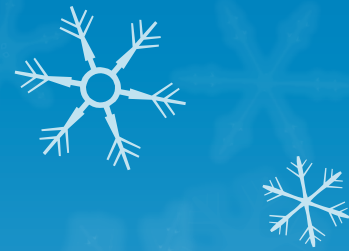


マルチアルカリ高量子効率・ 長寿命カソード開発

2014年4月16日 広島大学

広島大学 加速器物理研究室

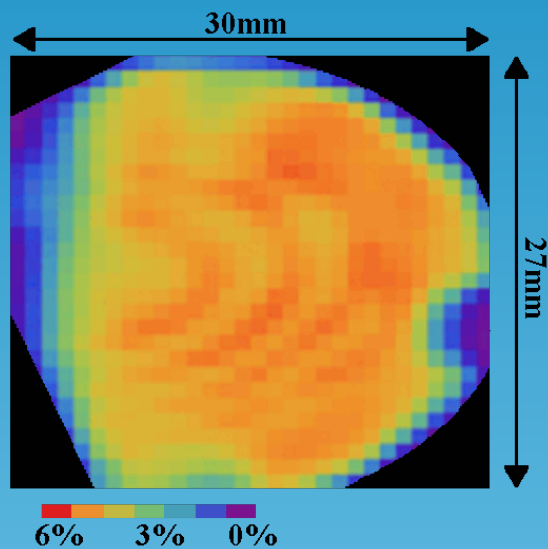
栗木雅夫、清宮裕史、郭磊、内田和秀、横田温貴



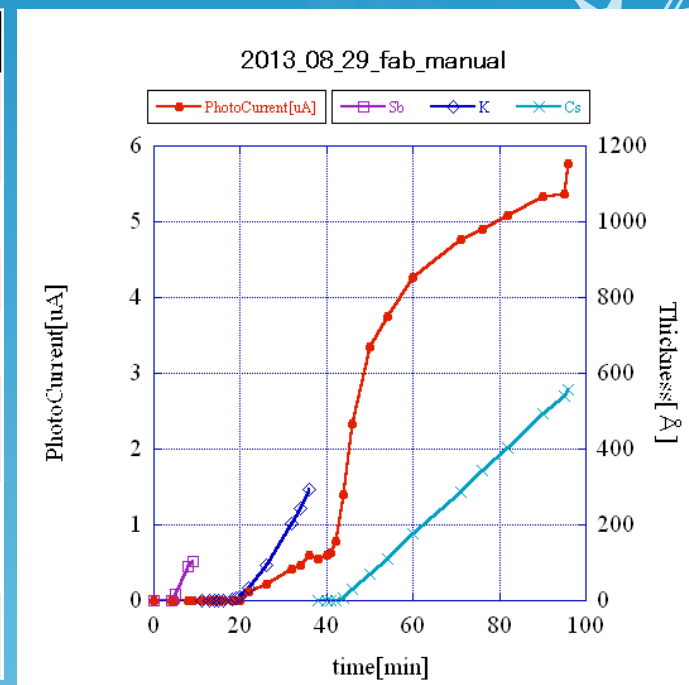
マルチアルカリカソード開発項目

1. 可視光励起、高量子効率カソードの蒸着:OK
2. カソード生成条件の最適化、再現性の確立。性能試験:
On going.
3. 真空輸送システムの構築: On going.
4. 加速器でのビーム生成試験: 2014 -
5. 透過型カソードの開発: 2014 -
6. 透過型カソードの加速器での試験: 2016 ?-

カソード生成試験



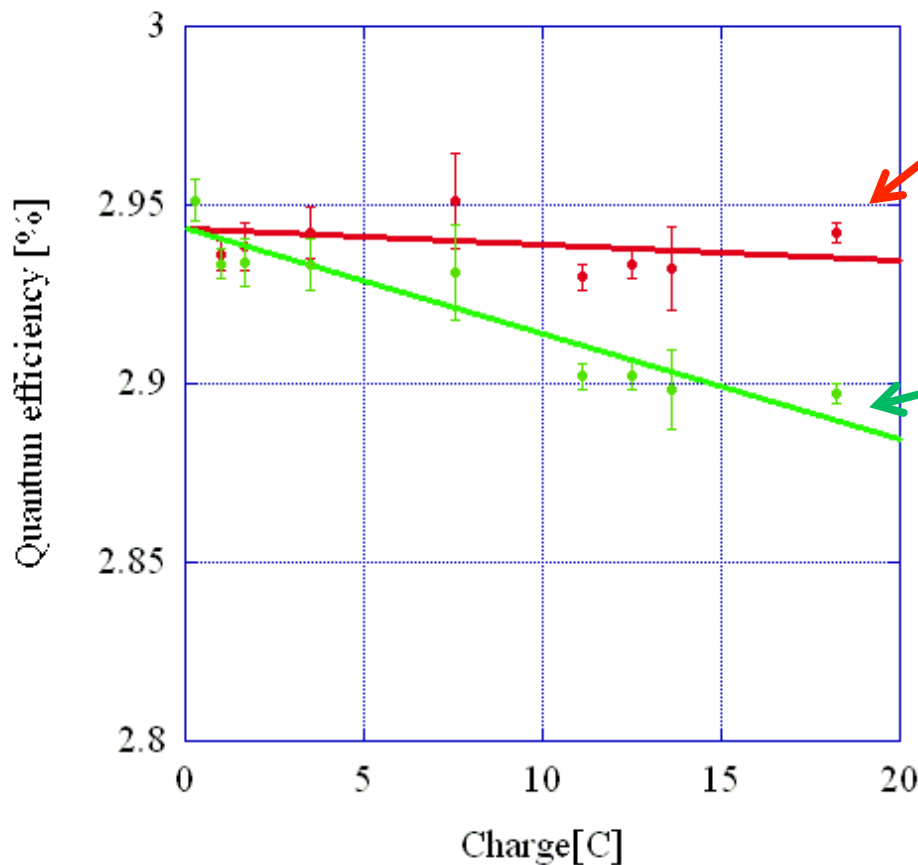
基板温度	100°C
Sb膜厚	102Å
K膜厚	292Å
Cs膜厚	558Å
QE at 473nm	5.6 ±0.4%
QE at 532nm	3.6 ±0.03%
電荷量寿命	535C



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)

ビームモード測定結果



補正データ

~~$\eta(t) = \eta_0 \exp(-t/\tau) \exp(-Q/\Theta)$~~

測定データ

$\eta(t) = \eta_0 \exp(-t/\tau) \exp(-Q/\Theta)$

電荷密度寿命 Θ
8300 [C/mm²]
(未補正 1200 [C/mm²])

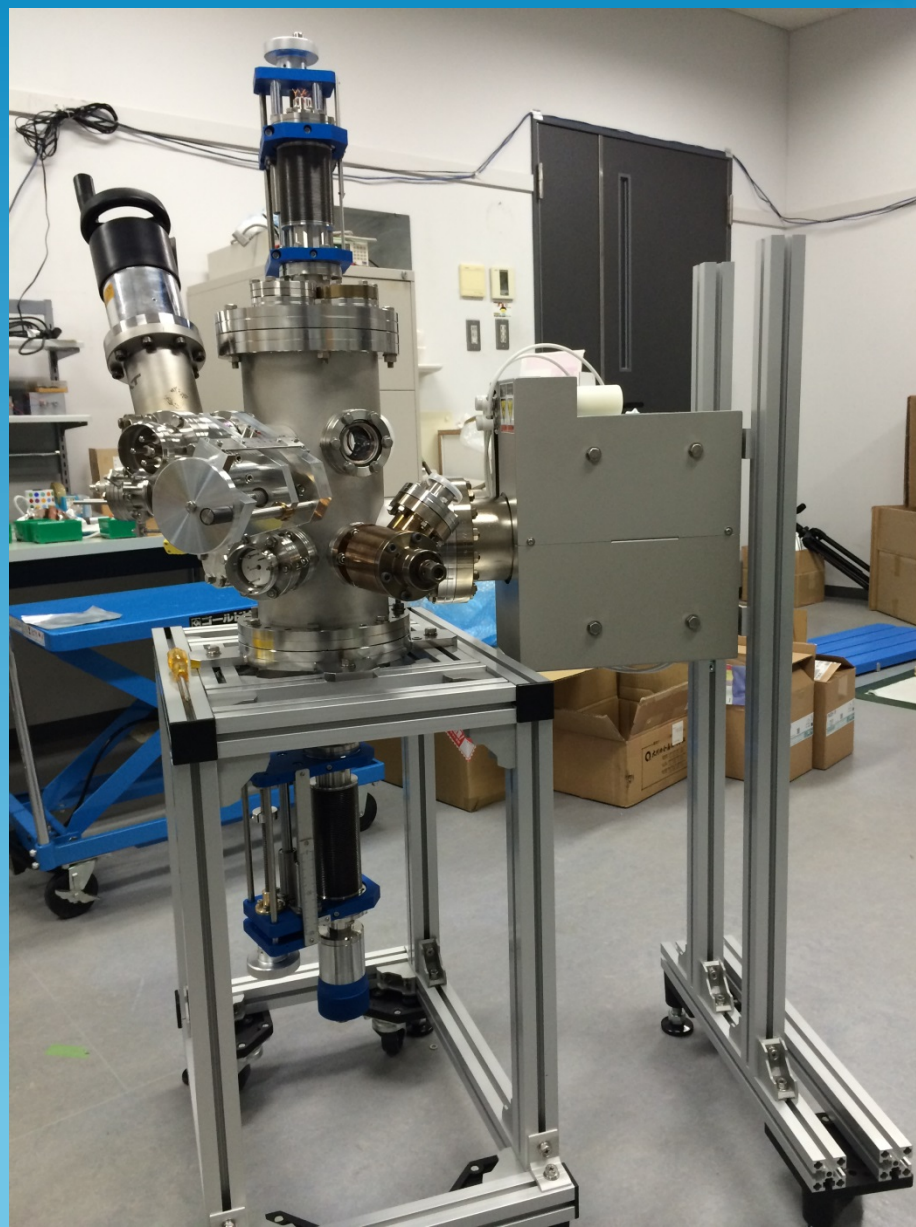
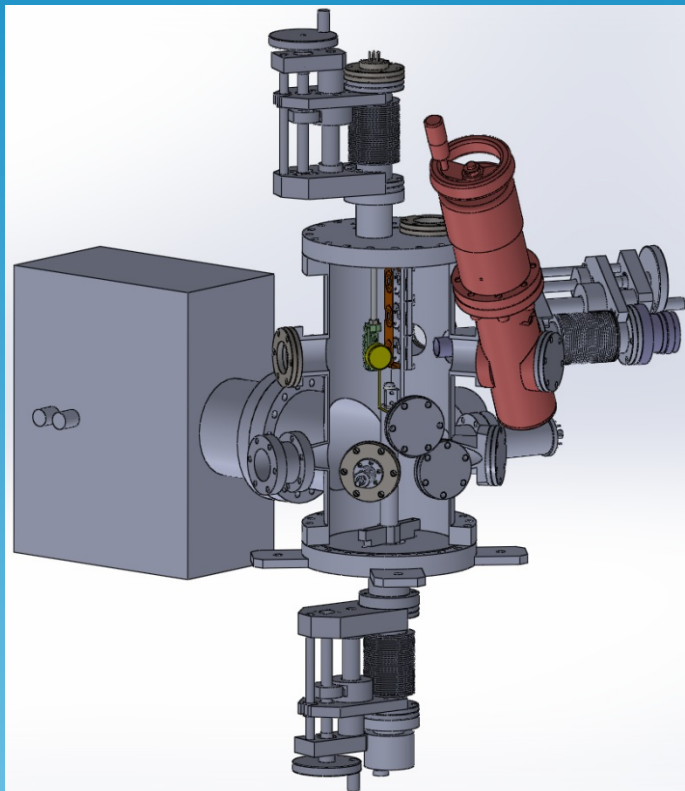
量子効率の引出電荷量による変化

平均電流 90 μ A
レーザー 473nm
2.8e-8 Pa

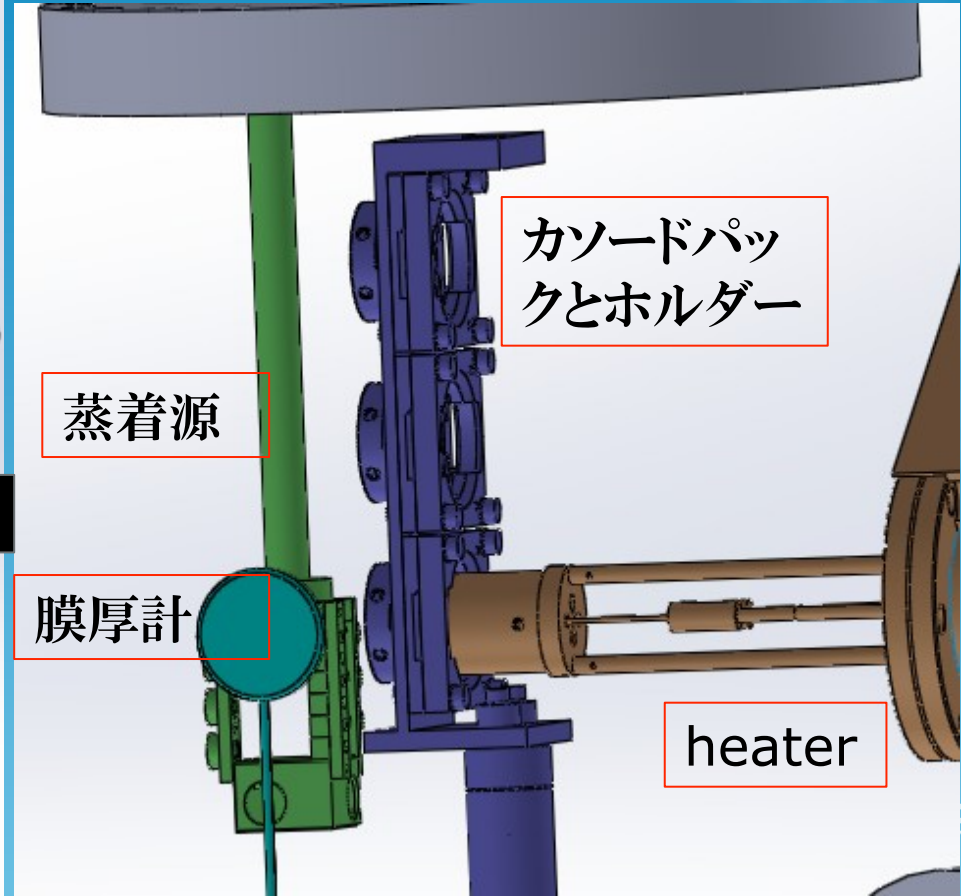
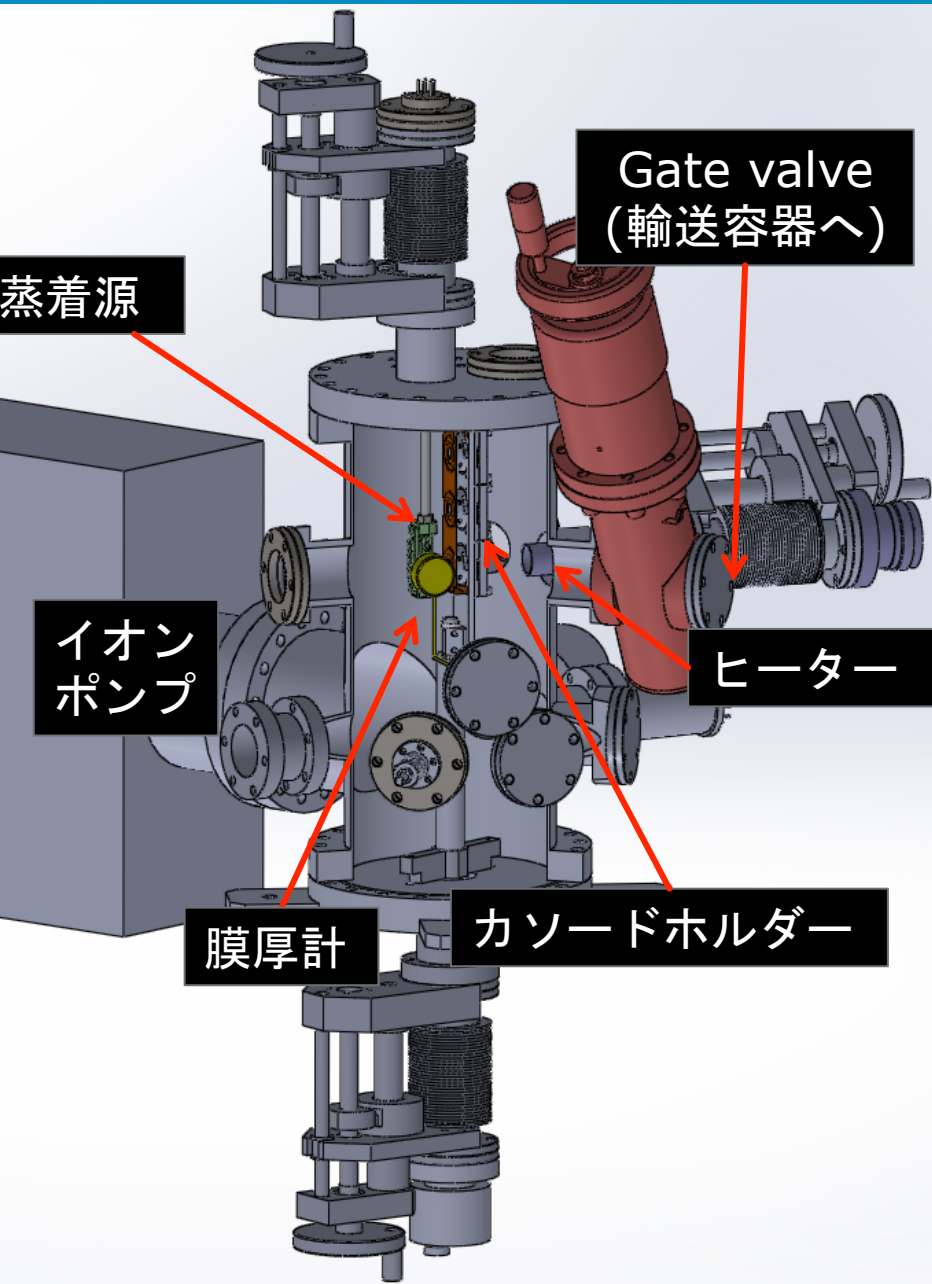
cERL実装試験

- マルチアルカリカソードをKEK-cERL(ERL実証器)で実証試験。
- 真空輸送容器を利用し、シールド外の蒸着装置で生成したカソードを加速器に実装。
- 真空輸送容器:KEK担当により製作。
- 広島大学は蒸着容器の製作を担当。

真空輸送容器対応蒸着装置



cERL用蒸着槽



Cathode holder

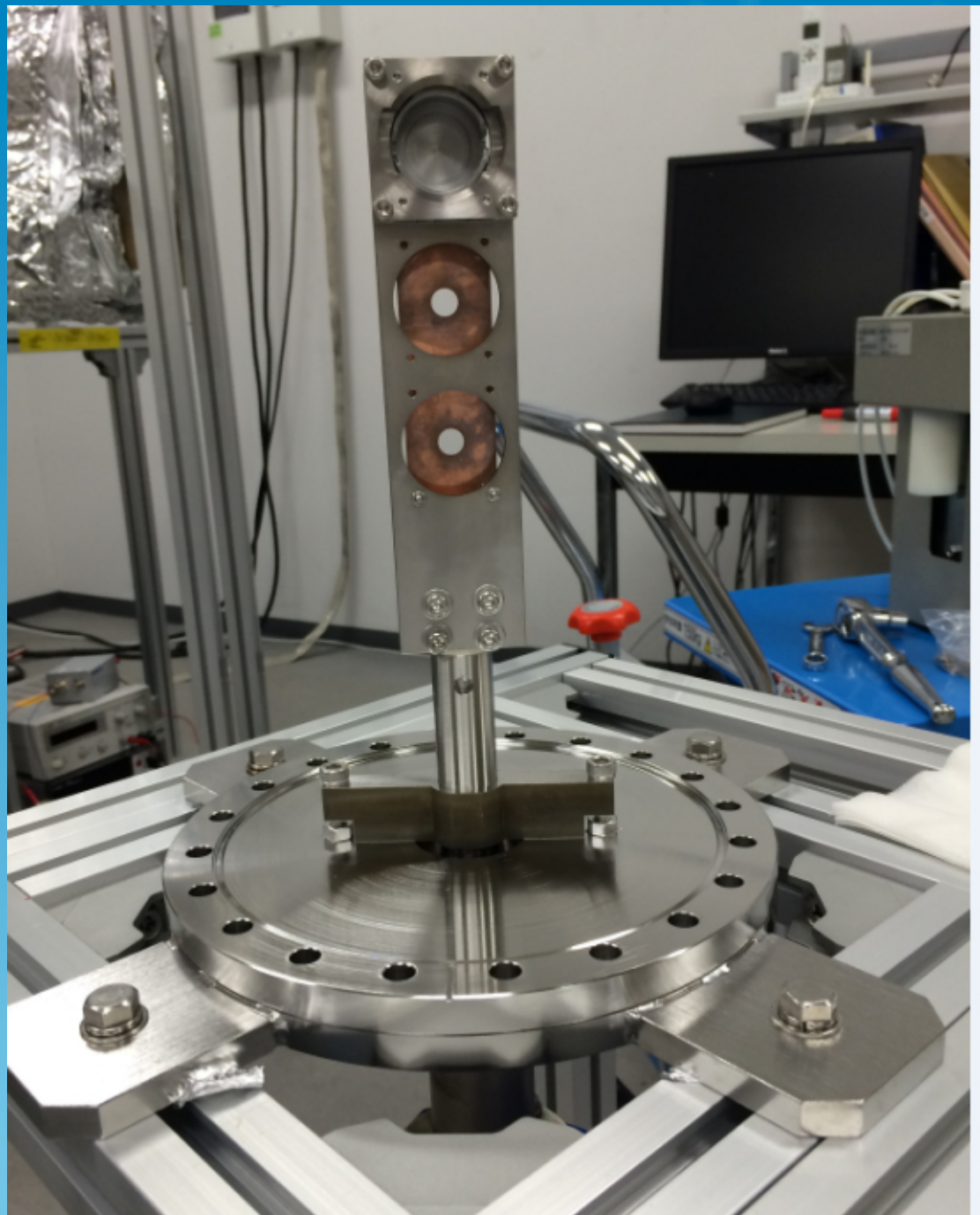
銅マスクが酸化して
たので酸洗浄



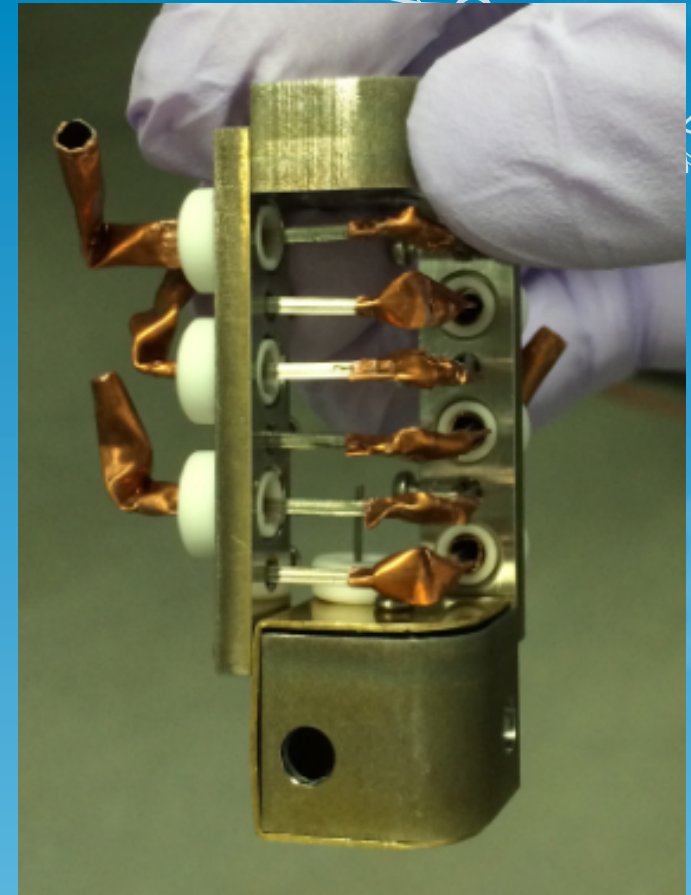
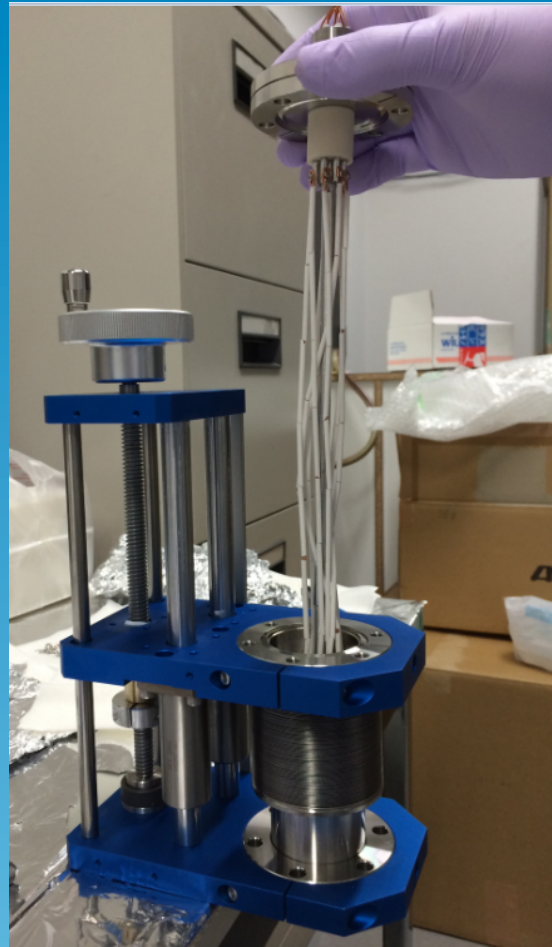
洗浄前



洗浄後



蒸着源



Dispenserの継手部分を銅管でつないだが、長さが不均一で、蒸気量の制御に問題がある。
改修案:Dispenserの溶接。

今後の予定 (cERL実装試験)

- 5月～7月：真空度 10^{-8} Pa台で蒸着試験。
 - 高量子効率、
 - 均一性、
 - 寿命試験、
 - 再現性、
- 調達できた時点で、NEG追加（2014年度調達予定、 10^{-9} Pa台）
 - 上記項目を試験、
 - 真空度依存性、
- 広島大学での基礎試験を終えた段階でKEKに移送。

表面分析

- マルチアルカリカソードの生成条件の最適化のため、量子効率以外の指標が必要。
- XPS/UPS, LEEDによる表面評価。
 - XPS/UPS: 元素分析、結合状態分析。
 - LEED: 結晶性分析。
- UVSOR-BL2Bを利用。

蒸着装置

イオンポンプ

蒸着源用Zステージ

レーザー光入射

基板の交換

粗排気用

ビューポート

膜厚計

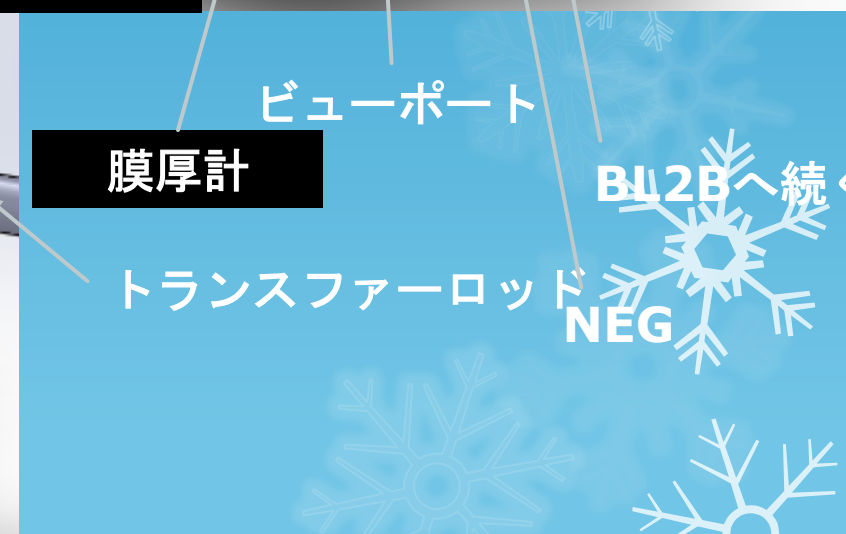
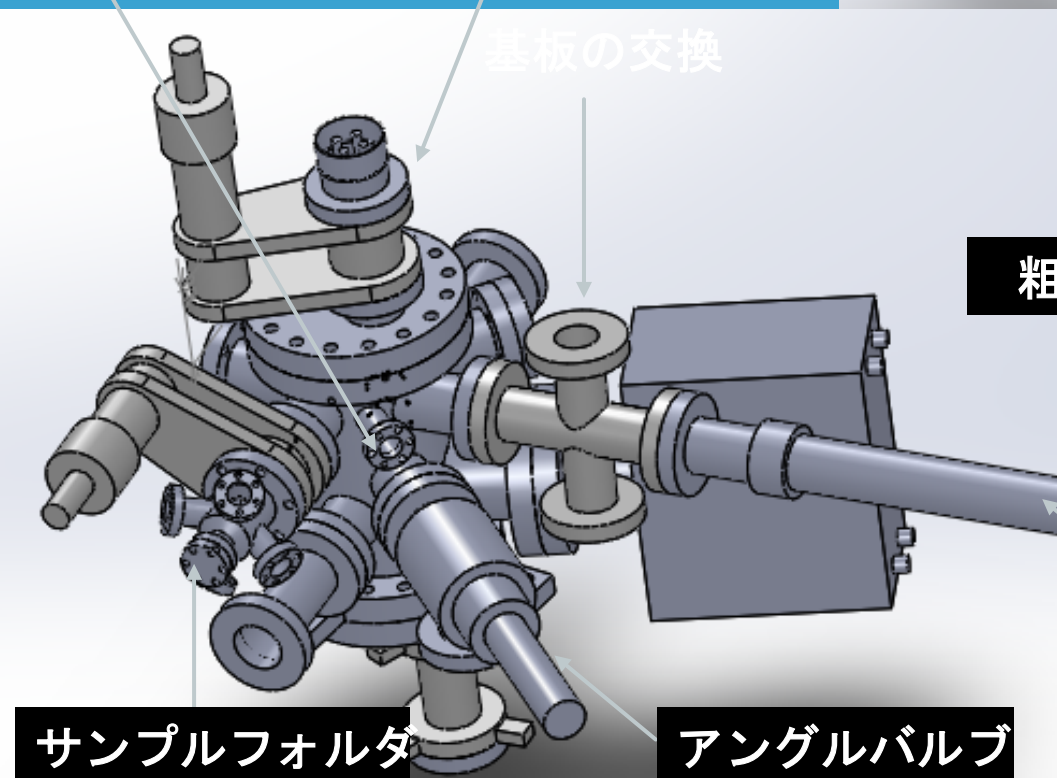
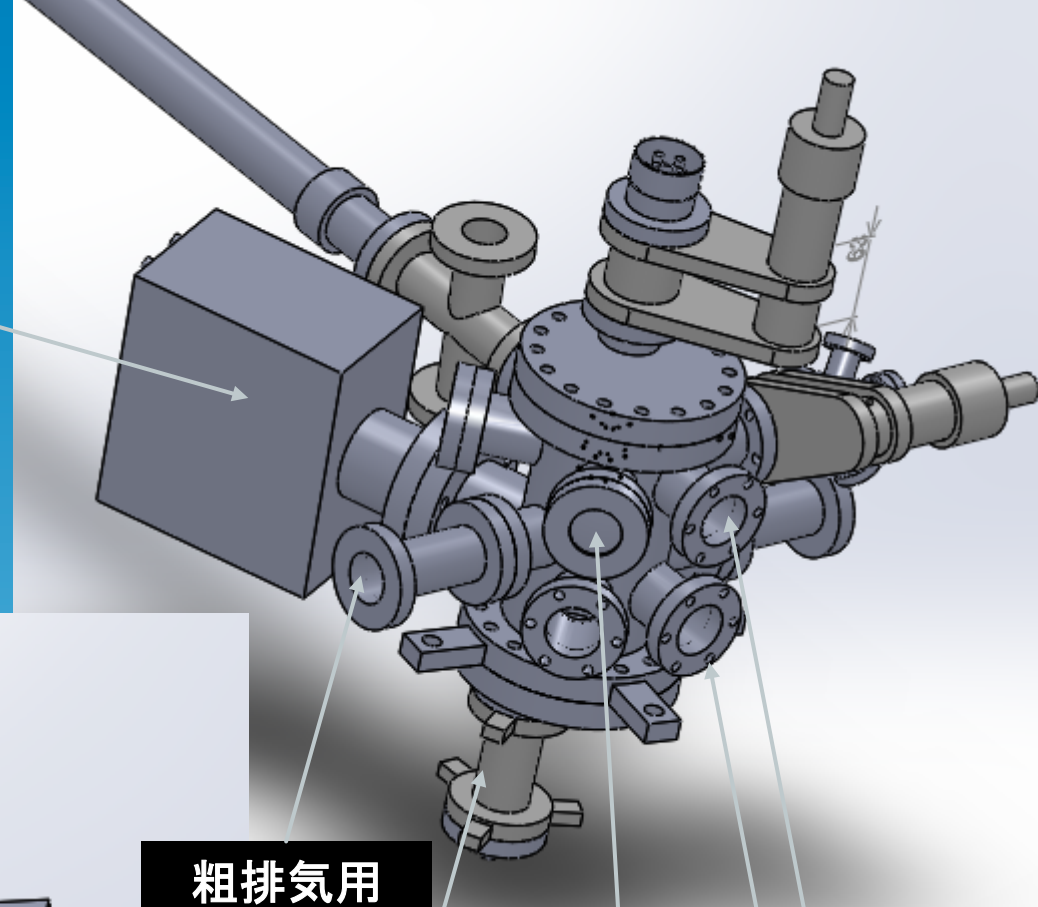
トランスファーロード

サンプルホルダー

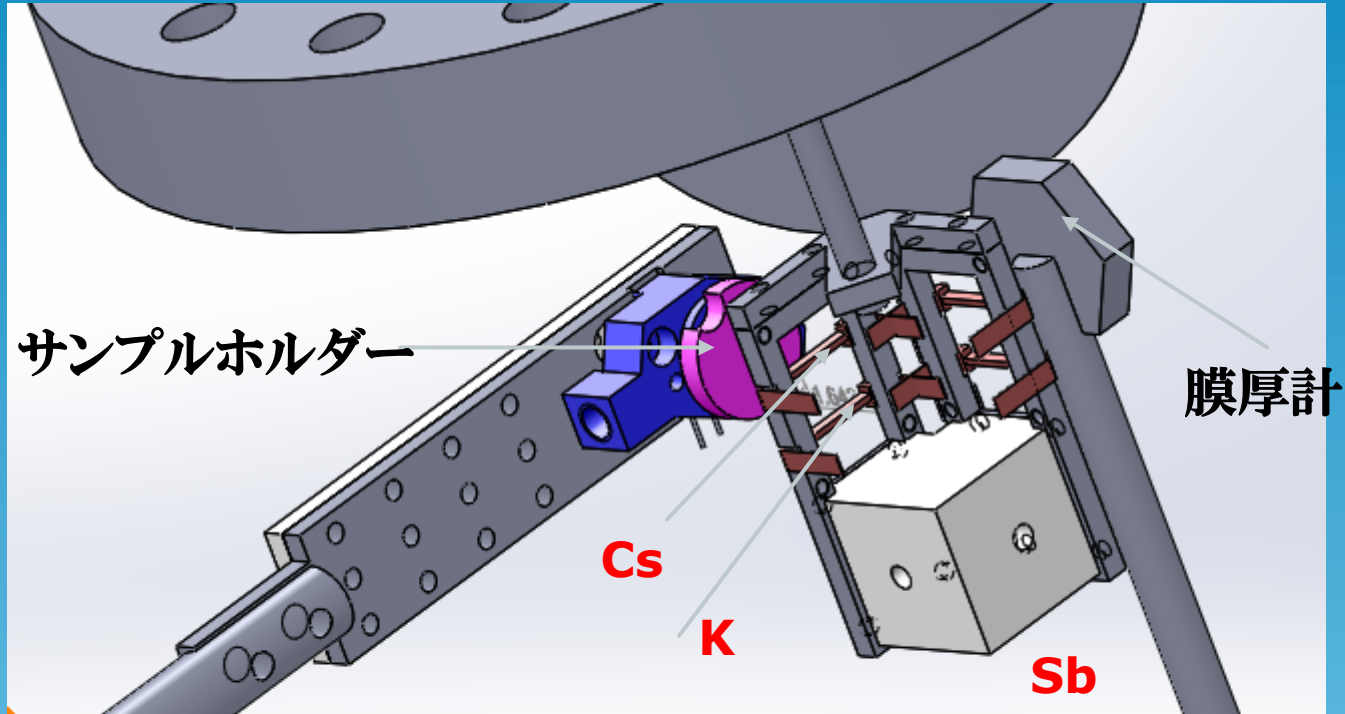
アングルバルブ

B42Bへ続く

NEG

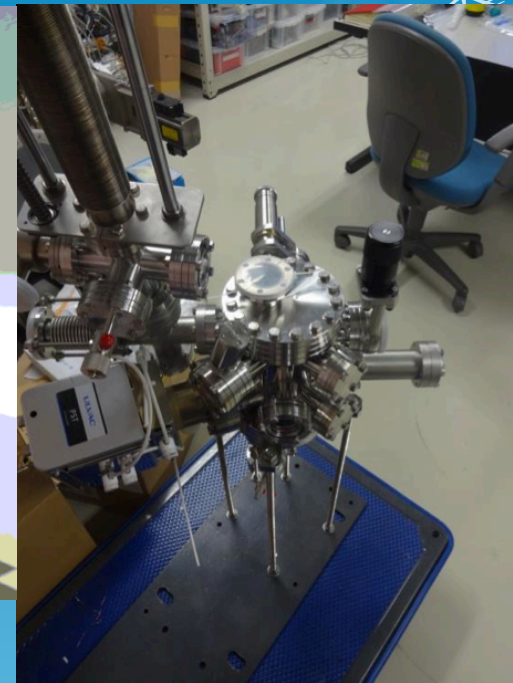
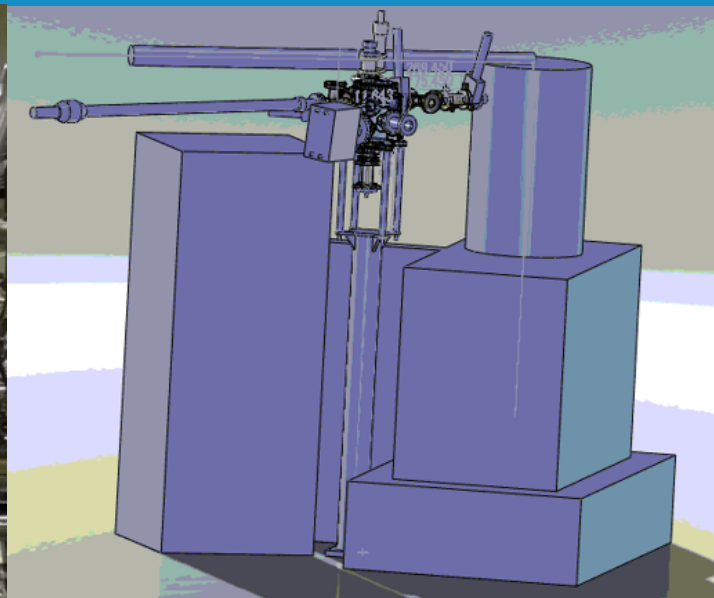
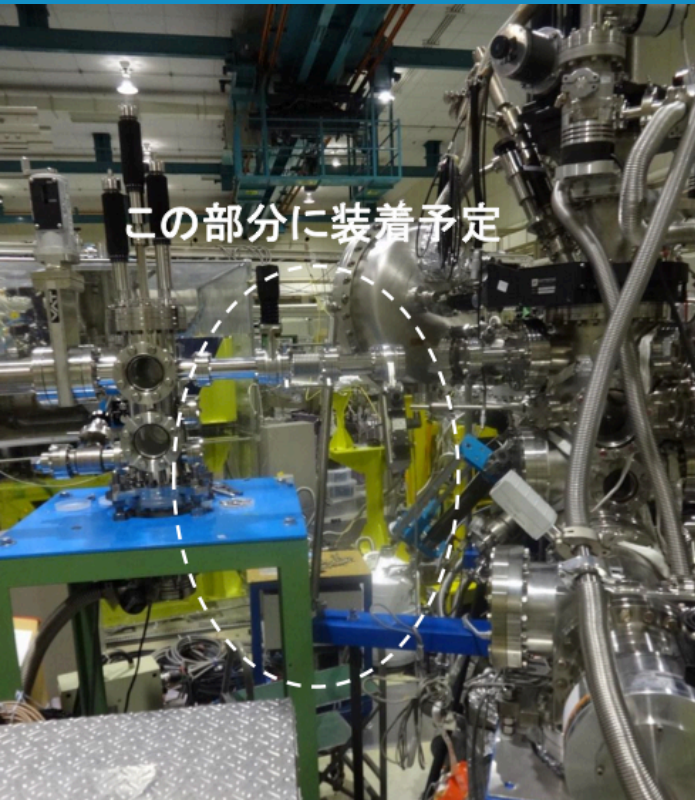


蒸着装置内部



蒸着装置(測定室とゲートバルブを介して接続)内で蒸着。
サンプルホルダーを測定室にトランスファーロードで移動
in-situに測定

表面分析用マルチアルカリ蒸着装置



- ◆7/21の週、9/22の週に実験を行うことが決定。
- ◆4/17に具体的な実験予定を決める。

表面分析実験の日程(仮)

実験可能時間:火～金曜の9:00～21:00の12時間(UPS, XPS, LEED)
木曜夜から金曜朝の21:00～9:00 (LEED, XPS)

実験のサイクル

1. 表面分析(1スキャン0.5h*回数N)
2. 定量蒸着、QE測定(約30分)
3. 1.にもどる

表面分析: XPS, UPS(ワイドスキャン1回、ナロウスキャン4回), LEED
N = 6のとき、1サイクル3時間半、1日3種蒸着条件

基本パラメータ(仮)

蒸着速度:0.2 Å/s

基板温度 :100° C

蒸着量:Sb(50), K(150), Cs (QEピーク)

基板:Si

束縛エネルギー (eV)



Element	K 1s	L ₁ 2s	L ₂ 2p _{1/2}	L ₃ 2p _{3/2}	M ₁ 3s	M ₂ 3p _{1/2}	M ₃ 3p _{3/2}
O (8)	543.1	41.6					
Si (14)	1839	149.7	99.82	99.42			
K (19)	3608.4	378.6	297.3	294.6	34.8	18.3	18.3

Element	M ₁ 3s	M ₂ 3p _{1/2}	M ₃ 3p _{3/2}	M ₄ 3d _{3/2}	M ₅ 3d _{5/2}	N ₁ 4s	N ₂ 4p _{1/2}
Sb (51)	946	812.7	766.4	537.5	528.2	153.2	95.6
Cs (55)	1211	1071	1003	740.5	726.6	232.3	172.4

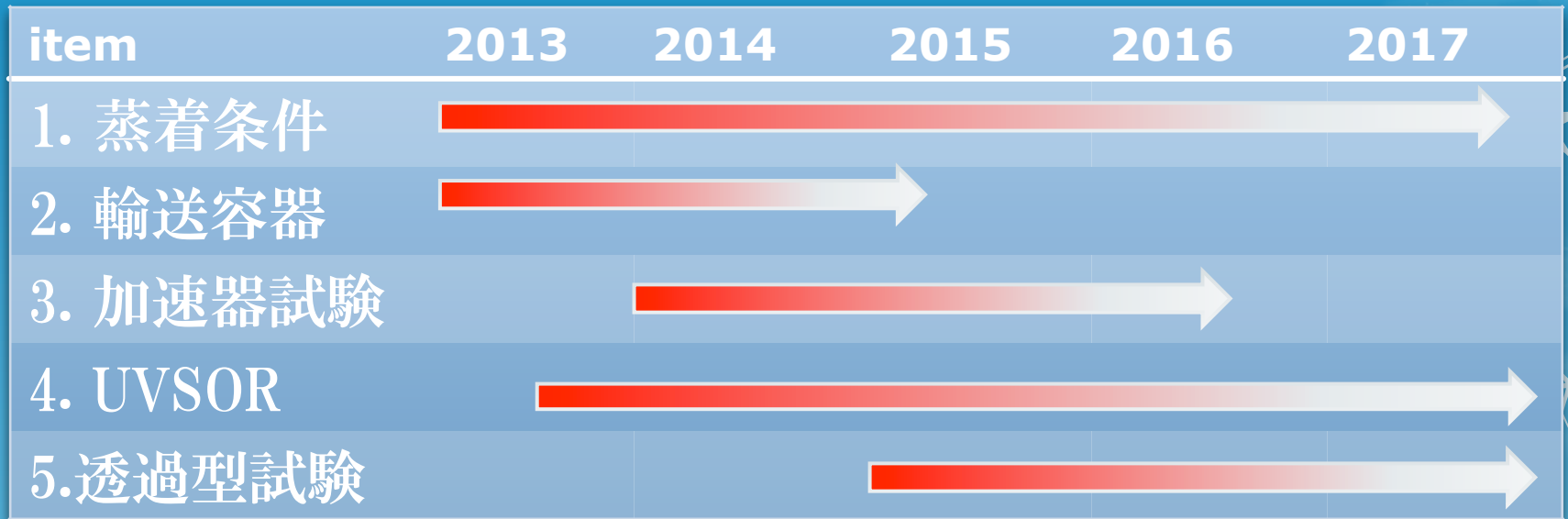
Element	N ₃ 4p _{3/2}	N ₄ 4d _{3/2}	M ₅ 4d _{5/2}	O ₁ 5s	O ₂ 5p _{1/2}	O ₃ 5p _{3/2}
Sb (51)	95.6	33.3	32.1			
Cs (55)	161.3	79.8	77.5	22.7	14.2	12.1

BL2B 波長範囲: 6-55 nm; 24-205 eV
 解像度 $\Delta E/E$: 2000~8000 (回折格子依存)
 MgK α : 1253.60 eV + AlK α : 1486.70 eV

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。 100%
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。 60%
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



- CsK₂Sb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。
- cERLでのビーム試験を2014年7月、9月に予定。