



JAEA 250kV電子銃でのビーム試験

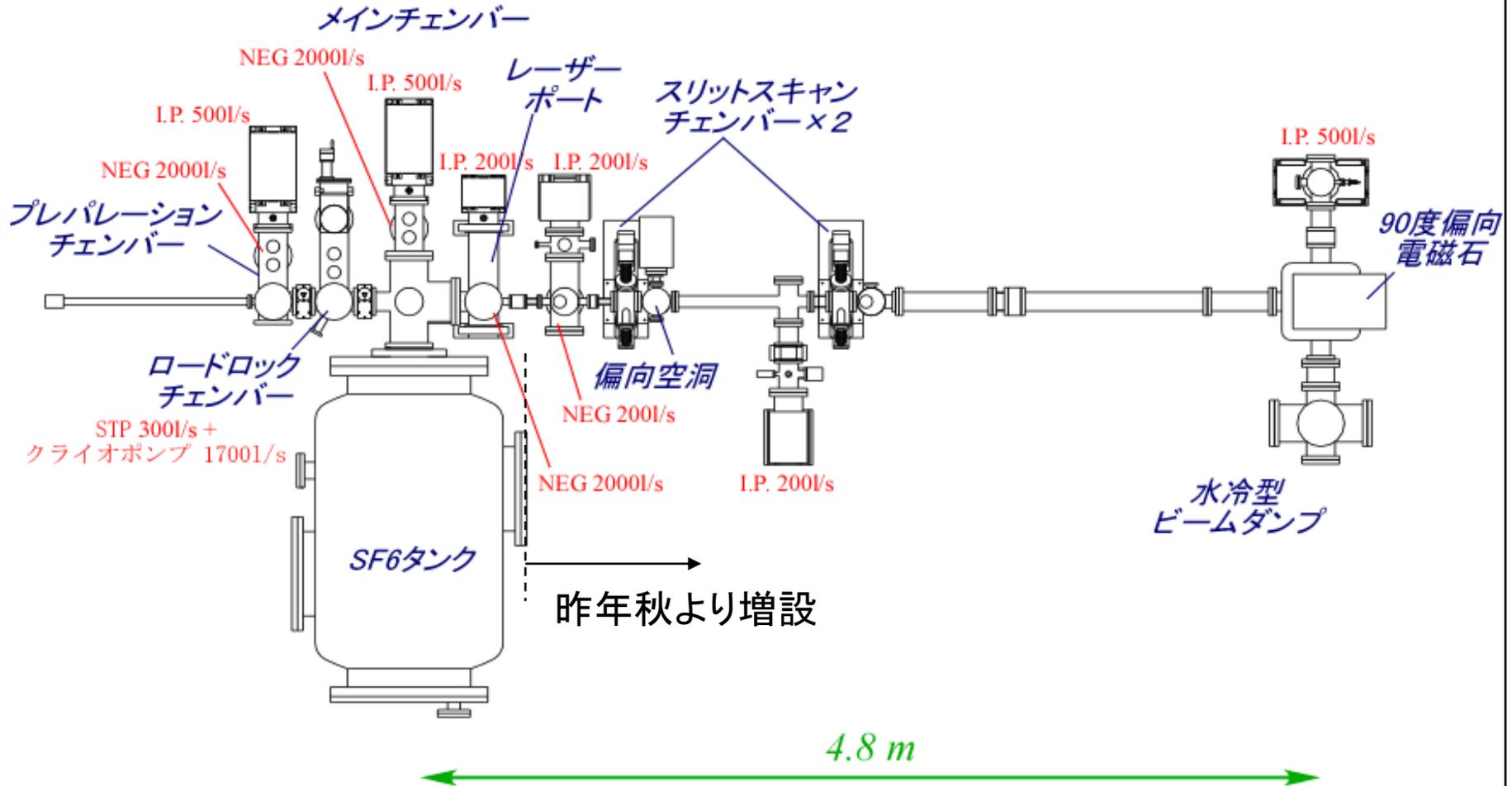
日本原子力研究開発機構

飯島北斗、永井良治、西森信行、羽島良一

- ERL型次世代放射光源の開発が開始。超高輝度、超短パルスX線の発生を目指す。
- 電子ビームとして100mAの大電流、0.1mm-mradの超低エミッタンスが必要。
- 高量子効率、低熱エミッタンスのカソードとしてNEA-GaAsカソードが有効。
- JAEAで250kV-50mA電子銃の開発を行っている。(cERLには500kVの電子銃を開発)

- これまでは、主に電子銃部を開発。高圧印加テスト、ロードロックシステムの動作確認、NEA表面の作成、真空等の項目を試験を行ってきた。
- カソード性能評価のために**ビームラインの構築**に着手。
- エミッタンス測定のために**スリットスキャンチェンバー**を設置。
- バンチ長計測のために**偏向空洞**を設置。
- 大電流試験用の**水冷型ビームダンプ**を設置。

JAEAのビームライン

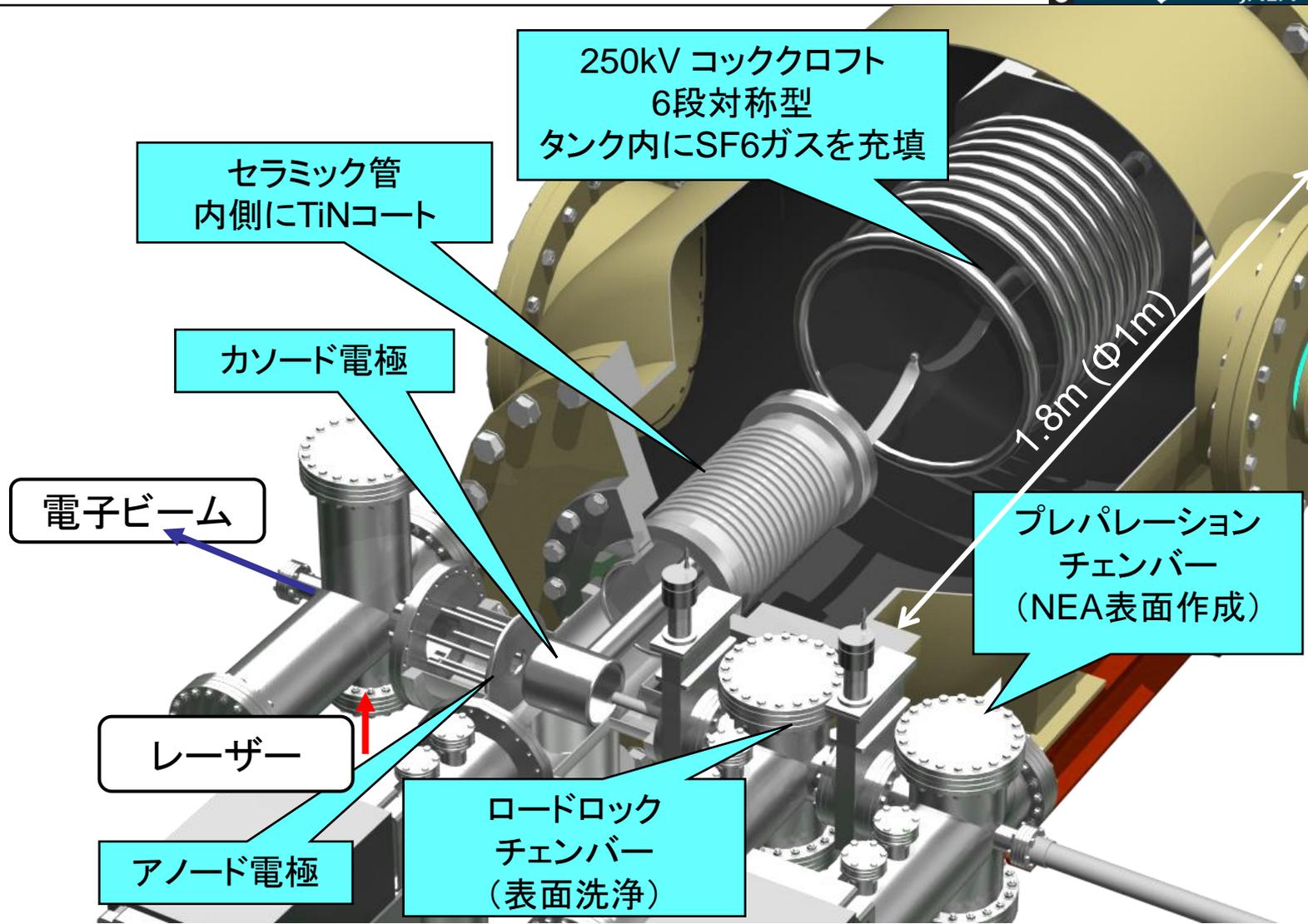


250kV-50mA 電子銃仕様

高電圧発生部	250kV-50mA 6段対称型コッククロフトウォルトン
絶縁	SF6ガス(2気圧)
セラミック管	TiNコート
主要チェンバー	Ti材を使用(KS100)
カソード電極	φ120、カソード径φ8、Ti製
アノード電極	穴径φ40、Ti製
Gap	40mm
カソードの洗浄	ヒーターランプによる過熱方式

- 真空を考慮してガス放出の少ないTiをチェンバーに使用

250kV-50mA電子銃



- 電子銃に使用しているセラミック管は内側にTiNがコートされている。(500kV電子銃では多段式で内側にガードリング)
- TiNコートは二次電子放出を抑えるといわれている。
- TiNコートの効果を確認するために、いったん内面を洗淨(研磨)し、TiNを取り除き電圧印加試験を行う。
- 再度、TiNをコートして電圧印加試験を行う。

セラミック管

- 現在使用しているセラミック管もTiNコートはされている。
- TiNコートをしていないものでは電圧がかからなかった。100kVを越えたあたりから放電が激しくなり、真空が悪くなる。
- 今月、新たにTiNコートをした物に交換。

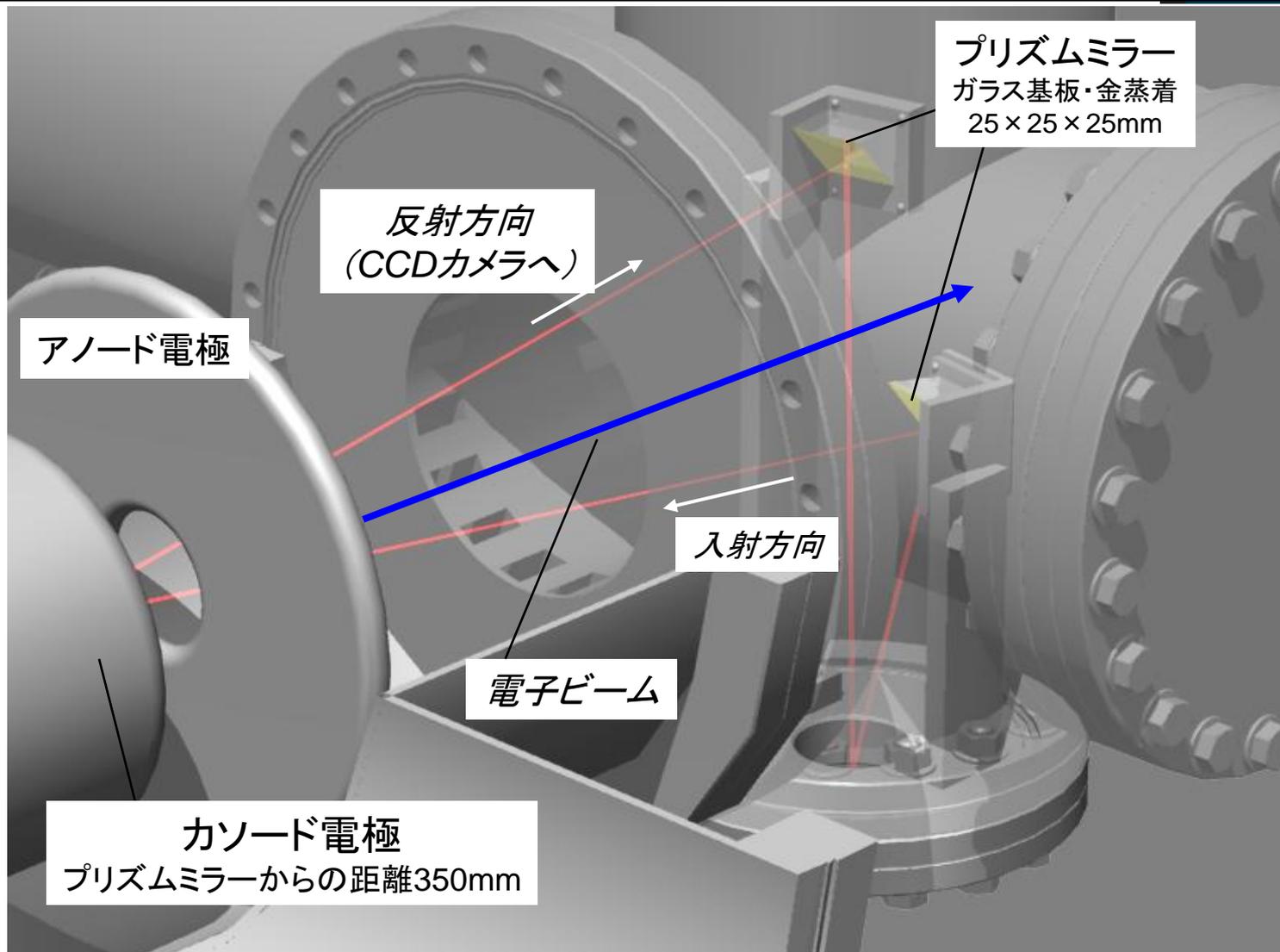


これまで使用している物



新規にTiNコートした物

レーザー導入部

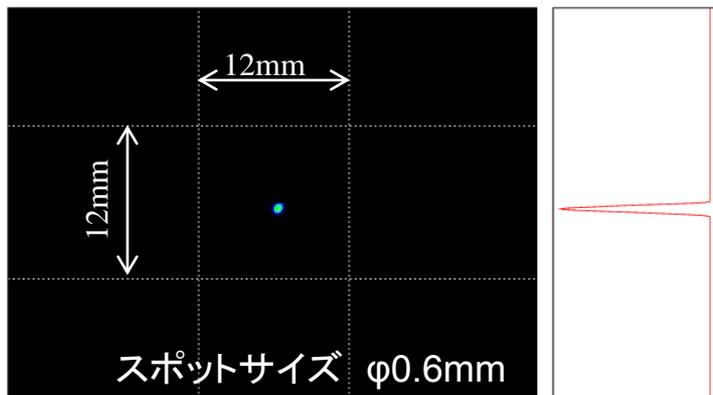


ビーム試験項目と使用レーザー

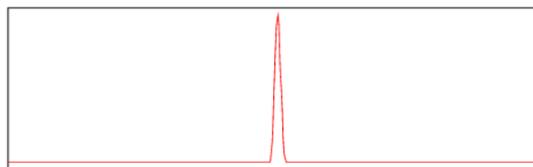
	量子効率・寿命測定	大電流試験	エミッタンス測定 バンチ長計測
量子効率	1%→10%		10%
電流	< 10 μ A	50mA	<1mA レーザーの繰返し(80MHz)
使用する レーザー	He-Ne レーザー (5.5mW, CW)	LD (5W, CW)	Ti:Sapp+パルスstack (<1W, 20psパルス)

- Ti:Sapp. レーザーのみファイバーで輸送。現在、ファイバーを準備中。

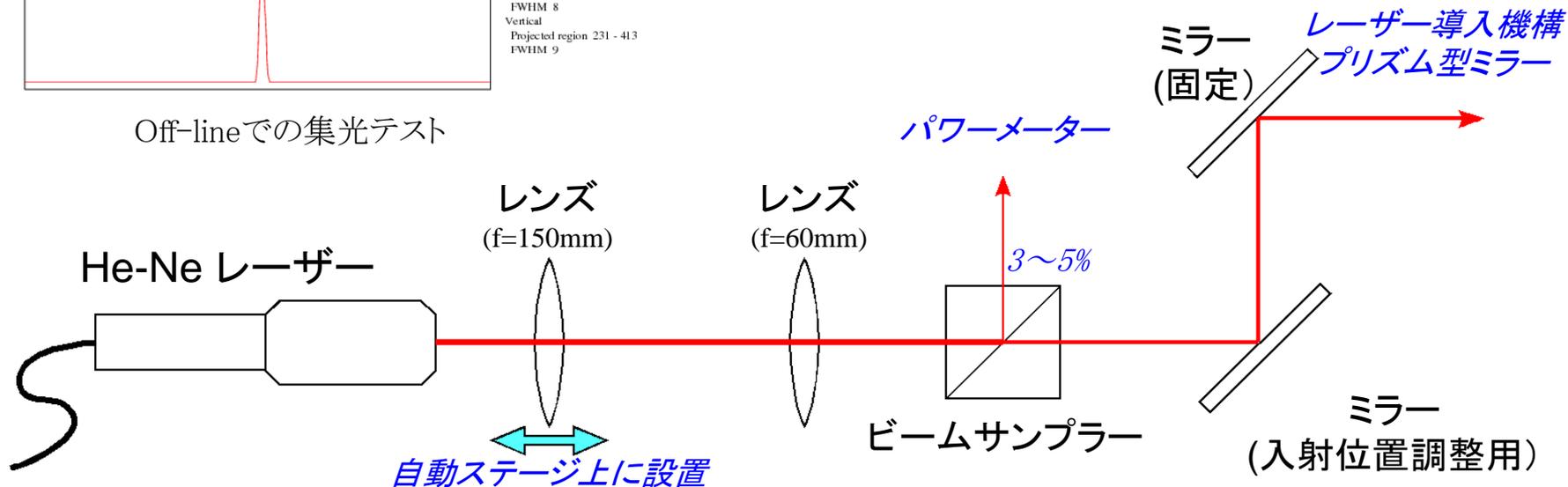
ドライブレーザー & 集光系



- 直線偏光型He-Neレーザーを使用 (<math>< 5.5\text{mW}</math>)
- 1枚目のレンズの位置を変えることでカソード上でのスポットサイズを調整



File Name:
Acquisition time: Thu Jun 28 18:14:19 2007
Horizontal
Projected region 145 - 333
FWHM 8
Vertical
Projected region 231 - 413
FWHM 9

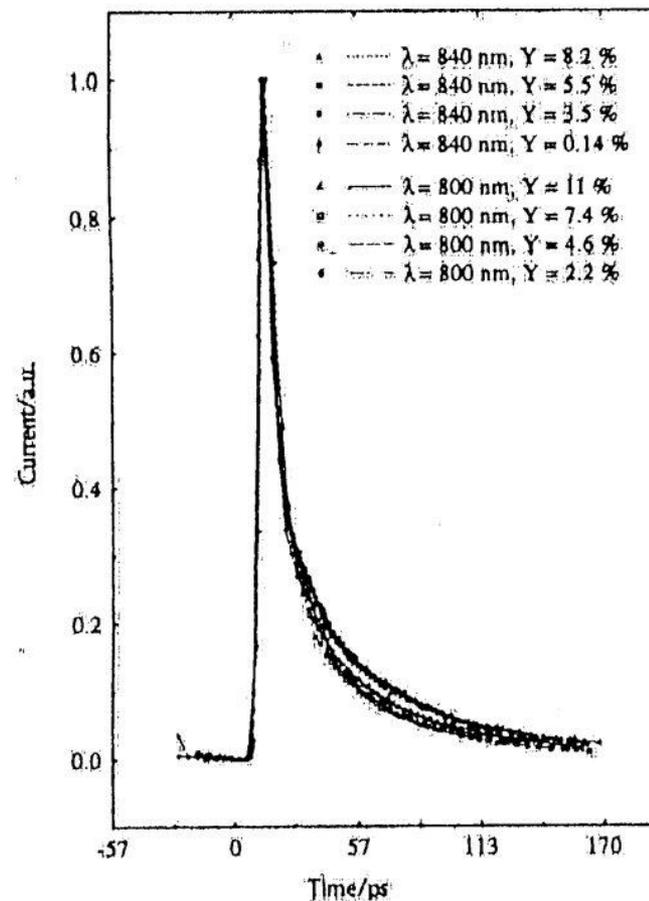


- 低エミッタンスを実現するには、レーザーの波形整形が必要(横方向、**時間方向**)
- GaAsカソードの時間応答性が遅いことが知られてきた(励起波長に依存)
- 時間応答性が遅いカソードでは波形整形が困難
- カソードの時間応答性をバンチ長を計測することで評価

電子バンチの変形(実験)

- NEA-GaAsカソード
- QE = 15% @ 633 nm
- $\lambda = 800$ and 840 nm
- レーザーパルス 5ps (FWHM)

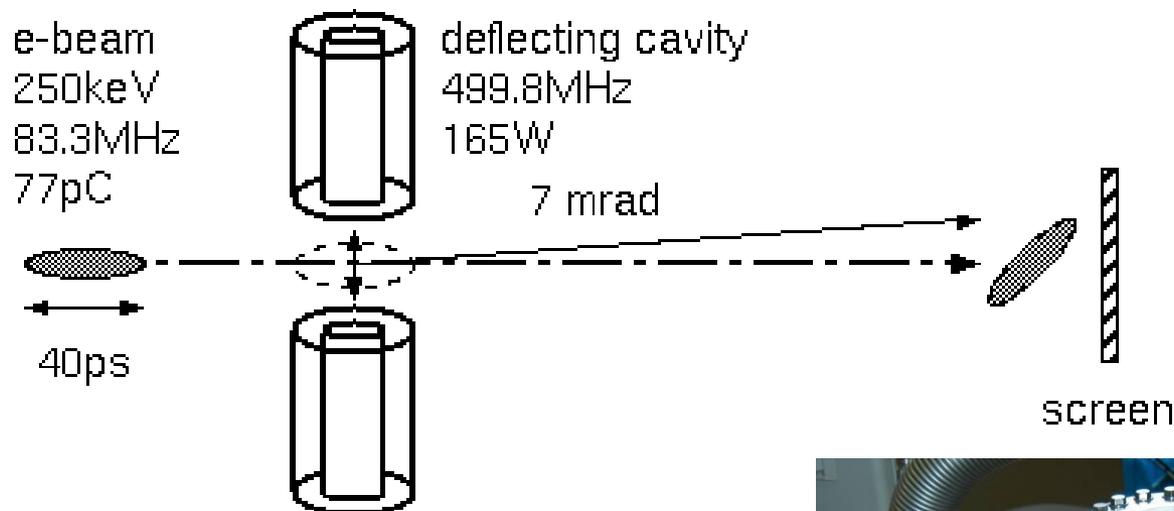
このままだと、
エミッタンスを低減させるための、
レーザーの時間方向波形整形が
できない。



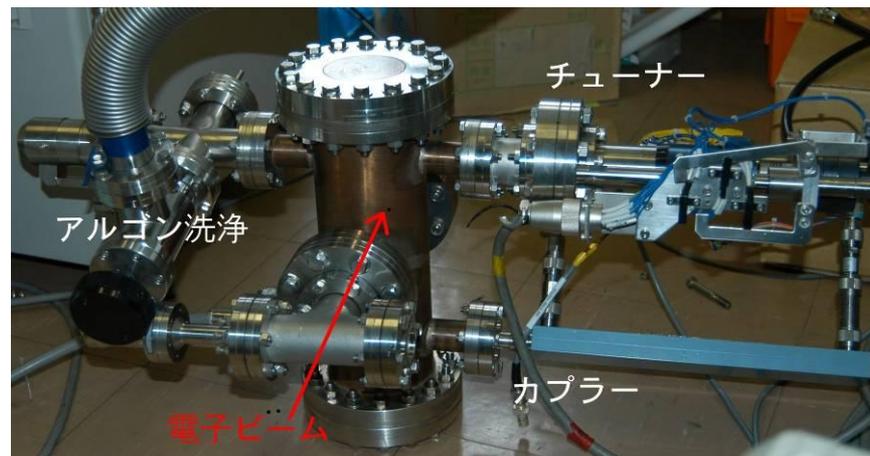
P. Hartmann, et al., J. Appl. Phys., 86(1999)2245

FIG. 4. Electron bunches measured at four different quantum efficiencies and at two different laser wavelengths.

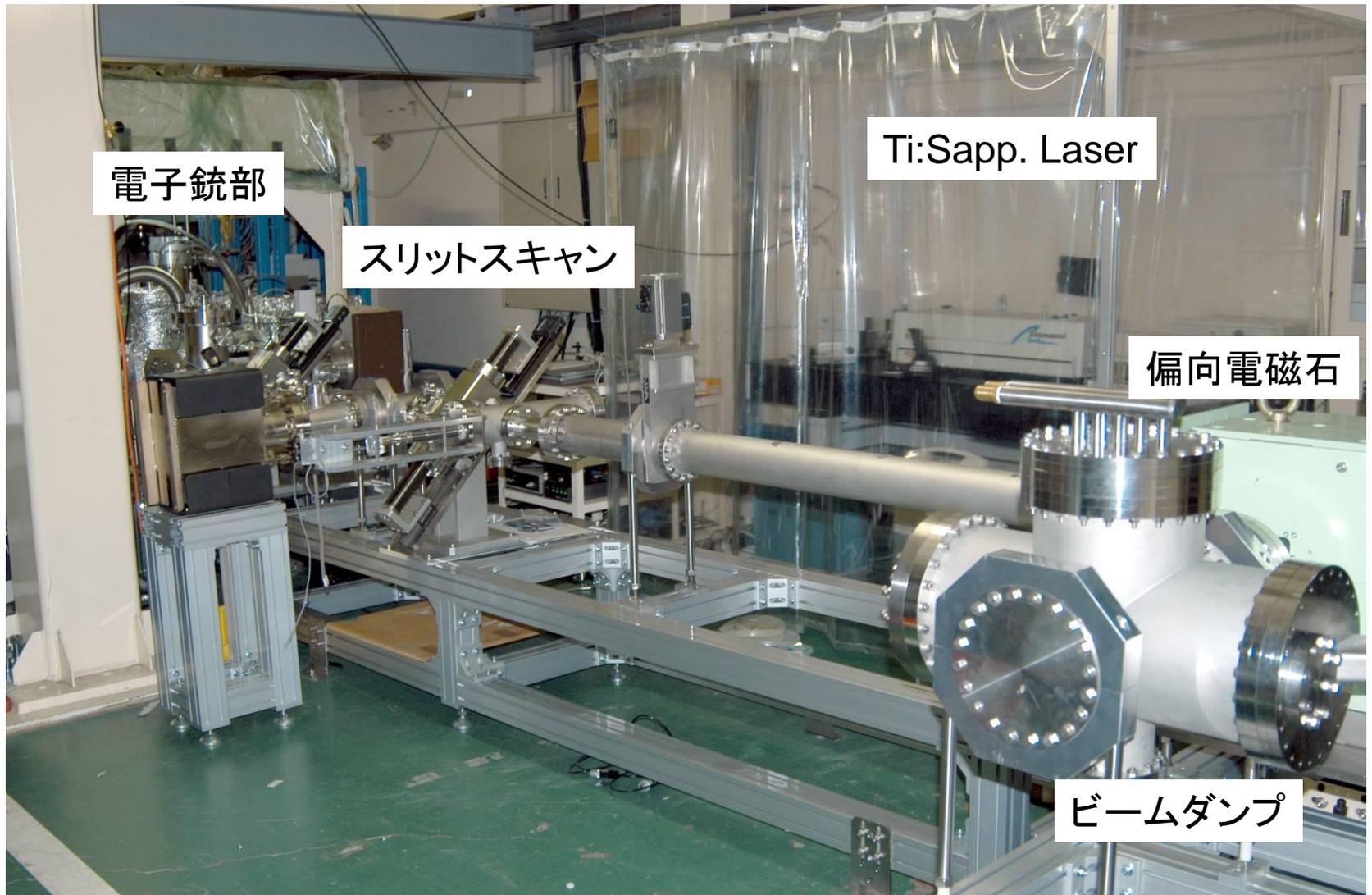
偏向空洞



- 時間変化する電場でバンチを上下方向にキック
- 下流に設置したスクリーンの像からバンチ長を算出する



JAEAのビームライン(写真)

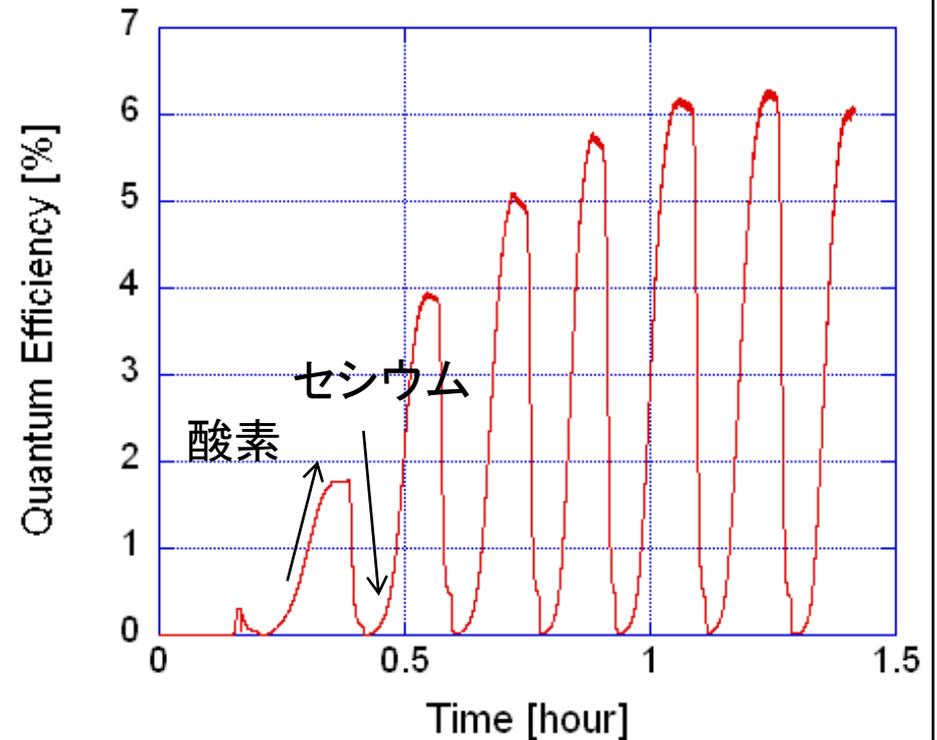


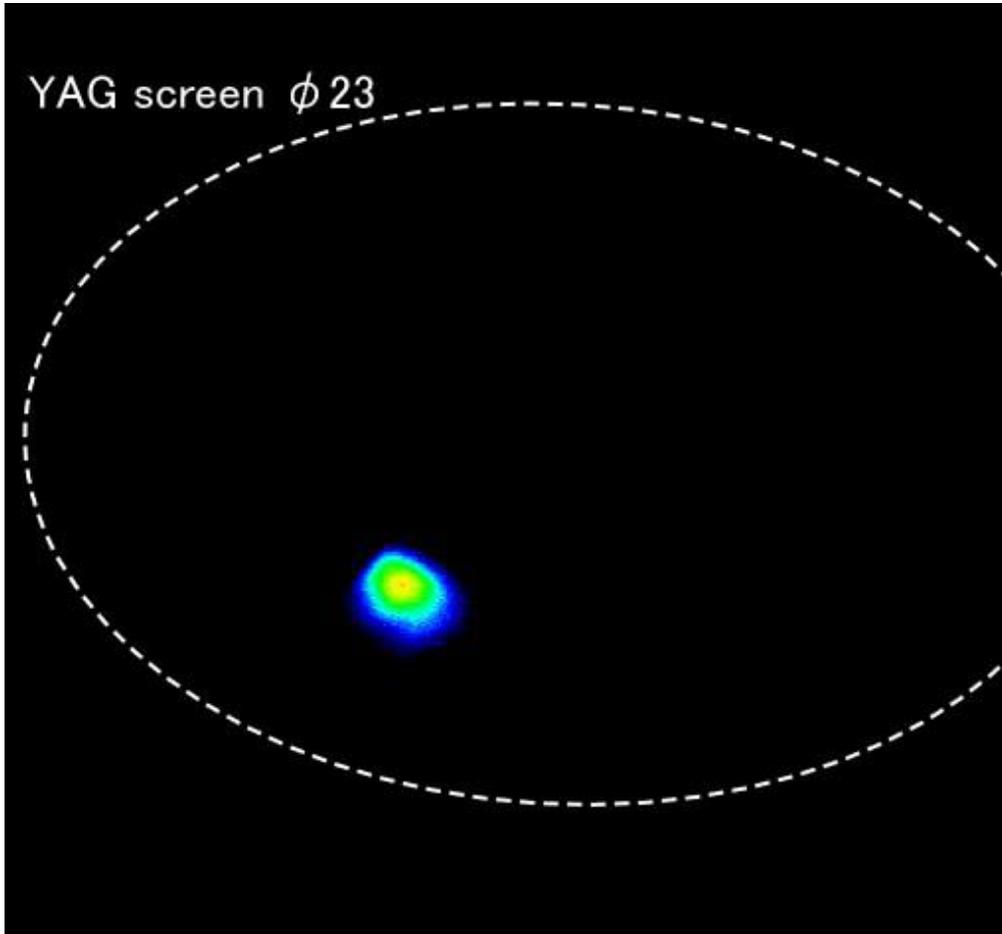
- 年末までにいったんの組立て完了
- 各部試験を行いつつ、調整、改良を重ねている。
- ビーム試験を開始
- He-Neレーザーを使用
- 加速電圧230kV
- 電流値 $<10\mu\text{A}$
- カソード電極付近の真空度、 $2 \times 10^{-8}\text{Pa}$

NEA表面作成

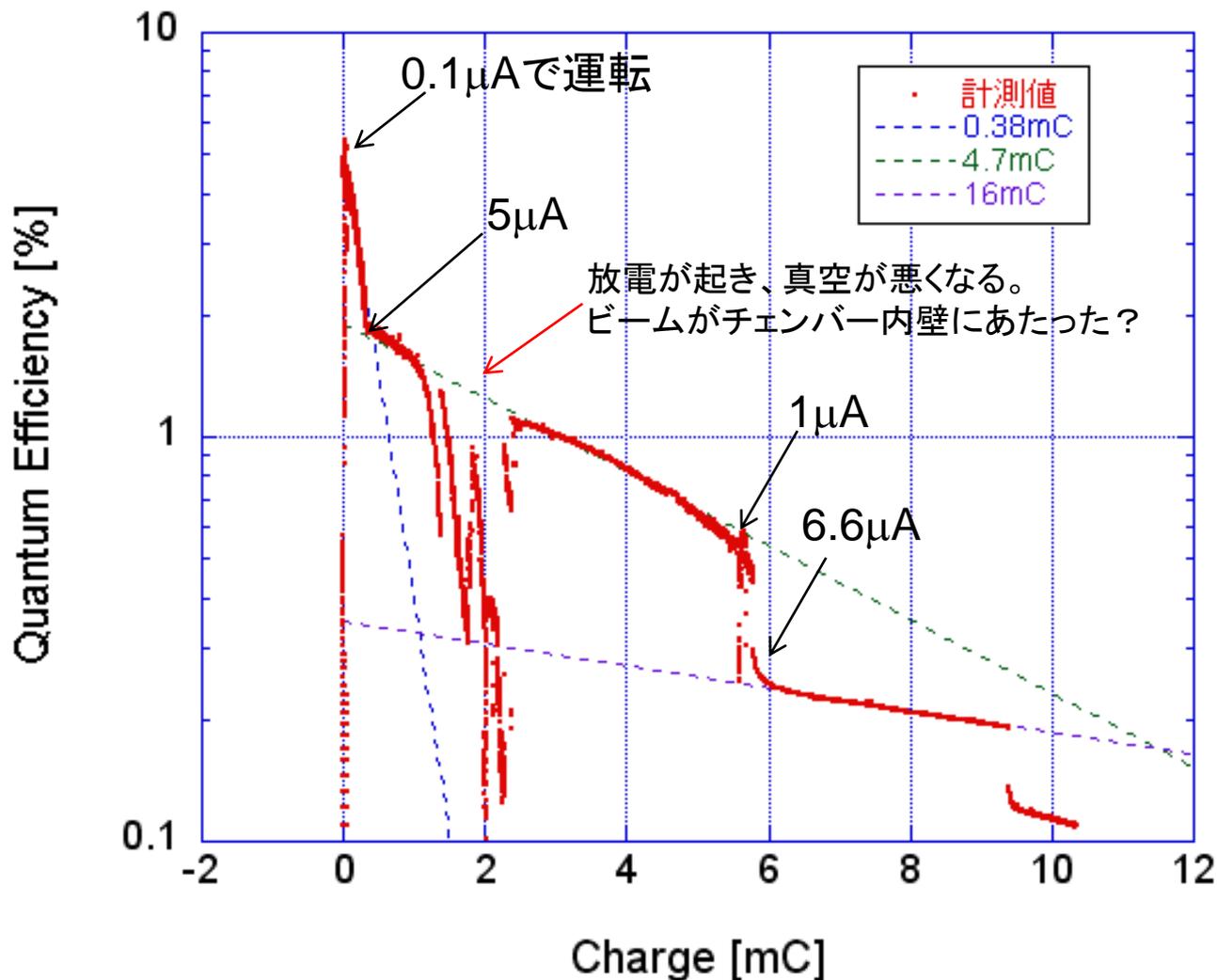
- バルクGaAsを使用
- 化学洗浄
- ランプヒーターにより600度1時間表面洗浄
- 酸素とセシウムを交互に添付
- LDによりQEを測定
- NEA表面作成の工程でQE 6%を確認

NEA表面作成時のQEの変化





- ビームライン上流部に設置したYAGスクリーンで計測
- スポットサイズは1.3mm (FWHM)
- 暗電流は観測されなかった。



- NEA-GaAsをカソードとする250kV-50mAのDC電子銃の開発を行ってる。
- カソードの性能評価を目的としてビームラインの構築を行った。
- ビームラインにはエミッタンス測定のためのスリットスキャンチェンバー、バンチ長計測のための偏向空洞、大電流試験のための水冷型ビームダンプが設置されている。
- 現在ビームライン各部の調整をおこないつつ、ビーム試験を行っている。