

国際リニアコライダー（ILC）に関する有識者会議 これまでの主な意見

1. ILC 計画に関する主な課題

(1) 国際的な研究協力及び費用分担の見通し

- 国際的な費用分担の見通しについてはこの3年間で大きな変化はない。
- 欧州が財政的に厳しいという状況がより鮮明になった。（日本がホストするという従前の枠組においては、）日本がはっきりとした姿勢を出さない限り、協力者である欧米が先に動くことはない。
- ILC を日本が主導するのであれば、欧州の応分負担を頼るのではなく、日本が6割7割を負担するくらいの覚悟をしない限りかなり難しい状況にある。
- 各国政府機関の反応からは、ホストがイニシアティブをとってほしいということや、各国のロードマップ作成時期との兼ね合いから、タイミングが大事だというメッセージが読み取れる。
- ILC の実現には日米欧の協力が必要。しかし、欧州素粒子物理戦略 2020 の記述からは前回 2013 の戦略と比べると明らかに熱意が落ちているように見える。
- 国際プロジェクトはどこかが確実にやると言わないと進まないのは事実。しかしながら、今、日本が主導して ILC をやると言えるかということを考えると、コロナ対策や温暖化対策など様々な課題に直面する中で、ILC のプライオリティが高いと言えるか。欧米が応分の負担を示すなど、関係国が歩み寄る方向性が見えない限り、日本が判断することは難しいのではないか。
- 海外においては必ずしも ILC は高いプライオリティにない。宇宙分野等には関心があるがサイエンスに期待されている対象に ILC や素粒子分野が今は言っていないのではないか。
- 欧州は FCC の議論もあり、日本だけが ILC と言っている。結局は機が熟しておらず、海外が歩み寄ろうという段階ではない。機が熟していないという状況を踏まえて、どうしたらよいかを提言すればよいのではないか。
- いきなり費用のコミットメントを求めると国際協力の議論が進まない。E-XFEL は、ドイツが設置を希望したことからまずはコミットメントを抜きにして議論を始めた。工学設計レベルの技術的な国際協力の実績を積んでから費用の話に進むという、2ステップがいいのではないか。
- 世界で唯一の大きな加速器を作るのであれば、欧米日の3極だけではなく、中国やロシアなどを加えた枠組みも考えることはできないか。

○これだけ大きな施設は各国で競争するのではなく世界で一つという印象。FCCがどうなるか見極めた上で、合流することがあってもいいのではないか。

(2) 学術的意義や国民及び科学コミュニティの理解

○この3年間で、学術的意義については分かるようになりつつあると思うが、科学コミュニティや国民の理解については、進展が見られない。

○OHL-LHCで新粒子を発見できるかということも考慮すると、ILCの学術的意義は上がっていると思う。しかしその状況が、アカデミアや国民の理解において反映されていない。

○最低限、ヒッグスの精密測定についての基本的な重要性は変わっていないということは議論のまとめで触れておくべきではないか。

○コロナや温暖化対策など、社会が内向きになっている状況だからこそ、物質や宇宙の根源など夢を与えるサイエンスらしい問題に興味を向けていく発信が必要。日本が中国も巻き込むくらいの努力が必要。

○これだけの巨額な予算を使うため、どういう現象や発見があると素粒子分野にインパクトがあるかという筋道や、巨額の投資に見合うだけの成果を明らかにしてほしい。一兆円規模の投資に値するようなブレイクスルーがどのように出てくるか、他の分野の研究者や一般の方にもわかるような丁寧な説明が必要。

○当該分野以外の人にはどれだけILCを知っているのか。例えば、国文学や社会学の研究者の100人に1人でもILCのことについて知っている人がいるのか。あるいは国民についても議論されているサイトと離れているところの100人に1人でもILCについて知っているか。そのあたりはまだまだ不十分。

○ILCを素粒子物理学分野に閉じた研究施設とするか、それ以外の様々な科学技術・イノベーションを目指す国際研究プラットフォームとするかは今後の進め方に大きくかわるポイント。素粒子物理学に閉じた計画では国民及び科学コミュニティの理解を得ることは困難と思われる。素粒子物理は宇宙の成り立ちを問う学問であるから、多くの分野とかわりを持つ。そのことを理解してもらい流れを作ることが重要ではないか。そのためのコスト増を含め、ある程度のイメージを描いて周辺分野の研究者や国民に示し、理解を得てもらうための活動をするのがよいのではないか。建設の途中段階のベネフィット、波及効果も説明されるべき。

○ILCは素粒子実験が本来の目的であり、ILCのマルチパーパスの話には違和感がある。他の分野の方にも参画してもらうためには更に大きな予算の追加が前

提となり、自制的に話した方がよい。

- ヒッグスに限らない多様化したプログラムの可能性を探るのは評価するが、あくまでもメインのプロジェクトが何であるかははっきりさせ、付加的なものはあくまでも付加的なもので、それがコスト増を加速しないようにすることが重要。多くの異なるステークホルダーを集めることは、プロジェクト進行の最適解を探すのが難しくなり、リスクが増えることを頭に入れておく必要がある。
- 日本国民には多額の投資が必要ということに対して納得感がない。また、国民理解が進んだというエビデンスがなく、今後はアンケートやクラウドファンディングなどによる積み重ねが必要。

(3) 技術的成立性及びコスト見積りの妥当性

- R&Dの段階は終わっているという印象。これから行うのは工学設計レベル。
- 準備研究所で予定されている技術研究はかなりあったと思うが、準備研究所という枠組みで初めて、国際協力が可能になるのか。
- 準備研究所の計画の妥当性が問われているのだとすると判断が難しい。例えば専門家を交えた作業部会などできちんと議論しないとその先に行けないような気がする。
- この有識者会議では加速器技術に関しては詳しく議論を行っていないので、その判断を議論のまとめに詳細に書く状況にはない。むしろ、準備研究所をやるのかどうか、それとも準備研究所ではない形で技術の実証を世界で協力してやっていくのか、ということの判断になるのではないか。
- これまでも政府間の枠組みがなくても技術開発をしてきており、準備研究所でなくても研究者間だけでも実質的にできる技術開発があるのではないか。
- 加速器は超伝導空洞だけではなく、様々なシステムが統合されているので、どこか一つに問題があると加速器システムは工学システムとして機能しなくなる。要素技術ができたからと言って、工学システムとして機能するかどうかは別問題。そのため、欧州 XFEL の運転実績の分析やそれに基づくリスク評価も必要ではないか。
- サイトの研究を後回しにして、加速器回りを先に進めることが現実的。
- 準備研究所の提案はどちらかというと急な動きのように思える。ワークパッケージで提案されている多岐にわたる開発計画について研究者コミュニティ内で十分な議論がなされ理解が得られていることが必要。また、「全体を承認する

のが難しい場合、超伝導空洞開発だけでも」という説明があったと思うが、課題の優先順位付けについても認識はコミュニティ内で理解が得られていることが必要。

- 非常に大きなプロジェクトなので、これを進める前にワンステップあることは非常に大事。
- サイトを切り離れたところだけやるというオプションがあるかもしれないが、科研費でできない額のところをやらないと次にいけないところはあることは理解する。

(4) その他

- CERN が ILC 計画を自分の計画のように考えることがどれくらい重要なのか。ILC が実現した場合には、CERN からコアなメンバーも供給してもらうことは可能なのか。
- 人材の確保の面で、研究者や技術者はもちろんだが、国際事業では、国際法、国際物流、土木工事、マネージメント、人事、労務管理など幅広い人材が必要。

2. ILC 準備研究所の提案書に対する考え方

- 看板だけであっても準備研究所に進むことによって、対外的に歯車が回り始めるのを見せることができるのであればその意義はある。準備研究所にそれほど費用をかけずに、きちんとしたミッションと年度ごとのマイルストーンを設定し、徐々に規模を大きくしていき、うまく折り合いをつけながら進めるということが必要。
- もう少し準備研究所の中身や目的を明確化してほしいと改めて感じた。関係国の日本への期待や関心を引き留めておくことや、計画のリアリティを高めるために実機に近いものの製作が必要だということはわかったが、それ以上の効果というかポイントがどこにあるのかよくわからない。
- いきなり 230 億円という規模ではなくて、準備研究所の準備研究所といった感じで進めるのがよいのではないか。
- ITER は政府間の協議、合意があった上で工学設計活動を行う枠組みを作った。準備研究所は形式だけではなく、実際に組織、人材育成、工学設計などやるのがかなりあり費用もそれなりにかかる。一方で、検討した結果、予算に見合わないということが起こり得るのが準備研究所というものであるが、そういうことが日本の予算制度の中で認められるか、ということを考えてと仕組みとし

てかなり難しい提案だと思う。

- ILC ができないと無駄になるかもしれないということに対しては、加速器技術に関しては他にも応用ができるすべてが無駄になるわけではないというのが回答であるが、それをどう評価するか。
- 各国が土俵に上がっていない。今やるべきは、土俵にどう乗せるかということであり、準備研究所はそのために機能するのではないか。230 億円程度の予算であれば、日本が今後のイニシアティブをとれることを勘案すると、準備研究所をやることは悪いアイデアではない。
- 準備研究所をやるとなると日本のコミットを世界的に表明することになる。試しに何かやる段階ではなく、国としてスタートするといったところまで覚悟した上で、準備研究所に進んでくださいとこの有識者会議が提言することになり、かなりリスクを含んだ決断が必要になるのではないか。
- 準備研究所の提案は、国際グループが提案したもので、それ自体を有識者会議が評価するというよりは、この提案で日本が何を求められているかを整理して、それに関してどう対応するかの提言を与えることではないか。
- 準備研究所提案書で言っている内容自体は間違っただけのものではないので、今、この提案書自体の中身の是非を議論しても仕方ない。一番重要なのは、日本政府が認知した形でこれを進めるのかということが問われているのであって、進められるのであればやればいいし、今の状況でできないのであれば、できないということを使うしかない。
- この有識者会議で Yes、No を問われたとすると、やるべきだとは言えない。やるのであれば国際協力を前提に引き返せる道を選んで進むしかない。
- 準備研究所の開始自体は ILC の開始ではないことを確認した上で、例えばサイトに寄らない加速器関係の所をまず進めることは、一つの可能性ではないか。これは加速器技術一般の発展や人材育成にも貢献する可能性も高い。ILC の開始と切り離すということで大臣発言との整合性もとれるのではないか。
- 誘致前提ではなく、サイトの問題を一旦切り離して、技術開発を中心にやっていくのがいいのではないか。欧州が検討している大型研究施設計画の動向など状況は流動的。サイトに関する検討や計画は後回しにして、この分野が途絶えずに技術発展を続けて、合意できるタイミングが来れば決断ができる状況にしておくというのが、今の状況の中では最善ではないか。
- 230 億円まるまるは難しいとしても、必要な試験研究ができる程度を各国で出してもらおうような狙いをもって研究所間で協力体制を作って、しばらくは様子

を見ながらやっていくということのを助言するのも一案ではないか。

3. その他総合的な意見

○どの国も新型コロナが収束しておらず、その資源を医療関係に使ってほしいと考える人や温暖化対策もやってほしいという人もいる。確実に段階を踏んで、ゆっくり進んでいける体制を作る必要がある。

○日本の立場、国民の置かれている状況、安全保障も含めて、これを今やらないといけないのかということを含めて考えると、そこはかなりプライオリティは下がるのではないか。

○サステナビリティを考えると欧州が次の戦略のアップデートの議論を始める2025年頃はグリーンがより厳しくなり、これほどの巨大電力を使う実験は世界に二つというのは考えにくい。CERNの基盤を使いながら開発を進めることや、FCC周辺の議論とマージしながらこの分野が継続して発展できる道を模索する方向性もあるのではないか。

○ILCの議論は、単体のプロジェクトをどうするかを越えて、国際協力であっても限界を迎えている巨大化にどう対応するかが問われている。当該分野は日本で極めて優秀な若手を惹きつけ、育成し、日本のノーベル物理学賞受賞に大きく貢献してきた。しかし、巨額予算の折り合いはつきにくい現状で、さらに世界で2050年までに二酸化炭素排出ゼロを目指す現在、大量の電力消費を伴うことは大きな課題になる。

そこで、今後はILC単体をどうするかを問うのではなく、FCCも含めてこの分野の将来をどうするか、ICFAを中心に現実的な将来の議論が必要ではないか。

生命科学分野では倫理的・社会的課題があるとモラトリアムをとり、その間、無理に推進をすることはしない。今後のためにも推進物理学者の信頼が、国際コミュニティ、政府、地域社会ともに保たれることが重要であり、困難な時に無理に話を進めようとしないうことに注意が必要。

○欧米の寄与が具体的に50%程度の規模で貢献の方向性が見えない状態では極めて厳しい。ILC計画の進め方について今後の活動方針の再検討が必要ではないか。

○宇宙も同じだが、装置がどんどん巨大化して人類ができる範囲が狭くなっている。このレベルで終わりかと言うと、きっとまた次がある。巨大化していく科学に対してどういう展望を得るかというのは難しいが重要な視点。