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	学習者の視覚イメージ特性に着目した 板書形式とスライド形式の教材提示比較実験
Title	Comparison Experiments of Teaching Materials Presentation Between by Slide and by Chalkboard Focusing on Learners ’ Visual Imagery Style
著者	岡崎 泰久, 山下 千紗, 吉川 厚
Authors	Yasuhisa OKAZAKI, Chisa YAMASHITA, Atsushi YOSHIKAWA
出典	電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 120, No. 192, pp. 7-12
Citation	IEICE technical report, Vol. 120, No. 192, pp. 7-12
発行日 / Pub. date	2020, 10
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は電子情報通信学会に帰属します。 Copyright(c) 2020 IEICE

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

一般社団法人　電子情報通信学会
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS,
INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

信学技報
IEICE Technical Report
ET2020-23(2020-10)

学習者の視覚イメージ特性に着目した板書形式とスライド形式の教材提示比較実験

岡崎 泰久† 山下 千紗† 吉川 厚‡

†佐賀大学理工学部 〒840-8502 佐賀市本庄町一番地
‡東京工業大学 情報理工学院 〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259
E-mail: †okaz@cc.saga-u.ac.jp, ‡at_sushi_bar@dis.titech.ac.jp

あらまし 本研究では，学習者の視覚イメージ特性と教材提示方法の関係について比較実験を行う．板書やスライドなどの教材の提示方法は，教員の主観で選ばれるのが一般的であり，学習者の特性はほとんど考慮されていない．我々は，学習者の視覚イメージ特性に個人差があることに着目し，これらが板書あるいはスライドといった教材提示方法の有効性に影響を与えるかどうかの評価実験を行った．視覚的イメージスタイル質問紙(VISQ)を用いたアンケート調査を実施し，分類されたクラスタの理解度確認テストの点数を比較することにより，視覚イメージ特性によって提示形式の有効性に違いがある可能性を，実験で明らかにした．

キーワード 教材提示，板書，スライド，視覚イメージ特性，学習者特性

Comparison Experiments of Teaching Materials Presentation Between by Slide and by Chalkboard Focusing on Learners' Visual Imagery Style

Yasuhisa OKAZAKI† Chisa YAMASHITA† and Atsushi YOSHIKAWA‡

†Faculty of Science and Engineering, Saga University, Saga 840-8502 Japan
‡School of Computing, Tokyo Institute of Technology, Tokyo 226-8502 Japan
E-mail: †okaz@cc.saga-u.ac.jp, ‡at_sushi_bar@dis.titech.ac.jp

Abstract In this study, we perform comparative experiments on the relationship between visual image characteristics of learners and presentation methods of teaching materials. In focusing on individual differences in visual image characteristics of learners, we conducted experiments to determine whether these factors affected effectiveness of teaching material presentation methods such as chalkboards or slides. By comparing the scores of understanding tests for each cluster categorized by a questionnaire survey using the Visual Image Style Questionnaire (VISQ), we found that effectiveness of presentation methods may differ depending on the visual image characteristics.

Keywords Teaching Materials Presentation，Chalkboard，Slide，Visual Imagery Style，Learner Characteristics

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，ICT 利活用の流れの中で，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[1][2]．一方，伝統的な教材提示手法である板書を好む教員も，少なからず存在している．板書の良さは，多くの教員や学生によって感覚的には理解されているが，どのような教材，あるいは，学習者に対して，板書による提示が有効であるかについての研究は十分には行われておらず，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いる．

我々は，代表的な教材提示手法である板書とスライドを対象に，それぞれの教材提示手法の特性を調べ，それぞれが有効な条件を明かにし，それらを使い分けるための基準の作成を目指し，教材の提示形式の違いが，学習者の理解に与える影響を研究してきている[3][4]．これまでの研究で，積み上げて作り上げていく教材において，学習者にとって難易度が高い場合には，書く過程をそのまま見せる板書形式の提示が有効である一方，難易度の高くない情報列挙型の教材の場合には，スライド形式の提示が有効である可能性を実験で示している[3][4]．これまでの研究では，教材の構造や学習者と教材の関係を対象としてきた．今回新たに，提示された教材に対する学習者の情報処理の観点からの分析を試みる．

学習者が教員から提示された教材を理解することにより学習が行われる．そのため，教材提示手法（板

This article is a technical report without peer review, and its polished and/or extended version may be published elsewhere.
Copyright ©2020 by IEICE

書／スライド）の有効性は，学習者の情報処理の特性と関係があるのではないかと考えられる．

近年，ラーニングアナリティクスと呼ばれる学習活動における詳細なデータを収集し分析する研究も行われてきているが，こうした研究は，学習行動にもとづく教育ビッグデータから，学習支援に有用な知見を見出そうとするものである[5][6]. それに対して本研究は，教材提示手法そのものが学習に与える影響を調べるものである．教材の提示手法が学習に与える影響の認知的アプローチによる研究として，Kalyuga らの研究[7]があるが，この研究は提示手法の組み合わせの効果の研究である．

本研究では，異なる教材提示手法により示された教材の理解度を，提示直後に実施する確認テストの点数により測定し，それらを比較することにより，情報処理特性の一つである視覚イメージ特性と，教材提示手法の有効性の関係を実験により調べる．教材提示手法が学習者に与える基本的特性の違いと，学習者の理解に有効に働く条件を，教材構造や学習者の理解特性の観点から明らかにしていくことは，教材の使い分けの基準となる情報提示のガイドラインの基礎研究となるものである．

2. 視覚イメージ特性の調査方法

神経生理学的研究により，視覚系の情報は，形や色を処理する空間視経路と，空間の位置や動きを処理する空間視経路に分かれて処理されていることが知られるようになり，日常生活で体験される視覚的なイメージの個人差研究において，視覚イメージ特性を，個々の物体の形や大きさ，色，明るさのような見えの情報処理に関わる物体イメージ特性と，物体の部品間の空間的関連性や配置，物体の動きや変化，空間操作の情報処理に係る空間イメージ特性に分けてとらえる動きが見られる[8].

本研究では，河原・松岡の開発した視覚的イメージスタイル質問紙(VISQ)[8]を使用して，学習者の物体イメージと空間イメージの特性を調べる．これまでに作成された視覚イメージ処理の優先傾向を測定する質問紙として，OSIQ（Object-Spatial Imagery Questionnaire）が知られている[9]．しかしこの質問紙には，デザインや製図などに関する専門用語が質問項目に使用されており，一般の人には回答しにくい項目が含まれている．これに対して VISQ は，日常生活におけるイメージ活動や経験を表す質問（物体イメージ 12 項目，空間イメージ 12 項目）で構成され，一般の人にも理解しやすく答えやすいものとなっている．

本研究では，Web アンケート作成ツールクリエイティブサーベイを用いて Web アンケートを実施した[10].

被験者には，「よくあてはまる」，「ややあてはまる」，「どちらともいえない」，「あまりあてはまらない」，「全くあてはまらない」，の 5 つの選択肢から選んで回答してもらった．分析に用いた VISQ のアンケート項目一覧を表 1 に示す．

表 1 視覚的イメージスタイル質問紙(VISQ)質問項目

物体イメージ尺度 12 項目
映像的なイメージを思い浮かべながら本を読むことが多い
ラジオのアナウンサーや DJ が話すのを聞いているとき，いつもその情景や様子を具体的に思い浮かべている自分に気づく
日常生活のなかで，いつも映像的なイメージが浮かんでいる
目を閉じると過去に経験した光景を容易に思い出すことができる
人の体験談を聞いているとき，私はときどきその状況を生き生きと想像している自分に気づくことがある
地理や歴史を学ぶ際には，情景のイメージをよく思い浮かべる
考え事をするとき，絵や映像的なイメージを使うことが多い
私のイメージは非常にカラフルで，鮮やかである
想起したイメージがあまりに鮮明なためにそれを無視することが難しいときがある
写真のように鮮明な記憶を持っている
私が思い浮かべる視覚的イメージは，実際に見たことのある物の大きさ，形，色とほとんど同じである
一度目にした絵画や写真，テレビや映画などのイメージがいつまでも頭の中に残っている

空間イメージ尺度 12 項目
知らないところに言っても東西南北をあまり間違えない
頭の中で立体の図形を簡単にイメージしたり，回転させたりすることができる
ホテルや旅館の部屋に入るとその部屋がどちら向きの部屋になっているのかわからなくなる
感覚的に北がどちらかわかる
建物の見取り図や平面図を描くことが得意である
車で右折左折を繰り返して目的地に着いたとき，帰り道はどこでどう曲がったらよいかわからなくなる
立体の２次元平面図や建物の設計図を描くのが得意である
３次元的な立体図形を描くのが得意である
言葉で目的地までの行き方を教えてもらえば，目的地までの正しい道筋がわかる
道を曲がるところでいちいち目印を確認しなくても目的地にいける
カラフルな絵や写真の多い本よりも，グラフや表・モデル図の多い本の方が好きである
ルービックキューブのような空間的なゲームが得意である

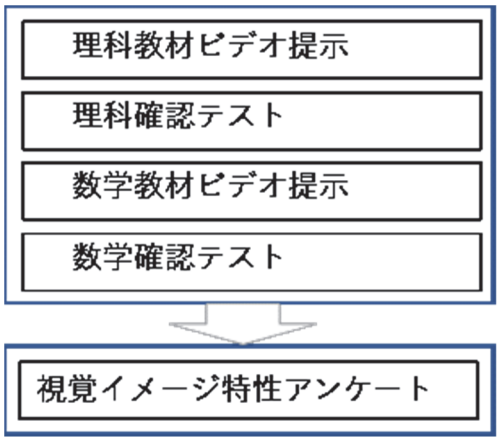


図 1 実験手順図（予備実験）

表 2 グループごとの教材提示手法

グループ番号	理科	数学
1	板書	スライド
2	スライド	板書
3	板書	板書
4	スライド	スライド

学習者は，教員から提示された教材に対して視覚情報の処理を行う．視覚イメージ特性に個人差があるのであれば，それらが板書あるいはスライドといった教材提示手法の有効性に影響している可能性が考えられる．そこで，上記の質問紙(VISQ)を用いたアンケート調査を，第 3 章および第 4 章での実験で実施し，その分析を行った．アンケートの解答時間はいずれも約 2～3 分程度であった．

3. 教材提示手法と視覚イメージ特性の関係性評価のための予備実験

まず実験環境で，学習者の視覚イメージ特性と教材提示手法の関係性を調べるための予備実験を行った．この予備実験の一連の手順を図 1 に示す．

3.1. 実験手順

20 代前半の学生 18 名（男性 15 名，女性 3 名）を被験者として，まず，2018 年 11 月から 12 月に教材提示実験を実施した．

この実験では，あらかじめ用意された二つの教材のビデオ映像をグループごとに視聴してもらい（表 2），そのあとに理解度の確認テストを行った．教材は「火成岩のつくりと種類（理科）」（図 2）と，「角の二等分線を利用した三角形の相似の証明（数学）」（図 3）の二つである．それぞれ教材に対して，板書形式と，アニメーション効果を加えたスライドによる二種類の教材映像を用意した．各グループの被験者には，理科と数学それぞれにおいて，板書またはスライドのいずれかの提示方式で，教材が提示された（表 2）．

図 2 理科の教材（火成岩のつくりと種類）

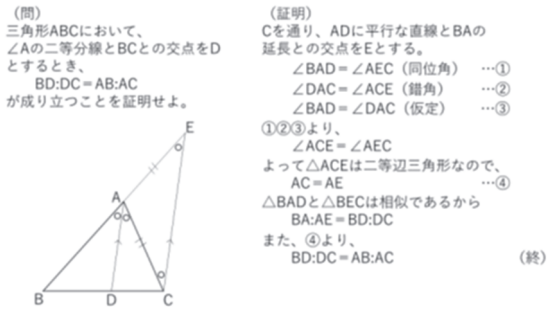


図 3 数学の教材（三角形の相似の証明）

確認テストを教材の提示直後に実施した．内容は，提示された教材の穴埋め問題（理科）と，提示された問題の変形問題（数学）である．実験時間は 20 分から 25 分程度であった．

そして 2019 年 6 月に，被験者 18 名に対して，第 2 章で述べた VISQ による視覚イメージ特性のアンケート調査を実施した．

3.2. 実験結果と考察

視覚イメージ特性のアンケート調査の結果を，IBM 社の統計解析ソフトウェア SPSS Statistics 25 を用いて，グループ間平均連結法によるクラスタ分析を行った．デンドログラムを作成して，二つのクラスに分類を行った（図 4 グループ①および②，被験者 7 は除外）．

確認テスト（100 点満点）の点数との関連を調べると，グループ①はどちらの教材も板書の方が高得点で，グループ②はどちらの教材もスライドの方が高得点であることが分かった（表 3）．

今回の実験は被験者の数が少なく，データ数は十分とはいえない．しかしながら，視覚イメージ特性によってクラス分けされたグループにおいて，教材提示手法の異なる傾向がみられることから，視覚イメージ特性が，板書あるいはスライドといった教材提示手法の有効性に影響している可能性があると考えられる．

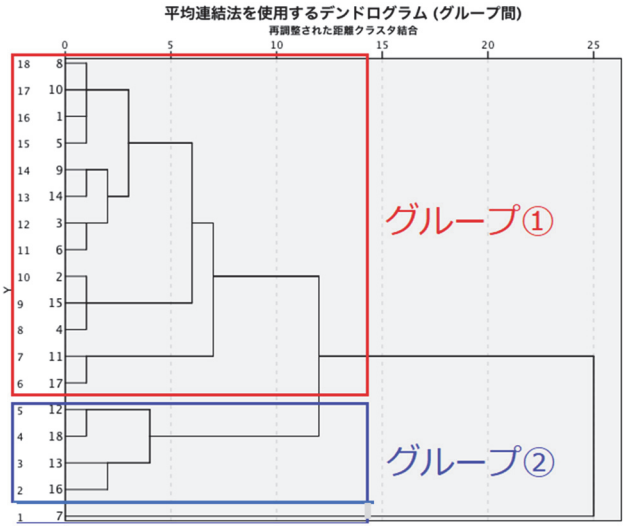


図 4　デンドログラム（予備実験）

表 3 確認テストの平均点の比較（予備実験）

確認テストの平均点	グループ	
	①	②
理科（板書）	**89**	70
理科（スライド）	73	**80**
数学（板書）	**90**	55
数学（スライド）	79	**93**

4. 教材提示手法と視覚イメージ特性の関係性評価実験

4.1. 実験手順

前章の予備実験を踏まえ，実際の授業において，学習者の視覚イメージ特性と，教材提示手法の関係の評価実験を行った．20 代前半の学生 36 名（男性 31 名，女性 5 名）を被験者として，2019 年 10 月から 11 月に，佐賀大学理工学部知能情報システム学科の 2 年次生を対象とした，専門科目である記号論理学の授業において実施した．実際の受講者は 51 名であるが，視覚イメージ特性のアンケートに回答し，かつ，すべての教材提示を受けて確認テストに回答したものが 36 名であった．今回の実験手順を図 5 に示す．

まず，第 1 回目の授業の中で，予備実験と同じく視覚イメージ特性の Web アンケートを実施した．一部の学生は，遅れて授業外に実施した．10 月中旬の第 2 回および第 3 回の授業で，それぞれ節形式および真理表の単元を学習する際に，前者は板書で，後者はスライドを用いて説明を行い，いずれもその直後に，理解度の確認テストを行った．教材（スライド）例を，図 6，図 7 に示す．節形式の単元は全部で 4 枚のスライド，

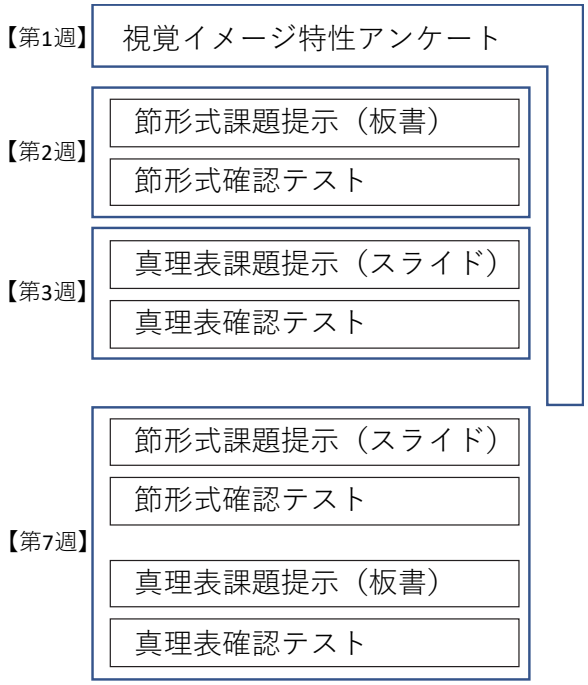


図 5　実験手順図（評価実験）

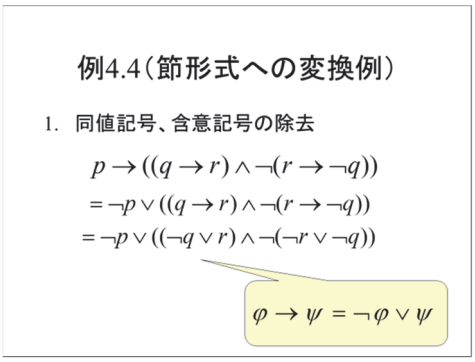
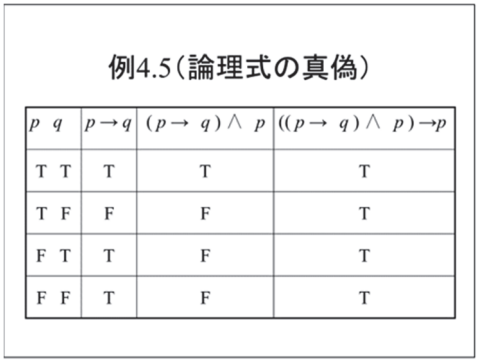


図 6 記号論理学の教材（節形式）



p q	$p \to q$	$(p \to q) \wedge p$	$((p \to q) \wedge p) \to p$
T T	T	T	T
T F	F	F	T
F T	T	F	T
F F	T	F	T

図 7 記号論理学の教材（真理表）

真理表の単元では 1 枚のスライドを用いて，説明を行った．

確認テストは，予備実験同様，提示された教材の内容から穴埋め問題，あるいは，提示された教材の課題を変形した問題であり，直前に提示された教材を理解していれば，正しく解答できるものと思われる．

	因子			
項目	1	2		
映像的なイメージを思い浮かべながら本	0.059	0.672	信頼性統計量	
日常生活のなかで，いつも映像的なイメ	0.098	0.742	α係数	項目の数
考え事をするとき，絵や映像的なイメー	-0.163	0.806	0. 775	3
知らないところに言っても東西南北をあ	0.877	-0.05	信頼性統計量	
感覚的に北がどちらかわかる	0.799	0.139	α係数	項目の数
言葉で目的地までの行き方を教えてもら	0.675	0.045	0. 846	6
道を曲がるところでいちいち目印を確認	0.585	0.09		
カラフルな絵や写真の多い本よりも，グ	0.57	-0.236		
ルービックキューブのような空間的なゲ	0.624	-0.012		
因子抽出法: 最尤法				
回転法: Kaiser の正規化を伴うプロマックス法				

図 8 因子分析結果

その後，11 月下旬の第 7 回の授業において，中間試験前の復習として，第 2 回および第 3 回の授業で説明したものと全く同じ内容を，提示形式を入れ替えて，今度は節形式をスライドで,真理表を板書で提示して，説明を行った.また,説明の内容が同じになるように，あらかじめ説明シナリオを作成し，そのシナリオに沿って，一項目ずつチェックしながら説明を行った.

確認テストも同様に，それぞれの提示直後に実施した．確認テストの問題は，以前の確認テストと同等の難易度になるように，また，以前の記憶による影響が出ないよう，第 2 回および第 3 回の授業で実施したものと内容的に違いはなく，記号の種類や順序を入れ替えて，見かけ上異なる形にしたものである.

4.2. 実験結果と考察

アンケート 24 項目に対し，予備実験同様 SPSS を用いて探索的因子分析を行なった（最尤法・プロマックス回転）. 因子分析の結果から，適合度が因子によって大きく差が無い項目を除外し，残った質問項目について再分析を繰り返すと，最終的に 2 因子 9 項目で因子構成をした（図 8）.

因子 1 には，VISQ における「物体イメージ尺度」についての質問項目が，因子 2 には，VISQ における「空間イメージ尺度」についての質問項目が分類された．尺度の信頼性の検討を行ったところ，因子 1（物体イメージ尺度）でα係数 0.775，因子 2（空間イメージ尺度）でα係数 0.846 となり，内的整合性は一定の基準に達していることが確認された.

この因子分析結果は，内的イメージ処理過程において,物体･空間という二つの視覚情報処理系が存在し，その個人差を特徴づける指標の一つとして，物体イメージ・空間イメージの妥当性を裏付けるだけでなく，学習支援の場面において，学習者への情報提示を検討する際に，その受け取り方の違いを考慮するための一つの指標となる可能性を示唆している.

さらに，SPSS を用いて，クラスタ分析によって被

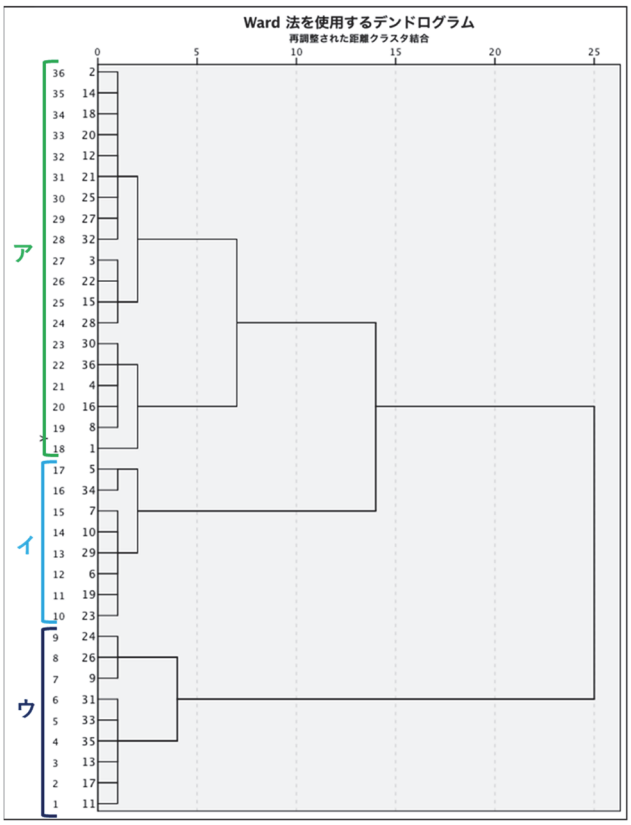


図 9 デンドログラム（評価実験）

験者のグループ分けを行った．類似度の測定にはユークリッド平方距離を用い, Ward 法を用いてクラスタリングを行った．その結果のデンドログラムを図 9 に示す. 図に示された樹形図の形状から,「ア＋イ」(27 名）と「ウ」（9 名）の二つあるいは,「ア」（19 名),「イ」（8 名),「ウ」（9 名）の三つのクラスタへの分類が妥当であるといえる.

各クラスタに対して，教材として板書を用いたときの平均点と，スライドを用いたときの平均点を求め，それらに対し t 検定（対応のある t 検定・両側検定）を行い，有意差を調べた（表 4).

その結果，二つのクラスタに分類した場合の，クラスタ「ア＋イ」，および，三つのクラスタに分類した場合のクラスタ「ア」において，有意差が見られた．しかもこれらのクラスタでは，いずれも板書の方が確認テストの得点が高く，板書による説明の効果が高かった可能性が考えられる.

今回の実験での VISQ によるアンケート調査結果の因子分析結果から，二つの因子が抽出され，それらが VISQ における物体イメージ尺度と空間イメージ尺度それぞれに対応する．このことから，日常生活でのイメージの使用傾向の分析要因として，物体イメージ特性と空間イメージ特性が妥当であることが確認された. また，これまでの我々の研究[3][4]で，今回の記号論理

表 4 確認テストの平均点の比較（評価実験）

	クラスタ	確認テスト	（平均）	（分散）	t検定
2クラスタ	ア＋イ	板書平均	86.9	27.1	t(53)=4.17
		スライド平均	68.1	87.9	（p<0.01）
	ウ	板書平均	82.2	30.1	t(17)=0.45
		スライド平均	79.4	44.1	（n.s.）

	クラスタ	確認テスト	（平均）	（分散）	t検定
3クラスタ	ア	板書平均	87.6	26.7	t(37)=3.64
		スライド平均	66.6	96.3	（p<0.01）
	イ	板書平均	85.0	29.3	t(15)=2.06
		スライド平均	71.9	70.9	（n.s.）
	ウ	板書平均	82.2	30.1	t(17)=0.45
		スライド平均	79.4	44.1	（n.s.）

学の教材のような，逐次的に思考を積み重ねていくような課題おいては，板書による説明が有効である可能性が示唆されているが，今回の分析で，学習者の視覚イメージ特性によって，その有効性に違いがある可能性を実験的に明らかにした．有意差があるクラスタとそうでないクラスタが存在するということは，教材自体の性質や学習者の前提知識だけでなく，物体イメージ特性と空間イメージ特性という二つの特性で特徴づけられる視覚イメージ特性も，学習者への情報提示手法を検討する際に，その受け取り方の違いを考慮するための新たな指標となり得ることを示している．

5. まとめと今後の課題

本研究では，提示された教材に対する情報処理の観点から，学習者の視覚イメージ特性に個人差があることに着目し，そうした視覚イメージ特性と，板書やスライドによる教材提示方法の有効性との関係を調べる実験を行った．学習者に対する視覚的イメージスタイル質問紙（VISQ）によるアンケート結果の因子分析の結果，VISQ における下位尺度に対応した二つの因子が抽出され，視覚イメージ特性を捉える観点として，物体イメージ特性と空間イメージ特性が妥当であることを確認した．さらに，分類されたクラスタごとの提示内容の理解度確認テストの結果から，一部のクラスタにおいて，板書が有効である可能性が示され，学習者の視覚イメージ特性が，教材提示手法の有効性を検討する際の一つの基準となる可能性があることを，実験で明らかにした．

今回は，特定の学科の一つの科目における評価であるため，他の科目あるいは他の学部等の学生など被験者数や対象を広げ，実験データを積み重ねていくとともに，教材提示手法の有効性の要因となる視覚イメージ特性の因子分析を進め，その特徴を明らかにしていくことが今後の課題である．

謝　辞

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理工学部知能情報システム学科の学生の皆様に感謝します．

文　献

[1] 文部科学省，“教育の情報化 の推進”，https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/index.htm (参照 2020.9.17).

[2] 総務省，“ICT 利活用の推進”，https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/index.html (参照 2020.9.17).

[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，Vol.34，No.3，pp.218-226，July 2017.

[4] 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報告 vol.31，no.6， pp.83-88，March 2017.

[5] 緒方広明，殷成久，毛利考佑，大井京，島田敬士，大久保文哉，山田政寛，小島健太，“教育ビッグデータの利活用に向けた学習ログの蓄積と分析”，教育システム情報学会誌 Vol.33, No.2, pp.59-66, August 2016.

[6] 寺澤孝文，“教育ビッグデータから有意義な情報を見いだす方法 −認知心理学の知見をベースにした行動予測−”，教育システム情報学会誌 Vol.33, No.2，pp.67-83，August 2016.

[7] S. Kalyuga, P. Chandler and J.Sweller, "Levels of Expertise and User-Adapted Formats of Instructional Presentations: A Cognitive Load Approach", Proceedings of the Sixth International Conference, UM97, June 1997.

[8] 川原正広，松岡和生，“視覚的イメージスタイル質問紙作成の試み”, イメージ心理研究, Vol.7，No. 1，pp. 19-31，January 2009.

[9] O. Blajenkova, M. Kozhevnikov and M. A. Motes, "Object-spatial imagery: A new self-report imagery questionnaire", Applied Cognitive Psychology, Vol.20, No.2, pp.239–263， January 2006.

[10] クリエイティブサーベイ，“WEB アンケート作成ツール【クリエイティブサーベイ】セルフアンケート ASP”，https://jp.creativesurvey.com/ (参照 2020.9.17)