T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	書く過程を提示する動的教材提示の認知分析
Title(English)	Cognitive Analysis of Dynamic Educational Presentation with Writing Process
著者(和文)	岡崎 泰久, 吉川 厚
Authors(English)	Yasuhisa Okazaki, Atsushi Yoshikawa
出典(和文)	教育システム情報学会誌, Vol. 34, No. 3, pp. 218-226
Citation(English)	, Vol. 34, No. 3, pp. 218-226
発行日 / Pub. date	2017, 7

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

原著論文

教育システム情報学会誌　Vol. 34, No. 3　2017
pp. 218–226

書く過程を提示する動的教材提示の認知分析

岡崎　泰久*，吉川　厚**

Cognitive Analysis of Dynamic Educational Presentation with Writing Process

Yasuhisa Okazaki*, Atsushi Yoshikawa**

This paper describes three cognitive experiments to investigate qualitative analysis of dynamic presentation with writing process like chalkboard. Characteristics, differences and impact of presented information perception in presentation with the writing process and static image are investigated. Our experiments results show that presentation with writing process can be useful presentation for difficult questions because it encourages to gaze process carefully, and that presentation with static image can be useful for easy questions because it advocates individual interpretation. We also supported the possibility that presentation speed is one of crucial factors for understanding and optimal presentation speed exists.

キーワード：教材提示，板書，スライド，書く過程，視線

1.　はじめに

ICT の積極的な活用による「わかる授業」の推進が期待され，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 [(1)(2)]．そうしたなかで，プレゼンテーションソフトによるスライドを用いた授業が広がっている．一方で，スライドよりも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．

伝統的な教材の提示手法である板書には，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．こうした特徴に着目し，板書の書いていく過程を表現するよさを取り入れたプレゼンテーションの研究も行われている [(3)(4)]．

板書による提示に見られるように，指導者が書いていく過程を見せるということは，思考プロセスの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う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．われわれは，これが板書が好まれる大きな要因の一つであると考える．

これまでにも，図表や映像とテキストの組み合わせなど，提示される教材に用いられるメディアの違いが，理解にどのような影響を与えるかという研究は行われてきている [(5)~(7)] が，書いていく過程を見せるという教材の提示プロセスそのものに焦点を当てた研究は見当たらない．

われわれは，こうした書く過程を見せるよさを明らかにするための基礎データとして，学習者の視線の動きに着目して研究を行っている [(8)~(12)]．視線測定の技術研究が進んできており [(13)(14)]，視線測定装置を活用した，視線に基づく文章の理解に関する研究などの認知的な研究が行われてきている [(15)(16)]．

本稿では，板書の書いていく過程を見せるという動的教材提示に着目し，動的提示手法と静的提示手法の比較を行い，それぞれの提示手法が有用となる要因を，三段階の認知実験により示す．基本特性実験によ

* 佐賀大学大学院工学系研究科（Graduate School of Science and Engineering, Saga University）
** 東京工業大学大学院総合理工学研究科（Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology）
受付日：2016 年 7 月 11 日；再受付日：2016 年 11 月 26 日；採録日：2017 年 3 月 15 日

り，書く過程を提示する動的提示と，最終結果のみを提示する静的提示，それぞれの提示の特性と違いの分析を行う．その結果を踏まえ，特性検証実験では，問題の解法過程に着目し，動的提示，静的提示それぞれが有用に働く場合があることを実証する．そのうえで，提示手法の違いと情報の捉え方の分析に基づいて，教材提示の特徴づけを行い，教材提示に関する仮説を立てる．さらに，有用性評価実験によりその仮説の検討を行い，それぞれの教材提示手法の有用性の定性的分析を行う．

本研究では，視線追跡を行うアイトラッカーとして，Tobii Technology 社の Tobii アイトラッカーモデル T60 を，取得した視線データの解析には，視線解析ソフトウェア Tobii Studio™を用いた[17]．なお，本論文の一連の実験では，書いていく過程そのものを見せる動的提示の基本特性を明らかにする基礎的研究として，メリハリをつけず一定の速さで書く過程の提示を行っている．

2.　基本特性実験

まず，書く過程を含む動的提示と，最終結果のみを示す静的提示の特性と違いを調べるために，数式と図形を題材に，認知実験を行う[8]．数式や図形の課題は，各要素間の関係を構成的に理解していくことが必要となり，逐次的に提示を行う動的提示の効果を調べるのに適している．

2.1　実験手順

20 代前半の学生 9 名（男性 6 名，女性 3 名）を被験者として，2012 年 10 月に実施した．実験では，各被験者に，数式と図形をそれぞれ 2 種類ずつ（動的提示と静的提示），合計 4 種類を提示した（図 1）．書く過程がない静止画の場合にも，書く過程がある場合と同じ時間の提示を行った．提示課題の作成には，われわれが開発を進めているプレゼンテーションツール『HPT（Handwriting Presentation Tool）』を用いた[18][19]．このツールにより，板書のように，書く過程そのものをそのまま再生して提示することができる．

提示中の視線を測定するとともに，確認課題として提示直後に提示内容を紙に再生してもらい，次の提示に移行し，最後に主観評価のアンケートを行った．

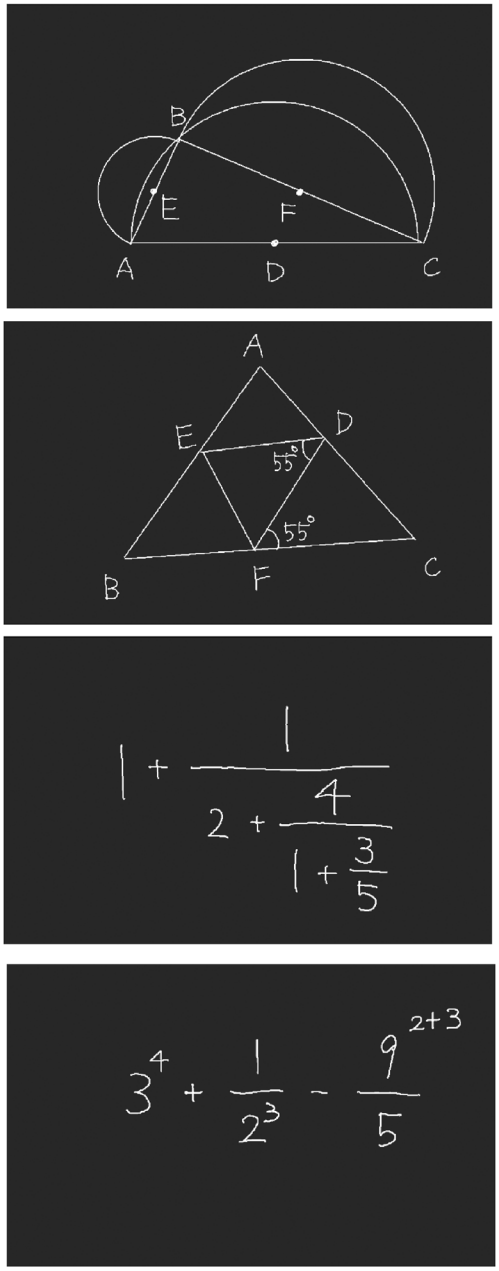


図 1　基本特性実験における提示課題
（上より図形 1, 図形 2, 数式 1, 数式 2）

2.2　実験結果と考察

視線分析の結果，書く過程を含む動的提示の場合には，提示された書く過程に沿って視線が移動し，頂点や

表 1　提示内容の再生課題結果（基本特性実験）

	図形 1／有	図形 2／無	数式 1／有	数式 2／無
被験者 2	○	×	◎	○
被験者 4	○	×	◎	○
被験者 6	×	×	×	×
被験者 8	×	○	×	○
再生率	50%	25%	50%	75%
再現率	0%	—	100%	—
	図形 1／無	図形 2／有	数式 1／無	数式 2／有
被験者 1	×	○	×	×
被験者 3	○	◎	○	×
被験者 5	○	◎	○	◎
被験者 7	○	◎	○	◎
被験者 9	×	◎	○	○
再生率	60%	100%	80%	60%

◎：提示どおりに正しく再現（書く過程がある場合）
○：再生結果が正しい　×：正しく再生できなかった

交点などの特徴点に視線が止まる注視効果が確認された．一方，最終結果のみを示す静的提示の場合，視線の移動が速く，移動回数も多いことが確認された．また視線移動の個人差が大きいという特徴が見られた[8]．

確認課題の結果を表 1 に示す．動的提示の場合には，再現率が高く，提示されたとおりに再生する傾向にある．図形 1 の 2 人の被験者も 1 カ所だけ順序が異なっているだけで，ほかはすべて提示どおりであった．一方，静的提示では，再生過程に個人差が見られた．このことから，動的提示では，提示された順に理解しているが，静的提示では，自らが，数式の構造や，図形を構成する要素とそれらの関係を理解するために，自分の理解度にあわせて解釈していると考えられる．また，表 1 の結果から，数式においては，静的提示における再生率が高い傾向にあることがわかる．これは，数式は配置によりその構造が決まるため，書いていくプロセスを見なくても構造を理解することができる．そのため，素早く全体を見渡せる静止画のほうが，再生率が高くなったと考えられる．

今回の実験により，動的提示では，書く過程を注視するのに対して，静的提示では，速い速度で視線を移動させ，その個人差が大きいという，特性と違いを確認した．この結果を踏まえわれわれは，逐次的に関係を捉える必要がある問題の解法過程のプロセスを含む提示による実験を行った．

3.　特性検証実験

本実験では，数式および図形の問題の解法過程を含めた提示を行い，書く過程を含む動的提示と，最終結果のみを示す静的提示の違いを調べ，その基本特性を検証するとともに，それぞれの提示手法が有用に働くための要因を探る認知実験を行う[9]～[11]．

3.1　実験手順

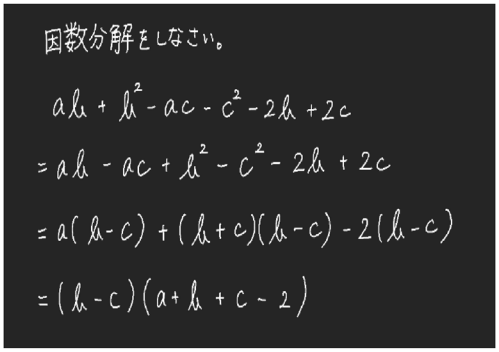
20 代前半の学生 16 名（男性 12 名，女性 4 名）を被験者として，2013 年 11～12 月に実施した．提示刺激は，因数分解と図形の証明問題をそれぞれ 2 種類ずつ，合計 4 種類である（図 2）．提示方法は，それぞれ動的提示と静的提示の 2 パターンであり，提示刺激は全部で 8 パターンとなる．提示の作成および提示時間の設定は，基本特性実験と同様である．順序効果の影響を避けるため，被験者に提示される刺激の順序は，被験者により異なるように実験をデザインした．

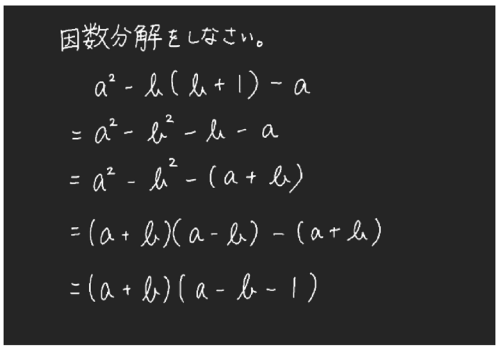
今回の実験では，提示手法の違いによる違いを調査するために，各提示の直後に，提示された問題を変形（数式の数字を変更，図形の上下反転および各点の名称変更）した確認テストを解いてもらい，次の提示に移行し，最後に主観評価アンケートを行った．

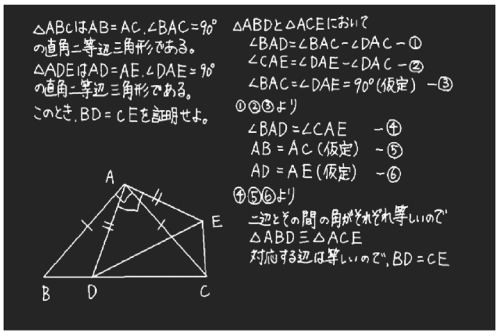
3.2　実験結果と考察

確認テストの結果，書く過程の有無による正答率の差異は確認できなかった．主観評価アンケートでは，いずれにおいても，書く過程があるほうが好ましいという評価が得られた（図 3）．特に，図形の証明問題では，約 7 割の被験者が，書く過程に肯定的な評価を行っており，書く過程の提示が好ましいことを確認した．

書く過程の有無に関する主観評価について個別の被験者ごとに調べてみると，4 名の被験者が，因数分解と図形の証明問題のいずれか一方に関しては書く過程が「有る方が良い」と答えているのに対し，他方に関







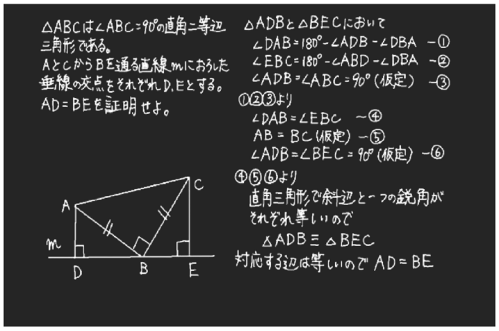


図 2　特性検証実験における提示課題

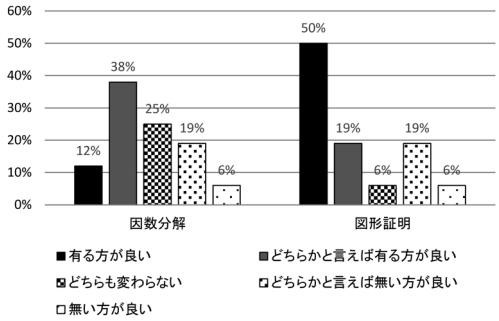


図 3　主観評価アンケート結果（特性検証実験）

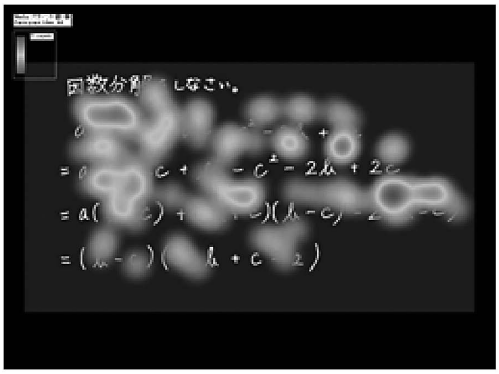
しては，書く過程が「無い方が良い」と相反する回答を行っていることがわかった．

同一の被験者で課題によって書く過程の有無の評価が分かれていること，ならびに，同一の課題で被験者によって書く過程の有無に関する評価が相反しているということは，これらの被験者および課題における提示に対する反応の違いを対比することにより，書く過程の有無がわかりやすさに与える影響を捉えるのに適している．こうした特徴的な個別データに着目して詳細に分析することにより，全体的な分析では抽出しづらい特徴を明らかにすることができる．

そこで本研究では，こうした回答を行った 4 名の被験者に着目して，ゲイズプロットとヒートマップによる視線分析を行った．その結果，因数分解の式変形過程に対して，書く過程の優位性を感じた被験者 2 名はいずれも，書く過程の有無により，因数分解の式変形過程の捉え方に違いが見られた（図 4）．書く過程がある場合には，書いていく過程に沿って視線が動いており，式変形全体を注視している（図 4(a)）が，書く過程がない場合には，書く過程がある場合に比べて視線の動きが速く，全体を読み流す傾向が見られた（図 4(b)）．一方，優位性を感じない被験者 2 名は，書く過程の有無にかかわらず，視線が書いていく過程に沿って動いており，書く過程の提示がなくても一つひとつ丁寧に追う傾向が見られた．

書く過程の提示により，式変形過程を注視することが促された結果，視線の動きに違いが見られ，そのことが主観評価の違いにもつながっていると考えられる．

これらのことから，書く過程を与えることは，プロセスへ注目させる効果があり，静的提示では注視がお



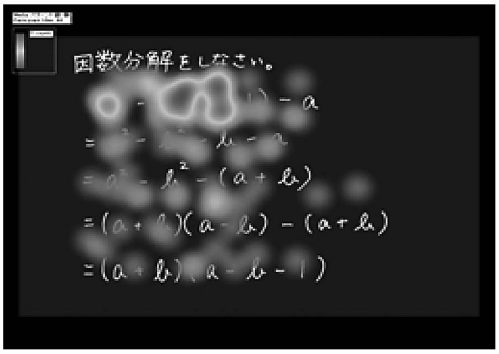


図４　同一被験者による提示方法の違いによる注視傾向の違いを示すヒートマップ例
(a)動的提示：式変形過程を注視
(b)静的提示：式変形過程を読み流し

ろそかになりやすい場合には，効果があると考えられる．因数分解の視線分析から，書く過程の提示は，注視を促すが，その速さやタイミングが重要であると考えられる．書く過程が無い方が好ましいと答えた被験者には，書く過程を提示する速さやタイミングが合わなかった可能性も考えられる．

一方，図形の証明問題に関しては，この４名の被験者の視線の動きに関しては，違いが見られなかったが，共通する特徴が見られた．書く過程の提示により，図形の要素（角や辺）を表す文字・記号が書かれると，その図形の対応する部分を見る様子が確認され，図形の要素や関係の確認を促すトリガーとなるのではないかと思われる．書く過程がない場合，まず問題，図形，解答といった意味的なまとまりを確認し，その後，それぞれの内容を対応づけながら交互に見ていく傾向が見られた．図形の証明問題では，式と図形の位置が離れており，式と図形の要素を対応付けることにより注視が促されるため，因数分解とは異なる結果となったと考えられる．

こうした，アイトラッカーを用いた視線移動の定性的な特徴分析（ゲイズプロットおよびヒートマップ）の結果は，次のとおりに解釈することができる．書く過程を見せることによって，手続きの関係性や，図形の捉え方を見せることができる．書く過程の提示は注視点を与え，プロセスに注目させる働きがあると考えられる．一方で，最終結果がまとめて提示された静止画の場合には，情報を提示された学習者が，自分で情報を解釈していくと考えられる．

そこでわれわれは，前者のように，過程を含めて情報を能動的に与えることを “Information Push”，後者のように，情報の受け手（学習者）が，自ら情報を引き出すことを “Information Pull” と名づける [9]．

書く過程を提示することは，Information Push であり，注視を促し，個々の要素やそれらの関係を明示的に与える．提示の速さやタイミングが重要な要素となり，学習者にとって適切になるよう配慮が必要になる．

最終結果のみのような静止画は Information Pull であり，情報の受け手である学習者自らが，個々の要素やそれらの関係を見いだしていく必要がある．Information Pull は，注視点やプロセスは与えないが理解度に応じた解釈を促す．

こうした情報提示手法のそれぞれの特性への適合度が，被験者にとって異なるのではないかと思われる．問題を読み，その表わす意味や，対応する図形などの要素やそれらの関係を，自ら見いだせる学習者にとっては，自分の理解度にあわせて解釈ができる Information Pull が適している．一方，それらにサポートが必要な学習者にとっては，適切な速さとタイミングの Information Push が望ましい．

板書の授業では，教師が，学習者である生徒の反応を見ながら，速さとタイミングを調節しながら提示を行うことができるため，Information Push が有用に働き，そのことが，授業のわかりやすさにつながるのではないかと考えている．

そこでわれわれは，問題解決過程の理解において，こうした Information Push，および，Information Pull の有用性とその要因を定性的に調べるため，主要な要

因と考えられる提示の速さと課題の難易度に着目して実験を行った．

4.　有用性評価実験

本実験では，基本特性実験，および，特性検証実験での被験者の主観評価において，書く過程の有用性を示す傾向が高い図形について，より詳細な分析を行うために，図形の証明課題を取り上げる．動的提示の速さや情報の提示手法の違いの影響を，課題の難易度と被験者自身による主観評価，および，その視線の動きから分析し，書く過程を見せる動的提示が有用に働くこと，および，そのための要因を定性的に調べ，第3章で述べた仮説の検証を行う[12]．

4.1　実験手順

20代前半の男子学生20名を被験者として，2014年11～12月にかけて実験を行った．被験者への提示刺激として今回の実験では，難易度の異なる3種類の図形の証明問題（図5）それぞれに，静的提示と，速さの異なる2種類の動的提示（遅い：70文字／分，速い：120文字／分）の3種類，合計9種類の提示を作成した．3種類の課題に対して静止画，遅い提示，速い提示の三つの条件すべての組み合わせを実験するよりも，少ない回数で要因の効果を調べるための組み合わせ表として直交表が知られている[20]．本実験では，三つの条件に対して任意の2要素間の条件の組み合わせが均等になるように配置するL9直交表と呼ばれる組み合わせ表に従って被験者に提示を割り当てた．

遅い提示の70文字／分は，実際の授業のビデオ分析から得られた板書の速さである[21]．速い提示の120文字／分は，文節ごとにポーズを入れて読む速さである[22]．静的提示の提示時間は，速い動的提示と遅い動的提示の中間とした．

一つの提示が終わると，確認テストとして，提示した課題を変形した課題をその場で解いてもらった（100点満点）．今回の実験では，課題1では点Eの位置を変更，課題2では，点Pの位置を変更，課題3では右に90°回転して点の名称を変更した．その後，この提示と課題に対するアンケートに回答してもらい，次の提示に移行し，同様の手順を繰り返して実験を行った．

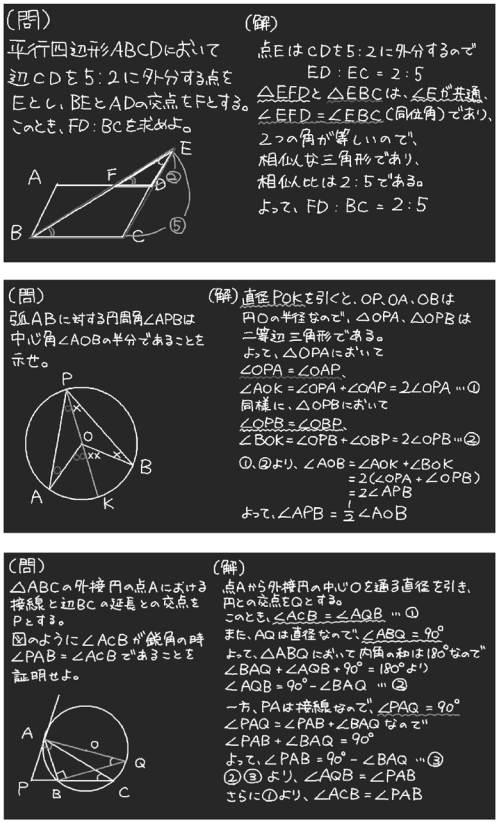


図5　有用性評価実験における提示課題
（上から課題1, 2, 3）

4.2　実験結果と考察

提示方法の違いとその主観評価では，被験者に提示のわかりやすい順に並べてもらった（表2）．

この結果は，動的提示が好まれ，静止画があまり好まれていないことを示している．このことから，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，理解に好ましい影響を与えていると推察される．

提示方法の違いと課題の得点の関係（図6）を見ると，今回の被験者に対する課題の難易度は課題2が最も難しく，逆に，課題1が最もやさしく，課題3は課題1と同等か少し難しかったと考えられる．

静的提示は，学習者に提示される情報の解釈の自由度を与える特徴を持つ．一方，動的提示は，逐次的に関係を提示していくことにより，学習者の構成的理解を助けると考えられる．易しかった課題1で静止画の得点が最も高く，また，課題3においても静止画がそれ以外の提示手法と差がないことは，課題が難し

表２　提示手法の違いとその主観評価（有用性評価実験）

	一番わかりやすい提示	一番わかりづらい提示
静止画	20％	50％
遅い提示（70 文字／分）	45％	15％
速い提示（120 文字／分）	35％	35％

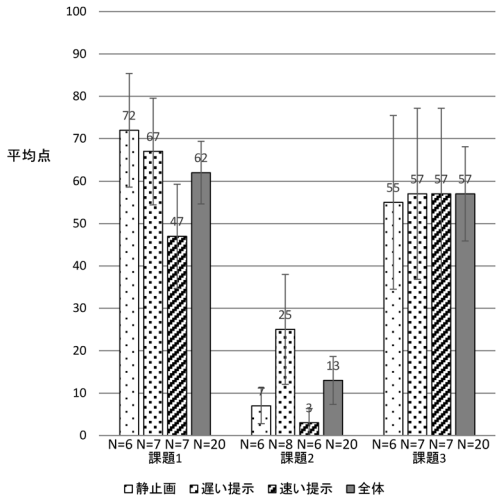


図６　提示方法の違いと平均点および標準誤差
（有用性評価実験）

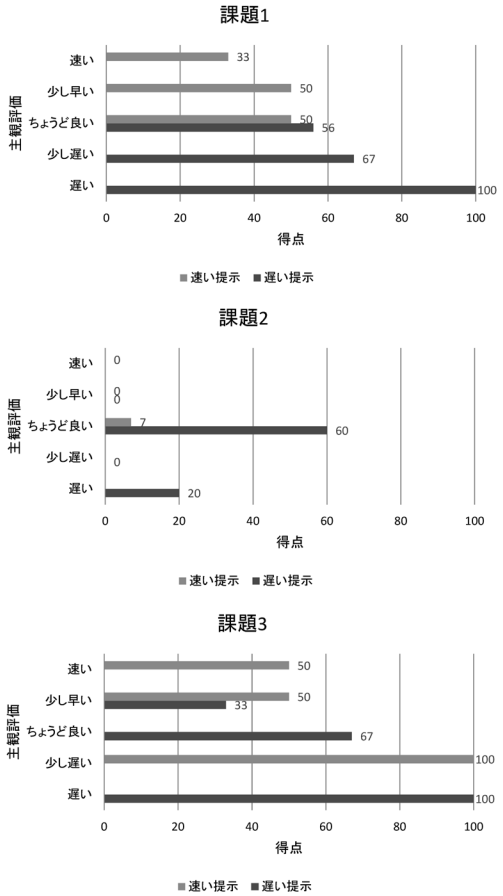


図７　提示の速さの主観評価ごとの得点
（有用性評価実験）

くない場合には，まとめて提示する静的提示が有用であることを示唆している．また，難しかった課題２において，遅い提示，あるいは，ちょうどよい速さと感じられる場合に得点が高いことから，課題が難しい場合には，学習者の構成的理解を助ける動的提示が有用であることが，本実験の結果からも示唆される．

今回の実験の課題は，過去に学習した内容に関するものであるが，新しい内容を学習する場合は，内容に関する理解が十分ではないため，一度にまとめて提示されて自らが情報の解釈を行っていくよりも，逐次的な提示により構成的理解を助けてもらう動的提示が有用であることが推察される．

また，速さの異なる２種類の動的提示の結果を比較すると，提示方法の違いに影響が見られる．課題１および２では，提示が速い場合に得点が低い．

提示の速さの主観評価ごとの得点グラフを，図７に示す．難しかった課題２では，ちょうどよい速さで得点が際立って高くなっており，それ以外では，得点が低い．このことは，課題が難しい場合には，動的提示における提示の速さが理解に与える影響が大きく，かつ，適切な速さが存在することを示唆するものである．一方，それほど難しくなかった課題１および課題３では，遅い提示のほうがやや得点が高い傾向が見える．これは，提示時間効果であると考えられる．

本実験から，Information Push, Information Pull それぞれの特性が有用に働くための要因として，学習者の理解状況と課題の難易度の関係があることがわかった．本実験における課題２の場合のように，課題が対象とする学習領域に対する学習者の理解度が低い場合には，プロセスを逐次的に提示する Information Push が有用である一方，課題１の場合のように学習者の理解度が高い場合には，学習者が自らの力で構成的に理解して

いく Information Pull が有用であると考えられる．さらに，Information Push が有用である場合において，プロセスを逐次的に提示する速さが重要な要因であり，適切な情報提示の速さがあることが示唆される．

本実験では，すべての被験者に対して，ゲイズプロットとヒートマップによる視線分析を行った．その結果は，特性検証実験における図形課題と同様であり，動的提示の注視，静的提示の視線移動の個人差，および，提示に追いつこうとする追尾行動が見られた．

提示の時間を比較すると，速い提示が一番短い．しかし，表 2 の結果から，静止画が一番わかりづらいと評価されている．また，図 6 の結果からも，課題 1 では，遅い提示よりも提示時間の少なかった静止画の平均点が高い．こうしたことから，提示時間の効果だけではなく，動的提示，静的提示の提示手法の違いと課題の難易度に関係があると考えられる．

5.　まとめと今後の課題

本研究では，板書の書いていく過程を見せるという動的教材提示に着目し，こうした提示手法と静的教材提示手法を対比し，学習者の理解に対する特性を三段階の認知実験を通じて分析した．書く過程を提示する動的提示と最終結果のみを提示する静的提示に対する情報の捉え方を分析し，教材提示に関する仮説を立てたうえでその検討を行い，それぞれの教材提示手法の有用性を定性的に明らかにした．

書く過程をそのまま見せることは，思考プロセスの書いていく順序や速さ，間合いを外化して見せることであり，そのプロセスに注目させ，個々の要素やそれらの関係を明示的に与える効果がある．本論文では，提示手法の違いによる情報の捉え方の違いに基づく教材提示の特徴づけを行った．動的提示は，注視点やプロセスを逐次的に示す Information Push であり，学習者の理解度が十分ではなく課題が難しい場合に有用な提示手法となりうる．一方，静的提示は，理解度に応じた解釈を促す Information Pull であり，学習者の課題内容に対する理解度が高く，課題が難しくない場合に有用な提示手法となりうることを示した．さらに，動的提示が有用と考えられる場合において，その提示の速さが，理解の重要な要因となり，適切な教材提示の速さが存在する可能性を実験により明らかにした．

今後の課題として，今回とは別の内容の課題，特に，初めて学習する内容の理解についての実験や，適切な速さの測定，および，依存する要素の特定を行うことが挙げられる．

また，今回の一連の実験では，書く過程を提示する動的提示の基本特性を明らかにするために，複合的な要因をあえて排除して実験を行っている．より実践的な説明場面を想定して，説明の音声を付加した説明とのシンクロ効果を含む比較実験や，静止画に動的なポインティングやマーキングを加えた場合との比較，あるいは，アニメーション効果を加えたスライドとの比較実験を行うことも今後の課題である．

こうした一連の成果を踏まえて，プレゼンテーションツール『HPT』の改良を行い，板書のよさを取り入れた新しいプレゼンテーションの実現を行っていく予定である．

謝辞

本研究は，日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C) 課題番号 24501193 および 16K01117 の助成を受けたものである．また，本研究の遂行にあたり，実験にご協力いただきました佐賀大学教育学部の園田貴章教授，中島範子氏，東京学芸大学の中村理美氏，および，野口千樹君，西村康平君をはじめ学生の皆さまに心から感謝いたします．

参　考　文　献

(1) 文部科学省：“教育の情報化の推進”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/main18_a2.htm（参照 2016.6.2）

(2) 総務省：“ICT 利活用の推進”，http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/（参照 2016.6.2）

(3) 坂東宏和，杉崎知子，加藤直樹，澤田伸一，中川正樹：“一斉授業の情報化のための電子黒板ミドルウェアの基本構成と試作”，情報処理学会論文誌，Vol. 43, No. 3, pp. 804–814 (2002)

(4) 栗原一貴，五十嵐健夫，伊東　乾：“編集と発表を電子ペンで統一的に行うプレゼンテーションツールとその教育現場への応用”，コンピュータソフトウェア，Vol. 23, No. 4, pp. 14–25 (2006)

(5) Kalyuga, S., Chandler, P. and Sweller, J.: “Levels of exper-

tise and user-adapted formats of instructional presentations: A cognitive load approach", Proceedings of the Sixth International Conference UM97, pp. 261–272 (1997)

(6) 中村光伴，岸　学，白井裕美子："コンピュータ教材における学習と読解パターンの分析—全体図のマップ機能について—"，日本教育心理学会総会発表論文集，Vol. 47, p. 398 (2005)

(7) 星野寛登，岩田　一，杉村　博："デジタル教材提示の差異による学習者の振る舞い分析—可読性の高いデジタル教材開発に向けて—"，IT を活用した教育シンポジウム講演論文集，Vol. 8, pp. 69–72 (2014)

(8) Okazaki, Y., Noguchi, S., Tanaka, H. et al.: "Eye tracker gaze analysis of learners watching the writing process", Proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education (ICCE2013), pp. 373–378 (2013)

(9) 岡崎泰久，野口千樹，吉川　厚："書く過程の提示における学習者の主観評価と視線分析"，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 114, No. 82, pp. 39–44 (2014)

(10) 岡崎泰久，野口千樹，吉川　厚："学習者の主観評価と課題の難易度に基づく情報提示方法仮説の提案"，第 13 回情報科学技術フォーラム（FIT2014）講演論文集，第 3 分冊，pp. 387–388 (2014)

(11) Okazaki, Y., Noguchi, S. and Yoshikawa, A.: "Gaze analysis and subjective assessment of learners observing the writing process", Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education (ICCE2014), pp. 83–88 (2014)

(12) 岡崎泰久，西村康平，吉川　厚："課題の難易度と主観評価に基づく情報提示手法の評価実験"，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 114, No. 513, pp. 71–76 (2015)

(13) 大野健彦，武川直樹，吉川　厚："ヒューマンインタフェースとしての視線測定技術とその応用"，計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会，pp. 117–118 (2002)

(14) 大野健彦："視線から何がわかるか—視線測定に基づく高次認知処理の解明—"，認知科学，Vol. 9, No. 4, pp. 565–579 (2002)

(15) 東中竜一郎，大野健彦："視線に基づく文書理解度測定法とその応用"，情報処理学会技術研究報告，2003-HI-102, pp. 31–38 (2003)

(16) 長谷川　新，港　真人，冨坂亮太，横井啓介，亀田尭宙，NGHIEM Minh，鈴木崇史，相澤彰子："視線検出装置を用いた研究者の論文の読み方の解析"，情報処理学会創立 50 周年記念（第 72 回）全国大会講演論文集（1），1-657–1-658 (2010)

(17) Tobii Technology: "Tobii T60 & T120 アイトラッカー"，http://www.tobiipro.com/ja/（参照 2016.6.2）

(18) 細木秋裕，田中久治，渡辺健次，岡崎泰久："書く過程の提示が可能なプレゼンテーションツールの開発"，教育システム情報学会（JSiSE）研究報告，Vol. 25, No. 6, pp. 127–132 (2011)

(19) Hosoki, A., Tanaka, H., Watanabe, K. et al.: "Development of a new presentation tool for cognitive enhancement by controlling the whole writing processes", Work-In-Progress Poster (WIPP) Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education (ICCE2011), pp. 24–26 (2011)

(20) 田口玄一："実験計画法　第 3 版　復刻版　上"，丸善，東京 (2010)

(21) 岡崎泰久，田中久治，渡辺健次，吉川　厚："板書による授業とスライドによる授業の提示情報量の比較"，教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集，pp. 111–112 (2013)

(22) 公益社団法人日本速記協会："速記技能検定各級のレベル"，http://www.sokki.or.jp/kentei/level/（参照 2016.6.2）

著　者　紹　介

岡崎　泰久

1988 年九州大学理学部卒．1990 年同大大学院修士課程修了．1992 年佐賀大学理工学部助手．2005 年同助教授．2007 年同准教授．2016 年同教授．現在，佐賀大学大学院工学系研究科教授．博士(工学)．コンピュータによる学習支援の研究に従事．教育システム情報学会，電子情報通信学会，日本教育工学会，情報処理学会，人工知能学会，各会員．

吉川　厚

1991 年慶應義塾大学大学院理工学研究科博士課程修了，工学博士．同年 NTT 入社．NTT 基礎研究所，NTT コミュニケーション科学基礎研究所を経て 2000 年 NTT データ，2007 年教育測定研究所．2013 年日本生涯学習総合研究所代表理事．2014 年東京工業大学大学院連携教授．ゲームの認知，教育，学習研究に従事．日本認知科学会，情報処理学会，日本科学教育学会，日本テスト学会，教育システム情報学会，人工知能学会，日本教育工学会，各会員．