第19回リニアコライダー計画推進委員会議事要録(案)

日　時： 平成24年12月27日(木）10:00 - 15:00　(12:30-13:30中断)

場　所： 3号館1階セミナーホール

出席者：相原、赤井、岩下、浦川、榎本、生出、岡田、川越、栗木、小林、駒宮、田内、徳宿、野尻、早野、春山、伴、藤井、峠、山内、山口、山下、山中、山本(明)、山本(均)、横谷

(欠席者)清家、山田

配布資料：

１．第17回リニアコライダー計画推進委員会議事要録(案)

２．KEK-LC加速器R&Dレビュー委員会報告

３．STF・量子ビーム実験・中間報告

４．ATF-IIナノビーム実験準備状況

５．LC国内候補地・地質調査・立地検討、進捗報告

６．拡大高エネルギー委員会からの報告

７．ILC実現へのロードマップ、国内国際戦略

７．STF、ATFにおける今後(～５年間）のR&D計画

議　事：

１．報　告

はじめに、委員長から本日の議題、検討事項等について説明があった。

１－１．LCを取り巻く国際・国内の情勢、指針

機構長から、7月以降の国内外の動向について説明があった。

７月のICHEPでのHiggs like 粒子に関する報告により、Higgs粒子のエネルギー領域が明らかになり、ILCの機運が盛り上がった。

日本創成会議では、ILCによるグローバル都市創成に関する提言(7/12）がまとめられた。この中の、「地域開国」という言葉が意義深い言葉(重要な意味、かつての長崎の出島のようなイメージか、これまでにないものを作り出すことになる）であり、よく吟味する必要があると考えている。

米国では、来年度のILC関連の予算措置が百万ドルで厳しい状況にある。これに対して、日本側関係者が連名で米国エネルギー省(DOE）のOffice of ScienceのDirectorであるDr. Brinkmanに、日米協力の更なる緊密化、国際プロジェクトであるILCへの米国の参加、日米事業の更なる継続、を提案する書簡を送った。

10月にアナハイムで開催されたIEEEシンポジウムでの特別ILCセッションにおいて、世話人からの求めに応じ日本のILCに関する状況(Japanese initiative）を説明した。また、10月に福岡で開催されたAEPS(Asia Europe Pacific School for High Energy Physics)に出席のために来日のホイヤー(Heuer）CERN所長の参加を得て、東京大学においてAAA、日本創成会議が中心となってシンポジウムを開催し、文科省関係者、産業界(AAA)、議連関係者等が出席した。

ILCに関する予算の考え方としては、ホスト国が50%、それ以外の参加国が50%を負担する、という原則からスタートすべきである。素粒子物理、高エネルギー物理に大規模な予算措置がされるようでは、国内の学術関係からも反発を招く恐れがある。そこで日本の場合は、地域振興といった付加価値、文科省を超えた省庁をまたぐプロジェクトとしての位置付け、などを加味して、予算獲得を目指す。

CERNとの関係では、現在CERNが検討している准メンバー国についてプロジェクトごとに参加できるような新たなステータスができないかCERN、米国と議論をしている。また、Heuer所長に対しては、ILCの多国籍研究所(マルチナショナルラボ）に対してLHCもそのようになるべきではないか(LHCの多国籍研究所化）と提案した。

現在進められている欧州戦略では、CLICに関する議論はなされておらず、2030年までのタイムスパンでのLHCアップグレードの詳細な計画が議論されている(CLICはLHC-upgrade後のものとの認識）。欧州の関係者からはILCへの参加を視野に入れLHCアップグレードのシナリオとILC建設がオーバーラップしないよう配慮してもらいたいとの意見も聞いている。日本にはヒッグスファクトリーは始められるように予算をセーブしてほしいと言われた。

2013年からはGDE以後の体制が始まり、ILCSCに代わる組織としてLCB (Linear Collider Board)の議長に駒宮委員が、GDEに当たるLCD (Linear Collider Directorate )のDirectorにL .Evansが就任する予定である。日本は、これらの活動に対し積極的、率先して関与することを考えている。2013年の早いうちに政府からのILCホストのメッセージ、LCBの日本版JLCBを作り駒宮氏をサポートし候補地の決定、ILC labの組織作り、日本政府へのILCの提案等のためJLCDなども結成しなければならない。2014年にはpre-ILC labそして2015-2016年にILC labを結成する必要がある。

(黒川） "formal message on hosting in Japan"は日本政府が出すのか。

(鈴木） そのとおりである。そうしないと外国が日本を支援に動きだすことができない。

１－２．LC加速器技術開発進捗状況

(１）ATF-IIナノビーム実験・報告

久保准教授より、10月から12月までのATF2について、以下のとおり報告があった。

前回の推進委員会で述べた12月末までの目標は70nm以下のビームサイズ(垂直方向）の達成で、さらに小さいビームサイズを目指すが、40nm以下にならない場合、その原因の究明をするということであった。ATF2での実験は12月21日(金）に終了した。その最後の24時間で、約70nmのビームサイズに相当するモジュレーションを新竹モニターで確認することができた。ただし、ビーム強度はバンチ当たり約1 x 109 電子数の設計値の1/10程度であった。また、測定誤差の大きさは解析中である。ビームサイズがビーム強度に強く依存することがわかった。

ビームサイズはレーザーとのコンプトン散乱を利用したもので、その散乱γ線強度のレーザービームを二つに分離し再び交叉させて作った干渉縞によるモジュレーション(M=(peak-bottom)/(peak+ bottom)、peak,bottomはγ線強度の測定値)、いわゆる、新竹モニターによって測定される。交差角度を2〜8度、30度、174度と大きくすることにより、6umから25nmまでのビームサイズを測定することが出来る。今回の70nmのビームサイズは174度の交叉角での測定値で、この174度モードの測定領域は25nmから100nmである。

最後の24時間の経過を述べる。新竹モニターの交叉角30度での調整後、174度に変更し、M=0.2〜0.3のモジュレーションを観測した。7時間程度、このような明らかなMを観測した。その中で、さらにビームサイズを小さくする調整を試みたが、成功しなかった。この調整中にモジュレーションが見えなくなり、交叉角30度に戻して再度ビーム調整を行い、174度で再び同様のモジュレーション(M〜0.3)を運転(ATF2実験）終了まで観測した。その様子を含めて、12月11日から21日までのモジュレーションの測定値をプロットした。ここには7度, 30度そして174度の三つの交叉角での測定値がプロットしてある。各交叉角度でビーム調整により大きくM値がばらついているがそれぞれの最大値でビームサイズが最小化されている。12月20日に一度174度での測定を試みたが、このときは明らかなモジュレーションを観測できなかった。その後、30度でビーム調整を行い、174度で70nmのビームサイズを達成することが出来た。

(横谷) 図のModulationの小さいものがビームサイズが大きいのか。

(久保) そのとおりである。

次に、30度と174度でのM測定のためのフリンジスキャンの例を示す。ここで、バックグランドはレーザービームをOFF(シャッターで遮蔽）にしたときのものである。ビーム調整のノブスキャンの例も示す。

(生出) モジュレーション測定のためにcosine fitしているデータはバックグランドを差し引いているのか。

(久保) そのとおりである。

これらの結果はビーム強度が約1x109/バンチであった。ビーム強度を2.2x109/バンチに上げてみると、モジュレーションはなくなる。12月21日の10回のM測定結果をプロットした。これらは4回と6回の二つの連続したものである。この結果をビームサイズにすると、73±5(rms)nmとなる。新竹モニターの174度を含むすべての交叉角でのビームサイズ測定性能を確認することが出来た。ただし、小交叉角で理論上のM値が得られていないこと、そして、レーザー自身の安定性等に課題が残っている。また、強いビーム強度依存性の原因解明とILCの設計にどのように影響を与えるのかの検討が必要である。

長期夏期シャットダウン後のATF運転・ATF2実験は以下の三つの期間にわけられている。(1)10月15-19日, 22-27日：繰り返し周波数の1.5Hzから3Hzの変更等システム全体の立ち上げ・チェック、交叉角7度モード(新竹モニター）でM〜0.9を測定・確認、電磁石電源故障で1日の運転停止、(2)11月5-9日、12-16日：交叉角30度でのMを確認、LINACモジュレータ故障で後半の1週間の運転をキャンセル、(3) 11月26-30日,12月3-7日,10-21日：交叉角30度でのMを確認、12月7日M7.3地震の影響でダンピングリングのアライメント修正を実施(DRの全周で約0.7mmの水平方向位置の修正、12月10日の1日間運転停止）。最後の2週間は土日を含めて連続運転を行った。海外からの多くの参加(10名以上／週）があり、5チームのシフト体制を組んでビーム調整を行った。

ATF2ビームライン上の電磁石の高次成分の補正対策として、最後の(3)の運転期間の前に、水平方向の最終収束用電磁石(QF1FF）を高次成分の小さい大口径電磁石(SLACのPEPIIで使用されていたもの）に交換し、磁性体のコバルのフィードスルーを使用しているビーム位置モニターを二つの最終収束電磁石より取り外した。また、高次成分効果の補正用にskew６極電磁石を4台設置した。

ビームサイズの強いビーム強度依存性の主な原因はwakefield、特にベータ関数の非常に大きな場所での空洞型BPM, ビームパイプ中の段差、ビームパイプ内壁の抵抗など）と思われるが、Intra-beam scatteringとnon-linear magnetic fieldが影響しているという可能性もある。

(生出) Intra-beam scatteringとnon-linear magnetic fieldの影響とはどのようなものか。

(久保) DRでintra-beam scatteringによってenergy spreadや水平エミッタンスが増大し、取り出しや最終収束ラインで電磁石のnon-linear field(高次成分）で(XY)カップリングにより垂直方向のビームサイズが増大することである。

(生出) ビームラインのインピーダンスはどのように評価されているのか。

(久保) 後で説明したい。

このビーム強度依存性の例として、交叉角30度でのもの、また、バンチ長による依存性の測定結果を示した。

以下のようなwakefieldの調査と低減を試みた。wakefield源として疑わしいもの(3台のCバンドreference空洞、ゲートバルブとSバンドreference空洞の移動）を可能な限り取り除いた。可動台にReference空洞2台を乗せ大きなベータ関数のところに設置しその空洞の位置とビームサイズ(M値）、ビーム軌道の相関を測定した。また、wakefieldの再計算も行った。ビームサイズへの影響は計算より大きいが、解析中である。

(生出) 上の相関を見る上で、空洞型BPMsのoffset(BBAによるもの）は問題ないか。

(久保) 2台のreference空洞の位置は数mm動かしているのでoffsetに比べて大きい。

(生出) 軌道との相関を見ると、線形ではなく湾曲している。実際のビーム軌道の中心が数mmずれているとすれば計算と合うのではないか。

(久保) 数mmもずれていることはあり得ない。

(生出) reference空洞は(移動方向に対して）対称か。

(久保) 対称である。

※(注意)本推進委員会後に軌道との相関でのwakefield効果の計算値は２倍間違っていたことが判明した。したがって、測定結果とほぼ等しい。しかし、測定されている非線形はこの計算値では説明することはできない (wakefieldの非線形効果は計算中である）。

今後、Wakefieldの効果と対策について検討を行う。また、ILCでのwakefieldの影響と比較検討も行う。

(横谷) ILCとの比較するときベータ関数の違いを入れるべきではないか。

(久保) 先ず、ほぼ等しいとしてラフに評価してみた。

(生出) ベータ関数の重みを付けて評価すべきである。

(久保) そのとおりである。

(生出) バンチ長が長い方がwakefield effectが大きいのではないか。

(久保) バンチ長を短くした時のほうが、電荷(線）密度の増大でwakefield effectが大きくなる。

最後のまとめの報告後の質問。

(浦川) 床振動として20-30nmの揺れの影響はどうか？

(久保) IP直前に設置してあるbeam position monitor(IPBPMs)によって測定された位置による補正は行っていない。

(浦川) 必ずそれはビーム軌道の揺れとなって影響するはずだ。

(田内) 最終収束ダブレット(QD0/QF1）と新竹モニターの間の振動の相関は非常によくその相対的な位置のゆらぎは数nm以内で問題ないはずである。

(浦川) 実際のビーム軌道のジッターの影響はどうか？

(久保) 現在のIPBPMの位置分解能は数10nmでジッターを直接測定することは出来ない。

(浦川) 測定すべきである。

(久保) そのとおりで、IPBPMの位置較正の改善、新しいシステムへの移行等を準備している。

(生出) すばらしい結果であるが、目標から見ると出発点でもある。特に、モジュレーションのビーム強度依存性の測定結果で、ゼロ強度での値はいくらかと評価できるか。それとDR emittanceによる値と一致しているか？

(峠) fringe scanデータの横軸方向はビームの位置と思うが、その誤差はどれくらいか

(久保) 実際にはレーザーを動かしている。

(峠) その誤差はいくらか。

(田内) 交叉する二つのレーザービームの相対path lengthをpiezo素子て動かして相対phaseを動かしている。横軸はそのphaseである。データのfittingから、そのphaseの誤差は高々 2-3%くらいである。

(生出) 測定値とモジュレーションのcosine curveのずれからわかる。

(峠) 縦軸の誤差はいくらか？

(久保、照沼) ビーム強度はICT測定値で補正されている。また、laser強度のばらつきは2%程度である。

(峠) そうすると、縦軸の誤差はほとんどが統計誤差となると思われるが。

(生出) 以前より、縦軸の誤差の評価が少しおかしい(変動より大きな誤差）と思われる。

(久保) 最近、誤差の評価を更新した。この中には統計誤差の他にビーム軌道のジッターによるばらつきも含まれている。

(生出) 統計的にあっているのか.

(久保) ほぼ、reasonableなχ二乗値が得られている。

(山本委員長) 非常にすばらしい結果で、ATFグループの努力を賞賛したい。

また、多くの海外からの共同研究者が参加している国際協力研究が大きなATF2の特徴である。春の物理学会では奥木助教によってATF2の最新結果が発表される予定である。

(２）STF・量子ビーム実験・報告

早野委員から、STF量子ビーム実験の途中経過について、以下のとおり報告があった。

ILCの超伝導加速器の応用として、コンプトン散乱によるX線生成4ミラーでレーザーを蓄積し、それに電子ビームを入射しコンプトン散乱でＸ線を生成する実験を行っている。

生成されるＸ線は28keVにピークを持つことが期待される。現状のパラメーターでは1バンチあたり0.65個で想定しており、現在1000バンチで実験しているので、650個/トレインのＸ線が検出できるものと考えている。当初設定した目標値は165,000バンチ/トレイン・5Hzの運転でＸ線数が5.3x10の10乗個なので、現在は10の5乗個であることから5ケタ少ない状況である。

4ミラーはタワー上に積み上げられ、それでもnmで位置制御される。

現在は、ビームが来る直前にバーストアンプを焚いているが、バーストアンプ励起時に4ミラーからの誤差信号が消失するためフィードバックが切れてしまい連続的に共振維持ができない。フィードバックによりバーストを焚いても共振を維持したいが、誤差信号が消されてしまいフィードバックがかからない。そのため手動でピエゾの操作により、共振を維持するようにしている。

Ｘ線は測定器を2つ置いて測定している。後方には小型加速器で実績のあるmulti-channel plate Ｘ線測定器を設置、photomultiplierでＸ線から生じる電子を測定し、どの位相で衝突するかを探る。電子ビームと位相を測定し、信号を検出、データを蓄積する。当たった場所のADC値は10倍以上高いところに出るので、現時点では衝突していないことが分かる。

(生出）360度きちんとスキャンできていないのではないか。0度と360度の間にピークがある可能性はないか。　ギャップのあるように見える。

(早野）フェイズシフターで370度くらいまで測定できるようになっている。小型測定器での実績でスキャンできることは確認している。

前方にはもう一つの測定器SOIを設置しており、Ｘ線を数ミリ角で位置スキャンし、一番強いところにセットしてデータを取ることになる。スペクトラムを取ると、測定器のデータ収集と加速器のデータ収集を通信で同期していることから、通信によるずれが生じる可能性があるため、±1, 2個程度タイミングをずらして試験をしている。

現時点ではＸ線は検出できていない。原因は期待値通りのレーザー蓄積ができていないことが想定される。蓄積器ミラーの機械的振動(数10nm@数10Hz）によりフィードバックで制御ができていない。これを解決するためにミラー維持に剛性を強くする。またバースト時でもフィードバックがかかるように誤差信号を識別できるようにするため、レーザーに二つの近接した波長の発信をさせ、それぞれの偏光を変えてひとつはバーストから切り離すことで誤差信号を検出できる可能性がある。

これとは別に電子ビーム自体が9月から不安定であることも原因と想定できる。ＲＦ電子銃レーザー自体の位相同期に問題がある。位相同期回路が正常であるにもかかわらず、その外側で測るとドリフトしていることが確認された。そこで外側でフィードバックをかけるようにしたが、時々数百ミクロンのドリフトが生じ、衝突を維持できない。1月以降に改善策を検討し、2月、3月に運転を延長するかを決定する予定である。

(田内）レーザーと電子ビームのオーバーラップについてスキャンしたデータはあるか。

(早野）レーザーが蓄積された時にワイヤーでスキャンするが、当たった時点で蓄積できなくなるので、幅が数百ミクロン、レーザーの幅が80ミクロン、レーザーは芯を測定できない状態である。数十ミクロンでは合っていると考えている。

(黒川）目標値より10の5乗低い状態というのはどういうことか。

(浦川）ビームがオーバーラップして、レーザーのサイズの設計値10um、電子ビームのサイズ設計値10um、バンチ数が低い(1,000バンチ）、レーザー強度が弱い等の要因により目標値を達成できていないということである。

(峠）今後の再実験のスケジュールをどのように考えているか。

(早野）現在はフェーズ2のCM1(12m長）を設計・製作中でその治具の設計組立は4月以降を予定している。2月から3月の6週間程度をそれに充てるのが無理をしないスケジュールと考えている。年度中にＸ線が検出できるかどうかといったところ。

(峠）年度内に解決できる見込みはあるか。

(早野）年度内ではＸ線を検出し、それを成長させるところくらいまで到達できると考えている。

(峠）スケジュール的には難しい状況にあると思われる。冷凍機グループのシフト等とは調整されているのか。

(委員長）2月4日以降であれば対応可能の回答を得ている。

(３）CFF超伝導加速空洞開発・報告

山中委員から、以下のとおり報告があった。

CFFでは、17,000台の空洞製造を実現するための生産技術の開発を目的としており、歩留まりの向上、製造コストの低減、量産技術の開発をKEK内及び企業等と協力しつつ進めている。

現在KEK1号機の製造をKEK内で行っている。電子ビーム溶接ではGunの方向を縦方向、横方向に置くなどして溶接の試験をしている。進捗状況としては、部品の機械加工は90%完了、溶接組立は30%完了している状態である。今後、技能の向上と電子溶接機の操作の習熟を進める必要がある。KEK1号機については今年度中の完成を目指す。

コスト削減では、センターセル用Nb板の直径を260から258mmに変更、ビームパイプ用Nbパイプを短いものを2本調達していたものを長いもの1本に変更、エンドプレート用チタンを材料メーカーで粗加工込みで発注することでコストを削減、などの努力を進めている。

ジャケットの製造と高圧ガス保安法の対策としては、今後高圧ガス保安法でKEKが申請者・製造者となって申請できるよう手続きの準備を進める。その中で、KEK機械工学センターの職員がJIS溶接技能者の資格を取得するなど大きな進展が見られた。

量産化に向けては、1回の真空引きで多くのダンベルを溶接できるような方策、更には効率的に9セル溶接が可能となる方策を検討している。

今後のスケジュールとしては、1号機の製造・完成、更には来年度2号機の製造・評価を行ったのち、2013から14年度にかけて3号機、4号機を高圧ガス保安法に対応してクライオモジュールへ搭載することを目指す。

１－３．LC測定器開発(科研費・特進)進捗状況

山本委員から、以下のとおり報告があった。

ILC TDR/DBDは、Vol1-物理は完成、Vol3-測定器はほぼ完成しており、来年2月のILCSC提出に向けて最終作業中である（Vol2は加速器）。TDRに対するsignatory callが12月26日に開始された。署名した場合はすべてのvolumeに対して署名したこととなる。

科研費(特別推進)は、期間が2015年までである。最終目標はcomponentのR&D及びシステム試験を国際協力の下で行うことで、国際的な測定器グループの組織化を先導する、こととなっている。

この科研費の進捗評価がH24年6月に行われ、KEKで実地調査が行われた。評価はおおむね順調ではあるが、FPCCDバーテックス検出器及びTPCに遅れが見られるというものであった。また同時期に学術創成(2007-2011)の評価が行われ、A評価となった。

2012年12月20 –21日に科研費(特別推進)の年会を開催し約40名が出席した。またKEK職員向け一般講演会『宇宙の果て』(村山斉東大IPMU機構長)が行われた。

今後の国際協力としては、CERNとの測定器の共同開発の実施に関してKEK-CERNの担当者間で内容を調整しているところである。米国とは、ANLのH.Weetzらと来年度の日米科学技術協力事業に申請することで検討しているところである。

米国で進められているSnowmassプロセスに関して、J.Siegristからは、このプロセスでILCの科学的評価が示されれば、DOEとして日米でのILCに関する協力について協議に入る可能性がある、とのコメントをもらっている。一方B. Barishからは、何のアクションも起こさないとILCは無視されることもありうる、とのコメントもあり、Snowmassプロセス関係の諸々の会合でのspeakerについて検討しているところである。

(山田) signatory callでは、日本の研究者が多数署名していることが外国の研究者によい影響を与えるので、多くの人に署名をお願いしたい。また米国の予算的状況から見ても、日米協力、日米事業申請はぜひ進めるべきである

(横谷) signatory callについては、GDEの対応が不明なので確認する。このsignatory callは初耳である。

１－４．LC国内地質調査・立地検討、進捗報告

宮原特別技術専門職から、地質調査立地調査の状況について以下のとおり報告があった。

地質調査については、東北大、九州大を通じてそれぞれ調査を進めており、また立地調査はKEKが野村総合研究所と契約して進めている。

東北地区の航空レーザー測量は終了し、精密画化の作業中である。岩盤ボーリングは仮設工事が完了し、今後実施する予定である。これまでに現地での説明会を5回開催し、計300名を超える参加者があった。九州地区では、衝突点付近１０km四方で電磁波探査を実施、現在データ解析中である。ボーリングでは衝突点付近で実施、地表10メートルのところで良質の花崗岩が確認できた。地質調査では、地質調査推進連絡会をすでに6回開催し、次回2月に開催予定である。

立地調査は、KEK(12月）、KEK外国人研究者へのインタビュー、九州サイエンスフロンティアに関するヒアリング(九大)などの調査を行うとともに、ILCの中央キャンパスの参考例として、外国人研究者の居住環境調査及び環境アセスメント実施に関する調査を目的とした沖縄科学技術大学(OIST)の現地調査を実施した。今後さらに地域社会との連携、周辺地域開発に関する調査も実施する予定である。

今後は、佐賀大・佐賀シンクロトロン, KEK - J-PARCのヒアリング等の他、OISTでのインタビュー、六ヶ所村ITER施設、SACLAYのXFEL, ITER施設、 ３月にはITERへの直接訪問調査を行う予定である。

地質調査業務は、3月から5月に中間報告、6月から7月までに最終報告書を提出の予定、立地に関する調査は今年度中に最終報告を取りまとめる予定で、中間報告は適宜経過報告の形で受けることとなる。

１－５．ILC-GDE-TDR、RD-DBD完成報告(会)

横谷委員から、TDRの状況及びTDR関連イベント等について、以下の報告があった。

TDRが完成し、12月15日にTDR完成記念イベントを開催、LCSCに提出された。TDRについては今後コストレビュー等を経て、6月下旬開催のLepton Photon Conferenceまでに最終版を完成させる予定である。物理のパート（DBD, Vol.1）では、1TeVのシミュレーションを今後追加予定である。

12月15日の報告書完成発表会は、メディアを通じて情報発信する、という趣旨でメディア関係に出席してもらった。メディア対応としては、事前に記者等を招いて勉強会を実施した。また同日午前には研究者向けのILCシンポジウムを開催し、駒宮委員、L. Evans LCD Director、菅原前KEK機構長に講演をしてもらった。

2013年6月12日には欧米アジア(日)をつないだグローバルイベントを開催する予定である。

１－６．高エネルギー委員会/LC戦略会議からの報告

山下委員から、戦略会議に関する状況等について以下のとおり報告があった

今後は海外に対して日本の状況を正確に説明することが重要となる。

米国将来計画のSnowmassプロセス及び欧州戦略会合に対して、文書で日本の状況・考えを提示するために、次回のLC戦略会議でその内容について議論することになる。

海外からの動向としては、フランスのリニアコライダー関係者グループから、日本のILCをサポートするとの内容の書簡を受け取っている。ドイツの高エネルギー委員会から、優先順位1位でLHCアップグレード、第2位に日本がホストするILCプロジェクトへの支援、とする表明がされている。

国内関係では、自由民主党の総合政策集のうち、「科学技術政策」、「研究拠点形成」の2か所にILCの名称が記載されているのが注目される。

(生出) フランスからの書簡は、研究者グループからのもので公式なものではないのではないか。また、ドイツの意見表明もLHCが優先順位1位で必ずしも強くILCを推している、というニュアンスではないのではないか。

(山下) 欧州では、LHCを最優先であるのは当然であって、日本がホストするILCがその次に順位づけされているという事実には変わりはない。

(岡田 )欧州戦略会合の際、ドイツの関係者に確認したところ、ドイツ国内のコミュニティーにおいて十分議論した結果である、とのことであった。

(野尻) 米国のSnowmassプロセスでは、ILCの評価が低いとの情報もあるので注意すべきである。

２．ディスカッション

２－１．KEKロードマップの報告

岡田委員から以下のとおり報告があった。

11月まで中間報告に対する各コミュニティーからのフィードバックを求めた。12月に集中審議を行い、現在推進委員会案をまとめつつある。今後、最終版を作成、研究推進会議の了承を得たのち機構長に提出する。2013年4月に外部評価委員会を開催し、この評価を経た後に機構としての最終版となる。

ILCに対する中間評価に対するコミュニティーからのコメントはなく、内容については中間まとめから大幅な修正はないと考えている。

２－２．LC技術開発における今後(～5年間)の展望、及び、

２－３．LCの実現、KEK次期研究ロードマップへの取り組み

委員長から以下のとおり報告があり、意見交換が行われた。

今回提出されたTDRで、現時点での技術で500GeVのILC施設を建設が可能であることが示された。また250GeVから500GeVへのステージングを見据えつつ、1TeVまでの技術拡張性は堅持する、というのが骨子である。

ILCの計画は建設土木の要素が大きく、計画が承認された後10年の建設期間は必要である。2030年までに実験を開始するには、次期ロードマップ期間である5年間において計画を具体化する必要がある。それにはTDRに基づいた詳細設計が必要となる。2016年から開始すれば2025年、2019年であれば2030年の実験開始、という時間スケールとなる。こういった状況の中でATF、STFをどのように生かしていくかを考える必要がある。

今後5年間でATF、STFでは、超伝導加速器技術の開発、人材育成、先端加速技術の応用展開が重要課題となる。

ロードマップ期間中の計画として、ATFではナノビームの実現、ナノビーム軌道コントロールの実現、20nmビーム（Ultra low beta optics）の実現に向けてCLICからの技術協力がある。

STFでは、LCの求める超伝導ビーム加速技術の向上に向けた継続的な取り組みが必要となる。基礎開発としてGradient の向上及びdegradationの克服を両輪として進める。空洞を作成し、地下トンネルの空間的制約のためCM1(8空洞)に4連空洞のCM2aをつないでビーム運転することでdegradationの問題を探る。汚染やカップラー等の不調などもその一因として考えられる。

システム実証として、空洞、カップラー、チューナー等のコントロールを試験する上では、CMを試験し、不調のものを修正のうえ再試験という作業を繰り返し、統計を増やす必要がある。そのためには一定以上の数の空洞を試験する必要があり、CM3までは実施すべきと考える。

これはSTFがビームテストファシリティーとして、超伝導加速技術による加速器のトレーニングを積むことは重要で若手人材の育成にもつながる。またILCだけに閉じた実験ではなく、ERLの加速空洞の設計と共通性を得られれば、協力体制、共通の人材育成にもつながる。パルス運転とCW運転の違いを克服する必要があり、その意味でもSTFにはその幅広い対応が求められる。

ATFは今年度70nmを達成した。来年度40nmを達成するには何が問題かを明確にする必要がある。またナノビーム軌道コントロールも求められる。さらに40nmを20nmにするには、コンポーネントの入替も必要となるほどの大規模な改修が求められる。

STFは、2013年度中に高圧ガス保安法及び放射線検査をクリアし、CM1、CM2aの12空洞が運転できる加速器施設とし、2014年度にはビームオペレーションを行えるようにする必要がある。

さらにその先は、プラグコンパチブルを進め、KEK以外の、例えば外国の空洞も受け入れて試験できるような体制を目指すべきである。そのためには、CM3a、3bも視野に入れておくべきである。

ILCの実現までに時間がかかるようであればSTFにERLのアンジュレーターを受け入れ、放射光科学にも貢献できるようにする。

来年度以降3モジュールを受け入れる体制にするには冷却システムの整備、高周波源の確保が必要である。

工業化では、世界各国にhub labを置いて空洞試験等を分担して実施するなどして、ホストに過重な要求が集中しないようにする。KEKもこのhub labの一機関になるべきであり、KEKとして空洞全数のうち1/4から1/3の空洞を試験できる施設を用意しておく必要がある。

生出委員からは、今後詳細設計が必要となるという指摘がある。国際協力の枠組みの中で行う。ILCができるのを待っていると時間がかかるので、SSCのCDGのような研究者ネットワークのつながりによって開始することはできるのではないか。

私見としては、SuperKEKBのダンピングリングの設計はILCへ貢献できるのではないかと考えている。

(生出） SSCの場合、詳細設計は100人程度のグループ（CDG）で行っていた。それと同規模の作業が必要となるのではないか。KEKロードマップでは5年以内に建設開始とされていることから、すぐにでも詳細設計を始める時期に来ているのではないか。組織の立上げも必要であるが、まずはできることから始めるべきである。ILCの関係者はTDRを通じて詳細な仕様書を作成できるくらいにILC全体を十分理解する必要がある。ILC加速器全体を理解する作業は将来別の形でも活かされるはずである。

(横谷） 政府の了承、政府間の合意が得られてからでも実際の建設開始には相当の時間が要するのではないか。SSCでのCDGは現在のGDEの活動に当たるといえるが、今後進めるには相当の予算も必要となる。政府了承の段階で詳細設計が出来上がる、というのはかなり困難ではないか。

(照沼） 現場としてはマンパワーが足りない。国際協力はそれを補完しているが、今後新たな業務の増加が予想されるので、若い人も含め人員増加が必須である。

(岡田） プロジェクト経費から期限付き人材確保の予算をねん出するといったことも、KEK全体のマネージメントの中で検討すべき事項だと考える。

(山口) 今後5年間の計画で、degradationの克服に重点が置かれているように見えるが、要素技術開発を前面に出す必要があるのではないか。人材育成、若手に魅力のある研究テーマを設定することなどが必要である。

(委員長） 空洞開発により空洞は製造されるので、出来上がった空洞を試験することは当然必要である。決して要素技術開発をおろそかにしているわけではない。人材育成もその中で進めていくべきことは理解している。

(山下） LC計画推進室で、重点的に取り組むべき課題を議論し、共通認識を持つことが重要である。

(委員長） 要素技術の開発とシステム試験の両輪を進めるべきと考える。基礎開発だけではなく、KEK内、企業、外国研究機関の作成した空洞を試験するための準備もするべきであり、それをおろそかにすることはできない。

(生出） 空洞を世界三極で製作するというのであれば、コストも地域に合わせて算出すべきである。

(委員長） 現在提案されているコストに合う空洞を製作する、という考えである。コストを達成できない企業は退場するようなこととなり、必ずしも三極すべての地域の企業が参画する必要があるという考えではない。日本でやる場合は、日本の高圧ガス保安法等のこともあり、日本企業に有利に作用することはありうる。

(山田） 測定器は加速器とは異なり、TDRがそのまま詳細設計につながるものではないことを理解しておいてもらいたい。

(駒宮） ILCでは瞬間的な高性能ではなく、高いルミノシティーを達成し続けることが重要であることから、今後も相当の研究開発が必要となる。5年間で建設開始するのであれば、関係者の相当の努力が必要となり、またしっかりサポートすべきである。

３．まとめ

次回は、平成25年2月14日(木)13時から開催で了承された。

以　上