

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4年度
(2022年度)

表紙図

太陽風を観測する電波望遠鏡(富士観測所)

写真提供: [太陽圏研究部](#)

令和4年度 ISEE 技術部報告集の発行にあたり

平素より ISEE 技術部の活動に、ご理解とご支援を賜り、ありがとうございます。

技術部報告集の発刊から今年で5年目となりました。情報発信力を含め、技術部の総合力を高めるためにも、報告集の継続発行が重要と考えています。技術部としての業績や活動の整理は不十分で、個々の構成員とチームの業務紹介を貼り合わせた報告集ですが、ご一読いただけますと幸いです。

技術職員の主たる所属組織である名古屋大学全学技術センターでも、学内外に向けた技術提供推進のため、6分野の技術支援室、各室の技術力と成果情報の集約と評価、職員エフォート管理から裾野を拡げた技術支援の強化とアウトリーチ活動が進んでいます。本報告集の狙いは ISEE での技術支援の質を高めるための自己評価力の醸成にあります。チームと構成員の技術力を整理（創造力ある得意技術、適材適所とチーム相乗効果、期待される技術の先読みと補強）、技術部内外での相互理解を深めることで、的確で迅速、効果的な技術支援の提供強化、技術部の総合力向上を目標にしています。自己研鑽、より高度な知見と技術修得を楽しめるマインドセット醸成を積み重ね、研究者の皆様から必要とされる技術力を備えた集団としてプレゼンス向上を目指しています。

引き続き技術部の活動に、ご支援・ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

名古屋大学 全学技術センター
計測・制御技術支援室 室長補佐
(ISEE 技術部) 民田 晴也

デジタル一眼レフカメラを用いた全天撮影システム

川端哲也

(宇宙地球環境研究所 技術部)

1. はじめに

デジタル一眼レフカメラに魚眼レンズを取り付けて全天を撮影し、撮影された画像を自動的に WEB[1]に転送して観覧できるソフトを 2011 年から現在（2023 年 3 月）まで継続的に運用してきた。ノルウェーのトロムソに設置されているナトリウムライダー[2]の補助的な装置として、主に天候を監視するために整備したものだったが、その目的を超えて画像が活用されることがしばしばあった。最近では、電気通信大学の南條壮汰氏によって、2011 年から撮りためたオーロラの画像からオーロラの発生状況を、深層学習を用いて自動判定するシステムが開発された[3]。ここでは、10 年以上にわたり運用してきたデジタル一眼レフカメラを用いた全天撮影システムについて詳しく紹介する。

2. 自動観測システム

2. 1 機器の構成

デジタル一眼レフカメラを用いた自動観測システムの機器構成を図 1 に示す。カメラは、専用の AC アダプターに接続され、USB で制御できるリレー（TUSB-S01SW、タートル工業）を用いて AC 電源を入/切することでカメラの電源を PC から制御している。通常、観測をしていない時はカメラの電源は OFF にしている。カメラと PC とは USB ケーブルで接続されており、カメラの制御とデータのダウンロードは USB を介して行っている制御ソフトは、これまで Nikon の D5000、D5100、D5500、D7200 に対応させてきた。これら一眼レフカメラのイメージセンサーはニコン DX フォーマット（または APS-C フォーマット、約 24mm×16mm）と呼ばれるサイズの CMOS センサーで、これに SIGMA の 4.5mm F2.8 EX DC Circular Fisheye HSM レンズを取り付けて円周魚眼として使用している。図 2 に撮影した画像から

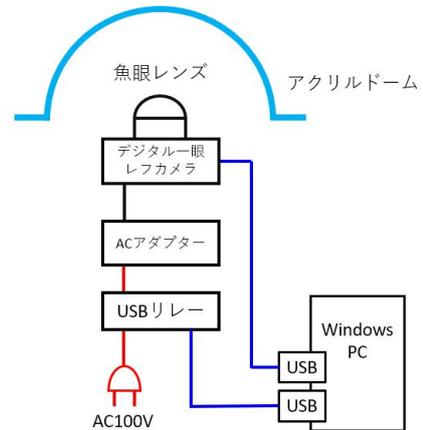


図 1 自動観測システムの構成

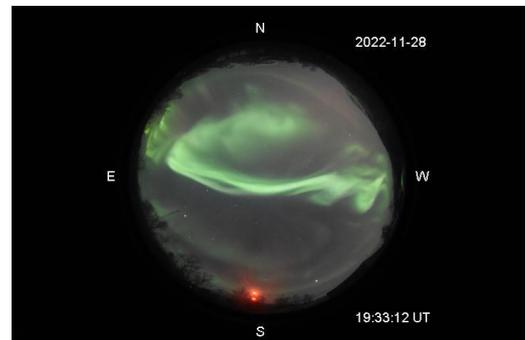


図 2 撮影された画像のサムネイル画像

生成したサムネイル画像を示す。制御ソフトは、高解像度の JPEG 画像のほかにタイムスタンプおよび東西南北を画像に埋め込んだ低解像度のサムネイル画像を生成し、これを WEB に自動的にアップロードしている。タイムスタンプは、世界時で露出開始時刻を示している。

2. 2 自動観測ソフトの概要

Nikon のデジタルカメラは、Software Development Kit [4]が無償で配布されており、エンドユーザーが制御ソフトを独自に開発することができる。開発環境としては Microsoft Visual Studio[5]が前提であることから使い慣れていた Visual Basic 2008 (VB) で開発をはじめた。ただし、配布されているライブラリーは C++で書かれているため、C++で書かれた付属のサンプルプログラムを参考にコマンドプロンプトで使用するソフト開発し VB から外部プロセスとして起動することで VB から制御している。ソフトの構造としては最適ではなかったものの、カメラの機種を更新する中でソフトの変更を最小限で済ませることができた。ただし、API (Application Programming Interface) を直接 VB からコールしていないため、制御ルーチンに大きなオーバーヘッドがともない、連続的な露出を 20 秒以下の間隔で行うことができなかった。表 1 に 2023 年 3 月の撮影条件を示す。

使用カメラ	Nikon D7200
露出時間	8 秒 (太陽の地平高度 - 10 度以下) 左記の前後 1 時間は 1 秒
ISO 感度	3200
画質	JPEG Fine
画像サイズ	M (4496 × 3000 pix)
撮影間隔	30 秒
画像のアップロード間隔	2 分に 1 回

表 1 2023 年 3 月の撮影条件

2. 3 制御の流れ

次に VB で開発したソフトの制御手順について、ソフトが起動してから観測が終了するまで 1 日の流れを説明する。なお、観測は毎年おおよそ 9 月から翌年 3 月まで行っている。

- ① 設定ファイルの読み込み：使用するカメラ、露出インターバル、カメラの撮影条件、画像転送やメールの設定などを記録したファイルを読み込む。
- ② スケジュールファイルの読み込み：太陽の地平高度が - 10 度以下になる時刻のテーブルを読み込む
- ③ 観測準備の開始時刻まで待機：太陽の地平高度 - 10 度以下になる 1 時間前まで待機
- ④ 観測準備の開始

- ⑤ USB リレーによるカメラの電源投入
- ⑥ カメラとの通信の確立
- ⑦ カメラに撮影条件の設定（露出時間、ISO 感度、解像度、JPEG 画像品質）
- ⑧ 観測開始メール送信
- ⑨ 観測開始
 - (ア) 露出開始：最初と最後の 1 時間は露出時間 1 秒、その間の露出時間は 8 秒
 - (イ) 撮影画像の保存：露出開始日時（世界時）をファイル名とする
 - (ウ) 方向と撮影スタート時刻を画像中に記入したサムネイル画像を生成
 - (エ) 撮影枚数 2 枚ごと html ページの編集
 - (オ) 撮影枚数 4 枚ごと WinSCP[6]を起動してサムネイル画像と html をアップロード
 - (カ) 30 秒ごとに（ア）に戻り繰り返す
- ⑩ 観測終了
- ⑪ 観測終了メール送信：観測ログと HDD 空き容量を通知
- ⑫ USB リレーを切りカメラの電源を落とす
- ⑬ ソフトをリスタートし①に戻る



図3 制御ソフトのメインウィンドウ

以上が制御の流れとなるが、長期間の運用では予期せぬ不具合が生じることが多々ある。次に不具合が生じた時の処理などについて説明する。

2. 4 エラー処理と不具合への対応

Windows プログラムでは、数時間から数週間あるいは数ヶ月間にわたり長期間ソフトを起動し続けたときに予期せぬ不具合が生じることがある。また、連続的に使用しているカメラにもハードウェアトラブルが発生する。長期間に渡ってできうる限り絶え間なく観測を継続するには、これら予期せぬエラーが起きたときに自動的に復旧を試みる仕組みや、復旧が見込めなかったときに速やかに通知する仕組みをソフトに組み込む必要がある。

様々なケースの不具合を捕らえるために、ほぼ全てのルーチンに Try Catch ステートメントを組み込んで、発生したエラー全てを例外処理で捕らえエラーフラグを立てるようにしている。この際、ソフトは停止することではなく、5分毎のタイマーイベントでエラーフラグが立っていることが検知されるとエラーメールが送信される。その後、自動的に制御ソフトはカメラの再起動を試みるが、5回連続して失敗すると制御ソフト自体を再起動する。ここまでで復旧すれば良いが、復旧しない場合はカメラの再起動とソフトの再起動を

繰り返すことになる。こうなるとエラーメールが頻繁に送られてくるので、カメラが復旧しないことが分かる。メールには、Try Catch ステートメントで出力されたエラーメッセージが記載されているので、それを手がかりに PC にリモートログインして対処する。例えば、HDD がいっぱいになっていたり、カメラとの通信が失敗し続けていたりする場合は、ファイルの移動や PC の再起動で復旧する場合もある。それでも復旧しない場合は、ハードウェアが故障した可能性が高く、予備のカメラと交換することになる。ハードウェアの故障は、シャッターの故障が多いが、内部のメモリーにエラーが起こっているような症状も見られることがあり、メーカーに修理に出しても再現できない時もあるため、カメラを新品と取り替えることが多い。シャッターは 10 万～20 万回で寿命をむかえると言われているが、1 シーズン（9 月から翌年 3 月）に 30 万枚以上撮影するため、カメラが 2 シーズン持続して使用できることはほとんど無い。

3. まとめと今後

ここまで、2011 年から運用してきたデジタル一眼レフカメラを用いた全天撮影システムについて解説した。実際の運用では、カメラの更新や Windows update の影響による細かなソフトの調整が頻繁に必要であり、研究者からの追加機能のリクエストに応えながら人の手を介して 10 年以上維持してきた。現在は、次のカメラの更新に今のソフトが対応できず、そろそろプラットフォームも Windows から Linux へ移行し、より強固で安定した撮影システムが再構築できればと考えている。

参考文献

- [1] https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~eiscat/obs/d5000/html/sky_image.html
- [2] Kawahara, T. D., S. Nozawa, N. Saito, T. Kawabata, T. T. Tsuda, and S. Wada, Sodium temperature/wind lidar based on laser-diode-pumped Nd:YAG lasers deployed at Tromso, Norway (69.6° N, 19.2° E), Opt. Express 25(12), A491-A501, doi:10.1364/OE.25.00A491, 2017
- [3] Nanjo S., S. Nozawa, M. Yamamoto, T. Kawabata, M. G. Johnsen, T. T. Tsuda, and K. Hosokawa, An automated auroral detection system using deep learning: real - time operation in Tromso, Norway, Sci. Rep., 12, 8038, doi:10.1038/s41598-022-11686-8, 2022
- [4] <https://sdk.nikonimaging.com/apply/>
- [5] <https://visualstudio.microsoft.com/>
- [6] <https://winscp.net>

産業用ミリ波レーダの碎波観測への応用を目指して

民田 晴也 久島 萌人 (ISEE 技術部)

1. はじめに

近年、幅広い産業分野でミリ波レーダ活用が進み（主に国外）、廉価に入手可能となった省電力ミリ波レーダモジュールの碎波観測への応用を検討している。電波法遵守から技術基準適合証明（技適）を取得しているエスタカヤ電子工業の TITAN18 (T18) ミリ波レーダモジュール^[1]を利用している。本報告では T18 の使用感を紹介する。

T18 は Texas Instruments mmwave radar chip AWR1843^{[2][3]} を搭載、single-port USB3 を介して大容量の受信 IQ データをパソコンに転送可能な FMCW MIMO ミリ波レーダモジュールである。IQ 信号取得により様々な信号処理解析が可能となる。AWR1843 自体の FMCW 変調設定自由度は高いが、T18 が技適対応する送信設定は固定、IQ 信号取得設定で 2 つの距離レンジ(middle/short-range: 50 m/ 10 m)が用意され、レーダ近傍の基礎実験では申し分ない性能を有す。

観測領域は 50-100 m 離れた海面を想定しているが、自然現象を対象とした省電力レーダにとって middle-range の 50 m でも遠く、T18 シリーズ製品選択では送信電力を重視、個々の送受信アンテナのパッチアレイ数が多い（送信ビーム幅を絞りエネルギー密度を高める）T18_001120112_2D を選択した（図 1）。T18 は送信アンテナ(TX)3 素子、受信アンテナ(RX)4 素子の MIMO レーダで、TX 位置オフセットにより仮想 12 素子 Digital phased-array radar が構築できる。TX から幅広ビームを放射、仮想 RX の位相演算で 12 方位のレーダ信号を導出する DBF (Digital BeamForming 電子走査) 方式である。RX は半波長間隔、TX は 2 波長間隔（4-RX ブロック相当）で配置され、TX は時間分割多重方式（TDM-MIMO）。T18 仕様、FMCW、MIMO レーダの詳細に関しては参考文献を参照ください。

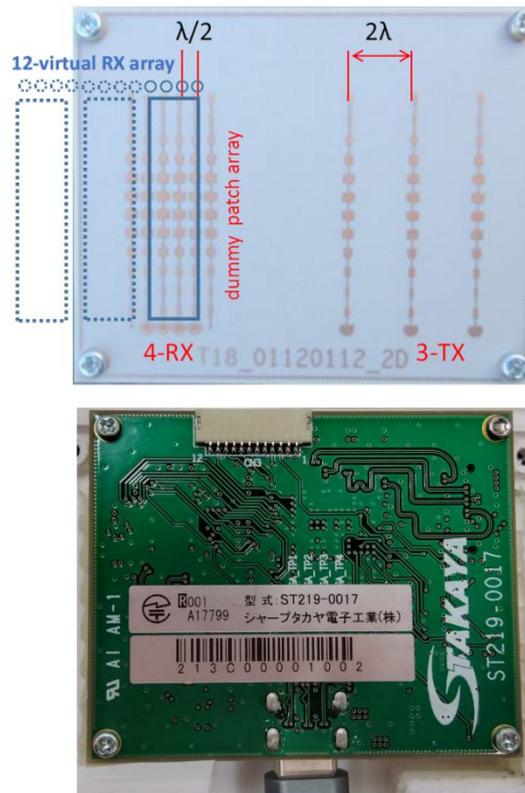


図 1 T18 モジュール外観（表：3-TX, 4-RX, dummy パッチアレイ、裏：技適証明）

2. T18 観測エコー

2. 1 反射強度 2 次元マップの特徴

RX アンテナアレイ数が少ない T18 は DBF ビーム分解能が粗く、エコー強度 2 次元マップは同心円状に解像される傾向がある（図 3; EL111）。特に遠方領域で顕著となり、線状物体も同心円状に解像される特徴がある。空間分解能の安易な改善手法として、DBF ビーム走査方向に沿ってアンテナを機械回転したエコーマップ合成補間法がある。今回、鉛直電子走査（V-DBF）と仰角機械回転制御の組み合わせで合成を試した。T18 を V-DBF 向きで仰角回転雲台に固定、水平面から 3 度上向きから 21 度下向きまでの 9 仰角の機械走査を行った（雲台回転間隔 3 度は DBF 分解能 9.5 度の約 1/3）。図 2 にエコーマップ合成の効果を示す。明確な分解能改善効果はないが、川面方向（合成図右側）に線状の強いグラウンドクラッタ（水面・川底）が解像され、水平方向から僅か上方向に向け川面表層からの弱いエコーが読み取れる。次に、水平分布は同心円解像のままであるが、仰角回転雲台と水平電子走査(H-DBF)の合わせた川面の 3 次元分布観測を試した。雲台設定はそのまま T18 取付向きを 90 度回転して観測（図 3）、3 次元観測は EL99/105/111 の水平断面図(H-DBF)が例示する。観測条件から土手エコーは斜め直線状に現れるべきであるが、同心円状エコーが現れている。ここで、V-DBF/H-DBF 観測で同じ仰角機械走査

【技術報告】

にも関わらず、V-DBF の距離 2 m に現れた強いクラッタが H-DBF ではレーダ近傍 2 m に存在せず、H-DBF EL:111 の距離 5 m にある強いエコーが対応すると考えられ（アンテナ高から幾何学的にも整合）、川面 3 次元観測には EL111 を越える低仰角が必要であった。この結果は、T18 の H-DBF 面での鉛直ビーム幅はカタログ値で 8 度、DBF ビーム分解能が 9.5 度と同程度であることから、サイドローブ特性に大きな差があることを示唆する。更に、H-DBF EL99/105 の距離 2 m に川面乱れエコー（比較的線状）があるが、最低仰角の EL111 では不明瞭となる矛盾も、T18 のパッチアンテナと DBF サイドローブ特性の精査必要性を示唆する。本試験は川面後方散乱と偏波面（垂直／水平偏波：水平 DBF／鉛直 DBF）や入射角の特性を探る意図もあったが、偏波面の差より観測スポットサイズ（ビーム幅やサイドローブ特性）の違いが大きく、評価が難しく今後の課題である。この試験観測は滑らかな川面をターゲットにしたが、流れが速く・粗度の粗い川面観測事例を Appendix に例示する。

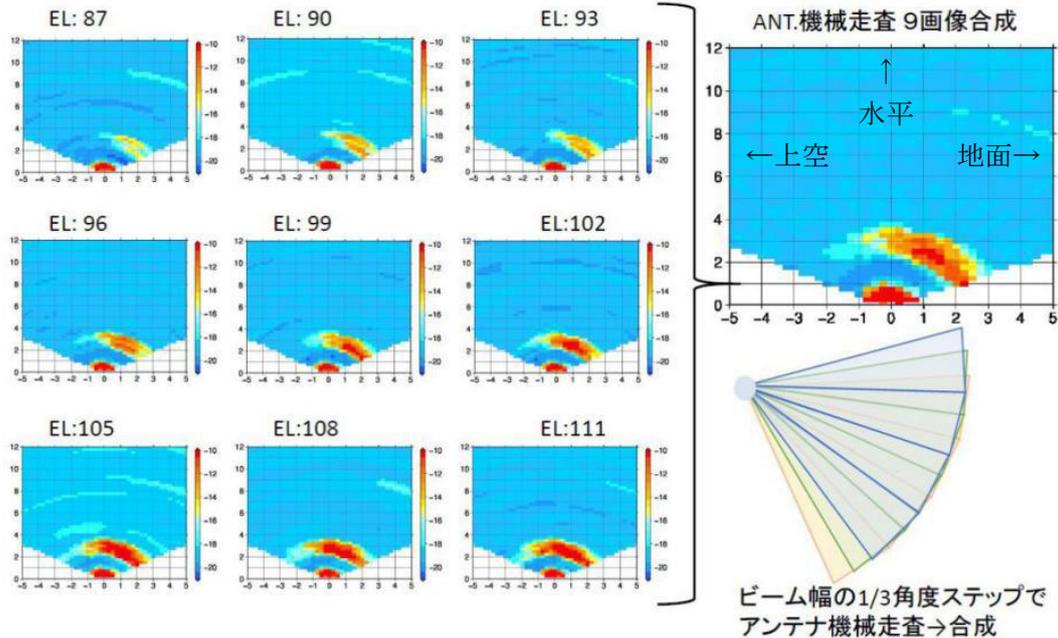


図2 V-DBF と仰角機械走査（仰角 87 度～111 度；3 度間隔）を合わせた空間分解能改善の試行。
エコーマップ座標軸は距離(m)。機械回転角 3 度は DBF ビーム分解能 9.5 度の約 1/3。

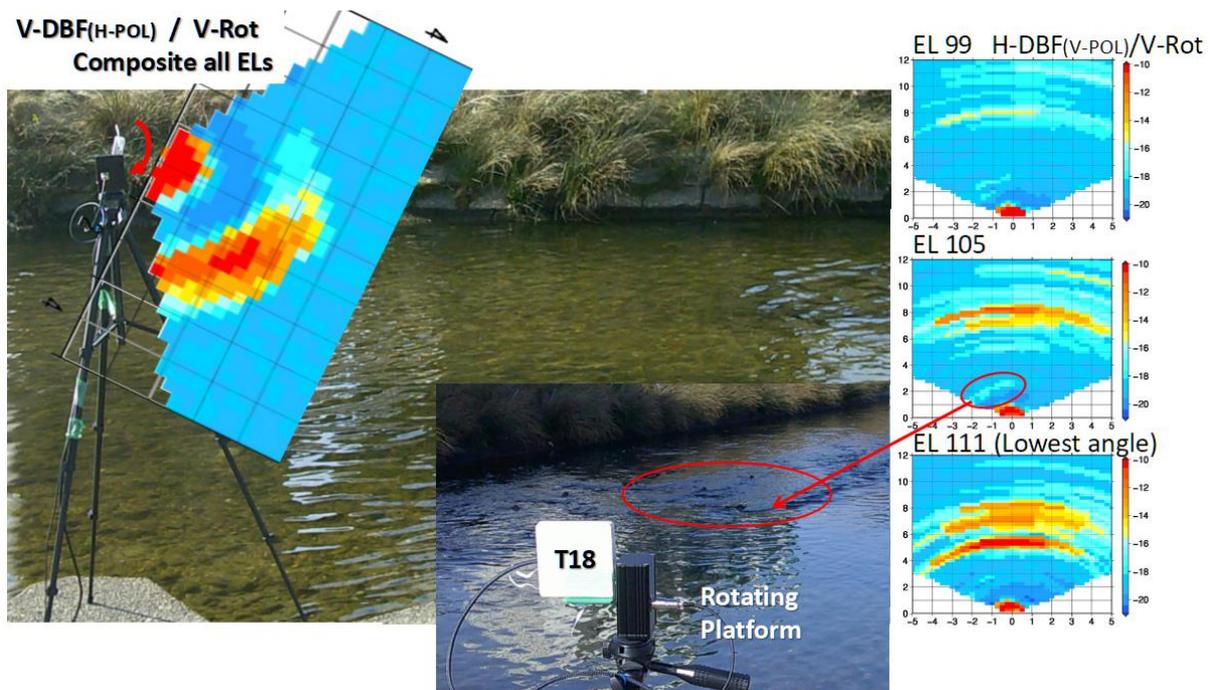


図3 V-DBF/H-DBF+仰角機械走査による川面の立体観測（V-DBF エコーは図 2 の合成図）。
対岸にはコンクリート製の土手。土手までの直線距離約 6 m。T18 固定三脚高は 1.2 m。

2. 2 ドップラ速度 (河川流速観測)

前節は水面を水平方向からレーダ観測した事例であったが、本節では橋から河川を見下ろす例を紹介する。T18 は速度スペクトルが取得でき、図 4 に観測概要と観測 Doppler 速度—距離分布を例示する。橋を挟んで上流と下流側に T18 を V-DBF 向きで配置して観測。速度—距離分布図は Beam #1 (水平方向) から Beam #12 (直下方向) と各ビーム毎に示す。速度軸の左領域がレーダに近づく速度、右領域が遠ざかる速度に対応する。水面エコーが観測できる範囲は約 5 m と狭いが、0.5~1 m/s で下流に向う流れが観測できている。

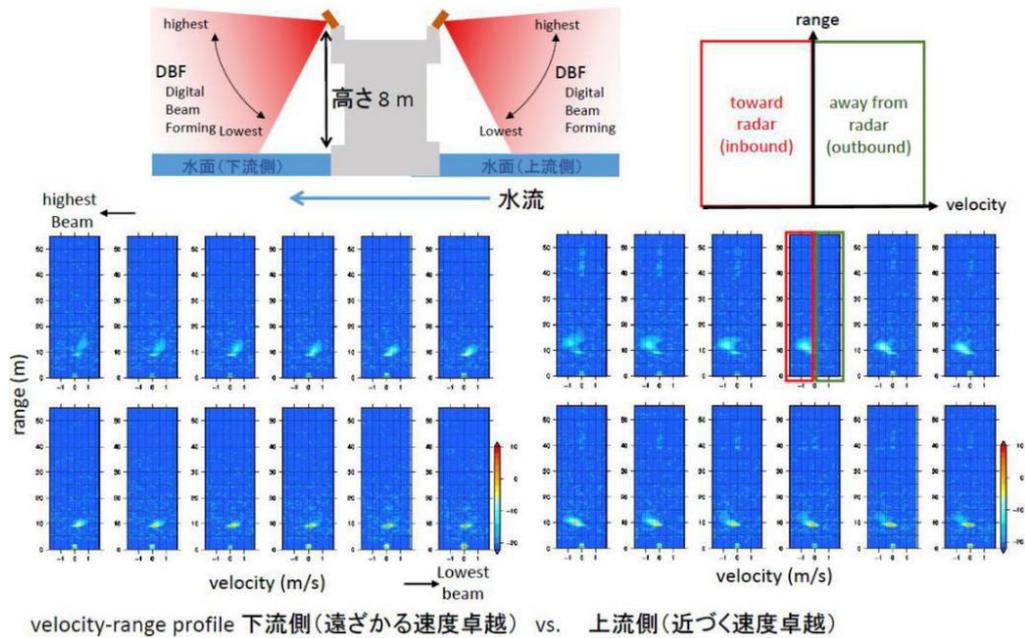


図 4 橋から見下ろす河川流速観測。DBF ビーム毎の速度—距離エコー分布図 (Beam #1/12: Highest/ Lowest)。速度は負 (左側) がレーダに近づく速度、正 (右側) が遠ざかる速度。

2. 3 海波観測

河川は水面が鏡面反射に近いいためか、距離方向に奥行きを持ったエコー分布取得は難しい手応えがあった。次に、粗い水面粗度の波観測の事例を紹介する。防波堤で打ち寄せる波を V-DBF 観測した結果を図 5 に示す。T18 は標準モード(middle-range)に加え、近距離モードが利用できる。図は標準(50 m)と近距離(10 m)モード、エコー積算平均時間の違い (5 秒と 20 秒) の可視化の差を紹介する。

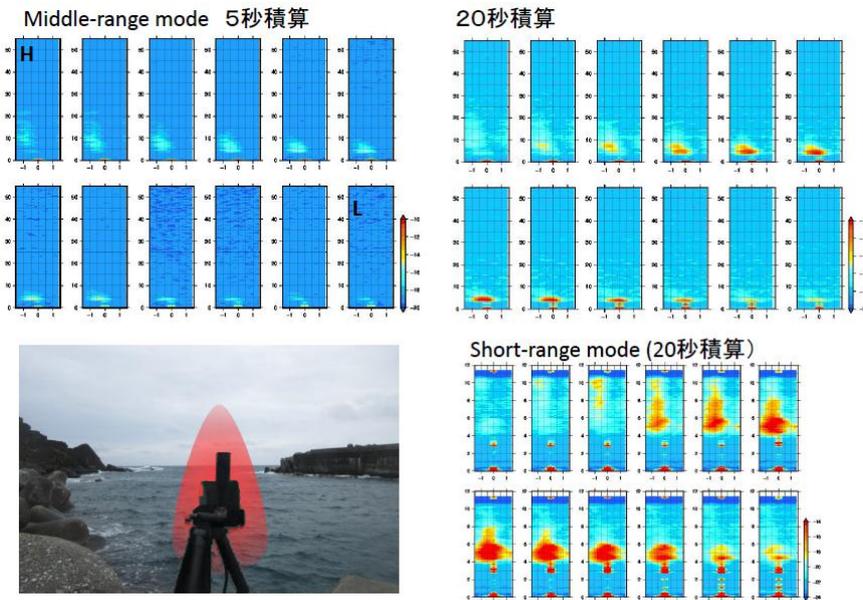


図 5 海波観測。速度—距離エコー分布図は図 4 と同じ。標準 middle-range モードに加え Short-range モードを例示。

【技術報告】

積算フレームが多いほど S/N 改善効果が見込める反面、移動する現象は空間平均される。T18 のフレーム取得レートは 0.1 秒、5 秒平均で 50 フレーム、20 秒平均で 200 フレーム平均に相当する。ここに結果を示さないが、10 フレーム平均でノイズ出現頻度分散は収束、可視化は見やすくなる。標準モード観測結果から、高仰角成分 (Beam #1; 図中表記 H) で距離 20 m までの海面粗さによる反射波を観測、直下成分 (Beam #12; 図中表記 L) では河川と同様に鏡面反射が支配的となる傾向が確認できる。近距離モードはレーダ近傍の海面構造を高空間分解能で解像できる期待がある。図 6 に入江にできる白波を観測した結果を示す。正面ビーム成分 (Beam #5) の速度-距離分布の時間変化を示す (10 フレーム平均 = 1 秒 snapshot)。打ち寄せては返す波が捉えられている。近距離モードで砕波観測が可能な観測レイアウトであれば近距離モードは効果的である。

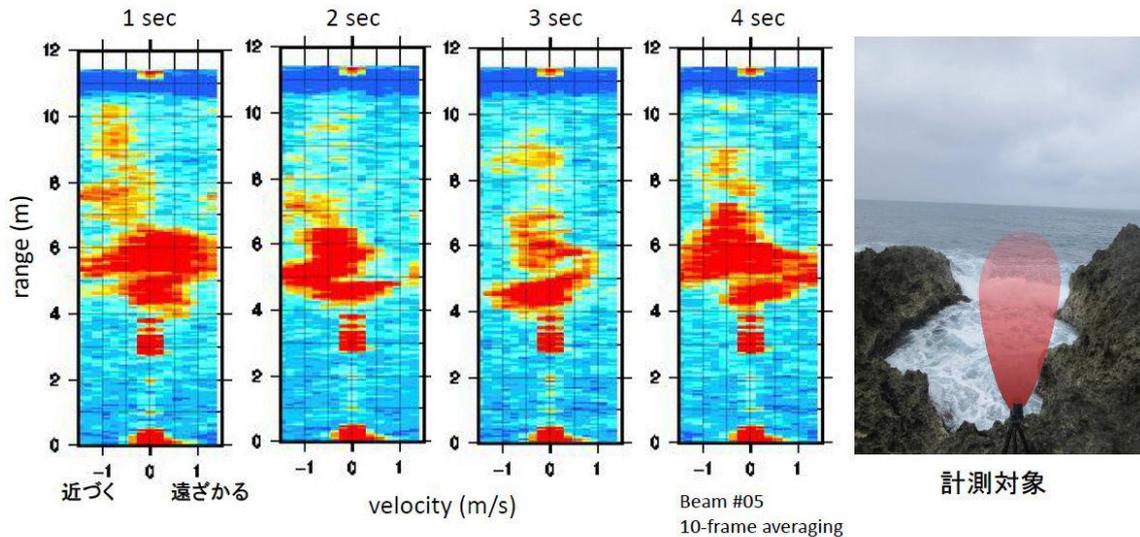


図 6 海波観測。近距離モードの速度-距離エコー分布の短時間時系列 (Beam #5)。

図 7 に大きく跳ね上がる潮柱を観測した事例を紹介する。潮柱は前後左右に広がるため、その Doppler 速度は幅広いスペクトルとして観測され、陸に乗り上げる成分もグランドクラッタ (速度ゼロの強いエコー) の上に重なるブロードな速度成分として観測されている。砕波とクラッタのエコー分離の可能性を予感する結果である。

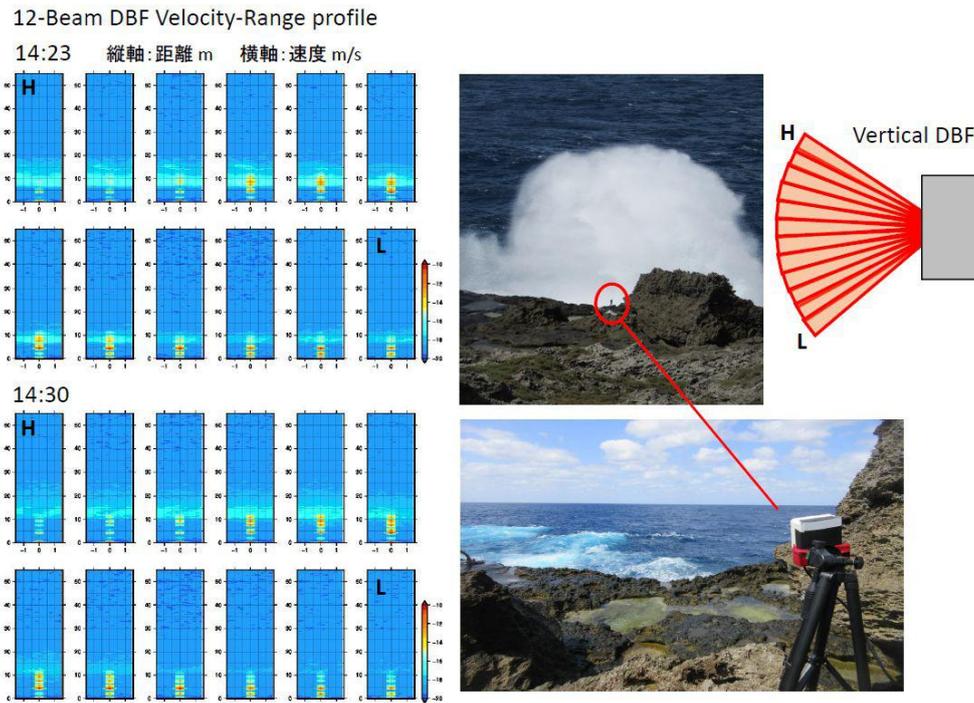


図 7 潮柱観測。潮がかからないように 10 m 離れた場所から観測。

【技術報告】

2. 4 降雨観測

T18 の降水への感度を紹介する。砕波が発生するような環境場では降水が存在することもあり得る。砕波と降水の感度や分離の検討も必要となる。図 8 に、降雨時に建物 5F 居室窓から V-DBF および H-DBF の向きで観測した結果を示す。V-DBF では落下する雨滴の速度が上向きビームから下向きビームに変わるところで速度が反転する結果であり、H-DBF では右から左へと風に流される雨滴粒子集合体の流れを観測している。ゼロ速度位置に出現する縦線エコーは森林エコー（グランドクラッタ）である。H-DBF では 40 m 先まで雨に濡れた木が見えている（垂直偏波の効果？）。降雨シグナルは遠方ほど速度幅が狭くなっている。距離が離れることによる感度問題かスポットサイズ拡大の影響か評価はできていない。降雨は長時間の積算平均が必要であり、10 秒積算で図のようなエコーが見えてくる。層状性降雨は時空間密度の一様が高く、フレーム積算により見えやすい現象であった。別案件で期待していた降雪観測性能は、感度不足が主要因と考えられるが、時間積算 SN 改善効果も薄く、見えない印象を得た。

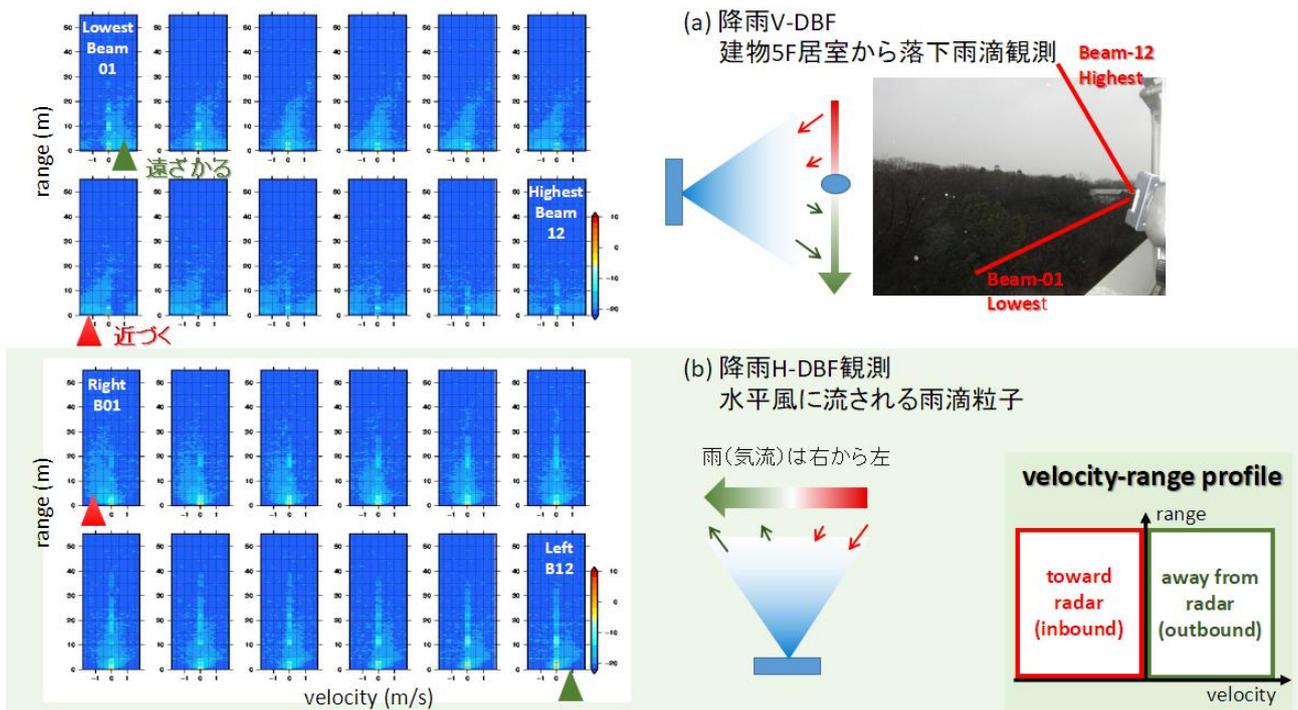


図 8 雨滴観測 【注】速度—距離エコー分布図の Beam # 表記順がこれまでと逆（アンテナ固定向きが逆）

3. おわりに

産業ミリ波レーダモジュールの砕波観測応用を探る基礎試験について紹介した。T18 は高性能で魅力的なデバイスであり、特に近距離観測の有効性を感じた。このまま実用化する場合、降雨中や潮をかぶりやすい海岸運用では、ミリ波で避けられないアンテナ付着水滴による大きな減衰をとり除くアイデアの重要性を再確認した。破波水滴とクラッタや雨の分離も重要な課題である。今回紹介していないが、T18 観測エコーの瞬時値は velocity - range profile でノイズとは考えられない強度でポツポツと点状に現れる。太陽光が揺れる水面でキラキラと反射する sun glitter に感じるシグナルであり、単純平均では消える傾向にあり、どのような時に何が見えているのか？をより精査、観測対象に対して最適な解析アルゴリズムおよびレーダビーム入射角の検討にもつなげたい。

近年、産業ミリ波レーダモジュールの技適取得対応会社も増え、今後はミリ波レーダ chip カスケード接続による仮想アンテナアレイ増設など、観測対象に最適化したレーダ開発に取り組みたい。近年のトレンドである MIMO レーダを利用した開発経験、T18 の車や人など固体移動物体への高い検知性能を知ることができた貴重な機会となった。

謝辞

本報告は科研費挑戦的研究（萌芽）21K18652 の助成を受けている。

参考文献

- [1] エスタカヤ電子工業 T18 79GHz MIMO レーダーモジュール評価キットカタログ
- [2] Texas Instruments: xWR1843BOOST Single-Chip mmWave Sensing Solution (User's Guide SPRUIM4B)
- [3] Texas Instruments: Programming Chirp Parameters in TI Radar Devices (Application Report SWRA553A)

Appendix

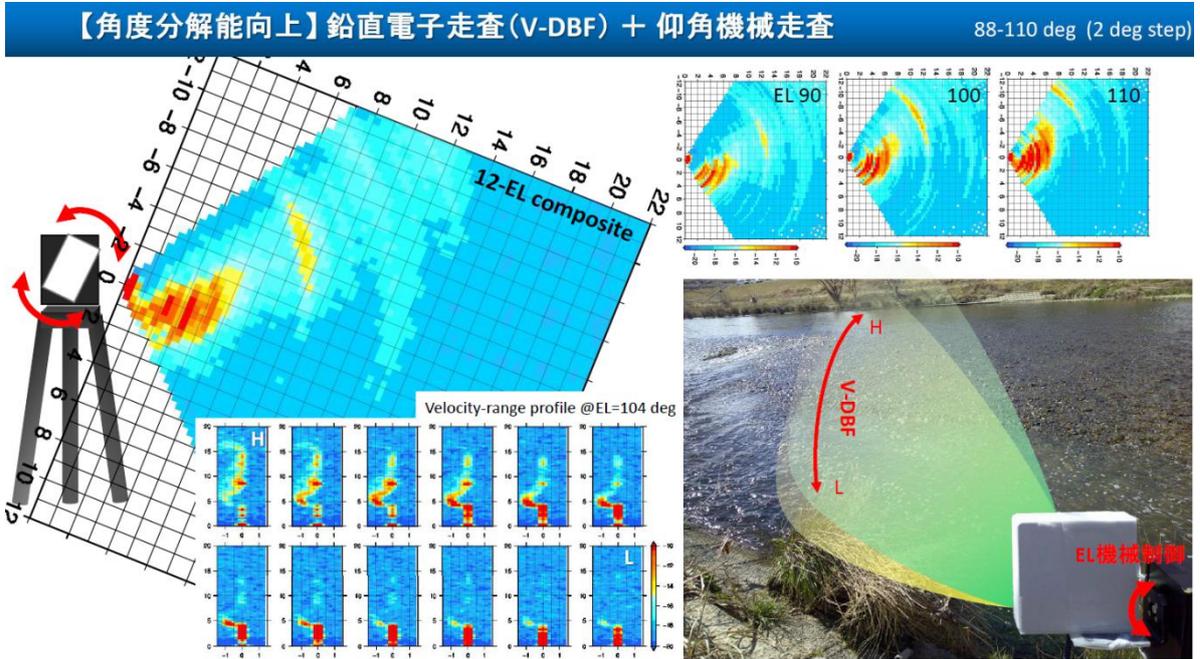


図 A1 勾配ある川底で流れが収束（粗い川面）、T18 に向かい加速する流れ場での V-DBF composite 観測。
 左上：V-DBF 仰角雲台 2-deg step, 12-ELs のコンポジット画像。軸は距離(m)。T18 はやや下向き配置。
 右上：EL90/100/110 は合成前の仰角 90/100/100 度の V-BDF 強度マップ。
 左下：EL104 の DBF ビーム成分毎の velocity (横軸) -range (縦軸) profile。Color: spectrum power (dB)。
 右下：観測写真。川底に傾斜があり T18 に向かい流れが速くなる (1 m/s) 場所で観測。

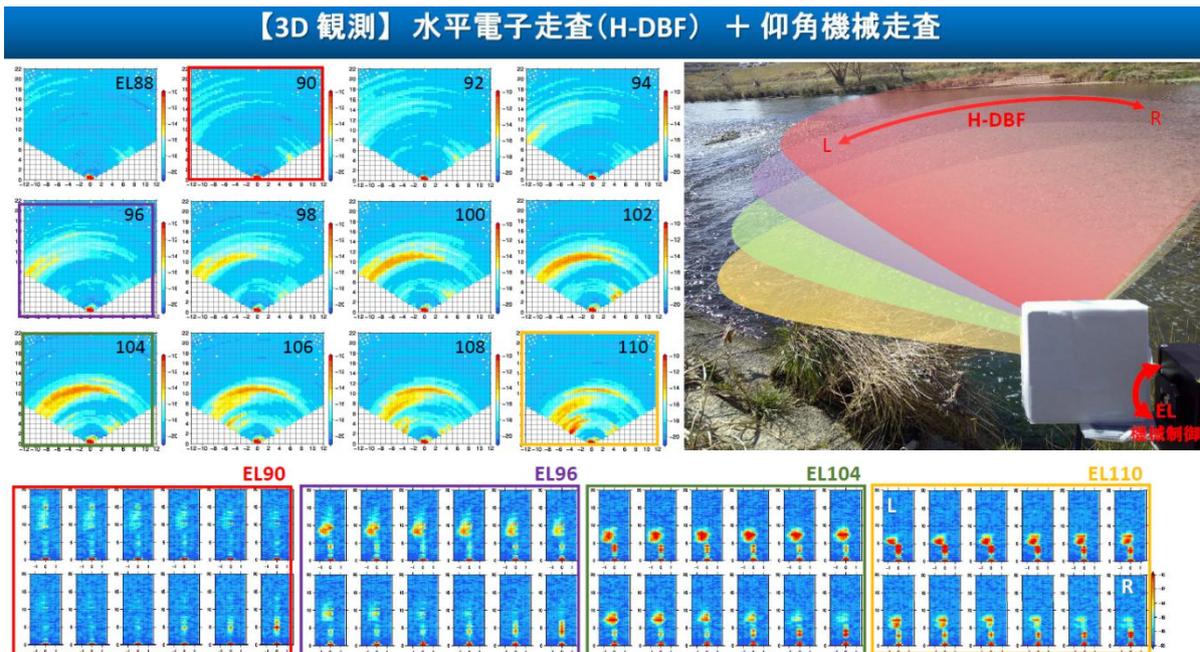


図 A2 H-DBF 川面 3D 観測 (A1 と雲台設定同じ ; T18 は 90 度回転固定)。
 左上：12 仰角の H-DBF 強度マップ。仰角が下がるにつれ向かって左側にエコーが現れる。
 右上：観測写真。 下図：EL90/96/104/110 度の DBF ビーム成分毎の velocity - range profile。

与那国島国際共同観測支援 ―電波法 実験局免許取得―

民田 晴也 (ISEE 技術部)

1. はじめに

宇宙地球環境研究所(ISEE)は、太陽地球環境研究所、地球水循環研究センター(水センター)、年代測定総合研究センターが統合して創設されました。ISEE 技術部は旧部局技術職員の寄せ集めが現状であり(定数 12 名;水センターから電子情報系 2 名、年代測定センターから分析系 1 名)、旧部局に深く関係した技術支援体制の枠を十分に越えられていません。旧水センターは大気・海洋・陸域の 3 つの研究フィールドがあり、観測機器開発・運用保守、野外観測支援、計算環境支援、電子メールや Web、DNS などネットワークサービス (ISEE とは別の環境学研究科 subnet で継続運用) の運用・セキュリティ対応など、観測研究から情報インフラなど幅広い分野で、非力ながら可能な限りの技術支援に努めています。今回、業務紹介の一環として、R4 年度の与那国島国際共同観測実験の支援、無線局免許手続き(主任無線従事者業務の一部)について紹介します。

2. 3 基の雲降水レーダ@与那国島

ISEE 大型観測設備の X 帯降水レーダ(2 基所有のうち 1 基)・Ka 帯雲レーダ、米国コロラド州立大学(CSU)の C 帯降水レーダの与那国運用の電波法対応および移設を担当しました。Ka 帯レーダは 2 年前に与那国移設が完了しています。今回は、X 帯レーダの無線局変更(運用場所と電波型式変更)および C 帯レーダの電波免許新規取得(免許人は東海国立大学機構)を行いました。C 帯レーダは 8 月下旬に観測終了、日本を後にしています(廃局済)。X 帯レーダは与那国観測後の現在、京都大学 信楽 MU 観測所にて免許変更手続きを経て運用中です。X 帯レーダは国内外でのキャンペーン観測運用 15 年、障害を抱えながらも無事に与那国観測を乗り切ることができました。与那国移設前に数か月間停止、試行錯誤を重ね復旧までたどり着きましたが、与那国での稼働は未知数でした。Ka 帯レーダは停止中で、与那国に残り R5 年度を迎えます。

3. 電波免許手続き

新規の無線局開設は年単位の時間がかかるのが一般的です。COVID-19 感染症の影響を受け、観測実験が 2 年間続けて順延となり、免許手続きの時間は十分にありました。過去 2 回、予備免許取得の最終段階まで完了しての延期願いを続けましたので、総務省にも審査再開に懐疑的な雰囲気はありました。中断状態からの手続き再開は、書類的には期間変更のみですが、審査過程は省略できません。情勢も変わり追加説明も求められました。短期間で適確な対応をしなければならぬ厳しいミッションでした。観測場所が与那国であり、時世問題、台湾有事懸念の影響もあったと推察しています。関係省庁との書類対応のみならず、無線局落成検査でも技術的な難題も生じ(後述)、かなりの労力を要しましたが、関係各所の皆様のご尽力によりレーダ運用が実現しました。関係者の皆様には、この紙面をお借りして厚くお礼申し上げます。

COVID-19 による日本国の外国人入国規制緩和待ちもあり、米国チームでの観測可否の決断が遅れ、電撃的に観測実施が決まりました。CSU レーダは 4 月中旬に米国発、5 月 10 日与那国着の shipping 計画、5 月下旬から観測開始希望の連絡を受け対応を加速しました。観測決断の大遅延、年度が変わり(人事異動)、ゴールデンウィークの影響も多分にありましたが、関係各所の皆様のご尽力により予備免許を 5 月 23 日、6 月 1, 2 日に無線局の登録点検および登録検査を受け、6 月 6 日に落成届、6 月 9 日に本免許を取得、観測開始できました。なお、順調であれば 5 月末に運用開始できる調整ができていました。CSU レーダ組立遅延により(クレーンでアンテナレドームを吊る 6 m 幅以上の spreader bar 調達難航、5 月 24 日の貨物船停泊時間に借用)、落成検査日程も順延再調整となりました。

一般的に予備免許直後に落成検査を実施するものではなく、予備免許取得後（書類審査通過後）に実機準備、十分に調整を経てから落成検査を受け、実測値で基準クリアして本免許を取得を確実にすることが好ましいです。基準クリアできなければ追加コストもかかります。四季ある日本では、季節性の強い自然現象観測は時期を逃せば一年後までチャンスはありません。今回は、予備免許日からの2週間に実機で国内基準クリアするしか術はなく、落成に向けて最善策を打ち続けなければならない難局が続きました。総務省沖縄総合通信事務所の検査官にご足労頂く場合、最速で3カ月後の落成検査となり、総務省登録指定業者への落成検査外注の一択でしたが、検査場所が与那国、日本最西端であり対応できる会社を見つけるのも難航、落成届に必須の検査会社への委任状の学内決済が停滞するなど、数日の出来事ながらドタバタ劇もありました。

4. 米国 CSU レーダ落成検査

落成検査（登録点検および登録検査）で最大のドタバタ劇がありました。予備免許と実機の周波数が異なっていることが判明。取り付けられている送信管では免許周波数に設定できない。暗いムードの中、スペア送信管を見つけ、仕様確認すると免許周波数と一致。早速、送信管を交換して検査データ取得にかかりました（米国内での事前保守が一部無駄となる）。周波数違いから落成検査は困難な情勢に陥ったと考え、レーダ受信機の周波数や付随装置の設定変更項目と手順確認をCSU（プロジェクト担当の理学部、レーダ所有の工学部、双方の重要人物）に緊急打診調整すると同時に、国内関係各所に送信系検査のみを現地完了、無線局総合試験は遠隔検査という逃げ道の可能性を探りました。結果、CSU エンジニアが米国から受信系、スプリアスフィルタ設定に対処、検査項目をクリアするデータ取得ができました。開局目的機能を判ずる総合試験で降水エコーが現れた瞬間、見守っていた皆さんから歓声が上がりました。当初はCSU エンジニアの与那国滞在期間に落成検査を予定していましたが、レーダ組立遅延による再調整のため我々の現地入りも遅れ、CSU エンジニアは入れ違いで帰国となりました（メール情報交換が精一杯）。検査日がCSU エンジニアの移動日ではなく、ハンドキャリアで持ち込んだ携帯電話回線の固定IP端末でCSU レーダをインターネット接続、米国からアクセス可能な環境を即時構築できたのも大きかった。また、米国との時差も利点となりました。翌朝にはレーダ設定完了、継続検査を受けることが叶いました。但し、与那国滞在CSU 工学部博士課程の学生には夜通しの対応を強いました。検査員の方々も、初日21時までレーダサイト（その後、宿にて取得データ整理）、翌朝は8時からご協力いただきました。CSU との意思疎通、免許書類・資料確認が不十分で、自分自身は自ら撒いた種ですが、皆様に多大なご負担をおかけしたこと猛省すると同時に、スペシャリストの皆様の底力・最善手に感銘しました。いつか、再び一緒に仕事ができる日が楽しみです。

5. おわりに

CSU レーダ落成検査対応の出張は4泊5日（作業3日）でした。落成検査が主目的ではなく、Ka 帯レーダの受信モジュールの交換・調整、X 帯レーダサイトの環境整備（X 帯レーダサイトの沖縄税関与那国監視署の借間に制御端末の設営、光ファイバ引き込み準備、気球観測ビデオゾンデの障害復旧など）の合間に片手間で対応する計画でしたが、Ka 帯レーダ作業も順調ではなく、自衛隊対応も入り、大幅な工程修正を迫られましたが、最低限の目的は達成できました。遠隔対応できる項目は先送り、名古屋にてレーダ遠隔制御の最終調整（Ka/X/C 帯レーダは主任無線従事者制度、免許人所属要員は現地滞在）、観測チームで設備と降水イベント監視を共有するため、観測データやカメラ映像の Quick Look page を技術部 web server に作成、提供しました。

余談、与那国での物資調達は難しく、多くの物品をハンドキャリアしました。機内に持ち込めない物は2週間かけ輸送。石垣島依存のインフラ整備（光ファイバ）は月1回など。与那国での僅かな不便さは、利便性を享受してきた者には良い経験であり、糧になったと期待します。

年代測定研究部の業務紹介 概要編

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

平成 27 (2015) 年 10 月の宇宙地球環境研究所発足に伴い、独立部局であった年代測定総合研究センターは、統合合併により年代測定研究部として研究所の 1 部門となった。筆者は 1992 年の名大着任以後、この部門に関する業務を約 30 年にわたり担当してきたが、常勤の技術職員は 1 人だけであり、いわゆる「何でも屋」として関係する業務をほぼ全て引き受けてきた。業務を大雑把に分類すると、以下のようになる。

1) 化学実験

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。また、その業務に付随して必要となる化学薬品や高圧ガス、実験廃棄物等の安全管理業務、実験室や実験装置の保守管理業務を行う。

2) 放射線安全管理

タンデトロン加速器質量分析計は、国の法律である「放射性同位元素等の規制に関する法律」上の放射性発生装置に該当するため、装置に係る放射線安全管理業務ならびに装置を運転する放射線業務従事者の人的管理業務（被ばく管理、教育訓練、特別健康診断問診等）を行う。また、法改正があった場合、それを遵守するための諸々の対応（宇宙地球環境研究所放射線障害予防規程の改正、管理体制の見直し等）を行う。また宇宙地球環境研究所において第 1 種放射線取扱主任者に任命されているため、各種立入検査への対応や原子力規制庁との交渉等を行う他、法定講習である「放射線取扱主任者定期講習」の 3 年に 1 度の受講義務を課せられている（今回は 2023 年度が該当年）。

3) ネットワーク管理

年代測定研究部の内部ネットワーク（nendai ドメイン）において、各種サーバの立ち上げと維持管理、物理配線の敷設作業などの業務を、年代測定研究部の教員と共同で行っている。

上記の業務を行う中で、年代測定研究部の新規構成員や、学内外から来訪する共同利用者（<https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/co-re.html> にて全国より公募）への対応（実験指導や安全教育、ネットワーク利用の便宜を図る等）を行い、研究活動の活性化と円滑化の支援、共同利用の利便性の向上と安全対策の強化を図っている。

次回以降の投稿では、1) ～ 3) のそれぞれについて、順次紹介していきたいと考える。

ドローンによる大気汚染収集と XAFS 解析

○岡本 渉^{A)}、八木 伸也^{B)}、堀井 樹^{C)}

^{A)}名古屋大学 宇宙地球環境研究所

^{B)}名古屋大学未来材料・システム研究所

^{C)}Aelo Flex

Abstract

The author, together with AeroFlex, an advanced UAV research project, has been developing an aerosol collector that can be mounted on a UAV, and collected samples in the Kokai River and Sugo Swamp field in Japan. This opens and closes an electromagnetic valve at a certain altitude, and the aerosol is sucked in by a fan. Currently, gauze is used as a filter to adsorb the aerosol. The collected samples were analyzed at the Aichi Synchrotron Light Facility BL6N1. Interesting findings have been obtained so far. AeroFlex has begun to provide various aircraft for the development of Japanese-made UAVs. Here we introduce those activities.

1. エアロゾル収集の背景と経緯

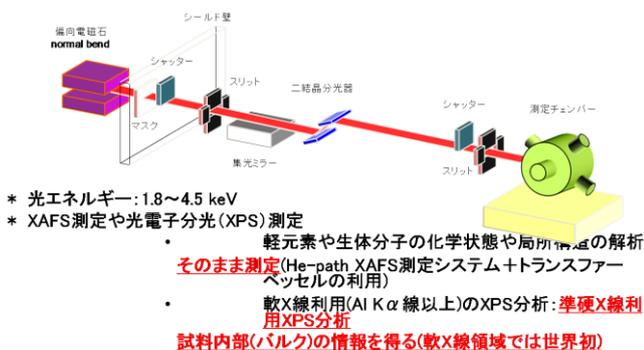
大気中のエアロゾルの化学分析にあたっては、元素分析に近い大まかな科学分析とその分類研究がなされているのみである。

エアロゾルの低減や健康影響を解明するうえで、エアロゾルに含まれている様々な成分の化学形態を解明することが大きな要因になる。また、エアロゾルの発生源や変質過程を探るうえで化学形態の解明は不可欠である。例えばエアロゾル中の硫黄が酸化型であるのか還元型であるのかを調べることにより、発生源や大気中の変質過程を解明することが可能になる。化学形態を調べるには、放射光による X 線吸収微細構造 (XAFS) を測定すれば明確になる。

放射光施設(本研究ではあいちシンクロトロン光施設(あいち SR) を利用)で大気エアロゾルを測定するには、分析に必要なエアロゾルの収集量や化学形態を変質させないようなエアロゾルのサンプリング法を確立する必要がある。そこで、本研究では放射光分析に適したエアロゾルのサンプリング法の開発を行った。また、空間的な化学形態の違いの解明を行うためにドローンを用いた 3 次元的なサンプリング法の開発を行っている。

2. エアロゾルの捕集方法

エアロゾルの捕集については、4 ローター型ドローンにエアポンプを活用した捕集装置をぶら下げる形で取り付けたものを設計し取り付けを行った。



ユニークなXAFS測定やXPS測定が可能なビームラインで、他のビームラインでも同一の試料分析が可能なシステムが構築されている

図1 あいちシンクロトロン BL6N1



図2 筑波ドローンフィールドでのテスト風景

【第2回東海国立大学機構 技術発表会】

この捕集装置は、リモートでエアロゾルの捕集時間を制御することが可能である。

エアロゾルの捕集は、小貝川周辺（茨城県常総市の大和橋下流）で2022年1月23日に実施された「野焼き場所」で行った。



図3 野焼きの様子

捕集高さは、地上「15-20 ft」と「300 ft」の2か所を選び、その位置で3分間のエアロゾル捕集を行った。

また、エアロゾルの捕集は、コットンパフを捕集フィルタとして用いた。



図4 AeroFlex 製国産小型ドローン Ibis

3. XAFS 測定の結果：

エアロゾルについては、野焼きによって放出された物質の硫黄成分に注目したため、XAFS 測定は硫黄 K 吸収端についてスペクトルの取得を目指し、あいちSRの軟X線分光ビームラインであるBL6N1にて行った。分析試料は、先述したコットンパフであり、絶縁体のため、He-パスシステムを利用し、蛍光X線収量法により実施した。

この測定手段により、絶縁体試料に対してもチャージアップすることなく XAFS スペクトルの取得が可能である。

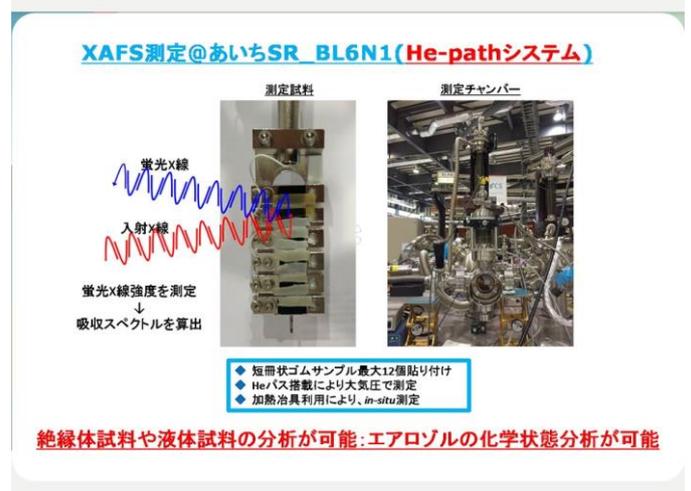


図5 BL6N1 ヘリウムチャンバーの様子

図6に先述した2つの高度にて捕集したエアロゾルに対する XAFS スペクトルを示す。

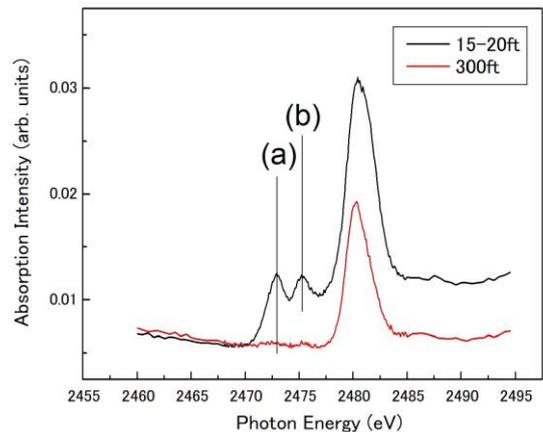


図6 小貝川サンプル NEXAFS スペクトル

図6に見られるピークは、(a)硫化炭素、(b)二酸化硫黄に起因するピークである。一方で、2481 eV 付近に見られる大きなピークは、硫酸(SO₄)に由来するピークであり、コットンパフを漂白する製造過程で使用された硫酸の残渣であると考えられる。

4 今後の展望

実際に小貝川・菅生沼の探査を行ったのは2022年の1・2月であった。3月には伊豆の大室山山焼きへ探査に行ったものの、ホームポイントの設定にとまどり、機器のトラブルが起きている間に山焼きが終了している。そして、6月から国土交通省航空局のID申請が始まり、8ヶ月の間審査中のまま本年度が終わってしまった。

【第2回東海国立大学機構 技術発表会】

今後の予定としては、放射光のみならず電子顕微鏡によるエアロゾル解析を目指している



図7 CAVEでの飛行実験

また、野焼き・山焼きだけではなく、火山や工場の煤煙など様々な発生源を対象にしたい。そして、CAVEや氷河などの極限環境での大気観測を視野に入れている。

5 謝辞

岐阜大学津田教授を始め関係者の協力の元、小貝川・菅生沼の野焼きを観測することが出来ました。また、ユーザータイムを譲ってくださったあいちシンクロトロン関係者の皆様にも感謝申し上げます。

6 参考

『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/>

『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/>

『グローバルリテラシーを培う分野横断融合教材 ～縦孔-地下空洞の地球アナログ地形と地下文化遺産～』

眞部 広紀, 堀江 潔, 大浦 龍二, 前田 貴信, 毛利 聡, 久間 英樹, 岡本 渉,
松広 航, 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, pp122 - 131, 発行 2023-01-31

<http://id.nii.ac.jp/1416/00000917/>

宇科連66プログラム:

<https://branch.jsass.or.jp/ukaren66/wp-content/uploads/sites/38/2022/11/ba04dd2f4d8a81221932c4ddf0edfad8.pdf>

23 ページ目

4A05『縦穴、横穴、洞窟周辺地形における各種探査実験のための汎用プラットフォームドローン』

堀井 樹, 眞部 広紀, 堀江 潔, 岡本 渉,
武若 聡

第66回宇宙科学技術連講演会(熊本大会) OS-18 月惑星の縦孔・地下空洞探査 UZUME 計画
2022年11月4日(金) OS-18-5

4A07『縦孔-地下空洞類似地形の探査実験サイトと形状計測』

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

第66回宇宙科学技術連講演会(熊本大会) OS-18 月惑星の縦孔・地下空洞探査 UZUME 計画

2022年11月4日(金) OS-18-5

「グローバルリテラシー」涵養を目指すドローン・3Dモデリング講習の実践

<<https://researchmap.jp/ky40509691/presentations/41266095>>

堀江 潔, 眞部 広紀, 大浦 龍二, 久間 英樹, 堀井 樹, 岡本 渉

第28回高専シンポジウム in 米子 2023年1月28日

針尾送信所・片島魚雷発射試験場跡の3Dモデル化と観光資源としての活用

<<https://researchmap.jp/ky40509691/presentations/41802643>>

稲岡 航, 藤沢 光, 堀江 潔, 岡本 渉, 堀井 樹
旧軍港市日本遺産活用推進協議会主催

旧軍港四市鎮守府日本遺産シンポジウム in 佐世保(佐世保市民文化ホール) 2023年3月20日

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

○山崎高幸^{A)}、岡本 渉^{A)}、松見 豊

^{A)} 全学技術センター 計測制御支援室 観測技術グループ

^{B)} 名古屋大学（宇宙地球環境研究所） 名誉教授

概要

筆者らは自分達で設計・製作した小型大気環境計測器（以降、計測器と呼ぶ）を、アジアを中心とした世界の10か国以上に100台以上配置してその運用を行っている。しかし電源が安定している日本で上手く動作しても、計測器の配置場所の電源が不安定な発展途上国であれば停電で止まってしまうデータが取れなくなるばかりか急な電源断で計測器が壊れてしまうこともある。今回、インドに多数の計測器を配置していく計画の中に急遽電源対策を行うことになったのだが、無停電電源装置の使用が運搬や調達・安全性の面から難しいため、電源起動時のチャタリングに備えたオンディレー、瞬断や停電時に安定電圧を数分保ったオフディレー動作を兼ねた回路を製作した。インドの農村地帯のパンジャブ州やハリヤナ州では1日に10回以上の停電があり、そこで運用中の30台の計測器用に対策回路を製作したので、その結果も合わせて発表する。

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^[1]。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。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を可能にした^[2]。



図1 発展途上国に多数配置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（矢印）はこの奥にある、装置全体で高さ280mmの大きさ）



図2 増設基板上的の表示器

【第2回東海国立大学機構 技術発表会】

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φ75mm 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。AC-DC変換アダプタを使いmicro USBで入力する。因みにインドの電源電圧はAC230Vである。入力仕様がAC100-240Vなので問題はないが、現地ではCタイプ3ピンの電源コネクタを使って現地の商用電源を利用している。



図3 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)

表1. Alphasense センサ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

1.1 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 センサを標準で搭載し、Alphasense のセンサを4個、ユーザーが自由に組み合わせて搭載できるよう拡張基板を経由して、A/D 値を Raspberry Pi で読み込んでいる。インド用として取り付けした Alphasense センサの例を表1に示す。

1.2 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。

1.3 増設基板 (Raspberry Pi への入力 I/F)

増設基板は A/D コンバータ MCP3208 (8ch 12bit, SPI 接続)、クロックモジュール (I2C 接続)、2行の有機液晶表示器 (I2C 接続) 及び温湿度モジュール (I2C 接続) を繋げる入力 I/F を有する。計測器への PM2.5 センサ (名古屋大学松見研とパナソニック (株) との共同研究で開発) との通信はシリアル接続である。

- ・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、I2C】
- ・高精度クロックモジュール 【DS3231、I2C】
- ・有機 LED 表示器 【0.91 インチモジュール(青)、I2C】

増設基板上の表示器で、計測器の動作を確認できる (図2)。計測器の表示は、“日付時間”、“PM2.5 濃度 (質量濃度 μg/m³)”、“ソフトウェアバージョン”、“温度 (°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” と表示することになっている。これは、シャットダウンに約20秒必要なためである。

1.4 インドへの配置

この小型大気環境計測器を2020年度に動作確認したものを30台準備し、2021年から2022年夏までに徐々にインド北西部の農村地帯に配置した (図3、図4)。なお配置は総合地球環境学研究所の Aakash プロジェクトのメンバーが行っている。プロジェクトの概要は下記参照。

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

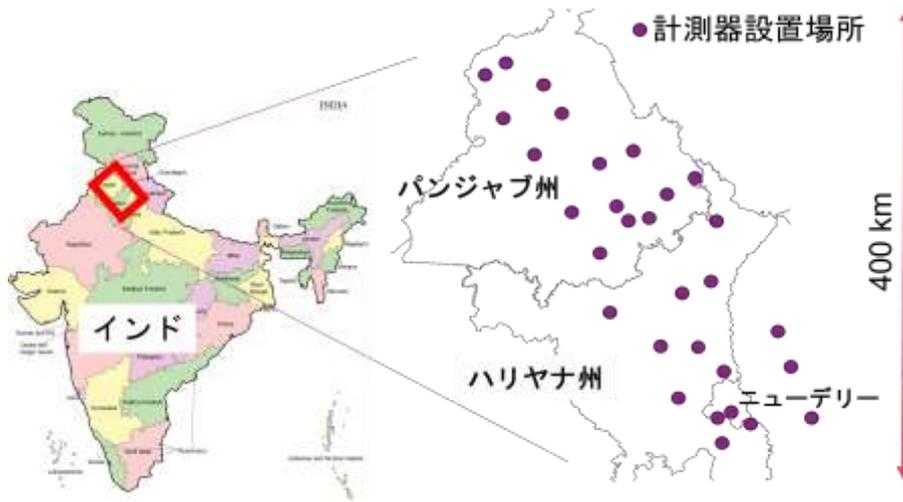


図4 インドに多数配置している小型大気環境計測器

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日に多数、数十回もある。そこで小型大気環境計測器にふさわしい停電対策を考えて製作した。市販の無停電装置（UPS）は大型で高価であり、多数の計測器毎に設置するのは難しい。リチウム電池を使った小型のUPSもあるが、民家の屋外にあつて温度差が大きく湿度も高くなる条件の計測器に取り付けるには、リチウム電池特有の爆発・火災のリスクがある。計測器の中に使っている Raspberry Pi などの CPU は、突然の停電により、SD カード内にある OS (Linux) などが破壊されてしまう可能性がある。停電で計測の欠損が出ることは仕方が無いとしても、計測器の破損を防ぐ必要がある。

2 停電対策回路の設計

今回は停電対策回路として、停電が起こった時にそれを検知して、大容量コンデンサで短時間は電気を供給して OS の退避動作をさせる回路を製作した。停電対策回路は、計測器が終了するまでの電源供給

を維持して安全にシャットダウンするまで持てば良いため 1 分程度の時間で十分である。そのため、電気を貯めて置くことができるコンデンサと 5V 供給を維持するための昇電圧 DC-DC コンバータ（表 2）を使用した。一方で、起動時においては、発展途上国はどのような発電及び給電機能になっているか分からず、また頻繁な短時間の ON/OFF なども発生する可能性の対策として、計測の数分程度の欠損は問題にはならない事から、停電後に電源が回復・供給されてから直ぐに起動させるのではなく、3 分～5 分の時間を待ってから Raspberry Pi を起動させる事にした。

表 2. 昇電圧 DC-DC コンバータモジュール

	TPS63020	TPS61200
Vin(MIN)	1.8[V]	0.3[V]
Vin(MAX)	5.5[V]	5.5[V]
Vout(MAX)	5.5[V]	5.5[V]
IMAX	2.0[A]	0.6[A]

2.1 昇電圧 DC-DC コンバータ

初めは TPS63020 昇電圧 DC-DC コンバータモジュールで試作を行った。しかし、途中で入力電圧が低い方が長く持ちこたえることが分かったため、TPS61200 昇電圧 DC-DC コンバータモジュールに変更した。

- TPS63020 動作入力電圧範囲：1.8V～5.5V、最大負荷電流出力：2A
- TPS61200 動作入力電圧範囲：0.3V～5.5V、最大負荷電流出力：0.6A

2.2 タイマーIC (NJM555)

タイマーIC NJM555 を使い、単安定マルチバイブレータの機能を使い外部電源の ON で one-shot 動作を行

【第2回東海国立大学機構 技術発表会】

う。R（抵抗値）×C（静電容量）の大ききで決まる ON になる Tw（パルス幅）時間は 180～240 秒を仕様とした。タイマー IC を使った one-shot 動作についてはトランジスタ技術記事^[3]を参照した。実際は、抵抗は 2M Ω とコンデンサは 100 μF を用いて、 $T_w=(R \times C) \times 1.1 \approx 220$ （秒）となるようにした。またタイマー IC NJM555 により 4 分以内の多数回の停電と復帰の繰り返しでは 1 回しか応答しないようにしている^{[4][5]}。

2.3 単安定マルチバイブレータ 74HC123AP

単安定マルチバイブレータ^[6]は、外部電源の電源停止と同時に作動する。つまり停電をモニターしている。そして、立下りトリガを検知した後の電源供給を数十秒維持して、その間にソフトウェアが終了処理を行う。

ただし、外部電源復帰は、タイマー IC でモニターしている。なお、復電していない場合はそのまま停電のままである。こちらもパルス幅はほぼ $T_w=1.0 \times (C_x \cdot R_x)$ となるため、実際の部品は、100 μF と 680k Ω、つまり Tw を 68 秒とした。

2.4 電気 2 重層大容量コンデンサ（7.5F、耐 5.4V コンデンサ）

蓄電コンデンサとして、7.5F コンデンサを使用した。平常時にこのコンデンサに 5V を充電することで、停電時の緊急の電源の役割を持たせる。停電時にその電力を使用すると次第に電圧が下がるので、昇降圧コンバータを使うことにより出力の 5V を確保する。

初めは 25F コンデンサを検討したが、回路基板への取り付けが必要な配線タイプだったのと、それ程大きくなくても 1 分程度の電圧保持が可能な事からピンタイプにした。昇電圧 DC-DC コンバータが最小電圧の 0.3V を切ると、出力電圧は無くなる。

我々の計測装置の負荷電流では、コンデンサの電圧が最小入力電圧の 0.3V を下回るのは 90 秒以上の時間後なので、5V の出力電圧がなくなる。しかし、30 秒程度で Raspberry Pi の OS の退避処理が完了するので十分な動作ができる。

2.5 OS の退避処理（Raspberry Pi）

Raspberry Pi の一つの GPIO を入力モードで使用し、その端子が High か Low かで停電になったかどうかを判定できる^{[7][8][9]}。蓄電コンデンサの入力の前の電圧をモニターして Low を認識すると停電退避処理を行う。

GPIO 信号は拡張基板を経由して、Raspberry Pi に入る。拡張基板は図 5 を参照。実際は GPIO13 と GND を配線で停電対策回路と計測器（拡張基板）を接続している（図 6）。

2.6 ダイオード機能 IC 低電流源

大容量コンデンサへの 5V 供給側に電流制限器を 6 個平行に【NS150350AST3G（350mA×6=2100mA）】取り付けた。電源の回復時に大容量コンデンサの充電に多大な電流が流れないように制限した。

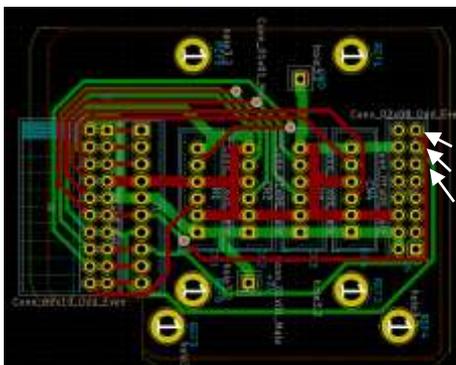


図 5 拡張基板（Raspberry Pi への GPIO 回路 I/F）
（電源 OFF 信号:GPIO13、動作確認 LED : GPIO5）

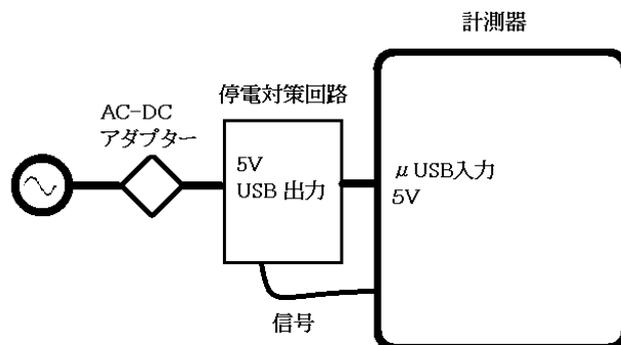


図 6 計測器と停電対策回路の電源系統と信号の概略図

2.7 OR ゲート IC 74HC32AP

OR ゲートは、タイマーIC の反転信号と単安定マルチバイブレータの論理的 OR を作るのに使用した。

2.8 信号反転 IC 74HC04AP

信号反転 IC は、論理的な反転で使用した。

ここまで紹介した部品は主要部品として紹介した。昇電圧 DC-DC コンバータはストロベリーリナックス社から購入した。

その他停電対策回路で使った部品は、抵抗入り LED 5 個、USB コネクタ、micro USB コネクタ、ダイオード、IC ソケットやチェック端子、抵抗や電解コンデンサで、購入先は秋月電子通商である。

コンデンサのバックアップが終了して Raspberry Pi の電源が実際に切れてしまうような 5 分以上の長い停電の場合は問題ないが、実際にはインドでは数秒の瞬間停電が多く、その対策が課題であった。Raspberry Pi は「Power Off」のコマンドで止めるとコンデンサでバックアップしている 1 分以内の短い停電で電源が回復すると、連続的に電源が来ているままなので、コマンド後のスタンバイの状態、自動的には再起動しないままずっと計測が開始されない状態である。そこで、一度故意に電源を切るようにしたのが、その 2 の設計回路（図 7）である。タイミング仕様は図 8 へ掲載した。

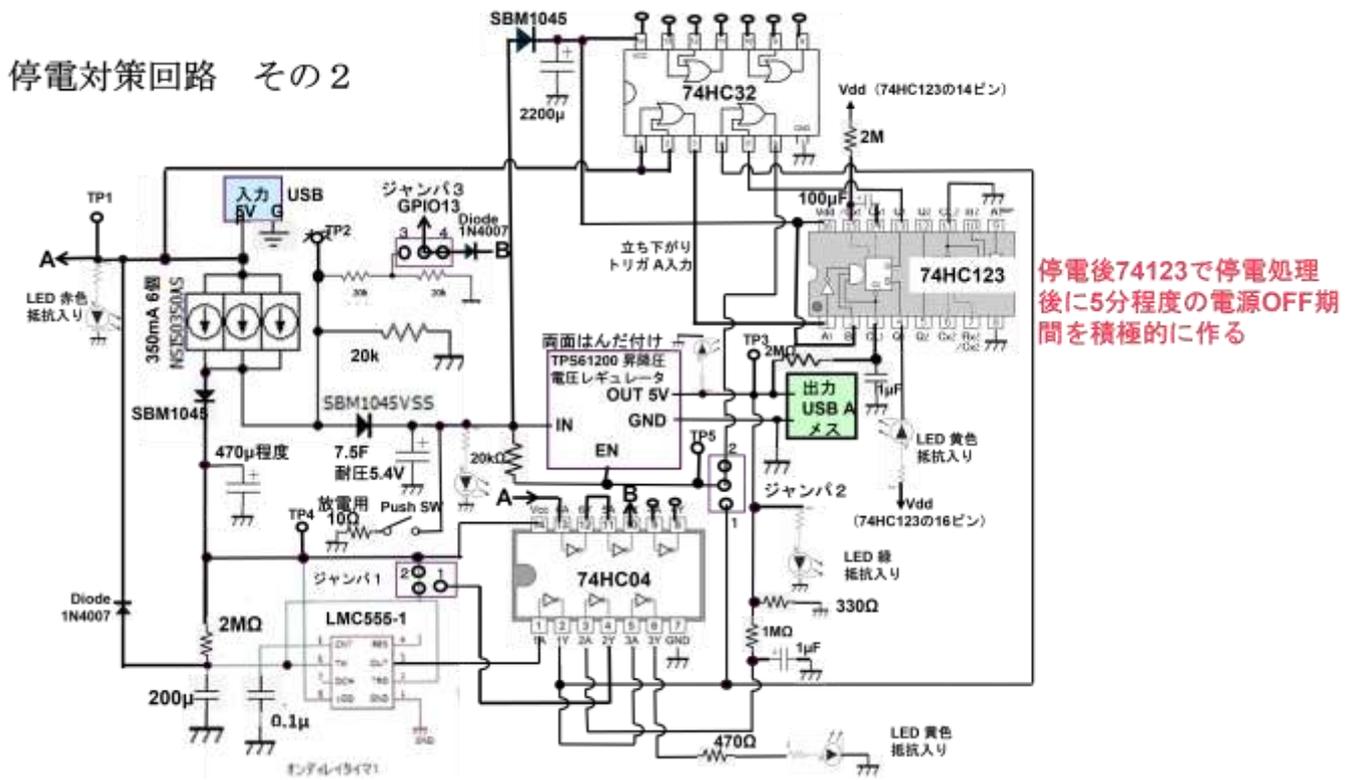


図 7 停電対策回路の設計図

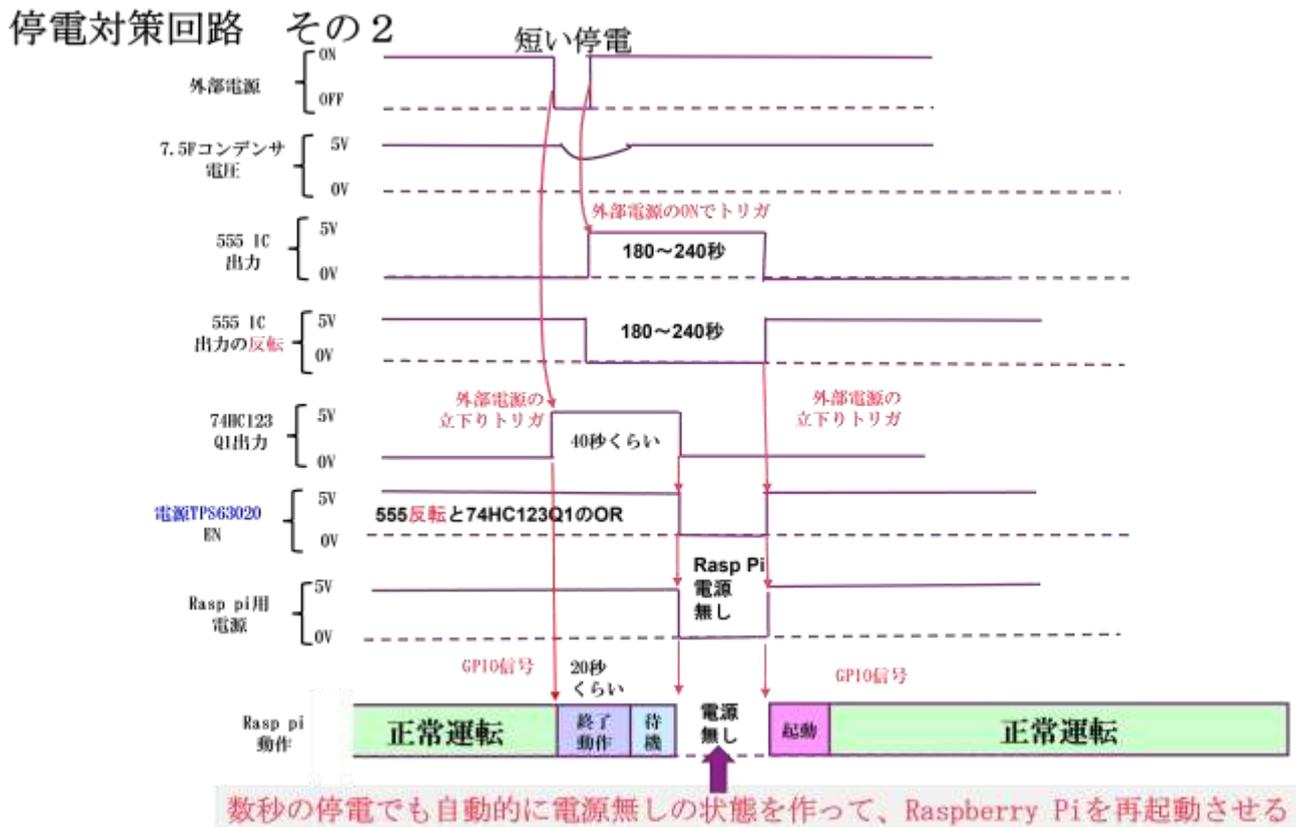


図8 停電対策回路のタイミング仕様

3 停電対策回路の製作

3.1 基板サイズ

基板サイズは、小型大気環境計測器に入る大きさに縦 100mm、横 90mm とした。

回路パターン設計は KiCad :Version: (5.1.4) を利用した。KiCad は、回路設計やパターンの設計、製造工場のルールに沿っているかのチェックなど、さまざまな工程を経てプリント基板の製造データを出力してくれる^[10]。(トランジスタ技術 SPECIAL No.148 より)

IC が 1 個程度ならユニバーサル基板に実装して試作するが、今回のように昇電圧 DC-DC コンバータや IC を 3 個以上使う場合は、回路設計ツールを使う事を推奨する。

※KiCad : GNU GPL(GNU General Public License)というライセンスの元に開発されたオープン・ソースのプリント基板設計 CAD (Computer Aided Design) である。ライブラリの作成等、詳しい使い方は雑誌^[10]や書籍を参照。

参照 : トランジスタ技術スペシャル 2019 Autumn

筆者が KiCad を使っていて一番良いと感じた所は、Auto Router と呼ばれる自動でパターンを配線してくれる機能である。(外部ツールで別途 Down Load する) ツール使用前の部品配置図 (図 9) とそのツール使用後のパターン配線図 (図 10) を示す。このくらいの規模では、30 分位で自動配線を終わてくれる。

[自動配線ツール] <https://github.com/freeroutig/freerouting>

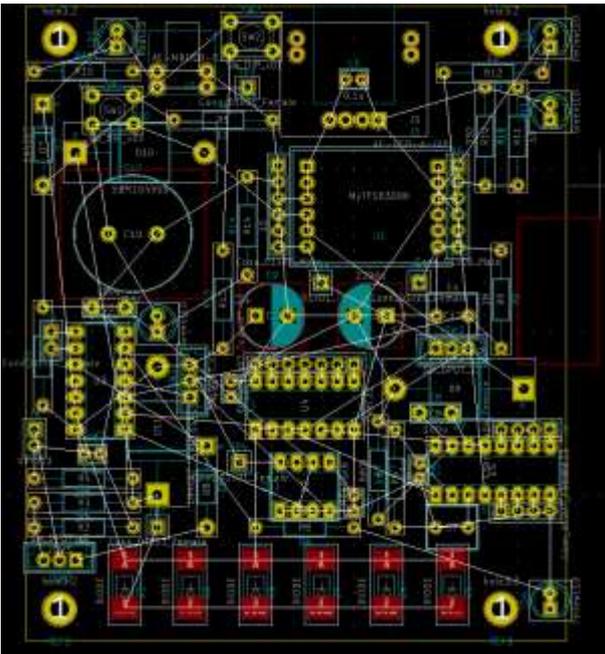


図9 自動配線前のレイアウト

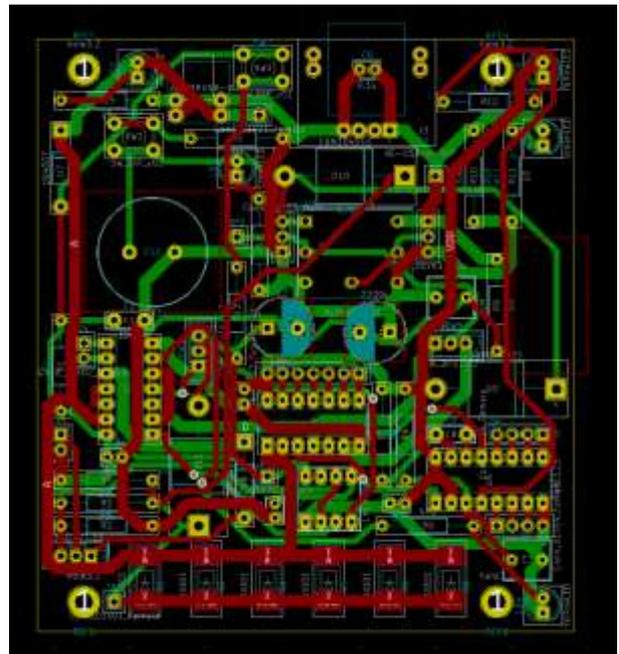


図10 自動配線後のレイアウト

4 停電対策回路の動作確認・評価

4.1 動作確認及び修正

動作確認は、パソコンに表示する USB 接続の 8ch オシロスコープのプロープとそのソフトウェア (Hantek1008A 8ch) を使って確認した。また出来上がった停電対策実装基板の動作は、AC-DC アダプターの micro USB 端子の 5V を一旦停電対策回路に入力して、停電対策回路から出力される USB 端子の 5V を計測器に入れて (図 6) 下記の事を確認して行なった。

- ・ AC 電源を ON して、計測器への供給電源 5V が入り起動するか (起動確認)
- ・ 計測中に電源を OFF/ON して、計測器が一旦シャットダウン後に起動するか (停電処理及び起動確認)
- ・ AC 電源を OFF して、計測器のシャットダウン処理後に出力電源 5V が切れるか (停電処理確認)
- ・ AC 電源 OFF/ON を 10 回繰り返して、計測器が起動するか (ON 時のチャタリング確認)

を確認し (図 11)、問題があれば修正等を行なった。

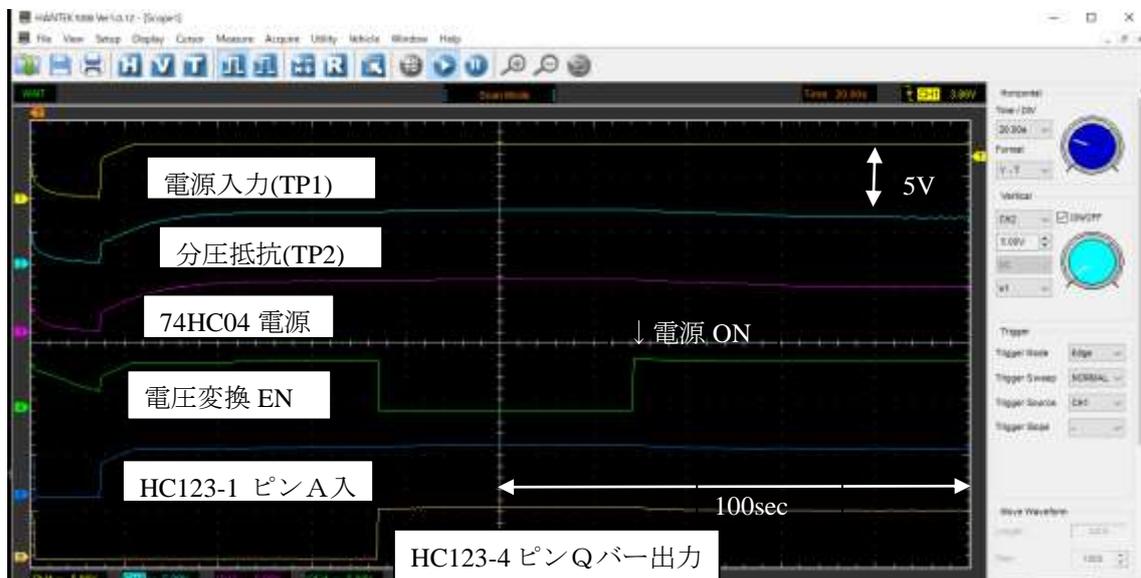


図 11 Hantek1008A 8ch PC オシロスコープで確認した動作の一例

(電源 ON 状態 → 5sec OFF → 電源 ON 状態)

4.2 量産

製作枚数が 30 枚と多いため、基板の製作は中国の基板製作会社 FUSION PCB [<https://www.fusionpcb.jp/>]へ発注した。部品実装はマシナックス株式会社[<http://www.mashinax.jp/>]へ外注した。

5 まとめ

この対策回路を製作し動作確認を行ってインドに持参したが、実際は現地で計測器が問題なく動いていれば OK という事になるため、評価は難しい。自分が渡航した訳ではなく聞いた話である。実際に筆者が渡航して設置した訳ではないが、30 枚持参してもらい無事に現地で動作して計測を継続しているそうである。



図 12 製作した「停電対策回路」
(黄黒の配線で拡張基板へ GPIO 信号を送る)

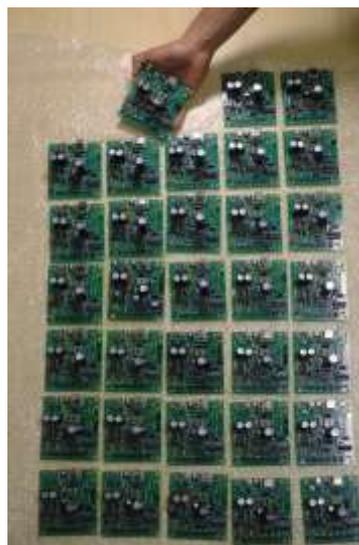


図 13 30 枚の実装基板 (修正対策を施したもの)

参考文献

- [1] 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>)
- [2] 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
- [3] トランジスタ技術, “2004 年 1 月号”, 第 2 章デジタル回路 p116
- [4] <https://kazuikazui.dreamlog.jp/archives/52454303.html> オンディレイタイマの制作 その 1
- [5] <https://kazuikazui.dreamlog.jp/archives/52463320.html> オンディレイタイマの制作 その 2
- [6] TC74HC123AP データシート/日本語 2016-12-02
- [7] <https://tool-lab.com/raspberrypi-startup-22/> Raspberry Pi の GPIO 概要
- [8] <https://techhobby.net/2020/04/13/raspberry-pi%E3%81%AEgpio%E3%83%94%E3%83%B3%E3%81%AE%E9%9B%BB%E6%B0%97%E7%9A%84%E4%BB%95%E6%A7%98/> Raspberry Pi の電氣的仕様
- [9] <https://ss1.xrea.com/tmct.s1009.xrea.com/doc/ta-ja-7e4b02.html> GPIO を自在に制御する
- [10] トランジスタ技術 SPECIAL No.148 2019 Autumn

2023-03-07

P4 計測制御技術

「計算機室環境報告」

その巻

瀬川朋紀 (計測・制御技術支援室 観測技術グループ)
宇宙地球環境研究所 計算機委員会

一部資料は画面共有でのみ公開します。

はじめに

2

- ・ 計算機(サーバー)室室内の室温・相対湿度を記録中。
- ・ 室温、相対湿度の状況。
- ・ 空調機の消費電力変化。(電気代高騰)

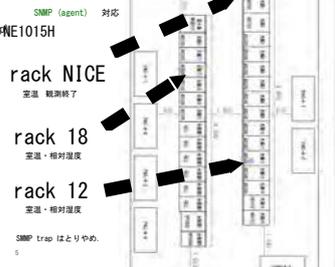
計算機室管理の参考に。

相対湿度 (relative humidity): 水蒸気量とそのときの気温における飽和水蒸気量との比を百分率で表したものを、[%] (from 気象庁 | 予報用語)
絶対湿度 (absolute humidity): 空気中に含まれる水蒸気の自体的量 [g/m^3] [g/kg]

室内環境観測装置

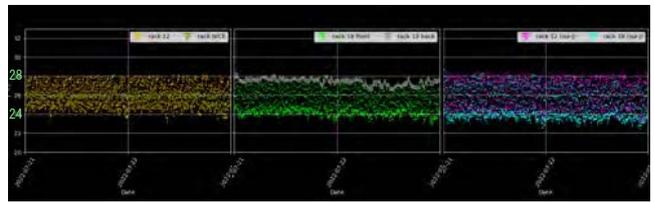
5

2014年後半から2022年7月まで 河村電器(株) RP-483MINI
2022年7月から (株)アイエスエイ (isa-j.co.jp) NE1015H



時間変化 室温 [C] 2022年7月21日から22日までの2日間

6



河村電器

河村電器

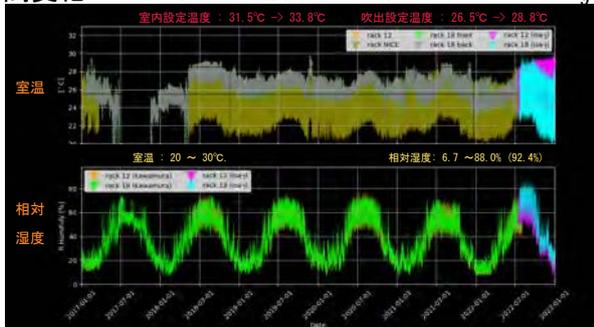
isa-j.co.jp

室内設定温度 : 32.5°C
吹出設定温度 : 27.5°C

時間変化

2017年1月から 2022年12月までの6年分

9

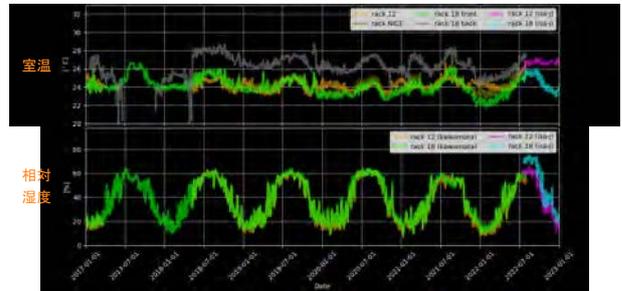


時間変化

2017年1月から 2022年12月までの6年分

1日平均

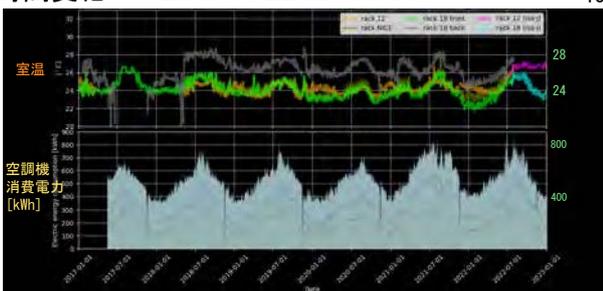
10



時間変化

2017年1月から 2022年12月までの6年分

13

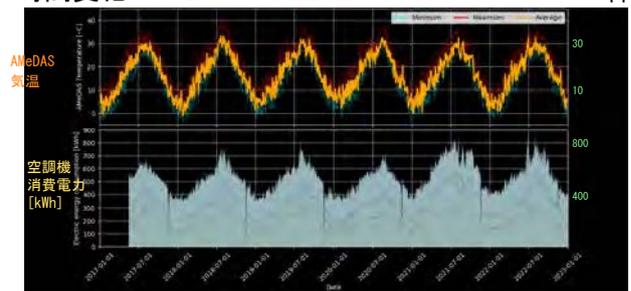


2022年6月上旬から 12月下旬にかけて
室内設定温度 : 31.5°C → 33.8°C 吹出設定温度 : 26.5°C → 28.8°C

時間変化

2017年1月から 2022年12月までの6年分

14



2022年6月上旬から 12月下旬にかけて
室内設定温度 : 31.5°C → 33.8°C 吹出設定温度 : 26.5°C → 28.8°C

基本情報

研究所共同館1 402 サーバー室
宇宙地球環境研究所 計算機委員会

- ・ 広さ：約13m x 約7.5m
- ・ コールドエリア：約10m x 約1.5m
- ・ EIA 19inch ラック 31台
- ・ 空調機 7台
- ・ 湿度は成り行き
- ・ 目標室温：10~35°C
- ・ 目標湿度：20~80%

運用中の storage systemの仕様から

402室 見取り図

空調機仕様

日立アプライアンス (株)	1"5\$%
型式	RP-NP450AVDT
製造年月	2013-01
電源	三相 200V 50/60 Hz
電動機出力	圧縮機用 6.0+4.4 kW
電動機出力	送風機用 2.2X2 kW
その他ヒータ	33X2 W
冷媒	R410A 5.0X2 kg
冷房運転	
標準冷却能力	45 kW
消費電力	16.2 kW
運転電流	50.8 A
力率	92%
始動電流最大	202/187 A

7

時間変化

2022年7月21日から22日までの 2日間

相対湿度 [%]

11

時間変化

2017年1月から 2022年12月までの 6年分

12

相関がありそう。どういう理屈？

まとめ

- ・ 室温：20 ~ 30°C. 目標~35°C) の範囲内. 一日の変動幅 5°C±3.5
- ・ 相対湿度：6 ~ 90%. 成り行きのため、目標を大きく逸脱。

検討事項

- ・ 観測装置の温度・湿度センサの設置場所確認。空調の風が直であたっている？
- ・ 電気代高騰対応：空調機の設定温度をあとどの程度上昇させる？
- ・ 湿気はどうするのがかしい？
- ・ 計算機に提供している消費電力のデータ（計算機室の研究部別）もある。次回(その式)に紹介？

15

農学部鶏舎内の温湿度リモートモニタリングシステムの開発

ー通年運用とトラブル対応ー

○久島萌人 民田晴也 (ISEE 技術部) 高間瑠佳 (農学部技術部)

1. はじめに

2020年度より、有志規模でのISEEー農学部の技術交流を立ち上げ、通常業務より負荷を下げた実務形式での技術研鑽を行っている。課題として農学部の鳥類バイオサイエンスセンター（以下、鳥センター）鶏舎内の温湿度分布遠隔監視システムの提供を取り上げた。昨年2021年度には試作機を開発し、鳥センター鶏舎内で2か月程度の試験運用を行った。今年度は2022年2月から引き続き、1年間の機器運用を行い耐久試験を行った。その中で問題も発生しその対応を講じたのでその結果について報告する。

2. システム概要

システムについて簡単に紹介する。詳細については2021年度宇宙地球環境研究所技術部報告^[1]を参照されたい。バッテリー（単三乾電池3本）駆動の無線データ送信センサユニットを2台、データ受信・保存・グラフ描画（Quick Look）を行うデータ収録サーバで構成される（図1）。センサユニットには3個の温湿度センサが接続されており、それぞれのデータが取得される。温湿度データは無線送信（Wi-Fi）され、収録サーバでデータ受信とグラフ表示を行う。これらセンサユニットとサーバは1台の無線ルータの配下に接続されLANを構成している。システム構成図とセンサユニットを図1、図2に示す。

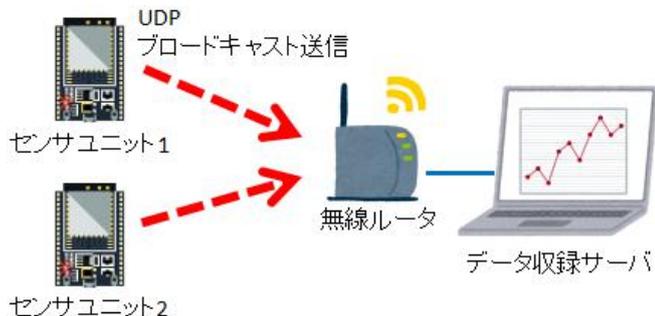


図1 システム構成図



図2 センサユニット外観

3. 鳥センター鶏舎での計測結果

鳥センター鶏舎の飼育ケージ2カ所にセンサユニットを設置し計測を行った。ユニットの設置位置と設置された様子を図3,4,5に示す。

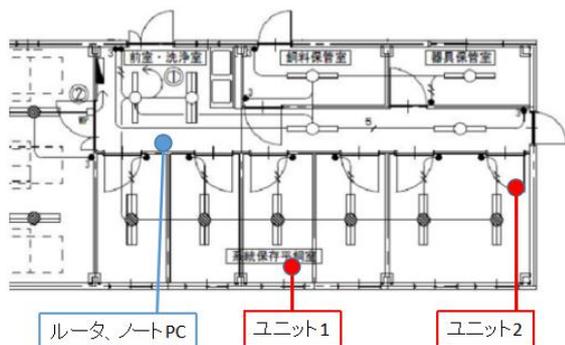


図3 センサユニット設置位置

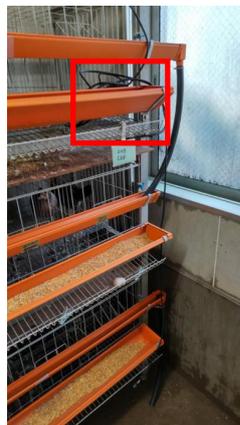


図4 ユニット1設置場所



図5 ユニット2設置場所

計測結果の例として、2022年4月2日の1日の時系列データを図6に示す。左軸が温度、右軸が湿度目盛であり、太線はそれぞれの温湿度センサから取得された温度データ、細線は湿度データである。また、センサユニット1,2のバッテリー電圧値が下部に表示されている。このグラフから、鶏舎内の温湿度の日変化が読み取れる。鶏舎内は毎日高圧洗浄機を用いた清掃が行われており、床は常に濡れた状態であるため湿度は常に高い状態である。その中でもセンサごとに湿度のばらつきが見られるが、これはセンサをケージの上段、中段、下段の高さに設置しているためであり、床に近いほど湿度が高くなっている。このことは床に近い程温度が低く、変動も小さい温度データからも読み取れる。これと同じグラフが鶏舎内のデータ収録サーバにリアルタイムで表示されており作業現場で閲覧可能である。

また、2022年2月から2023年3月までの約1年間の温湿度データ（センサ1-1,1-3のみ抜粋）を図7に示す。

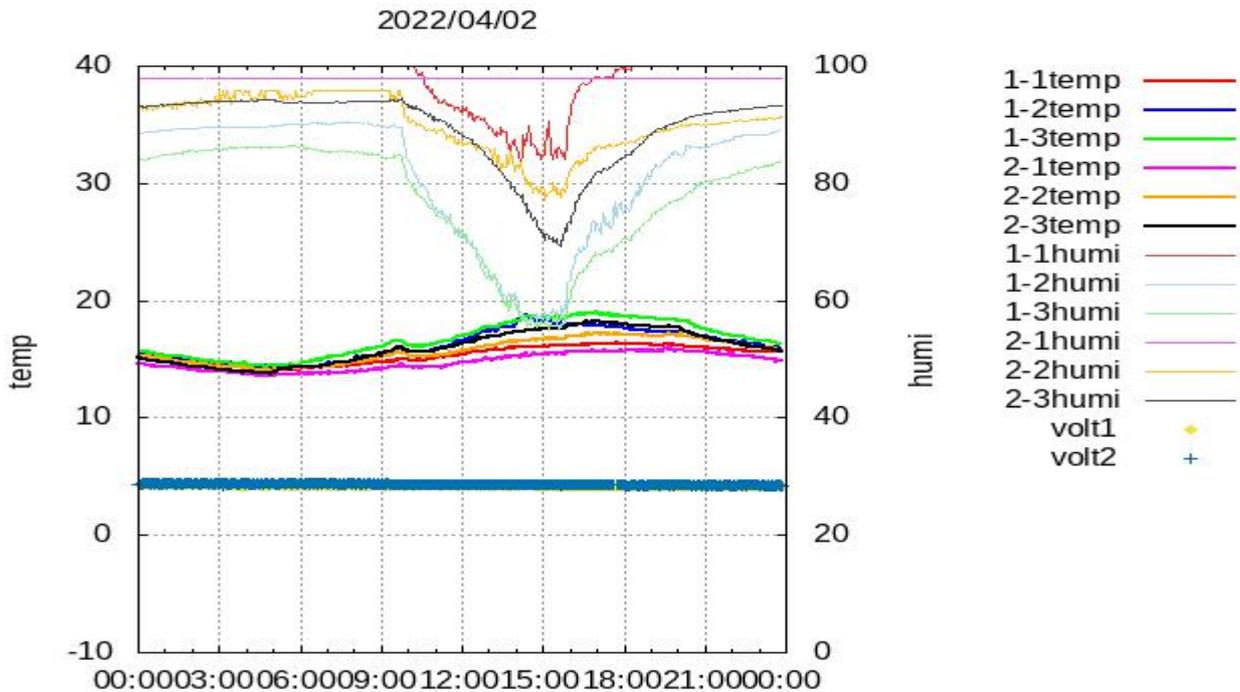


図6 2022年4月2日の気温・湿度の時系列

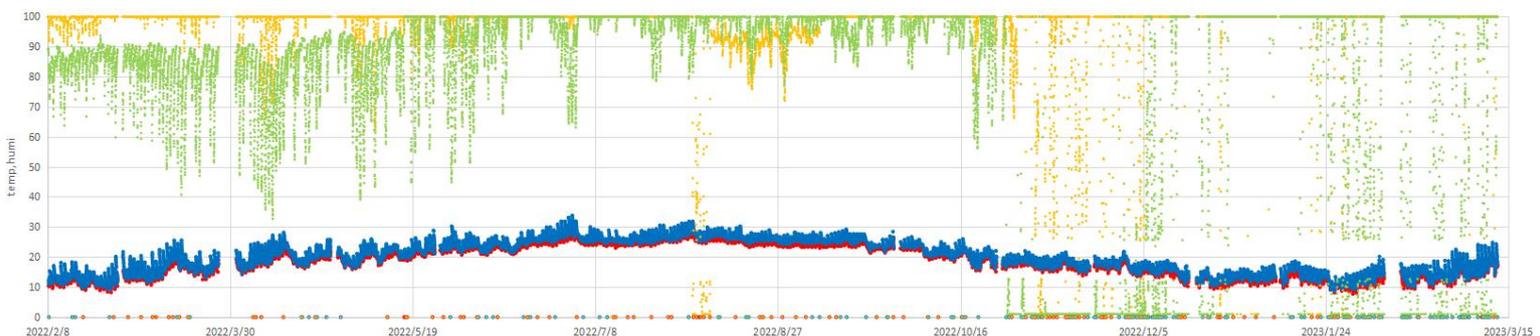


図7 2022/2/8-2023/3/15 の時系列温湿度データ（センサ1-1,1-3）

赤:センサ1-1温度 黄:センサ1-1湿度 青:センサ1-3温度 緑:センサ1-3湿度

4. 運用中のトラブルとその対応

1年間の運用中にいくつかトラブルが発生した。その内容と対応について報告する。

<事例1> 湿度センサの不具合

運用開始から6か月経過した2022年8月に、センサ1-1の湿度がバタつく、0%になるといった異常な値を示すようになった（図8）。これはセンサが高湿度の環境に置かれ続けたこと、もしくは水が直接かかったことが原因で湿度センサが故障したためと考えられる。センサを新しいものに交換する対応を

取り、正常な値を計測できるようになった。尚、トラブル中も該当センサの温度データは確からしい値となっていたため、温度センサ部分は故障していなかったと思われる。

また、1年間でこのセンサの他に3つのセンサで同様の不具合が起こり、センサ交換の対応を取った。湿度センサはかなり繊細で設置方法に工夫が必要であることが分かった。

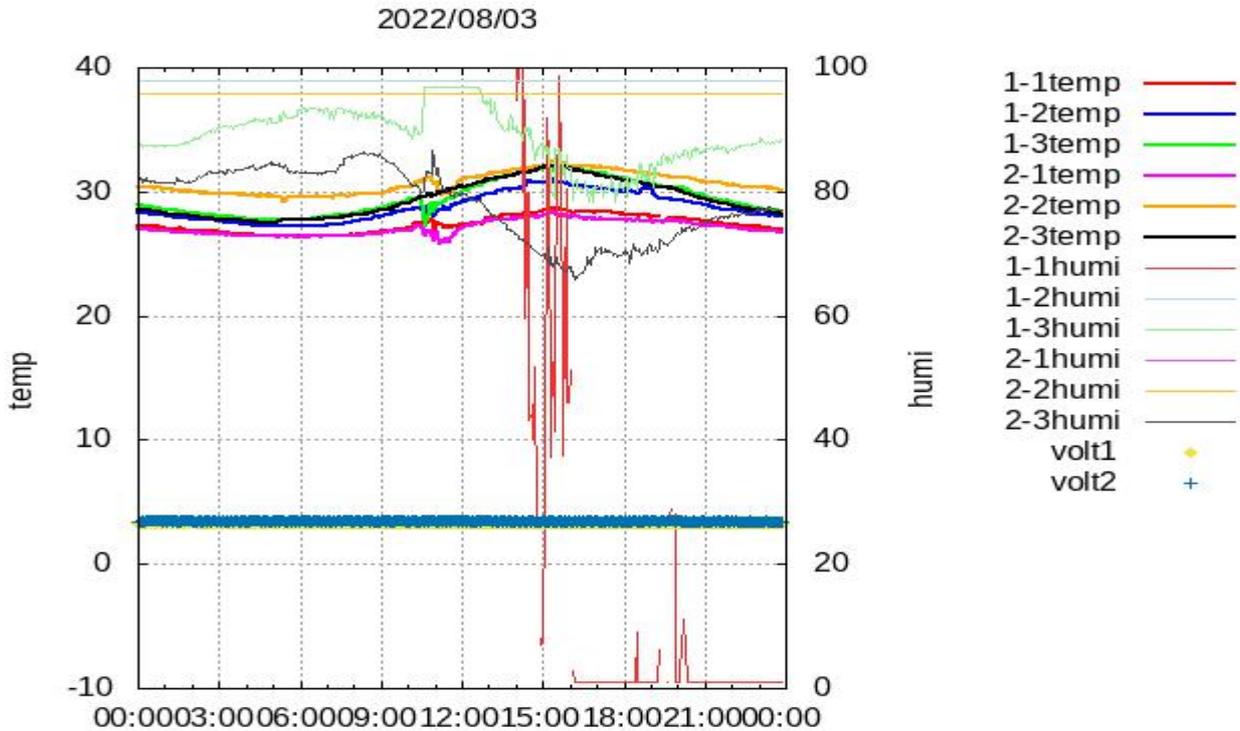


図8 2022年8月3日の気温・湿度の時系列
センサ1-1の湿度が異常な値を示す（赤細線）

<事例2> バッテリーの異常消費

2023年1月にセンサユニットのバッテリーが異常に消費されるトラブルがあった。通常は4週間でバッテリー交換を行うが、交換して1日もたずにバッテリー切れとなった（図9）。問題のあったセンサユニットを持ち帰り調査したところ、センサのピン周辺が青色に変色しているものを発見した（図10）。このセンサを取り外した状態で動作試験を行ったところ、バッテリーの異常消費は改善されたため、このセンサが原因であると断定した。水分や粉塵が原因でピン部分かセンサ内部でショートが起こり、異常に電流が流れていた可能性も考えられる。センサおよびケーブルを新しいものに交換して機器を再設置し、計測を再開した。

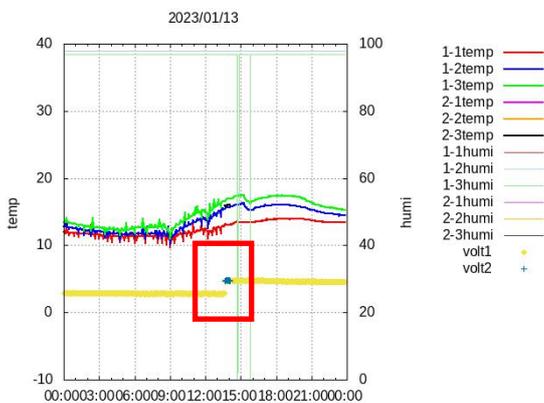


図9 交換直後にバッテリー切れを起こす

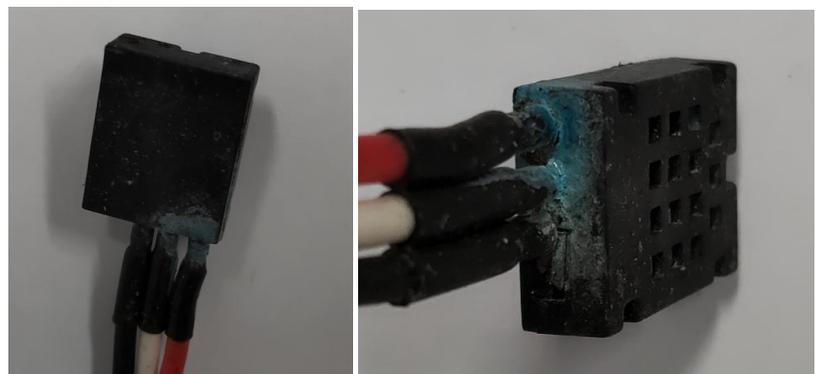


図10 ピン部分が変色したセンサ

＜事例3＞ データ収録サーバの停止

データ収録サーバがエラー画面表示（ブラックスクリーン）で停止した。サーバはノート PC でバッテリーを搭載しているため、瞬停が原因ではなく、PC 自体の問題であると考えられる。ユーザにマニュアルを渡して復旧作業を依頼した。PC の再起動、データ収録プログラムの実行を行ってもらい、計測を再開した。

5. まとめ

鳥センター鶏舎内で、温湿度リモートモニタリングシステムの通年運用を行い耐久試験を行った。鶏舎内は多湿で粉塵も多い環境であり、センサにどれだけ影響があるか確認する良い機会となった。

鶏舎内に設置したセンサおよびセンサユニットには予想通り水や粉塵の付着が見られた（図 11）。1 年間の運用中に 4 個の湿度センサが故障し、温湿度センサの交換を行った。故障したセンサも温度データは正常に取得できていると考えられ、温度センサと湿度センサの耐久性の違いが明らかとなった。センサ周辺の雰囲気温湿度を計測する関係上、センサをビニールなどで覆ったりすることはできないため、センサの保護・設置方法を検討する必要がある。

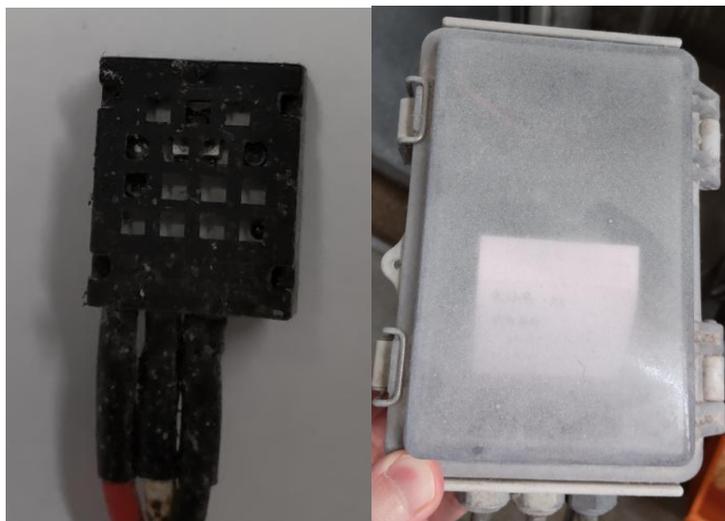


図 11 設置から 1 か月経過したセンサとセンサユニット
粉塵の付着が見られる

センサの故障はあったものの、全体的には大きな欠測はなく通年でデータ取得ができた。鶏舎内温湿度の季節変化が分かる連続的なデータを取得できたことは有意義ではないかと考える。計測結果が少しでもユーザの役に立てば幸いである。尚、現在も計測は継続中である。

今後は 1 年間計測した結果も踏まえてユーザと意見交換を行い、計測方法や頻度などを見直したり、ハード・ソフトウェア改修を検討していきたい。また、取得したデータを解析し、現場の業務にどのように活用していけるか検討を行いたい。

この技術研鑽課題を通じて、開発した機器を現場の環境でトラブルなく、長期で運用することの難しさを実感した。起こりうるトラブルを想定し、予め交換部品やマニュアルを作成しておくことが重要だと感じた。実際に問題が発生した際に、原因を究明して必要な対策を講じるといった経験を積むことで、トラブル対応に関するノウハウも得ることができた。

本機器に使用している温湿度センサが現在絶版となっているため、可能な限りメンテナンスを行い計測を継続させていく所存である。

参考文献

- [1] 2021 年度宇宙地球環境研究所技術部報告 p23-28
<https://tech.isee.nagoya-u.ac.jp/TechReport/TechReport2021.pdf>
- [2] 共立プロダクツ(AM2320 センサデータシート)
<https://www.kyohritsu.jp/eclib/OTHER/DATASHEET/SENSOR/am2320.pdf>

温湿度モニタリングシステムの耐久試験およびデータ考察

農学部技術部 高間瑠佳

ISEE技術部の久島氏との共同企画による、温湿度モニタリングシステムを農学部附属施設の「鳥類バイオサイエンス研究センター」の「系統維持鶏舎」に設置して、1年が経過した。経過状況と課題について報告する。

モニタリング装置の使い勝手と強度について

モニタリングシステムは単3電池を内蔵し、測定データを電波で飛ばす防水パッキングボックスと2mの電線で繋がった温湿度センサが3本繋がったセンサユニット（図1）2台と受信用の無線ルータとデータ取得用PC（図2）で構成される。

センサは最大5つまで繋がられる仕様になっていたが、3つのみを使用した。その理由は、ニワトリのケージは最大で3段（図3）であり、それぞれの階で温度・湿度がどのくらい差があるのかを見てみたいと思ったからである。体感からの予想は、上段ほど暖かく乾燥していて下段は寒く湿気が高めと考えていた。これがニワトリの住環境やストレスに関係してくるかもしれないと考えている。



図1.センサユニット



図2.データ受信サーバ

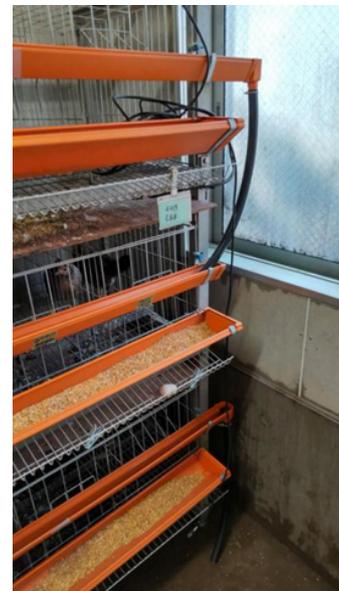
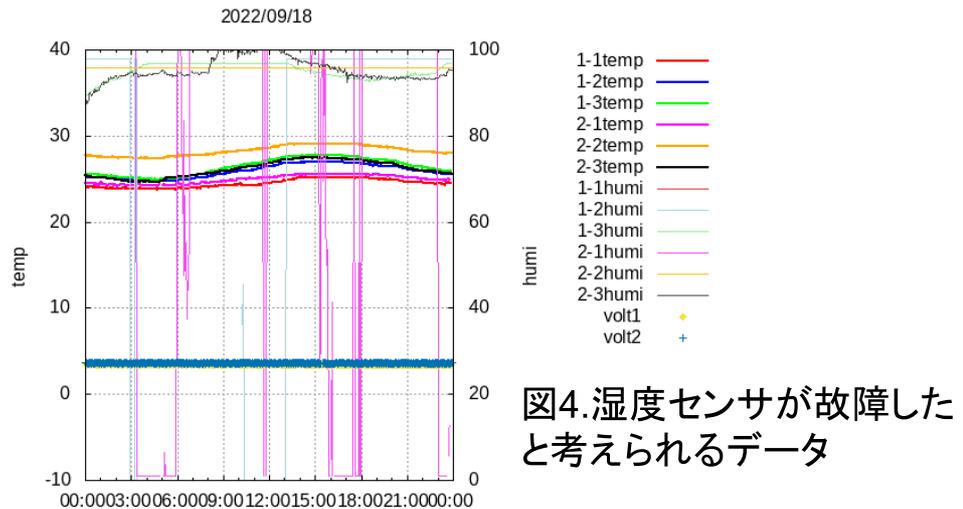


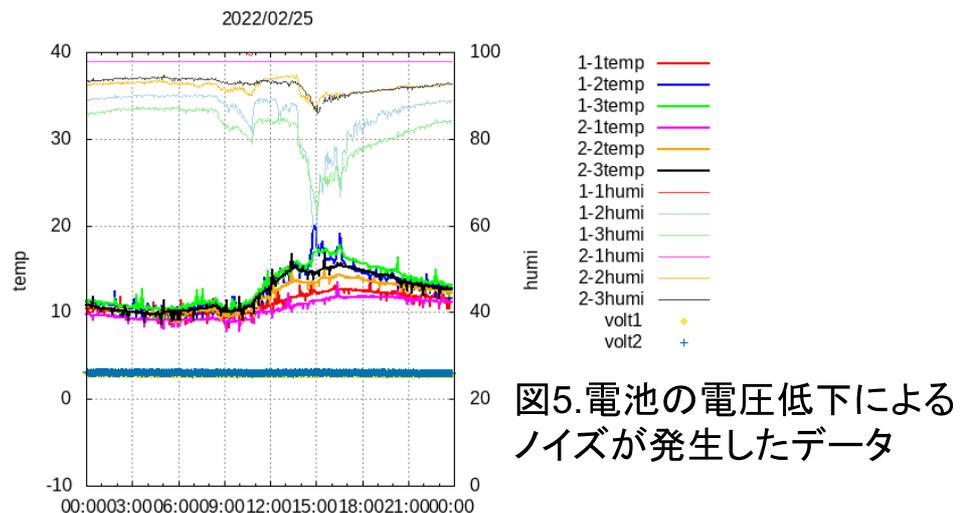
図3.センサユニット1
の設置場所

鶏舎では平日は水樋の掃除を毎日行う。また週1回は糞の除去のため、糞を溜めるベニヤ板を一旦外して洗浄し、アストップ（塩化ジデシルジメチルアンモニウム）希釈水をかけて消毒したのちケージに戻る。この作業で糞が床に落ちるので、床を掃除後にアストップ希釈水を撒く。時々高圧洗浄機で洗浄をする。更に週に2回、壁とケージにアストップの噴霧消毒も行う。よって、常に平日の日中は湿度が高い。

この作業環境では、温湿度センサが水に濡れやすくなる。しかしカバーをつけるとセンサの周囲の雰囲気測定するのは難しい。センサは壊れやすいのではないかと危惧した。端的に言うと、湿度センサは最短で2月～8月までしかもたなかった。最初に壊れた湿度センサは連日の測定値がほぼ100%だったので、測定環境の湿度が常に高かったことによりセンサの消耗が早かったと推測される。その後9月にも他の湿度センサが2つ故障した（図4）。11月以降は6つの湿度センサのうちまともな値を出していたのは2つだったようである（あとはほぼ100%か故障によるデータ欠損）。



電池の交換は4週間を目安とした。電池が切れる約3日前からデータにノイズが発生した（図5）。逆に言うとデータにノイズが発生したら3日以内には電池が切れるのでそこで電池を交換すれば、ノイズ入りのデータを極力減らすことが出来たと思われる。夏季と冬季で電池の持ち具合に変化があったか。電池の交換時期はほぼ4週間毎にしたが、電池の交換日より前に電池切れを起こさなかったのは6月～9月だった。夏季は電池が保ちやすく、冬季は消耗しやすいようである。



今回報告書を書く上でデータの見直しを行ったが、3分毎の測定である必要はなかったと思われる。1日分の温湿度の数値ファイル（DATファイル）とグラフ（PNGファイル）が作成され、電池交換の時に久島氏に測定データを回収してもらい、メールでファイルをもらっていた。約4週間分のファイルがDAT（1.7MB）とPNG（300KB）で、日数分あるので大した枚数である。全てに目を通すことはできなかった。もし測定間隔を30分に1回でも大体は把握できたかもしれない。電池の使用可能日数も延びただろうか。ただ、センサが高湿度雰囲気さらされることには変わりがないので、センサの劣化・故障の頻度を下げるにはさらに工夫が必要である。

課題：観測データと産卵数・孵化率との関連性の検討

今後温湿度のデータを、季節平均値・変動値を求めて整理できた場合は、ニワトリの産卵数や卵の孵化率に関係するか、検討をしたい。寒い時期は産卵数が下がると考えられる品種や、集卵作業を停止していた冬季休業中の卵（湿度が低い状態で9日おいていた）について、孵化率が良くなかったという現象が今年度見受けられた。関連性があるか検討したい。

「主任無線従事者講習」受講報告

民田 晴也（ISEE 技術部）

東海国立大学機構の実験試験局のうち ISEE 降水レーダ 2 局・雲レーダ 1 局の 3 局は主任無線従事者制度で運用しています。令和 4 年度夏季には、与那国島観測で米国レーダを借用（本報告集の掲載記事を参照）、東海国立大学機構の実験試験局として開局、計 4 局を主任無線従事者制度で運用しました。当該無線局の主任無線従事者として、ISEE 技術部から民田と久島が選任されています（共に一陸技の資格）。主任無線従事者講習は 5 年以内毎の受講が義務付けられており、選任者の受講年をずらすことで受講忘れを防いでいます。技術部の活動ではありませんが、主任無線従事者講習を受講したので報告します。

■主任無線従事者制度

「主任無線従事者制度は、本来、電波法上、無線従事者でなければ出来ないこととなっている無線設備の操作を、その無線局の主任無線従事者として選任を受けた者の監督の下であれば、だれでも行うことができる制度です。」

（総務省電波利用ホームページ 主任無線従事者から引用）

■主任無線従事者講習

この講習は、日本無線協会が総務大臣から指定講習機関に指定され実施している。主任無線従事者に選任後 6 カ月以内、その後は 5 年以内毎（一昔前は 3 年間隔であったが 5 年間隔に緩和された）に講習を受ける必要があります。

これまで主任無線従事者講習は対面で、午前中に「無線設備の操作の監督」、午後に「最新の無線工学」として計 6 時間の講習を受けてきましたが、オンラインで受講できるようになりました。オンライン受講は令和 4 年 7 月から開始（令和 4 年度は更新受講者のみ対象、令和 5 年度からは初回受講者もオンライン受講可能）。自身は 10 月が更新期限だったので、講習日を web 検索すると、オンライン講習案内を見つけ、オンライン受講を選択しました。

オンライン講習は、各章に分割されたナレーション付きスライドショーを視聴後に設問がある形式で、適宜休憩を挟みながら自分の好きな時間帯に受講ができます。結局、1 日で全てをオンライン受講したため、長時間の動画視聴で疲れましたが、学習効果は設問に正解しなければ進めない所以对面形式に比べオンライン形式が高く感じられました。対面講習では自動車運転免許更新と同様に聞き流しできますが、オンライン受講では解答を選択しなければなりません。対面講習でも担当講師により、筆記式の課題が与えられることはありました。また、「最新の無線工学」と題していますが、数年前の実用化技術で 5 年毎の講習で続けて聞くことも多く、受講中に興味が薄れるのが少し残念です。対面講習では、受講者も最前線の専門家（電気通信・放送事業、航空管制など）が混ざるので講師もやりにくそうな講習ではありました。オンライン化は良い解決策かもしれません。

「令和4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4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、技術部経費にてオンライン受講させて
 いただいたので報告する。

【「令和4年度 放射線安全管理講習会」の概要】

講演	講師 (敬称略)
I 最近の放射線安全行政の動向について	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 技術参与)
II 施設検査・定期検査・定期確認の留意点	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 これからの実用測定器の点検と校正について	戸崎 充男 (原子力安全技術センター)
IV ヒヤリハット事例を活用した業務の改善と安全文化醸成活動	鈴木 智和(大阪大学 放射線化学基盤機構 放射線管理部門)
V RI 施設の“終末”から日頃の管理に生かすこと	三好 弘一 (徳島大学 放射線総合センター)

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4年12月6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、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を提供しているが、今回は、法改正による放射線測定器の点検・校正の厳密化に対し、どのような対応を行ったらよいのかを検討するよい機会となった。放射線安全管理に必要な最新の知見を得るためにも、今後も毎年受講を希望するものである。

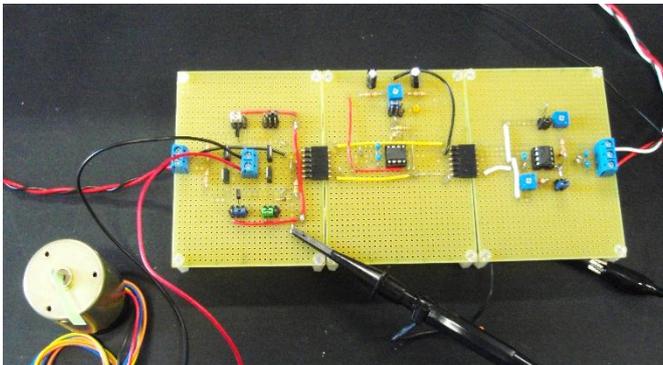
『令和4年度 中級電子回路 技術研修』受講報告

1. 研修 参加者
児島 康介

2. 研修日程
令和4年11月1日(火)～令和5年2月21日(火)
* 1回6時間の研修を15回実施。総受講時間は90時間。

3. 主催者
名古屋産業振興公社 / 名古屋市工業研究所
名古屋市熱田区六番 3-4-41

4. 研修概要
デジタル回路、電源回路、電力制御回路、高周波回路などの幅広い分野の応用電子回路について設計と実習を中心に学んだ。また、電子機器を製作する際に必要な熱や電磁ノイズに関する対策技術も学んだ。
学外の研修を受講したことで、今後、ISEE 技術部が担当する研修を立案する際、研修レベルの設定が立て易くなった。



実習した回路の一例 : PWMモータ制御回路

以上

令和4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
主任無線従事者講習(法定/5年毎)	オンライン	R4.09.27	民田 晴也
放射線安全管理講習会	オンライン	R4.12.06	池田 晃子
中小企業技術者研修 中級電子回路技術研修	名古屋市工業研究所	R4.11.01-R5.02.21 毎週火曜日(90時間)	児島 康介

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(臨時)	オンライン	R4.04.12 受講者 2 名	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	R4.04.25 受講者 1 名	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	オンライン	R4.05.18 受講者 14 名	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	R4.06.17 受講者 1 名	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	R4.06.23 受講者 1 名	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)	研究所共同館Ⅱ 221 号室	R5.03.08 受講者 1 名	池田 晃子
宇宙地球環境研究所 工作室 安全教育講習会	研究所共同館Ⅰ 工作室 (101 号室)	随時 受講者 計 1 名	川端 哲也

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)

1. 小元久仁夫, 藁谷哲也, 池田晃子, 大八木英夫, (2022) 宮古島吉野海岸の固結砂層と湧水の分析結果. 季刊地理学, 74、68-77. (査読有)
2. 川原琢也, 野澤悟徳, 斎藤徳人, 津田卓雄, 川端哲也, 和田智之, “狭帯域レーザを用いたナトリウムライダーによる中間圏界面の温度・風速計測 (解説 特集ライダー観測 I) ,” レーザセンシング学会誌 (Laser Radar Society of Japan) , Vol. 3, No. 1, pp. 36-45, 2022 (査読有)
3. S.Nanjo, S.Nozaawa, M.Yamamoto, T.Kawabata, M.G.Johnsen, T.T.Tsuda, and K.Hosokawa, An automated auroral detection system using deep learning: real-time operation in Tromsø, Norway, Sci. Rep. , 12, 8038, doi:10.1038/s41598-022-11686-8, 2022 (査読有)
4. S.Nozaawa, N.Saito, T.Kawahara, S.Wada, T.T.Tsuda, S.Maeda, T.Takahashi, H.Fujiwara, V.L.Narayanan, T.Kawabata and M.G.Johnsen, A statistical study of convective and dynamic instabilities in the polar upper mesosphere above Tromsø, Earth, Planets and Space, doi:10.1186/s40623-023-01771-1, 2023 (査読有)
5. E.Grimes, B.Harter, N.Hatzigeorgiu, A.Droz dov, J.Lewis, V.Angelopoulos, X.Cao, X.Chu, T.Hori, S.Matsuda, C.Jun, S.Nakamura, M.Kitahara, T.Segawa, Y.Miyoshi, O.Le Contel, The Space Physics Environment Data Analysis System in Python, Front. Astron. Space Sci. ,10.3389/fspas.2022.1020815, 2022. (査読有)

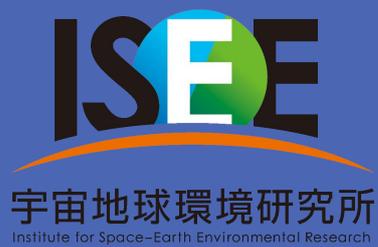
学会・研究集会・国際会議 (proceedings)

1. S. Nozawa, C. Morikawa, T. T. Tsuda, T. D. Kawahara, N. Saito, S. Wada, and **T. Kawabata**, A study of 8 hr and 6 hr atmospheric waves in the polar upper mesosphere and lower thermosphere above Tromsø by using sodium LIDAR temperature and wind data, JpGU Meeting 2022, online, May 2022.
2. T. D. Kawahara, S. Nozawa, N. Saito, T. T. Tsuda, S. Wada, and **T. Kawabata**, Development of a new narrow-band optical filter for daytime/thermospheric observations with a Na lidar at Tromsø, JpGU Meeting 2022, online, May 2022.
3. R. Watabe, T. T. Tsuda, H. Hyodo, N. Saito, S. Nozawa, **T. Kawabata**, and T. D. Kawahara, Na saturation spectroscopy experiments with theoretical calculations for Na resonance scattering lidar, JpGU Meeting 2022, online, May 2022.
4. T. T. Tsuda, T. Maeda, T. Nishiyama, K. Hosokawa, S. Nozawa, **T. Kawabata**, A. Mizuno, S. -i. Oyama, J. Kurihara, and K. Nielsen, Recent results from aurora and airglow observations by an optical spectrograph at Tromsø, Norway, JpGU Meeting 2022, online, May 2022.
5. 松原豊, 伊藤好孝, **川端哲也**, 塔隆志, 宗像一起, 加藤千尋, 林優希, 高丸尚教, 大嶋晃敏, 小井辰巳, 柴田祥一, 小島浩司, 土屋晴文, 渡邊恭子, 古賤正義, 中村佳昭, SciCRT による太陽中性子観測 XXII-観測報告, 日本物理学会 2022 年秋季大会, 岡山理科大学, 2022.
6. 野澤悟徳, 森川千秋, 津田卓雄, 川原琢也, 斎藤徳人, 和田智之, **川端哲也**, トロムソ Na ライダーデータによる北極域 MLT 領域 8 時間と 6 時間大気波動の研究, 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 152 回総会・講演会, 相模原, 2022.
7. T. D. Kawahara, N. Saito, T. T. Tsuda, H. Hyodo, S. Nozawa, **T. Kawabata**, and S. Wada, Faraday filter transmission measurements with a narrowband 589 nm light source for the Na lidar observations at Tromsø, 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 152 回総会・講演会, 相模原, 2022.
8. H. Hyodo, N. Saito, T. T. Tsuda, R. Watabe, S. Nozawa, **T. Kawabata**, and T. D. Kawahara, Sodium saturation spectroscopy using distributed feedback lasers, 地球電磁気・地球惑星圏学会 第 152 回総会・講演会, 相模原, 2022.
9. 後藤悠介, 篠田太郎, **民田晴也**, **久島萌人**, 馬場賢治, 高橋暢宏, 坪木和久, 降雪事例における地上レーダと GPM/DPR の比較検証, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 北海道大学 (北海道), 2022 年度秋季大会講演予稿集 D402, 2022. 10. 27.
10. H. Masunaga, F. A. Furuzawa, **H. Minda**, Inter-comparison of global rainfall datasets for the improvement of satellite rainfall algorithms, 2022 年度 JAXA 地球観測ミッション合同 PI ワークショップ, 2022. 11. 11.

11. 中澤利恵, 篠田太郎, **民田晴也**, **久島萌人**, 大東忠保, 山口弘誠, 中北英一, ファーストエコー検出に関する指標の検証 —Ka バンド雲レーダを用いた定量的アプローチ, 日本気象学会 中部支部研究会, 名古屋大学, 2022. 11. 29.
12. **W. Okamoto**, S. Yagi, T. Hori, Air pollution collection and XFAS analysis by drone, AGU2022 Fall meeting (iPoster), Chicago, IL, USA (+online), 12-16, Dec, 2022.
13. 中澤利恵, 篠田太郎, **民田晴也**, **久島萌人**, 大東忠保, 山口弘誠, 中北英一, Ka バンド雲レーダを用いた発達する対流雲の早期識別手法の検討, COBRA 研究会 (京都大学防災研究所), 2023. 1. 5.
14. **民田晴也**, **久島萌人**, 相木秀則, 産業用ミリ波レーダの碎波観測への応用を目指して, 海洋波および大気海洋相互作用に関するワークショップ(名古屋大学宇宙地球環境研究所), 2023. 3. 3.
15. S. Nozawa, T. Kawahara, N. Saito, T. T. Tsuda, S. Wadata, M. Tsutsumi, T. Takahashi, **T. Kawabata**, Y. Ogawa, H. Fujiwara, S. Suzuki, M. G. Johnsen, and A. Brekke, The 10-year summary of the sodium lidar at Tromso, and its future plan, Seventh International Symposium on Arctic Research, March 6-10, 2023.
16. T. D. Kawahara, S. Nozawa, N. Saito, T. T. Tsuda, T. Takahashi, **T. Kawabata**, S. Wada, Ultra-narrowband Optical Filter Development for the Na lidar Observation at Tromso, Seventh International Symposium on Arctic Research, March 6-10, 2023.
17. R. Watabe, T. T. Tsuda, T. Aoki, S. Nozawa, **T. Kawabata**, N. Saito, T. D. Kawahara, A self-build FPGA-based data acquisition system for Tromso sodium lidar, Seventh International Symposium on Arctic Research, March 6-10, 2023.
18. **山崎高幸**, **岡本涉**, 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2回 東海国立大学機構 技術発表会(名古屋大学), 2023. 03. 07.
19. **岡本涉**, **山崎高幸**, UASによるエアロゾル収集, 第2回 東海国立大学機構 技術発表会(名古屋大学), 2023. 03. 07.
20. **瀨川朋紀**, 計算機室環境報告, 19. 第2回 東海国立大学機構 技術発表会(名古屋大学), 2023. 03. 07.
21. 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, GPM および衛星シミュレータ合同研究集会(名古屋大学宇宙地球環境研究所), 2023. 3. 24.

発行日：2023年3月31日

編集者：久島 萌人、民田 晴也



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/>