

機関番号：82616

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500821

研究課題名(和文) 各種の制約がある場合の入試データの解析に関する研究

研究課題名(英文) Studies on the Analysis of Entrance Examination Data
under Practical Constraints

研究代表者

宮埜 壽夫(MIYANO HISAO)

独立行政法人 大学入試センター 研究開発部・教授

研究者番号：90200196

研究成果の概要(和文)：入試データの解析においては、様々な制約を考慮した解析方法が必要とされる。本研究では、制約を考慮した入試データの解析問題として、総合得点における各科目成績に対する重みに制約がある場合の望ましい重みの決定方法、受験者集団が必ずしも一致しない場合の科目成績の標準化方法および成績データがグループ化されている場合の統計的解析法について検討し、いくつかの新たな方法を与えた

研究成果の概要(英文)：Statistical analysis of entrance examination often needs to consider constraints induced from practical points of view. In this research, statistical methods under three types of constraints were studied; (1) the method for obtaining optimal weighted score in which the weights are subjected to quadratic and linear constraints, (2) the score transformation method when examinees are not necessary common among test subjects, and (3) the method for analyzing multivariate data grouped by some attribute of examinees.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

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：教育工学、入試データ解析、統計数学

1. 研究開始当初の背景

大学入試に関わる諸問題の中で、教育情報学の観点からも理論的／応用的に重要な問題である以下の三つの課題は、とくに解決が急がれている。

(1) 学内成績の関係を最大にするように入試における総合成績の重み係数を求める方法を与えること

(2) 大学入試センター試験のように科目選択があるために受験生が必ずしも共通して

いない科目の難易度を比較するための方法を与えること

(3) 適性試験の有効性を検証するために、適性試験の成績と新司法試験の可否の関連を明らかにするために必要な統計的方法を整備すること

2. 研究の目的

大学入試に関わる上記の三つの課題について、解決に必要な以下の方法を開発・検討する。

(1) 入試成績の総合評価：学内成績との相関を最大にするような入試成績の重み係数を、(a)現在の重み係数をあまり変更しない(2次制約)、(b)文系科目と理系科目の全体として重みの割合を与えられた値にする等の重み係数のバランスに関する制約(1次制約)の下で求める方法

(2) 難易度比較：傾向スコア(Propensity score)などの考え方を応用し、科目間に共通する受験者が欠損している場合について、科目の難易度比較を行うための方法

(3) グループデータの解析：個人情報保護のためにグループ化された成績データに対する解析方法、および適性試験データから新司法試験の可否を予測するための方法

3. 研究の方法

上記の目的を果たすため、以下の方法によりそれぞれ研究を進めた。

(1) 入試成績の総合評価：入試成績は、科目成績に重みを付けた総合点によって与えられるとする。また、重みは入学後の成績との入試成績との相関が最大になるように決定することが合理的であるとする。この相関係数を最大化するような重みの決定問題において、「現在の重みと大きく異なる重みは好ましくない」という制約を2次制約式によって表現し、「文系科目と理系科目など、科目群による重みのバランスを考慮したい」という制約を1次制約によって表現する。そして、これらの制約を満たす最適な重みの解を出来るだけ解析的に求める方法を与える。また、方法は学内成績が複数の科目の成績によって与えられる場合にも拡張可能なように、一般的な方法であるようにする

(2) 難易度比較：センター試験において物理Ⅰ・化学Ⅰ・生物Ⅰの受験生のかなりの部分が英語・数学・国語を受験しているように、共通受験生の欠損している科目間の難易度比較であっても、共通に受験している他の科目の情報(共通情報)を利用して、難易度を比較することは可能であろう。このことから、共通情報と傾向スコアを利用した難易度比較の方法を考える。また、共通情報を把握するための方法として、科目特徴を捉えるための方法についても検討する

(3) グループデータの解析：法科大学院適性試験から新司法試験の可否を予測する問題においては、各受験者の適性試験の成績および可否の結果が必ずしも得られる訳ではなく、大学院単位でグループ化された形で得られることがこの予測問題を難しくしている。このことから、本研究においては、グループ化されたデータを分析するための統計的方法について、とくに区間分布データを分析する方法として主にフランスにおいて研究されている Symbolic Data Analysis を参考にしながら検討する。

4. 研究成果

(1) 入試成績の総合評価：総合的な入試の成績は、一般に入試における科目の成績に重みを付けた合計点によって表される。ここでは、科目の成績に対する重みであり、これらの重みを決定するための合理的な方法について検討した。その結果、現行の重みをあまり変えないことを2次の制約によって表し、科目グループによる重みのバランスを1次の制約によって表したとき、これらの制約を満たし、かつ入学後の成績と入試の総合得点との相関を最大にする意味で最適な重みの解析的な決定方法を与えた。この決定方法は、1次制約を定める行列の特異値分解によって、1次制約と2次制約の下での相関係数最大化の問題が2次制約の下での最大化問題になることを利用する方法である。また、1次制約がより一般的に与えられる場合について検討し、最適な重みは解析的な方法では得られないこと、およびラグランジュの未定係数法による数値的な方法によって求められることを明らかにした。

さらに、上記の方法を入学後の成績がいくつかの科目成績の重み付きの総合点により与えられる場合に拡張し、2次および1次制約の下での正準相関分析法として入試総合得点の最適な重みおよび入学後の総合得点の最適な重みを決定するための解析的な方法を与えた。すなわち、入試の総合得点における重みにのみ2次制約のある場合、あるいは入学後の総合成績における重みに2次制約がある場合、入試の総合得点の最適な重みおよび入学後の総合成績の最適な重みは、上記の方法と同様な方法で解析的に決定できることを明らかにした。また、入試、入学後の総合得点の重みに対して共に制約がある場合には、交互反復計算を必要とする数値的な解析方法に頼らざるを得ないが、その反復計算の収束性などの問題が残されている。

(2) 難易度比較：共通の受験者が欠損している場合の科目間の難易度比較の方法として、ふたつの科目の難易度比較の問題を取り上げ、共通に受験している科目成績を利用する方法を与えた。方法は、2群の平均点差の標本分布の推定と平均点差の信頼区間の推定を行うために、代表的なりサンプリング法であるブートストラップ法を適用し、母集団分布には特定の分布形を仮定せずに推測を行う方法である。

求められた方法の有効性を確かめるために、ある教科科目フリー型の総合試験のデータの分析を行った。このデータは、ふたつの年度において行われた成績データであり、ここでは2回の試験間の平均点差に対し、標本分布の推定と信頼区間の構成を行った。データ全体としては2回の試験で受験者層に大きな変化は見られなかった。しかし、受験者を

その所属から文系と理系、あるいは男女別に分けた場合には、情報把握・論理的思考の領域の試験において、2群に平均点差のあることが示唆された。検討された方法は、難易度比較の有用な方法になると思われるが、3群以上の比較問題（多重比較問題）への拡張が課題である。

なお、関連する研究として、Kohonenの自己組織化マッピングを応用した新たなテスト理論の開発を行った。この新たなテスト理論は、従来のテスト理論とは異なり、学力の段階評価を可能にする方法である。

(3) グループデータの解析：グループ化されたデータは、一般的には観測される変数に関する分布データと言える。特別な場合としては、区間値により与えられるデータがあるが、区間値データについては Symbolic Data Analysis の文脈でフランスを中心に多くの研究が行われている。本研究では、区間値データに対する既存の分析法のうち、主成分分析法、線形重回帰分析法について、それらの拡張を行った。拡張にあたっては、特に区間値データに対する共分散について新たな定義を提案し、主成分得点のグループ内での散らばりを表現できるようにした。

また、分布により与えられるデータのひとつとして、分割表により与えられるカテゴリーデータを取り上げ、その解析法を対応分析の文脈で検討した。特に、カテゴリーが系列カテゴリーである場合について詳細な検討を加え、カテゴリーを区間値によって尺度化する新たな対応分析法を与えた。すなわち、分割表をグループ×系列カテゴリーの頻度行列とすると、グループのあるカテゴリーでの得点はそのカテゴリーに対応する区間で一様分布することを仮定し、Guttmanの最適尺度法の考え方によりカテゴリーを表す最適な区間値を求める方法を与えた。この対応分析法は、従来の対応分析法ではカテゴリーの連続性を無視し、カテゴリーをひとつの点として表現しているという問題を解決した方法と言える。また、従来の対応分析法との関係について検討し、区間値による対応分析は従来の対応分析法と形式的に簡単な関係にあることを明らかにした。

上記の対応分析法の拡張として、さらに複数の系列カテゴリー変数に対する分割表、すなわち多重分割表の分析法について検討を行った。その結果、対応分析法の場合と同様にカテゴリーを区間値で表し、(1)グループのあるカテゴリーにおける得点はそのカテゴリーに対応する区間において一様分布すること、(2)グループの全体としての得点は系列カテゴリー変数によって与えられる得点の合計点であることを仮定すると、対応分析と類似の方法で最適な区間値は求められることを明らかにした。また、求められた方

法と従来の多重対応分析法に形式的に簡単な関係のあることを導いた。

区間値による系列カテゴリーの尺度化の有用性は、いくつかの代表的な分割表および多重分割表を分析することにより確かめられた。

適性試験に関連するグループ化されたデータあるいは分布データに開発された方法を適用し、新司法試験の合否を予測する方法として整備することが残された課題である。

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6件)

- ① Sakurai, H.、Taguri, M.、Test of mean difference for longitudinal data using circular block bootstrap、COMPSTAT2010 Proceedings in Computational Statistics、査読有、2010、1581-1588
- ② Sugino, N.、Yamakawa, K.、Nakano, M.、Ohba, H.、Shimizu, Y.、Shojima, K.、A rank vs. cluster conflict: Or is it just an artifact?、Proceedings of the 15th International Conference of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics (PAAL)、査読有、2010、418-425
- ③ Shojima, K.、Neural test theory、New Trends in Psychometrics、査読有、2009、417-426
- ④ 庄島宏二郎、ニューラルテスト理論—資格試験のためのテスト標準化理論、電子情報通信学会誌、査読有、Vol. 92、No. 12、2009、1013-1016
- ⑤ Sakurai, H.、Taguri, M.、Test of mean difference for paired longitudinal data based on circular block bootstrap、COMPSTAT2008 Proceedings in Computational Statistics、査読有、2008、679-687
- ⑥ Oyama, T.、Miyano, H.、Quantification of Gestalt laws and proposal of a perceptual state-space model、Gestalt Theory、査読有、No. 30、2008、29-38

[学会発表] (計5件)

- ① Shojima, K.、Two-stage estimation of ATRISCAL coordinates、日本行動計量学会第38回大会、2010年9月23日、埼玉
- ② 宮埜寿夫、橋本貴充、複数の系列カテゴリー変数の区間値による尺度化について、日本心理学会第74回大会、2010年9月20日、大阪
- ③ Arai, S.、Miyano, H.、Optimal interval-valued scaling of successive categories、3rd German-Japanese Workshop、2010年7月20日、Karlsruhe Germany
- ④ Shojima, K.、Asymmetric triangulation

scaling: An asymmetric MDS for extracting inter-item dependency structure from test data、International Meeting of the Psychometric Society 2010、2010年7月6日、Georgia USA

- ⑤ 宮埜寿夫、橋本貴充、連続するカテゴリーの区間値による尺度化について、日本心理学会第73回大会、2009年8月28日、京都

[図書] (計3件)

- ① 植野真臣、荘島宏二郎、朝倉書店、学習評価の新潮流、2010、187
② C. R. ラオ著、藤越康悦、柳内晴夫、田栗正章訳、筑摩書房、統計学とは何かー偶然を生かす、2009、231
③ 荘島宏二郎、培風館、e-テストィング (植野、永岡編)、2009、26 (担当ページ数)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮埜 寿夫 (MIYANO HISAO)
大学入試センター・研究開発部・教授
研究者番号：90200196

(2) 研究分担者

田栗 正章 (TAGURI MASAOKI)
大学入試センター・名誉教授
研究者番号：10009607
荘島 宏二郎 (SHOJIMA KOJIRO)
大学入試センター・研究開発部・准教授
研究者番号：50360706

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

