

空洞選択に関する推進室からの質問

2007.8.31

STF Phase2 に用いる加速空洞パッケージ(空洞本体とそれに付随するカプラー・チューナーなど)を本年度末ごろに推進室で決定する予定であることはこれまでにしばしばお知らせしました。このための予備会合をすでに7月27日、8月17日の2回開催し、また TESLA-like 空洞・LL-shape 空洞それぞれの開発グループから質問項目を提出してもらいました。これらの議論をふまえて、推進室で開発グループに対する質問を以下のようにまとめました。次回の会合を際に答えてほしいもののほかに、より長期的な質問も含まれています。重複がありますが、両グループからの質問原文も参考のために末尾に掲載しました。

なお、次回会合は9月28日とお知らせしましたが、当日は Main Linac Integration に関する EDR Kick-Off Meeting と重なって一部関係者の出席が難しいようなので、9月末あるいは10月はじめの範囲で再検討します。

LC 計画推進室

空洞の Shape 選択にあたって、関連課題は多数あるが、推進室が最重要と考えている比較検討項目は三点ある。そこで、まず、以下の1)から3)の設問に対し、双方のグループの現在の見解と展望を、簡潔にお聞かせ願いたい(各設問あたり、A4用紙2-3ページ以下を目安とする)。回答にあたっては、どのような前提条件で計算評価をし、実験研究結果はどのような物が得られて、それらの総合評価はどのようなものとなるか?もし、まだ結果が得られていない場合には今後技術的にどのようにして、また、どのような時間的スケジュールで評価するつもりか?そのときの作業量は人日でどれくらいのものか?といったことに留意してほしい。回答によっては、やりとりを繰り返すことになると思う。また、後日、周辺領域の別の課題についての質問への回答をお願いすることもありうる。

1) Shape およびそれに関わる構造、機構の設計において、Lorentz detuning 補正はどれほどのマージン(余裕度)をもって可能であるか、の件。

(a) piezo の振幅、および寿命に対するマージン(余裕度)はいくらか?

(b) 空洞変形(変形量の推定とそれに起因する他への影響、たとえば field flatness, HOM 変位, 高次モード機械振動などはいくらと推定するか、いくらまでなら許容と考え、いくらの余裕度があるか) マージンを取ることを想定しているか?

(c) LLRF 振幅位相補正目標値($\pm 0.1\%$, ± 0.1 degree)を、たとえばループゲイン 100 で満たすため

のトレランスに対するマージン（余裕度）はいくらか？

2) TESLA-like shape と LL shape の違いのひとつに Iris 径があり、これは HOM と密接な関係にある。Shape 選択にあたって HOM damping の開発状況を考慮する事は必要不可欠である。

(a) 設計値はどのようであって、

(b) 実測値はどうだったか、(Beam 測定が存在しないのは自明だが、テストスタンド上での実測値がまだない場合には、その理由・事情。また、測定には具体的にどのようなものを予定、想定するか?)、

(c) TESLA 空洞と比較してどれくらいの差異がある、と判断するか (Qext, R/Q など)、またその根拠は？

(d) HOM coupler におけるマルチパクタ、ブレイクダウン、ヒーティングなどの問題についての見解と取り組み、展望は？

(e) HOM coupler に notch filter 調整上の問題についての見解と取り組み、展望は？ (十分な調整範囲にはいつているか？ filter band width は温度変化などに対して十分カバーできるくらいに広いのか?)

(f) 現状の問題点は他にどこにある (ありうる) と考えるか、それに対する具体的取り組みと展望は？

(g) 今後の開発はどのように行う予定なのか。(開発は完了しているのか？なお、STF Phase-2 にインストールする際の実際問題に関しては質問6)を見よ)

3) Shape の違いで理論上の限界電界に差異がありうることは周知である。しかし、どうじに、現状の到達加速電界において shape に由来する事情があるかどうか、の問題がある。この理解は、現時点では明瞭ではないが、やはり、shape 選択の重要な検討事項と考えられる。

(a) Shape に起因するその実現構造 (たとえば Esp が高い低い、フィールドエミッションが出やすい出にくい、ヒーティングが起りやすい起きにくい)、Shape から来る表面処理の事情 (たとえばセルテーパーがきつい、きつくない、マルチパクタが出やすい、出にくい) などに起因する加速電界の制限についての見解、展望は？

(b) 現状では理想電界に達せずに加速電界に制限があるが、それはどこから来ていると考えているか。それはどのようなデータにもとづく判断か。それは shape と関連がある、と考えるのか？

(c) 理想電界に達するためには実際の空洞でどのような事をすればいいのか、どのようなタイムスケールで解決していくのか、具体的回答を求む。

以下の4)から7)の設問は、Shape 選択にあたっての、補足的と考えられる検討項目である。可能であれば回答されたい。時間制約のため十分な回答が難しいなら、これに関するやり取りは後日に回す。

4) ILC クライオモジュールへの整合性、適合性をどのような展望で行うか。空洞のまわりのインターフェース仕様を今後 EDR で決定していく事になるが、どのようなスタンスでそれに臨むのか。すなわち、EDR の議論を主導し DESY, FNAL を説き伏せるつもりでやるのか、境界整合性がとれてその中の自由度が確保できればそれでよいという考えか、KEK 都合最優先で整合性は二の次で行うつもりか？ 実機の整合性のほかに、開発途上の交換可能性の問題もある。

5) 入力カップラーと shape とはどのように関連していると考えているか。Shape の性能を担保できるカップラーを開発できたか (RF パワー能力、侵入熱、ダイナミックロス、設置調整のしやすさ、カップリングの性能、マルチパクタ、RF プロセスのしやすさ) ? 特に LL-shape 空洞の場合、35MV/m をねらう場合と 45MV/m をねらう場合とで戦略や設計方式が異なるであろうから、それらの2通りで考察が必要である。

6) STF phase 2 のクライオモジュール設計はできるかぎり EDR の議論を反映させて、整合性を確保するような設計としたい。そして高圧ガス申請を 2008 年度内に開始したいと考えている。さて、その STF phase 2 に空洞を組み入れる時、再検討項目はなにか？ 現在のデザインからどれだけの変更を加える予定であるか？ それは高圧ガス申請とどのように関連するか？ 変更の分量、そのための作業量 (時間、人、金)、高圧ガス申請と空洞製造とのタイムスケジュールはどのように考えているか？

7) 固定カップリングの入力カップラーを EDR で強く推進するためには、どのような状況でも固定でいい (対応できる) 理由を構築する必要がある。きちんと文章にして議論してほしい。できればシミュレーションもほしい。

以下の各グループへの設問も、Shape 選択にあたって補足的検討項目である。

(8) 野口氏から LL-shape 空洞グループへの質問事項

LL-shape 空洞グループは 2005 年 8 月のスノーマスまでに複数台の 9 セル空洞で 45MV/m を達成し、合わせてチューナー、カップラーを含むパッケージを Phase1 で実証との事であったが、以下の項目について質問がある。

A. 縦測定に関して：

A-1 9セル空洞は縦測定をどれだけやって、そこから何を学習したか？

A-2 これまでに起きた問題は前もって想定できなかったのか？たとえば、HOM カップラー、フランジシール、フィールドエミッション、エンドグループなどで起きた問題。

A-3 次にとるべき方針、具体策、スケジュールは何か？

B. Lorentz detuning 対策について：

B-1 Lorentz detuning の意味をどう解釈して全体設計を行ったのか？

B-2 異材継手についてはどう考えているか？

C. カップラーに関して：

C-1 カップラーのダイナミックロスはいくらか？

C-2 中間部フランジのサポートはどうするのか？

D. アライメントはどうやって行うのか？

E. 磁気シールドはどのようにするのか？

F. フィールドエミッション対策はどうするのか？

(9) 斎藤氏から TESLA-like 空洞グループへの質問事項

A. 長期運転では Piezo の故障が最も懸念される。Piezo に比べてモーターの運転は非常に少ないが、その故障を懸念して真空槽の外に置く設計になれば、何故 Piezo を 2 K の位置に置くのか。Piezo も真空槽の外に置くように設計するのが一貫した設計思想と思うが？

B. Piezo を END plate 近くに於いた場合、Piezo の X-線ダメージが心配される。TRISTAN でも苦い経験がある。他の Lab で実験結果があるから大丈夫と言うが、同じ Piezo を使うのか？

C. Ball screw や TTF に比べて、STF BL の空洞設計ではベースプレートの機械強度が強い分、Piezo に load の大きい impulse 応答が要求される。Piezo の寿命は短くなると懸念されるがどのような Piezo 素子を選択するのか。

D. Piezo の発熱はいくらか？

E. END half-cell のみを機械的に強化した場合、Piezo の応答のように速いチューニングに於いて、力の伝達が全セルに伝わるとは思えない。END セルの肉厚の薄いハーフセルに変形が集中しないか？また、肉厚の違いから各セル間の変形が異なる可能性について simulation 結果はどうなっているか？

F. 国際協力には空洞フランジ、とくにカップラーポートフランジの *compatibility* が重要である。Coupler の外導体を大きくしなくても、coupler は問題なさそうに思える。カップラーフランジを TESLA サイズにするつもりは無いのか？

G. Coupler の外導体を大きくしなくても、coupler は問題なさそうに思える。TESLA shape にしたままで STF-BL の Base plate の機械強度を上げた設計は何故できないのか？

H. 工業化に向けて Cavity/Coupler/Tuner のコストダウンについて具体的にどんなアイデアが盛り込まれているか？

以上。