

東海国立大学機構 名古屋大学
宇宙地球環境研究所
技術部報告



令和 5 年度
(2023 年度)

表紙図

放射性炭素年代測定

タンデトロン加速器質量分析装置

撮影：池田 晃子（技術部）

令和 5 年度 ISEE 技術部報告集の刊行にあたり

2015年10月に太陽地球環境研究所、地球水循環研究センター、年代測定総合研究センターの3部局の統合合併により宇宙地球環境研究所(ISEE)が設立され、同時に発足した ISEE 技術部は組織運用開始から現在 9 年目となる。上記3部局は旧来よりそれぞれが全国に向けて共同利用の門戸を開いており、多数の共同利用者を擁していく中で独自の共同利用システムを確立してきた。この共同利用システムは、一部形を変えて現在の ISEE に継承され、ISEE 技術部における業務の請負も、その体制に沿うものとなっている現状がある。一方、名古屋大学全体のレベルでは、全学技術センターが 2004 年 4 月より発足、施設系を除く全技術職員が所属することとなったが、ISEE 技術部は、従来からある ISEE 独自の共同利用システムが完全に機能している中で、全学技術センターのシステムにも取り込まれるという二重構造となっている。こういった状況の中で、いかに ISEE 技術部の構成員が自主性・独自性を持った業務請負を行えるか、技術部の在り方を考えることが重要であると考えます。

名古屋大学 全学技術センター
分析・物質技術支援室 室長補佐
(ISEE 技術部) 池田晃子

年代測定研究部の業務紹介 化学実験編

全学技術センター 分析・物質技術支援室
(宇宙地球環境研究所 年代測定研究部・放射線安全管理室)

池田 晃子

昨年度の報告では、年代測定研究部における業務の概要について述べたが、今回は「化学実験編」と題し、年代測定研究に係る化学実験について紹介する。

1) 局所排気装置、超音波洗浄機、加熱装置、乾燥機類を用いた試料の化学処理

放射性炭素年代測定（あるいは炭素同位体比分析）の対象となる様々な試料から、タンデトロン加速器質量分析に供する測定ターゲットの作成を行う際には、酸やアルカリ、有機溶媒などを用いた化学処理を行うケースがほとんどであるが、化学薬品は人体に対して有害であるものが多いため、取扱の際には保護具を身に付け、局所排気装置（ドラフトチャンバー）内で作業を行う。試料の水洗や有機溶媒による洗浄に超音波洗浄機を用い、酸・アルカリによる化学処理の反応促進のため加熱装置を用いる。化学処理を終えた試料は、定温乾燥機や凍結乾燥機などを用いて水分を除去する。

2) ガラス製真空ラインを用いた二酸化炭素ガス精製ならびに元素状炭素の合成

1) の処理を終えた試料は、助燃剤の存在下で燃焼、あるいは不揮発性の酸による化学分解を行い、含まれている炭素を二酸化炭素に変換する。この二酸化炭素を他の物質から分離精製する際に、ガラス製真空ラインを用いるが、ガラスであるため破損が起こりやすく、取扱には注意を払う必要がある。また、ガス精製の際に液体窒素を用いるが、凍傷や窒息、爆発などの非常に危険な事故につながる可能性があるため、取扱前の安全教育が不可欠である。精製により単離された二酸化炭素は、鉄粉触媒下で水素還元し、元素状炭素を得る。この作業の際にもガラス製真空ラインを用いるが、水素ガスを取り扱うため、爆発事故に発展するおそれがあり、その取扱に関しても事前の安全教育と十分な実地訓練が必須である。得られた元素状炭素は、アルミ製のターゲットホルダーに充填し、加速器測定に供する。

上記の業務に付随して、MaCS-NU を用いた化学薬品管理、MaCS-G を用いた高圧ガス管理、実験に伴って発生する廃棄物の適正処理ならびに安全管理、実験室や実験装置の保守管理業務を行っている。

次回の投稿では、年代測定装置であるタンデトロン加速器の運用に係る放射線安全管理業務について紹介する予定である。

【技術報告】



ドラフトチャンバーと加熱装置を用いた実験の様子



定温乾燥機



超音波洗浄機



凍結乾燥機



ガス精製用ガラス製真空ライン

フィールド作業におけるノウハウ

川端哲也（宇宙地球環境研究所 技術部）

1. はじめに

宇宙地球環境研究所（宇地研）では、複数の研究グループが国内外に多くの観測装置を設置し地球規模の観測を展開している。設置された観測装置の中には技術職員が製作したものも多く、技術職員が観測地に行って調整することも少なくない。また、設置された観測装置の保守や更新のために観測地に滞在して作業することもたびたびある。

ここでは、こうした観測地での作業（フィールド作業）について、筆者の個人的な経験ではあるが、紹介しご助言をいただければと思う。そして、よりいっそうフィールドにおける作業スキルを向上させていきたいと考えている。

観測フィールドでの作業スキルは、宇地研技術職員の真骨頂とも言える分野であり、他の業種にはない技術分野でもある。

2. 観測地

観測地は、夜空が暗い場所、電波ノイズの低い場所、大気による吸収が少ない場所などの条件により街から離れた地域がほとんどで、時には標高が4000mを超える高地もある。また、装置は観測小屋などの小規模な施設やその周辺に設置することが多く、空調は簡易的である。雨風はしのげるもののホコリも多く半分屋外のような場所が多い。観測装置の設置調整作業を「フィールド作業」と呼ぶのは、こうした理由からである。

ここでは、これまで筆者が関わったノルウェーにおける大気温度風速ナトリウムライダー装置とミリ波大気分光観測装置、ニュージーランドにおける光学望遠鏡の機能改善装置、メキシコのシエラネグラ山に設置されている宇宙線望遠鏡のデータ取得装置など、海外での観測サイトにおける装置の設置調整作業の経験にもとづいて紹介する。



図1. ノルウェー、トロムソ EISCAT レーダーサイト（北緯69.5度）に設置されている観測コンテナ群



図2. ニュージーランド、マウントジョン天文台にあるMOA望遠鏡のドームと観測施設



図3. メキシコ、プエブラ州シエラネグラ山の山頂（標高 4600m）。大型ミリ波望遠鏡（LMT）の左手前に見える白い建物が、宇宙線望遠鏡が納められている観測施設

3. 必要な技術

観測地には研究者とともに行くことが多いので、全てを一人でこなす必要はないが、個人として機械、光学、電気、電子回路、ネットワーク、プログラミングなど、なるべく多くの知識と技術を持っていた方が有利である。ネットワークや観測用プログラムは、研究者が詳しいことが多いので、技術職員はどちらかといえば製作したハードウェアの設置調整に集中することが多い。ただし、不具合が起きたときにそれが何によるものなのかをデバッグする必要があるため、ソフトウェアや Linux などの OS についても全く分からない訳にはいかない。

加えて装置を設置する際にはアングル材の切断や木材や金属への穴あけ、切断作業、観測施設の修繕などのインフラ整備もかなり多い。観測装置は精密機器である一方で、それを設置する周囲の環境は極めて劣悪であり、装置がトラブル無く長期間の運用に耐えられるかどうかは、それを納めるハウジングの性能や電源インフラによるところが大きい。装置を納めるハウジングは、装置の周囲環境を整える上で極めて重要でありノウハウの塊でもあるが、限られた条件下で装置に適した環境を長期間にわたり 100%維持することは難しく、フィールド作業で最も苦勞する部分である。

4. 準備

フィールド作業にあたって事前に研究者から目的を聞いた上で、具体的な作業内容を確認する。現地では慣れない環境で生活もしなければならないので、考えることが多く頭がいっぱいになってしまうことから、作業内容は出張前に可能な限りその内容と手順を考えておき、その上で現場では臨機応変に対応するようにしている。具体的には、作業項目をパワーポイントに書き出した上で、それぞれの作業項目について、どんな手順でどのよう



図4. コンテナ側面の鉄板にホールソーでΦ100mmの穴をあけているところ。屋外作業が多いので、風で体温を奪われないようにウインドブレーカー系の服を着用している。

に作業を行うのかを想像しながら図や写真を使い細かくまとめている。作業手順をまとめる中で、必要な工具や部材などが明らかになることも多く、現地に行ってから、あれが無い、これが無い、といったことを未然に防ぐことができる。また、出張前にパワーポイントで作った資料を研究者に提示して、想定している内容に行き違いがないかを確認する。また、作業終了後には作業結果（写真や記録）を含めて資料を更新し、報告書として提出している。

さらに作業工程表も作成する。装置を組み上げるには、段取りや順番があるので、それらをおおよそ計画するとともに、複数の研究者が入れ替わり現地入りすることもあるため、人の出入りに従って作業の完了順序と作業スペースの占有順序を確認しておく。実際には工程表の通りに進むことは少ないが、それでも目安にはなるし、作業にかかる時間を想定して工程表は作られるので、あせらず作業に取り組むことができ安全にもつがる。

フィールド作業の完成度を高いレベルにおくならば、周到な準備をした上で、状況に応じて臨機応変な対応ができることが望ましいと考えている。

5. 工具

現地に十分に管理された工具があることは少なく、それらは他の人が使うことも多いので、自分で使用する工具はなるべく自分で持っていくようにしている。工具は金属製で重いため、持ち物の重量の半分以上は工具になる。

現場のありあわせの工具で作業せず、自分の工具を持っていくのには大きな理由がある。フィールドでは、確実に使用できる工具を念頭におきながら2手3手先を見越して段取りよく作業をおこなう必要がある。作業をしながら、あれが無い、これが無い、といった具合では効率が悪く、ストレスや焦りにつながってしまう。確実に使用できる工具が手元にあり、それを使って流れるように作業ができれば、安全で効率的な作業が展開でき、結果として完成度を高めることができるのである。

次に、具体的に何を持って行くかをいくつかのケースで紹介する。

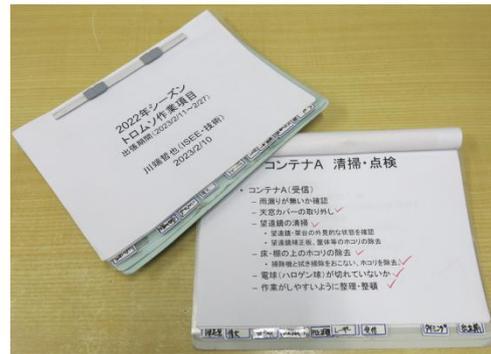


図5. 作業手順書の例。以前の記録写真や装置の設定値も記載されている。作業項目にチェックを入れながら漏れがないように作業を進めていく。

図6. 作業工程表の例。ハウジングと装置の細かな調整順序が書かれている。

【技術報告】

(1) 最低限の工具

出張先で移動をともなうフィールド作業があり、携帯できる工具に制限がある場合の最低限の工具を以下にあげる。

- ・ドライバー（プラス（No1, No2）、マイナス（幅 4, 6mm）
- ・精密ドライバーセット（+0,+00,-2.3,-1.8,-1.2,-0.9）
- ・六角レンチセット（1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10mm）
- ・ニッパー（VICTOR, 322A-150）、ラジオペンチ（ニッパーと同サイズ）
- ・カッター(OLFA, L サイズ)、ハサミ
- ・メジャー（コンベックスルール, 2m）
- ・ヘッドライト（※②）、ライト
- ・モンキーレンチ（ロブスター, UM24）（※④）
- ・ビニールテープ、車用両面テープ、アルミテープ少々、養生テープ（※⑥）
- ・結束バンド（150, 200, 300mm, 耐候性）または、鉄線入りビニールひも（※⑤）
- ・メモ帳、ボールペン、マジック
- ・面ファスナー、グローブ、帽子（※③）
- ・バンドエイド、ガーゼなど救急キット
- ・皿（3枚）（※①）、ウエス（3枚）
- ・デジタルマルチメーター
- ・時計、コンパクトデジタルカメラ（記録用）

これらをツールバックに入れて作業している。この中で、ニッパーやラジオペンチ、レンチやカッターなどの基本的な工具以外で特に有用なものについて以下に詳しく説明する。

① 皿（3枚）

皿とは 100 円ショップに売られている鉢受け皿（5号）のことである。この皿があるとないとでは作業効率が根本的に異なる。作業ではネジを外したり取り付けたり、部品を取り外して置いておくことも多いが、単に床や地面に置くだけでは見失ってしまう恐れがある。そうした時に皿にネジや部品を入れておくことができれば、安心して作業に集中できるし、皿も明るめの色にしておけば、蹴飛ばすこともない。



図7. ツールバック



図8. ネジや部品類を入れる皿

② ヘッドライト

昼間でも暗がりや薄暗い小屋の中で作業することが多いので、手元を照らし両手が使えるヘッドライトは必須である。作業効率にも直結する。



図 9. ヘッドライト、グローブ、面ファスナー

③ 面ファスナー、グローブ、帽子

これらは安全装備に分類されるものである。面ファスナーは、ズボンの裾をまとめておくために使っている。グローブは一部が革製のもので、屋外での作業をする際に手を保護するために使用する。グローブを着用していれば、木材のささくれや金属のサビなどを気にせずに出せるし、ホコリやゴミを手で払い落とすこともできる。帽子は、机の下に入ったり、頭上付近に装置があるところで作業することもあるため、不注意で頭をぶつけても保護されるように着用している。



図 10. ハイブリッドモンキーレンチ (UM24)。薄く広く軽量で調整用ウォームネジの滑りもよく使いやすい。

④ モンキーレンチ (ロブスター, UM24)

モンキーレンチを一本持っていくとしたらロブスターの UM24 を持っていく。以前は、スパナセットや普通のモンキーレンチを持っていたが、スパナ類は鉄の塊でとにかく荷物が重くなるため、最近では 0~24mm まで対応できる軽量なハイブリッドモンキーレンチ UM24 を携帯している。

⑤ 結束バンド (150, 200, 300mm, 耐候性) または、鉄線入りビニールひも

鉄線入りビニールひもは「ねじりっこ」が有名であるが、主にケーブル類の結束に使用する。耐候性がある結束バンドを使用するのが理想的であることも多いが、数種類の結束バンドを持って行くことができない場合や対象の構造やサイズが分からないときは、「ねじりっこ」を一つ持って行けば対応がつくので便利である。また、多数の信号ケーブルを装置から外さなければならないとき、一時的に結束してケーブルを整理しておくのにも便利である。

⑥ 養生テープ

日本の養生テープは、高性能でかつ有用である。緩衝保護シートで部品を梱包したり、作業中に装置にシートをかぶせて固定したり、他にも一時的にケーブルを止めておくなど、粘着力が適度ではがしても跡が残りにくいので、屋内外の作業ともに使用する場面が多い。

【技術報告】

(2) 細かな作業用の工具

以上が最低限の携帯工具であるが、通常は細かな作業も入るため以下の工具も合わせて持つて行くことがほとんどである。

- ・差し金 (150mm)
- ・小型モンキーレンチ (ロブスター, M100)
- ・六角レンチセット小、インチ (0.71, 0.89, 1.27, 1/16", 5/64", 3/32", 7/64")、ミリ (0.89, 1.27, 1.5, 2, 2.5, 3, 4mm)
- ・アートナイフ、ピンセット
- ・ミニプライヤー (KEIBA, ニッパー HN-D04, ラジオペンチ HL-D14, 先細ラジオペンチ HE-D05)
- ・ワイヤーストリッパー (HOZAN, P-906)



図11. 電子回路やこまかな作業が必要なときに携帯する工具セット

(3) さらに追加したい工具

さらにハウジングの設置や保守を伴う作業があるときは、以下の工具も追加が必要となる。特にウォーターポンププライヤーは汎用性が高く、屋外での配管作業が想定される場合は必須である。

- ・ウォーターポンププライヤー
- ・モンキーレンチ (ロブスター, UM30) (現地に相当品がない可能性が高い時)
- ・ハンマー (現地にない可能性が高い時)
- ・エフコテープ1号

(4) 光学装置が関わるときの工具

この他に光学装置が関わる作業が入るときは、以下の道具も追加する。このうち、薄手の使い捨て手袋は、観測小屋の外壁のシーリング作業にも使用することが増えてきたため。最近では、必ず何枚か持参するようにしている。

- ・ネジリングスパナ
- ・薄手使い捨てゴム手袋



図12. ネジリングスパナ。レンズなどを固定しているネジリングの取付け取外しに使用する

(5) 電子回路、制御が関わるときの工具

電子回路や制御ソフトが関係する作業があれば以下の道具も追加する。特にノート PC と制御装置をシリアル通信で直接つないでデバッグする際には、USB の通信ケーブルが必須となる。ハンダコテ類は、電圧の関係もあり現地で用意しておくことが望ましい。

【技術報告】

- ・回路用クリップ
- ・スズメッキ線、線材
- ・熱収縮チューブ
- ・ハンダコテ、ハンダ、ハンダ吸い取り線、変圧器
- ・Dsub9 ピンコネクタ（オス・メス）、LAN ケーブル両側接続コネクタ
- ・USB シリアル通信変換ケーブル（RS232C, RS485, RS422、必要に応じて選択）

（6）現地で確保しておくべき工具

以上の他に、現地に確保しておくべき工具を以下に示す。これらは、装置を現地に送る際に一緒に輸送するか、現地で確保すべき工具である。特に電動工具は作業には必須であり、刃物も含めて整備しておきたい。また、これまであげた（1）～（5）の工具も1セット現地に確保しておきたい。

- ・ヘルメット、安全帯、保護メガネ（ゴーグル）
- ・電動工具（ドリルドライバー、振動ドリル、ディスクグラインダー）
- ・ドリルの刃、ビット、ディスク
- ・ノコギリ、ハンマー、釘抜き、布やすり、棒やすり
- ・脚立、重量の重い工具類（スパナセット、大きなモンキーレンチ、バール等）
- ・ハンダ作業工具（一式）、デンタルミラー
- ・コーキング材（シリコン、および、変成シリコンシーラント）、コーキングガン
- ・スクレーパー類
- ・呼び線、電線用配管部材
- ・オシロスコープ、クランプメーター
- ・電気配線用圧着工具、LAN 配線用圧着工具、LAN 導通テスター
- ・電線類（電源ケーブル、LAN ケーブル、同軸ケーブル）、圧着端子、コネクタ類

6. まとめ

ここでは、主に重量 250kg 以下の観測装置をフィールドに設置する際に必要な工具や準備を紹介した。それ以上の重量のある装置の設置となると仕事が異なるため工具や装備も変わってくる。

フィールド作業には、幅広い知識と経験が必要となる。ハウジングを含めた観測システム全体のハードウェアとソフトウェアの知識と経験をもつ技術者は、思いのほか少ない。技術の専門化が進んでいる現在においては、幅広い技術に対応できる人材は民間では育ちにくく、大学や研究所の技術職員ならでは技術分野となっていると思う。得意分野の専門性を高めるとともに今後も幅広い技術分野の研鑽を続けていきたいと考えている。

降雪粒子観測機器の開発

—FPGA 開発と 3D プリンター—

○久島萌人 民田晴也 (ISEE 技術部)

1. はじめに

今年度、FPGA を用いて降雪粒子観測機器を開発し、新潟県長岡市で観測を行った。システム開発には Zynq-7020 の評価ボードである ZYBO Z7^[1] を使用し、機器のハウジングは 3D プリンター (FLASHFORGE Adventurer3^[2]) を用いて製作した。機器の開発を通じて FPGA ボードと 3D プリンターの開発環境や開発手法について技術習得し、様々なノウハウを得たためその内容について報告する。

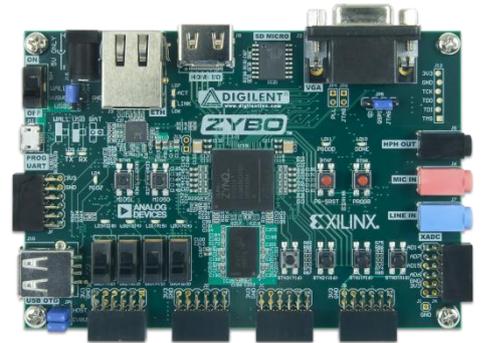


図1 ZYBO Z7 基板

2. システム概要

システムについて簡単に紹介する。レーザーダイオードを光源とし、2枚のレンズを用いてシート状のビームを作成する。対面に受光部があり、6cm幅、384素子のフォトダイオードアレイでビームの光を検出する。降雪粒子がビームを通過すると、通過した部分が影になり降雪粒子の形状が計測できる。この光源—受光部が4セットあり、45度ずつずらして4方向から計測することで、降雪粒子の立体形状が取得できる。影だけでは窪みなどの情報は取得できないため、斜め上部3方向からカメラで粒子を撮影しそれと組み合わせることでより精細な立体形状を再現可能である(5節参照)。これら受光センサーのコントロールやデータ取得は4チャンネル分の並列で高速な処理が必要であるため、ZYBOを用いたハードウェア制御で行った。システムの外観を図2、図3に示す。

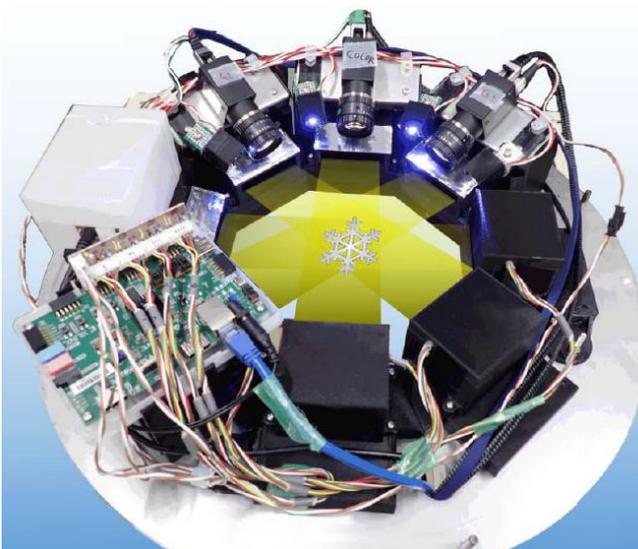


図2 機器内部の様子

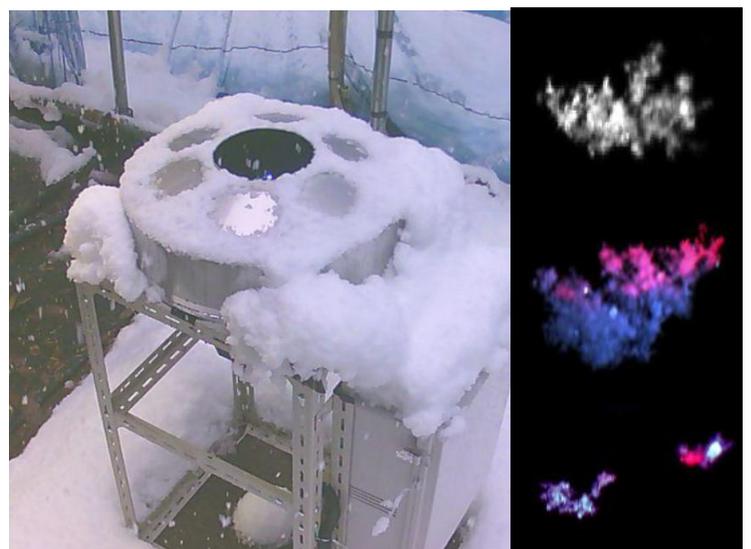


図3 観測機器外観(降雪中)と粒子カメラ画像

3. FPGA 開発 (Vivado と Vitis)

FPGA を用いたシステム開発には、ハードウェア設計に Vivado、ソフトウェアアプリケーションの開発に Vitis を用いて開発を行った。

ZYBO では受光素子基板へのクロックと電源供給およびデータ取得、カメラへは撮影トリガの発出、データ収録 PC へは取得したデータをパケットにまとめてイーサネット経由で送信するプログラムを実装した。

3.1 Vivado

Vivado は、XilinxFPGA 向けの設計環境であり、HDL からビットストリームファイルの生成、FPGA への書き込みまでの一番下位の部分を担当するツールである。

ホスト PC から JTAG 経由で、PL (Programmable Logic)部分に設計したロジックを書き込む。CPU に加え、イーサネットや USB、DDR メモリと通信するための周辺回路も内蔵されたブロックである PS(Processing System)とホスト PC は、シリアルポートの UART を介して交信を行う。

まずはじめにプロジェクトを作成し、ZYBO のボードファイルの読み込むことで Zynq を使ったシステムを設計することが可能になる。ハードウェア言語には VHDL を使用した。

●ブロックデザインの作成

[Create Block Design]を実行し、[Add Module to Block Design]から必要なモジュールを追加する。はじめから様々なモジュールが用意されているが、自分でモジュールを作成し追加することも可能である。次にモジュール同士の信号接続やクロック、外部入出力の接続を行う。ブロックデザイン設計画面を図 4 に示す。

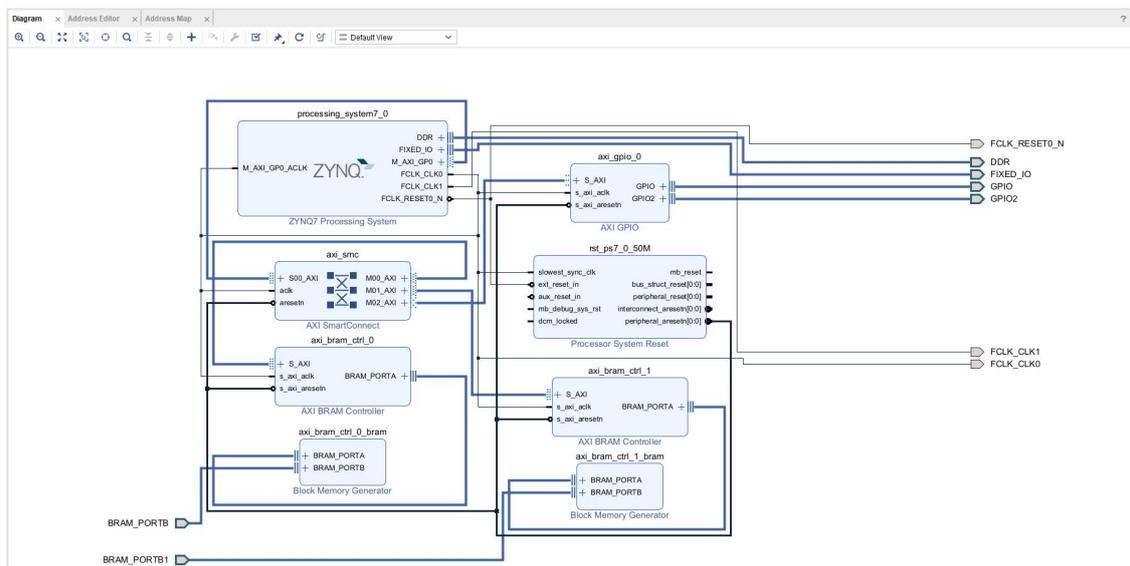


図 4 ブロックデザイン設計

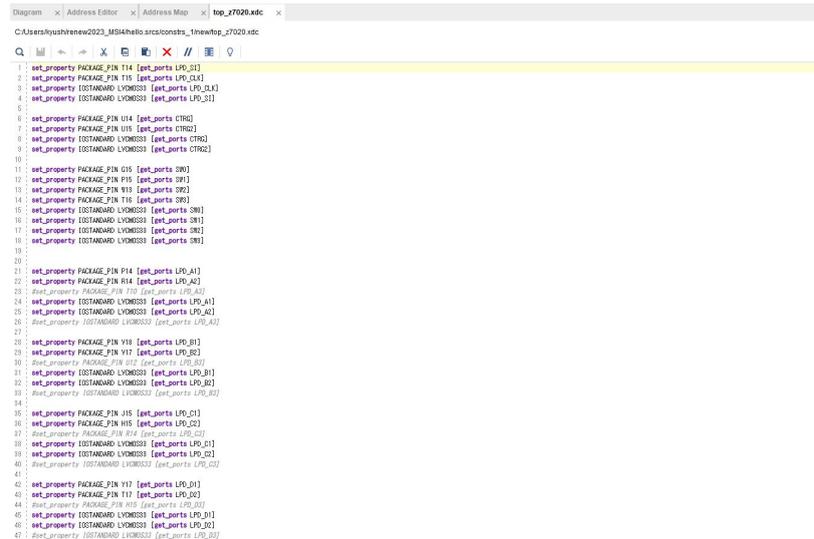
【技術報告】

●Create HDL Wrapper

ブロックデザインを作成後、[Create HDL Wrapper]を実行する必要がある。この操作でブロックデザインの上位に Top module の役割をする HDL ファイルが挿入される。

●制約ファイルの作成

制約ファイルを作成しブロックデザイン上の変数にそれぞれ FPGA 上のピンを割り当てる（図 4）。FPGA 上のピン番号はデータシートを確認する。



```
1 set_property PACKAGE_PIN T14 [get_ports LPS_D1]
2 set_property PACKAGE_PIN T19 [get_ports LPS_D1K]
3 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_D1K]
4 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_D1]
5
6
7 set_property PACKAGE_PIN U14 [get_ports CTRG]
8 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports CTRG]
9 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports CTRG2]
10
11
12 set_property PACKAGE_PIN G15 [get_ports SW0]
13 set_property PACKAGE_PIN F15 [get_ports SW1]
14 set_property PACKAGE_PIN T16 [get_ports SW2]
15 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports SW0]
16 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports SW1]
17 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports SW2]
18 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports SW3]
19
20
21 set_property PACKAGE_PIN F14 [get_ports LPS_A1]
22 set_property PACKAGE_PIN R14 [get_ports LPS_A2]
23 set_property PACKAGE_PIN F10 [get_ports LPS_A3]
24 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_A1]
25 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_A2]
26 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_A3]
27
28
29 set_property PACKAGE_PIN Y10 [get_ports LPS_B1]
30 set_property PACKAGE_PIN Y12 [get_ports LPS_B2]
31 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_B1]
32 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_B2]
33 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_B3]
34
35
36 set_property PACKAGE_PIN J15 [get_ports LPS_C1]
37 set_property PACKAGE_PIN H15 [get_ports LPS_C2]
38 set_property PACKAGE_PIN F14 [get_ports LPS_C3]
39 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_C1]
40 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_C2]
41
42
43 set_property PACKAGE_PIN Y11 [get_ports LPS_D1]
44 set_property PACKAGE_PIN H15 [get_ports LPS_D2]
45 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_D1]
46 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_D2]
47 set_property (STANDARD LVCMOS33) [get_ports LPS_D3]
```

図 5 制約ファイル

●Generate bitstream

[Generate Bitstream]で、VHDL で記述したソースコードと制約ファイルから、FPGA 上に回路を生成するための bitstream ファイルを作成する。bitstream の作成はいくつかのステージに分けられ、回路シミュレーション・検証、論理合成・配置配線、FPGA に実装するための bitstream ファイルの作成を行うが、Vivado により自動で順番に実行される。ここまでにハードウェアの構成が完了する。

●ハードウェアデザインのエクスポート

引き続き Vitis でアプリケーション開発を行うために、プラットフォームプロジェクトを作成していくのに必要なハードウェアデザインをエクスポートしておく。[Export]>[Export Hardware ...]から XSA ファイルを作成する。

3.2 Vitis

Vitis は、Xilinx FPGA、SoC、Versal ACAP で組み込みソフトウェアやアクセラレーションアプリケーションを開発するための総合環境である。アプリケーションのコードの記述言語は C/C++を使用する。

●アプリケーションプロジェクトの作成

[Create Application Project]をクリックしアプリケーションプロジェクトを作成する。その際、Vivado で作成したハードウェアデザイン(XSA ファイル)を読み込む。その後、様々なアプリケーションプロジェクトのテンプレートが用意されているため、それを活用しながらソースコードの開発を行う。

●プロジェクトのビルドと実装

プロジェクトを右クリックして[Build Project]を選択し、プラットフォームプロジェクトのビルドを行う。

[Debug as]>[Launch Hardware]を選択し、bitstream ファイルの書き込みとアプリケーションソフトウェアの書き込みが行われる。

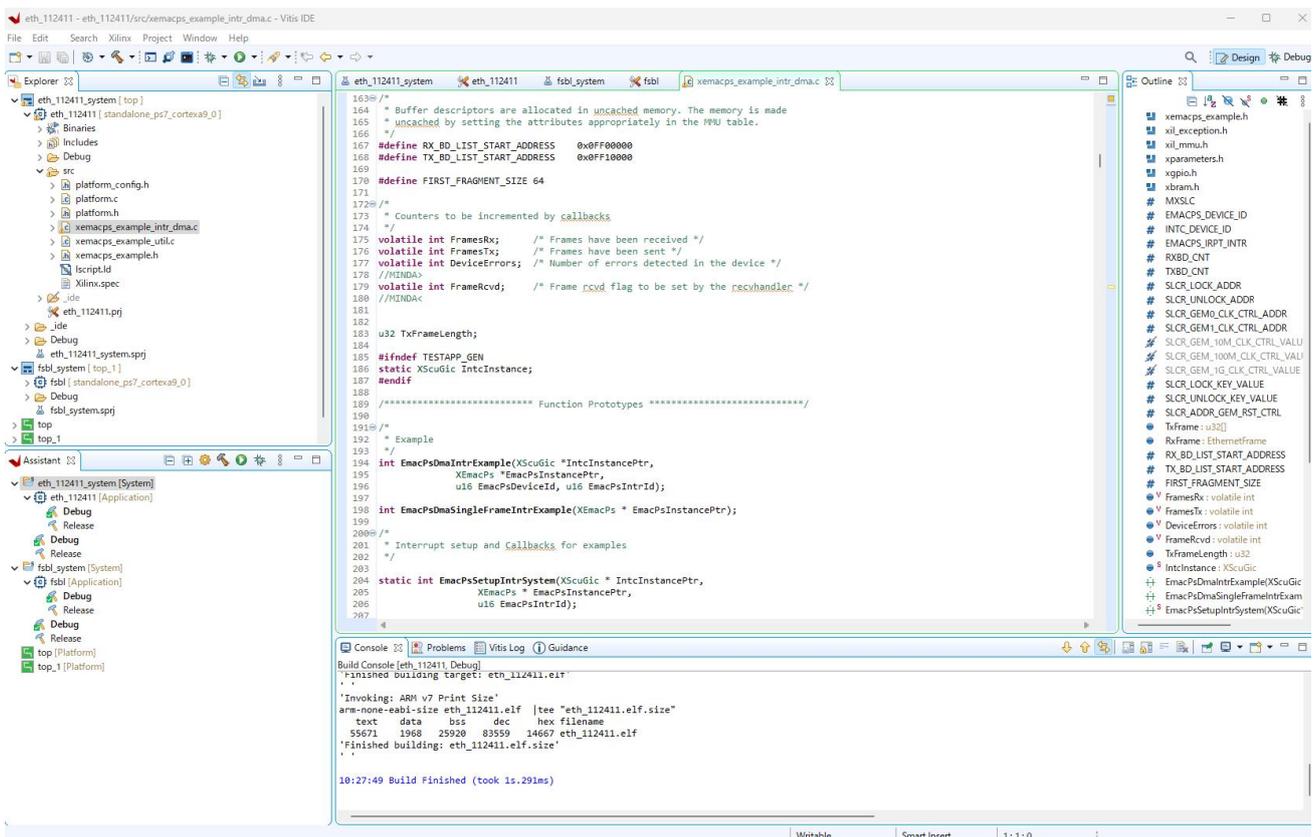


図 6 Vitis 開発画面

4. 3D プリンタ開発

光源、受光ユニットはレンズ間距離など構造に正確性が求められるため、3D プリンタを用いてハウジング製作を行った。今回、3D プリンタには FLASHFORGE Adventurer3、モデル設計には Autodesk Inventor を使用した。

Adventurer3 はフィラメント加熱式の積層型 3D プリンタで、150mmx150mmx150mm の大きさまで造形可能である。造形用のスライスデータは付属のソフトである flashprint で作成でき、flashprint で読み込めるデータ形式であれば 3D モデルを作成するソフトの種類は問わない。使用できるフィラメント素材は PLA（生分解性プラスチック）、ABS などがある。以下でモデル設計から造形までの流れを説明する。



図 7 FLASHFORGE Adventurer3

1、3D モデル作成

3DCAD ソフトで 3D モデルを作成する。今回は Autodesk Inventor を使用した。

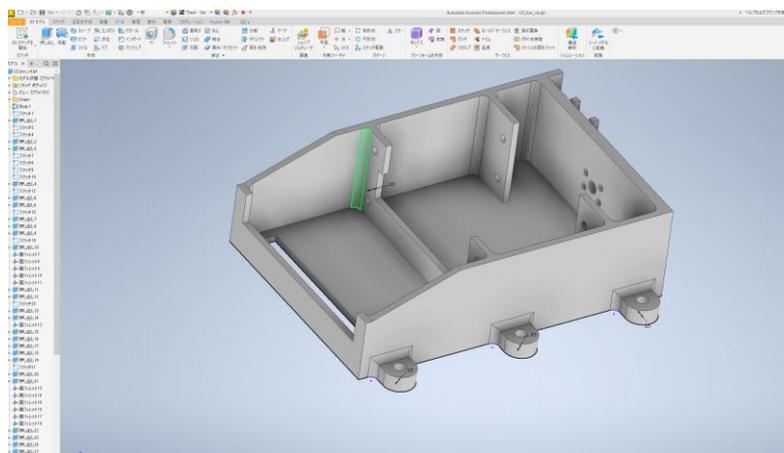


図 8 3D モデル作成

2、スライスデータ作成

3D モデルデータを flashprint に読み込み、積層ピッチなど各種設定をしてスライスデータを作成する。

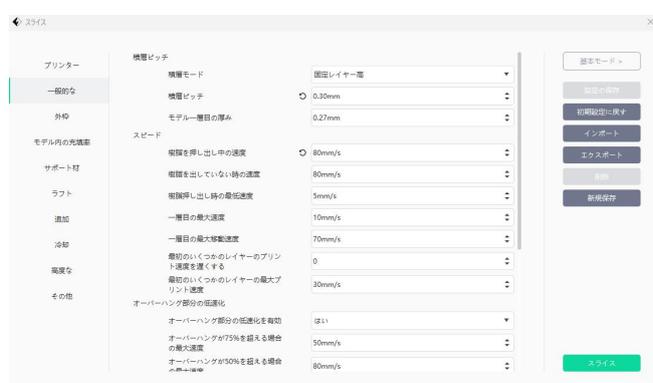


図 9 スライス設定

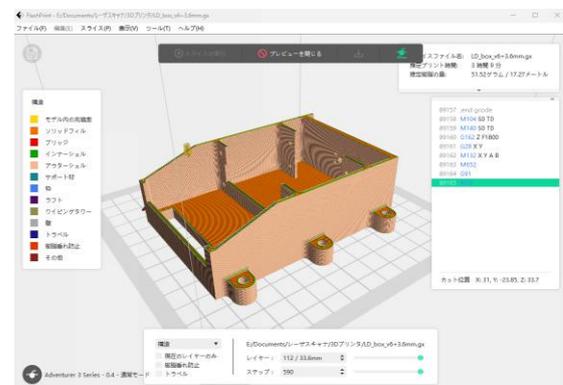


図 10 スライスデータの作成

【技術報告】

3、造形出力

作成したスライスデータを3Dプリンタに入力して造形を開始する。データはネットワーク経由かUSBメモリから入力する。



図 11 造形の様子（手順 1,2 の 3D モデルとは違う部品）

4、後処理

造形時にできたサポート材（支柱）の除去や、穴部分の細かい仕上げなどを行う。



図 12 造形物



図 13 穴の手仕上げ

5、組み立て

造形物と他の部品を組み立てる。

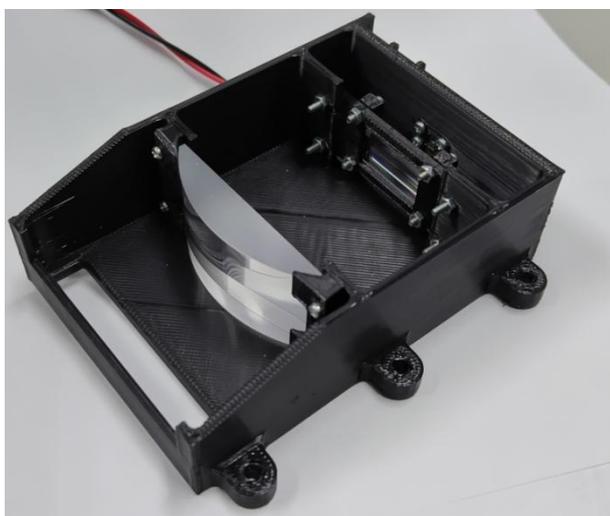


図 14 組立完成品（光源ユニット）

【技術報告】

<造形時のトラブル①>

本システムは光学系であり、不要な光の反射を避けるためハウジングにはPLA（黒）のフィラメントを使用した。しかし、同じPLA素材でも色によって僅かに差異があり、黒はデフォルトのグレーのものより粘度が高かった。そのため、造形途中にノズル中で冷えたフィラメントが詰まり造形が失敗することがあった（図15）。その対策として、ノズル温度設定を10℃上げて220℃とすることで、問題は改善された。ただ、温度を上げることで素材が柔らかくなり造形時に横に延びて広がりやすくなったり、ラフト（造形物の最初に作る土台）から剥がれづらくなったりするため注意が必要である。

（※flashprintにはエキスパートモード設定があり、ノズル温度設定やラフトの有無など細かな点を変更することが可能である。）



図15 造形失敗品（途中でノズルの出が悪くなり、メッシュ状になってしまう）

<造形時のトラブル②>

本システムは全体で円形を構成するため、隣のユニットと接続する部分に嵌め合いが存在する。その嵌め合い部分がうまく接続できない問題が発生した。調査したところ、造形物は3Dモデルの設計より一辺あたり約0.1mm大きく造形されることがわかった（内寸の場合は一辺0.1mm小さくなる）（図16,17）。PLA素材は加工が容易なため、ヤスリで削ることで対応したが、他の部品との組み合わせがある場合はこの点を考慮して設計が必要である。



図16 外寸0.16mm大きい（設計では40mm）



図17 内寸0.16mm小さい（設計では2mmの穴）

5. 観測結果

最後に新潟県長岡市で観測した結果の1例を示す(図18)。左図はレーザーダイオードと受光素子で取得した4チャンネル分の降雪粒子の形状(影)で、中央図は3台のカメラで撮影した写真である。これらを組み合わせて立体合成を行うことで、右図のような粒子の立体形状が観測可能となる。

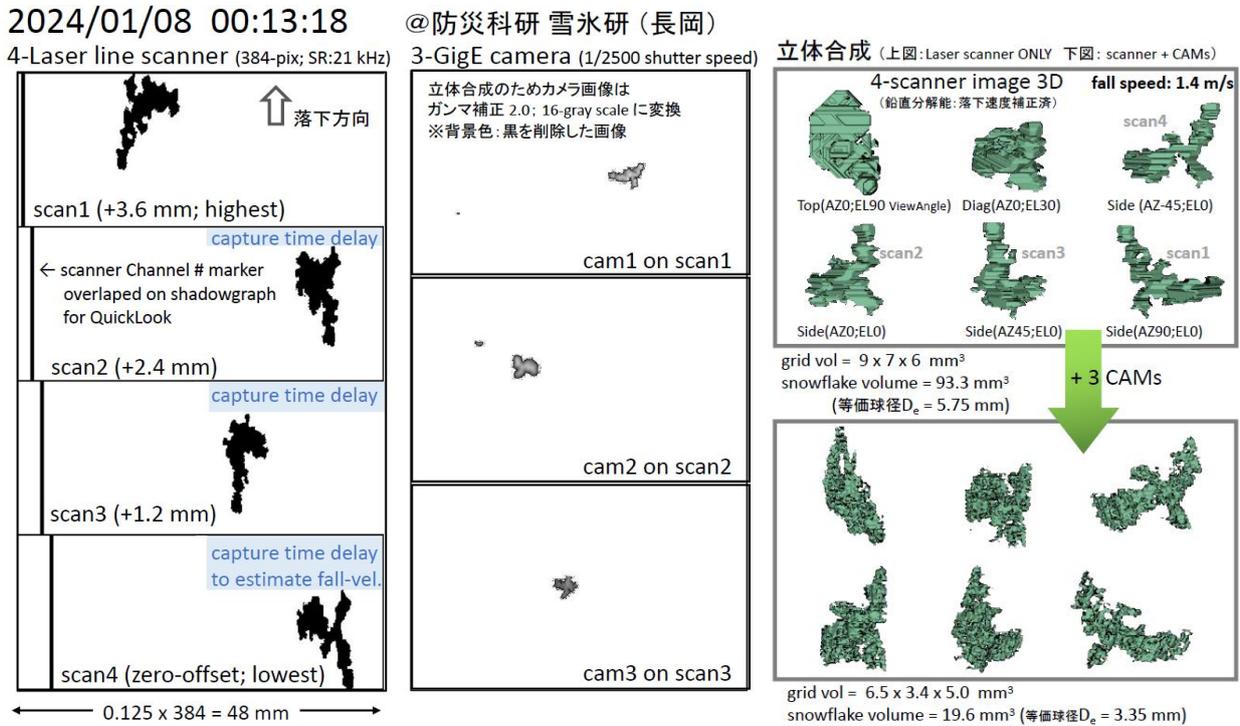


図18 観測結果、レーザ取得データ(左)カメラ撮影画像(中央)立体合形状(右)

6. まとめ

降雪粒子観測機器の開発を通じて、FPGA 特有の並列処理に対応したプログラミング技術やタイミング処理を含めた開発技術を習得した。また、3Dプリンタによるハウジング開発では、3DCADの使用・設計技術から、実際に造形に至るまでの技術を習得した。

3Dプリンタは設計段階で造形可能かどうか、積層方向など考慮しながら設計する必要があるが、設計から造形、問題点フィードバックのサイクルが非常に早いため、特に試作品の開発に適している。素材の耐久性の問題はあるものの、機器開発において非常に強力なツールであると感じた。

今回習得したハード・ソフト開発技術は基礎的なものであるが、これらは利便性が高く様々な応用を考えられるため今後の業務にも活用していきたい。

参考文献

[1] DIGILENT ZYBO リファレンスページ

<https://digilent.com/reference/programmable-logic/zybo/start>

[2] FLASHFORGE adventurer3

<https://flashforge.jp/product/adventurer3/>

小型大気環境計測器の開発とインドでの運用

山崎高幸^{A)}、岡本渉^{A)}、松見豊^{B)}、中山智喜^{C)}

^{A)} 計測制御技術支援室 観測技術グループ

^{B)} 名古屋大学 宇宙地球環境研究所

^{C)} 長崎大学大学院

概要

我々は、ローコストな小型な大気計測器 (PM2.5, CO, NOx, O3) を装置開発し、種々の研究グループと協力して、世界各地 (インド、アラスカ、グリーンランド、モンゴル、ベトナム、ロシア、インドネシア、日本各地、など) で設置・運用している。今回の発表では、インドのパンジャブ州の農村地域に 200 km x 400km の広域の計測ネットワークとして小型大気環境計測器 30 台を農家などの屋外に設置して、2 年間無人で運用している様子についてお話しする。装置を含めて従来の標準的な計測器の 1/10 以下のコストで、十分な精度の大気汚染物質の計測値を 2 年間にわたって取得できている。インドでの携帯電話回線を使ったリアルタイムデータ取得、頻繁に起こる停電、センサの劣化などのトラブルに対処してきている。インドでのこの計測は総合地球環境学研究所 (京都) の Aakash プロジェクトとの共同研究であり、インドの人々に健康影響を及ぼす稲わら焼きによる大気汚染の機構を探りその解決を図ることを目指している。開発・設置・運用している小型大気環境計測器の写真 (図 1) を示す。PM2.5 センサは名古屋大学とパナソニック (株) で共同開発^[1]したものである。

1 小型大気環境計測器の開発

1.1 小型大気環境計測器

第 12 回技術報告会にて「小型 PM2.5 計測器の製作」をポスター発表した^[3]。今回の計測器はその発展版で、PM2.5 センサ以外にも大気中の化学種を測定する電気化学センサを 4 個まで取り付けて観測する事が可能である^[5]。CPU として Raspberry Pi A+ を使い、データ取得・メモリ保存だけでなく、携帯電話回線を使ってサーバーへ 1 日 1 回程度の自動データアップロードも可能である^[6]。計測器の箱は、タカチのプラケース BCAP192814G に大気取り込み用の穴 ϕ 75mm を 3 か所空けた加工品を使っており、サイズは横 190mm、縦 280mm、奥行き 140mm とコンパクトである。なお、計測器 (Raspberry Pi) への入力電源は 5V である。12V より 5V に変換する DC-DC を使い micro USB で入力している。インドの電源電圧は AC 230V で入力仕様が AC100-240V なので問題はない AC-DC を使用している。今回は UPS システムを導入し、インドでの頻繁な停電に対応するように改良した。この UPS システムについては 2.2 章で説明する。AC の供給は現地の商用電源を利用するため、インド用のプラグに現地に変更した。装置のブロックダイアグラムを巻末に載せた (図 10)。

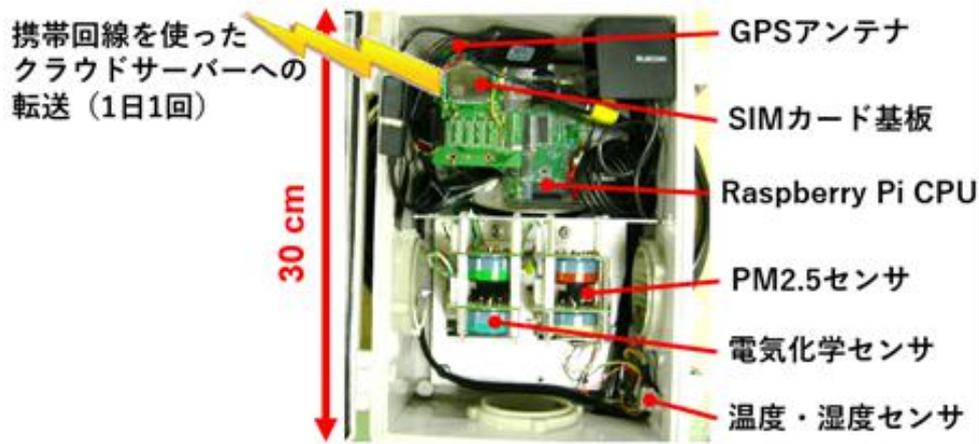


図 1. インドで 30 台設置・運用している小型大気環境計測器

(下段に 4 つ付いている丸いのが Alphasense 社の電気化学センサ、PM2.5 センサはこの奥にある)

1.2 Alphasense 社の大気化学種のセンサ

この小型大気環境計測器は、PM2.5 を標準で搭載し、Alphasense のセンサを 4 個組み合わせ自由でユーザーが搭載できるよう拡張基板を経由して、A/D 値を RaspberryPi で読み込んでいる。インド用として取り付けした Alphasense の例を表 1 に示す。

表 1. Alphasense の取り付け例とセンサ感度(ISB-B4 Bord を取り付けした時 Alphasense 社 HP より引用)

型番種類	計測対象	Sensor Sensitivity (nA/ppm)
CO-B4	一酸化炭素	420
NO-B4	一酸化窒素	540
NO2-B43F	二酸化窒素	230
OX-B431	オゾン	216

1.3 拡張基板 (センサと増設基板の I/F)

拡張基板は、Alphasense などの 4 個分のセンサのアナログ信号を繋げるコネクタの I/F ボードである。

1.4 増設基板 (Raspberry Pi への入力 I/F)

増設基板 (図 1 の緑色の基板) は A/D3008(8ch 12bit, SPI 接続)とクロックモジュール、2 行の有機液晶表示器 (I2C 接続)、および計測器への PM2.5 センサ (シリアル接続) と温湿度モジュール (I2C 接続) を繋げる入力 I/F を有する。

- ・ PM2.5 センサ 最小検知粒子径 0.3 μm
- ・ 温湿度モジュール 【SHT3-D】
- ・ 高精度クロックモジュール 【DS3231 AT24C32 I2C】
- ・ OLED 表示器 【0.91 インチモジュール(青)】

増設基板上の表示器で、計測器の動作を確認している。計測器の表示は、“日付時間”、“PM2.5 濃度 (質量濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)”、“ソフトウェアバージョン”、“温度 ($^{\circ}\text{C}$)”である。桁数が限られているため、2 行 16 桁の文字列にこれらを表示している。終了処理を行う間は “wait 20sec ” と表示している。これは、シャットダウンに 20sec 必要なためである。

1.5 SIM カード基板 (Raspberry Pi と USB シリアルで通信)

SIM カード基板は SimCom 社の SIM7600G board を使っている。Raspberry Pi からの AT コマンドによって

【第3回東海国立大学機構 技術発表会】

設定した時刻になるとサーバーにFTPで観測データのアップロードを行う。裏面に、開通処理を済ませたSIMカードを挿入し、GPSセンサーと4G antennaもこのボードにつながる。SIMカードはインドではReliance Jio社やBharti Airtel社のものを用意してもらい、電波の入りも良かった。海外旅行者用のSim等は、Delhi近郊でしか使えないので注意が必要である。

1.6 ローコストセンサの優位性

我々の装置は、CPU電子部品等を含む装置箱が15万円程度、Alphasense社の大気化学種のセンサ4つで16万円程度である。発展途上国には、政府や公共機関の大気観測のサイトのデータもあるが、メンテナンスの不備のため値が信用できないため、このようなローコストでコンパクトな計測器を分散配置することで、大気汚染が深刻な場所で何が問題なのか研究するのに有効である。

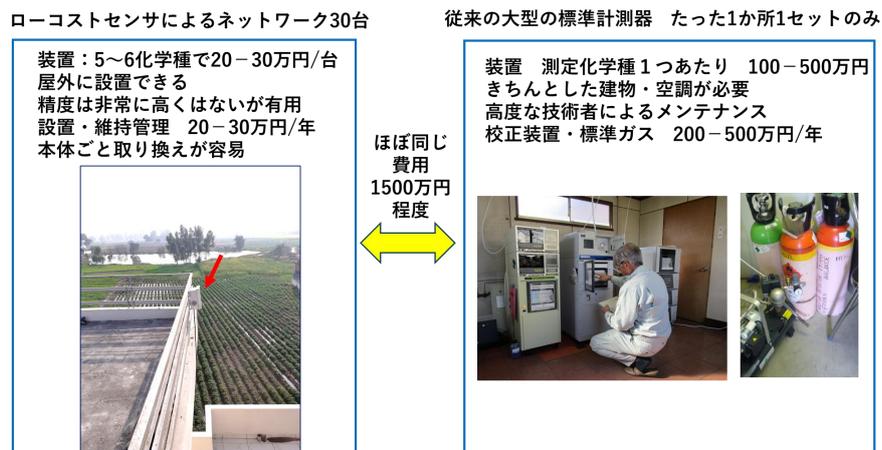


図2. 同じ予算でローコストセンサを多数配置できる

2 インドでの運用（再配置・計測器の改良・日本での整備）

2.1 インドでの運用（再配置）

この小型大気環境計測器を2023年度に30台のうち20台再整備し、動作確認をした。また2023年秋までに2回渡航し、インド北西部の農村地帯に再配置した（図3、図4）。なお再配置が必要ない10台はそのまま運用した。このプロジェクトはインドの大気汚染の原因を探る目的で2020年4月よりスタートした。プロジェクトの詳細は下記に記す。

Aakashプロジェクト <https://aakash-rihn.org/about-project/>

図5は、2023年の再設置で著者がインドを訪れた時の写真である。

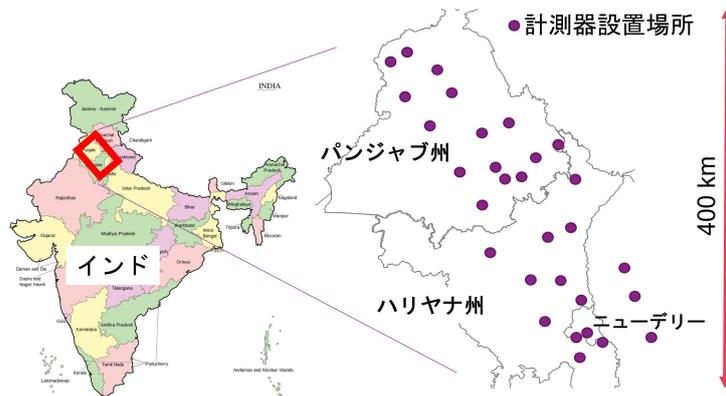


図3.インド北西部にネット状に配置している小型大気環境計測器（全体で30個の装置）



図 4. インドに配置した小型大気環境計測器の例 (矢印で示した所へ設置)



図 5. 2023 年のインドで再設置したサイトの一例 (計測器は赤矢印、左端が著者)

インドなどアジアの発展途上国では頻繁に停電が起こるので、その対策が必要である。実際にインドで観測していると、数秒から何時間にもわたる停電が 1 日に数十回もある。第 2 回技術発表会では“発展途上国での頻繁な停電に対応する小型大気環境計測器用の対策回路の製作”というテーマでポスター発表した^[4]。今回の UPS システムはその発展版である。

2.2 UPS システム

リチウム電池は屋外の高温・高湿度の条件では爆発の危険があり飛行機輸送も禁じられているので、バイクなどに用いられ現地で手に入る鉛シールド電池を使用した UPS システムを開発した。UPS のシステムイメージは図 6 を参照。Solar battery Controller は電源供給がなくなった時にバッテリーからの供給を行う。入力には 15V の AC-DC を使っている。

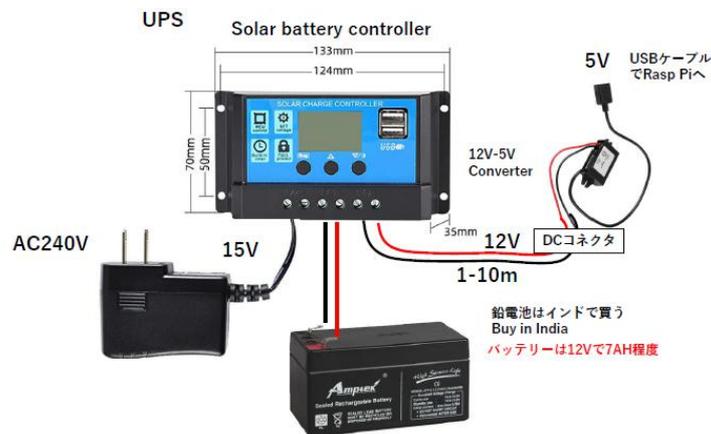


図 6. 鉛シールド蓄電池を使った UPS システム



図8. 研究所屋上での動作確認の様子

3 稲わら焼きの PM2.5 の計測例

3.1 2022年11月3日の観測結果 (図9は参考文献[7]の引用)

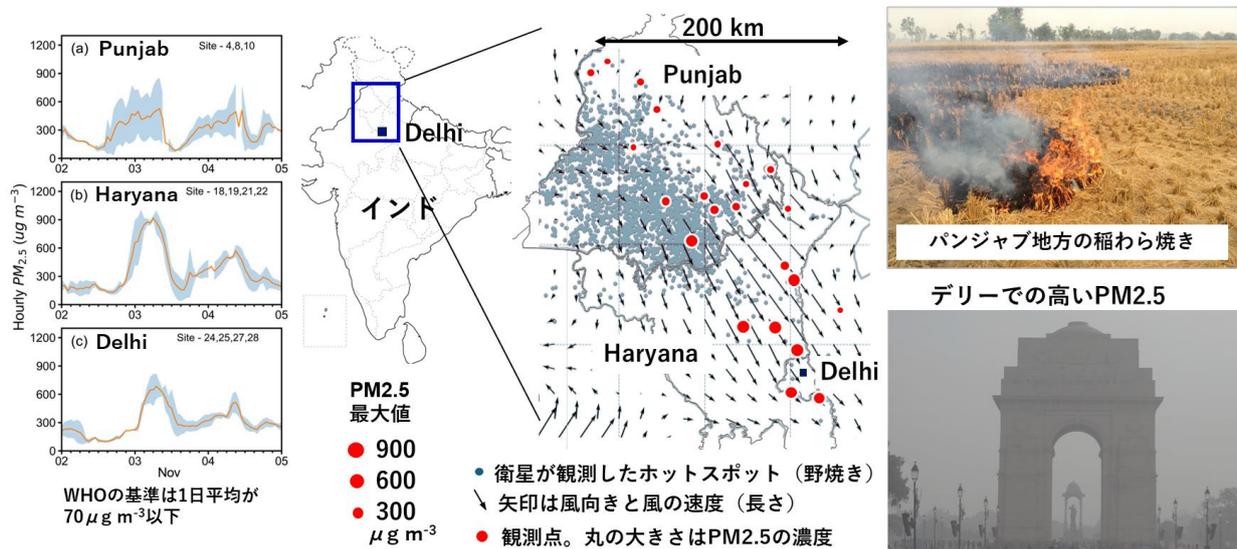


図9. 稲わら焼きの PM2.5 がデリー方面へ流れている様子が分かる

4 まとめ

我々は、シンプルかつ簡便、正確で高性能であるコンパクトな PM2.5 計測装置を安価で開発し、このシステムをインドで運用した例を示した。これまで3年間にわたりデータを収集できている。追加した UPS システムもほぼ問題なく動いており、動作が停止してしまう Raspberry Pi の対策も行った。今後も我々はこの装置を使ってインドの PM2.5 の高濃度な環境を改善したいと考えている。

参考文献

【第3回東海国立大学機構 技術発表会】

- [1] T. Nakayama et al. (2017): Development and evaluation of a palm-sized optical PM2.5 sensor, *Aerosol Science and Technology*, DOI: 10.1080/02786826.2017.1375078
 - [2] Ly Bich-Thuy, Y. Matsumi et al. (2018): Characterizing PM2.5 in Hanoi with new high temporal resolution sensor, *Aerosol and Air Quality Research* (2018), DOI: 10.4209/aaqr.2017.10.0435
 - [3] 山崎他, “小型 PM2.5 の計測器製作”, Homepage (<http://www.tech.nagoya-u.ac.jp/archive/h28/report.html>) 平成 28 年度 第 12 回名古屋大学技術研修会報告
 - [4] 山崎,岡本,松見, “発展途上国での頻繁な停電に対応する小型大気環境計測器用の対策回路の製作”, Homepage (<https://www.tech.nagoya-u.ac.jp/archive/r04/Vol2/honkou/p2.pdf>) 第 2 回東海国立大学機構技術発表会
 - [5] 松見豊他, “遠隔地で多点展開が可能な PM2.5、Ox、CO、NOx などの大気汚染物質の超小型でローコストな計測装置の開発” 第 62 回大気環境学会予稿集, 2021 年 9 月 15 日～17 日 P-69 ポスター
 - [6] 松見豊他 “北インドにおける低コストで自動データ転送する小型大気観測装置の 30 個の展開：Aakash プロジェクト”, 第 26 回大気化学討論会 (2021) ポスター発表
 - [7] 松見豊、中山智喜, “多数のローコストな小型大気計測器を用いた広域ネットワーク観測に基づく粒子状物質やオゾンの濃度分布や生成・輸送過程の解明と削減対策の推定”, 第 64 回大気環境学会年会特別集会 3、大気環境学会誌 第 59 巻 第 1 号 (2024 年 1 月 10 日発行) <https://doi.org/10.11298/taiki.59.A66>
- [5]～[7]には謝辞として掲載して頂いている。

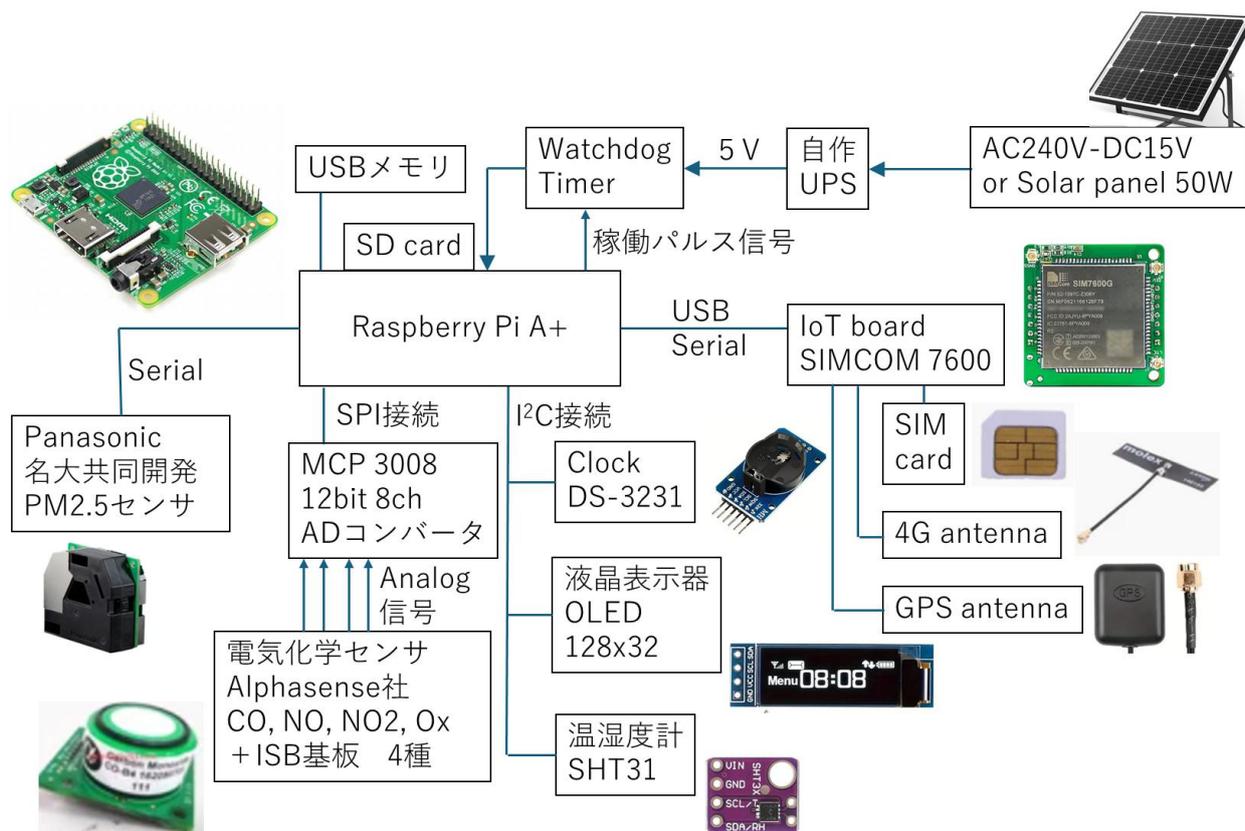


図 10. 装置のブロックダイアグラム

リモートセンシング UAS ・ UGV と 21 世紀の飛行船

○岡本渉^{A)}、山崎高幸^{A)}

^{A)} 計測制御技術支援室 観測技術グループ

概要

我々宇宙地球環境研究所松見グループでは、UAS ・ UGV を使った大気汚染観測を行ってきた。また、共同研究の「洞窟シミュレーションプログラム」において、富士宮の洞窟群などで官民学の探査活動を展開している。現在 SLIM によって月へ向かっている”YAOKI”や”SORA-Q”も、ここで実証実験等を行っている。UAS や UGV の単独行動だけではなく、お互いに補完しあひながらのミッションもこなしてきた。名古屋大学農学部山本研究室の森林 Sfm/MVS 飛行をさらに進め、懸案の樹間飛行も新しい段階に達してきている。宇宙地球環境研究所融合研究菊地准教授のもと、対地高度 2000m までの気象 ・ 大気観測ドローンも準備中である。これが実用の暁には、ゾンデ代替の手段として活用できるであろう。

1 飛行船とは

20 世紀に起こったヒンデンブルク号の事件以来、飛行船は世界の一线から退いてしまった。しかし、水素の代わりにヘリウムの利用が可能になったことで、安全性が飛躍的に向上した。これをきっかけとして水素とヘリウムを共用するタイプも現れている。通常の航空機と異なり、空中に滞空するためにエネルギーを必要としない。この特質は多方面で有効に活用できる。貨物輸送、観光、林業のような実業を始め、リモートセンシングの利用、防災への応用も考えられるだろう。世界では、ドイツ、米国、フランスなどで新世代飛行船が活発に研究されている。飛行船は構造的に見てみると航空機というよりも、どちらかといえば潜水艦に近い。このことから、我が国においては船舶工学の碩学が中心になって集まり、「日本飛行船学会」を立ち上げようという動きがある。

1.1 飛行船の特徴

- ◆意外と速い 140km/h ◆1 万トンでも積める
- ◆動力がなくても浮き続けられる ◆どこにでも行ける。

1.2 森林での運搬

日本は山間部が多く、ほとんどが植林されている。しかし、実際に木材の伐採をするために道路が整備されている場所は一部分のみである。道なき山頂などでは、現在ヘリコプターによる運搬が行われている。しかし、ヘリコプターのペイロードは 1t 程度である。30t の木材を運搬するためには、30 回往復しなければならない。もしこれを 50m 級の飛行船に置き換えたなら、ペイロードは 30t なので一度の往復で済む。

1.3 蜜蜂を観察する飛行船型ドローン

昨今ではネオニコチノイド系の農薬により蜜蜂が大きな被害 00 を受けている。それに加え、大規模な野焼きにより農村部の大



図 1. 伐採現場での輸送飛行船想像図

【第3回東海国立大学機構 技術発表会】

気汚染は深刻な状態に陥ってしまった。このような事情から、都市部での養蜂が盛んになってきている。今までにない環境での蜜蜂の生態を解明することが急務となってきた。

蜜蜂を追うことが可能で、なおかつ都市部での取り回しも考慮しなければならない。

ここでは2m級の飛行船型ドローンを想定した。飛行船は、気球のようにのんびりと空中に浮かぶクラゲのようなイメージを持たれがちである。しかし、実際の飛行船はトラック並みのスピードが出る。しかも、意外と小回りがきく。蜜蜂のような機敏に動き回る対象を追うには最適なプラットフォームと思われる。

筑波大ベンチャー Aero Flex は、様々なタイプのドローンを開発し販売してきた。理研との共同研究でも、成層圏プラットフォームを推し進めている。立ち上げ中である日本飛行船学会においても、デモ用の機体を製作予定である。



図2. 養蜂現場での探査飛行船ドローン想像図

2 月や火星を想定した UAS,UGV による縦穴探査

富士宮の CAVE 群、横浜掩体壕などにおいて JAXA の UZUME プロジェクトに基づいた探査試験が行われている。月や火星の縦穴を想定したシミュレーションを、UAS,UGV で進める。UAS,UGV は単独行動のみならず、お互いに連携しながらのミッションもこなす。先日月へ到着した SLIM に搭載されている JAXA ・タカラトミー SORA-Q,ダイモン YAOKI もここで実証試験を行った。最初は高専連合のみの試験だったが、現在ではゼネコンや多くのメーカー、大学が参画している。また、富士宮市によるバックアップも始まった。



図3. 熱噴出孔と赤外線 UAS

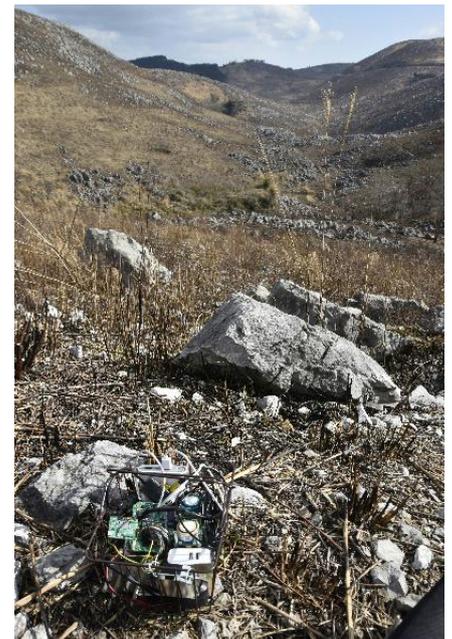


図4. CUPI-G@秋吉台

【第3回東海国立大学機構 技術発表会】

3 まとめ

現在手作りで1 m級の飛行船を試験している。道のりは長い。日本飛行船学会としては、欧米に伍するものを作っていきたい。可変浮力機構をはじめ、日本独自のものを盛り込んでいく予定である。また、CAVE関連では、実際に月や火星で使われるものの実証実験が始まっている。オリジナルのUAS,UGVの投入も行っていきたい。

参考文献

- [1] AGU 2022 iPoster
tinyurl.com/nhe3t7nn
<https://agu2022fallmeeting-agu.ipostersessions.com/default.aspx?s=38-15-5A-B8-A9-F5-23-94-01-AB-2A-F8-BA-82-CF-E7>
Air pollution collection and XAFS analysis by drone
Wataru Okamoto, Shinya Yagi 1), Tatsuki Horii 2) 1) Nagoya University 2) AeroFlex
- [2] 『UZUME 計画のための縦孔-地下空洞類似地形・環境における多段階模擬探査実験プログラム』
眞部 広紀, 久間 英樹, 稲川 直裕, 吉森 聖貴, 岡本 渉, 毛利 聡, 上寺 哲哉,
前田 貴信, 堀江 潔, 大浦 龍二, 阿依 ダニシ, 堀井 樹
佐世保工業高等専門学校研究報告第 59 号, pp114 - 121, 発行 2023-01-31
<http://id.nii.ac.jp/1416/00000916/>
- [3] 『野島掩体壕の現況把握を目的とした視察、計測探査実験及び継続的な観察プログラムの検討』
眞部 広紀, 毛利 聡, 堀井 樹, 濱 侃, 大山 聖, 岡本 渉, 由良 富士雄, 久間 英樹, 岡崎 泰幸
佐世保工業高等専門学校研究報告第 59 号, pp86 - 95,発行 2023-01-31
<http://id.nii.ac.jp/1416/00000913/>
- [4] 筑波大ベンチャー Aero Flex



「令和5年度 放射線安全管理講習会」受講報告

全学技術センター 分析・物質技術支援室
(宇宙地球環境研究所 年代測定研究部・放射線安全管理室)

池田 晃子

「令和5年度 放射線安全管理講習会」(公益財団法人原子力安全技術センター主催
ならびに放射線障害防止中央協議会共催)を、技術部経費にてさせていただいたので
本件にて報告する。

【「令和5年度 放射線安全管理講習会」の概要】

講演	講師 (敬称略)
I 最近の放射線安全規制の動向	深野 重男(原子力規制庁 長官官房放射線防護グループ 放射線規制部門)
II 施設検査・定期検査、定期確認について	山本 貢司(原子力安全技術センター 放射線安全センター)
III 放射性廃棄物の管理	近 龍之輔(日本アイソトープ協会)
IV 研究施設等廃棄物の埋設事業の紹介と技術検討	齋藤 龍郎(日本原子力研究開発機構)
V RI 施設事故における緊急時対応事例 ～リスク管理の立場から～	角山 雄一(京都大学 環境安全保健機構)

本講習会は昨年度と同様、今年度もオンライン開催のみとなり、令和6年1月30日の本配信を視聴した。遠隔地からも受講が可能であり、当日視聴出来ない場合には、後日見逃し配信も用意されているので、この形態での開催は非常に有意義であると考えられる。

この講習会は、今年度は「医療機関のための放射線安全管理講習会」と同時開催となり、放射線安全管理における国内外の動向や、関連法令の改正等に関する最新情報に加え、普段あまり聞く機会のない医療関係の法律に関わる側面についても話を聴くことが出来る機会となった。放射線安全管理に必要な最新の情報や幅広い知見を得るためにも、毎年受講を希望するものである。

「放射線取扱主任者定期講習」受講報告

全学技術センター 分析・物質技術支援室
(宇宙地球環境研究所 年代測定研究部・放射線安全管理室)

池田 晃子

放射線取扱主任者に選任されている者に対し、3年に1度の受講が義務付けられている法定講習「放射線取扱主任者定期講習」(公益財団法人原子力安全技術センター開催)を、技術部経費にて受講させていただいたので、本件にて報告する。

「放射線取扱主任者定期講習」

内容	時間数
法に関する課目	100分
放射性同位元素等又は放射線発生装置の取扱いに係る事故が発生した場合の対応に関する課目	50分
放射性同位元素等又は放射線発生装置の取扱い及び使用施設等又は廃棄物詰替施設等の安全管理に関する課目	120分

総時間数 4時間30分

本講習は、コロナ禍以降オンライン開催が中心となり(今年度の対面開催は東京で1回のみ)、令和5年6月2日のオンライン開催分を受講した。遠隔地からも受講が可能であるが、法定時間数を確実に受講したことを証明する必要があり、視聴状況の確認が行われ、受講後にも様々な証明書類を提出する必要がある。また、受講後のテストも行われ、不合格の場合は追試を受けなければならない。

選任された放射線取扱主任者の資質向上のため、放射性同位元素等を取り扱う事業者等は、「放射性同位元素等の規制に関する法律」第36条の2第1項に基づいて、原子力規制委員会の登録を受けた機関が行う本講習を、選任した放射線取扱主任者に受けさせなければならない。そのための費用を技術部経費より拠出いただき、感謝申し上げます。

令和5年度 技術部活動報告

技術部では、学内外の技術講習・研修に参加して技術力向上に努め、実習や講習会の講師を担当しています。また、学会や研究会に参加、技術報告や知識向上に努めています。今年度は以下のとおり、法定講習を受講、講演会および安全講習で講師を担当しました。

技術講習・研修（受講）

名称	開催場所	期間	氏名
放射線取扱主任者定期講習 (法定/3年毎)	オンライン	R5. 6. 2	池田 晃子
名古屋大学技術職員研修 「装置開発」コース	名古屋大学	R5. 9. 7 - 8	川端 哲也
英会話オンライン研修 (DMM 英会話)	オンライン	R5.11. 1- R6. 1.31	川端 哲也
放射線安全管理講習会	オンライン	R6. 1.30	池田 晃子
菊水オンラインセミナー 「いまさら聞けない電子負荷(応用編)」	オンライン	R6. 2.27	川端 哲也

講演・講習（講師）

名称	開催場所	期間	氏名
宇宙地球環境研究所 放射線業務従事者(継続)のための年次教育	オンライン	R5. 5.12	池田 晃子
宇宙地球環境研究所 放射線業務従事者(継続)のための年次教育(補講)	オンライン	R5. 5.16	池田 晃子
宇宙地球環境研究所 放射線業務従事者(継続)のための年次教育(補講)	オンライン	R5. 5.30	池田 晃子
宇宙地球環境研究所 放射線業務従事者(継続)のための年次教育(補講)	オンライン	R5.10. 2	池田 晃子
宇宙地球環境研究所 放射線発生装置安全取扱講習会	古川記念館 115号室	R5.12.15	池田 晃子
全学技術センター マネジメント研修 「マネジメントの基礎知識」	研究所共同館 II 3F ホール	R6. 2.29	児島 康介

技術研鑽・研究課題

課題名	氏名
JAXA 第3回地球観測研究公募 ”Inter-comparison of global rainfall datasets for the improvement of satellite rainfall algorithms” (FY2022-2024)	PI: 増永 浩彦 (ISEE) CI: 民田 晴也
科研費 挑戦的研究(萌芽) ”産業用ミリ波レーダーと光学式粒径別計数装置を用いた海面砕波観測システムの開発” (FY2021-2023)	PI: 相木 秀則 (ISEE) CI: 民田 晴也
科研費 基盤研究 (B) ”気温 0℃近傍で形成される多様な融解粒子のモデル化と探知” (FY2022-2024)	PI: 山田 芳則 (叡啓大) CI: 民田 晴也
技術交流・技術研鑽 (ISEE 技術部企画) 鳥類バイオサイエンス研究センター鶏舎内の気温湿度計測	久島 萌人、民田 晴也 高間 瑠佳 (農学部)

※略語 PI:代表者, CI:分担者(技術部のみ)

論文 (Article, Letter, Technical report など)

- 小元久仁夫, 池田晃子, 横尾頼子, 長崎県佐世保市東浜町の礫岩質ビーチロックから採取した試料の放射性炭素年代測定. 地学雑誌, 131(4), 473-478. (査読有)
- Hosokawa K., S.-I. Oyama, Y. Ogawa, Y. Miyoshi, S. Kurita, M. Teramoto, S. Nozawa, T. Kawabata, Y. Kawamura, Y.-M. Tanaka, H. Miyaoka, R. Kataoka, K. Shiokawa, U. Brandstrom, E. Turunen, T. Raita, M. G. Johnsen, C. Hall, D. Hampton, Y. Ebihara, Y. Kasahara, S. Matsuda, I. Shinohara, R. Fujii, A ground-based instrument suite for integrated high-time resolution measurements of pulsating aurora with arase, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 128(8), e2023JA031527, DOI:10.1029/2023JA031527, August 2023. (査読有)
- 眞部広紀, 岡本渉, 久間英樹, 堀井樹, 堀江潔, 火星の縦孔への UAV 接近飛行を模擬する UZUME 実験サイトの検討, 佐世保工業高等専門学校研究報告第 60 号, 52-59, 2024.
- 眞部広紀, 堀井樹, 兵藤悠二, 岡本渉, 松広航, Nu NuWin, 根本雅樹, 春山純一, UZUME 実験サイト群における溶岩洞窟, 佐世保工業高等専門学校研究報告第 60 号, 60-70, 2024.
- 眞部広紀, 堀井樹, 岡本渉, 松広航, Nu NuWin, 根本雅樹, 春山純一, UZUME 実験サイト群から構成された縦孔-地下空洞の多段階模擬計測探査プログラム, 佐世保工業高等専門学校研究報告第 60 号, 71-77, 2024.
- 眞部広紀, 堀井樹, 岡本渉, 松広航, Nu NuWin, 根本雅樹, 春山純一, 富士宮の溶岩洞窟「万野風穴」における UZUME 計測探査の模擬実験, 佐世保工業高等専門学校研究報告第 60 号, 78-82, 2024.

学会・研究集会・国際会議 (proceedings)

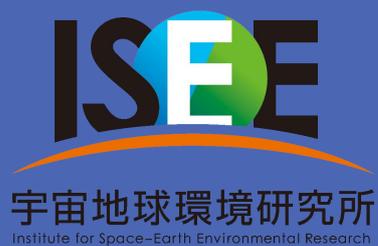
1. 山田芳則, 本吉弘岐, **民田晴也**, 林修吾, 気温0°C近傍で形成される多様な融解粒子のモデル化と探知, 日本気象学会 2023 年度春季大会(東京大学), 2023.05.16-20.
2. 後藤悠介, 篠田太郎, **民田晴也**, **久島萌人**, 馬場賢治, 皆巳幸也, 高橋暢宏, 坪木和久, 多周波レーダ観測による固体降水粒子の粒径特性, 日本気象学会 2023 年度春季大会(東京大学), 2023.05.16-20.
3. Watabe R., T.T.Tsuda, T.Aoki, S.Nozaawa, **T.Kawabata**, N.Saito, and T.D.Kawahara, Development of a self-build FPGA-based data acquisition system for the Tromsø sodium lidar and its test observation, JpGU Meeting 2023, Chiba, May 2023. (poster)
4. Sakamoto K., T.T.Tsuda, T.D.Kawahara, S.Nozaawa, **T.Kawabata**, and N.Saito, Polarizing properties of sapphire and gadolinium-gallium garnet cells used in Na Faraday anomalous dispersion optical filter, JpGU Meeting 2023, Chiba, May 2023. (poster)
5. 南條壮汰, G.A.Hofstra, 野澤悟徳, 塩川和夫, **川端哲也**, 細川敬祐, Post-midnight にオーロラオーバルの極側で見られた STEVE のような発光の事例解析, 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 2023 年大会, 幕張, 2023.05.24-25.
6. 中澤利恵, 篠田太郎, 大東忠保, 山口弘誠, **民田晴也**, **久島萌人**, 坪木和久, 中北英一, Early Identification Methods for Development of Convective Clouds Using Ka-band Cloud Radar, JpGU2023, 幕張メッセ, 2023.05.21-25 (2023.05.21).
7. 相木秀則, 近藤文義, **民田晴也**, 産業用ミリ波レーダーと光学式粒径別計数装置を用いた海面砕波観測システムの開発, JpGU2023, 幕張メッセ, 2023.05.21-25 (2023.05.24).
8. Ohigashi, T., K.Tsuboki, T.Shinoda, **H.Minda**, **M.Kyushima**, H.Yamada and H.Iwai, Mammatus-like echo structure along the base of the Typhoon outflow-layer clouds observed by Ka-band radar, ICMCS-XV, Colorado State University, 2023.05.22-25.
7. **Okamoto, W.**, T.Horii, UAV, UGV aiming at the moon and mars aiming for atmospheric observations on mars, SETI International Conference, Yogyakarta, 2023.07.14.
9. Nakazawa, R., T.Shinoda, T.Ohigashi, K.Yamaguchi, **H.Minda**, **M.Kyushima**, K.Tsuboki, and E.Nakakita, Early detection of rapidly developing convective echoes using a Ka-band radar, AOGS2023, Singapore, 2023.07.30-08.04 (2023.08.03).
10. Watabe R., T. T. Tsuda, T. Aoki, S. Karigane, S. Nozaawa, **T. Kawabata**, N. Saito, and T. D. Kawahara, A self-build FPGA-based data acquisition system for an upgrade of the Tromsø sodium lidar, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2023 年秋季年会, 仙台, 2023 年 9 月. (口頭)
11. 川原琢也, 野澤悟徳, 斎藤徳人, 津田卓雄, 高橋透, **川端哲也**, 和田智之, 小林啓悟, 野村俊介, Na ライダーの昼間観測に用いる Faraday filter の透過率詳細測定, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2023 年秋季年会, 仙台, 2023 年 9 月. (ポスター)
12. 渡部蓮, 津田卓雄, 青木猛, 雁金沙弥香, 佐藤洸太, 野澤悟徳, **川端哲也**, 斎藤徳人, 川原琢也, トロムソ Na ライダーの改良に向けた FPGA 制御・計測システムの開発, 第 41 回レー

ザセンシングシンポジウム, つくば, 2023年9月.(ポスター)

13. 眞部広紀, 久間英樹, 稲川直裕, 吉森聖貴, 毛利聡, 上寺哲哉, **岡本渉**, 前田貴信, 堀江潔, 大浦龍二, 阿依ダニシ, 堀井樹, 黒田泰介, 岡崎泰幸, 松広航, NuNuWin, 根本雅樹, 春山純一, 探査システムの実証、有人基地の建設及び閉鎖生態系の展開を目的とした縦孔地下空洞を模擬するUZUME実験サイト群, 第67回宇宙科学技術連合講演会, 富山国際会議場・ANAクラウンホテル富山, 2023.10.19.
14. 雁金沙弥香, 津田卓雄, 青木猛, 渡部蓮, 佐藤洸太, 斎藤徳人, 野澤悟徳, **川端哲也**, 川原琢也, トロムソ Na 共鳴散乱ライダーに適用する時間差マルチビーム手法の構築, 合同研究集会 (STE 現象報告会, MTI 研究集会, 宇宙空間からの地球超高層大気観測に関する研究会, 太陽地球系物理学分野のデータ解析手法、ツールの理解と応用), 京都, 2023年11月.(ポスター)
15. 坂元希優, 津田卓雄, 西山尚典, 南條壮汰, 細川敬祐, 野澤悟徳, **川端哲也**, 水野亮, ナトリウム夜間大気光の分光観測による D2/D1 発光強度比に関する研究, 合同研究集会 (STE 現象報告会, MTI 研究集会, 宇宙空間からの地球超高層大気観測に関する研究会, 太陽地球系物理学分野のデータ解析手法、ツールの理解と応用), 京都, 2023年11月.(ポスター)
16. Masunaga H., F.A.Furuzawa, M.Hirose, and **H.Minda**, Inter-comparison of global rainfall datasets for the improvement of satellite rainfall algorithm, The joint PI meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2023, Tokyo, 2023.11.06-10 (2023.11.09).
17. 堀井樹, 眞部広紀, 堀江潔, 春山純一, **岡本渉**, 砲台跡・地下壕跡・掩体壕跡を利用した縦孔-地下空洞ロボット探査のための模擬実験サイト群, 旧軍港四市 鎮守府 日本遺産シンポジウム in 横須賀, 三笠公園内「記念艦三笠」講堂, 2023.12.03.
18. 斎藤徳人, 野澤悟徳, 川原琢也, 津田卓雄, **川端哲也**, 和田智之, ナトリウムライダーのレーザー・受光システムと北極圏における宇宙-地球境界領域の観測, RAP シンポジウム, 理化学研究所(和光市), 2024年2月
19. 後藤悠介, 篠田太郎, **民田晴也**, **久島萌人**, 馬場賢治, 皆巳幸也, 高橋暢宏, 坪木和久, 多周波レーダ観測による固体降水粒子の粒径差推定, 2023年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 国立極地研究所(東京都), 2024.02.15.
20. **山崎高幸**, **岡本渉**, 松見豊, 発展途上国での頻繁な停電に対応する小型大気環境計測器用の対策 回路の製作, 第3回東海国立大学機構技術発表会(名古屋大学), 2024.03.05.
21. **岡本渉**, **山崎高幸**, 八木伸也, 堀井樹, UAS によるエアロゾル収集, 第3回東海国立大学機構技術発表会(名古屋大学), 2024.03.05.
22. 後藤悠介, 篠田太郎, **民田晴也**, **久島萌人**, 戸田望, 重尚一, 橋口浩之, X 帯レーダの鉛直観測データを用いた雨滴粒径分布の推定, GPM および衛星シミュレータ合同研究集会(名古屋大学), 2024.03.07-08 (2024.03.07).

発行日：2024年3月31日

編集：ISEE 技術部



東海国立大学機構 名古屋大学
宇宙地球環境研究所 技術部

〒464-8601 名古屋市千種区不老町

<https://tech.isee.nagoya-u.ac.jp/>