

<報文>

環境教育教材作成を通じた大学生の成長*

—テキストマイニングによる学習効果の評価—

田子 博**・飯島明宏***

キーワード ①プロジェクト型学習 ②eラーニング型教材 ③水環境 ④相互批評

要 旨

小学校高学年向けに水環境をテーマとした環境教育教材を大学生を中心に作成した。大学生を4つのグループに分け、グループごとにテーマを設定してeラーニング教材を作成した。教材作成を通して、大学生自身が成長することが期待できたため、これをできるだけ客観的に評価することを試みた。教材作成の前後で大学生にアンケートに回答してもらい、その回答をテキストマイニング手法で評価したところ、彼らの水環境に関する造詣が深まったと考えられる結果が得られた。教材作成の過程で担当者全員参加のミーティングを数回行い、作成した教材を相互批評したが、このミーティングは大学生の成長に大きく寄与したと考えられる結果も得られた。

1. はじめに

環境教育の源流の一つは自然保護教育であると言われており¹⁾、その出発点の一つが伝統的な自然への感性の重視²⁾であった。環境に対する感性教育は環境に興味を持つきっかけを与える等、極めて重要なものではあるが、一方で一過性イベントの娯楽化やパターン化といった問題点も指摘されている¹⁾。環境教育において、体験を伴う宿泊型キャンプは環境感性の向上には非常に効果的である一方、環境知識や態度の向上はプログラムによってその効果が大きく影響されることが報告されている³⁾。そこで著者らは感性教育にとどまらない包括的な環境教育カリキュラムを備えた新しい環境教育サマーキャンププログラム(主として小学校高学年向け)の開発と、その実践モデルの提示を目的に研究・開発を行っている。その実践モデルのコンテンツとなる環境教育の教材の一つとして、eラーニング型教材を開発してきた⁴⁾。

ここでは大学生のグループが中心となり、複数のテーマに分かれて一連のシリーズ教材を作成してきたが、この過程は教材作成側となった大学生に対しても一定の教育的側面を有していた。すなわち、大学生は環境学習教材の作成を通じたプロジェクト型学習(PBL)を受けたとも考えられる。PBLの有効性、例えば対人コミュニケーション力や問題解決力の向上、は多くの先行研究におい

ても認められており⁵⁻⁷⁾、教材作成に携わった大学生からも、教える側になることにより知識が増えた、相手の視点に合わせた表現をすることを学べた等の感想が寄せられた。また、筆者らの目から見ても、回を重ねる毎に教材が充実し、作成のための議論も高度になる等、実際に彼らの成長を感じることができた。

19世紀後半に確立された学校教育制度は、今日まで大きく変わることなく続いている。しかし、社会や国民の意識は当時とは大きく変わっているため、それにふさわしい教育制度が求められている⁸⁾。こうした流れを受け、2017年度に改訂された次期学習指導要領には「主体的・対話的で深い学び」(アクティブラーニング)の実現が盛り込まれた。ただしこの取り組みはまだ始まったばかりであり、現時点では教育現場に普及しているとは言い難い。アクティブラーニングの一つであるPBLの効果を客観的に示すことができれば、教育現場への導入がより円滑に推進されることが期待できる。前段で述べた大学生への教育効果にしても、それは大学生本人や著者らの主観的な観測に基づくものであり、第三者に対してPBLによる教育の効果を主張するにはこれだけではやや弱い。そこで今回のPBLが大学生に教育効果をもたらしたことをデータから検証することを試みた。

*Growth of the university students by making the environmental education teaching materials

**Hiroshi TAGO(群馬県衛生環境研究所) Gunma Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

***Akihiro IJIMA(高崎経済大学地域政策学部) Takasaki City University of Economics

2. 方法

2.1 環境学習eラーニング型教材作成プロジェクトの概要

環境学習eラーニング型教材の作成プロジェクトは、著者の一人が主宰するゼミナールに所属する学生12名（大学3年生：以下、ゼミ生とする）の協力により実施された。このゼミナールでは、環境科学をベースに地域の環境問題を対象に研究を行っている。したがって、ゼミ生は他の一般的な大学生よりも環境問題への関心が高く、環境系の講義科目を多く履修している。ただし、理工学系の学部ではないため、自然科学的知識は一般的な文科系の大学生と同等と考えられる。

本プロジェクトでは、環境問題のもつ分野横断的側面を強く意識した教材作成を目指した。一般に、学校教育では学習指導要領に準拠した各教科の知識体系である

“縦糸”を基軸として環境問題の理解に臨むが、本研究では環境問題の所在を認知させてから、その理解に必要な知識を各教科に横断的に求めていく“横糸”を重視した。そこで、開発教材は広い範囲での「水環境」を取り扱うものとした。その理由は、水の「地球システムにおける機能」の側面と「社会システムにおける資源」の側面から、自然科学と社会科学に横糸を通す教科横断的な学びが期待できるためである。まず、水環境問題に関する4つのテーマを設定し、それぞれのテーマについて、系統的に4～5個の単元を設けた（図1）。タイトルを含む単元の内容は、テーマから著しく逸脱しない限り、ゼミ生の自主性に委ねた。例えば、テーマBの「水にまつわる仕事」という単元は、当初はなかった単元だったが、教材作りが進行する過程で生み出されたものである。1単元当たりの学習時間は10分程度に収まるようにした。

12人のゼミ生は3人ずつA～Dの4グループに分かれ、各グループ1つのテーマを担当し、1年間かけてeラーニング型教材を作成した。月に1回、ゼミ生全員参加の下、ミーティングを開催した。ここではグループ毎に進捗状況のプレゼンテーションを行い、それに伴う質疑応答を通して教材の内容を改良した。著者ら指導者は原則としてファシリテーターとして当該ミーティングを運営し、意見を述べる場合はゼミ生と同じ目線であることに努め、指導者の意見にゼミ生が影響を受けないよう発言を工夫した。ミーティングにおいて、発言がない、あるいは逆に議論が発散してしまうようなことはなかった。全てのゼミ生から数多くの建設的な意見が発出され、それらの多くは着実に教材の改良に反映されていた。当初は1単元のみグループで作成し、残りの単元は個人で作成して合計で1テーマあたり4単元の教材を作成する予定であった。しかし、グループによる作業が良質な教材の作成に効果

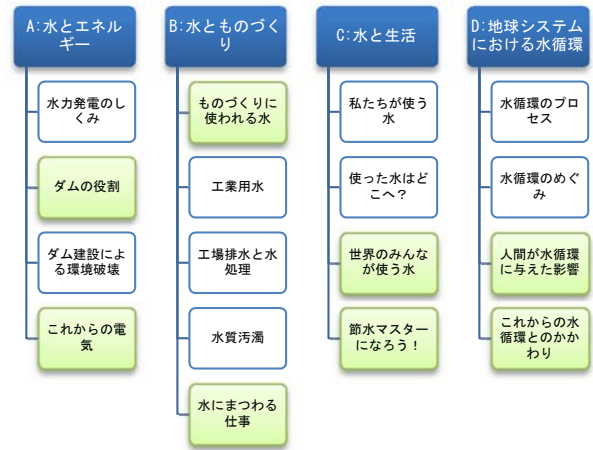


図1 テーマおよび単元。薄緑色のついたボックスの単元を本プロジェクトで作成した。

的と判断したため、個人による教材作成は行わないこととした。このため、結果として1年間で各テーマ2単元の教材を完成させるのが精一杯であった。

2.2 教材作成者へのアンケート調査

環境学習eラーニング型教材作成プロジェクトにおける教材作成者への教育効果を計測することを目的に、以下のアンケート調査を実施した。（ ）内は制限時間を示す。

- ①「今日の水環境問題」というテーマから連想するキーワードを列挙せよ（5分）。
- ②「今日の水環境問題」をテーマに、自分の考えを自由に記述せよ（30分）。

これらのアンケートをゼミ生が教材作成に関わる前（2015年6月）後（2016年3月）に課し、その回答内容の変化を調べた。なお、調査は抜き打ちで行ったため、ゼミ生は事前準備ができていない状態で回答した。

2.3 アンケート調査結果の解析

アンケートの回答はテキストマイニングの手法を用いて解析した。テキストマイニングとは、自然に書かれたテキストデータから分析者にとって意味のある語彙に着目し、統計・データマイニングの手法によって出現頻度や共起関係を解析する手法の総称である⁹⁾。使用したソフトはKH Coderおよび株式会社ユーザーローカルがホームページ上に公開しているツール（<http://textmining.userlocal.jp/>）を用いた。

3. 結果

3.1 キーワード解析

3.1.1 キーワード数

表1 列挙されたキーワード数

担当テーマ	A:水とエネルギー			B:水とものづくり			C:水と生活			D:地球システムにおける水循環		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
ゼミ生												
学習前	20	25	7	9	8	21	16	10	7	14	16	14
学習後	19	19	25	9	20	24	16	16	18	15	15	20

列挙されたキーワード（以下、KWと略す）の数について、教材作成前（以下、学習前）と教材作成後（以下、学習後）を比較したものを担当したテーマとともに表1に示した。学習前後でKW数の明らかな増加が認められなかったゼミ生が多く、学習前後で列挙したKWの総数に有意差も認められなかった（ウィルコクソンの符号順位検定）。

KW数に明らかな増加が認められなかったゼミ生は、学習前から概ね15個以上のKWを列挙していた（ゼミ生B1を除く）。5分という限られた時間内にKWを列挙するのは、たとえ十分な知識があっても、ある程度の数で頭打ちになるためと考えられる。これは例えば、木偏のつく漢字を一定の制限時間内にできるだけ多く書けと言われても、知っている字のほんの一部しか書けないのと同様である。ゼミ生は2.1で述べたように、教材作成に関わる前から環境関係の知識や興味をある程度有していた者が多かったと推察され、もともと一定以上の知識を持ち合わせた者については、この方法ではPBLの効果を数値で検証するのは困難であった。

一方、学習前では10個以下のKWしか挙げることができなかった5名のゼミ生（A3, B1, B2, C2, C3）のうち、B1を除く4名についてはその数が大幅に増加していた。これらのゼミ生については、学習前では知識が少なく、教材作成を通して水環境に関する知識が身についたと考えることができる。このようなゼミ生については、PBLによる効果は顕在化すると考えられる。学習前においてKW列挙数が15個未満のゼミ生に限れば、学習前後において列挙したKW数は有意 ($p < 0.05$) に学習後が多く、この方法でもPBLの効果を数値で検証することができた。

比較のため、著者の一人が所属する研究所において、水質の専門家4名に同様にKWを列挙してもらったところ、7~13個のKWしか列挙できなかった。この理由については後述するが、学習後にゼミ生が挙げたKW数は平均で18個と決して少ないものではなかった。

3.1.2 キーワードの内容

ゼミ生が列挙したKWの内容を4カテゴリー（水質汚濁、水資源、気候変動・災害、生態系）に分け、学習前後に

おけるカテゴリー別のKW数の変化を図2に示した。どのカテゴリーにも入らないものはその他としたが、明らかに水環境とは関係がないKWはなかった。図2では教材作成者個別ではなく、担当した

テーマ（A~D）のグループ別に示してある。したがって1グループは3名分のKW数の合計値である。

KWのカテゴリーと作成した単元（図1）との関係には一定の傾向は認められなかった。例えばCグループは生活用水の確保や節水に関わる単元を作成したところ、確かに水資源カテゴリーに分類されるKWが多くなった。しかし一方で、水資源とは直接関係のない単元を作成したBグループにおいても水資源カテゴリーの増加が見られた。また、主として気候変動や災害に関わる単元を作成したDグループではそのカテゴリーのKW数は減少しているにもかかわらず、直接には関係しない単元を作成したAおよびCグループでは増加していた。

これは、教材作成者全員参加で行われた月1回のミーティングを通して他のグループの情報が多くのゼミ生に共有されたことを意味するのではないだろうか。すなわち、あるグループが作成した教材により、別のグループが教育されたと考えられる。厳密に言えば、教材の作成そのものを通して学習効果ではないが、著者らはこのミーティングを教材作成において重要な位置づけとしており、広い意味で今回のPBLの効果と判断している。

なお、水質の専門家4名が列挙したKWでは水質汚濁に関するものが半数以上を占め、水資源カテゴリーに属するものは皆無であった。専門家へのアンケート実施時にお

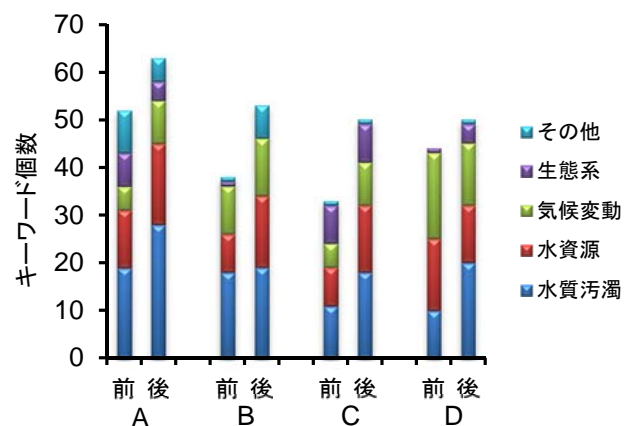


図2 学習前後におけるキーワードのカテゴリー別列挙数の変化

いて、広い意味での水環境と断っていたが、水環境問題を水資源という観点から捉えるという発想は浮かばなかったようだ。水質の専門家ということで逆に視野が狭まってしまい、結果として柔軟な発想と大学の講義等で浅くとも幅広い知識を収集していたゼミ生と比較して列挙できたKW数が少なかったのではないだろうか。

3.2 テキストマイニングによる解析

2.2節②の質問の回答結果に対してテキストマイニング手法を用いていくつかの解析を行った。ゼミ生全員12名分の回答を合わせると、学習前では7855文字、学習後では8061文字と総文字数では大きな違いはなかった。

記載されたテキストから、動詞を抜き出し、その頻出上位10単語について学習前後で比較したのが図3である。ここで着目したのは「思う」と「考える」という二つの単語である。大学生が書いたレポートにおけるこれらの単語の出現傾向について、川端は次のように述べている¹⁰⁾。

「思う」

①「～たい」「～よう」などについて次の展開を予告する場合。

②「気がする」「感じる」「思い浮かべる」「思いつく」などに置き換え可能で、引用部分が対象に対する心情や評価など準引用の統辞関係にもなれるものがある場合。

「考える」

①対象について何らかの方針や目的をもって「考察する」「考慮する」「分析する」「検討する」などに置き換え可能での作業性を伴う意味で用いられる場合。

②対象に適切な形容やラベルを与える、また、対象に想定できる特定の価値付けや意味付けを行う場合。

つまり、「思う」は特に理由もなく結論を述べているのに対し、「考える」は彼らなりの根拠を元に結論を導き出すという違いがありそうである。

学習前では最頻語であった「思う」が、学習後ではその数が減少しており、代わりに「考える」が増加している。このことから、PBLによって多少なりともゼミ生は物事をよく考えた上で論理的に解釈するようになってきたのではないかと推察される。今回の解析においては、これらの単語の前後関係までは調べていないため、必ずしも川端の研究結果が当てはまらない場合もありえる。しかしながら、程度の差こそあれ、ゼミ生達が自分の頭で考えるようになったと解釈することは無理がないであろう。

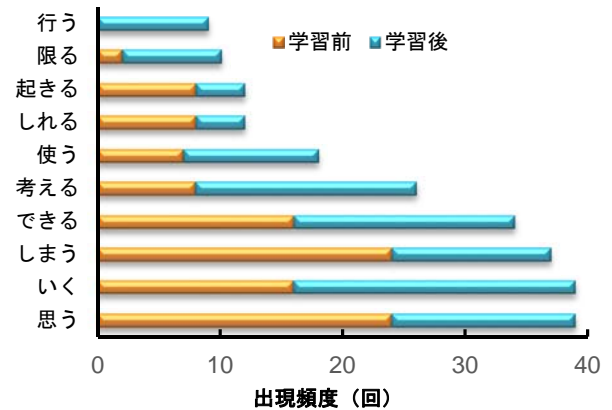


図3 学習前後におけるキーワードのカテゴリ別列挙数の変化

次に出現頻度上位の名詞に着目して学習前後の比較を行った。その中でも水環境と関係しそうな単語についてみると、学習前では「里山」や「地下水」という語が多かったが、学習後では「(都市型)水害」や「節水」という語が多く出現しているのが特徴的であった。前者は主として大学の講義やゼミナールにおいて学んだ内容から導出された言葉と思われ、後者はCおよびDグループが作成した単元と密接に関係している。Cグループは単元「世界みんなが使う水」において、特に清潔な水が不足している地域について衝撃的な画像とともに紹介し、節水という意識をゼミ生に植え付けたと考えられる。さらにこれに続く「節水マスターになろう！」の単元で、節水について自分たちの身近な話題に置き換え、その具体的な方法を示したことが、ゼミ生に強い印象を与えたのであろう。これは、効果的な教材が作成できたという一つの査証であるとともに、全体ミーティングによりこの意識がゼミ生に共有された結果と考えられる。「節水」という単語は学習前には皆無だったので、今までになかった節水という意識を芽生えさせた点はPBLの効果と言えよう。

Dグループが作成した単元についても同様で、これまで漠然として、自分には関係ないと思っていた水害のイメージが具体化し、ゼミ生らに危機意識が高まったと考えられる。以上、全ての単元ではないが、とくに印象の強い一部の単元は、ゼミ生の新しい発見を促し、知識として定着させるきっかけとなったことが、ゼミ生のレポートを解析することである程度客観的に示すことができた。

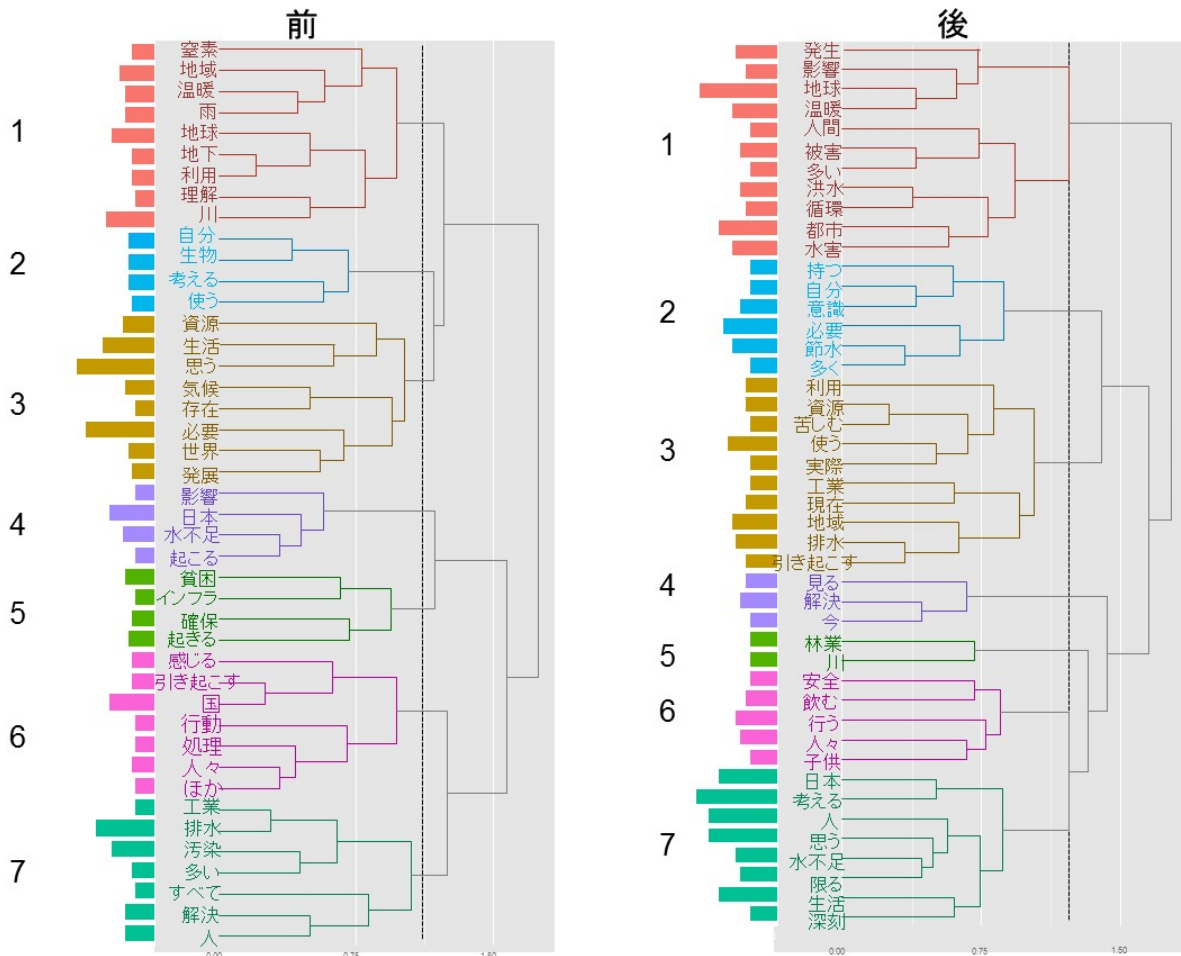


図4 頻出語の共起関係

図4は頻出語（6回以上使われた単語、ただし出題に含まれる語は除く）の学習前後における共起関係を示したものである。共起とは特定の単語が同一の文書や文中に同時に出現することである。例えば「PM2.5が中国から移流してくる。」という文章を考えると、「PM2.5」と「中国」と「移流」が共起関係にある。つまり、共起関係にある単語から元の文をある程度推測することができる。

学習前後ともに7つのクラスターに分類することができた。クラスターの順序は学習前後において対応するものではなく（学習前1と学習後1が対応するわけではない）、単なる分類の順番である。学習前7の単語のクラスターから工場排水による水環境の汚染、いわゆる公害に関する記述が考えられ、これは学習後3のクラスターにも現れている。また、学習前4および学習後7のクラスターからは、日本における水不足の影響を心配している様子が読み取れる。しかし、学習前では水不足に対する自分の意識や行動に関する記述はないが、学習後では明確に節水の意識を持つべきという記述が見られる（学習後2）。また、学習後6にあるように、世界の子ども達に安全な飲料水をというメッセージが読み取れ、これらはいずれもCグループの教材で紹介されたものであった。

同じくDグループの教材内容（主として水害や異常気象に関する内容）は学習後1に強く表れており、これは学習前1、学習前3のクラスターにその片鱗は見られるものの、学習後1のような明確なメッセージ性はない。PBLを通して、地球温暖化→異常気象→水害という一連の流れがゼミ生の中で構築されたと考えられた。名詞の頻出語における比較と同様に、この解析においてもCおよびDグループの教材がゼミ生にとっては非常に印象的であったことがわかる。

4. おわりに

一般的に学習の効果を計るには試験が行われるが、今回行ったPBLの効果を試験によって計ることは困難であるし、そもそも趣旨からして馴染まない。そこで今回は多少の負担をゼミ生に強いることにはなかったが、「アンケート」と称して自由に記述してもらい、これをテキストマイニングという手法を用いて解析することで学習効果を計る試みを行った。

今回の手法により得られた結果から、個々のゼミ生についての評価はできないが、集団としての評価はある程度可能と考えられた。学習後では書き出すキーワード数

が増えたゼミ生が多かったことから、彼らの知識レベルの向上がうかがえた。また、自由記述において使用された語句（単語）の変化から、水環境に関する新しい視点が加わり、ゼミ生が自分なりによく考えるようになったと推察された。以上から、環境教育教材の作成というPBLはゼミ生の成長につながったという一つの傍証を得ることができた。

今回のPBLをより効果的にしたのは、月1回開催された全員参加のミーティングにおける作成教材の相互批評である。これにより、各グループが作成した教材単元の内容が全員に共有され、統一感のある教材となった。また、異なった視点からの意見を取り入れることで、教材の改善にもつながったと考えられる。それと同時に、批評することで他グループの教材で自分自身が学習し、水環境に関してより幅広い知識を取得できたと考えられた。

5. 引用文献

- 1) 小川潔：自然保護教育の展開から派生する環境教育の視点. 環境教育, 19-1, 68-76, 2009
- 2) 伊東静一, 小川潔: 自然保護教育の成立過程. 環境教育, 18-1, 29-41, 2008
- 3) 黒澤毅, 目崎素子：日本における環境教育の進展への提言. 環境教育研究, 4, 93-102, 2001
- 4) 田子博, 飯島明宏, 馬場龍樹：大学生による水に関するe-learning教材の開発. 第49回日本水環境学会年会講演集, 630, 2015
- 5) 井上明：PBL情報教育の学習効果の検証. 情報処理学会研究会報告 情報システムと社会環境研究報告, 25, 123-130, 2007
- 6) 未代誠仁, 古谷雅理, 石川正敏, 藤田孝弥：大学院の学生を対象とした小規模なプロジェクト型学習. 情報教育シンポジウム, 67-72, 2009
- 7) 鳴海敬倫, 田邊裕治, 大川秀雄, 羽田卓史, 岡徹雄：学生間で高め合うプロジェクト型研究の試行. 日本工学教育協会 工学教育研究講演会講演論文集, 518-519, 2011
- 8) 諏訪哲郎：「主体的・対話的で深い学び」を実現する環境教育. 環境教育, 26-3, 21-24, 2017
- 9) 内田治, 川嶋敦子, 磯崎幸子：SPSSによるテキストマイニング入門, p. 246, オーム社, 東京, 2012
- 10) 川端元子：大学生のレポートに出現する「思う」「考える」の機能について－伝達の側面から－. 愛知工業大学研究報告, 48, 77-84, 2013

謝辞

この研究はJSPS科研費C26350242, 16K01051, 18K02634および高崎経済大学・地域課題研究等推進費によって行われました。教材の作成や研究に協力いただいた高崎経済大学地域政策学部, 飯島明宏ゼミナール所属学生および群馬県衛生環境研究所所員に感謝申し上げます。