

## LHC RunII のこれまでの結果を踏まえた ILC の科学的意義と ILC 早期実現の提案

国際リニアコライダー (International Linear Collider、ILC) は、高エネルギー物理学のエネルギーフロンティア実験を担う電子・陽電子直線型加速器である。International Committee for Future Accelerators (ICFA)の下で国際的な枠組みで推進されており、2013年には、国際的な設計チームが、重心系エネルギーを500 GeVまでカバーし、将来の1 TeVへの拡張性を保った加速器施設の技術設計書を発表している。高エネルギー物理学研究者会議は2012年10月に声明を発表し、ILCを国際コミュニティの同意と各国の参画を得たグローバル・プロジェクトとして日本に建設することを提案した。ILCを日本がホストしたいというこの提案は国際的に大きな反響を呼び、当時行われていた欧州や米国の素粒子物理学の将来戦略策定やICFAの声明で支持が表明された。国内ではこの提案を受け、日本学術会議及び文部科学省有識者会議での議論があり、課題として大きな経費とその分担に関する事項が挙げられ、さらに日米政府の議論に基づいたILCのコスト削減のための研究開発事業が開始された。一方、素粒子物理学実験の進展としては、CERNではLHCのRunII実験が順調に進み、新たな実験結果が発表されている。これらの状況のもと、高エネルギー物理学研究者会議は、LHC RunIIのこれまでの結果を踏まえたILCの科学的意義について詳しい検討を行ったが、その結果に基づき、ILCを、重心系250 GeVのヒッグスファクトリーとして、早期に建設することを提案する。

2012年10月の提案の背景は、2012年夏にCERNのLHC実験でヒッグス粒子が発見され、素粒子物理学が新たな段階に入ったことである。20世紀を通じて、素粒子物理学は、自然界の4つの基本的な力のうち重力を除く3つの力(強い力、弱い力、電磁力)をどのように理解するかということを中心に発展してきた。ヒッグス粒子はその3つの力を記述する理論(素粒子標準理論)により予言されていたものであり、その予言通りにヒッグス粒子が発見されたことは3つの力の理解が大幅に進んだことを意味する。一方、ヒッグス粒子自身の正体は未知であり、その起源を説明する理論として、新たな力や、物質階層の存在、時空構造の拡張などが示唆されている。したがって、ヒッグス粒子を調べることは今後の素粒子物理学の進む方向を決めるうえで決定的に重要であり、将来の拡張性に優れビーム偏極を利用できる特徴を持つILCは、そのための最適な実験施設である。

一方でLHC実験は、強い力で生成される新粒子とその崩壊により新しい物理現象を探る優れた能力を持っている。2015年には、重心系エネルギーを8 TeVから13 TeVに上げたRunII実験を開始した。2016年は加速器の運転が順調で、その年の国際会議で発表した暫定結果によると、その探索領域は8 TeV運転での探索領域を大きく超えるに至ったが、素粒子標準理論を超える明らかな証拠は見つかっていない。今後、データの蓄積によりLHCはさらに探索領域を拡大していく。しかし、これまでのLHCの結果からILCのエ

エネルギー領域で直接対生成が可能な新粒子が発見されなかったことから、ILC における重点目標は、「ヒッグス粒子等の精密測定」と「LHC では発見困難だが ILC で直接生成できる新粒子探索」により、新しい物理の探索を進めることであることが明確になってきた。

このような状況を踏まえ、高エネルギー物理学研究者会議では、「ILC 250 GeV Higgs Factory の物理意義を検証する委員会」を設置し、重心系 250 GeV の ILC (ILC 250) を建設した場合についての物理的意義を、重心系 500 GeV の ILC (ILC 500) を建設した場合や ILC を建設しなかった場合と比較・検討した。特に、ヒッグス粒子や標準理論の精密測定による新しい物理のエネルギースケールの決定、電弱対称性と物質・反物質の起源の解明、暗黒物質候補となる新粒子探索などの観点から、ILC 250 がどのような役割を果たすかについて、High-Luminosity LHC (HL-LHC) や SuperKEKB/Belle II との協働を含めて検証した。その結論は次のとおりである。

- HL-LHC の物理成果をより実りのあるものとするためにも、ILC 250 の同時期の実験が望ましい。
- 新しい物理のスケールが分かっていない現状では、ヒッグス粒子や標準理論の精密検証において、ILC 250 は、ILC 500 に十分比肩できる物理成果が期待出来る。
- HL-LHC や SuperKEKB などの成果と合わせて、 $\Lambda$  (新しい現象・原理のエネルギースケール) = 2 - 3 TeV 程度までの新現象の確実な発見や、また物質の非対称性の起源の解明に、ILC 250 「Higgs Factory」は、不可欠な役割を果たす。
- エネルギーアップグレードはリニアコライダの先天的な長所であることから、ILC 250 は自身で出す結果で示唆される新物理のエネルギースケールに見合ったアップグレードを実行する可能性を持っている。

このように、LHC の状況を踏まえた検討から、ILC の科学的意義はより明確になったといえる。ILC は、重心系 250 GeV で、最重要な課題であるヒッグス粒子の精密測定で十分な能力を発揮し、HL-LHC や SuperKEKB などの成果と合わせて、新物理の方向性を決定する役割を担う。その成果に基づき、ILC のエネルギーアップグレードの道を決め、長期間にわたり、その時点での物理的な課題と加速器技術の進展を取り入れ最適な実験環境を提供することができる。そのため、21世紀の素粒子物理学を牽引する実験施設となると期待できる。

以上のことから、LHC RunII のこれまでの結果を踏まえて科学的な重要性を考慮すると、高エネルギー物理学研究者会議は、ILC を、重心系 250 GeV のヒッグスファクトリーとして、早期に建設することを提案する。