

# 銀ナノドットのプラズモン発光：PL 装置の開発

山田研究室 武藤洋平

## 背景

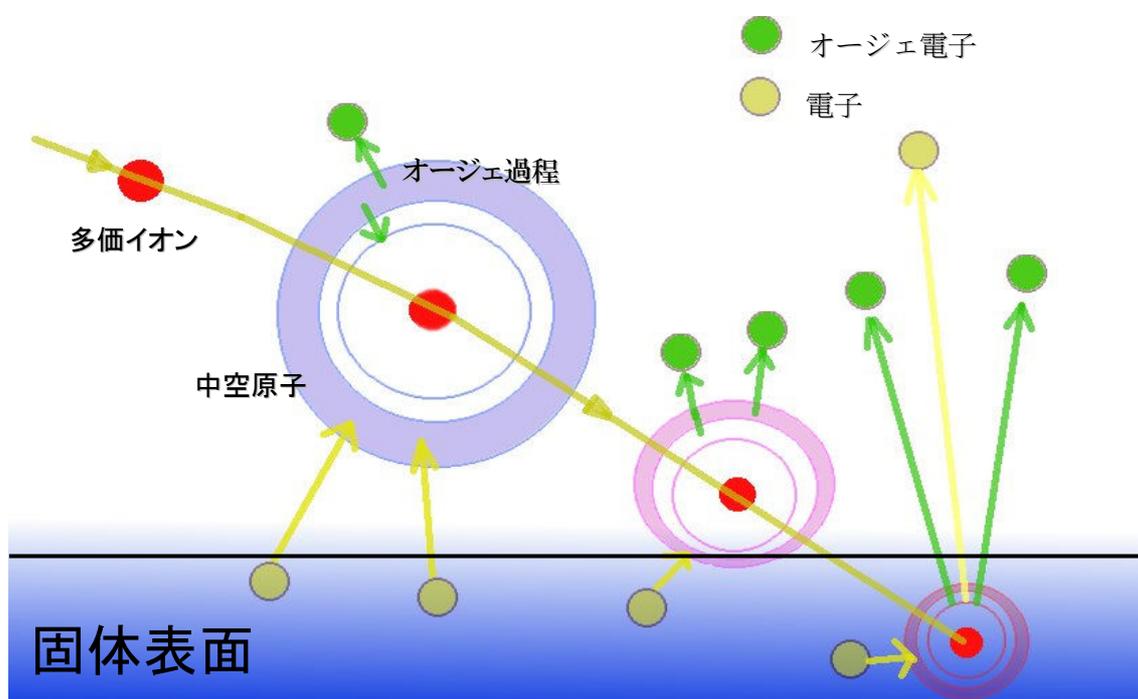
多価イオンは高い内部エネルギーを持っている。それが固体表面に近づくと固体表面から電子を奪い内殻に空孔を持ったイオンになる。この状態の原子を中空原子と呼ぶ。

下図にあるオージェ過程とは中空原子の外殻の電子が内殻に落ちるときのエネルギーを使い、落ちた電子と同じ軌道にいた電子が外に放出される過程をいい。この時外に放出される2次電子のことをオージェ電子と呼ぶ。

そして多価イオンが固体表面に当たると、固体表面にナノスケールの構造変化を起こす。

このように多価イオンを固体表面に当てると、固体表面の電子状態やその幾何学的構造等に変化をおよぼす。この中にプラズモンの変化がある。

電子と原子核が自由に動き回る状態をプラズマ状態といい。プラズマ状態では、電荷が集団的に振動するプラズマ振動が見られ、縦波として伝搬することが知られている。このプラズマ振動を量子論的にプラズモンという。



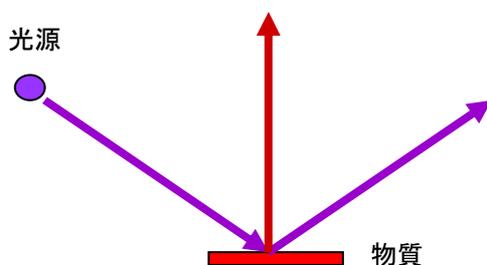
多価イオンと固体表面の相互作用

## 目的

現在多価イオンのポテンシャルエネルギーの配分先としてプラズモン励起が注目されている。2次電子のエネルギー損失分光によりプラズモンは間接的に見出されていたがそれを直接観測したい。プラズモンは縦波で光とは相互作用しないが、金属微粒子のプラズモンは電磁波と直接作用するので、発光現象としてプラズモン発光を確認できる可能性がある。

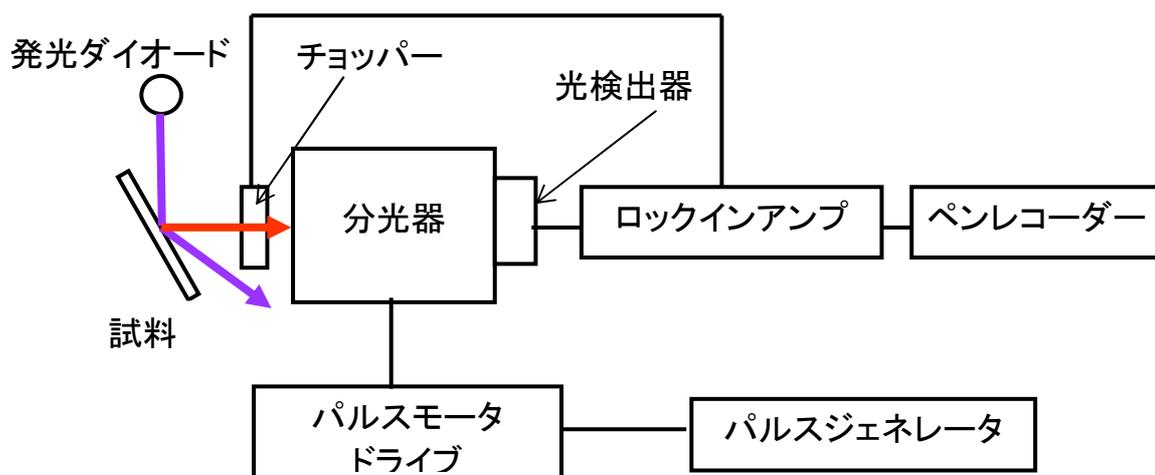
そこで多価イオン照射によるプラズモン発光の観測をする前に、金属微粒子が良いプラズモン発光体であることを確認するために、光励起によるプラズモン発光を観測したい。そのために直接プラズモンを観測できる可能性を持つ PL (フォトルミネッセンス) 装置を作製することにした。

## PL の原理



PL とは、上図のように短波長の光を物質に照射することで物質からより長波長の光が放出される現象のことをいう。

## 実験装置と方法



一般に使われている紫外レーザーではなく紫外発光ダイオードを光源として、レンズで集光し試料に照射した。

試料からの発光は放射状に広がるのでレンズで集光し、まずダイオードからの励起光を遮るためにフィルターを通し、さらにノイズを減らすためにチョッパーを通し分光器に入れた。

分光器をパルスモータによりスキャンし、光検出器によりフォトルミネッセンススペクトルを得た。そして実験で得たフォトルミネッセンススペクトルをペンレコーダーで図示した。

## 装置の仕様

分光器

ツェルニー・ターナー型分光器 F4.5

焦点距離 30cm

入射スリット幅 1mm

出射スリット幅 1.5mm

光検出器

シリコンフォトダイオード

光源

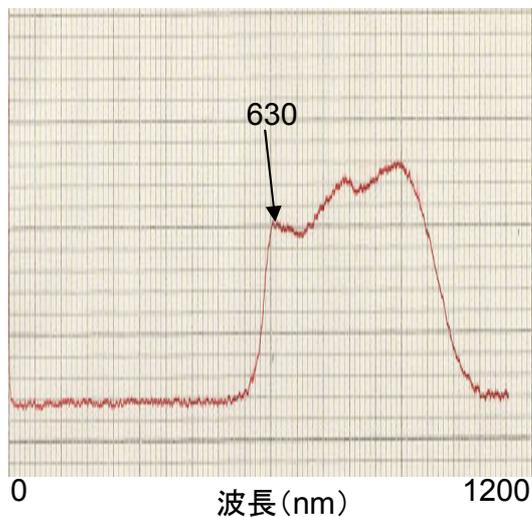
UV-LED (紫外発光ダイオード)

波長 395nm

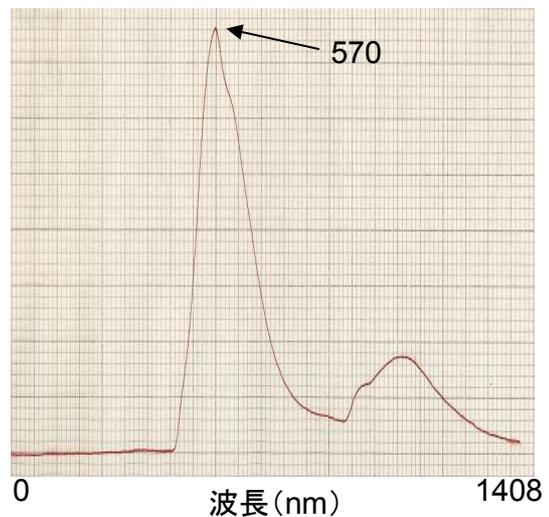
指向特性 30°

## 実験結果

ステンドグラス



カラーフィルター



ステンドグラスとカラーフィルターについて測定したところ上図のような結果が得られた。発光色はステンドグラスは赤色、カラーフィルターは黄色で観測された。

実験結果と発光の色の関係を理科年表のデータと比較すると、スペクトル波長 640~770nm で赤色が、スペクトル波長 550~590nm で黄色が観測されるようなのでこの PL 装置は正常に動作したと考えられる。

## まとめ

一般に使用されている紫外レーザーを使わずとも安価な紫外発光ダイオードでも PL を観測することができた。

ステンドグラスやカラーフィルターは金属微粒子による光吸収を利用しているものだが、その発光を観測することができた。

## 今後

現状では発光がプラズモンによるものかが実証できていないので、プラズモン発光以外の発光原因を除いていきプラズモン発光かどうか確認していく。

プラズモン発光であると確認できたら多価イオン照射する予定の銀ナノドット(銀微粒子)での実験を行い発光が良いかどうかを実験していく、最終的に良い発光をした銀ナノドットに多価イオン照射を行い、そのプラズモン発光を PL 装置で観測していく。