

プラズマ支援PLD法による可視光触媒型の 義歯用酸化チタン成膜

*Titanium oxide film preparation of photocatalyst activated with visible-light
on denture by plasma-assisted pulsed laser deposition method*

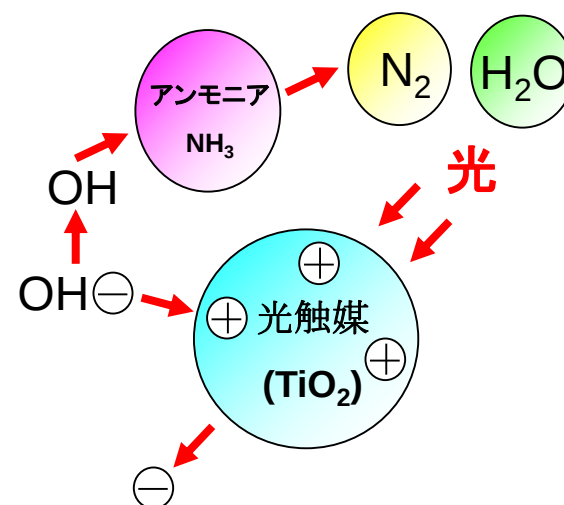


研究背景

《酸化チタン》

近年、酸化チタンの光触媒機能(脱臭・防汚・抗菌・環境浄化等)が注目され、この機能を応用した商品が実用化されつつある。酸化チタンは元来、光(紫外線)エネルギーを受けると活性を帯び、強い酸化作用を発揮する物質である。そして分解による副生物は水と酸素という環境に無害な物質である。

「物体への定着→光分解→再生」のサイクルで永続的に光触媒機能を発揮し続ける。



光触媒反応により

- 大気浄化 空気中の NO_x や SO_x 、ホルムアルデヒドなどの有害物質を除去。
- 脱臭 アセトアルデヒド、アンモニア、硫化水素などの悪臭の吸着、分解。
- 浄水 水中に融解した汚染物質であるテトラクロロエチレンやトリクロロエチレンなどの揮発性有機塩素化合物を分解、除去。
- 抗菌 抗菌、殺菌作用によりクリーンな環境。
- 防汚 外壁や床面の汚れを防ぐ。

研究目的

酸化チタンを義歯(入れ歯)に薄膜生成することにより歯垢付着の防止、歯周病や口臭の予防、審美性の向上を目的としている。

酸化チタンの結晶構造

I. アナターゼ (Anatase; 鋭錐石)

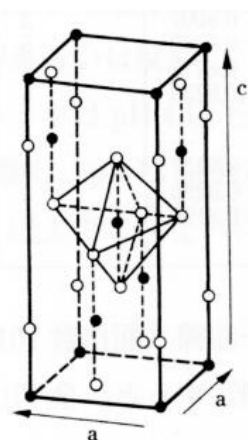
正方晶系(4稜共有の連った構造) 禁制帯エネルギーレベル幅: 3.2 [eV]

II. ルチル (Rutile; 金紅石)

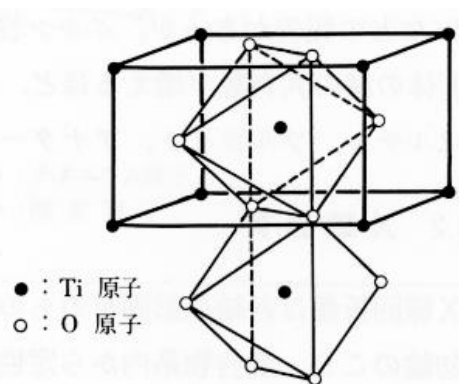
正方晶系(8面体2稜共有鎖状構造) 禁制帯エネルギーレベル幅: 3.0 [eV]

III. ブルカイト (Brookite; 板チタン石)

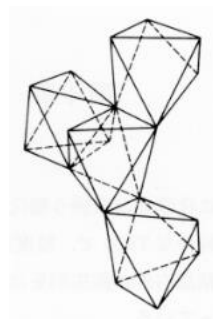
斜方晶系(3稜共有結合) 学術的に取り上げられるのみで、工業面での利用ほぼ無し



アナターゼ
Type Anatase



ルチル
Type Rutile



ブルカイト
Type Brookite

成膜方法

◎ PLD (Pulsed Laser Deposition) 法

○ 成膜方法

酸化チタンバルクにレーザを照射することにより爆発的剥離による成膜

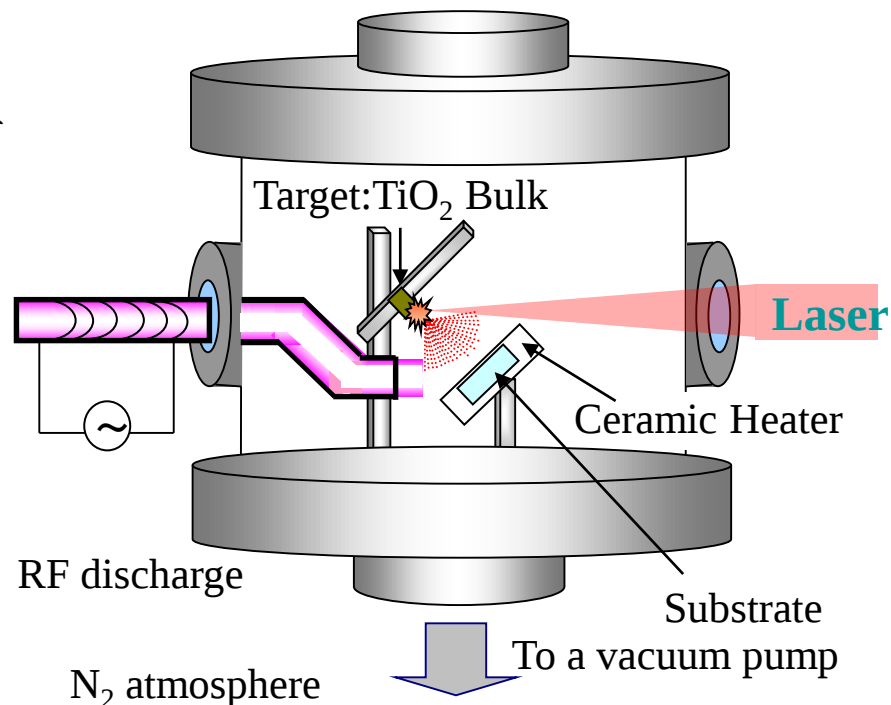
《低温成膜の方法として採用した成膜方法》

○ 特徴

粒子が高温で噴出しかつ運動エネルギーによる打ち込み効果も期待できる

○ 利点

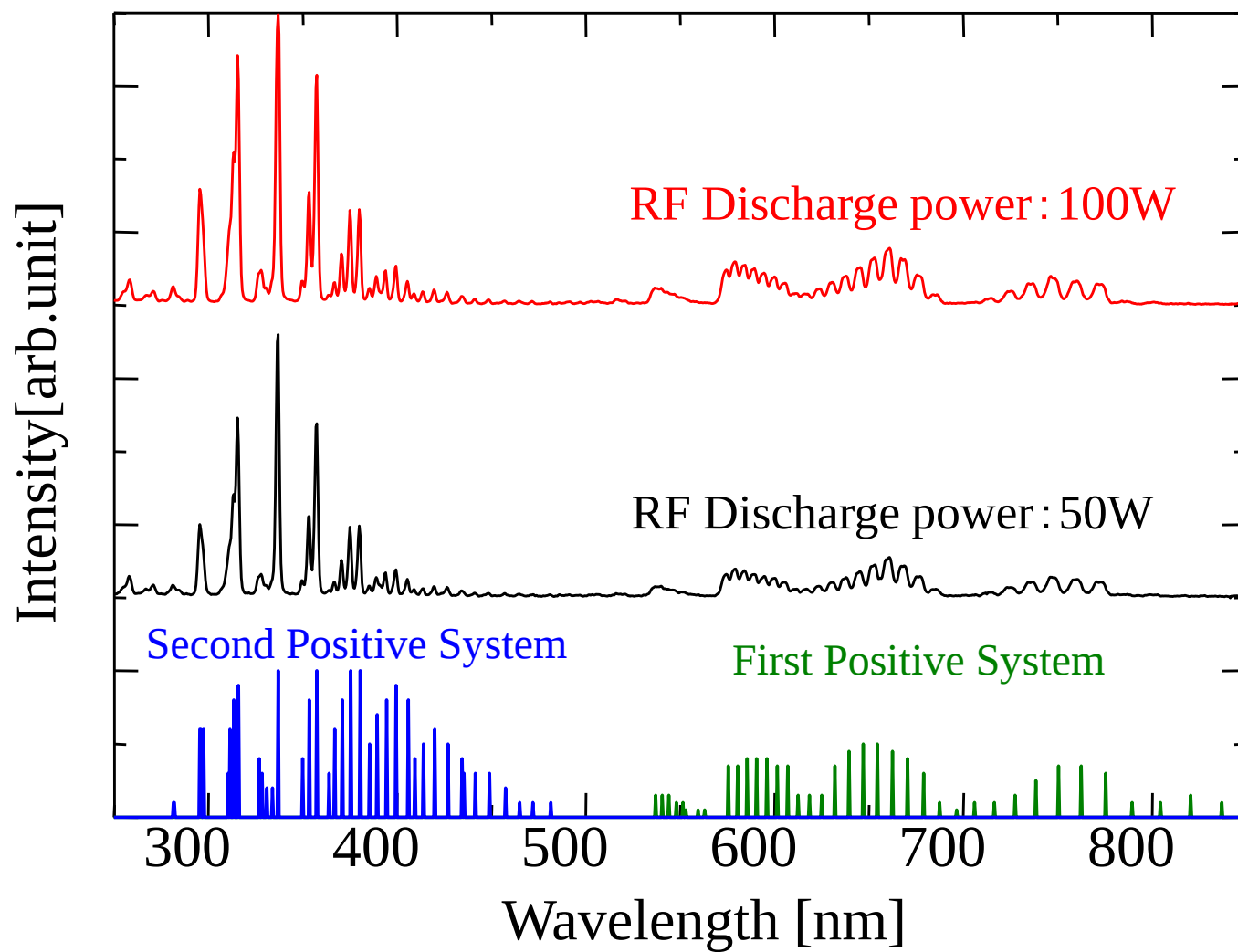
- ・局所的に成膜ができ膜厚を照射回数で制御できる
- ・比較的成膜時間が短い



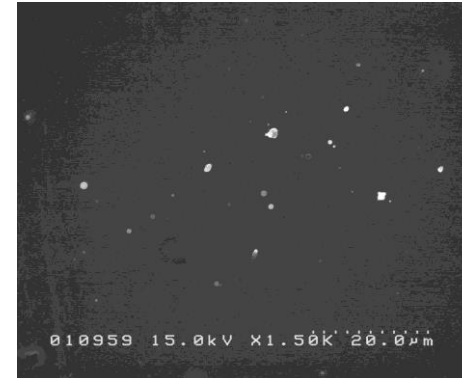
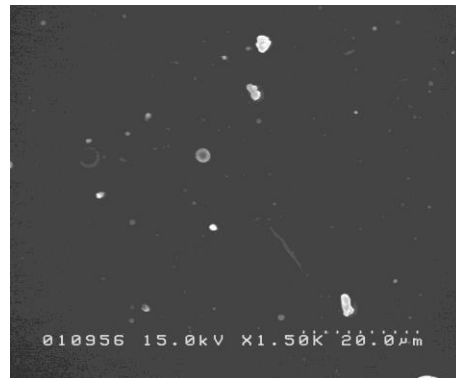
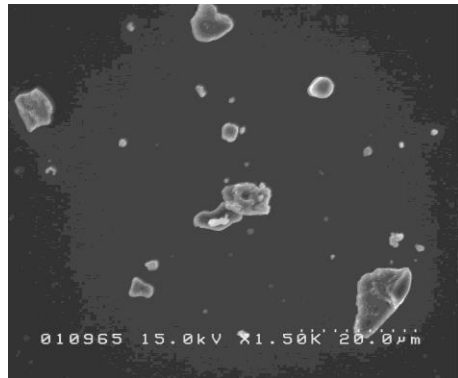
◎ RF放電アシスト

外部に設置したコイルに高周波電流(RF 周波数:13.56MHz)を流して放電を行い、プラズマ化したガス粒子をチャンバー内へ流入する。

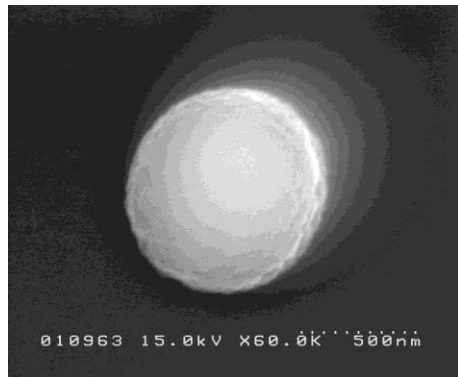
発光スペクトル



SEMによる表面観察

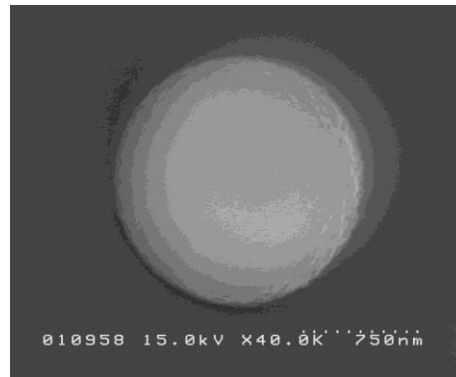


20μm



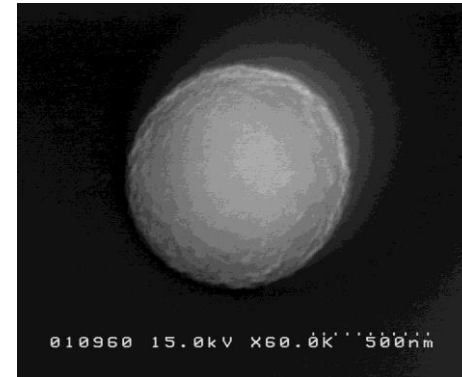
0W

500nm



50W

750nm



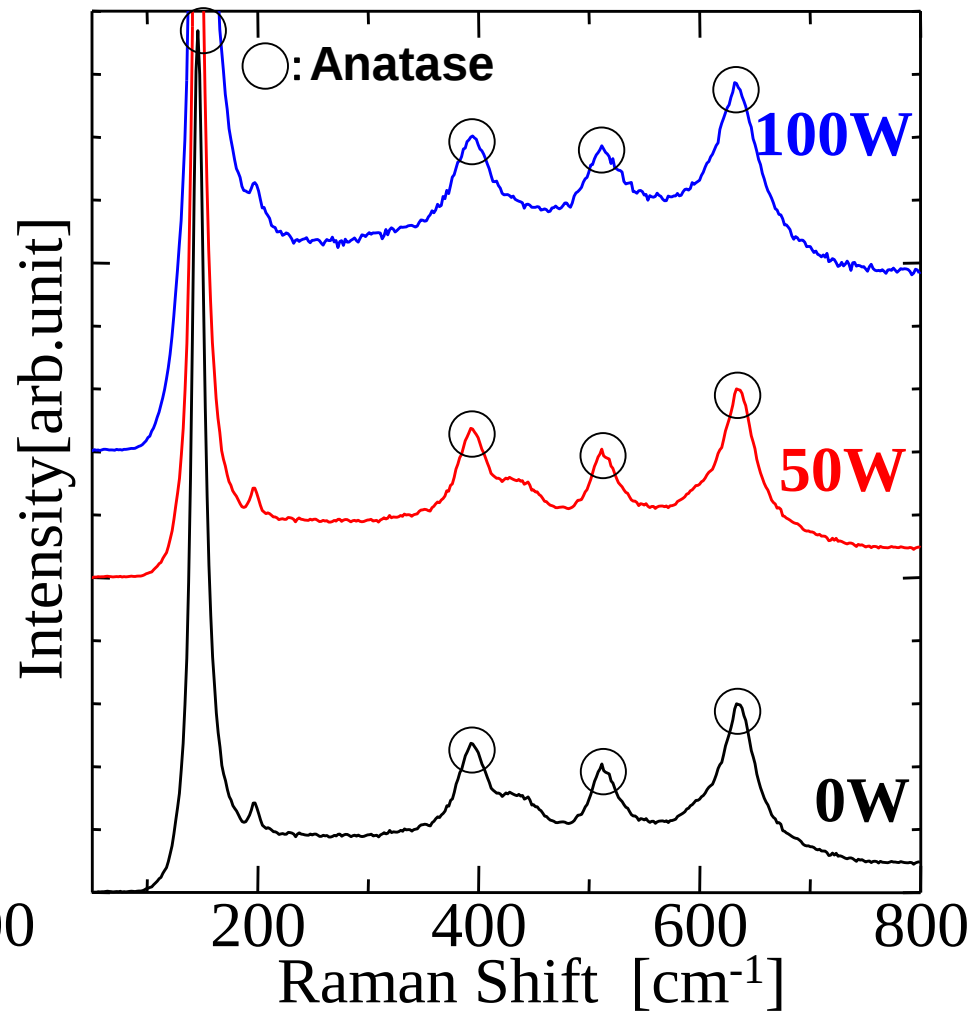
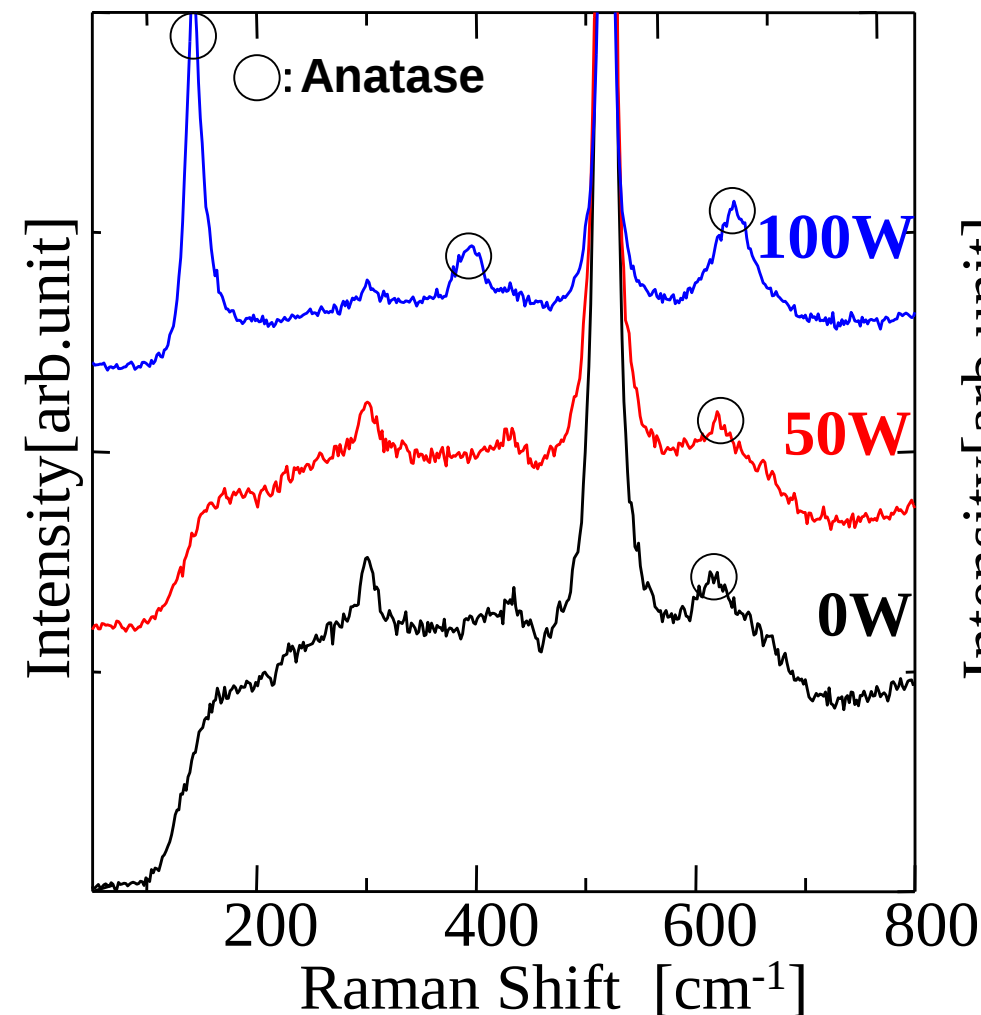
100W

500nm

顕微ラマン分光分析

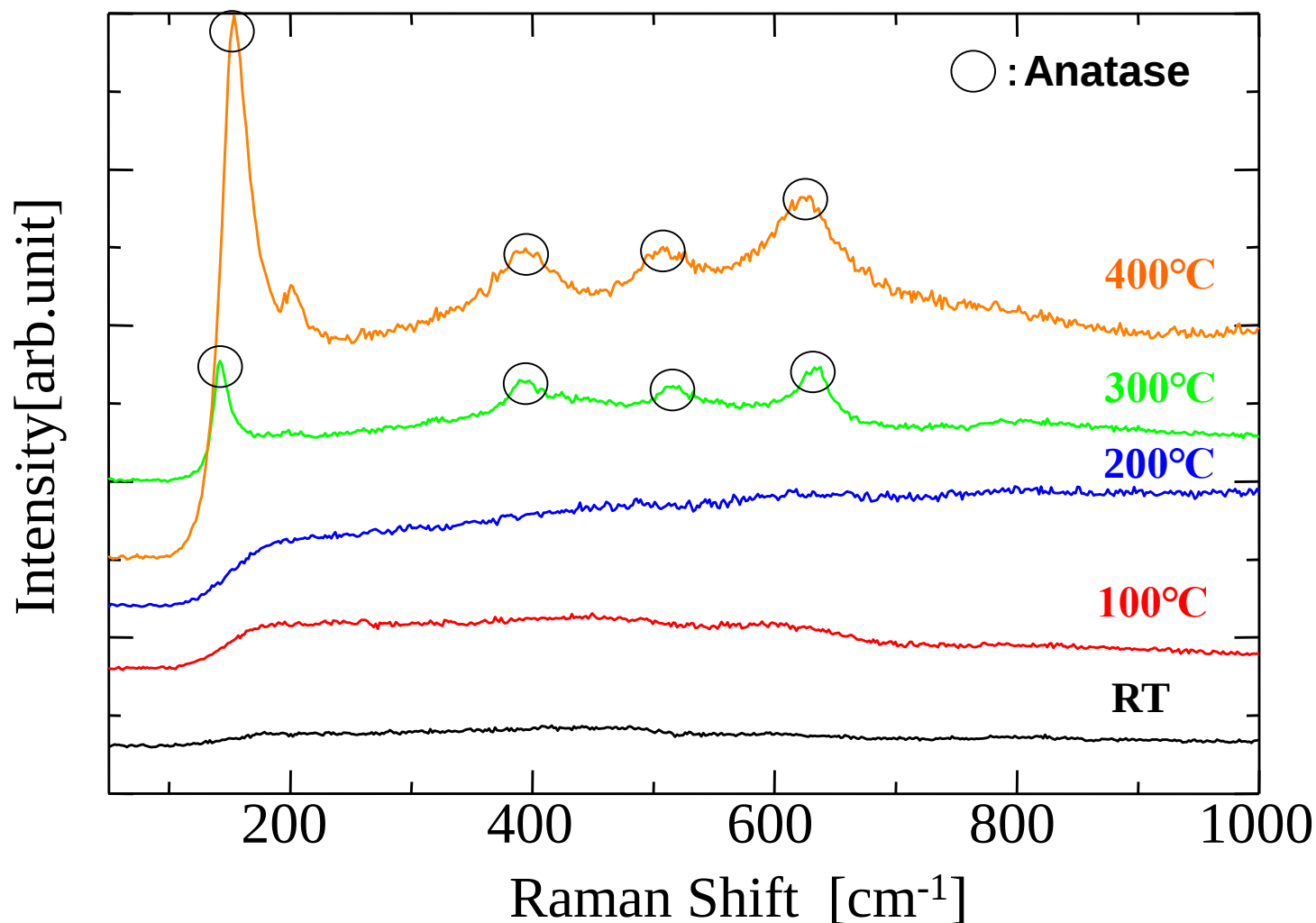
膜表面

ドロップレット



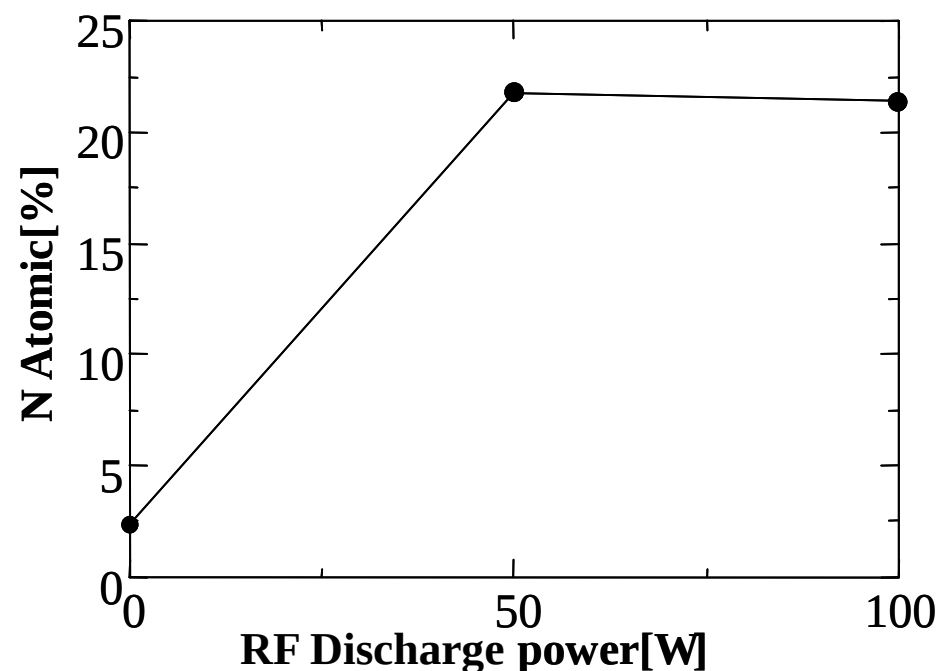
顕微ラマン分光分析

温度による比較(放電電力 P_{RD} : 100W一定)



EDXによる定量分析

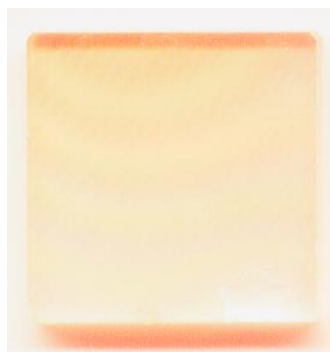
放電 電力	Ti Atomic [%]	O Atomic [%]	N Atomic [%]
0[W]	38.42	59.22	2.36
50[W]	36.48	41.71	21.81
100[W]	35.90	42.72	21.38



吸収波長特性



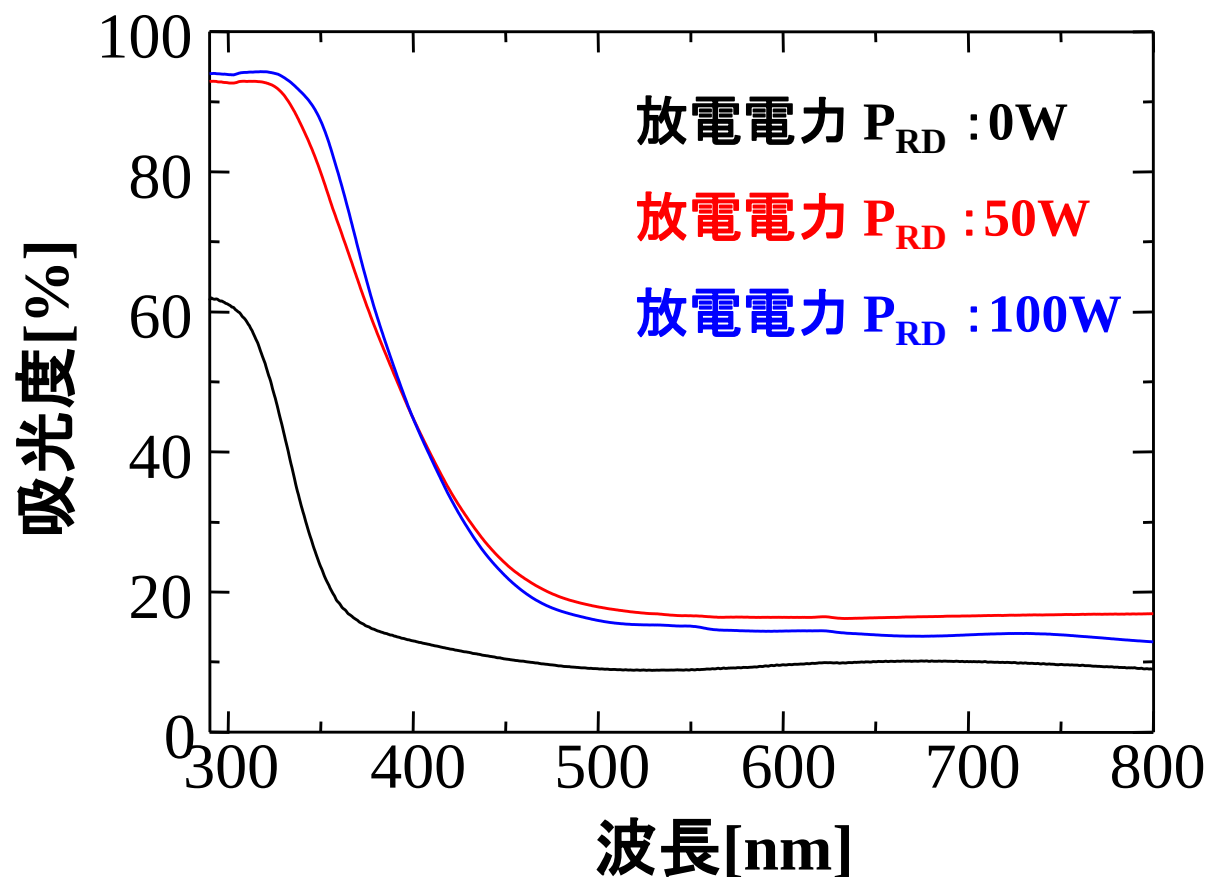
放電電力:0W



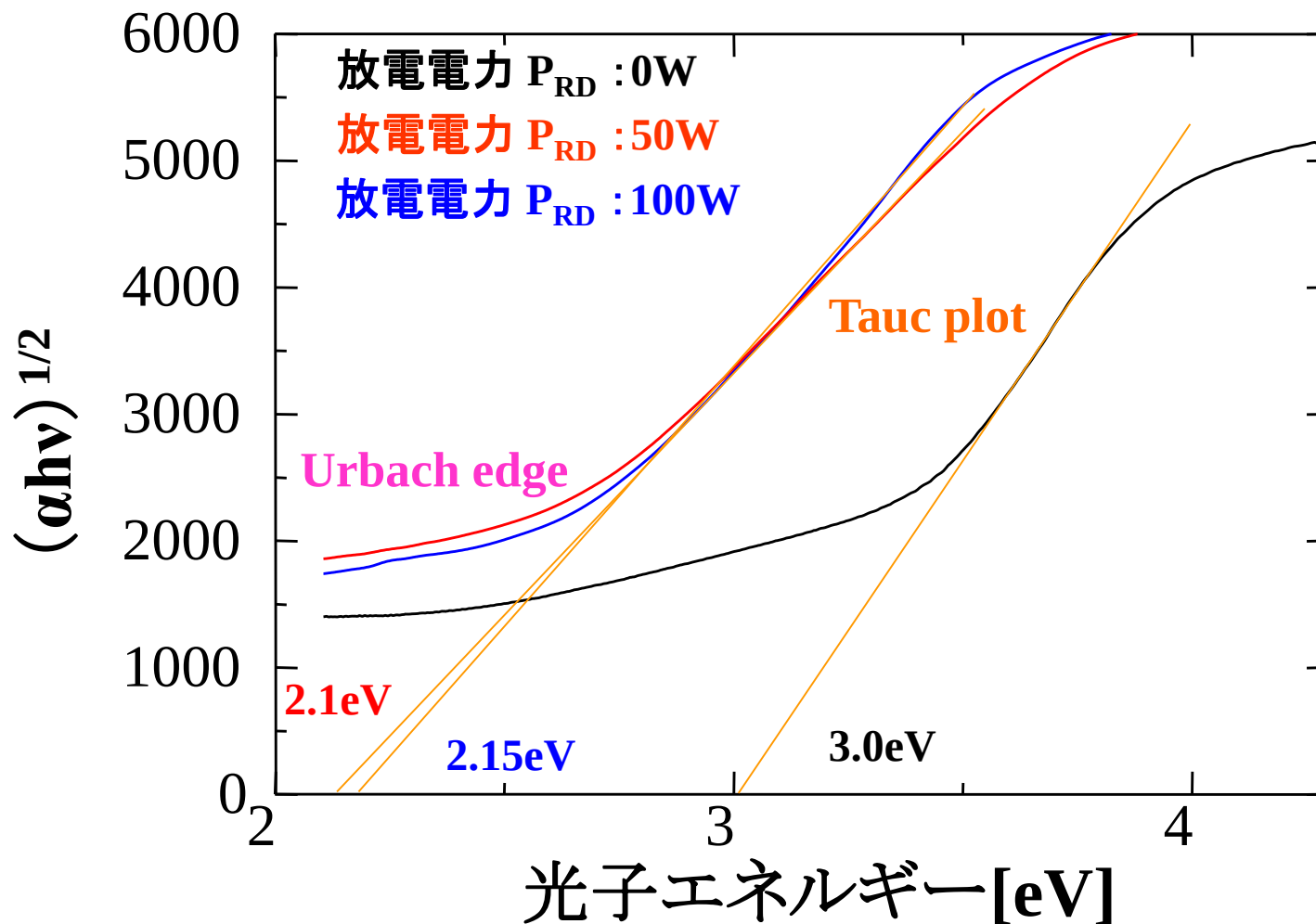
放電電力:50W



放電電力:100W

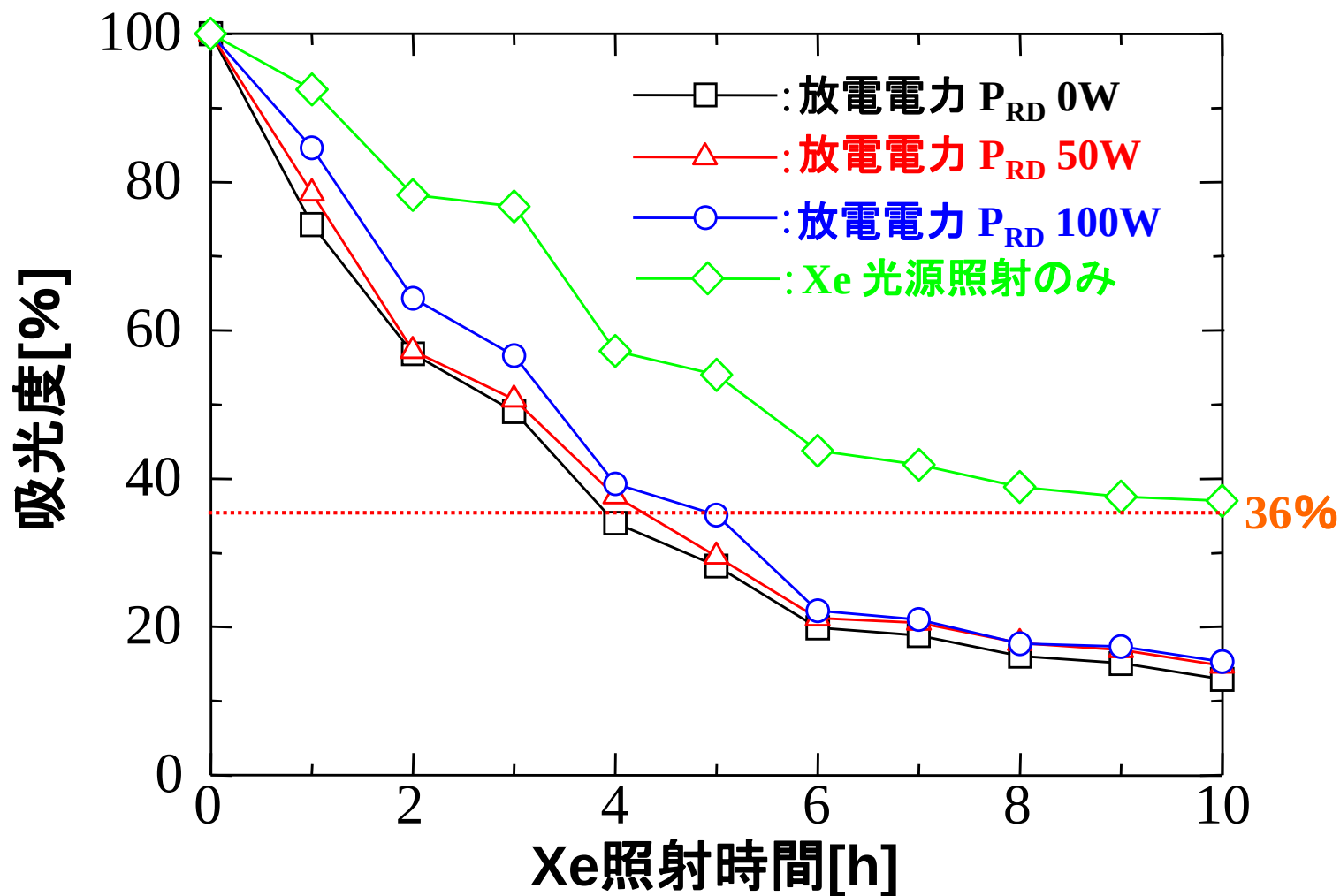


吸光光度計による光吸収端スペクトル算出



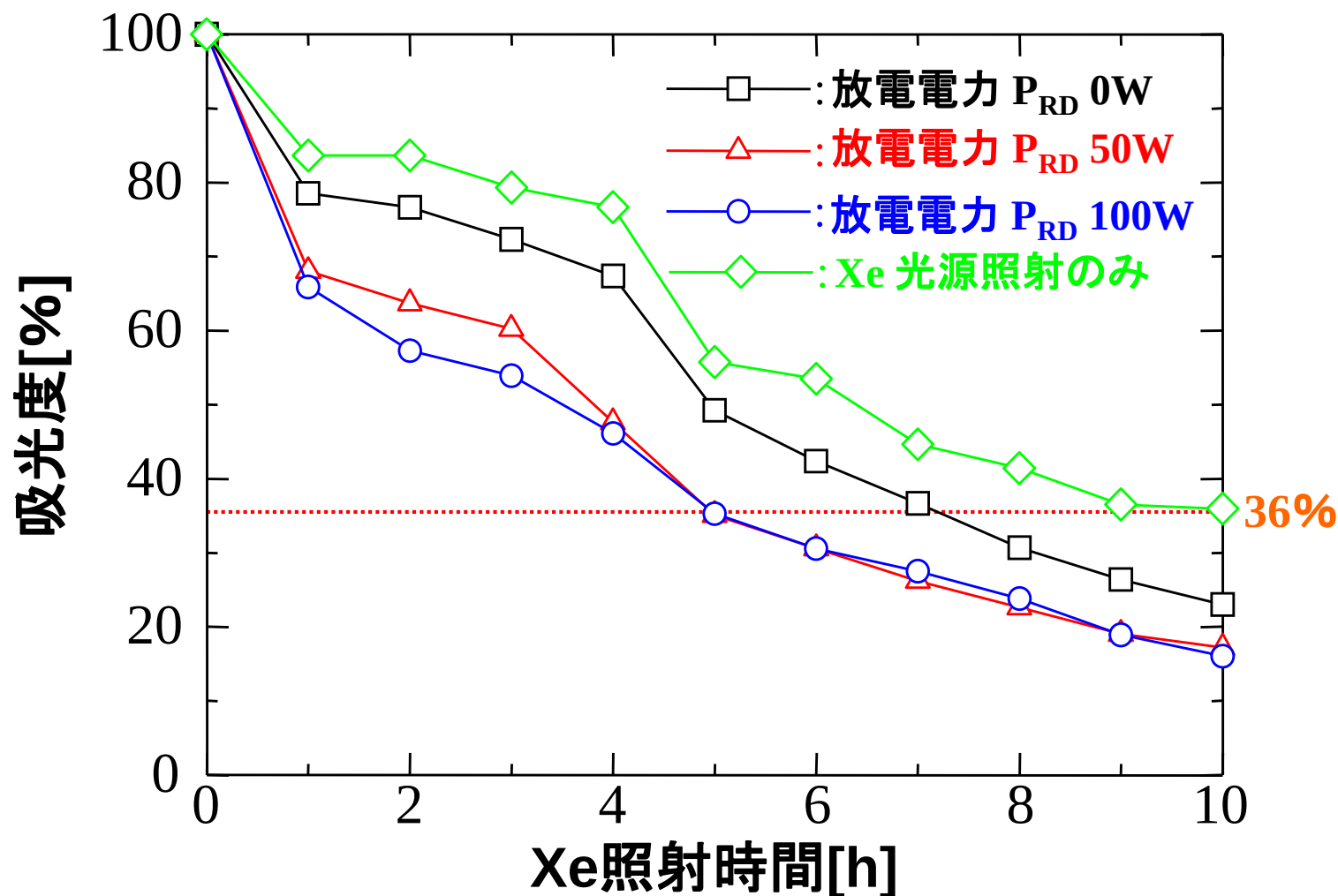
メチレンブルー分解反応測定

光源: Xeランプ (CL300 BFUVAI)



メチレンブルー分解反応測定

光源: オゾンカットXeランプ (CL300 BUV)



まとめ

発光スペクトル

50Wより100Wのほうが発光波長強度が大きかった

SEMによる表面観察

窒素プラズマ支援によってクラスターがなくなった

顕微ラマン分光分析

基板温度300°C以上でAnataseピークが観測された

EDXによる定量分析

窒素プラズマ支援により窒素の含有量が増加した

吸光光度計による吸収波長特性

窒素プラズマ支援により吸収波長が可視光域へred shiftした

メチレンブルー分解反応特性

Xeランプ照射のみと比較して、0W、50W、100Wでは分解速度が速くなった事より光触媒反応が起こっていることが確認できた。オゾンフリーのXeランプでは0W、50W、100Wに差は見られなかったが、オゾンカットXeランプでは0Wに対し、50W、100Wの分解速度が速くなった

