第26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26年6月13日（金）13:00-17:20

場　所： 3号館1階セミナーホール

出席者：駒宮、川越、栗木、山下、佐貫、山内、生出、山本（明）、徳宿、幅、野尻、藤井、田内、横谷、赤井、榎本、小林、山口、照沼、早野、根本、岡田、金子、山中 各委員

　　　　　（TV会議出席）相原、荻津　各委員、森俊則教授（P5委員）

（欠席者）山本（均）、岩下、村山、山田、伴、田中、峠、佐々木 各委員、鈴木機構長

議　事：

１．はじめに

山本委員長より、新規委員となった金子委員の紹介があった。その後、本日の議題、検討事項及び前回委員会以降の動向等について説明があった。

２．リニアコライダー計画推進に関する状況

　鈴木機構長代理の岡田理事から、AWLC2014における発表内容を基に、以下のとおり報告があった。

KEKの中にILC準備室を立ち上げ、LCC及びLCBと連携して活動している。5月にILC有識者会議が文部科学省に設置され、その下にILCが目指す物理について検討を行う「素粒子原子核物理作業部会」と、費用や技術的性能の確保について検討を行う「技術設計報告書（TDR）検証作業部会」が設置された。ILC有識者会議は部会の検討結果を基に2015年末をめどに答申を出し、それを受け日本政府が結論を出す予定である。状況の進展を受け、新しいロードマップを立てる時期に差し掛かっている。

文部科学省の調査費5千万円について、各国から「日本はこの金額だけでILCの開発を行うのか」との誤解があるが、調査費は日本政府がILC実施の是非を検討するための予算であり、KEKのILC予算とは別であると各国関係者に説明している。KEKはILCのR&Dへの予算措置をこれまでと同規模で継続する。

ステージングシナリオについては、TDRで考慮していなかったことから、LCC・LCBでの議論が必要である。様々なシナリオを試算し、政府間準備交渉の材料として用意する。他にも、ILCラボの組織形態や、各国からの現物出資とコモンファンド比率、研究者の所属形態について、研究者コミュニティの総意をまとめることが重要であり、現在、LCBのWGにおいてILCラボの組織を検討している。

日本政府は、ILC有識者会議によるTDRの検証・精査、他の学術分野を圧迫しない別枠予算の確保方法、各国の費用分担、これらがすべて明確になった段階で、ILCの実施を判断する。そのためには各国において政府・研究者コミュニティが連携して、準備段階での国際的な話し合いを行うことが重要である。下村文部科学大臣から、米国DOEモニーツ長官や、EUの欧州委員会とCERNホイヤー所長へ、意見交換を行うことを提案する書簡を送っており、今後話し合いが予定されている。

政府だけでなく、各国の議員レベルでの働きかけも必要であり、2013年には日本の議員団が米国を訪問し、連邦議会議員等と意見交換を行っており、本年7月にも再度訪問を予定している。また本日、仏の議員が来日しており、日仏の議員メンバーで意見交換を行っている。

TDRの完成後、各国から日本がILCをホストすることへの期待がある一方で、“ILCは日本のプロジェクトである”と受け取られている状況が一部存在する。そのような状況では、日本政府は提案に向けて動くことはできない。ILCはグローバルプロジェクトであり、国際的な運転経費の分担について、各国と合意を得る必要がある。

（徳宿）発表スライド中に「JLC」とあるが、誤解を生じるので修正すべきである。

（岡田）LC委員会HPへの資料掲載にあたっては、修正したものを掲載する。

３．日本学術会議からの報告

　相原委員から、以下のとおり報告があった。

　6月23日に学術フォーラム「国際リニアコライダー（ILC）計画」を開催する。推進側だけでなく、生物学や人文社会学、行政学など各学術分野からみたILCについても広く全体的に取り扱う。発表者は学術分野のみで、企業側からの発表はない。今回は結論を出すものではないので、自由に討議いただきたい。今後も可能であれば年１回程度、ILC計画の状況に合わせて学術フォーラムを開催し、議論を通じて学術界・社会からの合意形成を行いたい。

　ILC実現のためには、日本学術会議の大型研究計画に策定されることが必須であり、「学術の大型研究計画に関するマスタープラン」更新に向けた今後の3年間がILCの成否を決定する。次期委員と緊密に連携して、学術界での支持基盤を固めていく必要がある。

（山本委員長）次回の学術フォーラムは、半年～1年程度間をあけるということか。

（相原）その通りである。継続して開催することが重要である。

（山本委員長）日本学術会議の関係では、6月27日に開催される公開シンポジウム「航空宇宙、船舶海洋分野等における研究開発と利用応用の橋渡しとバランス～双方向の流れをめざして～」でも、JAXA川口淳一郎氏の依頼を受けて、横谷氏がILCについての講演を予定している。こちらも参加いただきたい。

４．US-P5からの報告

　森P5委員から、P5報告書について、以下のとおり報告があった。

　HEPAP承認後にDOEとNSFへ答申され、現在は大統領府やDOE長官、連邦議会の関係委員会等へ内容説明を行っている。本報告書は2013年夏のSnowmass Processの議論に基づき、今後20年先を見通しつつ、今後10年間の米国高エネルギー物理研究の戦略を答申するものであり、最も厳しい予算のAから、予算の縛りのないCまで3つの予算シナリオに沿った戦略を示している。今回のP5では、グローバルな連携を重視しており、世界の各極でそれぞれグローバルプロジェクトを主導し、互いにパートナーとして参加・推進すべきであるという認識である。各物理分野をベースとして5つのScience Drivers（ヒッグス、ニュートリノ、暗黒物質、宇宙の加速膨張、未知の物理の探索）を定め、それを軸に各プロジェクトを評価した。対象は予算規模2億ドル以上が大型プロジェクトであるが、その中では、まずMu2e、次にHL-LHC、その後にILCという順に優先順位が付けられている。ILCはA～Cのどの予算シナリオにおいても準備研究を行うというもので、これは厳しい状況であっても予算措置をするという答申で好意的である。ただし、今後国際的な状況が判明した段階で再度P5を開催し、議論するよう求めている。ニュートリノ分野に対しては、LBNEを中止し、LBNFとPIP-Ⅱを行うよう言及している。BelleⅡやHyper-Kの米国グループ分は、中型・小型プロジェクトに該当するため報告書の対象外である。

（山本委員長）米国はLBNEに対するサポートを行わないのか。

（森）LBNEは限られた予算の中で実現可能なプロジェクトとして提案されており、米国のプロジェクトという形であるため、科学的な意義が薄いと判断された。LBNEを取りやめ、当初からグローバルな大型プロジェクトとしてLBNFに取り組むべきであるということである。

（山本委員長）米国のILC予算は今年度から復活するという理解でよいか。

（森）その通りである。答申を受けR&Dなどの準備段階における予算措置が認められれば、米国グループがILCに再び参加することが可能となるだろう。

（相原）既に米国の測定器グループに対し、DOEから準備するよう指示があったと聞いている。

（山本委員長）米国の加速器グループでも、所属研究所から計画案を出すよう指示があったとの情報が届いている。大変喜ばしい。

（駒宮）勧告11はILCに対するものである。文部科学省は、文中の“modest”を消極的なものとして悲観的にとらえているが、これは“当面”というニュアンスで、ILCが本格的に始まるまでの期間ということであり、誤解である。一部報道にも同様の誤解をしているものがあるので、対応に注意すべきである。

（相原）ILCが本格的に開始されれば、再度P5を開き議論するということは当然のこと。今回報告書における表現は、昨年にILCの予算が停止された分が元に戻ったということである。

（田内）100TeVの陽子・陽子型将来加速器のR&Dを行うことを推奨する勧告が意外であった。どのような意味があるのか。

（森）個別のプロジェクトに直結したR&Dをやめ、　HL-LHCや、ILCのルミノシティー・エネルギー増強後を見据えて、将来加速器全般に活用できるR&Dに予算をつけるということである。

５．リニアコライダー戦略会議からの報告

　山下委員から、以下のとおり報告があった。

　P5報告書関係では、文部科学省に内容を説明し、文中の“modest”部分はR&Dフェーズであることを理解して頂いた。また今後の対応についても協議し、まずは欧州・米国の状況を把握することが必要であるとの認識で一致した。

各国との関係では、下村文部科学大臣が、スミッツ欧州委員会研究イノベーション総局長とCERNホイヤー所長に対し、米国DOEモニーツ長官へ送ったものと同内容の書簡を送り、日本はILCに対して大変関心を持っており、共に議論したい旨の働きかけを行っている。本年7月には、日本の政府関係者が米・欧それぞれと会合を持つ予定である。議員レベルでの働きかけも重要であり、米国に対しては日米協力の枠組みを背景に、日米関係に関心のある連邦議会議員と日本の日米国会議員連盟との交流を予定している。欧州では今後欧州議会議員の改選があるが、本年11月に日欧議会間の交流行事が予定されておりそれを契機とするため準備を行っている。

ILC有識者会議のプロセスと並行して、各国からの費用分担の体制を構築することも重要であり、仏国内の研究者が仏政府に働きかけを行うなど、各国の研究者が自国の政府へ働きかける動きが進展している。今後米国や欧州主要国に対し、7月～11月の期間に集中的に働きかけを行う。

（徳宿）LCCに設置された、ILCラボのガバナンスを検討する分科会の検討状況は。

（山下）国際的な大型プロジェクトの先行例であるITERやISSのレビュー結果を活かし検討を行っている。7月に骨子を固め、9月に全体を中間まとめとしてとりまとめ、2015年2月のLCBへの提出に向けて議論を行っている。

（山本委員長）素核研の素粒子原子核研究計画委員会におけるILCの検討状況についても、議論がまとまった段階で当委員会に報告して頂きたい。

（山下） 研究計画として、ILC, ハドロンホール拡張、neutrino の3テーマで議論を進めている。ILCに関する主要な議論は終わっており、そのまとめを行うこととなっている。

６．KEK-LC推進室からの報告

山本委員長から、資料に基づき、以下のとおり報告があった。

技術的成果の関係では、ATF２において、本日までに60nmを下回るビームサイズを実現し、IPAC14での成果発表までの期間に更なる記録更新が見込まれるとの紹介があった。また、KEK-CFF製の9セル超伝導加速空洞第一号機が完成し、35MeV/ｍという加速勾配の試験結果を記録したとの紹介があり、一同から両成果に対する祝意と、関係者の尽力に対し謝意が示された。

候補地の関係では、±1kmの精度での衝突地点を公表し、立地に応じて変動する要素を含んだ設計の検討に資することとした。

LCC-ILC Accelerator Organizationの組織が、AWLC2014期間中に開催されたLCBで承認された。CERN等各国研究所の研究者も多く参加しており、幅広い知見や経験を得られることが期待される。

　文部科学省に対して、TDRの費用見積の内訳について説明を行っており、職員と業務委託の併用といった、日本の特性に合致した役務費の考え方をまとめる必要がある。職員は人件費、業務委託の場合は物件費となるので、各業務について、職員/業務委託のどちらにすることが適切かを検討していく。また建設期には、国内の人材だけでなく、各国からのIn-kindによる人的貢献も考慮する必要がある。E-XFELやLCLS-Ⅱの実績を反映して正確な数値を計上し、文部科学省の各部会に示していく。

（生出）労務費や業務委託の単価など、数値の根拠はどのようなものか。

（山本委員長）試算段階であるが、J-PARCやATF、STFでの実績を基に算出している。今後どのような人材が参加するかにより単価の変動はあるが、まずは文科省TDR検証部会における議論のたたき台となる数値を示している。

（生出）建設期に必要となる、ある一定水準以上の加速器分野の経験を持つ人材について、プロジェクトで求められる期間が終了した後のキャリアプランはどのように考えているのか。

（山本委員長）建設のピーク時期終了後に別のプロジェクトで吸収することを想定している。人材見通しについては、今後、より綿密な見積もりを策定していく。

（荻津）業務委託に従事する人材の育成についてはどのように検討しているのか。

（山本委員長）J-PARC建設時には、KEKから各企業に職員を派遣して指導した。ILCも同様に行うことが想定されるが、そのためには職員旅費が不足するので、何らかの対策を考える必要である。

（田内）TDRでは想定されていない、日本がホストするにあたっての特殊性はどこに反映されているのか。

（山本委員長）現在作業中であり、今後反映していく。

７．AWLC２０１４からの報告

　5月に開催されたAWLC2014に関し、横谷委員から加速器分野に関する議論について、また藤井委員から物理・測定器分野の議論について、それぞれ以下のとおり報告があった。

（横谷）ILCについてはM. Harrison氏より、日本がILCをホストするにあたってLCCがどのような協力を行うべきかを検討し、またTDRに反映されていない、建設サイトを特定した場合の要素を取り入れた費用見積を作成しているとの現状報告があり、またLCC-ILC Accelerator Organizationの組織構成について提案され、了承を得た。

　CLICについてはP. Burrows氏から、交代したメンバーの紹介と、CLICロードマップにおける建設意思決定時期を、欧州戦略の次回策定と合わせ2018年～2019年へ延期したとの報告があり、この時期に何らかの動きがあると予想される。

　ADIではN. Walker氏から報告があった。今後数年をかけ、立地に依存する要素を取り込み、CFSからの要請にも合致する加速器の詳細設計を行う。特に、トンネルの長さを定めるために必要な、実験装置のサイズを、1年以内をめどに決定する予定である。また、建設着工前の段階において、設計変更の意思決定を行うChange Management Board（CMB）の構成を検討中である。なおメンバーについては6月のADI meeting において、M. Harrison氏以下、資料のとおり決定した。

　ILCの各種パラメータについて、ILC Parameter WGで議論した。詳細は藤井氏から報告するが、2014年中に結論が出される予定である。

　加速器開発の各領域に関する最新の状況について紹介があった。詳細は資料のとおり。

　ILC実現に向けた今後の取組についてLyn Evans氏から、日本学術会議からILCの科学的・経済的なインパクトを示すことを求められていること、文部科学省がILC有識者会議を立ち上げ専門家により議論していること、LCCはKEKとともにそれらへの協力を行っているとの報告があった。

（山下）加速器開発に関しLCLS-Ⅱを2016年度から製作開始とあるが、どのような意味か。

（早野）LCLS-Ⅱ用の超伝導加速空洞を35台製作することを予定している。製作期間はおよそ2～3年である。

（幅）資料中の「LCCはKEK機構長を通じて、文部科学省へ情報提供を行う」とはどのような意味か。

（横谷）ILC有識者会議へ情報提供するにあたって、LCCが直接コンタクトをとるのではなく、KEK機構長を通じて文部科学省へ働きかけるということである。

（藤井）物理・測定器分野に関し、ILC Parameter WGで議論を行った。当面の課題として500GeV近辺までのステージングシナリオを検討している。250GeV、350GeV、500GeVと、3つのステージが考えられるが、各ステージでの実験期間の長さにより、得られる成果が変わる。検討にあたって、250GeVで4年間実験し、500GeVで6年間実験するシナリオをベースラインとした。これらを踏まえ、各パターンのステージングシナリオを試算し、ヒッグス結合定数の精度にどのように影響するか、資料のとおり一覧とした。シナリオの比較にあたっては、実験の年数も考慮する必要があるが、およそ12年～13年の期間で最終的な結果を得ることを想定している。

（駒宮）縦軸のスケールは何を示すのか。

（藤井）ベースラインのPrecisionであり、ベースラインと比較してどの程度向上するかを示している。

（藤井）まとめとしては、シナリオを調整することにより、各結合定数の精度を調整することが可能となる。早い段階でゲージボゾンフュージョンによるヒッグス生成とトップクオーク対生成が追加される350GeV運転を行うことにより、より精度の良い測定結果を得ることができるが、500GeV運転でのデータが利用可能となると、350GeV運転で得られる利益は減少する。また、トップ湯川カップリングを測定するためには、500GeVより少し上のエネルギーが必要である。e+e-→Zhによる250GeV運転での測定も重要であることから、250GeV運転の後、500GeVへ移行し、その後250GeVへ戻して積分ルミノシティを蓄積することが推奨される。

（大森）これらを文部科学省に示した場合、“350GeV運転の意義は薄い”と捉えられてしまうことを懸念する。トップの質量を測定するためには350GeV運転が必要である、ということを資料に追加すべき。

（藤井）その内容はもちろん取り入れる。

（駒宮）関係者の多くが早期に500GeV運転を行うことを希望しているが、どのように考えているか。

（藤井）新しい物理を探索するという意味では、初めに500GeV運転を行い、その後250GeV運転に移行するということも一案である。

（岡田）どのようなシナリオが最適かについて、資料に示されていない理由は。

（藤井）本WGは、最適なシナリオを決めるものではなく、LCCがシナリオを決定するための材料となる情報を提供するものであるため、このような内容となった。

８．ILC準備段階における課題・進め方

　山本委員長から、資料に基づき。以下のとおり報告があった。

　準備段階の課題とその進め方について、まずCFSでは、立坑・斜坑を併用することでコスト低減を図る。また中央キャンパスの位置を決定するとともに、環境アセスの対応を行う。加速器本体では、超伝導加速空洞技術の開発、ナノビーム技術の精度及び安定性の向上、衝突点でのビームコミッショニング技術を向上させる。安全関係では、事故を想定し遮蔽体の厚さを決定する。また、建設費用・人員・スケジュールの見積精度を向上させる。建設準備においては、基本計画～基本設計の段階で、ILC建設への意思決定を行うこととなるため、今後1～2年で詳細、具体的な検討を行う。

（幅）資料中の「土木・建設設計の最適化」とあるが、どの要素によって決定されるのか。

（山本委員長）アクセスポイントについて、斜坑か立坑かの選択である。測定器を地下で組み立てることを想定するTDRと異なり、北上サイトでは、地上でできる限り組立て、立坑を利用して地下に降ろすことが可能となる。

（幅）その点は理解しているが、大前提としてはどちらのアクセス方法をとるのか。

（山本委員長）大部分は斜坑である。

（山本委員長）シールドについては、日本に建設する場合であっても、欧米から研究者等が参加することや他国で製作した機器を持ち込むことから、日本の安全基準は当然として、欧米の安全基準も満たす必要がある。また、ILC建設準備に必要な予算については、施設準備・加速器技術準備・ナノビーム技術の開発及び加速空洞工業化技術の実証開発の3点が重要である。将来的な高度化に対応するためにも、In-Houseによる技術開発が重要であり早野氏の尽力によりSTF-COIを整備したところだが、予算の都合により運用は来年度からである。ILC準備段階のまとめとしては、国際分担は当然のこととして、日本は特にハブラボへ優先的に投資する必要がある。準備期間総額で約250億円と示しているが、この全額がないと準備が全く進まないというものではない。準備期間5年間の半ば頃に、ILC実施の政府判断が示されることが予想される。

９．ディスカッション

（山下）ILC準備費の示し方について、総額を示すよりも、まずは必須となる費用を示すべきである。具体的には、ILC有識者会議から求められている、耐震設計等に伴う追加的費用などである。ILC有識者会議が求める項目に対応しなければ、その後のサイトに特化した設計に関する予算は措置されないので、耐震設計へ真摯に取り組まなければならない。耐震設計は施設だけでなく装置に対しても必要である。SLACは地震を想定しているが、DESYなどは想定されていない。

（山本委員長）耐震設計は既に行っているが。

（山下）文部科学省へ資料を示す際、それを明示しなければ予算は通らないことに注意してほしい。

（山本委員長）助言に感謝する。今後はその点も含めて資料に示していく。

10．次回以降の日程について

次回委員会は、9月16日（火）に実施し、次々回については12月15日（月）で調整することとした。

以　上