

## エクステンジプログラム報告書

### 1. 被派遣者 全員の氏名・所属・身分とそれぞれの滞在期間・滞在先

氏名：中村（服部） 真季

所属：東京大学新領域専攻

身分：D 2

滞在期間：11月8日－11月28日

滞在先：マックスプランク核物理研究所@独ハイデルベルグおよびアシャフェンブルク

氏名：平井 隆之

所属：総合研究大学院大学宇宙科学専攻

身分：D 1

滞在期間：11月14日－11月27日

滞在先：マックスプランク核物理研究所@独ハイデルベルグ

### 2. 受け入れ担当者の氏名・所属・身分

氏名：Ralf Srama

所属：マックスプランク核物理研究所(MPIK)

身分：上級研究員

### 3. 招へい（派遣）の目的（200字程度）

申請者らは、過去20年近くにわたって探査機搭載用宇宙塵検出器開発において世界をリードしているMPIKダストグループと過去7年間にわたり研究・人材交流を行ってきた。その交流を、CPSをハブとして継続・発展させることにより、日本人－ドイツ人研究者間の連携・ネットワークの強化を図ることを目的とした。Srama博士はEuroplanetにおいて研究基盤コーディネータとして活躍しているだけでなく、MPIKもEuroplanetネットワークに参画している。本企画の遂行は、日本国内での宇宙塵検出器開発の活性につながると共に、MPIKを起点としてEuroplanetに参画する各国研究機関にCPSの国際連携ネットワークを張り巡らすことにも繋がると考えた。

### 4. 成果報告（用紙が不足の場合は足してください）

MPIKダストグループの現メンバーだけでなく、旧メンバーであるマックスプランク太陽系科学研究所@独カトレンブルク・リンダウのHarald Krüger博士やコロラド大学@米ボルダーの

Eberhard Grün博士(MPIK兼任)らと研究交流できたことは、MPIKを起点とする関連分野コミュニティでの人材交流の活性化とネットワーク強化を図る上で、大きな成果であったと言える。

中村は、水星探査ミッションベピコロンボに搭載予定の宇宙塵検出器MDMで使われている圧電PZTの衝突検出器としての基本特性について研究をしている。平井は、衝突電離型宇宙塵検出器の開発およびソーラー電力セイル実証ミッション・イカロス搭載のPVDF検出器の観測運用・データ解析にも携わっている。

本派遣により異なるタイプの宇宙塵検出器の研究を行っている被派遣者二名は、ダストその場計測にまつわる衝突実験、宇宙で得られた実データの解釈・取り扱いなどについて、以下のような成果を得た。

#### 【中村 真季】

##### (1) Harald Krüger博士との研究交流：低速微粒子検出器としてのPZT検出器

Rosetta ミッションの彗星着陸機には、彗星表面から発生するダスト計測を目的とする検出器SESAME-DIMが搭載されている。SESAME-DIMは被派遣者が研究しているものと同じ圧電性PZTを用いている。そのSESAME-DIMの校正などを担当しているKrüger博士とMPI-Kにて議論を行った。

SESAME-DIMが測定の対象としているのは、サイズが50ミクロンから6ミリメートル、速度が最大でも 0.25 m/secで、被派遣者が研究対象としているものに比べるとサイズが大きく、また低速である。今回Krüger博士にはSESAME-DIMのセミナーを開いていただき、地上での校正実験について詳しい説明をして頂いた。対象とする粒子は異なるものの、現象の取り扱いとして参考にできるものがあった。特に、被派遣者の修論における成果はそのままSESAME-DIMの校正実験に適用できる可能性もあり、今後のPZTの研究について互いに協力していくことになったのは、今後の国際交流に繋がる大きな成果である。

##### (2) 研究交流のためのコミュニケーション能力の強化(外国語コンプレックスの払拭)

被派遣者は外国語でのコミュニケーション経験が乏しいため、外国語となるだけで自分の意見が出なくなってしまうことが多い。そのような外国語に対するコンプレックスを改善することを目指し、MPI-Kでの実験開始前の1週間、ドイツ人宅にホームステイを行い日本語が全く通じない環境で生活を行った。1週間ととても短い期間であるにもかかわらず、外国語に対する恐怖心を払拭し、MPI-Kでのコミュニケーションがスムーズに行えるようになったことは、今後、国境を越えた共同研究を行う上で多に役立つに違いない。また、ホームステイ先では、古くからの様々なドイツ文化(言語、食文化、生活スタイル等)を学び、異文化についての知識を得ただけでなく、ホームステイを通じて異文化を直に感じられたことは、とても興味深く、

大いに見聞を広めることに繋がった。

### (3) 静電加速器による超高速微粒子衝突実験

MPIKにある静電加速器を使って、現在研究中のPZT検出器に超高速微粒子を衝突させてその信号を測定する実験を行った。静電加速器は東海村のHITにもあるが、加速できる粒子の種類、速度が異なり、今回は白色塗料の塗布された素子、電極の形状の様々な素子、多層型にPZT素子について約50km/secまでの微粒子衝突実験をすることで、白色塗料が出力波形に及ぼす影響、及び、電極の形状の違いによって波形から得られる情報(主に衝突位置)、多層中を伝わる圧力伝播について明らかにする目的で実験を行った。しかし、実際マシンのトラブルの影響で得られた速度は速くても8km/sec程度だったが、HITの粒子速度よりも多少早い速度でデータが取れたことは、不幸中の幸いである。この実験により、白色塗料によるエネルギーの吸収は大きく、PZTに伝わるエネルギーが小さくなっている事が分かった。実験に置いてはマシンのトラブルに見舞われたが、今回の派遣でMPI-Kの実験時の様子が分かり、次回以降の実験にはかなり大いに有益な経験となった。

### (4) AUTODYNによる衝突シミュレーション

Srama博士のグループで研究している博士課程学生のLi氏はAUTODYNを用いたSPH法による衝突シミュレーションを行っている。これは被派遣者がかねてより取り組もうとしていた方法であり、微粒子衝突によってPZT中での応力波の発生や伝播の様子をシミュレーション(HYDROCODE 及びSPH法)することで理解を深めようと考えている。今回、AUTODYNによるSPH法について経験を持っているLi氏からその特徴などを学ぶことができ、今後の取り組みに大いに役立つ情報を得た。

#### 【平井 隆之】

##### (1) 計測データの解釈と比較方法について

Eberhard Grün博士には、NASA-ドイツ共同の太陽探査機Heliosにおけるダストその場計測の生データを提供していただき、データの解釈や他のダスト計測器で得られたデータとの比較方法についてご教授いただいた。Heliosの計測結果と、現在被派遣者がその運用からデータ解析まで携わっているPVDFダスト計測器ALADDINのデータとの比較を行い、計測器のGeometryや衛星の姿勢・軌道などを考慮したデータ処理方法を学んだ。また、ALADDINの計測データについても興味深いコメントをいただいたとき、データ解析を行う高度なスキルが得られたに等しい。

## (2) PVDF, PZTターゲットにおける衝突プラズマ・発光計測

これまでのダストその場計測においては、衝突電離型、圧電検出型、捕集型の3つが多くの搭載実績を重ねてきている。将来のダスト計測においては、これらの計測原理を組み合わせた複合計測器の開発や異なる計測原理から得られたデータを統一的に解釈できる較正理論の考案が求められる。これらを達成する第一歩として被派遣者は、これまで計測されていないPVDF(ポリフッ化ビニリデン)及びPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)における衝突プラズマ及び衝突発光の計測を行った。PVDF, PZTは圧電検出型で主に用いられる圧電素子である。

MPI-Kにおける実験のメリットは、日本の加速器に比べ粒子の速度・質量範囲が広く、また、実際のダスト組成に近いOrthopyroxene粒子を使用できるという点である。加速器のトラブルのため、このようなMPI-K実験のメリットを最大限活かすことはできなかったが、PVDF及びPVDFにおける衝突プラズマ、衝突発光の計測データを取得することができた。

実験にあたり、Srama博士とは衝突プラズマの収集効率とイジェクタの影響を考慮した計測器のセッティング方法について議論を交わした。またSebastian Bugiel氏には、MPI-Kダストグループが加速器の動作確認に使用しているプラズマ計測器を紹介していただいた。このように、長年ダスト衝突におけるプラズマ計測を行ってきたMPI-Kダストグループの方々と議論を交わすことができたことは、今後の開発に向けて大きな第一歩であろう。今後も計測結果の解釈や応用について議論していく予定である。