# SPring-8の挑戦Ⅱ

☆10★

## 極限のビーム軌道安定化を目指して

### 針の様な光

「ハロー田中さん、アルフレッドです。ビームの強度が著しく低下しました。光の軸が上方にずれたようです」。ニューヨーク生まれのビームライン研究者が抗議してきた。夜の10時過ぎに、電子ビーム軌道の安定化システムにトラブルが発生していた。彼はSPring-8で一番要求の厳しい測定装置責任者であり、どうやら、その放射光の軸を数ミリメートル蹴飛ばしてしまったようである。世界で最高の安定性を持つSPring-8でも、このようなことがまれに発生する。

SPring-8では、極細の電子ビームを蓄積し、針の先のようにシャープな明るいX線を供給している。たんぱく質結晶などでは、1ミリメートルかな磁場や電場の変化を敏感に感じ取り、容易に変化する。1・5キロメートルに渡り10ミリメートル以下という究極的な安定性は、建物から電磁石、真空パイプなど、すべての構成機器から変動要因を除去するという徹底した設計思想から生まれた。

例えば、昼夜の温度差は、直径400メートルの建屋に約1センチメートルの熱伸縮を生じ、蓄積リングの電磁石配置に深刻な影響を与える。SPring-8では建屋全体を二重構造にし、加速器トンネル内の気温を±1度Cで制御した。また、電磁石の冷却水の温度が2度C変化すると、放射光の位置が実験試料上で100ミリメートル程動き、試料の中心からはずれて精密実験の妨げになるため、毎分3・5トンの冷却水の水温を±0・2度Cで制御した。このほか、周囲の微小な磁場変化や床振動を減少させる徹底的な対策が凝らされたのである。

徹底的な振動対策の結果、今まで想像だにしなかった振動要因がいろいろ明らかになってきた。その一つとして真空パイプの微少な振動が、電子ビームの軌道を5ミリメートル程揺らしていることが分かった時には本当に驚かされた。アルミ製の真空パイプは電気抵抗が小さく、4極電磁石の磁場中で振動すると、電磁誘導効果で、電磁石が揺れたと同様に電子ビーム軌道を変動させる。結局これは、真空パイプの巧妙な固定と振動源である冷却水の流路の改善で解決した（図参照）。

さらに、運転中の軌道変動を抑えるため、30秒周期で自動的に軌道変動を補正するシステムも導入された。これらの軌道変動要因を一つひとつ解明し、除去していけたのは、最初の設計段階で主要な要因が綿密に取り除かれていたおかげである。最初の設計が悪いと、ゴール達成が困難となるのはどこでも変わらない。

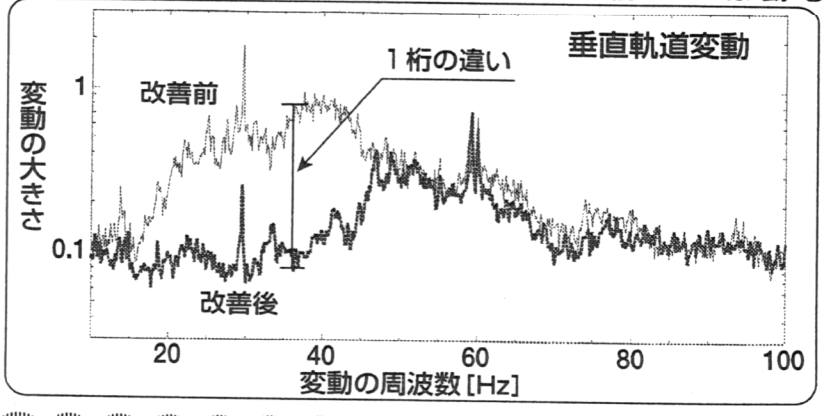
### 切磋琢磨で進歩

このように、SPring-8の極限のビーム軌道安定性は、加速器研究者の情熱と、放射光利用者の厳しい要求がぶつかりあって、実現できたものである。お互いに最高のものを生み出そうと切磋琢磨する協力関係が、光源の進歩を促し、新たな利用実験の可能性が開けてくることと信じたい。

（金曜日に掲載）

高輝度光科学研究センター
加速器部門副主席研究員
田中　均（たなか　ひとし）

## 電子ビーム軌道の変動 1.5キロメートルで10マイクロメートル以下 気温・冷却水制御で実現




### 変動要因を除去

電子ビームの軌道は、わずかな磁場や電場の変化を敏感に感じ取り、容易に変化する。1・5キロメートルに渡り10ミリメートル以下という究極的な安定性は、建物から電磁石、真空パイプなど、すべての構成機器から変動要因を除去するという徹底した設計思想から生まれた。

例えば、昼夜の温度差は、直径400メートルの建屋に約1センチメートルの熱伸縮を生じ、蓄積リングの電磁石配置に深刻な影響を与える。SPring-8では建屋全体を二重構造にし、加速器トンネル内の気温を±1度Cで制御した。また、電磁石の冷却水の温度が2度C変化すると、放射光の位置が実験試料上で100ミリメートル程動き、試料の中心からはずれて精密実験の妨げになるため、毎分3・5トンの冷却水の水温を±0・2度Cで制御した。このほか、周囲の微小な磁場変化や床振動を減少させる徹底的な対策が凝らされたのである。

徹底的な振動対策の結果、今まで想像だにしなかった振動要因がいろいろ明らかになってきた。その一つとして真空パイプの微少な振動が、電子ビームの軌道を5ミリメートル程揺らしていることが分かった時には本当に驚かされた。アルミ製の真空パイプは電気抵抗が小さく、4極電磁石の磁場中で振動すると、電磁誘導効果で、電磁石が揺れたと同様に電子ビーム軌道を変動させる。結局これは、真空パイプの巧妙な固定と振動源である冷却水の流路の改善で解決した（図参照）。

さらに、運転中の軌道変動を抑えるため、30秒周期で自動的に軌道変動を補正するシステムも導入された。これらの軌道変動要因を一つひとつ解明し、除去していけたのは、最初の設計段階で主要な要因が綿密に取り除かれていたおかげである。最初の設計が悪いと、ゴール達成が困難となるのはどこでも変わらない。

### 切磋琢磨で進歩

このように、SPring-8の極限のビーム軌道安定性は、加速器研究者の情熱と、放射光利用者の厳しい要求がぶつかりあって、実現できたものである。お互いに最高のものを生み出そうと切磋琢磨する協力関係が、光源の進歩を促し、新たな利用実験の可能性が開けてくることと信じたい。

（金曜日に掲載）

---

## 科学技術

## 高輝度光科学研究センター

東京大学ナノエレクトロニクス連携研究センターの荒川泰彦教授らと富士通は、初めて冷却器と電流制御回路のいずれも不要にする量子ドット半導体レーザー（LD）の実用化にめどをつけた。20度－70度Cの範囲で無

Dが実用化しつつあり、電流制御回路によるバイアス電流の調整によって冷却器を不要こ

切る低価格に押し下げられ、アクセス系光通信普及に大きな推力となる。

富士通は製品化こ

この研究は文部科学省のITプログラムおよび新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジ