

2023年度 13)若手国際フィールド観測実験 目次詳細

2023 13)International travel support for field and laboratory experiments by students and early-career scientists List

6 件

*所属・職名あるいは学年は2024年3月現在

*Affiliation and Job title or year of graduate school displayed are current as of March 2024.

研究代表者 Principal Investigator	所属機関* Affiliation	所属部局 Department	職名か学年* Job title or year of graduate school	研究課題名 Project Title	頁 Page	備考 Remarks
菊池大希	宇宙地球環境研究所	電磁気圏研究部	博士前期課程1年	ノルウェー、トロムソにおけるファブリ・ペロー干渉計を用いた窒素分子イオンの発する427.8nmの波長のドップラーシフトを利用したイオン上昇流の分光観測	319	
梶村怜	名古屋大学	宇宙地球環境研究所	博士前期課程2年	アサバスカにおける全天カメラを用いたサブオーロラ帯のオーロラの集中観測	321	
渡部蓮	電気通信大学	大学院情報理工学研究科	博士前期課程2年	オンデマンド FPGA データ収録システムの開発とトロムソ Na 共鳴散乱ライダーを用いた試験観測	323	
高野向陽	電気通信大学	大学院情報理工学研究科	博士前期課程1年	フィンランドにおける多周波リオメータを用いたオメガバンドオーロラに伴う電子降下の観測	325	
Dudsadee Leenawarat	Nagoya University	Earth and Environmental Sciences	博士後期課程3年	Field observations of phytoplankton dynamic in the upper gulf of Thailand for development of the hydrodynamical-ecosystem model	327	
Jutarak Luang-on	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)	Research Institute for Global Change (RIGC)	Postdoctoral researcher	Validating and calibrating satellite-based observations of red tides in the Gulf of Thailand.	329	

ノルウェー、 Tromsø におけるファブリ・ペロー干渉計を用いた窒素分子イオンの発する 427.8nm の波長の
ドップラーシフトを利用したイオン上昇流の分光観測

Spectroscopic measurement of ion upflow through Doppler shift of auroral

427.8-nm molecular nitrogen ion emission using a Fabry-Perot interferometer at Tromsø, Norway

研究代表者：菊池大希、名古屋大学 宇宙地球環境研究所

研究目的

極域において、窒素分子はオーロラ粒子の降り込みによってイオン化され、一部のイオンは加熱されて上向きの流れが生じ、地球大気の流出が発生している可能性がこれまでの人工衛星の観測などから指摘されている。しかし、重い窒素分子イオンがどのように高高度まで輸送されるかのメカニズムは完全には解明されていない。本研究では、世界で初めて窒素分子イオンがオーロラ発光や太陽光の共鳴散乱光として発する波長 427.8nm 付近の $N_2^+(1NG)$ の発光を、ノルウェー・シーボトンに設置されているファブリ・ペロー干渉計を用いて計測し、その発光波長のドップラーシフトの計測に挑戦する。これらの計測により、窒素分子イオンの上昇流の発生過程の解明に貢献する。

SCOSTEP/PRESTO の Pillar 2 の Question 2.4 では、What is the chemical and dynamical response of the middle atmosphere to solar and magnetospheric forcing? という科学課題が設定されており、本研究はこの科学課題の解明に寄与する。

観測実験

・線状ノイズ

干渉画像に見られた線状ノイズの原因が CCD カメラにあると考え、研究協力者の CCD カメラの交換に合わせてノルウェーへの渡航を計画した。しかし、交換用 CCD カメラのテスト観測中に不具合が発生してしまい、今回の渡航でカメラの交換をすることはできなかった。もう一つの原因として考えられていたバンドパスフィルターの調整に関しては、フィルターの取り換え口のねじの錆がひどく開栓することができなかったため断念した。

・ピントの調整

カメラの焦点が合っていないため他波長と比べてフリンジの数が少なくなっていることがモデル計算により示された。Wavelet 解析により焦点のずれの大きさを推定し、今回の渡航で焦点を合わせた観測を行った。焦点の調整の効果を確実に検証するためにオーロラの出やすい北の空の観測を 2 晩行い、粒子降下による窒素分子イオンのオーロラを観測した。後の 2 晩は南北 2 方向観測による窒素分子イオンの運動速度の計測を狙ったが、オーロラは観測されず計測は行えなかった。

結果

ピントの調節によりフリンジの出現数が大きく向上した。2023 年 10 月 14 日に観測されたフリンジの平均画像から作られた断面図を図 1 の右に示す。調整前と比べて、左から数えて 4 つ目以降のフリンジがはっきり見えるようになった。検出可能なフリンジの数の増加により、運動速度の計測の精度も向上した。2023 年

10月14日の20時4分50秒から20時28分50秒までの3分ごとの観測で連続してフリンジが観測された。このフリンジ画像をノイズ低減のため3枚ずつ平均をとり、15個のフリンジを検出して窒素分子イオンの運動速度の変化を計算した。結果を表1に示す。カメラの露光時間は40秒だった。ピントを調整する前の2023年3月24日に観測された北19枚、南17枚の平均フリンジ画像で3つのフリンジを検出したときの平均運動速度の標準偏差が51 m/s だったことを考慮すると、ピントの調整により15個のフリンジを検出できるようになって、標準偏差が69~89 m/s となり、3枚の平均フリンジ画像でも以前と同様の精度で計測ができていることが分かる。

今後は、これらの結果を元に計測の精度を上げるために観測方法の見直しを行い、共鳴散乱による青いオーロラ中の窒素分子イオンの運動速度の計測につなげたい。

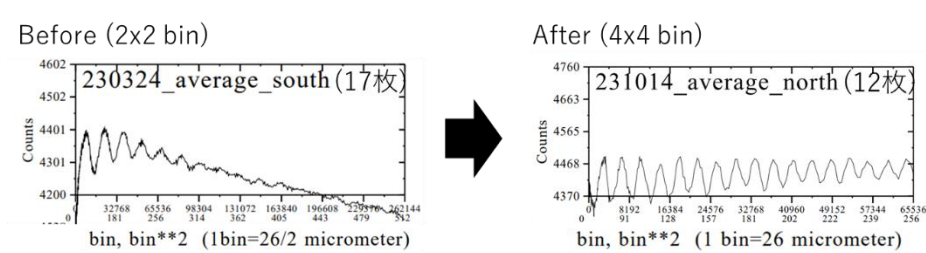


図1 ピント調整前（左）と調整後（右）の波長427.8 nm のオーロラを観測して得られたフリンジの平均断面図



図2 カメラのピントを調整している様子

表1 2023年10月14日の窒素分子イオンの運動速度変化
(基準は200450, 200750, 201050 に得られたフリンジ画像の平均)

平均した画像の露光開始時間 (hhmmss)	平均速度差 (m/s)	標準偏差 (m/s)
201350, 201650, 201950	0	69
202250, 202550, 202850	24	89

成果発表

MTI 研究集会 2023 年 11 月 口頭発表「ファブリ・ペロー干渉計による波長 427.8 nm の窒素分子イオンオーロラ観測における焦点のずれの検証」

謝辞

本研究は名古屋大学宇宙地球環境研究所の塩川和夫教授の指導の下に行われております。また、同研究所の大山伸一郎講師、国立極地研究所の小川泰信教授、北海道情報大学の栗原純一准教授との共同研究です。また、トロムソ、シーボトンの観測では電気通信大学の細川敬祐教授に大変お世話になりました。ここにお礼申し上げます。

(別紙様式13-2)

アサバスカにおける全天カメラを用いたサブオーロラ帯のオーロラの
集中観測

Intensive observation of aurora at subauroral latitude using
an all-sky camera in Athabasca

梶村 怜, 名古屋大学・宇宙地球環境研究所 塩川研究室 修士2年

私は2023年9月7日から9月16日まで、カナダのアサバスカへ塩川和夫教授(名古屋大学)、Chen Liwei(名古屋大学 博士2年)と共に出張し、高感度全天カメラ(ZWOカメラ/Nikonカメラ)の設置及びキャンペーン観測を行った。私はこれまでの研究で、PWINGプロジェクトでサブオーロラ帯に設置された7か所の高感度全天カメラの4年分のデータを解析し、あらせ衛星・RBSP衛星が Strong Thermal Emission Velocity Enhancement (STEVE)、SAR アーク、detached red/green aurora の上空を横切っている例を合計11例見出し、これらのサブオーロラ帯のオーロラの磁気圏ソース領域のプラズマ・電磁場特性を明らかにしてきた。今回の観測では新たにサブオーロラ帯のアサバスカ観測点へ地上全天カメラを設置することで、STEVE、SAR アーク、red/green アークなどのサブオーロラ帯オーロラの①内部磁気圏衛星あらせとの同時観測、②発光高度の特定を行うことで、オーロラの特性をより明らかにしこれまでの研究をより発展させることを目的としていた。

9月7日に成田空港を出発しバンクーバー経由でエドモントン空港に向かった。9月8日エドモントン空港に到着後、レンタカーで約2時間かけて AUGO-II 観測所(アサバスカ大学)へ移動し、観測所の管理者である Martin Connors 教授(アサバスカ大学)と対面した。翌日9月9日、観測所に設置されている VLF アンテナ、リオメーター、高感度全天カメラを点検後、レンタカーにカメラなどの機材を詰め込み AUGO-I 観測所(アサバスカ大学)へ移動した。Raju Aryal 博士(アサバスカ大学)のサポートを受けながら、AUGO-I 観測所の観測用の部屋に ZWO カメラ、Nikon カメラを設置した(図1)。



図1 AUGO-I 観測所に設置された右: ZWO カメラ、左: Nikon カメラ

その晩にテスト観測を行い、カメラで問題なく画像が取得できているか、リモートデスクトップが動作しているかの確認を行った。9月10日、AUGO-II観測所に設置されているOMTI高感度全天カメラによって9月9日に取得されたtiffファイルから1時間移動平均の動画を作成した所、弱いMedium Scale Traveling Disturbance

(MSTID)が観測された。ZWOカメラでも同時刻の画像を確認したが弱いMSTIDであった為、観測できていなかった。またオーロラ活動度を判断するためのIMF・Bz及びAE指数を確認していたが、9月10日から9月12日まで地磁気活動は静穏であり、オーロラ活動はほとんど起きなかった。9月13日に磁気嵐が発生しオーロラ活動が開始した。AUGO-II観測所に設置されているOMTI高感度全天カメラでは、非常に背の高いパラサイティングオーロラが観測されたが、ZWOカメラでは森林火災による煙によって視野内にモヤがかかっており、十分な観測をすることはできなかった。9月14日観測最終日もオーロラ活動度は高く、Isolated Proton Aurora (IPA)、Stable Auroral Red (SAR) arc (図2)が発生した。翌日9月15日にカメラで取得されたデータを確認したところ、IPAは雲によりZWOカメラでは観測できていなかったが、SAR arcの二点観測に成功した(図3)。全天カメラによるこの緯度帯での発達中のSAR arcの二点観測からの高度決定は今まで行われておらず、SAR arcの新たな特徴を明らかにする意義のある研究に繋がると考えている。今回の訪問で、自分が研究で使用してきた光学機器へ

の理解が深まっただけでなく、研究対象のオーロラを実際に見ることができ研究の魅力を再認識できる非常に良い体験となった。



図2 2023年9月14日にAUGO-II観測所で得られたSAR arcの発光

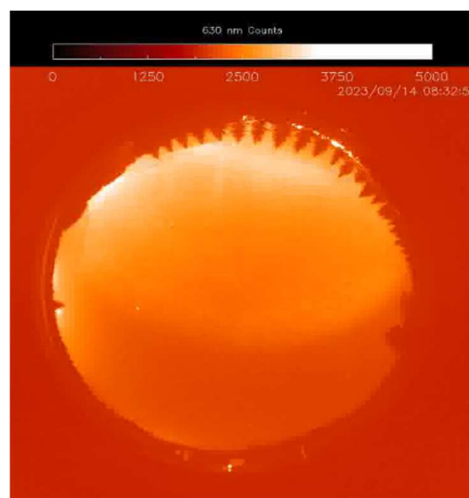


図3 2023年9月14日0832:59 UTにZWOカメラで得られたSAR arcの630 nm波長の発光

(別紙様式13-2)

オンデマンド型FPGAデータ収録システムの開発とトロムソNa共鳴散乱ライダーを用いた試験観測

Development of an on-demand FPGA-based data acquisition system and its test observations using by Tromsø Na resonance scattering lidar

渡部 蓮, 電気通信大学 情報理工学研究科

研究目的

トロムソNa共鳴散乱ライダーは、高出力・高安定のLD励起パルスレーザーを採用した共鳴散乱ライダーであり、継続的な観測を通じて上部中間圏・下部熱圏領域に関する様々な研究成果が得られている [e.g. Nozawa et al., 2014; 2023; Tsuda et al., 2013; Takahashi et al., 2015]. 最近の動向としては、ライダーシステムに関する更なる機能拡張・高効率化の為に複数の装置開発プロジェクトが進行中である。本研究では、トロムソNa共鳴散乱ライダー関連の装置開発プロジェクトの一環として、Field-programmable gate array (FPGA) を用いた柔軟な制御・計測システムの開発を行うことを目的とする。

実施状況

開発の初期段階では、現行計測システム (市販システム) を再現する形で計測の基本機能のみを実装したシステムを開発した。その際、ダブルクロック方式によるサンプリング速度の高速化、ダブルバッファ方式による計測デッドタイムの削減、などの工夫を講じることで、計測のみの観点においても市販システムと同等以上の性能を得られるようにした。次に、初期システムの追加機能として、絶対時刻への同期を行う機能、送信レーザーの周波数切替を制御する機能、その周波数切替と完全に同期して計測を行う機能を開発した。各種機能に関して、国内における実証試験で良好な動作を確認した。その後、2023年 10月18日から11月5日にかけてノルウェー・トロムソ (69.6°N, 19.2°E)に出張し、現地のライダーシステムに開発システムを組み込み、観測システム全体としての実装試験を実施した。実装試験の内容としては、追加機能 (絶対時刻同期機能、周波数切替制御機能) の動作状況の確認と、周波数切替制御と計測を同期させる為の周波数切替に要する時間の計測を最初に行った。これらの結果を基にシステムの調整を行い、最終的に完成したシステムで観測を行った。

結果

レーザー周波数切替に必要な時間を計測した結果、周波数切替が完了するのに 32 ms 必要であることがわかった。従って、開発システムでは最終的に 1 s 間の計測の内、レーザー周波数切替からの 32 ms のデータは観測データから除くようにした。これにより、3周波数法を用いた温度・風速導出の際の誤差が抑えられると期待される。最終的に開発したシステムによる観測は晴天時の全 5 晩行い、223,600 s 分の試験観測データを取得した。観測データの一例として、2023 年 11 月 2 日の 18:01:00-18:01:20 (UT)までの 20 s 間のデータを図 2 に示す。図 2 において、高度 10 km 付近ではレイリー散乱による強い共鳴散乱が確認でき、高度 80-110 km 付近では Na による共鳴散乱信号が確認できる。この Na 信号に注目すると 1 s 毎に信号強度が変化していることがわかる。Na 信号強度はレーザー周波数に依存することから、この 1

s 毎の信号強度変化は、レーザー周波数切替が 1 s 毎に行われていることを示すと考えられる。加えて、試験観測で取得した全てのデータを詳細に解析した結果、概ね正常な観測が行われていることを確認した。

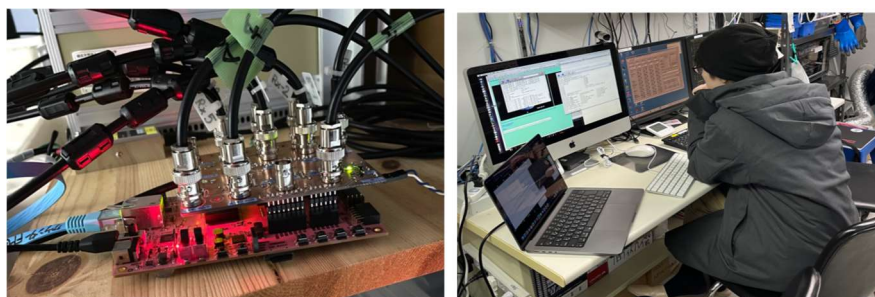


図 1. (左) トロムソ Na ライダーに設置した開発システムの外観写真. (右) 試験観測の様子.

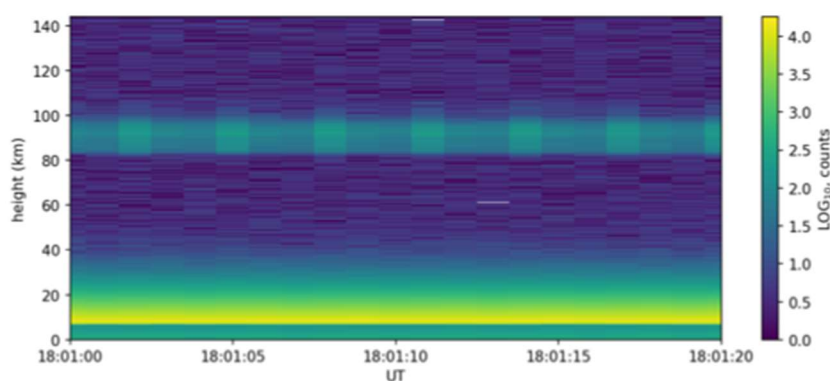


図 2. 2023 年 11 月 2 日 18:01:00–18:01:20 UT における観測データ. 横軸は時刻, 縦軸は高度, カラーバーはカウント数を示す. 距離分解能 192 m, 時間分解能 1 s.

参考文献

- 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 Tromsø during the winter of 2010–2011 by a new solid-state sodium lidar, *J. Geophys. Res. Space Physics*, vol.119, pp.441-451, 2014.
- Nozawa, S., 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, *EPS*, vol.75, p.22, 2023.
- Tsuda, T. T., S. Nozawa, T. D. Kawahara, T. Kawabata, N. Saito, S. Wada, Y. Ogawa, S. Oyama, C. M. Hall, M. Tsutsumi, M. K. Ejiri, S. Suzuki, T. Takahashi, and T. Nakamura, Decrease in sodium density observed during auroral particle precipitation over Tromsø, Norway, *Geophys. Res. Lett.*, vol.40, pp.4486-4490, 2013.
- Takahashi, T., S. Nozawa, T. T. Tsuda, Y. Ogawa, N. Saito, T. Hidemori, T. D. Kawahara, C. Hall, H. Fujiwara, N. Matuura, A. Brekke, M. Tsutsumi, S. Wada, T. Kawabata, S. Oyama, and R. Fujii, A case study on generation mechanisms of a sporadic sodium layer above Tromsø (69.6°N) during a night of high auroral activity, *Ann. Geophys.*, vol.33, pp.941-953, 2015.

(別紙様式13-2)

フィンランドにおける多周波リオメータを用いたオメガバンドオーロラに伴う
電子降下の観測

Observation of electron precipitation associated with omega-band auroras
using a spectral riometer in Finland

高野 向陽

電気通信大学大学院 情報理工学研究科

情報・ネットワーク工学専攻

研究目的

脈動オーロラ (Pulsating Aurora: PsA) の出現に伴い「オメガバンド」と呼ばれる波状のオーロラ構造が見られることがある。先行研究では、PsA の発生に伴って、PsA を光らせる電子だけでなく、放射線帯に起源を持つ高エネルギー電子が降下していることが示されている [Miyoshi et al., 2021]。しかし、これまでの研究では、全天カメラの視野内で銀河電波吸収 (Cosmic Noise Absorption: CNA) を観測するスペクトルリオメータの数が不足しており、オメガバンド構造の内外における降下電子の時空間構造は未だに明らかとなっていない。この問題を解決するために、今回の渡航期間中にフィンランドのオウルヤルビに新たなリオメータを設置し、CNA を連続的に観測できるように設定した。今後は、オメガバンドが発生したイベントを解析し、CNA の観測データを用いて降下電子のエネルギー特性を二次元的に可視化することを目指す。

実施状況

本経費を用いて、2023 年 10 月 4 日から 6 日にかけて、電気通信大学の細川敬祐教授、名古屋大学の大山伸一郎講師、他大学院生 2 名と共にフィンランドに渡航し、オウルヤルビ (北緯 64.51 度、東経 27.23 度) において、スペクトルリオメータの設置作業を実施した (図 1 参照)。

アンテナの設置では、Sodankyla Geophysical Observatory (SGO) のスタッフとともに、アンテナマストが地面に対し垂直になるように固定した。次に、東西南北の 4 方向に伸びるアンテナエレメントが地面に対し平行になるように固定し、計算機が内蔵された受信機とアンテナの接続を行った。最後に、受信機と観測拠点の小屋を繋ぐ 85 m の電源ケーブルとデータを送信する光ファイバーケーブルを敷設した。さらに、スペクトルアナライザを用いて電波の受信状況のモニタリングを行い、日中には人口ノイズの影響があるものの、夜間には CNA を問題なく受信できることを確認した。

スペクトルリオメータによる CNA の観測原理を説明する。アンテナマストから四方に伸びるアンテナエレメントが、銀河電波の電界ベクトルを受信し、電界の大きさに対応した電流がエレメントに流れる。流れるこの電流がエレメントからアンテナを通り受信機に集約され、受信機内の計算機でサンプリングされる。この生波形に高速フーリエ変換を適用することで 20-55 MHz の範囲の周波数スペクトルを得る。なお、20-55 MHz の帯域外の信号はフィルターにより除去されている。



図1 オウルヤルビに設置したスペクトルリオメータ

結果

銀河電波の観測は、設置作業から現在に至るまで継続して行われている。また、2022年に設置されたキルピスヤルビ観測点も併せて、リアルタイムで観測データを確認することが可能になっており（図2）、Quiet Day Curve データを用いて CNA データを得ることができる。現在は2023年3月23日の磁気嵐時に発生したオメガバンドの解析を進めており、複数日で得られた CNA データから、降下電子の空間分布を導出しつつある（成果発表参照）。今後は、オウルヤルビへの機器設置後に発生した規模の大きい磁気嵐中のオメガバンドイベントを解析し、降下電子のエネルギー特性を可視化したいと考えている。具体的には、多流体発光計算モデル（Glow モデル）を用いてエネルギースペクトルから電子密度の高度分布を推定する。その後、電子密度を用いて算出した CNA と実測した CNA の比較を行い、順問題的に降下電子のエネルギー推定を行う予定である。

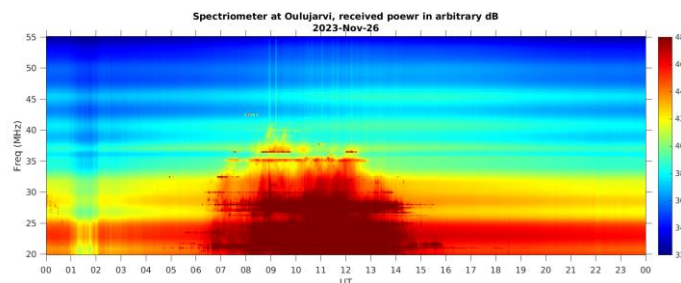


図2 2023年11月26日にオウルヤルビのスペクトルリオメータが観測した銀河電波。横軸が時間、縦軸が周波数、カラースケールが吸収量（dB）を表す。01-02 UT で、銀河電波の吸収が観測された。

参考文献

Miyoshi, Y., Hosokawa, K., Kurita, S. et al. Penetration of MeV electrons into the mesosphere accompanying pulsating aurorae. Sci Rep 11, 13724, doi: 10.1038/s41598-021-92611-3, 2021

成果発表

高野向陽, 細川敬祐, 大山伸一郎, Antti Kero, 三好由純, 小川泰信, 栗田怜, 南條壮汰, スペクトルリオメータと EMCCD 全天カメラの同時観測による磁気嵐時のオメガバンドオーロラに伴う高エネルギー電子降下の研究, 脈動オーロラ研究集会, 名古屋大学, 2024年1月10日

(Form 13-2)

流体力学-生態系モデルの開発に向けたタイ湾奥部における植物プランクトン動態の観測
Field observations of phytoplankton dynamic in the upper gulf of Thailand for development of the
hydrodynamical-ecosystem model

Dudsadee Leenawarat,
Earth and Environmental Sciences,
Nagoya University

Research purpose

The Gulf of Thailand (GoT) is a semi enclosed sea in the western Pacific and connected to the South China Sea. This area is one of the large marine ecosystems located in the Southeast Asia supporting fisheries for many countries. Red tide is frequently occurred and becomes a serious problem in this region, especially in the upper GoT. This phenomenon affects fisheries, aquaculture, and tourist places resulting in the loss of the economy and causing other environmental problems such as hypoxia and anoxia conditions. It is still unclear which conditions are contributed to a phytoplankton bloom. Various environmental factors such as freshwater discharge, tide, wind, and current in each season make more complex conditions for phytoplankton bloom. Our research questions are how phytoplankton responds to oceanographic conditions in each season and what are the conditions and mechanisms associated with the seasonal variability of the phytoplankton in this area. To understand the mechanism of phytoplankton variation a hydrodynamical-ecosystem model is applied. However, the data input and data validation are limited. Therefore, we conducted the observation of the phytoplankton and environmental parameters in the upper gulf of Thailand for developing the hydrodynamical-ecosystem model.

Observations

The observation covered 16 stations in the upper GoT from estuaries to offshore areas during 2023, dry season (May), as well as the mid and late wet seasons (August, October). The field observations were conducted with Assistant Professor Anukul Buranapratheprat from the Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Thailand. We collected biological properties, including chlorophyll-a, at the surface and subsurface chlorophyll-a maxima, along with other environmental factors. After collecting the samples during the observation, they were analyzed at Kasetsart University, Bangkok, Thailand.



Figure 1 Kasetsart 1 vessel during the observation (left) chlorophyll-a filtration (middle) and collection of environmental factors during the observation (right).

Meanwhile, a hydrodynamical-ecosystem model was developed to investigate phytoplankton variability and its relationship with physical processes. Nutrient-Phytoplankton-Zooplankton-Detritus (NPZD) model was coupled with the hydrodynamic model (Princeton Ocean Model). The observation data were used as input data from the river area and chl-a in the offshore were used to compare the model results.

Results

High chlorophyll-a (chl-a) concentrations were observed near the head of the upper GoT and river mouths throughout all seasons, with a peak occurring in the late wet season. Conversely, chl-a levels near the mouth of the upper GoT were lower. Red tide occurrences were noted, especially during the wet season. Red tide occurrences were more frequent and expansive during the wet season compared to the dry season, likely in response to the increased river discharge during this time.

The simulated surface chl-a results indicate that chl-a levels are predominantly high in the upper GoT, particularly at the head of the upper GoT. However, the concentrations were higher than those observed in both coastal and offshore areas. During the dry season, high chl-a concentrations are observed on both the east and west coasts, with similar levels of concentration. At this time, south winds flow towards the upper GoT, promoting thorough mixing in shallow regions, and resulting in high chl-a concentrations on both sides of the upper GoT. Meanwhile, during the wet season, chl-a concentrations along the eastern coast are notably higher than those along the western coast. The southwest wind dominates this region during this period, creating a clockwise circulation in the upper GoT. Surface currents may then transport nutrients and chl-a towards the eastern part of the upper GoT. In the late wet season, when the peak of river discharge occurs and the southwest wind weakens, chl-a levels in the upper GoT become higher across almost the entire region, extending farther than two months prior. This variation is closely related to monsoon winds and river discharge.

From this simulation, our model results still show an overestimation in this area, which may be attributed to the parameters used in this study not being suitable for this region. Additionally, only one phytoplankton size was considered. It should be noted that our model is based on the simple NPZD framework, which includes only one type each of nutrient, phytoplankton, zooplankton, and detritus.

In the main GoT area, chl-a concentrations are significantly lower than those along the coast due to lower nutrient levels. Offshore, nutrients are primarily transported from the coastal area or from deeper layers via mixing processes. During the dry season, reduced discharge leads to lower nutrient levels, and strong heat creates water stratification, which inhibits the mixing of nutrients from deeper layers. However, in the middle of the wet season, when the southwest monsoon reaches its peak, higher chl-a concentrations are observed offshore due to increased water mixing.

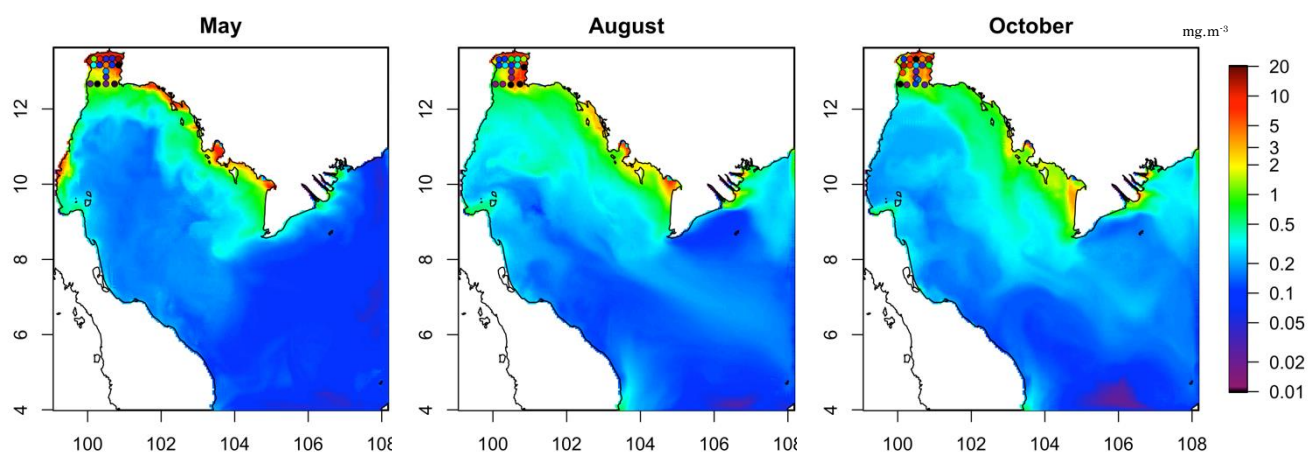


Figure 2. The simulated surface chlorophyll-a in the Gulf of Thailand during dry season (May) and middle of wet season (August) and late of wet season (October) and the observation data (point).

For our future study, we aim to improve the model parameters and investigate the interannual variability as well as the impact of climate change and large-scale phenomena on primary productivity within this region.

Presentation

Leenawarat D., Tong-u-dom S., Buranapratheprat A., Aiki H. & Ishizaka J. Phytoplankton Dynamics in the Gulf of Thailand: A Coupled POM-NPZD Model Approach. *In 11th AWOC / 20th KJWOC / 6th ISEE Symposium*, Nagoya, Japan 17 – 19 December 2023

タイ湾における赤潮を対象とした衛星観測の精度検証と校正
Validating and calibrating satellite-based observations of red tides in the Gulf of Thailand

Jutarak Luang-on, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)
• Research Institute for Global Change

Background and Purpose

Satellite Ocean Color observations have enhanced our ability to monitor red tides” of harmful algal blooms in remote coastal waters. However, the reliability of satellite observations is required to validate in coastal waters due to the increase in turbidity and the challenge of atmospheric correction. The objective of this research is to observe bio-optical characteristics of the seawater in order to verify and adjust our newly developed algorithms for classifying algal blooms and detecting red tides using satellite data.

Status

Between 2017 and 2019, our project received funding support from the ISEE program, enabling the development of local chlorophyll-a (chl-a) and algal bloom classification algorithms for Aqua/MODIS and GCOM-C/SGLI satellites (Luang-on et al., 2022, 2023). In FY2023, leveraging this support, we conducted ship observations in the upper Gulf of Thailand (GoT), deploying 16 stations aboard the research vessel 'Kasetsart I'. Collaborating institutions, including Nagoya University, Ehime University, Yokohama National University, Burapha University, and Kasetsart University, participated in the observations from May to November (Figure 1). We collected hyperspectral remote sensing reflectance data using RAMSES radiometers and chl-a concentrations onboard, analyzed immediately at Kasetsart University's laboratory in Bangkok. Additional bio-optical data, such as phytoplankton pigments and absorption coefficients, were collected for analysis in Japanese laboratories. The collected FY2023 data complemented earlier observations, facilitating the validation and enhancement of both standard satellite algorithms and our local algorithms for detecting red tides, particularly green *Noctiluca* blooms. Findings from our research have been disseminated through presentations at international conferences during FY2023.

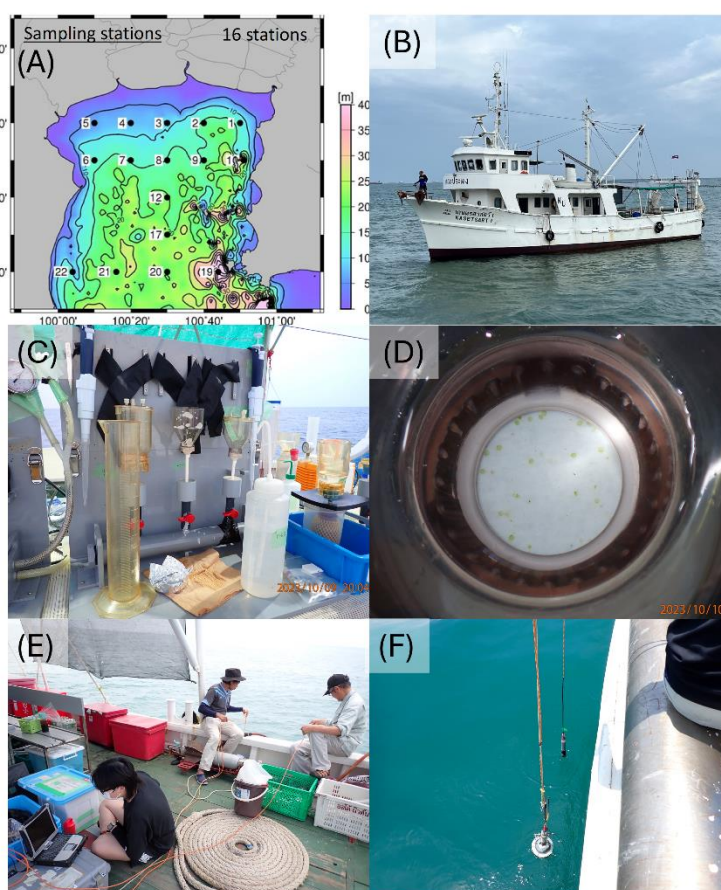


Figure 1. Photos of sampling stations in the upper GoT (A), research vessel 'Kasetsart I' (B), equipment for seawater filtration (C), filtered GF/F filter with green *Noctiluca* cells (D), and measurement of water leaving radiance at just above the sea surface (E).

Results

In 2023, the Gulf of Thailand (GoT) experienced an unprecedented succession of green *Noctiluca* blooms persisting for over three months. Leveraging our local algal-bloom classification algorithm, we detected the bloom offshore prior to the official red tide report along the eastern coast in July (Figure 2). Our on-site observations consistently validated the efficacy of our MODIS algal-bloom classification algorithm. Concurrently, through rigorous validation efforts, we successfully refined local empirical algorithms for the GCOM-C/SGLI data, significantly enhancing satellite-based chlorophyll-a estimation (Figures 3a–b). Our analysis, supported by comprehensive datasets, played a pivotal role in this achievement. These advancements were showcased at the 2023 International Ocean Color Science Meeting in Florida, USA. Furthermore, we have recently developed an empirical algorithm tailored for classifying algal blooms using SGLI data. Local reports corroborate the presence of green *Noctiluca* blooms and other algal blooms on our SGLI algal-bloom classification data, demonstrating the validity of our algal bloom classification algorithm. We presented monthly composites of GCOM-C/SGLI data that identified green *Noctiluca* blooms (Figure 3c) at the Ocean Science Meeting 2024 in New Orleans, USA. These findings showed how these blooms changed over the course of 2023 in the upper GoT.

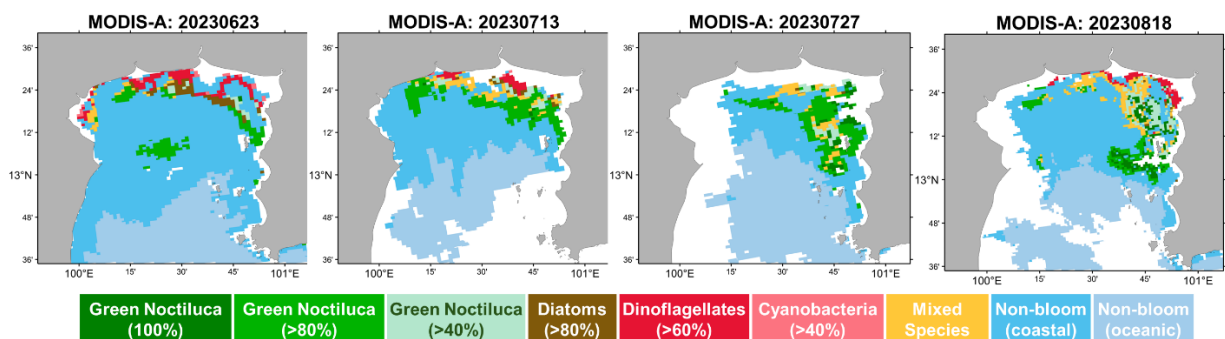


Figure 2. Daily MODIS data processed using the local algal-bloom classification algorithm.

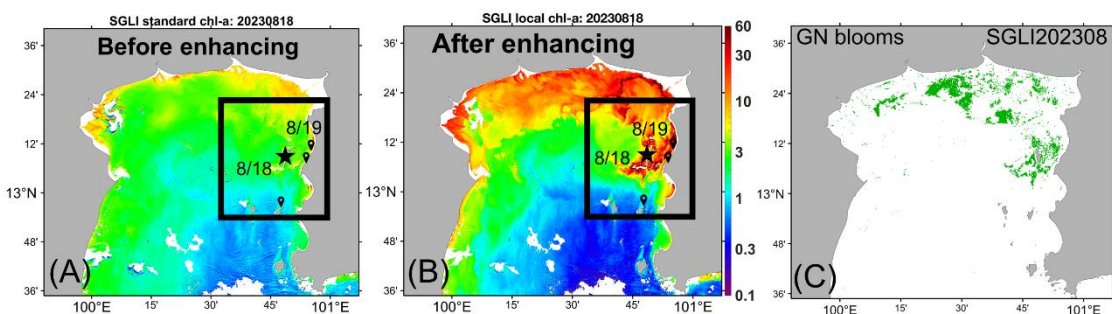


Figure 3. Daily GCOM-C/SGLI data processed using the standard (A) and local (B) chl-a algorithms and the monthly composite of green *Noctiluca* bloom pixels in August processed using the local algal-bloom classification (C). Squares and stars indicate areas and reported locations of green *Noctiluca* blooms.

Reference

- Luang-on, J., Ishizaka, J., Buranapratheprat, A., Phaksopa, J., Goes, J. I., Kobayashi, H., Hayashi, M., Maúre, E. de R., & Matsumura, S. (2022). Seasonal and interannual variations of MODIS Aqua chlorophyll-a (2003–2017) in the Upper Gulf of Thailand influenced by Asian monsoons. *Journal of Oceanography*, 78(4), 209–228. <https://doi.org/10.1007/s10872-021-00625-2>
- Luang-on, J., Ishizaka, J., Buranapratheprat, A., Phaksopa, J., Goes, J. I., Maúre, E. de R., Siswanto, E., Zhu, Y., Xu, Q., Nakornsantiphap, P., Kobayashi, H., & Matsumura, S. (2023). MODIS-derived green *Noctiluca* blooms in the upper Gulf of Thailand: Algorithm development and seasonal variation mapping. *Frontiers in Marine Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1031901>