

J-PARCリニアック50Hz運転検証試験



日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター 加速器ディビジョン
加速器第四セクション

近藤恭弘

地村幹^A, Ersin Cicek^B, 福井佑治^B, ニツ川健太^B, 不破康裕^A, 後藤陸斗^C, 平野耕一郎^A, 石川将樹^D, 伊藤崇^A,
北村遼^A, 小坂知史^C, 宮尾智章^B, 溝端仁志^B, 森下卓俊^A, 守屋克洋^A, 中野秀仁^A, 南茂今朝雄^B, 大越清紀^A,
岡部晃大^A, 柴田崇統^B, 神藤勝啓^A, 高橋博樹^A, 田村潤^A, 田崎竜太^E

^A日本原子力研究開発機構 ^B高エネルギー加速器研究機構

^C(株)NAT ^D原子力エンジニアリング(株) ^E関東情報サービス(株)

- J-PARCリニアックアップグレード
- タイミング・制御系(粒子数カウンタの50Hz対応)
- 負水素イオン源の50Hz運転
- 加速空洞、高周波源の50Hz動作試験
- ビームモニタの50Hz運転時ノイズ確認
- まとめ



2025年のJ-PARC

• 所期の性能をほぼ達成

Materials and Life Science
Experimental Facility
1 MW

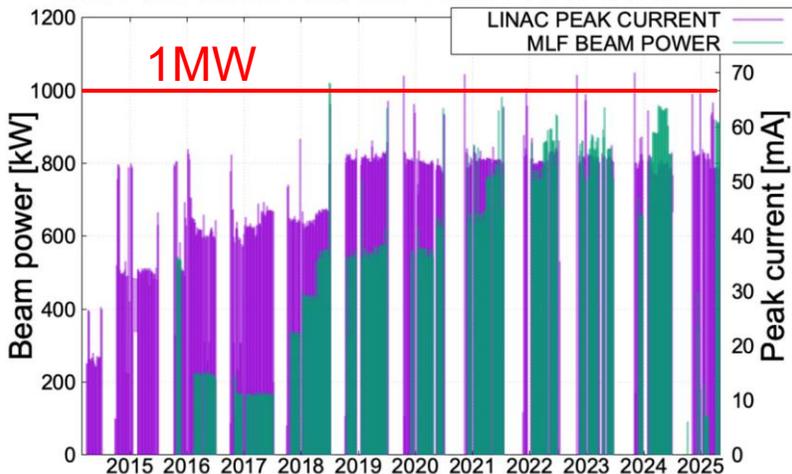
Hadron
Experimental Facility
90 kW

MR
30 GeV
FX 1 MW
SX 0.1MW

NU 800kW
HD 90kW
利用運転を達成

MLF 1MW利用運転を達成

Linac Peak Current and MLF Beam Power Trend:

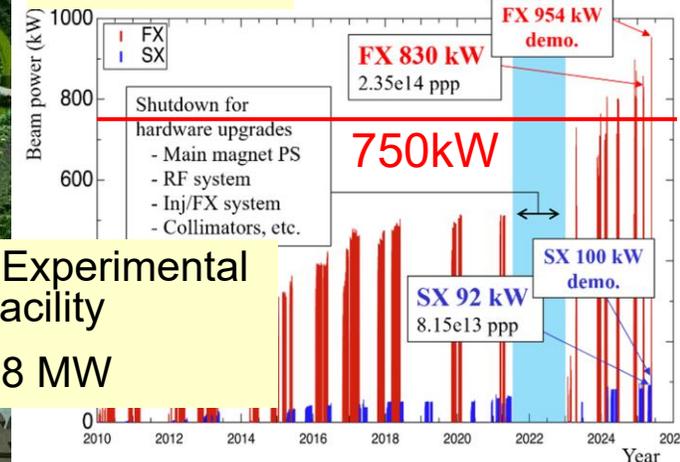


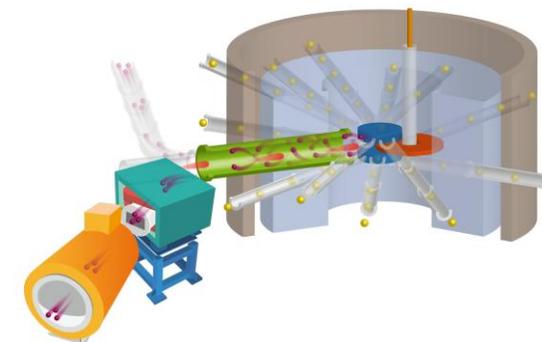
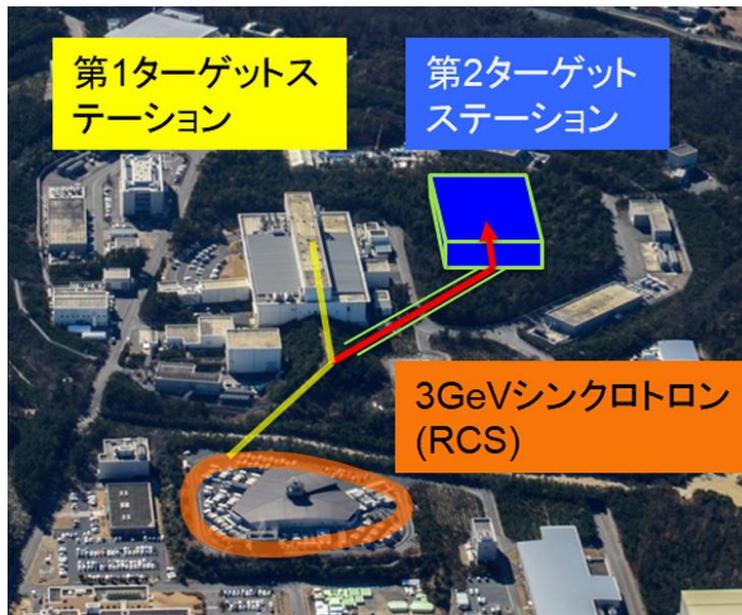
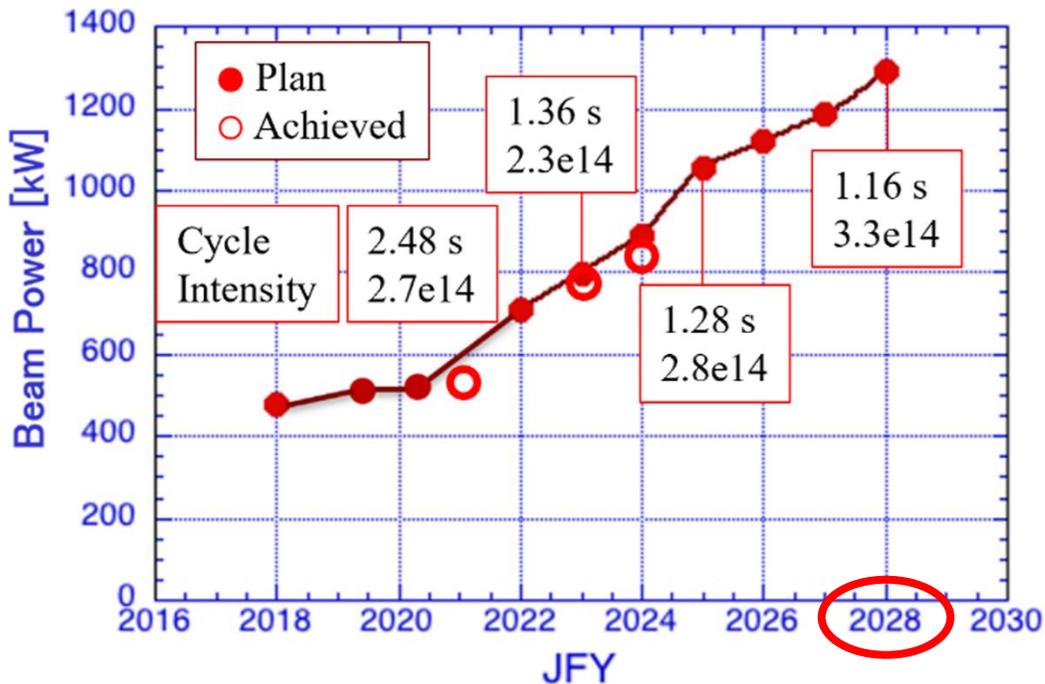
3NBT
3 GeV 1 MW

RCS
3 GeV 1 MW

Linac
400 MeV, 50 mA,
25 Hz, 500 us, 53% 133 kW

Neutrino Experimental
Facility
0.8 MW





J-PARC 物資・生命科学実験施設 第2ターゲットステーション 概念設計書第1.2版

- MR1.3MW化
 - 現時点で唯一年次計画が確定している
 - 1.16sに1回4パルスMRへ (RCSのパワー20%くらい持って行かれる)
- MLF1MW x MR1.2でRCS1.2MW
- MLF第2ターゲットステーション (TS2)
 - 500kW想定
- (MLF1MW+TS2 0.5MW) x MR1.2でRCS1.8MW

未達の当初計画 — 陽子ビーム照射施設

核変換物理実験施設:TEF-P

ADSターゲット試験施設:TEF-T

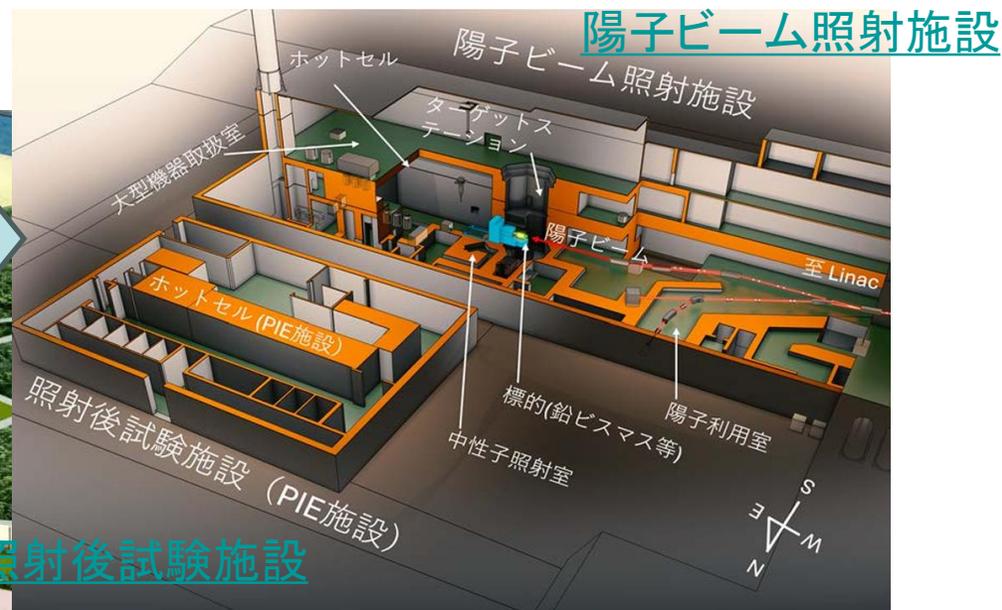
目的： 低出力で未臨界炉心の物理的特性探索とADSの運転制御経験を蓄積
 施設区分： 原子炉（臨界実験装置）
 陽子ビーム： 400MeV-10W
 熱出力： 500W以下

目的： 大強度陽子ビームでの核破砕ターゲットの技術開発及び材料の研究開発
 施設区分： 放射線発生装置
 陽子ビーム： 400MeV-250kW
 ターゲット： 鉛・ビスマス合金

TEF-P 安全設計書 TEF-T 技術設計書



多様な陽子ビーム照射のニーズに対応すべく見直し



照射後試験施設

この絵はJ-PARC建設時に描かれたTEFはすでに描かれている→当初計画(第II期)

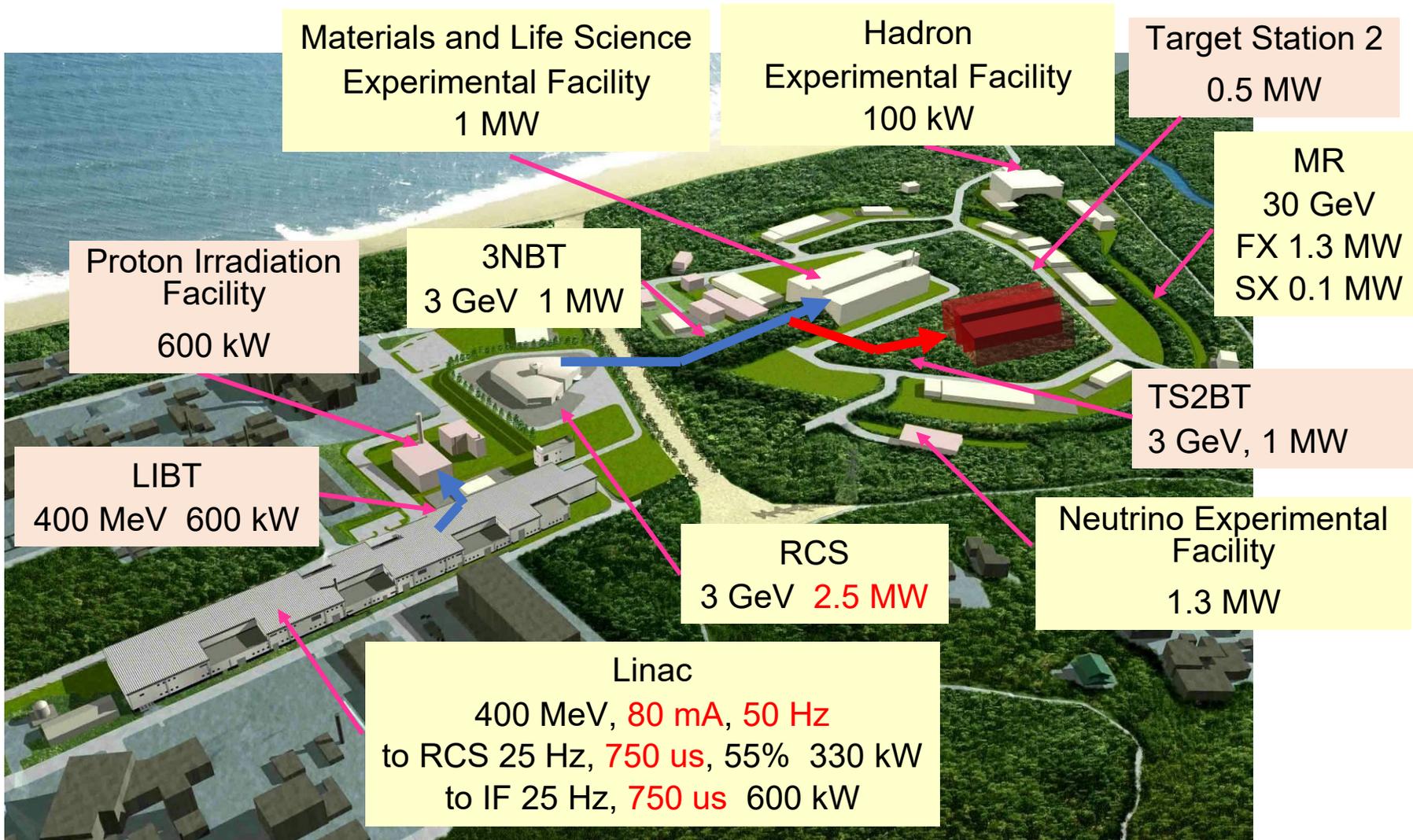


実際の写真
まだ何も無い

- J-PARC完成のためにはこの施設の実現が必須
- リニアック繰り返し25Hz→50Hzが必要



20XX年のJ-PARC

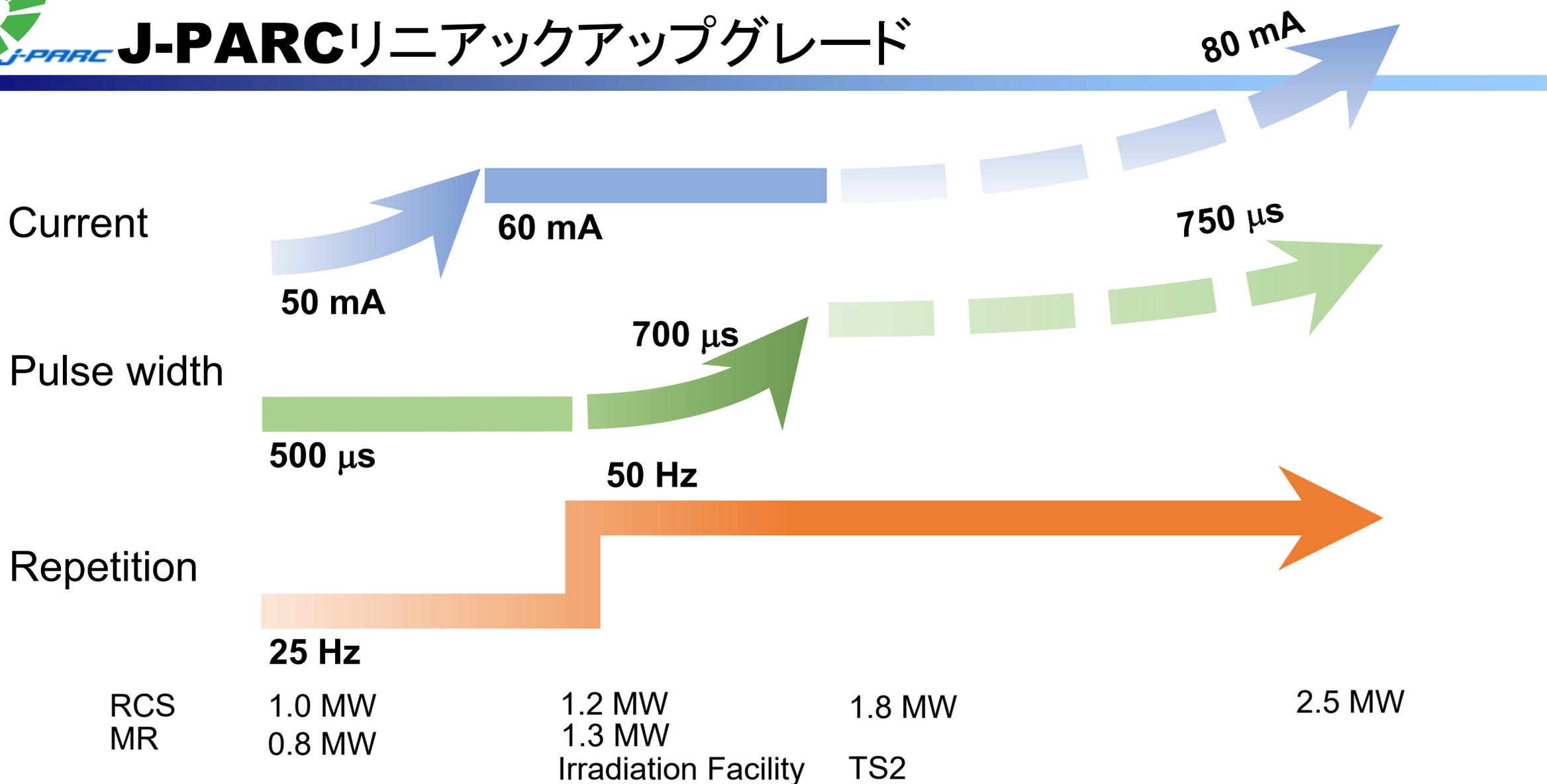


もう有る

まだ無い



J-PARCリニアックアップグレード



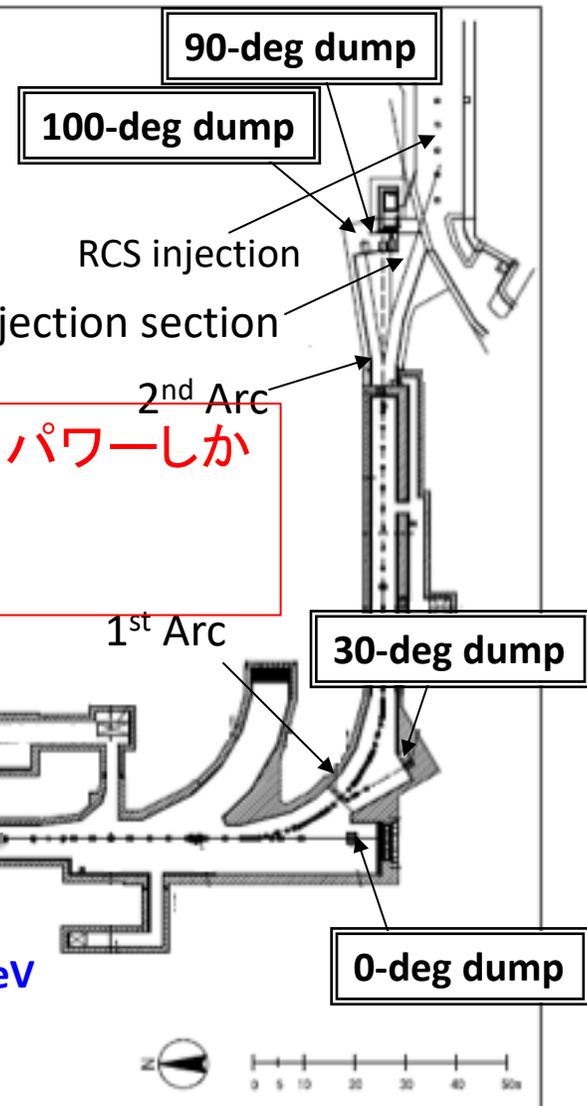


J-PARCリニアックの現状

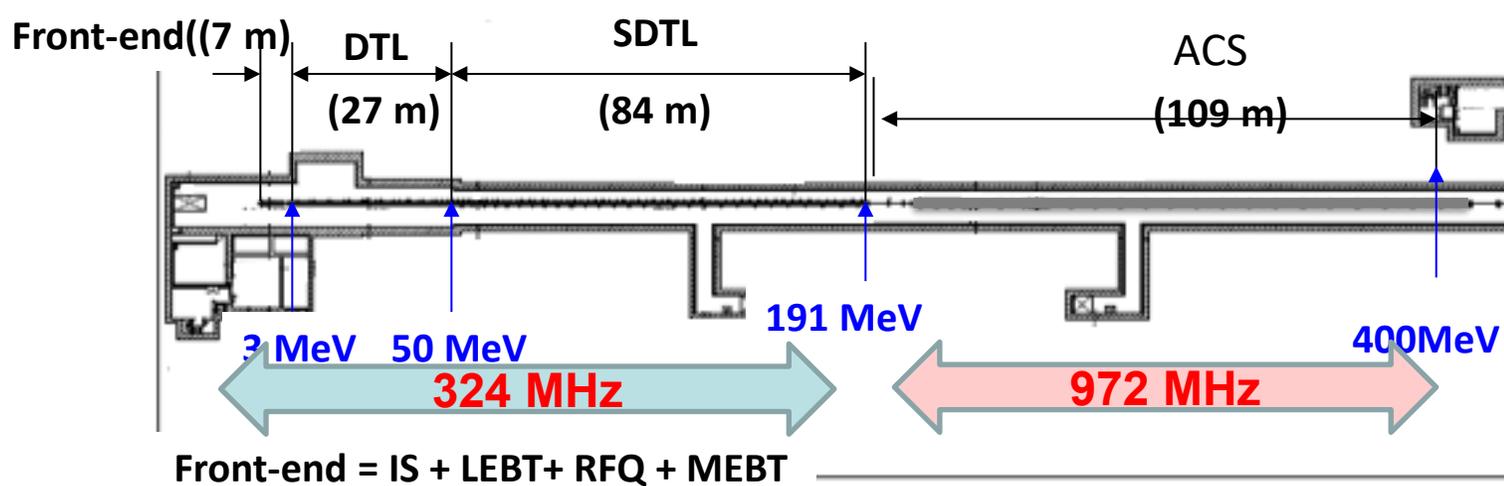
	仕様	現状
粒子	H ⁻	←
エネルギー	400 MeV	←
電流	50 mA	←
パルス幅	500 μs	←
繰り返し	50 Hz	25 Hz
デューティー比	2.5%	1.25%
ビームパワー	RCS行き(チョップ有)	133 kW
	TEF行き(チョップ無)	250 kW

60mA増強に目途
600μA増強まで実証

仕様の半分以下のパワーしか
使えていない
→要50Hz検証



これらのビーム
ダンプ容量を
担保するため
粒子数カウンタ
の50Hz対応が
必要



- 2025/5/26(月) リニアック棟ローカルにて50Hzタイミング準備
- 2025/5/27(火)
 - 9:00~ クライストロン電源、空洞、イオン源順次立ち上げ開始
 - 17:00 SDTLまで立ち上げ完了。イオン源無人運転
 - 21:40 ACS, debuncherまで立ち上げ完了
- 2025/5/28(水)
 - 9:00~ 空洞、ビームモニタデータ取得
 - 16:00~ 機器立ち下げ開始
 - 17:28 25Hz復帰。検証運転終了
- 2025/5/29(木) LI, RCS AA移行
- 2025/5/30(金)~6/13(金) 粒子数カウンタ試験@3MeVリニアック

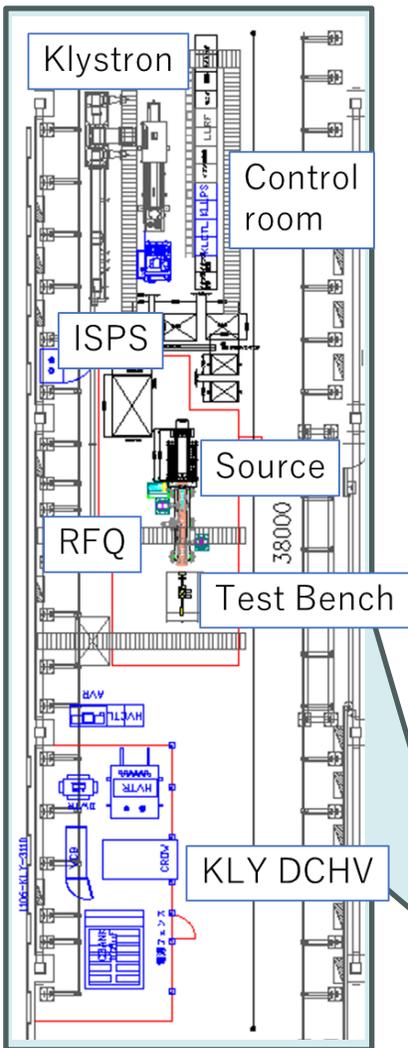
粒子数カウンタシステムの50Hz試験@3MeVリニアック

- 3MeVリニアックを25Hz運転で新システム動作確認

- 同じ電流モニタの信号を分岐
- 既存の粒子数カウンタは25Hzで測定
- 新粒子数カウンタのみ専用50Hzトリガで測定
- ビームのないトリガでのノイズの範囲内で一致

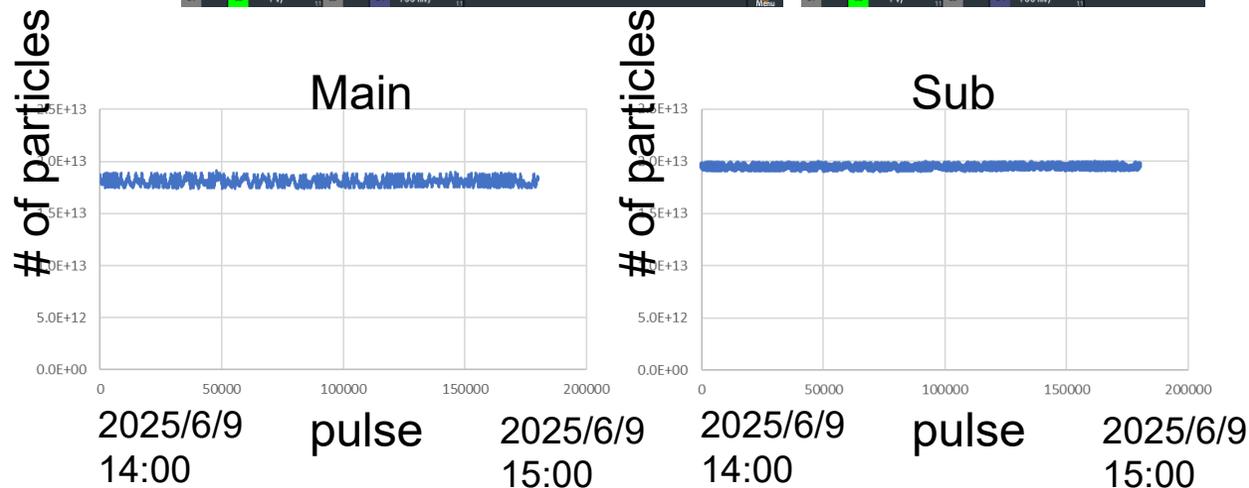
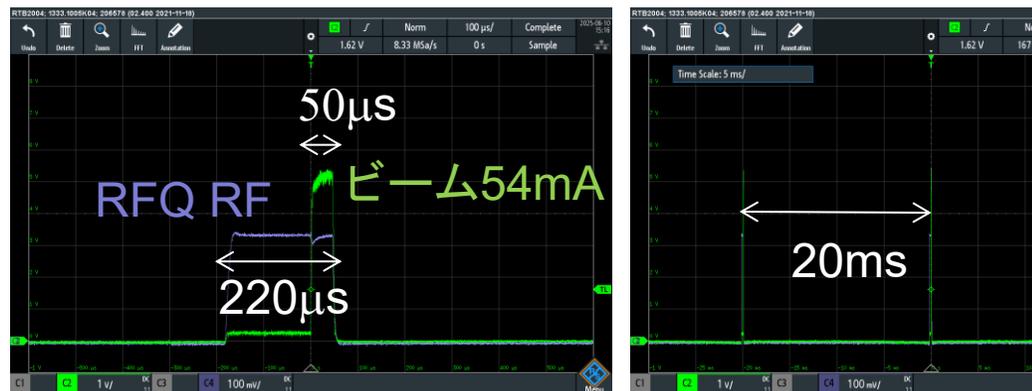


- 新粒子数カウンタを3MeVリニアックに組み込み50Hzビームをカウント



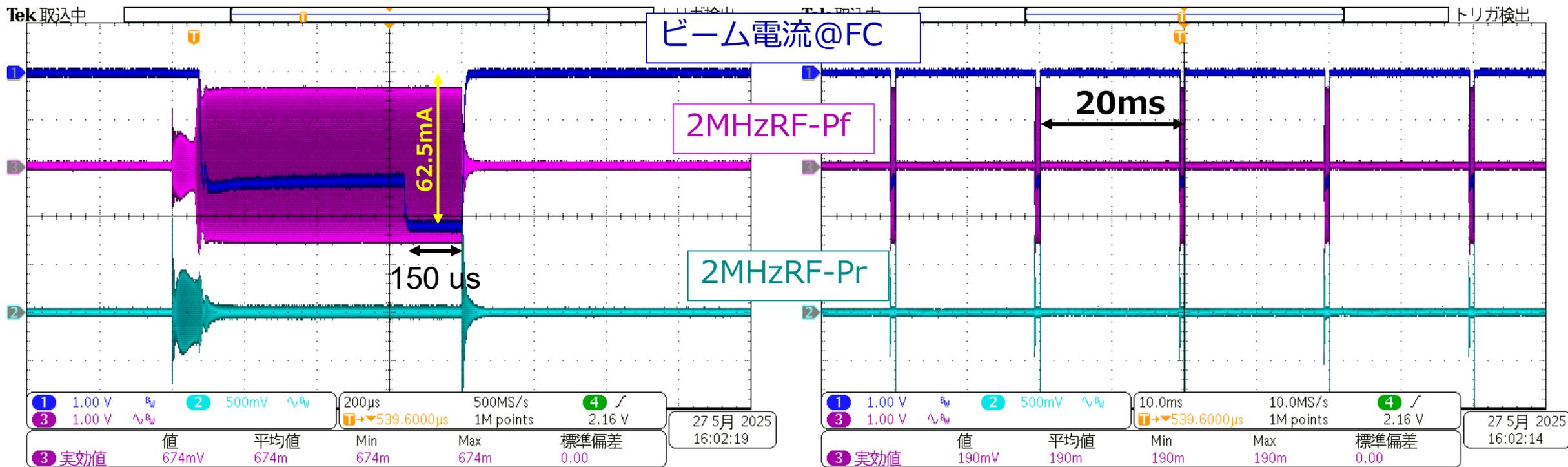
1時間の積算粒子数

既存	新Main	新Sub
2.1×10^{18}	2.2×10^{18}	2.3×10^{18}



粒子数カウンタの50Hz対応完了

- リニアック他機器と同時運転
- イオン源下流、LEBTのファラデーカップまでビームを引き出し

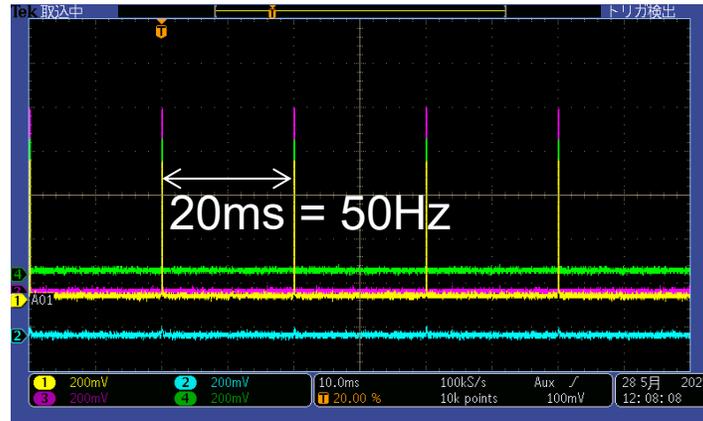
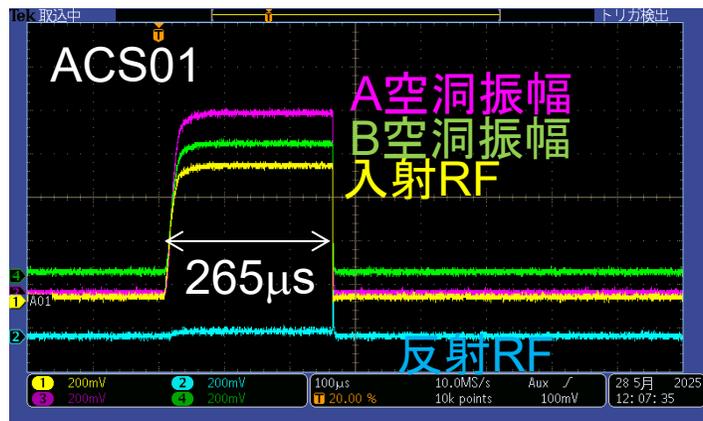
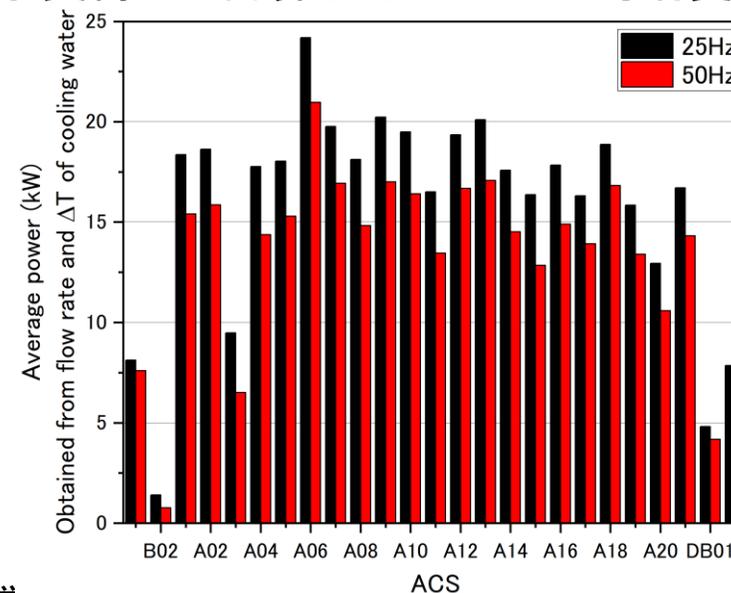


加速空洞、高周波源の**50Hz**動作試験

- RFQx1, Bunx2, Chopx2, DTLx3, SDTLx32, ACSx25の65台の空洞を50Hz運転
- 半導体アンプx4, クライストロンx45の高周波源
- L3BTまでの電磁石も励磁(DC)
- 冷却水設備が50Hzの容量ないので、パルス幅半分にて運転

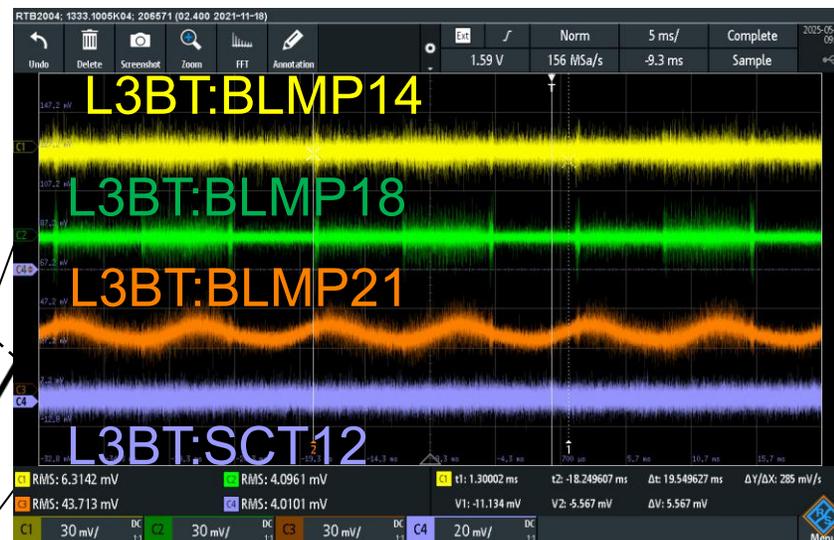
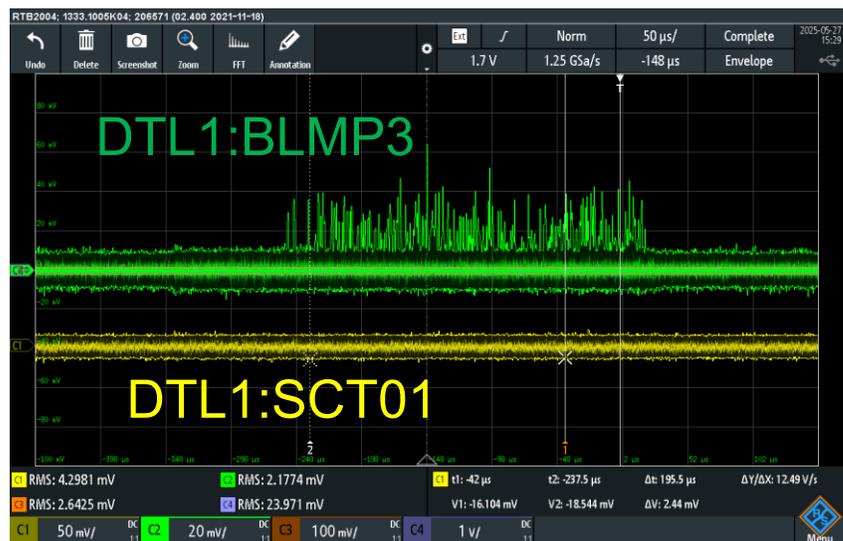
	HV pulse	RF pulse
Bun, Chop	SSAなのでHVなし	295 us
RFQ	390 us	260 us
DTL	370 us	325 us
SDTL	340 us	295 us
ACS	310 us	265 us

冷却水負荷から計算したACSの平均消費電力



ビームモニタの50Hz運転時ノイズ確認

- 50Hz運転時のビームモニタノイズを測定
- 問題となるノイズ増加なし

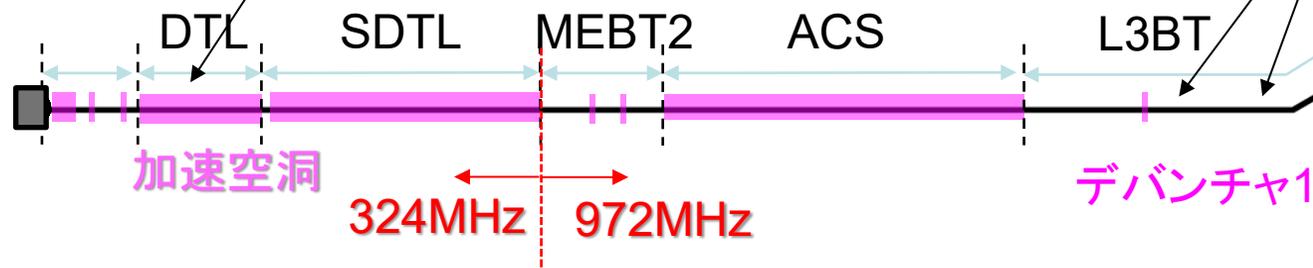


ビームロスが多い区間

リニアック直線部最後のSCT

デバンチャ2

粒子数カウンタに使うSCT



- J-PARCにおける陽子ビーム照射施設の実現に向けた、リニアック全機器の同時50~Hz運転検証試験を2025/5/26~28に初めて実施
- 50Hzビーム試験に向けて、粒子数カウンタシステムの50Hz動作試験も実施、50Hzビーム試験の準備はすべて完了。
- 来年は50Hzのビーム加速試験をぜひ行いたい。陽子ビーム照射施設行きのビームラインの建設に繋げていく。