

マルチアルカリ高量子効率・ 長寿命カソード開発

2013年10月15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

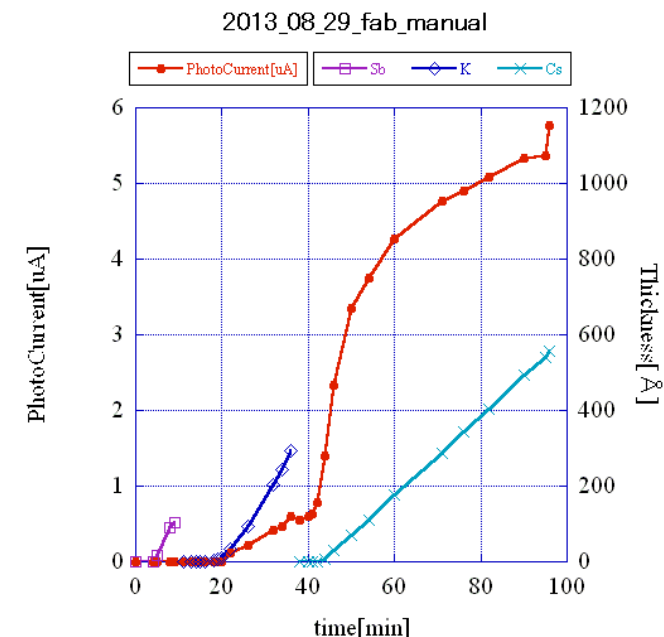
1. 可視光励起、高量子効率カソードの確立：CsTe UV励起カソードの代替
2. カソード生成条件の最適化、再現性の確立。性能試験。
3. 真空輸送システムの構築。
4. 加速器でのビーム生成試験。
5. 透過型カソードの開発。
6. 透過型カソードの加速器での試験。

カソード生成条件の最適化の現状

カソード生成手順

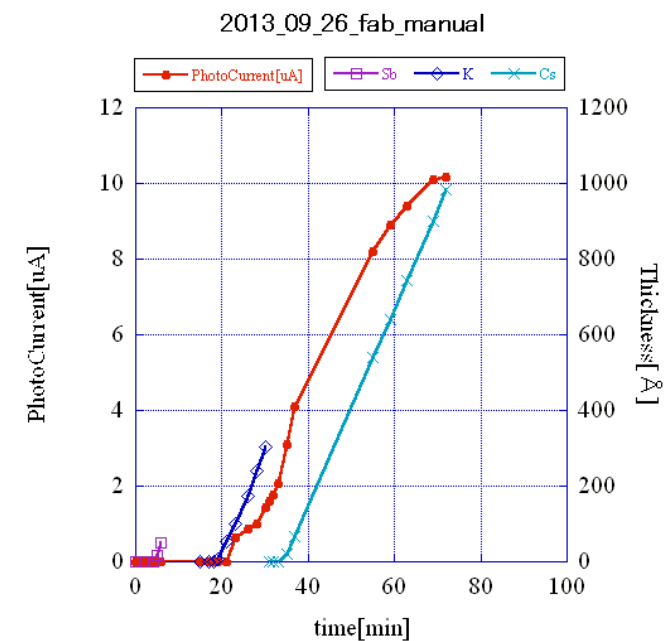
- 1) 基板加熱洗浄 (600°C)
- 2) Sb蒸着 (膜厚制御)
- 3) K蒸着 (膜厚制御)
- 4) Cs蒸着 (QE Max)

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 ± 0.4%
QE at 532nm	3.6 ± 0.03%
電荷量寿命	535C



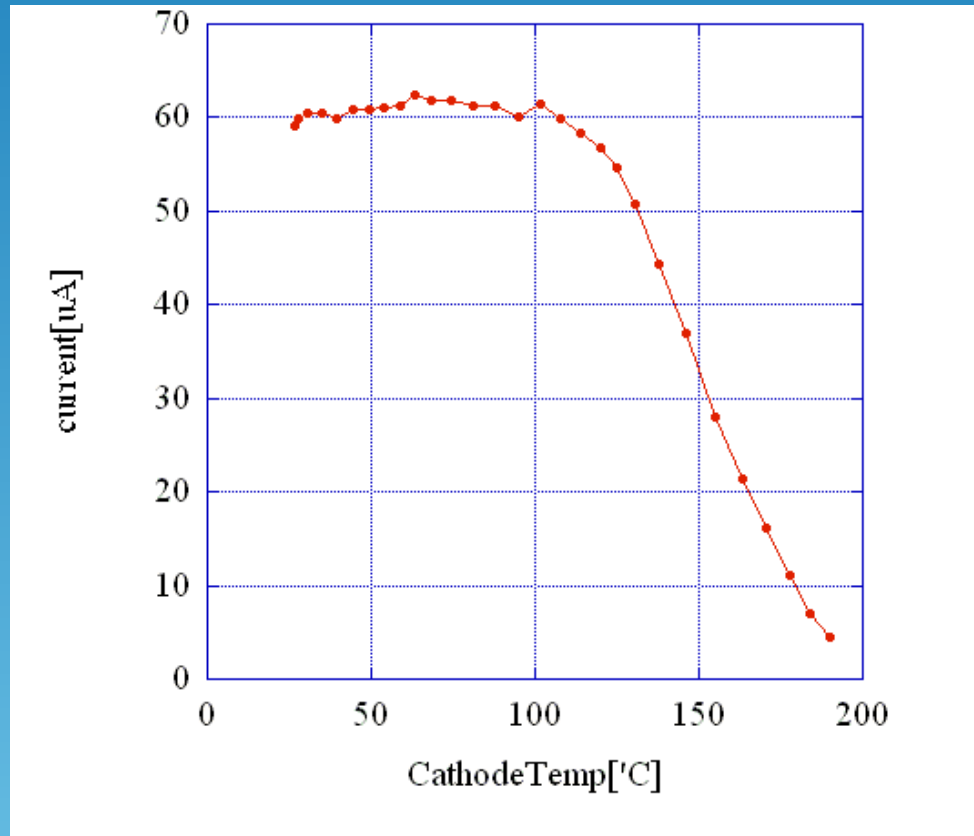
実験の再現性がほぼ確立。
最適な蒸着膜厚の探索を行っている。

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

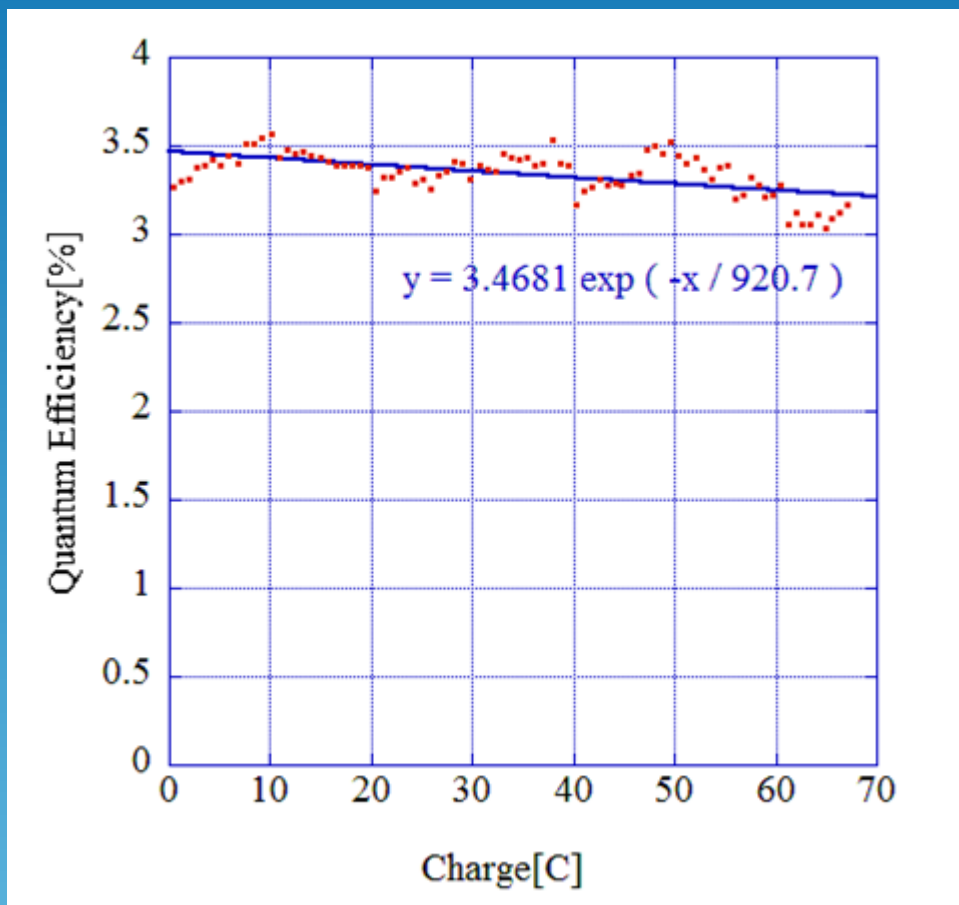


基板温度上昇によるQE劣化

蒸着後のカソードを加熱して光電流の変化を観測。
基板温度が100°Cを超えたあたりから量子効率が著しく減少した。



寿命測定試験



レーザーパワー：5.1 mW

レーザー波長：473nm

レーザースポットサイズ
2 σ で1.64mm²

電流値：~60 μ A

真空度：~2 E-8 Pa

電荷密度寿命

561C/mm²

μ Aクラスの運転にはすでに実用レベル。
mAクラスにはなお改善の必要あり。

2. 真空輸送システムの構築

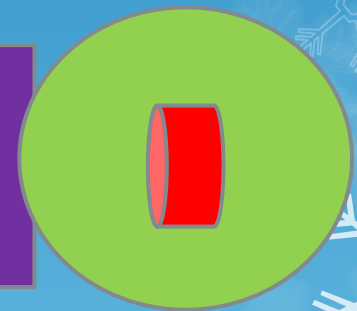
- カソード開発の継続と加速器運転の両立のため、蒸着槽と電子銃システムとの分離が望ましい。
- 分離することで、単独の蒸着槽で複数の加速器へのカソード供給も可能となる。



電子銃



輸送容器



蒸着槽

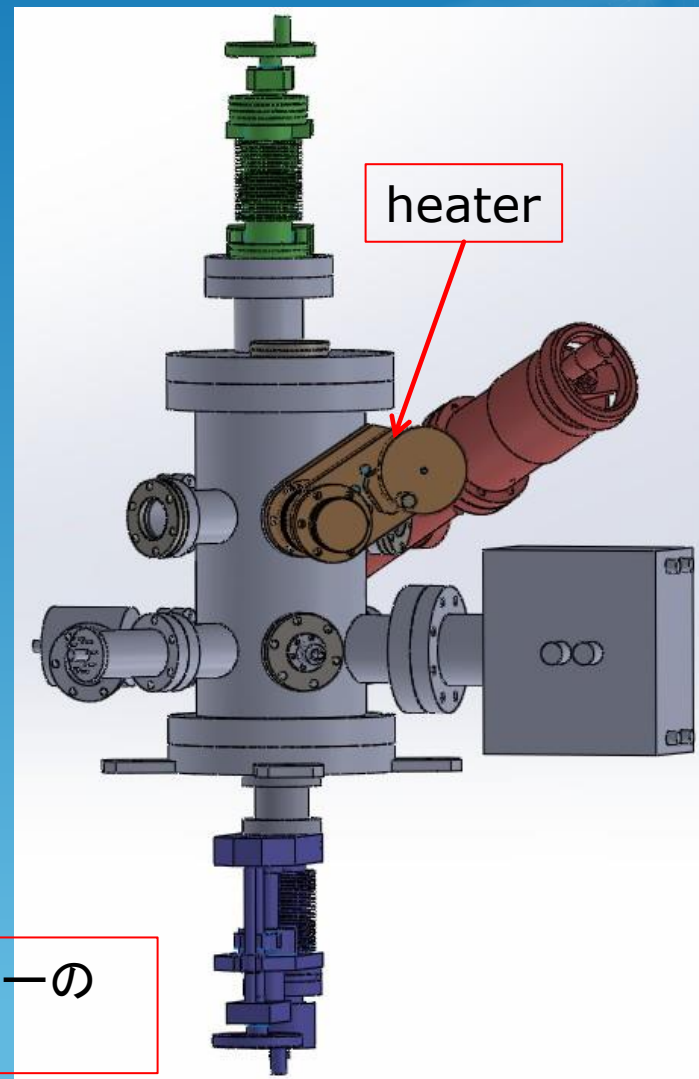
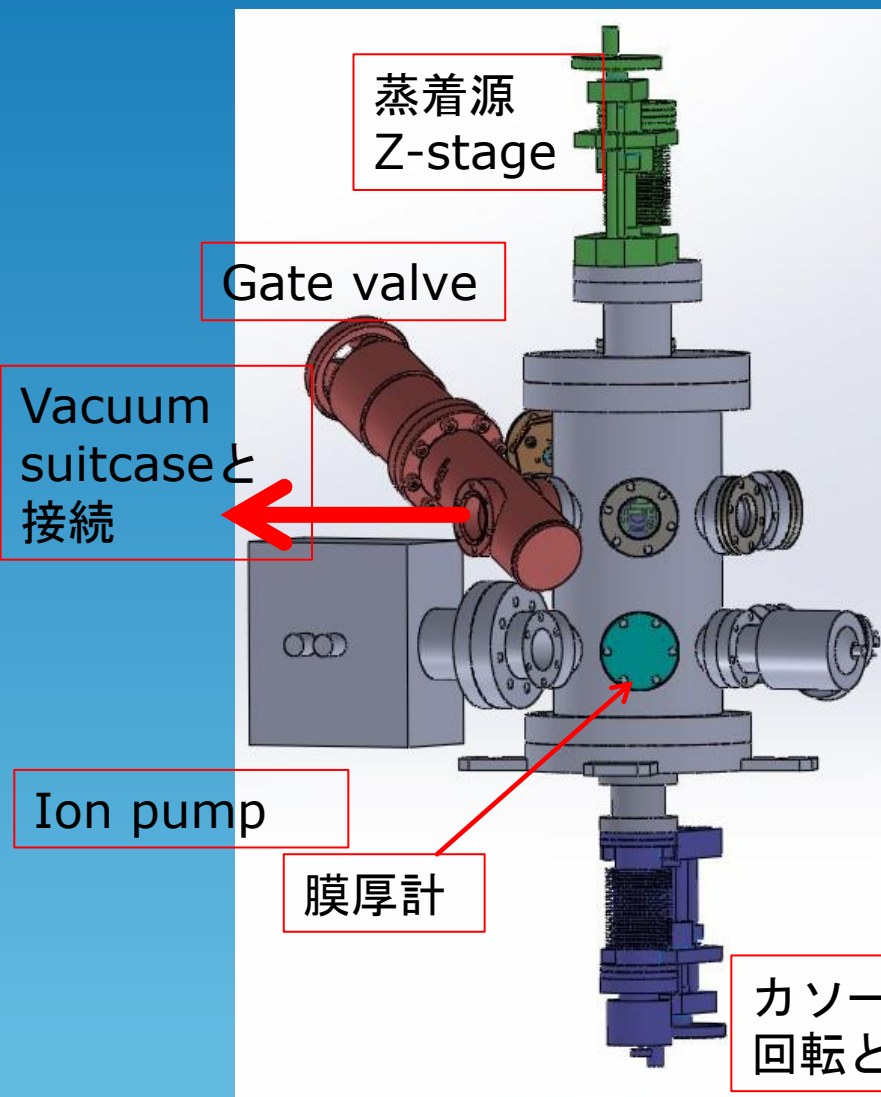
開発方針

- KEKで現在コミッショニング中のcERL（現在はNEA GaAsカソード）に実装することを目指す。
- カソード蒸着槽を広島大学で製作、試験。
- 輸送容器（cERLコンパチ）をKEKで製作。
- 他の装置（たとえばSTF電子銃）との互換性は、蒸着槽側のカソードホルダーを複数設置することで確保する。

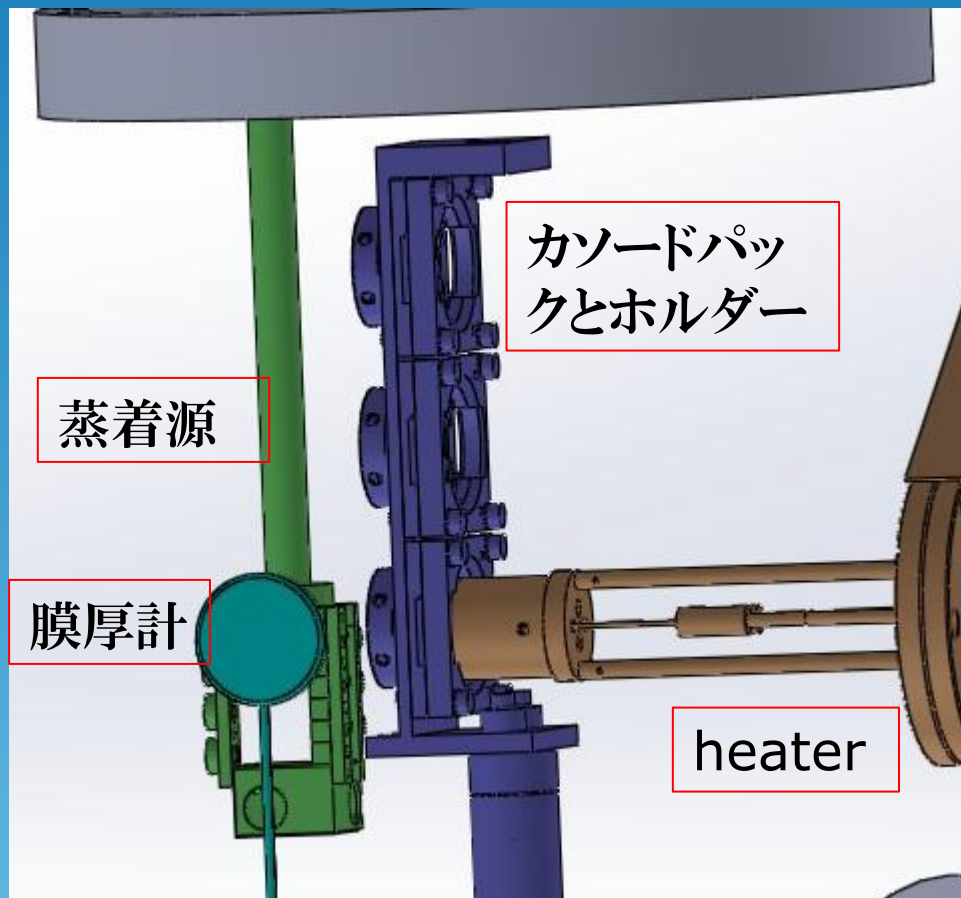
Multialkali 蒸着 chamber



反対側



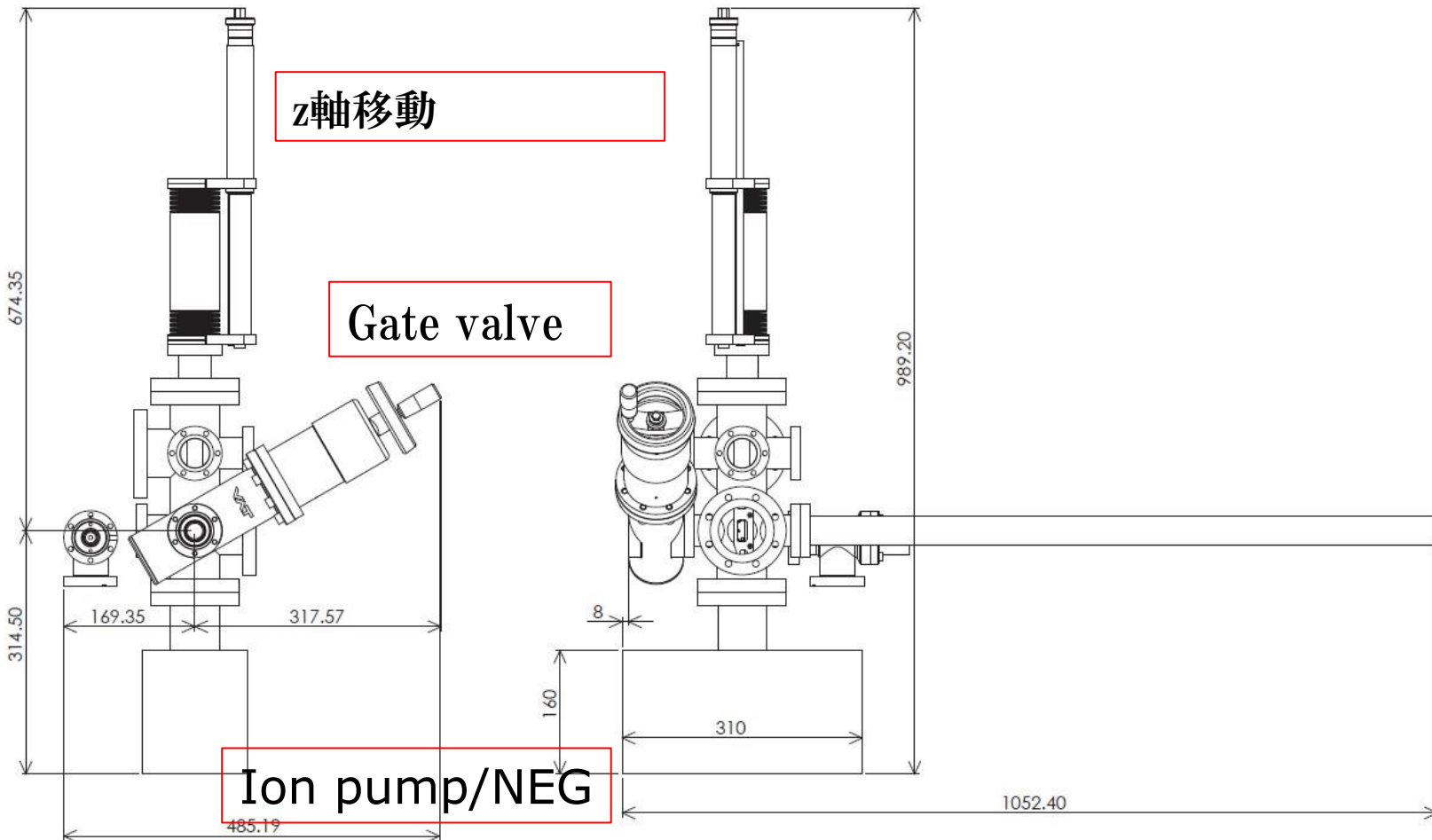
蒸着漕内部



真空輸送システム (vacuum suit case)



設計：山本将博 (KEK)

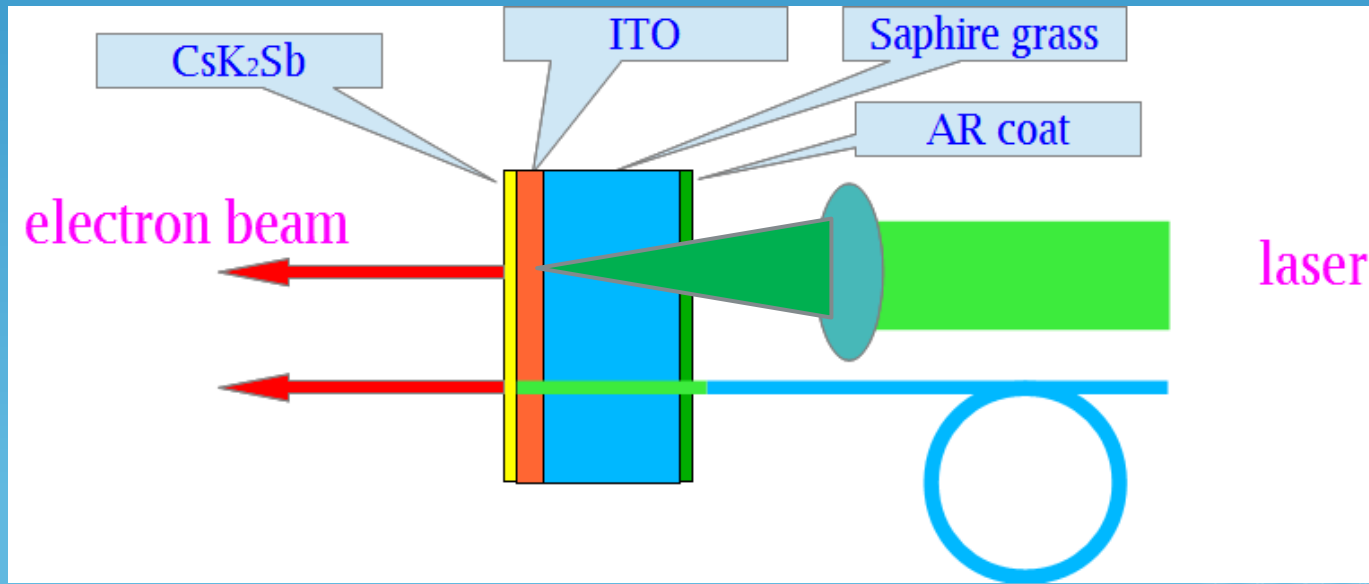


3. 加速器での実用試験

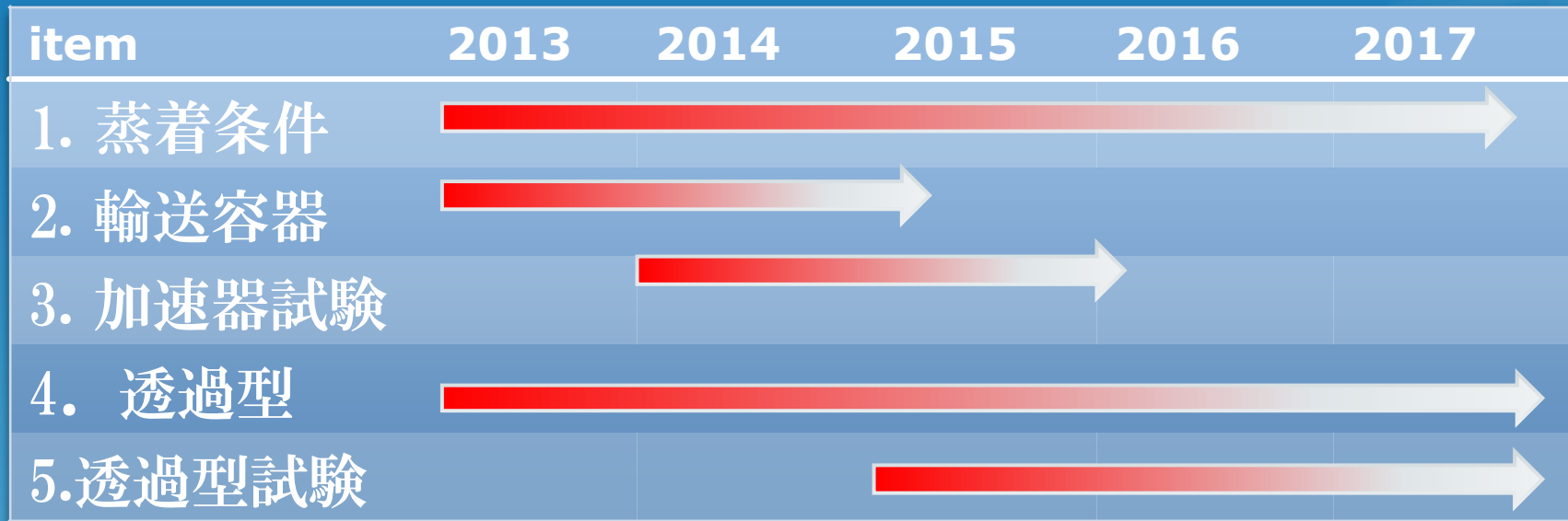
- 次のcERLの長期シャットダウン(2014年3月～)で、生成したカソードをcERL電子銃に導入する試験を予定。
- JAEAでの大電流試験には蒸着条件等の情報共有、大電流発生時の耐久性等を課題にして、協力していく。
- STF, LUCX, クライオ電子銃等での試験は今後検討していく。

透過型カソード開発

- 分子研がERLをベースとした将来計画の一環として、超伝導RF電子銃を開発。
- 超伝導RF電子銃用カソードとして、透過型カソードを開発。
- 分子研が透明基板への蒸着試験、広島大学は蒸着条件の系統的試験という分担で進めることで合意。



Schedule



- カソードのQE, 寿命特性計測, 最適化。
- 蒸着槽の設計のつめ、発注。
- 輸送容器との取り合い。
- 透過基板への蒸着試験。