

地域の CO₂ 濃度調査に基づく環境教育の情報処理プロセス

～情報教育としての現状と今後の展開方向

Information processing process of environmental education
based on regional CO₂ concentration survey
Current situation and future development direction of information education

林敬三、伊藤雅一、鄭敏学、岡村聖、

高木祥太、朱星辰

LIN Jinsan, ITOH Masakazu, ZHENG Minxue, OKAMURA Kiyoshi,
TAKAGI Shota, ZHU Xingchen

Abstract : In March 2016, the Faculty of Environmental Information Business at Nagoya Sangyo University and the Faculty of Environmental and Safety Engineering at Jiangsu University in China signed an undergraduate agreement for academic exchanges. Under this agreement, at the Nagoya Sangyo University Environmental Education Research Project, we started collaborative research with Jiangsu University Environment and Safety Engineering Department and Environment Education field. Concretely the efforts aimed at upgrading learning programs from the viewpoint of information education or adult education by introducing GIS into "environmental education based on regional CO₂ concentration survey" which target on children and students promoted by this project has been started. The purpose of this study is to examine the information processing process of environmental education based on regional CO₂ concentration survey, considering the results of collaborative research so far, and to consider the current situation and future development direction of information education.

Keywords : regional CO₂ concentration , environmental education , information education, Geographic Information System

はじめに

2016年3月、名古屋産業大学環境情報ビジネス学部と中国・江蘇大学環境と安全工学部は、学术交流のための学部間協定を締結した。この協定に基づき、名古屋産業大学環境教育研究プロジェクト（以下「本プロジェクト」という）では、江蘇大学環境と安全工学部と環境教育分野の共同研究に着手した。具体的には、本プロジェクトが推進している児童・生徒を対象とした「地域の CO₂ 濃度調査に基づく環境教育」に GIS (Geographic Information System, 地理情報システム) を導入することで、情報教育、あるいは成人教育の視点から学習プログラムの高度化を目指す取組をスタートさせている。本論の目的は、これまでの共同研究の成果を踏まえながら、地域の CO₂ 濃度調査に基づく環境教育の情報処理プロセスを検証し、情報教育としての現状と今後の展開

方向を考察することにある。

1 地域の CO₂ 濃度調査に基づく環境教育プログラムの開発と実践

本プロジェクト(研究代表者:伊藤雅一教授)は、2003年度より、人為の直接的な影響が反映された生活環境圏の CO₂ 濃度に着目し、CO₂ 濃度と地域環境との関係性を探究することができる環境教育プログラムの開発と実践に取り組んできた¹⁾。これまで日本国内及び台湾・苗栗県の小・中学校、高等学校延べ110校で実践し、4,500名を超える児童・生徒が参加している。

この環境教育は、①学校周辺の CO₂ 濃度調査を通じて CO₂ 濃度を可視化し、②CO₂ 濃度の地域分布や大気のみかたを理理解するとともに、③CO₂ 濃度と身近な地域環境との関係性を探究したうえで低炭素地

域づくりに役立つ行動を考える、以上の探究的な学習活動を重視した環境教育プログラムの開発と実践を目的としている。また、身近な地域環境をフィールドとし、国際社会が削減に取り組んでいるCO₂濃度を教材化していることから、日本における環境教育の成果を台湾に移転し、国境を越えた学校間交流の場を設けるなど、「地域性」と「グローバル性」を同時に認識させる環境教育プログラムへの発展を目指している²⁾。

2 ファーストステップの環境教育の情報処理プロセス

この環境教育は、2つのステップの環境教育によって構成される。ファーストステップの環境教育は、小・中学校、高等学校を対象に、可搬型のCO₂濃度測定器を用いて学校周辺のCO₂濃度調査を行い、その収集データを活用してCO₂濃度マップを作成し、CO₂濃度と地域環境との関係性を探究するものである。

ファーストステップの環境教育の基本的な授業プログラムは、①オリエンテーション、②学校周辺のCO₂濃度調査、③CO₂濃度マップの作成と考察、以上によって構成される。学習成果となるCO₂濃度マッ

プの作成例を図1及び図2に示す。写真1に示す測定機材を用いて、学校周辺のCO₂濃度、風向・風速データを収集し、CO₂濃度マップに集約することで、CO₂濃度の地域分布やその変化を視覚的に理解できるようにしている。例えば、CO₂の吸収源となる緑豊かな公園等の地点ではCO₂濃度は相対的に低く、車が多く往来する幹線道路など排出源に近い地点ではCO₂濃度が相対的に高くなるという一般的な傾向を理解することができる。また、CO₂を含んだ空気は常に移動しているため、CO₂を多く含んだ空気が緑豊かな公園等に滞留すると、その地点のCO₂濃度は高くなることがあるなど、CO₂の排出影響が地点だけの問題ではなく、地域全体の問題であることを理解することにも繋がっている。

以上からファーストステップの環境教育の情報処理プロセスとしては、①学校周辺におけるCO₂濃度、風向・風速データの収集、②ワークシートによるデータ整理と加工、③ワークシートに基づくCO₂濃度マップの作成と解釈となる。特に小・中学校では、CO₂濃度の動きを理解するために、情報システムを利用せず、ワークシートを用いてCO₂濃度データの記録と加工を行っている。

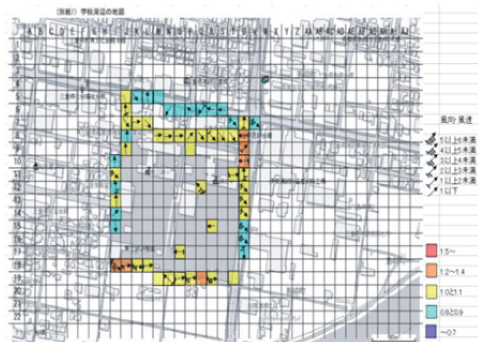


図1 CO₂濃度マップの作成例

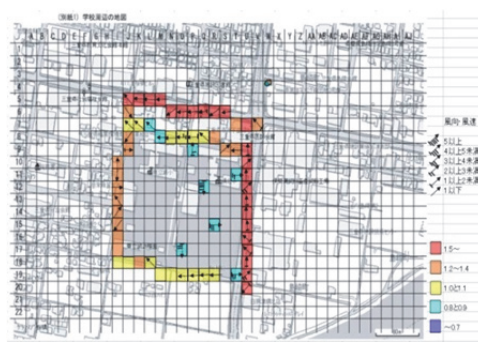


図2 CO₂濃度マップの作成例



可搬型CO₂濃度測定器



風向・風速計

写真1 CO₂濃度調査の測定機材

3 セカンドステップの環境教育の情報処理プロセス

次に、セカンドステップの環境教育は、高等学校を主な対象にCO₂濃度測定局を開設し、その常時測定データをファーストステップの環境教育に応用することを目指したものである。セカンドステップの環境教育の基本的な授業プログラムは、①オリエンテーション、②学校周辺のCO₂濃度調査、③CO₂濃度マップの作成、④CO₂濃度測定局のデータ検索、⑤CO₂濃度マップの解釈、⑥学習成果の発表によって構成される。また、上記の②から⑤を繰り返し実施することにより探究的な学習活動の充実を図ることが可能となっている（高木ら（2016）³⁾。

生活環境圏のCO₂濃度は、気象や人為の影響を受け、複雑かつ多様に変化する。この点は生徒がCO₂濃度に影響を与える地域的要因を探究するうえでは

有効的であるが、CO₂濃度の動態に対する科学的理解を促そうとすると、CO₂濃度データの継続的な収集、分析とこれに基づく学習支援が不可欠となる。このため、セカンドステップの環境教育では、学校の校舎等にCO₂濃度測定局を開設²⁾し、常時測定データを収集、蓄積することで、CO₂濃度の動態理解を支援するための情報システムの導入を図ってきている。

岡村ら(2006)は、CO₂濃度測定局の収集データをモニタリングする「CO₂濃度常時測定ネットワークシステム(図3)」を開発するとともに、インターネットを經由してデータを公開している⁴⁾。なお、CO₂濃度測定局は、CO₂濃度、気温、湿度、気圧の各センサを百葉箱に格納したもので、測定データはモニタリングソフトウェアを用いてPCに3秒間隔でデータを取得、蓄積している。各測定局におけるCO₂濃度データの年間収集量は、約1,000万件となる。



図3 CO₂濃度常時測定ネットワークシステムのモニタリング画面

また、高木ら（2014）は、CO₂濃度測定局の収集データを用いて、気象条件に応じたCO₂濃度の日変化を検証するため、Microsoft Excel2007 と Access2007 を利用し、「CO₂濃度データ検索システム（以下「検索システム」という）」を開発している⁵⁾。検索システムの入出力画面は、図4に示すとおりである。検索システムのユーザーインターフェイスは、検索条件を特定日、あるいは任意期間とし、

詳細条件に天気及び風向・風速を入力する。検索結果には、入力条件に応じたCO₂濃度の時別平均値（平均濃度）と平均風速（平均風速）の日変化及び風向とともに、参考データとして、分析対象期間における入力条件を考慮しないCO₂濃度の時別平均値（CO₂濃度）と平均風速（風速）の日変化及び風向が表示される。

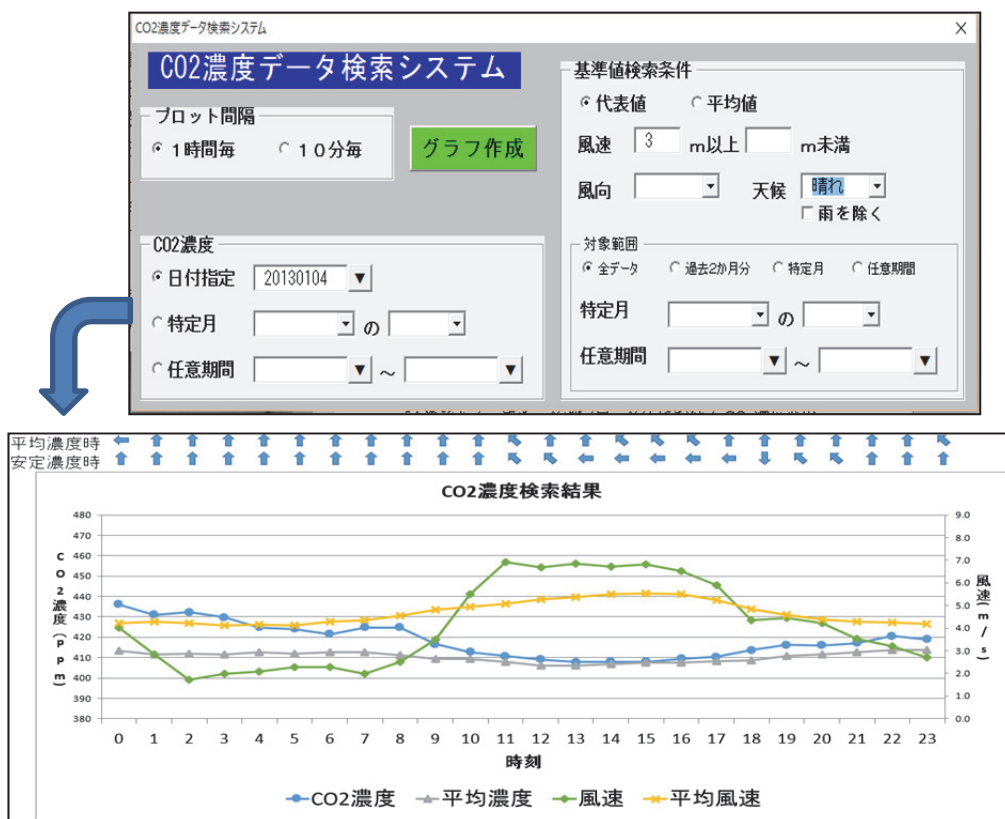


図4 CO₂濃度データ検索システムの入出力画面

検索システムを用いた分析では、CO₂濃度測定局の過去データから、CO₂濃度と風向・風速との関係性を参照できるが、CO₂濃度と地域環境との関連性を探究しようとする、CO₂濃度の分布とその変化を地域全体の空間情報として把握することが必要になる。

このため、許(2016)は、CO₂濃度測定局を開設している名古屋産業大学周辺地域を事例に、CO₂濃度の空間分布を実測するとともに、その収集データ

については、Microsoft Excel 2007を利用して、CO₂濃度マップの作成を行っている⁶⁾。図5および図6は、風速の影響を受けたCO₂濃度マップの作成例である。このマップを調査日毎に継続的に作成し、比較することにより、例えば、風速が強いときのCO₂濃度は主に風速の影響を受けるが、風速が弱いときは、風速の影響に加えて、風向(周辺の土地利用)の影響を受けやすくなるなど、CO₂濃度の空間分布の基本的な動態を検討することができる。

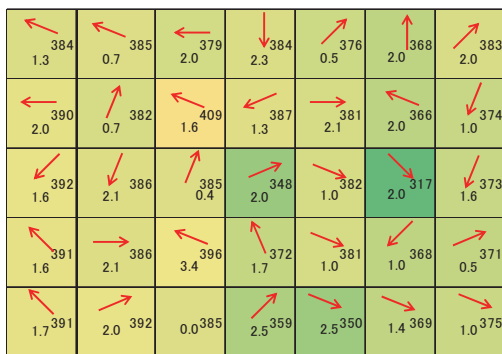


図5 CO₂濃度マップの作成例(強風時)

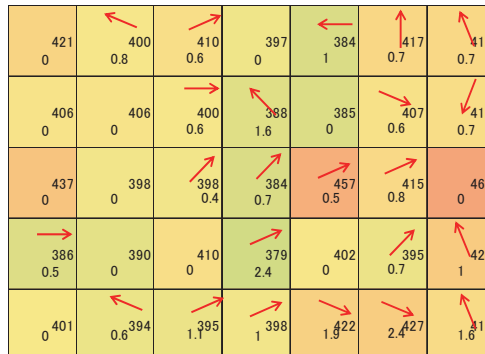


図6 CO₂濃度マップの作成例(弱風時)

また、岡村ら（2016）は、使用許諾契約を遵守した上でインターネットを通して自由に利用可能な Google マップを使って、可搬型 CO₂ 濃度測定器、GPS ロガー、ネット接続 PC によって構成される

「CO₂濃度マップ自動作成システム」を開発し、任意の調査地点の CO₂ 濃度を自動的に色分けする方法とその活用方法を考察している⁷⁾。この方法を用いることで、CO₂ 濃度の空間分布と地域環境との関係性を視覚的に理解することが可能となる。

以上のようにセカンドステップの環境教育では、CO₂ 濃度常時測定ネットワークシステム、CO₂ 濃度データ検索システム、CO₂ 濃度マップ自動作成システムが開発、導入されている。その情報処理プロセスとしては、①CO₂ 濃度測定局における常時測定データの収集、②Microsoft Excel による常時測定データのデータベース化、③CO₂ 濃度常時測定ネットワークシステム WEB ページからのデータ参照、④学校周辺における CO₂ 濃度、風向・風速データの収集、⑤CO₂ 濃度データ検索システム (Microsoft Excel 2007 と Access2007) の利用、⑥Microsoft Excel による CO₂ 濃度マップの作成及び解釈となる。

4 環境教育への GIS の導入とその情報処理プロセス

(1) ファーストステップの環境教育への GIS の導入

本プロジェクトにおける環境教育プログラムの開発と実践を踏まえ、江蘇大学の鄭敏学研究室では、大学生、社会人を対象とした環境教育プログラムの開発に向けて、まずファーストステップの環境教育への GIS の導入を進めた。

鄭敏学は、江蘇大学のキャンパス内を対象に CO₂ 濃度調査を実施し、GIS を用いて 1 週間単位で CO₂ 濃度マップを作成し、その空間分布から、CO₂ 濃度が相対的に高い地点と低い地点を検証したうえで、周辺環境との関係性を考察している。図 7 は、GIS を用いた週別の CO₂ 濃度マップの作成例である。調査データについては、Microsoft Excel を用いてデータベースを整備するとともに、Origin、GRASS、GMT などの GIS を用いて CO₂ 濃度の空間分布の可視化を行っている。その情報処理プロセスは、①CO₂ 濃度、風向・風速、緯経度 (GPS) データの収集、②Microsoft Excel による一時測定データのデータベース化、③GIS による CO₂ 濃度マップの作成及び解釈となる。

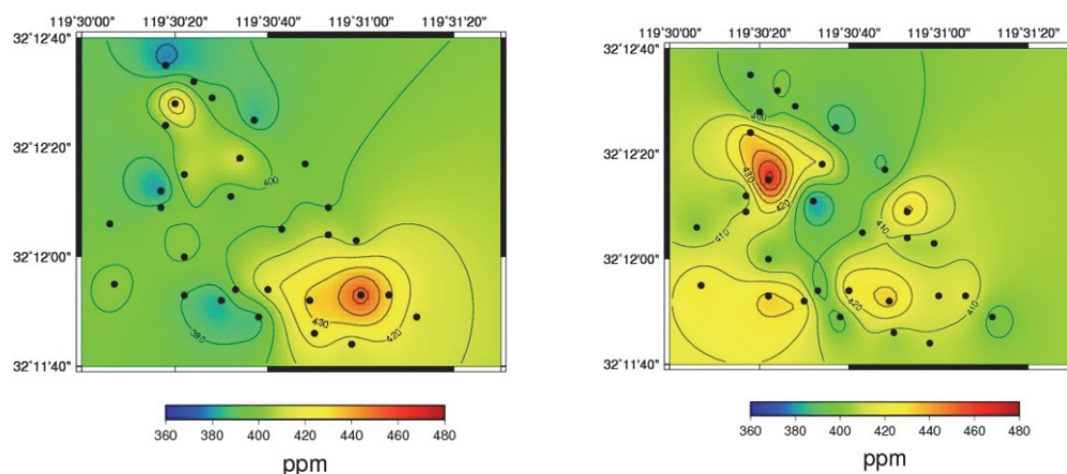


図 7 GIS を用いた週別の CO₂ 濃度マップの作成例

(2) セカンドステップの環境教育への GIS の導入

朱（2017）は、2016 年 7 月から 8 月にかけて、江蘇大学環境と安全工学部の鄭敏学のもとで GIS を学んだ経験を活かし、名古屋産業大学周辺地域を対象とした 1 年間にわたる CO₂ 濃度調査データを基に、GIS を用いて、年平均、季節平均、月平均の

CO₂ 濃度マップを作成している⁸⁾。CO₂ 濃度調査に当たっては、名古屋産業大学 3 号館に開設した CO₂ 濃度測定局のデータを基準値として活用しており、セカンドステップの環境教育に GIS を導入した事例となる。

図 8 は、CO₂ 濃度の日変化を考慮し、14 時から 15

時までの間にCO₂濃度調査を実施し、その調査データを季節別に集約したCO₂濃度マップの作成例である。この図から、CO₂濃度の空間分布に表れた季節変化や周辺環境との関係性などを考察している。その情報処理プロセスとしては、①CO₂濃度測定局における常時測定データの収集、②Microsoft Excelによる常時測定データのデータベース化、③CO₂濃

度常時測定ネットワークシステムWEBページからのデータ参照、④学校周辺におけるCO₂濃度、風向・風速、緯経度(GPS)データの収集、⑤Microsoft Excelによる一時測定データのデータベース化、⑥CO₂濃度データ検索システム(Microsoft Excel2007及びAccess2007)の利用、⑦GISによるCO₂濃度マップの作成及び解釈となる。

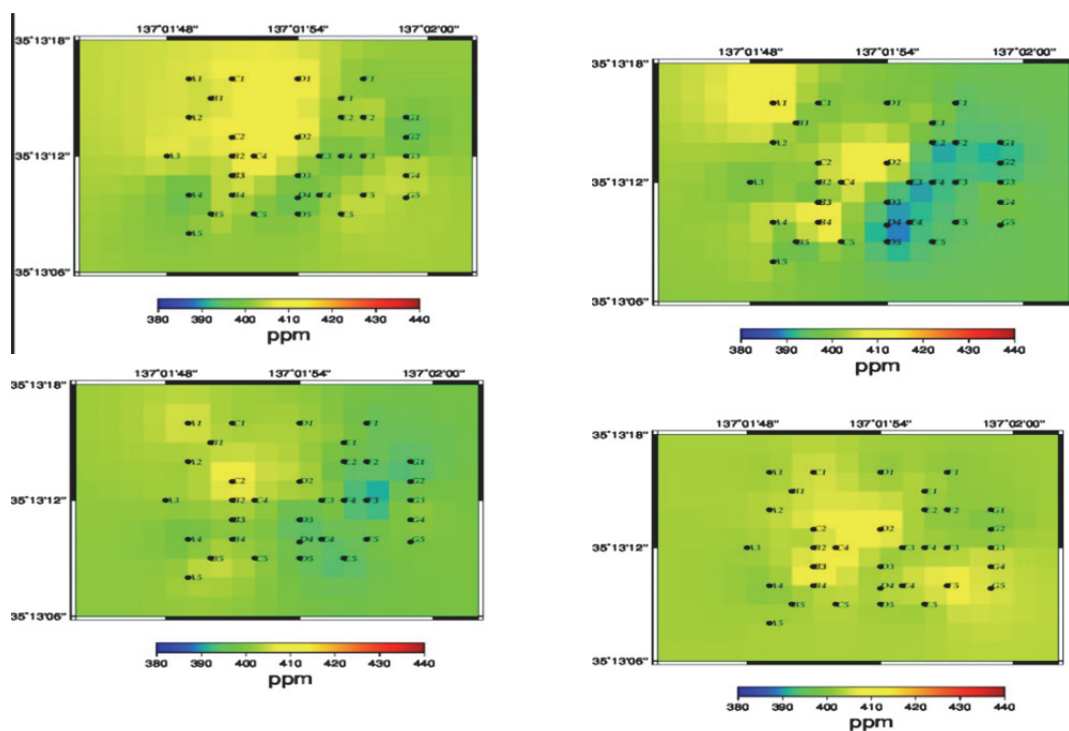


図8 GISを用いた季節別のCO₂濃度マップの作成例

5 情報教育としての今後の展開方向

本論では、江蘇大学環境と安全工学部との共同研究の成果を踏まえながら、地域のCO₂濃度調査に基づく環境教育の情報処理プロセスを検証した。

2016年8月に公表された中央教育審議会教育課程企画特別部会の次期学習指導要領に向けた審議のまとめ(素案)では、「社会に開かれた教育課程」の実現を図るため、持続可能な開発のための教育(ESD)等の考え方を踏まえつつ、「生きる力」を育むという理念のさらなる具体化とともに、「主体的・対話的で深い学び(アクティブラーニング)」の視点から学習課程の質的改善を図ることなどが目指されている。

その中で、情報教育については、高等学校・情報科の新たな科目の開設が注目されている。具体的には、「情報Ⅰ(仮称)」及び「情報Ⅱ(仮称)」が新設されるが、この科目では、問題の発見・解決に向けて、情報システムや多様なデータを適切かつ効果的

に活用し、あるいは情報コンテンツを創造する力の育成が注目されている。地域のCO₂濃度調査に基づく環境教育の情報処理プロセスは、低炭素地域づくりという課題解決に向けて、情報システムやソフトウェアを適切かつ効果的に活用し、CO₂濃度と地域環境との関係性を探究しようとするものであり、情報教育の教材としての有用性は高いと言えよう。また、情報コンテンツを創造する力の育成については、例えば、「CO₂濃度データを利用した教材制作」をテーマとしたPBLによる問題解決型情報教育プログラムを開発することで、CO₂濃度常時測定ネットワークシステムWebページやCO₂濃度データ検索システムの改良を目指した取組を進めていくことができよう。

さらに、2017年3月に告示された小・中学校の新学習指導要領では、情報活用能力の育成に向けて、

コンピュータ等を活用した学習活動の充実が目指されている。このほか、国土交通省では、「地理空間情報高度活用社会」の実現に向けた一環として、初等中等教育におけるGISの活用を推進している。このため、小・中学校を対象としたファーストステップの環境教育においても、コンピュータの利用を積極的に図っていくことが必要となろう。また、江蘇大学環境と安全工学部とは、今後、環境教育研究交流のプラットフォームづくりを進めていくこととしている。GISによるCO₂濃度マップの作成は、大学生や社会人を対象とした成人教育を目的としているため、現段階において大学レベルの知識・技術が必要とされるが、今後の研究交流の中で、学校段階に応じたGIS教育プログラムの開発を進めていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 伊藤雅一・岡村聖編著 (2009)『みんなで作るCO₂濃度マップ～地球温暖化と私たちの暮らし』、リバネス出版、164pp.
- 2) Jinsan Lin, Masakazu Itoh, Kiyoshi Okamura, Shota Takagi, Rungyu Shiu, “On the inquiry-based environmental learning based on a regional CO₂ concentration survey and its future prospects : A case study of Miaoli County, Taiwan”, 2016 CSEE 26th International Conference on Environmental Education Academia and Practices & The 7th Forum on Cross Strait and Four Places of Education for Sustainable Development (ESD), November 2016.
- 3) 高木祥太・伊藤雅一・岡村聖 (2016) 都市域のCO₂濃度データを利用した環境教育の教材開発～探求的な学習活動の教材開発の有効性に着目して、日本環境教育学会第27回大会(東京)研究発表要旨集、p37.
- 4) 岡村聖・伊藤雅一・龍崎忠・坂本剛(2006)地球温暖化防止のための環境教育に関する研究(2)～CO₂濃度常時測定ネットワークシステムの開発、名古屋産業大学環境経営研究所年報第5号、pp38～47.
- 5) 高木祥太・岡村聖・伊藤雅一 (2014) 環境教育を目的としたCO₂濃度データ検索システムの設計. 日本環境共生学会第17回学術大会発表論文集, pp. 299～305.
- 6) 許吉男 (2016) 生活環境圏のCO₂濃度データを利用した環境マップの作成と環境政策への応用可能性、47pp、平成27年度名古屋産業大学修士論文
- 7) 岡村聖・村上健太郎・伊藤雅一・坂本剛・岩瀬真寿美 (2016) CO₂濃度マップ自動作成システムの開発、名古屋産業大学環境経営研究所年報第15号、pp. 31～35.
- 8) 朱星辰 (2017) 生活環境圏のCO₂濃度データを利用した環境マップのGIS分析、47pp、平成28年度名古屋産業大学修士論文