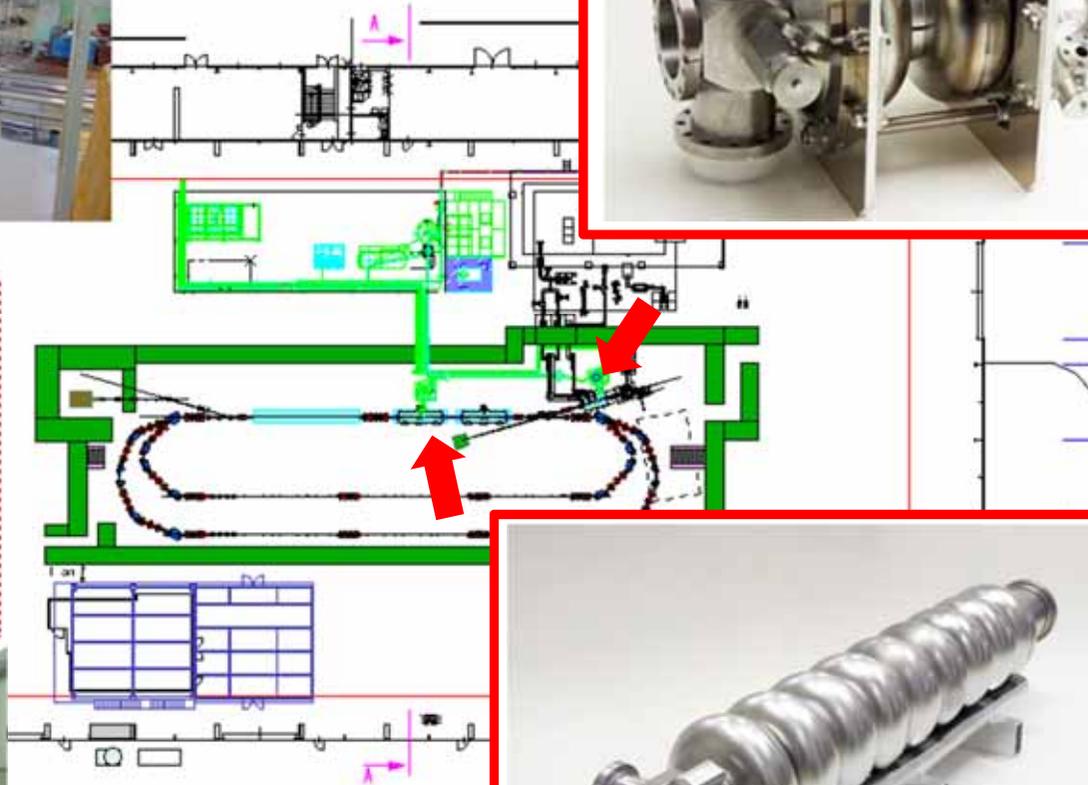
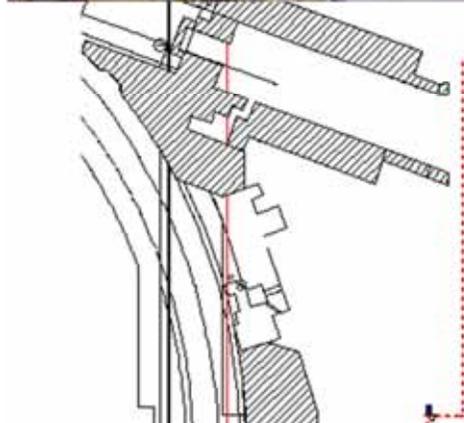


超伝導空洞開発 (入射部・主加速部)

ERL推進委員会 2011
2011/02/23 T. Furuya

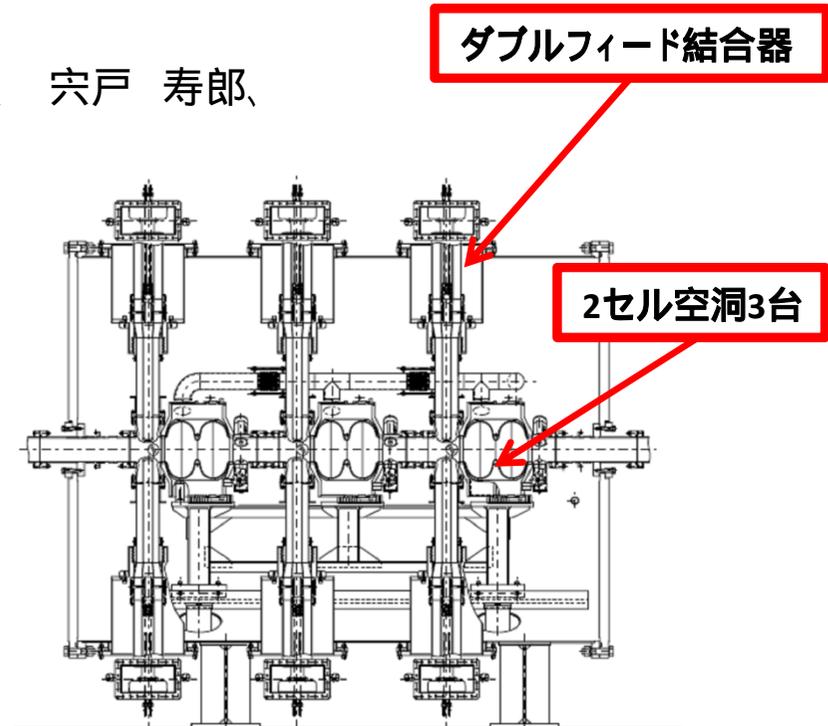
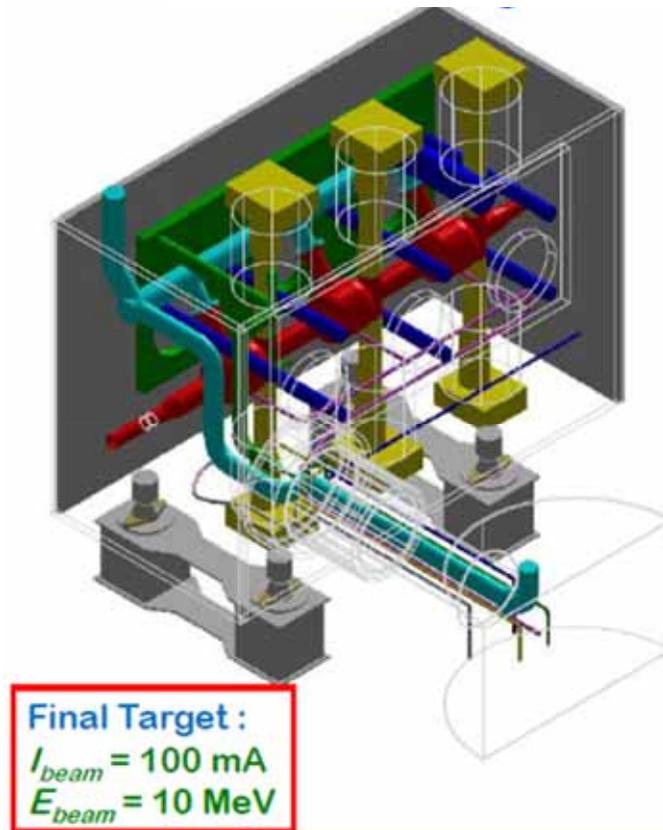


入射空洞

1 - 1、入射空洞開発メンバー

加古 永治、野口 修一、佐藤 昌史、穴戸 寿郎、
渡辺 謙 山本 康史

1 - 2、入射器空洞の構成



Main R&D components:

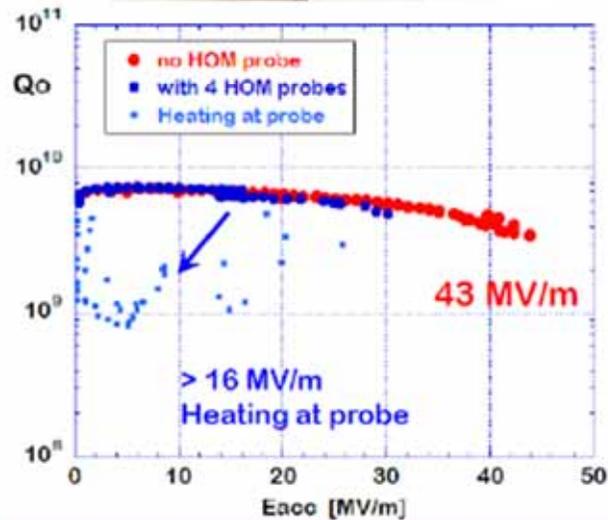
1. Three 2-cell cavity
with 5 HOM couplers
2. Double feed cw input couplers
3. Frequency tuning system
with slide-jack tuner and piezo tuner

By 加古

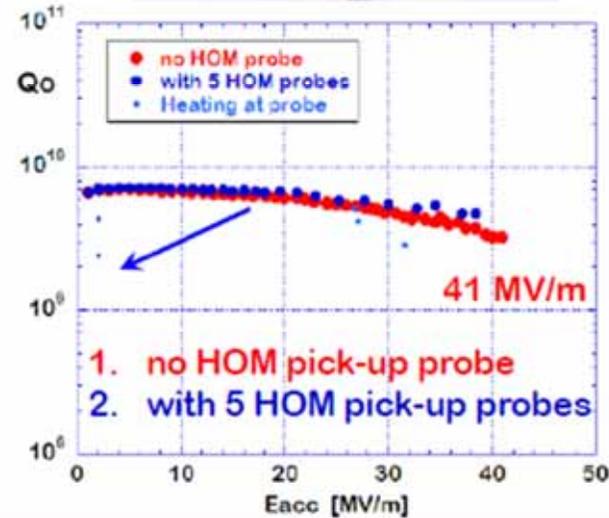
入射空洞

1 - 3、試作空洞の計測結果

ERL prototype 2-cell #1 Cavity
2 loop & 2 antenna-type HOM



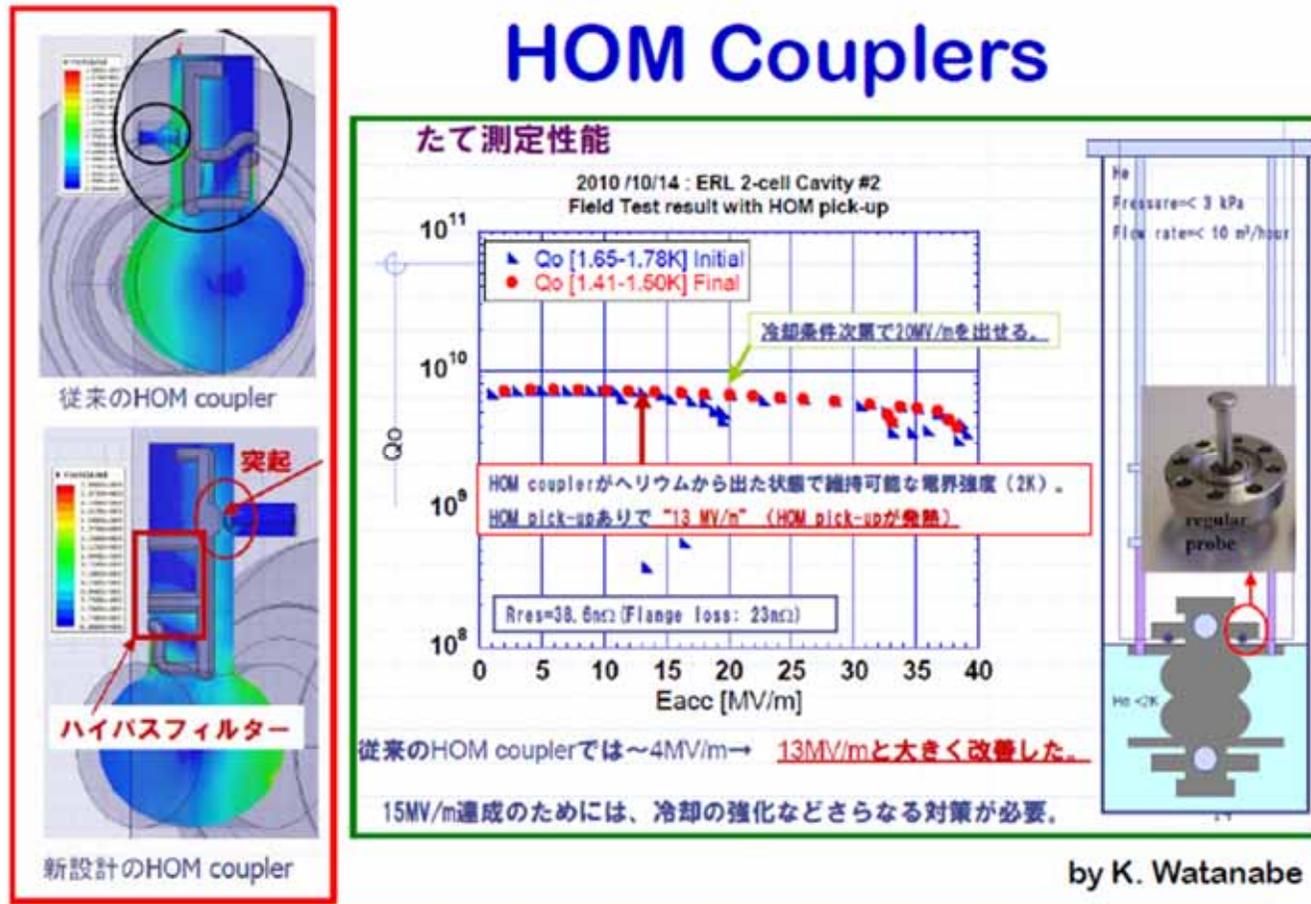
ERL prototype 2-cell #2 Cavity
5 loop-type HOM couplers



- * HOM減衰強化のためにループカプラーを5個装備。
- * CWではHOMの発熱が起こって、電圧が制限された

入射空洞

1 - 4、HOMカプラーの修正

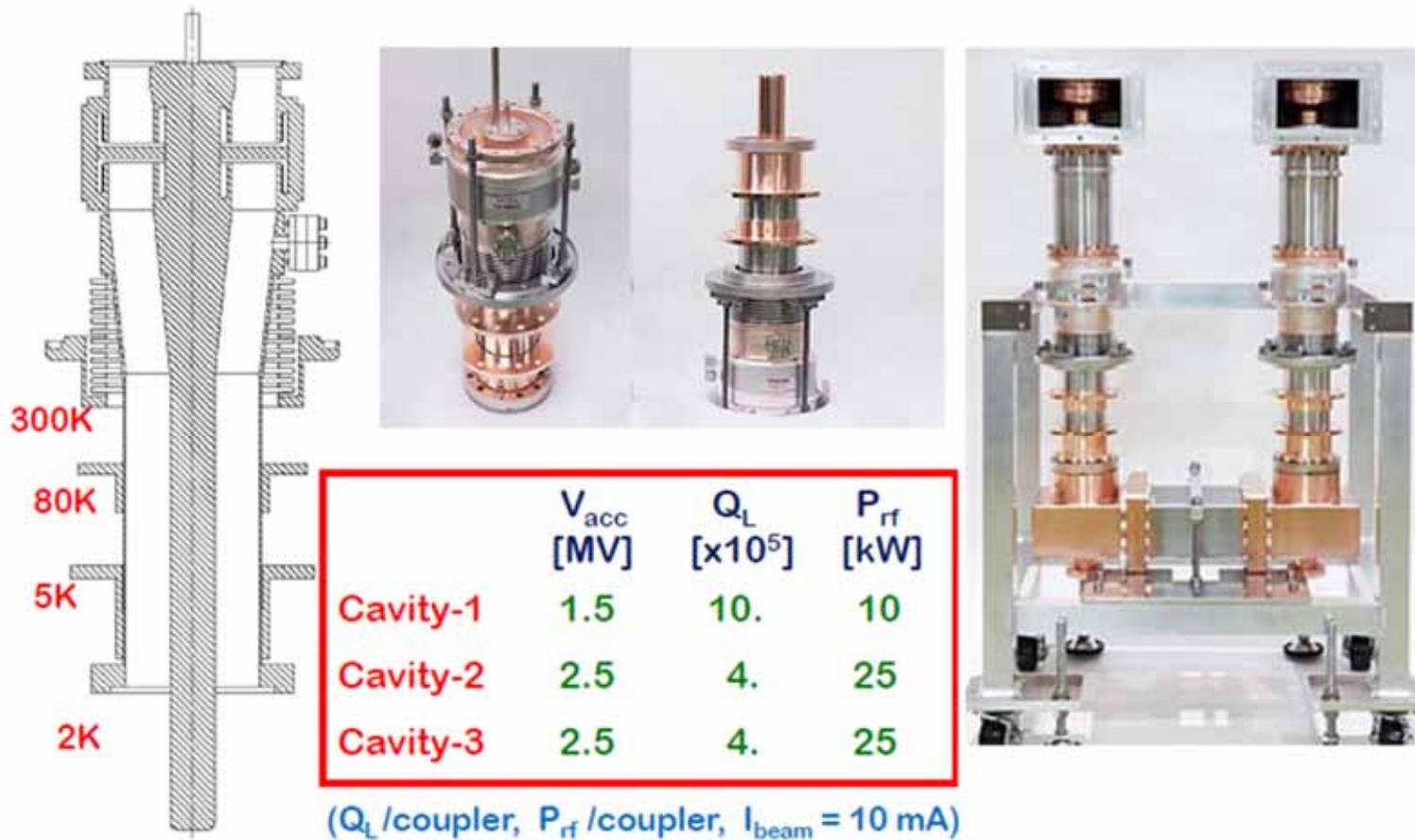


- * ヘリウム液中で16MV/m (3.6MV)、液面から出ると4MV/m (0.9MV)が限界。
- * 構造を変えて、取り出し部の磁場を小さくする (表面電流を下げる)
- * 改善で13MV/mを確保、さらにサーマルアンカーを装着して20MV/m (4.6MV)を目指す。

By 加古

入射空洞

1 - 5、入力カプラー開発

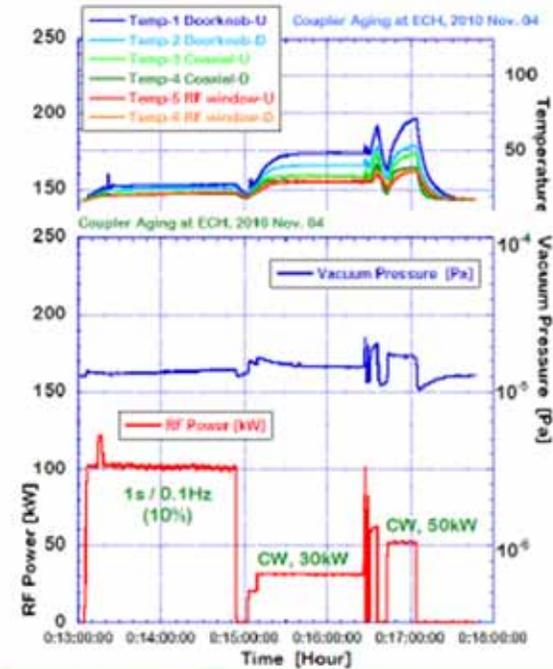
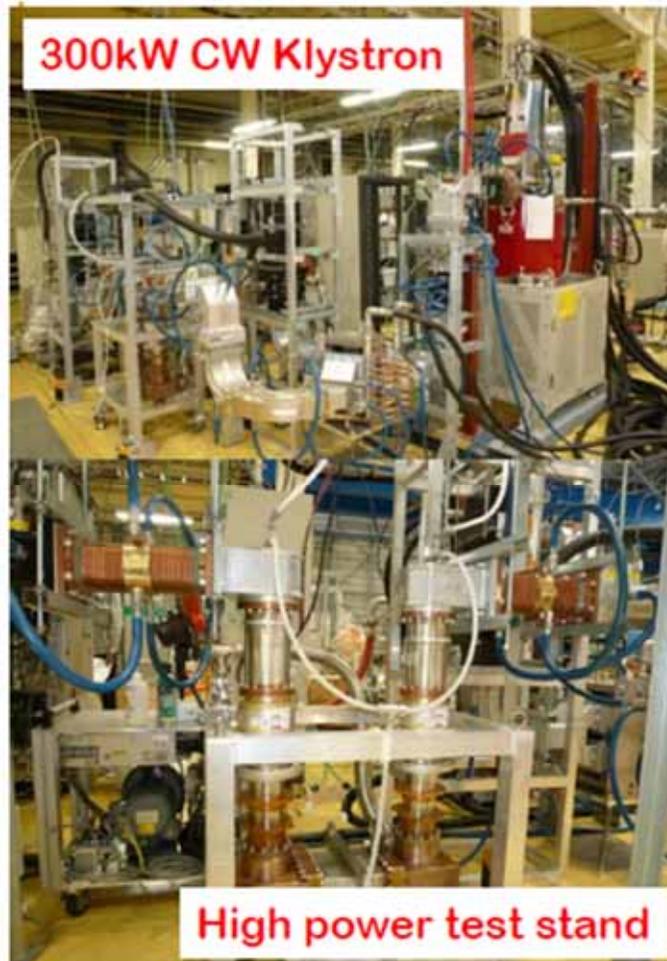


- * セラミック窓は室温に1枚のみ、内導体は水冷却
- * cERLでは5MV、10mAが当初の目標。

By 加古

入射空洞

入力カプラーの電力試験結果



Conditioning Results

- 1s, 0.1Hz, 100kW for 2h
- cw 30kW for 1.5h
- cw 50kW for 0.5h
- cw 100kW for 1 min

* PF電源等にて電力試験開始。東カウンターホールに300kWのCWクライストロン設置。
* 100kWでは室温部の内導体ベローズの発熱がリミット。50kWはOK。

By 加古

入射空洞

1 - 6、まとめ

必要加速電圧

- ・空洞単体は40MV/m (9.2MV/空洞) 以上を確認。
- ・HOMの発熱が制限になる：
フィルター構造の改善で13MV/m (3MV/空洞) が可。

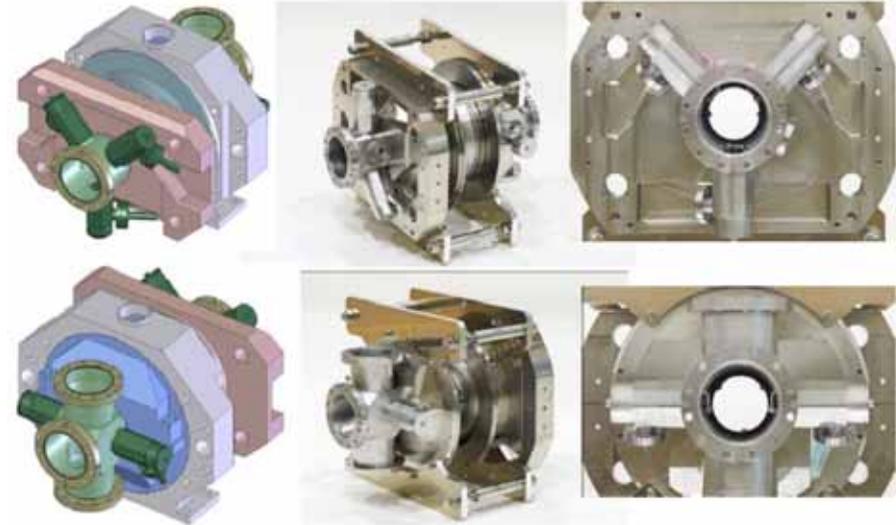
入力カップラー

- ・電力試験設備が完成
- ・CWで50kWの試験は良好。
- ・最大電力は、室温部のベローズの発熱で100kWに制限。
ベローズ部を単管に変更すればOK

	V_{acc} [MV]	Q_L [$\times 10^5$]	P_{rf} [kW]
Cavity-1	1.5	10.	10
Cavity-2	2.5	4.	25
Cavity-3	2.5	4.	25

今後

- ・現在は空洞、カップラーの本機を製作中。
- ・来年度の予定：
空洞縦測定： 5月以降
カップラー電力試験： 5月
モジュール組立： 冬
据え付けと冷凍機接続： 来年度末



By 加古

主加速空洞

2 - 1、主空洞開発メンバー

KEK: 古屋 貴章、梅森 健成、阪井 寛志
JAEA: 沢村 勝
東大物性研: 篠江 憲治
総研大: Enrico Cenni

2 - 2、主空洞モジュールの構成

大電流対応9セル型主空洞 (×2)



空洞電圧: 15-20MV/m
CW 100mA: beam line damper & EFB

入力結合器 (×2)

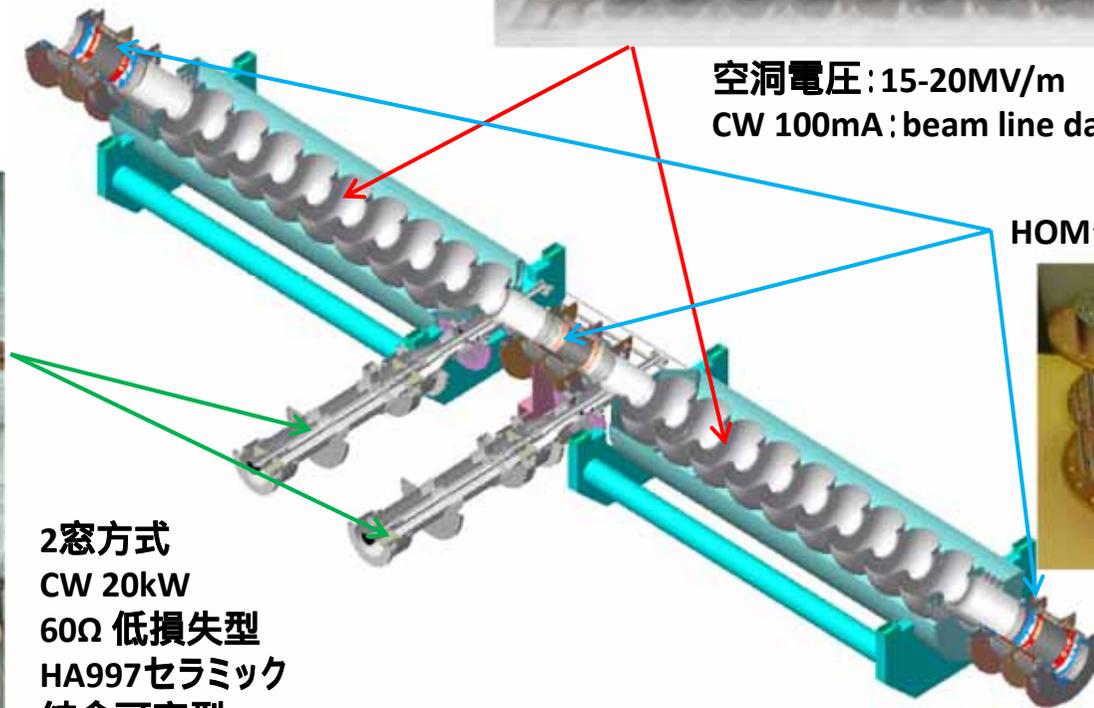


2窓方式
CW 20kW
60Ω 低損失型
HA997セラミック
結合可変型

HOMダンパー (×3)



IB004フェライト
クシ歯型ベローズ
80K窒素冷却
5Kアンカー付き
150W at 100mA



主加速空洞

2 - 3、主空洞開発

試作空洞： 9セル # 1

- ・空洞形状のstudyのため強め輪なし
- ・HOM対策としてアイリス口径が大き化した
- ・この結果、アイリス部の電場が大きくなった
- ・ビームラインHOMダンパーを採用
- ・インジウムシール採用



試作空洞： 9セル # 2

- ・本機製作のためのデータ収集が目的
- ・本機と同じ製作工程(ダンベル方式)で工程確認をする。
- ・Nb-Tiのヘリコシールフランジを採用
- ・全てLCが開発した空洞製作技術に従う



主加速空洞

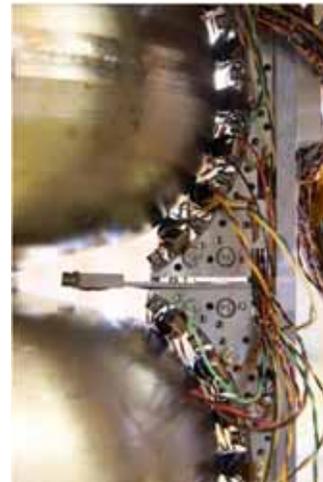
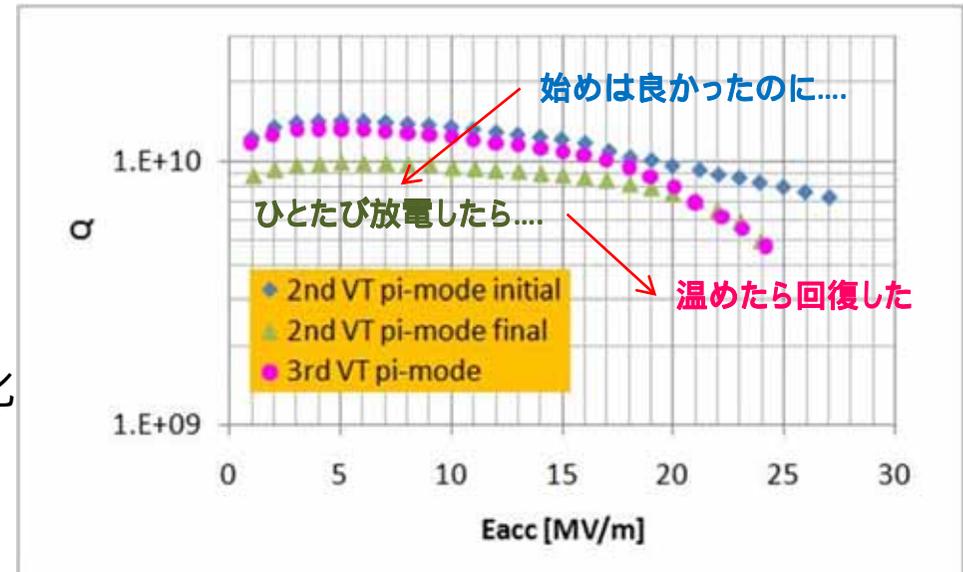
空洞縦測定結果

9セル# 1 空洞

- ・強いエミッションが見られた
- ・最終的には25MV/mを達成
(アイリス表面は75MV/mに達した)

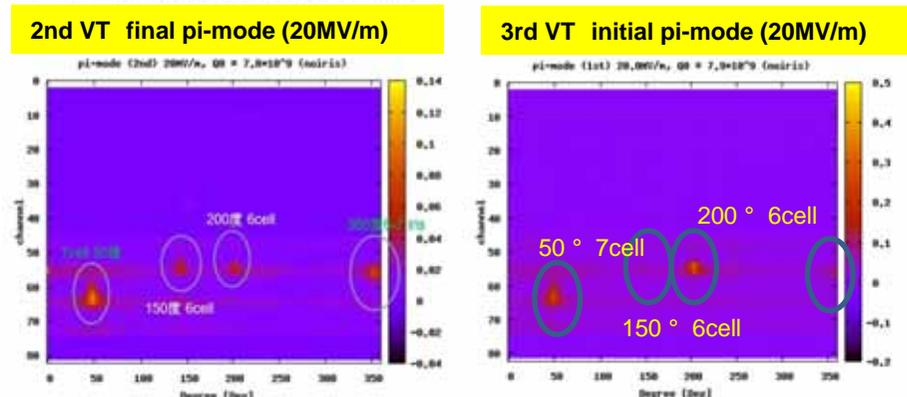
9セル# 2 空洞

- ・最初の測定で23MV/mを達成後Q値が劣化
- ・EP2 (20 μ m)で回復し28MV/mに達するも、
大きな放電で、Q値と電場が劣化
- ・室温に戻したらQ値は回復



mapping system

- ・温度センサーとPINダイオードを並べてひと回転。
放出電子の軌道を調べる。



- ・当初は何も見られず。エージング中の大きな放電後に6番セルに多数のエミッターを確認。エージングで消えたものもある。
- ・昇温したらQ値は回復するも、エミッターの位置は不変。
- ・15MV/mまでなら電子放出もない。

主加速空洞

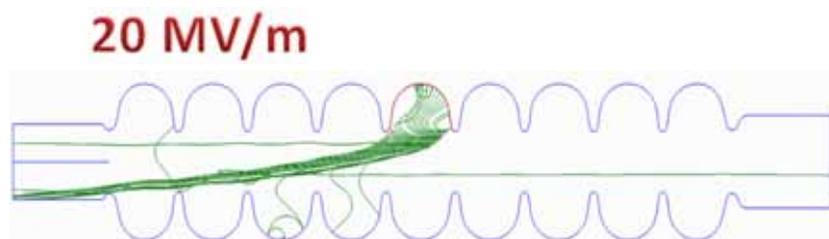
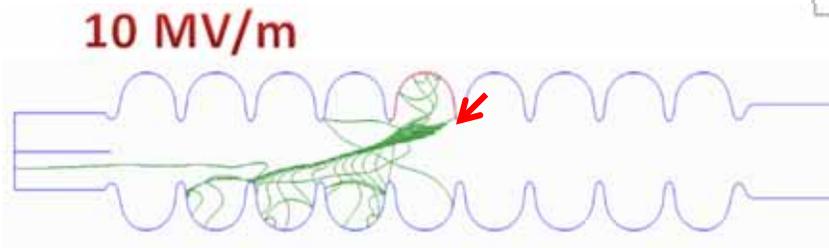
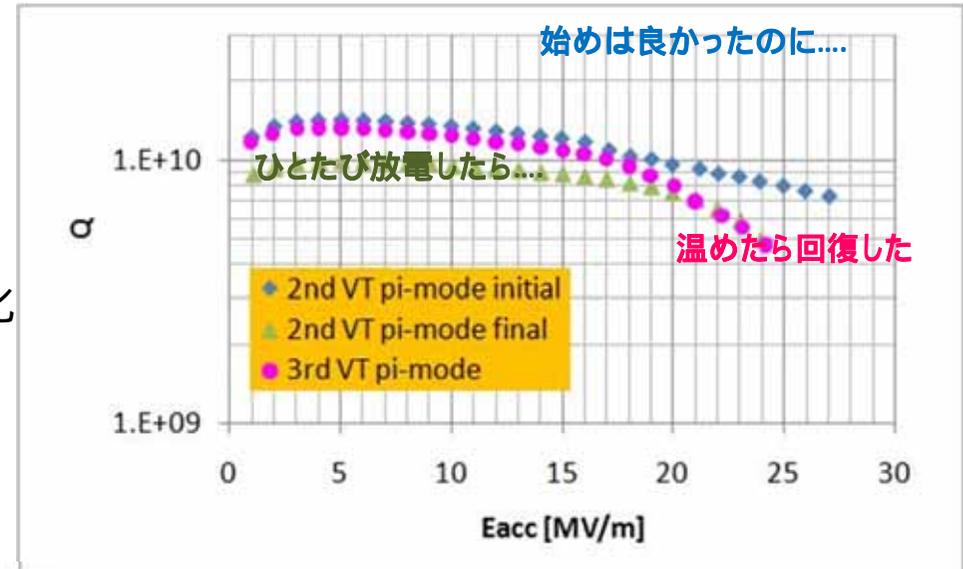
シミュレーションとの比較 (by Enrico)

9セル# 1 空洞

- ・最終的には25MV/mを達成
(アイリス表面は75MV/mに達した)

9セル# 2 空洞

- ・最初の測定で23MV/mを達成後Q値が劣化
- ・EP2 (20 μ m)で回復し28MV/mに達するも、
大きな放電で、Q値の電場の劣
- ・室温に戻したらQ値が回復



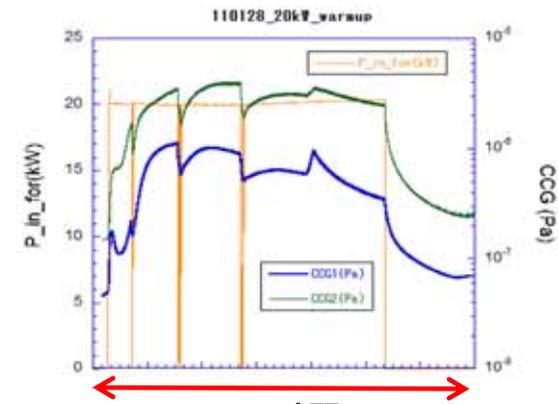
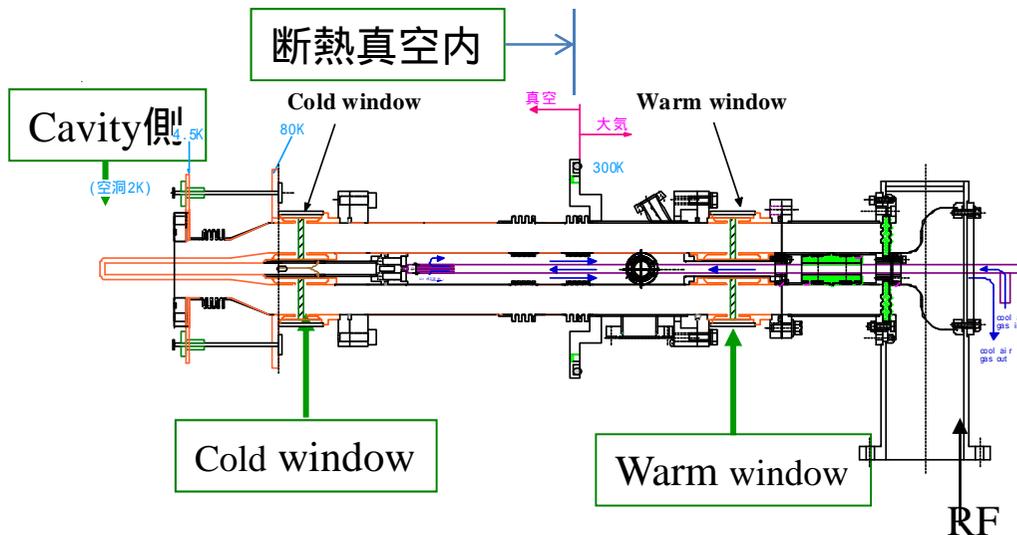
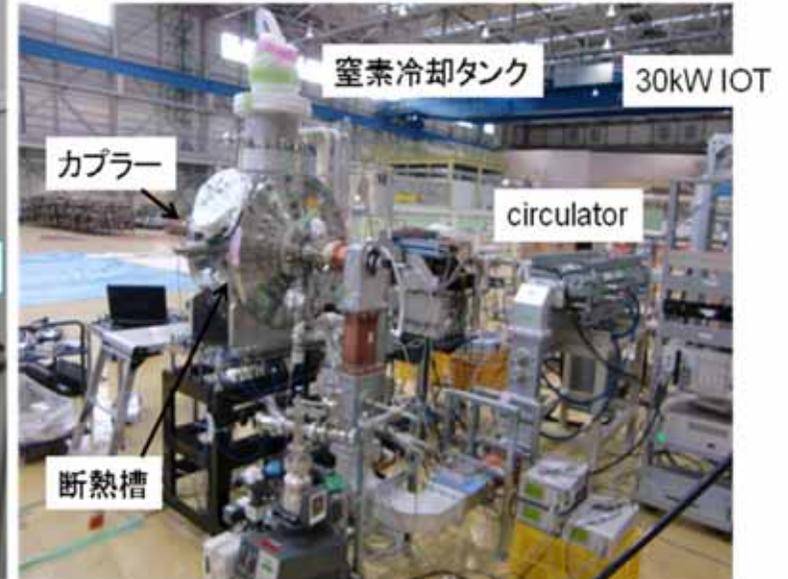
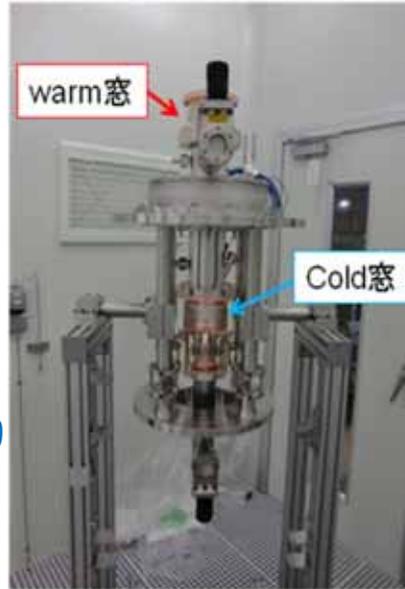
- ・放出源がセル内部にあると、着弾点はそのセル内にとどまる。
- ・放出源がアイリス付近だと他セルへ飛び出す。
- ・電圧が低いと近いセルの対岸へ着弾、
高いと一方のビームパイプまで通り抜ける。

(by Enrico)

主加速空洞

2 - 4、入力カプラー開発

- ・発熱を減らすために：
 - インピーダンスは60Ω
 - セラミックにはHA997を採用
 - 結合度可変
 - ・目標はCW 20kW、全反射。
 - ・ベローズの発熱が抑えられるか。
 - ・ダミータンクの中で、液体窒素冷却
 - 20kW投入：10kWにマルチパクタあり
 - 16時間キープOK
 - cold窓は-70K
 - 内導体は120
- 最大25kWを達成した



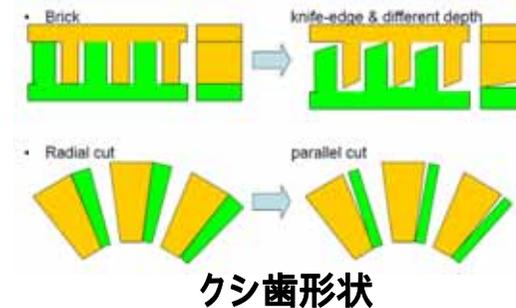
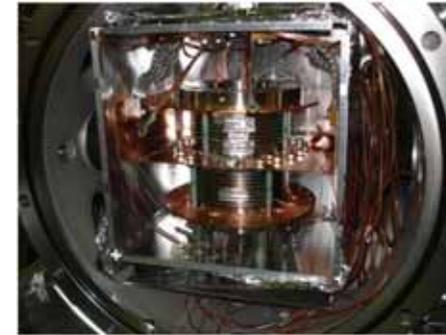
21 時間
 橙:印加電力
 青:warm側真空度
 緑:cold側真空度

主加速空洞

2 - 5、HOMダンパー & 周波数チューナー

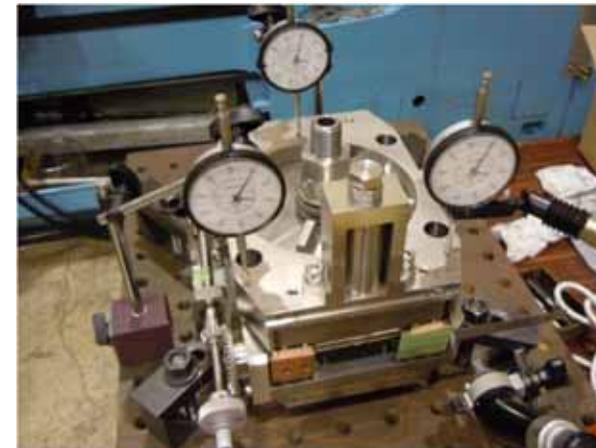
HOMダンパー

- ・熱伝導の試験: ヒーターを使って温度分布計測
クシ歯の接触が問題になる
面接触を防ぐ構造にする
- ・冷却試験: 冷却速度を知る試験(実施中)



周波数チューナー試験 (by 江波、佐藤)

- ・LCのスライドジャッキ方式を採用(コスト低減)
- ・動作試験実施中:
3mmの粗調整(モーター)と4 μ m(ピエゾ)の微調整
メカのバックラッシュは1 μ m以下を確認
駆動シャフトのよじれは?



主加速空洞

2 - 6、まとめ

必要加速電圧

- ・本機と同じ試作空洞(9セル# 2)が完成、必要な電場(15 ~ 20MV/m)を確認した
- ・28MV/mに達するも、大きな放電後に多数のエミッターが出現、低電場域でのQ値も劣化。
室温までの昇温で、Q値は回復。エミッターは変化せず。(ガス吸着のようなものではない)
- ・電圧をかけすぎないこと。15MV/mまではエミッションも見られない。

入力カプラー

- ・カプラー1号機に電力印加。20kW全反射試験を実施。最大は25kWまで確認。
- ・上記試験は窒素冷却をして実施。各部温度を計測。

HOMダンパー

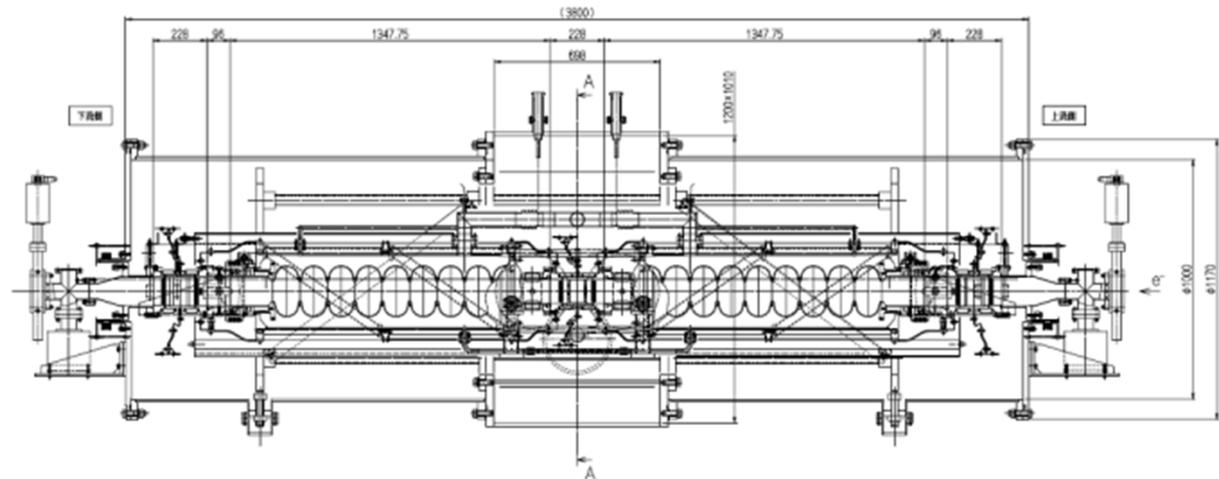
- ・設計完了
- ・冷却条件試験実施中
- ・本機ダンパーの製作開始

周波数チューナー

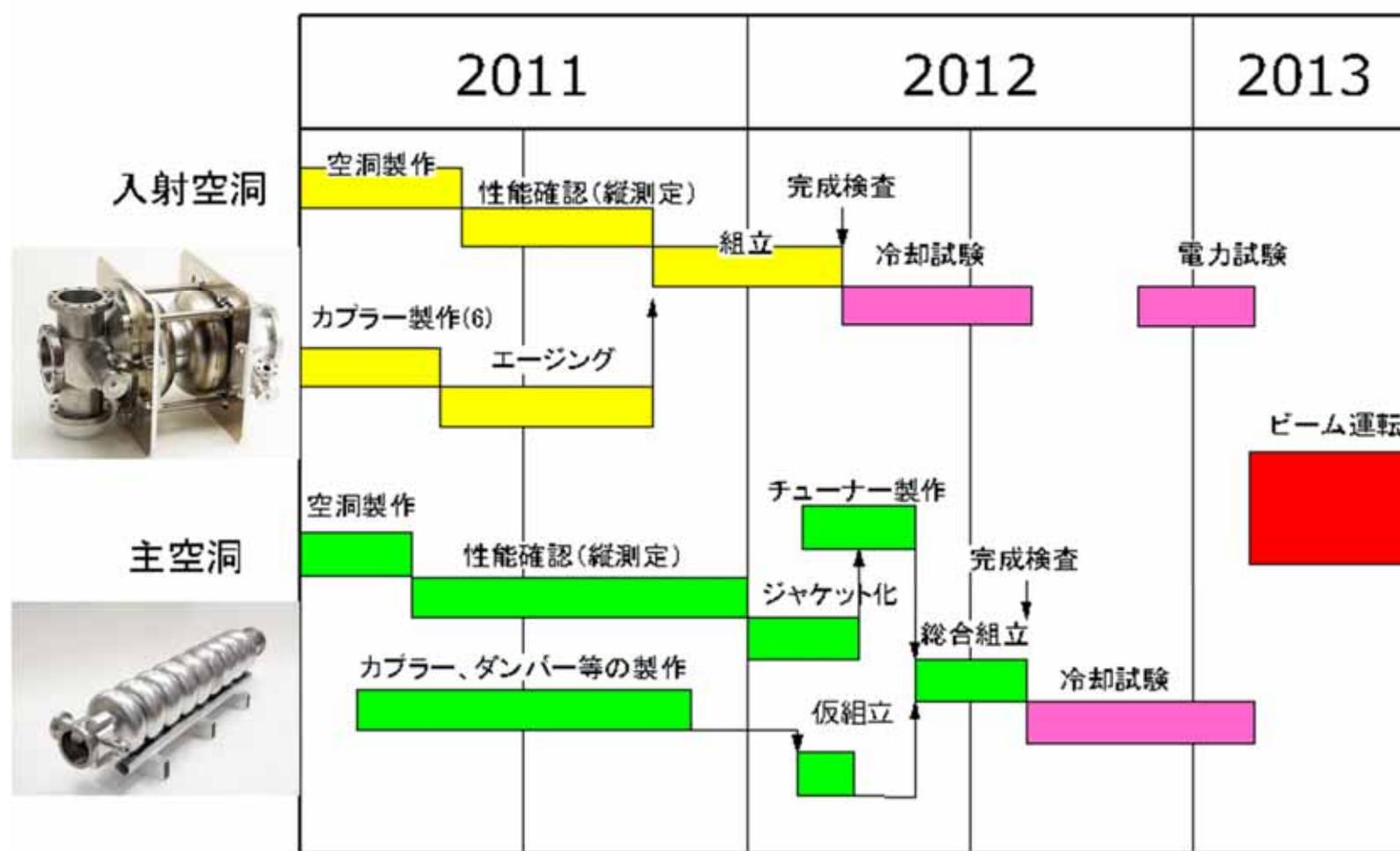
- ・試作機を使って動作試験を開始した

来年度の予定

- ・本機空洞の性能計測の後ジャケット化をする
- ・本部品製作(HOMダンパー、カプラー)
- ・モジュールの仮組立と圧力試験まで



今後の予定



* EP,縦測定はSTFで実施(入射空洞3台、主空洞2台)

* 組立は東カウンターホール・クリーンルームで順次実施