

DTL2-3 の組立を早急に行う件等について

2003. 4. 11 全体設計 加藤隆夫

DTLは、リニアックを構成するその他の単品的なコンポーネントと異なり、構造が複雑な事、規模が大きい事、ひとつの修正の為に必要な作業量が大きく且つ期間が長くなる事等の特徴がある。DTLが停止している状態では、J-PARC全体の運転が自動的に長期にわたり停止となる事の意味を充分考慮しなければならない。DTLの他には、このようなやっかいなものは存在しないのであって、従って、DTLに関する事柄は、DTLに関して熟知している担当者の考え方を尊重し、万全を期す方針の決め方をすべきである。

1) J-PARC リニアックでは、コミッショニング開始時点において、基本的なハードはすべて準備されていなければならない。すでに述べたように、DTLの場合には、仮にハード的な不具合が存在した場合、その修復のために必要な期間は、数ヶ月単位となると予想される。従って、建屋完成後、コミッショニング開始前のできるだけ早い時期にトンネル設置作業を行い、大電力関係のテストを最優先で行う事が必要と考える。逆に、DTLの設置を最後に行い、不具合が見いだされ、必然的にビームコミッショニング開始が遅れる事態となれば、J-PARC 建設全体に責任を持つ方々、J-PARC のユーザーの方々よりその工程に関して責を問う意見が出て当然と考える。今後の加速管組立設置日程を考慮すれば、可能な限り早い時期にDTL組立に着手しない場合は、平成18年3月にはまにあわなくなる可能性が増大する。

2) DTLの組立はポストチューニングと周波数チューニングを含む。DTL-1のチューニングにおいては、求められるチューニング精度を、最善の状態を実現する為に、長期間の綿密なチューニングが行われた。具体的には次のような項目が総合的にチューニングされなければならない。

1. 基本高周波特性の測定
2. 共振周波数のチューニング

チューナーの稼働範囲は充分広いが、チューナー位置に依存する TE モードの分布まで考慮すれば、その最適位置は狭い範囲に限られる。

3. 電場分布のチューナーによるチューニング
前項を考慮しつつ、固定チューナーの分布を決める。
4. 前項にもとづき、大電力用固定チューナーを製作する。
5. ポストカップラーの挿入量分布を最大の安定化を得るように決める事。
ポストの位置により、共振周波数が変わるので、この作業は、第1項と第2項とリンクしている。
6. ポスト回転による電場分布の微調整。
7. 最終のチューニング状態において、余計なモードの励起がない事の確認。近傍のモード測定。
8. 大電力用固定ポストの製作。
9. 大電力用固定ポストによるチューニングの確認。
10. カップラー、モニターのチューニング、校正。

DTL第1タンクにおいては、共振周波数が想定よりも50 kHz程度低い値となった。これは、概略、タンク内径寸法公差(50 ミクロン、30 kHz程度)、ドリフトチューブ寸法公差(20 ミクロン、最大300 kHz程度)によるものと、ポストカップラーによる周波数変化の見積もり誤差が足し合わさった結果である。製作工程では、エラーが同一方向へ分布する事はあり得る事である。さらに、第3ユニットタンクの共振周波数が他に比べると若干低くなっており、この結果、安定化をしない状態では、第3タンクのチューナーを大目に挿入する必要性が生じた。この場合、大きなチューナー挿入量によるTEモードの励起が大きくなるという問題を生じ、最善を目指す立場から、その問題は解決すべき課題とした。

同じ類いの問題は、第2DTL、第3DTLでも起こる可能性がある。なぜなら、DTLのそれぞれのタンクは、同じ形状ではなく、また、ポストカップラーの本数も異なるからである。寸法公差をあまりに厳しく設定する事は現実的とは思われない。なお、以上、述べた問題点は、ビーズ測定、モード測定、チューナーの変化、ポストの変化等の繰り返し等、膨大な作業により初めて解明されたという点に注意を向けるべきである。また、精度の高い、測定時間が短くてすむビーズ測定装置がなければ、このような問題がある事にさえ気づかずにチューニングを終了してしまう可能性がある事にも留意すべきと考える。きちんとした結果を出そうとすれば、相

応の日数がかかる。

3) 第2, 第3DTLタンク組立日程の見積もり

普通にチューニングができれば、2セットを1年程度で達成可能と考える（内藤さん資料参照）。しかしながら、新たな問題が見つかる場合には、第1DTLと同程度の期間が必要となる可能性もある。DTLは、大強度、高エネルギーリニアックの根幹であるので、性能面に関して妥協して、チューニング期間を短くする方針はとらない。

4) タンク運搬試験についての意見について

3月に行われたタンク運搬試験により、運搬に伴う位置変化の可能性が極めて少ない事が実証されたと考える。この試験を行うにあたり、さまざまな意見をいただいたが、それらがどのような意味なのかを検討しておく事は、必要な事と考える。

当初より、この運搬試験は、DTが動かない事を確認するためのテストであり、加速度測定等により更に安全係数を増す必要があるかどうかを判定する事も目的に含むと述べていたが、それに対して以下の意見があったと記憶している。

1. DTが動かないように、タンクの中になんらかの詰め物をする事を梱包の専門家に頼む事を第一に考えるべきである（小林氏）。
2. 普通のトラック（エアサス機構を持たない）に積み、乱暴に走ってみて、動くかどうか確かめるのが先である（長谷川氏）。
3. DT 3個の運搬試験で結果よくても、全部が大丈夫とは言えない（野口氏）。
4. 振動試験機の上で、まず基礎的な特性を測定すべきである（高崎氏）。
5. 経費がかかり過ぎるのではないか（山崎氏、長谷川氏）。

上の意見の中で、項目4の振動試験に関しては正攻法であると考えていたが、今回の運搬テスト結果の予想、振動試験費用、及びPS時代の結果を

考慮して、今回は省略する事が適当と考えた。項目5の経費については、もっともな意見であるので、大きなコストを占める測定項目の必要性等に関して、振動の専門家の意見を伺った。

運搬試験について、防災科学研究所の佐藤氏に相談したところ、次のような suggestion をいただいた。

このケースでは、まず実際と同じような運搬テストを行うのが適当である。測定項目は減らして、基本的なものだけでよいと思われる。3次元の振動試験台は日本中でも数が少なく、費用も相当かかる。

運搬試験は 2003 年 3 月に行われ、測定精度範囲では、動いていないという結果を得た。

このような経緯をふまえて、いただいたご意見について、意見を述べる。

第1項（小林提案）の梱包については、以下のような問題が考えられる。

D T Lタンク内面は、放電対策の為に、最終工程においてミクロンオーダーの突起をなだらかにするための電解研磨を行っており、その後の表面状態に対しては極めて丁寧な扱いを設定している。こうした事の結果として、世界的にみても極めて優れた耐放電特性が達成されていると考えている。放電に対する優れた特性は、J-PARC のD T L及びS D T Lに必要な重要特性である。世の中のいかなる運搬専門業者が、このような表面の特性を保証し、かつ、内径の小さい長いタンクの中心にある、人の手が届かないドリフトチューブに、なんらかの細工をして、数十ミクロン以下の動きに押さえ込むような固定法を、実現できるのかは、私の想像を越える。

第2項（長谷川提案）の粗い試験については、以下の問題が考えられる。

このようなテストから得られるものは何なのか。製作費数千万円を使って出来上がった空洞を、測定データもとらずに乱暴に扱い、一体どのような科学的技術的知見を得ようというのか。震度10で振ったら壊れまし

たという類いのテストの必要性は、私の理解を越える。

第4項（野口提案）の3個のテストで全てが完全とは言い切れないという意見については、確かに論理的にその通りであると考えますが、逆に以下の質問に答えていただければ、科学技術的なものの考え方と決め方という面において、参考になると考える。リング入射器としての陽子リニアックでは、位相振動があり、最終エネルギーが決まっているという事もあって、それぞれの加速管に要求される設定電場精度は厳しいものがある。これは電子リニアックとの大きな差である。J-PARCの600 MeV超伝導リニアックでは、どこか一つの加速管の電場が達成できない場合、ビームはストップしてしまう。従って、安全係数は相当高くとるべきものと考え。ところが、現時点のデザインは、最近の空洞技術の進展を取り入れて、以前に比べると相当に高い加速電場設定を行っている。この場合、これまでのどの程度のテスト空洞の結果を参考にして、どのような観点から絶対に大丈夫だと考えておられるのか。運搬試験に対しては、エネルギーの変化に対応する3個のDT試験では、全体を推定する事は、まったく不十分であるというご意見である。しからば、こうした考え方を超伝導の仕事において応用されているものと推定する。これまでにどのようなエネルギーに対応する空洞を何台つくり、どのような実験結果を得て、どのような論理を使って、全ての超伝導空洞の設定電場を満たす事ができるという結論を導いているのかについて、お聞きしたい。最終デザインでは、エネルギーに応じて、加速管の構造が変化するデザインを採用している。これは、ドリフトチューブの長さが増える状況と同じように思われる。

5) 先週（4月11日）提示されたDTL組立延期理由について

加速管グループの意見とは違うが、KEKの物に原研の費用を出す事に問題があるので、先送りする（長谷川氏）

この理由が第一理由であるならば、これを解決する為の努力を担当者は第一にするべきである。DTLが組立てられない場合には、J-PARC全体の運転もあり得ない事は明らかである。従って、これは単に先送りしてすむ問題ではなく、必ずや対処すべき問題と考える。今後の建設日程を考えれば、

第一の優先的な課題とするべき課題と思う。何故なら、本件はビーム運転開始時を延期せざるを得ない事態を招く可能性を含む決定事項と思われるからである。そのような決定は、十分な検討と関係者の合意のもとに責任を明確にした上で、行われるべきである。J-PARC 建設が本格的に開始された以上、我々は、原研あるいは KEK の区別なく、期日内の建設を目指し、遅延のリスクを減らすよう最善の努力をすべきである。