

製造現場のIoT化とつながる工場モデルラボ

研究のポイント

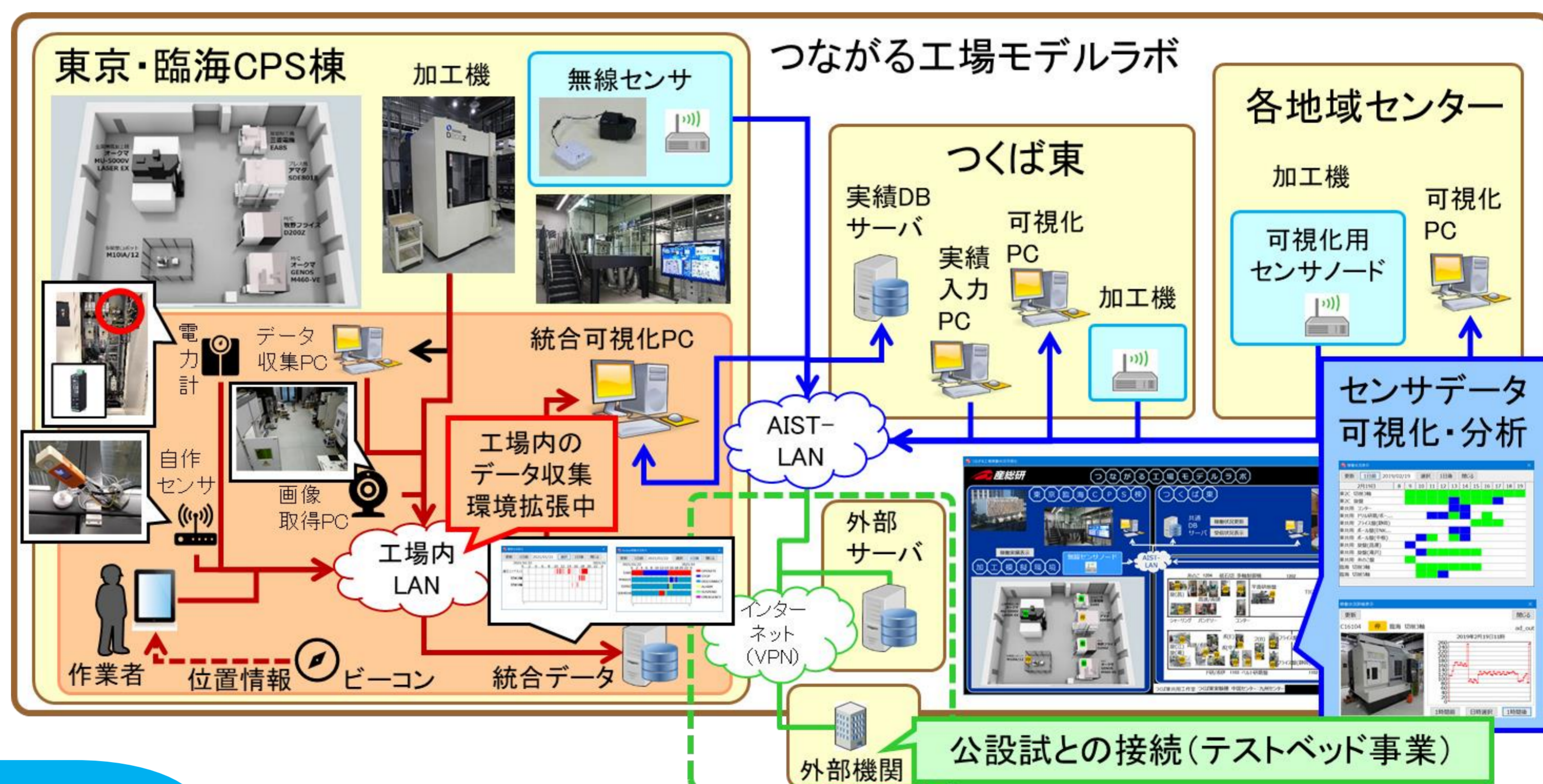
- IoT化された機械加工工場の模擬環境で多様なデータ収集と可視化の技術を研究
- 既存の機械設備から稼働状況の自動収集と可視化を実現
- 産総研が開発した製造現場のIoT化支援ツールの実証環境として活用

研究のねらい

製造現場において、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、IoT化の取り組みが必要です。産総研では、IoTの専門家ではない製造現場の技術者が自らIoT化に取り組むことを支援するツールを提供しており、産総研が有する機械加工工場の模擬環境でその実証例を構築することでIoT化の実施方法とその効果を示し、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するためのツール「MZ Platform」とその拡張で独自のIoT化を可能とする「スマート製造ツールキット」、およびこれらを用いた製造現場のIoT化技術について研究開発しています。これらの技術とツールを用いることで、製造現場の計測・可視化・通知システムの自作による既存の機械設備のIoT化が可能です。複数の工作機械と協働ロボット等を配置した工場の模擬環境にIoT化の実例を構築して「つながる工場モデルラボ」と呼び、IoT化の実施方法とその効果に関する研究開発の実証環境として活用しています。



連携可能な技術・知財

- 製造現場のIoT化支援ツール：MZ Platformとスマート製造ツールキット（登録制で無償配布）
<https://ssl.monozukuri.org/mzplatform/>



インダストリアルCPS研究センター
 つながる工場研究チーム
 古川 慈之



ともに挑む。つぎを創る。

工場環境の作業支援CPS

研究のポイント

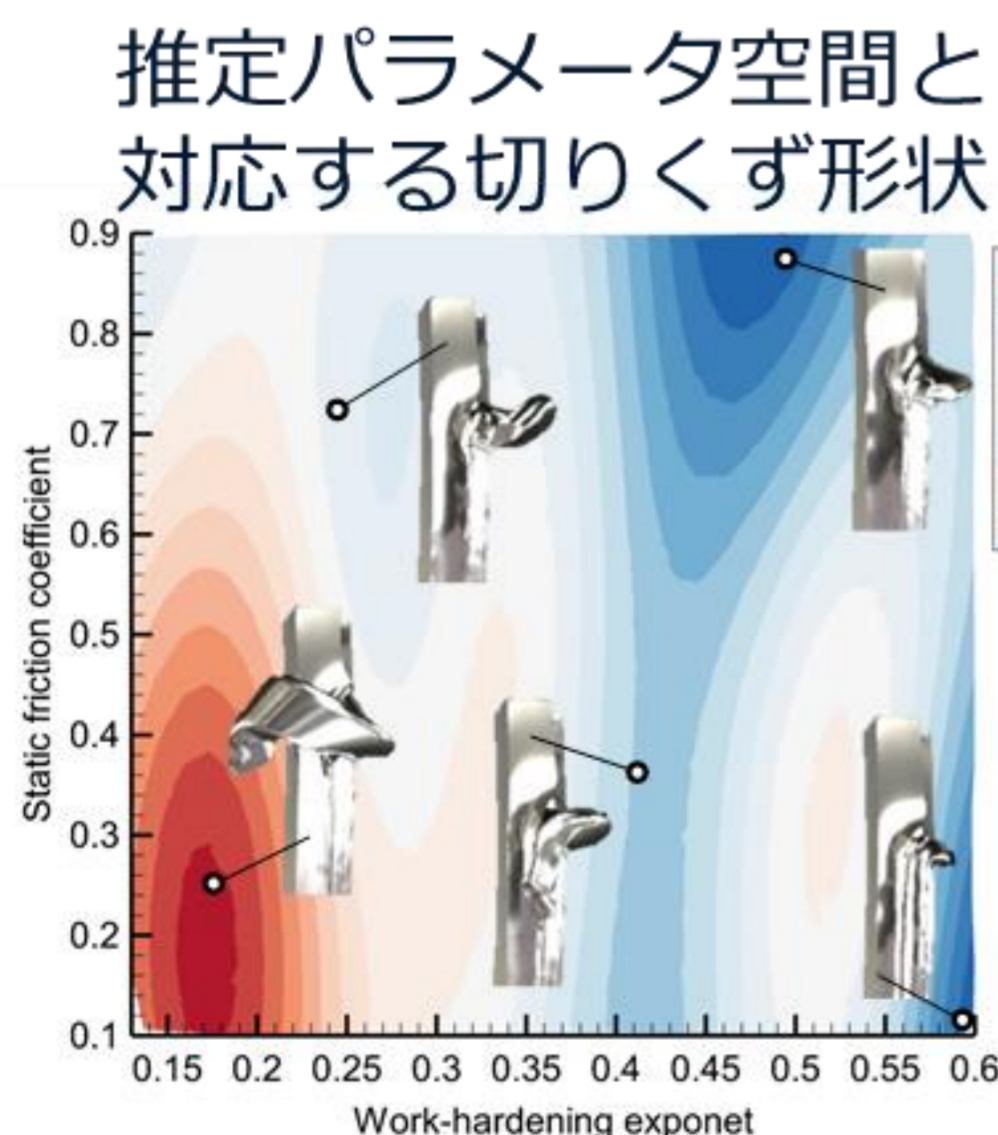
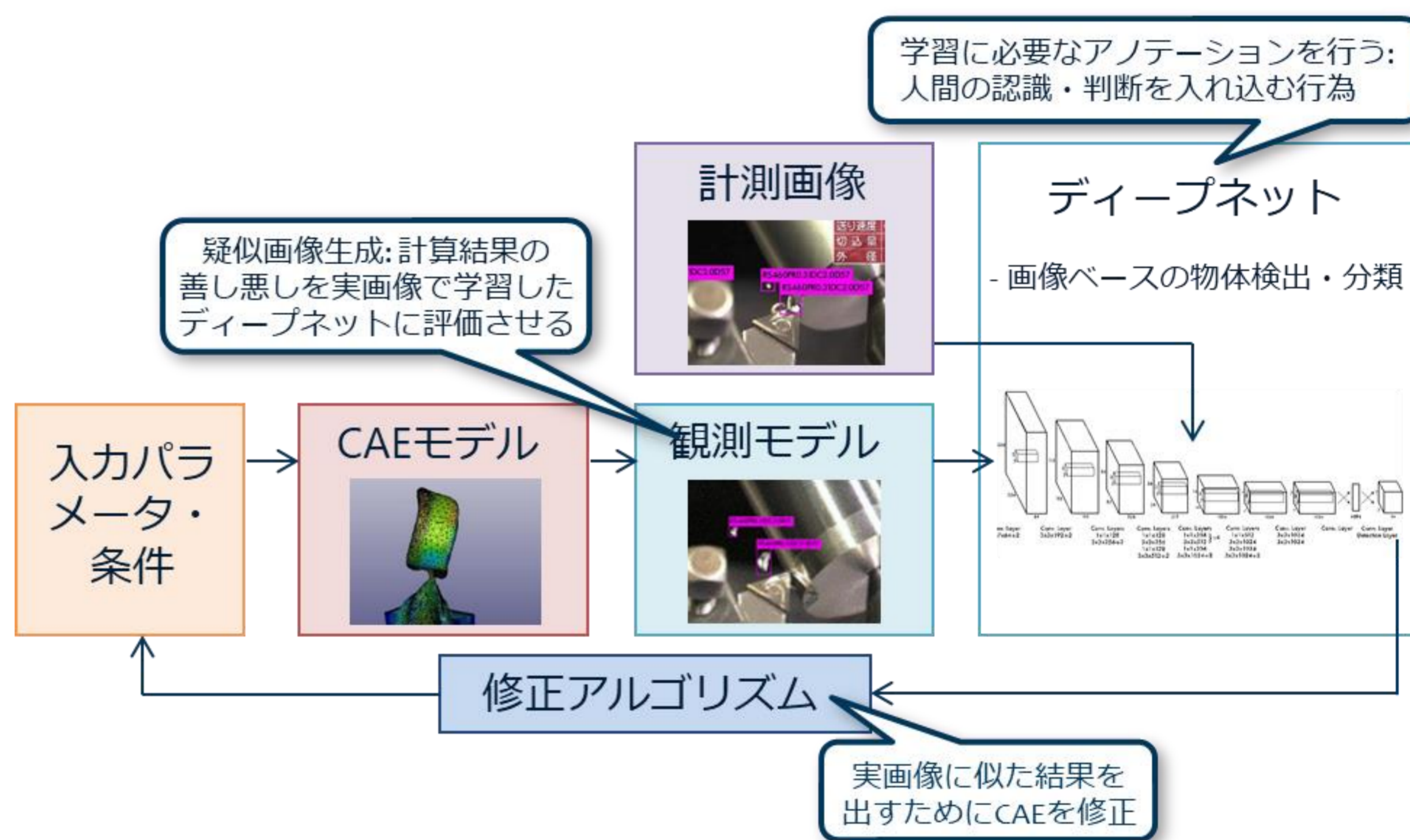
- 労働生産性向上に貢献するAI活用およびDX実現に向けたCPS技術の研究
- 旋削加工を対象に切屑画像と物理現象シミュレーション結果から加工状態推定
- 実加工中にデータ計測不可能な内部応力等の物理量を推定可能

研究のねらい

生産年齢人口の減少という社会課題に対して、その解決手段の一つである労働生産性の向上に貢献するAI活用およびDX実現の取り組みが求められています。その取り組みを推進するために、AI活用に必要な実世界のデータを取得するIoT技術、実世界で取得可能なデータの限界を突破するシミュレーション技術、およびこれらを含む関連技術を統合して人を支援するサイバーフィジカルシステム（CPS）が必要と考え、工場環境で作業者を支援するCPSの実現を目指しています。

研究内容

工場環境の作業支援CPSの要素技術の一つとして、旋削加工の物理現象シミュレーションを用いた切屑画像からの状態推定技術を研究しています。この技術が実用化できれば、工作機械を用いた実加工中の取得画像と加工現象のシミュレーション結果を用いて、本来はデータ計測不可能な加工中の状態（内部応力等）を推定して、品質予測等に活用することが可能です。



Misaka, et al., Turning Process Monitoring with Deep Neural Network Trained by FEM Simulation, Procedia CIRP, 104, pp.376-380, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.063>.



インダストリアルCPS研究センター
つながる工場研究チーム
古川 慈之, 三坂 孝志



ともに挑む。つぎを創る。

少数データから短時間で現場環境に応じた最適加工条件を決定

研究のポイント

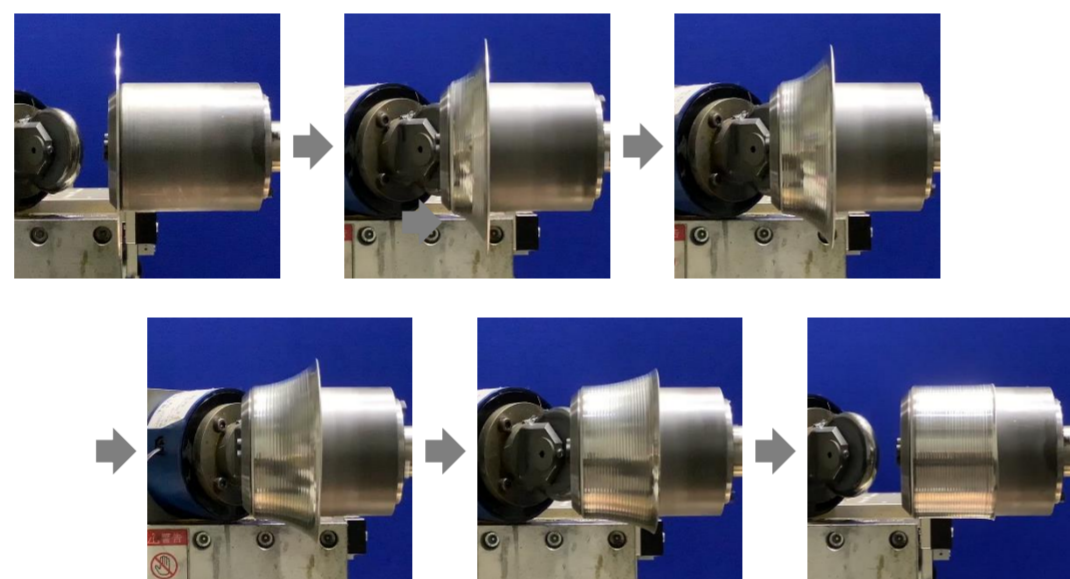
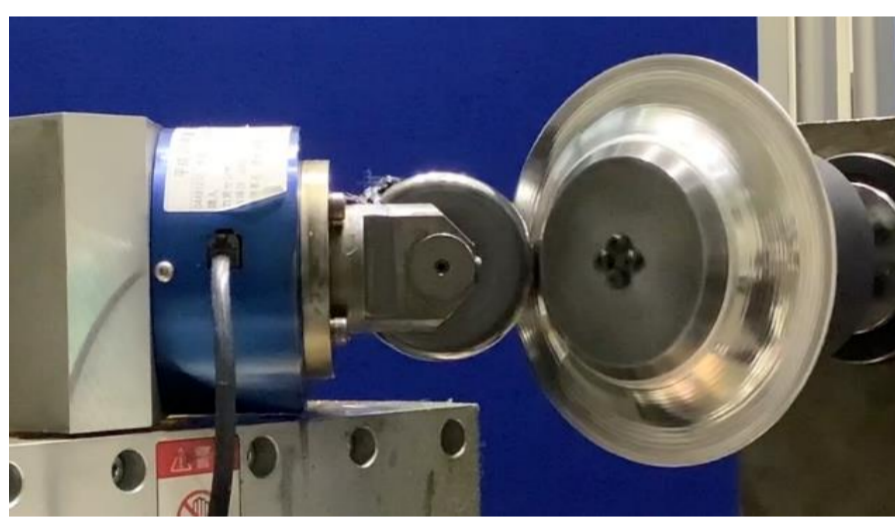
- 20から30の少数データでAIモデルを構築・最適化
- 設計仕様を実現する加工パラメータの具体値を算出可能
- 試作時間を大幅削減

研究のねらい

素形材産業における生産体制前の加工条件出しは、作業者の経験や勘を頼りにした試行錯誤を伴い、時間を要する工程である。製造現場のDX（デジタルトランスフォーメーション）により、この工程の負担軽減や無駄な作業の縮減が期待されている。しかしながら、加工技術とAI（人工知能）の両方の専門知識を有する人材の確保・育成や、ビッグデータの取得・解析用機材の投資が必要との認識から、DXは迅速に進んでいる状況ではない。そこで、私たちは、**手軽に低コストで製造現場、特に加工条件出し工程のDXを実現する汎用性の高い作業支援AIツール**を開発した。

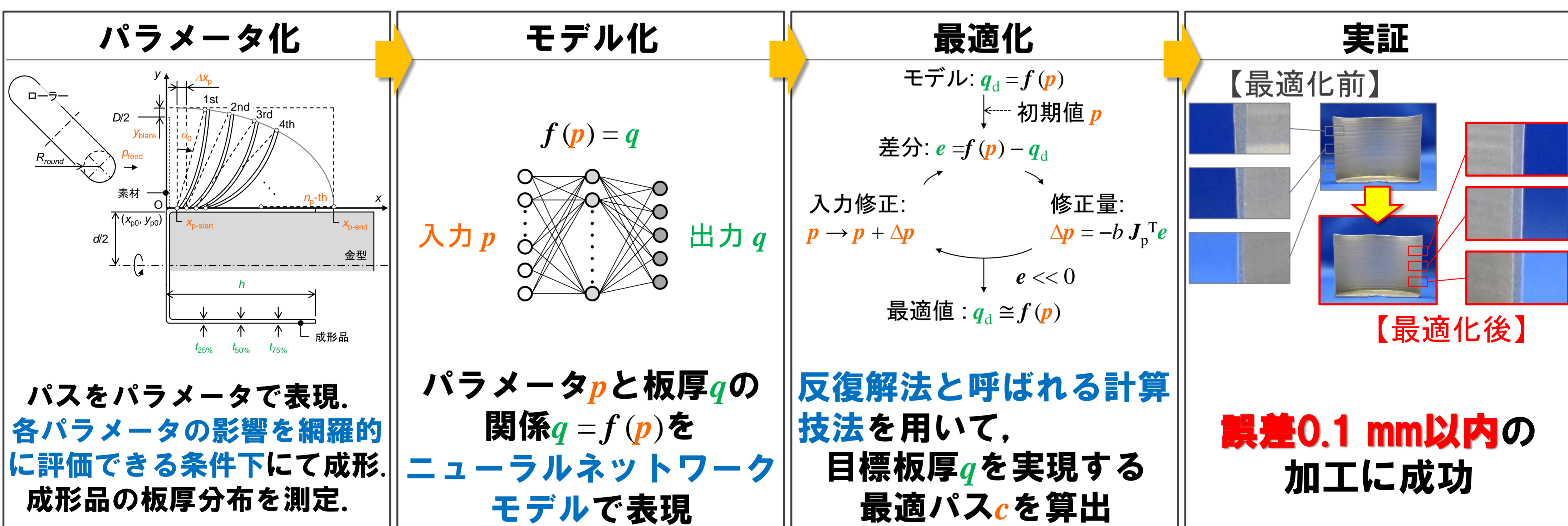
研究内容

本技術をへら絞り加工（スピニング加工）で実証



回転する金属板の一部にローラーを押し当て、少しずつ変形させて目標形状に成形する加工

課題 成形品の高さや板厚はローラーの動作経路（パス）により変動し、制御が難しい。



手軽に低コストで加工条件出し工程のDXを試みたい企業の支援を行っていきます

連携可能な技術・知財

・各種塑性加工法



製造技術研究部門 <https://unit.aist.go.jp/am-ri/>
素形材加工研究グループ
権藤 詩織, 荒井 裕彦



ともに挑む。つぎを創る。

インタラクティブ鋳造方案設計システム

研究のポイント

- 粒子法による高速シミュレーションで鋳造方案を迅速に検証可能
- 溶融合金の流動を解析しながらインタラクティブに鋳造方案の設計が可能
- 連成解析により溶融合金の鋳型充填から凝固までを一貫して解析

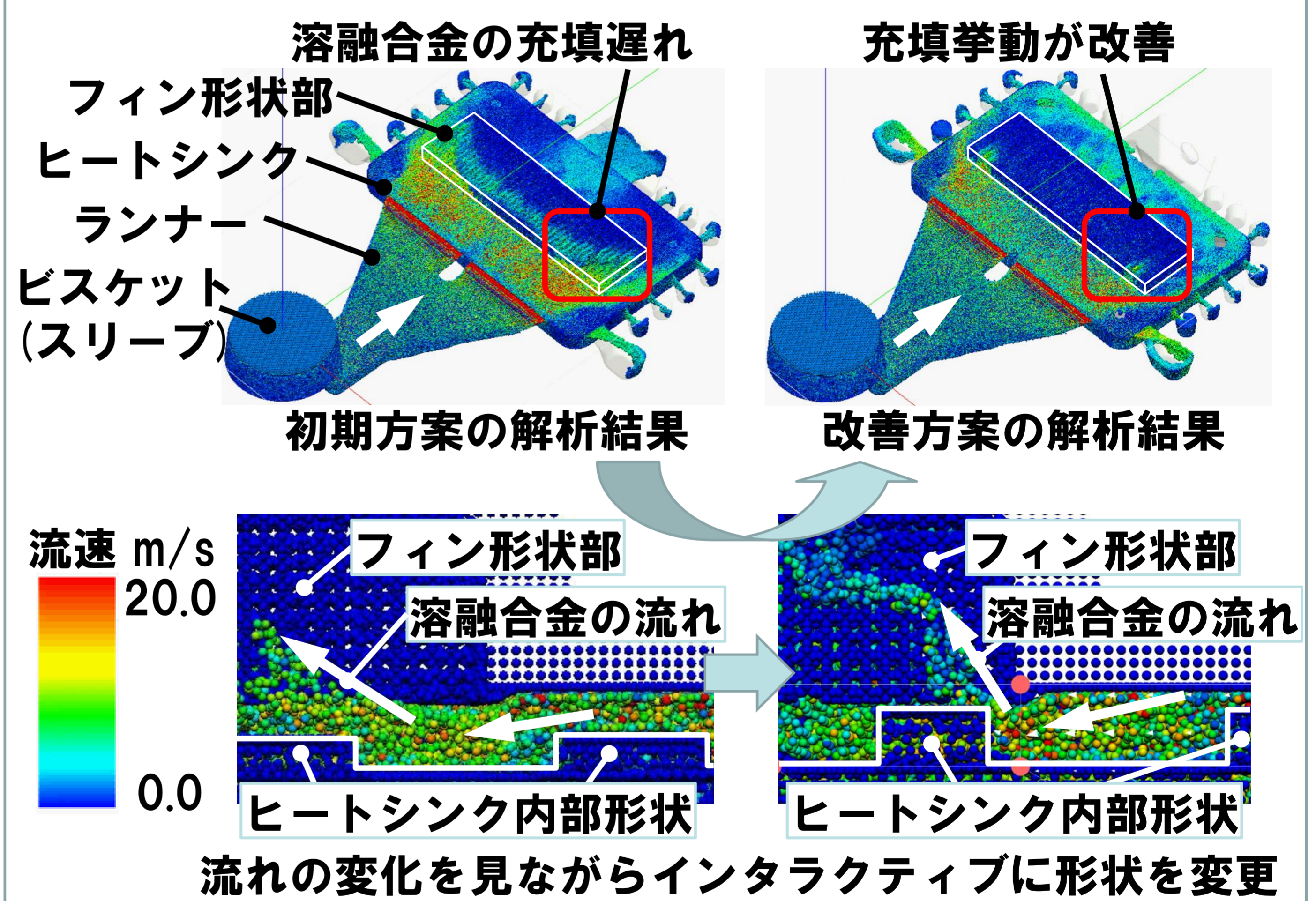
研究のねらい

従来の鋳造シミュレーションは計算が遅く、設計システムとの連携が不十分であることから、鋳造プロセスの検討を短時間で十分に行うことが困難でした。本研究では、粒子法を用いた高速な鋳造シミュレーションの開発、形状変形手法に基づく設計技術との統合によって、インタラクティブな操作に基づく高効率な鋳造方案設計システムを実現します。

研究内容

粒子法を用いた鋳造プロセスシミュレーションについて、グラフィックスプロセッサ (GPU) を用いた高速化技術、形状変形手法の導入によるシミュレーション実行中の鋳型形状モデル (境界条件) の動的変更技術を開発しています。これらにより、溶融合金の流れをリアルタイムに確認しながら鋳型内の流路 (湯道等) を設計することを可能としています。

この設計技術を半導体パワーモジュール用のヒートシンクのダイカスト方案設計に適用した例を右図に示します。この例では、設計システムと解析システムとを行き来する従来の設計手順と比較して、約1/3の時間で設計が完了できることが明らかになりました。

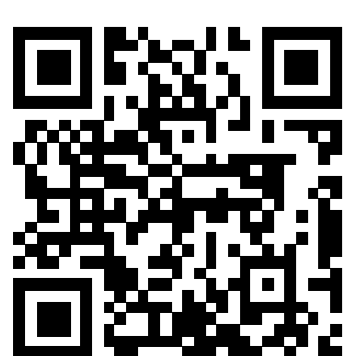


ヒートシンクのダイカスト成形プロセス方案設計への適用例

連携可能な技術・知財

- SPH法を用いた鋳造プロセス解析プログラム (産総研プログラムH30PRO-2188)

本研究の一部は平成28年度採択戦略的基盤技術高度化支援事業 (サポイン事業) で実施したものです。



循環型経済に向けたリマニュファクチャリング (再生製造) 技術開発の取り組み

研究のポイント

- 産総研では、サーキュラーエコノミー(循環経済)に対応して、多業種ネットワークの構築による効率的なリマンの技術開発を推進しています。
- 多業種交流の機会構築と交流促進を加速するプラットフォームを推進によりリマン産業の発展支援を目指しています。

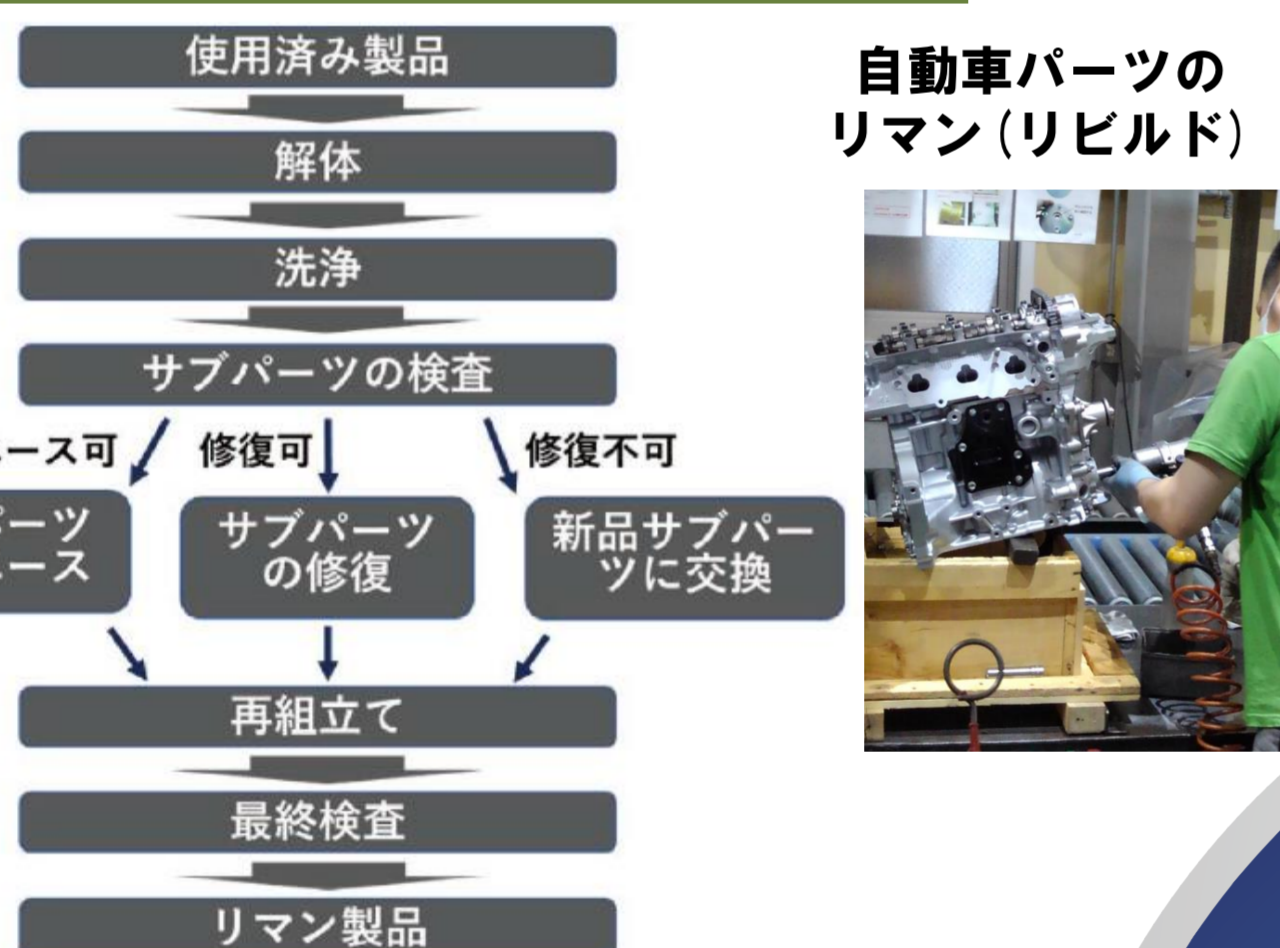
研究のねらい

近年、サーキュラーエコノミー(循環経済)への取り組みが注目されており、さまざまな業界で企業群ネットワークの協業により、寿命を迎えた製品に手を加えて再使用するリマニュファクチャリング(リマン)の取り組みと、事業展開が行われています。

産総研では、多種多様な技術開発を行っている総合研究所の特徴と、産官学含め様々な業界との交流機会をベースに、多種多様な業界を繋ぎリマンの多様化に対応する技術開発と、新たな市場創出機会を提供するプラットフォームの構築による産業発展の支援活動を行っています。

活動内容

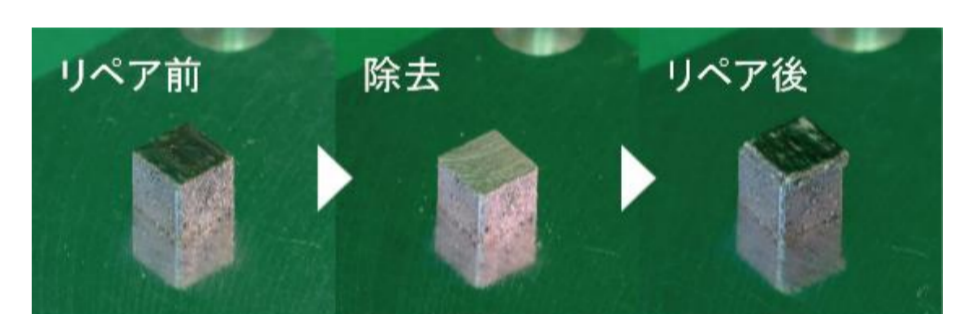
(*1) リマンのプロセス



リマンのプロセス(*1) 技術の開発

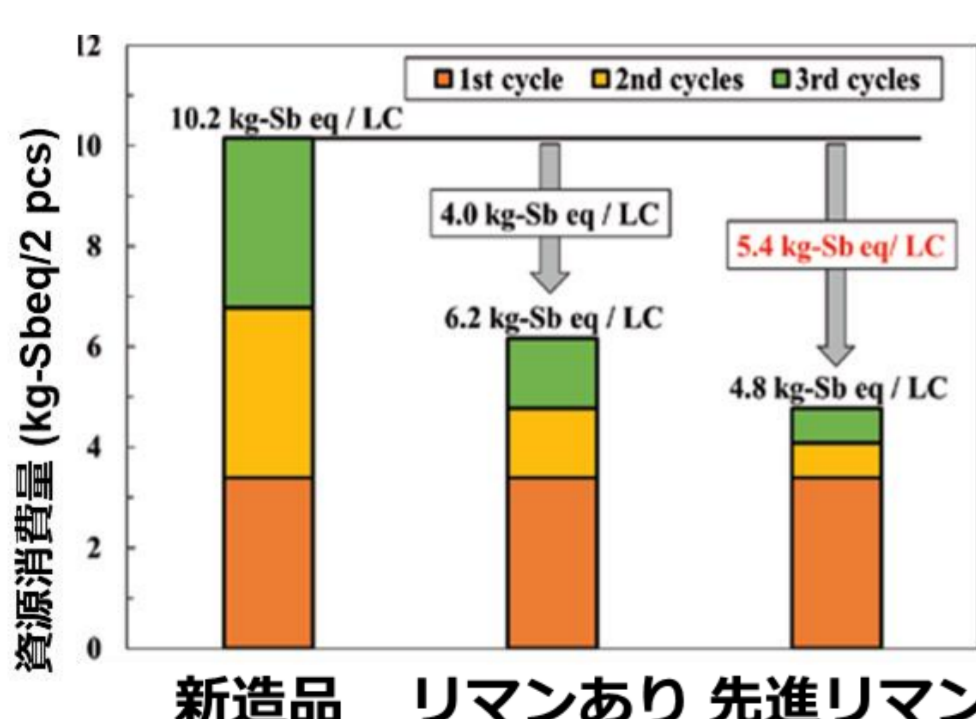
- PBF金属AM(3Dプリンタ)による補修加工技術(*2)
- スプレーコーティング補修
- プラズマ処理による金属AM材料の再生
- 光CSD(塗布光照射法)によるセラミックス薄膜補修
- 易分離接合技術
- 摺動部品の補修技術と信頼性評価

(*2) PBF金属AMによる補修加工



欠陥部を除去して、除去部をPBF(パウダーベッド式)AMによって積層して補修する技術開発を推進。リペア部と母材の界面部分における組織制御や、熱変形抑制の加工条件を構築する研究を推進しています。

(*3) リマンの環境性評価



リマン導入の省CO2効果や省資源効果を、ライフサイクルアセスメント(LCA)により評価。企業と共同で実施しています。

リマン技術の環境 負荷評価技術の開発

- リマン配慮設計
- ライフサイクル設計
- リマンの環境性評価(*3)
- 資源効率指標
- リマンの社会受容性評価

リマンの多業種ネットワー クの構築(*4)

- 多業種の交流機会創出の場の提供
- リマンの勉強会
- リマン社会のビジョン・ビジネスモデル・社会制度の推進

(*4) 異業種交流



産総研では、リマン社会の普及に向けて、異業種交流会や勉強会の場を提供しています。



先進ハイブリッドコーティング技術

-カーボンニュートラルへの貢献と新たなリマニュファクチャリング手法-

Advanced Hybrid Coating Technology Towards Remanufacturing & Carbon Neutrality

研究のポイント

- 先進ハイブリッドコーティング技術による緻密/多孔質セラミックコーティング開発
- 微細組織制御とコーティングアーキテクチャーによる3D物体への耐環境性など表面機能付与
- 原料粉末からプロセスまでの包括的アプローチにより適切なコーティングソリューションを提供
- Developing a new coating regime for advanced dense and porous ceramic coatings.
- Microstructural control & coating design to add surface functions on 3D objects.
- Comprehensive development from starting powder, suitable coating technology to realize the required performance and opening new directions.

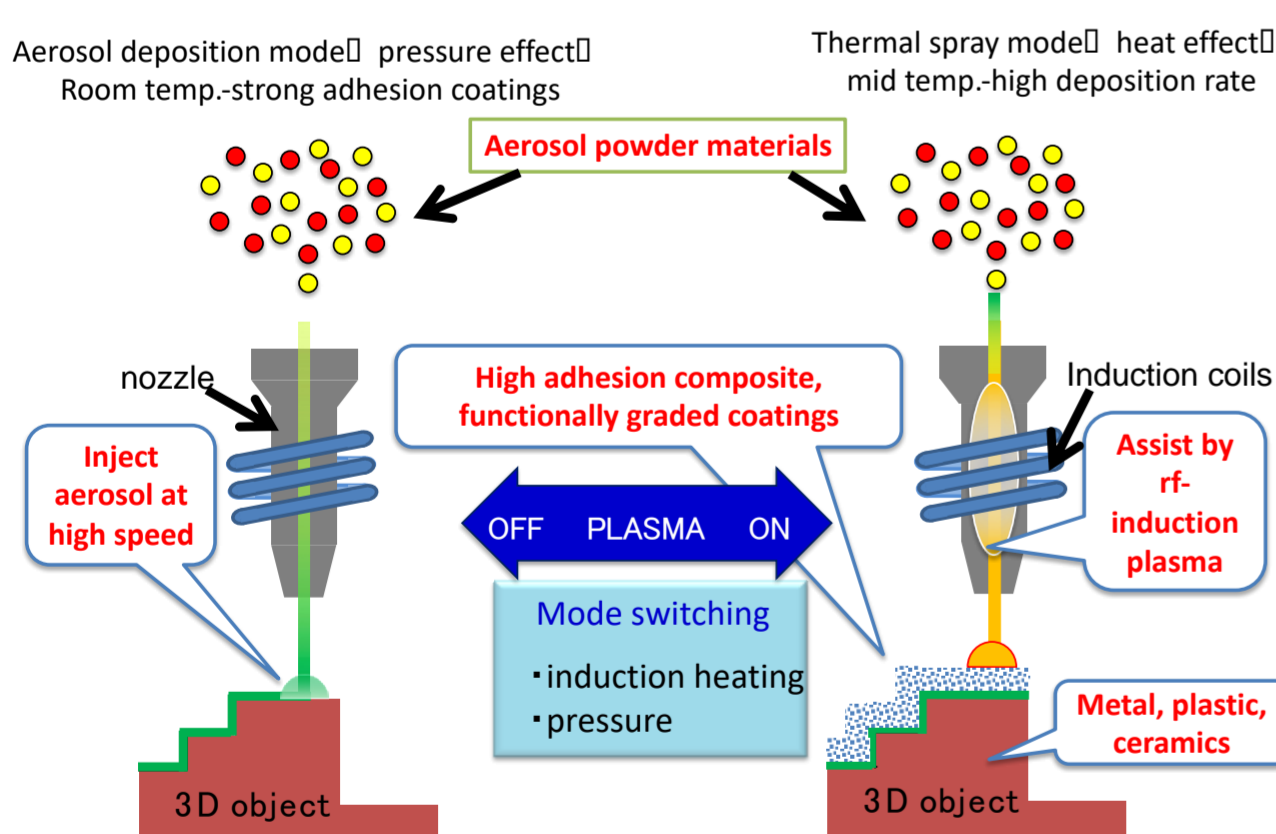
研究のねらい

ハイブリッドエアロゾルデポジション（HAD）法は、SIP革新的設計生産技術の中で開発されたコーティング技術で、新たなセラミックコーティング手法として期待されています。常温衝撃固化現象を利用したAD法にメゾプラズマを用いたプラズマ活性化効果を重畳させることにより、緻密膜から多孔質膜、そしてそのハイブリッド皮膜の形成を高い堆積速度で可能にします。被覆性に優れ、三次元構造物への耐環境性、耐傷性、そして遮熱性など新たな表面機能の付与を実現します。

Hybrid aerosol deposition (HAD) has been proposed as a new hybrid process for the fabrication of ceramic coatings. The process is based on the utilization of mesoplasma in the conventional AD method. The utilization of the mesoplasma significantly compensates for the low deposition rate of the AD method, enhances the microstructure of the conventional thermal spray coating, and assists in the deposition of dense and thick ceramic coatings at room temperature. Furthermore, the HAD deposition mechanism enables the controllability of coating microstructure from porous to dense structure as well as the 3D deposition.

研究内容

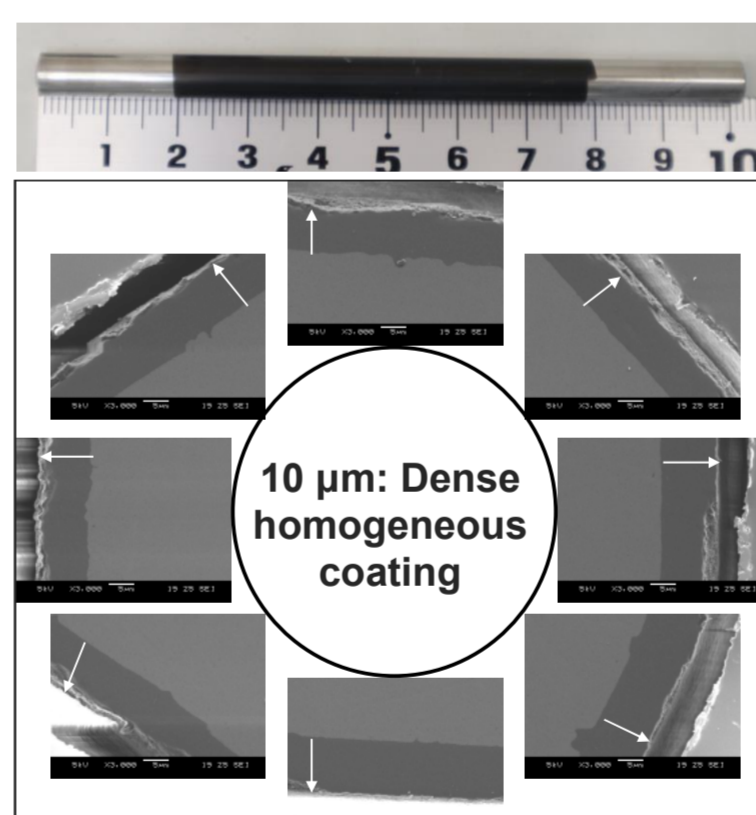
➤ HAD法のコンセプト Concept of HAD



➤ HADプラズマ HAD plasma



➤ 3D表面への堆積 3D deposition

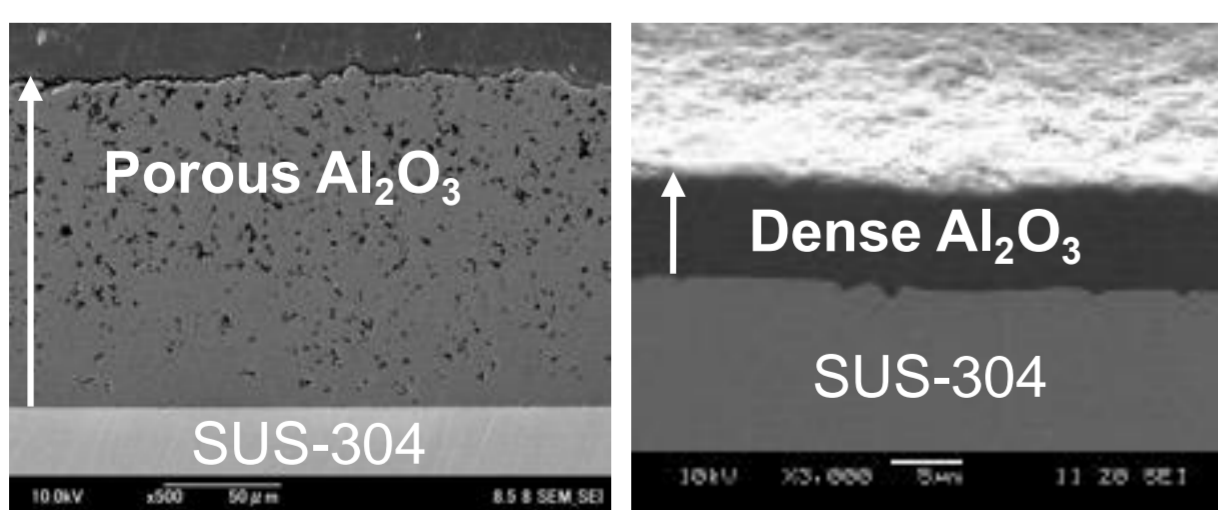


➤ コーティング手法のベンチマーク Benchmark process comparison

Coating Process	Thermal Spray		Advanced AIST technologies		
	APS	SPS	dc sys.	HAD	AD
Coating sample					
Starting Feedstock	30-100 μm Dry	0.03-0.5 μm Suspension	1-10 μm Dry	0.3-3 μm Dry	0.1-0.7 μm Dry
In plasma	Melting	Vapor.+ melt	Melting	Surface activate	Consolidation
Thickness, μm	10-1000	3-150	10-500	1-100	0.5-40
Deposition rate	10-50 μm/pass	0.5-3 μm/pass	5-25 μm/pass	0.4-2 μm/pass	0.1-1 μm/pass
Porosity %	10-30	7-20	4-10	1-4	<1
Hardness, Hv	<900-1000	~ 900	~ 1200	~ 1800	~ 2100
Phase trans.	Yes	Yes	Yes	No	No
3D coating	○	○	○	○	△

➤ 微細構造制御：多孔質膜から緻密膜まで

Microstructure control: from porous to dense with bulk like properties



Coating phase	Hardness Hv
α-Al ₂ O ₃	300-1810

連携可能な技術・知財

- セラミックコーティングの試作・設計
- Design & trial of advanced ceramic coatings



製造技術研究部門

機能表面研究グループ

山田 ムハマトシャヒン、名越 貴志、西村 憲治、鈴木 雅人、篠田 健太郎



ともに挑む。つぎを創る。

光を使う機能性薄膜のリマニュファクチャリング

研究のポイント

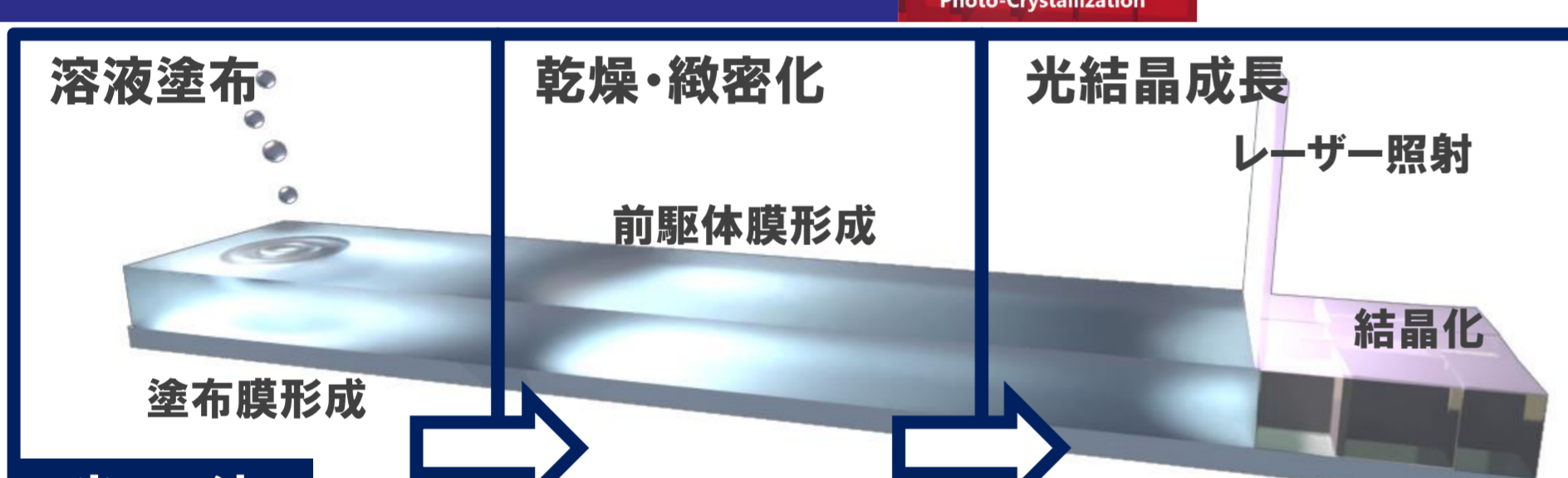
- 光結晶成長法と化学溶液塗布を用いるセラミックス膜のon-demand 結晶成長
- 一つの自動ステージ上でプロセスを完結させるon-site 結晶成長プロセス装置
- 透明導電膜配線の欠損補修を実現する新しい機能性薄膜のリマンプロセス

研究のねらい

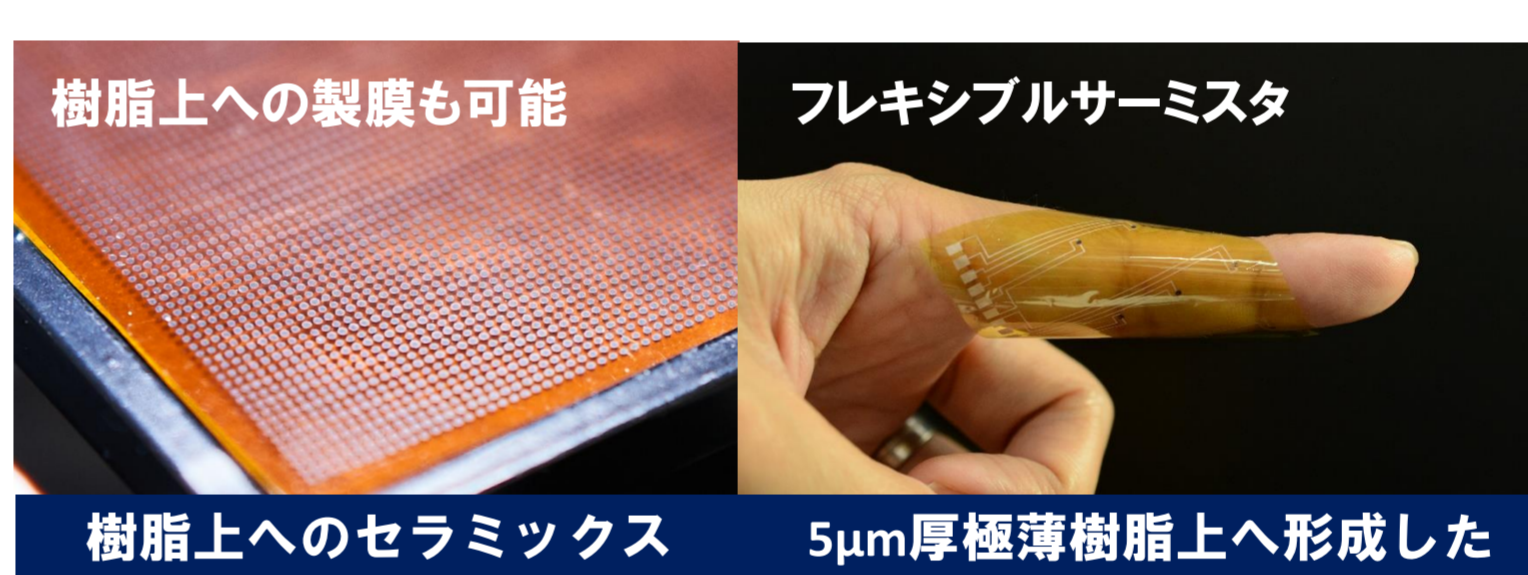
化学溶液塗布と光結晶成長法によって基材を選ばず、大気中室温でセラミックス膜を製膜可能な光CSD(chemical solution deposition)法を開発し、狙った場所に必要な酸化物薄膜を形成することが可能になりました。さらに全ての工程を同一自動ステージ上で完結させることによって、機能性酸化物膜の欠損部位を認識し、極めて高速・簡便に補修できる新しいリマニュファクチャリング(リマン)が可能になります。本研究では酸化物透明導電膜配線へ本手法を適用し、新たなリマンプロセスとして機能することを実証しました。

研究内容

基礎技術



PC
Photo-Crystallization



樹脂上への製膜も可能
フレキシブルサーマスタ

樹脂上へのセラミックスパターン形成
5μm厚極薄樹脂上へ形成したセラミックスセンサーアレイ

材料系を選ばないセラミックスの低温成膜により多様な基材へ対応

- ① 大気中・溶液法による高オンデマンド成長
- ② 光結晶成長による室温セラミックス結晶化
- ③ 秒速製膜を目指す超高速性

“塗って光を当てる”セラミックス低温高速製膜手法

連携可能な技術・知財

- T.Nakajima et al., ACS Appl. Mater. Interfaces 2020, 12, 36600.
- T.Nakajima et al., Chem. Soc. Rev. 2014 43 2027.
- 特許第16529023号 (2019/6/12)

リマン技術への展開



金属配線あるいはディスプレイ、太陽電池中の透明導電膜配線の欠損がデバイス製造の生産効率を低下させる一因 → セラミックス透明導電膜配線の効率的な修復手法が必要

- ① 原料塗布、前駆体形成、光結晶化工程を同一自動ステージ上で完結するプロセス開発に成功
- ② ITOの配線欠損モデルパターンへ製膜を行い、塗布からわずか160秒で $5.0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の電気抵抗率を得ることに成功

機能性薄膜のリマニュファクチャリングを初実証



同一自動ステージ上で全工程を完結

透明導電膜欠損パターン
修復パターン

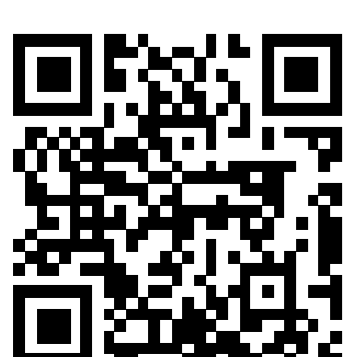
ITO pattern defect
配線修復総工程160秒

製造過程における欠損認識から現実的な速度のin-processリマン技術へ展開

画像認識技術との融合により
配線欠損のin-process 補修へ

連携可能な技術・知財

- 特許出願済み



製造技術研究部門

リマニュファクチャリング研究グループ
中島 智彦、野本 淳一、北中 佑樹、山口 巖



ともに挑む。つぎを創る。

製造現場で段取り工程を自動化できる 位置姿勢の高精度検出技術

研究のポイント

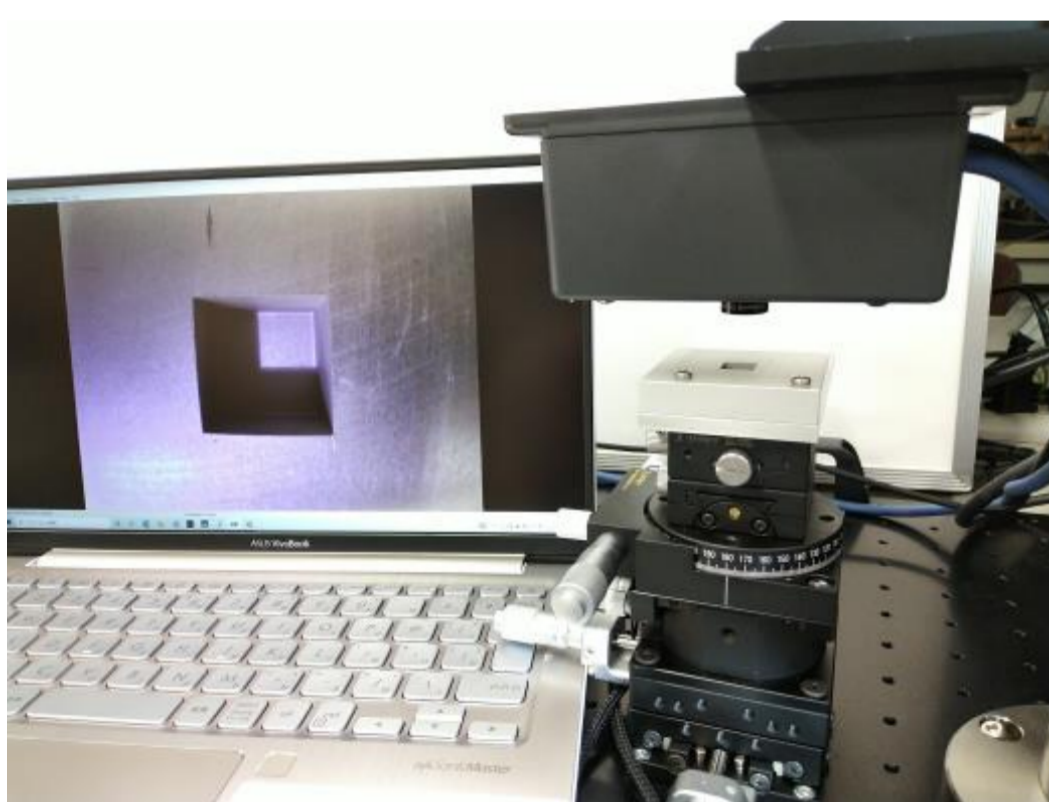
- 加工、組み立てなどの製造現場で活用できる高精度な位置姿勢計測マーカを開発
- 測定は自作可能な単純形状マーカを専用カメラ1台で撮影するだけ、簡易、低コスト
- 工作機械などの座標系上での加工物、治具、工具、ロボットなどの位置姿勢を簡易、高速に設定

研究のねらい

製造現場では部品をピックアップして、工作機械上に高精度にプレーシング、固定したり、あるいは部品の向きを変えて固定し直したりするための段取り工程が存在する。この工程は、部品の品質に直結する重要な工程であるため、主に熟練技能者によって行われている。搬送工程とともに段取り工程を目視や勘に頼らないように自動化できれば、変種変量生産を高効率に安定稼働させることができる次世代工場の基盤技術となりうる。しかし、医療、自動車、航空機などの基幹部品では0.01 mm以下の加工精度が求められるため段取り工程ではそれと同等以上の精度が求められる。

研究内容

製造現場における加工物などの位置姿勢測定のための新たな測定デバイス、3DSマーカシステムを開発した（図1）。このシステムは、従来と比べて、位置精度3 μm 、姿勢精度0.02°と高精度に位置姿勢の測定が可能で、工場に導入しやすく、低コスト、簡便、堅牢性を有する。このシステムでは、三次元で既知の段差を持った任意形状のマーカを用いて、上面のエッジと照明がつくる影をカメラで撮影することでマーカの位置姿勢を測定する。本マーカシステムを用いると、工作機械やロボットなどの製造装置、搬送装置の座標系へ、加工物、治具、工具、エンドエフェクタなどの位置姿勢を簡易、高速に設定できる。本システムは、変種変量生産システムなどにおいて、搬送や加工物の位置決め工程の自動化に貢献する（図2）。



- ・ 産総研独自シーズ
- ・ 6軸を同時計測
- ・ くり返し位置精度約3 μm
- ・ くり返し姿勢精度約0.02°
- ・ シンプル、低価格



図1 3DSマーカシステム

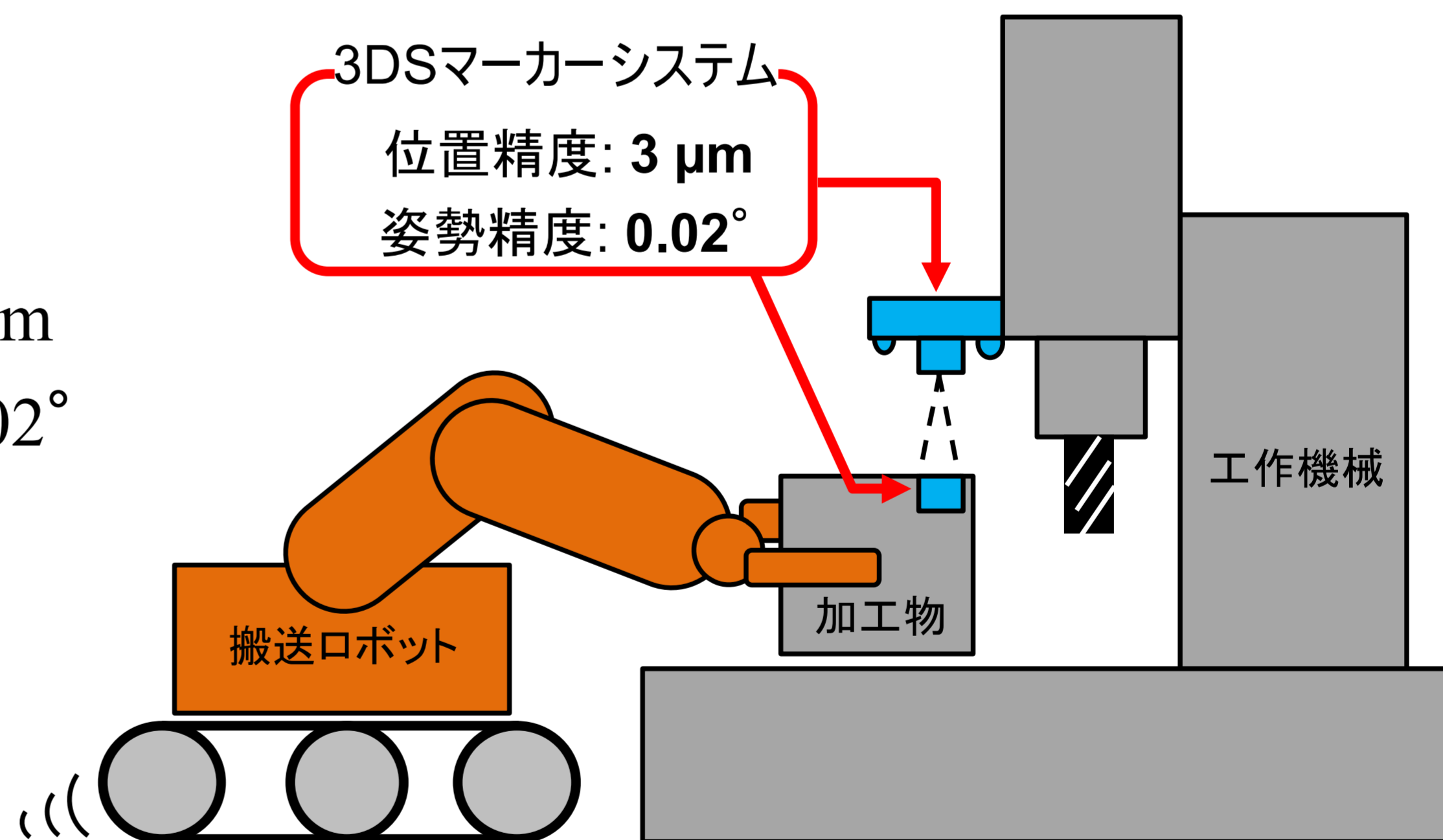


図2 3DSマーカシステム活用イメージ

連携可能な技術・知財

特開2021-189033：対象物の位置および姿勢の計測のためのマーカ、装置およびシステム



射出成形でも製造可能な高耐久偏光素子

研究のポイント

- 貼り合わせなしで部品形態の偏光素子を実現できる世界唯一の技術
- 偏光シートでは温度85℃、湿度85%で2000時間以上の高耐久性を実証
- 素子面内で偏光度や偏光軸の制御も可能

研究のねらい

今後の自動運転技術、ドローン、ロボット、バーチャルリアリティなどのセンシング・イメージング技術の進展に伴い、これらの用途に対応した偏光素子が求められます。しかし、従来型のワイヤグリッド偏光素子を製品に実装するためには、偏光板のインサート成形や偏光板と部品の貼り合わせなどの後工程による加工が必要です。そのため、特に小型部品や複雑な形状の部品の作製は困難です。また、特性面においても、優れた偏光度と透過率を維持しつつ、さらなる高温・高湿耐性や反射率の制御など、多様化する需要に応えることが難しくなっています。従来型のワイヤグリッド偏光素子は、広帯域で優れた光学特性を発揮します。しかし、反射型の偏光素子であるため、その用途は限定的で、さらにコストの低減が課題といわれています

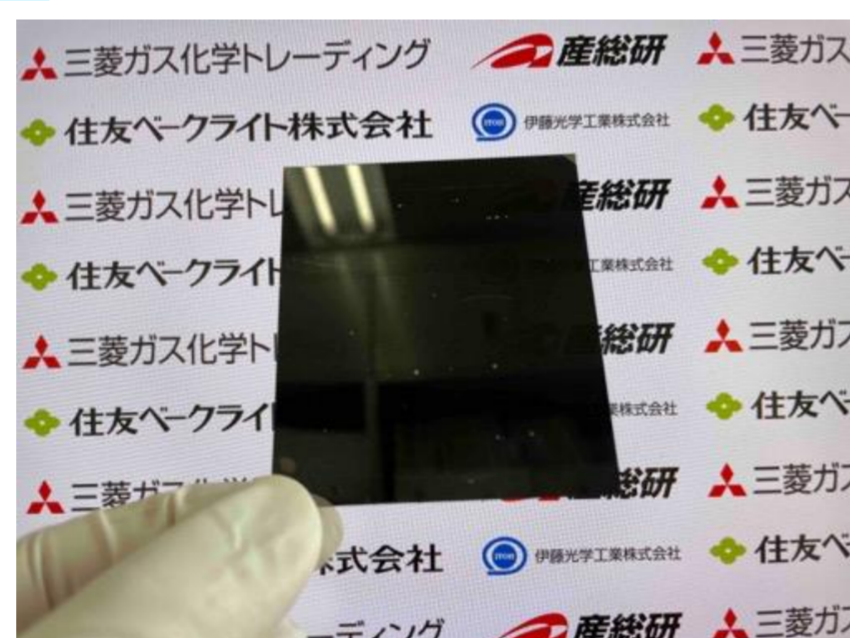
研究内容

独自の三角波状ナノ構造により、偏光素子に必要な光学特性を発揮しつつ、従来よりも製造性に優れたワイヤグリッド偏光素子を開発しました。

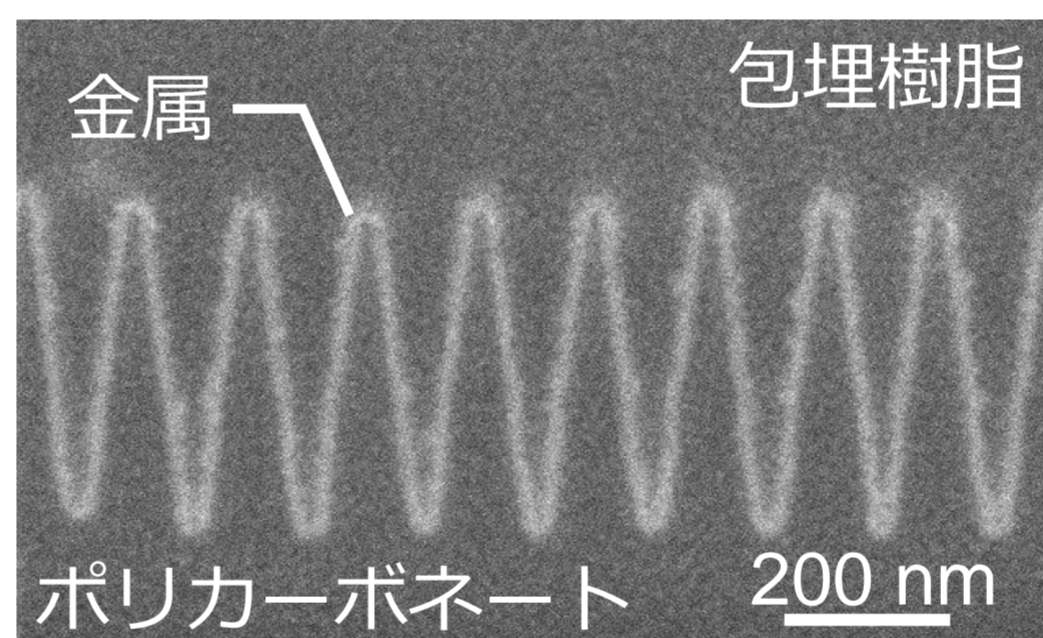
開発した偏光シート 優れた光学特性と耐久性を実現



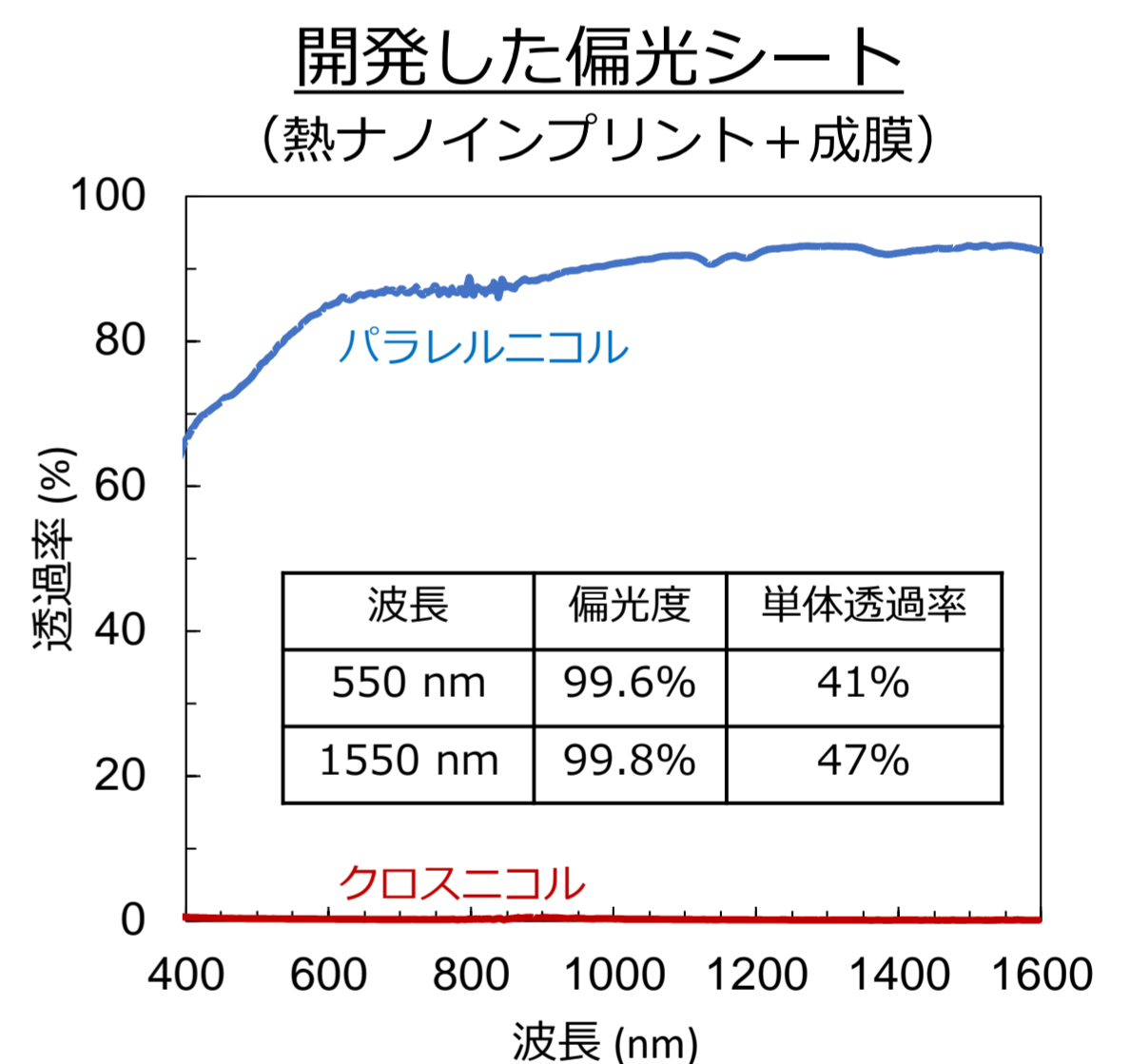
透過配置



遮光配置



偏光シートの断面



開発した偏光部品 世界初の射出成形と成膜工程による実証

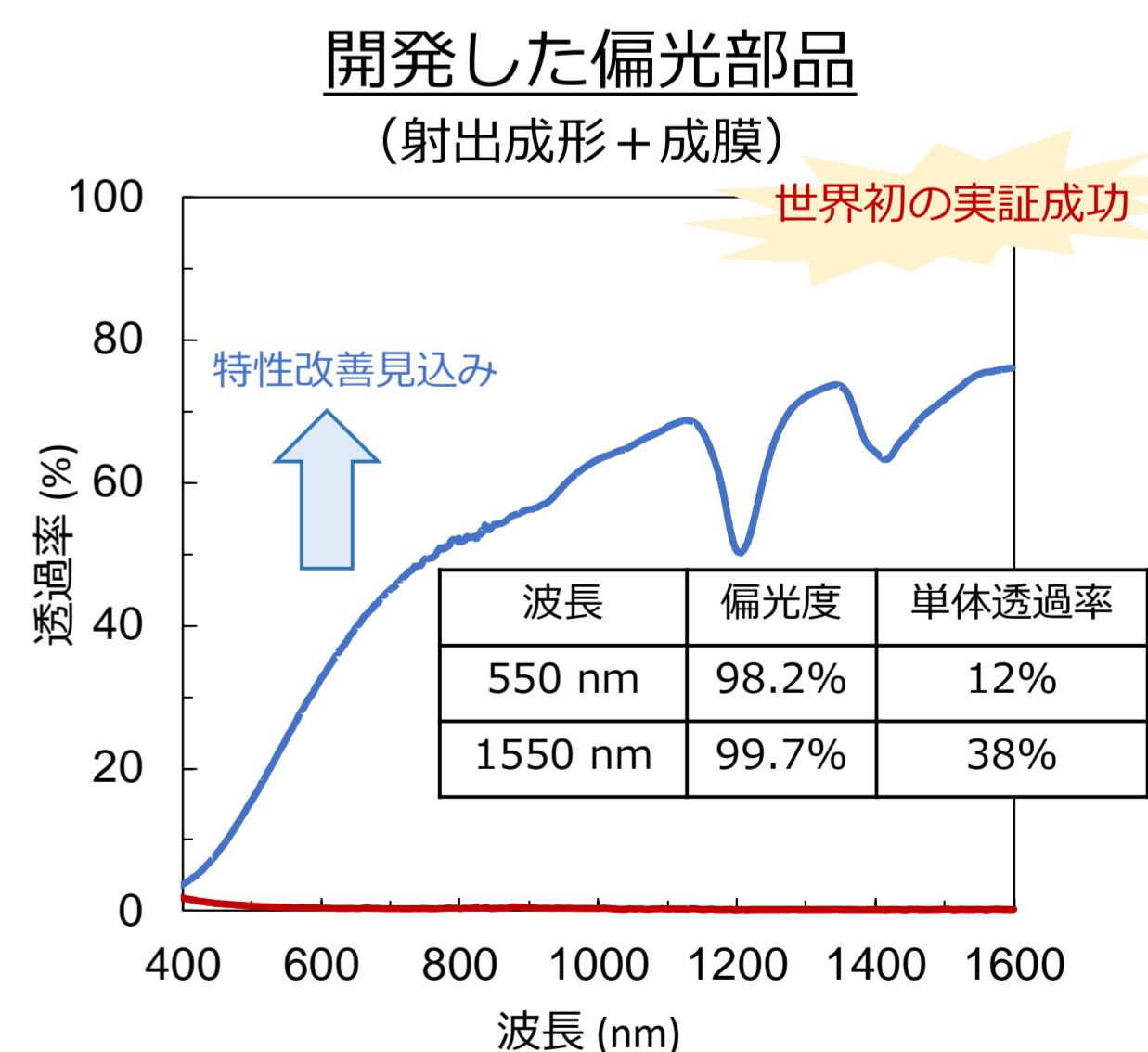


射出成形と成膜工程のみ



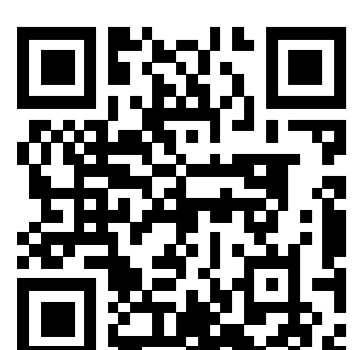
透過配置

遮光配置



連携可能な技術・知財

- 特許第6899552号 (2021/06/17)
- WO2020/261791 A1
- 微細加工技術、微細成形技術
- 特願 2022-135198
- 特願 2022-135199
- 光学設計、素子開発



製造技術研究部門
穂苅遼平、栗原一真、桑野玄気
hokari.ryohei@aist.go.jp



ともに挑む。つぎを創る。

世界最高移動度フレキシブル透明導電フィルム

研究のポイント

- 近赤外帯域 (波長: 1550 nm) において従来材料 (ITO) の1.7倍となる透過率を実現
- 世界最高電子移動度 133 cm²/Vs を実現する透明導電フィルムの形成に成功
- 近赤外高透過性により、融雪・防曇機能付き赤外線カメラの実現に貢献

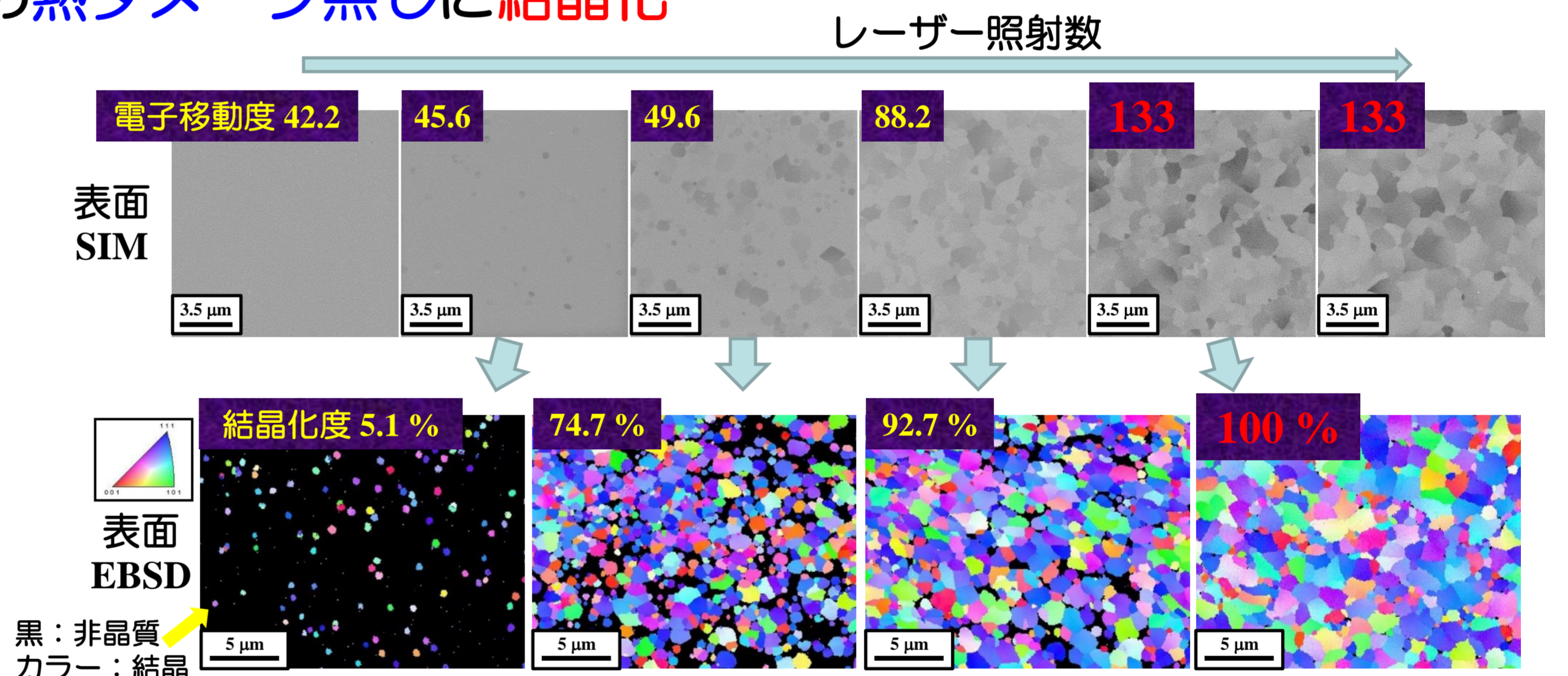
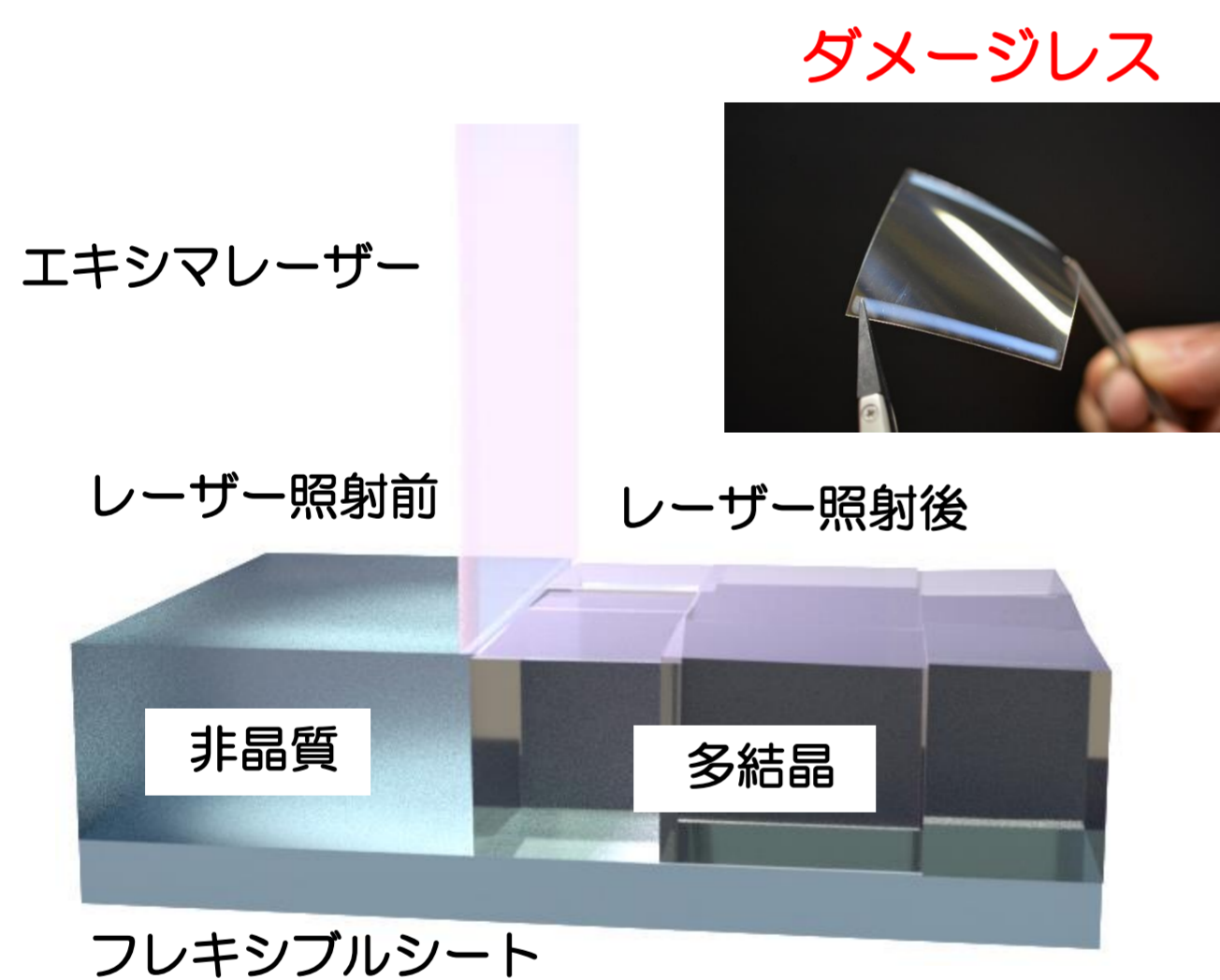
研究のねらい

安心安全な交通インフラの実現に向けて自動車や監視カメラには自動運転や事故防止を実現する視認性の高いセンサーが採用され始めています。これらのセンサーには昼夜・天候に関わらず優れた視認性が要求されるため、着雪防止や防曇を目的とした透明ヒータの導入が求められます。今回、次世代近赤外線センサーの透明ヒータ材料として、可視から近赤外帯域で優れた透光性と高い導電性を両立できる水素 (H) とセリウム (Ce) を共添加した酸化インジウム (ICO:Hと称) 透明導電膜に注目し、課題であった形成温度の低温化と結晶粒径制御技術の開発に取り組みました。

研究内容

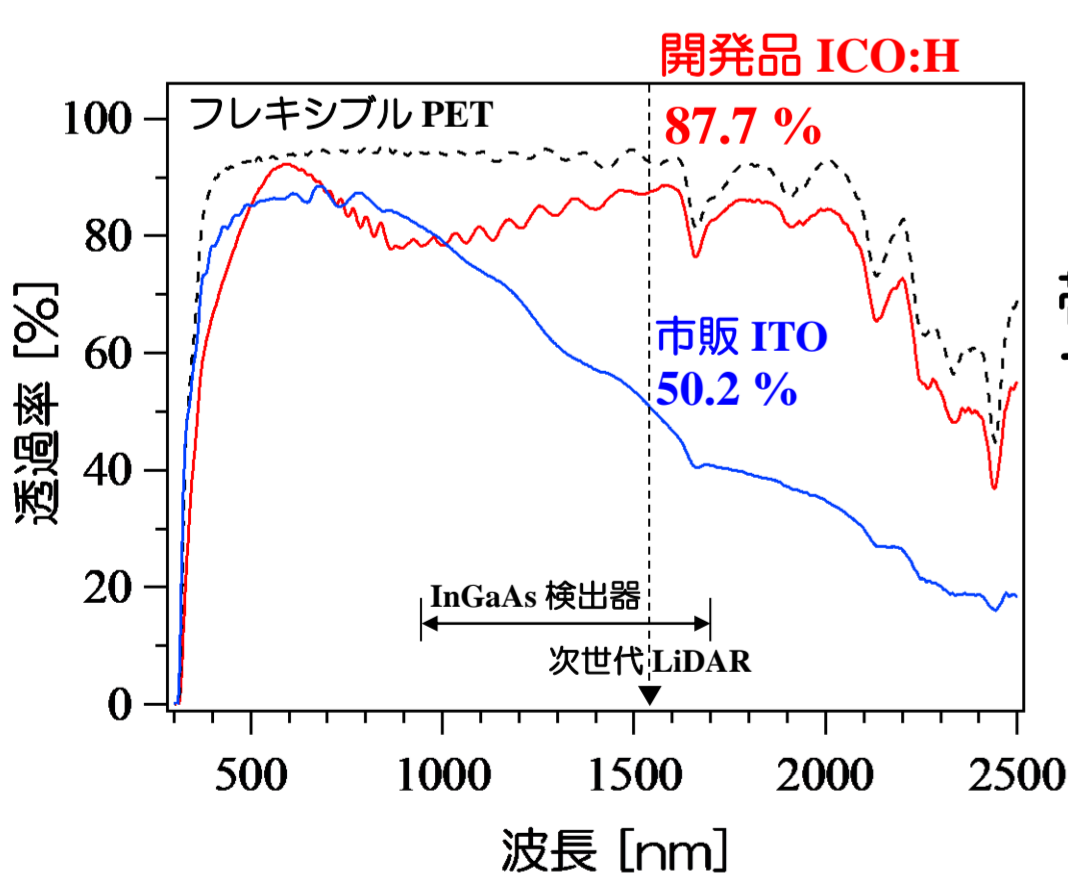
- ・ 特許出願済み
- ・ J. Nomoto et al., NPG Asia Materials 14 (2022) 76.
- ・ J. Nomoto et al., Thin Solid Films 698 (2020) 137867.

基盤技術 光結晶成長技術：基材への熱ダメージ無しに結晶化



無加熱・非真空環境下の固相結晶化の制御に成功！核生成と粒成長を制御することで、フレキシブル基板上に全面に最大 2.4 μm の結晶粒成長を実現

応用 可視から近赤外帯域の優れた透光性と高い導電性の特長を活用した透明ヒーター

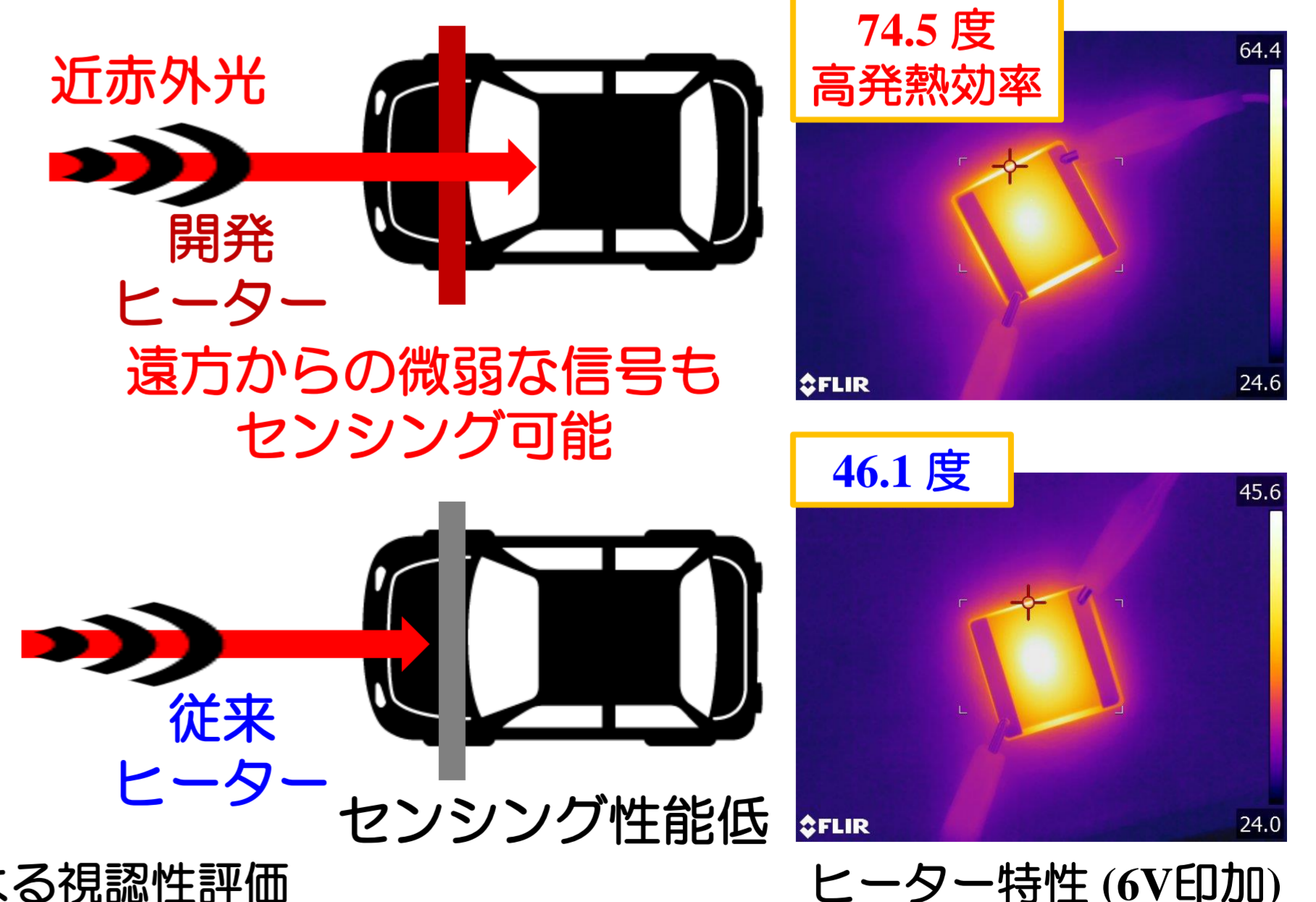


次世代 LiDAR 波長帯域 (1550 nm) において従来材料の1.7倍の高透過率と低抵抗の両立に成功

	シート抵抗 [Ω/□]	電子密度 [cm ⁻³]	電子移動度 [cm ² /Vs]
開発品	14	2.2 × 10 ²⁰	133
市販品	23	8.8 × 10 ²⁰	20



近赤外線 (InGaAs) カメラによる視認性評価



製造技術研究部門
 製造技術研究部門
 リマニュファクチャリング研究グループ
 野本 淳一、山口 巖、北中 佑樹、中島 智彦



ともに挑む。つぎを創る。

超高温で高強度を示す耐熱工具・金型用材料

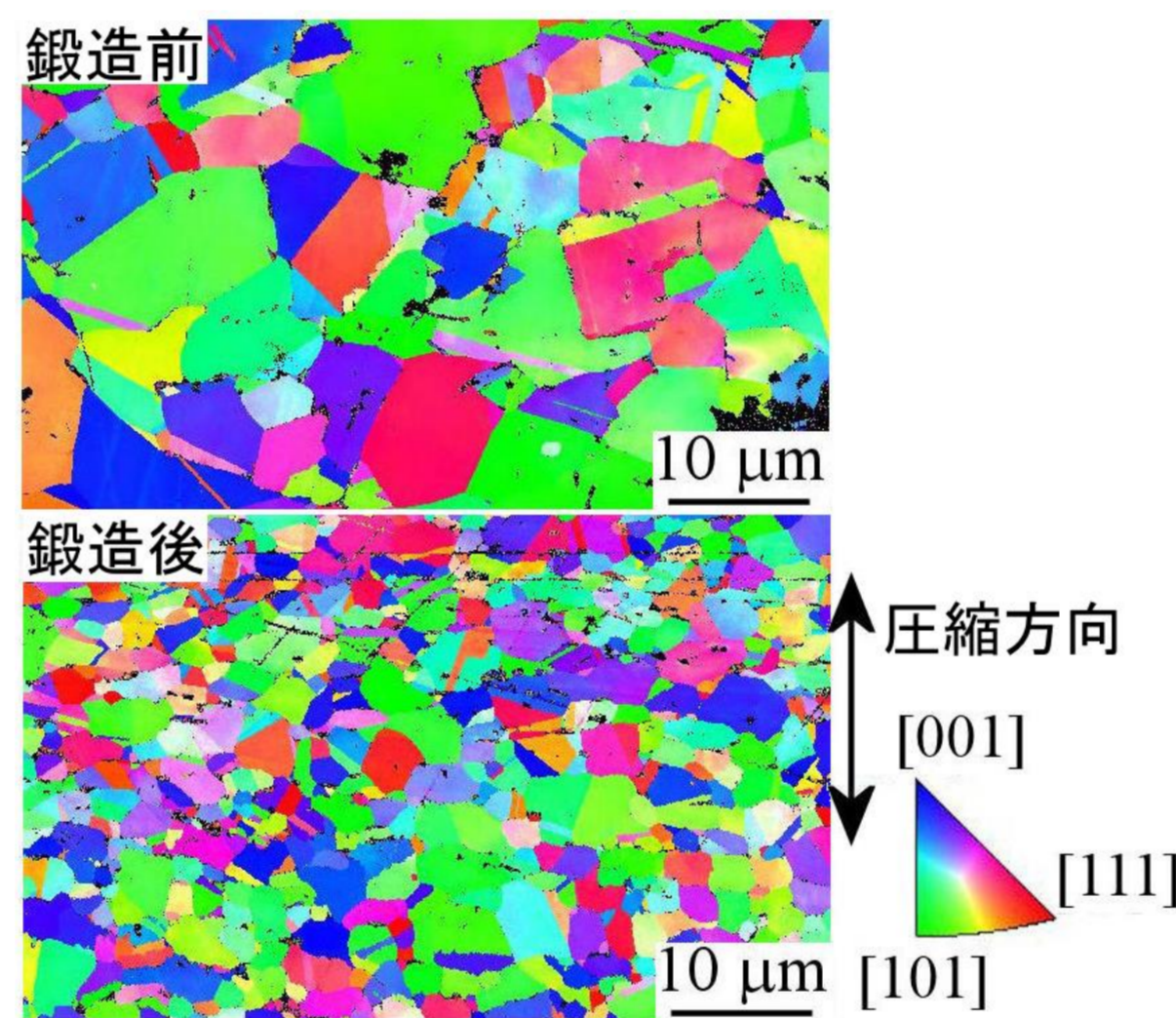
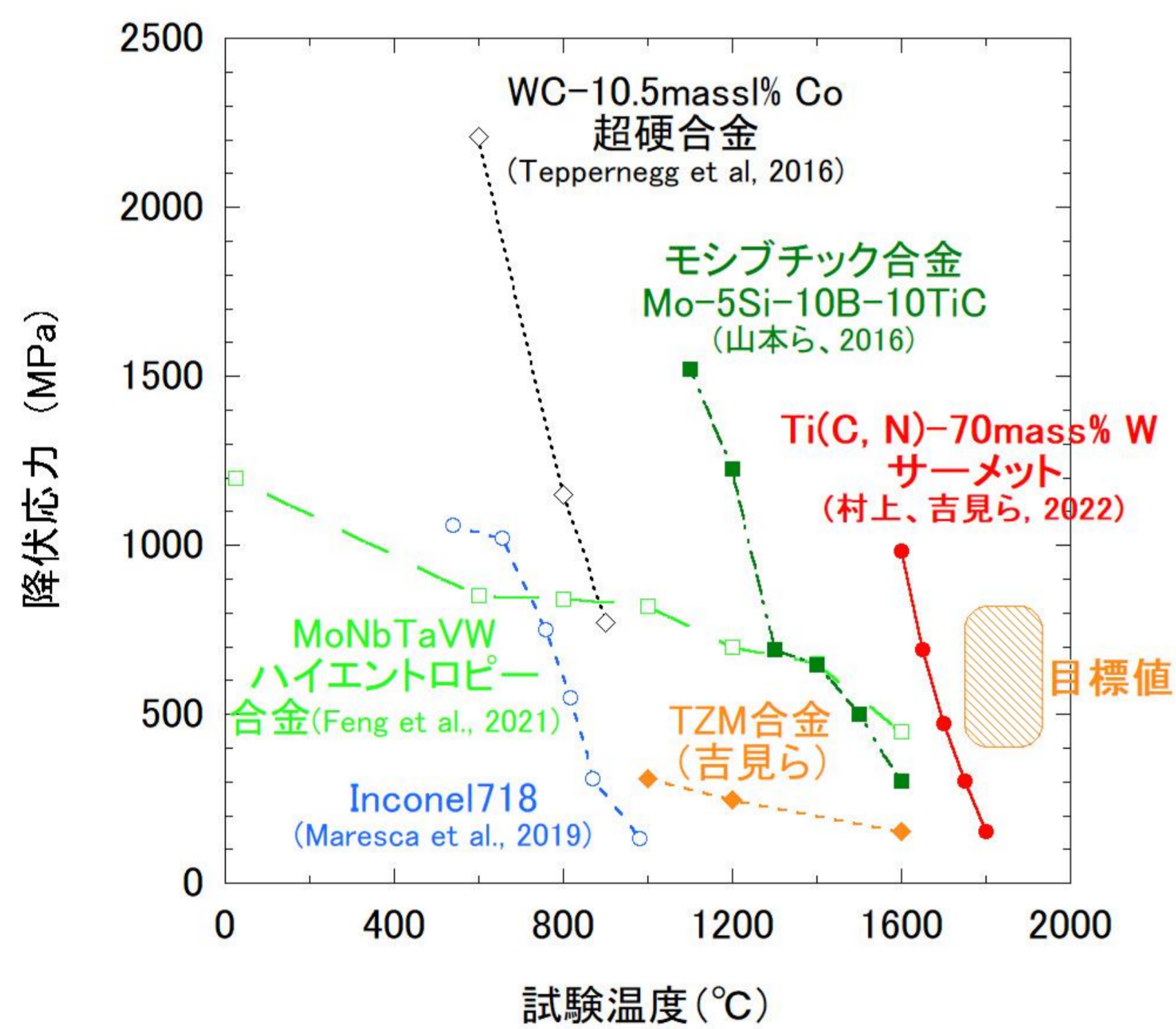
研究のポイント

- モシブチック合金や超高融点ハイエントロピー合金等従来の超高温用構造材料や従来の工具・金型材料よりも高温強度に優れる。
- インコネル718合金の恒温鍛造が可能で、またSPCC鋼板の摩擦攪拌点接合も可能。
- スーパーステンレス鋼の高速切削で従来工具より長寿命を示す。

研究のねらい

最近航空機、自動車、化学プラント、海水機器等の分野でNi基超合金、スーパーステンレス鋼等高機能材料の使用量が増加していますが、従来の耐熱工具で恒温鍛造、高速切削加工中表面温度が約1000℃になり、激しい工具摩耗を起こします。我々は最近、今まで最も高温強度に優れているとされてきたモシブチック合金や超高融点ハイエントロピー合金より高温強度に優れるTi(C, N)-W系サーメットを開発し、難加工材の恒温鍛造用金型や高速切削工具、摩擦攪拌点接合ツールに応用する研究を行っています。

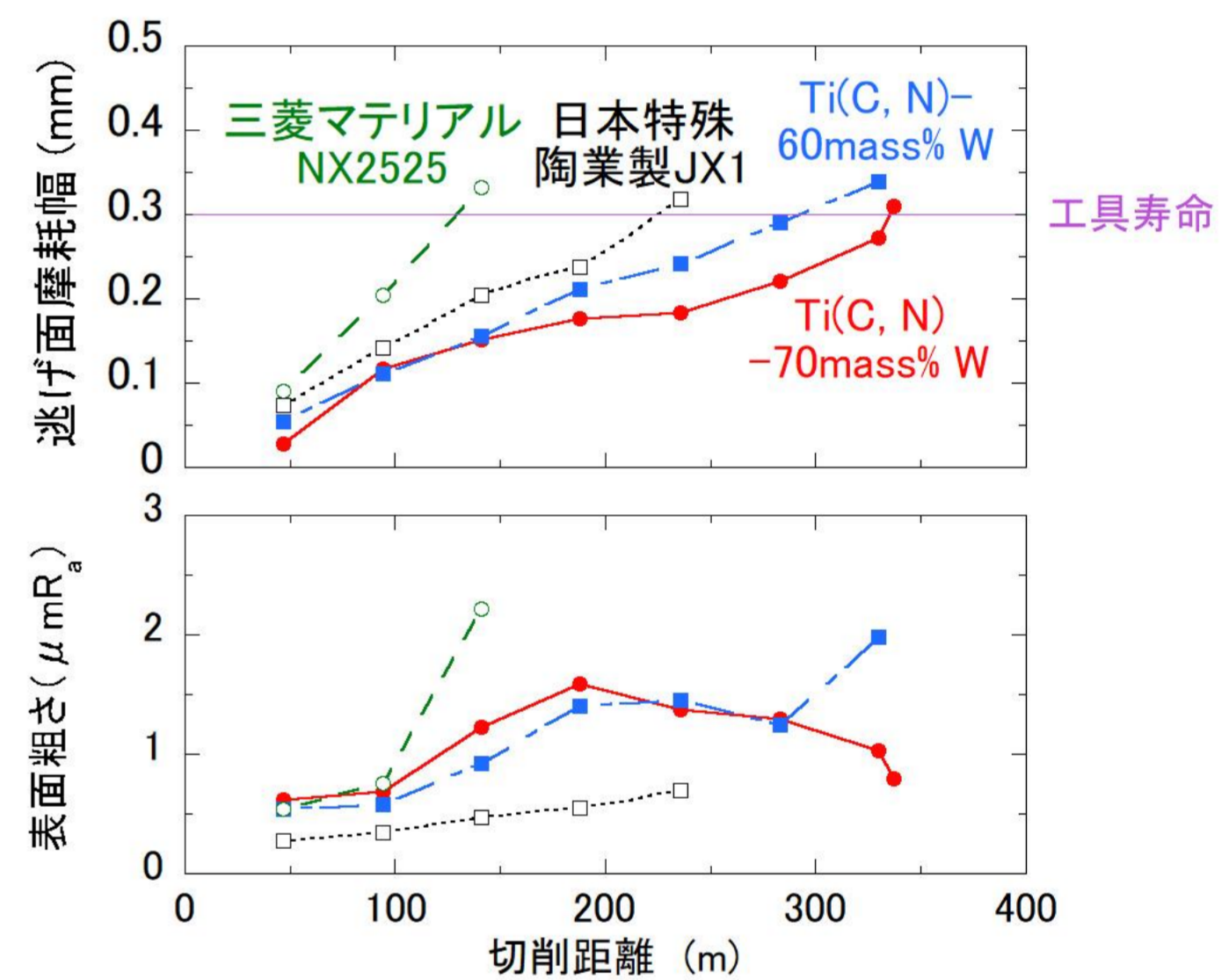
研究内容



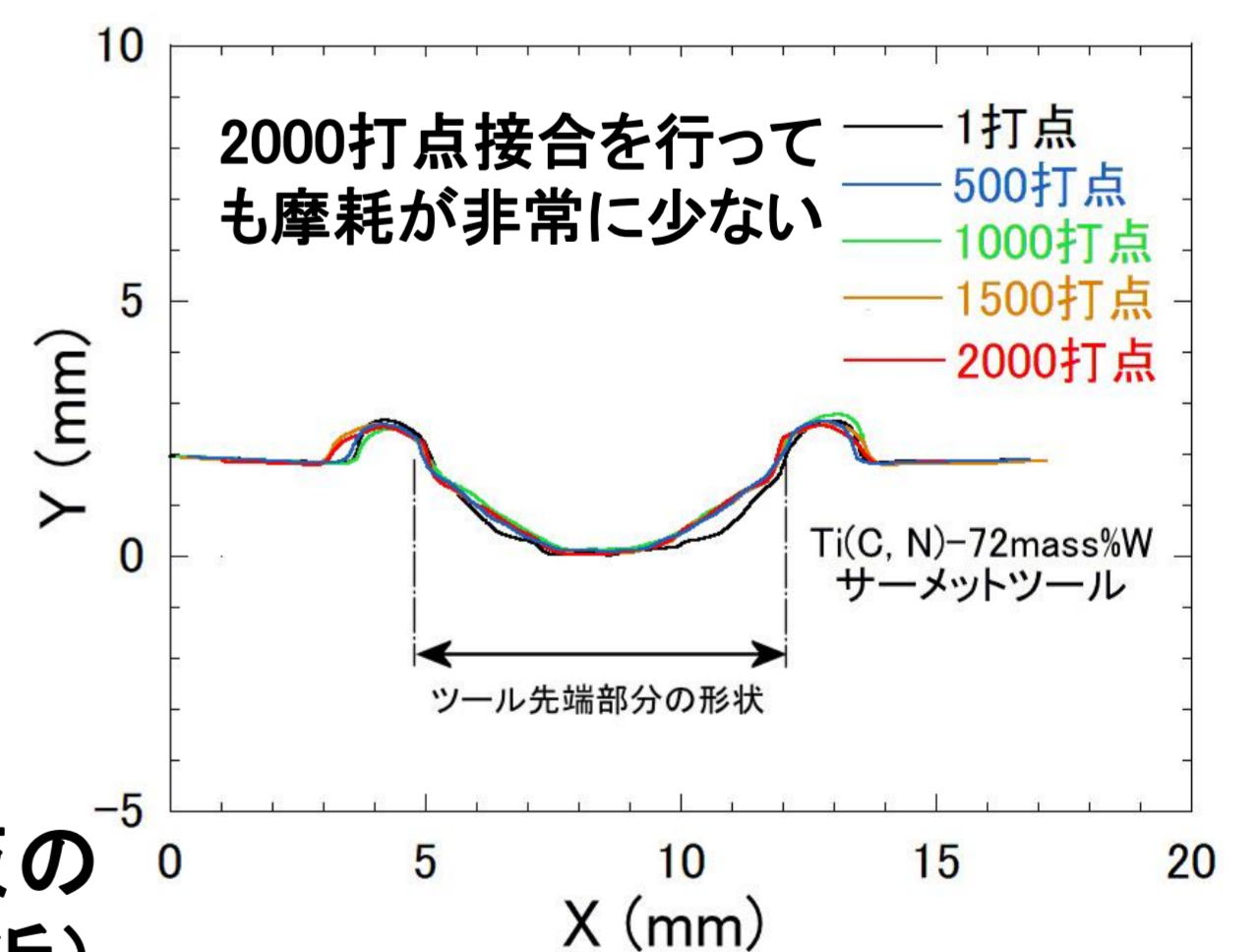
開発材料金型を用いた1100℃でのインコネル718合金の据込圧縮型恒温鍛造後の断面組織



開発材料ツールを用いたSPCC鋼板の摩擦攪拌点接合の外観(2000打点付近)とツール先端の形状変化



開発材料製切削工具を用いたスーパーステンレス鋼相手の切削速度800m/minでのドライ切削結果。送り速度0.1mm/rev、切込み0.15mm。



連携可能な技術

- 新規耐熱工具材料開発
- 新規の耐熱工具・金型開発
- 特殊環境下(高温、水中等)での高温摩擦試験
- 耐熱材料の高温物性評価

連携可能な技術・知財

加圧焼結体及びその製造方法
特開2020-164991号(2020/10/8)



製造技術研究部門
トライボロジー研究グループ
村上敬, 是永敦



ともに挑む。つぎを創る。

超精密成形技術を駆使した表面機能の制御

研究のポイント

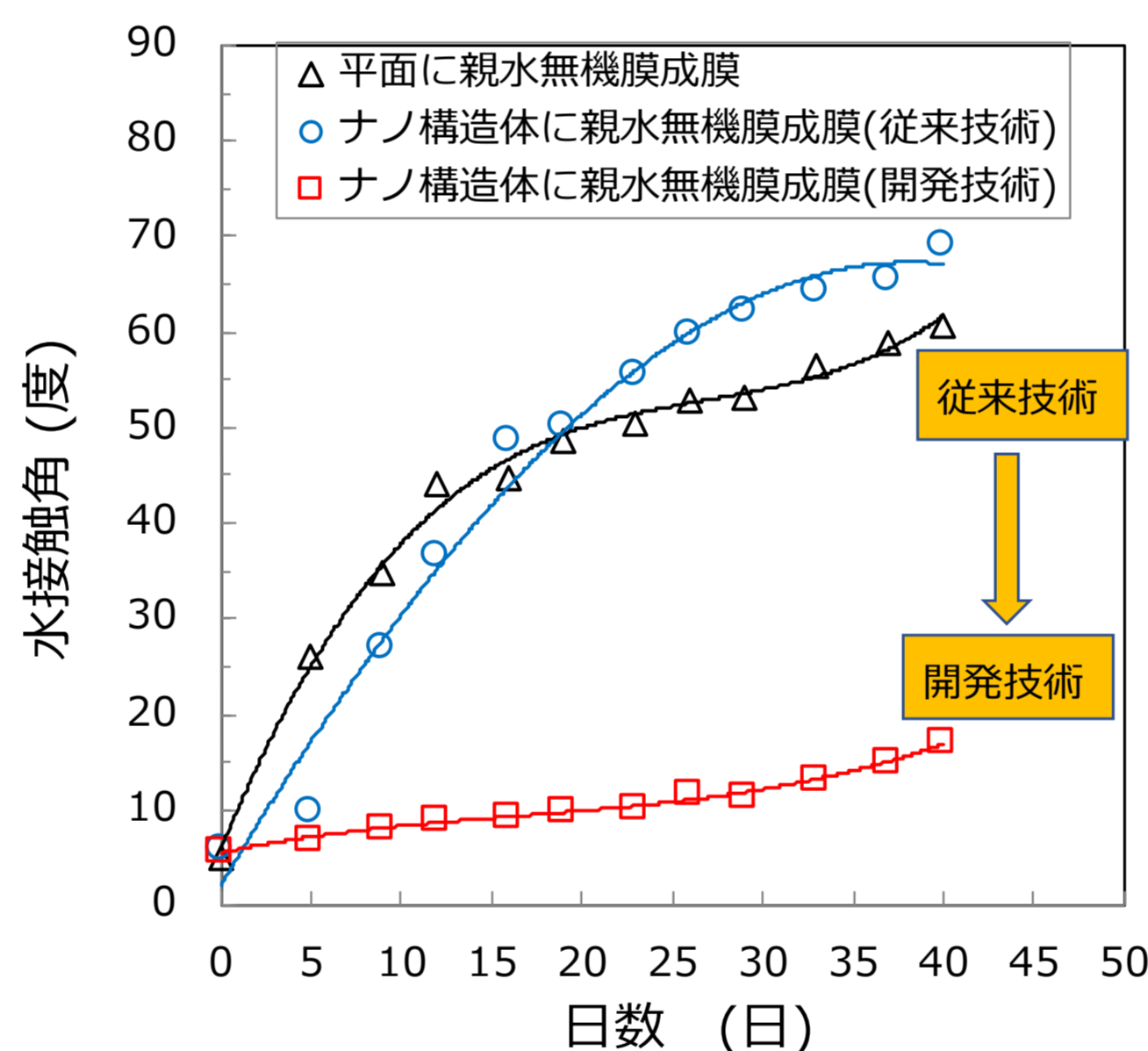
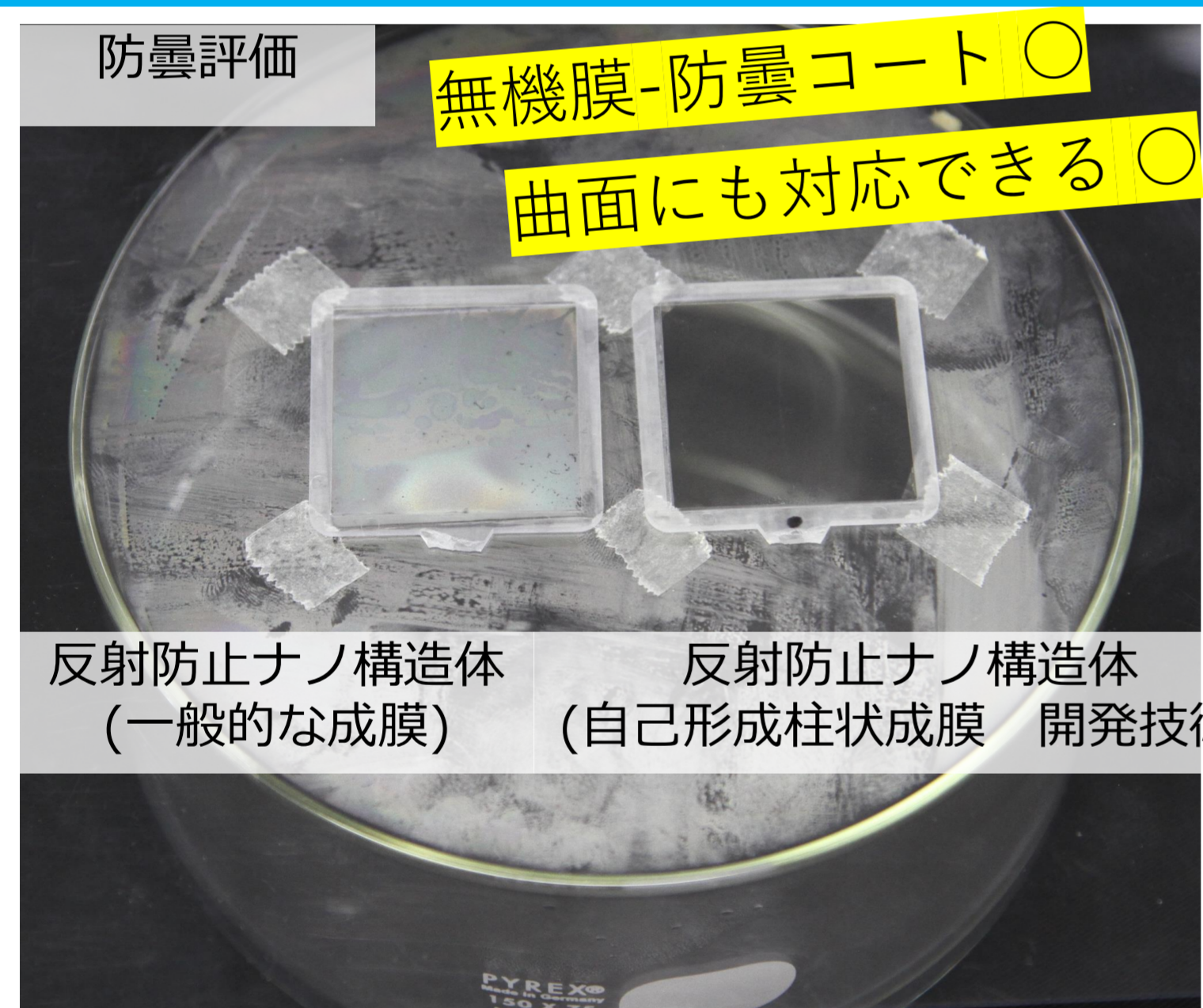
- 光、ぬれ、すべりなどの表面機能を特殊な微細構造で制御
- 世界最高レベルの広角の低反射性と防曇性を兼ね備えた光学部材
- プラスチック表面のナノ構造体を用いて低変形で透明な接合技術

研究のねらい

表面機能の制御とは、ニーズに応じて素子や製品の表面に様々な機能を付与することである。ナノ/マイクロ構造を利用した表面機能の制御は長期安定性（耐久性）、曲面加工性に優れ、その構造と材料の組み合わせによりこれまでにない新しい機能を発現するポテンシャルを秘めている。本研究では「光・ぬれ・すべり」などの表面機能の自在制御に向けて製造しやすさを踏まえた技術開発を推進している。

研究内容

世界最高レベルの広角の低反射性と防曇性を兼ね備えた光学部材

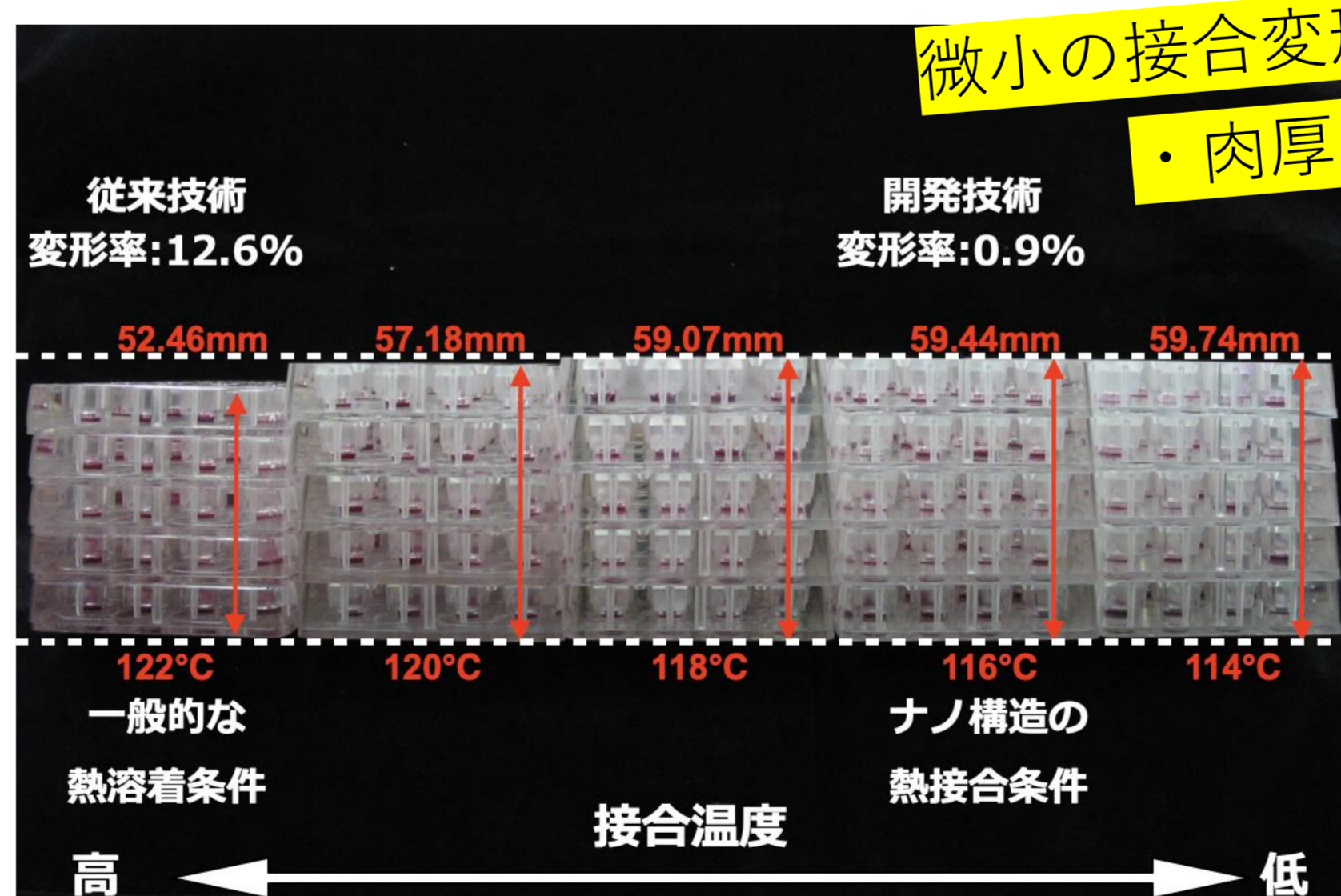
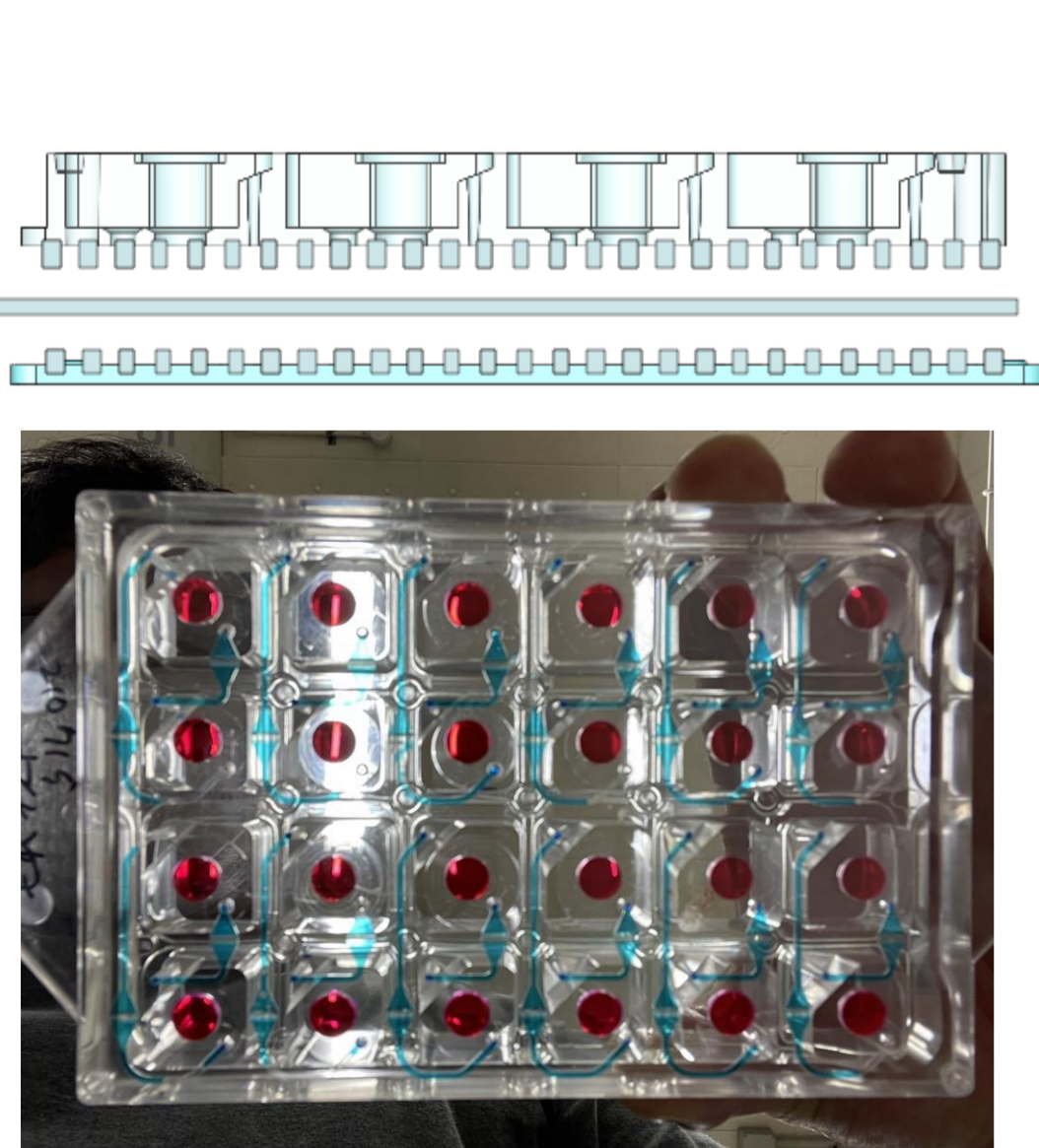


ナノ凹凸で世界最高レベルの広角反射防止特性

*1%以下の視感度反射率の時の入射角度の使用可能範囲

	薄膜多層膜 (市販品)	モスアイフィルム (市販品)	産総研-モスアイ (開発技術)
入射角度:10度	0.64%	0.12%	0.66%
入射角度:20度	0.72%	0.17%	0.68%
入射角度:30度	0.86%	0.29%	0.69%
入射角度:40度	1.16%	0.60%	0.62%
入射角度:50度	1.89%	1.45%	0.46%
入射角度:60度	3.81%	3.91%	0.50%
入射角度:70度	9.03%	11.70%	2.94%
使用可能入射角度	<30度	<40度	<60度

プラスチック表面のナノ構造体を用いて低変形で透明な接合技術

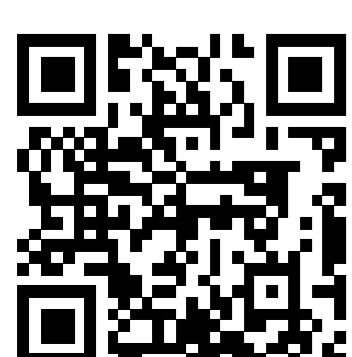


微小の接合変形で熱用着接合ができる。(1%以下)

・肉厚成形品と肉薄成形品の接合ができる。

光学的に透明性が確保できる。

	本開発技術	熱溶着	超音波溶着	レーザー溶着	表面活性化接合
金型精度(価格)	○	○	○	○	×(鏡面が必要)
接合時間	△	△	○	○	△
精密接合均一性	○	△	×	○	○
構造体と成形品の変形	○	×	○	○	○
透明部材や肉厚部材接合	○	△(変形)	○	△(透明不可)	○
接合装置価格	○	○	△	△	△



製造技術研究部門

栗原一真 (k.kurihara@aist.go.jp)、桑野玄気、穂苅遼平



ともに挑む。つぎを創る。