

日本学術会議  
国際リニアコライダー計画に関する検討委員会（第2回）  
議事要旨(案)

1. 日時 平成25年7月1日（月） 17:00－19:00
2. 会場 日本学術会議6-A（1）（2）会議室
3. 出席者：家委員長、今田副委員長、中野幹事、相原幹事、野家委員、米倉委員、永原委員、岩澤委員、永宮委員 9名  
欠席者：荒川委員（海外出張）  
参考人：鈴木厚人高エネルギー加速器研究機構長  
事務局：石原参事官、辻上席学術調査員ほか

4. 配布資料

配布資料

- 資料1 第1回議事要旨（案）
- 資料2 国際リニアコライダーILC：  
経費、人財、技術開発、国際連携等の概要

参考資料

- 参考1 委員名簿
- 参考2 設置要綱・設置提案書
- 参考3 審議依頼
- 参考4 今後の委員会開催の予定

5. 議事

1) 前回議事要旨（案）の確認

資料1によって前回議事要旨の確認を行い、了承された。

2) 説明者からの報告

高エネルギー加速器研究機構長鈴木厚人参考人より、資料2を元に、あらかじめ家委員長より依頼された7つの質問に加え、今後の展望についての説明があった（以下1から7までが委員長からの質問）。その後、質疑応答や委員からのコメントなどがあった。

1. ILC（国際リニアコライダー）の建設予算として8300億円という数字が提示されているが、どこまでを含む予算算定なのか。この金額はsite-independentの算定と理解しているが、日本に建設する場合に大幅なコスト増が起こることはないか。

- ・「8300億円」という数字は日本の事情も考慮した”site-dependent”の算定である
- ・8300億円という額は、「衝突エネルギー500GeVの設計を基本とし、1TeVまでのアップグレードの一部も見込んだ設計」に対する見積もりである。建設開始前の費用（土地購入等）、測定器、運転経費、税金等は含まれていない。よりコストを削減できるシナリオについても検討をしている。
- ・TDRの策定は、約10年間にわたる国際協力によるもので、技術開発、コスト評価、研究組織設計を行っており、こうした取り組みは世界で初めての試みである。

2. 設計にはどの程度の技術的不確定性があるか。contingency等への考慮は？

- ・技術的不確定性については、かなり限定されていると考えている。
- ・陽電子生成系、ダンピングリング、超伝導空洞方式の線型加速器最終集束システム、などが技術的課題であるが、多くの部分について、見通しが立っており、技術的不確定性は限定されていると考えている。
- ・なお、TDRでは余裕をもった見積もりを行っており、主なcontingencyは経済状況の変化（インフレーションなど）と考えている。

3. 設計・建設に世界で必要な人員規模、我が国の人材の状況

- ・建設・設計に必要な人員規模は、9年間で10000人、1年間では1100人程度を見込んでいる。1年間に必要な人員の内訳は、研究者+技術者で300人、事務職員100人、ポスドク300人、作業労働者400人である。研究者+技術者で300人についてみると、このうち100人が日本人だろうと考えている。
- ・建設・設計（設置を除く）に必要な人件費は、1万人×750万円（KEKの平均年収）で750億円を見込んでいる。また、設置に必要な人件費は、2700人×1000万円（時給5000円×2000時間）で270億円を見込んでいる。合計すると、1020億円の人件費が必要ということである。
- ・設計・建設等にかかるすべての経費は、TDRでは、総計9370億円（建設費8300億円、土地代等50億円、人件費（設置以外）750億円、人件費（設置）270億円）を見込んでいる。これに加えて、測定器（2台、人件費込）の900億円が必要である。総計1兆円を超える。
- ・よりコスト削減できるシナリオ2による建設の場合は、設計・建設等にかかる経費は総計7220億円を見込んでいる。この場合もこのほかに、測定器の900億円が必要であり、合計約8200億円となる。シナリオ2は、500GeV用トンネルと250GeV加速器建設から出発して、将来350GeV、500GeVと順次、エネルギーアップするもので、世界の研究者の支持を得ている。

4. 建設後の運営に必要な年間予算と人員規模はどの程度か。

- ・運転にかかるコストとしては、年間290億円（電気代120億円、メンテナンス・修理・クライストロン等設備費の3%である170億円）を見込んでいる。管理運営・運転（実験グループ研究者を除く）に関しては、70億円（850人のフルタイムワーカー）を見込んでいる。合計すると、360億円が年間予算規模ということになる。

5. 現場に常駐する人員規模（建設期と運営期それぞれ）

- ・現在検討中である。常駐するかどうか重要な点となるが、国の支援による社会インフラ整備にも左右される。
- ・TDRでは常駐の管理運営・運転（実験グループ研究者を除く）に、850人のフルタイムワーカーを見込んでいる。
- ・なお、常駐についてかなり大きく見積もると、家族も含めて、建設期間には年間で4000人～7700人程度、その後の運用期間には年間5000人～6300人程度と考えられるが、今なお検討中のもので精査が必要である。

6. 国際分担についてどの程度の話がなされているか。

- ・参加する国同士が事前に協議して、プロジェクトが始まる前に費用分担に関して協定を結んでおくのがよいという考え方になってきた。

・ICFAでは2011年に国際分担について次のような結論を出した。それは、三地域(アジア・日本、欧州、アメリカ)のうち、ホストが50%、残りの地域が25%ずつというものである。(50:25:25:モデル)

しかし、その後、分担のシェアについては、GDPなどの経済力に応じたシェアが必要なのではないかという意見もあった。

研究者の間では、国際分担することそのものについては、合意があるが、具体的な分担については、話が止まっている。「ILCラボの協定」を作るときには、今後詰めないとならない点である。

・実際に日本でILCを誘致し、進めていくための道のりは容易なものではない。まずは、アメリカ、米国、欧州の3つで協定(コンソーシアム)をつくって始めるというスキームが提案できるだろう。ILCラボの中に参加各国のラボがあるという多国籍ラボのイメージである。

ILCに関する協定は、比較的ルーズなもの協定から始めて将来的にはCERNのように強い拘束力をもつものに移行することをイメージしている。

・アジアについては、ILCを含むアジア加速器科学連携組織の結成を目指す。

7. LHCの将来計画とILCの役割 つまり、Higgs FactoryとしてのILCはある程度の見通しが立っているが、その先の研究ターゲットの設定はLHCから今後出てくる結果に依ると思われるが、現在想定されている250 GeV ⇒ 500GeV というシナリオは最適か？

・ILCでは、最終的には標準理論を超える物理の発見を目指している。

・250 GeVではヒッグス・ファクトリ(ヒッグスの精密実験)、その先500GeVまでの領域ではトップクォーク・ファクトリ(トップクォークの精密実験)、ダークマター粒子の解明などに取り組むことになる。

・LHC(ハドロン衝突)とILC(レプトン衝突)は相補的な関係である。

ILCの第一段階ではヒッグスを中心に実験が行われるだろう。その後の研究の進展は、LHCで何が発見されるか(されないか)、ILCで何が発見されるか(されないか)、それぞれの成果を用いながら、それぞれの手法の新たな展開を迫及していくことになる。

## 8. 今後の展開

日本政府のアクションを待っている。ただ、単純に手を上げてしまって、負担が大きくなるのは避けるための工夫が必要である、という認識は強く持っている。そのためにも、国内ILC誘致準備機関を設置して協議に当たるのが有効と考えている。

### 【質疑応答とコメント】

Q: 日本がドアをこじ開けたら世界がついてくるのか。日本だけではなく、ヨーロッパやアメリカの期待も大事ではないか。実際のところどうなのか。

A: ヨーロッパは是非参加したいと思っており、さらに、CERNもILCのプロジェクトに参加するといっている。CERN所長とは、LHCのアップグレードとILC建設のタイミングを調整して研究者が両方に参加できるようにしようと話し合っている。

アメリカは、4月末に、ILCについての日本のイニシアティブを歓迎すると表明している。中国は、5%ぐらいの負担金で参加するといっている。中国はリング式の加速器を提案しておりこれは、ILCと競合するものではない。また、将来はこの加速器をLHCのようなハドロン加速器に発展させる考えである。しかし、全てまだ提案のみ。韓国、インドは、人を提供するスタンスである。

Q：国内のコミュニティの合意状況はどうか。

高エネルギー分野のコミュニティの合意はある。SuperKEK-Bの関係者はILCが走れば全員参加する。

Q：建設コストのうち、トンネル掘削は平均で5万円/m<sup>3</sup>くらいになっているようだが、我が国の山岳地域のトンネル工事の実績と比べて単価の見積もりが低いのではないか。

A：用いる工法によって価格は異なると思われる。

Q：測定器の経費が別枠になっているのはどういうポリシーか。

A：測定器は各国が競って持ち込みたがるものなので、別枠になっている。物理屋が工夫する腕の見せ所が測定器にある。存在感を出すのはここであり、成果に大きくかかわってくる。日本もこの部分で頑張らなければならない。

Q：日本、米国、欧州の三地域間ネットワークと、日本とアジアとの連携はどういう関係になるのか。

A：アジアとは前もってアジア加速器学連携組織を作ろうとしている。最近のアジア情勢を踏まえ、インドが全体のまとめ役を買って出ようと申し出ている。アジアの国々からは技術や人を送り込んでもらうことを想定している。

Q：それぞれの国の政府やアカデミーがどの程度、この件について話しているのか。

A：この段階で金を出すと明言する政府は無い。そのような中で、日米で協力してコアを作ることが大切だと思っている。そのために、日本政府が「サポートする」と早期に発言をすることが必要だと考えている。

ヨーロッパについては、CERNのカウンシル（研究者と政府機関も入っている）が、参加したいといっている。形の上では政府としての意見を3月に表明している。アメリカについてはコミュニティが意見を出せば、DOEとして反応するといっているので、来年春までに意見が明確になるだろう。

Q：なぜILCを日本に持ってくるのか、積極的な理由が知りたい。また、人材の面で、若手も含めた日本の研究者がどの程度かかわっていくのか。

A：日本は世界の加速器をリードする国になっている。日本がリーディングカントリーであり、次の大型加速器は日本に誘致されるべきという意識は日本のコミュニティでは醸成されている。また、世界からも期待されている。このようなチャンスはそう度々あるものではなく、これを生かさなければならない。これらが積極的な理由である。

また、人材育成のためには、研究機関があることはとても重要だ。ホスト国は大変優位になる。こういった施設ができれば多くの若手研究者が入ってくるだろう。ポストドクは300人のうち日本は50人以上で占めたい。

なお、多国籍ラボとするのが重要であるが、それはCERNの反省を踏まえた意見である。CERNができたために、フランスやドイツでは自前の高エネルギー加速器が無くなり研究者の養成が多難である。世界的な人材育成を考えても多国籍ラボということは意義がある。

欧州では、LHCができたことにより、高エネルギー分野の大学院学生が12%増えたという統計もある。

Q：日本でこれに関連した学生を育てている大学はいくつくらいあるのか。

A：日本で15ぐらいだろう。ILCにより、増加することが期待される。

Q：素粒子物理学以外の広がりはどうなのか。

A：率直に言って、加速器科学への展開が見込まれるが、科学全体への直接的な広がりは無理だろう。

Q：日本に建設する場合と欧米の場合とでランニングコストの違いはどうか

A：ランニングコストは大体、建設費の2-4%ぐらいというのが標準的で、どこの国でもその点は変わらない。問題は、それをどうシェアするか、ということだと考えている。

Q：問題は、将来にわたって、運営しつづけることが可能かどうかだろう。素粒子物理学の人たちの熱意・見通しと、全体の学術・国民の目線から見た場合の納得性の間に乖離があるのが問題だろう。実施のロードマップ（ICFA→IUPAP→OECD→政府間）がどうなっているのか、どの程度の年数がかかるのか。

A：市民対象の講演会では、「サポートする」「期待する」という意見が強く、手ごたえを感じている。国民の目線は世間一般に言われているような「役に立つ」のみでなく、純粋に科学の発展を望んでいることがうかがえる。

Q：とにかく世の中に役立つサイエンスに偏りがちであるが、「本質」にかかわるものは重要である。それがサイエンスの基本だ。ビッグバンより前の話まで考えているという点は重要だ。

A：ビッグバンがすべての始まりではないということを示すと皆さん驚く。本質論であっても、一般の人々は、関心は持ってくれる。

Q：日本の素粒子物理のレベルが高いことは理解しており、個人的には応援したい。しかしながら、科学・技術予算のトータルが限られている中で、予算獲得について競合する関係にある研究者は反対するのではないか。実際、周囲の研究者に聞けば、全員反対している。基礎科学の予算を圧迫しないという担保を取らないと、推進は難しいのでは無いか。

A：文部科学省の基礎科学の予算を圧迫するようであれば、ILCの推進は無理だと思っている。ITERの場合は別枠の原子力予算から出してきたと記憶している。

ILCについても何か別枠の予算を工夫してもらわないと実施できないと思っている。

Q：人材について。現場に常駐するのは、研究者レベルで2000人ぐらいと考えているようだが、そのうち若手はどれぐらいいるのか。そしてその人達のキャリアは？

A：CERNはCERN自体で多くの人員を雇用したために、今になって年金等の問題が生じている。ILCでは「多国籍ラボ」を提案している。ILCの組織の中にそれぞれの国のラボがあって、そこにそれぞれの人材が入ってくるというイメージである。ILCでは、年金、給与、人材育成は各国がするというスキームを想定している。

経験として、大きな計画の建設時期に参加した学生はその後とても伸びる。キャリアの先は、他の分野へいく場合も多いが、素粒子物理のみならずどの分野に進んでも活躍できる人材が育つので、あまり心配していない。

Q：J-PARCを作ったときの反省がある。J-PARCを作ったときは、ヨーロッパやアメリカから多くの人があると期待していたが、彼らはどうも日本に興味が無いようだ。日本には、多くの外国人研究者を呼び寄せる雰囲気が無い。これを醸成しないと難しいのではないか。よく考えてインフラストラクチャーを作らないとうまく行かない。

A：これまでと同じことをやってもうまくできないだろう。加速器を作って、研究都市を造るというイメージでは無い。研究者は、新しい宿舎ではなく既存の民家に住んでもらうというような、今までとは違う、日本における国際施設とするのがよいのではないか。こうした取り組みを行わないと難しいのでは無いか。外国人を日本に引っ張り込む工夫が必要だろう。また、外国人は良い研究には積極的に参加する。例えば、SuperKamiokande, KamLAND、T2K等のニュートリノ実験やKEKB-factoryの電子・陽電子衝突実験では、約8割は外国人である。

Q：海外から定住せずに研究してさっさと帰ってしまうことを防ぐにはどうするのか。

A：この分野の研究スタイルを考えると、チームで全員が解析しないとならない。その中でリーダーとなるのが重要である。そういう日本人を育てないとならない。なお、1チームで、最低でも3-4年かかる。5-10年はすぐ経ってしまう。少なくともその間は日本に滞在するだろう。

コメント：重要な問題は、建設後のランニングコスト（年間360億円）だろう。当初の建設コストとその後のランニングコストを分けて考えるべきだろう。そして、ランニングコストが出せるか、それが投資に見合ったリターンをもたらすか検討すべきだろう。

Q：仮に総額1兆円として、日本はどこまで出せばよいのか。

A：研究者間では合意しても、政府間協定ではどうなるかわからない。ホスト国の負担の出発点は、50%と考えている。そして、これを研究者の合意として、政府間協議のたたき台とするつもりである。

Q：新しいプロジェクトを行うためには、既存のものを整理統合する議論も必要なのではないか。既存の加速器施設との関係はどうか。

A：これまで、日本における電子・陽電子衝突加速器は、TRISTAN→KEKB→SuperKEKBと、Scrap/Buildを繰り返してきた。ILCはSuperKEKBの後継版である。

Q：アメリカでSSCが議会で否決された。その理由は経費の跳ね上がりがあったことだったようが、現在の案が跳ね上がることはないのか。

A：TDRの8300億円というのは、多めに見積もっている。さらに、ランニングコストを極力落とすことを考えている。上がる要素としては、インフレなどがある。

Q：国際協力で負担金がどうなるかわからない面がある。半分ですむのか。ドロップアウトする国が出たらどうするのか。

A：研究者レベルで国際調整をするときに、各国で政府との調整をしないとならない。そのなかで、経費負担についての協定を結び、計画自体が強固なものであるようにしたい。

Q：思考を前に進めるためには、地域を決めるということも大切かもしれないが。

A：地域を決めるのは、純粋に科学的観点から行うべきであり、地盤や社会基盤の評価や学会の答申の後というスケジュールが原則であると考えている。なお、北上と背振が候補として残っている。地域決定は7月末と考えているので、委員会のスケジュールを早めてほしい。

Q：ヨーロッパの選択であるが、ヒッグスが見つかった今、ヒッグスの分析においても、

ヒッグスの分析に優れているILCではなくLHCの高度化を優先するのはなぜか。

A：6000億円をかけて作ったLHCという施設をすぐにやめて次のことをしようとはならないだろう。LHCでできることをすべてやりつくしてから、次の施設にと考えるだろう。

コメント：

いくつかポイントがあった。

1. 学術的意義、学術分野全体に対する影響について：

研究そのものの意義については多くの委員が認めると思うが、他の多くの学術分野にとって、8000億円プラスランニングコストというのは影響がきわめて大きい。ILCを我が国の科学・技術政策にどのように位置付けていくかということ、関係者、政府、いろいろなところで考えないとならない。

→A：日本学術会議から「他の基礎研究予算を圧迫しないという条件付きで」というメッセージを出してほしい。

2. 社会経済的影響について：

一般市民、青少年に向けての広報的な取り組みは重要であろう。これとは別に、地域経済への波及効果や海外から来る研究者の人数などに関して根拠薄弱で肥大した数字が独り歩きしている面があるようだ。これらの点については、関係者から正確なメッセージを伝えてもらうことが重要である。また、海外からの研究者が定着できるための持続的なインフラストラクチャーができるかどうかも重要だろう。

→A：いま世の中に出回っている数字の中には、信用できないものもある。正式にプロジェクトが立ち上がる前に、きちんと検証をしないとしない。

3) 今後の審議の進め方について

次回は7月9日（火）13：00～15：00で、ITER理事会議長・日本原子力研究開発機構特別研究員の高津英幸先生にお願いする。7月中はヒアリングを中心に行い、8月になったら、回答案のとりまとめ作業に入る予定である。本会議の結論を公表するタイミングについては、ILC立地評価会議と調整できる部分は調整しながら進める。

次回以降日程（仮予定）：

【第3回】7月 9日（火）13：00～15：00

【第4回】7月 30日（火）13：00～15：00

【第5回】8月 6日（火）15：00～17：00

【第6回】8月 12日（月）10：00～12：00

【第7回】8月 28日（水）17：00～19：00

【第8回】8月 29日（木）17：00～19：00