことになる。

一方、IT系の企業や欧米企業は目標とする新サービス・製品があって、それに必要なバリューチェーンを考案し、それに適したサプライヤーやスマート工場に発注をかける。コトづくり視点でスマート化の整備が要求されるため、ビジネスと直結しており、かつ、仕事が欲しいサプライヤーサイドは素早く対応するためスピード感もある。

#### ■ネットワーク型ものづくりへと移行

現在、大手企業を中心に、バラバラでつ

ながっていない情報システムの統一化に向けた取り組みが進展している。2020年頃にシステムが統一されると、サイバープラットフォーム上でモデル同士のマッチングやシミュレーションが可能となる。さらに10~20年後には工程集約も進み、ネットワーク型のものづくりへと移行していくと想定される。

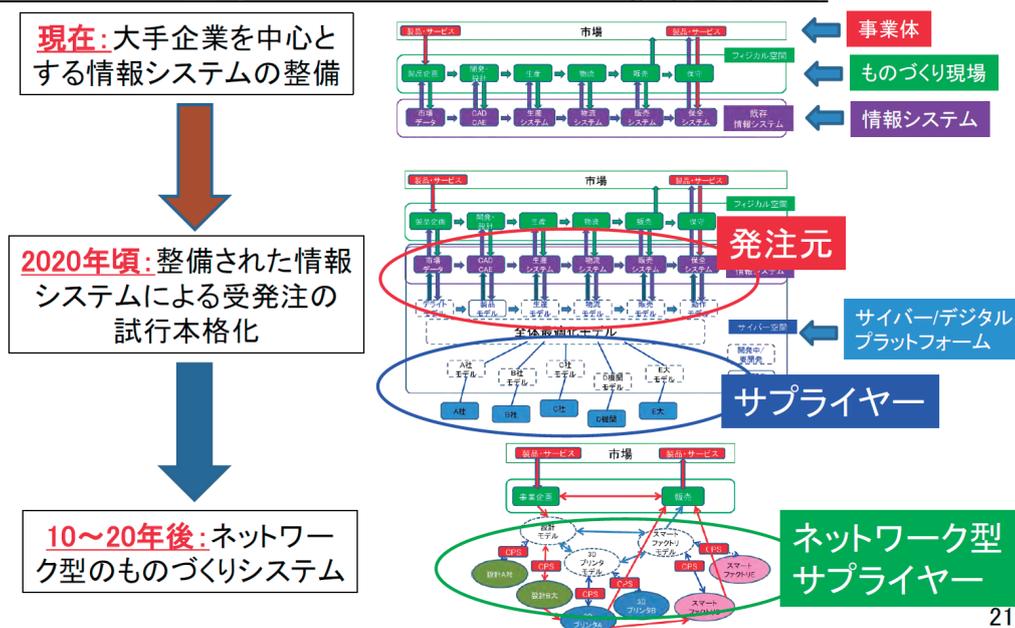
そうなった時代における日本の強みは、モデルどおり、シミュレーションどおりに現場を動かすことができることにあると考える。欧米は設計者がトップダウンで指示をするが、訓練不足等で現場は設計者の想定通りに動かないこともある。日本は、現場改善の積み重ねで、現場がしっかり動く。

現場という物理空間はデジタルのように簡単に動かさない。サイバーとリアルギャップを埋めてしっかり動かすのは日本の得意領域なので、ここのノウハウを封じ込めてパッケージ化して機械に化体させて海外に売り込むことが想定で

きる。特に加工や塗布などのサイバーとリアルギャップが大きく、デジタルどおりに動かしにくい領域にこそチャンスがある。

いずれにせよ、ネットワーク型ものづくりへの対応が急がれる。当初、ネットワークの囲い込みという発想も見られたが、つながるところは協調領域であるとの理解も進んだ。例えば、大量生産時代に工程分割が進み、各種の製造機械を抱える工程ラインも狙い、Edgecross というコンソーシアムも立ち上がった。今後、大量生産時代に工程分業した製造ラインの工程集約が進み、未来の工場は多軸のマシニングセンタや3Dプリンター主体になるとの見通しも共有されつつある。すでにドイツの自動車部品メーカーでは工程集約が進みつつあり、モデルのインプット/アウトプットをわかりやすくし、経営トップが製造プロセス全体を掌握できるような仕組みづくりにも動いている。

## ネットワーク型ものづくりシステムへの移行想定例



(出所) 安井講師プレゼン資料

---

CASE5 :

「製造業における AI、自動車からみた AI の活用法」

日産自動車総合研究所 モビリティ・サービス研究所

エキスパートリーダー 上田哲郎 講師

<講演のポイント>

- ④ AI の能力は「認識（次元圧縮）」と「生成（次元拡張）」に大別でき、今後は「生成」の能力をもっと活用していくことが重要であり、それは AI を用いた新しいエンジニアリングそのものといえる

---

### ■CASE が変えるサプライチェーン

現在、自動車業界は CASE（C：コネクテッド、A：自動運転、S：シェアリング、E：電動化）という 4 つのキーワードで盛り上がっている。AI を搭載したハイテク技術はパーツとして調達できる状況になっており、今までと馴染みのないティア 1 やサプライヤーと付き合いようになっている。そういう意味でも自動車業界は新たなフロンティアになっている。

自動走行車に搭載する様々な AI パーツが調達できるようになってきているだけに、AI を工場の製造プロセスで活用したり、デザインで使いこなすことの重要性が増していると感じている。

### ■AI の画像認識によるデザイン研究支援

AI の能力は「認識」と「生成」に大別できる。認識は次元圧縮の方向で、生成は次元拡張の方向なので、圧縮は簡単で、拡張は難しい。

「認識」においては、AI はとりわけ画像認識や空間認識を得意としており、画像診断に関しては工場でかなり活用が進んでいる。たとえばサプライ品の真贋判定では、本物と偽物を的確に見分けることができる。そこから派生する形で、ディープニューラルネットワークという技術を使って AI に自動車の画像からメーカ

ーを見分けさせたところ、アウディ、メルセデス、ボルボといったヨーロッパ車はそれぞれメーカーごとにクラスターをつくり、AI からみても特徴があると認められたが、日本車のメーカーでクラスターを形成するところはないという興味深い結果となった。これまで客観評価に主観を取り入れることは難しかったが、AI という客観性を持った主観評価を活用できる可能性を感じている。

### ■AI の画像生成によるデザイン研究支援

GAN（敵対的生成ネットワーク）を用いて、自動車のデザインへの活用を試みている。GAN はデータの特徴を抽出して学習し、実在しないデータを生成することができる。正解を与えて学習させるわけではないため、教師なし学習であり、GAN によってどんどん画像を生成させれば、車の合成写真ではないため、必ず世の中には存在しない車も出てくる。使えない画像もたくさんあるが、中にはデザイナーにとってインスピレーションが湧くような画像もある。マイナーチェンジなどには実際に活用できるとして、研究を進めている。

AI の能力の「認識」と「生成」では、産業界としては「生成」の能力を活用することがより重要だと考えている。AI に犬

の種類を認識させるより、いろいろな犬の可能性を混ぜて知らない犬をつくらせるという作業はエンジニアリングそのものだと認識している。マテリアルインフォマティクスやバイオインフォマティクスといった領域も、職人の勘や経験に頼るのではなく、コンピューティングパワーを活用して AI に目的とするものをつくらせている。

要するに、次元の圧縮(認識)と拡張(生成)は、両方とも対になって手掛けていく必要がある。

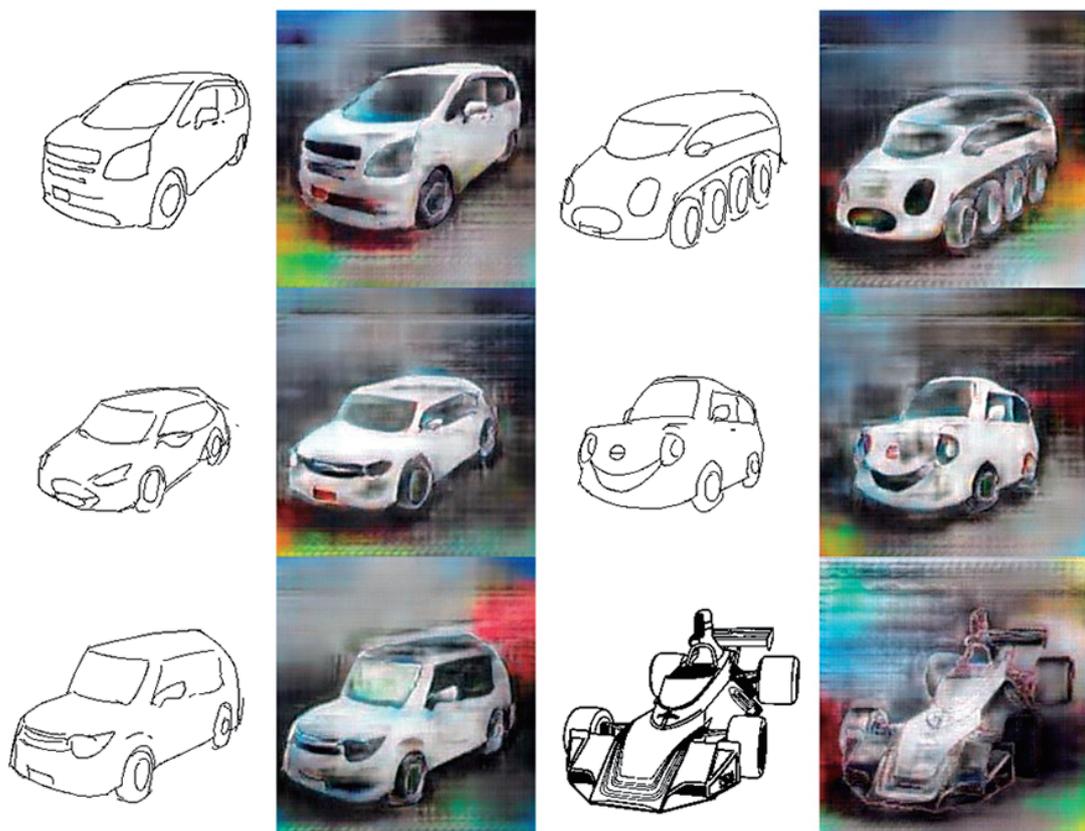
### ■精巧なバーチャルリアリティの重要性

AIがパーツとして調達できるようになっているが、中身は完全にブラックボックスになっている。たとえば、インテリジェントカメラを搭載すれば、何メートル先にトラックが時速何キロで走行してい

ますといった情報が表示されるが、どうやってその情報を得ているかはわからない。智能化された部品が増えてくると、サプライヤーとの関係も今後変化していくだろう。

ブラックボックス化されてくると、実験フェーズのハードルが非常に高くなる。自動車会社の研究開発部門の中でも実験部のお墨付きが出ないと商品として世の中に出すことができないが、実験部も AI を扱ったことがないため、テスト方法に苦労している。

すでに大手メーカーでは採用されているが、実際の走行試験をする前に、仮想空間で走行試験を済ませる必要が出てきている。今後の研究開発においては、非常に精巧なバーチャルリアリティが重要なファクターになる。



(出所) 日産自動車㈱総合研究所 モビリティ・サービス研究所横浜ラボ ウェブサイト

## CASE6 :

### 「デンソーが目指す 人を成長させる共創型 IoT」

株式会社デンソー 常務役員 山崎康彦 講師

#### <講演のポイント>

- ① 日本の現場はダイナミックに常に進化していることを前提とした IoT/AI の活用
- ② 強い現場からは良質なデータが取得できる

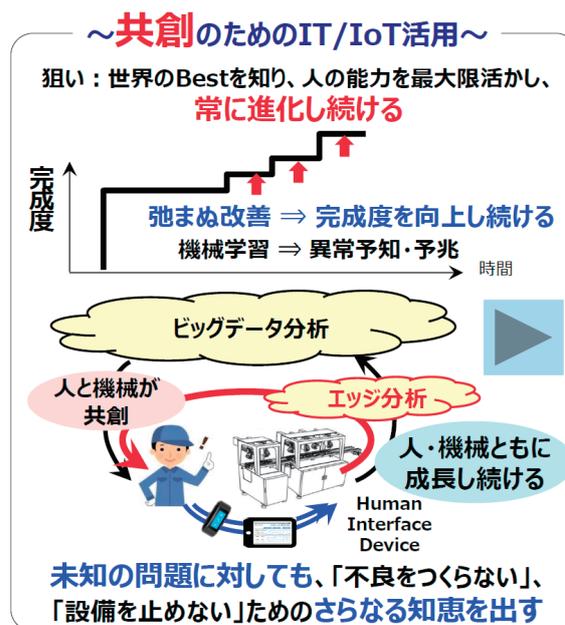
#### ■組織間の壁が低く、人の力に依存

当社は組織間の壁が低く、設計、製造、生産技術が壁のない状態で、最初から一緒に開発している。

また、差別化技術を追求して競争力を確保していく上では、かなり現場の実力に頼ったものづくりを行っている。たとえば、生産技術が新しいものを生み出したとしても、未完成の状態ものが多い。それを現場で流しながらレベルを上げて使えるものにしていく。それを繰り返すことで生産が徐々に進化していく。また、新しい技術を開発する際は、こういうものをつくってほしいと現場に依頼すると、彼らが技能で作り出してくれる。形にしてくれることで原理が確認でき、量産技術へ持っていくことができる。当社のものづくりは人に支えられている。

#### ■人中心の Factory IoT 実現ステップ

世界中の進化した工場を調査した上で、デンソーの生産に合うシステムとは何かを議論した。その結果、マシンツーマシンで機械から上がったデータをクラウドで処理して、また機械に返すという仕組みではなく、当社の場合は人が介在してそこで付加価値を上げていく、あるいは人と機械が共創しながら成長していくので、それに合ったシステムが欲しいということになった。



しかし、そもそも情報化システムとは標準化が前提になっているので、個別最適化を前提とした現場との親和性の悪さという壁にぶち当たった。情報化技術と日本のものづくりは極めて親和性が低く、それは標準化か差別化かという点に根本的な理由がある。競争力を失わない範囲で標準化に取り組んでいるものの、どこで線引きするかは難しい議論であり、答えは簡単ではない。

#### ■進化を前提としたシステム構築

現場が進化すればするほど、求められるデータの粒度が細かくなっていく。つまり、強い現場からは良質なデータが取得でき、データの質と粒度が上がるほど日本のものづくりは強くなる。そして、強

い現場から上げられた良質なデータをもとに解析を行い、示唆を得る。

ただし、当然ながら生産方針やフィロソフィーなどもあってその示唆は一律ではなく、ある考え方に基づく意味ある課題抽出を行い、それを実行する人がいるはずである。そういったサイクルを回すためには、人と仕事とシステムが定常的に安定しているわけではなく、常に進化していかなければ成り立たない。システムなので前提としては標準化があるものの、常に手を入れて進化できるシステム形態にして、それを効率的に使いこなしながら進化していくところを目指している。

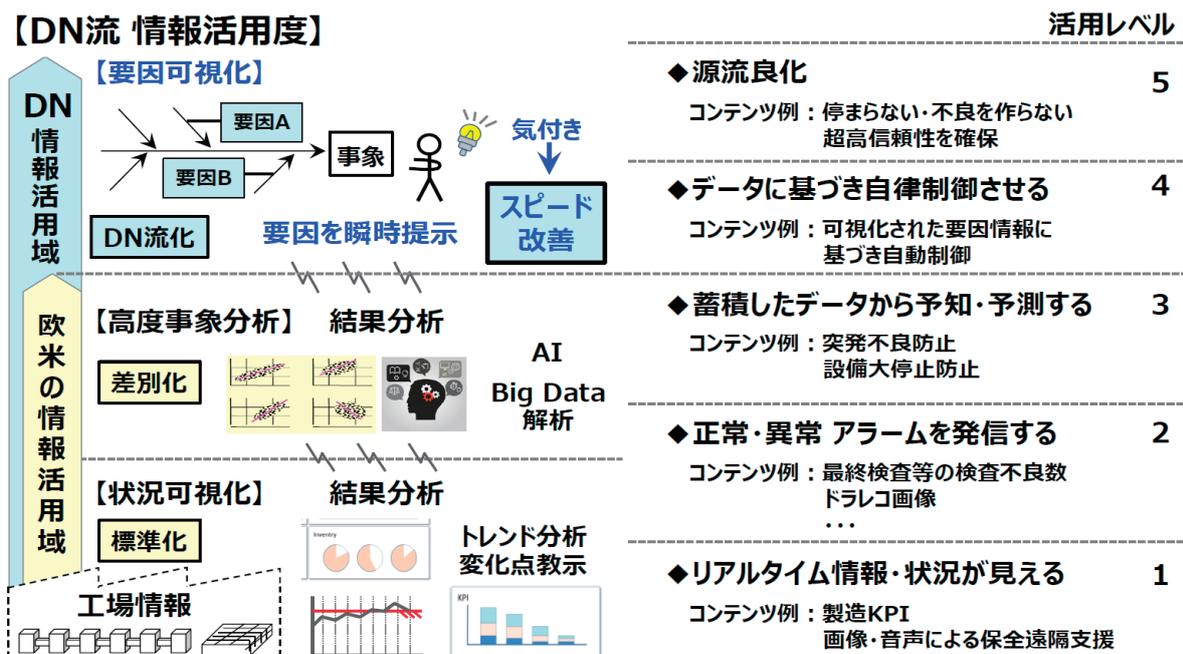
欧米の工場 IoT が目指す仕組みは静的でスタティックであるのに対して、我々が目指す工場 IoT はかなりダイナミックで日々変化してよりよい方向に向かっていくシステムである。その変化に対し、IoT システムとして活用していく為のレベルを 5 段階に設定した。

各ラインや工場の状態を 5 つのレベル

に分けて、レベル 1「リアルタイム情報がまず見える」→レベル 2「正常・異常のアラームを発信する」→レベル 3「蓄積したデータから予知・予測する」→レベル 4「データに基づき自律制御させる」、そして最後のレベル 5 は「源流良化」と言っているが、そもそも問題そのものをなくし、停まらない・不良をつくらない工場を実現する。源流良化は人の気づきによって可能となる。

### ■システムは現場を知る集団で内製化

当初はベンダーに頼んでシステム開発を行っていたが、そのうち、日々の生産に近いところにおいて何で現場が困っているか、どうすれば現場が喜ぶかがわかっている人が手掛けると、非常に速く有効なものが安価で開発できることがわかった。そのため、今はアジャイルで開発する小集団の部隊をつくり内製し、必要に応じて外部の協力を得る体制に切り替えた。



(出所) 図は ESD21 総会・年次特別講演会  
「デンソーのモノづくりの進化～ダントツ工場づくりへの挑戦～」より

CASE7 :

「ロボットを用いた AI 生産システムの実用化」

株式会社沖データ 技術開発本部 要素技術センター

コンポーネント設計部 第一チーム チームリーダー 谷川兼一 講師

生産統括本部 LED 統括工場生産技術部 第二チーム チームリーダー 新井保明 講師

<講演のポイント>

- ① 現実世界を IoT でつなぐ「作業の自動化」と仮想工場内で AI を高速で鍛錬する「思考の自動化」による AI 生産システムを構築
- ② 部門間の連携を活発化する「Community of Practice 活動」を展開

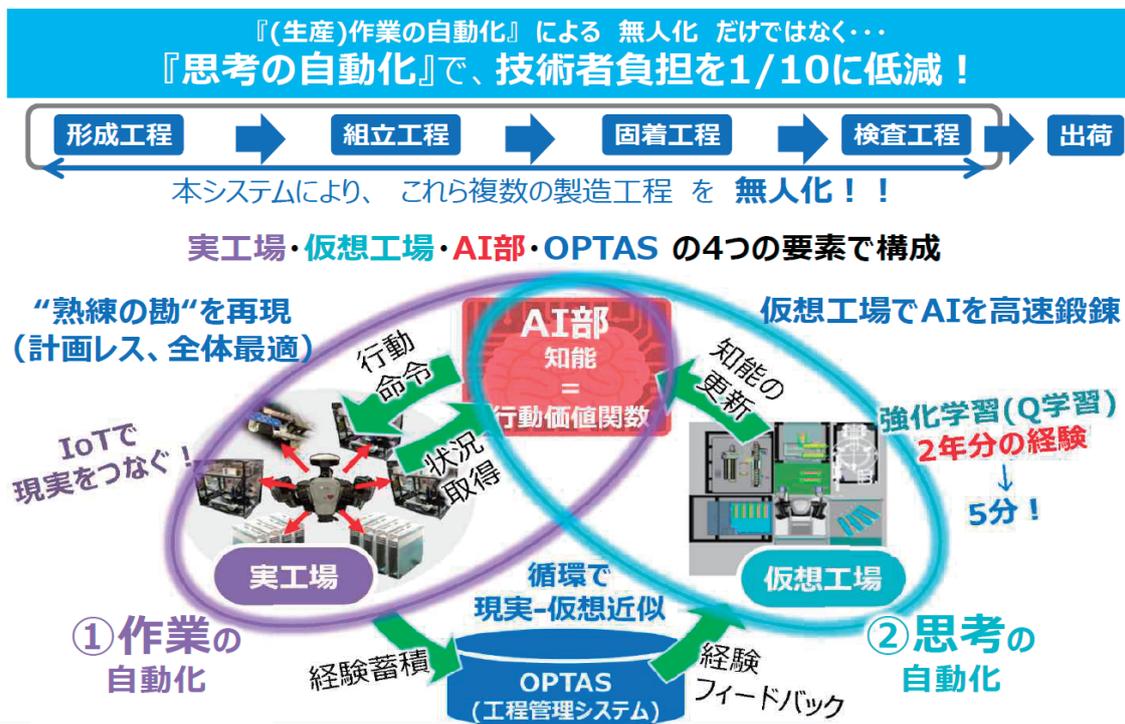
■ロボットを用いた AI 生産システムの狙い

当社が「ロボットと AI による生産システム」の開発に取り組んだ理由は、①人手不足の解消と②技術者工数の抑制にある。自動化するとプログラム工数が増大し、技術者の負担が増えていくからである。

そして、①を解決するものが「作業の自動化」であり、②を解決するものが「思考の自動化」である。作業の自動化による無人化だけではなく、思考の自動化で技術

者の負担を減らすことを目標に掲げた。

このシステムは、実工場、仮想工場、AI 部門、基幹システムの OPTAS の 4 つの要素で構成されている。「作業の自動化」は現実世界の実工場を全て IoT でつなぐ。そして、「思考の自動化」として仮想工場内で AI を高速で鍛錬し、AI の状況判断で行動命令を出すことによって、あたかも熟練の勘のような形を計画レスで全体最適することを可能とした。



(出所) 谷川講師、新井講師プレゼン資料

このシステムには Q ラーニングという強化学習の手法を使い、2 年間分の経験を 5 分で学ぶことができる。技術者が書くコードの量を基本的に 10 分の 1 にすることに成功した。

### ■なぜ、思考の自動化が必要か

ロボットを用いるときに AI を必要とするのは、複数の製品が複数の工程を同時に流れる手順を考える際、人間であれば勘や経験でどんどん選択肢を減らしていけるが、ルールを知らないロボットから見ると膨大な組み合わせによる複数の選択肢が存在するため、技術者のやる仕事がものすごく増えてしまう。そこで、仮想工場で AI に鍛錬（強化学習）させ、最後は行動価値関数を用いて最適解

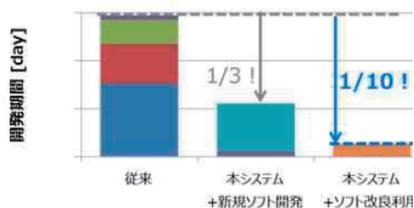
となる行動命令を実工場へ出すしくみを構築した。

### ■AI/IoT は部門横断で解決する

AI、IoT というのは部門横断でなければ解決できないため、当社は Community of Practice という活動（CoP 活動）で部門間の連携を活発化させた。これは会社公認の非公式実践共同体で、初期メンバーは 30 名程度でスタート。複数の専門家を連携させる場合は本部間をまたぐ場合もあり、レポートラインも異なってくるが、CoP 活動を会社からバックアップしてもらうことで様々なメンバーが集まり、様々な課題を解決することができた。現在もこの輪をどんどん広げるべく活動を展開している。

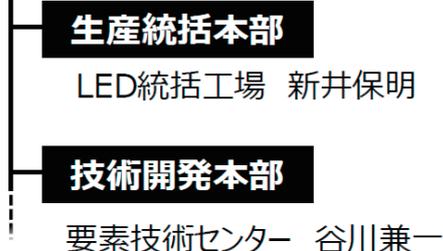
## AIが効率化し開発工数1/10！ CoP活動でAI活用活性化！

- ・行動モジュール化と派生 → 教示を省力化！
- ・外部AIは、状況判断し行動命令 → 行動計画レス！（行動シーケンスレス！）
- ・強化学習で高速鍛錬されたAI → 想定外の方法で自ら効率化！（全体最適、熟練の勘）



- > メンバ5名（部門横断）  
= **CoP活動で部門間連携を活発化！**
- > 期間3ヶ月間、頻度週1回程度  
= **短時間で開発する工夫が生まれた！**

## （株）OKIデータ



AI/IoT活用  
→複数の専門家が連携する必要がある。

## 「CoP活動」で部門横断 (Community of Practice)

↓  
会社公認の非公式実践共同体  
(組織ではなく多重性)

(出所) 谷川講師、新井講師プレゼン資料

CASE8 :

## 「i-Automation!実現によるモノづくり現場革新」

オムロン株式会社

執行役員 インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー

技術開発本部長 福井信二 講師

<講演のポイント>

- ① オムロンが取り組むモノづくり革新は高度 1～10メートルの製造現場にフォーカス
- ② 製造業のモノづくり革新 (i-Automation!) を主導する鍵は、制御進化 (integrated)、知能化 (intelligent)、人と機械の新たな協調 (interactive)

### ■オートメーションを活かせる領域に照準

当社のものづくり革新コンセプトの i-Automation!は、コアコンピタンスであるオートメーションをなるべく生かせる領域ということで、製造現場を注力ターゲットの1つとしている。したがって、IoT、AI、ロボティクスをいち早く製造現場に導入し、製造現場の革新に取り組んでいる。

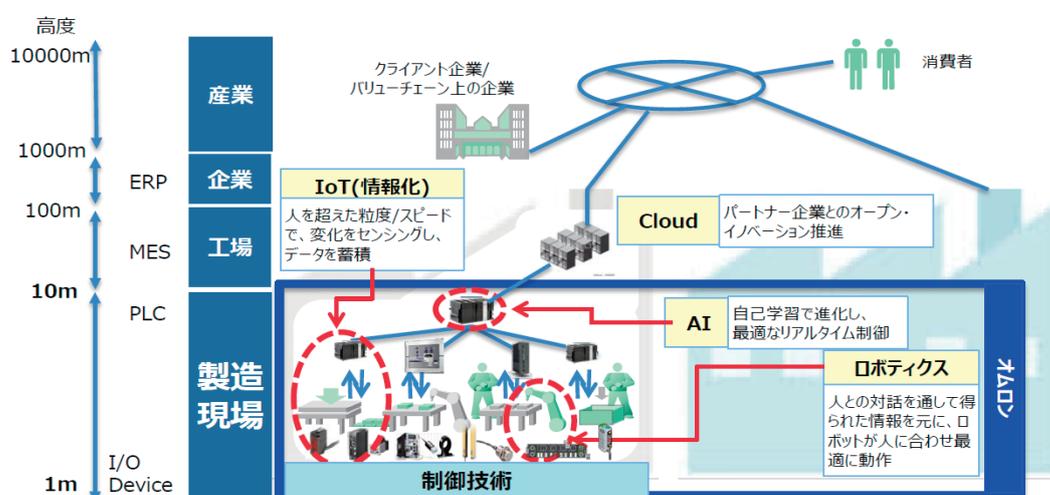
工場より上の部分が Connected になったとしても、その効果を発揮するためには下側 (製造現場) もロボットを活用する

などして Connected できるフレキシブルな土壌が形成されていなければならず、今のうちからそのための環境整備に取り組んでいる。

### ■ i-Automation!を構成する要素

i-Automation!のコンセプトは、進化の方向性を示す integrated (制御進化)、intelligent (知能化)、interactive (人と機械の新しい協調) という鍵となる3つのイノベーションから構成される。

## 高度1～10mの製造現場にフォーカス



(出所) 福井講師プレゼン資料

intelligent（知能化）では、IoT 対応のセンサーなどで収集した生産現場のデータを AI 搭載コントローラに蓄積し、その膨大な現場データを元に AI が機械やラインの状況を推論することで、製品の不良予知や設備の故障予知が可能になる。将来的には「止まらない生産ライン」や「不良品を作らない生産設備」の実現を目指している。

### ■協調型フレキシブル生産ライン

interactive（人と機械の新しい協調）では AI を活用したフレキシブル搬送を実現させた。

消費者の好みが多様化する中で、多品種少量生産が可能になるフレキシブルな生産ラインへのニーズが高まっている。しかし、レールが必要な AGV やコンベアなど固定的な設備ではライン変更に対応するのは困難である。

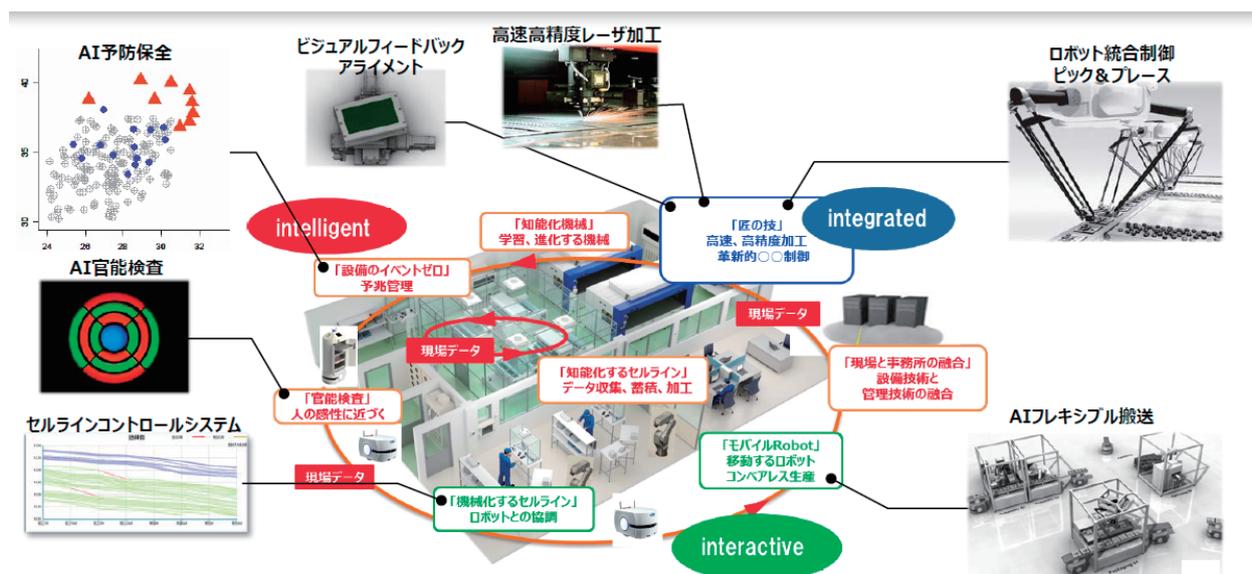
そこで、自動搬送モバイルロボットを使うことで、柔軟に変化できるモジュール化ラインを可能とした。

このモバイルロボットはレーザスキャナを用いて人や障害物をリアルタイムに検知し、人の安全を確保しながら走行することができる。また、障害物を回避しつつ、指定されたゴールに向かい、人と機械が安全に協働、協調できる生産ラインを可能とした。マップを覚えさせて自動走行できるモバイルロボットを最大 100 台縦横無尽につなぐことができる。

現在、モバイルロボットは当社の日本・中国・欧州の工場で延べ 10 台以上導入されており、既存のレイアウトを全く変更せずに工場内を走行している。導入当初は皆面白がっていたが、今ではすっかり馴染み、モバイルロボットの存在を全く気にせず、いつもどおりに働いている。

## 革新的アプリケーションによるモノづくりの革新

OMRON



(出所) 福井講師プレゼン資料

## CASE9 :

### 「パナソニックの家電事業と AI」

パナソニック アプライアンス社 技術本部

デジタルトランスフォーメーション開発センター 所長 大津隆史講師

#### <講演のポイント>

- ① 先駆的 IoT や知能化トライアルは中国立上げ、日本・世界へ展開が 1 つの有効策
- ② 開発・ものづくりではデザインによるリーディングがこれまでよりも更に重要
- ③ 今後の家電はアップデートを前提としたソフトセントリックなアーキテクチャへ

#### ■くらしアップデートは組織体制から

アプライアンス社は家電や空調などの事業を中心に扱っており、家電はテレビ、冷蔵庫、洗濯機、炊飯器から小さいドライヤーまで多種多様な製品を扱っており、その大半は BtoC 商品である。ただし、空調やデバイスなどでは BtoB の事業領域もカバーしている。

当社は製品分野に対峙する形で事業部があり、個別最適の事業部の横に技術や品質や製造という横軸があり、それにプラスして地域がある。特に家電は暮らしに根づいているので、地域ごとにお客様の感性やニーズが異なる。これまでのよう

に家電を単品で提供するには最適な体制だったが、IoT や AI を適用する上では全体を鳥瞰する必要が生じている。この事業部の形を変えることが、当社が掲げるスローガン「くらしアップデート」につながると考えている。

#### ■中国においてもデザインイン

中国であらゆるものづくりを展開しているが、地産地消型にシフトしており、上海には生活研究所とデザインセンターを開設し、中国での憧れの暮らしを商品仕様に反映させていく取り組みを行っている。その中で、かつて開発があり、次に商品企画があり、その下にインダストリアルデ

#### アプライアンス社の事業領域



(出所) パナソニック ウェブサイト

デザインがぶら下がっていたが、今はその流れが完全に逆転し、まず、デザインが先にきて、商品企画や技術はその次にくるという流れになっている。

### ■先進技術のトライアルは中国で

いずれにせよ、日本がマザー工場になっており、日本で開発された製品を中国へもっていき、そこで地域性を出すというのがこれまでのやり方であった。しかし、IoTに対する中国の人々の感覚は日本人とは全く異なる。中国はとにかく見てみよう、使ってみよう、そして止めるのも簡単である。一方、日本は何かしようとしてもがんじがらめでやりたいことがやりにくく、いったんやり出したら止めることも難しい。このような事情もあり、先鞭的なIoTやAIを用いた知能化のトライアルは中国でやるべきではないかと考えている。

圧倒的な14億の人口、7~8億人もいるネットユーザー、スマホの多さ、さらにスマホを活用した決済の凄さ。こういうものが、だんだんと当社の事業環境そのものにも影響し出している。製造においても、中国全体でエアコンは1.6億台生産されているのに対して日本は900万台しか生産していない。冷蔵庫も中国の9,000万台に対して日本は400万台とものづくりの物量もまるで違う。大量の人・金・デジタルデータがおのずと中国に集まっている現状がある。

### ■ユーザーエクスペリエンス重視の中国

シャオミのビジネスモデルに着目している。同社はユーザー体験を非常に重視し、すべてのプロセスにユーザーエクスペリエンスのデザイナーを登用している。ものづくりはODMであるが、ユーザー

起点で商品や部品はどうあるべきかを徹底的に考える。そしてオープンコミュニティをつくりシャオミのファンをインターネット上にたくさんつくった。

シャオミは携帯用のソフトウェア会社であったが、ソフトからハードやリアルの世界に下りてきて、スマホを中心に200種類ほどのシャオミブランドを展開するなど脅威的な存在となっている。

### ■アップデートで付加価値を高める

アップグレードとは、たとえばテレビが2Kから4K、4Kから8Kといった具合に機能アップしていくこと。一方、当社は住宅、空調、照明、家電と様々な暮らしを豊かにするラインナップを持っているので、お客様の暮らしの変化、先週と今週、昨日と今日、朝と晩といった細かい粒度に合わせて最適なチューニングを行うことができる。それを「くらしアップデート」と呼び、お客様に心地よい、気持ちよいといった価値を認めていただく世界を目指している。今までの商品単品売りの開発やそれに対する投下資本ではなく、商品を市場に出したら、それ以降のケアをしてどんどんアップデートしていく。これは事業構造自身が縦型ではなくなることを意味しており、それゆえに組織体制も見直していく必要がある。

パソコンはOSのようなインフラストラクチャーがあり、その基盤の上にソフトウェアでアップデートしていく。これからは家電も同様にソフトセントリックなアーキテクチャにしていく必要を感じている。くらしの総合プラットフォーム「HomeX」は「くらしアップデート」をお客様に提供するための基盤となるアーキテクチャである。

CASE10 :

「AI を活用できる組織を実現するために」  
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 委員

<講演のポイント>

- ① IT系とAI系のスキルには乖離があり、IT系人材が多い情報システム部門よりも、事業部門に近い経営企画部門の方がAI系スキルが高い傾向にある
- ② 経営者はAIと現場の利益相反の解消と出る杭人材の発見・活用に努めるべき

■AIの適用領域とその特徴

AIブームが起きているものの、フレーム問題（AIがどの範囲まで推論すればよいのかというフレームを適切に設定できないという問題で、あらかじめ人間がフレームを設定できた場合にのみAIが実用可能となる）は依然未解決のまま存在し、計算範囲がうやむやになってしまうところにはAIを使うことはできない。また、モラベックのパラドックス（知的な推論よりも簡単に思える人間の感覚運動スキルの置き換えの方がAIにとっては困難な課題であり、低コスト化も難しいというパラドックス）は現在も成立しており、高度な知的判断を必要とする銀行の与信業務よりも、工場における単純労働の方がAIにとっては難しい。この2つの問題が解決されない限り、汎用AIが実現することはない。

現在の機械学習の主要な論理は20年前にはすでに発見されていた。それにもかかわらずAIブームが巻き起こっているのはビッグデータの出現とコンピューティング能力の飛躍的な高まりによる計算コストの劇的な低下によるものであり、20年前に比べると概算で10万分の1にまでコストは低減している。理論を提唱した当時、現実的には計算は無理である

うと思われたものが、今日では簡単に計算できて実用化されてしまう。それがブームの背景にあり、AIの根本的なところは変わっていないため、今日のAIはフレームの定まったところで使うことになり、適用領域としては多くのユーザーにとって共通のフレームが存在するところのタスクに適用する「ユニバーサルAI」と、その都度のフレームを考慮してAIを構築する必要のあるタスクに適用する「カスタムAI」に大別できる。

「ユニバーサルAI」の具体例は音声認識、画像識別、自動運転などで、アルゴリズムがオープンソース化されていて、データと計算機さえあれば模倣可能であり、画期的なサービスで独占的な市場を形成することが難しい。したがってAI技術そのものよりも、不確実段階での先行投資判断や防衛のためのエコシステム形成といった経営判断がより問われてくる。

多くのユーザーにおいてフレーム設定が共通であるタスクのためにAIを活用する（ユニバーサルAI）

具体例	音声認識／画像識別／自動運転／自動診断
原理的な課題	データと計算機があれば誰でも模倣可能。ブラックボックスからの蒸留 <sup>1</sup> も可能。特許で保護されない。
原理的な対処方法	有望なAI適用領域をつぎつぎに発見・サービス投入・デファクトスタンダード化し、後発のAIサービス（防げない）に侵食されるまでの時間をできるだけ稼ぐ
良く使われる手段	AIモデルへのアクセス制限が可能なクラウドプラットフォーム上でのAI利用サービスの提供
経営的役割	不確実段階での先行投資、侵食からの防衛のためのエコシステム形成への投資、その後の継続的な改良への投資

AI技術やプラットフォームIT技術の優劣よりも、優れたアイデアの創出と投資判断を再現性高く繰り返せる能力の方が重要（⇒**テーマ2：新たな価値の創出**）<sup>5</sup>

「カスタム AI」の具体例は自社の工場における生産効率の向上や品質向上などで、その工場内特有の事情を考慮してフレームを設定し、AIを適用する。ただし、一部のところにしか適合できない条件でAIを活用することになるので、自社でスケール可能で投資対効果が見込めるかどうかが重要になるので、自社ビジネスに精通した人材が有望領域を探索する必要がある。そのため、有能な AI 人材によるデータサイエンス部門を設立し、現場部門を巻き込んだタスクフォースを立ち上げ、組織間の調整も行っていくところに経営がコミットできるかどうか問われてくる。

その都度フレームを考慮してAIを構築する必要のあるようなタスクのためにAIを活用する（カスタムAI）

具体例	生産効率向上／品質向上／生産コスト削減
原理的な課題	自社でスケール可能、または十分な改善余地があるものでないと十分な投資対効果を得られない。
原理的な対処方法	自社ビジネスをよく知ったAI人材が有望な領域を探索し、投資対効果を踏まえて推進する
良く使われる手段	AI人材によるデータサイエンス部門を設立し、現場部門を巻き込んだタスクフォース活動によって改善を行う
経営の役割	データサイエンス部門への投資、組織間の調整、AI人材の獲得、維持

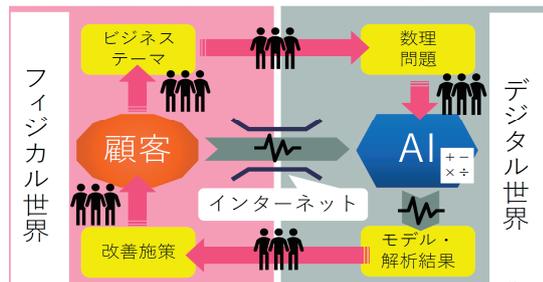
▶ AI人材の力量の高さやそれを生かせるタスクフォース活動が円滑に遂行できるかどうかのカギ  
 (⇒テーマ1：現場力の強化)

## ■「ヒト」はAIの傍観者ではなく主役

AIは自動的に全部問題を解くわけではなく、フィジカル世界とデジタル世界の両方の世界にアクセスできる能力を持つのは人しかいない。デジタル世界に閉ざされている AI というリソースを使えるかどうかの勝負は、まさに人の能力で決まってくる。

AIによる問題解決の原理

～両方の世界にアクセス可能な人間の存在が不可欠～



したがって、「AI vs.人」と捉えるのではなく、人はAIを使って問題解決サイクルを高速回転させる主役ととらえるべきである。

## ■IT人材とAI人材はスキルが異なる

一般的に、AIもIT技術の延長戦上にあると捉え、AIを担うのはIT人材ではないかと考えがちであるが、調査の結果、情報システム部門はAIに対して事業部門よりも後ろ向きであり、かつ、AIスキルはIT系の情報システム部門よりも、事業部門に近い経営企画部門の方が高いという結果が得られた。つまり、IT人材のスキルとAI人材のスキルには相関が低く、互換性もないことが判明し、IT系のスキルの高い人がAI系のスキルも高いという関係は成立しないことが明らかになった。

調査によると、AI人材は大学で専門教育を受けたというより、中学校以前からプログラミングをはじめ、有志によるコミュニティに参加するなど、仕事や就職に結びつくというモチベーションではなく、純粋に好きだからやっているところが大きく、いわゆる「出る杭」的な人材であることが伺えた。

## ■「出る杭」のAI人材を活かす経営を

経営者は出る杭である AI 人材を社内から発見し、すくい上げ、自走できる環境を整えることが必要である。しかし、現場の仕事に口を出すのが AI 人材の役割となるので、介入される現場からは抵抗を受けやすい。この現場での利益相反を解決できるのは経営層だけであり、経営の重要な役割となる。AI活用は技術の問題ではなく、経営及び組織設計の問題と捉えるべきなのである。

## 2. 中国におけるものづくりへの AI 活用の実態

序章で述べたように、本年度調査では中国における AI 活用の現状や脅威を取り上げることが目的の 1 つに置いている。そのため、研究会では 2018 年 9 月 19 日から 25 日にかけて中国現地調査（北京、上海、杭州）を実施し、現地の有識者や企業にインタビューを行った。ここではこの中国現地調査の結果に、研究会に招聘した講師による中国事情に関するプレゼンテーションの内容も加味して、①中国政府の AI 戦略への取り組み、②中国企業のものづくりへの AI 活用に向けた取り組み、という 2 点を中心に考察を行う。

### （1）中国政府の AI 戦略への取り組み

#### —AI 関連政策の状況—

中国政府は 2017 年 7 月に「次世代人工知能産業発展計画」（図表 1）を公表し、国際競争力強化のための主要戦略として AI 強化を打ち出した。この国家レベルの AI 促進計画は第 1 段階～第 3 段階に分かれており、最終ゴールの第 3 段階は 2030 年までに中国の AI 技術を世界最先端のレベルに引き上げ、AI 関連産業を 10 兆元（約 160 兆円）の市場規模に拡大させる目標を掲げている。そして、同じく 2017 年 11 月には国家発展改革委員会や科学技術部を中心に 15 部署からなる次世代 AI 発展計画推進弁公室を設置し、4 つの重点分野を定めて、その分野ごとに次世代 AI オープンイノベーションプラットフォームを定め、それぞれのプラットフォームの中核を担う企業にバイドゥ、アリババ、テンセント（以下、BAT）といった中国を代表する IT 企業を指定した。さらに翌 12 月には「次世代人工知能産業発展促進に関する三年行動計画」（2018-2020 年）（図表 2）を公表し、2020 年までの具体的なアクションプランを打ち出した。このアクションプランには、AI を応用した多数の製品やサービスを開発し、AI と実体経済の融合を図るという狙いがあるが、あわせてスマート製造の分野での深化も打ち出されている。そして、2018 年に入ると、AI の社会実装の強化ばかりではなく、AI の基礎理論やコア技術の開発を目的とするプロジェクト強化の姿勢もまた鮮明になった。

このように、中国政府は、2017 年に AI の国家戦略を打ち出してから矢継ぎ早に AI 関連施策を打ち出しているが、その政策の変遷をみると（図表 3）、2015 年から 2016 年にかけて、IoT/AI の発展を見据えた布石となる政策が打たれていることがわかる。2015 年には「中国製造 2025」や「インターネット+」でスマート製造やすべての産業における IoT 化の必要性を謳い、その後、2016 年には、すべての産業分野で AI を実装していくという方向性を打ち出している。実際、中国政府は国の産業発展のためには AI が必要不可欠であるとの認識を明確に打ち出すため、今日では「インターネット+」を「AI+」と言い換えている。

図表 1 「次世代人工知能産業発展計画」概要

期間		目標	産業規模
第 1 段階	2020 年	AI の全体的な技術と応用を世界先進レベルに引き上げ	1 兆元
第 2 段階	2025 年	基礎理論のブレークスルーを果たし、一部技術と応用を世界トップレベルに到達	5 兆元
第 3 段階	2030 年	理論、技術、応用のすべての分野で世界トップレベルに到達	10 兆元

**重点任務**

1. AI 基礎理論、汎用技術、イノベーションプラットフォーム、人材育成等のオープン協働の科技革新体系を構築
2. AI 関連ハード、ソフトウェア、ロボット、輸送機械、ウェアラブルデバイス、基幹部品など AI 新興産業の育成、製造業、農業、物流、商務、ホーム等における AI 応用による高度化、企業のスマート化改造、AI 生産企業、AI 革新基地の立ち上げを推進
3. 教育、医療、養老、政務処理、スマートシティ、交通、セキュリティ等における AI 応用を推進、社会管理を強化、レベルアップ
4. AI 研究開発分野で軍需と民用の協働提携を強化
5. 安全、高効率のインターネット、ビッグデータ、スーパーパソコンなど AI インフラの応用分野で軍需と民用の協働提携を強化
6. 次世代 AI プロジェクトの推進に I+N 方式をとり、I は基礎理論と汎用技術を中心とする重大プロジェクト、N は各種の政府計画に存在する AI 研究開発プロジェクトで、コア電子部品、高水準コアチップ、基幹ソフト、IC などの国家重点プロジェクトでの AI 搭載を推奨

(出所)「次世代人工知能産業発展計画」に基づき MUFG バンク 経済調査室が作成

図表 2 「次世代人工知能産業発展促進に関する三年行動計画(2018-2020 年)」

行動目標
スマート製品の育成、基礎分野のブレークスルー、スマート製造の深化、AI 産業を支える基盤の確立を通じ、2020 年までに多数の AI 製品でブレークスルーを実現、若干の重点分野で世界優位に立ち、AI と実体経済の融合を深化
重点任務
<p><b>【スマート製品育成】</b>            ※①スマートカー、②スマートサービスロボット、③スマート無人機、④医療映像診断システム、⑤ビデオ・画像による識別システム、⑥スマート音声交信システム、⑦スマート翻訳システム、⑧スマート家庭内製品</p> <p><b>【基礎分野のブレークスルー】</b>            ※①スマートセンサー、②ニューラルネットワークチップ、③オープンソース、オープンプラットフォーム</p> <p><b>【スマート製造の深化】</b>            ※①スマート製造の鍵となる技術・設備、②スマート製造の新モデル</p> <p><b>【AI 産業の下支え基盤システムの確立】</b>            ※①ディープラーニングのためのデータベース、②テストデータベース、③AI 標準体系、④評価体系、⑤安全保障体系、⑥スマートインターネット等のインフラ</p>

(出所)「次世代人工知能産業発展促進に関する十三行動計画 (2018-2020 年)」に基づき MUFG バンク 経済調査室が作成

図表 3 中国政府による AI 発展政策

2014 年まで、潜在的発展期		
2013 年 2 月 17 日	「IoT 秩序のある、健全な発展の推進に関する意見」	IoT の発展促進を中心に、センサー、コアチップ、スマートハードウェア、次世代 ICT 等を発展へ
2014 年 6 月 1 日	「国家積層回路産業推進綱要」	積層回路産業発展促進の方針と措置を打ち出す
2015 年～2016 年まで、AI をめぐる発展基盤が整備へ、AI 関連事業の快適な発展期		
2015 年 5 月 19 日	「中国製造 2025」	スマート製造の推進を中心に、高機能チップ、ニューラルネットワーク、クラウド、工業ロボットなどを発展
2015 年 7 月 5 日	「インターネット+を積極的に推進する行動に関する指導意見」	インターネットプラットフォームをもとに AI イノベーション公共サービスを提供、AI コア技術の突破を実現、AI のスマートホーム、スマートハードウェア、スマートカー、ロボット分野への普及応用を推進
2015 年 8 月 31 日	「ビッグデータの発展促進に関する行動要綱」	ビッグデータのインフラ整備、各分野でビッグデータの構築、ビッグデータ資源の整合と公開など、AI 技術を使い、データ処理能力と効率を向上
2016 年 4 月 27 日	「ロボット産業発展計画」(2016-2020 年)	次世代ロボットの技術発展方向として、AI、ディープラーニングなど先端技術研究開発を重点に展開
2016 年 5 月 18 日	「インターネット+人工知能三年行動実施方案」	AI 技術革新の牽引力を発揮させ、各分野におけるインターネット+関連の企業やイノベーションをサポートする。コア技術の突破に注力し、経済社会の幅広い分野での AI 応用を促進、AI 産業関連新興産業を育成
2016 年 7 月 28 日	「十三五国家科学技術革新計画」	科学技術の全体振興を図り、AI を次世代情報技術として、ビッグデータ駆動の AI 技術を発展、関連設備、ツール、プラットフォームを開発し、スマート産業を発展
2016 年 9 月	「スマート端末産業革新専門行動 (2016-2018)」	ウェアラブル、車載スマートデバイス、スマート医療診断設備、スマートサービスロボット、工業用スマート設備などを重点に発展
2016 年 11 月	「十三五国家戦略新興産業発展計画」	AI の発展、AI 産業エコシステムの育成、AI 各分野への応用普及を促進
2017 年以降、国家戦略として本格化		
2017 年 7 月 8 日	「次世代人工知能産業発展計画」	「AI 技術の発展により、経済社会分野のデジタル化、インターネット化からスマート化への進展が加速」「AI が未来をリードする戦略新興技術」「新たな産業革命の核心駆動力として世界各国が取り組み」「AI の発展に伴う就業、モラル、個人情報などへの挑戦に直面」「中国で AI を発展させる土壌が築きあげられている」
2017 年 11 月 1 日	次世代 AI オープン・イノベーションプラットフォーム	国家発展改革委員会、科学技術部、財政部、教育部、工信部、中国科学院等の 15 部署が次世代 AI 発展計画推進弁公室を設立、第 1 陣の次世代 AI オープンイノベーションプラットフォームを 4 つ指定
2017 年 12 月 13 日	「次世代人工知能産業発展促進に関する三年行動計画」(2018-2020 年)	AI 発展が新段階に入り、スマート化が技術と産業発展の方向として顕著な牽引効果があり他分野の技術進歩もリードしており、中国の実体経済の振興、製造強国及びネット強国建設など産業高度化の新たなエンジンとして期待されている 「次世代 AI 発展計画」の第一段階である 2020 年までの目標達成に向けての 3 年計画
2018 年 9 月 6 日	「次世代人工知能重大プロジェクト申請指南」	基礎理論、コア技術、AI コアチップが中心

(出所) MUFG バンク (中国) 有限公司 中国調査室が公開資料に基づき作成

日本で IoT が着目されるようになったのは 2014 年頃からであり、中国が IoT を政策上重視し始めた頃とタイミングはほぼ同じといえる。ただし、当時はドイツの Industrie 4.0 や米国の IIC (Industrial Internet Consortium) の動き、先進国への製造業回帰といったトレンドもあって欧米のスマート製造への取り組みばかりが注目され、中国の動向はあまり顧みられていなかった。「中国製造 2025」は日本でも話題となったが、労働集約型産業から高付加価値産業への転換、という受け止め方にとどまっていたように思われる。

中国政府は、「中国製造 2025」から 2 か月後に「インターネット+」を打ち出しているが、この政策はすべてのものがネットワークにつながる産業社会を端的に言い表している。つまり、技術開発からの発想ではなく、すべてがネットワークにつながる社会像を描き、その社会を実現するために必要な施策を打ち出している。今日では「AI+」と言い換えているように、産業社会のすべてにおいて AI 実装が当たり前になる世の中を展望しており、まさに「AI と実体経済の融合の深化」を目指していると言える。

- ✓ 中国政府は国の産業発展のためには AI が必要不可欠との認識を明確に打ち出し、去年からは「AI+」と言い換えている。特に、次世代の AI 研究だけではなく、いかにこの技術を使うかに重点が置かれている。少子高齢化が急速に進展していることもプッシュ要因であるが、これまでの工業革命の技術に AI が匹敵するとの認識があり、AI を次世代産業の革命の動力としてみている。
- ✓ 中国が進んでいるのは AI の活用や応用であって、基礎研究は遅れている。AI の研究者やスタートアップ企業の起業家も米国からの帰国者が中心であり、AI チップも米国に依存している。米国との通商問題を受けて、中国政府は大規模積層回路に関する政策を重視していくと思われる。

(中国調査における現地有識者へのインタビューより)

## — 地方政府の AI 振興策 —

2017 年 7 月に「次世代人工知能産業発展計画」が発表され、その年の 12 月にかけて次々と AI の国家戦略に関する計画が公表されたこともあり、中央政府の呼びかけに呼応する形で、地方政府も相次いで AI 振興策を公表している (図表 4)。

このうち、ここではものづくりの拠点として知られる広東省の取り組みに着目したい。深圳や東莞などを擁する広東省は来料加工で発展してきた経緯もあり、製造業の集積が進んでいる。特に、中国が 1978 年に改革・開放路線に転じて以来、経済特区に指定された深圳は海外からの投資を積極的に受け入れて急速な経済発展を遂げ、深圳を中心とする華南地域は世界の工場と言われてきた。当初は中国各地から無尽蔵と言われる豊富な労働者を受け入れ、労働集約的な工場を誘致してきたが、その後の人件費の高騰もあって労働集約産業が存在する意義が失われ、産業高度化に向けた産業構造の転換を進めてきた結果、現在はロボット産業などの集積も進み、今では深圳はも

のづくり系のベンチャー企業などを多数輩出する中国のイノベーション拠点として世界的に知られるようになった。BATの1つであるテンセントは深圳発祥の企業であり、深圳ではテンセントのバックアップを受けた多数のベンチャー企業が活躍している。広東省はさらなる製造業の高度化のための仕上げとして AI 技術を導入する支援策を打ち出しており、全国でも AI への取り組みをリードする存在になっている。

図表 4 中国の地方政府が打ち出した AI 発展計画(一部)

地方	公布期日	政策
江蘇省	2018年5月	「次世代人工知能の加速発展に関する実施意見」
広東省	2018年3月	「広東省次世代人工知能発展計画(2018-2030年)」
福建省	2018年3月	「次世代人工知能の加速発展に関する実施意見」
四川省	2018年3月	「四川省次世代人工知能発展実施方案(2018-2022年)」
河北省	2018年2月	「河北省戦略新興産業発展三年行動計画」
黒竜江省	2018年2月	「黒竜江省人工知能産業三年専門行動計画(2018-2020年)」
天津市	2018年1月	「天津市人工知能科学技術革新専門行動」
遼寧省	2018年1月	「遼寧省次世代人工知能発展計画」
北京市	2017年12月	「北京市科学技術革新の加速、人工知能産業の育成に関する指導意見」
	2017年9月	「中関村国家自主革新モデル区人工知能産業育成行動計画(2017-2020年)」
吉林省	2017年12月	「次世代人工知能産業発展計画の徹底実施に関する意見」
上海市	2017年11月	「上海市次世代人工知能産業発展に関する実施意見」
	2018年9月	「上海市の人工知能の高品質発展の加速促進に関する実施弁法」
湖北省	2017年11月	「東湖ハイテク技術区次世代人工知能産業計画」
重慶市	2017年11月	「人工知能重大専門プロジェクト報告会」
江西省	2017年10月	「人工知能とスマート製造発展の加速推進に関する若干実施意見」
貴州省	2017年9月	「知能貴州の発展計画(2017-2020年)」
	2016年2月	「貴州省インターネット+人工知能専門行動計画」
安徽省	2017年8月	「安徽省人工知能産業発展計画(2017-2025年)」

(出所) MUFG バンク (中国) 有限公司 中国調査室が公開資料に基づき作成

広東省の次世代人工知能発展計画のうち、「スマート製造」にかかる計画をみると(図表5)、製造業の集積地といった特性を反映してか、AI技術を活用した製品・サービスの開発だけではなく、工場の生産プロセスにも適用していく方向が標榜されている。さらに、広東省内のスマート製造基地には、ドイツのスマート工場の導入を前提としている地域も少なくなく、中国のスマート製造にドイツの影響が及んでいることがうかがえる。スマート製造を「研究開発から設計・生産、メンテナンスまでのサプライチェーンの最適化」と捉えている点は、ドイツの Industrie 4.0 や日本の Connected Industries と同様である。

図表5 広東省次世代人工知能発展計画における「スマート製造」

AI技術における実用分野の拡大	
AI技術における実用分野の拡大として「スマート製造」「スマートホーム」「スマート医療」を重点応用領域とし、ロボット、ウェアラブルデバイス、無人運転交通機関、交通システム、金融、セキュリティ、農業など15分野の応用拡大を目指している。	
スマート製造の内容	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ スマート製造の分野において、インテリジェンス、パターン認識、インテリジェント制御、行動分析やイベント認識などAI技術の活用により、CNC旋盤、産業用知能ロボット、自動センシング・コントロール、自動検出・組立などのスマート設備の安全性と実用性を向上</li> <li>✓ スマート生産ライン、スマート工場、無人工場を建設し、自動化と効率性の高い生産を实践</li> <li>✓ ビッグデータ、ディープラーニングなどの技術を利用し、スマート製造が研究開発と設計・生産運営・遠隔操作とメンテナンス・サプライチェーン管理において、最適化された管理プロセスを確立</li> <li>✓ 各地にスマート製造基地を建設</li> </ul>	
地域	スマート製造基地
広州	・ ロボット、スマート設備の産業核心地域
珠海	・ AI搭載ハイエンド医療機器、プリント基板を中心とする広東省スマート製造モデル基地 ・ 無人船、無人ボートのイノベーション基地・産業基地
佛山	・ 中国・ドイツ工業サービス園區 ・ スマート製造モデル基地
順徳	・ 国家スマート製造モデル基地 ・ 広東省ロボット産業発展モデル区
東莞	・ 国家スマート製造モデル基地
揭陽	・ ドイツ先進技術利用拡大推進センター ・ ドイツ先進設備国産化センター
清遠	・ 清遠国家ハイテク区 ・ 広州(清遠)産業移転工業園區佛岡拡大エリア・湯塘エリア
湛江	・ 湛江国家ハイテク区 ・ 湛江海東ハイテク区

(出所) MUFG バンク 香港支店アドバイザー室が公開資料に基づき作成

## —AI 関連分野におけるパフォーマンス—

AI 関連分野における中国のパフォーマンスは世界的にみて米国を凌ぐレベルに高まっており（図表 6）、現在の米中貿易摩擦の背景には中国における AI の急速な発展があるとの指摘もある。これまで AI の技術や人材といったリソースを米国に依存してきた中国は、海外依存を脱却すべく、人材が豊富な大学や国の研究機関における研究開発に力を入れている。また、様々な学会が人工知能をテーマにこぞって中国で会合を開くことで、中国が AI 研究の中心としての「場」を形成しつつあるとの見方もされている。

図表 6 AI 関連分野でのパフォーマンス

<b>AI 分野への資金流入</b>
2013 年～2018 年 3 月まで：AI 分野への資金投入全体の 60%は中国へ
<b>AI 関連研究論文数、引用数</b>
2017 年、中国の AI 研究論文数は全世界の 27.8%、米国は 24.4% 引用数上位論文の中で、中国は 2349 篇、うち全 AI 研究論文に占めるシェアは 2.01%、 米国は 2241 篇で 1.94%
<b>世界の AI 関連企業数</b>
2018 年 6 月時点、全体：4925 社、米国：2028 社、中国：1011 社 トップ 20 社のうち、米国 9 社、中国 4 社
<b>市場規模</b>
2017 年の中国の AI 市場規模は 237 億ドル、67%増（2018 年は 75%増の 416 億ドル見込）うち、コンピュータビジョン 34.9%、音声認識 24.8%、自然言語処理 21.0%、アルゴリズム 8.0%、スマート端末 11.3%
<b>AI 製品</b>
<p>&lt;ロボット&gt; 2017 年の工業ロボットの販売額：500 億ドル、38 万台 中国：34 億ドル、13.8 万台</p> <p>&lt;AI スピーカー&gt; 2017 年の市場規模：11.5 億ドル、2021 年は 35.2 億ドルに増加見込 2018 年 Q1 の市場シェア： アマゾン 36.2%、グーグル 27.7%、アリババ 11.8%、小米 7.0%</p> <p>&lt;ドローン&gt; 2018 年のドローン生産台数は 313 万台、市場規模は 73 億ドル見込 うち、DJI の市場シェアは 50%以上</p>

（出所）清華大学中国科学技術政策研究センター「中国人工知能報告 2018」  
に基づき MUFG バンク（中国）有限公司 中国調査室が作成

- ✓ 中国の AI 技術や人材は清華大学、中国科学技術大学、中国科学院といった大学や研究所にリソースがあり、中でも中国科学院が論文発表数、特許数が最も多い。中国科学院は全国各地に分院があり、人材も豊富。スタートアップ企業をみても、中国科学院傘下のものが多い。たとえば、重慶、瀋陽などにも中国科学院傘下の分院があって、そこに由来するスタートアップ企業が生まれている。
- ✓ 中国は「場」をつくる力がある。アカデミアの学会があちらこちらで開催されており、人工知能に関するものも非常に多い。場を提供し続ければ、自ずと中国がその中心になっていく。
- ✓ 中国科学院のミッションの1つは、AIをトピックスとしたプラットフォームを構築すること。このプラットフォームは海外ともつながろうとしており、英国、カナダ、オーストラリア、ニュージーランドなどの研究者を訪問しており、現在は日本や EU、米国、ドイツなどについても調査を行っている。

(中国調査における現地有識者へのインタビューより)

## —プラットフォームへの支援—

中国には米国の GAF A に相当する巨大な IT プラットフォーマーとして BAT が存在し、そこが日本やドイツにはない強みとなっている。中国政府は BAT のような IT プラットフォーマーを支援することで、中国のデジタル革命を後押ししている。上述の通り「次世代人工知能産業発展計画」において BAT が次世代オープンイノベーションプラットフォームに認定された背景にも（図表 7）、そのような意図があると指摘されている。実際、BAT などのハイテク大手を中心に AI の研究開発や社会実装が展開されており、BAT は数多くの AI 企業に出資するなど AI インキュベーションとしての役割を果たしている。

AI のようなハイテクで技術革新のスピードが速い領域は、政府が直接支援するのではなく、IT プラットフォーマーに主導権を渡してデジタルイゼーションを進めた方が合理的である。BAT が提供する効率の良い社会インフラが非効率な国営企業改革につながり、なおかつ、BAT からの出資が先鋭的な AI ベンチャーの数多くの輩出につながれば、結果的に産業構造の転換を迅速に進めることができるからである。

個人情報保護や規制が緩い中国では、まずは IT プラットフォーマーに先行して動いてもらい、後から政府が規制やルールで網をかけていくことが可能であり、官民が Win-Win となるスキームが出来上がっている。とはいえ、これだけ壮大な社会実験を進めることができるのは、中国政府が基本的にはすべてをコントロールできる体制が整っているからであり、他国が同様の政策をとることは難しい。

なお、「次世代人工知能産業発展計画」を策定した中国科技院は、2018 年は「Brain Science」に重点を置いてきたが、2019 年は「Industry Manufacturing」に重点を置く方針を打ち出しており、今後、中国においては AI の利活用の主戦場が今まで以上にものづくりそのものへとシフトしていく可能性が高まっている。

図表 7 中国政府は AI 重点 4 分野の中核を担う IT 企業を選定  
(中国政府が BAT に託した次世代 AI オープンイノベーションプラットフォーム)

重点分野	委託先	概要
自動運転	バイドゥ	2017 年 4 月にアポロ計画始動、7 月には米フォード・モーター、独ダイムラー、米インテルなど自動車や IT の世界大手企業約 50 社が参画、2020 年までに完全自動運転を目指す
スマートシティ	アリババ	都市大脳：交通、エネルギー、水道などの基礎施設や公共インフラを数値化し、都市を AI 化
医療映像	テンセント	AI を活用し多角的な神経システムの病理診断だけでなく、病院と提携し、過去の病理診断データや医者ネットワークも利用
音声認識	アイフライテック	音声認識最大手で、MIT が選定する 2017 年グローバルスマート企業トップ 50 の中でアリババやテンセントを上回る 6 位にランキング

(出所) MUFG バンク経済調査室 中国科学技術部資料等より作成

- ✓ 日本やドイツと違い、中国はインダストリーのシミュレーションをやるようなことは手掛けていないとみている。ただ、彼らは潤沢な資金があり、エコシステムをつくるのが可能だ。すでに海外の製造企業も巻き込んだコンソーシアムをつくり始めている。
- ✓ 中国政府はアリババやテンセントといった IT 企業の支援を通してスタートアップ企業を間接的に支援することになる。IT 企業はスタートアップ企業に出資したり、ビジネスツールを提供したりと、非常に重要な役割を果たしている。
- ✓ 政府→BAT→スタートアップ企業という流れがあり、中国政府は IT 企業に 4 つの分野のプラットフォームを託し、資金も出している。
- ✓ 資金力は BAT といった IT 企業が強く、インターネット技術とデータの備蓄が豊富。ここが活発に AI 技術を開発しており、スタートアップ企業にも出資している。
- ✓ 米国の GAF A に比べると、アリババやテンセントのプラットフォームは、まだ決済にとどまっている。GAF A の Amazon はもっと幅広いプラットフォームを構築しつつあり、アリババのグローバル化が今後の課題となろう。

(中国調査における現地有識者へのインタビューより)

## （２）中国企業の IoT/AI 活用の取り組み

### ①製造業への AI 活用の実態

#### —現時点では製造現場への AI 活用は限定的—

中国の製造業への AI 活用の実態については、賃金上昇への対応や品質向上を目的に、自動化や無人化を目指す取り組みは進んでいても、「製造プロセスを中心とするものづくりの現場への AI の活用はそれほど進んでいない」という識者の意見が多かった。また、自動車のパワートレインに関するインテリジェントな自動化ラインを手がける現地のラインビルダーからも「ドイツをはじめとする海外の展示会にも参加しているが、製造プロセスにおいて画期的な成果を上げるような AI 活用事例はほとんど見受けられない」といった意見が聞かれた。このように、中国においては AI 搭載の製品開発や自動運転、物流、流通（小売り等）などにおける AI の社会実装は進んでいるものの、「製造現場」での AI 活用はそれほど進展していないように見受けられる。

ただし、前述したように広東省のような製造業の集積地では、製造現場への AI 活用を「スマート製造」の中で明確に掲げており、今後短期間のうちに状況が大きく変わっていく可能性もある。

✓ 中国企業の多くは Industrie 2.0、3.0 のレベルにとどまっている。Industrie 4.0 は重要なトピックスとなっているが、それを普及させる戦略は、実際のところ簡単ではない。

✓ ロボットを投入することで工場の無人化は進んでいくが、最も人手がかかるのはサプライチェーンの末端の部分で、そこにはまだ多くの人働いている。

（中国調査における現地有識者へのインタビューより）

✓ AI の製造業への活用はまだ限定的である。社会へのインパクトと比べて、製造業へのインパクトは弱い。海外展示会にも参加して様々なデモンストレーションをみているが、GE、シーメンス、ボッシュ、IBM などの大手企業ですら品質、生産性、コストといった要素において、AI が費用対効果に見合うインパクトを挙げているケースはほとんどない。

（中国製造企業へのインタビューより）

#### —自前開発にこだわらず、必要な AI 関連技術は外部調達—

また、中国企業は出口志向が強く、どうつくるか (How) よりも何をつくるか (What) に重点を置いているため、ゴールに向けて必要とする技術や足りない技術が明確化しやすい。そして、変化のスピードへの対応を重視するため自前主義にはこだわらず、技術は外部から調達すればよいとの割り切りがある。たとえば電池材料のように日本が進んでいる領域は資金力があるので必要に応じて M&A で調達すればよいと考えられ

ている。とはいえ、技術は外部から調達できたとしても、それを実際の生産ラインで良品としてつくりあげていくには、ハイテクであるほど技能が問われる部分もあり、そこに日本人のベテラン技術者や技能者への根強いニーズが存在している。

AI 関連技術についても同様で、自前主義への拘りは少なく、海外の AI コンポーネントについて徹底した性能・機能比較を行い、かつ、その PDCA を猛烈なスピードで回すことで、絶えずベストな AI コンポーネントの組み合わせを製品に搭載しているという。

- ✓ AI コンポーネントについても、自前で開発するよりも、海外から既存のコンポーネントを調達してインテグレーションするところに付加価値を見出しており、複数の AI コンポーネントを 3~4 つ同時に評価して、これでやると決めたら 1 か月後には製品が出来上がってくるスピード感で動いている。しかも、その半年後の普及型の製品に必ずしもそのコンポーネントが搭載されるとは限らず、その後もタイミング、タイミングで再評価する意思決定のしぐみが働いている。(梅木講師)

#### —マーケットや消費者からの要請が IoT/AI 化を加速—

キャッシュレス化が進む中国では、人々の生活すべてがスマホのアプリを利用することが前提となりつつあり、その中にもものづくりも位置付けられている。たとえば、ネットショッピングが日常的な購買行動として根付いている中国では、EC サイトで商品を取り扱ってもらうためにも Wi-Fi でネットにつながり、アプリで操作できるような製品開発に迫られるようになってきている。個人情報取得されることへの拒否反応が少ない中国では、ネットに接続することへの抵抗感はなく、むしろ利用目的以前に「Wi-Fi 対応＝高機能商品」として評価する傾向がある。

中国へ進出した日本企業も同様であり、パナソニック アプライアンス社は温水洗浄便座の全量を中国の杭州で生産しているが、現在では開発も日本モデルをベースとせず、中国市場の特徴に合わせて現地で行われている。たとえば、日本では販売していない Wi-Fi 搭載の温水洗浄便座は、座るたびにバイタルデータ（体脂肪、基礎代謝、尿成分など）を計測でき、高齢の親の健康管理や見守り機能として子供夫婦が購入するケースが増えているといい、バイタルデータによる診断結果は子供が持つスマホのアプリに送信されるので、親がスマホを操作できなくても問題ないという。ネット対応の製品に関しては日本よりも中国の消費者の方が感度は高いため、今後、パナソニックでは中国でネット家電等を開発し、日本をはじめとする世界市場へ展開していく戦略をとろうとしており、日本モデルを世界展開してきたこれまでの方針を大きく転換させつつある。

## ②アリババの動向

中国には製造業向けのプラットフォームに特化したものは存在しないと言われてきたが、アリババがその現状を大きく変えていく可能性を秘めている。2018年9月にアリババが本拠地の杭州で4日間にわたり開催した「雲栖大会（The Computing Conference）」の初日挨拶でジャック・マー会長が「ニューマニュファクチャリング戦略」を打ち出したからである。

ニューマニュファクチャリングとは、「大量生産、大量消費に基づく製造主導の伝統的な製造業が終焉を迎え、これからは消費者ニーズに基づくデータ駆動型製造業になること」を意味している。これまで指摘されてきたマスカスタマイゼーションと本質的には同じであるが、クラウドコンピューティング、IoT、AI、そして5Gへの移行といった条件が揃った段階で、一気に現実的なものへと移行していく可能性が高い。そして、製造業がニューマニュファクチャリングを宣言するのではなく、アリババというITプラットフォーマーが宣言しているところが既存の製造業にとっての脅威になる。

アリババは天猫という巨大なECコマースを運営しているだけでなく、オフラインとオンラインが融合したニューリテール戦略を展開し、電子決済システム（アリペイ）でも中国のデファクトスタンダード化しているなど消費者サイドをしっかりと掴んでいる。さらに、中国政府からはスマートシティという壮大な国家プロジェクトを任せられ、2018年9月の雲栖大会でも都市のAI化に向けた大がかりなデモンストレーションを展開し、注目を集めていた。そして、スマート製造ではSAPやシーメンスといったドイツ企業との戦略的提携を前面にアピールし、製造業のプラットフォームとしての売り込みに力を入れていた。実際、アリババのクラウドのデータの約4分の1は、すでに製造業から預かったデータで占められているという。

バリューチェーンの最適解を競い合う中で、アリババのようなITプラットフォーマーはより広範なバリューチェーンの最適化を図ることが可能であり、今後もその動向を注意深く見守る必要がある。

- ✓ Eコマース出身のアリババがクラウドビジネスに大々的に入り込み、製造系に参入しようとしている。テンセントなども含めて、中国にAmazonに匹敵するような複数のプラットフォーマーが生まれ、製造業に参入してくるのは脅威である。中国はプラットフォーマーがいることを前提にAIが進展している。（尾木委員）
- ✓ 日本のファナックや三菱電機といったレイヤーではなく、中国はアリババやテンセントのようなITレイヤーからものづくり系においてくる方が脅威に感じており、（ITレイヤーのプラットフォーマーがいない）ドイツやフランスも同じような感覚を持っている。（研究会オブザーバー）

### (3) 中国の動向のまとめ

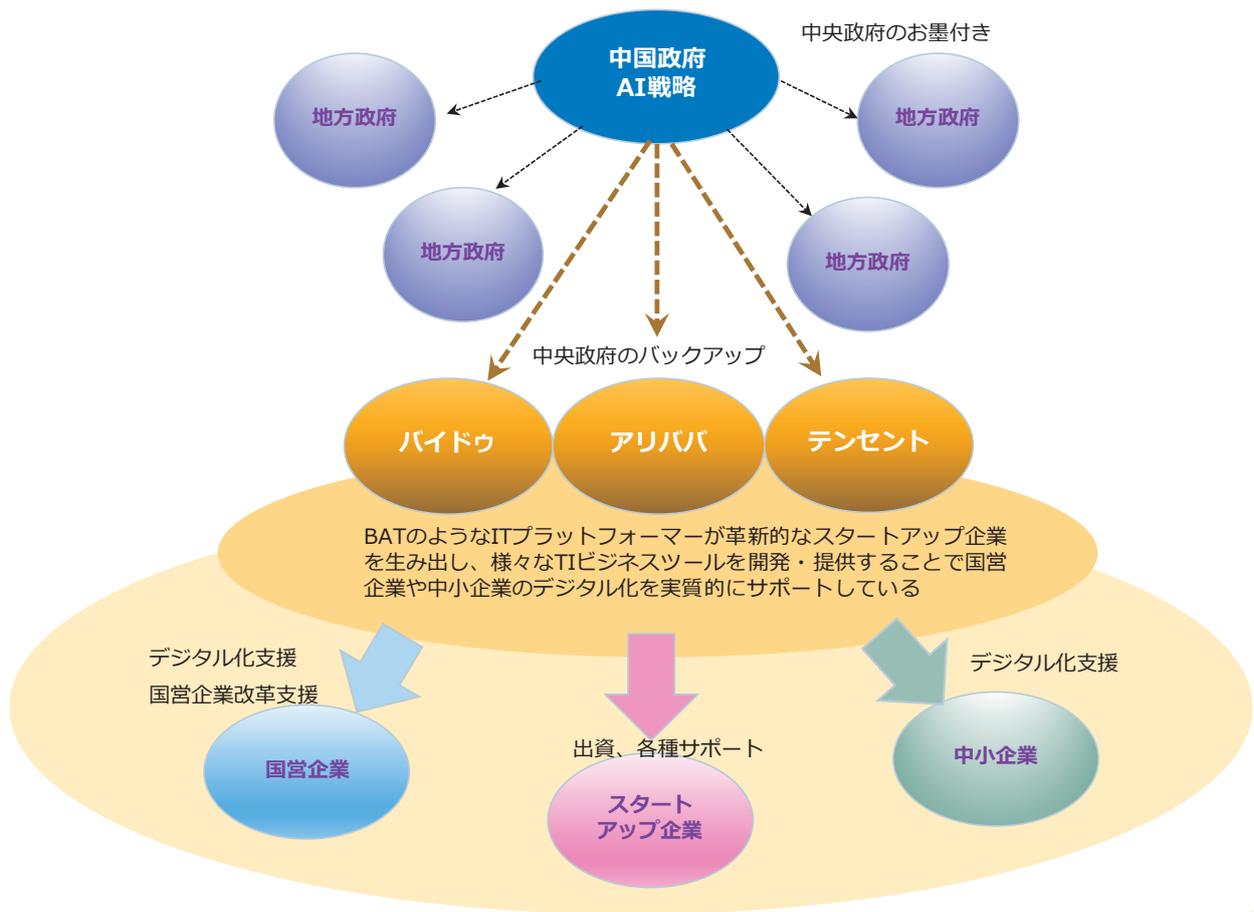
以上みてきたように、中国政府は 2015 年頃より IoT/AI 戦略に着手し、2017 年には国際競争力強化のための主要戦略として AI 強化を明確に打ち出した。中央政府の AI 戦略を受けて、2017 年以降は北京や上海といった主要都市のみならず、中国全土で地方政府主導の AI イノベーションが活発化している。国情が異なるため、中国政府の AI 戦略のような強力なトップダウンによる産業政策を日本が採ることは現実的ではないが、中国のケースは、国の明確なビジョンに基づく政策や制度設計が AI の社会実装を後押しすることを示唆している。

なお、中国における AI の社会実装は、AI を活用した製造プロセス改革ではなく、AI を搭載した製品やサービスの開発や普及、AI を活用した物流改革や流通改革が中心となっている。中国企業は AI のコンポーネント技術は自前開発にこだわらず、必要に応じて外部からスピーディに調達する。そして、IoT や AI といった新しい技術に保守的な日本の消費者とは異なり、中国の消費者は用途にかかわらず Wi-Fi でネットにつながる点を重視しており、こうしたマーケットからの要請も中国における AI の社会実装を加速させている。

その中で注目されるのは、やはり中国政府と BAT との関係である。中国政府は自動運転、スマートシティ、医療映像、音声認識の AI オープンイノベーションプラットフォームを BAT に託し、BAT の支援を通して中国のイノベーションや AI 社会実装を加速させている。実際、中央政府が直接支援をするより、BAT がスタートアップ企業に出資したり、様々なビジネスツールを開発したりすることで国営企業や中小企業のデジタル化を支援する方が効率的と考えられている。事実、中国政府の狙いどおり、BAT は猛烈な勢いで中国全土のデジタル化を牽引しており、革新的なスタートアップを多数輩出し、様々なデジタルプラットフォームやデジタルインフラの提供により、中小企業支援や国営企業改革に一定の役割を果たしている。特に、今日では上海に加えて、バイドゥの本拠地である北京、アリババの本拠地である杭州、テンセントの本拠地である深圳の 4 都市が、中国のみならず、シリコンバレーに匹敵する世界のスタートアップ・ハブとして存在感を高めている。

さらに、政府の側からは「次世代人工知能産業発展計画」を策定した中国科技院が 2019 年には「Industry Manufacturing」に重点を置くことを明言し、企業の側からはアリババが 2018 年 9 月の雲栖大会でニューマニファクチャリングを宣言するなど、2019 年には「製造業×AI」に向けてさらに大きく動く可能性を秘めている。

特にアリババの動向には注意が必要であり、すでに、アリババのクラウドを利用している製造業は数十万社にのぼり、同社のクラウドのデータの 4 分の 1 は製造業によって占められているという。シーメンスや SAP との戦略的な提携を通じて、今後も製造業との取引拡大を図っていくとみられ、すでに日本の大手企業はもちろん、中小製造業へも同社のクラウド活用を働きかけている。



---

---

## 第2章 我が国ものづくりにおけるAI活用の実態

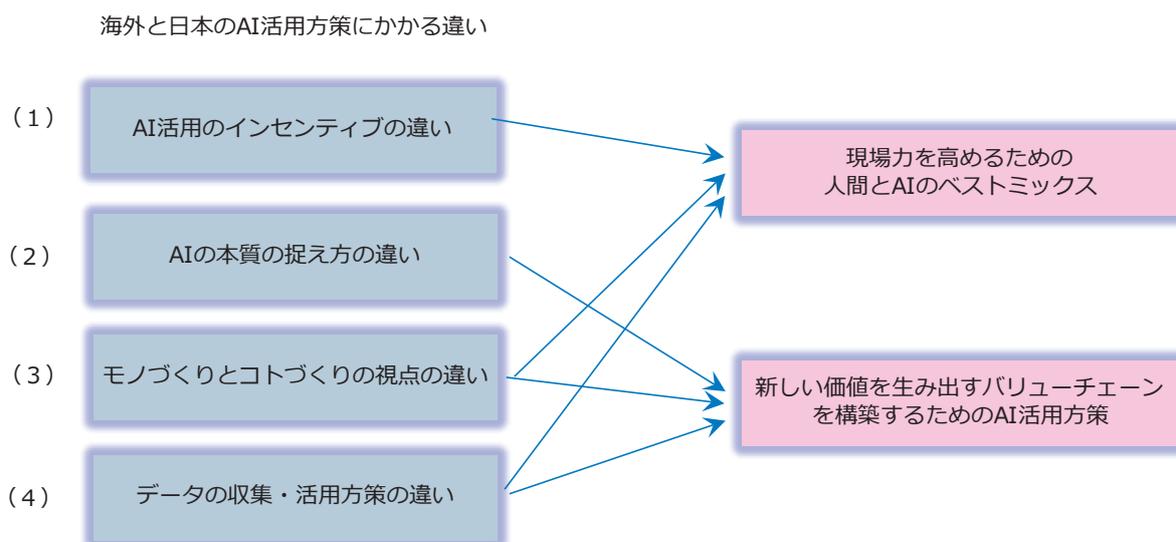
---

---

本章では、前章で取り上げたケーススタディや中国の動向を踏まえて、中国を含む「海外と日本のAI活用方策にかかる違い」を整理し、そのうえで、「現場力を高めるための人間とAIのベストミックス」と「新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するためのAI活用方策」の実態分析を行う。

### 1. 海外と日本のAI活用方策にかかる違い

海外と日本のAI活用方策にかかる違いの特徴については、下図に示す(1)~(4)の4本の柱を抽出した。それぞれの違いは、次節で今回の調査の論点である「現場力を高めるための人間とAIのベストミックス」と「新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するためのAI活用方策」を検討する際のポイントにもなっている。



#### (1) AI活用のインセンティブの違い

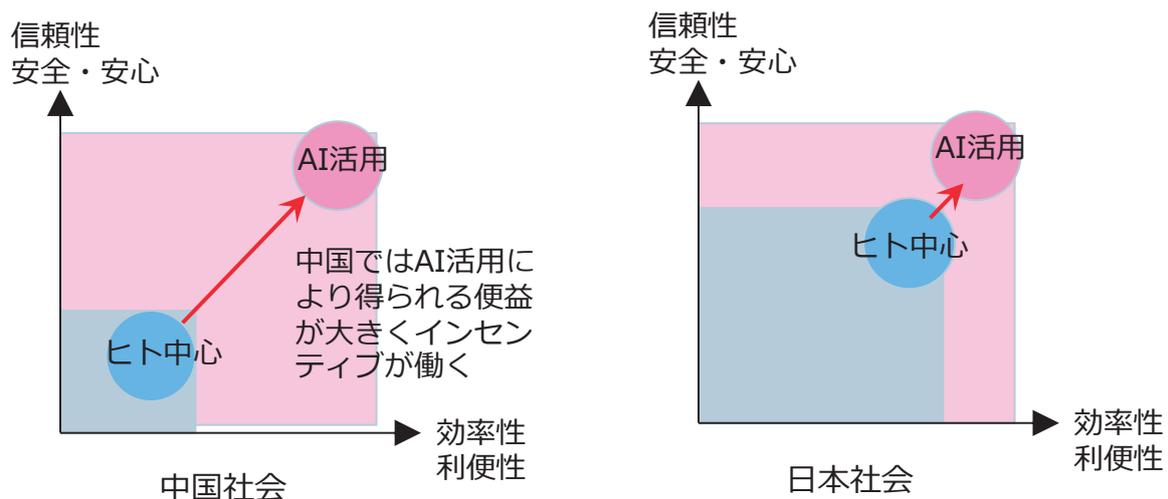
中国の機械化・自動化のインセンティブは人員削減によるコストダウン以上に、人への信頼が低いため、人を排除することで品質向上を図るところにある。AIの活用についても同様で、人が判断するよりはAIの判断の方が信用できる、不正が排除できると考えられている。

また、中国ではコンビニの入店やホテルのチェックインなど、あらゆる場面で顔認証が導入されつつあるが、個人情報保護が弱いゆえに社会に浸透していくというより

も、モニタリングされている方が安全・安心だと中国国民が感じているところがある。信用や安全が足りていないところは AI を活用すれば効率的に補えると考えるので、アリババがニューリテール戦略の一環で推進している AI コンビニに関心が集まり、決済はもちろん、すべてがスマホで完結できるよう AI の社会実装が猛烈な勢いで浸透しつつある。

このように、あらゆるデータが吸い上げられていたとしても、それにかかる不安や懸念を上回る利便性や効率性が享受できるのであればよしとみなしている。人への信用が低く、効率性が低かった中国社会においては、データや AI を活用して得られる便益の方が、データを取られることへの抵抗感をはるかに上回っている。したがって、AI のような技術導入への拒否反応は少ない。ただ一方で、そもそも人には依存しない仕組みの構築を目指しているため、「人間と AI とはどう協働すべきか」という前提には立ちにくいところがある。

一方、日本は現場作業者の力量が高く、カイゼン活動もあって「考える現場」になっている。工場から人を排除した方が品質は上がるとは考えず、むしろ人あつての現場力と考えている。社会生活においても同様で、治安がよく、すでに効率的な社会インフラが全国に均等にいきわたっている日本においては、顔認証によって安全・安心や効率性を享受したいとは考えにくく、おもてなしの精神で質の高いサービスを受けられているので、IoT/AI を駆使した効率的ではあるが無機質なサービスへの置き換えは進みにくい。このように、現場や社会に AI を導入することでどのようなメリットが得られるのかという費用対効果が明確にならなければ、導入が進みにくいところがあり、AI を活用する際には、AI の技術以上に経営の判断が重要となる。



ただし、研究会では「AIはいまだ不完全な技術であり、AIで現場を代替しようとする海外に対して、日本の「考える現場」がAIと協働することは大きな競争力になるとの考えも示された。工場の自動化においても、日本では人と協働するロボットの開発が積極的に進められてきた経緯があり、AIの得意分野と不得意分野を見極めた上で、「人間とAIの協働」に取り組む素地は海外よりも高いといえる。

- ✓ 中国企業が機械化する最大の理由は、人間がやるよりも自動化した方が品質を上げることができるからである。人よりも機械を信用するため、デジタル化に頼る傾向があり、ある意味安心を買うようなものなのでデジタル化に抵抗がない。(梅木講師)
- ✓ 欧米と日本では人とシステムの関係の違いが大きい。欧米では現場の人というのはシステムの一部とみなすが、日本ではシステムは現場の人の武器になると考える。(成田講師)
- ✓ 欧米の工場IoTの動機を見ると、その使い方が人の能力をAIに置きかえようという取り組みに感じる。端的に言うと、人の能力に依存しない仕組みの構築が目的であり、現場の力を強くするというよりも、現場の力が弱くても機械がちゃんと支援できる仕組みをつくらうとしている。(成田講師)
- ✓ 海外は現場による改善意欲が弱いため、AIを導入すると改善する余地が大きく、これがAIの導入を推進するのではないかと考えられる。ただ、もしそうだとすると、AIはまだ不完全な技術故に、この改善には限界がある。AIだけに依存した改善は、日本のような現場人材とAI人材が協力しながら改善するというものにはかなわないだろうと考えている。(池田委員)

## (2) AIの本質の捉え方の違い

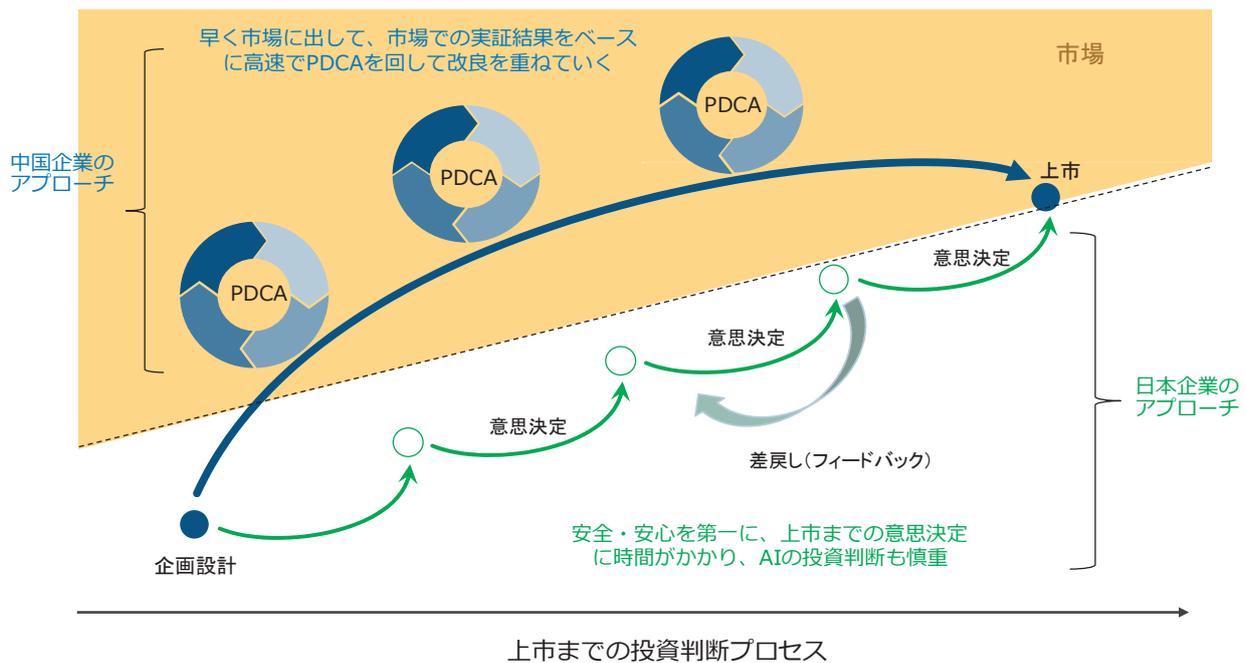
日本企業と海外企業の経営の意思決定のスピードの違いは従前から指摘されてきたことであるが、AIの投資判断をめぐるスピードの違いはより顕著化しており、その背景には海外と日本の経営者のAIの本質の捉え方の違いがある。

必ずしもAIに限ったことではないかもしれないが、中国企業は投資判断に時間をかけることは意味がなく、まずは市場に出してPDCAを回してどんどん改良をしていけばよいと考える。ソフトウェアのようにアジャイルな開発体制（仕様や設計の変更があることを前提に開発を進めていき、徐々にすり合わせや検証を重ねていくというアプローチ）でまず市場に出すことを優先する。また、AIはツールに過ぎず、活用してこそ意味があると考えているので、自前主義にはこだわらない。したがって、必要なAI機能を必要に応じて調達して、徹底して機能評価を行い、その結果一番優れたものを製品に搭載し、市場で実証してフィードバックをかけていく。このループを回していく際も、タイミング、タイミングで素早く判断を下していく。

一方、日本はAI活用においてもハードウェアのように技術を完全なものとして市場に出そうとするため、AI活用に踏み切ったとしても慎重にステップを重ねていく。ソ

フトウェアのように、すべてのシミュレーションは不可能と割り切った上でバグは適宜アップデートでメンテナンスしていくという考え方を取りにくく、市場に出すまでのリードタイムが長い。安全・安心に対する考え方の違いもあるが、日本の経営者にはAIはPDCAが不可欠な商品であるという、AIの本質の捉え方が不足しているように見受けられる。

さらに、AI適用領域のうち、特に日本企業が着目している現場力の強化（生産効率の向上、品質の向上、生産コスト削減）を目的にAIを活用する場合は、ある特定のタスクを考慮してAIを導入するため、自社内で横展開できる可能性がないと投資効果を見込みにくく、よりいっそう投資判断に慎重になってしまう恐れもある。学習して進化していくAIは、IT以上に費用対効果やコストパフォーマンスを測ることが難しく、技術革新のスピードも極めて速い。経営者自身が、アジャイルな開発を行いつつ、高速でPDCAを回しながらどんどん改良を重ねていくものである、というAIの本質を十分に捉えたいうえで、AI活用の必要性があるかどうかを見極めていくためにも、AIに対する洞察を深めていく必要があるといえる。



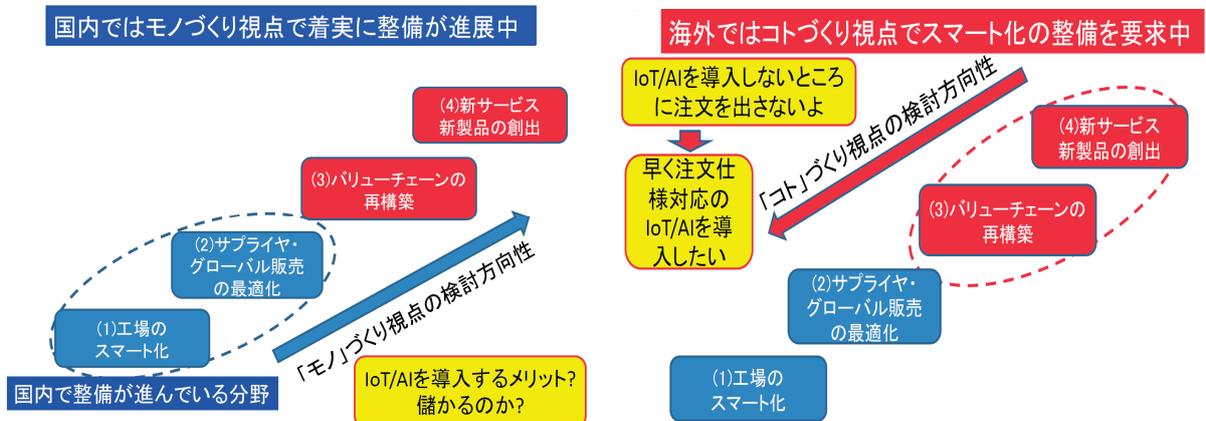
- ✓ 中国企業に共通することは、投資判断に時間をかけても意味がないと考えていること。判断で迷うのではなく、まずはどんどん製品をつくってみて、よいものを採用すればよいと考える。AIなどの機能開発もエンジニアリング集団が実装を繰り返し、1~2か月の単位でPDCAを回すなどスピードが速い。(梅木講師)
- ✓ 日本がゴールへ向けて必要なステップを明確にし、順序良くレベルを向上させていくのに対し、中国は現時点で可能なステップから取り組んで行く傾向がある。(安井講師)

- ✓ AI 方面への知の探索は、経営層自身も積極的にやっていくべき。(池田委員)
- ✓ 日本では AI、IoT は成果がわかりにくく、社内での稟議がうまく通らないという話が多い。新幹線のようなハードウェアはモノなので、同じ品質でつくれば動き、再現性が高い。ところが、IoT、AI はソフトウェアで相手が人である。“気持ちが変わる”というように、人は同じ人でも再現性がない。そもそも再現性がないのに、それを検証して石橋をたたいて進むというアプローチが、AI 活用が進展しない理由の 1 つといえる。(上野講師)
- ✓ エンジニアリングの世界はモデルをつくり、しらみつぶしにエラーを潰し、想定する限り絶対にエラーはあり得ないという世界で製品をリリースする。一方、AI やソフトウェアの場合は、ある程度の不具合があってもリリースし、問題があれば手直しするという手法をとる。ところが、エンジニアリングの世界でも完全製品としてリリースするアプローチがだんだん限界に来ていて、AI のように後から帳尻を合わせるタイプの製品でも市場性が出てきた。確実に品質を保証するやり方では分が悪くなりつつあり、テクノロジーに対するスタンスが変わりつつある。(西岡委員)

### (3) モノづくり視点とコトづくり視点の違い

IoT/AI を活用する際、日本はエンジニアリング重視であるが故にモノづくり視点に立つため「工場のスマート化」から着手するケースが多い。人手不足の解消や機械の稼働率が多少上がったとしても、新サービス・新製品の創出までの道のりが遠く、売上拡大といった経営へのインパクトが実感しにくい。とはいえ、日本の強みが「現場」や「ボトム」にあるのは紛れもない事実であり、モノづくり視点を生かした IoT/AI の活用による価値創出は引き続き日本が取り組むべき課題といえる。

一方、海外は IoT/AI を活用して顧客ニーズに即した製品やサービスを提供しようというコトづくり視点に立ち、そのために必要なバリューチェーン、サプライチェーンを構築するケースが多く、収益化までの道のりが短い。さらに、IoT/AI に対応できなければ発注を受けられないとなると、サプライヤーの工場のスマート化も一気に進む傾向にある。



(出所) 安井講師プレゼン資料

- ✓ IoT/AI の導入は日本国内ではモノづくり視点で進められていることが多く、この場合、まず、工場のスマート化から着手することになる。工場がスマート化されると、次にサプライヤーやグローバル販売の最適化を図り、さらにバリューチェーンの再構築をおこない、その結果として、新サービス・製品を生み出すことが出来るようになることが構想されている。従って、ビジネスとして利益が出るまでの道のりが長く、最初のステップであるスマート化に対して投資が進みにくいことになる。一方、IT系の企業や欧米企業は目標とする新サービス・製品があって、それに必要なバリューチェーンを考案し、それに適したサプライヤーやスマート工場に発注をかける。モノづくり視点でスマート化の整備が要求されるため、ビジネスと直結しており、かつ、仕事が欲しいサプライヤーサイドは素早く対応するためスピード感もある。(安井講師)
- ✓ 欧米の工場 IoT 化の動機は上から目線で、経営の要求に基づくトップダウン。一方、日本は完全にボトムでの取り組み。(成田講師)

#### (4) データの収集・活用方策の違い

あらゆるデータを 1 つのデータベースとしてプールしておく「データレイク」をつくる際、欧米のスマート工場では設備の稼働状況を俯瞰するために設備の共通情報を溜めるなどデータの目的・方法があらかじめ明確になっている。AI で熟練技能者の「カン・コツ」をシステム化しようとする際には、データレイクとは別に、改めて熟練のノウハウを教師データとして取得するなど、目的的にデータを収集・活用している。つまり、欧米では、経営分析のために活用する「データレイク」と、現場技能を学習させるデータとはソースを使い分けしている。

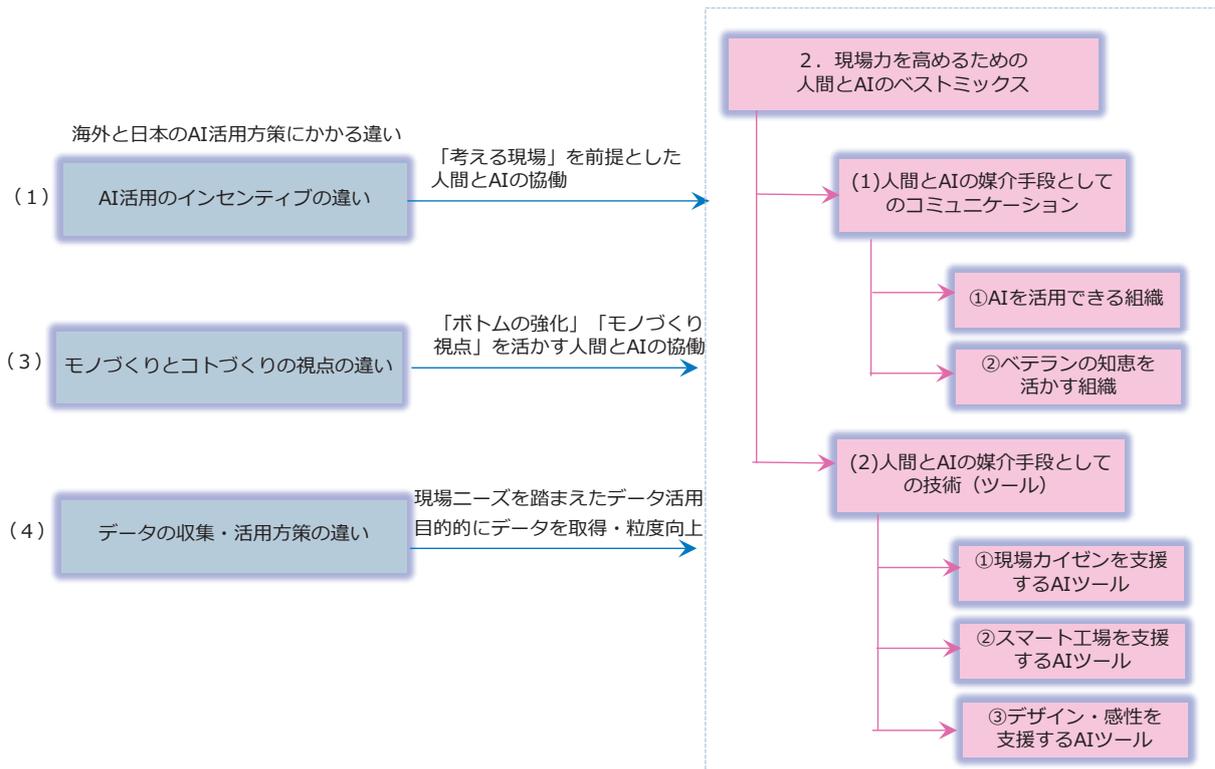
これに対して、日本のスマート工場ではデータ収集はベンダーに任せて、とりあえず拾えるデータはすべて拾っておこうとの方針のもと、詳細な設備固有の情報までデータレイクに溜める傾向がある。データ活用の戦略を考えていないため、いざ、AI の教師データとしてデータレイクを活用しようとしても、使いにくいデータになってしまっていることがある。あらゆるデータが保存されているデータレイクから共通モデルを引き出すことは難しいからである。

日本の現場には質の高いリアルなデータが豊富に蓄積されていると言われるが、データを収集する際には利用目的をまず考え、現場も巻き込んでデータを収集・活用してこそ価値を引き出せる。ベンダー任せにせず、ユーザーが主体となってデータ活用を考える必要がある。

- ✓ 全般的なデータから得られる洞察にあまり価値はない。工場での AI 活用はかなり目的志向でなければならない。したがって、目的を定めて、その目的に必要なデータを絞れば絞るほど AI で利用する価値が上がる。(成田講師)

## 2. 現場力を高めるための人間と AI のベストミックス

前節で抽出した「海外と日本の AI 活用方策にかかる違い」のうち、人の役割や現場起点のものづくりに着目した観点が色濃く反映されているのが「現場力を高めるための人間と AI のベストミックス」の考え方である。その取組みの内容としては下図のように人間と AI の媒介手段として「コミュニケーション」に着目したものと「技術（ツール）」に着目したものとに大別することができる。



### (1) 人間と AI の媒介手段としてのコミュニケーション

#### ①AI を活用できる組織

AI 導入の地ならしとして組織体制や組織マネジメントが重要であること、AI 導入の前提として人同士のコミュニケーションの活性化が重要であることが浮き彫りとなった。人間が中心の日本のものづくりの現場においては、AI でどう課題解決を図るかという点について人間が知恵を出し合う必要がある。海外のようにトップダウンで方針が降りてくるわけではなく、現場が考える必要があるため、組織の壁が低く、部門横断的に様々な専門人材がネットワークできるような体制構築がなされている組織では、人間と AI の協働が進みやすい。

デンソーは組織の壁が低く、設計と製造が最初から一体で開発に取り組み、それを技術と技能が一本化したコンカレントエンジニアリングが支え、さらにそのベースに

自前の学園で技能者・技術者を育成するという人づくりがある。こうした組織マネジメントが AI 導入の地ならしになっている。

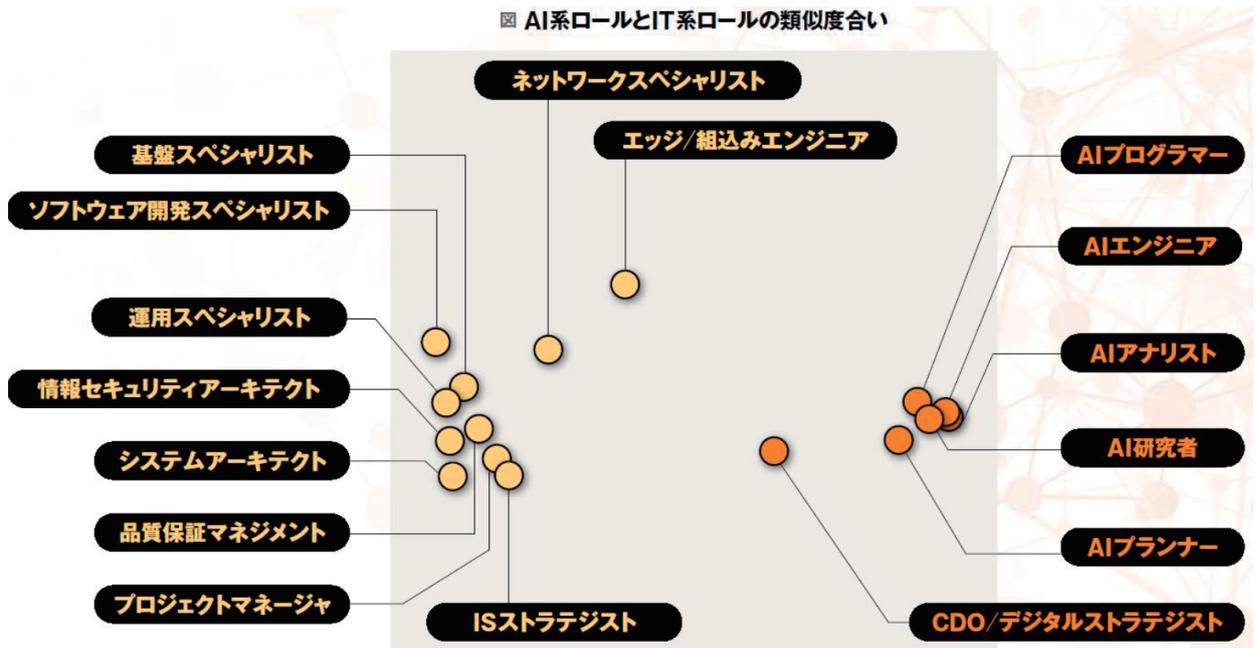
沖データは AI や IoT は複数の専門家と連携するなど部門横断的でなければ解決ツールとして使えないとの判断から、CoP 活動という部門間の連携を活発化する取り組みを展開している。CoP は会社公認の非公式実践共同体であり、CoP 活動を主導する「出る杭」人材を社長が発掘し、組織横断的に自走できるようバックアップしている。初期メンバーは 30 人でスタートし、現在は 50 人規模でどんどん活動の輪を広げているという。部門横断的な組織とはいえ、CoP はあくまでもバーチャルな組織であるため、参加者は本部間をまたぐ形となりレポートラインも異なる体制下で活動している。AI に携わってみたいが部門の壁があって活動できない状況に対して、トップが公認する CoP 活動という仕掛けをつくることでバーチャル組織でも活発な活動が可能となり、AI 活用の気運を一気に底上げしていくことができている。

なお、AI を活用できる組織を構築するうえで 2 つの留意点がある。まず、「あうん」によるコミュニケーションや、周囲への気配りで発言を控えたり忖度が働いたりするような日本的な意思疎通は見直す必要がある。AI は表出化された情報が多いほど精度が高まるため、日本的な「あうん」のコミュニケーションでは AI の効果を存分に発揮することが難しくなるからである。

次に、IT スキルと AI スキルは異なるスキルと認識すべきである。IT スキル研究フォーラムの調査結果によると、次頁の図に示すように、IT 人材と AI 人材ではスキルに顕著な違いがあり、IT 部門に AI 活用を推進させようとしてもうまくいかないと指摘している。特に、日本の企業の情報システム部門や IT ベンダーは、あらかじめ想定した分析イメージに基づきデータを収集・構造化して保存活用してきた DWH（データウェアハウス）に慣れており、演繹的アプローチを得意としてきたのに対して、AI 人材はデータレイクのように多種多様で雑多なデータを集めて分析することで何らかの意味ある分析結果が得られるかもしれないという帰納的アプローチを行うので、両者のスキルは全く別物との指摘もある。

さらに、IT スキル研究フォーラムの調査結果は興味深い指摘を行っている。所属部門と AI スキルとの関係性を分析したところ、情報システム部門より、事業本部に近い経営企画部門に所属する人の方が高い AI スキルを持つことが判明したという。また、大学に入ってから専門性を極めたのではなく中学校以前にプログラミングを始めていたり、有志によるコミュニティを形成していたりするなど、就職や仕事のためというよりも、純粋に「好き」というモチベーションが働いていると分析している。組織や部門の壁を低くし、こうした AI 人材に現場に口出ししていく「出る杭」的な人材としての活躍の場を与えることが経営者の役目といえる。

## IT 人材と AI 人材はスキルの種類が大きく異なる



(出所) 池田委員プレゼン資料 (原出典: 日経コンピュータ 12月20号及び池田委員参加のITスキル研究フォーラム「第17回全国スキル調査」)

(補足) AI系ロール人材とIT系ロール人材を多次元尺度構成法(MDS)を使って可視化。ロール同士の距離が関係の近さを示す。

## AI人材の特徴

### プログラミングを始めたのが「中学校以前」だと高スキル

図 調査における回答とAIのスキルレベルとの関係

質問	回答	AI系ロール					
		CDO/デジタルストラテジスト	AIプランナー	AIアナリスト	AIエンジニア	AIプログラマー	AI研究者
IT業界での経験年数	5~10年未満						
	20年以上						
所属部門	ITサービス/システムの開発部門						
	経営企画、企画部門	+	+	+	+	+	+
	情報システム部門						
プログラミングをいつ始めたか	中学校以前	+	+	+	+	+	+
	中学校						
	高等学校相当						
	大学相当						
	社会人になってから						
技術スキルや知識の習得方法	ホームページ						
	書籍や雑誌						
	研修やeラーニング、MOOCを利用						
	資格取得						
	有志によるコミュニティー	+	+	+	+	+	+

「手に職への打算」が原動力になっていない

注: プラスの相関を持つものをチェックマークで示した。図の質問はAI・ITを問わず、いずれかのロールにチェックが付いたものに限定している

(出所) 池田委員プレゼン資料 (原出典: 日経コンピュータ 12月20号及び池田委員参加のITスキル研究フォーラム「第17回全国スキル調査」)

(補足) プラスの相関を持つものをチェックマークで示している。

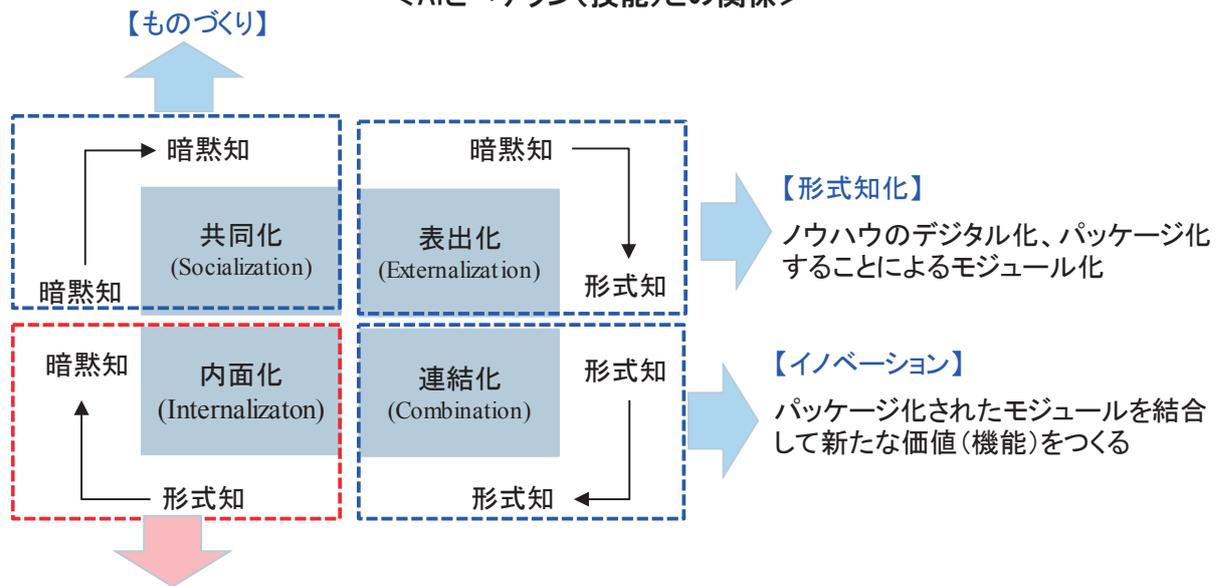
- ✓ ある日、会社のトップから「AIに関する CoP を立ち上げて欲しい」とのメールが届き、役員会でプレゼンを行い、トップ全員の承認を得られた形で実行に移された。こういうからくりがないと、ボトムアップだけでは絶対に進まない。ただし、スタートのメールはトップダウンであったが、このメールは担当者側の潜在的意志を後押ししたものであった。担当者の意志とこのような半強制的な仕掛けの両方がそろふことで、人が動き、組織横断的な CoP 活動が可能になった。この CoP 活動の展開は、確実に AI 活用に向けた組織の底上げにつながっている。(谷川講師)
- ✓ AI は魅力的な技術であるが所詮は道具であって、ある程度までいくと人がどう使いこなすかといったヒューマンファクターが非常に重要となり、うまく使いこなすには人間同士のコミュニケーションが活発化する必要がある。結局、課題解決は人がやるしかなく、そのためには一人で考えるのではなく、自由に意見が言える場づくりが重要となる。データサイエンティストがファシリテーターとしてうまく立ち回れるかがポイントとなる。(池田委員)
- ✓ DWH のデータを使って既存業務データの分析やレポート生成を行う手法と、データレイクのような雑多なデータから例えば顧客特性を発見的に探索する AI 的手法とは、そもそも全く異なる業務やアプローチであり、後者はまだ類型化されていないため業務を理解しているユーザー企業主導でやらなければ失敗しがちである。(武田委員)
- ✓ 最上流工程に関わる IT エンジニアは顧客から要求仕様を獲得するために試行錯誤による方法をとらざるを得ない。一方、多くの IT エンジニアはそこを経験していないことから、与えられた問題を解くことが仕事の中心になっている。しかし、ビッグデータや機械学習 AI の技術を用いるデータ駆動型の世界になると、すべてのエンジニアにとって、顧客の要求に応えるための試行錯誤のプロセスが避けられない。このように、AI と IT に違いがあるとはいえ、エンジニアが行う仕事という点からは、比重のかかり方の違いによるところが大きいだろう。(中島委員)

## ②ベテランの知恵を活かす組織

欧米はベテランの勘や経験を AI を使ってシステムに置き換え、人の能力に依存しない仕組みを構築しようとする傾向が強い。一方、日本の現場においてもベテランの勘や経験を AI に学習させる取り組みが行われているが、日本は AI をベテランに「置き換える」のではなく、ベテランの知恵を AI で再現することで、より強い現場をつくらうとする。つまり、ベテランの持つ暗黙知を AI で再現するだけにとどまらず、ベテランにはすぐには AI に代替できないような、より高次元の技能を新たに習得していくことを期待する。こうしたスパイラルを回していくことで、より強い現場ができあがるため、日本の現場にベテランは必ず必要とされる。そして、強い現場から得られた良質なデータを解析することで意味ある課題を抽出することができる。このように、日本の強みを活かすには、ベテランの知恵を活かせる組織にする必要がある。

デンソーでは、人と仕事の関係は常にダイナミックに動いているとの前提に立っている。そして、強い現場を維持するには標準としてのシステムを作りこみつつも、常に現場の知恵が入り進化できるシステム形態にすることを重視している。このような人間と AI の協働の考え方は日本に特徴的なものといえる。

野中郁次郎のSECIプロセスをベースとしたデジタル化とイノベーション  
 <AIとベテラン(技能)との関係>



【職人・匠の技】

職人や匠の技が介在することで、イノベーションが起きて終わりではなく、そこからさらに深化させて、引き続き、ものづくり(暗黙知をモノとして具現化する)→形式知化して再現性を可能とする→イノベーションを起こす、といったスパイラルにつなげていくことができる

(出所) 上野講師のプレゼンをベースに作成

- ✓ 強い現場からは良質なデータがちゃんと上がってくる。そういう強い現場から上げられた良質なデータをもとに解析を行い、意味ある課題抽出をして、それを実行するといったサイクルが回るといい。そのためには、人と仕事とシステムが定常的に安定しているのではなく、常に進化していかないと成り立たない。システムは標準化を前提につくるとしても、常に手が入る、進化できるシステム形態にしておく必要がある。(山崎講師)
- ✓ 欧米型を目指すのではなく、人手不足の中にあってもベテラン技術者は必ず現場にいないといけない。ベテラン技術者はどうやって育つかというと、強い現場でしか育たないため、強い現場をつくるための仕掛けは必ず必要である。とはいえ、すべての現場を強くすることも難しく、欧米のようにベテランの力を AI で横展開していく取組みも同時に進めていくことになる。(成田講師)

- ✓ AIの継続運用でもメンテナンスが必要となるが、これはバグを直すというような是正保守ではなく、新しい機能を入れていくという適用保守という言葉で語られる。AIの1つのおもしろさは、提供側が価値を与えるのではなくて、使う側と提供側が一緒になって使う側の価値を高めていくところにあり、それが価値共創 (Co-creation of Value) である。(中島委員)

対象システム: 製品表面の加工キズの有無の検査

導入前: 熟練工と新人がペアになって、加工キズの有無を目視で検査

解決したい問題: 加工キズの見逃しによって欠陥製品が出荷されること

機械学習AIシステムの開発と運用開始

加工キズの画像データを大量に集めて訓練データセットを作成する



①キズなし



②微かなキズ  
→ 熟練工が判断



③キズあり  
→ 不良品

- A** 学習して「自動検査システム」を開発      キズの見逃しを避けたいので、②と③は、キズありに分類  
②の場合、熟練工が目視で判断 → (人間とAIの協働その1)

運用後、製造機械の不調によって、加工キズのパターンが変化



この機械学習AIは、○はキズと分類しなかったと仮定  
(訓練データセットの加工キズは全て引っ掻き傷だった)

→ 運用中、分類誤りが増えてきたことに、オペレータが気づく  
→ 丸いキズを誤って①に分類すると困ると熟練工が判断(人間とAIの協働その2)

- B** 加工キズの画像データの種類を増やした新しい訓練データセットを作成して、再度、学習する

導入効果      **A** によって、熟練工の負荷が軽減されると同時に新人の仕事をAIが代行できるようになった  
(→ その結果、新人が熟練工に育つ機会がなくなった)

**A** から **B** への移行が必要かは、熟練工が判断した  
(→ 継続運用するには、人間とAIの協働が必要である)

## (2) 人間とAIの媒介手段としての技術(ツール)

### ①現場カイゼンを支援するAIツール

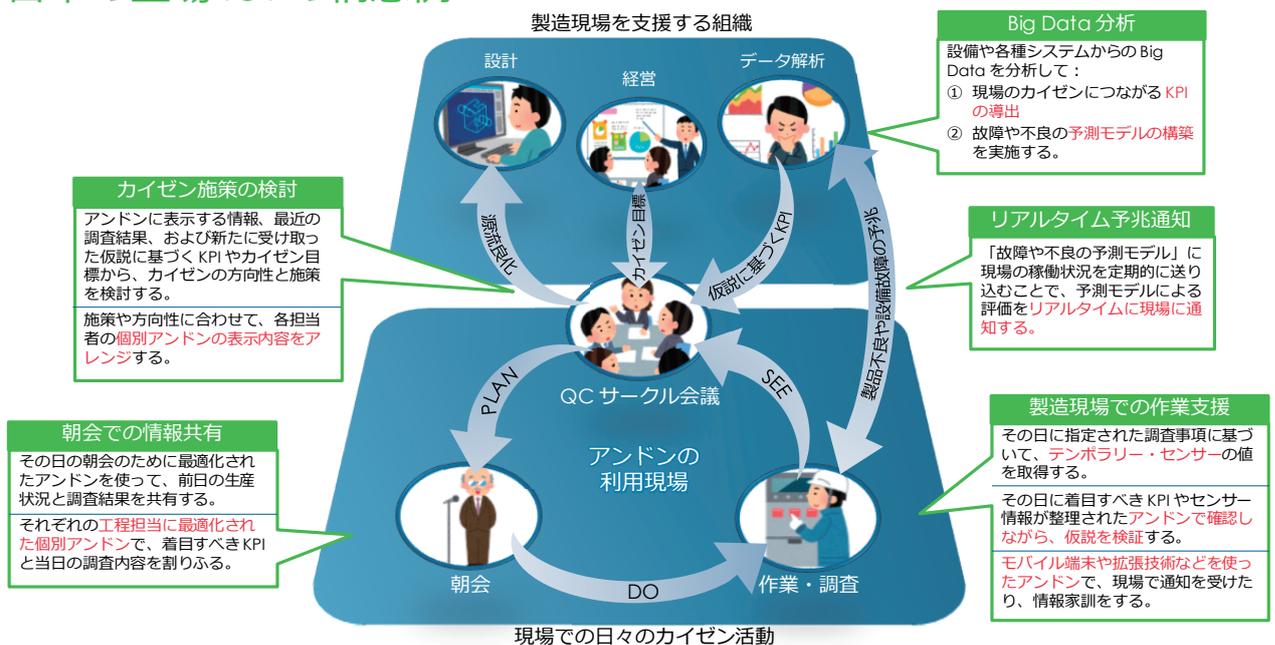
欧米の工場IoTが目指す姿が、バーチャルな設計を起点にサプライチェーンも含めた情報流通の仕組みができあがっているものに対して、日本の工場IoTはカイゼンやQCサークルといった現場起点でPDCAを回している。ICTソリューションを提供しているPTCでは、設備との接続を容易にするアダプター群を提供したり、現場で予測モデルを構築できる簡単なAIプラットフォームを提供したり、現地・現物でガイダンスを出すことができるAR体験を提供するなど、現場が現場の力で改善するための様々な現場支援のツールを提供している。特にARを取り入れることにより認知距離が短くなり(情報から現物を認識するときの難易度が下がり)、人が正しく決断し、正しく行動できるようになるという。大量データを処理する時代には、人にやさしいストレスフリーのヒューマンインタフェースへの需要が高まっていくと考えられる。

また、オムロンでは製造業のモノづくり現場を革新する 3 つのイノベーション（制御進化の *integrated*、知能化の *intelligent*、人と機械の新たな協調の *interactive*）を推進している。人と機械の協働作業に向けては、工場内をレイアウトフリーに走行できる自律搬送ロボットを導入し、品種追加や需要変動に対応した搬送作業を人とロボットが協働できる仕組みを導入している。

- ✓ 日本の工場 IoT と欧米の工場 IoT の取り組みのテーマの違いは、欧米が「工場運営指標の見える化」であるのに対して、日本は「現場のカイゼン推進」となっている。スマートファクトリーの仕組みを提供して現場力を上げていこうとしている。（成田講師）
- ✓ センサーが増えて、センサーから取得できる情報の解像度も上がっている。その情報量を人に伝達するには、テキストや電話（音声）よりも映像の方がより伝わり、拡張現実を使って 3 次元の情報にオーバーラップした方がより伝わる。（成田講師）

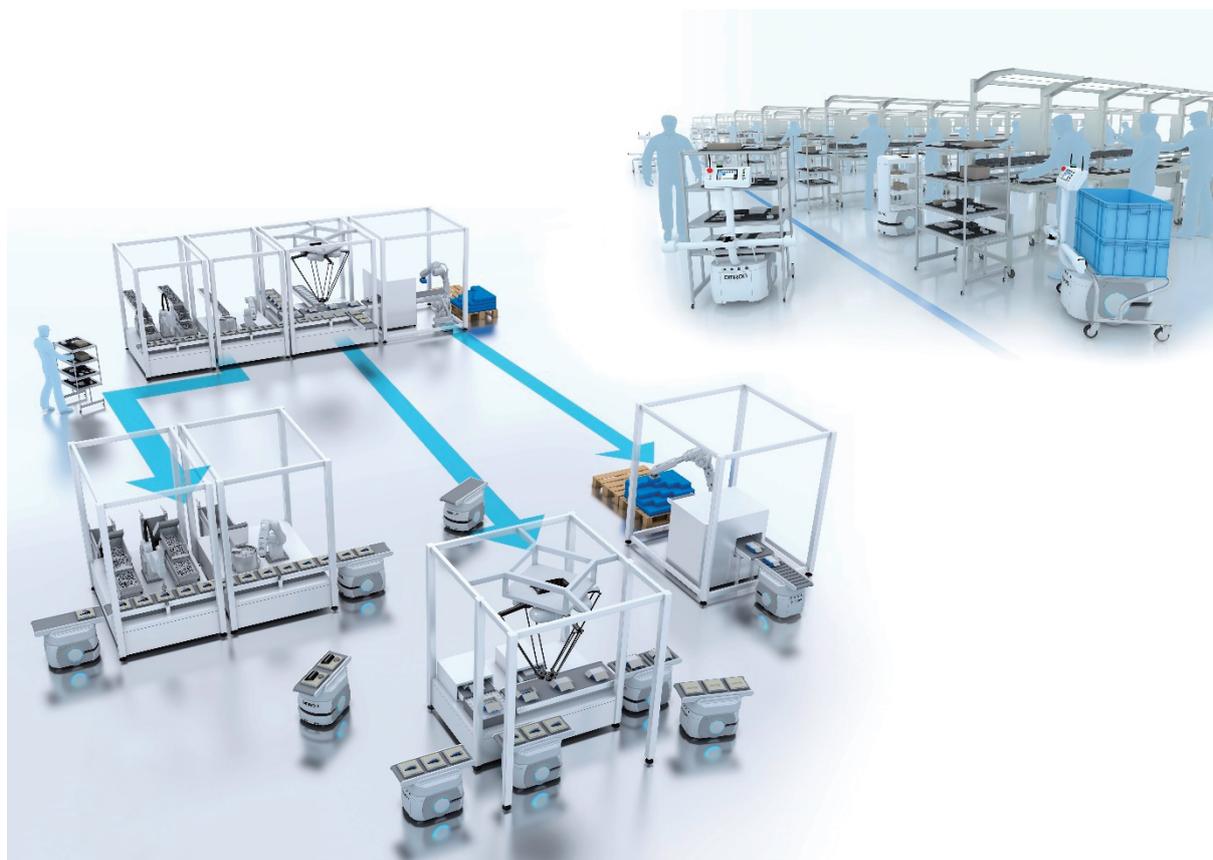
### カイゼン起点の日本の工場 IoT

#### 日本の工場 IoT の構想例



(資料) 成田講師プレゼン資料

AI搭載の自動搬送ロボットを活用し、つくるものに合わせてカタチを組み換える工場  
一人と通路を共用しながらモバイルロボットが搬送をアシスト



(資料) オムロン(株) ウェブサイト 禁無断転載

## ②スマート工場を支援する AI ツール

海外と日本の AI 活用方策にかかる違いでは、日本はモノづくり視点で AI の導入が進むため、コトづくり視点で取り組む海外と比べて収益化までの道のりが遠い傾向にあるが、モノづくりの起点となる工場のスマート化を支援するためのツールとして、FIELD system や Edgexross のように企業や産業の枠を超えてつながるためのプラットフォームが提供されている。

### FIELD system

- ✓ ファナック(株)は製造現場に近いレイヤーで FIELD system ((FANUC Intelligent Edge Link & Drive system) というプラットフォームを提供している。
- ✓ FIELD system は、ファクトリーオートメーションシステムで使用される CNC、ロボット、周辺デバイス、センサー向けの高度なアナリティクスを提供するためのオープンプラットフォームである。「エッジ機器 (Edge) をつないで (Link) 賢く処理し (Intelligent) 動かす (Drive) システム」を意味する。
- ✓ このオープンプラットフォームを利用することで、パートナーであるアプリケーション開発者、センサーおよび周辺デバイスメーカー、システムインテグレータは、設備の稼働効率、生産効率、品質を向上させるソリューションを構築することが可能となる。現在、アプリケーションは 5~6 個製品化されている。
- ✓ FIELD system では、メーカーや接続する機器を選び好みしない、公平なオープンプラットフォームで、FIELD system に関わる全ての関係者が Win-Win の関係になるような仕組みを目指している。そのためにも、データのガバナンスの強化とプラットフォームを管理するしっかりとしたルールが重要と考える。

### FIELD system の位置づけ

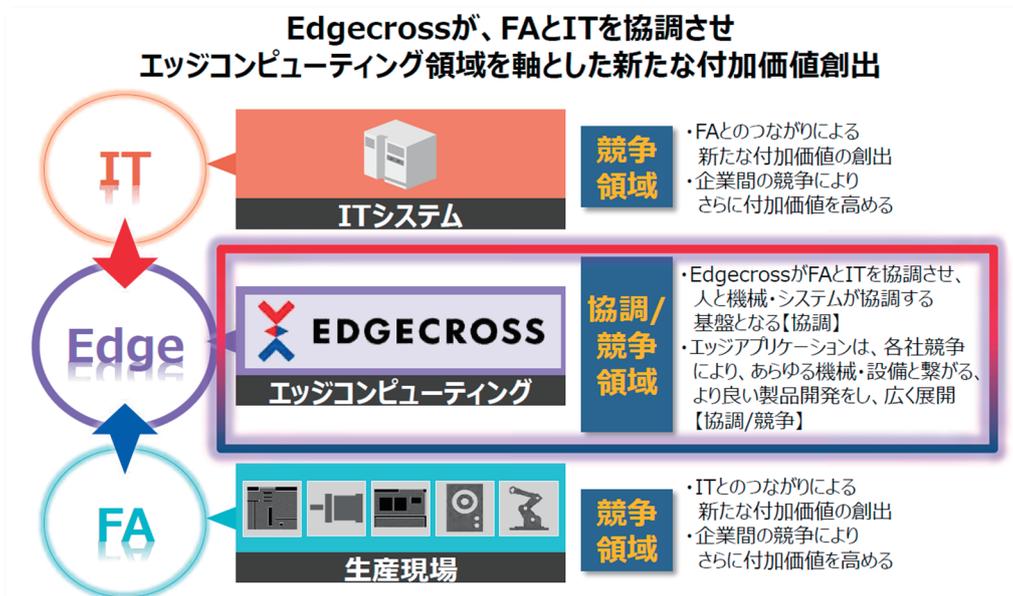


(資料) ファナック(株)提供資料

## Edgecross

- ✓ 2017年11月にコンソーシアムを立ち上げ、2018年2月に「Edgecross コンソーシアム」として一般社団法人化した。設立時に51社だった会員企業は、2018年11月時点で220社と4倍以上になっている。幹事会社は7社で、企業・産業の枠を超えた、エッジコンピューティング領域を軸とした新たな付加価値創出を目指し、製造業のIoT化に寄与することを目的としている。
- ✓ 基本ソフトウェアの導入実績は、2018年10月末時点で1,000ライセンスを超えており、近いうちに2,000ライセンスに達する見込み。
- ✓ ITシステムとFA（生産現場）をEdgecrossがデータハブとなつてつなぎ、様々な通信規格やインタフェースの差異を吸収することでFAとITシステムとのデータ連携を容易にし、他のプラットフォームとの連携も行うオープンなシステムを目指している。また、Edgecrossの基本的な考え方は、競争領域をなるべく少なくして協調領域を増やそうというもので、基本ソフトウェアをオープンにして、そこで動く多様なエッジアプリケーションを提供していく。
- ✓ 絶え間なく発生するデータをAIにより診断する“リアルタイム診断”と、精度の高いリアルタイム診断を実現するためのオフライン分析の両輪でものづくりをリアルタイムに改善していくツールであり、大手企業のみならず、中小企業にも使い勝手のよいものとしていく。

## Edgecross の位置づけ



(資料) 加納講師プレゼン資料

### ③デザイン・感性を支援する AI ツール

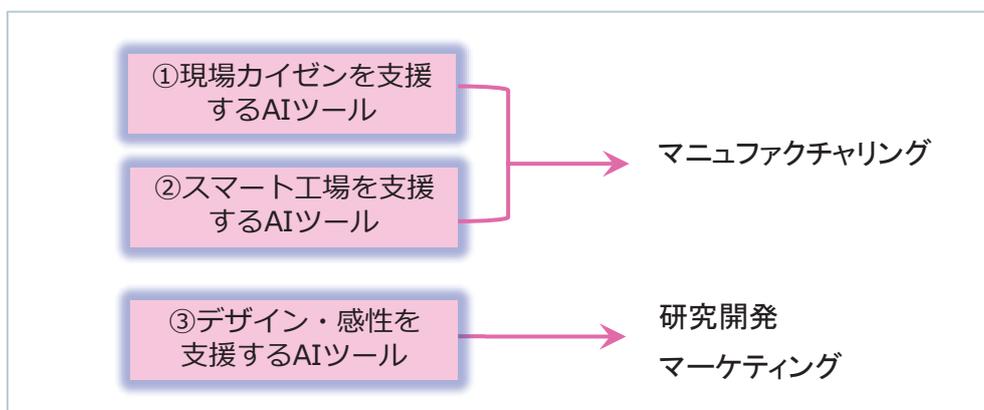
日産のモビリティ・サービス研究所では、大量の車両デザインの特徴を AI にディープラーニングで学習させることで、AI から見た「自動車メーカーらしさ」を研究し、売れる車の研究に役立てている。こうした分析の結果、ドイツ車はメーカーごとに特徴あるクラスターを生成する一方、日本車はどのメーカーもクラスターをつくらないなど、ドイツ車に比べると日本車は車両デザインでは独自性が弱いことが検証できたという。

また、AI の判断基準が車両のどこにあるかを分析することで、これまでは顧客が最初に車両のどこを見るかというアイトラッキングの統計をベースに定性的に評価してきたところに、AI の指標を取り入れることも可能になったという。さらに、車両の映像だけを学習させた GAN により AI に大量の画像を生成させることで、デザイナーのインスピレーションが湧くような活用方法にも取り組んでいる。

デザインや感性はクリエイティブな領域であり、本来、AI が苦手とする領域で、人が能力を発揮する領域とされてきた。しかし、こうしたデザインや感性の領域においても、AI の画像拡張機能を用いて、あえて人間の主観や創造を排除したアウトプットを出すことで人間のインスピレーションを刺激することも可能といえる。

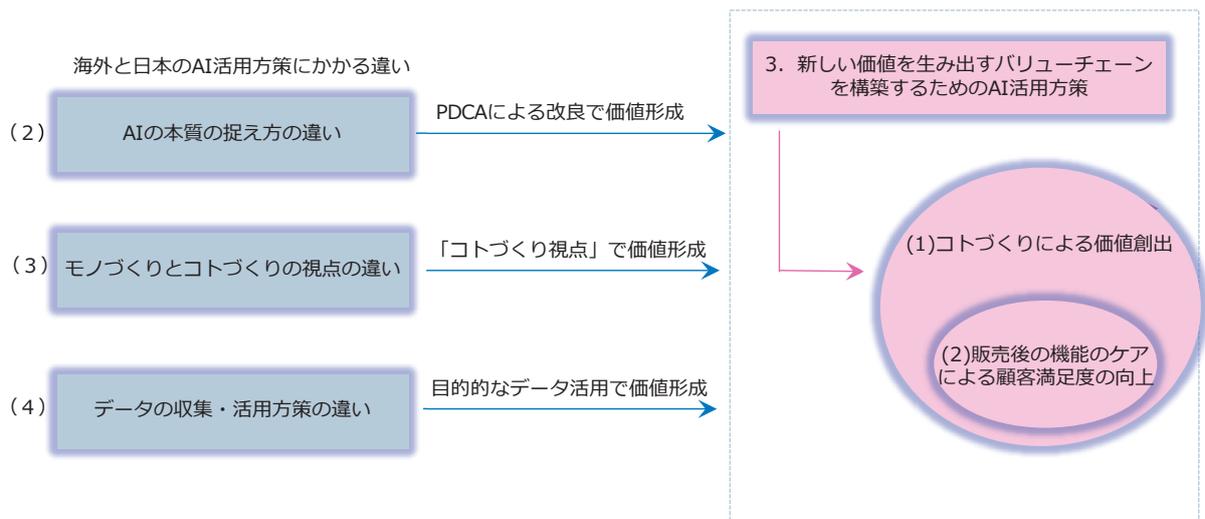
以上のように、人間と AI の媒介手段としての技術（ツール）には①～③の3つの要素が挙げられたが、①の現場カイゼンを支援する AI ツールと②スマート工場を支援する AI ツールは製造現場を中心とするマニュファクチャリングの側面での活用であり、一方、③デザイン・感性を支援する AI ツールは研究開発やマーケティングの側面での活用である。AI 活用の領域は、マニュファクチャリングの現場中心から研究開発やマーケティングの現場へと広がりを見せている。

人間とAIの媒介手段としての技術（ツール）



### 3. 新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するための AI 活用方策

1 節で抽出した「海外と日本の AI 活用方策にかかる違い」のうち、AI の本質を捉えたビジネスモデルやデータ活用の観点の色濃く反映されているのが「新しい価値を生み出すバリューチェーンを構築するための AI 活用方策」である。その取り組みの内容は、主に人間が AI を活用することによる「コトづくりによる価値創出」であり、コトづくりによる価値創出をより強力に推進する手段としての「販売後の機能のケアによる顧客満足度の向上」にある。



#### (1) コトづくりによる価値創出

コトづくりの重要性が指摘されるようになって久しいが、従来のコトづくりは「モノ」にストーリー性を込めたり、モノを媒介した体験を提供したり、モノに付随する形でアフターサービスを提供したりするといった形態が主流であった。しかし、今日ではモノというリアルな世界に加えて、モノから得られるデータをサイバー空間でリアルタイムに分析することで、様々な価値を生み出すことが可能となっている。

パナソニックは中国の杭州拠点で同社の温水洗浄便座を全量生産しているが、日本では販売していない Wi-Fi 接続対応の温水洗浄便座は、高齢の両親の見守り目的で子供夫婦に購入されているケースが多いという。温水洗浄便座は日本で発明された製品であり、日本発のイノベーションの代表例であるが、人は毎朝必ずトイレへ行くこと、トイレでは様々なバイタルデータも取得できることに着目し、温水洗浄便座に「見守り機能」と「健康管理」という新たな価値を加えた。今後は収集したバイタルデータを活用した新たなサービスの展開も可能である。また、パナソニックは杭州の観光地である西湖畔に温水洗浄便座などを展示するアンテナショップも構えている。つまり、消費者の体験価値も重視しており、ネット販売によるバーチャルと体験価値を売るリアルの両面からコト消費に力を入れている。

なお、コトづくりによる価値創出は、BtoC ビジネスだけでなく BtoB ビジネスにも当てはまる。ブリヂストンは鉱山向けの BtoB ビジネス、コマツは建設現場向けの BtoB ビジネス、そして海外企業でもスウェーデンのサンドビックやドイツのボッシュが BtoB ビジネスで顧客価値を起点とした新たなモノ＋サービスを提供している。

#### 【株式会社ブリヂストン】

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。(中略) 当社の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。1 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、当社だけではできない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、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。

(資料) 一般財団法人企業活力研究所「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報告書」平成 30 年 3 月

#### 【コマツ (株式会社小松製作所)】

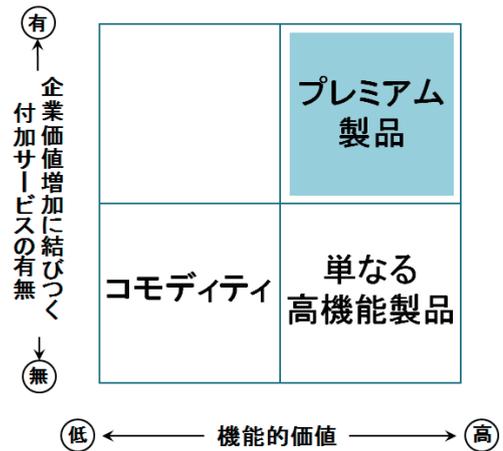
新たに開発したクラウドプラットフォーム「KomConnect(コムコネクト)」には、①現況の 3D 測量データ、②施工完成図面の 3D 設計データ、③工事を進める上での変動要因となる土質などの調査・解析データ、④施工計画・進捗状況のデータ、⑤ICT 建機とのデータのやり取り、⑥完工後の 3D 施工データなどを吸い上げ、お客様も、必要なときに必要な情報をクラウドから引き出すことができるようにしている。

全プロセスデータを 3D データで繋ぐことがイノベーションの観点から重要となり、3D データ自体に価値が出てくる。完工後の蓄積されたデータは、施工後の整備・修繕や自然災害を受けた地域の復旧作業にも役立てることが可能になる。

(資料) 一般財団法人企業活力研究所「IoT がバリューチェーンにもたらす影響と革新的ビジネスモデルの調査研究報告書」平成 29 年 3 月

### 【サンドビック、ボッシュ】

プレミアムとは機能的価値×情緒的価値で、BtoBでもプレミアムは可能で、売っている商品とは異なる付加価値を提供することを意味する。工具メーカーのサンドビック社は、同社の工具を買えば無料で工場診断をしてくれるため、この診断を受けたくてサンドビックから工具を購入しているという企業も存在する。ボッシュは他部品メーカーより2~3割高いが、最新の情報提供や人材育成サービスがあるため、お客さんはボッシュとつきあいたいと思う。



(資料) 一般財団法人企業活力研究所「先進国型ものづくり産業に向けたあり方に関する調査研究報告書～日米独比較を踏まえた我が国ものづくり産業の目指す姿～」平成26年3月

## (2) 販売後の機能のケアによる顧客満足度の向上

これまで、家電の高付加価値化は販売時点での製品の仕様の高度化で語られることが多く、従来のマスマーケティングでは、製品を完璧なものに仕上げたから市場に送り出してきた。しかし、パナソニックは「くらしアップデート」を目指すと宣言し、これからは生活者一人ひとりの生活シーンやニーズに合わせて、その時々々の環境変化に合わせてカスタマイズしたサービスを提供する必要があるとして、「家」という空間をベースにした新たな情報基盤「HomeX」を立ち上げた。「HomeX」は暮らしの総合プラットフォームで、24時間365日常時ネットに接続し、今、顧客が何を求めているかを把握し、そのニーズにフィットしたサービスを提供することで、より快適な暮らしを提供する。多種多様な家電製品や空調といったアプライアンス社が手がけているラインナップに加え、住宅も手がけているパナソニックならではの暮らしの総合プラットフォームである。完璧な製品を作り込んで市場に出すという設計思想から、顧客と常時IoTでつながり、販売後もソフトウェアでその時々々に最適なサービスを提供するというビジネスモデルへと転換を図り、新たな価値のバリューチェーンを構築している。

中国ではスマートフォンメーカーとして創業し、現在はパナソニック同様に総合家電メーカーとして世界中の市場を席卷しつつあるシャオミのビジネスモデルも、従来とは異なる形で付加価値を生み出している。同社が最も重視しているのは技術よりも顧客体験価値である。顧客がどうすれば喜ぶか、どうすれば満足するかという顧客起点を最も重視するため、すべての製品に顧客体験価値を重視したデザイナーを登用している。そして、シャオミは同社のスマートフォンに200種類以上の自社製品をネッ

トワークし、シャオミブランドによる巨大なエコシステムをつくりあげようとしている。

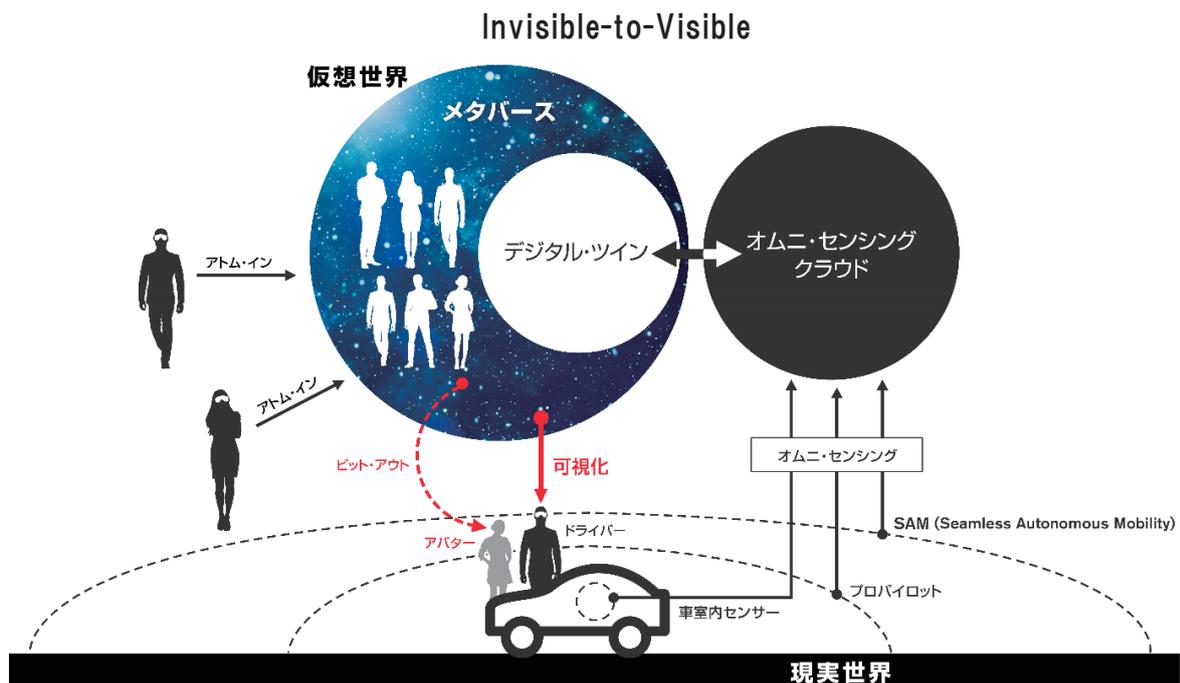
パナソニックのケースも、シャオミのケースも、従来のマスマーケティングに基づく製品の提供ではなく、顧客のニーズはその時々で変化することを前提に、販売後も顧客と常につながりその時々で最適なサービスを提供するという考え方は共通する。このような販売後の機能のケアによる顧客満足度の向上への取り組みが「コトづくりによる価値創出」を今後加速させていくと考えられる。

- ✓ 中国では健康志向の高まりを受けて、バイタルデータ（体脂肪、基礎代謝、尿成分など）を取得・分析できる日本では販売していないモデルも開発。Wi-Fi 搭載で、シンプルな健康データが取得できる便器一体モデルは約 3 万元で販売しており、見守り機能もつけているので、30～50 歳代の子供が両親に購入するケースが多い。温水洗浄便座から得られるバイタルデータや、ユーザーが入力する年齢や性別などのデータは、アプリをダウンロードする際にデータをクラウドで管理することに同意すれば、健康管理に関するサービスの提供が受けられる。このバイタルデータの分析ができる機種は中国で医療認証を取得済みである。（パナソニック AP チャイナ有限公司 杭州本社）

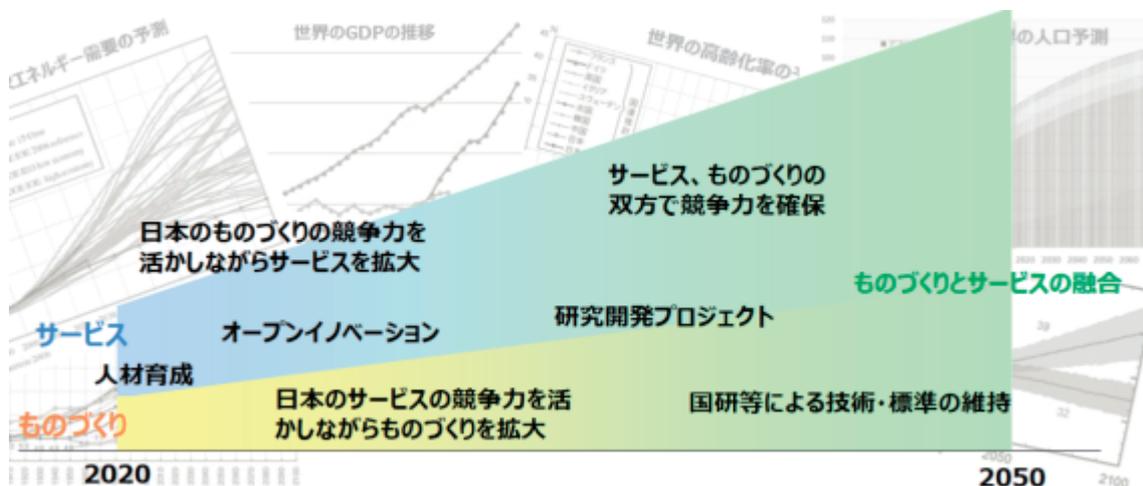
自動車も自動運転時代を見据えて、移動手段としてモノの性能を競う時代から、自動車という空間利用を想定したコトづくりを競う時代へと突入している。2018 年 9 月に開催された雲栖大会（The Computing Conference）においても、クラウドとつながった自動運転車での過ごし方に着目した展示が目立ち、2019 年 1 月に米国ラスベガスで開催された世界最大の家電・電子機器見本市の CES でも自動車メーカーの出展が相次いだ。そうした中、日産は CES において「Invisible-to-Visible」という技術を発表した。

これはリアル（現実）とバーチャル（仮想）の世界を融合することでドライバーに「見えないものを可視化」させる技術で、雨天時に晴天の画像を見せて快適なドライブを実現したり、AR アバターが車内に出現して運転をサポートしたりすることも可能となるなど、AI を活用してコネクテッドドライビングとしての新たな価値を提供する。

今後、IoT/AI の活用が進み、さらに 5G が普及することで、リアルな世界で集めたデータをサイバー空間で分析し、それをリアルな世界へとフィードバックするサイクルが現状の比ではないスピードで可能となる。それは間違いなくモノとサービスの一体化（融合）を加速させていく。自動運転が普及すれば、車は移動の手段としてのモノの価値から空間利用のサービスへと価値がシフトし、そうしたサービスがモノとしての車の機能や有り様にも大きな影響を及ぼすようになる。つまり、モノとサービスは連結しており、将来、両者は切り離せないものとなっていく。AI と協働するということは、モノの世界だけにとどまるのではなく、否応なくサービスの世界に踏み出していかざるをえないことを意味している。



### (参考)日本の GDP 拡大のイメージ



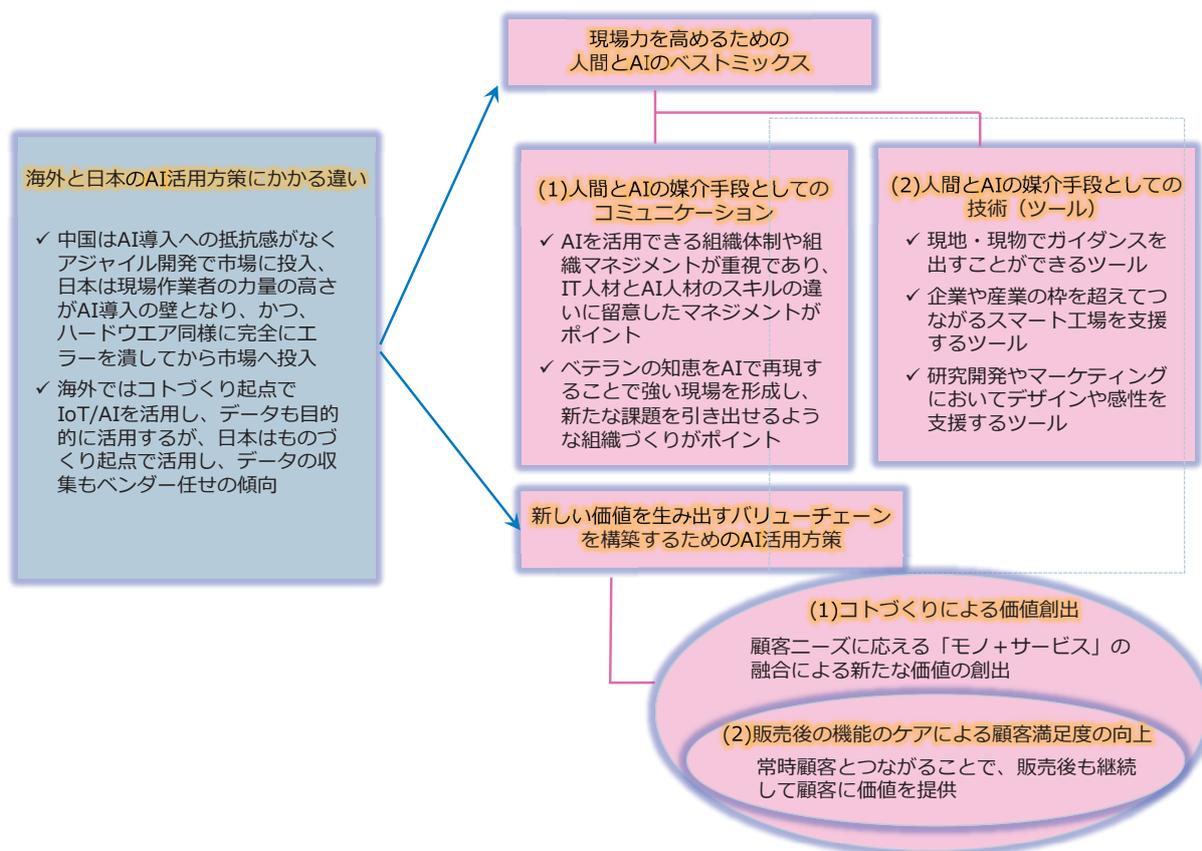
- ✓ AI との協働は継続的な顧客価値の創出にフォーカスすべきであると同時に、それは一方で、企業のアイデンティティーというものを見直すきっかけにもなる。ビジネスモデルは変わっていくかもしれないが、そのときに自分たちの企業のアイデンティティーはどこにあるのだというのを逆にいろいろな意味で突きつけられ、考えていくことになるのではないか。(高梨委員)

### 第3章 現場力を高め新たな価値創出に向けた人間とAIの協働とは

国内外のケーススタディから導出された、日本企業のものづくりにおけるAI活用の取り組みは以下のように総括できる。

特徴としては、「現場力を高めるための人間とAIのベストミックス」にかかるケースが多く、いずれも「人間とAIの媒介手段」に着目している。これは、海外と日本のAI活用方策にかかる違いで分析したように、日本のものづくりは現場カイゼン力が高く、現場は人中心に常に進化しているという前提があるからだと考えられる。その現場でAIを活用するにあたり、人間とAIそれぞれの特徴や能力を最大限に生かすための、両者を媒介する手段のあり方に関心が集まっているといえる。

一方、顧客に近いところのコトづくり起点の取り組みはやや弱く、コトづくり、販売後の機能のケアといった価値創出に向けたケーススタディは紹介されたものの、まだ本格的な展開はこれからという状況にある。

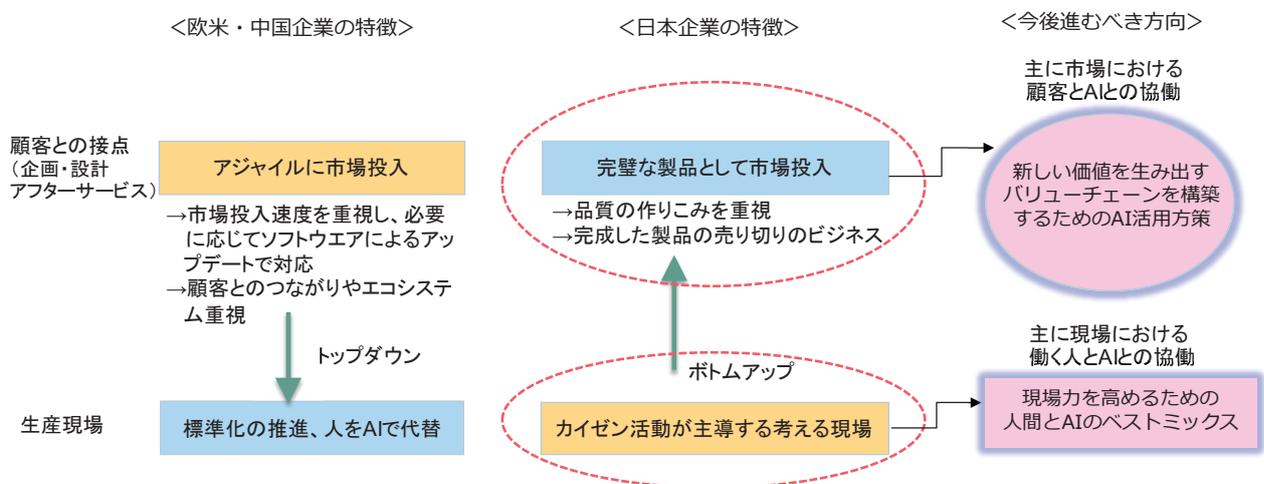


ここで、海外と日本のものづくりの特徴をもとに、改めて人間と AI の協働のあり方を整理したものが下図になる。

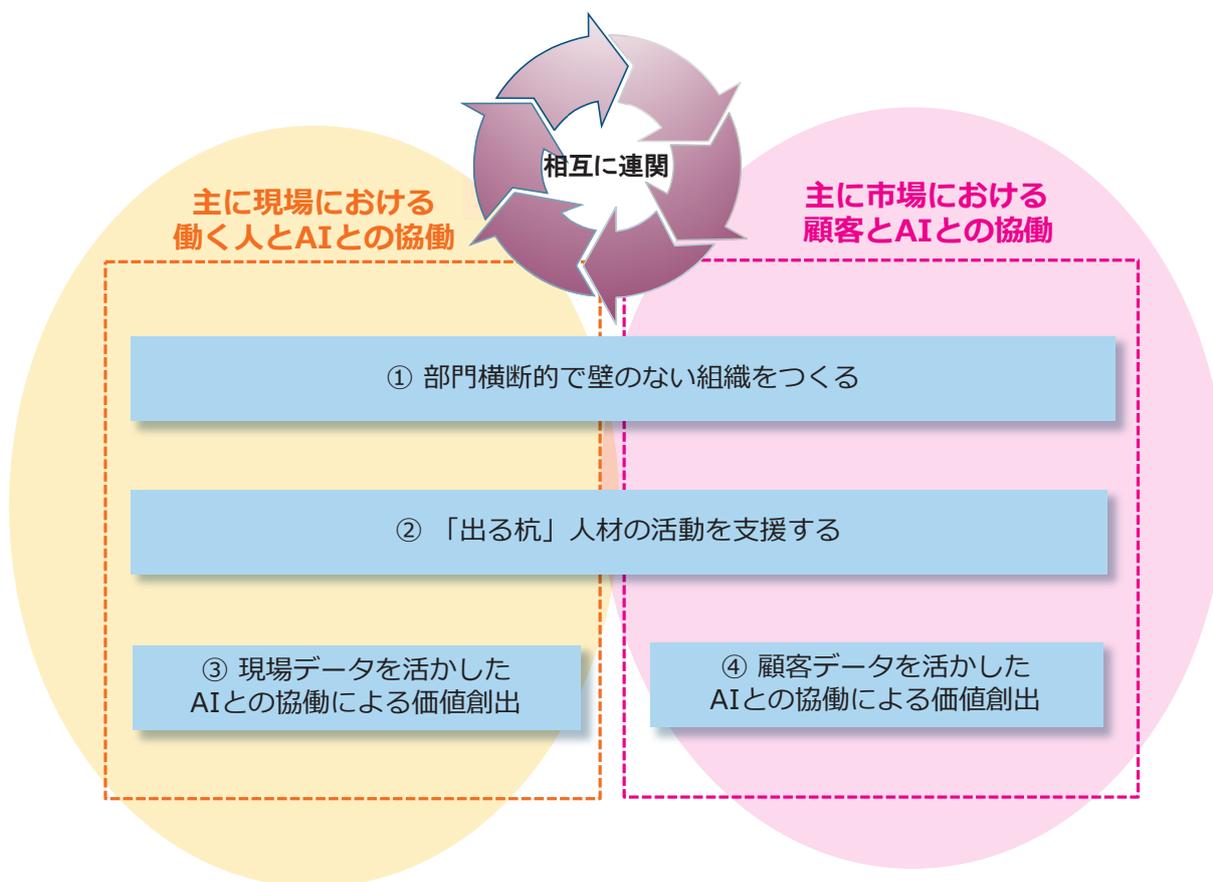
海外は顧客起点のビジネスモデルありきで、トップダウンでものづくりの現場に落ちてくるため、現場は指示どおりに作業する。そのため、IoT/AI や標準化を活用して効率的な生産体制の確立を重視する。

一方、日本は現場起点のものづくりが主導しているため、前述したように、考える現場を強みとして生かすための人間と AI の協働のあり方が重視されている。AI というまだ完成されていない進化途上の技術と人間が協働することはチャレンジングなもので、海外にはない独自の取り組みといえる。他方で、顧客との接点においては、どちらかといえば完璧な製品にして市場に送り出すという売り切り型のビジネスが中心で、アジャイルに開発してスピーディに市場に投入しようという発想や、販売後も顧客と常につながり継続的なサービスで価値を生み出すという発想がやや弱い点が課題といえる。

なお、言うまでもないが、AI はツールに過ぎないので、AI を導入すればすべての課題が解決して競争力向上に結びつくというものではない。AI は目的達成のための手段なので、AI を活用すべきか否かも含めて、まずはバリューチェーン全体のシステムを設計し、AI を活用する際も個別最適に終わるのではなく全体最適を目指す必要がある。



以上を踏まえ、本調査研究では、現場力を高め新たな価値創造に結びつけるための人間と AI の協働のあり方についての提言を 4 つのポイントから整理した。



## 1. 部門横断的で壁のない組織をつくる

ケーススタディの結果から、人間と AI のベストミックスを促すための媒介手段としてコミュニケーションと技術（ツール）があると整理した。コミュニケーションはもとより、技術（ツール）を使いこなす上でも、社内リソースを最大限に活かすためには、部門横断的な組織体制を構築する必要があり、組織の壁をなくしてフラットな体制へ移行するなど、現在の組織体制を見直すことが必要である。また、現場力を活かすためのみならず、事業部ごとに製品を作りこむという従来型のビジネスから、いったん顧客の元へ届けた商品・サービスも常にケアしていくというビジネスモデルへ転換する上でも、組織体制の見直しは、最初に着手すべき最重要事項といえる。

## 2. 「出る杭」人材の活動を支援する

AI は所詮道具であり、使いこなす上では人の役割が非常に大きく、組織としての AI リテラシーを高めていくための地ならしが必要である。そして、地ならしとは「AI とは何か」という基本的な認識の共有と、社内における利益相反の調整である。特に、製

造現場においては、AIを活用しなくてもベテランの知恵や経験でやってこられたとの自負がある。強い現場ほど、今までのやり方で成功してきたのだから現状を踏襲したい、という思いもある。AI導入を主導するデータサイエンス部門と現場では利益相反が起こることを経営者は気づくべきであり、そこを地ならしできる「出る杭」人材を社内からスカウトし、活動をバックアップしていく必要がある。

「出る杭」人材とは、AIリテラシーの高さはむろん必要であるが、AI活用に向けた熱量が高く、コミュニケーション能力に優れた人材である。そして、現場を巻き込みながら組織横断的に活動できる人材といえる。なお、「出る杭」人材をスカウトする際に留意すべき点は、ITスキルとAIスキルが必ずしも一致しないという点であり、むしろIT系の情報システム部門はAI導入に後ろ向きであることが多いという点である。

### 3. 現場データを活かしたAIとの協働による価値創出

人が機械と協働する際には、定型業務を機械に任せ、人は機械ができない不定型業務に能力を発揮してきた。さらに海外では作業を分業・標準化することで極力不定型業務をなくし、人を機械で代替させてきた。しかし、AIはデータから学ぶことでどんどん進化することができ、ある領域では人の能力を凌駕する。不定型業務で人が担うべきとみなしていた領域でも、AIの能力が発揮できる可能性が開けている。

今後、さらに能力を増すであろうAIと協働するためには、人への期待役割を明確にする必要がある。人をAIに置き換えられるか否かではなく、人をあえて介在させることでどのような価値を生み出すかという点において明確なビジョンを打ち出す必要がある。むしろ、AIに置き換えない領域を線引きする作業が重要となり、それは各社の競争領域がどこにあるかを明確化する作業にもつながっていく。

なお、デザインや感性といったクリエイティビティは人ならではの能力とされているが、人への期待役割が大きい領域にあえてAIによる判断や画像生成といった能力を取り入れることで、人のクリエイティビティを支援する方向も排除しないよう留意する必要がある。

いずれにせよ、どこをAIに任せ、どこを人がやるべきか、その仕分けを設計することが現場における人間とAIとの協働においては極めて重要であり、AIに任せる領域を明確化することでどのような現場データを収集すべきかが見えてくる。

### 4. 顧客データを活かしたAIとの協働による価値創出

現在のAIブームはビッグデータとコンピューティング能力の飛躍的な高まりが背景にあり、通信速度が現在の100倍と言われる5Gの普及により、さらにAIの適用領域は拡大していく可能性が高い。IoTで24時間365日顧客とつながることができる今、常時顧客ニーズを拾い上げ、常に顧客の満足度を高めることができるビジネスモデルを構築することで新たな価値を生み出すことができる。

顧客との接点を持つ上で重視されるのは、ユーザーエクスペリエンスやユーザーインターフェースのデザインである。そして、完璧なものを作り込むというよりも、市場に出してユーザーの反応を確かめつつアジャイルに開発を進めたり、顧客ニーズの変化や状況変化に応じて最適なサービスを提供したりできるよう、継続的な顧客価値創出ができる仕組みである。こうしたデザインや仕組みを通じて、顧客の様々な行動が顧客データという形で収集されれば、顧客自身が AI を活用して自身の満足度を高め、新たな価値を創出することが可能になる。また、顧客の承諾を得て第三者によるデータの利活用が可能になれば、創出される価値はさらに大きなものになる。つまり、市場に出した後も顧客が AI と協働して価値を生み出せる構想力や体制構築が問われている。

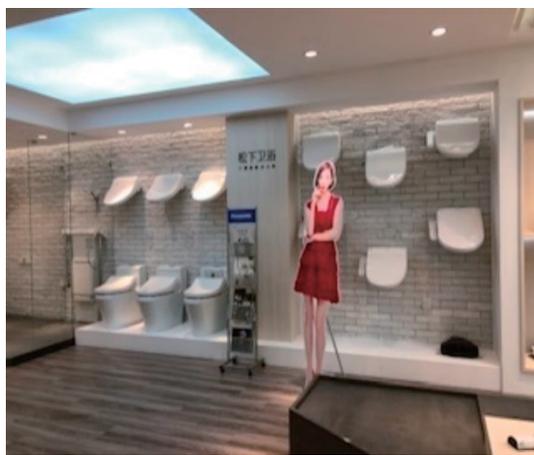
## 参考資料

### ＜中国現地視察＞

中国・杭州で Alibaba Cloud が毎年主催するカンファレンス「雲栖大会（The Computing Conference）」（2018 年は 9 月 19 日～22 日の 4 日間）では、パナソニックも特設ブースを設置し、ネットでつながる各種家電を展示（下左）。バイタルデータを測定できる温水洗浄便座ビューティ・トワレも展示されていた（下右）。



2018 年 9 月 25 日には PAPCN 杭州（松下杭州工業園内）を訪問。以下は同社のショールーム。



Wi-Fi 搭載の温水洗浄便座を日本より先に発売～座るたびに体脂肪率を計測でき、高齢者の健康管理や見守機能も充実（パナソニック AP チャイナ有限公司 杭州本社）

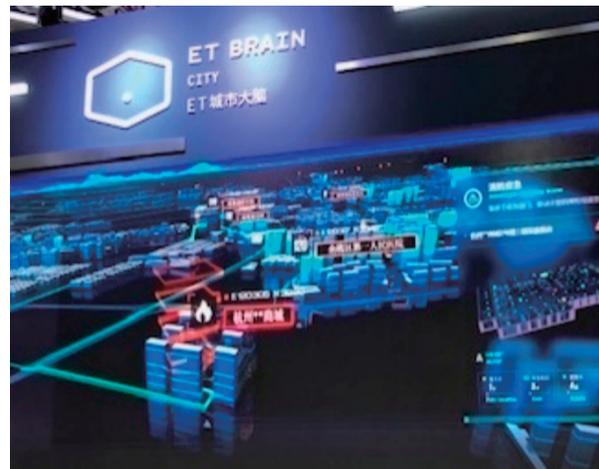
- ✓ 中国では 2003 年から温水洗浄便座の生産をスタート。当時から生産のみならず、研究開発も含めた現地化を目指しており、2007 年からは研究開発センターをつくり、商品企画が現地化された。2009 年までは日本で開発された製品をベースに中国でも展開してきたが、硬水対策などを経て、2011 年から中国に適した現地モデルの開発に着手。2015 年以降は中国独特のニーズに関するマーケティングを強化し、日本モデルをベースとした展開ではなく、中国に適した温水洗浄便座を開発、販売している。情報取得の規制が緩く、開発～生産までのスピードが速いのが中国の強みとなっており、日本で 2 年かかることが、中国では 3 か月で可能となっている。
- ✓ 現在、全世界で販売されている同社の温水洗浄便座はすべて杭州の工場生産されている。中国では健康志向の高まりを受けて、バイタルデータ（体脂肪、基礎代謝、尿成分など）を取得・分析できる日本では販売していないモデルも開発。Wi-Fi 搭載で、シンプルな健康データが取得できる便器一体モデルは約 3 万元で販売しており、見守り機能もつけているので、30～50 歳代の子供が両親に購入するケースが多い。（バイタルデータによる診断→子供のアプリに情報提供→何かあれば子供から家人に連絡）
- ✓ 温水洗浄便座から得られるバイタルデータや、ユーザーが入力する年齢や性別などのデータは、アプリをダウンロードする際にデータをクラウドで管理することに同意すれば、健康管理に関するサービスの提供が受けられる。中国人は個人情報の管理にセンシティブになるよりも、より良いサービスの提供が受けられる方を重視する。なお、このバイタルデータの分析ができる機種は中国で医療認証を取得済みである。
- ✓ ネットショッピングが当たり前の中国においては、オンラインとオフラインの共存とコンビネーションが重要なポイントとなる。特に温水洗浄便座は体験型で、一度利用すると手放せなくなる性質があり、コト体験も重要なのでショールームも設置している。



側面の操作パネル。体脂肪測定部分が設けられている。操作パネル下に電極部分が設けられており、座る時にここを触ることで体脂肪が測定できる。

「雲栖大会」のアリババの展示ブース入口の正面に大規模なスマートシティの展示や交通渋滞のないAI未来都市のデモンストレーションが行われており、来訪者の関心を集めていた。

アリババのブースの入口（下左）とスマートシティの展示（下右）



スマートシティの隣に「Intelligent Manufacturing」のブースが用意され、IoT/AI を活用した製造業の展示（下左）、アリババのクラウド（All-dimensional Industrial intelligence の説明ブース）（下右）が展示されていた。



## 雲栖大会（2018.9）のアリババブースにおけるヒアリングより

### 【製造業との取引の実績】

- ✓ 同社のクラウドを利用している製造業は数十万社にのぼるが、大半は中小企業で、大手企業との取引はまだ少ない。同社のクラウドを活用したソリューションまで提供しているのは 100 社程度。ただし、アリババのクラウドのデータの 4 分の 1 は製造業によって占められており、シーメンスや SAP と戦略的提携も踏まえて製造業はこれから注力していく分野とのこと。

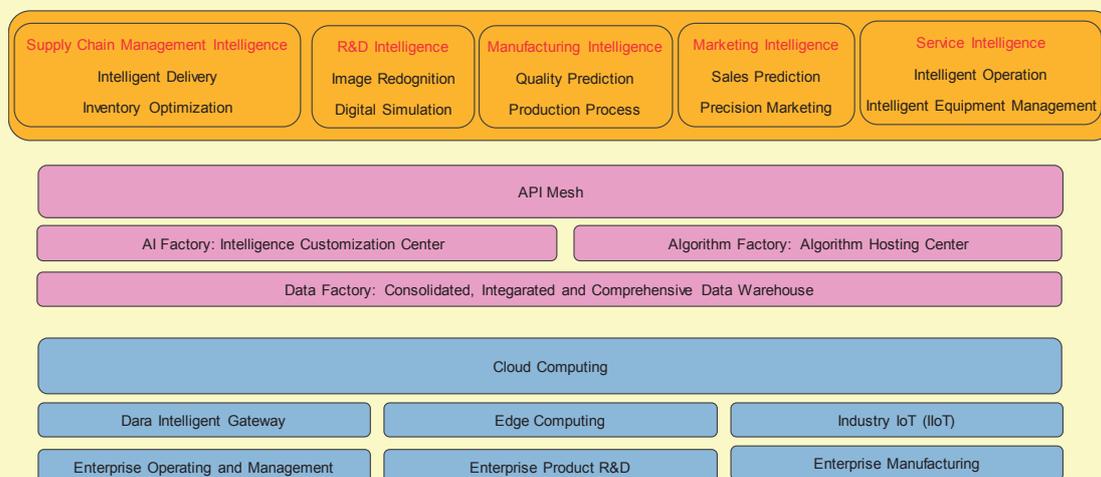
### 【恒逸集团有限公司の傘下の汎用化学製品をつくる工場のケーススタディ】

- ✓ この化学プラントメーカー生産ラインでは原料を投入し、最終的には細い糸のような形で製品が出力されてくる。その間の化学反応は基本的にブラックボックスなので、品質チェックをするために、途中で原料を取り出し、テストしなければならなかった。そのテストには 2 時間ほどかかり、テスト中にも化学反応は進むので常時の品質コントロールが難しかったため、このブラックボックスの製造プロセスを可視化するためのアルゴリズムをつくるため、様々なデータを取得し AI に学習させている。
- ✓ しかし、中国でも製造業はいきなり生産のコアをアリババに任せようとはしないとのこと。たとえばこの化学プラントメーカーであれば、まず、製造プロセスの周辺部分である工場のボイラーの稼働状態をモニタリングしないかと持ち掛け、ボイラーの燃焼効率を向上させて実績を示してから、次に生産ラインの 1 工程を試してみませんかと持ち掛け、そこでさらに実績を示して 2 工程目も手掛け、最終的には物流や営業までも含むトータルソリューションをアリババのクラウドで管理しないかとアプローチしている。

### 【知的財産権】

- ✓ すべての生データの所有権は顧客にあるが、データを活用して得たアルゴリズムはアリババの知的財産権となる。アルゴリズムを開発する過程の加工データは顧客とアリババとの共有財産とするのが一般的なケース。なお、アルゴリズムは他の顧客のモデルには活用しないと契約で縛ることも可能。

## All-dimensional Industrial Intelligence



## ＜調査の前提事項等＞

### （１）現場力の再定義

従来から、我が国の産業とりわけ製造業における競争力の源泉として、いわゆる「現場力」が挙げられることが多い。ここで「現場」とは、工場に限らず、営業部門や研究・開発部門など、基本的な経営方針を受けつつ、一定の裁量権の中で「価値」を生み出すために人が組織的に介在するところは全てであり、「現場力」とは、「現場」において、人が様々な「暗黙知」をも駆使しながら、組織的に課題を解決することにより、日常的、継続的に「価値」を創造していける力のことである。この定義における「現場力」は、これまでの我が国の産業とりわけ製造業の競争優位を発揮する重要な要素の 1 つとなってきた。しかし、データのデジタルアセット化が不可欠となる IoT 時代においては、その「再定義」が必要になってくる。

そこで、ものづくり競争力研究会では「現場力」を以下のように再定義を行っている。

#### 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。

すなわち、現場とは人がいるところであり、人がいる現場にこそ“新しい”価値が宿り、現場に宿った価値はデジタル化して“資産”とすべき、という考え方である。

現場で発生するデータをデジタル・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するためには、まず人が膨大なデータの中から意味のあるデータを取得し、デジタルアセットに加工する必要がある。この場合、専門性の高いインダストリアルデータになればなるほど、現場に精通した人こそ、「価値」を生み出すためのデータ加工を容易になし得るという意味で、新しい「現場力」が重要になってくる。

### （２）AI・データの利活用をめぐる動向

#### —AI・データの利用に関する契約ガイドライン—

経済産業省では、2017年5月に「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、その後、データの利用に関する契約類型の整理・深堀やユースケースの充実等を図るとともに、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た「AI・データの利用に関する契約ガイドライン」を 2018年6月に策定した。

このガイドラインは、データ編と AI 編から構成されている。データ編では、データ契約を「データ提供型」「データ創出型」「データ共用型（プラットフォーム型）」の 3 つの類型に整理し、それぞれ構造、主な法的論点、適切な契約の取り決め方法等の説明

がなされている。AI 編では、従来型のソフトウェア開発（ウォーターフォール型）ではなく、AI ソフトウェア開発（探索的段階型）における AI 技術を活用した「学習済みモデル」の特徴や、モデル生成のサイクルを繰り返しながら開発するという新しいアプローチに対応したステップ・バイ・ステップでの契約の取り決め方法等の説明がなされている。

#### —AI 利活用原則—

総務省情報通信政策研究所は 2016 年 10 月から、社会全体における AI ネットワーク化の推進に向けた社会的・経済的・倫理的・法的課題を総合的に検討することを目的として「AI ネットワーク社会推進会議」を開催し、2018 年 7 月に「報告書 2018 -AI の利活用の促進及び AI ネットワーク化の健全な進展に向けて-」がとりまとめられた。この報告書では、AI の利活用の促進のために利活用において留意することが期待される事項に関し、非規制的・非拘束的なもの（いわゆるソフトロー）、かつ、国際的な議論のためのものとして「AI 利活用原則案（10 原則）」が提示されている。今後はこの原則にしたがって、AI の利活用に関する指針が策定されることになっている。

#### —一般社団法人データ流通推進協議会—

内閣官房情報通信技術（IT）総合戦略室、総務省、経済産業省におけるワーキンググループの検討を踏まえて設立された協議会で、データ提供者が安心して、かつスムーズにデータを提供でき、またデータ利用者が欲するデータを容易に判断して収集・活用できる技術的・制度的環境を整備すること等を目的として活動を展開している。

#### —官民データ活用推進戦略会議—

高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT 本部）の下部組織として配置されており、2018 年 6 月に「世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画」を作成している。基本計画の中では、データ流通環境整備に向けた必要性が謳われ、「協調領域における産業データ活用の推進」「自動運転の地図・走行データの共有化」などが明記されている。

## <用語説明>

本報告書で用いている主な用語の説明は下記のとおり。

AI	Artificial Intelligence の略、人工知能
AR	Augmented Reality の略、拡張現実。スマートフォンやタブレット型端末を利用して、カメラ等から入力された実際の映像の手前にコンピュータ画像を表示する技術。現実の映像を背景に、3D 画像や動画などの現実世界に関する情報を表示することができる。
DWH	Data Ware House の略、データウェアハウス。大量データの蓄積を目的とするデータベースの総称であり、データラベルが統一され、情報はサブジェクト（主題）別に時系列に保存されているなど、検索に適した形でデータが格納されている。
GAN	Generative Adversarial Network の略で、生成モデル型の機械学習。事前に学習した画像から類似の新しいデータを生成する機械学習モデル。
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。
教師データ	AI の「教師あり学習」において学習させる多くのサンプルデータのこと。
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。
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 1 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。
データレイク	利用目的の制約なしに膨大な構造化データや非構造化データを格納することで、テキストや画像、動画、音声などさまざまな形式のファイルが加工されることなく蓄積されたもの。
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

	<p>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、データの特性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。</p>
<p>ビッグデータ</p>	<p>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。</p>

(出所) 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」  
 (株)日立ソリューションズ「IT 用語辞典」

## 平成 30 年度ものづくり競争力研究会 開催日程

### 第 1 回 2018 年 9 月 4 日

- (1) 「平成 30 年度ものづくり競争力研究会 設立趣意書について」
- (2) 「新時代のものづくりにおける人間と AI の協働のあり方に関する調査研究—調査研究の方針と論点について—」
- (3) 「我が国ものづくり企業を巡る現状と課題」  
経済産業省 製造産業局 参事官 (デジタル化・産業システム)  
(併) ものづくり政策審議室 室長 徳増信二 氏

### 第 2 回 2018 年 9 月 27 日

- (1) 「中国現地調査報告」
- (2) 「中国ものづくり企業の工場無人化や AI 活用等に関する現状と今後」  
三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社  
企画管理部門副部門長 テクノロジー・エバンジェリスト 梅木秀雄 氏

### 第 3 回 2018 年 10 月 25 日

- (1) 「日本と海外の違いに見る製造現場のカイゼン促進」  
PTC ジャパン株式会社 製品技術事業部 執行役員 副社長 成田裕次 氏
- (2) 「IoT はサプライチェーンをクラウド化する  
—日本企業の次世代コンピタンスと変革の落とし穴—」  
株式会社バリューグリッド研究所 代表取締役社長 上野善信 氏

### 第 4 回 2018 年 11 月 29 日

- (1) 「IoT/AI を活用した製造現場のスマート化の現状と今後の展望・波及効果」  
三菱電機株式会社 FA システム事業本部 産業メカトロニクス事業部  
技師長 安井公治 氏  
主管技師長 加納健司 氏
- (2) 「製造業における AI、自動車からみた AI の活用法」  
日産自動車総合研究所 モビリティ・サービス研究所  
エキスパートリーダー 上田哲郎 氏

**第5回 2018年12月25日**

- (1) 「センサーが目指す 人を成長させる共創型 IoT」  
株式会社デンソー 常務役員 山崎康彦 氏
- (2) 「ロボットを用いた AI 生産システムの実用化」  
株式会社沖データ  
技術開発本部 要素技術センター コンポーネント設計部 第一チーム  
チームリーダー 谷川兼一 氏  
生産統括本部 LED 統括工場生産技術部 第二チーム  
チームリーダー 新井保明 氏

**第6回 2019年1月10日**

- (1) 「i-Automation!実現によるモノづくり現場革新」  
オムロン株式会社  
執行役員 インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー  
技術開発本部長 福井信二 氏
- (2) 「AI を活用できる組織を実現するために」  
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

**第7回 2019年2月7日**

- (1) 「パナソニックの家電事業と AI」  
パナソニック アプライアンス社 技術本部  
デジタルトランスフォーメーション開発センター 所長  
大津隆史 氏
- (2) 「報告書案について」

**第8回 2019年3月7日**

- (1) 「報告書案について」

## 平成 30 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：	池田 拓史	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
	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	立命館アジア太平洋大学 国際経営学部 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 情報社会相関研究系 教授
	中田 亨	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

### <オブザーバー>

徳増 伸二	経済産業省 製造産業局 参事官 (デジタル化・産業システム) (併) ものづくり政策審議室 室長 (~2018年9月30日)
水野 正人	経済産業省 製造産業局 参事官 (イノベーション・環境) (併) ものづくり政策審議室 室長 (2018年10月1日~)
住田 光世	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
中田 英彦	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
牛島 裕之	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
庄野 嘉恒	経済産業省 製造産業局 総務課 係長

<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
岡田 拓也	(一財)企業活力研究所 企画研究部長 (~2019年1月31日)
関口 英子	(一財)企業活力研究所 主任研究員
福本 泰起	(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式会社 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式会社 研究員



平成30年度調査研究事業

新時代のものづくりにおける人間とAIの協働  
のあり方に関する調査研究報告書

平成31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/>