

静電気が見える！革新的、静電気 発光センサ・センシング

産業技術総合研究所 センシング技術研究部門
製造センシング 研究グループ長 寺崎 正

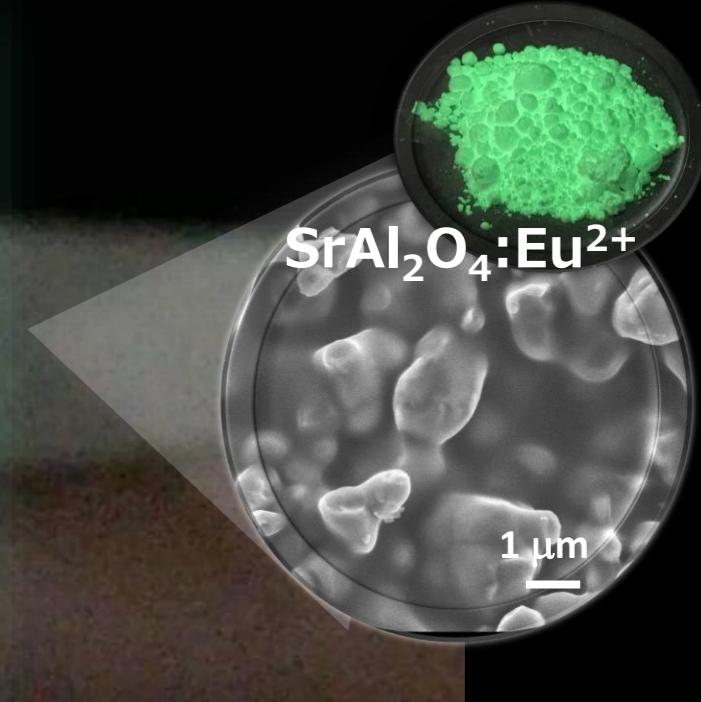
2025年11月13日

静電気発光とは!?

Static Electricity induced Luminescence (SEL)



見えない“静電気”が発光で見える！技術



産業技術総合研究所 センシング技術研究部門
寺崎 正 (nao-terasaki@aist.go.jp)



1. 革新的！静電気発光 技術の概要

- ① 静電気ニーズ、
- ② 難しさ
- ③ 静電気発光の発見
- ④ 発光色

2. 静電気発光“センサ”の特性

3. 静電気発光の応用事例紹介

- ① 見えるからこそ、への期待
- ② 除電効果の可視化

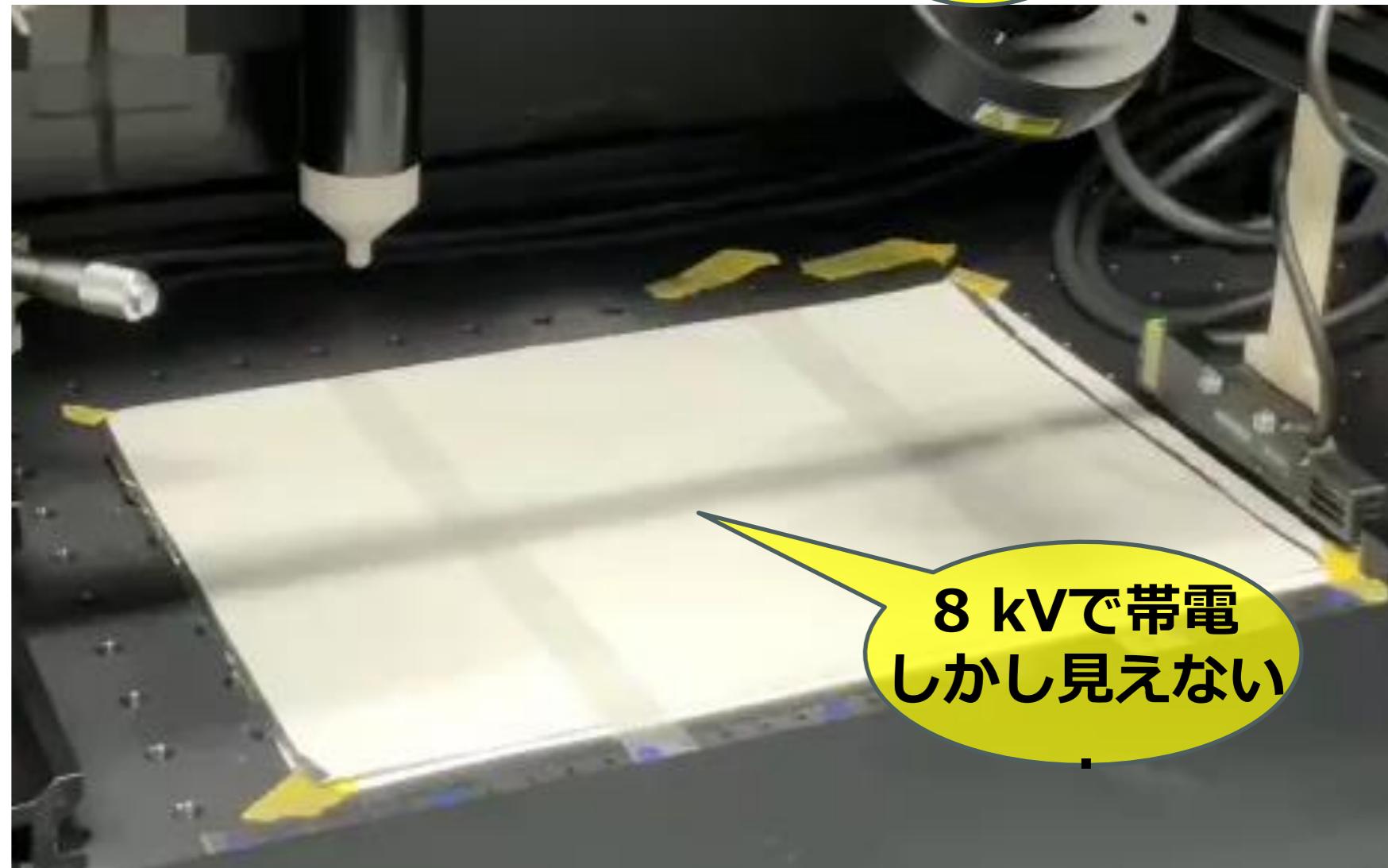
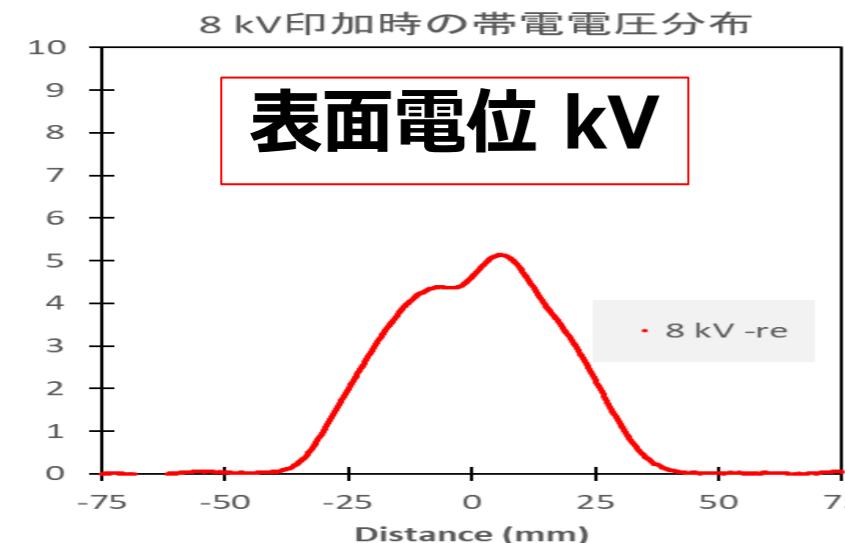
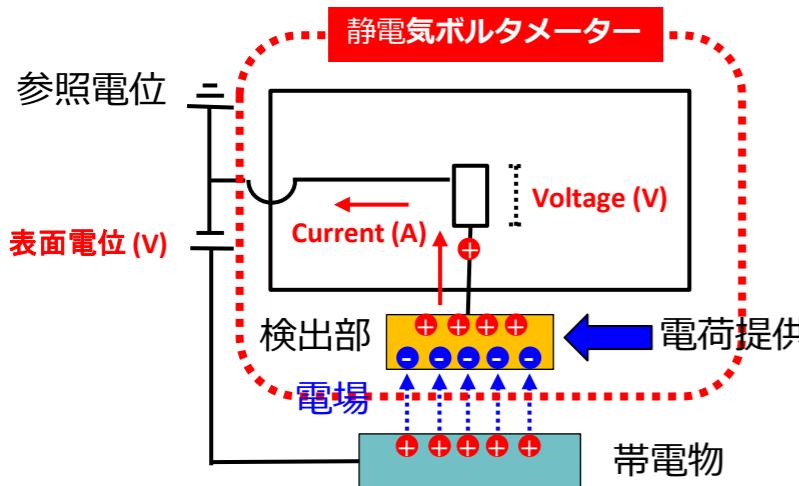
4. まとめ



従来の静電気センサは、距離を一定に保つことが、必須

- ・高いラフネス, 3D 対象物
- ・動いている対象物

困難



特に、半導体やモビリティ業界からの、声が大きい！！

車載コンピューター : 約70種類
各センサー類 : 約100個



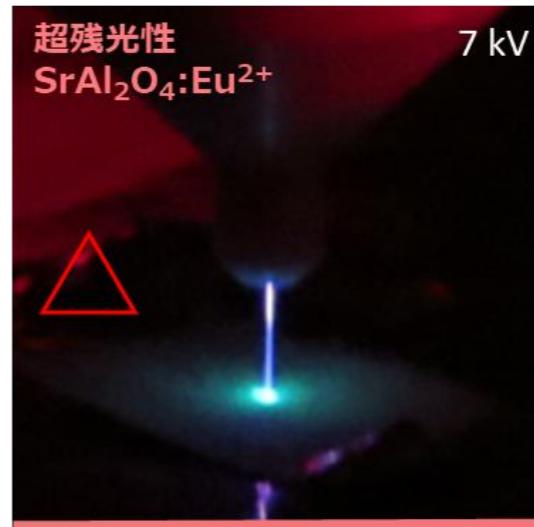
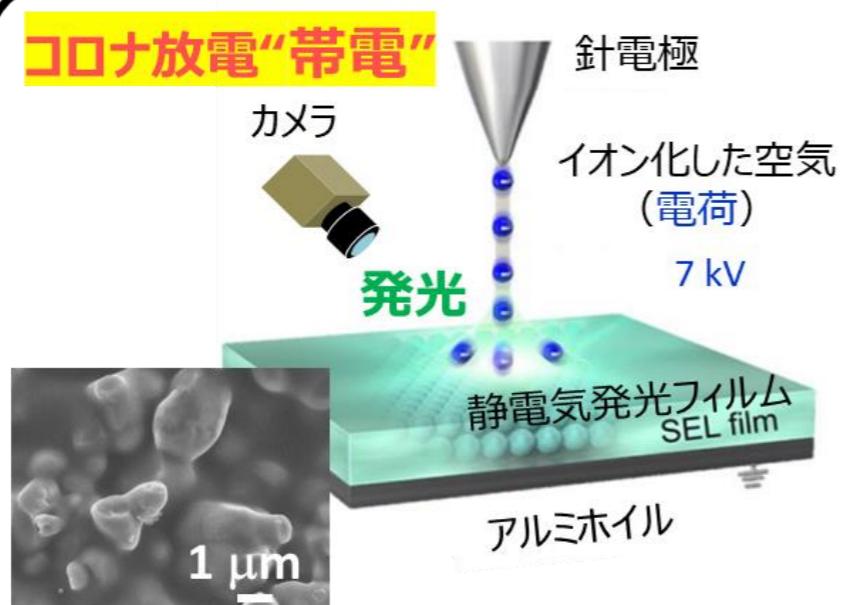
元々、発光材料の専門家として、

静電気＝電荷が動く物質が発光しない事があるのだろうか？

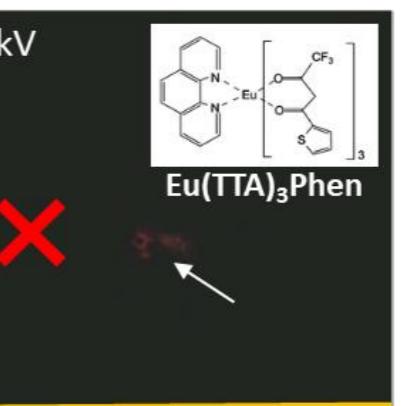
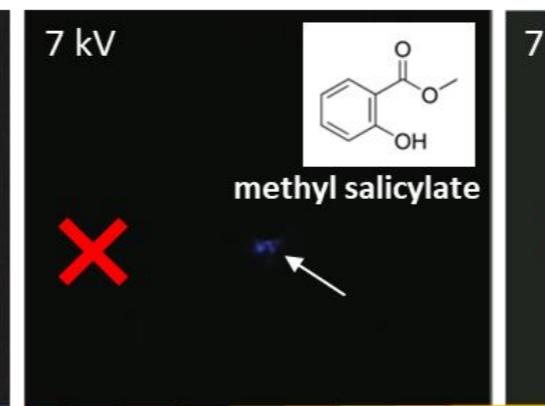
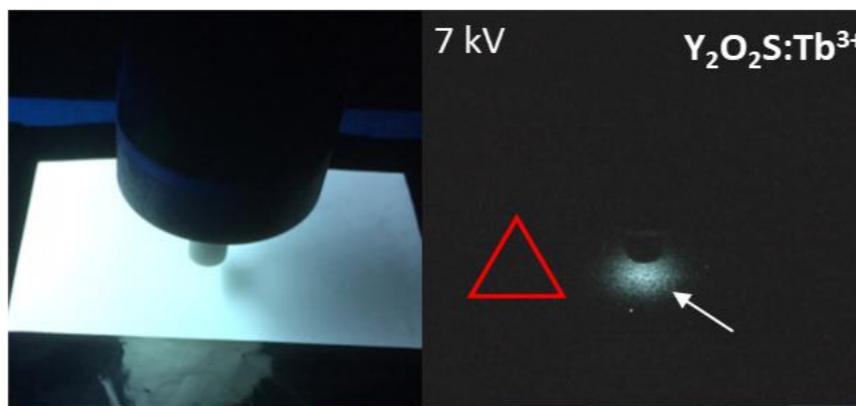
- 電気自動車は多数の電子部品が使用。
- 軽量化材料は、静電気を逃がしにくくい
- 自動車走行中に静電気帯電、ノイズ発生！
⇒ 静電気を可視化したい！

- 未だ静電気は謎が多い。
- 従来の静電気センサーは、
 - ・ 凹凸のある3D対象物
 - ・ 移動体
 - ・ 帯電個所が不明な状況。
- 直感的に分かる手段がない
 - ・ 目で見る
 - ・ カメラで撮るなど、
⇒ 静電気を、解決困難なものに
- 多くの産業ニーズもこの点にあります。

- 電荷が発光に関する機能性発光物質（蛍光、EL、残光、応力発光、化学発光など）を系統的に探索
- “ある種”のSrAl₂O₄:Eu²⁺（セラミック粒子）が、空気中のイオンや帯電粒子などの、微弱な電荷に反応して発光する事を、世界で初めて発見
- 静電気発光材料（SEL材料）と命名。



静電気発光性(SEL)材料 超残光性材料：NO SEL



CRT用蛍光材料： NO SEL

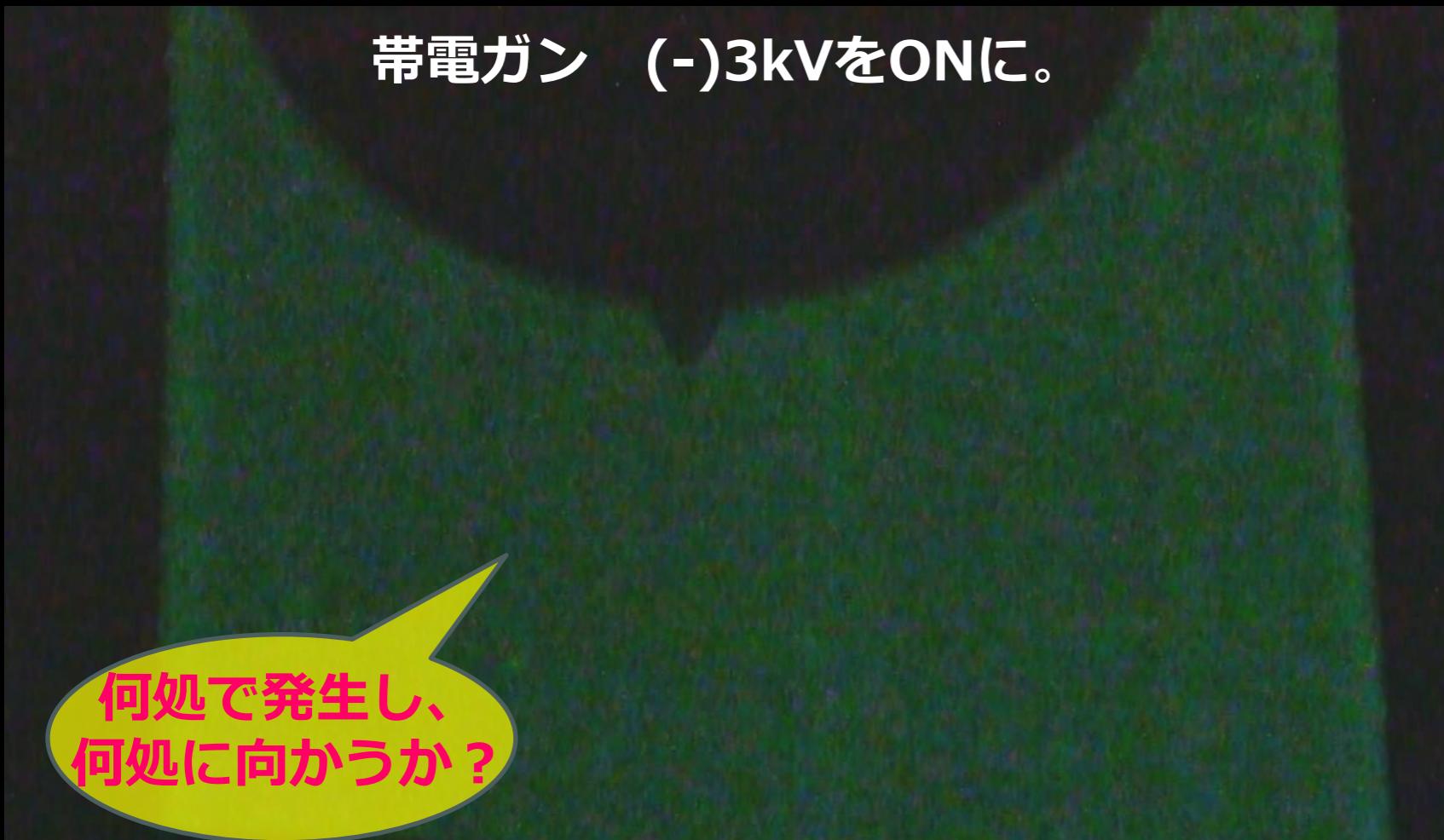
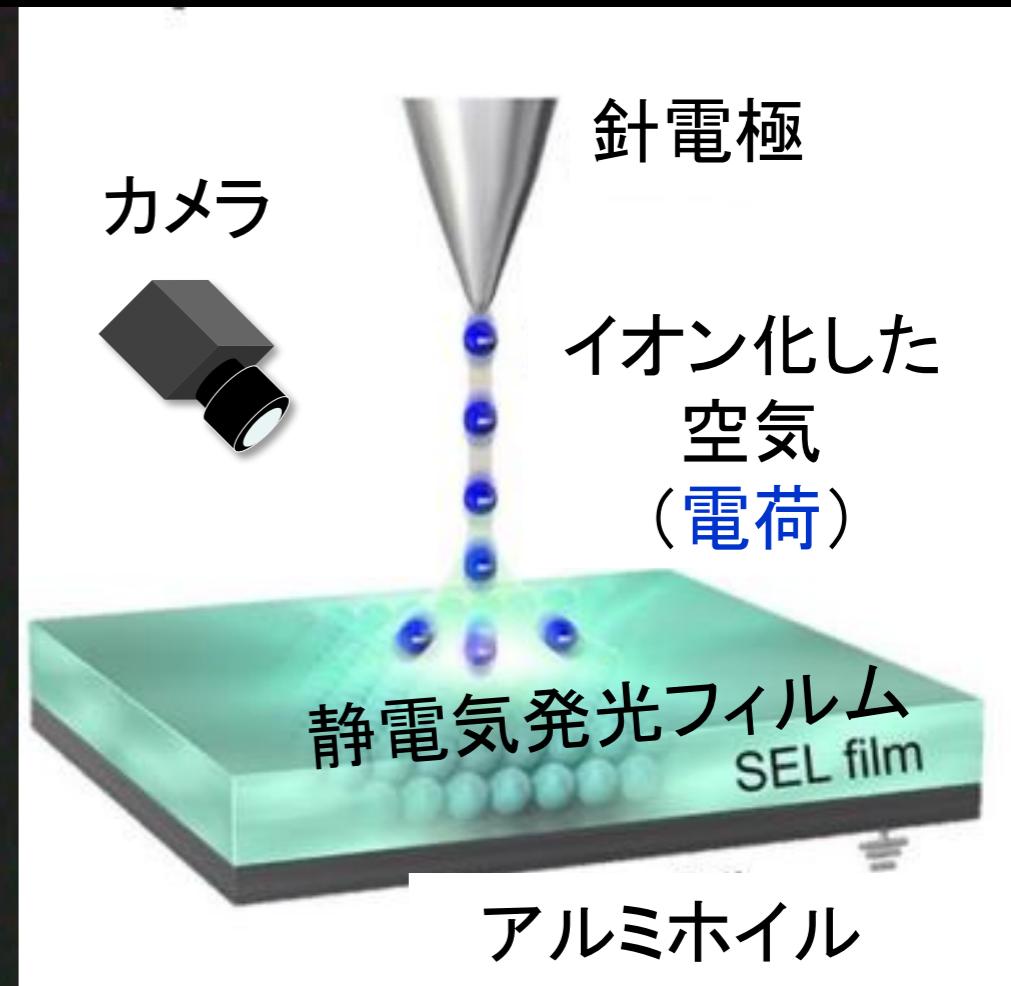
有機摩擦発光材料： NO SEL

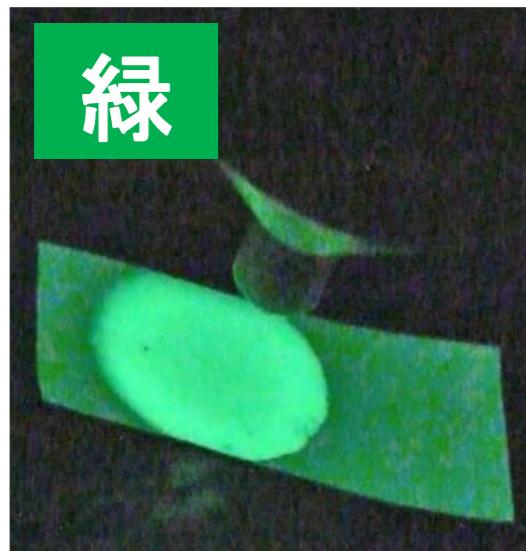
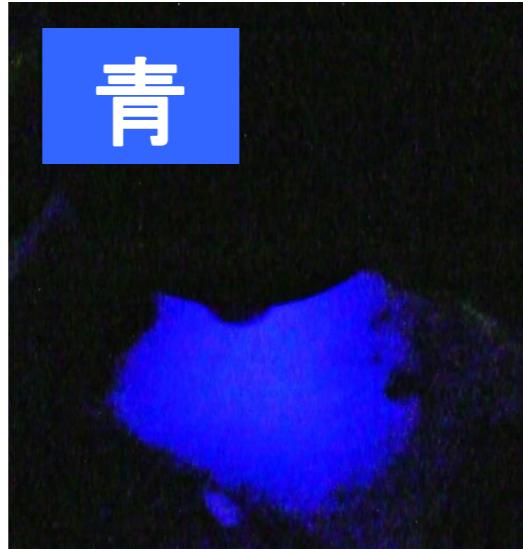
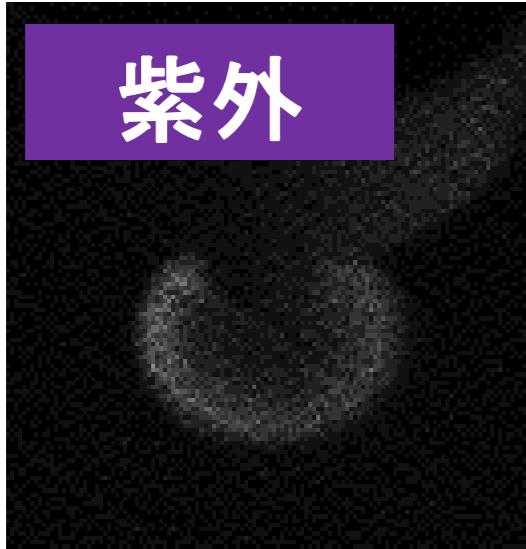
静電気の帯電が見える！

帯電ガン (-)3kVをONに。

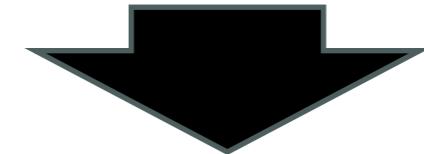
何処で発生し、
何処に向かうか？

静電気発光センサシート

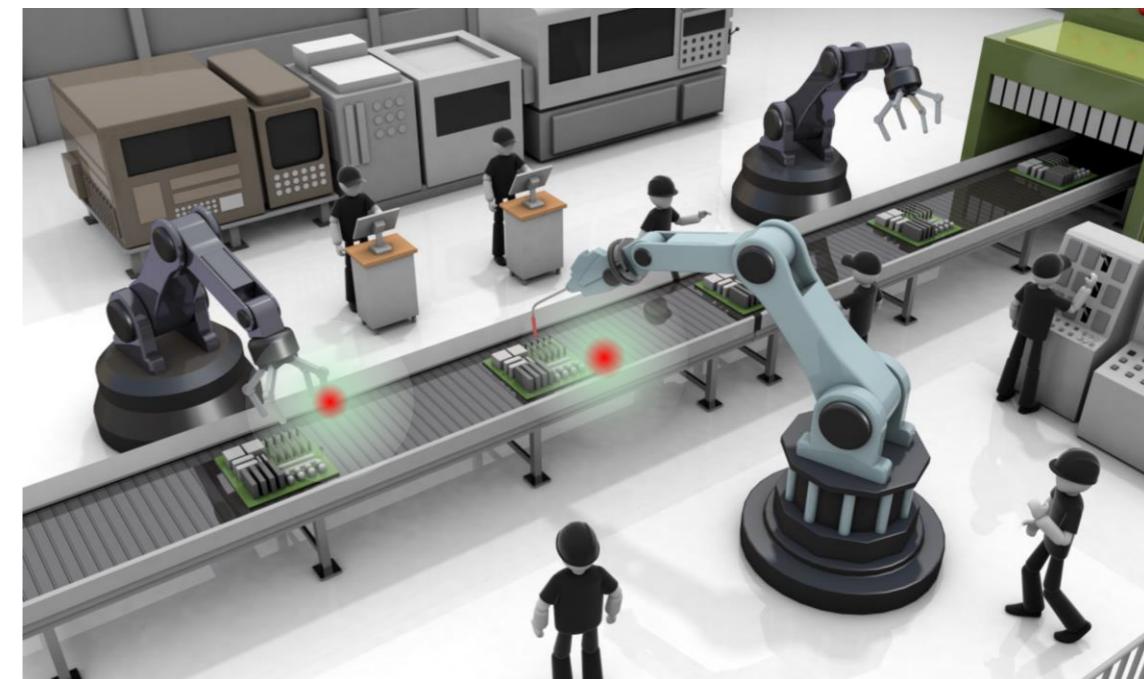




●多色化に成功



●帯電異常の色判定
(DX監視)

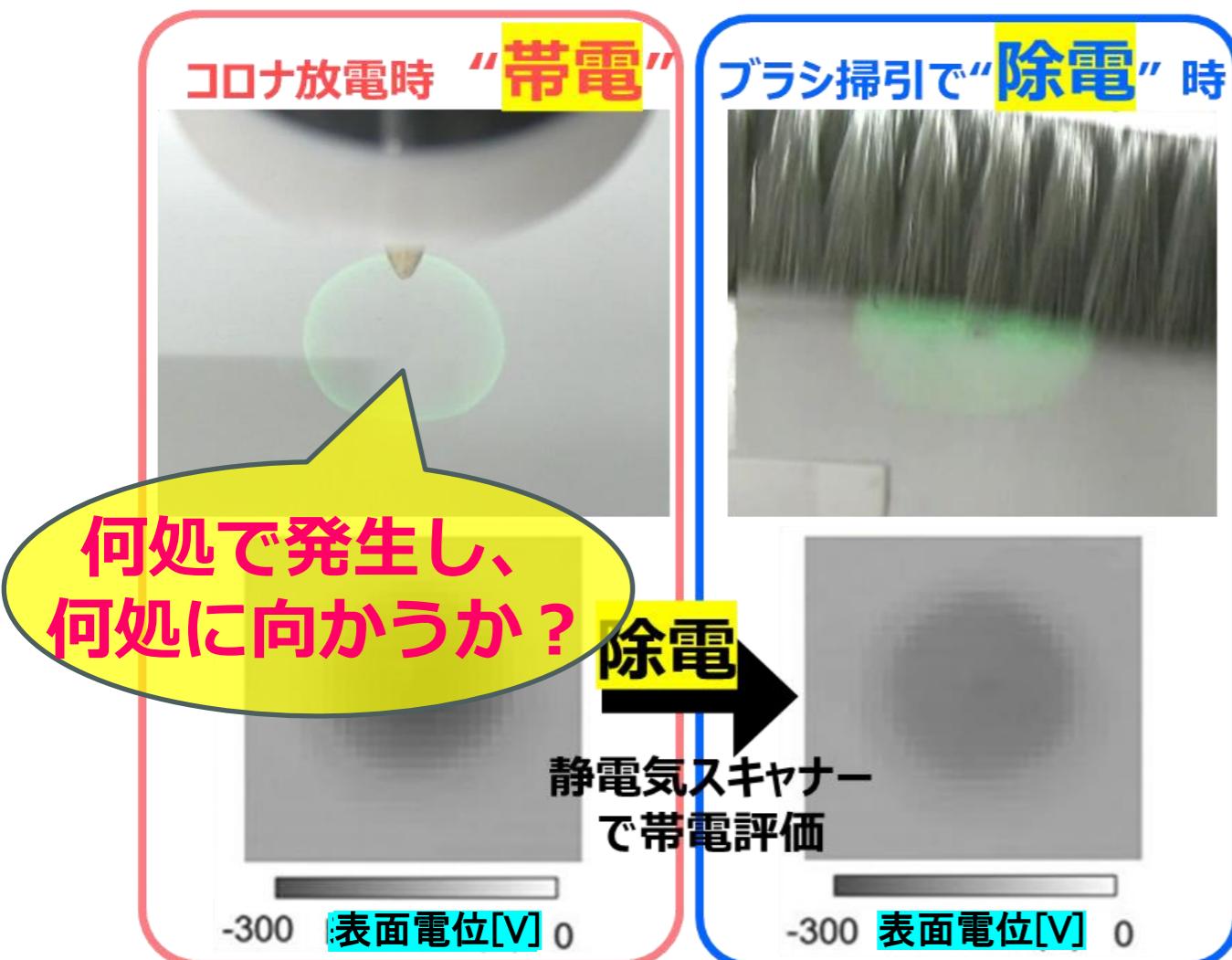


- 静電気を、目視・カメラで見られる、唯一の技術

- 明環境でも見える程、高輝度

- 3D&動体にも対応可能

- 予兆検知で未然管理に期待大



- *Scientific reports*, 12, 8524 (2022). 化学部門ダウンロードトップ50論文に選出
- 産総研プレスリリース 2022/6/22. ● 応用物理学会秋季学術講演会 注目講演選出プレスリリース 2022/9/14
- 環太平洋電気化学国際会議(PRiME) 2024 招待講演 2024/10/10

影響を与える物理量『発光要因』を仮定

【1】帯電中 Charging conditions

帯電“印加”条件	印加電位	[kV]
	電流	[uA]
	電荷量	[uC]
励起	有無	-
	待ち時間	[sec]
帯電形成状態	帯電が広がる速度	[mm/s]
	帯電範囲	[mm]
帯電状態	初期電位 Initial potential	[kV]
	帯電電位差 Charged potential	[kV]

【2】帯電状態 Charged state

帯電	表面電位 Surface potential	[kV]
		[kV]

【3】除電中 Charge elimination (discharging)

帯電	表面電位 Surface potential	[kV]
励起効果 Excitation effect	有無	-
除電条件 Elimination conditions	除電掃引速度 Elimination sweep speed	[mm/s]
	掃引荷重 Sweep load	[N]

【4】SEL材料 material

トラップ Trap	トラップ濃度 Trap density	[n/mm ²]
	トラップ深さ Trap depth	[eV]
発光金属 Emission center	準位 Energy Level	[eV]
Host-material	準位 Energy Level	[eV]

【5】SELセンサー膜 SEL sensor film

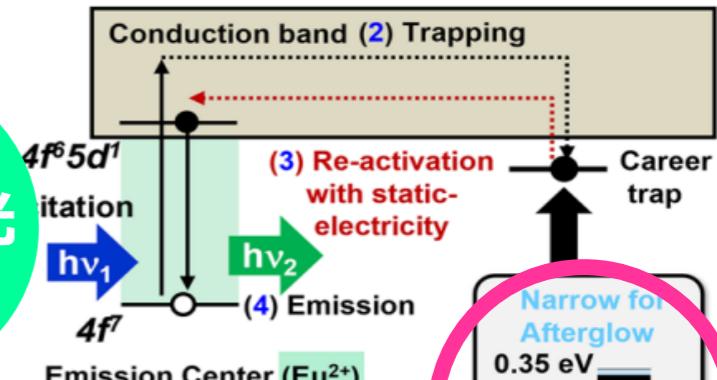
仕様 Specification	厚み Thickness	[μm]
	濃度 Concentration of particle	[w%]
マトリクス伝導性 Conductivity	表面抵抗値 Surface resistance	[Ω]
	体積抵抗値 Volume resistance	[Ω]
	除電経路 SE elimination root	-

『発光要因』



『発光機構』

量子論的な発光機構（仮説）



Valence Band



Host-material
(SrAl₂O₄)

(-) 3 kV

(-) 4 kV

(-) 5 kV

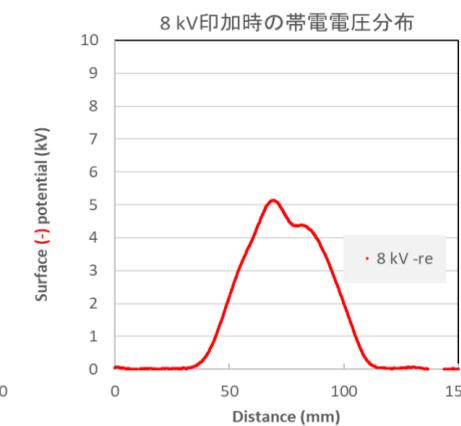
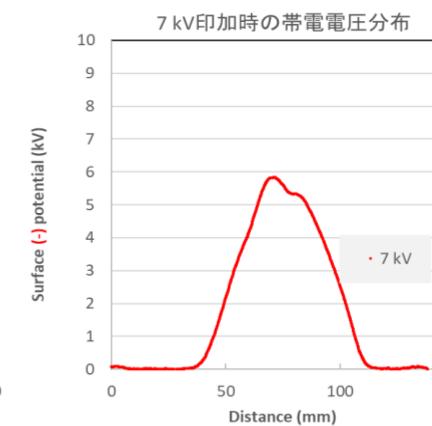
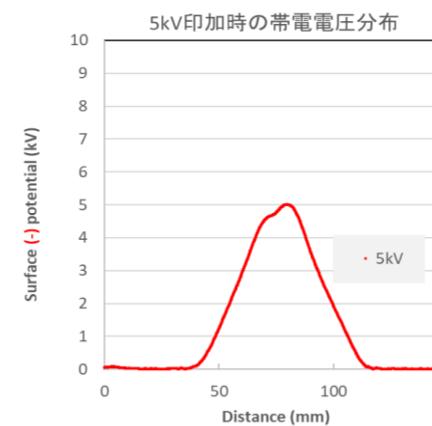
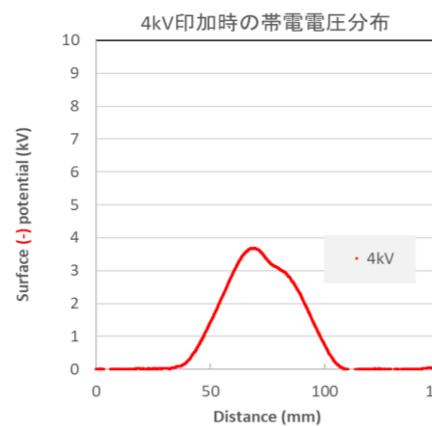
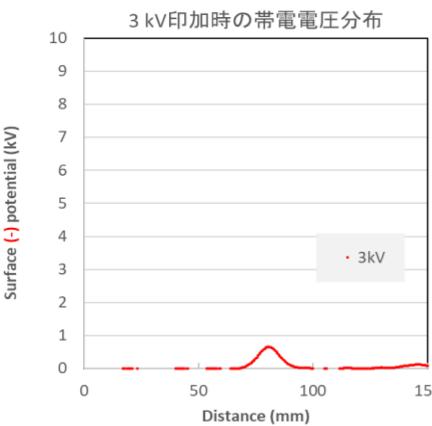
(-) 7 kV

(-) 8 kV

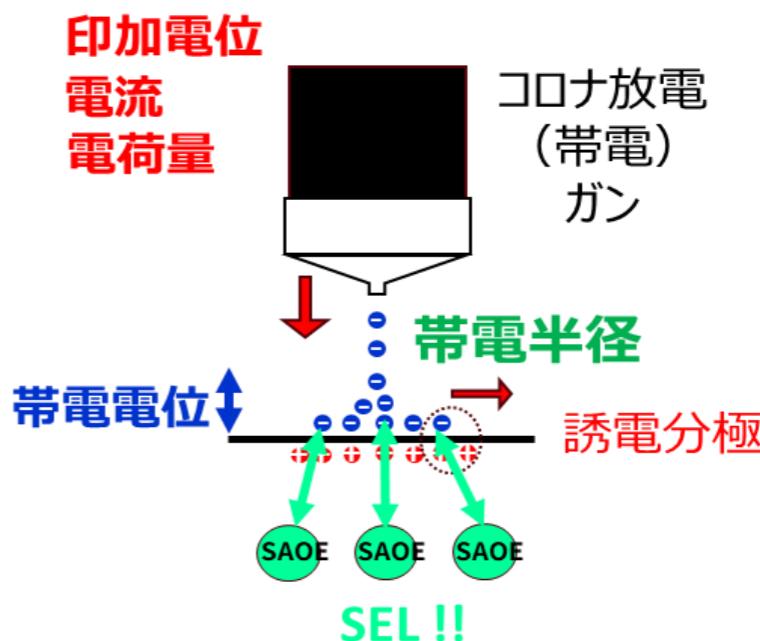
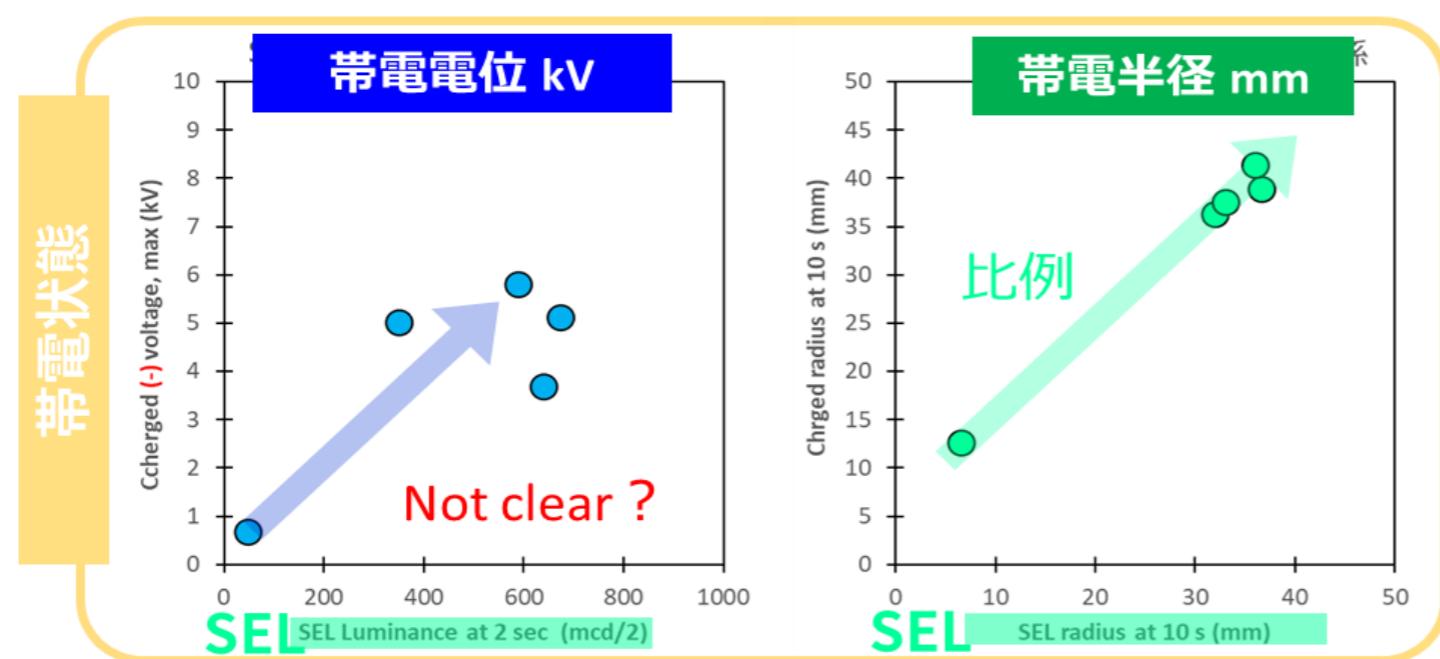
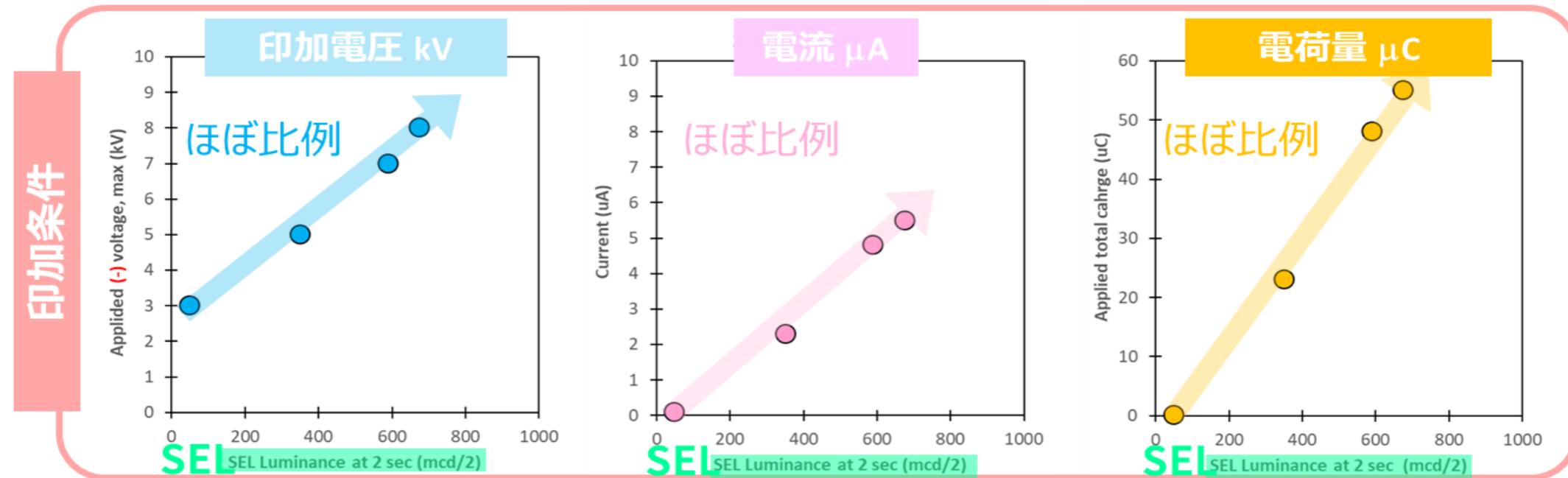
静電気発光
mcd



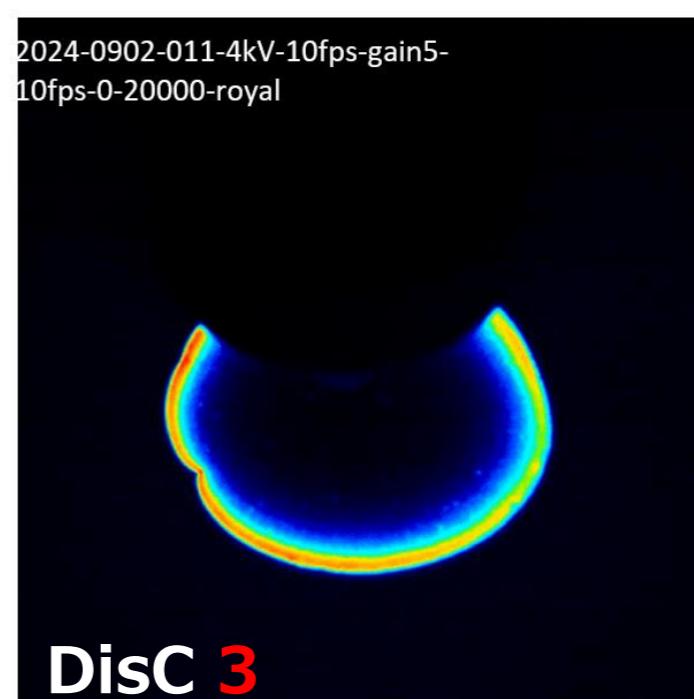
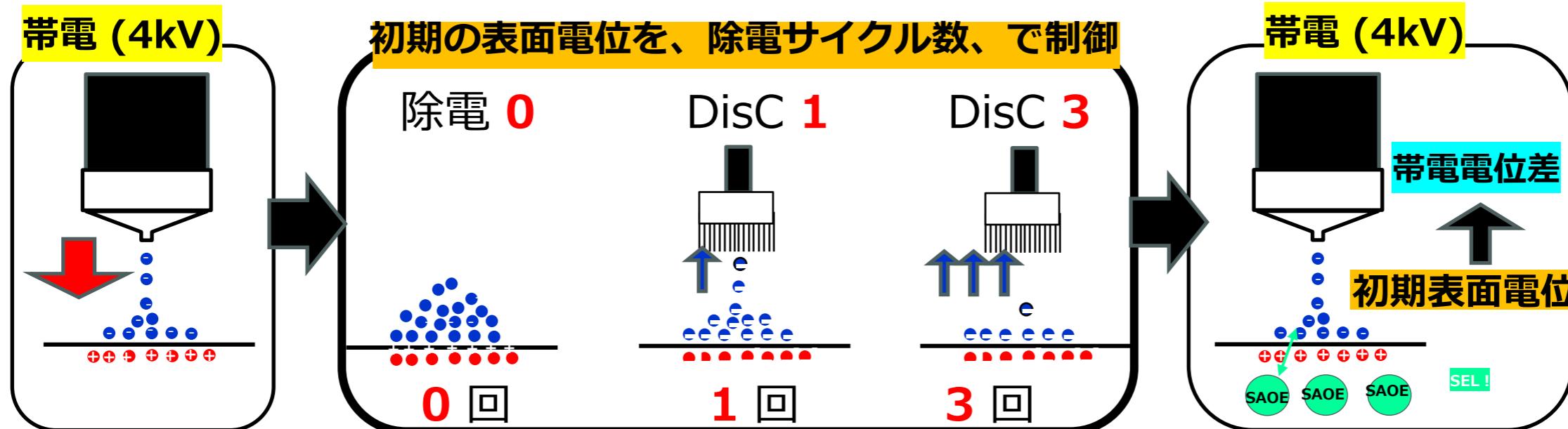
帯電 =
表面電位変化



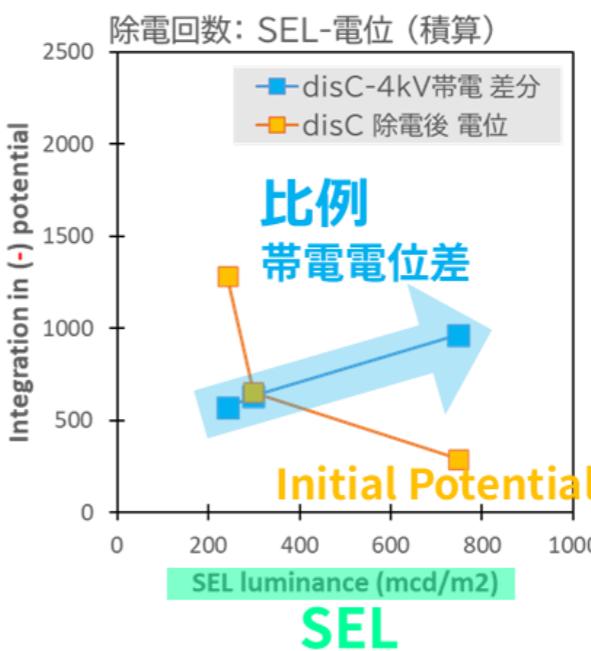
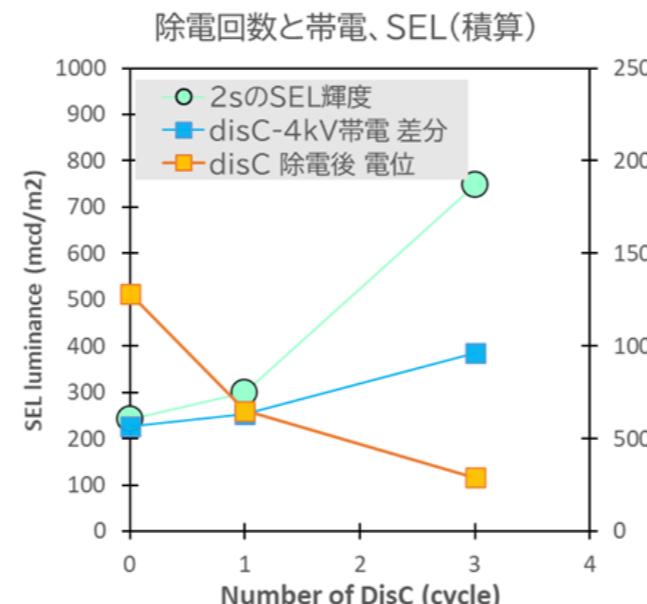
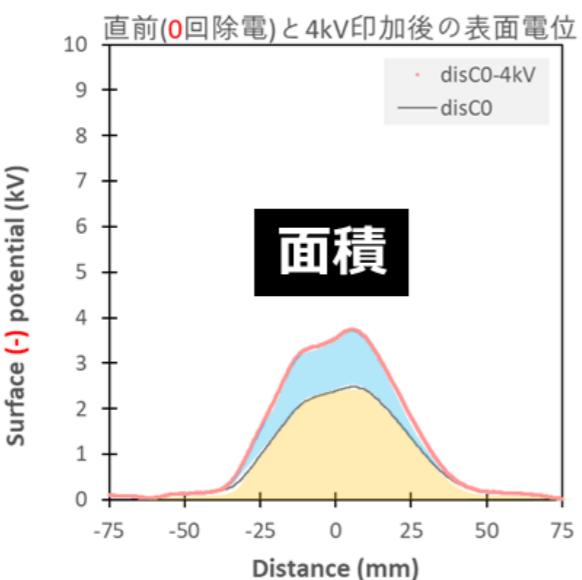
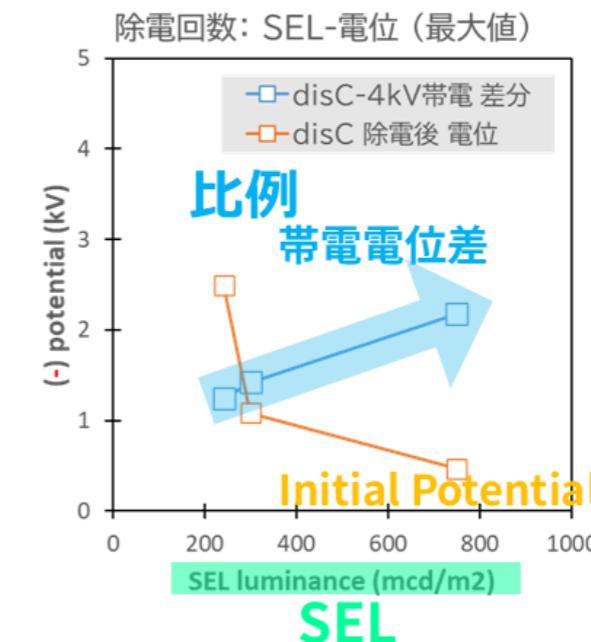
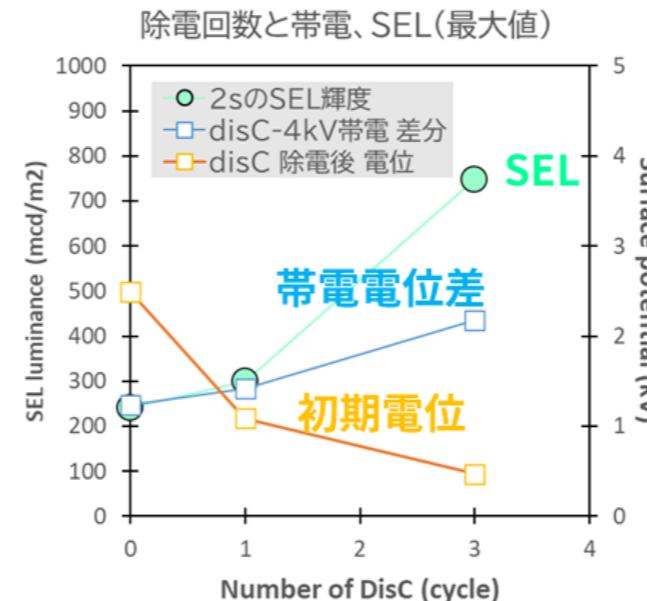
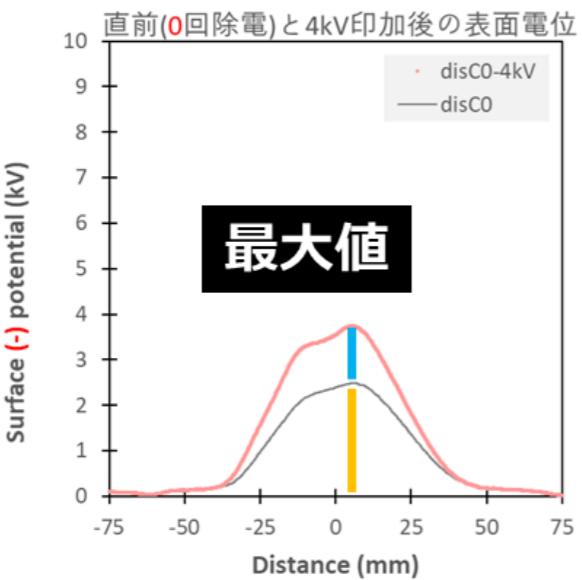
帯電に関する物理量との関係



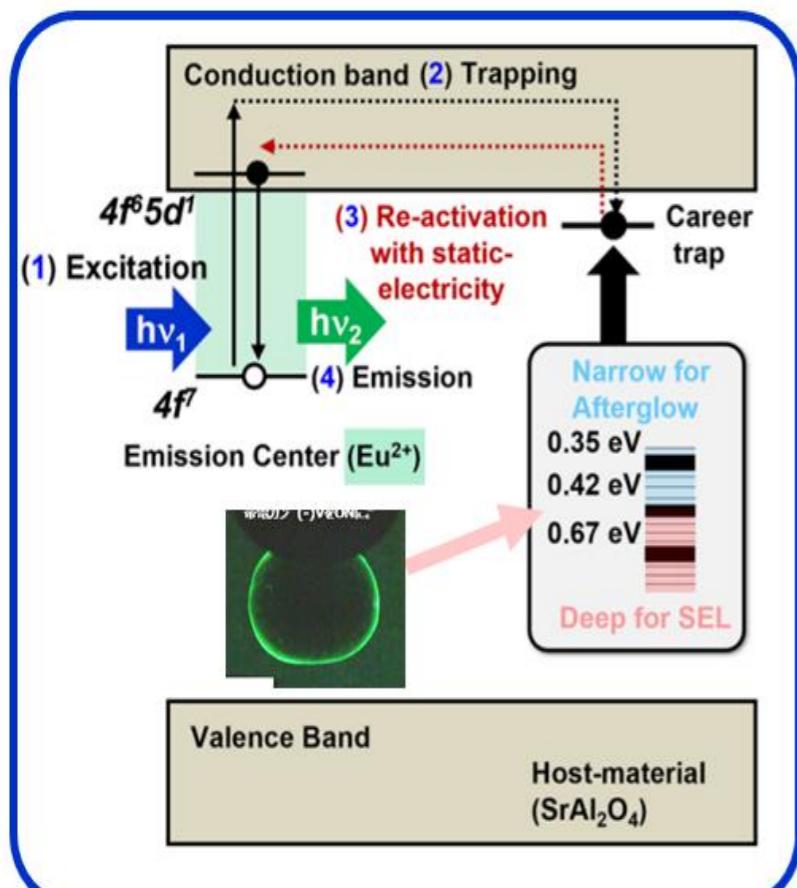
初期の帯電？ 帯電の変化？



初期の帯電？ 帯電の変化？



待機時間



10 sec

2024-0902-001-w010s-re-10fpsgain5-10fps-0-20000-royal

30 sec

2024-0902-002-w030s-re-10fpsgain5-10fps-0-20000-royal

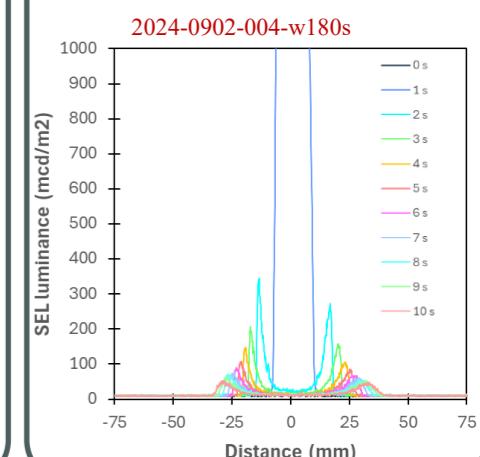
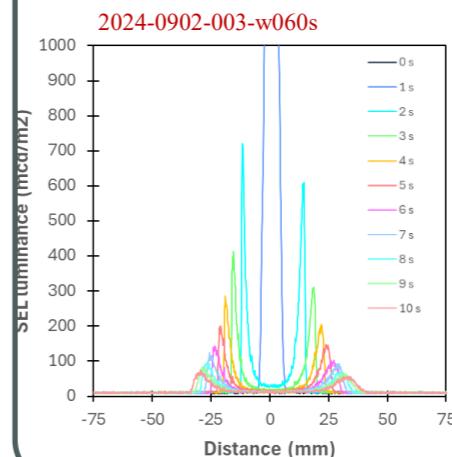
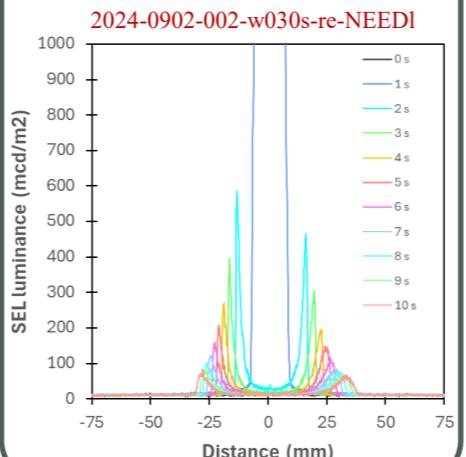
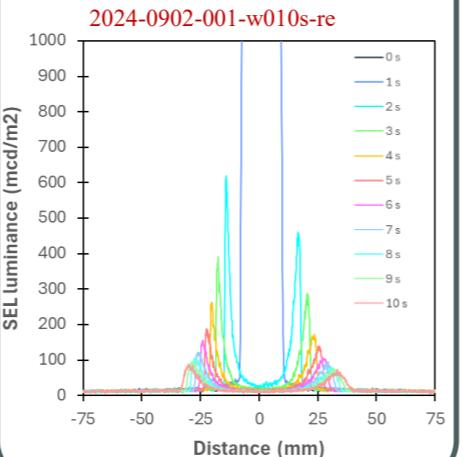
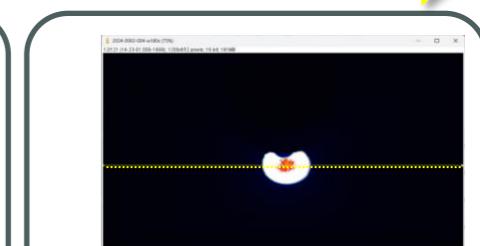
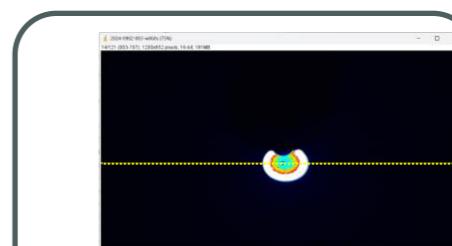
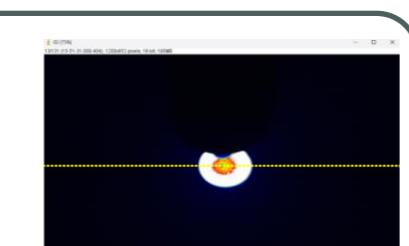
60 sec

2024-0902-003-w060s-10fpsgain5-10fps-0-20000-royal

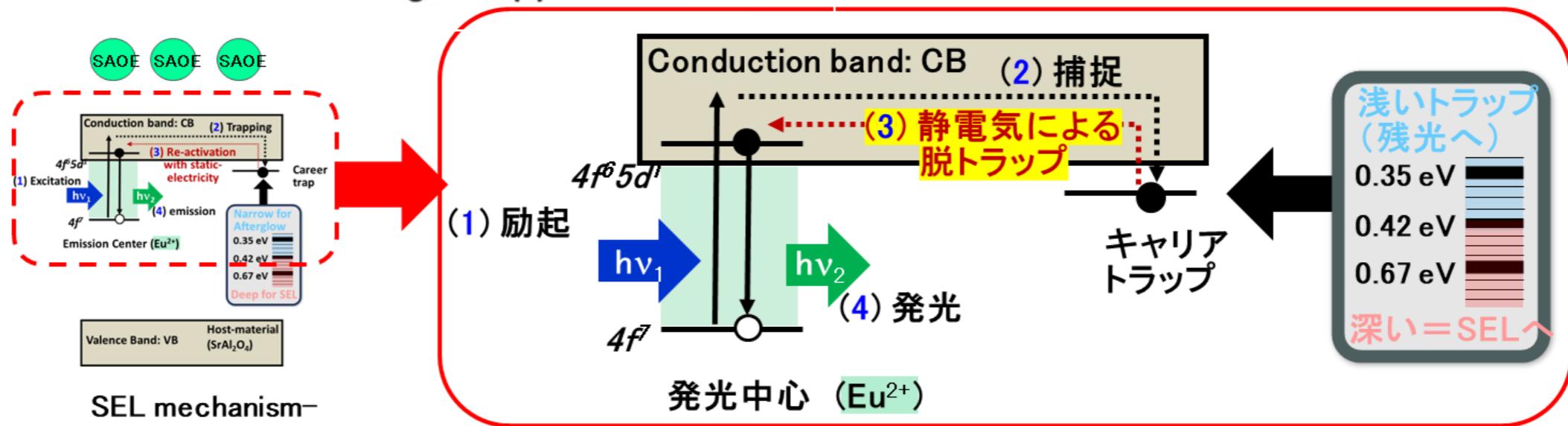
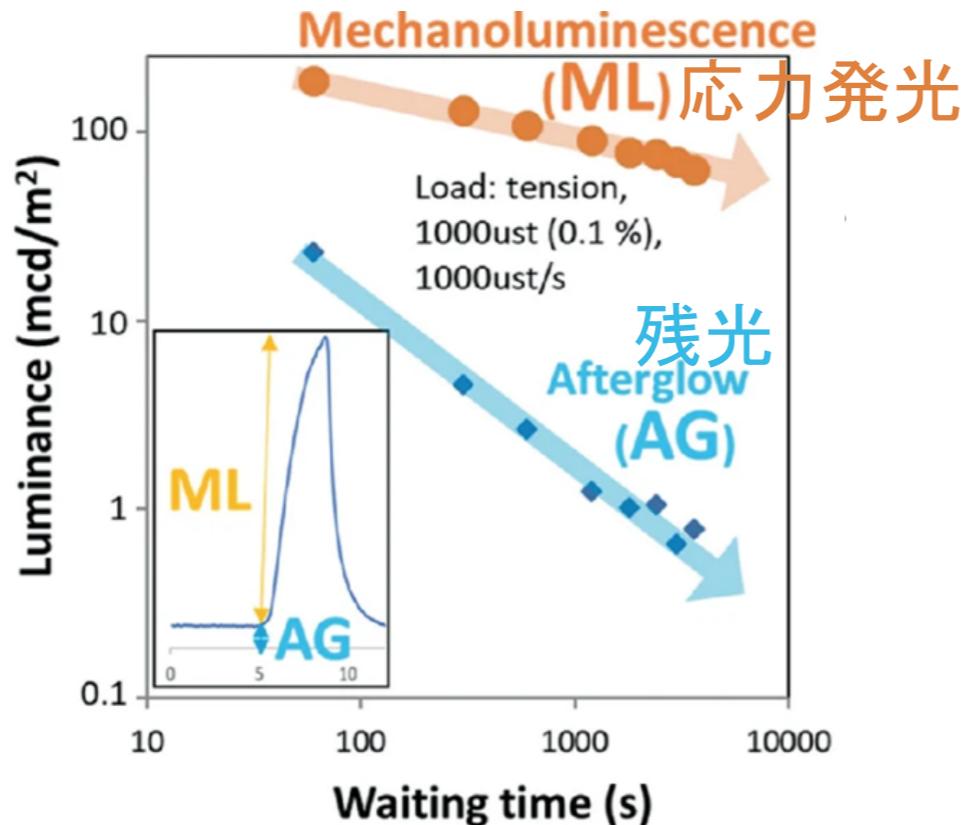
180 sec

2024-0902-004-w180s-10fpsgain5-10fps-0-20000-royal

励起から計測までの待機時間 (秒)



電荷トラップ深さとの関係

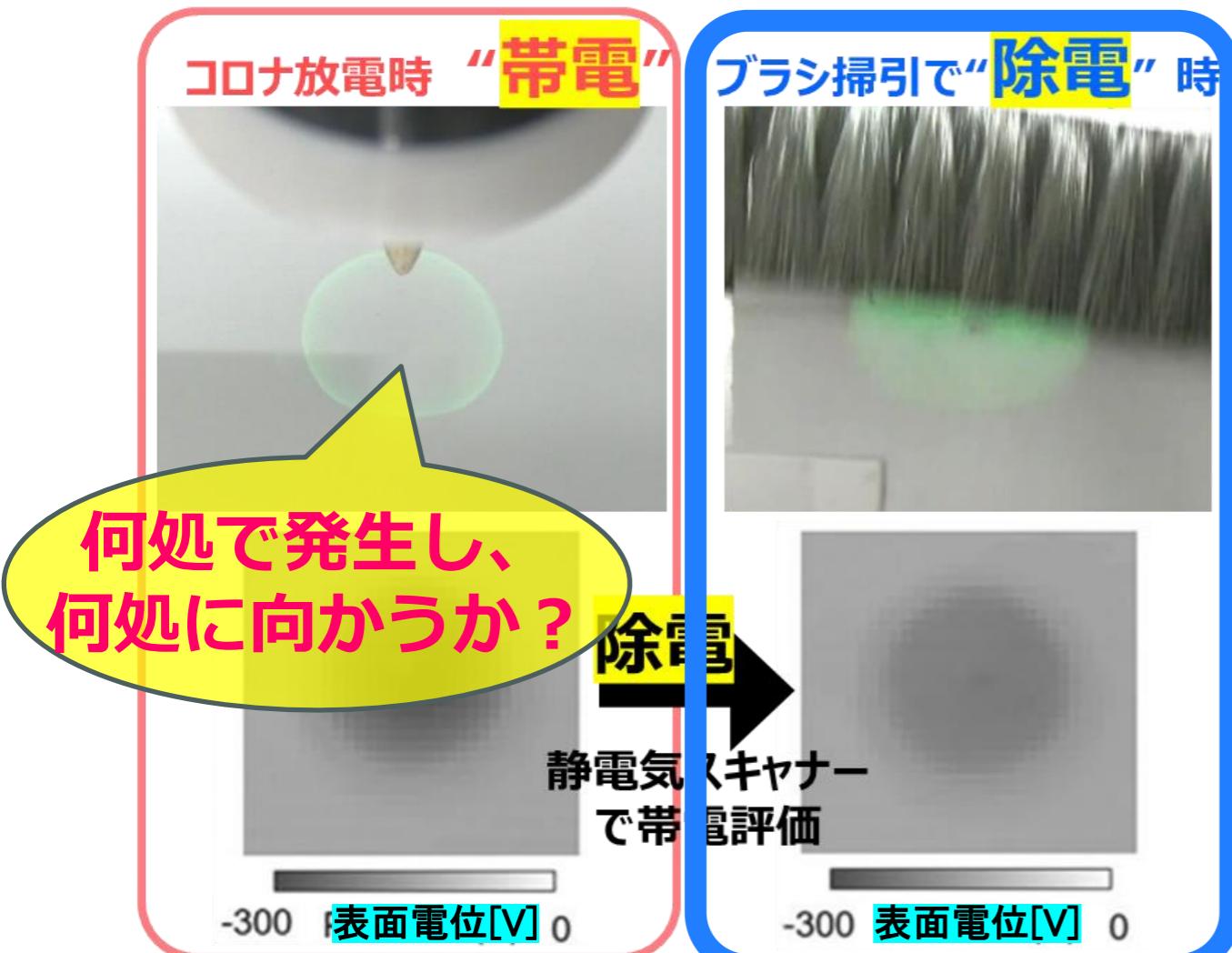


- 静電気を、目視・カメラで見られる、唯一の技術

- 明環境でも見える程、高輝度

- 3D&動体にも対応可能

- 予兆検知で未然管理に期待大



試しにSEL材料を入手したい

帯電防止設計

稼働中帯電現象の究明

帯電リアルタイム監視

静電気の発光除去

静電気の計測機器開発

静電気研究・教育に使用

材料開発

投資

上手く、
除電したい
(設計)

静電気が
どの様に発生し、
不具合に至るか？

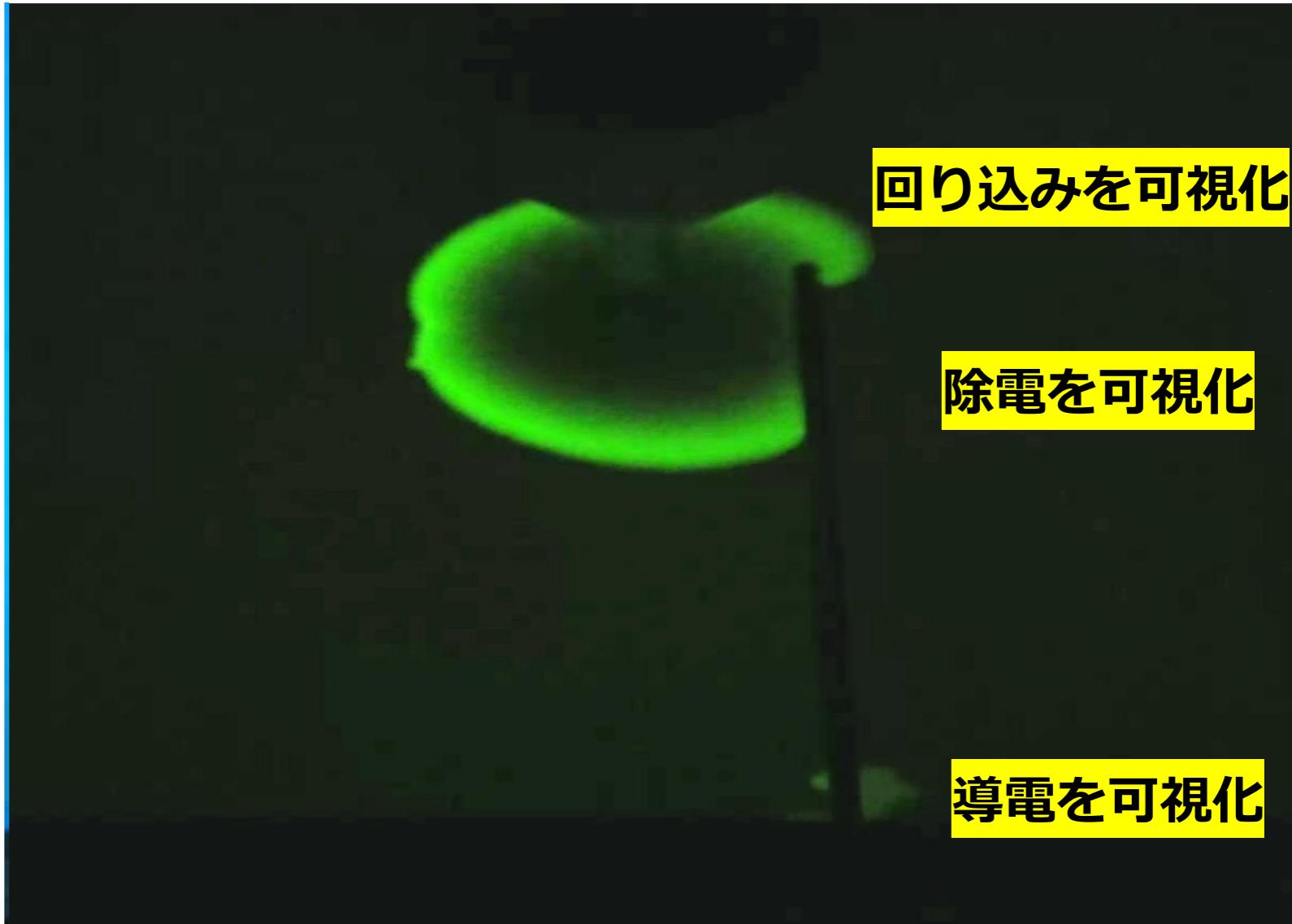
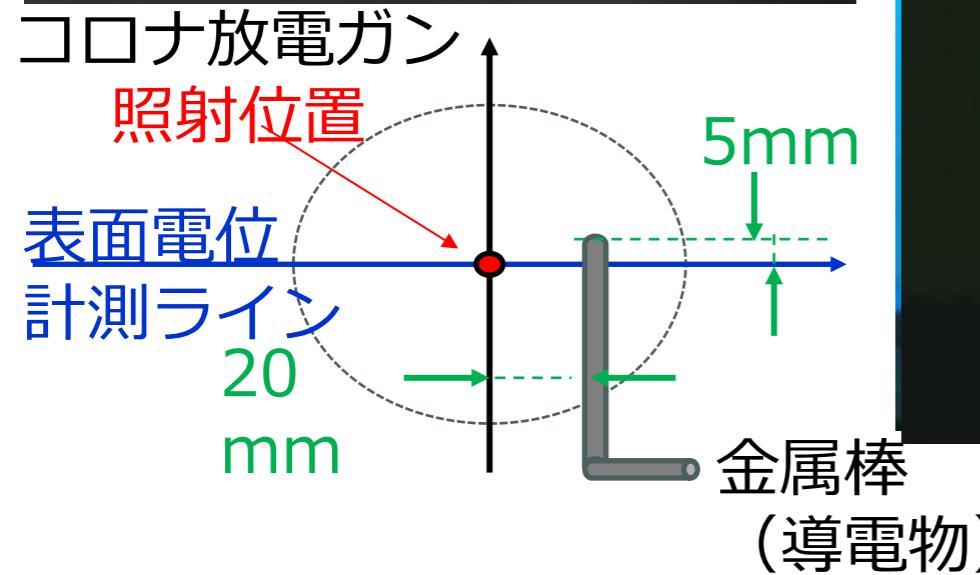
期待アンケート
(70社以上)

● *Scientific reports*, 12, 8524 (2022). 化学部門ダウンロードトップ50論文に選出

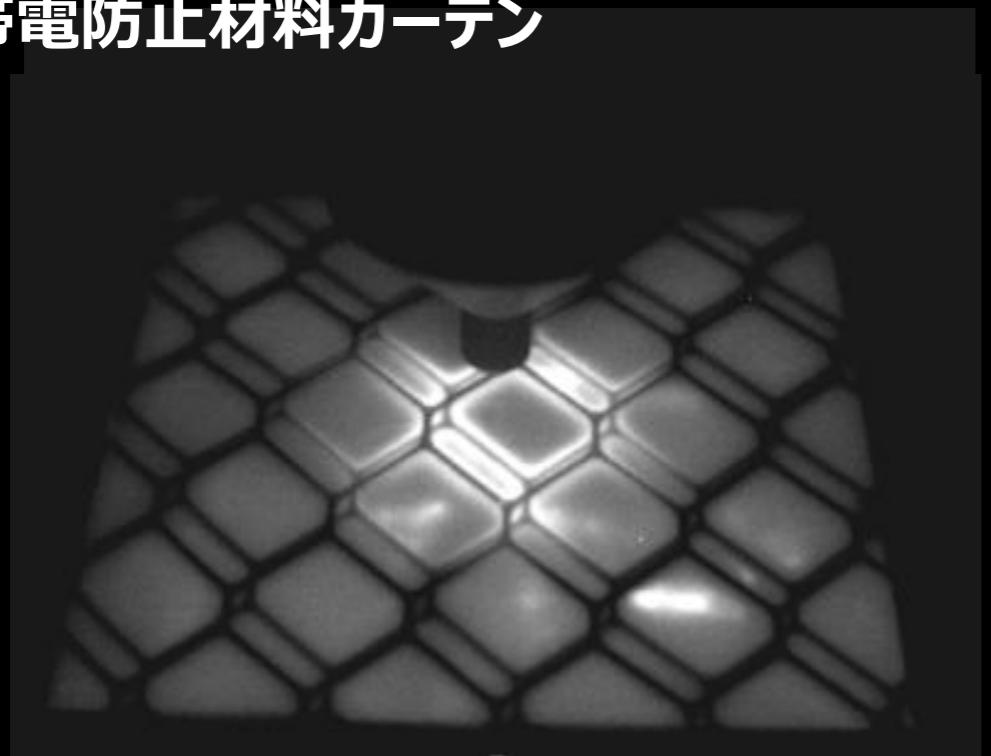
● 産総研プレスリリース 2022/6/22.

● 環太平洋電気化学国際会議(PRiME) 2024 招待講演 2024/10/10

● 応用物理学会秋季学術講演会 注目講演選出プレスリリース 2022/9/14



帯電防止材料カーテン

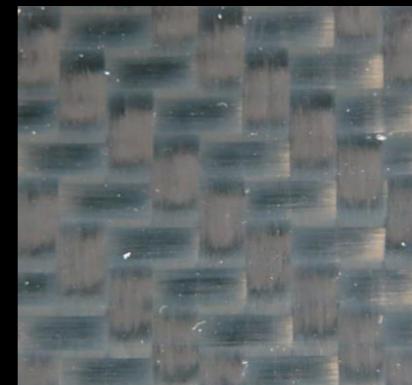
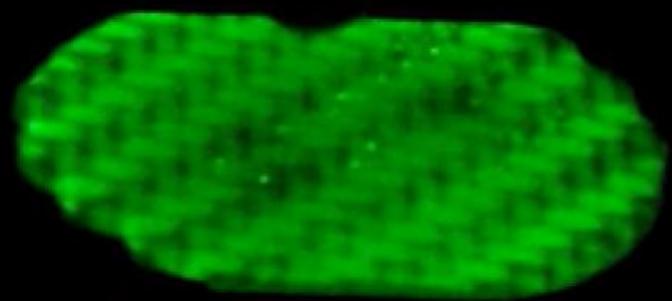


基盤配線
印刷インク



(-)3kV-0.2uA-10mm

炭素繊維強化プラスチック
(CFRP, 縞織)



実用化に向けた課題

- 現在、1kV（人が感知できない帯電）の検知感度達成
- 商用スケールでの、大量合成。
- センサ種類の多様化（シート・テープなど）
- センサの耐久制御（高耐久&オンデマンド除去）
- 帯電転写（センサ塗布で帯電の状態が変化する？）

企業への期待

- 機能性発光セラミック大量合成の企業様
- 発光塗料・シート・フィルムの作製経験がある企業様と、センサ実用化に向けた連携を希望。
- また、
静電気・帯電にお困りの企業様、
①**帯電設計**、②**帯電解明**、③**帯電モニタリング**への活用を、試してみませんか？

企業への貢献、PRポイント

- 材料・シート型センサを提供可能です。
- 技術の導入へ、下記ご支援が可能です。
- 除電経路が見える事による、除電設計の最適化（除電対策は正しいか）
- 帯電現象の究明（どこで発生し、不具合に至るか）
- 製造現場等での、静電気リアルタイム監視（無意識の帯電に気付けるか）



本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：荷電粒子検出用材料並びにそれを用いた荷電粒子検出膜および荷電粒子検出液
 - 登録番号：特許第6980282号
 - 出願人：産業技術総合研究所
 - 発明者：菊永 和也、寺崎 正
-
- 発明の名称：電気伝導率測定用材料、電気伝導率測定膜、電気伝導率測定装置および電気伝導率測定方法、並びに電気抵抗率測定用材料、電気抵抗率測定膜、電気抵抗率測定装置および電気抵抗率測定方法
 - 登録番号：特許第7228899号
 - 出願人：産業技術総合研究所
 - 発明者：寺崎 正、菊永 和也

お問い合わせ先

AIST solutions
コーディネート事業本部

TEL 0368245024
e-mail aisol-jstshingijyutsu-ml@aist-solutions.co.jp