

電子黒板を用いた授業において 「教師が見える」ことによる効果に関する実験的検討

佐藤弘毅

名古屋大学国際言語センター

Experimental Discussion on Effects of the Teacher's Presence in Lectures Using the Interactive Blackboard

Kouki SATO

International Language Center, Nagoya University

本稿では、電子黒板を用いた授業の利点の一つであると考えられる視線集中の効果について、主に「電子黒板の前または近くに教師の姿が見えること」による影響を検討する。教師の位置として、①画面の前で電子黒板を操作、②画面の横で手元のタッチパネルを操作、③画面の後ろで手元のタッチパネルを操作、の3通りによる授業を実験的に行い、各授業後の受講者に対するアンケートにより、教師の位置の違いが及ぼす影響について分析する。

<キーワード> 電子黒板 視線集中 存在感 インタフェース 教育メディア

1. 研究の背景

1.1 電子黒板

授業において伝統的に用いられている教育メディアである黒板は、速記性や柔軟性に富み教材を提示するための装置として最も適している、受講者がノートを取る（ノートテイキング）による学習が期待できる、受講者の視線集中が行われる等の利点がある⁽¹⁾。電子黒板（interactive blackboard）は、この機能を拡張し、PC やネットワークに接続された巨大なタッチパネルディスプレイに置き換えたものである。本研究では、装置とソフトウェアの基本的な機能として、以下の3点が備わっているものを示す。

- (1) 操作：Web ブラウザなどの各種 PC アプリケーションを板面に表示し、操作できる。これにより、画像や動画等のマルチメディアも表示できる。
- (2) 書き込み：画面上に文字や図・線を描画できる。
- (3) 保存：描画された情報を保存でき、後から再生できる。

上記の(1)および(3)は、PC に接続されたからこそ実現できる機能である。一方で、(2)のように黒板としての特徴を併せ持つため、PC ということを感じさせず⁽²⁾、抵抗感が少なく自然に教室に導入できるものと考えら

れる。近年、この電子黒板は徐々にその有効性が認められ、教育現場に普及しはじめてきている⁽³⁾。

ところで、上記要件を満たす電子黒板には、装置の構成に応じていくつかの種類がある。電子黒板活用効果研究協議会⁽⁴⁾は、プラズマディスプレイまたは短焦点プロジェクタとタッチパネルが一体となった「一体型」、タッチパネル装置のついた専用の白板に前面からプロジェクタで投影する「ボード型」、プロジェクタで投影したスクリーンに専用のペン入力装置を取り付けて使う「ユニット型」の3種類を示している。清水⁽⁵⁾はこれに加えて、手元のタッチパネルディスプレイまたはタブレット PC の画面をプロジェクタで投影する「タブレット型」を示している。これは、「一体型」では板面が小さすぎて支障がある大講義室での授業や、画面を遠隔に配信する e-ラーニングでの活用が考えられる。

1.2 視線集中の効果と存在感

しかし、画面を直接指し示すことができその位置が操作や書き込みの位置である「一体型」に対し、「タブレット型」は操作の位置と表示される位置が異なるため、画面の見やすさや内容理解の面で差が出てくると

考えられる。また、受講者の視線がタブレットを操作する教師と投影画面に分かれるため、従来の黒板を用いた授業と比べると不自然な状況であることが危惧される。このような状況では、受講者が教師や他の受講者を意識することが難しい。この「他者を意識する」感覚は存在感 (social presence) として知られており、近年学習効果との関係が指摘されている⁽⁵⁾。

先行研究では、電子黒板への視線集中によって受講者間の存在感が高められ、それによって受講者の満足度といった学習の情意面 (affective learning) にポジティブな影響を与えることを示した⁽⁶⁾。一方、受講者が感じる教師の存在感についても、ジェスチャーや表情といった教師の緊密さ (intimacy) が、学習の情意面に効果的であることが知られている⁽⁷⁾⁽⁸⁾。先行研究では、「一体型」と前面投影式の「ユニット型」の電子黒板、プロジェクタ、白板のインタフェースの違いが受講者の主観的評価に及ぼす影響に関して、「ユニット型」で教師がプロジェクタの投影を遮ってしまうことによる見づらさの影響が見られたが、教師の存在感に与える影響は見られなかった⁽⁹⁾。これは、教師がインタフェースの違いをどう捉えているか、その活用意図に依存している可能性が示唆されている⁽¹⁰⁾。すなわち、教師がインタフェースを「使いやすい」と感じている時には教師の存在感が高く、「使いにくい」と感じている時には教師の存在感が低いことがわかっている⁽¹¹⁾。

電子黒板のインタフェースの違いがノートテイキングに与える影響について、先行研究⁽¹²⁾⁽¹³⁾の「一体型」の電子黒板を用いた授業では、教師が指し示した先の情報や板書した内容をノートする受講者が多く、アンケートではノートテイキングしやすかったと評価する傾向が見られた。また、「タブレット型」の電子黒板を用いた授業では、教師の存在感が高い受講者すなわち教師の動きを意識し親しみを感じていた受講者の方がノートを取りやすかったと評価する傾向が見られた。

2. 目的

以上の先行研究をふまえ、本研究では引き続き電子黒板による視線集中の効果について検討する。今回は「電子黒板の前または近くに教師の姿が見えること」による影響を調べるために、図 1 に示すように①「一体型」の電子黒板を用いて画面の前で教師が板書・説

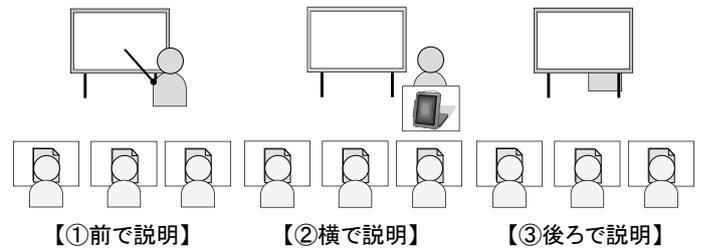


図 1 実験的授業の 3 条件

明する授業、②「タブレット型」の電子黒板を用いて画面の横で教師が板書・説明する授業、③「タブレット型」の電子黒板を用いて画面の後ろで受講者から教師の姿が見えない状態で板書・説明する授業の 3 つを実験的に行った。

③については、受講者から後ろにいる教師の存在は認識でき声は十分によく聞こえるものの表情や姿は視認できず、教師からも受講者の表情などの様子が十分に把握できない状況である。これは 1.2 で述べた教師の緊密さが少ないと考えられる状況であり、大講義室や遠隔での授業を想定している。

①～③を用いた各授業後に受講者に対してアンケートを行い、画面の見やすさ、教師の存在感、内容理解、授業のわかりやすさ、ノートの取りやすさ、学習の情意面を測定した。それらの結果を比較することで、「教師が見える」ことによる効果について考察する。

3. 方法

3.1 被験者

受講者は大学生 27 名 (男 11 名、女 16 名) であった。平均年齢は 19.4 歳で、標準偏差は 1.34 であった。

3.2 実験デザイン

これらの受講者を 3 グループに分けて、9 名ずつ実験的な授業を行った。教師は実験者が担ったが、授業はあらかじめ用意していた 3.4 で述べる内容のシナリオにしたがって進め、3 グループとも同一の内容になるように心がけた。

授業環境は、2. で述べた通り教師と画面の位置に応じて、①前で説明、②横で説明、③後ろで説明の 3 条件である。条件の順序や授業内容が評価に影響する危険が考えられるため、被験者のグループの間で条件の順序の入れ替えを行い、その影響を相殺するラテン方

表1 ラテン方格法による実験デザイン例

	グループ		
	1	2	3
1. A市	①	②	③
2. C市	②	③	①
3. D市	③	①	②

格法による実験デザインを採用した。これは、被験者のグループの間で同じ順序・内容を同じ条件で行わないように、条件の順序を入れ替えながら試行を繰り返す実験計画である。具体的なデザインの例を表1に示す。表の列はグループを、行は順序・内容を表す。例えば、はじめのグループで1回目に①前で説明をした場合、以後のグループでは1回目に二度と同じ条件をやらないようにする。このように配置していくと、全部で3条件×3グループの試行でラテン方格が完成する。これにより、被験者間計画、すなわち3条件の授業をすべて異なる被験者のグループで行った場合の、個人特性やグループダイナミクスの評価への影響も、回避できると考えた。また、授業内容による評価への影響を相殺するため、順序と内容を対応させた。すなわち、全グループが同じ内容を同じ順序で受講した。

3.3 授業環境

電子黒板は、タッチパネルに約70インチのSMART Technologies製のスマートボードを用いた。上部に取り付けられたEPSON製の短焦点プロジェクタから画面を投影する方式で、背面にノートPCが設置してあり、一体となっている。条件①の授業では、教師による板書、指示、スライド送りは全て指もしくは専用のペンによるタッチ操作で行った。条件②および③の授業では、Wacom製の21インチのタッチパネルディスプレイを教師の手元に置き、同じ画面を上記の電子黒板に映した。操作は手元のタッチパネルで専用のペンを用いて行った。

説明・板書用のソフトウェアとしてSMART Notebookを使用し、ソフトウェア上に説明・板書のためのスライドを用意した。

3.4 授業内容と方法

授業内容は、日本に実在する市をモデルに設定された架空の市1つを、教師が受講者に紹介するものである。あらかじめ3つの市(A市、C市、D市)を説明するための資料とスライドを用意しておき、教師は資料に従って授業を行った。なお、受講者の既有知識による影響を避けるため、固有名詞等は全て架空のもの(ひらがなに統一)に変更してある。スライドの内容

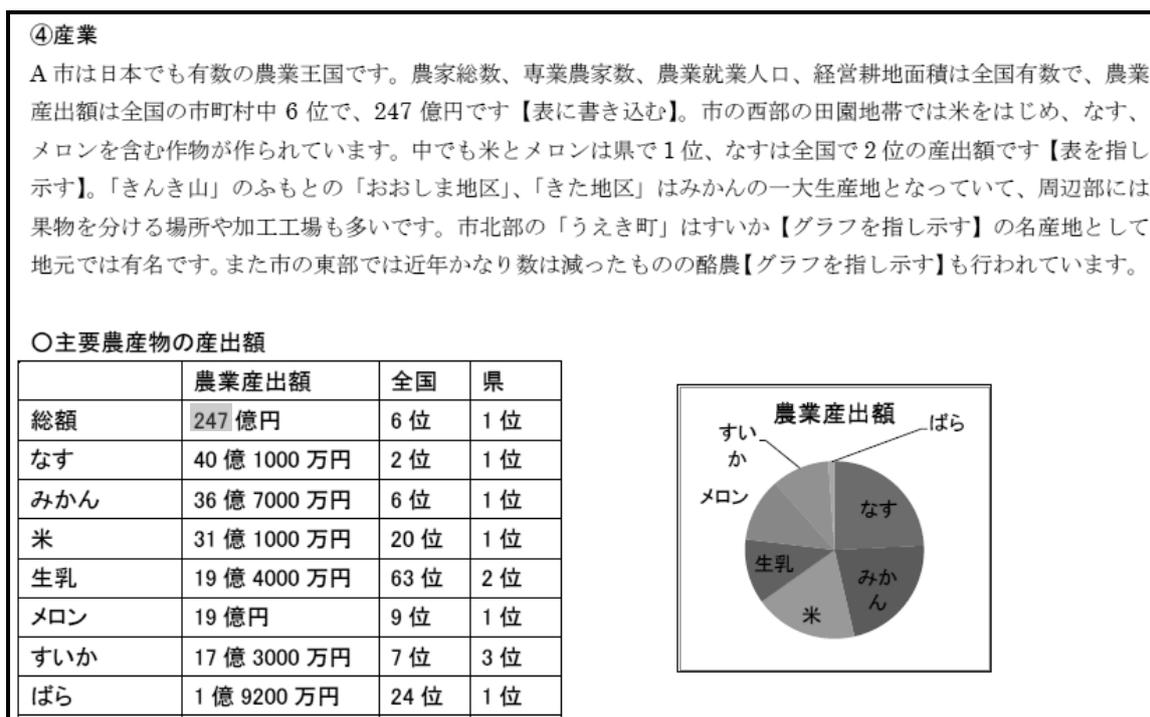


図2 説明資料の例(抜粋)

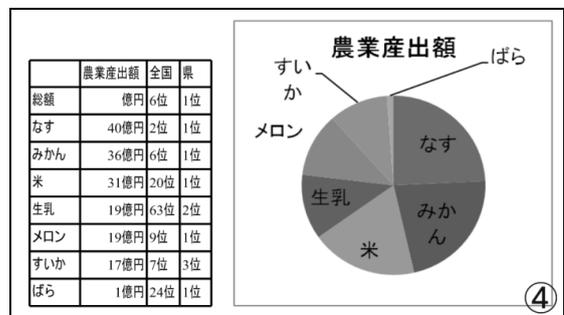
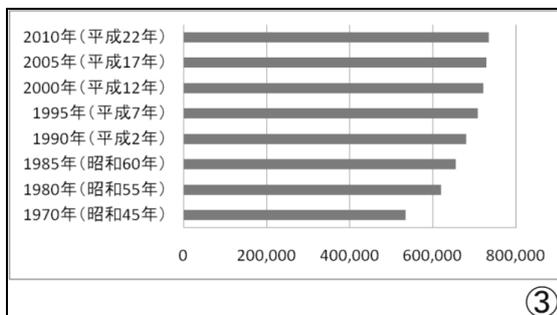
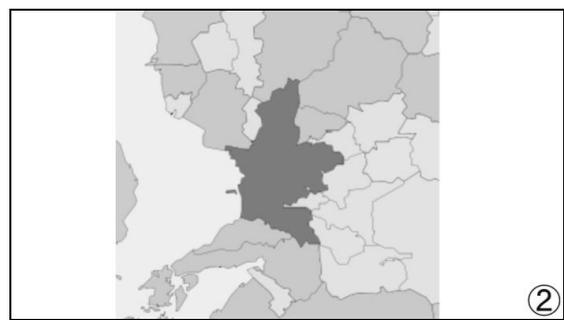
A市

人口 731,286人(中核市)

面積 389.53 km²

人口密度 1,880人/km²

①



「へいあんめん」
中華料理の一種
中国からの出稼ぎ労働者によって伝えられた？

「エミリー」
「おおくま動植物園」にいたメスのインドゾウ
戦争中に、軍の命令で感電死させられた

⑤

まとめ

- 日本最大の人口の中核市
- 東部・北東部の「ごび」台地：住宅地
- 農業：米、メロン、なす等
- 「へいあんめん」「エミリー」

⑥

図3 スライドの例

は全ての市で①概要、②地理、③人口、④産業、⑤その他、⑥まとめの6枚で同じ構成になっている。①には人口、面積、人口密度の情報が、②には市の地図が、③には人口の変化を示す棒グラフが、④には産業を示す表と円グラフが、⑤には説明文が、⑥には箇条書きによるまとめが含まれている。説明資料には、教師が話す台詞、板書する項目と箇所と板書例、スライドを指し示す項目と箇所の全てが記されている。スライドの②では白地図に記号と文字を書き入れる動作と指示動作、③ではグラフに線を書く動作、④では表中に文字を書き入れる動作と指示動作があり、①と⑤と⑥では特に動作はなくスライドを映して説明するのみとなっている。資料の例(スライド④説明部分の抜粋)を図2に、スライド①～⑥の例を図3に示す。資料通りに説明すると、授業時間は1回約10分となる。

3.5 実験の手続き

各授業の開始時にノート用のワークシートを配布し

た。ワークシートは①～⑥のスライド別にノートが取れるように区切られている白紙のものである。授業の終わりには内容に関する理解度テストを行うことを予告し、そのためにノートを取るように指示した。内容や分量は特に指定せず、ワークシートの区切りをのみ出さない限り自由とした。

授業中は教師の説明のみとし、受講者には質問を認めなかった。

授業の後には、3.6で述べる評価アンケートに回答させた。その後、2分間のノート見直し時間を設けた後、ワークシートを回収し、理解度テストを実施した。今回の研究では、アンケートのみを分析対象とする。

3.6 評価方法

各授業の終わりに、受講者に対する評価アンケートを行った。画面や板書の見やすさ、教師の存在感、内容理解、説明のわかりやすさ、ノートの取りやすさ、学習の情意面に関して、以下の23項目を「1. そう思

わない」から「7. そう思う」の7段階で評価させた。なお、※印で示した項目は、肯定的な評価と否定的な評価のスケールが逆になっている項目（逆転項目）である。アンケートは項目に振られている番号順に聞いたが、以下では便宜上内容別に並び替えて示す。

(a)画面や板書の見やすさ

- 1) 教師が指し示した先の情報は見やすかった
- 2) 画面に表示されていた文字や図は見やすかった
- 3) 教師が書いた文字や図は見やすかった
- 4) 教師が画面のどの部分を説明しているのか意識した

(b)教師の存在感

- 6) 教師の動きを意識した
- 7) 教師の視線を意識した
- 8) 教師に親しみを感じた
- 9) 教師は自分の反応を意識していた
- 10) 教師は自分の視線を意識していた

(c)内容理解

- 11) 教師が画面の情報を指し示したことは内容理解に役に立った
- 12) 画面に表示されていた文字や図は内容理解に役に立った
- 13) 教師が書いた文字や図は内容理解に役に立った
- 22) 全体的に内容は理解できた

(d)説明のわかりやすさ

- 5) 教師の話は自分に伝わった
- 14) 教師が画面のどの部分を説明しているのかわかりにくかった※
- 21) 全体的に説明はわかりやすかった

(e)ノートを取りやすさ

- 16) 教師の指し示した先の情報をノートした
- 17) 教師が書いた文字や線、図をノートした
- 18) 教師の説明が早くてノートが取りにくかった※
- 19) ノートは内容理解に役に立った
- 20) 全体的にノートは取りやすかった

(f)学習の情意面

- 15) 教師の説明に集中できた
- 23) 全体的に説明に満足している

4. 結果

アンケート結果を条件①～③の授業別に集計し、各

項目の平均値を算出した結果を図4のグラフで示す。有効回答数 $N=27$ である。なお、(14)および(18)については、「7. そう思わない」から「1. そう思う」と肯定的な回答の数値が高くなるように補正してある。全ての項目において、①教師が画面の前で説明した授業の評価が最も高く、次いで②教師が画面の横で説明した授業、③教師が画面の後ろで説明した授業の評価が最も低かった。

各項目において、条件①～③の差を検討するため、一元配置の分散分析（1要因3水準）を行った。結果を図4の右側の表に示した。 F 値 ($F(26,2)$) を示し、有意差が見られた項目にはその確率に応じて印 (** $p<.01$, * $p<.05$, + $p<.10$) を付した。また条件①～③それぞれの組み合わせについて Ryan の方法による多重比較を行い、その結果有意差が見られたものについてはその確率に応じて印 (** $p<.01$, * $p<.05$, + $p<.10$) を付した。列①-③は条件①と③の比較を、列①-②は条件①と②の比較を、列②-③は条件②と③の比較をそれぞれ示している。

以下、アンケート内容別に結果をまとめる。

(a)画面や板書の見やすさについては、(2)画面に表示されていた文字や図の見やすさ以外の3項目について有意差が見られた。(1)教師が指し示した先の情報の見やすさについては、①教師が画面の前で説明した時が他の2条件に比べて有意に高く評価された。(3)教師が書いた文字や図の見やすさと(4)教師が画面のどの部分を説明しているのか意識の2項目は、条件①～③それぞれの間に有意差が見られた。

(b)教師の存在感については、全ての項目について有意差が見られ、①教師が画面の前で説明した時が、②教師が画面の横で説明した時よりも有意に高く、その両条件よりも③教師が画面の後ろで説明した時が有意に低く評価された。

(c)内容理解については、全ての項目について有意差が見られたが、(11)教師が画面の情報を指し示したことの有用性と(22)全体的な理解度については①教師が画面の前で説明した時と③教師が画面の後ろで説明した時との間にのみ有意差が見られ、②教師が画面の横で説明した時との間には有意差が見られなかった。(12)画面で表示されていた文字や図の有用性は①教師が画面の前で説明した時が他の2条件に比べて有意に

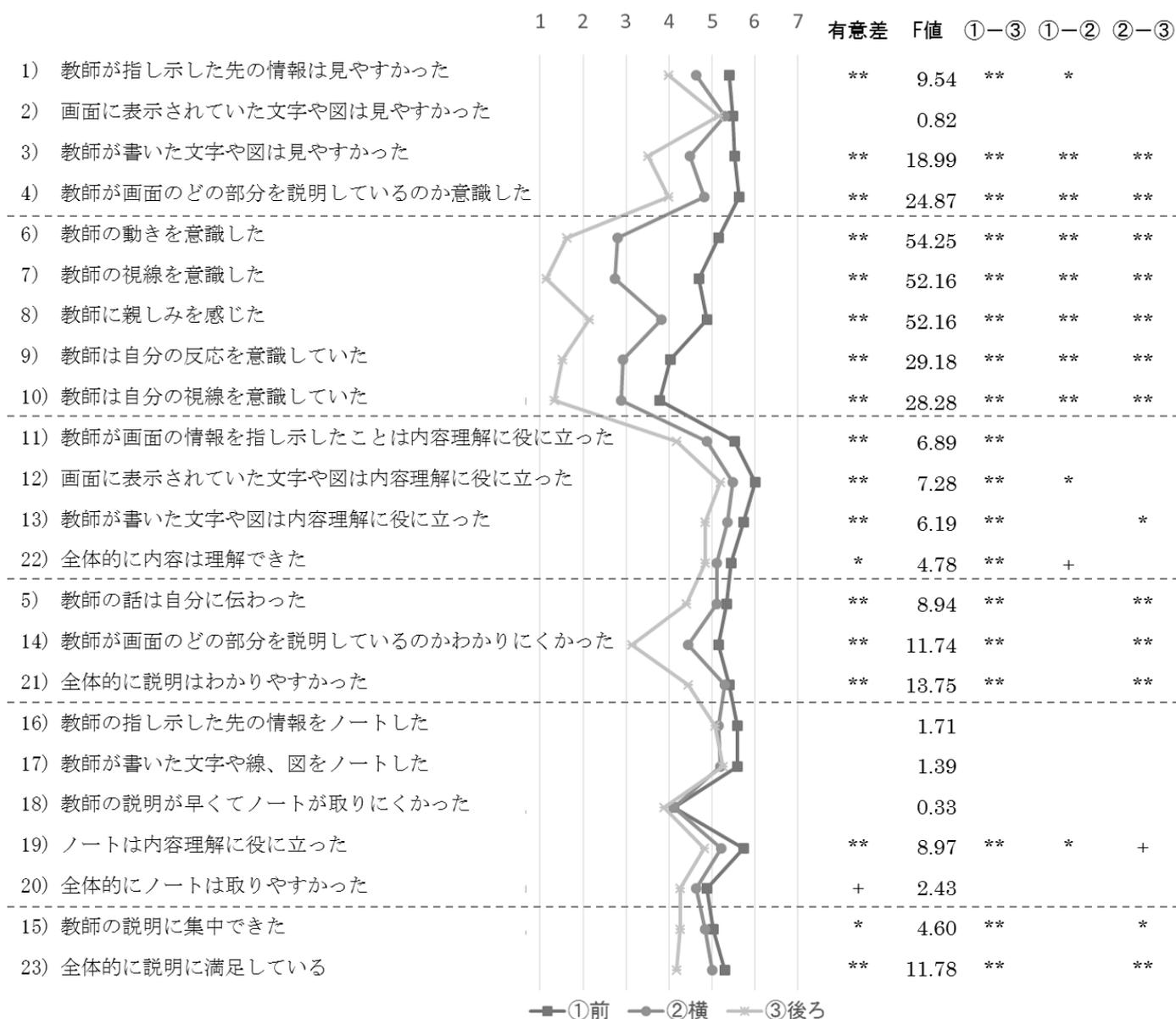


図4 アンケート結果と分散分析の結果

高く、(13)教師が書いた文字や図の有用性は①教師が画面の前で説明した時と②教師が画面の横で説明した時が③教師が画面の後ろで説明した時より有意に高く評価された。

(d)説明のわかりやすさについては、全ての項目について有意差が見られ、①教師が画面の前で説明した時と②教師が画面の横で説明した時が③教師が画面の後ろで説明した時より有意に高く評価された。条件①と②の間の有意差は見られなかった。

(e)ノートの取りやすさについては、(19)内容理解への有用性を除いて有意差は見られなかった。(19)については、①教師が画面の前で説明した時が他の2条件に比べて有意に高く評価された。

(f)学習の情意面については、2項目とも有意差が見

られ、いずれも①教師が画面の前で説明した時と②教師が画面の横で説明した時が③教師が画面の後ろで説明した時より有意に高く評価された。条件①と②の間の有意差は見られなかった。

5. 考察とまとめ

以上の分析結果から、総じて受講者から評価が高かったのは①教師が電子黒板の前で説明した授業であり、次いで②横でタッチパネルを操作しながら説明した授業の評価が高く、③後ろでタッチパネルを操作しながら説明した授業の評価が最も低いという結果であった。

特にこの3条件に顕著な差が見られたのは(b)教師の存在感についての項目であり、「教師が見える」ことによる影響が大きかったことがわかる。興味深いのは

条件①と②の差であり、①教師が画面の前で説明することで、②横で説明するよりも視線が集まりやすく、存在感が高まったのではないかと考えられる。③後ろで説明する時は、教師の姿が見えないことで存在感が低くなったと考えられることから、大講義室や遠隔での授業の際には教師の存在感を高める工夫が必要になってくると示唆される。

また、(a)画面や板書の見やすさについても、(1)教師が指し示した先の情報や(3)教師が書いた文字や図の見やすさ、(4)教師が画面のどの部分を説明しているかの意識について、①画面の前で説明した時が一番高く評価された。これは清水²⁾も指摘している通り、画面を直接指し示すことができその位置が操作や書き込みの位置であることが効果的だったのではないかと考えられる。(3)と(4)については②画面の横で説明した時と③後ろで説明した時の間にも有意差が見られたことから、教師の動きが見えるだけでも効果があったと考えられる。

(c)内容理解については、①教師が画面の前で説明した時と③後ろで説明した時の差は見られたものの、②横で説明した時との差は明確ではなかった。ただ、多重比較の結果から、(12)画面に表示されていた文字や図は①教師が前で直接板面を示しながら説明することが、(13)文字や図を書き込む時は条件①と②のように教師の動きが見えることが内容理解に役に立つと受講者に評価された可能性が考えられる。

(d)説明のわかりやすさと(f)学習の情意面についても、①教師が画面の前で説明した時と②横で説明した時の方が③後ろで説明した時よりも有意に高く評価されており、やはり教師の動きが見えることによる効果が考えられる。

一方で、(e)ノートの取りやすさについては、今回の条件①～③の間に有意な差は見られなかった。唯一(19)内容理解に関わる部分のみ、①教師が前で直接画面を指し示したり板書したりしながら説明する効果があったと考えられる。これについては今後、実際に受講者がノートした内容の分析を進める上で明らかにしていきたいと考えている。

以上、「教師が見える」ことによる効果をアンケート内容別に見てきたが、これらの間の因果関係、例えば教師の存在感が画面の見やすさや説明のわかりやすさ

等に与える影響については明らかではない。今後はこれらの因果関係の分析を進めていきたい。また、理解度テストの結果とアンケートの結果を照らし合わせることで、今回調べた教師の存在感や学習の情意面が実際の学習効果に与える影響についても検証していきたい。

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費助成事業（挑戦的萌芽研究，課題番号 16K12555）の援助を受けています。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 石川實：“黒板の文化史”，白順社，東京（1998）
- (2) 清水康隆：“電子黒板で授業が変わる”，高陵社書店，東京（2006）
- (3) 赤堀侃司（編）：“電子黒板・デジタル教材活用事例集”，教育開発研究所，東京（2011）
- (4) 電子黒板活用効果研究協議会：“電子黒板活用ガイド”，電子黒板活用効果研究協議会，東京（2008）
- (5) Garrison, D. R. and Anderson, T.: “E-Learning in the 21st Century”, London and New York, Routledge Falmer (2003)
- (6) 佐藤弘毅，赤堀侃司：“電子化黒板に共有された情報への視線集中が受講者の存在感および学習の情意面に与える影響”，日本教育工学会論文誌，第 29 巻，第 4 号，pp.501-513（2005）
- (7) Gorham, J.: “The relationship between verbal teacher immediacy behaviors and student learning”, *Communication Education*, Vol.37, No.1, pp.40-53 (1988)
- (8) Christophel, D. M.: “The relationship among teacher immediacy behaviors, student motivation, and learning”, *Communication Education*, Vol.39, pp.323-340 (1990)
- (9) 佐藤弘毅：“電子黒板・プロジェクタのインタフェースの違いが受講者の主観的評価に及ぼす影響”，日本教育工学会研究報告集，第 JSET11 巻，第 5 号，pp.145-152（2011）
- (10) 佐藤弘毅：“電子黒板・プロジェクタのインタフェースの違いが教師の使用感に及ぼす影響”，日本教

育工学会研究報告集，第 JSET12 卷，第 1 号，pp. 119-126 (2012)

(11)佐藤弘毅：“電子化黒板が教師の存在感に与える影響に関する実験的検討”，日本教育工学会第 24 回全国大会講演論文集，pp.887-888 (2008)

(12)佐藤弘毅：“電子黒板のインタフェースの違いがノートテイキングに与える影響に関する分析”，教

育システム情報学会研究報告，第 28 卷，第 5 号，pp.43-48 (2014)

(13)佐藤弘毅：“電子黒板を用いた実験的授業におけるノートテイキング内容に関する分析”，教育システム情報学会研究報告，第 29 卷，第 6 号，pp.103-110 (2015)