

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 7 年度

(2025 年度)

表紙図

ドローン搭載型 PM2.5 計測センサの開発  
(フライト性能実証試験)

写真撮影: 山崎 高幸 (技術部)

## 令和7年度 ISEE 技術部報告集の発行にあたり

平素より技術部の活動にご支援とご理解を賜り、ありがとうございます。

宇宙地球環境研究所（ISEE）は、国内外の研究者と共同研究をおこなう国際共同利用・共同研究拠点です。私たち技術職員は、研究所でグローバルに展開される研究活動を技術的な面からサポートしています。

宇宙地球環境研究所では、太陽・地球・宇宙で起こる様々な現象を過去も含めて捉え分析する装置群を有しています。それらの運用や保守、新たな装置の開発支援が私たち技術職員の主な業務となっています。ここでは、そのほんの一部ではありますが技術報告として紹介します。

今後も研究所で取り組まれる挑戦的な研究課題に対して、必要とされる技術支援を遅滞なく提供できるように、研究者の皆様とコミュニケーションを取りながら、技術の研鑽と新たな技術の獲得に挑戦してゆくつもりです。

多くの皆様のご支援とご指導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) 川端 哲也

## gPhoto2 を利用した全天デジタルカメラの自動撮影ソフトの開発

川端哲也

(宇宙地球環境研究所 技術部)

### 1. はじめに

ノルウェーのトロムソにある EISCAT 観測所で運用しているナトリウム温度風速ライダー[1]の環境モニターの一つとして、デジタル一眼レフカメラで全天を自動撮影し、画像を WEB で閲覧できるシステムを電磁気圏研究部の野澤悟徳准教授の依頼で 2011 年より運用してきたことを「令和 4 年度 技術部報告集」[2]で紹介した。このデジタル一眼レフカメラの制御ソフトは、OS が Microsoft Windows で、開発環境は Microsoft Visual Studio を使用して、C++で作成したコマンドプロンプトプログラムと Visual Basic で開発した GUI を組み合わせて作られていた。長期連続運転する観測装置の制御ソフトの OS として Windows は適さないことは承知していたが、デジタルカメラメーカーから提供されていた開発用 API が Windows 用だったこともあり、長らく Windows で運用を続けていた。

2024 年 10 月に新たに観測用 20 フィートコンテナを EISCAT 観測所に設置した際、デジタル一眼レフカメラを新たに 1 台設置することになり、この機に制御ソフトも更新したので紹介する。新たな制御ソフトの OS には Linux を採用し、gPhoto2 を利用して作られている。開発期間は 2 週間程度で、これまでと同等の機能を簡便に実現することができた。



図 1 全天デジタルカメラ (Nikon Z30) で撮影されたオーロラと火球 (ノルウェー・トロムソ EISCAT 観測所, 2025 年 10 月 27 日撮影) [4]

### 2. gPhoto2

gPhoto2 は、Linux 上で使用できるデジタルカメラのソフトウェアアプリケーション群で 2,700 種類以上のデジタルカメラとメディアプレーヤーをサポートしており、GNU GPL の条件に基づいて無料で配布されている[3]。gPhoto2 は、libgphoto2 と libgphoto2\_port という 2 つのライブラリーから構成されており、コマンドライン・フロントエンド (gphoto2) で、その機能を簡便に使用することができる。

例えば、カメラで画像を1枚取得するには、以下のようなコマンドを打てば良い。

```
$ gphoto2 --capture-image-and-download --filename $FILENAME
```

コマンドの引数をプログラムで編集することで、撮影開始日時などの名前をつけたファイルで保存することができる。この他にも露出時間やホワイトバランスなど、デジタルカメラ固有の制御パラメーターをコマンドラインから設定することが可能である。

### 3. 観測装置の構成

2024年に追加した観測用コンテナには、これまでと同様に Nikon のデジタル一眼レフカメラ (D5600) に SIGMA の全周魚眼レンズ (4.5mm F2.8 EX DC Circular Fisheye HSM) を取り付けて、全天が撮影可能なデジタルカメラとして設置している[5]。ただし、制御は Linux PC を用いていることから機器の構成は、図2のようになっている。ここで、デジタルカメラと Linux PC の電源はリブーター (明京電機株式会社, RPC-5NC) に接続されており、機材に不具合が生じた際には、遠隔から電源を入切することができる。

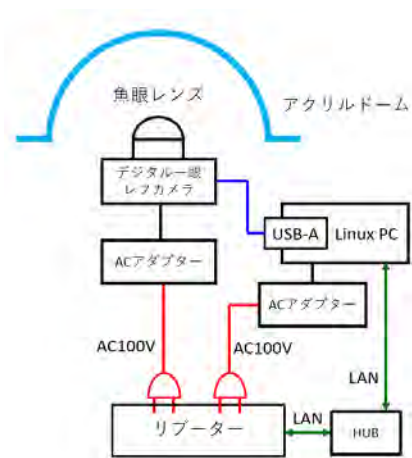


図2 デジタル一眼レフカメラ用の観測システムの構成

さらに2025年には、以前より Nikon D7200 で運用していた全天デジタルカメラの制御 PC も Windows から Linux にかえて再構成した (図3, web サイト[6])。この際、カメラも一眼レフカメラからミラーレスカメラ Nikon Z30 に変更した。従来の一 眼レフカメラでは連続使用時の故障原因の一つとして、眼視ファインダーとの切り替えミラーを含めたシャッター部分の機械的摩耗による不具合が発生していた。メカニカルシャッターの使用回数限界を超えて使用しているため致し方なかったが、ミラーレスカメラでは、「サイレント撮影モード」を設定し、電子シャッターを使用することで機械的摩耗による故障リスクを避けることができる。

一方、Z30 は従来のデジタル一眼レフカメラ (Nikon の D シリーズ) とは異なり、リチウムイオンバッテリーの代わりに AC アダプターを直接つなぐダミーアダプターがメーカーから提供されていない。Z30 を数ヶ月にわたり連続運転するには、Z30 と制御 PC を Power delivery 対応の USB Type-C で接続する必要がある。つまり、Linux

## 【技術報告】

をインストールする制御 PC には Power delivery 対応の USB Type-C ポートが備わっている機種を選定しなければならない。

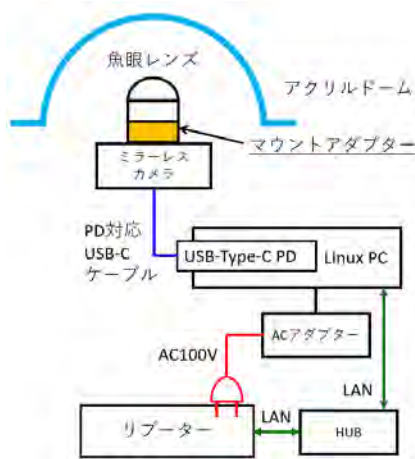


図3 Nikon Z30 を使用した全天デジタルカメラ観測システム。マウントアダプター（Nikon FTZ II）を介して、SIGMAの全周魚眼レンズ（4.5mm F2.8 EX DC Circular Fisheye HSM）を取り付けている。USB-C ケーブルは、Power delivery（PD）対応のものを使用している。

### 4. 1 プログラムの概要

プログラムは、そのほとんどがシェルスクリプト（shell script）で書かれている。毎日の観測開始時刻と観測継続時間を記載したスケジュールファイルを読み込み、観測開始時刻になったら複数のスクリプトを実行して観測をスタートさせる制御ルーチンのみ、別の観測装置で使用していたC言語プログラムを編集して開発した。画像ファイルをWEBサイトへアップロードするスクリプトもLinuxに備わっている定期的にコマンドやスクリプトを自動実行する常駐デーモンcronの設定で実行するようにしている。このプログラムでは、gphoto2以外にconvert（画像の縮小、画像内へのタイムスタンプの書き込み）、msmtp（観測開始メール、終了メールの送信）、ssh、scp、rsync（ファイルの同期）などのパッケージをインストールし利用している。

### 4. 2 プログラムの構成

観測プログラムは、撮影とWEBページの編集およびアップロードの2つの制御が独立してcronで起動するように設計されている。ここでは、それぞれのプログラムの構成を簡単に説明する。

#### （1）観測プログラム

観測プログラムを起動するシェルスクリプトは、1日1回実行され、観測開始時刻になったらカメラのパラメーターを設定し、決められた露出時間と撮影インターバル

## 【技術報告】

で観測時間が終了するまでひたすら撮影する。観測中は制御ファイル (g2\_ctl) に 1 (フラグを立てる) を書き込んで、観測中であることを他のスクリプトと共有する。

g2\_start.sh (初期設定、ログファイルの生成、g2\_obs\_exe の実行)

```
|  
| -g2_obs_exe (control_script を読み込み、スクリプトの実行、C プログラム)  
| |  
| | -up_set.sh (アップロード先のディレクトリの作成)  
| |  
| | -g2_set_twilight.sh (薄明時のカメラの設定)  
| |  
| | -g2_start_mail.sh (観測開始メールの送信)  
| |  
| | -g2_set_night.sh (暗夜時のカメラの設定)  
| |  
| | -g2_cap.sh (撮影と保存、サムネイル画像作成、メインループ)  
| |  
| | -g2_end_mail.sh (観測終了メールの送信)
```

### (2) アップロードスクリプト

このプログラムは cron で数分おきに起動し g2\_ctl の内容が 1 (観測中) だった場合、スクリプト内容を実行するように書かれている。

up\_load.sh (WEB ページの作成とアップロード)

```
|  
| -mk_ql.sh (クイックルック WEB ページの作成)  
| |  
| | -mk_thumb.sh (1 日ごとのサムネイル WEB ページの作成)
```

### (3) 制御ファイル

以下の 3 つが全体を制御するための制御ファイルである。

- g2\_dir (観測日の画像保存ディレクトリ名)
- g2\_ctl (観測フラグ、1 : 観測中、0 : 停止中)
- control\_script (スケジュールファイル、観測日、観測開始時刻、継続時間の表)

## 5. まとめ

デジタルカメラの自動撮影ソフトを Linux で gPhoto2 を利用したプログラムへと更新した。新しいシステムは 2024 年 10 月から運用を開始し、これまで D5600 については、カメラの本体の不具合でカメラの交換を余儀なくされたが、2025 年 10 月より運用中の Z30 は、現在までのところ停電時の PC 復旧エラー以外のトラブルは無い。今後、数年運用して細かなトラブルに自動対応できる強固なシステムを構築していく必要があるが、これまでより格段に安定したシステムが構築できればと期待している。最後に 2025 年 10 月のカメラの撮影条件を表 1 に示す。

設置場所	コンテナ D	コンテナ A
OS	Debian GNU/Linux 12	Ubuntu 24.04.1
使用カメラ	Nikon D5600	Nikon Z30
レンズ	SIGMA, 4.5mm F2.8 EX DC Circular Fisheye HSM	
露出時間	8 秒 (太陽の地平高度 -10 度以下の時, 暗夜時) 1 秒 (上記の条件の前後 1 時間, 薄明時)	
ISO 感度 (暗夜時)	1600	3200
ホワイトバランス	晴天 (Daylight)	
画質	JPEG 標準 (JPEG Normal)	
画像サイズ	4496×3000 pix	4176×2784 pix
撮影間隔	30 秒	20 秒
画像のアップロード間隔	4 分	1 分

表 1 2025 年 10 月の撮影条件

(引用文献)

- [1] Nozawa, S., T. D. Kawahara, N. Saito, C. M. Hall, T. T. Tsuda, T. Kawabata, S. Wada, A. Brekke, T. Takahashi, H. Fujiwara, Y. Ogawa, and R. Fujii, Variations of the neutral temperature and sodium density between 80 and 107 km above Tromso during the winter of 2010-2011 by a new solid state sodium LIDAR, J. Geophys. Res., 119, doi:10.1002/2013JA019520, 441-451, 2014.
- [2] 川端哲也, 「デジタル一眼レフカメラを用いた全天撮影システム」, 令和 4 年度 名古屋大学 宇宙地球環境研究所 技術部報告集, 2023 年 3 月
- [3] <http://www.gphoto.org/>
- [4] [https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~nozawa/aurora/index\\_meteor\\_main.html](https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~nozawa/aurora/index_meteor_main.html)
- [5] [https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~eiscat/obs/d5600/html/sky\\_image.html](https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~eiscat/obs/d5600/html/sky_image.html)
- [6] [https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~eiscat/obs/d5000/html/sky\\_image.html](https://www.isee.nagoya-u.ac.jp/~eiscat/obs/d5000/html/sky_image.html)



## 技術交流を通じた回路系・制御系技術の習得

全学技術センター装置開発技術支援室（工学）

後藤伸太郎

### 1. はじめに

装置開発技術支援室（工学）では主に工学部各研究室や授業で使用する各種実験装置を設計製作している。筆者の業務内容は年々変化しており、以前は部品製作中心の業務であったが近年は構想段階から装置全体の開発を担当する事が多い（図1）。その際、モータやセンサなどの電気部品を搭載し制御が必要となる。これまでは既製品の電気部品を用いてきたが、それらでは研究者の要求仕様を満たせられないことが多々ある。例えば、モータ、ヒータ、温度センサなどを扱う場合、これらの機器間で通信・連携した制御ができない問題や、装置内に搭載するスペースが足りない問題が起こる。これらの問題を解決するためにはマイコン、センサ、アクチュエータを用いた制御装置を開発できる回路系・制御系の知識と技術が必要である。

これまで担当業務に必要な技術をOJTで学ぶとともに、回路系・制御系分野の技術研修に参加して積極的に技術習得を行ってきた。さらに、同分野に精通した技術職員との人脈形成にも努めてきた。本報告ではこれらの取り組みを踏まえた令和7年度の活動について述べる。



図1.業務内容の変化

### 2. 技術交流の動機と意義

令和6年11月に実施された名古屋大学技術職員研修（計測・制御コース）に参加し、宇宙地球環境研究所に所属する技術職員の方々と交流する機会を得た。その研修内容は、遠隔地観測における取得データの伝送および電源確保をテーマとし、マイコン（ESP32）を用いた観測データ処理、WiFi通信の利用、電源回路やセンサ接続を含む周辺回路設計についてであった。これらの技術は、今後の装置開発業務において不可欠であると考え、研修参加を希望

## 【技術報告】

した。

研修には川端氏をはじめとする宇宙地球環境研究所の技術職員の方々が受講者、あるいはスタッフとして関わっていた。そして以前より面識のあった足立氏、小池氏とも改めて交流する機会となったことも研修参加の大きな成果であると感じている。

これらの交流を一過性のものとせず、継続的な技術交流に繋がりたいと考え、計測制御技術支援室の立花室長へ相談した。立花室長は装置開発技術支援室（工学）に所属していた経歴があり、同室における回路系・制御系の技術に乏しい現状と、研究室から求められる装置の開発には当該技術が不可欠であることをご理解下さっていた。その後、関係者との打ち合わせを経て、令和7年度において技術交流の機会を設けていただく運びとなった。

### 3. 技術交流の実施状況

技術交流は、宇宙地球環境研究所内において山崎氏および丸山氏の居室を拠点とする形で実施した。この一年間、同室の両名とは互いの業務内容を紹介し合い、また川端氏および足立氏からは、回路設計関連ソフトウェアである KiCAD（回路基板設計ソフト）および bsch（配線図作成ソフト）の使用方法についてご指導いただいた。さらに、筆者が担当する回路系・制御系装置開発業務に関しても、回路構成や設計方針について多くの助言をいただいた。

### 4. 装置開発業務を通じた技術習得の実例

技術交流を通じて実施した回路系・制御系装置開発業務の事例2件について報告する。

#### 4.1 プログラマブルデジタル抵抗制御装置の開発

1件目の事例として、プログラマブルデジタル抵抗制御装置（図2）の開発について述べる。この業務では、計測制御技術支援室の真野氏より基本的な考え方およびシステム構成について助言をいただいた。また、完成間近に発生したトラブルについては、足立氏より助言をいただいて解決し、完成に至った。

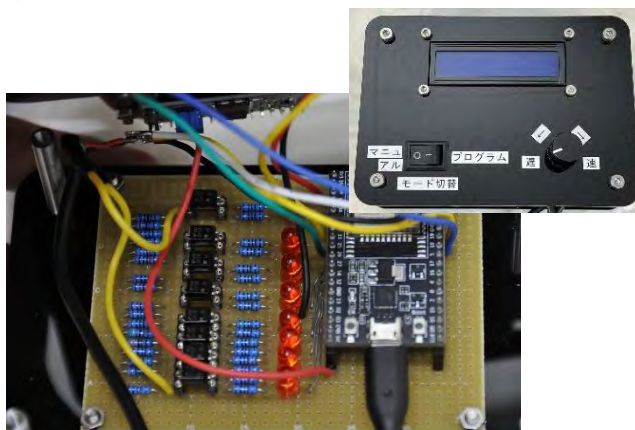


図2.開発した回路基板と制御装置外観

本制御装置は、照明の調光に用いられるアナログ回路の応用を目的として開発したものである。当該調光回路は、抵抗値によって決まるコンデンサへの充電時間から出力を制御する回路であり、可変抵抗器を用いることにより抵抗値すなわち調光出力を制御する構成であった。そこで、可変抵抗器をデジタル制御可能な抵抗素子に置き換えることで、プログラムによる抵抗値制御を可能とした。

本制御装置の構想について山崎氏と意見交換を行った際には、従来手法に対する新たな応

## 【技術報告】

用可能性があるとの評価をいただいた。

### 4.2 絶縁アンプの開発

2件目の事例として、絶縁アンプ（図3）の開発について述べる。この業務は、高電圧を扱う実験装置からの信号を安全に取り出すための回路の開発として研究室より依頼を受けたものである。絶縁アンプは、高電位信号の取得に加え、計測機器と電位の異なる信号の取り扱いや、コモンノイズ低減の観点からも広く利用される。

私はこれまで絶縁アンプの開発経験はなかったが、学内における需要の高さや技術的難易度を考慮して担当することとした。回路としては、信号減衰、電位シフト、電圧電流変換、光絶縁、電流電圧変換、再度の電位シフト、信号増幅という一連の構成を採用する方針とし、各構成要素の設計・検討を進めた。具体的な回路設計にあたっては、装置開発技術支援室（理学）の小林室長、同室で回路系業務を担当されている岡田氏、伊藤氏、計測制御技術支援室の真野氏、筆者と同室の古田氏より丁寧なご指導をいただいた。なお、本報告の執筆時点では開発途中である。



図3.絶縁アンプの試作基板

## 5. 考察および今後の展望

装置開発業務における回路系・制御系技術の重要性が認識されながらも、装置開発技術支援室（工学）では十分な技術習得や人員確保が進まない状況が続いていた。そのような中で、宇宙地球環境研究所に所属する技術職員の方々と装置開発業務を通じて技術交流を行った。その結果、同室として備えるべき回路系・制御系技術の習得にむけて一定の寄与ができたと考えている。

一方で、年度を通して機械加工系の業務に従事する時間が多く、宇宙地球環境研究所における技術交流の時間は当初の想定ほど確保できなかった。この点は今後の技術習得を進める上での課題と考えている。

今後も引き続き回路系・制御系技術の習得に努め、自身が担当する装置開発業務に活かすとともに同室の職員にも伝承・展開を図る。また、宇宙地球環境研究所をはじめとする他部局との技術交流を継続し、装置開発技術の底上げに貢献していきたい。

## 6. おわりに

本技術交流および装置開発業務にあたり、多くのご助言とご協力を下さった宇宙地球環境研究所の技術職員の皆様、ならびに関係各位に、この場を借りて深く感謝申し上げます。

## 年代測定研究部の業務紹介 ネットワーク管理編

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、一昨年度の報告では、年代測定研究部における化学実験業務と放射線安全管理業務の概要について述べたが、今回は「ネットワーク管理編」と題し、年代測定研究部におけるコンピュータネットワークの管理業務について概要を紹介する。

### 1) ハードウェア管理

年代測定研究部では、研究部内で内部ネットワーク(nendai ドメイン)を立ち上げ、web サーバ、メールサーバ、DNS サーバを運用している。ハードウェアは既存のパソコンを転用する場合もあるが、基本的にはパーツから組み上げ、OS のインストールと設定を行っている。ハードウェアにおける故障等のトラブルへの対応を随時行い、耐用年数を迎える頃にハードウェア全体の更新を行っている。それぞれのマシンに対して無停電電源を用意しており、非常時にも安全にサーバをシャットダウン可能な機構を備えている。

### 2) 物理配線敷設作業

サーバマシンやルータ、末端のパソコン等の機器同士を接続するネットワークケーブルは全て自前で作成し、大幅にコストダウンを図っている。

### 3) 維持管理業務

詳細はセキュリティに関わるため割愛するが、サーバ利用者のアカウント管理、nendai ドメインのメール利用に関する管理、年代測定研究部で運用しているメールリストの管理、web サーバの管理、末端利用者がパソコン等を接続する際のセキュリティに関する指導等を行っている。各種管理ツールの発達により、簡便かつ安全にサーバ管理を行えるようになったことは大いに省力化につながっていると考える。

## 「令和7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7年度 放射線安全管理講習会」(主催：公益財団法人原子力安全技術センター、共催：放射線障害防止中央協議会)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。

### 【「令和7年度 放射線安全管理講習会」の概要】

講演	講師
I 最近の放射線安全規制の動向について	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 計画外被ばくの事故事例及びエックス線装置に係る放射線障害防止対策に係る特別教育について	ポニー工業株式会社 釜田敏光 氏
III 医療における放射線安全管理	国際医療福祉大学成田病院 赤羽正章 氏
IV 自然起源放射性物質に対する放射線防護の基本的考え方について	国立大学法人 東北大学 吉田浩子 氏

今年度の本講習会は、オンライン開催(令和8年2月3日)と対面開催(名古屋会場：令和8年3月10日)の2本立てであったが、対面開催の日程が東海国立大学機構技術発表会と重なっていたため、令和8年2月3日のオンライン開催に参加することとなった。オンライン開催は遠隔地からも受講が可能であり、後日見逃し配信も用意されているので、対面開催が復活してもなお、この形態での開催は非常に有意義であると考えられる。

この講習会は前年度と同じく、今年度も「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、普段聞く機会のない医療関係の話題についても聴くことが出来る機会となった。また今年度は、自然起源放射性物質による被ばくの評価と防護についての講演があり、大変興味深い内容であった。

本講習会は、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ことが出来るため、毎年受講を希望したいと考えるものである。



## 技術セミナー参加報告

足立 匠

(宇宙地球環境研究所 技術部)

2025 年度に受講した技術セミナーを以下に示す。

- ① マイコン制御システム開発技術 (場所：ポリテクセンター中部)
- ② 信頼性向上のための実践ユニットテスト手法 (場所：ポリテクセンター中部)
- ③ 無人航空機操縦者技能講習 (場所：鈴豊精鋼株式会社)

### ① マイコン制御システム開発技術

Raspberry Pi を利用した組み込み技術を習得するため、愛知県小牧市にあるポリテクセンター中部で開催された技術セミナーに参加した。このセミナーでは、Raspberry Pi 4 Model B と C 言語を利用して代表的な通信プロトコルの取り扱いや、外部周辺機器の取り扱いについて学んだ。

#### ▼内蔵周辺機能の制御

Raspberry Pi に内蔵されている周辺機能(GPIO,ADC,I2C,SPI)について、実際にプログラムを作成しながら取り扱いやその特性について学んだ。

#### ▼外付けデバイスの制御

Raspberry Pi に接続したカメラや LCD を制御するプログラムを作成し、専用 API の利用方法や内蔵周辺機能の実践的な利用方法を学んだ。

#### ▼実践的プログラミング

自作ライブラリの作成やマルチスレッドプログラミングについて実習を行い、より実践的な応用技術を学んだ。



図 1. Raspberry Pi 4 Model B

## ② 信頼性向上のための実践ユニットテスト手法

作成したユニット(関数、メソッド)が設計通りに動作するか検証するにはユニットテストを行い確認する必要がある。その関連技術を習得するため、ポリテクセンター中部で開催された技術セミナーに参加した。このセミナーでは、ユニットテストの計画から実施、検出した欠陥に対する対策方法までを取り上げており、効率的かつ有効なテスト条件およびその実施方法について学ぶ。セミナーでは C 言語を利用して実習を行ったが、言語に依存しない内容のため、他の言語でも十分応用できる。

### ▼立案・設計

テストの実施条件(テスト環境、実施範囲、優先順位、設計技法)の決め方や、それぞれの条件におけるテストの設計(仕様網羅性、コード網羅性、危険コード検知)について学んだ。

同じテスト対象でも実施内容・条件によって欠陥を検出できないため、適切なテスト設計と条件の設定が重要である。

### ▼実施

テストの実施方法(デバッガ、デバッグ文、スタブ・ドライバなど)について、それぞれ特性と注意点について学んだ、テスト内容に不適切な実施方法を選択した場合、本来検出できるはずの欠陥も見落とすだけでなく、ユニット自身の動作にも影響を与える可能性があるため、ユニットの動作内容含め適切な方法を選択する必要がある。

### ▼欠陥対応

検出した欠陥に対する対応を学んだ。検出内容の記録(ソース版数、再現性、内容、分類)から分析を行い、どの段階(詳細設計、コーディングなど)から修正を行うかを判断する。

### ▼ユニットの改造

仕様変更や修正によってユニットを改造した場合の再テストについて学んだ。テスト済みユニットを改造した場合、ユニットに対し再テストを実施する必要がある。その際のテスト範囲(影響範囲または全体)の見極めや設計方法が、テスト効率やテスト結果の有効性に影響を及ぼすため非常に重要である。また、改造により他のユニットにも影響を与える可能性があり、場合によっては全ユニットテストのやり直しが必要になるケースもあるため、影響範囲が最小限になる修正方法を選択する必要がある。

### ▼ユニット新規設計

新規でユニットを作成する場合のテスト効率化について学んだ。ユニットテストの規模は対象ユニットの構造(分岐数や変数など)に影響し、同じ結果を出力するユニットでも大きな差が生じやすい。そのため、分岐の階層数や利用する変数の型選択、ループ処理の利用場所など、影響を及ぼしやすい構成を取り上げ、それぞれの対策について学んだ。

### ③ 無人航空機操縦者技能講習

無人航空機の操縦技術および関連知識を学ぶため愛知県名古屋市緑区にある鈴豊精鋼株式会社が開催する講習を受講した。この講習は国が定める二等無人航空機操縦士の登録講習機関に認定されており、最終日に実施される認定試験および、実地試験に関わる学科試験(オンライン)に合格する事で、無人航空機操縦者技能証明を取得することができる。日程は4日間で1~4日目の午前中までが座学および実技練習で、4日目の午後に認定試験が行われる。

#### ▼習得可能な機体種類および限定変更

この講習では無人航空機の回転翼航空機(マルチコプター)を飛行させるために必要な技能を習得する。また、航空法で定められる特定飛行の内、夜間に飛行する場合と機体を目視外で飛行させる場合に必要な限定変更に対応しており、実地試験(基本飛行)とは別の実地試験に合格する事で取得できる。

#### ▼座学

主に無人航空機操縦士学科試験に関わる内容(法規、無人航空機の基礎知識、運用方法(整備、点検、飛行計画)、リスク管理(事故、重大インシデント))について学ぶ。期間限定でアクセス可能なeラーニングが用意されており、動画や要点をまとめた資料を元に学び、理解しにくい部分を講習で取り上げて学習する。

#### ▼実技訓練

無人航空機の操縦技術および運用方法について学ぶ。操縦技術では、無人航空機の基本操作や機体に搭載された機能について学習する。また、緊急時を想定したATTIモード(GPSや障害物検知センサによる位置自動保持機能が無効な状態)での操縦訓練もあり、僅かな風で機体が流される環境下での移動やホバリング、離発着を行う。

運用方法では、飛行計画確認や各種点検・整備、飛行内容の記録と言った運用上必要な手順について学ぶ。これらの内容は実技試験にも含まれており、確認漏れや誤った運用は大きな減点となる。

#### ▼認定試験

認定試験では下記の内容が実施される。この試験内容は目視外飛行、夜間飛行の限定解除を行う場合は、それぞれの認定試験においても実施されるが、限定解除内容に関連して試験内容も変化する

##### ・机上試験

飛行条件(日時、場所、使用機体、利用目的等)が記された模擬飛行計画書と問題用紙が渡され、飛行計画に関する知識が問われる。

##### ・口述試験(飛行前点検・飛行後点検・飛行記録)

飛行前後の各種安全確認、点検、動作確認を実施し、飛行後にはその飛行に対する記録を行う。



## 【講習受講報告】

### ・実技試験

上記の口述試験(飛行前点検)完了後、試験官の指示に従い下記の飛行を実施する。

#### ・8の字飛行(基本飛行のみ)

位置安定機能が有効な状態で規定時間内にコース内を8の字に飛行する。この飛行では移動速度と旋回速度のコントロール技術が要求されると同時に、飛行高さの制御も求められる。

#### ・スクエア飛行

位置安定機能が有効な状態で規定時間内にコース内をスクエア飛行する。この飛行では機体の飛行高さとお行方向の位置把握能力が求められる。

#### ・異常事態における飛行

フィードバック制御が無効な状態で試験官の指示に従い移動、着陸を行う

この飛行では、無人航空機を手動操作で位置、速度、高度の制御を行いながら着陸ポイントへ移動させ、安全確認を実施した後に着陸させる必要があるため、非常に高い操縦技術が要求される。

#### ・口述試験(事故・重大インシデント)

無人航空機の運用に関わる事故・重大インシデントに対する対応と報告について口頭で回答する。

### ▼オンライン学科試験

国家試験(学科)と同じ範囲・形式が出題される。



図 2.実技訓練用専用テント

## 飛翔体観測推進センター主催・ドローン講習会開催報告

山崎高幸、久島萌人、足立匠

宇宙地球環境研究所 技術部

ISEE 飛翔体観測推進センター主催のドローン体験会を 2025 年 12 月 8 日に開催した。教職員・学生を合わせ、約 15 名が参加した。

### 1. 開催概要

日程：2025 年 12 月 8 日（月）

場所：名古屋大学 工学部 1 号館 1101 号室、および飛行性能評価風洞

スケジュール：

時間	10:00	10:10	11:00	12:00	13:00-16:30
内容	挨拶	法令関連	研究紹介	昼食	ドローン体験会

### 2. 講義の概要

本企画は、飛翔体観測推進センターの高橋教授および融合研究戦略室の菊地准教授により立案された。まず、有限会社タイプ S の設楽社長より「ドローンの安全な飛行」と題し、安全飛行に関する法制度や現場での留意点について講演いただいた。昨今のドローンを取り巻く環境の変化について、法律面を中心に解説がなされた。

続いて、工学部の椿野准教授より「マルチロータドローンの運動制御」について講演いただいた。協調外乱推定を用いた自律型ドローンの研究紹介では、ドローンを群体で飛行させる際の軌道追従に相対位置制御を組み込む工夫など、最先端の知見を共有いただいた。

### 3. 体験会の内容

午後は工学部風洞施設へ場所を移し、有限会社タイプ S が準備した小型ドローンの操縦およびシミュレータの体験会を実施した。実機体験では「DJI Mini 4 Pro」「DRONE STAR」「Holy Stone」などの各機種を使用し、実際の操作感を確認した。PC シミュレータでは、ドローン以外にヘリコプターや飛行機のフライトを体験した。

また、研究利用に関する個別相談会も併催され、気象用ドローンの紹介も行われた。



図 1. 講義風景



図 2. シミュレータ体験

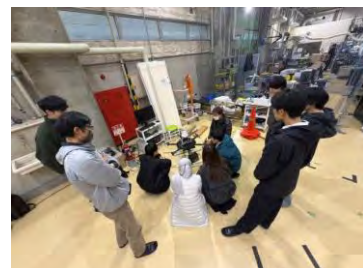


図 3. 気象用ドローン紹介

## 2025 年度低空空撮技術活用研究会（第 12 回）参加報告

○久島萌人、山崎高幸、足立匠  
ISEE 技術部（全学技術センター 教育・研究技術支援室）

### 概要

2026 年 2 月 17 日～19 日にかけて、2025 年度低空空撮技術活用研究会が開催され、宇宙地球環境研究所技術部より久島・山崎・足立の 3 名が参加した。本研究会はドローンを用いた最新の研究の発表や、独自開発した観測機器の紹介・実習など幅広い内容で技術交流を深めることを目的としている。会場は岐阜県恵那市の中部大学研修センターで行われた。

### 1 研究会スケジュール

研究会では、まず参加者による研究発表が行われた。発表内容は氷河観測や針葉樹林の測量などドローンを活用した研究事例の紹介に加え、3D マップ作成技術やモバイル LiDAR の開発に関する技術紹介、さらにドローン国家資格の取得やレベル 3.5 飛行に関する法令・制度の解説など、多岐にわたるものであった。続いて特別講演として、中部大学の竹島氏により、低価格 DIY LiDAR 「EASY LiDAR」およびドローン搭載型 EASY LiDAR の開発経緯と技術概要について講演が行われた。EASY LiDAR (図 3) は、「誰でも簡単に利用できる LiDAR」をコンセプトとして開発された小型 LiDAR であり、ドローンへ搭載することで遠隔地の観測を可能としている。小型化のため、約 500 g の軽量 LiDAR である AVIA をはじめ、Raspberry Pi や電動工具用バッテリーなどの市販部品を組み合わせて構成されている。また、環境構築手順やスクリプトを含めたシステム構成が公開されており誰でも利用可能で、ユーザーコミュニティとともに発展させていくことを目的としている。研究会スケジュールを図 1 に示す。

	13:00	13:15	15:45	16:00	18:30	
2月17日(火)	挨拶	研究発表 各参加者	休憩	特別講演 低価格DIY LiDAR(EASY LiDAR) およびドローン搭載EASY LiDAR 竹島喜芳(中部大・森林)	夕食 懇親会	
	8:00	9:00	12:00	13:00	18:00	
2月18日(水)	朝食	実習 ドローン搭載EASY LiDAR	昼食	実習 EASY LiDAR+各自持ち寄り機材	夕食 懇親会	(翌朝解散)

図 1. 研究会スケジュール



図 2. 発表の様子



図 3. EASY LiDAR 外観



## 2 EASY LiDAR 実習

2 日目には、EASY LiDAR を用いた実習が実施された。まず、EASY LiDAR の内部回路およびシステム構成に関する説明が行われ、装置のハードウェア構成とソフトウェア環境について解説があった。主な内容は以下のとおりである。

- ・ハードウェア工作

AVIA の配線方法および回路構成、GPIO ピンの接続について説明が行われた。

- ・環境構築

Ubuntu 20.04 のデスクトップ環境の構築、LIVIOX SDK のインストール、AVIA と通信するためのネットワーク設定。

- ・EASY LiDAR オリジナルコードの設定

Ubuntu 起動時に USB メモリを自動マウントする設定と、スクリプトおよびコードを起動時に常駐させる設定。また、GPIO 操作のための sudo 権限およびシャットダウン操作に関する権限を付与し、併せて AVIA の動作環境設定 (.json ファイルの設定) の説明。

- ・PC 設定 (環境地図作成処理ソフト : SLAM 設定)

取得した LiDAR データから環境地図を生成するための SLAM ソフトウェアについて説明が行われた。

その後、ドローン機体の整備を行い、飛行計画ルートの検討を実施した。実習では、グラウンドから林地にかけて楕状に往復する飛行ルートを設定した (図 4)。屋外においてドローンのコンパスキャリブレーションを実施した後、EASY LiDAR をドローンに搭載し (図 5)、計画したルートに従って飛行を行った。飛行後は屋内に戻り、取得データを用いた環境地図生成処理を実施し、計測結果の確認を行った。

併せて、参加者が持参した機材によるデモフライトも実施され、Holy Stone HS155 および DJI MINI 5 Pro の 2 機種によるテストフライトが行われた。

また、LiDAR 実習に関連して林間観測用 LiDAR に関する講演も行われた。本装置は、伸長ポールの先端に LiDAR センサを取り付け、バッテリーおよびノート PC とともに携行して使用するものである。これにより、データ取得状況を確認しながら林内での計測を行うことが可能である。



図 4. 飛行ルート計画



図 5. EASY LiDAR 搭載ドローン



図 6. 林間用 LiDAR

## 3 おわりに

本研究会に参加し、ドローンの活用方法および LiDAR の運用に関する最新の技術情報を得ることができた。実習や講演を通じて、現在業務で使用している機材やソフトウェアとの関連性も確認でき、実務に直結する知見を得ることができた点も有益であった。さらに、今回紹介された LiDAR システムでは、開発環境やソースコードが公開されていることから、必要に応じて独自の環境構築や機能拡張が可能であることが示された。これにより、今後 LiDAR を活用した観測や計測に関する要望が生じた場合にも、柔軟に対応できる見通しを得ることができた。新技術に対する理解を深めるとともに、今後の業務における技術的選択肢を広げるうえで有意義な機会であった。

## ドローン国家資格（二等）取得体験報告

山崎高幸 <sup>A)</sup>

<sup>A)</sup> 計測制御技術支援室 観測技術グループ

### 概要

ドローンを用いた計測および撮影は、今後さらに重要性が高まると考えられる。発表者はこれまでにドローンを用いた計測および撮影のテストを何度か行ってきた。私が所属する宇宙地球環境研究所には航空機などによる観測や技術開発を行っている飛翔体観測推進センター<sup>1)</sup>がある。私が昨年度から関わっているプロジェクトでドローンを利用していることもあり、ドローン国家資格（二等）免許を取得する機会を得た。本報告では、資格取得に至った経緯および講習機関の選定について述べる。選定した講習機関は、2か月のe-learningと約1週間の実技講習からなるカリキュラムを有している。また、今後資格取得を目指す方の参考となるよう、体験談を紹介する。

### 1 ドローン国家資格（無人航空機技能証明制度）

無人航空機技能証明制度とは

無人航空機技能証明制度は、無人航空機を飛行されるのに必要な技能（知識及び能力）を有することを証明する資格制度です。国土交通省が運営管理する「ドローン情報基盤システム 2.0(DIPS2.0)」にて申請を受けて、指定試験機関が実施する無人航空機操縦士試験（学科試験、実地試験、身体検査）により受験者の技能を判定し、無人航空機操縦者技能証明を行います。なお、登録講習機関の所定の講習を修了することで指定試験機関での実地試験が免除されます。（国土交通省 HP：制度の概要より）

#### 1.1 登録講習機関

登録講習機関を選定する上で、自分が通いやすい近くのスクールを調べた。

#### 1.2 鈴豊精鋼 DRONE SCHOOL Fit'S



開業：2024年4月1日  
（登録講習機関事務所コード：T0532001）  
営業：月～金 9：00 - 18：00  
住所：愛知県名古屋市緑区清水山 1-132  
運営：鈴豊精鋼株式会社 事業企画室  
事業：国土交通省登録講習機関（二等）  
機体、ソリューション研究開発  
動画、点検、イベント企画運営 他

図 1. 鈴豊精鋼 DRONE SCHOOL Fit'S

DIPSにて技能証明申請者番号を取得した後、スクールには年末に問い合わせ 2025年2月18日から4日間のスケジュールで申し込んだ。

## 【第5回東海国立大学機構 技術発表会】

DRONE School Fit'S はサイポート株式会社で学んだ講師達が新しく立ち上げた鈴豊精鋼の事業企画室が立ち上げた3年目のスクール（図1）である。同僚に紹介され、屋内練習場だという事で試験時に風の影響を受けにくい点、および4日間かけて十分に学習できる点を理由として、本スクールを選定した。

### 1.3 SKY WALKER Drone Enterprise

SKY WALKER Drone Enterprise は、緑区にあるドローンスクールである。経験者として受講可能か問い合わせたところ、以下の条件が提示された。しかし、当時は準備が不十分であったため、本スクールでの受講は見送った。

- ・条件として、JUIDA 操縦技能証明証を有していること。
- ・独自で飛行時間10時間以上を有し、アプリなどでその飛行記録を提示証明が可能で、一定の技能知識を保有する方

## 2 航空機操縦士試験の流れ

私の受講した登録講習機関では、2か月のe-learning（動画視聴、テキスト含む）期間を経て、e-learningの受講後に実施されるテストに合格することで、学科講習の修了とみなされた。また現地でも半日の講習時間もスケジュールに組み込まれていた。修了審査の前には、フライトプランの設計に関する筆記試験もあった。

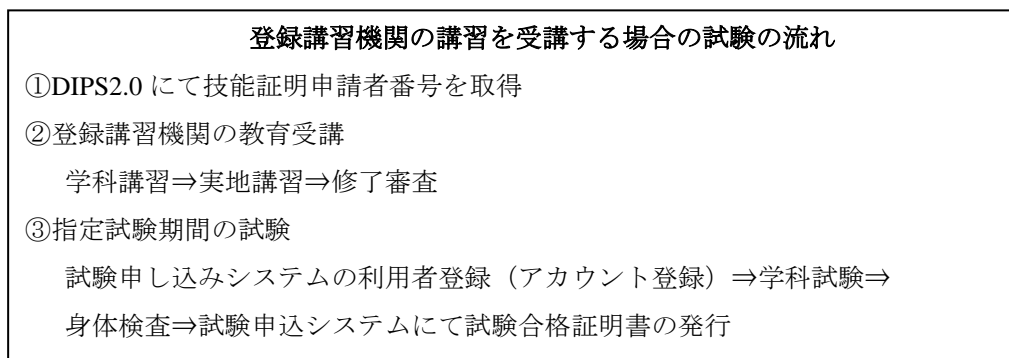


図2. 試験の流れ

## 3 ドローンの操縦に必要な知識

表1はドローンスクールにおいて最重要事項とされた内容であり、必ず覚えるよう教えられた。表1に示す7つの事項から構成される。

表1. 事故・重大インシデント

下記に該当する事態が発生した場合、国土交通大臣へ報告を行う

事故	無人航空機による人の死傷（重症以上の場合）
	第三者の所有する物件の損壊
	航空機との衝突または接触
重大インシデント	無人航空機による人の死傷（軽症の場合）
	無人航空機の制御が不能となった事態
	無人航空機が飛行中に発火した事態
	航空機との衝突または接触のおそれがあったと認めた時

## 【第5回東海国立大学機構 技術発表会】

### 3.1 ドローン飛行禁止空域

航空法により以下の4つの空域でのフライトは禁止されているが、安全性を確保し、許可を受けた場合は飛行可能となっている。但しB)の緊急用務空域は原則飛行禁止である。

(A) 空港等の周辺 (B) 緊急用務空域 (C) 150m以上の高さの空域 (D) 人口集中地区の上空

### 3.2 ドローンをあげるに当たって

ドローンを飛行させるにあたり以下の項目の確認が必要である。

- 飛行許可申請・承認                      ○飛行計画書                      ○飛行日誌
- 日常点検記録                              ○補助者                              ○損害賠償保険

人又は家屋の密集している地域(DID地区)の上空を飛行させる場合や次の飛行を行う場合(夜間飛行、目視外飛行、人又は物件から30m以上の距離が確保できない飛行、催し場所上空の飛行、危険物の輸送、物件投下)は特定飛行Ⅱと呼ばれ、例として愛知県では、管轄である大阪航空局と関西空港事務所に申請が必要である。リスクに応じてカテゴリーが段階的に上がっており、カテゴリーⅢの場合は国土交通省に申請が必要である。

### 3.3 リスクに応じたカテゴリー分類

表2. カテゴリー分けの概要

カテゴリーⅠ	特定飛行に該当しない飛行。航空法上の飛行許可・承認手続きは不要。
カテゴリーⅡ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行。(第三者の上空を飛行しない)
カテゴリーⅢ	特定飛行のうち、無人航空機の飛行経路下において立入管理措置を講じないで行う飛行。(第三者の上空で特定飛行を行う)

ドローンの飛行は、リスクと飛行技術に応じて、区別けされている。表2は国交省HPより引用したカテゴリー分けの概要である。

### 3.4 飛行計画書

図3は、飛行前日までに作り、当日補助者と確認を行った飛行計画書である。フライトの初めに行う。

飛行計画書	
件名	二等無人航空機操縦士技能講習
作業場所	鈴豊精鋼株式会社/ドローンスクールフィット(愛知県名古屋市長区清水山1丁目132)
目的	二等無人航空機操縦士技能講習
実施日時	2025/2/19 9:00 ~ 19:00
体制	操縦者 山崎 高平 運行管理者 宇佐見 補助者 茂谷、宇佐見、道場、嶋田
実施機材	dji MAVIC 2 PRO JU3251131C42 dji MAVIC 3 CLASSIC 機体登録記号 JU3248764331 dji MAVIC 3 CLASSIC JU3252298711
飛行時間目安	4時間(20分×6回)
飛行経路計画	二等無人航空機操縦士技能講習の修了審査コース、基本、目視外、夜間の通りに飛行
その他	証券番号 YK199185540 保険会社名 東京海上日動火災保険株式会社
飛行条件	操縦者、補助者の体調良好(アルコールの摂取、医薬品の服用有無) 飛行日誌が記入されていること ☐天候は晴れ又は曇り ☐風速5m/s以下 ☐気温15°C~35°C ☐宇宙天気予報問題なし 19
特定飛行	☐人又は家屋の密集している地域の上空(DID地区) ☐人又は物件から30m未満 ☐夜間 ☐目視外



# 【第5回東海国立大学機構 技術発表会】

立入管理措置	出入口への補助者の配置もしくはコーンや立て看板によって第三者の立入禁止が明示されている 他の無人航空機が周辺空域で飛行する場合、立入管理区画内に入らないよう事前に調整する
安全運行管理	送信機のモニターに警告が出た場合は飛行を中止し、着陸する フェールセーフ機能をONにし、自動帰還時の高度、障害物回避等の設定を確認する 点検は操縦者と補助者でダブルチェックする 操縦者は補助者の指示に従い、補助者は周辺空域にリスクが発生した場合、回避及び着陸を指示する 雷雲発生時は飛行を中止し、着陸する 事故及び重大インシデントが発生した場合、飛行を中止し、けが人の救護措置及び事故対応を行う 緊急連絡体制図を確認する 操縦者及び補助者は大声で連絡を取り合う
機体	告示の内容を満たしていること リモートID機能の確認 機体の方向が確認できるよう、前後で色が違う灯火を搭載していること 周囲の安全確認ができるよう、機体にカメラが搭載していること 機体仕様の確認(最大離陸重量1.5kg、最大風速10m/s)
離着陸条件	周辺空域に障害物なし 立入管理区域内に第三者がいない 周辺空域に航空機やヘリコプターがいない
電波状況	携帯電話の基地局の場所を確認し、送信機の電波状態を確認する
備考	夜間訓練は照度150ルクス以下で行うこととする

図3. 実地講習で用いた飛行計画書

## 3.5 無人航空機の日常点検記録

無人航空機の日常点検記録

無人航空機登録記号		
実施場所	実施年月日	実施者名
点検項目（飛行前）		
飛行空域その他	<input type="checkbox"/> 操縦者体調 <input type="checkbox"/> 飛行空域周辺の状況 <input type="checkbox"/> 飛行空域周辺の気象	
プロポ	<input type="checkbox"/> Pモード <input type="checkbox"/> アンテナの向き <input type="checkbox"/> スティック動作 <input type="checkbox"/> スイッチ動作 <input type="checkbox"/> バッテリー残量	
機体	<input type="checkbox"/> プロペラ回転 <input type="checkbox"/> プロペラ傷、割れ <input type="checkbox"/> 外観傷、汚れ <input type="checkbox"/> ネジのゆるみ <input type="checkbox"/> センサー汚れ <input type="checkbox"/> ジンバル動作 <input type="checkbox"/> カメラ傷、汚れ	
バッテリー	<input type="checkbox"/> 発熱 <input type="checkbox"/> ふくらみ <input type="checkbox"/> 傷 <input type="checkbox"/> バッテリー残量	
点検項目（作動点検）		
電源、バッテリー	<input type="checkbox"/> バッテリー残量確認 <input type="checkbox"/> バッテリー電圧	
機体	<input type="checkbox"/> ジンバル動作 <input type="checkbox"/> センサー異常なし	
プロポ	<input type="checkbox"/> 操縦モード	
コンパス	<input type="checkbox"/> GPS 10基以上	
通信、電波干渉	<input type="checkbox"/> 送受信機の接続確認 <input type="checkbox"/> 電波干渉確認 <input type="checkbox"/> カメラ画像遅延なし	
リモートID	<input type="checkbox"/> リモートIDを機体に取り付け <input type="checkbox"/> リモートID機能	
フェールセーフ	<input type="checkbox"/> 送受信機切断時のフェールセーフ機能の設定	
機体情報	<input type="checkbox"/> 高度 <input type="checkbox"/> 距離	
点検項目（動作点検）		
モーター異常	<input type="checkbox"/> モーターの異音 <input type="checkbox"/> モーターの振動	
動作	<input type="checkbox"/> ロール <input type="checkbox"/> ピッチ <input type="checkbox"/> ヨー <input type="checkbox"/> スロットル	
点検項目（飛行後）		
バッテリー	<input type="checkbox"/> 発熱 <input type="checkbox"/> ふくらみ <input type="checkbox"/> 傷 <input type="checkbox"/> バッテリー残量	
機体	<input type="checkbox"/> モーター発熱 <input type="checkbox"/> プロペラ回転 <input type="checkbox"/> プロペラ傷、割れ <input type="checkbox"/> 外観傷、汚れ <input type="checkbox"/> ネジのゆるみ <input type="checkbox"/> センサー汚れ <input type="checkbox"/> ジンバル動作 <input type="checkbox"/> カメラ傷、汚れ	
プロポ	<input type="checkbox"/> Pモード <input type="checkbox"/> アンテナの向き <input type="checkbox"/> スティック動作 <input type="checkbox"/> スイッチ動作 <input type="checkbox"/> バッテリー残量	
特記事項	※ない場合は特になしと記入	

図4. 実地講習で使った無人航空機の日常点検記録

## 3.6 機体の運動方向の呼び方

ドローンの操縦にあたりまず、送信機のスティック操作を理解する必要がある。左と右のスティック操作とドローンの運動方向は、主に日本の農業分野で使われているモード1と世界標準のモード2が使われている。



## 【第5回東海国立大学機構 技術発表会】

る。私はモード2を選択して講習を受けた。

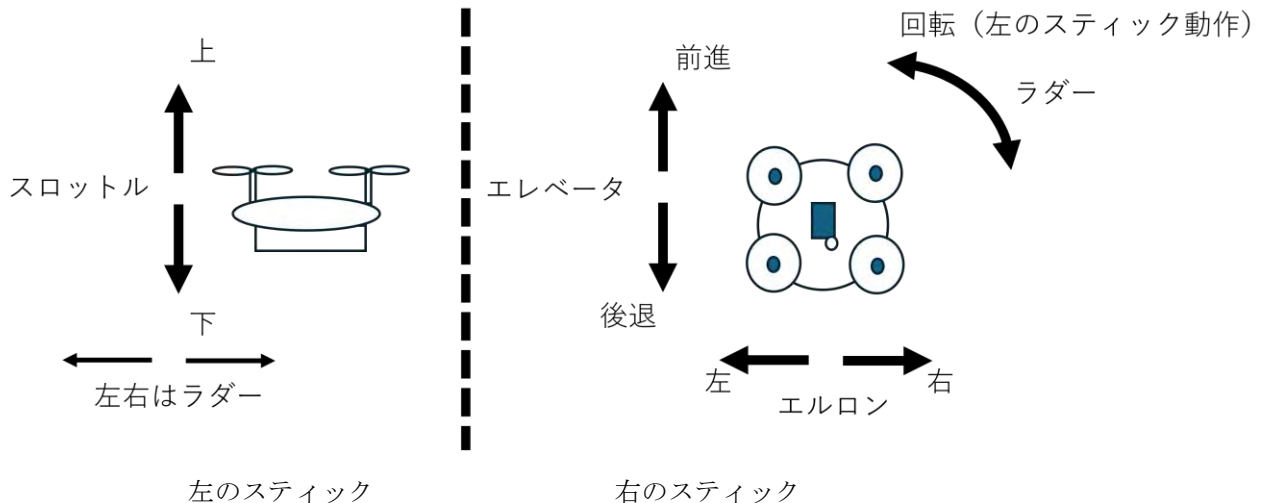


図5. モード2のスティック動作

### 4 実地（技能）講習

今回私が受けた実地（技能）講習を紹介する。各図は鳥瞰図として上空からの視点で示している。また、講習内容はスクールごとに異なる場合がある。なお高度指定はその都度講師の指示によるものとする。（3m、5m等）

- ・スクエア飛行（目視、目視外）⇒ 図6、図8

目視は図6の青線に沿って機首を進行方向に向けて行う。目視外はカメラモニタを見て行う。

- ・8の字飛行 ⇒ 図7

両方のスティック動作が必要。

- ・緊急時着陸 ⇒ 図9

赤の斜線エリアは侵入禁止。一步でも入ったら不合格である。

- ・スクエア飛行（夜間）⇒ 図10

スクエア飛行目視と同様。青線に沿って飛行する。機首を90度回転させるときの角度決定が難しかった。

- ・緊急時着陸（夜間）⇒ 図11

赤の斜線エリアは侵入禁止。暗いので奥行き判断が難しい。緊急時着陸は、自動飛行を行っていてもそれが思い通りの経路ではない時、想定外の場所に飛んで行ってしまった時にいつでも操縦者が操縦権を引き継ぎ、目的の場所に安全に着陸させる訓練である。

ドローンの飛行レベルには技術に応じたレベルがある。

レベル1：目視内での手動飛行

レベル2：目視内での自動飛行

レベル3：無人地帯での補助者なし目視外飛行である。

またこれら以外にも最近追加された以下のレベルも存在する。

レベル3.5：レベル3の規制緩和版。機体カメラ等で地上が無人であることを確認し、対人対物保険に加入している場合、特定の立ち入り管理措置（看板や監視員）を省略できる飛行である。

レベル4：都市部や住宅地などの有人地帯において、補助者なしで目視外飛行を行う。2022年12月より解禁された最高レベルである。

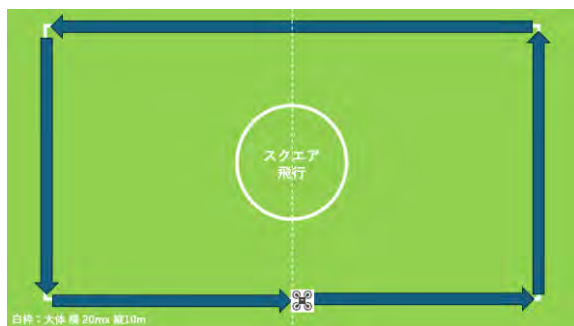


図 6. 「スクエア飛行（目視）」の講習

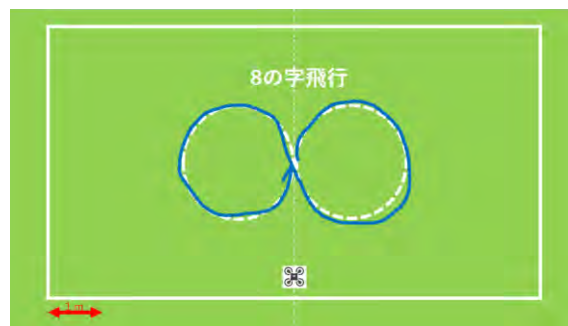


図 7. 「8の字飛行」

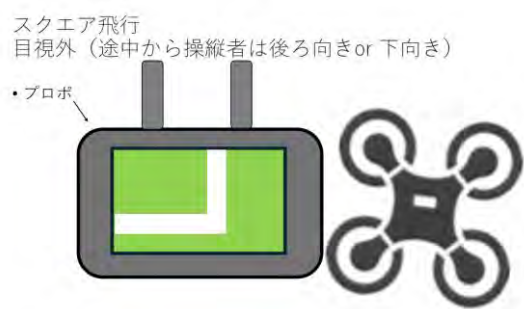


図 8. 「スクエア飛行（目視外）」の講習



図 9. 「緊急時着陸」の講習



図 10. 「スクエア飛行（夜間）」の講習



図 11. 「緊急時着陸（夜間）」の講習

## 5 結果

### 5.1 登録講習機関

登録講習機関の修了証明書は、講習期間最終日に実地試験の合否が告げられた後、Web 上の学科試験も合格すると発行される（図 12）。

## 【第5回東海国立大学機構 技術発表会】



図 12. 登録講習機関の修了証明書



図 13. 試験合格証明書

### 5.2 指定試験機関（日本海事協会）の学科試験合格証明書

指定試験機関（日本海事協会）の学科試験は、登録講習機関の修了証明が届き次第、申し込み手続きを行い私の場合名古屋の栄で受験した。試験は 50 問で構成され、30 分以内に解答する形式であった。合格すると合格証明書（図 13）が発行できる。

### 5.3 証明書

試験が終わり届き次第、図 2 の流れに従い速やかに身体検査の申し込みを行う。身体検査は車の免許を持っていればそれで一定の基準を満たす事ができるが、手数料 5000 円が必要である。身体検査に合格すると、次は技能証明申請となる。【DIPS\_技能証明申請の申請マニュアル】参照。予め顔写真、マイナンバーカード、NFC 対応のスマートフォンを用意すると速やかに手続きできる。私のスマートフォンは当時これに未対応だったので、IC カードリーダーを準備して手続きを行った。

## 6 問合せ先

同僚の久島氏は私の半年前、足立氏は半年後に取得した。ISEE 技術部では計 3 名、ドローン国家資格を取得したことになる。今後、ドローンのフライトを行いたい方やドローンの資格を取りたい方は下記までご相談ください。

問合せ先 : yamasaki@isee.nagoya-u.ac.jp

### 参考 Home Page

- [1] 飛翔体観測推進センター - 名古屋大学 宇宙地球環境研究所 Home Page (<https://coso.isee.nagoya-u.ac.jp/>)
- [2] 国土交通省 DIPS Home Page(<https://www.ossportal.dips.mlit.go.jp/portal/top/>)

# http access log を解析してみた — awk と ClickHouse の処理速度比較 —

瀬川朋紀

## 1 はじめに

Linux server で運用している Apache 2.4 の HTTP access log を解析し、その結果を第5回東海国立大学機構技術発表会においてポスター発表した [1]。本報告では、同発表に際して実施した、解析ツールの違いによる処理速度の比較計測結果について述べる。

## 2 検証環境および対象データ

log 解析に用いた計算機の環境は以下のとおりである。

- CPU : Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2643 v2 @ 3.50GHz x 2 基
- memory : 64GB
- OS : Ubuntu server 24.04 LTS

解析対象データは、2021 年度以降蓄積された http access log をタブ区切り形式 (Tab-Separated Values) に変換したファイルであり、以下のとおりである。

- 総行数: 約 16.56 億行 (1,655,762,542 行)
- 総容量: 約 434.4 GiB(466,336,342,087 bytes)
- ファイル構成: 計 56 ファイル (1 ファイル平均約 2956.7 万行, 約 7.76GiB, 標準偏差 約 2.8447 GiB)

これら解析対象データの 56 ファイルについて、wc コマンドで行数をカウントするのに要した時間は、1 ファイルあたり約 14 秒かかったことを記しておく。56 ファイルをシーケンシャルに処理した場合、約 13 分かかることになる。

タブ区切り形式 (Tab-Separated Values) に変換したファイル構造は表 1 に記載した。  
解析ツールは以下の三種類である。

- GNU Awk version 5.2.1
- mawk 1.3.4 20240123
- ClickHouse 社製 ClickHouse Community Edition version 26.1.2.11

GNU Awk version 5.2.1 (以下、gawk という) は、apt パッケージマネージャー管理において 1:5.2.1-2build3 と認識される版を使用した。Ubuntu インストール時に標準で用意されているコマンドである。

mawk 1.3.4 20240123 (以下、mawk という) は、apt パッケージマネージャー管理において 1.3.4.20240123-1build1 と認識される版を使用した。

ClickHouse 社製 ClickHouse Community Edition version 26.1.2.11 (以下、clickhouse という) は、apt パッケージマネージャー経由で <https://packages.clickhouse.com/deb> に用意された版をインストールし、利用した。

## 【第5回東海国立大学機構 技術発表会】

```

# *** monthly ***
# 20260217
#
BEGIN{
  FS="¥t"
  S="2021-07-01 00:00:00"
  E="2025-12-31 23:59:59"
  c133p6[""]=0          # NICE からの件数
  c133p47[""]=0        # ISEE からの件数
  cEXT[""]=0           # 学外の件数
  cTOTAL[""]=0        # TOTAL
}

# IPv4を厳格にチェックしつつ、指定CIDRに含まれるか判定
# 返り値: 1=「除外」(不正IP or 除外CIDRに該当), 0=「残す」
function excluded_or_invalid_ip(ym, ip, o, i) {
  # 形式: a.b.c.d (4オクテット)
  if (split(ip, o, ".") != 4) return 1

  # 各オクテット: 空/非数/範囲外を排除 (0-255)
  for (i=1; i<=4; i++) {
    # すべて数字か (先頭符号なし)
    if (o[i] !~ /^[0-9]+$/) return 1
    # 数値化
    o[i] += 0
    if (o[i] < 0 || o[i] > 255) return 1
  }

  #
  cTOTAL[ym] += 1

  # ===== 除外CIDR =====
  # 133.6.0.0/16, 133.47.0.0/16
  if (o[1]==133) {
    if (o[2]==6) {
      c133p6[ym] += 1
      return 1
    }
    if (o[2]==47) {
      c133p47[ym] += 1
      return 1
    }
  }

  # 10.0.0.0/8
  if (o[1]==10) return 1

  # 127.0.0.0/8 (ループバック)
  if (o[1]==127) return 1

  # 172.16.0.0/12 (172.16.0.0 - 172.31.255.255)
  if (o[1]==172 && o[2]>=16 && o[2]<=31) return 1

  # 192.168.0.0/16
  if (o[1]==192 && o[2]==168) return 1

  # 224.0.0.0/4 (マルチキャスト: 224.0.0.0 - 239.255.255.255)
  if (o[1]>=224 && o[1]<=239) return 1

  # それ以外は「除外しない」
  return 0
}

{
  # 4フィールド目の日時 (先頭19文字のみ) で範囲判定
  d=$4
  gsub(/^[ ¥t]+|[ ¥t]+$/, "", d)
  dt=substr(d, 1, 19)
  YM = substr(d,1,7)          # YYYY-MM

  # 範囲内 かつ IPが有効で除外CIDRに該当しない のだけ
  if (dt>=S && dt<=E) {
    if (!excluded_or_invalid_ip(YM, $1)) {
      cEXT[YM] += 1
    }
  }
}

END {
  for (j in cTOTAL) {
    if (cTOTAL[j] != 0) {
      printf("%d|%.2d|d|d|d|d%n", substr(j,0,5), substr(j,6,2), cTOTAL[j], c133p6[j], c133p47[j], cEXT[j])
    }
  }
}

```

図1 AWK プログラム. gawk, mawk とともに共通.

表1 ファイル構造. data type は ClickHouse データベースの CREATE 時に指定.

No.	column name	data type	comment
1	RemoteIP	IPv4	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%a』 .
2	RemoteLogname	String	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%l』 .
3	Username	String	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%u』 .
4	rDateTime	DateTime('Asia/Tokyo')	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%t』 . TimeZone 付きの requested date time.
5	RequestLine	String	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%r』 .
6	Method	String	(GET, POST, PUT, DELETE, HEAD, OPTIONS, TRACE, CONNECT)
7	Resource	String	StatusCode が 200 番台のときのみ "Request-Line" から "%U%q" に相当する部分.
8	Protocol	String	StatusCode が 200 番台のときのみ "Request-Line" から "%H" に相当する部分.
9	StatusCode	UInt16	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%s』 .
10	Size	UInt64	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%b』 .
11	Referer	String	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%{Referer}i』 .
12	UserAgent	String	Apache 2.4 の LogFormat directive の 『%{User-Agent}i』 .
13	CountryCode	FixedString(2)	ISO 3166-1 alpha-2 (現状未使用).

```

WITH
  toIPv4('133.6.0.0') AS r133_6_lo,
  toIPv4('133.6.255.255') AS r133_6_hi,
  toIPv4('133.47.0.0') AS r133_47_lo,
  toIPv4('133.47.255.255') AS r133_47_hi,
  toIPv4('10.0.0.0') AS r10_lo,
  toIPv4('10.255.255.255') AS r10_hi,
  toIPv4('127.0.0.0') AS r127_lo,
  toIPv4('127.255.255.255') AS r127_hi,
  toIPv4('172.16.0.0') AS r172_lo,
  toIPv4('172.31.255.255') AS r172_hi,
  toIPv4('192.168.0.0') AS r192_lo,
  toIPv4('192.168.255.255') AS r192_hi,
  toIPv4('224.0.0.0') AS r224_lo,
  toIPv4('239.255.255.255') AS r224_hi
SELECT
  toYear(rDateTime) AS y,
  lpad(toString(toMonth(rDateTime)), 2, '0') AS m,
  count() AS total,
  sum(RemoteIP BETWEEN r133_6_lo AND r133_6_hi) AS r133p6,
  sum(RemoteIP BETWEEN r133_47_lo AND r133_47_hi) AS r133p47,
  sum(
    (RemoteIP NOT BETWEEN r133_6_lo AND r133_6_hi) AND
    (RemoteIP NOT BETWEEN r133_47_lo AND r133_47_hi) AND
    (RemoteIP NOT BETWEEN r10_lo AND r10_hi) AND
    (RemoteIP NOT BETWEEN r127_lo AND r127_hi) AND
    (RemoteIP NOT BETWEEN r172_lo AND r172_hi) AND
    (RemoteIP NOT BETWEEN r192_lo AND r192_hi) AND
    (RemoteIP NOT BETWEEN r224_lo AND r224_hi)
  ) AS next
FROM y2021_isee_ergsc_ssl_access_log
PREWHERE toYYYYMM(rDateTime) IN (
  202107, 202108, 202109, 202110, 202111, 202112,
  202201, 202202, 202203, 202204, 202205, 202206,
  202207, 202208, 202209, 202210, 202211, 202212,
  202301, 202302, 202303, 202304, 202305, 202306,
  202307, 202308, 202309, 202310, 202311, 202312,
  202401, 202402, 202403, 202404, 202405, 202406,
  202407, 202408, 202409, 202410, 202411, 202412,
  202501, 202502, 202503, 202504, 202505, 202506,
  202507, 202508, 202509, 202510, 202511, 202512
)
GROUP BY y, m
ORDER BY y, m
FORMAT TSV;

```

図2 SQL query

### 3 計測結果

3種類の解析ツールを用いて、それぞれ日本時間の2021年7月1日から2025年12月31日までの期間について、それぞれの月別に、

- アクセスの合計
- RemoteIPが133.6.0.0/16であるアクセスの合計
- RemoteIPが133.47.0.0/16であるアクセスの合計
- RemoteIPが133.6.0.0/16, 133.47.0.0/16, 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16, 224.0.0.0/4を除くアクセスの合計(学外からのアクセス数)

を求める時間を計測した。計測に用いたプログラムは図1、図2に示す。

#### 3.1 gawkによる計測

図1に示したAWKプログラムをgawkで処理した結果を表2に示す。

表2 gawk 処理時の user time と system time

	user time	system time
1回目	297m8.827s	8m12.929s
2回目	286m54.053s	8m11.226s
3回目	307m0.247s	8m59.594s

3回計測したuser timeの平均は297m1.042s(17821.042s)、system timeの平均は8m27.916s(507.916s)。user timeとsystem timeの合計は約305分と5時間を超えることがわかった。

#### 3.2 mawkによる計測

図1に示したAWKプログラムをmawkで処理した結果を表3に示す。

表3 mawk 処理時の user time と system time

	user time	system time
1回目	206m56.660s	8m26.807s
2回目	203m39.023s	8m27.794s
3回目	183m9.586s	7m27.955s

mawkを用いて3回計測したuser timeの平均は146m36.640s(8796.640s)、system timeの平均は8m7.519s(487.519s)。user timeとsystem timeの合計は約155分と2時間半を超えることがわかった。

#### 3.3 ClickHouseによる計測

図2に示したSQL queryをClickHouseで処理した結果を表4に示す。user timeとsystem timeの合計で0.1秒程度であり、非常に高速に処理されたことがわかった。

表4 ClickHouse 処理時の user time と system time

	user time	system time
1回目	0.07s	0.03s
2回目	0.07s	0.03s

## 【第5回東海国立大学機構 技術発表会】

なお、TSV ファイルを ClickHouse server に投入するのに user time で 2139.91s、system time で 1010.72s、user time と system time の合計で 52 分半であった。

## 4 まとめ

本報告では、16.56 億行、434 GiB という大規模な http access log を対象として、gawk、mawk、および ClickHouse の 3 種類のツールを用いて処理時間を比較した。まず、gawk による処理時間は user time および system time の合計で約 305 分、mawk は約 155 分であり、mawk が gawk より約 1.5 倍高速であることが確認できた。一方、ClickHouse は同一内容の集計処理を約 0.1 秒で完了しており、従来の awk 系ツールと比較して圧倒的に高速であることが分かった。さらに、434 GiB の TSV を ClickHouse server に取り込む処理についても、総投入時間は約 52 分であり、データベース化のオーバーヘッドを考慮しても ClickHouse による解析が最も効率的であることが明らかとなった。

ClickHouse がこれほど高速である理由は、列指向データベースの特性、並列処理の最適化、および事前に定義された ORDER BY に基づくデータ配置により、集計処理が最小限の I/O で実行されるためである。また、クライアント・サーバ型アーキテクチャである点も、高速処理に寄与している。

gawk や mawk はプログラムの最適化により一定の高速化が可能である。しかし、wc コマンドによる単純な行数カウントのみでも 1 ファイルあたり約 14 秒要することから、スクリプトをどれほど最適化したとしても、mawk の処理時間が ClickHouse の 0.1 秒程度という桁違いの処理速度に到達することは現実的ではない。

以上より、http access log のような大規模データを継続的に解析する用途では、ClickHouse を用いた処理基盤の構築が極めて有効といえる。ただし、運用環境に制約があり ClickHouse が利用できない場合には、mawk が実用的な選択肢となる。

## 参考文献

- [1] 瀬川朋紀, 「http access log を解析してみた」, 第 5 回東海国立大学機構技術発表会, 2026



## 令和7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、講習受講、資格取得、および安全講習の講師を担当しました。

### 技術講習・研修（受講）・資格取得

名称	開催場所	開催日	氏名
二等無人航空機操縦士(マルチコプター) 資格		R7.06.03 取得	山崎高幸
Drone School Fit's 国家資格(二等)	Drone School Fit's	R7.08.18-22	足立 匠
マイコン制御システム開発技術	ポリテクセンター中部	R7.08.26-28	足立 匠
信頼性向上のための実践ユニットテスト手法	ポリテクセンター中部	R7.09.17-18	足立 匠
二等無人航空機操縦士(マルチコプター) 資格		R7.10.30 取得	足立 匠
宇宙地球環境研究所 ドローン講習会	名古屋大学	R7.12.08	足立 匠 久島萌人 山崎高幸
放射線安全管理講習会	オンライン	R8.02.03	池田晃子
低空空撮技術活用研究会 (第12回)	中部大学 研修センター (恵那)	R8.02.17-19	足立 匠 久島萌人 山崎高幸

### 講演・講習(講師)

名称	開催場所	開催日	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	R7.05.14	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 213号室	R7.06.06	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	R7.07.25	池田晃子

## 技術研鑽・研究課題

課題名	氏名
JAXA 第4回地球観測研究公募 Inter-comparison of precipitation data products with focus on global energy budge (FY2025-2027)	PI: 増永 浩彦 (ISEE) CI: 民田 晴也
ISEE 一般共同研究 FY2025 熱帯低気圧の中心付近における降水空間情報の評価	PI: 広瀬 正史(名城大学) CI: 民田 晴也

※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, 横尾頼子, 池田晃子, 2025, 座間味島, 阿嘉島および渡嘉敷島のビーチロックの膠結物質の元素濃度と14C年代. 地学雑誌, **134(5)**, 539-551.
2. Goto, Y., T. Shinoda, H. Minda, M. Kyushima, K. Baba, Y. Minami, N. Takahashi, and K. Tsuboki, 2025: Estimation of Size Differences in Solid Precipitation Particles Based on GPM/KuPR and Ground-Based Radar Observations, *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **64**, 1967-1985, doi:10.1175/JAMC-D-25-0054.1
3. Goto Y., T. Shinoda, H. Minda, M. Kyushima, H. Hashiguchi, N. Toda, and S. Shige, 2026, Estimation of vertical profiles of raindrop size distribution and cloud microphysical processes in stratiform rainfall using vertical-pointing X- and VHF-band radars, *Atmospheric Meas. Tech.*, **19**, 1587-1609, 2026, doi:10.5194/amt-19-1587-2026
4. 斎藤徳人, 津田卓雄, 坂下亨男, 野澤悟徳, 川原琢也, 川端哲也, 和田智之, 2026, ナトリウムライダーのための基準 D2 共鳴線の高効率発生とドップラーフリー飽和分光, 電気学会論文誌 C, **146(4)**.

## 学会・研究集会・国際会議 (proceedings)

1. Nozawa S., T.T.Tsuda, N.Saito, Y.Ogawa, T.D.Kawahara, T.Takahashi, T.Kawabata, K.Ishiguro, and S.Wada, Response of the sodium atom density to auroral particle precipitation, JpGU Meeting 2025, Chiba, May 2025. (oral)
2. Sato K., T.T.Tsuda, A.Takeshi, S.Norihito, S.Noizawa, T.Kawabata, T.D.Kawahara, and T.Takahashi, Fundamental development of the time-delayed multi-beam method for an upgrade of the Tromso sodium lidar, JpGU Meeting 2025, Chiba, May 2025. (poster)
3. Kawahara T.D, S.Noizawa, S.Norihito, T.Kawabata, T.T.Tsuda, T.Takahashi, and S.Wada, A current stage of a Na lidar development for daytime/thermospheric observations with a magneto-optical filter, JpGU Meeting 2025, Chiba, May 2025. (poster)
4. 水野亮, 角川寛人, 中島拓, 長濱智生, 鈴木和司, 川端哲也, 野澤悟徳, トロムソにおける無人ミリ波分光観測に向けた機械式冷却黒体の開発と同地における今後の観測計画, 日本地球惑星科学連合 2025 年大会, 千葉, 2025 年 5 月. (ポスター)
5. 早水翔大, 西谷望, 濱口佳之, 堀智昭, 新堀淳樹, SuperDARN 北海道陸別町第一レーダーのイメージング化データ処理について, 日本地球惑星科学連合 2025 年大会, 千葉, 2025 年 5 月.
6. Goto Y., T.Shinoda, H.Minda, M.Kyushima, N.Toda, S.Shige, and H.Hashiguchi: Estimating Raindrop Size Distribution Using Vertical Pointing Observations of X-Band Radar and VHF Profiler., 41st International Conference on Radar Meteorology, Hilton Toronto, Toronto, Ontario, Canada, Poster #22, August 25-29, 2025.
7. Hu J., T.T.Tsuda, M.Kogure, Y.Ogawa, S.Noizawa, T.Kawabata, N.Saito, T.D.Kawahara, and T.Takahashi, Vertical coupling of atmospheric waves from the mesosphere to the thermosphere simultaneously observed by Na lidar and EISCAT radars at Tromso, 合同研究集会 (“STE 現象報告会”, “MTI 研究集会”, “超小型衛星を利用した超高層大気研究の将来ミッションの検討”, “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”, “異分野研究データの機関リポジトリ登録の実践”), 調布, 2025 年 9 月. (ポスター)
8. 松見豊, 山崎高幸, 中山智喜, P.Patra, 林田佐智子, A.Biswal, P.Mangaraj, 荒木晶, 安富奈津子, 地球研 Aakash プロジェクトメンバー, 32 台の小型ローコスト大気計測器 (PM2.5, CO, O3, NOx) を用いた 3 年間の広域ネットワーク観測によるインド北西部の大気汚染の原因解明研究の成果: 1. 観測装置と測定手法, 第 66 回大気環境学会年会, 名古屋大学, 2025.09.18

9. Tsuda T.T, T.Aoki, K.Hosokawa, Y.Hobara, T.Nishiyama, Y.Ogawa, **T.Kawabata**, S.Nozawa, and S.-i.Oyama, A single-board computer-based all-sky digital camera system for monitoring weather and aurora conditions, ISAR-8, Tokyo, October 2025. (poster)
10. Hu J., T.T.Tsuda, S.Nozawa, **T.Kawabata**, N.Saito, T.D.Kawahara, and T.Takahashi, Wave-like structures propagating from the mesosphere to the thermosphere observed by Tromso Na Lidar and EISCAT radars, ISAR-8, Tokyo, October 2025. (poster)
11. Masunaga, H., F.A.Furuzawa, M.Hirose, and **H.minda**, Inter-comparison of precipitation data products with focus on global energy budget, FY2025 The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions, Oct.20-24, 2025.
12. 後藤悠介, 篠田太郎, **民田晴也**, **久島萌人**, 橋口浩之, 戸田望, 重尚一, 鉛直レーダ観測を用いた梅雨期層状性降水における雨滴粒径分布の統計解析. 日本気象学会 2025 年度秋季大会, 福岡国際会議場, Nov.4-8, 2025, B559.
13. 猪股弥生, 瀧平彩花, 瀬戸章文, 梶野瑞王, 川端康弘, 松見豊, **山崎高幸**, 竹見哲也, 川池健司, 京大防災研鉄塔(高さ 55m)における PM2.5 の高度分布とその変動解析, 日本気象学会 2025 年度秋季大会, 福岡国際会議場, Nov.4-8, 2025, D502.
14. Sato K., T.T.Tsuda, J.Hu, Y.Moriyama, Y.Sonoyama, N.Wada, T.Aoki, N.Saito, S.Nozawa, **T.Kawabata**, T.D.Kawahara, and T.Takahashi, Development of a time-delayed multi-beam observation method and its implementation to the Tromso Na lidar, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2025 年秋季年会, 神戸, 2025 年 11 月. (口頭)
15. Tsuda T.T, T.Aoki, K.Hosokawa, Y.Hobara, T.Nishiyama, Y.Ogawa, Y.-M.Tanaka, **T.Kawabata**, S.Nozawa, S.-i.Oyama, and K.Murase, Operations of single-board computer-based all-sky digital camera systems at multiple sites, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2025 年秋季年会, 神戸, 2025 年 11 月. (ポスター)
16. Hu J., T.T.Tsuda, M.Kogure, Y.Ogawa, S.Nozawa, **T.Kawabata**, N.Saito, T.D.Kawahara, and T.Takahashi, Vertical structure of atmospheric waves from the mesosphere to the thermosphere observed by Na lidar and EISCAT radars at Tromso, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2025 年秋季年会, 神戸, 2025 年 11 月. (ポスター)
17. Tsuchida E., K.Shiohara, S.Nozawa, S.-i.Oyama, A.Shinbori, N.Saito, T.D.Kawahara, T.T.Tsuda, and **T.Kawabata**, Analysis of mesospheric gravity waves observed in Tromso, Norway, on January 30, 2014, using an airglow imager and a sodium lidar, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2025 年秋季年会, 神戸, 2025 年 11 月. (ポスター)

18. Kawahara T.D., N.Saito, S.Nozawa, T.T.Tsuda, T.Kawabata, and T.Takahashi, Sodium lidar observations using a Faraday filter in the Arctic: initial results, 地球電磁気・地球惑星圏学会 2025 年秋季年会, 神戸, 2025 年 11 月. (ポスター)
19. 早水翔大、西谷望、濱口佳之、堀智昭、新堀淳樹, SuperDARN 北海道-陸別第一レーダーのイメージング処理におけるノイズの影響評価. 地球電磁気・地球惑星圏学会 2025 年秋季年会, 神戸, 2025 年 11 月
20. Nishitani N., Y.Hamaguchi, T.Hori, and S.Hayamizu, Progress report on the imaging receiver system at the SuperDARN Hokkaido East radar (2025), 16th Polar Sciences Symposium, National Institute of Polar Research, Tokyo, 2025.12.02-05.
21. 斎藤徳人, 野澤悟徳, 川原琢也, 津田卓雄, 川端哲也, 坂下亨男, 和田智之, 「高出力原子共鳴レーザーの開発と北極域ライダー観測への応用」, 電気学会研究会, 光・量子デバイス研究会「コヒーレント光源の開発とその応用研究」, 理化学研究所(和光市), 2026 年 3 月
22. 山崎高幸, ドローン国家資格(二等)取得体験談, 第 5 回東海国立大学機構技術発表会, 名古屋大学, 2026.03.10.
23. 瀬川朋紀, http access log を解析してみた, 第 5 回東海国立大学機構技術発表会, 名古屋大学, 2026.03.10.
24. 濱口佳之, 西谷望, HFレーダーにおけるイメージング受信機の開発, 令和7年度極域・中緯度 SuperDARN 研究集会, 九州大学, 2026.03.11.

発行日：2026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/>