
令和7年5月定例記者会見

日 時: 令和7年5月30日(金) 13:30～

場 所: 本学事務局1号棟3階 第1会議室

内 容:

1. 微粒子汚染検出のため高感度・高解像度タッチテスト

(物質生物系 准教授 高橋 由紀子)

2. 「次世代型の社会インフラ管理システム」の構築

ー 10 年先の社会インフラ管理を見据えた取り組みとその活用事例 ー

(環境社会基盤系 准教授 中村 文則)

以 上

長岡技術科学大学 技学研究院物質生物系 准教授 高橋由紀子

微粒子汚染検出のため高感度・高解像度タッチテスト

■開発したタッチテスト*のポイント■

金属微粒子による見えない汚染を、汚染された表面や拭き取ったウェスに直接接触させるだけで、数分以内に色スポットとして可視化します。

- ・ **迅速な検出**： 数分以内に呈色し、その場で汚染の有無を判定できます。
- ・ **微細な汚染に対応**： 5 マイクロメートル以下の微粒子を、1 粒子レベルから検出できます。
- ・ **多様な金属に対応**： ステンレス(SUS)、銅、真鍮などの各種合金の汚染に対応できます。
- ・ **汚染源の特定にも貢献**： 摩耗・疲労・コーティング剥がれなどの汚染源を特定できます。

■概要■

金属微粒子による見えない汚染は、リチウムイオン電池、半導体、医薬品などのクリーンな環境が要求される製造現場での品質と安全性の確保において深刻な問題です。そのため、製造プロセスの日常的な微粒子汚染対策が重要です。このような背景のもと、長岡技術科学大学では、金属微粒子をその場で迅速に可視化できるまったく新しい“タッチテスト”を開発しました。

本タッチテストは、マイクロメートルサイズ(μm 、ミリメートルの 1000 分の 1)の SUS、銅、真鍮などの微粒子を、検出体との接触により数分以内に高解像度の色スポットとして可視化できます。その場で目視はもちろん、CMOS センサーなどでの色検出・解析も可能です。現行の異物検査では、パーティクルカウンターやフィルターによる捕集などが主流ですが、金属の判別が困難、微細な粒子が検出できない、検査に時間がかかるなどの課題があります。一方、本タッチテストは汚染源に直接接触するため、より迅速かつ確実に汚染箇所の特定と金属の同定が可能となり、現場での汚染対策を大幅に効率化できます。

■背景■

自動車製造では、電子制御システムに加え、電気自動車に搭載されるリチウムイオンバッテリーのため、金属微粒子による汚染は深刻な問題であり、製造工程に高い清浄度が求められています。例えば、リチウムイオンバッテリーに SUS、銅、真鍮などの金属微粒子が混入した場合、鉄やクロム、銅などの金属が負極に析出し、短絡・発火・電池寿命の低下を引き起こすリスクがあります。その対策として、自動車部品の清浄度検査の国際規格として ISO16232(VDA19)が定められており、自動車メーカーのみならず、バッテリー・材料など関連メーカーも含む全製造プロセスにおいて清浄度の確保が求められています。しかし、現行の規格では 5 μm 以上の粒子にしか対応しておらず、より微細な 5 μm 以下の微粒子については、その場で迅速に検出したいという現場のニーズには応えできていません。さらに、微粒子汚染だけでなく、装置の摩耗や疲労箇所、コーティング剥がれといった汚染源を特定したいという要望も多く存在します。

■ 内容 ■

本タッチテストに用いる検出体には、ナノメートルサイズ（マイクロメートルの 1000 分の 1）の有機顔料微粒子を使用し、金属と接触すると、数分で色・蛍光の変化として表れ、金属微粒子を確認できるようになります。

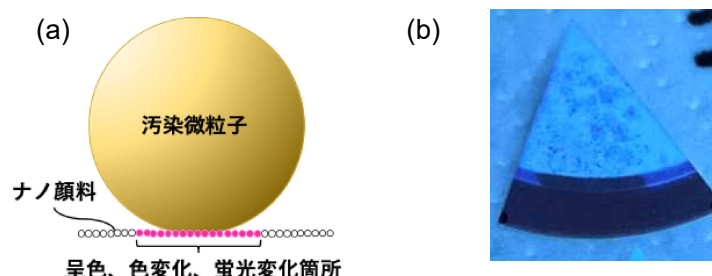


図 1. タッチテストで可視化される仕組み (a) および 銅微粒子の検出の様子(b)

図 1(a)はタッチテストの仕組みです。マイクロメートルサイズの金属の汚染微粒子とナノメートルサイズの顔料が接触した箇所が、呈色・色変化・蛍光変化で可視化される仕組みを表しています。図 1(b)は銅微粒子の実際の検出の様子です。蛍光性の検出体を、1.7～13.9 μm （平均粒径 5.9 μm ）の銅微粒子に 3 分間接触させた結果、銅微粒子との接触箇所が消光スポット（黒い部分）としてはっきりと確認できます。この検出体に使用したナノ顔料が平均粒径 23 nm で粒子サイズが均一であるため、微粒子汚染の高解像度な検出が達成されています。さらにナノ顔料がアモルファス状態であるため反応性が高く固体ながら高感度な検出を可能としています。

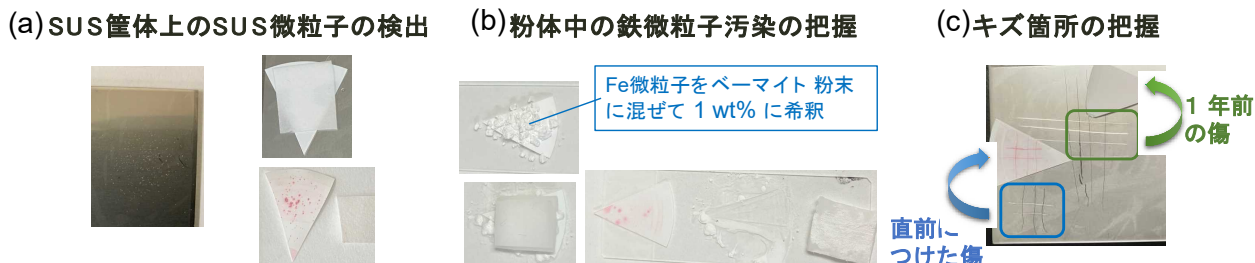


図 2 鉄用の検出体での SUS 管体上の SUS 微粒子(a)、粉体中の鉄微粒子(b)、SUS 板の傷箇所の検出(c)

図 2 は鉄用の検出体を用いたステンレス(SUS)の検出です。図 2(a)は、SUS 管体の表面上の SUS 微粒子を識別して検出している様子です。同じ素材でありながら、微粒子のみを識別できることを示しています。また、本タッチテストは簡便に関わらず、専用の分析装置においても検出できないレベルの超高感度を達成している点も大きな特長です。図 2(b)では、さらに粉体製品中の微粒子汚染の把握が可能です。図 2(c)では、SUS の傷が時間経過とともに自己修復されることにより、鉄微粒子の溶出が見られた「直前につけた傷」のみが検出されたことを示しています。これは、金属微粒子の発生源となる傷や金属疲労を、本タッチテストにより明確に特定できることを意味します。これらの結果は、従来の検査方法では捉えられない、傷・金属疲労、コーティング剥がれなどの汚染源の特定にも、本タッチテストが有効であることを示しています。

本タッチテストは、鉄、銅、亜鉛用などターゲットごとの検出体があるため、金属の種類を同定できます。

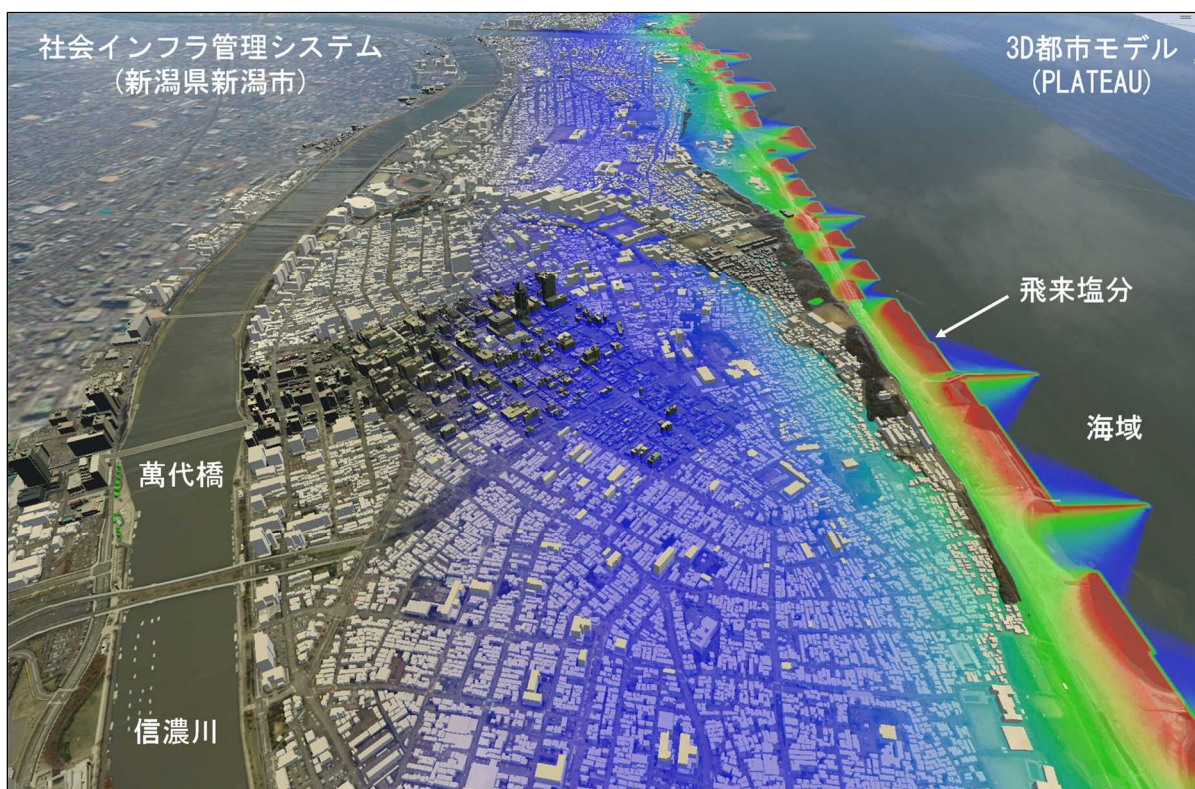
*金属系微粒子の接触による検出法およびその検出体、汚染の評価方法、特願 2025-072062、高橋由紀子、蜂須賀穂；有機比色試薬顔料と微粒子の混合粉体、検出体および検出システム、特願 2025-072063、高橋由紀子、中村雄大、船木美波

長岡技術科学大学 技学研究院環境社会基盤系 准教授 中村文則

「次世代型の社会インフラ管理システム」の構築
— 10 年先の社会インフラ管理を見据えた取り組みとその活用事例 —

「社会インフラの老朽化」が深刻な問題となっています。近年では 2025 年 1 月の埼玉県八潮市の道路陥没事故や、5 月 9 日に新潟県柏崎市の上輪橋で確認された橋梁損傷などの実際の被害が発生し、道路・橋梁・防災施設といった社会インフラの適切な維持管理が喫緊の課題となっています。

このような社会的な背景から、本学では、国立大学経営改革推進事業の一環として、10 年先の社会インフラ管理を見据えた「次世代型の社会インフラ管理システム」の構築を進めています。

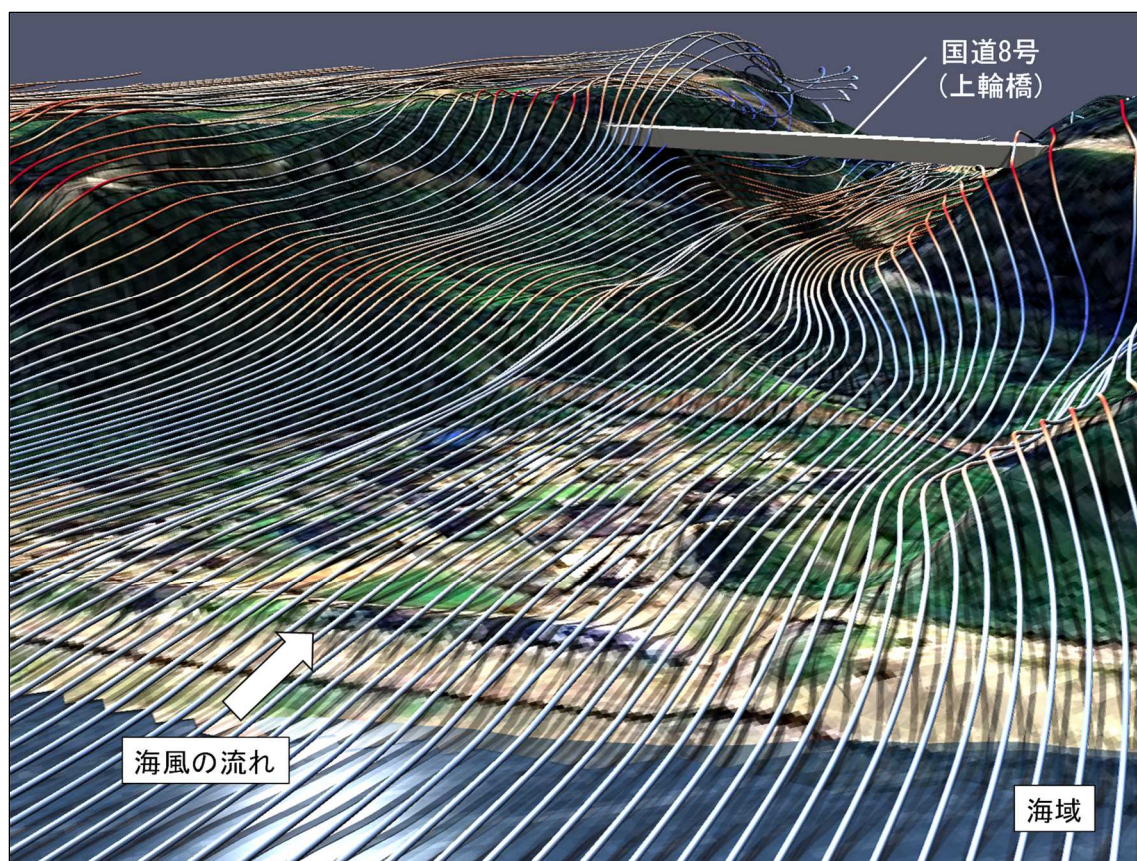


【図 1】 仮想空間で再現した新潟県新潟市の「次世代型の社会インフラ管理システム」の一例

本システムは、都市を仮想現実空間で再現し、構造物の老朽化、水害・雪害・地盤液状化、人・交通の流れを管理できるものです。図 1 はその一例で、配色部分は構造物の老朽化の原因となる飛来塩分の分布を可視化したものです。本システムは、社会インフラの維持管理の効率化および国土強靱化を支援できると期待されることから、地方自治体等々に無償で提供する予定です。

－ 仮想現実空間による橋梁の損傷原因の特定への活用事例 －

社会インフラの老朽化問題に柔軟に対応するために、都市の再現に加えて、個々の構造物を管理する技術の開発にも力を注いでいます。この技術を活用することで、橋梁などで損傷が発見された場合、その原因の迅速な特定や二次災害の回避に役立てることができます。



【図 2】新潟県柏崎市の上輪橋を仮想現実空間で再現した事例

5月9日に橋梁の損傷が発見された新潟県柏崎市の上輪橋の事例に対して、複数ある損傷原因の1つである海風の流れの予測を行いました。橋梁の損傷が発見されてから数時間で、図2のような地形に応じた海風の流れを仮想現実空間で予測し、公開することに成功しました。

以上の研究・教育活動は、「メタバースの活用と技科大リソースマネジメントによる研究教育システムの価値向上と財政基盤の拡大」（国立大学経営改革推進事業）の一環として取り組んでいるものです。大学全体の研究成果を統合し、深刻化する社会インフラに関する問題の解決を目指しています。