

# コーネル出張報告(本田)

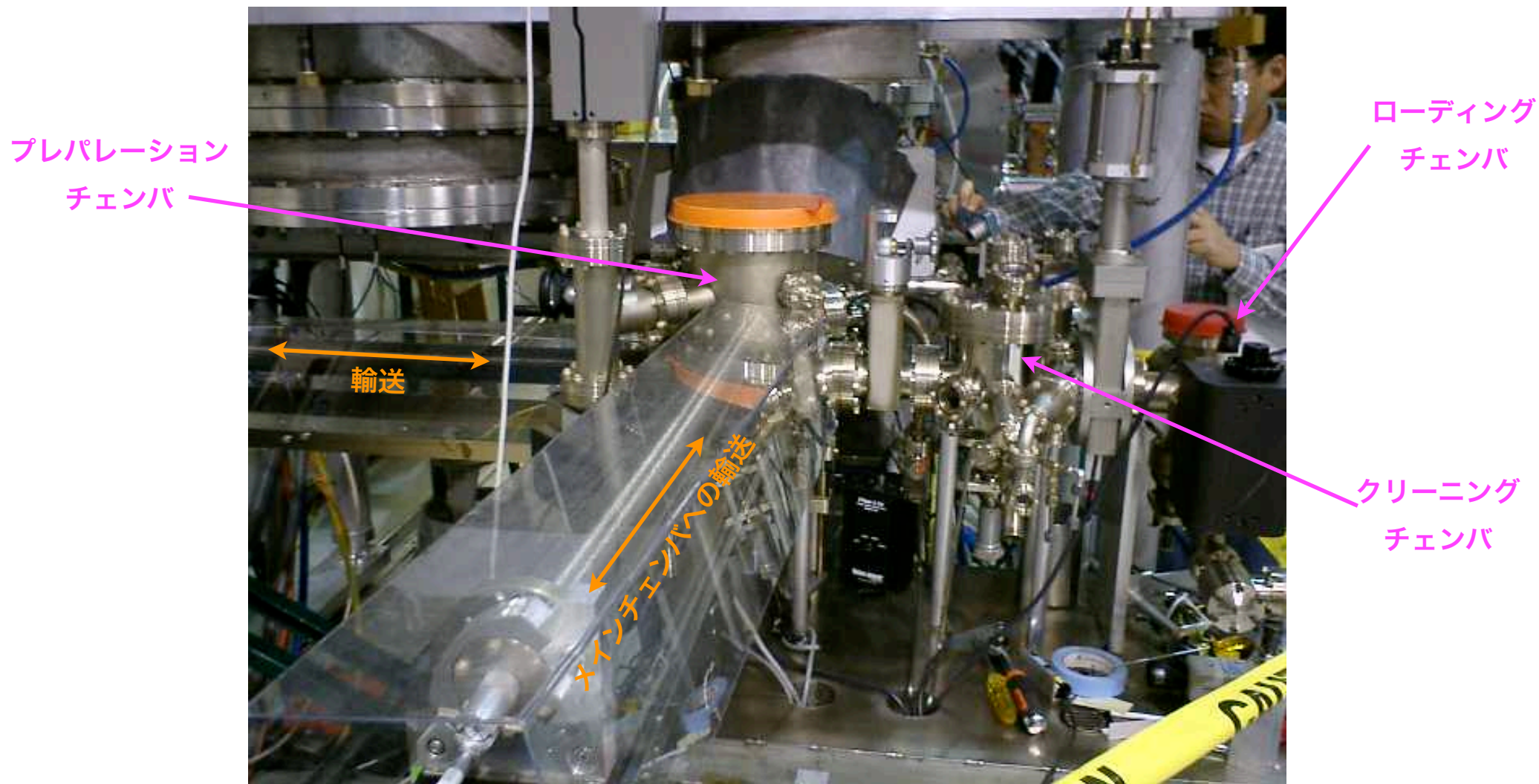
9/8~26(3週間弱)の滞在  
主に電子銃周辺についての意見交換  
最後の週はビーム運転も

- NEAカソード
- ドライブレーザー
- ビームライン

# カソードNEAシステム

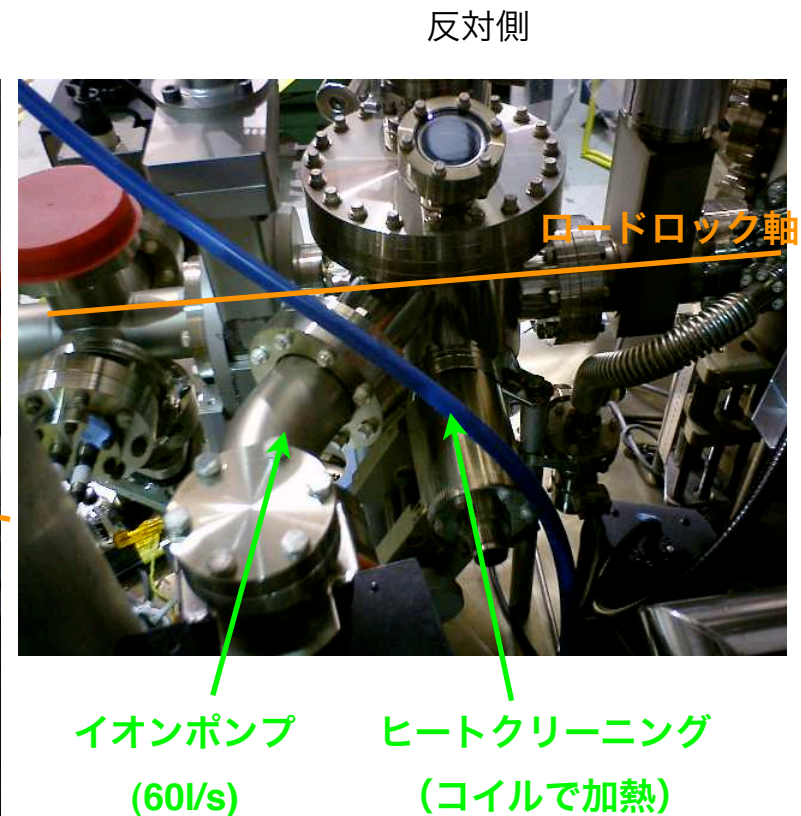
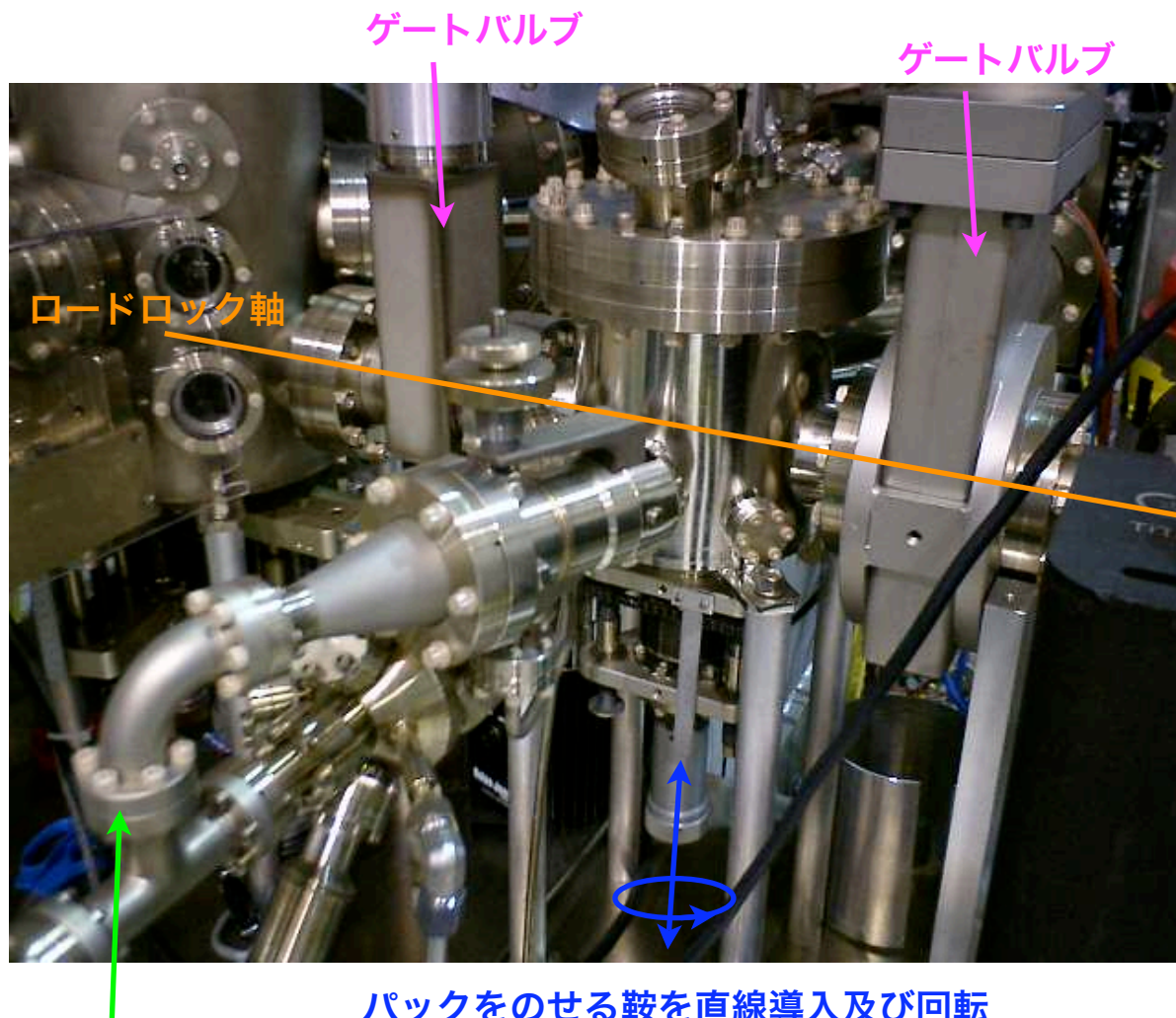
- NEA化手順などはビームラインのシステムではルーティンワーク、決まった手順を繰り返している。
- ロードロックのシステムは一通り動いているが、完全に満足しているわけでもなさそう。
- GaAsカソードでgreenレーザーを使う。780nmだと時間応答が悪いのでむしろ避けたいとのこと。

# チャンバーの全体構成



- ローディング -> クリーニング -> プレパレーション と輸送
- プレパレーション -> 電子銃チェンバ と輸送
- プレパレーションチェンバの中にストレージ(今は1つ、多数置けるように改良予定)。

# クリーニングチェンバー



## 原子状水素クリーニング

- 原子状水素(市販、oxford instrument)
- ヒートクリーニング(コイルでセラミックを加熱するもの、市販)
- ヒートクリーニングは600度、ただしモニターシステムは無い。
- ヒートクリーニング後、温度を下げるために上蓋から金属棒を導入して熱接触をとる。

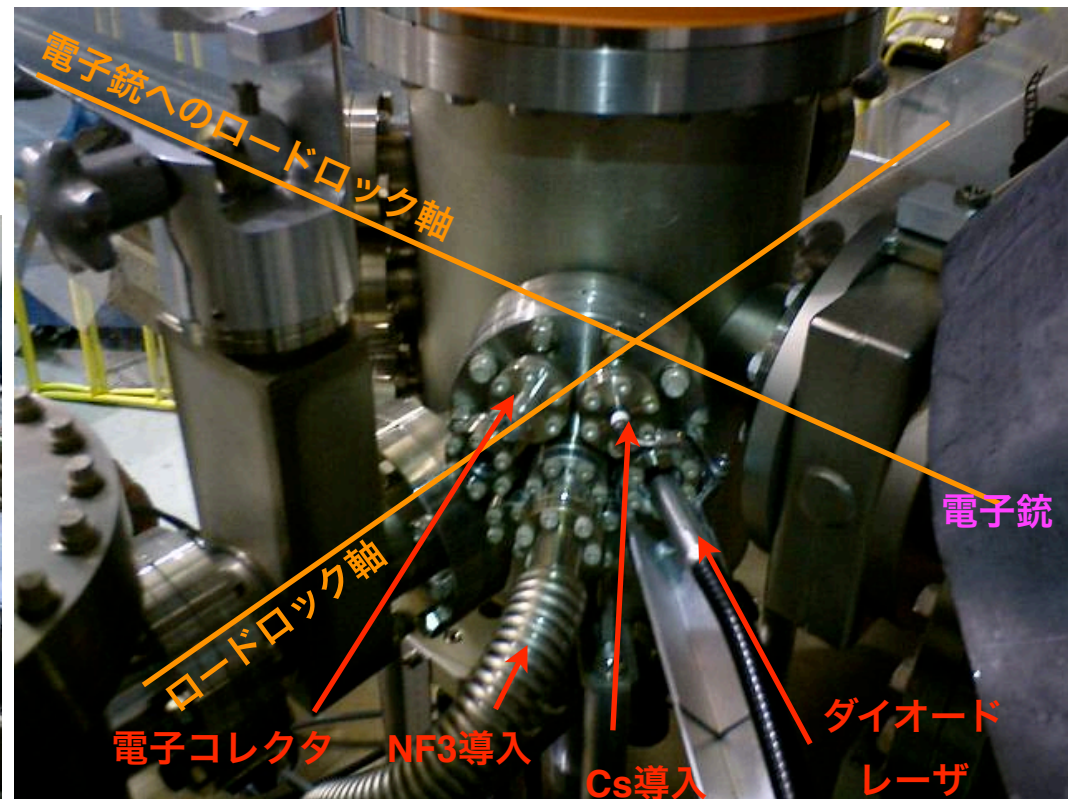
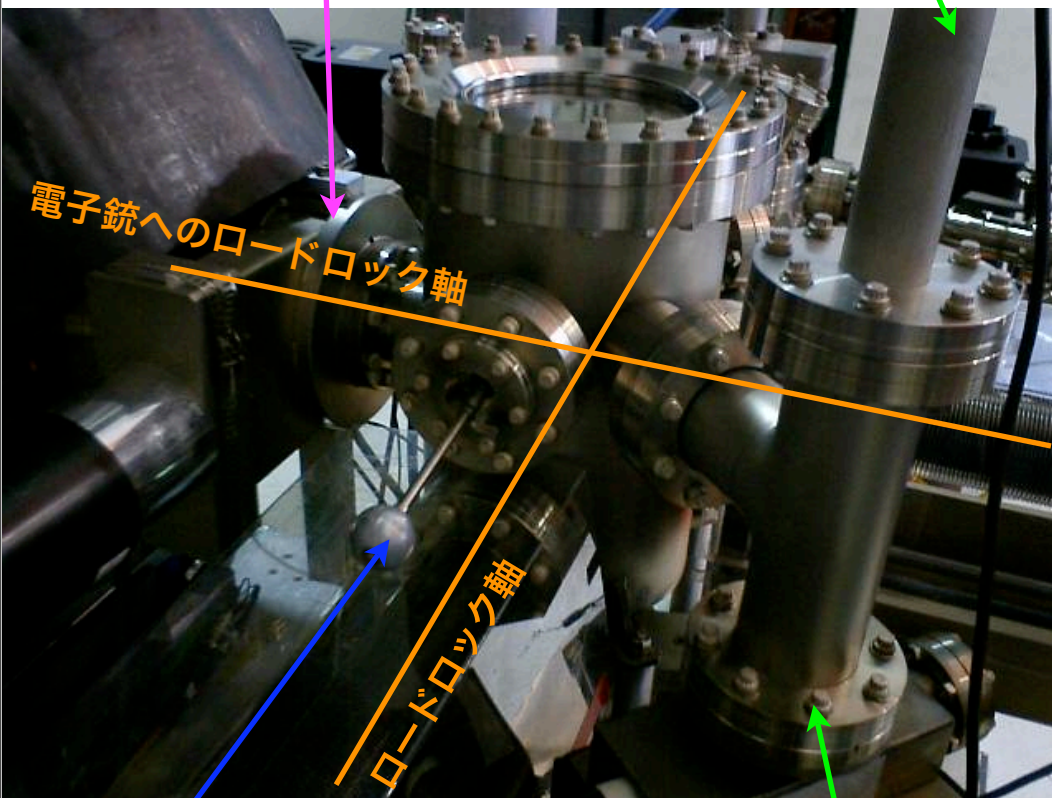
# プレパレーションチェンバー

反対側

電子銃

ゲートバルブ

質量分析



パックをスワップする為の一時避難

イオンポンプ(60l/s)

- NEA作成のもろもろ
- 軸を受け渡す為に鞍を上げ下げ、回転
- 出来上がったカソードを1個ストレージできる

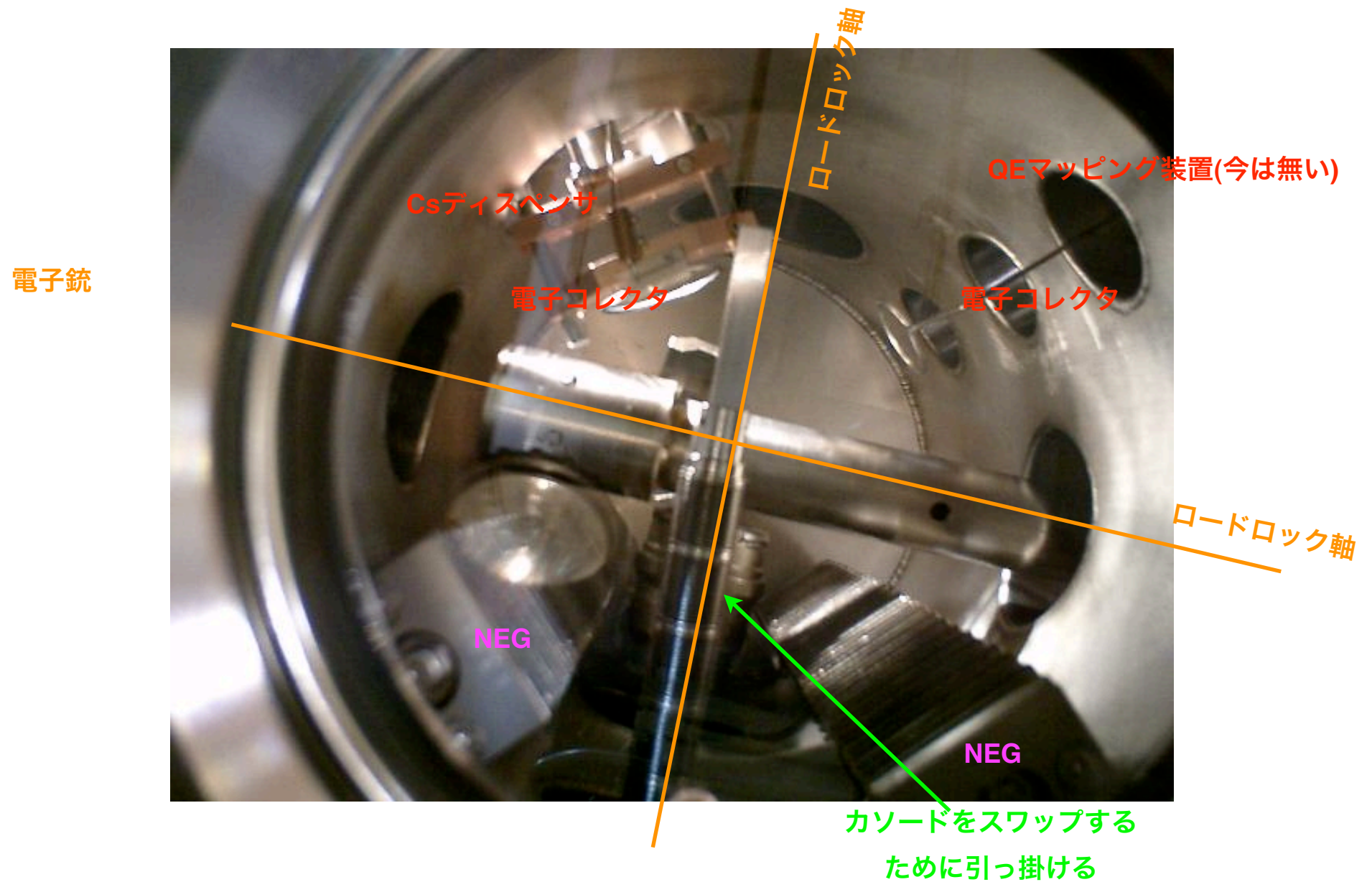
下側

ストレージ

パックをのせる鞍を  
直線導入及び回転



# プレパレーションチェンバの中身



- プレパレーションチェンバを上から覗いた図。

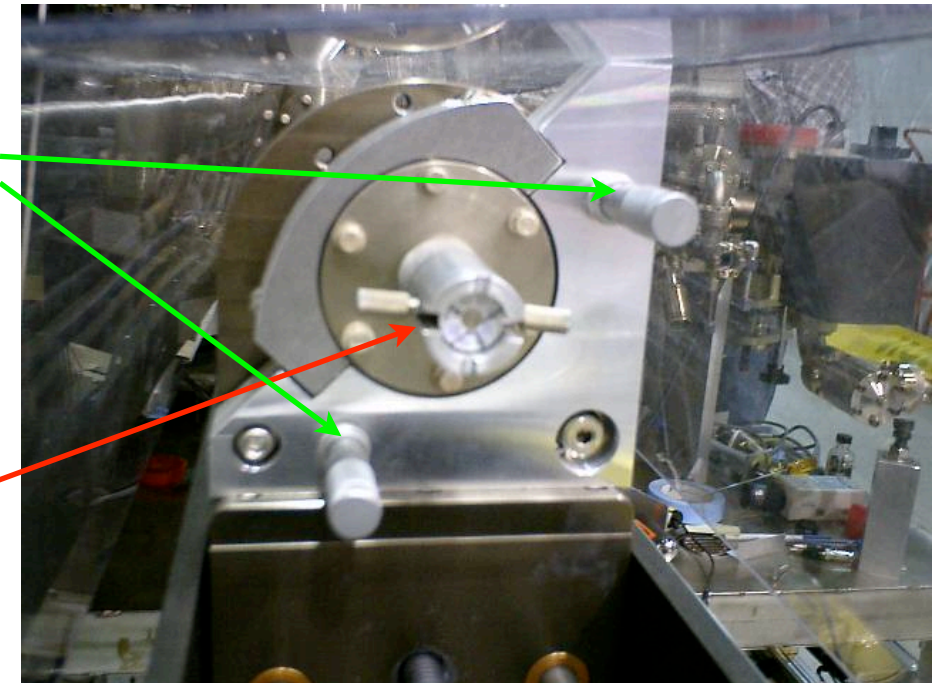
# 輸送ロッド



- ベローズチェンバで前後の動き
- パックをつかむ/はなす には、先端が開いたり/閉じたり する。
- 真真空的にベローズはあまり良くないと言っている。

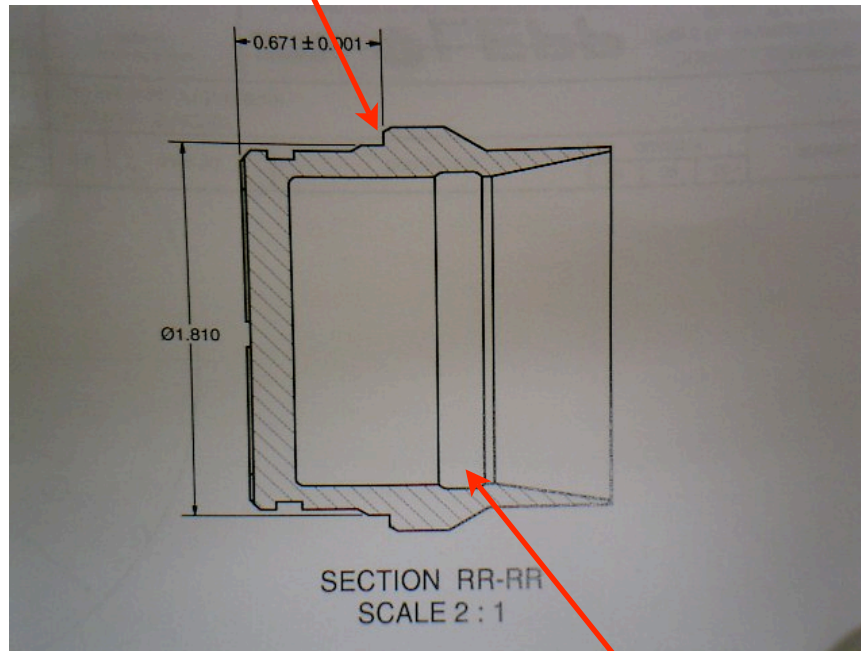
垂れ下がり  
を補正  
するネジ

ここを引  
張ると  
先端が開  
いてパッ  
クをつか  
む



# パック

電極に位置決めする面



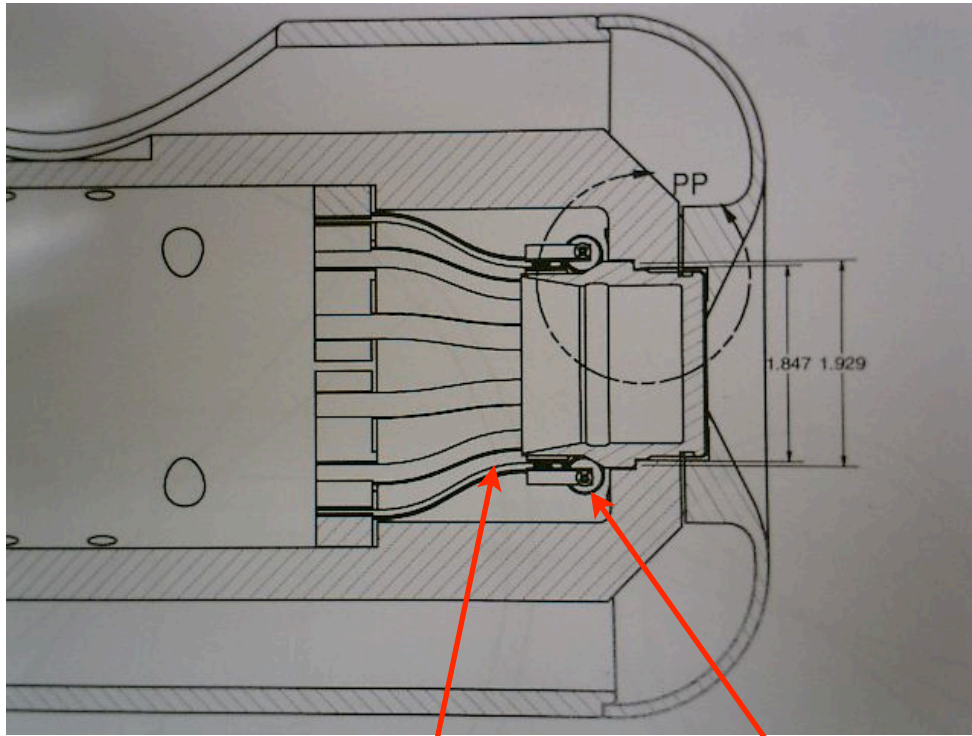
ロッドの先端が開いて、このくぼみに引っ掛けて固定される

- これまでGaAsとGaAsPをテスト。(GaNもテスト予定)
- 直径2インチ
- モリブデンのパック、タンタルの蓋
- インジウムフォイル(50um)で熱的、電氣的接触をとる



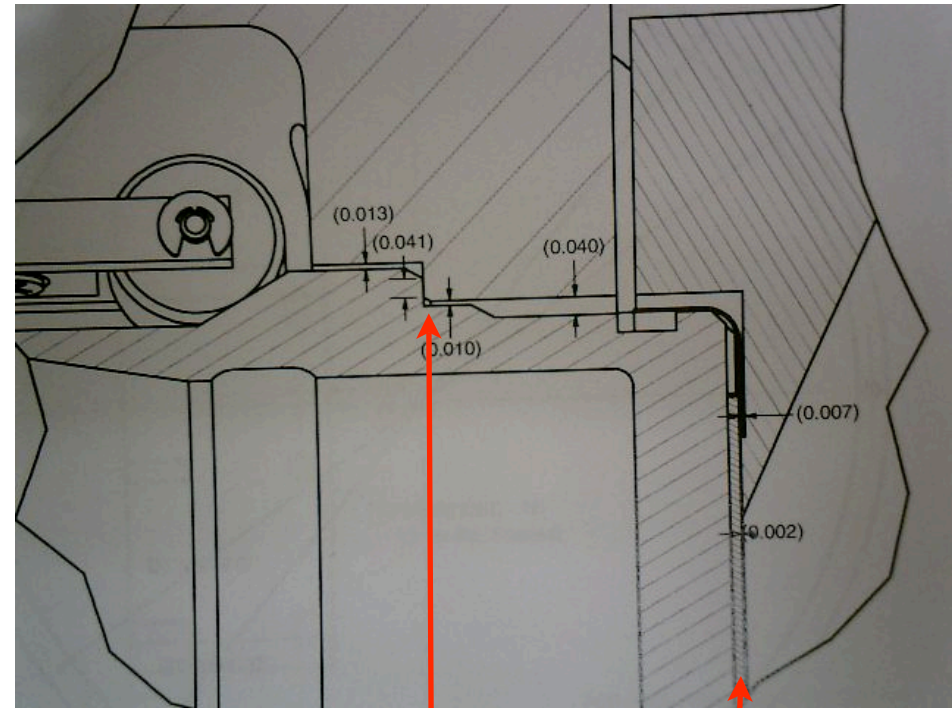


# パッキンの収まり方



バネ(ニッケル合金、モネル)

車輪(Ti)



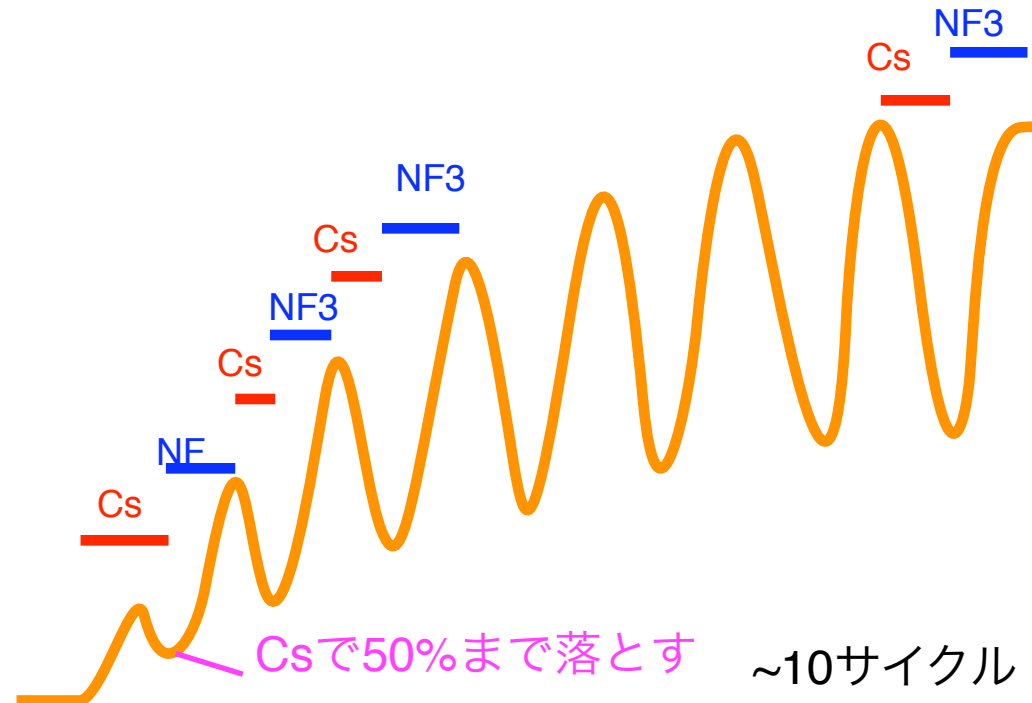
ここが位置決め、以前はテーパー型だったが良くなかったの  
で平面に変えた。

わずかに隙間

- 回転させてロックするのではなく、バネで押さえる方式。
- これはこれで満足している感じでもない。
- ウエハが割れる問題も何度も起こっているようだ。

# NEA手順

- 化学洗浄は硫酸と過酸化水素水で行う。(塩酸とイソプロパノールでAs面にするというのはやってない)
- ロードロック装置に取り付ける際にCO2を吹き付ける。
- ローディングチェンバーでUVランプで200度まで加熱して水分を飛ばす。
- 原子状水素クリーニングは新しいウエハを仕込んだ最初の1回のみ。
- ヒートクリーニング、600度。2時間くらいかけて上昇、2時間キープ、1時間くらいで冷却。
- NEAはCsとNF3を交互にだいたい5~10分ずつ。
  - QEが半分になるあたりまでCsで落とし、NF3でピークまで上げる。
  - 全部で10サイクルくらい。
  - Csでの落とし方は我々と違うが、その辺りを変えてもほとんど変わらないと言っている。
- 新品のウエハだと10サイクルくらいかかるが、使用を繰り返していると、7サイクルくらいで完了し、また最後のQEも高くなる。いいときはQE17%、安定して10%は超える(ただしgreenレーザー)。



# ドライブレコーダー

- 一通りの物は揃った感じ。
- ジッターなど、課題はありそう。
- 時間整形、空間整形などはこれから。

# レーザーシステム

1.3GHz発振器

パルス圧縮

プリアンプ

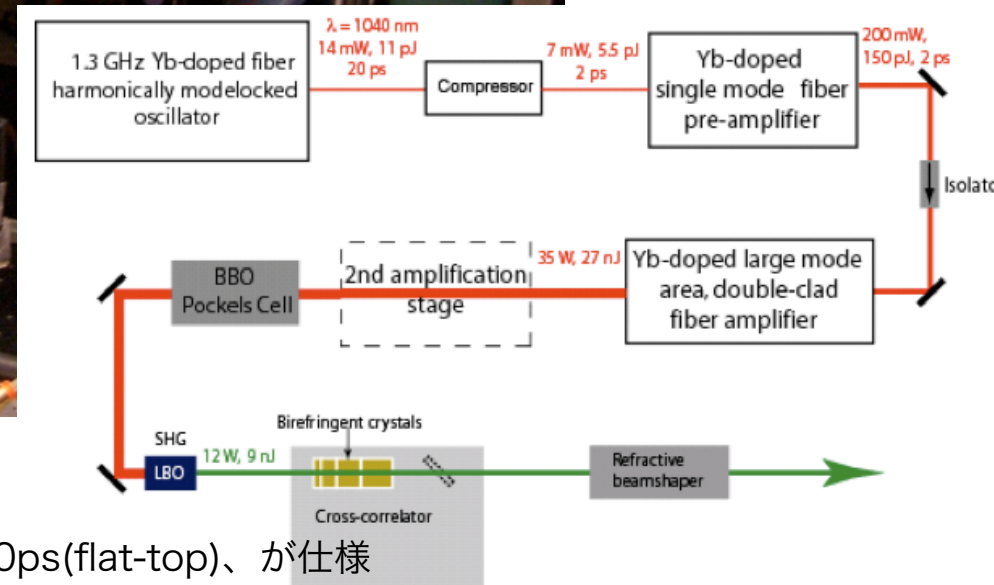
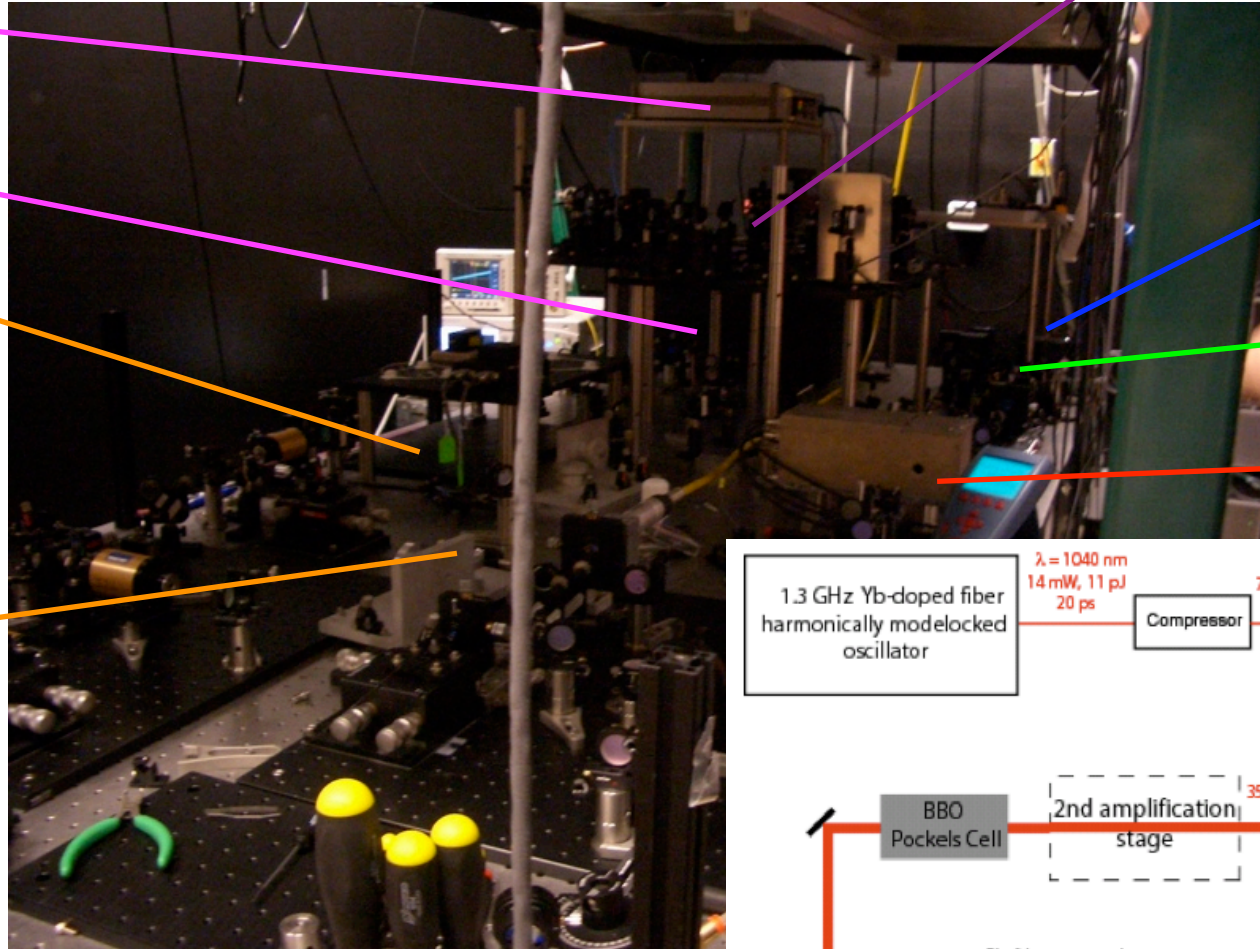
高出力アンプ

測定系(auto correlatorなど)

時間整形(not installed)

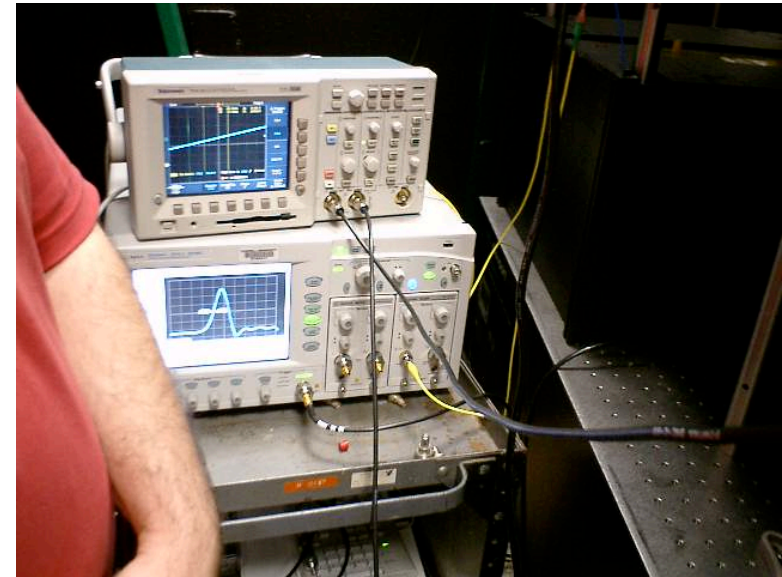
SHG

Pockels cell  
切り出し



- 繰返し1.3GHz, 波長green, 平均パワー20W, パルス長20ps(flat-top)、が仕様
- 写真正面の壁の向こう側にビームラインがある。
- 発振器、パルス圧縮、プリアンプ、高出力アンプ、Pockels cell、SHG、時間整形、の順。このあと加速器室に入って20mくらい？飛んでから電子銃に入る直前で、パワー調整フィルター、空間整形。そして、カソード入射、反射光パワーモニタとなる。
- 部屋の空調は0.2度の安定度。

# 1.3GHz発振器

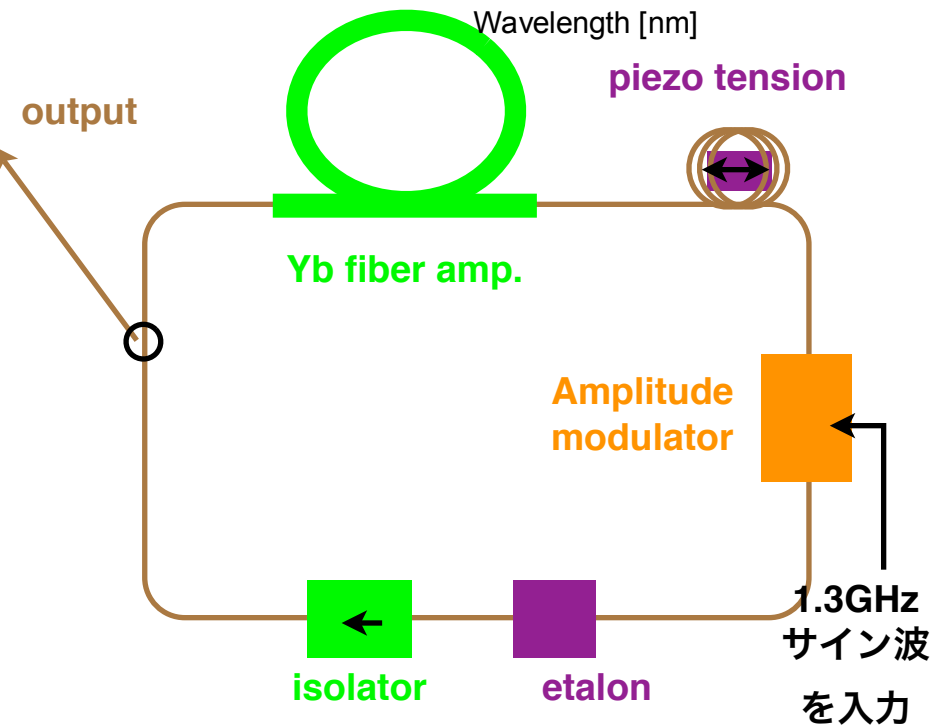
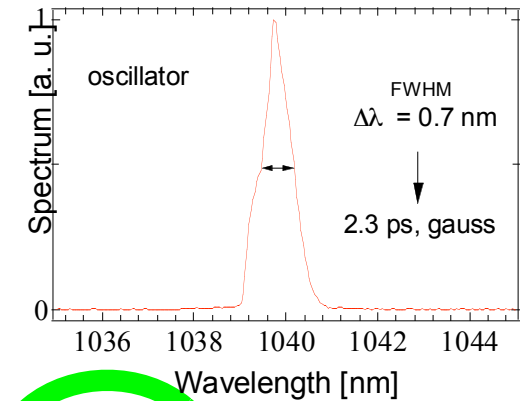
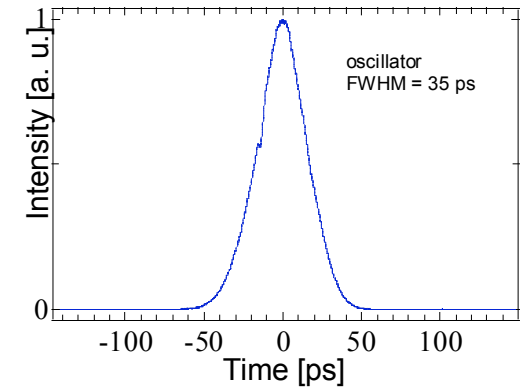


ジッターをモニターしているの図：  
基準信号でトリガーしたスコープで波形の  
トレースの幅の太さを見て、ps以下だと。

- コーネル電子銃用にメーカーに開発してもらった。今は市販品になっている。
  - 波長1.04um, パワー20mW, パルス長20ps
  - 外部同期にサイン波で1.3GHzを入力する。ジッターは1ps以下、測定精度限界。
- メーカー: PriTel(シカゴの会社)、通信用の1.5um帯のファイバー発振器を主に作っている。
  - 1.0umはファイバーの分散の正負が違って短パルスにするのがそれなりに難しい。
  - もともとはパルス長2psの仕様で開発してもらったが、20psになっている。今は外付けで20ps->2psの圧縮を行っている。
  - 日本に帰ってから試しに見積りをとってみた、1000万円。

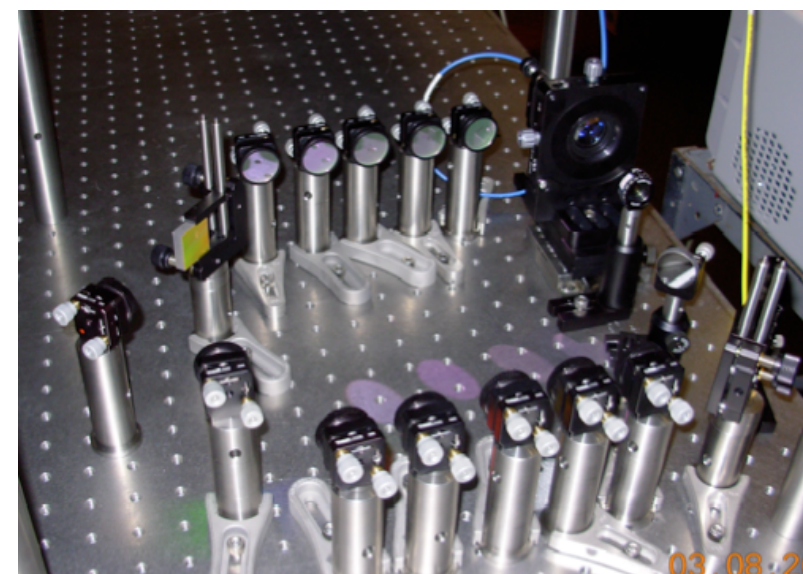
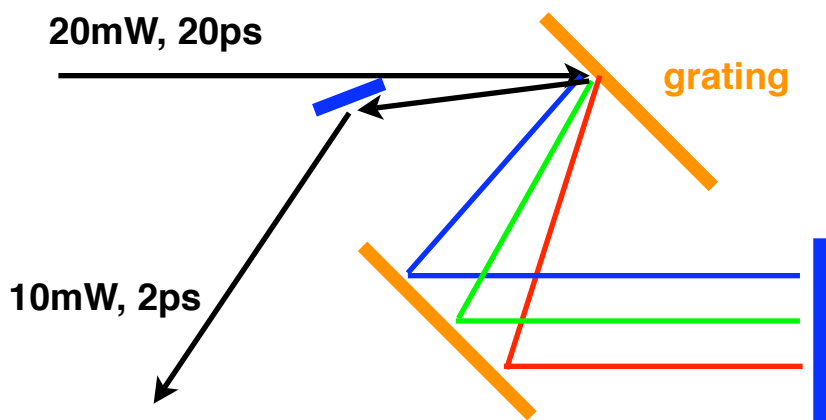
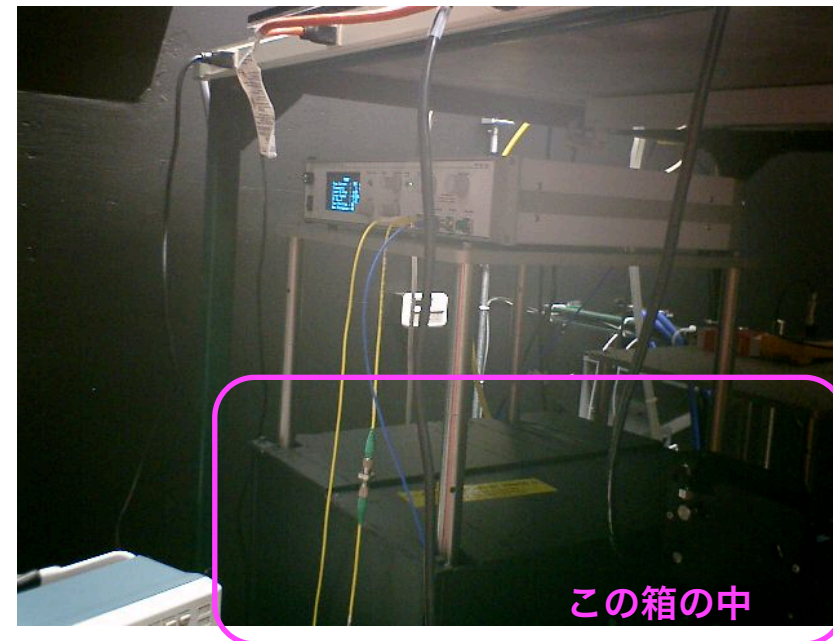
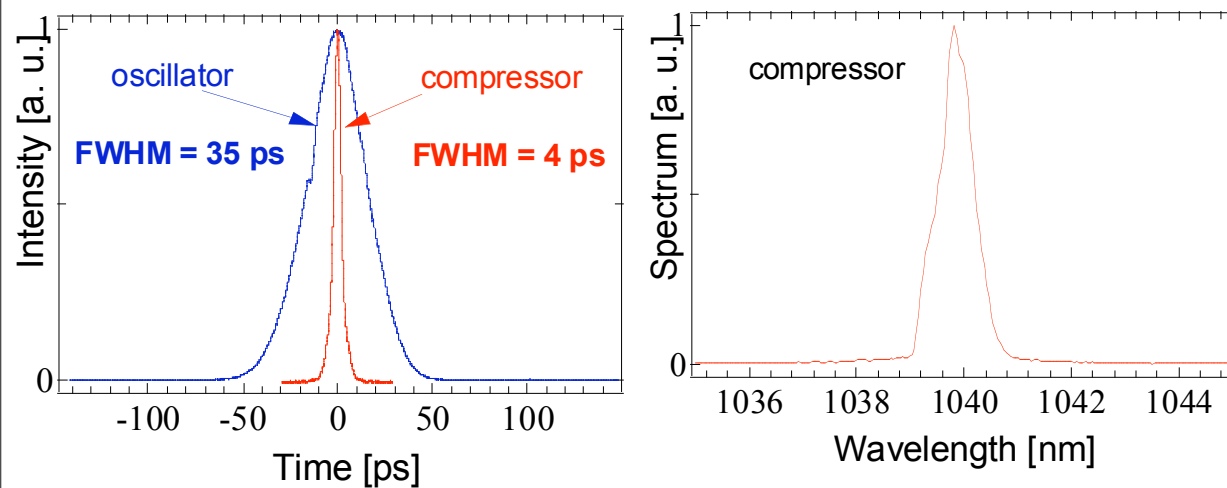
# 発振器の中身

- コーネルの担当者自身は中身の詳細がどうなっているのかは知らない、構成のブロック図はこんな感じだ、と。
- ソリトン領域で動作するファイバーモードロック発振器。
  - 非線形性と分散でパルス波形を決める。
- 基本繰返し(全長に対応)は4MHz。
- harmonic mode locking、330パルスを周回させることで1.3GHzを得る。
- 通常のharmonic mode lockingではパルスが等間隔にならないのが問題だが、変調機を加えて外部から1.3GHzでゲイン変調を加えることで等間隔にできる。
  - 実際に自分たちでharmonic mode lockingを開発していたが、どうしてもこの等間隔問題のせいで10psくらいのジッターがでてしまい、あきらめてメーカーに頼んで、今に至る。
- 全長は1.3GHzのサブハーモニックにぴったり一致していなければならないので、フィードバック制御している。ピエゾでテンションをかけたドラムにファイバーをぐるぐる巻きにしたようなもの。



# パルス圧縮

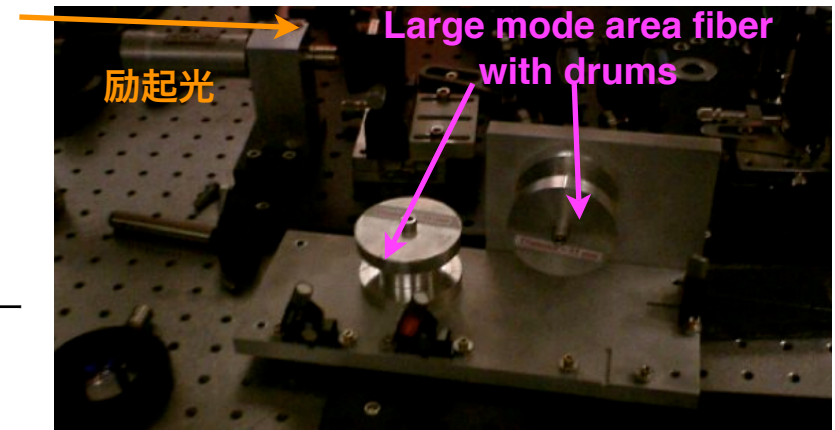
- 発振器のパルス長が20psなので、外付けでつけた。
- レーザー光はチャープしているので、一般的なグレーティングを使った方式で2ps程度に。
- 多少ロスがあるので、20mW→10mWに。



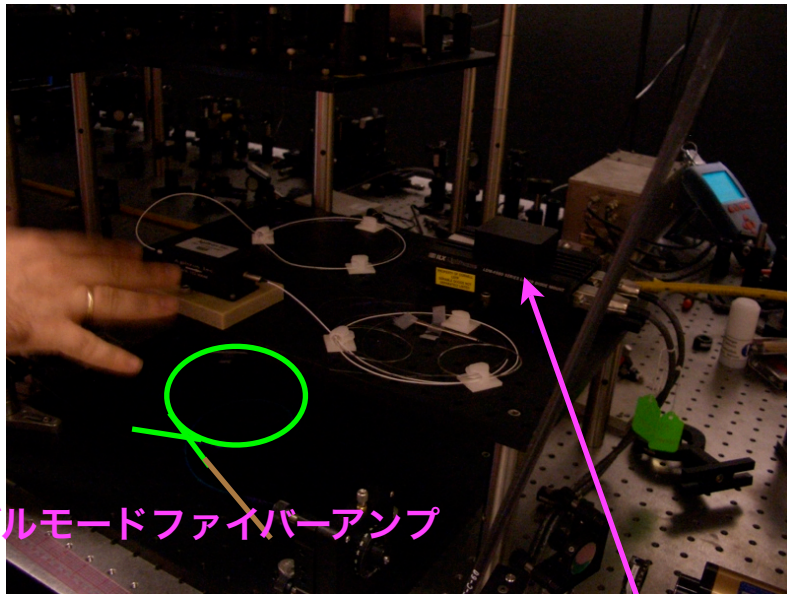
# アンプ

- プリアンプ
  - 10mW -> 150mW
  - シングルモードファイバーアンプ、30cmくらい
- 高出力アンプ
  - 150mW -> 45Wの増幅、励起光は300W。
  - ダブルクラッド、ファイバーアンプ。偏光面保存。
  - 全長3.5mを5cmくらいの円筒に巻き付けて横方向高次モードを減衰。

## 高出力アンプ



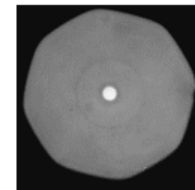
## プリアンプ



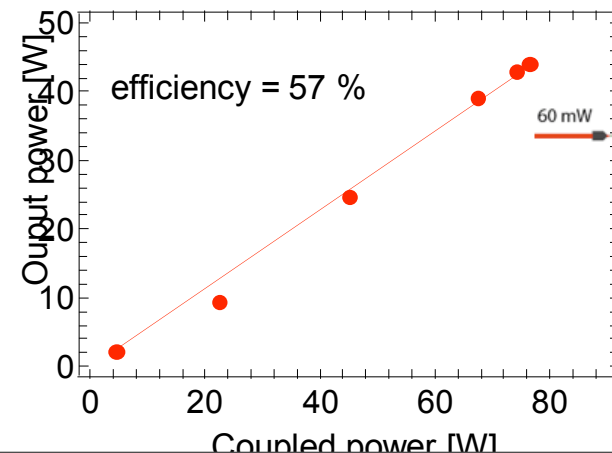
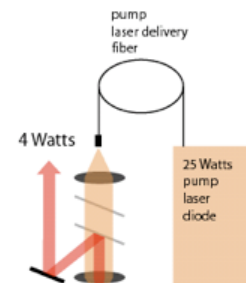
シングルモードファイバーアンプ

励起用ダイオードレーザー

## DC LMA fiber



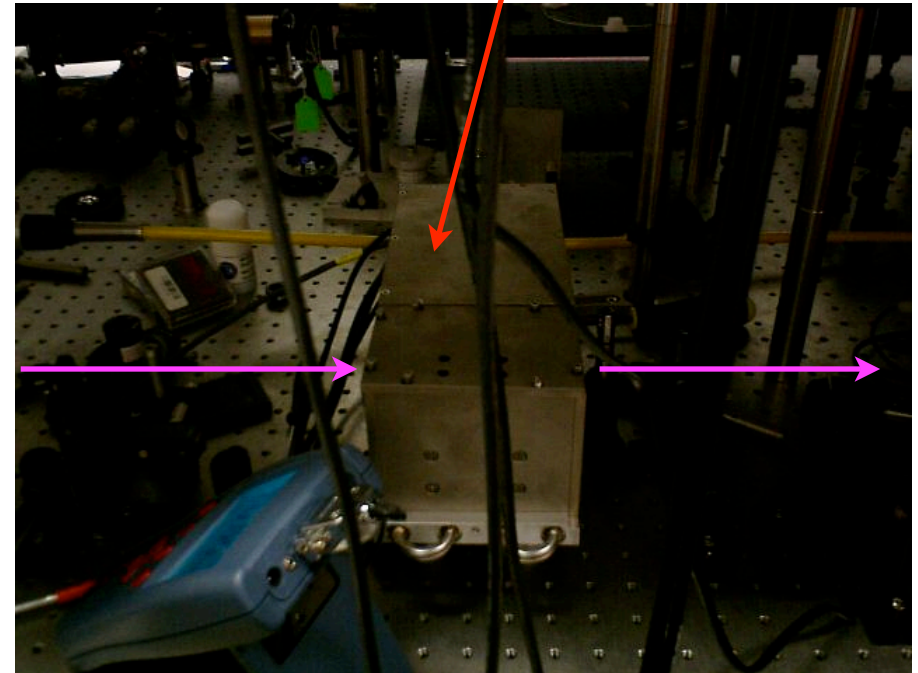
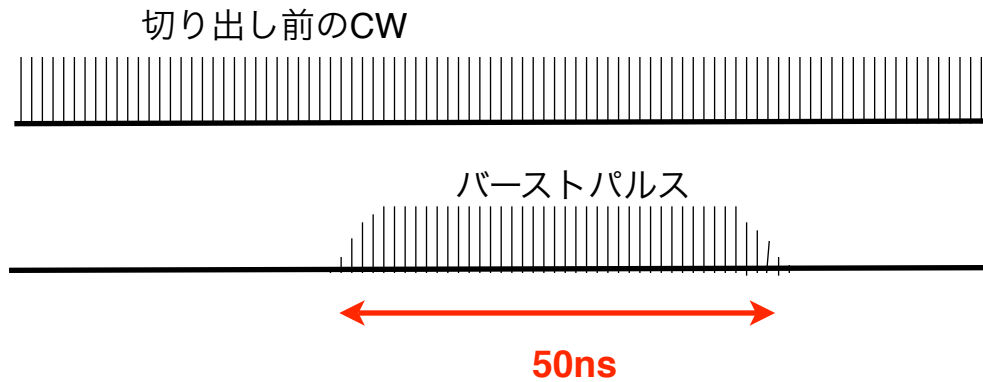
Liekki Yb1200-30/250-PM





# ポッケルスセル

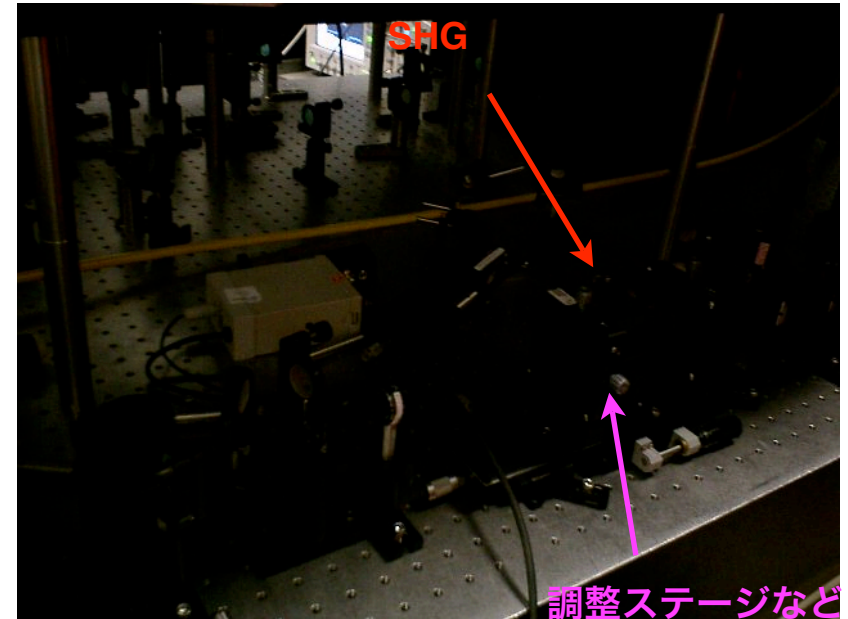
ポッケルスセル



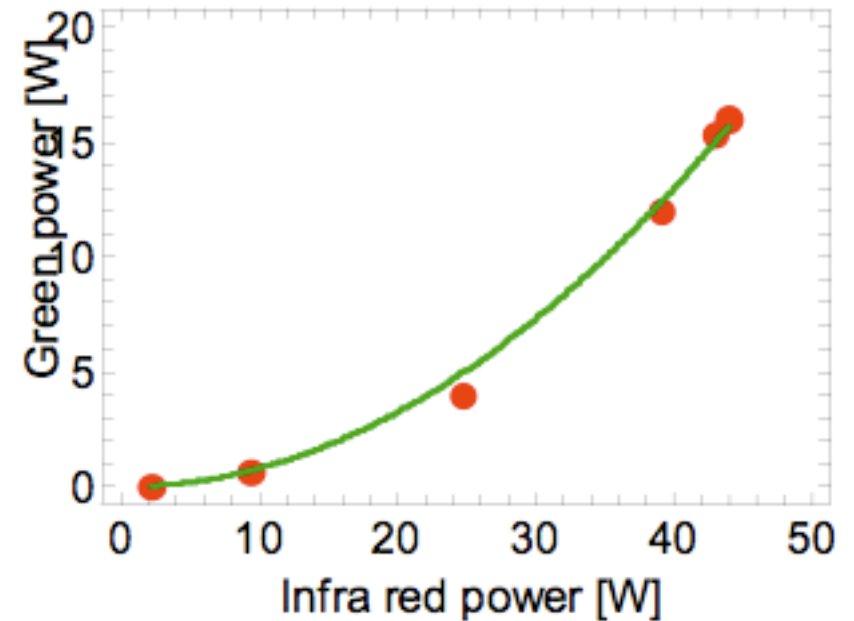
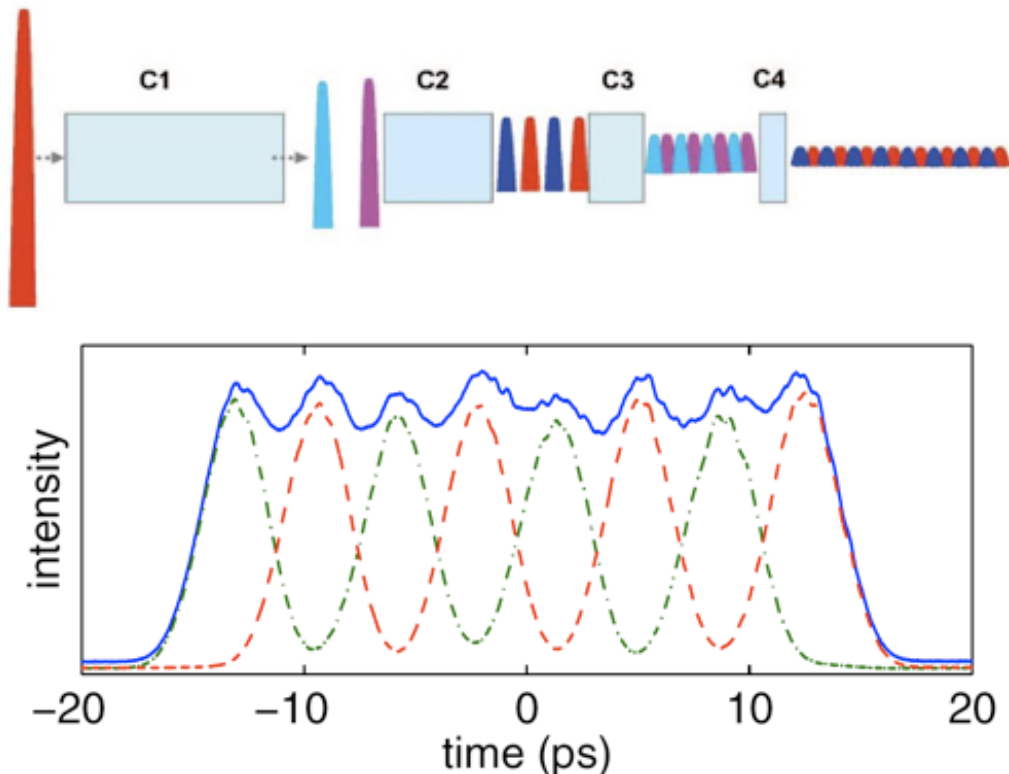
- バンチ電流は高い状態で低電流で運転するときはパルスを切り出して行う。
- ポッケルスセルで50nsくらい(1.3GHzの70バンチ)のバースト状のパルスにし、これをkHzくらいで出している。
- 立ち上がりは5ns、電源の性能。本当はもっと速いのが良い。

# SHGと時間整形

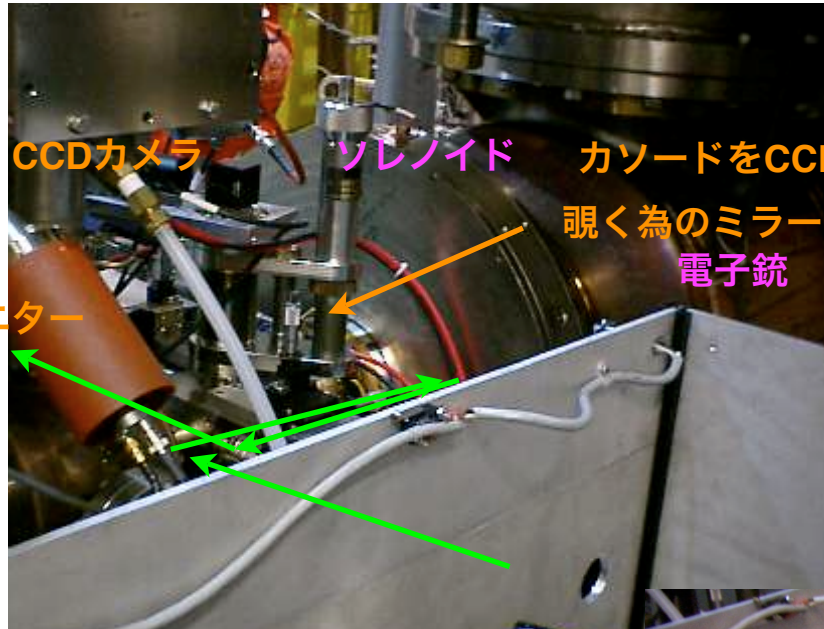
- 結晶はLBO、長さ15mm。
- 40W IR -> 15W green。
- この後、副屈折結晶で時間整形、フラットトップパルスを作るものが入るが、まだ設置されていない。よって、今はビーム運転は2psバンチでやっている。
- 長さを指定したYVO4結晶3つを使ってパルスを偏光で分割、屈折率の違いから時間差をつける。というもの。



写真撮るの失敗



# ビームライン内レーザー輸送

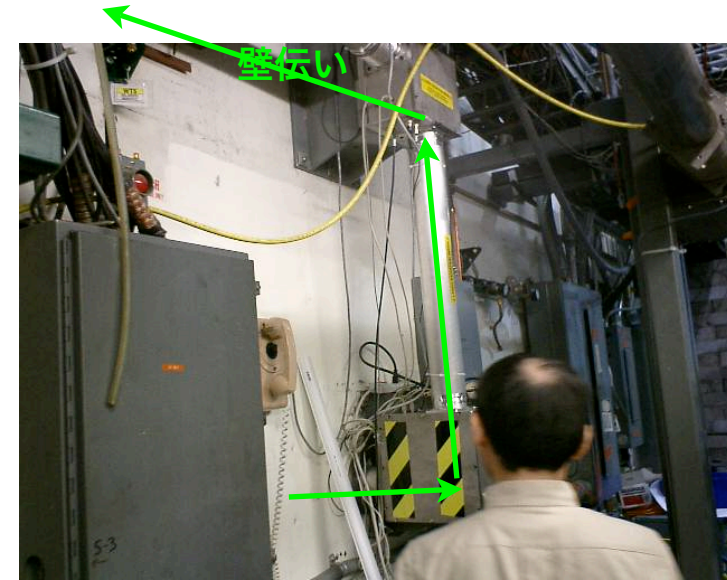


CCDカメラ

ソレノイド

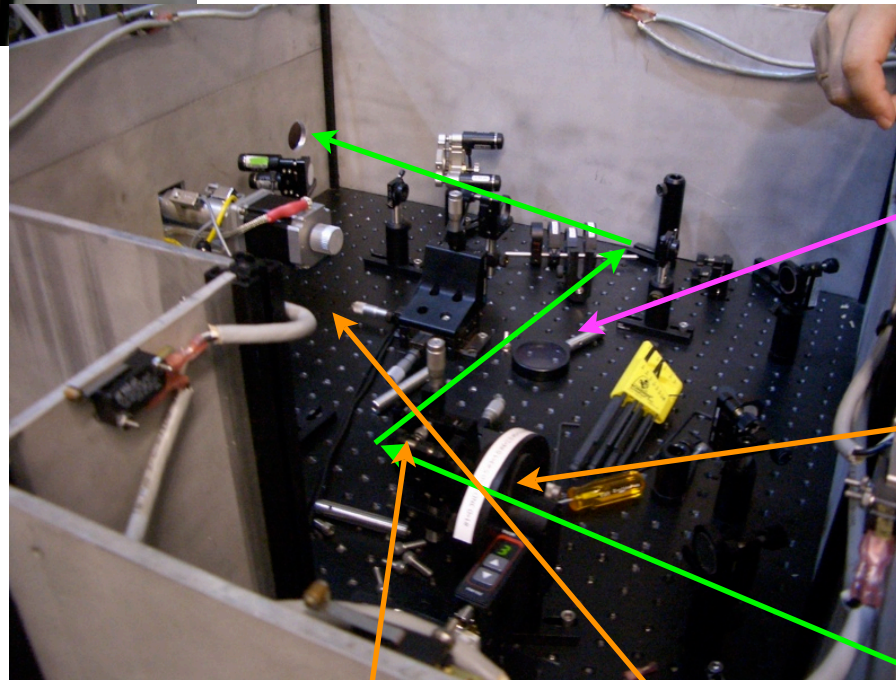
カソードをCCDカメラで  
覗く為のミラーを直線導入  
電子銃

戻り光モニター



壁伝い

- 壁伝いにパイプの中で輸送。途中に1箇所レンズ系があって、径5mmくらいに保つ。
- 電子銃のすぐ脇にレーザーテーブル。光量調整のためのフィルタ、ピンホール、空間整形してフラットトップにする市販のレンズシステムがくる。
- ピンホールの像がカソードに移る設計
- カソードへのアライメントはCCDカメラでカソード表面を見て行う。



空間整形  
(not installed)

NDフィルタ

ピンホール

レーザーを分割してカソードと同等の位置に  
CCDカメラを置く(not installed)

# ビームライン

- モニター関係がまだほとんど立ち上がっていない。スクリーンのみ。
- 今のところ、なんとかビームを通しました、という程度。空洞後のスクリーンで見るとビームの形はぐちゃぐちゃ。まだ理解出来ないでいる。
- 電子銃は250kVで運転。空洞後のビームエネルギーは4~5MeV。
- 測定装置の立ち上げ、まともな形のビームにする、ことが当面の目標。

# L0ビームライン

CLEO検出器(解体作業、ILCウィグラー設置作業中)

2Fにクライストロン

制御ラック

高出力ダンプ(not installed)

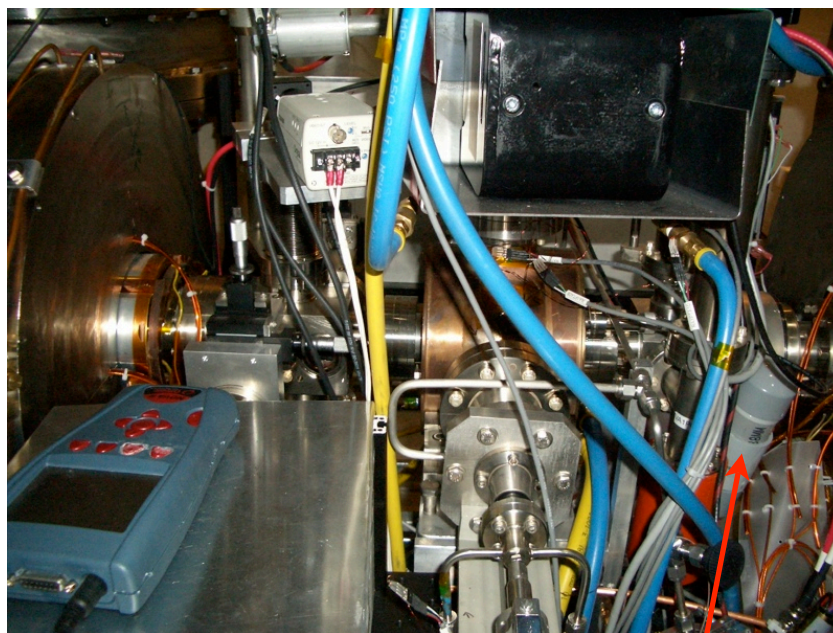
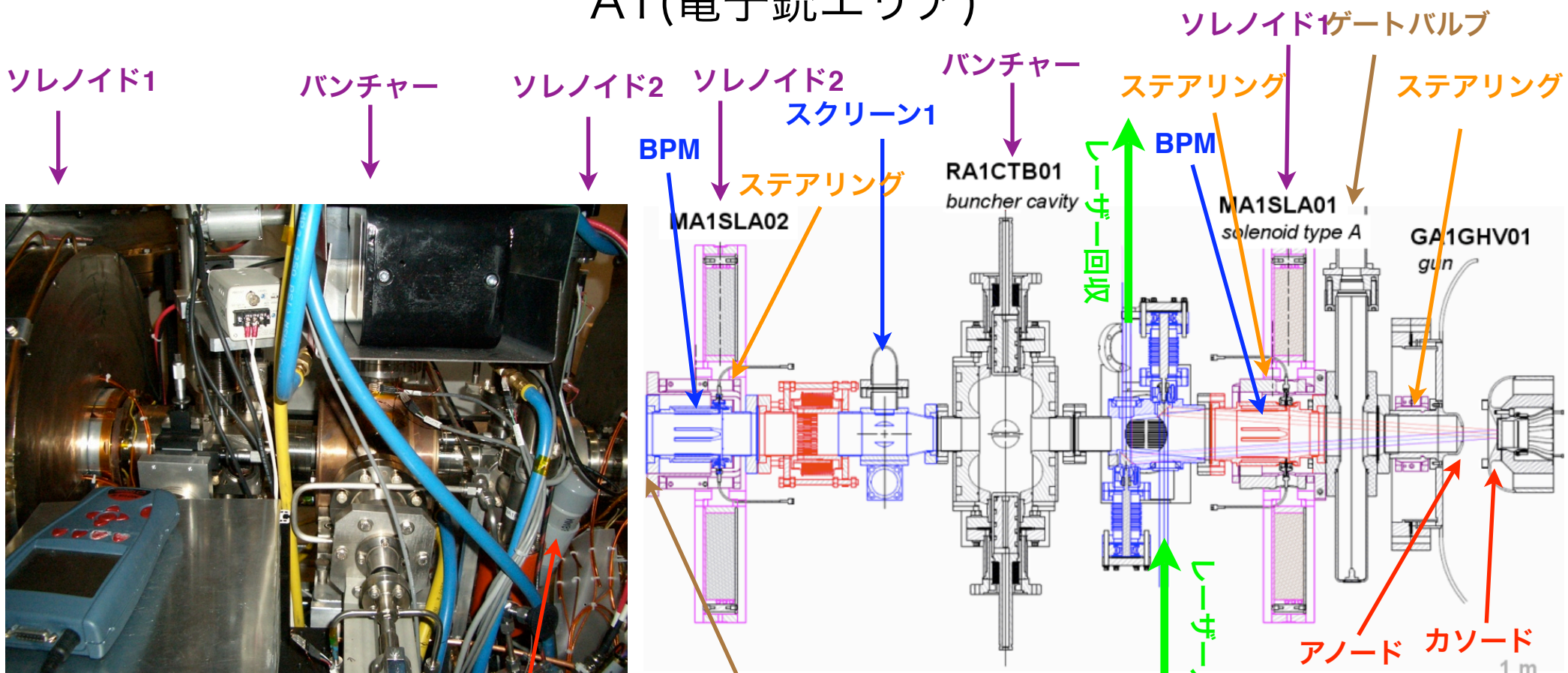
レーザー部屋

サーロトコン  
ーム

1m

- A1(電子銃)、A2(超伝導空洞)、A3(マッチング)、A4(診断)、A5(高出力ダンプ)
- B1(マージャテスト)、低出力ダンプ
- C1(シケイン)、C2(ダンプへ)、低出力ダンプ

# A1(電子銃エリア)



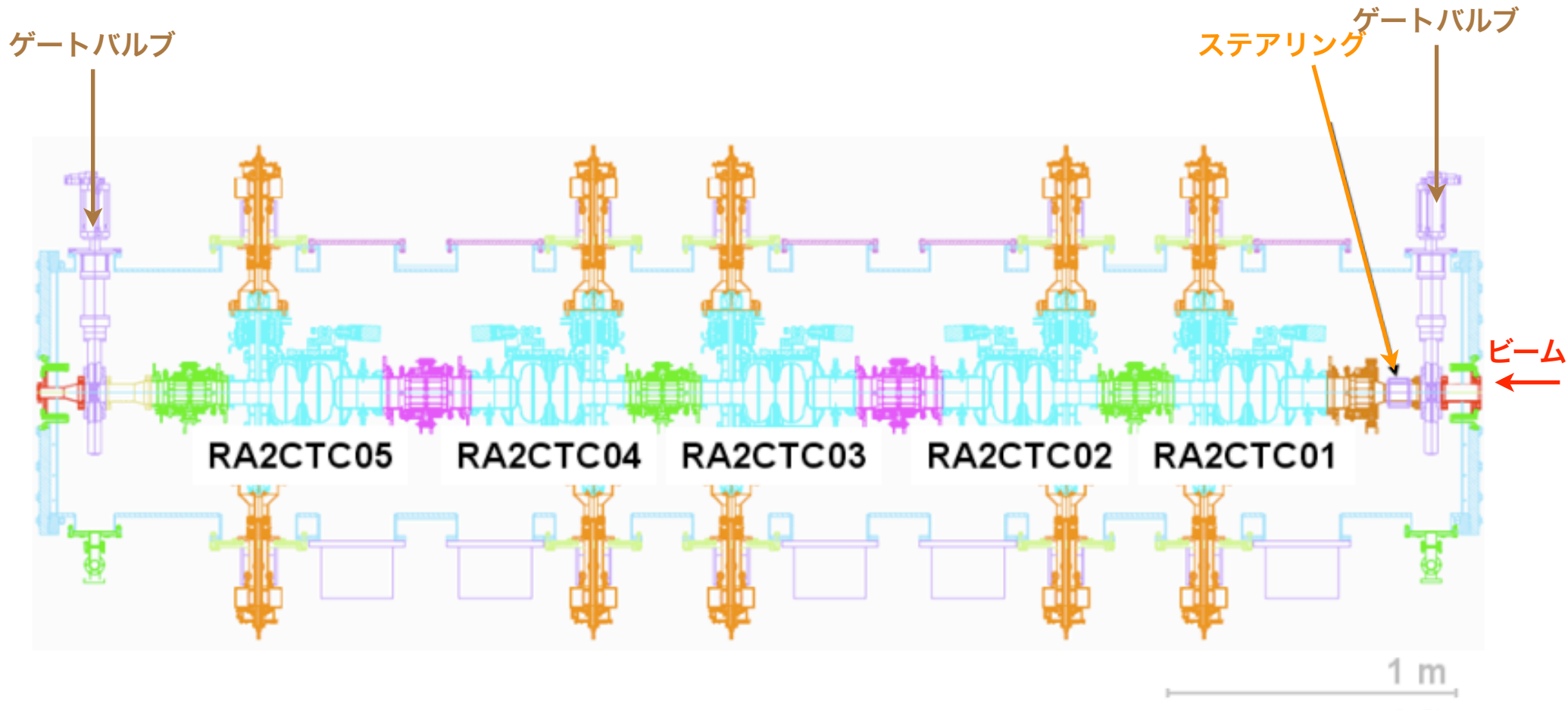
写真は左右反対

**PMT(ロスモニター)**

クライオモジュール接続  
(GVはモジュールの中)

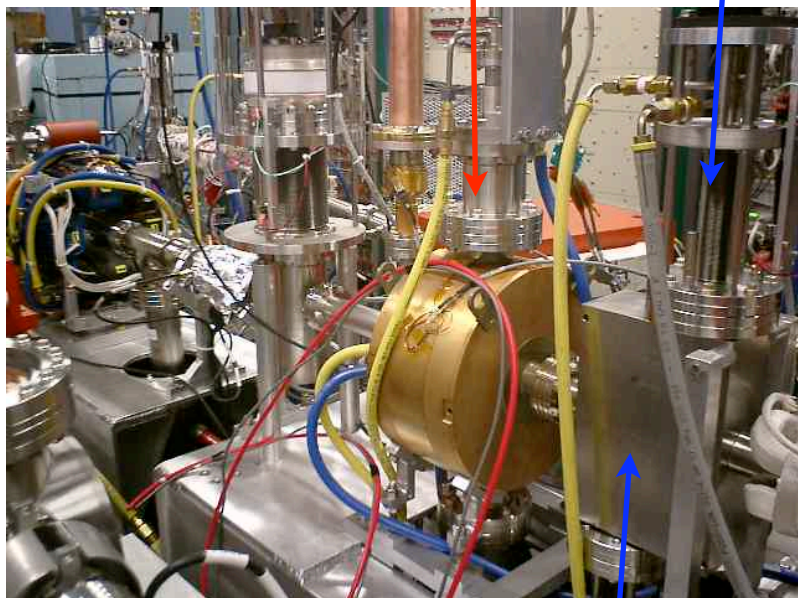
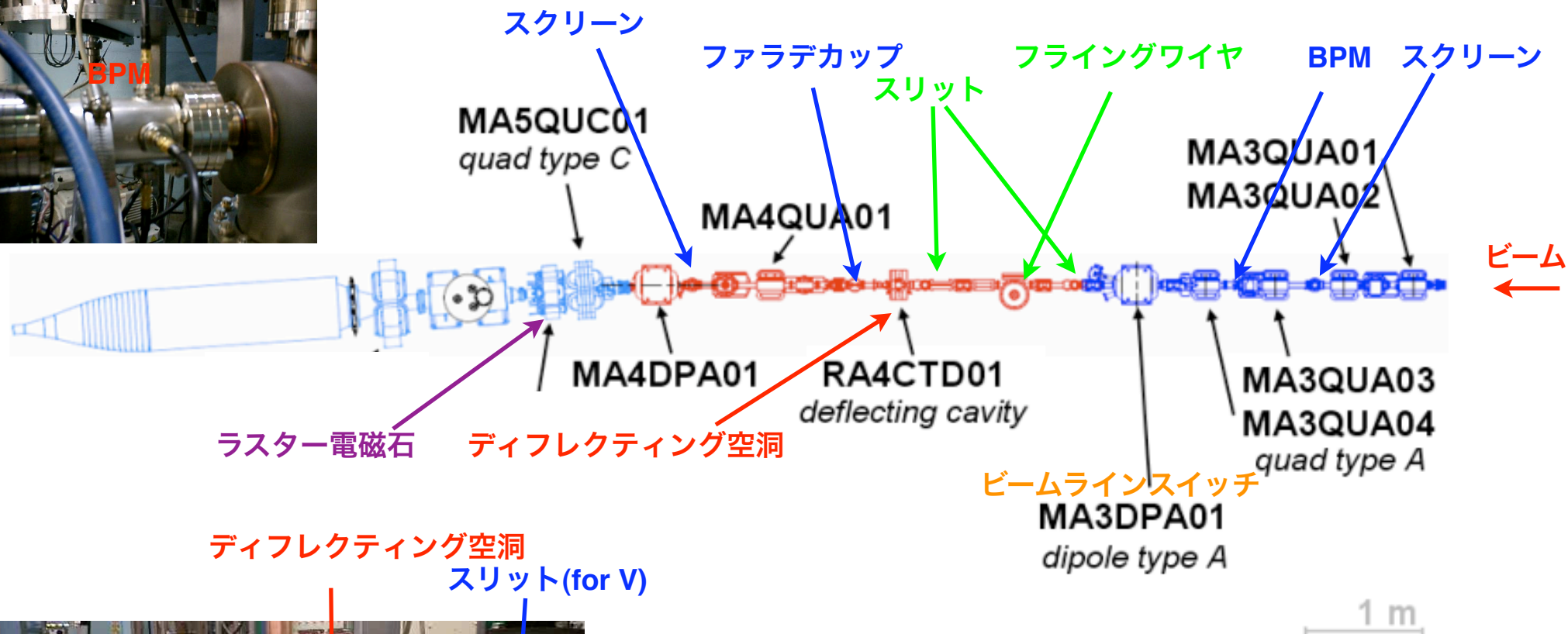
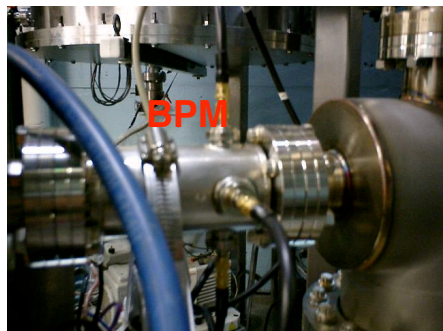
- カソード上のレーザー直径は通常2mm。アパチャーで切ったものがカソードに投影される。
- 電子銃のフランジは特別に奥まった形をしていて、アノードは機械加工の精度でそこに固定されている。
- ソレノイドの中にストリップラインBPMとステアリングが入っている。BPMはまだちゃんと動作していない。
- スクリーン1ではレーザーのアパチャーに対応するイメージが見える。常に濃淡に動きが見られ、レーザーのポインティング安定度は1mmくらいと思われる。
- ソレノイド1を振って、スクリーン1での動かないように最初のステアリングを調整。ソレノイド2への調整は不可能。
- バンチャーはカップラーにマルチパクターリングの問題あり、今は使っていないようだ。
- PMTにCsIを付けたロスモニターやGM管で放射線を見ている。

## A2(超伝導空洞エリア)



- 空洞のアライメント精度は1mm以下と言っている。
- 空洞のHOMを測定する電極はあるが、それを利用したビーム位置モニターは、まだ動いていない。
- このエリアにモニター出来る物が全くないので、ビーム軌道を調整出来ないでいる。
- 空洞を一つずつオンにして真ん中を調べる、というのをやりたくても次のエリアのスクリーンにイメージが見えない。全ての空洞をオンにするとそれぞれ収束力があるので簡単にはいかないようだ。
- 電子銃エリアのソレノイド2の中心を通っているか、も分からない。

# A3-A4-A5(計測系と高出力ダンプ)

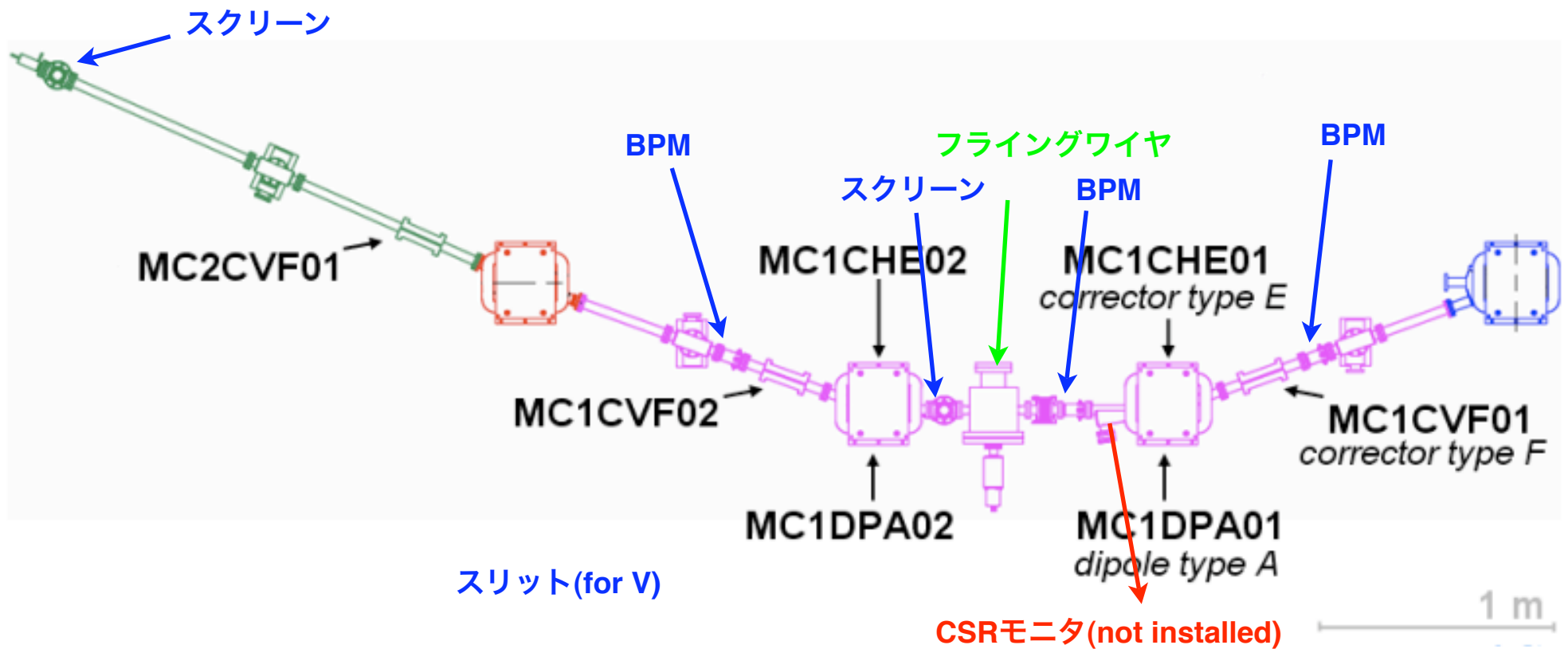


- スリット、固定式、スキャンはしない、ビームを振る。2重ベローズタイプでないので精度が出ないのと思う。
- ディフレクティング空洞、1.3GHz、円筒TM110モード。
- フライングワイヤ、10um?カーボン、まだ使った事は無い。
- BPM、1.3GHzの $\lambda/4$ の長さのストリプライン。各電極を1.3GHz $\rightarrow$ 12.5MHzにdown mixし50MHzでサンプリング。
- ファラデカップもまだ動いていない。
- ラスター電磁石、6極を順番に励磁してビームをぐるぐる回し、ダンプの壁全体に当てるもの。

スリット (for H)



# C1-C2(シケインライン)



- ビームエネルギーを測定できるライン。空洞の位相調整はこのスクリーンでのビームの動きを見ながら行う。
- エネルギー測定ラインは重要そう。