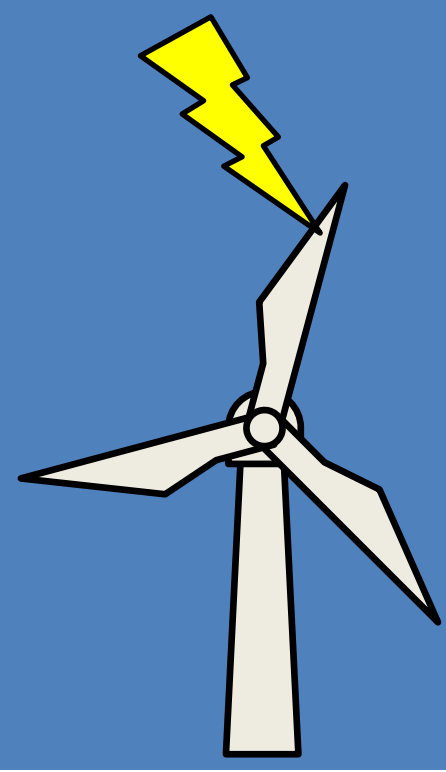


風車ブレード雷撃損傷痕可視化手法の開発



構造・産業システム系
藤本 修平

1. 風車ブレードの異常被雷損傷

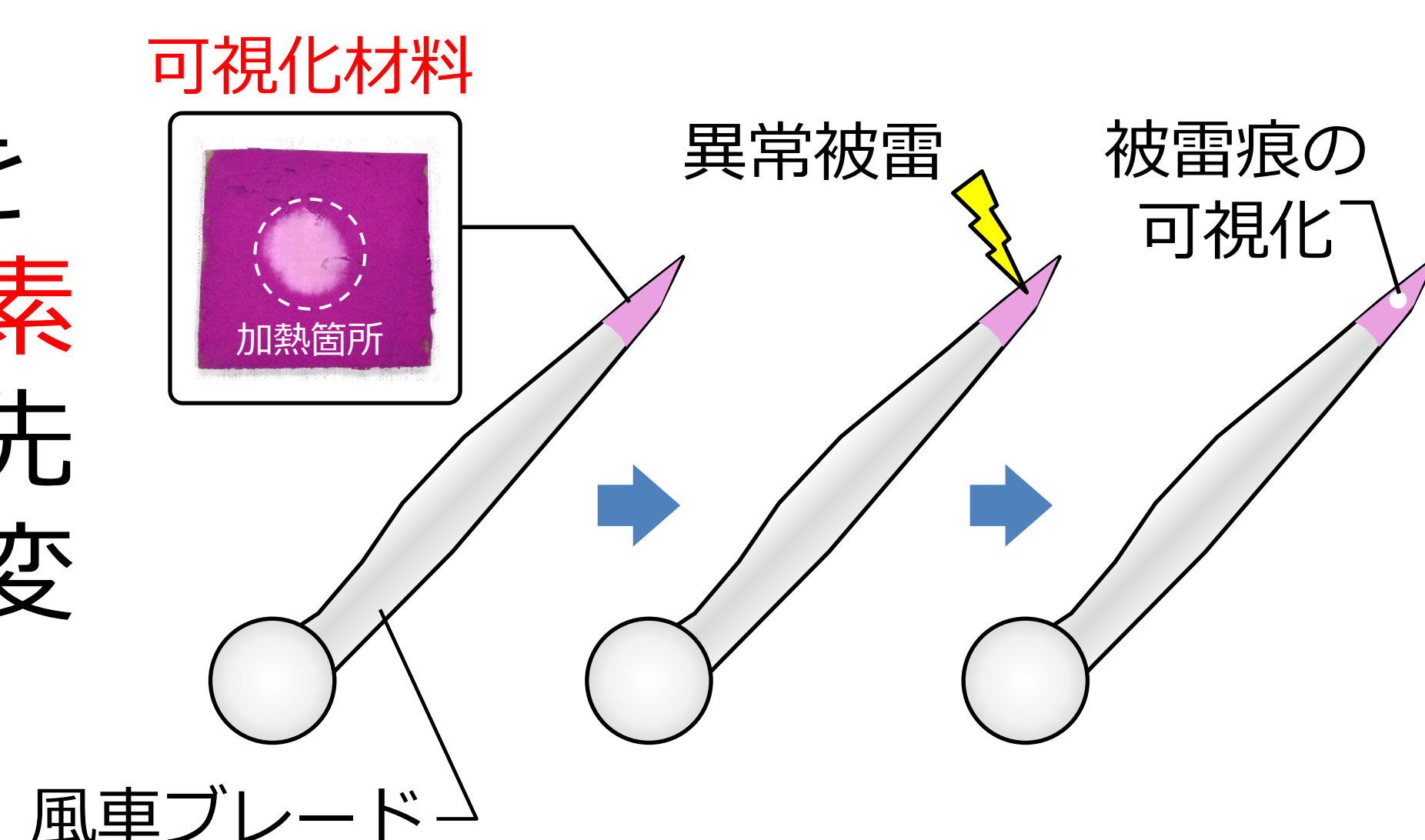
※Glass Fiber Reinforced Plastics (ガラス繊維強化プラスチック)

風車ブレードの受雷部を外れて**GFRP製表皮に損傷を与える異常被雷**に起因するブレード損傷事例が発生している。こうした異常被雷ではブレード表面の損傷痕が**微細なため検査で見落としやすい**ことが問題となっている。

そこで、本研究では**異常被雷損傷痕を目立たせるための可視化手法**を検討した。

2. 雷撃損傷痕可視化の方法

GFRP表皮を雷が貫通する際に発生するジュール熱を利用。**温度上昇で色が変わるサーモクロミック色素**を用いた可視化材を被雷損傷リスクが高いブレード先端近傍に塗布しておき、被雷時の熱発生を材料の色変化として固定化する。

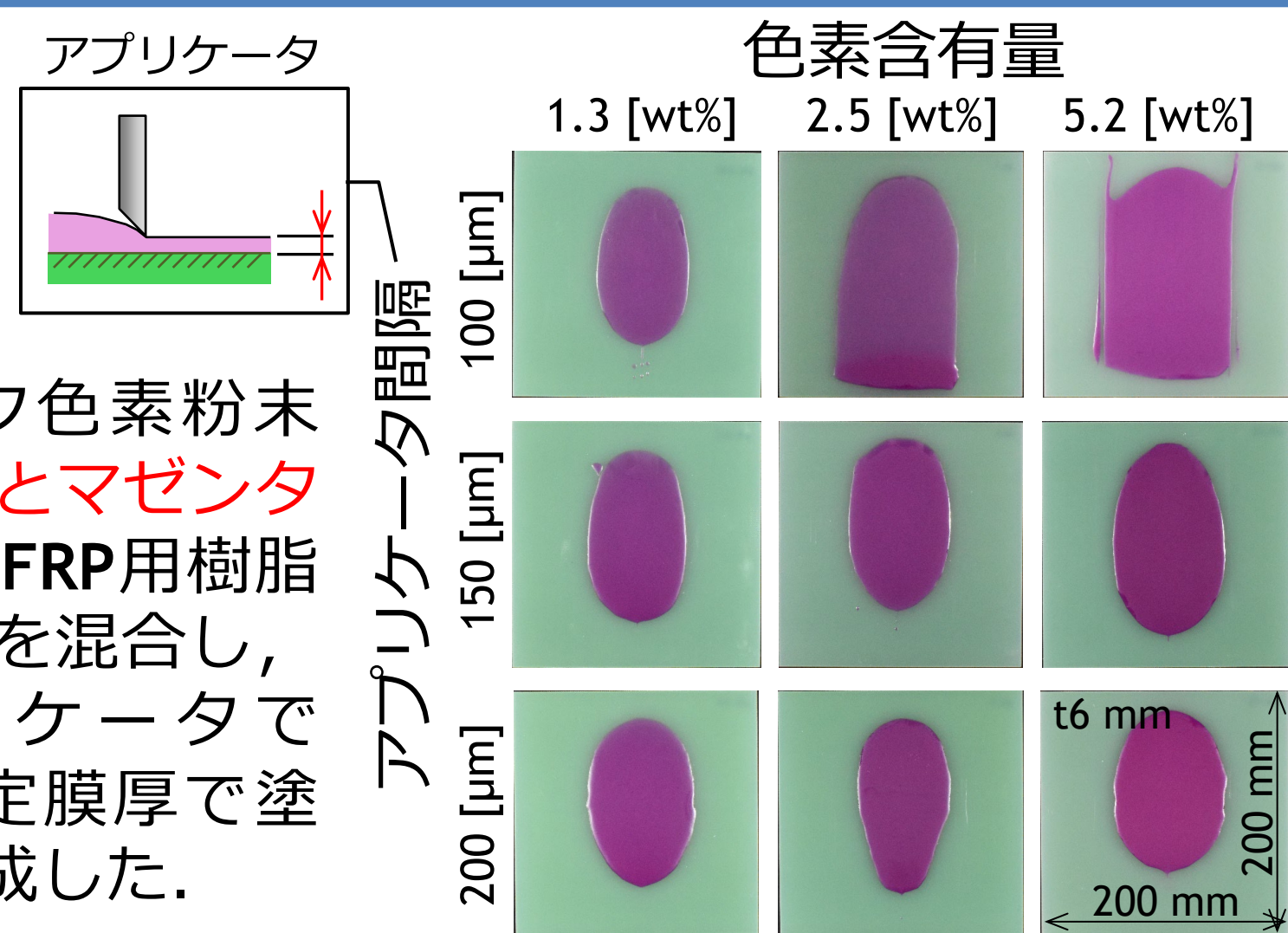


3. 模擬雷撃実験による検証

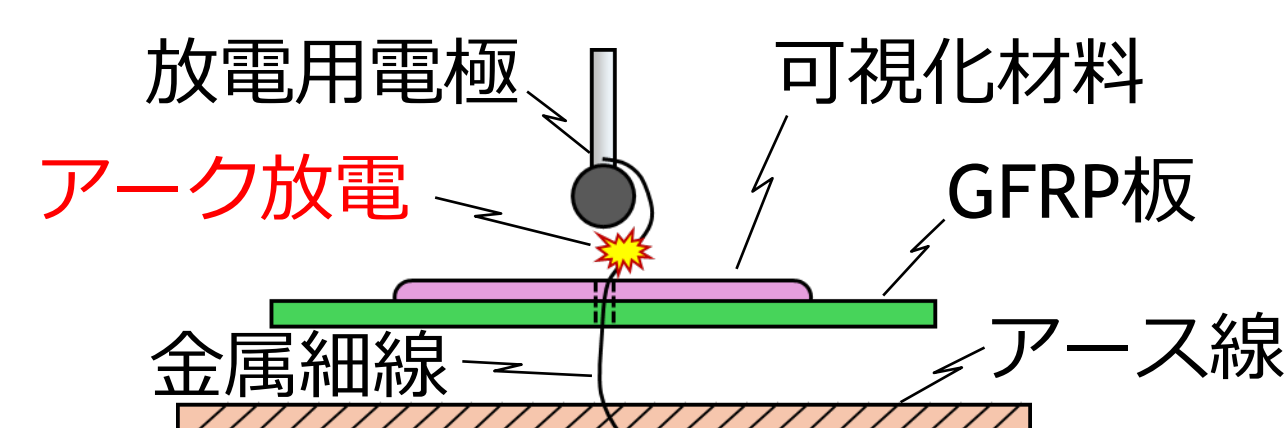
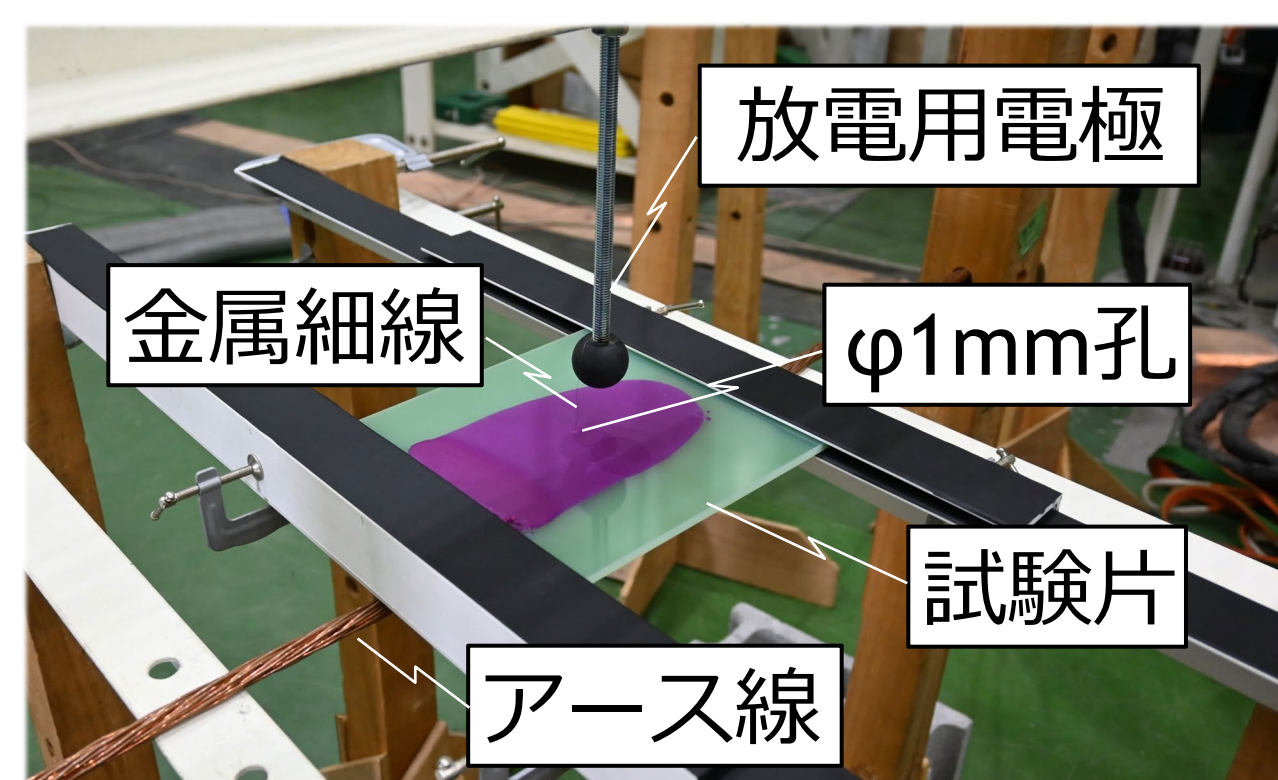
試験片の製作

作成方法

サーモクロミック色素粉末（**80℃以上になるとマゼンタ→透明に変色**）とFRP用樹脂（トップコート）を混合し、フィルムアプリケーターでGFRP板の上に一定膜厚で塗布して試験片を作成した。

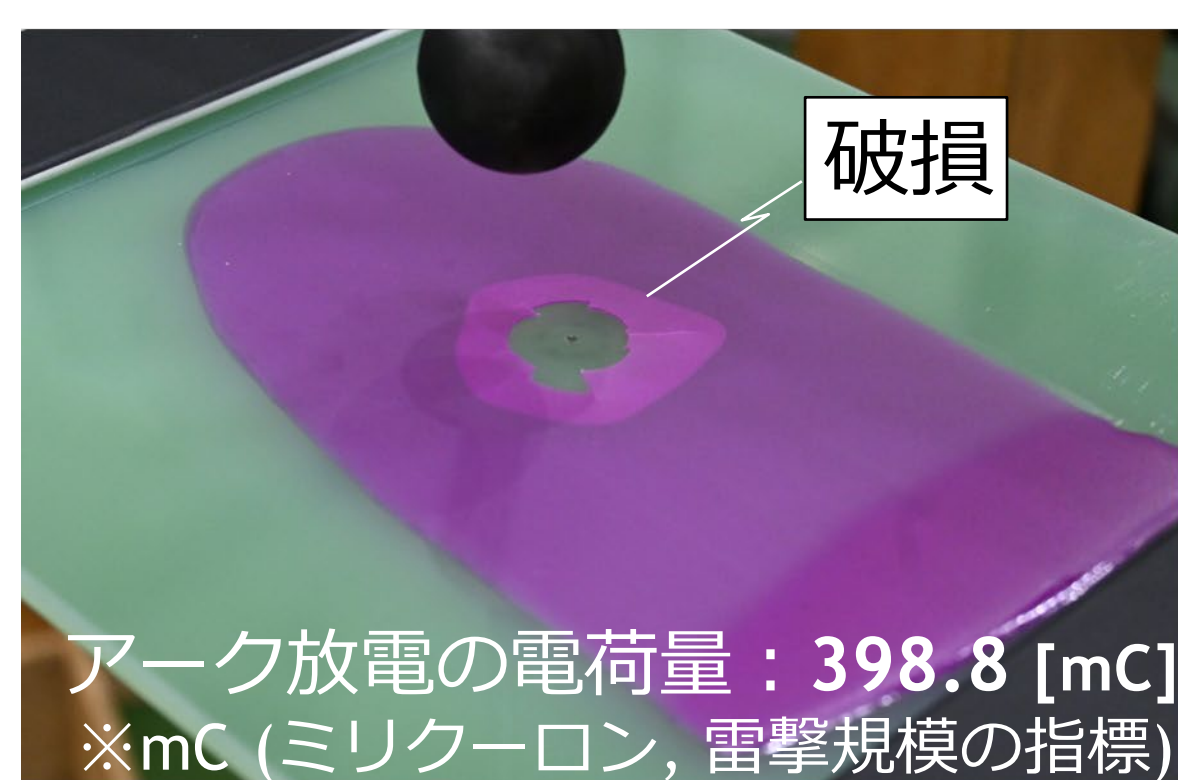


模擬雷撃実験の方法

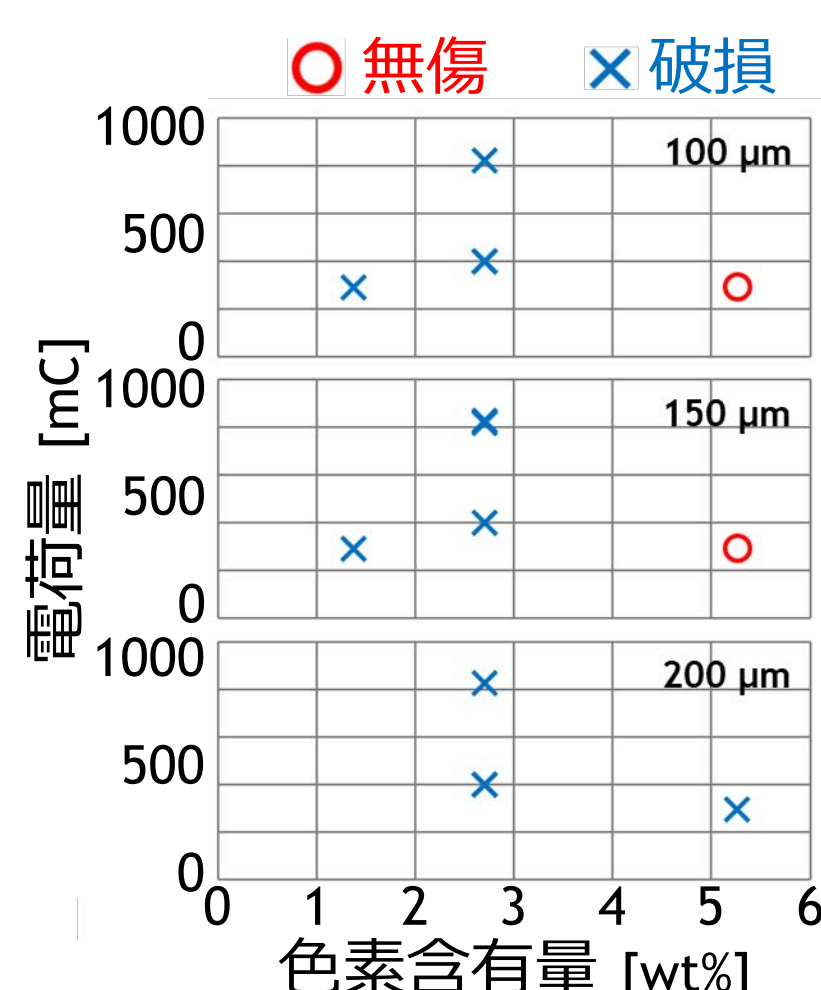


大電流によるアーク放電で雷撃を模擬した実験を行った。試験片の中心に直径1mmの貫通孔を作り、孔を通じて放電電極とアース線を金属細線で接続する。アーク放電は金属線に沿って飛び、確実に試験片の中央に模擬雷撃を発生させる。

実験結果



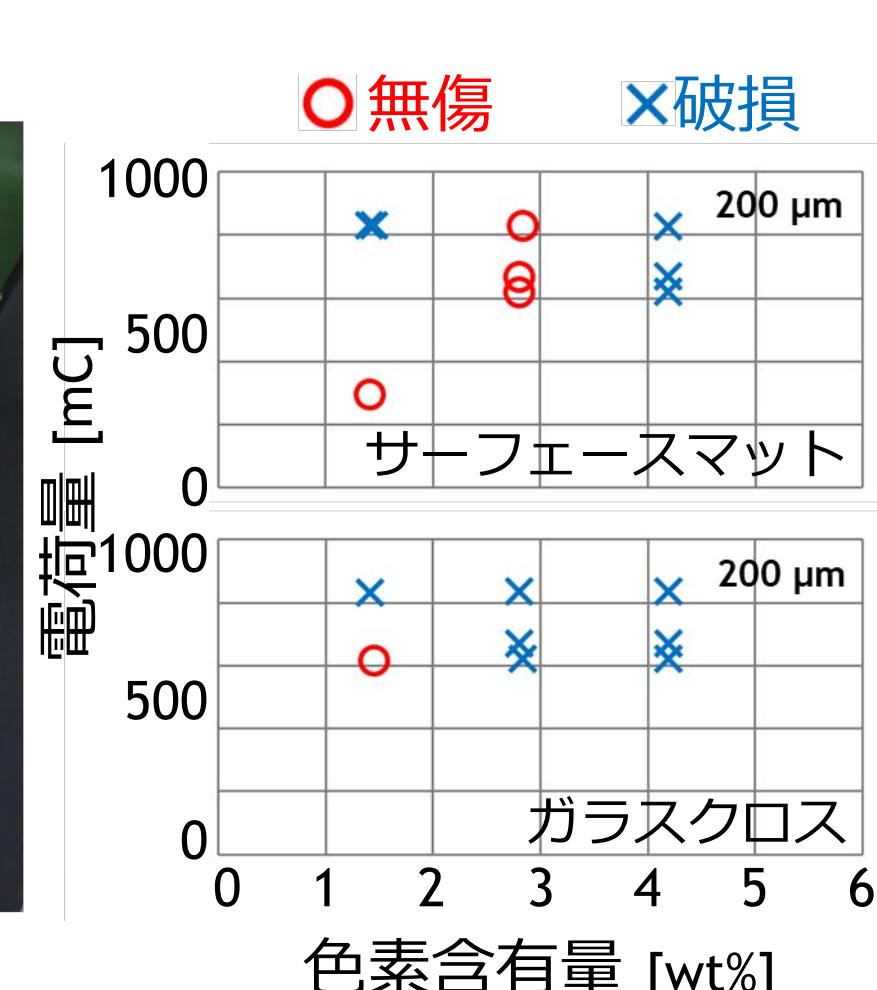
初回実験の結果例



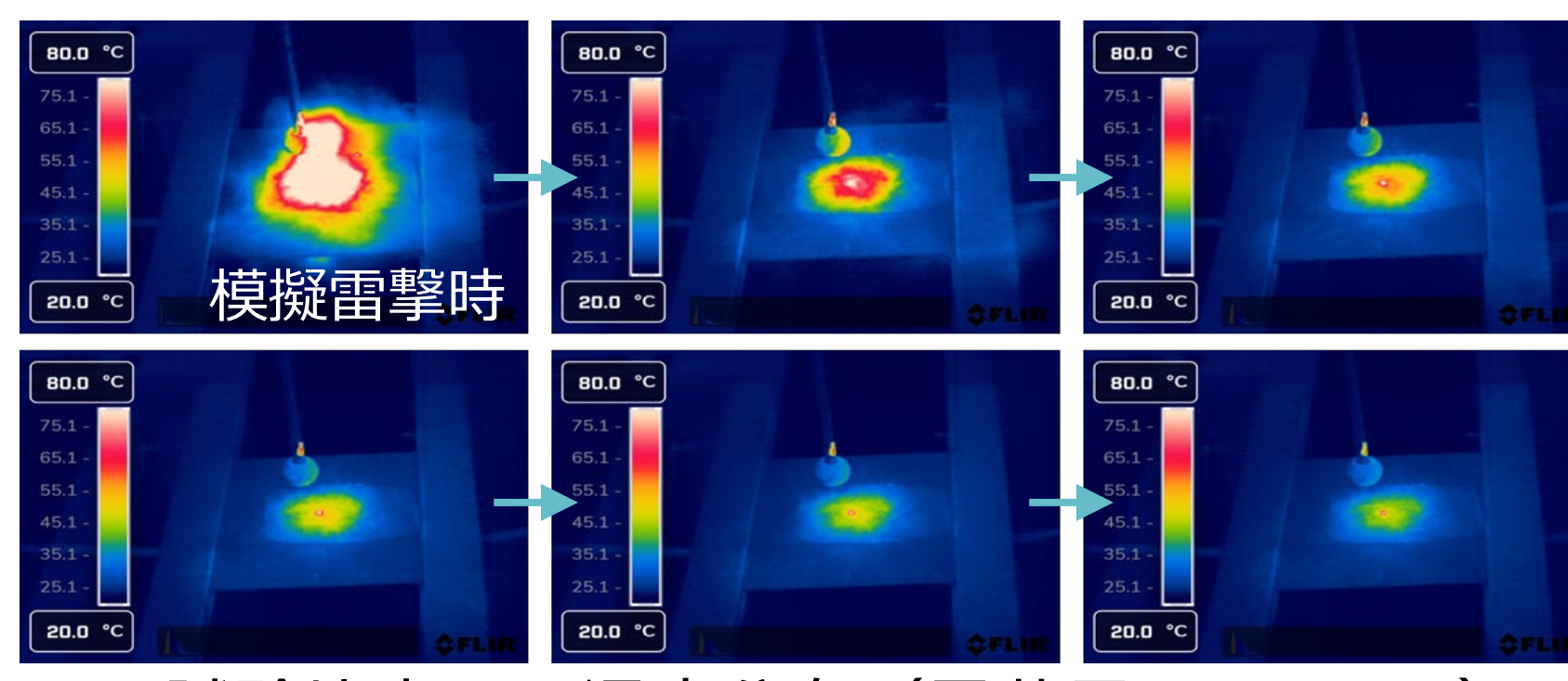
改良



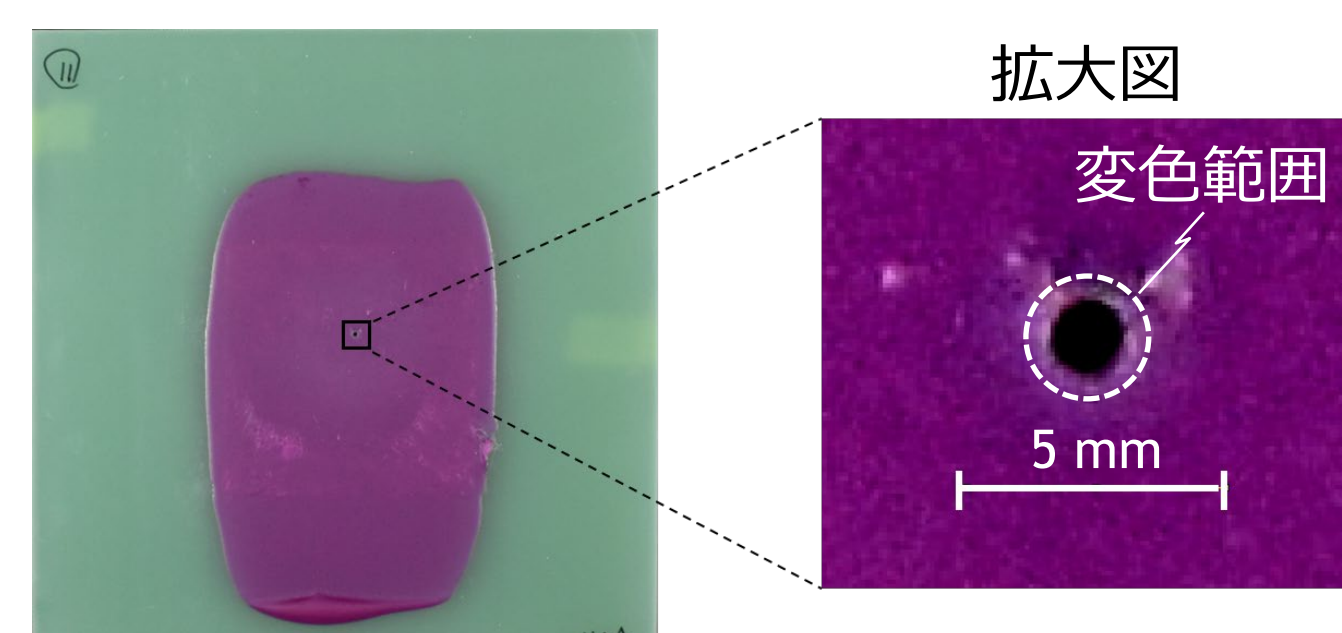
再実験の結果例



可視化材料の効果を確認するため模擬雷撃実験を行った。実験の結果、ほとんどの条件で模擬雷撃時に可視化材料に破損が生じ効果が確認できなかった。そこで、サーフェスマット等を用いて**破損の防止**を図った。試験片改良後の再実験では初回実験時よりも大きい電荷量のアーク放電でも破損せず、試験片中心部の**直径2mm程度の範囲に熱による変色**が確認できた。より大きな電荷量での実験のためには更に改良が必要である。



試験片表面の温度分布（電荷量831.4 [mC]）



模擬雷撃後の試験片（電荷量831.4 [mC]）

4. 今後の課題

可視化材料を更に改良し、より高い電荷量で雷撃痕可視化の効果を検証する。また、実環境での耐久性検証が必要である。

【謝辞】本研究はJSPS科研費（JP22K04571）の助成を受け実施した。



国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
National Maritime Research Institute

