

ILCプロジェクトの現状について



理事／ILC推進準備室副室長 岡田安弘

2020年6月26日

第1回 KEKメディアサロン

本日のポイント

➤ 欧州素粒子物理学戦略アップデートの公表

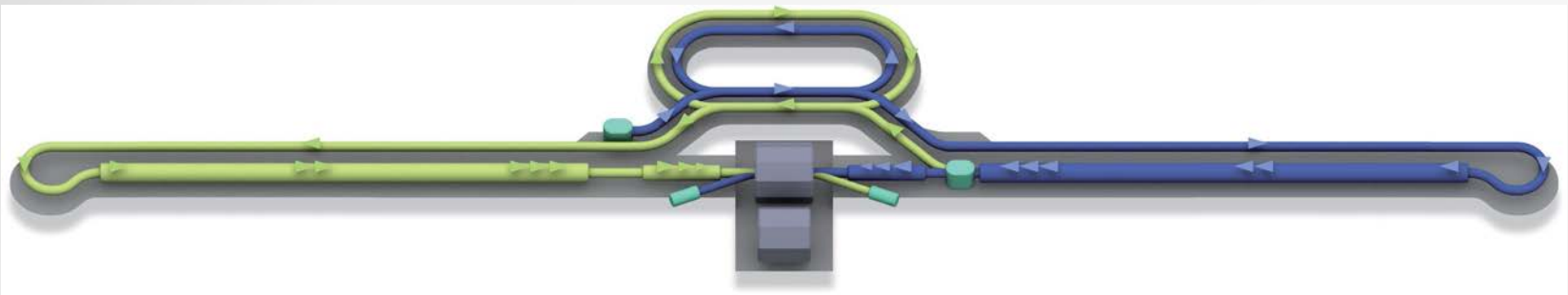
ヒッグスファクトリーが最重要であり、ILCがタイムリーに実現する場合は、欧州の方針と適合しており、協働して取り組みたいという欧州コミュニティの意向が表明された。

➤ 国際研究者コミュニティによる国際推進チームの立ち上げ

2020年2月の国際将来加速器委員会（ICFA）の提言に基づき、この夏からILC計画の日本に拠点を置く国際推進チームが立ち上がり、国際協力による計画推進体制が強化される。

日・米・欧を中心とする国際プロジェクトとしてILCを実現するためのステップとタイムスケールが明確になった。KEKはその中核として取り組んでいく。

国際リニアコライダー（ILC）



- 電子と陽電子を正面衝突させ、宇宙初期の自然法則を探る実験装置
- 最初はヒッグス粒子を大量に生成する（ヒッグスファクトリー）
- 将来は衝突エネルギーを4倍以上あげられる（性能の拡張性）
- 国際研究者コミュニティが共同で15年以上、研究開発、設計を行ってきた（技術は成熟）
- **実現に向けて：政府レベルの議論の加速が必要**

昨年より米国政府からの支持するとの声が届いている
(たとえば2020年2月ICFA会議での米国エネルギー省局長の講演)

今後の実現に向けては欧州の意向が重要であった

今回の戦略発表でILCへ協力する意向が明確になった

欧州素粒子物理戦略アップデート

- 欧州の素粒子物理の長期戦略。
- CERNメンバー国政府代表を含むCERN理事会で策定。
- 2006年に初めて策定し、2013年に更新、今回は2度目の更新。
- 2020年～2027年までの欧州の素粒子物理の基本戦略が決まった。

2020 欧州素粒子戦略アップデート

20項目の提言：3aが最重要項目、6aにグローバル戦略

3. 優先度の高い将来の取り組み

a) 電子陽電子ヒッグス・ファクトリーが、最も優先度の高い次のコライダーである。長期的には、達成可能な最高エネルギーで陽子-陽子衝突型加速器を運転するという野心を欧州の素粒子物理学コミュニティは、持っている。これらの説得力のある目標を達成するには、新機軸と最先端テクノロジーが必要になる。

- 素粒子物理学コミュニティは、高度な加速器技術に焦点を当てた研究開発の取り組み、特に高温超電導体を含む高磁場超電導磁石のための取り組みを強化する必要がある。
- 欧州は、その国際パートナーと共に、少なくとも100 TeVの重心エネルギーを持つCERNの将来ハドロンコライダーの技術的および財政的実現可能性を調査するべきである。そのコライダーは第一段階として電子陽電子ヒッグス・電弱ファクトリーとなる可能性を持つ。そのコライダー、および関連するインフラストラクチャの実現可能性調査は、グローバルな取り組みとして確立され、次の戦略更新のタイムスケールで完了されるべきである。

日本における電子陽電子国際リニアコライダー (ILC) のタイムリーな実現は、この戦略に適合するものであり、その場合、欧州の素粒子物理学コミュニティは協働することを望む。

- 次の最優先はヒッグスファクトリー。四つの候補（ILC, CLIC, FCC-ee, CEPC）のうち **ILC** と **FCC-ee** の二つをあげた。

CLIC: 欧州の別の技術のリニアコライダー計画

CEPC: 中国の円形加速器計画

- 次の戦略更新まで（約7年後）は、「将来ハドロンコライダー」の研究開発と技術的・財政的実現性の検討期間。
- 「将来ハドロンコライダー」の第一段階として FCC-ee もありうるが、現行計画（HL-LHC）は2038年まで運転が決まっているので、FCC-ee の実験開始は早くても2050年近くになる。
- ILC が **タイムリーに実現**（2035年ごろ実験開始）する場合は、欧州の方針と適合しており、欧州コミュニティは協働して取り組みたい。

CERNのグローバル戦略

6. 組織に関する課題

a) 野心的な次世代コライダー計画には、グローバルな協力体制と、すべての関係者による建設と運用への長期的な約束が必要である。CERNは、CERNがホストするこのようなプロジェクトの実現可能性調査の一環として、見込みのある主要パートナーとの話し合いを開始する必要がある。ヨーロッパ域外のグローバルな施設にCERNが参加する場合、CERNはヨーロッパの地域ハブとして機能し、戦略的な調整と技術的支援を提供する必要がある。個々の加盟国は、CERNを介して行われる付加的な貢献を通じて、またはホスト組織との二国間・多国間の協定を通じて直接的に、新しいグローバルな施設にリソースを提供できる。

- 以前はCERN の戦略は主に欧州域内向けのもの
- 今回はグローバルな戦略を明確にした
- CERNは欧州のハブとして欧州域外の世界的プロジェクト（ILC）に貢献する
- 経費分担は、CERNを通じての場合と各々の政府間で交渉する場合の両方あり

2013年欧州戦略との比較

2013年版欧州戦略

- 最重要項目はLHC 高度化 (HL-LHC)
- ILCは3番目に挙げられている

ILCをホストしたいという日本の素粒子物理コミュニティの取り組みを歓迎し、欧州グループは参加を熱望している。欧州は参加の可能性を議論するため、日本からの提案を待つ。

The initiative from the Japanese particle physics community to host the ILC in Japan is most welcome, and European groups are eager to participate. Europe looks forward to a proposal from Japan to discuss a possible participation.

2020年版欧州戦略

- ILCは最重要項目
(ヒッグスファクトリーのなかで)

日本における電子陽電子国際リニアコライダー (ILC) のタイムリーな実現は、この戦略に適合するものであり、その場合、欧州の素粒子物理学コミュニティは協働することを望む。

The timely realisation of the electron-positron International Linear Collider (ILC) in Japan would be compatible with this strategy and, in that case, the European particle physics community would wish to collaborate.

「参加」から「協働」へ
「提案を待つ」から「戦略に適合」へ

欧州からの反応の例

フランス CNRS/IN2P3（資金配分機関）プレスリリース

<https://in2p3.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/strategie-europeenne-en-physique-des-particules-lettre-de-reynald-pain-directeur-de>

国立科学研究センター(CNRS)の原子核素粒子物理研究所(IN2P3)は参加の研究所に資金配分を行う機関である。以下は所長名でのプレスリリースから抜粋。

「HL-LHCの次の加速器として、ヒッグス粒子を詳細に研究するための電子陽電子衝突型加速器が最も優先度が高く位置付けられた。長期的には、より高いエネルギーの陽子衝突型加速器を用いて、エネルギーフロンティアと新しい物理学の探求における欧州のリーダーシップを維持する。」 「分野の国際性を鑑み、欧州戦略は、日本のタイムリーな判断がある場合には、ILC計画に参加するヨーロッパの物理学者の関心を表明したものである。」

ドイツ素粒子物理委員会(KET) プレスリリース

https://www.ketweb.de/sites/site_ketweb/content/e262499/e262525/2020-06-19_KET-ESPPU_PM.pdf

ドイツの素粒子物理学分野の研究者がとりまとめたプレスリリース。個別計画についての言及はせずに、ヒッグス・ファクトリーの科学的意義を解説している。ヒッグス粒子の性質の精密測定のみならず、暗黒物質の探索、宇宙の物質反物質の非対称性、および究極的には力の統一の糸口を得ることが挙げられている。

国際推進チームの立ち上げ状況

2020年2月に国際研究者コミュニティ(国際将来加速器委員会、ICFA)はILCプロジェクトの進め方についての声明を発表

- ILC研究所の設立および日本でのILCの建設に先立って準備段階が必要である
- 準備段階への移行を促進するため、国際推進チームを設立すべき

新型コロナウイルス感染症拡大のため、国際推進チーム設立の議論はすべてリモートで行われてきた。このほど、議論がまとまり、ほぼ予定通りのスケジュールで国際推進チームが立ち上がる見込みである。

2020年8月の国際会議に合わせて開催されるICFAのリモート会合で承認されれば、新たな国際的な計画推進体制でILCを実現させる。

国際推進チーム

準備段階への移行を促進するため、国際推進チームを設立

- 主な役割は、ILC準備研究所の制度設計、設立にかかわる世界の大学・研究所等との交渉。
- ILCの物理、測定器、加速器の研究活動を牽引する役割はこれまでの「リニアコライダー・コラボレーション（LCC）」を継承。
- メンバーはICFAにより指名される国際組織。
- チームのミッションを終えるのには1－1.5年を想定。
- KEKが活動拠点。

ILCプロジェクトの4段階

2020年8月

ICFAの下で国際推進チーム発足、KEKがホスト

第1段階 国際推進チーム (1-1.5年)

世界の研究所間でILC準備研究所設立、KEKがホスト

第2段階 ILC準備研究所 (4年程度)

政府間合意によりILC研究所設立

第3段階 ILC研究所による建設 (10年程度)

第4段階 ILC研究所による運用 (20年以上)

国際的な議論により、ILC実現への道筋が明確になった。

まとめ

- 欧州素粒子物理戦略アップデートで、最優先の次期コライダーは電子・陽電子ヒッグスファクトリーと決定。ILCがタイムリーに実現する場合は、欧州の方針に適合しており、協働して取り組みたいという欧州コミュニティの意向が表明された。
- 国際推進チームの立ち上げは順調に進んでおり、この夏には日本を拠点とした国際協力によるILC計画推進体制が強化される。
- KEKはILC実現に向けて、欧米をはじめとする研究者コミュニティとの協力関係を一層深めたい。