

あいちSR光源加速器の コミッショニングと現状

高嶋圭史、保坂将人、山本尚人、高見清、高野 琢、真野篤志、
森本浩行、加藤政博、堀洋一郎、佐々木茂樹、江田茂

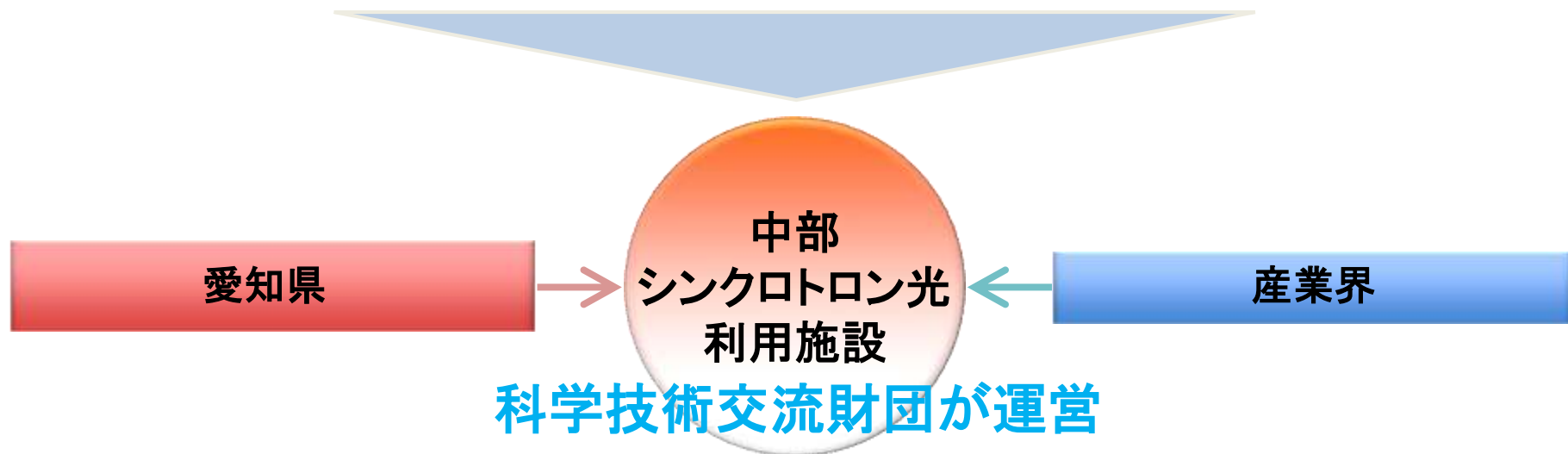
名大工、名大SRセンター、科学技術交流財団、
大阪府大、UVSOR、KEK、JASRI/SPring-8、SAGA-LS

中部シンクロトロン光利用施設概要

協力体制

大学連合(名大、名工大、豊橋技科大、豊田工大)

名古屋大学シンクロtron光研究センター



最先端の研究技術を産業界の研究・開発へ還元. 大学と企業の人材育成.
中部地方を中心として日本のものづくりの国際競争力を維持・強化

「知の拠点あいち」全体写真



名古屋市内

Linimo
陶磁資料館南駅

知の拠点あいち

あいち産業科学技術総合センター

中部シンクロトン光利用施設 (仮称)



実験ホール



- ・ホール内の柱は中央1本(旋回クレーン支柱)
- ・縁切りは外周部(加速器部分と実験ホールは一体)
- ・加速器室内にピットはない。

実験ホール



光源加速器概要

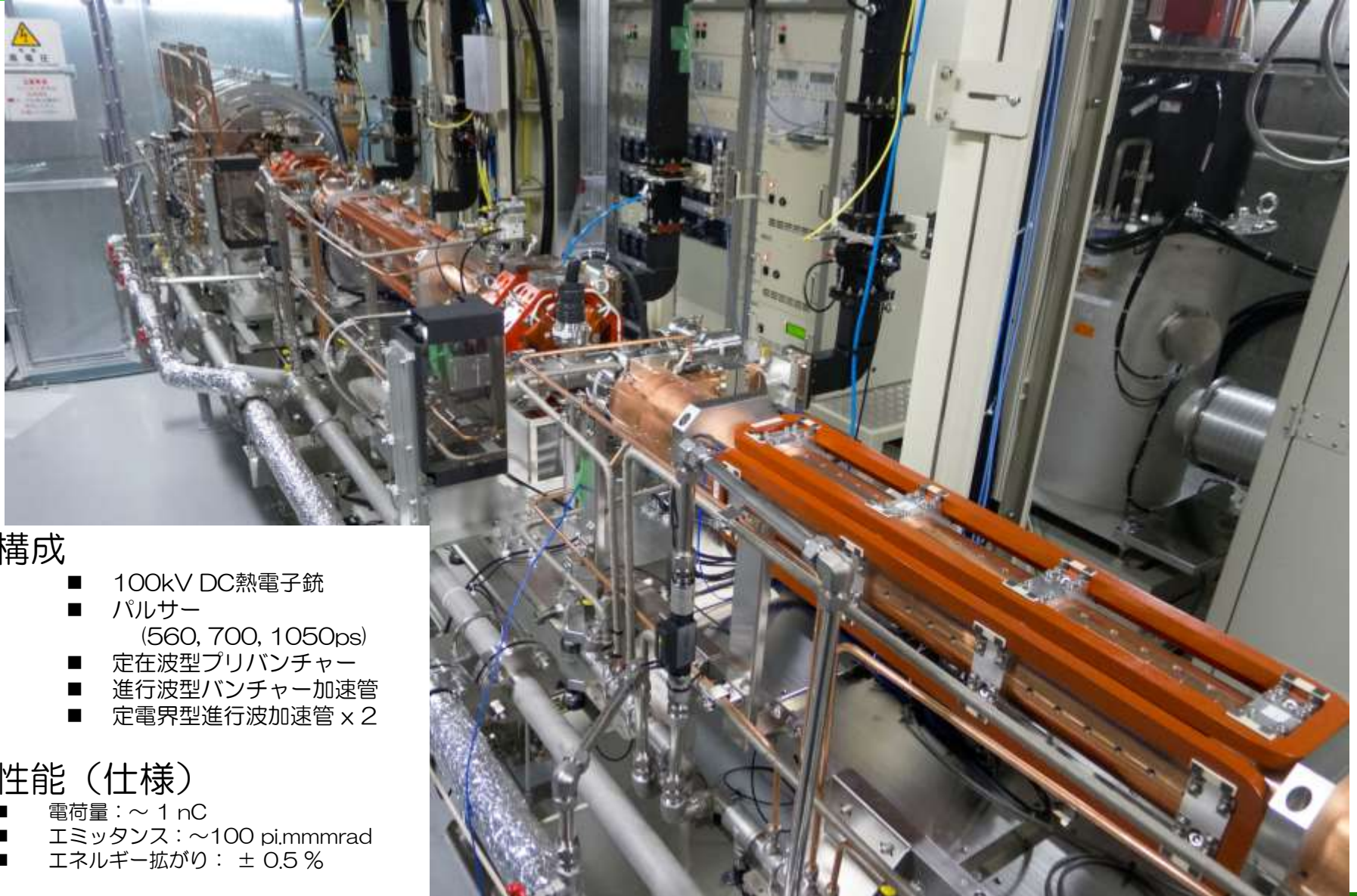
加速器の設計にあたって考慮した点

- (1) 地域の中核施設として適正規模であること
KEK PFに比べ十分小さい, 周長50mを大幅には上回らない.
- (2) 10keV以上のX線を10本以上のビームラインに供給可
X線の需要.
- (3) 挿入光源を設置可能であること
極端紫外・軟X線の高輝度光源, より短波長X線の需要.
- (4) トップアップ入射による一定電流運転が可能
常に一定の質の光を供給.
- (5) 既存の技術で無理なく実現可能
建設, 立ち上げ, 調整を短期間に行う.
- (6) 運転維持管理が容易であること
定常運転時には小さな組織で運転維持管理.

加速器の特徴

- (1) 地域の中核施設として適正規模であること
リング周長72m、蓄積積リングの内側に入射器を設置.
- (2) 10keV以上のX線を10本以上のビームラインに供給可
超伝導偏向電磁石を採用、ALSを参考.
- (3) 挿入光源を設置可能であること
約5m、4m、2.5mの直線部. Apple-II型アンジュレータ1台.
- (4) トップアップ入射による一定電流運転が可能
1.2GeVブースターシンクロトロン、小口径チェンバーによるコンパクト化、
シングルバンチ、on-axis入射
- (5) 既存の技術で無理なく実現可能
高周波関係機器(空洞、クライストロン)、アンジュレータ、制御モジュール等
- (6) 運転維持管理が容易であること
イーサネットを用いたPLC制御(EPICS)

直線加速器



構成

- 100kV DC熱電子銃
- パルサー
(560, 700, 1050ps)
- 定在波型プリバンチャー
- 進行波型バンチャー加速管
- 定電界型進行波加速管 × 2

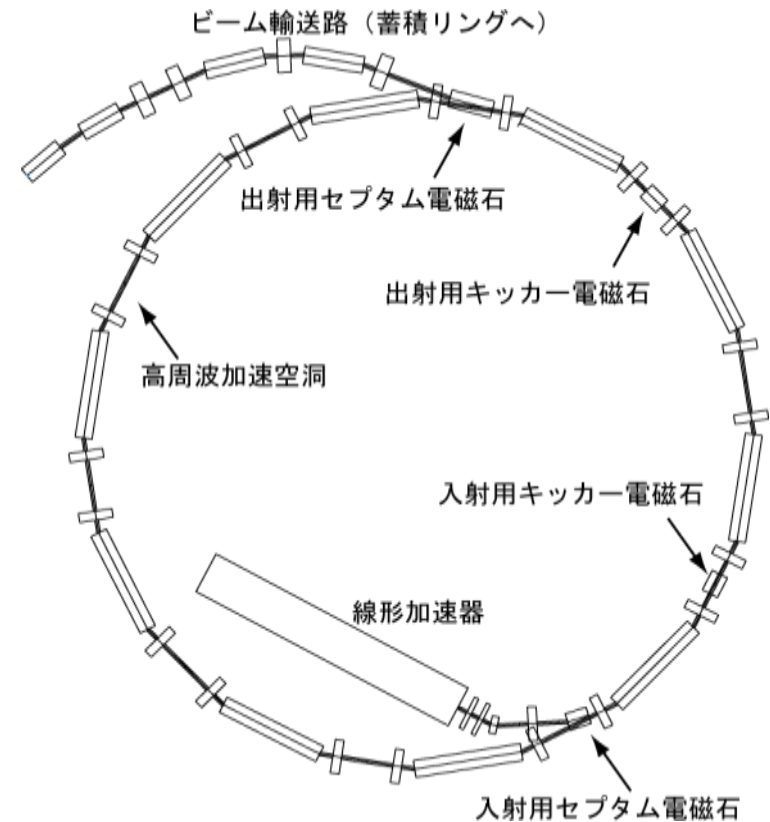
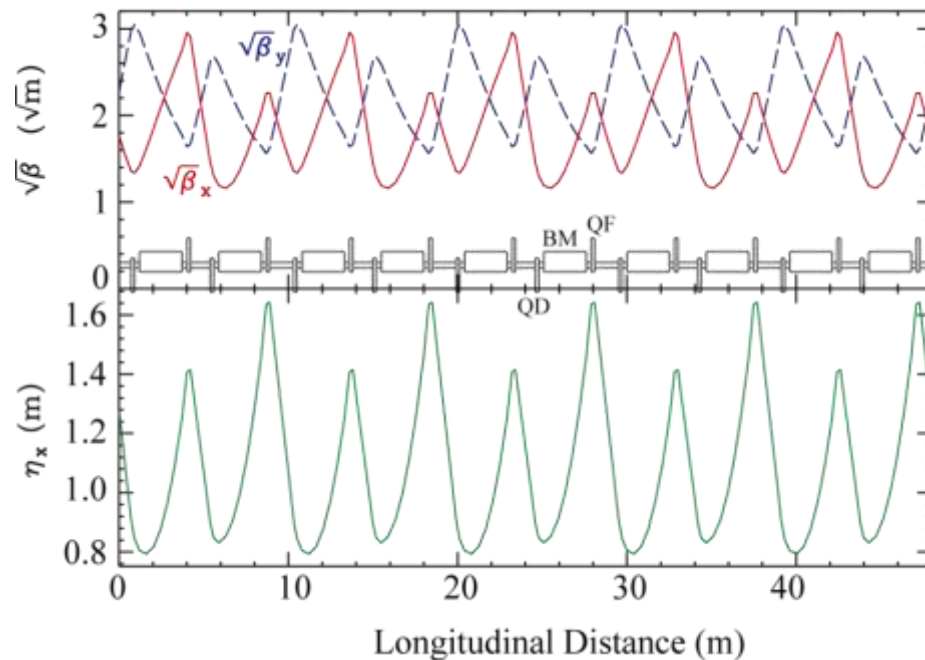
性能（仕様）

- 電荷量：～ 1 nC
- エミッタンス：～100 pi.mmmrad
- エネルギー拡がり：± 0.5 %

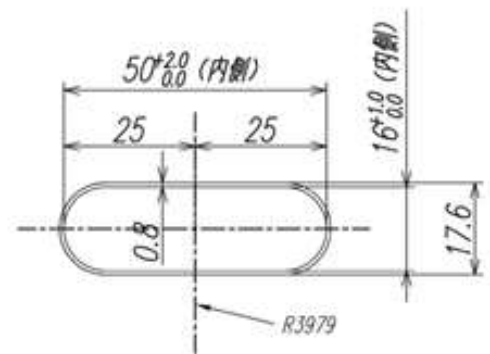
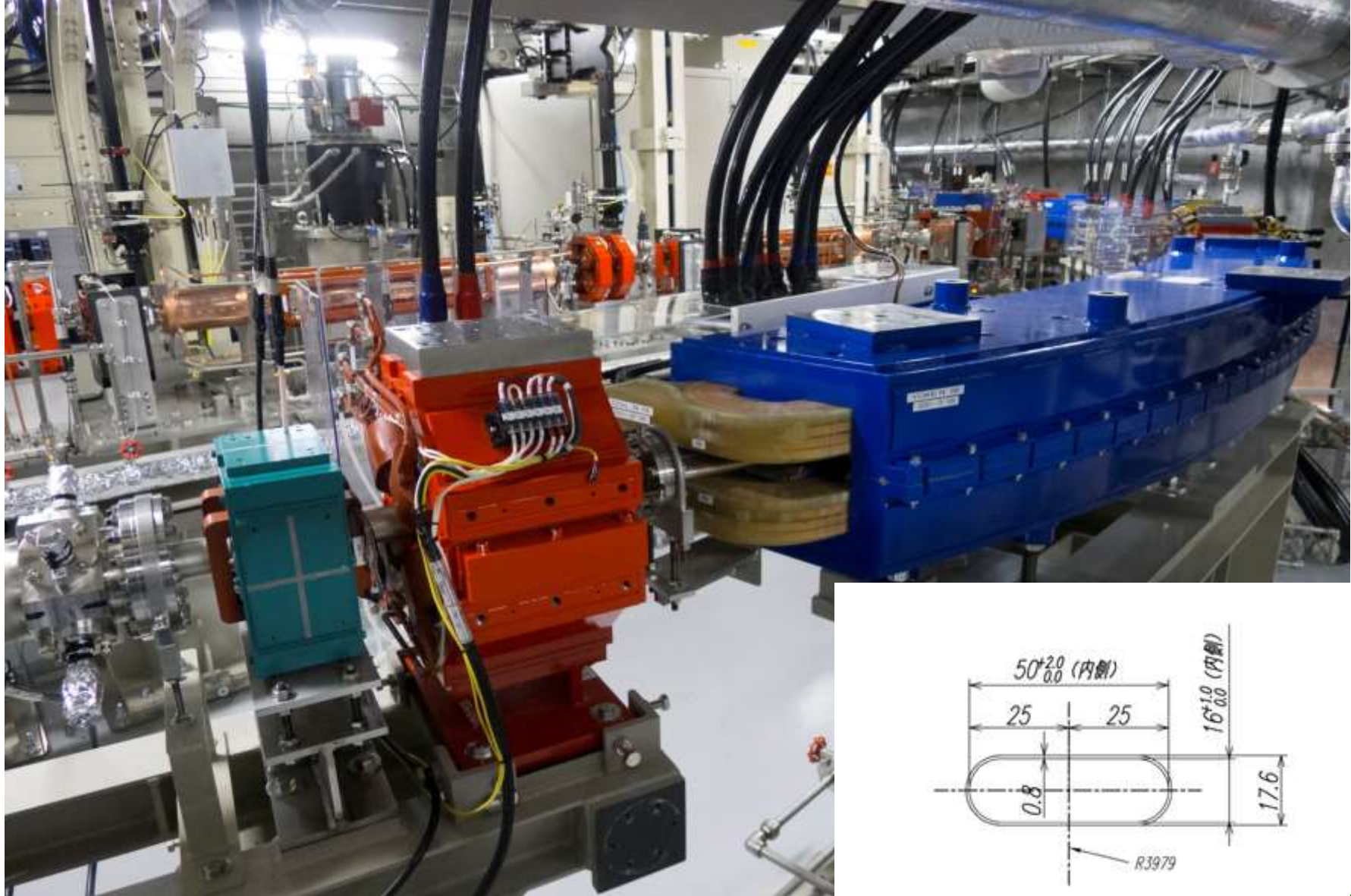
ブースターシンクロトロン

- 繰り返し: $\sim 1\text{Hz}$
- On axis 入射
- 周長48m
- FODOセル, 200 nmrad

ブースターの光学関数

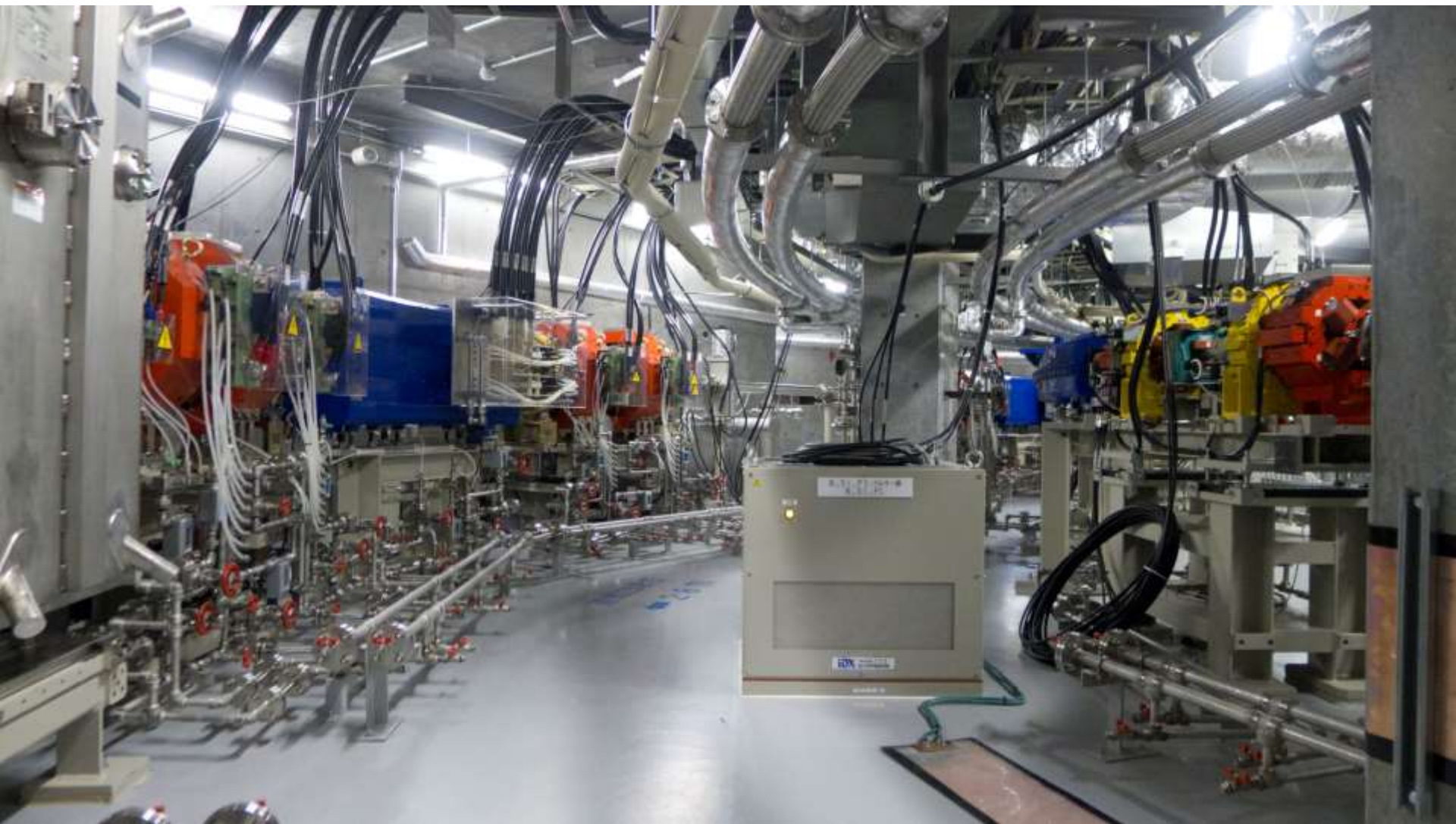


ブースターシンクロトロン

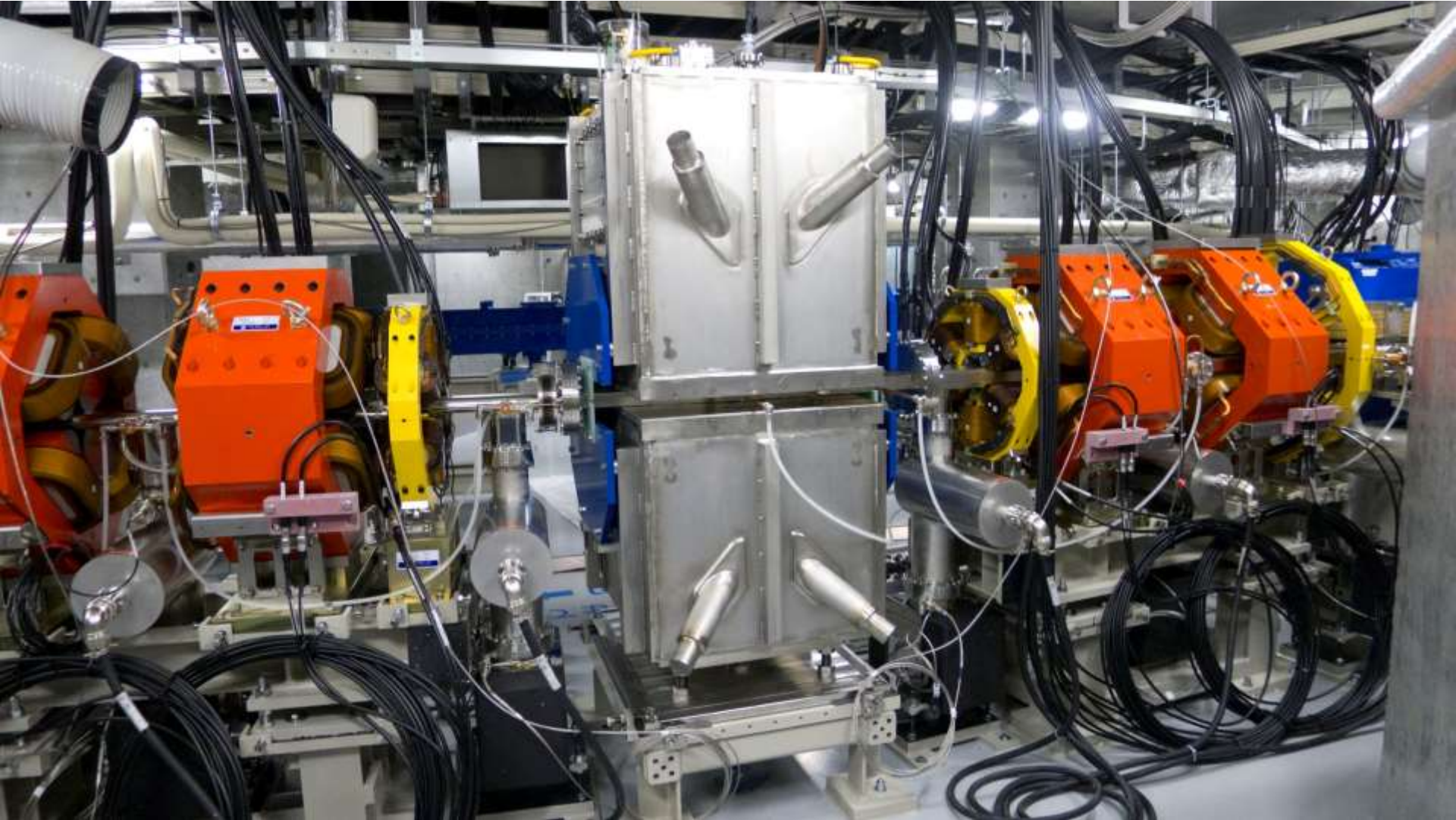


偏向部ダクト

蓄積リング、ブースターシンクロトロン

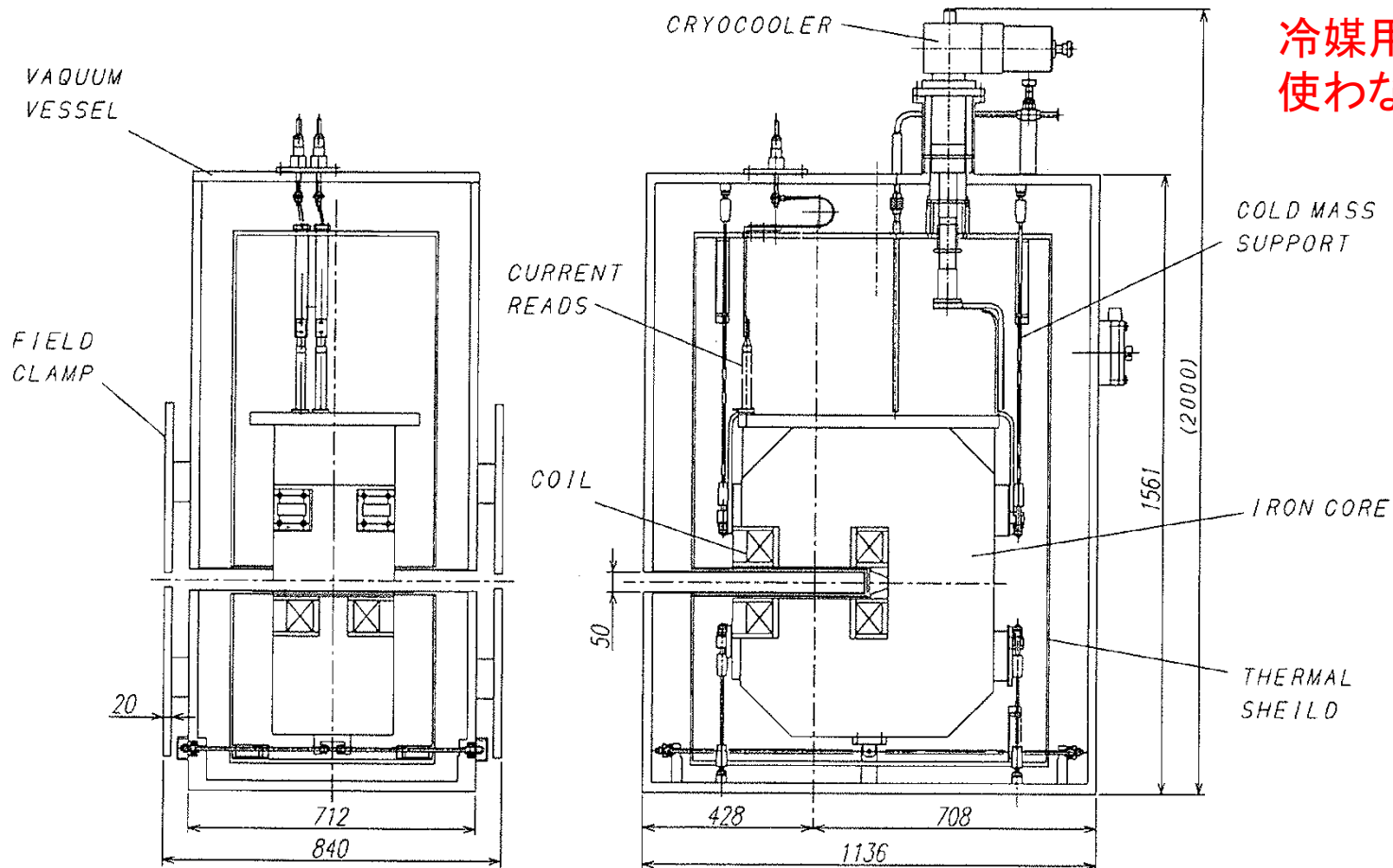


超伝導偏向電磁石



超伝導偏向電磁石

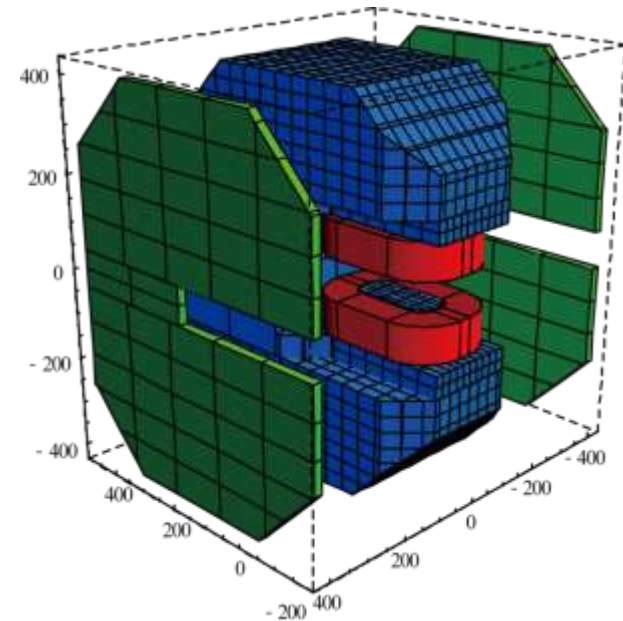
- ・4K-GM冷凍機による直接冷却方式(小型、冷媒施設不要)
- ・ピーク磁場 5T
- ・偏向角 12° (4° 、 6° 、 8° から3本取り出し)



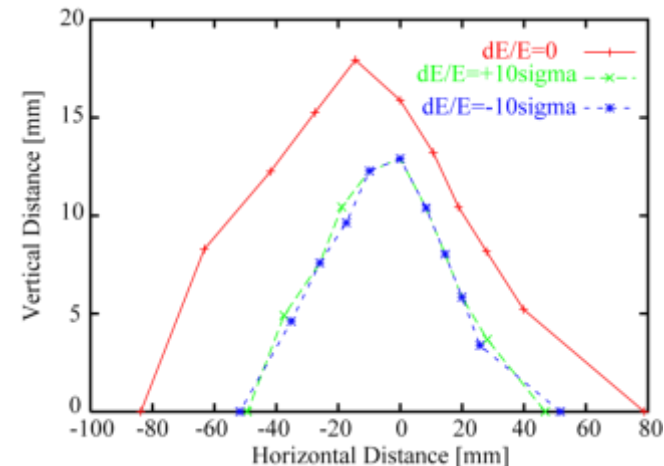
冷媒用タンクは
使わない

超伝導偏向電磁石

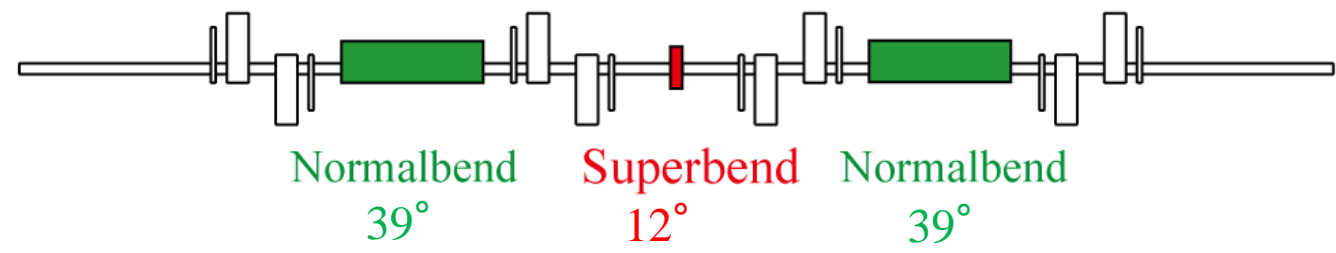
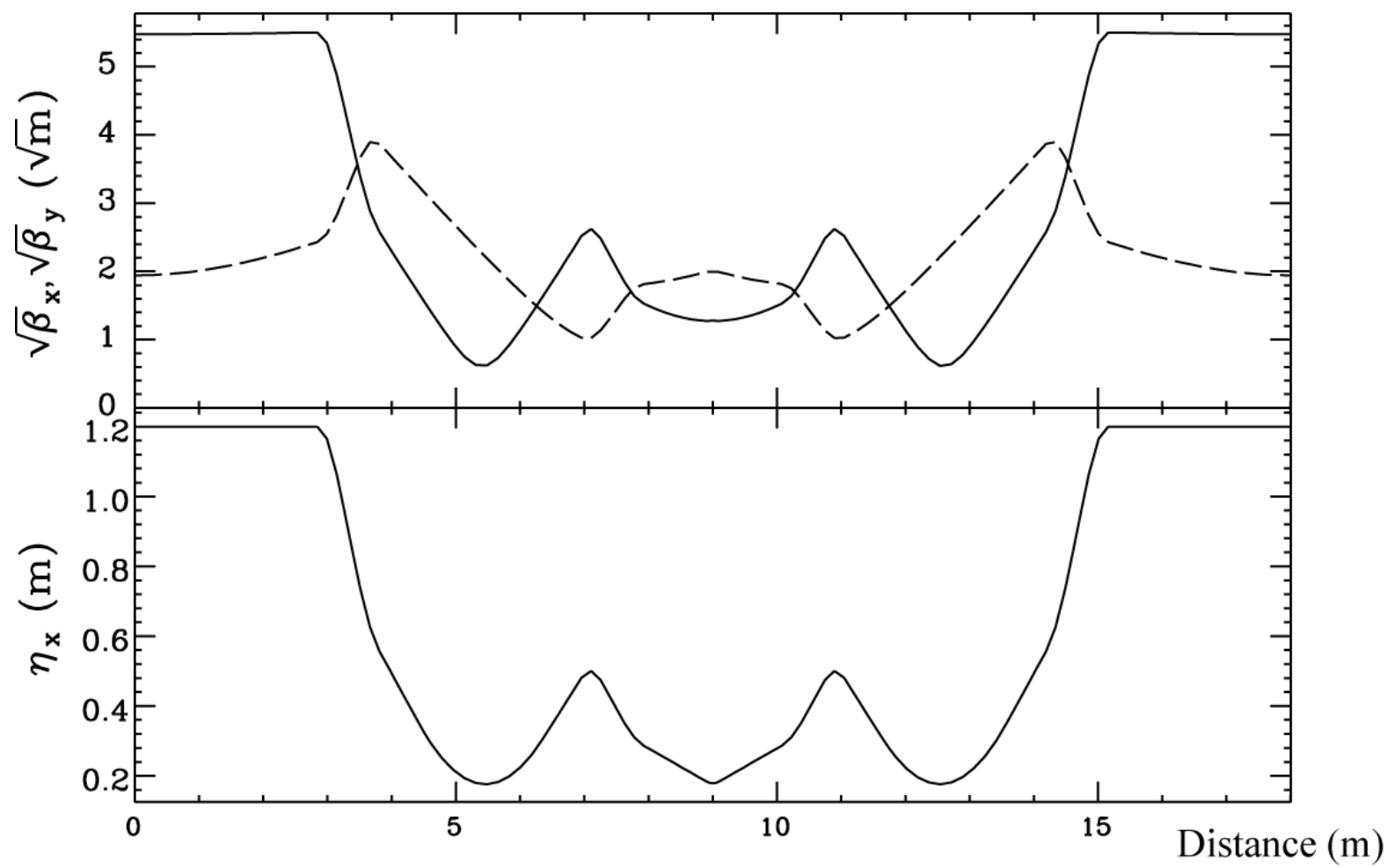
Return yolk	C-Shaped
Conductor type	NbTi-Cu
Critical temperature	5.9 K
Cryo-system	2-stage GM cryocooler
Operating current	100 A
Current density	112 A/mm ²
Magnetic field	5.10 (6°) T
	4.72 (4;8°) T
Critical Energy @1.2 GeV	4.8 keV
Bending angle	12°
Warm bore gap	44 mm
Pole gap	82 mm
Pole length along beam	80 mm
Pole length transverse to beam	190 mm
Calculated Multi-pole	
Edge (vertical) focus	-0.198 /m
Sext pole	-6.50/m ²
Skew sext pole	-5.92/m ²



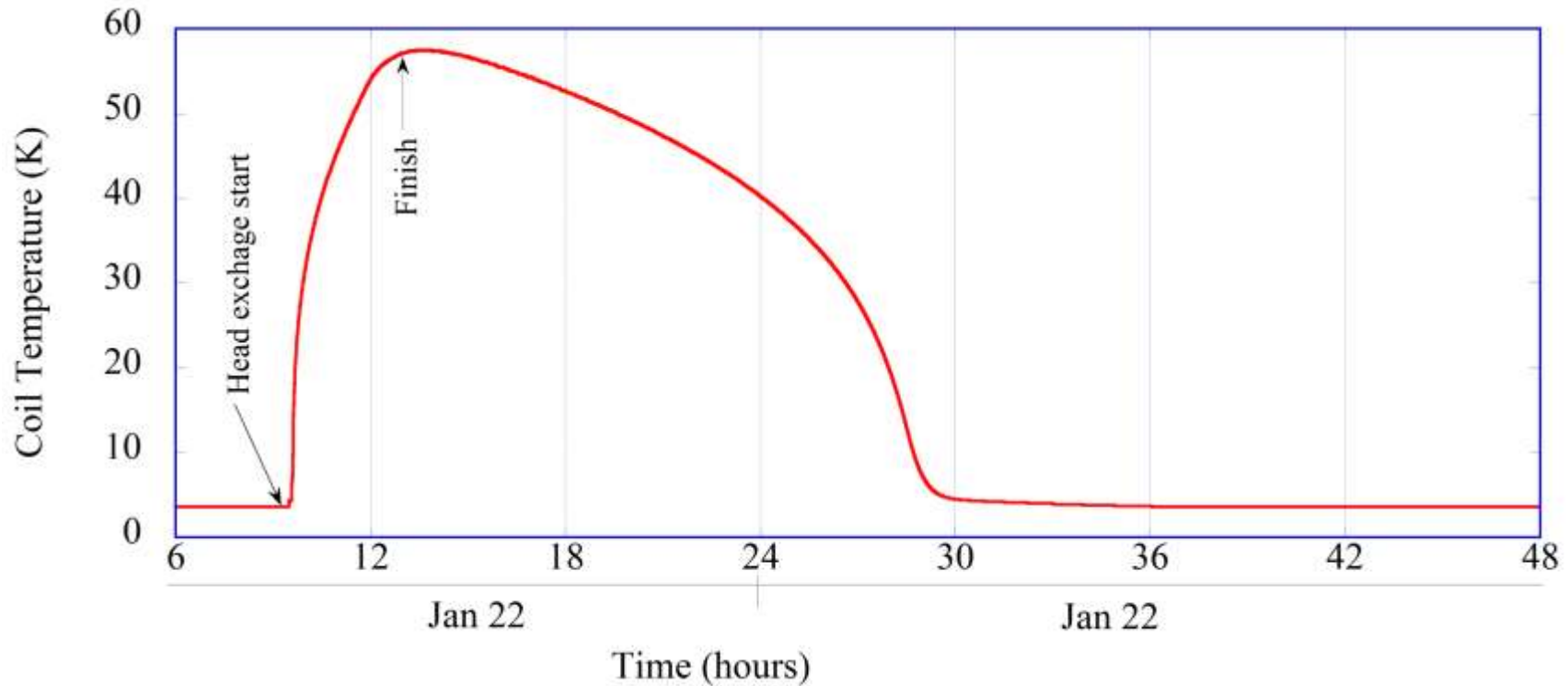
多極成分を考慮した
ダイナミックアパーチャ (直線部)



蓄積リング1cellの光学関数



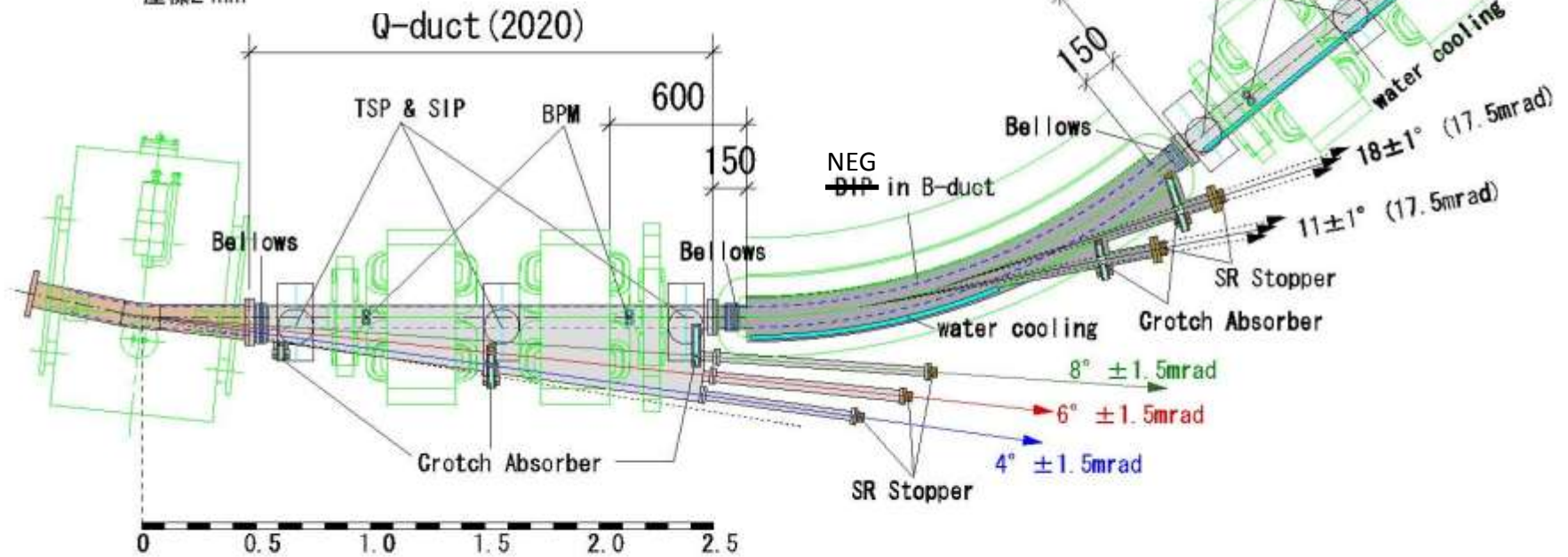
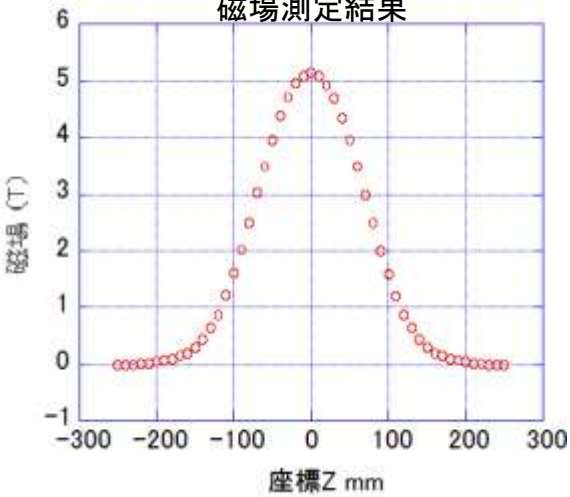
2013年1月21日～25日、2月4日～8日



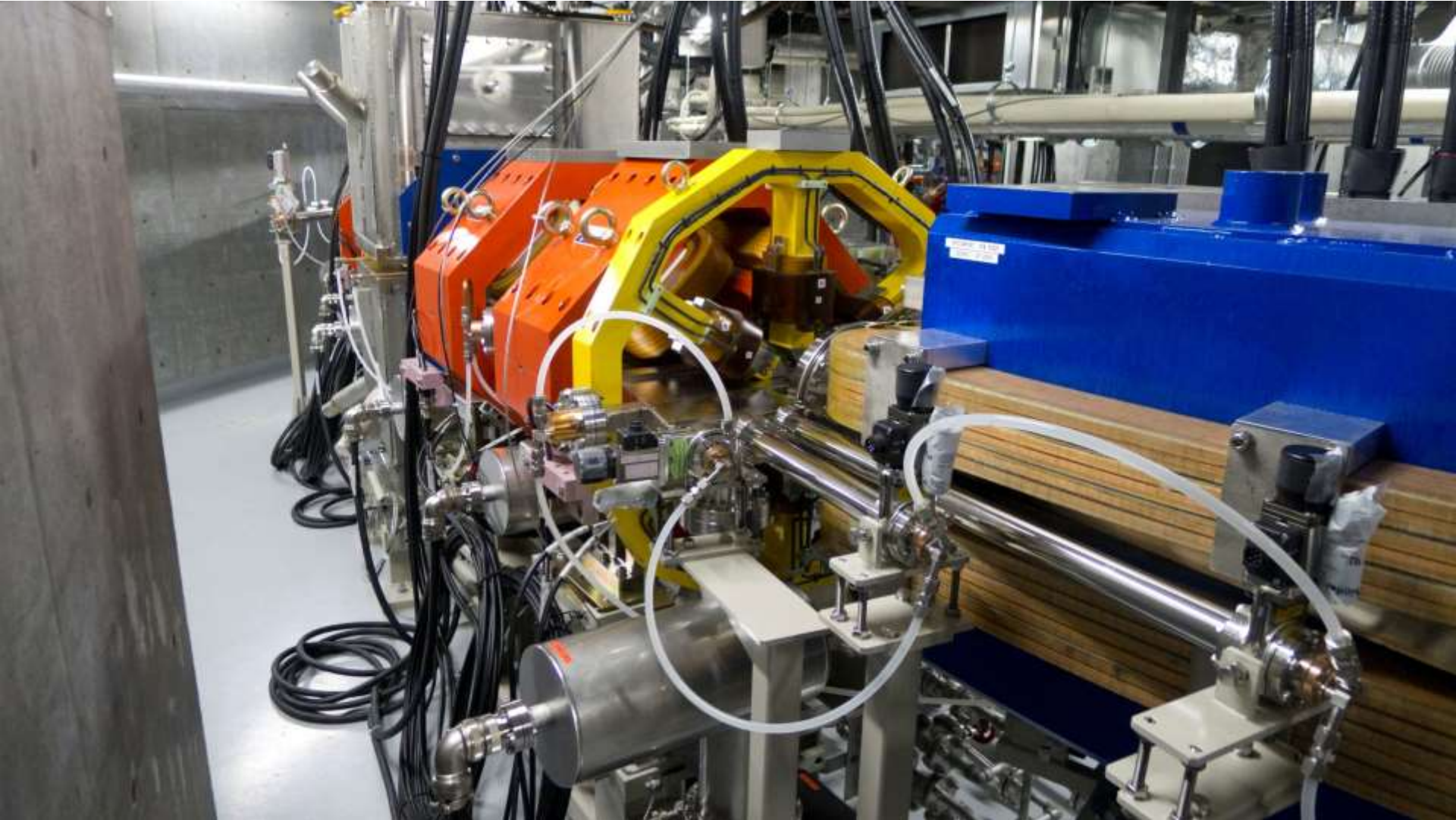
冷凍機ヘッド交換時のコイル温度。交換作業で58 Kまで温度上昇したが、24時間でもとの3.6 Kに戻った。

超伝導偏向電磁石

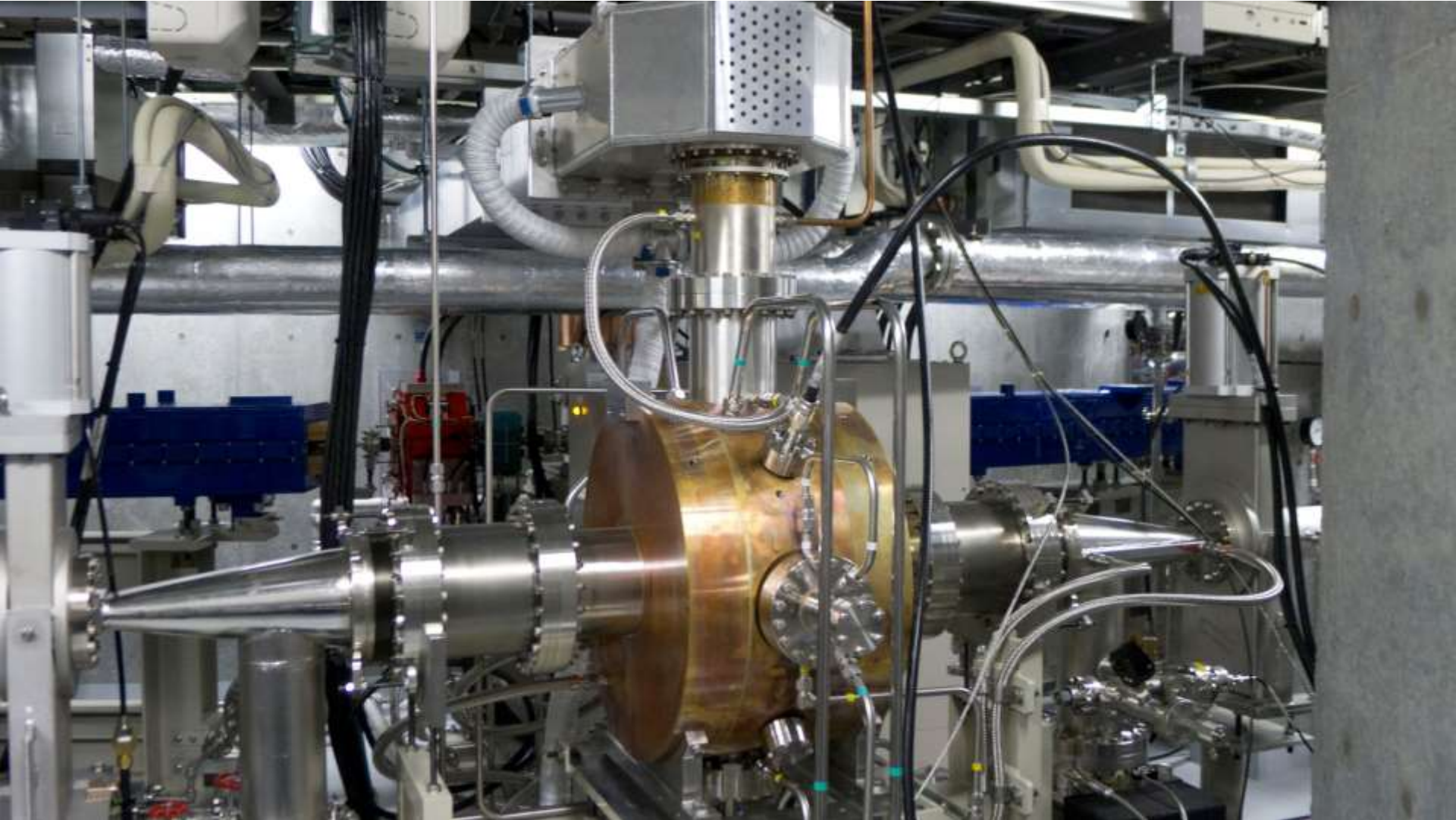
磁場測定結果



光取りだし部分



蓄積リング 加速空洞



PF型空洞 (499.654MHz)

可変偏光アンジュレータ



アンジュレータ パラメータ

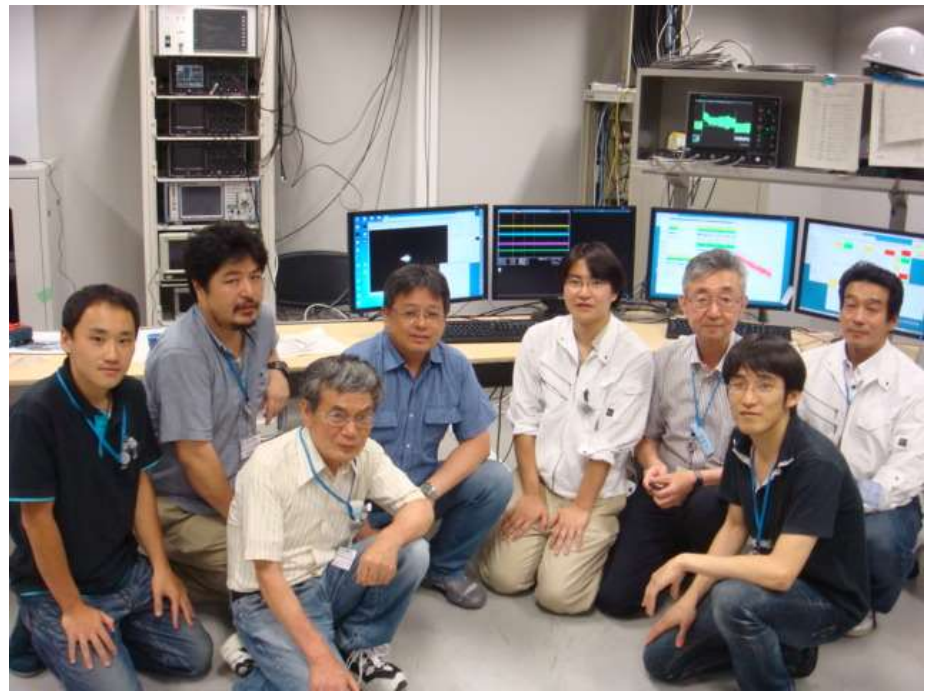
Type	Apple-II
Remanent Field	1.30 T
Period Length	60 mm
Number of Period	33
Minimum Gap	24 mm
Maximum K	
Linear	3.4
Vertical	2.0
Helical	1.7

計画の進捗と現状

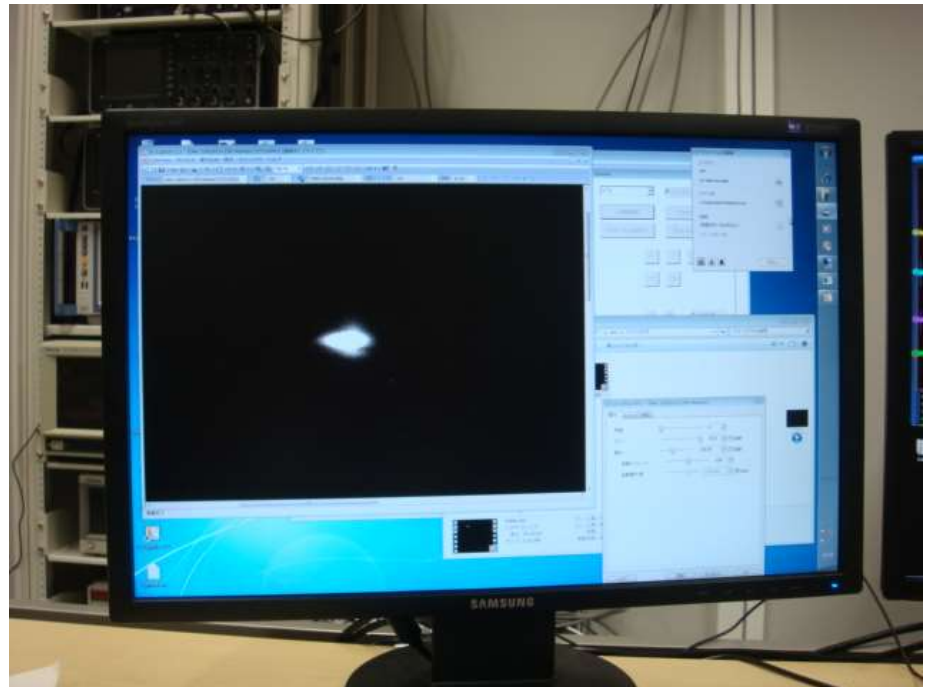
加速器調整の進捗

- H24年3月25日 直線加速器50 MeV加速
- H24年4月19日 ブースターでビーム周回 (50 MeV)
- H24年4月28日 ブースターで1.2 GeV加速
- H24年7月18日 蓄積リングでのビーム蓄積に成功
- H24年9月 7日 蓄積リングで300mA蓄積
- H24年10月15日 放射線施設検査合格

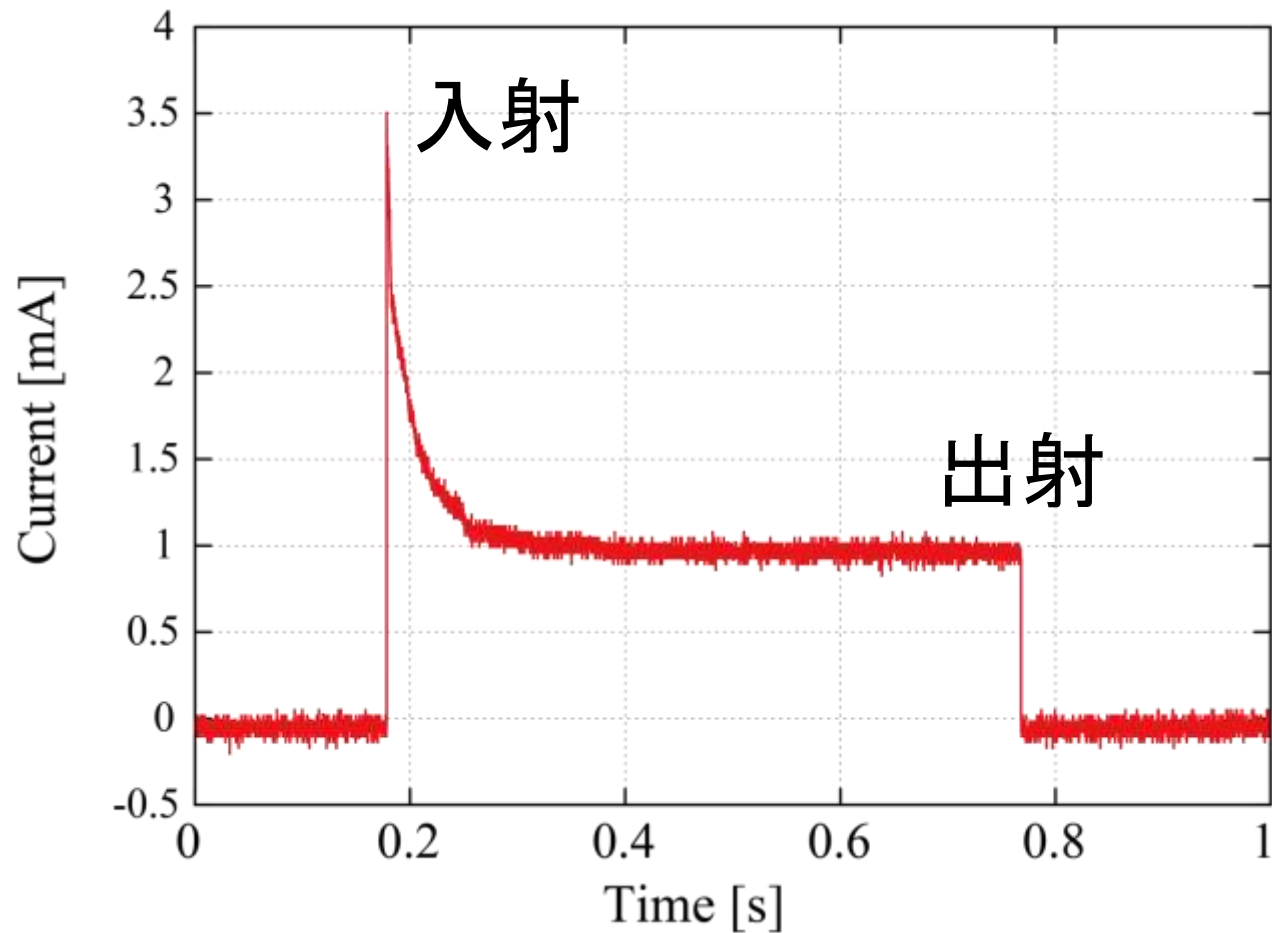
ファーストライト 7/18 (水) 18:19



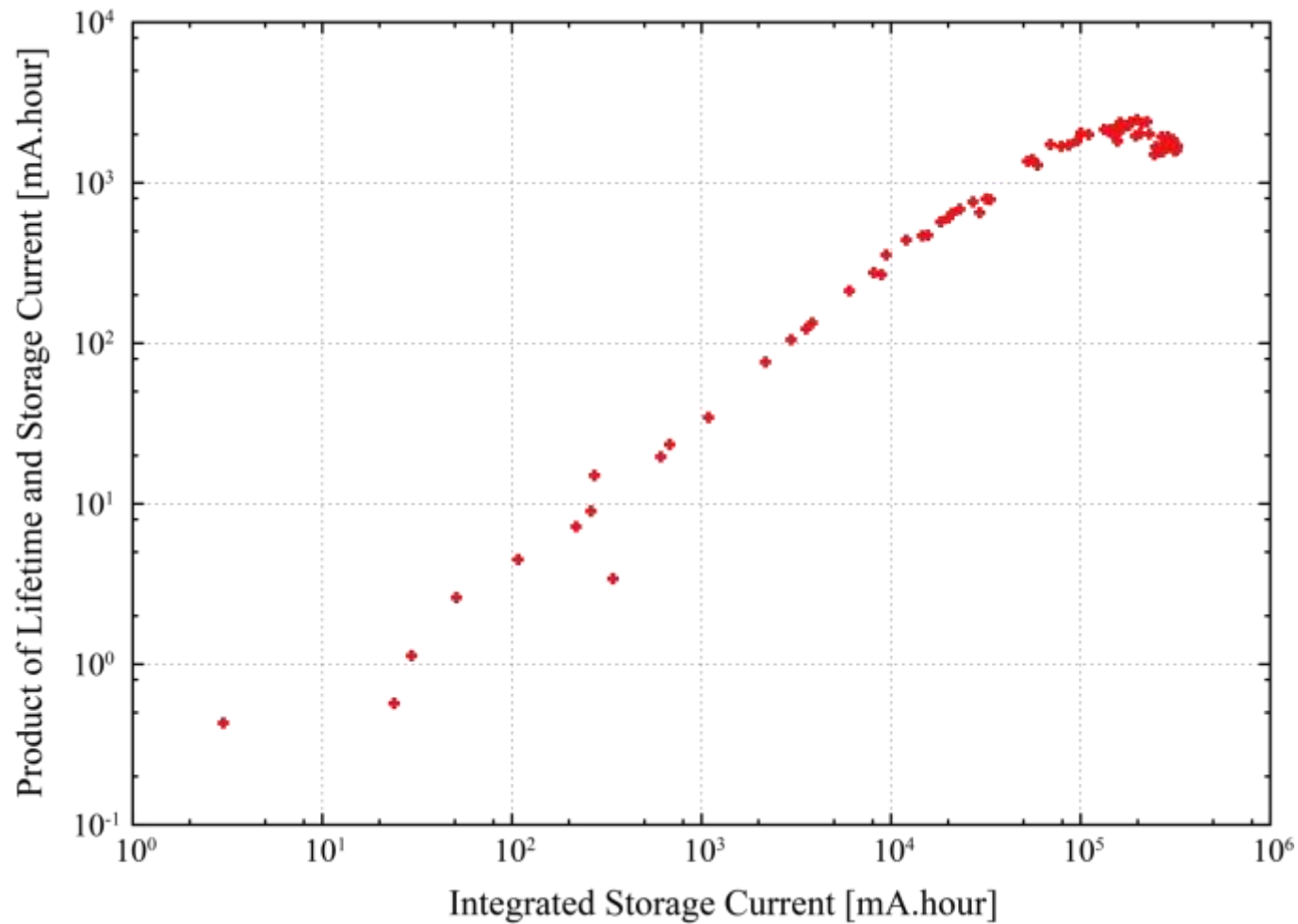
蓄積電流 $\sim 1.5 \text{ mA}$
寿命 $\sim 30 \text{ 分}$
真空度 $\sim 10^{-6} \text{ Pa}$



ブースターシンクロトロン (電流)



I · τ 積 (現状)



~2400 mA·h

運転例

Aichi SR, Operation Status

2013-08-01 22:19:49

Beam Current

.08 mA

Average Pressure

1.13e-08 Pa

Operation Mode

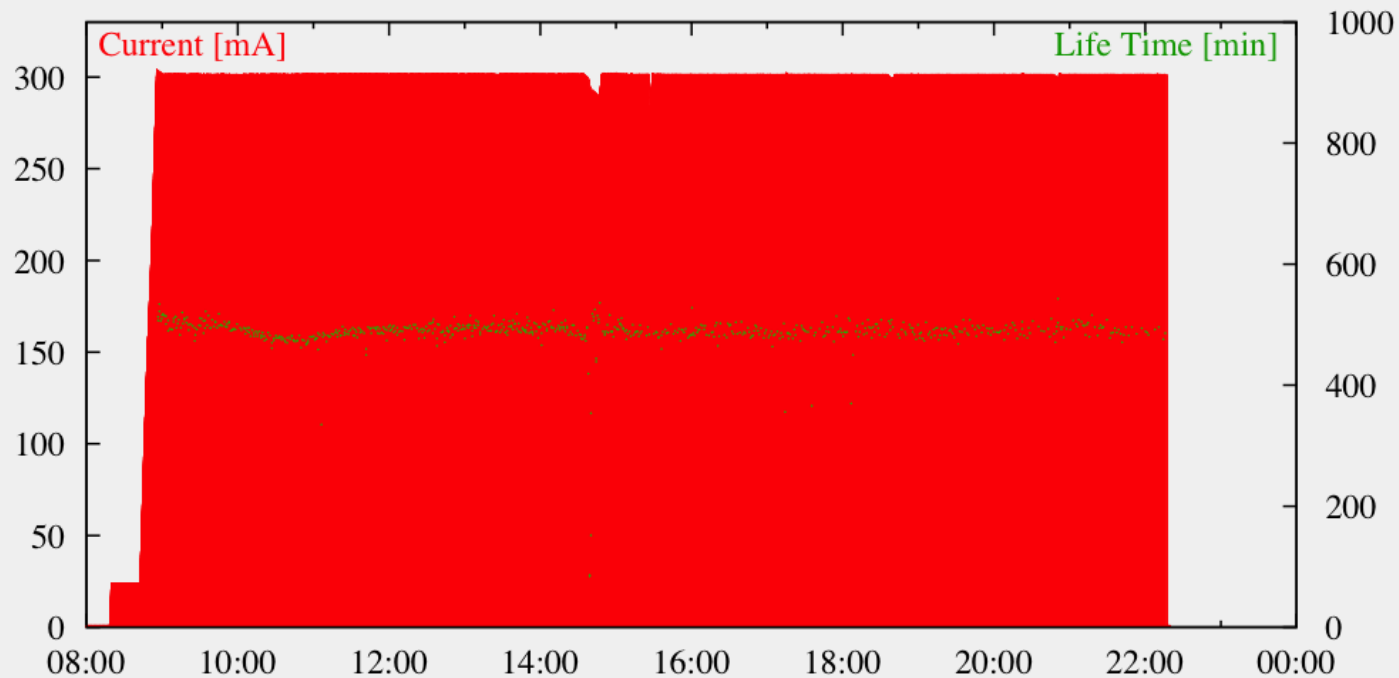
User Time

Shift

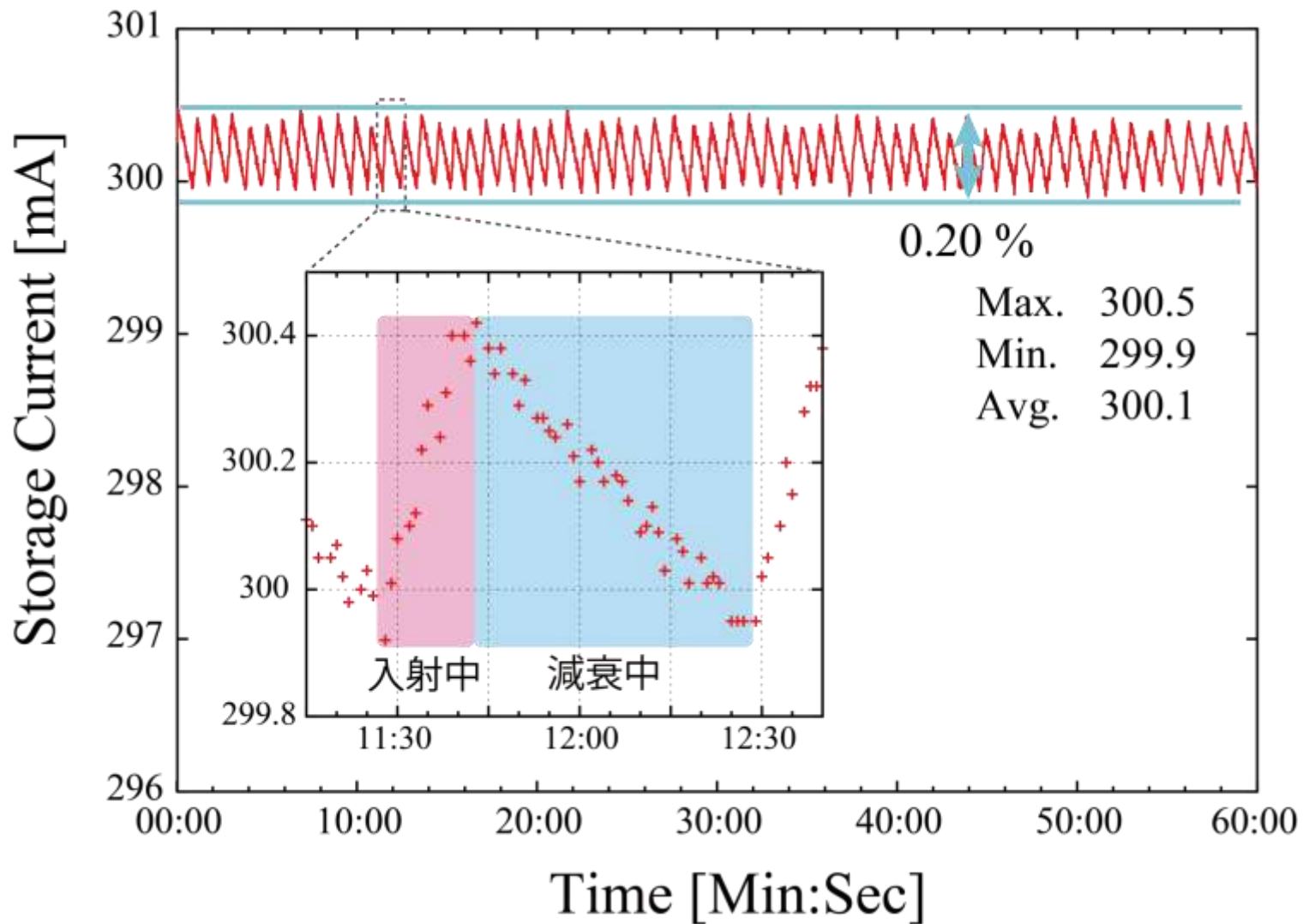
制御室 (5038)

Information

300mA top-up 運転。



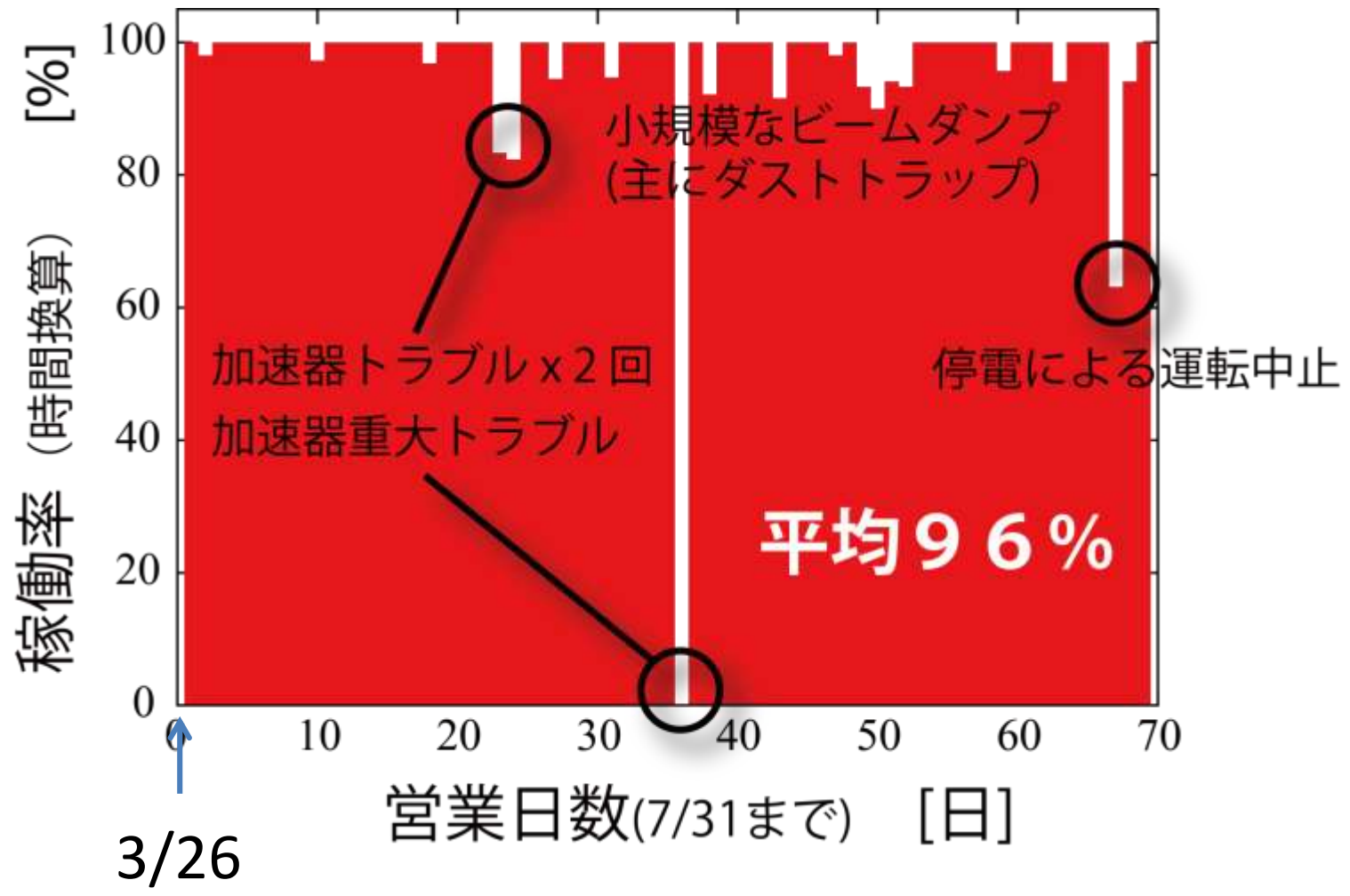
運転例 (詳細)



現在の状況

	設計(目標)	達成値(平均)
ライナック出射電流	1 nC	1 nC
ブースター入射効率	-	60 %
ブースター加速効率	-	40 %
ブースター入射加速効率	30 %	24 %
蓄積リング入射効率	80 %	50 %
蓄積リング入射電流	1 mA	0.4 mA

現在の状況



- SAP022 あいちSR超電導偏向電磁石の現状
- SAP023 あいちSRにおけるトップアップ運転の現状
- SAP027 あいちSRビーム輸送系におけるビーム位置モニタリングシステムの構築
- SAP085 あいちシンクロトロン光センターにおけるエミッタンス測定
- SAP102 あいちSRにおける加速器運転データベースの構築と現状
- SSFP25 あいちSR光源加速器の現状