

# タンデム加速器の運転と開発

原子力科学研究所  
研究炉加速器技術部  
加速器管理課

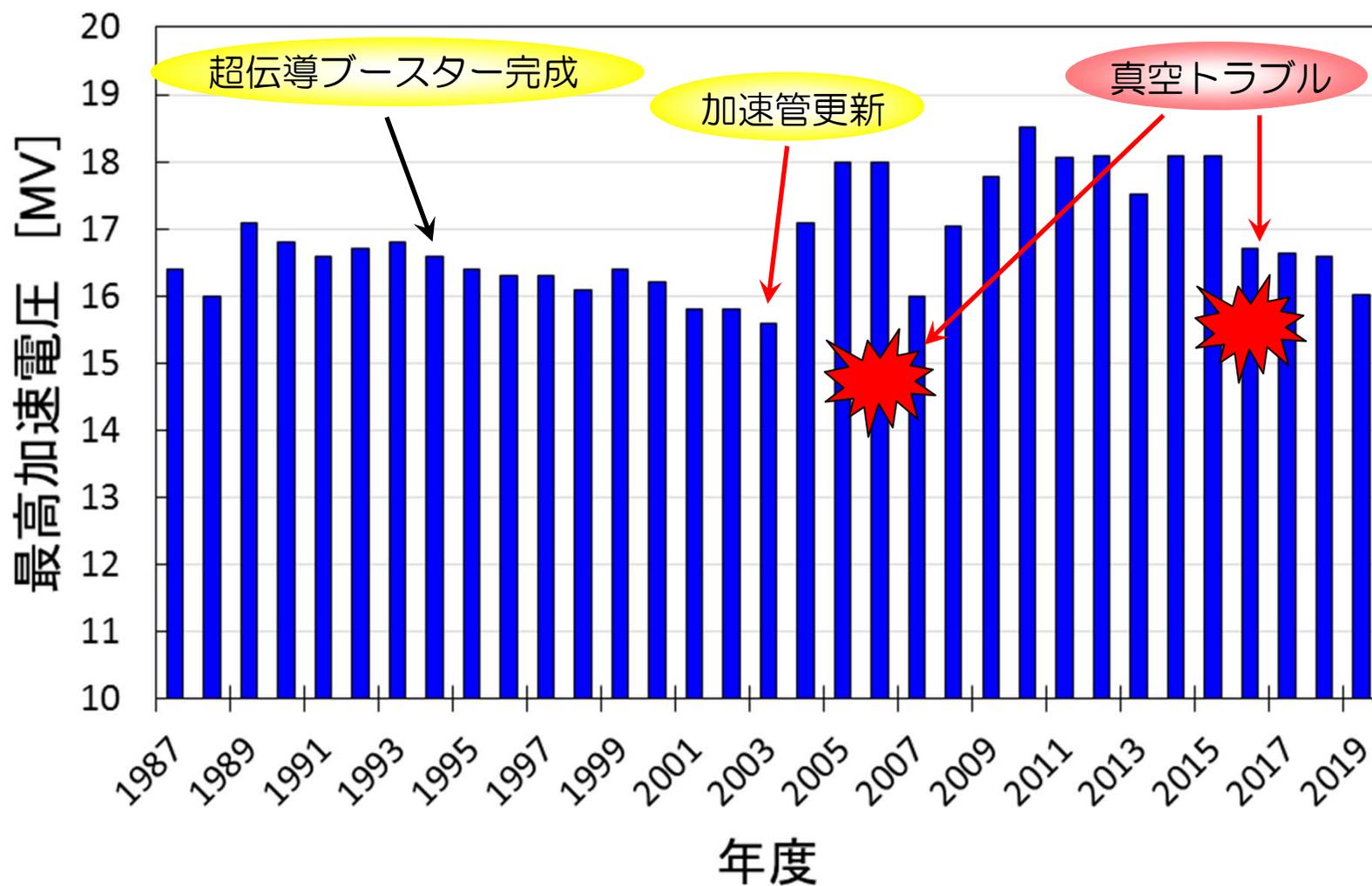
松田 誠

# 加速器の運転と開発

- ① 加速電圧の推移
  - ・ 加速管内部の観察
  - ・ 加速管洗浄による性能回復
- ② 加速器の運転状況
  - ・ 2018年度の運転状況
  - ・ 運転日数の推移
- ③ 施設の魅力度アップのアイデア
  - ・ 利用効率の向上
    - 定期整備を1回/年に
    - ビーム調整の半自動化
  - ・ 第2照射室の高度化
  - ・ ブースター再稼働
- ④ まとめ

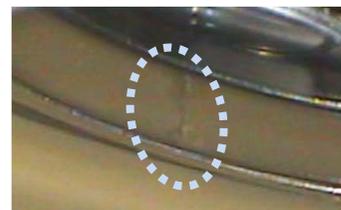
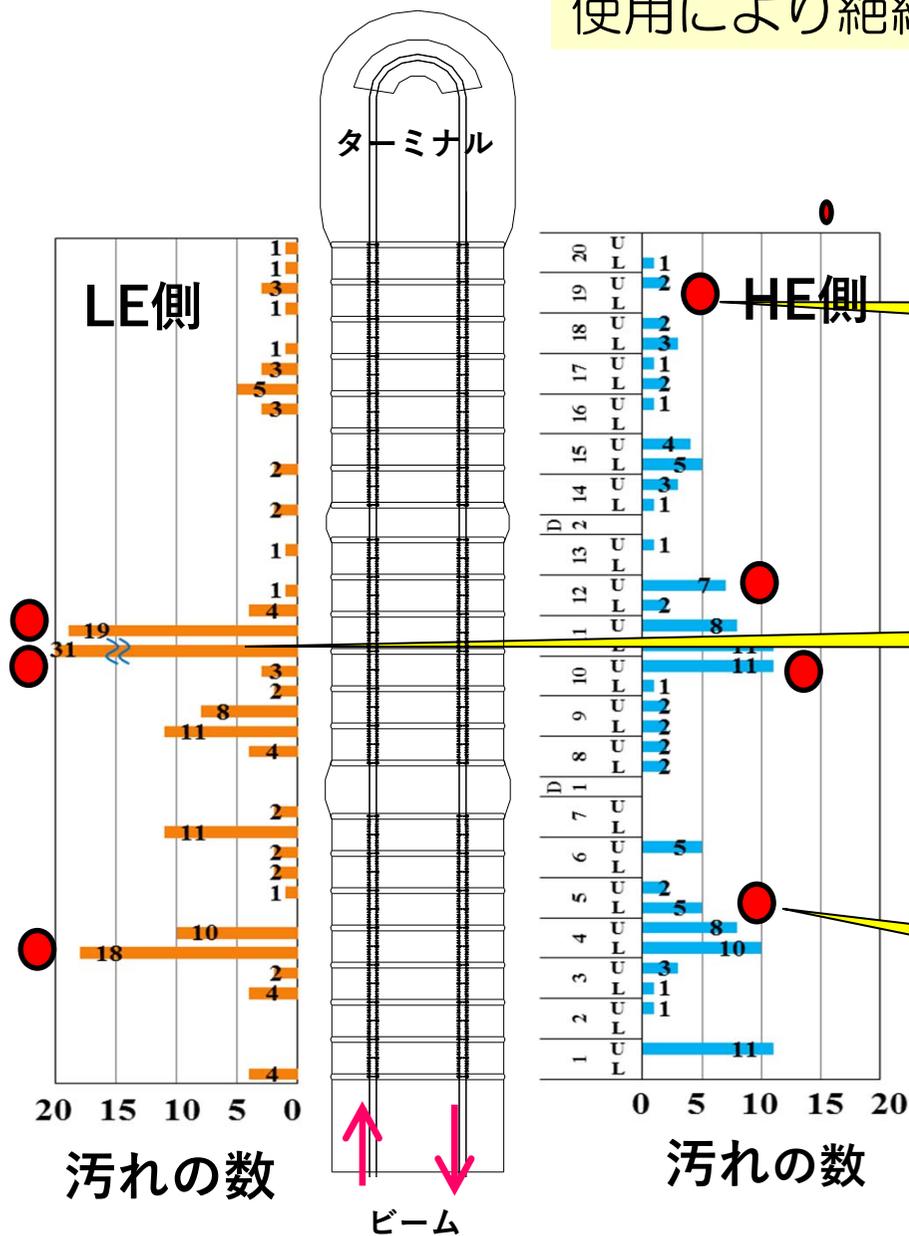
## 加速電圧の推移

加速管更新で18MV超を実現したものの、  
近年、トラブル等により加速電圧は低下。



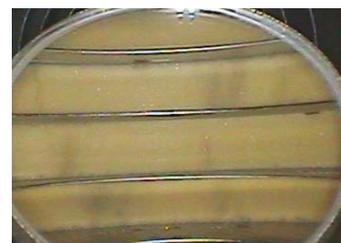
# 加速管内部の観察

使用により絶縁劣化が進む ⇒ 定期的な交換が必要。



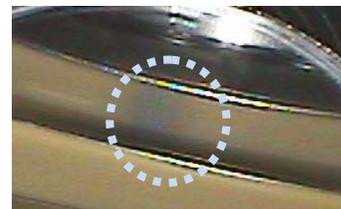
内部にヒビのあるセラミクス

内壁にヒビ(HE19U)



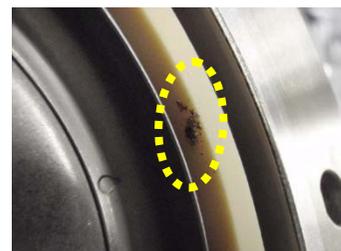
汚れ(金属の蒸着痕)が、多く発生

多数の蒸着痕(LE11L)



10MΩまで絶縁劣化したギャップ内面

絶縁劣化あり(HE5L)



ストリッパフォイルの屑。

ポスター：P01 株本

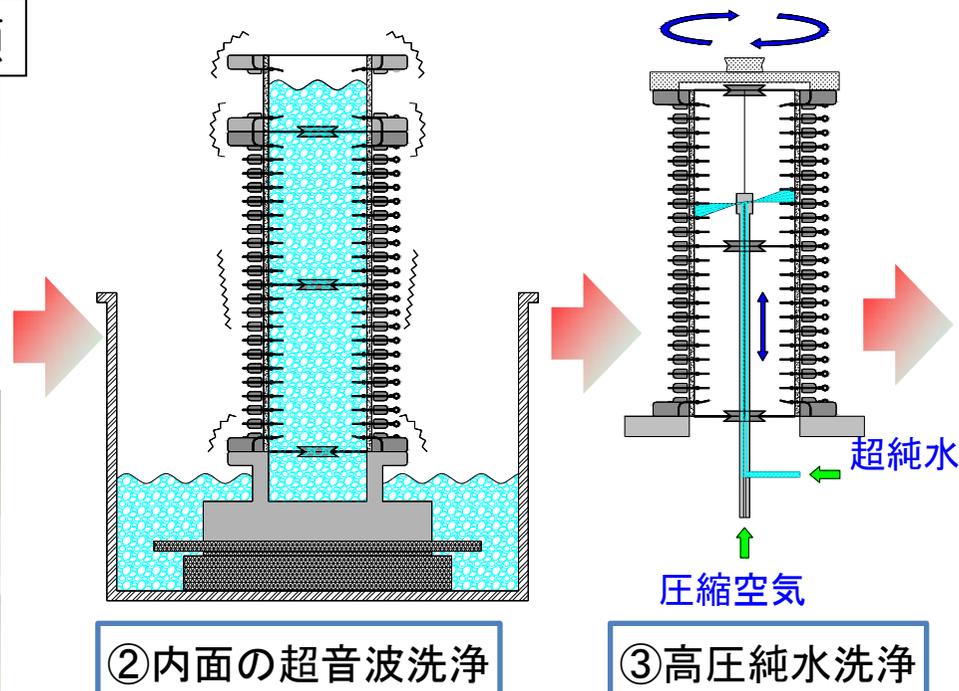
# 加速管洗浄による混入塵の除去と 今後の対応

加速管内部を高圧純水で洗浄し、混入した塵の除去を実施。

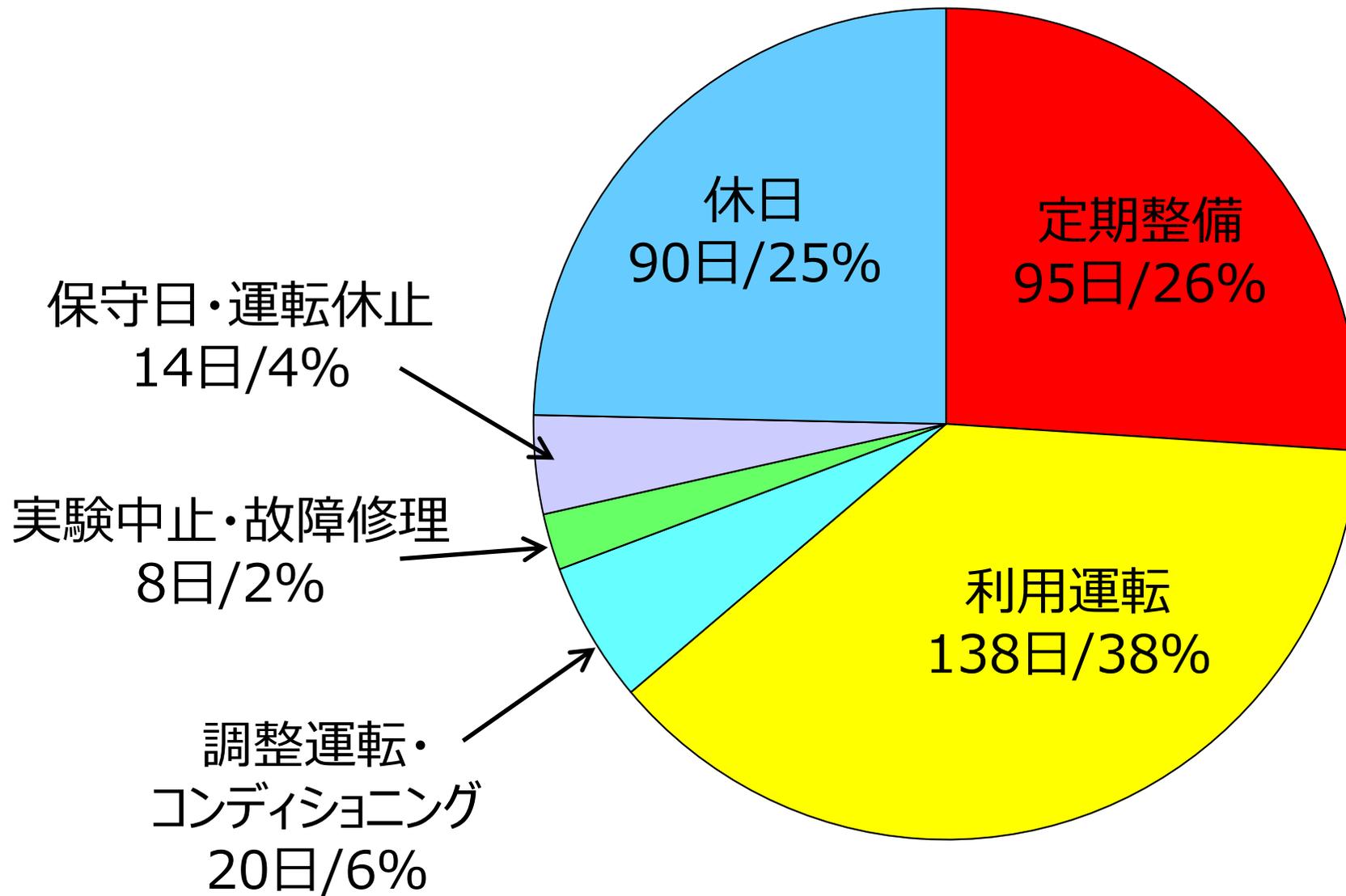
加速電圧 11.7MV ⇒ **17.4MV** まで回復

(金属の蒸着痕の除去はしていない。)

定期的な(再生)加速管への交換により性能を向上・維持



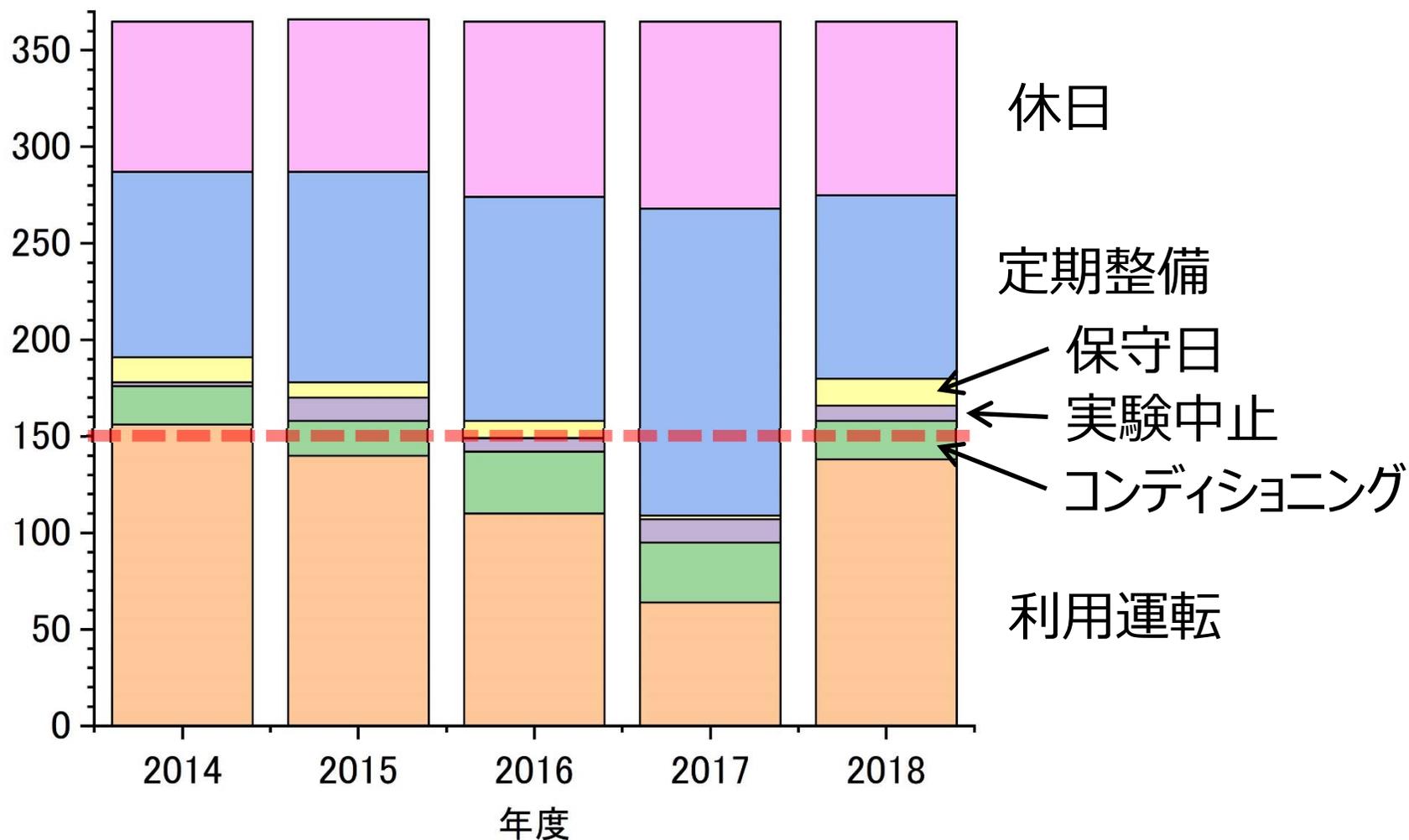
# 2018年度 運転状況



## 運転日数の推移

近年、150日を上限に運転日数が推移。

2017年度の低下は真空トラブルによる加速管の再洗浄を行ったため



## 施設の魅力度をアップするアイデア

### ① 利用効率向上

- 定期整備回数を 2~3回 → 1回/年へ
- 加速器ビーム調整の半自動化

### ② 20MVを目指して

- ショート機構開発、カラム電圧測定

### ③ 第2照射室の高度化

- ビーム強度増強(第2照射室遮蔽増強など)

### ④ ブースター再稼働

## 利用効率の向上 -定期整備を1回/年に-

### 加速器の長期利用運転

加速器の**定期整備を年に1回にする**ことで

**運転日数を増やし、利用効率を上げる。**

**回転シャフトの軸受けの寿命**に制約されていたが、  
軸受寿命が大幅に延びたことで実現の可能性あり。

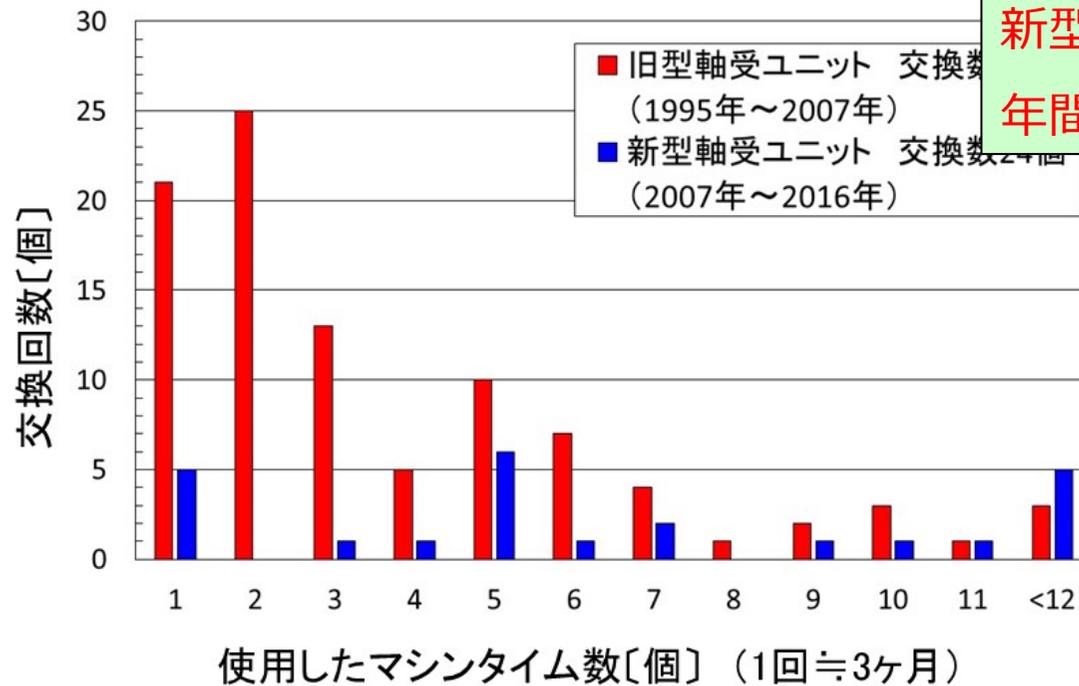
#### <利点>

- MT日数が増える → 実験が盛んに、**ユーザー喜ぶ!**
- ガスの回収回数が減る → **SF6ガスの放出量** が減る。
- 整備の負担が減る。
- 整備期間を固定化できる。

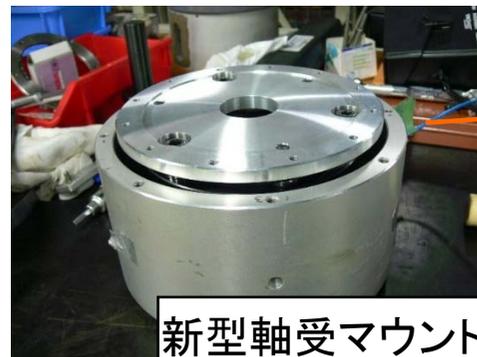
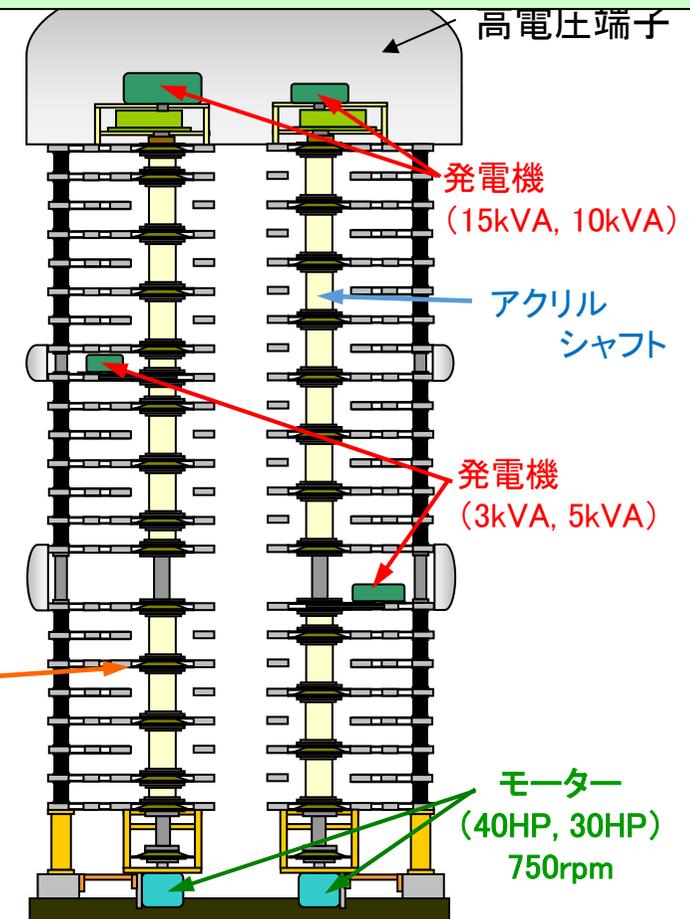
# 発電シャフトの軸受マウントの開発

軸受ベアリングの寿命が短く、MT1回か2回で交換していた。

⇒ 長期運転が困難 加えて 交換整備に2週間かけていた。



新型ではベアリング寿命が大幅に延び、  
年間の整備日数が約15日→約6日に減少。

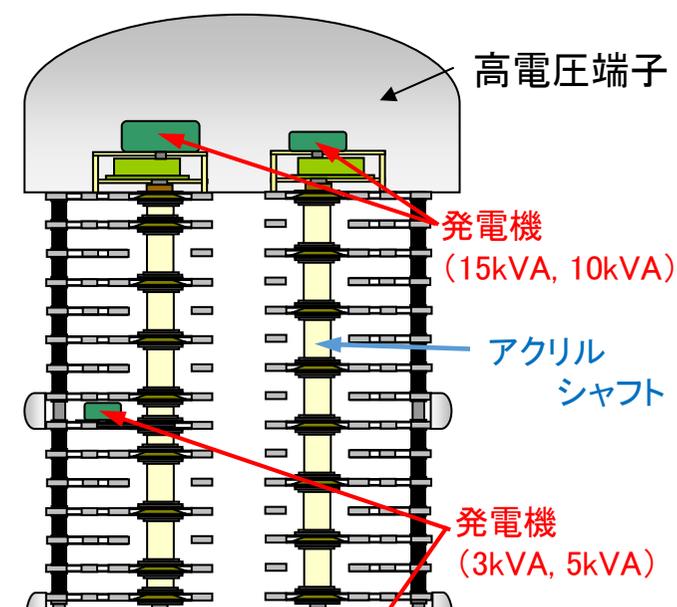
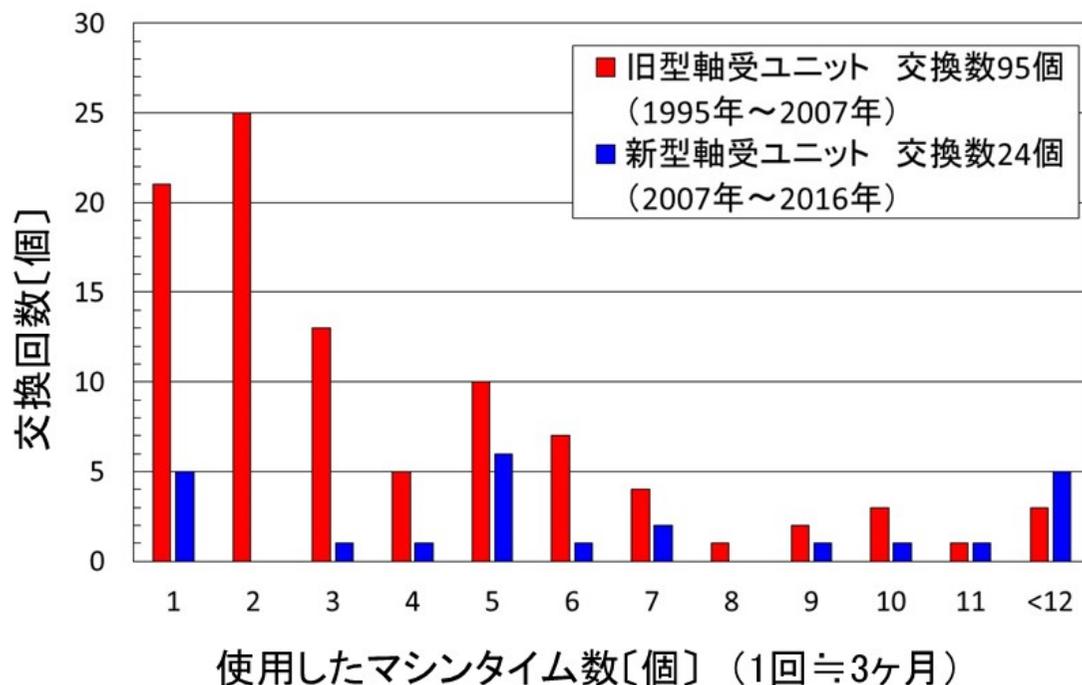


ポスター : P05 乙川

# 発電シャフトの軸受マウントの開発

軸受ベアリングの寿命が短く、MT1回か2回で交換していた。

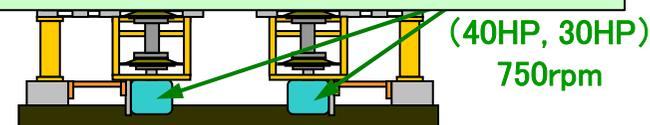
⇒ 長期運転が困難 加えて 交換整備に2週間かけていた。



新型ではベアリング寿命が大幅に延び、  
年間の整備日数が約15日→約6日に減少。

ポスター：P05 乙川

新型軸受マウント



利用効率の向上 -定期整備を1回/年に-

## 整備を年に1回にするために

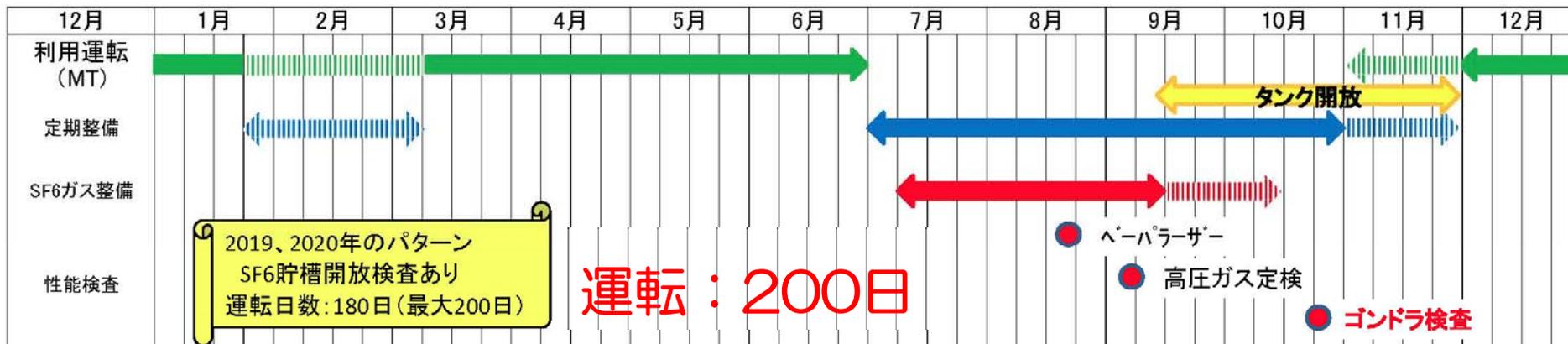
- 機器診断・予防保全の導入  
気になるのは、タンク内の動力部（回転シャフト、チェーン）  
定期保全：決められた周期で交換  
予知保全：故障の予兆をとらえて整備  
振動、温度などの測定
- 故障に至る前にタンク開放  
現在は、故障したらタンク開放 → 実験中止

タンク内機器の監視にむけてネットワーク機器の試運用中

ポスター：P06 松井

# 利用効率の向上 -定期整備を1回/年に-

## 運転スケジュールのイメージ



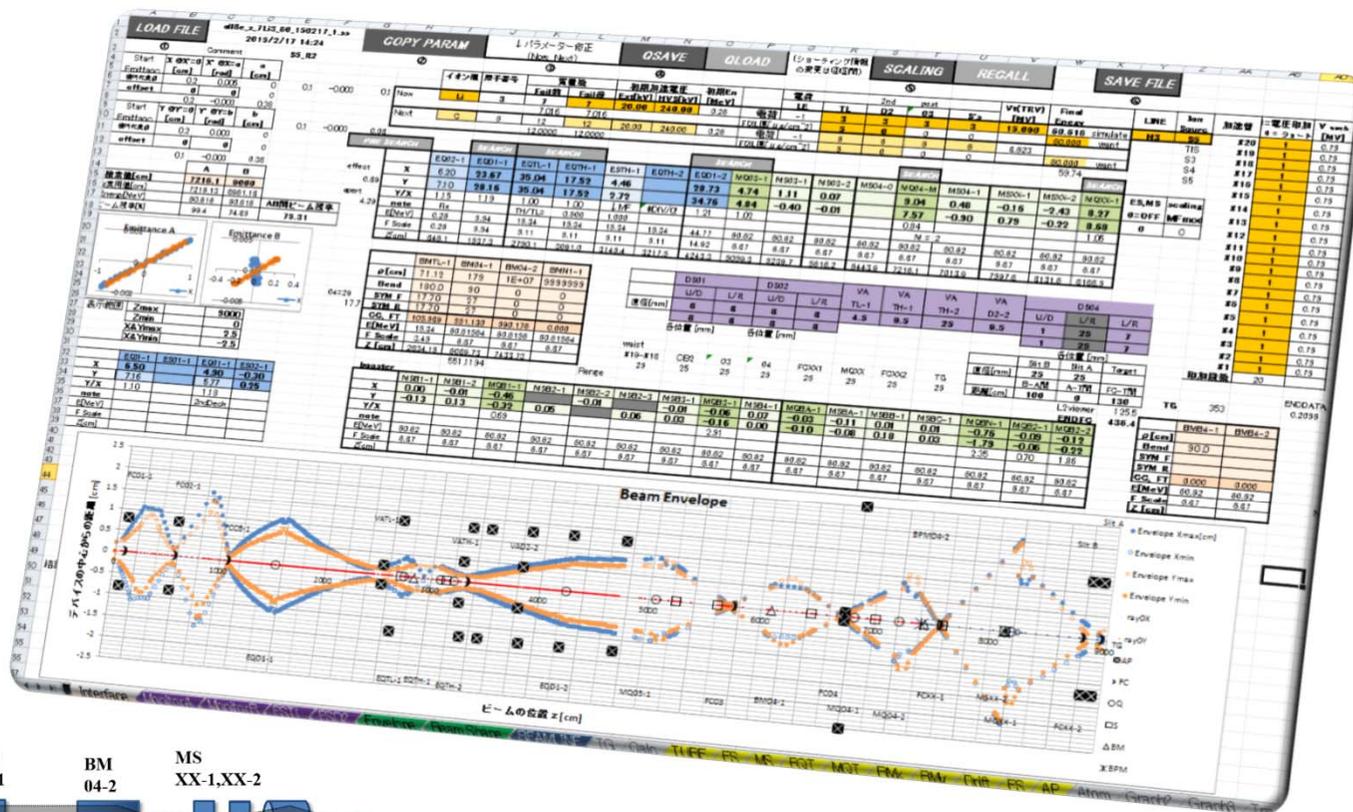
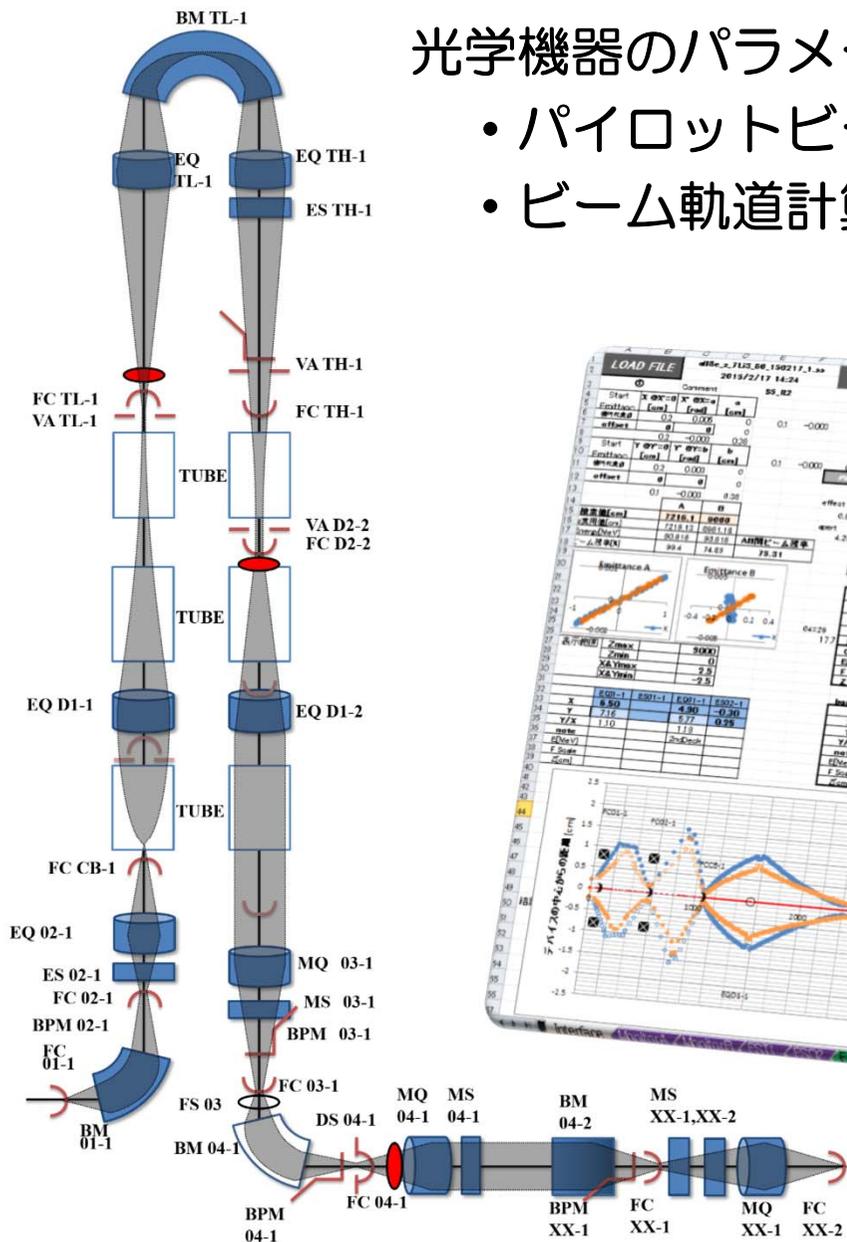
法定検査日 **ゴンドラ:11/11の前2か月**、ベーパーライザー:9/30の前2か月、SF6ガス施設:9/8?の前後1か月

- 連続で運転しなくてもいい  
→ 週末は休む、夜は止める。(働き方改革?)

# ビーム調整の半自動化

光学機器のパラメータを一括設定

- パイロットビームからのスケーリング計算による設定。
- ビーム軌道計算からの設定。



## 施設の魅力度をアップするアイデア

### ① 利用効率向上

- 定期整備回数を2~3回 → 1回/年へ
- 加速器ビーム調整の半自動化

### ② 20MVを目指して

- ショート機構開発、カラム電圧測定

### ③ 第2照射室の高度化

- ビーム強度増強(第2照射室遮蔽増強など)

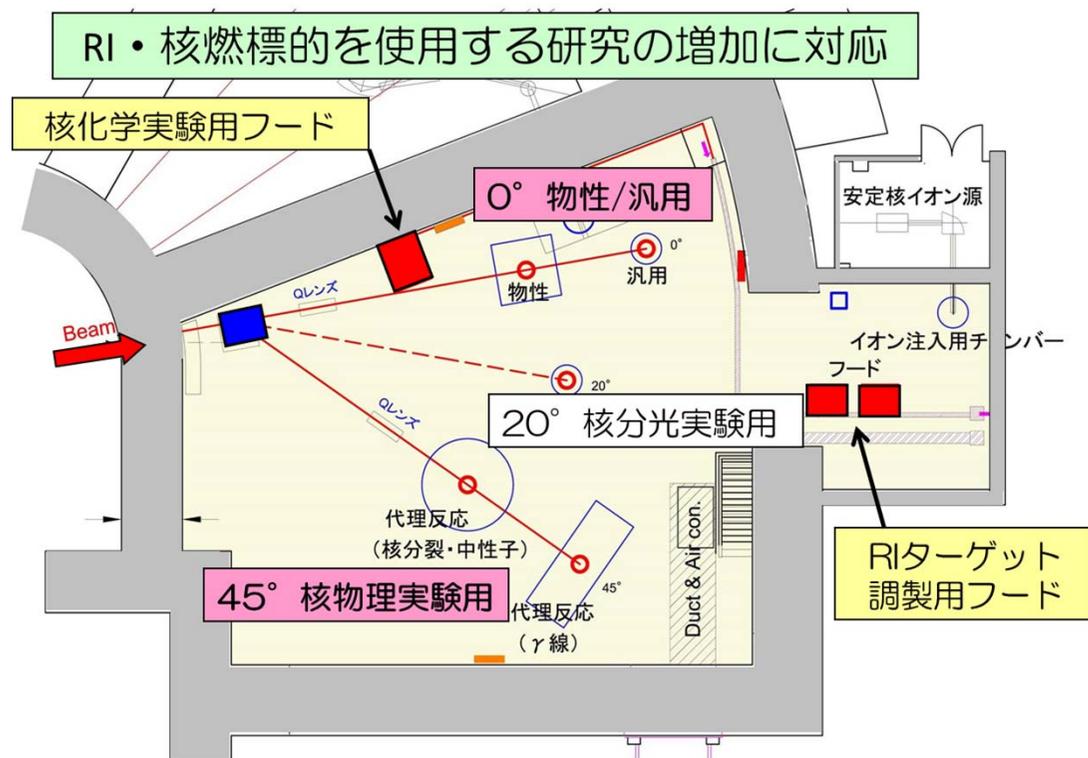
### ④ ブースター再稼働

## 第2照射室（HOT施設）の高度化

非密封RI・核燃料を利用できるユニークな施設。

- フード設置を設け、より短寿命な超重元素の核化学研究
- 遮蔽増強による利用ビーム強度の増強
- ISOL設置

### 第2照射室



各種イオンビームの最大エネルギーと最大ビーム強度

Ion	Energy	Current
p, d	17 MeV	<b>10 nA</b>
He	40 MeV	<b>10 pA</b>
Li, Be, B	80 MeV	<b>10 pA</b>
B	110 MeV	<b>2 pA</b>
C	120 MeV	<b>10 pA</b>
Heavy ion	10 MeV/u	<b>10 pA</b>

## 施設の魅力度をアップするアイデア

### ① 利用効率向上

- 定期整備回数を2~3回 → 1回/年へ
- 加速器ビーム調整の半自動化

### ② 20MVを目指して

- ショート機構開発、カラム電圧測定

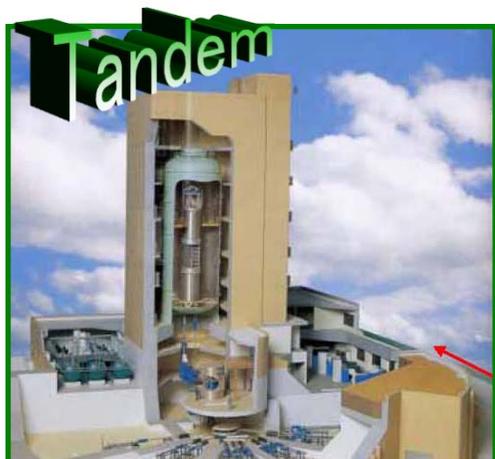
### ③ 第2照射室の高度化

- ビーム強度増強(第2照射室遮蔽増強など)

### ④ ブースター再稼働

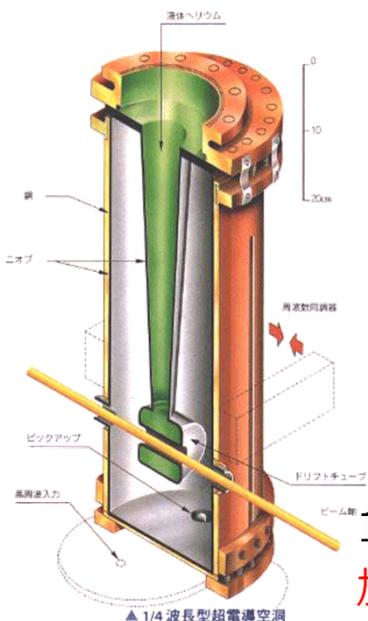
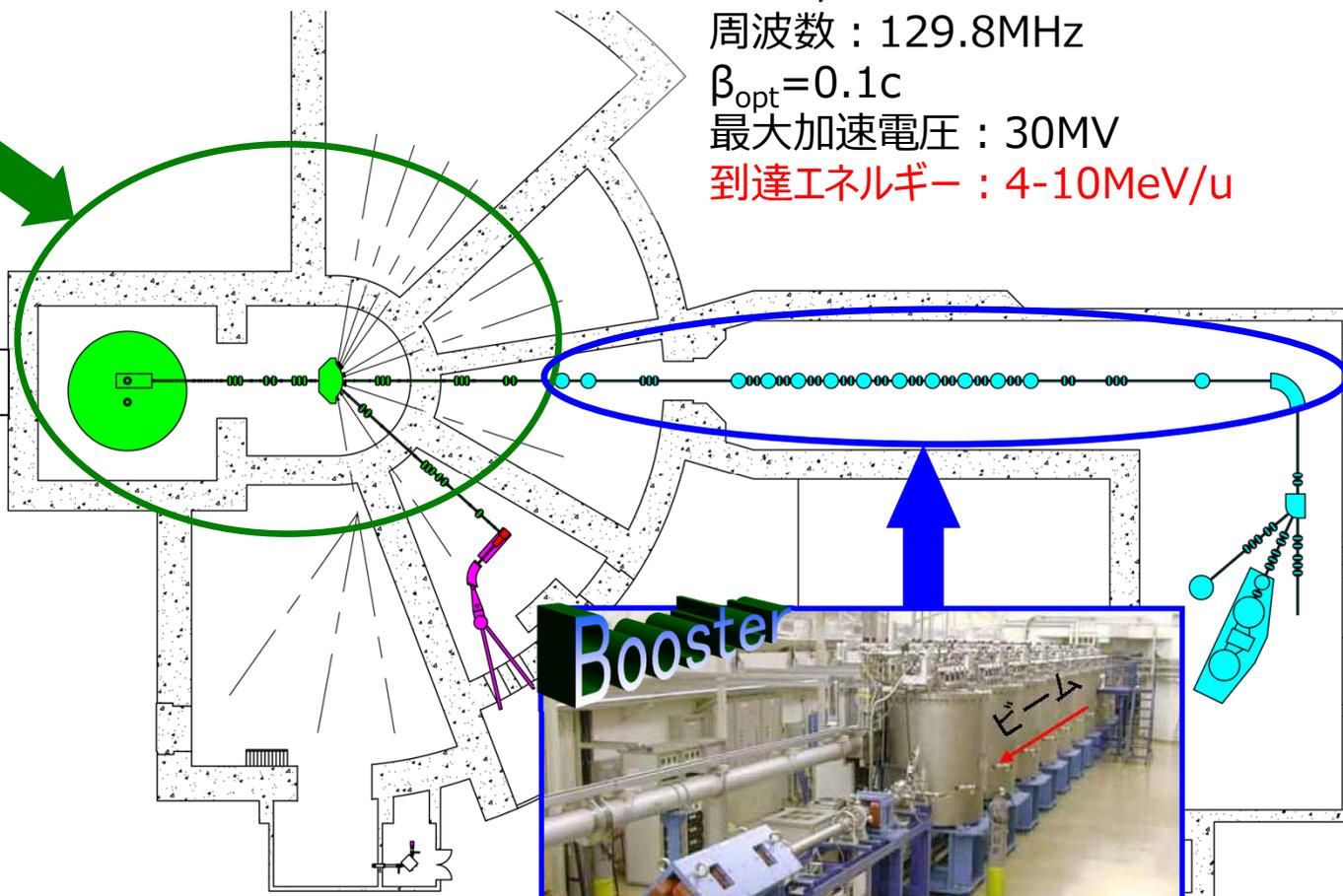
# 超伝導ブースターの再稼働

4-10MeV/uの高エネルギー重イオンビームの提供。



タンデム加速器： $V_T=20MV$

ブースター（重イオンリニアック）  
同軸1/4波長型超伝導空洞×40台  
周波数：129.8MHz  
 $\beta_{opt}=0.1c$   
最大加速電圧：30MV  
到達エネルギー：4-10MeV/u

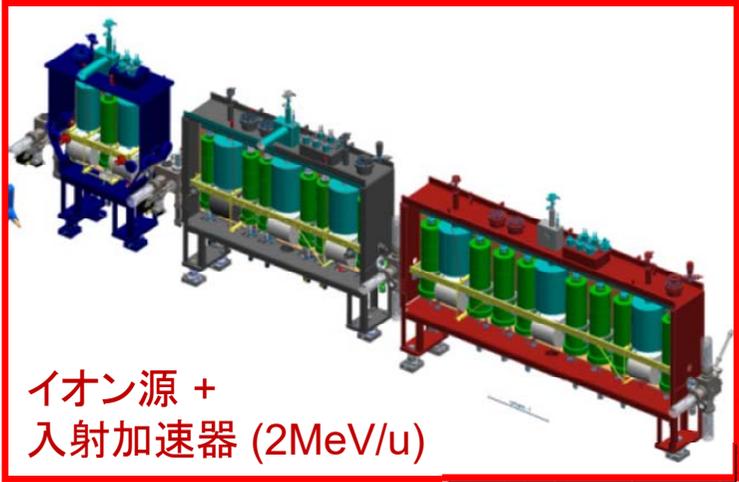


1/4波長型超伝導空洞  
加速電界 5MV/m



超伝導ブースター： $V_{acc}=30MV$

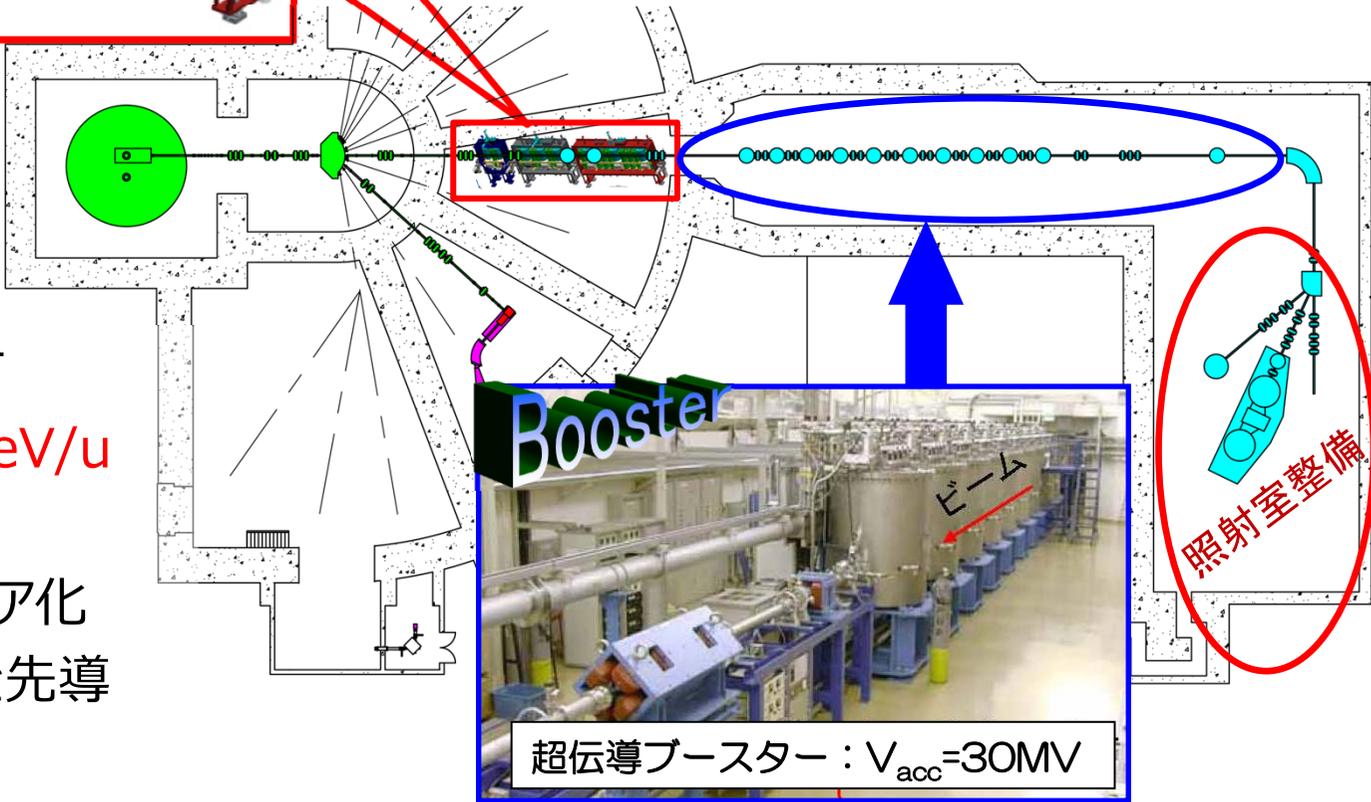
# 超伝導ブースターの再稼働



J-PARC 重イオン加速計画における  
イオン源及び初段部 ( $\sim 2\text{MeV/u}$ ) の  
加速空洞の開発

タンデム後継機？

既存ブースターと併せて  
エネルギー： $\sim 10\text{MeV/u}$   
ビーム強度：100倍  
ターゲット室のHOTエリア化  
 $\Rightarrow$ 超重元素科学を先導



## まとめ

- ① 加速電圧は、現在16MVと低迷
  - ・コンディショニングにより昇圧
  - ・定期的な加速管の交換で性能維持を図る
- ② 加速器の年間運転日数は150日で推移
- ③ 運転日数の増加に向けて、定期整備回数を減らす方策を検討中
- ④ 第2照射室の高度化計画
- ⑤ ブースター