

グラフェン基板上における Cs-K-Sbフォトカソードの量子効率測定

神山和輝¹、郭磊^{2,1}、山口尚登³、山本将博⁴、
真野篤志²、保坂将人²、高嶋圭史^{1,2}、加藤政博^{6,7}

¹名古屋大学 工学研究科 材料デザイン工学専攻

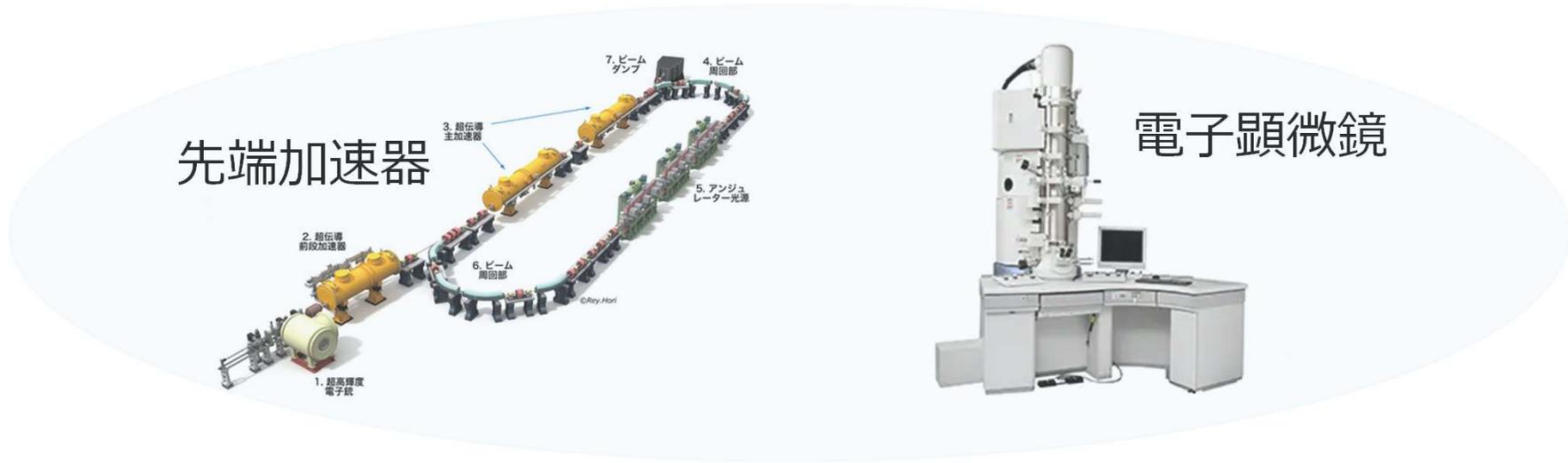
²名古屋大学 シンクロトロン光研究センター

³ロスアラモス国立研究所

⁴高エネルギー加速器研究機構

⁶広島大学 放射光科学研究センター

⁷分子科学研究所

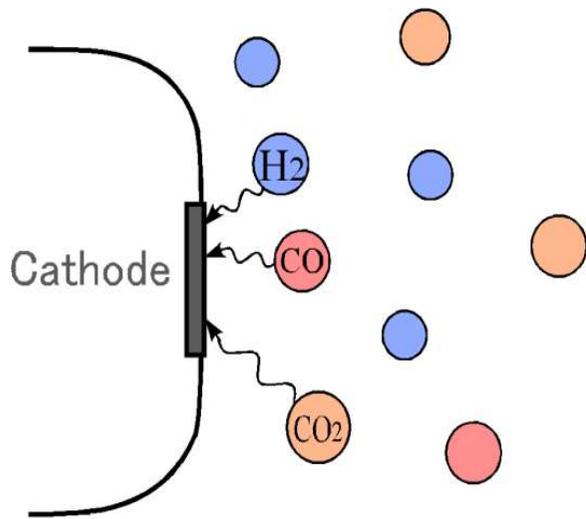


各分野の発展のためには、より高品質な電子ビームが必要

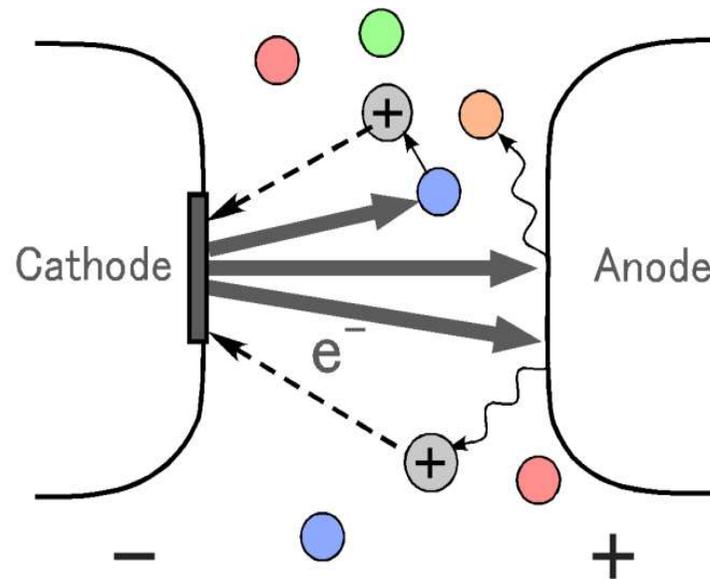
高輝度
(大電流・低エミッタンス)
長寿命

高性能な電子源が要求される

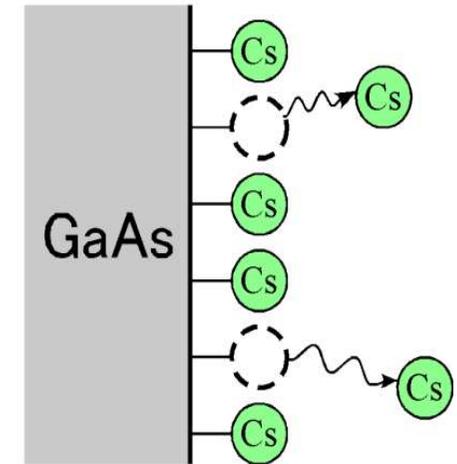
半導体フォトカソード



(1) 残留ガスのカソード表面への吸着



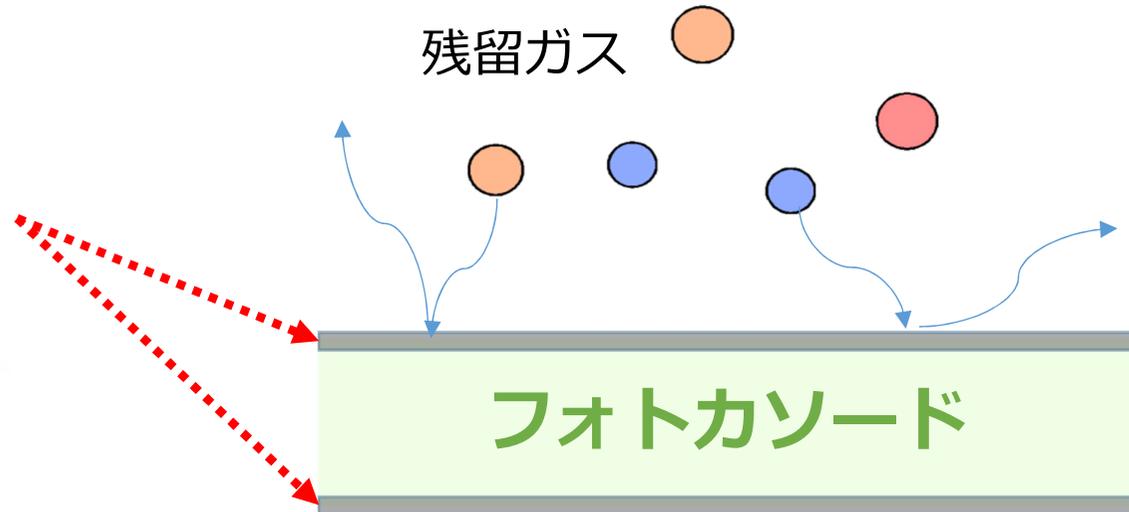
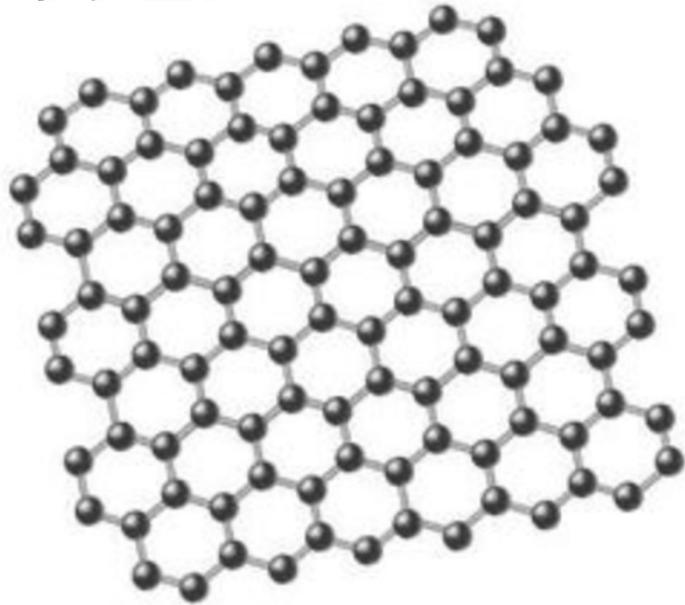
(2) イオン化された残留ガスの逆流、衝突



(3) 吸着分子Cs、Oの熱脱離

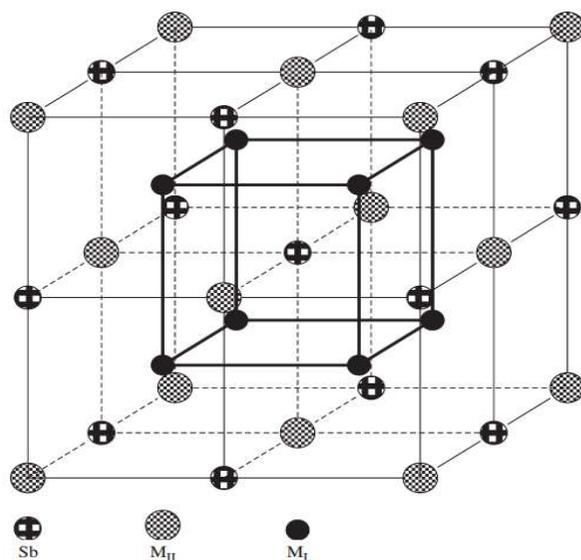
半導体フォトカソードの劣化を抑えるアイデア
→保護膜によってカソード表面を守る

グラフェン

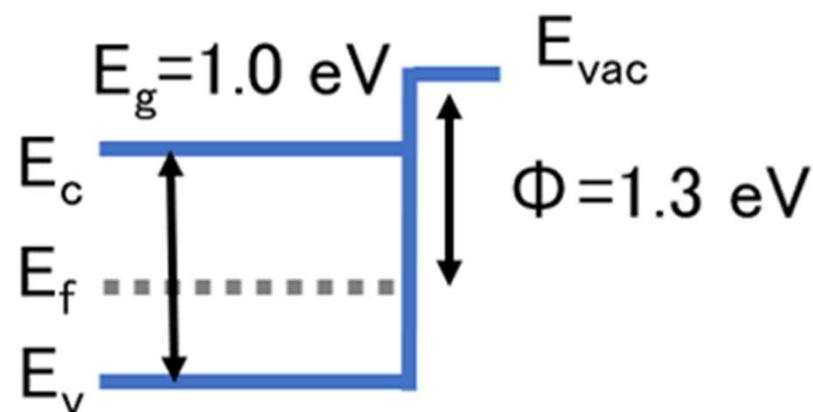


メリット

- ・ 光学的に透明
- ・ 化学的に不活性
- ・ 500℃の熱洗浄により(半永久的に)再利用が可能
- ・ ガスの不透過性

DO₃(Fe₃Al型)立方構造

真性半導体
光電子放出のしきい値: 1.9eV



- ✓ 表面維持条件: $<10^{-6}$ Pa
- ✓ 緑色光 (500 nm帯) で電子励起が可能
- ✓ 高い量子効率(3~10 %)

高性能電子源としての半導体フォトカソード

↓しかし

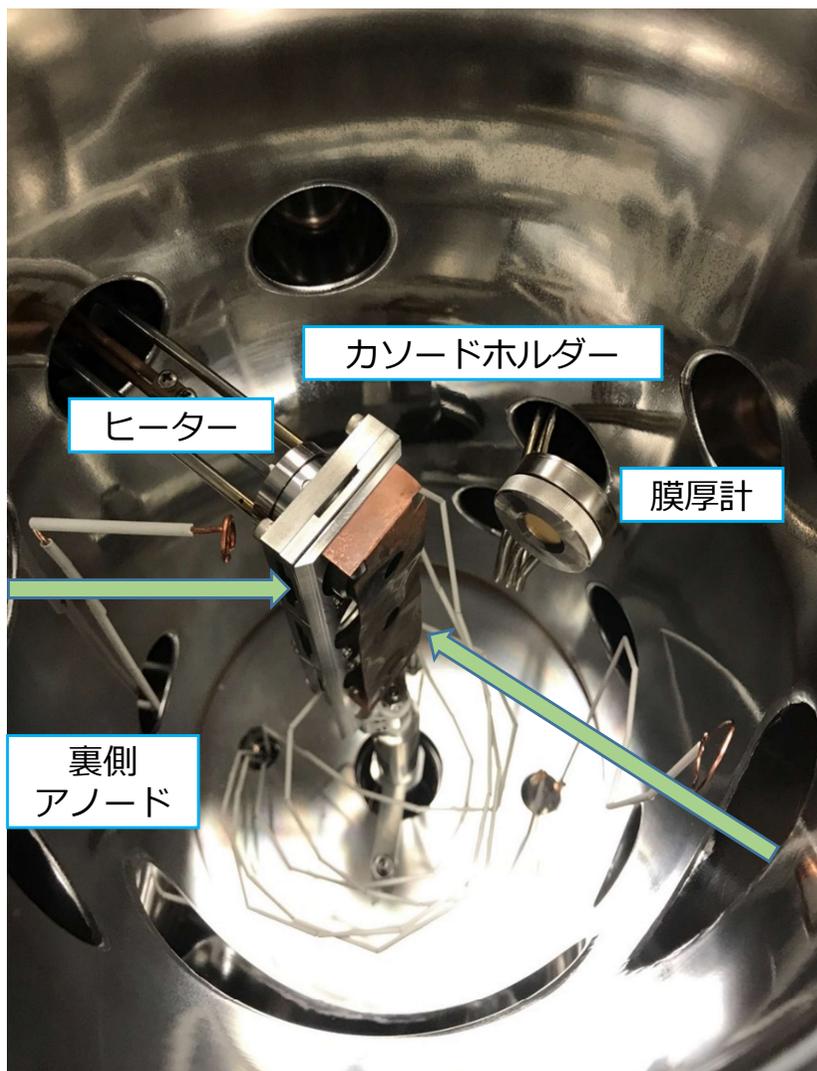
[課題]残留ガスによって表面が劣化してしまう

↓そこで

グラフェンを保護膜として用いる

本研究の目的

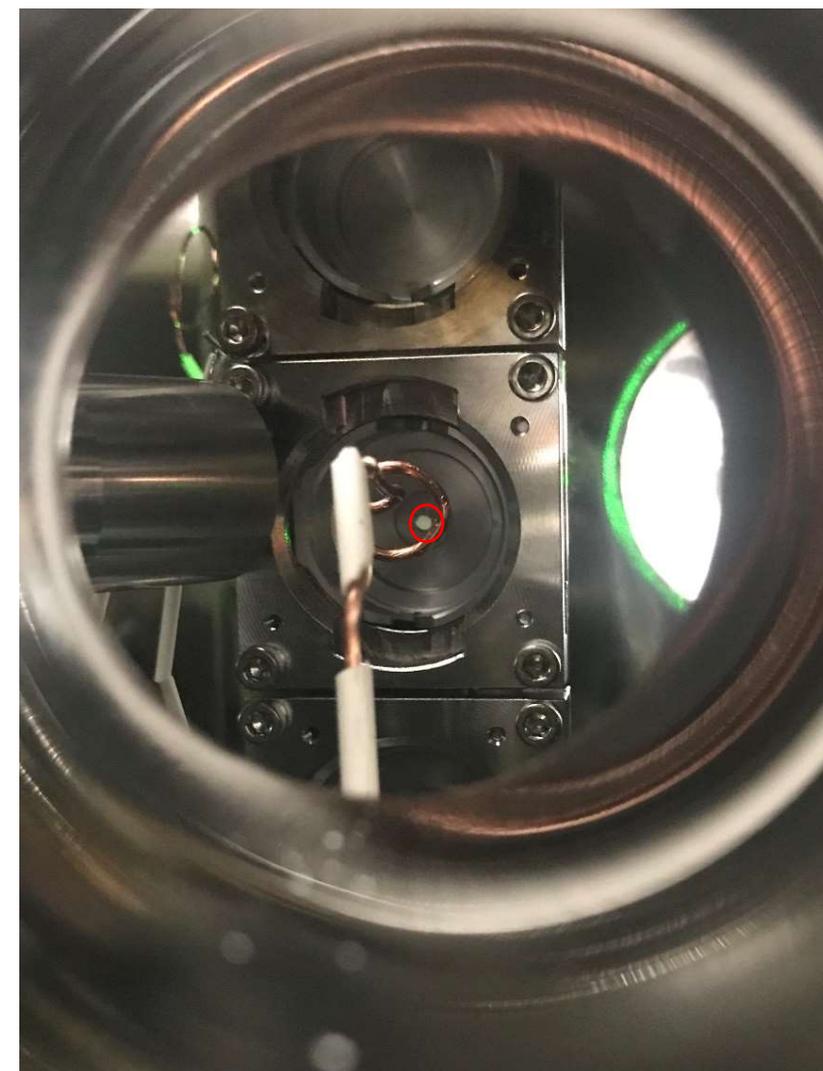
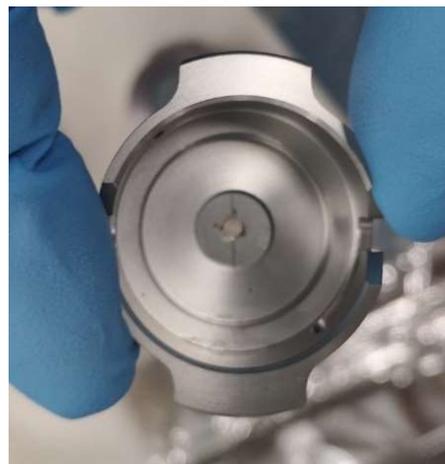
グラフェンを透過する光電流値を測定し、
保護膜としての性能を評価する



表面(蒸着面)

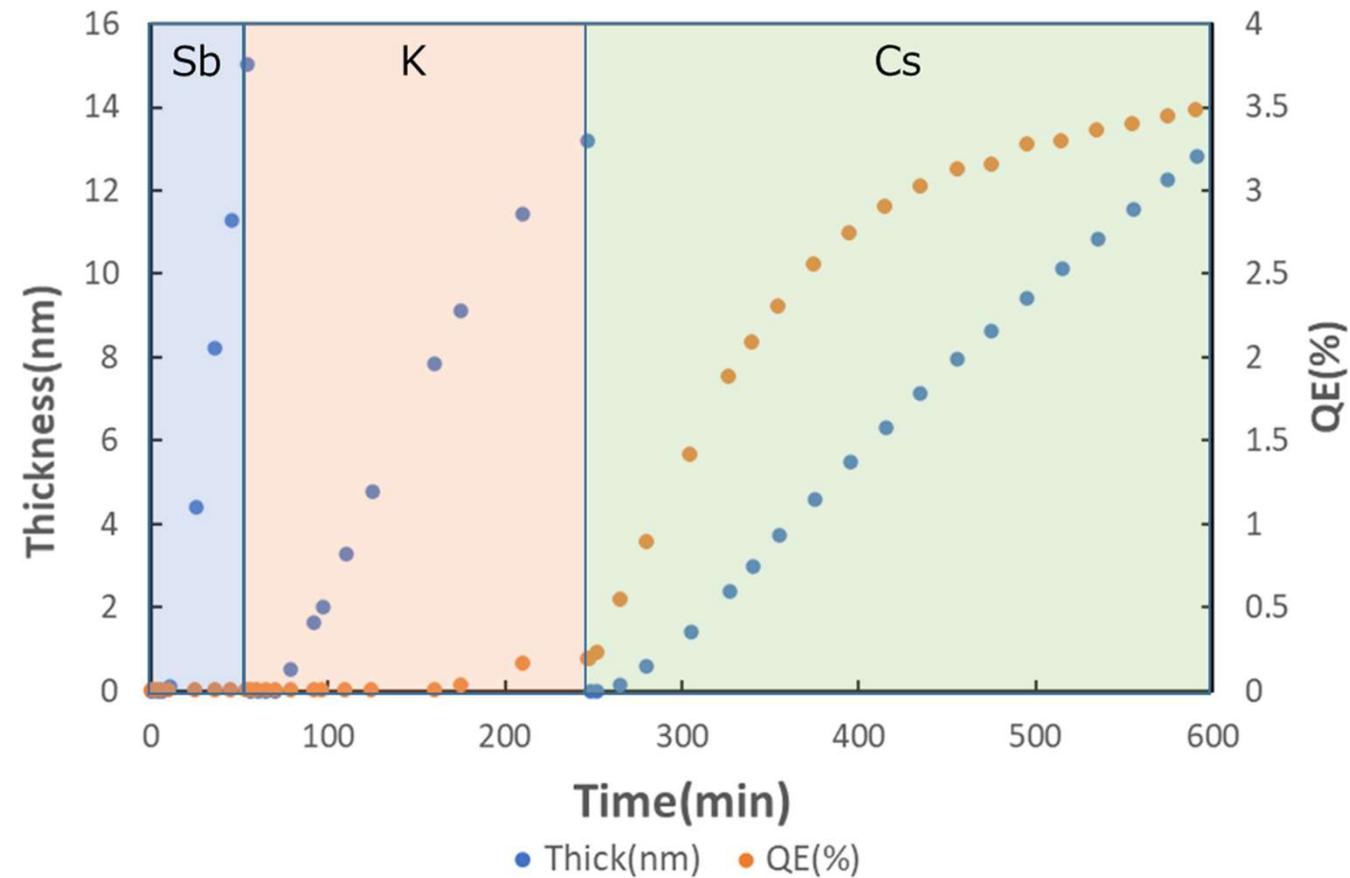


裏面



2020年9月より新しい評価装置を立ち上げ
ベース真空度： 4.0×10^{-8} Pa

パック裏側からの光電流値の測定可能



○蒸着条件

Sb : 定量(5nm, 10nm, 15nm)

K, Cs : 量子効率(QE)が最大まで

○蒸着温度 100℃

○圧力 10^{-7} Pa 台

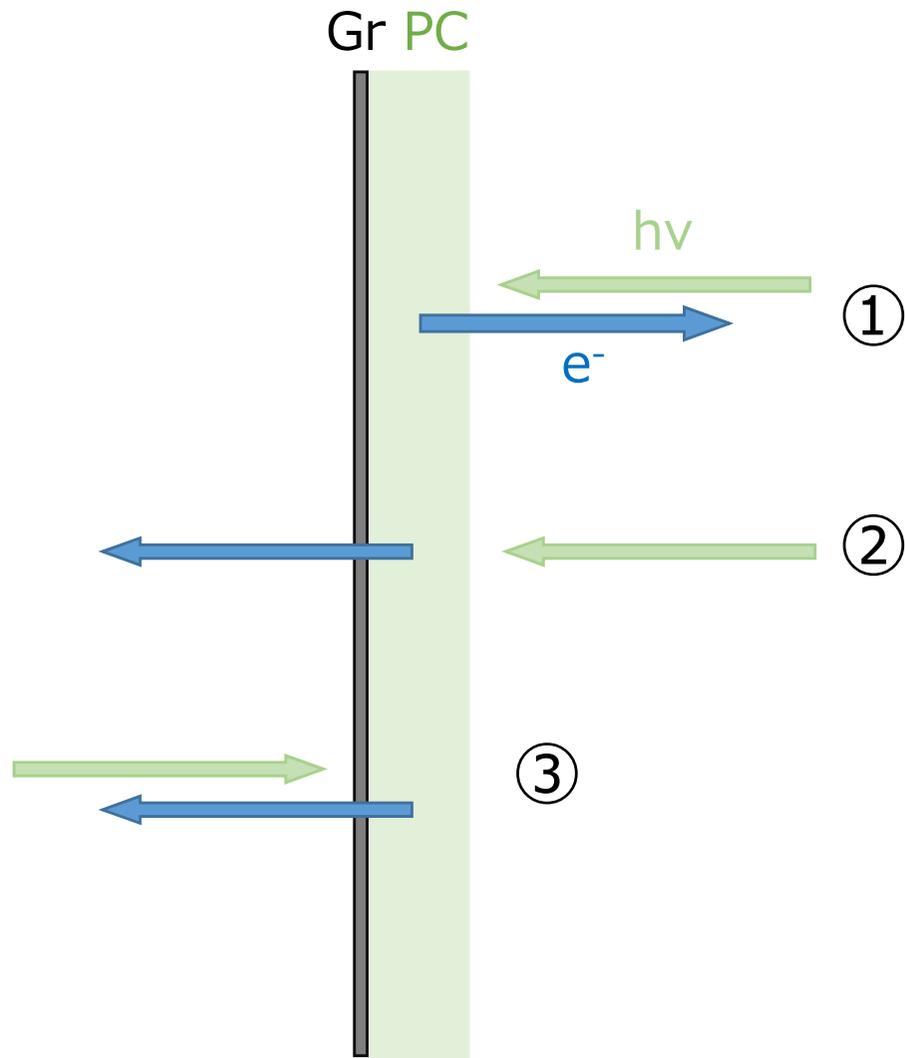
○レーザー

波長 : 532nm, 250nm

スポットサイズ : 0.3 mm^2



蒸着中の
レーザー位置と
スポットサイズ
(イメージ)



PC PhotoCathode
Gr Graphene

- ① PC-PC 532nm
- ② PC-Gr 532nm
- ③ Gr-Gr 532nm, 250nm

掲載を控えます

結論

- グラフェンを透過する光電流を観測した
 - QEは 532nmで 10^{-3} %台、250nmで 10^{-2} %台であった
- Sb膜厚が異なるCs-K-Sbの量子効率を調査し、以下の結果を得た
 - PC-GrでのQEには、バラツキが見られた
 - Gr-Grでは膜厚依存性は見られなかった
 - PC-PCとPC-GrのQEを比較し、同じ膜厚ではQEに相関が見られた

展望

- 再現性を確かめる
- 高い量子効率を得られる蒸着条件を探し出し、その条件での性能を評価する → 寿命測定、表面分析