

◁ 海外情報 ▷

BESSY滞在記—BESSY II計画

東京大学物性研究所 磯山 悟朗

昨年11月から半年間、西ドイツ・ベルリンに有る、ベルリン放射光研究所(BESSY)に滞在して、同研究所の次期計画、BESSY II計画の準備作業に参加する機会を得ました。

BESSYは、西ドイツでの真空紫外・軟X線領域での放射光科学の活動の中心として有名です。私の専門である加速器の分野でも、小さいエミッタンスと大蓄積電流を誇る0.8GeVリング(BESSY I)や工業利用を目的とした小型電子蓄積リング(COSY)の開発で良く知られています。

ヨーロッパでの高輝度光源計画には、X線用の大型リング計画と、軟X線・真空紫外用の中型リング計画があります。前者は、ヨーロッパ各国が協力して、フランス・グルノーブルのESRFで建設中です。他方、中型リングは各国が独自に建設する方向に動いています。イタリアでは、トリエステに、2 GeVの高輝度光源を建設中ですし、イギリスでも、中型の新型光源を持つ動きが始まっています。西ドイツでは、まだ新計画は認められていませんが、ベルリンの他には、伝統的に、ユーリッヒなどの南ドイツ地方で、新リングを持つ動きが有る様です。

BESSYでは、Mülhaupt氏が、グルノーブルに移って以来、加速器グループのディレクターは、空席になったままですが、数年前からMaier氏が中心となり、BESSY II計画のリング設計を進めて来ました。当初の計画は、BESSYに隣接した土地に、電子エネルギー1.5GeV、周長180メートル程度のリングを建設して、入射器は、現有の0.8 GeVシンクロトロンを使用し、地下トンネルを

通して新リングに入射するという設計でした。しかし、2年前、Maier氏がユーリッヒに移った後、昨年、Lehr氏がBESSY II計画の責任者となり、計画の見直しを進めて来ました。その結果、電子エネルギーは公称1.7GeV、最大1.9GeVまで上げられる事。入射器は、最大エネルギーの電子まで供給出来る電子シンクロトロンをリング内側に新設する案に、変更されました。その間に、建設予定地も、同じくBESSYに隣接する場所ではありませんが、変更され、リングと実験ホールは、地下に埋められることになりました。この上に、70センチメートルの厚さに土をおき、畑又は庭になる予定です。

私がBESSY II計画のグループに参加した時のメンバーは、責任者のLehr氏、軌道解析のWüstefeld氏とSimon氏(婦人)です。この3名が、BESSY IIのラティス設計をしておりました。要求される性能は、周長194.4メートル、直線部は長さ5.8メートルで、出来るだけ多数を持つこと、電子ビームのエミッタンス $8 \times 10^{-9} \pi \cdot \text{mrad}$ 以下です。ビームの大きさに関しては、直線部で、 β_x は10m、垂直方向のビームサイズ $\delta_y < 34 \mu\text{m}$ 、偏向部では、 $\delta_x = 100 \mu\text{m}$ 、 $\delta_x' = 50 \mu\text{rad}$ 、 $\delta_y = 50 \mu\text{m}$ 、 $\delta_z' = 5 \mu\text{rad}$ という値です。

これらの要求の大部分を満足させる、TBA10、TBA12とDBA14と呼ばれる3案が検討されました。TBAとDBAは、直線部の間に、それぞれ、3台と2台の偏向磁石を用いる磁石配列で、その後の数字は、直線部の数を表わします。この3案の詳細は、今年シカゴで開かれた、アメリカ加速

器学会で報告されています。この内、どれが BESSY II に最適であるかを議論する、ラティスレビューが今年1月にBESSYで開かれました。審査員は、ESRFからMülhaupt, Klotz, Ropertの各氏、トリエステからWrulich氏、ドルトムントのWille氏、ユーリッヒのMaier氏でした。この他に、出席は出来ませんでした。文書に依る参加は、パークレーのJackson氏でした。会議では、Bradshaw氏による全般的な説明と、Lehr, Simon, Wüstefeld各氏による各案の説明の後、Mülhaupt氏が議長になり、各案の利害得失を様々な技術的観点から議論しました。最終日に、3案の内、どれがBESSY II に適しているかを、審査員の投票により決めました。結果としては、直線部が12ヶ所所有するTBA12が選ばれました。

このラティスレビューの直後、アメリカ・パークレーでも、ALSのラティスレビューが開かれました。BESSYからは、Lehr氏が出席しました。そこで問題になった点は、磁石の設置誤差や磁場誤差、又、挿入型光源を取り付けると、1) ダイナミックアパチャーと呼ばれる、ベータトロン振動の安定領域が、非常に小さくなる事、2) エネルギー誤差が有る電子の保持が、理想的なリングに比べると小さくなる事、3) 電子を多数回、回転させるとダイナミックアパチャーが、さらに減少する事の3点でした。これらの点は、いずれも、ラティスの非線型効果が原因であり、同種のラティス構造を採用したBESSY II の設計グループも、大きな衝撃を受けました。

この情報を得て、BESSY II のラティスに採用されたTBA12の再見直しを行いました。その結果、TBA12でも、いくつかの問題点が発見されました。BESSY II の建設予定地には広さの制限があり、前述の周長が取りうる最大の値です。TBA12の問題を解決するには、いくつかの補正磁石を取り付けねばならないのですが、その為の場所がありません。そこで、BESSY II のラティスとして、補正磁石を取り付ける場所の有るTBA10を

採用することになりました。直線部の数は、12本から10本に減りましたが、5 Tの超伝導ウイグラーを含む、6台の挿入型光源を取り付けても、水平方向±20mm、垂直方向±10mmのダイナミックアパチャーを確保する事が出来ました。

BESSY II の設計レポートは、6月末に完成しました。予算獲得の為には、この設計レポートを早急に作る必要がありました。そのため、私のBESSY滞在中は、大変なハードスケジュールで、半年が、あっという間に過ぎてしまいました。しかし、高輝度光源の設計作業が行われていた期間に、BESSYに滞在し、共に働く機会が得られた事は、大変に幸運でした。

最後になりましたが、ベルリン滞在中に、大変お世話になった、BESSYのLehr, Peatman, Krech, Bradshaw各氏に感謝致します。