

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：33935

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02892

研究課題名（和文）CO2濃度の実測データを利用した低炭素地域づくりのための市民科学プログラムの開発

研究課題名（英文）Development of a citizen science program for the creation of a low-carbon region using actual measured data of CO2 concentration

研究代表者

岡村 聖（Okamura, Kiyoshi）

名古屋産業大学・現代ビジネス学部・教授

研究者番号：80314087

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：東海3県に開設したCO2濃度測定局の収集データを対象に、CO2濃度分布図を作成して多地点比較を行い、地域毎に特徴がある分布形が経年的に再現されることを明らかにした。また、CO2濃度のリアルタイム値と過去24時間の日変化グラフ表示、CO2濃度常時測定局3局の位置と周辺の土地利用や地形を確認できる地図表示、市民が任意の生活環境圏で可搬用測定器を用いてCO2濃度調査を行った際に、調査結果を見える化するためのCO2濃度マップ表示、から構成される環境学習基盤WEBサイトを構築すると共に、本研究で得た知見および同サイトを利用した、低炭素地域づくりのための市民科学プログラムを開発し、実践した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

風速は単位時間に空気が移動する距離を表すことから、CO2濃度に対して測定地点からどの程度風上方向にさかのぼった位置から運ばれた空気の影響が大きいかどうか、風速の階級値を距離の指標として、風速発生頻度を影響度の重みの指標としてそれぞれ利用することにより、地域の代表的な吸収源、排出源の影響の度合いの検証に、CO2濃度分布図を活用できる可能性がある点に、学術的意義があったと考えている。また、多くの人々がCO2の動態に対する科学リテラシーの向上を図り、低炭素地域づくりに向けて自立的かつ多面的な環境行動を実践に移す社会的状況の創出に貢献することを目指した点に、社会的に意義があったと考えている。

研究成果の概要（英文）：A multi-site comparison was conducted by creating a CO2 concentration distribution map for data collected at CO2 concentration measurement stations established in three prefectures in the Tokai region. It was clarified that the distribution shape, which is characteristic of each region, is reproduced over time. The map display consists of real-time CO2 concentration values and a graph showing daily changes over the past 24 hours, a map display showing the locations of the three CO2 concentration measurement stations and the surrounding land use and topography, and a CO2 concentration map display to visualize the results of a CO2 concentration survey conducted by citizens using portable measurement devices in their own living environment. The findings obtained in this study and the citizen science program for the creation of a low-carbon region using this website were also developed and implemented.

研究分野：大気環境工学

キーワード：市民科学プログラム CO2濃度 低炭素 生活環境圏 地域団体

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

世界各国で大気中のCO<sub>2</sub>濃度の全球観測が行われている。日本では気象庁によって綾里、南鳥島、与那国島等に観測地点が置かれている。これらでは、CO<sub>2</sub>濃度変化のバックグラウンドデータが測定されており、地表面の人間活動や植物活動の直接的な影響を受けない、周辺の水平空間を代表する濃度観測が行われている。人為の影響を比較的受けやすい大都市近郊においても、埼玉県の県内2地点においてCO<sub>2</sub>濃度観測が行われている例があるが、人為の影響が反映されやすい大都市近郊のCO<sub>2</sub>濃度観測としては稀な例となっている。さらに、CO<sub>2</sub>濃度観測という点では、森林のCO<sub>2</sub>排出・吸収量収支評価を目的にフラックスタワーを用いた観測が行われている。フラックス観測による研究では、森林などの植生や都市からどの程度のCO<sub>2</sub>が吸収・排出されているかの収支評価に主眼が置かれている。気象庁や埼玉県、また、一連のフラックス観測には、設置場所周辺の水平空間が一樣であることや大規模なタワーの建設が必要であるなど、設置可能な場所については限られる。

その一方で、筆者らは、人間活動の直接的な影響が反映されたローカルスケールのCO<sub>2</sub>濃度変化に着目し、環境教育を実施する学校やその近傍にCO<sub>2</sub>濃度測定局(写真1)を開設したうえで、環境教育教材となる生活環境圏のCO<sub>2</sub>濃度データを収集、蓄積してきた。また、測定局の収集データをWeb経由で公開する「CO<sub>2</sub>濃度常時測定ネットワークシステム」を整備し運用を行うとともに、その過去データから、CO<sub>2</sub>濃度の動態を検証するための学習支援システムを開発し、環境教育に応用してきた。

パリ協定の発効に伴い、多くの地方自治体では、地球温暖化対策地方公共団体実行計画の見直しや低炭素地域づくりの更なる進展が求められている。また、近年、市民が科学的な調査研究に参画し、社会が直面する課題解決にアプローチする市民科学の取組が進められているが、気候変動に関連する市民科学研究の蓄積は乏しい。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、地球温暖化防止活動を実践している地域団体と連携し、生活環境圏のCO<sub>2</sub>濃度データを利用した低炭素地域づくりのための市民科学プログラムを開発することにある。学校教育を対象とした環境教育の適用範囲を成人に拡大し、CO<sub>2</sub>濃度の実測データを利用した低炭素地域づくりのための市民科学プログラムの開発を目指している点に、環境教育としての新規性、創造性があると考え。また、多くの人々がCO<sub>2</sub>の動態に対する科学リテラシーの向上を図り、低炭素地域づくりに向けて自立かつ多面的な環境行動を実践に移す社会的状況の創出を目指す点に、社会的意義があると考え。

### 3. 研究の方法

本研究では、岡崎市内の市民や企業によって構成する岡崎市地球温暖化防止隊(個人会員41名、法人会員52事業所)との連携の下に、次のアプローチで研究を進める。

#### (1) 地域環境評価の基礎となるCO<sub>2</sub>濃度分布図の検証

風速は単位時間に空気が移動する距離を表すことから、CO<sub>2</sub>濃度に対して測定地点からどの程度風上方向にさかのぼった位置から運ばれた空気の影響が大きいかを示す指標になると考えられる。そこで、横軸に主風向の風速の階級値、縦軸に主風向の風の発生頻度、CO<sub>2</sub>濃度を階調で表したものを「CO<sub>2</sub>濃度分布図」として、地域の代表的な吸収源、排出源、気象現象がCO<sub>2</sub>濃度を与える具体的な影響を明らかにするために「CO<sub>2</sub>濃度分布図」が活用できるかどうかを検証する。

#### (2) 岡崎市域を対象とした環境学習基盤の整備

本研究では、岡崎市域にCO<sub>2</sub>濃度常時測定局3局を開設し、CO<sub>2</sub>濃度のリアルタイム値と過去24時間の日変化グラフ表示、CO<sub>2</sub>濃度常時測定局3局の位置と周辺の土地利用や地形を確認できる地図表示、市民が任意の生活環境圏で可搬用測定器を用いたCO<sub>2</sub>濃度調査を行った際に、調査結果を見える化するためのCO<sub>2</sub>濃度マップ表示、をWeb上で閲覧するための環境学習基盤を整備する。

#### (3) 低炭素地域づくりのための市民科学プログラムの開発

また、本研究では、上記(1)の知見および(2)で整備する環境学習基盤を利用し、CO<sub>2</sub>濃度の実測データから、市民がCO<sub>2</sub>の排出源や吸収源を検証し、その環境改善に向けて、環境学習から環境行動への自立的な発展を目指すための市民科学プログラムを開発する。



写真1 CO<sub>2</sub>濃度測定局

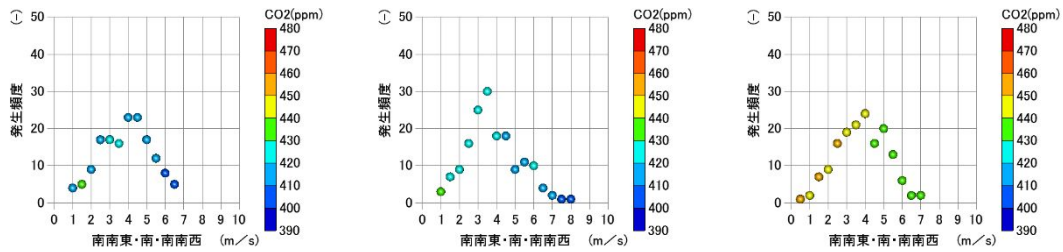


図1 名古屋産業大学地点の夏季のCO<sub>2</sub>濃度分布図の経年変化（左から2011、2015、2020年）

#### 4. 研究成果

##### (1) 地域環境評価の基礎となるCO<sub>2</sub>濃度分布図の検証（引用文献）

東海3県に開設したCO<sub>2</sub>濃度測定局の10年間の収集データを対象に、南鳥島地点の全球観測値に基づく補正を行ったうえで、CO<sub>2</sub>濃度分布図を作成し、多地点比較を行った。その結果、①各地点における夏季のCO<sub>2</sub>濃度分布図の分布形は経年的に相似していること（図1）、このことは、夏季主風向の風速発生頻度の信頼区間によって確認することができること（図2と表1）、すなわち地域毎に特徴がある分布形が経年的に再現されることを明らかにした。

##### (2) 岡崎市域を対象とした環境学習基盤WEBサイトの整備（引用文献）

岡崎市域にCO<sub>2</sub>濃度測定局3局を開設し、その蓄積データを閲覧するための環境学習基盤WEBサイト（図3）を構築した。このWEBサイトは、CO<sub>2</sub>濃度のリアルタイム値と過去24時間の日変化グラフ表示、CO<sub>2</sub>濃度常時測定局3局の位置と周辺の土地利用や地形を確認できる地図表示、市民が任意の生活環境圏で可搬用測定器を用いてCO<sub>2</sub>濃度調査を行った際に、調査結果を見える化するためのCO<sub>2</sub>濃度マップ表示、から構成される。では、3地点のCO<sub>2</sub>濃度のリアルタイム値と過去24時間の日変化グラフを、プログラミング言語Pythonにより、5分更新で表示するようにした。では、3か所の測定地点をGoogleマップにピン表示することで、測定地点近傍のみならず広域の土地利用や地形も参照できるようにした。では、インターネットに接続されたスマートフォンやパソコン等でCO<sub>2</sub>濃度および風向風速の調査データをGoogleスプレッドシートに入力することで、Google Apps Scriptにより、Googleマップ上にCO<sub>2</sub>濃度および風向風速の調査結果を重ね合わせたCO<sub>2</sub>濃度マップを表示できるようにした。CO<sub>2</sub>濃度マップについては、緯度経度、マス目数、マス目サイズをそれぞれ指定して（図4）、Googleマップ上に表示できるため、海外を含めた任意地点で作成可能である。

##### (3) 低炭素地域づくりのための市民科学プログラムの開発（引用文献）

本研究では、上記(1)で得た知見および(2)で整備した環境学習基盤WEBサイトを利用し、CO<sub>2</sub>濃度の実測データから、市民がCO<sub>2</sub>の排出源や吸収源を検証し、その環境改善に向けて、環境学習から環境行動への自立的な発

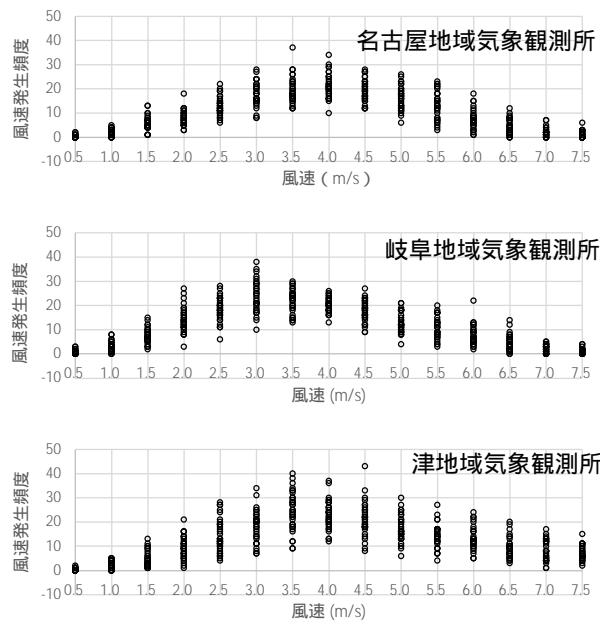
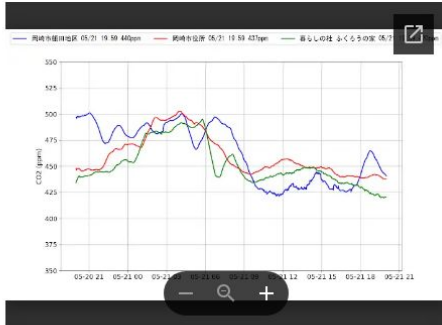


図2 東海3県に開設されたCO<sub>2</sub>濃度測定局近傍のアメダスにおける風速の階級値と風速発生頻度のプロット（1990-2023年の34年分、夏季、非降雨日、13時～16時の主風向の特別データを抽出、名古屋5142データ、岐阜5685データ、津6340データ）

表1 図2の元データを使ったt分布による95%信頼区間推定

風速の階級値 (m/s)	名古屋地域気象観測所の夏季主風向の風速発生頻度	岐阜地域気象観測所の夏季主風向の風速発生頻度	津地域気象観測所の夏季主風向の風速発生頻度
3.0	17.8 ± 10.7	23.6 ± 12.9	18.2 ± 13.0
3.5	19.6 ± 11.1	22.4 ± 9.5	24.1 ± 15.8
4.0	21.1 ± 9.6	20.6 ± 6.2	22.8 ± 11.8
4.5	19.5 ± 9.1	18.1 ± 8.8	21.3 ± 13.9
5.0	16.0 ± 9.6	13.0 ± 8.5	17.5 ± 11.4
5.5	13.1 ± 11.4	10.6 ± 9.0	14.4 ± 9.5
6.0	7.4 ± 8.0	7.6 ± 7.8	13.1 ± 9.3
6.5	4.4 ± 6.5	4.4 ± 6.5	9.5 ± 8.3
7.0	1.8 ± 3.6	2.1 ± 3.3	8.6 ± 8.3
7.5	1.0 ± 2.9	1.0 ± 2.3	7.4 ± 5.9



岡崎市域のCO<sub>2</sub>濃度 (現在値と過去24時間変化、1時間更新)



岡崎市域のCO<sub>2</sub>濃度測定局3局

岡崎市せきれいホール CO<sub>2</sub>濃度マップ 2024/2/17 14:30~15:30 曇



図3 岡崎市域を対象とした環境学習基盤 WEB サイト

展を目指すための市民科学プログラムを開発した(表2)。そして、2024年2月17日に、岡崎市地球温暖化防止隊「CO<sub>2</sub>見える化報告会」において、本プログラムを次の通り実践した。

オリエンテーション

プログラム参加者全員が基礎的な知識を共有するために、低炭素地域づくりやCO<sub>2</sub>濃度の動態に関する知識の習得および確認を行った。

注目地点のCO<sub>2</sub>濃度調査

まずは、呼気の影響を受けないように風上に向けて測定する等の測定器機の使い方を、プログラム参加者全員で練習した。次いで、調査班(ここでは6班)に分かれて、先着順に自己申告することで、他の調査班と重複しないように調査地点を調整した。最後に、CO<sub>2</sub>濃度測定、風向風速測定、測定結果の記入、調査地点の撮影等の役割分担および調査活動方法を確認し、準備ができた調査班から注目地点のCO<sub>2</sub>濃度調査を行った。

CO<sub>2</sub>濃度マップの作成

CO<sub>2</sub>濃度および風向風速の調査結果をGoogle スプレッドシートに入力し、Google マップ上にCO<sub>2</sub>濃度マップを表示した。入力に必要なものは、インターネットに接続されたスマートフォンやパソコン等だけであり、有料のアプリケーションは必要無い。また、複数の調査班が同時に同じスプレッドシートにデータを入力することが可能である。

	A	B
1	データの初期化	CO <sub>2</sub> 濃度マップを作成する
2	岡崎市せきれいホール	CO <sub>2</sub> 濃度調査の場所
3	2024/2/17	CO <sub>2</sub> 濃度調査の年月日
4	14:30	CO <sub>2</sub> 濃度調査の開始時刻
5	15:30	CO <sub>2</sub> 濃度調査の終了時刻
6	曇	天気
7	750px	CO <sub>2</sub> 濃度マップ画像の横サイズ (XXXpxで指定)
8	500px	CO <sub>2</sub> 濃度マップ画像の縦サイズ (XXXpxで指定)
9	34.95351851	CO <sub>2</sub> 濃度マップの中心の緯度 (°)
10	137.1766709	CO <sub>2</sub> 濃度マップの中心の経度 (°)
11	6	南北マス目数 (26以下の偶数)
12	6	東西マス目数 (26以下の偶数)
13	30	南北マス目幅 (m)
14	30	東西マス目幅 (m)

図4 CO<sub>2</sub>濃度マップの設定画面



表2 低炭素地域づくりのための市民科学プログラム（目安 90 分）

学習目標	学習内容
・ 基礎的な知識を確認する	オリエンテーション：目安 10 分 ・ 低炭素地域づくりや CO <sub>2</sub> 濃度の動態に関する知識を習得する
・ 測定に必要な技能を身につけることができる ・ 調査を協力して行うことができる	注目地点の CO <sub>2</sub> 濃度調査：目安 30 分 ・ 測定機器の使い方を練習する ・ 調査班の役割分担、調査活動方法を確認する ・ 注目地点の CO <sub>2</sub> 濃度調査を行う
・ CO <sub>2</sub> 濃度マップを作成することができる	CO <sub>2</sub> 濃度マップの作成：目安 10 分 ・ CO <sub>2</sub> 濃度および風向風速の調査データを Google スプレッドシートに入力し、Google マップ上に CO <sub>2</sub> 濃度マップを表示する
・ CO <sub>2</sub> 濃度マップを解釈することができる ・ CO <sub>2</sub> 濃度マップから CO <sub>2</sub> 濃度と地域環境との関係性を把握し、その理由を考えることができる	CO <sub>2</sub> 濃度マップの解釈：目安 15 分 ・ 作成した CO <sub>2</sub> 濃度マップと環境学習基盤 WEB サイトの情報を活用して CO <sub>2</sub> 濃度データの解釈を行う ・ 調査地点周辺の代表的な排出源、吸収源に着目して、CO <sub>2</sub> 濃度と地域環境との関係性を考察する
・ 学習をまとめ、発表することができる	学習のまとめ：目安 25 分 ・ 班ごとに CO <sub>2</sub> 濃度マップの解釈を発表する ・ CO <sub>2</sub> 濃度の実測データから低炭素地域づくりに役立つ環境行動について意見交換を行う

#### CO<sub>2</sub>濃度マップの解釈

作成した CO<sub>2</sub>濃度マップと、環境学習基盤 WEB サイトの情報を活用して、CO<sub>2</sub>濃度データの解釈を行った。具体的には、環境学習基盤 WEB サイトに表示される近傍の CO<sub>2</sub>濃度常時測定局のリアルタイム値と過去 24 時間の日変化グラフにより、調査地点の CO<sub>2</sub>濃度マップがどのような CO<sub>2</sub>濃度の日変化の条件で作成されたものなのかを確認すると共に、環境学習基盤 WEB サイトに表示される Google マップで調査地点周辺の土地利用状況を確認することにより、代表的な排出源、吸収源に着目して、CO<sub>2</sub>濃度と地域環境との関係性を考察した。

#### 学習のまとめ

調査班ごとに CO<sub>2</sub>濃度マップの解釈を発表した。そして、CO<sub>2</sub>濃度の実測データから低炭素地域づくりに役立つ環境行動について意見交換を行った。具体的には、国道 1 号線の影響に関する解釈や本プログラムを自身の活動で関わっている小学校で実践してみたい等、活発な意見交換がなされた。

以上、CO<sub>2</sub>濃度調査から CO<sub>2</sub>濃度マップの作成と考察を通して、CO<sub>2</sub>に対する実感を持って低炭素地域づくりに向けた環境行動についての意見交換を行うことで、環境行動を実践に移す社会的状況の創出を目指すという、一連の市民科学プログラムを実践した。

気候変動に関連する市民科学の研究としては、植物の変化や鳥類の反応、ハチの生息などのモニタリング等が行われているが、研究の蓄積は乏しく、CO<sub>2</sub>濃度の実測データに着目した研究は見られない。本研究では、これまでの CO<sub>2</sub>濃度の動態研究と教材研究の成果を踏まえ、リアルタイムな CO<sub>2</sub>濃度が反映される環境学習基盤 WEB サイトを利用する、低炭素地域づくりのための市民科学プログラムを開発した。多くの人々が CO<sub>2</sub>の動態に対する科学リテラシーの向上を図り、低炭素地域づくりに向けて自立的かつ多面的な環境行動を実践に移す社会的状況の創出に貢献することを目指した点に、社会的に意義があったと考えている。

本研究課題の申請時には、市民講座を定期的開催し、講座参加者の学習記録から、テキストデータマイニングの方法を用いて低炭素地域づくりに向けた意識変容、行動変容のプロセスを検証、評価することを計画していたが、コロナウイルス感染症の蔓延により、研究計画の変更を余儀なくされた。一方で、コロナウイルス感染症の蔓延により、オンラインツールの活用の裾野は明らかに広がっており、市民科学プログラム参加者が環境学習基盤 WEB サイトを使いこなす上で追い風になったと考える。今後は、低炭素地域づくりのための市民科学プログラムの評価に取り組んでいきたい。

#### <引用文献>

バヌバクタ プリ、岡村 聖、高木 祥太、伊藤 雅一、生活環境圏における CO<sub>2</sub>濃度分布図の多地点比較～地域環境評価の基礎となる CO<sub>2</sub>濃度分布の相似性に着目して、環境情報科学学術研究論文集(37)、2023、251 - 256。

岡村 聖、2021、岡崎市域を対象とした環境学習基盤 WEB サイト、(2024 年 6 月 15 日取得、<https://sites.google.com/view/citizenscienceCO2>)。

岡崎市役所、2024、岡崎市地球温暖化防止隊「CO<sub>2</sub>見える化報告会」を開催します、(2024 年 6 月 15 日取得、<https://www.city.okazaki.lg.jp/houdou/p040050.html>)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 バヌバクタ プリ、岡村 聖、高木 祥太、伊藤 雅一	4. 巻 37
2. 論文標題 生活環境圏における CO2濃度分布図の多地点比較～地域環境評価の基礎となるCO2濃度分布の相似性に着目して	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 環境情報科学学術研究論文集	6. 最初と最後の頁 251-256
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.11492/ceispapers.ceis37.0_251	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 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 バヌバクタ プリ、岡村 聖、高木 祥太、伊藤 雅一
2. 発表標題 生活環境圏における CO2濃度分布図の多地点比較～地域環境評価の基礎となるCO2濃度分布の相似性に着目して
3. 学会等名 2023年度環境情報科学研究発表大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

CO2濃度の実測データを利用した低炭素地域づくりのための市民科学プログラムの開発 <a href="https://sites.google.com/view/citizenscienceco2">https://sites.google.com/view/citizenscienceco2</a>
---

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	伊藤 雅一  (Ito Masakazu)  (60340387)	名古屋産業大学・現代ビジネス学部・教授    (33935)	

6. 研究組織（つづき）

	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	高木 祥太  (Takagi Shota)  (70870260)	名古屋産業大学・環境経営研究所・研究員     (33935)	

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