

---

プラズマで

“表面処理”を

してみよう。

---

工学研究科

精密科学・応用物理学専攻

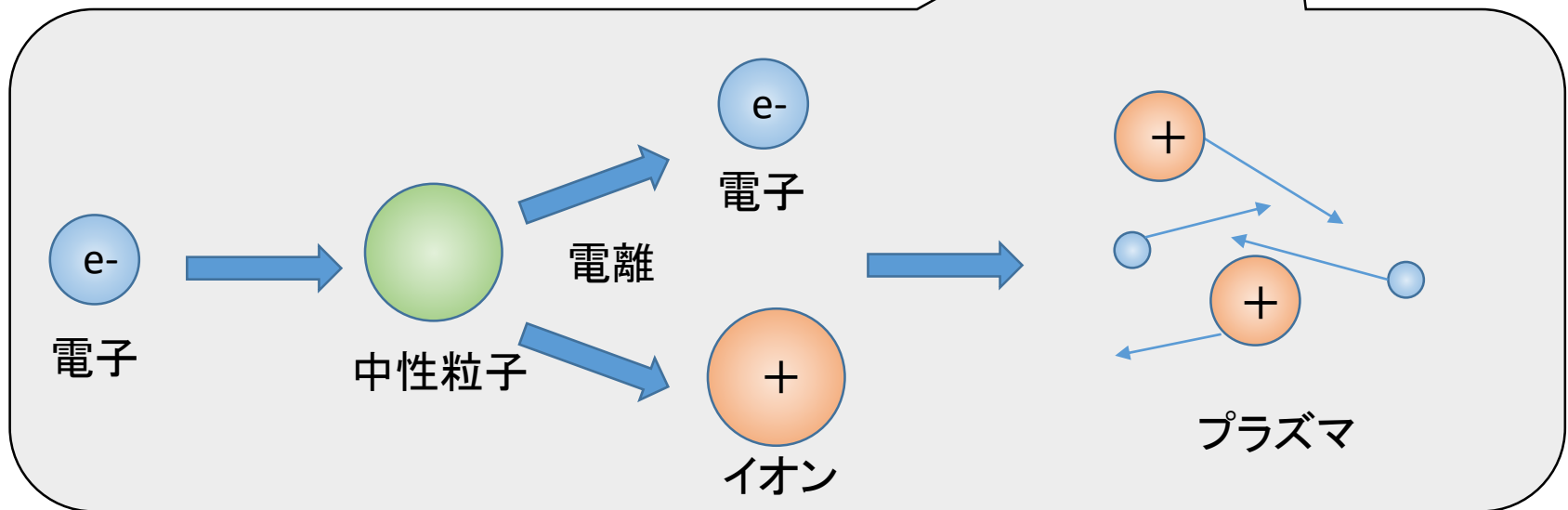
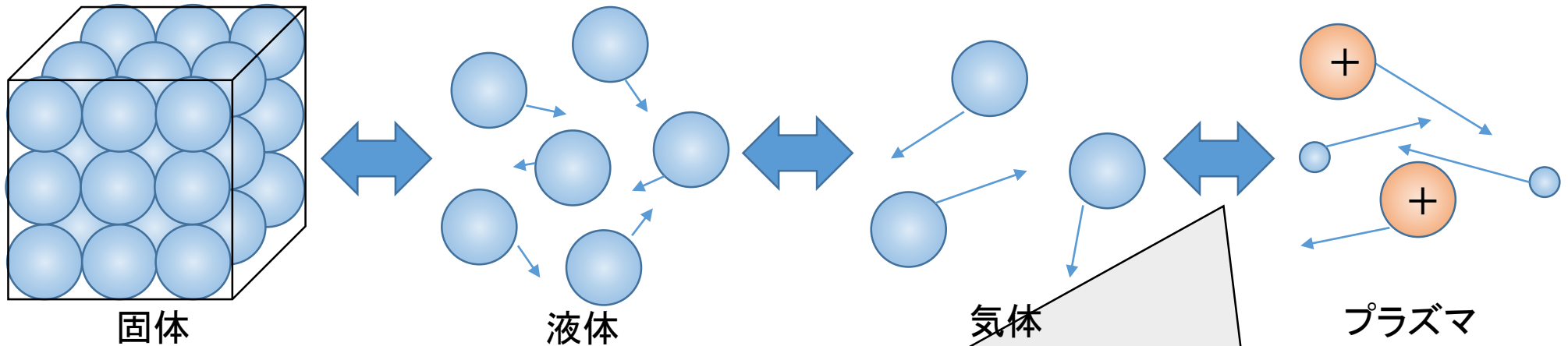
M2 小玉 欣典

# 目次

1. プラズマとは？ (~5分)
2. プラズマ実演！！ (~15分)
3. プラズマの工業的利用法 (~5分)
4. 未来に輝くプラズマ (~5分)

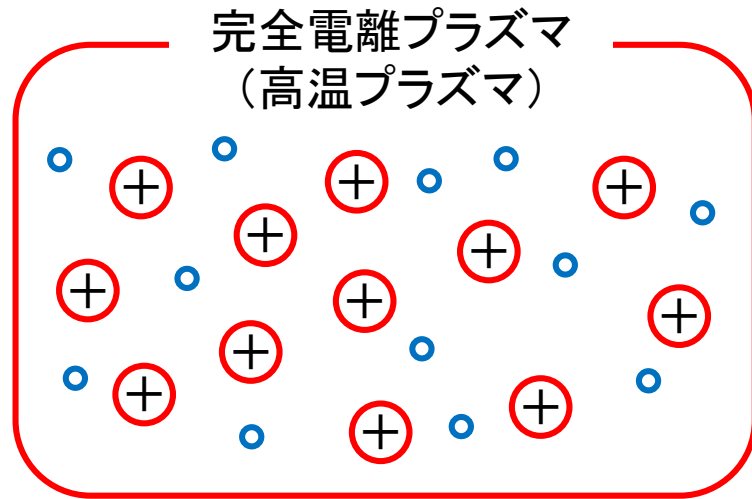
# 1. プラズマとは？

プラズマは**第四の物質状態**

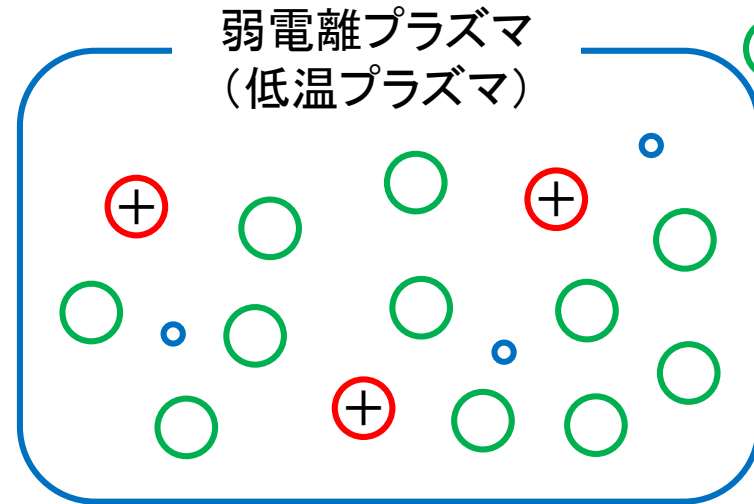


# 1. プラズマとは？

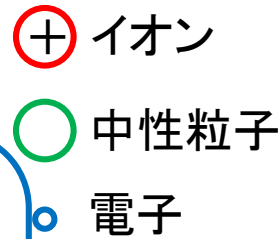
## プラズマの種類(大きく分けて2種類)



完全(ほとんど)に電子とイオンに電離している状態



一部分のみが電子とイオンに電離している状態



## 身近なプラズマ

自然界・・・オーロラ, 雷, ろうそくの炎  
身近な物・・・蛍光灯, プラズマテレビ

## 2. プラズマ実演！！

Ni（ニッケル）に**プラズマ**を照射して**表面改質**がおこなわれているか確認しよう！

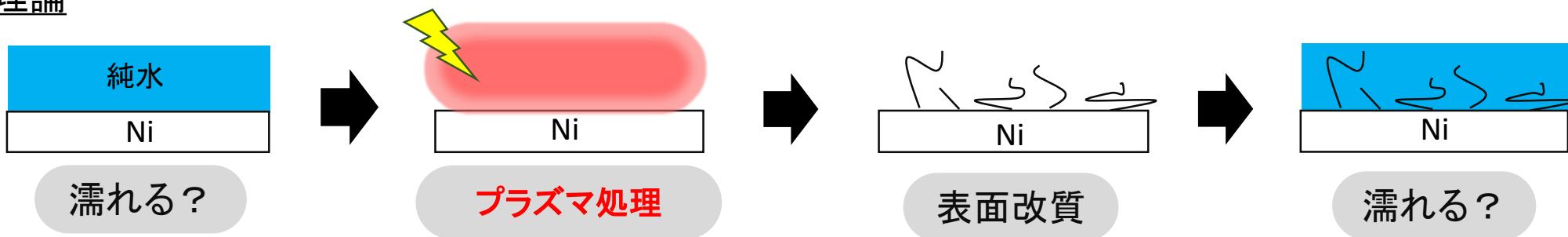
### 実験手順

1. 試料に純水を滴下して、濡れ性を評価する
2. 試料に**プラズマ**を照射する
3. 試料に純水を滴下して、濡れ性を評価する

### 実験条件

試料	Ni (エタノールで拭浄)
封入ガス	無し (空気)
真空度 (気圧)	20 – 50 Pa
投入電力	500 W
電源周波数	5 kHz
電極間ギャップ	約 5 cm
照射時間	1 min

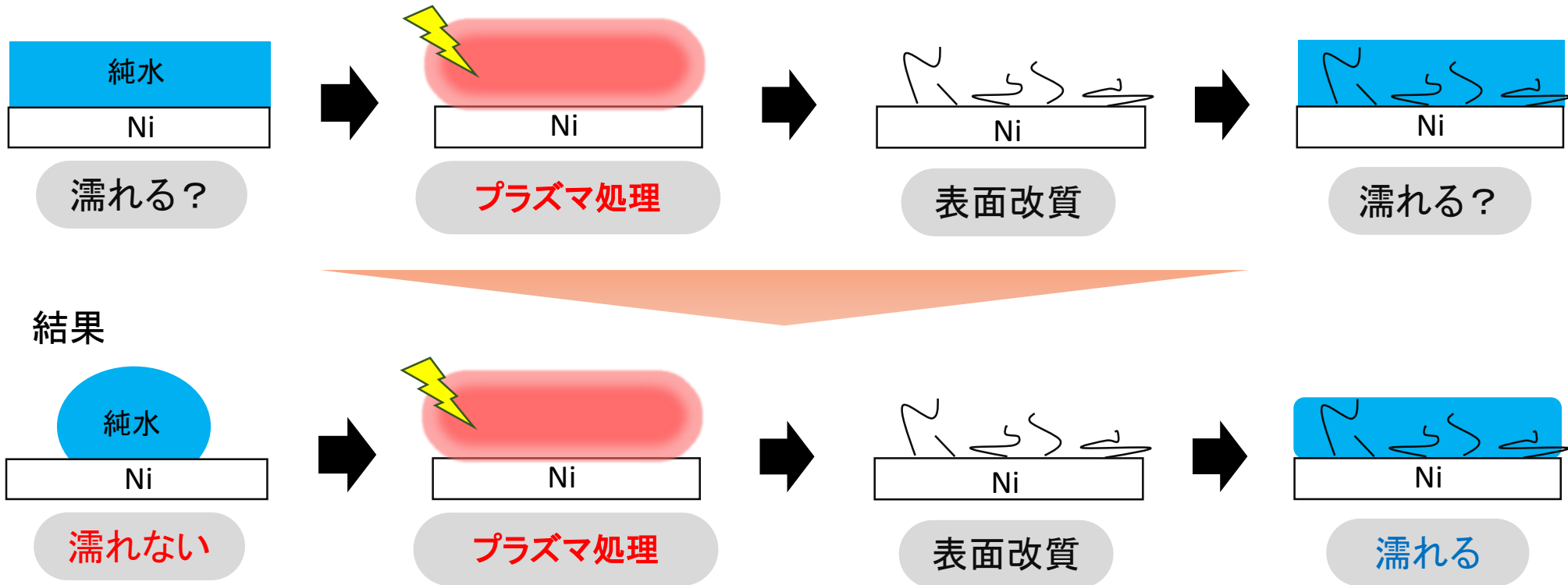
### 理論



**結果は自分の目で確かめてみよう！！**

## 2. プラズマ実演！！

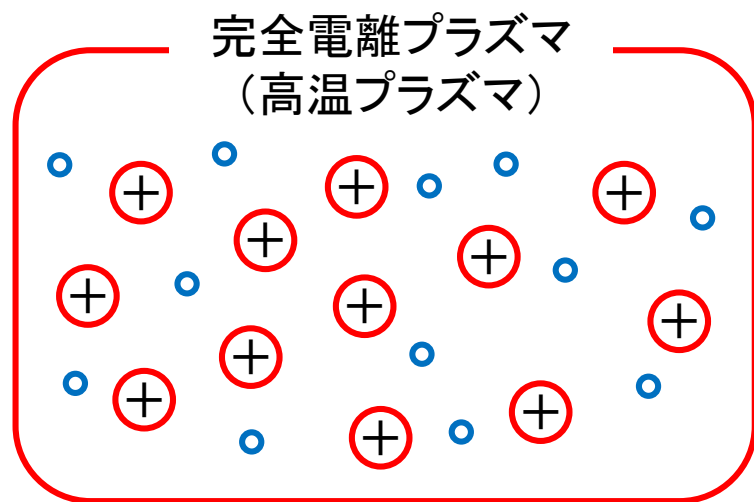
Ni（ニッケル）に**プラズマ**を照射して**表面改質**がおこなわれているか確認しよう！



・プラズマによってNi表面が濡れるようになった理由

1. 金属表面の汚れ(有機物)が除去された、例: 皮脂等
2. 金属表面に純水と親和性の高いOH基が生成した

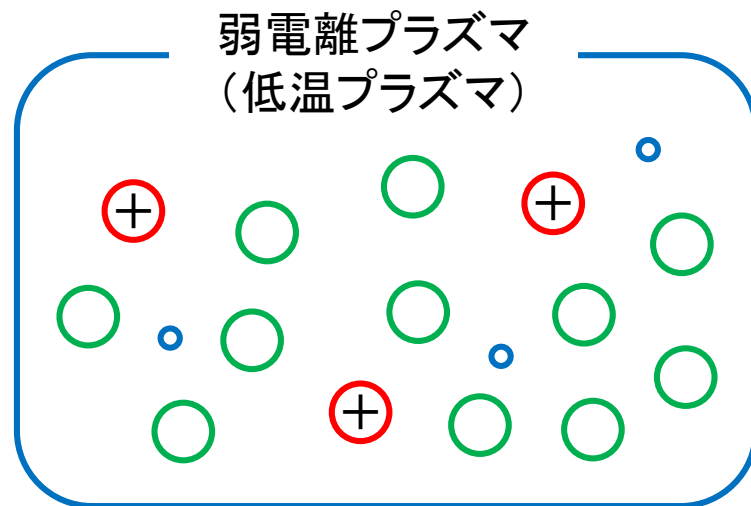
# 3. プラズマの工業的利用法



完全(ほとんど)に電子とイオンに電離している状態



- 高温を必要とするプロセスに利用
- ・溶接(金属同士を溶かして接合)
  - ・切断(材料同士を分ける)
  - ・溶射(材料を溶かして吹き付ける)



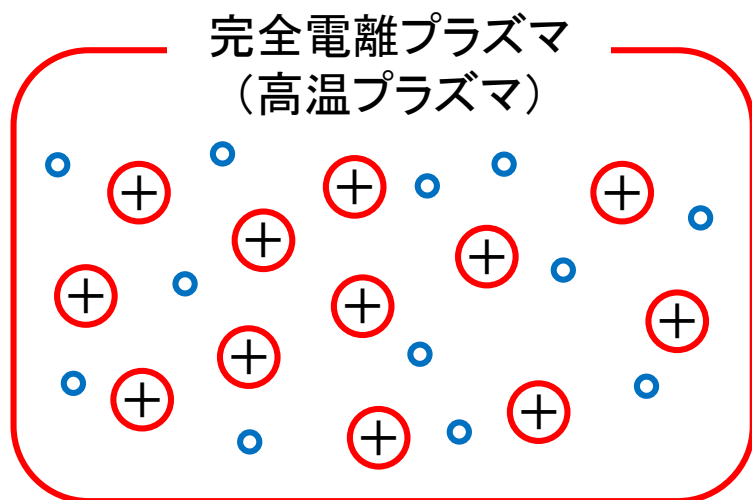
一部分のみが電子とイオンに電離している状態



- 低温を必要とするプロセスに利用
- ・各種半導体の製造プロセス(微細加工、薄膜合成、表面改質)
  - ・殺菌、除菌、消毒

- ⊕ イオン
- 中性粒子
- 電子

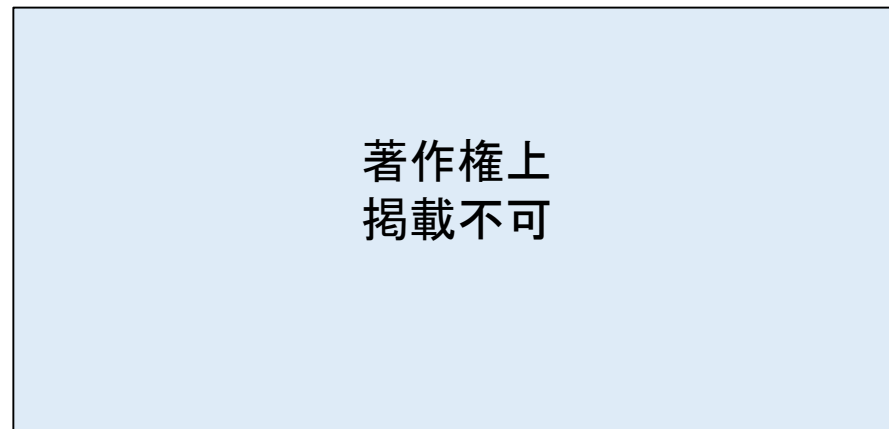
# 3. プラズマの工業的利用法



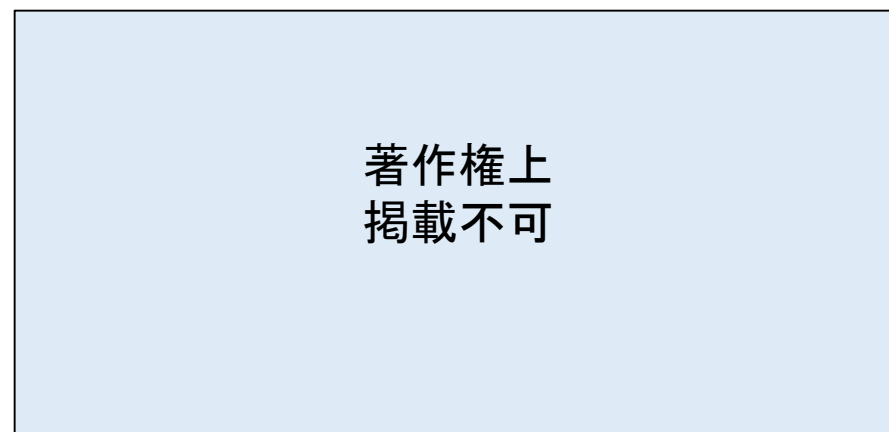
完全(ほとんど)に電子とイオンに電離している状態



- 高温を必要とするプロセスに利用
- ・溶接(金属同士を溶かして接合)
  - ・切断(材料同士を分ける)
  - ・溶射(材料を溶かして吹き付ける)



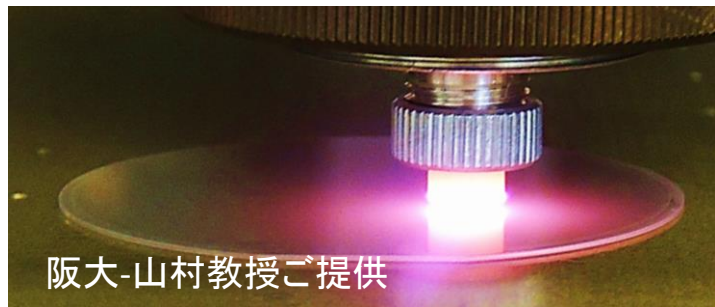
プラズマを用いた溶接の例(右側)



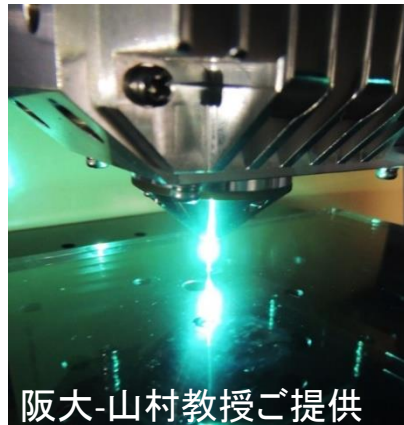
プラズマを用いた溶射の例



# 3. プラズマの工業的利用法



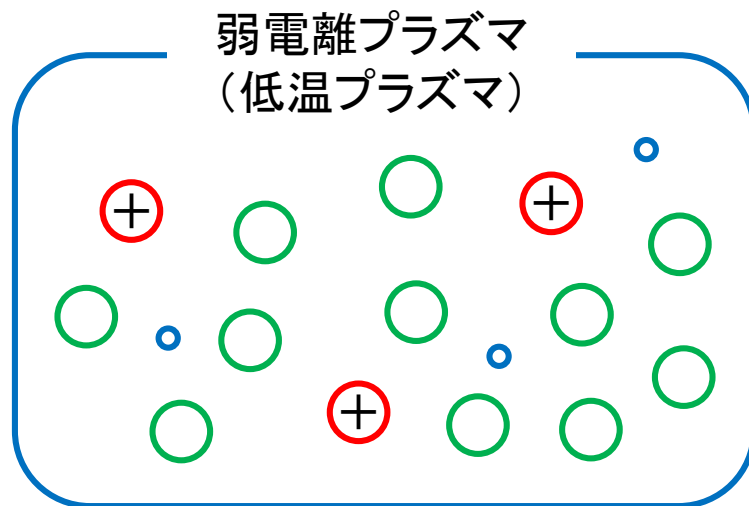
大気圧プラズマを用いた半導体材料の加工例



ガラスへのプラズマ照射の例

著作権上  
掲載不可

低温プラズマの例



一部分のみが電子とイオンに電離している状態



低音を必要とするプロセスに利用  
・各種半導体の製造プロセス  
(微細加工、薄膜合成、表面改質)  
・殺菌、除菌、消毒

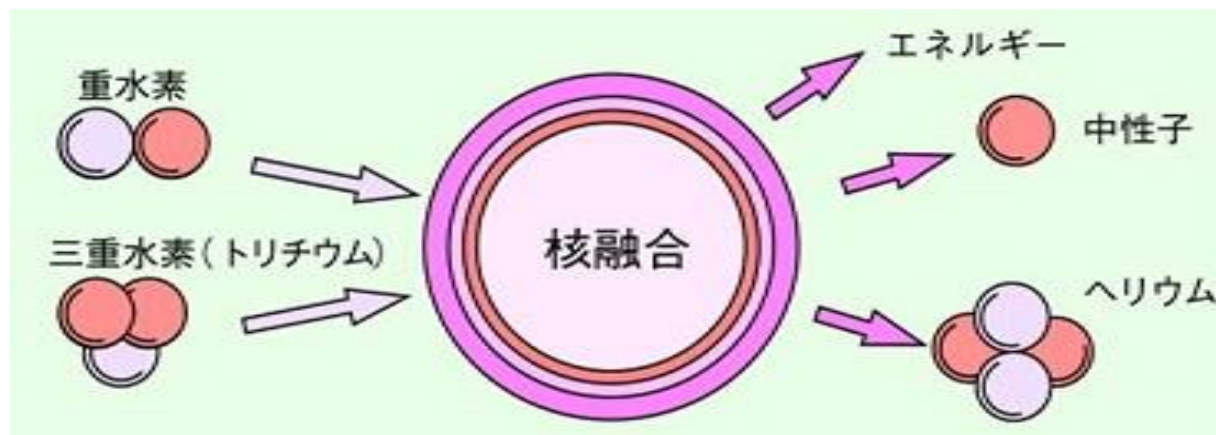
- ⊕ イオン
- 中性粒子
- 電子

# 4. 未来に輝くプラズマ

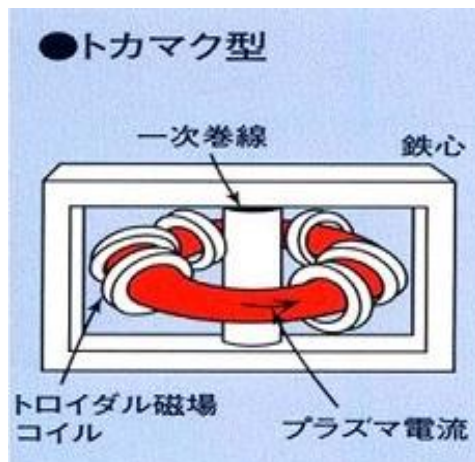
## 1. 核融合発電プロセスへの利用

1)出典: 文部科学省HP:

[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shinkou/iter/019.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/iter/019.htm)



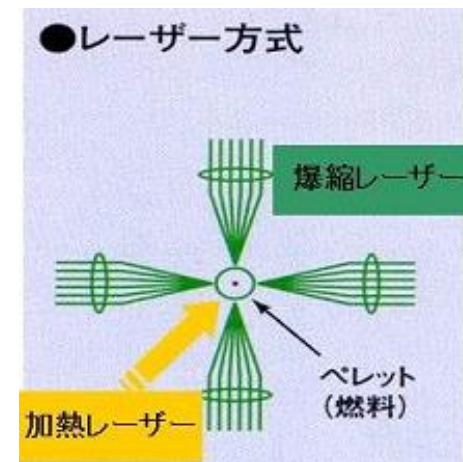
核融合の原理<sup>1)</sup>



トカマク型<sup>1)</sup>



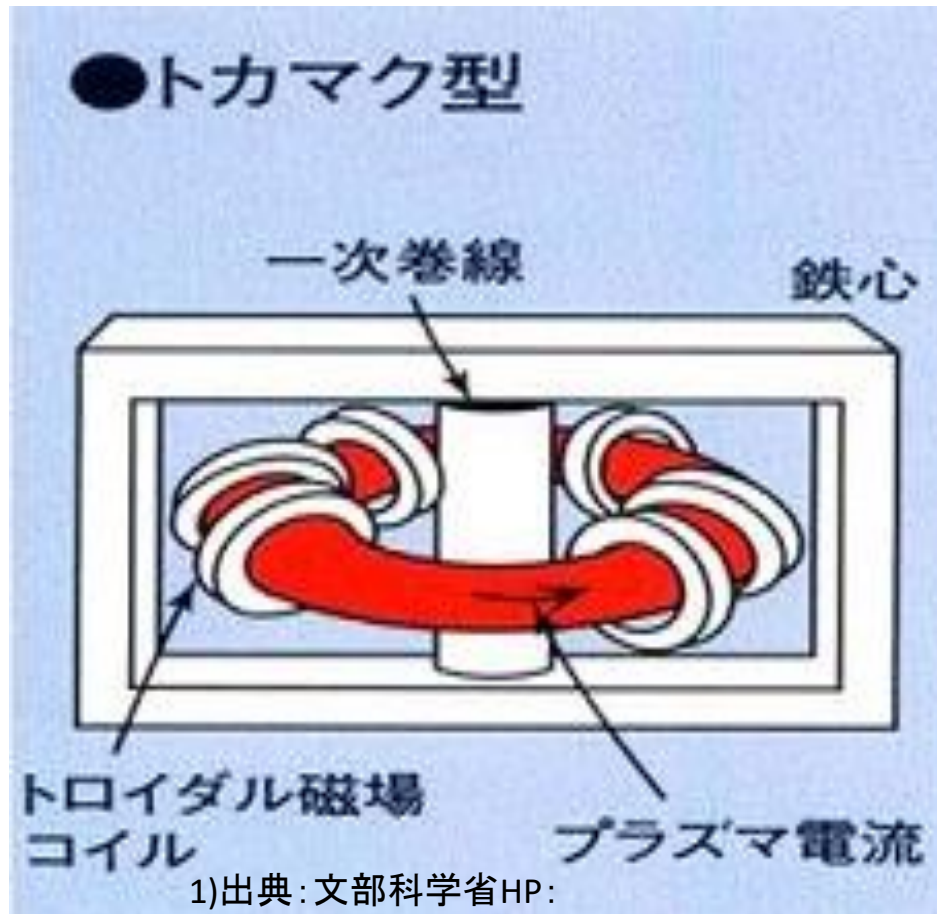
ヘリカル型<sup>1)</sup>



レーザー方式<sup>1)</sup>

# 4. 未来に輝くプラズマ

## 1. 核融合発電プロセスへの利用



### 核融合を起こす条件

重水素、三重水素の2つの原子核同士を毎秒1,000キロメートル以上のスピードで衝突させること



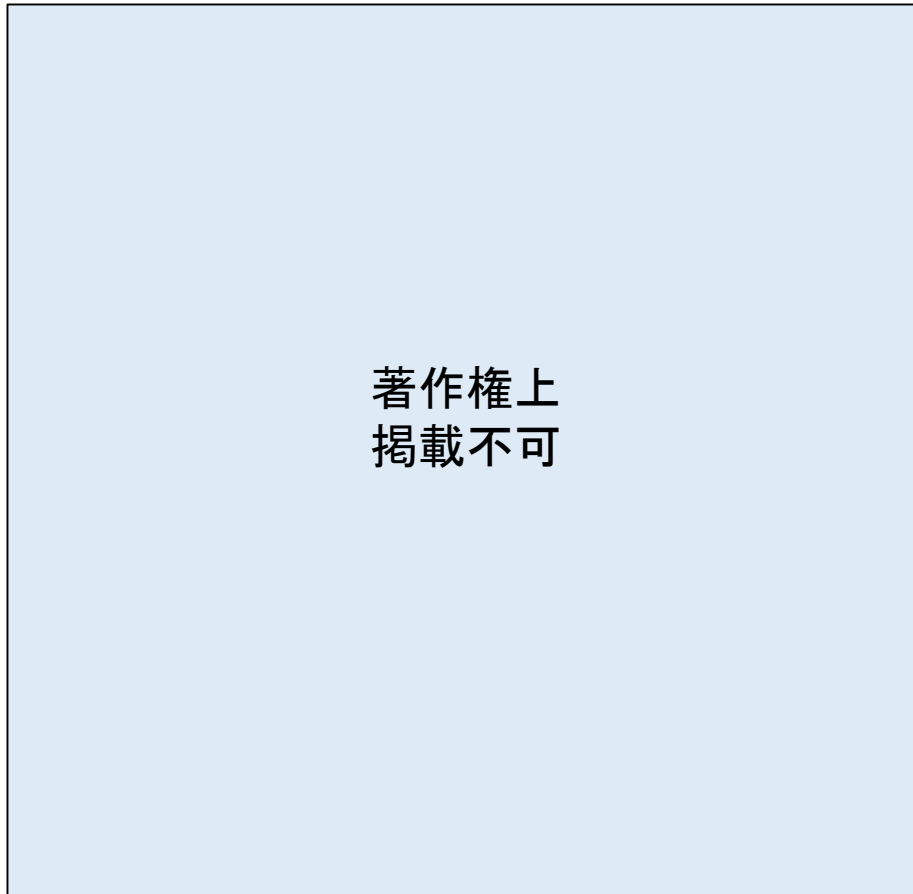
1億度以上の温度が必要！！



高温のプラズマが利用  
(現在の最高記録:5.2億度を達成)

# 4. 未来に輝くプラズマ

## 2、低温プラズマの医療分野等への利用



低温プラズマの例

### 低温プラズマが用いられる理由

左図に示すように人体に照射しても火傷する恐れがない。

### 医療分野等への応用例

- がん治療(プラズマに含まれる活性なラジカルによるがん細胞の死滅)
- 食品や飲料品、医療器具の滅菌
- 農業分野の生産性向上
- 細胞培養分野への応用

**ご清聴ありがとうございました。**