

令和 5 年 6 月 10 日現在

機関番号：32629

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K01162

研究課題名（和文）気温日変化を考慮した19世紀気象観測データの均質化と長期気温時系列の創出

研究課題名（英文）Homogenization of 19th century meteorological observation data with consideration of daily temperature changes and creation of long-term temperature time series

研究代表者

財城 真寿美（Zaiki, Masumi）

成蹊大学・経済学部・教授

研究者番号：50534054

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：気象観測点の移転によって生じるデータ間の不均質性に関連して、天気や地理的な条件によって、気温の日変化パターンにどのような差異があるのか、1951年に官署移転した長崎を主な研究対象地点とし、主成分分析を使用した統計解析を行った。その結果、気温日変化の指標となる気温日較差と雲量との間には、明瞭な負相関が認められた。また、函館市内数カ所での気象観測を継続的に実施し、得られたデータで気温の日変化パターン分類に関する統計解析を行った。上記の検討により、ある条件下（標高差や隔海度が一定以下）の観測値については、気温データの不連続を補正することができる可能性を見出すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、これまで本課題に関連する研究者らが収集してきた19世紀の日本の気象観測データと、20世紀以降を中心とした気象庁の気象データを連結する際に問題となるデータ間の不均質性について、特に気温の日平均値を均質化する手法を確立することを目指してきた。その結果、気温の日変化パターンをいくつかの種類に分類し、それを特徴づける気象や地理的条件を明らかにすること、そして分類されたパターンごとに、気温の日平均値の均質化が可能であることを明らかにした。19世紀から現代まで連続する均質な日気温データが整備されれば、気温極値の出現頻度や変化傾向がより長期にわたって検討可能となり、気候変動の特徴解明につながる。

研究成果の概要（英文）：In relation to the inhomogeneity among the data caused by the relocation of meteorological stations, a case study using principal component analysis was conducted for Nagasaki, where the official station was relocated in 1951, to see how the diurnal pattern of temperature varied depending on weather and geographical conditions. The results showed a clear negative correlation between the diurnal temperature range and cloud cover. Statistical analysis was also conducted using data obtained from continuous meteorological observations at several locations in Hakodate to classify the diurnal patterns of temperature. The above study revealed the possibility of correcting the discontinuity of temperature data for observations under certain conditions (altitude difference and sea level difference below a certain level).

研究分野：気候学

キーワード：気温日変化 均質化 気候変動 19世紀 気象観測記録 日本

1. 研究開始当初の背景

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) の第 6 次評価報告書では、人間の影響が大気、海洋、及び陸域を温暖化させてきたことが指摘されている (IPCC 2022)。一方で、19 世紀以前の気候変動には、人為的影響よりも太陽活動や火山活動などの自然的要因が強く寄与していた可能性が高い。気候変動に自然的要因がより明瞭にみられる 19 世紀以前の気候変動を詳細に明らかにすることは、気候変動に対する人為的影響と自然的影響を区別して、人間活動の影響がより高まる将来の気候を的確に予測するためにも重要である。また 19 世紀は、「小氷期」とよばれる 14 世紀ごろから続いた世界的に寒冷な気候が卓越した時期が終焉を迎えた時期ともいわれているが、東アジア地域においては、当時の気候の特徴は詳細に明らかになっていない。

しかし現在のところ、19 世紀以前の気象観測データが時空間的に十分な密度で整備されているのは、欧米地域が中心である。日本では、気象庁が設立される 1872 年以前の気象データについてはほとんど認知されていなかったが、これまでの当該課題メンバーらの研究で、1820~1870 年代の函館・水戸・東京・横浜・大阪・神戸・長崎での気象観測記録、1870~1880 年代の日本沿岸部の約 40 地点の灯台での気象観測記録の整備が完了し当時の気候の特徴や台風経路の復元が進んでいる。

これまでに収集した 19 世紀の気象観測記録の大半は、近隣の気象官署とは地点が離れていたり、一日に数回しか観測されておらず、それぞれのデータの質が異なる (不均質性がある) ために、日平均値や月平均値を現在の観測データと単純に連結できないという問題がある。その不均質性を修正するための均質化方法に関して、月平均値については、これまでいくつかの手法が提案されてきた。一方で、日平均値については、不均質をもたらす要因が多く複雑であるため、世界的にもほとんど議論が進んでおらず、不均質な気象データの日平均値レベルでの均質化方法は確立されていない。

2. 研究の目的

本研究では、これまで収集してきた 19 世紀の日本の気象観測データと 20 世紀以降を中心とした気象データを連結する際に問題となるデータ間の不均質性について、特に気温の日平均値を均質化する手法を確立することを目的とする。

先に述べたように、これまで日平均値データの均質化の方法はほとんど議論されておらず、有効な方法が確立していない。そこで本研究の前半では、19 世紀の気象観測に特有の一日数回のみ観測値から求めた日平均値と、現代の 24 時間観測値から求めた日平均値との間に、天気や地理的な条件 (隔海度や標高) によって大きな差が生じる気温について、日本各地の都市化による気温上昇が顕著になる以前の 20 世紀前半の毎時観測データを使用して、それぞれの条件により、日平均値にどれくらいの不均質が生じるかを定量的に評価する。これは、既存研究にはみられない独創的な点といえる。さらに本課題の後半では、その条件ごとに生じる不均質性を修正する値を、実際にこれまで申請者が整備してきた 19 世紀の日本各地の気温の日データに適用して均質化を実施する。これにより、これまで均質な日別気温データがなかったために議論されていなかった 19 世紀の気温に関する日単位の極端値 (最高気温、最低気温など) について、定量的な議論が可能となる。地球規模で温暖化が進む近年、日単位で生じる極端気象の変化が注目されており、19 世紀の気温の極端値について知見を得ることは、将来の極端気象の予測にも役立つといえる。

3. 研究の方法

(1) 20 世紀前半の気象庁気温データを利用した気温日変化パターンの類型化

1 日に数回のみ観測された気温データから求めた日平均気温と 24 時間毎時観測値から求めた日平均気温との間に差が生じる要因として、日々の天気や観測地点の隔海度・標高によって、気温の日変化パターンが異なる事が挙げられる。そこで、まず日本各地に都市化の影響が顕在化する前の 20 世紀前半について、長崎の気象庁観測原簿にある時別値をデジタル化して解析に使用した。1 日 24 回分の時別気温データを主成分分析し、検出されたそれぞれの成分ごとに気温の日変化パターンの特徴を解析した。検出された日変化パターンを特徴づける要因として、天気については入手可能な同時期の雲量データを使用して判定した。また標高については、今回分析対象とした長崎地方気象台は移転により約 100 メートルの変化があった。

(2) 現地気象観測データによる、隔海度・標高の差異による気温日変化パターンの分析

過去に気象観測が行われていた地点 (19 世紀の気象観測地点および 20 世紀の気象庁官署の地点) が、沿岸部から内陸部へ隔海度が大きく変化した函館について、実際に過去の観測地点に温度ロガーを長期設置して、気温の日変化パターンの差異を検討する。

4. 研究成果

(1) 長崎地方気象台は 1951 年に移転し、移転前後で約 100 メートルの標高差 (旧観測点

131.5m 新観測点 26.7m)が生じている。その際、新旧両地点において1年間の並行観測が行われ、気象庁観測原簿として保存されている。そのうち、気温と雲量の特別データをデジタル化して解析に使用した。気温日変化に大きく影響すると思われる雲量(天気)と気温日変化(気温日較差)の関係を客観的に評価するため、新観測点(1日11回観測)の時刻別気温偏差(日平均気温との差)を変数にとり、1年間(365日)の時系列データに対して主成分分析(11回×365日の行列)を行った。さらに、明瞭な日変化パターンを示す成分と新旧両観測点の気象要素(気温、雲量)との相関を分析した。

(2)主成分分析により得られた結果は次のとおりである。まず、上位2成分(PC.1+PC.2)で、全体の変動の約78%を説明する。そして、PC.1は、夜間(負)と日中(正)で逆符号となり、極大は6:00(-)と14:00-15:00(+)で、日最低気温と日最高気温の出現時刻に相当し、平均的な気温の日変化パターンを示す成分と考えられる(図1)。気温日変化の指標となる気温日較差と雲量との間には、明瞭な負相関が認められた(図2)。すなわち、雲量が増えたと(曇雨天)気温日較差が減少、雲量が減ると(晴天)気温日較差が増大することを意味している。

(3)PC.1スコアと雲量との間には、負の有意な相関が認められた(図3)。また、気温日較差との間には、高い正の相関があることから(図4)、PC.1スコアは、晴天時特有の気温の日変化を示していると考えられる。

1月と7月では、新観測点(低高度海岸部)と旧観測点(高高度山頂)の気温日変化の差が認められた(図5)。新旧観測点の気温差(10:00, 新-旧)とPC.1のスコアとの関係(図5)から、気温日較差が大きい日(日中高温・早朝低温)ほど新地点の気温(10:00)の気温低下が顕著だが、気温日較差が小さい(曇雨天時)時は新観測点の方が気温が約1高くなる傾向があることが分かった。

1日数回の気温観測データしか得られない19世紀の古気象データから月平均気温を算出する場合、従来は平均的な気温日変化モデルから月平均気温を求めていた。しかし今回の方法を適用すれば、日単位で雲量(天気)の情報や地理的特性(高度、隔海度など)を考慮して、日平均気温算出が可能になることが期待される。

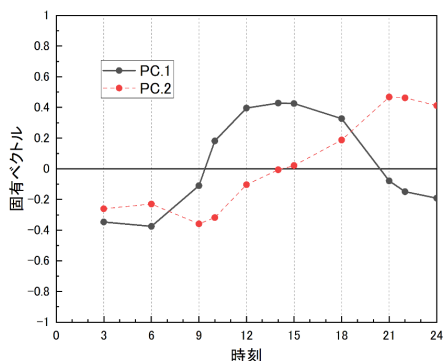


図1: PC.1とPC.2の日変化

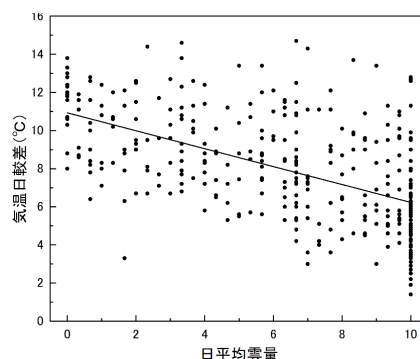


図2: 日平均雲量と気温日較差の関係
(長崎:1951年)

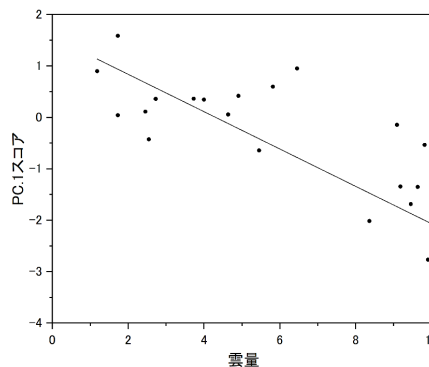
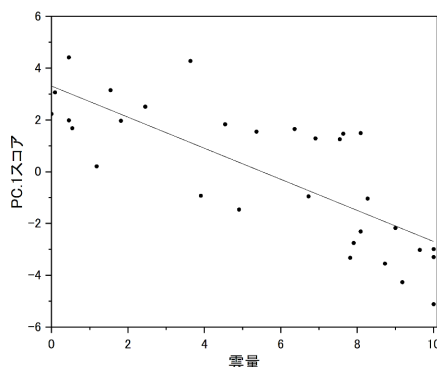


図3: 1月・7月の日平均雲量とPC.1スコアの関係(長崎:1951年)

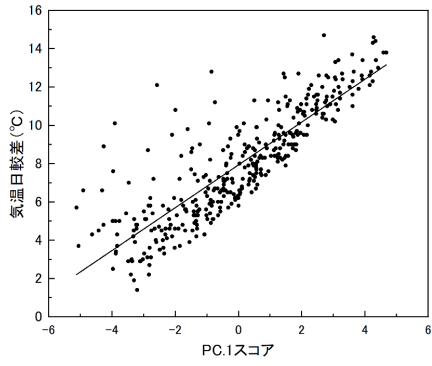


図 4：気温日較差と PC. 1 スコアの関係（長崎：1951 年）

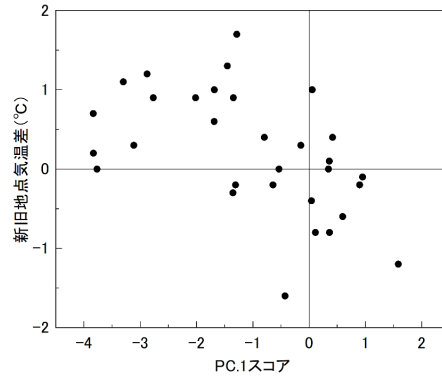
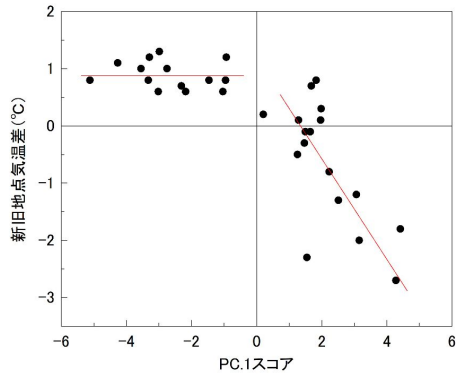


図 5：1 月・7 月の PC. 1 スコアと新旧地点の気温差の関係（長崎：1951 年）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Kubota,H., Matsumoto,J., Zaiki,M., Tsukahara,T., Mikami,T., Allan,R., Wilkinson,C., Wilkinson,S., Wood,K. and Mollan,M.	4. 巻 164
2. 論文標題 Tropical cyclones over the western north Pacific since the mid-nineteenth century	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10584-021-02984-7	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 Sugawara,H., Narita,K. and Mikami,T.	4. 巻 35
2. 論文標題 Vertical structure of the cool island in a large urban park	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Urban Climate	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.uclim.2020.100744	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 Hirano,J., Mikami,T. and Zaiki,M.	4. 巻 18
2. 論文標題 Analysis of early Japanese meteorological data and historical weather documents to reconstruct the winter climate between the 1840s and the early 1850s	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Climate of the Past	6. 最初と最後の頁 327-339
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/cp-18-327-2022	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 宮下敦, 財城真寿美	4. 巻 29
2. 論文標題 成蹊気象観測所創設地での気象データを調べる	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 成蹊学園サステナビリティ教育研究センターリレーコラム	6. 最初と最後の頁 1-3
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 無
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 財城真寿美	4. 巻 41
2. 論文標題 長崎港をとりまく自然条件と近代科学窓口としての役割	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地図情報	6. 最初と最後の頁 4-7
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 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 Hisayuki Kubota, Jun Matsumoto, Masumi Zaiki, Togo Tsukahara, Takehiko Mikami, Rob Allan, Clive Wilkinson, Sally Wilkinson, Kevin Wood and Mark Mollan	4. 巻 164
2. 論文標題 Tropical cyclones over the western north Pacific since the mid-nineteenth century	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Climatic Change	6. 最初と最後の頁 1-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10584-021-02984-7	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 財城真寿美	4. 巻 2020-12
2. 論文標題 寒かった江戸時代ー「小氷期」を生きた人々	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 月刊江戸楽	6. 最初と最後の頁 8-9
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 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 財城真寿美	4. 巻 2
2. 論文標題 「武蔵野の自然と学び」ESD成蹊フォーラム2019開催報告	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 サステナビリティ教育研究	6. 最初と最後の頁 51-54
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 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 三上岳彦	4. 巻 723
2. 論文標題 地球温暖化問題と地理教育	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地理の研究	6. 最初と最後の頁 11-18
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 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 三上岳彦	4. 巻 467
2. 論文標題 異常気象と地球温暖化 - 気候変動と21世紀の気候予測の視点から -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 エネルギーレビュー	6. 最初と最後の頁 15-18
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 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 Masumi ZAIKI, Theo BRANDSMA	4. 巻 58
2. 論文標題 Data Rescue of Rainfall Records from the Dutch East Indies.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University	6. 最初と最後の頁 79-85
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 無
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 Zhang Xiaodan, Ren Guoyu, Bing He, Mikami Takehiko, Matsumoto Jun, Zhang Panfeng, Yang Guowei	4. 巻 176
2. 論文標題 Reconstruction and characterization of droughts and floods in the Hanjiang River Basin, China, 1426-2017	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Climatic Change	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/s10584-023-03538-9	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

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 永田玲奈, 三上岳彦, 平野淳平
2. 発表標題 過去70年間に関東地方に來襲した台風の経路と強さの変化
3. 学会等名 日本地理学会2021春季学术大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mikami,T., Hasegawa,N., Hirano,J., Batten,B.
2. 発表標題 Winter/spring Climatic Changes in Northern Japan during 1705-1860 Reconstructed from Snowfall/Precipitation Ratios and Lake-freezing Records
3. 学会等名 The 36th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zaiki,M.
2. 発表標題 Characteristics of rainfall variability and the abnormal condition in the dry year in Java based on the 1901-1916 Indonesian rainfall data
3. 学会等名 The 11th European Association for Southeast Asian Studies Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirano,J., Mikami,T., Zaiki,M.
2. 発表標題 Combined Analysis of Early Instrumental Data and Historical Daily Weather Documents for Winter Climate Reconstruction in Japan
3. 学会等名 The Sixth Biennial Conference of East Asian Environmental History (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 財城真寿美
2. 発表標題 気候変動で読み解く日本史
3. 学会等名 全国高校生探求SDGsサミット(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 財城真寿美, 三上岳彦
2. 発表標題 観測地点の移動と天候が気温日変化に及ぼす影響
3. 学会等名 日本地理学会2020秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mikami Takehioko
2. 発表標題 Recent progress in the historical climatology of Japan
3. 学会等名 PAGES CRIAS 3rd Workshop(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mikami Takehiko, Hirano Junpei, Hasegawa Naoko, Batten Bruce
2. 発表標題 Long-term winter/spring climatic changes in Northern Japan reconstructed from snowfall rates and lake-freezing records
3. 学会等名 AGU 2020 Fall Meeting(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三上岳彦, 長谷川直子, 平野淳平
2. 発表標題 弘前の冬春季・降雪率の長期変動と十三湖の結氷期間との関係
3. 学会等名 日本地理学会2020秋季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 市野美夏, 増田耕一, 三上岳彦, 高槻泰郎
2. 発表標題 19世紀日本の天候と市場経済の関連－歴史資料からの日射量推定と米価による解析－
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 財城 真寿美
2. 発表標題 江戸・東京の気候変動
3. 学会等名 第13回 高等教育におけるESD フォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Zaiki, M.
2. 発表標題 Seasonal rainfall characteristics and monsoon variability based on the 1901-1916 Indonesian rainfall data
3. 学会等名 International Workshop “Climate and Urban/Rural Development in Colonial Southeast Asia” (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junpei HIRANO, Takehiko MIKAMI, Masumi ZAIKI, Gunther KONNEN, Fons BAEDE
2. 発表標題 Reconstruction of typhoon tracks affected Kyushu, western Japan in 1828
3. 学会等名 The 2019 Annual Meeting of the European Meteorological Society (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masumi ZAIKI
2. 発表標題 Data rescue of instrumental meteorological records in Japan since the 19th century.
3. 学会等名 The International Workshop on Climate, Water, Land, and Life in Monsoon Asia (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 財城真寿美
2. 発表標題 江戸の気候変動
3. 学会等名 成蹊大学アジア太平洋研究センターオンライン講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鴨川仁, 財城真寿美, 林修吾, 松本淳
2. 発表標題 日記記録と気象庁観測に基づく東京と金沢における雷日数の経年的増加について
3. 学会等名 日本大気電気学会第101回研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mika Ichino, Takehiko Mikami, Kooiti Masuda, Yasuo Takatsuki
2. 発表標題 Variations in the Distribution of Solar Radiation in Japan during the Tempo Famine Period As Reconstructed Using Using Historical Weather Records
3. 学会等名 Annual Conference of the Association for Asian Studies (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平野淳平, 三上岳彦
2. 発表標題 北極振動と日本の冬季気温との相関にみられる数十年規模変動
3. 学会等名 日本地理学会2023春季学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 仁科淳司, 三上岳彦
2. 発表標題 夏季の東京における海面気圧日変化の経年変化
3. 学会等名 日本地理学会2023春季学術大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 現代地政学事典編集委員会編	4. 発行年 2020年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 859
3. 書名 現代地政学事典	

1. 著者名 成蹊大学文学部学会	4. 発行年 2023年
2. 出版社 風間書房	5. 総ページ数 340
3. 書名 歴史の蹊、史料の杜	

1. 著者名 公益社団法人日本地理学会	4. 発行年 2023年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 842
3. 書名 地理学事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

Japan-Asia Climate Data Program https://jcdp.jp/
--

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	三上 岳彦 (Mikami Takehiko)	東京都立大学・都市環境科学研究科・客員教授	
	(10114662)	(22604)	

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
---------	---------