

第7回 B ファクトリー加速器レビュー委員会報告書の概要

前書き

昨年開かれた本委員会からの1年間の間に、KEKB は、長足の進歩を遂げた。ピーク・ルミノシティは、世界記録である $6.65 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ に到達し（ちなみに昨年の委員会開催時は、 $2.5 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ である）、BELLE 測定器の蓄積積分ルミノシティも、昨年の 13 fb^{-1} から 56 fb^{-1} まで増大した。この結果、BELLE は23個の論文をレフェリー付き学術誌上に発表している。これら素晴らしい成果は、過去1年間に、多くの問題が解決されたために、もたらされたものである。KEKB 加速器グループは、膨大な量の仕事を成し遂げており、このような成果をあげたことにたいしてお祝いの言葉をおくりたい。

まとめ

KEKB はこの1年間に素晴らしい進歩をとげ、ほとんど全ての点でこれまでの世界記録を塗り替えている。最大ピーク・ルミノシティ $6.6 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、1日あたりの最大積分ルミノシティ 329.5 pb^{-1} 、7日あたりの最大積分ルミノシティ 2.06 fb^{-1} 、30日あたりの最大積分ルミノシティ 7.56 fb^{-1} はすべて世界記録であり、PEP-II の対応する記録を上まわっている（ちなみに PEP-II の最大ピーク・ルミノシティは $4.5 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ である）。KEKB 加速器グループは、ハードウェア上の問題を解決し、加速器調整方法を向上させることで、このような成果をあげることができたのである。このような成果をあげたことにたいしてお祝いの言葉をおくりたい。

BELLE 測定器は、すでに 56.3 fb^{-1} を蓄積している。BELLE 測定器は順調に働いており、大きな問題はない。バックグラウンドは十分に小さく、入射時におけるビーム損失も小さい。このことにより、連続入射が原理的に可能となったが、連続入射を使い物にするためには、KEKB 加速器グループと BELLE 測定器グループの間の緊密な協力が今後必要である。全体的にいて、BELLE グループは加速器の性能に満足しているといえる。

LER（陽電子リング）のビーム電流は、昨年と比べて 50% のソレノイドを巻き足すことにより、大きくすることが可能となった。巻き線が可能なほとんどすべての場所にソレノイドが巻かれたことになる。特に、最後に巻かれたソレノイドの効果は大きく、ソレノイドを完全に巻き尽くすことの重要性を示している。加速器のパラメータの最適化において、水平方向のチューンを半整数に近づけることと、ビーム光学系補正の改良が大きな効果をもたらしている。高速キッカーを導入することにより、バンチ数を 1153 から 1223 に増加させることが可能となった。現時点では、HER(電子リング)の電流は 822mA（設計値は 1100mA）、LER の電流は 1333mA（設計値は 2600mA）に達している。

コメント

現在、KEKB は4バケット毎にバンチがならば、LER と HER にそれぞれ 1.4A と 0.9A

が蓄積されている。また、LERにおいてソレノイドが設置可能な場所の95%以上にソレノイドが巻かれている。ソレノイドの効果により、現在のところ、電子雲によるビームブローアップは完全に抑えられている。LERには16台のARES空洞が、また、HERには10台のARES空洞と8台の超伝導空洞が設置されている。最も厳しい問題であった新しい可動マスクのデザインの採用と高速ビームアポートシステムによってほぼ解決された。

今後LERに4台のARESを追加すれば、設計電流であるLERに2.6A、HERに1.1Aを電流を蓄積することが可能となるであろう。このことにより、少なくとも、設計ルミノシティである、 $1 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ を1年以内に達成できると考えられる。もし、電子雲不安定性が電流増加によって再び問題となるようならば、ソレノイドが巻かれていない、のりの5%について対策が必要となるだろう。

これまでに観測されたいくつかの問題は、今後蓄積電流が増加するにともない、新たな問題が発生することを示している。今後、設計値以上に電流を増大して性能を向上させるためには、数年にわたる系統的な努力が必要であり、一歩ずつ着実に進むべきものである。

答申に対する対応

1. 電流の増大について

- ① これまでの研究からビームサイズ増大現象は真空チェンバー内の多量の電子がビームを不安定にすることによって起きると考えられている。この電子を取り除くために昨年約3500ヶのソレノイド磁石をLERに増設した結果、ビーム電流1300mAまでビームサイズ増大が観測されなくなった。更に電子を取り除くべく、この夏の運転停止期間時に約300ヶのソレノイドの設置を行っている。また、ビーム位置モニタ付近の電子を取り除くために、永久磁石を設置する作業も進めている。
- ② LERの蓄積電流をさらに大きくするためには、空洞の数を増やさなければならない。このため、2002年夏に、ARES空洞4台を増設する。
- ③ らに大電流に対応すべく、可動マスクの改造を行っている。すなわち、(a)高次モードが発生しにくいような形状を持つように可動マスクの改良を行う、そして(b)マスク本体の材質を換え、マスクがビームの直撃によっても損傷しないようにする。

2. 加速器の調整について

- ① 加速器制御ソフトウェアの改良と調整方法の改善を継続的に行い、最適な運転パラメータを求める努力を継続的に行っている。また、適宜、ビームスタディを行い、加速器に対する理解を深める努力を行っている。
- ② BELLE測定器と協力しながら、連続入射モードの実現にむけて種々のテストを繰り返している。
- ③ 入射用線形加速器において2バンチ加速を実現し、入射時間の短縮を行った。