

<研究ノート>

統計的活動をとりいれた デジタルテキストの開発と検討 iPad の活用を目指して

垣花 京子*・松岡 東香*・佐野 司*

Study of Developing a Digital Textbook for Statistical Activities on an iPad

KAKIHANA Kyoko *, MATSUOKA Haruka * and SANO Tsukasa *

抄 録

高度情報化された知識基盤社会に生きる子供たちのために、ICT活用をさらに推進する事業として文部科学省の「学びのイノベーション事業」と総務省「フューチャースクール推進事業」が開始され、小中学校に情報端末をひとりひとりに配備し、普通教室で使いながら新しいICT活用教育の実証実験が行われている。同時にデジタル教科書の開発も進められ議論されている。一方、教科「数学」の中に中学で「資料の活用」、高校で「データ分析」が導入され、コンピュータを活用し、統計的思考力を育成し、大量の情報を統計的に処理し、情報から新たな知を生む力を育てることが求められている。そこで、本研究では統計的思考力育成のためIT活用が求められる統計的活動を取り入れたデジタルテキストを開発し、情報端末の一つであるiPadでの活用を検討する。

Abstract

In the knowledge-based society with sophisticated information technology, the way of education has been changing day by day. And the projects for promoting using new type of ICT in elementary schools and junior high schools have started by MEXT and Ministry of Internal Affairs and Communications at the same time. These projects are to know how students use portable terminals in learning activities and also they also discuss the developing a digital textbook. On the other hand, we have a lot of chances to extract meaningful information from massive amounts of data and make decisions or create new idea with this information. Therefore, it becomes important to know how these data are characterized by analyzing them statistically. The teaching style of statistics must be changed from old style by only calculation with mathematical formula. We developed the digital textbook for statistical activities through Web site with spreadsheets and examined it on the portable terminal, iPad.

キーワード：統計的活動、デジタルテキスト、携帯端末、iPad

* 経営情報学部経営情報学科、Tsukuba Gakuin University

研究の背景

高度情報化された知識基盤社会に生きる子供たちのために、小中学校を対象に、文部科学省の「学びのイノベーション事業」と総務省の「フューチャースクール推進事業」がほぼ同時に始まった。お互いにその実証研究を調整しながら進められている。これらの事業は、一人一人に情報端末を配備し、電子黒板、無線 LAN 等を普通教室に整備し、実証研究をするものである。この中で、デジタル教科書や教材の活用の教育効果・影響に関する検証が行われ、指導方法の開発、コンテンツの開発などが行われている（文部科学省、2011）。情報端末とはタブレット型 PC や iPad など携帯可能な端末を指している。フューチャースクールに指定された足代小学校（徳島県）の公開授業実践で、体育館のバスケットのゴールに Web カメラを設置して行われた球技の授業やクラウドに各自の調べた歴史の資料を置き、関係づけをしながらすすめる歴史の授業など、ICT 活用が枠組みを超えて実践され、「キセキが起こり、全参加者に未来を見せてくれた」（堀田、2013）と報告されている。携帯端末のカメラ機能を利用したり、情報共有をしたり、積極的な学習活動が行われていることを示している。また、文部科学省の「ICT を活用した課題解決型教育の推進事業」でも、児童生徒が基礎知識に加え、課題発見・問題解決能力などの重要な能力・スキルを確実に習得することを目指し、タブレット型の PC を積極的に導入することを勧めている。このように小中学校では、無線 LAN を設置し、コンピュータ室だけでなく、普通教室や体育館、音楽室などでも、自分で調べたり、画像を見たり、動画を見たりすることで理解を深め、子供たちの世界を広げようとしていることがうかがえる。また、一般の人たちもパソコンからタブレット型の PC に切り替える人が増えている（日本経済

新聞、2013）。今後、情報端末としてタブレット型 PC や iPad が日常生活にも普及することが予想される。

一方、このような時代に、学習指導要領（2010）では、中学校の「資料の活用」、高校の「データ分析」が数学教育の中に導入され、データを整理し、その結果を活用ができるような統計的思考力の育成が注目されるようになってきている。これらの力が、大量の情報からの新たな知の創造に貢献するものと期待される。この目標を達成するために、コンピュータの活用が必須で、今後はタブレット型の PC を使用した統計的活動の実践が期待される。しかし、十分なデジタル教材はまだ開発されていない。

本研究の目的は、統計的活動を取り入れたデジタルテキストを開発し、タブレット型 PC として iPad を活用する場合の可能性を検討することである。

1. iPad の導入に向けて

(1) 各種タブレット PC との比較

情報端末は日々開発が進み、性能も上がり、それに伴い ICT 活用の教育環境も変化している。タブレット型 PC は持ち運び可能で、無線 LAN を利用することで、普通教室でもコンピュータ室と同様の学習活動が実現でき、今後ますます教育環境に導入されることが考えられる。

松岡他（2013）は、インストラクショナルデザインによる教育効果の向上を図るべく、Lee & Owens（2000）による ADDIE モデルに従い、対象者分析や技術分析を試みている。さらに、松岡（2013）はメディア分析を行い、操作性、携帯性、安定性、拡張性等に関する iPad 以外の携帯端末（iPad mini、Android 端末 2 機種、Windows 8 タブレット）との比較・検討から、教育現場での iPad の優位性を明らかにしている。

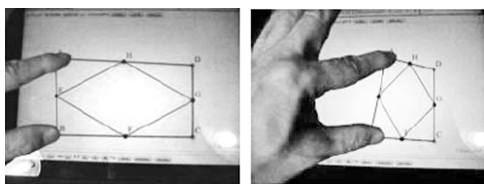


図1 図形を自由に動かす（飯島、2011）

①操作性

今までのコンピュータ室での活動では、操作に対してサポートが必要であり、教師の情報活用能力が学習活動に大きな影響を与えていた。それに対し、iPadの操作性は「今の子ども達ってできるのですよ。操作方法を教える必要はありません。・・・文字入力も何も教えていません。（小池、神谷、ibid.）」と報告されていることから分かります。操作が分からないときは友達同士の教え合いも自然にできていることがうかがえる。生徒や学生は、ほとんどの場合、説明やアシスタントなしに必要なアイコンをクリックし、アプリを起動し、活動を進めることが出来る（飯島、2011）。

②携帯性

携帯性に関しては、他の携帯端末に比べ持ち運ぶには少し重いのが、画面の大きさを考えるとき、教科書やノートの代わりとして使うためにも、参考資料を参照したり、持ち寄って、自分の考えを示したり、友達どうして話し合うにも（図2）、この大きさが必要であると判断した。

③安定性

iPadは起動が早く、バッテリーも長く持ち、授業に十分対応できることがあげられる。ネットとの接続がうまくいわずに途中で動かなくなってしまうこともない。

④拡張性

タブレット型のPCではWindows7を搭載して、パソコンと同じ環境を実装しているものもある。それまでにコンピュータ室で使っていたMicrosoft社の文書作成ソフトの



図2 携帯端末を持ち寄って話し合い



Wordと表計算ソフトのExcelの環境がそのまま利用できるものもあり、拡張性に関しては、iPadは不利である。しかし、教育での活用の観点から、iPadも十分に学習活動で活用できることを（3）で報告する。

このように、操作性がよく、画像が美しく、特別なソフトなしで動画を再生できたり、携帯するには、少し重いのが、ノートパソコンに比べても軽く、教室の中で友達と自分の考えを見せ合ったり、話し合う道具としても画面の大きさなどから、本研究でもiPadを導入することと決めた。

（2）学校現場で利用するための準備

総務省（2013）は、「フューチャースクール推進事業」の実証研究の結果として、必要なアプリケーションについては、OSやウイルス対策ソフトの他に、デジタル教材と文書作成ソフトが必須で、生徒用のPCの内容を投影するためにインタラクティブホワイトボードを用意し、さらに、協同学習を進めるために、「協同教育アプリケーション」をはじめ、生徒の端末を制御するようなソフトや

クラウドの利用の必要性が報告されている。また、利用コンテンツとしてデジタル化した教科書や各教科で利用するデジタル教材の必要性を述べている。さらに、円滑な利用のために、タブレット PC が授業中にスリープしないようにしたり、不要なスタートアップメニューを削除したり、起動にかかる時間を短縮するように設定する必要性があると述べている。このように、学校教育のなかで携帯端末を生徒全員に利用させるには、いろいろな準備が必要になる。筆者らも本体の他に無線 LAN の環境と充電やアプリの一斉ダウンロードを可能にし、持ち運びが簡単なように、充電収納庫や収納庫用 USB ハブを準備した(図 3)

(3) iPad の教育活用

小学校の iPad の実践例では、子供たちの発想を大事にして、調べたり、写真を撮ったり自由に使わせることから始め、今までは教員が選んだ 1 つの資料を与え、それについて調べ、考える学習活動が行われていたが、教室で LAN が使用可能になり、クラウドに教員が 1 つ以上の資料を同時に準備し、子供たちが自分自身で興味のある内容を選んで調べ、それぞれの考えをまとめてクラウドを利用して情報を共有する活動が活発に行われたことが報告されている(堀田、2013 他)。

今後、高校や大学でも、生徒・学生は端末を自由に使いこなすので、彼らの発想や創造

力を育成するために、教える側は、知識を与える授業から生徒・学生が自ら調べ考え、発表する授業を計画し、彼らが、積極的に学習活動ができるようにする授業を行うことが必要になるだろう。

iPad が提供する学習環境は日々進歩している。例えば、動画の再生のための YouTube、プレゼンテーション Power Point と互換性のある Key note、手書き文字の入力、その校正もできる Notepad などがある、インターネットの閲覧やカメラ、ビデオ機能も備えている。算数・数学教育の利用でも、練習問題から、探究活動に利用できる図形や関数を動的な環境が整ってきた。図形学習のための GeoGebra や関数の学習のために関数のグラフを簡単に表示してくれる QuickGraph など無料ですぐに手に入れることができる。図形や関数の動的環境での学習効果に関してコンピュータ室で実証されているので(垣花、2008、2009、ほか)、今後、さらにこのようなアプリは学習の身近なツールとしてより使えるだろう。また、iPad には、統計データをまとめるためのアプリもいくつかあるが、統計的活動をトータルに実現するには至っていない。本研究では、統計的活動を支援するためにデジタルテキストを開発し、活動の中心として、Microsoft 社の表計算ソフト Excel を利用した。このテキストを iPad 上でも使用できるかが問題となる。Excel で作ったファイルを利用できる無料アプリの Numbers は、Excel とほぼ同じ機能があり、コンピュータ室での同様の活動ができることが確認できた。また Word のように長い文章を作成することは困難であるが、手書きで入力したり、図を描いたり出来るアプリも提供されている。短い文書やポスターなどなら簡単にできる。カメラ機能を利用し自分で撮影した画像を簡単に貼り付けることもでき、実験や観察の記録もできる。

一方、携帯端末での教育利用の 1 つにデジ



図 3 MT-planning 社の Tablet*Cart
<http://www.mt-planning.com/products/tabletcart/small/> より)

タル教科書の開発が注目されているので、本研究では、デジタルテキストを通して統計的活動ができる環境を開発することとした。

2. 統計的活動のためのデジタルテキストの開発

(1) デジタル教科書

初等中等教育の中では、紙媒体の教科書に対して、デジタル教科書の開発が議論されている。「ICTを活用した課題解決型教育の推進事業」(文部科学省、2013)の中でも、多様な端末においてデジタル教材等の活用を可能にするために、デジタル教材等の制作・流通基盤の構築を推進すると述べられている。そして、デジタル教科書のコンテンツに関して電子書籍やHTML5など国際標準に準拠したフォーマットとの整合性を検討する必要性が述べられ、デジタル教科書の標準化の流れになっている。2013年9月5日の日本経済新聞でも、教科書会社がタブレット操作作法統一、クラウドでの管理など2016年の標準化の実現を目指して動き出していることが伝えられている(日本経済新聞、2013)。

文部科学省が教科書のサンプルとして、提供しているものは今までの紙媒体の教科書のページを画像として取り込み教科書の形になっている。そして、言葉などをWebページにリンクし詳細を調べたり、資料や画像、動画にリンクが貼られたりしている。さらに、一部を拡大したり、手書きで線や文字を書き込んだりするツールがあり、教科書を黒板に写し、拡大し、生徒たちの注意を喚起し、動機づけになるようにしている。現時点で小中学校に教科書として配布されているデジタル教科書はこのタイプが多い(図4)。

また、また、東京書籍からiPadのアプリとして、有料ではあるが、数学Aの教科書がデジタル化された。各单元ごとに表示ができ、各单元の目次のページには導入のための動画

が準備されている(図5)。各章には説明のページと練習問題のページがあり、メモを取ることが出来るスペースもあり、手書き入力ができるようになっている。解答スペースには解答ボタンをクリックすると回答が表示される(図6)。



図4 文部科学省提供のデジタル教科書サンプル



図5 東京書籍数学Aのデジタル教科書全章とデータ分析の目次のページ

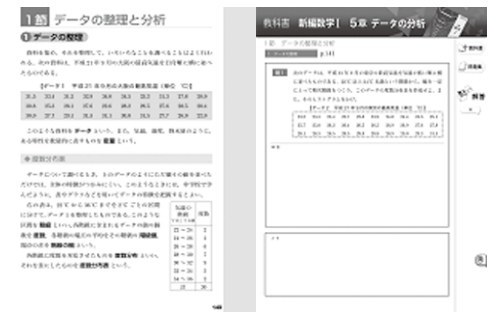


図6 東京書籍数学A、「データ分析」の解説ページと問題のページ

以上、現時点で発売されているデジタル教科書を調べると、事例は少ないが、今までの紙媒体の教科書と同様に説明を読んだり、練習問題を解くという形式になっている。前述の iPad の活用例で、小学生が課題解決学習などで、自分で問題を選び、調べる活動も行えるような活動を、教科書を通してでも実施できるようにすると、より手軽に課題学習などが、担当する教師によらずに実現できるのではないだろうか。本研究では、文科省の提案しているデジタル教科書に準拠していないが、デジタルテキストとして、基礎基本の学習と同時に、課題学習のような学習者中心のアクティブラーニングが実現できる環境を可能にしたいと考えた。

(2) 統計的活動実現のデジタルテキスト

学校教育では、統計的思考の育成を目的に教材として不確実な事象を対象に実際のデータを使って、その判断をもとめたり、社会では、ビッグデータと呼ばれる大規模データ群を扱ったりすることになり、生徒・学生が統計を学ぶ環境が大きく変わっている(垣花、2013、垣花、佐野、2011)。そこで、今までのような数式による統計学の授業ではなく、目的を持って集められたデータから活動を始め、それらのデータからバラつきや分布をつかみ、全体の特徴を見つけたり、新たなアイデアを生んだり、その結果を利用して意思決定ができるようにすることを目的とすることがこれからの統計教育では重要である(図7)。

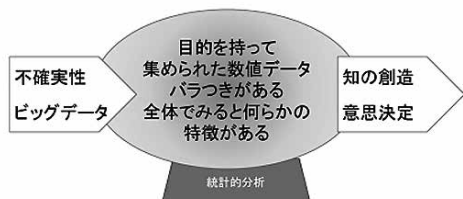


図7 統計的思考の育成

筆者らは、デジタルテキスト開発にあたり、学習者が積極的に大量の情報を整理し、さらに活用できる環境をテキスト上に作り、統計的な考えやスキルを学ぶことが出来るようにすることを目的とした。すなわち、課題の対象の不確実性を理解し、問題をとらえる、そのために目的をもってデータをあつめる、集めたデータを統計的ツールを利用してグラフや数値でまとめる、そして、その結果をよみとり、とらえた問題にいかすという一連の統計的活動(木村、2003)を実現できる環境を作ることである。

PCでWebページとして作成し、学校環境で利用可能にするため、すべての活動をExcelの中で実行できるようにしたものをiPadでも実現できるようにした。その特徴は以下の通りである。

① データ集めから始まる統計活動

「あつめる」コーナでは、データを集める方法として、政府・民間機関が集める場合、実験や観察によって集める場合、そして、調査や日々の商売、仕事の中で集める場合に分け、それぞれのデータの収集方法も体験し、それらを利用する活動となっている。まとめる、よみとる、いかす活動を事例として示している。一方、自分でデータを集めて、Excelファイルを開いて探究することもできるようにした。(図8)。実験観察の事例の1



図8 あつめるトップページと実験・観察の事例ページ

つの「細かい仕事ができる人を探す実験」は、中学生、高校生、大学生の授業で、Excel上で準備した統計的ツールを利用し、それぞれの年齢にあった活発な統計的活動が行われ、効果的な活動が行われ、十分な教育効果が得られた（垣花、2013）。

②数値、あるいは、グラフでまとめるコーナ

データを集めたあと、数値でまとめるかグラフでまとめるので、数値でまとめるコーナーとグラフでまとめるコーナーを準備し学習者はどちらでまとめるかを自分で選択し、データを入力することで結果を得ることができるようにした。そこでは、基礎知識を理解するために簡単な説明と練習問題を行うことも、Excelの表を開き、自動的に計算される平均、中央値、最頻値、分散などの統計的数値データを利用して探求活動を中心に行うこともできる。同様に、グラフツールも適切なグラフの選択を練習問題を通して学び、そのあと学習者が目的に合ったグラフを選択し、データを入力することでグラフを比較しながら探求活動ができる（図9）。また、ヒストグラムを作るツールでは、階級幅を入力して、階級幅によりデータの見え方から探求したり（図10）、表示された散布図からデータを1つ取り除いてグラフや回帰直線がどのように変わるかを考える活動などもできる。



図9 テキストのトップページとグラフでまとめる活動のためのページ

③練習問題のくふう

練習問題では、結果を入力して、チェックボタンを押すと何問中何問正解だったかを評価するように設計した。入力途中でボタンを押したり、結果を入れなくて確認しようとするするとメッセージを出し、簡単に答えを見ることが出来ないようにしている。メッセージの表示の方法は、PCではメッセージボックスに対してWeb上からのメッセージとして表示される（図11）。また、解説ボタンをクリックすることで、正解についての簡単な説明を読むことができ、自分の知識の確認ができるようにした。

以上、学習者の活動を中心とするデジタルテキストを開発するよう試み、利用するデータをデジタル化し、表で与えることで、学習者が自分自身で活動できる場面をできるだけ多くした。



図10 ヒストグラム描画ツールの実行画面



図11 練習問題の評価結果の表示のPCとiPadでの違い

3. 結論

筆者らが開発しているデジタルテキストは、Web ページとして開発し、利用する Web ブラウザーによらないよう Html 5 と JavaScript で開発している。また Excel 環境で開発した学習環境が iPad のアプリの Numbers で利用可能であり、Numbers には Excel で作ったグラフはそのまま表示され、利用できる統計系の関数が準備されている。しかし、データの範囲指定など Excel に比べ、操作がスムーズでないので、関数関係の入力場面をできるだけ少なくし、関数の意味を説明し、出てきた結果を利用し統計的に考え分析する活動を中心とした。一方 1 ページずつの表示、下へのスクロールなどは iPad の方がスムーズで学習しやすい。Numbers の操作性が今後改善されるとさらに、活発な活動を実現することもできるだろう。

今後、事例を増やしたり、より高度な統計的問題解決のための探究をするためのツールを開発することにより、より充実した統計的活動の環境を作っていく。

謝 辞

本研究の一部は科研基盤 (B) 23300290 (垣花京子代表) の助成を受けて行った。

参考資料・参考文献

- 飯島 (2011) iPad 上で操作可能な GC/html 5 (ビューア版) の開発と授業の実際、日本科学教育学会第35回年回、pp.82-85
- 垣花、福田 (2008) 数学教育における創造性の育成とテクノロジーの役割、第41回数学教育論文発表会論文集、pp.243-248
- 垣花 (2009) 数学教育における創造性の育成とテクノロジーの役割 (2) - ICT 活用教材の逆思考に関する考察 - 第42回数学教育論文発表会論文集、pp.631-636
- 垣花 (2013) 統計教育における創造性の育成のための教材研究、筑波学院大学紀要第 8 集、pp.25-31
- 垣花、佐野 (2011)、数学教育における統計的思考の育成のための「不確実性」概念に関する一考察、第44回数学教育論文発表会論文集、pp.567-572
- 垣花 (2013) 創造性の育成につながる統計的活動とデジタル教科書の役割、日本科学教育学会論文集37、pp.88-91
- 垣花 (2013) 不確実性事象に対する統計的思考育成のための教材研究 - 「知の創造」を目指す統計的活動 -、数学教育学会第46回秋期研究大会、in print
- 木村 (2003) 「高度情報化社会における数学教育」統計教育の立場から、数学教育学会、春季例会発表論文集
- 木村捨雄 (2005) 垣花京子、村瀬康一郎編集、進む情報化社会の統計リテラシー、東洋館出版社
- 小池幸司、神谷加代 (2013)、iPad 教育活用 7 つの秘訣、ウィネット出版
- 総務省 (2013) 教育分野における ICT 利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン
- 堀田龍也監修 (2013) 足代小学校フューチャースクールのキセキ、教育同人社
- 松岡 (2013) 授業形態・教材に関する機器環境に関する報告、科研費報告会資料
- 松岡他 (2013) 統計的思考力育成のための不確実性概念教育に関する対象者/技術分析、パーソナルコンピュータ利用技術学会、第 8 回パーソナルコンピュータ利用技術学会全国大会講演論文集、in print
- 文部科学省 (2008) 学習指導要領 (中学校)
- 文部科学省 (2009) 学習指導要領 (高等学校)
- 文部科学省 (2011) 「ICT を活用した先導的な教育の実証研究に関する協議会の開催」
- 文部科学省 (2013) ICT を活用した課題解決型教育の推進事業

日本経済新聞（2013）デジタル教科書、光村図書
など13社提携、2013年9月6日（朝刊）
日本経済新聞（2013）タブレット販売パソコン逆
転へ、2013年10月12日（朝刊）

Lee, W.W., & Owens, D.L. (2000), *Multimedia-
Based Instructional Design: Computer-Based
Training, Web-Based Training, Distance
Broadcast Training.*, Jossey-Bass Publishers