

令和 2 年 7 月 8 日現在

機関番号：53302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01057

研究課題名(和文) 知的連鎖体験プログラムの改善～テーマ設定へのニューロマーケティング技法の活用～

研究課題名(英文) Improving Program to Experience Chain of Discoveries : Use of Neuromarketing Techniques to Set Themes

研究代表者

今澤 明男 (Imazawa, Akio)

国際高等専門学校・グローバル情報学科・教授

研究者番号：20148141

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：発見をする、その発見から誘発された次の発見をする、あるいは複数の発見を結び付けて新たな発見をすることは、科学の醍醐味である。この体験は、科学についての強い関心を喚起するであろう。本研究の研究者らは、そのための具体的手段として、気温データをグラフで誰でも簡単に分析できる「気温データ・グラフ表示システム」と、分析結果の整理・統合を支援する「知識マップ・システム」を開発した。しかし、試行錯誤的な利用では、学校の授業など時間的制約がある場合には利用が難しい。そこで本研究では、経験が浅い指導者でも効率的で柔軟な指導ができるようにするための指導書をルートマップ形式にして開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で開発したルートマップ形式の指導書を、本研究の研究者らが既に開発した「気温データ・グラフ表示システム」と「知識マップ・システム」を用いた授業で利用することにより、経験の浅い指導者でも、学習者の特性や時間的制約に合わせた柔軟な指導が可能になり、学習者が短時間で気温データに関する「発見」や「発見の連鎖」を体験することが可能になる。これにより、学習者が自ら発見を体験する授業が広まり、多くの子供や若者の知的探究心が刺激されるとともに、それらの人々の気象やデータ科学をはじめとする科学への関心が高まることが期待される。さらに、指導する教員自身のそれらの領域への関心が高まることも期待される。

研究成果の概要(英文)：Making a discovery, making the next discovery triggered by that discovery, and/or connecting discoveries already made to make a new discovery are the real pleasure of science.

This kind of experience would arouse a strong interest in science. Researchers in this study had already developed two specific tools for this experience: "Air Temperature Data Graph Display System" that allows anyone easily analyze temperature data using graphs, and "Knowledge Map System" that helps its user organize and integrate his/her analysis results. However, if these tools are used in a trial-and-error manner, it is difficult to apply them in school classes where there are strong time constraints. Therefore, in this study, the researchers have developed a guidebook as a route map to enable even inexperienced instructors to provide students with time efficient and flexible guidance.

研究分野：科学教育

キーワード：データ分析 気温データ グラフ表示 発見体験 科学教育

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

「知の連鎖」すなわち、発見が次の新たな発見を誘発すること、あるいは複数の発見が結びついて高次の新たな発見が導き出されることは、科学の醍醐味である。この醍醐味を人生の早い時期に体験できれば、知的探究心を刺激され、科学に関して主体的・自律的に学ぼうとする態度を涵養できると期待される。さらには、「理科嫌い、理科離れ」への対処法としても期待できる。問題は、このような教育をどう具現化するかである。

本研究の研究者らは、平成17年から環境教育の研究を行い、その一環として小中学校において環境教育を実践してきた。その際、気温データの統計的分析が小中学生にも、教員や保護者にも、興味を持って受け入れられることを実感した。そこで、気温データを用いて学習者に簡単なデータマイニング体験をさせることを考えた。そのため平成23年に、誰でも簡単に気温データのデータマイニングを体験できるよう、パーソナル・コンピュータを用いた「気温データ・グラフ表示システム」を開発し、以来、教育実践を行ってきた。このシステムには、都道府県庁所在地を含む日本国内59地点の毎時の気温、毎日の平均気温、毎月の平均気温、毎年の平均気温、各観測地点の緯度・経度・標高などが格納されている。ユーザすなわち学習者がこのシステムで、データの種類と期間（または時点）、観測地点を簡単なマウス操作で指定すると、瞬時に適切な折れ線グラフまたは散布図が表示される。タイトルの記入や、軸や目盛の設定などの煩雑な操作は一切不要である。したがって、学習者は煩雑なコンピュータ操作に時間や手間を取られることなく、自分が欲しい気温グラフを作成でき、そこに何らかのパターンを発見することが可能になる。

ところが、「気温データ・グラフ表示システム」を開発し研究する過程で、このシステムを用いると、単にデータの中にパターンを見つけ出すことができるだけでなく、前述の「知の連鎖」を簡単に体験できて楽しめることを発見した。そこで、この点に焦点を合わせた学習者支援機能を「知識マップ・システム」として開発し、「気温データ・グラフ表示システム」に組み込んだ。知識マップ・システムを用いると、学習者は作成したグラフの観察から気が付いたことをコメントとしてグラフの下部に記入し、保管することができる。また、それらのグラフを一覧表示して並べ替えることができ、それらの単数または複数のコメントから気づいた上位コメントを記入して保管することもできる。その際、コメント間の関係も保存される。さらに、それらのコメントをもとにした簡易レポートを自動的に作成して出力することもできる。これにより、ユーザすなわち学習者の発見や発見の連鎖を支援することができるものとなった。

以上の経緯で開発した「知識マップ・システム」を組み込んだ「気温データ・グラフ表示システム」は、実践授業では使いやすいとの評価を得た。しかしながらこのシステムは、学習者がトライ・アンド・エラーの結果として発見に到達することを前提としている。したがって、学習者には十分な時間があり、また気温データという分析対象やグラフに興味・関心があり、発見にたどり着くまでそれを持続できることが前提となっている。このことから自由研究などには向いていると考えられる。しかしながら、学校の通常の授業内で利用しようとする、時間的制約のために教育成果が得られない可能性が高い。また、時間を十分確保できたとしても、発見に到達するまで興味・関心を維持することが難しい学習者も少なくないと考えられる。したがって、学校の通常の授業でこのシステムを利用して発見や発見の連鎖を学習者に体験してもらうためには、指導者が学習者に対して適切な助言を与え、発見や発見の連鎖へと学習者を効率的に導く必要がある。これに関し、いつ、どのような助言をするかは指導者の勘や経験に委ねられているのが現状である。これは、このシステムの学校教育での利用普及の大きな障害になる。指導者の勘や経験に頼らない方策が必要である。

2. 研究の目的

「知識マップ・システム」を組み込んだ「気温データ・グラフ表示システム」を利用した「発見」体験、「知の連鎖」体験学習を、小中学校や高等学校などでの通常の授業の場において短時間で実施するための指導書を作成することを目的とした。指導書の要件は以下のように設定した。

- 1) システムから得られる特徴的で学習者の興味を引く相当数のグラフが示されている。
- 2) 上記のグラフに到達するために学習者に与える課業が示されている。
- 3) 上記のグラフの背景にあるストーリーと、学習者への心理的インパクトが示されている。
- 4) グラフ間、ストーリー間の関係ならびに学習順序が示されている。
- 5) 指導書の内容把握に気象や統計に関する専門的知識を必要としない。

以上の要件を満たした指導書によって、気象や統計に関する専門的知識や経験を有しない指導者でも、授業時間や学習者の年齢や関心に合わせて授業計画を立てることができ、授業の場において学習者の進捗状況に応じて柔軟に指導できるようになることを狙った。

3. 研究の方法

指導書の開発手順・方法の概要は以下のとおりである。

- 1) 学習者の興味を引く特徴的グラフを抽出した。興味の把握に関して、ニューロマーケ

ティングで用いられる客観的指標（脳波・瞬きの間隔・前頭前野の血流の変化）の適用を試みた。

- 2) 特徴的グラフそれぞれの背景のストーリーを収集した。ストーリーには緯度と気温の関係などの物理的なものだけでなく、都市化などの社会経済的なもの、統計やデータ分析に関するものも含めるよう試みた。
- 3) 各グラフへ到達するための課題を設定した。効率的な学習となるよう、できるだけ簡単なものとなるよう試みた。
- 4) グラフ間・ストーリー間の関係を整理した。単純なストーリーからやや複雑なストーリーへ段階を追って学習でき、それによって「知の連鎖」が体験できるよう試みた。
- 5) 上記の各結果を「学習ルートマップ」として統合した。これを見ることにより、「気温データ・グラフ表示システム」からどのようなグラフが作成されるか、そこから何を学べるかを指導者が把握でき、学習者に合わせた学習目標を設定できるとともに、学習のための稼業の指示が的確にでき、かつ進捗状況に応じて柔軟な指導ができるようになることを目指した。

4. 研究成果

4.1 指導書の概要

開発した指導書（学習ルートマップ）の概要は以下のとおりである。

（1）個々の特徴的グラフとストーリー

ルートマップの基本要素は個々の気温グラフである。これをマップ上の個々の地点と見なす。このルートマップでは、明確なパターンが見いだせるグラフだけでなく、常識に反して明確なパターンが見いだせないものも取り上げた。たとえば、一日の中での気温の変化は、教科書の記述では日の出前に最低となり昼過ぎに最高となるとある。しかしながら、これは年間の平均の話である。実際の日を取り上げると、このような明確なパターンを示すことは稀である。そこで、あえて明確なパターンが見いだせないグラフも取り上げた。思い込みでものを判断する危険性と実際のデータを見る重要性を示すためである。そのうえで、それら個々のグラフから読み取れること（これをストーリーとよんでいる）を示している。さらに、当該のグラフを得るための学習者の稼業すなわち操作を示している。

（2）グラフ間関係とパス

ひとつのグラフについてストーリーを見出したあと、そのグラフを他のグラフと比較することによって新たなストーリーを発見できることがある。たとえば、年平均気温と緯度との間には、グラフ上に明らかな直線関係が見いだせる。しかし、ある1時点での気温と緯度との間に、そのような明瞭な直線関係をグラフ上に見出すことは難しい。ここに平均値を求める意義がある。このルートマップでは、このような比較対象先のグラフを元のグラフの地点の隣接地と見なし、元の地点から隣接地までのパス（移動路）があると考え。また、比較対象のグラフを作成することを隣接地への移動、すなわちミニ・トリップと見なす。そのうえで、ミニ・トリップのためのパスを示すとともに、ミニ・トリップで得られるストーリー、すなわち発見を示している。

（3）ストーリーと課題

代表的なストーリーには、なぜそのようなことが発生するのかを考える課題を付してある。たとえば、高緯度の地点と低緯度の地点の気温の差を見ると、冬において大きな差が見られるが夏において差は小さい。これは、地球の回転軸が傾いていることに由来するものである。このように、データから読み取れる事実には背景があり、それは推測可能であることを学ぶための課題である。一方、緯度と年平均気温がほぼ直線関係にあることから、与えられた緯度から年平均気温を推測するといった単純な課題も示してある。こちらは、統計的推測の概念の萌芽につながると思われる。

（4）推奨コース

授業用に、いくつかのミニ・トリップを集めた学習推奨コースを示してある。具体的には「気温の上昇傾向について調べるコース」「平均の意義を考えるコース」「緯度と気温について考えるコース」などがある。ただし、これらのコースは、すべてを巡る必要はなく、与えられた時間に応じて一部だけを巡ることが可能である。

4.2 指導書の効果

開発した指導書には指導者にとって以下の効用があり、「気温データ・グラフ表示システム」の授業への導入の壁が低くなると考える。

- 1) どのようなグラフが描けるか、どのような学習ができるかを事前に把握できる。
- 2) 推奨コースを使うことで、授業で利用する際の準備の負担を軽減できる。
- 3) 学習者の特性や授業時間に合わせた学習内容が選択でき、柔軟な指導が可能になる。
- 4) ミニ・トリップを組み合わせることで、独自の学習コースを作ることができる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Akio Imazawa, Nobuyuki Naoe
2. 発表標題 View of a Study to Foster Students' Interest in Data Analysis Using Air Temperature Data
3. 学会等名 IEEE 10th International Conference on Engineering Education (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	直江 伸至 (Naoe Nobuyuki) (00249781)	国際高等専門学校・電気電子工学科・教授 (53302)	