

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01117

研究課題名(和文)教材構造と学習者の理解特性に適した動的教材提示法の実証研究

研究課題名(英文)Characteristic analysis of teaching material presentation method in focusing on teaching material structure and learner's understanding

研究代表者

岡崎 泰久 (Okazaki, Yasuhisa)

佐賀大学・理工学部・教授

研究者番号：90253583

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、板書に代表される手書きによる動的な教材提示、プレゼンテーションスライドを用いた一般的な静的な提示、あるいは、アニメーション提示の情報提示の基本的特性および理解の違いを生む要因を、授業分析および四回の教材提示の比較実験により調べた。その結果、逐次的な動的提示が、学習者の構成的理解に好ましい影響を与え、課題が難しい場合には有用な提示手法となり得ること、教材の構造、説明音声、提示する教材量の要因が理解に影響を与えることがあることを実験で示し、それぞれの教材提示手法の優位性条件を明らかにするための基礎を築くことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ICTの授業での活用が進む中で、プレゼンテーションソフトによる教材提示活用が広がっているが、一方で従来の板書が好まれる場合もある。その使い分けは教員の経験や知識・技能に基づいて判断されているが、板書に代表される手書きによる動的な教材提示、プレゼンテーションスライドを用いた一般的な静的な提示あるいはアニメーション提示の情報提示に対する学習者の理解を分析することにより、それぞれの教材提示手法の基本特性の違いを実験的に明らかにし、それぞれの提示手法が有効に働くための要因を示すことができた。こうした成果は、教材の提示手法を客観的に行うためのガイドライン作成に向けた知見を与えるものである。

研究成果の概要(英文)：In this study, the basic characteristics of information presentation with handwriting process, animation and static image and the factors that make the difference in understanding were examined by lesson analysis and four experiments. The followings were shown by the experiments: (1) Sequential dynamic presentation has a positive effect on the learner's constructive understanding, (2) It can be a useful presentation method when the task is difficult, and (3) The structure of the teaching material, the explanatory voice, the amount of teaching material presented may have a great influence on the understanding. These results are important bases for clarifying the superiority conditions of each teaching material presentation method.

研究分野：教育工学

キーワード：板書 スライド 教材提示 認知実験 授業分析 書く過程 視線

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

ICTの積極的な活用による「わかる授業」の推進が行われ、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段に加え、視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の活用が進められている。そうした中で、授業における教材の提示においても、プレゼンテーションソフトの活用が広がっている。プレゼンテーションソフトを用いたスライドによる授業は、従来の黒板では出来なかった画像や写真映像等の教材提示ができる利点がある。一方で、提示する量が多すぎたり、提示が単調になりやすいといったその弊害も指摘されており、スライドよりも、従来の板書を用いた授業を好む教員や学習者も少なからず存在している。書き込み可能な電子黒板の普及も進められ、また、ICT利活用の普及により、手書きを含む動的な提示を可能とする教材も開発されている。

こうした手書きによる動的な提示には、書いていく過程をそのまま見せることができるという大きな特徴がある。指導者が書いていく過程を見せるということは、書いていく順序や速さ、間合いなどの書き方によって表現され得る思考プロセスの一部を外化して見せることであり、豊富な教育的情報を含んでいると考えられる。

しかし、こうした特性を持つ板書のように書いていく過程そのものを見せる教材を、どのような学習者に対して提示すると有効であるかについての研究はほとんど行われておらず、教員が自らの経験や知識・技能に基づく判断で、学習者に情報を提示する手段の使い分けを行っており、こうした教材の提示手法の分析に関する研究は十分に行われてきていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、関係性のあるプロセスを逐次的に理解していく過程に着目し、板書に代表される手書きによる動的な教材提示、プレゼンテーションスライドを用いた一般的な静的な提示、あるいは、アニメーション提示の情報提示の比較実験を行う。提示された教材の理解度を確認する課題テストや学習者（被験者）自身の主観評価に加えて、視線分析装置も活用して分析を行い、それぞれの教材提示手法の基本特性の違いを実験的に明らかにする。そして、そうした違いが学習者の理解に有効に働くための要因を検討し、教材提示の使い分けに向けた考察を行う。

3. 研究の方法

本研究では、授業分析と、これまでに開発を行ってきた、書いていく過程そのものを見せる良さを取り入れた新しい教育用プレゼンテーションツール HPT (Handwriting Presentation Tool) を活用した教材提示の比較実験を行った。

(1) 授業分析

授業分析では、インターネット上の授業映像の中から、板書によるものとスライドによるものを選び分析を行った。選定に当たっては、一定のクオリティを担保するため、学習塾・予備校・放送大学から授業を選んだ。また、科目や講師の特性に依存しないそれぞれの提示の特性を調べるため、異なる科目の授業を選んで分析を行った。

分析は、インターネットの動画映像を見ながら、本研究のために作成した分析シートを用いて分析を行った。本研究では、授業における文字情報としての教材の提示を『提示』と定義し、講師の音声による説明を『説明』と定義した上で、提示（視覚情報）と説明（音声）のタイミング、一度に提示される量（文字数）、提示の速さ（文字/秒）、および、提示後の指し示し動作や書き込み（文字・線）に着目して記録を行い、分析を行った。

(2) 教材提示の比較実験

教材提示の比較実験では、提示した課題の理解度を測る課題テストによる客観評価、学習者（被験者）自身の主観評価、および、視線分析装置（アイトラッカー）を用いた視線の違いの分析を組み合わせることで、手書きによる書いていく過程そのものを含めた動的な教材提示と、スライドによるアニメーションおよび、最終結果のみを提示するような静的な教材提示の比較実験を行った。

最初の比較実験 I において、視覚情報に焦点を当て、板書のように手書きで書いていく過程を逐次的に提示する提示と、スライドのアニメーション機能を用いた動的な情報提示方法、および最終結果のみを提示する静止画による静的な情報提示手法の違いが、学習者の理解に与える影響を認知実験により調べた。理数系の課題を取り上げ、提示手法の違いの影響を、課題の構造と学習者自身による主観評価、課題テストの得点、および、視線の動きから分析を行った。

その結果を受けて、比較実験 II において、新たな要因として説明音声を導入した実験を行った。音声による説明を伴った教材提示において、比較実験 I と同様に、手書きで書いていく過程を提示する提示、スライドのアニメーション機能を用いた提示、および、静止画による静的な情報提示方法の違いが、学習者の理解に与える影響を、学習者自身による主観評価、課題テストの得点、および視線の動きから分析した。

これまでの教材提示の比較実験 I・II、および、授業分析の結果を踏まえて、比較実験 III において、教材提示を行う際の説明音声の同期／非同期、および、提示する文字量を変化させた比較実験を行い、それらの要因が学習者の理解に与える影響を調べた。この実験では、要因の違いに焦点を当て、HPT を用いた板書形式の手書き教材で実験を実施した。

そして最後に、これまでの研究を踏まえて、比較実験 IV において、タイプの異なる二つの教材を板書形式・スライド形式それぞれの提示手法で作成し、提示手法の違いが学習者の理解のどのような違いを生むのかを、課題の正答率と学習者自身による主観評価から分析を行った。本実験はこれまでの実験で得られた知見を検証するため、これまでよりも規模を拡大して行った。

4. 研究成果

(1) 授業分析

授業分析では、インターネット上の板書の授業、スライドの授業による教材提示の違いを定量的に分析した。その結果、板書に比べてスライドでは、提示の速さだけでなく、一度に提示する量も多くなる傾向が見られ、詰め込みが起きやすいことを定量的に明らかにした。また、板書では、書きながら説明を行うという板書特有の提示と説明の同期現象が見られるとともに、書き込みや指し示しが行われやすいという特徴が確認された。また、放送大学の授業は、スライド形式でありながら、教材間における教材提示のばらつきが小さく、教材作成がしっかりコントロールされていることが裏付けられた。教材提示を特徴づける要因として、教材提示における一度に提示する量、説明の速さ、提示の速さ、そして提示と説明の同期に着目して因子分析を行った。その結果、文字による提示を多用した説明と解釈できる要因があることを示した。

(2) 教材提示の比較実験

教材提示の比較実験では、板書のように書いていく過程を見せる動的情報提示、スライドのアニメーション機能を用いた動的情報提示、および最終結果のみを提示する静的情報提示に対する情報の捉え方の分析を行い、それぞれの提示手法が有効に働く場合があることを実証するとともに、視覚情報（提示）に加えて、説明音声や提示する文字量の要因にも着目して実験を行い、教材提示手法と提示する課題の特性・提示条件に関する知見を得た。

比較実験 I において、これまでの実験同様それぞれの提示の基本的特性を確認するとともに、提示後の課題テスト・主観評価において、今回の実験で新たに取り入れたアニメーションによる動的提示と手書きによる動的提示との違いを実験で示した。提示する教材の構造的特性により、板書のような逐次的な動的提示とアニメーションによる提示の評価が逆転する場合があること、特定の課題での主観評価において、板書を低く評価するものがないなど、板書のように書いていく過程を見せる逐次的な動的提示が、学習者の構成的理解に好ましい影響を与え、課題が難しい場合には有用な提示手法となり得ることを実験的に明らかにした。

	手書き	アニメーション	静止画	全体
課題 1	76 点	55 点	70 点	68 点
課題 2	39 点	54 点	34 点	42 点
課題 3	94 点	93 点	93 点	93 点

図 1. 提示方法の違いと課題の得点例

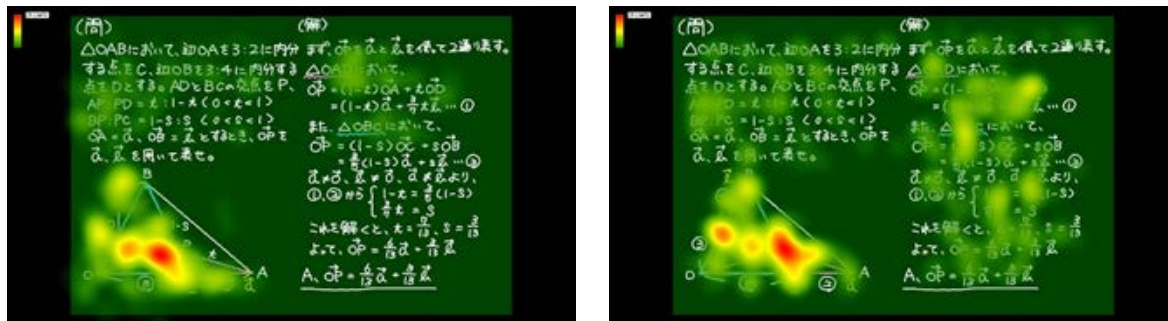


図 2. 同一提示のヒートマップの比較例

こうした結果を受けて実施した比較実験 II では、これまでの提示による視覚効果に加えて、より実際の場面に近づけ、説明音声を伴う提示について、同様の認知実験を行った。これまでの音声を伴わない提示同様、板書のように書いていく過程を見せる逐次的な動的提示が、学習者の構成的理解に好ましい影響を与え、課題が難しい場合には有用な提示手法となり得ることを実験的に示した。また、説明音声による視線の誘導効果を確認した。音声により、静的提示の視線移動の多様性が失われ、音声の与える影響が大きいかを示した。加えて、この音声による誘導効果が、動的提示にも現れ、理解に影響を与える可能性を実証した。

比較実験 III では、動的な教材提示において、説明音声の同期／非同期、および、文字の提示量を変化させた比較実験を行い、学習者への理解への影響を調べた。その結果、課題理解の確認テストと学習者（被験者）の主観アンケートの結果から、提示と同期した説明が好ましい影響を与える可能性が示唆された。この結果は、提示と同期して説明を行うことが容易な板書型の提示が、理解に好ましい特性を持つことを示している。また、必ずしも多くの情報を提示して説明したほうが、理解しやすいとは限らない場合があることを実験的に示した。丁寧に詳細を提示するほうが必ずしも理解しやすいとは限らない場合があることを示しており、要点を提示する情報提示の有用可能性を示したといえる。

これまでの結果を踏まえた最後の比較実験 IV では、板書形式とスライド形式に着目し、それぞれの提示形式の特性が有用に働くと思われる教材を作成して、これまでよりも規模を拡大して比較実験を行った。その結果、これまでの実験同様な板書形式およびスライド形式の情報提示の基本特性を改めて確認することができた。また、提示手法の違いによる理解への影響は、学習者にとっての難易度・課題の分かりづらさと密接に関わっている可能性を示唆する結果を得た。このことは、課題そのものの構造・難易度に加えて、学習者にとっての課題の分かりづらさを考慮する必要を示唆しており、学習者の理解のパターンを整理・分類して、教材の提示の理解との関係を調べる新たな研究の方向性を示すことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 3 件）

- ① Yasuhisa Okazaki, Atsushi Yoshikawa, Analysis of Basic Characteristics of Presented Instructional Materials and Study of Factors of Comprehension, 26th International Conference on Computers in Education Main Conference Proceedings, 査読有, 2018, pp. 334 - 336
- ② Yasuhisa Okazaki, Atsushi Yoshikawa, Cognitive Investigation of Dynamic Educational Presentation Toward Better Utilization of Presentation Characteristics, 25th International Conference on Computers in Education Main Conference Proceedings, 査読有, 2017, pp. 355 - 360
- ③ 岡崎泰久, 吉川厚, 書く過程を提示する動的教材提示の認知分析、教育システム情報学会誌、査読有、Vol. 34、No. 3、2017、pp. 218-226 (2017. 7).

〔学会発表〕（計 9 件）

- ① 岡崎泰久, 吉川厚, 板書形式とスライド形式の教材提示比較実験”, 電子情報通信学会 2019 年総合大会、2019
- ② Yasuhisa Okazaki, Atsushi Yoshikawa, Analysis of Basic Characteristics of Presented Instructional Materials and Study of Factors of Comprehension”, 26th International Conference on Computers in Education, 2018
- ③ 岡崎泰久, 吉川厚, 教材提示比較実験による学習者の理解に影響を与える要因の検討、教育システム情報学会第 43 回全国大会、2018
- ④ Yasuhisa Okazaki, Atsushi Yoshikawa, Cognitive Investigation of Dynamic Educational Presentation Toward Better Utilization of Presentation Characteristics, 25th International Conference on Computers in Education, 2017
- ⑤ 岡崎泰久, 片渕菜美, 吉川厚, 板書形式とスライド形式の教材提示の違いに着目した授業映像の定量的分析、電子情報通信学会研究会、2017
- ⑥ 岡崎泰久, 田代健太, 吉川厚, 音声による説明を伴う情報提示における手書きとアニメーションの比較実験、教育システム情報学会研究会、2017
- ⑦ 西村康平, 吉川厚, 岡崎泰久, 手書きとアニメーションによる情報提示の興味領域分析、電子情報通信学会研究会、2016
- ⑧ 岡崎泰久, 西村康平, 吉川厚, 手書きとアニメーションによる情報提示の比較評価実験、電子情報通信学会研究会、2016
- ⑨ 西村康平, 吉川厚, 岡崎泰久, 手書きとアニメーションによる情報提示の違いの分析、教育システム情報学会第 41 回全国大会、2016

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：吉川 厚

ローマ字氏名：Atsushi Yoshikawa

所属研究機関名：東京工業大学

部局名：情報理工学院

職名：特定教授

研究者番号（8桁）：50444120

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。