

# ものづくり分野における人工知能技術の 活用に関する調査報告書

ロボット・産業機械分野における人工知能技術の適用可能性と  
実用化に関する調査報告書

2018年3月15日

# 目次

---

I. 人工知能技術のものづくりへの活用

II. 適用可能性と実用化に向けた検討

## APPENDIX 1 人工知能技術の活用事例

- (1) 駿河精機 最適加工条件自動生成
- (2) ファナック 熱変位補正
- (3) 新日鉄住金 生産計画の自動生成
- (4) Woodside Energy 現場対応支援

## APPENDIX 2 人工知能技術に関する国外の政策動向

- (1) 中国
- (2) 米国
- (3) ドイツ

# ものづくり分野における人工知能技術の活用に関する研究会（概要）

（平成29年10月～ 30年2月 6回開催）

所属・肩書きは、参加時点のもの

- 「ものづくり」や「人工知能（AI）」に関わる企業関係者等を招き、今後のものづくり分野とAIの関係性について議論を実施。

## ■ 主要メンバー

主査	森川 博之	東京大学大学院工学系研究科 電気系工学専攻 教授
副主査	尾木 蔵人	三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 海外アドバイザー事業部 副部長（日本経済調査協議会「AI研究会」主査）
委員	久世 和資	日本IBM株式会社 執行役員 最高技術責任者（CTO）
委員	長島 聡	株式会社ローランド・ベルガー 代表取締役社長

## ■ 講師 （五十音順）

天野 隆	東芝デジタルソリューションズ株式会社 ソフトウェア技師長
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
河田 薫	三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社 ITシステム事業部 副事業部長
川野 俊充	ベッコフオートメーション株式会社 代表取締役社長
佐藤 智典	三菱電機株式会社先端技術総合研究所 メカトロニクス技術部長 兼 自律制御システム開発プロジェクトマネージャー
関根 久	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ロボット・AI部 統括研究員
武田 晴夫	株式会社日立製作所 理事 研究開発グループ技師長
玉井 孝幸	ファナック株式会社 研究統括本部 次長
辻井 潤一	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 センター長
寺田 充宏	SAP ジャパン株式会社 インダストリークラウド事業本部 ストラテジックエンゲージメントアーキテクト
富山 和彦	株式会社経営共創基盤 代表取締役CEO
福本 勲	東芝デジタルソリューションズ株式会社 参事
丸井 武	駿河精機株式会社 代表取締役社長
矢野 和男	株式会社日立製作所 理事 研究開発グループ技師長

---

# I. 人工知能技術のものづくりへの活用

# I. 人工知能技術のものづくりへの活用 ～AIを取り巻いて、起こっている変化

## ■ 今、現実に起きていること

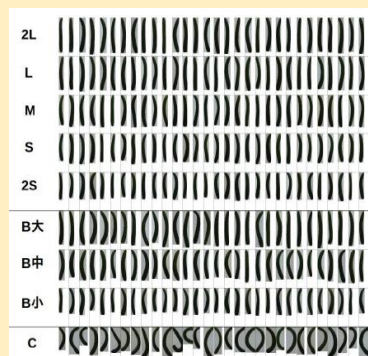
- センシング技術の高度化により、バーチャル空間における情報データだけでなく、**実世界（モノ）**で生じる「現象」からもビッグデータが構築可能となるなど、**データの多様化**が進んできている。  
→特に画像認識・音声認識の進化はめざましく、AIが実世界を「見る」「聞く」ことができるようになった。
- 機械学習や深層学習（ディープラーニング）といった学習理論の登場により、**更に高度な作業をAIで自動化**できるようになった。
- **AIを実装したオープンソースソフトウェア**が存在し、**誰でも自由にAIを使える環境**になってきている。  
→Google「TensorFlow」、Sony「Neural Network Console」などのオープンソースソフトウェアが公開されている。



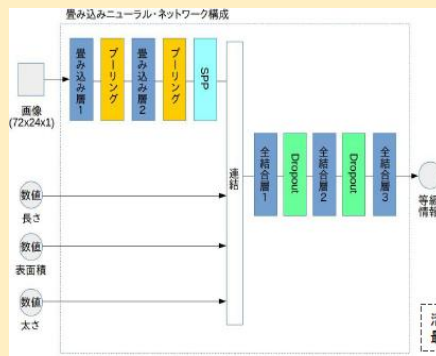
**AIの活用領域が拡大する一方で、AI導入のハードルは格段に下がってきている**

【オープンソースの活用事例】～キュウリ農家 小池誠氏によるキュウリ選果機の開発～  
オープンソースのOpenCV（カメラ制御）とTensorFlow（機械学習）を使用し、キュウリの等級判断を実施。

教師画像（28,000枚）



5層の畳み込みニューラルネットワーク



テーブル型キュウリ選別システム



79.4%  
の  
認識率

資料)「ディープラーニングを用いたキュウリ選果機の開発」2017/09/19 先端IT活用推進コンソーシアム (AITC) 成果発表会

# I. 人工知能技術のものづくりへの活用 ～ものづくりの領域でAIに期待されること

## ■ ものづくり×AIの可能性

直接ものづくりに関わる工程・現場だけでなく、その周辺や経営・マネジメントなど、目的に応じて幅広い領域での活用が期待される。

### ものづくり分野でAIが活用できること

領域 \ 目的・成果	生産工程の向上 (自動化・効率化 → 省エネ・コストダウン)	品質・サービスの向上 (顧客への提供価値向上)	新しい価値創造 (できなかったことが可能に)
ものづくりの上流	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産システム設計・生産計画策定</li> <li>在庫管理</li> <li>部品・材料検査 (効率化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発・材料設計支援</li> <li>部品・材料検査 (精度向上)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究開発・材料設計支援 (AIが熟練者をサポート)</li> </ul>
ものづくり工程	<ul style="list-style-type: none"> <li>動線最適化</li> <li>組み立て作業・ピッキングの自動化</li> <li>省エネ分析・実施</li> <li>歩留まり・稼働率向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>職人技術の代替・伝承 (技術の伝承、加工条件、製造条件の最適化、反応・醸造工程の管理・制御)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ものづくりの進化支援 (AIが熟練者をサポート)</li> </ul>
ものづくりの下流	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像認識検査 (効率化)</li> <li>メンテナンス・アフターフォロー</li> <li>梱包工程の効率化</li> <li>物流効率化→省エネ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像認識検査 (精度向上)</li> <li>メンテナンス・アフターフォロー (サービス向上)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しいアフターフォローサービス提供</li> </ul>
ものづくりを支える周辺	<ul style="list-style-type: none"> <li>見積作成</li> <li>設備管理</li> <li>生産ライン管理・保全 (メンテナンス、故障予知、省エネ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技能伝承・技能訓練支援</li> <li>生産ライン管理 (安定操業)</li> </ul>	
経営・マネジメント	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業戦略策定</li> <li>需要予測</li> <li>マーケティング</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>労務管理・人事管理</li> <li>マーケティング</li> <li>顧客対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新事業・新製品開発</li> <li>事業領域の拡大</li> </ul>

---

## II. 適用可能性と実用化に向けた検討

## Ⅱ. 適用可能性と実用化に向けた検討 ～人とAI、データとAIの関係性

<研究会での発言概要>

### ■ 人が持つ能力を、AIの活用によって更に引き出す。

- 設計・製造する対象物そのものを進化させるのはAIだけでは無理な話であり、そのためには熟練者のヒントが必要。**熟練者のアイデアを引き出すためのサポートをAIが行う。**最後は人の創造性を加えることが必要である。
- 暗黙知とされているものを形式知にできなくても、**AIによって暗黙知のまま伝承できるようになってきた。**保全分野でプロになるためには10年かかるという意見もあるが、これが大きく削減できるようになるのではないか。
- **AIに学習させても人にフィードバックできなければ、匠が持っていた技は機械には伝承させることができても、人に伝承されなくなってしまう、その先の発展がなくなる。**現在は、AIでシステム化して外販する領域と、人も並行してノウハウを伝承すべき領域とがある。
- 初心者と熟練者では視野の広さが全然違う。若手の人材がある一定期間で物事をマスターしていけば日本の進化につながるが、その際に**AIは人の視野を広げることに役立てることができる。**さらに事業まで見据えて視野を広げていけば、日本はもっと強くなれる。

### ■ データとAIはワンセット。AI活用はどのようなデータを取得するかが重要。

- 既にあるデータをAIでどう使うかではなく、AIの活用のために、必要なデータを積極的に取りに行くという発想に変わってきている。**データを取得する段階からAIをどう活用するのかということ念頭に置く必要がある。**
- AIをうまく活用するには、データを得るためのセンサを使いこなす技術が必要。例えば、熟練者はミクロン単位の厚みを光を当てて目視で判断することができるが、これをカメラで実施するのは簡単ではなく、カメラの撮像技術、光学技術の両方が必要。**AIにはこういった複数の要素を組み合わせたデータが必要だが、どの程度の量と質なら十分かという判断は難しい。**
- ビジネスではソリューションやアプリケーション単体ではなく、データと機能がセットになったものでないとなかなか使ってもらえない。**データはアプリケーションに依存するところがあり、データの質にアプリケーションの価値が左右される。**

## Ⅱ. 適用可能性と実用化に向けた検討 ～ものづくりの現場力を活かすことが日本の勝ち筋

<研究会での発言概要>

### ■ AIは道具。明確な目的を持ち、課題抽出、課題設定を丁寧にを行うことが重要。

- そもそもなぜAIが必要かがきちんと議論されていないことが多い。ルールではなくアウトカム指向で変化や多様性に対応するためにAIが必要。どのようなアウトカム（目的変数）を目指すかは人が決めて、それに必要な実験と学習をコンピュータ上で実施する。
- AIの導入をやみくもにトライしてもだめ。「明確な目的」「データの有無」「コスト効果」を踏まえて、AIの導入可否をまず判断する。AIを持ち込む意味があるかを精査し、「AIで何ができるか」ではなく「これがしたいが、AIでどこまでできるか」を考えることが大事。

### ■ 価値のあるデータの見極め・収集・抽出にこそノウハウが求められる。

- 学習させていくデータの質が重要であり、AIが得意な領域を切り出すコツがつかめると生産性は大きく向上する。
- データは「出てくるもの」ではなく、「取り出すもの」である。データの価値を見極め、それを取り出す点がノウハウであり、難しいところ。
- 膨大なデータからどれを選び、どう整理（クレンジング）してAIに分析させるかが大変な苦勞と試行錯誤の連続で、超ノウハウな要素。時間軸データを整える、フォーマットをそろえるなどの手間もかかる。現在は人間の知恵の領域。

### ■ ものづくりでのAI活用は日本の強み（現場力）を活かせる勝ち筋である。

- AIのアルゴリズムにデータを入れる前の段階では人の判断が必要になる。現場で何が求められているのかをきちんと理解して、そのために必要なデータは何で、どうAIに入れていくか、というAIを適用する前処理の工程は現場の知識がないと出来ない。
- データをチューニングして活用するために必要な「雑巾がけ」は日本が得意。リアルな現場でのAI化を地道に進めることで、先行企業の牙城を崩せる可能性がある。
- アルゴリズムの開発よりも、データのマイニング、クレンジングが緻密に行えるかどうかが鍵であり、これは現場のノウハウが分かっている人が必要。「現場を知っているからこそ出来る」というのは日本の強みが生きる部分であり、AIの活用は日本の強みを活かす有用な手段。

## Ⅱ. 適用可能性と実用化に向けた検討 ～AIの更なる適用・活用に向けて

<研究会での発言概要>

### ■ AIに対する理解と、理解しやすいAIの両方が重要。

- AIは手段であって、現場でやりたいことができればよい。ただ、最初はそれで一定の成果があっても、**その後現場で改善をしていくためにはAIの自身を知らない**と難しい。「このAIが向いている」、「今使っているAIがこうだから、結果がこうなっている」と理解できている必要がある。
- アルゴリズムの中で、種々のパラメータの重み付けがなされており、これをユーザに何らかの形で開放しないと理解することができない。**AI設計の透明性が要請される**。また、現状AIを理解できるのはディープな専門家だけになってしまっているが、**中間層が理解して使えるAIが必要**だろう。

### ■ AIそのものの議論よりも、AIを活用したビジネスモデル構築能力が問われる。

- **アルゴリズムやプラットフォームはコモディティ化する**。IT企業は、ある程度学習済みのデータと機能をセットにしたアプリケーションや、現場ノウハウを活用したソリューションを提供していくことになるのではないかと。
- 「顧客が何にお金を払うのか」が重要。アルゴリズムは単なるツールになり、**AIそのものは協調領域、必要条件技術**になっていく。標準品のAIでも良いという考えも持つべき。**実際、アルゴリズムはオープン**になっている。

### ■ 現場だけでなく、経営・マネジメントの領域も視野に入れるべき。

- 現場の製造データの収集は上手くいっていても、オフィスから出る業務データとの相性が悪く、組み合わせでどう最適化していくのが悩ましいことがある。**ものづくりの最適化だけでなく、ライフサイクル全体で機能していくことが必要**。
- 戦術の前に戦略（世界観）の議論が必要であり、「ものづくり」の現場の領域だけでなく、**企業経営の領域まで対象として考えるべき**。企業運営に必要な業務を分解し、役割・機能を把握、4M（Man、Material、Machine、Method）を特定していくことで、管理者の能力に依存している状況をシステムに落とし込んでフォローしていく。

## II. 適用可能性と実用化に向けた検討 ～今後検討すべき議論の方向性

### 育てる 多面的なAI活用人材と中小・ベンチャーの育成

- 先端的なアルゴリズムを開発する研究系の人材だけでなく、**AIを社会課題の解決や経営に結びつけられる人材**の育成が重要。
- **誰でも活用が容易なインターフェースを持つAIの開発**を進め、現場に通じた人材がAIを活用しやすい環境を創出すべき。
- 地域の中小企業がAI活用を進めるためには、**各地域に存在する中小IT企業がAIベンダー（AIインテグレータ）として機能**するような仕掛けづくりが重要。
- ものづくり分野における有望なAIベンチャーの育成には、AIの開発力に加えて、企業からAIベンチャーにデータ提供をしやすくする枠組みなども有効ではないか。

### 集める 戦略的なデータの取得・整備体制

- 各分野で基盤的なデータの収集と整備を進め、広く活用できるパブリックドメインのデータベースを構築していくことが重要。
- ものづくり分野のあらゆる領域で省エネルギー化を促進すべく、**AIをより最適に機能させるために企業間で協調してデータセットを構築**するような取組も有効ではないか。
- そのため、データセット整備の考え方を含めた協調領域と競争領域の切り分けについても議論の観点とするべきではないか。
- 一次データの取り扱いだけでなく、**AIによる学習結果の相互乗り入れ**といった運用の取り決めに関する議論をしていくべき。また、世界的な潮流を踏まえガラパゴス化しないような配慮も必要。

### つなげる 企業・人・活用成果のマッチングと連携

- 新しい技術について全てを知っている人はいない。分野を超えた複数企業・人の連携を促進する仕組みが必要。
- ものづくり分野でAIベンチャーが飛躍するには、ものづくり現場での経験を積むことも重要な要素。**AIベンチャーと大手企業とのマッチングやコラボ**を促進する仕掛けが重要。
- **AIが社会で活用された結果をAI自体の研究にフィードバックし、次世代のAI研究につなげていくような、中長期的な視点も必要。**

### 見せる AI活用の価値とベストプラクティスの見える化

- AIの活用に向けたデータの取得・整備はコストがかかるもの。それでも企業に取り組んでもらうためには、**AI活用の価値（成果）の見える化**が重要。
- 中堅・中小企業での成功事例（ベストプラクティス）を発掘・発信し、追隨する企業を増やす。

---

## APPENDIX 1 人工知能技術の活用事例

# (1) 駿河精機 ～最適加工条件自動生成

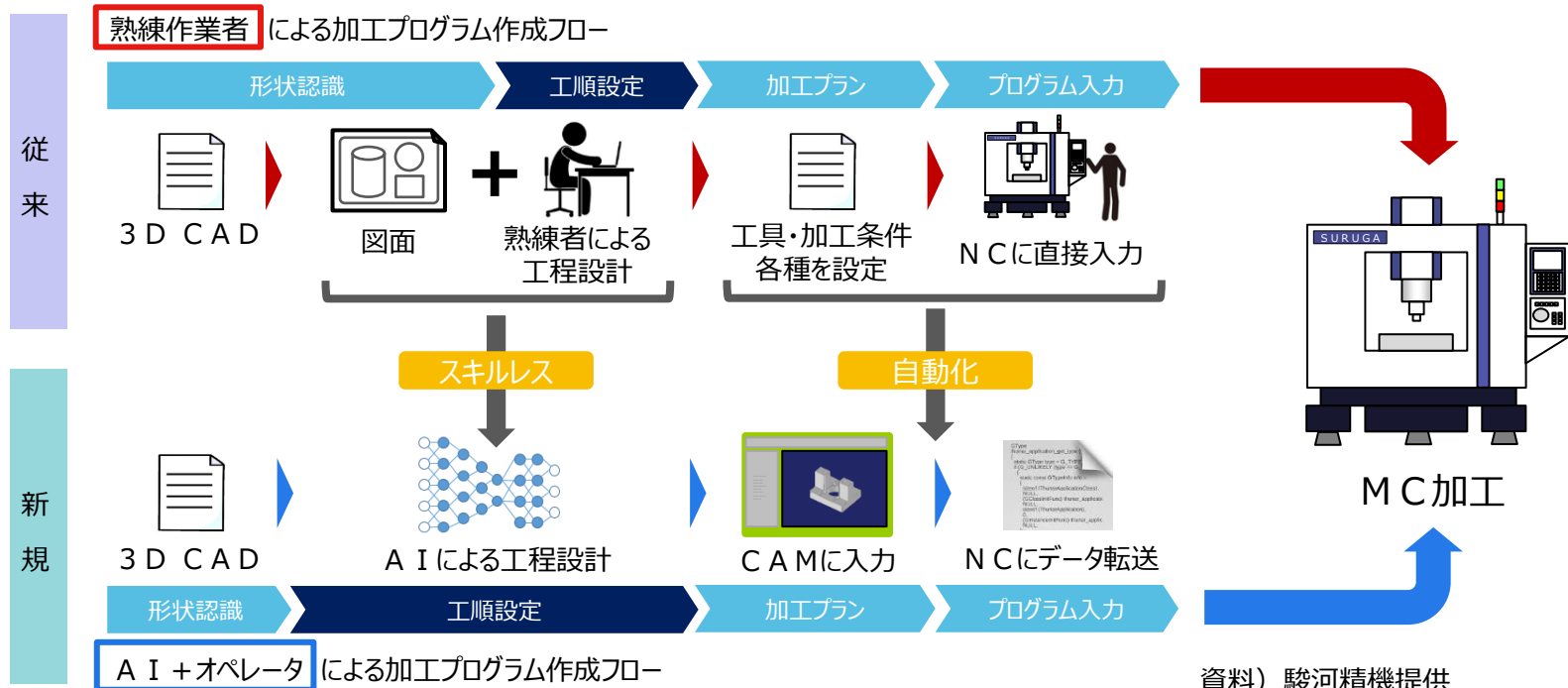
【駿河精機株式会社】

事業内容：精密位置決めステージの開発・生産・販売  
光センサーユニットおよびアライメントシステムの開発・生産・販売等

事業の特徴：30万点の品種がある位置決めステージは、1台から受注可能で、納期も確約。  
短納期、低コストを実現するために、部品の内製化を徹底している。



## ■ 金属加工における最適加工条件自動生成

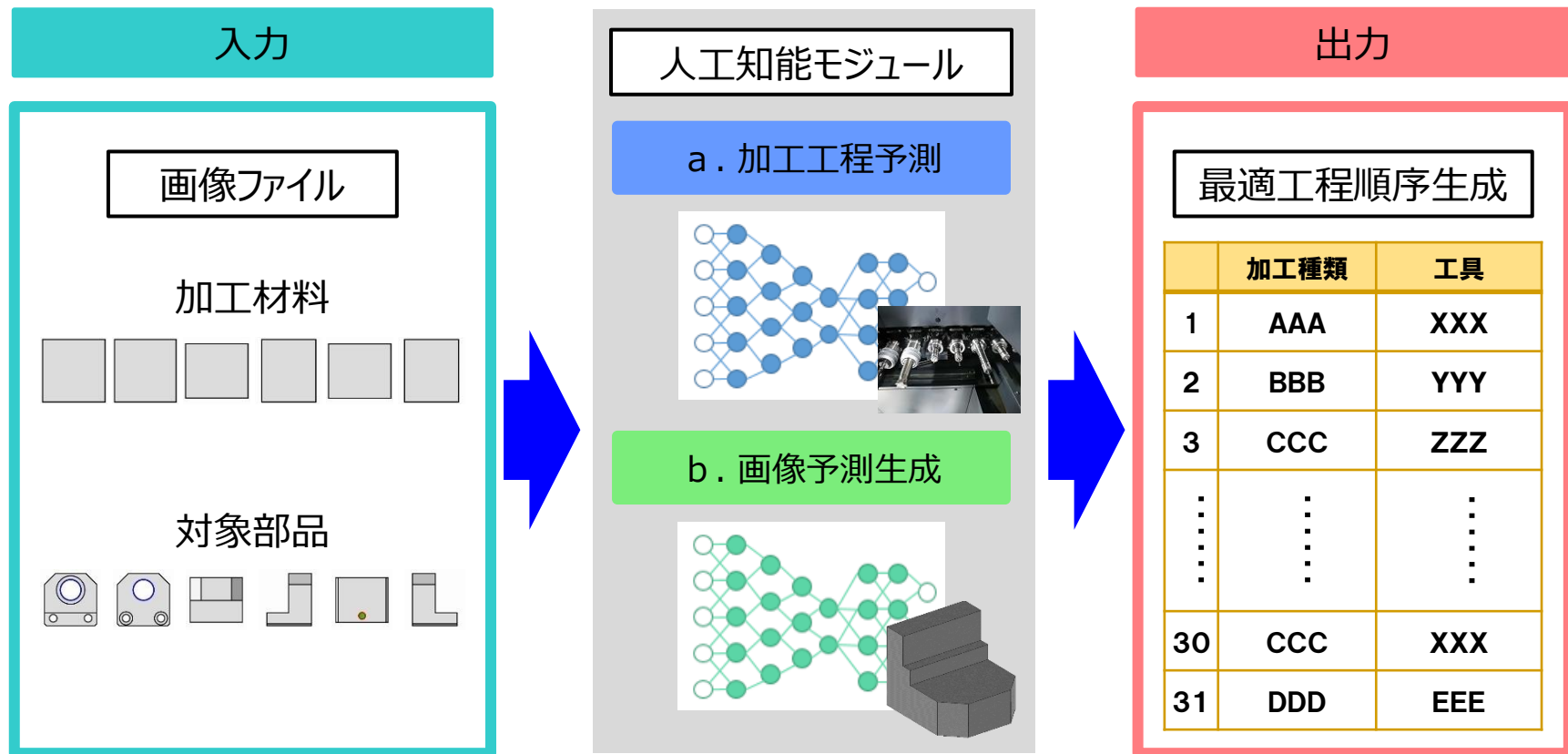


# (1) 駿河精機 (続き)

## ～最適加工条件自動生成

■ AIを活用し、最適加工条件を自動作成 ・・ 2つのNNモデルを利用

【システム構成】



資料) 駿河精機提供

NN : Neural Network (ニューラルネットワーク)

## (2) ファナック ～熱変位補正

【ファナック株式会社】

事業内容：ファクトリーオートメーション（NC、サーボ）事業、ロボット事業、ロボマシン事業

事業の特徴：日本で民間初のNCとサーボ機構の開発に成功して以来、一貫して工場の自動化を追求。

### ■ AIを用いて補正精度を飛躍的に向上させたカットマシンを販売

ワイヤカット放電加工機の温度変化による加工精度変動をAI（機械学習）技術を活用して予測・制御し、補正精度を従来機能比で約30%改善。

温度環境・使用環境によって、機械が熱で変位し、加工精度に大きな影響を及ぼすことを防ぐ。

加工機の内外に複数搭載された温度センサから得られるデータと機械学習を組み合わせることで、従来の熱変位補正機能を向上させ、温度変化に対しても安定した補正が可能になった。

（2017.11受注開始）

小型切削加工機（ロボドリル）のAI熱変位補正機能、およびその技術を応用した工作機械メーカー（MTB）向けAI熱変位補正パッケージも、間もなくリリース予定（2018.3時点）。



ワイヤカット放電加工機「ロボカット」

資料) ファナック提供

# (3) 新日鉄住金 ～生産計画の自動生成

【新日鉄住金株式会社】

事業内容：製鉄事業、エンジニアリング事業、化学事業、新素材事業、システムソリューション事業等

事業の特徴：成分や表面性状の異なる取り扱う4万品種以上の製品を扱い、納品には、サイズ、荷姿、ロットの情報も加わる。これらを効率的に生産し、タイムリーに納入することが求められる。

## ■ 生産計画の自動生成

(2018年2月から実証環境を構築中)

設備・納期・コスト等の制約条件  
膨大な熟練者の計画履歴  
熟練者独自の計画パターン

↓ AIを融合した  
解析技術

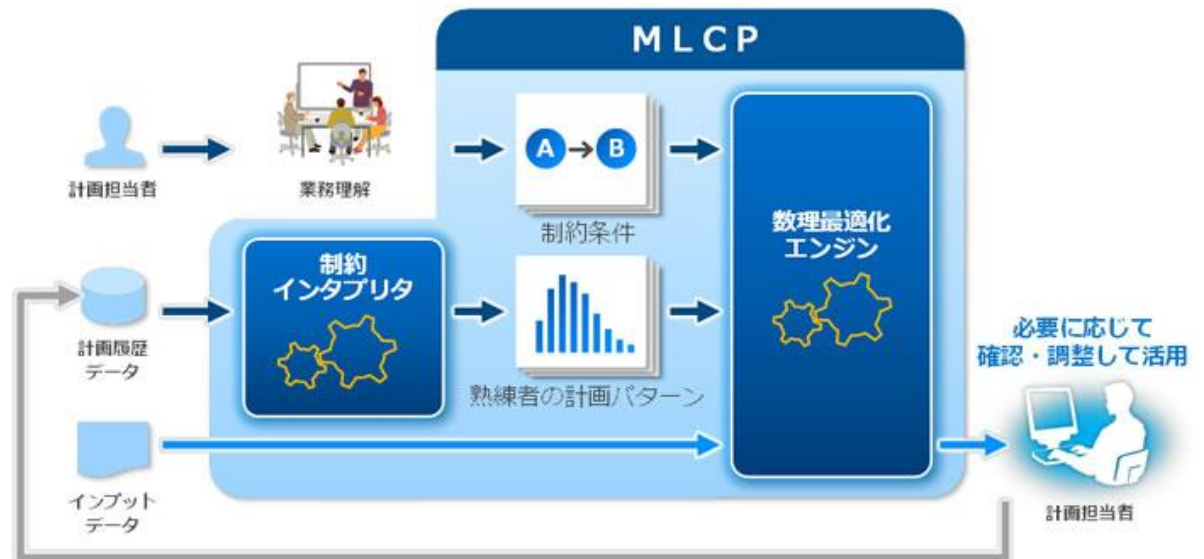
最適な生産計画の作成

【予定する成果】

需要変動など日々の環境変化にも柔軟に生産計画の組み替えが可能。

計画や見直しに要する負荷を大幅に軽減。

生産計画の立案に関する技能継承を支援。



※ MLCP : AIと数理最適化技術を連携させた新しい制約プログラミング

資料) 日立製作所HP

<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2017/10/1023.html>

# (4) Woodside Energy ～現場対応支援

## 【Woodside Energy】

事業内容：液化天然ガス（LNG）の採掘、生産、販売  
世界のLNG供給の8%を占める、オーストラリア最大の独立系石油・ガス会社

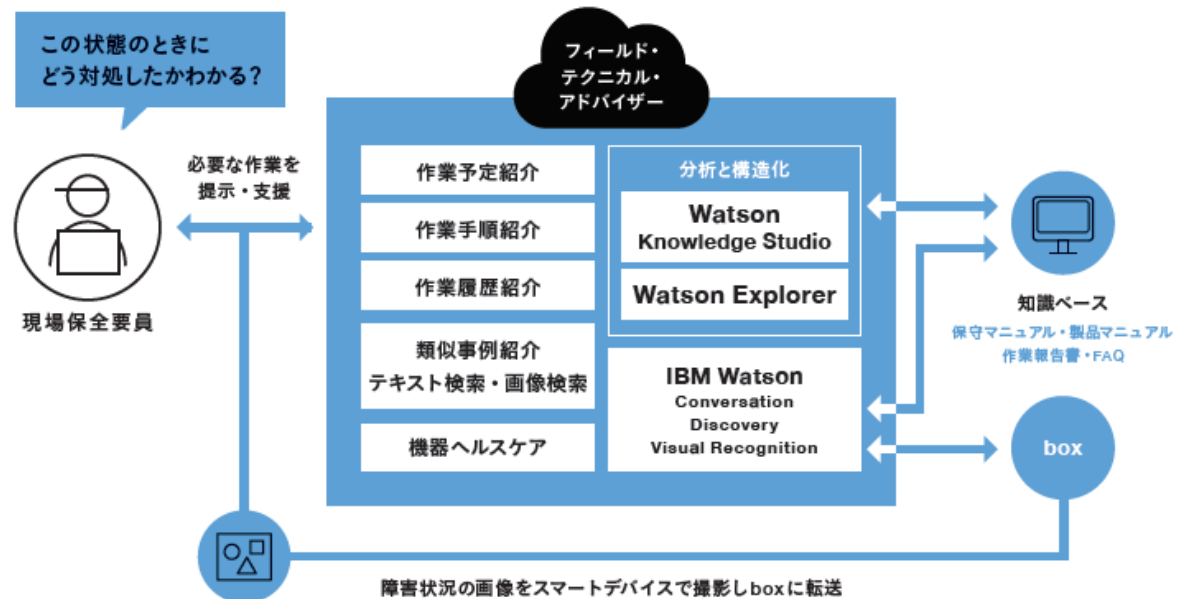
事業の特徴：発掘機械の設置やメンテナンスのため、従業員が数週間にわたって海洋上のプラントに滞在し、作業に従事する。

### ■ 現場作業員の意思決定をAIが支援

発掘機械設置やメンテナンスの作業を行う際、天候や風向き、潮流、海洋動物の移動パターンなど、多くの要素を考慮、現場作業員が確実な判断を行っていく必要がある。

ウッドサイド・エナジー社では、IBM Watsonに過去数十年のプロジェクトの記録文書、機械のマニュアル、自然言語で書かれた業務日報などを学習させ、従業員からの専門的な質問に回答するシステムをIBM Cloud上に構築。

IBMのクラウド上に配備されたコグニティブ・ソリューション「Willow（ウィロー）」には同社の38,000本に及ぶドキュメントが読み込まれ、自然な言葉での問いかけに対して、短時間で適切な答えを返すことが可能。



資料) IBM HP <https://www.ibm.com/watson/jp-ja/stories/woodside.html>  
<https://www.mugendai-web.jp/archives/6925>

IBM ソリューションカタログ「フィールド・テクニカル・アドバイザー」、Woodside Energy Annual Report 2016 等よりMURC作成

---

## APPENDIX 2 人工知能技術に関する国外の政策動向

# (1) 中国 新世代人工知能開発計画

2015年、「中国製造2025」「インターネットPlus」を発表。中国製造2025の10の重点分野の一つが「先端デジタル制御工作機械とロボット」。  
2017年7月公開の「新世代人工知能開発計画」は国家レベルの初のAI計画。11月には「自動運転」「都市プレーン」「医療イメージング」「スマート音声」の4つのプラットフォーム推進を宣言。

## 1. (新世代人工知能開発計画における) 戦略

AI開発は新しい段階に。  
AIは国際競争の新しい焦点に。  
AIは経済発展の新しいエンジンに。  
AIは社会発展の新しいチャンスに。  
我が国はAI開発の良好な基礎があるが、AI開発の全体的なレベルは先進国と比べ差がある。

## 3. 重点任務

開放的且つ協力的なAI開発体制の構築、新世代AI基礎理論体制の構築  
新世代AI重点技術体制の構築、AIイノベーションプラットフォームの配置  
AI先端人材育成の加速、AI学科の設立、  
ハイエンド且つ効率的なAI経済の構築、AI新産業を発展させる  
AIソフト、AIロボット、AI交通、VR (Virtual Reality) とAR (Augmented Reality)、インテリジェント端末、IoT産業AI化を加速、製造、農業、物流、金融、ビジネス、家庭用品をAI化させる  
AI企業の発展支援、AI開発の発展支援、安全且つ便利なAI社会の構築  
効率的なAIサービスを発展させる  
社会ガバナンスのAI化を推進する(政務、法廷、都市、交通、環境保護)  
社会安全保障力を向上させる、社会交流を促進させる  
軍事領域のAI応用の強化、安全且つ効率なAIインフラの構築  
新世代AI重点科学プロジェクトの部署設立・強化

## 2. (新世代人工知能開発計画の) 全体構想

技術優先、全面展開、市場中心、共同開発  
戦略目標

- Step1. 2020年までAI全体技術と応用は世界トップクラスと同水準
- Step2. 2025年までAI基礎理論は重大な突破を実現、一部の技術と応用は世界トップクラスに達する。
- Step3. 2030年までAIの理論、技術と応用は世界トップクラスと同水準

## 4. 資源配置

財政誘導、市場主導の資金支援体制を作る  
AIイノベーション基地を作る  
海外・国内の開発資源を統括する

## 5. 保障措置

AI開発の法律法規と倫理規範を制定する  
AI開発の重点政策を完成させる  
AI技術基準と知的所有権体制を構築する  
AI安全性に関する監督と評価を行う体制を作る  
AI技術者を育成する  
AI科学普及活動を展開する

## 6. 実施

組織を指導  
実施を保障する。

資料) 中国国務院HP等からMURC作成

# (2) 米国 その1 米国イノベーション戦略

「A Strategy for American Innovation 2015」本戦略は2009年9月に公表、2011年2月に改訂、2015年10月に最新版が、国家経済会議（NEC）及び大統領科学技術政策局（OSTP）による共同文書として公表されている。

## 1. 目的

- ・世界におけるイノベーション創出国家としての牽引的な地位の確保
- ・健康長寿社会や持続可能な成長などの国家的課題への対応
- ・現オバマ政権下にて、米企業による好調な雇用創出の流れの中、政府によるイノベーション支援をさらに重点化し未来の経済成長に先行投資

## 2. 構成要素

### 【戦略的イニシアティブ】

質の高い雇用創出及び持続可能な経済成長  
(先端的製造における米国競争力の強化、未来産業への投資等)

国家的優先課題に対するブレイクスルーの促進  
(精密医療による疾患への対応、神経科学技術開発の加速等)

国民のための・国民とともにイノベティブな政府の実現  
(イノベーション・ツールキットの利用、エビデンス構築と利用等)

### 【イノベーションの要素】

民間セクターイノベーションの加速  
(試験研究費の税額控除、起業家支援、連邦政府データの公開等)

イノベータ国家の構築  
(賞金による創造性の活用、イノベータ人材の活用等)

↑  
イノベーションの基盤的要素 (基礎研究支援、教育強化等)

ものづくり（製造業、生産工程）への適用についての具体的な記述はないが、優先課題分野の中で、AIに関連するものとして、「神経科学推進」、「自動運転の開発・普及」、「HPCの開発」等（下記の赤字）が挙げられている。

## 3. 国家的優先課題に対するブレイクスルー

- ・グランドチャレンジへの取組み **・企業の目標の一つとしてAIに言及**
- ・精密医療による疾患への対応
- ・BRAIN Initiativeによる神経科学の技術開発の加速  
**・・・イメージング技術、情報工学への応用発展にも言及**
- ・ヘルスケアにおける革新的イノベーションの創出
- ・先進自動車により死亡率の劇的な削減  
**・・・コネクテッドカー、自動運転の開発と普及**
- ・スマートシティの建設
- ・クリーンエネルギーとエネルギー効率化技術の推進
- ・教育技術の改革実施
- ・革新的宇宙技術開発
- ・コンピューティングの新領域探索  
**・・・大容量データ処理能力できるシステム、  
HPC (high-performance computing) の開発・普及、  
HPC用ハードウェア技術の開発**
- ・イノベーション活用による、2030年までに世界の最貧困状態を終焉

## (2) 米国 その2 人工知能研究開発戦略計画、人工知能の未来への準備

下記2つの計画、報告書は、ものづくり（製造業、生産工程）への適用についての具体的な記述はないが、AI開発や実装を包括的に推進するものであり、ものづくりへの適用にも着実に資するものである。

The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan		
「米人工知能研究開発戦略計画」2016年10月発表。7つの課題に関する戦略計画を示す。		
AI研究開発の国家戦略		
戦略	概要	
1	AI研究への長期的な投資を行う。	発見と洞察を促進し、米国が世界の人工知能のリーダーであり続けることを可能とすべく、次世代のAIの投資を優先づける。
2	人間とAIとの協働の効果的な手法を開発する。	人間を置き換えるのではなく、AIシステムは最適なパフォーマンスを達成するために人と協働するものである。人間とAIシステムとの効果的なインタラクションを創造する研究が必要である。
3	AIの倫理的、法的、社会的意味を理解し対応する。	我々はAI技術が我々が人として持つフォーマル及びインフォーマルの規範に基づいてふるまうことを期待する。AIの倫理的、法的、社会的意味を理解し、AIシステムが倫理的、法的、社会的目標に即するような設計手法を開発する研究が必要である。
4	AIシステムの安全性とセキュリティを確かなものとする。	AIシステムが広くに利用される以前に、そのシステムが安全でセキュアで、コントロールされ、明確に定義され、十分に理解された形で運用される保証が必要である。この信頼でき、ディペンダブルで、信用できるAIシステムを開発するというチャレンジに対応した研究が今後必要である。
5	AIの学習とテストのための共用公共データセットと環境を開発する。	学習データセットとリソースの深さ、質、正確さはAIのパフォーマンスに大きく影響する。研究者は、質の高いデータセットと環境を開発し、高い質のデータセットとテストと学習のリソースへのアクセスを可能とすることが必要とされている。
6	標準とベンチマークを通じてAI技術を測定、評価する。	AIの発展にとって不可欠なものは、AIの進歩を導き評価する標準、ベンチマーク、テストベッド、コミュニティの関与である。幅広い評価技術を開発する研究が今後必要である。
7	国家がAIの研究開発人材のニーズをより良く理解する。	AIの発展のためは強力なAI研究者のコミュニティが必要である。本計画に示された戦略的研究開発分野に対応することができる十分なAI専門家が確保できるように、AIの現在および将来の研究開発人材需要のより深い理解が必要である。

Preparing for the Future of Artificial Intelligence
「人工知能の未来への準備」 2016年10月発表 AIの社会実装に向けた課題を整理
目次（構成要素）
<ul style="list-style-type: none"> <li>・公益のためのAIの応用</li> <li>・連邦政府のAI</li> <li>・AIと規制（ケーススタディ：自律車両と航空機）</li> <li>・研究と労働力（AI進捗監視、AI研究のための連邦支援、雇用と多様性）</li> <li>・AI、自動化、経済影響</li> <li>・公平性、安全性、ガバナンス （正義、公平性、説明責任、安全とコントロール）</li> <li>・グローバルな検討とセキュリティ （国際協力、AIとサイバーセキュリティ、兵器システムのAI）</li> </ul>

資料）米国政府HP等より、MURC作成  
資料：左）『AI白書 2017』（編／（独）情報処理推進機構 AI白書編集委員会）322ページ（2017.7）

# (3) ドイツ 新ハイテク戦略、デジタル・アジェンダ2014-2017

ドイツでは、中国や米国のように「人工知能」を冠する計画や戦略を公表していないが、省庁横断的な科学技術イノベーション戦略である「ハイテク戦略」(2006年策定、以降2010年、2014年9月に更新)に基づき、イノベーションを推進している。また、同時期(2014.8)にこれとは別に、IT戦略の行動計画として「デジタルアジェンダ2014-2017」を策定している。

## 1. 新ハイテク戦略の概要

- 【経緯】ドイツ初の省庁横断型「ハイテク戦略」を2006年8月発表。2010、2014年(新ハイテク戦略)に更新
- 【目的】ドイツが世界のイノベーションのリーダーになり、産業をけん引し、輸出大国の地位を強化すること
- 【目標】アイデアをすばやくイノベティブな製品やサービスにすること
- 【これまでの評価】優先分野にフォーカスするハイテク戦略により、ここ数年でドイツのグローバルな競争力は顕著に向上し、その結果、研究やイノベーションへの投資が拡大かつ強固になっていると評価。
- 【方針】技術的なイノベーションに加え、社会的なイノベーションも拡大強化

## 2. 新ハイテク戦略の5つの主要要素

- ① 価値創造と生活の質を向上させる **6つの挑戦(Priority Challenge)**を設定。連邦政府が予算配分
- ② ネットワーク構築と人材流動(国内外の産学連携の強化と支援)
- ③ 産業界のイノベーションの推進(国際産業競争力を強化するため、特に中小企業のキー・テクノロジーを用いた新たな製品/サービスの開発を連邦政府が支援強化。)
  - 1) キー・テクノロジー例: **Industrie4.0**、マイクロエレクトロニクス、バッテリー技術、バイオテクノロジーなど
  - 2) 開発が重要な技術: **ICT技術、産業界でのデジタル技術の活用、宇宙に関する技術**など
- ④ 創造性とイノベーションの基盤整備(理数系教育、海外人材活用、オープンアクセス、インセンティブ)
- ⑤ 透明性と参加(科学者、産業界、社会、政策立案者の総合的なコミュニケーション)

## デジタル・アジェンダ2014-2017

### 【4つの核】

- ① インフラストラクチャ
- ② **製造業のデジタル化**  
ベンチャー支援、クラウドコンピューティングやビッグデータ技術をサポート、インダストリー4.0の推進
- ③ 個人情報のデジタル化
- ④ 個人情報の保護とサイバーセキュリティ

### 【7つの重点分野】

- ① デジタルインフラ
- ② **デジタル経済と雇用**
- ③ 革新的な国家
- ④ 社会におけるデジタル環境の形成
- ⑤ 教育・科学・研究・文化とメディア
- ⑥ 社会と経済のセキュリティ、防御と信頼性
- ⑦ 欧州及び国際的な次元でのデジタル・アジェンダ

## 3. 研究開発の優先課題(Priority Challenge)

- ① **デジタル経済・社会** → **デジタル技術の開発・統合(Industrie4.0)**
  - ② 持続可能な経済とエネルギー
  - ③ イノベティブな労働の世界
  - ④ 健康的な生活
  - ⑤ インテリジェントな運輸
  - ⑥ 市民の安全
- スマートサービス  
スマートデータ(ビッグデータ取扱いなど)  
クラウド・コンピューティング  
科学のデジタル化・オープン化、  
デジタル社会教育  
社会・世代間のデジタル格差縮小など

資料) 内閣府総合科学技術・イノベーション会議 第2回基本計画専門調査会配布資料2「海外の科学技術イノベーション政策」(2015.1.22)、(国研)科学技術振興機構研究開発戦略センター「主要国の研究開発戦略」(2017年)、「平成28年版情報通信白書」等よりMURC作成