

# 産総研 研究力タロウ

## 人手不足対応技術編



## ～はじめに～

社会全体で人手不足が進んでいます。例えば、2018年版ものづくり白書によると、我が国の製造業等において、人手（働き手）不足が年々深刻化していることが指摘されています。では、この深刻な問題に対してどのような取り組みが考えられるのでしょうか？経済産業省が2017年12月に実施したアンケート調査結果からは、中小企業では新卒・中途人材の採用強化や、社内のシニア人材の継続確保、社外からのシニア人材採用などが、取り組みとして挙げられています。

AI/IoTなどの先端技術の活用によって労働生産性を向上させる取り組みも期待されておりますが、まだ十分ではありません。また人手不足のために技能の継承、いわゆる「匠」の技を人から人に継承することが困難になっているということも耳にします。

産総研でこれまで研究してきた様々なテーマの中には、人手不足解消に貢献できそうな研究事例が多数あります。企業の皆様と共に人手不足解消のために何ができるか考えるために、この度、研究カタログ別冊「人手不足対応技術編」を編集いたしました。何かお困りごとがございましたら、一度、産総研にご相談ください。

問い合わせ先

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

イノベーション推進本部 地域連携推進部

住所：〒305-8560

茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第1

つくば本部・情報技術共同研究棟

電話：029-862-6644 ファックス：029-862-6146

\* 本研究カタログ別冊は主に産総研研究カタログ 2017年～2019年版から抜粋して作成しました。



## ～人手不足対応技術の分類～

ここでは人手不足に対応可能な技術の具体例について考えてみます。まず、大まかな技術分類として「人の数を補う」「人の作業の支援・改善技術」「人の持つ技能の継承」の3つに分けてみました。さらにそれらを細分すると下記ようになります。

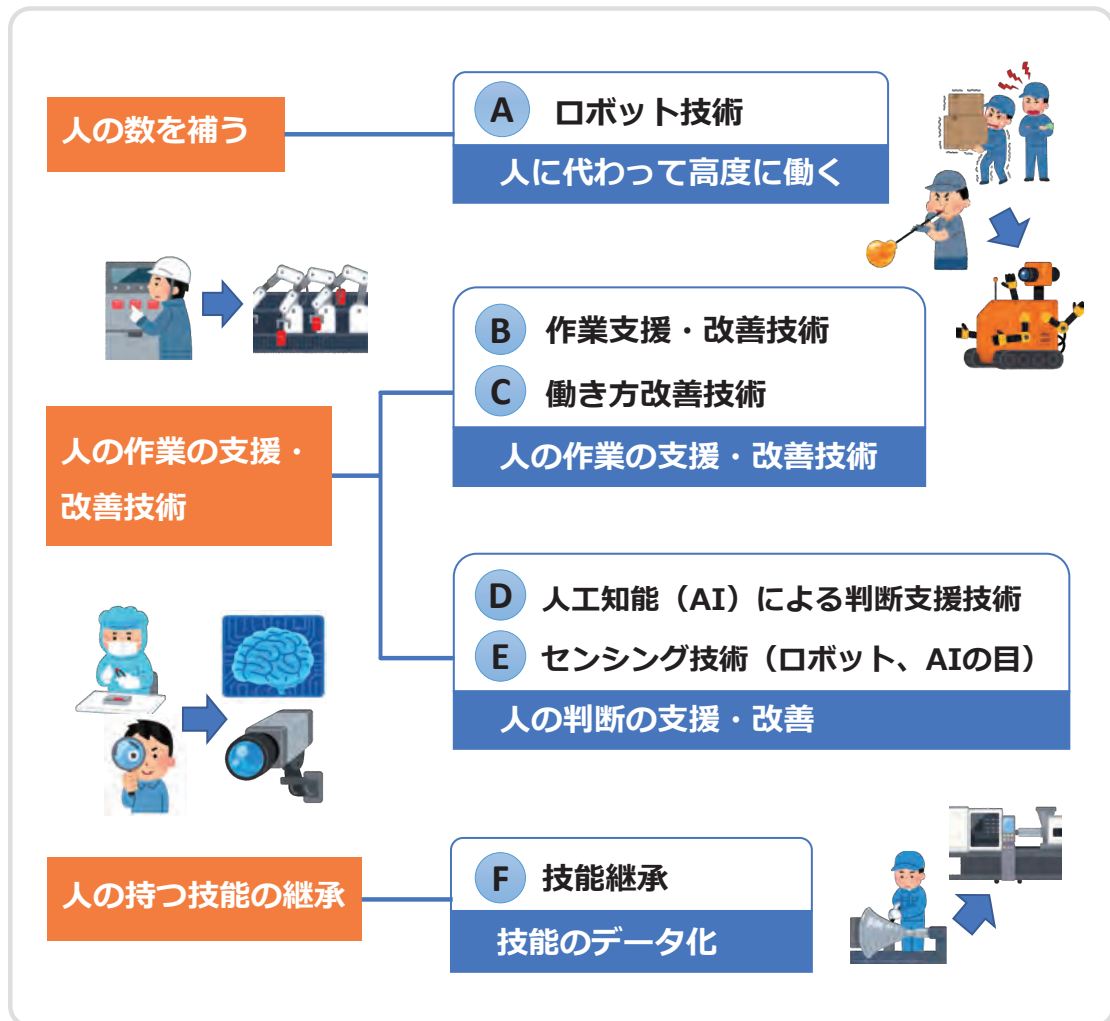


図1 人手不足対応技術の分類

- ・「人の数を補う」ためには**A.「ロボット技術」**の導入が考えられます。
- ・「人の作業の支援・改善技術」においてはさらに詳細を分類すると  
人の作業の支援には**B.「作業支援・改善技術」****C.「働き方改善技術」**  
人の判断の支援に**D.「人工知能 (AI) による判断支援技術」****E.「センシング技術」**の技術が該当します。
- ・「人の持つ技能の継承」は技能をデータ化し継承するものです。ここでは **F.「技能継承」**と称しました。



## 研究カタログ人手不足対応編 出典リスト

\* 2020年4月1日の組織再編により、担当研究者の所属研究ユニットが変更になっている場合があります。

番号	項目	タイトル	出典	2020年4月現在の問い合わせ先ユニット
----	----	------	----	----------------------

<b>A01</b>	A.ロボット技術	ロボット・RPAによる低付加価値作業の省人化・自動化技術	研究カタログ 2019-1 C02	インダストリアルCPS研究センター 人間拡張研究センター
<b>A02</b>	A.ロボット技術	ロボットで変わる社会・働き方	研究カタログ 2019-1 C10	情報・人間工学領域戦略部 連携推進室

<b>B01</b>	B.作業支援・改善技術	スマート製造ツールキットの開発	研究カタログ 2019-1 E09	インダストリアルCPS研究センター
<b>B02</b>	B.作業支援・改善技術	生産現場のデータを有効活用するために	研究カタログ 2017 C2-01	センシングシステム研究センター
<b>B03</b>	B.作業支援・改善技術	複数人で協調して空間をレイアウトするシステム「Dollhouse VR」を開発	研究カタログ 2016 PR-34	人工知能研究センター 人間拡張研究センター
<b>B04</b>	B.作業支援・改善技術	模擬環境を使ってPoCを深化しませんか？	研究カタログ 2019-2 情02	インダストリアルCPS研究センター
<b>B05</b>	B.作業支援・改善技術	そのツブ、風で選り分けます	研究カタログ 2018 A25	環境創生研究部門
<b>B06</b>	B.作業支援・改善技術	化学プロセスのマイクロ波利用：生産設備	研究カタログ 2019-1 D23	化学プロセス研究部門

<b>C01</b>	C.働き方改善技術	人間計測がもたらすスマートライフ	研究カタログ 2019-1 C08	人間情報インタラクション研究部門 ヒューマンモビリティ研究センター
<b>C02</b>	C.働き方改善技術	フレキシブル製造工場	2019年本カタログオリジナル	製造技術研究部門

<b>D01</b>	D.人工知能（AI）による判断支援技術	AI モジュール：なるほどそう使うのか！	研究カタログ 2019-1 C05	人工知能研究センター
<b>D02</b>	D.人工知能（AI）による判断支援技術	AI/IoTの糸口探します。	研究カタログ 2019-2 エレ05	センシングシステム研究センター
<b>D03</b>	D.人工知能（AI）による判断支援技術	ものづくりや農業で人工知能を活用	研究カタログ 2019-1 E10	センシングシステム研究センター
<b>D04</b>	D.人工知能（AI）による判断支援技術	AIが農作物の収穫を予測する	研究カタログ 2019-1 A24	安全科学研究部門

<b>E01</b>	E.高感度センシング	「機械の目」を実現する技術	研究カタログ 2017 B1-05	人工知能研究センター 人間情報インタラクション研究部門
<b>E02</b>	E.高感度センシング	大面積で薄いシート状のセンサデバイス	研究カタログ 2017 C1-02	センシングシステム研究センター
<b>E03</b>	E.高感度センシング	ポンプや配管の維持管理を自動化	研究カタログ 2017 C1-13	デバイス技術研究部門 センシングシステム研究センター
<b>E04</b>	E.高感度センシング	見える化でプロセスの高度化と信頼性確保を支援	研究カタログ 2017 F4-09	電子光技術基礎研究部門 センシングシステム研究センター 環境創生研究部門
<b>E05</b>	E.高感度センシング	分光技術で色や見え方の違いを見分ける	研究カタログ 2017 F4-10	物理計測標準研究部門
<b>E06</b>	E.高感度センシング	部材のひずみ分布を非破壊で精密計測	研究カタログ 2017 F4-11	分析計測標準研究部門
<b>E07</b>	E.高感度センシング	水晶振動子を利用したIoT環境センシング	研究カタログ 2018 A54	環境創生研究部門
<b>E08</b>	E.高感度センシング	音を介して現れる以上の兆候を逃しません	研究カタログ 2018 C12	人工知能研究センター
<b>E09</b>	E.高感度センシング	高精度マーカを可能にする簡易画像計測	研究カタログ 2018 C13	人間拡張研究センター
<b>E10</b>	E.高感度センシング	マルチマテル製造インテリジェンス	研究カタログ 2018 E33	センシングシステム研究センター

<b>F01</b>	F.技能継承	知識構造化による熟練技能の継承	2019年本カタログオリジナル	製造技術研究部門
<b>F02</b>	F.技能継承	熟練技術を必要としない生産システム設計	2019年本カタログオリジナル	インダストリアルCPS研究センター
<b>F03</b>	F.技能継承	鋳造作業者の動きから鋳物の出来を予測する	研究カタログ 2019-2 エレ04	製造技術研究部門 インダストリアルCPS研究センター

# 研究テーマ

- A. ロボット技術
- B. 作業支援・改善技術
- C. 働き方改善技術
- D. 人工知能(AI)による判断支援技術
- E. センシング技術(ロボット・AIの目)
- F. 技能継承



# 人手不足対応技術目次

## A. ロボット技術

- A01** ・ロボットで変わる社会・働き方  
ー空間計測・認識と人間モデルを用いた設計・作業支援ー ..... 6
- A02** ・すぐに使えるデジタルインブルーメント  
ー情報・人間工学領域のお奨め技術パッケージー ..... 7

## B. 作業支援・改善技術

- 生産現場・作業空間の見える化技術
  - B01** ・スマート製造ツールキットの開発  
ーユーザー自身による工場の可視化・モデル化を支援ー ..... 8
  - B02** ・生産現場のデータを有効活用するために  
ー生産現場のためのセンシングデータマネジメントー ..... 9
  - B03** ・複数人で協調して空間をレイアウトするシステム「Dollhouse VR」を開発  
ー「操作」と「体感」を両立させて、利用者視点での設計を実現ー ..... 10
- 見える化技術の応用：模擬環境による実証
  - B04** ・模擬環境を使って PoC を深化しませんか？  
ー臨海拠点でデータ収集・検証用サイバー模擬環境を提供ー ..... 11
- 新技術による作業効率の向上
  - B05** ・そのツブ、風で選り分けます  
ー気流制御で粒状物質を径や比重に応じて多選別するー ..... 12
  - B06** ・化学プロセスへのマイクロ波利用：生産設備  
ー化学メカへのマイクロ波利用生産設備開発と導入事例ー ..... 13

## C. 働き方改善技術

- C01** ・人間計測がもたらすスマートライフ  
ー感覚計測や生理計測に基づいた QOL と QOW の向上ー ..... 14
- C02** ・フレキシブル製造工場  
ー工作機械間をつなげることによる新しい働き方の提案ー ..... 15

## D. 人工知能（AI）による判断支援技術

- D01** ・AI モジュール：なるほどそう使うのか！  
ーデータ収集から認識、行動制御、自然言語処理までー ..... 16
- D02** ・AI・IoT の糸口探します  
ーすでにある記録に AI を適用して IoT 化の戦略作りー ..... 17
- D03** ・ものづくりや農業で人工知能を活用  
ー「とりあえず始める人工知能」という使い方の提案ー ..... 18
- D04** ・AI が農作物の収穫を予測する  
ースマート農業により品質を向上し、食品ロス削減を目指すー ..... 19

## E. センシング技術（ロボット・AI の目）

<b>E01</b> ・「機械の目」を実現する技術 —三次元空間情報の認識・理解技術—	20
<b>E02</b> ・大面積で薄いシート状のセンサデバイス —大面積プリント圧力センサによる褥瘡防止システム—	21
<b>E03</b> ・ポンプや配管の維持管理を自動化 —電池レスで動作するワイヤレス振動センサ端末—	22
<b>E04</b> ・見える化でプロセスの高度化と信頼性確保を支援 —プラズマプロセスを最適化する診断技術—	23
<b>E05</b> ・分光技術で色や見え方の違いを見分ける —色と見え方を定量化する三次元反射・透過計測技術—	24
<b>E06</b> ・部材のひずみ分布を非破壊で精密計測 —モアレを利用した高精度広視野ひずみ分布測定—	25
<b>E07</b> ・水晶振動子を利用した IoT 環境センシング —どのような環境でも容易に利用可能なセンサシステム—	26
<b>E08</b> ・音を介して現れる異常の兆候を逃しません —異音を検知し音質を改善する音響分析技術—	27
<b>E09</b> ・高精度マーカを可能にする簡易画像計測 —単眼カメラとマーカによる計測システムの開発と応用—	28
<b>E10</b> ・マルチマテリアル製造インテリジェンス —一次世代構造部材の破壊予兆・CAE 高度化を拓く応力発光—	29

## F. 技能継承

<b>F01</b> ・知識構造化による熟練技能の継承 —加工テンプレートをを用いた技能抽出—	30
<b>F02</b> ・熟練技術を必要としない生産システム設計 —モデルベース設計技術・インタラクティブ設計技術—	31
<b>F03</b> ・鋳造作業者の動きから鋳物の出来を予測する —注湯動作に基づく粒子法熱流動・凝固シミュレーション—	32

# ロボットで変わる社会・働き方

## 空間計測・認識と人間モデルを用いた設計・作業支援

- 効率化・自動化を目指すロボット技術から人間中心の新たな働き方の共創へ
- 高度な認識技術と環境適応能力により多様な環境での作業をロボットで実現
- 人間中心の製品・サービス設計に貢献するデータ指向プラットフォーム

### 研究のねらい

従来の効率化・自動化中心のロボット技術を転換し、人を豊かにし、新たな価値を生み出す働き方を社会・産業界とともに共創する (1) ロボット要素技術、(2) 作業システム技術、(3) 設計・サービスプラットフォームの研究を進めています。(1) (2) では人の能力を拡張する認識技術や適応性の高い動作計画・制御技術を利用し、人を難作業から解放するロボットの開発を目指します。また、(3) では人のシミュレーションとサービス解析に基づく設計支援システムにより、高品質の製品・サービスの提供を実現し、QOL, QOWの向上に貢献します。

### 研究内容

(1) ロボット要素技術としては、高い識別率を持つひび割れ検出や直射日光下でも高速に動物体の計測など、人の能力を拡張する認識技術を開発しています。(2) 作業システム技術では、環境に適応可能なロボットの移動技術、全身動作計画・制御技術を開発し、インフラ点検や大規模組立環境での難姿勢作業の実現を目指します。(3) プラットフォーム技術として、動力学や筋骨格を考慮した人体シミュレーション技術、介護利用データに基づくサービス分析技術の研究開発を進め、人にやさしい製品や満足度の高いサービスの設計に貢献します。

### 連携可能な技術・知財

- ・ ひび割れ検出技術
- ・ 直射日光下での動物体の形状計測
- ・ インフラ点検・自律作業ロボットシステム
- ・ ロボットの全身動作計画・制御
- ・ 人間シミュレーション技術 (DhaibaWorks)
- ・ データに基づくサービス設計技術

### 将来への技術展開

ロボット関連技術を活用し、製造・サービス分野で新たな価値を生み出す働き方を企業とともに目指します。

#### 多様な作業を実現するための技術・システム



人間を難作業から解放

QOW向上、新たな知的職業の創出

高度な認識・作業実行技術

#### 人間中心製品・サービス設計のためのプラットフォーム



人間中心の製品・サービス設計

QOL、安全性、サービスの質の向上

プラットフォーム技術

- キーワード：環境・物体認識、ロボット、インフラ点検、人間モデル、サービス解析
- 連携先業種：製造業、建設業、サービス業、医療・福祉業、電気・ガス・水道業

河井 良浩、比留川 博久、大場 光太郎、吉田 英一  
 知能システム研究部門、ロボットイノベーション研究センター  
 連絡先：情報・人間工学領域 ith-liaison-ml@aist.go.jp  
 研究拠点：つくば





# すぐに使えるデジタルインフラ・プラットフォーム

## 情報・人間工学領域のお奨め技術パッケージ

- 多岐にわたって活用される情報・人間工学領域の知財
- パッケージ化による技術移転でスピーディーな実装
- 技術移転時にリクエストに応じた技術指導も提供

### 将来への技術展開

人工知能、人間計測評価、サイバーフィジカルシステム、ロボットに関係する、利用実績のある技術を手軽に移転します。

人工知能関連技術	
大規模人流解析技術	大規模空間を人流分析することで安全な誘導を支援します。マーケティングやスマートシティなどにも応用可能です。
IoTビッグデータ活用 確率モデリングプログラム	人の行動履歴やアンケート、センサデータから計算モデルを自動構築、人と相互理解できるAI応用システムが開発できます。
AIによる異常検知	人工知能による異常検知技術を用いて、道路や橋、産業機械などの社会インフラの不具合、人や動物の病気を発見します。



ロボット関連技術	
ロボットソフトウェア基盤 —RTミドルウェア—	モジュール化と再利用によって開発期間を短縮し、コスト削減が可能なロボットソフトウェアプラットフォームです。
自律移動ソフトウェア	自動運転車椅子、工場用自動搬送機、屋内清掃ロボットなど汎用に利用可能な自律移動ソフトウェアです。
人と共存するロボットの 安全を確保する	人共存型ロボットやサービスロボットの安全センサ、機能安全、安全試験・認証を技術コンサルティングで支援します。
統合ロボットシミュレータ Choreonoid	ロボットの挙動をコンピュータ上で計算し、ロボットの開発や運用を効率化するためのシミュレーションソフトウェアです。
皮膚のように力分布を知覚 する薄く柔軟な触覚センサ	ロボットの人工皮膚として接触や圧力を計測して力の制御や物体認識を行い、各種電子機器の入出力用途にも利用できます。

計測・評価関連技術	
動画情報からの実時間 3次元形状復元ソフトウェア	動画からカメラの位置・姿勢、環境形状復元を実時間で計算します。ドローン等の小型移動体などに利用可能です。
外乱光分離技術を用いた直 射日光下での高速形状計測	直射日光のような強い照明下において、高速に運動・変形する観測対象の形状をカメラを用いて計測する技術です。
身体機能モデルを用いた 製品設計支援ツール	身体機能モデルを用いた製品使用状況の計測と、身体・製品間の相互作用の解析により、より良い製品使用体験を実現します。
屋内測位技術xDRによる 現場環境改善支援ツール群	人間・車両の移動や作業の状況を計測するxDR技術とモデル化・シミュレーション技術によりサービス現場改善を支援します。



セキュリティ関連技術	
ソフトウェア遺産を救う 代理サーバDeleGate	企業内に永年蓄積したインフラソフトの改修が困難になった時に、通信のセキュリティ機能などを外付けで拡張できます。
個人情報などを安全に分散 管理するためのライブラリ	Windows, Mac, Linux, Android上などのファイル、メモリ、ストレージデータなどに適用可能です。

デザイン関連技術	
情報デザインの概念を変え るリアリティ・ディスプレイ	動力を使わずに、どの方向に対しても見ている人に正面向きに表示できる、利便性と訴求力の高いディスプレイです。

- キーワード：人工知能、人間計測、セキュリティ、ロボット
- 連携先業種：製造業、情報・通信業、サービス業、運輸業、医療・福祉業

錦見 美貴子

情報・人間工学領域

連絡先：情報・人間工学領域 ith-liaison-ml@aist.go.jp

研究拠点：つくば、臨海副都心、関西、柏



# スマート製造ツールキットの開発

## ユーザ自身による工場の可視化・モデル化を支援

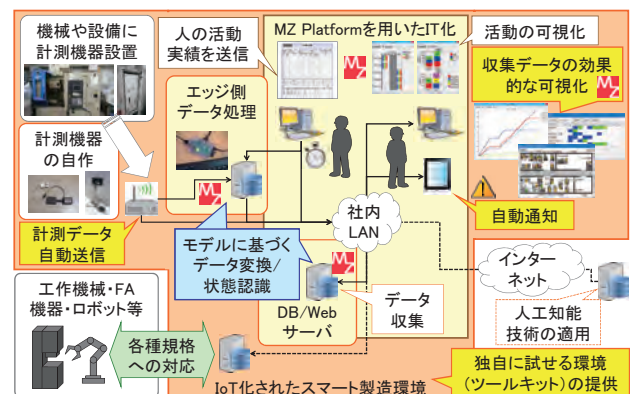
- 部品の組み合わせとツール操作で独自ソフトウェアを作成
- 高度なスキルなしに工場のIT/IoT化が可能
- 現場の要望に合わせた柔軟なシステム化を実現

### 研究のねらい

製造業において、業務効率化を実現して競争力の維持向上を図るためには、IT化およびIoT化への取り組みが必要です。本研究開発では、ITやIoTの専門家ではない製造業の技術者が高度なスキルなしに自らIT化およびIoT化を実現することを支援するためのツールキットを提供することで、日本の「ものづくり力」の強化に貢献することを目指しています。

### 研究内容

製造現場に必要なソフトウェアを独自に作成してIT化を実現するツール「MZ Platform」と、それを拡張して独自のIoT化を可能とする「スマート製造ツールキット」の研究開発をしています。ツールキットでは、安価なセンサやマイコンを使用した計測・可視化・通知システムの自作機能を提供し、既存設備のIoT化が可能です。このようなシステムでは、センサの計測値から実際に必要な値を得るデータ変換モデルや、値の推移から特定の状態変化を検出する状態認識モデルが必要となるため、これらのモデル作成を支援するツールも提供します。



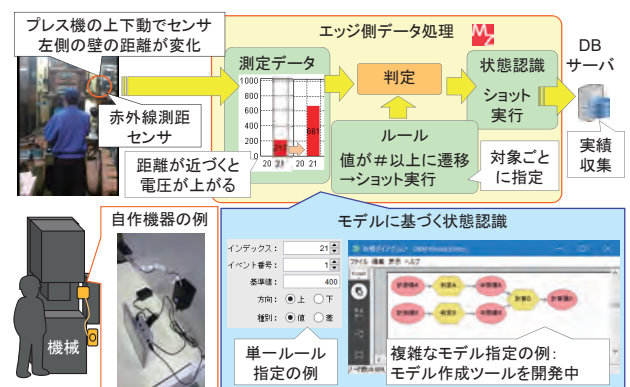
スマート製造ツールキットの対象範囲

### 連携可能な技術・知財

- ・ MZ プラットフォームユーザー会より無償配布  
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/>
- ・ 特許第4392490号(2009/10/23)
- ・ Synthesiology 8(3), 158-168 (2015)
- ・ 本研究は複数のNEDOプロジェクト(P00043、P06021、P15008)の助成を受けています。

### 将来への技術展開

臨海副都心センター CPS 研究棟の「つながる工場モデルラボ」に見学可能な可視化システムを構築します。



エッジ側データ処理におけるモデルに基づく状態認識の例

- キーワード：IoT、センシング、可視化、エンドユーザ開発
- 連携先業種：製造業

加納 誠介、澤田 浩之、古川 慈之、近藤 伸亮、高本 仁志  
製造技術研究部門  
連絡先：エレクトロニクス・製造領域 rpd-eleman-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば

# 生産現場のデータを有効活用するために 生産現場のためのセンシングデータマネジメント

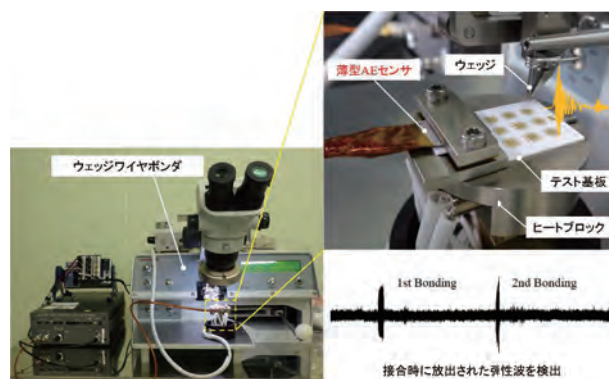
- プロセス機器の「あるべき稼働状況」を正しく認識するセンサ・情報処理技術
- 適切なセンシングデータに基づいた異常検知技術を構築
- MT (Mahalanobis-Taguchi) 法の改良により基準とすべき状態を効率的に定義

## 研究のねらい

近年では、ウェブやビッグデータの発展に伴い、従来扱うことができなかった情報量进行处理することが可能になってきています。生産現場においてもプロセス機器からのセンサ信号や製造・検査からの情報を生産性向上や異常検知に活かす取り組みが進められていますが、これらの情報は非常に膨大かつ複雑であるためデータの信憑性が十分に確保されているとは言えません。本研究では、ものづくりの現場に適した信頼性のあるデータ資産の構築や情報処理技術を用いたスマートなものづくりの実現を目指しています。

## 研究内容

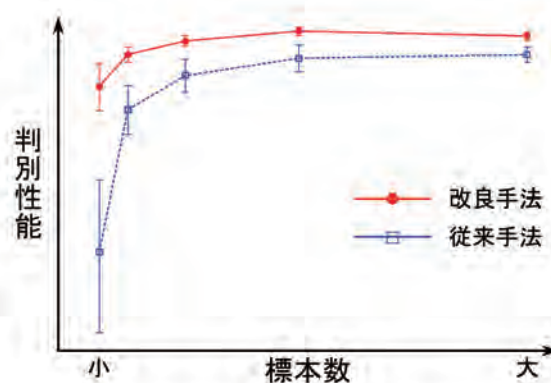
信頼性のあるデータ資産の構築に向けて良好なSN比を確保する雑音除去手法や機器の「あるべき状態」を定義することで異常検出を行うMT法の応用を進めています。MT法では「あるべき状態」をどのように定義するかが重要であるとともに、技術者によってばらつきが生じるため均質なデータ集合の構築手法が必要とされます。本研究ではMT法にアンサンブル学習を導入して改良することで、効率的に「あるべき状態」を定義することが可能となり、さらにデータを十分に集めることができない場合においても予測精度の低下を低減させることが可能です。



薄型 AE センサを用いたボンディング装置のプロセス監視技術

## 連携可能な技術・知財

- ・ プロセス機器の状態監視技術
- ・ MT (Mahalanobis-Taguchi) 法による異常検出
- ・ 機械学習による異常検出
- ・ 薄型 AE センサによる非破壊センシング



ユーザによる判別性能のバラつき低減と性能低下の抑制

- キーワード：計測技術、センサ、データマイニング、非破壊検査、診断
- 連携先業種：製造業（機械）、製造業（その他製品）、情報・通信業

田原 竜夫、石田 秀一、本村 大成、笠嶋 悠司、上杉 文彦  
製造技術研究部門  
連絡先：rpd-element-m1@aist.go.jp  
研究拠点：九州



# 複数人で協調して空間をレイアウトするシステム「Dollhouse VR」を開発

## 「操作」と「体感」を両立させて、利用者視点での設計を実現

- 空間レイアウトの設計者と実際の利用者がリアルタイムに協調作業できる
- コミュニケーション支援機能により、異なる視点から空間を見る設計者と利用者がスムーズに対話
- 空間レイアウトの工程を短縮するとともに、利用者視点での設計を実現

### 研究概要

国立研究開発法人 産業技術総合研究所【理事長 中鉢 良治】（以下「産総研」という）人間情報研究部門【研究部門長 持丸 正明】デジタルヒューマン研究グループ 多田 充徳 研究グループ長、サービス観測・モデル化研究グループ 蔵田 武志 研究グループ長らと、国立大学法人 東京大学【総長 五神 真】（以下「東京大学」という）大学院情報理工学系研究科 五十嵐 健夫 教授らの研究グループは、がんこフードサービス株式会社【代表取締役社長 東川 浩之】と共同で、空間の利用者と複数の設計者が協調して空間をレイアウトできるシステム「Dollhouse VR」を開発した。

Dollhouse VRは、複数の設計者がマルチタッチパネルで操作して、俯瞰視点から壁や家具などの空間のレイアウトを変更できる「空間レイアウトインターフェース」と、利用者が頭部搭載型ディスプレイを用いてレイアウトされたバーチャルリアリティ空間に没入し、一人称視点で空間レイアウトを体感できる「没入型インターフェース」からなる。従来の設計支援システムでは設計とバーチャル空間没入が別々であったため、同時に設計の「操作」と空間の「体感」を行えなかった。今回のシステムは、設計者と空間に没入した利用者（体感者）のコミュニケーションを支援する機能を備えており、操作と体感が同時に行えるため、設計者と利用者がリアルタイムで協調できる。設計者が現場の利用者の意見を、その場でレイアウトに反映でき、住宅や商業施設などの大規模建築物の空間設計の工程を短縮できる。また、がんこフードサービス株式会社と連携した実証実験により、開発したシステムの有用性を実証した。

このシステムの詳細は、兵庫県神戸市で開催されるコンピュータグラフィックスとインタラクティブ技術に関する国際会議 SIGGRAPH ASIA 2015のEmerging Technologies（技術展示部門）で2015年11月3～5日に発表される。

両者は共同で、2014年より総合科学技術・イノベーション会議の内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）／革新的設計生産技術」（2014～2018年度）（管理人：国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）の研究開発項目（A）「超上流デライト設計」に関わる研究開発プロジェクト「チーム双方向連成を加速する超上流設計マネジメント／環境構築の研究開発」（研究代表：産総研）の研究開発課題の一つに取り組んでいる。今回、本プロジェクトの一環として空間レイアウトを対象とするDollhouse VRの開発に取り組んだ。さらに両者は、全国展開するがんこフードサービス株式会社と連携し、現場で活用できるシステムの開発を目指した。



Dollhouse VRのシステム概要

- キーワード：作業支援
- 連携先業種：サービス業

多田 充徳、蔵田 武志  
人間情報研究部門  
連絡先：ith-liaison-ml@aist.go.jp  
研究拠点：臨海副都心、つくば

# 模擬環境を使ってPoCを深化しませんか？

## 臨海拠点でデータ収集・検証用サイバー模擬環境を提供

- 生産や物流の省力化に向けて、アイデアをすぐに試せる模擬環境を提供
- 店舗や工場の模擬環境をCPS化して学習データを収集
- IoT、AI、ロボット技術を組み合わせ様々な生産形態や物流サービスをテスト

### 将来への技術展開

テストベッドにおけるコンセプトモデルを実際の工場等の実社会に展開し、一人あたりの生産性の向上を実現



- キーワード：センサー、ロボット、AI、シミュレーション、プラットフォーム
- 連携先業種：情報・通信業、製造業、卸売・小売業、サービス業、運輸業

谷川 民生

人工知能研究センター

連絡先：情報・人間工学領域 ith-liaison-ml@aist.go.jp

研究拠点：臨海副都心





# そのツブ、風で選り分けます

## 気流制御で粒状物質を径や比重に応じて多選別する

- 制御性の高い乾式の新しい選別ユニットを多段化して装備
- 乾式で粒状物であれば対象物の種類を問わない多様性
- 3Dモデルより自家製作したテスト用のデモ機を完成

### 研究のねらい

工業製品、農作物、廃棄物（リサイクル）と分野をとわず数mm～数cm程度の粒状物を、高い精度、効率で、大きさや比重別に複数種類に選別し、付加価値を高め、あるいは省資源化などに寄与することを目指しています。既存技術でこのように選別を多段化する場合には、精度や制御性の低下、装置の大型化や繰り返し操作の必要性など、性能や効率に犠牲を伴う場合が多い現状です。本技術は、既存技術の改修ではなく、新しい機構、構成によってこれらの問題を克服しようとするものです。多様な条件、カスタマイズへの対応性も特徴とします。

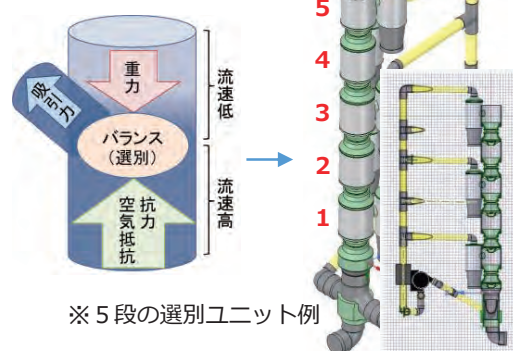
### 研究内容

本技術の基本原理は、物体に働く重力とこれに対する抗力（空気抵抗）とのバランスの物質間差を用いる選別で、気流を利用する選別装置に共通するものです。例えば、大きさや比重が増大すればこのバランスは重力側に傾きます。この「重力vs抗力」のバランス場を如何に一つの装置の中で、精度高く多段に具備させるかが本技術の肝となります。加えて、対象物によって条件を多様に調節する制御性も重要なポイントです。基本的な原理を用いながら、選別ユニット毎に吸引前後で気流速度を精度高く制御可能とした機構、構成が本装置の特徴です。

### 連携可能な技術・知財

- ・ 粒子状物質（約1mm～）の選別や分級
- ・ リサイクル工程での選別や濃縮
- ・ 同一製品の大きさによる選別分離
- ・ 比重差による同径製品の選別分離
- ・ 特開2017-124400（2017/07/20）他

### 設計から製作へ



※ 5段の選別ユニット例

### 材質毎選別例



※材質毎に選別濃縮

装置開発 ～設計、製作から選別テストまで～

- キーワード：選別、分級、リサイクル、乾式分離
- 連携先業種：製造業、農林水産業、鉱業

西須 佳宏

環境管理研究部門

連絡先：エネルギー・環境領域 [envene-liaison-ml@aist.go.jp](mailto:envene-liaison-ml@aist.go.jp) [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/dept/denvene.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/dept/denvene.html)

研究拠点：つくば



# 化学プロセスへのマイクロ波利用:生産設備

## 化学メーカーへのマイクロ波利用生産設備開発と導入事例

- 製造時間の短縮、設備小型化による効率化とオンデマンド生産方式導入を支援
- 工程数・廃棄物排出量削減により省エネでクリーンな製法へ転換
- 副生物抑制と製品への触媒・溶媒残存量大幅低減、品質向上

### 研究のねらい

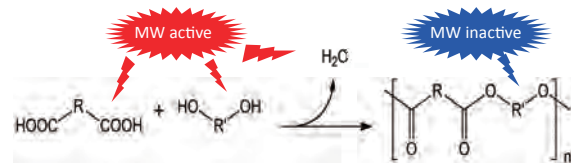
多くの有機化合物や高分子材料などの化成品の製造には、高温長時間なおかつ触媒の使用が必要です。また、多量の有機溶剤を使用する、有害な副生物が生成する、廃水処理が必要といった問題もかかえています。私たちは、これらの問題解決のためにマイクロ波加熱の利用を提案しており、実際に現場で使える技術にすることを目指しています。特に、エステル化等の縮合反応を経由する化学品製造や、その他のマイクロ波感受性の高い加熱工程での導入・利用を勧めています。

### 研究内容

私たちは、マイクロ波を用いることにより化学品の合成反応時間を著しく短縮させ、有害物質を用いず排出もしない、省エネで環境にやさしい化学プロセスの開発を行っています。

特に、食品・医療・化粧品など、高純度・高品質が求められる製品の効率生産に向いている技術です。触媒や溶媒を合成段階から減らしたり使用をやめることができたプロセスも多く、従来精製にかかっていた費用や時間、廃液処理も削減できます。

有機・高分子合成以外にも、無機合成、蒸留、抽出等、加熱が関係する工程への利用を勧めています。



- ・直接加熱による省エネ化
- ・溶媒を使わない合成
- ・硫酸や有害金属などの触媒を低減
- ・E-ファクターの小さい化学品製造
- ・機能性化学品の少量多品種生産

マイクロ波駆動有機・高分子合成の特長

### 連携可能な技術・知財

- ・特許第5229917号(2012/03/29)
- ・特許第6128579号(2017/04/21)
- ・T. Nakamura, R. Nagahata, K. Kunii, H. Soga, S. Sugimoto, K. Takeuchi, *Org. Proc. Res. Dev.*, 2010, 14, 781-786.

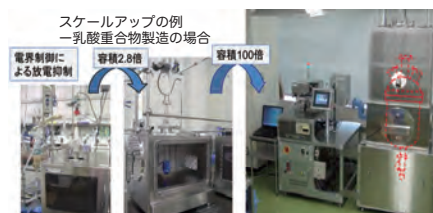
### 将来への技術展開

化学・医薬・農薬・食品等の製造時の加熱工程において、高品質、高付加価値、機能性を要求されるグレード

#### スケールアップ可能性

- ・反応ごとにマイクロ波吸収能が異なり、反応容器の形状・サイズの最適化が必要
- ・センチメートルオーダーより大きすぎも小さすぎも不向きな制限あり
- ・急速加熱・高速反応のため設備の小型化可能

- ・1機につき、年産数1000トンの装置まで稼働確認済み
- ・流通式やナンバリングアップ方式採用により生産量アップ可能



スケールアップ手法の例

- キーワード：化学プロセス、マイクロ波加熱、省エネ、ポリエステル、ポリ乳酸
- 連携先業種：製造業(化学)、製造業(医薬品)、製造業(石油・石炭製品)、製造業(金属製品)、製造業(食料品)

長畑 律子

化学プロセス研究部門  
連絡先：材料・化学領域 mc-liaison-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば



# 人間計測がもたらすスマートライフ

## 感覚計測や生理計測に基づいたQOLとQOWの向上

- ヒトの心理・生理・脳の状態を多面的かつ客観的に評価する技術を開発
- 加齢や疾病によるQOLの低下に対抗する予防・リハビリ・支援技術の構築
- 快適で楽しい生活・作業環境の構築を目指した感覚・行動・生理特性の解明

### 研究のねらい

急速に高齢化が進む社会において、高齢者ができる限り健康な状態を維持し、生きがいや幸福感をもった生活が望まれています。そのため、簡便な健康評価技術、脳のメカニズムに基づいたリハビリ技術、生活の楽しみを支援するQOL向上のための技術を開発しています。また、デジタルモバイルデバイスの普及、仮想現実技術による新しい環境の出現、作業のオートメーション化などによって、私たちを取り巻く生活・作業環境は日々変化しています。クオリティオブワーク(QOW)向上のため、生活・作業環境を科学的に理解し、改善するための技術を開発しています。

### 研究内容

QOLの向上を目指して、生活習慣病を予防する技術(血圧から動脈硬化度を評価する手法など)、失った身体機能を回復させるリハビリ技術(脳卒中後の把持運動訓練など)、健康寿命延伸のための高齢者支援技術(介護食の食感を豊かにする技術など)の研究を行っています。また、QOWの向上を目指して、環境の適切さを評価する技術(映像酔いを評価する技術など)、行動評価のためのシミュレータ構築技術(全方位ディスプレイのシミュレータなど)、作業者の心理的状态を評価する技術(脳波による注意状態評価技術など)の研究を行っています。

### 連携可能な技術・知財

- ・心循環調節や動脈硬化等の計測・評価技術
- ・ニューロリハや摂食・嚥下リハ等の評価・支援技術
- ・映像の動きから生じる酔いの時間的推移を推定する技術
- ・リアルな仮想現実空間の構築と認知・行動の分析手法
- ・脳機能計測から注意や感情の状態を評価する技術

### 将来への技術展開

少子高齢化社会において、人間が主役となる全ての現場で活用できる技術開発をしていきます。



生活・作業環境を科学的に理解し、  
QOLとQOWを向上するための人間計測

- キーワード：人間計測、脳科学、ヘルスケア、高齢者、生活安全
- 連携先業種：医療・福祉業、サービス業、製造業、卸売・小売業

井野 秀一、武田 裕司、小峰 秀彦、肥後 範行、遠藤 博史、氏家(うじけ) 弘裕、大隈 隆史  
人間情報研究部門、人間拡張研究センター  
連絡先：情報・人間工学領域 ith-liaison-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば



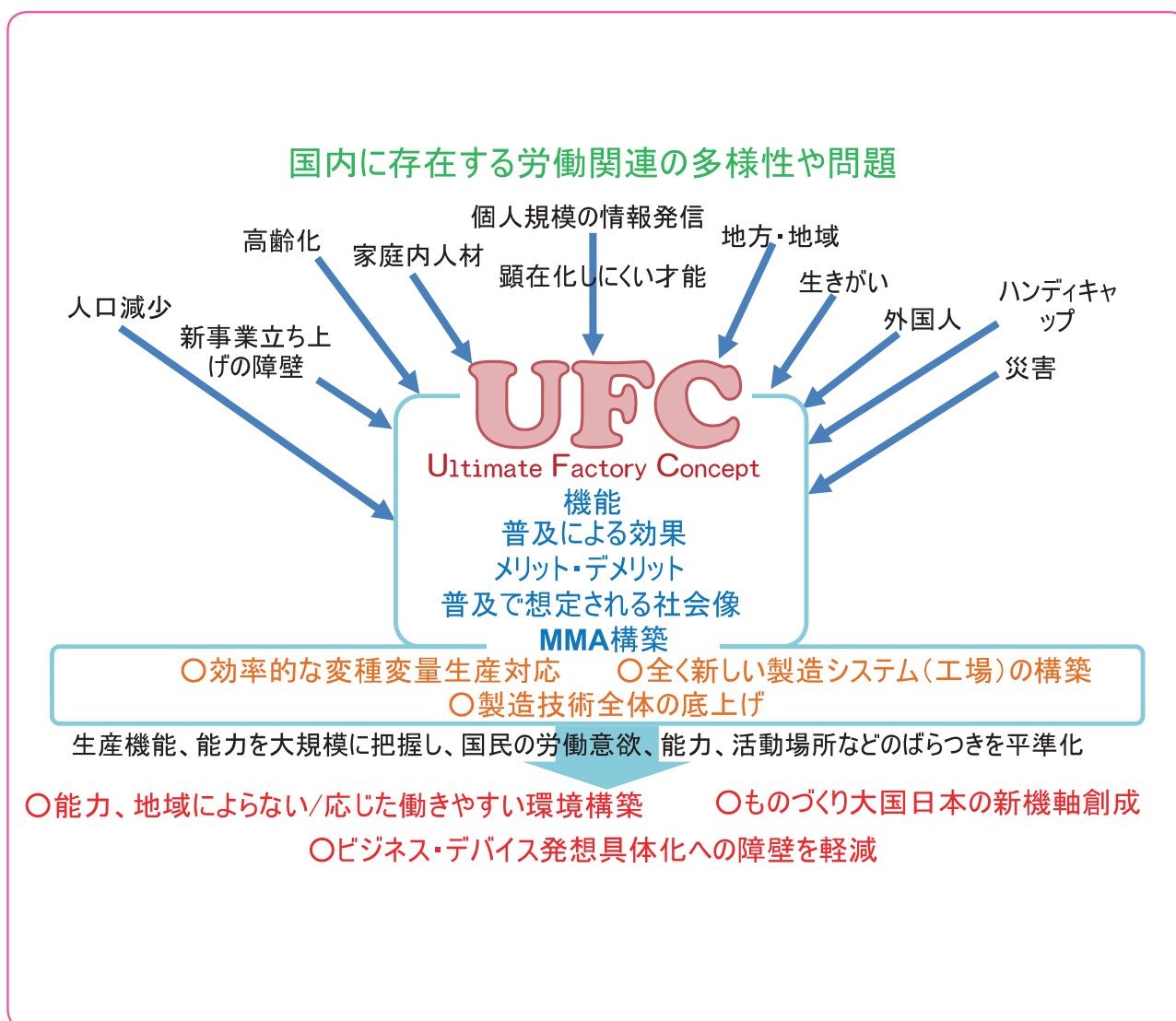
# フレキシブル製造工場

## 工作機械間をつなげることによる新しい働き方の提案

- 研究のポイント 多品種変量生産を支えるフレキシブル製造の自動化
- 研究のポイント 工作機械間などハードウェアでつなげる技術開発
- 研究のポイント IoTを用いて工作機械間をソフトウェアでつなげる技術開発

### 将来への技術展開

- ・ 製造、労働に関する地域、性別、国籍、ハンディキャップなど多様性、ばらつきを平準化
- ・ 究極の工場 (Ultimate Factory Concept:UFC) 概念の提唱



- キーワード：多品種変量生産、フレキシブル製造、つながる工場
- 連携先業種：製造業

栗田 恒雄、松本 光崇、笠島 永吉

製造技術研究部門

連絡先：エレクトロニクス・製造領域 rpd-eleman-ml@aist.go.jp

研究拠点：つくば



# AI モジュール: なるほどそう使うのか!

## データ収集から認識、行動制御、自然言語処理まで

- AIの基盤技術を機能別に部品化した機能モジュールにし、実利用を容易に
- モジュールの組み合わせにより、AIを利用した研究開発をアジャイルに
- 人工知能技術の研究開発と実用化の好循環の実現

### 研究のねらい

人工知能の応用分野の急速な拡大により、すべての課題に対してそれぞれ特化したシステムを一から研究開発するのでは、効率が悪くなります。そこで、機械学習アルゴリズム等の先端の研究成果を再利用可能な形として機能モジュール化します。これにより、新たな応用分野に取り組む際にモジュールを組み合わせ利用したり、不足する機能のみを追加研究するなどして、研究開発を加速できます。さらに、モジュールを介した応用研究と基礎研究の密接な連携を通じて、先端技術の応用により新たな先端技術を生み出す好循環を目指します。

### 研究内容

実世界で人間と協調しながら困難な社会的課題を解決する人工知能の実現のために、4種類の機能モジュールを多数創出してきました。

- (1) 実世界の多様な情報をセンシングし、データ化できるモジュール
  - (2) 集まった大量のデータを認識し、モデル化し、予測できるモジュール
  - (3) そのモデルに基づき多様かつ複雑な環境でのロボット等の行動計画や制御を行うモジュール
  - (4) 自然言語を処理し、理解できるモジュール
- これらを活用することで、AI技術を効率よく実利用に展開できます。

### 連携可能な技術・知財

- ・現場での現象観測、計測、データ収集技術
- ・静止画、動画、時系列データ等の認識・モデル化・予測技術
- ・ロボットの行動計画・制御技術
- ・自然言語処理・理解技術
- ・本研究の一部はNEDO次世代人工知能・ロボット中核技術開発等の助成を受けて進めています。

### 将来への技術展開

製造業やサービス業での生産性向上、健康・医療・介護分野での診断支援や創薬支援、空間の移動の効率化など



モジュール活用によるAIの実世界応用

- キーワード: 人工知能、機械学習、認識、行動制御、自然言語処理
- 連携先業種: 製造業、医療・福祉業、サービス業

辻井 潤一、麻生 英樹、村川 正宏

人工知能研究センター

連絡先: 情報・人間工学領域 ith-liaison-ml@aist.go.jp

研究拠点: 臨海副都心、つくば





# AI・IoTの糸口探します

## すでにある記録にAIを適用してIoT化の戦略作り

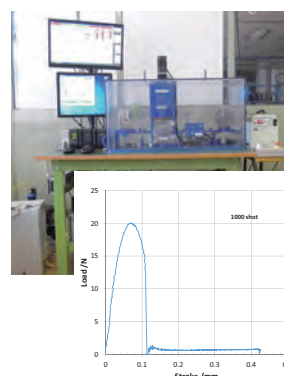
- センサや台帳、ノウハウの記録に様々な機械学習を適材適所で投入
- 整っていない記録や空欄のあるデータでも始められる人工知能の使い方
- 無駄なIoTを回避、間接観測の最短ルートを探る、効果可視化や経済性見積り

### 研究のねらい

ものづくりや農業の現場では後継者・労働力不足が深刻になっています。そこで人工知能（AI）により、これまで経験や勘の「暗黙知」であった生産技術の「形式知化」を進めます。ところが一概にAI・機械学習といっても、技法によりデータ形式や得られる答えの性質に対して得意・不得意があり、また、現場データには不足や欠損が多くあり簡単にAI処理はできません。そこで、機械学習の技法を適材適所で投入することで、センサやビッグデータありきでなく手持ちの記録を用いて現場に則した「とりあえず始める人工知能」の実現を目指します。

### 研究内容

生産現場のリアルな記録をAIで処理することに取り組んでいます。例えば空欄が多いデータならば欠損値を取扱える技法という具合に、適材適所で用います。生産性向上のための着眼点に具体的なイメージがなくても、データから相関を描き出し、仮の値を放り込めば、つながっている部分がどのように変化するか、実感を持つことができます。この実感から、改善の道筋について議論を始めることで、小さく始め、必要に応じて拡大していくという人工知能の活用を進めています。複数の改善ポイントのいずれに取り組むのが効果的かを明らかにできます。



工作機械での活用例

プレス加工のセンシング

工具寿命の適切な評価

メンテナンス工程等の作業の効率化、不良の削減

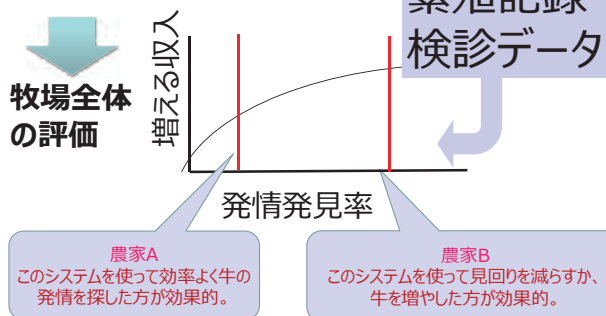
### 連携可能な技術・知財

- ・ 手持ちの記録を用いた相関解析や着目点の発掘
- ・ 解析結果を踏まえた、推定システムの構築
- ・ 装置へのセンサ投資前の設置戦略策定
- ・ 暗黙知の定式化、熟練技の理解
- ・ 実際の天候を踏まえた収穫時期や品質「変更」戦略

### 将来への技術展開

あらゆる現場に残っている記録を定量的に見える化して、誰もが使えるノウハウの共有を実現します。

### 牛ごとの繁殖能力予測



畜産における収益と労務のバランス提案例

- キーワード：人工知能、機械学習、IoT、農業、畜産
- 連携先業種：製造業（機械）、農林水産業、情報・通信業

山下 健一、中野 祥

製造技術研究部門

連絡先：エレクトロニクス・製造領域 rpd-eleman-ml@aist.go.jp

研究拠点：九州、つくば、臨海副都心

# ものづくりや農業で人工知能を活用

## 「とりあえず始める人工知能」という使い方の提案

- 小さく始める人工知能、手持ちの記録から生産性向上の道を探す
- 整っていない記録や空欄のあるデータでも始められる人工知能の使い方
- 収益、労務、生産量など複数要因の最適解を、現状を踏まえて推定

### 研究のねらい

ものづくりや農業の現場では後継者・労働力不足が深刻になっています。そこで人工知能（AI）により、これまで経験や勘に頼っており「暗黙知」であった生産技術の「形式知化」を進めることで、生産性向上や新規参入促進が期待されています。ところが一概にAI・機械学習といっても、技法によりデータ形式や得られる答えの性質に対して得意・不得意があり、また、現場データには不足や欠損が多くあり簡単にAI処理はできません。

そこで私たちは、機械学習の技法を適材適所で投入することで、センサやビッグデータありきでなく手持ちの記録を用いて現場に則した「とりあえず始める人工知能」の実現を目指します。

### 研究内容

私たちは様々な問題のある生産現場の記録をAIで処理することに取組んでいます。例えば空欄が多いデータならば欠損値を取扱える技法を、欠損値が特に多い場合はさらに前段階の解析などを適材適所で適用します。生産性向上のための着眼点に具体的なイメージがなくても、データから相関を描き出し、仮の値を放り込めば、つながっている部分がどのように変化するか、実感を持つことができます。この実感をスタートとして、改善の道筋について議論を始めることで、小さく始め、必要に応じて拡大していくという人工知能の活用を進めています。この技術で、個々の現場について、収益・労務生産量などの何れに取組むのが最も効果的かを明らかにします。

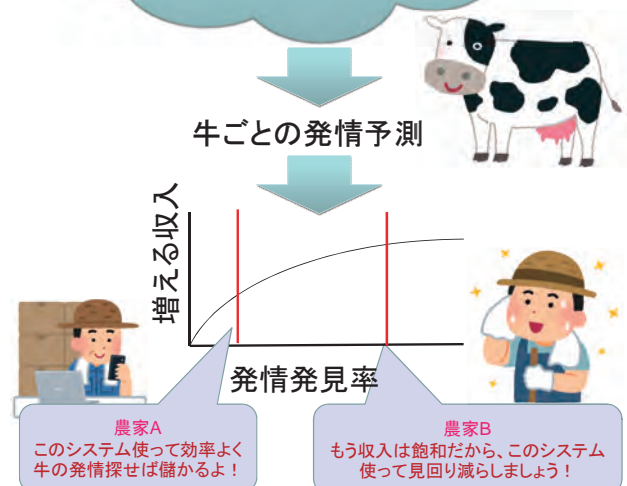
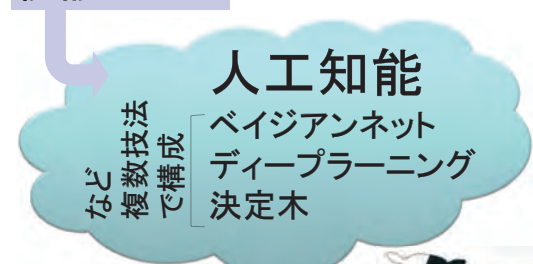
### 連携可能な技術・知財

- ・ 手持ちの記録を用いた相関解析や着目点の発掘
- ・ 解析結果を踏まえた、推定システムの構築
- ・ 家畜の牛の繁殖能力推定と収益構造解析システム
- ・ 装置へのセンサ投資前の設置戦略策定
- ・ 実際の天候を踏まえた収穫時期や品質「変更」戦略
- ・ 暗黙知の定式化、熟練技の理解

### 将来への技術展開

あらゆる現場に残っている記録を定量化して、誰もが使えるノウハウの共有を実現します。

繁殖記録  
検診データ



畜産における収益と労務のバランス提案例

- キーワード：人工知能、機械学習、IoT、農業
- 連携先業種：製造業（機械）、農林水産業、情報・通信業

山下 健一

製造技術研究部門  
連絡先：エレクトロニクス・製造領域 pd-eleman-mi@aist.go.jp  
研究拠点：九州



# AIが農作物の収穫を予測する

## スマート農業により品質を向上し、食品ロス削減を目指す

- 気象データをAI、統計学的手法、数理モデルという3つのアプローチで解析
- 栽培管理に活用するとともに農作物の収量を予測し需給調整に貢献
- 農場での廃棄を減らすとともに消費行動を予測し食品ロスの削減を目指す

### 研究のねらい

食品産業ではこれまで生産量の予測や調整が難しく、国内では年間2,842万トンもの食品が廃棄されておりその削減が課題となっています。(平成27年度、環境省発表)。AI・IoT技術の急速に発展は農場、流通、小売りまで一貫したサプライチェーンでの生産性・効率の工場の期待されています。

私たちはライフサイクルアセスメント(LCA)に基づいて、生産の最適化、サプライチェーン・消費者行動分析など、産業界から家庭まで一貫した分析を行い、環境負荷低減と持続可能な社会を目指す研究開発を行ってきました。現在、AIを用いて農場や食品加工における生産性向上に取り組んでいます。

### 研究内容

LCAは製品やサービスが環境に与える影響を定量的に評価する手法です。私たちは農業から製造業、エネルギー産業、サービス業など幅広い産業界においてLCAにより環境影響を評価し、生産の最適化・環境負荷低減に取り組んでいます。農業分野では気象データと野菜の生育データをAIに機械学習させ、市場の需給分析と合わせて栽培管理・需給調整を行うシステムの開発を目指しています。また、画像解析により加工野菜の変色部位の除去など消費者の品質意識の向上に対応した技術開発にも取り組んでいます。



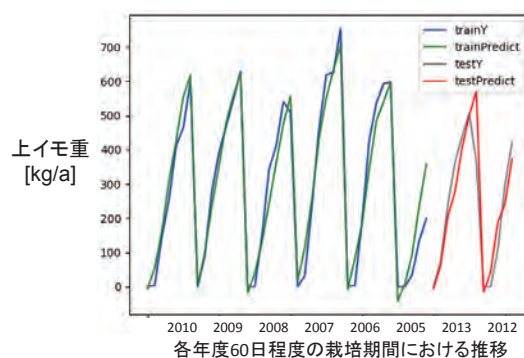
農業生産・消費行動解析へのAIの活用

### 連携可能な技術・知財

- ・気象データ解析による収量予測システムの開発
- ・AIによる画像解析、異物検出
- ・「天気先読み、食品ロス防ぐ AIが変える農業」日本経済新聞(2018/04/05)

### 将来への技術展開

施設園芸のみでなく、露地栽培も対象に、スマート農業による効率的な農業生産手法の開発に取り組みます。



データ出典: 坂本悠 ほか、日本作物学会九州支部会報 第81号、37-38、平成27年5月

AIによるジャガイモの成長予測

- キーワード: AI、IoT、LCA、スマート農業、食品ロス
- 連携先業種: 農林水産業、運輸業、卸売・小売業、サービス業

河尻 耕太郎

安全科学研究部門

連絡先: エネルギー・環境領域 eneenv-ic-ml@aist.go.jp

研究拠点: つくば



# 「機械の目」を実現する技術

## 三次元空間情報の認識・理解技術

- 新しい三次元空間情報センシングシステムを提案
- センシングデータの物理的・意味的な解析手法を提案
- ロボットの目、三次元空間スキャナ、外観検査等への応用が可能

### 研究のねらい

生活支援ロボットや自動車の自動運転など、いよいよ「機械の目」が我々の生活を支える時代が始まりつつあります。人間は視覚情報に強く依存して生活していますので、それを支える機械も人間と同等、またはそれ以上の視覚能力を持つことが望ましいと言えます。これを実現するために、我々の生活する三次元空間を的確に三次元情報としてセンシングし、さらには取得した情報の解析および認識・理解を自動的に行う技術を開発しています。

### 研究内容

右図のように「機械の目」を実現するための要素技術の研究開発と、その社会への橋渡し研究を行っています。具体的には、(1) 独自の全方向ステレオカメラなど三次元環境を的確にセンシングするための「新しいイメージングシステムの開発」、(2) 画像データからの三次元情報復元、三次元地図作成等を行ったり欠陥を自動検出するなどの「物理的」解析技術、(3) 監視カメラ映像からの異常検出等のいわゆる「意味的」解析技術、を要素技術の三本柱として、さまざまな社会ニーズに応じてアウトプットしていく取り組みを行っています。



三次元空間情報の認識・理解技術

### 連携可能な技術・知財

- ・ カメラレイシステムの構築・キャリブレーションおよび応用
- ・ RGB-Dカメラのキャリブレーション技術
- ・ 高速三次元計測技術
- ・ 三次元地図作成技術
- ・ 照明変動等の外乱にロバストな画像処理技術
- ・ HLAC/CHLACによる異常検出技術
- ・ コンクリートのひび割れ等の画像検査技術
- ・ 画像処理ミドルウェアLavatube

- キーワード：ロボット、生活安全、インフラ診断
- 連携先業種：製造業（電気機器）、情報・通信業、建設業、農林水産業、製造業（その他製品）

佐藤 雄隆、永見 武司、増田 健、岩田 健司、佐川 立昌、小林 匠、片岡 裕雄  
 知能システム研究部門  
 連絡先：ith-liaison-ml@aist.go.jp  
 研究拠点：つくば

# 大面積で薄いシート状のセンサデバイス

## 大面積プリントッド圧力センサによる褥瘡防止システム

- 印刷手法を用いてプラスチック基板上に圧力センサを作製
- 大面積で薄い形状を活用したアンビエントセンシングを実現
- ベッドセンサとして医療・看護現場の負担軽減を目指す

### 研究のねらい

医療現場では、高齢化社会の進行に伴って高齢患者の増加による看護職員への負担が増大しており、センサデバイスのような支援機器の活用によって医療費の増加を抑制しつつ看護業務の効率化を図ることが切望されています。本研究では低コストなプロセスである印刷手法によって大面積で薄いシート状のセンサデバイスを作製し、医工連携の下、ベッドセンサとして病床の見守りシステムや褥瘡防止システムへの応用を目指しています。

### 研究内容

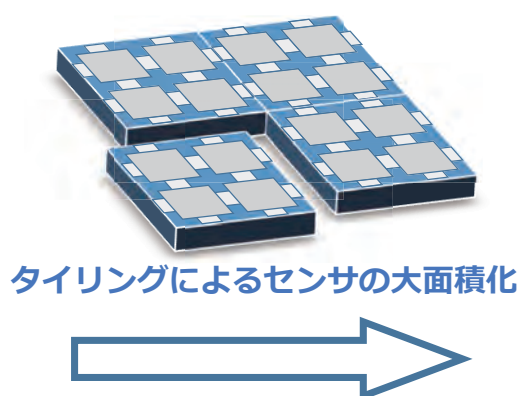
PET基板上にスクリーン印刷法で各種材料を塗布し、厚み $120\mu\text{m}$ と非常に薄いシート状の静電容量型-圧力センサアレイを作製しました。また、小サイズのセンサシートをタイリング技術によって繋ぎ合わせることで大面積化を実現しています。このしなやかで大きい圧力センサシートをベッドセンサとして利用し体圧や体動をモニタすることで、病床の見守りや褥瘡の防止を可能とする医療・看護システムへの応用を目指し、現在、医工連携を進めています。

### 連携可能な技術・知財

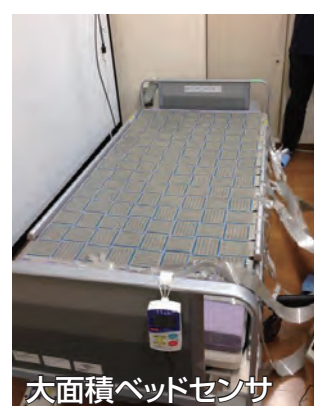
- ・印刷手法によるデバイス作製技術
- ・PET基材のタイリング技術
- ・広い感度レンジを持つ圧力センサ素子構造



印刷法で作製した圧力センサシート



タイリングによるセンサの大面積化



ベッドセンサとして応用した大面積圧力センサシート

- キーワード：プリントッドエレクトロニクス、センサ、医療デバイス、ヘルスケア
- 連携先業種：製造業(電気機器)、製造業(精密機器)、医療・福祉業

吉田 学、植村 聖、延島 大樹  
 フレキシブルエレクトロニクス研究センター  
 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp  
 研究拠点：つくば



# ポンプや配管の維持管理を自動化

## 電池レスで動作するワイヤレス振動センサ端末

- 振動発電を搭載しバッテリーレス
- 超低消費電力電源制御回路
- ワイヤレスかつコンパクト

### 研究のねらい

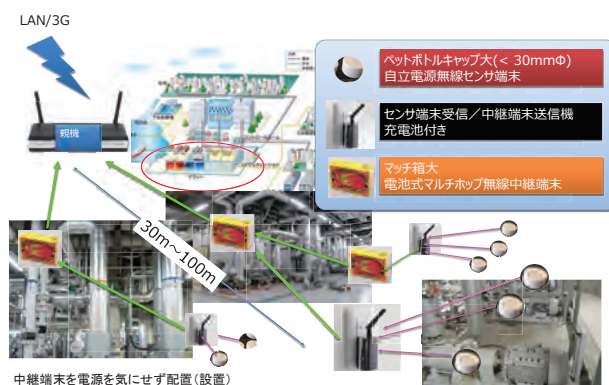
近年の日本では社会インフラの効率的な維持管理が重要な課題に位置付けられています。そういった背景のもと、我々はポンプに代表される回転機器を監視するセンサ端末の開発を行っています。機器から発生される振動の大きさを無線技術を用いてクラウドに集約させます。端末は振動発電を搭載し電池交換が不要です。この技術は、ポンプの監視にとどまることなく配管、橋梁やビルなど振動しているあらゆる対象の監視に応用できます。また、振動発電の技術はネットに接続するあらゆる端末に電源を供給できる可能性を秘めています。

### 研究内容

当該センサ端末を実現するにあたって、重要な技術開発は以下の2点です。

- ① 高効率振動発電
- ② 超低消費電力アナログ回路

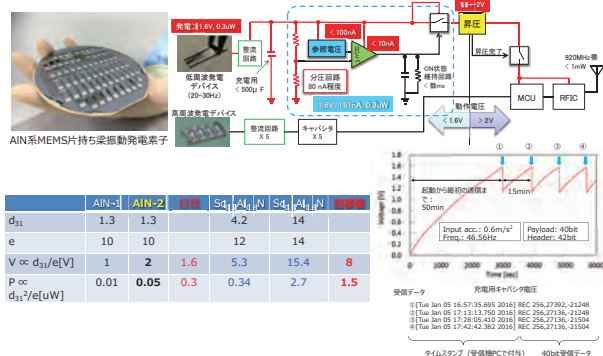
極めて微弱な振動から電力を得るために、半導体MEMSと新圧電材料を組み合わせ高効率振動発電デバイスを開発しています。同時に、高効率整流回路、数百nWオーダーの電源制御回路、920 MHz帯無線技術の開発も併せて行っております。



ポンプ監視の自動化システム

### 連携可能な技術・知財

- ・ MEMS圧電振動発電デバイスの試作・評価
- ・ 圧電振動発電用高効率整流回路
- ・ 超低消費電力アナログ回路技術



自立電源無線振動センサ端末

- キーワード：エネルギーハーベスティング
- 連携先業種：製造業、電気・ガス・水道業

武井 亮平、小林 健、岡田 浩尚  
 集積マイクロシステム研究センター  
 連絡先：rpd-eleman-ml@aist.go.jp  
 研究拠点：つくば



# 見える化でプロセスの高度化と信頼性確保を支援 プラズマプロセスを最適化する診断技術

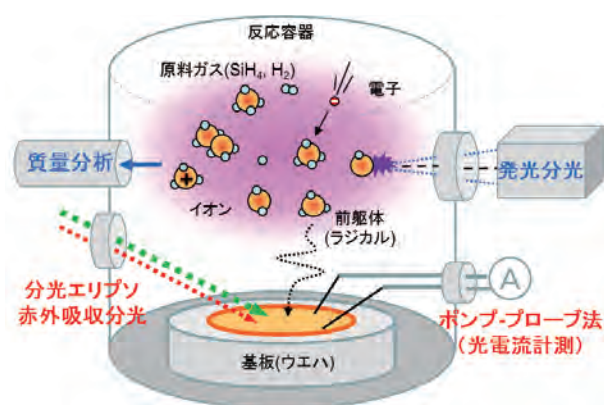
- プラズマと薄膜材料をその場でリアルタイム診断
- プロセスの信頼性向上と異常の早期検出
- プロセス最適化作業を大幅にスピードアップ

## 研究のねらい

プラズマプロセスは、太陽電池やLSI等の半導体デバイス産業ならびに自動車部品関連産業に広く用いられるモノづくりの基本ツールです。しかし、近年のデバイス・各種部品の高度化・高性能化に伴い、プロセスに対する信頼性の向上と最適化作業のスピードアップが求められています。そこで、本研究では、プラズマプロセスの“見える化”を実現し、プロセスの高度化・複雑化に対応すると共に、信頼性確保と最適化作業のスピードアップを可能にする診断技術を提供します。

## 研究内容

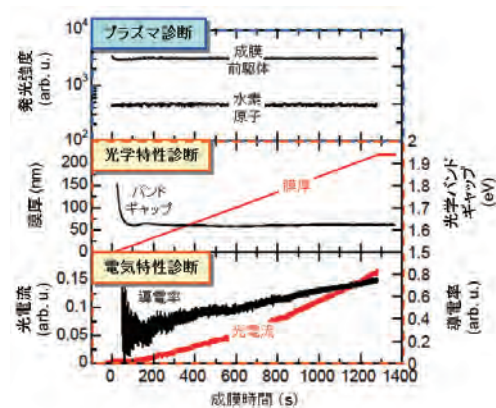
プラズマと薄膜材料の各種特性をその場でリアルタイムに診断することができます。例えば、プラズマの計測には、質量分析 (q-mass)、静電プローブ、発光分光 (OES)、吸収分光法等を用い、ガス組成、イオン種、電子温度・密度、ラジカル種、励起種、パーティクル等の情報を得ます。また、材料の光学特性は、分光エリブソメトリ法を用い膜厚と光学定数を決定します。さらに、産総研で独自に開発したポンプ・プローブ法 [Adv. Mater. 26, (2014) 7555] を用いると、材料の電気特性と欠陥をモニタリングすることが可能となりました。



プラズマプロセス診断装置の概要

## 連携可能な技術・知財

- ・プラズマを用いる各種プロセス技術 (CVD、スパッタ、表面改質、エッチング、クリーニング、分解等)
- ・半導体材料、パッシベーション、バリア膜 (アモルファスシリコン、SiN、SiO<sub>2</sub>、DLC)
- ・エッチング装置内のパーティクルのその場検出と材料評価 (製造技術研究部門/九州センター)
- ・レーザー分光法を用いたプラズマ中ラジカル種のその場計測 (環境管理研究部門)
- ・特許第 5892513 号 (2016/03/04)
- ・AIP Advances 4, 2014, 097110
- ・本研究の一部は、JSPS 科 研 費 (24540546、15K04717) の助成を受けて実施したものです。



プロセス診断結果の一例。所望の薄膜形成に成功。

- キーワード：半導体、太陽電池、プラズマ、診断
- 連携先業種：製造業 (電気機器)

布村 正太、笠嶋 悠司、寺本 慶之、榊田 創  
太陽光発電研究センター、製造技術研究部門、環境管理研究部門、電子光技術研究部門  
連絡先: eneenv-ic-ml@aist.go.jp  
研究拠点: つくば、九州



# 分光技術で色や見え方の違いを見分ける

## 色と見え方を定量化する三次元反射・透過計測技術

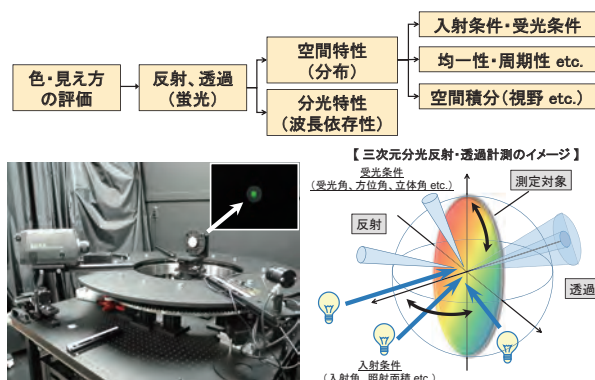
- 物体の反射光および透過光の三次元分布を高精度に計測
- 光の照射の仕方による見え方の違いを定量的なデータとして取得
- 塗装面や繊維などの色や質感の評価に活用可能

### 研究のねらい

世界最高レベルの精度を持った三次元反射・透過計測システムにより、物体の反射光や透過光の分光情報および空間分布を高精度に計測することで、物体の色や見え方を正確に評価するための技術開発を行っています。これにより、主観評価を併用してきた従来の色の評価を定量的に捉え、未だ明らかとなっていない、質感や輝き等の物体の見え方を決定する因子を特定し、客観的な評価を実現することを目指しています。さらにこの技術は、反射と透過に関わる材料の光学特性を、総合的にかつ高精度に評価するツールとしても活用できます。

### 研究内容

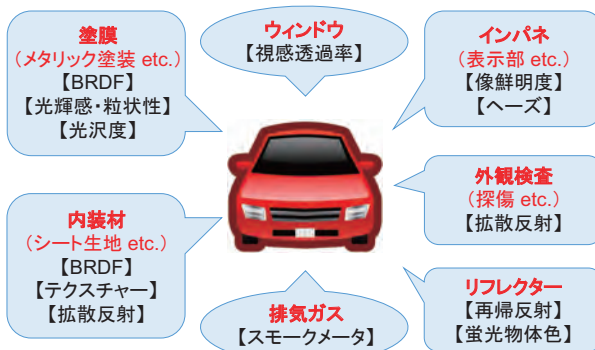
角度可変方式の分光測定に基づく、三次元反射・透過計測システムを開発しました。これにより、BRDF（二方向反射率分布関数）に代表される、任意の入射角と受光角の条件における物体の反射および透過特性を、波長360 nmから830 nmの可視域において三次元的に評価することを可能としました。また、積分球を用いた反射率・透過率測定を組み合わせることで、拡散反射率などの空間積分された光学特性の評価も可能です。これらは、国際整合性が確保された分光反射率・透過率標準に基づいており、世界最高レベルの測定精度を実現しています。



三次元反射・透過計測システムの外観および測定イメージ

### 連携可能な技術・知財

- ・ 三次元分光反射・透過計測技術
  - 角度可変分光測定に基づく計測方法・装置
  - 積分球に基づく分光計測方法・装置
- ・ 任意の入射角および受光角条件での反射・透過計測
- ・ 塗装面や繊維などの色や見え方の評価
- ・ 質感、輝きなどの見え方の感性評価との対応付け
- ・ 分光反射率および分光透過率標準
- ・ 反射や透過に関する諸量（光沢度、ヘーズ、濁度、像鮮明度、白色度計測など）の高精度評価



三次元反射・透過計測に基づく色や見え方の評価（自動車の例）

- キーワード：計測技術、外観検査、材料特性評価、塗料、画像処理
- 連携先業種：製造業（輸送用機器）、製造業（金属製品）、製造業（繊維製品）、建設業、情報・通信業

部 洋司（しとみ ひろし）  
物理計測標準研究部門  
連絡先：nmij-liaison-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば



# 部材のひずみ分布を非破壊で精密計測

## モアレを利用した高精度広視野ひずみ分布測定

- 顕微鏡観察を組み合わせたひずみ測定技術を開発
- 観察視野領域全体にわたるひずみ分布を可視化表示
- 熱ひずみ、および外力を受けたときのひずみ分布計測が可能

### 研究のねらい

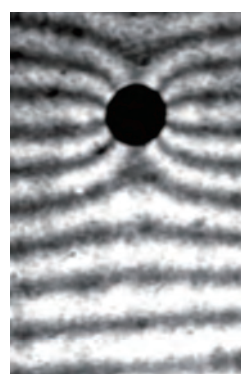
二つの規則格子を重ね合わせたときに発生するモアレ模様は、規則格子のわずかな変形で模様が大きく変化します。この現象を利用し、従来技術では測定不可な微小領域の変形分布計測技術を開発しています。ナノインプリント技術によりマイクロスケールの規則格子を測定対象に描写し、顕微鏡観察画像をデジタル処理することで観察視野全域にモアレ模様を作成し、ひずみ分布を計測することができます。この技術はデバイス、コーティング材、複合材料など異種材料の界面での熱ひずみに起因する破壊を避けるための材料設計に利用できます。

### 研究内容

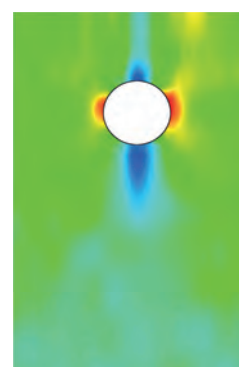
規則的な格子模様を表面に有するサンプルを格子間距離と同程度の走査間隔でレーザ顕微鏡、または走査電顕で観察するとモアレ縞を観察することができます。このとき材料がわずかに変形すると観察されるモアレ縞の模様は大きく変化します。

サンプルに熱、または力を与えたときのモアレ縞の模様変化から熱、または力に起因するひずみ分布が評価され、可視化表示できます。

現状、室温から250℃の雰囲気と最大2000Nの引張り負荷条件下で0.1ミクロンの空間分解能で $100 \times 10^{-6}$ 以下のひずみ分解能の解析を実現します。



モアレ縞

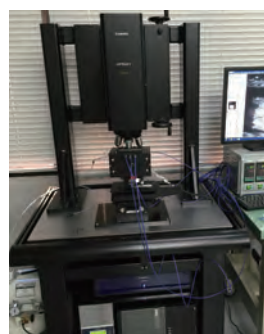


ひずみ分布

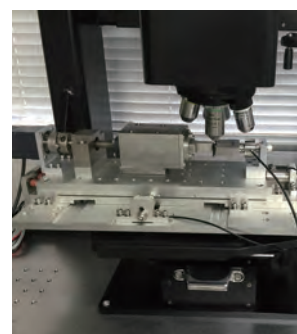
観察されるモアレ縞と評価されるひずみ分布

### 連携可能な技術・知財

- ・ デバイス、コーティング、複合材のひずみ分布計測
- ・ 微小領域の熱、および機械変形挙動解析
- ・ 材料設計シミュレーションの検証
- ・ 特開2016-070886 (2016/05/09)
- ・ 実験力学、15(4)、2015、296-302
- ・ *Recent Patents on Materials Science*, 8(3), 2015, 188-207
- ・ 本研究の一部はSIP D66「構造材料の未活用情報を取得する先端計測技術開発」の成果です。



熱変形計測



機械変形計測

熱変形、および機械変形計測システム

- キーワード：計測技術、画像処理、デバイス設計
- 連携先業種：製造業（電気機器）、製造業（精密機器）

王 慶華、李 志遠、津田 浩  
分析計測標準研究部門  
連絡先：nmij-liaison-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば

# 水晶振動子を利用したIoT環境センシング

## どのような環境でも容易に利用可能なセンサシステム

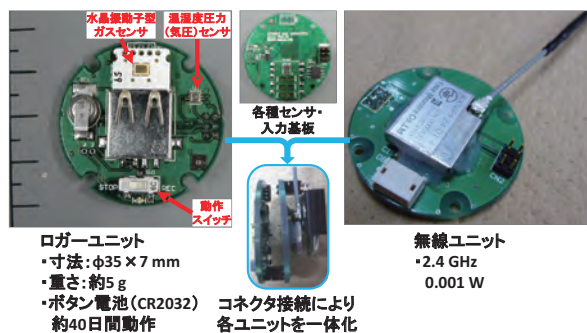
- 小型・軽量・高感度検知可能な水晶振動子を利用したセンサ
- いつでも・どこでも・だれにでも容易に利用可能なセンシングシステム
- 環境計測などのほか、小型無人航空機搭載、食品産業など多方面に応用可能

### 研究のねらい

安全・安心な社会生活を送る上で、快適な環境を守ることは重要です。このような社会の実現には、IoT技術による高信頼・低コスト、保守軽減化が必須です。そこで、密閉空間や工場施設などでも有効に活用できる小型・省電力タイプの実用的なセンサシステムの研究を行っています。ナノグラムレベルの検出が可能な水晶振動子センサを応用し、温度、湿度、圧力、ガス測定を行い、ワイヤレス伝送可能なシステムです。本研究では、工場施設内や火山など多目的・多点を観測可能な応用性もあり、それぞれに最適な要素技術の開発も進めています。

### 研究内容

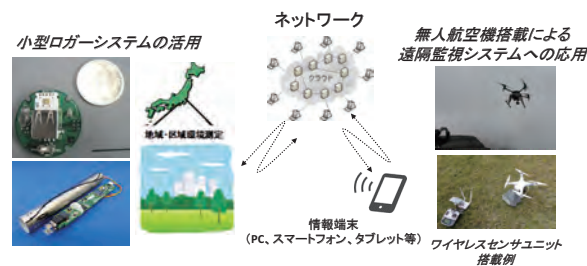
環境計測では広範囲に分散した状況を観測・制御する必要があり、IoT技術による高信頼・低コスト等のセンサユニットを数多く設置し、大量のデータを取得（ビックデータ）することが重要です。ここでは、すぐに使用可能な機器として試作した小型センサユニット（ガス・温度・湿度・圧力）によるデータ収集と無線伝送基板を活用して、簡便なシステムの研究開発を行っています。ボタン電池で動作するため、狭い場所での測定、さらにワイヤレスでPC等やネットワーク接続によってスマートセンサネットワークシステム実現を可能としました。



IoT小型センサユニットシステム

### 連携可能な技術・知財

- ・水晶振動子による高感度測定技術とセンサユニットの活用に関する技術
- ・特許第5170704号(2013/01/11)
- ・特許第4822284号(2011/09/16)
- ・「センサユニット」試作品あり・開示可能



IoT環境センシングへの展開

- キーワード：IoT、環境計測、計測技術、水晶振動子、センサ
- 連携先業種：製造業（その他製品）、製造業（食料品）、情報・通信業、運輸業、農林水産業

野田 和俊

環境管理研究部門

連絡先：エネルギー・環境領域 [envene-liaison-ml@aist.go.jp](mailto:envene-liaison-ml@aist.go.jp) [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/dept/dervene.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/dept/dervene.html)

研究拠点：つくば





# 音を介して現れる異常の兆候を逃しません

## 異音を検知し音質を改善する音響分析技術

- 通常音からの逸脱を測り未知の異音や音の微妙な変化を検知
- 音の発生原因である駆動源と音色を決める調音特性を高精度に分離・推定
- 動作音による機器の状態監視、異常音声の検知および声質改善などへ応用

### 研究のねらい

産業機器や生産ラインの異常、橋脚やトンネル内壁の劣化など、熟練作業員がその動作音や打音を手掛かりにした検査では、膨大なコストと時間がかかるという問題があります。このような異常診断を安価にかつ効率的に実施できる音響監視技術の実現を目指します。他方、音声は最も重要なコミュニケーション手段ですが、喉頭癌の進行により喉頭全摘手術を余儀なくされ、自分の声を失う高齢者は少なくありません。喉頭癌の初期症状である嚥声などの異常音声の検知、喉頭全摘出後の代替発声法による音声の声質改善装置などの実現も目指します。

### 研究内容

音響信号の複雑なパターンの中から、異常なパターンや微妙な変化を検知することに優れた音響特徴量の抽出法（音響HLAC）と、音を発生させる駆動源と音色を決定する調音特性を音の生成モデルに基づいて高精度に分離・抽出する音響分析法（AR-HMM）の研究開発を行っています。これらの音響分析法とマイクアレイによる音源定位・分離、ノイズロバスト音認識を組み合わせることにより、複数音源が干渉し合う雑音環境下でも異音を識別・認識し、異音の発生箇所や音源が移動する様子をリアルタイムに観測できるシステムを開発しました。

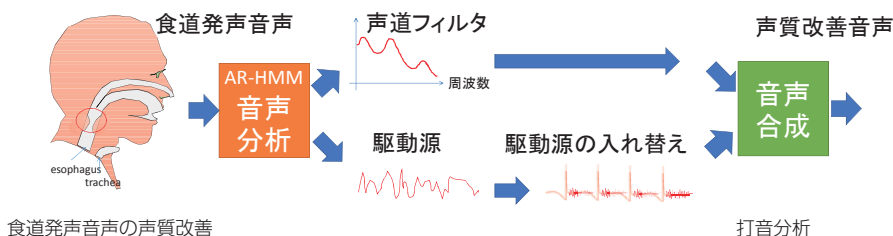
### 連携可能な技術・知財

- ・特許第6078872号（2017/01/27）
- ・特許第5131863号（2012/11/16）
- ・特許第4905962号（2012/01/20）
- ・特許第4840819号（2011/10/14）
- ・カメラ搭載マイクアレイを用いた音源定位・音源分離による音源可視化プログラム
- ・デジタルマイクアレイ信号処理FPGAのファームウェア
- ・波形サンプルからのEMアルゴリズムを用いたARHMMパラメータ学習プログラム
- ・本研究はJSPS科研費17K00258、26330216の助成を受けたものです。

### AR-HMM音響分析

#### ●音の発生原因の駆動源と音色を決定する調音特性とを高精度に分離・抽出

- ・音声から抽出した駆動源（声帯音源）を詳細に分析することで声帯の異常を検知
- ・食道発声音声の声質劣化原因である駆動源（食道入口部の振動）を入れ替えることで声質を改善



- キーワード：センサ、高齢者、インフラ診断
- 連携先業種：製造業（機械）、医療・福祉業、建設業

佐宗 晃

知能システム研究部門

連絡先：情報・人間工学領域 ☎ <https://www.ith.aist.go.jp>

研究拠点：つくば



# 高精度マーカが可能にする簡易画像計測

## 単眼カメラとマーカによる計測システムの開発と応用

- カメラとマーカだけの安価・省電力・コンパクトな位置姿勢計測システム
- レンズアレイを用いた新しい原理のマーカで世界最高精度の位置計測を実現
- 測位インフラ、ロボット制御、動作計測、拡張現実等、幅広い応用

### 研究のねらい

「自分や対象物の位置を知る」ことは、多くの工学システムに必要な要素技術です。視覚マーカはそのためのツールの一つですが、計測精度に問題がありました。私たちはマイクロレンズアレイを用いた新しい原理のマーカを開発し、単眼カメラとマーカによる高精度な位置姿勢計測を実現しました。マーカは小型・電力不要・安価のため、環境中に多数配置することができます。ロボット制御や拡張現実での活用、ポータブルな動作計測システムの開発、位置情報サービスを支える測位インフラとしての利用等、さまざまな応用が進められています。

### 研究内容

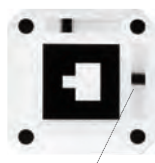
レンズアレイを用い「見る角度に応じて変位するモアレ（干渉縞）パターン」を開発。これを活用した新しい原理のマーカにより、平面型マーカの計測精度を大幅に向上させました。位置・姿勢の推定誤差はともに従来マーカの10分の1以下で、最近ではさらに10分の1の姿勢誤差（0.1度）の測位用超高精度マーカも開発しました。現在、ロボット制御や動作計測、AR（拡張現実）システム、測位等への応用研究を進めると同時に、マーカ製造技術および認識ソフトウェアの実用化に向けた最終段階の開発を進めています。

### 連携可能な技術・知財

- ・ システムの要求に応じた視覚マーカの設計
- ・ 画像処理によるマーカの位置姿勢推定技術
- ・ マーカを活用した測位・計測システムの設計開発
- ・ 特許第5842248号（2015/11/27）
- ・ 特許第6083747号（2017/02/03）
- ・ 高精度視覚マーカ認識プログラム
- ・ 本研究の一部は科研費（15H02731）の助成を受け実施しています。

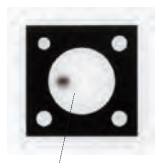
#### 2種類の高精度視覚マーカ

LentiMark  
(レンチマーク)



レンチキュラーレンズ

ArrayMark  
(アレイマーク)



マイクロレンズアレイ

黒い模様が見る角度に応じて移動する特殊な干渉縞を利用

#### さまざまな応用可能性

- 計測** 動作計測・キャリブレーション等
- ロボット** 産業ロボットやサービスロボットの制御
- AR** ゲーム・展示・広告・教育・ガイダンス等
- 測位** 屋内測位補助・屋外GPS補完
- 宇宙** 宇宙機制御用ターゲットマーカ

高精度マーカとその応用

#### 応用例 - 屋内精密測位システム



- キーワード：ロボット、画像計測、測位
- 連携先業種：製造業（機械）、医療・福祉業、サービス業

田中 秀幸、松本 吉央  
ロボットイノベーション研究センター  
連絡先：情報・人間工学領域 ☎ <https://www.ith.aist.go.jp>  
研究拠点：つくば

# マルチマテリアル製造インテリジェンス

## 次世代構造部材の破壊予兆・CAE高度化を拓く応力発光

- 【応力発光】動的な応力・ひずみ分布を発光分布として可視化する技術
- 【応用】破壊予兆の検出/設計・CAEの支援(金属・樹脂・CFRP)
- マルチマテリアル製造(M3)を賢く測り・繋ぎ・活かすインテリジェンスへ!

### 研究のねらい

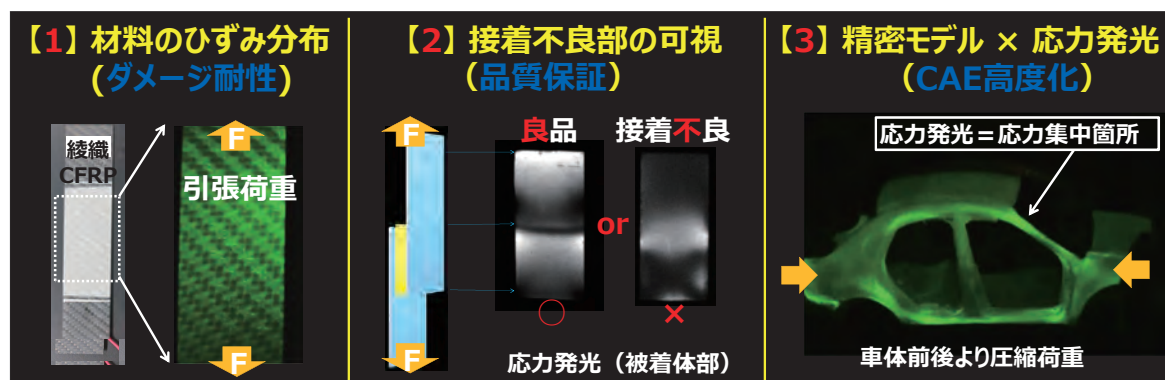
自動車・航空機産業を中心に、材料の適材適所、複合使用(マルチマテリアル)構想による次世代機開発が加速しています。構造材料開発では、日本が世界をリードするなか、加工、製造(機器)等のバリューチェーンは弱く、世界に無い独自検査技術が多い現状となっています。これに鑑み、日本企業からは、高速輸送体の新材料・接合・接合の標準化に関して、大変な危機感が寄せられています。新素材の安心使用の為、急務である①ダメージ耐性(破壊機構の解明)、②品質保証、③それを確保する賢い製造、を確立することこそ本研究の目的です。

### 研究内容

- 【1】新構造材料群の破壊検査法の確立
- (1) CFRP破壊起点・破壊プロセスの応力可視化
  - (2) 接着不良の応力発光検出  
[接着強度] 0 MPa領域(キッシングボンド)  
[接着強度] 30 %領域(ウィークボンド)
  - (3)「超精密モデル×応力発光」  
＝CAE高度化・CAE従事者教育
- 【2】製造・加工・接合(生産モデリング)への還元
- (4) プロセスファクタの間接モニタリング実証
  - (5) 生産ラインの状況を可視化し、サイバー空間での最適解を還元提供するシステムの開発

### 連携可能な技術・知財

- ・構造材料・マルチマテリアルの、ひずみ分布・破壊プロセス・破壊予兆の可視化、寿命予測(応力発光)
- ・接着・接合部の、応力ひずみ・接着不良部の可視化検知(応力発光)
- ・“力学情報可視化”によるCAE高度化とダメージ耐性設計支援、CAE技術者の教育
- ・本研究はNEDO未来開拓事業、内閣府SIP革新的構造材料、JSPS科研費基盤研究B、産総研戦略予算3D3エボリューション、重点化予算M3インテリジェンス、の助成を受けたものです。



- キーワード：応力発光、炭素繊維、接着接合、マルチマテリアル、CAE
- 連携先業種：製造業(輸送用機器)、製造業(繊維製品)、製造業(鉄鋼)、製造業(非鉄金属)、運輸業

寺崎 正、藤尾 侑輝、坂田 義太郎

製造技術研究部門

連絡先：エレクトロニクス・製造領域 ✉ rpd-eleman-mi@aist.go.jp 🌐 [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/dept/delma.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/dept/delma.html)

研究拠点：九州



# 知識構造化による熟練技能の継承

## 加工テンプレートを用いた技能抽出

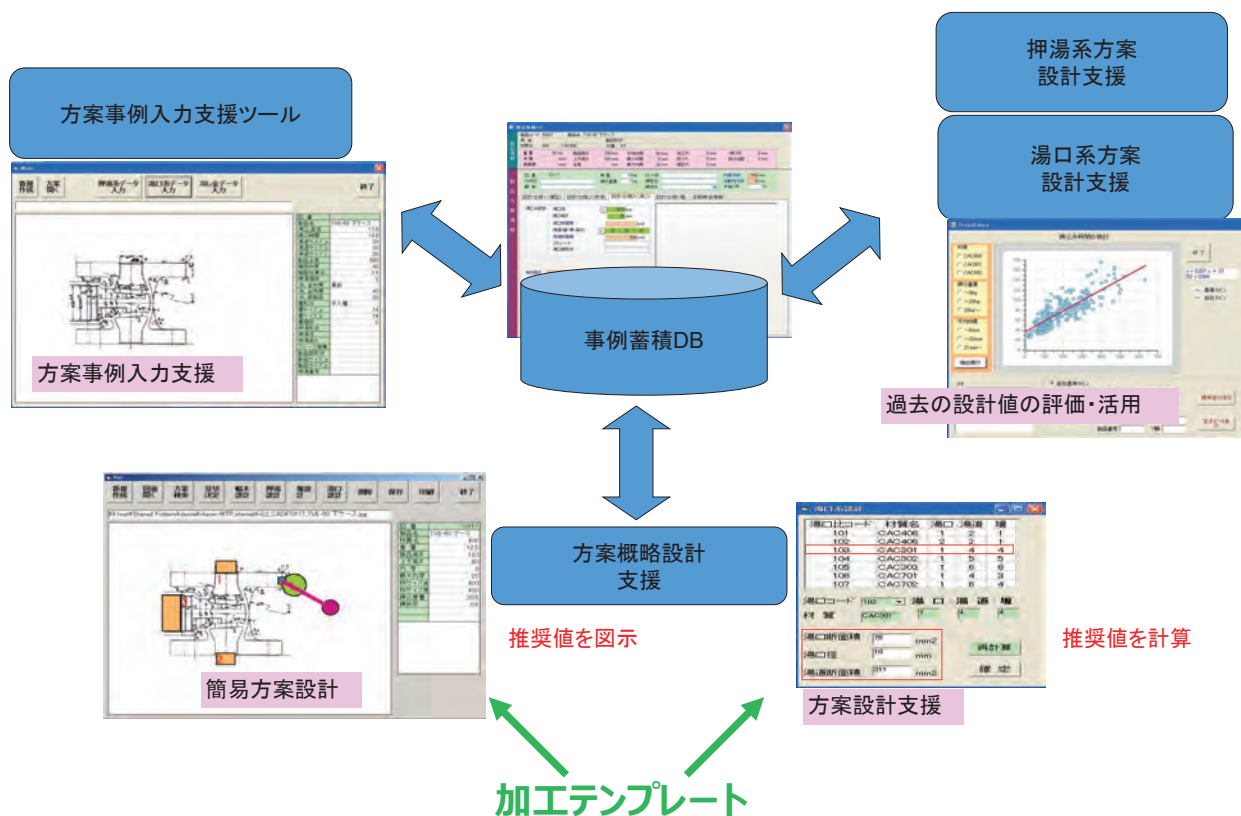
- 研究のポイント 熟練技能者から新人への 人 → 人 技能継承の代替
- 研究のポイント 加工テンプレート※を用いた技能のデジタル化（暗黙知の形式知化）
- 研究のポイント 企業に蓄積された形式知は、他社との差別化に有効

※加工テンプレート・・・様々な加工技術の技能継承を目的に開発されたソフトウェアツール群  
<http://www.monozukuri.org/ginoukeishou/index.html>

### 将来への技術展開

- ・ 加工テンプレートの地域中小企業への普及展開
- ・ 理論式、実験式、シミュレーション技術、データマイニング等との組み合わせ

## 鋳造における加工設計支援の例



- キーワード：熟練技能、暗黙知、形式知
- 連携先業種：製造業

岡根 利光、梶野 智史

製造技術研究部門

連絡先：エレクトロニクス・製造領域 [rpd-eleman-ml@aist.go.jp](mailto:rpd-eleman-ml@aist.go.jp)

研究拠点：つくば



# 熟練技術を必要としない生産システム設計

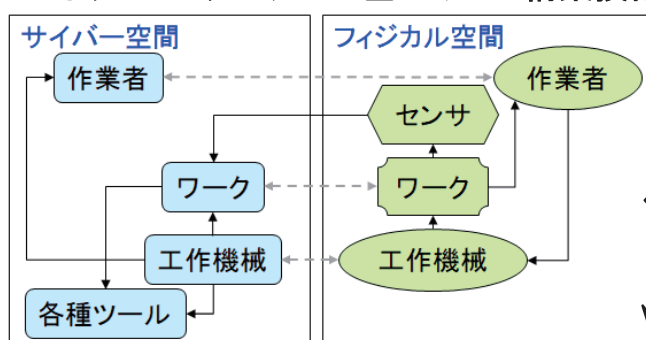
## モデルベース設計技術・インタラクティブ設計技術

- 研究のポイント 熟練者が行ってきた状況分析と把握をコンピュータで行う
- 研究のポイント サイバーとフィジカルを含めた全体構成の設計ツール開発
- 研究のポイント 工程・品質評価技術の開発

### 将来への技術展開

- ・スマート製造システム(フィジカルデータをサイバー空間で解析し、フィジカル空間へフィードバック)を実現
- ・人に依存しない生産システムの構築

#### 1. ネットワークモデルに基づくCPS構築技術



#### 1-(1) 生産ラインの見える化アプリ



データ構造を自動生成  
アプリケーションのスケルトン生成

#### 2. 工程・品質評価技術

製品名	製造工程	工程1	工程2	工程3	工程4	工程5	工程6
A様型	Machine 1	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6
B様型	Machine 2	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6
C様型	Machine 3	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6

品質維持・管理、稼働率向上等のアプリケーションロジックの整備と実装

#### 1-(2) 生産システム振る舞い評価モデル



情報、ワークの流れを表現するモデルの生成

- キーワード：サイバーフィジカルプロダクションシステム (CPPS)、モデルベース設計
- 連携先業種：製造業

近藤 伸亮、高本 仁志、澤田 浩之

製造技術研究部門

連絡先：エレクトロニクス・製造領域 rpd-eleman-ml@aist.go.jp

研究拠点：つくば

# 鑄造作業者の動きから鑄物の出来を予測する 注湯動作に基づく粒子法熱流動・凝固シミュレーション

- 普段の作業で用いている取鍋を用いて非接触で注湯動作を計測可能
- 作業者の注湯動作に一对一に対応する鑄造シミュレーションが可能
- 鑄造における欠陥予測の精度向上に貢献

## 研究のねらい

鑄造は溶融材料を型に流し込んで固める加工法であり、大量生産に向いていること等から様々な製品の製造に用いられています。鑄造現場においては、自動注湯機が普及した現在でもなお、作業者による注湯（手注湯）が広く行われています。手注湯では作業者により動作が異なり、鑄物の品質に差が生じます。したがって手注湯による鑄物の高品質化のためには、注湯動作の評価が重要であると考えられます。私たちは、作業者による注湯動作の計測技術と計測データに基づく鑄造シミュレーション技術とによる注湯動作の評価手法を開発しています。

## 研究内容

作業者による注湯動作の計測技術として、マーカを用いた取鍋運動の計測技術を開発しました。上図に示すように、取鍋と鑄型にマーカを設置し、ビデオカメラでそれらを撮影することにより、取鍋の運動を計測することが可能となりました。その際、特別な取鍋は必要なく普段使用している取鍋を使用可能です。また、この計測データを入力可能な粒子法熱流動・凝固シミュレータを開発しました。これらにより下図に示すように注湯動作に基づいて鑄造シミュレーションを行うことが可能となり、注湯動作を評価することが可能となりました。



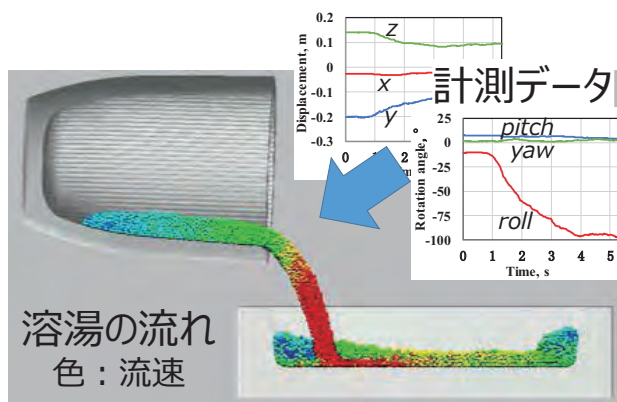
マーカによる注湯動作の計測

## 連携可能な技術・知財

- ・ 本件に関して特許出願中
- ・ 産総研プログラム「SPH法を用いた鑄造プロセス解析プログラム」(2018/5/17)
- ・ 日本鑄造工学会第173回全国講演大会概要集、73・74、(2019)

## 将来への技術展開

各社・各個人の注湯動作モデルの構築技術を確認し、自動車部品等の高精度な方案設計に貢献します。



計測された注湯動作からの鑄造シミュレーション

- キーワード：鑄造、シミュレーション、拡張現実、計算工学、人間計測
- 連携先業種：製造業（輸送用機器）、製造業（機械）、製造業（金属製品）

徳永 仁史、岩本 和世、本山 雄一、岡根 利光  
製造技術研究部門  
連絡先：エレクトロニクス・製造領域 rpd-eleman-ml@aist.go.jp  
研究拠点：つくば



# ◎全国に展開する産総研の拠点

産総研は、北海道から九州まで各地に拠点を配しております。研究開発や技術相談に関するご相談は、技術相談窓口、または、最寄りの拠点で受け付けておりますので、お気軽にご活用ください。

●メールでのお問い合わせはこちらまで。（総合お問い合わせフォーム）[https://www.aist.go.jp/aist\\_j/inquiry/form/inquiry\\_form.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/inquiry/form/inquiry_form.html)

## ■技術相談窓口（窓口：地域連携推進部）

[住所] 〒305-8560 茨城県つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第1 つくば本部・情報技術共同研究棟

[問い合わせ] 電話：029-862-6201 ファックス：029-862-6146

### ■北海道センター

[住所] 〒062-8517 北海道札幌市豊平区月寒東2条 17-2-1

[問い合わせ] 電話：011-857-8406 ファックス：011-857-8901

### ■東北センター

[住所] 〒983-8551 宮城県仙台市宮城野区苦竹 4-2-1

[問い合わせ] 電話：022-237-0936 ファックス：022-231-1263

### ■福島再生可能エネルギー研究所

[住所] 〒963-0298 福島県郡山市待池台 2-2-9

[問い合わせ] 電話：024-963-0813 ファックス：024-963-0824

### ■つくばセンター

[住所] 〒305-8560 つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第1 つくば本部・情報技術共同研究棟

[問い合わせ] 電話：029-862-6201 ファックス：029-862-6146

### ■柏センター

[住所] 〒277-0882 千葉県柏市柏の葉 6-2-3 東京大学柏Ⅱキャンパス内

[問い合わせ] 電話：04-7132-8861 ファックス：04-7135-8351

### ■臨海副都心センター

[住所] 〒135-0064 東京都江東区青海 2-3-26

[問い合わせ] 電話：03-3599-8001 ファックス：03-5530-2061

●石川サイト [住所] 〒920-8203 石川県金沢市鞍月 2-1（石川県工業試験所新分野創造開発支援センター2階）

●福井サイト [住所] 〒910-0102 福井県福井市川合鷺塚町 61 字北稲田 10（福井県工業技術センター管理棟2階）

### ■中部センター

[住所] 〒463-8560 愛知県名古屋市守山区下志段味ヶ洞 2266

[問い合わせ] 電話：052-736-7370 ファックス：052-736-7403

### ■関西センター

[住所] 〒563-8577 大阪府池田市緑丘 1-8-31

[問い合わせ] 電話：072-751-9606 ファックス：072-751-9621

### ■中国センター

[住所] 〒739-0046 広島県東広島市鏡山 3-11-32

[問い合わせ] 電話：082-420-8245 ファックス：082-420-8281

### ■四国センター

[住所] 〒761-0395 香川県高松市林町 2217-14

[問い合わせ] 電話：087-869-3530 ファックス：087-869-3554

### ■九州センター

[住所] 〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町 807-1

[問い合わせ] 電話：0942-81-3606 ファックス：0942-81-4089

## 私たちは “オール産総研”で 対応します。

「人・技術・情報」との出会いの場、各地域の研究拠点では  
他の拠点と連携を取りつつ、地域における課題解決や  
地域企業の支援に積極的に取り組んでいます。

