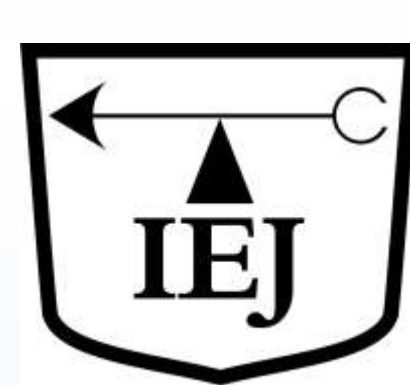
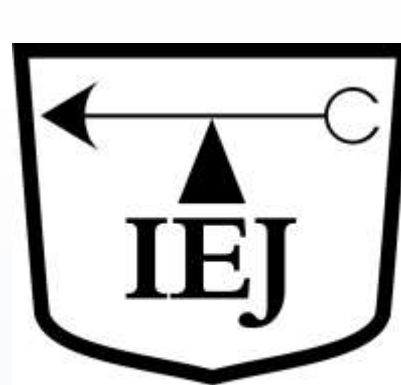


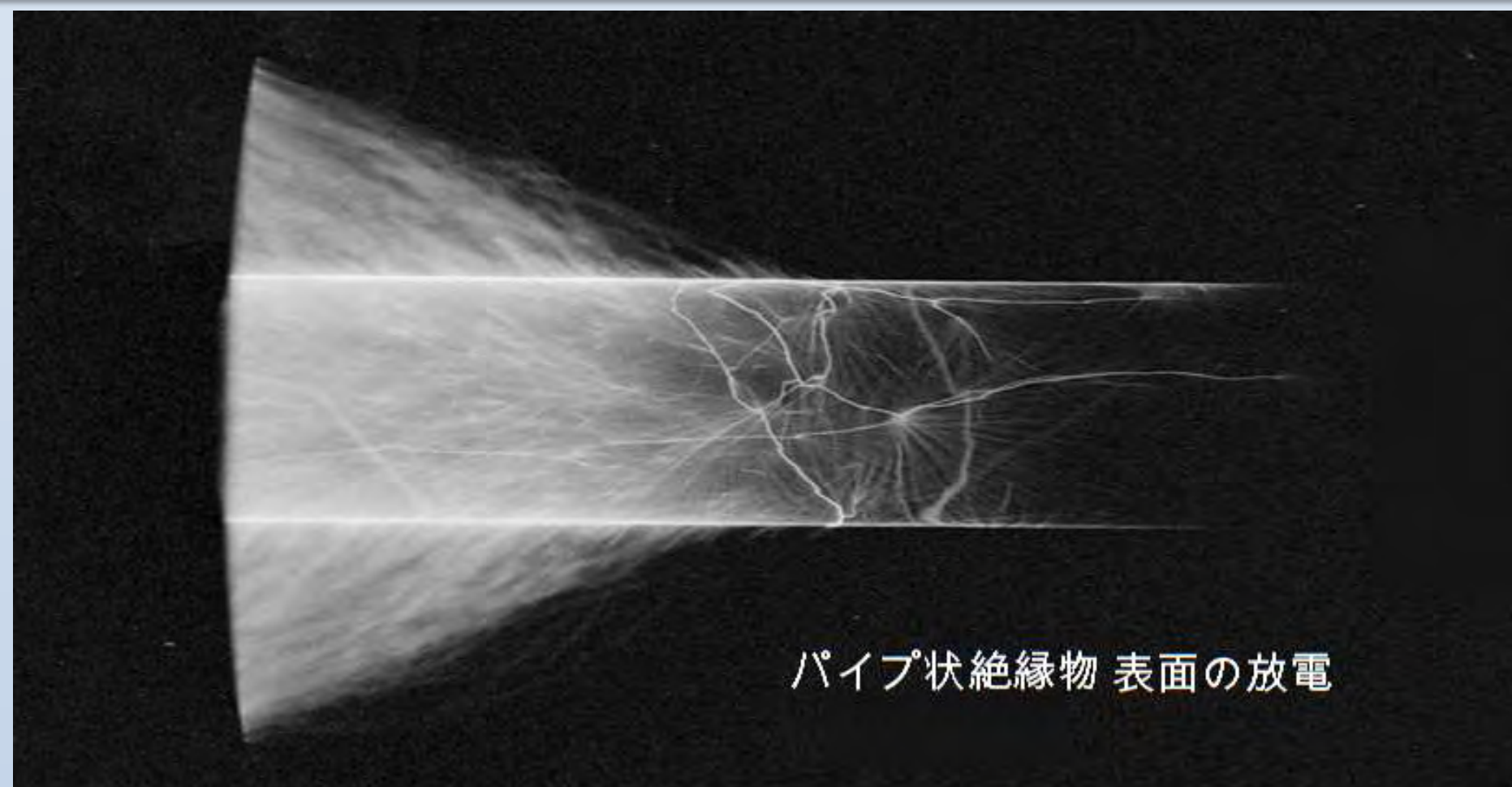


「古くて新しい学問 静電気」

学会の歴史

- 設立: 1976年10月12日
増田閃一会長, 村崎憲雄・上田実両副会長
- 設立の目的: 静電気の学問と技術の進展に寄与する。
- 会員資格: 静電気に関心のある研究者, 技術者および団体
- 設立当初のキャッチフレーズ: 「古くて新しい静電気！」
- 個人会員約600名, 賛助会員約70社で発足。
- 2015年4月24日付で一般社団法人へ移行

現在は, 正会員・学生会員・外国会員約700名,
賛助会員約100社



パイプ状絶縁物 表面の放電

学会誌の刊行

静電気学会誌は, 学会と会員とのチャンネルであり, その発行は学会活動の中核。年6回の隔月に発行。
解説に重点を置いていることで, そのために記事の構成も,
解説約50%, 論文約40%, 会告約10%の比率になっている

最新号の目次

“Vol.40, No.6 (2016)”

特集: 雷研究の最新動向

巻頭言

静電気学会進歩賞 - 静電気学会に育てていただいた私の研究 -
田實佳郎 263 40, 6

特集解説

- 雷被害とその対策 早川信一 264 40, 6
- 電力設備の雷害対策のための雷観測 道下幸志 269 40, 6
- 積乱雲のレーダリモートセンシング技術に関する研究
牛尾知雄, 菊地博史, 妻鹿友昭 275 40, 6
- 東京スカイツリーにおける雷観測
三木貫, 齋藤幹久, 新藤孝敏, 石井勝 279 40, 6
- 太陽光発電システムの雷被害と対策及び標準化動向について
森井信行 283 40, 6

論文

- 有機エレクトロニクスデバイス製造工程に向けたACコロナ放電型イオナイザの減圧下での除電特性
松尾武, 根本大輔, 佐藤直幸, 池畑隆 289 40, 6
- 帯電した人体と接地導体間の静電気放電によってウェアラブル機器が受ける電氣的ストレス 難波田恵, 吉田孝博 295 40, 6

ノート

- コロナ放電を利用しない電気集塵装置 - 電極板の配置 -
片谷篤史, 水野彰 302 40, 6

会告

静電気学会の活動分野

学会の活動分野は、静電気工学に関する学術や産業の進歩・拡大によって、大きく変貌している。
学会設立当初; 静電気基礎、電気集塵機等を中心として、障害・災害防止技術。マクロテクノロジーが応用面で主体。
最近の傾向: バクテリアの殺菌, 超微粒子・分子・電子の制御, あるいはきわめて微小な電荷・電荷分布の精密測定, 静電マイクロマシンなど, マイクロテクノロジーとかマイクロユニットの調査研究が活動の中心になっている。

学会の活動

運営: 大学、公的研究機関及び企業に属する会員が役員として運営に参画、
学会誌の刊行(設立当初は4号／年の発行, のちに6号／年)、
全国大会(学術講演会)、
研究会の開催など。

国際活動

国際交流, 国際貢献なども活発で、
・1984年「第2回電気集塵国際会議」を主催。
・1994年6月; 「第1回日米ジョイントシンポジウム」(Electrostatics Society of America)との共催。於; 米国のスタンフォード大学。
1996年: 東京大学,
1998年 スタンフォード大学,
2000年京大会館,
2002年ノースウェスタン大学
以後; 2年毎に日本とアメリカ交互に開催。
・ヨーロッパでは, イギリス, ドイツ, オーストラリア, イタリア, デンマーク, ハンガリー, ポーランド, 中国, 韓国などとの国際交流。開催される2つの静電気国際会議などにも協力。

研究委員会の活動

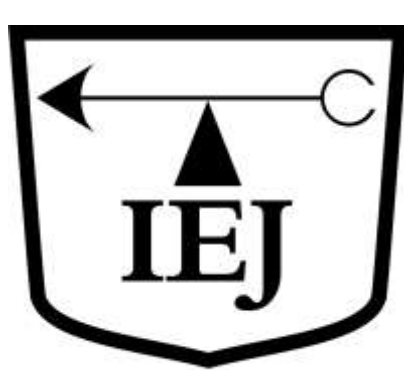
- バイオプラズマ研究委員会
委員長: 大嶋孝之(群馬大学)
- 静電気放電基礎研究委員会
委員長: 山野芳昭(千葉大学)
- 静電気リスクアセスメント研究委員会
委員長: 大澤 敦(労働安全衛生総合研究所)
- 電子デバイス研究委員会
委員長: 大津孝佳(沼津高専)
- 計測研究委員会
委員長: 小野 亮(東京大学)
- 細胞・分子操作研究委員会
委員長: 平野 研(産業技術総合研究所)
- 放電プラズマによる水処理研究委員会
委員長: 金澤誠司(大分大学)
- 機能変換高分子材料研究委員会
委員長: 田實佳郎(関西大学)

学術講演会の開催

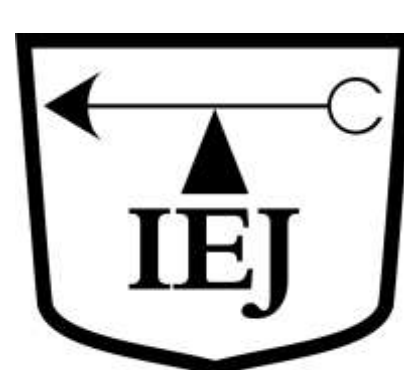
全国大会は, 会員の研究成果の発表と意見交換および相互交流を目的として, 毎年8月末～10月初旬の間に, 2～3日間開催している。開催地は, 原則として, 東京とそれ以外の都市との交互開催としているが, 東京以外での開催要望も多く, 過去20年余の間には, 北海道, 東北, 信州, 東海, 北陸, 中国, 四国, 九州などの各都市, 大学などで開催している。
発表講演件数は, およそ80～100件程度である。

シンポジウムの開催

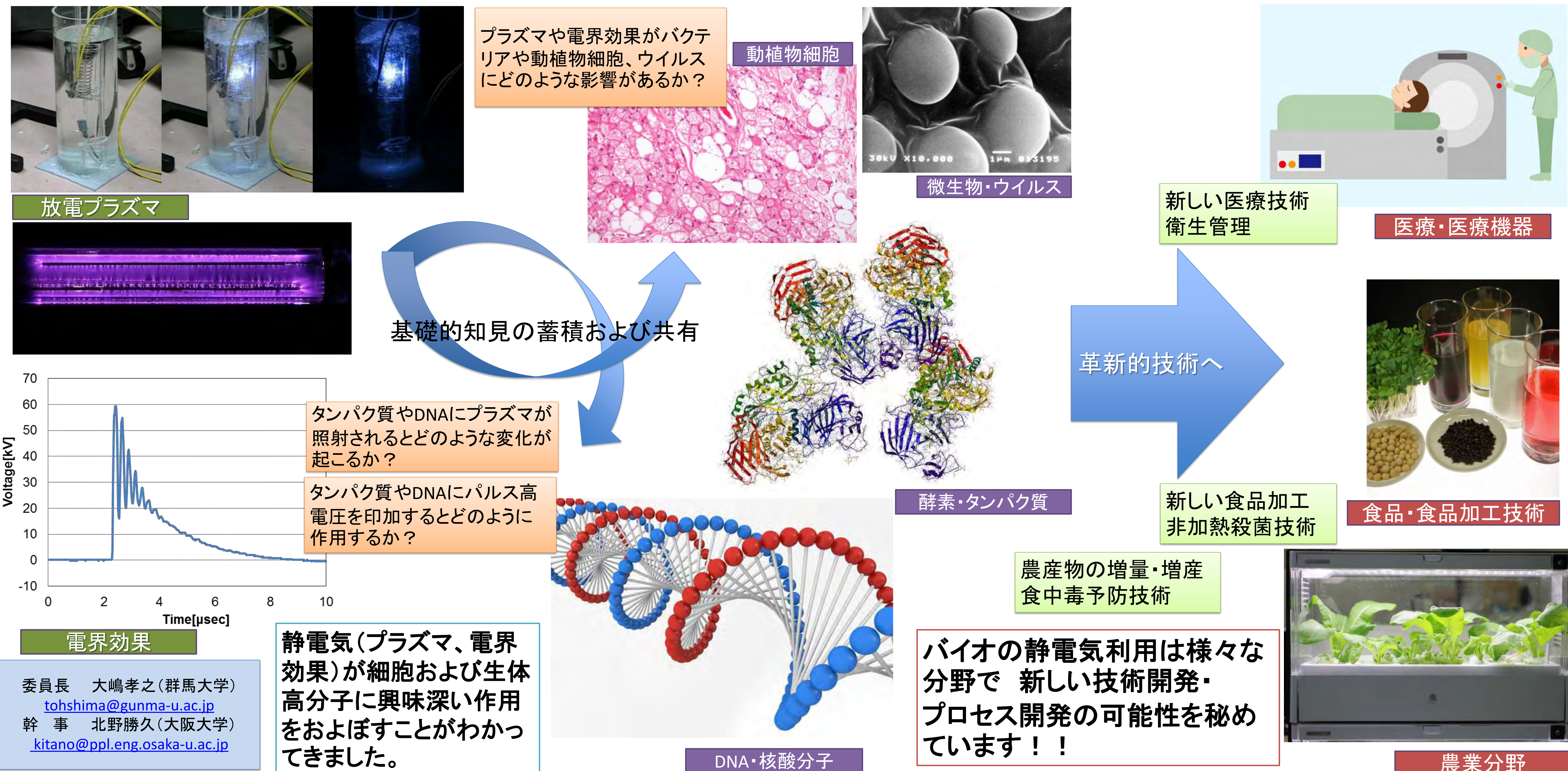
シンポジウムは, 主として国際交流, 他学会との交流, 静電気研究の高度化を目的として開催されており, 海外の研究者を招聘して開催する特別シンポジウムをはじめ, 静電気学会と関連した調査研究を行っている他学会との共催により, 特定の課題を対象とした研究成果についてのシンポジウムを開催し, 調査研究の広範な相互交流を図っている。



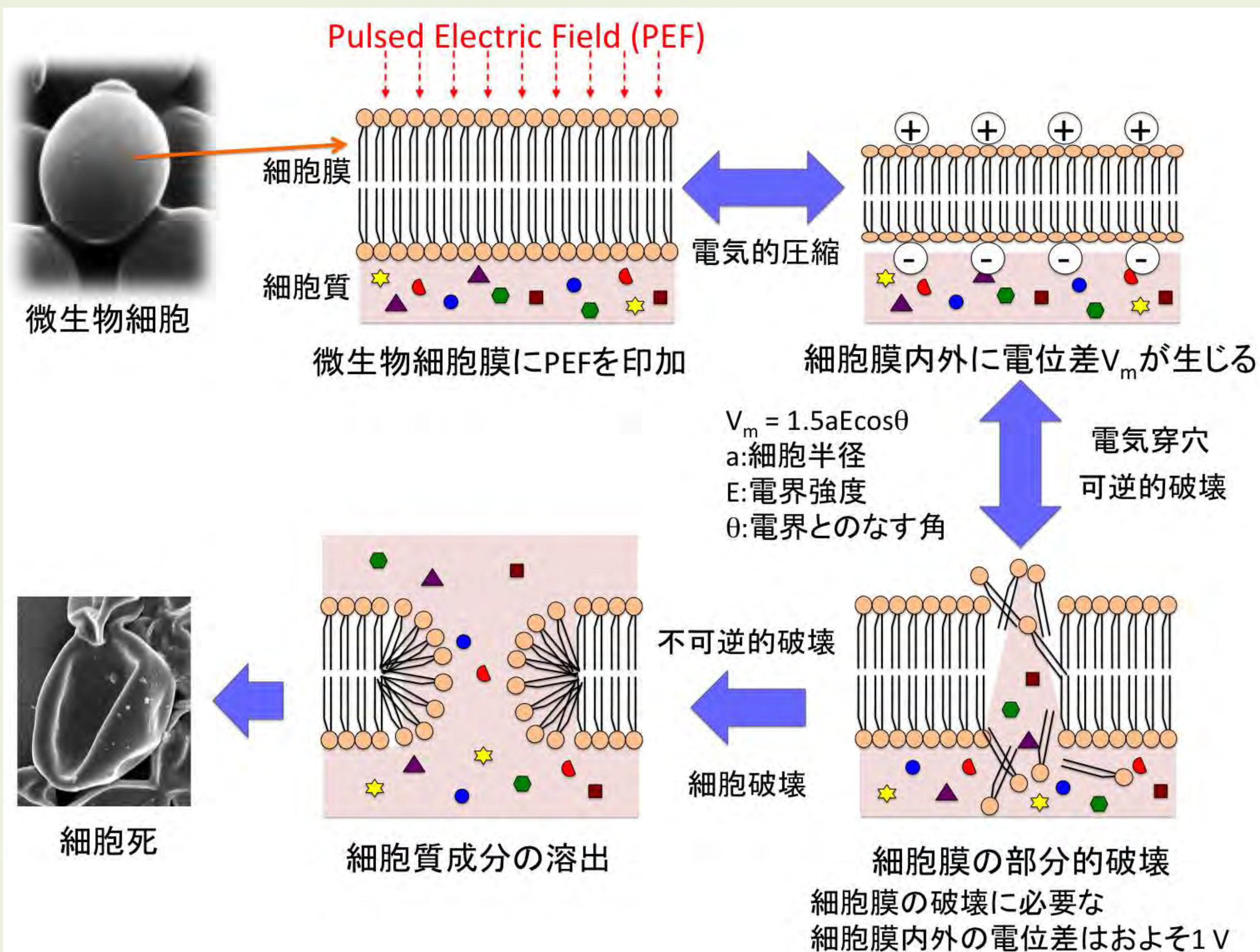
バイオ・プラズマプロセス研究委員会



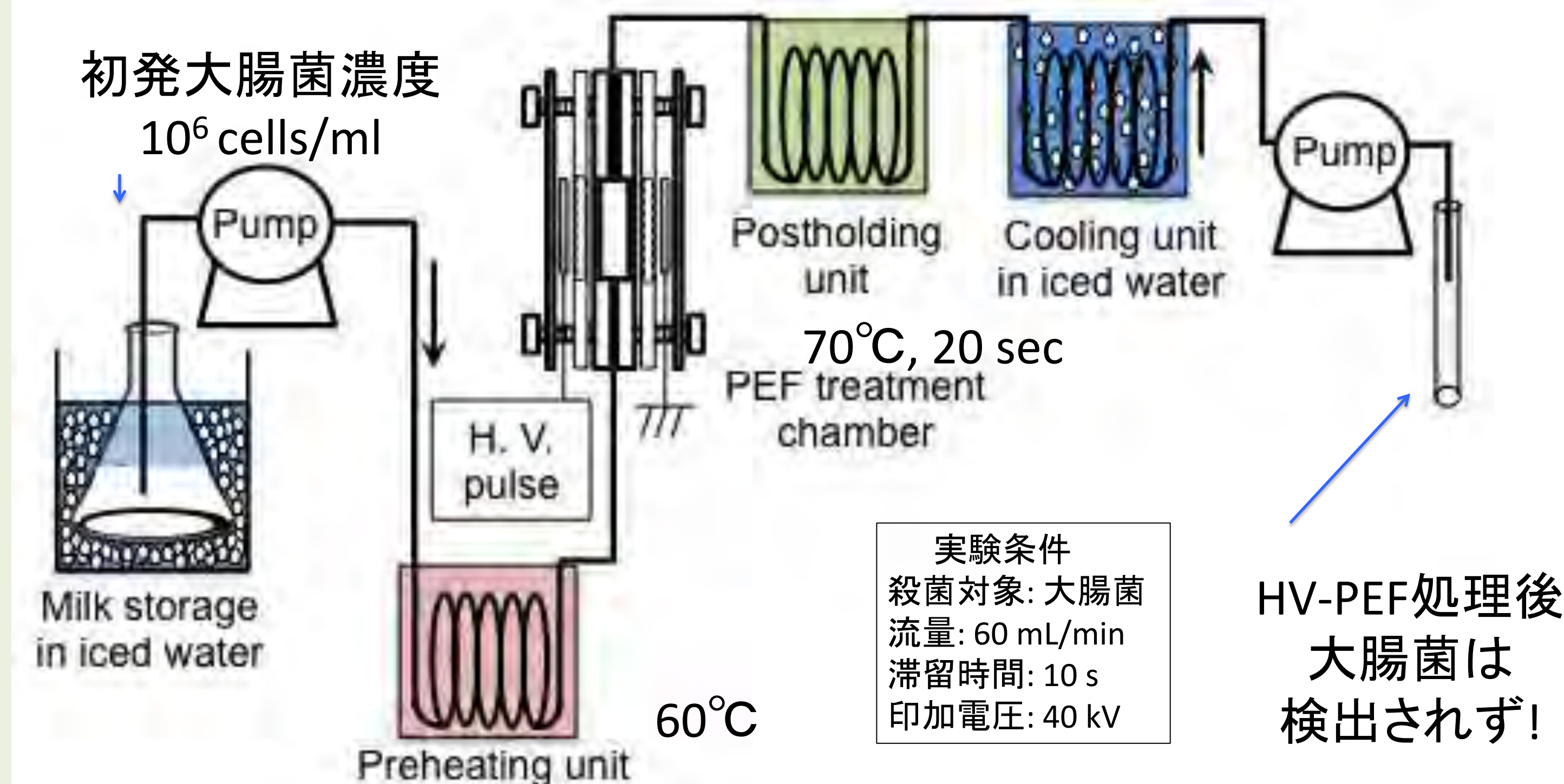
大気圧非平衡プラズマやパルス電界は、バイオ分野においても幅広い応用が期待できる。例えば、生体高分子等の解析や反応制御、殺菌・ウイルス不活化や環境中のバイオ粒子のリアルタイムモニタリング等への応用が挙げられる。バイオ・プラズマプロセス研究委員会では、静電気分野の研究者に加え、関連分野の研究者から構成されるメンバーによる研究会を開くと共に、国内及び海外での下記のような研究動向について調査研究を行う。



(研究例1) 高電圧パルス電界(HV-PEF)殺菌



HV-PEF殺菌メカニズム



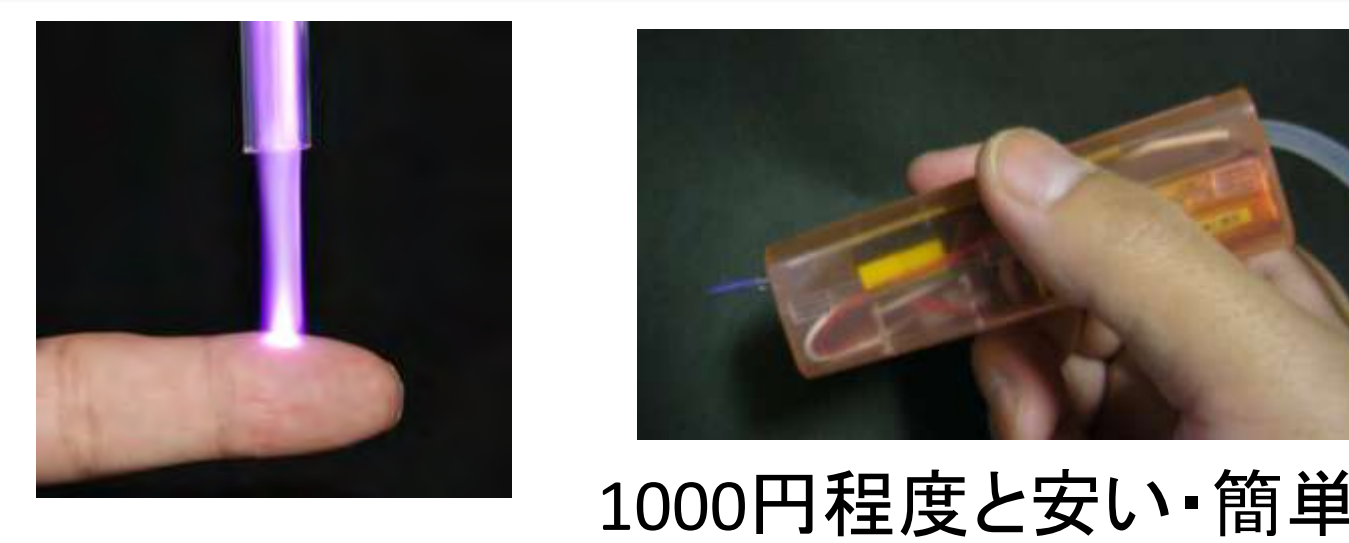
牛乳を対象とした連続殺菌試験

フレッシュジュース、ミルク、日本酒などをはじめ、様々な液状食品の風味を損なわない殺菌を可能とする技術開発を行っています。

(群馬大学 大嶋孝之、谷野孝徳)

(研究例2) プラズマによる人体消毒

大気圧低温プラズマによるプラズマ医療

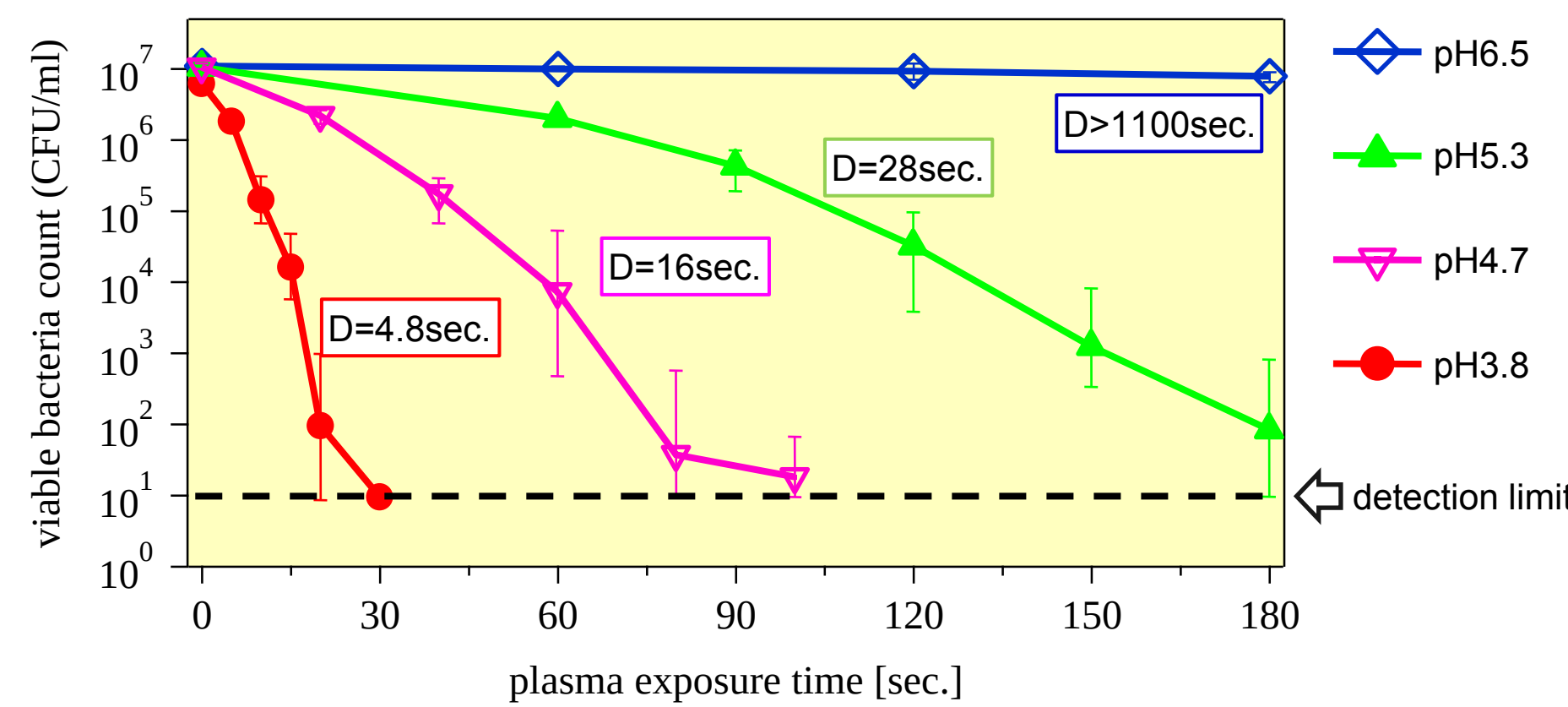


プラズマからは様々な活性化学種が供給

大気圧低温プラズマなら熱負荷を与えることなく、人体治療の応用が可能

低pH法による液中殺菌の効率化

pHを制御した菌液にプラズマを照射して殺菌

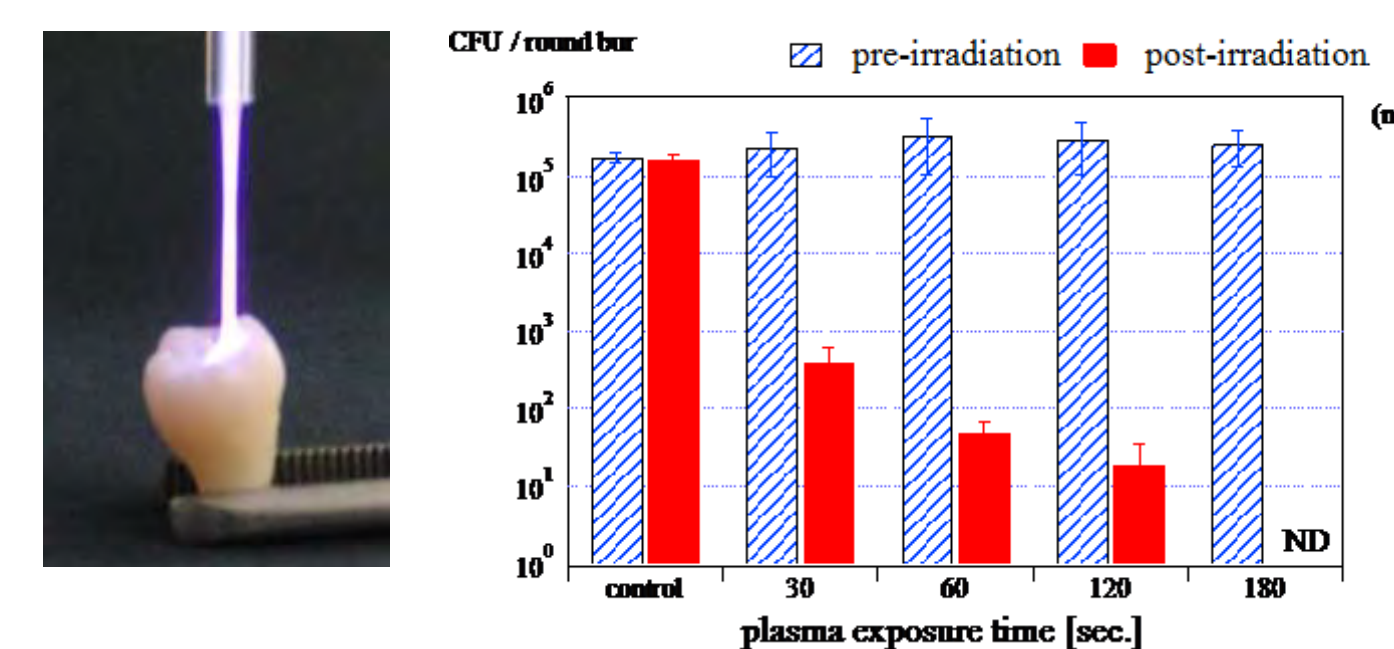


pH 4.7以下でD値(生菌数が1/10に減少する時間)が1/100以下になる劇的な殺菌力が得られる。液中ラジカル($O_2^{\cdot-}$)の酸解離平衡($pK_a=4.8$)。

酸性にすることで殺菌力上昇

う蝕(むし歯)の消毒

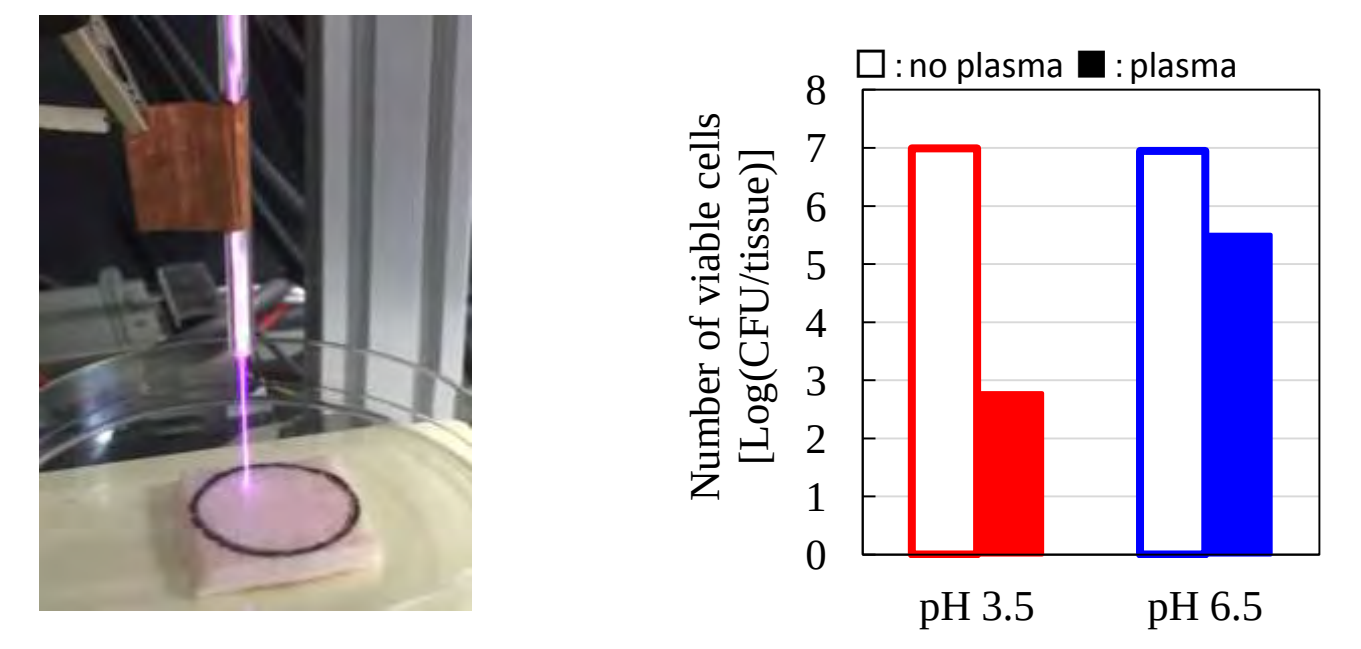
ヒト抜去菌を用いた感染モデルの殺菌



機械的切削を行うことなく無菌化

人体組織の消毒

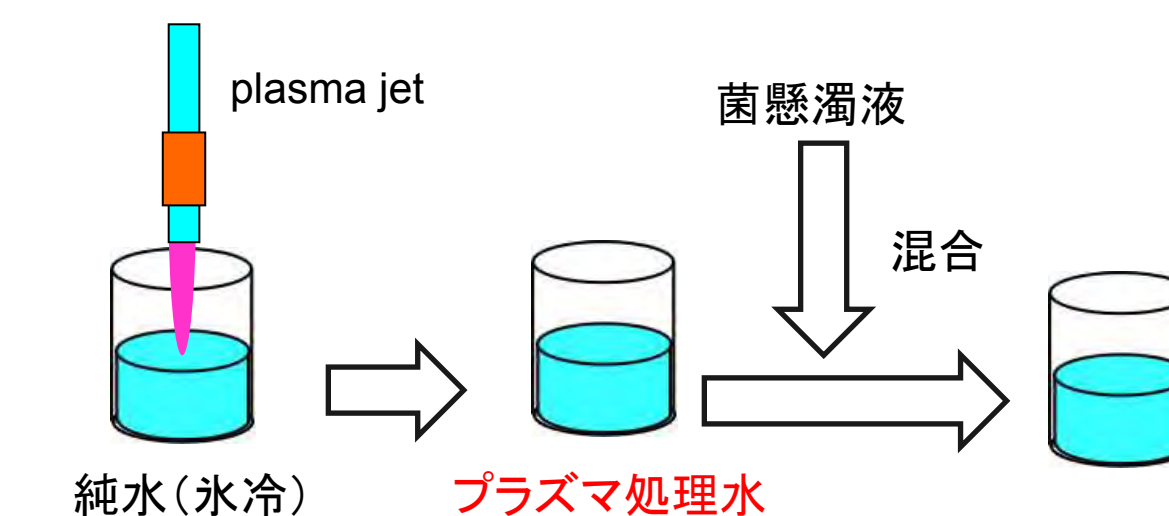
ブタ皮を用いた感染モデルの殺菌



酸性バッファーを塗布することで高い殺菌力

プラズマ処理水を用いた安全で確実な殺菌手法

低温下で照射した液体に高い殺菌活性



芽胞菌に対して同じ殺菌力の薬液濃度

次亜塩素酸 ($NaClO$)	11%
過酸化水素 (H_2O_2)	55%
過酢酸 (CH_3COOH)	0.27%

化学消毒剤と比べて十分に高い殺菌力

半減時間の温度依存

温度	半減時間	
2°C	132分	→ 冷蔵冷凍で保管・輸送が可
10°C	26分	
20°C	7.8分	→ 室温では寿命が短い
30°C	2.0分	
40°C	0.6分	→ 体温では速やかに失活し低侵襲

半減時間はアレニウスの式に依存しており、一次反動的に失活するため、温度制御で殺菌効果を制御可能

表層のみを殺菌する安全な手法

(大阪大学 北野勝久)

設置目的：

近年、静電気工学や静電気放電(ESD)の応用分野がますます広がっている。
しかしながら、これらに対応する静電気工学の基礎理論やメカニズムの解明は必ずしも十分ではない。
そのため、現状の静電気応用技術に対応する基礎理論を調査し、応用技術の基礎となる理論について検討を行う必要がある。
本研究委員会は産学が連携し、静電気工学やESDの基礎理論と現状の応用技術を調査し、
今後の静電気工学と放電基礎研究の方向性を検討することを目的に活動する。

(研究例 1) 静電気放電に起因する粉体の爆発・火災の防止技術の開発 (労働安全衛生総合研究所 崔 光石)



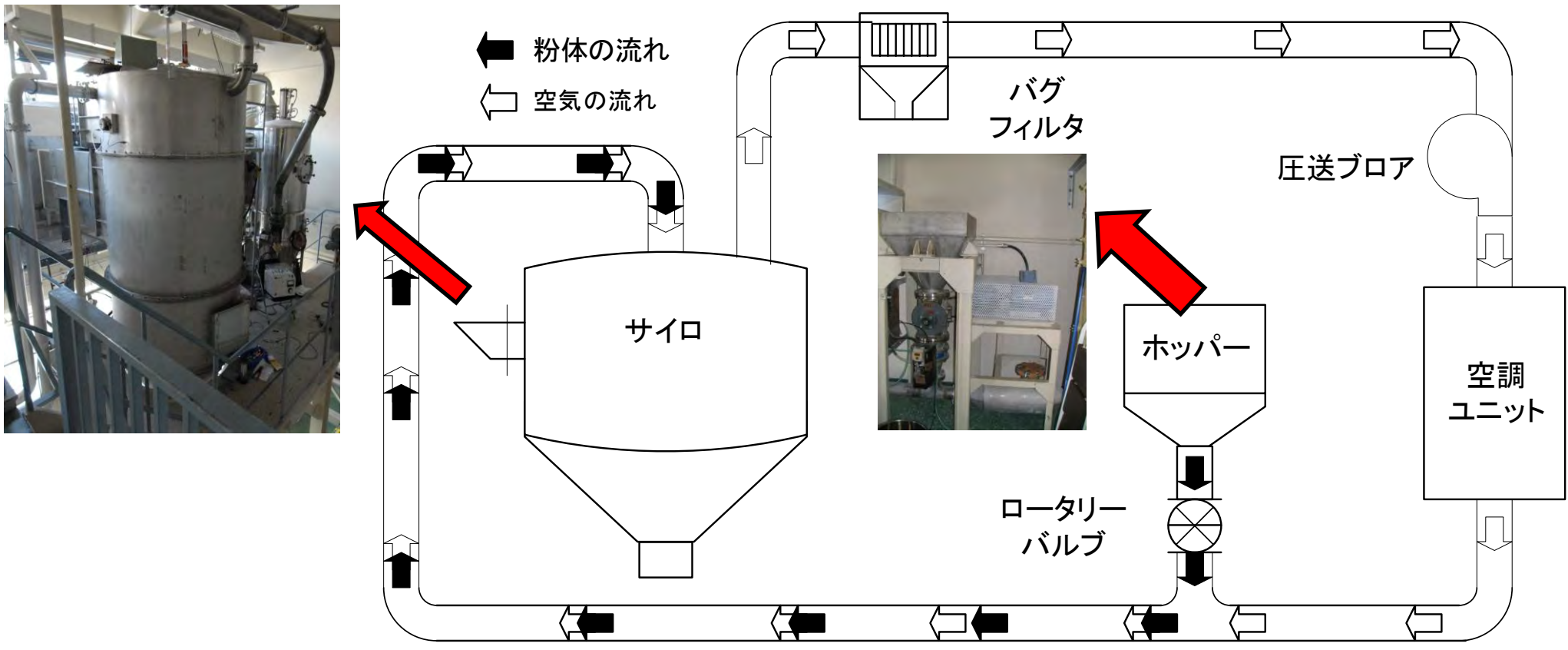
静電気放電によるサイロ内での粉じん爆発・火災を防止の一助となることを目的として、従来式AC除電器より、さらなる除電能力の向上した**双極性防爆構造除電器**を開発する

双極性防爆構造除電器の開発

- 防爆構造除電器
爆発性雰囲気内で使用しても着火源とならないことが保証された除電器である。
- 双極性除電器
2本のノズル電極の一方にはDC+10 kVを印加して正イオンを、もう一方にはDC-10 kVを印加して負イオンを噴出させる

実験設備および方法

実規模粉体空気輸送実験設備

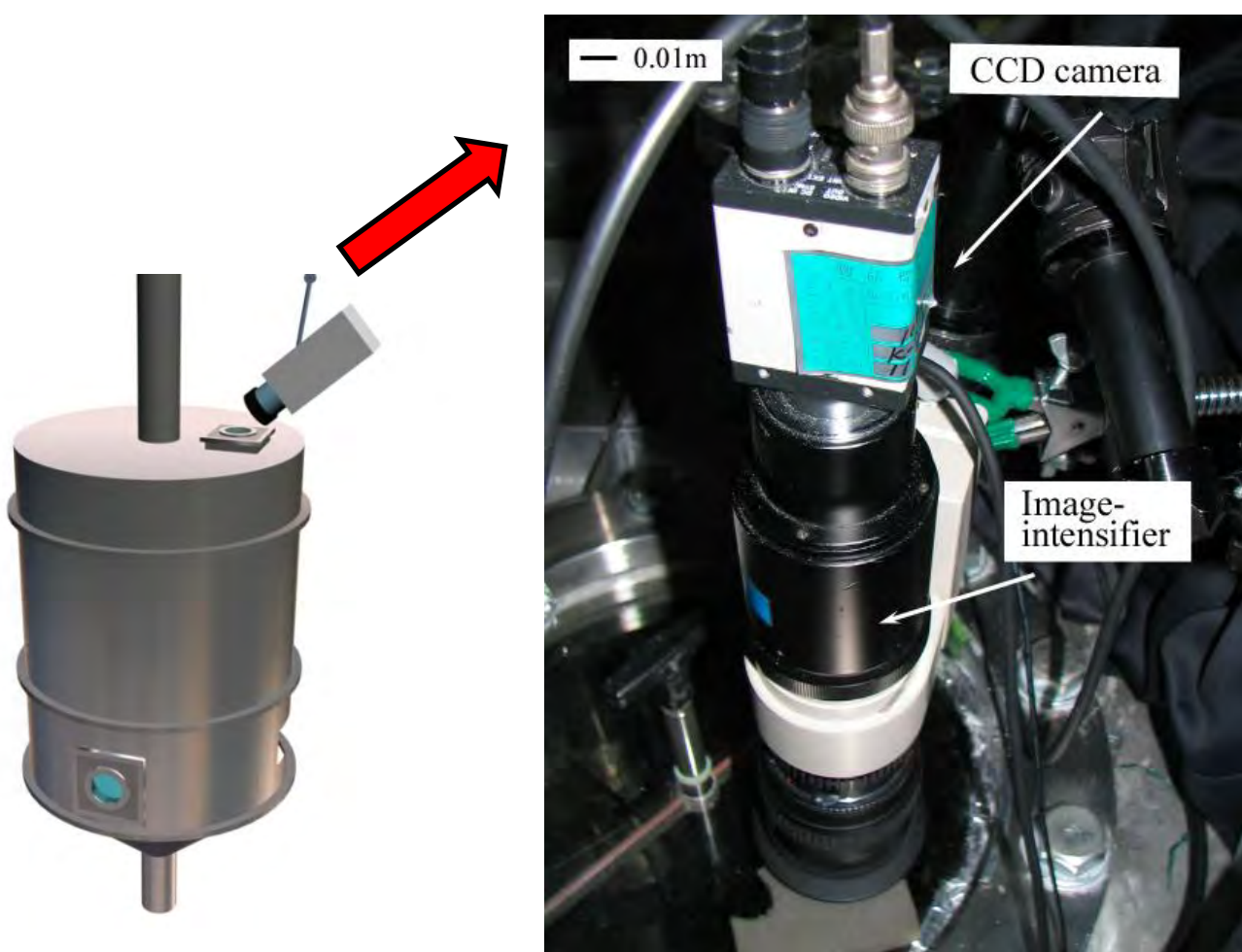


・ conical-cylindrical silo (stainless steel; body length, 3.75 m; diameter, 1.5 m; capacity, 4.8 m³), a pipeline (stainless steel; diameter, 0.1 m; total length, 23 m) ・ 空気温度: 30 °C ・ 空気湿度: 30 % ・ 空気流量: 11.5 m³/min ・ 粉体の供給量: 約0.68 kg/s
・ 粉体を投入ホッパーに入れ、ロータリーバルブを回転させて配管内に流す。その後、圧送プロアによって、配管内に粉体を空気輸送し、サイロに連続投入する

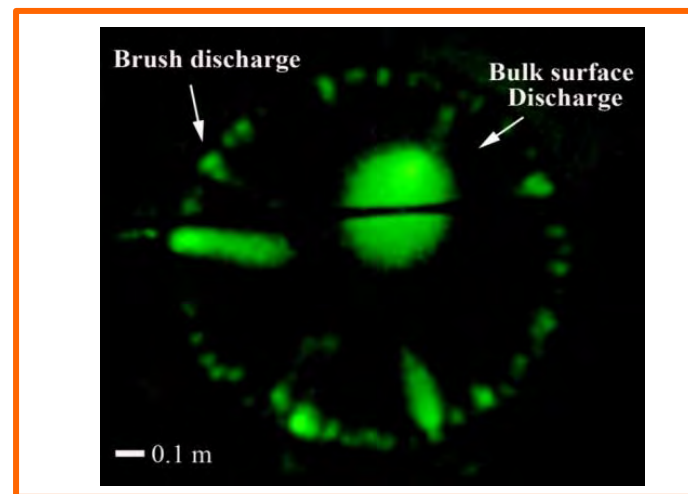


ポリプロピレン (PP)、850 kg

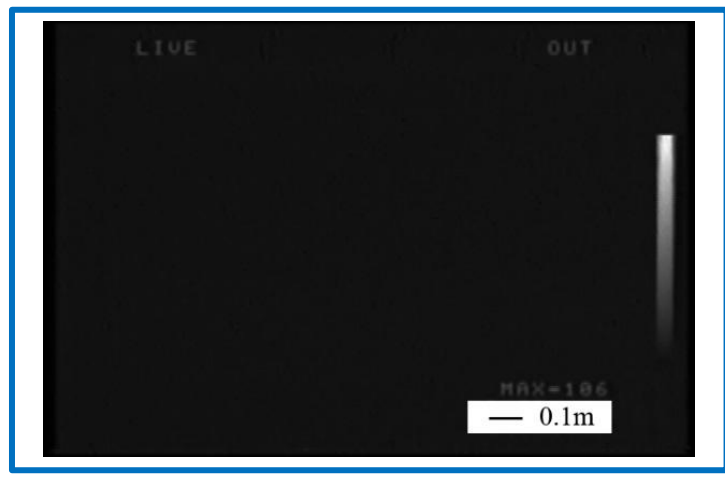
サイロ内での静電気放電の撮影



- ・ 小型
- ・ 帯電極性に係らず除電が可能
- ・ 直流双極方式のためイオン生成量が多い
- ・ 遠方の除電が可能
- ・ 粉体槽内の静電気放電の抑制および粉体帯電量の緩和に優れた効果あり



(a) 双極性除電器を使用しない場合



(b) 双極性除電器を使用した場合

サイロ内での静電気放電の様子

◆ 双極性除電器は産業現場での静電気放電による災害の防止に有効である

(研究例 2) 静電気放電を用いた農業応用への基礎研究 (岩手大学 高橋克幸、高木浩一)

水耕栽培への応用

- 水耕栽培培養液中に
- ・ 栄養源 (NO₃⁻) 供給することによる生長促進
- ・ 活性種による植物病原菌の殺菌され発病リスクが低減
- ・ 活性種による生長阻害物質の分解による生産性向上



放電処理装置のトマト栽培環境への導入試験

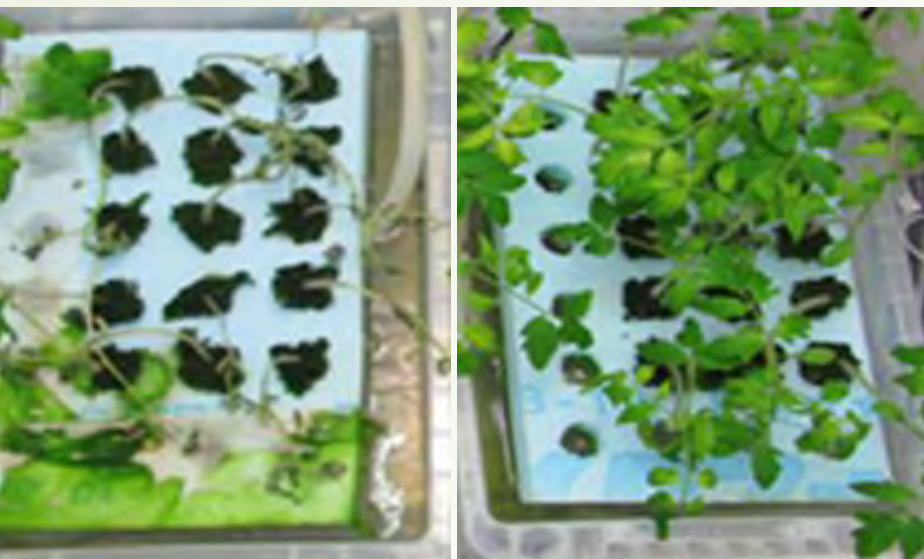


無処理

プラズマ処理

青枯病の発病防疫効果

トマト幼苗栽培培養液に青枯病菌を混入



殺菌による青枯病発病リスクの大幅な低減が可能！

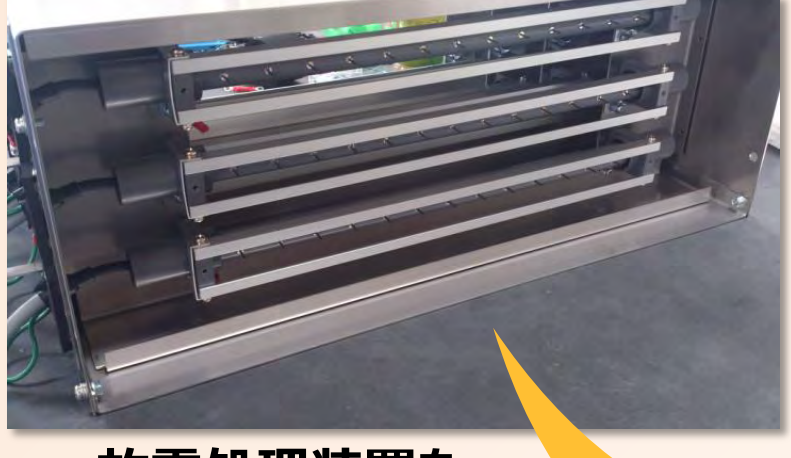
(×10⁴ 希釈)

(×10⁰ 希釈)

農林水産省・食料生産地域再生のための先端技術展開事業 (研究課題：中山間地域における施設園芸技術の研究実証)

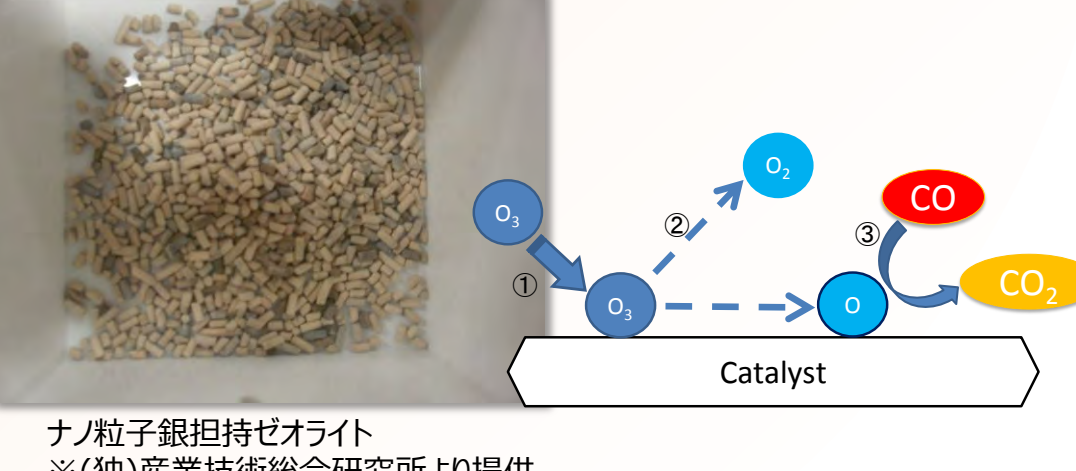
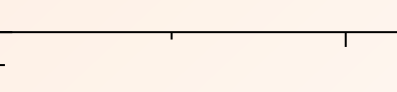
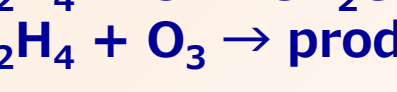
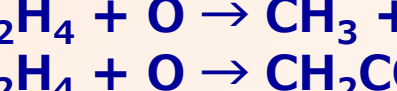
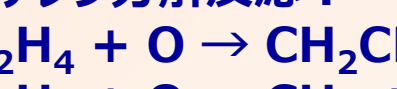
青果物輸送環境への応用

- 青果物混載輸送コンテナ内でコロナ放電を発生させ
- ・ 活性種によって青果物から発生するエチレン (C₂H₄) を分解除去
- ・ 腐敗を抑制し、長時間の鮮度保持を可能に
- ・ 異種混載輸送による輸出货量増加への貢献

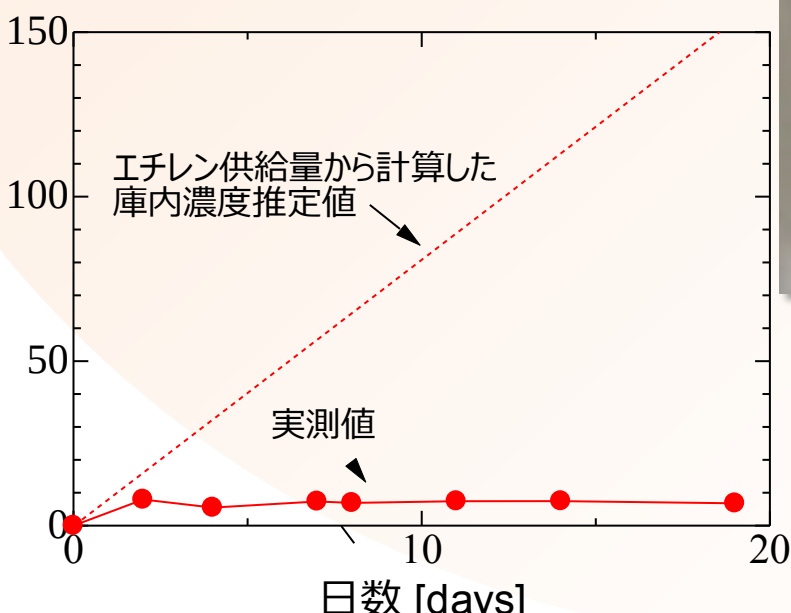


放電処理装置を輸出用コンテナ内に設置

エチレン分解反応：



ナノ銀担持ゼオライト触媒を併用し、オゾン除去と同時に、表面反応でエチレンとその副生成物を分解



放電処理によりコンテナ内エチレン濃度を低濃度に維持可能！

農林水産省・革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)実証研究型 (研究課題：農産物輸送拡大に向けた産地・地域連携モデルの構築と混載輸送用コンテナの開発 および革新的輸送用ケース・鮮度保持技術を組合せたグローバルコールドチェーンの確率) にて、より高効率の処理装置の開発・実証試験を検証中

(研究例 3) 静電式振動発電機への応用に向けたセラミックエレクトレット素子の開発

(東京理科大学 田中優実、袴田健斗、糸賀千瑛 / 東京大学 鈴木雄二、三好智也)

エレクトレットとは

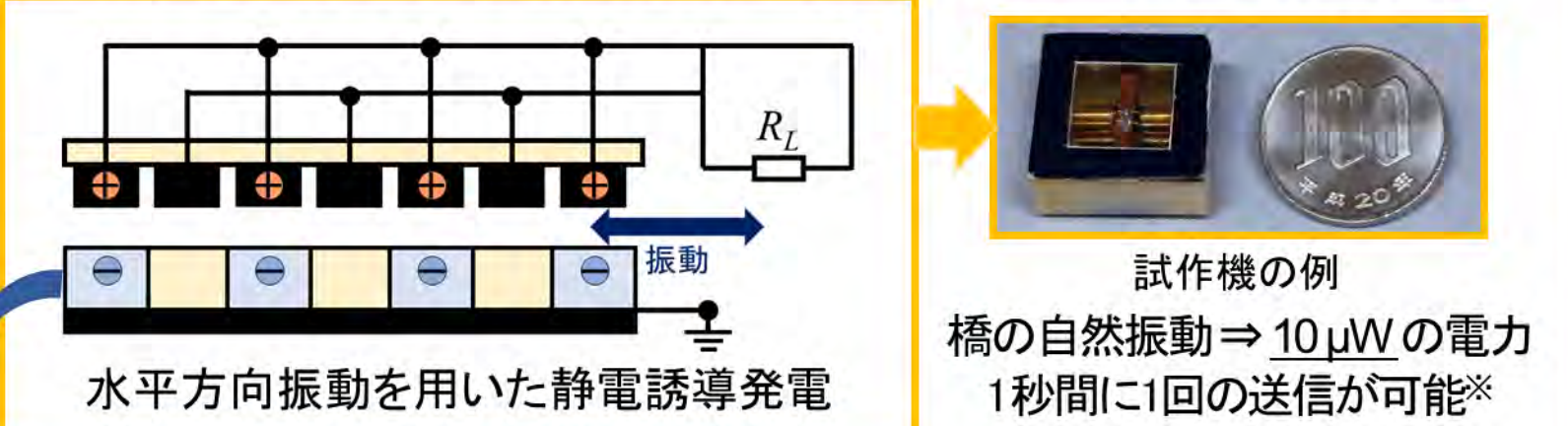
双極子や空間電荷に起因する安定な静電気を保持することで長期間にわたって電界を提供する材料

エレクトレットコンデンサマイクロホン (ECM)



静電式 (エレクトレット式) 振動発電システム

⇒ IoT社会の発展に不可欠なエネルギーハーベスト技術の1つ

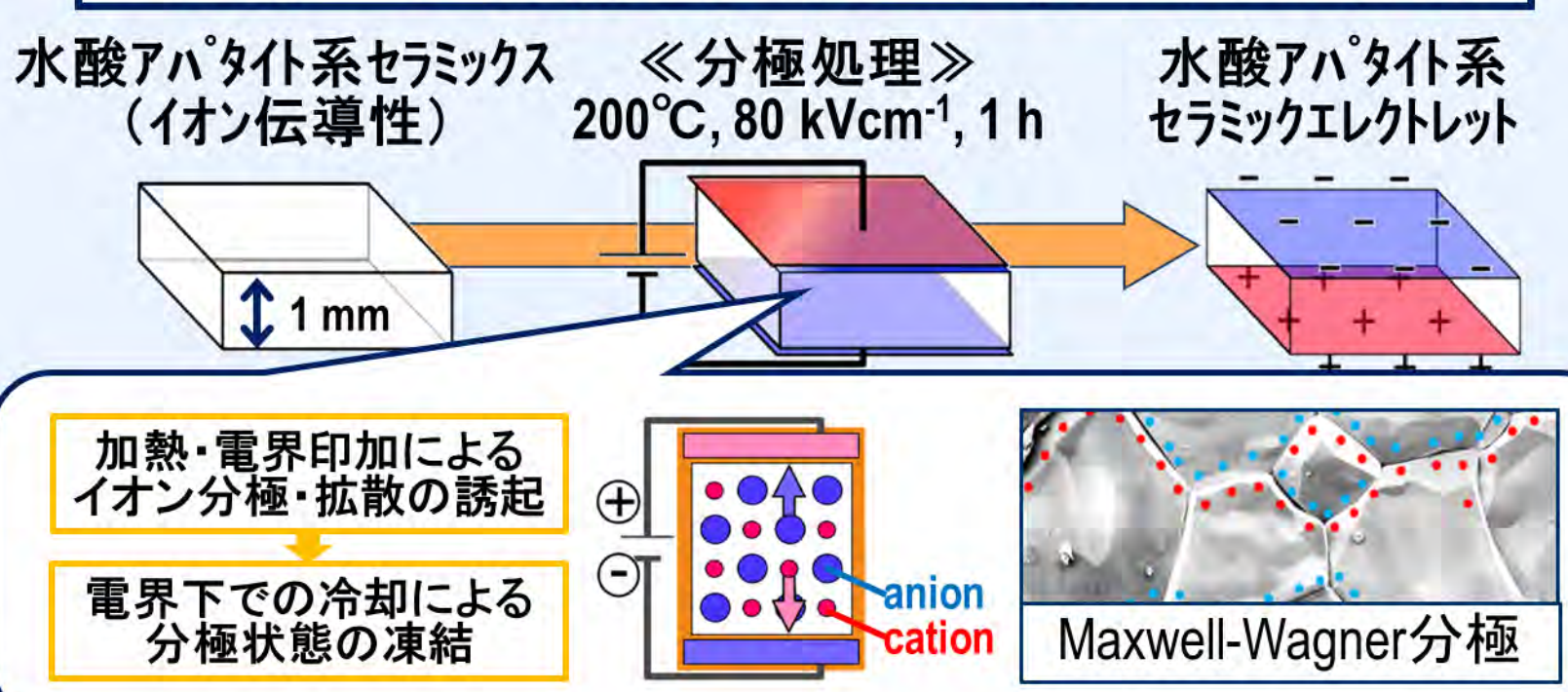


試作機の例
橋の自然振動⇒10 μWの電力
1秒間に1回の送信が可能※

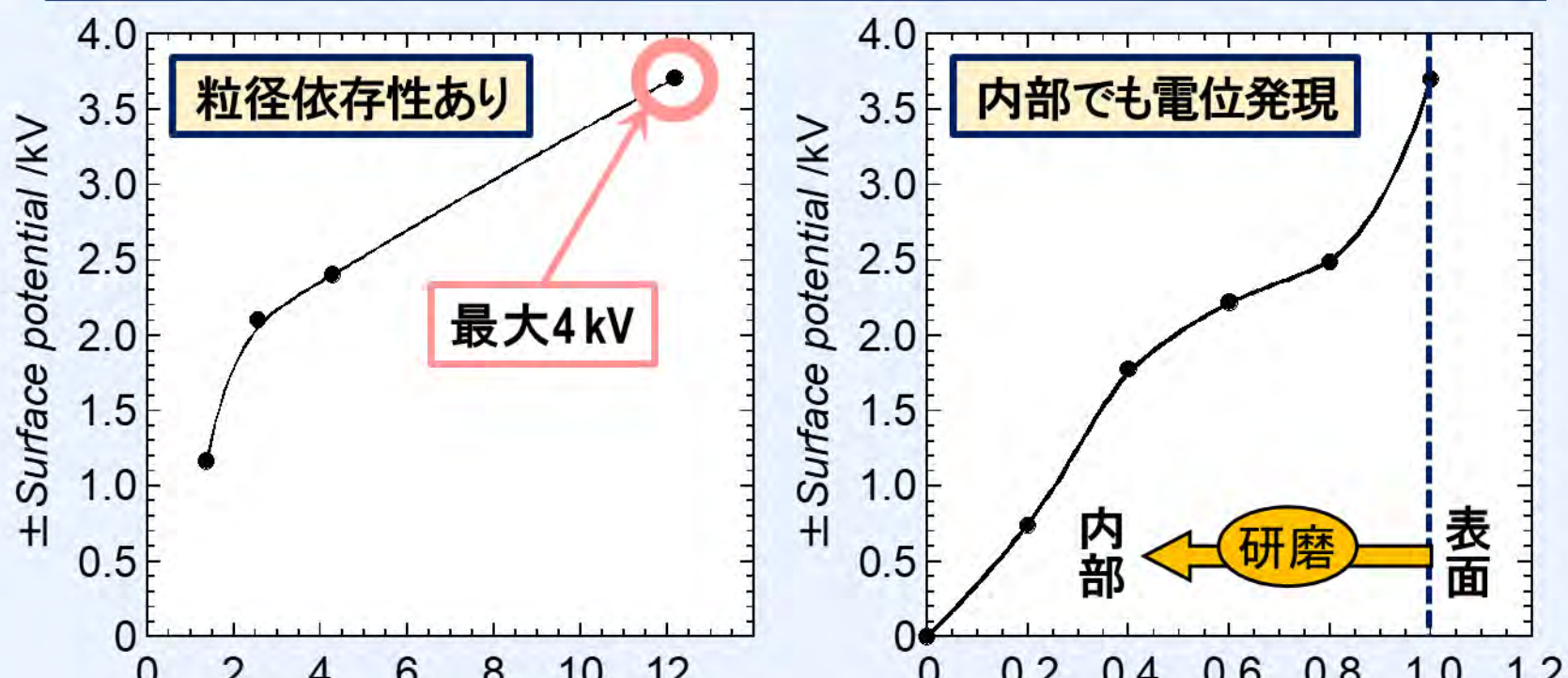
ポリマー基材×コロナ放電処理 (エレクトレット化法)
表面電位が小さい⇒出力が小さい (理想はmWオーダー)

表面電位の増大に向けて...
イオン伝導性を有する水酸アパタイト系セラミックスを基材とした新規エレクトレット素子の開発を目指しています
⇒ イオンの分極・拡散 (セラミックス内部での電荷分離) に基づく結晶粒単位での双極子形成を利用できないか？

水酸アパタイト系セラミックエレクトレットの作製



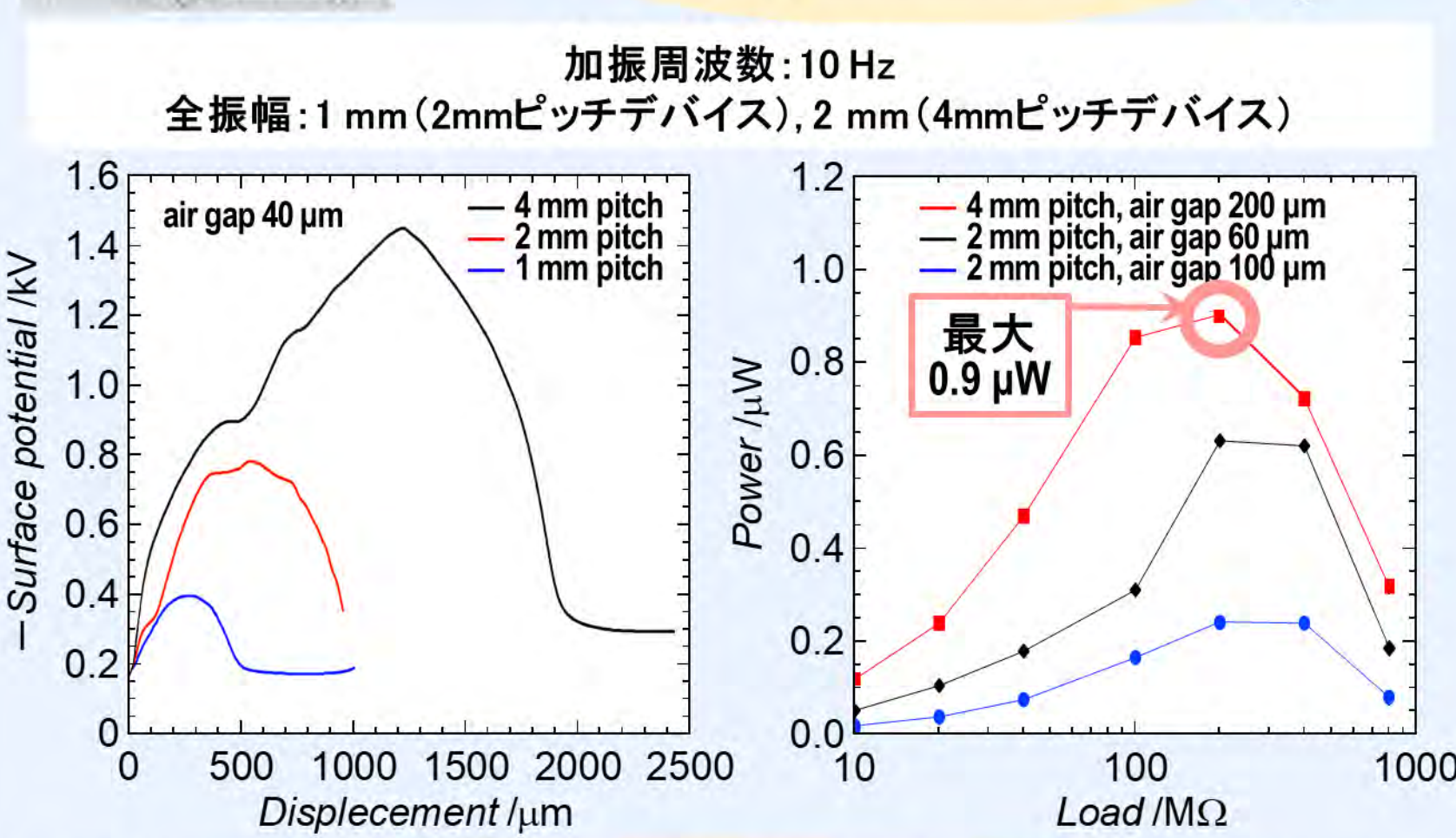
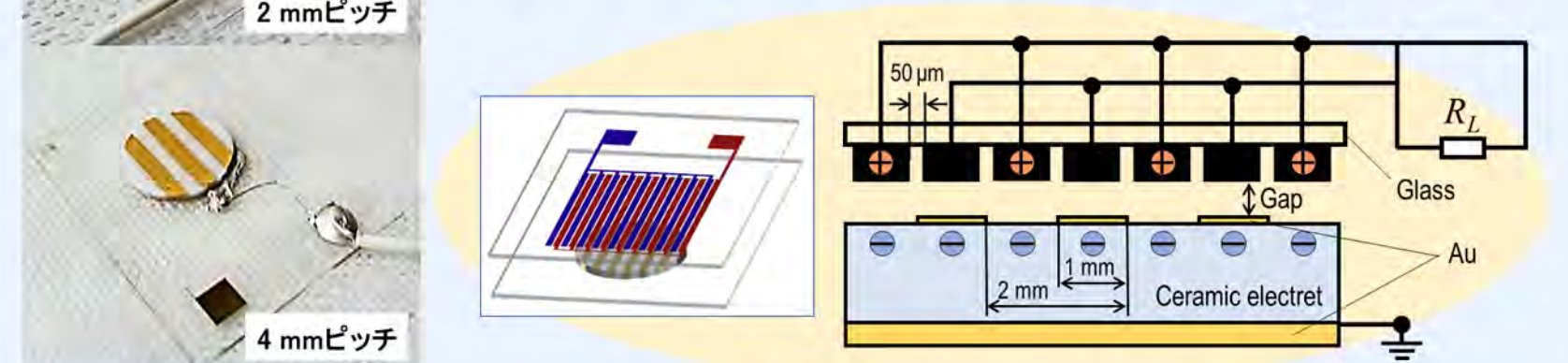
水酸アパタイト系セラミックエレクトレットの表面電位



ポリマー-エレクトレット×2倍超の表面電位の付与に成功しました
結晶粒単位での双極子形成

水酸アパタイト系セラミックエレクトレットの発電性能評価

水酸アパタイト系セラミックエレクトレット (φ 14 mm, 厚さ1 mm, 表面電位 4 kV) の表面上にAu電極をパタニングして静電遮蔽 ⇒ エレクトレットの表面電位分布をストライプ状に形成



水酸アパタイト系セラミックエレクトレットを素子とする振動発電に成功しました (世界初)
Auキャップの最適化 & 狭いキャップの実現による発電出力の向上へ



静電気リスクアセスメント研究委員会

—静電気リスクアセスメント手法—

静電気による災害の未然防止においてもリスクアセスメントは重要であることは当然であるが、静電気の基礎がないとその的確な実施は不可能であるので、リスク分析の支援となる静電気リスクアセスメント手法を開発した。この開発手法を用いて委員会メンバーが実施した結果を議論している。この運用をとおしての開発手法の普及活動をしています。また、事件事例とその再発防止などの情報を共有する場でもあります。

はじめに

すべてのエンジニアは人の安全と健康そして環境に配慮してリーズナブルに実行可能な信頼性の高い安全対策をできる限り実施する義務がある。このためには、リスクアセスメントの実施が必須である。今日では、安全を保証するためにも科学的根拠に基づいてリスクを分析してから、適切な安全対策を実施するというリスクアセスメントの必要性がますます増加している。いくつかの産業災害を教訓に欧州で十数年の試行錯誤の末に確立された事故未然防止の安全技術であるリスクアセスメントは、各国の施策の下にいまや安全管理のためのグローバルスタンダードになっており、我が国でも労働安全衛生法により、2006年4月からリスクアセスメントの実施が明示されようになり、2016年6月からは法的に義務化された。

静電気による災害の未然防止においてもリスクアセスメントは重要であることは当然であるが、静電気の基礎がないとその的確な実施は不可能であるので、リスク分析の支援となる静電気リスクアセスメント手法を2008–2010年に研究・開発した。このリスク分析手法は災害・事故調査で静電気の原因を究明する際に筆者が用いている静電気着火のフロー（シナリオ）に基づいた方法（図1）がベースとなっている。したがって、開発手法は事故において静電気の要因を調査するときにも十分に有効である。リスク低減策としては、指針や規格に示された静電気対策を用いて的確に実施されれば十分にリスクを許容できるまでに低減できるので、対象の工程・作業に対応させて必要な静電気対策を実施できるようにしている。

開発手法は現場試験運用を積み重ねることによって、その妥当性が検討・確認されたものである。本手法はガイド「静電気リスクアセスメント」（表1）として文書化もしており、多くの安全管理者の運用を通して普及に努めている。ガイドはこの運用によりポリッシュアップ（改訂）している。

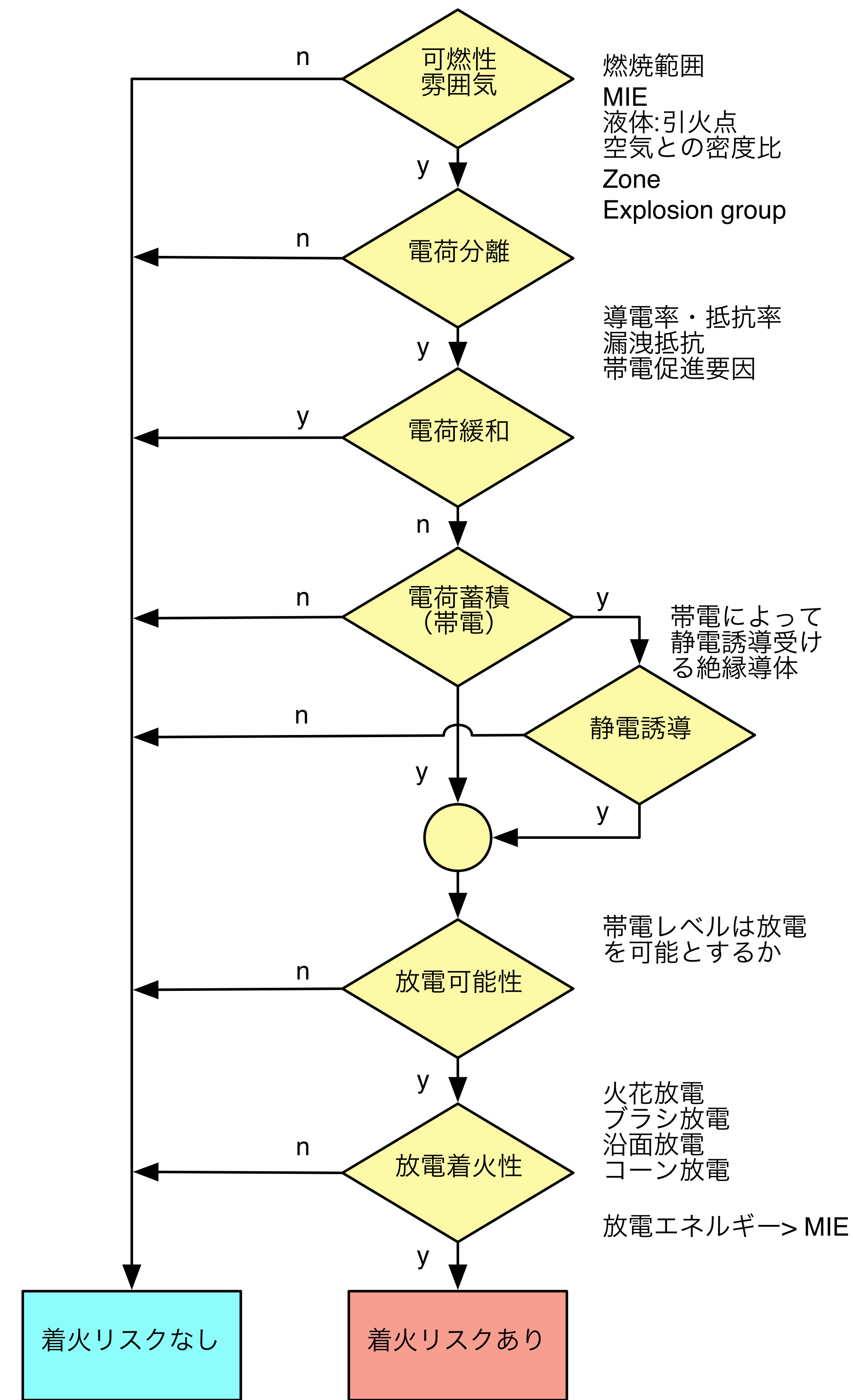


図1: 静電気着火のフローによるハザード同定

静電気リスクアセスメントの手順

ISO/IEC Guide 51のリスクアセスメントのフローに沿って、順に、ハザードを抽出し、そのリスクを分析し、リスクが評価され、許容できないリスクは必要な対策が講じられる。対策後の残存リスクも同様に分析して、一連の作業がシートに記録される。

主要部の静電気着火リスク分析手法では、必要な静電気対策が的確になされているか、また、なされていないかを明確化するために対象の工程・作業を調査し、静電気着火ハザードの抽出の準備をし、可燃性雰囲気、帯電、導体の場合は静電誘導、静電気放電のハザードを順に調査してそれぞれのハザードレベル（ハザードが生起する確率として定義する）から静電気着火ハザードレベルが決定される。この静電気着火ハザードレベルと予測できる危害のひどさの組み合わせから静電気着火リスクが見積られる（図2）。

静電気安全の基礎をある程度まで理解できている安全管理者が、手法の手順にしたがって科学的に矛盾がなく容易に各ハザードレベルを決定できるように工夫している（31のチェック項目）。

表1: ガイド「静電気リスクアセスメント」の構成

	はじめに
	本書の構成と利用法
第1章	リスクアセスメント
第2章	静電気着火リスク分析の概要
第3章	可燃性雰囲気形成ハザードの同定
第4章	帯電ハザードの同定
第5章	静電誘導ハザードの同定
第6章	静電気放電ハザードの同定
第7章	静電気着火リスクの見積・評価
第8章	リスク低減策
第9章	リスクアセスメントの実施例
第10章	固体のリスクアセスメント
第11章	液体のリスクアセスメント
第12章	粉体のリスクアセスメント
第13章	気体のリスクアセスメント
第14章	作業者のリスクアセスメント
付録A	静電気安全の基礎
付録B	可燃性雰囲気の見積
付録C	Fault tree analysis: FTA
付録D	静電気事故の分析
	参考文献

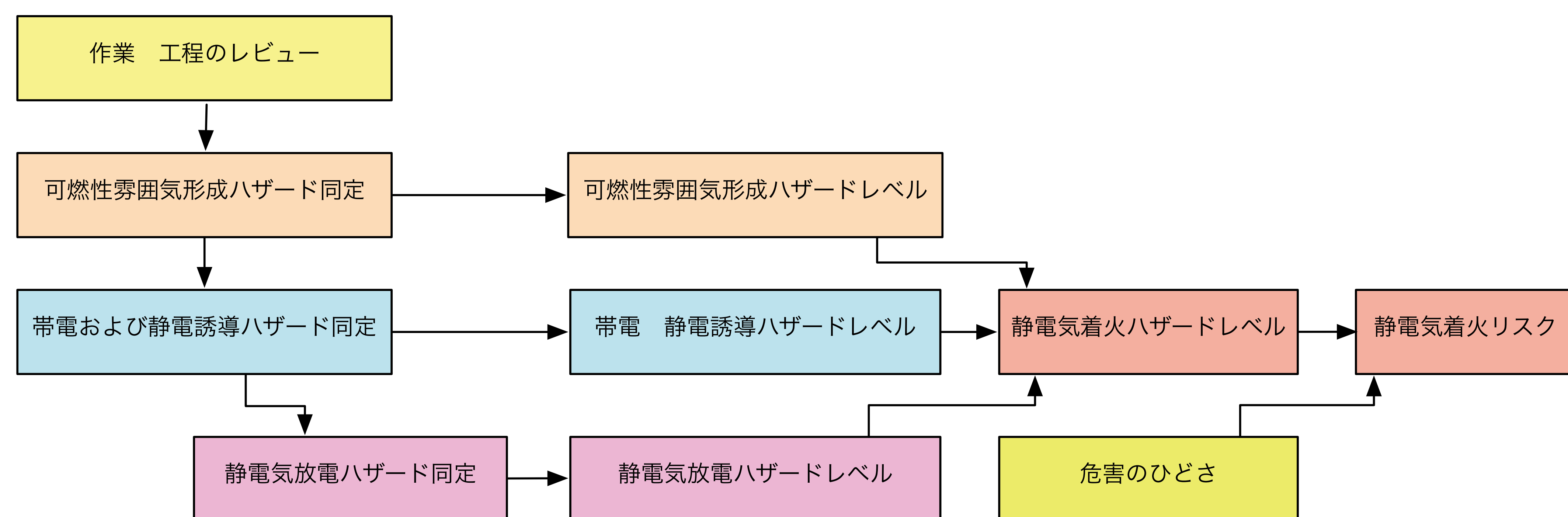
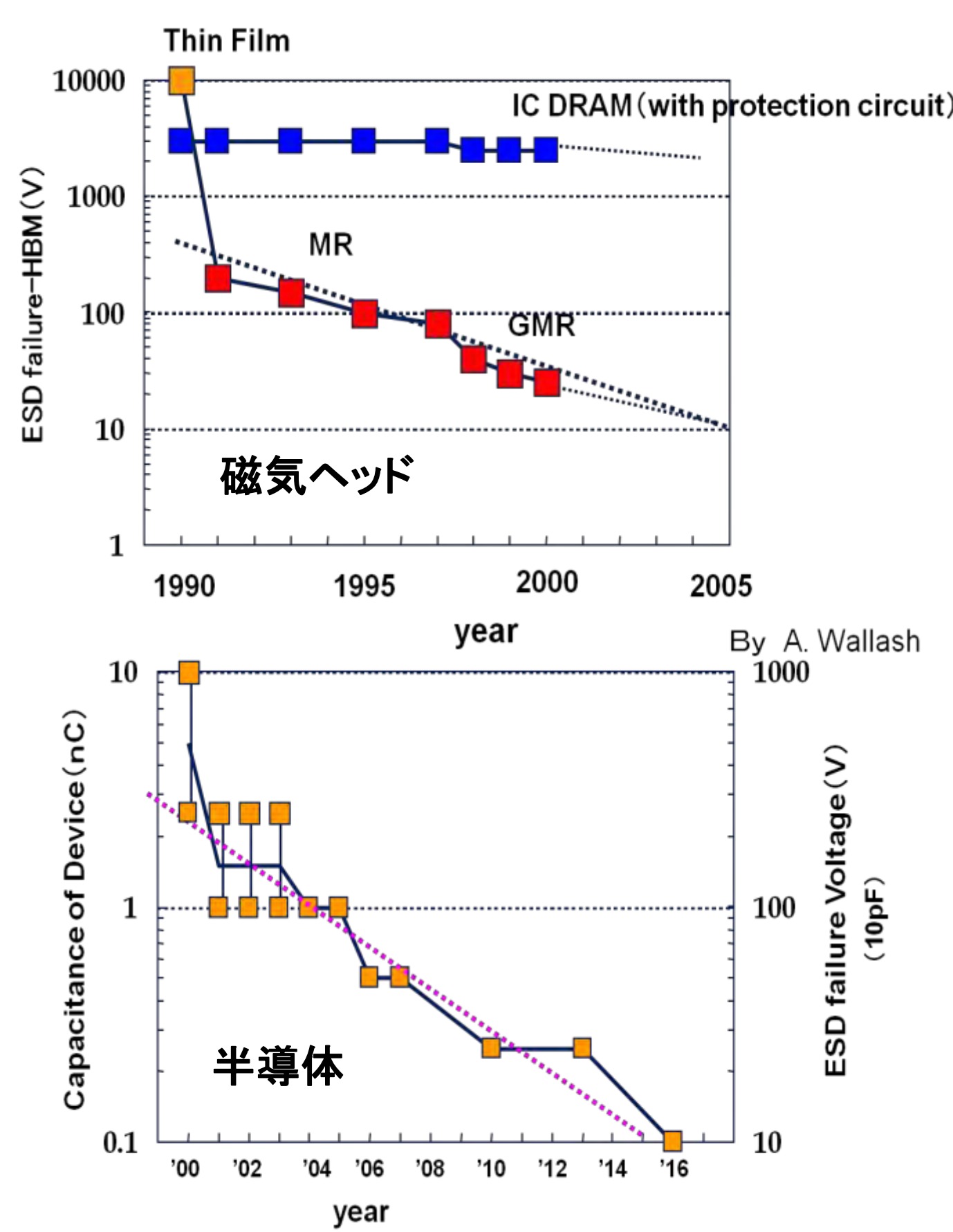


図2: 静電気着火リスク分析手法

半導体デバイス、ディスプレイデバイス、ハードディスクなどの電子デバイス及びこれらを組み込んだ電子機器は半導体素子の高集積化、高速化、低電圧化に伴って益々静電吸引(ESA)、静電気放電(ESD)、静電気放電に基づく電磁障害(EMI)に脆弱となっている。これらの電子デバイスの製造、組み立て、実装工程における製品の歩留まり、信頼性等において、ESA、ESD、EMI等の問題が大きな課題となっている。このような課題の解決に当たっては、ESA、ESD、EMI等を科学的に把握し、工学的に対策技術を検討する必要がある。更に、電子デバイスの高性能化に伴い、コンポーネントレベルやシステムレベルでの静電気対策技術の検討が望まれる。そこで、本委員会では、産学が連携し、共通の認識に立ち、ESA、ESD、EMI等の問題やコンポーネントやシステムレベルでの静電気対策技術について取り組み、討論する。

電子デバイスの静電気耐力の低下

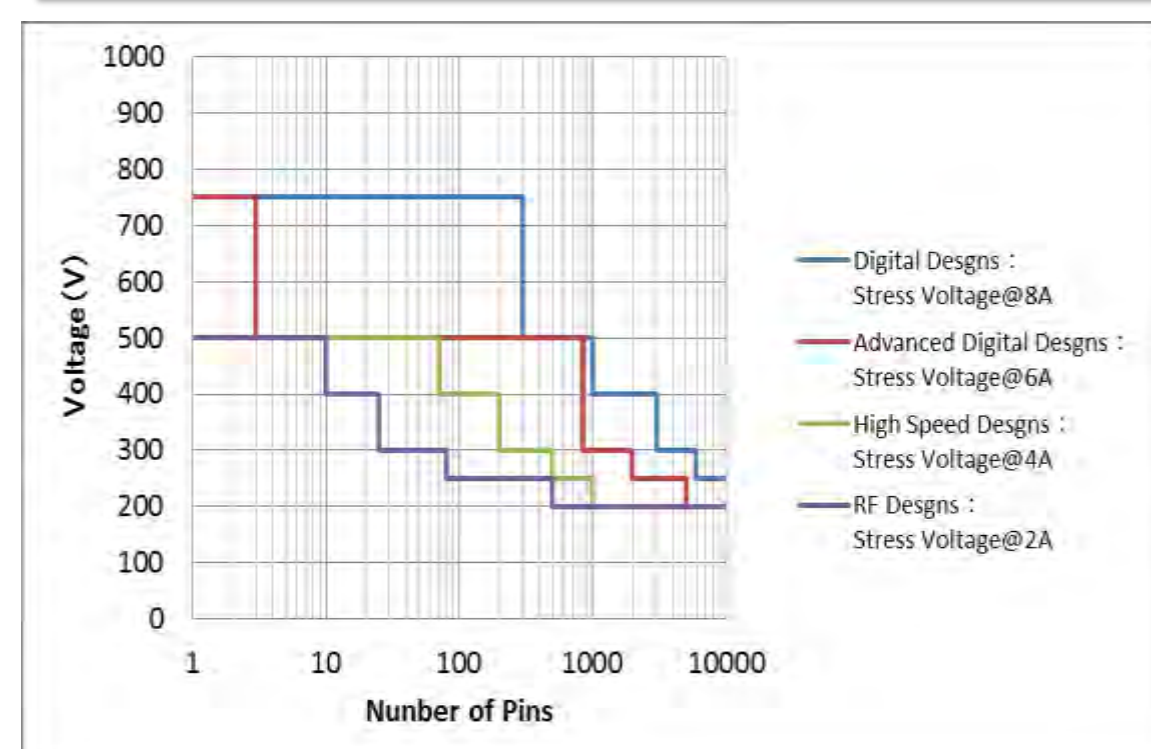


電子デバイスの静電気耐力の推移

委員長 大津孝佳(沼津高専)
ohtsu@numazu-ct.ac.jp
幹事 山口晋一(シンド静電気)
津波古和司(WD_Japan)

除電技術

- ・イオンバランス・低コンタミイオナイザー
 - ・導電性複合材料・高分子ポリマー材料
- ### 計測技術
- ・静電気計測・GHz帯放電現象計測技術
 - ・電子機器の破壊・誤動作のメカニズム解析



半導体の静電気耐圧とパッキングサイズ(ピン数)



電子デバイス研究委員会

電子デバイスの破壊防止 電子機器の誤動作の防止

革新的
技術へ

- ・携帯端末
- ・自動車
- ・航空宇宙
- ・医療機器
- ・スマートグリッド
- ・ロボット等

イオナイザー

シンド静電気
ファンタイプイオナイザー
イオンバランス±3V以下

イオン

プラズマ応用

春日静電機
コロナ処理装置



材料技術

松本技研
体積導電材料

油化電子

カーボンナノチューブ(CNT)



表面改質

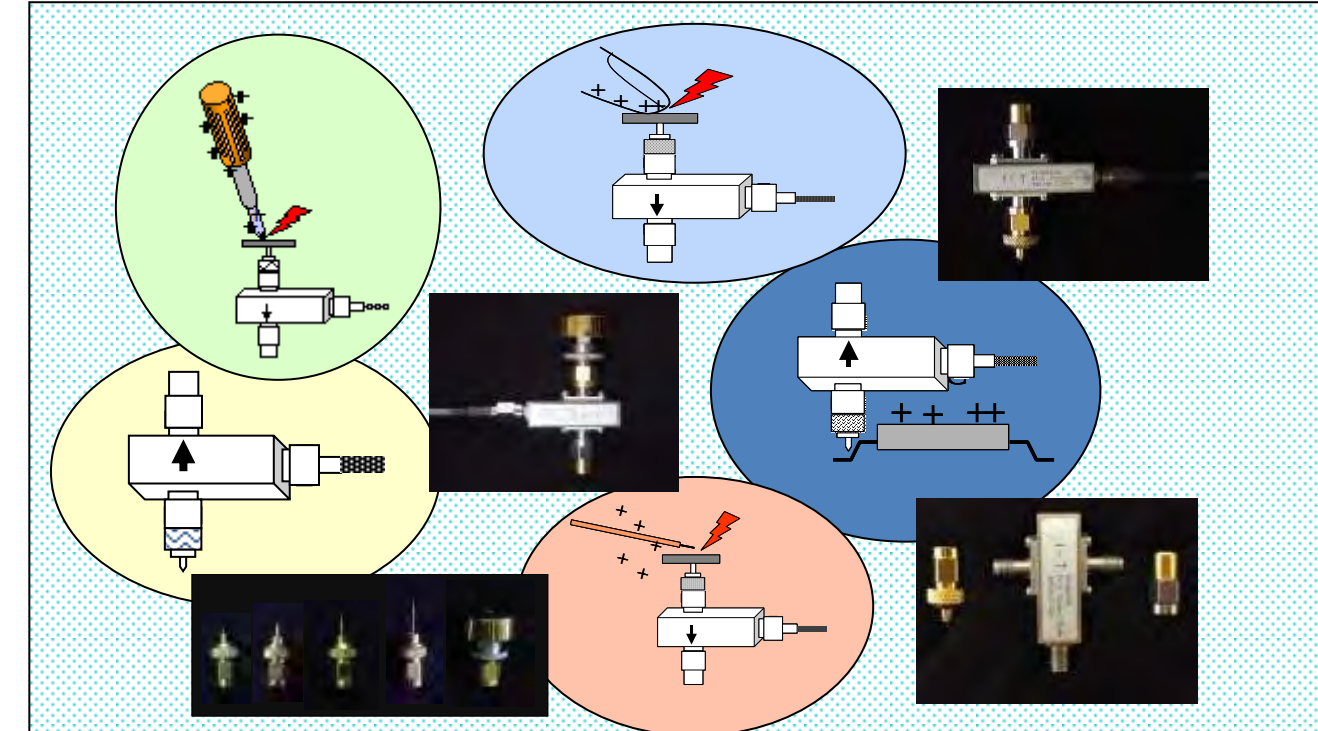


表面観察
トレックジャパン
静電気力顕微鏡

計測技術

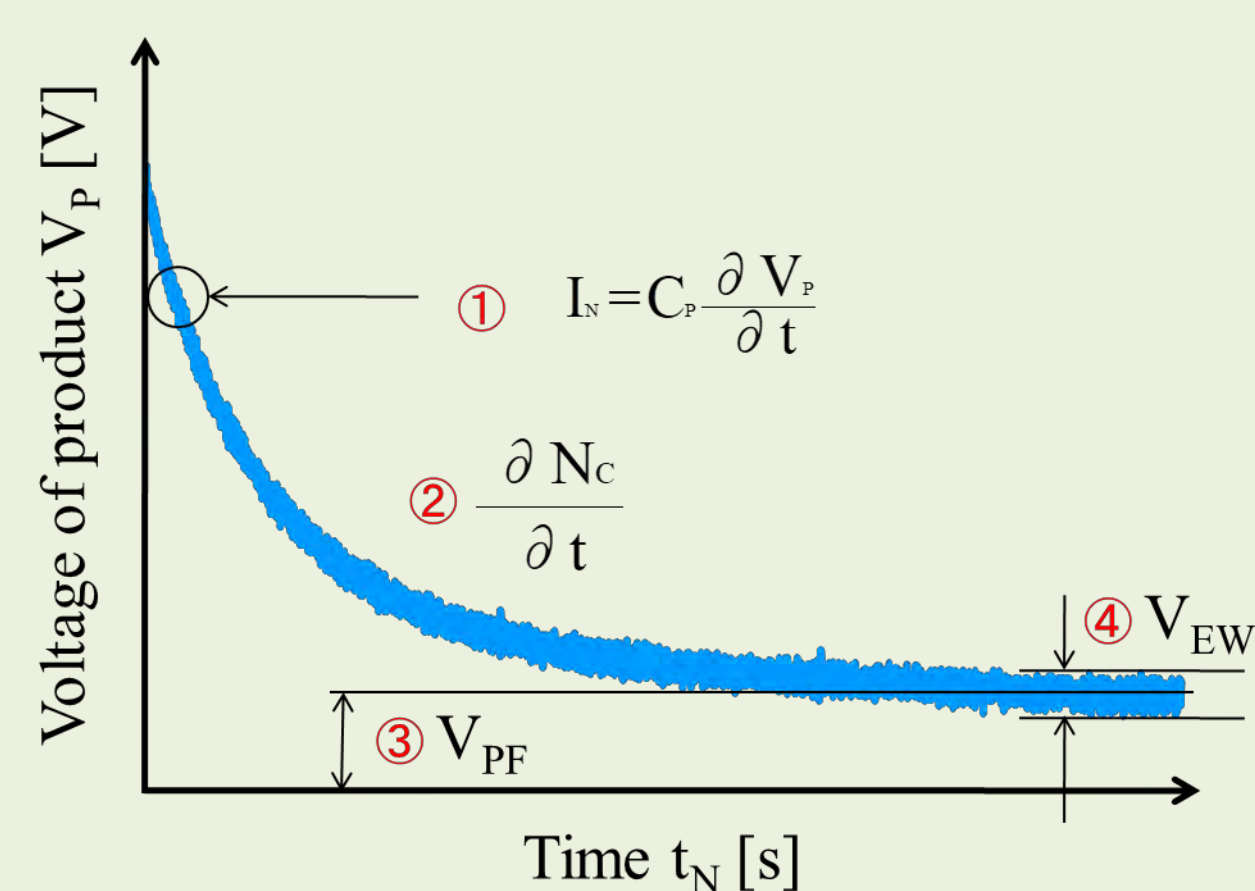
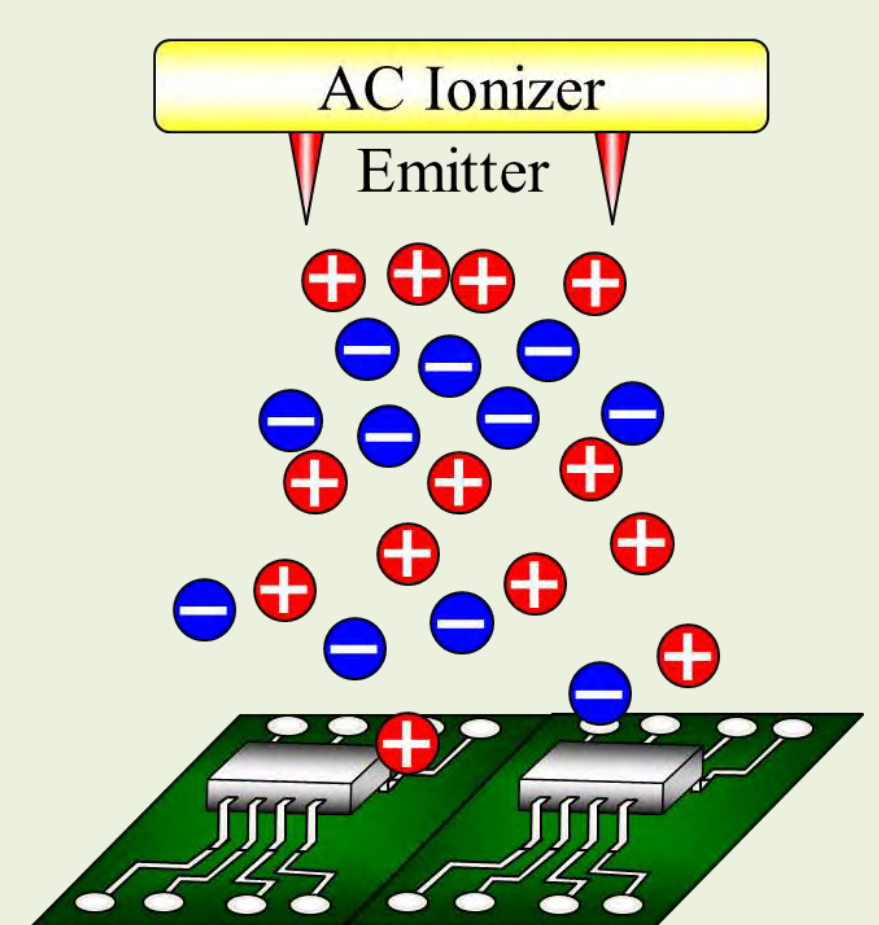
電流

プローブテック 放電電流プローブ(治工具・人体・CDM)



(研究例 1)

コロナ放電型イオナイザによる電子デバイスの静電気対策



電子デバイスの静電気対策にコロナ放電型イオナイザが広く使用されている。しかし、イオナイザには副作用もある。そこで、副作用を軽減してイオナイザを使用する方法を検討している。

作用

- ①イオナイザを使用すると、製品の電位は低下する。
- ②イオナイザからの発塵がある。
- ③イオンバランスが不完全であれば、製品が帯電して、製品の電位が上昇する。
- ④イオナイザから電界ノイズが発生する。

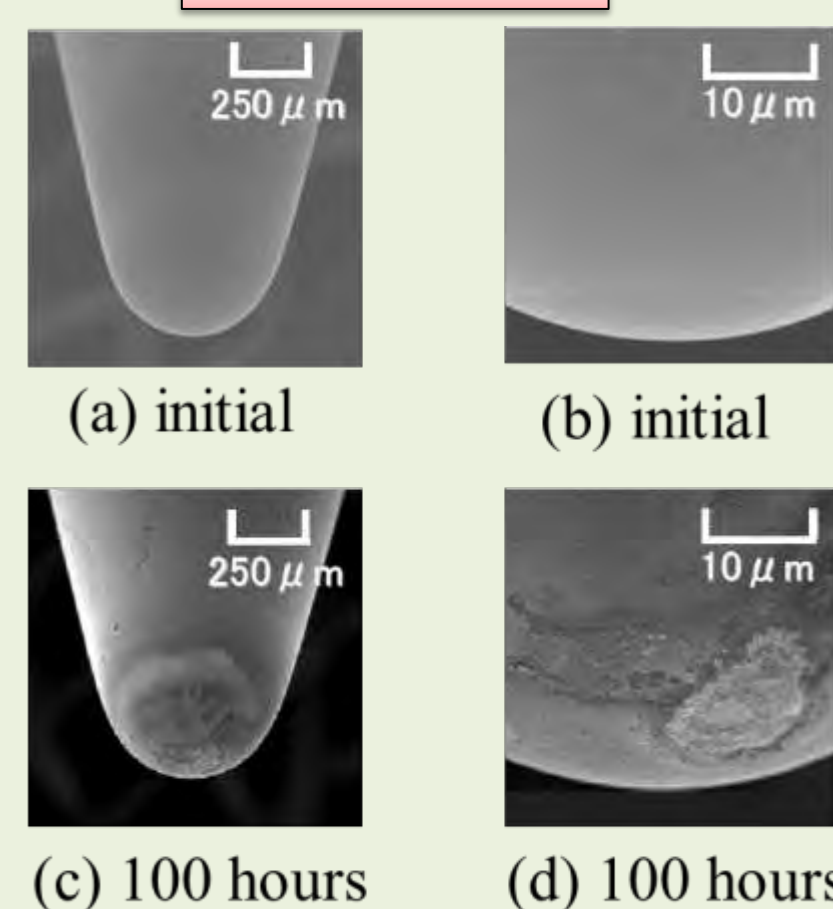
副作用

- ①イオナイザを使用すると、製品の電位は低下する。
- ②イオナイザからの発塵がある。
- ③イオンバランスが不完全であれば、製品が帯電して、製品の電位が上昇する。
- ④イオナイザから電界ノイズが発生する。

②低発塵化

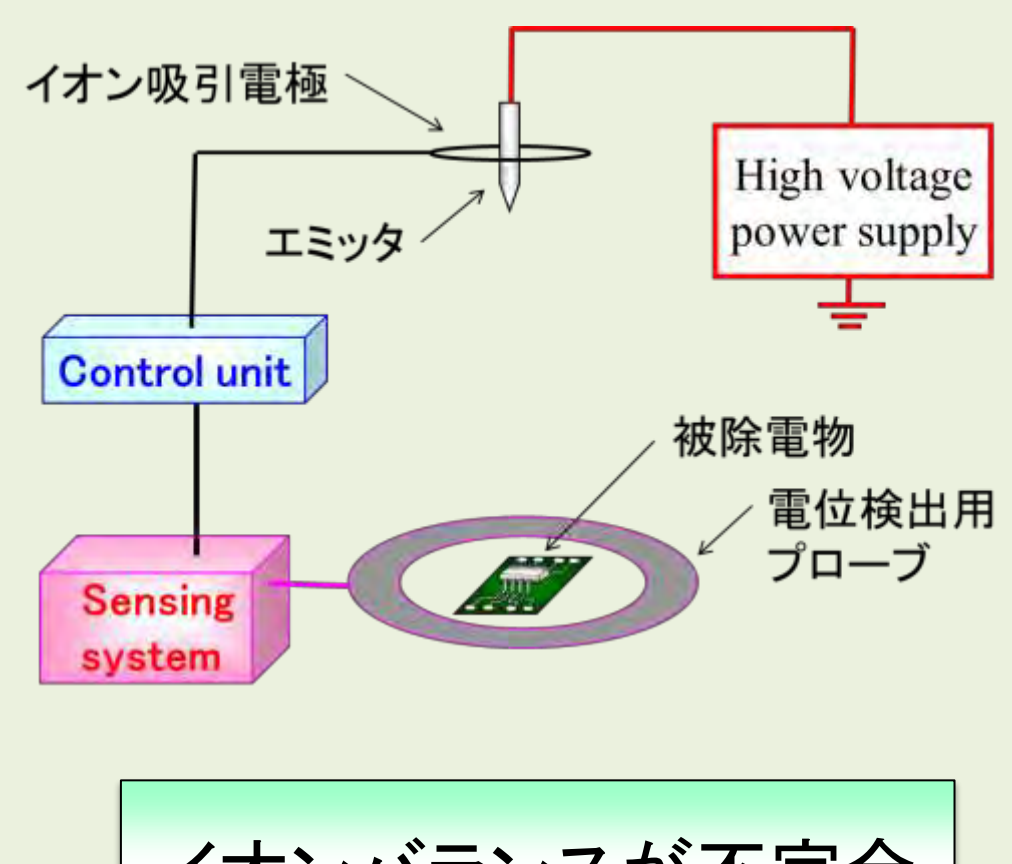
③制御システム化

④低ノイズ化



エミッタの劣化に基づいて微粒子が飛散

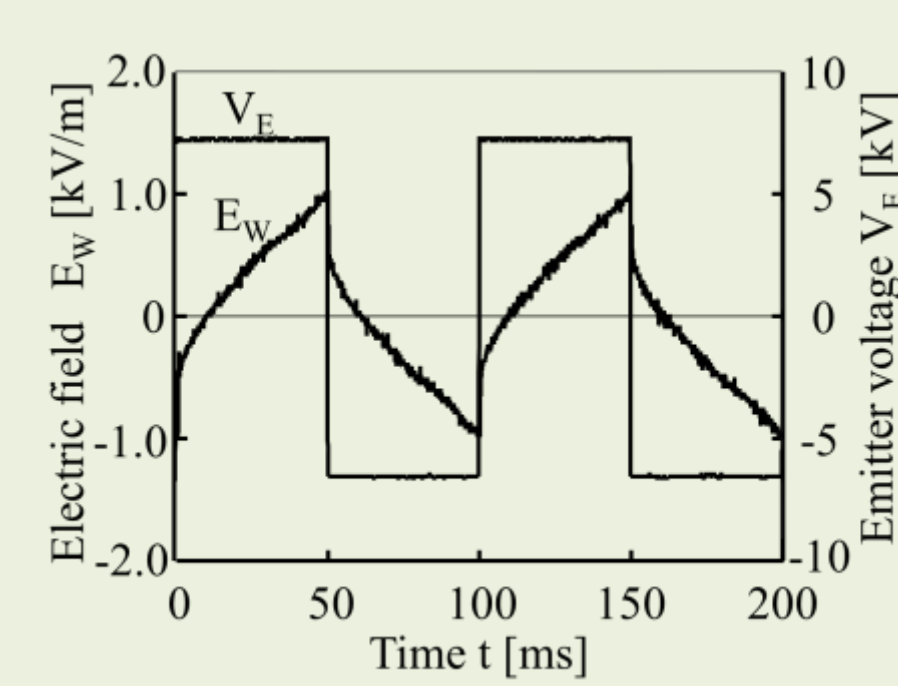
エミッタ用の材料の開発
エミッタの使用雰囲気の検討



イオンバランスが不完全

イオナイザが帯電器として作用。

作業領域の電位を測定して、イオン生成部のイオンバランスを制御。



イオナイザから上図のような電界が発生。

除電中にデバイスが誤動作。

イオナイザからの電界をイオナイザの動作条件で制御。

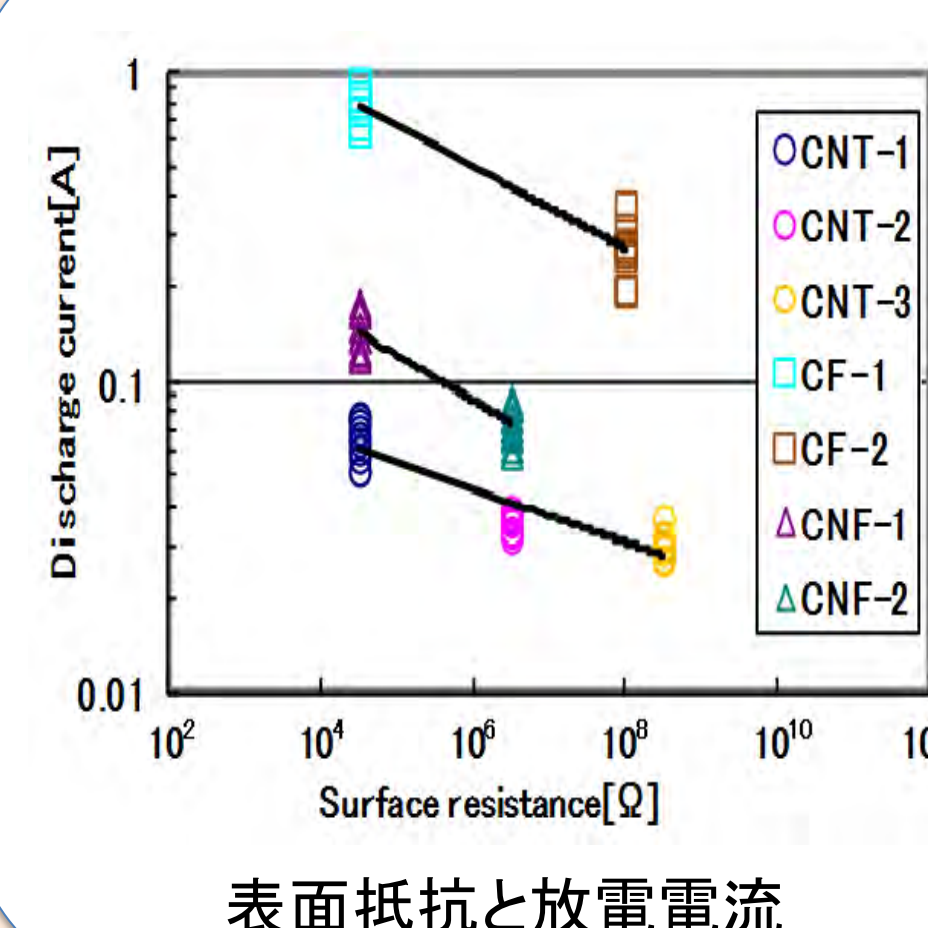
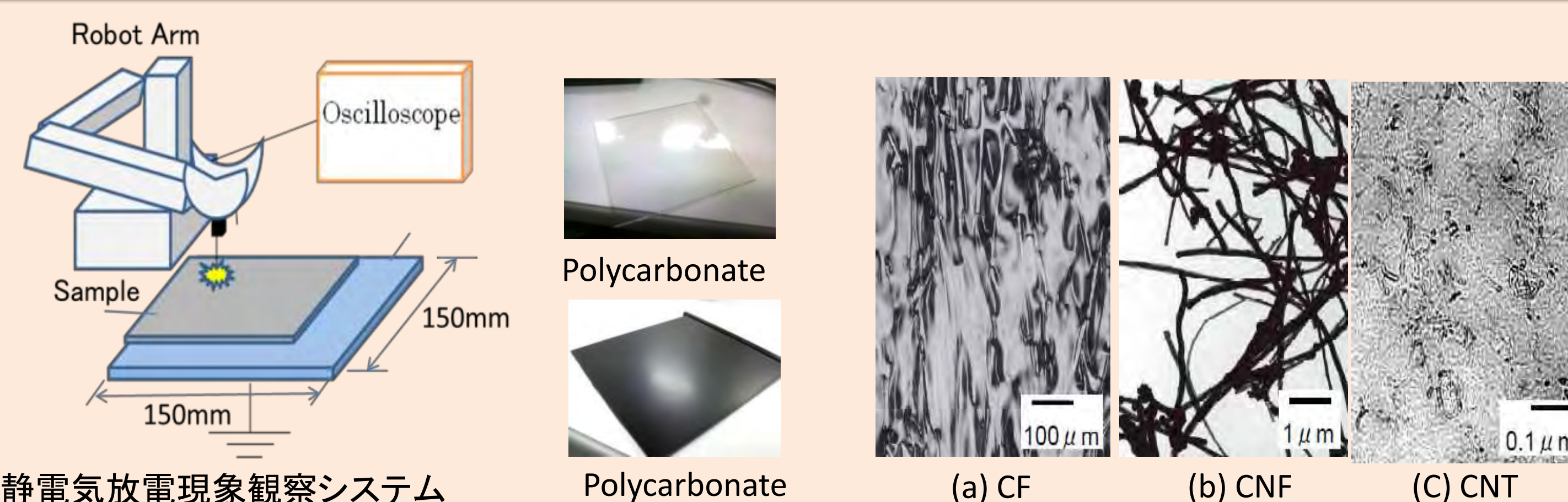
(能開総合大 岡野一雄)

(研究例 2)

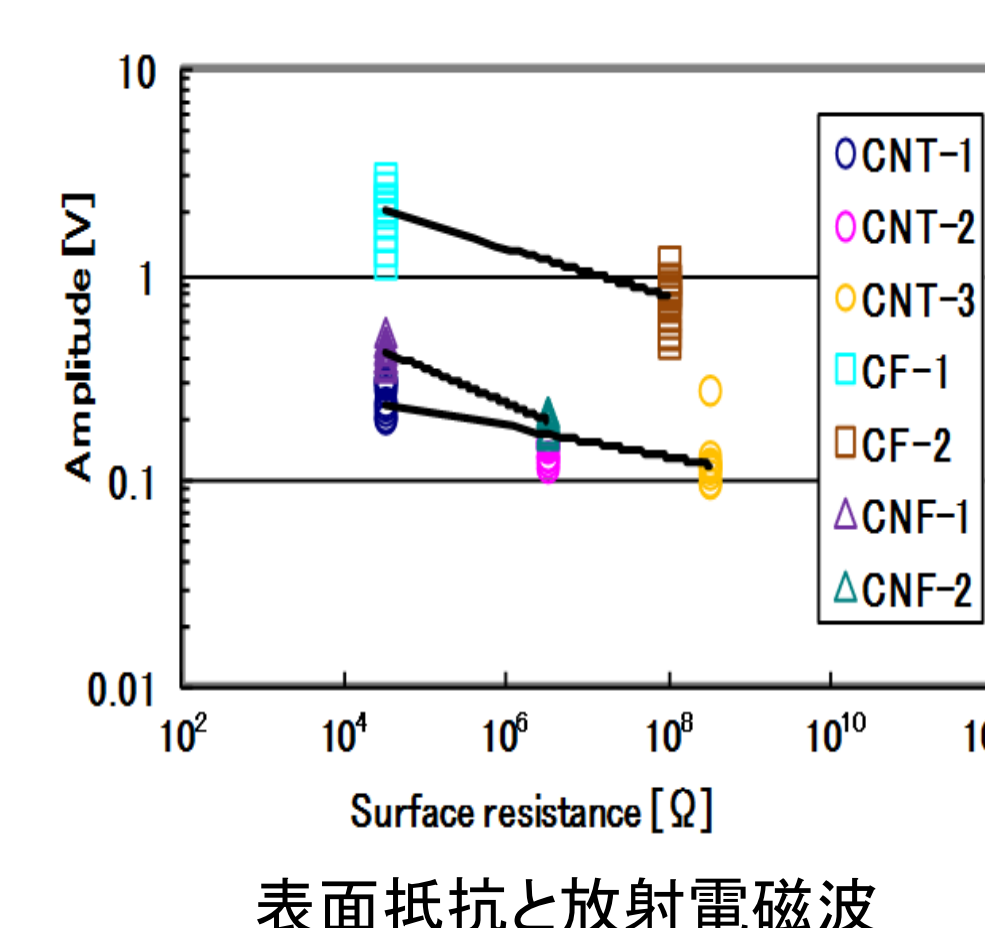
導電性複合材料による電子デバイスの静電気対策

電子デバイスの高性能化・高周波化にともない静電気耐力が低下しており、その対策が急務とされる。本研究の目的は、各種導電性複合樹脂の放電特性と放射電磁波の測定を行い、静電気耐力の低いデバイスの運搬ケースや電子システムのケースに最適な材料として、帯電時に電荷を逃がすのに適した表面抵抗値を有し、放電時には低い放電電圧・放電電流となる材料の知見を得ることにある。

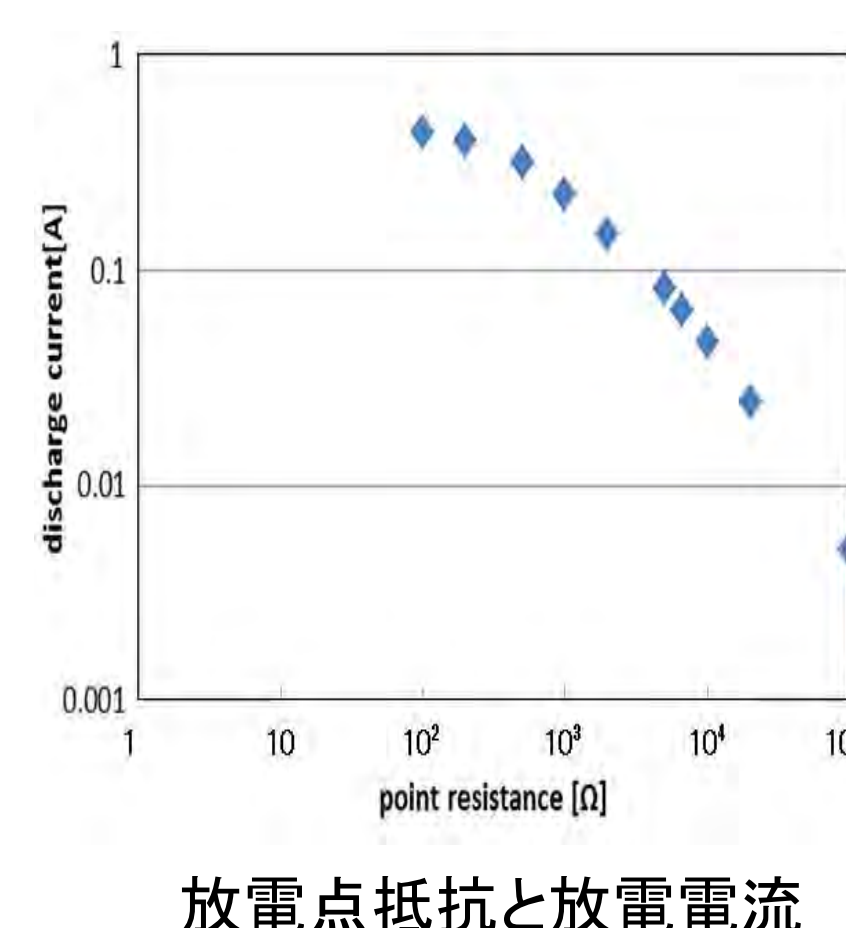
ロボットアームを有する静電気放電現象観察システムを用いて、導電性ポリカーボネート複合樹脂の放電特性・放射電磁波の観察を行った。サンプルはカーボンファイバー(CF)、カーボンナノファイバー(CNF)、カーボンナノチューブ(CNT:油化電子HipersiteW2000)3種類の導電性フィラーを練り込んだ導電性複合樹脂を用いた。繊維径はそれぞれ8mm, 140 nm, 10 nmである。CFの表面抵抗は30 kΩ, 3 MΩ, 300 MΩ, CNFの表面抵抗は30 kΩ, 100 MΩ, CNTの表面抵抗は30 kΩ, 3 MΩである。



表面抵抗と放電電流



表面抵抗と放射電磁波



放電点抵抗と放電電流

導電性複合樹脂の放電特性と放射電磁波の測定,SPICEシミュレーションによる解析を行い、以下のことが明らかとなった。

- (1) CNT(油化電子HipersiteW2000)はCFやCNFと比較し、放電電流が少ない。
- (2) CNTは残留電圧も低く、ばらつきも小さい。
- (3) CNTは誘起電圧も低い。
- (4) 放電電流を下げるには放電点での抵抗の値を大きくすると良い。

携帯端末・自動車・航空宇宙・医療機器・スマートグリッド・ロボット等の静電気放電による破壊や誤動作防止のために、GHz帯域での高周波計測技術/機能性材料技術が重要である。

(沼津高専 大津孝佳)

計測は、あらゆる研究テーマで重要かつ必要不可欠である。静電気学会で扱っている研究テーマにおいても、放電プラズマ、バイオ医療から静電気放電、粉体、着火、帯電現象まで、あらゆるところで高度な計測が行われている。計測を行うには、計測装置のオペレーションだけではなく、計測原理の理解や計測に伴う擾乱、誤差など、基礎的な事項についての深い洞察が必須である。本研究委員会では、静電気学会に関係する様々な計測について、調査研究を行う。

放電プラズマ

環境汚染ガス処理



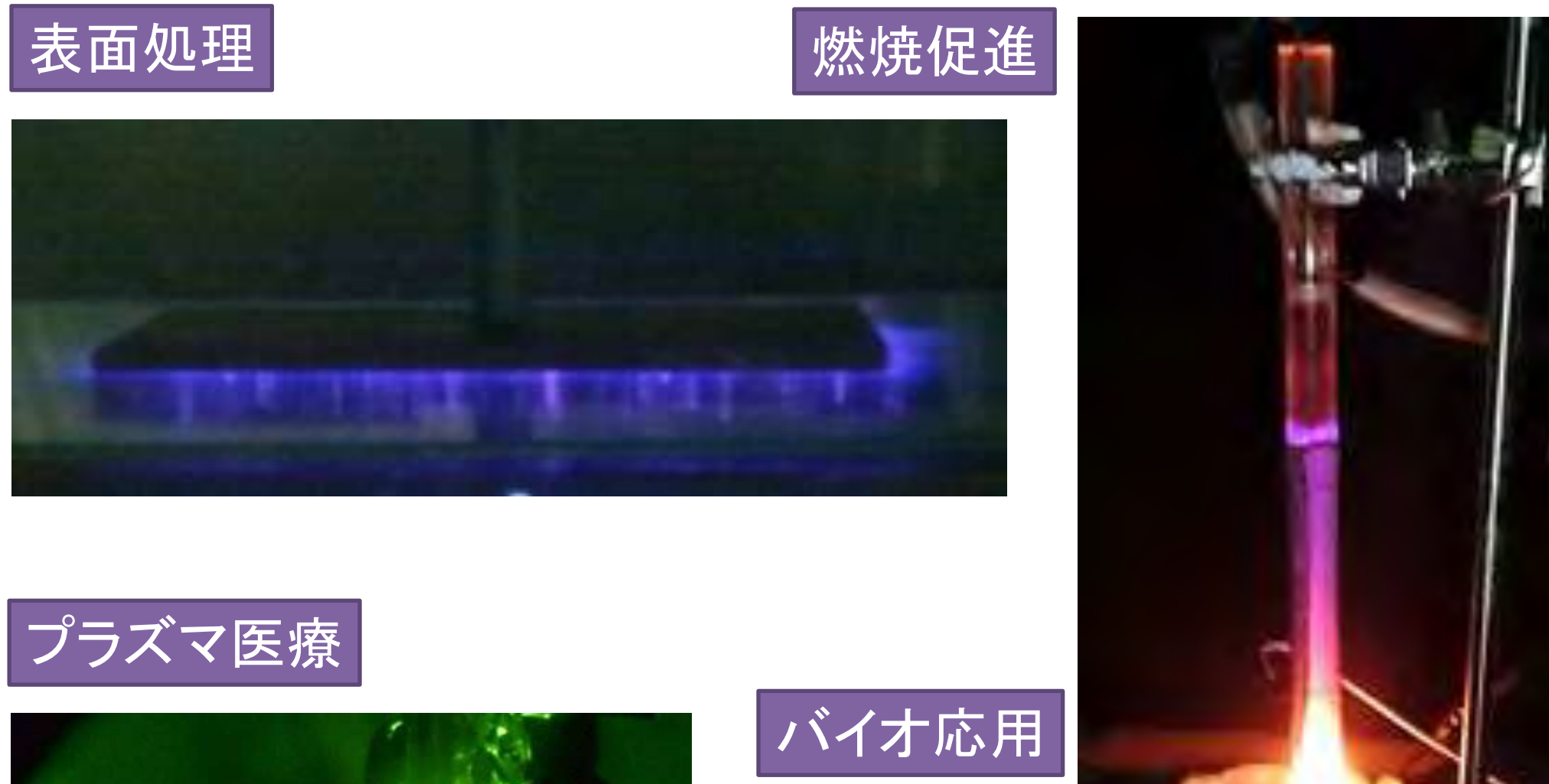
水処理



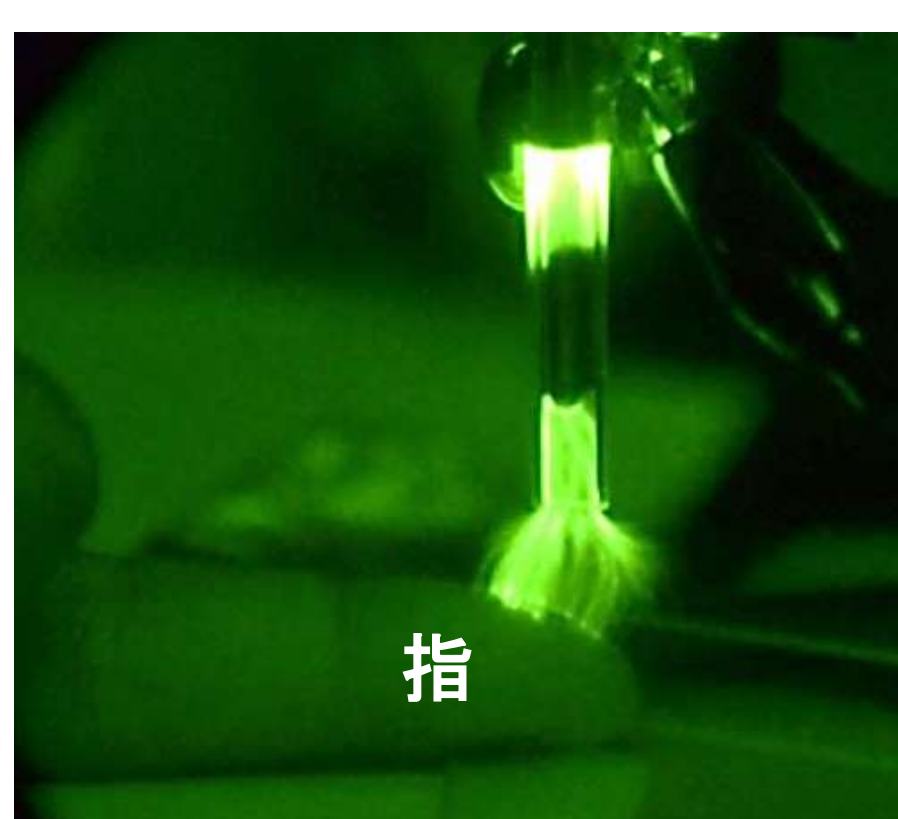
表面処理



燃焼促進



プラズマ医療



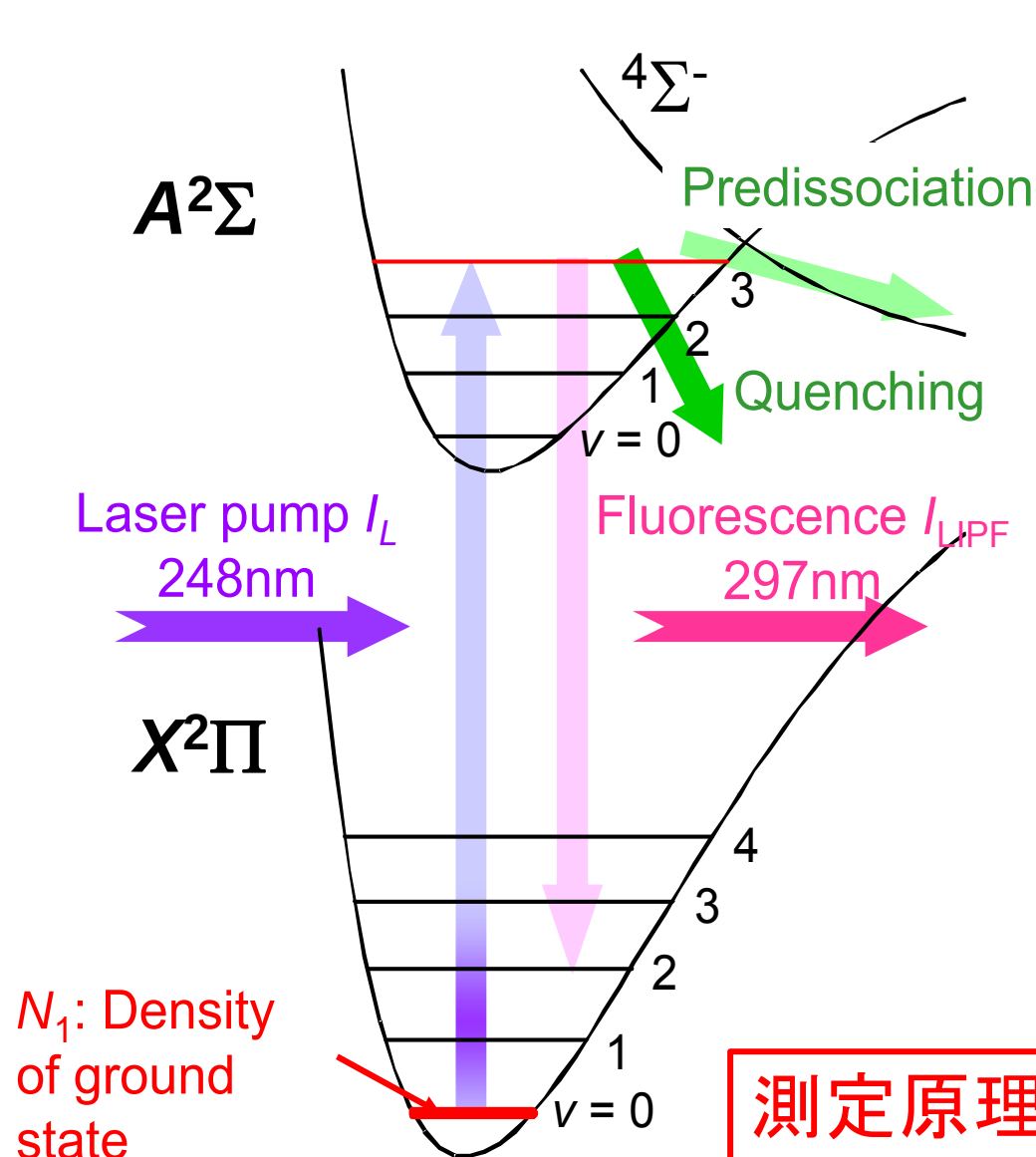
バイオ応用



いずれもプラズマで生成される活性種(OH, O, Nなど)の働きが重要。

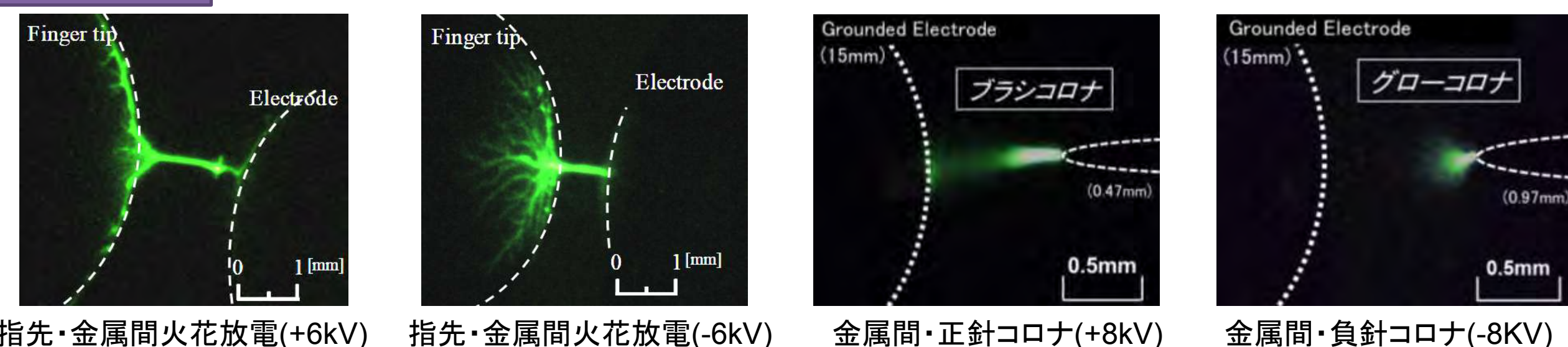
- 活性種密度は?
- 活性種生成を支配する電子密度と電界強度は?

レーザー
分光計測

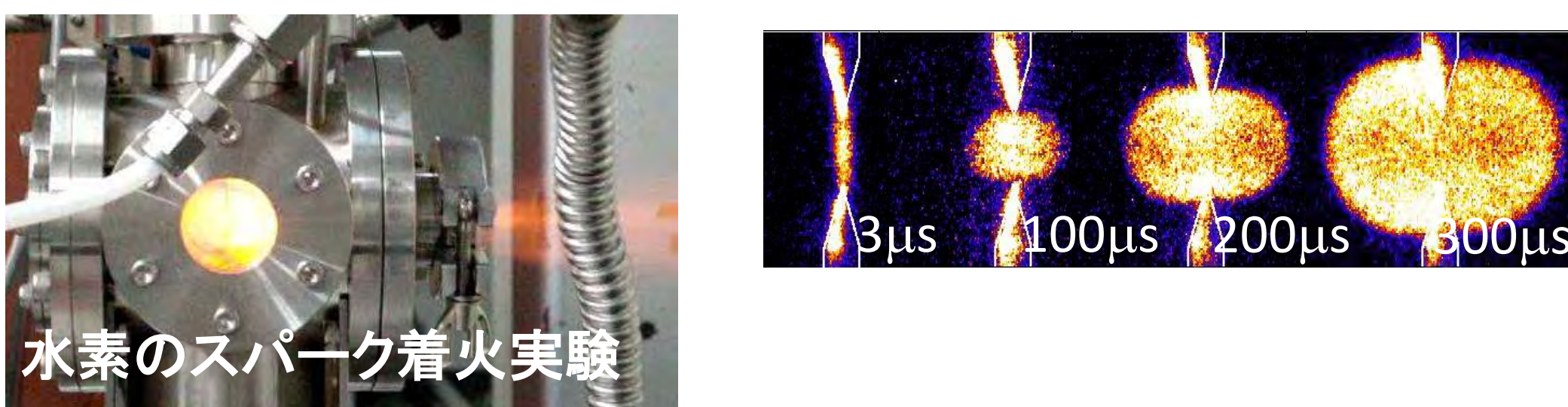


静電気放電・着火

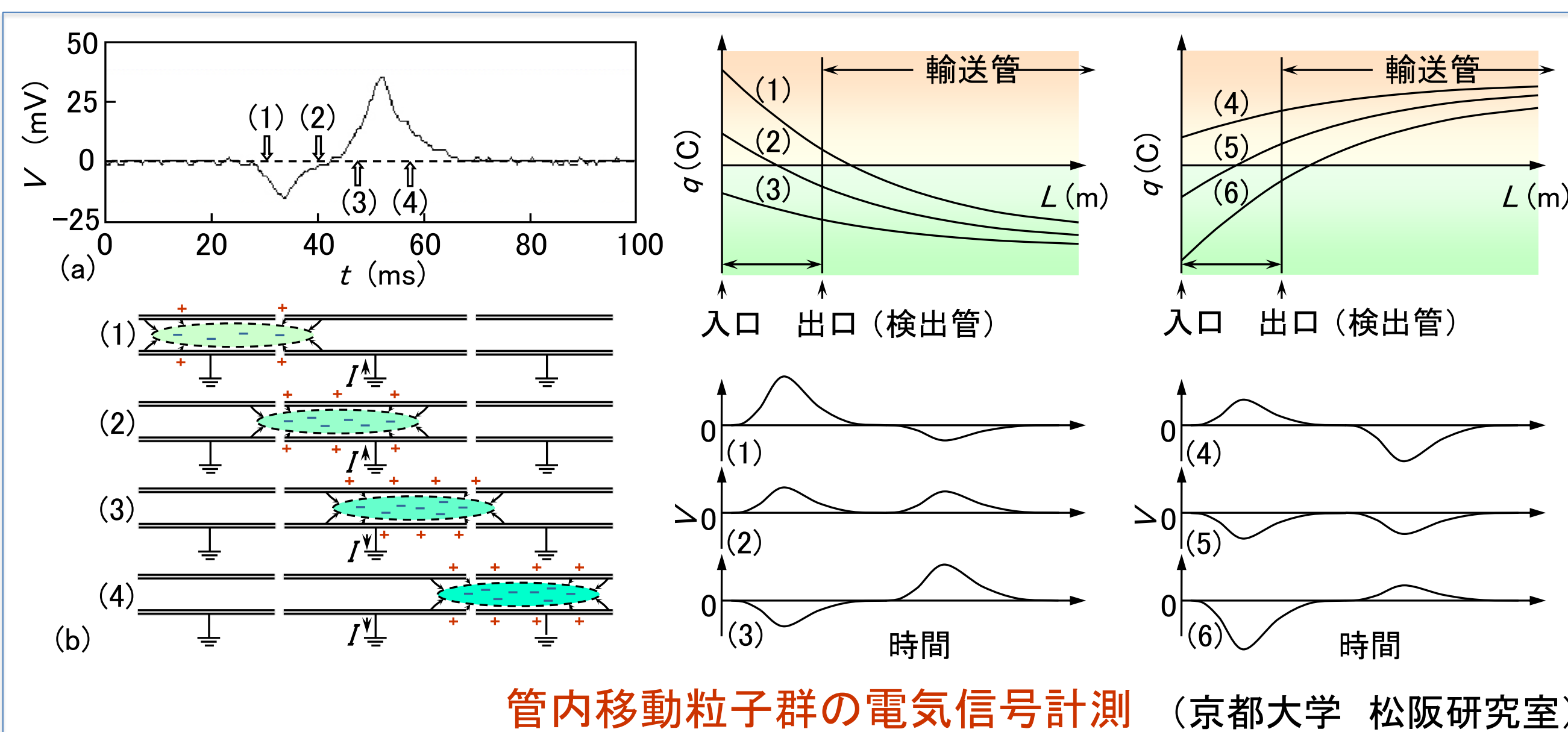
静電気放電



水素の静電気放電着火計測



粉体・帯電



(研究例1) 放電プラズマのレーザー分光計測

プラズマで生成される様々な活性種の密度、空間分布、時間変化、反応速度の計測

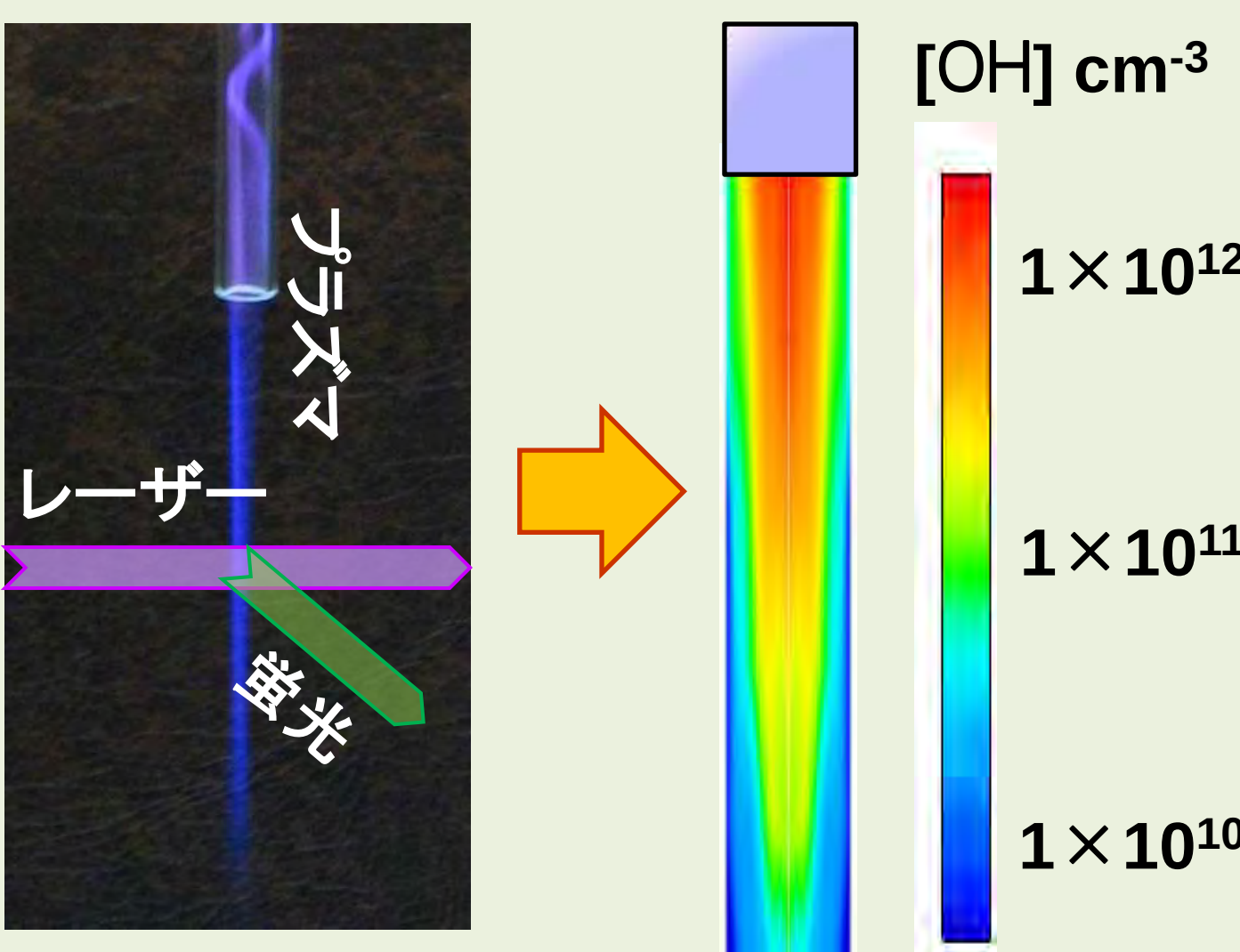
計測例

活性種	計測法
OH	LIF
O ₃	Absorption
N ₂ (A ³ Σ _u ⁺)	LIF
O	TALIF
N	TALIF
O ₂ (v)	LIF
NO	LIF
N ₂ (v)	CARS
O ₂ (a ¹ Δ _g)	OES

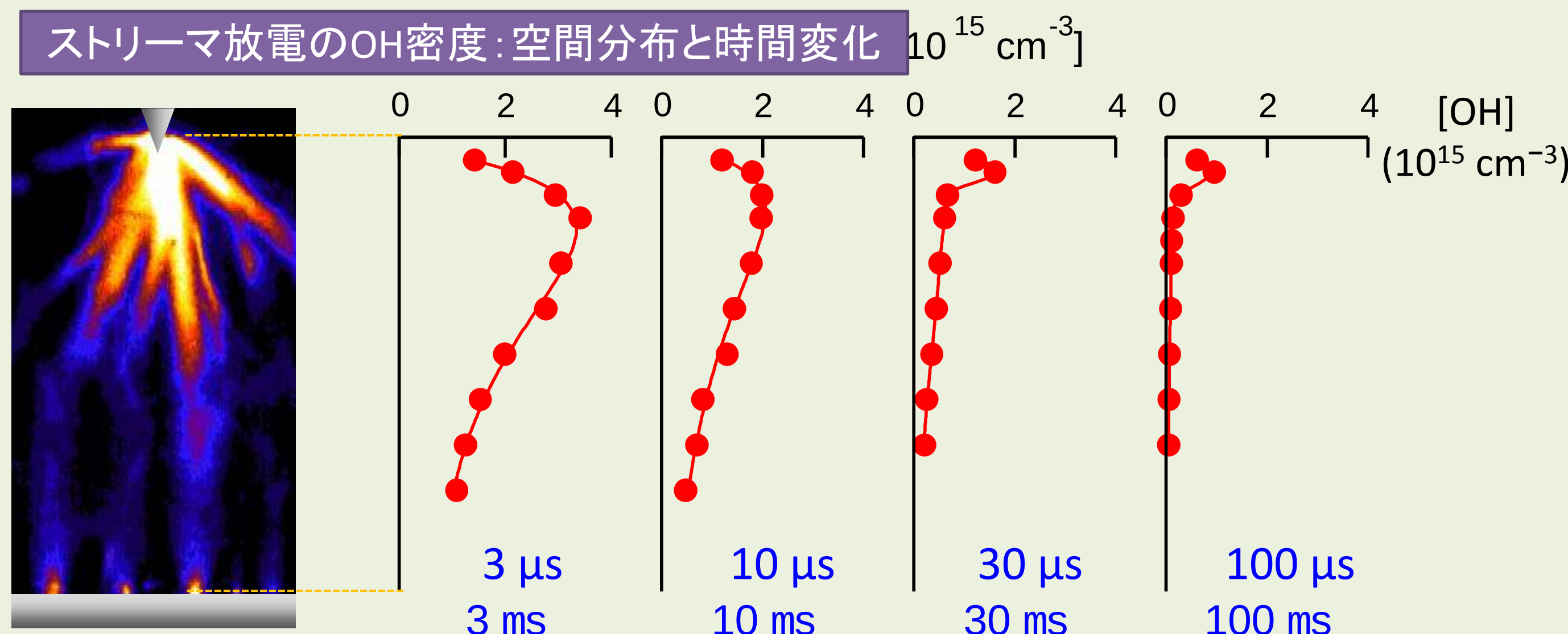
LIF: レーザー誘起蛍光法
Absorption: 吸収法
TALIF: 二光子励起LIF
CARS: コヒーレントアンストークスラマン散乱法
OES: 発光分光法

計測例: レーザー誘起蛍光法

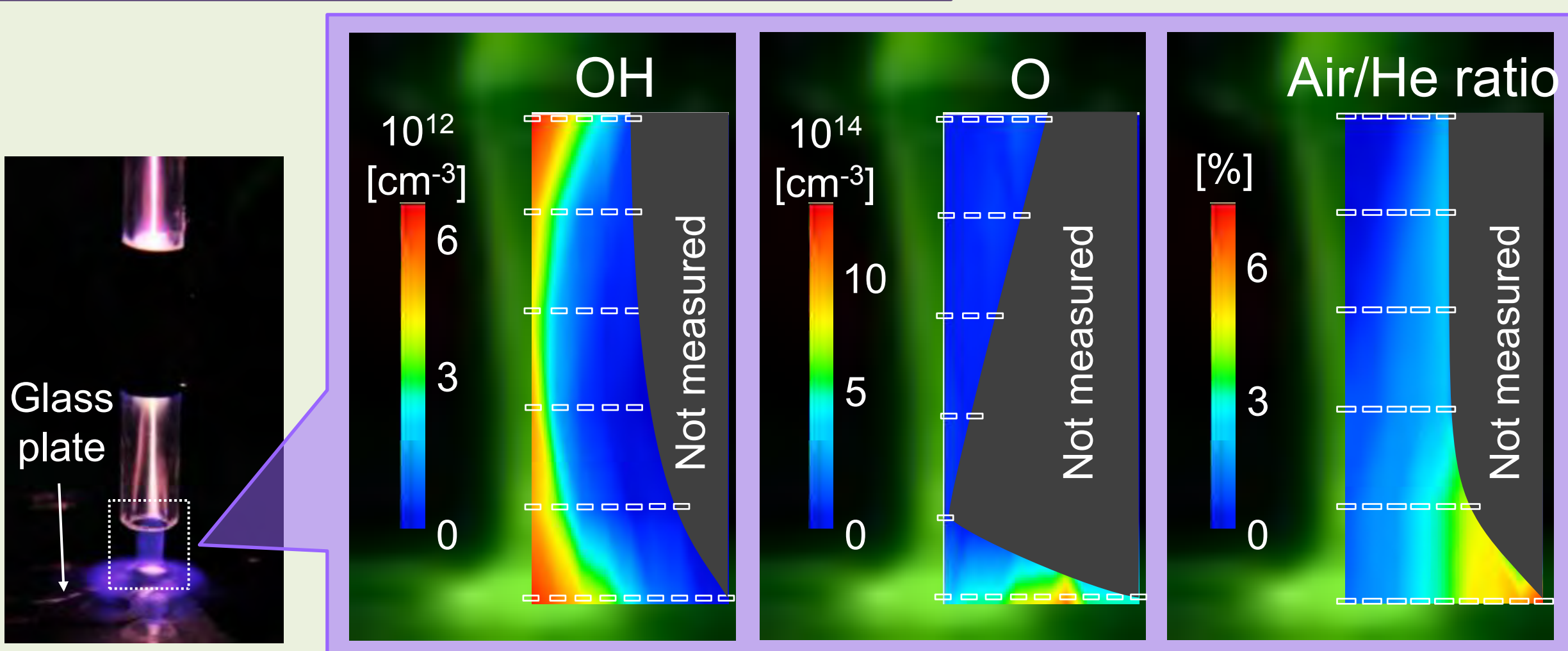
活性種(例えばOH)が蛍光を発する波長のレーザーをプラズマに照射して、OHの蛍光強度からOH密度を測定する。



ストリーマ放電のOH密度: 空間分布と時間変化



ヘリウムプラズマジェットの密度空間分布計測

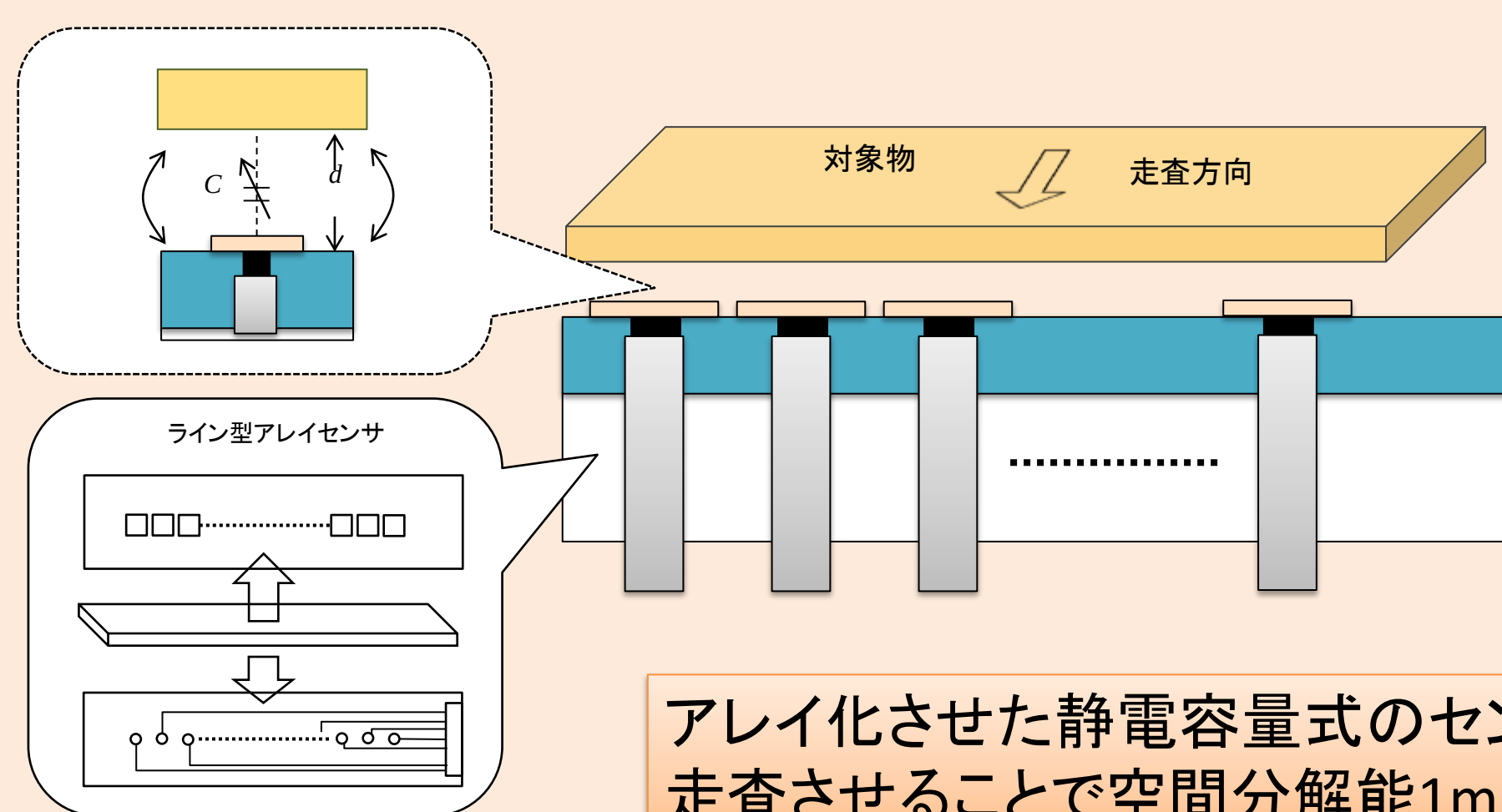


(東京大学 小野亮)

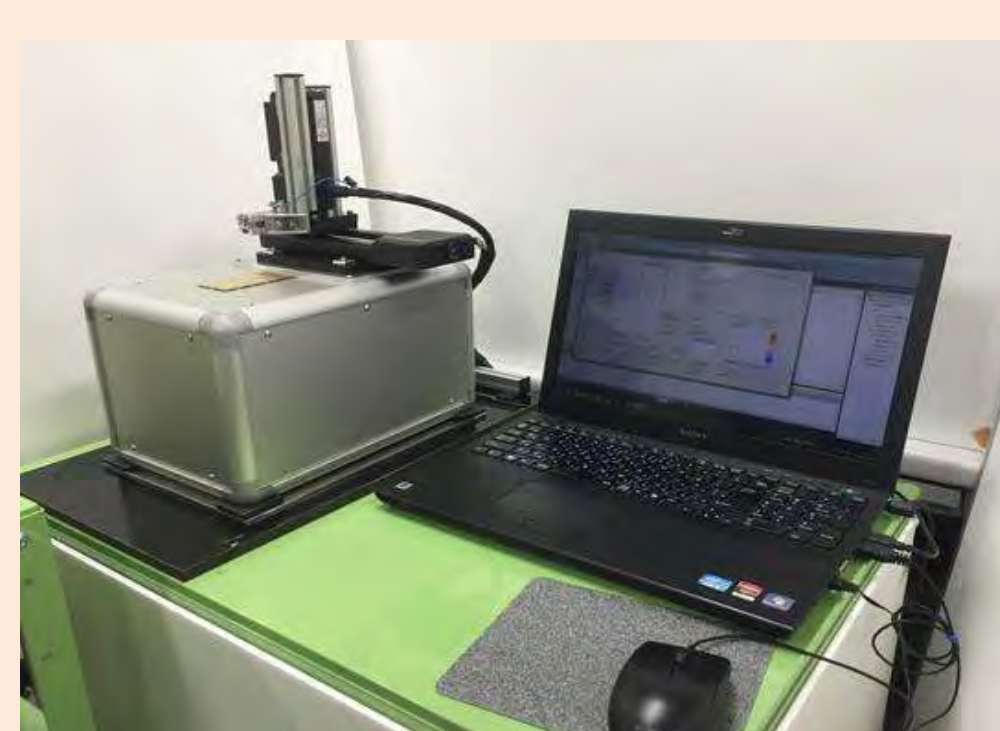
(研究例2) 静電気分布の計測

様々な対象物の表面電位分布を計測

計測装置の概念

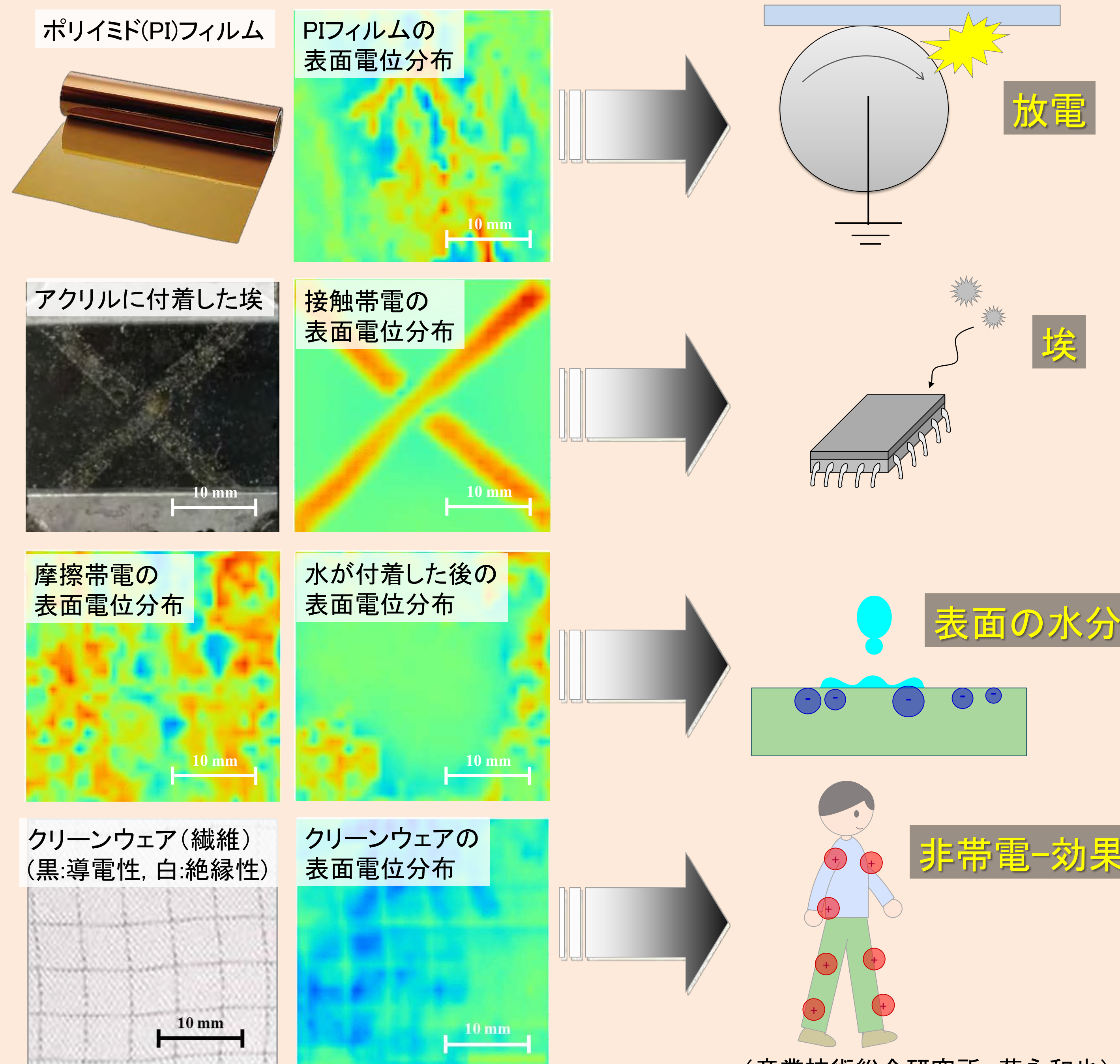


実際の計測装置

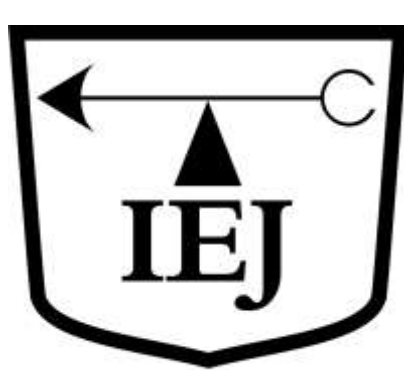


アレイ化させた静電容量式のセンサを計測対象物の表面を走査させることで空間分解能1mmの表面電位分布を測定する。

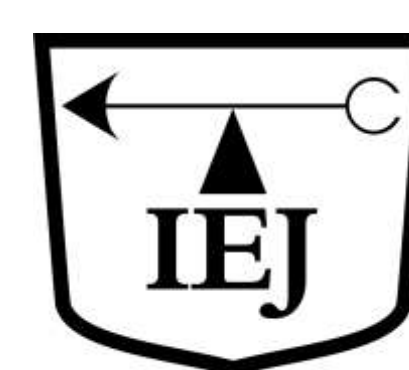
静電気分布の計測例とその分布から得られる情報



(産業技術総合研究所 菊永和也)



細胞・分子操作研究委員会



近年、遺伝子の高速解析やiPS細胞による再生医療などにより、これまでにない病気治療法の開発等への期待が高まっています。このような状況の中、静電気学を利用した細胞・分子操作の技術はこのような分野の発展の為に大きな可能性を持っています。細胞や生体高分子(DNAなど)は、水溶液中で静電気力により動かし、分離することなどが可能なため、本研究委員会では当該操作技術について、基礎研究から応用技術までの広範囲にわたり、国内及び海外での動向について調査研究を行っています。

マイクロ・ナノ微粒子に有効に作用可能
誘電泳動力、クーロン力、レーザー光圧 等

静電気

ナノテク

バイオ

微細加工技術
流体デバイス 等

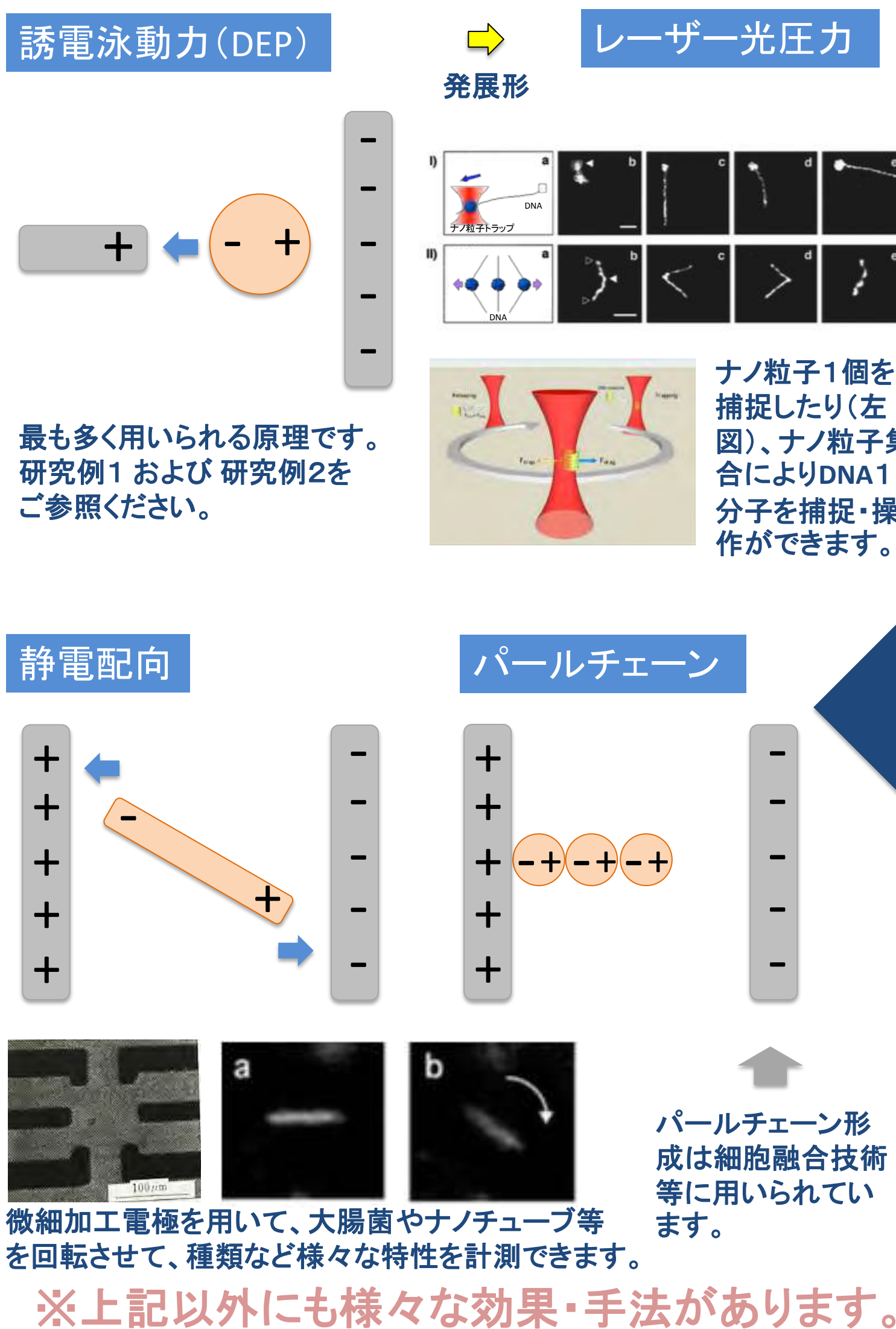
細胞、生体分子
ウイルス 等

融合

細胞・分子・ウイルスは誘電体!!
静電気工学により、水溶液中でマイクロ・
ナノ微粒子の捕捉・除去や計測・分析が可

委員長 平野 研(産総研)
hirano-ken@aist.go.jp
幹事 中野道彦(九州大学)
nakano@ees.kyushu-u.ac.jp
大重真彦(群馬大学)
oshige@gunma-u.ac.jp

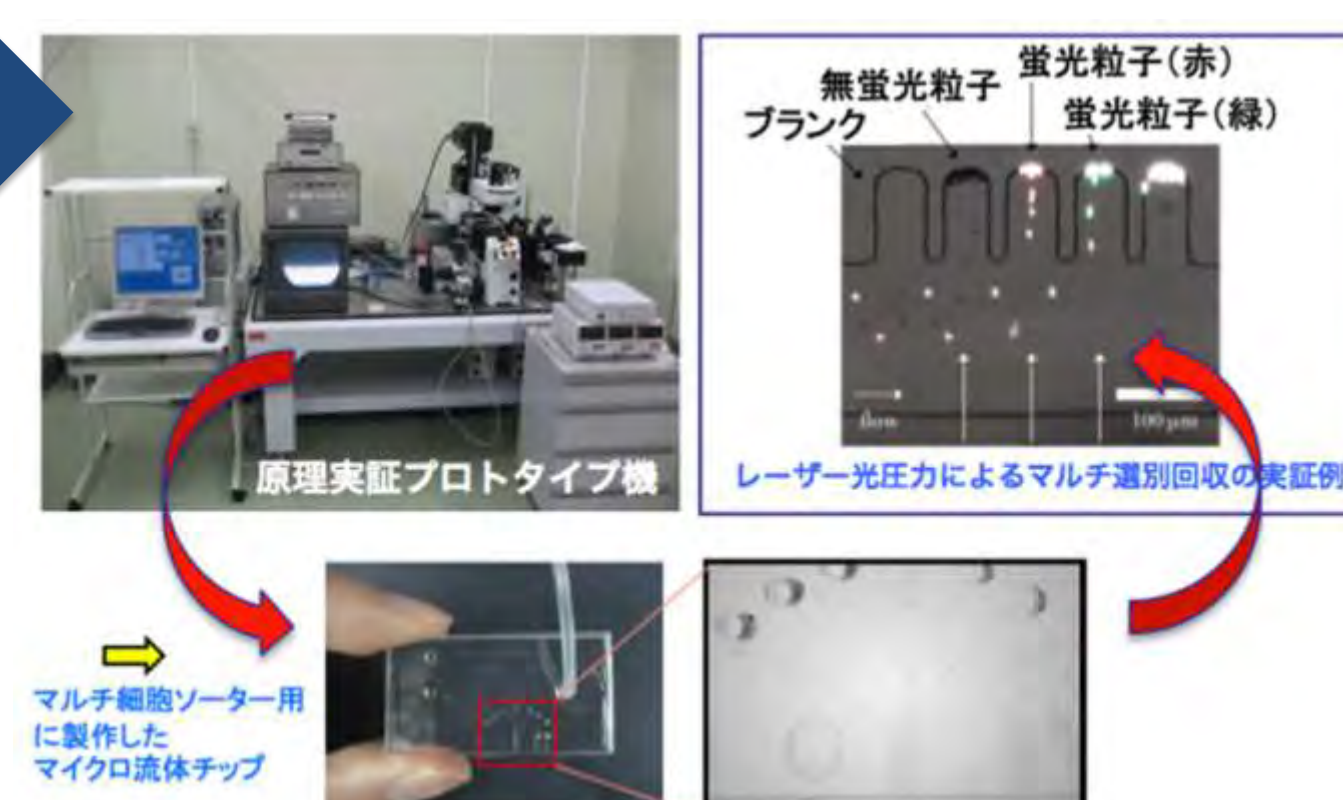
基礎



基盤技術の開発研究と確立
水溶液中での基礎現象の理解
基盤技術を用いた生命現象の理解

応用

細菌カウンタ (詳細は「研究例2」参照)
1分で口腔内の細菌を検出

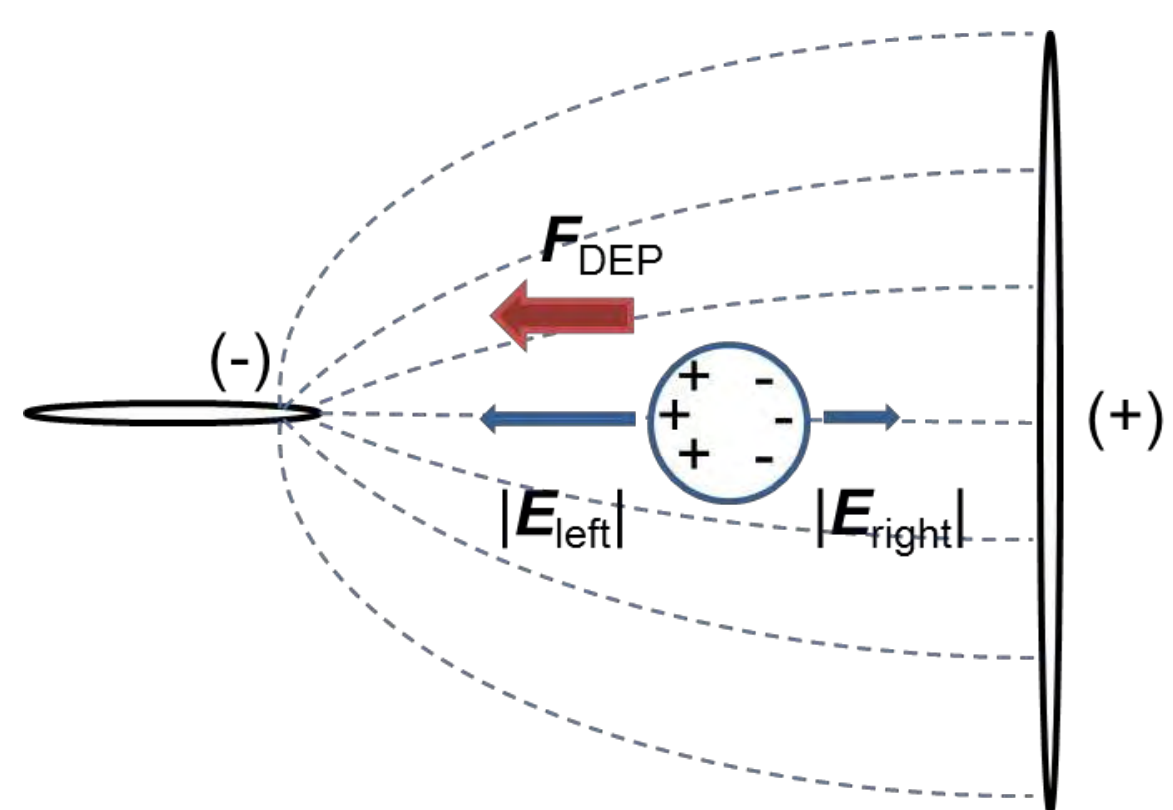


光圧カマルチ微粒子ソーター
マイクロ流体チップでレーザー光圧力によりマイクロ粒子(細胞など)を分取できます(企業で実用化開発中)

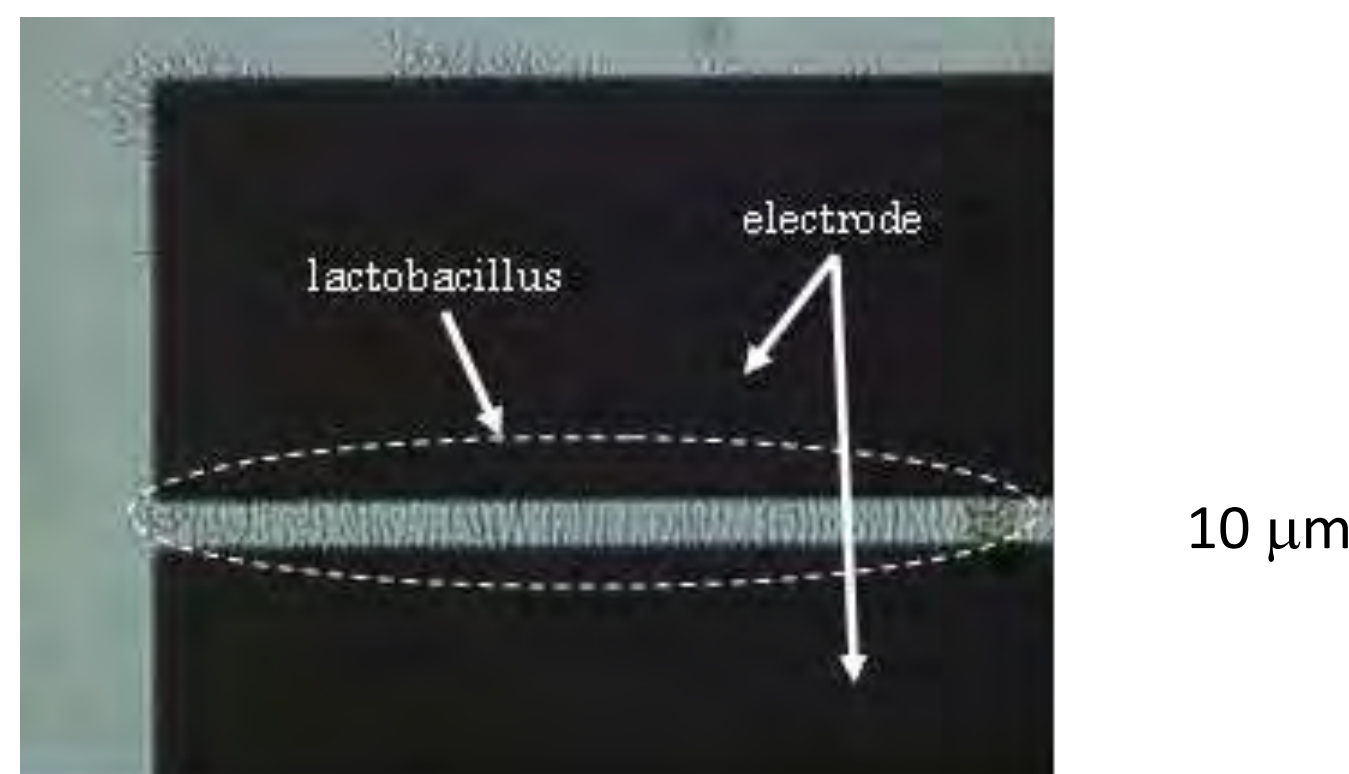
装置実用化、デバイス開発
健康、医療、防疫、食品等に向けた
社会の安全・安心に向けた先端技術

(研究例1) 微生物・細胞の誘電泳動(DEP)処理

- 不均一電界下に置かれた誘電体が誘導電荷に働くクーロン力の不均衡により移動
- 微細ギャップの活用により低電圧・省電力化

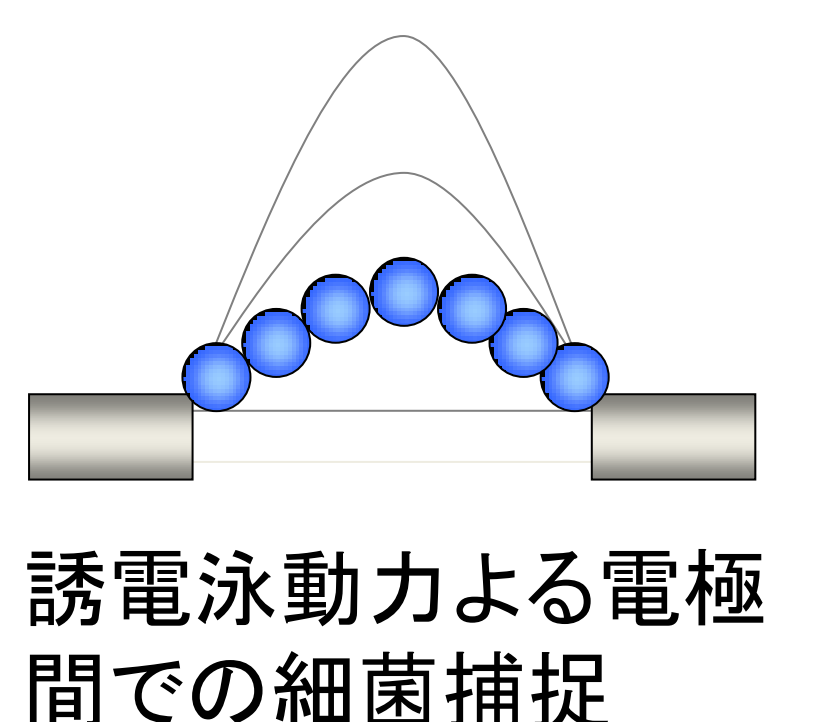


DEPの動作原理

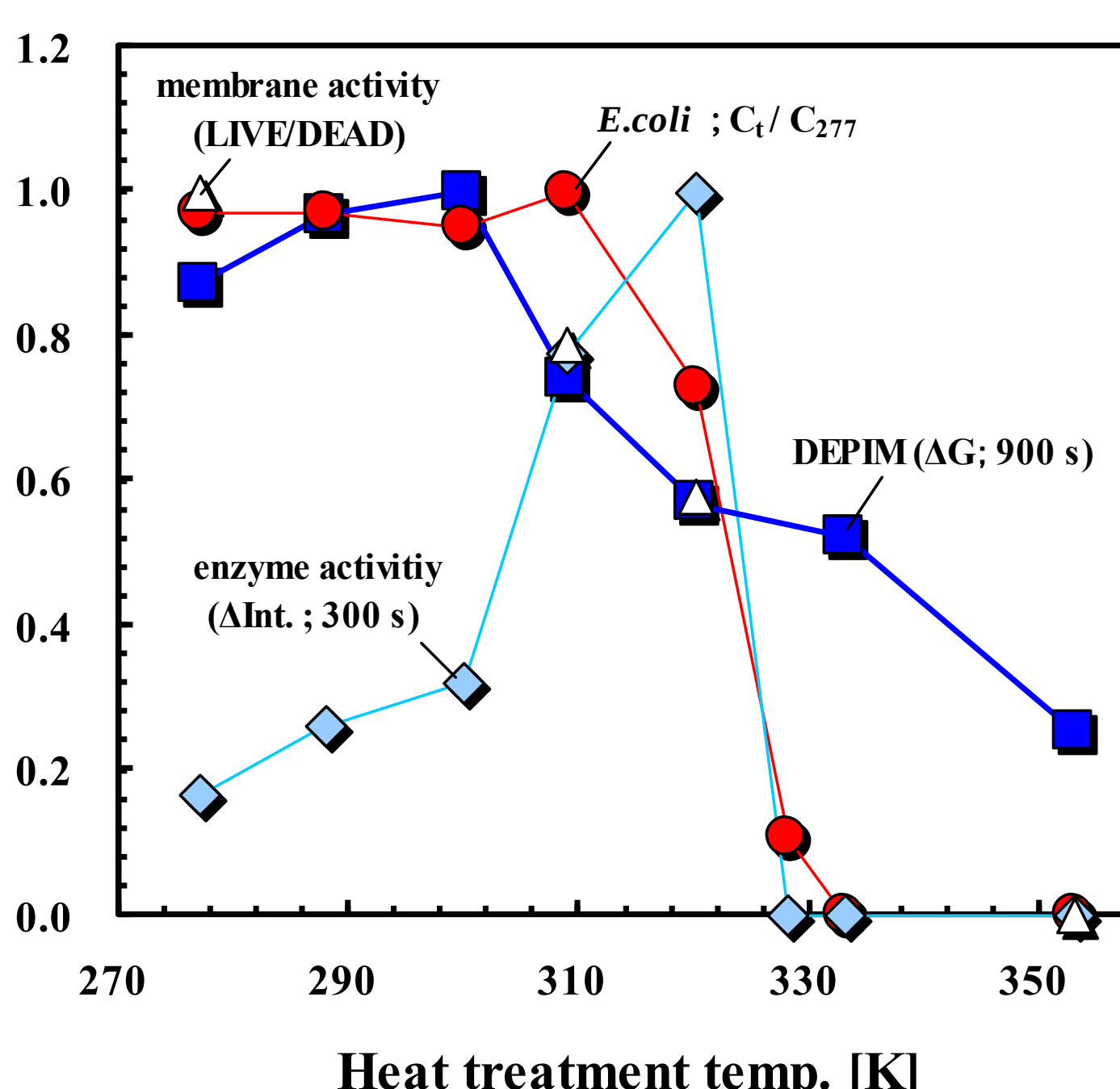
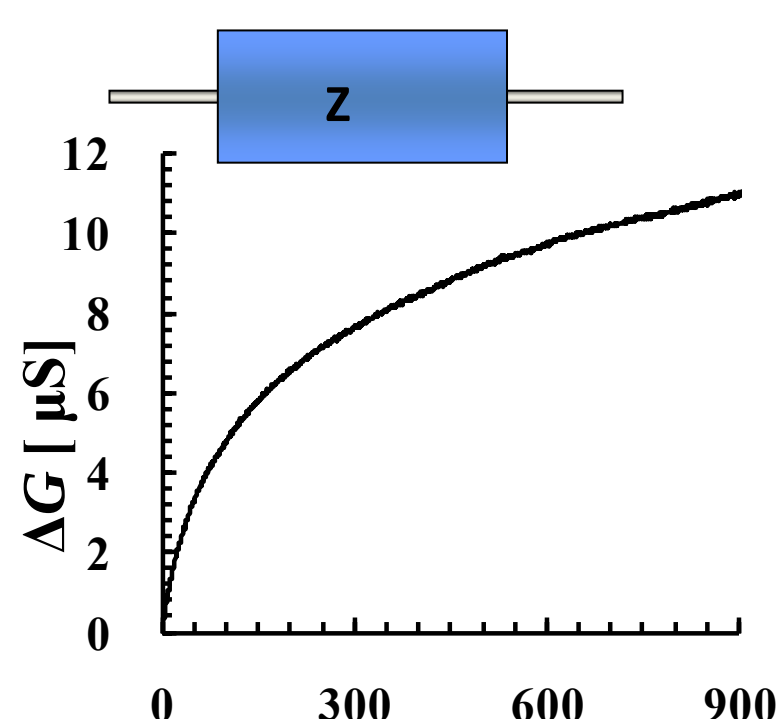


ヨーグルト希釈液における
乳酸菌の選択的分離

誘電泳動原理と選択的分離



誘電泳動力による電極
間での細菌捕捉



増殖率、膜損傷度、呼吸活性、形状変化
に強く依存
検量線による対比 → 代謝評価が可能

インピーダンス計測による誘電泳動代謝評価

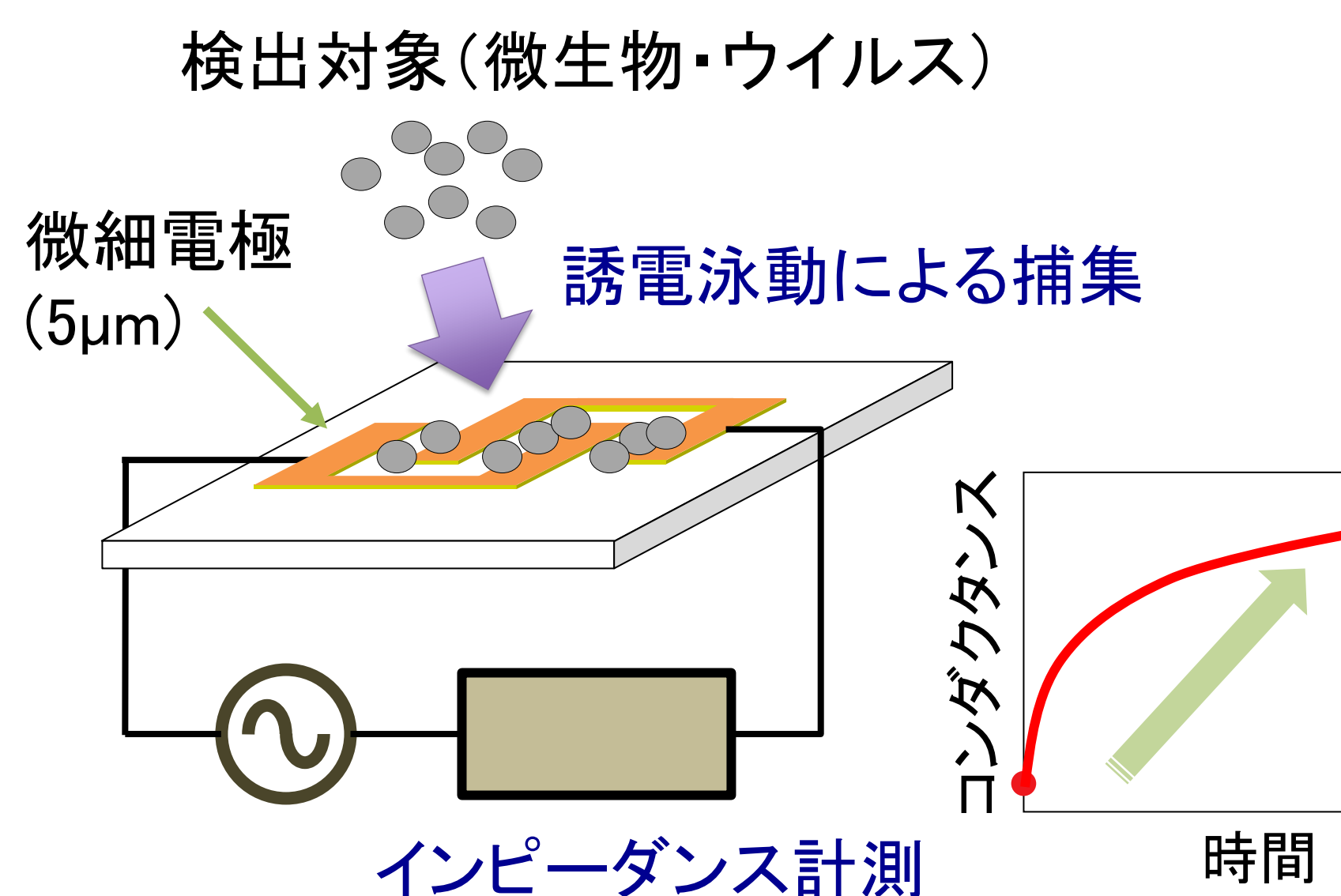
静電力学効果の一種である誘電泳動を用いて、食品・農業・医療分野における細胞操作への応用を行っています。

(首都大学東京 内田 諭)

(研究例2) 誘電泳動現象による微生物・ウイルスの高感度検出

誘電泳動インピーダンス計測法 (DEPIM)

誘電泳動による対象の捕集とインピーダンス(電気抵抗)による測定



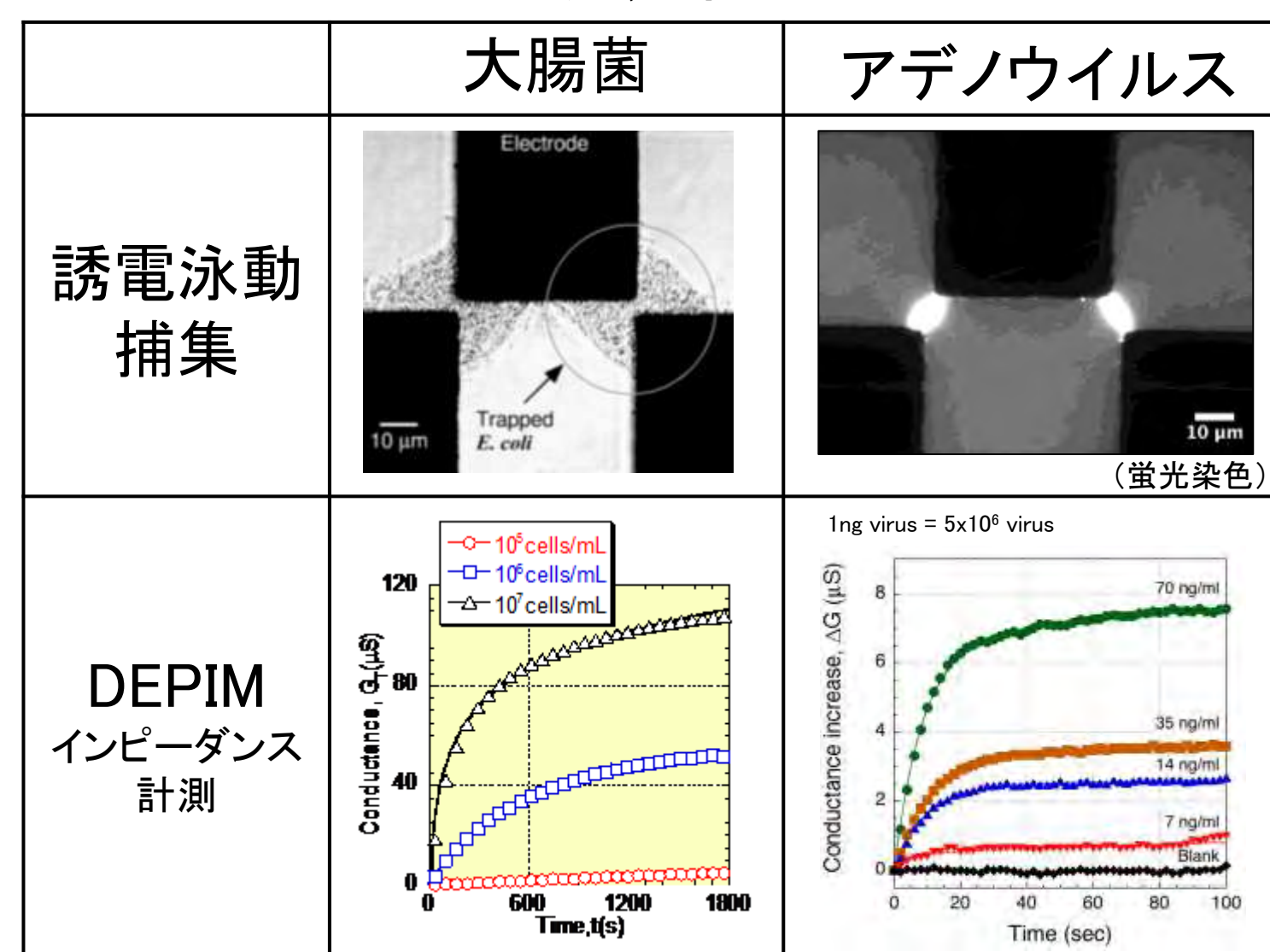
高電界を印加して水溶液中の微生物・ウイルスを捕集

高電界(数MV/cm)を低電圧(2V)・微細電極(5μm)で実現

捕集物を微細電極のインピーダンス変化としてリアルタイム計測

化学薬品を使用せず、液中の微粒子・微生物・ウイルスを迅速・簡便に測定

測定例



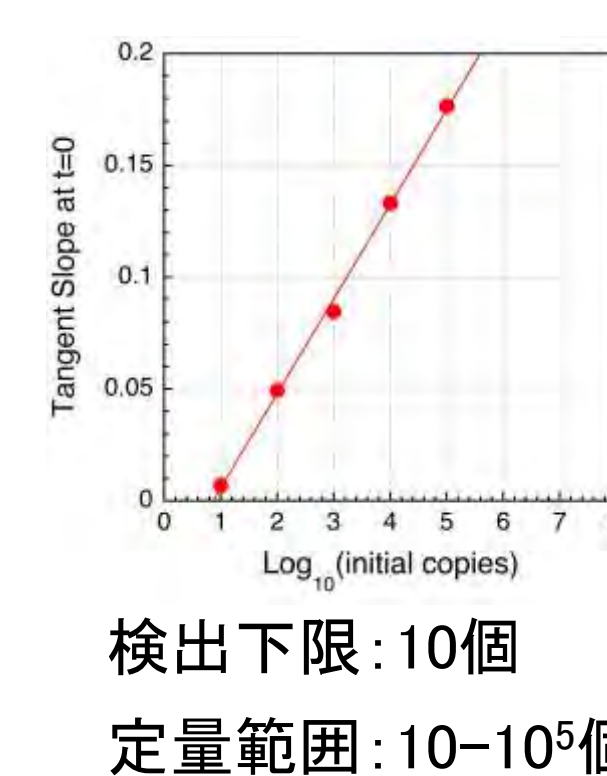
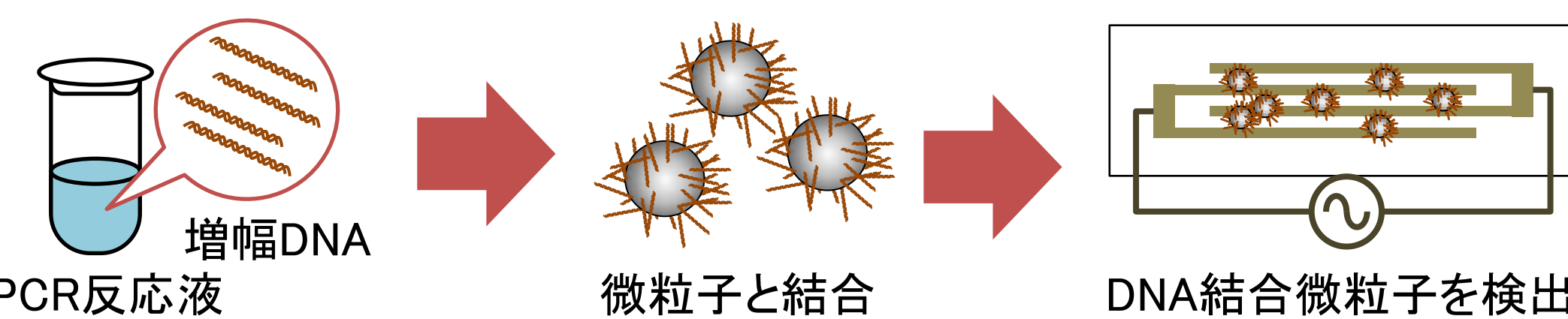
実用化例



細菌カウンタ
(パナソニックヘルスケア)
短時間に口腔内の細菌を検出
測定時間: 1分

DNA検査への応用

PCR(遺伝子増幅法)と組み合わせた高感度DNA検出



静電気現象(誘電泳動)を使って、微生物・ウイルスを迅速・簡便に測定する技術・装置を開発しています

(九州大学 末廣純也、中野道彦)

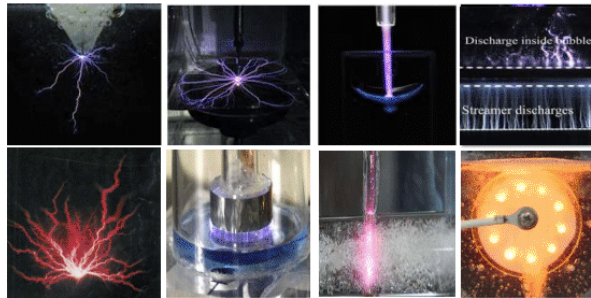


放電プラズマによる水処理研究委員会

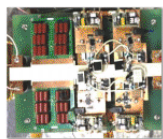


大気圧での放電プラズマは、次世代の水処理応用に向けて精力的に研究が行われている。これは、従来のオゾン投入では処理できない難分解性物質の水域への流入や内分泌攪乱物質の混入による水質の劣化が、長い時間をかけて生態系に影響を及ぼすことが懸念されているためである。本研究委員会では、静電気分野の研究者や関連分野の研究者から構成されるメンバーの参加を得て、次世代の水処理に適用できる技術や装置およびその評価方法に関する調査研究を行っている。

放電プラズマ

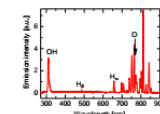


気中、液中、気泡内で生成した放電プラズマは、反応性の非常に高いOHラジカルなどの活性種や、紫外線、衝撃波、強電界などを発生できます。



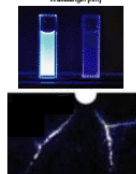
パルスパワー発生技術

パルスパワー発生技術で大面積プラズマを形成することで、活性種を高速・高効率に生成可能

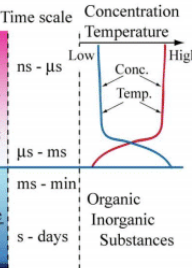


ラジカル計測技術

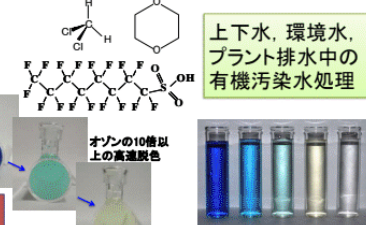
化学プローブ法や分光法、レーザ誘起蛍光法などにより、液相および気相のOHラジカルをはじめとする活性種を計測可能



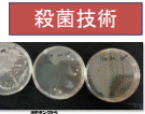
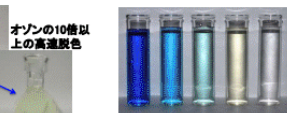
Species (ROS, RNS)	Time scale	Concentration
Plasma	ns - μs	Low
Interface	μs - ms	High
Bubble	ms - min	High
Bulk water	s - days	Low



放電プラズマは難分解性有機物の分解や殺菌が可能であり、水の浄化や農業への応用が期待されています。



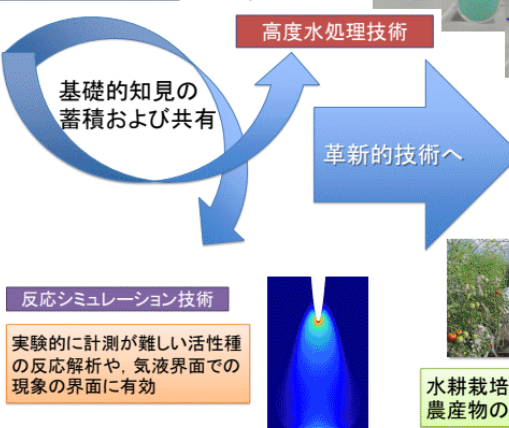
上下水、環境水、プラント排水中の有機汚染水処理



殺菌技術

水耕栽培での殺菌や農産物の増量・増産

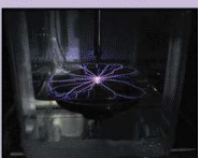
農業分野



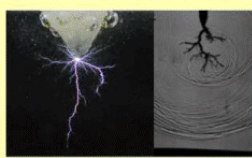
(研究例1) パルスプラズマの生成とOHラジカルの計測

パルスパワー技術による水面上・水中・気液界面プラズマの生成

液中・液面プラズマによるOHの生成と水の浄化



水中ストリーマ放電の生成・伝搬過程の基礎研究

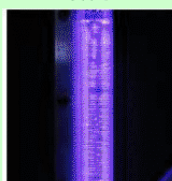


3Dプリンタで作製したプラズマリアクタによる気液界面プラズマの生成



リアクタを3Dプリンタで作成

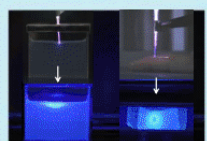
流水と電極間でプラズマを生成



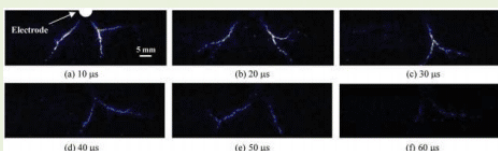
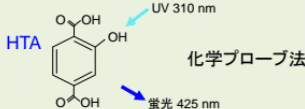
パルスパワー技術を用いて水面上・水中ストリーマ放電を生成したり、管内を流れ落ちる流水を旋回させるリアクタを3Dプリンタで作成してバリア放電プラズマを生成することで、大容量の有機排水を処理しています。

OHラジカルの計測

有害物質を分解するOHラジカルの計測法の開発



テレフタル酸(TA)は溶液中でOHラジカルと反応して2-ヒドロキシテレフタル酸(HTA)を生成します。HTAは紫外光を照射すると蛍光を発するため、蛍光強度より液中のOHラジカル量を求めることができます。



レーザ誘起蛍光法

(大分大学 金澤誠司)

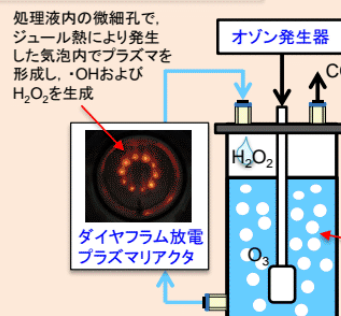
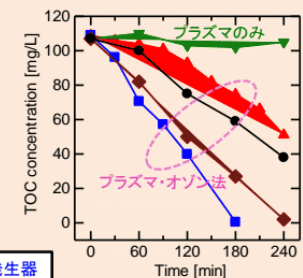
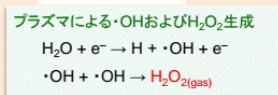
OHラジカルはある波長の紫外線を当てると蛍光する特性があります。紫外線レーザーを用いて水面放電により生成したOHラジカルの蛍光を観測し、OHの生成およびその後の挙動を調査しています。

(研究例2) 水中難分解性有機物の分解

プラズマ・オゾン併用法による難分解性有機物分解

水中の酢酸を分解

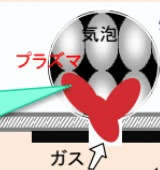
プラズマ・オゾン法



気液界面プラズマにおける反応過程と高速・高効率PFOS分解

プラズマ

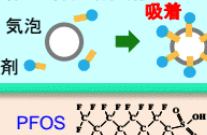
- 活性種・高エネルギー粒子の生成
- プラズマ生成条件による反応過程の変化



- 処理液
- 活性種による有機物の分解
- 殺菌
- 導電率、粘性の変化

プラズマ液体界面

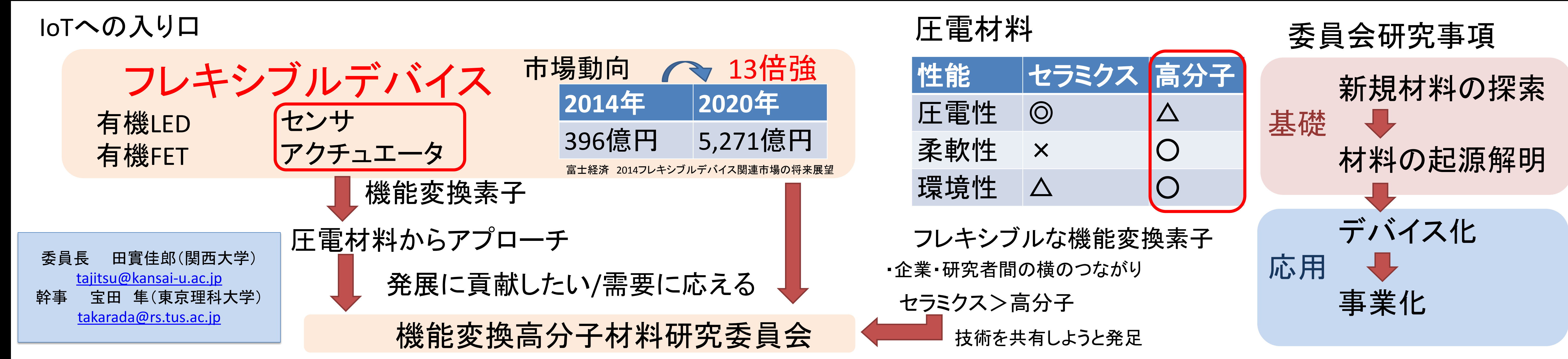
- 活性種の界面を通じた輸送
- 処理液の蒸発・スパッタリング
- 気泡に吸着した界面活性剤PFOSの分解



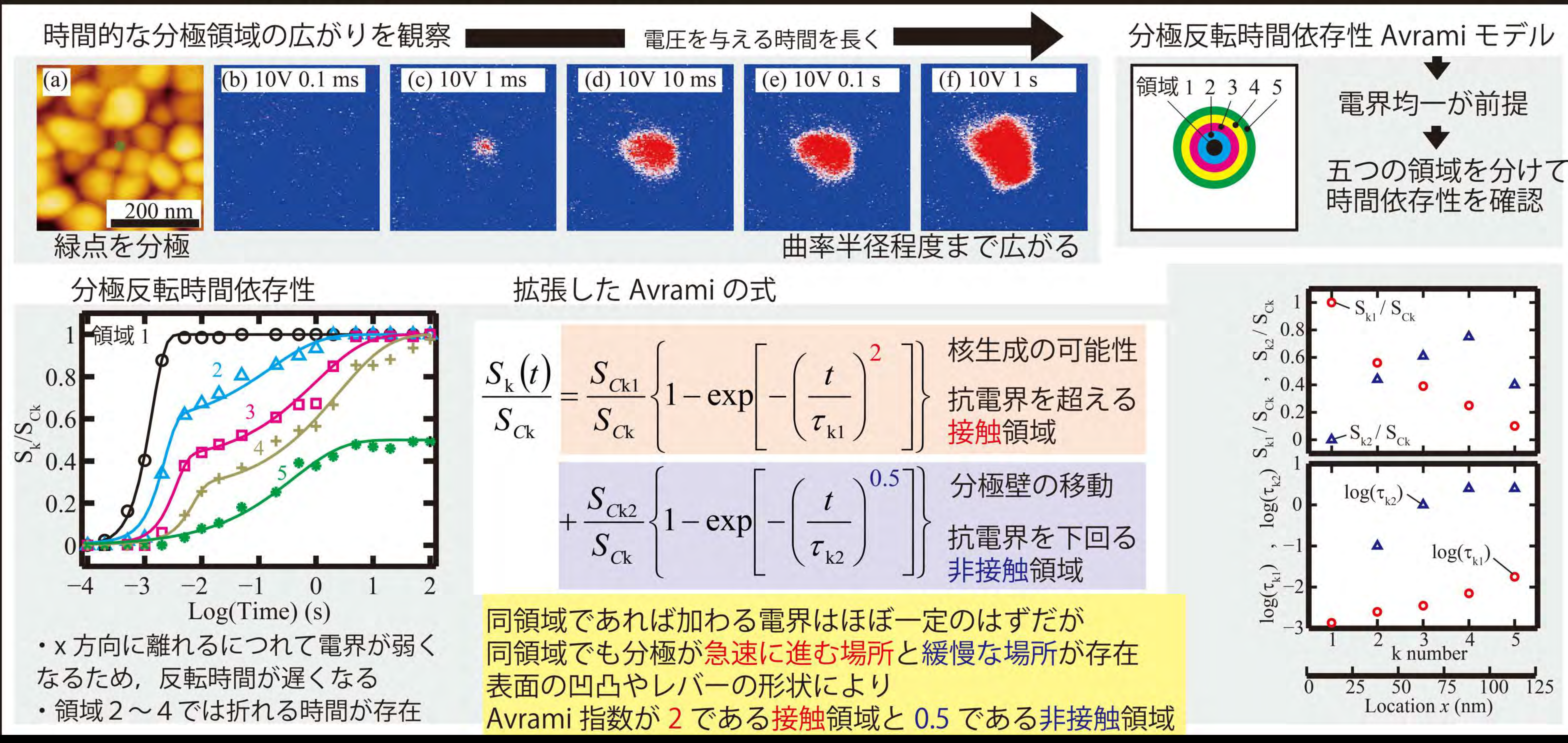
(東工大 安岡康一、産総研・東工大 竹内希)

IoT(Internet of Things)化が進む社会で人間と物との関わり合いが密接になっている。人の機能を検知・補助するデバイスには柔軟性のある機能変換高分子が適しており、デバイスの事業化が盛んになっている。本委員会は静電気学会にて蓄積された知の財産を生かし、次世代の機能変換高分子技術を創出すべく大学・産業界から50名近くの研究者が集まり下記のような研究を実施している。

委員会概要



基礎研究例 走査型プローブ顕微鏡を用いたP(VDF/TrFE)薄膜の分極反転メカニズムの解明



応用研究例 PLLA(ポリ乳酸)を用いたフレキシブルデバイスへの応用

