

# マルチアルカリ高量子効率・ 長寿命カソード開発

2014年2月20日 広島大学

広島大学 加速器物理研究室

栗木雅夫、清宮裕史、郭磊、山本記史、三好健太郎、内田和秀

# マルチアルカリカソード開発項目

1. 可視光励起、高量子効率カソードの確立：CsTe UV励起カソードの代替
2. カソード生成条件の最適化、再現性の確立。性能試験。
3. 真空輸送システムの構築。
4. 加速器でのビーム生成試験。
5. 透過型カソードの開発。
6. 透過型カソードの加速器での試験。

# カソード生成条件 の最適化の現状

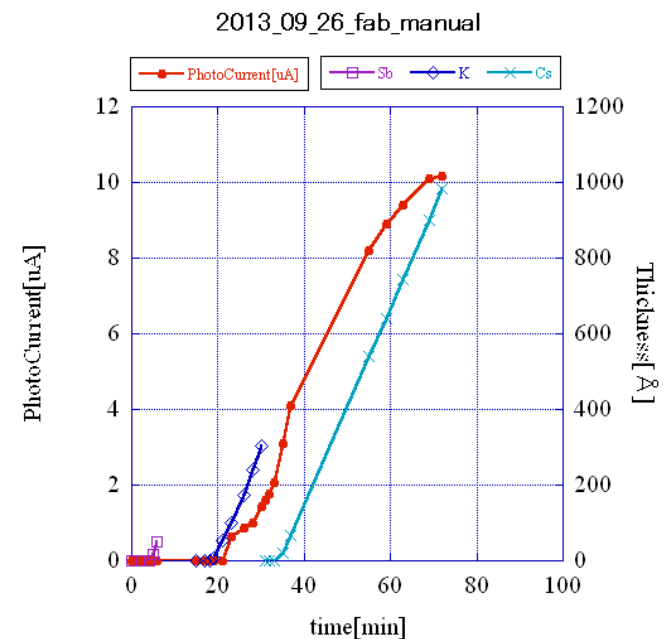
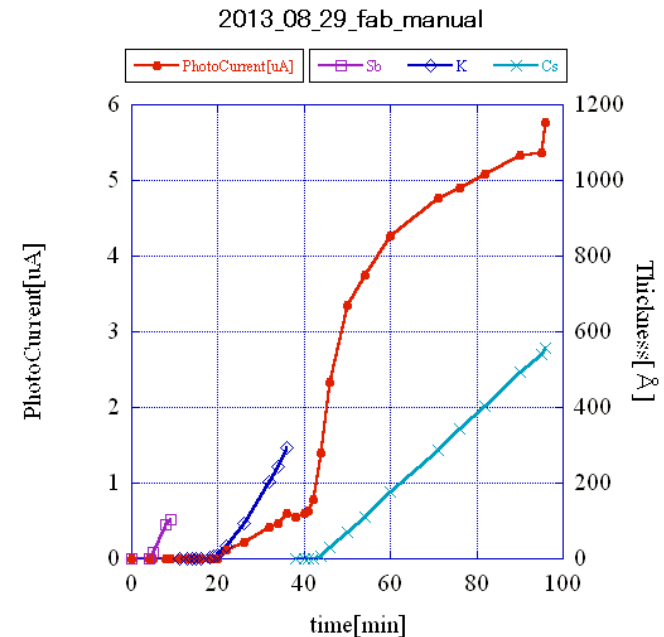
## カソード生成手順

- 1) 基板加熱洗浄 (600°C)
- 2) Sb蒸着 (膜厚制御)
- 3) K蒸着 (膜厚制御)
- 4) Cs蒸着 (QE Max)

実験の再現性がほぼ確立。  
最適な蒸着膜厚の探索を  
行っている。

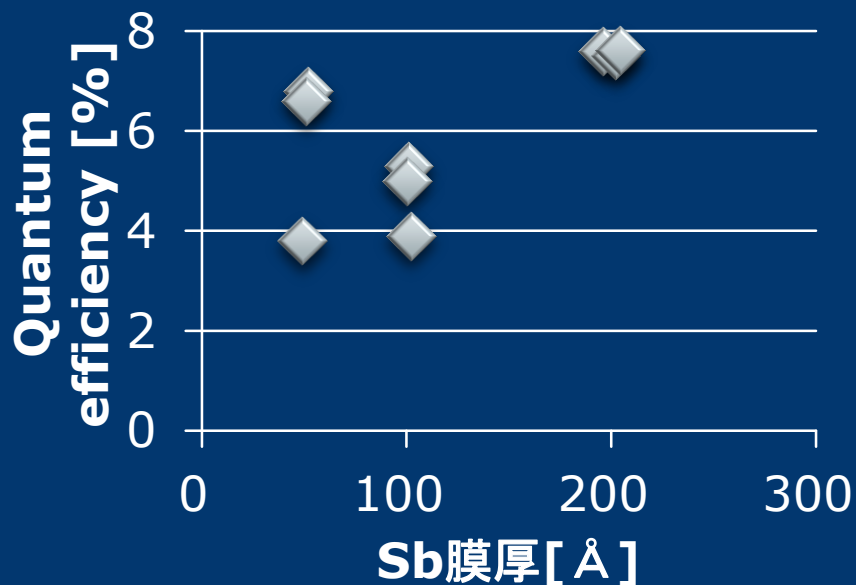
|             |               |
|-------------|---------------|
| 基板温度        | 100°C         |
| Sb膜厚        | 102 Å         |
| K膜厚         | 292 Å         |
| Cs膜厚        | 558 Å         |
| QE at 473nm | 5.6<br>±0.4%  |
| QE at 532nm | 3.6<br>±0.03% |
| 電荷量寿命       | 535C          |

|             |               |
|-------------|---------------|
| 基板温度        | 100°C         |
| Sb膜厚        | 49 Å          |
| K膜厚         | 305 Å         |
| Cs膜厚        | 1127 Å        |
| QE at 473nm | 3.8<br>±0.2%  |
| QE at 532nm | 2.2<br>±0.02% |
| 電荷量寿命       | 408C          |



# 膜厚依存性

- 量子効率QEの、Sbおよび、Kの膜厚依存性を測定。
- 量子効率の膜厚依存性はあまり大きくない。
- 寿命への影響は不明



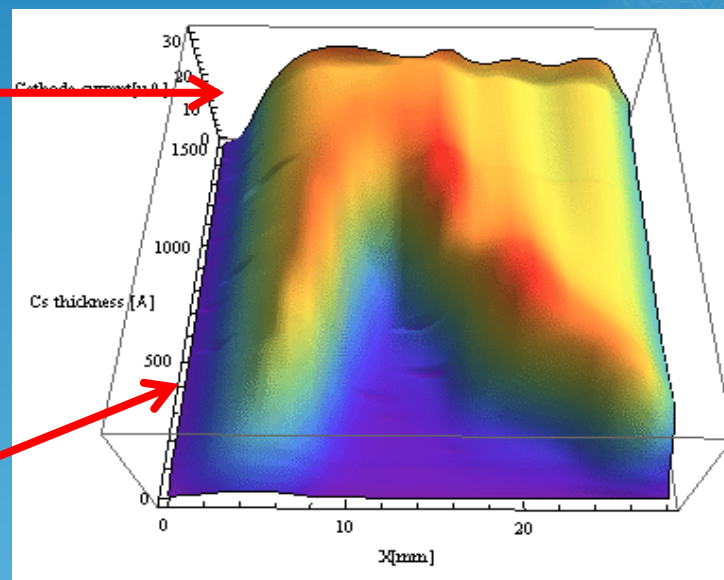
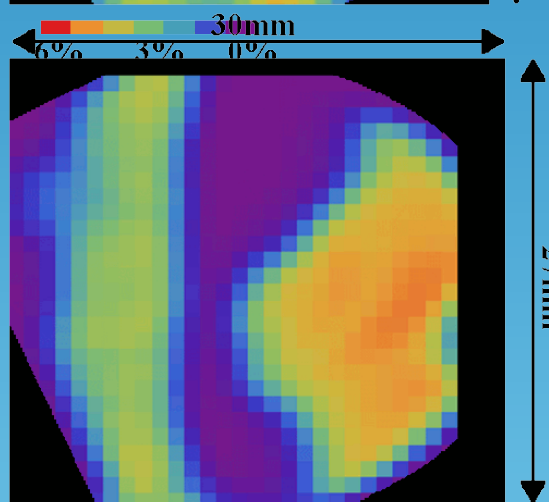
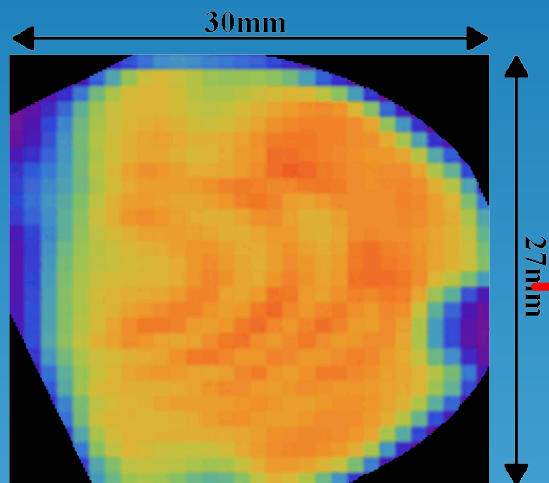
Sb膜厚



K膜厚

# 均一蒸着

- Csの過蒸着により、均一なQE特性を持つカソードを実現



Cs蒸着量

# カソード劣化モデル

量子効率の劣化が、二成分あると仮定。

- ・ 時間依存成分（ガス吸着等）
- ・ 引出電荷密度（イオン逆流等）

**ダークモード測定**  
(極小電流での実験)

$$\eta(t) = \eta_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

**ビームモード測定**  
(大電流による実験)

$$\eta(t) = \eta_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \exp\left(-\frac{Q}{\Theta}\right)$$

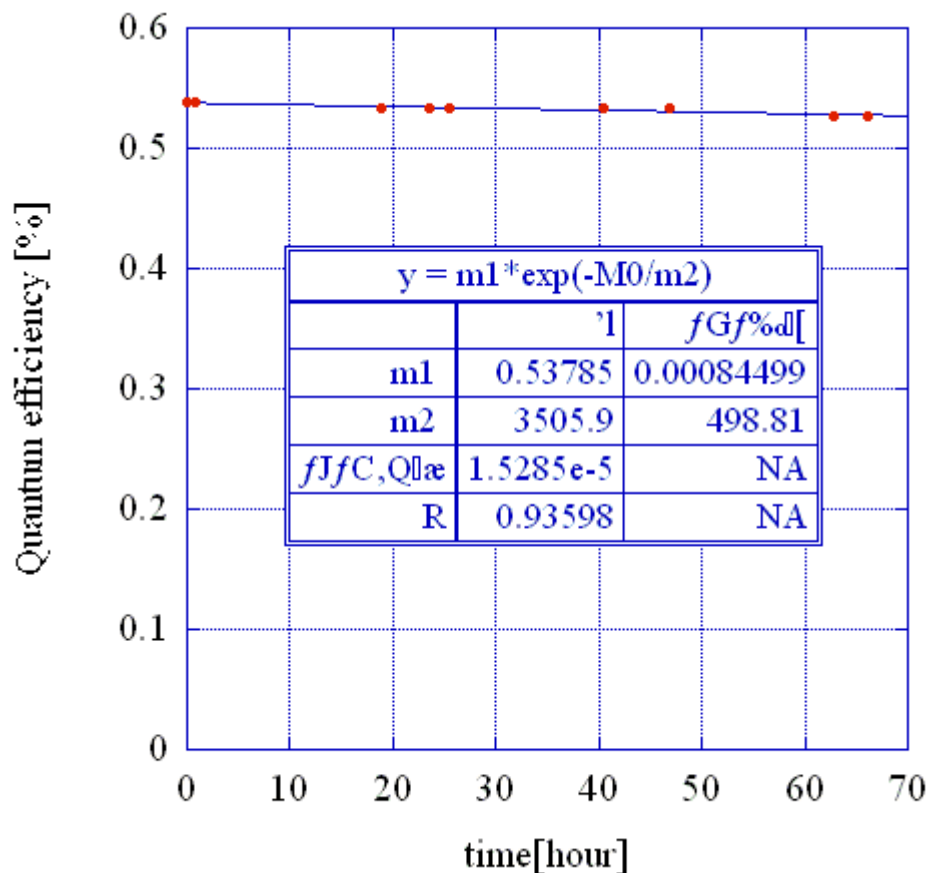
$\eta(t)$ : 量子効率

$\tau$ : 時間寿命

$\Theta$ : 電荷量(密度)寿命

$Q$ : 積算電荷量

# ダークモード測定結果



量子効率の時間劣化

$$\eta(t) = \eta_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

時間寿命

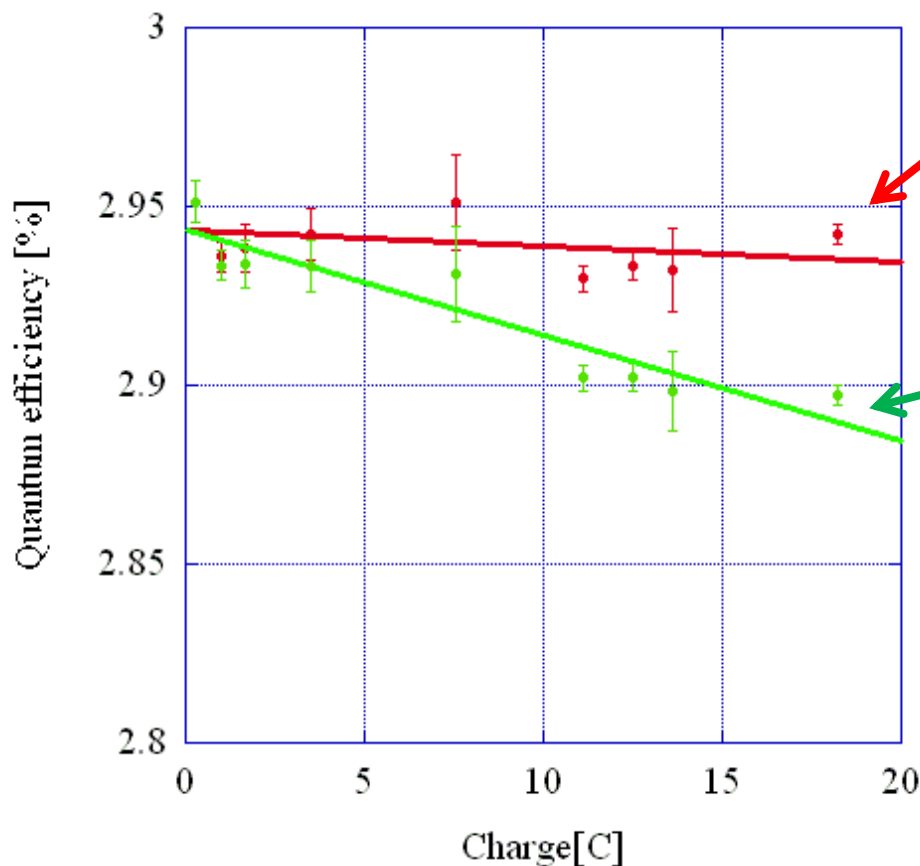
**3500±500 [hour]**

平均電流数nA

532nm green laser

2.0e-8 Pa

# ビームモード測定結果



補正データ

$$\eta(t) = \eta_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \exp\left(-\frac{Q}{\theta}\right)$$

測定データ

$$\eta(t) = \eta_0 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \exp\left(-\frac{Q}{\theta}\right)$$

電荷密度寿命  $\theta$   
**8300[C/mm<sup>2</sup>]**  
(未補正1200[C/mm<sup>2</sup>])

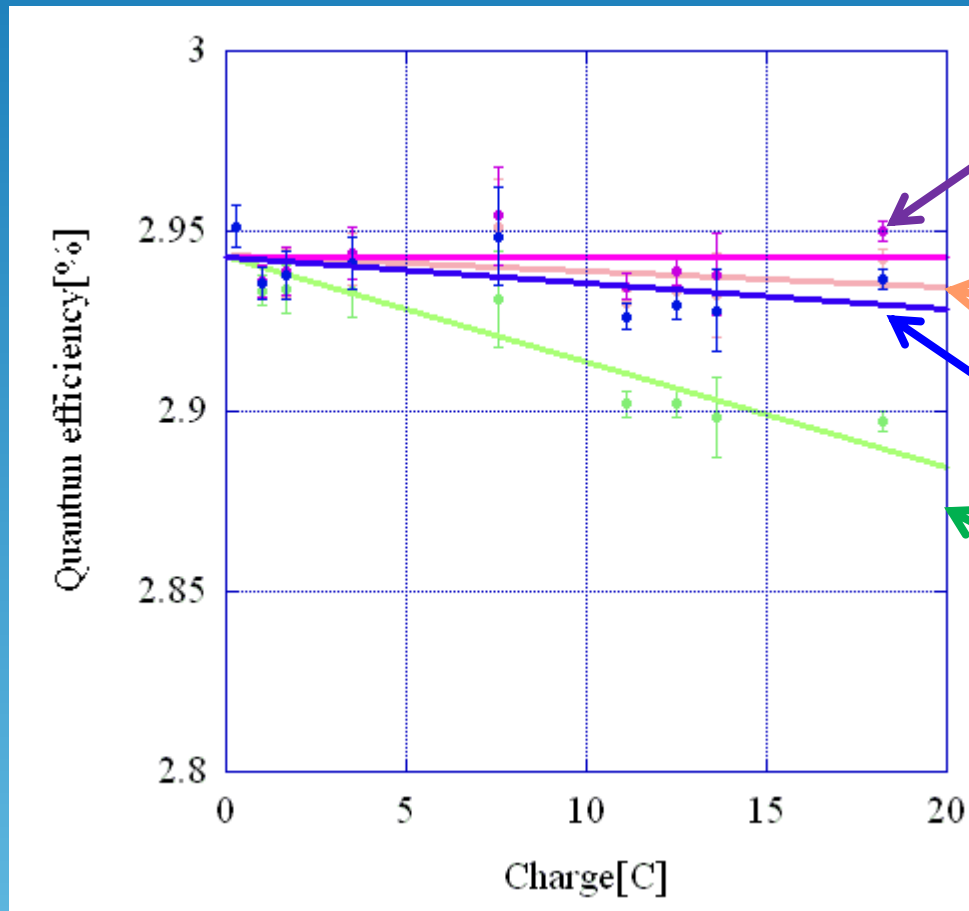
量子効率の引出電荷量による変化

平均電流90  $\mu$ A  
レーザー473nm  
2.8e-8 Pa



# 電荷密度寿命

$\tau$ による誤差を評価  
 $\tau = 3500 \pm 500$  [hour]



$\Theta = \infty$  [C / mm<sup>2</sup>]

$\Theta = 8300$  [C/mm<sup>2</sup>]

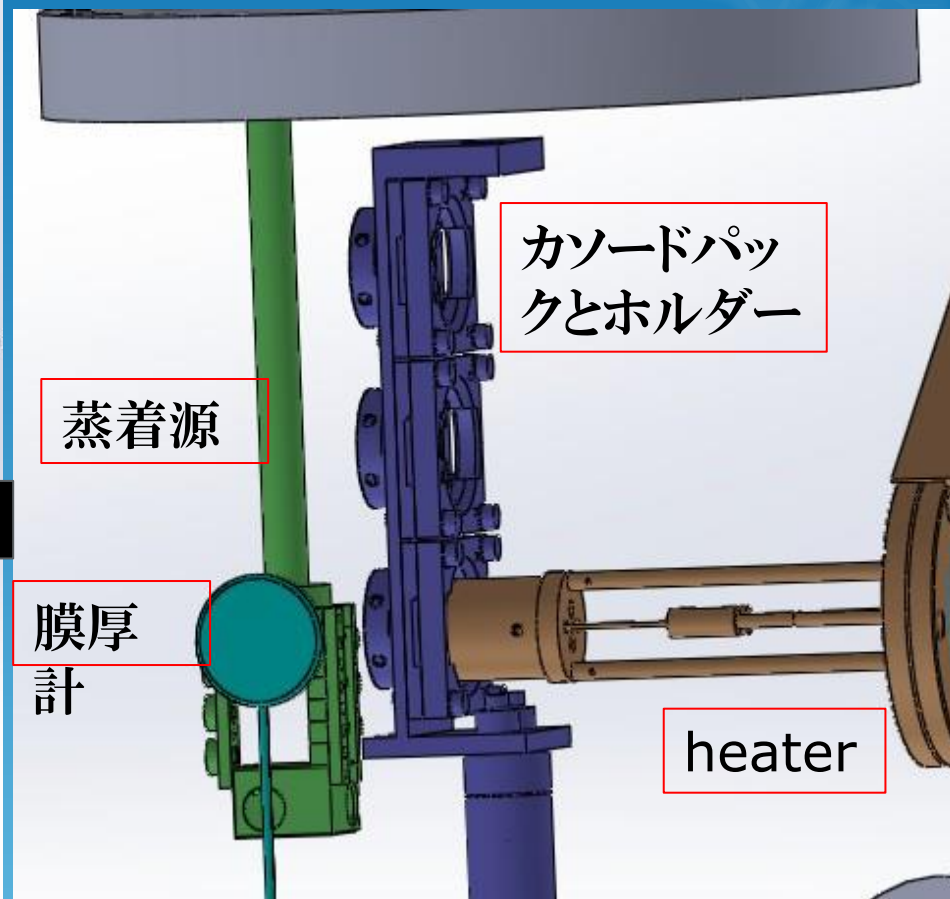
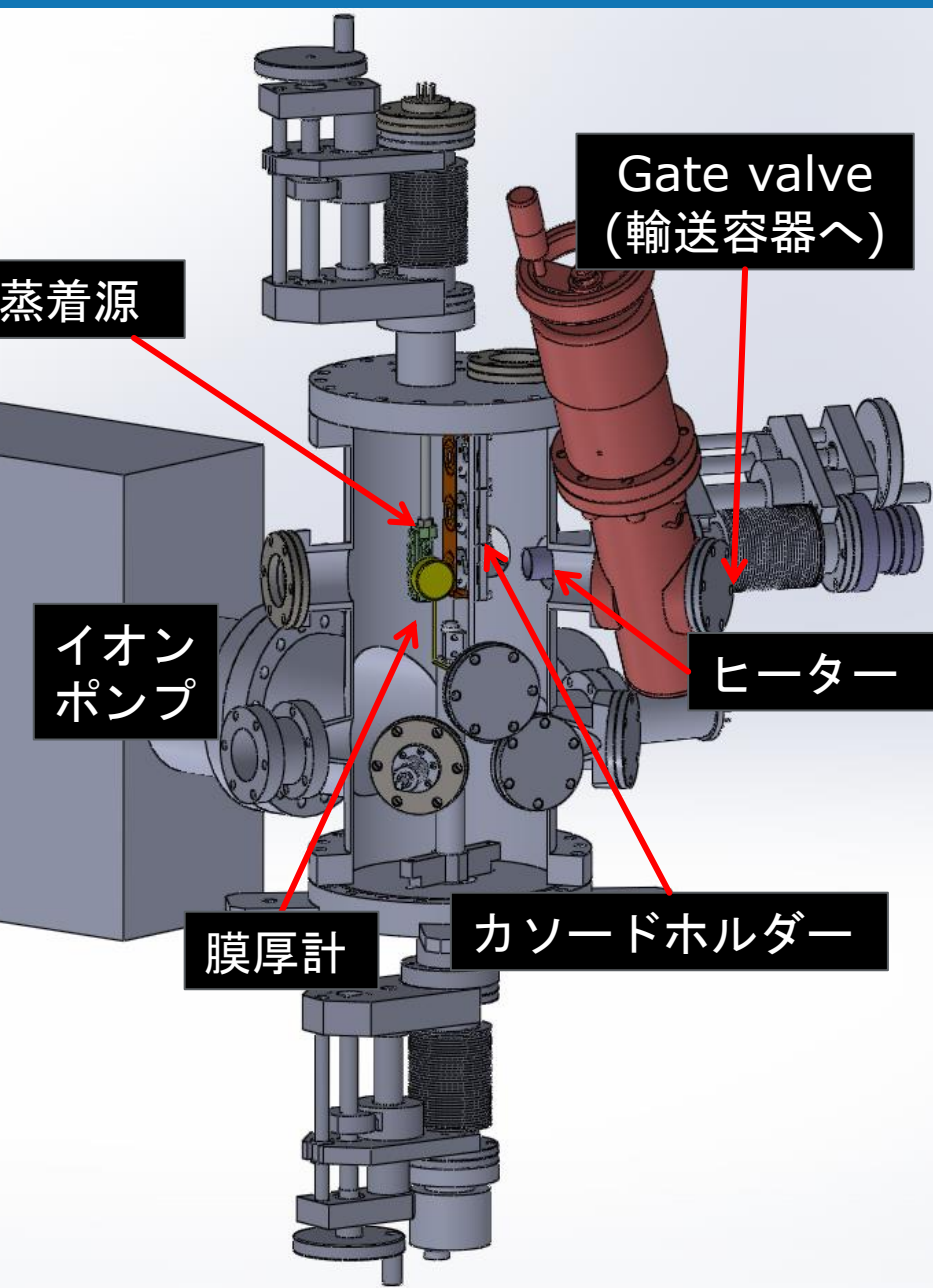
$\Theta = 4800$  [C / mm<sup>2</sup>]

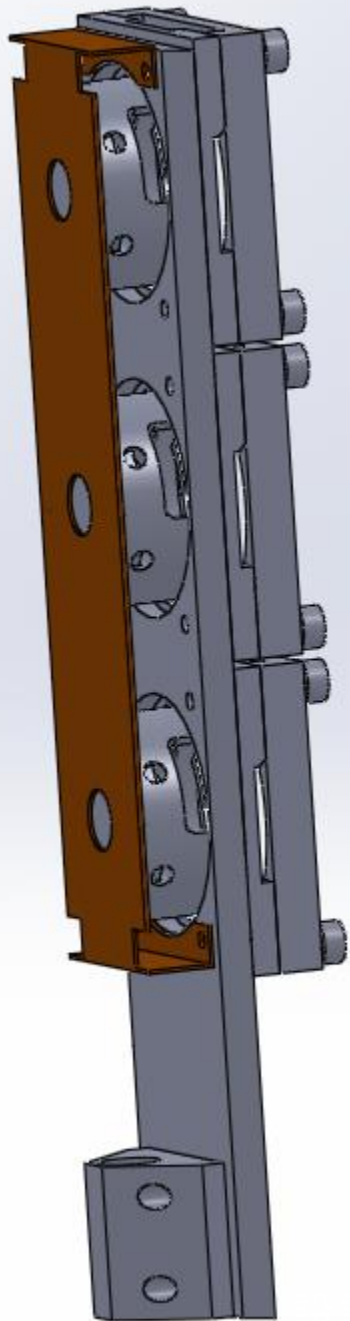
測定データ

モデルの妥当性。  
誤差の評価  
同一波長による測定

量子効率の引出電荷量による変化

# cERL用蒸着槽

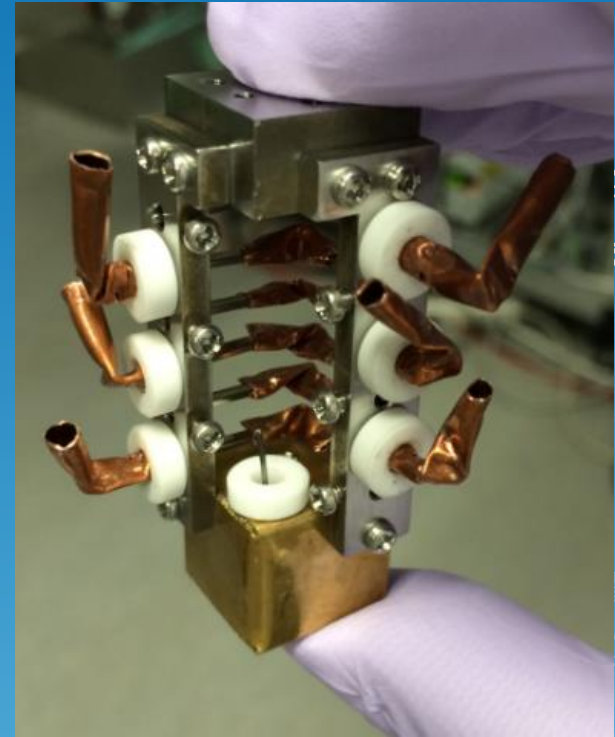
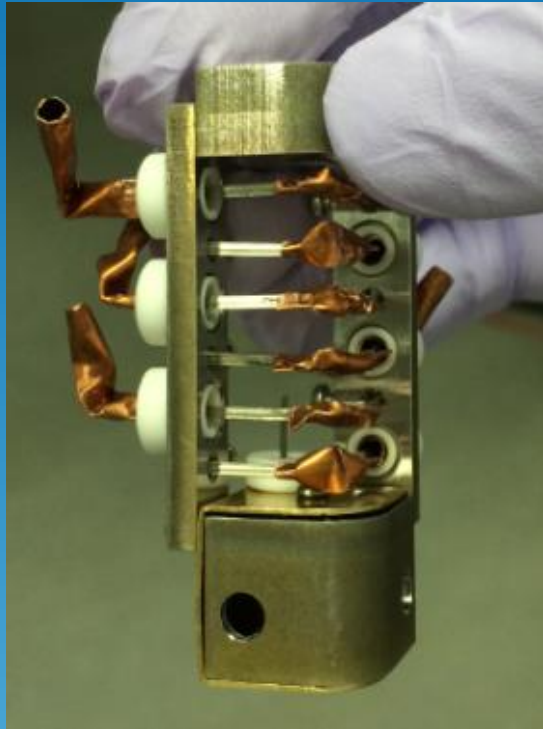
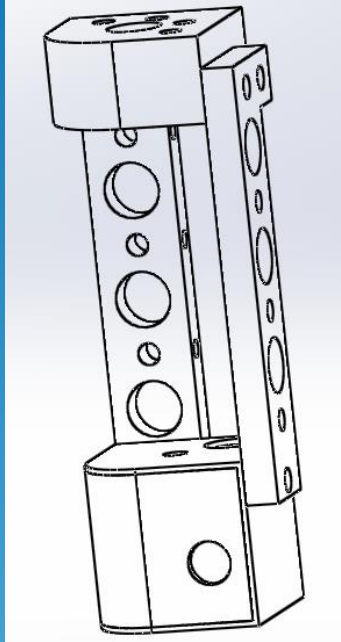




銅が汚い(酸化している)ので、  
酸洗浄の予定。



# 蒸着源

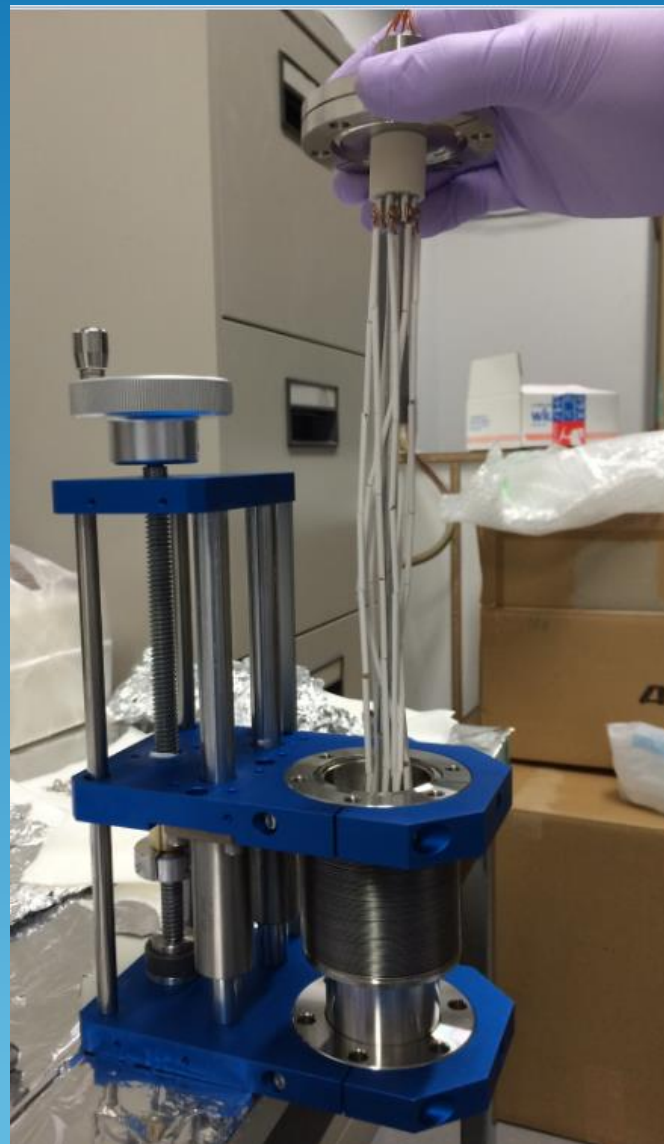


Dispenserの継手部分を銅管でつないでみたが、仕上がりが汚い。Dispenserの長さも不均一で、蒸気量の制御に問題がある。

改修案1: Dispenserを直接曲げてみる。

改修案2: 径の小さい管を試す。

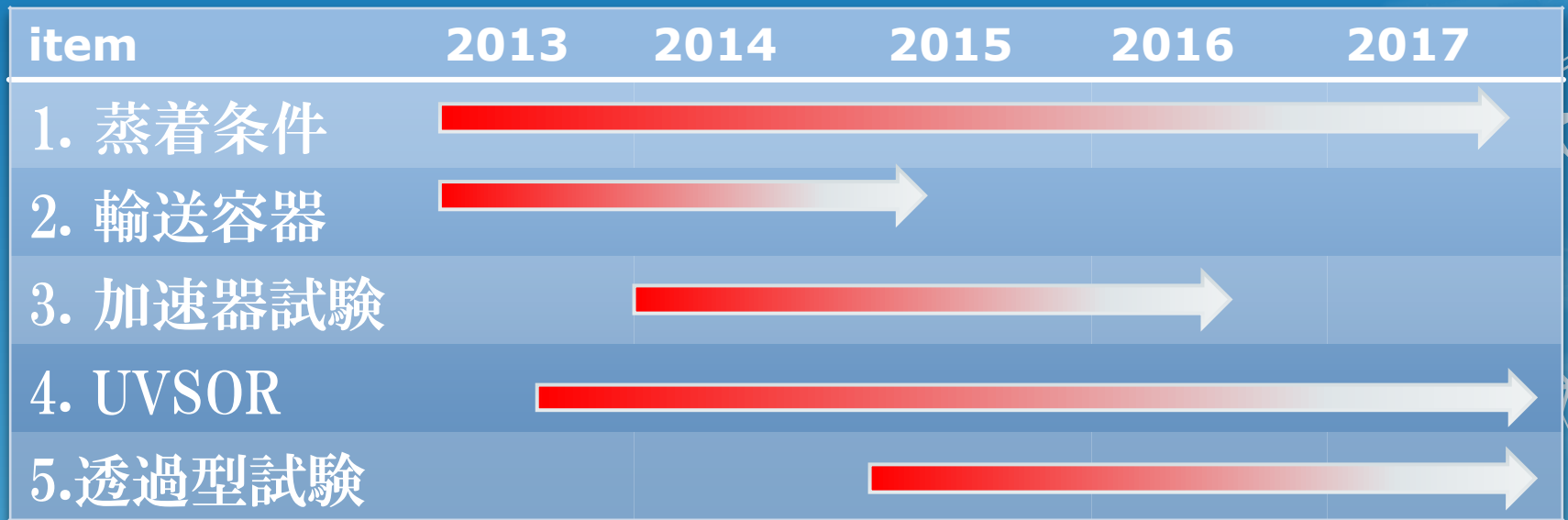
# 蒸着源ロッド



# マルチアルカリカソード開発項目

1. 可視光励起、高量子効率カソードの確立。 80%
2. カソード生成条件の最適化、再現性の確立。性能試験。  
30%
3. 真空輸送システムの構築。 30%
4. 加速器でのビーム生成試験。 0%
5. 透過型カソードの開発。 0%
6. 透過型カソードの加速器での試験。 0%

# Schedule



- CsK<sub>2</sub>Sb蒸着はそれなりの再現性を確立。
- 最適化、性能評価にはなお課題。
- cERLでのビーム試験準備。
- UVSORでのXPS, UPS, LEED試験を2014年に予定。