

統計学共通教材の開発

豊原法彦（経済学部・研究代表者）

要旨

本稿は、高校の教育指導要領が改訂されたことを受け、大学特に文系で行われる基礎的な統計学教育についての方向性とそれを実現するための試みについて述べるものである。そのために高等教育推進センターの2014年度指定研究として実践的に行った luna (LMS) を用いた統計学共通教材開発の手順や技術的な問題などについて述べるとともに、今後の課題についてもまとめている。

はじめに

本報告は、高等教育推進センターの2014年度指定研究「統計学共通教材の開発」において実践的に行ったプロセスおよびその前提となる高校の学習指導要領の変化について述べるものである。なおこのプロジェクトは豊原法彦（経済学部・教授、代表）、中野康人（社会学部・教授）、渡邊勉（社会学部・教授）、地道正行（商学部・教授）、李政元（総合政策学部・教授）、中村洋右（教務機構事務部・主査）（肩書は2014年現在）によって、文系の統計学共通教材を開発することを目的として行われた。

以下では、まず2009年度に改訂された学習指導要領について統計分析にかかわる部分を中心にまとめる。次に、本開発におけるステップについてまとめたのちに、実際の操作方法や改善点などを挙げたい。

1. 学習指導要領について

今回の改定について、高等学校学習指導要領改訂のポイント¹によれば、基本的考え方を、1) 教育基本法改正等で明確になった教育の理念を踏まえ、「生きる力」を育成、2) 知識・技能の習得と思考力・判断力・表現力等の育成のバランスを重視、そして3) 道徳教育や体育などの充実により、豊かな心や健やかな体を育成としている。そして、そのための教育内容の主な改善事項の1つとして「理数教育の充実」があげられており、その中に「統計に関する内容を必修化」が位置づけられている。数学について1999年に改訂された学習指導要領（以下、旧課程）における数学の内容を表1に、2008年度に改訂されたそれ（以下、新課程）を表2に掲げる。また、両課程における数学の標準時間数は表3にある通り。

これらの中から、「場合の数」、「確率」を含んで、統計にかかわるものを抜き出したものが表4である。この表から統計に直接かかわるものを調べると以下のようにまとめることができる。

1) 旧課程の数学Bにおいて「統計とコンピュータ」として扱われており、学習指導要領では、

表1. 1999年度改訂 学習指導要領

数学Ⅰ	数学Ⅱ	数学Ⅲ
<p>(1) 方程式と不等式 ア 数と式 (ア) 実数 (イ) 式の展開と因数分解 イ 一次不等式 ウ 二次方程式 (2) 二次関数 ア 二次関数とそのグラフ イ 二次関数の値の変化 (ア) 二次関数の最大・最小 (イ) 二次不等式 (3) 図形と計量 ア 三角比 (ア) 正弦、余弦、正接 (イ) 三角比の相互関係 イ 三角比と図形 (ア) 正弦定理、余弦定理 (イ) 図形の計量</p>	<p>(1) 式と証明・高次方程式 ア 式と証明 (ア) 整式の除法、分数式 (イ) 等式と不等式の証明 イ 高次方程式 (ア) 複素数と二次方程式 (イ) 高次方程式 (2) 図形と方程式 ア 点と直線 (ア) 点の座標 (イ) 直線の方程式 イ 円 (ア) 円の方程式 (イ) 円と直線 (3) いろいろな関数 ア 三角関数 (ア) 角の拡張 (イ) 三角関数とその基本的な性質 (ウ) 三角関数の加法定理 イ 指数関数と対数関数 (ア) 指数の拡張 (イ) 指数関数 (ウ) 対数関数 (4) 微分・積分の考え ア 微分の考え (ア) 微分係数と導関数 (イ) 導関数の応用 接線、関数値の増減 イ 積分の考え (ア) 不定積分と定積分 (イ) 面積</p>	<p>(1) 極限 ア 数列の極限 (ア) 数列の極限 (イ) 無限等比級数の和 イ 関数とその極限 (ア) 合成関数と逆関数 (イ) 関数値の極限 (2) 微分法 ア 導関数 (ア) 関数の和・差・積・商の導関数 (イ) 合成関数の導関数 (ウ) 三角関数・指数関数・対数関数の導関数 イ 導関数の応用 接線、関数値の増減、速度、加速度 (3) 積分法 ア 不定積分と定積分 (ア) 積分とその基本的な性質 (イ) 簡単な置換積分法・部分積分法 (ウ) いろいろな関数の積分 イ 積分の応用</p>
数学A	数学B	数学C
<p>(1) 平面図形 ア 三角形の性質 イ 円の性質 (2) 集合と論理 ア 集合と要素の個数 イ 命題と証明 (3) 場合の数と確率 ア 順列・組合せ イ 確率とその基本的な法則 ウ 独立な試行と確率</p>	<p>(1) 数列 ア 数列とその和 (ア) 等差数列と等比数列 (イ) いろいろな数列 イ 漸化式と数学的帰納法 (ア) 漸化式と数列 (イ) 数学的帰納法 (2) ベクトル ア 平面上のベクトル (ア) ベクトルとその演算 (イ) ベクトルの内積 イ 空間座標とベクトル 空間座標、空間におけるベクトル (3) 統計とコンピュータ ア 資料の整理 度数分布表、相関図 イ 資料の分析 代表値、分散、標準偏差、相関係数 (4) 数値計算とコンピュータ ア 簡単なプログラム イ いろいろなアルゴリズム (ア) 整数の計算 (イ) 近似値の計算</p>	<p>(1) 行列とその応用 ア 行列 (ア) 行列とその演算 和、差、実数倍 (イ) 行列の積と逆行列 イ 行列の応用 (ア) 連立一次方程式 (イ) 点の移動 (2) 式と曲線 ア 二次曲線 (ア) 放物線 (イ) 楕(だ)円と双曲線 イ 媒介変数表示と極座標 (ア) 曲線の媒介変数表示 (イ) 極座標と極方程式 (3) 確率分布 ア 確率の計算 イ 確率分布 (ア) 確率変数と確率分布 (イ) 二項分布 (4) 統計処理 ア 正規分布 (ア) 連続型確率変数 (イ) 正規分布 イ 統計的な推測 (ア) 母集団と標本 (イ) 統計的な推測の考え</p>

表 2. 2008年度改訂 学習指導要領

数学 I	数学 II	数学 III
(1) 数と式 ア 数と集合 (ア) 実数 (イ) 集合 イ 式 (ア) 式の展開と因数分解 (イ) 一次不等式 (2) 図形と計量 ア 三角比 (ア) 鋭角の三角比 (イ) 鈍角の三角比 (ウ) 正弦定理・余弦定理 イ 図形の計量 (3) 二次関数 ア 二次関数とそのグラフ イ 二次関数の値の変化 (ア) 二次関数の最大・最小 (イ) 二次方程式・二次不等式 (4) データの分析 ア データの散らばり イ データの相関	(1) いろいろな式 ア 式と証明 (ア) 整式の乗法・除法、分数式の計算 (イ) 等式と不等式の証明 イ 高次方程式 (ア) 複素数と二次方程式 (イ) 因数定理と高次方程式 (2) 図形と方程式 ア 直線と円 (ア) 点と直線 (イ) 円の方程式 イ 軌跡と領域 (3) 指数関数・対数関数 ア 指数関数 (ア) 指数の拡張 (イ) 指数関数とそのグラフ イ 対数関数 (ア) 対数 (イ) 対数関数とそのグラフ (4) 三角関数 ア 角の拡張 イ 三角関数 (ア) 三角関数とそのグラフ (イ) 三角関数の基本的な性質 ウ 三角関数の加法定理 (5) 微分・積分の考え ア 微分の考え (ア) 微分係数と導関数 (イ) 導関数の応用 イ 積分の考え (ア) 不定積分と定積分 (イ) 面積	(1) 平面上の曲線と複素数平面 ア 平面上の曲線 (ア) 直交座標による表示 (イ) 媒介変数による表示 (ウ) 極座標による表示 イ 複素数平面 (ア) 複素数の図表示 (イ) ド・モアブルの定理 (2) 極限 ア 数列とその極限 (ア) 数列の極限 (イ) 無限等比級数の和 イ 関数とその極限 (ア) 分数関数と無理関数 (イ) 合成関数と逆関数 (ウ) 関数値の極限 (3) 微分法 ア 導関数 (ア) 関数の和・差・積・商の導関数 (イ) 合成関数の導関数 (ウ) 三角関数・指数関数・対数関数の導関数 イ 導関数の応用 (4) 積分法 ア 不定積分と定積分 (ア) 積分とその基本的な性質 (イ) 置換積分法・部分積分法 (ウ) いろいろな関数の積分 イ 積分の応用

数学 A	数学 B
(1) 場合の数と確率 ア 場合の数 (ア) 数え上げの原則 (イ) 順列・組合せ イ 確率 (ア) 確率とその基本的な法則 (イ) 独立な試行と確率 (ウ) 条件付き確率 (2) 整数の性質 ア 約数と倍数 イ ユークリッドの互除法 ウ 整数の性質の活用 (3) 図形の性質 ア 平面図形 (ア) 三角形の性質 (イ) 円の性質 (ウ) 作図 イ 空間図形	(1) 確率分布と統計的な推測 ア 確率分布 (ア) 確率変数と確率分布 (イ) 二項分布 イ 正規分布 ウ 統計的な推測 (ア) 母集団と標本 (イ) 統計的な推測の考え (2) 数列 ア 数列とその和 (ア) 等差数列と等比数列 (イ) いろいろな数列 イ 漸化式と数学的帰納法 (ア) 漸化式と数列 (イ) 数学的帰納法 (3) ベクトル ア 平面上のベクトル (ア) ベクトルとその演算 (イ) ベクトルの内積 イ 空間座標とベクトル

表 3. 高等学校数学の標準単位数の変遷

	1999年度改訂		2008年度改訂	
数学基礎	2	数学 I	3	
数学 I	3	数学 II	4	
数学 II	4	数学 III	5	
数学 III	3	数学 A	2	
数学 A	2	数学 B	2	
数学 B	2	数学活用	2	
数学 C	2			

表4. 1999年度と2008年度の学習指導要領における確率・統計関係単元

1999年度改訂 学習指導要領		
数学A	数学B	数学C
(3) 場合の数と確率 ア 順列・組合せ イ 確率とその基本的な法則 ウ 独立な試行と確率	(3) 統計とコンピュータ ア 資料の整理 度数分布表、相関図 イ 資料の分析 代表値、分散、標準偏差、相関係数	(3) 確率分布 ア 確率の計算 イ 確率分布 (ア) 確率変数と確率分布 (イ) 二項分布 (4) 統計処理 ア 正規分布 (ア) 連続型確率変数 (イ) 正規分布 イ 統計的な推測 (ア) 母集団と標本 (イ) 統計的な推測の考え
2008年度改訂 学習指導要領		
数学I	数学A	数学B
(4) データの分析 ア データの散らばり イ データの相関	(1) 場合の数と確率 ア 場合の数 (ア) 数え上げの原則 (イ) 順列・組合せ イ 確率 (ア) 確率とその基本的な法則 (イ) 独立な試行と確率 (ウ) 条件付き確率	(1) 確率分布と統計的な推測 ア 確率分布 (ア) 確率変数と確率分布 (イ) 二項分布 イ 正規分布 ウ 統計的な推測 (ア) 母集団と標本 (イ) 統計的な推測の考え

「統計についての基本的な概念を理解し、身近な資料を表計算用のソフトウェアなどを利用して整理・分析し、資料の傾向を的確にとらえることができるようにする」²⁾ という狙いが示されている。

- 2) 旧課程の数学Ⅲでは「統計処理」を、「確率分布」を学んだ後に、「連続的な確率分布や統計的な推測について理解し、統計的な見方や考え方を豊かにするとともに、それらを統計的な推測に活用できるようにする」³⁾ ことをねらいとして学ぶ。つまり自然対数の底である e を含む微分や積分の計算ができるようになった後に正規分布を学ぶことで、密度関数の概念を踏まえて統計的な推測を理解するようにカリキュラムマップが構築されていることが分かる。
- 3) 新課程では数学Ⅰにおいてデータの分析を「統計の基本的な考えを理解するとともに、それを用いてデータを整理・分析し傾向を把握できるようにする」⁴⁾ ことをねらいとして学ぶ。さらに四分位点、四分位偏差、分散及び標準偏差の意味について理解し、それらを用いてデータの傾向を把握し、説明するために、箱ひげ図（ただし、ひげの下限と上限はそれぞれ最小値と最大値）を学ぶ。
- 4) 新課程の数学Ⅱでは「確率変数とその分布、統計的な推測について理解し、それらを不確定な事象の考察に活用できるようにする」⁵⁾ ことをねらいとして確率分布と統計的な推測を学ぶ。つまり数理的な議論よりも現実の事象にウエイトを置いて、標本調査と標本を用いて母集団の傾向が推測でき、さらに母平均の統計的な推測を行うことによって、母集団と標本の概念や社会的な現象に特徴的な不確定な状況下での判断を行うことを学ぶ。

なお2015年度の関西学院大学における全学、学部個別、関学独自方式の各入試における数学の

出題範囲は、「数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学A、数学B※、数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学Aは全範囲から出題する。※数学Bは「数列」「ベクトル」から出題する」となっており、新課程の数学Bに含まれる「確率分布と統計的な推測」は範囲に含まれていない。

以上のことから大学の初年次教育における統計学の内容についても2015年度の新入生から新たな対応が求められることがわかる。つまり、私立文系の新生ではほぼ全員が数学Ⅰを学んでいることから、これまで初年次教育の統計学講義において時間が割かれてきた分散、標準偏差、四分位点、四分位偏差、相関係数などを既習であることから、具体的な計算や作図などの知識を前提に、その理論的考察やどのように分析解釈するのかといったことにより多くのウエイトをかけることができる。また、高校の範囲を超えている外れ値を伴う箱ひげ図や散らばりの理解についても四分位点と標準偏差の類似点や相違点についても触れることができ、より専門的な分析に言及することが可能となる。ただし、実際の講義の際には本学の場合、現役合格者の割合を考慮すると、旧課程履修者にも一定の配慮が求められるよう。

2. 本プロジェクトのコンセプト

課題の設定

2014年度の各プロジェクトメンバーが関わる学部の初年次統計関係科目の名称、授業目的、単位数、履修登録者を一覧表にまとめたものが表5である。これをもとにメンバー間で議論したところ、共通認識と具体的な課題として以下のものがあげられた。

- ①文系統計学の共通教材を開発することで、統計学に対する学生の理解を深めるとの認識を共有した。
- ②データに基づいて分析を行ういわゆる evidence based な社会科学では統計学が必須であり、その知識が上級回生に配置されている専門分野での研究に欠かせないことから、基礎を反復的な自主学習によって理解を深める事が重要となる。しかし、本学の場合にはクラス規模の問題から十分に対応できていない現状があるのも事実である。この点を教育工学的に解決するために、まず共通教材を開発し、その教育効果を測定するために本学に導入されている LMS の LUNA を用いることができるかを検討したい。
- ③文系学部で統計学を担当している教員が実際に用いている教材を用いて单元ごとに整理し、LUNA で利用可能な形式に変換した練習問題を実際に各教員がオンライン教材として公開することで、各学生の到達度を可視化する。これによって文系学部の多数の学生に対して上記の目的を達成することが本共同研究の特色となろう。
- ④これまでも各教員が教材の電子化や電子配信などを通じて個別努力はしてきているが、学部間での協力を十分行うには至っていない。本共同研究では、共通部分についてスケールメリットを活かすことで効率的に教材を作成し、学生の理解度を深めようとしており、そこに必要性が見いだせる。

これらの目標を実現するために、何が必要かを関係教員と協議した結果、以下のことが明らかとなった。

- ①表5にあるように統計学の基礎的な科目では共通する内容が多くかつ受講者が多い。カッコ内

表5. 文学部初年次統計関係科目 (2014年度)

学部名	科目名	授業目的	単位数	履修登録者
社会学部	基礎統計学 1	社会調査によって得られたデータを分析するために必要となる統計手法について、その原理と利用方法を修得することが本講義の目的である。基本的な統計量（一変量の記述、二変量間の関係）、確率論の基礎（確率と分布）、推測統計（推定と検定）を中心に概説する。	2	63
	基礎統計学 2	本講義は、社会調査によって得られたデータを分析するために必要な統計手法の基礎を学ぶことを目的としている。平均・分散・標準偏差といった基礎統計量から、統計的仮説検定まで学んでいく。必要に応じて、電卓や統計ソフトを利用した演習もおこなう。	2	59
経済学部	経済学のための統計学入門A	調査や実験から得られるデータを、いかに見やすい形にまとめるか。まとめられた情報からいかに結論を導くか。導かれた結論はどれくらい信頼でき、そしてどんな限界があるか。これらが統計学のテーマであり、経済学をはじめ実証研究する領域で、必要不可欠の知的技術です。本講義では主として、大量のデータの代表値、標準偏差、分布、2変数の相関など、データの整理の仕方と、それらから何を読みとるかを修得していきます。	2	834
	経済学のための統計学入門B	統計学は、経済学をはじめ実証研究に携わる領域で、必要不可欠の知的技術です。経済学のための統計学入門Aにひき続いて、本講義では、母集団と標本、確率分布と標本分布といった推測統計学の基礎的な概念を説明しつつ、さまざまな具体例を通して、点推定、区間推定、仮説検定といった基本的な統計分析の手法と推論の仕方を身につけていきます。	2	701
商学部	統計学基礎 1	現在、様々な分野においてデータ解析の重要性は重視されている。この講義では、こういった流れを受け商学に関連する分野におけるデータを数値的に要約したり、グラフを用いて可視化すること（記述統計）や、データが得られたもの集団（母集団）の特性値（母数）について統計的に推測すること（推測統計）を学ぶ。	4	239
	統計学基礎 2	データをして語らしめる、データで人を説得する。この態度と考え方を学びます。	4	380
総合政策学部	統計学Ⅰ	調査等によって得られたデータを要約し、記述するための基礎的な統計学的知識ならびに統計的検定や推定の考え方を習得することを目的とする。講義では、各回それぞれで具体的なテーマを設定し、統計学が実際にどのように使われているのかを示すことによって、統計学がより身近に感じられるよう工夫する。	2	571
	統計学Ⅱ	調査等によって得られたデータを要約し、記述するための基礎的な統計学的知識ならびに統計的検定や推定の考え方を習得することを目的とする。講義では、各回それぞれで具体的なテーマを設定し、統計学が実際にどのように使われているのかを示すことによって、統計学がより身近に感じられるよう工夫する。	2	79

は2014年度受講者数。

社会学部 基礎統計学1 (63名) 基礎統計学2 (59名)

経済学部 経済学のための統計学入門A (2クラス。834名) B (2クラス。701名)

商学部 統計学基礎1 (239名) 統計学基礎2 (380名)

総合政策学部 統計学Ⅰ (571名) 統計学Ⅱ (79名)

- ②各教員は定期試験以外に適宜復習、確認テストなどを行っている
- ③答案整理、転記などにかなりの手間をとられている

先のような状況を考えると、本プロジェクトのコンセプトとして次のようなもの考えることができる。

- 1) 高校時代に旧課程を学んだ学生に対してレメディアル教育を行う

- 2) 新課程を学んだ学生に対して計算を反復して行うことで知識を定着させる
- 3) それを踏まえて、理論的に導出される式の意味を理解させる
- 4) 実際に公表されるデータを用いることで、得られた結果を分析し考察できるようになるための基礎的素養を涵養する

3. 実現のための方法

3.1 LUNA の利用について

これらの状況を踏まえ、LUNA の導入業者である SCSK 社に以下の調査を依頼した。

- 1) LUNA でテストを行うための作問一括作成の可能性
- 2) その際に図、表、数式などはめ込み可能性

その結果、作問の方法としては LUNA 独自形式のものと SCORM (Sharable Content Object Reference Model (共有可能なコンテンツオブジェクト参照モデル)) 形式のものがあり、前者の場合には図、表、数式などをはめ込むことは直接は技術的に難しいものの、2段階の手順を踏むと可能であり、それはツールを作成することによって簡便化されるとの結果を得た。

この結果を受けて、各教員から問題を募り実際に LUNA 独自形式のものを業者に作成依頼し、その使用感がどのようなものであるかを検討したところおおむね良好な感触であったことから、ツールの開発を依頼した。その要件は以下の通り。

- LUNA 上で作成されたテストに図、表、数式を差し込むことができること。
- 現行の LUNA 上で動くこと。
- windows 7 で作動すること。

それを受けて SCSK 社からは開発言語を Java (1.7.45) とし、テキストファイルによる問題作成時に、画像を差し込むところにマーキング⁶を行い、ツール実行の際に画像に差し替えるという仕様が提案され、それを採用した。

2015年2月に「テスト登録ツール」として一式を受け取り、若干の修正ののち当初の要件を満たしているものと判断し、検収した。

3.2 実行に必要な各ステップについて

本ツールは図1にあるように次の段階を経る。

ステップ0. ファイルのデスクトップへの複製と解凍および JAVA のインストール

ステップ1. 図、表、数式の jpg 形式のファイルを作成

ステップ2. LUNA 上で作問

(ステップ2'. PC 上のエディタで作問し、LUNA の問題作成画面にペースト)

ステップ3. ステップ2. の問題文を zip 形式に圧縮してローカルに転送

ステップ4. ここで開発するツールを実行 (LUNATestTool.bat)。

ステップ5. 新たに作成されたローカルのファイルを LUNA に転送 (インポート)

ステップ6. 公開

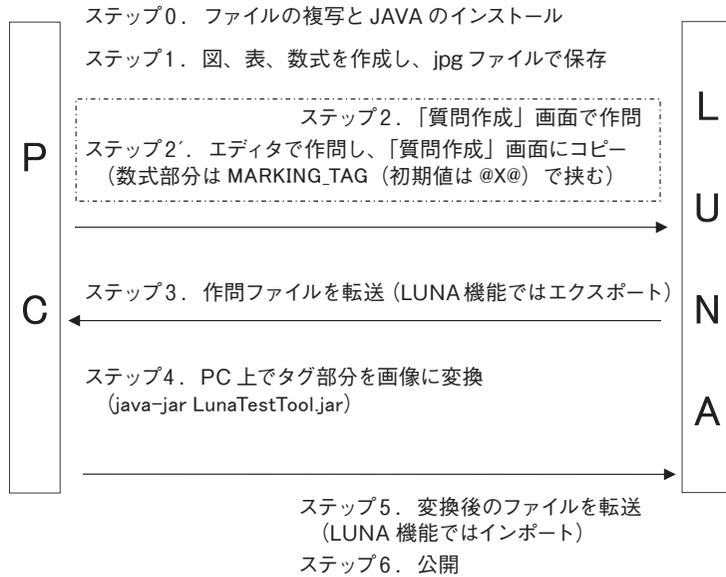


図1 作業の流れ

3.3 フィールドテスト

担当教員で納品された「テスト登録ツール」を試行した。その結果、以下のことが分かった。

- 手順に従うと、下記のような困難は見られるものの、図、表、数式が入った問題を作成することができた。
- この作業を行うには JAVA をインストールする必要があるが、その際に設定によっては望んでいないソフトや検索エンジンがインストールされる場合があった。
- 上記のステップ1については、これまでに作成した資料から図、表、数式などを切り出し、体系的なファイル名を付けて jpg 形式のファイルで保存することに、予想外に手間がかかった。
- 上記のステップ3～5のプロセスが、サーバへの作り込みが環境的、予算的に難しかったこともあり、ファイルの転送やローカルでの変換作業を伴うことから、処理が面倒である。

3.4 具体的な手順

以下では、当時の LUNA のバージョン⁷⁾に従って、具体的な手順を述べる。

0) 環境整備とファイル準備

業者より納品されたファイル (LUNATestTool.zip) をデスクトップに複写し、使用言語である JAVA をインストール (未実装の場合)

0.1) ファイルの展開

LUNATestTool.zip を解凍し、デスクトップにディレクトリ LUNATestTool 以下にファイルを展開し、その中にある install.bat を実行する。これによって ¥LUNA 以下に図2のようなディレクトリが作成されてファイルが配置される。

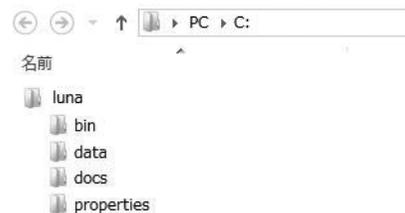


図2 ファイルの展開

デフォルトではこの中の data ディレクトリで処理を行うが、properties ディレクトリにある bb-test-tool.Properties にある DEFAULT_DIR = C:/LUNA/data を変更することで任意のディレクトリを利用できる。

0.2) JAVA のインストールと path の設定

あらかじめ JAVA をインストールし、path を通した後でデスクトップに作成された LUNATestTool.bat を実行してもよいし、下記のように明示的に位置を示してもよい。

```
C: javaの保存path %java.exe -jar C:¥LUNA¥LUNATestTool.jar
@pause
```

1) 図、表、式の作成

事前にこれらのファイルを作成し、jpg 形式にしたものを図3にあるように c:¥LUNA¥data に保存する。

$\sum (X_i - \bar{X})^2$ <small>eq010.jpg</small>	$(\sum X_i^2) - \bar{X}^2$ <small>eq011.jpg</small>
$(\sum X_i^2) - n\bar{X}^2$ <small>eq012.jpg</small>	$(\sum X_i)^2 - n\bar{X}^2$ <small>eq013.jpg</small>
$(\sum X_i)^2 - (n\bar{X})^2$ <small>eq014.jpg</small>	

図3 図・表・数式の実成

たとえばフリー数式作成ソフトである mathmagic lite⁸ で数式を作成し、**File** → **Save as** で c:¥LUNA¥data に保存してもよい。

2.1) LUNA 上で問題文の作成準備

図4にあるように、統計学共通科目として今回は問題文を作成する。そのために、図5にあるように「教材・課題・テスト」タブから「テスト・レポート等の作成」タブから「テスト」を選択する。そこで展開される図6において「テストの作成」を選び、さらに「テストの追加」をクリックする。これで問題作成を行うことができる。

2.2) 実際の実問手続き

問題を実際に作成するために、テストの情報として名前の実定（図7）を行った後で図8にあるように「質問の実成」を行う。ここでは「多肢選択」型の問題を選んだ。

実際に問題を書き込んだものが図9であり、これは直接書き込むことも、あらかじめローカルでエディタ等を用いて作成したものをペーストすることも可能である。終了するには「送信」をクリックする。

無事に作成を完了すると、図10のように「成功：質問が作成されました」というメッセージが表示される。なお、図11にあるように作問したものを「教材・課題・テスト」フォルダに転送する必要がある。



図4 作問の手続き1



図5 作問の手続き2



図6 作問の手続き3

1. テストの情報

※ 名前

平均偏差2乗和

図7 問題の名前



図8 問題入力画面



図9 問題入力後



図10 作問成功のメッセージ



図11 問題文を PC に転送 (エクスポート) その1

3) ファイルをローカルに転送 (エクスポート)

作成した問題をローカル (パソコン) に転送する。そのために問題を選択し、その中にある「エクスポート」をクリックする (図12)。



図12 問題文を PC に転送 (エクスポート) その2

4) 加工

転送したファイルを c: ¥LUNA¥data に複製し、デスクトップの LUNATestTool.bat (内容は下記) を実行。

```
java -jar C: ¥LUNA¥LUNATestTool.jar
@pause
```

これによって、Test_ExportFile_Test-20140707_平均偏差2乗和.zip を元にして、図を差し込

んだ Test_ExportFile_Test-20140707_平均偏差 2 乗和_new.zip が作成される。なお変換元のファイルはユーザが指定できず、システムが最初に見つけた zip ファイルをターゲットにするので、不要なものは適宜ほかの場所に移しておく方が望ましい。この処理によって @X@⁹ で囲まれた文字列に “jpg” を付加したファイル名のファイルはその文字列と置き換える。つまり、@X@eq011@X@ は eq011.jpg に置換され、さらにその名前の画像ファイルがそこにはめ込まれる。そしてそのファイルは本体名に “*_new” が付加され、拡張子を “.zip” とするファイルが生成される (すでに同じ名前のあるものとオーバーライトされる)。

5) ローカルのファイルを LUNA に転送 (インポート)

先に変換した結果作成されたファイル (ファイル名の本体名に _new が付加されたもの) を図13にあるように、LUNA へ転送する。図14にあるようにこのようにテストをインポートできるのは、SCORM 形式ではなく、LUNA 形式のものだけであり、パソコンに保存してあるディレクトリを選択し、ファイルを選ぶことで、転送できる (図15)。ファイル名を確定すると図16にあるように「送信」をクリックする。



図13 問題文を PC から転送 (インポート) その1



図14 問題文を PC から転送 (インポート) その2



図15 問題文を PC から転送 (インポート) その3



図16 問題文を PC から転送 (インポート) その4

無事に転送が完了すると図17にあるように編集できる状態となり、具体的には図18のように、数式が適切に表示される。



図17 インポートしたファイルの表示その1

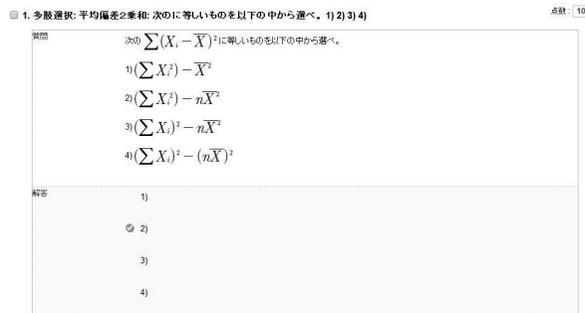


図18 インポートしたファイルの表示その2

6) 公開

このように作成したテストを実際に用いるには公開の手続きが必要であり、それは、図19にあるように「教材・課題・テスト」からテストを選択し、作成したテスト（平均偏差二乗和）を選択し（図20）、図21にあるように利用可能にする必要がある。



図19 問題文の公開その1

1. テストの追加

[作成]ボタンをクリックして新しいテストを作成するか、[既存のテストの追加]から使用されていないテストを選択します。

新しいテストの作成



既存のテストの追加

図20 問題文の公開その2

2. テストの利用可否の設定

利用可能にする

はい いいえ

図21 問題文の公開その3

4. 今後の課題について

上記の問題点のうち、ステップ3,4に関するものについては、ユーザインタフェースにかかわるものであることから、ユーザ層を広めるためには重要な点であると考えられる。

解決策としては、大きく2つ考えられる。1つ目はステップ1についての作業を作問者が行なって本文中のどこにどの図、表、数式を入れるかといったを指示した後に、これらの手順について十分にトレーニングされたスタッフ (SA、TA など) が適切な個所へのマーキングを含めた作業ができるような仕組みを構築することである。もちろん間接的とはいえ成績にかかわる作業となる可能性が高いことから、事前に倫理的なトレーニングも必須であろう。

2つ目の解決策として、教員がより簡単に直接加工する方法である。つまり Microsoft 社の製品で実装されている OLE (Object Linking and Embedding) や ActiveX などのようにオブジェクトをダイレクトに埋め込むための機能をツールの中に持つことができれば、作問者が直感的に操作できるようになると考えられる。もちろん、開発経費などクリアすべき点も多いが、これが実現できれば作業時間を短縮するとともに作問のプロセスも容易に理解できるようになる。つまりこのようなオブジェクトの埋め込み機能を設計・実装することが改善の一つの方向であろう。しかしながら、製品に作り込みをすることはそれだけバージョンアップの際に引き継がれない可能性が高まるので、継続性などを考えるとき予算面時間面からおのずと限界があることに留意しなければならない。

ただ、いずれの方法のどちらかを用いることができれば、この LUNA によるテスト作成の敷居が下がると想像できることから、文字だけの作問という従来のテストに比べて、より深く学生たちは学ぶことができると期待できる。

注

- 1 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afiedfile/2011/03/30/1304427_001.pdf
- 2 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1320230.htm 327行目から
- 3 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1320230.htm 406行目から
- 4 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afiedfile/2011/03/30/1304427_002.pdf 38ページ
- 5 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afiedfile/2011/03/30/1304427_002.pdf 43ページ
- 6 「@X@」をタグとしこれで挟まれた文字列に「.jpg」を付加したものを画像ファイルとする
- 7 BlackBoard 社製 BlackBoard Learn Release9.1 SP12
- 8 <http://www.mathmagic.com/product/lite.html> にある
- 9 すべて半角文字、Xは大文字。