

## 海外派遣終了報告書

所属 : 総合研究大学院大学 加速器科学専攻 D4  
氏名 : 渡邊 謙  
派遣先 : ドイツ国 DESY 研究所 (ハンブルグ)  
派遣期間 : 平成 18 年 7 月 26 日 ~ 平成 18 年 8 月 25 日  
報告日 : 平成 18 年 8 月 28 日

### (1) 海外派遣先について

派遣先はドイツにある DESY 研究所である。実験は DESY 研究所内にある TTF (TESLA Test Facility) という施設で行った。TTF は FLASH (Free-electron Leaser in Hambrug) と呼ばれる計画に用いられるビームを供給する施設である。TTF で用いられている加速技術は超伝導加速技術であり、ILC (International Linear Collider) のベースラインの技術にもなっている。

また、DESY では ZEUS 実験が行われており日本の実験グループが DESY に常駐している。



TTF Linac 内の様子



クライオモジュール

### 研究目的

リニアコライダーや ERL に用いられるマルチセル超伝導加速空洞の高次モードに関する研究のためには、DESY 研究所にある TTF 試験加速器におけるビームを使用した研究が欠かせません。

高次モードを用いたこの研究の目的は、ビームによって空洞に誘起される高次モードから、ビームと加速空洞のずれの相関を計算と実測から確立し、それを加速空洞のアライメントにフィードバックさせることで、将来的には高分解能の空洞位置および空洞変形モニターとして発展させることにあります。現在、KEK では超伝導加速器のテストファシリティ (STF) を建設中ですが STF でビームが出るのは 1 年以上先であり、またビーム電流が小さいため、時期的にもビームの質的にも実験を行うのは難しいのが現状です。

また、実験する条件面では、実際に稼働しているマルチセル超伝導空洞がある施設は DESY 研究所の TTF 以外にありません。

したがって、学位取得のために DESY 研究所でのビーム実験が必要不可欠なのであります。また、STF でビーム実験を行うときの参考にもなると考えています。

### (2) 海外派遣前の準備

この実験は SLAC、DESY、FNAL、CEA、DSM/DAPNIA らのメンバーで構成するグループが 1 年以上前から TTF で実験を行っているため、測定に必要なものはすでに揃っている状況であった。私は今回の実験からの参加であった (KEK としても初めての参加)。また、超伝導空洞を用いてビーム実験を行うのは初めての経験であり、かつ、STF でのビーム実験を想定した場合、実際に検出している信号の調査を行う必要があった。そのため KEK 側で独自に必要な測定機器 (日本の企業からレンタルしたものを DESY に発送) を用意した。(スペクトラムアナライザー、オシロスコープ)

### (3) 海外派遣中の勉学・研究

DESY 研究所の TTF 試験加速器の加速空洞とビームを用いて、高次モードを利用したマルチセルの加速空洞アライメントに関するビーム実験を行った。

超伝導空洞はその製法から工作精度があまり良くないため、電気的中心と機械的中心がずれていることが予想される。また定在波型マルチセル空洞でのビームとの相対関係を求めることは困難とされている。

そのような条件下で、正確な位置情報を得ることは難しいが、マルチセル超伝導加速器システムを用いた大規模加速器では必要不可欠な技術である。

実験はビームによって誘起される高次モードからの信号のスペクトラム解析を行い、ビームと軌道の相関関係を見ることを行った。

その相関関係からビームに対する空洞の傾き、軌道からのオフセット、電気的中心と機械的中心のずれなど、空洞アライメントに必要な情報を得ることができるはずである。この実証のために実験を行いに行った。

また、TTF、STF で使用する超伝導加速空洞は九連セルの定在波管である。このような空洞では各モードから 1/9 モード九つの共振が存在する。

実験期間：7月27日～8月10日

実験内容：ビーム通過時に加速空洞内に励振されるダイポールモード (TE<sub>111</sub>) を用いて、ビーム位置とダイポールモードの信号との相関関係を調査し、それを元に空洞のアライメントを行うこと。

STF での実験のためにスペクトラムアナライザーを用いて、加速空洞から出てくる HOM 信号を調査した。また、空洞ごとの信号の比較も行った。

実験方法：クライオモジュール(加速管)の上流にあるマグネットを用いて加速空洞内を通過するビーム位置を変化させ、そのときのビーム位置とダイポールモードの信号を測定した。

この実験はSLAC、DESY、FNAL、CEA、DSM/DAPNIAらの研究所のメンバーと一緒に行った。彼らは1年以上前からTTFでビーム実験を行っており、測定に必要なものはすでに揃っている状態であったため、彼らのシステムを借りてデータを取った。

現在、解析中である。

また、TTF での超伝導空洞のテストの様子や TTF Linac 等の見学も行った。

#### (4) 海外派遣中に行った勉学・研究以外の活動

派遣中は休日を利用してドイツ国内(ハンブルグ、ベルリン、ポツダム、カッセル、ケルン、リューベック、キール等)を回った。ハンブルグ中央駅から各主要都市に向けて ICE (日本で言う新幹線) が出ているため、移動には鉄道を利用した。主に美術館めぐりと宮殿、町並みを見て回った。ドイツの都市には必ず古い教会、昔の町並みがありそれだけでも十分に見ごたえがあった。



ベルリン市内にあるシャルロット宮殿



ポツダム市内にあるサンスーシー宮殿



カッセル市内にある古城



リューベックの町並み

#### (5) 海外派遣費用について

渡航費は往復で 212,040 円、生活費では宿泊費が一泊あたり 40 ユーロ (30 泊) で 1200 ユーロであったが、長期滞在のため割引してもらい、結果 900 ユーロ (約 135,000 円) となった。渡航費と宿泊費で約 357,000 円になり、残りの金額を生活費に回した。食費は普通のレストランで 1 食あたり 10~20 ユーロであったため、長期滞在を行う場合は自炊等を行わないと厳しい。研究所内の居室の近くにキッチンがあったため、そこで調理が可能であった。

DESY 研究所はこの時期にサマースクール (7 月下旬~8 月下旬までの一ヶ月間) があるため、DESY 内にあるゲストハウスの予約が困難であった (6 月中旬にコンタクトを取ったが遅かった)。この時期にゲストハウスを確保するためには、早めの行動が必要である。このため、DESY 近辺のペンションを借りた。このペンションは近くの民家が空き部屋を提供する形であった。

DESY 近辺 (ハンブルグ市内およびドイツ国内) の公共交通機関は非常に良く充実している。バスに関して言うと、朝 4 時~深夜まで 10 分間隔で来るため非常に便利である。生活用品の購入は DESY 内に KEK のような売店が無いので研究所の外にでる必要がある。研究所のメインゲートを出て約 200m のところに 8:00~20:00 まで開いているスーパーがあるのでそこを良く利用した。ちなみに日曜日は開いている店が非常に少ないので注意が必要である。

#### (6) 海外派遣先での語学状況

ドイツ国内は英語が通じるため、コミュニケーションはすべて英語で行った。街中の標識、案内板はドイツ語のものがほとんど (英語併記のものは思ったより少なかった) だった。ドイツ語の辞書を持っていった方がよい。

#### (7) 海外派遣先で困ったこと

英会話。ドイツ語。

#### (8) 海外派遣を希望する後輩へのアドバイス

ドイツに入国するときは、何処にいくのかと聞かれたくらいで問題なく入国できた。日本からドイツに入国する場合、3ヶ月まではビザ無しで入国できる。

帰りはイギリスでテロリストが捕まった影響で、機内持ち込みの荷物の検査が強化されていた。しかし、アメリカ、イギリスほどではなく、飲料水、ジェル等の持ち込みは厳禁ということは無かった。