

JLC and its PhysicsKEK, National Laboratory for High Energy Physics Toshiaki
Tauchi

現在、 $SU(3), SU(2)_L \times U(1)_Y$ 対称性に基づく標準理論は、ひじょうによく成功している。特に、その電弱相互作用理論はZボゾン・ポール上でのLEP/SLC実験により、0.1%の精度で実験結果と無矛盾である。この標準理論にはクォーク・レプトンの3世代の存在、クォーク間の混合、CP非保存の起源、素粒子間の大きな質量の違いなど数多くの謎があるが、その中で最も神秘的なところは、 $SU(2)_L \times U(1)_Y$ 対称性の『自発的な破れ』をZ,Wボゾンを始めとするすべての素粒子の質量起源とすることである。対称性の破れのダイナミクス（力学）は標準理論の枠外である。したがって、このダイナミクスを明らかにすることが『謎』を解くであろう新しい物理への突破口となる。その鍵となるものがヒッグス粒子の発見とその性質（質量、生成断面積、崩壊比など）の決定である。

ヒッグス粒子の質量下限は、質量170GeVのトップクォークの湯川相互作用による真空の安定性より、標準理論で90GeV程度と評価されている。LEP/SLCの精密実験結果（1996年冬）と標準理論による輻射補正の比較から、その質量の最適値は100~130GeVであり、その上限は500GeV（ 2σ ）である。対称性に基づく3つのゲージ結合定数は反応エネルギーの関数で、それぞれ初期値を与えれば繰り込み群方程式によって正確に計算される。大統一理論によれば、これらの結合定数はある高エネルギーで同一値になるはずである。この大統一は、LEP/SLC実験の精密測定による初期値の決定により、『超対称性』という新たな対称性を仮定しなければ達成できないことが明らかになった。『超対称性』はスピンの1/2だけ違うフェルミオンとボゾンの2種の素粒子間の対称性で、超対称性理論として新しい物理を予言している。超対称性理論は『超対称性』という隠れた対称性

に基づくもので標準理論の自然な拡張である。しかも、大統一が実現される 10^{16} GeVと標準理論の『自発的な破れ』の起こる 10^2 GeVという2つの大きくかけ離れたエネルギースケールを自然に取り組むことができる。また、トップクォークによる輻射補正で『自発的な破れ』を導くことができる。超対称性理論によると(最も軽い)ヒッグス粒子の質量の上限は130GeVであり、LEP/SLCの精密実験結果等からの最適値とひじょうにより一致を示している。

確実なヒッグス粒子の発見とその性質の決定に最適なコライダーが、電子・陽電子リニアコライダーのJLCである。JLCの重心系エネルギーは300~1000GeVである。その第一期計画(JLC-I)の最高重心系エネルギーは500GeVであり、ハドロンコライダーのLHCと同時期の2007年までの実験開始を目指している。

本講演では、JLCでのヒッグスを始めとするトップクォーク、ゲージボソンの物理、そして超対称性粒子の発見とその特性の決定など、LHCと競合するものまた相補的な物理、そして、リニアコライダーに特有な実験方法と測定器の開発状況を紹介する。JLCの加速器の開発研究は、1980年代半ば頃から国内外の大学・研究機関と高エネ研との協同で行われている。現在はその最終段階近くで、1998年の概念設計完成を目指している。本機会にその進捗状況を紹介し、その完成までの道筋を示したい。