「加速器」Vol. 4, No. 3, 2007 (229–235)

会議報告

PAC2007 会議報告

池田　仁美[*2]・入江　吉郎[*2]・浦川　順治[*2]・大見　和史[*2]
坂中　章悟[*2]・末次　祐介[*1]・道園　真一郎[*2]

Report on PAC2007

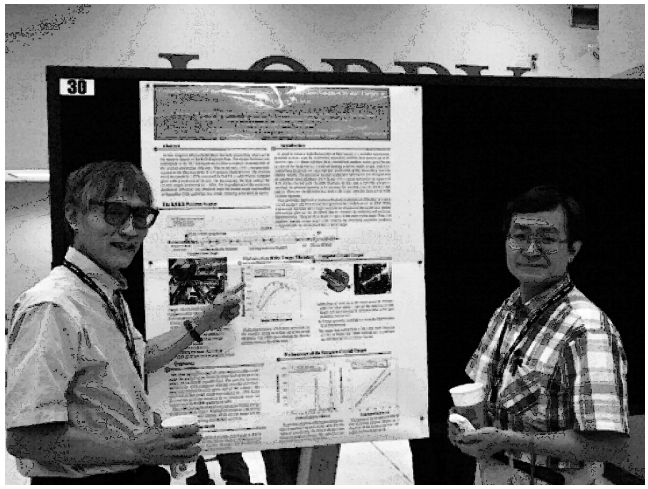
Hitomi IKEDA[*2], Yoshiro IRIE[*2], Junji URAKAWA[*2], Kazuhito OHMI[*2],
Shogo SAKANAKA[*2], Yusuke SUETSUGU[*1] and Shinichiro MICHIZONO[*2]

1. はじめに

2年おきに米国で開催されている，Particle Accelerator Conference (PAC)が，本年(2007年)はNew Mexico州Albuqurqueで6月25日から30日まで開催された．Albuqurqueは，Los Angelsから飛行機で約3時間のところにある，人口は75万程度のニューメキシコ州最大の町である．町の標高は約1600 mで，気温は日中35度を超えて高かったが乾燥していた．もともとはインディアンの町だったらしく，近代文化と彼らの文化がほどよく融合されている．会場は市中心にあるコンベンションセンターであった．参加者は約1300人，発表件数は約1400件であった．口頭発表は3会場で平行して行われた．発表件数から考えるとしかたがないかもしれないが，聴衆が少ない口頭発表のセッションが結構あった．一方，ポスター会場は2ヶ所に分かれていた．ポスター会場は企業展示会場と同じ場所で，広くゆったりしていた．本報告は，会議内容が多岐に渡るため，分担して執筆した．完全にすべての分野を網羅できなかった点はご容赦いただきたい．なお，会議のホームページはhttp://pac07.org/に，また，プロシーディングスはhttp://accelconf.web.cern.ch / AccelConf / p07 / INDEX.HTMLに掲載してある．

また，会議中に開催されたPACCC (Particle Accelerator Conferences Cordination Committee) 委員会で，PACの今後の開催方法を変更することが決定された．これまで米国のPAC，ヨーロッパのEPACは2年おき，アジアのAPACは3年おきに開催されて

口頭発表会場



ポスター発表のひとこま

[*1] 高エネルギー加速器研究機構
(E-mail: yusuke.suetsugu@kek.jp)
[*2] 高エネルギー加速器研究機構

レセプションで披露された伝統的な踊り

いたため（PAC と EPAC は交互に），同じ年に二つの PAC が開催される場合があった．この問題を解決するため，各会議を各エリア持ち回りで毎年開催することが決定した．同一エリアでは 3 年ごとの開催となる．これまで，米国が反対していたが，国内の PAC を中間に（1 年半ごとに）開催することで同意に達した．さらに，2008 年の Genoa での EPAC，2009 年の Vancouber での PAC に続いて 2010 年に予定されていた京都での APAC から，名称を International PAC（IPAC）とすることも決定した．

2.　大型加速器の現状・将来計画

2.1　レプトン加速器

放射光源加速器以外の大型レプトン加速器では，米国の PEPII，日本の KEKB の現状報告，およびイタリア（Frascati）で計画されている将来の Super-B ファクトリー，そして ILC 関係の話題が多かった．

レプトン加速器関連では，初日に M. Sullivan (SLAC) が KEKB, PEPII, DAØNE, CESR-c, BEPCII の現状と今後の Factory（高ルミノシティーマシン）の傾向についてレビューを行った．ルミノシティー向上のためには，結局，ビームサイズ減，バンチ長減，バンチ電流増，バンチ数増が必要であることを示した．また，イオン不安定性（Fast Ion），ECI，HOM，Bunch by bunch FB が重要であることも示した．KEKB からは，現状報告とともにクラブ交差スキームの最近の実験結果についての発表があった（Y. Funakoshi, K. Oide ら）．来年シャットダウンが予定されている PEPII からの参加が目立った．U. Wienands, A. Novokatski らは PEPII 運転上の経験，ハードウェアの問題点などを紹介した．今後陽電子電流を 4 A まで挙げる予定らしいが測定器へのバックグラウンドが問題となりそうである．ハードウェアの改良としては，フランジ間の RF シールドの材質変更，BPM の形状変更などが挙げられていた．衝突点 β を絞るために最近行われたオプティクス変更も紹介された．

イタリアの Frascati 研究所で計画されている超高ルミノシティー B ファクトリーは，超低エミッタンスリングを用いるもので，同研究所の P. Raimondi によって提案されている．エミッタンスは ILC ダンピングリングと同等の 1.6 nm/4 pm，衝突点 β は 20 mm/0.3 mm である．エネルギーは 4/7 GeV，ビーム電流は 2.3 A/1.3 A で現在の B ファクトリー並みである．バンチ長は 6 mm で β_x に比べ遙かに大きい．ビーム全体で衝突している領域は狭くチューンシフトを減らしている．高山氏が誘導加速器で提唱した長い陽子ビームを衝突させるスーパーバンチ衝突の電子陽電子版のようなものである．それに加えて衝突点でウェストを x の関数でずらすことで，相手ビームの芯に自分のビーム粒子個々がその x に応じてそれぞれのウェストで衝突させることで，ビームビームによるエミッタンス増大を防ぐ試みもされる．そのテストが今年末にフラスカティ研究所で行われる．衝突リングの新しい方式として注目される．

ILC に関しては多数の報告があった．ILC の R&D に関連して，コーネルの CESR でエネルギーを下げ，陽電子を低エミッタンスで運転し，ダンピングリングのテストを行う計画が進められている．CESR-c は 2008 年高エネルギー衝突運転が終了する（放射光運転は続行）．CESR の運転の半分をダンピングリングテストのために占有し，エミッタンス測定，電子雲効果の測定などを予定している．

2.2　ハドロン加速器

ハドロン加速器関連のプレナリーセッションでは CERN の L. Evans による LHC，及びオークリッジ研究所の S. Henderson による SNS の講演があった．

LHC は周長 27 km の旧 LEP トンネルを用いる重心系エネルギー 14 TeV の陽子—陽子コライダーである．超流動ヘリウム 1.9 K を用いた磁束密度 8.3 テスラの超伝導双極電磁石 1232 台のコールド試験が完了し，2007 年 4 月 26 日最後の電磁石がトンネルへ搬入された．超伝導 4 極電磁石の搬入・据付も完了し，現在ビームパイプの締結作業が行われている．7 TeV までの機器総合試験を 2008 年 4 月までに行い，5 月にビームコミッショニングを開始，7 月には最初の 14 TeV 衝突を試みるとのことであった．

運転は来年からだが，LHC に関してはワークショ

ップなどで既にアップグレードの議論が盛んである．IR 磁石が 5–10 年で放射線損傷のため交換されるのを期に，ルミノシティーの向上を同時に行おうとしている．当然ながらアップグレードというきつい条件の下で検討をすることで現 LHC の問題を再検討する効果も考慮されていると思われる．ビーム強度を増やす→寄生衝突の深刻化→大交差角→クラブ衝突，または→寄生衝突の補償強化，一方，IRQ，B の強化→衝突点 β を絞る，という 2 つのシナリオで検討されている．

SNS は 1.0 GeV 超伝導陽子リニアックと陽子蓄積リングよりなる核破砕型パルス中性子源である．2006 年 6 月，総額 14 億ドルの予算の枠内で予定の期日に完成し，既に中性子の共同利用実験が開始されている．これまでに達成したエネルギーは最高で 1.01 GeV であるが，通常運転では 890 MeV である．現在 60 kW（15 Hz）のビーム出力で運転されているが，今年 9 月までの短期目標を 30 Hz, 180 kW におき，2009 年には設計目標である 1.4 MW 出力を達成するとしている．現在荷電変換膜下流の電磁石の残留放射能が高く，入射及びダンプラインのビーム軌道の見直しが行われている．

リングに蓄積された電荷量はバンチ当り最高 15 μC（9.6×10^{13} 個）である．これは，バンチ当りの加速陽子数では世界一の記録である．電子雲不安定性は見ようとすれば（一様ビーム），見えるがビーム強度を制限する要因にはなっていないようである．キッカーのインピーダンスによるゆっくりした不安定性が起き，ビームロスが始まると，強い電子雲不安定性が観測されるようで，やはりロスを抑えることが重要であると思われる．

3. 放射光源加速器の現状・将来計画

放射光源加速器に関しては，初日に 2 件の招待講演があった．SINAP（上海）の Z. Zhao が，最近コミッショニングされた新しい放射光源に関するレビューを行い，次に Jefferson Lab. の L. Merminga がエネルギー回収リニアック（ERL）に関するレビューをした．その他の発表も合わせた光源加速器に関する状況を簡単にまとめる．

最近建設された新しいリング型光源としては，中間エネルギー（約 3 GeV）クラスで Diamond（イギリス），SOLEIL（フランス），ASP（オーストラリア），Indus–2（インド）があり，少し低エネルギーのリングで SAGA–LS（日本），MAX–III（スウェーデン），新 BSRF（中国）などが，2006–2007 年にかけて稼働を開始した．また SSRF（中国），ALBA（スペイン），PETRA–III（ドイツ），SESAME（ヨルダン）が建設中である．さらに NSLS–II（アメリカ），TPS（台湾），MAX–IV（スウェーデン），名古屋大学のリング，等が計画中である．稼働開始した蓄積リングの状況では，Diamond（エネルギー 3 GeV，周長 562 m）でビーム電流 150 mA を蓄積し，8 台の挿入光源が稼働している事，SOLEIL（2.75 GeV，354 m）でビーム電流 300 mA を蓄積し，10 台の挿入光源が稼働している事，ASP（3 GeV，216 m）でビーム電流 200 mA でユーザー運転を行っている事，などが報告された．計画中のリングの設計では，NSLS–II と MAX–IV とが異なるアプローチで放射光の高輝度化を目指している事が興味深い．NSLS–II（3 GeV，792 m）では DBA–30 ラティスを採用し，弱いベンドとダンピングウィグラーによる比較的伝統的な手法により，3 GeV で水平ビームエミッタンス 0.5 nm·rad（直線部分散なし）を達成可能な設計である．一方 MAX–IV では，一つのトンネル内に周長 285 m の 2 つのリング（エネルギー 3 GeV と 1.5 GeV）を上下に収納し，12 回対称の 7–bend achromat ラティスでビームエミッタンス 0.86 nm·rad（3 GeV リング）と 0.4 nm·rad（1.5 GeV リング）をそれぞれ達成しようという先進的な設計である．2 つのリングのラティスは同一である．MAX–IV の電磁石はベンド，Q マグネット，架台が一体となっており，その技術実証を兼ねて 0.7 GeV の小型リング MAX–III が建設された．

自由電子レーザー（FEL）に関しては，まず理研の T. Shintake が世界の SASE FEL 計画のレビューを報告した．硬 X 線領域での主要な FEL 計画として，Euro-XFEL（欧州共同），LCLS（アメリカ），XFEL/SPring8（SCSS）（日本）があり，それぞれ異なるテクノロジーで実現を目指している．LCLS, XFEL/SPring8, FLASH（ドイツ），SPARC（イタリア），BESSY–FEL（ドイツ）等の各プロジェクトより，入射器からのビームのエミッタンス測定（SPARC, XFEL/SPring8），バンチ圧縮用シケインでのエミッタンス保存（LCLS），ビーム診断システム（LCLS 等），暗電流の輸送のシミュレーション（FLASH）等に関して活発な発表があった．既に実現されている 10 nm 領域での SASE FEL（FLASH，SCSS 試験加速器）では，一層の安定化および暗電流の低減等に向けて努力がなされており，一方より難易度の高い硬 X 線領域の FEL に関しても，低エミッタンスビームの生成やビーム診断等で着実な進展がなされており，その実現に近づいていることが伺えた．

ERL に関しては L. Merminga のレビューで，まず

ERL が稼働している 3 施設（JLab, JAEA, Novosibirsk）の紹介がなされ，例えば JLab の赤外線 FEL 用 ERL では，ビームエネルギー 160 MeV，平均電流 9.1 mA が達成され，波長 1.6 μm における CW レーザーパワーとして 14.2 kW が達成されていることが報告された．ERL は超高輝度放射光源の他，大出力 FEL ドライバー，原子核衝突器（電子冷却源およびイオン–電子衝突器）用途にも期待が高い．ERL ベースの放射光源は，Cornell 大学，Daresbury 研究所，APS アップグレード，KEK/JAEA などで計画が立案されており，それらの研究所および BNL, JLab, Novosibirsk で実現に向けた R&D が進められている．例えば Cornell 大学からは，DC フォトカソード電子銃の試験結果や入射器用超伝導空洞の開発等に関して多数の発表がなされ，R&D が進展していることが印象的であった．Daresbury，BNL における試験用 ERL 施設も建設が進んでおり（Daresbury ではほぼ完成），それらを用いた実証実験も近く開始される．

4.　ハドロン加速器に関連したプロジェクト

ここでは，ハドロン加速器をもつ研究所のアクティビティ，または主なプロジェクト/提案のなかで印象に残ったものについて述べる．

CERN からは，2.2 節で述べた LHC 及び 400 GeV SPS ビームを用いるニュートリノ振動実験 CNGS（CERN Neutrinos to Gran Sasso）の為のビームコミッショニングの結果等を中心として報告が 90 件近くあった．

SNS では，蓄積リングにおけるビームロスコリメーションについて計算と実際の比較，ダイヤモンド荷電変換膜，レーザーストリピング等に関する報告があった．

J–PARC では，リニアックの機器並びにビームコミッショニング状況，特に 2007 年 1 月初めの 181 MeV 加速成功の話，3 GeV–RCS，50 GeV–MR リング及び取出しビームラインについて設計及び建設状況，および RCS 用荷電変換膜の開発状況等についての報告があった．

FNAL では，重心系エネルギー 1.96 TeV の陽子—反陽子コライダー（Tevatron）及び 120 GeV メインインジェクターを用いたニュートリノ振動実験（NuMI, Neutrinos at the Main Injector）の近況と，MI のアップグレードプランについての報告があった．MI は現在 180 kW 出力であるが，マルチバンチのスリップスタッキング法を用いてビーム増強を行い 325 kW までの加速・取出しに成功している．

BNL では，RHIC における核子当り 100 GeV での金—金及び偏極陽子—偏極陽子等の衝突実験の現状報告，及びストカスティック及び電子クーリング技術，新しいイオンソース EBIS （Electron Beam Ion Source）の導入により現在のルミノシティーを 10 倍に増加する為の R&D についての報告があった．

RAL の ISIS 施設では，2008 年より第 2 核破砕中性子源の運転が開始される．ISIS シンクロトロンには 4 台の第 2 高調波空洞の実装が完了した．ビーム強度を現在の 1.5 倍，ビームパワーで 240 kW 出力を目指したビーム調整が今秋より行われる．

理化学研究所仁科センターでは 1997 年より始まった RIB（Radioactive Ion Beam）ファクトリーが完成した．既存のリングサイクロトロンの後段に 3 台のリングサイクロトロンがカスケードに接続される．2007 年 5 月には ^{238}U の in-flight 核分裂の過程で中性子リッチの同位体 ^{125}Pd が発見された．カナダのトライアンフ研究所には 500 MeV，100 μA の陽子ビームを出力するサイクロトロンがある．ビーム輸送ライン上に超伝導空洞を増設して RIB のエネルギー増強が図られている．

ドイツの重イオン研究所（GSI）からは 14 カ国の国際協力による FAIR プロジェクト（Facility for Antiproton and Ion Research）についての報告があった．パートナー国から出資金に関する了承はまだ十分に得られてないようだが，当事国としては今年の 11 月にはプロジェクトをスタートしたいとの意向であった．

ニュートリノファクトリーまたはミュオンコライダー関係では，ラティス設計，パイオン発生標的技術，ミュオン捕獲，ミュオン冷却についての報告があった．ミュオンの寿命は静止系において 2.15 μsec と短いので，瞬時に高いエネルギーまで効率よく加速しなければならない．この為の加速器として，RLA（Re-circulating Linear Accelerator）の後段に FFAG（Fixed Field Alternating Gradient）加速器を配置する案の検討が進んでいる．パイオン発生標的には，4 MW の陽子ビームをベースラインと考えており，液体水銀，炭素，銅，タングステンなどの物質が検討対象になっている．液体水銀のジェットによる標的設計の為，CERN では 24 GeV 陽子ビームを用いた実証実験が計画されている．

大強度陽子加速器ではビームロスを如何に低く抑え，且つそれらを局所化するかが成功の鍵をにぎることは言うまでもない．しかし，J–PARC や SNS の様に，荷電変換フォイルに起因するロスは完全に無くすことはできない．これに対し，将来の夢の技術とされ

るレーザー光を用いた荷電変換の実証実験に関する報告があった．SNS では，ピーク出力値 17 MW，パルス長 7 ns の Nd：YaG レーザーを用い，約 90％ の変換効率を得ている．しかし，実際の入射では，ビームダンプの熱容量及び放射線遮蔽上の制約からより高い変換効率が求められるであろうし，また必要なパルス長は～1 ms である．これらのことを考えると，レーザーストリピング法の実用化にはまだ多くの時間がかかると思われる．

5. ILC 関係のコンポーネント開発

ILC 関係のビーム源，ビーム収束系およびモニター開発に関する研究状況を報告する．

まず，ILC 電子源と陽電子源に関する研究開発報告は，偏極電子生成から減衰リング入射までの光学設計 1 件と陽電子源に関する十数件である．偏極電子源開発は SLAC の担当になっている．ILC 仕様の電子源設計は進んでいるが，3000 / 6000 bunches / pulse, 5 Hz 偏極電子源装置開発の見通しは全く見えていない．陽電子源の報告はほとんど 150 GeV 電子ビームと 147 m Superconducting Helical Undulator に基づいたもので，特に印象的だったのは内直径 5.23 mm，長さ 1.74 m のもの 2 台を 4 m 長 Module cryostat に入れて性能試験を今年中にできるようにする，と英国のグループが言っていたことである．150 GeV 電子ビームは無いので，少なくとも適当な電子ビームを使って X-ray 生成と電子ビームが受ける影響測定程度のことを行うのであろう．その他，Undulator から減衰リング入射までの陽電子ビーム光学設計，陽電子生成標的，Adiabatic Matching Device 等の報告を ANL, SLAC 研究者が行い，Cornell の Mikhailichenko が陽電子源の現状報告を行った．Compton Backscattering による陽電子源報告は BNL の一件のみであった．

ビーム収束系の報告はコリメータ，Final Focus Design，その磁石（超伝導，永久電磁石）開発，クラブ空洞開発等に関するもので二十数件あった．大雑把な印象は，500 GeV–17 MW ビームを数 nm まで絞り込んで安定に衝突させる技術の見通しを得るには，数年の地道な装置開発が必要であろうということである．ただし，多くの素粒子実験の研究者が設計・シミュレーション・装置試験に参加しているので，短期間で技術の見通しを得る可能性もあると思う．SLAC の A. Seryi が BDS（Beam Delivery System）の現状報告を行い，衝突点一箇所で Detector 2 台による実験（Push–Pull）方式を説明している．これも ILC のコストを減らし，リスクを少なくする努力の結果である．

ILC モニター開発の主な報告は，高分解能空洞型ビーム軌道検出器，レーザーワイヤビーム形状モニターおよび高分解能ビームエネルギー測定システムに関するものであった．ビーム軌道安定化用 Feed-Forward 制御系やナノメータビーム衝突を維持するための Feedback 制御系開発の報告も行われたが，ここではビーム診断系開発の状況報告を行う．アメリカ，英国と日本の研究者による KEK ATF でのナノメータビーム軌道測定実験により，Dynamic range ＋/−20 μm で 15.3 nm 位置分解能を達成したことが報告された．また，英国と日本の協力で開発しているレーザーワイヤ形状モニターにより数ミクロンのビームサイズの測定成果が示された．これらの結果は ILC で必要とされている数 nm 軌道検出分解能およびサブミクロンビームサイズ測定に達していないが，2 年以内に必要性能のモニターが開発できることを示していた．

6. 高周波関連

高周波関連では，ILC および EuroXFEL の超伝導 RF システムについての発表が目立った．Choroba（DESY）は，XFEL の RF 源について，10 MW マルチビームクライストロン（3 社で開発済），トンネル内のスペースを小さくした新しい RF 分配系，バウンサーモジュレータ等について報告した．クライストロン用のモジュレータとしては，Leyh（SLAC），Cassel（Stangenes）および Kempkes（D.T.Inc.）が，マルクスモジュレータという 1920 年代に開発されたインパルス発生器をパルス運転で使用できるように改良したものを発表した．バウンサータイプのものと比較してパルストランスが不要で，コンパクト，廉価にできると考えられており，ILC における R&D 課題のひとつである．Litje（SLAC）は，ILC 用の超伝導空洞の開発状況をまとめた．ILC の運転値である 31.5 MV/m を達成するために，空洞形状，表面処理の改良が焦点となっており，単セル空洞での評価が進められている．両角（KEK）は，KEK における ILC 用高電界加速超伝導空洞の開発について報告した．Champion（SNS）は SNS における RF 源の状況を報告した．SNS リニアックにおける RF 安定度は ±0.5％，±0.5 度の仕様を満たしている．RF 源は大きなトラブルは無いが，たとえばクライストロンギャラリーの特定の場所で EMI が大きく低電力高周波系（LLRF）で障害が起きやすい，クライストロンの高圧電源がトリップした場合も LLRF のフィードバックでドライバーのアンプが発振する等の想定外のトラブルがいく

つも紹介されており興味深かった．Branlard (FNAL) は日米欧のILCにむけたLLRFについてまとめた．パルス超伝導マシンであるILCやEURO-XFELにおいては，LLRFにおいてRFを安定制御する必要があり，その要求仕様は振幅，位相が0.1%，0.1度以下である．この仕様を達成するために高分解能のADCを多チャンネル組み込んだ高速FPGAボード，高精度クロック信号，安定なダウンコンバータ等の開発が進められている．Adolphsen（SLAC）はILCのRF源について，マルクスモジュレータ，シートビームクライストロン，RF分配系等，ILCのR&D項目について報告した．このほか，木曜日の午後はILCフォーラムのセッションがあり，その中でRF関連としては，日本を含めたクライストロン，モジュレータ，空洞の開発業者が，開発状況について報告を行った．

7.　ビーム計測関連

ビーム計測に関しては28日の午前中に招待講演が4件，その他の講演が6件あった．招待講演について簡単に紹介する．タイトルは“LHC Beam Instrumentation”，“Diagnostics for Commissioning LCLS”，“RHIC Hydrogen Jet Luminescence Monitor” “Coherent Radiation Diagnostics for Short Bunches”である．最初の“LHC Beam Instrumentation”は建設中のLHCのビーム計測に関する講演であった．LHCはほとんどのパラメータで許容範囲が非常に狭いため，ビーム制御のための計測には高精度が要求される．また既存の加速器よりもエネルギーが2桁以上高いため，機器の保護のためにはビームロスモニターが非常に重要である．そのため大多数が窒素を入れたイオンチェンバーからなる3500個のビームロスモニターが準備されており，ビームが1ターンするよりも速く信号を出せるように設計された．その他のモニターとしてはOTRスクリーン，シングルパスBPM, CT, BPM, DCCT，ビーム寿命測定，チューン，クロマティシティ測定，ワイヤースキャナーを使ったエミッタンス測定等があげられた．またビーム加速中のモニターとしてフィードバック機構を伴った，軌道及び，チューン，カップリングの連続測定や，放射光モニターやイオンプロファイルモニターを使ったエミッタンス測定も考えられている．LHCのビーム計測は研究開発と建設の時期を終え，据付とビームがない状態での試運転を始めている．“Diagnostics for Commissioning LCLS”ではSLACでコミッショニングの初段階に入ったLinac Coherent Light Source (LCLS) について紹介された．最初のFEL光が出るのは2009年の予定だが，2007年4月には新しいRF photo injectorからのビーム輸送に成功している．LCLSは1ミクロンという非常に低エミッタンスで調整を行うため，ビームサイズ測定や位置測定が非常に難しい．またピコ秒オーダーのビーム長測定にも特別な技術が必要である．“RHIC Hydrogen Jet Luminescence Monitor”では偏向陽子が水素ビームと反応して出すLuminescenceを観測するためにRHICで2005年に新しく作られたカメラシステムの構成と測定結果が報告された．較正後に得られたビームサイズは6.5 mm, 1.6 mm (x, y) で，予想値と一致しており，更に分光計を使ったデータ収集と解析を行うことで，チューニングに役立てる予定である．“Coherent Radiation Diagnostics for Short Bunches”ではハンブルグ大学のFLASH free-electronレーザーから，干渉性放射を使った電子のバンチ長測定の技術について報告された．

8.　真空システム関係

近年・将来の加速器は，ビーム強度が高く，また，バンチ長やビームサイズが小さくなる傾向にある．それに伴い，加速器真空システムでは，良質な高真空を安定に保つだけではなく，ビームに対するインピーダンスを小さくすること，励起される高周波（Higher Order Modes, HOM）に対する対策を十分講じること，などがますます重要となりつつある印象を受けた．

大電流を蓄積して運転しているKEK BとSLACのPEPIIの真空システムでは，ビームに起因した類似の問題が生じていた．PEPIIからは，HOMに関わる問題例の発表があった（U. Wienands, A. Novokhatski）．ビームダクトのインピーダンス計算（R. Wanzenberg, Y. C. Chae, K. Shibataら）や，ベローズ内部の新しいRFシールド構造の検討（F. Marcellini）も多くみられた．最近流行しているダクト内面へのNEGコーティングの発表も結構あった（A. Borucci, A. Conteら）．小さいコンダクタンスのビームダクトを効率よく排気できるのが魅力である．また，ILCダンピングリングのウィグラー部のビームダクトの概念設計も報告されていた．内面にはNEGかTiNコーティング，さらには電子除去電極（Clearing Electrode）もあるようである（S. Marksら）．

真空コンポーネント関連の発表で目立ったのは，ILCやLHCのコリメータであった．種々のシミュレーションや測定によるインピーダンスの評価，粒子が衝突した時のダメージの検討などが行われていた（J. Smith, G. Ellwood, F. Jackson, J. L. Fernadez, J.

R. Lopez, C. Bracco, E. Metral, W. Fischer, R. J. Barlow, S. Molloy ら）．H. Aksakal は，レーザー光の散乱を利用したコリメータの検討を行っていて興味を引いた．中空円筒状のレーザー光をあて，ビーム周辺の粒子を散乱させる．レーザーのパワーとしては実用されているもので十分らしいが，効率（繰り返し）が問題のようだった．LHC ではコリメータの数が 80 個程度と多く，コリメータがビーム性能を制限するらしい．B. Podobedov は，テーパー部スロープを非線形にすることでの構造を変えてインピーダンスの低減を図っていた．

陽電子や陽子リングで問題となっている，電子雲不安定性に関する発表も多くみられた．しかし，大部分は今年 4 月に韓国で開催された ECLOUD07 と同じ内容であった．この会議については，4–2 号の会議報告（金澤健一）を参照されたい．その会議以降の目新しい話題としては，SLAC で行われているグルーブ（たて溝）の効果に関する実験において，韓国での報告では不可解な部分があったようだが，実は設置した試験チェンバーのアラインメントが取れていなかったためと判明したらしい．再度実験するとのことであった（M. Pivi ら）．F. Caspers らは，焼き固めたエナメル上に高抵抗の電極を置き（コーティングし），ビームからは見えない（invisible）電極を提案していた．Fermi Main Injector での電子雲問題の発表も多かった（X. Zhang, R. M. Zwaska, K. Y. Ng, K. G. Sonnad ら）．