

第 28 回リニアコライダー計画推進委員会議事要録

日 時：平成 26 年 12 月 15 日(月)13:00-17:00

場 所：3 号館 1 階セミナーホール

出席者：駒宮、川越、栗木、岩下、佐貫、山内、生出、伴、山本(明)、徳宿、幅、藤井、
田内、横谷、赤井、榎本、小林、山口、照沼、早野、根本、岡田、峠、佐々木、
金子各委員、鈴木機構長
(TV 会議出席)山本(均)委員
(欠席者)相原、山下、村山、山田、田中、野尻、萩津、山中各委員

議 事：

1. はじめに

山本委員長より下記の報告があった。

- KEK・機械工学センター、安島専任技師訃報のお知らせ。
- 本日の議題についての説明(山下委員欠席により、“戦略会議からの報告”議題は削除。鈴木機構長所用により、議題発表順番の入れ替え)。

2. Linear Collider Board(LCB)からの報告

駒宮委員より下記の報告があった。

- 次回の LCB-Fuze(電話)会議は 12 月 18 日の予定。Face-to face meeting は年に 2-3 回、電話会議は毎月開催している。
- LCB に所属する 2 つの Subcommittee についての説明。Subcommittee-1 はブライアン・フォスターを議長として構成され、ILC lab の構造(ガバナンス、プロジェクトマネージメント等)について議論する。最終報告書は、2015 年 2 月に LCB へ提出する予定。Subcommittee-2 はラボディレクターで構成され、ILC 計画の国際化を議論する目的で設立されたが、委員が多忙の為会議開催が難しく、顕著な進展は見られない。
- 2015 年 4 月 13、14 日の PAC 開催可否について、12 月 18 日の電話会議で決定する。(その後の連絡として、4/13-14 @ LAL での開催が確定。)
- FALC における発表内容報告。各国はホスト国候補に何を貢献できるか、また、文科省からの代表者には 日本(ホスト候補国)は ILC 計画をどの様に進めるのか自律的に考えるよう促した。

質疑応答

(岡田)LCC が ILC-TDR 予算分担の 50%シェアモデルを国際的な議論の出発点とすることについての、LCB における議論および支持表明(endorsement)は ICHEP 2014 で公式に発表されたのか。

→(駒宮)ICHEP 2014 の LCB で議論された。議事録に記載されているが、公開文書ではない。

3. 文科省・物理 WG からの報告

駒宮委員より下記の報告があった。

- 第2回 ILC に関する有識者会議(11月14日開催)で報告された素粒子原子核物理作業部会・進捗報告内容の説明。概して、ILC に関してはフェアに、かつポジティブに記載されている。
- 第1回～第5回素粒子原子核物理作業部会の経過説明。第6回作業部会(2015年1月8日開催予定)は、第2回有識者会議に提出したILC に関するポジティブな結論を再確認する上で、非常に重要だと考えている。

質疑応答

(藤井)第6回素粒子原子核物理作業部会の議題はなにか。→(駒宮)未確認である。

3. 国際・国内情勢について・報告

鈴木機構長より下記の報告があった。

前回本委員会(9月16日)以降から、国際・国内情勢は硬直している。特に、文科省に対しては次年度予算確保などで手一杯で、日本からの動きがない。海外は「日本の動き」を注視している。日本と海外諸国では予算構造が異なることに配慮し、2015年4月開催のALCW2015までに日本におけるILC 計画の評価検討が前進している姿勢を見せる必要がある。海外諸国はR&D の為の予算を獲得する必要があり、日本がILC 計画を推進する姿勢を見せないと、R&D のための予算を獲得することが難しくなる。

4. 文科省・ILC-TDR 検証作業部会からの報告

山本委員長より下記の報告があった。

- 第1回～第4回 TDR 検証作業部会(6/30、7/27、9/8、11/4)の議題、及び経過説明。
- 第2回有識者会議で報告された TDR 検証作業部会・進捗報告内容の説明。現在は ILC 計画・建設の準備期間に向かうための評価・検証期間である。正式な『ILC 準備期間』は文科省から予算措置されてから開始される。加速器・測定器建設費は作業部会で議論された金額が報告されたが、準備期間の具体的な必要経費は言及されなかった。また、ILC 建設に伴う共通基盤経費の検討は今後の課題である。今後の確認・検討事項として報告された人材養成と確保の方策に関しては、過去の実例をもって説明する必要がある。第2回有識者会議では横溝座長に技術的な質問が多く寄せられたため、第3回有識者会議では山本委員長も陪席(出席)を要請される予定。
- 第5回 TDR 検証作業部会は2015年1月26日開催予定。

5. 文科省・有識者会議からの報告

徳宿委員より下記の報告があった。

- TDR 検証作業部会の進捗報告に対しては技術的な質問が多く、シリアスな意見交換はなかったと考えている。素粒子原子核物理作業部会の今後の課題として、一般の人にもわかるように説明することが強調された。
- 2015年1月9日に有識者会議委員が KEK の見学を行う。

- 第6回素粒子原子核物理作業部会(1/8)の議題は、前回有識者会議での論点のまとめの確認、次回以降の議論の進め方の決定、SSC計画が失敗した理由の考察である。
- 第3回有識者会議は2015年4月、または5月の開催を計画し、日程調整を行っている。

質疑応答

- (岡田)SSC計画失敗の経緯は誰が説明するのか。
→(徳宿) 近藤敬比古氏が予定されている。
→(岡田) 近藤敬比古氏は、SSC計画に主導的に参加した研究者の立場としては説明可能だが、米国の科学者、政府レベルの人からみた経緯とは異なる説明となるのではないか。上記部分は考慮して情報を得たほうが良い。
- (駒宮)ILCがLHCの後追いのような印象を受ける、と有識者会議で指摘されたが、文部科学省から指示された検討課題が“LHCの成果に応じたILCの物理的意義”であった。LHCの後追いとしてのILC計画の意義を作業部会で検討しているわけではなく、文部科学省からの課題を粛々と進めただけである。
→(徳宿)同意する。本報告スライドにも上記経緯を記載したつもりだったが、意図が伝わらなかったようだ。
- (駒宮コメント)「一般の人にもわかる説明を」との部分だが、有識者会議委員の横山氏が科学的意義をきちんとまとめるべきだとの意見を述べている。まずは科学的意義をまとめ、次に、別段階のステップとして、いかに簡単にわかりやすく説明するか、を検討する必要がある。現在、わかりやすく説明するステップには到達していないが、最終的にはフォローすべきと考える。

6. CERN Council 報告

徳宿委員より下記の報告があった。

- 12月12日、European Committee for Future Accelerators (ECFA) status report がマンフレッド・クラマーよりCERN Councilで報告された。ECFAの現在までの活動、European Linear Collider Forumの説明、リニアコライダー関係の最近の動向について説明がなされた。最近の動向については、KEKのILC推進準備室設立、日本・文部科学省の有識者会議設置、日米会議におけるstatement提出、および世界の高エネルギー物理学分野研究所を対象とした野村総研の調査事項が報告された。
- 12月12日のCERN Councilでは、ファビオラ・ジャンツィーが2016年1月からCERN所長に就任することが正式に報告された。2015年6月にファビオラ・ジャンツィーが人事を含めた新組織を提案する。また、同6月にはmedium-term planが承認される。昨年はEuropean strategyに則った予算が承認されたが、来年は予算削減の圧力がかかる可能性がある。2015年3月のCERN Councilまでに日本からILCに関するポジティブアクションを示すことが出来れば、ILCに好意的な今の状況を維持できる可能性がある。

質疑応答

- (峠)European Linear Collider Forumはどのような組織なのか。
→(徳宿)LCBの活動状況を広く周知させるための組織。詳しい情報は分からない。

- (岡田)LCB meeting の前後に 6 回電話会議を行っているようで頻繁に行われている印象がある。
→(徳宿)同意する。

7. LC 計画推進室からの報告

山本委員長より下記の報告があった。

- 次回 LC 計画推進委員会は 2015 年 2 月 19 日の予定。
- ILC を学び考える会(全 10 回)が 2013 年 10 月から開催され、9 月 30 日に最終回を迎えた。最終回は山本、設楽より ILC 計画の経費について説明を行った。
- AAA が法人化し、12 月 3 日に記念式典が開催された。当日はリン・エバンス氏の講演があった。
- ATF、STF の電気代抑制に本年度も努めた。CERN から運転資金として 115kCFS の特別支援(供与)があり、ATF の電気代として用いることが出来た。結果、12 月 8 日-19 日の運転が可能になった。CERN の特別な緊急協力を深く感謝。
- CERN-KEK 分室が発足した。2015 年 1 月 15 日にスタイナー・スタブネス氏が来日し、今後の進め方について、打合せを行う予定。

8. ALCW2015 準備状況

岡田委員より下記の報告があった。

- LCWS14 において、アジア地域での次回ワークショップ(ALCW2015)は、KEK で開催することが決定された。IOC Chair 岡田、LOC Chair 宮本で準備を進めている。クリスマス前に webpage をオープンし、登録開始を目指している。プログラムは 2 つの特徴を有する。detector session は既存のコンセプトグループ、detector R&D グループを取り込む形で行う。また、4 月 22 日は ILC 計画を促進するために、東大伊藤謝恩ホールで ILC 東京イベントを行う。
- ILC 東京イベント(4 月 22 日)午前はワークショップ参加者、及び高エネルギー研究関係者向けのプレナリーセッションを行う。午後はポリシーメーカー、産業界の方、メディアに広くアピールするためのイベントを行う。ワークショップ参加者は原則、ILC 東京イベントに参加するよう呼びかける。ILC 東京イベントは ALCW2015 と連携するが、AAA、及び創生会議が中心となって運営を行う別のイベントと位置付ける。さらに、バンケットに代わるイベントとして、プリズムホールでフードフェスタを行い一般向けの大きなアウトリーチを図る(その後、安全上の配慮から、ホテルでの開催に変更)。
- (宮本コメント)KEK では 300 人規模のワークショップとなるため、ご協力とご理解を願いたい。

9. E-XFEL における超伝導加速空洞システム建設状況

早野委員より TTC ミーティング(12 月 2-5 日@KEK)で報告された E-XFEL 空洞性能の最新データについて説明があった。

- デトレフ・レシュケ氏の報告が紹介された。空洞の縦測定は 2013 年 10 月より 1 週間当たり 9.5 空洞の割合で遅滞なく進んでいる。RI 社製空洞は電解研磨を行っているため、EZ 社製よりも

maximum gradient が高い。一定の放射線量を超えないようにする usable gradient は maximum gradient よりも低くなる。このため、フィールドエミッションによる放射線によって試験性能が制限されることが問題となっている。規定値以下の空洞は再処理 HPR を行う。再処理により加速勾配は改善し、規定値に未到達の 20%空洞のうち、50%は使用可能になる。最近クライオモジュールテストの加速勾配が degradation により縦測定のものよりも低下する傾向があり、問題視されている。これらの、モジュールテスト結果では、縦測定より平均 14%加速勾配が低下している。Degradation 後の加速勾配は広く分布し、(原因探索の手掛かりとなるような)加速勾配の下限限界値は存在しない。また、モジュール組み込み時の空洞の位置と加速勾配低下の間に相関は見られない。モジュール組立後の加速勾配劣化原因探索は今後の重要な課題である。

- マシュー・ウィンセック氏の報告が紹介された。 Q_0 statistics は概して問題なく、加速勾配を調整して XFEL の許容値の 1.0×10^{10} 以上を得ることができる。2K、5K、40K の 3 経路の熱負荷を測定した結果、2K では上限値を超えることはなかった。一方、5K 及び 40K で上限値を超えたモジュールが観察された。それはカプラーが原因であったが、すでに解決済みとなった。
- ニック・ウォーカー氏の報告が紹介された。高周波電力供給系により上限値が規定されるため、空洞としての 30MV/m 以上の加速勾配達成上限の正確な確認は難しい。また、縦測定で加速勾配 30MV/m を超えた空洞は degradation を生じやすい傾向にある。

質疑応答

- (峠) Q value はスペックとして考慮しないのか。
→(早野) E-XFEL と ILC では Q value の定義が異なるため、ILC と直接比較はできない。そのため詳しい説明は省いた。
- (峠) degradation が生じた際、加速勾配の下限值はあるのか。
→(早野) 加速勾配が 18MV/m 以下になる空洞は少ない。加速勾配低下に対し、特に法則は見られない。
- (峠) radiation limit はどの様に設定しているのか。
→(早野) 縦測定、横測定の両方で設定している。横測定では前後に radiation detector を設置している。
- (大森) 組み立て後のクライオモジュールは保管されているのか。保管後に degradation が生じている可能性はないのか。
→(早野) 基本的には、輸送中の振動による degradation を想定しており、保管されているモジュールの再測定は行っていない。
- (早野) オリビエ・ナポリのコメントによると、不純物混入(コンタミ)は既に空洞中にあり、問題はそれがいつ(degradationとして)発現するかであるとの見解。Degradation 発現原因の可能性としては、輸送中の振動、工具でねじを締めている際の混入物の落下、カプラーの銅メッキの混入などが考えられている。外部からはコンタミしないよう、既に充分注意を払っている。
- (峠) クライオモジュール組立時に、空洞のポジションは人為的に調整しているのか。その結果、平均加速勾配が 26MV/m になるのか。

→(山本)縦測定で空洞の加速勾配にばらつきが出る。似た特性の空洞をペアとして組めるように調整している。

→(早野)空洞の位置は人為的に調整している。導波管は固定分配なので、似た特性の空洞をペアにする必要がある。

→(山本)E-XFEL は設計加速勾配値が 23.6MV/m である。現状の加速勾配(26MV/m)が 2 割落ちてても、目標値は達成されるので、degradation 問題を解決させないまま計画を進めている。

- (峠)RF を破綻させないように空洞を組み込んだ結果、26MV/m が達成されたのか。

→(早野)同意する。

- (峠)再処理は EP を行うのか。

→(早野)high pressure(HPR)のみ行う。空洞にはジャケットが装着されているので、再処理工程で出来ることには限界がある。

10. ILC 加速器レイアウト・長さ調整(含タイミング調整)について

横谷委員より下記の報告があった。

- TDR 後の最高重心系エネルギー再考察の説明。質量 125GeV のヒッグス粒子が発見された結果、TDR・ E_{CM} 設計値の 500GeV は ttH の threshold に非常に近く、ヒッグストップ結合定数の測定に困難が伴う可能性があることが示唆された。 E_{CM} が 550GeV の場合には、ttH の cross section は 4 倍になる。また、TDR・空洞加速勾配設計値 31.5MV/m が保持できるかどうかは、現時点で不安定な部分がある。500GeV の運転勾配が 5%低いと 475GeV になり、ttH は事実上生成されなくなるため、linac トンネル伸長を現時点で、保険と考え、検討すべきである。
- タイミング問題とその解決策の説明。陽電子を電子ビームを使用して生成するため二つのビームの間のタイミングを衝突点で合わせなければならない(タイミング問題)。TDR の設計を変えず、技術的に可能な解決策として、BDS 長を 150m 短くする案、または DR 周長を 30m 長くする案が考えられるが、このままでは 550GeV 達成はできない。他の選択肢として、linac トンネルのみ、長左を計 3km 伸ばす A 案(e^+ , e^- トンネルを各 1.5km 長くする。)、及び DR 周長を 300m、linac 長を計 2.1km 伸ばす B 案が考えられる。B 案の場合、A 案よりも高額になる可能性があること、また DR 設計変更の為のマンパワーが足りないことから、A 案が現実的であると考えられる。
- 空(ドリフトスペース)のトンネルを設置する位置は、各 linac の高エネルギー端が最適であると考えられる。なぜならば、PM+8 アクセストンネルは冷凍機システムを増強可能であり、かつ新たなアクセストンネルを追加する必要がなくなるからである。
- タイミング問題に関しては、12 月 4 日の TTC meeting 中に関係者で最初の話し合いを行い、12 月 11 日の ADI 電話会議でマイク・ハリソン(LCC-ILC Associate Director) の理解を得た。詳細設計、コスト評価が今後の課題である。その後の会議の結果、change request が提出されたため、ALCW2015 で最終議論・決定を行う予定。

質疑応答

- (幅)A 案、B 案のどちらにするかは 1 月中に決定する必要があるのか。

→(横谷)そうだ。

- (幅)CFS では(設計変更によって)困難が生じないのか。
- (佐貫)対応可能だと考えられる。
- (幅)A 案を採択すると、550GeV に対応可能なのか。
 - (横谷)570GeV まで余裕が出来る。
 - (山本)建設開始までに空洞の加速勾配が TDR 設計値 31.5MV/m に到達しなかったとしても、 E_{CM} を 500GeV に確実に到達させるための保険として、設計変更を説明できる。
 - (峠)energy margin が欲しいため設計変更を行う、との報告は避けるべき。TDR では 500GeV に到達できるか不安定要素があるため、精査したところ、適切な解決策が A 案だったと報告するべき。

11. SRF CM Assembly and Gradient Performance (ディスカッション)

山本委員長より下記の報告がされた。

- TTC meeting において、ILC SRF cavity の電界性能についてインフォーマルミーティングを行った。E-XFEL 計画においてクライオモジュール組立後、14% の degradation を生じていることが作業部会でも問題視されており、本ミーティングでは TDR 設計値 31.5MV/m を維持すべきか否か、検討を行った。工業量産化による品質低下、及びコンタミネーション対策等の検討課題が挙げられたが、今後 1-2 年の E-XFEL 計画の推移を見守り、再検討を行うアドバイスを得た。
- 現衝突点では一つのアクセスホールが川床の真下になり、立地上不安定である。衝突点を ≤ 1 km ずらすとアクセスホール問題、タイミング問題の両方が解決できる。
- 2015 年 1 月 13、14 日には LCC director 7 名が新たな衝突点候補地、及び気仙沼港(大型物流検証の為)の視察を行う。

質疑応答

- (佐貫コメント)linac を延長するとアクセストンネルの位置などに影響が出るので、設計変更の方向性が決定したら、地元で再度詳細な話をしたい。
- (早野)川の位置の確認
 - (山本)川床の下にアクセスホールを作成すると、川底からアクセスホール上部まで 10m 程度しか余裕がなく、不安定である
 - (佐貫)アクセスホール位置設計においては、衝突点の北側も南側も同じ問題を抱えている。
 - (山本)現時点で site 設計(電子・陽電子 ML の南北反転等)を議論すると検討が発散するので、まずは TDR に沿って意見をまとめ、後日修正することを提案している。
- (駒宮)BDS と IP のアクセスホールの位置は問題ないのか。
 - (山本)今後検討すべき。安全条件(非常時の避難経路長など)は問題ない。
- (峠)設計の変更点については地元への説明が必要である。
 - (山本)TDR は site specific な設計を行っていない。現在は site(一候補地)をモデルとして検討を重ねている段階。
- (栗木)LCLS2 空洞で窒素ドープを行っているが、その処理に対する議論等があったのか。
 - (早野)窒素ドープは採用の検討を継続する予定。LCLS2 は採用を考慮しているが、正式には

決定されていない。

→(山本)窒素ドーピングは Q value を上げるが、加速勾配を上げる効果はそれほどない。

12. 次回の日程・議題について

- 次回委員会は、2月19日(木)に実施予定。
- (栗木提案)偏極電子・陽電子源の生成効率をあげる論文について次回委員会で紹介を行う。
発表者は栗木委員が調整する。

以上