

## 第 30 回リニアコライダー計画推進委員会議事要録

日 時：平成 27 年 5 月 15 日(金)14:30-17:00

場 所：3 号館 1 階セミナーホール

出席者：岩下、川越、栗木、佐貫、村山、山下、山本(均)、徳宿、山本(明)、小林(隆)、幅、野尻、藤井、田内、赤井、小林(幸則)、道園、照沼、早野、竹内、岡田、神谷、波戸、金子、萩津、山中、横谷各委員、山内機構長  
(TV 会議出席)相原委員、駒宮委員  
(欠席者)山田、山口、佐々木各委員

議 事：

### 1. はじめに

山本委員長より平成 27 年 4 月人事異動に伴う委員変更について報告があった。

### 2. PAC からの報告

山本明委員長より下記の報告があった。

- PAC は LCB の諮問機関として設けられ、リニアコライダーの技術開発に関して査定・助言を行う機関である。特に、TDR 作成以降の技術開発、site specific design、CFS design、世界の加速器試験施設の運用、測定器開発、ILC running scenario 作成等を検討対象としている。
- ILC status に関して M. Harrison より報告があった。ATF2 において ILC 設計値 37nm に対し、44nm が達成されたことが報告された。また、現在提出されている change request (CR1~4) に関する説明がされた。CR2 は SID と ILD の  $L^*$  最適値を統一することであり、現在  $L^*=4.1\text{m}$  で合意を得ている。CR3 は Detector hall の access tunnel を斜坑から立坑へ変更することであり、現在、立坑への変更が認められている。CR4 は、タイミング問題解消の為、main tunnel の長さを延長することであり、現在審議が進められている。また、cryogenics facility の地上の設置が検討されており、2015 年秋頃に change request を提出する計画である。並びに、陽電子源のアンジュレーター方式に対するバックアップ案を、日本が主導して示す必要があることが述べられた。
- ILC SRF に関して山本委員長より報告した。現在 SRF に関する ILC 設計値は、ほぼ技術実証出来ている。EXFEL 計画は順調に進捗しており、cryomodule の量産化システムが既実証されている。また、Jlab で新しい開発施設が完成し稼動が開始された。並びに、KEK-STF は来年度ビームを出す計画であり、cavity 単体の加速勾配は ILC 設計値を既に達成している。
- ILC PAC Review は、2015 年 4 月 14 日に開催された。PAC からの評価結果について、PAB-PAC の間で調整が進められている。

### 3. ALCW2015 からの報告(加速器)

横谷委員より下記の報告があった。

- ALCW2015 が 4 月 20-24 日に開催された。加速器はテーマごとにプレナリーセッションを設け、

加速器設計、及び R&D に関する検討を行った。SRF、および陽電子に関する議論のみ最終日の  
パラレルセッションで行われた。

- TDR より設計を変更するためには、CR を提出後、change review panel で承認される必要がある。  
現在 CR2-4 が審議されており、各 CR の審議状況は下記の通り。
  1. CR2:  $L^*$ (衝突点から QD0 間の距離)を SiD と ILD で共通の数値に変更する。 $L^*=4.1\text{m}$ で承認  
済。ILD の  $L^*$ を短縮する為、QD0 前のイオンポンプを除去することで CR に対応した。 $L^*$ の短縮  
に伴い、 $L^*(\text{QF1})$ の短縮が望まれるが、設計値 9.5m からの変更はしない。並びに、 $L(\text{QF1})$ の  
設計値 2m は、1m に変更する。
  2. CR3: detector hall への access tunnel を斜坑から立坑へ変更する。承認済。
  3. CR4: タイミング問題解消の為、main linac 最終端(衝突点に一番近い部位)に 1.5km の空のトン  
ネルを追加する。現在審議中だが、承認の見込み。タイミング問題解消のみではなく、設計加速  
勾配 31.5MV/m、及び重心系エネルギー 500GeV 達成に際し、14% のマージンを得ることが出来  
る利点がある。コスト増は 100 億円程度の見込み。
  4. Main linac 中央隔壁の厚さ、BDS tunnel、及び cryogenics レイアウトの設計変更に関する検討が  
予定されている。中央隔壁は現在幅 3.5m から 1.5~1.0 m に変更することが検討されている。
- SRF に関しては、KEK-STF2、及び FNAL CM2 の活動状況が報告された。また、EXFEL における  
cavity 及び cryomodule の製造・試験の進捗状況が報告された。RI 社と ZANON 社間で生じている空  
洞加速勾配の差は、研磨方法の違いにより生じる。ILC 建設では、より高い加速勾配を得ることが出  
来る、電解研磨(RI 社採用)を基本としている。2 回の試験を経た後の EXFEL の空洞加速勾配は ILC  
に換算すると約 33MV/m であり、ILC 設計値 35MV/m に近づいている。Cavity 単体試験から、  
cryomodule での 8~9 連 cavity として組み上げ後、10% 近く加速勾配が低下している問題に対しては、  
現在解決策を探っている。
- ATF において、ILC beam size 目標 37nm に対し 44nm の達成が昨年報告された。beam size が beam  
intensity に依存する課題が残されているが、現在検討が続けられている。この点は ILC 実機では問  
題ないと考えられる。
- Positron の R&D は進捗していない。アンジュレーター方式を採用する場合、Target を高速回転  
(100m/s) させる必要があるが、方策が確立されていない。バックアップとして、photon ではなく、  
electron から positron を生成するバックアップ案に対する設計の詰めを行っている。
- Electron source の polarization の TDR 設計値は 80% だが、現在 92% の polarization が達成されて  
いる。今後、ILC 設計値を 90% とする可能性がある。

#### 4. ALCW2015 からの報告(物理)

藤井委員より下記の報告があった。

- ヒッグス粒子の標準理論からのずれの測定は、new physics のスケールを決定するために重要  
である。ILC によるヒッグス粒子の精密測定によりずれのパターンを見ることで、new physics の  
モデルを選別することが出来る。特に今回の WS では、 $hbb$  と  $h\tau\tau$  の結合の標準理論からのずれ  
に対するループ補正の検討がなされ、パラメータ領域によっては、heavy MSSM Higgs に対する

感度が大幅に向上し、LHC の直接探索の有感領域を超え数 TeV まで達することが示された。

- ILC では recoil mass study により、ヒッグス粒子の生成断面積をモデルに依存せず絶対測定することが出来る。Recoil mass 測定による断面積の絶対測定は、全崩壊幅、種々のヒッグス結合定数のモデル非依存な測定の鍵となる。LHC では、モデル非依存的な測定は不可能である。今回の WS では、350GeV でのフルシミュレーションによる recoil mass 測定精度の新しい検討結果が示された。
- $Z \rightarrow qq$  も ILC で測定可能だが、ヒッグスの崩壊が Z 再構成のバックグラウンドになりうるので、モデル依存性(ヒッグスの崩壊モード依存性)を持ってしまう問題が指摘されていた。今回の WS では、解析法の改善により、モデル依存性が大幅に減少するとの報告があった。また、
- 今回の WS で、ほぼ全てのヒッグスの断面積  $\times$  崩壊分岐比測定の解析に関して、Higgs 質量 120GeV のシミュレーション結果が 125GeV に改訂された。
- ヒッグス自己結合の解析テクニックは向上しており、lepton ID と フレーバータギングの性能向上により、20%の精度向上が見込まれる。
- 500GeV の ZHH 生成によるヒッグス3点自己結合(HHH 結合)の測定精度は、標準理論では 30% を切る。電弱スケールでバリオン数生成が生じる模型の場合、HHH 結合が標準模型から大幅に増加すると期待されているが、例えば 100%プラスにずれた場合、ZHH 生成の断面積が増え、また、バックグラウンドダイアグラムの相対的な寄与が減るため、HHH 結合の測定精度は 14%と向上することが指摘された。一方、WW-融合反応( $\nu\nu$ HH 生成)の cross section は逆に減って測定が難しくなるため、ZHH と  $\nu\nu$ HH は相補的な関係にある。LHC での HH 対生成の断面積も減少するので、HHH 結合が大きい場合、LHC ではむしろ測定が難しくなる。
- LCC の ILC パラメーターグループ、Jim Brau より ILC running scenario の説明があった。L. Evans の要請により、今回の検討では、500GeV から ILC 運転を開始する前提となっている。推奨シナリオは H-20 である。H-20 の場合、ヒッグス粒子の大部分のカップリングに関して、1%を切る精度がモデル非依存的に達成できる。H-20 running scenario を基に ILC の物理をまとめ、publish する予定。

#### コメント・質疑応答

- (山本) H-20 はあくまでサンプルシナリオであり、ILC は最初の 5 年間に絶対に 250GeV を走らせない旨を宣言しているわけではない。luminosity から performance を計算する際のシナリオを提示した。
  - (幅)それぞれのエネルギーのルミノシティーは計算しているのか。
  - (横谷)それぞれのエネルギーのルミノシティーは、各々デザインしてある。(エネルギーと luminosity の関係は)計算上はリニア(一次関数)になるが、実際には、リニアにならない。
  - (幅)Luminosity upgrade の際のダウンタイムは考慮されているか。
  - (横谷)積分ルミノシティーはダウンタイムを考慮して計算している。
  - (藤井)あくまで仮定したものだが、我々が現実的と思う範囲でダウンタイムが入っている。
  - (幅)luminosity の増加に要する時間は考慮されているのか。
  - (横谷)TDR 作成時に検討している。4 年間でほぼ一次関数的に luminosity が増加し、4 年後

に full luminosity になることを前提にしている。year-0 でコミッショニングを行い、year-1 からデータ収集は始まる。

- (駒宮)SNOWMASS scenario の 250GeV run と H-20scenario の 250GeV run 間で luminosity 増加の傾きが異なるのはなぜか。  
→(藤井)SNOWMASS scenario における 250GeV run は、250GeV マシンを用いた際の luminosity 増加を示しており、H-20 scenario における 250GeV run は、500GeV マシンを用いた際の luminosity 増加を示している(スライド 17 参照)。  
→(横谷)H-20 では 10Hz 運転が仮定されているので SNOWMASS scenario より luminosity が高い。

## 5. ILC に関する国際・国内情勢

山内機構長より下記の報告があった。

- 4月21日に第3回有識者会議が開催された。素粒子原子核物理作業部会報告、TDR 検証作業部会報告、及び野村総研による平成 26 年度文科省委託調査の結果が示されたが、大きな議論はなかった。有識者会議委員の任期終了(2016 年 3 月)までに、さらに 2 つの検討を行う予定。一つは人材確保・人材育成に関する検討であり、新たに作業部会を設置する予定。加速器技術の実現性等に関する検討は平成 27 年度委託調査で行う。議連会合において、土屋文部科学審議官より 6 月に中間とりまとめを行いたい旨、発言があったことを考慮すると、6 月に何らかの報告が出るのが予測される。
- ILC 計画実施のためには、KEK 全体と国内の広い学術コミュニティの賛同を得ることが必要となる。従って、ILC 計画実施の可否判断を下す前に、広い学術コミュニティに対し ILC 計画に関する意見を聴く機会を(政府が)持つと考えられる。そのため、予め ILC 計画に関する賛同を得ておくことが重要である。学術領域が多岐にわたるため、ILC 計画に関するシンポジウムの開催に加え、個別訪問により説明することが必要ではないか。広報の視点からの説明資料が必要となる為、藤本氏、高橋氏に作成を依頼している。短いフレーズ+3~4 行で、ILC 計画で何が発見できるかを説明できるように考えてほしい。
- 「文科省から青信号が出た場合の WG」を設置した。青信号とは、「文科省から ILC 計画の実施を前提に諸外国との正式な交渉を始めるとの公式な発表がされた時点」とする。青信号が出た際に、どの様な時間スケールでどの様に KEK の組織を改編し、実施組織を立ち上げてゆくのか、時間軸を含んだアクションプランを作成することが本 WG のミッションである。青信号を待たずに KEK の組織を改編することはしない。2015 年 8 月末をめどに最終案をまとめる。作成したアクションプランは KEK の合意形成のために用いる。また、日本学術会議答申の中で、(主体となる) KEK の体制が不十分ではないかとの指摘があったが、それに答える材料となる。並びに、人材確保作業部会の情報入力にも有用である。現在、岡田理事を座長として WG の活動を開始したところである。WG の進捗は、今後 LC 計画推進委員会で報告する予定。
- 今後 ILC 推進準備室の下に複数の WG を立ち上げ、ミッションを明確にしたうえで課題を解決し、ILC 計画を進めてゆきたい。

## 6. 日本学術会議からの報告

相原委員より下記の報告があった。

- 日本学術会議において、ILC 計画に関する進展はない。有識者会議からの中間報告書が6月に提出される等、ILC 計画に関する進展が生じた際には、2015 年後半に学術フォーラムを企画することは可能。
- 今後、大型研究計画マスタープラン 2011 を改定する予定。ILC 計画は評価対象外としたが、今後の改定でも同じ扱いになるかどうかは未定。
- 科学技術・イノベーション会議(CSTI)委員、橋本和仁氏と意見交換を行っているが、ILC 計画を CSTI の議題に乗せるまでには至っていない。全体の雰囲気やタイミングを計りながら、ILC 計画に関する CSTI 委員の理解を進める必要がある。KEK も国立大学 3 分類化の対象であり、今後の経営方針や運営交付金の調整と共に ILC 計画は進めるべきと思われる。

## 7. 戦略会議からの報告

山下委員より下記の報告があった。

- 4 月 22 日に東大伊藤謝恩ホールにて東京シンポジウム、及びホテルニューオオタニにて東京イベントが開催された。シンポジウムでは、塩谷立議員の講演、及び日本創成会議・増田寛也氏の基調講演が開催された。また、J. Mnich 氏、J. Bagger 氏、L. Evans 氏、相原委員、村山委員から構成されたパネルディスカッションが開催され、ILC 計画における現在の課題について議論した。東京イベントには、在日各国大使館に駐在している公使、大使、参事官が参加し、ILC 計画への理解を深め、また研究者との交流を行った。ILC 東京イベント開催により、在日各国大使館を通じて、各国政府と ILC 計画に関して連絡が取れるようになった。また、在日大使館員と自国の研究者が直接対話する窓口を作ることが出来た。
- 4 月 26-30 日に ILC 議連の議員(河村議員、塩谷議員、鈴木俊一議員)、AAA、及び研究者が訪米し、ILC 計画の今後について米国研究者・政府関係者等と話し合った。
- 4 月 28 日に日米科学技術戦略円卓会議がハドソン研究所にて開催された。事前調整のうえで会議を行い、日米間での宇宙・エネルギー(原子力・核融合)・次世代スパコン・ILC を中心とした加速器の大型国際協力・先端技術のパッケージでの協力の推進の流れを作った。訪米団とハドソン研究所からの参加者(K. R. Weinstein 氏、及び W. Schneider 氏)の間では、ハドソン研究所と AAA が事務局となって、日米間科学技術議員連合の創設を目指す結論が得られた。
- 4 月 29 日に円卓会議が学振ワシントンセンターにて開催された。訪米団(河村議員は帰国)、及び米国研究者が ILC 計画推進についての米国の状況、並びにハドソン研究所の円卓会議のまとめを報告し、今後の協力について議論した。
- E. Moniz 氏(DOE 長官)、J. Holdren 氏(大統領補佐官)らと会談を行った。日米間での宇宙・エネルギー・スパコン・ILC を中心とした加速器の大型国際協力・先端技術のパッケージでの協力の推進、及び日米の先端科学技術における議員・政府協力の促進を進めて行くことに関して懇談を行った。

## 8. 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。

- 野村総研により、平成 26 年度文科省委託調査が実施され、有識者会議(第 3 回)において「ILC 計画による経済波及効果」が報告された。ドイツ、スイス、フランス、英国、米国、カナダ、中国、及び日本の政府機関、研究機関、加速器関連企業にインタビューした資料を基に試算したところ、ILC の「建設」及び「活動」による経済波及効果は、2.17 倍になるとの報告があった。「世界各国における素粒子・原子核物理学分野の将来構想等の調査・分析」に関しては、ILC 建設に必要な技術は既に高い水準に達していること、及び ILC 計画により大きな成果が約束されているとの認識が報告された。一方で、日本の大規模プロジェクトマネジメント等の実施能力は、大きな課題であるとの指摘もあった。
- 野村総研により、平成 27 年度文科省委託調査が実施されることになった。調査対象は、「技術的実現性」、「加速器製作における技術的課題」、及び「加速器製造コスト削減の方策」である。2016 年 2 月 1 日に報告書が文科省へ提出される。TDR 作成以降の技術的進捗や事故に対する安全性についての検討状況について、適切な情報提供を行うことが重要であるとする。

### コメント

(川越)平成 26 年度文科省委託調査は、短期間で行われ、特に海外調査は各研究所あたり 1-2 日の訪問だった。2 時間の委員会が 3 回開催され、また最終報告書に関する修正のメールを提出した。欧米研究所の研究者が、野村総研に丁寧な説明を行った。

## 9. 高エネルギー研究者会議・LCB からの報告

駒宮委員より下記の報告があった。

- N. Holtkamp 氏が PAC review を作成中。「2015 年中に ILC 計画実施のための日本政府からの明確なシグナルが必要」との記載、及び「現時点で ILC 加速器建設準備のリソースが日本以外には存在しない」との記載について修正を依頼した。
- LCB 電話会議において、ワシントン訪問、有識者会議進捗状況、PAC について話し合った。
- LCC 物理・測定器グループ、山本均委員の提案により、新しい ILC run scenario H-20 を baseline とした物理結果を夏までにまとめたことになった。夏の学会等(7 月 22-29 日開催予定の EPS-HEP2015(欧州高エネルギー物理学学会)、および 8 月 17-22 日開催予定のレプトン・フォトン会議(Lepton Photon 2015)で、ILC の物理が円形加速器の物理と比較されることへの対策として行う。LCB としては、5 月中に H-20 を baseline とした物理を endorse したいと考えている。

### 質疑応答

(岡田)H-20 に基づいた物理の展望(文書)は一般公開文書としてまとめるのか。

→(山本均)文書は既に物理・測定器グループでまとめられている。publish する際に、アップデートした数値を加えて公開する。

→(藤井)アーカイブに投稿する。

→少なくとも、レプトン・フォトン会議までに文書を公開してほしい。

## 10. 文科省・ILCに関する有識者会議の進捗状況

徳宿委員より下記の報告があった。

- 4月21日に有識者会議(第3回)が開催され、KEK視察に対する謝意があった。素粒子原子核物理作業部会報告では、審議状況についての理解が進み、強い要望等はなかった。TDR検証作業部会報告では、TDR未記載事項が抽出され、コスト試算の際に加味する必要があることが言及された。文科省・平成26年度委託調査報告では、CERNの波及/投資ファクター=3は、一般的な実態よりも大きいのではないかとの指摘があった。
- 有識者会議(第4回)では、有識者会議(第3回)で提案された今後の議論のポイント(案)を整理する予定。また、人材確保・育成に関する新たな作業部会が発足する見込み。平成27年度委託調査は野村総研が落札した模様。平成26年度委託調査と同様に、イタリアを含めた海外視察が行われる。

### コメント

- (山本)平成27年度委託調査では、LCC/KEKがTDR作成以降の進捗を(野村総研へ)予め報告する機会が持てるよう、機構長から文科省へ申し入れをお願いしたい。TDR作成以降の進捗状況は、LCCがまとめて公開文書とする。
- (山内)ILC計画に関する日本のアクションが期待よりも遅いことから、海外諸国の信頼を損ねている部分がある。日本政府は意味もなく判断を先延ばししているわけではない。日本の判断を忍耐強く待つてほしい旨、海外諸国へ説明してほしい。

## 11. 今年度のILC推進に関するディスカッション

- (竹内)ILC計画を推進するにあたっては、KEKの体力(予算・人材)が必要となる。大学改革のもと各大学で色々な検討がなされているが、大学で特色のある、卓越した研究を行う為には、KEKとの共同研究が必要である旨、学長まで話が挙がるようにしてほしい。KEKの有用性について各大学で認識を高めてほしい。
  - (川越)九州大学と東北大学では、KEKの重要性は良く認知されている。他大学での認知が必要ではないか。
  - (山本均)東北大学では、KEKの重要性はよく認知されている。
  - HEPのある大学のほとんどがILCを推進する体制が望ましい。
  - (相原)KEKは facilityにより最先端技術力を高め、大学はKEKの共同利用によりHEP全体を進めてゆくべき。(HEP全体の中での)ILC計画のウエイトはバランスを取る必要があり、現時点ではHEP全体の予算・人材を増やすことが重要。KEKに対する支援は全面的に行う。
  - (川越)九州大学-KEK間で包括連携協定を結ぶ際、九州大学はメディアを招き、HEPを通じた九州大学とKEKの連携を示した。同様の機会を捉えて、他大学も連携をアピールすべき。
- (岡田)大学共同利用機関は、従来学術コミュニティへの貢献が重要視されてきたが、現在は大学機能強化への貢献、及び社会貢献がさらに求められている。KEKの「研究者への貢献」を「大学機能強化への貢献」として結びつけることが、KEKの価値を高めることにつながるのでは

ないか。

- (山下)KEK は、KEK の共同利用により得られた成果を把握しているか。本質的に KEK が重要であることを示すデータはあるか。
  - (山内)数値になっていないのではないか。
  - (岡田)共同利用の受け入れ件数を示す数値はあるが、日本の学術研究に対して KEK の共同利用研究が占める割合は数値となっていないのではないか。今後の課題である。
  - (山内)分母が分かっていないのではないか。
  - (山下)-論文引用数が高い論文において、KEK が関与している割合をリストアップしてはどうか。KEK が HEP の基盤であることを示す必要がある。
  - (駒宮)definition によって結果が異なるのではないか。fair な根拠を示す必要がある。
  - (山下)論文数が fair な根拠となるのではないか。
  - (相原)HEP は大学のランキングを上げるために貢献していることを示す必要がある。大学改革では、貢献度を数値化することが非常に重要視されており、共同利用法人においても数値化が必要となるのではないか。法人によって数値化の方法は異なるが、KEK のセールスポイントは必ずある。
  - (山本)機構長・岡田理事より調査依頼があった場合、各研究者はデータをまとめてほしい。