

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H03301

研究課題名(和文) 森林光合成とフェノロジーへの気候変動ストレス影響の生理生態学的解明と将来変動予測

研究課題名(英文) Ecophysiological studies on the climate change impacts on forest photosynthesis and phenology

研究代表者

村岡 裕由 (Muraoka, Hiroyuki)

岐阜大学・流域圏科学研究センター・教授

研究者番号：20397318

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：冷温帯落葉広葉樹林の主要な生態系機能である炭素吸収に対する気候変動ストレスを解明するとともに、今後の広域・長期的な観測体制課題を検討した。(1)20年に及ぶ樹木葉の生理生態学的特性、林冠葉面積、CO₂動態の観測結果より、地球温暖化に伴う展葉期と落葉期の気温や夏期の天候の変動、台風による攪乱が年間の光合成生産量に影響を及ぼすこと、(2)林冠の分光反射特性は樹木個葉の生理学的・解剖学的特性と林冠構造を反映して時空間的に変動すること、(3)気候変動下での陸上生態系の衛星観測には近年の高解像度データが有用であるが今後も地上観測と衛星観測の連動が不可欠であること等の知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

森林は環境調節や生物多様性保全など重要な機能を担う。気候変動は植物の光合成や呼吸等の活動への影響を通じて森林の生態系機能を劣化させることが懸念されている。本研究では気候変動が森林生態系機能に短期的・長期的ストレスをもたらしていることを示し、また、地上での長期複合的観測と衛星観測の技術的な問題点を明示した。特に、20年に及ぶ微気象学的観測と植物生理生態学的観測を統合したデータ解析により、森林生態系機能の短期・長期的変動メカニズムを解明したこと、及び、リモートセンシング観測手法を生理生態学的に検証できたことなど、これらの成果は環境変動の診断データの重要性和長期・広域観測の拡大に貢献する。

研究成果の概要(英文)：This research project aimed to (1) reveal the impacts of climate change on carbon cycle and its ecological processes, and (2) investigate the ecophysiological knowledge for optical satellite remote sensing on forested landscape in cool-temperate deciduous broadleaf forests in Takayama and Tomakomai. Long-term observations of CO₂ flux and tree ecophysiological characteristics in Takayama revealed that climate change influence carbon sequestration by altering leaf phenology and photosynthetic activities, and particularly rising temperature and extreme weather events in summer have significant impacts. Optical remote sensing by Earth observation satellites is powerful tool for observations of phenology and ecosystem functions. However, our study suggests the needs of ecophysiological understanding on optical signals from forest canopy such as leaf biochemical and anatomical components, canopy structure, and their spatial distribution.

研究分野：植物生理生態学

キーワード：気候変動 森林生態系 炭素循環 光合成 フェノロジー リモートセンシング

1. 研究開始当初の背景

森林生態系は地球表面の高々9%程度を覆う植生だが、その炭素循環は重要な地球環境調節機能である。森林の炭素固定メカニズムは生態系を成す植物などの生物と気象・水・化学的環境の相互作用が基盤である。陸上生態系の炭素循環に関するフィールド観測や生態系モデル、衛星データを用いた数々の研究からも、植物バイオマスの分布とともに、生態系の諸要素の季節性と、日・季節ごとの葉の光合成量（単位時間・葉面積あたりのCO₂吸収量）の微気象環境応答に関わる生理生態学的プロセスが地球システムの重要な生物地球化学プロセスであることが示されている。これらの生態学的データと知見の拡充、および地球科学への普及が強く求められている。

2. 研究の目的

森林生態系の生態学的動態と、生態系機能である炭素循環の最も重要なプロセスである光合成とフェノロジー（葉の展葉・老化・落葉などの季節的プロセス）に対する気候変動ストレスの影響に注目して、①短期的な気象・気候変動が環境ストレス（『気候変動ストレス』）として陸上生態系を構成する植物の光合成能やフェノロジーを改変して炭素循環・収支にもたらす影響の解明および予測モデルの改良、および、②気候変動下での光合成機能の広域・精緻なリモートセンシング観測を目指した、個葉および林冠の分光反射特性の生理生態学的検証と評価を行うこと、さらにこれらの知見に基づいて地上・衛星観測の現状と課題を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 個葉光合成能の季節・年変動メカニズムの解明：春の開葉タイミング、葉成長速度、秋の老化開始・進行速度のモニタリングとトレンド分析。岐阜大学・高山サイト（落葉広葉樹林）における個葉生理生態学的特性（光合成能、葉形態）の定期的な計測データと微気象データから解析した。

(2) 森林光合成量・CO₂フラックスの時間的変動メカニズムの解明：微気象環境、森林構造（葉面積）や個葉フェノロジーとCO₂フラックス（総光合成速度GPP、生態系純生産速度NEP）との関係、台風や極端気象の影響分析。高山サイトにおける渦相関法によるCO₂フラックスおよび微気象観測データ、林冠生理生態学的データ（個葉フェノロジー、葉面積指数のフェノロジーと年変動）の関係を解析。

(3) 森林の分光植生指標の生理生態学的検証：個葉や葉群の分光特性と季節変化の植物戒能生理学的メカニズムのモデル解析、分光特性と林冠構造の多層放射伝達モデルによる統合的解析によりフェノロジー特性を分析した。また林冠の連続撮影画像の解析に基づいて森林光合成機能に対する強風ストレスの評価指標を開発した。

(4) 衛星リモートセンシングによる林冠フェノロジーの地理的変動および年変動の解明：高山地域を対象とした、地上観測と衛星観測の統合的解析。高山サイトを含む山地流域（標高600～1400m）の林冠フェノロジーと気温の長期観測データに基づいた長期トレンドの解明を行い、さらに、気温を関数とするフェノロジーモデルを開発した。

(5) 落葉広葉樹林を例とした森林光合成・フェノロジーの総合的研究による観測デザインの検討：個葉生理生態学的特性の計測、林冠構造計測、CO₂フラックス観測、地上および衛星リモートセンシング観測の統合的アプローチの現状と課題について分析した。

4. 研究成果

(1) 個葉光合成能の季節・年変動メカニズムの解明

高山での林冠観測タワー（高さ18m、図1）において、林冠木であるミズナラとダケカンバの展葉・成熟・黄葉に伴う光合成能（クロロフィル含量指標）及び形態的特性（leaf mass per area）の変化パターンを、長期観測と温暖化実験（平均気温を1℃程度上昇）に基づいて解析した。その結果、春の気温の年変動は展葉期を14～16日変動させた。展葉から成熟期の生理・形態の変化は積算気温に依存する一方、黄葉は温暖化処理により遅延するがタイミングや進行速度は年によって異なることが明らかになった。長期観測と温暖化実験での傾向には大差は認められず、これらの知見から、冷温帯落葉広葉樹林の主要樹種であるミズナラやダケカンバ信頼性の高い個葉フェノロジーモデルの構築が可能となった。また、平均気温1℃程度上昇は、個葉の光合成生産を14～24%変動させることが推定された（図2、図3：村岡ら、論文改訂中）。これらのデータとモデル化に基づいた森林光合成量の将来予測は今後の研究課題として残された。

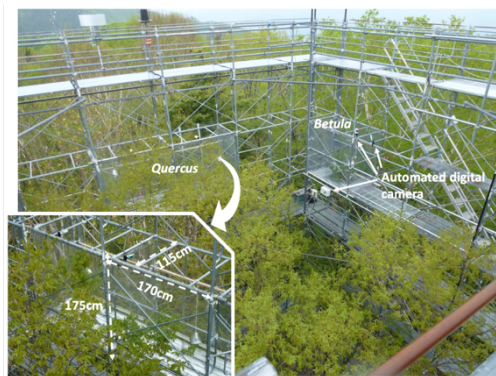


図1 高山サイトの林冠観測タワーでの個葉観測、温暖化実験の様子

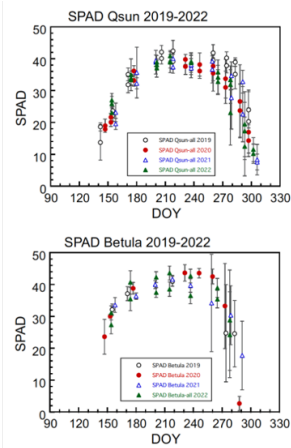


図2 ミズナラとダケカンバの光合成能(クロロフィル含量, SPAD)の季節変化

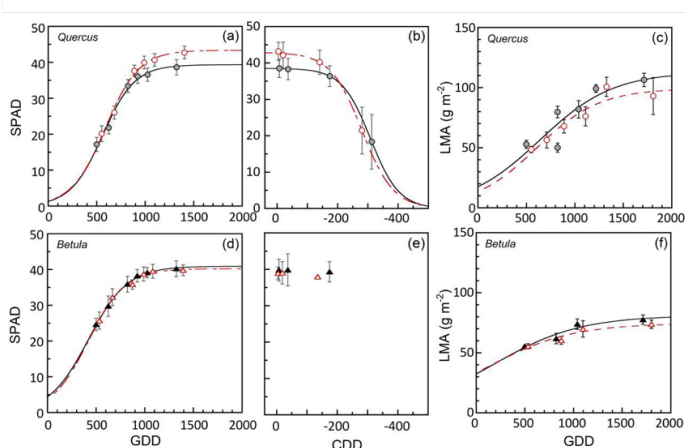


図3 ミズナラ(上段)とダケカンバ(下段)のクロロフィル含量(SPAD)および形態的特性(LMA)のフェノロジー観測データに基づいたフェノロジーモデルの例。

(2) 森林光合成量・CO₂フラックスの時間的変動メカニズムの解明

落葉広葉樹林(高山)における20年以上のCO₂収支(NEP, 生態系純生産速度)およびその生態学的要素(GPP, 総光合成速度; Rec, 生態系呼吸速度), 気象の観測データにより年変動と長期トレンドの変動要因を解析した。その結果, 2004年の台風による林冠の攪乱はCO₂吸収量の顕著な低下を生じさせた。しかしその後の林冠の回復は葉面積指数(LAI)の上昇に現れ, それに応じたGPPの増加が確認された。また, 年間炭素収支と環境要因(日射, 気温, 飽差)には特有の相関が見られた。例えば, 2013~2021年にはNEPやGPPの減少トレンドが見られている。特に近年ではこれらの関係性が変化する傾向が見られ, 夏季の高温や豪雨等の極端気象の頻発化, これらと関係した夏季の日射量の低下が気候変動ストレスとして森林の光合成機能に影響を及ぼしている可能性が示された(図4, 図5: 村山ら, 論文執筆中)。

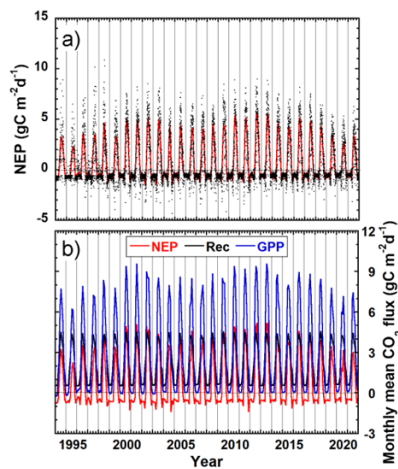


図4 高山サイトでの渦相関法により観測されたCO₂フラックスの年変動。上段: NEP(生態系純生産速度), 下段: NEP, Rec(生態系呼吸速度), GPP(総光合成速度)の月平均値。

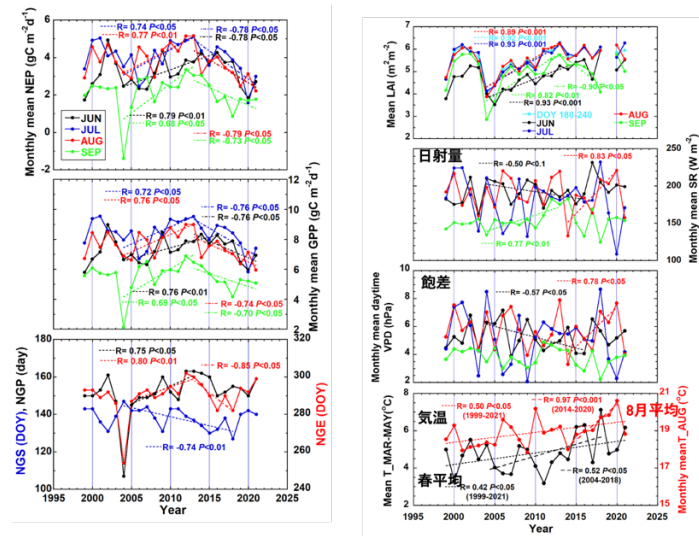


図5 高山サイトでの渦相関法により観測されたCO₂フラックスの年変動に関する長期トレンドの分析例。2004年には台風により林冠が攪乱を受け, その後の回復過程, および年々の気象変動の影響を解明した。

森林のCO₂フラックスには森林の生理生態学的特性(個葉光合成能のフェノロジー, 葉面積指数のフェノロジー)も関わっていることが示唆された。落葉広葉樹林の葉面積指数の季節的増加(4月~5月)および紅葉・落葉(9月~10月末)の年変動パターンはそれぞれ展葉直前の4月・5月の平均気温, 黄葉期にあたる9月・10月の平均気温の影響を受けていた。すなわち, 4月・5月の気温が高い年ほど展葉が早く, 9月・10月の気温が高いほど落葉が遅れることが示された。同様の現象は個葉の光合成能(クロロフィル含量指標から推定)についても認められており(村岡ら, 論文執筆中), これらは温暖化が樹木の葉フェのロジーを介して森林スケールの光合成(GPP)に短期的・長期的な影響をもたらすことを示している(図6: 村岡ら, 未発表データ)。

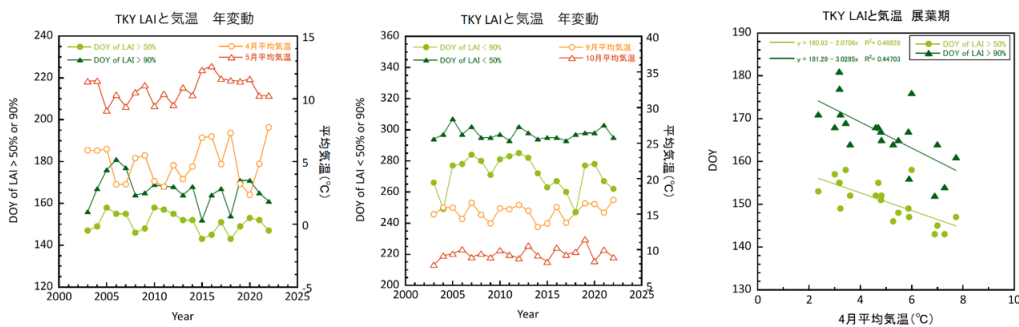


図6 高山サイトの葉面積指数 (LAI) および気温の年変動パターン (左: 展葉期, 中: 落葉期), および4月の気温がLAIの季節的成長 (夏期値の50%, 90%に達する日) に及ぼす影響 (右図)。

(3) 森林の分光植生指標の生理生態学的検証

ミズナラとダケカンバの葉の可視域と近赤外域の反射・透過性を4年分の季節変化データと個葉放射伝達モデルによって解析したところ、分光反射・透過率の季節変化は成長過程でのクロロフィル量増加と葉肉組織発達, 老化過程でのクロロフィル量減少により生じることが明らかになった。落葉広葉樹林林冠の分光反射率の季節変化の決定要因を群落放射伝達モデルと個葉放射伝達モデルにより解析した (図7)。LAI と個葉の分光特性の季節変化および群落内の幹枝の構造も考慮することにより, 実際の林冠反射率の季節変化を再現できた。衛星により観測される森林の季節変化パターンの解析には, 個葉や林冠構造に関する知見が不可欠であることが示された。以上の統合的解析により, 樹木個葉から林冠, 山地景観スケールまで, 森林の生理生態学的特性とその分光特性との関係性についてスケール横断的な知見を得た (Noda et al. 2021)。

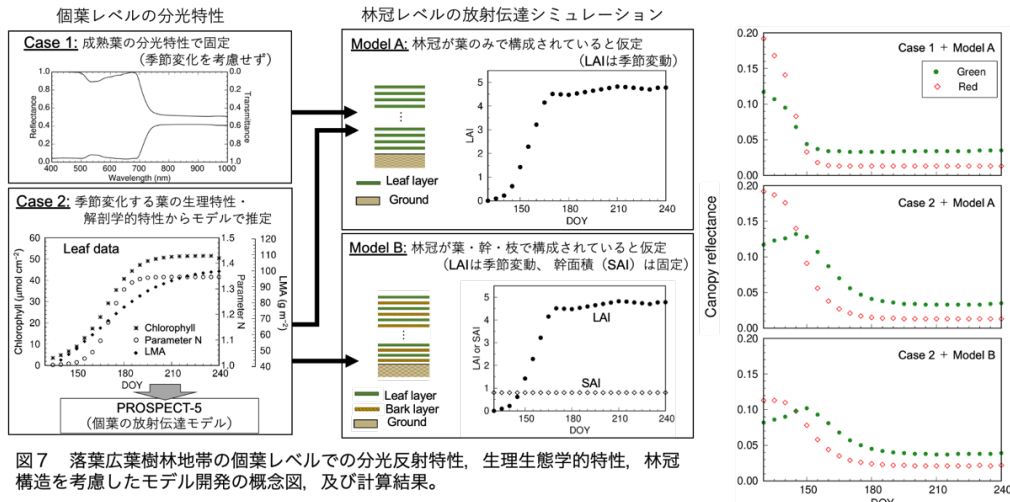


図7 落葉広葉樹林地帯の個葉レベルでの分光反射特性, 生理生態学的特性, 林冠構造を考慮したモデル開発の概念図, 及び計算結果。

高山サイトでは太陽光励起クロロフィル蛍光 (SIF) の森林光合成の指標としての検証も行った。観測タワーの異なる地上高で観測した SIF は明瞭な季節変化を示し, 林冠の展葉前と落葉後には森林全体の SIF 放出量のうち林床の寄与が約半分に及ぶことを世界で初めて示し, 今後の植生指数としての SIF の観測に関する重要な生態学的知見を得た。本研究成果 (Morozumi et al. 2022) は国立環境研究所, 北海道大学, 岐阜大学による共同プレスリリースも行った (2022年12月7日付け <https://www.gifu-u.ac.jp/news/research/2022/12/entry07-12010.html>)。(北海道大学・加藤知道, 国立環境研究所・両角友喜らとの共同研究)

林冠の「気象害 (極端気象による葉群に対する物理的ストレス)」の検出手法を苫小牧での林冠自動撮影データをもとに開発した。デジタルカメラ画像に含まれる Red・Green・Blue (RGB) 情報から算出した Green Ratio (GR) の変動を解析した結果, GR 低下は葉齢と48時間最大風速によって有意に説明された。GR 低下率は早期落葉量と正の相関にあり, 台風が上陸した年では年間落葉量のうち最大37%に達することが推定された (図8)。画像から算出した Green Ratio (GR) 季節変動を標準化し, そこからの GR 低下率を算出することで強風による早期落葉と樹種間差が評価でき, 森林における極端気象へのレジリエンス評価への高分解能リモートセンシングの活用方法が示された。

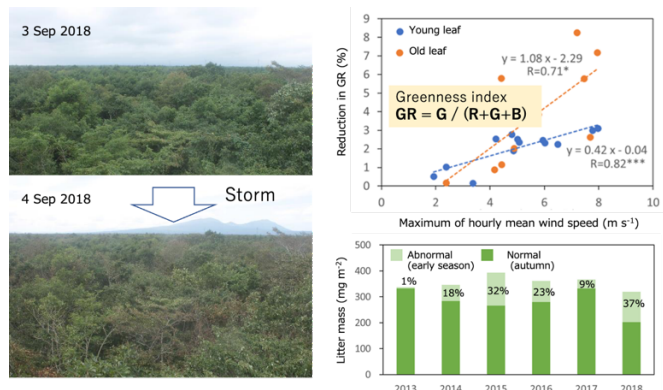


図8 落葉広葉樹林林冠に対する気象害の検出。(左) 台風通過前後の林冠の状態, (右上) GRの年平均値からの低下率と過去48時間内の最大48時間内の最大1時間風速の関係, (右下) GR画像から予測された極端気候による落葉トレンド

(4) 衛星リモートセンシングによる林冠フェノロジーの地理的変動および年変動の解明

詳細な地上観測値に基づいて開発した統計的なモデルにより、開葉日と落葉日を100年スケールで推定し、標高に沿った開葉日と落葉日の傾度の時間変化を評価した。開葉・黄葉と気象条件の関係を求める統計的なモデルを用いて、中部日本の流域の上流と下流の2地点における過去約120年間の開葉日と落葉日の時空間分布を推定した結果、1900年の3.29日/100mと-2.89日/100mから2019年の2.85日/100mと-2.84日/100mにそれぞれ変化することが示された(図9)。

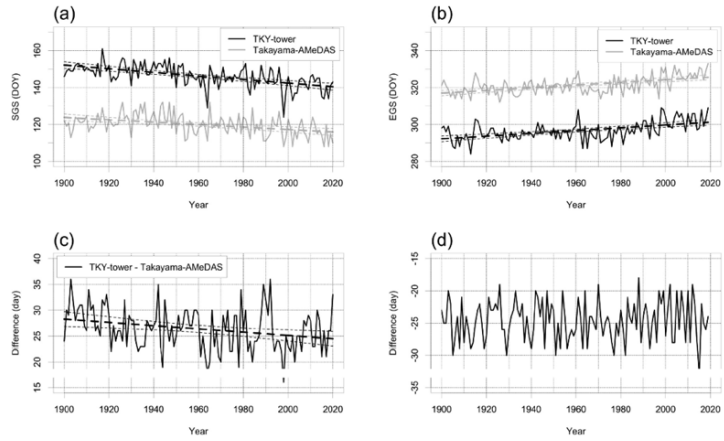


Fig 2. Time-series of modelled (a) SGS and (b) EGS dates at TKY-tower (1420 m a.s.l.) and Takayama-AMeDAS (560 m a.s.l.). (c, d) Differences between sites in modelled (c) SGS and (d) EGS dates (Takayama-AMeDAS dates minus TKY-tower dates). The dashed lines show statistically significant ($p < 0.05$) linear trends and their 95% confidence intervals.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255078.g002>

図9 高山サイトを含む山地森林流域におけるフェノロジーと気象の長期観測データに基づいたモデルに基づく、約100年のフェノロジー予測結果。Shin et al. (2021) PLoS ONE, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255078>より。

(5) 森林光合成・フェノロジーの総合的研究による観測デザインの検討

開葉や開花、落葉などの植物の季節性(フェノロジー)や光合成機能は環境条件に対して敏感に反応する生理生態学的特性であり、特に地球温暖化の影響を受けやすい。日本を含む東アジア・東南アジアは特に生物多様性が高く、他方で気候変動や人間活動の影響が顕著に表れることが懸念されており、森林生態系およびその炭素吸収機能の広域観測は今後益々重要になる。近年の衛星観測による知見のレビューにより、高頻度・高空間分解能衛星は、熱帯域におけるフェノロジーと土地利用土地被覆の観測を高精度化し、生態系機能や生物多様性の理解を深化させる可能性を示唆した(図10)。

また、日本の落葉広葉樹林を事例として生理生態学、微気象観測を含む多様な手法による光合成機能の解明と気候変動影響評価の技術的課題及び広域への展開可能性について検討し、様々な地上観測拠点と衛星観測の連動の重要性、生態系機能と生物多様性の必須観測項目に注目した観測網の国際連携の現状と課題を分析した(図11)。

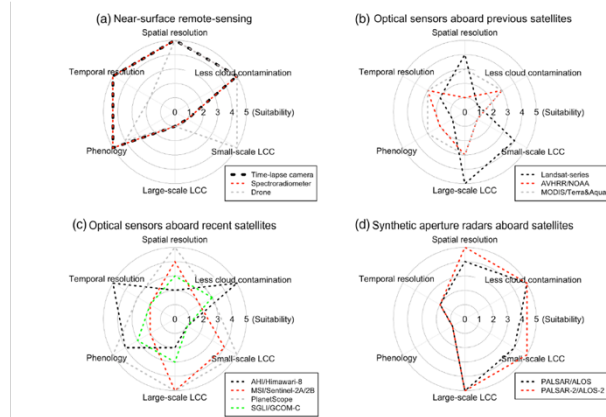


FIGURE 5 Conceptual six-axis radar charts for the suitability of different forms of remote-sensing in terms of their spatial and temporal resolutions, resistance to cloud contamination, and ability to detect changes in phenology and land cover change (LCC). Degrees of suitability are shown with a score of 1 (least suitable) to 5 (most suitable). See list for abbreviations. [Color figure can be viewed at wileyonlinelibrary.com]

図10 日本や東南アジアにおける森林林冠フェノロジーおよび土地被覆変化のリモートセンシング技術の現状と課題に関する分析結果。Shin et al. (2023) Ecological Research, DOI: 10.1111/1440-1703.12371より。

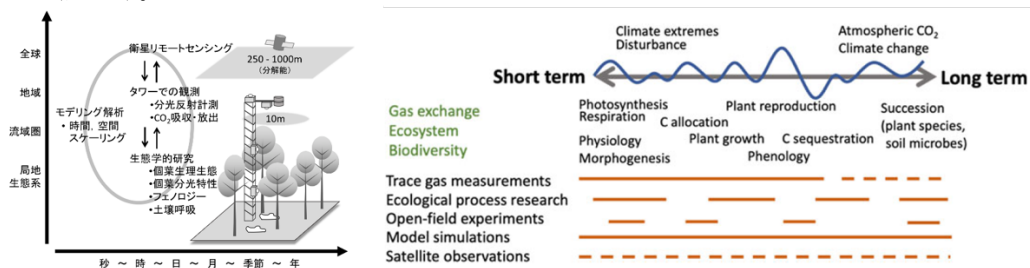


図11 森林生態系の生態学的構造や生態系機能の時間的変動に関する観測デザインの検討。左：高山サイトにおける長期・複合的観測のコンセプト (Muraoka et al. 2015, DOI 10.1007/s11284-015-1251-9より改変), 右：観測項目と観測手法・技術の対応関係 (Muraoka 2022, https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_1より)。

<引用文献>

Morozumi T., et al. (2022) Remote Sensing of Environment, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113340>
Muraoka H. et al. (2015) Ecological Research 30: 197-200, DOI 10.1007/s11284-015-1251-9
Muraoka H. (2022) In: River Basin Environment: Evaluation, management and conservation. Springer https://doi.org/10.1007/978-981-19-4070-5_1
Noda H., et al. (2021) Journal of Plant Research 134:737-751, <https://doi.org/10.1007/s10265-021-01302-7>
Shin N., et al. (2021) PLoS ONE 16(7): e0255078. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255078>
Shin N., et al. (2023) Ecological Research, DOI 10.1111/1440-1703.12371

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 20件／うち国際共著 7件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Mori Akira S., Suzuki Kureha F., Hori Masakazu, Kadoya Taku, Okano Kotaro, Uruguchi Aya, Muraoka Hiroyuki, Sato Tamotsu, Shibata Hideaki, Suzuki-Ohno Yukari, Koba Keisuke, Toda Mariko, Nakano Shin-ichi, Kondoh Michio, Kitajima Kaoru, Nakamura Masahiro	4. 巻 378
2. 論文標題 Perspective: sustainability challenges, opportunities and solutions for long-term ecosystem observations	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 20220192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rstb.2022.0192	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morozumi Tomoki, Kato Tomomichi, Kobayashi Hideki, Sakai Yuma, Nakashima Naohisa, Buareal Kanokrat, Nasahara Kenlo Nishida, Akitsu Tomoko Kawaguchi, Murayama Shohei, Noda Hibiki M., Muraoka Hiroyuki	4. 巻 284
2. 論文標題 Contributions of the understory and midstory to total canopy solar-induced chlorophyll fluorescence in a ground-based study in conjunction with seasonal gross primary productivity in a cool-temperate deciduous broadleaf forest	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Remote Sensing of Environment	6. 最初と最後の頁 113340 ~ 113340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rse.2022.113340	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shin Nagai, Katsumata Chifuyu, Muraoka Hiroyuki et al.	4. 巻 6
2. 論文標題 Perspective: Improving the accuracy of plant phenology observations and land-cover and land-use detection by optical satellite remote-sensing in the Asian tropics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Forests and Global Change	6. 最初と最後の頁 1106723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/ffgc.2023.1106723	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamamoto Yuhei, Ichii Kazuhito, Ryu Youngryel, Kang Minseok, Murayama Shohei	4. 巻 191
2. 論文標題 Uncertainty quantification in land surface temperature retrieved from Himawari-8/AHI data by operational algorithms	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 171 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isprsjprs.2022.07.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yamamoto Yuhei, Ichii Kazuhito, Ryu Youngryel, Kang Minseok, Murayama Shohei, Kim Su-Jin, Cleverly Jamie R.	4. 巻 291
2. 論文標題 Detection of vegetation drying signals using diurnal variation of land surface temperature: Application to the 2018 East Asia heatwave	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Remote Sensing of Environment	6. 最初と最後の頁 113572 ~ 113572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rse.2023.113572	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nakamura, M., Terada, C., Ito, K., Matsui, K., Niwa, S., Ishihara, M., Kenta, T., Yoshikawa, T., Kadoya, T., Hiura, T., Muraoka, H., Ishida, K., Agetsuma, N., Nakamura, R., Sakio, H., Takagi, M., Mori, A. S., Kimura, M. K., Kurokawa, H., ... Tokuchi, N.	4. 巻 37
2. 論文標題 Evaluating the soil microbe community level physiological profile using <sc>EcoPlate</sc> and soil properties at 33 forest sites across Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 432 ~ 445
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12293	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shen Yudong, Takata Katsuhiko, Kudo Kayo, Muraoka Hiroyuki, Saitoh Taku M., Hirano Yu, Yasue Koh	4. 巻 36
2. 論文標題 Effects of climate on the tree ring density and weight of <i>Betula ermanii</i> in a cool temperate forest in central Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Trees	6. 最初と最後の頁 1597 ~ 1605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-022-02315-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shin Nagai, Saitoh Taku M., Takeuchi Yayoi, Miura Tomoaki, Aiba Masahiro, Kurokawa Hiroko, Onoda Yusuke, Ichii Kazuhito, Nasahara Ken'ichi, Nishida, Suzuki Rikie, Nakashizuka Tohru, Muraoka Hiroyuki	4. 巻 38
2. 論文標題 Review: Monitoring of land cover changes and plant phenology by remote sensing in East Asia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 111 ~ 133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12371	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Dolman Han, Kutsch Werner, Muraoka Hiroyuki, Bombelli Antonio, Saigusa Nobuko, Schultz Joerg, Crisp David, Facchini Mauro, Dowell Mark, Richter Carolin, DeCola Phil, Canadell Pep, Scholes Robert J., Tarasova Oksana, Obreg?n Andr?, Post Joanna, Heiskanen Jouni	4. 巻 -
2. 論文標題 The Group on Earth Observations Carbon and Greenhouse Gas Initiative	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Group on Earth Observations Carbon and Greenhouse Gas Initiative	6. 最初と最後の頁 187 ~ 195
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/9781119536789.ch12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Muraoka Hiroyuki	4. 巻 -
2. 論文標題 Phenology of Photosynthesis in a Deciduous Broadleaf Forest: Implications for the Carbon Cycle in a Changing Environment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 River Basin Environment: Evaluation, management and conservation	6. 最初と最後の頁 3 ~ 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-4070-5_1	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Saitoh Taku M., Shin Nagai, Toriyama Jumpei, Murayama Shohei, Yasue Koh	4. 巻 -
2. 論文標題 Forest Carbon Sequestration in Mountainous Region in Japan Under Ongoing Climate Change: Implication for Future Research	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 River Basin Environment: Evaluation, management and conservation	6. 最初と最後の頁 55 ~ 80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-4070-5_3	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Noda Hibiki M., Muraoka Hiroyuki, Nasahara Kenlo Nishida	4. 巻 134
2. 論文標題 Plant ecophysiological processes in spectral profiles: perspective from a deciduous broadleaf forest	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 737-751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-021-01302-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nakashima Naohisa, Kato Tomomichi, Morozumi Tomoki, Tsujimoto Katsuto, Akitsu Tomoko Kawaguchi, Nasahara Kenlo Nishida, Murayama Shohei, Muraoka Hiroyuki, Noda Hibiki M.	4. 巻 134
2. 論文標題 Area-ratio Fraunhofer line depth (aFLD) method approach to estimate solar-induced chlorophyll fluorescence in low spectral resolution spectra in a cool-temperate deciduous broadleaf forest	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 713 ~ 728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-021-01322-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shin Nagai, Saitoh Taku M., Nasahara Kenlo Nishida	4. 巻 16
2. 論文標題 How did the characteristics of the growing season change during the past 100 years at a steep river basin in Japan?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0255078
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0255078	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 He Liyuan, Lai Chun Ta, Mayes Melanie A., Murayama Shohei, Xu Xiaofeng	4. 巻 27
2. 論文標題 Microbial seasonality promotes soil respiratory carbon emission in natural ecosystems: A modeling study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global Change Biology	6. 最初と最後の頁 3035 ~ 3051
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/gcb.15627	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Nagai Shin, Saitoh Taku M., Miura Tomoaki	4. 巻 64
2. 論文標題 Peak autumn leaf colouring along latitudinal and elevational gradients in Japan evaluated with online phenological data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Biometeorology	6. 最初と最後の頁 1743 ~ 1754
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00484-020-01953-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野優, 斎藤琢, 武津英太郎, 小林元, 村岡裕由, 沈昱東, 安江恒	4. 巻 67
2. 論文標題 冷温帯におけるスギの肥大生長と炭素収支, 気候要素との関係	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 木材学会誌	6. 最初と最後の頁 117 ~ 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2488/jwrs.67.117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takeuchi Yayoi, Muraoka Hiroyuki et al.	4. 巻 36
2. 論文標題 The Asia Pacific Biodiversity Observation Network: 10 year achievements and new strategies to 2030	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 232 ~ 257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12212	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また, その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Noda Hibiki M., Muraoka Hiroyuki, Nasahara Kenlo Nishida	4. 巻 297
2. 論文標題 Phenology of leaf optical properties and their relationship to mesophyll development in cool-temperate deciduous broad-leaf trees.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Agricultural and Forest Meteorology	6. 最初と最後の頁 108236 ~ 108236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.agrformet.2020.108236	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Suzuki Satoshi N., Ataka Mioko, Djukic Ika, Hiroyuki Muraoka et al.	4. 巻 34
2. 論文標題 Harmonized data on early stage litter decomposition using tea material across Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 575 ~ 576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shen Yudong, Fukatsu Eitaro, Muraoka Hiroyuki, Saitoh Taku M., Hirano Yu, Yasue Koh	4. 巻 -
2. 論文標題 Climate responses of ring widths and radial growth phenology of <i>Betula ermanii</i> , <i>Fagus crenata</i> and <i>Quercus crispula</i> in a cool temperate forest in central Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trees	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-019-01948-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 平野 優, 齋藤 琢, 武津英太郎, 小林 元, 村岡裕由, 沈 昱東, 安江 恒	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 中部地方に生育するスギの年輪構造と気候要素との関係	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 木材学会誌	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計55件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 32件)

1. 発表者名 Kamezaki K., Danielache S.O., Hattori S., Idihoya S., Murayama S., Maeda T. and Muraoka H
2. 発表標題 Continuous carbonyl sulfide concentration measurement using a portable mid-infrared laser spectrometer
3. 学会等名 JpGU (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuma Sakai, Hideki Kobayashi, Tomomichi Kato, Tomoki Morozumi, Naohisa Nakashima, Kenlo Nasahara, Tomoko Kawaguchi Akitsu, Shohei Murayama, Hibiki M Noda, Hiroyuki Muraoka, Toshiyuki Ohtsuka, Shinpei Yoshitake, Kouki Hikosaka, Haruki Oshio, Yukio Yoshida
2. 発表標題 Estimation of leaf-level SIF from observed SIF for the reliable GPP calculation by remote sensing data in a cool temperate-deciduous broadleaf forest
3. 学会等名 JpGU (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoki Morozumi, Tomomichi Kato, Katsuto Tsujimoto, KANOKRAT BUAREAL, Naohisa Nakashima, Yuma Sakai, Hideki Kobayashi, Kenlo Nasahara, Tomoko Akitsu, Shohei Murayama, Hibiki M Noda, Hiroyuki Muraoka
2. 発表標題 Seasonal variation in Solar Induced chlorophyll Fluorescence detected by multi-vertical layer spectroscopy in a canopy of cool-temperate deciduous broadleaf forest in Takayama, Gifu
3. 学会等名 JpGU (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroyuki Muraoka, Runi Anak Sylvester Pungga, Yongyut Trisurat
2. 発表標題 Asia-Pacific Biodiversity Observation Network report
3. 学会等名 The 15th Asia-Oceania Group on Earth Observations Symposium (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamamoto, Y., Ichii, K., Ryu, Y., Kang, M. and Murayama, S
2. 発表標題 Detection of heating and drying signals over terrestrial vegetation during the 2018 East Asia heat wave using Himawari-8/AHI land surface temperature data
3. 学会等名 19th Annual Meeting AGOS2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本雄平, 市井一仁, 村山昌平, Ryu, Y., Kang, M.
2. 発表標題 気象衛星ひまわり8号を用いた光合成量の日変化推定モデルの検討
3. 学会等名 日本気象学会2022年度秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yamamoto, Y., Ichii, Kang, M., K., Ryu, Y., Murayama, S., Kim, S.-J.
2. 発表標題 An improved light-use efficiency model for estimating diurnal variation in gross primary production
3. 学会等名 American Geophysical Union 2022 Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tanabe, K., Iwata, H., Miyama, T., Murayama, S. and Saitoh, T.
2. 発表標題 Inverse estimation of photosynthetic physiological characteristics of an alpine dwarf pine ecosystem using eddy-covariance fluxes
3. 学会等名 AsiaFlux 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本雄平, 市井一仁, 村山昌平, Ryu, Y., Kang, M
2. 発表標題 ひまわり8号データを用いた地表面温度推定における不確実性の評価
3. 学会等名 日本リモートセンシング学会第73回学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本雄平, 市井一仁, Kang, M., Ryu, Y., 村山昌平, Kim, S.-J.
2. 発表標題 Terrestrial vegetation monitoring using Himawari-8 hyper-temporal land surface temperature data
3. 学会等名 iLEAPS-Japan 研究集会2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田邊憲伸, 岩田拓記, 齋藤琢, 深山貴文, 村山昌平
2. 発表標題 山岳地域の高山帯・低山帯生態系の二酸化炭素交換の特性の違い
3. 学会等名 日本農業気象学会関東甲信越支部2022年度例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 植山雅仁, JapanFlux Site Pls
2. 発表標題 陸域生物圏の機能評価に向けたJapanFlux データベースの構築
3. 学会等名 日本農業気象学会2023年全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田邊憲伸, 岩田拓記, 齋藤琢, 深山貴文, 村山昌平
2. 発表標題 山岳地域の高山帯・低山帯生態系の二酸化炭素交換の特性の違い
3. 学会等名 日本農業気象学会2023年全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西田耀子, 二宮秀輝, Lea Vegh, 加藤知道, 中路達郎
2. 発表標題 SEIB-DGVM による落葉広葉樹の葉被食防衛物質のモデル化
3. 学会等名 日本農業気象学会北海道支部, オンライン
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Muraoka H., Takeuchi Y., Yamakita T., Kano Y., Nagai S. and Nakaoka M
2. 発表標題 Asia-Pacific Biodiversity Observation Network (APBON) Strategic Plan 2030.
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Morozumi T., Kato T., Tsujimoto K., Buareal K., Nakashima N., Sakai Y., Kobayashi H., Nasahara K., Akitsu T., Murayama S., Noda H.M. and Muraoka H.
2. 発表標題 Seasonal variation in Solar Induced chlorophyll Fluorescence detected by multi-vertical layer spectroscopy in a canopy of cool-temperate deciduous forest in Takayama, Gifu
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 Biodiversity and ecosystem observations in Asia-Oceania region - Insights from ecosystem research in changing environment -
3. 学会等名 The 4th Asia-Oceania GEO Workshop（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村岡裕由
2. 発表標題 社会の環境課題対応に資する生態系研究と連携
3. 学会等名 JapanFlux データ利用・共同研究促進ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 Combining multi-year observation and open-field warming experiment to investigate leaf phenology in a deciduous broadleaf forest
3. 学会等名 13th ILTER-EAP Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muraoka H., Runi Sylvester Punga and Trisurat Y
2. 発表標題 Asia-Pacific Biodiversity Observation Network report
3. 学会等名 The 14th AOGEO Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村岡裕由
2. 発表標題 カーボンニュートラルとは？ 地球温暖化と脱炭素：地球規模の問題を自分の問題として捉える
3. 学会等名 岐阜大学公開講座 カーボンニュートラルでひろがる地域活性化の可能性
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山 昌平, 坪井 一寛, 石島健太郎, 石戸谷 重之, 松枝秀和, 森本真司, 佐藤幸隆, 幸田笹佳, 雪田一弥, 佐藤祥平, 池田諒, 洞口拓也
2. 発表標題 南鳥島及び飛騨高山落葉広葉樹林観測サイトにおいて観測された大気中二酸化炭素安定同位体比の変動の比較
3. 学会等名 日本気象学会2021年度春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山 昌平, 石戸谷 重之, 堀 知行, 吉竹晋平, 前田 高尚
2. 発表標題 Continuous measurement of atmospheric methane mixing ratio at a cool-temperate deciduous forest site, Takayama, Japan
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 雄平, 市井 和仁, Minseok Kang, YoungryeI Ryu, 村山 昌平
2. 発表標題 ひまわり 8号を用いた地表面温度プロダクトの構築とその検証
3. 学会等名 JapanFlux データ利用・共同研究促進ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 雄平, 市井 和仁, Minseok Kang, YoungryeI Ryu, 村山 昌平
2. 発表標題 Uncertainty quantification in operational retrieval algorithms of land surface temperature from Himawari-8/AHI dat
3. 学会等名 AsiaFlux Online Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yui Shikakura, 市井 和仁, 山本 雄平, 村山 昌平, Minseok Kang, YoungryeI Ryu
2. 発表標題 Estimating diurnal GPP variations in East Asia using Himawari-8 data
3. 学会等名 AsiaFlux Online Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山 昌平, 石戸谷重之
2. 発表標題 大気観測に基づくCO2排出・吸収量評価 -ゼロエミッション技術実装効果の検証に向けて -
3. 学会等名 第16回再生可能エネルギー世界展示会&フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山 昌平
2. 発表標題 森林生態系と炭素循環
3. 学会等名 第14 回ゼロエミッション活動紹介セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山 昌平, 近藤 裕昭, 石戸谷 重之, 前田 高尚, 山本晋, 亀崎 和輝, 三枝信子, 村岡裕由
2. 発表標題 TKY サイトにおける長期観測により明らかになった炭素収支の年々変動と長期トレンド
3. 学会等名 第6 回流域圏保全研究推進セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Muraoka H
2. 発表標題 AOGEO -from observations to knowledge development, integration, and contribution to three engagement priorities
3. 学会等名 GEO Virtual Symposium 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muraoka H., Takeuchi Y., Yamakita T., Kano Y., Nagai S., Kim E-S., Vergara S. and Yahara T.
2. 発表標題 The Asia-Pacific biodiversity observation network: 10-year achievements and new strategies to 2020
3. 学会等名 GEO BON Open Science Conference 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muraoka H., Takeuchi Y., Yamakita T., Kano Y., Nagai S., Kim E-S., Vergara S. and Yahara T.
2. 発表標題 Biodiversity and ecosystem observations by Asia Pacific Biodiversity Observation Network (APBON)
3. 学会等名 JpGU-AGU 2020 Joint Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村岡裕由
2. 発表標題 地球温暖化と身の回りの植物や森林の営み
3. 学会等名 オープンカレッジin飛騨2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muraoka H
2. 発表標題 AOGEO - from observations to knowledge development, integration, and contribution to three engagement priorities
3. 学会等名 The 3rd AOGEO Workshop (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 International Long-Term Ecological Research - East Asia and Pacific regional network (ILTER-EAP) - Current efforts and future perspective
3. 学会等名 The 2nd workshop on Energy, Infrastructure and Environment Research, with a special theme on "IoT, Ecology and Circular Economy" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Muraoka H., Trisurat Y., Pungga R.S.
2. 発表標題 Asia-Pacific Biodiversity Observation Network
3. 学会等名 13th AOGEO Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 酒井佑禎、小林秀樹、加藤知道、両角友喜、中島直久、辻本克斗、奈佐原顕郎、秋津朋子、村山 昌平、野田響、村岡裕由、大塚俊之、吉竹晋平、彦坂幸毅
2. 発表標題 Validation of FLiES-SIF; 3D radiative transfer model to estimate the observed Sun-induced chlorophyll fluorescence from top of canopy, at Takayama
3. 学会等名 第68回日本生態学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村岡裕由
2. 発表標題 流域圏科学研究センター高山試験地における地球環境研究と連携
3. 学会等名 岐阜大学地域協学センターシンポジウム「地域志向の大学を目指して」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村山昌平、石戸谷重之、堀知行、吉竹晋平、前田高尚
2. 発表標題 飛騨高山冷温帯落葉広葉樹林サイトにおける大気中メタン濃度の連続観測
3. 学会等名 第25回大気化学討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村山昌平、近藤裕昭、石戸谷重之、前田高尚、山本晋、三枝信子、村岡裕由
2. 発表標題 飛騨高山冷温帯落葉広葉樹林で観測された炭素収支の年々変動および長期トレンド
3. 学会等名 日本気象学会秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Noda H., Muraoka H., Nasarhara K.N
2. 発表標題 Phenology of leaf optical properties and their effects on canopy reflectance in cool-temperate deciduous broadleaf forest
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 Asia Oceania Group on Earth Observations - AOGEO
3. 学会等名 GEO Symposium 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 Asia Oceania Group on Earth Observations - Networking networks-
3. 学会等名 11th Asia Pacific Biodiversity Observation Network workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 Asia Oceania Group on Earth Observations - Introduction - Vision and Activities
3. 学会等名 International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 Biodiversity observations from space and in the field - Asia Biodiversity Observation Network (APBON) -
3. 学会等名 International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Muraoka H.
2. 発表標題 Development of long-term and multidisciplinary research and networking in forest ecosystems of Takayama site
3. 学会等名 AsiaFlux2019 - the 20th Anniversary Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Muraoka H. and Takeuchi Y.
2. 発表標題 Asia Pacific Biodiversity Observation Network (APBON) - Achievements, highlights, and next steps of biodiversity observations and community development- (Scene Settings)
3. 学会等名 12th AOGEO Symposium (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村岡裕由
2. 発表標題 統合的な陸上生態系観測ネットワーク化への期待
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Murayama, S., Kondo, H., Ishidoya, S., Maeda, T., Yamamoto, S., Saigusa, N., Muraoka, H.
2. 発表標題 Long-term variations in the carbon budget and the atmospheric CO ₂ concentration detected from 26-year observation in a cool-temperate deciduous forest at Takayama
3. 学会等名 AsiaFlux2019 - the 20th Anniversary Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kondo, H., Murayama, S., Ishidoya, S., Maeda, T., Saigusa, N., Yamamoto, S
2. 発表標題 Reanalysis of 20 years data at TKY
3. 学会等名 AsiaFlux2019 - the 20th Anniversary Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kondo, H., Murayama, S., Ishidoya, S., Maeda, T., Saigusa, N., Yamamoto, S.
2. 発表標題 Long-term measurement of CO2 flux and micro meteorology at the central mountainous area in Japan.
3. 学会等名 15th International Conference on Atmospheric Sciences and Applications to Air Quality (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村山昌平、石戸谷重之、近藤裕昭、山本晋、宇佐美哲之、中澤高清、青木周司、森本真司、坪井一寛、松枝秀和、石島健太郎、村岡裕由
2. 発表標題 飛騨高山森林観測サイトにおける大気中温室効果気体濃度およびCO2安定同位体比の長期観測
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakaji, T., Nakamura, M., Ueda, M., Matsunaga, S.N., Miyazaki, Y., Noh, N., Muraoka, H., Hiura, T
2. 発表標題 Long-term soil warming experiment in a northern cool-temperate forest in Tomakomai, Hokkaido Japan - What was clarified or still unknown?
3. 学会等名 AsiaFlux2019 - the 20th Anniversary Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野田響、奈佐原顕郎、村岡裕由
2. 発表標題 落葉広葉樹の個葉の分光特性とPROSPECTモデルの逆解析により推定された解剖学的特性の季節変化
3. 学会等名 第67回日本生態学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Noda H., Kiyono T., Oshio H., Yoshida Y., Miyauchi T., Saito M
2. 発表標題 Satellite Ecophysiology -Spatial and Temporal Scaling of Forest Canopy Photosynthesis
3. 学会等名 The 83rd Annual Meeting of the Botanical Society of Japan (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 小池 孝良、塩尻 かおり、中村 誠宏、鎌田 直人・編集 (中路達郎)	4. 発行年 2023年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 280
3. 書名 木本植物の被食防衛 (リモートセンシングによる被食防衛モニタリング)	

1. 著者名 (一社)日本森林学会	4. 発行年 2021年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 694
3. 書名 森林学の百科事典	

1. 著者名 村岡裕由 (三枝 信子、柴田 英昭 編)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 244
3. 書名 森林と地球環境変動(第3章 温帯林への気候変動の影響)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

本研究課題の成果の一部はプレスリリースを行った。
 国立環境研究所，北海道大学，岐阜大学の共同
 2022年12月7日付け
 「太陽光誘起クロロフィル蛍光の観測で捉えた 落葉樹林の林床の寄与 ～二酸化炭素吸収の鉛直分布を把握～」
<https://www.gifu-u.ac.jp/news/research/2022/12/entry07-12010.html>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	中路 達郎 (Nakaji Tatsuro) (40391130)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授 (10101)	
研究分担者	野田 響 (Noda Hibiki) (60467214)	国立研究開発法人国立環境研究所・地球システム領域・主任 研究員 (82101)	
研究分担者	永井 信 (Nagai Shin) (70452167)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境部門(地球表層 システム研究センター)・主任研究員 (82706)	
研究分担者	村山 昌平 (Murayama Shohei) (30222433)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・エネルギー・環境領 域・総括研究主幹 (82626)	2022年4月より国立研究開発法人産業技術総合研究所 招聘研究員に身分変更。そのため2022年度は研究協 力者として本課題に参加。

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------