

東日本大震災における 加速器施設の被害状況

- 930型サイクロトロン¹⁾の被害状況
- HM12型サイクロトロン²⁾の被害状況
- 各実験室の被害状況
- シールド扉の被害状況

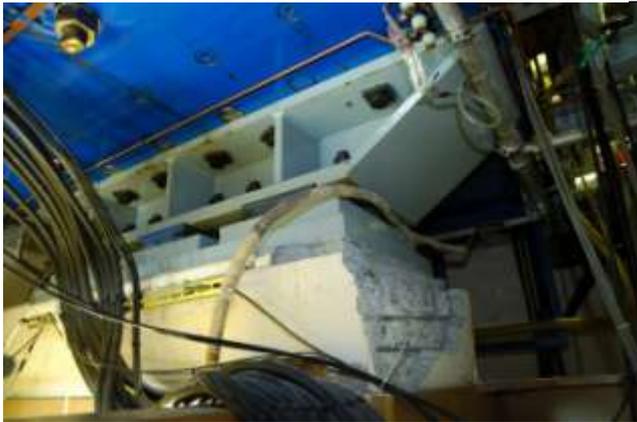
2012年7月現在

930型サイクロトロン¹の被害状況

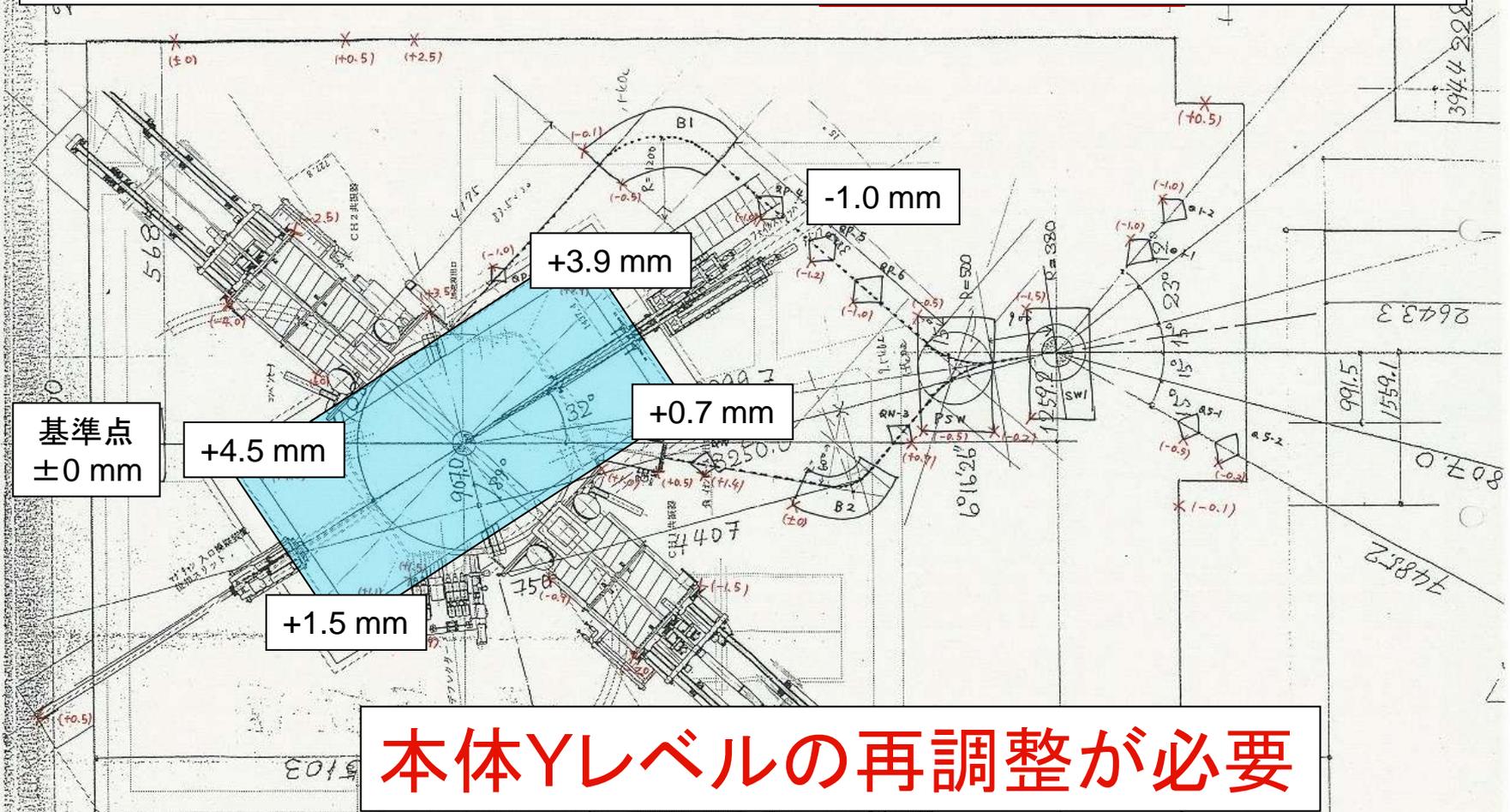
元気・前向き
Powerful Positive Tohoku University
東北大学

930型サイクロトロンの支柱

- ・200tの加速器を太さ1.7x0.8m、高さ4mの2本の鉄筋コンクリート製支柱で支持
- ・支柱上部の加速器支持台付け根が損傷
- ・加速器本体が3~4mm傾いている



支柱の損傷によりサイクロ本体が傾いた



(サイクロヨークの長軸は4 m。1 mmの差は40 m先のBT末端では10 mm。)

930型サイクロロン本体とその周辺



デフレクタ支持台付け根の床



プラー引抜装置真空接続部



出射系ビームダクト



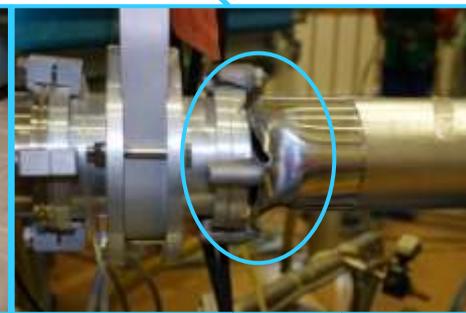
メインコイル



プラー引抜装置支持台



RFショート板用レール

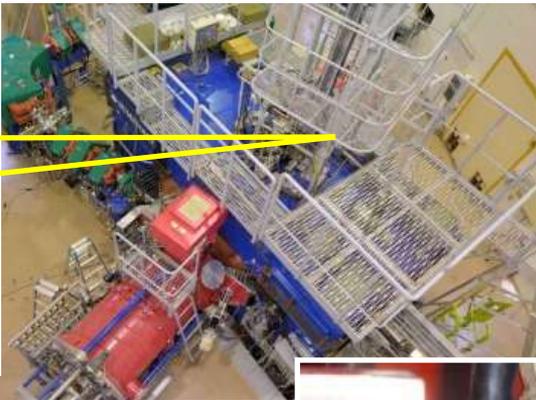
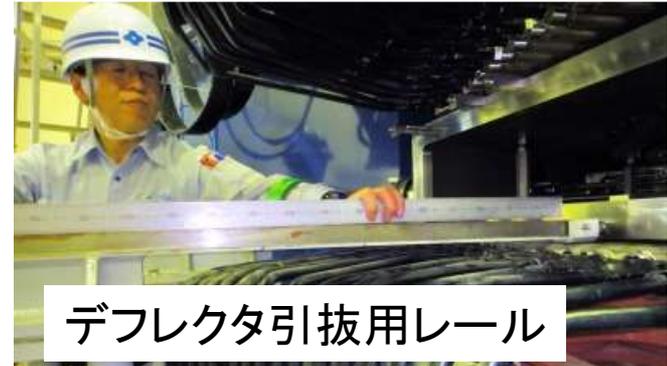
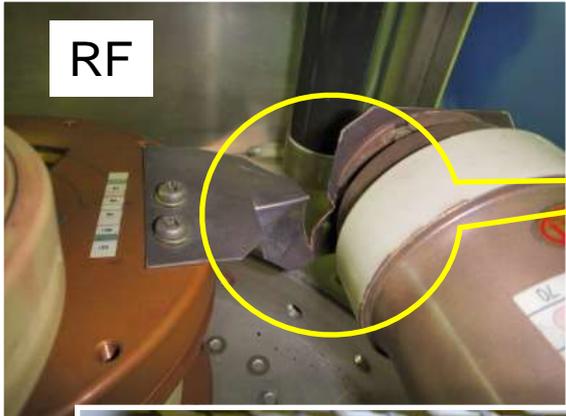


出射系ビームダクト



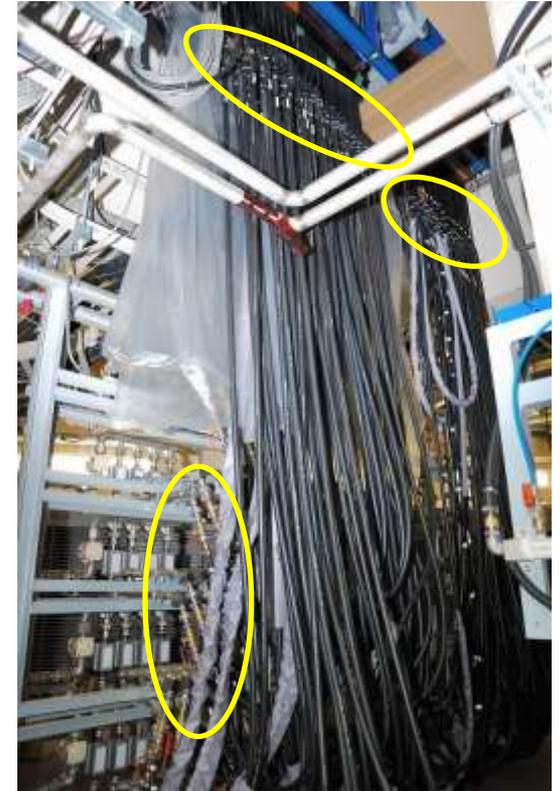
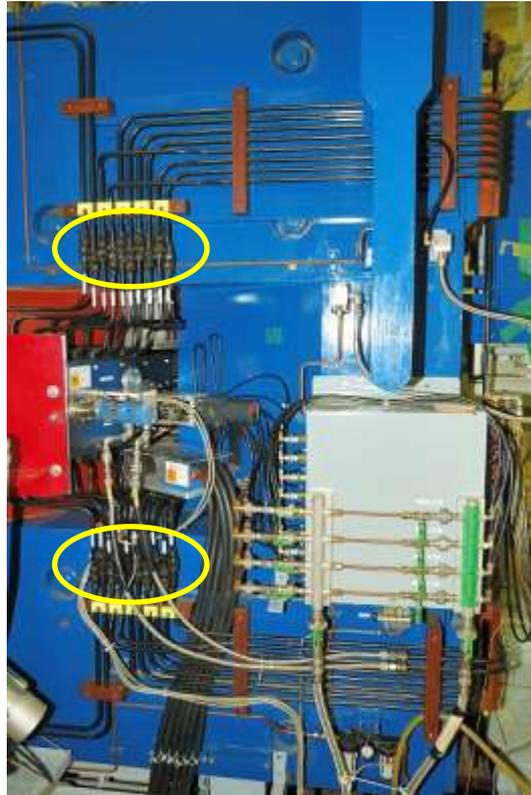
出射ライン真空槽支持ボルト

復旧作業中に発見された破損箇所



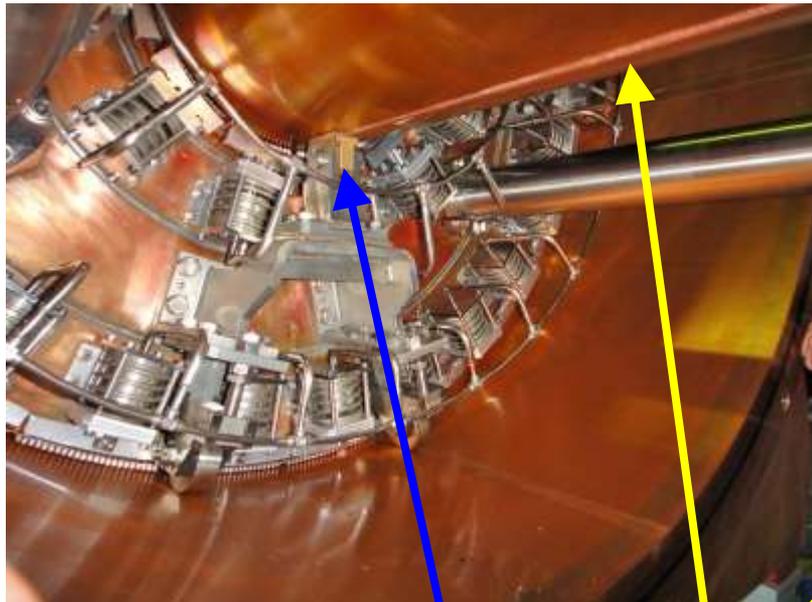
冷却水配管継手からの漏れ

冷却水配管の継手から漏れがあることが
復旧作業中に発見された



原因は継手のリングの劣化
全てのリング(約500箇所)を交換

RF印加試験中に駆動系動作不良と真空漏れが発生



共振器内部を調査

組立時に使用する治具と内筒が接触

- ・ 駆動系に過負荷
- ・ ショート板駆動用アーム(3本)のバランスがくずれて真空漏れ



HM12の被害状況

被害状況 その1

本体固定具破損



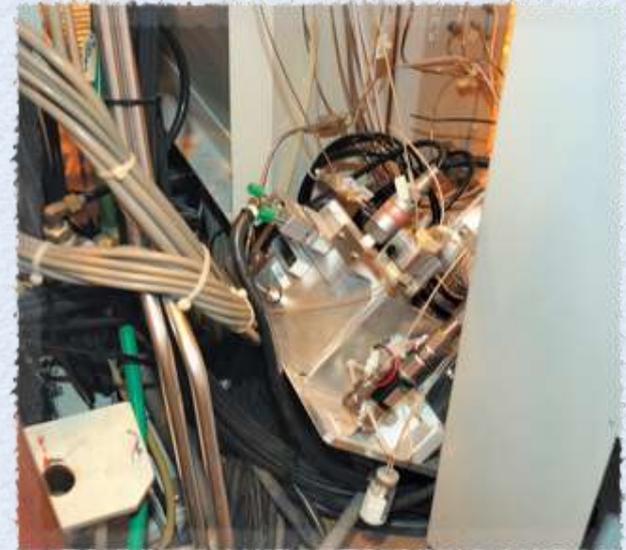
揺れと共にレール上を動いた

被害状況 その2

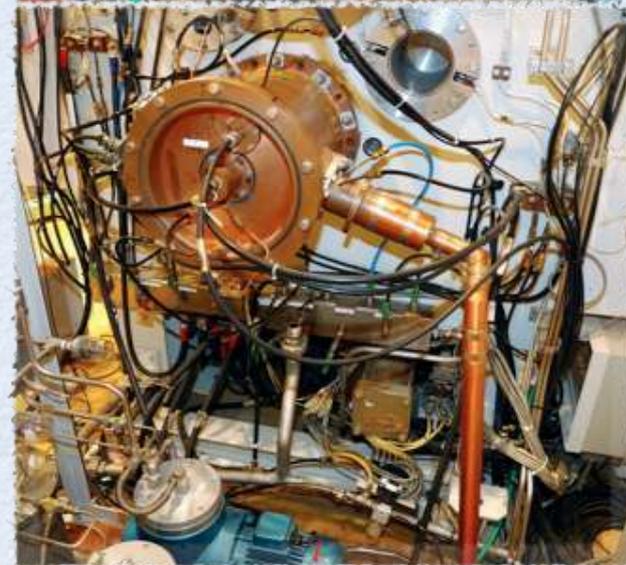
冷却水配管抜け・変形



^{18}F 水供給装置脱落



RF導波管破損



被害状況 その3

サポートが外れ
冷却水配管が脱落



配管・配線用
ケーブルベアが破損



各実験室の被害状況

元気・前向き
Powerful Positive Tohoku University
東北大学

各実験室の主な被害箇所

実験室放管用送風ダクト
吊下支柱が破損し、落下。クレーン
の桁に乗っていた



シールドブロック
4つの実験室、10ヶ所以上でズレ。



イオン源・入射系
ビームダクト抜け、電磁石位置ズレ、
TMPの傾倒



各実験室の主な被害箇所

落下物による電磁石の一部破損



電源ラックの傾倒



工作室・旋盤の転倒



真空槽やTMPの傾倒



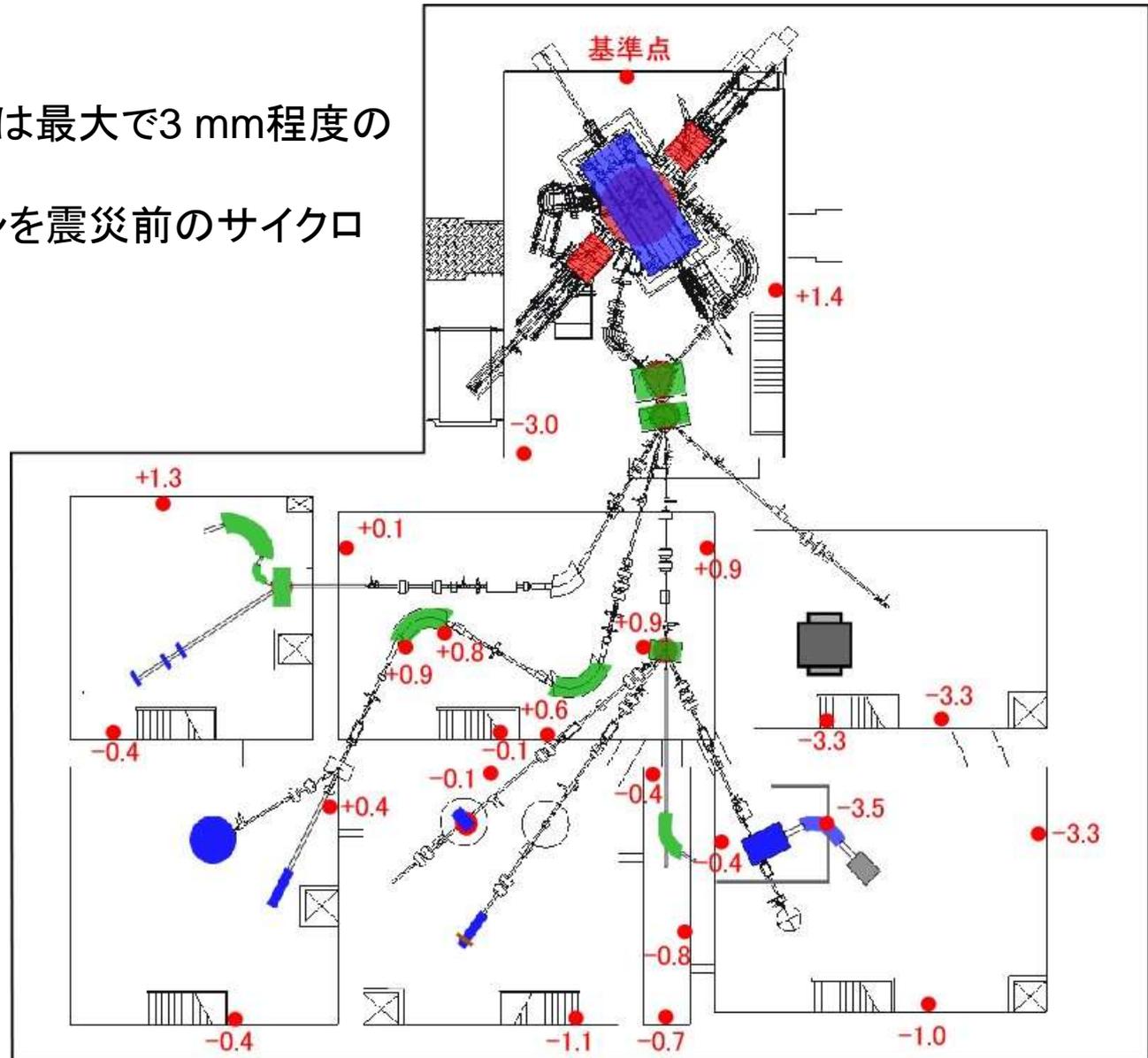
MBP制御盤の傾倒



工作室・ガラスの破損



- ・ 各実験室のレベルは最大で3 mm程度のズレが生じていた
- ・ 全てのビームラインを震災前のサイクロ水平面に合わせる



- ・ 分析電磁石のヨークーコイル間で絶縁不良
- ・ 絶縁に使用している厚さ25 μm のPETフィルムに破れが見つかった
- ・ 地震で揺さぶられヨークとコイルが擦れあったことが原因と考えられた
- ・ 他の分析電磁石でもPETフィルムを交換
- ・ 交換に際し、25 μm から125 μm に変更



分析電磁石



絶縁に使用しているPETフィルム



上ヨークとコイルを外したところ

各実験室のシールド扉

2カ所のシールド扉で駆動機構が破損、シールド本体が横ズレし、床を損傷。他9ヶ所シールド扉でも駆動用チェーン破断や扉の傾斜による開閉不能。



駆動用チェーンの破断

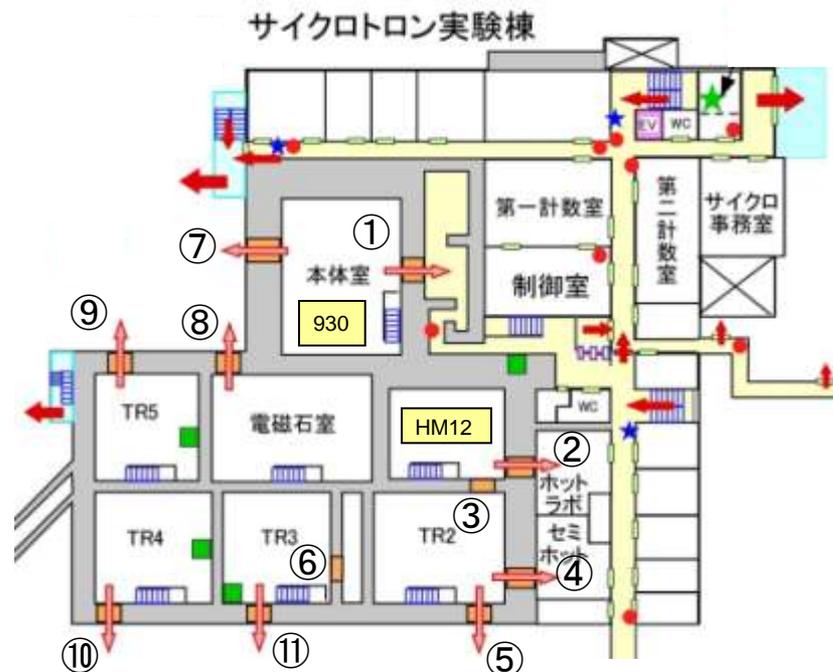


扉の傾斜により閉まらない



- ① 本体室内シールド扉
駆動用チェーン破断、扉本体が横ズレ
- ② 第1ターゲット室内シールド扉
駆動機構破損、扉本体摺坐
- ③ 第1-第2ターゲット室間シールド扉
駆動用チェーン破断、駆動ボックス破損
- ④ 第2ターゲット室内シールド扉
駆動機構破損、扉本体摺坐
- ⑤ 第2ターゲット室シールド扉
レールが傾斜、扉本体が横ズレ、駆動部軸ズレ
- ⑥ 第3ターゲット室延長室シールド扉
扉本体が横ズレ
- ⑦ 本体室シールド扉
駆動用チェーン破断
- ⑧ 電磁石室シールド扉
レールが傾斜、扉本体が横ズレ、駆動部軸ズレ
モーター駆動不可(手動はOK)
- ⑨ 第5ターゲット室シールド扉
レールが傾斜、扉本体が横ズレ、駆動部軸ズレ
- ⑩ 第4ターゲット室シールド扉
レールが傾斜、扉本体が横ズレ、駆動部軸ズレ
- ⑪ 第3ターゲット室シールド扉
レールが傾斜、扉本体が横ズレ、駆動部軸ズレ

- ・ 加速器復旧用の物品を搬出入
 - ・ 放管条件を満たす
- 最優先で復旧工事を行った



レールが傾斜して扉が閉まり切らない

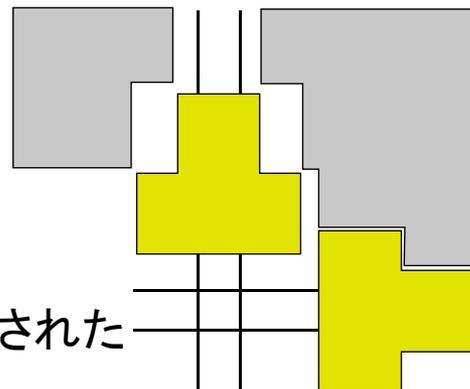


駆動用チェーンの破断

- 扉本体が駆動部から外れ摺坐
- 台車部分が変形
- チェーン破断



- × 扉重量は15t
- × 実験室のクレーンは2.8t
- × 扉は入口を塞いだ状態
- × TR1への入室は階段のみ
- × 周囲のスペースが限定
- × 扉と開口部の隙間は数ミリ



- 当初は現場で解体・新規製作が提案された
- 廃棄物や粉塵の問題
- 現場でジャッキアップ、駆動部分を入換え



- サイクロ建屋
 - クラック多数(建屋強度に問題なし)
- 加速器(AVF)本体
 - 加速器支柱が損傷
 - 支柱損傷に伴い、加速器本体のYレベルがズレ、調整が必要
 - メインコイルが部分的に損傷
 - 加速器構成部品やその支持部の破損
- 加速器(HM12)本体
 - 本体固定機構損傷
 - ^{18}F 用水充填装置が脱落・破損
 - 冷却水マニホールドより配管が脱落・変形し破損
- イオン源(3台)
 - 真空ポンプ破損
- 入射系・出射系・ビーム輸送系ビームライン
 - ビームダクト破損 7ヶ所
 - 偏向電磁石の位置ずれ 少なくとも2台
 - 電磁石破損 10台(四極 7台、偏向 3台)
 - バルブ類破損 4台
 - ビーム軸のアライメントは加速器位置再調整等に伴い、全て調整が必要
- 各ターゲット室
 - シールドブロックのずれ 10ヶ所程度
- シールド扉
 - 駆動機構破損 4台
 - レールや扉の傾き 7台