

統計学共通教材の開発

豊原法彦（経済学部・研究代表者）

地道正行（商学部）

李政元（総合政策学部）

中野康人（社会学部）

渡邊勉（社会学部）

永井良二（教務機構事務部）

要旨

本報告は、高等教育推進センターの2014、15年度指定研究「統計学共通教材の開発」に関するものである。すでに知られているように、教育課程の改定に伴って新入生が高等学校卒業時までには統計学を学ぶ機会は増加しており、1年次配当科目でアンケートを取ったところ、数学Iの単元であるデータの散らばり（度数分布表、分散、標準偏差、四分位、箱ひげ図）や相関について、8割以上の学生はすでにその知識を持っていた。これは2、3年前には見られなかったことである。しかしながらこのことはそれらを学ぶ機会のなかった者も一定割合いることも示している。

もちろん、開講科目は各学部が設定・公表しているディプロマポリシー、カリキュラムポリシーに基づいて設計され、入門的な性格を持つ科目は専門科目での学びの基礎となることが意図されているが、必ずしも想定通りにはなっていない状況にある。そこで報告者は自主的にそれを補うことを意図して、統計検定2級（大学基礎課程程度）または3級（高校卒業段階程度）の教材をオンラインで提供する可能性を検討する。さらには、技術的なことも含めて、今後進むべき方向性についても検討したい。

はじめに

本報告は、高等教育推進センターの2014、15年度指定研究「統計学共通教材の開発」に関するものである。以下ではまず1章において各研究者が所属する学部のディプロマポリシーの下で統計学の入門的科目がどのようなカリキュラムポリシーの下で考えられているかを述べた後、2章で各学部での2015年度の統計学入門科目の受講状態についてまとめる。そして3章では高校から2013年より導入された現行カリキュラムで教育されてきた学生が中学高校段階で基本的な統計用語をどの程度学んできたかについてアンケートを行い、それに基づいて今後の教育の方向を検討したのちに、4章で2020年より小学校から順次（高校は2022年から）導入される新たな指導要領の下で統計学がどのように扱われようとしているかについてまとめる。そしてこれらを踏まえて

共通教材のありかたについて考えたい。

なおこのプロジェクトは中野康人（社会学部・教授）、渡邊勉（社会学部・教授）、豊原法彦（経済学部・教授、代表）、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、2014年度）、永井良二（教務機構事務部・主査、2015年度）（肩書は2015年現在）をメンバーとしている。

1. 各学部のディプロマポリシーと統計学入門科目のカリキュラムポリシーについて

2016年3月に文部科学省の中央教育審議会大学分科会大学教育部会から出された報告書「卒業認定・学位授与の方針」（ディプロマ・ポリシー）、「教育課程編成・実施の方針」（カリキュラム・ポリシー）及び「入学者受入れの方針」（アドミッション・ポリシー）の策定及び運用に関するガイドライン¹にあるように、大学は自ら改革を行うために自己点検、評価並びに改善をフェーズに応じて行うPDCAサイクルが必要であるとされている。そしてそれを行うために大学自身が自ら教育の質を保証する（いわゆる内部質保証）によって責任を持った教育主体であり続けることができるとされている。

本学ではweb上²に各学部のディプロマポリシーとカリキュラムポリシーが公開されており、それに基づいたカリキュラムマップに従って各科目が位置付けされてシラバスが作成されている。ここではそれらについて、各共同研究者が所属している学部の統計学を用いる専門科目で前提となる基礎的な知識獲得を目指す統計学入門科目に関する位置づけを示す。

<社会学部>

ディプロマポリシーとして「関心・意欲」、「知識・理解」、「技能・表現」、「統合的能力」という四つの項目をたてている。その中で、「知識・思考」では「社会学的な視点と思考力(社会学的想像力)を身につけ、論理的かつ実証的な思考や判断ができる。」ことを目標とし、「技能・表現」では「生涯にわたって学習するための技能 (ICTを用いた情報収集・分析・評価の能力、論理的・批判的な思考能力、数量的スキル、表現・伝達能力など)を身につけている。」ことや、「社会調査についての基礎的な技能を身につけている。」ことを目標としている。

カリキュラムポリシーにおいては、そうした目標に対応する形で「リサーチ・メソッド科目群」を配置し、「データ分析（入門）」「データ分析（基礎）」（旧科目名称「社会調査法 A」「基礎統計学」）が、専門的な科目の基礎となることを意図している。

<経済学部>

経済学部がディプロマポリシーとして掲げている「関心・意欲」、「知識・理解」、「技能・表現」、「判断・問題解決」の各々において基礎となる統計学は、カリキュラムポリシーにおいて「情報処理を基礎とする経済統計やデータ分析能力を育む」ことをめざしており、専門基礎科目群の分析ツール科目として位置づけられている。

<商学部>

商学部のディプロマポリシーである「基本的意識と姿勢」、「基本的思考と判断」、「知識と技能」において統計学はその基礎にある科目である。また、カリキュラムポリシーにおける「ビジネスパーソンとしてのミニマム・コンピテンスの修得」における基礎的知識を身につけるための科目の一つであり、さらに「ビジネスパーソンとしての高度な専門知識の修得」におけるビジネス各

分野のスペシャリストとしての意思決定能力・分析能力等を養うために必要不可欠な科目でもある。なお、教育課程表の中では専門分野の基礎科目として位置づけられている。

<総合政策学部>

総合政策学部では「Think Globally, Act Locally」を掲げ、世界で起きている諸問題を克服し、自然と人間、人間と人間がともに恒久的発展を遂げていくための具体策をグローバルな視点で立案し、実行できる人材の育成をめざしている。統計学は問題解決策の評価に必須のツールであり、カリキュラムでは「問題発見能力」「問題解決能力」の養成をめざす専門基礎科目第3類に位置付けられている。

以上のように、各学部において名称の違いこそあれ、基礎的な分析能力として統計学の入門科目が位置付けられていることが明らかとなった。

2. 各学部の統計学入門科目の受講状況について

先に示されたポリシーに基づいて各学部で設置されている統計学の入門科目と受講者は表1の通りであり、この表からカリキュラムポリシーにおいて統計学の履修を強く勧めている学部（経済学部、商学部、総合政策学部）では受講者が多くなっている。また経済学部を除いて春学期の科目は受講者が増加していることがわかる。なお、経済学部においては、ここには掲載していない学年別受講者数を見ると1年生の受講者を見る限りはほとんど変わらないものの、2回生以上の受講者が減少していることがわかった。秋学期開講の科目については、逆に経済学部は増加しているものの、それ以外の学部では減少している。これは、カリキュラムの立て方によるだけでなく、学生のさまざまな単位取得行動によるものと思われる。

なおシラバスによると、社会学部開講の社会調査法A1と2では、官庁統計や簡単な調査報告などの調査データや、グラフの基本的な読み取り方、度数分布や代表値、クロス集計などの記述統計の方法に加え、それらを視覚的に表現するグラフについてを学ぶ。また、基礎統計学1、2で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となる統計手法について、その原

表1

2015春	科目名	総受講者数	前年比	1年次	2年次	3年次	4年次
社会学部	社会調査法A1	100	1.010	11	49	31	9
社会学部	基礎統計学1	86	1.365	6	16	37	42
経済学部	経済学のための統計学入門A	750	0.899	611	59	42	38
商学部	統計学基礎1	332	1.389	164	119	22	27
総合政策学部	統計学I	665	1.165	516	74	46	29
2015秋							
社会学部	社会調査法A2	57	0.781	10	16	22	9
社会学部	基礎統計学2	54	0.915	5	17	28	4
経済学部	経済学のための統計学入門B	742	1.058	587	74	36	45
商学部	統計学基礎2	291	0.766	188	64	11	28
総合政策学部	統計学II	61	0.772	29	13	1	18

理と利用方法、必要な統計手法の基礎を修得することを目的としている。なお、カリキュラム上「社会調査法 A」「基礎統計学」の各々の1、2クラスは開講時期は異なるものの同じ内容である。

経済学部開講の経済学のための統計学入門 A では、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を目的とし、経済学のための統計学入門 B 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を学ぶ。なおこれらの講義は2クラスずつ開講している。

商学部開講の統計学基礎 (クラス1) では、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との集団 (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。また、統計学基礎 (クラス2) ではデータの真実を読み取る勉強態度を養うために、とくに、生命保険の保険料の計算の考え方や日経平均株価の定義、株式の投資収益率の計算、株式ポートフォリオの考えと計算などの具体的な例を用いて統計学の考え方を学ぶ。

さらに総合政策学部の統計学 I では、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し、統計学 II ではその統計的推測 (推定・検定) の考え方を理解し、これを活用できるようになることを目的としている。なお統計学 I は2クラス開講している。

3. 現行の指導要領での学習状況

現行の指導要領において統計的な内容がどのように扱われているかについては、豊原 (2016)³ にまとめているが、高校で学んでいること (一部発展的なものも含まれる) について、執筆者の一人である豊原が講義内で行ったアンケートの結果について報告する。質問は、基本的な統計用語である「平均」、「分散」、「標準偏差」、「相関係数」、「度数分布表」、「箱ひげ図」、「偏差値」、「四分位」、「最小二乗法」、「二項分布」、「正規分布」について、学んだ時期が中学校なのか、高校なのか、大学なのか、いずれでもないのかについて尋ねるものであり、その結果を図示したものが図1である。

このグラフから読み取れることを各項目ごとに列挙すると、

- ・「平均」については中学で学習が60%、高校で学習が20%と回答しているが、大学入学後というものも10%ほど見られた。最後のカテゴリーの学生は、いわゆる平均 (算術平均) 以外の幾何平均や調和平均、また加重平均といった概念に初めて触れてこのように回答したものかもしれない。

- ・「分散」と「標準偏差」については、中学で約20%、高校で60%弱の新生者が学習しており、20%弱が大学入学まで触れる機会がなかったとしている。これらの用語は現行のカリキュラムでこれらの単元が数学1で学ぶことになっており、次の四分位、箱ひげ図とともに大学入学者の80%程度は学んでいることが明らかとなった。これは以前の学生には見られなかった特徴である。

- ・「四分位」と「箱ひげ図」については、これまでのものと異なり、中学校で学習したものが10%強とかなり少なくなる一方、高校で学ぶ割合が65%となっている。また大学入学者の80%が知っている点については先の場合と同様であるが、ほとんどの入学者が数学1を履修していることに

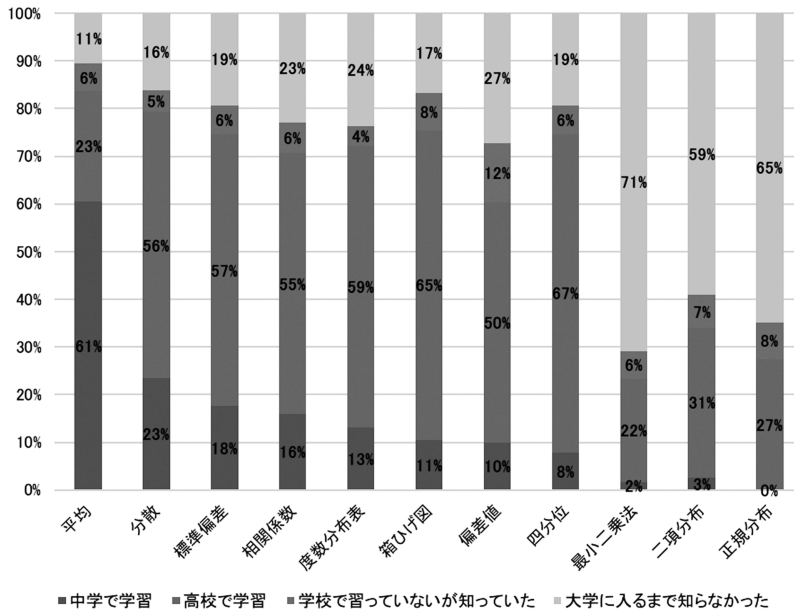


図1 統計学基本用語習得時期

なっていることを考えると、下方バイアスがかかっているのかもしれない。また箱ひげ図に関しては、3回生以上の学生では、知っているものはほとんどいなかった。

・「偏差値」については、受験の折に用いられる用語であり模擬試験その他で触れる機会が多いせいか12%が学校で習っていないが知っていたと回答し、ほかのものとは比べておおむね2倍の割合となっている。他方、大学入学段階で知らなかったものも4人に1人ほどいた。後者については受験用語としては耳にしたことはあるものの、その定義などについてしっかり理解していないものも多く含まれると思われる。

・「度数分布表」と「相関係数」については、中学で15%前後、高校で55%前後で合計70%とこれまでのものと比較すると少し低くなっており、逆に大学で25%弱が学んでいることになる。これは配置されている単元が数学Bであることが大きいと考えられる。

・「二項分布と正規分布」については、学習指導要領では高校数学Bで学ぶことになっているが、履修の関係か30%程度しか学んでおらずさらに中学校で学んだものはあまりいない。本学の場合には数学Bの入試出題範囲から外されていることも影響していることも考えられる。

・「最小二乗法」については、数学の学習指導要領には記載は見られないが、1/4ほどが高校で学んでおり、学校外で学んだものも含めると1/3ほどが大学入学前にその知識を手に入れていることになる。数学以外の科目での学習（例えばフィールドワークや実験などでのデータ分析やスーパーサイエンスハイスクールでの課題研究など）を通じて獲得したものもいると考えられる。

・また、この表では明示的に示されていないが、全項目にわたって「学校で習っていないが知っていた」と回答したものが3%いた。

以上のことから、現行の教育課程で数学1で扱われる分散、標準偏差、四分位、箱ひげ図、相関係数などについては8割程度の新入生が学んだとしているが、数学Bで扱われる正規分布と

二項分布についてはその割合は小さいものとなっている。

4. 次期学習指導要領における統計学について

次期学習指導要領に向けたこれまでの審議⁴がおこなわれている。これは2020年に小学校から年次的に中学校、高校において実施されるもので、これからの審議によって若干変更の可能性はあるものの、方向性については固まっていると考えられるので、そこにおいて統計学がどのように扱われているのかについて適宜抜粋しながら以下にまとめる。

まず本改訂で目指すポイントの柱が、①生きて働く「知識・技能」の習得、②未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成、③学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性」の涵養であり、学びをそこで終わらせるのではなく継続的に行うことにある。そしてユネスコなども提唱している持続可能な開発のための教育（ESD：Education for Sustainable Development）の実現を目指す。

統計については、数学では小学校、中学校、高等学校において、次のような教育プロセスが考えられている。

- ・小学校においては、統計的な問題解決の充実を図る。具体的には、グラフを作成したのち考察し、さらに新たな疑問を基にグラフを作り替え、目的に応じたグラフを作成し考察を深める。また、ある目的に応じて示されたグラフを多面的に吟味する。また、棒グラフや折れ線グラフ、ヒストグラムに関して、複数系列のグラフなどを扱ったり、二つ以上の集団を比較したり、平均値以外の代表値を扱ったりするよう見直す。

- ・中学校においては、例えば、日常生活や社会などにかかわる疑問をきっかけにして問題を設定し、それを解決するために必要なデータを集めて表現・処理し統計量を求めることで、分布の傾向を把握したり、二つ以上の集団を比較したりするなどして問題の解決に向けた活動を充実する。また、統計的な表現について、小学校での学習内容や他教科等での学習内容との関連等に留意し、扱う内容を見直す。

- ・高等学校においては、統計をより多くの生徒が履修できるよう科目構成及びその内容について見直すとともに必修科目の内容を充実させ、選択科目である統計の内容を様々な場面で「使える統計」となるよう改善を図る。また、数学で学習した統計の基本的な知識や技能等を基盤としつつ、情報科において統計を活用して問題解決する力を育むなど、情報科との関連を充実する。

このように、数学だけの範囲にとどまるだけでなく、データ活用の面では社会科と、またデータを扱う技能という側面から情報科とのかかわりが述べられている。具体的には、小学校では季節の移り変わりなど、理科や社会などにおいて教材内容の関連で学ぶことを目指している。また、中学校社会においては公民的分野で、「統計や新聞などの諸資料から、現代の社会的事象に関する情報を効果的に収集する・読み取る・まとめる技能」の獲得を目的としている。高等学校では、地理歴史科および地理総合では、「調査や地図や統計などの諸資料から地理に関する情報を、地理情報システムなどを用いて効果的に収集する・読み取る・まとめる技能」の獲得に関して述べられている。さらに、情報科については、「問題の発見・解決に向けて、事象を情報とその結び付きの視点から捉え、情報技術を適切かつ効果的に活用する力を全ての生徒に育む「情報Ⅰ（仮称）」の設置が考えられている。

これらから明らかなように、単に統計を学ぶことのみを目的とするのではなく、そこで用いられる数値がどのようにして生み出され、さらにはそれを使って作成した図やグラフ、計算結果などがどのように用いられるかといった横断的な学びが意図されている。つまり、単に各段階での科目単元ごとといった詳細に分割された学びの枠組みを超えることで、生涯にわたって学び続ける能力、つまり持続可能性の獲得を目指していることが分かる。

5. 共通教材としての統計検定の問題

昨年度に引き続き、scsk社が開発した「テスト登録ツール」を用いて、手順に従い、統計検定の問題をLMS上で用いるための作業を行った。

具体的にはテキスト部分とスキャナーで読み込みした図表を作成し、1問ずつタグの埋め込みを行って問題を作成した。

作業そのものは数時間で完了したが、デフォルト選択肢が4となっているのを毎回5に変更する、問題番号で小問設定ができないなど、実際の運用を考えると検定試験を少しアレンジする必要を感じた。

また作業の効率化を考えると、問題文はそのままスキャナで読み込みjpg形式で保存しておき、選択肢のみを入力するという方法が効率的かもしれない。ただし、現在使用中のツールでは選択肢に画像ファイルを貼り付けることができないので、本文中にそれらを記述するなどの工夫も求められよう。

6. 本実践のまとめ

報告者はこれまで、大学入学までの教育プロセスの変化によって、文系学部での統計学の内容が変わらざるを得ないことを述べてきた。もちろん積極的に評価すべき点もあるが、他方でそれらに触れる機会がなかったものもいるのも事実である。それらのギャップを埋めるためにも、ここで検討したような教材を提示することで各学生が積極的に学ぶ環境を構築し、専門課程での理解が一層深まることを目指したい。また、各学部での慎重な議論を前提として、統計検定2級（大学基礎課程程度）または3級（高校卒業段階程度）の合格をもって科目の履修に変えることも選択肢の1つとして考えられよう。

注

- 1 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/houkoku/_icsFiles/afiedfile/2016/04/01/1369248_01_1.pdf
- 2 http://www.kwansei.ac.jp/a_affairs/attached/0000087183.pdf
- 3 <http://www.kwansei.ac.jp/cerphe/attached/0000089305.pdf>
- 4 そのまとめ案が http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afiedfile/2016/08/02/1375316_1_1.pdf にある。