

マルチアルカリ光陰極生成試験

広島大学先端研

山本記史

指導教員 栗木雅夫

概要

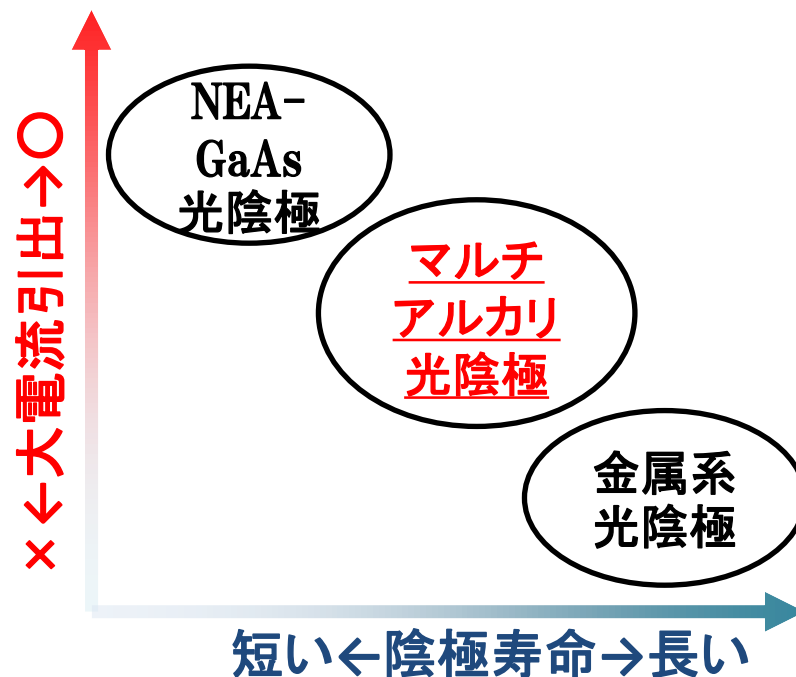
- マルチアルカリとは
- 試験装置
 - カソード基板
 - 蒸着源
 - 膜厚の測定方法
 - 光源について
- 実験
 - 実験方法
 - 実験の結果
 - 1回目
 - 2回目
 - 3回目
- まとめ
- 今後

マルチアルカリ光陰極とは

CsK₂Sb、NaK₂Sbなど

特徴

1. 高い量子効率(10%)
 2. 緑色光励起
 3. 比較的寿命が長い
- 大電流発生と長寿命の両立
 - ERLなどへの利用も期待できる



マルチアルカリカソードの技術確立のため、試験装置を作製し、研究を行う

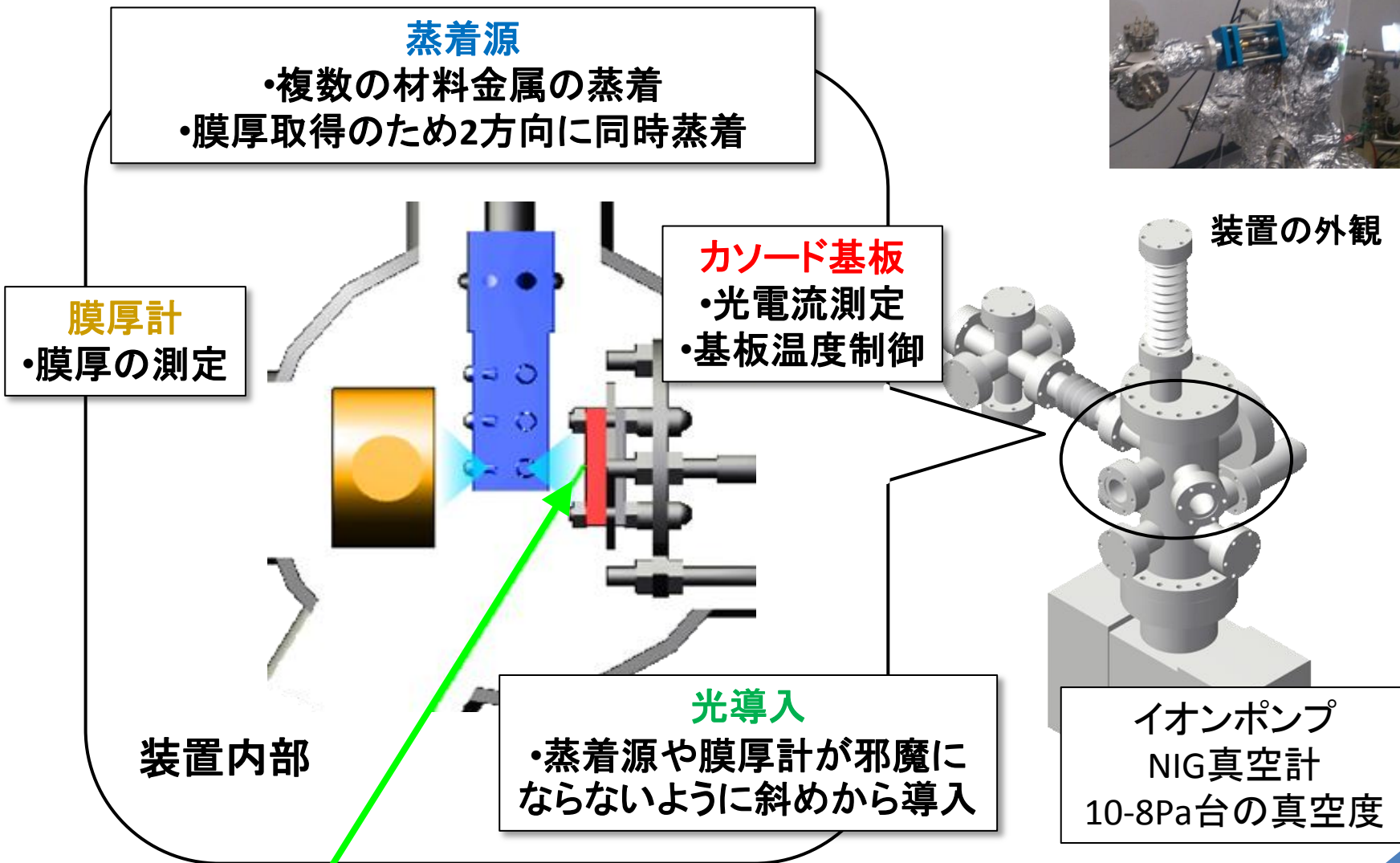
装置作成にあたって

- マルチアルカリカソードは蒸着カソード。材料金属を基板に蒸着させ生成する
- 成膜時の**基板の温度**や**蒸着物の膜厚**がカソードの性能に大きく影響する
- 超高真空を必要とする

試験装置

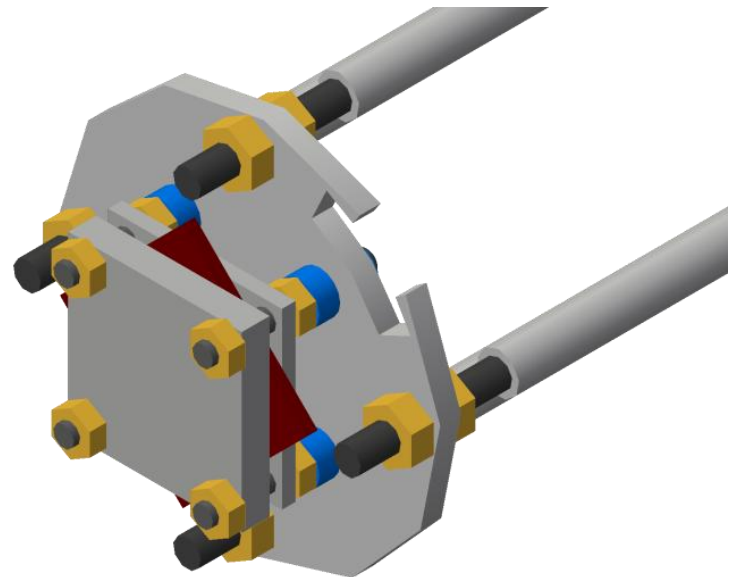
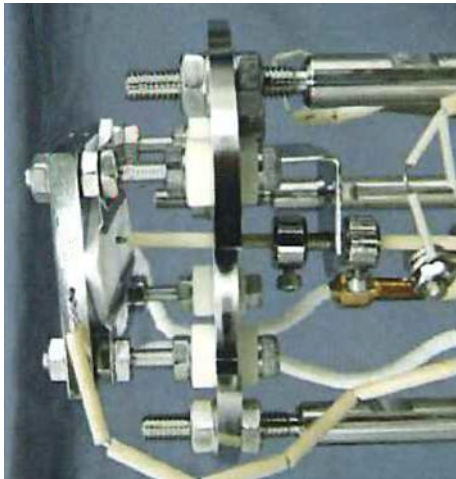


装置の外観



カソード基板

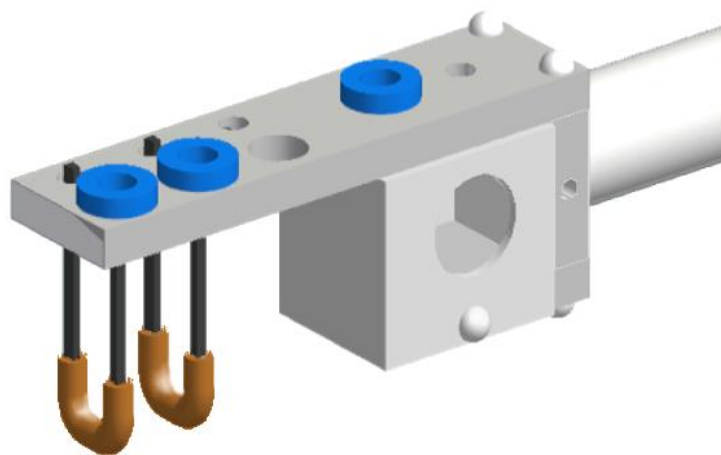
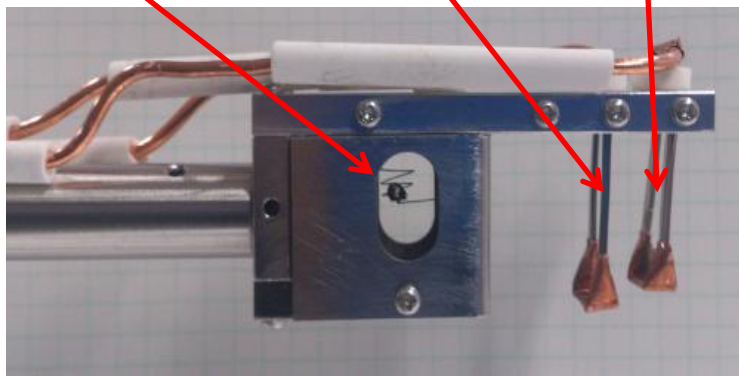
- カソード基板としてSUS板(25mmx25mm)
- 基板加熱洗浄、温度制御のため、基板背面にセラミックヒーターを設置
- 温度測定はヒーター後ろに付けた熱電対
- 電子引き出しのため、-100VのDC電圧を印加。この電源の電流値から光電流を得た



蒸着源

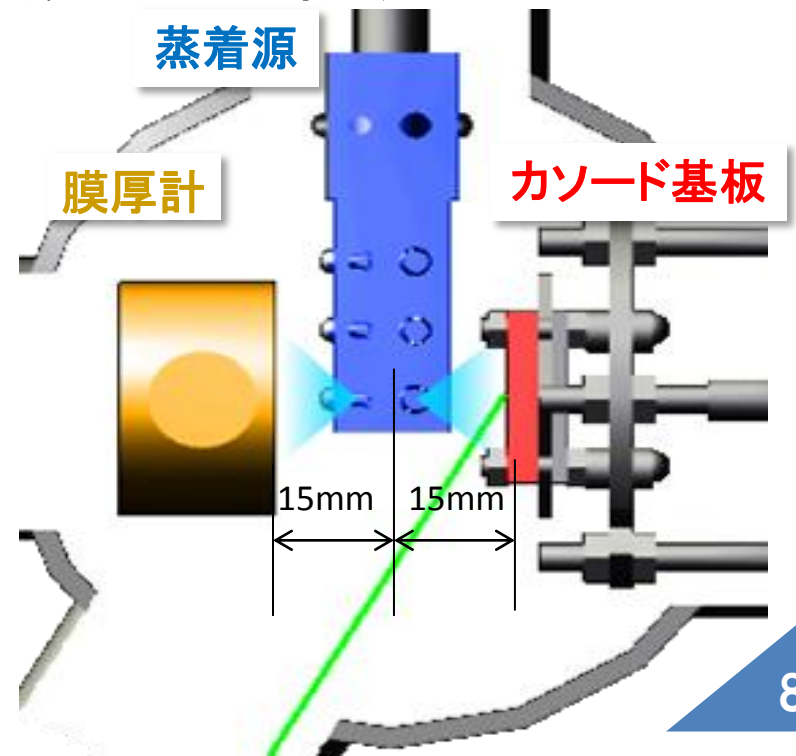
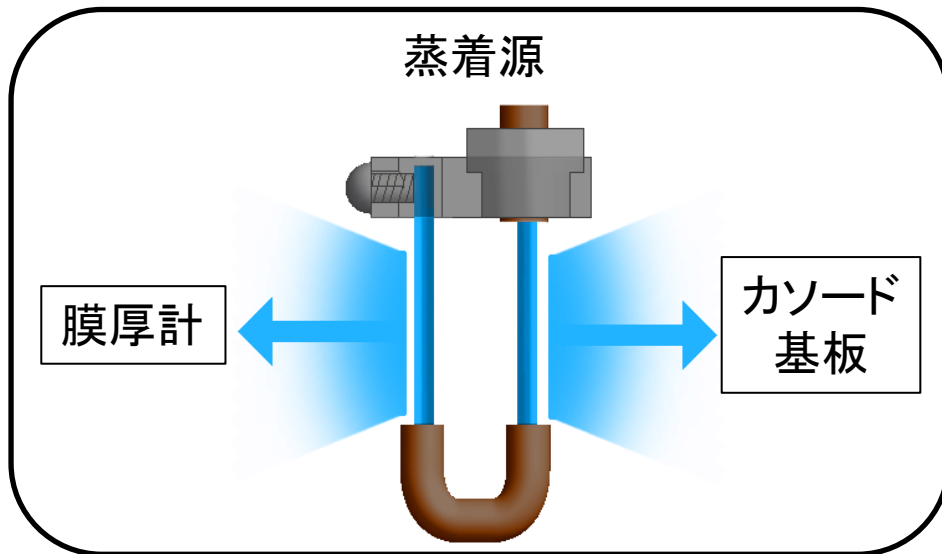
- カソードと膜厚計の両方に同時蒸着
- Sb蒸着源→カゴ状W線にSb粒をのせ加熱し蒸着
- K、Cs蒸着源→線状ディスペンサー(SaesGetters製)を2本繋げて用いる
- 直線導入機で蒸着金属の切り替え

Sb蒸着源 K 蒸着源 Cs 蒸着源



蒸着膜厚の測定

1. 蒸着源は2方向に対称に蒸発するように設計
2. カソードと膜厚計は蒸着源に対し、対称な位置に設置
→ 基板上の膜厚 = 膜厚計上の膜厚
膜厚計を用いてカソード基板上の膜厚を取得する



光源について

- 光電流引き出しに大パワーの**白色LEDランプ**を使用
波長の混ざった光のため量子効率を直接求めにくい
- 量子効率の測定のため**緑色レーザー** (532nm、
791 μ W)でも光電流取得

実験

1. カソードの生成
2. 量子効率の劣化の観測

実験方法

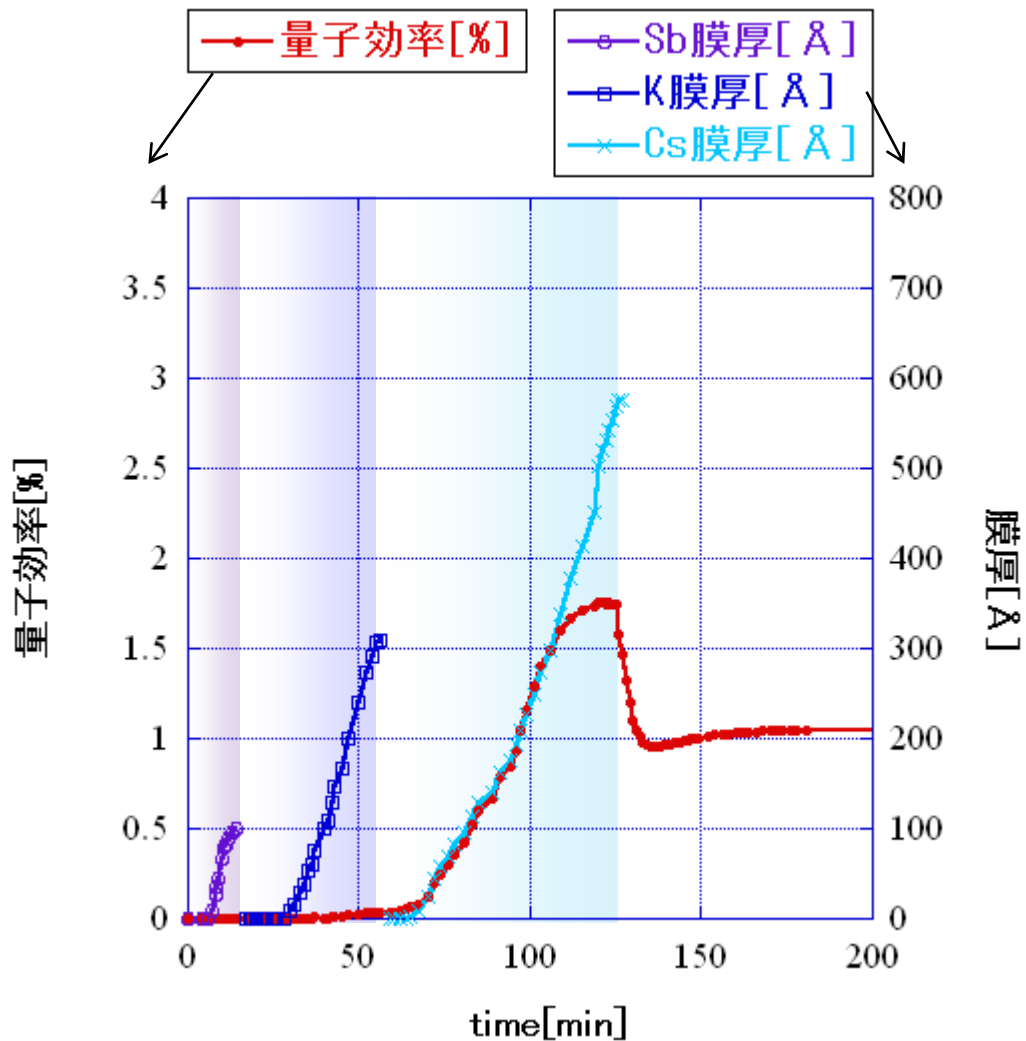
今回の生成試験方法

1. 基板加熱洗浄(600°C)
2. 基板温度を下げ、維持 (150°C or 130°C)
3. Sb蒸着 …… 膜厚100 Åまで
4. K蒸着 …… 膜厚300 Åまで
5. Cs蒸着 …… 光電流ピークまで
6. 基板温度を室温に戻す

参考T. Rao, J. Smedley ,et al.,
Proceedings of PAC 2011 WEP284,
etc.

- BNLなどのCsK₂Sbの生成方法を参考にしたが**膜厚、基板温度には諸説ある**
- 白色LEDランプで得た光電流の変化が、量子効率の変化と等しいと仮定、
緑色レーザーで得た量子効率で、白色LEDランプで得た光電流を
較正し、量子効率をもとめた

カソードの生成(1回目)



実験のパラメーター

基板温度	150°C一定
Sb膜厚	100 Å
K 膜厚	310 Å
Cs膜厚	576 Å
光電流値	10~30μA

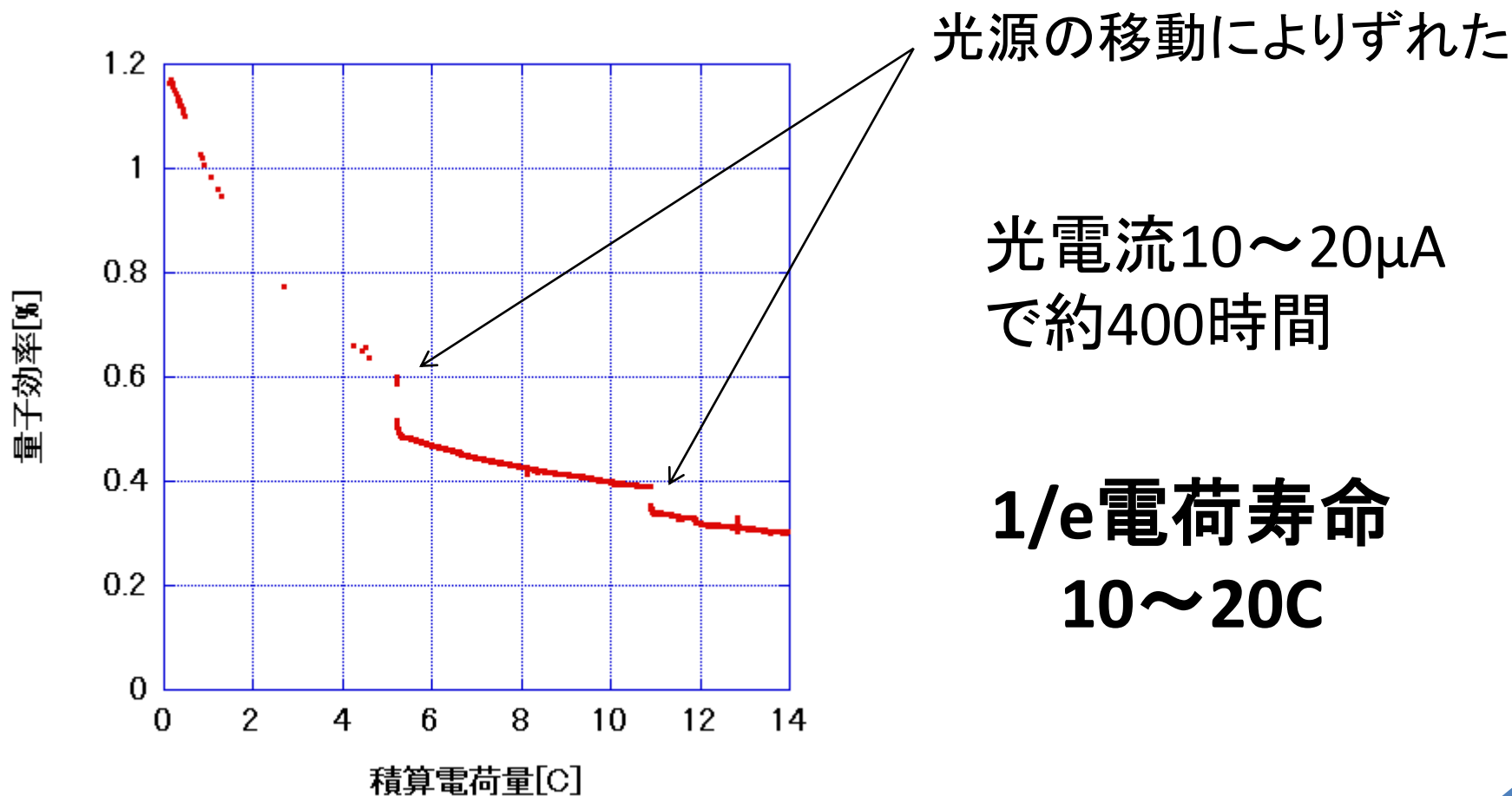
量子効率

1.1%(1.8%)

- 光電流引き出しに成功
- 蒸着直後に光電流の大きな減少がみられた

量子効率の劣化(1回目)

- 白色LEDランプを当て続けて光電流を測定



カソードの生成(2回目)

1回目との違い・・・基板温度を下げた

実験のパラメーター

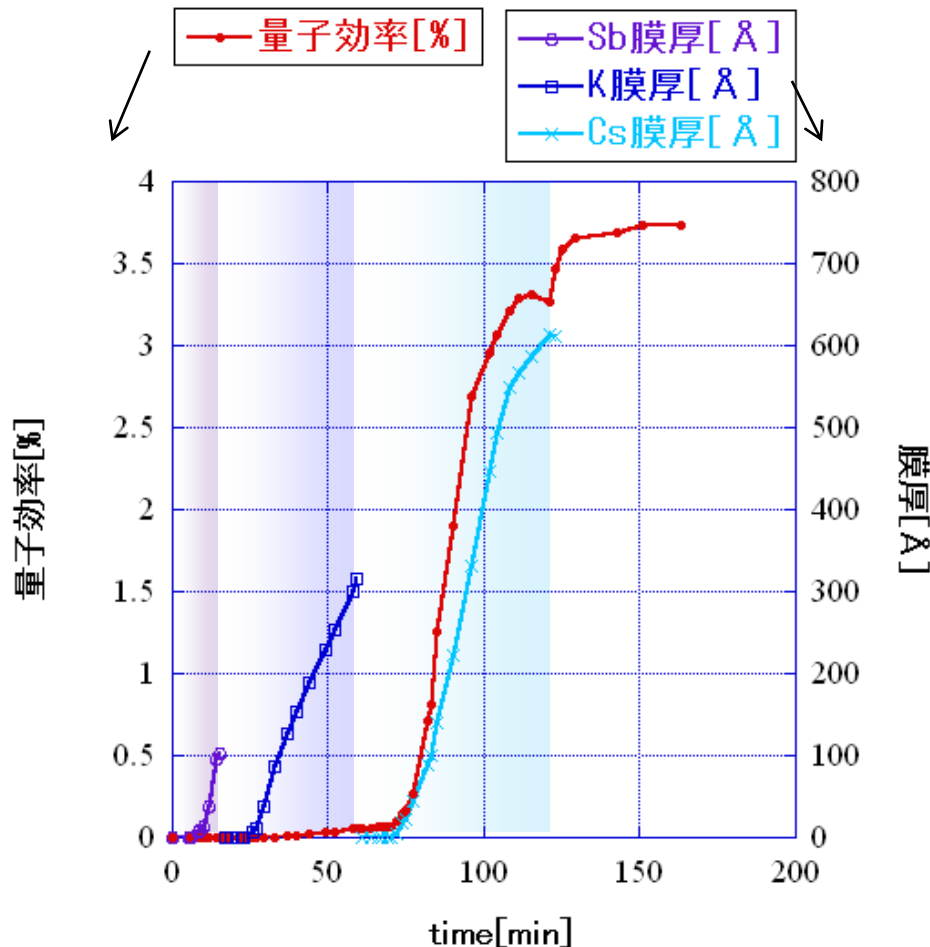
基板温度 130°C

Sb膜厚 103 Å

K膜厚 315 Å

Cs膜厚 612 Å

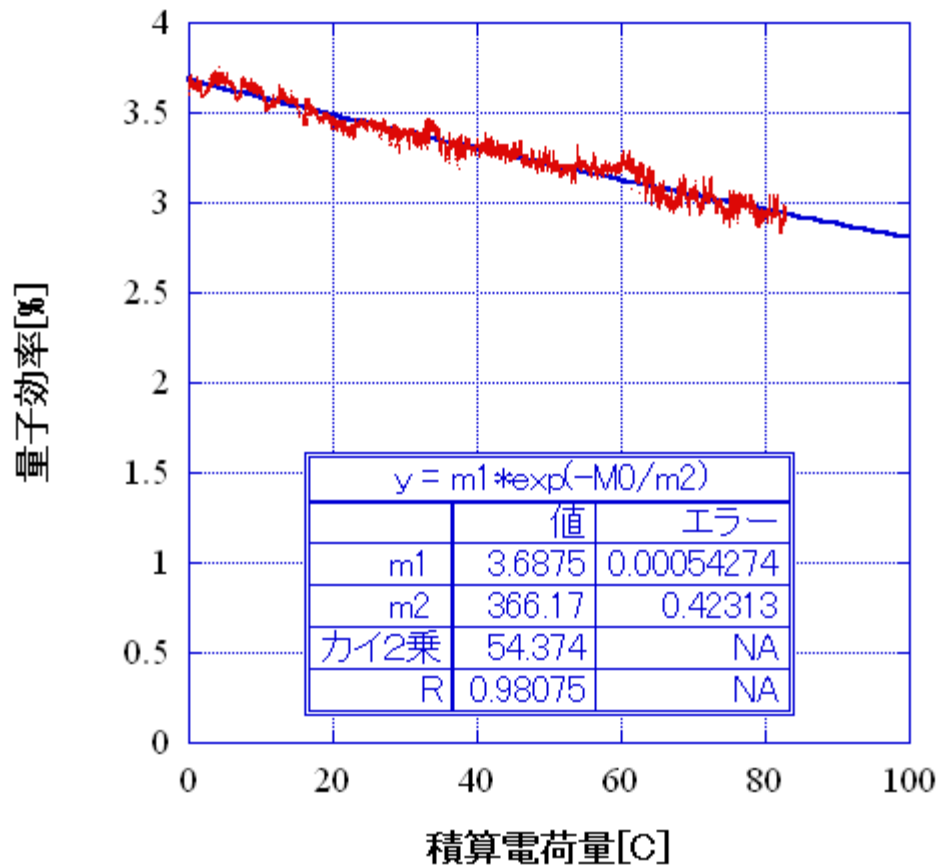
光電流値 ~50µA



量子効率
3.8%

・蒸着直後に光電流の大きな減少がみられず、むしろ増加した

量子効率の劣化(2回目)



- 光電流40～50 μ A
- 約500時間(20日)

1/e電荷寿命
366C

1回目より長い

カソードの生成(3回目)

- 2回目と同じパラメーターで再現の確認

実験のパラメーター

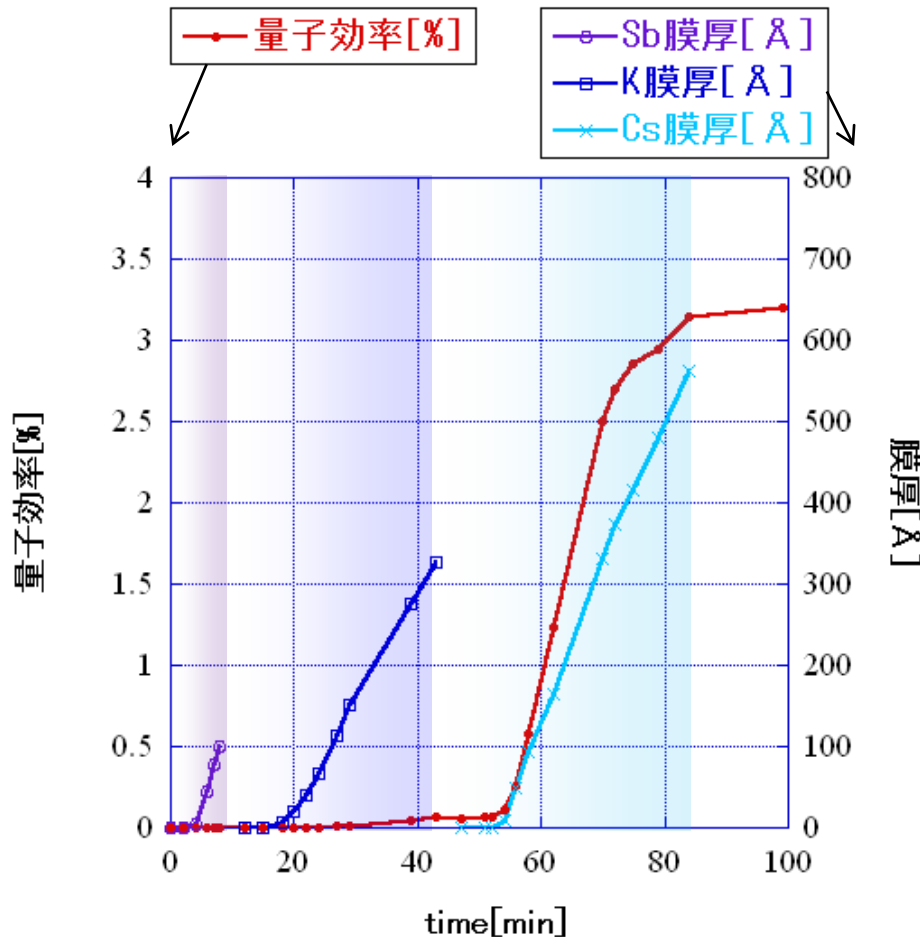
基板温度 130°C

Sb膜厚 101 Å

K膜厚 327 Å

Cs膜厚 563 Å

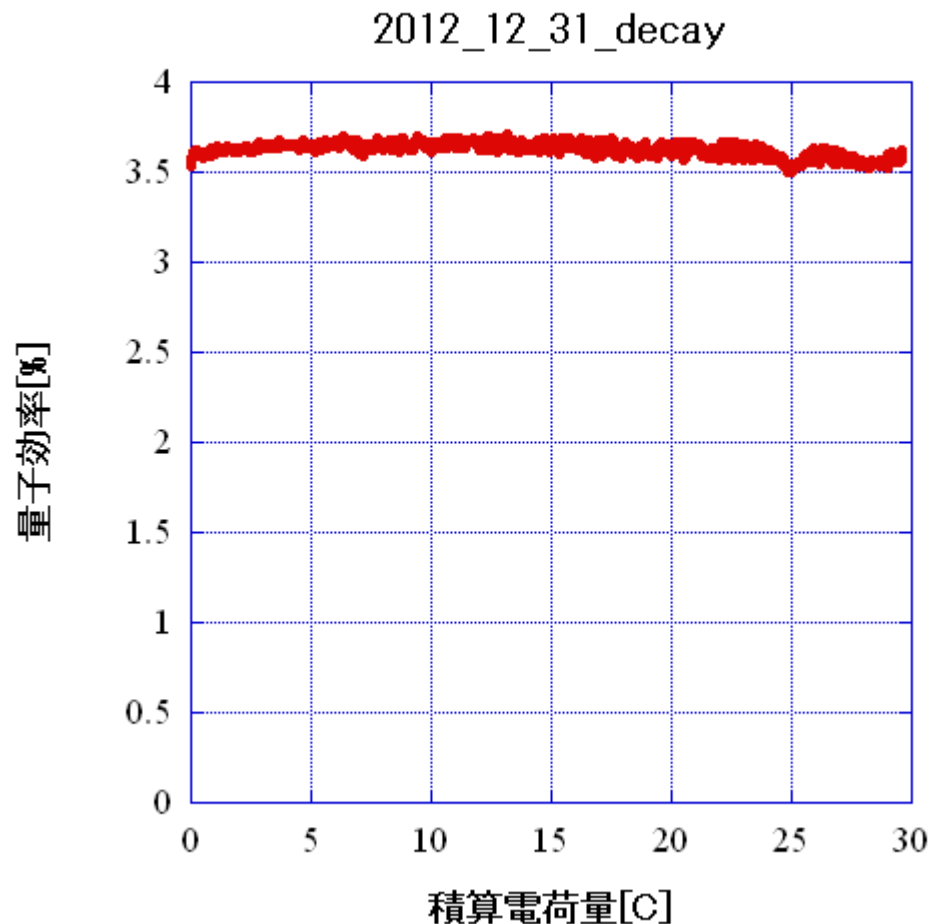
光電流値 ~40μA



量子効率
3.2%

- 2回目よりも量子効率が低い

量子効率の劣化(3回目)



- 光電流 $\sim 40\mu\text{A}$
- グラフは約200時間(8日間)の観測
- 現在測定中

2回目よりも
寿命が長いようだ

若干の蒸着量の違いから？
蒸着スピードの違いから？
蒸着位置のずれ？
別の要因？

まとめ

- 試験装置を作製し、カソード生成を行い、光電子引き出しに成功した

	量子効率	電荷寿命
1回目	1.1%(1.8%)	10~20C
2回目	3.8%	366C
3回目	3.2%	さらに長い

- 最高3.8%の量子効率を観測
- 電荷寿命366C、NEA-GaAsと比べ長寿命
- 温度変化のみで大きく違いがみられた
- 膜厚などの最適化により、さらに性能アップが見込めるのでは？

今後

1. 光学系など装置の改善を順次
2. 量子効率10%を目標として、膜厚や基板温度の最適化を図る
3. その後寿命の評価なども行っていく

マルチアルカリ生成技術の確立を目指す



以上です
ご清聴ありがとうございました