

地球温暖化防止のための環境教育に関する研究 (7) ～CO₂濃度測定を取り入れた環境教育プログラムのバリエーションとアシスタント学生の教育効果～

A study on the environmental education for solving the global warming problem (7)
～Variations of the environmental education program using CO₂ density measurement and education effects on assistant students～

岡村 聖・伊藤雅一・岩瀬真寿美・坂本 剛
OKAMURA Kiyoshi, ITO Masakazu, IWASE Masumi and SAKAMOTO Go

Abstract: Environmental education is one way to solve an environmental problem. We have developed the practical programs of environmental education using CO₂ density measurement in cooperation with the junior school, the junior high school and the high school since 2003. In this paper, several variations of the environmental education program using CO₂ density measurement are shown and some education effects on assistant students are verified.

Keywords: Global warming solution, Environmental education method, Scientific understanding

1. はじめに

2003 年度に名古屋産業大学環境教育研究プロジェクトを発足させて以来、愛知県、三重県下の小・中学校、高等学校を対象に、伊藤ら(2005)が開発した環境学習プログラムを踏襲しながら、様々な連携先のニーズに対応するためにバリエーションを増やすと共に、連携先参加者のみならずアシスタントとして参加する大学生への教育効果を高めることを目的として環境学習プログラムの開発を続けてきた。

本報では、環境学習プログラムの様々なバリエーションを示すと共に、アシスタント学生の教育効果の観点を記す。

2. 従来の実践型学習プログラムの踏襲と発展

CO₂などの温室効果ガス(GHG)の大幅な削減が早急に取り組むべき課題であることは国際社会の共通認識として定着している。その一方で、平成 22 年度の日本の GHG の排出量は 1 年当たり約 12 億 5,600 万トンと試算されており、平成 16 年 2 月に発効した京都議定書で約束した 11 億 8,600 万トンと比べると 5.9%多く、森林吸収源対策や京都メカニズムクレジット(自国外の削減分)を考慮しなければ目標を達成できない状況である¹⁾。また、東日本大震災以降原子力発電よりも CO₂排出が多い火力発電に頼らざるを得ない状況が続くと考えられることから、家庭におけるエネルギー消費由来も含めた一層の GHG 排出量の削減が求められる。

温室効果は十分拡散された大気中の GHG によってなされる。地球温暖化を防止するための行動が GHG 排出削減であるのに対して、一度大気中に放出された GHG は実際に見ることも、手に取ることも

できないことから、その行方があいまいである。大気中の GHG に対する科学的な理解の不足が、刺激的なメディアによる映像等を経て、特徴的な気象現象が起こるとブラックボックス的に地球温暖化の影響であるといった短絡思考や、CO₂がオゾン層を破壊するといった誤った知識につながり、かえって身近な環境問題として捉えられなくなっているのではないかと筆者らは考えた。

このため、名古屋産業大学では、平成 15 年度より、児童・生徒が学校周辺の CO₂濃度の測定を体験することで、地球温暖化を身近な環境問題として実感できるようにするための学習プログラムの開発とその実践に取り組んできた。この学習では、児童・生徒が測定したデータをもとに CO₂濃度マップの作成を行う。このマップは、地域的な CO₂濃度分布が視覚的に表現されたものであり、CO₂濃度から学校周辺の環境状態を直感的に知ることができる。また、CO₂は大気に排出された後の寿命が長いので、風に乗って移動している間に他の化合物に変化してしまう、といったことがない特徴を持つ。従って、CO₂濃度をモニターすることで、理科で学ぶ植物の光合成による CO₂の吸収をダイナミックに実感できるだけでなく、測定データの意味を科学的に理解することも可能になる。

環境学習プログラムの目的は次の通りである。

- CO₂濃度をデータとして目に見える形にすることで地球温暖化を身近な環境問題として実感する。
- CO₂濃度調査データの分析、検討を通じて、CO₂濃度の地域的な分布や大気のマカニズムを理解する。

- グループワークを通じて、CO₂濃度の地域的分布と地域環境との関係性を探求し、地域の視点から、地球温暖化の防止に役立つ活動とは何かを考える。

平成15年度から平成20年度までの6年間に延べ45校で環境教育を実施し、2,000人を超える小中学生・高校生が参加した実績があり、連携先からは一定の評価が得られたと考えている。連携先との環境学習にはアシスタントとして本学学生を同行させてきたが、多くの参加学生に次の特徴がみられた。

- 学習内容について、大学の講義等で学んでいて、ある程度理解できている。
- 学習内容について、知識が整理できておらず、自分の言葉ではうまく説明できない。
- 連携先参加者からの質問に答えるために教員から教わったり自身で調べたりした内容につ

いては認識が深まる。

そこで本研究では、従来の取組を踏襲しながら、従来以上に連携先参加者に対して実験結果等をわかりやすく伝える役割を参加学生に担わせることで、環境学習プログラムの学習内容について学生自身の認識を深めさせると共に、教える実践力を身につけさせることを目的とした。

3. CO₂濃度測定に基づく実践型学習プログラムの実績

表1に平成21～23年度にかけて、学外組織と連携した環境教育等をテーマにした実践型学習の実績を示す。平成21年度9つ、22年度9つ、23年度6つ、3年間で延べ27の連携先(複数年に渡る連携先をまとめると21)とCO₂濃度測定に基づく実践型学習を実施した。

表1 学外組織と連携した環境教育等をテーマにした実践型学習の実績(平成21～23年度)

No.	連携先	環境教育等をテーマにした実践型学習プログラム	連携先参加者数	参加学生数※
1	愛知県尾張旭市旭台(小学生の環境研修)	H21.7.23(2時間)	36	3
2	岐阜県地球温暖化防止活動推進員等研修会	H21.9.8～H21.9.9(6時間)	30	4
3	岐阜県大垣市立上石津中学校	H21.10.21(2時間)	15	1
4	愛知県名古屋市長若宮商業高校	H21.11.5～H21.12.17(6時間)	38	13
5	愛知県尾張旭市立旭小学校	H21.11.12～H21.11.18(6時間)	105	10
6	岐阜県大垣市立西部中学校	H21.11.24(2時間)	18	1
7	愛知県尾張旭市公開講座	H21.11.28(2時間)	50	6
8	三重県津市つ・環境フェア	H21.12.6(5時間)	100	4
9	岐阜県エコドライブ研修	H21.12.7(2時間)	20	1
10	愛知県瀬戸市立東山小学校	H21.12.17(2時間)	107	5
11	岐阜県大垣市環境市民フェスティバル	H22.3.13(2時間)	18	1
12	愛知県立緑丘商業高校	H22.6.18～H23.1.14(10時間)	12	9
13	愛知県瀬戸市立祖母懷小学校	H22.7.13(2時間)	47	6
14	三重県立久居農林高校	H22.7.23～H23.1.21(12時間)	10	11
15	愛知県尾張旭市旭台(小学生の環境研修)	H22.7.24(2時間)	24	4
16	愛知県立稲沢高校	H22.7.28～H23.2.8(8時間)	9	8
17	菊武ビジネス専門学校	H22.8.25(2時間)	3	1
18	菊武夏祭り	8月28日	50	2
19	岐阜県立岐阜農林高校	H22.11.4～H22.12.9(4時間)	7	4
20	愛知県名古屋市長若宮商業高校	H22.11.18～H22.12.6(6時間)	36	12
21	愛知県立緑丘商業高校	H23.6.24～H23.11.18(8時間)	12	8
22	岐阜県立岐阜農林高校	H23.6.29～H23.12.7(8時間)	6	7
23	愛知県尾張旭市公開講座	H23.9.17(2時間)	29	2
24	愛知県名古屋市長若宮商業高校	H23.10.13～H23.10.27(4時間)	37	10
25	愛知県立愛知工業高校	H23.11.25(2時間)	7	2
26	愛知県名古屋市中川生涯学習センター	H23.12.10(2時間)	15	2
27	愛知県瀬戸市立下品野小学校	H23.12.14～H23.12.16(4時間)	74	4
	合計		915	141

※同一連携先において複数回実践型学習を実施した場合は、実施日毎に学生参加数をカウントした。

3.1. CO₂濃度マップによる実践型学習プログラム

CO₂濃度マップによる実践型学習は、連携先からの参加者4～6名毎に3～6グループに分かれ、連携先周辺のCO₂濃度、風向・風速等の気象データを測定し、その結果を色地図として考察を行うプログラムである。CO₂濃度等の測定中（最大1時間程度）の時間変化は無視できるものとして、全てのグループが協力して1枚のCO₂濃度マップを作成する。愛知県瀬戸市立東山小学校、岐阜県大垣市立上石津中学校、岐阜県大垣市立西部中学校、愛知県立緑丘商業高校、愛知県尾張旭市公開講座等で実践した（図1）。

ほとんどの参加者はCO₂濃度について、緑（吸収源）があるところは低く、自動車（排出源）が多い場所は高いと予想する。ところがCO₂濃度マップを作製すると、逆の結果になる場合がある。密閉空間と違って、屋外では空気（CO₂を含む）は風に乗って自由に動くため、CO₂を多く含む空気が流れてくれば吸収源が近くにあっても高い濃度になる場合もある。切れ目なく地球を覆っている大気は風に乗って自由に動くため、排出源や吸収源の有無によらずどこでも地球温暖化の影響を受ける可能性があり、CO₂濃度マップはこのことの縮図にもなっている。

CO₂濃度マップを考察して理解を深めることは、地球温暖化現象がCO₂の排出の有無による特定の地域の問題ではないことを、実感を持って理解することにつながる。

学生は、小学生、中学生、高校生、一般という多彩な連携先からの参加者4～6名単位のグループを引率し、CO₂濃度等の測定方法やCO₂濃度マップの作成方法を教える役割を担い、その際に出てくる様々な質問に対応した。

3.2 CO₂濃度変化グラフによる実践型学習プログラム

CO₂濃度変化グラフによる実践型学習は、連携先からの参加者3～6名毎に2～3グループに分かれ、連携先周辺のCO₂濃度を、風向・風速等の気象データを測定し、その結果を時間変化グラフとして考察を行う実践型学習プログラムである。CO₂濃度を自動的に記録する測定器を使うことにより、グループ構成数やグループ総数を少なくできるため、CO₂濃度マップに比べて少人数の参加者でも実施できる。愛知県立愛知工業高校等で実践した（図2）。

各グループは注目の測定場所を設定しそこへの往路と復路を含めて10秒毎にCO₂濃度を測定し、そ

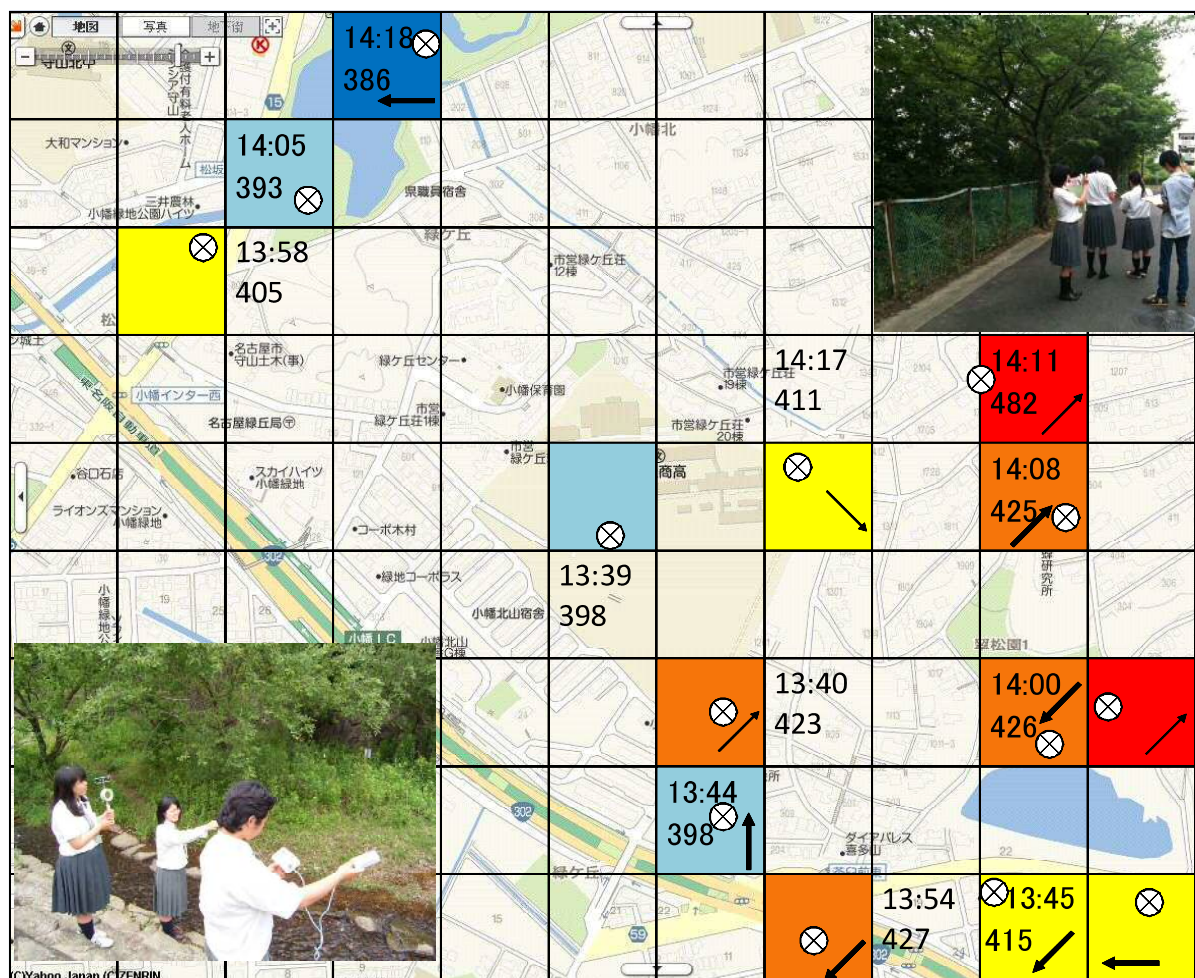
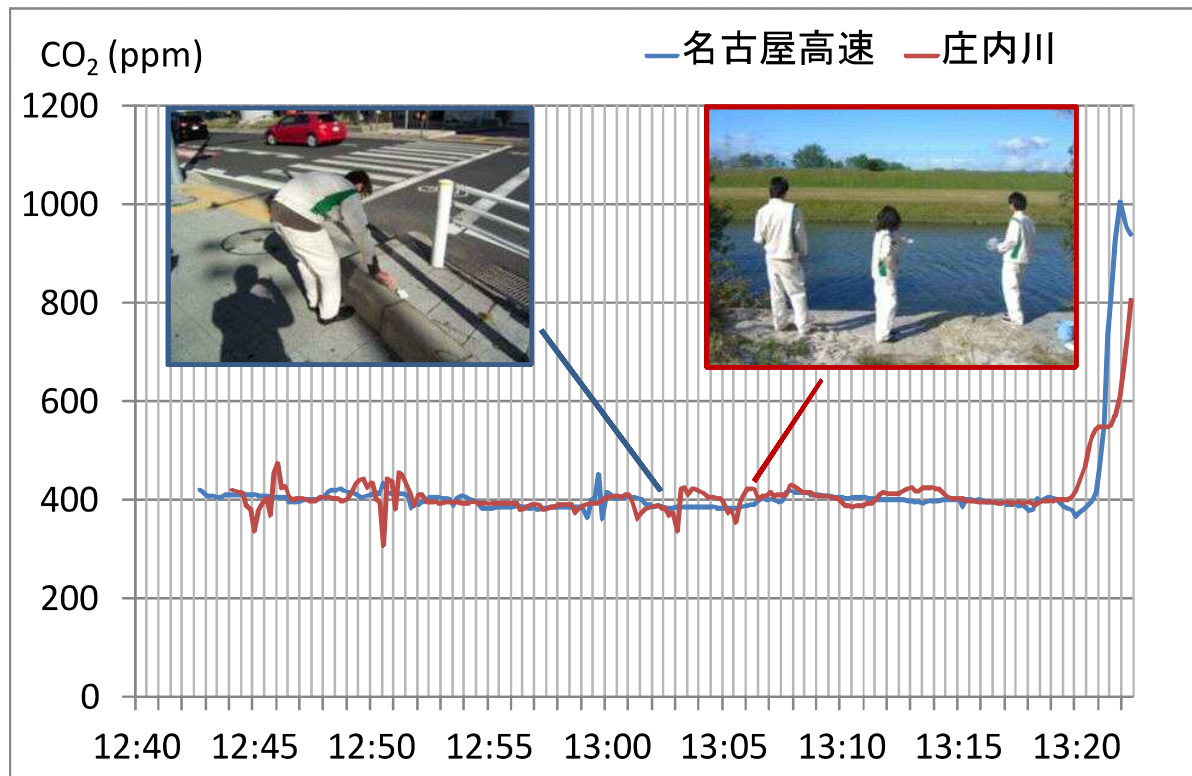


図1：CO₂濃度マップの例（愛知県立緑丘商業高校）

図2：CO₂濃度変化グラフの例（愛知県立愛知工業高校）

の結果を時間変化グラフにして考察を行う。

学生は、連携先からの参加者 3～6 名単位のグループを引率し、CO₂濃度等の測定方法や CO₂濃度時間変化グラフの作成方法を教える役割を担い、その際に出てくる様々な質問に対応した。

3.3. 気球実験による実践型学習プログラム

気球実験による実践型学習プログラムは、上空の CO₂ 濃度測定し、その結果を考察する実践型学習プログラムであり、CO₂ 濃度マップによる実践型学習を補足するものである。CO₂ 濃度測定に基づく実践型学習の背景には地球温暖化現象がある。人為的な活動に伴って発生する CO₂ が地球から宇宙空間に向けて放射される熱を吸収・再放射することで、長期的な温度上昇がおこると考えられている現象である。本研究が取り組むプログラムは地球温暖化現象そのものを分析するものではなく、見ることも、手に取ることもできない CO₂ の測定を通して地球温暖化の防止活動を、実感を持って行うことができる人材を育てるためのものである。地上だけでなく上空の CO₂ 濃度を測定できれば、温室効果の仕組みをより実感を持って理解することができると考えられる。岐阜県地球温暖化防止活動推進員等研修会、愛知県尾張旭市旭台（小学生の環境研修）、愛知県名古屋市立若宮商業高校等で実践した（写真 1～3）。

連携先からの参加者は気球と共に上昇する測定器から送信される CO₂ 濃度等のデータをリアルタイムに確認する。

学生は参加者 4～6 名単位のグループの担当となり、高度の上昇と共に測定データがどのように変化するのか、時間の経過と共に測定データがどのように変化するのか、等を解説する役割を担い、その際に出てくる様々な質問に対応した。

3.4. CO₂の吸収・排出測定実験による実践型学習プログラム

CO₂ の吸収・排出測定実験による実践型学習プログラムは、光の照射による植物の CO₂ 吸収（密閉空間）や、自動車の排気ガスによる CO₂ 排出を、CO₂ 濃度測定により調べ考察を行う実践型学習プログラムである。CO₂ 濃度マップによる実践型学習プログラムのように測定地点以外から運ばれてくる空気の影響を考慮する必要が無く、吸収源と排出源のみを考慮すれば良いため判りやすい実験である。単独の学習プログラムとして実施するばかりでなく、CO₂ 濃度マップによる実践型学習の事前学習として実施することが多いプログラムである。菊武ビジネス専門学校、愛知県瀬戸市立祖母懐小学校、岐阜県エコドライブ研修、岐阜県エコドライブ研修等で実践した（写真 4～6）。

連携先からの参加者は、CO₂ 濃度を測定することで、植物による CO₂ 吸収や自動車による CO₂ 排出を、実感を持って理解する。

学生は、連携先からの参加者の実験指導を行うと共に、光が照射されない場合や生理機能が働かない場合は、植物が CO₂ の排出源になること等、参加者



写真1：岐阜県地球温暖化防止活動推進員等研修会



写真2：愛知県尾張旭市旭台（小学生の環境研修）



写真3：愛知県名古屋市中川生涯学習センター



写真4：菊武ビジネス専門学校



写真5：岐阜県エコドライブ研修



写真6：愛知県名古屋市中川生涯学習センター



写真7：愛知県立稲沢高校



写真8：三重県立久居農林高校



写真9：岐阜県立岐阜農林高校

の認識が十分でない点を教える役割を担い、その際に出てくる様々な質問に対応した。

3.5. ドライアイス（固形 CO₂）実験による実践型学習プログラム

ドライアイス（固形 CO₂）実験による実践型学習プログラムは、5 年生以降の理科で学ぶ二酸化炭素や地球温暖化問題について、ドライアイスの気化や低温（-78℃）を利用して、小学校低学年でも楽しみながら学べる実験を行うための学習プログラムである。愛知県瀬戸市立下品野小学校、愛知県尾張旭市立旭小学校、三重県津市・環境フェア、菊武夏祭り等で実践した（写真 7～9）。

連携先からの参加者にとっては、地球温暖化の原因物質といわれる目に見えない二酸化炭素についてその存在を感じる様々な実験を行うことで、地球温暖化防止のために自分たちでできることは何か実感を持って考えてもらう機会になる。

学生は、連携先からの参加者の実験指導を行うと

共に、実験の仕組みを通して地球温暖化問題を解説する役割を担い、その際に出てくる様々な質問に対応した。

3.6. 専門高校の課題研究における実践型学習プログラム

課題研究に取り組む専門高校と連携した実践型学習プログラムは、独自にテーマを設定して課題研究に取り組んでいる専門高校と CO₂ 濃度測定を切り口に連携して、測定や考察を行う実践型学習プログラムである。愛知県立稲沢高等学校、三重県立久居農林高校、岐阜県立岐阜農林高校で実践した（写真 16～18）。

農業、工業、商業、水産、家庭、情報、理数の専門学科においては、課題研究を原則としてすべての生徒に履修させることになっている。高等学校学習指導要領解説（農業）には以下のように記載されている²⁾。

この科目は、自ら設定した農業に関する課題について、その解決を目指して学習させる科目であり、農業に関する各学科では、原則としてすべての生徒に履修させる科目である。課題を解決する学習を通して、農業の各科目で学習した個々の専門的な知識と技術を関連付け、その深化、総合化を図るとともに、今後の社会生活に必要な問題解決の能力、自発的、創造的な態度及び自己教育力などの育成をねらいとする科目である。学習させる内容は、生徒の必要、地域の実態及び学科の目標や特色などに応じて、生徒に選定させることが必要である。

「課題研究」は、農業各分野の将来のスペシャリストに必要な問題解決の能力や自己教育力などを育成する際の総まとめ的な科目であることから、「農業と環境」のプロジェクト学習や各分野の専門科目の学習と関連付けて指導計画を作成することが必要である。また、指導に当たっては、生徒の学習を支援する観点に立つて行うことが大切である。

専門的な知識と技術の学習に当たっては、調査・研究・実験、作品製作などを通して、各科目で学習した知識と技術を再確認させ、自らの課題解決に活用できるより高度な知識と技術として習得させることで、知識と技術の深化、総合化を図らせることが必要である。

問題解決の能力の育成に当たっては、生徒の興味ある事象や問題を自ら発見させ、それを基に課題設定させ、計画的にその解決を図る学習を通して、目的意識や継続の大切さを理解させ、自ら計画し、実施、検証する能力を育成することが必要である。実施に当たっては、学習の目的や課題を生徒が意識し、活動の過程や成果を自ら分析し、まとめ、発表することが大切である。

自発的、創造的な学習態度の育成に当たっては、課題の解決を図ろうとする学習の活動全般を通して、創意工夫する面白さと学習の喜びを体験させ、自らの興味・関心につながる学習の意義を理解させ、学習方法を習得させるとともに、学習意欲を喚起し、自律的な学習や工夫する学習及び自ら評価する態度を育成することが必要である。

その際、学習の主体者は生徒であるという認識に立ち、生徒の自己理解を支援し、個々の生徒の学習進度や学習方法を尊重し、計画的な学習指導を行うことが大切である。

連携校の稲沢高校、久居農林高校、岐阜農林高校では、それぞれ「木曽川堤の桜の樹勢回復」、「演習林の維持管理の効果」、「地域交流学习」をテーマとした課題研究に継続的に取り組んでいる。

学生は、生徒に対して CO₂ 濃度測定に関する実験指導を行うと共に、それぞれの学校が設定しているテーマと CO₂ 濃度の関係について生徒と共に考察を行う役割を担った。

4. CO₂ 濃度測定に基づく実践型学習プログラムの効果

初めて実践型学習に参加する学生は「既に理解しているつもりだったけれど、質問に上手に答えられない」と言った感想を持つことが多いが、教える場数を踏むことでこれは解消される。

連携先参加者の納得を得るために懸命に伝える役割を担うことで自身の知識が整理され、教える実践力が身に付く効果があったと考えている。ただし、これらの効果は参加学生や連携先の参加者のコメントに基づく評価であるため、客観的に評価を行うことが今後の課題である。

5. おわりに

本報では、環境学習プログラムの様々なバリエーションを示すと共に、アシスタント学生の教育効果の観点を記した。

学外組織と連携した環境教育等をテーマにした実践型学習に学生を何回参加させることができたか、という観点から自己評価を行うと、3年間で18連携先、述べ54人の学生参加を想定していたが、実績としては27連携先、延べ141名の参加学生があった。

め、目標に到達したと考えている。環境教育等をテーマにした実践型学習プログラムに参加した延べ132名の学生が、連携先からの参加者述べ793人協力して大気環境測定を行いその測定結果の解釈をわかりやすく伝える役割を担ったことは、自身の科学的理解を深めると共に教えるための実践力を身につける機会としては成果があったと考えている。

ただし、これらの成果は参加学生や連携先の参加者のコメントに基づく評価であるため、客観的に評価を行うことが今後の課題である。また、学習内容に社会人基礎力養成の観点を加え、参加学生が社会人になる際により役立つ実践型学習プログラムにしていきたいと考えている。

補 注

- 1) 「日本の温室効果ガス排出量の算定結果」
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/index.html>
(2012/03/29 アクセス)
- 2) 「高等学校学習指導要領」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1304427.htm
(2012/03/29 アクセス)

参考文献

- 伊藤雅一、間島大仁、岡村 聖、龍崎 忠 (2005)
「地球温暖化防止のための環境教育に関する研究 (1) —CO₂ 濃度計測を取り入れた環境教育プログラム—」『環境経営研究所年報』第4号 pp.1-9.