



# IoT, AIの現状と製造業における活用

増 倉 孝 一

## 1 はじめに

近年, AI (Artificial Intelligence: 人工知能) と IoT (Internet of Thing: モノのインターネット) が学界のみならず, 産業界や政府機関においても注目を集めている。自動車の自動運転の発展や, 自然言語の自動翻訳など日々の生活の利便性の向上だけでなく, AIによる労働の置き換えが進むとの予測もある。IoTやAIの発展は良い面, 悪い面の両面で, 大きなインパクトを産業界や社会に与えることが予測されている。

今後, 広い分野のビジネスがAIやIoTにより大きく変化すると考えられている。従来, IT (Information Technology: 情報技術) とあまり縁のなかった業界もAIやIoTを活用することにより, 従来存在しなかった新サービスが創出されてくると思われる。また, AIやIoTを利用した判断や作業の自動化が進み, 生産性や業務効率の大きな改善が進むと考えられる。

製造業におけるIoT, AIの活用は, ドイツや米国が進んでいたが, 最近では日本の製造業もIoTやAIの活用に注目している。日本の製造業は伝統的に現場が強く, 熟練の職人が高品質な製品を製造するという特徴があり, 比較的部門最適が得意であったが, IoT, AIの導入により, 工場間や部門間の全体最適化が図れる可能性が高い。

本稿では, 上記の状況を踏まえ, まずIoTやAIなどのIT化が本質的にどのような価値をもち, どのように産業界や社会を変化させていくかを論じる。

次に, ディープラーニングを中心とした現在のAIの技術動向を解説し, AIの特徴とAIを活用することでなにができて, なにができないかを説明する。

さらに, IoTシステムの動向とシステムイメージを解説し, IoTを活用し実世界の情報を収集, 蓄積して, AIによってデータ処理することで生まれる新たな価値について論じる。

最後に, 上記の議論を踏まえ, 製造業におけるIoT, AIの具体的な活用方法の考察といくつかの事

例紹介を行う。

## 2 IoTとAIによるパラダイムシフト

### 2.1 情報技術の進化による新たな価値

ITの急速な発展により, デバイス, ネットワーク, クラウドなど, IoTを構成する要素は高性能かつ安価となってきている。これにより, 従来では扱えなかった大量かつ広範囲のデータを収集し, 蓄積することができるようになった。国際的なデジタルデータ量は2016年は16ゼタバイトだが, 2020年は47ゼタバイト, 2025年には163ゼタバイトに飛躍的に増大すると予測される<sup>1)</sup>。これらのデータのうち大部分はカメラからの画像データ, マイクからの音声データ, 各種センサからのデータなどの実世界を観測したデータ, 各種ログなどの非構造化データである。

図1に情報の階層とその価値を示す。カメラ, マイク, 各種センサからの信号や, SNSの書き込みなどから得られるデータ (Data) は, 関係や意味が付与されていない非構造化データであり, そのままでは活用が難しく価値を見出しづらい。従来はこのような非構造化データは, 大部分が収集も活用もされず捨てられていた。

このような捨てられていた膨大なデータをセンサなどで収集し, インターネット技術で送信して, クラウド上のデータベースに蓄積することで構造化する技術がIoTである。データベース上に日時, 場所, 取得したセンサや対象物の情報などと共にデータを蓄積することで, データの検索や比較ができる情報 (Information) として活用ができるようになる。構造化された情報は, 過去からのトレンドをみたり, 他の情報と比較したり, 統計的処理を行うことが可能で, 判断や制御を行うための基準として活用ができるようになる。

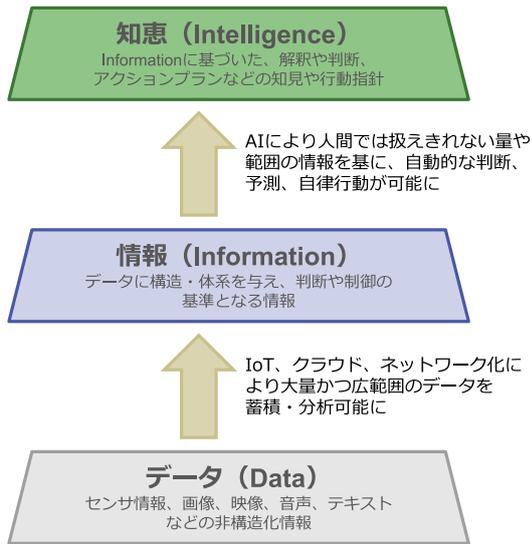


図1 情報の階層と価値

このような構造化された情報 (Information) を基にして物事の解釈、予測を行い、判断や行動方針を決める知恵 (Intelligence) とする。従来は情報を基に知恵に昇華することができるのは人間だけであったが、AIの発展によって、比較的単純な領域を中心にAIが人間に代わって行うことができるようになってきている。AIは人間では扱いきれない大量かつ広範囲のデータや情報を扱うことができ、IoTと親和性が高い。実際に画像認識や音声認識では、人間の認識精度を超えるAIが現れてきている。また、囲碁などのゲームにおいて最適な行動を選ぶような比較的高度な判断でも人間を超えるような事例が見られる。

階層が低いデータは活用することが難しいため、価値は低い。しかしデータを構造化された情報にして、さらに知見や行動へつなげる知恵とすることで、さまざまな活用が可能となり、大きな価値を持つ。IoT、AIによる価値創造の本質とは、このように無価値であったデータを、情報や知恵に昇華することで価値を生むことができることと考えられる。

## 2.2 産業の変化

前節で述べたような情報技術の進化と、それによる大量のデータの蓄積と知的労働のAIでの置き換えにより、従来は人間の労働者によって行われていた分析や作業が機械化、自動化されていくことで効率化されていく。さらに、自動運転、ドローン、スマート農業などの新たなサービスやビジネスが生まれ、成長していく。

この影響範囲は、先進国および途上国のあらゆる産業分野に広がり、今日の世界経済の46%にのぼる32.3兆ドルのインパクトを与えると予想される<sup>2)</sup>。成長率で見ても、IoTは世界全体、日本国内とも年

間約15%で成長する<sup>3)4)</sup>と考えられており、他のあらゆる産業と比較して、規模的、成長率的にインパクトが大きい。

IoTの産業適用は米国およびドイツが先行しており、米国では産業界を中心に「Industrial Internet」のコンセプトで、IoTを利用した新たなサービスや価値創造を目指している。ドイツでは政府が主導し「Industry 4.0」のコンセプトで主に製造業の効率化を目指している。日本政府でもSociety 5.0という概念を提唱し、IoT、AI、ロボット技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れ、経済発展と社会問題の解決を図ることを目指している<sup>5)</sup>。

表1に示すように、いままでの工業社会では製造業を中心とした労働集約型、資本集約型の経済であったが、今後はITによりリアルとバーチャルが融合し、個人や企業同士が結びつく分散協働型の経済へと次第に変化していくと考えられる。

表1 農業、工業、情報社会の比較

	農業社会	工業社会	情報社会
年代	BC 8世紀～18世紀	18世紀～21世紀	21世紀～
主要技術	農耕具、灌漑、天文学など	蒸気機関、電気、自然科学など	コンピュータ、電気通信、バイオ等
価値の源泉	土地	資本	データ、ネットワーク
経済形態	封建経済	資本経済	シェアリング経済
競争力の源泉	主従制度と土地貸与	資本の集中と垂直統合	分散協働とネットワークング
活動範囲	ローカル	グローバル	リアル&バーチャル

このような情報社会においては、価値の源泉はデータやネットワークにあり、いかにネットワークを築き、有益なデータを利用して集めるか。また集めたデータを、いかに情報や知恵として価値を創出するかが企業戦略上の最重要ポイントとなる。

## 3 AIの動向と特徴

現在の急速なIT化への動きは、近年のAIの急速な発展によるところが大きい。AIはコンピュータの黎明期の1950年代より研究されてきたが、実用に足るレベルの精度に達していなかった。

しかし、ディープラーニングを中心とした第三世代AIは、課題によっては人間に匹敵、もしくはを超える精度を達成し、人間からAIに置き換えることが経済合理性を持つようになってきた。

本章では、第三世代AIの概要と、特徴を説明する。

### 3.1 第三世代AI

AIは、図2のように入力データからそのデータを区別するような特徴を表した特徴量を抽出し、解決したい課題に応じて作成したモデルやアルゴリズムに特徴量を入力することで、望む出力を得る。

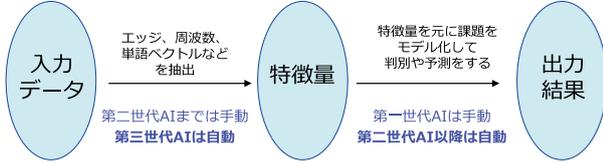


図2 AIの基本的処理

例えば、画像認識では入力データは画像、特徴量はエッジ情報や色分布などとなり、モデルからは認識結果をあらわすラベルが出力される。

第一世代のAIは、入力データから特徴量を作る部分とモデルを生成する部分の両方を人間が行っており、あらかじめ人が決めたルールに沿って動くAIであった。第二世代AIは、特徴量を作る部分は人間が行うが、モデルの生成は統計的アルゴリズムや探索的アルゴリズムにて自動で行う。ディープラーニングに代表される第三世代AIは、特徴量を作る部分も畳み込み演算などにより自動的に行うことができるようになった。入力データと教師データのみを用意すればよいため、人手を要する部分が大きく減り、AIの適用範囲が格段に広がっている。また以前のAIに比べて複雑なモデル表現が可能であり、性能的にも大幅に向上している。

特に、ディープラーニングは画像、音声、時系列データなどの多次元データから特徴量を抽出し、推論を行うことが得意という特徴があり、IoTシステムにおいて入手しやすいカメラ、マイク、センサからのデータと相性がよい。

AIの学習手法には大きく3つの種類があり、目的や課題に応じて適切に使い分けことが重要である。

教師あり学習は、学習時に入力データとその望ましい出力を教師データとして教えることでモデルを生成する方法で、高い判別精度が期待できる手法である。一方、大量の教師データを人手にて作成する必要があることが欠点である。画像認識、音声認識、自然言語翻訳、予測などはこの教師あり学習が主に利用されている。

教師なし学習は、教師データなしで入力データのみを利用してモデル化し、クラスタリング、次元削減、異常検知などに利用される。教師データの作成が不要で、導入のハードルが低いため注目を集めている手法である。機器の故障予知や異物検知などに

適用される事例が増えてきている。

強化学習はロボットの動作やゲームの行動を最適化する手法で、状況に応じてどのような行動をとることが最適かを学習する手法である。ロボットや車などの自動制御や、新しい物質を試行錯誤しながら探すような課題に向いている手法である。強化学習は現在活発に研究がおこなわれている分野であり、2～3年後以降に実用化の事例が増えてくると考えられる。

### 3.2 AIの得手・不得手

第三世代AIの汎用性と高性能化により、あらゆる産業分野でAIを活用した自動化や効率化、新サービスが考案されている。図3は、各産業分野におけるAIの主な適用例である。



図3 産業分野ごとのAIの適用例

製造業、運輸業、店舗やECなどの小売業では、すでに具体的な適用例が数多く出てきている。医療、インフラ、金融、農業などにおいても今後適用事例が増えていくと考えられる。産業分野ごとでAI活用のタイミングは異なると思われるが、ほとんどの業界で、今後なんらかのAI活用が進むと考えられる。

AIの進化により、下記のような課題は実用レベルまで精度向上してきている。

- ・事務処理、物を運ぶなどの比較的単純な作業を正確に行うこと
- ・画像認識や翻訳など、データを認識判別して適切な回答を返すこと
- ・天気予報や人事評価など、今までのデータに基づいて、分析や予測すること

一方現状では、AIは下記のような課題には向い

ていない。

- ・経営ビジョンや事業戦略作成など、ビジョンや目標を設定すること
- ・コンサルティングや学術研究など、目に見えない問題を発見し解決すること
- ・クリエイターやプロデューサーなど、今までにないまったく新しい何かを生み出すこと
- ・営業提案や演出など、感情や感性に深く関わるコミュニケーション

基本的に、十分な量のデータを集めることが難しい課題や、どのような答えが正解かを定義することが難しい課題には、AIより人間のほうが向いているといえる。

実際にAIを業務に活用しようとするときは、すべての業務をAIで置き換えようとするのではなく、AIが得意な部分はAI化を積極的に進め、人間のほうが得意な分野は人間にて行い、人とAIのそれぞれ得意なところを活かす形で協働することが重要となる。

## 4 IoT, AIによる価値の創造

### 4.1 IoTシステムの全体像

IoTとAIを用いた典型的なシステムの全体像を図4に示す。

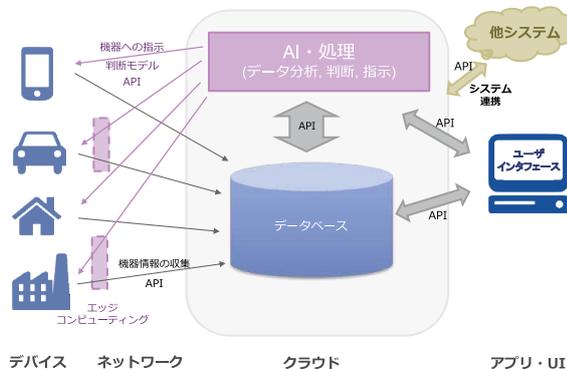


図4 IoTシステムの全体像

IoTの対象物は、人の健康や行動、スマートフォン、車やドローン、家庭やビル、工場、インフラなど多岐にわたるが、これら対象物の状態を、機器から直接取得したり、センサ、カメラなどを利用して取得したりする。

取得したデータは、マイコンやゲートウェイなどによってデジタル化され、ネットワークを通じてクラウドに転送される。ネットワークの物理層は汎用的なものを利用し、光ファイバーなどの有線通信や、セルラー、無線LAN、LPWA (Low Power Wide Area: 省電力広域無線通信) などの無線通信がよ

く使われる。

プロトコルには、HTTP (Hypertext Transfer Protocol: Web通信用プロトコル)や、MQTT (Message Queuing Telemetry Transport: 軽量メッセージ通信プロトコル) など、汎用的なものがよく使われる。

近年、クラウドはコスト面や運用面から、パブリッククラウドを利用することが増えている。データベースは大量のデータの格納に適したNoSQLデータベースがよく使われる。

AIや統計的なデータ処理はクラウド上にて処理されることが多いが、自動運転など応答速度への要求が高い場合は、モデルの学習はクラウドで行い、モデルを用いた推論はデバイス上のプロセッサで行う。このようにデバイス側で判断や処理などを行うことをエッジコンピューティングといい、今後必要性が増すと考えられる。

IoTシステムでは、他システムやアプリとの連携がポイントとなる。これはAPI (Application Programming Interface) というインターフェース仕様を定義して、他システム等とのやりとりや通信を行うことが一般的である。

IoTシステムのそれぞれの構成要素は、比較的標準的、汎用的なものであり、個々の技術的な難易度は高くないが、必要とされる知識やノウハウは広範囲にわたるため、一社で構築、運用するのは困難である。それぞれの得意な部分を持ち寄り、複数の会社でうまく協調し協業して進めることがポイントとなる。

### 4.2 IoTとAIによる提供価値

IoTとAIにより、提供されるサービスやその価値を図5に示す。図に示したように、提供サービスは単純なものから、次第に高度化していき、それに合わせて提供価値も向上していく。

モニタリングは最も単純なサービスであり、センサなどで取得したデバイスのデータを遠隔地より監視する。人手による定期点検に比べると現場に行く必要がなく、多拠点・リアルタイムなモニタリングが容易となる利点がある。

IoTのネットワークを使い、モニタリングにより遠隔地より得た情報を基にクラウドからデバイスに指示することで遠隔制御が実現できる。現場に行ってデバイスを制御する手間や時間が不要となり、トラブルへの早期対応やコスト削減に役立つ。

次段階の予測からはIoTとAIの複合システムとなる。デバイスのセンサ等から得られた大量のデータをクラウドに蓄積し、AIでモデル化することで今後の挙動を予測する。例えば機器の故障予測を行う、顧客ごとに購入しやすい商品を予測してレコメン



図5 IoTとAIによるサービスと価値

	コストの削減	ビジネスの拡大
自社	将来的なコスト削減効果で投資回収 ・予兆保全によるダウンタイム減少 ・機器メンテナンス最適化、状態基準保全 ・品質チェックの高精度化、短時間化 ・部材調達、人員配置の最適化 ・工場オペレーションのムダ削減 ・製品の遠隔メンテナンス・診断	将来的な新規事業や売上増で投資回収 ・マーケティング・販売の最適化による売上増 ・製品利用状況の分析による新商品展開 ・サブスクリプション等の新ビジネスモデルによる顧客拡大 ・自社の強みとIoT&AIを組み合わせた新規事業
	月額保守サービスの展開 コスト削減コンサルティングサービス ・定額保証/メンテでのリスク削減 ・自社データを活かした最適化コンサル&ソリューションの提供	売上拡大コンサルティング JVや出資による共同事業 ・自社データを活かしたマーケティング、セールスコンサルティング ・各社の強みを活かした共同新規事業
顧客・パートナー		

図6 製造業におけるIoT, AIの活用例

デーションするなどの応用が考えられる。

予測結果に応じた設定や操作をあらかじめ行うことで、システムやその運用を最適化することができる。ユーザーの行動を予測して、適切な警告やアドバイスをあたえる、故障を予測してメンテナンスをするなどで大幅な効率化が可能である。

最後の段階として、システムやデバイスが状況や目的に応じて判断し、自律的に稼働するようになる。自動車の自動運転や自己修理など、人手を介さず運用され、大幅な効率化のみならず、いままでにない革新的な新サービスが生まれる可能性がある。自律運転の段階まで到達すると産業や社会にも大きなインパクトを与えるものと予測される。

## 5 製造業における活用

製造業において、IoTとAIの活用が考えられる分野は多岐にわたる。図6に示すように、IoTやAIを用いて、コストの削減や業務効率の改善を目指す活用方法がある。また、マーケティングやセールスを高度化して既存商品の売上増を目指したり、IoTやAIを活用した新サービス、新規事業を立ち上げることでビジネス拡大を目指したりする活用方法もある。

一方、自社におけるコスト削減やビジネス拡大を目指す方向性と、顧客やパートナーのコスト削減やビジネス拡大を支援する方向性がある。それぞれにより適したビジネスモデルは異なっている。

### 5.1 IoT, AIによるコスト削減

最も取り組みやすく、現在活発に検討されているのが自社コスト削減である。製造業においては製造や物流など、比較的定型業務が多い部門に効果が高い。

- ①機器の予兆保全：製造設備などにセンサを取り付けて故障をAIにて予測することでダウンタイムを減少させる。ディープラーニングなど最

新のAIを使うことで、故障の1～2か月前に検知できることが多い。

- ②製品品質チェック：画像やセンサにて製品をセンシングして、AIによって正常品/異常品の分別を行う。超音波やマルチスペクトルカメラなど人間を超えたセンシングと、バラつきのない判断が可能である。

- ③機器操作、オペレーションの自動化：センシングとAIにより、機器操作やオペレーションを自動化する。人件費削減だけではなく、生産速度の向上や、事故の防止が期待できる。

顧客に販売する機器においても、予兆保全や操作自動化が実現できれば、顧客側のコスト削減につながる。このような場合、月額保守サービスへの展開、コスト削減コンサルティングサービスの提供などによって、機器の提供側も追加収益が得られるビジネスモデルが展開できる。

経営、商品開発、マーケティングなどは、創造性や戦略性が必要とされるため、IoTやAIによって業務の置き換わりが進むとは考えづらい。しかし、IoTにより製品や使用状況からとったデータを分析して方針決定に役立てる、AIを利用して膨大な候補のなかから最適な物質や組合せを探すなど、人間の業務のサポートとしての使い方が増えてくると考えられる。

### 5.2 IoT, AIによるビジネスの拡大

IoT, AIを活用したビジネスや売上の拡大は、マーケティングや販売プロセスを最適化するものと、新たなサービス、商品、ビジネスモデルを創造するものがある。

マーケティングや販売プロセスの最適化では、顧客の製品利用状況や商談状況をAIで分析し、よりよい商品やサービスを提案する、広告をAIで最適化するなどが考えられる。この分野はECが先行しているが、今後B2Bを含む幅広い業界に広がると予想

される。

新たなサービス、商品、ビジネスモデルの創造は、今後の企業存続の大きな要因として経営層からの期待が大きい分野である。ユーザー情報や商品利用状況を分析し、それぞれのユーザー層に対して最適な商品をマスカスタマイゼーションで提供する、クラウドやAIと連携して自動的に進化する商品、ユーザーにとって煩雑な部分をAIとIoTで自動化する商品などが考えられる。

IoTにより収集したデータをAIで分析、判断し、そのデータを必要とする個人や企業に提供するビジネスも今後増えていくと考えられる。航空機のセンサ情報から航空機の最適な運航をアドバイスする、道路状況やセンサ情報から自動的にトランスミッションのギアシフトを補正して燃費向上を図る<sup>6)</sup>、時間帯や曜日、天気などからどの場所にタクシーの客がいる確率が高いかをタクシー会社に情報提供するサービスなどがすでに出てきている。

IoTやAIを活用することで、様々な新しい商品やサービスが生まれる可能性があるが、従来の製造業と開発内容やビジネスモデルが異なることが多いため、柔軟な人材活用や、他社とのコラボレーションが重要となる。

は今後も数多く出てくると考えられる。従来の製造業的なプロセスやビジネスと異なる面が多いが、その分チャンスも大きいと言える。

本稿が今後の事業効率化やビジネス拡大の一助となれば幸いである。

#### 参 考 文 献

- 1) IDC Data Age 2025 Study, sponsored by Seagate (2017/4)
- 2) インダストリアル・インターネット解説レポート (GE 2012/11)  
[http://www.ge.com/jp/sites/www.ge.com.jp/files/Industrial\\_Internet\\_Japan\\_WhitePaper\\_0517\\_2s.pdf](http://www.ge.com/jp/sites/www.ge.com.jp/files/Industrial_Internet_Japan_WhitePaper_0517_2s.pdf)
- 3) IDC Forecasts Worldwide Spending on the Internet of Things to Reach \$772 Billion in 2018 (2017/12)  
<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS43295217>
- 4) 国内IoT市場 産業分野別/ユースケース別予測, 2018年~2022年 (2018/03)  
<https://www.idcjapan.co.jp/Press/Current/20180314Apr.html>
- 5) 内閣府 Society 5.0  
[http://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)
- 6) The internet of Things: ZF Friedrichshafen AG  
[https://www.zf.com/corporate/en\\_de/magazine/magazin\\_artikel\\_viewpage\\_22170472.html](https://www.zf.com/corporate/en_de/magazine/magazin_artikel_viewpage_22170472.html)

## 6 おわりに

IoT, AI分野は現在も技術進化, ビジネス応用ともに早い速度で進んでいるため, 新しい技術や応用

## 著 者



増倉 孝一

(株)ブライトビジョン代表取締役社長。(株)東芝にて、人工知能および映像処理の研究開発、携帯電話、スマートホームの商品企画、事業戦略を担当した後、2016年より現職。先端ITを活用した業務効率化、新商品・新規事業開発のコンサルティングを行う。現在、KYBにてIoTに関するコンサルティングを実施。