



L-05

# 医療用途を指向した超小型イオン銃

生命・応用化学専攻 准教授 大幸 裕介

## 概要

# 40万°C相当の加速イオンビームが拓く新治療

イオン注入によって材料の特性は大きく変化し、半導体製造の他、近年では癌治療など細胞工学・医療分野でもイオン注入が注目されています。我々は**先鋭化したイオン伝導性ガラス**を用いて、**手のひらに収まる大きさのイオン銃**に関する研究を行っています。

## 特長

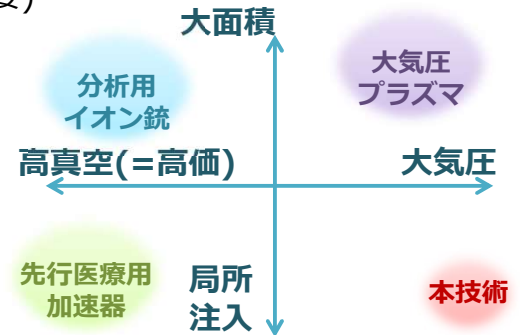
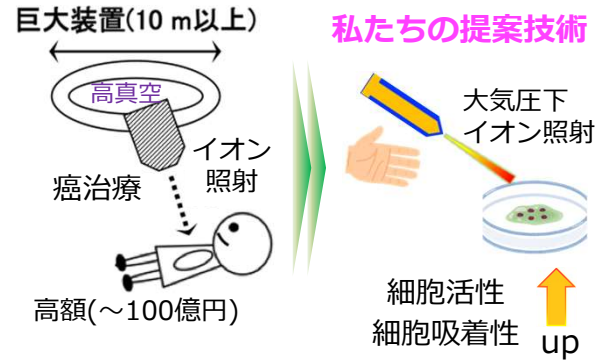
- 小型・軽量・低価格を実現 ( $H^+$ ,  $Ag^+$ ,  $Cu^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $F^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ )
- 先鋭化技術によって室温・大気圧でもイオン放出可能(高真空が不要)
- 局所イオン注入 (1つの細胞( $\sim 10\mu m$ )にイオン注入可能)

イオン放出実証      あと一息      研究段階

	価格	照射条件	局所注入
<b>本技術</b>	○ 90円/チップ	○ 室温・大気圧	○ 直径5 $\mu m$
医療用加速器	× 100億円以上	× 高真空	△ 数mm <sup>2</sup>
分析用イオン銃	× 100万円	× 高真空	△ 数10mm <sup>2</sup>
大気圧プラズマ	? 研究段階	○ 室温・大気圧	△ 大面積

### Downsize !!

巨大シンクロトロン から  
手のひらサイズへ



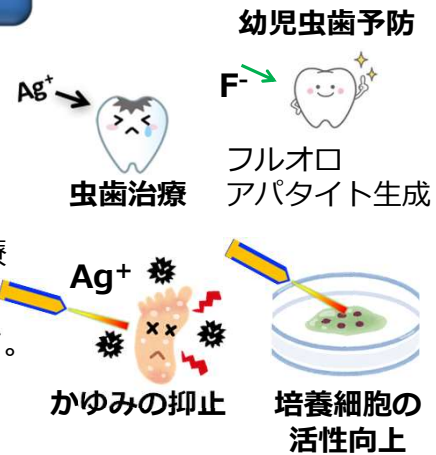
## 実用化イメージともたらされる喜び・驚き

### 【実用化イメージ】

- 一般診療所(歯科・皮膚科<sub>など</sub>)や研究所で利用可能な小型医用器具
- 3Dプリンターへの搭載

### 【もたらされる喜び・驚き】

イオン注入による細胞活性の向上が報告されており、培養期間短縮や再生医療(骨再生など)の効果促進が期待されます。また虫歯予防や皮膚の炎症(かゆみ)の原因菌を根絶するなど、新たな治療に発展させたいと考えています。



## 今後の課題

- 長時間の安定イオン放出技術の確立(ガラス先端の形状<sub>等</sub>に大きく依存)
- イオン種およびイオン照射量と細胞活性の関係解明

## 求める連携先とメッセージ

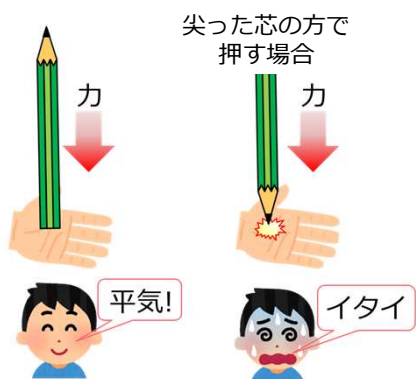
- イオン銃の作製に必要な樹脂加工技術を有する企業
- 細胞工学や小型医療機器に関心のある企業

医療や材料の表面改質など、イオン照射の様々な可能性を検討しています。気軽に何でも聞いて下さい。



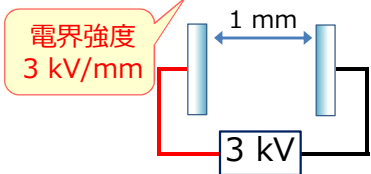
# 特長が発揮される仕組み

## 「場」の物理

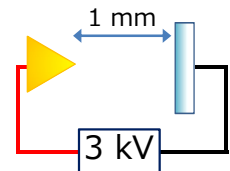


同じ力でも、先の尖った鉛筆の方が痛く感じます。電場も先鋭化すると、先端に電場が集中する特徴があります。

## 平板対向電極の場合

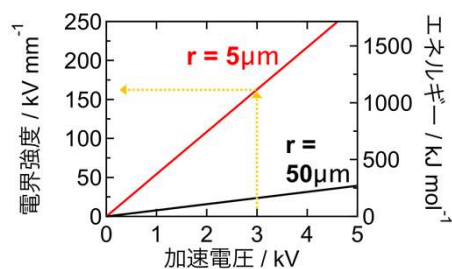


## 先鋭化電極の場合



$$F = \frac{2V}{2.3 r \log(1 + 4 \frac{t}{r})}$$

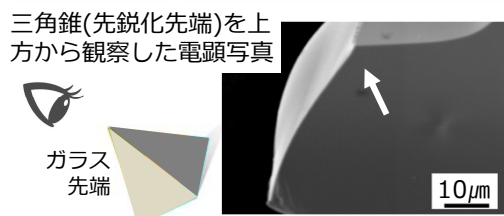
$r$ : 曲率半径  
 $t$ : 距離(1 mm)  
 $V$ : 電圧



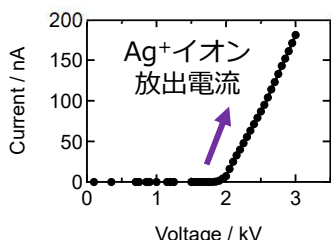
先端を5 μmに先鋭化すると、**50倍**(150 kV/mm)を超える増強電場が得られます。

イオン伝導ガラスを先鋭化して高電圧印加するとイオンが電界放出されます。放出イオン種はガラス組成によって制御します。

# 技術の特長の根拠となる実験データ等



先鋭化したイオン伝導性ガラス (エッチング技術などを用いて先鋭化します)

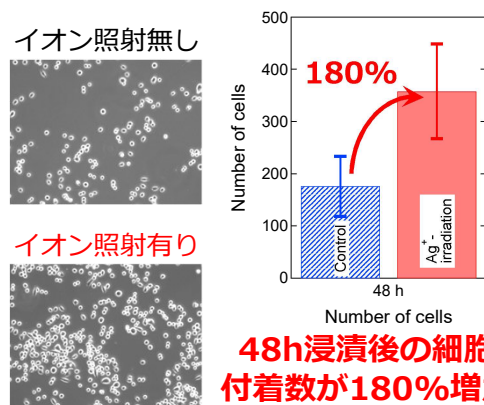
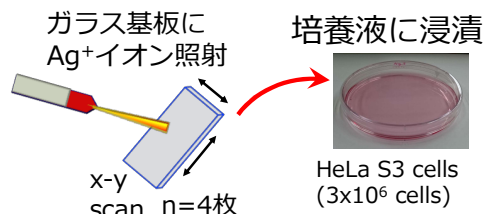


室温・大気圧でも数kV程度でイオン放出可能

イオン照射後のターゲットには数100 nmの銀ナノ粒子が析出 (範囲は直径~5μm)

Ag<sup>+</sup>イオン放出を実証

## 細胞附着実験



48h浸漬後の細胞附着数が180%増加

→ 早期治癒などに期待!

## 試作品の状況

提示可

※提供の際は諸手続が必要となるため、下記問合せ先までご連絡願います。

## 研究フェーズ

- 基礎固め 1 2 3 4 5 実用性評価
- 1 原理検証 2 基礎固め 3 開発研究 4 実用性評価 5 技術移転可

我々が取り組んでいるAg<sup>+</sup>, Cu<sup>+</sup>, H<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> およびF-イオンの室温・大気圧放出はこれまで前例が無い新しい試みです!!

## 文献・特許の情報

- (特許1) 特開2018-088398 (H30年 6月 7日公開) 発明名称「イオン発生器」  
 (特許2) 特開2016-225279 (H28年12月28日公開) 発明名称「イオン発生器」  
 (論文1) *J Sol-Gel Sci Technol* **83**:252-258 (2017) (H<sup>+</sup>の放出に関する論文) (論文2) *Solid State Ionics* **322**:5-10 (2018) (Ag<sup>+</sup>の放出に関する論文) (論文3) *Adv Eng Mater* 1800198/1-6 (2018) (Ag<sup>+</sup>の放出に関する論文)

## 【お問合せ】名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

TEL:052-735-5627 FAX:052-735-5542

E-mail: nitfair@adm.nitech.ac.jp URL: http://technofair.web.nitech.ac.jp/