

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500834
 研究課題名（和文）臨床医療の解析サポーター対象 e-ラーニングコンテンツの開発
 研究課題名（英文）Development of e-Learning contents for clinical medicine analyses supporter
 研究代表者
 服部 雄一（HATTORI YUICHI）
 甲南大学・知能情報学部・教授
 研究者番号：80149947

研究成果の概要：

臨床疫学の専門家は、医師の臨床医療の解析サポーターとして認知されつつある。そこで解析サポーターが自ら学ぶことができる、特に統計解析手法として重要な相関分析、回帰分析、生存時間解析を学ぶことができるコンテンツとして、臨床医療の解析サポーター対象 e-ラーニングコンテンツ（Ⅰ 回帰分析・相関分析、Ⅱ 生存時間解析）を開発した。これらのコンテンツは数学の応用分野として最も期待される統計学を学習する臨床疫学の専門家を養成することに貢献し、またわが国にとって今後益々要請される科学的根拠に基づく医療を行うために有用である。また数学の応用分野の発展にも寄与すると思われる。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学

キーワード：e-ラーニング、医療統計

1. 研究開始当初の背景

（1）近年、良質な患者医療サービスを提供するために、医療現場において科学的な根拠に基づく医療が求められている。例えば、日本糖尿病学会では「科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン」を 2004 年 5 月に発行して、科学的根拠に基づく診療を医療現場へ普及しようとしている。（2）また、現在我が国では複数の大規模介入試験が進行し

つある。糖尿病大血管障害研究会では「多項目危険因子積極的（能動）コントロールによる糖尿病大血管障害の発症および進展防止」を課題として、多施設前向き調整介入共同臨床研究を行っている。そうした臨床研究は、主に患者データを基に治療や予防のための指針を作ることを目的としている。（3）ところで、科学的根拠に基づく医療を行うためには、統計的手法による客観的かつ多角的な

患者データ解析が必要であるが、わが国の医療従事者（特に医師）はおおむね多忙で、数理統計学を学習し、それを実際の患者データに応用することはほとんど困難である。米国では、臨床疫学の専門家は、医師の臨床医療の解析サポーターとして認知されている。

（４）また栄養学の分野でも、エビデンスに基づく栄養指導が求めており、統計解析は必須である。（５）スポーツの分野でも、単にデータの平均や分散、分布を求めるだけでなく、統計的解析が必須となっている。（６）一方、自学自習や補習の手段のひとつとして、「e-Learning」が普及しつつある。従来の一方向の教育ではなく双方向の対話型の学習を目的としたコンテンツが多数開示されている。

2. 研究の目的

（１）本研究では、初等的な統計学を学んだ者が臨床医療の解析方法を自学自習によって身に付けられるように、臨床医療の解析サポーターのための、統計解析手法を付け加えた e-Learning コンテンツを開発することを目的とする。（２）文部科学省科学技術政策研究所が 2006 年 5 月に報告した「忘れられた科学 — 数学」には、わが国ではとりわけ数学の応用分野が弱いことが指摘されている。本研究では、数学の応用分野として最も期待される統計学を学習する臨床疫学の専門家を養成することはわが国にとって、今後益々要請される科学的根拠に基づく医療を行うために有用である。また数学の応用分野の発展にも寄与する。臨床医療に特化した学習コンテンツ開発は独自性・新規性がある。

3. 研究の方法

開発済みの統計入門 e-Learning コンテンツ「正規母集団からの標本平均の推定」をベースに、相関分析、回帰分析、生存時間解析学習用のコンテンツを開発した。

相関分析と回帰分析学習用コンテンツは学習者が理解しやすいように、単元ごとにその目的を掲げ、理論的背景とそれを理解するのに役立つシミュレーションを図示している。また目次から各単元に進むことができ、必要とする学習が容易に可能となっている。以下単元ごとに概要を述べる。

（１）母集団と標本

この単元は、「母集団とその基本統計量」、「収縮期血圧 SBP の標本平均の分布」からなる。母集団は、収縮期血圧 SBP と拡張期血圧 DBP、総コレステロールからなるデータを仮想的に 5000 例作成した。現実には収縮期血圧と拡張期血圧は特性として相関がかなり強いので、母集団でも母相関係数が 0.8 となるように作成した。しかし総コレステロールはほとんど血圧と相関がなく、かなり弱い逆

相関と考えられるので、両血圧とはそれぞれ母相関係数-0.02 とした。コンテンツを通じて、この母集団を用いる。

「母集団とその基本統計量」では収縮期血圧 SBP、拡張期血圧 DBP、血中の総コレステロール TC をもつ 5000 例の仮想的母集団の基本統計量及び度数分布を描画している。

「収縮期血圧 SBP の標本平均の分布」では収縮期血圧の標本平均（標本の大きさは 50）の度数分布（500 個）を描画している。母集団平均が定数であり、標本平均が確率変数であることを理解できる。

（２）相関分析では、「母相関係数」、「標本相関係数の分布」からなる。「母相関係数」では収縮期血圧 SBP、拡張期血圧 DBP、血中の総コレステロール TC 相互の散布図を描画している。母相関係数はひとつに決まるので、確率変数ではなく定数であることを理解することを目的としている。

「標本相関係数の分布」では本相関係数が確率変数となることを理解するために、母集団からランダムに大きさ 50 の標本を抽出し、収縮期血圧 SBP と拡張期血圧 DBP との標本相関係数を求める。それを 500 回繰り返し、その相関係数の度数分布を描画している。

（３）無相関の検定では、「標本相関係数の変換とその分布」、「無相関の場合の標本相関係数の変換とその分布」、「無相関の検定」からなる。「標本相関係数の変換とその分布」では、標本相関係数に、変換（Z 変換と t 変換）を施すことによって、それが正規分布に従うことを理解するために、母集団から大きさ 50 の標本をランダムに抽出し、それから収縮期血圧 SBP と拡張期血圧 DBP の標本相関係数を計算し、さらに変換する。それを 500 回繰り返し、その度数分布を動的に描画する。

「無相関の場合の標本相関係数の変換とその分布」では、母集団の 2 変数が無相関の場合、標本相関係数にある変換を施すことによって t-分布することを理解するために、SBP と TC の母相関係数が-0.02 であることから、ほとんど無相関とみなせることから、大きさ 50 の標本を母集団から 500 回ランダムに抽出し、SBP と TC の標本相関係数を求め、その変換後の値の度数分布を動的に描画する。

「無相関の検定」では、母集団の 2 変数が無相関の場合、標本相関係数にある変換を施すことによって t-分布することから、帰無仮説「母相関係数が 0」でもって無相関の検定が行えることを理解するために、上側確率、t-分布表、棄却域、検定の方法などを説明している。

（４）単回帰分析では、「母集団のモデリング」、「標本のモデリング」、「回帰係数と回帰定数の分布」、「誤差分散の推定値とその分布」などからなる。単回帰分析をシミュレーションにより理解することを目的とする。

「母集団のモデリング」では母集団において相関が明白な収縮期血圧 SBP (説明変数とする) と拡張期血圧 DBP (目的変数とする) に単回帰モデルを考え、母回帰係数 と母回帰定数 を最小 2 乗法で求め回帰直線を作り、それを描画する。

「標本のモデリング」では標本において母集団と同様に単回帰モデルを考える。回帰直線を大きさ 30 の標本を母集団からランダムに 50 回抽出し、回帰直線を描画する。

「回帰係数 と回帰定数の分布」では、誤差が正規分布するという仮定から、回帰係数 と回帰定数 の分布が正規分布になることを理解するために、母集団から大きさ 50 の標本をランダムに 500 回抽出し、回帰係数と回帰定数を計算し、その度数分布を動的にそれぞれ描く。

「誤差分散の推定値とその分布」では誤差分散の推定値 が母分散の不偏分散となることをシミュレーションで理解するため、母集団から大きさ 50 の標本をランダムに 500 回抽出し、残差から誤差分散の推定値を計算する。500 個の推定値の度数分布を動的に描画する。

(5) 重回帰分析では、「母集団のモデリング」、「標本のモデリング」、「誤差分散の推定値とその分布」、「分散の比の分布」からなり、重回帰分析をシミュレーションにより理解することを目的とする。

「母集団のモデリング」では収縮期血圧 SBP (説明変数)、総コレステロール (説明変数)、拡張期血圧 DBP (目的変数) に重回帰モデルを考え、母回帰係数、 と母回帰定数 を最小 2 乗法で求め回帰直線を作り、総コレステロールが 180 のときの回帰直線を動的に描画する。

「標本のモデリング」では標本において母集団と同様に重回帰モデルを考える。大きさ 30 の標本を母集団からランダムに 50 回抽出し、総コレステロールが 180 のときの回帰直線を動的に描画する (図 1)。

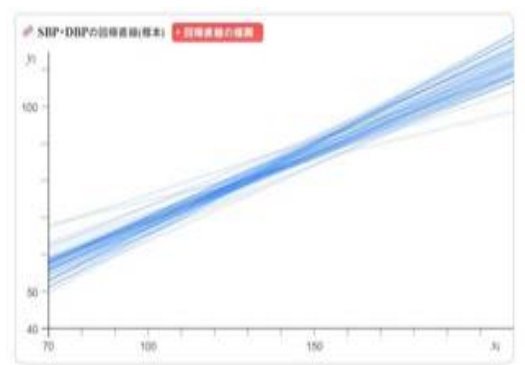


図 1: 総コレステロールが 180 のときの回帰直線

また、「誤差分散の推定値とその分布」では誤差分散の推定値 が母分散の不偏分散となることをシミュレーションで理解するため、母集団から大きさ 50 の標本をランダムに 500 回抽出し、残差から誤差分散の推定値を計算する。そして 500 個の推定値の度数分布を動的に描画する。

「分散の比の分布」では回帰式が役に立つかどうかを検定するための基礎として、母回帰係数がほぼ 0 の場合、分散の比が F-分布にほぼ従うことを理解するために、母集団から大きさ 50 の標本をランダムに 500 回抽出し、回帰による平方和の不偏分散と回帰直線からのずれの不偏分散の比の度数分布を動的に描画する (図 2)。

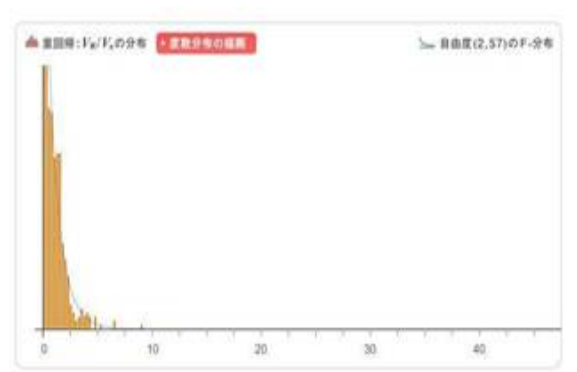


図 2: 標本からの分散比の度数分布とその理論的な分布

生存時間解析学習用のコンテンツは、学習者が理解しやすいように、單元ごとにその目的を掲げ、理論的背景とそれを理解するのに役立つシミュレーションを図示している。また目次から各單元に進むことができ、必要とする学習が容易に可能となっている。以下單元ごとに概要を述べる。

(6) 生存時間解析のための基礎知識の單元では、データの分類 (数量データとカテゴリーデータ)、条件付き確率、 χ^2 -分布、統計的仮説検定、イベントと打ち切りなどについて解説している。

(7) カプラン・マイヤー法の單元では、生存時間解析法の基本的な方法である Kaplan-Meier 法を理解するために、Kaplan-Meier 法の概要、観察期間、経過観察、生存関数などについて解説している (図 3)。

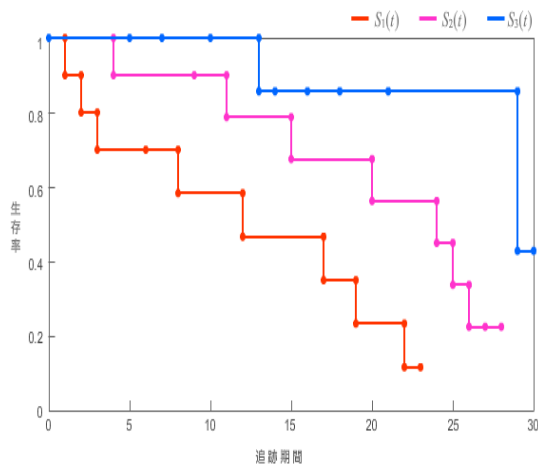


図 3: 生存関数

4. 研究成果

統計的推測に当たって母集団分布はほとんど不明である。もし母集団分布が既知であれば推測は全く意味を持たないからである。そこで先ずこのコンテンツでは仮想的な母集団を作成した。そこから標本をランダムに抽出して、学習者が理解しやすいように描画を中心にコンテンツを構成した。現実的な社会は相互の因果関係や相互関係があまりにも複雑で、それをひとつの数学的モデルで表現するのが困難であることが多い。そうした状況では統計解析により、ある程度の知見を得ることは決して無駄なことではないと考えられる。特に相関分析や回帰分析は最初の一歩として非常に有効な手段である。本コンテンツによって相関分析と回帰分析理解することは、他の統計理論を理解する上でも十分に有効と思われる。この研究課題で開発されたコンテンツは、医療分野に止まらず、社会科学や人文科学分野にも応用可能である。また実際に多変量解析を用いた実験などでも、かなりの学習効果を上げることができた。また学会発表等でも評価を得た。

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 1 件)

① 服部雄一、臨床医療の解析サポーター対象 e-ラーニングコンテンツの開発 — 相関分析と回帰分析 —、甲南大学紀要知能情報学編、第 1 巻第 1 号、113-118、2008、査読有

[学会発表] (計 1 件)

① 服部雄一、相関分析と回帰分析学習支援 e-ラーニングコンテンツの開発、私立大学情報教育協会平成 20 年度教育改革 IT 戦略大会、

2008 年 9 月 3 日、アルカディア市ヶ谷(東京、私学会館)

[図書] (計 2 件)

① 服部雄一、片山登揚、魚橋慶子、笠松貴宏、川上公仁、培風館、確率統計入門 — わかりやすい応用例で学ぶ —、2008 年、187

② 門脇 孝、宮塚 健、藤谷与士夫、綿田裕孝、山田聡子、小島 至、堀 裕一、宮川潤一郎、山縣和也、泉井 亮、松岡孝昭、金藤秀明、野田光彦、泉 和生、山田千積、山田祐一郎、寺内康夫、江藤一弘、山下滋雄、長嶋一昭、稲垣鴨也、相澤 徹、駒津光久、佐藤吉彦、中田正範、中崎満浩、矢田俊彦、石原寿光、仁木一郎、三木隆司、永松信哉、島山裕康、高橋倫子、河西春郎、迫 康博、島袋充生、大杉 満、荒木栄一、小川 涉、為本浩至、鏑木康志、近藤龍也、沖垣光彦、吉政康直、戸輩一之、細岡哲也、野口哲也、春日雅人、迫田秀之、中江 淳、前川 聡、笹岡利安、植木浩二郎、和田 努、岡 芳知、中島 弘、山崎知行、本田律子、大沼 裕、大潭春彦、牧野英一、原 賢太、米澤一仁、田村好史、武田則之、猿井 宏、安田圭吾、花房俊昭、小林哲郎、今川彰久、池上博司、栗田卓也、高橋和真、佐藤 譲、丸山太郎、川崎英二、江口勝美、西田 互、谷口秀典、横井伯英、清野 進、黒江 彰、福島光夫、清野 裕、石田 均、岩崎直子、五十川陽洋、飯塚勝美、堀川幸男、三家登喜夫、原 一雄、泉 哲郎、小野文子、中村紳一朗、寺尾恵治、西 理宏、南條輝志男、片桐秀樹、門脇弘子、小田原雅人、古田浩人、武田 純、谷澤幸生、秋山 優、植田浩平、河田純男、三沢慶子、澄井俊彦、船越顕博、田中昌一郎、森 保道、石橋みゆき、梶尾 裕、鈴木 滋、蒔田芳男、藤枝憲二、葛谷 健、金澤康徳、富永真琴、菊池方利、関根信夫、松田昌文、草鹿育代、長坂昌一郎、河盛隆造、大須賀淳一、石橋 俊、後藤田貴也、田中智洋、益崎裕章、中尾一和、吉松博信、箕越靖彦、海老原 健、菅波孝祥、田中 都、小川佳宏、鈴木 亮、山口秀樹、上野浩晶、中里雅光、阪上 浩、日下部 徹、火伏俊之、船橋 徹、大原 毅、田守義和、井上郁夫、田中十志也、酒井寿郎、窪田直人、峯山智佳、江崎 治、三浦進司、亀井康富、山本隆史、島野 仁、野牛宏晃、高橋和男、齋藤 康、齋木厚人、白井厚治、藤井 聡、熊田全裕、山内敏正、申野泰子、西澤 均、下村伊一郎、福原淳範、野出孝一、柏木厚典、内瀧安子、戸塚康男、島本和明、原 眞純、塚本和久、川村智行、大森安憲、中野忠澄、西村理明、田嶋尚子、滴原 裕、中神朋子、曾根博仁、山下英俊、片山茂裕、赤沼安夫、山田信博、折笠秀樹、横山奈緒美、中西幸二、岸川秀樹、和氣仲庸、七里元亮、川浪大治、宇都宮一典、山崎義光、辻井 悟、葛谷英嗣、

黒瀬 健、佐倉 宏、山筒勝也、小林 正、若崎久生、杉本俊郎、田原保宏、渥美義仁、鈴木浩明、宮崎 滋、山下静也、杉山 隆、井藤英喜、松岡健平、加藤昌之、貴田岡正史、小野百合、松島雅人、安田和基、櫻井晃洋、福島義光、瀧本禎之、赤林 朗、石井 均、大田祥子、青木則明、大石まり子、武井貞治、田中慶司、武井 泉、山内俊一、池本 卓、布井清秀、武田 倬、本田佳子、高橋千恵子、赤井裕輝、佐藤 造、津下一代、岩本安彦、川井紘一、森 豊、運野井健、能登谷洋子、松木道裕、加来浩平、三田智也、田中 逸、難波光義、浜口朋也、斉藤丈洋、岡畑純江、平尾紘一、月山克史、羽田裕亮、吉田理恵、田中祐司、藤田延也、山田研太郎、林 道夫、大野 敦、及川 洋一、島田 朗、岩瀬正典、杉谷 篤、剣持 敬、関上泰二、倭 英司、宮崎純一、谷口英樹、田中瑞保、馬場園哲也、小竹英俊、及川興一、浦上達彦、小浜智子、荒木 厚、伊集院将、八木橋操六、伊藤千賀子、前田士郎、荒井秀典、原納 優、服部雄二、片上直人、坂本賢哉、中村二郎、永井竜児、藤原章雄、山本靖彦、山本 博、田村嘉章、古家大祐、磯野元秀、竹本 稔、森聖二郎、井口登興志、富永直人、宮田敏男、西川武志、久木留大介、園田和洋、田口哲也、船津英陽、横手幸太郎、牧野寛史、森下竜一、荻原俊男、伊藤 裕、芳野 原、矢野裕一朗、菊尾七臣、内村 功、安 隆則、川上正舒、倉林正彦、望月典子、山本禎子、高木 均、梯 彰弘、羽田勝計、佐々木基史、四方賢一、槇野博史、松浦元一、土井俊夫、高橋良当、安田 斎、鈴木研一、李野浩司、代田浩之、仲 博満、松本昌崇、重松 宏、原田賢治、藤澤元郎、岡田耕治、沼口 靖、室原豊明、水上浩明、新城孝道、伊崎誠一、松下隆哉、井上大輔、松本俊夫、宮川高一、新谷良澄、小池和彦、岩本義博、西村英紀、石井延久、堀越桃子、柱本 満、西村書店、カラー版 糖尿病学 基礎と臨床、2007年、1133-1138

6. 研究組織

(1) 研究代表者

服部 雄一 (HATTORI YUICHI)

甲南大学・知能情報学部・教授

研究者番号：80149947

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし