

《論文》

統計分析用ソフトウェア学習のための  
E-Learning コンテンツ開発

Development of E-Learning Contents  
for Learning Statistical Analysis Software

大川内 隆朗 Takaaki Ohkawauchi

丹野 清美 Kiyomi Tanno

大橋 洸太郎 Kotaro Ohashi

山口 和範 Kazunori Yamaguchi

In recent years, recognition of the importance of statistics education has been increasing in Japan. Similarly, using mobile terminals has become as common as using a PC to accomplish e-learning with improvement of the communication environment and the spread of Information and Communication Technologies (ICT). Although some e-learning video content for statistics education is available in open online contents, there is little content to teach learners how to acquire the skills necessary to operate statistical analysis software. Therefore, in this study, we developed some independent study content for statistics education using two typical statistical analysis software programs, the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) and Analysis of Moment Structures (Amos) and described some techniques for development and display of relevant e-learning contents.

Keywords: Statistics Education, E-Learning, SPSS, Amos,

キーワード: 統計教育, E-Learning, SPSS, Amos,

## I はじめに

近年、日本において統計教育の重要性に対する認識が高まっている。欧米諸国では大学内に統計学部が置かれるなど、統計学および統計教育に対する意識が以前より高かった。そして日本以外のアジア諸国においても統計教育に対する体制の充実化が進み、統計教育分野において日本は遅れを取っている（日本学術会議，2008）。Information Communication and Technology (ICT) の発展とともに、2010年以降、ビッグデータという言葉がビジネスやアカデミックの領域で頻繁に用いられるようになった。ビッグデータは、1つのデータベースシステム内に収まりきれないような大規模データを指し、例えば金融などの市場データ、GPSなどの位置データ、インターネットショッピングなどの顧客の購買データ、ホームページやブログおよびTwitterなどにおけるテキストデータ、あるいはインターネットのアクセスログそのものなど、特徴として非常に高次元／高頻度のデータであることが挙げられる。そのようなビッグデータ時代においては、データに対して適切に処理・分析を行い、過誤の少ない調査報告・将来予測を行うことの出来る人材が求められる。しかしその需要に反して、日本ではアナリストおよびデータサイエンティストの人材不足が深刻であることも指摘されており（Paul Mclnerney and Joshua Goff, 2013）、統計に強い人材の教育・育成が求められている。

現代の統計教育を考える中で ICT と切り離して議論を行うことはできない。分析対象となる元データは、数値データ／テキストデータに関わらず電子データであることがほとんどであろうし、分析自体も手計算で行うことは少なく、統計分析ソフトを利用することがほとんどである。したがって統計の理論のみに留まらず、コンピュータ利用を前提とした統計の学習が求められる。また教育の方法に関しても、教室における対面形式の講義のみでなく、遠隔講義配信などの e-learning を始めとした ICT の利用が注目されている。そこ

で本研究では、統計教育における ICT 利用を踏まえた教材コンテンツの開発を行うとともに、e-learning 用動画コンテンツの開発および配信を行ううえで考慮すべき技術的事項の整理を行った。

### 1. e-learning の現状

日本の大学における e-learning の導入率は、2008 年度の段階で 85%以上であると報告されている（メディア教育開発センター、2008）。2008 年当時は、各大学において作成された e-learning コンテンツの多くは在学生向けの講義教材あるいはその補助的教材という位置付けの要素が強く、各大学内で発行されるアカウントを持っている学生のみが閲覧できる形式がほとんどであった。同時期、すでに欧米においては MIT をはじめとして、大学の講義を一般向けに公開するという試みが行われていた。このような試みの前提にあるものは、大学の e-learning コンテンツの位置付けに関して、授業料を支払っている在学生向けのインセンティブとしての扱いのみではなく、一般公開することによって大学における教育内容の宣伝を行うとともに、社会全体の教育に対する貢献を行うための利活用を重視したものと考えられる。

大学教育の一般公開の流れは、徐々に広がりを見せ、日本においても MOOC（Massive Open Online Course：大規模公開オンラインコース）（山田、2014）の重要性が認識されるようになり、2013 年には日本版の MOOC である JMOOC（一般社団法人日本オープンオンライン教育推進協議会）が設立され、専門家のみでなく多くの教育機関の間で知れ渡ることとなった。また e-learning の試みが始められるようになった 2000 年代中盤と比較し、タブレットやスマートフォンなどのモバイル端末の普及が大きく進み、また通信速度や対応形式も改善され、e-learning の利用環境に関しても多様化してきた。

### 2. 統計教育の現状

e-learning が浸透していく流れと並行して、統計学に対する大学や社会の意識も変化してきた。以前は研究者やアナリストなどが利用する専門的な学問という認識が強かったが、近年では多くの大学が初年次教育・基礎科目に統計学やデータ分析に関する入門科目を組み入れるなど、一般教養やリテラシーとしての位置付けを確立しつつある。

立教大学においても、統計教育の一般水準の向上化に対する重要性を認識し、2010 年に社会情報教育研究センター（Center for Statistics and Information）を設立し、それ以降、全教員および全学生を対象にした「統計分析の基礎」、「統計検定試験への対策」、「統計データの利活用」などに関する複数のセミナーの提供を行っている。また IBM SPSS Statics（IBM, 2015a）や IBM SPSS Amos（IBM, 2015b）といった統計分析用ソフトウェアの利用方法に関するセミナーも提供しており、その受講生は主に「統計の基本的なことは理解しているが、ソフトウェアの使い方を勉強したい」というタイプと、「ソフトウェアを操作しながら統計の基本的なことから学びたい」というタイプに分かれる。セミナーでは、後者のタイプの受講生にも理解できるような内容を提供しているが、同受講生にとっては、統計学の基本的なことを学びつつ、ソフトウェアの操作方法も習得していかななくてはならない。この 2 つの学習を同時に行うことが受講生にとって容易ではなく、どちらか一方に気を取られているともう一方の学習が手につかず、セミナー中にコンピュータ操作で置いていかれてしまう、あるいはセミナー終了後に講義中の説明内容の再確認が求められるようなケースも多い。学校教育法および大学設置基準によると、大学の授業は講義、演習、実験、実習若しくは実技に区分され、中でも実験・実習・実技形式の講義は e-learning に

は向かないと言われている。しかしコンピュータ操作形式の講義に関しては、実習形式の中でも高度な技術を必要とするものではなく操作の手順を覚える程度のことほとんどであり、ビデオを好きなきに止めつつ受講生自身のペースで学習を進めていくことができる e-learning 形式が効果的であると筆者らは考えた。

以上のような ICT の教育的利用および講義内容のオープン化、統計教育の水準向上といった我が国での社会的背景を踏まえ、本研究では統計分析用ソフトウェア (SPSS および Amos) の操作を通して統計学の基本的な内容を学習することの出来る e-learning コンテンツ『使ってみよう！統計解析ソフト ―分析達人への道―』の開発を行うこととした。

## II 遠隔配信型 e-learning の分類

e-learning の定義や範囲に関しては、意見の分かれる事項ではあるが、e ラーニング白書では「情報技術によるコミュニケーション・ネットワーク等を使った主体的な学習」と比較的広義に定義されている (日本イーラーニングコンソシアム, 2007)。ラジオや HP、あるいは電子掲示板なども含まれるが、本研究では主にビデオオンデマンド、すなわち講義映像による学習を中心とした試みに着目する。同学習形態は近年の MOOC などの動向からも窺い知れるように、e-learning の中でも現在最も主流な形態の 1 つといえる。

公開オンラインコースの名前が示すように、講義をオンラインで配信する活動が主体ではあるが、そこには様々な規格やスタイルが存在する。

### 1. 同期型配信／非同期型配信

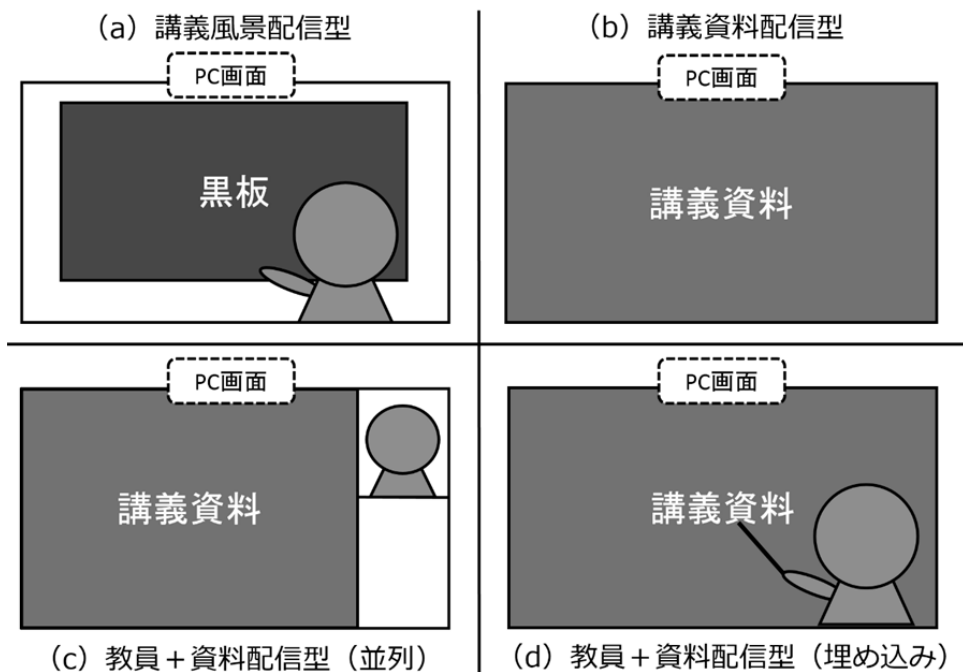
オンライン上で講義の配信を行う場合、非同期型と同期型に分類される (日本イーラーニングコンソシアム, 2008)。非同期型は録画配信型とも呼ばれ、講義の映像はあらかじめ録画され、編集を行った後に、インターネットを介して配信を行う方式である。メリットとしては、視聴を行う学習者は、インターネット回線と PC 等の端末があれば、時間と場所の制限を受けることなく、学習者自身のタイミングで学習を行うことが可能である。デメリットとしては、編集の手間が掛かることと、配信されるビデオは固定的なものとなり、学習者が理解できずに、より易しく基本的なことからゆっくり説明を求めているような場合でも、コンテンツの内容が変わることは無い。

一方、同期型配信は中継型配信のことを指し、教員がいずれかの場所で現在行っている授業を、インターネット回線を介してリアルタイムで配信する方式である。インターネット回線さえあれば場所は問わないが、教師と学習者が同じ時間に参加しなければならないという時間的制約がある。学習者が講義の内容を理解していないことを示すことによって、教員はその場で授業の流れや説明を変えていくことも可能であるので、クリッカー (寺澤, 2013) やレスポンス・アナライザ (稲葉 他, 2012) と呼ばれる、学習者からのインタラク션을容易にするための仕組みが重要となる。例えば、講義ビデオ視聴用のビューアーに、「内容についていけない」ことを示すためのボタンや、その場で質問を投げかけるためのテキストボックスが付けられているシステムも存在する。

各大学で利用される e-learning や MOOC などの場合は、教員のコストや再利用性を考慮し、録画配信型である非同期型 e-learning が多く利用されている。

## 2. 画面のレイアウト

e-learning を PC やモバイル端末の画面を通して視聴する際に、学習者に提示する情報として「教員の映像」と「資料 (PowerPoint のスライド, 板書, 配布資料, 映像など)」の 2 種類があり, それらの情報を学習者に提示するためのレイアウト手法として, 図表 1 に示す 4 つの方式が現在広く利用されている。



図表 1 : e-learning コンテンツの代表的レイアウト

### (a) 講義風景配信型

講義を行っている様子をカメラで録画し配信する方式である。学生を入れずに e-learning 用に撮影する場合もあるが, 大学の場合, 実際に受講生を入れて行っている対面形式の講義を後ろから撮影している場合が多い。編集の手間は少ないが, 撮影の技術が求められたり, 板書や資料が見つらかったりすることがある。

### (b) 講義資料配信型

PowerPoint のスライドを中心とした講義資料や PC の画面のみを提示する方式であり, 資料がクリアに視聴できることが最大のメリットである。一方, 教員の映像が無いので, 映像が単調になり, 集中力を維持しづらいといった問題がある。

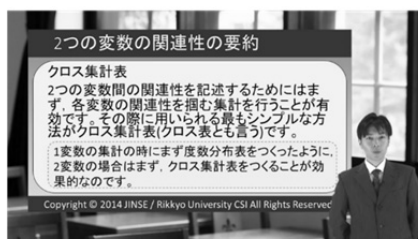
(c) 教員＋資料配信型（並列）

教員と資料をそれぞれ別画面で提示する方式である。前述の(a), (b)の方式に挙げた問題点は解消されるが、対面形式の講義と比較して教員の動きが少なくジェスチャなどの非言語情報が減少しがちであり、また教員が資料のどの部分を示して説明を行っているかなどがわかりづらいといった問題点が残る。

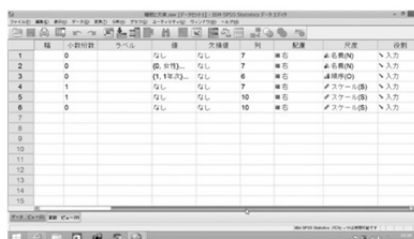
(d) 教員＋資料配信型（埋め込み）

教員が講義資料を背景として、一画面の中に埋め込まれる方式である。教員の映像範囲が大きい故に映像の変化も大きく見え、また教員が話しながら資料の一部を直接指さすこともでき、対面講義の臨場感に最も近く表現することが可能な方式である。デメリットとしては、専用の撮影施設や機材を必要とすることと、自身が映り込む前提でスライドに空き作っておくことが求められるなど教員の事前準備に多少のコストが掛かることである。

講義中におけるジェスチャ等の非言語情報は、受講者が感じる「話の上手さ」と正の相関があることが報告されている（磯，2001）。教員のジェスチャが話の内容の理解に対して補足的な付加価値を生んでいるとも考えられる。ただし、PC 教室での講義において、教員がソフトウェアの操作方法に関し画面を見せつつ説明するような場合は、教員の手はマウスやキーボードによって塞がれておりジェスチャ行動は制限され、また PC 操作においては受講生側も教員ではなく PC の画面に意識が集中すると考えられる。以上の点を踏まえ、本研究で開発する映像コンテンツでは、統計学の説明箇所については教師＋資料配信型（埋め込み）の方式で行い、ソフトウェアの操作画面を提示する箇所では PC の画面のみを提示する方式を採用する。本研究で作成したコンテンツの画面例を図表 2 に示す。



(a) スクリーンショット：講義パート



(b) スクリーンショット：PC操作パート

図表 2：本研究で開発した教材コンテンツの画面

3. 画質と音声の圧縮方式

e-learning の利用に関して、近年ではスマートフォン等のモバイル端末からの利用に対する需要も高まってきている。したがって、講義映像を作成・編集し動画ファイルへと出力する際には、モバイル端末を含めた回線の通信速度を考慮しなくてはならない。一般的には、収録時には高画質・高品質の映像でオリジナルデータとして記録しておき、その後

に各媒体向けに合わせた圧縮方法を用いてエンコーディングを行う。

現在、e-learning の代表的な規格として利用されているものの 1 つとして、MPEG-4 AVC/H.264 (矢ヶ崎, 2004) が挙げられる。同形式は、MPEG2 と比較しても数倍の圧縮率があり、また高ビットレートから低ビットレートまで対応しているため、最新のデジタルビデオカメラや Blu-Ray 等の高品質な媒体から、地デジのワンセグ放送などの低品質な媒体まで利用されている。ビットレートとは映像 1 秒間に含まれる情報量を示し、エンコーディングの際に、ビットレートを上げずに画面のサイズを大きくしようとする、画質が荒く見づらい映像となってしまう。したがって、基本的には画面を大きくしたい場合にはビットレートを上げる必要があるが、ビットレートが低くてもある程度見やすい映像であったり、逆にビットレートが高くても見づらいような細かい字が多用されている映像もあったりと、元となる講義映像の撮り方や教員の提示する資料の見易さにも大きく依存するので、どの程度の値にすれば良いのかは一概に示すことはできない。

音声に関しても同様で、ビットレートを上げるほど品質が良くなるが、映像と比較すると音声のサイズは小さなものであることに加え、講義映像の場合は音楽ほどの品質を必要とすることはほとんど無く、教員が話している内容を問題無く聞き取ることができれば十分である。そのため音声は 128kbps 以上のビットレートがあれば通常は問題無い。

本講義で作成したコンテンツに関する映像および音声のフォーマット一覧を図表 3 に示す。

項目	設定値
画面サイズ	1280 (縦) × 720 (横) pixel
フレームレート (1 秒間の平均フレーム数)	29.97 fps
転送レート (画面のビットレート)	16 Mbps
音声のサンプリングレート	48 kHz
音声のビットレート	320 kbps
映像形式	mp4 (MPEG-4 AVC/H.264)

図表 3 : 本研究で作成したコンテンツにおける動画ファイルのフォーマット

本研究の範囲では、講義の動画コンテンツは PC からの利用を対象としたため、上記のような設定になっているが、前述のように、モバイル等の別の端末・回線向けに配信を行う場合には、より低品質な設定に切り替えて、エンコーディングを行う必要がある。

### III 作成した講義コンテンツ

作成した講義コンテンツ『使ってみよう！統計解析ソフト』の内容は図表 4 の通りであり、SPSS を利用した講義 5 回分と、さらには Amos を利用した講義 3 回分を加えた、計 8 回分の e-learning 講義となる。

使ってみよう！統計解析ソフト ー分析達人への道ー			
使用ソフトウェア	講義回数	内容	時間
SPSS	第1回	SPSS の基礎	1:33:56
	第2回	SPSS を用いた質的変数の分析	1:38:17
	第3回	SPSS を用いた量的変数の分析	1:25:53
	第4回	SPSS を用いた平均値の差の検定	1:33:28
	第5回	SPSS を用いた多変量解析	1:56:00
Amos	第1回	Amos の基礎	1:11:20
	第2回	Amos を用いた多変量解析 1	47:33
	第3回	Amos を用いた多変量解析 2	1:25:17

図表 4：本研究で開発したコンテンツの講義一覧

ただし、数十分から1時間以上ある講義をそのままの長さで配信することには問題がある。安藤らは、学習コンテンツ閲覧中のユーザの集中力を計測したところ、18分頃に集中力が落ち始める傾向を示した(安藤 他, 2004)。したがって、集中力が落ちる少し前となる、15分以下に1つの映像コンテンツを収めることが好ましいと筆者らは考えた。そのため、それぞれの回の講義は、実際には10個前後のビデオ・ファイルへと分割した後に配信を行っている。例えば、第1回目の講義について言及したものを図表5に示す。

使ってみよう！統計解析ソフト ー分析達人への道ー 第1講「SPSS の基礎」		
ビデオ番号	内容	時間
第1項	本講座 SPSS 編の概要	2:36
第2項	SPSS とは	3:56
第3項	SPSS の起動	2:00
第4項	SPSS の画面構成：データビュー	0:46
第5項	SPSS の画面構成：変数ビュー	3:51
第6項	変数の型 (名義, 順序, スケール)	13:41
第7項	データ入力の方法	13:39
第8項	ファイルへの保存	2:39
第9項	SPSS の終了	0:59
第10項	データの読み込み方法	5:14
第11項	度数分布表	10:11
第12項	基本的な図表	13:26
第13項	単変量の基本統計量	20:58

図表 5：第1講に含まれる教材ビデオ

講義の流れを全く考慮せずに機械的に講義ビデオを分割すると、学習者からすると、教員の話の途中で急に途切れてしまうようなことにもなりかねない。したがって、本コンテンツは長くても15分以内を1つとして話のまとまりが出来るように、教員が予め講義設計および教材の準備を行っている。その一方で、ビデオ時間よりも、講義中の話の文脈の区切りを優先する必要性も鑑みて、すべてのコンテンツを15分以下に収めることは出来なかったが、本コンテンツにおける全8講義中にある計68本のビデオコンテンツの映像時間は平均して10分10秒となっている。

#### IV 今後の展開

本研究では、大学生・大学院生を対象とした、統計の基礎および統計ソフトウェアの利用法に関する自主学習用 e-learning コンテンツ『使ってみよう！統計解析ソフト ―分析達人への道―』を作成した。今後の展開は下記の通りである。

##### (a) コンテンツのオープン化

2015年1月現在では、立教大学および「統計教育大学間連携ネットワーク (Japanese Inter-university Network for Statistical Education; JINSE)」(統計教育大学間連携ネットワーク, 2015) に加入する他の連携7大学の学生向けに e-learning 教材コンテンツの提供を行っているが、今後は一般公開に向けて、段階を踏みつつコンテンツの配信対象を拡大し、我が国における統計教育の一般水準の向上へと役立てていく予定である。

##### (b) コンテンツの評価

本コンテンツを利用して学習を行った学生に対し、内容確認試験や統計検定試験を通して学力が向上しているかどうかを客観的かつ継続的に測定を行い、さらにはその結果のフィードバックを受けて、教材コンテンツの改良および拡充を行っていく必要があると考えられる。

##### (c) 対面授業との併用

従来からの Blended Learning のみでなく、近年では反転授業(山内, 2014)への関心の向上もあり、オンラインでの自主学習と対面講義のあり方が再考されている。本研究で開発したコンテンツは正課科目とは関連の無い、自己啓発的な学習を補助するための自主学習用コンテンツである。しかし、本コンテンツの開発を行っている社会情報教育研究センターでは、正課外の統計教育講座やセミナーの提供も行っているため、そのような対面講義との併用を前提としたコンテンツの位置付けや、より効果的な利用方法を検討していく必要がある。

#### 謝辞

本研究内で利用した教材コンテンツは、文部科学省の平成24年度大学間連携共同教育推進事業である「データに基づく課題解決型人材育成に資する統計教育質保障」の助成を受けて開発を行ったものである。



## 参考文献

- [1] 安藤雅洋, 植野真臣, 2004, 「アイマークレコーダを用いた e ラーニングのコンテンツ評価」, 『教育システム情報学会研究報告』 Vol. 19, 11-18.
- [2] IBM, 2015a, 『統計解析ソフトウェア IBM SPSS Statistics 概要』, <http://www-01.ibm.com/software/jp/analytics/spss/products/statistics/>
- [3] IBM, 2015b, 『共分散構造分析ソフトウェア IBM SPSS Amos 概要』, <http://www-01.ibm.com/software/jp/analytics/spss/products/statistics/amos/>
- [4] 稲葉利江子, 山肩洋子, 大山牧子 他, 2012, 「発言の自由度を高めたレスポンスアナライザを活用した大学授業の実践と評価」, 『日本教育工学会論文誌』, Vol. 36(3), 271-279.
- [5] 磯友輝子, 2001, 「話し手の非言語的行動が「話の上手さ」認知に与える影響：発話に伴ジェスチャーに注目して」, 『対人社会心理学研究』, Vol. 1, 133-146.
- [6] メディア教育開発センター, 2008, 『e ラーニング等の ICT を活用した教育に関する調査 報告書』
- [7] 日本イーラーニングコンソシアム, 2007, 『e ラーニング用語集』, <http://www.elc.or.jp/keyword/detail/id=135>
- [8] 日本イーラーニングコンソシアム編, 2008, 『e ラーニング白書 2008/2009 年版』, 東京電機大学出版局
- [9] 日本学術会議, 2008, 「数理科学分野における統計科学教育・研究の今日的役割とその推進の必要性」, 『日本学術会議数理統計学分会報告』  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-h62-3.pdf>
- [10] Paul McInerney and Joshua Goff, 2013, 「ビッグデータが日本企業に迫るもの」『ハーバード・ビジネス・レビュー』, ダイヤモンド社.
- [11] 寺澤朝子, 2013, 「もし、あなたが社長なら…」組織の一員になったつもりで組織論を学ぶ：モバイルクリッカーを活用した授業の紹介」, 『大学教育と情報』, Vol.2, 30-32.
- [12] 統計教育大学間連携ネットワーク, 2015, 『統計教育大学間連携ネットワークホームページ』, <http://jinse.jp/>
- [13] 矢ヶ崎陽一, 2004, 「MPEG-4 AVC/H.264 規格の解説」, 『映像情報メディア学会誌: 映像情報メディア』, Vol. 58(8), 1146-1150.
- [14] 山田恒夫. 2014, 「MOOC とは何か：ポスト MOOC を見据えた次世代プラットフォームの課題」, 『情報管理/科学技術振興機構編』, Vol. 57(6), 367-375.
- [15] 山内祐平, 2014, 「大学における学習の変化とラーニングコモンズの未来」, 『大学図書館研究』, Vol.100, 48-52.