

# 第二言語としての日本語の文章聴解における 視空間作動記憶の働き

— 空間的タッピング課題を用いた実験的検討 —

林 韻  
(2020年10月5日受理)

Visuo-spatial Working Memory and Processing of Auditorily Presented Articles  
by Chinese Learners of Japanese Language:  
An Experimental Analysis Using Spatial Tapping Task

Yun Lin

**Abstract:** The purpose of this study is to investigate whether visuo-spatial working memory (WM) is involved in the processing of spatial passages auditorily presented to the Chinese advanced learners of Japanese language. In the experiments, the participants' verbal WM capacity was manipulated as an independent variable. Spatial tapping tasks, divided as simple tapping task and target tracking task, were used to detect how visuo-spatial WM behaves during listening comprehension. Nonspatial and spatial texts were used as listening materials in experiments. Free-recall task and true/false judgment test were used to check the comprehension and memorization of the texts. As a result, it was found that participants with higher verbal WM capacity had better performance to memorize the information presented in both texts. Further, only the interference effect of target tracking task on the spatial text was observed, suggesting that visuo-spatial WM is only involved in the process of text comprehension and memorization when spatial information is involved. The interference effect of target tracking task and better performance of higher verbal WM capacity participants emphasize the possibility that during the processing of second language listening comprehension, image is generated only after the verbal information processing has been completed, via the function of visuo-spatial sketchpad and central executive, and used in the parsing and utilization.

Key words: learners of Japanese language, listening comprehension, visuo-spatial working memory, spatial tapping task

キーワード：日本語学習者、聴解、視空間作動記憶、空間的タッピング課題

## 1. はじめに

---

本論文は、課程博士候補論文を構成する論文の一部として、以下の審査委員により審査を受けた。

審査委員：松本法男（主任指導教員）、松本仁志、  
宮谷真人

聴解は日常のコミュニケーションを支える重要な言語活動であり、複雑な認知過程でもある。我々が次々と入ってくる言語情報を聴いて理解する時は、音声情報の処理と、処理済みの言語情報に基づいた意味表象の構築・保持という並行作業が求められる。特に、時

間・場所のアナウンスや他人からの道案内のような、視空間的情報が含まれる内容を聴く場合は、聴き手にとって認知的負荷がさらに高まる。このような場合は、頭の中で地図を描くように、視空間的にイメージ化された意味表象の構築が求められるからである。聴き手は、保持情報と入力情報の干渉を防ぎ、より効率的に情報を処理・記憶するために、言語情報を処理しながらイメージ表象への符号化も行うことが考えられる。その際に、言語情報とイメージ情報の処理・保持という並行作業が行われる作業場が、作動記憶 (working memory, 以下, WM) である。

WM とは、必要な情報を一時的に保持しながら、同時に他の情報を処理するという二重並行課題を支えるシステムである (三宅・斎藤, 2001)。WM はさらに、言語情報を処理・保持する言語性 WM (verbal working memory) と、イメージや位置情報を処理・保持する視空間 WM (visuo-spatial working memory) に大別できる (金田・苧阪, 2007)。聴解への WM のかわり方については、言語性 WM 容量が、母語 (native language: first language とほぼ同義とし, 以下, L1) と第二言語 (second language, 以下, L2) の聴解過程に大きく関与していることが明らかにされている (e.g., Daneman & Carpenter, 1980; 前田, 2008)。一方, L1聴解において、視空間 WM が、視空間的情報を含む文章における空間的状況モデルの構築に重要な役割を果たすことが示されている (e.g., Brunyé & Taylor, 2008; De Beni, Pazzaglia, Gyselinck, & Meneghetti, 2005)。

しかし、L2聴解における視空間 WM の働きを扱った研究はまだ少なく、未解明な点が多い。言語処理の自動性が高い L1話者では、言語情報の処理とイメージ表象の形成がほぼ同時的であると考えられる。これに対し、言語処理の自動性が L1話者ほど高くない L2学習者では、言語情報の処理とイメージ表象の形成が継時的であると考えられる。L2学習者の聴解において、イメージの操作を担う視空間 WM はどのように機能するのであろうか。本研究では、この問題を扱い、L2聴解における視空間 WM の働きを検討する。

## 2. 先行研究の概観

### 2.1. 文章聴解の過程に関する先行研究

聴解の過程について、Anderson (1983) は 3 段階モデルを提唱している。第 1 段階は知覚 (perception) であり、入力情報の一時的な保持段階である。第 2 段階は解析 (parsing) であり、単語が意味に変換されて統語解析が行われ、意味のある命題表象が形成され

る段階である。第 3 段階は利用 (utilization) であり、命題表象が聴き手の既有知識と関連付けられ、統合される段階である。

van Dijk & Kintsch (1983) は、文章の記憶表象は、逐語的表層 (verbatim), 命題的テキストベース (propositional textbase), 状況モデル (situation model) という 3 つの水準で構成されると主張している。逐語的表層とは、文章中で使用される文の表層的な構造や使われている語句に関する記憶表象である。命題的テキストベースとは、文章によって表現されている意味の心的表象である。状況モデルとは、文章で記述されている状況に対する理解を表象するものである (中條, 2006)。van Dijk & Kintsch (1983) が提唱したレベルの異なる 3 つの表象段階は、Anderson (1983) による聴解の 3 段階モデルの各段階で作りに上げられる記憶表象と対応すると考えられる。すなわち、聴き手が文章を聴いて理解する際は、音声情報の知覚と統語の解析を経て命題的表象を形成し、長期記憶 (long-term memory) に貯蔵されている既有知識と関連付け、状況モデルを構築し、それを記憶しながら、さらに聴く活動を続けるという認知過程が想定される。

3 つの表象段階の中で、状況モデルは文章の最も高次な心的表象とされ、知覚的性質を持つと仮定されている (Zwann & Radvansky, 1998)。すなわち、異なるモダリティによる知覚的な表象、例えば、言語、視覚、触覚、運動的表象などで統合されていると考えられる。その中で、視空間的イメージを持つという視空間性については、主に道順や場所の位置関係のような視空間的情報を含む文章を材料とする実験で検証されている (e.g., Glenberg, Meryer, & Lindem, 1987; Jahn, 2004; Zwaan, Stanfield, & Yaxley, 2002)。Jahn (2004) は、聴き手が視空間的情報を含む文章を聴く際は、視空間的にイメージ化された状況モデルを自発的に構築していくことを指摘している。言語情報に基づくイメージ情報の符号化が必要であると考えられる視空間的状況モデルの構築には、モダリティが異なる情報の処理と保持を担う WM が関与することが考えられる。

### 2.2. 文章聴解における WM の影響

#### 2.2.1. WM モデルの概観

Baddeley (2000) の WM モデルは、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 (episode buffer) の 3 つのサブシステムと、中央制御部 (central executive) という 1 つのメインシステムから構成される (図 1: 松見, 2006より引用)。音声化された言

語情報を一時的に貯蔵する音韻ループは、聴覚呈示によって直接的に入力された言語情報を一時的に保持する音韻ストア (phonological store) と、音声情報、あるいは視覚的に呈示された言語情報を音韻符号化し、保持するための構音リハーサル (articulatory rehearsal) からなる。視覚的イメージや物体の位置など、視空間的情報の一時的貯蔵に携わる視空間スケッチパッドは、直接的に入力された視覚的・空間的イメージを保持する受動的な視覚キャッシュ (visual cache) と、視覚キャッシュ内のイメージのリハーサルや身体運動のプランニング、心的イメージの生成にかかわる能動的な処理システムであるインナースクライブ (inner scribe) から構成される (Logie, 1995)。エピソードバッファは、音韻ループや視空間スケッチパッド、それに長期記憶から、当該事象に関連する視覚・聴覚などの情報を集め、1つの多次元表象を創り出す「場所」である (室橋, 2009)。中央制御部は注意制御システムとしてサブシステムを制御する。この中で、音韻ループと中央制御部の働きを合わせたものが言語性 WM と呼ばれ、視空間スケッチパッドと中央制御部の働きを合わせたものが視空間 WM と呼ばれている (e.g., 湯澤・宮谷・中條・杉村・森田・水口, 2015)。

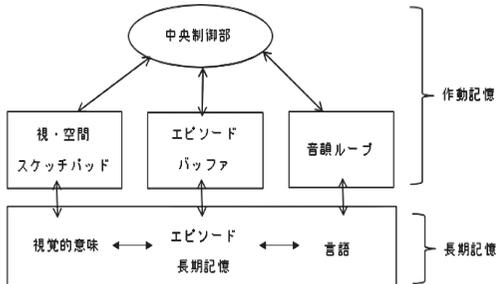


図1 Baddeley の作動記憶モデル改訂版 (Baddeley, 2000 を翻訳・一部改訂; 松見, 2006 より引用)

WM モデルでは、処理資源 (processing resources) という、言語活動などの高次な認知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が WM 容量であると定義されている (松見, 2006)。言語課題の遂行とかかわる言語性 WM 容量を測定するテストとして、リーディングスパンテスト (Reading Span Test: 以下, RST) やリスニングスパンテスト (Listening Span Test: 以下, LST) が挙げられる。これらのテストは、言語課題遂行中の言語理解の効率性の個人差を反映するとされている (齊藤・三宅, 2000)。本研究では、LST による得点を、学習者の言

語処理の効率性の指標とする。

### 2.2.2.WM と文章聴解に関する先行研究

WM の聴解へのかかわり方については、RST や LST によって測定された言語性 WM 容量が L1 と L2 の聴解力の双方に寄与することが、複数の研究で確認されている (e.g., Daneman & Carpenter, 1980; 前田, 2008)。前田 (2008) は、中上級レベルの台湾人日本語学習者を対象に、L2 としての日本語の聴解力を予測する要因を調べた。具体的には、言語能力として聴覚刺激による語彙力と文法力を、また認知能力として問題解決能力と言語性 WM 容量を取り上げ、これらを説明変数とし、聴解テストの成績を目的変数とする重回帰分析を行った。その結果、L2 としての日本語聴解において、言語能力としての聴覚的語彙力及び認知能力としての言語性 WM 容量の 2 つが聴解力に寄与することが示された。

視空間 WM の聴解へのかかわり方については、空間的タッピング課題 (spatial tapping) を二重課題 (dual task) として用いた実験で検討されてきた (e.g., De Beni et al, 2005; Brunyć & Taylor, 2008; Deyzac, Logie, & Denis, 2006)。空間タッピング課題に求められる能動的な身体運動 (Logie, 1995; Pearson, 2001) は、視空間スケッチパッドにおけるインナースクライブの機能である身体運動のプランニングと制御に関する機能に干渉するため、この課題はインナースクライブの働きを選択的に妨害する課題とされている (須藤, 2005)。

De Beni et al. (2005) は、イタリア語 L1 話者を対象に、文章内容における視空間的情報の有無によって、聴解に対する言語性 WM と視空間 WM の働き方が異なるか否かを明らかにするための実験的検討を行った。実験参加者は、実験群と統制群に分けられた。実験群では、文章を聴く際に、二重課題として構音抑制課題または空間的タッピング課題の遂行が求められた。統制群では、二重課題の遂行は求められなかった。文章内容についての筆記自由再生テストと正誤判断テストの成績を分析した結果、視空間的情報を含まない文章では、空間的タッピング課題よりも構音抑制課題による妨害が大きかったのに対し、視空間的情報を含む文章では、構音抑制課題よりも空間タッピング課題による妨害が大きかった。これらの結果から、L1 の文章聴解において、言語性 WM は視空間的情報の有無にかかわらず文章理解に重要な役割を果たしており、視空間 WM は視空間状況モデルの構築に寄与することが示唆された。

以上の先行研究をまとめると、L1 の聴解過程には言語性 WM が大きくかかわり、視空間的情報の処理

が求められる文章においては、視空間 WM も大きな役割を果たすと言える。ただし、L2学習者の場合、L1話者と同様の現象がみられるか否かについては、未だ明らかになっていない。

言語処理の自動性の観点に立つならば、L1話者は言語処理の自動性が高いため、聴解場面において言語情報の処理に要する処理資源が少ない。また、言語情報の処理はイメージの形成よりも時間的に優先されるので、言語処理の自動性が高いL1話者では、イメージ表象が言語情報の処理とほぼ同時に形成される。それに対し、言語処理の自動性がL1話者ほど高くないL2学習者では、言語情報の処理とイメージ表象の形成が継時的であると考えられる。したがって、L2学習者の聴解では、イメージ表象の利用を含むと考えられる状況モデルが構築されるまでの処理過程には、言語処理の効率性を反映する言語性 WM 容量の大小がかかわることが予測される。さらに、言語性 WM 容量の大小によって、視空間 WM の働き方が異なる可能性がある。本研究では、これらを検討課題として調べる。

### 3. 本研究の目的と仮説

本研究では、上級の中国人日本語学習者を対象とし、聴解文章に含まれる視空間的情報の有無を操作し、L2としての日本語の文章聴解において視空間 WM が機能するか否か、また、その働き方が学習者の言語処理の効率性によって異なるか否かを明らかにすることを目的とする。実験では、LST によって測定される言語性 WM 容量を言語処理の効率性の個人差要因として扱い、二重課題として空間的タッピング課題を用いる。

言語課題の処理において視空間 WM がどのように機能するかを検討するために、空間的タッピング課題にかかわる中央制御部の関与の大きさが異なる課題条件を設ける。すなわち、空間的タッピング課題の種類を操作することにより、実験参加者が言語課題を処理する際の、イメージの操作に配分できる処理資源の量が異なる条件を作る。具体的には、単純タッピング条件、複雑タッピング条件、及び統制条件であるタッピングなし条件を設ける。単純タッピング条件は、自己ベースによる四角形描画活動が求められるため、中央制御部の関与がより少ない条件、すなわち、イメージの操作に配分できる処理資源がより多い条件として扱う。複雑タッピング条件は、コンピューター画面に視覚呈示されたターゲットへの指活動による追撃が求められることにより、ターゲットへの視線移動に伴う眼

球運動が生じるため、中央制御部の関与がより多い条件として扱う。

従属変数は、聴解文章の内容に対する理解と記憶である。具体的には、L1である中国語での筆記自由再生テストと正誤判断テストを用いる。筆記自由再生テストは、文章内容に関する理解と記憶が求められるため、Anderson (1983) の3段階モデルにおける利用段階までの処理を反映するテストとして扱う。正誤判断テストは、文章内容に関する推論問題で構成されるため、状況モデルの構築を測るテストとして扱う。

以上のことに基づき、本研究では、以下のような仮説を立てる。

【仮説1】文章材料に視空間的情報が含まれる場合、聴き手が言語情報の処理・保持とイメージの操作という並行作業を行うことが想定される。視空間的情報を含む文章の聴解においては、言語性 WM が機能すると同時に、視空間 WM も機能することが考えられる。そのため、視空間的情報を含まない文章の聴解と比べた場合、聴き手にとっては認知的負荷がより高い作業が求められる。したがって、筆記自由再生テストでも正誤判断テストでも、視空間的情報を含む文章の成績は視空間的情報を含まない文章の成績よりも低くなるであろう (仮説1-1, 仮説1-2)。

【仮説2】即時的な処理が求められる聴解では、次々と耳に入る言語情報に対し、命題的テキストベースの処理と、状況モデルの構築・保持という並行作業が求められる。言語情報の処理の効率性の観点から考えると、言語性 WM 容量が大きい学習者は、迅速に言語情報を処理することが可能であるため、より多くの処理資源を深いレベルの処理に配分できる。したがって、視空間的情報の有無にかかわらず、利用段階までの理解と記憶が求められる筆記自由再生テストと正誤判断テストにおいて、言語性 WM 容量が大きい学習者の方が、それが小さい学習者よりも成績が高くなるであろう (仮説2-1, 仮説2-2)。

【仮説3】視空間的情報を含む文章聴解では、言語情報の意味解析を経て空間的状況モデルを構築するため、処理済みの言語情報を視空間 WM の働きによってイメージ表象へ符号化する認知過程が想定される。言語性 WM 容量が大きい学習者は、限られた時間内により多くの言語情報を処理することができるため、言語情報とイメージ表象の並行処理を一定程度に効率よく行うことが可能である。ただし、その場合に空間的タッピング課題が与えられると、本課題の遂行が妨害される。よって、筆記自由再生テストでも正誤判断テストでも、単純タッピング条件及び複雑タッピング条件の成績が空間的タッピング課題なし条件よりも低

くなるであろう（仮説3-1, 仮説3-2）。他方、言語性 WM 容量が小さい学習者は、入力される言語情報の増加に伴い、言語情報の処理・保持とイメージ表象の更新・保持の並行作業が難しくなる。空間的タッピング課題が与えられても、本課題の遂行成績に妨害が生じないと考えられるので、筆記自由再生テストでも正誤判断テストでも、単純タッピング条件及び複雑タッピング条件の成績と空間的タッピング課題なし条件の成績との間で差はみられないだろう（仮説3-3, 仮説3-4）。

【仮説4】視空間的情報を含まない文章を聴く際は、文章の詳細情報及び文章内容に関する全体的な把握と推論において、視空間的情報の処理を求められないため、視空間 WM の機能がそれほど大きくないことが予測される。したがって、言語性 WM 容量の大小にかかわらず、筆記自由再生テストでも正誤判断テストでも、単純タッピング条件及び複雑タッピング条件の成績と空間的タッピング課題なし条件の成績との間で差はみられないだろう（仮説4-1, 仮説4-2）。

## 4. 方法

### 4.1. 実験参加者

日本留学中の中国人上級学習者24名であった。全員が新日本語能力試験1級を取得していた。日本滞在歴は平均3年1か月であり、日本語学習歴は平均5年4か月であった。年齢は平均26.2歳であった。

### 4.2. 実験計画

2×3×2の3要因計画であった。第1の要因は言語性 WM 容量であり、大、小の2水準であった。第2の要因は空間的タッピング課題の種類であり、単純タッピング課題、複雑タッピング課題、タッピング課題なしの3水準であった。第3の要因は視空間的情報の有無であり、有り、無しの2水準であった。第1要因は参加者間変数であり、第2と第3要因は参加者内変数であった。

### 4.3. 材料

聴解材料はすべて日本語の関東方言話者（女性）によって録音され、それを編集したものであった。6つの文章は、文字数が250字程度であり、長さは1分程度であった。視空間的情報を含まない文章の難易度を、jReadability Portal（日本語文章難易度判別システム）によって判定した結果、「中級後半・上級前半」であった。語彙レベルを『リーディング チュウ太』によって判定した結果、「やさしい」レベルであった。同様の方法によって視空間的情報を含む文章について判定したところ、文章の難易度は「中級前半」であり、語

彙レベルが「普通」レベルであった。また、文章に含まれる情報量を統制するため、3つの文章ともに、ランドマークの数は10個、主人公の行動回数は4回に統制した。聴解材料として用いた文章の一部を表1に示す。

言語性 WM 容量を測るために、日本語学習者用の LST（松見・福田・古本・邱, 2009）が用いられた。

表1 聴解材料の一例

視空間的情報を含む文章	
材料1	太郎と花子はショッピングモールに来た。ショッピングモールは中央駅が最寄りとなり、そこから徒歩5分で着ける。…
材料2	太郎は花子を家に遊びに誘った。高いフェンスのせいで、道路から家はよく見えなかった。…
材料3	太郎と花子はマラソン大会に参加した。太郎の走るコースの出発点は体育館だった。…
視空間的情報を含まない文章	
材料1	先週末までの大雨とその後の猛暑の影響で、野菜の価格が上昇する中、大手スーパーの間では、野菜の値引き販売を実施して、消費者の購買を促そうという動きが出ている。…
材料2	昨日午後四時十分、当社のオンラインショップはダウンした。原因は新たに取り扱いを始めた有名店の限定チョコレートの販売開始直後、予想以上の人気で、処理能力を超えるアクセスが集中したためである。…
材料3	私たちの周りには、毎日いろんな音が溢れているが、スーパーや飲食店に行った時、ほとんどの人は店の中に流れている音楽を意識したことはないと思う。…

### 4.4. 手続き

個別実験であった。実験は、聴解課題、LSTの順で実施した。聴解課題は、視空間的情報の有無によって2つのセッションに分けられた。視空間的情報無しセッションでは、開始前に実験参加者に対して、「今から文章を聴きます。文章を聴き終わったら文章内容に関するテストへの回答が求められます。」と教示した。視空間的情報有りのセッションでは、開始前に実験参加者に対して、「今から人の移動や位置関係の描写を含む文章を聴きます。頭の中で地図を描くようにイメージしながら聴いてください。文章を聴き終わったら文章内容に関するテストへの回答が求められます。」と教示した。

2つのセッションともに、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の遂行が求められ

た。

筆記自由再生テストでは、参加者に回答用紙を配り、「先ほど聴いた文章内容を、思い出せるかぎり中国語で再生してください。」と教示した。筆記自由再生テストが終了した後、参加者に正誤判断テスト用の質問・解答用紙を配り、「質問紙に書かれた質問について、先ほど聴いた文章内容に合っているか否かを、文章内容に基づいて推論し、判断してください。」と教示した。参加者が文章を聴く際に、空間的タッピング課題の遂行が求められた。単純タッピング条件は、文章を聴きながら指で机の上に自己ペースで四角形を繰り返し描き続けることが求められた。複雑タッピング条件は、文章を聴きながら、コンピューター画面に位置的にランダムに呈示される色付きの四角形を1つずつ押すことが求められた。

空間的タッピング課題の実施順序と材料の内容による影響を排除するため、セッションごとに、空間的タッピング課題の実施順序及び文章材料の組み合わせについてはカウンターバランスが取られた。課題の実施手順を図2に示す。

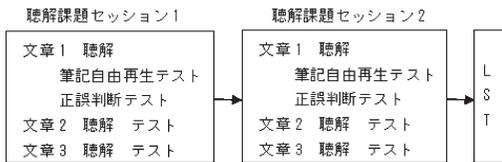


図2 本実験の実施手順

4.5. 採点

筆記自由再生テストの採点では、邑本 (1992) に基づき、材料文章を Idea Unit (以下、IU) に区分した。視空間的情報を含まない3つの文章をそれぞれ、10, 10, 12の IU に区分した。視空間的情報を含む3つの文章をそれぞれ、10, 12, 13の IU に区分した。1つの IU に対して正しく再生できた場合は1点を与え、部分的に再生できた場合は0.5点を与えた。再生された内容の割合を算出し、正再生率として分析した。正誤判断テストでは、1つの正答に対して1点を与えた。満点に占める正答の割合を算出し、正答率として分析した。

5. 結果

5.1. LSTの得点

LSTの成績を5.0満点で採点したところ、平均点は3.25点であった。LSTの得点が3.5点以上の実験参加者12名を言語性 WM 容量大群とし、3点以下の実験

参加者12名を言語性 WM 容量小群とした。両群間でt検定を行ったところ(本研究では、有意性検定における有意水準をすべて5%に設定した)、大群と小群の間に有意差がみられた ( $t(1, 22)=9.19, p<.001, r=.89$ )。

5.2. 筆記自由再生テストの結果

図3に各条件における筆記自由再生テストの平均正答率と標準偏差を示す。分散分析の結果、言語性 WM 容量の主効果が有意であり ( $F(1, 22)=8.34, p=.009, \eta^2=.06$ )、空間的タッピング課題の種類と視空間的情報の有無にかかわらず、言語性 WM 容量の大きい学習者はそれが小さい学習者よりも正再生率が高かった。視空間的情報の有無の主効果が有意であり ( $F(1, 22)= 158.05, p < .001, \eta^2=.47$ )、言語性 WM 容量の大小と空間的タッピング課題の種類にかかわらず、視空間的情報を含まない文章における正再生率は、視空間的情報を含む文章よりも高かった。空間的タッピング課題の種類×視空間的情報の有無の一次交互作用も有意であった ( $F(2, 44)=5.86, p=.006, \eta^2=.02$ )。単純主効果の検定を行ったところ、以下のことが明らかとなった。すなわち、視空間的情報を含む文章において、(a) 単純タッピング条件は複雑タッピング条件よりも成績が高いこと、(b) タッピングなし条件は複雑タッピング条件よりも成績が高いこと、(c) 単純タッピング条件とタッピングなし条件の間に差がないこと、である。一方、空間的タッピング課題の種類の主効果 ( $F(1, 22)= 1.94, p=.155$ ) は有意ではなかった。

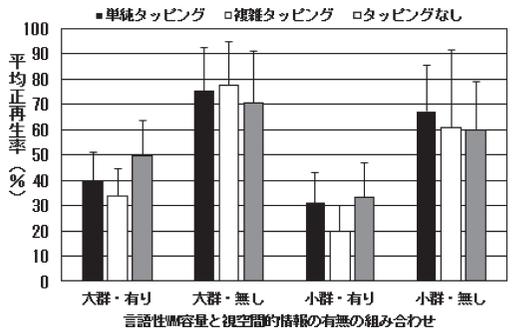


図3 各条件における筆記自由再生テストの平均正再生率及び標準偏差

5.3. 正誤判断テストの結果

図4に各条件における正誤判断テストの平均正答率と標準偏差を示す。分散分析の結果、視空間的情報の有無の主効果が有意であり ( $F(1, 22)=12.00, p=.002, \eta^2=.08$ )、言語性 WM 容量の大小と空間的タッピング課題の種類にかかわらず、視空間的情報を含まない

文章における正答率は、視空間的情報を含む文章よりも高かった。空間的タッピング課題の種類×視空間的情報の有無の一次交互作用も有意であった ( $F(2, 44)=4.82, p=.013, \eta^2=.05$ )。単純主効果の検定を行ったところ、複雑タッピング条件において、視空間的情報を含まない文章における正答率が、視空間的情報を含む文章よりも高いことが明らかとなった。一方、言語性 WM 容量の主効果 ( $F(1, 22)=0.05, p=.830$ ) 及び空間的タッピング課題の種類の主効果 ( $F(2, 44)=0.14, p=.872$ ) は有意ではなかった。

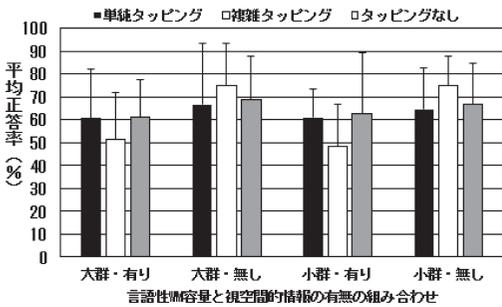


図4 各条件における正誤判断テストの平均正答率及び標準偏差

## 6. 考察

本研究では、学習者の言語性 WM 容量を個人差要因として扱い、文章材料に含まれる視空間的情報の有無を操作し、L2としての日本語の文章聴解における視空間 WM の働きを二重課題法によって検討した。

### 6.1. 視空間的情報の有無と視空間 WM の関係

筆記自由再生テストでは、言語性 WM 容量の大小にかかわらず、視空間的情報を含まない文章の正再生率が、視空間的情報を含む文章よりも高かった。仮説1-1が支持された。聴き手が視空間的情報を含む文章を聴いて理解する際は、言語情報の処理・保持だけでなく、イメージの処理・保持も求められることが確認された。すなわち、視空間的情報を含む文章の聴解において、視空間 WM が機能することが示唆された。

一方、正誤判断テストでは、言語性 WM 容量の大小にかかわらず、複雑タッピング条件のみにおいて、視空間的情報を含まない文章における正答率が、視空間的情報を含む文章よりも高かった。仮説1-2が部分的に支持された。文章材料の視空間的情報の有無によって、状況モデルの持つ知覚的特性が異なることが想定される (e.g., Jahn, 2004)。状況モデルを構築する時の処理過程が異なることが考えられる。視空間的

情報を含まない文章の聴解では、状況モデルの構築に言語性 WM が主な役割を果たすのに対し、視空間的情報を含む文章の聴解では、視空間性を持つ状況モデルの構築に、言語性 WM の働きによる言語情報の処理が必要となると同時に、言語情報に基づいて形成されるイメージも含まれていることが考えられる。複雑タッピング課題を与えた場合のみ、視空間的情報の有無による正答率の差が現れた結果から、視空間的情報を含む文章の空間的状況モデルにイメージが含まれることが推測され、また、複雑タッピング課題が、聴解時のイメージ生成を妨害する可能性が示された。

### 6.2. L2文章聴解における視空間的情報の処理プロセス

視空間的情報を含まない文章では、筆記自由再生テストにおいても、正誤判断テストにおいても、言語性 WM 容量及び空間的タッピング課題の種類による正答率に差がなかった。この結果から、仮説4-1と仮説4-2が支持され、仮説2-2が支持されなかったと言える。上級学習者が視空間的情報を含まない文章を聴いて理解する際は、言語性 WM 容量の大小にかかわらず、言語情報から中心的な意味を理解でき、文章内容に対する意味情報の処理と文章全体の内容把握に基づく意味推論が、ほぼ同程度にできることが推察される。また、視空間的情報の処理が求められる文章の理解と記憶では、言語性 WM の機能が主となり、視空間 WM がそれほど機能しないことも推察される。

一方、視空間的情報を含む文章では、筆記自由再生テストにおいて、言語性 WM 容量の主効果がみられ、仮説2-1が支持された。二重課題による視空間 WM の働きに及ぼす干渉の大きさにかかわらず、言語性 WM 容量が大きい学習者が、それが小さい学習者よりも再生成績が高かった結果から、L2聴解における言語情報とイメージ表象の継時的処理に、言語処理の効率性がかかわることが示唆された。また、言語性 WM 容量の大小にかかわらず、空間的タッピング課題による妨害がみられ、仮説3-1が部分的に支持され、仮説3-3が支持されなかった。視空間的情報を含む文章の記憶においては、空間的タッピング課題による妨害の出方に、言語性 WM 容量の大小という要因が関与しないことがわかった。本研究で用いられた視空間的情報を含む材料文は、主人公の行動及びランドマークで構成されるものであり、文と文の関係から構成される意味表象が視空間的に繋がっていると考えられる。そのため、言語情報のみ依存し、イメージへの符号化を行わないと、完全な内容を再生することが難しい。視空間的情報を含まない文章に対する筆記自由再生テストでは、空間的タッピング課題の種類による成績差がみられなかった。その結果と比べると、視

空間的情報の処理に伴う文章聴解のみにおいて、視空間 WM が機能すると言える。

正誤判断テストにおいて、言語性 WM 容量及び空間的タッピング課題の種類による正答率の差がなかった結果から、仮説3-4が支持され、仮説3-2が支持されなかった。これらの結果と、筆記自由再生テストにおける平均正答率が50%以下であった結果を合わせると、言語性 WM 容量の大小にかかわらず、文章内容に対する視空間化された状況モデルの構築が不完全であったことが推察される。L1話者と比べて言語処理の自動性が低いL2学習者では、視空間的情報を含む聴解課題を遂行する際、言語情報の増加に伴い、並行的にイメージ表象を処理することが難しくなると考えられる。ただし、本実験で用いられた文章材料は、一定程度に長かったため、学習者にとってもともと認知的負荷が高い聴解であったとも考えられる。

以上のことを踏まえ、L2聴解での視空間的情報の処理について、Baddeley (2000) の WM モデルに沿った説明を試みる。

聴き手はまず、聴覚呈示された音声情報を音韻ループの音韻ストアで一時的に保持する。音韻ストアに入った音声情報は、構音リハーサルされながら、長期記憶とのやりとりにより言語的意味が付与され、エピソードバッファで命題的表象が作り上げられる。その命題的表象が、エピソードバッファを経由し、視空間スケッチパッドでイメージ化される。イメージに変換された意味表象が、視空間スケッチパッドでのリハーサルによって一時的に保持され、再びエピソードバッファに転送される。エピソードバッファに転送されたイメージ表象は、次に入ってくる言語情報とのバインディングによって、状況モデルへと更新されていく。状況モデルがエピソードバッファで作られる過程における、言語的意味表象へのイメージ表象の付加に、言語処理の効率性を反映する言語性 WM 容量の大小がかかわると考えられる。

### 6.3. L2文章聴解における空間的タッピング課題の影響

本研究では、視空間的情報を含む文章と、視空間的情報を含まない文章を処理する際の、空間的タッピング課題の影響を比較した。その結果、空間的タッピング課題による妨害が、視空間的情報を含む文章の記憶のみに現れた。また、複雑タッピング課題のみが妨害を及ぼすことがわかった。これらの結果から、視空間的情報を含む文章聴解では、中央制御部による注意制御の関与がより大きい複雑タッピング課題を与えた場合に、処理済みの言語情報に基づいたイメージの生成が妨害されることが推測される。

視空間的情報の処理過程に基づく、聴き手は形成

された言語的な命題的表象をベースに、視空間スケッチパッドの働きによってイメージを生成し、さらに一時的なりハーサルを経てエピソードバッファに転送する。中央制御部による注意制御の関与が大きい複雑タッピング課題のみ妨害を及ぼすという結果から、イメージ表象の生成には、中央制御部による注意制御が大きく関与する可能性が窺える。

## 7. おわりに

本研究では、文章材料に含まれる視空間的情報の有無を操作し、L2としての日本語の文章聴解において、視空間 WM が働くか否か、また、その働き方が学習者の言語性 WM 容量の大小によって異なるか否かを検討した。本研究は、従来のL2聴解研究で検討されてこなかった、文章聴解における視空間 WM の働きに着目した点で、また視空間 WM の働き方と言語性 WM 容量との関係を取り上げた点で、探索的研究としての意義があると言える。

最後に、主な結果をまとめ、今後の課題を述べる。実験の結果、視空間的情報を含む文章聴解において、言語性 WM 容量の大小にかかわらず、空間的タッピング課題による妨害がみられ、視空間 WM が機能することが明らかとなった。また、視空間的情報を含まない文章聴解において、空間的タッピング課題による妨害がみられなかった現象は、視空間的情報を含む文章聴解における視空間 WM の機能の検証に、空間的タッピング課題が適切であることを示唆する。

一方、視空間的情報を含む文章では、イメージ化された状況モデルと照合する作業が求められる正誤判断テストにおいて、言語性 WM 容量及び空間的タッピング課題の種類による差がみられなかった。この結果から、文章が一定程度に長い場合は、イメージ表象を含む空間的状況モデルの構築が困難になることが示された。L2聴解において、空間的状況モデルの構築に視空間 WM が働くか否かを追検証するため、言語情報が少ない文章を材料として用いることも検討すべきである。

## 【引用文献】

- 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 Science*, 4(11), 417-423.
- Brunyé, T. T., & Taylor, H. A. (2008) Working

- memory in developing and applying mental models from spatial descriptions. *Journal of Memory and Language*, 58, 701-729.
- 中條和光 (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. 184-209), スリーエーネットワーク
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- De Beni, R., Pazzaglia, F., Gyselinck, V., & Meneghetti, C. (2005). Visuospatial working memory and mental representation of spatial descriptions. *European Journal of Cognitive Psychology*, 17(1), 77-95.
- Deyzac, E., Logie, R., & Denis, M. (2006). Visuospatial working memory and the processing of spatial descriptions. *British Journal of Psychology*, 97, 217-43.
- van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. NY: Academic Press.
- Glenberg, A. M., Meryer, M., & Lindem, K. (1987). Mental models contribute to foregrounding during text comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26(1), 69-83.
- Jahn, G. (2004). Three turtles in danger: Spontaneous construction of causally relevant spatial situation models. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30 (5), 969-987.
- 金田みずき・荻阪直行 (2007). 「言語性ワーキングメモリと長期記憶情報とのかかわりにおける実行系機能の役割」 『心理学研究』 78, 235-243.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, U.K.: Erlbaum.
- 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章第1節 (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 兪瑗 (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.
- 三宅 晶・斎藤 智 (2001). 「作動記憶研究の現状と展開」 『心理学研究』 72(4), 336-350.
- 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.
- 室橋春光 (2009). 「読みとワーキングメモリー: 「学習障害」 研究と認知科学」 『LD 研究』 18(3), 251-260.
- Pearson, D. G. (2001). Imagery and the visuospatial sketchpad. In J. Andrade (Ed.), *Working memory in perspective*. Philadelphia: Psychology Press. 33-59.
- 齊藤 智・三宅 晶 (2000). 「リーディングスパン・テストをめぐる6つの仮説の比較検討」 『心理学評論』 43(3), 387-410.
- 須藤 智 (2005). 「作動記憶における視空間的情報のリーディングシステムの検討—空間的タッピング課題の妨害効果から—」 『認知心理学研究』 2(1), 1-8.
- 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.
- Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension and memory. *Psychological Bulletin*, 123(2), 162-185.
- Zwaan, R. A., Stanfield, R. A., & Yaxley, R. H. (1985). Do language comprehenders routinely represent the shapes of objects? *Psychological Science*, 13, 168-171.