

会議報告

Factories '08 参加報告

中西 功太*・大西 幸喜・大見 和史・船越 義裕

Report of The 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop
on High Luminosity e^+e^- Factories (Factories '08)

Kota NAKANISHI, Yukiyo ONISHI, Kazuhito OHMI and Yoshihiro FUNAKOSHI

The 40th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity e^+e^- Factories (Factories '08)に参加したので報告する。本会議への日本からの参加者は高エネルギー加速器研究機構 (KEK) からの4名 (すべて共著者) であった。会議は4月14日(月)から16日(水)までで、開催地はロシアのBINP (Budker Institute of Nuclear Physics) である(図1)。Budkerは研究所の創設者の名前である。

1. ロシアへ

日本からの参加者は全員 KEKB のメンバーである。一行は KEKB コントロール棟前を13日の8:00に出発し、成田発モスクワ経由のアエロフロート便でノボシビルスクを目指した。モスクワからノボシビルスクへは日本へ戻る方向であるため所要時間が長くな

るが、直行便は無く、比較的直線的な北京経由便も毎日の運行でないため、会議の日程からモスクワ経由便が選ばれた。モスクワまでの所要時間が約10.5時間、トランスファーで5時間以上、モスクワからノボシビルスクまで約4時間を費やした。

モスクワでトランスファー待ちをしていると、イタリア (フラスカッティ, INFN-LNF) のグループに遭遇した。便数が少ないから当然と考えることもできるが、世の中狭いものである。参加者をすぐに判別できるあたりは、業界の狭さも感じさせる。

空港を出ると、すぐ案内役の方と合流することができ、Local committee が手配してくれたバスと対面した。このバスがまずわれわれの度肝を抜いた。イタリア人が頻りにバスの写真を取っていたほどである。われわれも負けずに降り際に1枚とったので図2に示しておく。バスで1時間程度走ったところで滞在するホテルに着いた。現地時間で7:20である。合計



図1 ワークショップが開催された建物。BINPの正面にある。建物に入ってすぐゲートがあり、IDカードをチェックされる



図2 空港からホテルへの往復で乗車したバス

* 高エネルギー加速器研究機構 加速器研究施設
Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization
(E-mail: kota.nakanishi@kek.jp)

25 時間以上の長旅であった。サマータイムで時差が 2 時間しかないのと、初日が午後からの開催であることが救いである。

2. 報告内容¹⁾

Collider reports

(1 日目と 2 日目の午前)

BEPC-II

この加速器は衝突点が 2 カ所あり、放射光モードとコライダーモードが切り換えられるという特徴を持っている。放射光モードでは、HER (High Energy Ring) と LER (Low Energy Ring) のそれぞれ半分ずつにビームを通す。この為に衝突点にリングを乗り換える為の仕組みが用意されており、放射光取り出しが容易なように外周側のリングにのみビームを通して。最近アップグレードし、超伝導コイルを使った最終収束系と超伝導加速空洞と導入した。これにより、タウチャームファクトリーとしての性能も向上している。蓄積電流 $500 \text{ mA} \times 500 \text{ mA}$ 、90 バンチ、頻度 112.5 MHz での衝突でルミノシティは $1 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ とのことである。陽電子リングでの電子雲によるバンチ結合型不安定性がかなり強いようである。現在、物理測定器 (BESIII) の設置が開始され、6 月には測定器を設置した状態でのコミッションングが開始される。

CESR

この春でコライダーとしての運転は終了した。B ファクトリーとして 5 GeV 運転していたころのビームビームとラティスの非線形の混合問題を議論していた。

PEP-II

先日運転を終了したが、KEKB とルミノシティを競争していた加速器である。この加速器の特徴は蓄積ビーム電流 (カレント) が大きいことであり、報告者 (Michael Sullivan 氏) によればカレントフロンティアマシンである。カレントを増すことは主に HOM (Higher Order Mode) との戦いであり、様々な機器開発が要請された。その開発の実際を報告された。

KEKB (現状報告)

クラブ空洞導入前後の性能比較が報告されていた。クラブ空洞を用いた運転では、バンチ電流が低い領域では高いビームビームパラメータ (> 0.09) とルミノシティが達成され、シミュレーションの結果と一致するが、高いバンチ電流でのクラブ衝突でルミノシティが下がってしまうことで、その原因調査の進行状況を報告していた。衝突点での線形オプティクスエラー、ダイナミックビームビーム効果による寿命、衝突と結

合した Touschek 寿命、ラティスの非線形効果などが研究されていた。 $0.9 \text{ A} \times 1.6 \text{ A}$ 、1580 バンチ、頻度 150 MHz の衝突でルミノシティは $1.5 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ である。

KEKB (アップグレード)

KEK ロードマップに沿ったアップグレード計画の概要が説明された。アップグレードの柱となるのは、クラブ空洞を用いたヘッドオン衝突、衝突点の改造、真空パイプの交換等である。 $5 \times 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 以上のルミノシティを目標とする。ベースラインは、高電流スキームであり、イタリアの SuperB の考え方とは異なる²⁾。

KEKB (クラブ空洞)

クラブ空洞を伴った KEBK の運転において経験された様々なトラブルの紹介。機械的なバックラッシュによると推測されるチューナシステムの不安定な挙動が問題になりローレベル RF コントロールシステムによるフィードバックで対処したこと、大電流運転で空洞電圧や位相に大きな振動が起こったがチューナ位相 (= 空洞周波数) や空洞位相 (= ビームに対する空洞電圧の位相) を少しずらすと安定したことなどを報告した。

DAFNE (DAΦNE)

Φ ファクトリーであるが、SuperB 計画に向けクラブウエストの実証試験を実施中である。実験はまだ始まったばかりで十分なデータが集まっていないが、クラブウエスト用の六極磁石をオフするとビームが膨らむので、クラブウエストによりビーム不安定性が解消するというシミュレーション結果を支持するものと考えられる。 $0.9 \text{ A} \times 1.2 \text{ A}$ 、80 バンチ、頻度 250 MHz の衝突でルミノシティは $2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ とのことである。

VEPP-2000

ラウンドビームを用いて高いルミノシティを得ることを目標に実験を進めている。コミッションングは非常に順調であり、ビームプロファイルも計画通り丸い。 $40 \text{ mA} \times 40 \text{ mA}$ 、1 バンチ、頻度 12 MHz の衝突でルミノシティは $1 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ とのことである。

技術的な報告 (2 日目の午後)

Feedback system (1)

報告者 (Alessandro Drago 氏) はイタリアの INFN-LNF の所属であるが、本システム自体は SLAC, ALS, LNF, KEK とも協力して開発中である。計算機の発展とともに急速に高度化している。

Feedback system (2)

BEPC-II で開発中の Transverse feedback system の紹介。Feedback のオン、オフで明らかにビームスペクトルのサイドバンドが抑制されていることが確認でき、効果的に働いていることが示された。現在は完全にアナログのシステムであるが、デジタル化も計画中である。

SuperB and crab waist related topics (3 日目)

SuperB の主な特徴はエミッタンスが小さく衝突点のベータ関数が小さいこと、クラブウエストを適用すること、偏極電子ビームを蓄積することである。バンチは長いので衝突点でのビームの形状は極端に細長くなる。偏極電子ビームはライナックの偏極電子銃とスピローターを組み合わせ、場合によっては、シベリアン・スネーク光学系を使用することにより実現される。クラブウエストを用いると如何にビームが安定になりシンクロベータ共鳴線が弱くなるかというシミュレーション結果、偏極ビームを如何に蓄積するか、コンプトン後方散乱のスペクトルを測定しビームのエネルギーを精度よく測定する実験の結果等が報告された。BINP で計画中のクラブウエストを用いた Super-ct-factory も関係するトピックスに含めて報告された。

施設見学

BINP の加速器を見学する。電子源、陽電子源、ライナック、ブースター、小さいコライダー (VEPP-2000)、大き目のコライダー (VEPP-4M) を見学して回った。全体的に小ぶり、加速器の見学記でよく見る大きさに驚くといった感想は無い。しかし、説明によれば、マグネット、ビームダクト、空洞、イオンポンプに至るまで BINP 製である。見学した施設にあった RF 源は購入品であったが、他の加速器用にクライストロンを製作することもあるそうである。電子機器に至ってはコンピュータを除けば全て BINP 製ということである。確かに各所に見慣れないコンポーネントが取り付けられている。特に感激したイオンポンプの写真を図 3 に示す。作り易さを追求したデザインである。ポンプは狭隘部を経ること無く機器に接続されており合理的であると感じる。排気容量ははっきり答えてもらえなかったが (おそらく、案内してくれた人の専門でなかった為)、十分機能しているということだった。加速器トンネルとワークショップ会場の建物は複雑な地下トンネルで繋がっており、見学終了後は地下道を通って会場に戻った。

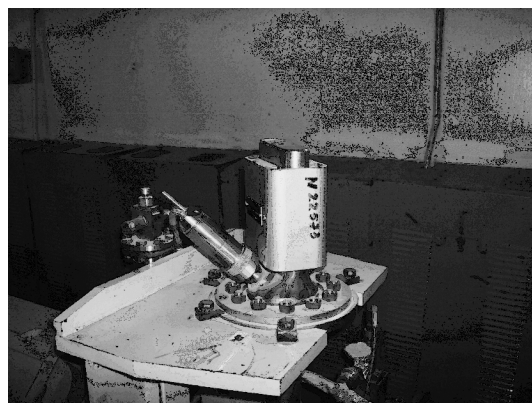


図 3 BINP 製イオンポンプ。他にも多くのコンポーネントが内製されている。

3. 帰 国

初日は気温が 15 度程度あり、シベリアということで身構えていたわれわれを拍子抜けさせた。2 日目からは朝の気温が -7°C まで下がりシベリアらしさも無理の無い範囲で満喫できた。帰りのバス (図 1 と同じ) はドアがきちんと閉ら無いため非常に寒く、イタリアンが歌い出した程であるが、それも今となっては良い思い出である。一行は今回のロシア滞在に非常に満足し無事帰国した。24 時間以上かけて。

4. 感 想

報告者のほとんどが INFN-LNF (イタリア) と BINP (ロシア) 所属である。地の利もあるが、これはイタリアの SuperB 計画が現在最も関心の高い話題であり、BINP と INFN-LNF は密接な協力関係の下に研究を進めている為である。実際、議論のほとんどが DAFNE での試験結果やクラブウエストに関するシミュレーション等の SuperB 関連の話題に費やされた。新しいコンセプトに挑戦する加速器ということで関心が高まっていること、関係者が非常に熱中しているのを強く感じた。

クラブ空洞を用いた運転に関しても様々な意見を聞くことが出来た。すぐ出来そうなものばかりでもなかったがいろいろ考える良いきっかけになったと思う。

個人的には BINP のコンポーネントの生産能力に大変感激した。最終日の施設見学後 (正直に言えばバンケットで) BINP 関係者にその旨を伝えると、翌日にでも工房を案内してくれると言って頂いたのだが、翌朝には BINP を発つということで実現しなかった。

結局話を聞くだけに終わったが、いろいろな人の話を総合すると、工房は別キャンパスにあって 2 キロ

程度離れている。BINPには3000人の職員がいるが、その大部分は工場のエンジニアである。Physicistは職員の10~15% (300人~)程度に過ぎない。この工場は、旧ソ連時代に西側からの物資の輸入が困難な時期に自前で研究を成立させる必要から発展してきたものである。筆者が今具体的に欲しい回路を作れるか聞いたところ、そのほとんどは簡単に作ることができるということであった。非常に恵まれた環境である。

日程外の案内を買って出てくれた親切なロシア人に

会い、圧倒的な生産能力を聞かされた所で、筆者はすっかりBINPのファンになってロシアを発つことになった。次回来ることができたらぜひ工場を見せて貰いたいと思う。しかし、ショッピングセンター店員のロシア人はあんなに無愛想なのに、少し親しくなったロシア人は非常に親切なのはどういうことなのだろう。

参考文献

- 1) <http://factories08.inp.nsk.su/>
- 2) 物理学会誌, **63**(1), (2008)