

## §2. 加 速 器

## ま え が き

鎌田 進

高エネルギー物理学研究所放射光実験施設  
MR 超高輝度放射光計画推進室\*

将来の放射光源利用の可能性および必要な技術開発要素の探索という先導的かつ先駆的な役割を目指して、トリスタン主リング (MR) の B ファクトリー (KEKB) への転換前の1995年9月から12月にかけて、3 カ月余という短期間ではあるがトリスタン MR で放射光ビーム試験が行われた。

この MR 放射光ビーム試験が行われるに至った経緯、準備作業の概略、ビーム運転のあらましそして将来の展望について、筆者周辺の加速器関係に限定した範囲で簡単に紹介し「まえがき」とさせていただきます。

## 1. MR 放射光ビーム試験への経緯

トリスタン MR は最高ビームエネルギー32 GeV の電子陽電子衝突型加速器である。1986年に稼働を開始し、新粒子の探索や標準模型の検証実験にと世界の高エネルギー物理研究者にエネルギーフロンティアにおける研究活動の場を提供してきた。1989年以降エネルギーフロンティアの座を SLAC の SLC および CERN の LEP 加速器に譲り、その後の利用計画の一環として放射光利用が考えられるようになった。

それ以前にも放射光実験施設内部でトリスタン MR の放射光利用計画が検討されてはいたが、ト

リスタン加速器に所属していた筆者にとって事の発端は1988年3月の「放射光科学の将来計画のための研究会」であった。ここでトリスタン MR の放射光源としての可能性を、既存ラティスのオプティクス変更とダンピングウィグラーの大規模使用に基づいて試算し達成可能ビーム性能として提示した。これが放射光関係者の注目を引き具体的なトリスタン MR 放射光利用計画の策定作業に参画する契機となった。

しかしながら1992~3年頃、KEKB 加速器のトリスタントンネル内設置という高エネルギー物理学研究計画の動向そしてトリスタン MR 放射光利用計画と少なからぬ共通性を有する SPring-8 計画の順調な進展を背景として、トリスタン MR 放射光利用計画を凍結するという方向付けがなされるに至った。

この状況下で、将来の特に超高輝度短波長放射光の利用可能性およびそのための技術開発要素の萌芽を探索したいという研究者の熱意と意地に押されるように、最低限の投資でトリスタン MR における放射光利用ビーム実験を行う計画案が作成され、幸いこの実行が認められるに至った。加速器改造の実施およびビーム運転の遂行は、密接に関連する KEKB プロジェクトの加速器部門責任者黒川真一氏の総括のもと、トリスタン加速器

\* 高エネルギー物理学研究所放射光実験施設 MR 超高輝度放射光計画推進室 〒305 つくば市大穂 1-1  
TEL 0298-64-5682 FAX 0298-64-7529 e-mail Susumu.Kamada@KEK.jp

グループを主体とし更に放射光光源系から参加を得て実行される事となった。

## 2. 加速器改造

1994年7月に加速器計画検討のための研究会が行われ改造計画全体の整合性の確認と更に検討が必要な事項についての議論がなされた。特に多バンチビーム不安定現象と加速空洞の選択、軌道安定化条件と軌道フィードバックシステム、新規真空容器の大量導入と真空度改善の見通し、目標ビームエミッタンスとその測定方法などが重要な課題として認識された。

加速器改造作業はトリスタン加速器の各担当グループによって担われ、1995年の夏季シャットダウン期間に集中して全ハードウェアの据え付け作業が実施された。使用しない加速空洞の撤去、新設磁石の設置や既存磁石の配置替え、電力配線、真空路作業、アンジュレータ設置部の準備、光ビームライン建設部の準備と目白押しのしかも順を追って実施する必要のある作業工程がトリスタン加速器コーディネータ吉岡正和氏により精密に調整管理された。

## 3. ビーム運転

オプティクスの変更を始め加速器改造はかなり大掛かりなものとなり特にアンジュレータ部では5 m以上に渡って垂直方向の物理口径が20数mmと狭隘なものになった。このように大掛かりな加速器改造の後、速やかにビーム立ち上げを行い所期のビーム性能に到達し放射光利用を含めた全スケジュールを3カ月間でこなすのは当初殆ど無謀かとも思われた。

この難題に当たることになったのはトリスタン加速器の稼働以降一貫してそのビーム性能向上を担当してきたトリスタンビーム開発グループである。MR放射光ビーム試験の為に必要なビームスタディの立案と実施、計算機シュミレーションによる様々な予測作業、コントロールシステム改造

案の作成、モニター整備案の作成そして軌道フィードバックシステム構築などの準備作業が責任者福間均氏を中心に積み重ねられていった。このように周到な事前の準備に裏打ちされて、効率的で精力的なビーム調整を行うことができ、ビーム調整開始から利用実験の為にビーム供給へと作業は順調に進行した。この間にも、ダイナミックアパーチャについての粒子トラッキング結果に基づいてチューン動作点を変更するなど、最適条件を探す様々な試みが遂行されている。

ビーム性能が一応の定常状態に到達した後もビームスタディ時間が確保され、インピーダンス測定、ダイナミックアパーチャ測定、軌道フィードバックシステム調整作業等が実施され、また最初期のレーザーコンプトンモニターによるビームエミッタンス測定に引き続いて可視光モニターの立ち上げ作業とそれを用いた低エミッタンスビーム調整やカップリング調整が大きな比重を以て実施された。

## 4. 将来への展望

当事者にとり長くもありしかし結局は短かった3カ月余のMR放射光ビーム試験は終わった。今トリスタントンネルからは全ての磁石、加速空洞が撤去清掃され、床にはKEKB加速器据え付け用ベースプレートが埋め込まれ磁石の搬入据え付けが既に始まっている。来年の秋にはKEKB加速器のビーム調整が開始され、その後、長期に渡りここは活発な高エネルギー物理実験の場となる見通しである。

しかしながらKEKBの研究目的達成の暁は必ず来る。その時我々に残されているものはトンネルや磁石ばかりではなく、アンペア級のビーム電流を取り扱う経験とシステム技術、低エミッタンスビームや低カップリングビームを安定に実現する方法そして各種不安定現象を抑制する高度な経験と技術である。そしてこれは全く当然で有べき展開と思えるが、そのときに際して放射光研究

者がこれら KEKB 遺産を活用し放射光科学の更なる発展を図る可能性はある。特徴と魅力に溢れる研究計画を策定することによってそれは実現するであろう。そのためには放射光利用，挿入光源，電子ビームの3者を総合的に把握した研究

プロジェクトの推進能力の開発が切に求められる。放射光利用で必要とする光の性質の科学，挿入光源や光発生科学と技術開発が，今や稼働を開始した SPring-8 を始めとする各地の放射光施設でますます発展することを祈りたい。