

上海光源 (SSRF) のコミッションング訪問記

本田 融*

Visit of SSRF at the First Beam in the Storage Ring

Tohru HONDA*

2007年の年末に12月24日から28日の短い期間ではあったが、蓄積リングの立上げ真最中の上海放射光施設(SSRF)を訪れる機会を得た。訪問の2か月ほど前に加速器の真空グループのJiangさんから、12月21日に蓄積リングのコミッションングを開始するのでという話をもらい、タイミングをあわせてKEKBの末次さんと同行して訪問させてもらった。

上海放射光施設は上海市東部に新しく開発が進んでいる浦東地区の一角に建設されており、浦東国際空港を始点とするリニアモーターカーがその敷地をかすめて通っている。2004年12月に鍍入れが行われ、2009年春までを建設工期と設定し、元々の工程表では2008年春から蓄積リングのコミッションングと発表されていた。したがって今回は当初予定を数ヶ月早めてのコミッションングであった。ちょうど起工後3年の節目に当たり、また12月末に予定されていた国内の評価委員会や、上海市幹部の視察日程に合わせて蓄積成功を目指したのがこの時期を狙った主な理由であると聞かされた。

しかし11月頃には立上を目前にして超伝導加速空洞の不調があり交換するという情報も伝えられ、予定通りコミッションングに入れるのか心配していた。こちらの勝手な心配を他所に12月21日に予告通りコミッションングが開始され、訪問前日の12月23日夜には入射ビームがリングを数十周周回していると伝えられていた。

12月24日、上海市内にある虹橋空港に到着したのが夕方4時ごろであった。そこで迎えの人から当日朝に初蓄積に成功し、今晚は祝賀パーティーが開催されると聞かされた。早速車で1時間ほどのSSRFサイトへ案内されコントロール室を訪れると、確かに蓄積電流値4 mAと表示され、蓄積寿命は30分くら

い、放射光のプロファイル画像も大きな液晶モニタに映し出されていた。コントロール室内には15人ほどの人がおり、旧知の人にもそうでない人にもお祝いと言って握手をして、その様子をカメラマンが撮影し、いかにも蓄積成功初日といった高揚した雰囲気があった。23日夜より徹夜で続けられたビーム調整の結果、蓄積成功は24日の早朝6時ごろであったと伺った。

我々がコントロール室に到着して程もなく、夕方6時ごろには祝賀パーティー開始となりビーム運転を切り上げて研究所内にあるカフェテリアに移動した。居合わせただけで何も仕事をしていない我々二人もつき従ってパーティーに参加することとなった。

カフェテリアに一同に会したスタッフは総勢300人ほどであったと思われる。図1の写真にあるように正面の大きな電光掲示板に初蓄積時のリングCTの記録やX線の蛍光画像と共に“慶祝”の文字が掲示されていた。フロアには図2のように回転丸テーブルが何十卓も並べられており、カフェテリアの厨房からは多くの品数の上海料理が次々と運ばれてきた。次の日の昼に訪れた同じカフェテリアはテーブルも定食も日本の所内食堂と大差はなく、一夜だけのためにテーブルをすべていれ替え、(おそらく)料理人を多数連れてきて宴会という中国スタイルに感心させられた。ちなみに昼食時、正面の電光掲示板には工期終了まで後450日といった類の掲示がなされていた。

パーティー開始時には幹部の人たちの挨拶が続いて、放射光施設の建屋に隣接する人工池のほとりで花火が何十発も打ち上げられた。外国人研究者の姿はあまり無く、当日の参加者は専らSSRFのスタッフであり、部外者はほとんど我々二人だけではなかったかと思われた。スタッフは幹部の人たちも含めて総じて

* 高エネルギー加速器研究機構 放射光科学研究施設
Photon Factory, High Energy Accelerator Research Organization



図1 初蓄積を祝うパーティー会場。正面の電光掲示板に初蓄積を示すリングCTとX線蛍光板の画像が映し出されていた



図2 祝賀パーティー会場のカフェテリアには数多くの回転テーブルが臨時に運び込まれており、参加者は総勢300人ほどであった

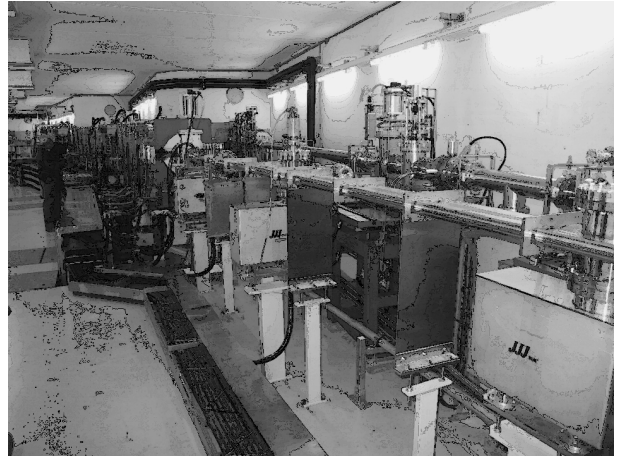


図3 蓄積成功直後のリングトンネル内の様子。手前が直線部のビームダクト、奥に見えるのが放射光ビームラインの基幹チャンネル部

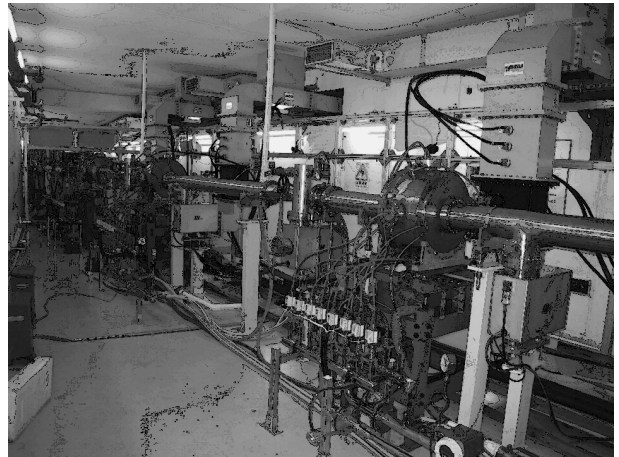


図4 本来の超伝導空洞に替えて旧PFの常伝導空洞が3台設置されていた

若い人が多いのが印象に残った。

翌日以降コミショニングは専ら夜間に行われており、残念ながらコントロール室内でビーム運転に立会うことはできなかった。しかし運転休止中の昼の間に蓄積成功したばかりのリングトンネル内を見学することができた。

図3の写真のとおり、リングトンネル内は照明も明るく高さ、幅共に余裕のあるスペースが確保され、加速器コンポーネント、ケーブル類ともにすっきりときれいに配置されていた。写真に写っている基幹チャンネル部は1、2個所で試験的に設置されているのみであった。また挿入光源もまだ一台も設置されておらず、直線部はダミーチェンバーとなっていたのでトンネル内は余計に広々と感じられた。

蓄積リングの周長は432 m, DBA (Double Bend

Achromat) が20回繰り返されたラティスで、通常の6.5 m直線部に加えて12 mの長直線部が4か所用意されている。蓄積エネルギーは3.5 GeVで、エミッタンスは約4 nm radと公表されている。

事前に聞かされていたとおりリングトンネル内に本来の超伝導空洞はなく、図4のように常伝導空洞が3台設置されていた。実はこの常伝導空洞は1996年までPFリングで実際に使われていた空洞で、元々はブースターリング用に使う目的で移管されていた。ブースターリングには新しい常伝導空洞が設置されたため使わずに眠っていたのが急遽日の目を見ることになったそうである。

ACCEL社製の超伝導空洞は一旦リング内への設置が完了しており、真空の立上げも問題なく進んでいた



図5 電磁石及び架台をリング外側から見たところ



図6 実験フロアと蓄積リングトンネル. 天井はとても高く、渦巻き上に窓が並んでいる

らしい。ただし別棟に置かれている冷凍機設備の不調が改善せず、立上げ2カ月前に交換が決断されたそうである。空洞が本来の超伝導空洞ではないためコミッションングは設計値の3.5 GeVより蓄積エネルギーを下げて、3.0 GeVで進められていた。

ビームダクトはすべてSUS製で、日本製のSUS316材を用い中国国内でチェンバーの製造を行ったそうである。溶接工程終了後に仕様を逸脱する透磁率の悪化が生じ、透磁率を改善するために真空炉内で850°Cまでの高温アニールを全数のダクトに施したそうである。この作業は大変な労力を要したと思われるが、ビームダクトのガス放出を低減するのにも大きく寄与していると推測される。

図5の写真には偏向電磁石と多極電磁石の架台部分が写っている。偏向電磁石は白いコンクリート製の台の上に設置されており、複数台の四極電磁石と六極電磁石を乗せた架台は太いアンカーボルトで床に固定され、そのアンカーボルトの根本がわざわざ円筒型にコンクリートで固められているのが目に付いた。電磁石の振動抑制を目的とした施工と推測されるが、実際のビーム安定性への寄与の評価に興味を持たれる。

滞在中には旧正月までに100 mA蓄積を目指したいと聞かされていたが、年が明けて1月4日には3.0 GeV、100 mAをすでに達成したと連絡をもらった。一応100 mAまでを旧PF空洞で蓄積可能な最高電流値と考えているようである。ちなみに設計上の蓄積電流値は3.5 GeVにて200 mAないし300 mAと公表されている。

航空写真が展示されていたがSSRFの建物は上空

から見ると巻貝のような形をした独特な意匠である。国際空港から出発するリニアモーターカーから初めて見える大きな建造物であり、特徴のある建物にするようにとのお達しで、中身の加速器にまわす予算が減るくらいお金をかけて建設されたのだと加速器スタッフの人は説明してくれた。

その建物を内側から見たのが図6の写真である。高い天井にらせん状に並んだ半透明の窓から外の光が見える。円形の建物の外周部には実験フロアを取り巻くように1階と2階にスタッフの居室やコントロール室などがずらりと並んでいた。建物の外観は独特で印象的なのだが、スタッフルームの天井が傾斜天井で、外に向けた窓が全く無いのは中に暮らす施設スタッフの立場から見ると残念に感じられた。

天井には16tの周回クレーンが2機設置されており、加速器のシールドトンネル内への電磁石や真空ダクト等の搬入はすべてこの2機のクレーンを使って行われたようである。実験フロアではまだビームラインの建設は始まっておらず、フロアは一部がリング建設のための作業スペースや見学者用の展示スペースなどに使われており、PFの三橋さんが建設に協力をしている可視光モニタの暗室が実験フロア上にある唯一の建造物であった。

直前に発生した超伝導空洞トラブルの解決を待つことなく代替手段を講じてコミッションングを敢行し、しかも短期間で成果を上げている様子を現地で見学させてもらい、中国上海の活気というか発展に向かう圧力を実感させられた滞在であった。