

「第2回ILCを学び考える会」 議事録

日時：2013年10月23日（水）16:00-17:30

会場：研究本館 小林ホール

題目：ILC: the road to the future of particle physics
(村山齊, Berkeley, Kavli IPMU機構長)

主なQ/A

Q) スピンゼロの粒子が見つかってそれは非常に変だという話だが、例えば内部自由度が無いという意味で変ということか？

A) そういう素粒子を見た事が無い。これまでの素粒子はすべてスピンがある。という意味で変だ。なじみがない物だというのは間違いない。それに加えて、量子補正を考えるとスピン1/2, スピン1の粒子の質量は対称性で守られていて問題ないが、スピン0の粒子は何故こんなに軽いのか説明できない。

Q) 「125GeVは軽すぎる」とはどういうことか？

A) 量子補正を含めると、むしろプランクスケールに行ってしまうのが自然。ファイン・チューニングして125 GeVに収めないと行けない。もう一つは、標準模型以外の粒子がないとすると、宇宙がいわば準安定な状態にあることを意味する。

Q) 準安定で何故悪いのか？

A) 私は気にしていないが、他の人が気にしている。

Q) Higgsのスピンがゼロであることの理由はILCによりどこまで解決できそうか？

A) Higgsに仲間（超対称性粒子等）がいるかどうかはわかるかもしれないし、次に何かあるのか見えてくるだろう。Higgsは大きさを持った複合粒子かもしれない。ILC で大きさを測ることができる。ILCによりHiggs自身の詳細と次の目標への地図が見つかるだろう。

Q) Higgsが素粒子に質量を与えるとはどういうことか？

A) 電子が真空中を進むとき、光速では進まない。これは電子が質量をもつことに相当する。

Q) Higgsにいろいろな種類がある理由は？

A) わからないから調べようとしている。いろいろなモデルがあり得るという考え方が一般的である。

Q) 何種類Higgsがあると考えているのか？

A) 例えば超対称性があるモデルだと、少なくとも5個。

Q) ILCは何年動かすのか？

A) 250GeVで3年, 500GeVで3年, ルミノシティを2倍以上あげて3年, 合計約10年動かす。TeV にいくのなら、勿論もっと長くなる。

Q) RHIC+超ひも理論から説明できないか？

A) RHICのような重イオン衝突マシンで調べているのは、超ひも理論自身ではなく、その応用問題。RHICから直接超ひも理論（超対称性、異次元）などを調べることはできない。

Q) SLCはLEPほどルミノシティが上がらなかったそうだが、ILCはどうか。周長80-100kmくらいのリングマシンに先を越されることは無いのか？

A) 加速器屋に聞いて欲しい。ILCはエネルギーはOKだろうが、ルミノシティは心配。SLCは設計に無理があった。しかし、偏極ビームのお蔭で、weak mixing angleなど、精度の面ではSLCがLEPを上回った点もある。

C) ILCがSLCのようになる危険は非常にある。やる気が有る人を動員できるかにかかっている。SLCではアークよりもエミッタンス保存が問題だった。final focus とIPも心配。

Q) 標準理論ではニュートリノは質量を持たないが？

A) ニュートリノが質量を持つためには左巻きのニュートリノだけではだめで、右巻きのニュートリノが

必要.

Q) 新粒子がボソンであって、スピンの1でないということだけからスピンゼロのHiggsと断定できるのか？

A) 完全にはっきりしているわけではない。例えばスピン2はまだ完全には否定できていない。ILCでは、間接的にではなく直接的に示すことができる。

Q) 重力波の現状は？

A) これまで重力波を直接検出したという例はないが、連星の運動から間接的に示した例はある。今後10年以内にかかなりの確率で直接捕まえることができるだろう。

Q) Higgsの質量は慣性質量、重力質量のどちらなのか？

A) 一般相対性理論により両者に区別はなく、同じである。

Q) 始めに示した5つのナゾはILCでいくつわかるのか？

A) すべて解決するという保証はないが、かなりのヒントが得られるだろう。例えば宇宙の物質と反物質の非対称性に着いては、ヒッグスが鍵を握っているという理論もある。他には、ヒッグス粒子が暗黒物質に崩壊すると性質がわかって来る。

Q) ニュートリノについてはILCで何がわかるのか？

A) 標準理論ではニュートリノの質量はゼロだが、例えばニュートリノの質量を作る電荷2のHiggsがあるという理論が検証できるだろう。

Q) Super-KEKBでは5つの問題にせまれないのか？

A) Super-KEKBは粒子と反粒子の違いに焦点がある。これまでよりも高精度の測定ができるが、ILCが目指す物理に関しては、それほどsensitivityはない。

Q) 「素粒子理論は手詰まりだから、なにかILCのようなマシンがあればいいな」と言っている印象を受けるが、このような動機では(ILC建設に)不安を感じる。

A) 標準模型はヒッグス粒子の質量がわかったことから、最早 free parameter がなく、非常に予言力の高い理論である。Higgs粒子の性質を詳しく調べ、理論とのズレを確認したい。少しのずれでも確立すれば、大発見になる。重力波のばあいとの比較では、重力波はまだ見つからないので、とりあえず一般相対性理論を信じて見つける、というのが現在の焦点。素粒子でも去年までは同じで、標準模型を信じてヒッグスを見つけてることをめざした。一旦見つかりと理論が本当に正しいのかの検証と、見つかった者をprobeとして新しいものを探すと、次のフェーズに入る。重力波も一旦見つかりと、一般相対論が本当に正しいのか、また重力波を使って新しい天文現象がみえるのか、というフェーズに入る。

Q) Higgsは複合粒子というがスピンのゼロであることを説明できるのか？

A) Higgsの構成粒子はHiggsよりも軽いこともあり得る。例えばup quark、down quarkはpionより軽い、pionがスピンゼロであることを説明する。

Q) ILCは大量のリソース(1兆円以上、1000人x10年)を必要とし、気軽に作れるものではない。LHC、HL-LHCの結果を見てから建設の是非を判断すべきではないか？

A) 待っていたら何が得するのか。ILCの結果は無駄にはならない。トンネルがあれば、CLICを作る可能性もあるだろう。

Q) 1兆円に値すると判断できるのか？へたに始めても途中で脱落する国ができるリスクがある。

A) 予算規模はハッブル宇宙望遠鏡と同程度だ。サイエンスの価値は各人の判断であらう。

[次回の予定]

第3回ILCを学び考える会

日時：2013年12月5日(木) 16:00-

題目：ダンピングリングを学ぶ(生出勝宣)

以上(文責：加速器6系、山口)