

# 30年以上用いられてきたKEK電子陽電子入射器Sバンド加速管の内面検査

肥後寿泰<sup>A)</sup>, 榎本嘉範<sup>A)</sup>, 恵郷博文<sup>A)</sup>, 牛本信二<sup>B)</sup>

A: KEK, B: 三菱電機サービス

## 劣化現状

- 暗電流が多い
- 真空放電の頻度が高い
- 冷却水漏れ

## 検査目的

これまで外部から非破壊で表面を観察した。今回はラインオフした加速管を切断してサンプル切りだし、詳細に評価する。

## 評価工程

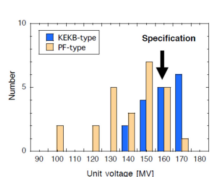
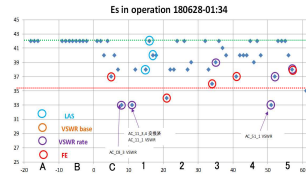
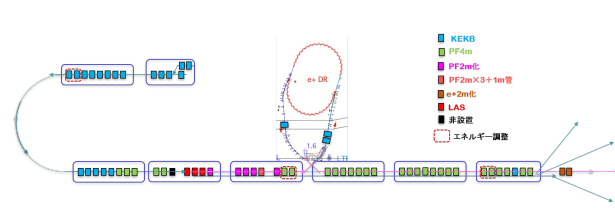
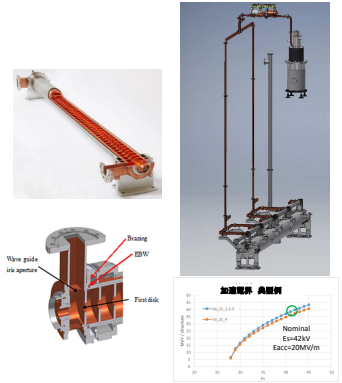
放射化した加速管からの切りだしを実施、至近距離での光学的に視認、その後SEM、EDX、X線回折等進めた。

## 結果

- 導波管アイリスリップの表裏、電界対称性補償のためのへこみ部などが黒色に変色している。
- カプラーセルの機械設計的脆弱性起因する冷却水の外部や真空中への漏れが生じている。
- 冷却水路の鋼表面にはCuOが析出している。
- カプラー周辺のディスクの外部で、セル真空とつながっている場所に黒色物質が析出している。CH結合をもつ物質が同定された。
- 黒色物質はビームホールやシリンダーの端面の溝を通じて隣のセルに同様の変色をもたらしている。
- セル内の黒変色エリアはクリッチである。放電のある場所ではCが少なく、Cuがメインである。
- ビームヒットに関連するディスクの上流側、下流側の違いを示唆する兆候は見えなかった。

## 今後への示唆

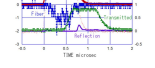
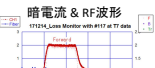
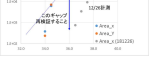
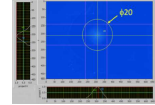
- カプラーの導波管挿入起因の機械的非対称性による冷却水漏れの無い構造、製造方法をとることが望ましい。
- 回転対称性を崩す形状近傍ではなく小さく、またスムーズに形状を実現することが望ましい。
- 炭素関連の侵入をできるだけ抑えたクリーンな真空環境を実現する。



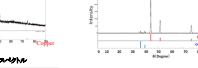
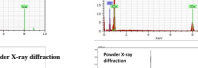
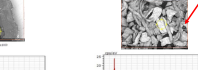
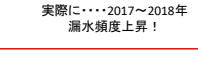
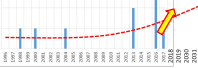
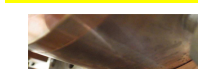
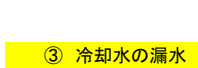
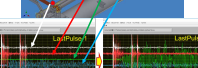
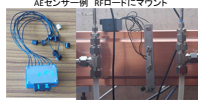
## 加速管劣化評価

### ① 暗電流・SCで発光

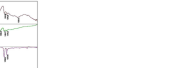
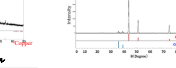
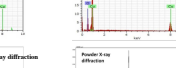
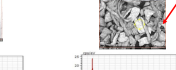
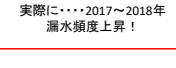
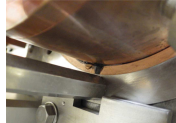
#### スクリーン発光



### ② 真空放電頻発



### ③ 冷却水の漏水

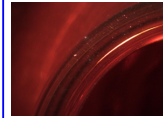


## これまでの非破壊検査

### 放電頻発加速管 #57上流カプラー近傍

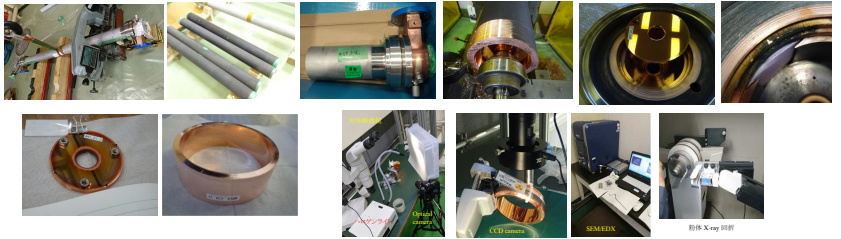


### #57下流

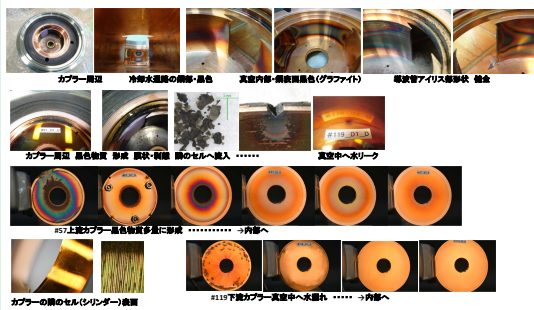


## 最近の検査工程・評価機器

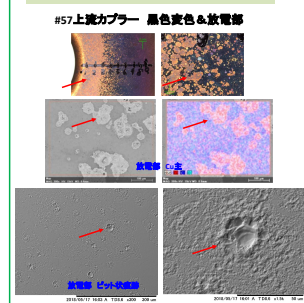
### 放射化物の切り出し



## 目視・光学顕微鏡評価



## SEM、X線、赤外 評価



## 理解と今後の検討

- カプラー近傍の黒色物質  
炭素系物質がセル内に拡散して表面層を形成されている  
放電のある部分ではその量が少ない
- 黒色物質と真空放電の関連は不明であるが、  
換気ガス成分としての炭素を減らすようオイルフリーの真空システムを採用すべき
- 長期運転を経て冷却水の外部、内部、への漏れが顕在化している  
多くのカプラー近傍で生じている黒色の変色につながっていると思われる  
難い時は放電の頻発にも発展している  
EBW接合部の内周にそった機械的均一性がそなわれたことにより、漏れやすくなっている。  
長期運転にわたり冷却水から真空中へのシールを確実にする設計、製造技術が望まれる。
- 導波管アイリスリップ部は健全であるが  
高電界化を考えると放電の源になる可能性があるため、R化が望まれる

## PF加速管カプラー部詳細

