Overview

# 社会課題の解決に向けた日立のAI

難波 康晴 | Namba Yasuharu
伊藤 淳史 | Ito Atsushi
影広 達彦 | Kagehiro Tatsuhiko

## 1. はじめに

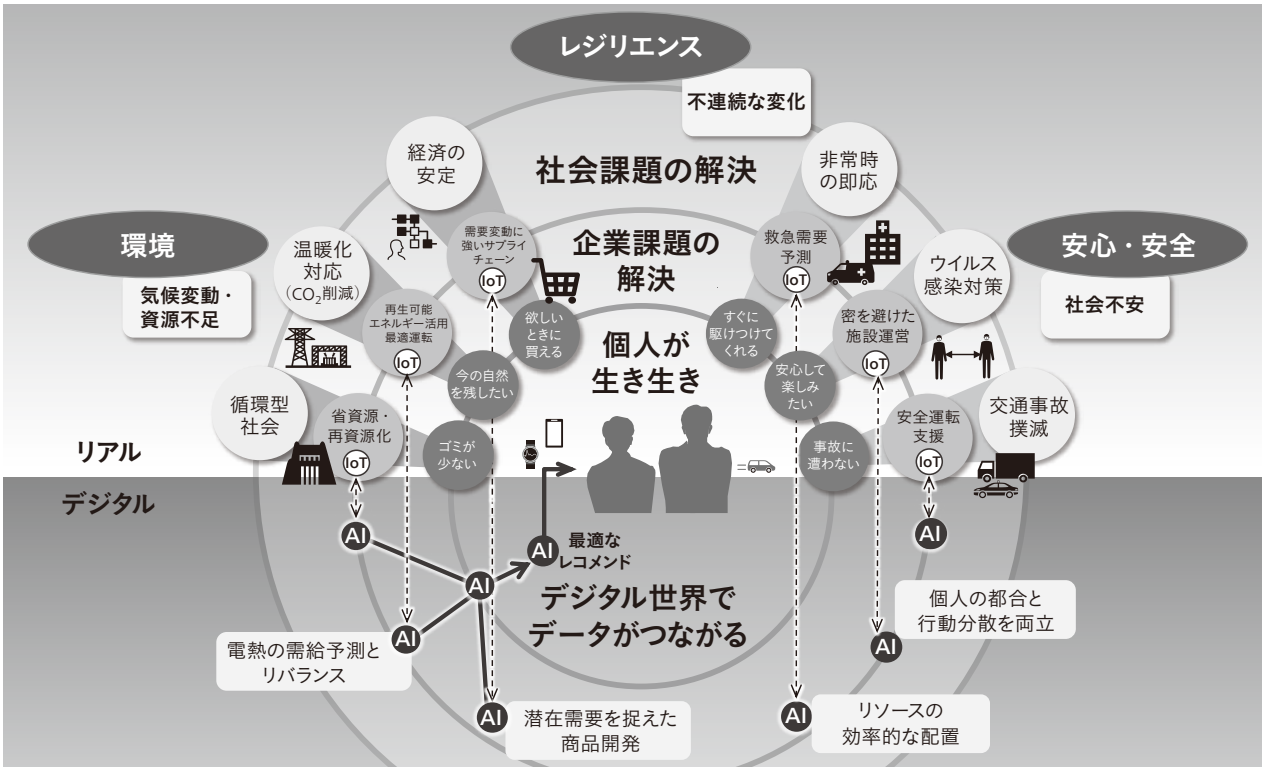
誰もが楽しく生き生きと暮らしていける社会の実現は，ほとんどの人に共通で普遍的な願いである。ところが，(1) 気候変動や資源不足，環境汚染といった自然環境の変化・制約に起因する困難や，(2) 自然や社会の急激で不連続な変化のために，安定した生活や経営の継続が困難になることがある。さらに，(3) ウイルスや交通事故などの要因により，安心・安全な生活が危険にさらされているといった社会課題がある。

日立はこれらの社会課題に取り組むべく，(1) 環境，(2) レジリエンス，(3) 安心・安全という三つの価値を起点として，社会価値，環境価値，経済価値を創生し，持続可能な社会の実現に貢献していきたいと考えている[1)]。

**図1**の上半分は，ありたい社会の姿を表現している。

**図1 | みんなが楽しく生き生きと暮らす社会**

世界の中心に個人が暮らし，楽しく生き生きと生活するために企業や政府がサービスを提供する。リアルな世界にあるIoTデバイスを介してデータがデジタルな世界のアプリと行き来し，高度なサービスが提供される。




注：略語説明
AI（Artificial Intelligence），IoT（Internet of Things）

世界の中心に個人が暮らし，楽しく生き生きと，幸せに生活するために，企業や政府が一体となって協調し，サービスを提供してくれる社会である。

例えば，ウィズ・アフターコロナ時代の急激な需要変化に対して，企業から安定的に製品が供給できるようになることは，同時に消費者としての個人が必要なときにその製品を手に入れることができるという価値とも結び付くと考えられる[2)]。あるいは，119番通報による救急隊の出動件数が急速に増加する中，救急隊の現場への到着時間を短縮できるようになることは，患者の救命率の向上という価値に結び付くと考えられる[3)]。

このように，ある一つの取り組みが個人の幸福や便益と企業や社会の価値を同時に実現させていくこと，そして，これらの複数の取り組みが相互に発展していくことができれば素晴らしいことだと考える。日立のLumada[※1), 4)]，およびそれを構成する各種技術は，この理想とコンセプトを実現する取り組みや仕掛けである。

**図1**の下半分は，この実現を支援するための仕掛けの模式図である。リアルな世界にあるIoT（Internet of Things）デバイスを介してデータがデジタルな世界のアプリと行き来し，高度なサービスが提供される。また，デジタルな世界ではデータの各種権利が保護されながら，つながり，組み合わされ，より高度なサービスとなって現実世界に還元される。それぞれの活動は単機能であっても，隣接する機能どうしがつながることでシナジー効果で新たな価値を創生し，社会全体に及ぶ課題の解決に向かっていくという世界観である。リアルとデジタルの世界がネットワーク型につながり，データがループ状に流れる中において，各種データを知的に組み合わせ，新たな価値を発見・創造し，社会課題を解決するための案を導出する技術の一つがAI（Artificial Intelligence）およびAnalytics技術である。本稿ではこれら二つの技術をまとめて単に「AI」と表現することにする。

## 2. 社会課題の解決に向けて

本章では社会課題を，（1）環境，（2）レジリエンス，（3）安心・安全の観点から類別し，特にAIによって解決されつつある関連事例を紹介する。そして，AIに期待される機能や方向についての考察を述べる。

※1）「Illuminate（照らす・解明する・輝かせる）」と「Data（データ）」を組み合わせた造語。顧客のデータに光を当て，輝かせることで，新たな知見を引き出し，顧客の経営課題の解決や事業の成長に貢献していく，という思いを込めている。

### 2.1 環境

低炭素社会，高度循環社会，自然共生社会を実現していく取り組みには，（a）環境を変化させる，もしくは破壊する物質の排出削減や除去，（b）エネルギーの使用量の削減や，再生可能エネルギーへの転換，（c）有用な資源のリサイクルの促進，などがある。

例えば，（a）の例としては，降雨などによる河川の水質をディープラーニングで予測することで，適切な取水運転や薬品注入を判断できるようになることが挙げられる[5)]。（b）の例としては，再生可能エネルギー由来の燃料を利用できるよう，複数の燃料を組み合わせて利用可能なエンジンの制御パラメータの自動学習技術を開発している[6)]。（c）の例としては，廃棄物の分別にAIの画像判定を活用するソリューションを提供している[7)]。

環境課題に取り組むにあたっては，AIで精度の高い予測や効率的な計画・制御を立案すること，そして，現場の情報や有識者のノウハウを取り込む形で整合させることが期待される。今後，予測や計画などにおいて複数のAI機能や学習モデルを組み合わせ，より複雑な状況への対処を可能にしたり，複数のステークホルダーが関係することで解決の見通しが立ちにくい社会課題において，利害やリスクの数値化や共有，各計画の間の調停などの合意促進を支援したりするなど，広い意味での「知の共有」に関する機能の具備がAIおよびその周辺技術にとって重要になると考えられる。

### 2.2 レジリエンス

災害や事故，あるいは経営環境などの急激な変化に対してレジリエンスを高めるための取り組みには，（a）変化に対する迅速な情報収集と可視化，およびそれに基づく復旧または計画変更のためのリソース再配置，（b）リスクの予測，およびリスクの顕在化を未然に防ぐ対策などがある。

例えば，（a）の例としては，災害状況を映像解析する技術を開発している[8)]。また，市場の需要変動に連動してサプライチェーン全体を見渡した最適な計画立案も行っている[9)]。（b）の例としては，機器の故障を予測し，予防保全や保険と組み合わせて事業リスクへの対策を行っている[10)]。

変化への迅速な対応にあたっては，AIは現場の制約や事情に合わせつつ計画の最適化ができること[11)]，大規模な組合わせ問題に対処できること，過去に類似の例が少

なく，データがない／少ないという制約下でも，直面する変化に対して一定以上の精度で学習や推論ができること[12]などが期待される。今後，より複雑な系や未知の状況に対応すべく，ダイナミックな状況変化や不可逆的な変化に対応したり，今あるデータからの推論の限界を把握して他機能で補完したりするなど，環境・社会機能の変化や人の成長に合わせてAIも賢くなっていくこと，いわば「成長できる」ことが重要になっていくと考えている。

### 2.3
### 安心・安全

人々が豊かで健康的な生活を送るための取り組みには，(a) 個人の健康を脅かすことへの予防や事後対策，(b) 社会インフラの安全で安定した運営の実現などがある。

例えば，(a) の例としては，患者個人の体質や病気の状態に合わせた治療の実現のために，AIが治療効果を高精度に予測可能な指標を生成している[13]。(b) の例としては，公共空間での感染症対策を実現するために映像解析AI技術を活用している[14]。

安心・安全に対応するにあたっては，認識や推論（原因究明や将来予測）といったAI機能がプライバシーや公平性を守ること，AIの判断した根拠やその判断プロセスを分かりやすく説明すること[15]などが期待される。今後，AIとそれに関わる人のAI倫理[16]も含めて，AIが組み込まれたシステム全体を通して「信頼できる」ことが重要になっていくと考えている。

以上，社会課題の解決に向けたAIが具備すべき機能や方向感をまとめると，「知の共有」，「成長できる」，「信頼できる」が特に重要になっていくと考えられる（**図2**参照）。

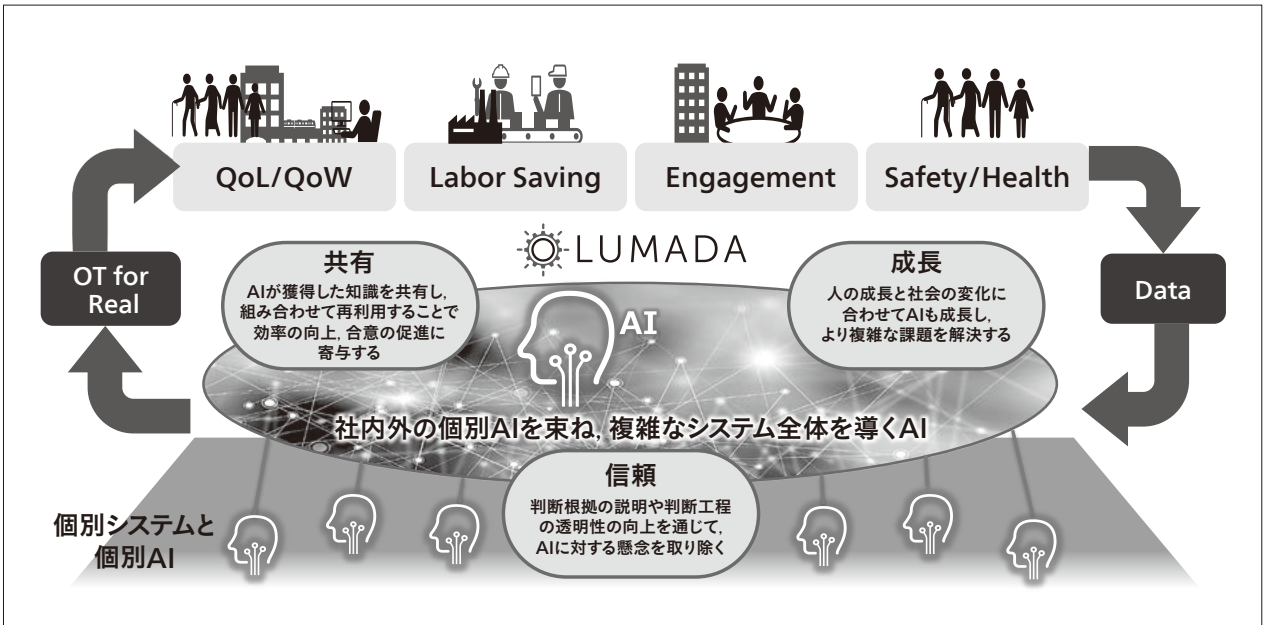
## 3. 日立のAIの特徴

AI技術には長い歴史があり，分析，学習，予測，発見，計画，最適化，対話といった機能において数多くの技術的成果が出ている。日立は独自に開発したHitachi AI Technology/H（以下，「AT/H」と記す。）[17, 18]を2015年にリリースした。AT/Hは，大量なデータの中からKPI（Key Performance Indicator）との相関性が強い要素および改善施策の仮説を導き出すAI技術である。

また，AI技術を現実社会・現場業務に適用するために，各業務に特有の制約やノウハウをうまく取り込み，リアルタイムかつ大量のデータをIoTやクラウドなど最新のIT技術で処理することで，精度と実用性を両立している。しかし，前章で述べた社会課題の解決にAIを適用する際には，技術的困難が伴うことも多い。以下では，その代表的な技術的困難とその解決の試み，特に，日立のAIの特徴が生かされた例を紹介する。

**図2｜社会課題の解決に向けたAIへの期待**

複雑な社会課題を解決していくために，AIが具備すべき機能として，「知の共有」，「成長できる」，「信頼できる」が特に重要になっていくと考えられる。




注：略語説明
OT（Operational Technology），QoL（Quality of Life），QoW（Quality of Work）

### 3.1
### データの希少性

重要な社会インフラの設備・装置では，高い品質の製品を採用し，また，事故を起こさないようしっかりと保守されているがゆえに，故障時のデータがほとんど存在しない。したがって，AIを適用するために必要な過去の参考事象がほとんど起きていないケースがある。これは，大量のデータを必要とする機械学習（特に深層学習）のアルゴリズムにおいて大きな困難である。

これに対し，例えば，認識対象物の要素を分解することで，少ないデータでも高精度に学習することができる画像認識AI向けの要素分解深層学習技術を開発している[19),20)]。また，Hitachi AI Technology/Prediction of Rare Case[21)]は，発生頻度の低い事象を高精度で予測し，その根拠を提示する技術であり，リスク管理業務を支援するサービスなどに活用されている[22)]。

### 3.2
### OT知識の利活用

実際に計測できているデータは業務のほんの一部分にすぎない。例えば，装置の稼働環境，保守の状況，隣接する装置の状態，作業員の特性，業務ルールなど，いろいろな情報と組み合わせなければ，精度の高い予測は困難である。また，計測したデータを分析評価して意思決定に利用するには，その評価基準や判断基準が現場の業務のルールや習慣に適合していなければならない。一方，業務の担当者はOT（Operational Technology）知識を保有し，日々それをうまく使いこなして業務を遂行している。OT知識とは，商習慣やKPIと現場業務との関係など，経営に関する知識，現場作業の手順やコツなど作業に関する知識，装置の状態や材料の特性など物理化学的な知識などである［**図3**（a)参照］。このOT知識を，**図3**（b）に示すAI技術に組み込むことで，データ間の関係の効率的な分析や，高精度な予測，制約条件に基づく実用的な計画立案，各導出結果の説明などが実現できる可能性がある。

例えば，Hitachi AI Technology/Machine Learning Constraint Programming(以下，「AT/MLCP」と記す。)[23)]は，生産現場での熟練者の運用に関する経験的な知識といったOT知識を取り込んでいる（**図4**参照）。

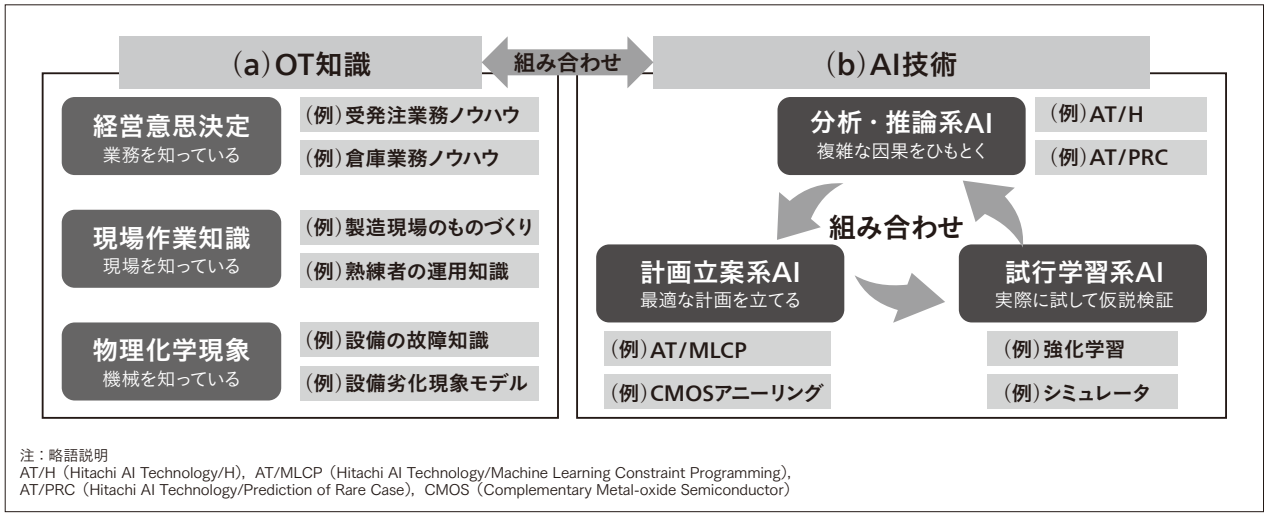
### 3.3
### AI技術の組み合わせ

業務の高度化が進むと，複数の個別AIを組み合わせて機能させる必要が生じる。例えば，需要を予測した後に，その予測に基づいて生産計画を立案することがある。この場合，予測と計画は独立しているわけではなく，共通の業務制約を満たしつつ，目的とする業績KPIを高めるべく重視すべき特徴量や制御パラメータなどで密接に関係している。また，予測（および計画）した値と実測値との乖離（ロス）をどちらの個別AIのパラメータへフィードバックさせるのかといった課題もある。

AI技術には大きく分けて，対象や対象間の関係を内部モデルへ抽象化（学習）して演繹的に識別や予測をする「分析・推論系AI」，業務ルールやコンテクストといった各種制約条件や傾向性を勘案しつつ，対象のあるべき状態または次の状態への遷移条件の値やアクションのシーケンスを組み立てる「計画立案系AI」，対象に関する過

**図3｜OT知識とAI技術**

OT知識には，経営に関する知識，現場作業に関する知識，物理化学的な知識などがある。AI技術には，分析や推論をする技術，各種制約に適合する計画を立案する技術，仮説を試行して検証する技術などがある。




注：略語説明
AT/H（Hitachi AI Technology/H），AT/MLCP（Hitachi AI Technology/Machine Learning Constraint Programming），AT/PRC（Hitachi AI Technology/Prediction of Rare Case），CMOS（Complementary Metal-oxide Semiconductor）

**図4｜OT知識とAI技術の組み合わせの例**

OT知識とAI技術を組み合わせることで現実の課題を解決する。例えば，AT/MLCPによる生産計画の最適化では，生産現場の熟練者の運用知識と，機械学習と制約プログラミングを使っている。

去のデータがないために対象への仮説を試行してその妥当性や再現性を検証する「試行学習系AI」などがある［**図3**（b）参照］。これらの各AIは機能分担しつつも相互に補完し合う関係にあると考える。

AIを組み合わせた事例として，例えば，相互直通運転などで複雑化した鉄道システムのダイヤの乱れに対して指令員のノウハウと複数のAI技術（機械学習や制約プログラミング）をハイブリッド構成で活用し，復旧の計画を立案している[24]。また，AT/MLCPでは，過去の実績データからの傾向性の発見と，その傾向性を加味しつつ制約条件に基づく最適化という複数のAI機能を組み合わせて，生産計画を立案している（**図4**参照）。

### 3.4 AIシステムの品質

企業の基幹システムや社会インフラシステムなどミッションクリティカルな業務領域では，高い安定性や信頼性が求められる。AIを利用する場合も同様で，品質や運用保守性は特に重要である。そのため，AIの技術やノウハウの標準化，開発方法論の整備，稼働時の精度劣化を検出し維持する機能など，フレームワークによる規定が必要になると考える。Justware AIアプリケーションフレームワークは，これを実現するものである[25]。AIのソフトウェアは各種テスト技法[26]を活用し，品質を確保する。また，データの利活用におけるプライバシーの侵害や倫理的なリスクについても対応している[27]。こうした活動を通じて，日立はAIが人と社会に真に役立つものになるよう努めている。

## 4. 日立のAIの全体像

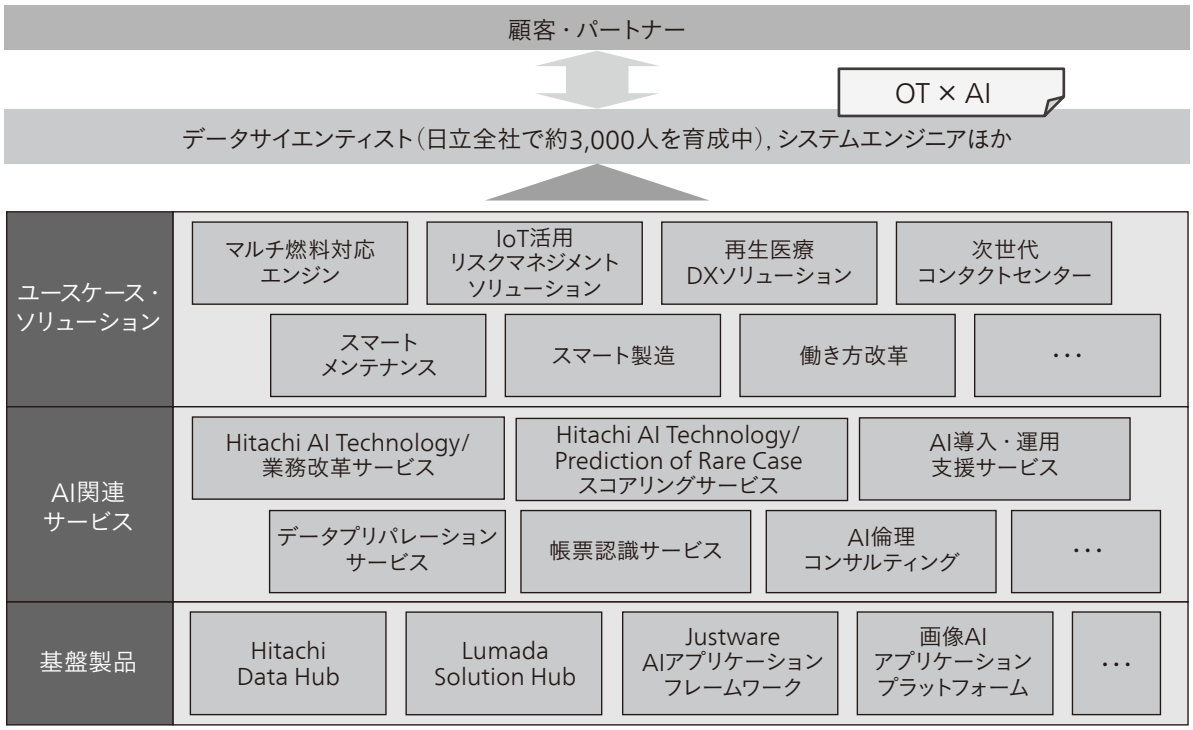
AI技術は多様で，難度の高い技術も混在しているため，AIを業務に組み込み，使いこなすことは容易ではない。そこで，日立は先端的なAI技術をあらかじめ組み込んだ，あるいは組み合わせ利用を可能とした製品・サービス・ソリューションを提供している。

例えば，AIでよく使用される基盤製品には，データを収集・加工・蓄積するHitachi Data Hub[28]，AIアプリケーションの開発や運用を支援するJustware AIアプリケーションフレームワークなどがある[29]。各種AIエンジンはこれらと連携して動作する。Lumada Solution Hubは，クラウド環境にソリューションを構築する仕組みであり，サービス状態監視やシステム運用代行といった支援サービスを提供しているほか，PoC（Proof of Concept）から本番環境への移行，複数拠点への迅速な展開が可能である[30]。AI関連のサービスは，業務データから特徴量を設計したり，業務制約を充足するようシステムに組み込んだりすることを支援するサービスである[31]。例えば，Hitachi AI Technology/業務改革サービスは，先端的なAI技術を活用して売上向上やコスト削減といった企業の経営課題解決を支援するサービスである。AIを活用したユースケースやソリューションは，これらの製品・サービスやOTの知見を組み合わせた具体的な方法や事例である。

また，日立はOTの知見とAI技術を駆使して，業務要件に応じたシステムを組み上げる専門家の育成も推進している（**図5**参照）。Lumada Data Science Lab.[32]は，OTの知見と先端的なAI技術を掛け合わせて実適用を進めるとともに，AI関連の技術やノウハウの集約と展開を図るデータサイエンティストの組織であり[33]，日立全社の約3,000名のデータサイエンティストを育成・強化している。またLumada Innovation Hubは，Lumadaによるサービスを協創できる空間である。そのフラッグシップ拠点のLumada Innovation Hub Tokyo[34]では，Lumada Data Science Lab.のデータサイエンティストに加え，デザインシンカーやドメインエキスパートなどが集結し，顧客と共に複雑で高度な課題の解決に取り組んでいる。さらに，Lumadaアライアンスプログラムは，解決の幅を広げるためにパートナーとグローバルに相互連携して取り組むプログラムである[35]。

**図5｜日立のAIの全体像**

日立グループでは，多種多様な製品・サービス・ソリューションを提供している。データサイエンティストとシステムエンジニアが，業務要件に応じたシステムを組み上げる。




注：略語説明
DX（デジタルトランスフォーメーション）

## 5. おわりに

本稿では，社会課題の解決に向けた日立のAIの取り組みの全体像と，技術や事例を整理した。各事例の詳細については，本特集掲載の各論文や，参考文献などを参照されたい。

日立は，AIなどを活用し，顧客やパートナーと共に社会課題の解決に取り組んでいく。

**参考文献など**

1）日立製作所，Overview of Strategic Direction（2021.6），https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/06/0608/20210608_00_presentation_ja.pdf
2）日立ニュースリリース，ダイキンと日立が協創を通じ，化学事業において需要変動に即応する最適な生産・販売計画の立案・実行支援ソリューションを実用化，運用開始（2020.7），https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2020/07/0714.html
3）日立製作所，予測の根拠を示し，迅速な意思決定へ導く「救急需要予測システム」，https://www.hitachi.co.jp/rd/research/design/service/case_first_aid.html
4）日立製作所，Lumada，https://www.hitachi.co.jp/products/it/lumada/index.html
5）日立ニュースリリース，上下水道事業クラウドサービス O＆M支援デジタルソリューションに，AIを活用した設備診断，水質予測，運転支援の新機能を拡充し提供開始（2021.4），https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/04/0412.html
6）江崎佳奈子，外：脱炭素社会に向けたマルチ燃料エンジンの制御パラメータ自動学習技術，日立評論，103，6，654～658（2021.11）
7）株式会社日立ソリューションズ，画像判定トータルソリューション，https://www.hitachi-solutions.co.jp/mfigazouhantei/sp/
8）日立ニュースリリース，災害状況をAIで把握する映像解析の基礎技術を開発（2021.2），https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/02/0219.html
9）日立製作所，サプライチェーン最適化サービス，https://www.hitachi.co.jp/products/it/bigdata/service/sco/index.html
10）植木洋輔，外：事業のレジリエンス強化に貢献するIoT活用リスクマネジメントソリューション，日立評論，103，6，629～633（2021.11）
11）R. Kamoshida: Concurrent optimization of job shop scheduling and dynamic and flexible facility layout planning, 2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications（ICIEA），pp 289-293（2018.6）
12）B. Tong et al.: Hierarchical Disentanglement of Discriminative Latent Features for Zero-shot Learning, 2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition（CVPR），pp. 11459-11468（2020.1）
13）中本与一，外：個別化医療時代に向けた再生医療DXソリューション，日立評論，102，6，719～723（2020.11）
14）吉永智明，外：安心・安全な社会構築を支える映像解析AI技術，日立評論，103，6，634～639（2021.11）

15）日立製作所，AI判断の根拠を説明する日立の「XAI」（2020.3），
https://www.hitachi.co.jp/products/it/magazine/hitac/document/2020/03/2003c.pdf

16）日立ニュースリリース，社会イノベーション事業における「AI倫理原則」を策定（2021.2），
https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/02/0222.html

17）矢野和男:AIで予測不能な時代に挑む，日立評論，98，4，220～240（2016.4）

18）森脇紀彦，外：AIのテクノロジー 自ら学習し判断する汎用AIの実現，日立評論，98，4，241～244（2016.4）

19）日立製作所,少ないデータでも高精度に学習することができる画像認識AI向けの要素分解深層学習技術を開発，
https://www.hitachi.co.jp/rd/news/topics/2019/0902.html

20）Q. Kong et al.: Cycle-Contrast for Self-Supervised Video Representation Learning, Advances in Neural Information Processing Systems 33（NeurIPS 2020）（2020.12）

21）日立製作所，Hitachi AI Technology/Prediction of Rare Case スコアリングサービス，
https://www.hitachi.co.jp/products/it/bigdata/service/atprc/index.html

22）宇都陽平，外：希少事象を考慮したスコアリングモデルを実現するAI技術の活用事例と今後の展望，日立評論，103，6，640～643（2021.11）

23）角田悟，外：デジタル×デザインで計画業務をDX化するHitachi AI Technology/計画最適化サービス，日立評論，103，6，644～648（2021.11）

24）外山篤，外：鉄道運行管理システムへの機械学習適用，日立評論，103，3，389～394（2021.5）

25）中村知倫，外:AIアプリケーション開発と運用を支援するJustware AIアプリケーションフレームワーク，日立評論，103，6，649～653（2021.11）

26）佐藤直人，外：AIソフトウェアのテスト 答のない答え合わせ［4つの手法］，リックテレコム（2021.5）

27）善積竜希，外：デジタル事業におけるプライバシー保護とAI倫理の取り組み，日立評論，103，6，654～658（2021.11）

28）日立製作所，Hitachi Data Hub，
https://www.hitachi.co.jp/products/it/IoTM2M/list/datahub/

29）日立製作所，製品：ビッグデータ×AI（人工知能），
https://www.hitachi.co.jp/products/it/bigdata/platform/index.html

30）日立製作所，Lumada Solution Hub，
https://www.hitachi.co.jp/products/it/lumada/about/lumada_hub/index.html

31）日立製作所，サービス：ビッグデータ×AI（人工知能），
https://www.hitachi.co.jp/products/it/bigdata/service/index.html

32）日立製作所，Lumada Data Science Lab.，
https://www.hitachi.co.jp/products/it/lumada/about/ai/ldsl/index.html

33）日立製作所Lumada Data Science Lab.（監修）：実践 データ分析の教科書 現場で即戦力になるデータサイエンスの勘所,リックテレコム（2021.8）

34）日立ニュースリリース，Afterコロナを見据えた新たな協創により，Lumadaムーブメントを加速する東京駅直結のフラッグシップ拠点「Lumada Innovation Hub Tokyo」を開設（2021.3），
https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/03/0322a.html

35）日立ニュースリリース，社会価値，環境価値，経済価値およびQoLの向上に向けたオープンイノベーションを加速するパートナー制度「Lumadaアライアンスプログラム」をグローバルで開始（2020.11），
https://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2020/11/1104.html

## 執筆者紹介

**難波 康晴**
日立製作所 サービス＆プラットフォームビジネスユニット
Lumada CoE 所属
現在，AIなどに関する技術力強化と事業応用に従事
博士（工学）
IEEE会員，ACM会員，情報処理学会会員，人工知能学会会員，サービス学会会員

**伊藤 淳史**
日立製作所 サービス＆プラットフォームビジネスユニット
Lumada CoE AIビジネス推進部 兼
Lumada Data Science Lab. 所属
現在,AIを活用した事業開発とデータサイエンティスト育成に従事

**影広 達彦**
日立製作所 研究開発グループ
先端AIイノベーションセンタ 所属
現在，AIコア技術の研究開発のマネジメントに従事
博士（工学）
電子情報通信学会会員，情報処理学会会員