

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：22301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02634

研究課題名（和文）教科と連環した新しいアクティブラーニング型環境教育の確立と教育効果測定指標の開発

研究課題名（英文）Establishment of active learning methods in environmental education and development of index for measuring the educational effects

研究代表者

飯島 明宏（IIJIMA, AKIHIRO）

高崎経済大学・地域政策学部・教授

研究者番号：70391828

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：環境教育の特長である『教科横断性』と『アクティブラーニングとの親和性の高さ』に着眼し、本研究では教科教育に潜在する環境教育の要素の可視化と、アクティブラーニング型・環境教育の効果測定の方法論の確立を目的とした。小学校学習指導要領をテキストマイニング分析した結果、5教科・11単元に環境教育の要素が潜在していることが明らかになった。この断面で既往の教科教育を連環させることができれば、各教科に離散した環境にかかわる知識体系を束ねることが可能である。また、学習者の発話内容を情報量に置き換えて評価することで、アクティブラーニングによる学習効果をより計量的に捉えることが可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義  
持続可能な社会の構築が国際的な共通理念として広く認識されている今日、環境リテラシー（環境問題への知識、気質、責任行動）を育むための環境教育の重要性が増している。各教科に離散した知識体系を束ねる“知のハブ”を形成できれば、環境教育の「教科化」や「カリキュラム化」といったハード面の変更を求めることなく、既往の教科教育のなかで無理なく実現できる教育パッケージの提案が可能となる。また、新しい環境教育の仕組みを提案する上で、教育効果測定のための指標の確立は不可避である。情報量理論を応用したテキストマイニング分析は、アクティブラーニング型教育の効果測定法として新しい提案となる。

研究成果の概要（英文）：This study aims at to visualize the contents of environmental education in the subject based education, and to establish the evaluation method of educational effect on active learning program. Text mining analysis for course of study revealed that the environmental education could be offer in the 11 units at 5 subjects. By linking the contents we identified, it is possible to bundle the knowledge related to the environment issues. In addition, by replacing the content of the learner's utterance with the entropy of information, we can evaluate the learning effect of active learning more quantitatively.

研究分野：環境データサイエンス

キーワード：テキストマイニング分析 情報量理論

## 1. 研究開始当初の背景

持続可能な社会の構築が国際的な共通理念として広く認識されている今日、環境リテラシー（環境問題への知識、気質、責任行動）を育むための環境教育の重要性が増している。我が国では、1990年代初頭に環境教育指導資料が刊行され、環境教育が学校教育の一環として位置づけられてきた。しかし、それは独立した教科・科目を開設して実施するのではなく、すべての教科・教科外活動に分散させて指導する方針であった。環境教育のもつ教科横断的性質を念頭におけば、分散指導の枠組みが支持された理由は理解できるが、同時に離散した知識を統合し、環境保全に対する意欲や態度へと昇華させるための仕組みがなければ、環境リテラシーの育成という環境教育の目的を達成することは困難である。これまで、『総合的な学習の時間』がその仕組みの一端を担ってきたが、分散指導から統合指導へとつなぐ基準となる環境教育モデルが存在しない現状において、教育の効果を保証することは難しい。

環境教育が抱える上記の課題をブレイクスルーできる好機として、筆者らは次期学習指導要領で重視されている『アクティブラーニング』の導入を核とした教育の質的転換に着眼してきた。アクティブラーニングは、知識や技能の伝達・注入を中心とした従来型の教育とは大きく異なり、参加や対話を通して知恵や発想を豊かにする『交流的な学び』の形態をとる。したがって、環境リテラシーの育成を目的とする環境教育は、アクティブラーニングとの親和性が極めて高い。また、環境教育は多くの教科（例えば、生活科、理科、社会科、家庭科、道徳など）の内容とリンクできる横断性（横系）をもち合わせているため、各教科に離散した知識体系（縦系）を束ねる“知のハブ”を形成させる副次的効果も期待できる。環境教育を軸としたアクティブラーニングを既存の教科教育に連環させることができれば、教育の質的転換の達成と同時に、学校教育における環境教育のプレゼンスを高め、教科教育と環境教育の効果を相乗的に向上させることが期待できる。

## 2. 研究の目的

環境教育の特長である『教科横断性』と『アクティブラーニングとの親和性の高さ』に着眼し、本研究では教科教育と連環したアクティブラーニング型・環境教育モデルの確立を目的とした。まず、各教科に離散した知識体系を束ねる“知のハブ”を形成できるよう、教科教育のなかに潜在する環境に関連するトピックの可視化を目指すこととした。これにより、環境教育の「教科化」や「カリキュラム化」といったハード面の変更を求めることなく、既往の教科教育のなかで無理なく実現できる教育パッケージの提案が可能となる。また、新しい環境教育の仕組みを提案する上で、教育効果測定のための指標の確立は不可避である。本研究では、学習者の発話内容に着眼し、テキストマイニング分析を応用して教育効果を測定するための指標を確立することを目指した。

## 3. 研究の方法

### 3.1. 教科教育に潜在する環境関連トピックの抽出

本研究では、小学校学習指導要領（平成29年告示）解説家庭科編、生活科編、道徳編、理科編、社会科編の5つを対象に、KHCoderを用いてテキストマイニング分析を行った。テキストマイニング分析では、大量の言語データから、狙いとするテキスト情報を抽出し、その関係性を計量的に解析することができる。まず、分析対象範囲を、各教科の学習指導要領のなかから教育内容に関しての記述がある章ないしは節と定義し、当該箇所の全テキストデータを抽出した。次に、教科ごとに抽出したテキストを各単元に分割した。

テキストマイニング分析の手順は、大まかに「自然言語処理」と「データマイニング」の2つのステップに分けられる。まず、自然言語処理として、膨大なテキストデータを「意味を持つ最小の単位」である形態素に分解し、活用型から原型への復元と品詞情報の付与を行った。次に、データマイニングでは、階層クラスタ分析を用いて共起関係にある語の集団を可視化することにした。語と語の類似度はJaccard係数で定義し、クラスタ間の連結はWard法を採用した。

### 3.2. 学習者の発話に着目した教育効果測定

アクティブラーニング型環境教育プログラムのひとつである「ネイチャーゲーム」を実践し、学習者の発話音声 ICレコーダーで収集した。これをデータ化し、KHCoderを用いてテキストマイニング分析を行った。一般的なテキストマイニング分析では語の出現頻度に着目して計量分析し、語の多様性が考慮されることは少ない。より多くの種類の語が出現する学習者は、限られた種類の語ばかりが出現する学習者よりも学びの質が高いと判断できるが、一般的なテキストマイニング分析ではその傾向を適切に評価できない。アクティブラーニング型の学びにおいては、学びの質が高ければ高いほど、学習中の発話において語の種類が多様になると期待できる。本研究では、語の出現頻度だけでなく、種類の豊富さを評価値に加味することができる情報量理論を応用することとした。

一般に、繰り返し出現する事象のもつ情報量は小さく、稀にしか出現しない事象のもつ情報量

は大きい。これを数学的に表現すると、例えば生起確率が  $p(a)$  の事象  $a$  が実際に起きたときの自己情報量  $I(a)$  は次式で表される。

$$I(a) = -\log_s p(a)$$

すなわち、情報量は事象の生起確率の逆数の対数である。この自己情報量を計算することで、学習者の発話内容を情報量に置き換えて評価する方法論を検討した。

#### 4. 研究成果

##### 4.1. 環境教育を断面とした教科教育の連環可能性

紙面の都合上、道徳のテキストマイニング分析結果を例示しつつ、「環境教育」を断面とした教科の連環について述べる。

図1は、道徳(単元4)について階層的クラスター分析を行った結果である。語の共起関係から、計7つ([a]~[g])のクラスターが抽出された。このうち、クラスター[e]を構成する語をみると、「態度」、「動植物」、「自然環境」が共起していることが確認できる。これらの語の学習指導要領内での共起関係を確認すると、「人間と自然や動植物との共存の在り方を積極的に考え、自分にできる範囲で自然環境を大切に、持続可能な社会の実現に努めようとする態度を育むことが望まれる。」や「自然や動植物を愛し、自然環境を大切にしようとする態度は、地球全体の環境の悪化が懸念され、持続可能な社会の実現が求められている中で、特に身に付けなければならないものである。」といった文脈で使用されていた。

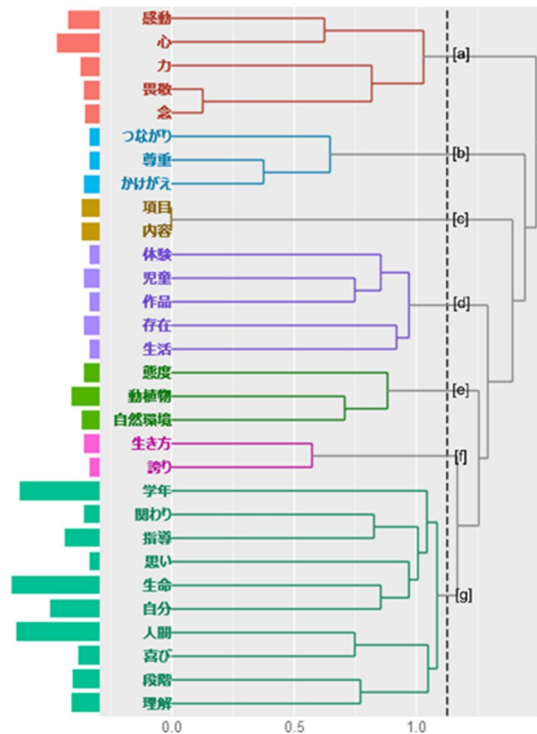


図1 道徳(単元4)のデンドログラム

同様の解析を対象の教科・単元(延べ37単元)について行ったところ、11単元に「環境教育」の要素が潜在していることが明らかになった。この断面で既往の教科教育を連環させることができれば、各教科に離散した環境にかかわる知識体系を束ねる“知のハブ”を形成させることが可能になるはずである。

##### 4.2. 学習者の発話に着目した教育効果測定

ネイチャーゲームとは、人間の五感を使って自然を直接体験し、自然への共感を育む活動で、アメリカのナチュラルリストであるジョセフ・コーネルが始めた「Sharing Nature Program」を起源とする。本研究では、ビオトープ内で花を探しその種類数を数えるゲーム、ビオトープ内の自然物の中から指定された色(赤、黄、青など)を探すゲームの2つを計35組(2018年:12組、2019年:23組)のグループ(子供を含む3~4人)に対し実行した。

発話記録に対してテキストマイニング分析を行い、まず形態素解析により得られた語の意味から、教育効果測定のための評価指標の構築を行った。ネイチャーゲームは様々な感覚を使って自然を直接体験しながら自然への共感を育む活動であるので、「発見」、「観察」、「感動」、「意欲」の4つの評価指標にコーディングした。まず「発見」の指標は「タンポポ」や「葉っぱ」、「黄色」や「茶色」などネイチャーゲーム中にビオトープ内で見つかると思われる名詞群を中心にコーディングした。「観察」指標はビオトープ内の自然を観察することで得られる「冷たい」や「か

わいい」などの形容詞、「ごつごつ」、「どろどろ」などのオノマトペをコーディングし、「感動」指標は「わあ」、「わっ」などの感嘆詞や「大発見」、「夢中」などの名詞を中心にコーディングした。「意欲」指標は、「探す」、「知る」、「頑張る」など意欲に関連する動詞群をコーディングした。各評価指標のコーディングの代表例を表1に示す。

表1 各評価指標にコーディングした語の代表例

評価指標	コーディングした語
発見	黄色、茶色、タンポポ、お花、ピンク、葉っぱ、トンボ、メダカ、ツツジ、ぺんぺん草、緑色、アジサイ、丸太 など
観察	状態、ごつごつ、からから、たくさん、冷たい、バラバラ、かわいい、もっと、どろどろ、遠い、大きい、汚い、危ない など
感動	大発見、綺麗、夢中、ほら、わあ、なるほど、わっ、へえ、何で、すごい など
意欲	一生懸命、よっしゃ、行く、分かる、知る、できる、考える、頑張れる、探す など

2018年の実施結果(12組)について、4つの評価指標ごとのコード出現率を図2にバブルプロットで示した。まず、グループ内での比較を行った。グループID02は、他のグループの学習者と比較して「発見」、「観察」に関するコード出現率が低く、このグループの学習者がピオトープ内の自然を見つけ、十分に観察できなかった様子うかがえた。このグループには未就学児が含まれており、他のグループと年齢構成が異なっていたことがその一因と考えられる。グループID06は「発見」、「感動」のコード出現率が高いが、「観察」、「意欲」のコード出現率が低い。このグループの学習者は、ピオトープ内の自然を見つけ、感動している様子うかがい知ることができるが、種類数を競うことにこだわりすぎて丁寧に観察することができなかったことが推察された。グループID09は「感動」や「意欲」のコード出現率は低いが、「観察」に関わるコード出現率が高い。このグループの学習者は、ピオトープの中をじっくり観察しながら見つけたものについて親子で盛んに対話しており、その中に自然物を形容する表現が多く見られたからだと考えられる。

次にグループ間での比較を行った。ここでは、グループID02を除く全てのグループにおいて、「発見」に関するコードの出現率が高かった。これは本研究で行ったネイチャーゲームにより、学習者が自然を見つける、探すという行動にエンゲージしていたことを裏付ける結果である。

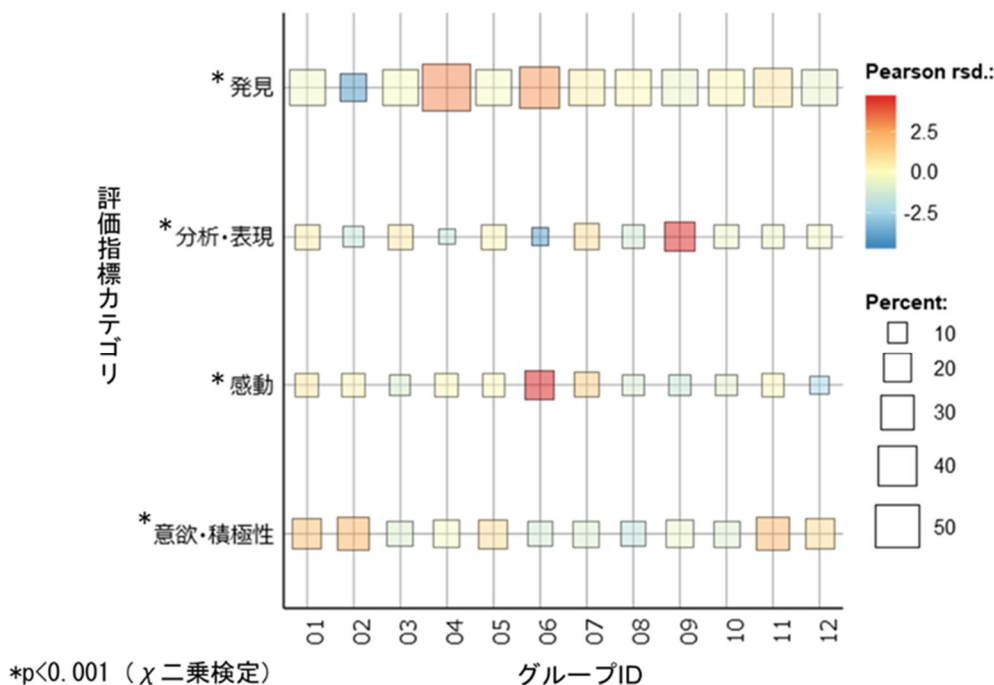


図2 学習効果の定量化(各評価指標のコード出現率による比較)

先に述べたとおり、従来のテキストマイニング分析では、単語の出現頻度を変数に計量分析される。この手法では、表現の多様性を評価できないという課題がある。これを解消するために、テキストマイニング分析で得られた形態素解析のデータに情報量理論を適用し、単語の出現頻度を情報量に換算した後、それを変数に非階層クラスター分析を行った。データを取った33グループを4つのクラスターに分類したときの、各クラスター中心を表2に示す。

表2 各評価指標の情報量に基づく学習者のクラスタリング

評価指標	クラスター			
	A	B	C	D
発見	1.56	0.52	0.65	1.26
観察	0.83	0.12	0.63	0.47
感動	0.51	0.63	0.42	0.55
意欲・積極性	0.83	1.37	0.91	0.70

各クラスターの特徴を次に述べる。

クラスターAには10グループが分類され、その多くが親子でゲームを行ったグループであった。このクラスターは他のクラスターと比べて「発見」指標、「観察」指標ともにスコアが高く表れた。参与観察的に見てみると、このクラスターの親子はビオトープ内で見つけた動植物に関する会話が非常に積極的であった。子供をファシリテートする役割を持つ親や年長の家族などが、子供に対して積極的に提案や質問を投げかけている様子がうかがえた。また、子供側からもビオトープ内の植物の種類や自然物の色などについて親や家族に積極的に質問したり、会話したりする様子が見られた。このことから、家族からの積極的な子供への働きかけが、子供の自然観察を促すために重要な役割を果たすことが示唆された。

次に、クラスターBには3、4歳の小さな子供を持つ親子のグループが1つ分類された。このクラスターは「観察」指標のスコアが他と比べて著しく低かった。これは、このグループの子供の年齢が、提供したネイチャーゲームのターゲットに合っていないことが原因だと推察できる。発話能力がまだ乏しく、同じ言葉の繰り返しが目立ち単語の多様性は見られなかった。これがこのクラスターの「観察」指標のスコアが低い原因だと思われる。

クラスターCには13グループが分類され、その多くが親子のグループで構成されていた。このクラスターのスコアには特徴的な傾向が見られず、全ての評価指標において、中庸な値であった。参与観察的に見ると、このクラスターの親は子供について行くだけで子供の自然観察を促す様子は見られず、これがクラスターAとの決定的な違いであった。

クラスターDには9グループが分類され、そのほとんどが子供だけのグループであった。このクラスターは「発見」指標のスコアが比較的高い一方で、「観察」指標のスコアが低い傾向にあった。これは、ビオトープ内の動植物を見つける行動はしたものの、立ち止まってじっくり観察する様子はなかったことを表している。今回のネイチャーゲームでは学習者の参加意欲を高めるため、見つけた花や色の数を競うランキング形式を採用した。このクラスターに分類された子供たちは競争することに夢中になってしまい、自然観察がおろそかになってしまったようである。競争させることはネイチャーゲームの面白さを高めるための重要な要素の1つであるが、深い学びを阻害する要因にもなり得るので注意する必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 齊藤由倫、亀井優也、飯島明宏、田子博
2. 発表標題 効果検証に向けた生活系ごみ減量化普及啓発施策の類型化
3. 学会等名 廃棄物資源循環学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 門田奈々, 田子博, 飯島明宏
2. 発表標題 情報量理論を応用した自然体験学習の効果測定
3. 学会等名 日本環境教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田千寛, 田子博, 飯島明宏
2. 発表標題 貿易ゲームによるキーコンピテンシー育成の有効性～異質な集団で交流する力を中心に～
3. 学会等名 日本環境教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 志摩侑未, 飯島明宏
2. 発表標題 小学校の教科教育を通じた食育の実現可能性～家庭科教育と第3次食育基本計画の対応分析
3. 学会等名 日本環境教育学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Harada H., Tago H. and Iijima A.
2. 発表標題 Is the Trading Game effective to develop Key Competencies? -Analysis from the competency of “ Interact in heterogeneous groups ” -
3. 学会等名 10th World Environmental Education Congress ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shima Y., Tago H., and Iijima A.
2. 発表標題 Feasibility study of food education through the curriculum covered by elementary school -The potential of “ Home economics ” -
3. 学会等名 10th World Environmental Education Congress ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kadota N., Tago H. and Iijima A.
2. 発表標題 Application of information entropy for evaluating the educational effects by nature games
3. 学会等名 10th World Environmental Education Congress ( 国際学会 )
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 門田奈々, 飯島明宏
2. 発表標題 ピオトープを利用した自然体験学習の効果測定～発話記録からみる学びへのエンゲージメント～
3. 学会等名 日本環境教育学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Iijima A., Nagashima R. and Chachin M.
2. 発表標題 Estimation of the value of environmental education in science museum by a conjoint analysis
3. 学会等名 International Science Education Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kadota N. and Iijima A.
2. 発表標題 Estimation of educational effects on children engaged in nature games ~Text mining analysis for chat records~
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	田子 博 (TAGO HIROSHI) (40391809)	群馬県衛生環境研究所・水環境・温泉研究センター 大気環境係・研究員  (82302)	

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