



international linear collider

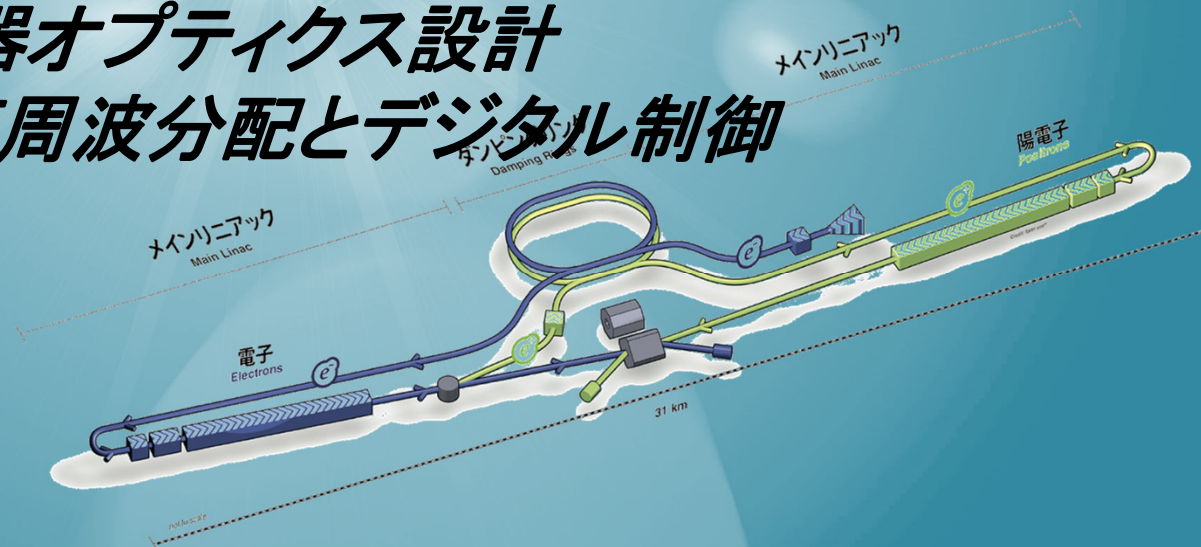


ILCに向けたSTF超伝導加速器の開発

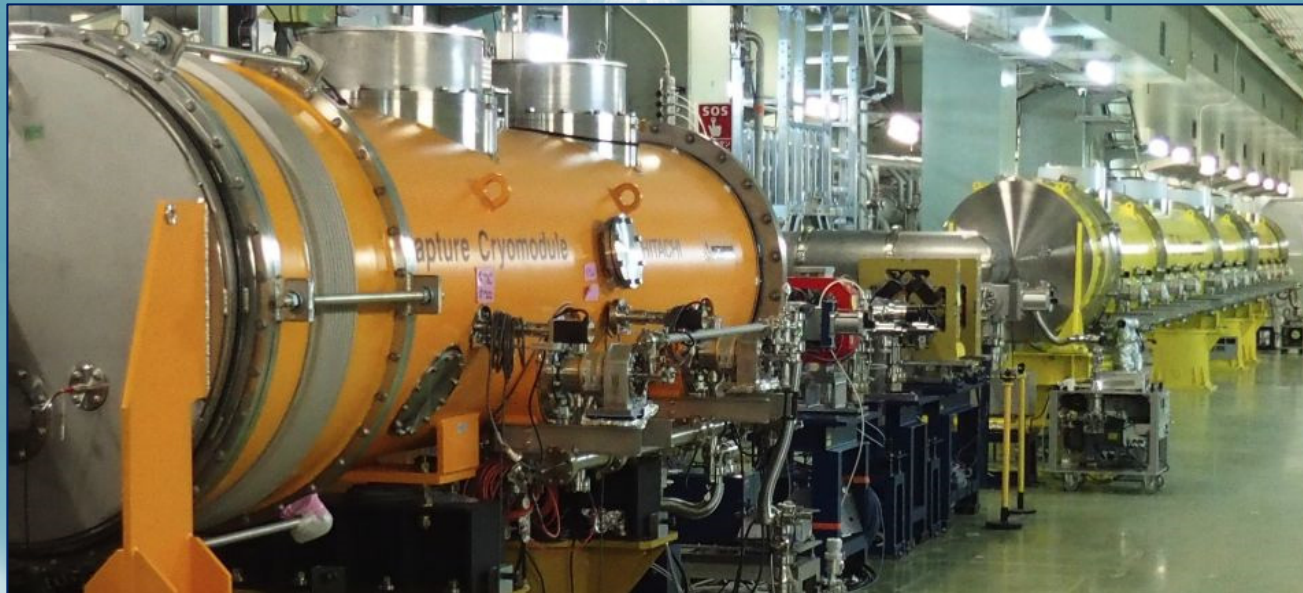
高エネルギー加速器研究機構
早野仁司、STFグループ

内容

1. STF超伝導加速器
2. クライオモジュールにおける開発中の技術
 - (a) 伝導冷却超伝導Q マグネット
 - (b) 空洞型BPM
 - (c) ワイヤ位置モニター
3. STF加速器オプティクス設計
4. 大電力高周波分配とデジタル制御
5. まとめ



STF超伝導加速器



「量子ビーム」により入射部を建設、運転

STF 加速器 入射部は2012年2月に完成

High-flux X-ray generation by inverse Compton scattering
10mA electron beam (40MeV, 1 m s , 5 H z)
Laser accumulator by 4 mirror resonator
head-on collision of beam and laser

Target flux: 1.3×10^{10} photons/sec 1%bandwidth



Photocathode RF gun

Capture cryomodule

Collision point

コンプトンX線生成実験が2012年3月から
2013年3月まで行われた。

その運転開始状況、X線生成実験結果は、
2012年と2013年年会において口頭発表で報告された。

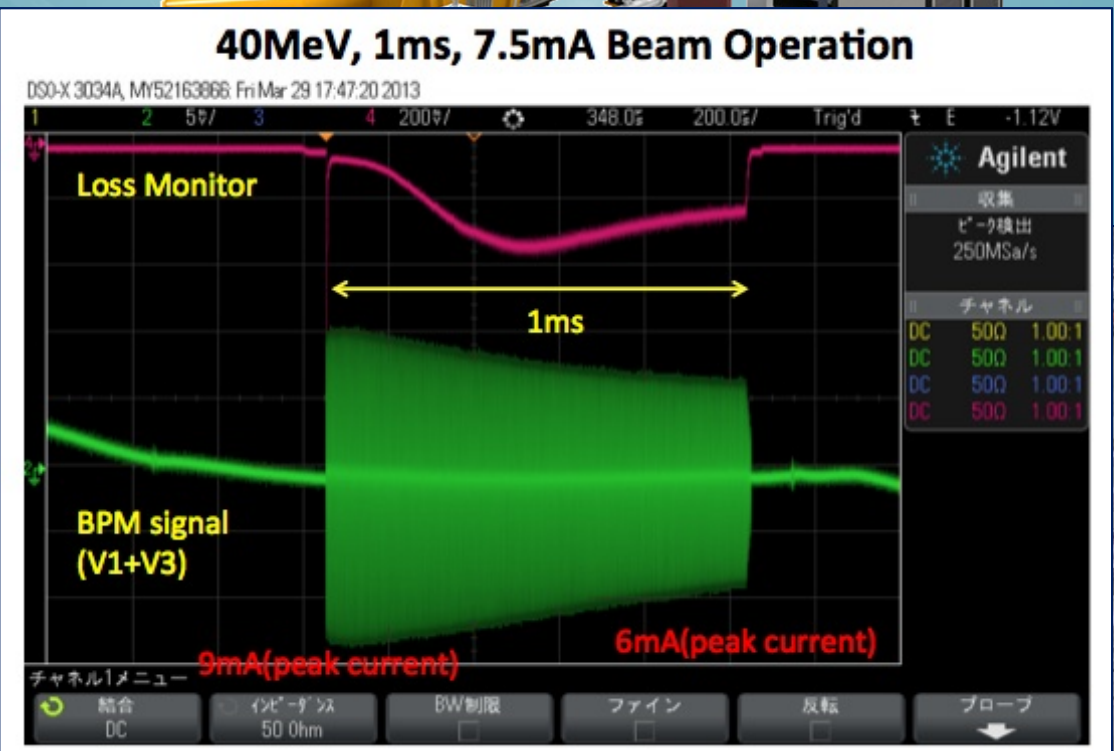
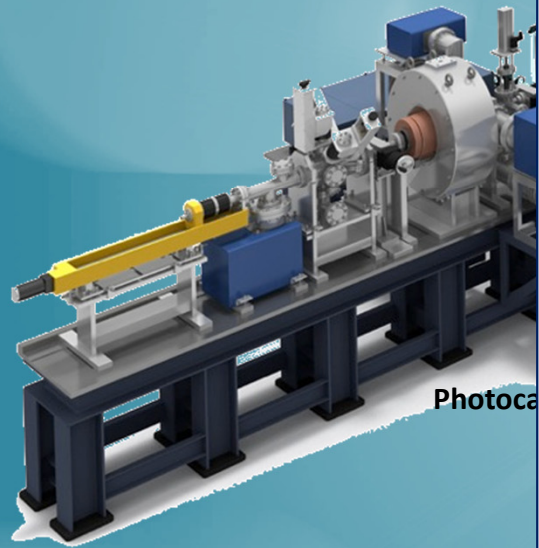


STF 加速器 入射部

「量子ビーム」により入射部を建設、運転

STF 加速器 入射部は2012年2月に完成

High-flux X-ray generation by inverse Compton scattering
10mA electron beam (40MeV, 1 m s , 5 H z)
Laser accumulator by 4 mirror resonator
head-on collision of beam and laser
Target flux: 1.3×10^{10} photons/sec



コンプトンX線生成実験が
2013年3月まで行われた。

その運転開始状況、X線生成実験結果は、
2012年と2013年年会において口頭発表で報告された。



STF 加速器 計画図

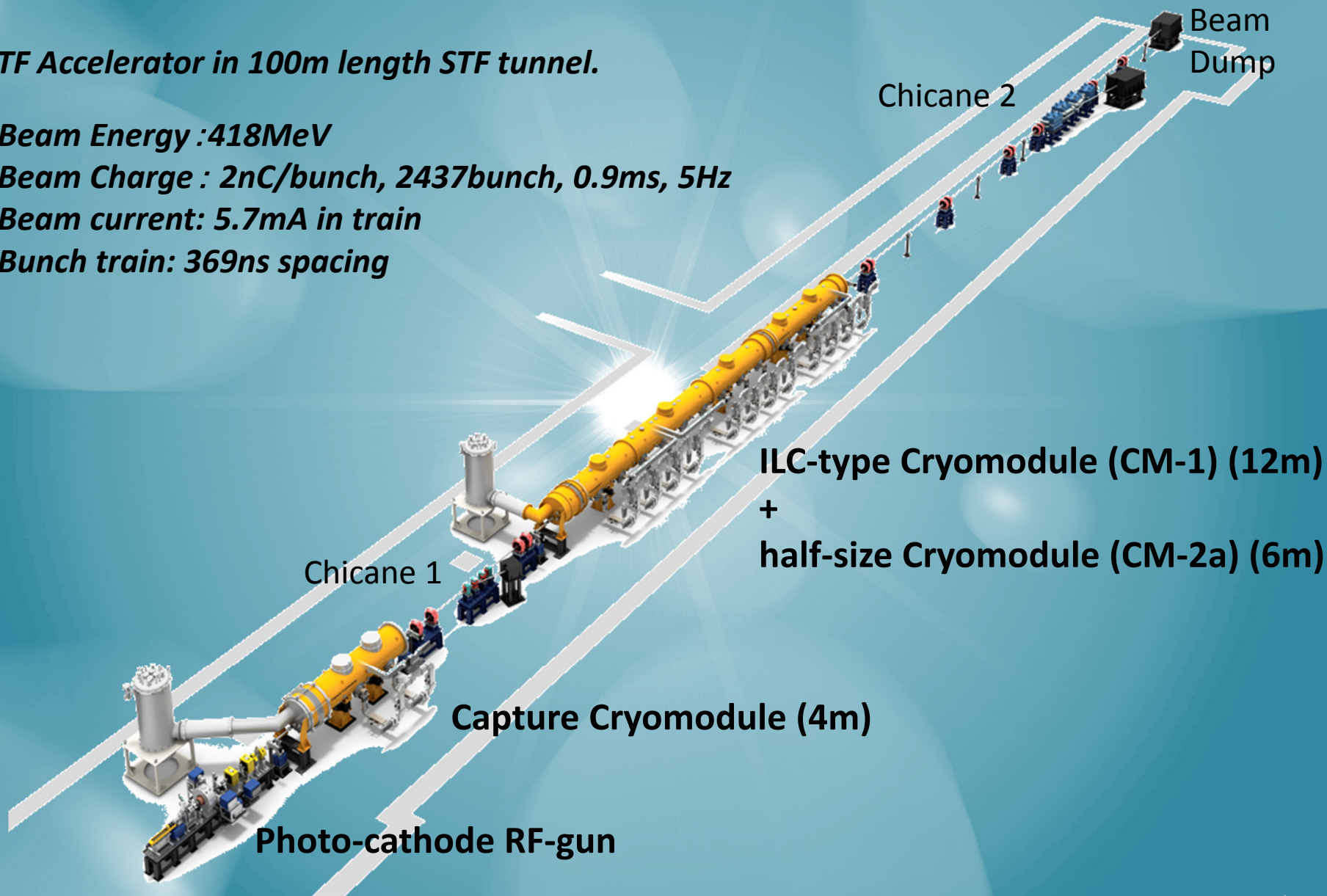
STF Accelerator in 100m length STF tunnel.

Beam Energy : 418MeV

Beam Charge : 2nC/bunch, 2437bunch, 0.9ms, 5Hz

Beam current: 5.7mA in train

Bunch train: 369ns spacing



**ILC-type Cryomodule (CM-1) (12m)
+
half-size Cryomodule (CM-2a) (6m)**

Chicane 1

Capture Cryomodule (4m)

Photo-cathode RF-gun

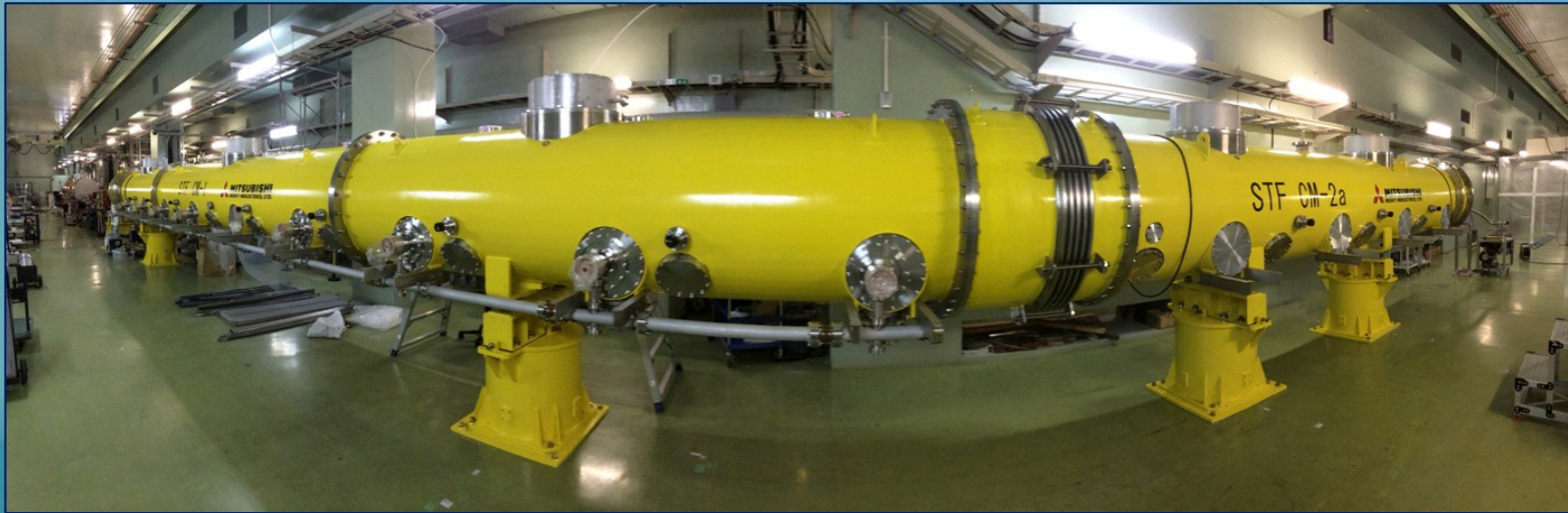
Chicane 2

Beam
Dump

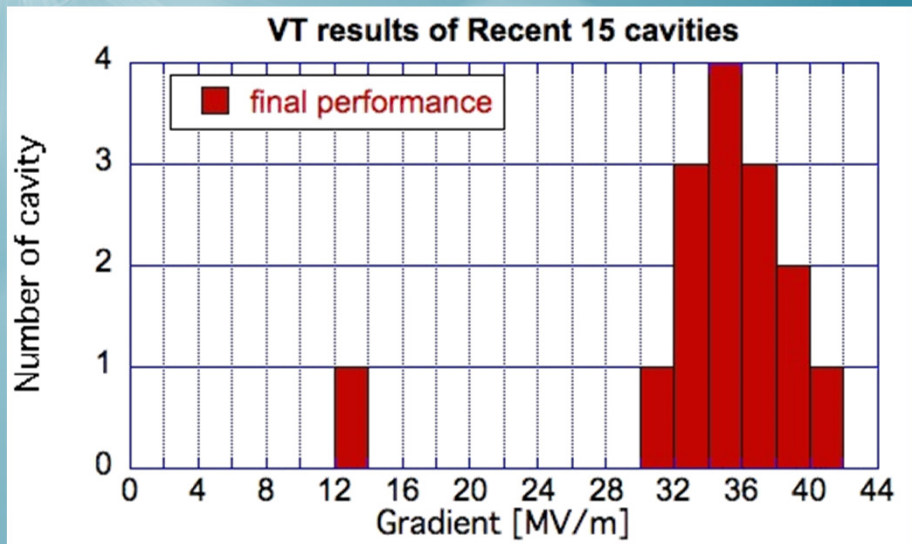
クライオモジュールにおける開発中の技術

クライオモジュール CM-1+CM-2a (18m長) の完成

合計12台の超伝導加速空洞の入ったモジュール組立が2014年7月に完了している。



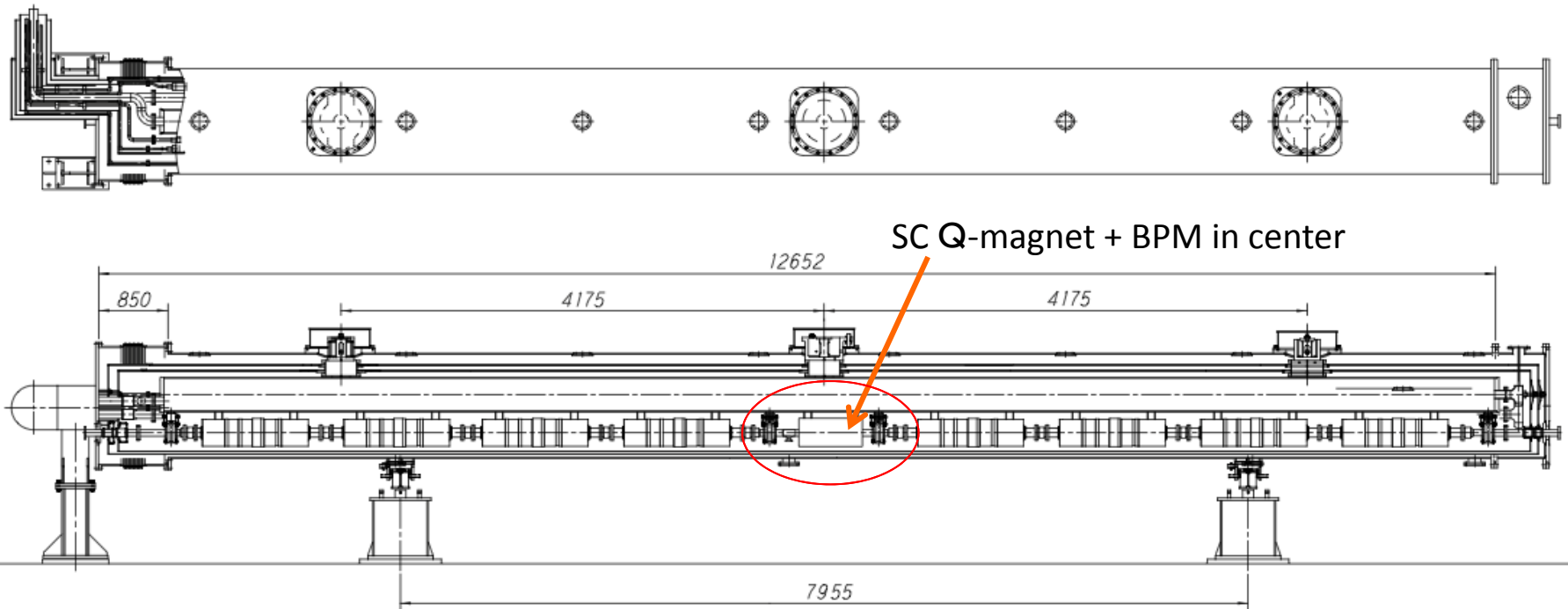
トンネル内で完成したCM-1を所定の位置に移動・設置。
地上部設備で組み立てた4空洞モジュールCM-2aを地下に降ろし、CM-1に連結。
ヘリウム冷凍機コールドボックスと連結。
カップラー室温部を取付け、両端ビームパイプ部を取付けて、完成。



内包する空洞の加速電界性能

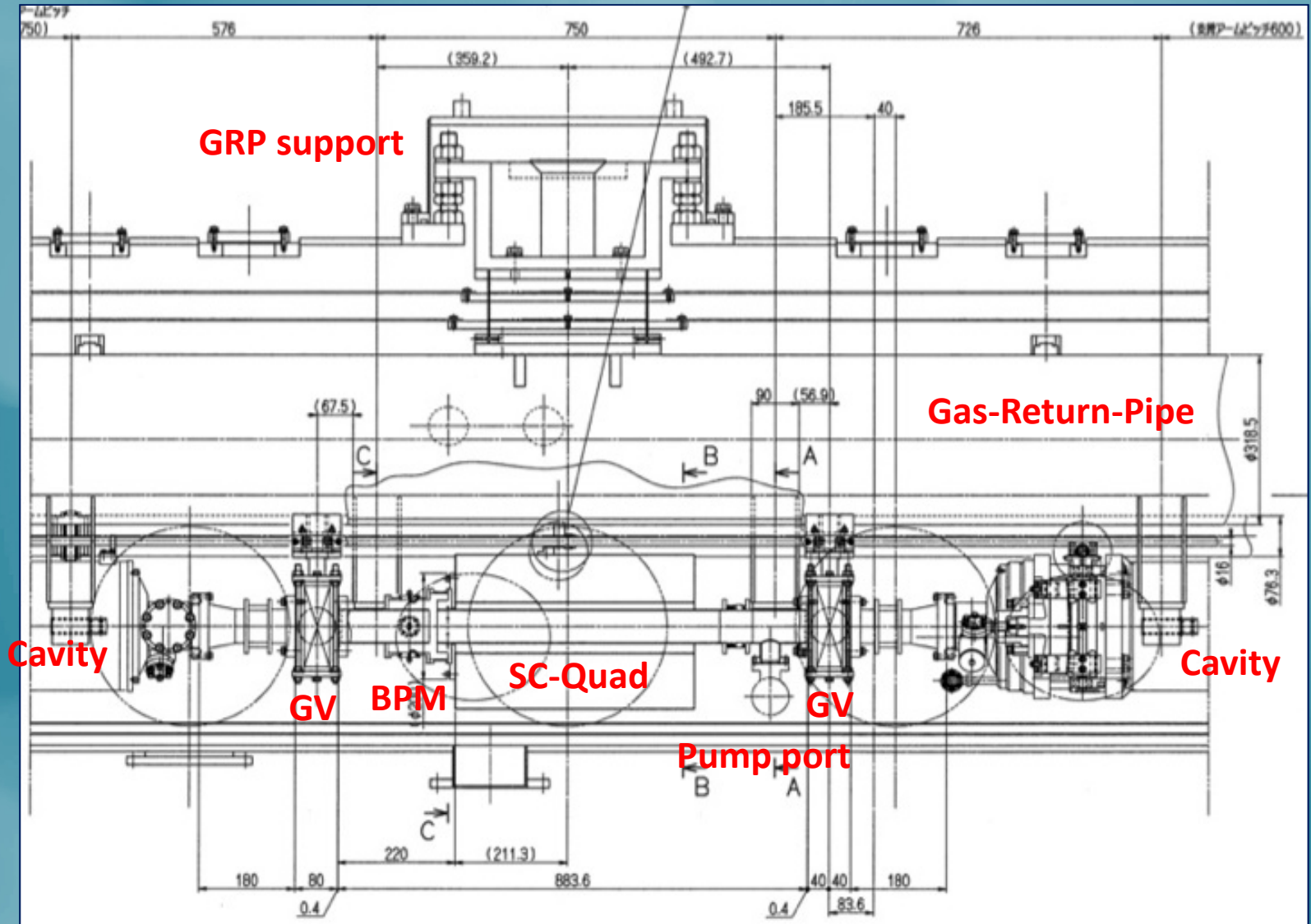
STF 加速器のクライオモジュール

*CM-1: 13m 8 cavities + SC Q-magnet · BPM
First ILC-type Cryomodule in the world (magnet in the center)*

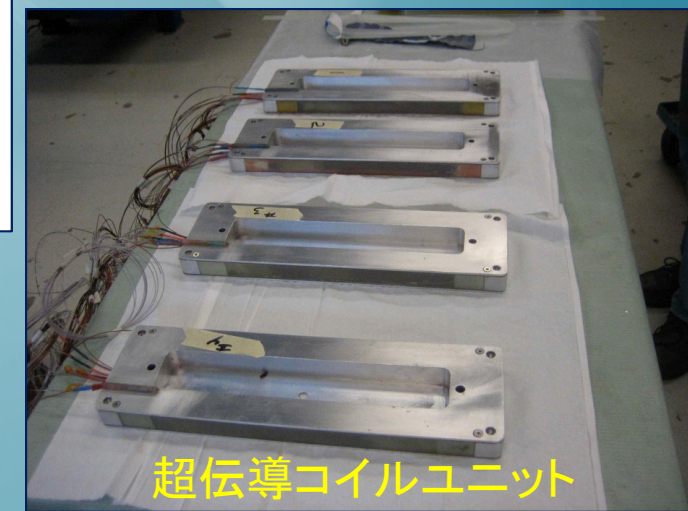
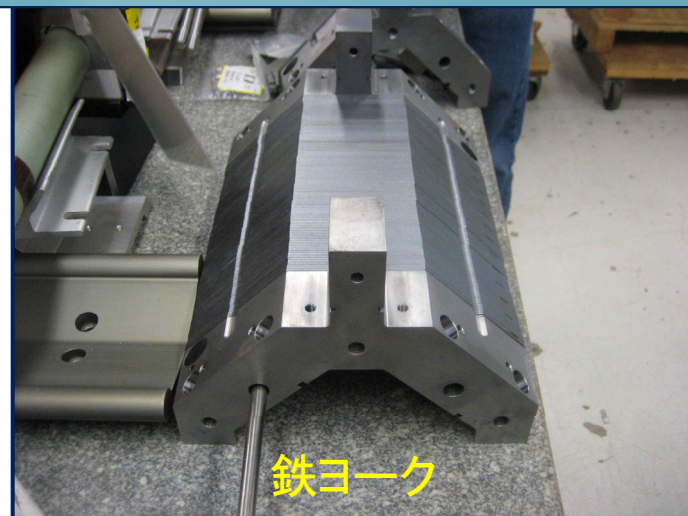
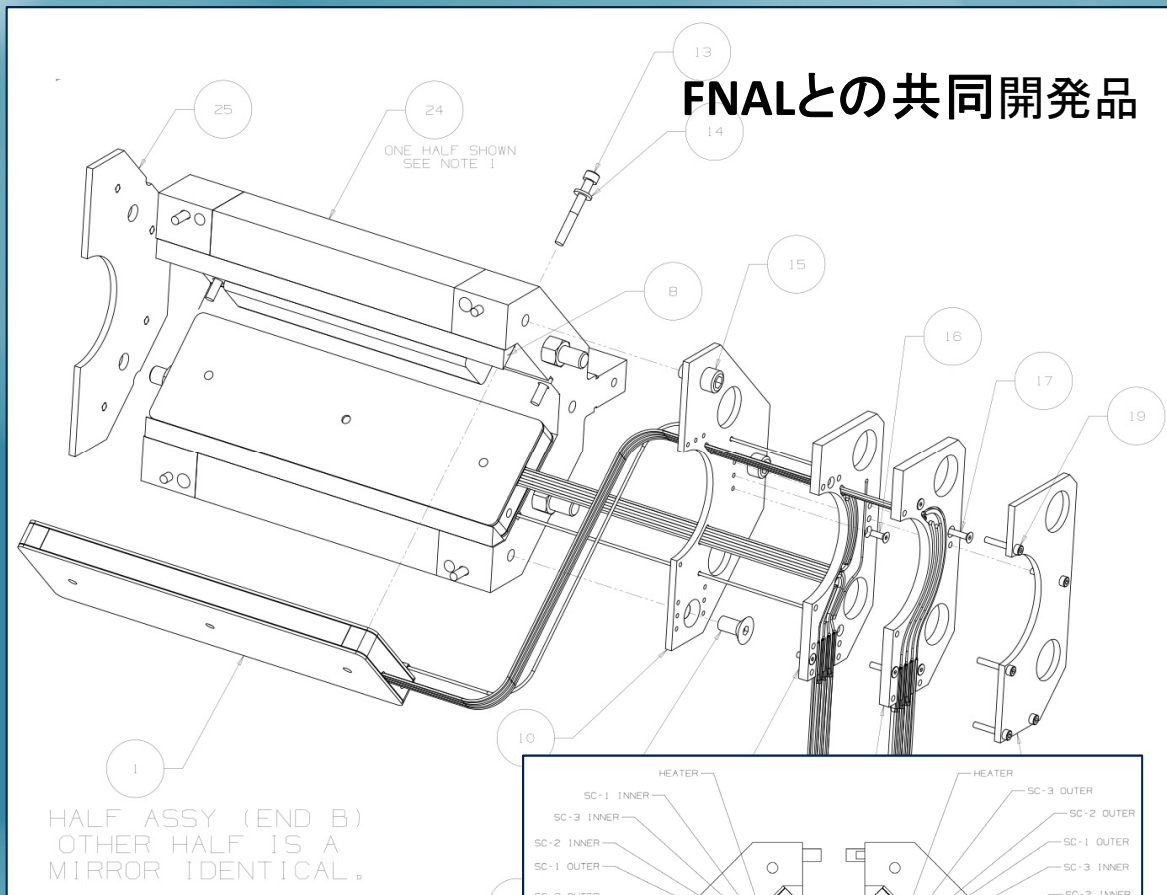


*Study Item: effect on cavity gradient degradation,
conduction-cooled splitable superconducting Q-magnet
Beam position monitor,
alignment preservation,
heat load, etc.*

クライオモジュール 中央部



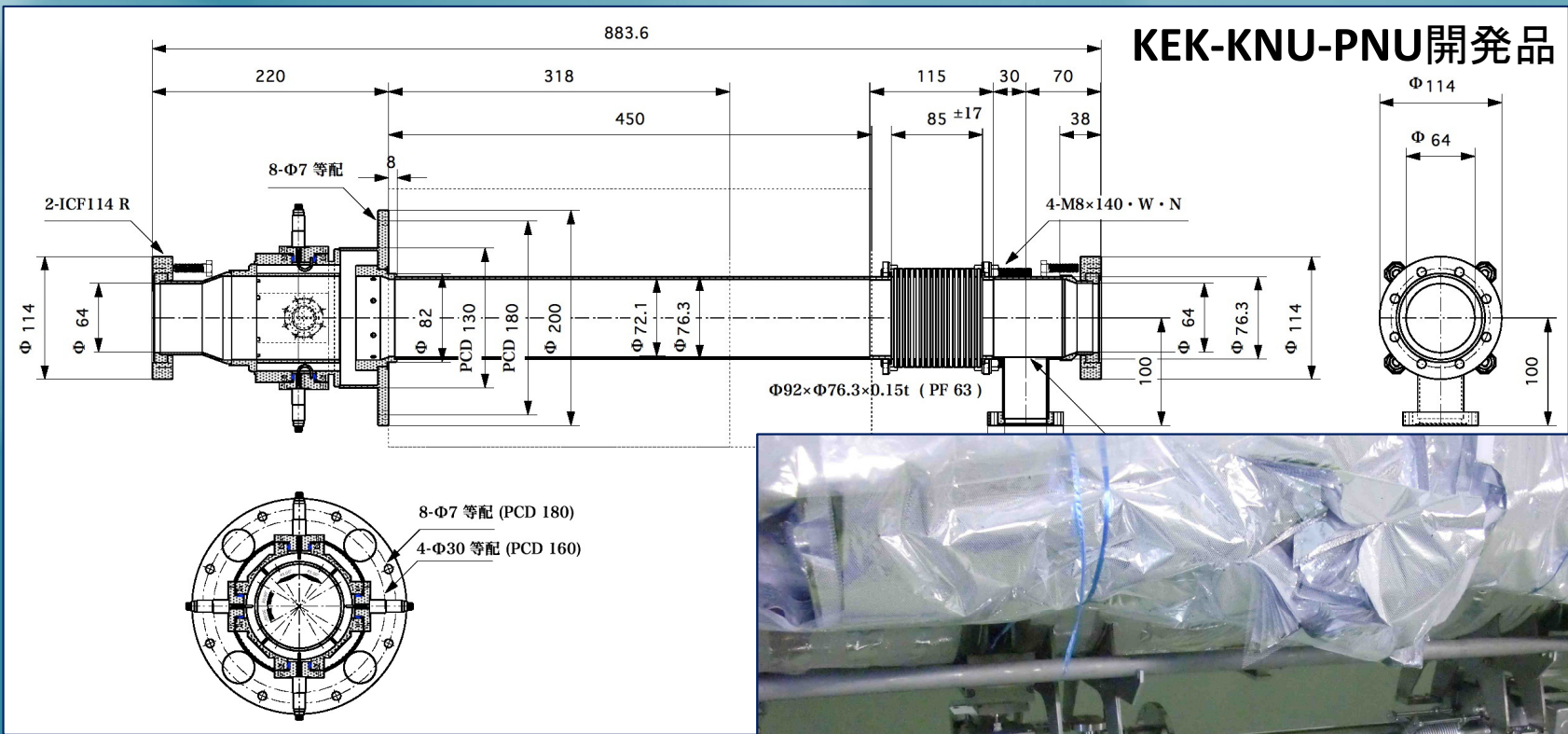
伝導冷却 分割可能超伝導4極マグネット



冷却回路の単純化、
組込の単純化、
重量物組立を
クリーンルーム外で

分割可能

空洞型ビーム位置モニター :BPM

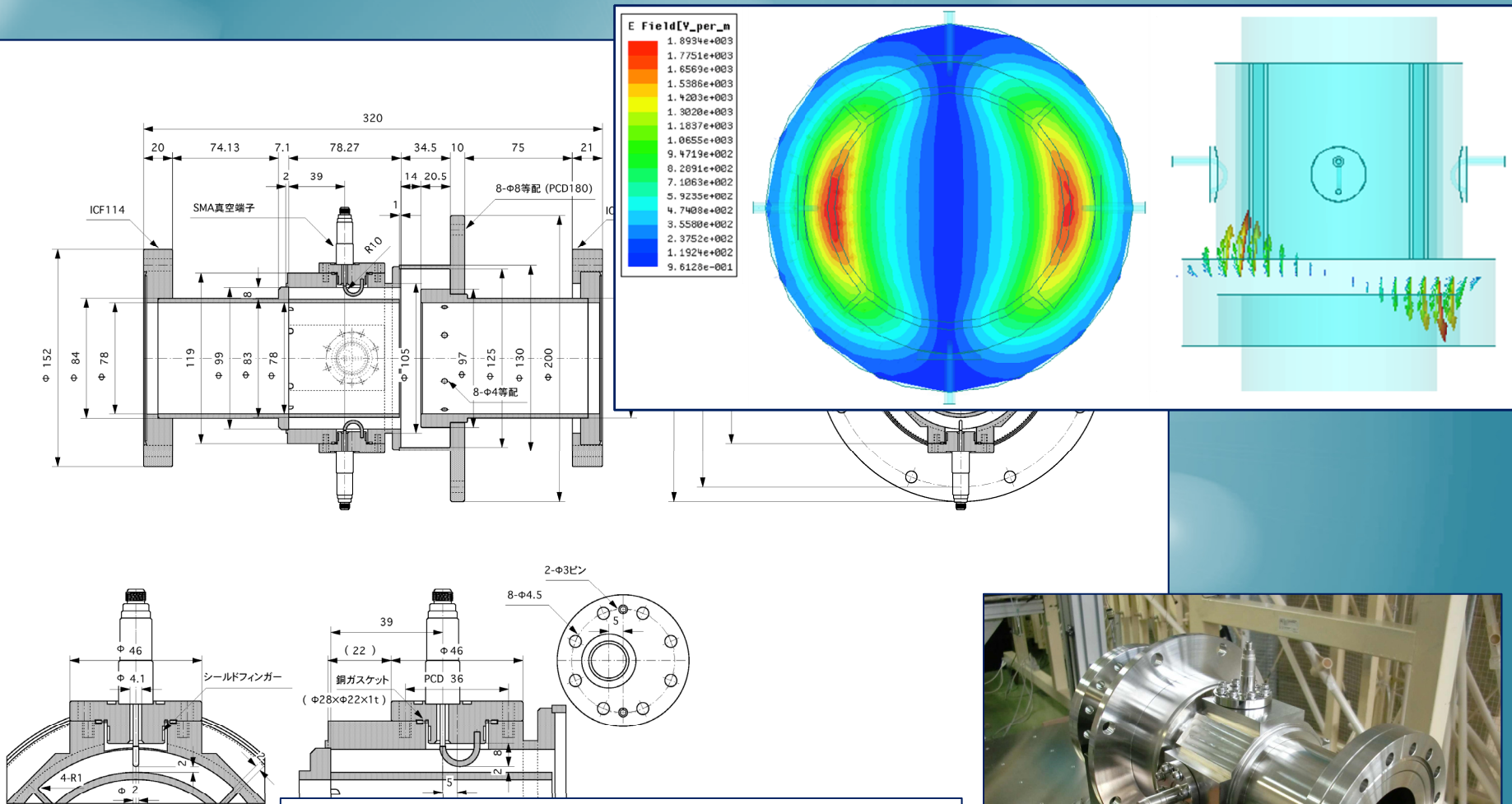


両側の空洞側ゲート弁の間に
このBPMチェンバーを取付ける。

高潔度局所クリーンルームを使用



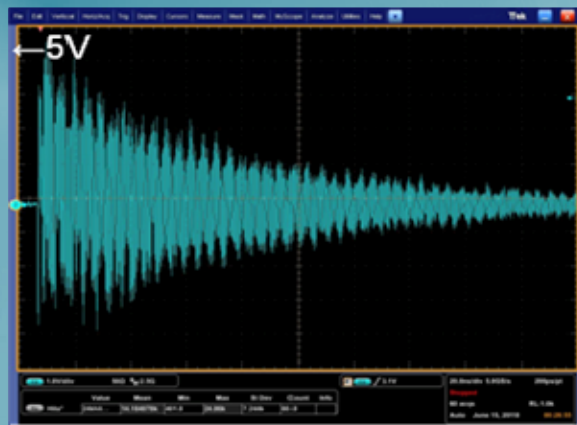
空洞型ビーム位置モニター :BPM



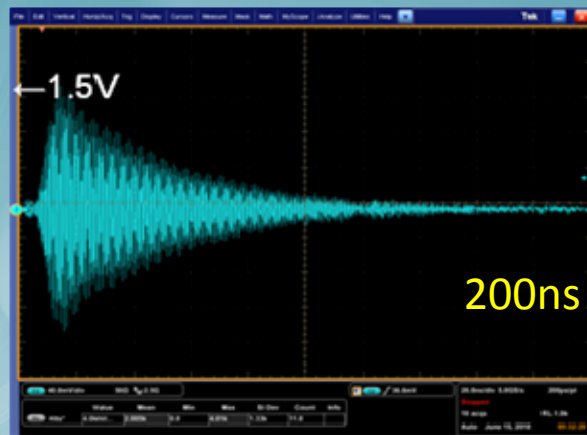
Re-entrant Cavity : $f=2.04\text{GHz}$
With coupling waveguide
QL ~ 300



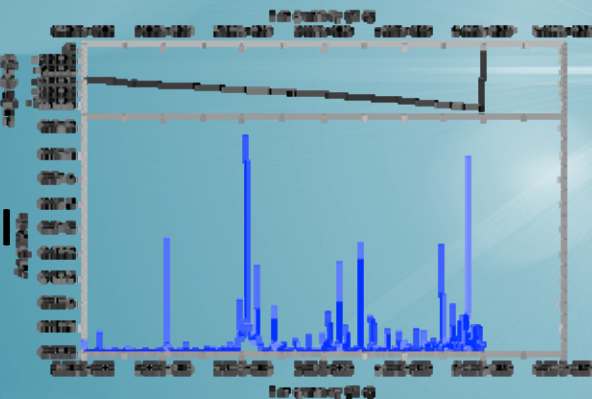
空洞型ビーム位置モニター :BPM



Raw signal

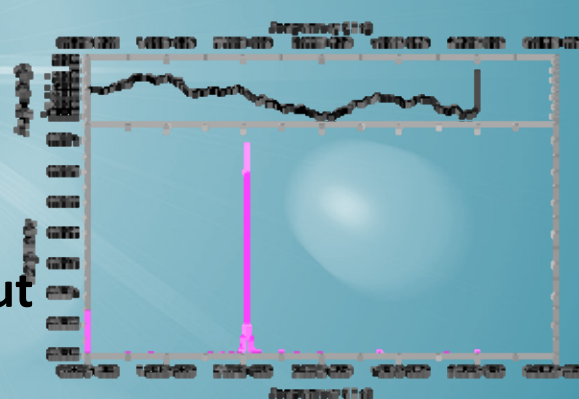


After
2.04GHz
BPF



FFT of
Raw signal

FFT of
2.04GHz
BPF output

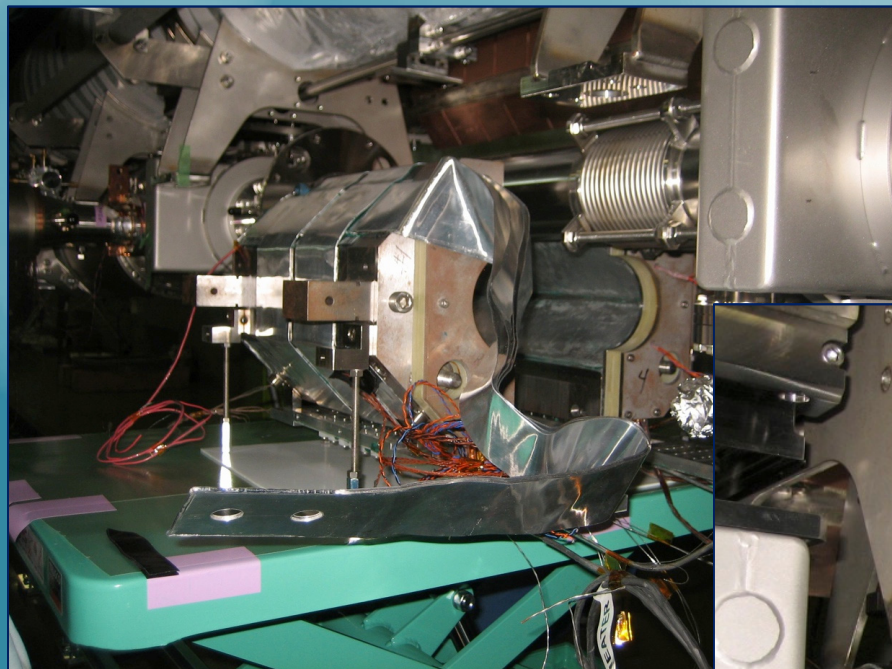


ビーム試験

ATF LINAC beam
1.3GeV
single bunch
 1×10^{10} electron/bunch
1.5Hz repetition

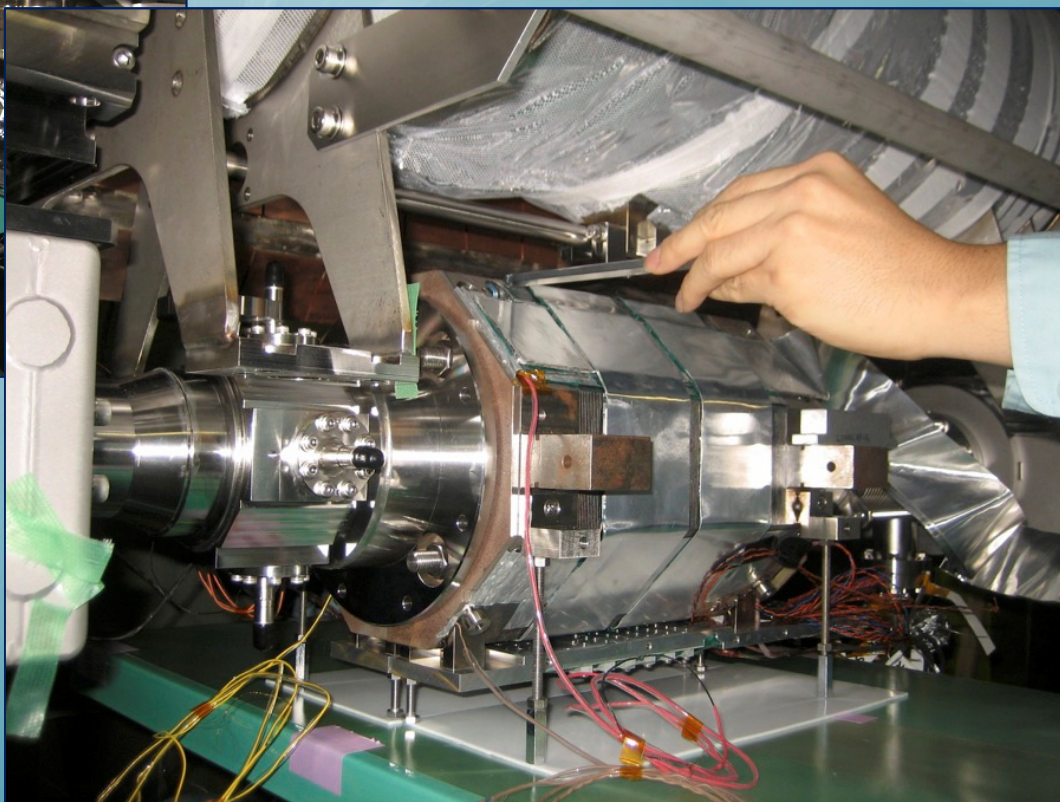
0.4 μ m 分解能を実証

BPM チェンバーへの超伝導4極マグネットの組込



半割り4極マグネットを下側から挿入

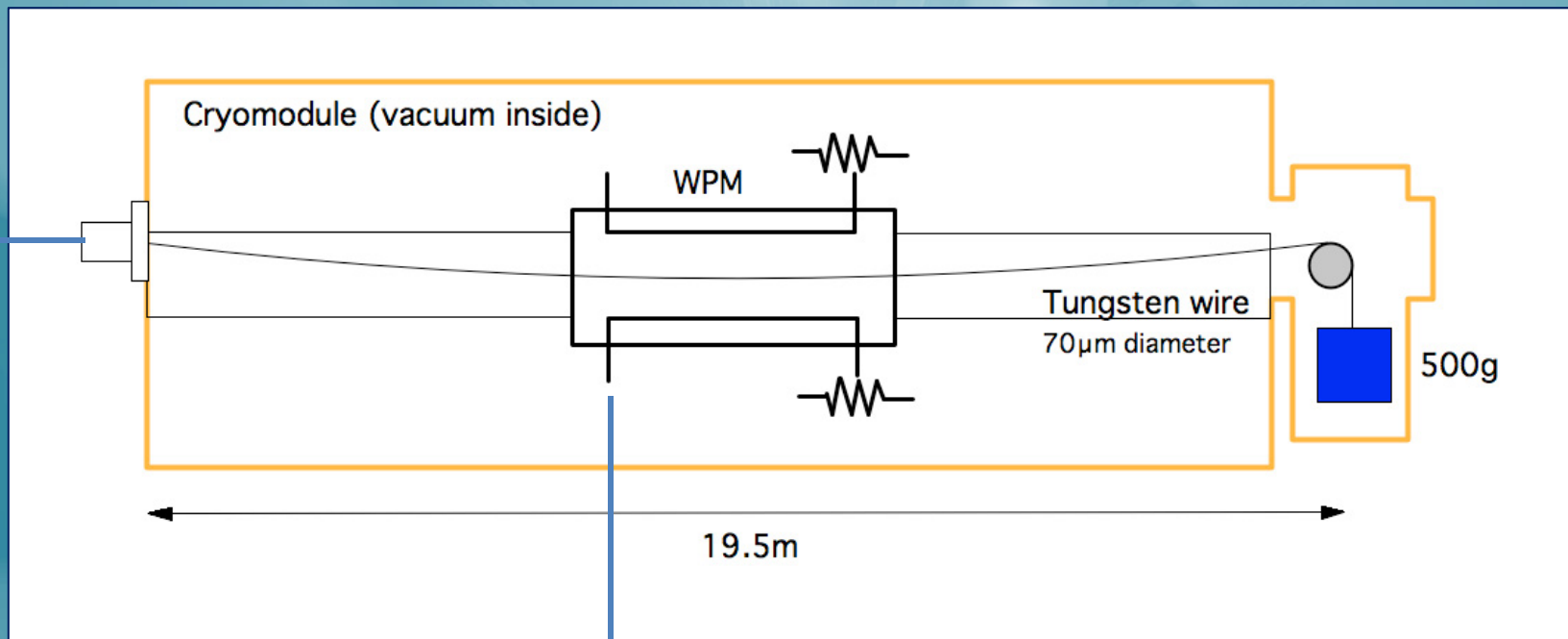
クライオモジュール CM-1中央部の
BPMチェンバーに4極マグネットを組込む



ボルトで締めこむ

加速空洞などのアライメント維持のモニタリング

160MHz 5 μ s Pulse Train Generator



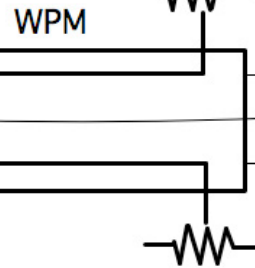
信号選択器

1GS/s 14bit ADC

加速空洞などのアライメント維持のモニタリング

160MHz 5 μ s Pulse Train Generator

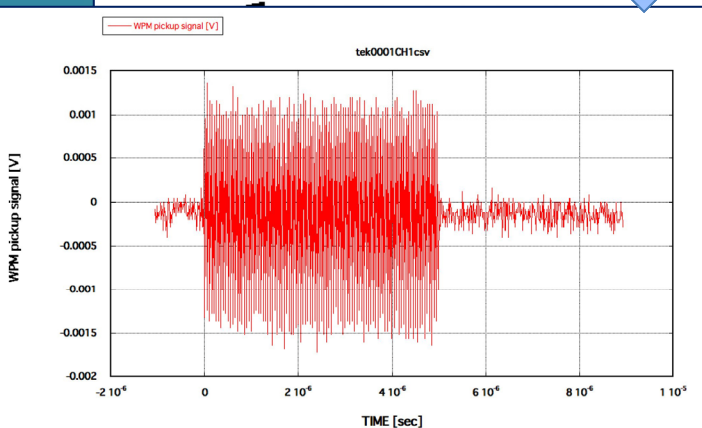
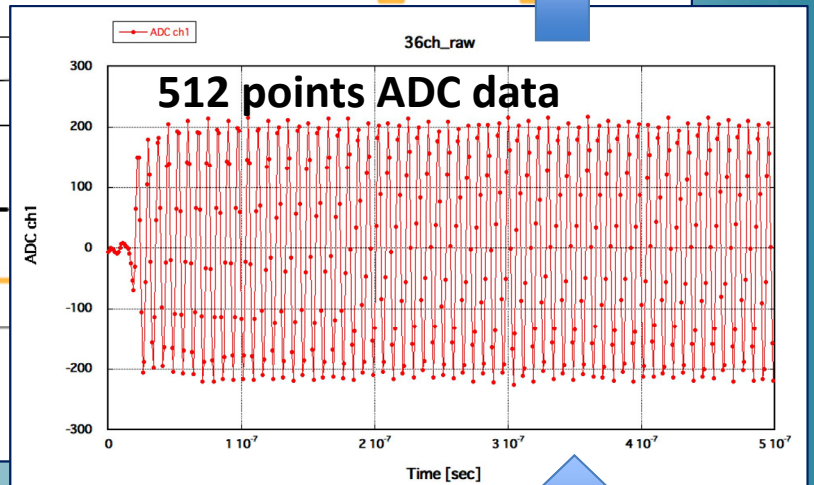
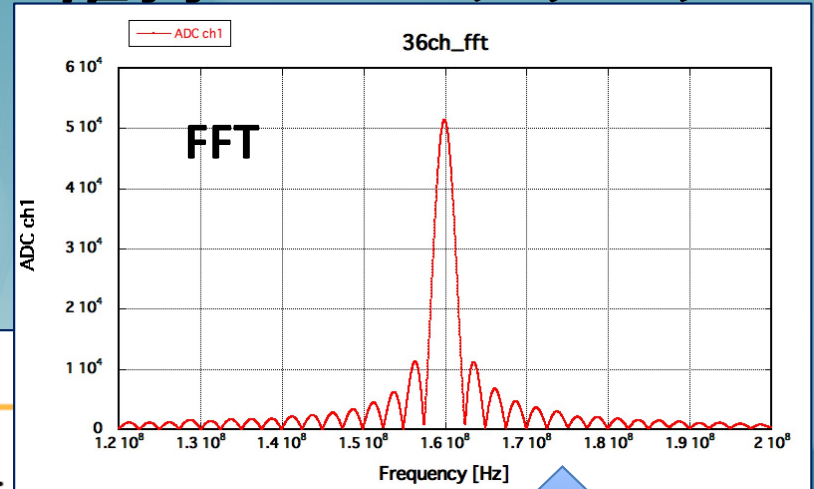
Cryomodule (vacuum inside)



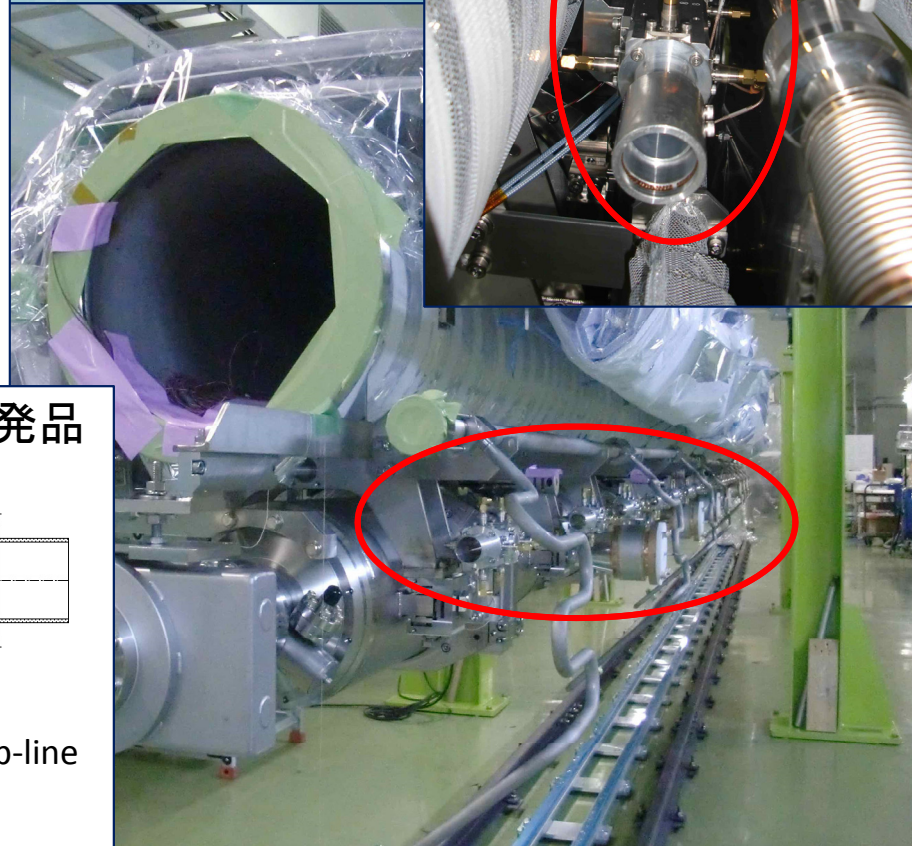
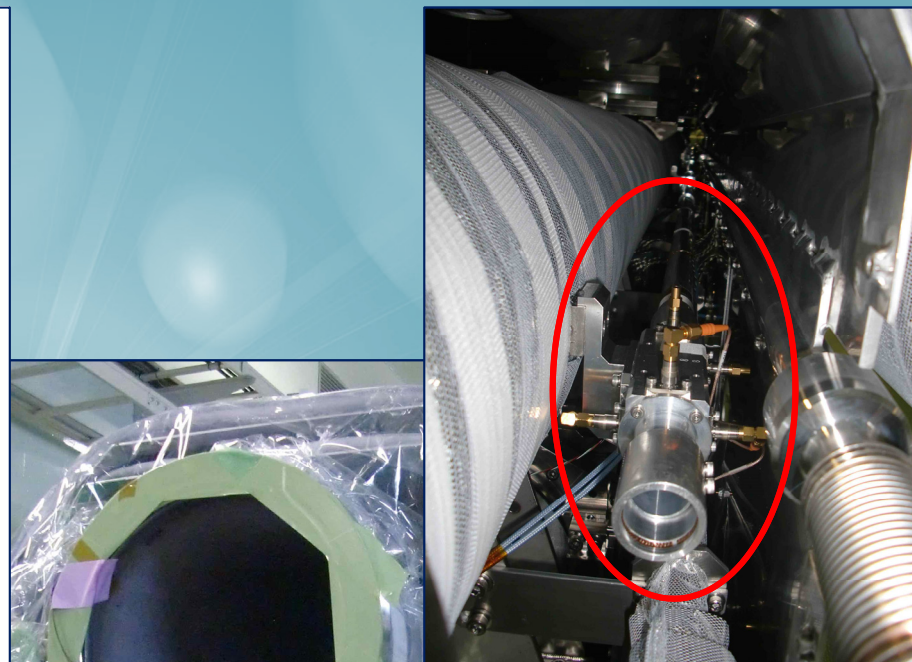
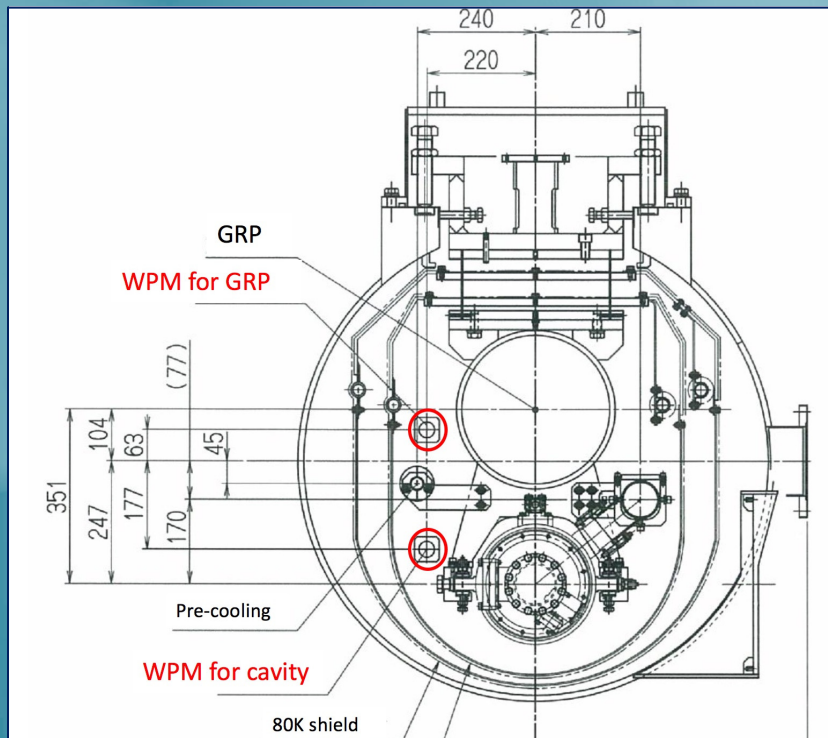
19.5m

信号選択器

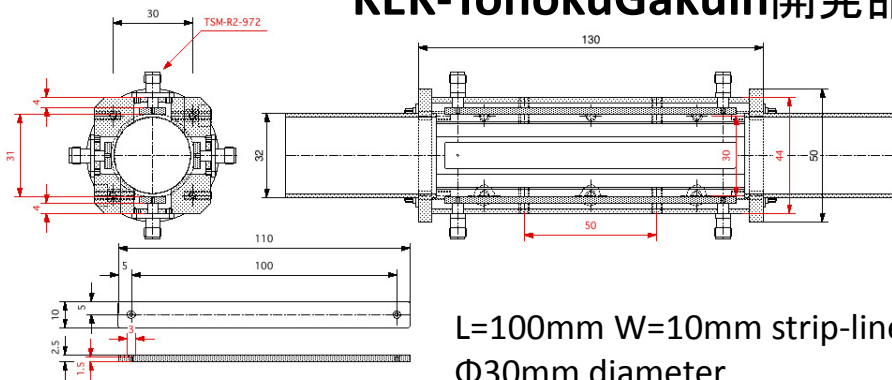
1GS/s 14bit ADC



加速空洞などのアライメント維持のモニタリング

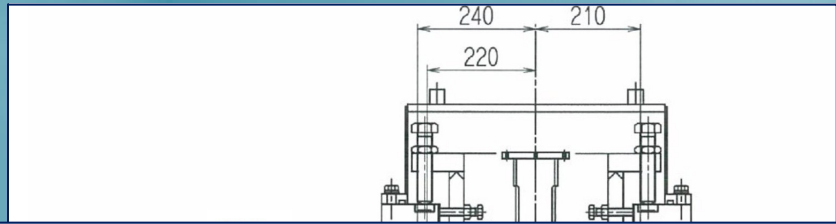


KEK-TohokuGakuin開発品

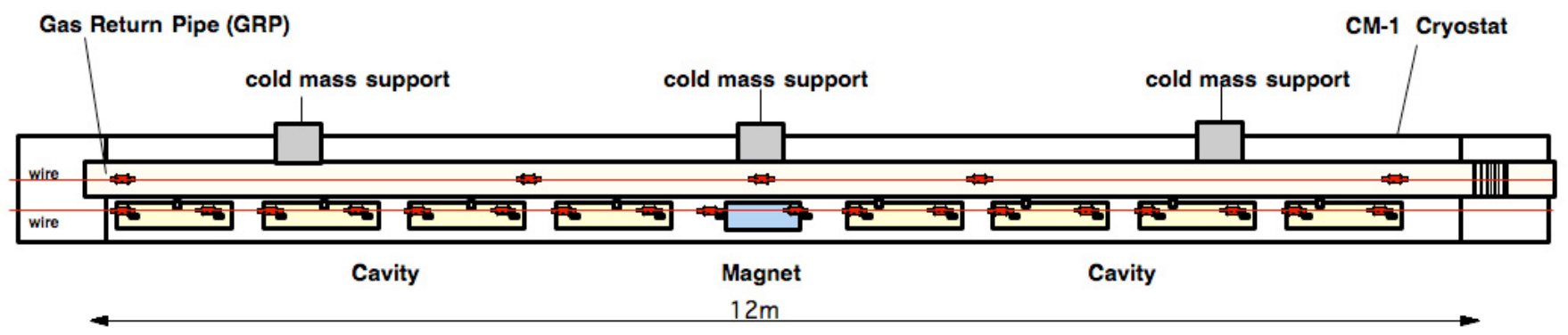


L=100mm W=10mm strip-line
Φ30mm diameter

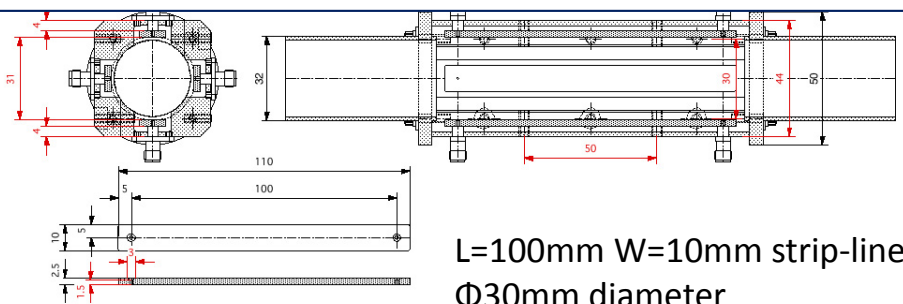
加速空洞などのアライメント維持のモニタリング



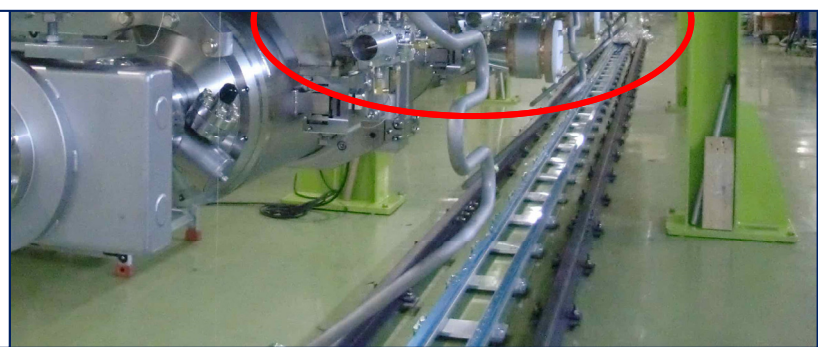
WPM installation position



H. Hayano 08022015

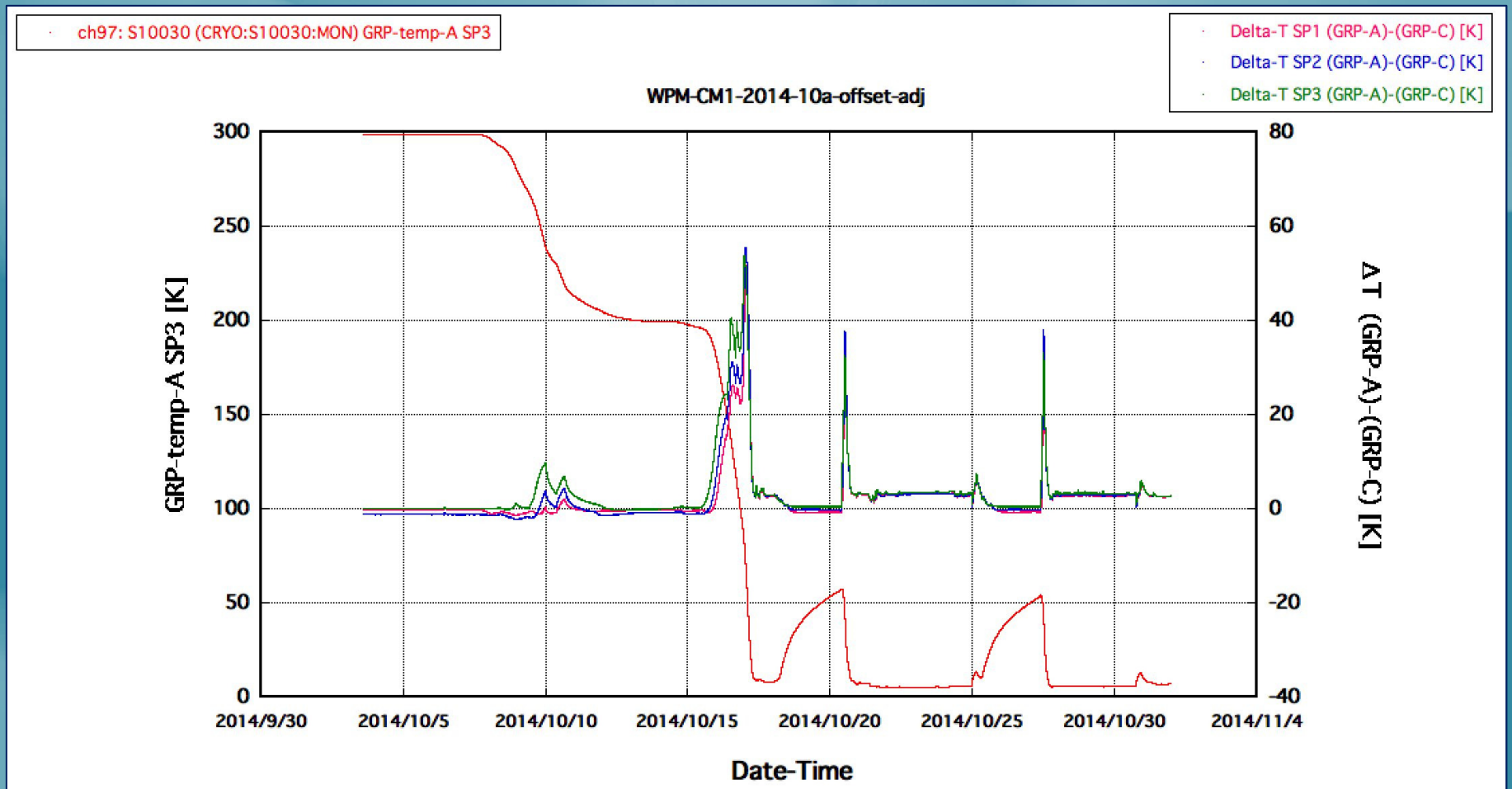


L=100mm W=10mm strip-line
 Φ 30mm diameter



クライオモジュール冷却時の温度変化

ガスリターンパイプの温度変化、パイプ上面と下面の温度差



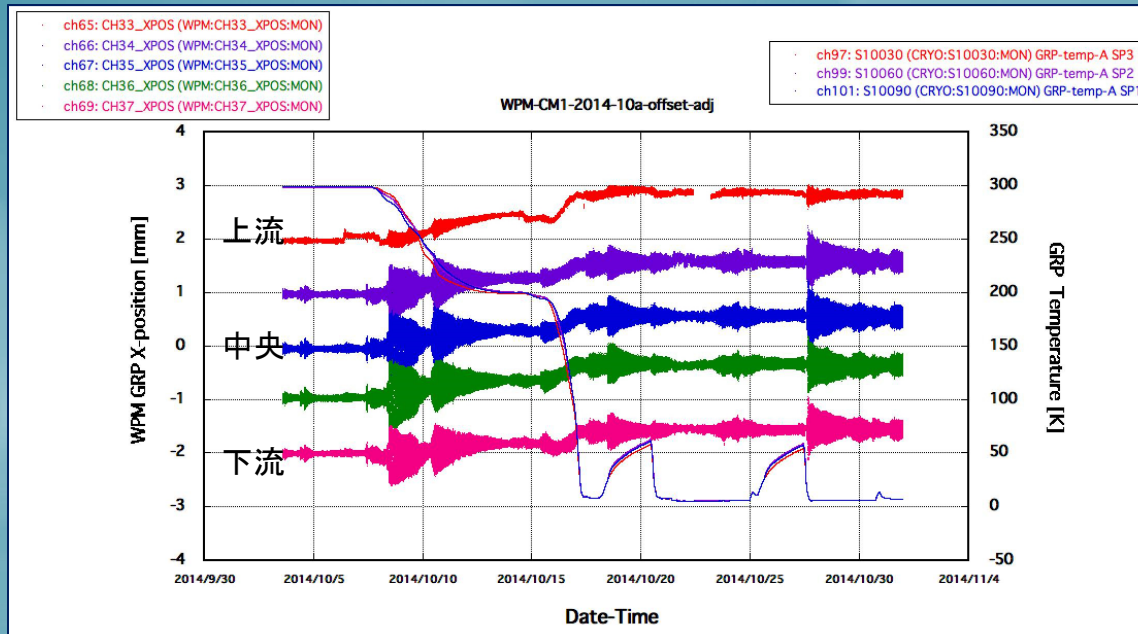
300K -> ~4K

上下面の最大温度差 $\Delta T = 55K$

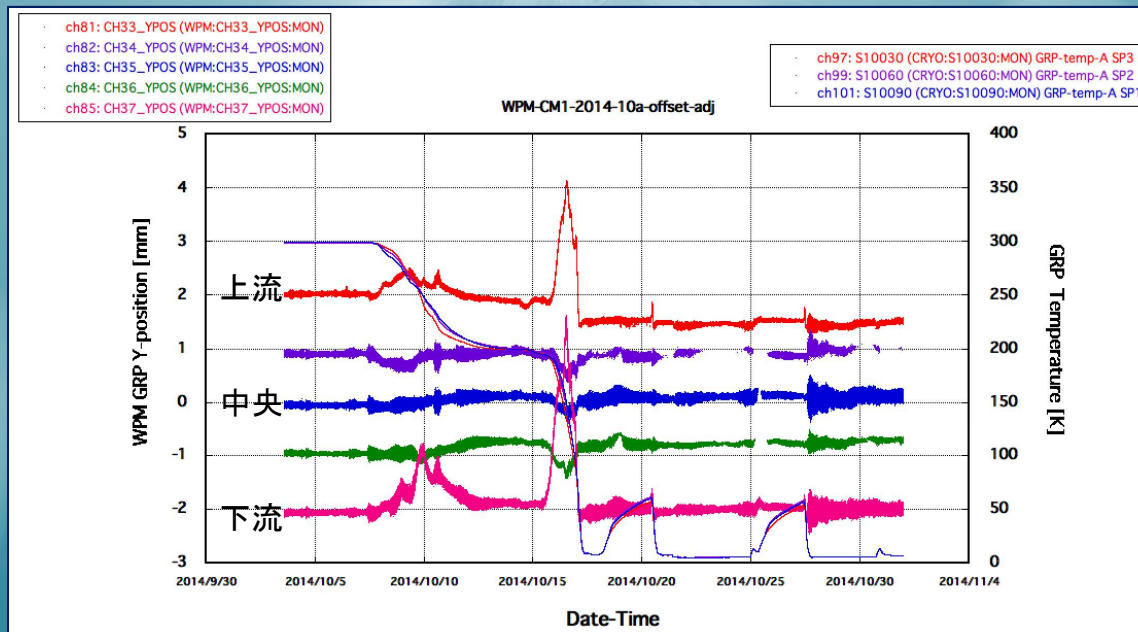
クライオモジュール冷却時のGRP位置変化



x方向 相対変位
+400 μ m ~ +900 μ m

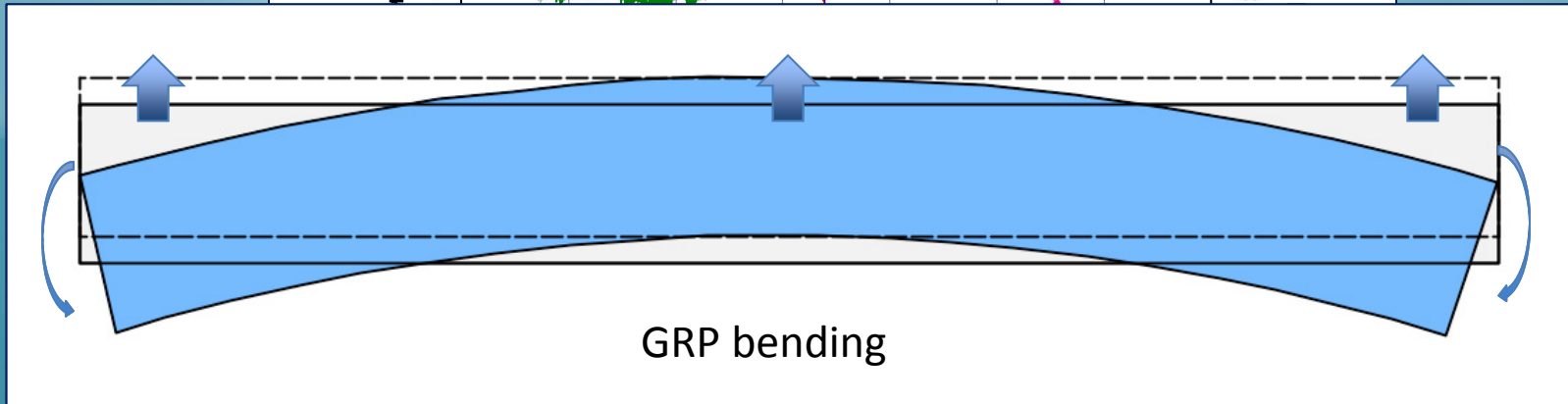
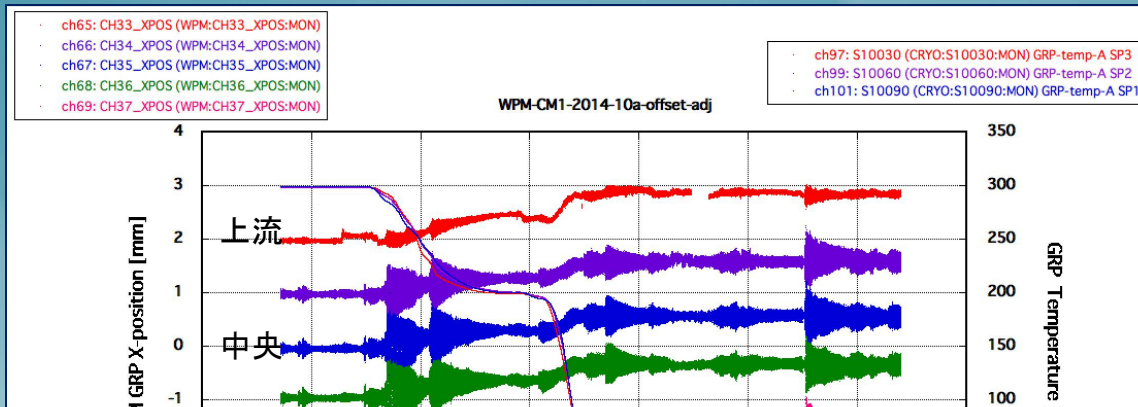


Y方向 相対変位
+200 μ m ~ -500 μ m

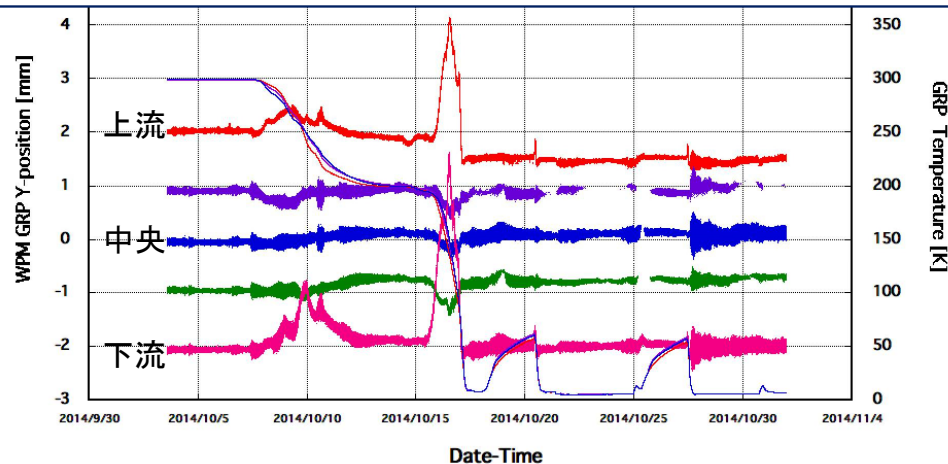


クライオモジュール冷却時のGRP位置変化

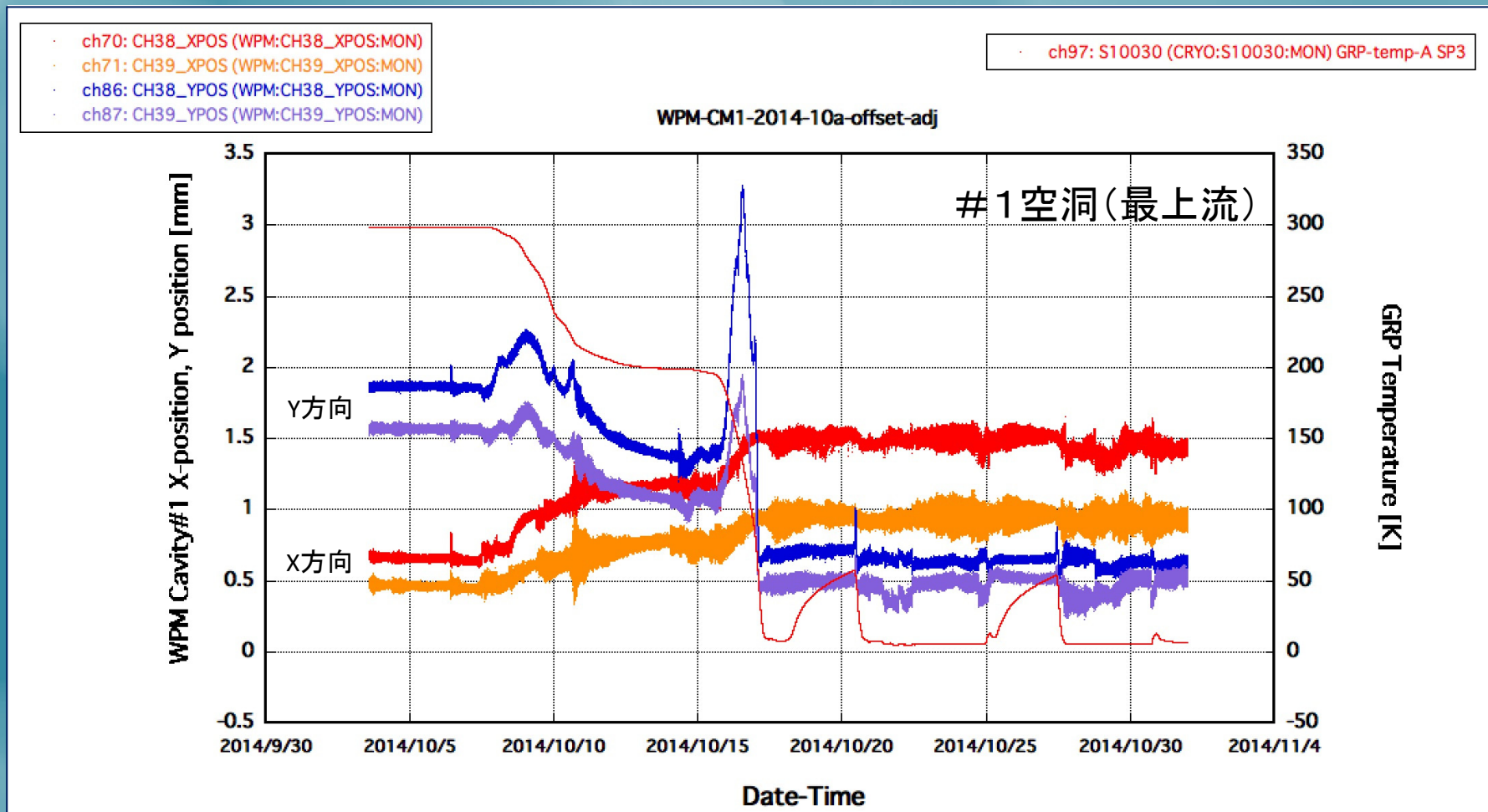
x方向 相対変位
+400 μ m ~ +900 μ m



Y方向 相対変位
+200 μ m ~ -500 μ m



クライオモジュール冷却時の#1空洞の位置変化



X方向平均変位 = 650 μ m
 Y方向平均変位 = -1175 μ m

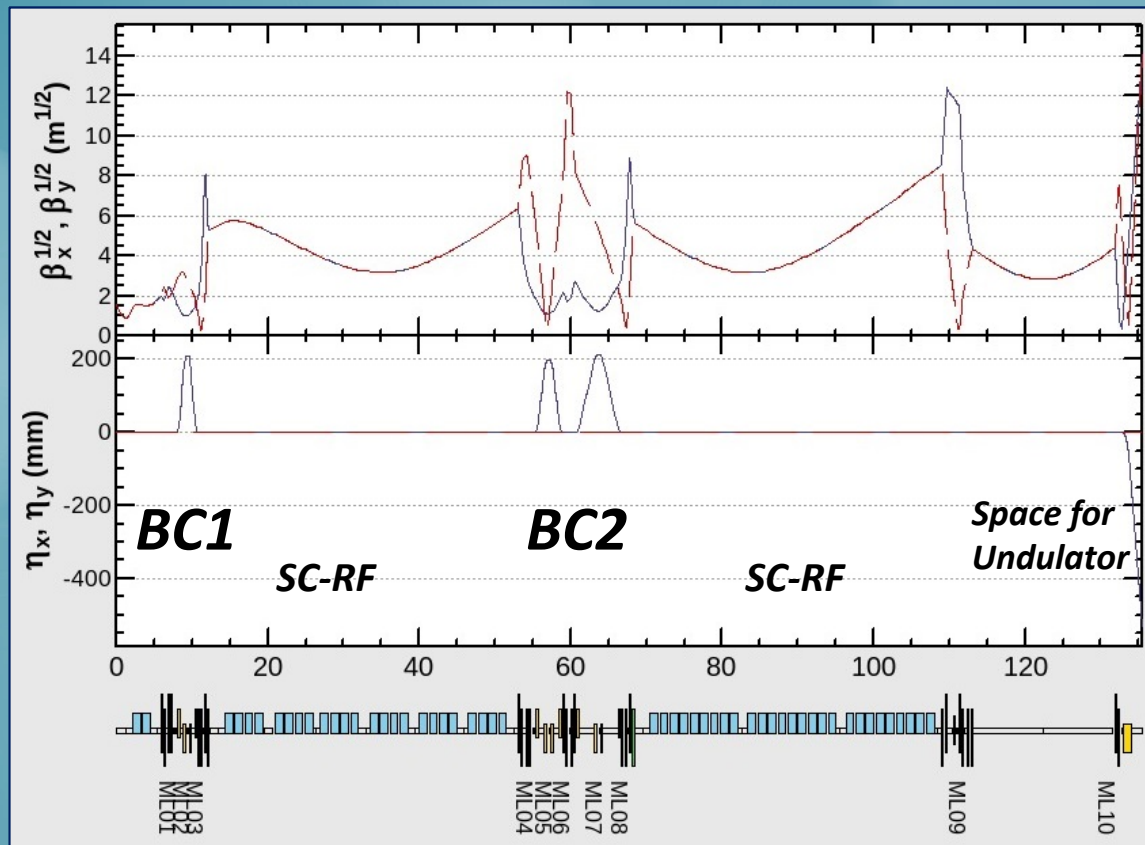
熱収縮計算値
 X方向 = 400 μ m
 Y方向 = -1570 μ m

X方向Tilt変位 = +400 μ rad
 Y方向Tilt変位 = -400 μ rad

STF 加速器オプティクス設計

将来構想に沿った光学系の設計

全長135mの
Linac - FEL



Photocathode
RF-gun

4MeV

1GeV

