

中国人上級日本語学習者の文章聴解時における 図表情報の処理

—作動記憶容量と呈示タイミングを操作した実験的検討—

林 韻・唐 然¹・邵 雲彩¹

(2021年10月5日受理)

Visual Information Processing in L2 Listening Comprehension:
An Experimental Study Examining Working Memory Capacity and
Timing of Audiovisual Presentations

Yun Lin, Ran Tang¹ and Yuncai Shao¹

Abstract: In this study, we investigated the effects of individual differences in working memory (WM) capacity and the timing of the presentation of audiovisual information on the listening comprehension of L2 texts. In the experiment, an advanced class of Chinese learners of the Japanese language were separated into four groups according to their verbal and visuospatial WM capacities. Three texts were used as listening materials. Each text was auditorily presented with visual information (a graph) seven seconds ahead of, later, or simultaneously. The learners were required to complete false/true and free recall tests after they had listened to each text. We found that for learners with a high verbal WM capacity, the visuospatial WM capacity and the timing of the presentation of audiovisual information affected their comprehension and memory of the text. For example, in the false/true judgment test, which requires overall comprehension of the text, higher visuospatial WM capacity led to a higher correct rate; in the free recall test, which requires memory for details, learners with high visuospatial WM capacity had a higher correct recall rate when the visual material was presented ahead of the audio text than simultaneously. Those with low visuospatial WM capacity had a higher correct recall rate when visual information was presented simultaneously with the audio text than later. For learners with a low verbal WM capacity, the results of the two tests did not differ significantly. These results showed that the efficiency of the timing of the presentation of audiovisual information differed depending on the listener's WM capacity.

Key words: verbal working memory, visuospatial working memory, visual information, audio information, presentation timing

キーワード：言語性作動記憶、視空間作動記憶、図表情報、音声情報、呈示タイミング

1. はじめに

我々は文章を聴いて理解する際、次々と入ってきた音声情報を記憶・保持しておきながら、後続情報を聴

き進め、瞬時的な処理をしなければならない。それと同時に、聴いた文章内容の意味表象を心内に構築していく。聴解過程はこういった複雑な認知過程であるため、第二言語(second language: 以下、L2)学習者にとって難しいと考えられる。マルチメディアの発展に対応したL2の教育現場においては、聴解において

¹広島大学大学院人間社会科学研究科

重要な側面であると考えられている、視覚情報の効果が徐々に注目されるようになってきた(呉, 2016)。視覚情報を伴う聴解場面では、音声情報と視覚情報を統合的に処理する多重作業が求められる(e.g., 松見・徐・徐・楊・ジャ, 2018)。そこには、感覚モダリティが異なる情報の処理と保持という多重作業を支える認知システムである、作動記憶(working memory: 以下, WM)が関与すると考えられる(e.g., Schnotz & Bannert, 2003; Mayer, 2014)。

WMは、言語情報を処理・保持する言語性ワーキングメモリ(verbal working memory: 以下, VWM)と、イメージや位置情報を処理・保持する視空間性ワーキングメモリ(visuo-spatial working memory: 以下, VSWM)に大別できる(金田・李阪, 2007)。Baddeley (2000)のWMモデルでは、処理資源(processing resources)という、言語理解などの高次の認知的活動を遂行するための心的資源が想定され、その処理資源の容量はWM容量であると定義されている(松見, 2006)。

視覚情報を伴う聴解へのWMの関わり方について、VWMが文章の聴解過程に関与すること(e.g., Daneman & Carpenter, 1980; 前田, 2008)や、VSWMが文章理解における図表などの視覚情報の処理を担うことが指摘されている(e.g., Kruley, Sciamia, & Glenberg, 1994)。学習教材の視聴場面では、音声による言語情報と図表による視空間情報が同時に存在するゆえ、複数の感覚モダリティが働き、それらの処理効率に、学習者が持つVWMやVSWMの容量の個人差が関わると考えられる。

他方、学習教材の視聴場面において、学習者は一定時間内に言語情報と視空間情報の処理を行う必要があるため、文章内容の理解と記憶は、視聴覚情報の呈示タイミングによって異なることが示唆されている(Baggett, 1984; 中島・井上, 1993)。Baggett (1984)は、英語の母語(native language: first languageとほぼ同義とし、以下, L1)話者を対象に、映像情報と音声情報の呈示タイミングが叙事文の内容理解に及ぼす影響を調べた。その結果、視聴覚同時呈示条件及び視覚情報7秒先行呈示条件の成績が最も高かった。ただし、言語処理の自動性がL1話者ほど高くないL2学習者においても、同じ現象がみられるか否かについて、検討する余地がある。さらに、VWM・VSWM容量が異なる学習者では、時間的間隔が設けられた感覚モダリティの異なる情報を処理・統合する過程が異なる可能性も考えられる。

以上を踏まえ、本研究では、上級の中国人日本語学習者(以下、中国人学習者)を対象に、視覚情報を伴

う文章聴解において、VWM・VSWM容量の個人差と視聴覚情報の呈示タイミングが、文章の理解と記憶に及ぼす影響を検討する。

2. 先行研究の概観

2.1 聴解過程に関する先行研究

Anderson (1983)の聴解モデルによると、聴解過程は、知覚(perception)、解析(parsing)、利用(utilization)という3つの段階からなることが想定されている。知覚段階では、入力された音韻情報が一時的に保持される。解析段階では、単語の意味変換、文の統語解析がなされ、更に心的表象が構築される。利用段階では、前段階で形成された命題を聴き手が持っている背景知識と関連づけられる。

また、van Dijk & Kintsch (1983)の文章理解のモデルでは、文章理解時に構築される心的表象は、文の言葉遣いや統語構造の情報を正しく保持している水準である「表層的表象」(verbatim)、文章に明示的に含まれる命題によって構成される表象である「命題的テキストベース」(propositional textbase)、及び文章に明示的に記述されていることを読み手が自分の既有知識の元に作り上げた最も高次的な文章の心的表象である「状況モデル」(situation model)という3水準からなることが想定されている(中條, 2006)。

聴解においても、文章理解モデルで想定されるような心的表象が順に形成されると考えられる。すなわち、聴解過程において、聴き手は文章における言葉遣いや表現といった表層形式のままの保持から各文の抽象的な意味の保持を経て、状況モデルを構築していく。

2.2 聴解における視覚情報の効果

Ginther (2002)は、視覚情報の呈示を伴う場合、音声情報への理解が促進されるか否か、視覚情報の効果は音声刺激の種類によって異なるか否か、またその効果は学習者の習熟度に依存するか否かを調べるために、学習者の英語習熟度、材料の種類、視覚情報の呈示の有無、呈示する視覚情報のタイプを要因にして実験を行った。その結果、学習者の習熟度にかかわらず、講義を聴解材料とする場合、登場人物の静止画を呈示する「文脈条件」よりも、音声内容に関する写真、図表、絵を呈示する「内容条件」のほうが成績が高かった。また、「内容条件」において、視覚情報なし条件よりも、視覚情報あり条件のほうが成績が高かったのに対して、「文脈条件」において、視覚情報あり条件のほうが成績が低かった。すなわち、講義聴解において、文章内容と関連する「内容条件」のほうが、文章理解を促すことがわかった。以上を踏まえ、本研究で

は、聴覚材料と共に、学習者がL2の教育場面でよく遭遇する、聴解材料の内容を示す図表を視覚情報として呈示する。図表は文章に明記されている情報を視覚的・空間的配置によってまとめたものであるため、次々と入って消えていく音声情報への理解と保持に補助的に働き、テキストベースレベルの理解と記憶に促進効果をもたらすと考えられる。

2.3 視覚情報を伴う聴解と WM

視覚情報を伴う聴解において、言語情報の処理と保持、図表情報の解説と保持および処理済みの言語情報と図表情報の統合が求められる。このような一連の作業には、それぞれの感覚モダリティに対応する記憶装置である、WM が関わると考えられる。

Baddeley (2000) によると、WM は、中央制御部 (central executive) という1つのメインシステムと、音韻ループ (phonological loop)、視・空間スケッチパッド (visuo-spatial sketch pad)、エピソードバッファ (episodic buffer) という3つのサブシステムから構成されている。中央制御部は、注意の制御、処理資源の配分などの高次の認知活動を司り、下位システムを管理、制御する注意システムである。音韻ループは、会話や文章理解などの言語的情報を一時的に貯蔵するサブシステムであり、視・空間スケッチパッドは視覚イメージや物体の位置などの非言語的情報を一時的に貯蔵するサブシステムである (松見, 2006)。エピソードバッファはバインディング (binding) メカニズムとして機能し、各サブシステムや長期記憶 (long-term memory) からの情報を限られた数のエピソードに統合することが可能である (Baddeley, 2007)。

そして、中央制御部、音韻ループの働きを合わせたものがVWMとされ、中央制御部、視・空間スケッチパッドの働きを合わせたものがVSWMとされている (金田・苧阪, 2007; 湯澤・宮谷・中條・杉村・森田・水口, 2015)。

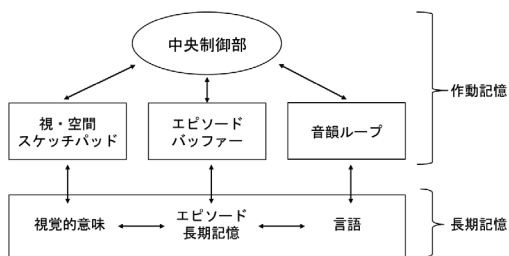


図1 Baddeleyの作動記憶モデル改訂版 (Baddeley, 2000を翻訳・一部改変; 松見, 2006より引用)

文章聴解へのVWMの関わり方について、VWM容量がL1とL2の聴解力に寄与することが多くの先行研究によって明らかにされている (e.g., Daneman & Carpenter, 1980; 前田, 2008)。Daneman & Carpenter (1980) は、英語L1話者を対象とし、聴解力とVWM容量の関係を検討した。リスニングスパンテスト (Listening Span Test: 以下, LST) と理解テストの成績との間に強い正の相関がみられた結果から、VWM容量がL1の聴解力に大きく関与することが示唆された。前田 (2008) は、中上級の中国人学習者を対象に、聴解テストの成績を目的変数とし、学習者の言語力としての語彙力と文法力、および認知能力としての問題解決能力とVWM容量を説明変数として、重回帰分析を行い、L2としての日本語の聴解力を予測する要因を調べた。その結果、L2としての日本語の聴解力には語彙力との関連が強く、VWM容量が関わる可能性も認められた。

一方、視覚情報を伴う文章理解へのVSWMの働きについて、Gyselinck, Cornoldi, Dubois, De Beni, & Ehrlich (2002) は、二重課題法 (dual task) を用いて検討した。実験では、図を伴う説明文と図を伴わない説明文が材料として用いられた。文章内容に関する言い替え問題と推論問題における正答率を分析した結果、図による促進効果が二重課題である空間的タッピング課題の遂行によって解消された。さらに、Digit span testによって測定された言語処理能力が同じレベルである聴き手では、Corsi test (Corsi, 1972) を用いて測定されたVSWM容量の大小によって、空間的タッピング課題による妨害の生じ方が異なった。具体的には、VSWM容量が大きい聴き手において、空間的タッピングの遂行が図を伴わない文章の理解に影響を及ぼさなかったが、図を伴う文章の理解を強く妨害した。一方、VSWM容量が小さい聴き手において、図の有無にかかわらず、空間的タッピングによる影響がみられなかった。これらの結果から、VSWMが図を伴う文章理解に関与するが、その程度がVSWM容量の個人差によって異なることが明らかになった。しかし、言語処理の自動性がL1話者ほど高くないL2学習者において、連続的に入力された音声情報の処理が求められるL2聴解の場合、VSWMの働き方が、聴解力と関与するVWM容量によって異なる可能性があると考えられる。

2.4 情報の呈示タイミングが文章理解に与える影響

Baggett (1984) は、L1話者を対象に、視覚呈示された映像情報と聴覚呈示された言語情報の間の時間的間隔を操作し、呈示タイミングの違いが内容の記憶と理解に及ぼす影響を調べた。具体的には、視覚情報先

行呈示（それぞれ21秒、14秒、7秒）、視覚・聴覚同時呈示、聴覚情報先行呈示（それぞれ7秒、14秒、21秒）という7つの呈示条件を設定し、直後テストと7日後の遅延テストにおいて、呈示内容に関する記憶と理解を測定した。その結果、直後テストと遅延テストの両方において、視覚・聴覚同時呈示条件及び視覚情報7秒先行呈示条件のほうが、他の呈示条件より成績が高い結果がみられた。L1話者の場合、視覚・聴覚同時呈示或いは視覚情報先行呈示のほうが、理解と記憶が促進されることがわかった。

松見他（2018）は、中国人上級学習者を対象に、プレゼンテーションを理解する際に、図表情報がどのように処理されるかを、視聴覚情報の呈示タイミングを操作して検討した。呈示情報の全体的な理解と記憶を測る正誤判断テストにおいて、呈示タイミングの違いによる成績の差がなかったのに対して、詳細情報の理解と記憶を測る筆記自由再生テストにおいて、視覚情報先行呈示条件より、視覚・音声同時呈示条件のほうが成績が高かった。学習者がプレゼンテーションを聴く際に、詳細情報の理解と記憶が求められる場合は、文章の視覚情報と音声情報が同時に呈示されたほうがより適切であることがわかった。以上の先行研究から、視聴覚情報の呈示タイミングが文章理解に影響を及ぼすと言える。しかし、聴き手における、言語情報・図表情報の保持と処理に関わるVWM容量・VSWM容量の個人差によって、上記と異なる結果がみられる可能性がある。したがって、WM容量を個人差要因とした更なる検討が必要である。

視覚情報を伴うL2の文章聴解では、学習者の持つVWM・VSWM容量の個人差と、視聴覚情報の呈示タイミングが文章内容の理解と記憶に影響を及ぼす可能性が考えられる。本研究ではこれらを検討課題とし、その解答を実験的に導いていく。

3. 本研究の目的と仮説

3.1 本研究の目的

本研究は、中国人上級学習者を対象とし、図表を伴う説明文の聴解において、WM容量の個人差と視聴覚情報の呈示タイミングが、文章内容の理解と記憶にどのような影響を及ぼすのかを検討する。

3.2 仮説

Paivio(1971)の二重符号化理論(dual coding theory)によると、人間の情報処理システムには、2つの独立した、相互に連結しているシステムがある。すなわち、音声や文字などの言語情報を扱う言語システムと、イメージなどの感覚情報を扱う非言語システムである。

二重符号化理論を踏まえるならば、視覚情報を伴う聴解において、聴覚呈示による言語情報と視覚呈示された図表情報が「二重に」符号化されるため、文章内容の理解と記憶が促されると考えられる。ただし、呈示タイミングが異なる聴覚・視覚情報に対しては、各情報を処理・統合する過程も異なると考えられる。

図表先行条件では、VSWMの働きによって先行呈示された図表情報を解説・記憶し、後続の言語情報と統合するという認知過程が想定される。そのため、視覚情報をより効率よく処理・保持することができる、VSWM容量の大きい学習者のほうが成績が高くなる可能性が高い。

音声先行条件では、VWMの働きによって先行呈示された音声情報を処理し、文章内容のテーマを把握してから後続の図表情報と統合する認知過程が想定される。そのため、言語情報を保持・処理する効率が比較的低いVWM容量の小さい学習者のほうが成績が高くなる可能性が高い。

同時呈示条件では、音声情報と図表情報の並行処理に対して、処理資源をVWMとVSWMの両方に適切に配分することが求められるため、VWM容量が小さく、かつVSWM容量も小さい学習者では、却って文章内容の意味処理に認知的負荷がかかり、音声情報と図表情報の両方の処理が難しくなる可能性が高い。

以上に基づき、本研究では、以下のように仮説を立てる。

3.2.1 正誤判断テストの結果に関する仮説

全体的な意味理解が求められる正誤判断テストにおいて、言語処理の効率がより高いVWM容量が大きい学習者では、VSWM容量および呈示タイミングによる正答率の差はみられないだろう（仮説1-1）。

一方、言語処理の効率がそれほど高くないVWM容量が小さい学習者では、図表情報の呈示によって全体的な意味理解が促進され、視聴覚情報の呈示タイミングにかかわらず、VSWM容量が大きい学習者のほうがそれが小さい学習者よりも正答率が高いだろう（仮説2-1）。また、VSWM容量が大きい学習者では、音声情報あるいは図表情報の先行呈示によって内容理解が促され、正答率が同時呈示条件よりも高くなるだろう（仮説2-2）。VSWM容量が小さい学習者では、言語情報と図表情報の並行処理が難しく、音声情報の先行呈示によって文章のテーマを一定程度に把握でき、全体的な意味理解にかかる認知負担を減らすことが考えられる。そのため、音声先行条件における正答率が最も高いだろう（仮説2-3）。

3.2.2 筆記自由再生テストの結果に関する仮説

Clark (1978) では、記憶検索において、同時に引

き出せる記憶情報の量が多いほど、また質的に豊かなほど、検索が容易になることが指摘されている。図表は視覚・空間的配置によって、音声内容における重要情報をまとめて表しているものであるため、図表そのもののイメージ表象あるいは対応する言語表象が形成されると考えられる。したがって、VWM容量が大きい学習者において、VSWM容量が大きい学習者のほうが、それが小さい学習者よりも図表情報を効率よく処理・保持できるため、細部情報までの理解と記憶を測る筆記自由再生テストにおいて、処理・保持した図表情報を検索手がかりとして利用し、正再生率が高くなるだろう（仮説3-1）。また、VSWM容量の大小にかかわらず、図表情報の呈示時間が最も長い図表先行条件の成績が最も高いだろう（仮説3-2）。

一方、L2学習者では、聴解時に音声情報に注意が向けられ、視覚情報が補助の情報としての役割を果たしていること（松見他, 2018）から、VWM容量が小さい学習者においても、VSWM容量が大きい学習者のほうが、それが小さい学習者よりも正再生率が高いだろう（仮説4-1）。また、VSWM容量が大きい学習者では、音声情報を先行呈示により、文章のテーマを把握することができ、文章内容の全体理解にかかる認知負担が減少されるため、図表が後続的に視覚呈示される際に、処理資源を更に図表情報の解説・記憶に配分できる。したがって、音声先行条件における正再生率が最も高いだろう（仮説4-2）。VSWM容量が小さい学習者では、言語情報と図表情報の並行処理が難しく、言語情報と図表情報の細部までの処理に至らない可能性があるため、細部情報の再生が求められる場合、呈示タイミングによる正再生率の差がみられないだろう（仮説4-3）。

4. 方法

4.1 実験参加者

中国人上級学習者48名であった。全員が日本語能力試験N1を取得していた。日本語の学習歴は平均6.0年であり、日本での滞在歴は平均2.9年であった。

4.2 実験計画

2×3の2要因計画を用いた。第1の要因は、VSWM容量であり、大と小の2水準であった。第2の要因は、視聴覚情報の呈示タイミングであり、図表先行、音声先行、同時呈示の3水準であった。第1要因は参加者間変数であり、第2要因は参加者内変数であった。本実験では、VWM容量の大小については、それぞれの条件において、上記の要因計画による分析を行い、VWM容量とVSWM容量の関係性に基づい

て仮説を検証した。

4.3 実験材料

4.3.1 聴解課題の文章

本実験で用いた材料は、『日本語聴読解トレーニング新傾向日本留学試験対応』（愛知国際学院, 2006）および『聴くトレーニング“聴解・聴読解”基礎編 日本留学試験対応』（澁川・坂野・宮本, 2006）から、図表（グラフ）を伴う聴読解文章をそれぞれ2本、1本抜粋し、編集したものであった。文章は日本語L1話者によって録音され、聴解材料として用いられた。文章の文字数はそれぞれ236字、237字、239字であり、音声は1分程度であった。jReadability（日本語文章難易度判別システム）で難易度を判定したところ、1つは「中級前半・普通」であり、2つは「中級後半・やや難しい」であった。文章の一部を表1に示し、図表情報を図2に示す。

表1 聴解文章の一部

ある研究所が日本と外国で高校生に関する調査をしました。まず、驚いたのは、日本は「学校以外はほとんど勉強しない」割合が高いことです。日本は塾などが多く、学校以外でよく勉強しているようなイメージがありますが、実際には違います。…（以下、省略）

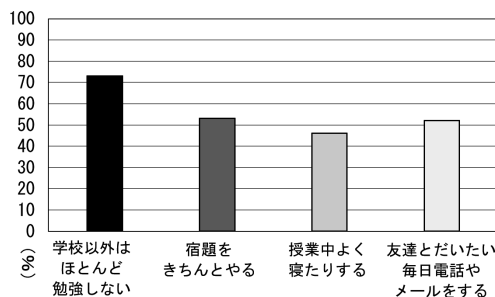


図2 図表情報の例

4.3.2 正誤判断テスト

文章の全体的な意味理解を測定するために、正誤判断テストを作成した。内訳として、文章内容に一致する問題と一致しない問題を合わせて5問が設けられた。参加者は、先ほど聴いた内容と合っているものには「○」を、違っているものには「×」を書くように求められた。正誤判断テストの質問例を表2に示す。

表2 正誤判断テストの質問例

- (1) この調査は日本と外国の中学生と高校生を対象としました。
- (2) 日本では学校以外はほとんど勉強しない高校生が多いです。

4.3.3 筆記自由再生テスト

文章の細部までの理解と記憶を測定するために、中国語による筆記自由再生テストを設けた。参加者は先ほど聴いた内容を思い出せる限り、できるだけ多く正確に、中国語で書き出すように求められた。

4.3.4 リスニングスパンテスト

VWM 容量を測るために日本語学習者用 LST (松見・福田・古本・邸, 2009) を用いた。LST は 2 文条件から 5 文条件までであり、各条件に 3 つのセットがある。参加者は、セットごとに、聴覚呈示される各文を聴いて即座に真偽判断をしながら、各文の先頭語を記憶し、すべての文を聴き終わった後にそれらの単語を再生することが求められた。

4.3.5 Corsi test

VSWM 容量を測るために Corsi test が用いられた。Corsi test では、コンピューター画面上に 9 つの四角形が位置的にランダムに視覚呈示され、ターゲットが 1 つずつ順番に光る。ターゲット系列の呈示終了後に、参加者は光った四角形の位置と順番通りの系列再生が求められた。

4.4 使用機器

音声及び図表の呈示にはパーソナルコンピューター (Microsoft Surface) を用いた。

4.5 手続き

実験は、聴解課題、LST、Corsi Test の順に個別形式で行った。聴解課題では、文章材料の聴解後に、筆記自由再生テストと正誤判断テストが実施された。聴解課題の前に参加者に、「今から聴解のテストを行います。聴解後に文章内容に関するテストがあります。3 つの文章はそれぞれ、音声先行呈示、図表先行呈示、同時呈示の 3 条件のいずれかで呈示されます。聴く途中、メモを取らないでください。実験中に画面をしっかりと見てください。」という教示を与えた。Baggett (1984) を参考に、図表先行条件と音声先行条件ともに、先行情報と後続情報の間に 7 秒の時間的間隔を設けた。

4.6 分析方法

筆記自由再生テストの採点については、文章のアイデアユニット (Idea Unit: 以下、IU) 総数を指標として評価した。邑本 (1992) の基準に従い、3 つの文章をそれぞれ、9、10、10 の IU に分けた。中国語による再生の意味が原文の IU と一致する場合は 1 点を与え、一致しない場合は 0 点を与え、部分的に正しい場合は 0.5 を与え、正再生率を算出した。

正誤判断テストでは、各質問を 1 点とし、5 点満点で採点し、正答率を算出した。

5. 結果

5.1 各グループの VWM 容量と VSWM 容量の成績

LST の得点と Corsi Test の得点に基づき、群分けを行った。LST の平均得点は 3.15 であった。LST の得点が 3.5 以上の参加者 (24 名) を VWM 容量の大群 ($M=3.94$, $SD=0.36$)、3 点以下の参加者 (24 名) を VWM 容量の小群 ($M=2.35$, $SD=0.44$) とした。LST 得点について両群間で t 検定を行った結果、VWM 容量の大群は小群よりも平均得点が有意に高いことがわかった ($t(46)=13.24$, $p<.001$, $r=.89$)。同様な方法を用い、VWM 容量の大群と小群のそれぞれにおいて、Corsi Test の得点によって、VSWM 容量の大群と小群を分けた。4 つのグループにおける VWM 容量、VSWM 容量の平均得点と標準偏差を表 3 に示す。

表 3 VWM・VSWM 容量の大小の組み合わせにおける人数と成績

| | VWM 大・VSWM 大 | VWM 大・VSWM 小 | VWM 小・VSWM 大 | VWM 小・VSWM 小 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 人数 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| VWM M (SD) | 4.00 (.46) | 3.88 (.22) | 2.42 (.40) | 2.29 (.48) |
| VSWM M (SD) | 6.67 (.62) | 4.42 (.64) | 6.50 (.76) | 4.58 (.64) |

5.2 正誤判断テスト

正誤判断テストの正答率について、VWM 容量の大群と小群のそれぞれにおいて VSWM 容量×視聴覚情報の呈示タイミングの 2 要因分散分析を行った。

VWM 容量の大群では、VSWM 容量の主効果が有意であり ($F(1,22)=5.99$, $p=.023$, $\eta^2=.07$)、視聴覚情報の呈示タイミングにかかわらず、VSWM 容量の大群は小群よりも成績が高かった。視聴覚情報の呈示タイミングの主効果 ($F(2,44)=0.96$, $p=.390$, $\eta^2=.03$) と VSWM 容量×視聴覚情報の呈示タイミングの交互作用 ($F(2,44)=0.14$, $p=.872$, $\eta^2<.01$) は有意ではなかった。

VWM 容量の小群では、VSWM 容量の主効果 ($F(1,22)=0.16$, $p=.695$, $\eta^2<.01$)、視聴覚情報の呈示タイミングの主効果 ($F(2,44)=0.11$, $p=.895$, $\eta^2<.01$)、および VSWM 容量×視聴覚情報の呈示タイミングの交互作用 ($F(2,44)=0.11$, $p=.895$, $\eta^2<.01$) はいずれも有意ではなかった。

VWM 容量の大群と小群における正誤判断テストの平均正答率と標準偏差を図 3、図 4 に示す。

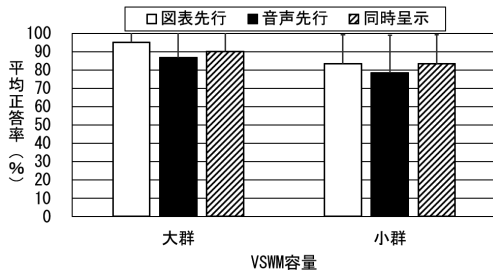


図3 VSWM容量の大群における正誤判断テストの平均正答率と標準偏差

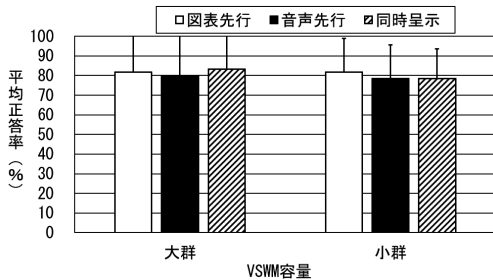


図4 VSWM容量の小群における正誤判断テストの平均正答率と標準偏差

5.3 筆記自由再生テスト

筆記自由再生テストの正再生率について、VWM容量の大群と小群のそれぞれにおいてVSWM容量×視聴覚情報の呈示タイミングの2要因分散分析を行った。

VWM容量の大群では、視聴覚情報の呈示タイミングの主効果が有意傾向であった ($F(2,44)=2.49, p=.094, \eta^2=.03$)。試みにRyan法による多重比較を行った結果、図表先行条件の方が音声先行条件よりも成績が高いこと ($t(44)=2.20, p=.033, r=.32$)、図表先行条件と同時呈示条件の間に差がないこと ($t(44)=0.77, p=.443, r=.12$)、音声先行条件と同時呈示条件の間に差がないこと ($t(44)=1.43, p=.161, r=.21$) がわかった。VSWM容量×視聴覚情報の呈示タイミングの交互作用も有意であり ($F(2,44)=4.28, p=.020, \eta^2=.05$)、単純主効果の検定および多重比較を行った結果、以下のことがわかった。VSWM容量の大群では、図表先行条件の方が同時呈示条件よりも成績が高かった ($F(2,44)=3.06, p=.057, \eta^2=.04$)。VSWM容量の小群では、同時呈示条件の方が音声先行条件よりも成績が高かった ($F(2,44)=3.72, p=.032, \eta^2=.04$)。一方、VSWM容量の主効果は有意ではなかった ($F(1,22)=0.10, p=.750, \eta^2<.01$)。

VWM容量の小群では、VSWM容量の主効果 ($F(1,22)=1.76, p=.198, \eta^2=.04$)、視聴覚情報の呈示

タイミングの主効果 ($F(2,44)=0.67, p=.519, \eta^2=.01$)、およびVSWM容量×視聴覚情報の呈示タイミングの交互作用 ($F(2,44)=0.54, p=.588, \eta^2=.01$) はいずれも有意ではなかった。

VWM容量の大群と小群における筆記自由再生テストの平均正再生率と標準偏差を図5、図6に示す。

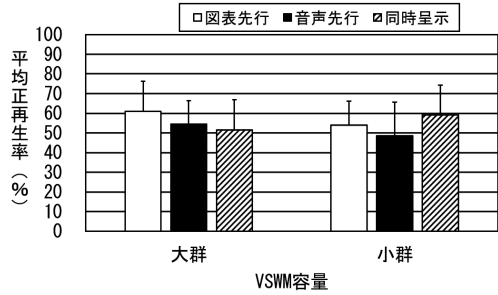


図5 VSWM容量の大群における筆記自由再生テストの平均正再生率と標準偏差

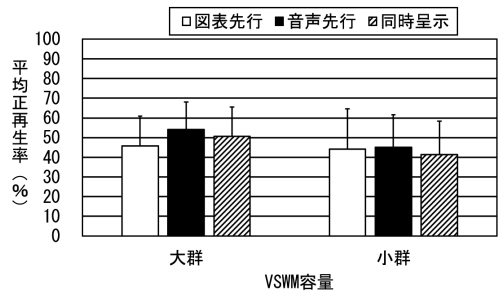


図6 VSWM容量の小群における筆記自由再生テストの平均正再生率と標準偏差

6. 考察

6.1 正誤判断テストについて

文章の全体的な意味理解が求められる正誤判断テストにおいて、VWM容量が大きい学習者では、VSWMの大群のほうが小群よりも正答率が高かった。仮説1-1が支持されなかった。言語処理の効率性がより高いVWM容量が大きい学習者では、全体的な意味理解において、文章内容を一定程度に把握することを前提に、VSWMの機能によって図表情報を補助的に活用しながら意味理解を進めると想定するならば、VSWM容量が大きい学習者のほうが、図表情報の呈示によって文章理解が促されたと考えられる。

VWM容量が小さい学習者の場合、VSWM容量と視聴覚情報の呈示タイミングによる成績の違いがみら

れなかったため、仮説2-1、仮説2-2、仮説2-3のいずれも支持されなかった。仮説2-1では、VSWM容量の大きい学習者はそれが小さい学習者よりも正答率が高いと予測されたが、実際にVSWM容量による成績の差はなかった。これは、VWM容量が小さい学習者は、言語情報の処理・保持に集中し、図表情報を並行して利用することが難しかったためだと考えられる。仮説2-2と仮説2-3では、VSWM容量の大小によって、視聴覚情報の呈示タイミングによる影響の出方が異なると予測されたが、実際にVSWM容量の大小にかかわらず、呈示タイミングによる成績の差はなかった。VWM容量が小さく、VSWM容量が大きい学習者の場合、図表先行呈示条件と同時呈示条件の間に正答率の差がなかったことについて、図表から読み取れた文章内容に関する重要情報と後続呈示する音声情報を効率よく統合できなかった可能性が考えられる。VSWM容量にかかわらず、音声先行呈示と他の条件の間に成績の差がみられなかったのは、先行情報と後続情報の間の時間間隔が短かったためだと考えられる。本実験では、先行情報と後続情報の間に7秒の時間間隔を設定した。音声情報の先行呈示によって、学習者が文章のテーマをある程度把握し、より効率的な意味理解に繋がることができると予測されたが、実際に7秒で流された音声情報は、文章全体の意味理解にかかる認知負担を減らすほど、情報量が豊かではなかったと推察される。

6.2 筆記自由再生テストについて

文章の詳細情報の理解と記憶が求められる筆記自由再生テストにおいて、VWM容量が大きい学習者では、VSWM容量の違いによる成績の差がみられなかった。仮説3-1が支持されなかった。筆記自由再生テストにおける正再生率はIU総数を指標にして評価されたため、学習者が図表に示されていない情報を再生する際、保持された図表情報を検索手がかりとして利用できず、VWMの働きによる言語的記憶のほうに依存するため、記憶成績が同程度であったと解釈できる。正誤判断テストにおける正答率において、VSWM容量の主効果がみられた結果と合わせて考えると、言語処理の効率性が比較的に高く、文章内容の意味理解を一定程度に把握できるVWM容量が大きい学習者にとって、図表情報の呈示が、文章内容の細部情報までの記憶よりも、図表に明示された重要情報を含めた文章全体の理解と記憶を深める可能性が高いと考えられる。

また、VSWM容量の大小にかかわらず、図表先行呈示条件における正再生率が最も高かった結果から、仮説3-2が支持されたとと言える。一方、VSWM容量×視聴覚情報の呈示タイミングの交互作用もみられ、

VSWM容量が大きい学習者では、図表先行呈示条件のほうが同時呈示条件よりも正再生率が高く、VSWM容量が小さい学習者では、同時呈示条件のほうが音声先行呈示条件よりも正再生率が高かった。図表の呈示時間が音声先行条件、同時呈示条件、図表先行条件の順に長くなることを踏まえるならば、VSWM容量の大小に応じた図表の呈示タイミングが、文章内容の記憶を左右する要因になりえると言える。図表の呈示時間が長ければ長いほど、文章内容に関する記憶痕跡が豊かになり、より多くかつ正しく再生することができると考えられる。

VWM容量が小さい学習者では、VSWM容量および視聴覚情報の呈示タイミングによる正再生率の差がみられなかったため、仮説4-1、仮説4-2が支持されず、仮説4-3が支持されたとと言える。図表を伴う視聴場面において、VWM容量の小群では、VSWM容量にかかわらず、言語理解を保証するため、文章理解のベースになる聴覚呈示による言語情報により多くの処理資源を配分し、VSWMよりもVWMの方が機能し、視聴覚情報の呈示タイミングによる成績の差がみられなかったと考えられる。

7. おわりに

本研究では、中国人上級学習者を対象とし、図表を伴う説明文の聴解において、VWM・VSWM容量の個人差と視聴覚情報の呈示タイミングが文章の内容理解と記憶に及ぼす影響を検討した。その結果、VWM容量が大きい学習者では、VSWM容量の大小や視聴覚情報の呈示タイミングが文章の理解と記憶に影響を及ぼすが、VWM容量が小さい学習者では、VSWM容量の大小や視聴覚情報の呈示タイミングが、文章の理解と記憶に影響を及ぼさないことが示された。

本研究の結果から、授業者が視覚教材を使って口頭説明を行う際は、学習者のWM容量の個人差に応じて、教材呈示のタイミングを工夫することが重要であると言える。今後の課題として、文章材料および視覚情報の種類が異なる視聴覚場面に着目した検討が挙げられる。特に、VWM容量が小さい学習者にとって、視覚情報の呈示タイミング、呈示時間および種類をどのように工夫すれば理解を促すことに繋がるのかを検討する必要がある。また、言語情報処理の自動性が上級学習者よりも相対的に低い中級の学習者を対象とした検討も重要であろう。

【引用文献】

- 愛知国際学院 (2006). 『日本語聴読解トレーニング新傾向日本留学試験対応』 愛知国際学院日本留学試験研究会
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2007). Working Memory, Thought and Action. Oxford University Press. (井関龍太・齊藤智・川崎恵理子 [訳] (2012). 『ワーキングメモリ：思考と行為の心理学的基盤』, 誠信書房)
- Baggett, P. (1984). Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media associations. *Journal of Educational Psychology*, 76 (3), 408-417.
- 中條和光 (2006). 「文章の理解」 縫部義憲 (監修)・迫田久美子 (編著) 『講座・日本語教育学 第3巻 言語学習の心理』 第3章 (pp. 184-209), スリーエーネットワーク
- Clark, R.L. (1978). Media, mental imagery, and memory. *Education Communication and Technology Journal*, 26 (4), 355-363.
- Corsi, P. M. (1972). *Human memory and the medial temporal region of the brain*. Doctoral Thesis at McGill University (Canada).
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Ginther, A. (2002). Context and content visuals and performance on listening comprehension stimuli. *Language Testing*, 19 (2), 133-167.
- Gyselinck, V., Cornoldi, C., Dubois, V., De Beni, R., & Ehrlich, M.-F. (2002). Visuospatial memory and phonological loop in learning from multimedia. *Applied Cognitive Psychology*, 16, 665-685.
- 金田みずき・菅坂直行 (2007). 「言語性ワーキングメモリと長期記憶情報とのかわりにおける実行系機能の役割」 『心理学研究』 78 (3), 235-243.
- Krueley, P., Sciamia, S. C., & Glenberg, A. M. (1994). On-line processing of textual illustrations in the visuospatial sketchpad: Evidence from dual-task studies. *Memory and Cognition*, 22, 261-272.
- 前田由樹 (2008). 「中・上級日本語学習者の聴解力を予測する要因—語彙力, 文法力, 問題解決能力, 作動記憶容量の視点から—」 『広島大学大学院教育学研究科紀要第二部 (文化教育開発関連領域)』 57, 237-244.
- 松見法男 (2006). 「言語学習と記憶」 縫部義憲 (監修)・迫田久美子 (編著) 『講座・日本語教育学 第3巻 言語学習の心理』 第3章 (pp. 128-160), スリーエーネットワーク
- 松見法男・福田倫子・古本裕美・邱 兪琰 (2009). 「日本語学習者用リスニングスパンテストの開発—台湾人日本語学習者を対象とした信頼性と妥当性の検討—」 『日本語教育』 141, 68-78.
- 松見法男・徐 婕・徐 暢・楊 潔氷・ジャ ブルブル (2018). 「中国人上級日本語学習者のプレゼンテーション理解時における視覚情報の処理—視覚情報の呈示タイミングと種類を操作した実験的検討—」 『広島大学大学院教育学研究科紀要 第二部 (文化教育開発関連領域)』 67, 147-153.
- Mayer, R. E. (2014). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 43-71). Cambridge University Press.
- 邑本俊亮 (1992). 「要約文章の多様化—要約産出方略と要約文章の良さについての検討—」 『教育心理学研究』 40 (2), 213-223.
- 中島義明・井上雅勝 (1997). 「映像の心理学：実践場面における映像の効果」 『大阪大学人間科学部紀要』 19, 1-26.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and Verbal Processes*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13, 141-156.
- 澁川 晶・坂野加代子・宮本典以子 (2006). 『聴くトレーニング“聴解・聴読解”基礎編 日本留学試験対応』 スリーエーネットワーク
- Van Dijk, T. A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. New York: Academic Press.
- 呉 佳穎 (2016). 「聴解への視覚情報の効果に関する第二言語習得研究の展望」 『日本語研究』 36, 97-110.
- 湯澤正通・宮谷真人・中條和光・杉村伸一郎・森田愛子・水口啓吾 (2015). 「子どもの学び支援プロジェクト：ウェブを通じたワーキングメモリアセスメントと学習支援システムの構築」 『広島大学大学院教育学研究科共同研究プロジェクト報告書』 13, 37-43. (主任指導教員 松見法男)