

OCF CIMセミナー 2017

# IoT/AIの社会インフラ分野への適用可能性

土木情報学委員会 IoT活用研究小委員会

委員長 栞見 周彦 (JIPテクノサイエンス株式会社)

# Agenda

1. IoT活用研究小委員会概要
2. IoTの動向
3. AIの動向
4. 土木分野への適用
5. 活用・研究事例
6. まとめ

# 1. IoT活用研究小委員会概要

# IoT活用研究小委員会概要

## ■正式名称

土木学会 土木情報学委員会 IoT活用研究小委員会  
(研究期間: 2016年6月～2018年5月)

## ■小委員会の目的

IoT (Internet of Things) や画像処理・知識情報技術を融合させた社会ICTスマートコンピューティングに基づく先端的情報技術の動向調査を行い、土木・社会インフラ分野への適用可能性に関する研究を行う。

上記を踏まえ、ICT化が社会に進展した時代における社会インフラ事業のあり方についてのビジョンを作成する。

## ■小委員会構成

委員長: 枅見 周彦 (JIPテクノサイエンス株式会社)

副委員長: 蒔苗 耕司 (宮城大学)

全22委員 (ゼネコン 5、コンサル 5、メーカー 4、IT系 4人、大学 3人、個人参加 1)

# 土木情報学委員会の宣伝

「土木情報学 ー基礎編ー」を2017年6月に出版しました。

土木分野におけるICT活用のための入門書。

土木技術者が学ぶべきICTの理論や技術(土木情報学)を体系的に解説しています。

価格は定価1,836円(税込)です。

## 目次

1. 土木情報学とは
2. 計測・通信・制御
3. 図形・空間情報処理
4. 画像処理とコンピュータグラフィックス
5. 数値シミュレーション
6. 計画数理
7. ソフトコンピューティング
8. モデリングとデータベース
9. 情報システムの構築と管理
10. 土木情報学の将来



## 2. IoTの動向

# IoTの動向～IoTの定義(1)

(平成28年度版情報通信白書より抜粋)

## ■狭義のIoT(IoTデバイスを活用した新たな価値の創出)

**IoT**とは「物理的なモノ(物体)のインターネットであり、物体には、自らの状態や周辺状況を感知し、通信し、何かしらの作用を施す技術が埋め込まれている」。

様々な分野で、**状況を正確に把握する**ことで効率が向上し、データの分析を通じて新たな価値を生むことに繋がる。

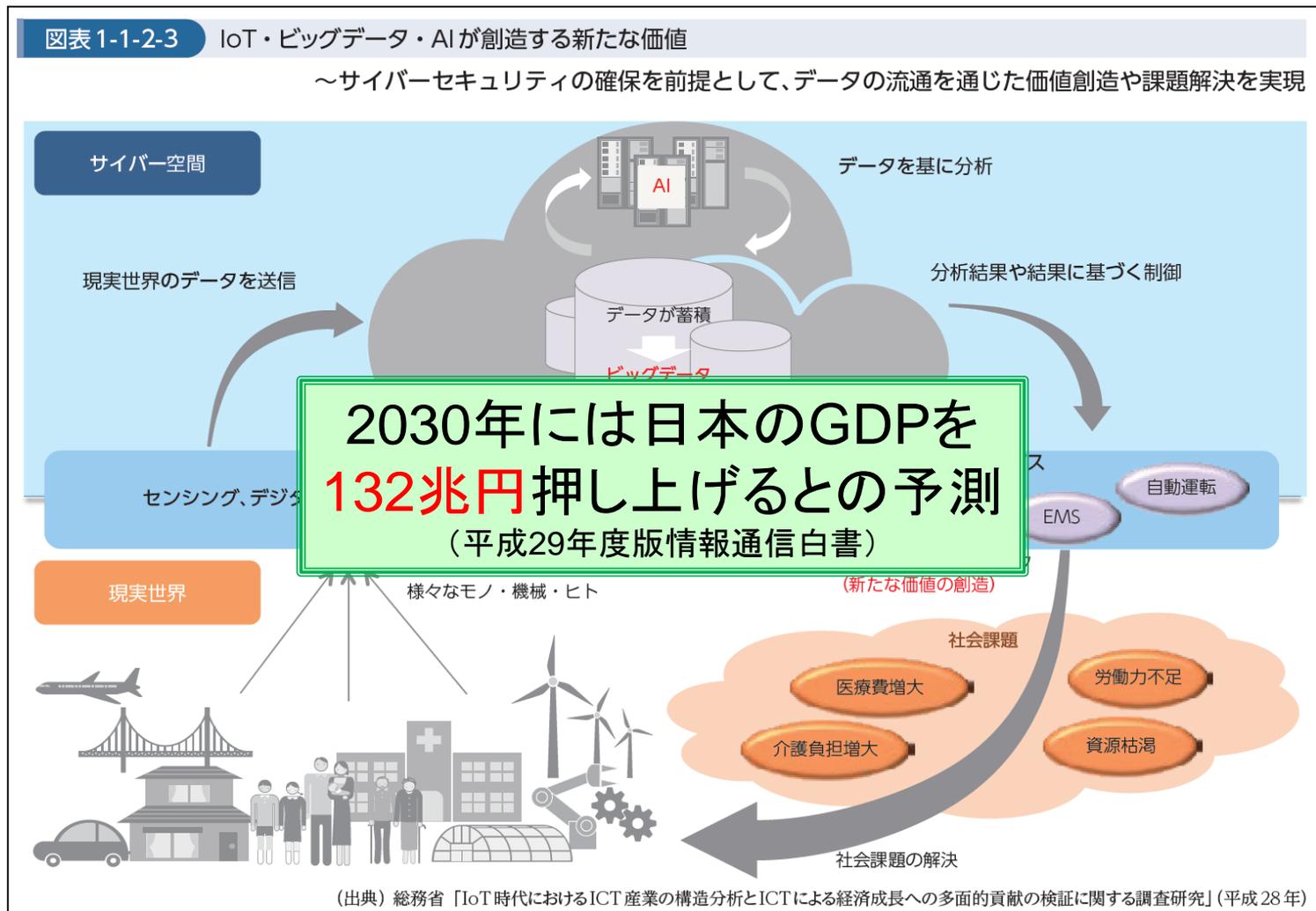
これまで実現できなかったような**高度で付加価値の高い機能**が提供されるようになる。

## ■広義のIoT(IoT・AI・ビッグデータの活用)

**IoT**で様々なデータを収集して「現状の見える化」を図り、各種データを多面的かつ時系列で蓄積(**ビッグデータ化**)し、これらの膨大なデータについて人工知能(**AI**)を活用しながら処理・分析等を行うことで将来を予測する。

# IoTの動向～IoTの定義(2)

(平成28年度版情報通信白書より)



# IoTの動向～国土交通省の動き

## ■第4期国土交通省技術基本計画(2017年3月29日公表)

国土交通省の技術政策の基本方針を示し、2017～2021年度の5年間で実施すべき、重要な取り組みを公表。その計画の3本柱の1番目として、

### 「人を主役としたIoT、AI、ビッグデータの活用」

が謳われている。人を主役として、IoT、AI、ビッグデータを技術政策の全てにおいて徹底活用することで、「人間の力」を高め、「新たな価値」を創造しようとしている。

## ■i-Constructionの長期目標

i-Constructionを推進することにより、建設現場の生産性を2025年度までに2割向上させることを目指している。

→i-Constructionも、IoT、AI、ビッグデータを徹底活用！

# IoTの動向～デバイスに求められる要素

IoTでは、数千～数万個の計測デバイスで、長期間のデータを取得することが求められる。

## 価格

- 1デバイス当たりを安価にする
- 仕組みを簡素にする

## 電力

- 動作頻度の調整
- 省電力化、自家発電

## 通信

- 送信データ量抑制
- 省電力で広域をカバーする通信技術

## 安全

- 偽デバイス対策
- IoT向けの技術革新が必要

# IoTの動向～通信技術

## ■LPWA

「Low Power、Wide Area」の略。省電力広域通信技術の総称。IoTデバイスでは、安価な通信回線と電源確保が課題であり、注目を集めている。

**超低速**な通信で消費電力を抑え、電池駆動で**10年以上の稼働**を目指している。

### 国内で提供中のIoTネットワークサービス

	SIGFOX	LoRaWAN
主な事業者	京セラコミュニケーションシステム(株)	(株)ソラコム
距離	最大数十km	最大10km
速度	100bps(上りのみ)	4.4秒間隔で11byte(上り下り)
価格	1回線年額100円～	1G/W月額9,980円～
特徴	海外展開可	基地局を自分でも設置可
提供開始時期	2017年2月	2017年2月

# IoTの動向～セキュリティ

## ■LSIの指紋「固有ID」(研究段階)

三菱電機(株)では、LSIに生じる**個体差**により固有IDを生成し、LSIの指紋として利用する技術を開発している。この技術により、回路を複製されても、**ID情報を複製することはできず**、危険なプログラムの混入や不正アクセスを防止できる。

## ■IoT向けクライアント証明書(2017年4月サービス開始)

クライアント証明書は、クライアントに**電子証明書**を発行することで、**ログイン操作を行うことなく認証**できる技術。GMOグローバルサイン(株)では、IoTデバイス向けにクライアント証明書を**大量に発行**する「マネージドPKI for IoT」の提供を開始した。

## ■クラウドサービスと直結する閉域網通信の提供(複数のサービス例あり)

IoTデバイスとクラウドサービス間の通信を**閉域網**とし、オープンなインターネットを通らないことで、通信のセキュリティを確保する。

# 3. AIの動向

# AIの動向～AIとは

## ■AIとは

現在行われているAI研究の大半が、**人間が知能を使って** **することを代替させる機械**を開発することを目的としている。この目的では、AI≠脳であり、**AIは特定の機能**として捉えると分かり易い。

## ■最近のAIブームの背景

ビッグデータの情報基盤が整い、機械学習が実用的になってきた。

また、ディープラーニングの登場で、機械学習の**学習対象となる特徴量**(例えばイヌの特徴は〇〇が××である)を与えることなく、**自動的に抽出**できるようになった。

さらに、あと10年以上かかると言われていた、**囲碁でプロ棋士に勝つAI**が現れたことで、分かり易い具体的な成果が示され、社会的な注目が加速された。



# AIの動向～AIの用途と手法

## ■AIの用途

主に、**知識発見・予測**と、**知的処理の自動化**を行う。

## ■AIの主な手法と対応する応用例

- |        |                        |               |
|--------|------------------------|---------------|
| ルールベース | > エキスパートシステム           | → 質問応答システム    |
|        | > BRMS                 | → 融資審査、品質管理   |
| 機械学習   | > ベイズ理論                | → 自動運転        |
|        | > ディープラーニング、SVM        | → 音声／画像認識     |
|        | > 強化学習                 | → ロボット動作の自己学習 |
| 多変量解析  | > 主成分分析、クラスター分析、重回帰分析等 | → 要因分析、劣化予測   |

# AIの動向～AIの課題

## ■パラメータ調整が難しい

特徴量の抽出は自動化されても、ハイパーパラメータ(人間が予め設定するパラメータ)の設定が難しく、データを投入すれば自動的に結果がでてくるような感じにならない。更なる普及のためには、利用時に**人間の関与を減らす**工夫が必要。

## ■大量の教師データが確保できない

機械学習では、目的に合った教師データを大量に集めるのが難しい。一部の巨人企業が勝ち組となってしまう恐れがある。**オープンデータの普及**や、大量の学習データを必要としない手法の開発が望まれる。

## ■結果の根拠がブラックボックス

導き出された結果は、何故そのような結果になるのか、根拠が分からない**ブラックボックス状態**であり、適用する際に結果を信用できるか。

## ■一般常識は持っていない

求められる結果は出せても、一般常識的に分かりそうな周囲への影響などは理解していないので、**思わぬ結果を招く可能性**がある。

# AIの動向～今後の展望

## ■ディープラーニングは単一データから複合データへ

複数種類のデータを複合して特徴を見いだす研究が進んでいる(マルチモーダル)。人間で例えると、目で見ただけでなく、**五感を駆使して特徴を見いだす**イメージ。

## ■ディープラーニング＋強化学習＝深層強化学習

ディープラーニング(深層学習)と強化学習を組み合わせた**深層強化学習**において、囲碁のような複雑な課題においても、人間を上回る成果を発揮し始めた。

## ■単独の専用AIから多目的化・ネットワーク化へ

### 多目的AI

複数の課題に**同じプログラムで対応できる**多目的なAIにより、導入コストが低下。

### AIネットワーク化

**AI同士がネットワークで繋がる**ことで、社会の各分野に急激な影響を与える。

## 4. 土木分野への適用

# 土木分野への適用～IoT/AIの用途

高度な経験に基づく人間の判断



AIが活躍する余地が大きい分野

- 事故予兆検知
- 誤操作警告
- 過労・熱中症予防



- 工法提案
- 作業スケジュール調整
- 報告書作成



- 熟練工の技術取込
- 最適な手順の発見
- 操作ガイダンス



- 自動入力
- 自動診断
- セルフチェック



- 電力コントロール
- 警備・警報
- 利用状況分析

土木分野のさまざまな工程へ適用可能

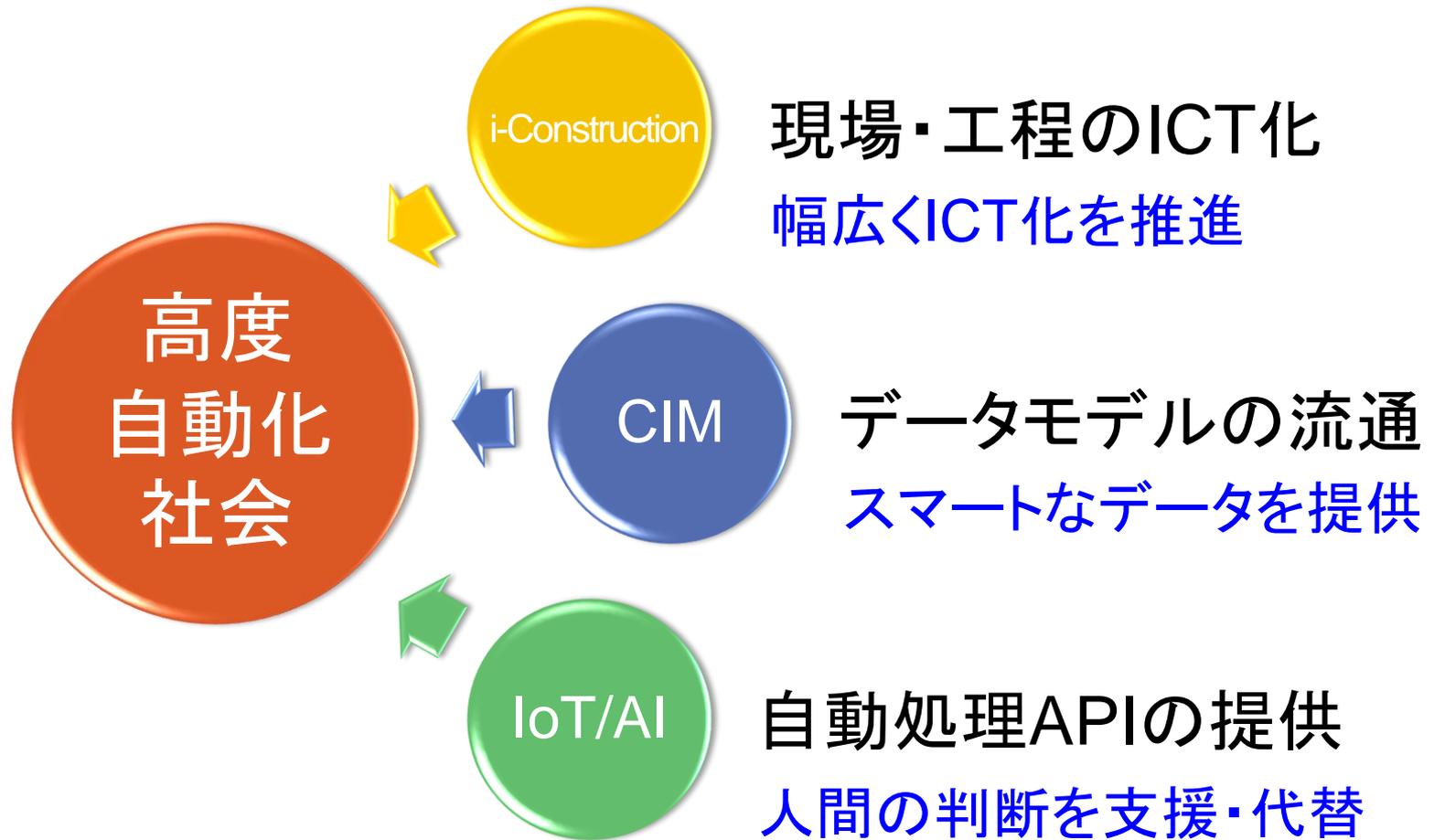
# 土木分野への適用～IoT/AIの目指すもの

IoTが普及し、多種多様で十分なデータが得られるようになると、AIを活用した**高度自動化社会**が到来する。

## ■高度自動化社会に向けてIoT/AIに必要なイノベーション

- ①IoT情報収集基盤の整備(建機、構造物へのセンサ設置と通信網の構築)
- ②センサフュージョン、データクレンジングの自動化(稼働・計測データの合成・選別)
- ③ビッグデータ／スモールデータの蓄積(稼働・計測データ、設計・製作データの蓄積)
- ④検索・自動収集可能なデータの公開(オープンデータ化)
- ⑤AIによる学習と処理の高度化(原因と結果の関連性を学習、人間を超越する判断)
- ⑥分析結果の引き出し手順の公開(オープンAPI化)
- ⑦自動化システムへの組み込み(自動設計、自動化施工、自動点検・診断)
- ⑧社会制度の追随(各種基準の見直し、AIが起こす事故の保障制度)

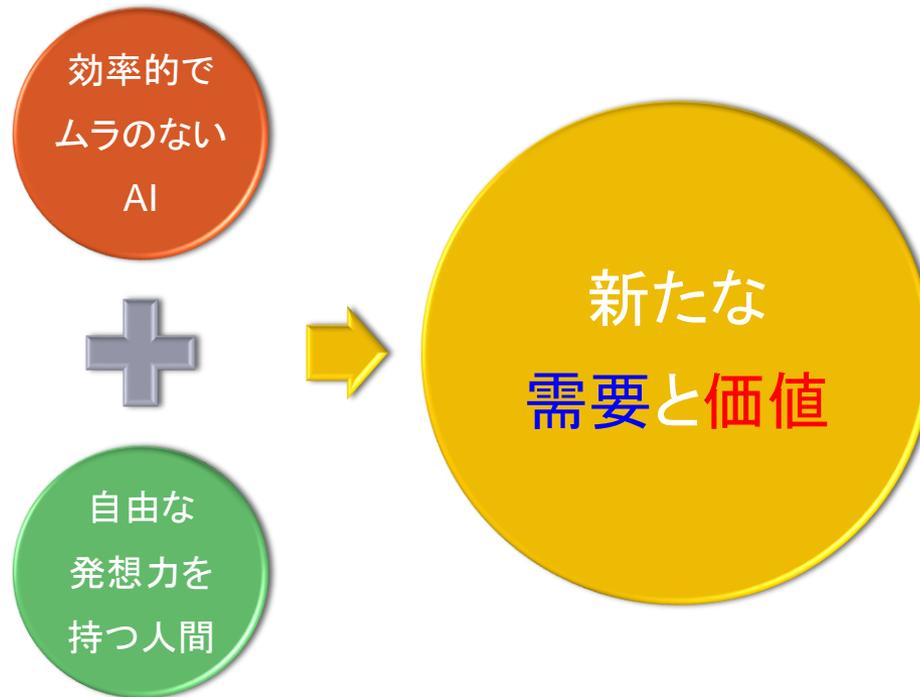
# 土木分野への適用～データモデルとの関係



どれが欠けてもダメ！ →まさに三本の矢

# 土木分野への適用～人間の役割の変化

人間が大量な事務作業・簡単な工程から解放される



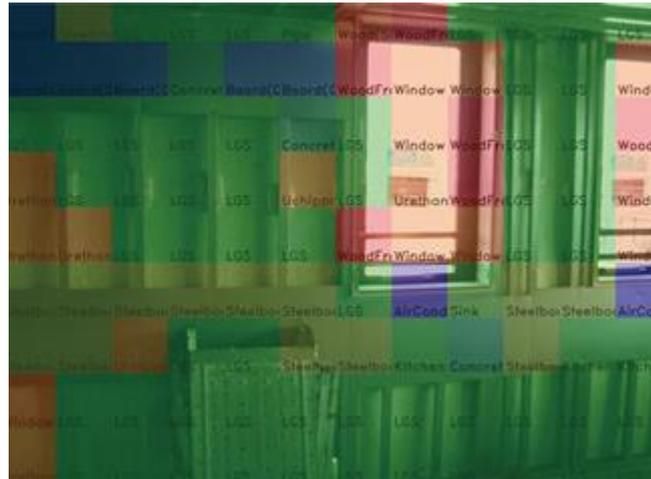
- ◆ 超スマート生産により低コスト・短期間で大量の施設刷新(需要創出)
- ◆ 従来不可能であった規模や立地での工事を可能にする(新しい価値)

# 5. 活用・研究事例

# 活用・研究事例①～建築分野・工程管理

(株)大林組では、マンションの内装工事において、撮影した工事写真に写っている**建築部材を識別**できるようにし、その割合などから現在の作業工程を認識する**工程認識AI**を試験導入している。

将来的に写真撮影まで自動化されれば、各部屋の進捗状況が自動的に一元管理され、人の手配を含めた**工程管理をAIに任せる**ことが可能になる。



引用：[https://www.obayashi.co.jp/technofair2016/03robotics/03\\_02.html](https://www.obayashi.co.jp/technofair2016/03robotics/03_02.html)

# 活用・研究事例②～異業種・製品設計

## ■人間の設計を支援:富士通(株)のプリント基板の層数予測機能

電気系のプリント基板の設計工程で行う層数見積もりは、従来、仮配線により検討しながら**数百時間**かけて行っていた。一部の層数見積もりにおいて、**過去の設計データと層数の実績**をAIが学習し、高い精度で予測可能となった。

## ■過去の設計データを学習して自動設計:デンタルサポート(株)の義歯自動設計

**1万パターン**の過去の設計データをAIが学習し、患者毎に異なる症例や歯型に合わせた義歯等の歯科技工物を自動設計するCADシステムを開発。**15分の作業を20秒に短縮**するという。今秋実用化を目指している。

## ■コンピュータが形状を創出:Autodesk社のジェネレーティブ・デザインの進化

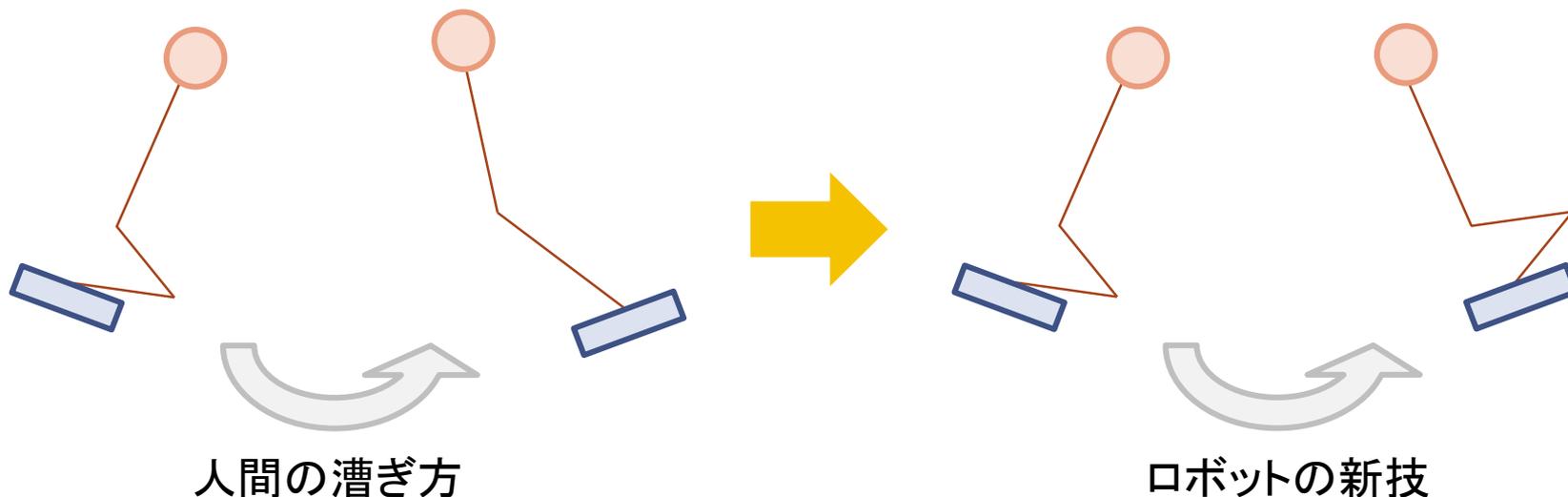
各種のアルゴリズムとAIにより大量のデザインを生成・選別する「**ジェネレーティブ・デザイン**」を進化させる研究開発を行っている。必要な条件を与えれば**設計者が思いつかないような形状をコンピュータが導き出す**「形状合成」機能の製品化を目指しているという。

# 活用・研究事例③～要素技術・強化学習

(株)日立製作所の「Hitachi AI Technology/H」は、強化学習を発展させた跳躍学習により、少ないデータから効率的に最適解を導くことができる。

ブランコに立った状態で載せたロボットに接続して、「振幅を大きくする」という目的を与えて立ち漕ぎの学習させると、手足を適当に動かす試行錯誤から、次第に人間の漕ぎ方を習得する。また、更に学習を継続すると、1ストロークで前と後ろで2回膝を曲げる新技を編み出した。

プログラムの基本機能の変更なく、物流倉庫の生産性、店舗の売上、コールセンターの受注率向上等の14分野57案件の業務改革サービスに適用済み。



## 6. まとめ

# まとめ

- 国土交通省は技術政策の全てにおいてIoT、AI、ビッグデータを徹底活用していく。
- IoTで求められる安価、省電力、安全の要件を満たすサービスが次々登場している。
- AIの活用には課題が多いが、飛躍的な発展性がある。
- 土木分野においては、i-Construction、CIM、IoT/AIが三本の矢として活躍する。
- ICT化の進展により、土木分野においても人の役割が変化すると共に、新たな需要と価値が創造される。

ご静聴ありがとうございました。