

SPring-8加速器運転10周年記念講演会 2007.2.16

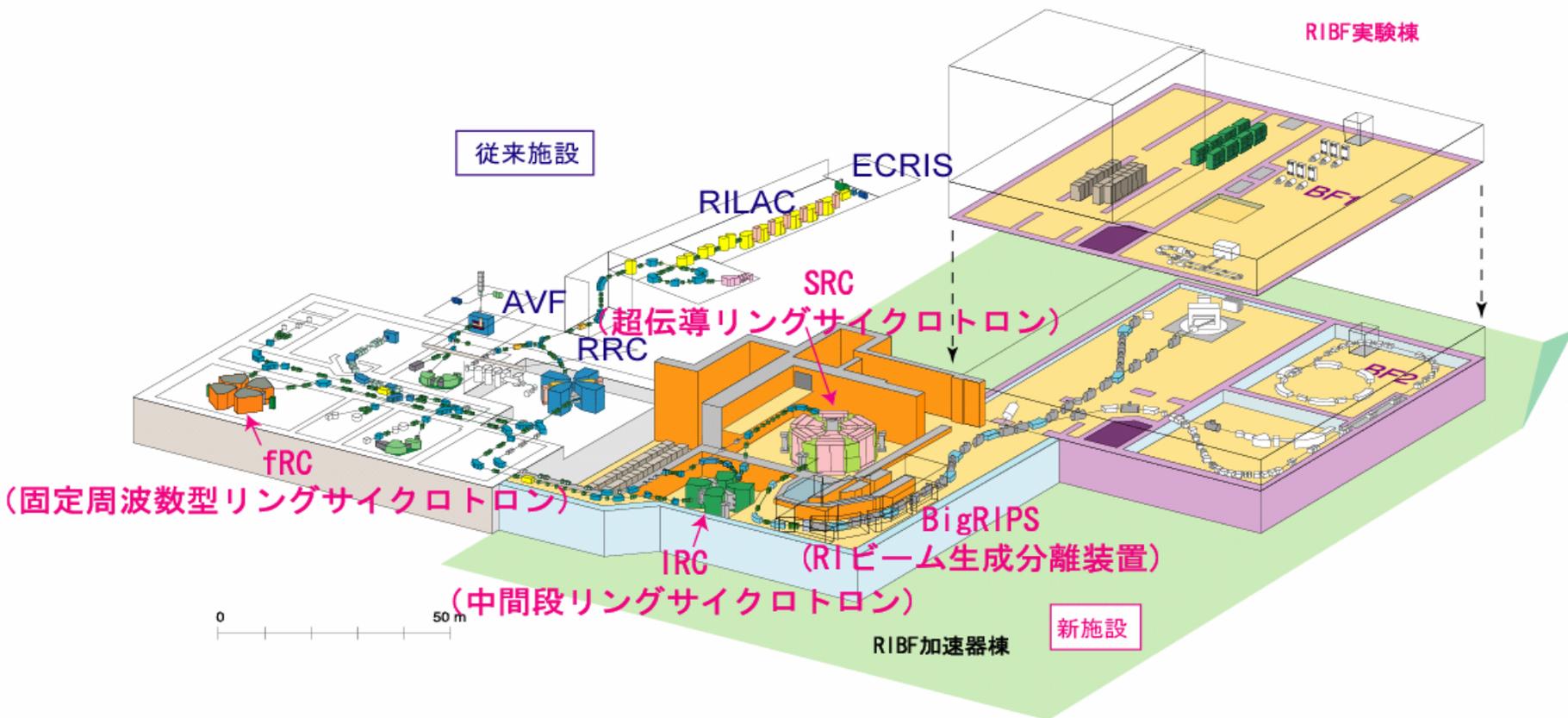
RIビームファクトリーの加速器群と そのコミッショニングについて

1. RIBF施設概要
2. 超伝導リングサイクロトロン(SRC)
3. コミッショニング
ファーストビーム 2006/12/28

理化学研究所
仁科加速器研究センター
加速器技術開発グループ

大西 純一

RIビームファクトリー施設全体図



RIビームファクトリー発生系施設(写真)

※加速器と実験設備はすべて地下室に收容されます。

AVF
(AVFサイクロトロン)



RRC
(理研リングサイクロトロン)



RILAC
(理研重イオン線型加速器)



fRC
(固定周波数型リングサイクロトロン)



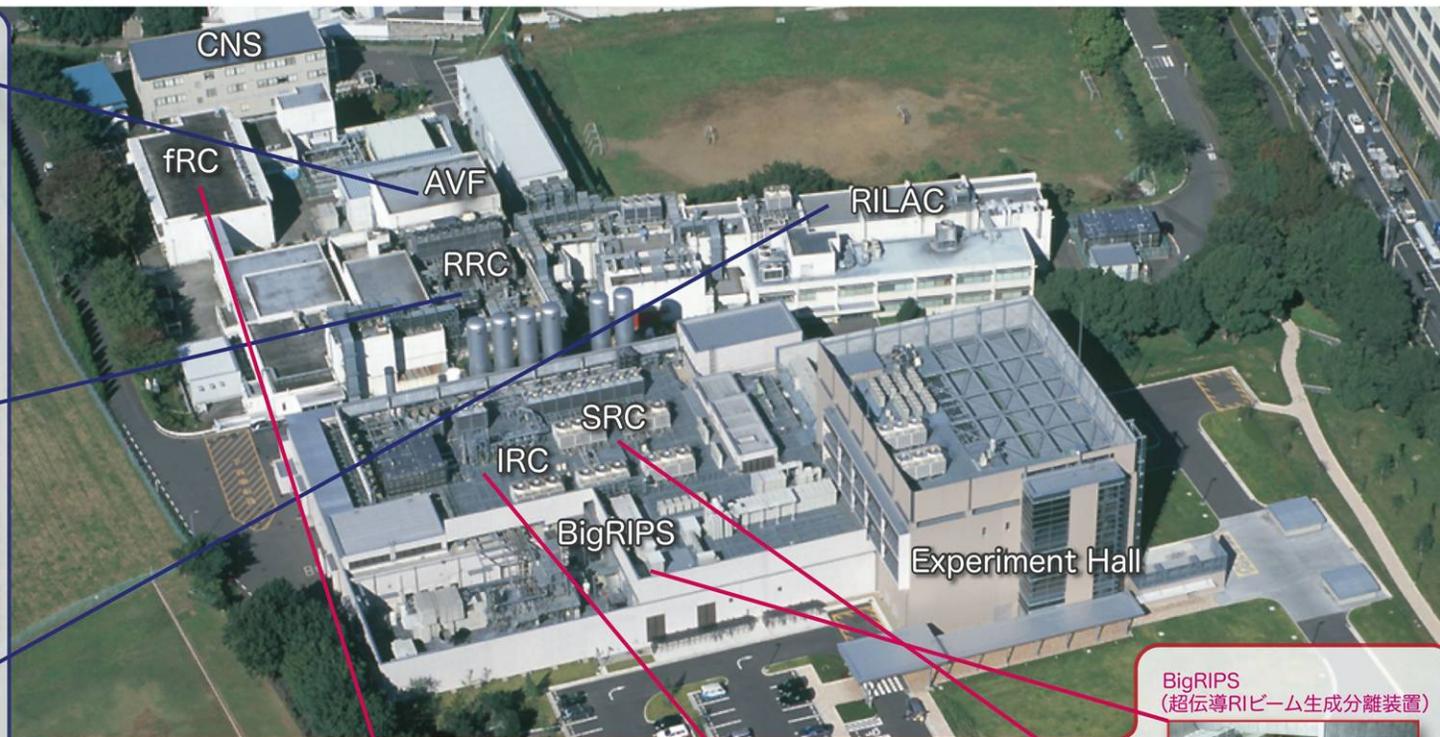
IRC
(中間段リングサイクロトロン)



SRC
(超伝導リングサイクロトロン)

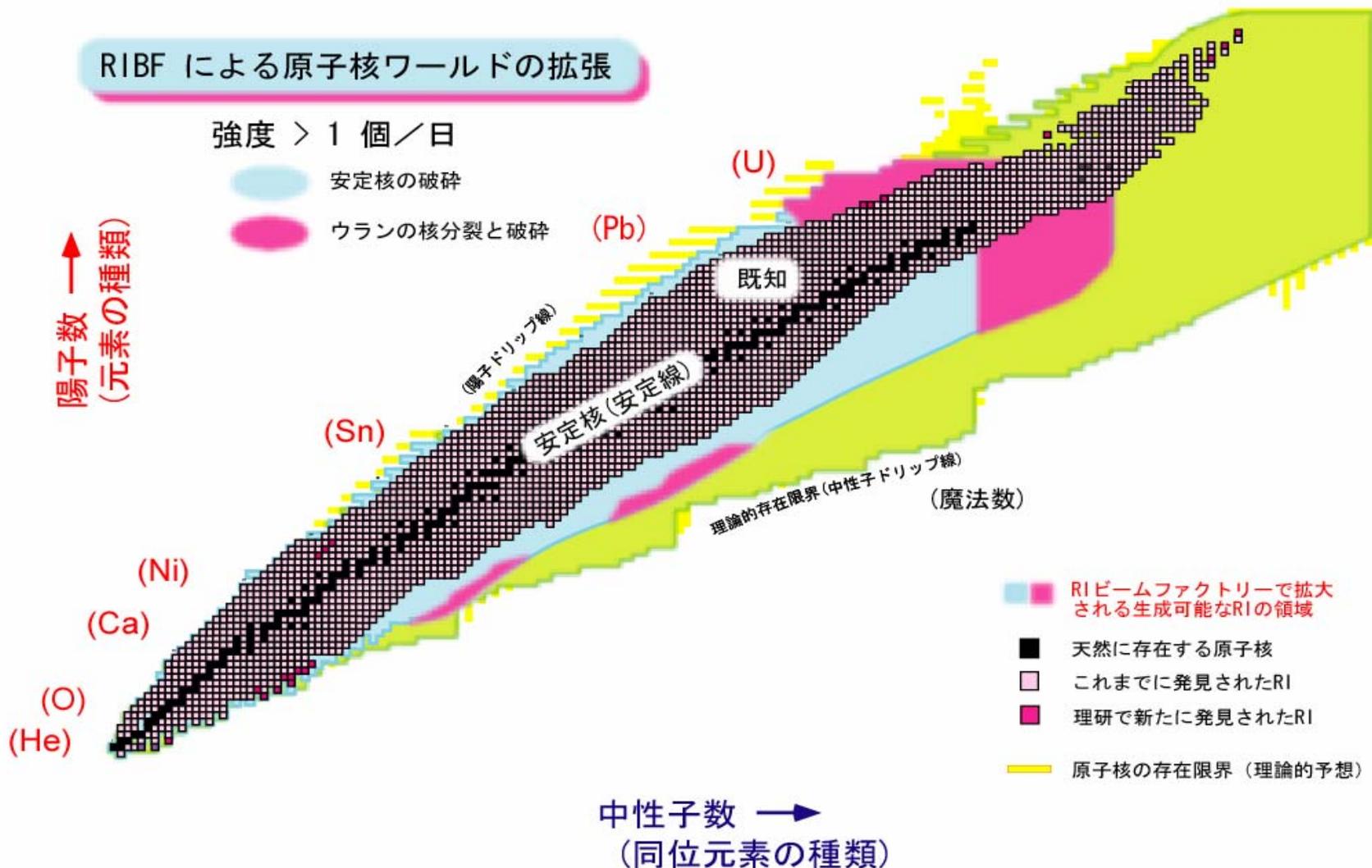


BigRIPS
(超伝導RIビーム生成分離装置)



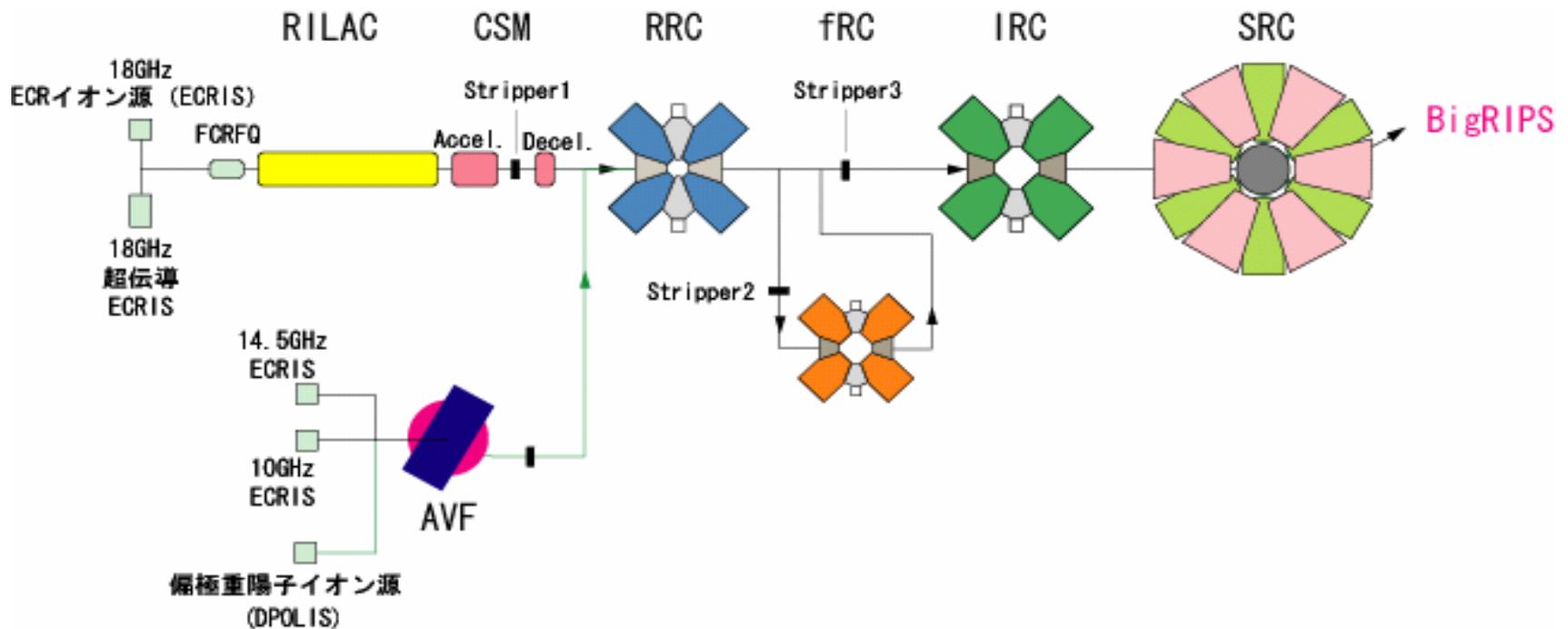
RIBFによる新しい不安定核の生成

より大きな生成断面積を得るため、
核子あたり350MeVのウランビーム($^{238}\text{U}^{88+}$)
が必要

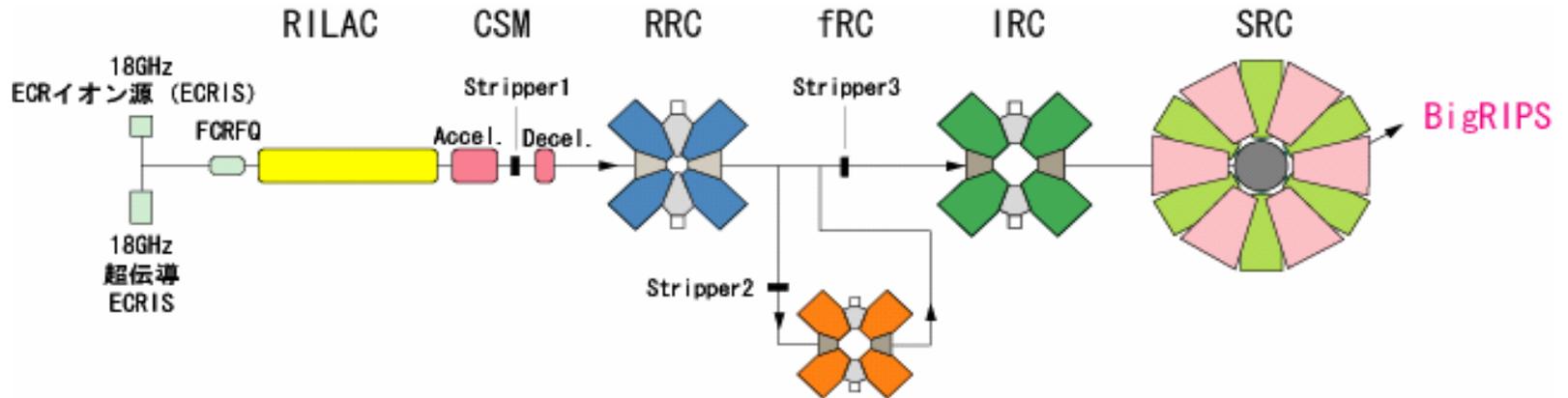


加速器の構成

	RRC	fRC	IRC	SRC
K値(MeV)	540	570	980	2500
速度ゲイン	4	2	1.5	1.5
ハーモニクス	9	12	7	6
RF周波数(MHz)	18-38	54.75	18-38	18-38



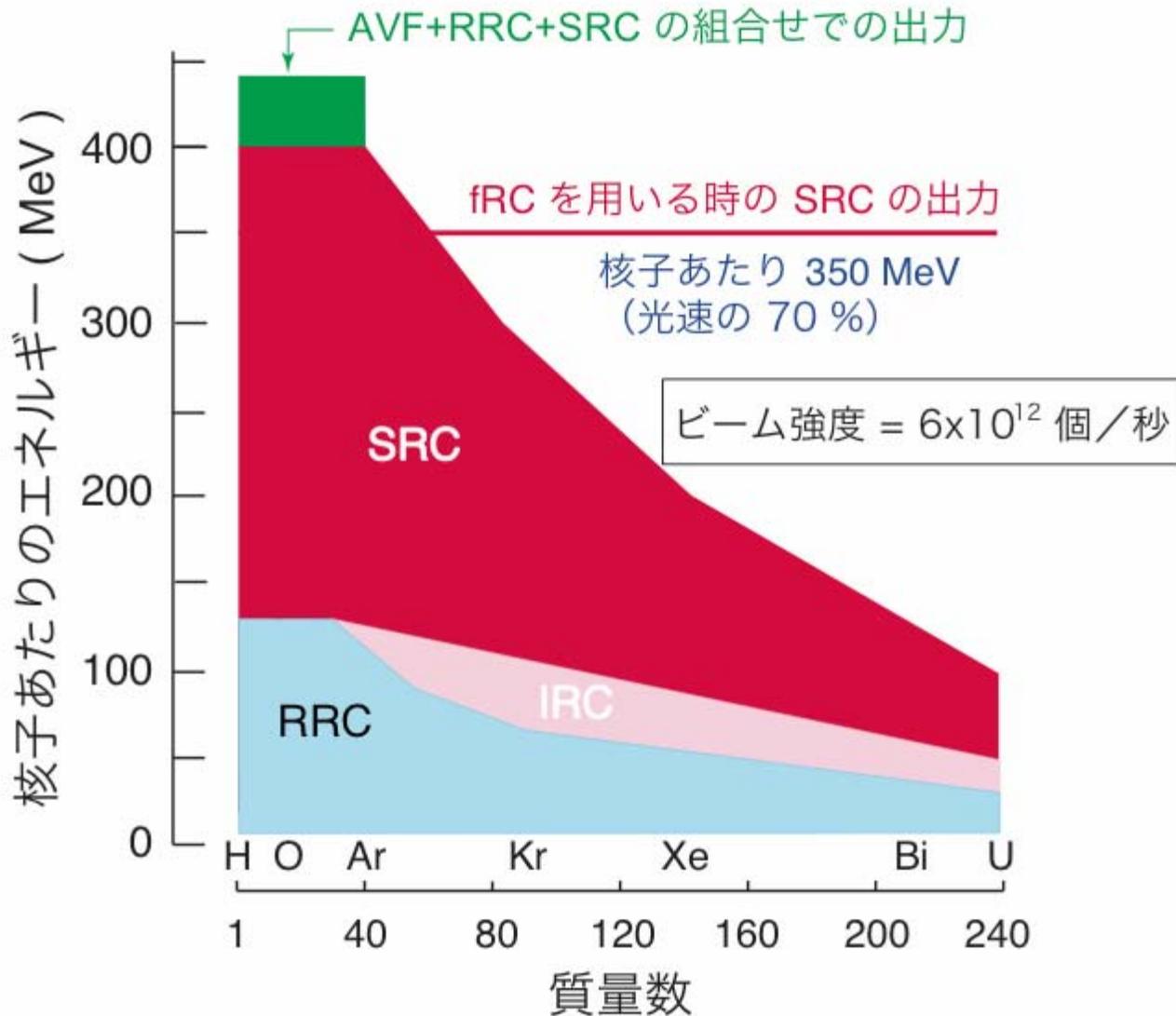
ウラン加速



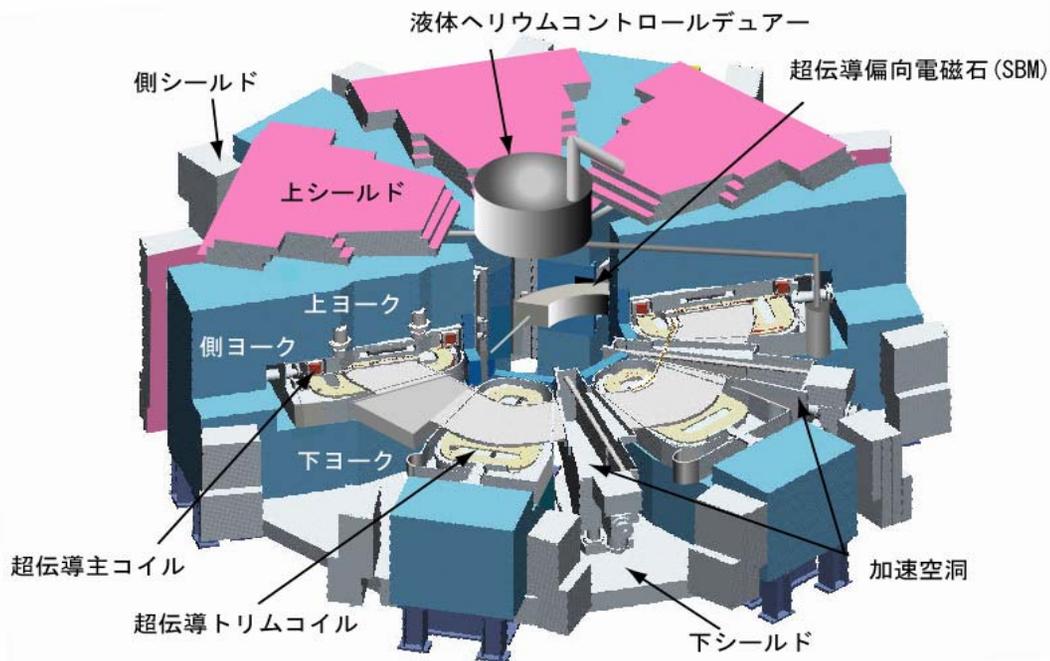
	18GHz ECRIS	RILAC	RRC	fRC	IRC	SRC
^{238}U 電荷数	35+	35+	35+	71+	86+	86+
RF周波数(MHz)		27.38	18.25	54.75	36.5	36.5
エネルギー(MeV/核子)		0.68	11	50	114	345
ビーム量(Particle nA)	140					2 (2007年目標値)

1. チャージストリッパー②と③を使用する。
ストリッパー②は約19%、ストリッパー3は約34%の収量がある。
2. ウラン345MeV/uの目標ビーム強度は、 $1\text{p}\mu\text{A}$ (82kW)である。
28GHz超伝導イオン源の導入で実現をめざす。
3. 当面の加速予定のイオン種には ^{238}U の他に ^{48}Ca , ^{86}Kr , ^{136}Xe がある。

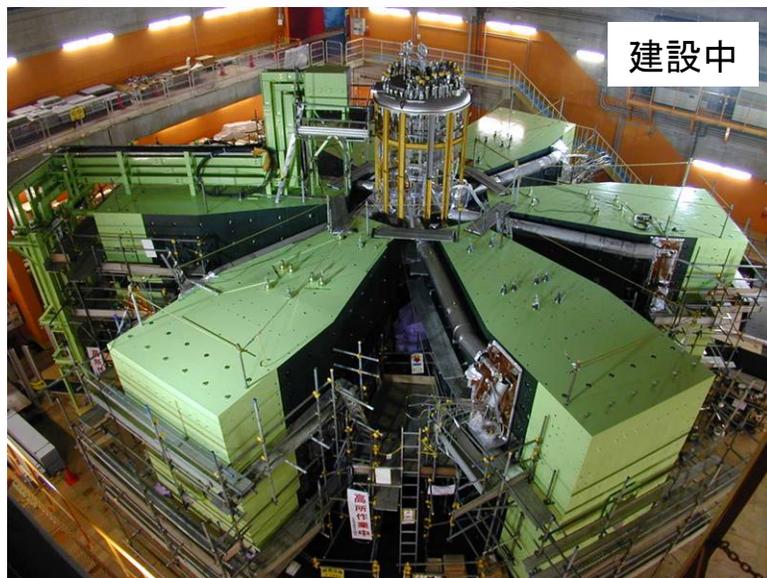
RIBF の目指すエネルギーと強度

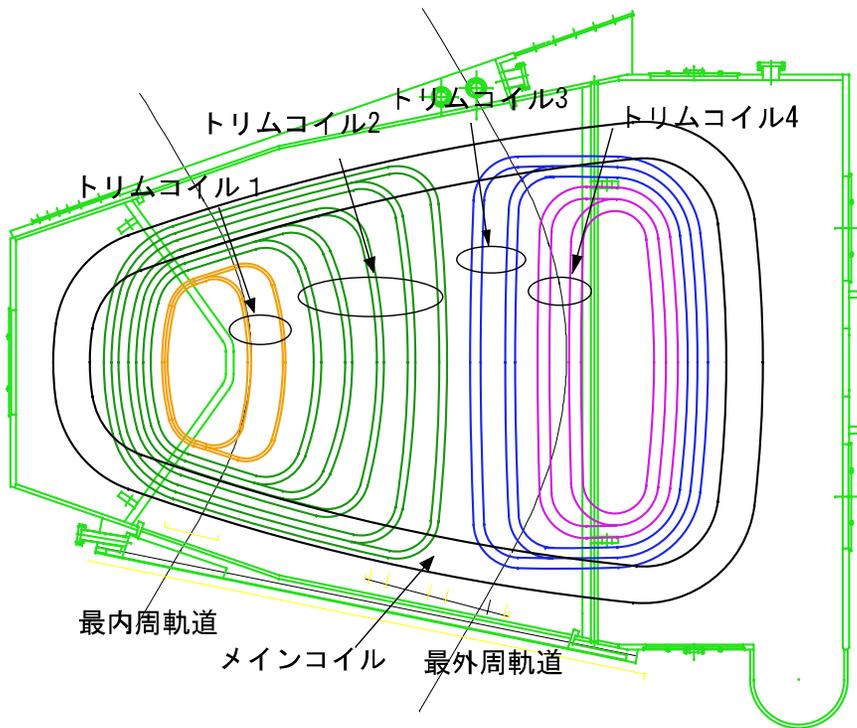


超伝導リングサイクロトロン(SRC)



K値	2500 MeV
セクター数	6
重量	約8000トン
軌道最大磁場	3.8 T
入射半径	3.56 m
取り出し半径	5.36m
共振器数	4 + 1 (FT)
RF周波数	18 - 38 MHz
RF電圧	550 kV

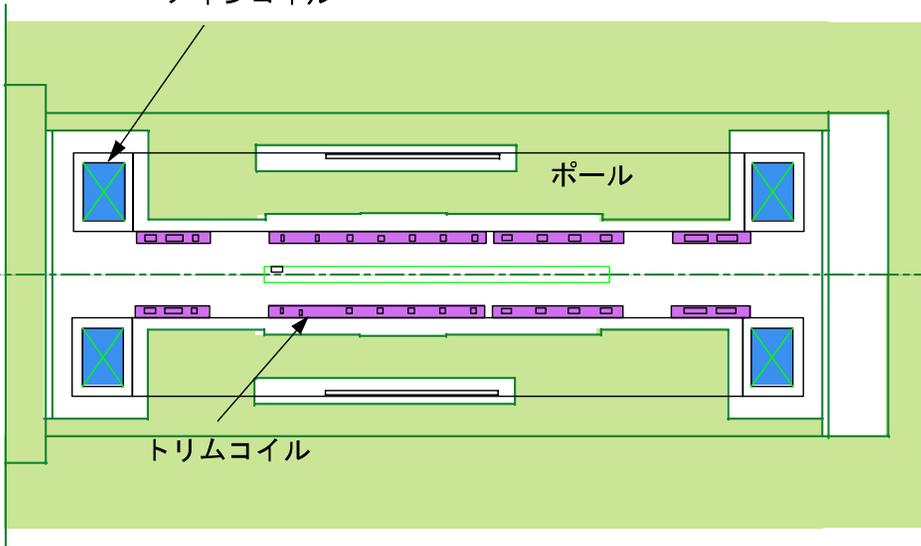




超伝導メインコイルとトリムコイル

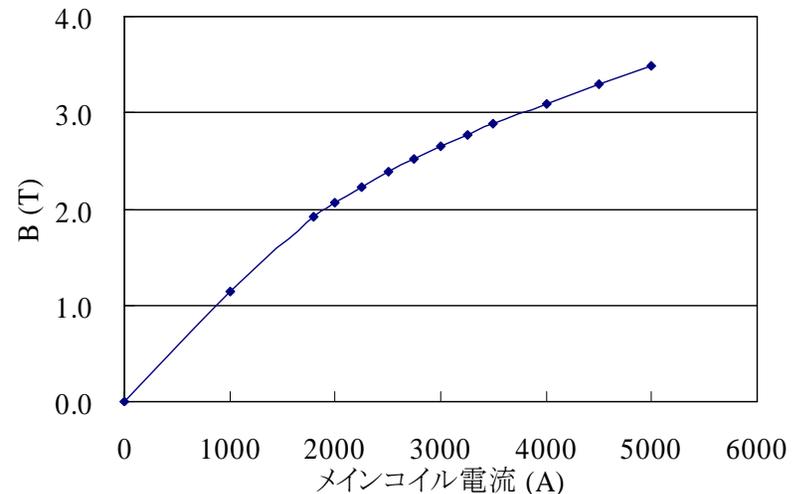
	メインコイル	トリムコイル
導体	Al安定化NbTi線 15mm x 8mm	Al安定化NbTi線 15mm x 8mm
定格電流値	5000 A	3000 A
コイル数	1対/セクター	4対/セクター
巻数と巻線方式	18列22層ソレノイド巻き	ダブルパンケーキ巻き
冷却方式	LHe浸漬冷却	LHe気液2相流による間接冷却

メインコイル

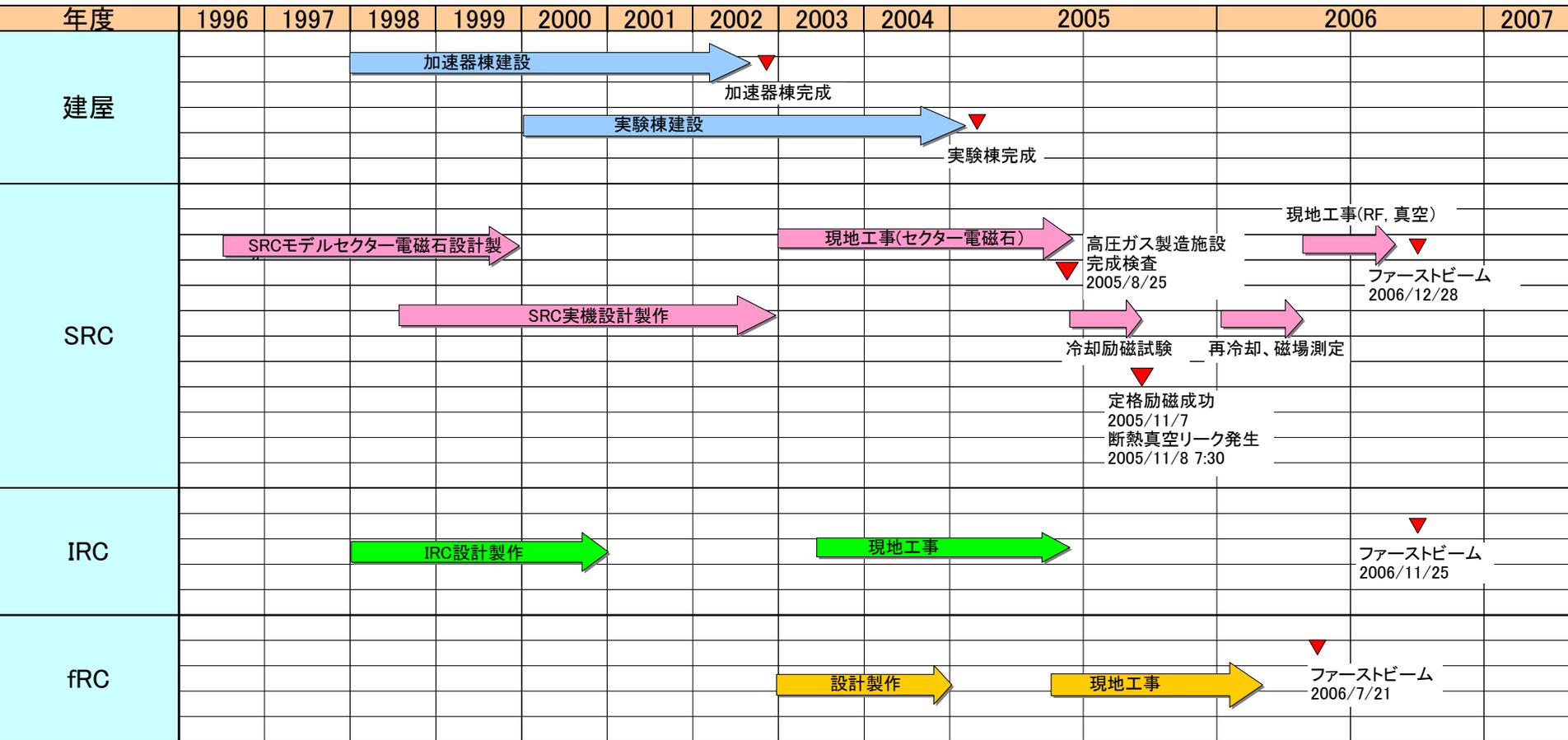


ポールギャップ 640mm

励磁曲線 (R=5.4m)



RIBF加速器関係建設スケジュール



超伝導リングサイクロトロン用ヘリウム冷凍システムの概要

ヘリウムバッファタンク

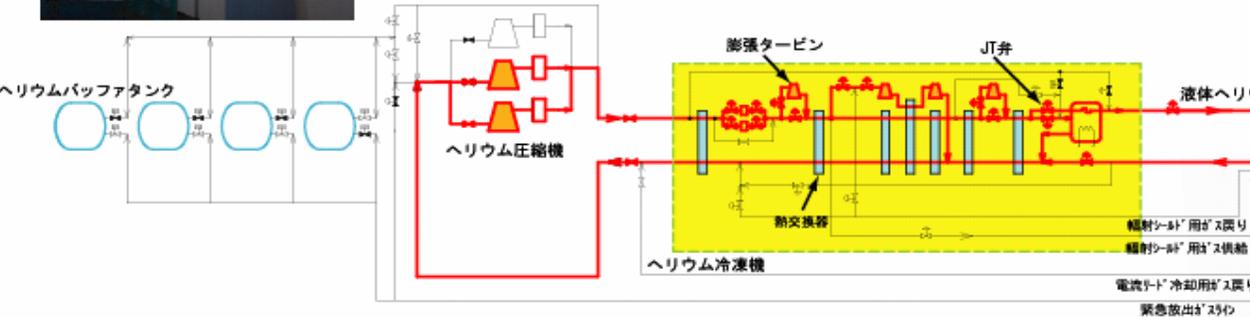


ヘリウム冷凍機

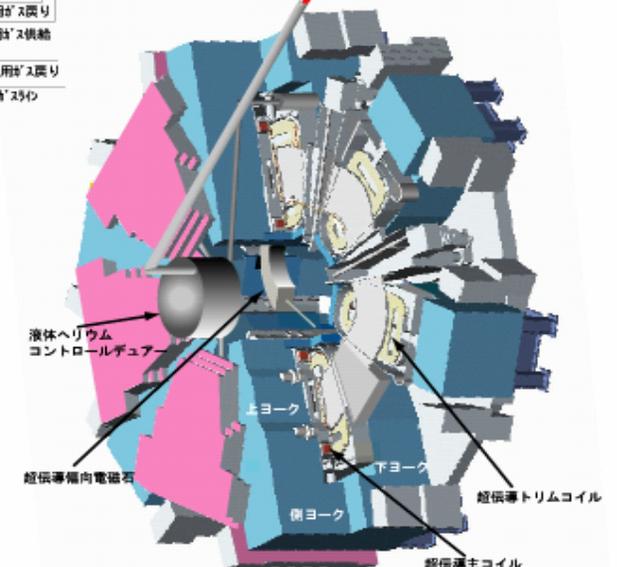


主要諸元

- 1) ヘリウム冷凍機
 - 型式: クロードサイクル型
 - 冷凍能力: 1000 W @ 4.5 K
 - 4000W @ 70 K
 - 膨張タービン: 4台
 - 熱交換器: 7台
- 2) ヘリウム圧縮機 (3台)
 - 型式: スクリュー式2段圧縮
 - 風量: 1500 N立米
 - 吐出圧: 18.5 MPa
- 3) バッファタンク (4基)
 - 内容積: 100立米
 - 最大圧力: 2.0 MPa

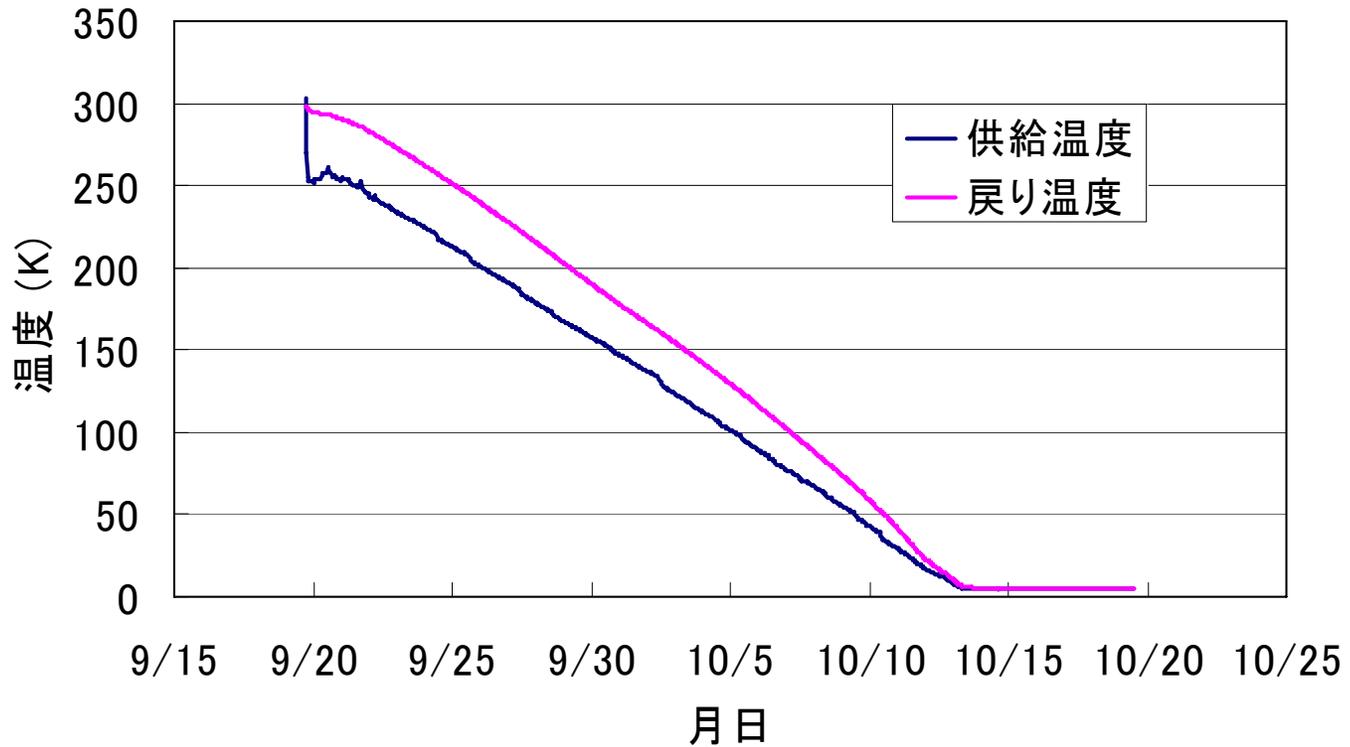


ヘリウム圧縮機



SRC 1回目の冷却(2005/9/19-2005/10/15)

SRC 冷却曲線



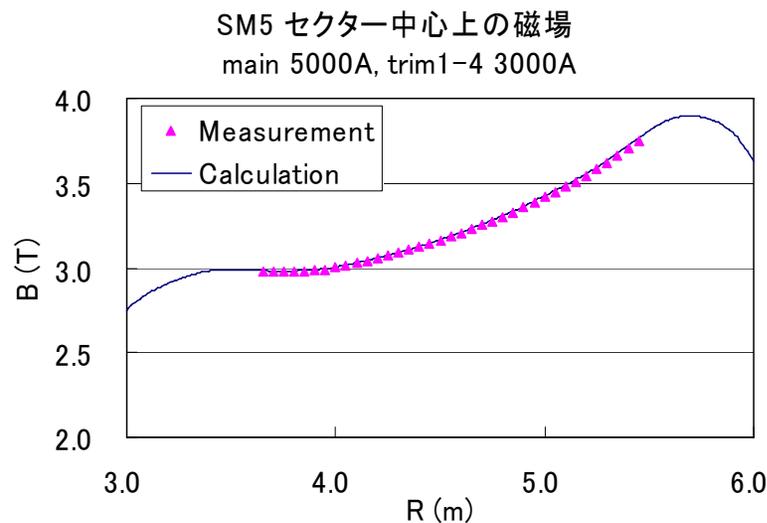
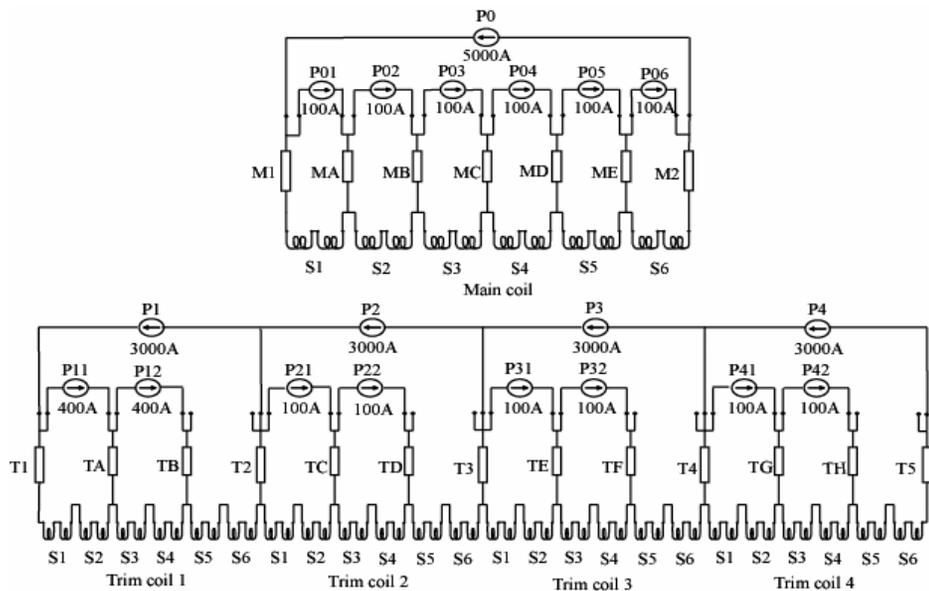
冷却体重量 約140トン

冷却、液化(5000L)に約4週間かかる。

SRC超伝導コイル励磁試験 2005/10/20~

インタロック試験、遮断試験、電磁力の測定などを行なった。

11/7 19:00 定格通電に成功(クエンチなし)
メインコイル5000A トリムコイル1~4 3000A

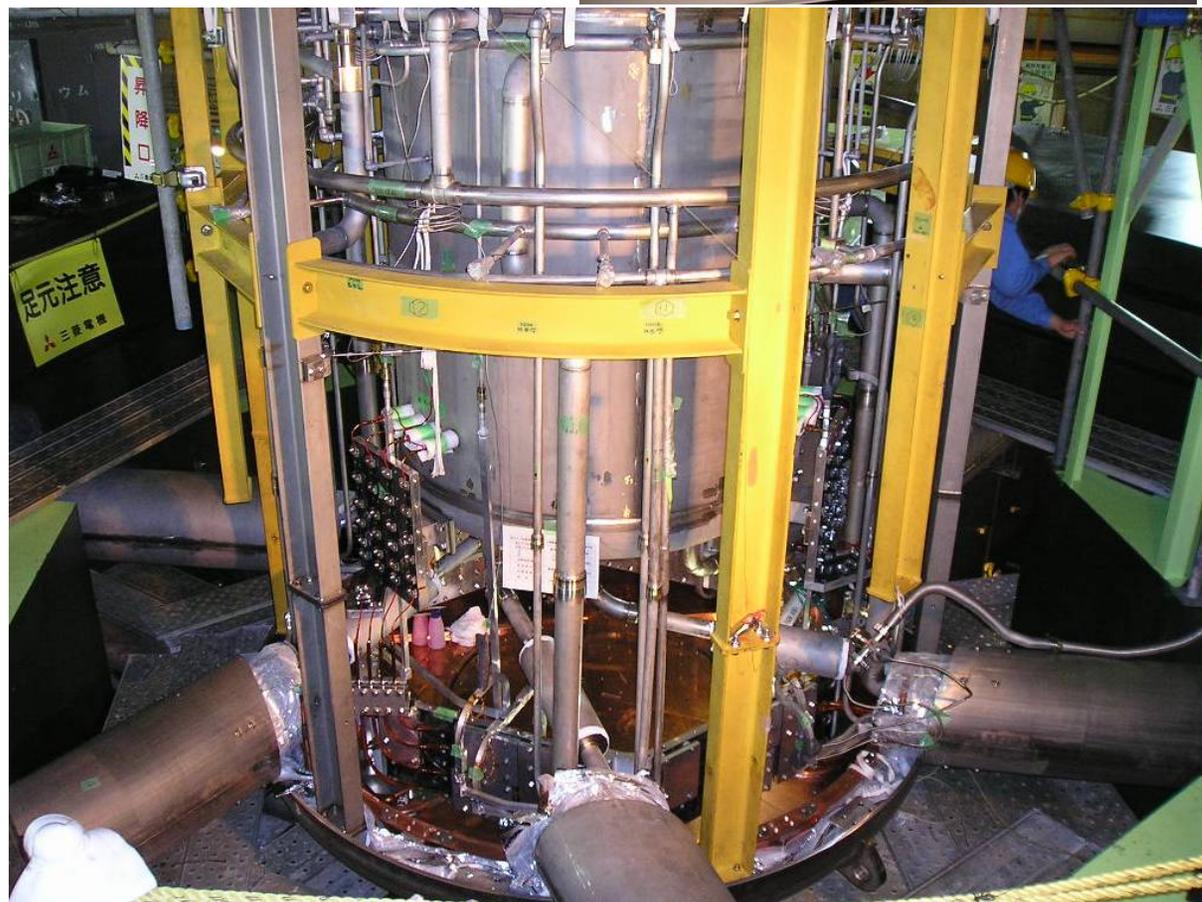


相違は100ガウス(0.3%)程度

翌11/8 7:30 断熱真空リーク発生
コントロールデュワー(5000Lの液体ヘリウム)の圧力が
約5分で4.5気圧を超えて大気に放出される。

11/26 リーク箇所確認

緊急放出弁と
コントロールデュワーの
断熱真空部



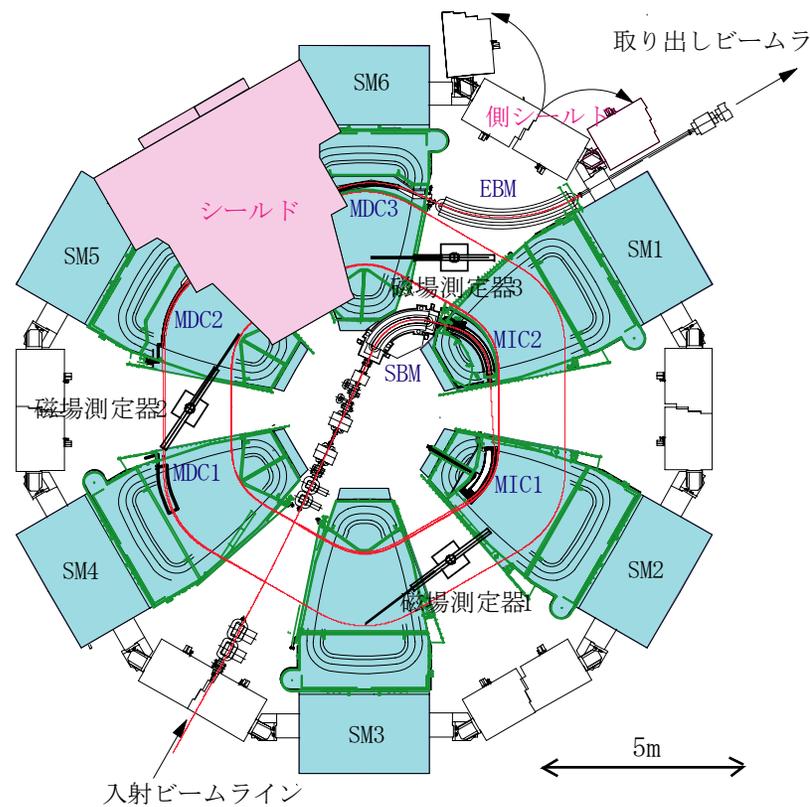
磁場測定 (2006/4/17~6/14) 約2ヶ月

ホール素子によるマッピング

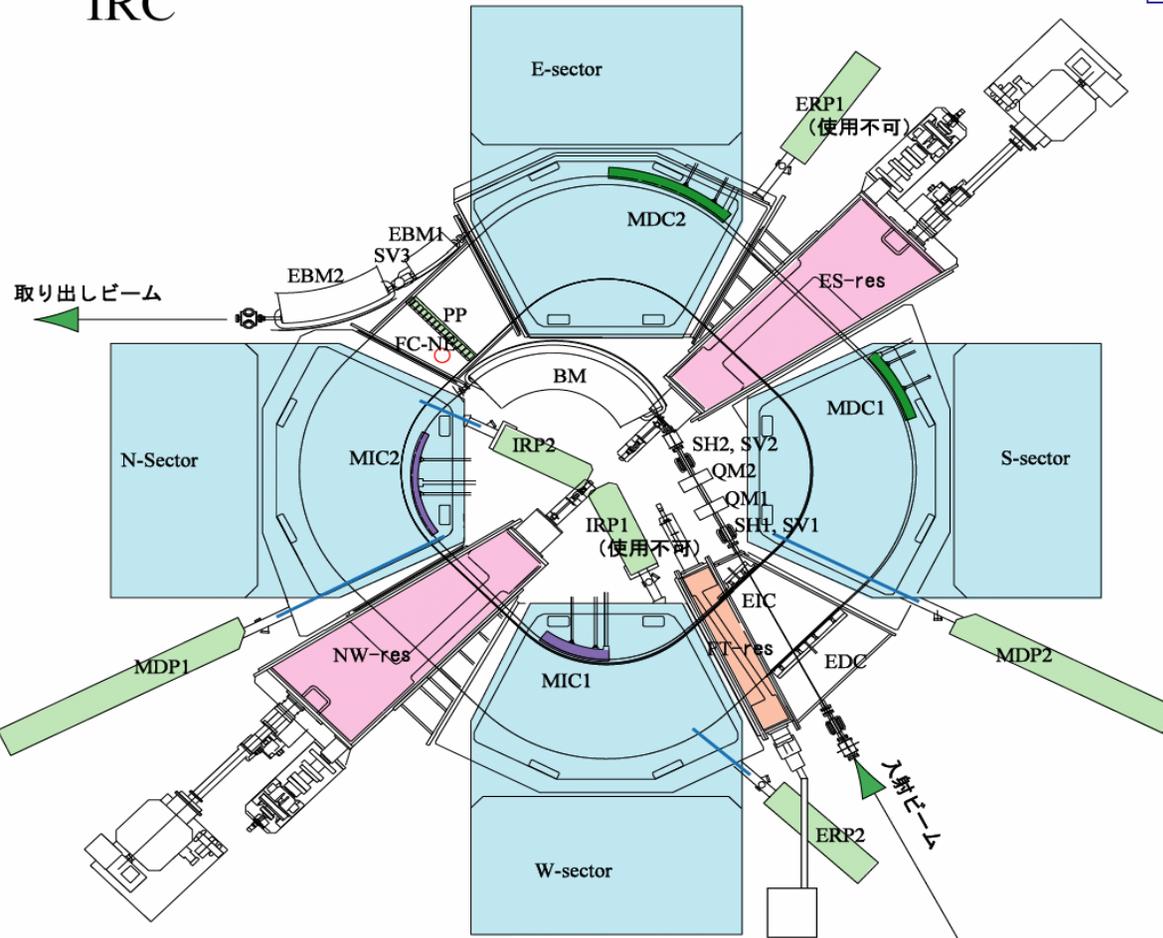
磁場測定機	3台
測定メッシュ	約5cm間隔
1マップ測定時間	3時間30分
マップ数	390
全測定点数	330万点



磁場測定器



IRC



IRCコミッションング

2006/11/22 放射線管理区域設定

11/24

21:35 RIBF加速器棟へビームを出す。
 $^{84}\text{Kr}^{31+}$ 36.5 MHz

21:40 MDP2でビーム確認

(中断)

11/25

0:30 再開

1:30 EDCでビーム確認

2:20 FC-K00でビーム確認

7:00 通過効率 約30%

真空度 5×10^{-6} Pa (クライオポンプ13台)

ビームモニター メインプローブ、位相プローブ

SRCコミッショニング

2006/11/13 SRC RFパワーテスト、エージング開始

11/22 放射線管理区域設定

11/25 2:25 IRCファーストビーム ($^{84}\text{Kr}^{31+}$)

11/26-30 IRC 静電セプタム(EIC)ケーブルトラブル

12/1 fRCのMSのため、KrからUに切替

12/4 fRC真空リーク発生 (?)

12/5 SRC真空リーク発生 (FT共振器のRF窓破損)

12/6-8 UからKrに切替

12/8 ヘリウム冷凍機昇温 (つまりによる冷凍能力低下のため)

12/13 $^{84}\text{Kr}^{31+}$ から $^{27}\text{Al}^{10+}$ に切替 (ビーム強度20倍程度)

12/16 液体ヘリウム貯液完了、励磁、RF焼きだし再開

12/17 SRC EICまでビームを出す。

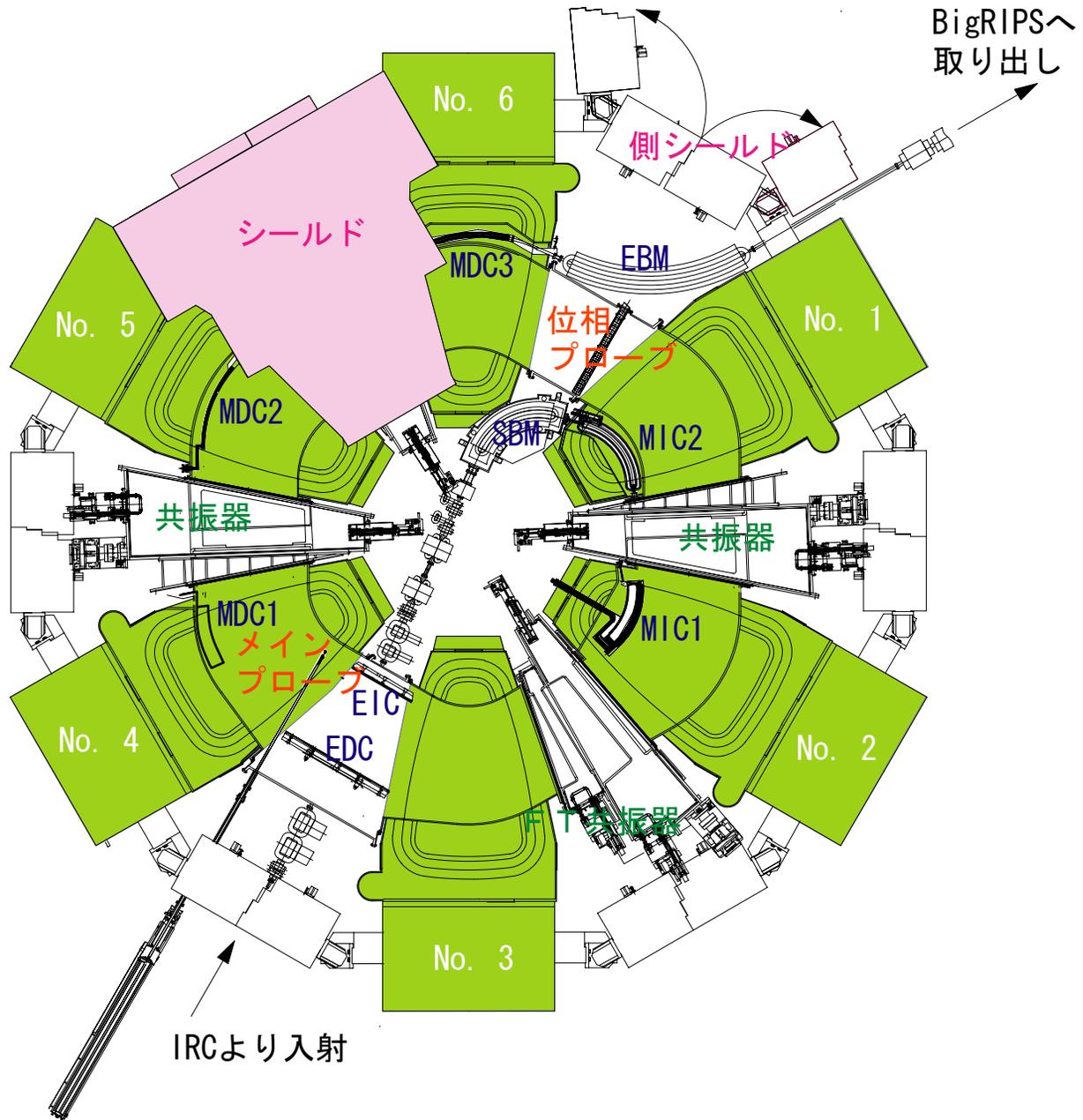
12/21 16:00 No1, No2共振器CWになり、SRC入射開始

2ターンしか回らない。

12/22 IRC取り出しビームエネルギー測定 IRC EDCを10mm外へ移動

- 12/23 21:00 SRC入射成功。10ターン回る。共振器は1台
- 12/24 2:00 R=4.6m付近(入射3.56m、取り出し5.36m)まで加速されるが、それ以上加速できない。
- 12/25 放射線管理システムトラブル(4:00-23:00)
- 12/26 1:00 フルビーム100nA、2分30秒で真空度悪化 (No1共振器)
14:00 大気開放。Qマスの設置場所が違っていた。
- 12/27 RF焼きだし
- 12/28 5:50 RF共振器3台 CW励振
6:00 ビーム入射
6:08 再外周まで加速
6:40 取り出し調整開始
9:30 EBM入口までビームが来る。
11:00-13:00 EBM極性確認、サーベイメーター設置
15:35 サーベイメーターが反応
15:58 ファラデーカップとプロファイルモニター(SRC下流約5m)でビームを確認 Al¹⁰⁺ 345MeV/核子
20:30 記者会見

超伝導リングサイクロトロン (SRC) 平面図



2006/12/28 コントロールルーム



今後の予定

- 3月中 U ビームを加速(RRC-fRC-IRC-SRC)
- 4月上旬 Kr ビーム (RRC-IRC-SRC)で施設検査を受ける。
- 7月 最初の実験を行なう。

(終)

