

機関番号：18001

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008-2010

課題番号：20700656

研究課題名(和文)

Analyzeを組み入れた継続的教育改善システムの開発

研究課題名(英文)

A Development of consecutive educational improvement system incorporating Analyze

研究代表者

野崎 真也 (NOZAKI SHINYA)

琉球大学・亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構・特命助教

研究者番号：00390568

研究成果の概要(和文)：本研究ではPDCAサイクルに代表されるような継続的教育改善について「Analyze」という概念を取り入れてさらなる効果的な教育改善を行うことを目的とする。手法は授業のアンケートなどで得られたデータについて効果的な「解析」を行うことで改善に必要な成分を抽出して改善に役立てる。本研究において多変量解析を用いて効果的な改善方法を提案し、その有効性について検証した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the research is to improve the consecutive educational system like PDCA cycle by incorporating “Analyze”. In this research, we extract the component for the improvements from the data such as questionnaire of the lecture and we also apply the components to the improvements. We used the multiple classification analysis as the analysis method. We verified the efficiency of the proposed method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：継続的教育改善、多変量解析

1. 研究開始当初の背景

より質の高い教育を行うために、多くの教育機関が継続的教育改善システムを取り入れている。中でもPDCAサイクルが代表的である。

PDCAサイクルはPlan->Do->Check->Actの繰り返しによる継続的教育改善が行われおり、Checkにおいてアンケートを実施して改善に必要な「要素」を見つけ出して改善(Act)につなげる方式が代表的である。しかしながら、集計されたデータをグラフ化するな

どの評価をするだけでは、改善に必要な「要素」を見つけにくいことも多いために、その不足分を教育現場の「経験、カン」を用いて補間したり、より多くのデータの収集・保管を行って対処するケースが多いのが現状である。

したがって結果的に多くのデータを収集しなければならず、かつ保管しなければならぬので、これを用いて改善するのに労力および時間がかかることが多い。したがってより効率のよい改善方法が必要とされている。

2. 研究の目的

本研究の目的はP D C Aサイクルにおいて統計学という根拠に基づいた解析(Analyze)を組み入れ、点検(Check)で得られたデータから迅速・確実に改善に必要な「要素」を抽出して効率よく改善できる新しい継続的教育改善「P D C A Aサイクル」を構築することである。最大の特徴は check の負荷が大幅に軽減され、Do などにより労力をかけることができるようになる点である。

研究データに多変量解析を用いることで改善に必要な成分を抽出し、これを基に改善に役立てる。

3. 研究の方法

まず本研究においてポイントとなる多変量解析について説明する。多変量解析とは複数の変数から特徴量を得る手法である。変数の数や種類により計算量が大きくなるが、近年の計算機の発達により演算が可能になり、さまざまな分野での応用例が報告されている。

本研究では多変量解析の一つである主成分分析を用いた。主成分分析は得られたデータに対して分散が最大となるような固有ベクトル W_1 を導出し、同時にこの固有ベクトルに直交するような固有ベクトルおよび固有値を求める。分散が最大となるように固有ベクトルを得ることで、対象のデータについてバリエーションを明確に示すことができる点が特徴である。

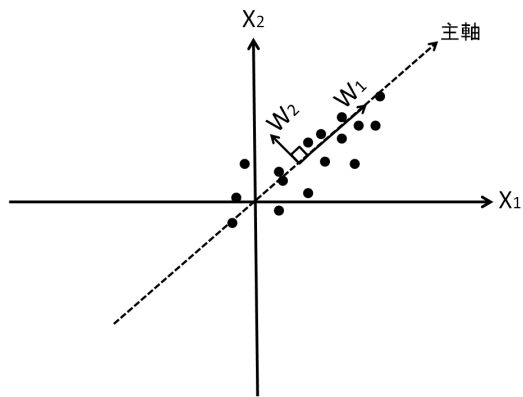


図1:主成分分析の概念図。与えられたデータ群に対して分散が最大となるようなベクトル W_1 を求めて、このベクトルの直交するベクトルを求める。これらのベクトルを利用することで、改善に必要な成分を得ることができる。

本研究においては対象のデータが授業および学生実験のアンケートなので、これについて主成分分析を用いて得られた固有ベクトルは、アンケート項目のみでは分からない

成分、すなわち改善に必要な成分に相当する。この固有ベクトルを有効に利用することで授業の改善または個々の学生(生徒)の改善に利用することができることが特徴である。さらに適切なアンケート項目を得ることも可能である。

本研究においてアンケートデータの取得は大学、工業高等専門学校(以下、高専と記述する)、高校のそれぞれ異なる教育機関で実施し、その解析結果および改善にむけた意見交換も行った。

多変量解析は得られたデータの共分散行列を求め、その固有ベクトルまたは固有値を求めるという計算手順に従って行われ、この固有ベクトルまたは固有値を利用して改善に役立てる。しかし計算手順そのものが線形代数の知識が必要であり、さらに応用するためには主成分分析の理論を有していなければならず、将来的に現場の教員に利用してもらうためには、計算手順が分からなくても固有ベクトルを容易に得ることができ、かつ主成分分析の知識を必要としなくても応用につなげやすいソフトウェアの開発も必要である。本研究では将来的に広く用いられることも想定して、プロトタイプとしてのGUIベースのソフトウェアの開発を行った。開発においてはOSに依存しないでソフトウェアを利用できる Open CV 言語で開発を行った。

4. 研究成果

(1) アンケート項目の評価

アンケートを実施する際に、アンケート項目の設定は教員の経験に基づいて行われているのが通常であるが、多くの場合はその手法で大きな問題は生じていないが場合によっては教員が気づいていない重要な項目もあるかもしれない。または項目数が多いと回答する学生(生徒)にとってはそれが負担となり、回答の信頼度が低下するおそれがある。そこでアンケート結果について主成分分析を施して解析を行い、アンケート項目を見直した。そして項目数も削減できるかどうか検討を行った。

アンケートは以下の10項目に設定した。

- 学習内容のレベル (A)
- 範囲・進度 (B)
- シラバス (C)
- 黒板の使い方 (D)
- 教員の話し方 (E)
- 質問への対応 (F)
- 私語の注意や授業参加 (G)
- レポートの分量 (H)
- 授業中熱心に取り組みましたか (I)
- 自主学習 (J)
-

以上のアンケート項目で高専にてアンケートを実施した。解析結果を表1に示す。アンケート項目の英字は上記のアンケート項目の名称の最後に書かれている英字である。

表1：主成分分析によるアンケートの解析結果

アンケート項目	w_1	w_2	w_3	w_4
A	0.34	-0.31	-0.32	0.103
B	0.35	-0.12	-0.22	-0.24
C	0.34	-0.33	0.06	-0.41
D	0.38	0.17	-0.09	-0.15
E	0.38	0.30	-0.11	0.24
F	0.25	0.53	-0.45	0.14
G	0.21	0.49	0.52	-0.35
H	0.30	-0.11	0.40	-0.13
I	0.31	-0.35	0.04	0.19
J	0.25	-0.04	0.44	0.70

寄与率 0.467 0.12 0.10 0.09

アンケート項目の数と固有ベクトルの数は同じなので、固有ベクトルの数は本来10個になるのだが、表1において、固有ベクトル w_1 から w_4 までの寄与率を合計すると0.777となり、このデータの約8割をこの4つの固有ベクトルで表現できることになり、10個のアンケート項目は4つに削減することができる。

また、それぞれの固有ベクトルの成分を調べてみると、第一成分 w_1 は「全体の評価」、第二成分 w_2 は「教員の講義に対する姿勢への評価」、第三成分 w_3 は「授業外での復習」、第四成分 w_4 は「予習態度」と解釈できる。

このようにして、授業アンケートに主成分分析を用いてより適切なアンケート項目を設定したり、項目数が削減できることを示した。

(2) 座学および実習への適用および改善

多変量解析で得られた解析結果については、それが有効であるかどうか検証する必要がある。さらに座学と実習科目についてはそれぞれ性質が異なるので、それぞれについて本手法が有効であるかということも検証しなければならない。

座学の授業については、高専にて検証を行い、

実習科目については大学にて検証を行った。検証方法は、解析結果を学生にフィードバックして、それが適切であったかどうか再びアンケートを実施して評価していただいた。

どちらともアンケートの解析結果が妥当または良いと考えた学生は全体の6割程度であり、良くないという回答の学生についてはアンケートの解析結果がその学生が当初評価したものに比べて低い傾向があることが確認された。すなわち良くないという回答の学生にフィードバックする際には悪い点のみだけではなく、良い点を中心に抽出してフィードバックすると効率的に改善ができることが確認された。

(3) 成績が伸びにくい学生(生徒)の改善にむけた応用

熱心に授業を受けていたり、復習をしっかりも行っているにもかかわらず定期試験などではその成果が表れない学生(生徒)がいる。これら学生については、一生懸命勉強していても重要であると思うポイントが実際の重要なポイントと異なっていたり、または努力しているつもりでも、まだ十分ではないなどの、学生本人が気づいていない点に改善点があることが多い。教員は経験などに基づいて指導することで改善が可能であるが、通常これらの学生についてはできるだけ具体的にどこを改善することが必要で、そのためには教員も時間をかけてその具体例を探し当てないといけない。

例えば、板書をきれいに書き写している学生がいたとして、あまり重要でない点が多く記されていて、重要な点がほとんど記されていない、または全く記されていないために成績が上がらない場合には、教員はそれらについて学生が記したノート全体に目を通して具体的な点をその学生に指摘することになるので、結果としては時間が必要となる。効率のよい改善を行うためには、その手掛かりがすぐに見つけることが必要になる。そこでアンケート結果に多変量解析を用いることでこれらの学生について改善に必要な成分を抽出する。

本ケースにおいて実際の成績と多変量解析で得られた結果を照らし合わせながら改善に必要な成分を抽出する。アンケート項目はこれまでの研究成果を踏まえつつ、生徒自身が自分のことをどのように評価しているかというデータが必要であることを考慮して、以下の5つに設定して、アンケートの実施は高校にて行った。

- この単元（範囲）におけるレベルの適切さ
- この単元（範囲）における進度の適切さ
- 授業は質問がしやすい雰囲気、質問にも答えてくれましたか。
- 授業に積極的に参加できましたか
- 授業中は熱心に取り組みましたか

取得したデータの解析結果を表2に示す。本来ならば自己評価が高いことと、試験の結果はおおよそ比例することが考えられる。しかし比例しない場合については、自己評価と試験の結果が異なることになるので、その部分に着目した。

表2において、生徒Eに着目すると、試験の順位は高くないものの、主成分分析による自己評価（＝第一成分による順位）は異なっている。すなわち、学習の成果が十分に試験結果に反映されていないことが分かる。なお、回答したアンケートの結果による自己評価の結果と主成分分析により得られた自己評価の結果それぞれの評価も行っており、主成分分析により自己評価した結果のほうが、より忠実に生徒の自己評価を表しているという結果を得ている。

生徒Eとは対照的に生徒Aは、試験の結果は優れているが、主成分分析による自己評価では非常に低くなっている。これは、生徒自身が思っているよりも効率的に試験の点数が取れているということになる。

表2: 生徒の試験の順位およびアンケートの解析で得られた結果

生徒	試験の点数の順位	第1成分による順位	第2成分による順位	第3成分による順位
A	1	7	2	4
B	2	2	3	3
C	3	6	6	2
D	4	3	7	1
E	5	1	8	8
F	6	5	1	5
G	7	8	5	7
H	8	4	4	6

そこで、データの部分的な特徴を表す第2成分以降に着目すると、第2成分では、生徒Aと生徒Eが反対の傾向を示しており、第2成分において、生徒Eが足りないものを生徒A

が持ち合わせていると考えることができる。そこで、第2成分の固有ベクトルを見てみると、表3のようになる。

表3: 第2成分の固有ベクトルの各要素の値

項目	値
レベルの適切さ	-0.75
進度の適切さ	-0.39
質問がしやすい雰囲気	0.28
積極的に参加	0.43
熱心な取り組み	0.17

ここで、「積極的に参加」の値が突出しているため、生徒Eはより積極的に授業に参加することが必要であることが分かる。

この解釈結果が妥当かどうか授業の担当教員と生徒本人の意見を比較しながら検証した。まず、担当教員に解析結果を知らせないまま、生徒Eについて授業中積極的だったかどうか、そしてより積極的になる必要があるかどうかについて確認したところ、生徒Eは授業中はもっと積極的になったほうがよいという回答が得られた。一方、生徒E本人については本人としては積極的に授業に参加したという回答であった。このように、生徒自身の理解と教員の理解が異なるというケースについても本手法を用いることで迅速に見出すことができ、それが効率的な改善につながることを示した。

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4件)

- [1] 東るみ子, 野崎真也, 波平宜敬, “主成分分析を用いたアンケート項目が持つ重要度抽出及び授業改善への利用,” 信学技報, ET2010, pp. 95-98 徳島大学 2011年3月5日. (査読なし)
- [2] 野崎真也, 東るみ子, 波平宜敬, “成績が伸びにくい生徒に対応した個別指導法の提案 ～ アンケート項目を主成分分析法で用いた解析により個性を見つける ～,” 信学技報, ET2010, pp. 99-102 2011年3月5日. (査読なし)
- [3] 野崎真也, 他, “主成分分析を用いた実習科目の授業改善の試み,” 信学技報, ET-2009-123, pp. 113-117, 2010. (査読なし)

- [4] 野崎真也, 神里志穂子, 野口健太郎, 池松真也, 鈴木龍司, “工学実験の教育法をカイゼンするための試みー多変量解析に基づくアンケートの解析ー,” 独立行政法人国立高等専門学校機構 論文集「高専教育」, Vol. 31. pp. 447-450, 2009年4月. (査読あり)

[学会発表] (計7件)

- [1] 野崎真也, 東るみ子, 波平宜敬, “授業改善と学生の自己点検のための主成分分析演算ソフトウェアの開発,” 電気学会全国大会, 大阪大学, 2011年3月17日.
- [2] 東るみ子, 野崎真也, 波平宜敬, “主成分分析を用いたアンケート項目が持つ重要度抽出及び授業改善への利用,” 電子情報通信学会 教育工学(ET)研究会, 徳島大学 2011年3月5日.
- [3] 野崎真也, 東るみ子, 波平宜敬, “成績が伸びにくい生徒に対応した個別的指導法の提案 ~ アンケート項目を主成分分析法で用いた解析により個性を見つける ~,” 電子情報通信学会 教育工学(ET)研究会, 徳島大学 2011年3月5日.
- [4] 野崎真也 東るみ子 永澤健 波平宜敬, “主成分分析を用いた実習科目の授業改善の試み,” 日本教育工学会研究会, 広島大学, 2010年3月6日
- [5] 野崎真也 東るみ子 成枝秀介 波平宜敬, “多変量解析による授業改善と学生へのフィードバック,” 電子情報通信学会ET研究会, 愛媛大学, 2010年3月5日
- [6] 野崎真也: “多変量解析を利用した授業改善要素の抽出” 日本教育工学会第24回全国大会, 上越大学, 2008年10月12日
- [7] 知念輝佳, 野崎真也, 他: “主成分分析を用いた学生による自己評価の定量化” 第16回電子情報通信学会九州支部学生会講演会, 大分大学, 2008年9月26日

[その他]

研究の目的にて述べたように、実用化も視野に入れて、プロトタイプ機としてのソフトウェア開発を行った。ソフトウェアの画面を図2に示す。本ソフトウェアはWindows各バージョンおよびlinuxでの動作が確認できている。

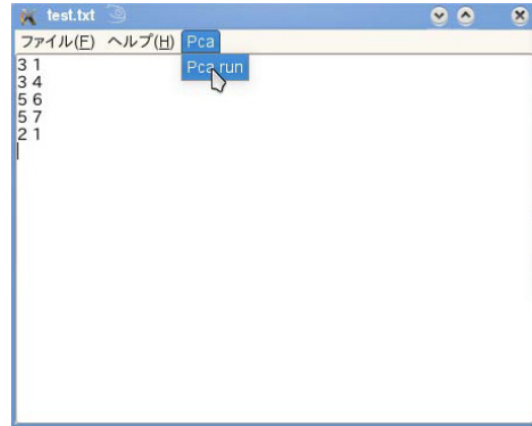


図2: Open CV で開発した授業改善用解析プログラムプロトタイプ機の画面

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野崎 真也 (NOZAKI SHINYA)

琉球大学・亜熱帯島嶼科学超域研究推進機構・特命助教

研究者番号: SS'-S)*,

(2) 連携研究者

永澤 健 (NAGASAWA TAKESHI)

広島工業大学・健康情報学科・准教授

研究者番号: 80390566

成枝 秀介 (NERIEDA SHUSUKE)

明石工業高等専門学校・電気情報工学科・講師

研究者番号: 90549544

東 るみ子 (AZUMA RUMIKO)

青山学院大学・社会情報学科・助教

研究者番号: 80550102

(3) 研究協力者

山内 正一 (YAMAUCHI SHOICHI)

沖縄県立伊良部高校・教諭