

平成 29 年 6 月 20 日現在

機関番号：53302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350254

研究課題名(和文) 知的連鎖体験教育プログラムの開発 ～データマイニングと知識マップの活用～

研究課題名(英文) Development of an Educational Program for Experiencing Chain reaction of Intelligence -- Use of Data Mining and Knowledge Map --

研究代表者

今澤 明男 (Akio, Imazawa)

金沢工業高等専門学校・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) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：発見が次の発見を誘発すること、複数の発見が結びついて新たな発見が導き出されることは、科学の醍醐味である。本研究の目的は、この「知の連鎖」の体験を支援するコンピュータ・ソフトウェアを開発することと、それを用いた教育プログラムを作ることである。

開発したソフトウェアは、パソコン上で動作するもので、日本の59地点の気温データを収めたデータ格納部と、そのデータから簡単な操作でグラフを作成するデータ可視化サブシステム、グラフから得られた知見の統合を支援する情報統合サブシステム(知識マップ・システム)から構成されている。このソフトを用いた試行授業の結果、ソフトは使いやすくプログラムは有効との知見を得た。

研究成果の概要(英文)：It is a real pleasure of science to experience that a discovery triggers the other discovery and that integration of several discoveries leads to a new discovery. The purposes of this research are to develop a computer application that helps people experience this "chain reaction of intelligence", and to develop an educational program using the application.

The developed application runs on a personal computer. It consists of a data storage section containing temperature data at 59 locations in Japan, a data visualization subsystem that creates graphs of the data by simple operation, and an information integration subsystem (or knowledge map system) that helps the user integrate the discoveries obtained from the graphs. The result of a series of trial lessons using this application shows that the software is easy to use and that the program is effective.

研究分野：科学教育、行動計量学

キーワード：発見体験 気温データ グラフ 知識マップ アプリケーション・ソフトウェア 科学教育

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。この醍醐味を若い時期に実体験できれば、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、日本の科学技術力低下の原因になると危惧される「理科嫌い、理科離れ」への対処法としても期待できる。ぜひ、教育の現場で実現したいテーマである。しかしながら、このような教育をどう具体化するかが問題であった。

一方、本研究の研究代表者と分担者らは、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受講者に素直に、かつ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受講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。大量のデータから意味のあるパターンを見つけ出すデータマイニング技術は、今後重要な技術であり、若い人たちの興味を喚起する教育は有益であると考えたからである。

そこで平成23年に、小中学生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コンピュータソフトウェア「データマイニング入門教育システム」を開発し、以来、教育プログラムの開発・実践を行ってきた。

ところが、その過程で、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教育プログラムを開発すれば、科学的探究心を涵養できるのではないかと考えるに至った

2. 研究の目的

気温データを用いて「知の連鎖」の醍醐味を受講者が体験できるコンピュータソフトウェアを作り、それを用いた教育プログラムを開発する。

3. 研究の方法

本研究では、教育プログラムを支えるコンピュータソフトウェアが重要である。このソフトウェアの目的は、ユーザの発見体験を支援することである。開発は以下の3つの基本的なアイデアに基づいて行った。

(1) 気温データの利用

発見を目的とした分析の対象として、気温データを用いることを考えた。

気温を温度、すなわち数値で表すことに抵抗を感じる人はいない。また、温度は「暑い」「寒い」などと直感的に解釈できる。さらに

気温は、緯度や標高などといった基本的決定要因との間に相関を持ち、1日や1年といったサイクル(循環)や、温暖化などといったトレンド(傾向)も有している。しかも、それらの基本的決定要因については、日常の経験などから人々に広く認識されている。

すなわち気温データは、解析対象として豊富な物理的特徴を備え、人々にとって親しみがあり、誰でも洞察力をもって分析に当たれる科学データである。

(2) 気温データ・グラフ表示システムの利用

本研究で開発する教育プログラムでは、本研究の研究者らが開発したデータマイニング入門教育システム(「当研究者らは「気温データ・グラフ表示システム」と呼んでいる)を改良して活用しようとした。このコンピュータソフトウェアを用いると、小中学生でも簡単に気温データの中に、相関・循環・傾向といったパターンを、グラフを用いて視覚的に見出せる。概要は以下のとおりである。

データ: 都道府県庁所在地を含む日本国内59地点の毎時の気温、日平均気温、月平均気温、年平均気温、各観測地点の緯度・経度・標高が格納されている。

操作: データの種類と期間(または時点)観測地点を指定するだけで、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。

(3) 知識統合機能の開発

「知の連鎖」を誘発するためには、単にひとつのグラフからひとつの知見を得るだけでは不十分である。そこで、複数の発見・知見の統合を促し、また発見・知見間の関係を記録し表示する機能(これを当研究者らは「知識マップ」機能とよぶ)を気温データ・グラフ表示システムに追加して、両者を連動させ、グラフの作成から発見、さらには報告までの全過程で受講者を支援できるようにしようと考えた。

4. 研究成果

本研究では、発見体験を支えるコンピュータソフトウェア「気温データ・グラフ表示システム+知識マップ」を開発した。また、このソフトウェアを用いた授業資料を作成し、実際に試行して結果を検討した。

(1) ソフトウェアの概要

「気温データ・グラフ表示システム+知識マップ」は、Windows Vista、同7、および同8上で実行できる。また、ユーザの視点からは、データ可視化サブシステム、情報統合サブシステム(すなわち「知識マップ」システム)、および格納データの3つの要素で構成されている。

(2) 格納データ

「気温データ・グラフ表示システム+知識マップ」には、北は根室から南は石垣までの日本の59地点で観測された気温データが格納されている。また、この59地点には47都道府県のそれぞれに少なくとも1つの都市が含まれ、そのほとんどが都道府県庁の所在地である。さらに気象庁が日本の平均気温を算出するために用いている地点をすべて含んでいる。

観測・解析に利用できるデータは、59の各観測地点での毎時の気温、日平均気温、月平均気温、年平均気温である。さらに、以上の気温データに加えて、各観測点の北緯と東経のデータが含まれている。

なお、以上のデータはすべて、気象庁のWebサイトから同庁の許可を得て利用している。

表1. 格納データ

データのクラス	期間
毎時の気温	2016年1月1日午前1時から 12月31日午後21時まで
日平均気温	2015年1月1日から 2016年12月31日まで
月平均気温	2001年1月から 2016年12月まで
年平均気温	観測開始翌年から 2016年まで

(3) データ可視化サブシステム

「気温データ・グラフ表示システム+知識マップ」では、ユーザは前述のデータの中から任意のデータを取り出して、瞬時にグラフ化することができる。

グラフを作成するには、ユーザはまず、毎時の気温、日平均気温、月平均気温、年平均気温の4つのクラスのデータのいずれかを選択する。これは、トップページに表示された各クラスを表す4つのボタンの1つをクリックすることによってなされる。

つぎにユーザは、各観測点を表すチェックボックスをチェックすることによって、59地点から任意の観測地点を選択する。選択する地点は一つでも複数でも構わない。また、都道府県庁の所在地や日本の平均気温を算出するための地点、あるいは指定した緯度の範囲にある地点などをまとめて選択することもできる。

観測点の選択が終わると、ユーザはプルダウンメニューまたは日付ピッカーを使用して、時点または期間を指定する。ユーザが特定の時点（時刻または月日または月または年）を指定すると、システムは指定された観測地点の緯度と気温（または平均気温）との関係を示す散布図を生成する。一方、ユーザが一定の期間を指定すると、アプリケーションは、選択された観測点での期間中の気温

（または日平均気温・月平均気温・年平均気温）の変化を示す折れ線グラフを生成する。なお、生成の際にユーザがグラフに関する情報を入力する必要はない。データのクラス、観測点の名前、時点や期間が自動的にグラフに書き込まれる。異なる観測点の気温データも自動的に異なる色で表示される。

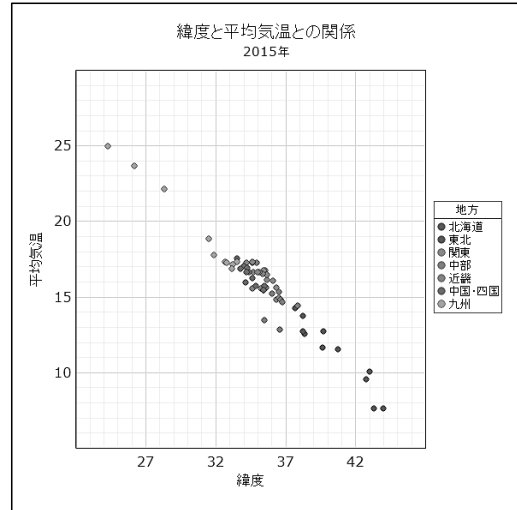


図1 生成された散布図

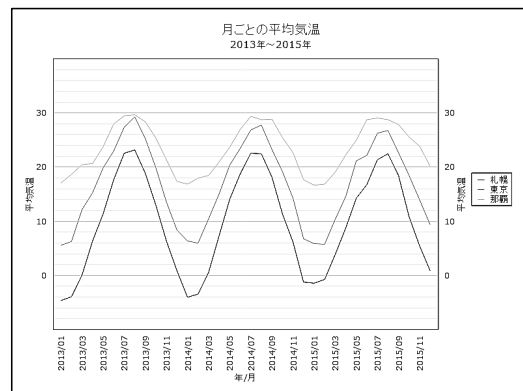


図2 生成された折れ線グラフ

(4) 情報統合サブシステム

データ可視化サブシステムで興味あるグラフが生成されたら、ユーザは当該のグラフを情報統合サブシステム（すなわち「知識マップ」システム）にカードのイメージ（以降、単にカードと記述する）で保存することができる。さらに、保存された各グラフの観察・分析から得られた知見や推測あるいは感想などのコメントを、そのカードに書き込むことができる。

さらにユーザは、格納されたすべてのカードを同時にスクリーン上に表示することができ、その上、画面上のカードを自由に並べ替えることができる。これは、トランプゲームでプレイヤーが手札のカードを並べ替え

のようなものである。このソートプロセスによって、ユーザは興味深い事象を見つけたり、興味深いアイデアを得たりすることが期待される。

グラフの観察・分析によって興味深い事象を見つけたり、興味深いアイデアを得たりした場合、ユーザはそれについてカードにコメントを追加記入することができる。また、複数のカードの観察・分析から興味深い事象や興味深いアイデアを得た場合は、グラフが無い新たなカードを作成して、これにコメントを記入することができる。この場合、新しいカードには、コメントが導かれたもとの既存のカードがどれか、また元になったコメントは何かを示す情報を持たせることができ、これによってユーザは自分の思考過程を追跡することができる。

さらに、不要と思われるカードを隠したり、削除したりすることができる。隠したカードも一覧表示ができ、必要になったカードは戻すことができる。

また、グラフやコメントのすべてをレポートとして出力することができる。このレポートにユーザが加筆・修正を加えて最終のレポートを作成することができる。

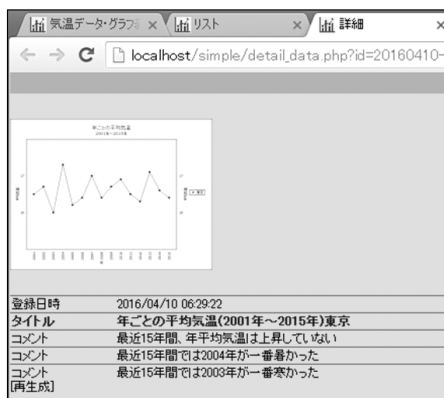


図3 コメントを記入したカード



図4 画面上に並べられたカード

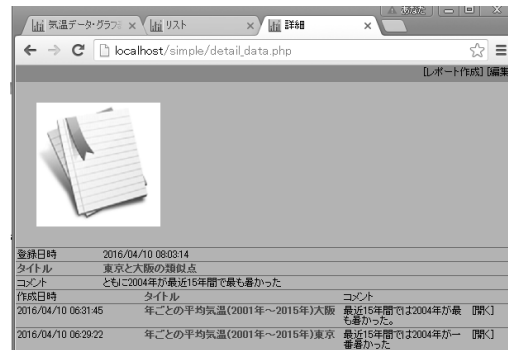


図5 複数のカードをもとにした上位コメントを記入したカード

(5) 授業資料

本研究では、「気温データ・グラフ表示システム+知識マップ」を用いた授業のために、システムの操作マニュアル、システムの理解と操作習熟のための練習課題、発見のための課題の3つの資料を作成した。

操作マニュアル：操作マニュアルは、本文が24ページから成り、利用できるデータ、作成できるグラフ、起動・終了方法、データの指定とグラフの作成方法、知識マップ機能の利用方法が主な内容である。

練習課題：データクラス（毎時の気温、日平均気温、月平均気温、年間平均気温）、地点選択、時点または期間選択とグラフの種類について網羅的に理解でき、システムの操作に習熟できるよう気温データを用いた15のグラフを作成して観察する課題を用意した。

課題：発見を促すために「緯度と気温の関係」「時刻と気温の関係」「年平均気温の推移」の3つの課題を用意した。また、それぞれの課題での発見を促進するためのヒントを用意した。

(6) 試行授業と得られた知見

開発した「気温データ・グラフ表示システム+知識マップ」と授業資料を用いて、平成28年6月から12月の間に、大学3年生を対象に4回の試行授業を行った。受講対象者13人で、受講時間は毎回1時間30分程度であった。なお、実施が平成28年中であるので、用いた気温データは平成27年（2015年）12月31日までのものである。

第1回目は、操作マニュアルを参考に15の気温データのグラフを作成する練習問題に取り組んでもらった。さらに、それらのグラフから得られたもっとも興味のある事象についての発表の準備を宿題とした。なお、練習問題には原則として2人1組で取り組んでもらった。

つぎの第2回目は、宿題の発表を各組の代表者にしてもらった。そのうえで、授業に関する質問紙調査を行った。

第3回目は、やはり2人1組で、発見のた

めの課題に取り組んでもらった。ただし、課題は3つの中から自分たちが興味のあるものを選んでもらった。さらに第1回と同様に、興味のある事象についての発表のための準備を宿題とした。

第4回目は、第2回目と同様に宿題の発表を各組の代表者にしてもらった。そのうえで、授業に関する最後の質問紙調査を行った。

なお、以上の4回の試行授業の観察ならびに質問紙調査の結果から以下の知見を得た。まず、システムは操作が簡単ですぐに理解でき、操作性にも問題は見られなかった。一方、第1回目の授業で実施した15の気温データのグラフを作成する練習課題は受講者の負担が大きく、簡単化すべきであると考えられる。しかし、第3回の授業での発見を促すための課題は、受講者が興味を持てるものであった。とくに大量のデータを自由に操作して結論に至る過程が、受講者に好評であった。さらに、発表会で他の受講者の発表を聞く体験は、受講者にとって自分とは異なった視点に触れる機会となり、好評であった。したがって、授業後の発表会も受講者の興味を発展させるために有効であると考えられる。また、練習課題も発見のための課題も、ともに2人1組で取り組んでもらったが、この方法は2人間の会話が発見を促進するとの観察結果ならびに参加者の感想を得た。



図6 試行授業中の受講者

(7)今後の課題

現状で本研究に残された課題を以下にあげる。

練習課題の簡素化：試行授業の質問紙調査の結果から、システムの操作の理解と習熟のための練習課題が被験者にとって負担が大きいことが分かった。より負担が少なく、同等の効果が得られる練習問題を開発する必要がある。

興味を惹く課題の設定：今回は3つの発見のための課題を設定したが、この教育を広めていくには、多様な受講者が興味を持つ、より多くの種類の課題が必要となる。

コメント間の関係のビジュアル化：今回開発した「気温データ・グラフ表示システム+知識マップ」では、発見についてのコメントをグラフの載ったカードに記入でき、そのカードを並べ替えられ、またコメントが複数のカードに及ぶ場合は、その関係を記録できる。しかし、コメント間の関係を完全ビジュアル化して表現するには至っていない。知識

マップとして発見を支援するには、コメント間の関係のビジュアルな表現が望まれる。

発表会の効果的運用方法の開発：試行授業では、受講者は他の受講者の発表から自分とは異なった視点を見つけ興味を喚起されていた。このことをより効果的にする発表会の運営方法を考え出すことも有意義であると考ええる。

受講者間の会話の効果の検証：課題を2人1組で取り組むと、2人間で会話が生まれ、それが発見を促すようである。これについて検証すると、より効果的な教育プログラムが開発できるのではないかと期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)

著者：Akio Imazawa, Nobuyuki Naoe, Hirofumi Hanai, Shinya Nakajima

発表表題：Software Application to Help Make Discoveries Based on Air Temperature Data

学会等名：2016 IEEE 8th International Conference on Engineering Education (ICEED2016)

発表年月日：2016年12月8日

発表場所：Kuala Lumpur (Malaysia)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

今澤 明男 (Akio Imazawa)

金沢工業高等専門学校

グローバル情報学科・教授

研究者番号：20148141

(2)研究分担者

直江 伸至 (Nobuyuki Naoe)

金沢工業高等専門学校

電気電子工学科・教授

研究者番号：00249781