

10月2日の学術会議分科会資料1-2の補足

平成30年10月29日
KEK ILC推進準備室

10月2日の学術会議分科会資料1-2 (KEK ILC推進準備室による説明追加版補足資料) に、補足するものである。

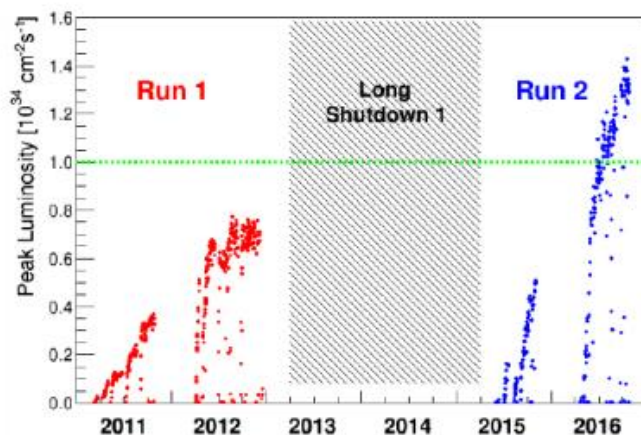
P.3 「より問題なのはルミノシティが上がらなかつたり稼働時間が不足したりすることにより積算ルミノシティが予定に達せず、標準理論からのズレに関して明確な結論に至らない場合である。」 (9月18日学術会議資料1、論点メモのP.2)

(補足説明)

高エネルギー加速器では、加速器側と、ユーザーつまり実験グループとの関係が、光源加速器の場合とまったく異なっている。光源加速器ではたくさんのユーザーがいて、要求性能を常に満たすことが求められる(工業用・医療用加速器では、さらに厳しい定常的な性能維持の要求がある)ため、運転当初から100%の性能を出せるような設計がなされることが多い。一方、高エネルギー加速器の場合は、最高性能の機器を組み合わせ(時間をかけて)加速器全体で世界最高の性能を引き出すことを目標にした設計がなされる。世界最高の加速器は単純にスイッチを入れたとたんに設計性能が出るようなものではない。性能を上げることも極めて先端性の高い研究であり開発である。加速器側とユーザーは一体となって、時間をかけて世界最高の性能達成に努める。

LHCは、2008年に運転が始まってからすでに10年を経過している。開始直後にトラブルがあったが、回復後のluminosityを下に示す。

Peak performance 2011-2016



Peak luminosity:

Run 1: $7.6 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Run 2: $1.4 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Design luminosity:

$1 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

(出典: J. Wenninger, "Approaching the Nominal Performance at the LHC", IPAC17 (Copenhagen), <https://ipac17.org/>)

2016年にluminosityが設計値を越えたが、ここまで7-8年かかった。それでも、その過渡的な期間に実験データは着実に蓄積され、ヒッグス粒子発見に至るデータが取得された。計画全体としては大成功と言ってよい成果を得ている。運転当初から設計luminosityに達しなければ意味がないということは全くない。

ILCのluminosityは、commissioningに1年、その後4年をかけてdesign luminosityに達する、というシナリオで、何年後にはどのパラメータがどれくらいの精度で決定できる、というような青写真を描いている（9月13日学術会議分科会資料1のP.99）。ILCがLHCと異なる点として、エネルギーは少なくとも230GeV程度には届くことが不可欠である。このため、エネルギーについては十分なマージンをとって設計している（9月13日学術会議分科会資料1のP.84）。

P.3「未踏の領域への挑戦なので「やってみなければわからない」という側面があることは十分に理解するものの、巨額予算を投入することを前提とした計画である以上、計画段階で考えうる限りのシナリオを周到に描き、それぞれの場合の行動計画を立てることが求められる。「準備期間に検討する」、「結果が出てから考える」では説得力に欠ける。」（9月18日学術会議資料1、論点メモのP.3）

（補足説明）

特に素粒子研究用の加速器については、上記のLHCを含め、「要素部品を組み合わせ、最高の性能を引き出す」ことを目標に設計が進められている（10月2日学術会議分科会資料3のP.3）。このため、各エリアシステムでの機器調整などの時間を考慮したスケジュールとなっている。

電子銃については、偏極度、電荷量などは問題なく、仕様（200kV）以上の高電圧（500kV）で動作している例もある（10月2日学術会議分科会資料3のP.6,7）。唯一0.73ms続くビームパルス生成は偏極電子源については行われていないが、DESYのFLASHで使用されているレーザーを一部改良することで対応できる見込みがある。（8月23日分科会資料1のP.84）

陽電子源については、偏極陽電子の生成が可能なアンジュレータ方式がベースラインで、従来型の電子駆動方式はバックアップとなっているが、引き続き研究開発を進め、準備期間の2年目までに技術的成熟度などの観点から生成方式を選択する予定となっている（10月2日学術会議分科会資料1のP.17,18）。

超伝導加速器ではTDRに記載がある（10月2日分科会資料5のVol. III-1, P.83など）ように、ロングバンチのビーム加速が試験されパルス間およびパルス内のエネルギーのばらつきも小さいことが確認されている（10月2日分科会資料5のVol. III-1, P.91など）。

ATFでは数バンチでのビーム試験が行われているが、衝突のために次のバンチのビームにフィードバックができることを確認している（10月2日学術会議分科会資料3のP.20）、このままロングバンチのビームに対しても適用可能である。

ビームダンプについても、250GeV ILCでは1/5程度のビームパワーとなることで尤度が増し、水圧を下げる等の設計最適化を進めているところである（8月20日学術会議分科会資料1、9月13日学術会議分科会資料1のP.5~8、10月2日学術会議分科会資料3のP.22）。

このように、電子源からビームダンプまで要素技術は成熟していると考えている。