

AM造形による 絶縁支持物（がいし）の試作

物理応用技術

電気技術グループ 新井 宏章
TEL 03-5530-2560

特徴

AM（Additive Manufacturing）造形の絶縁治具への応用を検討するため、絶縁支持物（がいし）を試作し、絶縁性能を評価しました。これにより、**AM造形物の絶縁治具への適用可能性を見出しました。**

研究背景・課題

- AMの利用形態の変化
AMのメリット：複雑形状試作可、設計変更容易、金型不要

従来	近年
試作メイン	実用化へ
用途：形状・寸法確認	用途：機能性

図1 AMの利用形態の変化

- AMの絶縁応用としての実用化ニーズ

具体例) 特殊形状のコネクタ
絶縁支持物
絶縁治具

- AM絶縁応用部品実用化に向けての課題
・製品ベースでの安全性・信頼性の確認が必要
⇒ 製品ベースでの絶縁性評価（既製品と比較）を実施

設計・試作

- 具体的な製品として絶縁支持物（がいし）を試作し評価
- AMの材料はポリアミド12、レーザ焼結(SLS)で造形



図2 設計データ

図3 既製品

図4 AM品

従来技術に比べての優位性

- 複雑な形状でも作製可能
- 設計変更が容易
- 金型不要

今後の展開

- 特殊形状の絶縁部品（支持物、コネクタなど）の作製
- AM造形物の絶縁設計技術提供
- 造形データの共有によるデジタルものづくりの加速

絶縁性評価

- JIS C 3851:2012 屋内用樹脂製ポストがいしに規定された絶縁試験を中心に評価



図5 試験セットアップ

表1 試験結果まとめ

項目	試験内容	条件	試験結果	
			既製品	AM品
商用周波耐電圧試験		AC16 kV 1 min	○	○
雷インパルス耐電圧試験		1.2/50 μ s \pm 45 kV 15回	○	○
吸水試験		吸水処理後 AC13 kV 1 h	○	○

- 絶縁性能の限界値の確認としてフラッシュオーバー電圧試験(交流)も実施

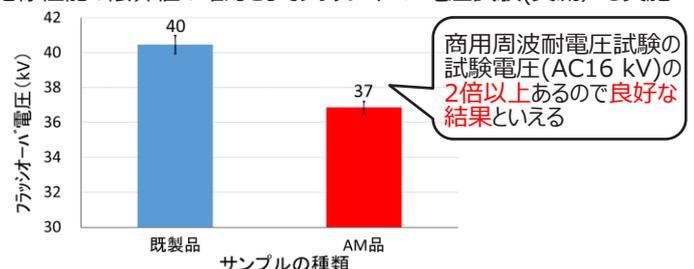


図6 フラッシュオーバー電圧試験(交流)の結果

研究成果に関する文献・資料

- 新井宏章 他：レーザ焼結によるAM造形物の絶縁破壊特性の解析，電子情報通信学会技術報告，Vol.119，No.210，P.1-4（2019）
- 広報誌「アークス」2021年2月号 No.506，P.7

研究員からのひとこと

実用化を視野に入れて具体的な絶縁支持物（がいし）をAMで試作し、絶縁性を評価しました。AMの絶縁応用に興味のある企業さまとの共同研究・事業化をお待ちしています。

共同研究者 山内 友貴、上野 武司、長谷川 孝（都産技研）

航空機用アルミニウム青銅部品の 素材プロセスの高精度化の検討

物理応用技術

機械技術グループ 小林 亘
TEL 03-5530-2570

特徴

航空機産業参入支援事業の一環として、高度な技術を必要とする特殊銅合金部品の品質問題に対して、製造時の複雑なマイクロ組織変化の過程を明らかにすることで、素材プロセスを高精度に制御するための指標を見出しました。

航空機用アルミニウム青銅（AMS4590規格）

熱処理により複雑なマイクロ組織を形成することで、機械的性質、耐摩耗性、耐食性に優れ、航空機用ランディングギアの軸受などに用いられます。

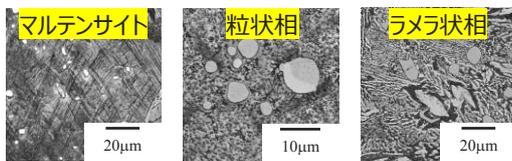


図1 アルミニウム青銅のマイクロ組織の例

研究課題

熱処理条件が規格で定められていますが、形状やサイズに応じて冷却速度が変化するため、機械的性質にバラつきが出てしまいます。

表1 素材形状と冷却速度の目安

形状	サイズ[mm]	冷却速度[°C・s ⁻¹]
棒	Φ25	~20
管	t25	5~20

電子顕微鏡によるマイクロ組織観察
素材の状況把握

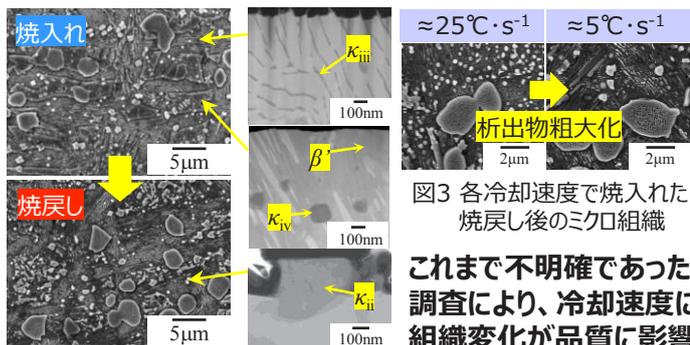


図2 焼戻し前後のマイクロ組織と各生成相

図3 各冷却速度で焼入れた
焼戻し後のマイクロ組織

これまで不明確であった生成相の調査により、冷却速度に依存した組織変化が品質に影響を与えていることが分かりました。

熱処理条件
改善

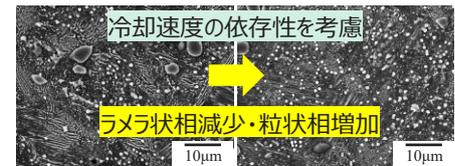


図4 熱処理条件改善結果

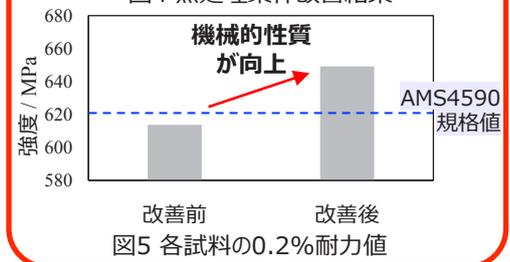


図5 各試料の0.2%耐力値

従来技術に比べての優位性

- 生成相の特定およびマイクロ組織の複雑な変化過程を明確にすることで、素材プロセスの状況把握が容易となった。
- 素材プロセスの状況把握によって品質の支配因子を特定し、的確な熱処理条件の高精度な制御が可能となった。

研究成果に関する文献・資料

- 小林 他：“Cu-Al-Fe-Ni系アルミニウム青銅合金の冷却速度に依存したマイクロ組織変化”，日本銅学会第60回記念講演大会概要集（2020）1-2。
- 岩岡 他：“特殊銅合金の一貫生産と研究開発”，表面技術とものづくり研究部会誌，Vol.6，No.1（2021）。

今後の展開

- ミクロ組織の定量化による機械的性質の変化の分析および評価方法の検討。
- 機械的性質の予測および効率的なマイクロ組織制御による素材プロセスの合理化の検討。

研究員からのひとこと

マイクロ組織、機械的性質、熱処理条件を綿密に対応させていくことで、素材プロセスの合理化がさらに進むことが期待されます。

共同研究者 岩岡拓、中村勲、奥出裕亮（都産技研）、栗原健、王琪、加藤雷（大和合金株式会社）、新井真人、江口逸夫、新井勇多（三芳合金工業株式会社）

Ni基耐熱合金の高速切削加工における 工具寿命向上に向けた工具提案

物理応用技術

機械技術グループ 片桐 嵩
TEL 03-5530-2570

特徴

難削材であるNi基耐熱合金の切削加工では、工具摩耗の進行を抑制するため、一般的に低速切削が行われています。本研究では、製作した従動型ロータリーツールにより、**高速切削でも工具摩耗が進行しにくい切削手法**を検討しました。



図1 従動型ロータリー切削

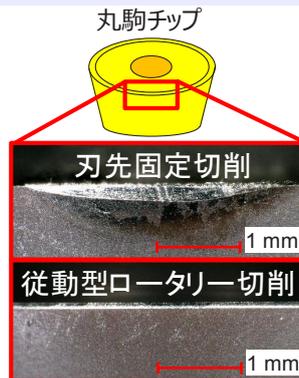


図2 工具摩耗の例

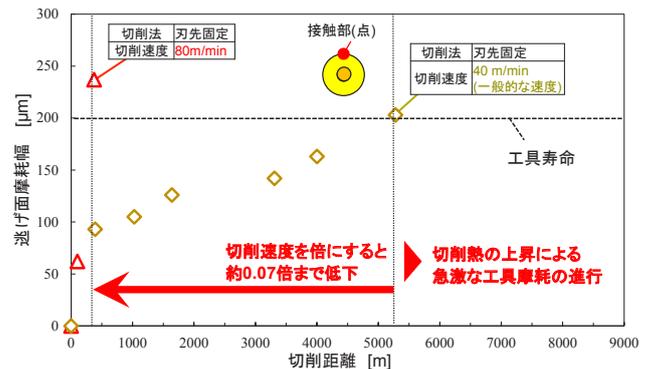


図3 切削速度による工具寿命の違い

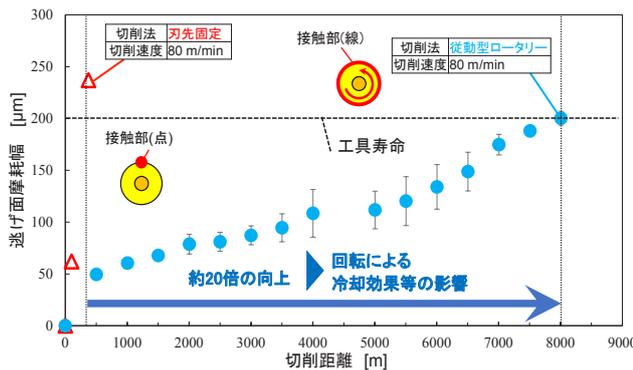


図4 刃先固定切削と従動型ロータリー切削の比較

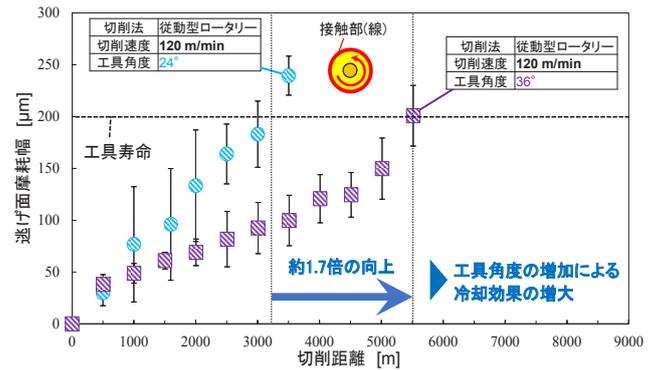


図5 従動型ロータリー切削における工具角度の影響

従動型ロータリー切削により刃先固定切削に比べて20×1.7=34倍の延長効果が期待できます。

従来技術に比べての優位性

- Inconel 718相当材の従動型ロータリー切削における任意の工具角度での工具摩耗特性を取得可能
- 従動型ロータリー切削により切削速度80 m/min(一般的な速度の2倍)で工具寿命が約20倍延長
- 工具角度を変更することにより切削速度120 m/min(一般的な速度の3倍)で刃先固定切削に比べて34倍の延長効果が期待できる。

研究成果に関する文献・資料

- 片桐, 奥出, 西村: 旋削加工におけるNi基耐熱合金の加工変質層厚さに及ぼす切削条件の影響, 2019年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, P.643-644 (2019)
- 片桐, 奥出, 西村: Ni基耐熱合金の従動型ロータリー切削加工における工具摩耗特性, 2020年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, P.118-119 (2020)

今後の展開

- さらなる工具寿命の延長手法の検討
- 他種の難削材の切削への応用

研究者からのひとこと

難削材を対象とした切削加工に関する研究に取り組んでいます。

共同研究者 奥出 裕亮、西村 信司、中村 勲 (都産技研)

Ti合金の温・冷間プレス成形法の開発

機械技術グループ 奥出 裕亮
TEL 03-5530-2570

特徴

Ti合金の温・冷間（室温～300℃）プレス成形法を開発しました。開発した成形法では、従来不可能とされてきたTi-6Al-4V合金の冷間プレス成形が可能となります。この技術により、Ti合金板の温・冷間絞りしごき成形が可能です。

表1 Ti合金のプレス成形温度とその難易度

Ti-6Al-4V合金板の成形温度	成形難易度	初期費用（設備費用）	製品の精度
室温～300℃	X 難しい	○ 低	○ 高
400～600℃	△ やや難しい	△ 中	△ 中
700～970℃	○ 簡単（従来技術）	X 高	X 低

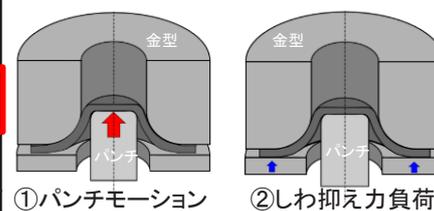


図1 開発法概念図

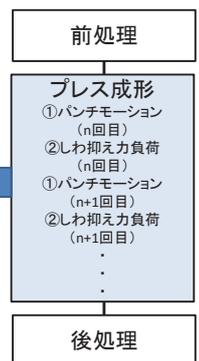


図2 開発手法と通常的手法による成形比較（Ti-6Al-4V合金、初期板厚0.5 mm）

開発したプレス成形法では、Ti-6Al-4V合金の温・冷間プレス成形が可能となります。

従来技術に比べての優位性

- 従来技術では不可能だったTi-6Al-4V合金の冷間プレス成形が実現可能
- 板材から成形と成形品の肉厚制御を行う絞りしごき成形が実現可能
- 特殊な加熱用の設備を必要としない。

今後の展開

- 航空機産業への展開
- 医療機器産業への展開
- Ti-6Al-4V合金板の精密板金加工が期待できる。

研究成果に関する文献・資料

- 奥出, 岩岡, 中村: Ti-6Al-4V合金板の温間プレス成形法の開発と肉厚制御, 塑性と加工, Vol.60, No.705, P.295-300 (2019)
- 奥出, 岩岡, 中村, 片桐: モーション制御を活用したTi-6Al-4V合金板の温間プレス成形技術の開発, 塑性と加工, Vol.60, No.714, P.159-164 (2020)

研究員からのひとこと

開発した技術でTi-6Al-4V合金板の温・冷間絞りしごき成形が可能です。

本技術を活用した共同研究・事業化に興味がある企業さまはお声がけください。

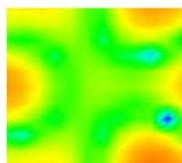
共同研究者 岩岡拓、中村勲、片桐嵩、村岡剛（都産技研）

低音域における膜材料の遮音性能測定法に関する研究

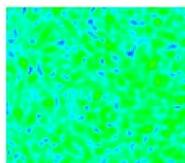
光音技術グループ 西沢 啓子
TEL 03-5530-2580

特徴

工事現場の仮囲いなどに使われる材料の評価では、作業音に多く含まれる低音域の遮音性能把握が求められます。本研究では低音域で形成される波動モード場の考えに基づき、現在の建材遮音性能試験（JIS A 1416）では対象外の100 Hz未満における膜材料の遮音性能を把握しました。



隅部の音圧が高い



音圧が均質

図1 波動モード場（90Hz）

図2 拡散音場（1000Hz）

JIS A 1416では対象外の100 Hz未満における遮音性能を、室内隅部の音圧が高くなる波動モード場を考慮した手法により把握しました。

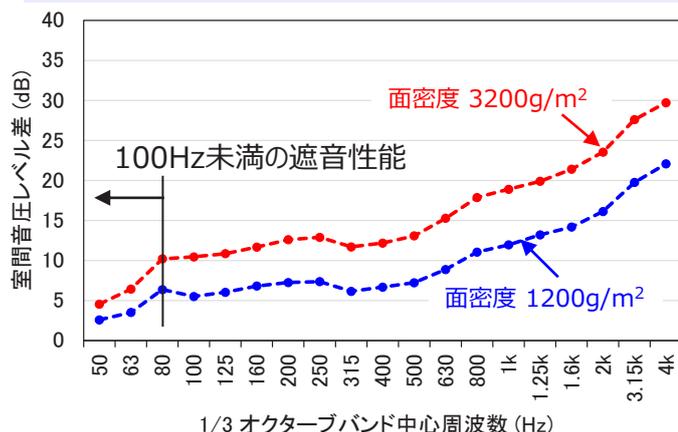


図3 膜材料（防音シート）の遮音性能測定結果

● 波動モード場を考慮した室内音圧の測定法

$$L_{LF} = 10 \log \left[\frac{10^{\frac{L_{corner}}{10}} + 2 \cdot 10^{\frac{L}{10}}}{3} \right]$$

引用：ISO 16283-1

L_{LF} ：室内全体の音圧レベル

L ：室内中央部の音圧レベル

L_{corner} ：室内隅部の音圧レベル

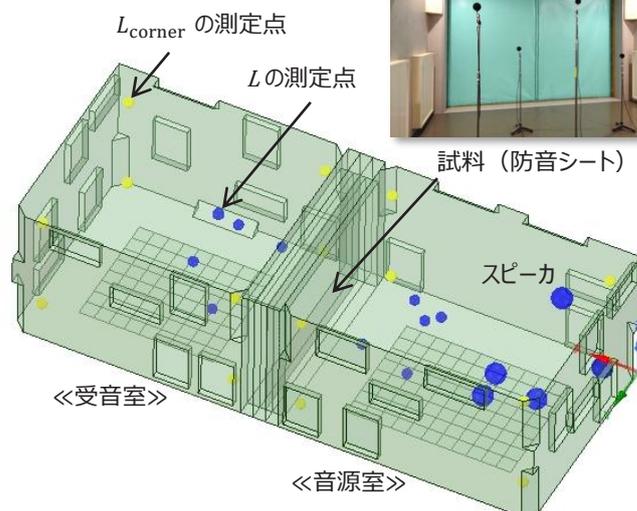


図4 都産技研 結合残響室（JIS A 1416 Type II）

従来技術に比べての優位性

- 室内隅部の音圧が高くなる波動モード場を考慮した手法で、低音域の室内音圧を把握できる。
- 現在の建材遮音性能試験（JIS A 1416）では対象外の50～80 Hzの性能を評価できる。

今後の展開

- 騒音・飛沫感染防止対策に向けた建材の評価ツール
- オーダーメイド型技術支援・共同研究を活用した製品開発

研究成果に関する文献・資料

- [西沢他：都産技研 2020年度技術シーズ集, P.19](#)
- [西沢他：都産技研 平成30年度技術シーズ集, P.13](#)

研究員からのひとこと

工事現場・工場・オフィス・商業施設など、さまざまな場所で使われる膜材料の遮音性能把握にご活用下さい。

ご興味のあるお客さまからのご相談をお待ちしています。

共同研究者 渡辺 茂幸（都産技研）、井上 尚久（前橋工科大学）、佐久間 哲哉（東京大学）

感性を考慮した製品音評価と快音化手法について

特許出願中

物理応用技術

(バドミントン打音に関する事例紹介) 光音技術グループ 宮入 徹 TEL 03-5530-2580

特徴

「音の良さ」を製品の付加価値とする、サウンドデザインという考え方が近年注目されています。ここでは、バドミンントンの打音に関する研究を事例として、良い音を創る（快音化）ためのサウンドデザイン手法についてご紹介します。

サウンドデザイン

「高級感のある自動車のドア閉め音」のように、製品音を付加価値とする考え方です。サウンドデザインによる製品開発には、下記の二つの要素が必要となります。

- ① 好ましい音質の把握
- ② 音質と音響物理量を関係づける音質推定モデルの構築

バドミントン打音へのサウンドデザインの適用

バドミントン競技では、用具購入時の動機の一つとして打音の良さが挙げられます。

一般的に、競技者は高い音を好む傾向にありますが、音の高さだけでは好みとは完全に一致せず、好まれる打音音質の把握が課題となっていました。そこで、本研究ではバドミントンストリングを対象に主観評価実験を行い「打音の好ましさ」を構成する音質と、その音響物理量との関係について検討しました。



① 「好ましさ」を構成する音質の把握

- 収録した打音をヘッドホンから提示し、主観評価実験を実施
- 打音の好ましさは、「美的感」「迫力感」「響き感」の音質から構成されることを把握



② 好ましい打音のストリング設計に必要な音質と音響物理量の対応を把握

- 「美的感」「迫力感」「響き感」の音質と相関の良い音響物理量を回帰分析により把握
- 回帰分析の結果から、それぞれの音質に対する音質推定モデルが構築できた。

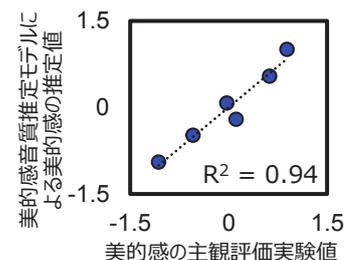


図1 物理量（打音の1次ピーク周波数）から算出した美的感の推定値と実験値との相関

音質推定モデルを製品設計へ活用することで、**打音のサウンドデザインが可能**

従来技術に比べての優位性

- 「音の良さ」を構成する音質を定量的に評価可能
- 「音の良さ」を追求した製品設計による高付加価値化
- 機械製品の騒音対策においては、音の大きさ（dB）の低減以外の選択肢を提供

今後の展開

- 各種機械製品に対するサウンドデザインの応用（オフィス用機器、家庭用家電製品、車載製品等）
- 製品音に対する快・不快の定量的な把握による、音質を客観的に評価するシステムの構築

研究成果に関する文献・資料

- 宮入他：バドミントン打音に対する印象構造の把握と音響物理量との関係性，日本感性工学会論文誌，Vol.20, No.2, P. 195-203 (2021)
- [TIRI NEWS WEB版, 設備紹介：心理音響分析システム-製品音の快音化へ向けた開発支援機器-](#)

研究員からのひとこと

この技術で製品の「音の良さ」を付加価値とした開発が可能です。

サウンドデザインに興味のある企業さまとの共同研究を期待しています。

共同研究者 服部 遊（都産技研）、村越 弘章、小澤 佳佑、田中 謙介、千葉 慎一郎（コネックス株式会社）

各種プラズマ装置に適用可能なアルゴンプラズマの発光分光計測

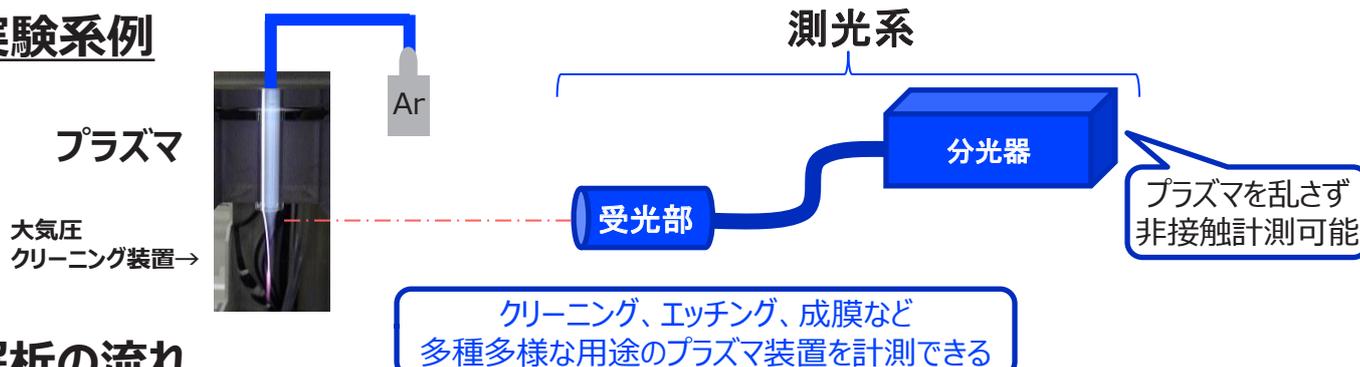
物理応用技術

光音技術グループ 山下 雄也
TEL 03-5530-2580

特徴

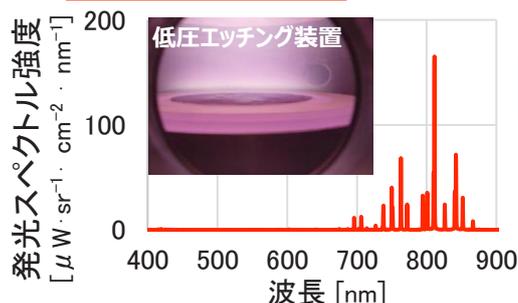
半導体加工などで使われるプラズマの状態を、プラズマが発する光により計測する技術です。本研究では、圧力や生成原理の異なるプラズマ装置に対しても、適用できる解析方法を開発しました。プラズマ処理装置の条件設定や装置設計への応用が可能です。

実験系例

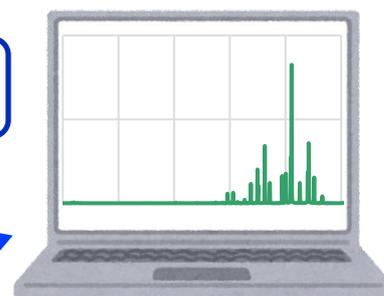


解析の流れ

① 分光器で実測した発光スペクトル



② 理論式から算出した発光スペクトル



フィッティング
解析結果

電子温度、電子密度、電子エネルギー分布関数

プラズマそのものの
状態を表す指標

従来技術に比べての優位性

- 圧力（大気圧、減圧、etc.）、生成原理（誘導結合、誘電体バリア、etc.）が異なる、各種プラズマ装置に対応
- 個々のプラズマ装置に応じて、フィッティング式を自動算出
- 測光系の構成が簡単（持ち運び可、処理装置への組み込み可）

研究成果に関する文献・資料

- Y. Yamashita et al.: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 60, p. 046003 (2021)
- 山下雄也ほか：第68回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集, p. 07-043 (2021)
- 山下雄也ほか：第81回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, p. 07-012 (2020)

今後の展開

- オーダーメイド型技術支援（随時受付中）、共同研究
- 他のガス種に対する、プラズマ計測への発展
- プラズマ処理装置の特性把握、制御への応用
- プラズマ処理のレシピ設定における参考指標としての活用

研究員からのひとこと

プラズマ処理の最適化には、まずはプラズマの状態を把握することが重要です。プラズマ処理装置ユーザー・装置メーカーの企業さまからのご相談をお待ちしております。

共同研究者 秋葉 拓也、岩永 敏秀、山岡 英彦、伊達 修一（都産技研）、赤塚 洋（東京工業大学）

可視光外領域における ハイパースペクトルカメラの 分光放射輝度校正方法の確立

物理応用技術

光音技術グループ 澁谷 孝幸
TEL 03-5530-2580

特徴

可視光外領域におけるハイパースペクトルカメラの出力値校正方法を開発しました。分光放射照度計と輝度計を組み合わせることで比較校正することにより、**紫外や赤外領域でも校正係数を導出することができ、定量的な測定が可能**になりました。

■ハイパースペクトルカメラとは



- ・画素ごとに輝度スペクトルが取得可能
- ・出力値（分光放射輝度）を校正する必要あり

■従来方式による校正

校正済み分光放射輝度計との比較による校正波長域

- 一般的な分光放射輝度計の波長域である
- 可視光領域（380nm-780nm）に限定される

■今回開発した方式による校正

分光放射照度計と輝度計を組み合わせることで比較校正



分光放射照度計

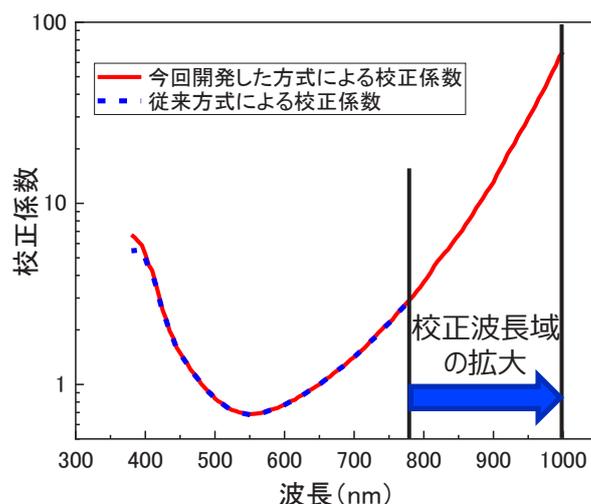


輝度計

紫外から赤外領域における
相対的な校正係数の算出

相対的な校正係数
に絶対値を付与

■得られた校正係数スペクトル



- ・ハイパースペクトルカメラの感度波長域全域で校正係数を導出可能に
- ・従来方式による校正係数との良い一致
- ・機種によらない校正方法

※弊センター保有のハイパースペクトルカメラの感度波長域は380nmから1000nmです。紫外領域でも原理的に校正が可能です。

従来技術に比べての優位性

- 可視光だけでなく、紫外・赤外線領域における測定が可能
- 相対量ではなく、分光放射輝度の絶対量を測定可能
- 異なる機種間における測定結果の比較が可能

今後の展開

- 赤外線領域に吸収を持つ試薬類の検出、成分量の定量評価
- 赤外線光源を用いた工業品や農作物の選別や異物検査
- 試薬類の既存データベースを活用した成分検出 など

研究成果に関する文献・資料

- 秋葉 他：分光放射輝度値を付与したハイパースペクトルカメラの開発，2018年度照明学会全国大会（2018）
- 澁谷 他：Spectral radiance calibration method for hyperspectral camera in the region outside the visible light , Lighting Research & Technology, submitted

研究員からのひとこと

この技術により、紫外・赤外領域でもハイパースペクトルカメラによる定量的な測定が可能になります。オーダーメイド型技術支援や共同研究でご利用可能ですので、ぜひご連絡ください。

共同研究者 秋葉 拓也、岩永 敏秀（都産技研）、高良 洋平、野呂 直樹（エバ・ジャパン株式会社）