

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）

二重チャンネルモデルに基づく教育映像コンテンツの
高速提示効果に関する実験的検討

An Experimental Study on Effects of High-speeded
Educational Visual Contents
Based on Dual Channel Model

2018年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科

長濱 澄

NAGAHAMA, Toru

研究指導教員： 森田 裕介 准教授

目次

1章 序論	1
1. 研究の背景	1
2. 本論文の構成	4
2章 マルチメディア・ラーニングにおける理論的背景	7
1. マルチメディア・ラーニングにおける情報処理モデル	7
1. マルチメディア・ラーニングにおける情報処理モデルと前提	7
2. マルチメディア・ラーニングにおける5種の認知処理	13
3. マルチメディア・ラーニングにおける提示情報と処理プロセス	16
2. マルチメディア・ラーニングにおける認知負荷とデザイン原則	19
1. マルチメディア・ラーニングにおける認知負荷理論	19
2. マルチメディア・ラーニングにおける8種の原則	20
3. モダリティ効果と二重チャンネルにおける相互作用(予備的研究)	32
3章 研究の目的	35
1. メディアの高速提示に関する先行研究と課題	35
1. オンライン上の教育映像コンテンツに関する研究	35
2. 教育映像コンテンツの再生機能	35
3. メディアの高速提示(目的1)	36
4. 教育映像コンテンツの高速提示における講師映像(目的2)	37
2. 学習スタイルと情報処理プロセスに関する先行研究と課題	39

1. マルチメディア・ラーニングにおける学習スタイル	39
2. 学習スタイルと情報処理プロセス(目的 3)	42
4 章 教育映像コンテンツの高速提示に関する基礎研究	45
1. 教育映像コンテンツの高速提示による学習効果の分析(研究 1)	45
1. 目的	45
2. 方法	45
3. 結果及び考察	51
4. 研究 1 のまとめ	57
2. 映像を含む教育映像コンテンツの高速提示効果の分析(研究 2)	58
1. 目的	58
2. 方法	58
3. 結果及び考察	62
3. 教育映像コンテンツの高速提示効果に関する基礎的考察	73
5 章 二重チャンネルモデルに基づく教育映像コンテンツの高速提示効果の検討	75
1. 教育映像コンテンツの高速提示における学習効果と学習スタイルの関連(研究 3) ...	75
1. 目的	75
2. 方法	76
3. 結果及び考察	82
2. 教育映像コンテンツの高速提示に関する総合考察	91
1. 教育映像コンテンツにおける認知負荷	91
2. 学習スタイル別の情報処理プロセス	93
3. 学習スタイルと提示情報	95

4. 学習スタイルと二重チャンネルモデルの関係性	97
5. 教育映像コンテンツの高速提示に関する教育実践上の配慮	99
3. 研究のまとめ	101
6章 研究の総括	103
1. 研究成果	103
2. 今後の展望	108
参考文献	112
付記	127
付録	128
謝辞	144

1章 序論

1節 研究の背景

中島（2011）は、e-ラーニング¹が、生涯学習や遠隔地教育といった学習機会の拡張化や個別化に対応するために生み出されたシステムであることを指摘した。また、大島（2008）は、「e-ラーニング環境において、教材はマルチメディア化されたものが典型的であり、かつそこにはハイパーリンク構造が存在する（これをハイパーメディア学習環境と呼ぶ）」と述べ、ハイパーメディア学習環境において、学習者に提示される情報は、従来の伝統的な教科書と比較して、質・量ともに、豊富になっていることを指摘した。最近では、教育機関に限らず、各非営利組織をはじめ、教師や学習者個人によるオープン教材（Open Educational Resources; OER）の開発が進んできている。その結果、多様な分野における様々な対象に向けた学習リソースがインターネット上で共有されるようになった。このことから、現在のe-ラーニング環境は、大島（2008）が指摘するハイパーメディア学習環境としての性質を一段と強めていると考えられる。

大規模公開オンライン講座（Massive Open Online Course; MOOC）は、OERを活用した学習形態のひとつである。MOOCの普及によって、誰もがインターネットを介して、世界最高レベルの授業を受講できるようになった（総務省 2013）。MOOCにおける代表的なプラットフォーム（Udacity, Coursera, edX等）は、2012年に北米で開設された。edX上に講座を公開しているHarvardXとMITxは、開講初年度において、世界中から60万人の受講者が得られたことを報告している。また、Courseraでは、開講初年度において、220を超える国と地域から290万人の受講者が得られ、さらに、次年度において、受

¹植野（2005）によれば、e-ラーニングに関する定義は不明瞭であり、統一的な見解がなされていないとしている。本論文では、学習形態を基準にe-ラーニングを定義した野島・鈴木・吉田（2006）を参考にした。

講者が700万人に到達したことが報告されている (Koller & Ng, 2014; Waldrop, 2013) .
加えて、福原 (2016) は、2016年時点で、MOOC受講者が、約3500万人にのぼることを報告している。これらのことから、世界中でMOOCが急速に普及してきたことがわかる。日本においても、2013年に、日本オープンオンライン教育推進協議会 (JMOOC) が設立された。そして、JMOOC公認サイトgacco (ガッコ) では、サイト開設より3ヶ月で会員数が5万人を突破したことが報告された。

MOOC受講における一般的な流れは、(1) 教育映像コンテンツの視聴、(2) 確認テストの受験、(3) 課題の遂行・提出、(4) 掲示板での議論への参加である。(1) ~ (4) の過程を1単元分の学習サイクルとし、週ごとに学習を進めていく。そして、講座の修了要件を満たした場合には、個人の希望によって、修了証が与えられる。また、教育映像コンテンツを視聴する際には、再生中に早送り・巻き戻し等の操作の他、頭出し等の機能があり、受講者は自分のペースに合わせて、気になる箇所を繰り返し視聴することができる。このことから、MOOC受講者は、いつでも、どこでも、自身のペースに合わせて学習を進めることができる (Liyanagunawardena, Adams, & Williams, 2013) .

MOOC上の大規模な学習ログは、ビッグデータとして分析・解析することで、学習者の傾向やパターンを把握することに役立つとされている (重田, 2016; 山田, 2015) . 大規模なMOOC受講者の学習ログを解析した研究としては、edXにおける最初の講座 (6.002x, Circuits and Electronics) を対象とした調査が挙げられる。Hardesty (2012) によれば、6.002xについて、約15万5千人が登録し、約7,100人が修了証を手にしたとしている。Breslow *et al.* (2013) は、それらの修了証を手にした受講生の学習ログを分析した。その結果、修了証取得者が最も多くの時間を費やしたのは、教育映像コンテンツの視聴であったことを示した。また、Kizilcec, Panadopulolos, and Sritanyaratana (2013) は、Coursera上の3講座 (Computer Science 101, Algorithms: Design and Analysis, Probabilistic Graphical Models) の受講生、約9万4千人を対象に学習ログを分析した。

その結果、多くの受講生が、確認テストや掲示板での議論をスキップしたとしても、教育映像コンテンツは視聴していたことを示した。加えて、MOOC受講者の学習ログデータから、コースの受講率や満足度、修了率は、教育映像コンテンツのデザインや提示方法・視聴方法に大きく影響を受けることが報告された（安西, 2016; 永田, 2015; Guo, Kim, & Rubin, 2014）。これらのことから、教育映像コンテンツは、MOOC上の学習において、必要不可欠な役割を担っているといえる。そして、MOOCに限らず、e-ラーニングにおける教育映像コンテンツの効果は多数の実践によって実証されていることから（本多, 2000; 山本・池田・清水, 2003など）、MOOCやOERに代表されるハイパーメディア学習環境において、教育映像コンテンツのデザインや提示方法を検討することは大変意義深い。

Kizilcec, Bailenson, and Gomez (2015) によれば、e-ラーニングにおける教育映像コンテンツの多くは、視覚情報と音声情報で構成されており、マルチメディアとしての性質を有していることを指摘している。また、教育映像コンテンツは、説明文や文字情報に加え、図や写真といった画像情報や、ナレーションなどの音声情報を提示することができ、従来の紙媒体の教材よりも情報の種類が多い（富永・向後, 2014）。しかしながら、こうしたマルチメディアが提示する複数種類の情報によって、認知的負荷（Cognitive load）がかかり、学習の阻害要因となる可能性がある（大島, 2008）。そのため、効果的な教育映像コンテンツといったマルチメディアのデザインや提示方法に関する研究は、学習者の認知的プロセスに注目し、学習中の認知負荷を軽減させるという課題に帰着するケースが多い（安藤・植野, 2008）。Mayer (2009) は、多数の実証実験によってCTML（Cognitive Theory of Multimedia Learning）の観点から、マルチメディアにおける認知負荷の軽減に関する有用な知見を示している。本論文では、CTMLにおける二重チャンネルモデルに基づき、教育映像コンテンツの提示方法とその効果について、実験的に検討を行なった。

2 節 本論文の概要・構成

図1-2-1に、本論文の構成を示す。1章では、e-ラーニングに関する研究動向をまとめた。特に、MOOC (Massive Open Online Course: 大規模公開オンライン講座) の世界的な普及という社会背景に注目し、MOOC受講者の学習ログを分析・検討した先行研究から得られた知見について整理した。

2章では、教育映像コンテンツの効果的な作成・活用法に関して、これまでに多数の実証的研究を行ってきた Mayer の CTML (Cognitive Theory of Multimedia Learning) に関する知見をまとめた。特に、提示された聴覚情報は聴覚チャンネルにおいて処理が行われ、提示された視覚情報は視覚チャンネルで処理が行われるとする二重チャンネルモデルと、学習材料を提示する際に、言語情報と視覚情報とを異なったモダリティで提示する方が、同一モダリティで提示するより、学習効率が上がるとするモダリティ効果の関連性について注目した。また、モダリティ効果に関する予備的研究によって得られた知見を示した。

3章では、教育映像コンテンツの変速再生機能を活用した学習を実践するための課題を抽出し、本研究の目的を整理した。その結果、(1)教育映像コンテンツの高速提示における学習効果についてほとんど検討されていない点(目的 1・研究 1)、(2)教育映像コンテンツの高速提示において、講師映像と学習効果の関連性はほとんど検討されていない点(目的 2・研究 2)、(3)教育映像コンテンツの高速提示において、認知負荷と学習スタイル別の情報処理プロセスの関連性について、ほとんど検討されていない点(目的 3・研究 3)が課題として抽出された。

4章では、研究1、及び、研究2によって得られた知見を基に教育映像コンテンツの高速提示効果について検討し、基礎的考察を示した。まず、研究 1 では、オンライン学習環境を想定した教育映像コンテンツの高速提示と学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした。1 倍速、1.5 倍速、2 倍速の提示速度の異なる教育映像コンテンツを3種類作成し、大学生 75 名に提示

した。作成した教育映像コンテンツは、スライド形式の講義型で、高等学校における情報科に関する宣言的知識を扱ったものであった。学習の前後に実施した理解度テストの得点から、学習効果を検証した。また、3種類の提示速度に対する主観評価を、質問紙を用いて調査した。次に、研究2では、教育映像コンテンツの高速提示時における講師映像の影響を明らかにすることを目的とした。実験では、大学生59名を被験者に、講師映像を含む教育映像コンテンツを、1倍速、1.5倍速、2倍速の提示速度で学習させた。学習前後に実施した理解度テストの得点から、学習効果を検証した。また、高速提示と講師映像に関する主観評価について、質問紙を用いて調査した。その後、視線計測による検証実験を、大学生24名を対象として行った。

5章では、研究3によって得られた知見を基に、教育映像コンテンツの高速提示における学習効果と学習スタイル別の情報処理プロセスの関連性について検討し、教育実践上の配慮を示した。

研究3では、F-ILSにおけるVisual-Verbalの次元に注目し、教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイル別の情報処理プロセスと学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした。実験では、研究1で使用した高等学校情報科「ネットワークの仕組み」に関する教育映像コンテンツを、講師映像、スライド、字幕から構成されるレイアウトに編集し、実験映像として用いた。また、1倍速提示条件と2倍速提示条件で実験映像を提示した。被験者は、F-ILSによって学習スタイルが分類されたVisual群20名とVerbal群20名であった。学習の前後に実施した理解度テストの結果から、学習効果を明らかにした。また、2種類の提示条件に対する主観評価について、質問紙調査を行った。加えて、被験者の視線運動について、実験映像の提示時に、スクリーンベースのアイトラッカーを用いて計測した。視線データ処理に関して、実験映像のレイアウトにおいて、講師映像AOI、スライドAOI、字幕AOIを設定し、各AOIの視線滞在時間の割合を算出した。

6章では、本論文を振り返り、研究の成果を示した。また、本論文において得られた知見と、先行研究において得られた知見を関連付けながら、今後の展望について考察した。

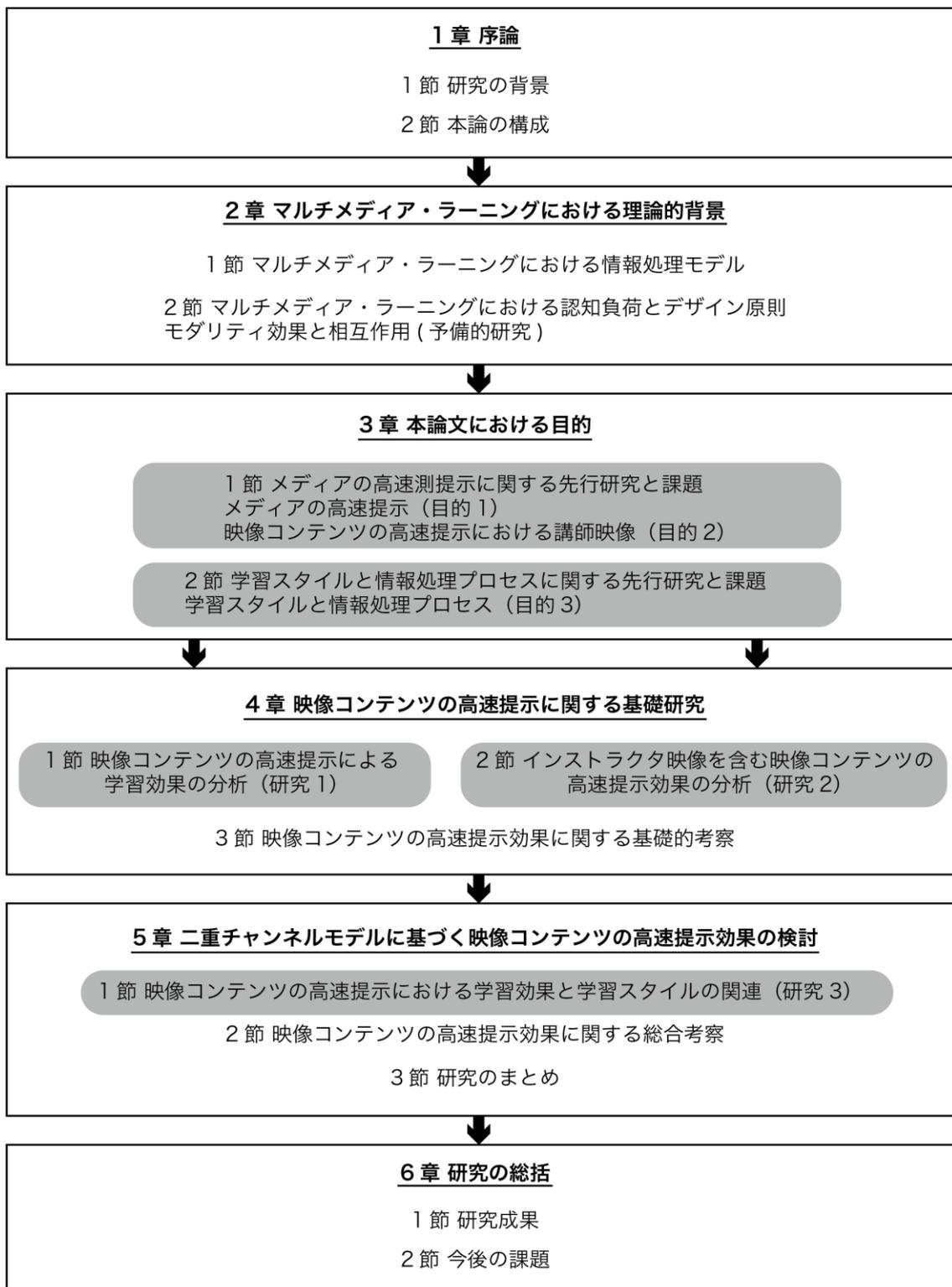


図1-2-1 本論文の構成

2章 マルチメディア・ラーニングにおける理論的背景

1節 マルチメディア・ラーニングにおける情報処理モデル

1. マルチメディア・ラーニングにおける情報処理モデルと前提

Mayer (2009) は、マルチメディア・ラーニングについて、「言語的情報 (word) と画像的情報 (picture) を活用した学習」であると定義した。また、マルチメディア・ラーニングにおける言語的情報を、視覚的テキスト情報 (printed word) と聴覚的テキスト情報 (spoken word) に分類した²。そして、画像的情報が、図、イラスト、写真、動画等の視覚情報を指し、視覚的テキスト情報が、タイトル、テキスト、字幕等の文字情報を指し、聴覚的テキスト情報が、音声、ナレーション等の音声情報を指すとした。このことから、Mayerは、マルチメディア・ラーニングにおける提示情報について、言語的-画像的、及び、視覚的-聴覚的に分類したといえる (表2-1-1)。

マルチメディア・ラーニングにおける情報の提示フォーマットについて、中島 (2011) は、以下のようにまとめている。

- ① 視覚的テキスト情報のみ
- ② 画像的情報のみ
- ③ 視覚的テキスト情報 + 画像的情報
- ④ 聴覚的テキスト情報のみ
- ⑤ ① + 聴覚的テキスト情報
- ⑥ ② + 聴覚的テキスト情報
- ⑦ ③ + 聴覚的テキスト情報

²視覚的テキスト情報 (printed word) , 聴覚的テキスト情報 (spoken word) , 画像的情報 (picture) の訳語について、島田・北島 (2009) を参考にした。

表 2-1-1 マルチメディア・ラーニングにおける提示情報の分類

分類1	分類2	提示情報	具体例
視覚的	画像的	画像的信息	図, イラスト, 写真, アニメーション
視覚的	言語的	視覚的テキスト情報	タイトル, テキスト, 字幕
聴覚的	言語的	聴覚的テキスト情報	音声, ナレーション

提示フォーマットと学習効果の関連について、これまでに、多数の研究によって、①、②、④のような単一要素的フォーマットに比べて、③、⑤、⑥、⑦のような複合的フォーマットによる情報の提示（マルチメディア提示）の方が、知識獲得の点で有効であることが示された（Berry & Brousius, 1991; Kozma, 1991; Levie & Lentz, 1982; Mayer, 2001; Peeck 1994）。

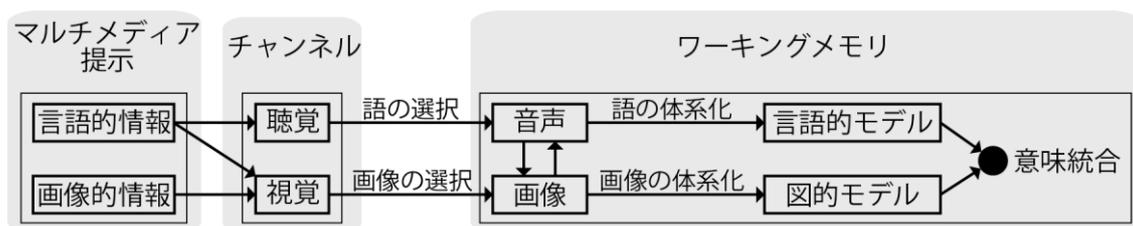
マルチメディア提示に対する学習者の情報処理モデルについて、これまでに、多数、議論されてきた（Bransford, Brown, & Cocking, 1999; Lambert & McComs, 1998; Mayer, 2008a）。Mayer は、学習者の情報処理モデルについて、二重チャンネル(Dual channels)を想定したマルチメディア・ラーニングにおける情報処理モデル(CTML: Cognitive theory of multimedia learning)を基に、マルチメディア提示の有効性を主張している(Mayer & Sims, 1994; Mayer & Moreno, 1998; Mayer, 2005)。二重チャンネルとは、Paivio(1986)の二重符号化理論とBaddeley(1992)のワーキングメモリ理論を基に、視覚的テキスト情報と画像的信息を処理する視覚チャンネルと、聴覚的テキスト情報を処理する聴覚チャンネルが、互いに独立して存在するというものである(図 2-1-1)。また、視覚チャンネルと聴覚チャンネルともに、情報処理容量には一定の制限があること(Limited capacity)に加え、入力された情報に対して、能動的な認知処理が行われていること(Active processing)が想定されている。これらのことから、CTML は、二重チャンネルの前提(Dual-channel assumption)、容量制限の前提(Limited-capacity assumption)、能動的処理の前提(Active-processing assumption)の3つの前提を仮定した

情報処理モデルであるといえる³。

1.1. 二重チャンネルの前提 (Dual-channel assumption)

二重チャンネル仮説とは、学習者の情報処理の仕方（情報処理プロセス）に関して、言語的情報と画像的情報、あるいは、聴覚情報と視覚情報は、二重チャンネルにおいて、それぞれ別々に処理されるとするものである（Mayer, 2009）。具体的には、提示された聴覚情報は聴覚チャンネルにおいて処理が行われ、提示された視覚情報は視覚チャンネルで処理が行われるとされる（二重チャンネルモデル）。二重チャンネルの前提に関する理論的根拠として、Paivioの二重符号化理論とBaddeleyのワーキングメモリ理論が挙げられる。

まず、Paivioの二重符号化理論では、情報処理プロセスにおいて、視覚的テキスト情報、及び、聴覚的テキスト情報を含む言語情報を処理する言語的システムと、画像的情報を含む非言語情報を処理する非言語的システムが存在することが仮定されている（Paivio, 1971; Paivio, 1986; Clark & Paivio, 1991）。Paivio (1979) は、絵、具象語（具体的で



※ Mayer (2009)を参考に作成

図 2-1-1 CTML (Cognitive theory of multimedia learning)

³容量制限の前提 (Limited-capacity assumption) , 能動処理の前提 (Active-processing assumption) の訳語について、安藤 (2012) を参考にした。

イメージを喚起しやすい言葉），抽象語（抽象的でイメージを喚起しにくい言葉）に関して，自由再生法による記憶実験を行った。その結果，抽象語に比べて，絵や具象語の記憶成績が良いことを示した。そして，非言語的システムによって処理された情報は，記憶として保持されやすい（画像優位性効果）ことを主張している。Paivio（1986）は，画像的優位性効果について，二重符号化理論を基に，言語情報は言語システムによる単一処理であるのに対し，画像的情報は，言語システムと非言語システムによる複合的な処理であるため，記憶成績が良くなるという説明している。Mayer（2009）は，これらのPaivioの知見を基に，マルチメディア・ラーニングにおいて提示される情報について，言語的-画像的の提示形式（提示モード: Presentation modes）に注目し，言語的情報と画像的情報は，二重チャンネルにおいて，それぞれ別々に処理されるとしている。

次に，Baddeleyのワーキングメモリ理論では，3種類の性質の異なるサブシステムが存在することが仮定されている（Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 1982; Baddeley, 1990; Baddeley, 1998）。3種類のサブシステムについて，音韻ループ（Phonological loop），視・空間スケッチパッド（Visual-spatial sketch pad），中央実行系（Central executive）であり，それぞれの概要について，以下に示す。

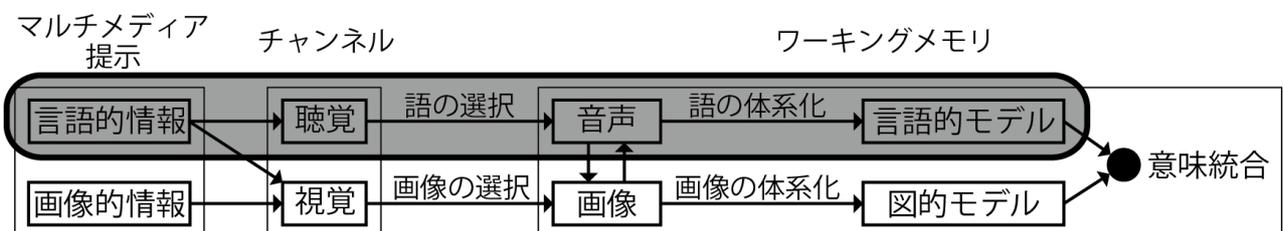
- ① 音韻ループ: 聴覚的テキストのような聴覚情報を処理するサブシステム
- ② 視・空間スケッチパッド: 視覚的テキスト，及び，画像的情報のような視覚情報を処理するサブシステム
- ③ 中央実行系: 音声ループや視・空間スケッチパッドにおいて処理された情報を統合するサブシステム

Kruey *et al.*（1994）は，二重課題法を用いて，聴覚的に提示される文章と文章の内容に関連したイラストレーションの効果を検討する実験を行った。その結果，文章がイラス

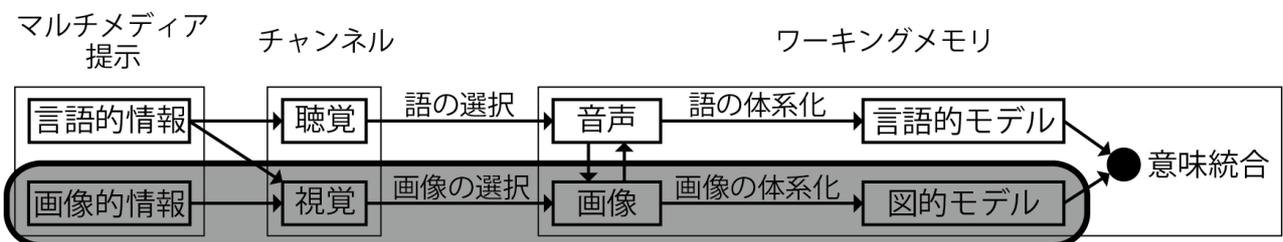
トレーションとともに提示された方が文章理解の度合いが向上するものの、視覚的な負荷がかかる二重課題が課された条件では、この効果が損なわれることを示した。このことから、Kruley *et al.* は、イラストレーション等の画像的情報の処理は、Baddeleyのワーキングメモリにおける視・空間スケッチパッド内で行われてる可能性を示した。これらのことから、Mayer (2009) は、マルチメディア・ラーニングにおいて提示される情報について、視覚-聴覚の区別（感覚モダリティ: Sensory modality）に注目し、視覚情報と聴覚情報は、二重チャンネルにおいて、それぞれ別々に処理されると指摘している。

以上のことから、CTMLについて、Mayer (2009) は、言語的-画像的情報処理を区別する提示モード、及び、視覚的-聴覚的情報処理を区別する感覚モダリティの二要素を考慮した情報処理モデルであると説明している（図2-1-2）。

【聴覚・言語チャンネル】



【視覚・画像チャンネル】



※ Mayer (2009) を参考に作成

図 2-1-2 CTML における二重チャンネル

1.2. 容量制限の前提 (Limited-capacity assumption)

これまでに、ワーキングメモリと情報処理容量の関係性を検討した多数の研究において、記憶範囲課題 (Memory span task) が用いられている (Miller, 1956; Simon, 1980) . その結果、数字や文字、あるいは、単語等をランダムな順序で提示した場合、記憶範囲は、 7 ± 2 の範囲に収まることが示された。また、記銘段階における体制化 (チャンキングや群化) やイメージ化といった方略の使用を妨害した場合、記憶範囲は4程度に減少することが示された (Cowan, 2005) . さらに、画像的情報を刺激として、一度に保持できるオブジェクト数を検討する実験では、記憶範囲について、Cowan *et al.* (2005) の研究によって得られた知見と同様であったことが報告された (Luck & Vogel, 1997) . これらのことから、Mayer (2009) は、二重チャンネルにおける視覚チャンネルと聴覚チャンネルのそれぞれについて、一度に処理できる情報量に制限があること (容量制限の前提) を指摘している。そして、マルチメディア・ラーニングにおいて、イラストやアニメーションといった画像的情報が提示される場合、ワーキングメモリ内では、提示された情報の一部分が反映された画像的表象しか保つことができないこと、また、ナレーションのような聴覚的情報が提示される場合、ワーキングメモリ内では、提示された情報の一部分が反映された言語的表象しか保つことができないことを指摘している。

1.3. 能動的処理の前提 (Active-processing assumption)

Mayer (2009) は、マルチメディア・ラーニングにおいて提示される情報を、学習者は、能動的に処理することを指摘している。能動的処理とは、提示された情報を、選択 (Selecting) し、体系化 (Organizing) し、統合 (Integrating) することであり、一貫性のある心的表象を構築する上で不可欠であるとされる (Mayer, 2005a; Mayer, 2008a; Mayer, 2008b; Mayer & Wittrock, 2006; Wittrock, 1989) .

まず、能動的処理における選択は、提示された情報における適切な言語情報、もしくは、

画像的情報に注意を割くことである (Mayer, 2009) . そして、提示された情報は、選択の過程を経てワーキングメモリ内に取り込まれ、言語的表象、もしくは、画像的表象の基礎情報となる。このことから、選択は、情報処理プロセスにおける入力段階にあたる。

次に、能動的処理における体系化は、選択によってワーキングメモリ内に取り込まれた基礎情報を基に、一貫した言語的表象 (言語的モデル) , あるいは、画像的表象 (図的モデル) を構成することである (Mayer, 2009) . そして、体系化の過程において、視覚チャンネル、及び、聴覚チャンネルは、提示された情報について、相互連結的に処理を行うとしている (例えば、視覚的テキスト情報の処理は、情報の入力段階では、視覚チャンネルで処理されるが、学習者によっては、ワーキングメモリ内で音韻的に表象され聴覚チャンネルにおける処理がなされる) . このような、言語刺激によって非言語的サブシステムの活性化するような (例えば、具象語に対してその対象物の視覚的イメージを思い浮かべる) , もしくは、非言語刺激によって言語的サブシステムが活性化するような (例えば、目で見えた対象物をその名称で言語的に表現する) 処理について、中島 (2011) は、二重符号化理論を基に、照合的な処理と呼んでいる。

続いて、能動的処理における統合は、体系化によって構成された言語的表象と画像的表象を先行的に保持している知識と関連付けることである (Mayer, 2009) . そして、統合の過程において、長期記憶に保持された知識が活性化され、ワーキングメモリに取り込まれることによって、提示された情報との意味統合が行われるとされる。

2. マルチメディア・ラーニングにおける5種の認知処理

Mayer (2009) は、二重チャンネルの前提、容量制限の前提、能動的な処理の前提を仮定したCTMLにおいて、単一的な提示フォーマット (例えば、視覚テキストのみを提示する) による提示ではなく、複合的な提示フォーマットによる提示、すなわち、マルチメディア提示を想定している。そして、マルチメディア提示による情報伝達において、以

下に示すような5種の認知処理（語の選択、画像の選択、語の体系化、画像の体系化、意味統合）が学習者によって行われることを指摘している。

2.1. 語の選択 (Selecting relevant words)

聴覚的テキスト情報は、聴覚モダリティに音声情報として入力された後、ワーキングメモリにおいて音声情報として体系化され、言語的モデルが形成される。一方、視覚的テキスト情報は、視覚モダリティに視覚情報として入力された後、ワーキングメモリにおいて参照的な処理を通して体系化され、言語的モデルが形成される。これらのことから、言語的情報に関する処理プロセスについて、提示された情報がそのまま体系化され、言語的モデルとして形成されるわけではなく、提示された情報の一部分が要素的に体系化され、言語的モデルとして形成されるといえる。Mayer (2009) は、CTMLにおいて、情報が入力された段階で行われる言語的情報量の調整を語の選択 (Selecting relevant words) としている。なお、CTMLにおける認知処理として、語の選択が行われるのは、容量制限の前提のためと説明している。

2.2. 画像の選択 (Selecting relevant images)

画像的テキスト情報は、視覚モダリティに視覚情報として入力された後、ワーキングメモリにおいて視覚情報として体系化され、図的モデルが形成される。このことから、画像的情報に関する処理プロセスについて、提示された情報がそのまま体系化され、図的モデルとして形成されるわけではなく、提示された情報の一部分が要素的に体系化され、図的モデルとして形成されるといえる。Mayer (2009) は、CTMLにおいて、情報が入力された段階で行われる画像的情報量の調整を画像の選択 (Selecting relevant pictures) としている。なお、CTMLにおける認知処理として、画像の選択が行われるのは、容量制限の前提のためと説明している。

2.3. 語の体系化 (Organizing selected words)

マルチメディア・ラーニングにおいて、提示される言語的情報は、「語の選択」処理が行われた後、要素的な情報として、ワーキングメモリに取り込まれる。ワーキングメモリでは、要素的な情報の体系化し、言語的モデルを形成する。語の体系化とは、ワーキングメモリ内で行われる要素的な言語的情報を集約し、一貫した言語的モデルを形成する処理を指す (Mayer, 2009)。

2.4. 画像の体系化 (Organizing selected images)

マルチメディア・ラーニングにおいて、提示される画像的情報は、「画像の選択」処理が行われた後、要素的な情報として、ワーキングメモリに取り込まれる。ワーキングメモリでは、要素的な情報の体系化し、画像的モデルを形成する。画像の体系化とは、ワーキングメモリ内で行われる要素的な画像的情報を集約し、一貫した図的モデルを形成する処理を指す (Mayer, 2009)。

2.5. 意味統合 (Integrating word-based and image based representations)

マルチメディア・ラーニングにおいて、提示される言語的情報は、「語の選択」処理と「語の体系化」処理が行われた後、聴覚チャンネルにおいて言語的モデルが形成される。また、マルチメディア・ラーニングにおいて、提示される画像的情報は、「画像の選択」処理と「画像の体系化」処理が行われた後、視覚チャンネルにおいて図的モデルが形成される。二重チャンネルにおいて、それぞれに形成された言語的モデル・図的モデルは、1つに統合される。意味統合とは、聴覚チャンネルにおいて形成された言語的モデルと視覚チャンネルにおいて形成された図的モデルを集約し、先行的に保持している知識との統合する処理を指す。そして、意味統合の結果、心的表象 (Mental representation) が形成される (Mayer, 2009)。なお、Mayer (2009) は、意味統合の処理は、Baddeleyのワー

キングメモリ理論における中央実行系のサブシステムによって行われることを指摘している。

3. マルチメディア・ラーニングにおける提示情報と処理プロセス

Mayer (2009) は、マルチメディア・ラーニングにおける提示情報について、図やイラストなどの画像的情報、テキストや字幕などの視覚的テキスト情報、音声やナレーションなどの聴覚的テキスト情報の3種類に分類している。そして、提示情報の種類によって、処理プロセスが異なることを指摘している。

3.1. 画像的情報の処理プロセス

図2-1-3に、画像的情報の処理プロセスを示す。まず、画像的情報が提示されると目を通して、視覚モダリティに入力される。次に、視覚モダリティにおいて、画像の選択が行われ、ワーキングメモリ内に取り込まれる。続いて、ワーキングメモリ内において、画像の体系化が行われ、図的モデルが形成される。最後に、形成された図的モデルは、言語的モデルと先行的に保持されている知識との意味統合が行われる。これらのことから、Mayer (2009) は、画像的情報の処理プロセスは、主として、視覚チャンネルにおいて行われることを指摘している。

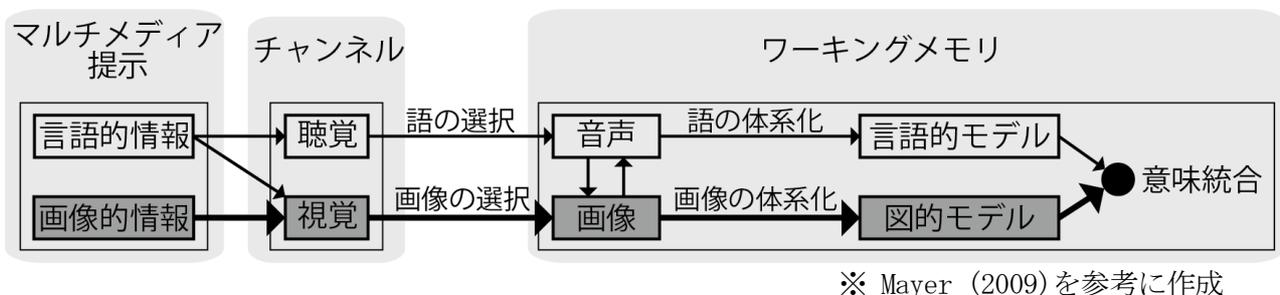
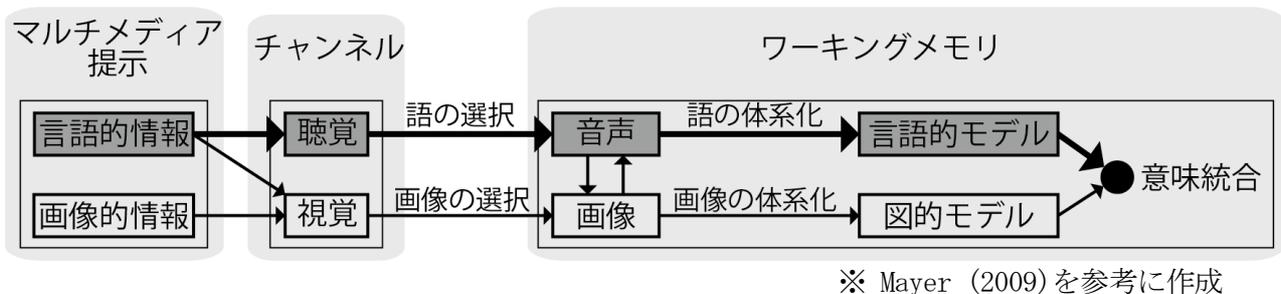


図 2-1-3 画像的情報の処理プロセス

3.2. 聴覚的テキスト情報の処理プロセス

図2-1-4に、聴覚的テキスト情報の処理プロセスを示す。まず、聴覚的テキスト情報が提示されると耳を通して、聴覚モダリティに入力される。次に、聴覚モダリティにおいて、語の選択が行われ、ワーキングメモリ内に取り込まれる。続いて、ワーキングメモリ内において、語の体系化が行われ、言語的モデルが形成される。最後に、形成された言語的モデルは、図的モデルと先行的に保持されている知識との意味統合が行われる。これらのことから、Mayer (2009) は、聴覚的テキスト情報の処理プロセスは、主として、聴覚チャンネルにおいて行われることを指摘している。



※ Mayer (2009)を参考に作成

図 2-1-4 聴覚的テキスト情報の処理プロセス

3.3. 視覚的テキスト情報の処理プロセス

図2-1-5に、視覚的テキスト情報の処理プロセスを示す。まず、視覚的テキスト情報が提示されると目を通して、視覚モダリティに入力される。次に、視覚モダリティにおいて、画像の選択が行われ、ワーキングメモリ内に取り込まれる。続いて、ワーキングメモリ内において、参照的な処理により語の体系化が行われ、言語的モデルが形成される⁴。最後に、形成された言語的モデルは、図的モデルと先行的に保持されている知識との意味統合が行われる。これらのことから、Mayer (2009) は、視覚的テキスト情報の処理プロセスは、二重チャンネル間で行われることを指摘している。

⁴Mayer(2009)は、ワーキングメモリにおける参照的な処理について、語の音韻化であるとしている。

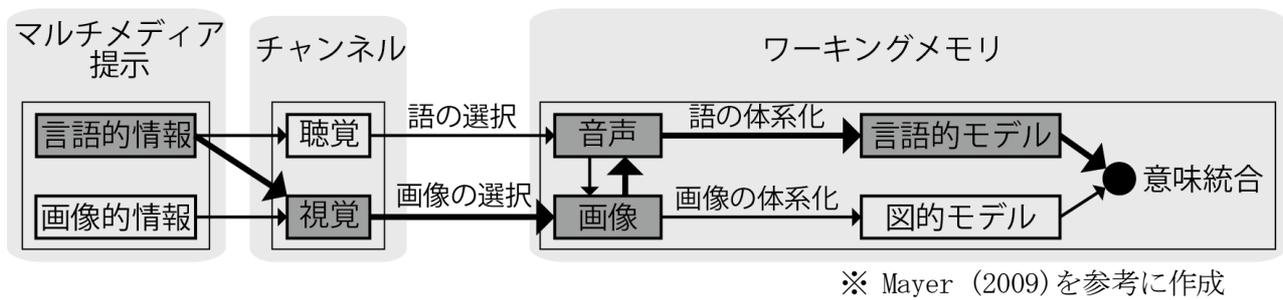


図 2-1-5 視覚的テキスト情報の処理プロセス

2 節 マルチメディア・ラーニングにおける認知負荷とデザイン原則

1. マルチメディア・ラーニングにおける認知負荷理論

De Leeuw and Mayer (2008) は、Swellerらの認知負荷理論 (Chandler & Sweller, 1991; Clark, Nguyen & Sweller, 2006; Sweller, 1999; Sweller, 2005a) を基に、マルチメディア・ラーニングにおける認知負荷について、外的認知負荷 (Extraneous cognitive load)、内的認知負荷 (Essential cognitive load)、適合的認知負荷 (Generative cognitive load) の3種に分類している⁵。

まず、De Leeuw and Mayer (2008) は、外的認知負荷とは、教材の提示方法が要因となって生じる不必要な負荷であると指摘している。例えば、イラストとイラストに関する説明文が不必要に離れている、説明が悪文である、テキストのフォントが見づらいなど、コンテンツの提示方法が不適切であった場合、学習者に対して、外的認知負荷が過度にかかることとされる。次に、De Leeuw and Mayer (2008) は、内的認知負荷とは、教材が本来有する難易度が要因となって生じる負荷であると指摘している。例えば、自らのレベルに合わない教材を用いて学習をした場合、学習者に対して、内的認知負荷が過度にかかることとされる。続いて、De Leeuw and Mayer (2008) は、適合的認知負荷とは、CTML (Cognitive Theory of Multimedia Learning) における体系化や意味統合といった認知的処理をする際に必要な負荷であり、提示された情報に対して学習を進める上で必要な負荷であると指摘している。例えば、学習テーマに関する興味や関心などが動機 (Motivation) となって、学習者の情報処理において、先行的に保持している知識と教材によって提示された情報との関連づけが積極的に行われるなど、活発な認知処理が行わ

⁵外的認知負荷、内的認知負荷、適合的認知負荷の訳語について、中島 (2011) を参考にした。

れる際に適合的認知負荷がかかるとしている。

中島（2011）は、外的認知負荷、内的認知負荷、適合的認知負荷の3種の認知負荷は加算的な関係にあることを指摘している。また、容量制限の前提に基づいて、3種の認知負荷の合計量は、学習者のワーキングメモリ内の処理容量を超えることはできないことを指摘している。加えて、Mayer（2009）は、同じ認知負荷であっても、外的認知負荷は、学習の進行を妨げる認知負荷であるのに対し、適合的認知負荷は学習の進行を促進する認知負荷であることを指摘している。そして、外的認知負荷を軽減し、ワーキングメモリ内の処理資源を適合的認知負荷に当てることによって、学習者は、効果的にマルチメディア・ラーニングを進めることができることを主張している。

以上のことから、Mayer（2009）は、外的認知負荷の軽減や適合的認知負荷の調整について注目し、マルチメディア教材のデザインモデルや提示方法について、多数の実証実験を行った。その結果、マルチメディア・ラーニングに関して、8種の原則（一貫性の原則、シグナルの原則、冗長性の原則、空間的近接の原則、同時提示の原則、セグメントの原則、事前学習の原則、モダリティの原則）を示した。なお、一貫性の原則、シグナルの原則、冗長性の原則、空間的近接の原則、同時提示の原則について、外的認知負荷の軽減を発端にした原則であるのに対し、セグメントの原則、事前学習の原則、モダリティの原則について、内的認知負荷の対処を発端にした原則である（Mayer, 2009）。

2. マルチメディア・ラーニングにおける8種の原則

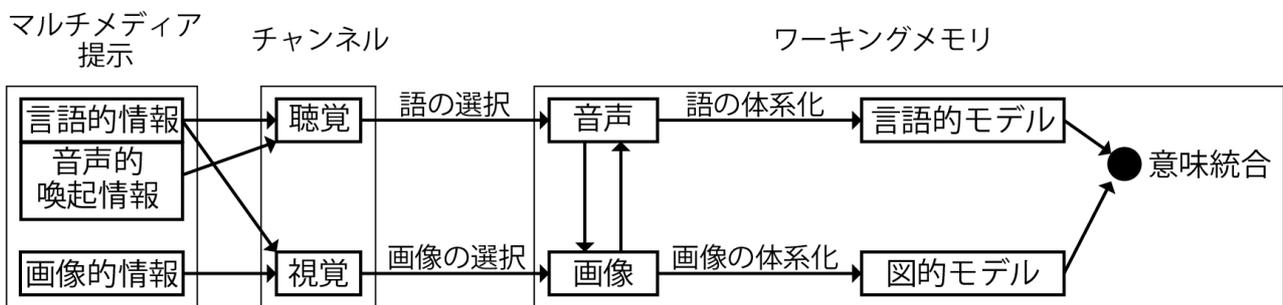
2.1. 一貫性の原則（Coherence principle）

一貫性の原則とは、マルチメディア・ラーニングにおいて、学習内容が要点化・簡潔化されたマルチメディア教材を活用して学習することが効果的であるとする原則である（Mayer, 2009）。Mayer（2009）は、一貫性の原則に関連して、以下に示す複数の研究を実施した。

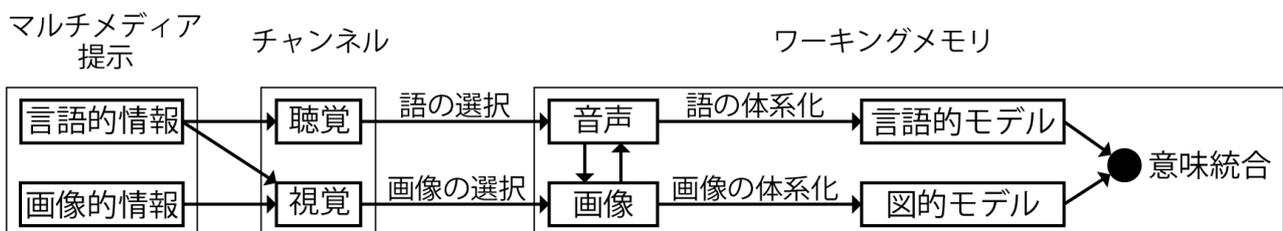
まず、Harp and Mayer (1997, 1998) , Mayer, Heiser, and Lonn (2001) は、Weiner (1990, 1992) によって検討された喚起効果理論 (Arousal theory: 喚起効果理論によれば、学習内容に関係しない絵や図、テキストであっても、教材に付加することによって、学習者の興味や注意を引くことができるとする。) を基に、学習者の興味は引くものの学習内容に関係しない視覚的テキストや画像的信息 (喚起情報) を付加した教材の効果に関する実験を行った。その結果、喚起情報を含む教材を活用した場合と、喚起情報を含まない教材を活用した場合では、後者の方が、学習効果が高いことを示した。

次に、Moreno and Mayer (2000) は、喚起情報としてBGM (Background music) やBGS (Background sound) を付加した教材の効果について検討した。その結果、音声的な喚起情報を含む教材を活用して学習した場合、学習の転移を測定するテストにおけるパフォーマンスが低下することを示した。Moreno and Mayerは、この結果について、音声

【音声的喚起情報が付加された場合】



【音声的喚起情報が付加されていない場合】



※ Mayer (2009) を参考に作成

図 2-2-1 音声的喚起情報が提示された場合の情報処理

的な喚起情報が付加されたことで、聴覚チャンネルにおける情報処理量が増加したためと考察している（図2-2-1）。

続いて、Mayer *et al.* (1996) , Mayer and Jackson (2005) は、学習内容がそのまま提示される教材と、要点化・簡潔化された教材の効果について比較する実験を行った。その結果、学習内容が要点化・簡潔化された教材を用いて学習を進めた学習者の方が、事後テストにおけるパフォーマンスが良かったことを報告した。

これらのことから、Mayer (2009) は、マルチメディア・ラーニングにおいて、学習内容に一貫した要点化・簡潔化された教材を活用することの有用性を示した。そして、CTMLにおける容量制限の前提から、学習内容に関して本質的でない情報（例えば、喚起情報など）を処理することによって、ワーキングメモリ内の情報処理資源を本質的な情報の処理に割くことができなくなる危険性について指摘した。

2.2. シグナルの原則 (Signaling principle)

シグナルの原則とは、マルチメディア・ラーニングにおいて、学習内容に関して、重要な、あるいは、本質的な情報を強調して提示することによって、学習者の理解が促進されるという原則である (Mayer, 2009) 。マルチメディア提示における強調の方法として、言語的な強調 (表2-2-1) と視覚的な強調 (表2-2-2) が挙げられる。

シグナルの原則に関連した実験として、Harp and Mayer (1998) と Mautone and Mayer (2001) の実験が挙げられる。これらの実験では、言語的な強調がなされる条件と言語的な強調がなされない条件における学習効果の相違が検討された。その結果、言語的な強調がなされた条件における学習効果が高かったことを報告した。Mayer (2009) は、シグナルの原則について、言語的な強調や視覚的な強調が行われることによって、学習者の注意を本質的で重要な情報に向けることができ、ワーキングメモリ内の情報処理量を最低限にとどめることができると説明している。

表 2-2-1 言語的強調の例

種類	説明
概要提示 (Outline)	情報提示の冒頭において、学習内容の概略や要点を述べる。
見出し (Heading)	意味段落の冒頭に、キーフレーズや要点を明示する短文を示す。
声の変調 (Vocal emphasis)	キーワードを話す際に、声の調子を変える。
指針語 (Pointer words)	はじめに、次に、続いて、といった構成の指針となる語を活用する。

表 2-2-2 視覚的強調の例

種類	説明
矢印 (Arrows)	説明に合わせて、矢印を提示する。
色分け (Distinctive colors)	意味のまとまりや、重要性に応じて色分けを行う。
フラッシュ (Flashing)	キーワードなど特定の部分をフラッシュさせる。
指差し (Pointing gestures)	説明に合わせて該当箇所を指差す。
グレー表示 (Graying out)	説明に合わせて該当部分をグレー表示する。

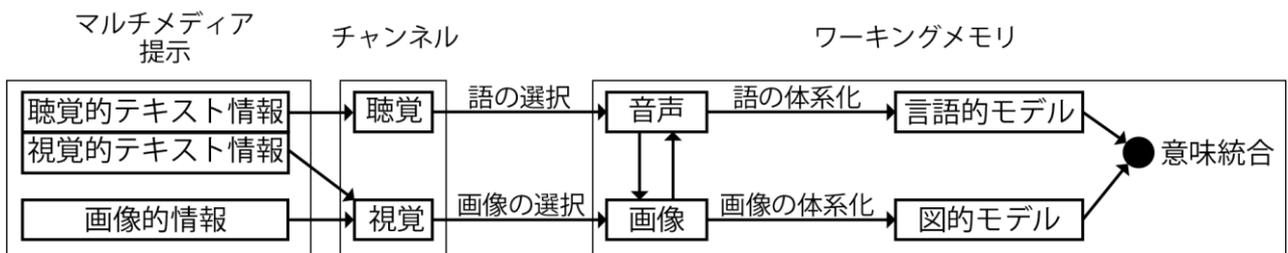
2.3. 冗長性の原則 (Redundancy principle)

冗長性の原則とは、マルチメディア・ラーニングにおいて、画像的情報 + 視覚的テキスト情報 + 聴覚的テキスト情報の提示フォーマットより、画像的情報 + 聴覚的テキスト情報の提示フォーマットの提示フォーマットの方が効果的であるとする原則である (Mayer, 2009) . Sweller (2005b) は、教材提示における冗長性 (Redundancy) について、同じ情報を複数の提示フォーマットで提示する、あるいは、同じ情報を不必要に詳

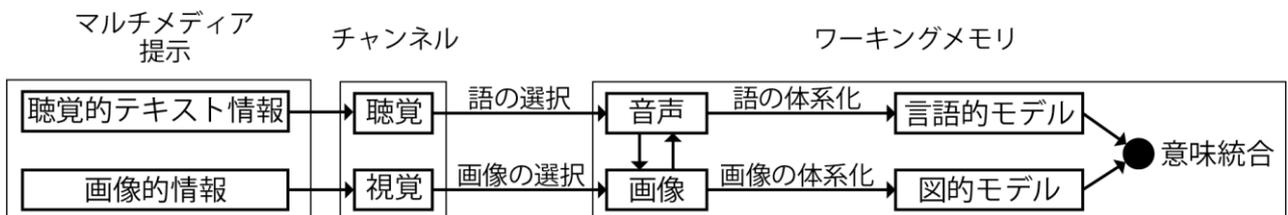
細化して提示する場合に生じると説明している。

冗長性の効果に関して、複数の研究によって、画像的信息と聴覚的テキスト情報からなる提示フォーマット（マルチメディア・フォーマット）に、視覚的テキスト情報を追加して提示した場合、学習効果が低下することが示された（Bobis, Sweller, & Cooper, 1993; Chandler & Sweller, 1991; Kalyuga, Chandler & Sweller, 1998; Sweller & Chandler, 1994）. Mayer, Heiser, and Lonn（2001）, Moreno and Mayer（2002a）, Moreno and Mayer（2002b）は、聴覚的テキスト情報と同じ情報量を有する視覚的テキスト情報を、聴覚的テキスト情報と同期的に提示した（冗長性フォーマット）際の学習効果について検討した。その結果、事後テストに関して、マルチメディア・フォーマットにおいて学習を進めた学習者に比べて、冗長性フォーマットにおいて学習を進めた学習者のパフォーマンスが低かったことを示した。これらの結果について、Mayer（2009）は、CTMLに

【冗長性フォーマットによる提示】



【マルチメディア・フォーマットによる提示】



※ Mayer（2009）を参考に作成

図 2-2-2 音声的喚起情報が提示された場合の情報処理

おける容量制限の前提から、冗長性フォーマットによる情報提示は、視覚チャンネルにおける情報処理量を増大させる可能性について指摘している。具体的には、視覚チャンネルにおける情報処理資源が、画像的情報の処理と視覚的テキスト情報の処理に割かれ、競合したためと考察している（図2-2-2）。

一方、冗長性の原則に関する反例が報告されている。Mayer and Johnson (2008) は、実験において、画像的情報を説明する視覚的テキスト情報を画像的情報に近接させ提示した。その結果、視覚的テキスト情報が要約・短文化された場合、冗長性の効果は生じなかったことを報告した。また、Kalyuga, Chandler, and Sweller (2004) は、視覚的テキスト情報に先行して、聴覚的テキスト情報が提示した場合、冗長性の効果は生じなかったことを報告した。さらに、Diao and Sweller (2007) , Moreno and Mayer (2002) は、言語的な冗長性（聴覚的テキスト情報と視覚的テキスト情報が同期的に提示される提示フォーマット）に関する研究を行った。その結果、提示する言語的情報が長く複雑な場合において、冗長性の効果は生じたものの、提示する言語的情報が短く簡潔な場合、冗長性の効果は生じなかったことを示した。これらのことから、以下の場合において、冗長性の効果は生じない可能性があるといえる。

- ① 視覚的テキスト情報が要約・短文化された場合
- ② 視覚テキスト情報に先行して聴覚的テキスト情報が提示された場合
- ③ 冗長性フォーマットにおいて、言語的情報が短く簡潔な場合

2.4. 空間的近接性の原則 (Spatial contiguity principle)

空間的近接性の原則とは、マルチメディア・ラーニングにおいて、対応した画像的情報と視覚的テキスト情報は、互いに近接して配置し提示した方が、学習効果が高くなるという原則である (Mayer, 2009) 。空間的近接性の原則に関して、Mayer (1989) , Mayer,

Steinhoff, Bower, and Mars (1995) , Moreno and Mayer (1999) は、合計で5回にわたる実験を行い、対応した画像的情報と視覚的テキスト情報を近接して配置した場合（近接配置）と、対応した画像的情報と視覚的テキスト情報を離して配置した場合の学習効果について検討した。その結果、5回にわたる実験の全てにおいて、近接配置した場合における学習効果が高かったことを報告した。また、空間的近接性の原則に一致する結果が、Bodemer, Ploetzner, Feuerlein, and Spada (2004) や Kester, Kirschner, and VanMerriënboer (2005) の研究によって示された。

これらの要因について、Mayer (2009) は、CTMLにおける能動的な処理の前提から、対応した画像的情報と視覚的テキスト情報が互いに近接して提示された場合、学習者は、画面上で両者を容易に照らし合わせることができるため、ワーキングメモリ内の情報処理資源を両者の関連づけに割くことができ、認知処理の過程において意味統合がなされやすいと考察している。反対に、対応した画像的情報と視覚的テキスト情報が離れた状態で提示された場合、学習者は、画面上でそれぞれの情報を探さなければならず、ワーキングメモリ内の情報処理資源を浪費してしまうため、認知処理の過程において意味統合がなされにくいと考察している。以上のことから、対応した画像的情報と視覚的テキスト情報が離れた状態で提示された場合、学習者の情報処理のプロセスにおいて、外的認知負荷がかかりやすいといえる。

2.5. 同時提示の原則 (Temporal contiguity principle)

同時提示の原則とは、マルチメディア・ラーニングにおいて、対応した画像的情報と聴覚テキスト情報は、同時に提示した方が、学習効果が高くなるという原則である (Mayer, 2009) 。同時提示の原則に関して、Mayer and Anderson (1991, 1992) , Mayer, Moreno, Boire, and Vagge (1999) , Mayer and Sims (1994) は、画像的情報を提示した後に対応する聴覚的テキスト情報を提示する、あるいは、聴覚的テキスト情報を提示し

た後に対応する画像的テキスト情報を提示するという順序提示条件と、対応する画像的情報と聴覚的テキスト情報を同時に提示するという同時提示条件における学習効果の相違について検討した。その結果、同時提示条件における学習効果が高かったことを示した。また、Ginns (2006) は、順序提示条件と同時提示条件に関して、13の実験を行った結果、Mayer and Anderson (1991, 1992), Mayer, Moreno, Boire, and Vagge (1999), Mayer and Sims (1994) の結果と一致する結果が得られたことを報告した。これらの要因について、Mayer (2009) は、CTMLにおける能動的な処理の前提から、対応した画像的情報と聴覚的テキスト情報が同時に提示された場合、両者の処理について、それぞれ、視覚チャンネルと聴覚チャンネルにおいて同時に行うことができるため、二重チャンネル間の参照的な処理がなされ、心的表象が形成されやすいと考察している。反対に、順序提示では、対応する画像的情報と聴覚的テキスト情報の処理について、同時に行うことができないため、二重チャンネル間の参照的な処理はなされず、心的表象が形成されにくいと考察している。

2.6. セグメントの原則 (Segmenting principle)

セグメントの原則とは、マルチメディア・ラーニングにおいて、教育映像コンテンツに関して、学習者が個人のペースに合わせて学習できるようにセグメント化して提示する方が、学習効果が高くなるという原則である (Mayer, 2009)。セグメントの原則に関して、Mayer and Chandler (2001) は、「Lightning formation」に関する16ステップについて解説した約2分30秒の教育映像コンテンツを16段階にセグメント化した。そして、セグメント化した教育映像コンテンツを用いて、学習者個人のペースで学習を進めた場合の学習効果について検討した。その結果、教育映像コンテンツを連続で提示した場合に比べて、セグメント化した教育映像コンテンツを用いて学習を進めた場合の方が、学習効果が高かったことを報告している。また、Mayer, Dow, and Mayer (2003) は、「Electric motor」

に関する5ステップについて解説した教育映像コンテンツを5段階にセグメント化した。そして、セグメント化した教育映像コンテンツを用いて、学習者個人のペースで学習を進めた場合の学習効果について検討した。その結果、教育映像コンテンツを連続で提示した場合に比べて、セグメント化した教育映像コンテンツを用いて学習を進めた場合の方が、学習効果が高かったことを報告している。これらのことから、Mayer (2009) は、教育映像コンテンツにおける学習内容に関して、本質に関わる重要な情報が複雑で、学習者が一度に理解しきれない場合、教育映像コンテンツをセグメント化することの有効性を主張した。そして、複雑な学習内容を扱う教育映像コンテンツがセグメント化されることで、学習者はセグメント間の因果関係を理解しやすくなることを指摘した。Lee, Plass, and Homer (2006) , Ayres (2006) , Gerjets, Scheiter, and Catrambone (2006) は、これらMayerの主張・指摘を裏付ける結果を報告している。

2.7. 事前学習の原則 (Pre-training principle)

事前学習の原則とは、マルチメディア・ラーニングにおいて、学習内容に関する基本的知識を事前に有している方が、学習者の理解は深まるという原則である (Mayer, 2009) 。Mayer, Mathias, and Wetzell (2002) は、学習のプロセスに関して、学習内容に関する基本的知識を身につける段階と、基本的知識を基に因果モデルを構築する段階に分類した。そして、「Braking system」, あるいは、「Tire pump」に関係した専門用語を事前に学習させたグループ (事前学習グループ) と事前に学習をさせなかったグループに対して、教育映像コンテンツを提示し、学習効果を比較した。その結果、事前学習グループにおける事後テストのパフォーマンスが高かったことを報告した。Mayer, Mautone, and Prothero (2002) は、「Geology game」に関係する教育映像コンテンツを用いて、事前学習の効果を測定した結果、Mayer, Mathias and Wetzell (2002) と同様な結果が得られたことを報告した。Mayer (2009) は、事前学習の原則に関して、学習内容に関する

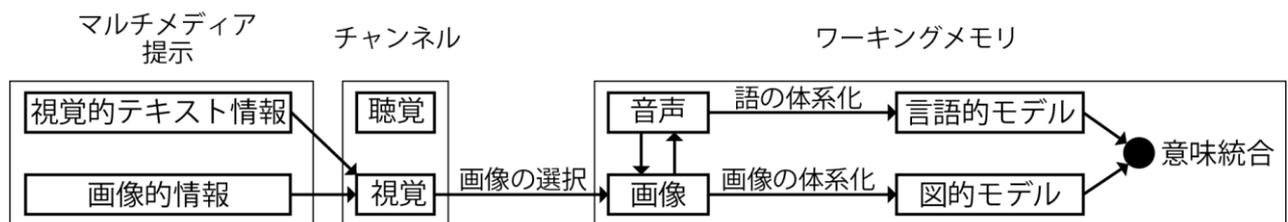
基本的知識を事前に身につけておくことによって、教材における内的認知負荷が軽減することを指摘している。このMayer（2009）による指摘は、Clarke, Ayres, and Sweller（2005）, Kester, Kirschner, and Van Merrrienboer（2006）, Pollock, Chandler, and Sweller（2002）の研究によって得られた知見と一致する。

2.8. モダリティの原則 (Modality principle)

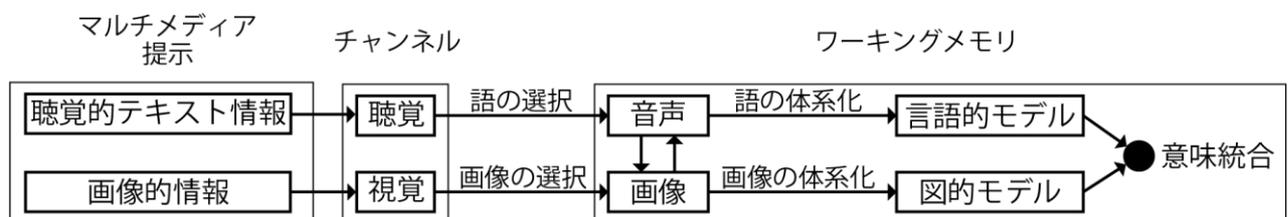
モダリティの原則とは、マルチメディア・ラーニングにおける提示フォーマットに関して、画像的信息 + 視覚的テキスト情報で構成されたフォーマットに比べて、画像的信息 + 聴覚的テキスト情報で構成されたフォーマットで情報提示を行った方が、学習者の理解が深まるという原則である (Mayer, 2009)。

モダリティの原則に関係して、Mayer and Moreno (1998) は、「Lightning formation」、あるいは、「Car braking formation」の学習内容を、提示フォーマット別の学習効果を検討した。その結果、学習後のテストにおいて、画像的信息 + 視覚的テキスト情報で構成されたフォーマットで情報提示がなされた学習者に比べて、画像的信息 + 聴覚的テキスト情報で構成されたフォーマットで情報提示がなされた学習者のパフォーマンスが高かったことを報告した。また、O'Neil *et al.* (2000)、Moreno *et al.*

【画像的信息 + 視覚的テキスト情報】



【画像的信息 + 聴覚的テキスト情報】



※ Mayer (2009) を参考に作成

図 2-2-3 提示フォーマット別の情報処理

(2001) , Moreno and Mayer (2002b) , Harskamp, Mayer, Suhre, and Jansma (2007) の研究では, Mayer and Moreno (1998) の研究による知見と一致する結果が得られたことが報告された. これらの結果が得られた要因について, Mayer (2009) は, 画像的情報 + 視覚的テキスト情報で構成されたフォーマットによる情報提示において, 視覚チャンネルにおける情報処理資源の競合が生じ, 処理容量を超過した可能性について指摘した (図2-2-3) .

一方, モダリティの原則に関する反例が報告されている. Tindale-Ford, Chandler, and Sweller (1997) や, Ginns's (2005) は, 教材の難易度とモダリティの原則の関連性について検討した. その結果, 教材の難易度が低い場合, 画像的情報 + 視覚的テキスト情報の提示フォーマットにおいて, 一定の学習効果が得られたことを報告した. また, Tabbers, Martens, and Van Merriënboer (2004) は, 教材の提示速度とモダリティの原則の関連性について検討した. その結果, 教材の提示速度が遅い場合, 画像的情報 + 視覚的テキスト情報の提示フォーマットにおいて, 一定の学習効果が得られたことを報告した. さらに, Harskamp, Mayer, Suhre, and Jansma (2009) における1つの実験では, 学習内容との親密性とモダリティ原則の関連性について検討された. その結果, 学習者が学習内容に関して先行知識を保持していた場合, 画像的情報 + 視覚的テキスト情報の提示フォーマットにおいて, 一定の学習効果が得られたことが報告された. これらのことから, 以下の場合において, モダリティの原則が適用できない可能性があるといえる.

- ① 教材の難易度が低い場合
- ② 教材の提示速度が遅い場合
- ③ 学習者が学習内容に関する先行知識を保持している場合

3. モダリティ効果と二重チャンネルにおける相互作用

効果的な教育映像コンテンツの開発、及び、提示手法に関する研究は、学習中の認知負荷の減少という課題に帰着する場合が多い（安藤・植野 2008）。Mayer（2009）は、学習中の認知負荷の減少に関して、モダリティ効果が生じやすいマルチメディア教材の有効性を主張している。モダリティ効果とは、「学習材料を提示する際に、言語性情報と視覚性情報とを異なったモダリティで提示する方が、同一モダリティで提示するより、学習効率が上がる」という効果である（中島 2011）。Mousavi, Low, and Sweller（1995）や Low and Sweller（2005）は、モダリティ効果について、視覚チャンネルと聴覚チャンネルの二重チャンネルにて処理されるようなフォーマットで情報提示がなされることによって、ワーキングメモリ内の情報処理資源が増大することを指摘している。そして、二重チャンネルにおける情報処理量が適切な場合は、視覚チャンネルと聴覚チャンネルの間に相互作用が生起し、モダリティ効果が生じやすいことを指摘している。これらのMousavi, Low, and Sweller（1995）やLow and Sweller（2005）の指摘に関して、多数の心理実験によって実証されている（Mayer and Anderson 1992, Mayer and Moreno 1998, Mayer *et al.* 1999, Moreno and Mayer 1999）。以上のことから、モダリティ効果は、CTML（Cognitive Theory of Multimedia Learning）の基本原理であるといえる。

二重チャンネルにおける相互作用に関して、まず、Brunken *et al.*（2002）は、二重課題法を用いて、提示条件と情報処理量の関連について検討した。具体的には、学習内容について、聴覚的テキスト情報と画像的テキスト情報のフォーマットで提示する条件（マルチモダリティ条件）と、視覚的テキスト情報と画像的情報を提示する条件（単一モダリティ条件）において、ワーキングメモリ内における情報処理量の相違を検討した。その際、二重課題は、第一課題として知識獲得が課され、第二課題として画面上に提示されたアルファベット文字の色の変化に反応することが課された。その結果、単一モダリティ条件よりも、マルチモダリティ条件において、第二課題における反応時間が小さかったことが示

された。このことから、第一課題の知識獲得について、単一モダリティ条件よりもマルチモダリティ条件においてなされる方が、認知負荷が軽減することが示された。また、視覚情報による単一モダリティ条件において、知識獲得がなされる場合、視覚チャンネルにおける情報処理量が増大し、学習効果が低下することが示された。次に、Jeung, Chandler, and Sweller (1997) は、教育映像コンテンツにおける聴覚的テキストの提示が速く、対応する視覚テキストとの関連付けが困難な場合、学習効果が低下することを報告した。また、聴覚的テキスト情報に合わせて、対応する視覚テキストを目立たせたところ、学習効果の低下は見られなかったことを報告した。これらの結果から、Jeung, Chandler, and Sweller (1997) は、聴覚的な認知負荷がかかった状態、かつ、聴覚的テキスト情報に対応する視覚的テキストの探索が困難な場合において、モダリティ効果が生じない可能性があることを指摘した。

3.1. モダリティ効果に関する予備的研究

モダリティ効果に関する予備的研究として、MOOC上の教育映像コンテンツを用いた提示モダリティ実験を行なった。実験では、英語中級者66名に対して、英語音声のみ（聴覚条件）、視覚条件のみ（視覚条件）、英語音声 + 視覚条件（マルチメディア条件）で教育映像コンテンツを提示した（図2-3-1）。その結果、英語音声提示された聴覚条件、及び、マルチメディア条件において、理解度テストの得点が低下した。このことから、英語中級者にとって、英語音声提示された場合、聴覚的な認知負荷がかかる可能性が示唆された。そして、Brunken *et al.* (2002) や、Jeung, Chandler, and Sweller (1997) によって得られた知見と予備実験によって得られた知見を包括的に考慮した結果、二重チャンネルにおいて、どちらか一方のチャンネルにおける認知負荷が過度に高まった場合、モダリティ効果は生じない可能性が示唆された。

これらのことから、モダリティ効果は、二重チャンネル間に相互作用が生起した際に生じる可能性があるといえる。また、二重チャンネル間の相互作用は、視覚チャンネル、及び、聴覚チャンネルにおける情報処理量が適切な場合に生起する可能性があるといえる。以上のことから、マルチメディア・ラーニングにおいて、二重チャンネルにおける相互作用の有無が学習効果に多大に影響するといえる。そして、効果的な教育映像コンテンツの開発、及び、提示手法を意図した際には、視覚チャンネル、及び、聴覚チャンネルにおける情報処理量に留意する必要があるといえる。

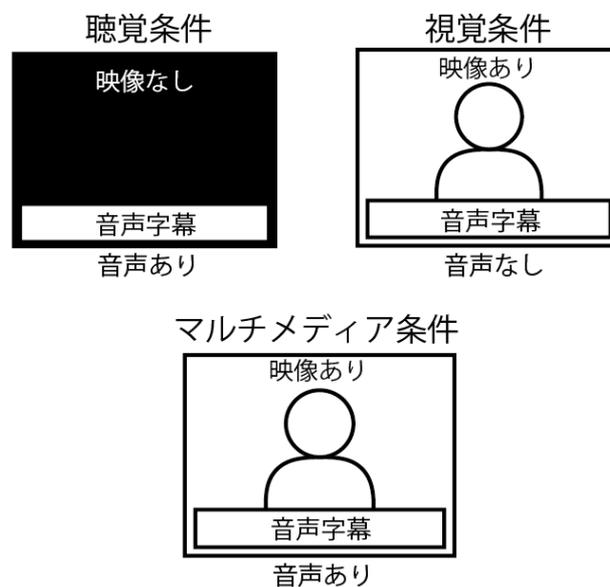


図 2-3-1 提示条件

3章 研究の目的

1節 メディアの高速提示に関する先行研究と課題

1. オンライン上の教育映像コンテンツに関する研究

MOOC上の教育映像コンテンツに関する研究として、Guo, Kim, and Rubin (2014)の研究が挙げられる。Guo *et al.* は、MOOC上の約700万回にわたる受講者の教育映像コンテンツに関する再生データを分析し、教育映像コンテンツのデザインと受講率について検討した。その結果、従来に比べて、講師の発話速度が速いコンテンツ、時間が短いコンテンツ、具体的には、6分を超えないコンテンツの受講率が高かったことを示した。また、荒ら (2014) は、MOOCにおける受講生のドロップアウト率の高さに注目している。そして、東京大学がCoursera上で公開した2講座 (From the Big Bang to Dark Energy, Conditions of War and Peace) において、ドロップアウトした受講者に対して、ドロップアウトの要因について5件法で調査した。その結果、「十分な学習時間がとれなかった」の得点が最も高かったことを報告した。これらのことから、MOOCが抱える課題の1つに、受講者の集中力や、時間を考慮したコンテンツを作成することが挙げられる。

2. 映教育映像コンテンツの再生機能

MOOC上の教育映像コンテンツを視聴する際には、再生中に早送り・巻き戻し等の操作の他、頭出し等の機能があり、受講者は自分のペースに合わせて、気になる箇所を繰り返し視聴することができる。加えて、MOOC上の主要なプラットフォーム (例えば、Coursera, edX, Udacityなど) では、字幕付加機能が実装されており、字幕を活用しながら学習を進めることが可能である。さらに、教育映像コンテンツの変速再生機能が実装されており、変速再生機能を活用することで教育映像コンテンツの視聴速度を調整しながら

ら学習を進めることが可能である。Courseraでは、0.75倍から0.25倍刻みで2倍までの6段階、edXでは、0.5倍、1倍、1.25倍、1.5倍、2倍の5段階から再生速度を選択することが可能となっている。

3. メディアの高速提示

メディアの高速提示に関して、これまでに、音声の高速提示を行った研究が報告されている。英語音声の高速提示について、Foulke *et al.* (1968) は、口語音声の再生速度と理解度の関係について検証実験を行った。その結果、1分あたり275語を超える口語音声の圧縮を行うと理解度に急激な低下が生じるものの、それ以下の圧縮では、理解度に変化は見られないことを明らかにした。また、Reid (1968) は、文法的な難易度が異なるスクリプトの読み上げ音声を高速提示した場合、1分あたり325語の圧縮までは、文法的な難易度によらず、理解度に変化が生じないことを示唆した。

日本語音声の高速提示について、永渕・丸竹 (1973) は、単語及び、単音節の音声圧縮を試み、圧縮率が50%を超える場合には、理解度が低下することを示した。また、綿森・笹沼 (1974) は、正常者20名と失語症患者20名を対象にして、口語音声速度と理解度の関係を検証した。その結果、口語音声の速度を50%圧縮しても、正常者の理解に影響が生じないことを明らかにした。

音声の高速提示と視覚情報を関連させた研究として、Vemuri *et al.* (2004) は、音声を高速提示した際に、音声を即時認識させる音声認識器を使用し、被験者に音声トランスクリプトを視覚情報として提示する実験を行った。その結果、被験者の理解の速さと正確性が向上したことを報告している。また、映像の高速提示に関して、栗原 (2012) は、映画などの娯楽動画を対象に動画の高速な情報受容の研究を実施した。主映像と言語情報の再生速度を独立して制御する変速提示を行った結果、事例によっては、鑑賞時間を平均85.5%削減できる可能性があることを示唆している。さらに、青柳ら (2005) は、教育

映像コンテンツにおける重要部分を凝縮するアルゴリズムを用い、教育映像コンテンツの短縮化を試みた。そして、学習内容が容易な場合には、オリジナルの教育映像コンテンツと同等な学習効果が得られることを示した。

以上のことから、多数の研究結果によって、メディアの高速提示や時間短縮に関する有用性が示唆された。しかしながら、これまでに、教育映像コンテンツの再生時における変速再生機能を活用した研究例は、ほとんど見当たらない。そこで、本研究では、オンライン学習環境を想定した教育映像コンテンツを作成し、高速提示と学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした。

【目的1】

オンライン学習環境を想定した教育映像コンテンツを作成し、高速提示と学習効果の関連性を明らかにする。→（研究1）

4. 教育映像コンテンツの高速提示における講師映像

MOOC上の教育映像コンテンツに関して、Guo *et al.* (2014) は、講師映像が提示される教育映像コンテンツの受講率が高かったことを報告した。また、Kizilcec, Bailenson, and Gomez (2015) は、スタンフォード大学がオンライン上で公開している教育映像コンテンツの2割以上について、講師映像が提示されている⁶ことに注目した。そして、オンライン上で開講されたコースの受講生、約3000人に対して、講師映像が提示される教育映像コンテンツと、講師映像が提示されない教育映像コンテンツの2種類を選択させ、学習を進めるための教育映像コンテンツとして提示した。その結果、8週間にわたるコースにおいて、約65%の受講者は、インストラクタ映像が提示される教育映像コンテンツを視聴しながら学習を進めたことを示した。加えて、Kizilcec, Papadopulolos, and Sritanyaratana (2014) は、講師映像が提示された教育映像コンテンツにおいて、学習

⁶ 2014年時点のデータに基づく。

者の視線データを計測した。その結果、学習者は、講師映像が提示された時間の約4割にあたる時間について、講師映像を注視することに費やしたことを報告した。

一方、Homer, Plass, and Blake (2008) は、教育映像コンテンツのレイアウトに関して、講師映像を画面のコーナーに配置し常時提示した際の学習効果を検討した。その結果、Homer *et al.* の実験条件下において、講師映像の配置は学習効果に影響しなかったものの、学習者によっては、講師映像が要因で教育映像コンテンツにおける参照点が定まらないといった認知負荷を感じていた可能性を示した。また、Kizilcec *et al.* (2015) は、オンライン上で開講されたコースの受講者、約12500人に対して、学習を進めるための教育映像コンテンツとして講師映像が常時提示された教育映像コンテンツと、講師映像を提示するタイミングを調整した教育映像コンテンツの2種類のうちのどちらか一方をランダムに提示した。その結果、10週間にわたるコースにおいて、講師映像を提示するタイミングを調整した教育映像コンテンツを用いて学習を進めた学習者は、講師映像が常時提示された教育映像コンテンツを用いて学習を進めた学習者に比べて、高い認知負荷⁷を感じていたことを示した。

以上のことから、オンライン上の教育映像コンテンツについて、講師映像を提示する教育映像コンテンツは多数存在するものの、提示の方法によっては、学習者の認知負荷を高める可能性が示された。しかしながら、教育映像コンテンツの高速提示において、講師映像と学習効果の関連性を明らかにした研究例は、ほとんど見当たらない。そこで、研究2では、教育映像コンテンツの高速提示時におけるインストラクタ映像の影響を明らかにすることを目的とした。

【目的2】

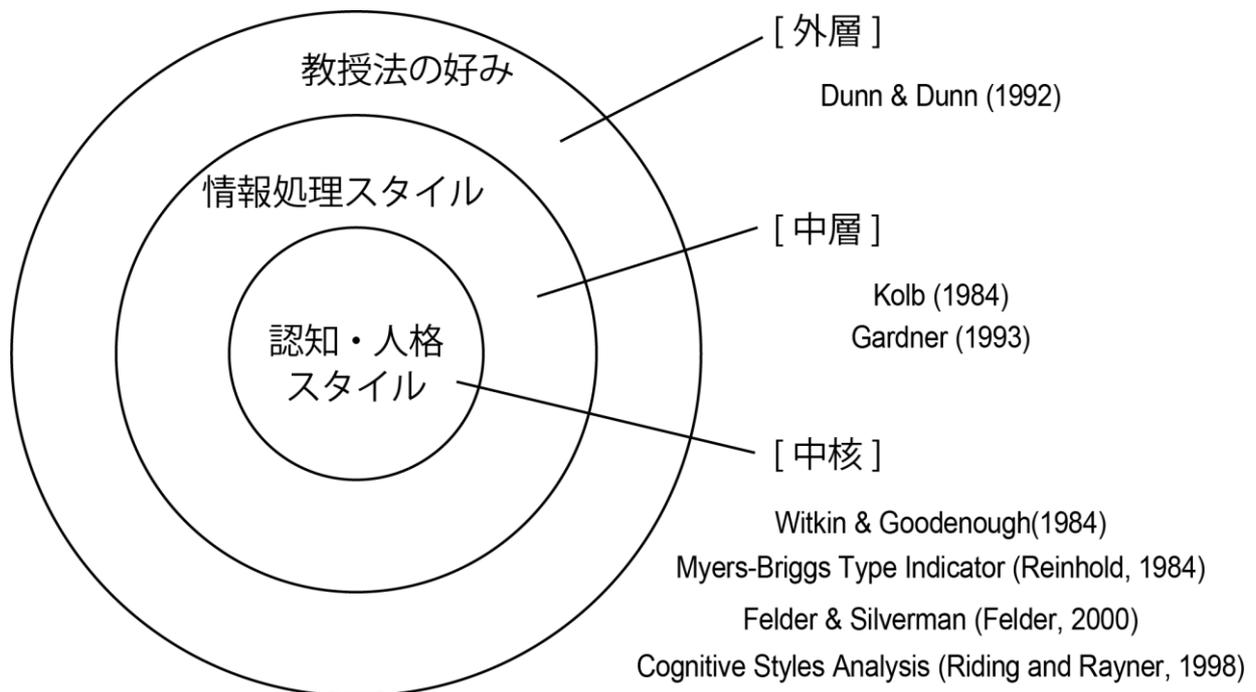
教育映像コンテンツの高速提示時における講師映像の影響を明らかにする。→ (研究2)

⁷ 講師映像の有無に関して、教材の提示方法に関わることから、Mayer (2009)の認知負荷の分類における外的認知負荷にあたる。

2節 学習スタイルと情報処理プロセスに関する先行研究と課題

1. マルチメディア・ラーニングにおける学習スタイル

青木（2005）は、学習者中心の教育（Student-centered learning）を進める上で、学習者個人の学習嗜好（Learning preference）や学習スタイル（Learning styles）に注目する必要性を主張している。そして、学習スタイルに関して、71種にわたるモデル理論から、13種の学習スタイルについてまとめている。中でも、「多種多様にわたる学習スタイルの理論を、学習スタイルを生来のものとする観点から立った理論から、学習スタイル

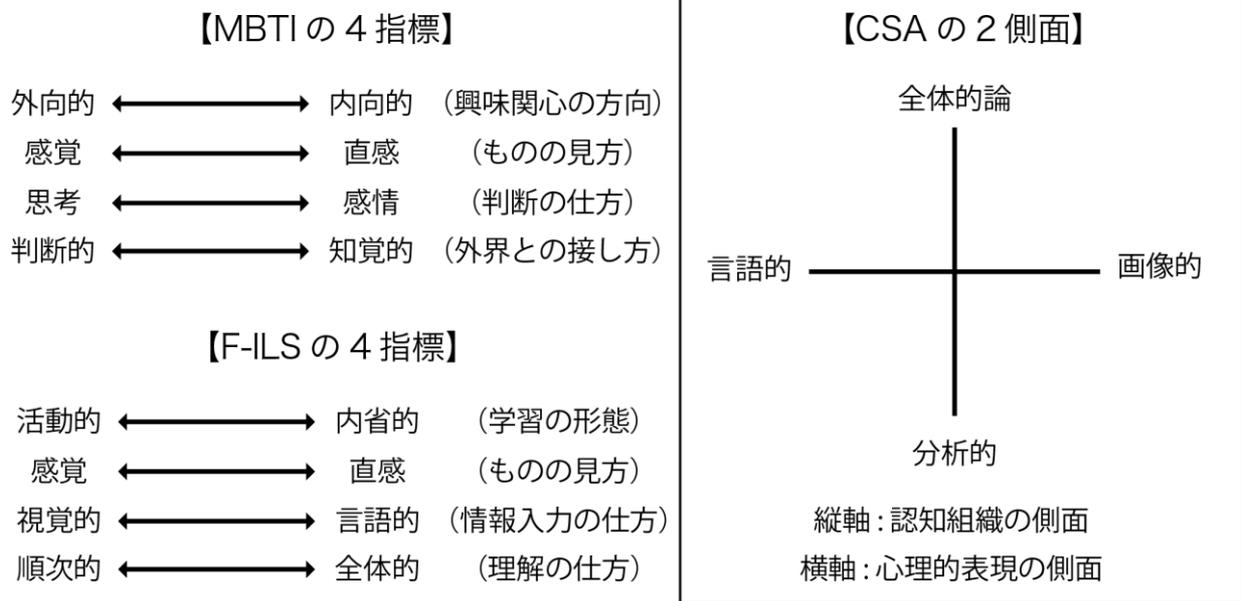


※Curry（1983）・青木（2005）を基に作成

図3-2-1 オニオンモデル

ルは環境に応じて変化するものであるとする理論，という連続軸上に分類した，という点で学習スタイルの研究に枠組みと秩序を与えた」（青木，2005）として，Curryの学習スタイル・モデル（オニオンモデル）をとりあげている。

Curryの学習スタイル・モデル（Curry, 1983）は，外層・中層・中核の3層構造からなるとされる（図3-2-1）。まず，外層に分類される学習スタイルは，教授法の好みを前提としているもの（例えば，Dunn and Dunn(1992)の学習スタイル・モデルなど）であり，外因の影響を受けやすいとされる（青木，2005）。次に，中層に分類される学習スタイルは，学習者の情報処理スタイルを前提としているもの（例えば，Kolbの学習スタイル・モデル(1984)や，Gardnerのモデル(1993)など）であり，外層に分類される学習スタイル・モデルに比べて，外因による影響は受けにくいとされる（青木，2005）。続いて，中



※青木（2005）を基に作成

図3-2-2 オニオンモデルにおける中核

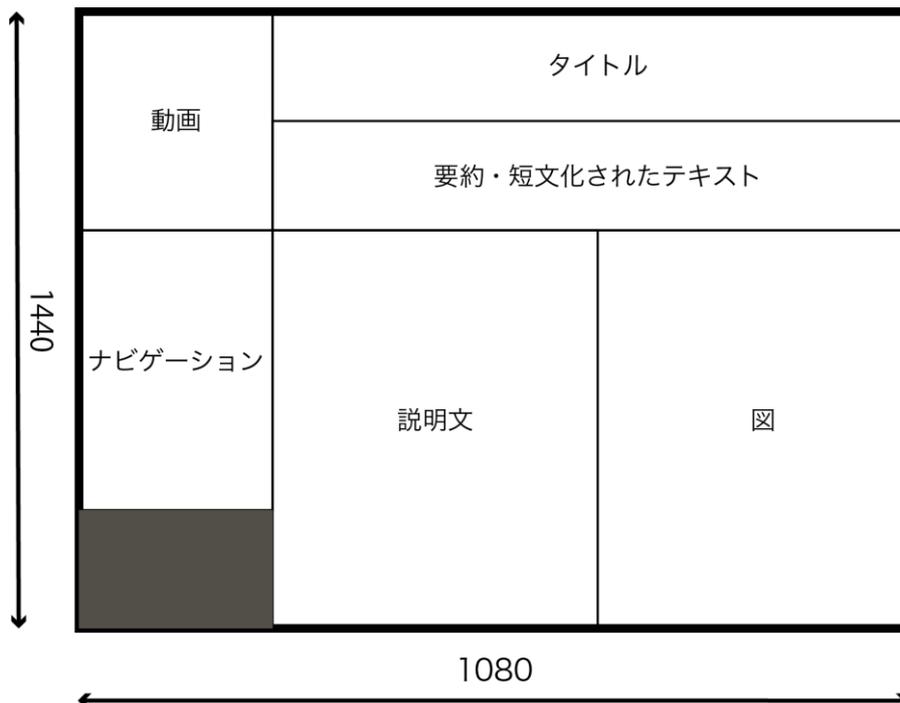
核に分類される学習スタイル，認知・人格スタイルを前提としているもの（例えば，Witkin and Goodenoughの学習理論(1982)，Myers-Briggs Type Indicator(Reinhold, 2004)，Felderの学習スタイル尺度(2000)，Cognitive styles Analysis(Riding and Rayner, 1998)など）であり，外層・中層・中核に分類される学習スタイル・モデルの中で，最も外因の影響を受けないとされている（青木, 2005）。

青木（2005）は，オニオンモデルにおいて中核に分類される学習スタイル・モデルについて，学習スタイルを2極線上に表すことが多いことを指摘している（図3-2-2）。例えば，ReinholdのMyers-Briggs Type Indicator（MBTI）では，興味関心の指標について外交的-内向的の区別がなされ，ものの見方について感覚-直感の区別がなされ，判断の仕方について思考-感情の区別がなされ，外界との接し方について判断的-知覚的の区別がなされている。また，Felderの学習スタイル尺度（F-ILS: Felder's Index of Learning Styles）では，学習の形態の指標について活動的-内省的の区別がなされ，ものの見方について感覚-直感の区別がなされ，情報入力の仕方について視覚的-言語的の区別がなされ，理解の仕方について順次的-全体的の区別がなされている。さらに，RidingのCognitive Styles Analysis（CSA）では，認知組織の側面について全体論的-分析的の区別がなされ，心理的表現の側面について，言語的-画像的の区別がなされている。これらのことから，オニオンモデルにおける中核に分類される学習スタイル・モデルの多くが，学習者の認知構造に基づいたモデルであるといえる。特に，F-ILSやCSAにおいて，情報入力の仕方や心理的表現の指標・側面として，言語的-画像的（視覚的）の分類がなされていることから，二重チャンネルの前提を仮定したMayer（2009）のCTML（Cognitive Theory of Multimedia Learning）と多大に関係していると考えられる。

2. 学習スタイルと情報処理プロセス

Yang and Thai (2008) は、教育映像コンテンツによる学習を効率的に進めるために、学習者の嗜好・スタイルといった個人差の要因に注目する必要性について指摘した。また、DeBoer, Kommers, and DeBrock (2011) は、学習者の学習スタイルによって、教育映像コンテンツの活用の仕方や効果が異なることを主張した。さらに、Liu (2009) は、学習者の情報処理プロセスを把握する上で、学習者の視線運動を計測することの有効性を主張した。これらを踏まえ、Cao and Nishihara (2012) は、スライド型の映像教材を用いた学習において、学習スタイルと視線運動の関連性を検討する実験を行った。

Cao and Nishihara (2012) の実験において、提示されたスライドは、実験的に、動画、



※Cao and Nishihara (2012) を基に作成

図3-2-3 Cao & Nishihara (2012) の実験映像における画面レイアウト

タイトル、ナビゲーション、要約・短文化されたテキスト、説明文、図から構成された（図3-2-3）。被験者の学習スタイルについて、F-ILSを使用し、Visual（視覚的）－Verbal（言語的）の指標に注目した（Cao and Nishiharaの実験において、十分な数のVerbal型学習者が得られなかったため、Visual型特性の高・低によって群分けがなされた：Visual型学習者28名、Verbal型学習者1名）。また、実験に先立ち、Visual型学習者は、言語的情報に比べて、画像的情報によって多くの情報を獲得するというBarbe（1981）の知見に注目し、「Visual型特性が低い学習者は、Visual型特性が高い学習者に比べて、スライド上のテキストを参照する時間が長い」とする仮説を生成した。実験の結果、Visual型特性が高い学習者ほど、スライド上のテキストを参照する時間が長かったことを報告した。この結果は、実験前に生成した仮説に反するものであった。Cao and Nishihara（2012）は、仮説を棄却する結果が得られた要因について、Visual型特性が低い学習者は、スライド上のテキストに比べて、講師の音声に注意資源を割いていたためと説明した。このことから、Visual型特性の度合いに応じて、視覚的テキスト情報の参照法が異なる可能性が示唆された。

CTMLにおいて、Mayer（2009）が主張するモダリティの原則の観点から、Cao and Nishihara（2012）の知見について考慮した場合、Visual型特性の度合いによって、二重チャンネルにおける情報処理プロセスが異なる可能性があるといえる。

3. 研究3の目的

MOOCをはじめとしたオンライン上の学習において、学習者は字幕付加機能を活用しながら学習を進めることが想定される。また、オンライン上で公開されている多くの教育映像コンテンツには、講師映像が提示されている（Kizilcec *et al.*, 2015）。加えて、オンライン上の教育映像コンテンツについて、スライド型のデザインが多い（Guo *et al.*, 2014）。これらのことから、学習者は、教育映像コンテンツを視聴する際に、講師映像、

スライド上の図や写真，及び，文字，字幕，講師の音声など，多種多様な情報を処理しながら学習を進めているといえる．また，教育映像コンテンツの変速再生機能を用いて，再生速度が変更された場合，その変更に伴って，外的認知負荷量も変化することが考えられる．そして，Jeung, Chandler, and Sweller (2017) ， 及び，Cao and Nishihara (2012) の知見を鑑みると，教育映像コンテンツが高速で提示された場合，学習者における情報処理プロセスは学習スタイルによって異なることが想定できる．

しかしながら，講師映像，スライド，字幕で構成された教育映像コンテンツにおける高速提示効果と学習スタイルの関連性を明らかにした研究事例は，ほとんど見当たらない．また，教育映像コンテンツの高速提示における情報処理プロセスと認知負荷に着目した研究事例は，ほとんど見当たらない．そこで，研究3では，教育映像コンテンツの高速提示における学習者個人の学習スタイルの影響を検討するために，F-ILSにおけるVisual-Verbalの次元に注目し，教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイル別の情報処理プロセスと学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした．また，考察において，二重チャンネルモデルを想定し，教育映像コンテンツの高速提示における認知負荷，Visual型学習者の情報処理プロセス，Verbal型学習者の情報処理プロセスを示すことで，教育映像コンテンツの高速提示に関する教育実践上の配慮を示した．

【目的3】

教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイル別の情報処理プロセスと学習効果の関連性を明らかにする． → (研究3)

4章 教育映像コンテンツの高速提示に関する予備研究

1節 教育映像コンテンツの高速提示による学習効果の分析（研究1）

1. 目的

これまでに、教育映像コンテンツの再生時における変速再生機能を活用した実践研究は見当たらない。そこで、研究1では、オンライン学習環境を想定した教育映像コンテンツを作成し、高速提示と学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1. 教育映像コンテンツの作成

2.1.1. 教育映像コンテンツの発話速度

表4-1-1に、JMOOC上で公開されている3講義の発話速度を示す。3つの講座の選択にあたり、分野や科目による差異を考慮して、文系科目、理系科目、情報科目から1講座ずつ選定した。文系科目として、「〈〈実務・資格講座〉〉ビジネスパーソンのための法律入門～はじめてのビジネス実務法務検定試験®3級～」，理系科目として、「土木・建築構造に関する最近の研究」，情報科目として、「情報セキュリティ～初級～」を選定した。発話速度の計測には、音韻における一定の時間的長さを持った音の分節単位であるモーラを用いた（福盛，2008）。各講義から最もモーラ数が多かった1分間を、計測時点として抽出した。その結果、3講義の1分間におけるモーラ数の平均は359モーラ（ $SD = 37.03$ ）であった。以上の結果を踏まえ、研究1の講義映像は1分間に359モーラの発話速度を基準とした。

表 4-1-1 講義別発話速度一覧

	分類	講義テーマ	モーラ数/1分	計測時点 (分:秒)
講義 1	文系	ビジネスパーソンのための法律	331	17:08~18:07
講義 2	理系	土木・建築構造に関する最近の研究	411	4:52~5:51
講義 3	情報科	情報セキュリティについて	334	6:00~6:59

2.1.2. 教育映像コンテンツの撮影と編集

本実験にて使用する教育映像コンテンツの講師役は、千葉県内の私立高校で情報科を教えている現役の高校教師に依頼した。学習のテーマは、高等学校情報科のネットワークの仕組みについてである。また、教育映像コンテンツが扱う知識は、宣言的知識で統一した。まず、講師が撮影に慣れるよう、教育映像コンテンツ作成を念頭においた模擬講義を5回行った。次に、本番の撮影では、講師役の教師が事前に作成したスライドを使用した講義型の授業を実践させた。この際、提示用スライド上にアニメーションは付加させず、説明時は、差し棒やポインタ等についても使用させなかった。

教育映像コンテンツの収録に関して、撮影には防音性、收音性が高くハウリングを防ぐことができる大学の講義室を利用した。また、講師には、基準の発話速度（359モーラ / 分）を意識させた。収録後、講義中で最もモーラ数が多かった1分間を計測時点として抽出し、1分あたりのモーラ数を計測した結果、336モーラであった。なお、作成した教育映像コンテンツの提示時間は、等倍速で9分12秒、1.5倍速で6分11秒、2倍速で4分42秒であった。

教育映像コンテンツの編集には、ノンリニア編集用ソフトウェア（Apple社製Final Cut Pro X）を用いた。主な編集の内容は2点である。まず、講義に使用したスライドの画像データを、収録映像における画面の切り替えのタイミングに合わせて配置した。画面の構成は、講師のプレゼンス等、スライド以外の要因を排除している。また、音声に関し

では、ノイズが少なく音声が最もはっきり確認できたICレコーダーで収録したものを採用した。次に、収録映像から、1倍速に加え、1.5倍速と2倍速の高速提示用教育映像コンテンツを作成した。1倍速の収録映像の再生レートをそれぞれ1.5倍、2倍に設定し、書き出しを行った。

2.1. 教育映像コンテンツの高速提示実験

2.1.1. 提示スライドと理解度テスト

表4-1-2に、提示スライドの概要とスライド別理解度テスト問題を示す。スライド上文字情報に関して、意味のまとまりになるユニットごとに列挙し、文字数を計測した。

本実験で提示したスライド上の文字情報に関して、フォントサイズは18ポイント以上、フォントはMSゴシック、数字とアルファベットには、Centuryが使用された。読み速度（スライド上の文字数/スライド提示時間）について、2倍速でスライド6を提示した状況が最速となり、1秒あたり5.4字であった。これらは、日本語の文章理解において、ゴシック体が有効であること、また、日本語文章の内容が理解できる読み速度を語数で表した場合、1秒間に7.7から11.5文字の範囲であることを明らかにした清原ら（2003）の知見とも合致し、提示するスライドとして、妥当であったといえる。

学習効果を測定するため、教育映像コンテンツの内容に関連した理解度テストを作成し、学習の前後に、事前テストと事後テストとして実施した。作成した理解度テストは、被験者が教育映像コンテンツを視聴し終えたときに保持している情報量を測定する再生問題を11問、学習したことを新しい問題に適用する能力を測定する応用問題を9問、合計20問とした。なお、スライド上の72ユニットのうち、18ユニットが正解に関わるものであった。再生問題11問は、それぞれ、再生テスト形式で出題した。また、応用問題は、選択問題1問、再認問題5問、正誤問題3問として出題した。正誤問題の作成にあたり、文章検証課題の手法（Royer, 1990）を参考にした。なお、得点配分は、1問正解につき1点の、合計20点満点とした。

表4-1-2 提示スライドの概要とスライド別理解度テスト問題

提示時間	スライド上文字情報 【ユニット数/文字数】	スライド別理解度テスト問題
スライド1 1倍速: 38秒 1.5倍速: 29秒 2倍速: 19秒	情報の科学/1. インターネットの仕組み【2ユニット/18字】	導入内容のため出題なし
スライド2 1倍速: 89秒 1.5倍速: 59秒 2倍速: 45秒	ネットワークとは/コンピュータネットワーク/コンピュータをデータ通信路でつなぎ合わせたもの/ネットワークの形態/LAN/WAN/インターネット/サーバ/ルータ/インターネットやLAN同士を接続するための機器/クライアント/クライアントサーバシステム【12ユニット/98字】	問1 コンピュータネットワークについて説明した文章の空欄を答えよ。(再生問題3問) -略- 教室内や建物内程度の規模のネットワークのことを(①)という。(①)よりも少し規模が大きくなり、建物間程度で構成されたネットワークを(②)という。これら(①)や(②)を相互接続して世界規模に広がったネットワークを(③)という。
スライド3 1倍速: 53秒 1.5倍速: 35秒 2倍速: 28秒	ネットワークを構成する機器/ハブ(集線装置)/接続ケーブル/LANケーブル/光ファイバー/無線など/ルータ/インターネットやLAN同士を接続するための機器/無線LANアクセスポイント【9ユニット/83字】	問4 次のの中からインターネットに接続するための機器をすべて選び、記号で答えよ(選択問題1問) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">ア) ルータ イ) 接続ケーブル ウ) USB エ) 無線 LAN アクセスポイント オ) スキャナー カ) ハブ キ) RGB ケーブル ク) SSD ケ) ディスプレイポート</div>
スライド4 1倍速: 140秒 1.5倍速: 94秒 2倍速: 71秒	プロトコルとパケット/プロトコル(Protocol)/通信規約/データ通信をする際の決まりごと/役割によって階層構造を持っている/インターネットではTCP/IPプロトコル/パケット/データを細かく分割したもの/送信時に分割されたデータには、ヘッダがつけられて受信側に送られる/受信側でデータが再構成される/プロトコルの種類/階層/プロトコルの例/アプリケーション層/HTTP, SMTP, POP, FTPなど/トランスポート層/TCPなど/インターネット層/IPなど/ネットワークインターフェイス層/電気的な信号に関するもの【21ユニット/240字】	問2 プロトコルの階層構造に関して説明した文章の空欄を答えよ(再生問題5問) -略- ケーブル端子の形状や電気信号の条件といった物理的電気的な規約などを定めたものが(①)層である。次に、ネットワークでデータをやりとりする際の経路などを定めたものがインターネット層である。その代表的なプロトコルが(②)である。その上で、より確実にデータを相手に届けるための規約を定めたものが(③)層であり、TCPなどのプロトコルがある。そして各種のアプリケーションソフトウェアを利用するための規約を定めたものがアプリケーション層である。例えば、WEBページを閲覧する際には(④)というプロトコル、メールを送受信する際には、(⑤)やPOPというプロトコルを用いる。 問3 ① 次の問いに答えよ(再生問題1問) インターネットでは、データを送信側から受信側に送る際に、まず送信側で、データを細かく分割する。データを細かく分割したものを何というか。 問6 ② 次の文を読んで正しいものには○、間違っているものには×をつけよ。(正誤問題1問) インターネットを介して、データを正確に相手側に欠損なく送ることができるプロトコルをTCPという。
スライド5 1倍速: 112秒 1.5倍速: 74秒 2倍速: 56秒	IPアドレスとドメイン名/IPアドレス/インターネットの住所・名前に相当/パソコンや機器に振られる/138.91.1.204/0-255 0-255 0-255 0-255/ドメイン名/IPアドレスを人間にわかりやすい名称で置き換えたもの/www.waseda.jp/ホスト名/組織名(組織区分)/国別コード【11ユニット/143字】	問3 ③ 次の問いに答えよ(再生問題1問) インターネットの住所に相当するものでインターネット上のパソコンや機器に割り振られている数字のアドレスを何というか。 問6 ③ 次の文を読んで正しいものには○、間違っているものには×をつけよ。(正誤問題1問) IPアドレスは、1~256までの数字をドットで、4つに区切った形で表される。
スライド6 1倍速: 41秒 1.5倍速: 27秒 2倍速: 21秒	DNSサーバの役割/IPアドレス/ドメイン名(組織名)/138.91.1.204/www.waseda.jp/DNSサーバ/DNS(Domain Name System)/IPアドレスとドメイン名を対応させるしくみ/DNSサーバ(組織毎に存在)【9ユニット/114字】	問6 ① 次の文を読んで正しいものには○、間違っているものには×をつけよ。(正誤問題1問) URLに対応するインターネット上の番地、例えば、「133.11.200.31」の情報を管理し、外部の問い合わせに応答するサーバをIPサーバという。
スライド7 1倍速: 79秒 1.5倍速: 53秒 2倍速: 40秒	URLの構造/URL(Uniform Resource Locator)/http://www.waseda.jp/index.html/スキーム名/ドメイン名/ファイル名/早稲田大学ドメイン内のindex.htmlというファイルをhttpプロトコルを用いて通信を行う。/ブラウザでURL入力/早稲田大学のWWWサーバ【9ユニット/149字】	問3 ② 次の問いに答えよ(再生問題1問) ブラウザを用いて、インターネット上のWEBサーバからデータを表示させる際に指定するアドレスのことを何というか。 問5 次の問いに答えよ(再認問題3問) 1) 次のURLの①~③は、それぞれ何を表しているか答えよ。 <u>http://www.hs.p.u-tokyo.ac.jp/index.html</u> ① ② ③ 問5 次の問いに答えよ(再認問題2問) 2) 上記URLにおいて「ac」と「jp」は、それぞれ何を表しているか答えよ。 ac → (④) jp → (⑤)

2.1.2. 実験手続き

都内私立大学に通う大学生を被験者として提示速度が異なる3種類の教育映像コンテンツを視聴させた。被験者の内訳は、男性が41名、女性が34名であった。また、平均年齢は、21.32歳 ($SD = 1.95$) であった。

図4-1-1に、実験の概要を示す。まず、教育映像コンテンツを提示する前に、事前テストを実施し、学習前の既有知識を確認した。次に、言語記憶と図形記憶で構成された等質化テストを実施し、被験者を1倍速群（統制群）、1.5倍速群、2倍速群の3群に分けた。続いて、各群の被験者に、提示速度が異なる教育映像コンテンツを視聴させた後、事後テストを実施した。教育映像コンテンツを提示する際には、被験者にメモやノートテイキング

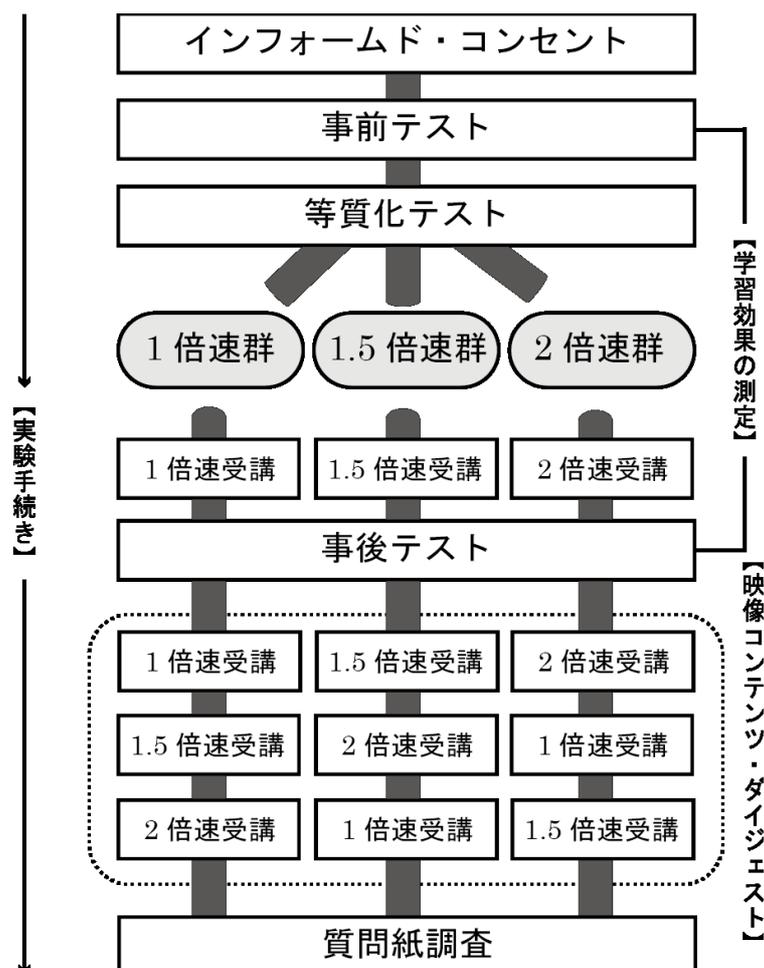


図4-1-1 実験の概要

グといった学習内容に関する記録を行わせなかった。また、早送りや巻き戻し、一時停止といった再生操作を禁止した。最後に、全ての被験者に対して、提示速度が異なる3種類の教育映像コンテンツ・ダイジェスト（3種類の教育映像コンテンツから同場面を切り出した短縮版）を提示し、主観評価について質問紙を用いて回答させた。その際、順序の効果を相殺するために、ラテン方格法を用いた。

2.1.3. 質問紙調査

質問紙による主観評価調査においては、評定尺度法を用いた質問を25問、多肢選択式の質問を5問とした。

評定尺度法を用いた質問に関して、質問項目は、「理解（2問）」、「講師（3問）」、「興味関心（2問）」、「集中（3問）」、「聴覚性（3問）」、「視覚性（3問）」、「提示速度・時間嗜好（4問）」、「コンテンツ嗜好（5問）」の25問で構成した。なお、評定尺度の分析では、「とてもそう思う」を5点、「ややそう思う」を4点、「どちらとも言えない」を3点、「あまりそう思わない」を2点、「まったくそう思わない」を1点として、各質問の平均値を算出した。そして、参加者内一要因分散分析を行い、多重比較にはBONFERRONI法を用いた。

多肢選択式の質問に関して、質問項目は、「最もわかりやすかった提示速度は？」、「最も見やすかった提示速度は？」、「最も聞きやすかった提示速度は？」、「最も集中できた提示速度は？」、「今後利用したいと最も思った提示速度は？」の5問であった。提示速度の異なる3種類の教育映像コンテンツを比較し、最も当てはまるものを1つ選択させた。そして、カイ二乗検定を行い、多重比較にはBONFERRONI法を用いた。

表 4-1-3 提示速度別 理解度テストの平均 (SD) 及び分散分析の検定結果 (N = 75)

	1 倍速		1.5 倍速		2 倍速		速度	F 値	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後		前後	交互作用
合計得点	4.88 (2.79)	13.00 (3.69)	4.12 (2.20)	12.20 (2.81)	3.88 (2.70)	11.92 (4.52)	0.92 ns	510.32**	0.01 ns
再生得点	1.56 (1.47)	6.52 (2.31)	1.20 (0.96)	6.08 (1.85)	1.12 (1.30)	5.32 (2.76)	1.71 ns	379.57**	1.01 ns
応用得点	3.32 (1.57)	6.48 (2.04)	2.92 (1.68)	6.12 (1.56)	2.76 (1.83)	6.60 (2.24)	0.35 ns	282.82**	1.19 ns

** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$

3. 結果及び考察

3.1. 等質性の確認

3群間の等質性を確認するため、言語記憶に関する等質化テストの得点について、参加者間一要因分散分析を行った。その結果、各群の間に有意な差は見られなかった ($F(2,72) = 0.94, p > .05, effect\ size\ f = 0.16, power = 0.21$)。また、図形記憶に関する等質化テストの得点に関して、参加者間一要因分散分析を行ったところ、各群間に有意な差は見られなかった ($F(2,72) = 0.71, p > .05, effect\ size\ f = 0.14, power = 0.17$) ことから、3群間は等質であったといえる。

3.2. 理解度テストの分析

理解度テストの合計点 (合計得点)、再生問題の得点 (再生得点)、応用問題の得点 (応用得点) をそれぞれ集計し、高速提示要因 (速度要因と呼ぶ) と事前・事後要因 (前後要因と呼ぶ) からなる二要因混合計画の分散分析を行った。表4-1-3に、各群の事前・事後テストにおける理解度テストの平均および分散分析の検定結果を示す。

まず、合計得点について分析を行った。その結果、交互作用は有意ではなかった ($F(2,72) = 0.01, p > .05, partial\ \eta^2 = 0.00, power = 0.05$)。そこで、主効果において分析した結果、速度要因に、有意差は見られなかった ($F(2,72) = 0.92, p > .05, partial\ \eta^2 =$

0.02, $power = 0.38$) . 一方, 前後要因に, 有意差が見られた ($F(1,72) = 510.32, p < .01, partial \eta^2 = 0.88, power = 1.00$) .

次に, 再生得点について分析を行った. その結果, 交互作用は有意ではなかった ($F(2,72) = 1.01, p > .05, partial \eta^2 = 0.03, power = 0.42$) . そこで, 主効果において分析した結果, 速度要因に, 有意差は見られなかった ($F(2,72) = 1.71, p > .05, partial \eta^2 = 0.05, power = 0.65$) . 一方, 前後要因に, 有意差が見られた ($F(1,72) = 379.57, p < .01, partial \eta^2 = 0.84, power = 1.00$) .

続いて, 応用得点について分析を行った. その結果, 交互作用は有意ではなかった ($F(2,72) = 1.19, p > .05, partial \eta^2 = 0.03, power = 0.48$) . そこで主効果において分析した結果, 速度要因に, 有意差は見られなかった ($F(2,72) = 0.35, p > .05, partial \eta^2 = 0.01, power = 0.17$) . 一方, 前後要因に, 有意差が見られた ($F(1,72) = 282.82, p < .05, partial \eta^2 = 0.80, power = 1.00$) .

以上, 合計得点, 再生得点, 応用得点のいずれも, 速度要因に有意差は見られなかった. これらのことから, 教育映像コンテンツの提示速度の相違は, 本実験条件下では, 学習効果に影響を与えなかったことが示唆された.

3.2. 評定尺度法による主観分析

図4-1-2に, 提示速度に対する主観評価と分散分析結果を示す. 25問の質問項目のうち, 19問に1%水準で有意差が見られた. 他に, 3問が5%水準で有意差が見られ, 1問が有意傾向にあった. これらの質問に関しては, 多重比較を行った. その結果, 3つの傾向が明らかになった. なお, 「視聴している間, 視覚情報を重視した」, 「スライドの図や表の数は多かった」に関しては, 提示速度間での有意な差は見られなかった.

多重比較の結果, 明らかになった傾向の1つ目として, 1倍速と1.5倍速が, 2倍速提示に比べて, 有意に高い傾向が挙げられる. この傾向に当てはまるのが, 「学習内容について

で理解できた」, 「学習内容のレベルは自分にあっていた」, 「講師の説明はわかりやすかった」, 「講師の話し方は聞きやすかった」, 「音声は聞きやすかった」, 「ディスプレイの映像は見やすかった」, 「スライド+音声の形式は親しみやすかった」, といった7つの項目である。当てはまるものが, 理解に関わるものや学習のしやすさに関わるものであるといった点で, 学習者は, 1倍速や, 1.5倍速に比べて, 2倍速での学習はしづらかったと評価していることが明らかになった。それを裏付けるように, 「視聴する際, 目に疲労を感じた」や, 「文字情報を目で追うのに苦勞した」といった疲労や苦勞に関する項目に関しては, 2倍速提示が, 他の1倍速や1.5倍速に比べて有意に高いことが明らかになった。

2つ目の傾向として, 1.5倍速が他の提示速度よりも有意に高いことが挙げられる。3つの項目, 「集中して受講できた」, 「提示時間は適当であった」, 「今後もこの提示速度で学習したい」が1%水準でこの傾向に当てはまった。このことから, 1.5倍速での教育映像コンテンツの視聴は, 1倍速や2倍速での視聴よりも, 学習者の集中の度合いを高める作用がある可能性があることが示唆された。教育映像コンテンツの時間に関して, 1.5倍速の提示時間である6分11秒であることを踏まえると, 先述したGuo, Kim, and Rubin (2014) の先行研究による指摘とも合致する。加えて, 今後も1.5倍速の提示速度で学習したいということから, 1.5倍速は教育映像コンテンツの提示速度として, 肯定的に評価されていることが明らかになった。「視聴している間, 音声情報を重視した」に関して, 5%水準で1.5倍速に対する主観評価が, 1倍速に対する主観評価よりも有意に高かった ($MSe = 1.27, p < .05$)。このことから, 1倍速よりも, 1.5倍速の方が音声情報に注意を向ける傾向が明らかになった。

$N=75, df 1=2, df 2=148, ** : p<.01 * : p<.05 + : p<.10$ ■ 1倍 □ 1.5倍 □ 2倍

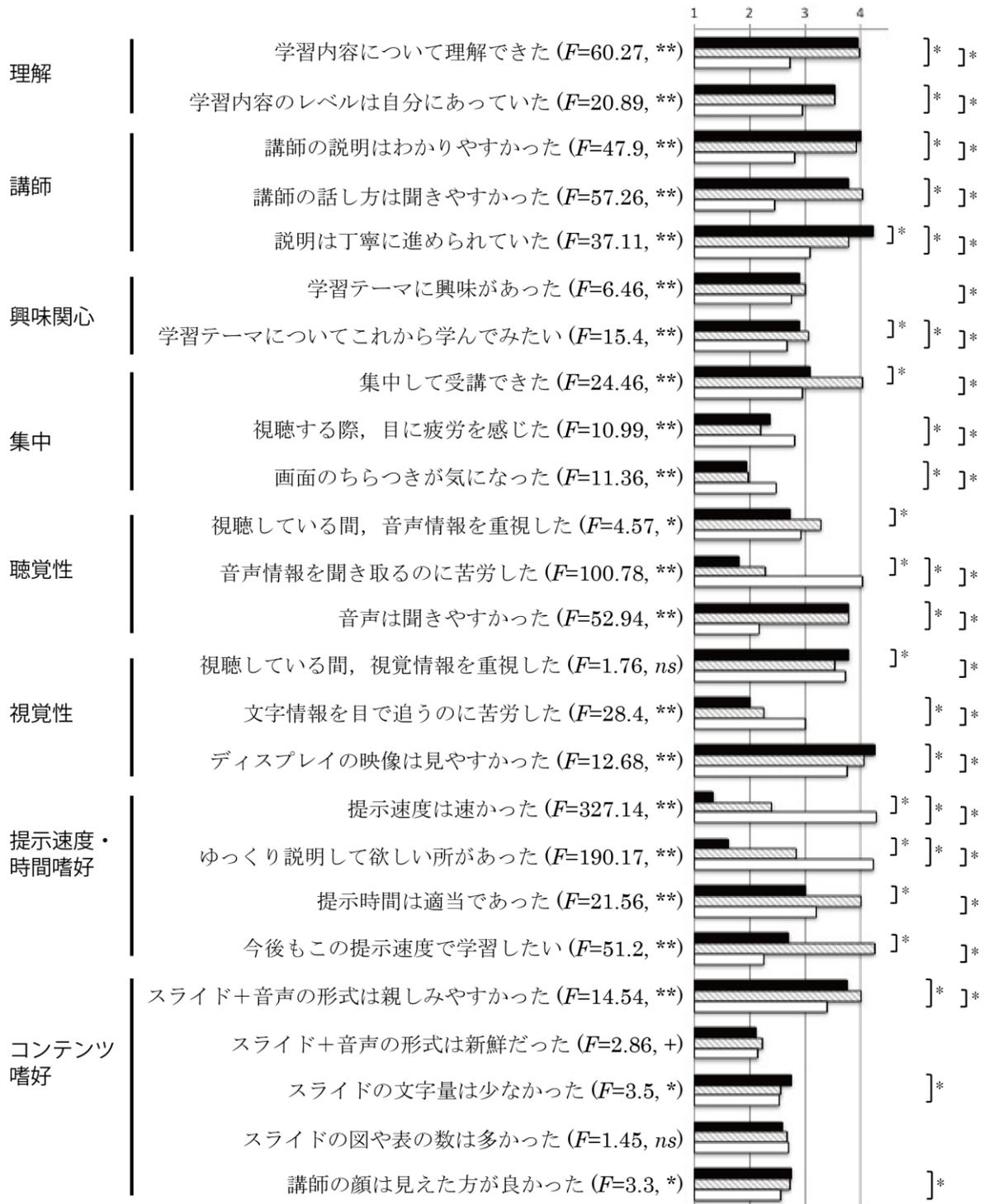


図4-1-2 主観評価と分散分析の結果

3つ目の傾向として、提示速度間にそれぞれ有意差が見られることが挙げられる。この傾向に当てはまるのは、「説明は丁寧に進められていた」や、「学習テーマについてこれから学んでみたい」、「音声情報を聞き取るのに苦労した」、「提示速度は速かった」、「ゆっくり説明して欲しい所があった」の5つの項目である。まず、「説明は丁寧に進められていた」に関しては、2倍速に比べて1.5倍速が有意に高く、1倍速や1.5倍速に比べて、2倍速が有意に低いということが明らかになった。このことから、提示速度があがるにつれて、学習者は、講師の説明に対して丁寧な印象を抱かなかったことが示唆された。次に、「学習テーマについてこれから学んでみたい」に関して、1倍速は2倍速よりも有意に高く、1.5倍速は、1倍速や2倍速と比べて、有意に高いということが明らかになった。このことから、1.5倍速での提示は、学習者の興味関心を他の提示速度に比べて有意に上昇させることが示唆された。次に、「音声情報を聞き取るのに苦労した」、「提示速度は速かった」、「ゆっくり説明して欲しい所があった」の3つの質問項目に関して、1.5倍速は1倍速に比べて有意に高く、2倍速は1.5倍速に比べて有意に高かった。このことから、提示速度があがるにつれて、学習者に対する認知負荷が高くなった可能性が示唆された。

3.3. 多肢選択式の主観評価分析

図4-1-3に、多肢選択式質問に関する回答別割合を示す。質問1の「最もわかりやすかった提示速度」に関して、カイ二乗検定の結果、有意だった ($\chi^2(2) = 42.56, p < .01, effect\ size\ w = 0.75, power = 1.0$)。そこで、多重比較を行った結果、1倍速よりも1.5倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01)。また、2倍速よりも1倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01)。加えて、2倍速よりも1.5倍速の方が有意に多かった (*adjusted p* < .01)。質問2の「最も見やすかった提示速度」に関して、カイ二乗検定の結果、有意であった ($\chi^2(2) = 32.24, p < .01, effect\ size\ w = 0.66, power = 1.0$)。多重比較の結果、2倍速に比べて、1倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01)。また、2倍速に比べて、1.5

倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01) . 質問3の「最も聞きやすかった提示速度」に関して、カイ二乗検定の結果、有意であった ($\chi^2(2) = 41.04, p < .01, effect\ size\ w = 0.74, power = 1.0$) . 多重比較の結果、2倍速に比べて、1倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01) . また、2倍速に比べて、1.5倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01) . 質問4の「最も集中できた提示速度」に関して、カイ二乗検定の結果、有意であった ($\chi^2(2) = 50.64, p < .01, effect\ size\ w = 0.82, power = 1.0$) . 多重比較の結果、1倍速に比べて、1.5倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01) . また、2倍速に比べて、1.5倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01) . 質問5の「今後利用したいと最も思った提示速度」に関して、カイ二乗検定の結果、有意であった ($\chi^2(2) = 74.48, p < .01, effect\ size\ w = 1.0, power = 1.0$) . 多重比較の結果、1倍速に比べて、1.5倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01) . また、2倍速に比べて、1.5倍速が有意に多かった (*adjusted p* < .01) .

以上のことから、教育映像コンテンツを利用した学習に適した提示速度として、1.5倍速が最も支持されていることが明らかになった。また、2倍速での学習に対する主観評価は肯定的ではないことが明らかになった。

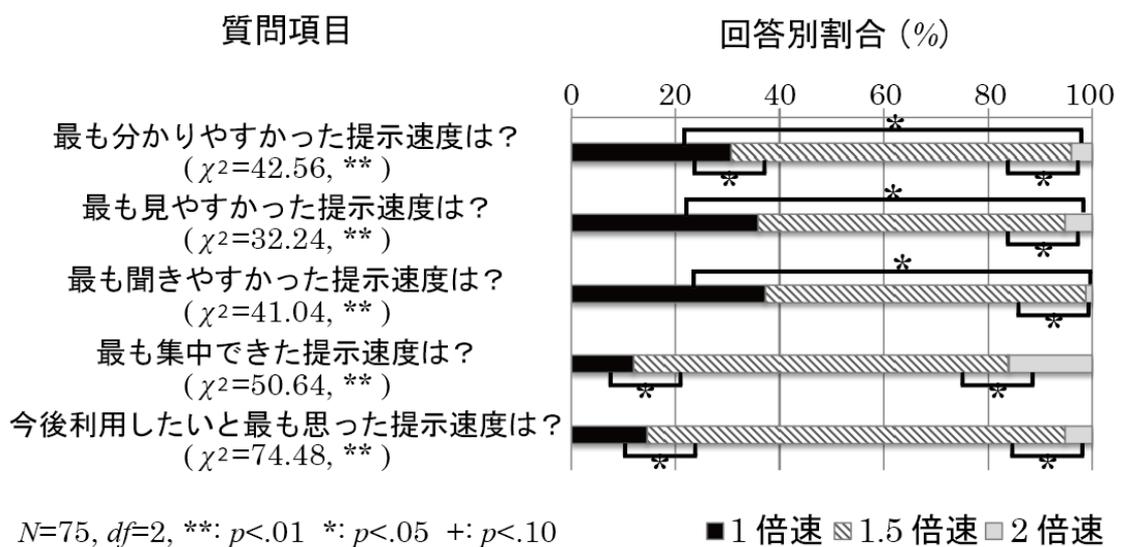


図 4-1-3 多肢選択式質問項目 回答別割合 (N = 75)

4. 研究1のまとめ

研究1においては、オンライン学習環境を想定した教育映像コンテンツを作成し、高速提示と学習効果の関連性を明らかにした。教育映像コンテンツ高速提示実験において、作成した教育映像コンテンツを1倍速、1.5倍速、2倍速の3種類の提示速度で被験者75名に視聴させた。学習の前後に実施した理解度テストの結果から、学習効果を検証した。また、3種類の提示速度に対して、質問紙を用いて主観評価を調査した。

理解度テストの分析結果から、提示速度の相違は学習効果に影響を与えないということが明らかになった。一方、質問紙調査の結果から、教育映像コンテンツを利用した学習に適した提示速度として、1.5倍速が最も支持されているのに対し、2倍速に対する主観評価は肯定的ではないことが明らかになった。

以上のことから、教育映像コンテンツの高速提示に関して、本実験条件下においては、認知負荷が高まっている可能性があるものの、1.5倍速の提示速度は、被験者によって肯定的に評価されていたことが示された。また、2倍速の提示速度に関して、被験者による主観評価は、肯定的ではなかったものの、実際の学習効果については、他の提示速度と有意な差は見られなかったことが明らかになった。

2節 講師映像を含む教育映像コンテンツの高速提示効果の分析

(研究2)

1. 目的

これまでに、教育映像コンテンツの高速提示時における講師映像に関する研究例はほとんど見られない。そこで、研究2においては、教育映像コンテンツの高速提示時における講師映像の影響を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1. 教育映像コンテンツの編集

図4-2-1に、本実験で用いた教育映像コンテンツのレイアウトを示す。教育映像コンテンツのレイアウトについて、Homer, Plass, and Blake (2008)を参考に、講師映像とスライドで構成したものとなるよう、研究1で使用した教育映像コンテンツに編集を加えた。また、講師映像に関して、Guo *et al.* (2014)の知見を参考に、講師の上半身部分を切り

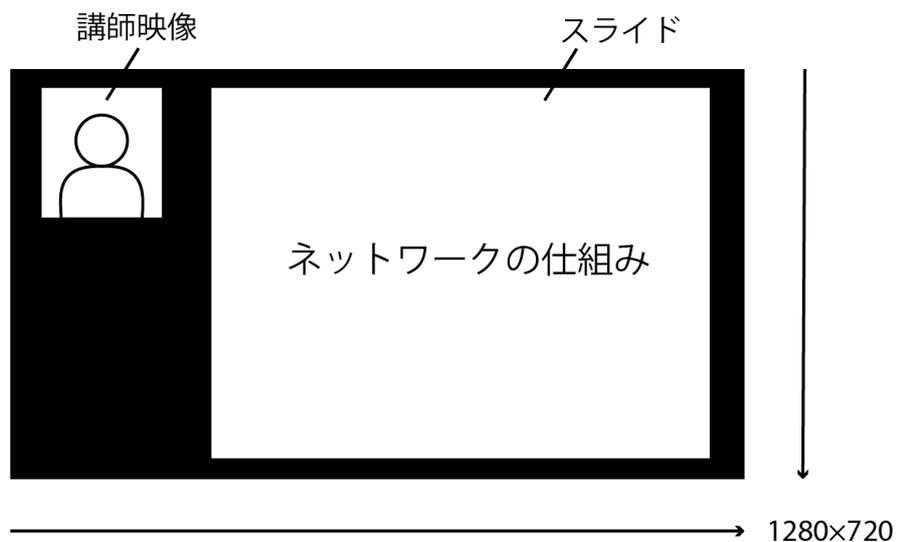


図 4-2-1 教育映像コンテンツのレイアウト

出した。また、講師は、身振りや手ぶりといったパフォーマンスを行わなかった。解像度が1280×1080、アスペクト比が16：9のインターレース方式を採用した。なお、スライドの背景は黒色とした。なお、実験に使用した教育映像コンテンツの内容は、レイアウトを除いて、研究1と同一であった。

2.2. 本実験

2.2.1. 理解度テスト

教育映像コンテンツの提示による学習効果を測定するための理解度テストとして、研究1と同様のものを使用した。理解度テストは、再生テスト形式の再生問題を11問、選択問題と生後問題形式の応用問題を9問、合わせて20問であった。また、得点の配分は、一問正解につき1点の合計20点満点とした。なお、テストの内容について、事前に、高等学校における情報科教師の確認を受けた。

2.2.2. 質問紙調査

表4-2-1に質問紙におけるカテゴリ別の質問項目を示す。高速提示と講師映像に関する被験者の主観評価について、5件法で調査を行った。「理解」に関して2問、「話し方」に関して2問、「興味関心」に関して2問、「集中」に関して3問、「聴覚性」に関して3問、「視覚性」に関して3問、「提示速度及び時間嗜好」に関して4問、「コンテンツ嗜好」に関して5問であった。

2.2.3. 本実験の手続き

大学生59名を被験者として、提示速度が異なる3種類の教育映像コンテンツを視聴させた。実験は、約20名ずつの集団で実施した。その際、両隣に被験者同士が座らぬように配置した。教育映像コンテンツの出力に関しては、事前にデスクトップ上に教育映像コン

表 4-2-1 カテゴリ別の質問項目

カテゴリ	質問項目
理解	学習内容について理解できた
	学習のレベルが自分に合っていた
話し方	インストラクタの説明はわかりやすかった
	インストラクタの話し方は聞きやすかった
興味関心	学習内容に興味があった
	学習テーマについてこれから学んでみたい
集中	集中して受講できた
	目に疲労感を感じた
	画面のちらつきが気になった
聴覚性	視聴の間に音声情報に重視した
	音声情報を聞き取るのに苦労した
	音声は聞きやすかった
視覚性	視聴の間、視覚情報を重視した
	文字情報を目で追うのに苦労した
	ディスプレイの映像は見やすかった
提示速度 時間嗜好	教育映像コンテンツの提示速度は速かった
	ゆっくり説明して欲しいところがあった
	教育映像コンテンツの時間は適当であった
	次もこの提示速度で受講したい
コンテンツ嗜好	レイアウトは親しみやすかった
	レイアウトは新鮮だった
	スライドの文字量は少なかった
	スライドの図や表の数は多かった
	インストラクタ映像はあった方がよかった

テンツデータを保存しておき、合図とともに一斉に視聴を開始させた。なお、実験に参加した被験者は、教育映像コンテンツに登場する講師を以前に見たことがなかった。実験場所は、同様の大きさ・スペックのパソコンが複数台揃い、かつ、椅子や机、ヘッドホン等、同じものを用意できる大学の端末室を利用した。

本実験の手続きは研究1と同様であった。まず、教育映像コンテンツを提示する前に、理解度テストを実施し（事前テスト）、教育映像コンテンツの学習内容に関する既有知識を確認した。次に、被験者59名を1倍速群20名、1.5倍速群19名、2倍速群20名となるように振り分けた。続いて、各群の被験者に、提示速度が異なる教育映像コンテンツを視聴させた後、事後テストを実施した。最後に全ての被験者に対して、提示速度が異なる3種類の教育映像コンテンツから同じ場面を切り出した短縮版（教育映像コンテンツ・ダイジェスト）を提示し、質問紙に回答させた。その際、順序の効果を相殺するために、ラテン方格法を用いた。

2.2.4. 視線計測による検証実験

検証実験として、本実験に参加していない大学生24名を被験者に、本実験で用いた3種類の映像教材を提示し、視線計測を行った。なお、検証実験に参加した被験者は、教育映像コンテンツに登場するインストラクタを以前に見たことがなかった。

視線計測には、スクリーンベースの視線計測機であるTobii Pro T60XLを使用した。データの取得に関して、教育映像コンテンツのレイアウトにおける講師映像と、スライドの領域に、それぞれ、AOI（Area of Interest）を設定した。その後、AOIごとに視線の滞在時間（Visit Duration）の割合、及び、停留時間（Fixation Duration）の平均値を算出した。また、取得したデータについては、第一要因を提示速度（速度要因）、第二要因をAOI（AOI要因）とする二要因混合計画の分散分析を行った。なお、被験中の視線計測率が85%を下回った被験者については、分析データから除外した結果、分析対象は、1倍速群、1.5倍速群、2倍速群、それぞれ、6名ずつの計18名の計測データであった。また、なお、AOIから外れた視線データに関しては、研究2における分析対象から除外した。

表 4-2-2 提示速度別 理解度テストの平均 (*SD*) 及び分散分析の検定結果 (*N* = 59)

	1 倍速		1.5 倍速		2 倍速		<i>F</i> 値		
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	速度	前後	交互作用
総合得点	2.45 (1.40)	9.15 (2.91)	3.42 (1.68)	11.05 (3.63)	3.35 (1.81)	9.90 (2.49)	2.65 ⁺	339.25**	0.79 ^{ns}
再生得点	0.80 (0.89)	4.90 (2.20)	0.79 (0.79)	5.68 (1.60)	0.95 (1.05)	5.05 (1.91)	0.53 ^{ns}	321.99**	1.17 ^{ns}
応用得点	1.65 (1.04)	4.25 (1.89)	2.63 (1.26)	5.37 (2.31)	2.40 (1.14)	4.85 (1.39)	4.10*	90.64**	0.09 ^{ns}

***p* < .01, * *p* < .05, + *p* < .10

3. 結果及び考察

3.1. 等質性の確認

1倍速群, 1.5倍速群, 2倍速群の3群間における等質性を確認するために, 事前テスト得点について, 参加者間一要因分散分析を行った. その結果, 各群の間に有意な差は見られなかった ($F(2, 56) = 2.16, p > .05, effect\ size\ f = 0.28, power = 0.44$). これにより, 教育映像コンテンツを提示する前の, 学習内容に関する既有知識に関して, 3群が等質であったことが明らかになった.

3.2. 理解度テストの分析

理解度テストの総合得点 (総合得点), 再生問題の得点 (再生得点), 応用問題の得点 (応用得点) をそれぞれ集計した. そして, 提示速度の要因 (速度要因) と事前・事後の要因 (前後要因) からなる二要因混合計画の分散分析を行った. 表4-2-2に, 各群の事前テスト・事後テストにおける理解度テストの平均得点, 及び, 分散分析の検定結果を示す. まず, 総合得点について分析を行った. その結果, 交互作用は有意ではなかった ($F(2, 56) = 0.78, p > .05, partial\ \eta^2 = 0.03, power = 0.49$). そこで, 主効果において分析した結果, 速度要因に有意傾向が見られた ($F(2, 56) = 2.65, p < .10, partial\ \eta^2 = 0.09, power$

= 0.71) . 多重比較の結果, 1倍速群に比べて, 1.5倍速群の総合得点の平均が有意に高かった (*adjusted p* < .05) . 1倍速群と2倍速群, 1.5倍速群と2倍速群の間に有意な差は見られなかった (*adjusted p* > .05) . 一方, 前後要因に関して, 有意差が見られた ($F(1, 56) = 339.25, p < .01, \text{partial } \eta^2 = 0.86, \text{power} = 1.00$) .

次に, 再生得点について分析を行った. その結果, 交互作用は有意ではなかった ($F(2, 56) = 1.17, p > .05, \text{partial } \eta^2 = 0.04, \text{power} = 0.65$) . そこで, 主効果において分析した結果, 速度要因に有意差は見られなかった ($F(2, 56) = 0.53, p > .05, \text{partial } \eta^2 = 0.02, \text{power} = 0.19$) . 一方, 前後要因に有意差が見られた ($F(1, 56) = 321.99, p < .01, \text{partial } \eta^2 = 0.85, \text{power} = 1.00$) .

続いて, 応用得点について分析を行った. その結果, 交互作用は有意ではなかった ($F(2, 56) = 0.09, p > .05, \text{partial } \eta^2 = 0.00, \text{power} = 0.08$) . そこで, 主効果において分析した結果, 速度要因に有意差が見られた ($F(2, 56) = 4.10, p < .05, \text{partial } \eta^2 = 0.13, \text{power} = 0.93$) . 多重比較の結果, 1倍速群に比べて, 1.5倍速群の応用得点の平均が有意に高かった (*adjusted p* < .05) . 1倍速群と2倍速群, 1.5倍速群と2倍速群の間に有意な差は見られなかった (*adjusted p* > .05) . 一方, 前後要因に関して, 有意差が見られた ($F(1, 56) = 90.64, p < .01, \text{partial } \eta^2 = 0.62, \text{power} = 1.00$) .

以上, 速度要因に関して, 総合得点では有意傾向, 応用得点では有意差が見られた. また, 総合得点及び応用得点に関する多重比較においては, 1倍速群に比べて, 1.5倍速群の平均得点が有意に高かった. これらのことから, 本実験の条件下では, 教育映像コンテンツの提示速度に関して, 1倍速よりも1.5倍速の方が効果的である可能性が示唆された. また, 前後要因に関して, 総合得点, 再生得点, 応用得点において, いずれも1%水準で有意差が見られた. このことから, 教育映像コンテンツ提示によって, 理解度が向上したことが明らかになった.

3.3. 主観評価分析

図4-2-2に、高速提示と講師映像に対する質問カテゴリ別の主観評価平均値を示す。8つのカテゴリのうち、5つカテゴリに1%水準で有意差が見られた。「話し方」、「興味関心」、「コンテンツ嗜好」カテゴリには、有意差は見られなかった。

「理解」のカテゴリに関して、有意差が見られた ($F(2, 116) = 24.36, p < .01, effect\ size\ f = 0.65, power = 1.00$)。そこで、多重比較を行った結果、1倍速と1.5倍速に対する平均

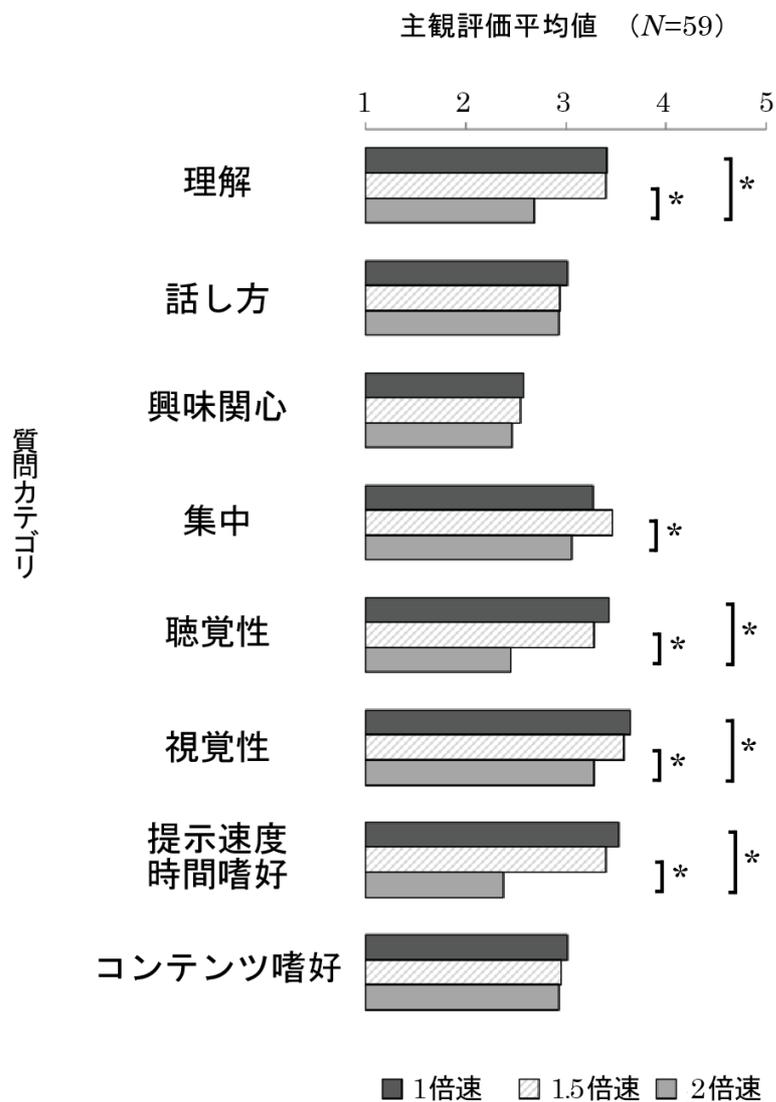


図 4-2-2 質問カテゴリ別の主観評価平均値

値が、2倍速よりも有意に高かった ($adjusted\ p < .05$)。1倍速と1.5倍速の間に、有意差は見られなかった ($adjusted\ p > .05$)。このことから、被験者は、2倍速に比べて、1倍速、及び、1.5倍速の提示速度の方が、肯定的に評価していたことが明らかになった。

「話し方」のカテゴリに関して、有意差は見られなかった ($F(2, 116) = 1.42, p > .05, effect\ size\ f = 0.16, power = 0.97$)。このことから、被験者に講師の話し方に対する評価について、提示速度による要因は、影響していなかった可能性が示唆された。

「興味関心」のカテゴリに関して、有意差は見られなかった ($F(2, 116) = 1.39, p > .05, effect\ size\ f = 0.15, power = 0.99$)。このことから、速度要因は、被験者の教育映像コンテンツに対する興味や関心に影響しない可能性が示唆された。

「集中」のカテゴリに関して、有意差が見られた ($F(2, 116) = 7.71, p < .01, effect\ size\ f = 0.36, power = 1.00$)。そこで、多重比較を行った結果、2倍速よりも1.5倍速に対する評価が、有意に高かった ($adjusted\ p < .05$)。1倍速と1.5倍速、及び、2倍速の間に有意差は見られなかった ($adjusted\ p > .05$)。このことから、被験者は、2倍速に比べて、1.5倍速での学習の方が、集中することができたと評価していたことが明らかになった。

「聴覚性」のカテゴリに関して、有意差が見られた ($F(2, 116) = 30.82, p < .01, effect\ size\ f = 0.73, power = 1.00$)。そこで、多重比較を行った結果、1倍速と1.5倍速に対する平均値が、2倍速よりも有意に高かった ($adjusted\ p < .05$)。1倍速と1.5倍速の間に、有意差は見られなかった ($adjusted\ p > .05$)。このことから、聴覚性に関して、被験者の2倍速に関する評価は、肯定的ではなかったことが明らかになった。

「視覚性」のカテゴリに関して、有意差が見られた ($F(2, 116) = 10.12, p < .01, effect\ size\ f = 0.42, power = 1.00$)。そこで、多重比較を行った結果、1倍速と1.5倍速に対する平均値が、2倍速よりも有意に高かった ($adjusted\ p < .05$)。1倍速と1.5倍速の間に、有意差は見られなかった ($adjusted\ p > .05$)。このことから、視覚性に関して、被験者の2倍速に関する評価は、肯定的ではなかったことが明らかになった。

表 4-2-3 AOI ごとの視線滞在時間の割合の平均 (SD) $N = 18$

	講師映像 AOI	スライド AOI
1 倍速群	14.3 % (20.19)	82.8 % (21.10)
1.5 倍速群	14.5 % (15.88)	80.2 % (16.70)
2 倍速群	11.8 % (14.02)	84.5 % (19.32)

「提示速度及び時間嗜好」のカテゴリに関して、有意差が見られた ($F(2, 116) = 43.54$, $p < .01$, $effect\ size\ f = 0.87$, $power = 1.00$)。そこで、多重比較を行った結果、1倍速と1.5倍速に対する平均値が、2倍速よりも有意に高かった ($adjusted\ p < .05$)。1倍速と1.5倍速の間に、有意差は見られなかった ($adjusted\ p > .05$)。このことから、教育映像コンテンツの提示速度及び時間に関して、被験者の2倍速に関する評価は、肯定的ではなかったことが明らかになった。

「コンテンツ嗜好」のカテゴリに関して、有意差は見られなかった ($F(2, 116) = 1.42$, $p > .05$, $effect\ size\ f = 0.16$, $power = 0.97$)。特に、「講師映像はあった方がよかった」の質問項目に対する主観評価の平均値に関して、速度要因による有意差は見られなかった ($F(2, 116) = 3.06$, $p > .05$, $effect\ size\ f = 0.23$, $power = 1.00$)。このことから、速度要因は、被験者のコンテンツ嗜好に関する評価に影響しなかった可能性が示唆された。

これらのことから、高速提示と講師映像に関する主観評価に関して、1倍速及び1.5倍速の提示速度が支持されていたのに対し、2倍速に対する主観評価は肯定的ではなかったことが明らかになった。

3.4. 検証実験の結果と考察

表4-2-3に、視線計測による検証実験において、AOIごとの被験者の視線滞在時間の割合の平均及び標準偏差 (SD) を示す。SHAPIRO WILK検定の結果、視線滞在時間の割合の平均値について、正規性が認められなかった ($p < .05$)。そのため、講師映像AOIに

おける視線滞在時間の平均割合について、KRUSKAL WALLIS検定を行なった。その結果、群間に有意差は見られなかった ($p > .05$)。また、スライドAOIにおける視線滞在時間の平均割合について、KRUSKAL WALLIS検定を行なった。その結果、群間に有意差は見られなかった ($p > .05$)。これらのことから、AOIごとの視線の滞在時間に関して、速度要因によらず、被験者は講師映像よりも、スライドを見ていた時間の方が長かったことが明らかになった。

図4-2-3に、被験者のAOI別視線停留時間の平均を示す。二要因分散分析を行った結果、交互作用は有意ではなかった ($F(2, 15) = 0.26, p > .05, \text{partial } \eta^2 = 0.03, \text{power} = 0.17$)。

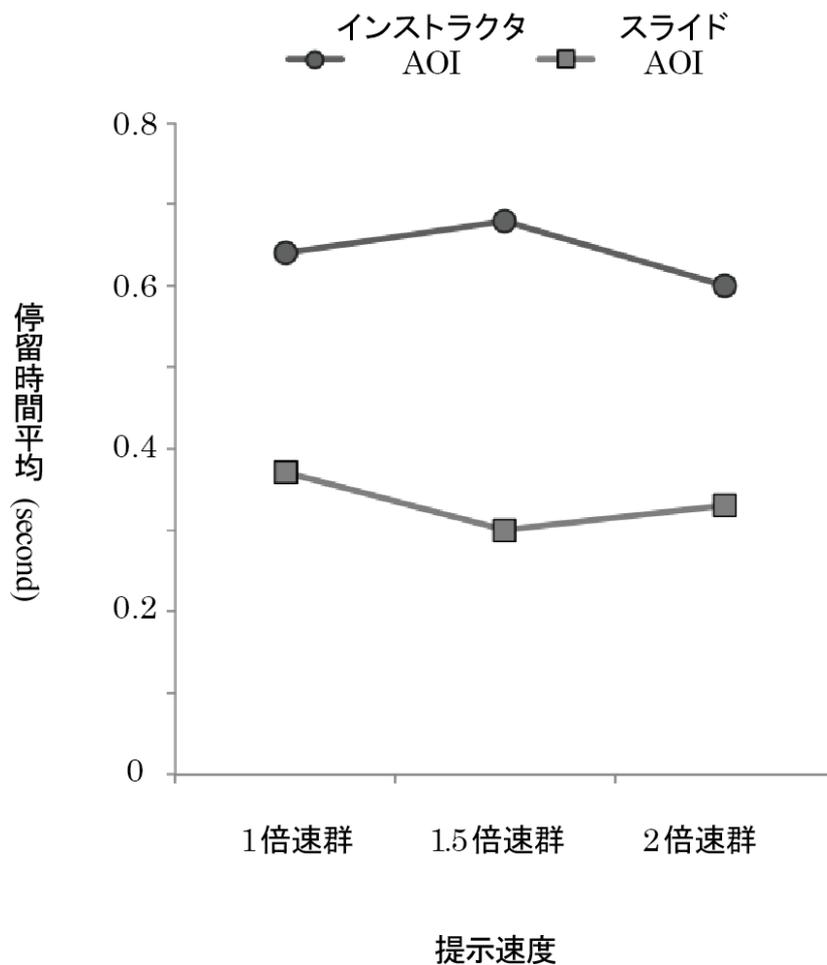


図 4-2-3 AOI 別視線停留時間の平均

そこで、主効果において分析した結果、速度要因に有意差は見られなかった ($F(2, 15) = 0.09, p > .05, \text{partial } \eta^2 = 0.01, \text{power} = 0.07$)。一方、AOI要因に関して、有意差が見られた ($F(1, 15) = 20.77, p < .01, \text{partial } \eta^2 = 0.58, \text{power} = 1.00$)。このことから、AOIごとの視線停留時間の平均は、速度要因に関わらず、スライドよりも講師映像に視線がある時の方が、有意に長いことが明らかになった。

以上のことから、速度要因に関わらず、学習者は、教育映像コンテンツ提示時間全体の約10%~15%は講師映像を見る可能性が示唆された。また、学習者の視線が、身ぶり・手ぶりといったパフォーマンスがなされない、かつ、講師の上半身のみを切り出した講師映像にある時は、視線停留時間が長くなる可能性が示唆された。

一方、表4-2-4に、各AOIにおける被験者別の視線停留回数を示す。視線停留回数の分析にあたり、群間における提示時間の差異による効果を相殺するため、各AOIにおける被験者別の視線停留回数について、平均値が0、標準偏差が1となるように標準化得点を算出した⁸。そして、講師映像AOIにおける視線停留回数の標準化得点とスライドAOIにおける視線停留回数の標準化得点を用いて、WARD法によるクラスタ分析を行った。その結果、3つのクラスタを得た(図4-2-4)。第1クラスタには3名、第2クラスタには13名、第3クラスタには2名の被験者が含まれていた。なお、統計的な検定を行う上で、第1クラスタと第3クラスタに含まれる被験者数が一定数得られなかった。そのため、クラスタ間の分析において、統計的な検定を行わなかった(図4-2-5)。

まず、第1クラスタに含まれる3名に関して、講師映像AOIにおける標準化得点の平均値が第3クラスタに比べて低い傾向が見られた。また、スライドAOIにおける標準化得点の平均値が他のクラスタに比べて高い傾向が見られた。これらのことから、第1クラスタに含まれる被験者3名は、講師映像AOIにおける視線停留回数が少なく、スライドAOIに

⁸標準化得点の算出について、Crawford, Devereaux, Higham, and Kelly (2015) を参考にした。

表 4-2-4 各 AOI における被験者別の視線停留回数 (回)

被験者番号	実験群	講師映像AOI	スライドAOI	講師映像AOI 標準化得点	スライドAOI 標準化得点
1	1倍速群	25	1101	-0.53	1.75
2	1倍速群	3	834	-0.78	0.58
3	1倍速群	68	1172	-0.05	2.06
4	1倍速群	115	982	0.47	1.23
5	1倍速群	14	871	-0.65	0.74
6	1倍速群	271	519	2.20	-0.80
7	1.5倍速群	32	727	-0.45	0.11
8	1.5倍速群	15	781	-0.64	0.35
9	1.5倍速群	76	722	0.04	0.10
10	1.5倍速群	39	659	-0.38	-0.18
11	1.5倍速群	145	463	0.80	-1.04
12	1.5倍速群	54	750	-0.21	0.21
13	2倍速群	15	603	-0.64	-0.43
14	2倍速群	321	331	2.76	-1.62
15	2倍速群	12	506	-0.68	-0.85
16	2倍速群	13	517	-0.67	-0.80
17	2倍速群	26	463	-0.52	-1.04
18	2倍速群	68	619	-0.05	-0.36

における視線停留回数が多かった可能性が示唆された。次に、第2クラスタに含まれる13名に関して、講師映像AOIにおける標準化得点の平均値が第3クラスタに比べて有意に低い傾向が見られた。また、スライドAOIにおける標準化得点の平均値が第1クラスタに比べて低い傾向が見られた。これらのことから、第2クラスタに含まれる被験者13名は、講師映像AOIにおける視線停留回数が少なく、スライドAOIにおける視線停留回数が少なかった可能性が示唆された。続いて、第3クラスタに含まれる2名に関して、講師映像AOIにおける標準化得点の平均値が他のクラスタに比べて高い傾向が見られた。また、スライドAOIにおける標準化得点の平均値が他のクラスタに比べて低い傾向が見られた。これらのことから、第3クラスタに含まれる被験者2名は、講師映像AOIにおける視線停留回数が多く、スライドAOIにおける視線停留回数が少なかった可能性が示唆された。

以上のことから、本検証実験において、教育映像コンテンツ視聴時の視線停留回数には、個人差があったと考えられる。Hyona (2010) は、教育映像コンテンツ視聴時における視線停留回数について、情報獲得、及び、情報処理の効率性に影響すると述べている。こ

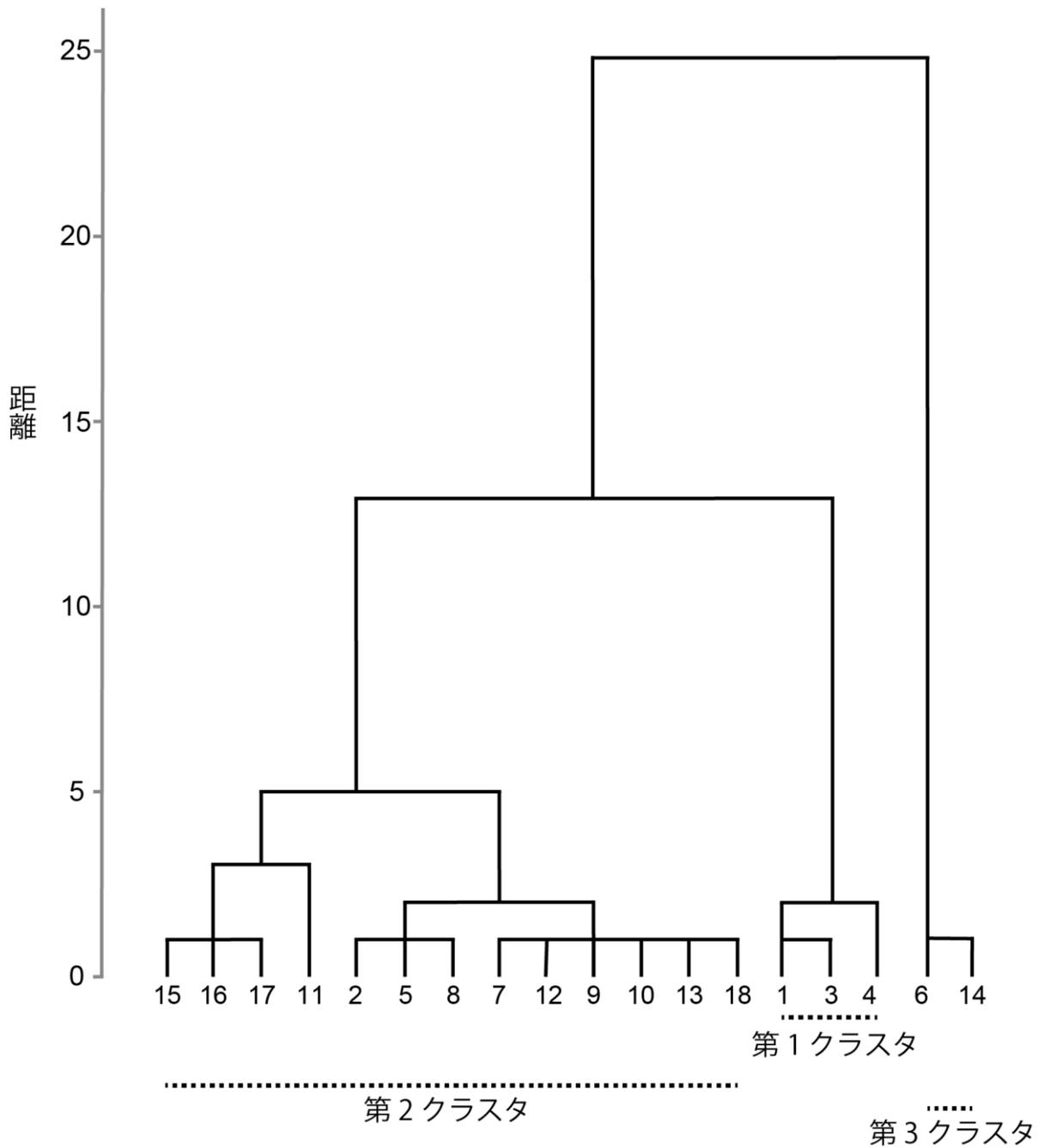


図 4-2-4 視線停留回数の標準化得点によるクラスタ分析の結果

のことから、学習者個人の特性によって、教育映像コンテンツ視聴時における情報獲得、及び、情報処理法が異なる可能性が示唆された。

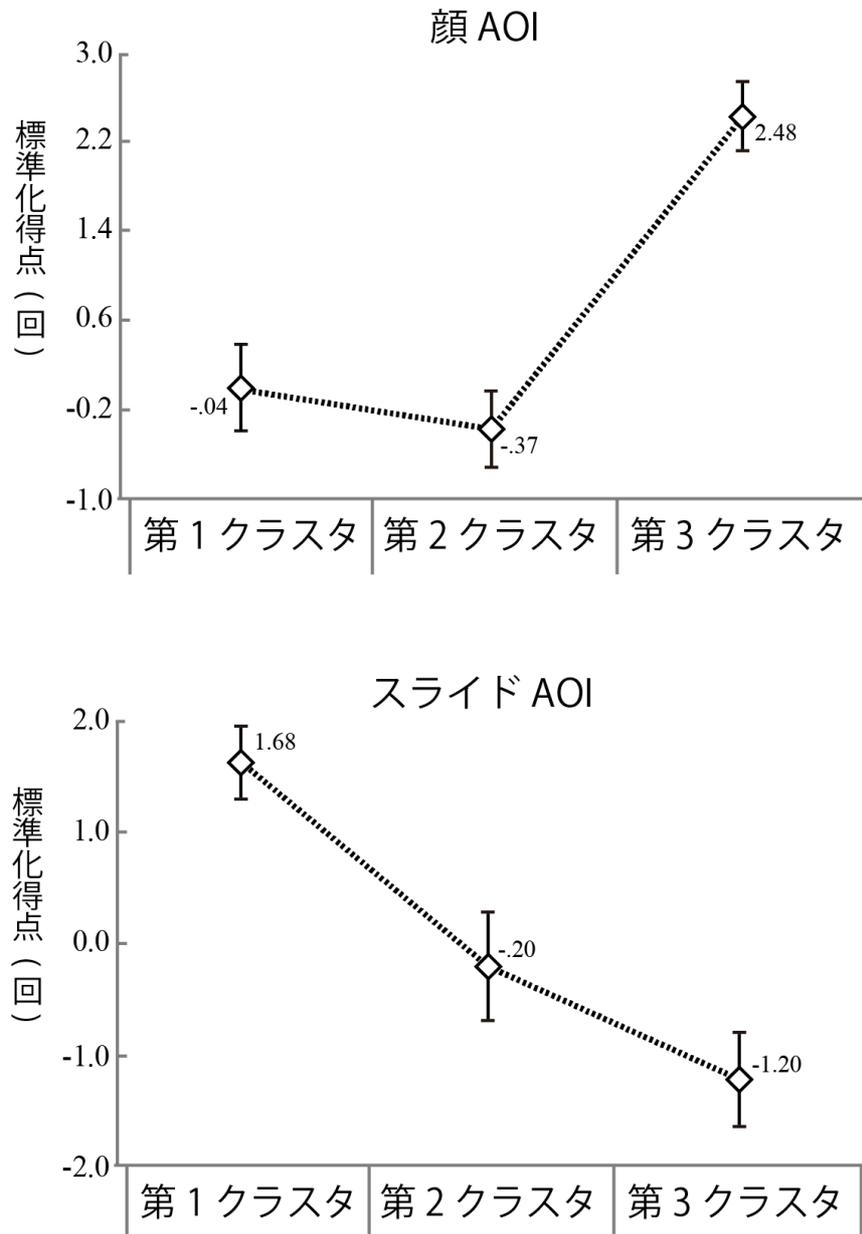


図 4-2-5 各 AOI における視線停留回数のクラスター別標準化得点の平均値

4. 研究2のまとめ

研究2では、教育映像コンテンツの高速提示時における講師映像の影響を明らかにした。実験では、大学生59名を被験者に、講師映像を含む教育映像コンテンツを、1倍速、1.5倍速、2倍速の提示速度で学習させた。学習前後に実施した理解度テストの得点から、学習効果を検証した。また、高速提示と講師映像に関する主観評価について、質問紙を用いて調査した。その後、視線計測による検証実験を、大学生24名を対象として行った。

理解度テストの結果から、1倍速と2倍速における提示速度の相違は、学習効果に影響しない可能性が示唆された。また、総合得点及び応用得点に関する多重比較においては、1倍速群に比べて、1.5倍速群の平均得点が有意に高かったことが明らかになった。一方、質問紙の調査結果から、高速提示と講師映像に関する主観評価に関して、1倍速及び1.5倍速の提示速度が支持されていたのに対し、2倍速に対する主観評価は肯定的ではなかったことが明らかになった。これらのことから研究2における実験条件下では、映像コンテンツの提示速度に関して、1.5倍速が効果的であった可能性があると考えられる。

視線計測による検証実験の結果から、速度要因に関わらず、学習者は、教育映像コンテンツ提示時間全体の約10%~15%は講師映像を見る可能性が示唆された。また、学習者の視線が、身ぶり・手ぶりといったパフォーマンスがなされない、かつ、講師の上半身のみを切り出した講師映像にある時は、視線停留時間が長くなる可能性が示唆された。一方、教育映像コンテンツ視聴時における視線停留回数の結果から、学習者個人の特性によって、教育映像コンテンツ視聴時における情報獲得、及び、情報処理法が異なる可能性が示唆された。

3節 教育映像コンテンツの高速提示効果に関する基礎的考察

研究1, 及び, 研究2において, 宣言的知識を扱った教育映像コンテンツを1倍速, 1.5倍速, 2倍速の提示速度で提示した。研究1で用いた実験映像は, スライド形式の講義型教育映像コンテンツであった。一方, 研究2で用いた実験映像は, 身振り・手ぶりといったパフォーマンスを含まない, 講師の上半身を切り出した映像を, 研究1で使用した教育映像コンテンツに加えて提示したものであった。

研究1において, 理解度テストの結果から, 提示速度の要因は, 学習効果に影響しない可能性が示唆された。また, 質問紙調査の結果から, 1.5倍速の提示速度に対する評価は肯定的であるのに対し, 2倍速の提示速度に対する評価は肯定的ではないことが示された。

一方, 研究2において, 理解度テストの結果から, 講師映像を含む教育映像コンテンツに関して, 1倍速と2倍速の提示速度の相違は, 学習効果に影響しない可能性, 及び, 1.5倍速の提示速度が最も学習効果を高める可能性が示唆された。また, 質問紙調査の結果から, 1.5倍速の提示速度に対する評価は肯定的であるのに対し, 2倍速の提示速度に対する評価は肯定的ではないことが示された。これらのことから, 研究1, 及び, 研究2の実験条件下において得られた結果として, 共通するのは, 以下に示す3点であった。

- 1) 1.5倍速の提示速度における学習効果は高く, また, 1.5倍速の提示速度に対する評価は肯定的であった。
- 2) 1倍速と2倍速の提示速度の相違は学習効果に影響しなかった。
- 3) 2倍速の提示速度において, 学習者は認知負荷を感じていた。

Mayer (2009) は, Tabbers, Martens, and Van Merriënboer (2004) の知見を基に, 教育映像コンテンツの提示速度が遅い場合には, モダリティの原則が適用されないと主張

している。このことから、教育映像コンテンツの提示速度は学習効果に多大に影響する可能性がある。そして、「1.5倍速の提示速度における学習効果は高く、また、1.5倍速の提示速度に対する評価は肯定的であった」こと、また、「1倍速と2倍速の提示速度の相違は学習効果に影響しなかった」ことから、宣言的知識のように比較的単純な知識構造を有す学習内容を学ぶ教育映像コンテンツでは、オリジナルの提示速度よりも、速度をあげて視聴することによって、効果的な学習を進めることができる可能性があるといえる。しかしながら、研究1、及び、研究2において、被験者は、「2倍速の提示速度において、認知負荷を感じていた」こと、また、学習者個人の特性によって、教育映像コンテンツ視聴時における情報獲得、及び、情報処理法が異なる可能性があることから、教育映像コンテンツの高速提示に関して、学習者の特性や提示方法を事前によく検討する必要がある。そこで、次章では、教育映像コンテンツの高速提示における認知負荷に関してより詳細に検討し、教育映像コンテンツの高速提示に関する教育実践上の配慮を示す。

5章 二重チャンネルモデルに基づく教育映像コンテンツの高速提示効果の検討

1節 教育映像コンテンツの高速提示における学習効果と学習スタイルの関連

1. 目的

MOOCをはじめとしたオンライン上の学習において、学習者は字幕付加機能を活用しながら学習を進めることが想定される。また、オンライン上で公開されている多くの教育映像コンテンツには、講師映像が提示されている (Kizilcec *et al.* 2015)。加えて、オンライン上の教育映像コンテンツについて、スライド型のデザインが多い (Guo, Kim, & Rubin, 2014)。これらのことから、学習者は、教育映像コンテンツを視聴する際に、講師映像、スライド上の図や写真、及び、文字、字幕、講師の音声など、多種多様な情報を処理しながら学習を進めているといえる。

一方、教育映像コンテンツの高速提示効果に関して、研究1、及び、研究2の結果から、教育映像コンテンツの1倍速と2倍速の提示速度の相違は学習効果に影響しないことを示した。また、主観評価の結果から、2倍速提示条件において、被験者の認知負荷が高まっていた可能性を示した。これら研究1、及び、研究2に基づく知見とJeung, Chandler, and Sweller (2017)、及び、Cao and Nishihara (2012)の知見を鑑みると、教育映像コンテンツが高速で提示された場合、学習者における認知負荷が増大し、学習者の学習スタイルによって、情報処理プロセス、及び、学習効果が異なることが想定できる。

しかしながら、講師映像、スライド、字幕で構成された教育映像コンテンツにおける高速提示効果と学習スタイルの関連性を明らかにした研究事例は、ほとんど見当たらない。また、教育映像コンテンツの高速提示における情報処理プロセスと認知負荷に着目した研究事例は、ほとんど見当たらない。そこで、研究3では、教育映像コンテンツの高速提示における学習者個人の学習スタイルの影響を検討するために、F-ILSにおけるVisual-

Verbalの次元に注目し、教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイル別の情報処理プロセスと学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした。また、考察において、二重チャンネルモデルを想定し、教育映像コンテンツの高速提示における認知負荷、Visual型学習者の情報処理プロセス、Verbal型学習者の情報処理プロセスを示すことで、教育映像コンテンツの高速提示に関する教育実践上の配慮を示した。

2. 方法

2.1. 学習スタイル調査と被験者

本研究では、日本語を母語とする大学生52名（平均年齢21.0歳、 $SD = 1.52$ ）の学習者の学習スタイルについて、F-ILSにおける<Visual-Verbal>の次元に関する質問項目11項目を用いて分類した。質問項目は、F-ILSの英語原文のまま提示した。また、質問項目の内容理解が困難と感じた被験者には、実験者が日本語で支援を行った。加えて、回答終了時に、質問内容について理解した上で全項目に回答したことを書面で確認した。

被験者の学習スタイルの分別に、F-ILSを用いた理由は、妥当性について検証されていること（Felder & Spurlin, 2005）、オンライン上で無償、かつ、簡易に測定ができること、これまでにオンライン学習と学習スタイルの関連を明らかにする研究において用いられていること（森田・Koen, 2006; 大山ら, 2010）、の3点である。F-ILSを用いることで、学習者の学習スタイルを44項目で測定し、4次元<Active-Reflective, Sensing-Intuitive, Visual-Verbal, Sequential-Global>に分類することができる（Felder and Henriques, 1995）。

<Visual-Verbal>の次元に関する質問項目は、Visual型回答とVerbal型回答を二者択一で回答する形式であった。学習者の分類は、-11点から11点までを2点間隔で算出されたF-ILSスコアをもとに行った。具体的には、-11, -9, -7, -5, -3, -1の各スコアの学習者は、Visual型の学習者として分類した。また、11, 9, 7, 5, 3, 1の各スコアの学習者

を、Verbal型の学習者として分類した。分類の結果、Visual型の学習者数に比べて、Verbal型の学習者数が少なかったため、Visual型の学習者20名（Visual群）、Verbal型の学習者20名（Verbal群）の計40名を被験者とした。なお、Visual群20名は、Visual型の学習者32名の中から、Visualスコアが高い順に選定した。

2.2. 実験概要

図5-1-1に、実験手続きを示す。まず、被験者間の等質性を図るために、読み速度に関する調査を行った。次に、学習前の既有知識を確認するために事前テストを実施した。続いて、実験条件（2倍速提示）と統制条件（1倍速提示）で実験映像を提示した。その際、

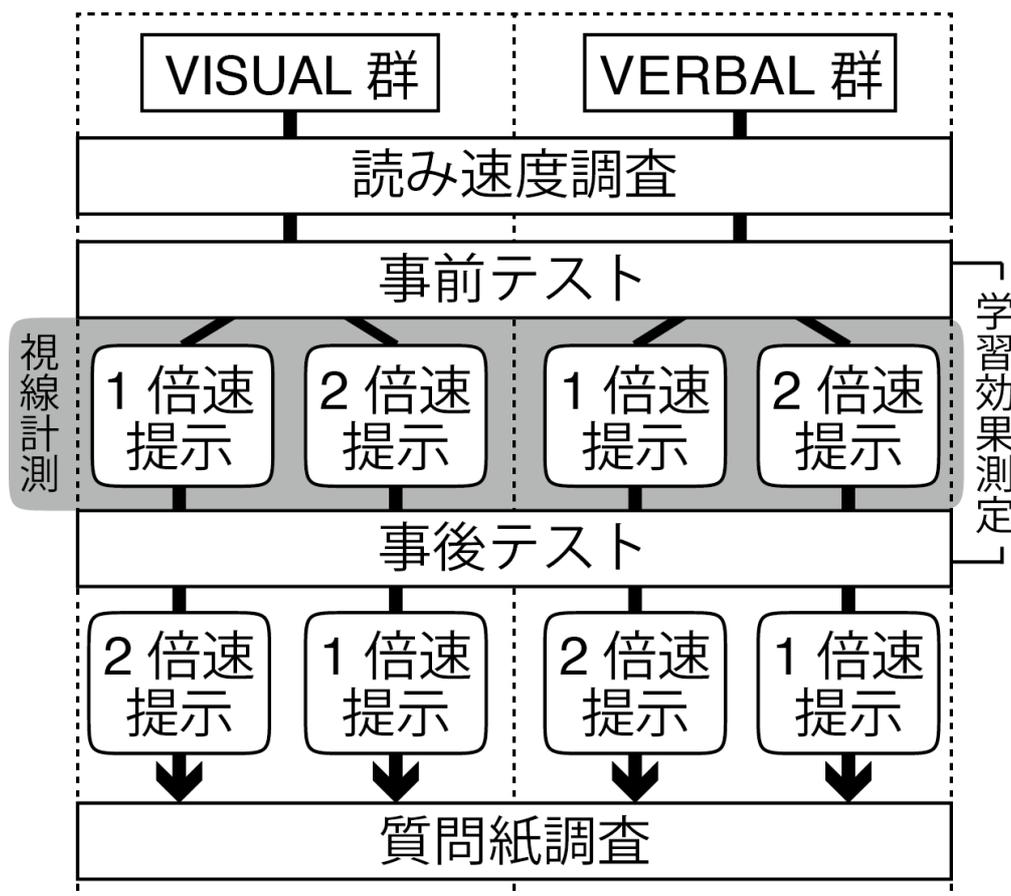


図 5-1-1 実験手続き

事前テストの得点に基づいて、Visual群10名、Verbal群10名を実験条件で提示し、Visual群10名、Verbal群10名を統制条件で提示した。また、メモやノートテイキングといった学習内容の記録は行わせなかった。加えて、早送りや巻き戻し、一時停止といった再生操作を行わせなかった。続いて、学習効果を測定するために事後テストを実施した。最後に、実験映像を、1度目の提示とは異なる条件で提示し、質問紙を用いて主観評価を調査した。なお、1度目の実験映像の提示中に視線計測を行った。

2.2.1. 読み速度調査

被験者40名の読み速度に関する調査を、斎田（2004）らの実験を参考に行った。テキストは、高等学校情報科教科書「最新情報の科学」（実教出版）の5章「情報技術と社会」より引用した。選定の理由として、本研究において提示する実験映像のテーマを同教科書が扱っていること、また、学習内容が本実験の結果に影響しないことが挙げられる。テキストの文字数は、1335字であり、Apple社製11インチMacBookAirのスクリーン上で提示した。被験者がテキストを読み始めてから読み終わるまでの時間について、ストップウォッチを使用して計測した。テキストの文字数を課題にかかった時間を分母に除算することで、各被験者の読み速度（文字数 / 秒）を明らかにした。

2.2.2. 実験環境と視線データ処理

図5-1-2に、実験環境と興味領域（Area Of Interest: AOI）の設定について示す。本研究における視線計測には、スクリーンベース（17インチ、解像度: 1280×1024ピクセル）のアイトラッカーであるTobii社製のT120を使用した。視線データのキャプチャリングレートは、60Hzに設定した。視線を計測する際は、T120の使用マニュアルに従い、スクリーンの下部にある計測部と被験者の目までの距離を50cmから60cmになること、また、被験者がスクリーンを見た際の視野角が35度を超えないことに留意し、被験者を座らせた。

音声情報は、ノイズキャンセリング機能付きのヘッドホンを用いて聞き取らせた。

実験映像のレイアウトについて、先行研究による知見を参考に、スクリーンの左上部に講師映像、中央上部にスライドを配置した (Homer, 2008; Kizilcec *et al.*, 2014) 。また、CourseraやedXのプラットフォームにおける付加機能を参考に、下部に字幕を配置した。講師映像に関して、講義中における講師の上半身映像を提示した。講師には身ぶりや手ぶりといったパフォーマンスを行わせなかった。また、字幕に関して、向後・岸 (1996) を参考に、行数を2行とした。

視線データ処理に関して、Tobii社製のTobii Studio上でを行い、AOI分析ツールを使用した。実験映像のレイアウトにおいて、講師映像領域に講師映像AOIを、スライド領域にスライドAOIを、字幕領域に字幕AOIを、それぞれ設定した。そして、各AOIにおける視線

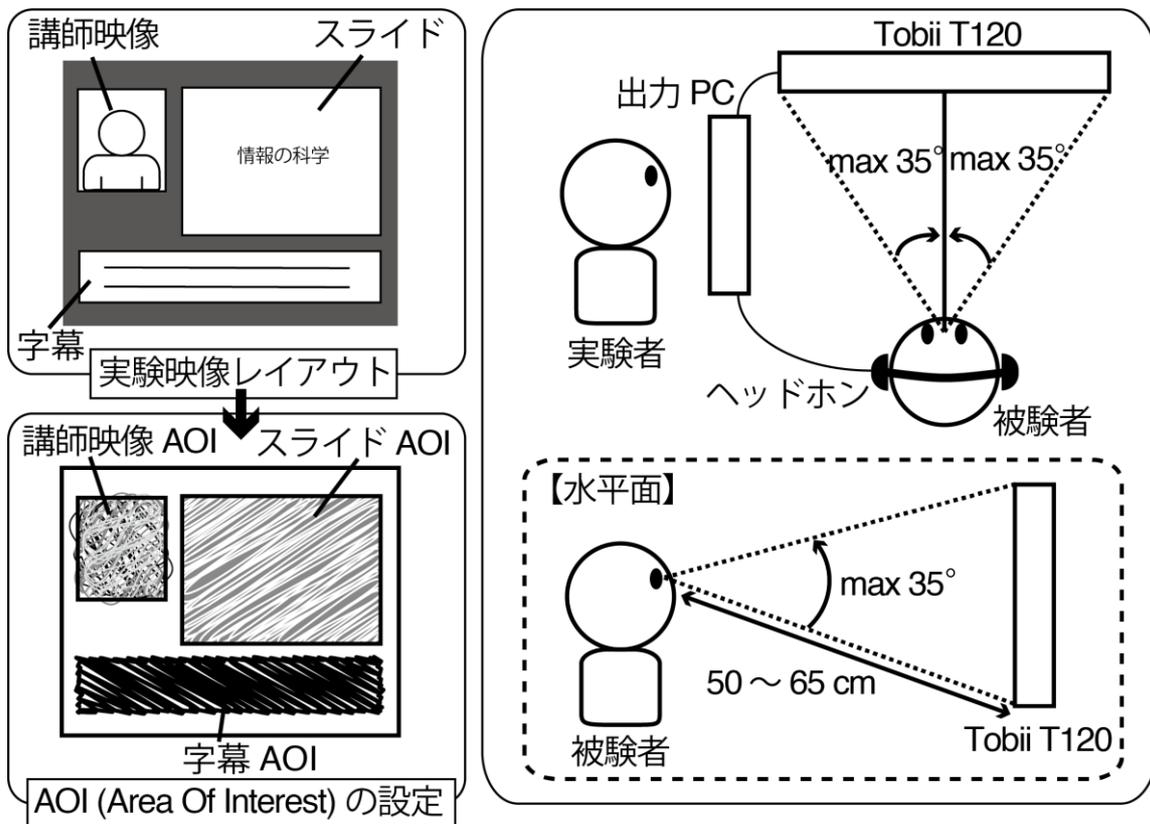


図 5-1-2 実験環境と興味領域 (Area Of Interest: AOI) の設定

表 5-1-1 実験映像概要

スライド 【テーマ】	スライド 文字数 (字)	字幕 文字数 (字)	モーラ 数	提示 条件	スライド 提示時間 (秒)	スライド読 み速度 (字/秒)	字幕 提示時間 (秒)	字幕 読み速度 (字/秒)	発話速度 (モーラ/分)
スライド1 【ネットワーク】	98	396	466	1倍速	89.9	1.09	87.8	4.51	311.01
				2倍速	44.8	2.19	44.3	8.94	624.11
スライド2 【構成機器】	83	221	262	1倍速	51.9	1.6	51.7	4.27	302.89
				2倍速	26.0	3.19	25.8	8.57	604.62
スライド3 【プロトコル】	240	633	792	1倍速	141.0	1.7	139.8	4.53	337.02
				2倍速	70.5	3.4	70.1	9.03	674.04
スライド4 【IP アドレス】	143	511	631	1倍速	111.7	1.28	109.8	4.65	338.94
				2倍速	55.7	2.57	55.4	9.22	679.71
スライド5 【DNS サーバ】	114	190	230	1倍速	40.3	2.83	39.7	4.79	342.43
				2倍速	20.4	5.59	19.8	9.6	676.47
スライド6 【URLの構造】	149	348	428	1倍速	79.5	1.87	77.3	4.5	323.02
				2倍速	39.8	3.74	38.6	9.02	645.23
平均 (SD)	137.8 (51.24)	383.17 (154.8)	468.17 (196.74)	1倍速 (SD)	85.72 (34.14)	1.73 (0.56)	84.35 (33.77)	4.54 (0.16)	325.89 (14.87)
				2倍速 (SD)	36.23 (16.98)	3.45 (1.09)	42.33 (17.03)	9.06 (0.33)	650.7 (28.61)

滞在時間の割合を算出した。なお、本研究において、AOI内における視線停留時間の総和を視線滞在時間とした。また、講師映像AOI、スライドAOI、字幕AOIから外れた視線データは分析対象外とした。

2.2.3. 実験映像概要

表5-1-1に、実験映像概要を示す。本研究で使用した実験映像は、研究1において使用した教育映像コンテンツ（高等学校情報科「ネットワークの仕組みについて」）をもとに作成した。導入映像を除く提示時間は、1倍速提示で8分34秒、2倍速提示で4分17秒であった。スラ韻における一定の時間的長さを持った音の分節単位) 数を計測した。また、提示条件別に、スライド提示時間、字幕提示時間を計測し、スライドにおける文字情報を処

理するのに必要な読み速度（スライド読み速度），字幕における文字情報を処理するのに必要な読み速度（字幕読み速度），講師の発話速度を算出した．スライドごとのスライド読み速度，字幕読み速度，発話速度は，ほぼ一定であった．実験映像中の視覚的テキスト情報は，スライド上のテキストと字幕であった．音声と同様の情報量を有する字幕の方が，内容が簡潔化・短文化されたスライド上のテキストに比べて情報量が多いため，認知負荷は大きかったといえる．

2.2.4. 理解度テスト

事前テストと事後テストとして実施した理解度テストは，研究1において使用したものと同様のものを用いた．学習内容に関する問題が合計で20問出題された．本研究では，スライド内の情報を根拠に正答できる視覚問題と，音声情報ないし字幕情報を根拠に正答できる聴覚問題の分類を行った．視覚問題が13問，聴覚問題が7問であった．視覚問題の正答数を視覚得点，聴覚問題の正答数を聴覚得点，視覚得点と聴覚得点を合算したものを合計得点とした．学習効果を測定するにあたり，事後テストでの得点から事前テストでの得点を減算することによって，合計得点，視覚得点，聴覚得点の伸び点を算出した．

2.2.5. 質問紙調査

主観評価調査に用いた質問紙に関して，研究1と同様の質問項目を使用した．その際，教育映像コンテンツのレイアウトに関する項目を4問，字幕に関する質問を2問追加した．加えて，質問21，質問22，質問25については，本研究の実験映像の形式に合わせて変更した．なお，分析において，「とてもそう思う」を5点，「ややそう思う」を4点，「どちらともいえない」を3点，「あまりそう思わない」を2点，「まったくそう思わない」を1点として，各質問項目の平均を算出した．

表 5-1-2 提示条件別の平均 F-ILS スコア及び平均読速度 (SD)

群	提示条件	F-ILS スコア平均	読み速度平均 (字/秒)
VISUAL N=20	1 倍速提示	-6.27	11.22
	N=10	(2.23)	(3.45)
	2 倍速提示	-5.8	11.91
	N=10	(2.4)	(3.04)
VERBAL N=20	1 倍速提示	2.2	12.89
	N=10	(1.33)	(4.07)
	2 倍速提示	2.6	12.08
	N=10	(1.2)	(2.22)

3. 結果及び考察

3.1. 等質性の確認

表5-1-2に、提示条件別の平均F-ILSスコア、及び、平均読み速度を示す。読み速度に関して、被験者全体の平均は毎秒12.02字 ($SD = 3.32$) であった。また、学習スタイル要因と提示条件要因からなる二要因参加者間分散分析を行った結果、交互作用に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.48, n.s., partial \eta^2 = 0.01, power = 0.11$)。そこで、主効果において分析した結果、学習スタイル要因に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.71, n.s., partial \eta^2 = 0.02, power = 0.14$)。一方、提示条件要因に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.01, n.s., partial \eta^2 = 0.01, power = 0.05$)。このことから、読み速度に関して、Visual群とVerbal群における等質性が確認された。

3.2. 理解度テスト分析

理解度テストの合計得点、視覚得点、聴覚得点における伸び点の平均について、学習ス

表 5-1-3 理解度テスト伸び点の平均 (SD) 及び分散分析の検定結果

	VISUAL 群		VERBAL 群		F値		
	1 倍速	2 倍速	1 倍速	2 倍速	学習者特性	提示条件	交互作用
合計得点	11.3 (1.56)	7.4 (2.37)	9.7 (1.77)	8.8 (2.04)	0.03 ns	15.00**	5.86*
視覚得点	7.5 (1.72)	5.1 (1.66)	6.0 (2.11)	5.9 (1.79)	0.37 ns	4.68*	3.96+
聴覚得点	3.8 (1.13)	2.3 (1.64)	3.7 (1.06)	2.9 (1.45)	0.35 ns	7.36*	0.68 ns

** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$

タイル要因と提示条件要因からなる二要因参加者間分散分析を行った。表5-1-3に、理解度テスト伸び点の平均、及び、分散分析の検定結果を示す。また、図5-1-3に、学習スタイル別理解度テスト伸び点平均を示す。

合計得点の伸び点について分析を行った。その結果、学習スタイルと提示条件の交互作用に有意差が見られた ($F(1, 36) = 4.85, p < .05, partial \eta^2 = 0.14, power = 0.70$)。そこで、単純主効果の検定を行った結果、学習スタイル要因は、1倍速提示条件 ($F(1, 36) = 3.33, n.s.$) と、2倍速提示条件で有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 2.55, n.s.$)。

一方、提示条件要因のVisual群で有意差が見られた ($F(1, 36) = 19.81, p < .01$) が、Verbal群で有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 1.06, n.s.$)。これらのことから、合計得点に関して、2倍速提示条件において、Visual群の伸び点は低下したことが明らかになった (結果1)。

次に、視覚得点、及び、聴覚得点の伸び点について分析を行った。まず、視覚得点の伸び点に関して、学習スタイルと提示条件の交互作用に有意傾向が見られた ($F(1, 36) = 3.96, p < .10, partial \eta^2 = 0.10, power = 0.53$)。そこで、単純主効果の検定を行った結果、学習スタイル要因の1倍速提示条件 ($F(1, 36) = 3.37, n.s.$) と、2倍速提示条件で有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.96, n.s.$)。一方、提示条件要因のVisual群で有意差が

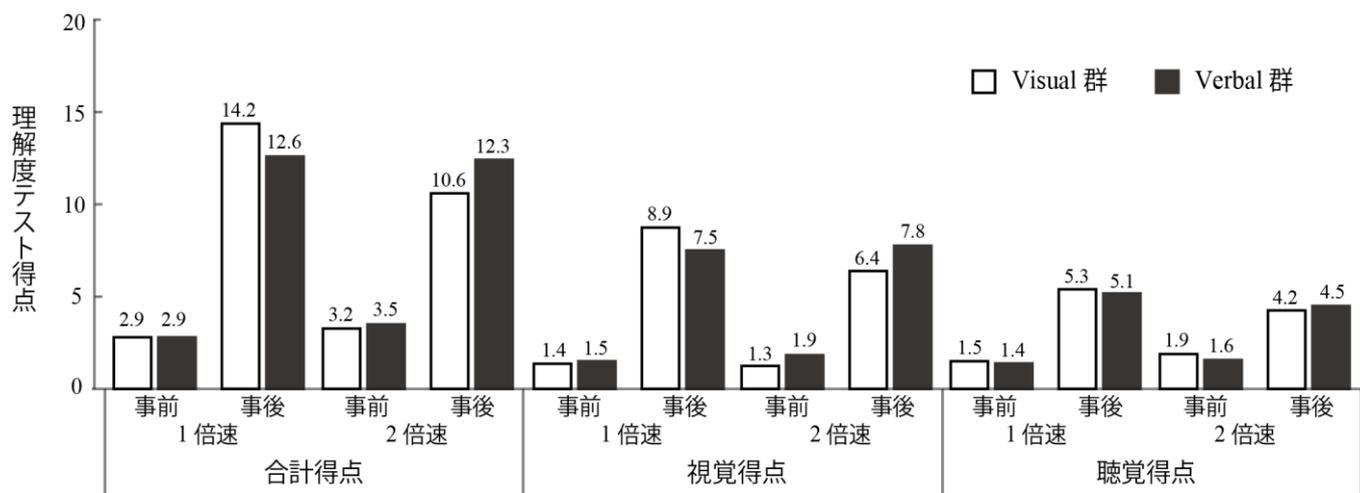


図 5-1-3 学習スタイル別理解度テスト得点

見られた ($F(1, 36) = 8.62, p < .05$) が, Verbal群で有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.02, n.s.$)。これらのことから, 視覚得点に関して, 2倍速提示条件において, Visual群の伸び点は低下したことが明らかになった(結果2)。次に, 聴覚得点の伸び点に関して, 交互作用に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.68, n.s., partial \eta^2 = 0.02, power = 0.14$)。そこで, 主効果において分析した結果, 学習スタイル要因に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.35, n.s., partial \eta^2 = 0.01, power = 0.10$)。一方, 提示条件要因に有意差が見られた ($F(1, 36) = 13.23, p < .05, partial \eta^2 = 0.17, power = 0.79$)。これらのことから, 聴覚得点に関して, 2倍速提示条件において, Visual群・Verbal群, 共に, 伸び点は低下したことが明らかになった(結果3)。

3.3. 主観評価分析

各質問項目の平均について, 学習スタイル要因と提示条件要因からなる二要因混合分散分析を行った。表5-1-4に, 各質問項目の平均, 及び, 分散分析の検定結果を示す。主観評価分析に関する考察に関して, 交互作用に有意傾向が見られた2問, 学習スタイル要因に有意差が見られた1問, 提示条件要因に有意差が見られた13問に注目した。

表 5-1-4 各質問項目の平均 (SD) 及び分散分析の検定結果

	VISUAL 群		VERBAL 群		学習者特性	F'値	
	1 倍速	2 倍速	1 倍速	2 倍速		提示条件	交互作用
1. 学習内容について理解できた	4.05 (0.76)	3.25 (1.12)	4.10 (0.72)	3.60 (0.94)	0.86 <i>ns</i>	12.30 **	0.66 <i>ns</i>
2. 学習内容のレベルは自分に合っていた	3.45 (1.15)	3.10 (1.37)	3.95 (0.89)	3.50 (1.10)	1.90 <i>ns</i>	6.85 *	0.11 <i>ns</i>
3. 講師の説明はわかりやすかった	4.15 (0.88)	3.40 (1.14)	4.05 (0.89)	3.60 (0.99)	0.04 <i>ns</i>	10.00 **	0.63 <i>ns</i>
4. 講師の話し方は聞きやすかった	4.25 (0.85)	3.20 (1.28)	3.80 (1.28)	3.05 (1.15)	1.32 <i>ns</i>	12.47 **	0.35 <i>ns</i>
5. 説明は丁寧に進められていた	4.05 (0.78)	3.10 (1.17)	4.35 (0.53)	3.20 (1.05)	0.76 <i>ns</i>	21.62 **	0.20 <i>ns</i>
6. 学習テーマに興味があった	2.75 (0.85)	2.70 (0.92)	3.25 (1.25)	3.10 (1.37)	1.73 <i>ns</i>	1.13 <i>ns</i>	0.28 <i>ns</i>
7. 学習テーマについてこれから学んでみたい	2.70 (0.86)	2.75 (0.91)	3.20 (1.44)	3.15 (1.42)	1.62 <i>ns</i>	1.00 <i>ns</i>	0.70 <i>ns</i>
8. 集中して受講できた	3.50 (1.05)	3.40 (1.47)	3.55 (1.23)	4.05 (1.10)	1.78 <i>ns</i>	0.50 <i>ns</i>	1.11 <i>ns</i>
9. 視聴する際、目に疲労を感じた	3.25 (1.29)	3.25 (1.29)	3.05 (1.36)	3.15 (1.36)	0.20 <i>ns</i>	0.04 <i>ns</i>	0.04 <i>ns</i>
10. 画面のちらつきが気になった	1.85 (0.67)	2.20 (1.06)	2.20 (1.20)	2.05 (1.05)	0.12 <i>ns</i>	0.56 <i>ns</i>	3.51 +
11. 視聴している間、音声情報を重視した	3.25 (1.29)	3.00 (1.30)	2.80 (0.89)	2.95 (1.10)	0.82 <i>ns</i>	0.04 <i>ns</i>	0.69 <i>ns</i>
12. 音声情報を聞き取るのに苦労した	1.80 (0.83)	3.20 (1.36)	1.65 (0.81)	3.50 (1.15)	0.10 <i>ns</i>	44.92 **	0.86 <i>ns</i>
13. 音声は聞きやすかった	4.40 (0.68)	3.05 (1.28)	4.20 (0.95)	2.90 (1.25)	0.58 <i>ns</i>	28.77 **	0.01 <i>ns</i>
14. 視聴している間、視覚情報を重視した	4.00 (1.03)	4.20 (0.70)	4.30 (0.92)	4.25 (1.07)	0.54 <i>ns</i>	0.18 <i>ns</i>	0.49 <i>ns</i>
15. 文字情報を目で追うのに苦労した	2.10 (1.21)	3.40 (1.43)	2.15 (1.27)	2.65 (1.31)	1.04 <i>ns</i>	15.16 **	3.00 +
16. ディスプレイの映像は見やすかった	4.20 (0.77)	3.65 (1.14)	4.00 (0.73)	3.80 (0.89)	0.01 <i>ns</i>	6.26 *	1.36 <i>ns</i>
17. 提示速度は速かった	1.40 (0.50)	3.95 (1.28)	1.40 (0.68)	3.75 (1.02)	0.20 <i>ns</i>	170.54 **	0.28 <i>ns</i>
18. ゆっくり説明して欲しい所があった	1.85 (0.93)	3.60 (1.43)	2.15 (1.04)	3.85 (0.88)	1.04 <i>ns</i>	64.66 **	0.01 <i>ns</i>
19. 提示時間は適当であった	3.35 (1.18)	3.85 (1.14)	3.35 (1.14)	3.50 (0.95)	0.53 <i>ns</i>	1.65 <i>ns</i>	0.48 <i>ns</i>
20. 今後もこの提示速度で学習したい	3.50 (1.19)	3.10 (1.33)	3.30 (1.08)	3.10 (1.59)	0.26 <i>ns</i>	0.67 <i>ns</i>	0.20 <i>ns</i>
21. スライド・講師映像・字幕・音声からなる講義方式は親しみやすかった	3.55 (1.00)	3.50 (1.15)	3.50 (1.19)	3.45 (1.36)	0.02 <i>ns</i>	0.16 <i>ns</i>	0.00 <i>ns</i>
22. スライド・講師映像・字幕・音声からなる講義方式は新鮮だった	2.50 (1.10)	2.75 (1.16)	3.20 (1.40)	3.25 (1.45)	2.29 <i>ns</i>	2.69 <i>ns</i>	1.20 <i>ns</i>
23. スライドの文字量は少なかった	2.95 (0.89)	2.75 (0.91)	3.15 (1.04)	2.75 (0.91)	0.13 <i>ns</i>	8.55 **	0.95 <i>ns</i>
24. スライドの図や表の数は多かった	2.95 (0.94)	3.20 (1.01)	2.65 (0.99)	2.75 (0.85)	1.99 <i>ns</i>	1.58 <i>ns</i>	0.29 <i>ns</i>
25. 講師映像は見える必要がなかった	3.35 (1.27)	3.50 (1.40)	4.15 (0.88)	4.20 (0.89)	4.72 *	1.13 <i>ns</i>	0.28 <i>ns</i>
26. 講義中はスライドに注目した	3.55 (1.15)	3.65 (1.18)	3.95 (0.69)	4.00 (0.97)	2.27 <i>ns</i>	0.14 <i>ns</i>	0.02 <i>ns</i>
27. 講義中は講師映像に注目した	1.80 (0.95)	1.35 (0.59)	1.85 (0.99)	1.35 (0.81)	0.01 <i>ns</i>	10.10 **	0.03 <i>ns</i>
28. 講義中は字幕に注目した	4.25 (0.72)	3.50 (1.47)	3.90 (0.79)	3.70 (1.26)	0.07 <i>ns</i>	4.83 *	1.62 <i>ns</i>
29. 教育映像コンテンツのレイアウトは見やすかった	3.85 (0.93)	3.75 (1.07)	3.90 (0.79)	3.70 (0.86)	0.00 <i>ns</i>	1.49 <i>ns</i>	0.17 <i>ns</i>
30. 字幕は学習内容の理解に役立った	4.25 (0.97)	4.00 (1.41)	4.30 (0.86)	4.15 (1.23)	0.11 <i>ns</i>	1.04 <i>ns</i>	0.07 <i>ns</i>
31. 字幕は必要なかった	1.60 (1.10)	1.70 (1.13)	1.60 (0.88)	1.55 (0.94)	0.09 <i>ns</i>	0.02 <i>ns</i>	0.14 <i>ns</i>

3.3.1. 交互作用に関する分析

質問10「画面のちらつきが気になった」 ($F(1, 38) = 3.51, p < .10, \text{partial } \eta^2 = 0.09, \text{power} = 0.75$) , 及び, 質問15「文字情報を目で追うのに苦労した」 ($F(1, 36) = 3.00, p < .10, \text{partial } \eta^2 = 0.7, \text{power} = 0.69$) で, 交互作用に有意傾向が見られた. そこで, 単純主効果の検定を行った.

まず, 質問10に関して, 学習スタイル要因は, 1倍速提示条件 ($F(1, 38) = 1.30, n.s.$) と2倍速提示条件で有意差は見られなかった ($F(1, 38) = 0.20, n.s.$) . 一方, 提示条件要因は, Visual群で有意傾向が見られた ($F(1, 38) = 3.33, p < .10$) が, Verbal群で有意差は見られなかった ($F(1, 38) = 0.63, n.s.$) . これらのことから, 2倍速提示条件において, Visual群は, 画面のちらつきを感じた可能性が示唆された (結果4) .

次に, 質問15に関して, 学習スタイル要因は, 1倍速提示条件で有意差は見られなかった ($F(1, 38) = 0.02, n.s.$) が, 2倍速提示条件で有意傾向が見られた ($F(1, 38) = 3.00, p < .10$) . 一方, 提示条件要因の主効果は, Visual群で有意差が見られた ($F(1, 38) = 15.82, p < .05$) が, Verbal群で有意差は見られなかった ($F(1, 38) = 2.34, n.s.$) . これらのことから, 2倍速提示条件において, Visual群は, 「文字情報を目で追うのに苦労した」と感じた可能性が示唆された (結果5) .

3.3.2. 学習スタイル要因主効果分析

質問25「講師映像は見える必要がなかった」に関して, 主効果の分析を行った結果, 学習スタイル要因において有意差が見られ ($F(1, 38) = 4.72, p < .05$) , Verbal群は, Visual群に比べて, 講師映像が必要でないと感じたことが明らかになった (結果6) . このことから, 学習スタイルによって講師映像の必要性に対する主観評価が異なる可能性が示唆された.

3.3.3. 提示条件要因主効果分析

主効果の分析を行った結果、提示条件要因において13項目で有意差が見られ、3つの傾向が明らかになった。

まず、1つ目の傾向について、質問1「学習内容について理解できた」 ($F(1, 38) = 12.30, p < .01$)、質問2「学習内容のレベルは自分にあっていた」 ($F(1, 38) = 6.85, p < .05$)、質問3「講師の説明はわかりやすかった」 ($F(1, 38) = 10.00, p < .01$)、質問4「講師の話し方は聞きやすかった」 ($F(1, 38) = 12.47, p < .01$)、質問5「説明は丁寧に進められていた」 ($F(1, 38) = 21.62, p < .01$)、質問13「音声は聞きやすかった」 ($F(1, 38) = 28.77, p < .01$)、質問16「ディスプレイの映像は見やすかった」 ($F(1, 38) = 6.26, p < .05$)、質問23「スライドの文字量は少なかった」 ($F(1, 38) = 8.55, p < .01$) では、いずれも1倍速提示条件における主観評価が、2倍速提示条件における主観評価に比べて、有意に高かった。これらのことから、理解や学習のしやすさに関して、2倍速提示条件に比べて、1倍速提示条件の方が肯定的に評価されたことが明らかになった（結果7）。

次に、2つ目の傾向について、質問12「音声情報を聞き取るのに苦労した」 ($F(1, 38) = 44.92, p < .01$)、質問17「提示速度は速かった」 ($F(1, 38) = 170.54, p < .01$)、質問18「ゆっくり説明して欲しい所があった」 ($F(1, 38) = 64.66, p < .01$) の項目では、いずれも2倍速提示条件における主観評価が、1倍速提示条件における主観評価に比べて、有意に高かった。これらのことから、被験者は、2倍速提示条件において、負荷を感じていた可能性が明らかになった（結果8）。これら2つの傾向は研究1、及び、研究2において得られた知見とも合致する。

続いて、3つ目の傾向について、教育映像コンテンツの提示条件によって注意リソースが異なる可能性が挙げられる。質問27「講義中は講師映像に注目した」に関して、1倍速提示条件における主観評価が、2倍速提示条件における主観評価に比べて、有意に高かつ

表 5-1-5 各 AOI における視線滞在時間平均割合 (SD) 及び分散分析の検定結果

	VISUAL 群		VERBAL 群		F値		
	1 倍速	2 倍速	1 倍速	2 倍速	学習者特性	提示条件	交互作用
講師映像 AOI	2.81 (2.49)	1.43 (1.51)	2.17 (1.93)	1.20 (0.78)	0.59 ns	4.3*	0.13 ns
スライド AOI	49.40 (12.14)	44.42 (20.34)	59.36 (10.77)	56.34 (15.13)	5.28*	0.71 ns	0.04 ns
字幕 AOI	36.42 (10.06)	33.69 (17.49)	27.15 (15.80)	26.30 (14.12)	3.24+	0.15 ns	0.04 ns

** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$

た ($F(1, 38) = 10.10, p < .01$) . このことから, 2倍速提示条件において, Visual群・Verbal群, 共に, 講師映像に注目していないと感じた可能性が示唆された (結果9) . また, 質問28「講義中は字幕に注目した」に関して, 1倍速提示条件における主観評価が, 2倍速提示条件における主観評価に比べて, 有意に高かった ($F(1, 38) = 4.83, p < .05$) . このことから, 2倍速提示条件において, Visual群・Verbal群, 共に, 字幕に注目していないと感じた可能性が示唆された (結果10) .

3.4. 視線運動分析

各AOIにおける視線滞在時間の平均割合について, 学習者特性要因と提示条件要因からなる二要因参加者間分散分析を行った. 表5-1-5に, 各AOIにおける視線滞在時間平均割合, 及び, 分散分析の検定結果を示す. また, 図5-1-4に, 学習スタイル別各AOIにおける視線滞在時間平均割合を示す.

まず, 講師映像AOIにおける視線滞在時間の平均割合について分析を行った. 実験映像全体において, 交互作用に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.13, n.s., partial \eta^2 = 0.01, power = 0.07$) . そこで, 主効果において分析した結果, 学習スタイル要因に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.59, n.s., partial \eta^2 = 0.02, power = 0.12$) . 一方, 提

示条件要因に有意差が見られた ($F(1, 36) = 4.3, p < .05, partial \eta^2 = 0.11, power = 0.57$) .

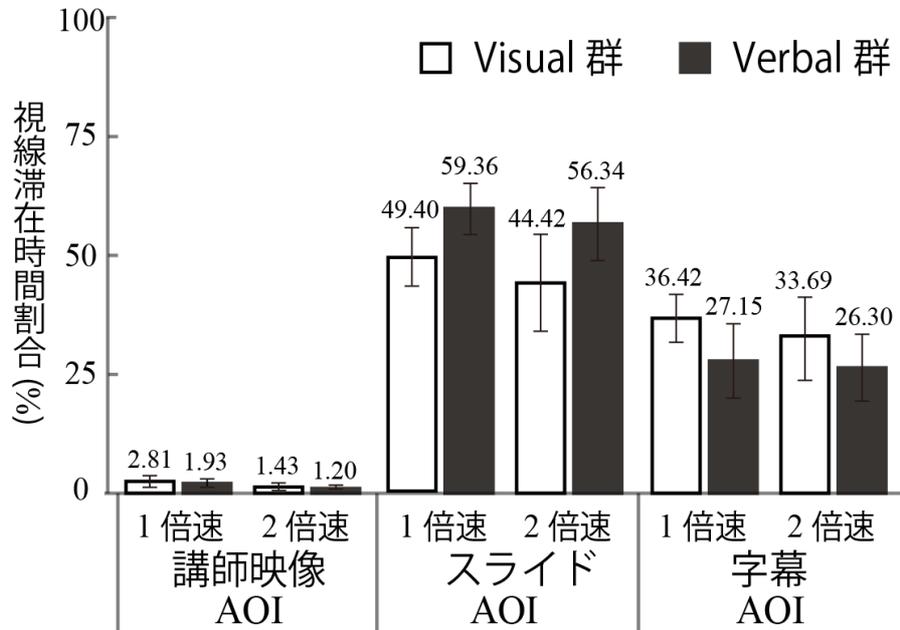


図 5-1-4 学習スタイル別理解度テスト得点

これらのことから、2倍速提示条件において、Visual群・Verbal群、共に、講師映像を参照する割合は低かったことが明らかになった（結果11）。

次に、スライドAOIにおける視線滞在時間の平均割合について分析を行った。実験映像全体において、交互作用に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.04, n.s., partial \eta^2 = 0.01, power = 0.06$)。そこで、主効果において分析した結果、学習スタイル要因に有意差が見られた ($F(1, 36) = 5.28, p < .05, partial \eta^2 = 0.13, power = 0.65$)。一方、提示条件要因に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.71, n.s., partial \eta^2 = 0.02, power = 0.14$)。これらのことから、Verbal群は、Visual群に比べて、スライドを参照する割合が高かったことが明らかになった（結果12）。

続いて、字幕AOIにおける視線滞在時間の平均割合について分析を行った。実験映像全体において、交互作用に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.04, n.s., partial \eta^2 = 0.01,$

power = 0.06) . そこで、主効果において分析した結果、学習スタイル要因に有意傾向が見られた ($F(1, 36) = 3.24, p < .10, partial \eta^2 = 0.08, power = 0.46$) . 一方、提示条件要因に有意差は見られなかった ($F(1, 36) = 0.15, n.s., partial \eta^2 = 0.01, power = 0.07$) . これらのことから、Visual 群は、Verbal群に比べて、字幕を参照する割合が高かったことが明らかになった (結果13) .

2 節 教育映像コンテンツの高速提示効果に関する総合考察

研究1, 研究2では, 教育映像コンテンツの1倍速と2倍速の提示速度の相違は学習効果に影響しない可能性があること, また, 教育映像コンテンツを高速で提示した際に, 学習者における認知負荷が高まる可能性があることを示した. これら, 研究1, 研究2によって得られた知見と, 研究3によって得られた知見を包括的に検討することで, 教育映像コンテンツの高速提示効果に関する包括的な考察を行った. その際, 二重チャンネルモデルを想定し, 教育映像コンテンツの高速提示における認知負荷, Visual型学習者の情報処理プロセス, Verbal型学習者の情報処理プロセスを示し, 学習効果との関連性を明らかにした. そして, 教育映像コンテンツの高速提示に関する教育実践上の配慮を示した.

1. 教育映像コンテンツにおける認知負荷

表5-2-1に, 研究3において得られた結果を示す. まず, 教育映像コンテンツの高速提示における認知負荷は, 聴覚チャンネルの情報処理量が増大したことによるものであると考えられる. この要因として, 理解度テストにおける聴覚得点に関して, 学習スタイルに関わらず, 2倍速提示条件における伸び点が低下したこと(結果3)が挙げられる. 聴覚チャンネルの情報処理量が増大し, 認知負荷が過度に高まった結果, 被験者は, 2倍速提示条件において負荷を感じた(結果8)可能性がある. 一方, 理解や学習のしやすさに関して, 1倍速提示条件が肯定的に評価された(結果7)のは, 聴覚チャンネルの情報処理量が, それほど大きくなかったためと考えられる.

次に, 教育映像コンテンツの高速提示によって聴覚チャンネルの情報処理量が増大することは, 字幕の読みに多大に影響したと考えられる. これは, 視覚的テキスト情報の処理

表 5-2-1 学習スタイル別理解度テスト得点

	Visual 群	Verbal 群	
理解度 テスト	結果 1	2 倍速提示条件では、合計得点の伸び点は低下した。	
	結果 2	2 倍速提示条件では、視覚得点の伸び点は低下した。	
	結果 3	2 倍速提示条件では、聴覚得点の伸び点は低下した。	
主観 評価	結果 4	2 倍速提示条件では、画面のちらつきを感じた。	
	結果 5	2 倍速提示条件では、文字情報を目で追うのに苦労したと感じた。	
	結果 6	講師映像が必要でないと感じた。	
	結果 7	理解や学習のしやすさに関して、1 倍速提示条件の方が肯定的に評価された。	
	結果 8	2 倍速提示条件では、負荷を感じた。	
	結果 9	2 倍速提示条件では、講師映像に注目していないと感じた。	
	結果 10	2 倍速提示条件では、字幕に注目していないと感じた。	
	結果 11	2 倍速提示条件では、講師映像を参照する割合は低かった。	
	視線 運動	結果 12	スライドを参照する割合が高かった。
		結果 13	字幕を参照する割合が高かった。

は聴覚優位に時間的に制御される（島田・北島 2009）ことから、スライド上のテキストに比べて、認知負荷が高い字幕を音声に合わせて読んだ場合、視覚チャンネルにおける情報処理量が増大したためである。字幕AOIにおける視線滞在時間の平均割合について、提示条件要因に有意差が見られなかった。それに対し、2倍速提示条件において、Visual 群・Verbal群、共に、字幕に注目していないと感じた（結果10）。これらは、視覚チャンネルにおける情報処理量が増大し、読みに理解が伴わない状態にあったことが要因であると推測できる。

さらに、聴覚チャンネルの情報処理量が増大することは、講師映像の参照法に影響する

と考えられる。2倍速提示条件において、Visual群・Verbal群、共に、講師映像を参照する割合は低かった（結果11）。また、2倍速提示条件において、Visual群・Verbal群、共に、講師映像に注目していないと感じた（結果9）。これらの要因として、本研究における講師映像は、講義中の講師の上半身映像を映したもので、身ぶり、手ぶりといったパフォーマンスも含まないものであり、被験者の理解を促進するものではなかったことが挙げられる。そのため、被験者は、聴覚チャンネルの情報処理量が増大した2倍速提示条件において、講師映像に注目せず、視覚的テキスト情報に注目したと考えられる。

2. 学習スタイル別の情報処理プロセス

教育映像コンテンツの高速提示において、Visual群は、聴覚チャンネルにおける情報処理量が容量を超え、二重チャンネル間に相互作用が生起しなかったことが考えられる。一方、Verbal群は、聴覚チャンネルにおける情報処理量が容量を超えず、二重チャンネル間に相互作用が生起したことが考えられる。以下に、Visual型学習者の情報処理プロセス、及び、Verbal型学習者の情報処理プロセスを示す。

2.1. Visual型学習者の情報処理プロセス

Visual群は、2倍速提示条件において、学習効果が低下した（結果1、結果2）。この要因として、教育映像コンテンツの高速提示によって、Visual群における聴覚チャンネルの情報処理量が増大し、容量を超過した可能性が挙げられる。その結果、聴覚チャンネルの情報処理が追いつかず、視覚チャンネルの単一での情報処理となった。そのため、二重チャンネル間に相互作用が生起せず、モダリティ効果が生じなかったと考えられる。

また、Visual群は、Verbal群に比べて、字幕を参照する割合が高かった（結果13）。このことから、Visual群は、音声と同等の情報量を有する字幕を参照することで、学習内容を理解しようとしたことを意味する。そして、認知負荷が高い字幕を、Verbal群より

も、長く参照した結果、視覚チャンネルの情報処理量が高まったことが考えられる。その結果、Visual群は、2倍速提示条件において、画面のちらつきを感じ、「文字情報を目で追うのに苦労した」と感じた可能性が示唆された（結果4、結果5）。

これらのことから、教育映像コンテンツの高速提示におけるVisual型学習者の情報処理プロセスに関して、以下のように考えられる。

- 1) 教育映像コンテンツの高速提示によって、聴覚チャンネルの情報処理量が増大した。
- 2) 聴覚チャンネルにおける情報処理量が容量を超えた結果、聴覚チャンネルは機能しなかった。
- 3) 視覚的テキスト情報において字幕を長く参照した。
- 4) 視覚チャンネルの情報処理量が増大した。
- 5) 二重チャンネル間に相互作用が生じなかった。
- 6) モダリティ効果が生じず、学習効果が低下した。

2. 2. Verbal型学習者の情報処理プロセス

Verbal群は、2倍速提示条件において、1倍速提示条件と同様の学習効果が得られた（結果1、結果2）。この要因として、教育映像コンテンツの高速提示によって、Verbal群における聴覚チャンネルの情報処理量が増大しても、容量を超えなかった可能性が挙げられる。そのため、二重チャンネル間に相互作用が生起し、モダリティ効果が生じた可能性が考えられる。

また、Visual群に比べて、スライドを参照する割合が高かった（結果12）。このことから、Verbal群は、教授内容が簡潔化・短文化されたスライド上のテキストに注目し、音声と関連をさせていた可能性がある。さらに、Verbal群は、講師映像が必要でないと

感じた（結果6）ことから、視覚的テキスト情報、及び、音声に注意したと考えられる。

これらのことから、教育映像コンテンツの高速提示におけるVerbal型学習者の情報処理プロセスに関して、以下のように考えられる。

- 1) 教育映像コンテンツの高速提示によって、聴覚チャンネルの情報処理量が増大した。
- 2) 聴覚チャンネルにおける情報処理量が容量を超えず、聴覚チャンネルは機能した。
- 3) 視覚的テキスト情報、特に、内容が簡潔化されたスライド上のテキストを見た。
- 4) 視覚チャンネルの情報処理量が増大しなかった。
- 5) 二重チャンネル間に相互作用が生じた。
- 6) モダリティ効果が生じ、学習効果が得られた。

3. 学習スタイルと提示情報

研究1、及び、研究2によって示された教育映像コンテンツの1倍速と2倍速の提示速度の相違は学習効果に影響しないものの、2倍速提示条件では認知負荷が増大していたとする知見を基に、研究3では、教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイルの影響を検討した。そして、F-ILSにおけるVisual-Verbalの次元において、個人の学習スタイルによって、教育映像コンテンツの高速提示における学習効果が異なるという結果が得られた。特に、Visual群に関して、2倍速提示条件において、学習効果が低下した。この結果が生じた要因として、研究3における被験者の学習スタイルと実験映像における提示情報が挙げられる。

まず，研究3における被験者の選定は，F-ILSスコアを基に実施した．特に，Visual群の20名に関して，実験に先立って実施した学習スタイル調査において得られた32名のVisual型学習者の中から，Visualスコアが高い順に被験者を選定した．そのため，研究3におけるVisual群の20名は，Visual型学習者としての傾向が強い学習者であった．

次に，実験映像における提示情報に関して，研究3における実験映像は，視覚情報として，スライドに加え，講師映像と字幕を提示した（図5-2-1）．字幕は，音声と同等の情報量を含んでいた．Moreno and Mayer（2002）によれば，視覚的テキスト情報と聴覚的テキスト情報が同期的に提示された場合，提示情報の冗長性が高まり，学習効果が低下すること（Redundancy Effects: 冗長性効果）が報告されている．また，冗長性効果は，聴覚的テキスト情報と同期的に提示される視覚的テキスト情報の内容が簡潔化され，短文化されている場合には生じにくいことが報告されている．このことから，研究3における実

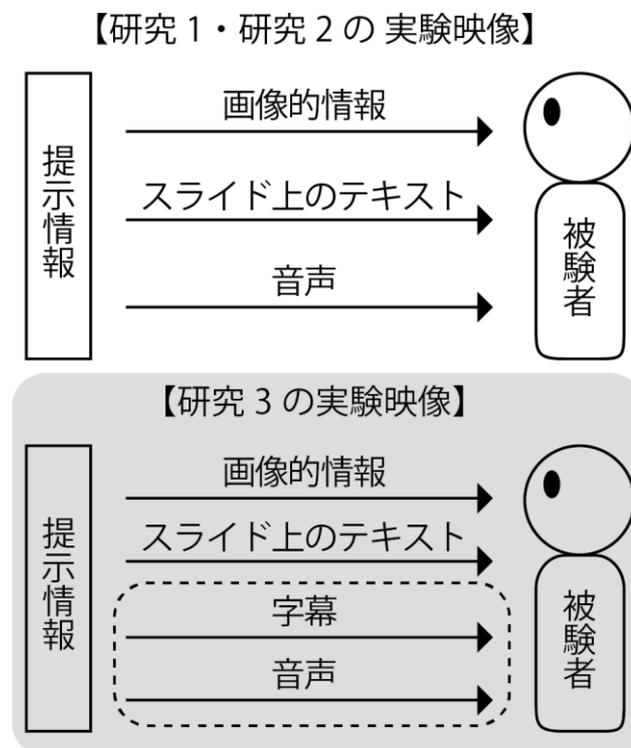


図 5-2-1 実験映像の提示情報

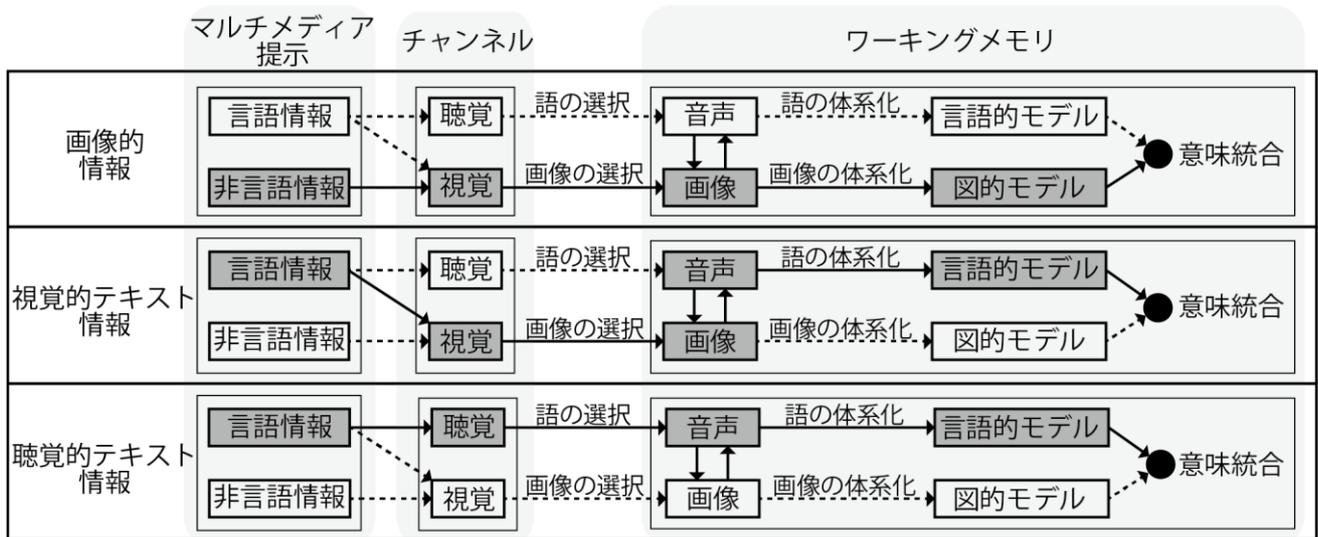
験映像は、音声と同等の情報量を含む字幕が同期的に提示されたことから、冗長性効果が生じやすい可能性があったと考えられる。

続いて、研究3における実験映像のレイアウトについて、スライド上の図・表、及び、テキストと字幕は離れて配置された。CTML (Cognitive Theory of Multimedia Learning) において、Mayer (2009) が指摘する空間的近接性の原理の観点から、字幕を中心に、字幕に対応するスライド上の図・表を関連させようとした場合、画面上で一定の距離がある両者を探索的に探さなければならず、外的認知負荷がかかりやすいレイアウトであったと考えられる。また、Jeung, Chandler, and Sweller (1997) によれば、教育映像コンテンツにおける聴覚的テキストの提示が速く、対応する視覚テキストとの関連付けが困難な場合、学習効果が低下することが報告されている。このことから、高速で提示される聴覚的テキスト情報を処理することによって、聴覚チャンネルにおける情報処理量が増大した状態で、音声に対応する字幕やスライド上の図・表を関連させることは、二重チャンネルにおける情報処理量を増大させた可能性がある。

以上のことから、研究3における実験映像に関して、字幕を参照する割合が高かった場合、過度な外的認知負荷がかかった可能性があるといえる。そして、研究3において、Visual群は字幕を参照する割合が高かった（結果13）ことから、2倍速提示条件において、過度な外的認知負荷がかかったことが予想される。その結果、Visual群に関して、2倍速提示条件において、学習効果が低下したことが考えられる。

4. 学習スタイルと二重チャンネルモデルの関係性

Felder and Spurlin (2005) によれば、Visual Informationは、絵や図、アニメーションを指すと述べている。このことから、Felder and Spurlinが示すVisual Informationは、Mayer (2005) による情報の分類における画像的情報に対応すると考えられる。一方、Felder and Spurlin (2005) によれば、Verbal Informationは、書かれたもの、話された

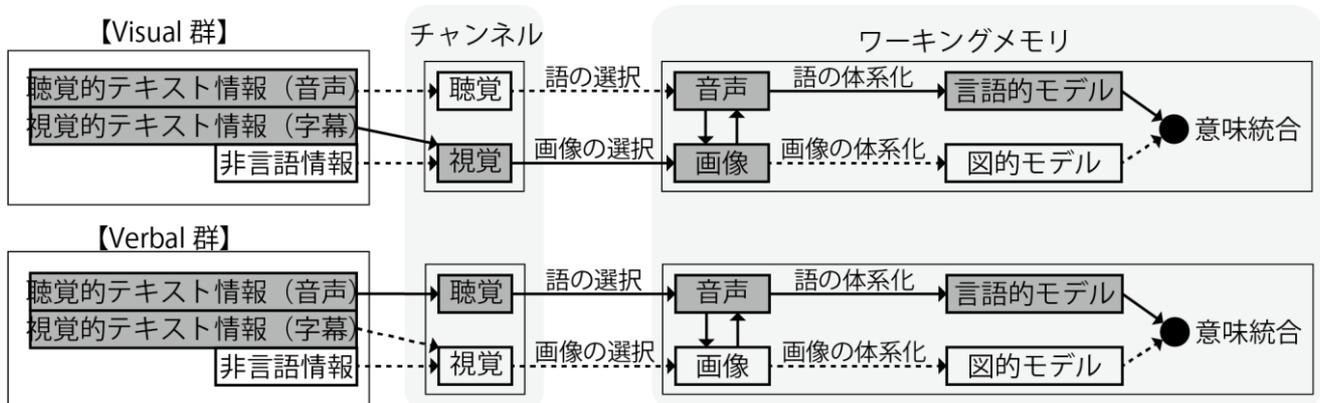


※Mayer (2009) を基に作成

図 5-2-2 提示情報別情報処理

ものに関わらず、言語情報全般を指すと述べている。このことから、Felder and Spurlin が示す Verbal Information は、Mayer (2009) による情報の分類のように、視覚的-聴覚的の区別がなされていないといえる。研究3では、スライド上のテキストや字幕を視覚的に提示し、音声を聴覚的に提示した。そのため、Mayer (2009) の二重チャンネルモデルを基に、スライド上のテキストや字幕は視覚的テキスト情報として、視覚チャンネルを中心に、情報処理がなされていたと考えられる。一方、音声は聴覚的テキスト情報として、聴覚チャンネルを中心に情報処理がなされていたと考えられる (図5-2-2)。

研究3では、Verbal群が、Visual群に比べて、スライドを参照する割合が高かったこと (結果12) に加え、Visual群が、Verbal群に比べて、字幕を参照する割合が高かったこと (結果13) が明らかになった。これらのことから、本実験における実験映像の字幕と音声のように、同等の情報量を有する視覚的テキスト情報と聴覚的テキスト情報が同期的に提示された場合、学習スタイルによって、教育映像コンテンツにおける参照点、及び、



※Mayer (2009) を基に作成

図 5-2-3 学習スタイルと二重チャンネルモデルの関係

情報処理の中心となるチャンネルが異なっていたと考えられる。

以上のことから、同等の情報量を有する視覚テキストと聴覚テキストが同期的に提示された場合、F-ILSにおけるVisual型学習者は視覚チャンネルを中心に情報処理を行う可能性が示唆された。一方、Verbal型学習者は聴覚チャンネルを中心に情報処理を行う可能性が示唆された (図5-2-3)。

5. 教育映像コンテンツの高速提示に関する教育実践上の配慮

研究3の結果から、教育映像コンテンツの高速提示において、学習スタイルによって、情報処理プロセスが異なる可能性が示唆された。特に、教育映像コンテンツの提示において、同等の情報量を有する視覚テキストと聴覚テキストが同期的に提示される冗長的な提示がなされた場合、F-ILSにおけるVisual型学習者は視覚チャンネルを中心に情報処理を行うのに対し、Verbal型学習者は聴覚チャンネルを中心に情報処理を行う可能性が示唆された。そして、特に、視覚チャンネルを中心に情報処理を行うVisual型学習者において、高速で教育映像コンテンツが提示された場合、冗長性効果が生じやすいといえる。これら

のことから、教育映像コンテンツの高速提示における教育実践上の配慮として、以下を示す。

【Visual型学習者に対する教育実践上の配慮】

F-ILSにおけるVisual型学習者のように、視覚チャンネルを中心に情報処理を行う学習者には、聴覚チャンネルにおける情報処理量が過度に大きくなるならない程度の再生速度で提示する。

【Verbal型学習者に対する教育実践上の配慮】

F-ILSにおけるVerbal型学習者のように、聴覚チャンネルを中心に情報処理を行う学習者には、内容が簡略化された視覚テキストを提示する。

3節 研究のまとめ

研究3では、F-ILSにおけるVisual-Verbalの次元に注目し、教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイル別の情報処理プロセスと学習効果の関連性を明らかにした。実験では、研究1で使用した高等学校情報科「ネットワークの仕組み」に関する教育映像コンテンツを、講師映像、スライド、字幕から構成されるレイアウトに編集し、実験映像として用いた。また、1倍速提示条件と2倍速提示条件で実験映像を提示した。被験者は、F-ILSによって学習スタイルが分類されたVisual群20名とVerbal群20名であった。学習の前後に実施した理解度テストの結果から、学習効果を明らかにした。また、2種類の提示条件に対する主観評価について、質問紙調査を行った。加えて、被験者の視線運動について、実験映像の提示時に、スクリーンベースのアイトラッカーを用いて計測した。視線データ処理に関して、実験映像のレイアウトにおいて、講師映像AOI、スライドAOI、字幕AOIを設定し、各AOIの視線滞在時間の割合を算出した。Visual群に関して、理解度テストの結果から、2倍速提示条件において、学習効果が低下することが明らかになった。これは、聴覚チャンネルの情報処理量が容量を超過し、二重チャンネル間における相互作用が生起しなかったためと推察される。また、視線運動に関して、Verbal群よりも長い時間、字幕を参照していたことから、視覚チャンネルにおける情報処理量が大きく、特に、2倍速提示条件において、認知負荷が高まっていた可能性が示唆された。一方、Verbal群に関して、理解度テストの結果から、2倍速提示条件において、1倍速提示条件と同様の学習効果が得られることが明らかになった。これは、聴覚チャンネルの情報処理量が容量を超えず、二重チャンネル間に相互作用が生起したためと推察される。また、視線運動に関して、Visual群よりも長い時間、スライドに注目していたことから、教授内容を要約・簡潔化したスライド上のテキストを参照しながら音声聞くことで、認知負荷が軽減してい

た可能性が示唆された。

以上、教育映像コンテンツの高速提示における情報処理プロセスにおいて、二重チャンネル間の相互作用の有無が教育映像コンテンツの高速提示における学習効果に多大に影響する可能性が明らかになった。そして、教育映像コンテンツの高速提示における教育実践上の配慮として、以下が挙げられる。

- 1) F-ILSにおけるVisual型学習者のように、視覚チャンネルを中心に情報処理を行う学習者には、聴覚チャンネルにおける情報処理量が過度に大きくならない程度の再生速度で提示する。
- 2) F-ILSにおけるVerbal型学習者のように、聴覚チャンネルを中心に情報処理を行う学習者には、内容が簡略化された視覚テキストを提示する。

6章 研究の総括

1節 研究の成果

本論文では、Mayer(2009)のCTMLにおける二重チャンネルモデルに基づき、教育映像コンテンツの高速提示効果に関する実験的検討を行なった。そして、教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイル別の情報処理プロセスについて考察し、教育実践上の配慮を示した。本論文は、全6章で構成された。以下に各章の概要を示す。

【1章】

1章では、オンライン学習に関する研究動向をまとめた。特に、MOOC(Massive Open Online Course: 大規模公開オンライン講座)の世界的な普及という社会背景に注目し、MOOC受講者の学習ログを分析・検討した先行研究から得られた知見について整理した。その結果、MOOCをはじめとしたオンライン上の学習において、教育映像コンテンツを視聴することが学習活動の中心となっている可能性が示唆された。そして、教育映像コンテンツの効果的な活用法について実験的検討を行う意義について示した。

【2章】

2章では、教育映像コンテンツの効果的な作成・活用法に関して、これまでに多数の実証的研究を行ってきたMayerのCTML(Cognitive Theory of Multimedia Learning)に関する知見をまとめた。特に、提示された聴覚情報は聴覚チャンネルにおいて処理が行われ、提示された視覚情報は視覚チャンネルで処理が行われるとする二重チャンネルモデルと、学習材料を提示する際に、言語情報と視覚情報とを異なったモダリティで提示する方が、同一モダリティで提示するより、学習効率が上がるとするモダリティ効果の関連性について注目した。多数の先行研究を整理した結果、モダリティ効果は、二重チャンネル間の相互作用の有無に影響される可能性

が示唆された。モダリティ効果に関する予備的研究として、MOOC 上の教育映像コンテンツを用いた提示モダリティ実験を行なった。実験では、英語中級者 66 名に対して、英語音声のみ(聴覚条件)、視覚条件のみ(視覚条件)、英語音声 + 視覚条件(マルチメディア条件)で教育映像コンテンツを提示した。その結果、英語音声提示された聴覚条件、及び、マルチメディア条件において、理解度テストの得点が低下した。このことから、英語中級者にとって、英語音声提示された場合、聴覚的な認知負荷がかかる可能性が示唆された。そして、この予備実験によって得られた知見と先行研究によって得られた知見を基に、二重チャンネルにおいて、どちらか一方のチャンネルにおける認知負荷が過度に高まった場合、モダリティ効果は生じない可能性を示した。

【3 章】

3 章では、教育映像コンテンツの変速再生機能を活用した学習を実践するための課題を抽出し、本研究の目的を整理した。その結果、(1)教育映像コンテンツの高速提示における学習効果についてほとんど検討されていない点(研究 1)、(2)教育映像コンテンツの高速提示において、講師映像と学習効果の関連性はほとんど検討されていない点(研究 2)、(3)教育映像コンテンツの高速提示において、認知負荷と学習スタイル別の情報処理プロセスの関連性について、ほとんど検討されていない点(研究 3)が課題として抽出された。そこで、本論文では、これらの課題について実験的に検討し、二重チャンネルモデルの観点から、教育映像コンテンツの高速提示効果を明らかにすることを目的とした。

【4 章】

4章では、研究1、及び、研究2によって得られた知見を基に教育映像コンテンツの高速提示効果について検討し、基礎的考察を示した。

研究 1 では、オンライン学習環境を想定した教育映像コンテンツの高速提示と学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした。1 倍速、1.5 倍速、2 倍速の提示速度の異なる教育映像コ

ンテンツを3種類作成し、大学生 75 名に提示した。作成した教育映像コンテンツは、スライド形式の講義型で、高等学校における情報科に関する宣言的知識を扱ったものであった。学習の前後に実施した理解度テストの得点から、学習効果を検証した。また、3 種類の提示速度に対する主観評価を、質問紙を用いて調査した。理解度テストの結果から、提示速度の相違は、学習効果に影響を与えないということが明らかになった。一方、質問紙調査の結果から、教育映像コンテンツを利用した学習に適した提示速度として、1.5 倍速が最も支持されているのに対し、2 倍速に対する主観評価は肯定的ではないことが明らかになった。

研究 2 では、教育映像コンテンツの高速提示時における講師映像の影響を明らかにすることを目的とした。実験では、大学生 59 名を被験者に、講師映像を含む教育映像コンテンツを、1 倍速、1.5 倍速、2 倍速の提示速度で学習させた。学習前後に実施した理解度テストの得点から、学習効果を検証した。また、高速提示と講師映像に関する主観評価について、質問紙を用いて調査した。その後、視線計測による検証実験を、大学生 24 名を対象として行った。理解度テストの結果から、1 倍速と 2 倍速における提示速度の相違は、学習効果に影響しない可能性が示唆された。また、1 倍速群に比べて、1.5 倍速群の平均得点が有意に高かったことが明らかになった。一方、質問紙の調査結果から、高速提示と講師映像に関する主観評価に関して、1 倍速及び 1.5 倍速の提示速度が支持されていたのに対し、2 倍速に対する主観評価は肯定的ではなかったことが明らかになった。加えて、視線計測による検証実験の結果から、速度要因に関わらず、学習者は、教育映像コンテンツ提示時間全体の約 10%~15%は講師映像を見る可能性が示唆された。また、学習者の視線が、身ぶり・手ぶりといったパフォーマンスがなされない、かつ、講師の上半身のみを切り出した講師映像にある時は、視線停留時間が長くなる可能性が示唆された。一方、教育映像コンテンツ視聴時における視線停留回数の結果から、学習者個人の特性によって、教育映像コンテンツ視聴時における情報獲得、及び、情報処理法が異なる可能性が示唆された。

研究 1、及び、研究 2 の結果から、「1.5 倍速の提示速度における学習効果は高く、また、1.5

倍速の提示速度に対する評価は肯定的であったこと」, 「1倍速と2倍速の提示速度の相違は学習効果に影響しなかったこと」ことが明らかになった. これらのことから, 宣言的知識のように比較的単純な知識構造を有す学習内容を学ぶ教育映像コンテンツでは, オリジナルの提示速度よりも, 速度をあげて視聴することによって, 効果的な学習を進めることができる可能性が示唆された. 一方, 研究 1, 及び, 研究 2 の結果から, 「2 倍速の提示速度において, 認知負荷を感じていた」ことが明らかになった. このことから, 教育映像コンテンツの高速提示において, 学習者の特性や提示方法を事前によく検討する必要があると考えられる.

【5 章】

5 章では, 研究 3 によって得られた知見を基に, 教育映像コンテンツの高速提示における学習効果と学習スタイル別の情報処理プロセスの関連性について検討し, 教育実践上の配慮を示した. 研究 3 では, F-ILS における Visual-Verbal の次元に注目し, 教育映像コンテンツの高速提示における学習スタイル別の情報処理プロセスと学習効果の関連性を明らかにすることを目的とした. 実験では, 研究1で使用した高等学校情報科「ネットワークの仕組み」に関する教育映像コンテンツを, 講師映像, スライド, 字幕から構成されるレイアウトに編集し, 実験映像として用いた. また, 1倍速提示条件と2倍速提示条件で実験映像を提示した. 被験者は, F-ILS によって学習スタイルが分類された Visual 群 20 名と Verbal 群 20 名であった. 学習の前後に実施した理解度テストの結果から, 学習効果を明らかにした. また, 2種類の提示条件に対する主観評価について, 質問紙調査を行った. 加えて, 被験者の視線運動について, 実験映像の提示時に, スクリーンベースのアイトラッカーを用いて計測した. 視線データ処理に関して, 実験映像のレイアウトにおいて, 講師映像 AOI, スライド AOI, 字幕 AOI を設定し, 各 AOI の視線滞在時間の割合を算出した. Visual 群に関して, 理解度テストの結果から, 2倍速提示条件において, 学習効果が低下することが明らかになった. これは, 聴覚チャンネルの情報処理量が容量を超過し, 二重チャンネル間における相互作用が生起しなかったためと推察される. また, 視線運動

に関して、Verbal 群よりも長い時間、字幕を参照していたことから、視覚チャンネルにおける情報処理量が大きく、特に、2倍速提示条件において、認知負荷が高まっていた可能性が示唆された。一方、Verbal 群に関して、理解度テストの結果から、2倍速提示条件において、1倍速提示条件と同様の学習効果が得られることが明らかになった。これは、聴覚チャンネルの情報処理量が容量を超えず、二重チャンネル間に相互作用が生じたためと推察される。また、視線運動に関して、Visual 群よりも長い時間、スライドに注目していたことから、教授内容を要約・簡潔化したスライド上のテキストを参照しながら音声を聞くことで、認知負荷が軽減していた可能性が示唆された。

以上、教育映像コンテンツの高速提示における情報処理プロセスにおいて、二重チャンネル間の相互作用の有無が教育映像コンテンツの高速提示における学習効果に多大に影響する可能性が明らかになった。そして、教育映像コンテンツの高速提示における教育実践上の配慮として、以下が挙げられる。

(配慮1)

F-ILS における Visual 型学習者のように、視覚チャンネルを中心に情報処理を行う学習者には、聴覚チャンネルにおける情報処理量が過度に大きくならない程度の再生速度で提示する。

(配慮2)

F-ILS における Verbal 型学習者のように、聴覚チャンネルを中心に情報処理を行う学習者には、内容が簡略化された視覚テキストを提示する。

【6章】

6章では、本論文を振り返り、研究の成果を示した。また、本論文において得られた知見と、先行研究において得られた知見を関連付けながら、今後の展望について考察した。

2節 今後の展望

今後の展望として、(1) 他の実験条件における教育映像コンテンツの高速提示効果の追検討、(2) 教育映像コンテンツの高速提示におけるワーキングメモリと学習効果の関連性の検討、(3) 教育映像コンテンツの高速提示における適正処遇相互作用の検証、が挙げられる。

1. 他の実験条件における教育映像コンテンツの高速提示効果の追検討

本論文における実験条件について、可能な限り、先行研究の知見に基づいて設定した。しかしながら、今後、実験条件を追加・変更した上でより包括的に、教育映像コンテンツの高速提示効果について検討を行う必要がある。例えば、本論文における研究では、手続き上、一時提示や早送り、巻き戻しを行いながら学習を進めるといった一般的な教育映像コンテンツの視聴環境に則したものではなかった。これは、二重チャンネルにおける容量制限の前提を仮定し、学習者の認知的プロセス、及び、情報処理プロセスを明らかにするためであった。Mayer (2009) は、セグメントの原則 (Segmenting principle) において、教育映像コンテンツに関して、学習者が個人のペースに合わせて学習できるようにセグメント化して提示することの有用性について示唆している。このことから、一時停止や早送り、巻き戻しといった視聴行為を含めて、より実践的な教育映像コンテンツの視聴環境において、追実験を実施する必要がある。

一方、本論文において使用した教育映像コンテンツに関して、高等学校情報科に関する宣言的知識を扱ったものであった。本論文では、教育映像コンテンツの高速提示に関する効果、すなわち、教材の提示方法に関する効果を検討するという点において、Sweller (1999) の認知負荷理論における外的認知負荷の効果に焦点化した。そのため、学習内

容の難易度や、知識構造といった教材の内的認知負荷について、十分に議論するに至らなかった。このことから、今後、手続き的知識を扱った教育映像コンテンツを用いて追実験を実施することで、教材の内的認知負荷を考慮にいたし、より包括的な教育映像コンテンツの高速提示効果を検討する必要がある。

これらのことから、本研究における結果は、本研究の実験条件下における限定的なものであったといえる。

2. 教育映像コンテンツの高速提示におけるワーキングメモリと学習効果の関連性の検討

本論文において、被験者の学習者としての特性について、F-ILS (Felder's Index of Learning Styles) におけるVisual-Verbalの次元に注目し、分類を行なった。そして、本論文に基づく知見として、F-ILSにおけるVisual型学習者は、二重チャンネルモデルにおいて、視覚チャンネルを中心に情報処理を行う傾向があり、Verbal型学習者は、聴覚チャンネルを中心に情報処理を行う傾向がある可能性が示唆された。しかしながら、Visual-Verbalの次元とワーキングメモリの関連性は明らかになっていない。

これまでに、学習者特性を検討する上での一方法として、学習者個人のワーキングメモリにおける容量を測定する研究がなされた (Baddeley, Grand, & Thomson, 1975; Baddeley *et al.*, 1975; Brunye, Rapp, & Spiro, 2006など)。Gyselinck, Jamet, and Dubois (2008) は、Brunken *et al.* (2002)の実験と同様に、二重課題法を用いて、提示条件に対するワーキングメモリの性質と処理容量の関係について検討した。具体的には、学習内容について、聴覚的テキスト情報と画像的テキスト情報のフォーマットで提示する条件 (マルチモダリティ条件) と、視覚的テキスト情報と画像的テキスト情報を提示する条件 (単一モダリティ条件) において、ワーキングメモリ内における情報処理量の相違を検討した。その際、第一課題として知識獲得が課され、第二課題として、タッピング課題と発声課題の2種類が課された。また、認知負荷の程度を示す測度には、第一課題におけ

る理解度が用いられた。加えて、被験者は事前に、Gyselinck *et al.* が先行して実施した研究 (Gyselinck *et al.*, 2002, 2007) を基に、ワーキングメモリの性質かつ処理容量を測定するテストが課された。その結果、聴覚性のワーキングメモリの処理容量が大きい被験者は、単一モダリティ条件において、タッピング課題、及び、発声課題の影響を受けるが、マルチモダリティ条件において、タッピング課題、及び、発声課題の影響を受けないことを示した。一方、視・空間性のワーキングメモリ処理容量が大きい被験者は、単一モダリティ条件において、タッピング課題、及び、発声課題の影響を受けないが、マルチモダリティ条件において、タッピング課題、及び、発声課題の影響を受けることを示した。このことから、学習者のワーキングメモリの性質、及び、処理容量の相違によって、情報処理プロセスや外的認知負荷のかかり方に違いがあるといえる。

以上のことから、F-ILSにおけるVisual-Verbalといった学習スタイルとワーキングメモリの性質・処理容量を関連づけながら学習者の特性を捉えることによって、より詳細に、教育映像コンテンツの高速提示における学習効果と情報処理プロセスについて検討できるといえる。

3. 教育映像コンテンツの高速提示における適正処遇交互作用の検証

本論文において、学習スタイルの相違によって、情報処理プロセスが異なり、教育映像コンテンツの高速提示効果が異なる可能性を示唆した。特に、F-ILSにおけるVisual型学習者のように、視覚チャンネルを中心に情報処理を行う学習者は、同等の情報量を有する聴覚的テキストと視覚的テキストが同機的に提示された場合、視覚的テキストを参照する傾向があった。そして、本論文における実験条件下では、この傾向が一因となって、冗長性の効果が生じ、教育映像コンテンツの高速提示条件において、学習効果が低下したと考えられる。このことから、教育映像コンテンツの高速提示効果に関して、個人差があったといえる。

しかしながら、6章2節1項で先述した通り、本論文における実験条件は限定的であった。そのため、実験条件を追加・変更した形で教育映像コンテンツの高速提示効果が検討される必要がある。そして、その際、教育映像コンテンツの高速提示効果に関して、適正処遇交互作用（ATI: Aptitude treatment interaction）が検出されるかどうかについて実験的に検証することで、学習者の特性に合わせた効果的な教育映像コンテンツの開発・提示方法に関する知見が得られると考えられる。また、DeBoer *et al.* (2011) によれば、学習者がメタ的に自身の認知スタイルを認識している場合と、そうでない場合では、前者における学習効果が高いことを報告している。以上のことから、教育映像コンテンツの製作者や提示者のみならず、学習者が自分自身の学習スタイル、及び、認知スタイルを認識することによって、教育映像コンテンツを活用した学習がより効果的に行える可能性があると考えられる。

参考文献

- 安藤雅洋, 植野真臣 (2008) デュアル・チャンネル・モデルに基づくeラーニング・マルチメディア教材におけるポインタ提示の効果分析. 日本教育工学会論文誌, **32**(1): 43-56
- 安藤雅洋 (2012) eラーニングにおける効果的なマルチメディア教材の提示方法についての研究. 電気通信大学大学院情報システム学研究科, 博士(学術)の学位申請論文.
- 安西弥生 (2016) MOOCにおける英語・日本語字幕の学習効果. 教育メディア研究, **23**(1): 1-13
- 青木久美子 (2005) 学習スタイルの概念と理論—欧米の研究から学ぶ. メディア教育研究, **2**(1): 197-212
- 青柳滋己, 佐藤孝治, 高田敏弘, 菅原俊治, 尾内理紀夫 (2005) 映像短縮再生システムの教育映像への適用評価. 情報処理学会論文誌, **46**(5): 1927-1305
- 荒優, 藤本徹, 一色裕里, 山内祐平 (2014) MOOC実証実験の結果と分析: 東京大学の2013年の取り組みから. 東京大学大学院情報学環紀要, **86**: 83-100
- Ayresk P. (2006) Impact of reducing intrinsic cognitive load on learning in a mathematical domain. *Applied Cognitive Psychology*, **20**: 287-298
- Baddeley, A. D. (1990) *Human memory: Theory and practice*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates
- Baddeley, A. D. (1992) Working memory. *Science*, **255**: 556-559
- Baddeley, A. D. (1998) *Human memory: Theory and practice*, revised ed. Allyn & Bacon.
- Baddeley, A. D., Grant, S., Wight, E., and Thomson, N. (1975) Imagery and visual working memory. In P. M. A. Rabbitt & S. Dornic (Eds.). *Attention and performance V*. Academic Press: 205-217

- Baddeley, A. D., Thomson, N., and Buchanan, M. (1975) Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14: 575-589
- Baddeley, A. D. and Hitch, G. (1974) Working memory. In G. A. Bower (Ed.). *The psychology of learning and motivation*, 8: 47-89
- Berry, C., and Brousius, H.-B (1991) Multiple effects of visual format on TV news learning. *Applied Cognitive Psychology*, 5, 519-528
- Bobis, J., Sweller, J., and Cooper, M. (1993) Cognitive load effects in a primary school geometry task. *Learning and Instruction*, 3: 1-21
- Bodemer, D., Ploetzner, R., Feuerlein, I., and Spada, H. (2004) The active integration of information during learning with dynamic and interactive visualisations. *Learning and Instruction*, 14: 325-341
- Bransford, J. D., Brown, A. L., and Cocking, R. R. (Eds.). (1999) *How people learn*. Washington, DC: National Academy Press
- Breslow, L., Pritchard, D. E., Deboer, J., Stump, G. S. S., Ho, A. D., and Seaton, D. T. (2013) Studying learning in the worldwide classroom: Research into edX's first MOOC. *Research and Practice in Assessment*, 8:13-25
- Brunken, R., Steinbacher, S., Plass, J., and Leuter, D. (2002) Assessment of cognitive load in multimedia learning using dual-task methodology. *Experimental Psychology*, 49: 109-119
- Brunye, T. T., Taylor, H. A., Rapp, D. N., and Spiro, A. B. (2006) Learning procedures: The role of working memory in multimedia learning experiences. *Applied Cognitive Psychology*, 20: 917-940
- Cao, J., and Nishihara, A. (2012) Understanding learning styles by eye tracking in slide

- video learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, **21**(4): 335-358
- Chandler, P., and Sweller, J. (1991) Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, **8**: 293-332
- Clark, J. M., and Paivio, A. (1991) Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, **3**: 149-210
- Clark, R. C., Nguyen, F., and Sweller, J. (2006) *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. San Francisco: Pfeiffer
- Clarke, T., Ayres, P., and Sweller, J. (2005) The impact of sequencing and prior knowledge on learning mathematics through spreadsheet applications. *Educational Technology research and Development*, **53**: 15-24
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Psychology Press.
- Crawford, T. J., Devereaux, A., Higham, S., and Kelly, C. (2015) The disengagement of visual attention in Alzheimer's disease: A longitudinal eye-tracking study. *Frontiers in aging neuroscience*, **7**: 1-10
- Curry, L. (1983) An organization of learning styles theory and constructs. *ERIC Document 235 185*
- DeBoer, J., Kommers, P.A., and De Brock B. (2011) Using Learning Styles and Viewing Styles in Streaming Video. *Computers & Education*, **56**(3): 727-735
- DeLeeuw, K., and Mayer, R. E. (2008) A comparison of these measures of cognitive load: Evidence for separable measures of intrinsic, extraneous, and germane load. *Journal of Educational Psychology*, **100**: 223-234
- Diao, Y. and Sweller, J. (2007) Redundancy in foreign language reading comprehension instruction: Concurrent written and spoken presentations. *Learning and*

Instruction, **17**: 78-88

Dunn, R., and Dunn, K. (1992) *Teaching secondary students through their individual learning styles: A practical approach*. Virginia: Reston Publishing.

Felder, R. M. (2000) Index of learning styles (ILS).

<https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/> (accessed 2015.10.25)

Felder, R. M., and Henriques, E.R. (1995) Learning and teaching styles in foreign and second language education. *Foreign Language Annals*, **28**(1): 21-31

Felder, R. M., and Spurlin, J. (2005) Applications, reliability and validity of the index of learning style. *International Journal of Engineering Education*, **21**(1): 103-112

Foulke, E. (1968) Listening comprehension as a function of word rate. *Journal of Communication*, **18**(3): 198-206

福原美三 (2016) MOOCの最新事情.

<https://www.jmooc.jp/wp-content/uploads/2016HITF.pdf> (accessed 2017.4.22)

福盛貴弘 (2008) ニュース番組におけるアナウンサー・キャスターの発話速度. 大東文化大学外国語学部創設三十五周年記念論文集: 191-209

Gardner, H. (1993) *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. 2nd Ed. London: Fontana.

Gerjets, P., Scheiter, K., and Catrambone, R. (2006) Can learning from molar and modular worked examples be enhanced by providing instructional explanations and prompting self-explanations? *Learning and Instruction*, **16**: 104-121

Ginns, P. (2005) Meta-analysis of the modality effect. *Learning and instruction*, **15**: 313-332

Ginns, P. (2006) Integrating information: A meta-analysis of the spatial contiguity and temporal contiguity effects. *Learning and Instruction*, **16**: 511-525

- Guo, P. J., Kim, J., and Rubin, R. (2014) How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical study of MOOC videos. *In Proceedings of the First ACM conference on Learning*: 41-50
- Gyselinck, V., Cornoldi, C., Dubois, V., De Beni, R., and Ehrlich, M. F. (2002) Visuospatial memory and phonological loop in learning from multimedia. *Applied Cognitive Psychology*, **16**: 665-685
- Gyselinck, V., De Beni, R., Pazzaglia, F., Meneghetti, C., and Mondoloni, A. (2007) Working memory components and imagery instruction in the elaboration of a spatial mental model. *Psychological Research*, **71**: 373-382
- Gyselinck, V., Jamet, E. and Dubois, V. (2008) The role of working memory components in multimedia comprehension. *Applied Cognitive Psychology*, **22**: 353-374
- Hardesty, L. (2012) Lessons learned from MITx's prototype course. *MIT News*. <http://web.mit.edu/newsoffice/2012/mitx-edx-first-course-recap-0716.html> (accessed 2015.10.25)
- Harp, S. F., and Mayer, R.E. (1997) The role of interest in learning from scientific text and illustrations: On the distinction between emotional interest and cognitive interest. *Journal of Educational Psychology*, **89**: 92-102
- Harp, S. F., and Mayer, R.E. (1998) How seductive details do their damage: A theory of cognitive interest in science learning. *Journal of Educational Psychology*, **90**: 414-434
- Harskamp E., Mayer, R. E., Suhre, C., and Jansma, J. (2007) Does the modality principle for multimedia learning apply to science classrooms? *Learning and instruction*, **18**: 465-477
- Homer, B.D., Plass, J. L., and Blake, L. (2008) The effects of video on cognitive load and

social presence in multimedia-learning. *Computers in Human Behavior*, **24**: 786-797

本多薫(2000) マルチメディアを利用した学習支援システムの学習の効果と負担に関する研究.

日本教育工学雑誌, **24** (Suppl.): 85-90

Hyona, J. (2010) The use of eye movements in the study of multimedia learning.

Learning and Instruction, **20**: 172-176

Jeung, H., Chandler, P., and Sweller, J. (1997) The role of visual indicators in dual

sensory mode instruction. *Educational Psychology*, **17**: 329-433

清原一暁, 中山実, 木村博茂, 清水英夫, 清水康敬(2003) 文章の表示メディアと表示形式が

文章理解に与える影響. 日本教育工学雑誌, **27**(2): 117-126

Kalyuga, S., Chandler, P., and Sweller, J. (1998) Level of expertise and instructional

design. *Human Factors*, **40**: 1-17

Kalyuga, S., Chandler, P., and Sweller, J. (2004) When redundant on-screen text in

multimedia technical instruction can interfere with learning. *Human Factors*, **46**:

567-581

Kester, L., Kirchner, P. A., and Van Merriënboer, J. J. G. (2005) The management of

cognitive load during complex cognitive skill acquisition by means of computer-

simulated problem solving. *British Journal of Educational Psychology*, **75**: 71-85

Kester, L., Kirchner, P. A., and Van Merriënboer, J. J. G. (2006) Just-in-time

information presentation: Improving learning a troubleshooting skill.

Contemporary Educational Psychology, **31**: 167-185

Kizilcec, R. F., Piech, C., and Schneider, E. (2013) Deconstructing disengagement:

Analyzing learner subpopulations in massive open online courses. *In Proceedings*

of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge,

ACM 170-179

Kizilcec, R. F., Papadopulolos, K., and Sritanyaratana, L. (2014) Showing face in video instruction: Effects on information retention, visual attention, and affect. *In Proceedings of the Annual SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*: 2095-2102

Kizilcec, R. F., Bailenson, J. N., and Gomez, C. J. (2015) The Instructor's face in video instruction: Evidence from two large-scale field studies. *Journal of Educational Psychology*. **107**(3): 724-739

Koller, D. and Ng, A. (2014) Welcome Rick Levin as CEO of Coursera. Message posted to <http://blog.coursera.org/post/80601201906/welcome-rick-levin-as-ceo-of-coursera> (accessed 2017. 1.10)

Kozma, R. B. (1991) Learning with media. *Review of Educational Research*, **61**: 179-212

Krueley, P., Sciamia, S. C., and Glenberg, A. M. (1994) On-line processing of textual illustrations in the visuospatial sketchpad: Evidence from dual-task studies. *Memory & Cognition*, **22**: 261-272

向後千春, 岸学 (1996) 字幕映画の視聴における眼球運動の分析. 日本教育工学雑誌, **20**(3): 161-166

Kolb, D. A. (1984) *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. New Jersey, Prentice Hall.

栗原一貴 (2012) CinemaGazer: 動画の極限的な高速鑑賞のためのシステムの開発と評価. コンピュータソフトウェア, **29**(4): 293-304

Lambert, N. M., and McCombs, B. L. (1998) *How students learn*. Washington, DC: American Psychological Association.

Lee, H., Plass, J. L., and Homer, B. D. (2006) Optimizing cognitive load for learning

- from computer-based science simulations. *Journal of Educational psychology*, **17**: 401-418
- Levie, W. H., and Lentz, R. (1982) Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communication & Technology Journal*, **30**: 195-232
- Liu, H. (2009) Eye-tracking viewers' processing of web-based multimedia information. *Joint Conferences on Pervasive Computing 2009 (JCPC)*: 699-704
- Liyanagunawardena, T. R., Adams, A.A., and Williams, S. A. (2013) MOOCs: Systematic study of the published literature 2008-2012. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, **14**: 202-227
- Low, R., and Sweller, J. (2005) The modality principle in multimedia learning. In R. E. MAYER (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press, New York: 1478-158
- Luck, S. J., and Vogel, E. K. (1997) The capacity of visual working memory for Features and conjunctions. *Nature*, **390**: 279-281
- Mautone, P.D. and Mayer, R. E. (2001) Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, **93**: 377-389
- Mayer, R. E. (1989) Systematic thinking fostered by illustrations in scientific text. *Journal of Educational Psychology*, **81**: 240-246
- Mayer, R. E. (2001) *Multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005a) Cognitive theory of multimedia learning: The Cambridge handbook of multimedia learning. *Cambridge University Press*, New York: 31-48
- Mayer, R. E. (2008a) *Learning and instruction* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Mayer, R. E. (2008b) Research-based guidelines for multimedia instruction. In D. A.

- Boehm-Davis (Ed.). *Annual review of human factors in ergonomics*, 3: 127-147
- Mayer, R. E. (2009) *Multimedia Learning Second Edition. Cambridge University Press, New York: 200-220*
- Mayer, R. E. and Anderson, R. B (1991) Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, **83**: 484-490
- Mayer, R. E. and Anderson, R. B. (1992) The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, **84**: 444-452
- Mayer, R. E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R. and Tapangco, L. (1996) When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, **88**: 64-73
- Mayer, R. E. and Chandler, P. (2001) When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational psychology*, **93**: 390-397
- Mayer, R. E., Dow, G., and Mayer, S. (2003) Multimedia learning in an interactive self-explaining environment: What works in the design of agent based microworlds. *Journal of Educational Psychology*, **95**: 806-813
- Mayer, R. E., Heiser, J. and Lonn, S. (2001) Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understandings. *Journal of Educational Psychology*, **93**: 187-198
- Mayer, R. E. and Jackson, J. (2005) The case for coherence in scientific explanations: Quantitative details can hurt qualitative understanding. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **11**(1): 13-18
- Mayer, R. E. and Johnson, C. I. (2008) Revising the redundancy principle in multimedia

- learning. *Journal of Educational Psychology*, **100**: 380-386
- Mayer, R. E., Mathias, A., and Wetzell, K. (2002) Fostering understanding of multimedia messages through pre-training: Evidence for a two-stage theory of mental model construction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **8**: 145-154
- Mayer, R. E., Mautone, P. D., and Prothero, W. (2002) Pictorial aids for learning by doing in a multimedia geology simulation game. *Journal of Educational Psychology*, **90**: 312-320
- Mayer, R. E., and Moreno, R. (1998) A Split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory. *Journal of Educational Psychology*, **90**: 312-320
- Mayer, R. E., Moreno, R., Boire, M., and Vagge, S. (1999) Maximizing constructivist learning from multimedia communications by minimizing cognitive load. *Journal of Educational Psychology*, **91**: 638-643
- Mayer, R. E., and Sims, V. K. (1994) For whom is a picture worth a thousand words: Extension of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, **86**: 389-401
- Mayer, R. E., Steinhoff, K., Bower, G., and mars, R. (1995) A generative theory of textbook design: Using annotated illustrations to foster meaningful learning of science text. *Educational Technology Research and Development*, **43**: 31-43
- Mayer, R. E., and Wittrock, M. (2006) Problem solving. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.). *Handbook of educational psychology*: 318-328. Mahwah, NJ: Erlbaum
- Miller, G. (1956) The magic number seven, plus or minus two: Effectiveness of

- multimedia presentations. *Psychological Review*, **63**: 81-97
- Moreno, R. and Mayer, R. E. (1999) Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, **87**: 319-368
- Moreno, R. and Mayer, R. E. (2000a) A coherence effect in multimedia learning: The case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia messages. *Journal of Educational Psychology*, **93**: 117-125
- Moreno, R. and Mayer, R.E. (2002a) Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology*, **94**: 156-163
- Moreno, R., and Mayer, R. E. (2002b) Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of Educational Psychology*, **94**: 598-610
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A., and Lester, J. C. (2001) The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents? *Cognition and Instruction*, **19**: 177-213
- 森田裕介, Koen, B.V. (2006) WebベースPSIコースにおける学習過程と学習スタイルとの関連性に関する一分析. 日本教育工学会研究報告集, **JET06-6**: 77-80
- Mousavi, S. Y., Low, R., and Sweller, L. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal Educational Psychology*, **87**: 319-334
- 永渕正昭, 丸竹洋三 (1973) 正常者の伸縮ひずみ語音聴取検査. *Audiology Japan*, **16**(5): 401-402
- 永田裕太郎, 村上正行, 森村吉貴, 椋木雅之, 美濃導彦 (2015) MOOCにおける大規模学習履歴データからの受講者の学習容態獲得. 人工知能学会第73回先進的学習科学と工

学研究会: 25-30

中島義明(2011)映像心理学の理論. 有斐閣, 東京: 119-120

O'Neil, H. F., Mayer, R.E., Herl, H., Thurman, R., and Olin, K. (2000) Instructional strategies for virtual environments. In H. F. O'Neil and H. Andrews (Eds.), *Aircraft training: Methods, technologies, and assessment*: 105-130. Mahwan, NJ: Erlbaum

大島純(2008)最近の認知研究からみたeラーニングの可能性. 教育心理学年報. **47**: 178-187

大山牧子, 村上正行, 田口真奈, 松下佳代 (2010) e-Learning語学教材を用いた学習行為の分析: 学習スタイルに着目して. 日本教育工学会論文誌, **34**(2): 105-114

Paivio, A. (1971) *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart and Winston

Paivio, A. (1979) *Imagery and verbal processes*. Lawrence Erlbaum Associates.

Paivio, A. (1986) *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press

Peeck, J. (1994) Enhancing graphic-effects in instructional texts: Influencing learning activities. In W. Schnottz and R. W. Kulhavy (Eds), *Comprehension of graphics: Advances in psychology*: 291-301. Amsterdam, Netherlands: North-Holland / Elsevier Science

Pollock, E., Chandler, P., and Sweller, J. (2002) Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, **12**: 61-86

Reid, R. H. (1968) Grammatical complexity and comprehension of compressed speech. *Journal of Communication*, **18**(3): 236-242

Reinhold, R. (2004) What is your myers-briggs personality type?
http://www.personalitypathways.com/type_inventory.html (accessed 2017. 9.10)

Riding, R. and Rayner, S. (1998) *Cognitive styles and learning strategies*:

- Understanding style differences in learning and behavior*. London, David Fulton.
- Royer, J. M. (1990) The sentence verification technique: A new direction in the assessment of reading comprehension. In Legg, S. and Algina J. *Cognitive Assessment of Language and Math Outcomes*. Ablex Publishing Corporation, New Jersey: 144-191
- 齋田真也 (2004) 速読と眼球運動.基礎心理学研究, **23**(1): 64-69
- 重田勝介 (2016) オープンエデュケーションとラーニングアナリティクスの関わり: MOOCを活用した学習環境の改善に向けて. 電子情報通信学会総合大会講演論文集2016, **1**: 100-101
- 島田英昭, 北島宗雄(2009) マルチメディアマニュアルにおける画像, 字幕, ナレーションの提示タイミングと分かりやすさの関係. 日本教育工学会論文誌, **33**(2): 111-119
- Simon, H. A. (1974) How big is a chunk? *Science*, **183**: 482-488
- 総務省 (2013) ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究.
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26> (accessed 2015.10.25)
- Sweller, J. (1999) *Instructional design in technical areas*. Camberwell, Australia: ACER Press.
- Sweller, J. (2005a) Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*: 19-30. New York: Cambridge University Press
- Sweller, J. (2005b) The redundancy principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*: 159-168. New York: Cambridge University Press
- Sweller, J. and Chandler, P. (1994) Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*, **12**: 185-233

- Tabbers, H. K., Martens, R. L., and Van Merriënboer, J. J. G. (2004) Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, **74**: 71-81
- Tindall-Ford, S., Chandler, P., and Sweller, J. (1997) When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **3**: 257-287
- Vemuri, S., Decamp, P., Bender, W., and Schmandt, C. (2004) Improving speech playback using time-compression and speech recognition. *In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2004. ACM*: 295-302
- Waldrop, M. M. (2013) Online Learning: Campus 2.0. *Nature*, **495**: 160-163.
<http://dx.doi.org/10.1038/495169a> (accessed 2017. 1.10)
- 綿森淑子, 笹沼澄子 (1974) 話しことばの速度の変化が失語症患者の理解力に及ぼす影響について. *音声言語医学*, **15**(2): 31-36
- Weiner, B. (1990) history of motivational research in education. *Journal of Educational Psychology*, **82**: 616-622
- Weiner, B. (1992) Motivation. In M. Alkin (Ed.), *Encyclopedia of educational research* (6th ed.: 860-865). New York: Macmillan.
- Witkin, H. A. and Goodenough, D. R. (1982) *Cognitive styles, Essence and origins*. New York: International Universities Press.
- Wittrock, M. C. (1989) Generative processes of comprehension. *Educational Psychologist*, **24**: 345-376
- 山本弘, 池田幸彦, 清水康敬 (2003) 体育「跳び箱運動」指導における動画コンテンツ活用の効果. *日本教育工学会論文集*, **27** (Suppl.): 153-156
- 山田恒夫 (2015) MOOCと学習解析: 教育革新のための情報基盤に向けて. *情報処理学会論*

文誌, 教育とコンピュータ (TCE), 1(4): 1-11

Yang, F. Y. and Tsai, C. C. (2008) Investigating university student preferences and beliefs about learning in the web-based context. *Computers & Education*, 50: 1284-1303

付記

本論文の一部は、以下で発表したものである。

2章

【予備的研究】

長濱澄・森田裕介 (2016) 映像教材における提示モダリティと英語字幕の関連性分析. 日本教育工学会論文誌, 40(Suppl.): 93-96

T. Nagahama and Y. Morita (2016) An Analysis of Relevance between Modality and English Subtitles When EFL Students Learning with MOOC Videos. Learning with MOOCs III, University of Pennsylvania, October 6-7, 2016

4章

【研究1】

長濱澄・森田裕介 (2016) 映像コンテンツの高速提示による学習効果の分析. 日本教育工学会論文誌, 40(4): 291-300

長濱澄・野島健・森田裕介 (2016) オンライン学習コンテンツの変速提示効果に関する一分析. 日本教育工学会研究報告集, JSET16-1: 171-178

【研究2】

Toru Nagahama, Yusuke Morita (2017) Effect Analysis of Playback Speed for Lecture Video Including Instructor Images. International Journal for Educational Media and Technology, 11(1): 50-58

長濱澄・森田裕介 (2016) 映像コンテンツの高速提示におけるインストラクタ映像の影響に関する一分析. 日本教育工学会研究報告集, JSET16-3: 115-122

5章

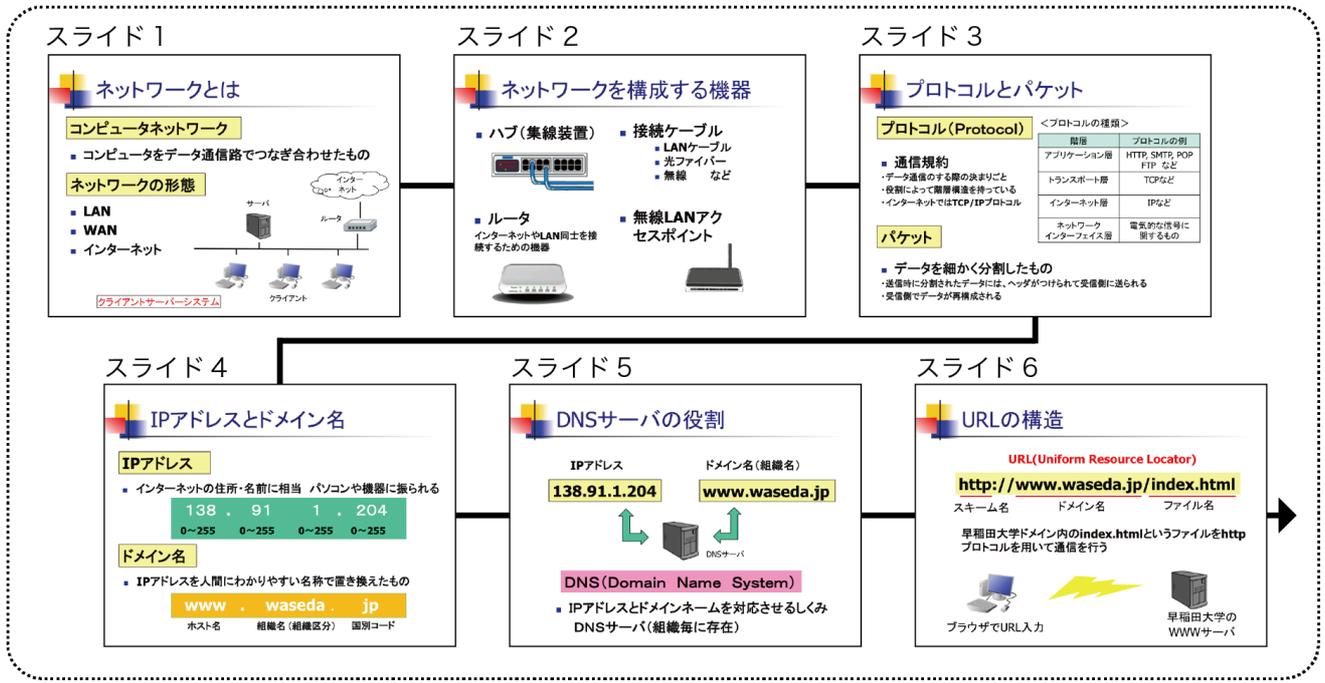
【研究3】

長濱澄・森田裕介 (2017) 映像コンテンツの高速提示が学習効果に与える影響: 学習スタイルと二重チャンネルモデルに着目して. 日本教育工学会論文誌, 41(4): 採録決定

Toru Nagahama, Yusuke Morita (2017) How learning styles influence students' learning experience with lecture video played at different speeds, International Conference for Media in Education (ICoME) (August 2-4 at Hawaii, USA)

長濱澄・森田裕介 (2016) 映像コンテンツ高速提示と学習スタイルの関連性分析. 日本教育工学会 第32回全国大会(大阪大学)2016年9月18日: 653-654

付録1: 映像コンテンツにて使用したスライド一覧



付録2：理解度テスト

2015 年 月 日

名前 _____

前 ・ 後

問1 コンピュータネットワークについて説明した文章の空欄を答えよ。

コンピュータをデータ通信路で繋ぎ合わせたものをコンピュータネットワークと呼ぶ。コンピュータネットワークにはその規模によって呼び方がいくつかある。教室内や建物内程度の規模のネットワークのことを(①)という。(①)よりも少し規模が大きくなり、建物間程度で構成されたネットワークを(②)という。これら(①)や(②)を相互接続して世界規模に広がったネットワークを(③)という。

【解答欄】

①		②		③	
---	--	---	--	---	--

問2 次のインターネットにおけるプロトコルの種類について、表を説明した文章の空欄を答えよ。

インターネットで通信を行う際に用いられるプロトコルは階層構造を持っている。まず、ケーブル端子の形状や電気信号の条件といった物理的電気的な規約などを定めたものが(①)層である。次に、ネットワークでデータをやりとりする際の経路などを定めたものがインターネット層である。その代表的なプロトコルが(②)である。その上でより確実にデータを相手に届けるための規約を定めたものが(③)層であり、TCPなどのプロトコルがある。そして各種のアプリケーションソフトウェアを利用するための規約を定めたものがアプリケーション層である。たとえばWEBページを閲覧する際には(④)というプロトコル、メールを送受信する際には(⑤)やPOPというプロトコルを用いる。

表1 インターネットにおけるプロトコルの種類

階層	TCP/IP のプロトコルの種類
アプリケーション層	(④)、(⑤)、POP
(③)層	TCP
インターネット層	(②)
(①)層	電気的な信号に関するもの

【解答欄】

①		②		③	
④		⑤			

(2) (1)の URL において「ac」と「jp」はそれぞれ何を表しているか答えよ。

【解答欄】

「ac」		「jp」	
------	--	------	--

問6 次の文を読んで正しいものには○、間違っているものについては×をつけよ。

- ① URL に対応するインターネット上の番地、例えば「133.11.200.31」の情報を管理し、外部からの問い合わせに回答するサーバを RGB サーバという。
- ② インターネットを介してデータを正確に、相手側に欠損なく送ることができるプロトコルを TCP という。
- ③ IPアドレスは1～2 5 6 までの数字をドットで4つに区切った形で表される。
- ④ WWW は「ワールドワイドウェブ」の略である。このワールドワイドウェブで使用されている各種技術の標準化を推進するために設立された団体の略称を W3C(ワールド・ワイド・ウェブ・コンソーシアム)という。

【解答欄】

①		②		③		④	
---	--	---	--	---	--	---	--

付録3: 研究1質問紙

あなたが今受講したオンデマンド講義（以下、講義）についての質問項目が並んでいます。選択式の質問に関しては、5段階、「1. 全くそう思わない」「2. あまりそう思わない」「3. どちらとも言えない」「4. ややそう思う」「5. とてもそう思う」の中で、最も一致する番号を選んで○を付けてください。

【質問項目】

1. 講義内容について理解できた。
2. 講義のレベルは自分に合っていた。
3. 教師の説明はわかりやすかった。
4. 教師の話し方は聞きやすかった。
5. 講義テーマに興味があった。

6. 講義テーマについてこれから学んでみたい。
7. 講義を集中して受講できた。
8. 講義を見て眼に疲労感を感じた。
9. 画面のちらつきが気になった。
10. 視聴をしている間、音声情報を重視した。

11. 音声情報を聞き取るのに苦労した。
12. 音声は聞きやすかった。
13. 視聴している間、視覚情報を重視した。
14. 文字情報を目で追うのに苦労した。
15. ディスプレイの映像は見やすかった。

16. 講義の再生スピードは速かった。
17. ゆっくり説明して欲しいところがあった。
18. 講義時間は適当であった。
19. 別のオンデマンド教材でもこの再生スピードで学習してみたい。
20. スライドと教師の顔、音声からなる講義方式は親しみやすかった。

21. スライドと教師の顔、音声からなる講義方式は新鮮だった。
22. スライドの文字量は少なかった。
23. スライドの図や表の数は多かった。
24. 講義中の教師の顔は見え方が良かった。
25. 講義は丁寧に進められていた。

1…全くそう思わない 2…あまりそう思わない 3…どちらでもない
4…ややそう思う 5…とてもそう思う

	[1番目の講義]					[2番目の講義]					[3番目の講義]				
	1	1.5	2	倍速		1	1.5	2	倍速		1	1.5	2	倍速	
1	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
11	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
13	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
14	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
15	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
17	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
18	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
21	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
22	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
23	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
24	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
25	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

氏名 _____

【受講してもらった3つの講義について】

1. 1番わかりやすかった講義は何倍速のものですか？ [1 1.5 2] 倍速
2. 1番見やすかった講義は何倍速のものですか？ [1 1.5 2] 倍速
3. 1番聞きやすかった講義は何倍速のものですか？ [1 1.5 2] 倍速
4. 1番集中できた講義は何倍速のものですか？ [1 1.5 2] 倍速
5. また受けたいと最も感じた講義は何倍速のものですか？ [1 1.5 2] 倍速

【実験全体を通して】

何か気がついたこと・コメント等、何でも良いのでお書きください。

この度は実験にご協力頂き、誠にありがとうございました。

付録4： 研究2質問紙

あなたが今受講したオンデマンド講義（以下、講義）についての質問項目が並んでいます。選択式の質問に関しては、5段階、「1. 全くそう思わない」「2. あまりそう思わない」「3. どちらとも言えない」「4. ややそう思う」「5. とてもそう思う」の中で、最も一致する番号を選んで○を付けてください。

【質問項目】

1. 講義内容について理解できた。
2. 講義のレベルは自分に合っていた。
3. 教師の説明はわかりやすかった。
4. 教師の話し方は聞きやすかった。
5. 講義テーマに興味があった。

6. 講義テーマについてこれから学んでみたい。
7. 講義を集中して受講できた。
8. 講義を見て眼に疲労感を感じた。
9. 画面のちらつきが気になった。
10. 視聴をしている間、音声情報を重視した。

11. 音声情報を聞き取るのに苦労した。
12. 音声は聞きやすかった。
13. 視聴している間、視覚情報を重視した。
14. 文字情報を目で追うのに苦労した。
15. ディスプレイの映像は見やすかった。

16. 講義の再生スピードは速かった。
17. ゆっくり説明して欲しいところがあった。
18. 講義時間は適当であった。
19. 別のオンデマンド教材でもこの再生スピードで学習してみたい。
20. スライドと教師の顔、音声からなる講義方式は親しみやすかった。

21. スライドと教師の顔、音声からなる講義方式は新鮮だった。
22. スライドの文字量は少なかった。
23. スライドの図や表の数は多かった。
24. 講義中の教師の顔は見える必要がなかった。
25. 講義は丁寧に進められていた。

1…全くそう思わない 2…あまりそう思わない 3…どちらでもない
 4…ややそう思う 5…とてもそう思う

	[1番目の講義]					[2番目の講義]					[3番目の講義]				
	1	1.5	2	倍速		1	1.5	2	倍速		1	1.5	2	倍速	
1	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
11	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
13	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
14	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
15	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
17	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
18	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
21	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
22	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
23	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
24	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
25	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

氏名 _____

付録5：研究3質問紙

あなたが今受講したオンデマンド講義（以下、講義）についての質問項目が並んでいます。選択式の質問に関しては、5段階、「1. 全くそう思わない」「2. あまりそう思わない」「3. どちらとも言えない」「4. ややそう思う」「5. とてもそう思う」の中で、最も一致する番号を選んで○を付けてください。

【質問項目】

1. 講義内容について理解できた
2. 講義のレベルは自分に合っていた
3. 講師の説明はわかりやすかった
4. 講師の話し方は聞きやすかった
5. 講義テーマに興味があった
6. 講義テーマについてこれから学んでみたい
7. 講義を集中して受講できた
8. 講義を見て眼に疲労感を感じた
9. 画面のちらつきが気になった
10. 視聴をしている間、音声情報を重視した
11. 音声情報を聞き取るのに苦労した
12. 音声は聞きやすかった
13. 視聴している間、視覚情報を重視した
14. 文字情報を目で追うのに苦労した
15. ディスプレイの映像は見やすかった
16. 講義の再生スピードは速かった
17. ゆっくり説明して欲しいところがあった
18. 講義時間は適当であった
19. 別のオンデマンド教材でもこの再生スピードで学習してみたい
20. スライドと講師の顔と字幕、音声からなる講義方式は親しみやすかった
21. スライドと講師の顔と字幕、音声からなる講義方式は新鮮だった
22. スライドの文字量は少なかった
23. スライドの図や表の数は多かった
24. 講義中の講師の顔は見える必要がなかった
25. 講義は丁寧に進められていた
26. 講義中はスライドに注目していた
27. 講義中は講師に注目していた
28. 講義中は字幕に注目していた
29. 講義映像のレイアウトは見やすかった
30. 字幕は講義内容の理解に役立った
31. 字幕は必要なかった

1…全くそう思わない 2…あまりそう思わない 3…どちらでもない
4…ややそう思う 5…とてもそう思う

	[1 番目の講義]					[2 番目の講義]				
	1 倍速 ・ 2 倍速					1 倍速 ・ 2 倍速				
1	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
11	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
13	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
14	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
15	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
16	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
17	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
18	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
19	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
21	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
22	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
23	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
24	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
25	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

氏名 _____

26	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>
27	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>
28	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>
29	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>
30	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>
31	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u>

【実験全体を通して】

何か気がついたこと・コメント等、何でも良いのでお書きください。

この度は実験にご協力頂き、誠にありがとうございました。

付録6: 研究3読み速度テスト・スクリプト

これから文章の読解課題に取り組んでいただきます。準備ができましたら、実験者にお知らせください。

合図とともに、画面上に高等学校情報科「情報化による生活の変化」に関する説明文が表示されます。以下の2点に注意して、読み進めてください。読み終えた際は挙手にて実験者にお知らせください。その後、簡単な確認テストにお答えいただきます。

- ① 読み飛ばし・ななめ読みは避けてください
- ② できるだけ速く読み進めるよう心掛けてください
- ③ 画面の拡大・縮小は避けてください

次ページから開始となります。合図とともに始めてください。



「情報化による生活の変化」～人にやさしい情報技術～

1. 情報バリアフリー

車椅子を使用する身体障がい者にとっては、例えば、歩道の段差や階段は乗り越えにくく、自力で生活することを妨げるバリア（障壁）となる。このような場合、階段の段差をなくすためにスロープを作るなどしてバリアを取り除くことをバリアフリーと呼んでいる。

高度情報通信社会において、障がい者や高齢者などが情報を送受信することは大切であるが、それを妨げるバリアはまだ多い。そのバリアを取り除くことを情報バリアフリーという。例えば、音声読み上げソフトウェアを使って、全盲の視覚障がい者が、「新聞や雑誌の文字が読み取れない」というバリアのある状態から、「新聞の Web サイトをリアルタイムに、一人で読むことができる」というバリアのない状態になることなどがあげられる。

2. ユニバーサルデザイン

高度情報通信社会では、利用者を限定しない物品やサービスのデザインが求められる。年齢や障がいの有無にかかわらず、すべての人にとって使いやすい製品や生活しやすい環境を設計することをユニバーサルデザインという。「バリアフリー」は「障壁を取り除く」という意味であるのに対し、ユニバーサルデザインは「はじめから障壁がないように設計する」という考え方である。

3. ユビキタスネットワーク社会

コンピュータの進展やネットワークの整備、ICT 利用環境の整備などにより、私たちの生活のあらゆる場面で、「いつでも、どこでも、誰でも、何でも」ネットワークを介して膨大な情報を自在にやり取りし、利用できるようになる、ユビキタスネットワーク社会が実現されようとしている。

ユビキタスネットワーク社会では、コンピュータの存在を意識することなく、子どもからお年寄りまで、誰でも簡単にコンピュータを利用できる環境になる。現在では、自動車や携帯電話、情報家電などあらゆるものに小さなコンピュータが組み込まれ、多くの商品に電子タグが付いている。これらのコンピュータどうしが連携しながら、ネットワークを介して動作することにより、私たちの生活を強力にサポートしてくれるようになる。また、誰でも簡単に ICT を利用でき、世代や地域を越えたコミュニケーションが盛んになり、人に優しい心と心の触れ合いが期待される。

4. ウェブアクセシビリティ

障がい者や高齢者など、心身の機能に制約のある人でも、Web ページで提供されている情報に問題なくアクセスし、利用できることをウェブアクセシビリティと呼ぶ。Web ページは、障がい者や高齢者にとっても重要な情報源であり、たくさんの利用者がいるが、実際には多くの Web ページにバリアがあり、そのページに書かれている内容さえ知るこ

とができないことも多い。

例えば、すべての利用者が同じブラウザを使っているわけではないということがあげられる。Web ページのテキスト文字を、コンピュータの音声で読み上げて聞いている人にとっては、そのことを考えて作られていないページの情報は正しく伝わらないことが多い。

また、すべての利用者が同じようなハードウェアを使っているわけではない点にも注意する必要がある。マウスが操作できないためキーボードだけ使っていたり、ほかの機器を使っていたりする場合もある。障がいや年齢、アクセス環境の違いに関係なく、誰でも同じように情報が得られるように配慮しなければならない。

以上で終了となります
挙手にてお知らせください

謝辞

本論文の遂行にあたり、大変多くの方にお世話になりました。ここに深く感謝申し上げます。

指導教員である森田裕介先生には、研究活動全般にわたり、格別なるご指導とご高配を頂きました。尊敬できる指導教員に出会い、その背中を追いながら、本論文に関連する研究活動を進めることができたことを大変嬉しく思い、深謝の意を表します。

ご多用の中、審査委員をお引き受けくださいました永岡慶三先生、向後千春先生、百瀬桂子先生には、本論文を作成するにあたり、貴重なご教示を賜りました。心より感謝申し上げます。また、早稲田大学人間科学学術院の先生方には、人間科学交流会といった研究交流の機会をはじめ、本論文を遂行するにあたり不可欠であった学際的な環境、および、貴重なご意見を賜りました。ありがとうございました。早稲田大学人間科学部でなければ、本論文が完成をみることはありませんでした。

日本教育工学会と IJEMT (International Journal for Educational Media and Technology) の皆様に感謝申し上げます。ご多用の中、拙論文の御査読を頂きましたことに、深く御礼を申し上げます。

森田研究室の先輩である瀬戸崎典夫先生、福山佑樹先生には、数多くのご示唆を賜りました。心より感謝申し上げます。

森田研究室の皆さまには、多くのご助言と励ましを頂きました。特に、野島健さんと菅野弘朗さんには、本論文を遂行する上で欠かせない尽力を賜りました。心より感謝申し上げます。

最後に本論文で実施した実験の参加者の皆さまに感謝を申し上げます。貴重なお時間を述べ 200 名以上の方に頂き、長時間にわたる実験に参加頂いたおかげで、本論文が完成したといっても過言ではありません。全ての方のお名前を挙げることはできませんが、深く御礼を申し上げます。