

新学習指導要領における教科横断的な 統計教育カリキュラムの構築と実践

光 永 文 彦 (実践女子学園中学校・高等学校)

1. 研究背景

2012年度施行の高等学校新学習指導要領（文部科学省 2009）では生きる力を育むことがうたわれ、各教科とも課題解決的な学習や探究活動へと発展させることが求められている。数学では「健全な批判力、直観力、洞察力、論理的な思考力、想像力～（中略）～を養うことや、論拠に基づき自分で判断する力を育成すること」が求められ、統計的なものの見方と考え方（統計マインド）を育成すべく、中高ともに統計内容が必修化された。だが、そもそも統計教育は数学のみで行うものではない。中西他（2011）は「数学Ⅰ「データの分析」の内容は単なる計算手法ではない」とし、他教科との関連付けの重要性を指摘している。実際、数学科以外の教科で統計的探究や統計マインドが必要となる教科も数多く存在する。しかし、前述の教科横断的な先例はまだ多くないのが現状である。その背景には高等学校の教育課程の多様化により教科間での指導内容の連続性があまり踏られていないことや、逆に互いの教科についての認識がないことが一因ではないかと考える。

また一方で、学校現場では「統計の学習歴のない」教員が数多く存在する。実際指導する際のポイントがなかなかつかめず、例えば記述統計の知識に偏向する、データの分析結果からただ1つの結論を導くことを目標とする等、教員によって認識が異なり、授業深度の差が出るのが懸念されている。最近になって先行研究が少しずつ報告され始めたが、すべての学校が一律に統計教育を実施していくためには、まだまだハードルが高い。以上より、これら2点は中等教育で今後も継続して統計教育を行っていくための喫緊の課題に他ならないと考える。

2. 研究目的

本研究は、まず各教科教育の中で断片的に行われてきた統計教育を体系化すべく見直し、各教科における統計マインドの育成部分を提案する。具体的

には、数学教育では基本的な知識や理論の修得を、情報教育では理論を基にした実データによる実践的な分析力の育成や適切なソフトウェアの利用を、社会科教育では資料や表から必要な情報を読み取る能力の育成を、理科教育では観察や実験で得た実データを分析する確かな判断力の育成を、その他の教科教育においても状況に応じた能力の育成を指導目標とする。その上で各教科の特性を活かし、教科横断的、かつ段階を追って各高等学校の通常授業の枠組みの中で明確に実施できる形での持続可能な統計教育を検討、構築し、最終的には高等学校全体で統計的思考力（Statistical Thinking）の育成を目標とする課題解決カリキュラムの在り方を提案することを目的とする。

3. カリキュラム概要

（i）統計的思考力

内閣府経済社会統計整備推進委員会（2005）は報告書の中で、「統計は、人口、経済、社会等に関しその集団の状態を客観的に把握することで、国や社会の姿を映し出す「鏡」となり、進むべき方向を示す「羅針盤」ともなる」としている。さらに渡辺（2011）は、前述の報告について「国や社会の姿を映し出す「鏡」〈測る〉、進むべき方向を示す「羅針盤」〈予測する〉、経済や社会の内部構造に迫り、メカニズムを解明する「内視鏡」〈制御する〉」であり、統計思考こそが「学術・行政・経営などあらゆる場面の意思決定プロセスの科学化を支える」ものであるとし、具体的には

- ・課題の設定
- ・統計的なデータの問題への帰着
- ・データの収集
- ・データの記述と分析
- ・結果の統計的解釈
- ・解釈をもとの課題と結びつけ他者へと伝達
- ・結果に基づく予測や新たな仮説や課題の発見

の7点(渡辺 2008)を統計的思考力として挙げている。

(ii) 高等学校における統計教育

新学習指導要領(文部科学省 2009)では、以下の科目について統計教育の必要性が指摘されている(科目名は2013年度以降の完全実施時のもの)。以下にその主な内容を列挙する(但し、専門科目は除く)。

【地理B】現代世界の系統地理的考察(モデリング)
自然環境、資源、産業、人口、生活文化における分布、動向調査、諸問題の考察

【現代社会】社会的事象の客観的考察(モデリング)
統計資料の分布、動向調査、諸問題の読み取り、考察

【数学I】データの分析(方法論)

代表値：平均値、中央値、最頻値、分布による比較
散らばり：範囲、四分位数、箱ひげ図、分散、標準偏差

相関：散布図、相関関係、相関表、相関係数

【物理基礎・物理】実験・探究活動(モデリング)
物理実験：仮説設定、検証、実験データの分析・解釈

【化学基礎・化学】実験・探究活動(モデリング)
化学実験：仮説設定、検証、実験データの分析・解釈

【生物基礎・生物】実験・探究活動(モデリング)
生物実験：仮説設定、検証、実験データの分析・解釈

【地学基礎・地学】実験・探究活動(モデリング)
地学実験：仮説設定、検証、実験データの分析・解釈

【社会と情報】情報の活用と表現(方法論)
表現と伝達：データの整理、分析、表現技法

【情報の科学】情報の統合的処理(方法論・モデリング)
表計算ソフトによるデータ分析：収集、整理、分析
モデル化とシミュレーション：実データによるデータ分析
問題解決の評価と改善：最適化、解決の検討

(iii) 統計的課題解決プロセス

課題解決に必要な力を育成するにあたり、決定論的な考え方や方法論を学ぶ内容と、統計的な考え方や現象へのモデリングを学ぶ内容に分ける。まずは、数学教育、情報教育で方法論を学び、その後社会科教育・理科教育の各単元を有機的かつ連続的に実施、結合する。それにより既存のカリキュラムの範囲内で実施可能な統計教育カリキュラムが構築でき

ると考える。また、統計的課題解決(探究)のプロセスとしてニュージーランドで用いられているPPDACサイクル：

Problem(身近な課題の明確化)

Plan(調査・実験研究のデザイン)

Data(データ表の作成)

Analysis(データの分析)

Conclusion(最初の課題に対する結論)

を各モデリングの中で意識することが、しっかりと目的意識を持った学習を行うためには(統計教育に限らず)不可欠である。以下に上記に基づいた授業実践の1例を挙げる。

4. 授業実践

授業実践の概要は以下の通りである。

期 間：2011年12月26日～28日

時 間：数学I 6時間 情報の科学 4時間
化学基礎 4時間 地理B 3時間

実施校：実践女子学園高等学校

対 象：1年生、2年生(女子生徒のみ)

人 数：14名

教 材：テキスト「統計学入門」(光永 2008)
オリジナルプリント

2011年12月に「統計科学入門講座」として生徒を募集し、応募してきた14名(文理混合)を対象に「数学I」「情報の科学」「化学基礎」「地理B」の授業を行った。各授業における具体的な活動を以下にまとめる。

(i) 数学I

授業形態

普通教室における一斉授業(班による検討作業あり)

指導目標

代表値、ちらばり、相関の定義を代数的かつ視覚的にとらえ、その特性や使うべき状況を理解し、5つ程度のデータの各計算ができるようになる(それ以上の数量データは情報にて扱う)。また、数値が変更することによって各値や表、グラフがどのように変化するか予想できる。

小 単 元

・変量

連続変量と離散変量の定義

・度数分布

カテゴリーデータのまとめ方を理解し、演習

・代表値

算術平均、中央値、最頻値の計算方法と使う

べき状況の理解と具体例による演習

・散布度

範囲、分散、標準偏差の計算方法と数値の意味を学び、それを用いてデータ集合を具体的に区別。また、中央値、四分位数を使った箱ひげ図や表の見方を理解し、具体例による演習

・相関

相関係数、共分散の計算方法と数値の意味を学び、2変量データの関連性を理解し、具体例による演習

教材・教具

生徒：教科書、演習プリント、電卓

教員：グラフ電卓（教員演示用）

グラフ電卓は、TI-Nspire CX CAS を使用
利用は必須ではないが、データと表が連動しており変化を直観的にみることができると、生徒にとっては非常に有益

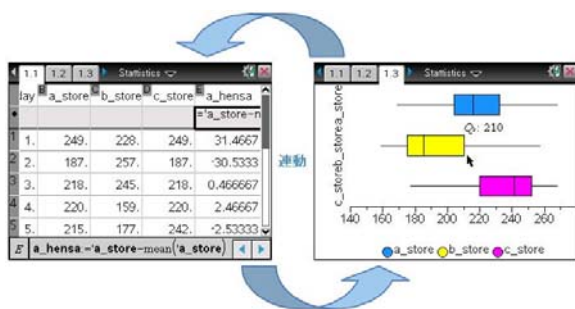


Fig.1 Nspire によるデータと箱ひげ図の対応

(ii) 情報の科学

授業形態

CAI 教室（コンピュータ室）での一斉授業

（班による相談、検討作業あり）

指導目標

表計算ソフトの基本的な操作に慣れ、数学 I で学習した記述統計の計算ができる。また、データや結果から表やグラフを生成し、そのデータに適した表現方法を考察し、最終的に決定できる。データを用いた具体的な問題を統計マインドによって方向性を考えることができる。

小単元

- ・表計算ソフトによるデータ分析
- ・モデル化とシミュレーション
- ・問題解決の評価と改善

M.S.Office Excel 2007 を用いて具体例による演習

表による見せ方による違い

相関関係と因果関係

教材・教具

生徒：演習プリント、PC（1人1台使用）

教員：PC（教員演示用）

Table 1 coffee shop 2店舗の売り上げ（単位：千円）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	249	187	218	220	214	246	200	210	217	205
B	239	264	245	158	116	239	263	186	228	188

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	258	233	258	202	213	268	169	229	216	228
B	210	229	115	211	184	159	191	249	187	115

練習 1 2店の総売上、1日平均売上を計算しなさい

練習 2 2店の売上を比較するための分析データを必要なだけ計算しなさい

練習 3 あなたがエリアマネージャーとしてA店、B店の店長にアドバイスするためには、どのグラフを用いて説明しますか

練習 4 あなたがエリアマネージャーとしてA店、B店の店長にアドバイスするためには、あとどのようなデータや情報が必要ですか

(iii) 化学基礎

授業形態

理科室での一斉授業（実験は3人班で作業あり）

指導目標

実験を通して、分析化学における統計手法の考え方の初歩とデータ処理の基本を理解する。また、実験の分析精度を上げるための工夫や、試薬を変えたときに結果がどのように変化するか方向性を予測することができる。

小単元

- ・実験科学における数の取り扱い
 - 誤差の種類や要因、有効数字、数字の丸め方
- ・分析精度を上げるための改善
 - 誤差を生む手順の改善、不必要なステップの削減
- ・実験 1 中和滴定（濃度決定）
 - 中和滴定を利用して、未知の濃度の酸（塩酸）、塩基（NaOH 水溶液）の濃度を決定する
- ・実験 2 中和滴定（滴定曲線の作図）
 - 中和反応の際の水溶液の pH 変化を測定し、その結果を Excel 2007 を用いて滴定曲線を作図する

教材・教具

生徒：演習プリント、PC（1班1台使用）

教員：PC（教員演示用）

(iv) 地理B**授業形態**

普通教室における一斉授業(班による検討作業あり)

指導目標

気象データから気候区分を分別し、その特徴を理解する。またデータから雨温図やハイサーグラフにまとめる。逆に雨温図やハイサーグラフから気候区分を読み取り。気候特性の読み取りや地域の絞り込みができる。

小 単 元

・ケッペンの気候区分

地理学的な分類法や記号、判定法の理解

・演習 1

上海、ブリスベーン、サンフランシスコ、パースの雨温図、ハイサーグラフを作図し、2つのまとめ方の比較

・演習 2

雨温図、ハイサーグラフから地域の予測をし、気候分類や地域の絞り込み

教材・教具

生徒：演習プリント

教員：PC(教員演示用)

5. 結果・考察・今後の課題

今回の授業実践は、全く特別なものではない。数学科で統計教育の内容が重視されたことを除けば、むしろ情報科、理科、社会科では脈々と続けて行われてきた授業内容である。そこに今回の学習指導要領改訂で、過去断続的に行われてきた統計教育が体系的につながる機会が巡ってきたのだと考える。この機会を逃してはならない。今回、「数学I」で基礎知識を学び、「情報の科学」で表現技法や外的要因の検討を知り、「化学基礎」では自らデータを作り出し、「地理B」ではデータを統合して、新たな表を作り出した。また、その中で可能な限り班別の活動を中心に行い、相手のある議論の中で、「自らの考えを、論拠をもって伝達できるか」という活動を重要視した。それでこそ健全な統計的思考力が養われると考えているからである。

今回の授業実践はあくまでも1例であり、学校や教科の状況によって、例えば「物理基礎」や「現代社会」の他科目で行うことも出てくるのが予想される。様々な形が存在するであろうし、あって当然だろう。最も重要なことは高等学校修了時に生徒に統計的思考力が養われていることである。その意味で、今後各学校の教科横断的な統計教育カリキュラ

ムの策定が必要になってくるのだと考える。そして、そのためには材料が必要となってくる。やはり実データは現実味があり、既存の数学のデータで分析を行うことよりも生徒の関心、意欲が異なってくる。現在でも科学技術振興機構(JST)の「科学の道具箱」や総務省統計局の「なるほど統計学園」に様々な実データや授業モデルが紹介されているが、これらの情報を活かしつつ、今後現場単位でも様々な授業モデルが紹介されていくことを期待したい。

参考文献

- [1] ゴンザレス・オルランド、磯田正美(2011)「数学科における統計的リテラシー教育のための「ちらばり(ばらつき)」についての考えー海外における Variability の調査研究を手掛かりにしてー」
- [2] 中西寛子、竹内光悦、深澤弘美(2011)「高等学校における統計教育実態調査」の報告」、第7回統計教育の方法論ワークショップ、
http://www11.plala.or.jp/stake/akitake/files/report_110217.pdf, pp2-24 (2012.2.1)
- [3] 中本信子(2010)「実データをもとに現実事象を考察させる授業実践～国民生活基礎調査のデータから所得の分布傾向を考える～」、第6回統計教育の方法論ワークショップ、
http://estat.sci.kagoshima-u.ac.jp/SESJSS/data/edu2009/C05_nakamoto.pdf (2012.2.1)
- [4] 内閣府経済社会統計整備推進委員会(2005)「政府統計の構造改革に向けて」
<http://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/special/statistics/promote/report.pdf> (2012.2.1)
- [5] 光永文彦(2008)「統計学入門」、実践教育、28、1-12
- [6] 文部科学省(2009)「高等学校学習指導要領」
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afildfile/2011/03/30/1304427_002.pdf (2012.2.1)
- [7] 渡辺美智子(2008)「統計教育の新しい枠組みー新しい学習指導要領で求められているもの」統計教育学会誌48(3・4). 39-51、1
- [8] 渡辺美智子(2011)「21世紀型ソフトスキルとしての統計思考力の育成ー科学的探究・問題解決・意思決定のための統計教育ー」
http://www.ism.ac.jp/kouenkai/ppt_watanabe.pdf (2012.2.1)