



NEA-GaAsフォトカソード DC電子銃開発の現状

日本原子力研究開発機構

量子ビーム応用研究部門 ERL光量子源開発研究グループ

飯島北斗、西谷智博、永井良治、羽島良一、峰原英介

- NEA-GaAsカソード開発状況
- 250kV DC電子銃の開発状況
- プレパレーションチャンバー開発状況
- まとめ

JAEA ERL Gr.開発体制

超格子NEA-GaAsカソード開発

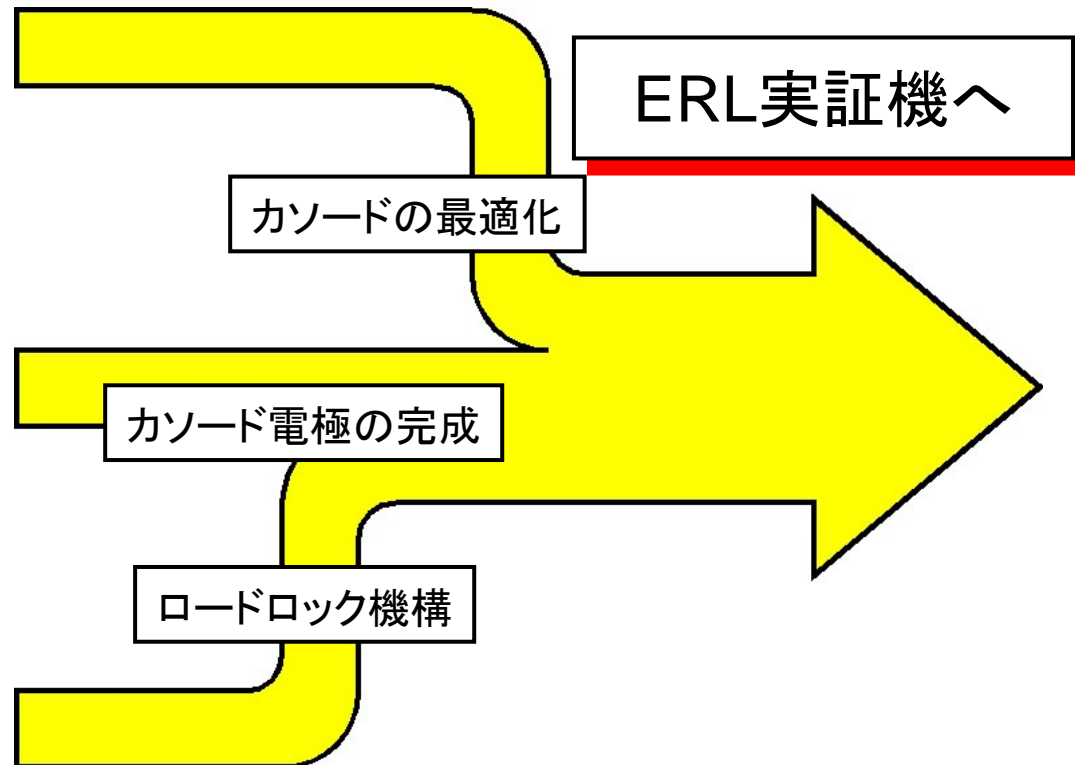
- 高量子効率
- 長寿命
- 低熱エミッタンス

250kV DC電子銃開発(高圧部)

- 暗電流の少ないカソード電極
(カソードの寿命に寄与)

カソードプレパレーション チェンバー開発

- ロードロック機構
- 超高真空の実現
(カソードの寿命に寄与)



カソード活性化のプロセス

カソードを利用するときの一連の手順

- ① 砒素キャップ(結晶表面の保護)を加熱洗浄により飛ばす
- ② NEA表面の作成
 - Csの吸着
 - 酸素の添加
- ③ カソードとして利用
(量子効率、波長依存性、寿命の測定)



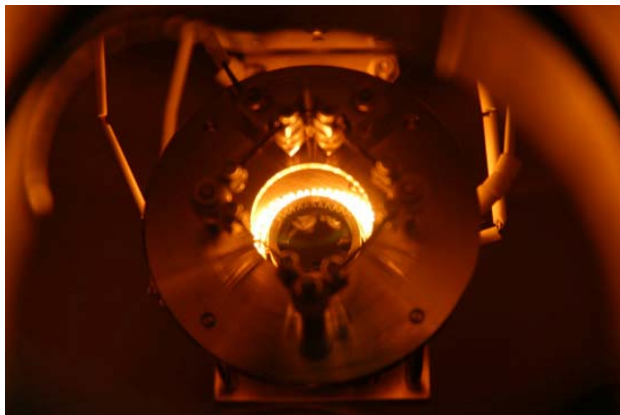
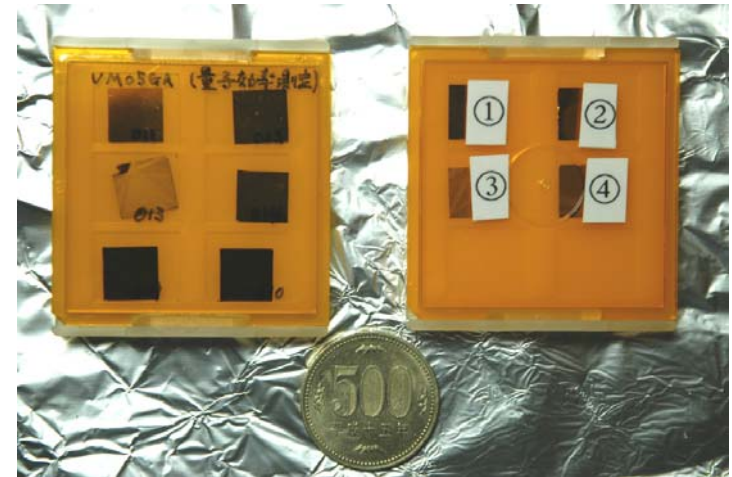
量子効率が低下してきた場合は②のプロセスに戻る

これらの手順は真空中で行なう

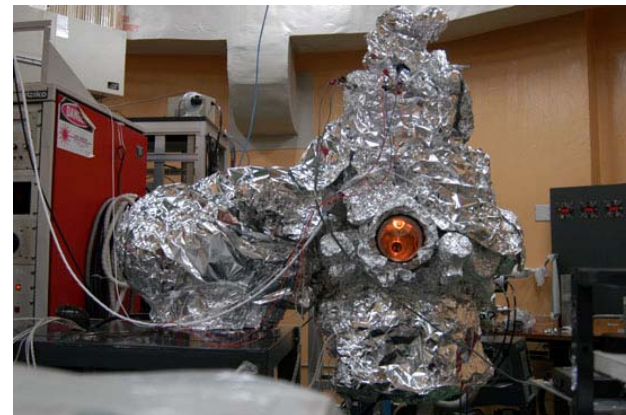
NEA-GaAs活性化チェンバー

- ✓ カソード開発チェンバーの作成
- ✓ GaAsの加熱洗浄、NEA表面作成が可能
- ✓ 量子効率、寿命、band gapの測定開始
- ✓ レーザー： He-NeまたはTi:Sapp. (CW)
- ✓ 空間電荷制限を避けるため、引き出し電流を抑えている

名古屋大学VBL田渕研で作成

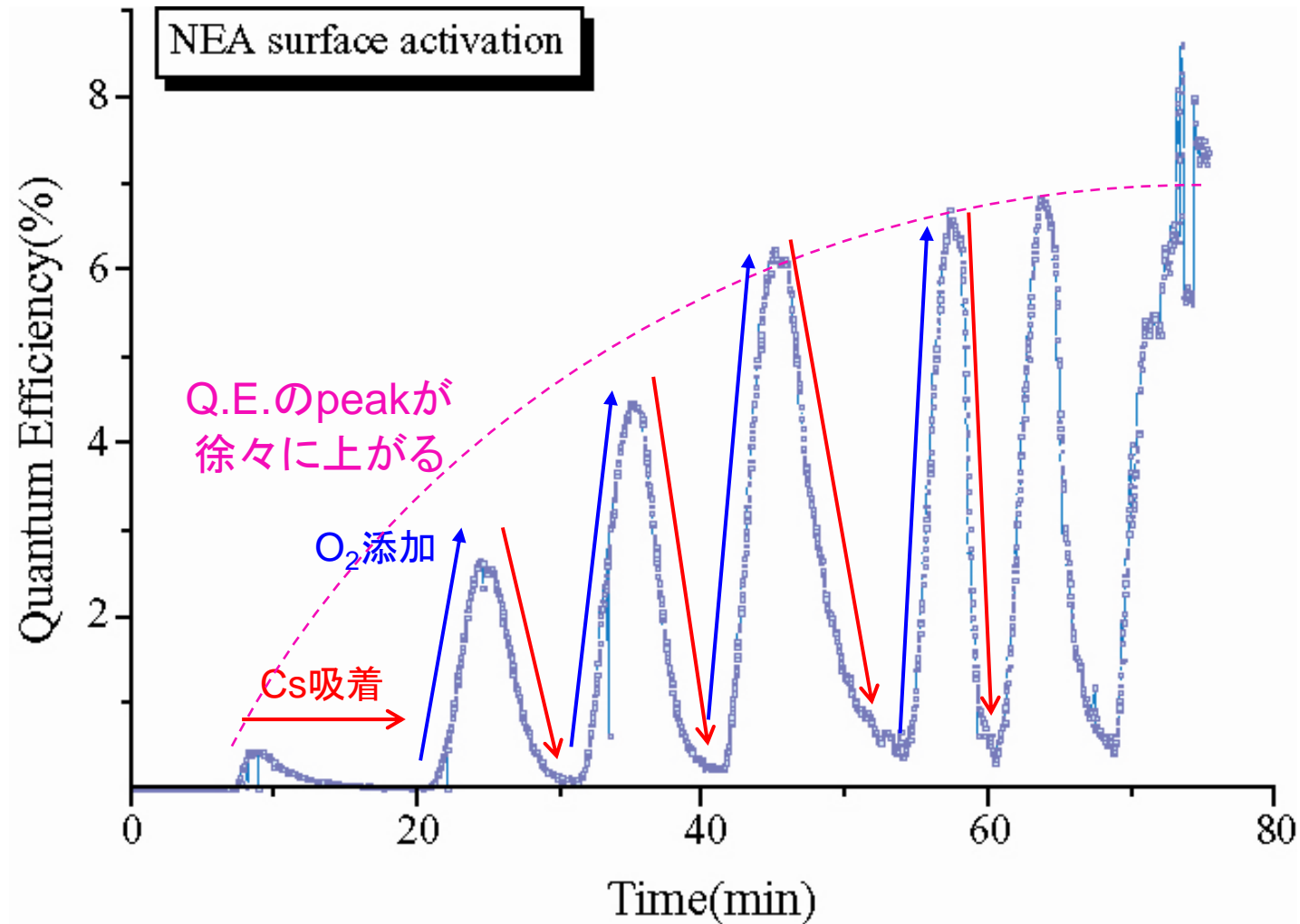


GaAs結晶加熱洗浄の様子



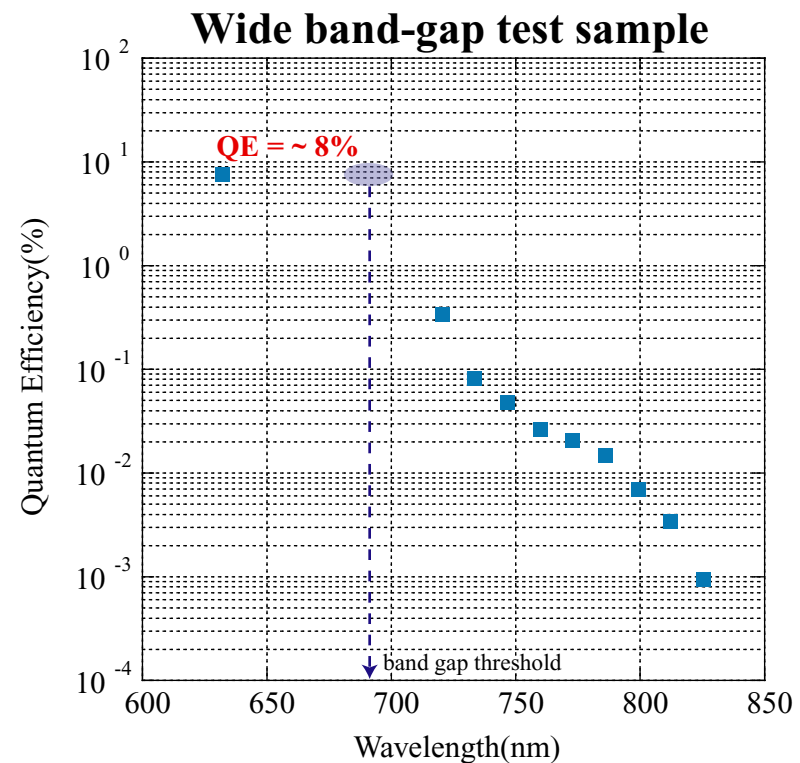
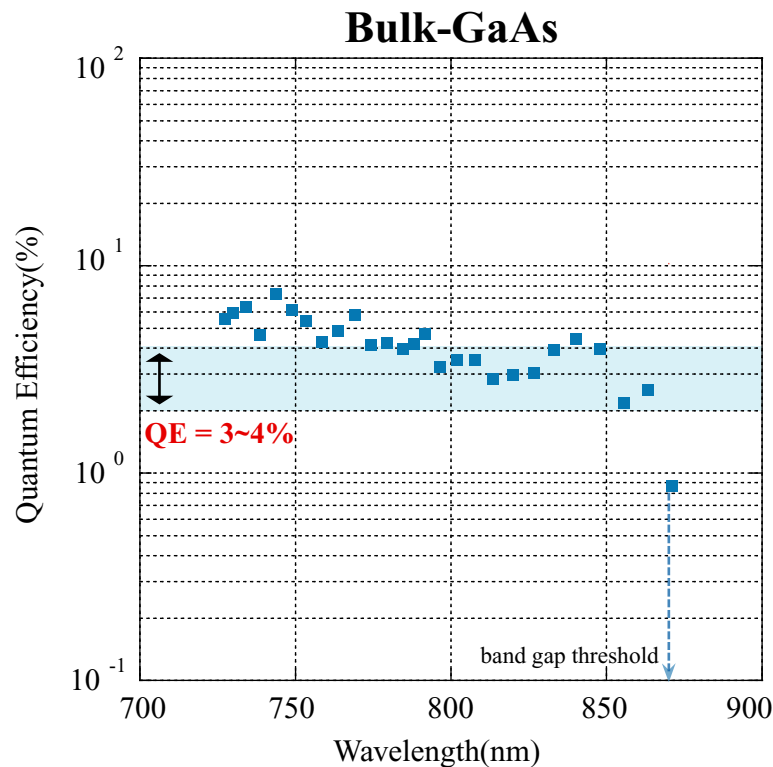
NEA-GaAs活性化チェンバー

Cs-O₂による活性化

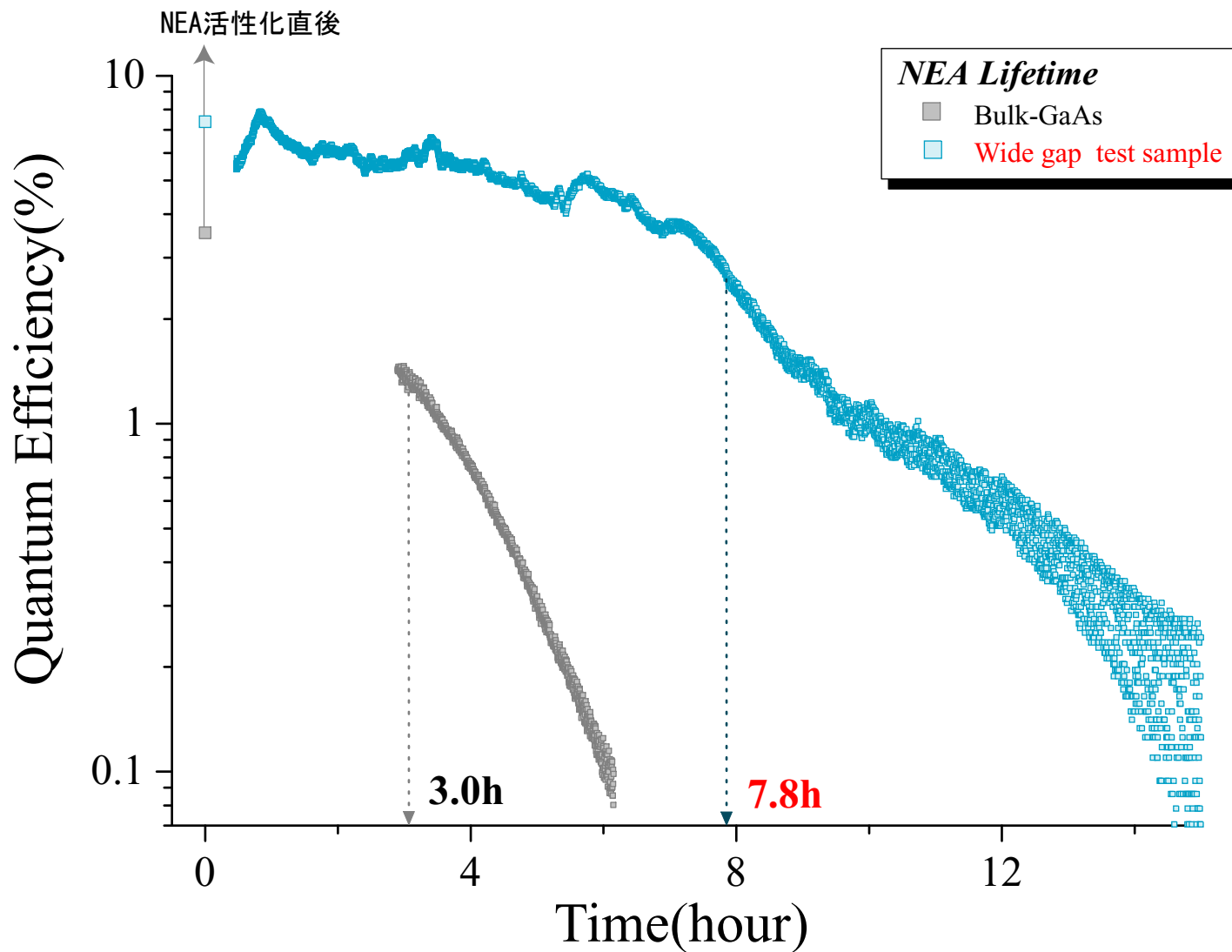


波長依存性 - 高量子効率化

Band gapが大きいもののほうが量子効率が良い
 低熱エミッタンスのビームを取り出すにはband gap付近の波長が必要



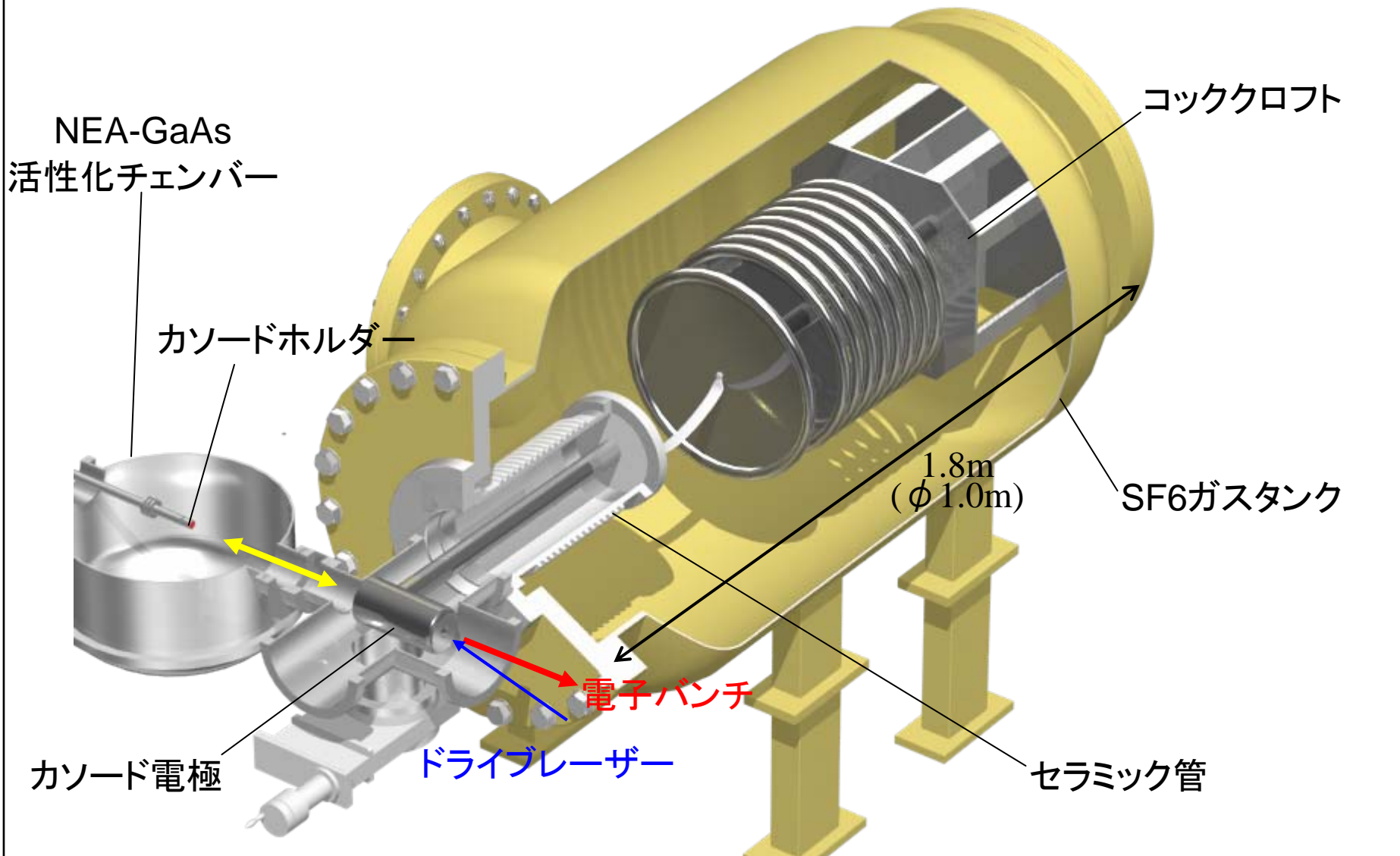
寿命



JAEA ERL-FELに使われている電子銃の設計をベース

- ▶ 試験機は250kV-50mA電源使用
- ▶ SF6ガス充填タイプ、SF6ガス圧力容器は鉄製
- ▶ ガス圧1.9 ~ 2.0 kgf/cm² (大気圧0kgf/cm²)
- ▶ 高圧部: コッククロフト(対称型、6段)
- ▶ 高圧部は圧力容器内に収納

250keV電子銃 - 概念図



電子銃高圧タンク

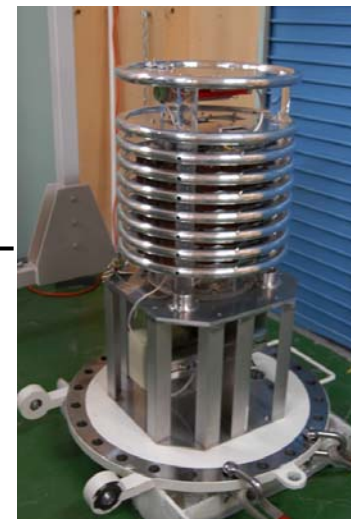
カソード電極用の
チェンバーは極高
真空を必要とする
ためSUS以外にTi
のものを準備



セラミック管



SF6ガスタンク



コッククロフト

- ✓ 試験の進捗にともない、タンク設置場所を移動 – 放射線遮蔽等の問題解決
- ✓ 高圧印加試験時に、放電によるダイオードの破損が激しかったため、保護回路を設置

高圧部印加試験

250kV-50mAコッククロフトの
SF6ガス中高圧印加試験

設計値

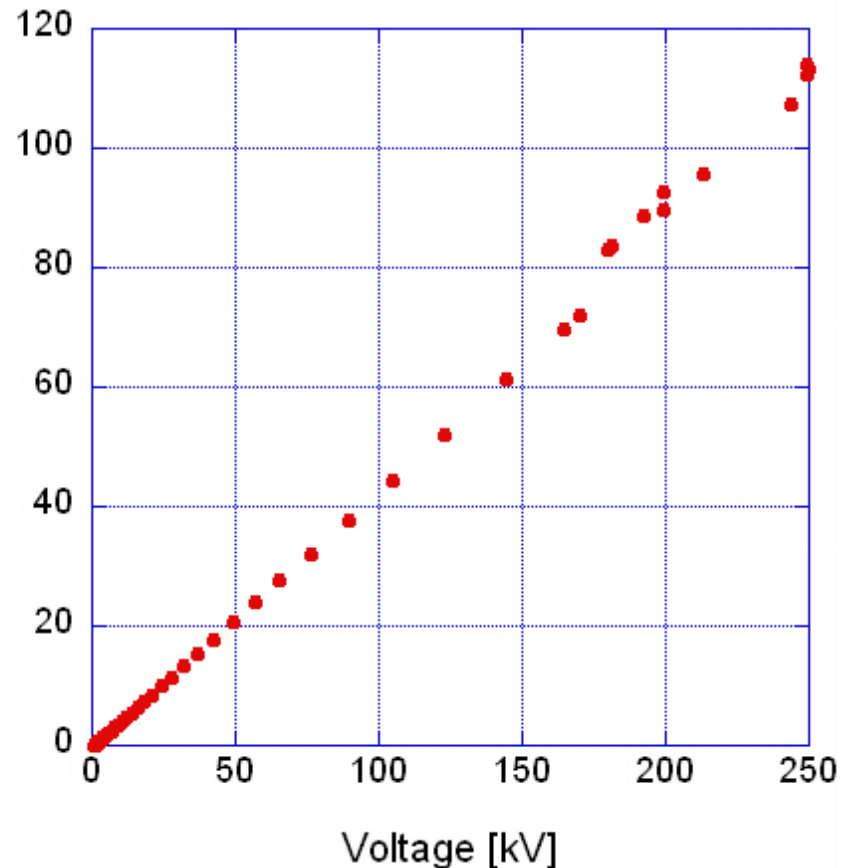
250kV-100 μ A

極度な電圧降下を起こす
漏洩電流、コロナ放電なし

Current [μ A]

高圧部に負荷(セラミック管および
カソードチェンバー)をかけた状態での
試験で250kVの印加を確認

無負荷状態での印加電圧特性



- ▶ カソードのロードロック機構を設計している。
- ▶ カソード寿命を確保するために超高真空($\sim 10^{-12}$ Torr)が必要。
- ▶ チェンバー内壁からのガス放出を抑えるためにTiのものを使う必要がある。
 - SUS: 1×10^{-9} [Pa·m/s]
 - Ti: 6×10^{-13} [Pa·m/s]
 - セラミック: 5×10^{-9} [Pa·m/s]

カソードチェンバー付近ではセラミックからのガス放出が支配的

まとめ

- NEA-GaAsカソード開発のための活性化装置を作成
- いくつかのカソードサンプルを用意して量子効率、寿命などを測定している
- SF6ガスで絶縁するタイプの電子銃を作成中
- コッククロフト単体の高圧試験は終了
- 今後、カソード電極を作成し、高圧試験を行なう
- 電子銃に設置するプレパレーションチャンバーを作成中