


 巻 頭 言
 

国際リニアコライダー ILC


 駒宮 幸男*
 Sachio KOMAMIYA*

粒子同士を正面衝突させるコライダーは、より高い重心系エネルギーでの新現象を見つけるのに有効な方法で、1960年代より素粒子原子核物理を牽引してきました。特に、素粒子同士の衝突である e^+e^- 実験は、LHCのような複合粒子である陽子同士の衝突実験と比べて、物理過程が単純で、事象頻度が低く、バックグラウンドも放射線強度も低いので、理想的な測定器が設計でき、理論の予言も正確なので、精密実験ができます。しかし円形の e^+e^- collider は、放射光を出してエネルギーを失います。ビーム粒子のエネルギーを E 、質量を m 、加速器の半径を R とすると一周当たりに失うエネルギーは $\Delta E \propto (E/m)^4/R$ でありエネルギーと共に極端に増加するので、LEP II よりも高いエネルギーの e^+e^- collider は、 R が無限の放射光の出ないリニアコライダーが必然となります。リニアコライダーの最大の長所は、長さを継ぎ足せばエネルギーを線形に増強できる点です。また、ビーム粒子のスピンを偏極でき、新物理の解明に役立ちます。

1980年代には既に、 e^+e^- リニアコライダーの技術開発が日本、ドイツ、米国などで始まり、1990年代には世界では超伝導と常伝導のいくつもの技術が激しい競争状態でした。国際将来加速器委員会(ICFA)はこの事態を収束させるために2003年に技術選択委員会を立ち上げ、超伝導加速技術を採用し、2005年には世界で協調して一つのコライダー ILC (International Linear Collider) を設計するチーム Global Design Effort を立ち上げました。2012年7月にLHCでヒッグス粒子が発見されました。ヒッグス粒子の性質解明により、標準理論を超えた素粒子物理学の姿が明らかとなるはずで、これが可能なILCの重要性がさらに高まりました。その状況を受けて、日本の研究者コミュニティは同年10月にILCを日本がホストして建設することを提案しました。この提案はその後の欧州や米国の素粒子物理学の将来戦略策定や、ICFAの声明で絶大な支持を得ました。2012年12月にはILCの技術設計書(TDR)が国際チームによって完成し、これらを受けて文部科学省は日本学術会議にILCの実現性に関して諮問し、ILCの科学的な意義を認めその実現性について詳細な検討をするべきだ、という回答を得て、有識者会議を招集し、その下に学術的意義、TDRの妥当性、人材の確保・育成、体制・マネジメントに関する作業部会を次々と立ち上げて検討してきました。2016年10月には米国DOEと文科省のあいだでILC Discussion Group が立ち上がり、FermilabとKEKのあいだで超伝導線形加速器のコスト削減の技術開発が始まり、10%程度の削減が可能になりましたが、それでも500 GeVのILCのコストは高価なので、エネルギーを250 GeVに下げてもヒッグスファクトリーから始めようという機運が2016年末の盛岡でのILC国際ワークショップで高まりました。エネルギー低減と技術開発を合わせるとTDRのコストの60%まで下がります。この間LHCのRun-IIでは明らかな新物理の兆候が見えず、ILCでのヒッグス粒子の詳細研究がますます重要になり、エネルギーを250 GeVに下げても十分な科学的意義があることを、日本のILC以外の高エネルギー研究者と、ILC物理研究の国際チームが独立に2017年夏に示しました。この設計に基づいてホストである日本政府の判断を仰ぐこととなります。ILCは、学問的な意義は勿論のこと、社会的・経済的な意義も国際協調への貢献も大きく、若い世代に夢と希望を与えるプロジェクトです。日本の産業界、政界、官界、地方の支援による後押しによってILCは実現に向かって新たな進展を迎えつつあります。

* 東京大学大学院理学系研究科, 東京大学素粒子物理国際研究センター