

半径は常圧の 15.84 Å から 500MPa の 15.47 Å へと変化し、加圧によりリゾチーム分子はよりコンパクトになることを明らかにした。胆汁酸は水溶液中でミセルを形成する。山口 (福岡大) は小角 X 線溶液散乱と小角中性子散乱法を併用して、NaCl 濃度に対してミセルの成長が明確に 2 段階で、非対称ミセルから棒状ミセルに成長することを明らかにした。木原 (関西医大) は、SR を用いた X 線顕微鏡 (結像型、走査型) と今後の方向性として、波長 1nm 以下の観測システムを作り、時間分解能

を上げて生物の動いている様子を観察可能にするとともに、多くの生物像を観察して、生物学に真に貢献することによってその価値が認められることであるとした。

最後に、1996年春、立命館大学びわこ・くさつキャンパス (BKC) に小型 SR (オーロラ) が 1 大学として我が国ではじめて設置され、稼働する。SR に関心のある多くの研究者の方々のご支援をお願いする次第である。

◁研究会報告▷

ESRF-APS-SPring8 3 極ワークショップ (加速器, 挿入光源)

田辺 敏也 (理化学研究所 大型放射光施設計画推進本部)

1. はじめに

1995年5月8, 9日の両日米国アルゴンヌ国立研究所のAPS (Advanced Photon Source) でESRF-APS-SPring8の3極合同会議が開かれた。初日8日は主に加速器と挿入光源については、9日はビームラインについての3者の報告がなされた。二日目の内容については桜井氏におまかせし、私は初日の内容について主なものを紹介する。なおSPring-8に関する報告は他に詳細な報告があることからここでは省略する。

2. 概要報告

APS所長のD. MonctonのWelcome Speechの後ESRFのPetroff所長が病気の為欠席した為、J. L. LaclareがESRFのこれまでの活動の概要を報告した。三者の中で運転中の唯一のものであることから多くの興味深い報告があった。

(1) Source について

今年に入って運転時間の94%がユーザー使用になっており、現在のマシンの性能は当初の目標をはるかに上回るものになっている。エミッタンスで言えば4nm. rad, 1% coupling 達成し当初の7nm. rad, 10% couplingと比較してブリリアンスでは50倍もの向上をみている。電流値も当初の目標100mAの50%増しの150mAで通常運転されており180mA運転のテストが今行われている。通常のmultibunch operationのほかにsingle bunch @5mAと300bunch @130mAの運転がある。低カップリングの実現によりchamber gapも15mmという低い値を達成している。新しい挿入光源では4Tの超伝導ウィグラー (SCWS: Super Conducting Wavelength Shifter) とギャップ7mmのMinigap Undulatorがある。

(2) 実験等について

ESRFではユーザー実験に関しては科学実験を優先している。これまでに480のproposalが提出されそのうち200が実験を予定されている。実験の種類については主に次のようなものがある。Inelastic Scattering, High Pressure Experiment (60~90GP), Speckle Spectroscopy, Development of Phase Plates, Improved Microtomography, Spin Polarized Type, Dichroism on Paramagnetic Samples, Coverage of Ni (110) Surface with Co, Coherence Radiation at 10keV, Biology, X-ray Optics, Detectors & D. A. (Data Acquisition), etc.

最後に今年8月にGrenobleで開かれる5th International Conference on Biophysics and Synchrotron Radiationについての報告と来年一月に開かれる10th Advanced ICFA, 4th Generation Light Sourceについての報告があった。

次にAPSの所長のD. MonctonからAPS計画の進行状況の報告があった。建築については主な建物は完成し9月には新しい講堂も完成する。ユーザーに関してはAPSとArgonne以外では外部の15グループによる40本のbeamlineを予定している。光源は今年の3月18日に最初の可視光を観測し現在偏光電磁石(B. M.)によるX線で電子(陽電子)の性質を調べている。挿入光源に関してはタイプAのspectrumの1次光と3次光とのギャップを埋めるための改良についてふれられた。最後に彼が非常に強調したことは性能向上のなかに各種の安定性の向上による実験でのシグナルの揺らぎを 10^{-4} 以下に押さえることを目標にしていることであった。

つぎにSPring-8の上坪リーダーから報告があった。

3. 加速器関係

ESRFのJ. L. LaclareがESRFの加速器についての報告をした。まず運転状況の説明からでは本年度のUser Machine Timeは5000時間を予定してお

り来年は5400時間、最終的には6000時間を目標にしている。通常のOperationでは5%の時間が入射で、他の5%がProblem Fixingに使われている。問題が起こり機械が止まった際の原因の内訳としてはRF関係の故障が主なもので、ほかには14%が嵐によるもの、8%が冷却水関係とのことだった。故障間の平均時間は20から30時間である。

加速器物理の観点からは低エミッタンス化の際に安定運転のためには通常理論よりも大きいchromaticity (ξ_z) でないとうまくいかないという報告があった。Single bunchでは $\xi_z = 0.54$ で25h@5.7mA, $\xi_z = 0.89$ で5h@18.0mAが達成された。低カップリング化の為に新たなresonanceの補正が生じ、low emittance lattice (4nm)では直線部に多少のdispersionが残るとのことであった。また低カップリング化での縦方向のphoton emittanceとelectron emittanceとのmismatchingを防ぐため、縦方向のbetatron関数を大きくしている。Beam lifetimeについては初期のターゲットの8h@100mAから60h@100mAもしくは40h@150mAを達成している。

最後にESRF独自の問題としてダムの放流による地盤の変化は3日で0.5mmとのことであった。

次にESRFのP. Elleaumeがemittance measurementについてscraper, visible image, undulator image, pinhole cameraなどの手法の説明をした。そしてA. Ropertがion trappingについての実験について、G. M. Lefebvreが高熱負荷に耐えるflexible connectionについて、G. Malhauptがtopping-upについて述べ、再び、A. Ropertがdynamic apertureの拡大によるlifetimeの向上について報告した。

午後のセッションではAPSの加速器部門責任者であるJ. Galaydaがcommissioningの経過について報告した。今年の3月26日に最初のB. M. lightを観測した。それぞれの問題に関しては先のPACに提出したレポートのreferenceを掲げてそれを参照するとようにとのことだった。振動問題に関して

は Girder からの 10Hz と Quadrupole Magnet からの 25Hz を消すために Scotch Tape についている糊が有効とのことであった。その他エミッタンス測定についても述べられた。

SPring-8 に関しては原研の横溝氏が話された。

共同研究成果報告では、まず G. Malhaupt が amorphous diamond film を使った foil-type X-ray Beam Position Monitor (XBPM) について述べた。J. L. Laclare は BPM の機械的位置の変位が 10 ミクロンにも及ぶことを、そして APS の Y. Chung が BPM 精度の電流依存性について述べた。さいごに A. Ropert が orbit control について報告した。

4. 挿入光源 (ID)

まず P. Elleaume が ESRF の挿入光源に関して報告した。現在すでに 26 本の ID が使用されており、それらの性能を十分発揮させるための Multipole shimming, Mechanical shimming の効果について述べた。次に超伝導ウイグラー (Super Conducting Wavelength Shifter) と Mini Gap Undulator について語った。Mini Gap では磁石材料としてあえて Sm_2Co_2 を使用している。これは放射線対策とのことである。このデバイスは全長

780mm, 30周期, ギャップ 7mm で 0.75T を発生する。将来的にはギャップ 5mm をめざしている。問題は最大 10% の life time reduction しか許されていないことでの制約らしい。また transition area での電子ビームの損失もかなりあるとのことである。

次に J. L. Laclare が真空チェンバーについて述べたあと、APS の E. Gluskin が APS の挿入光源に関して報告した。彼等の標準型 undulator Type-A と wiggler Type-A についていくつかの改良点が述べられた。その他磁場測定や ID 用真空チェンバーについては ESRF との共同研究の成果が報告された。最後にロシアの Novosibirsk と共同開発した電磁石と永久磁石を共用した Elliptical Multipole Wiggler の説明と Brookhaven National Laboratory National Synchrotron Light Source でのテスト結果が報告された。それによると 2Hz の switching では補正後の軌道のずれは 0.2 ミクロンにすぎなかったことである。

SPring-8 からは北村氏が発表し真空封止型についてと 8 の字型について多くの質問を受けていた。

1 日目のセッションはここで終了し、夜はミシガン湖の Night Cruise で幕をとじた。

◁研究会報告▷

ESRF-APS-SPring8 3極ワークショップ (ビームライン)

櫻井 吉晴 (理化学研究所 大型放射光施設計画推進本部)

ワークショップ 1 日目の加速器と挿入光源に関する報告に引き続き、2 日目午前にはビームライン (光学系, 検出器) に関する報告が行われた。午後は、APS 見学の後、3 極間での今後の共同 R & D

のテーマについて各グループに分かれて討論が行われた。

(1) 光学系

光学系の報告の前半は 3 極の総合報告であった。

Marot (ESRF) は ESRF でのビームライン運転経験を踏まえて、エンジニアリングの観点から、液体窒素冷却と超高真空中でのスライド機構などについて報告をした。また、Marot は ESRF のビームライン・コンポーネントが必要とする技術 (あるいは情報) 項目として以下のものを挙げて、共同 R & D として提案した。

- (1) 超高真空中のスライド機構の開発,
- (2) Si の接合技術の開発,
- (3) 水流フレキシブルパイプの振動の抑制,
- (4) 各種素材とコンポーネントの真空特性の評価,
- (5) 各種回転, 並進ステージの評価,
- (6) 測定試料の精密位置決め機構の開発。

続いて、Freund (ESRF) は ESRF の光学系の状況について報告した。ESRF では光学素子の熱負荷問題はほぼ解決したようである。光源のエミッタンス特性を劣化させないことは第3世代光源用光学素子に対する要求の一つであるが、ESRF での充足度は分光結晶については十分、ミラーはまだまだで多層膜はその中間くらいとのことである。最後に、ESRF における今後の光学素子関係の R & D は偏光やコヒーレンスをキイ・ワードにしたものになると話していた。

Mills (APS) は APS の光学素子 R & D の状況報告をした。APS では X 線位相板として、低エネルギー (< 20keV) 領域では Si かダイヤモンド、高エネルギー (> 20keV) 領域では Ge の使用を考えていて、後者について厚さ 8mm の Ge 位相板を 65keV 用に開発している。また、高エネルギー分解能光学素子は、核ブラッグ散乱を利用した meV 分解能素子、後方散乱球面結晶アナライザーを用いたサブ eV 分解能素子の話をした。また、APS は高パワービーム用光学素子の冷却として液体窒素冷却を考えていて、R & D を進めている。

Kuzay (APS) は高パワービームラインのコンポーネンについて報告した。APS では CVD ダイヤモンドを素材とした X 線ビームプロファイルモニターを試作し NSLS でテストをしている。このモ

ニターでミクロンの精度で測定ができそうである。X 線はダイヤモンド板を透過するようになっており、ダイヤモンド板上には 100 ミクロンの Al が光電子イールドをあげるように蒸着してある。APS の Undulator ビームラインに設置しても、100 μ m の Al での熱吸収量は小さく、耐熱性は十分であるとのことである。

Ishikawa (SPring-8) は SPring-8 において開発を進めている大型ダイヤモンド結晶モノクロメータとピンポスト水冷 Si モノクロメータについて報告した。前者については、'94 年は 5 \times 5mm サイズのほぼ完全な単結晶ダイヤモンドを合成でき、'95 年はより大きなサイズの結晶の作成と評価を試みる予定である。大型ダイヤモンド結晶モノクロメータの開発では SPring-8 が一歩進んでいるようである。その他には、2 結晶モノクロメータ標準機のデザインを示し、また放射光ビームの運動量とエネルギーの精製 (Purification) の観点から光学素子を整理して報告していた。

光学系後半は共同 R & D などの報告であった。Mills (APS) は 3 極共同 R & D の液体窒素冷却 Si モノクロメータ実験の報告をした。その報告では、Si 結晶を液体窒素冷却することで、トータルパワー 166W、パワー密度 450W/mm² の放射パワーでロッキングカーブの広がりが少ないことを報告している。次の実験ではダイヤモンド結晶の液体窒素冷却を予定しているとのことである。Kvick (ESRF) はイメージ・プレートで測定したデータの補正や大量データの取り扱い方法について報告した。Kocsis (ESRF) のガス検出器に関する報告の後、Kuzay (APS) は L5 型スリットのデザインを報告した。これは Undulator ビームラインに設置される高位置精度のスリットで、スリット・ブレードの熱膨張による位置の変化を少なくするために素材として TZM (Mo ベース合金) を使用している。この開発は SPring-8 との共同開発であり、SPring-8 ではフロントエンドに設置する XY スリットの標準タイプとして同型機を共同開発

している。最後に、Shu (APS) が “Design Exchange” と題して、ビームラインコンポーネントのデザインを WWW (World Wide Web) を利用して相互に情報交換をしようという提案を行い、APS へのアクセスについて話をした。

午後は、APS の見学で始まった。APS、蓄積リングのコミッションは本年3月18日に始まり、3月26日に偏向電磁石ビームラインで X 線の取り出しに成功していた。実験ホールでは、挿入光源の磁場調整やフロントエンドコンポーネントの軸出し調整が行われており、まさにビームライン建設はアクセルを踏み出して加速を開始した状況であった。

見学後は各グループに分かれて、共同 R & D について話し合いがもたれた。その話し合いの結果は、最後の全体討論の場でまとめられた。筆者のメモを頼りに、各グループにおける今後の共同 R & D 項目を列挙すると、

加速器

- (1) RF ライナーのテスト
- (2) 真空封止型挿入光源のテスト
- (3) 軌道制御のテスト
- (4) エミッタンス測定
- (5) Micro Dust Trapping

- (6) Bremsstrahlung 測定

挿入光源

- (1) 真空封止型ミニミニギャップ Undulator の開発、テスト
- (2) 磁場測定技術
- (3) 挿入光源用真空チャンバー

光学素子

- (1) 大型サイズ・ダイヤモンド単結晶の作製
- (2) 低温冷却 Si、ダイヤモンドモノクロメータ
- (3) ブラッグ・フレネル光学系
- (4) 間接冷却ミラー

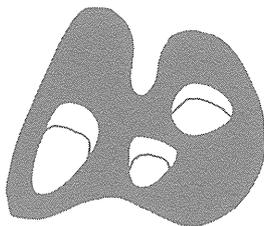
検出器

- (1) イメージ・プレートの読み出し
- (2) CCD 並行読み出し
- (3) 高エネルギー (20-100keV) ガス検出器

エンジニアリング

- (1) 高熱負荷コンポーネント (スリット、アブソーバ)
- (2) X 線ビーム位置モニター
- (3) 光学系保持機構
- (4) フィルター/Be 窓破断の検出方法
- (5) WWW による Design Exchange の実現。

次回の 3 極ワークショップは来年の 4 月中旬、SPring-8 で行われる予定である。



◁海外情報▷

ALS 滞在記

電子技術総合研究所 大垣 英明

科学技術庁原子力関係在外研究員として California の Lawrence Berkeley Laboratory (LBL) にある Advanced Light Source (ALS) に来て早くも半年が過ぎ去った。この間色々なことを見聞きした事やこちらの様子について拙文ながら纏めてみたい。私は ALS の Accelerator Group に属しており、ビームラインやユーザーの様子についてはあまりよくは知らない。ALS には日本からかなり沢山のユーザーが来られているので、ビームラインやユーザーの様子はその方々の記事をお読みいただければ幸いである。

LBL は San Francisco から Free-Way を使って約 20 分ほどのところにあり、University of California Berkeley (UCB) のすぐ上の丘(山?) にあり、非常に眺望のいい所である。ALS から真っ直ぐ Bay Bridge や San Francisco そして Golden Gate Bridge などが見渡せる。が、その反面毎日山登りをしなければならぬ。かなりの人が自転車でこの山を登って研究所に来ているが、私は一度挑戦しようとしてあきらめた。大学-LBL 間の無料バスが 10 分おきに出ている、これが自転車も運んでくれるのでこれを利用している人が多い。帰りは自転車で、という訳であるが、坂がかなり急なために調子に乗ってスピードを出すと正直いって恐ろしいほどである。それで私は、車で行くことにしたのだが、車は車で問題があった。朝 9 時前に研究所に行けばかなり駐車場が空いているのだが、それ以降は駐車する場所がなくなるのである。遅く行くのなら徹底的に遅く行けば大丈夫である。LBL は先に書いたように Berkeley Hill に位置

しており、地図上の敷地は広いのだが山あり谷ありで実際に使える面積はとても狭い。建物は複雑に建ち並んでおり、地図なしでは分からない。建物には番号があるのだが、おそらく建てられた順に番号を付けたのであろうか、ALS のマシンは Bldg. 6 にあり、それにくっついている建物は Bldg. 80 で、ユーザーの多くが入っている建物は Bldg. 2 である。おまけに建物は山の斜面に建っているものだから、正面から入ると 1 階で、裏から入ると 3 階になったりで始めのうちは迷子になってしまう。特に Bldg. 50 というセンタービルディングは秘境である。ここは 6 つの建物がくっついており computer center や図書室があるのだが、目的地に道を間違えずに行くことは半年たった今でも不可能である。しかしながら、研究者の居室はかなり広く取っており、私のような visitor もありがたことに 1 部屋もらっている。

Berkeley の町は非常にごみごみしたところである。これは町並みが古いことも理由の一つであろうが、Stanford 大学のある Palo Alto に比べると随分雰囲気が違う。学生街は大学周辺に広がっていて本屋などが沢山あり、通りでは flea market が並んでいる。中にはかなり怪しげな店も多い。学生寮が大学と LBL の中間にあり、ここらへんは夜中でも人が(しかも女子学生が一人で)うろうろ徘徊している比較的安全な場所である。しかし、大学を下って San Francisco 湾に向かって行くにつれだんだん様子が変わってくる。さすがに昼間は大丈夫であろうが、それでもいつの間にか財布をすっかり握り締めてしまっている。大学構内もけっ