

学習者のワーキングメモリ容量が無関連音声効果に及ぼす影響

How Does Working Memory Capacity Moderate the Irrelevant Speech Effects?

高橋 麻衣子[†], 石川 実佳[‡], 清河 幸子[‡]
Maiko Takahashi, Mika Ishikawa, Sachiko Kiyokawa

[†] 東京大学, [‡] 名古屋大学
University of Tokyo, Nagoya University
maiko_tk@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

Abstract

Task-irrelevant background speech or sounds are known to have detrimental effects on task performance. These effects are called irrelevant speech/sound effects. In this study, we investigated whether the irrelevant speech effect is moderated by working memory capacity (WMC). Participants were asked to perform reading comprehension task (Exp. 1), serial recall task (Exp. 2), or match-to-sample task (Exp.3) with or without task-irrelevant instrumental music and lyrics, and their WMC was measured with the Reading Span Test. The results showed that participants with lower WMC were more susceptible to the task-irrelevant sound with instrumental music and lyrics than were those with higher WMC in the reading comprehension task, but not in the other two tasks. Based on these results, the role of WM in the irrelevant speech effect was discussed.

Keywords — Irrelevant Speech/Sound Effect, Reading Comprehension, Serial Recall, Working Memory

1. はじめに

音楽を聴きながら、電車に乗りながら、本を読んだり学習をしたりするなど、“ながら勉強” [1]を好む学習者が存在する。一方で、他の刺激にさらされていると課題に集中できないという学習者や、ながら勉強が可能な場合もあれば状況によって困難になる学習者もいるだろう。ながら勉強の遂行の可否が学習者や状況によって異なるのはなぜだろうか。本研究は、ながら勉強を「背景に無関連な音が提示されている環境での学習」と定義し、ながら勉強の遂行に学習者のワーキングメモリ (WM : Working Memory) 容量がかかわるのかを検討することを目的とする。

1.1 背景音提示下での学習

課題に無関連な背景音の提示によって、背景音を無視するように教示されていても課題成績が低下する現象は、無関連音声効果 (ISE : Irrelevant Speech/Sound Effect) と呼ばれ、古くから研究が蓄積されてきた[2]。特に視覚提示された文字や単語リストの系列再生課題において ISE が生起するとの知見が多い[3]~[9]。ISE が生起するメカニズムについて

は、課題に無関連な音声が一課題の遂行に必要な音韻表象に干渉する[3][4][5]、変化する背景音が記憶すべき項目の順序情報の保持に干渉する[6][7]、記憶すべき項目に向けた注意を剥奪する[8][9]などの多数の理論が展開されており、いまだに議論が続いている。ただし、項目の順序情報の保持を求める系列再生課題において、音声や変化のある背景音は課題成績を低下させるが、単調なトーンの繰り返しやホワイトノイズは課題成績に干渉しないことは多くの研究で実証されている[10]。系列再生課題で問われるような項目と順序の短期的な記憶は、あらゆる認知活動の基礎になると考えられる。したがって、日常場面で行なわれるながら勉強においても、背景音提示下でその認知活動の成績が低下する可能性は高い。

しかし一方で、日常的な学習場面では項目の短期的な保持だけでなく、読解や作文、算数の文章題等より高次の認知処理が必要となる場合が多い。本研究では知識を習得する上での基礎となる読解活動に焦点を当て、背景音の提示が文章の読解成績に及ぼす影響を検討する。

読解成績における ISE についてもこれまでいくつかの研究がなされてきた[11][12]。系列再生課題においては、背景音に音声が含まれていれば、それが知らない外国語であったり逆回転のスピーチであったりしたとしても、意味のある音声と同程度に課題成績に干渉することが示されてきた[4][10]が、読解課題においては、背景音に意味のある音声が含まれていると妨害効果が大きいことが示されている[11][12]。Martin et al. (1988) の実験 2 では、器楽音 (インストルメンタル) の有無と歌詞の有無を操作した背景音が読解成績に及ぼす影響を検討している。実験の結果、背景音が器楽音のみであると読解成績には干渉しないが、歌詞が含まれた音楽や歌詞の朗読音声は読解成績に干渉することを示した。実験 4 では、英語を母語とする参加者に英語の朗読音声とロシア語の朗読音声を提示し

て読解成績に及ぼす影響を検討し、英語の朗読音声が入ロシア語のものよりも大きな干渉効果をもったことを示している。このような一連の実験から、文章を読んで意味を処理するという読解課題においては、背景音に含まれる意味的な側面が干渉すること、すなわち、ISE のメカニズムとして、背景音と学習課題それぞれの処理に必要な表象のオーバーラップの度合いが ISE の大きさを決定する可能性がある」と結論づけた[11]。

Martin et al. (1988) の知見は、ながら勉強のメカニズムを説明する上で有用であるが、同じ背景音が異なった課題に及ぼす影響を検討していない。したがって、意味のある音声の提示による読解成績への妨害効果の原因を意味的な側面の拮抗と捉えるのであれば、意味処理を要求しない単純な記憶課題の成績においても同じ背景音の提示がどのように影響するかを検討する必要がある。そのため、本研究では Martin et al. (1988) の実験 2 のパラダイムを援用し、器楽音の有無と歌詞の有無を操作した背景音が、読解課題、系列再生課題、そして図形の見本照合課題に及ぼす影響を検討する。求められる認知的な処理が異なる複数の課題において、同じ背景音がどのように影響するかを検討することで、背景音提示下での学習メカニズムの解明につながることを考えられる。

1.2 無関連音声効果の個人差

ながら勉強が可能な学習者とそうでない学習者が存在するように、ISE の大きさには個人差があることが報告されている[13]。ISE は注意の焦点化への干渉の結果であるとの知見から、注意のコントロールを司ると考えられる学習者の WM 容量に着目し、この大きさと背景音の処理の程度の関連を検討する研究がなされてきた[14]~[18]。これらの研究において、参加者の WM 容量は主に operation span 課題[19]と呼ばれる、簡単な計算課題の遂行とともに単語の保持を求められる課題によって測定されている。

Conway et al. (2001) は、参加者にヘッドフォンを装着させ、片耳から聞こえてくる音声を無視しながらもう一方の耳から聞こえてくる音声を復唱する課題を課した。無視するように教示した音声の流れの中に参加者自身の名前を提示したところ、WM 容量が小さい参加者のほうが自分の名前が提示されたことに気づいた。したがって、WM 容量が大きい参加者は無視すべき音声を抑制する能力が高いことが考えられた[16]。この研究から、WM 容量の大きさによって課題に無関連な背景音からの干渉の程度が異なるとの仮説を検証

する研究がいくつか行なわれたが、系列再生課題を用いたいずれの実験においても WM 容量と ISE の大きさの関連はみられなかった[14][17][18]。

一方で、自由再生課題や読解課題においては参加者の WM 容量によって ISE の大きさが異なる可能性が示されている[14][15]。Beaman (2004) は、系列再生課題においては WM 容量によって ISE の大きさが異なるとの結果は得られなかったが、自由再生課題において WM 容量の小さい参加者が背景音の提示による影響を大きく受けたことを報告している。Beaman (2004) の実験 4 では、自由再生課題において覚えるべき項目の単語と同じカテゴリの単語を背景音として提示したところ、WM 容量の小さい参加者は再生時に背景音として提示された単語を報告する割合が多かった。このことから、WM 容量の個人差については背景音の意味的な側面がより大きく影響することが考えられた[14]。また、Christopher & Shelton (2017) は読解課題と算数課題を遂行中に流行のポピュラーソングを背景音として提示し、読解課題において WM 容量の大きい参加者ほど背景音提示の干渉効果が小さい傾向にあることを示した[15]。算数課題においてはこのような傾向が見られなかったことから、これまでの読解課題における ISE 研究[11][12]と同じく、意味処理が求められる読解課題において意味をもつ背景音が干渉し、その干渉の度合いに WM 容量がかかわる可能性が指摘できる。ただし、Christopher & Shelton (2017) が使用した背景音は歌詞付きのポピュラーソングのみであったため、背景音の意味的な側面が影響したのか、背景音それ自体が WM 容量の小さい学習者に妨害的であったのかは定かではない。音楽を聴きながらの学習課題の遂行を WM 容量の関係を明らかにするためには、Martin et al. (1988) の実験 2 と同様、音楽に含まれる器楽音と歌詞を切り離して検討する必要があるだろう。

1.3 本研究の目的

以上に概観した通り、ながら勉強の背景となる ISE については、学習課題の種類、背景音の種類、学習者の WM 容量との関連など、多方面から研究が蓄積されている。ながら勉強は読解活動が含まることが多いが、読解課題においては意味をもつ背景音がより大きな干渉効果を持つこと[11][12]、また、読解課題において WM 容量が小さい読み手は ISE の干渉効果を受けやすいこと[15]が示されている。ただし、読解課題に干渉効果を持つ背景音が、言語的な意味処理を要求

しない課題においてどのような影響を及ぼすのか、また、学習者の WM 容量と ISE の大きさの関係はどのような背景音において生起するのかが検討がなされていない。

そこで本研究では、学習課題と背景音の種類を操作し、学習者の WM 容量の大きさによって、どのような背景音がどのような学習課題に影響を及ぼすのかを包括的に検討することを目的とする。学習者の WM 容量を測定する課題として本研究では、これまでの研究で用いられた operation span 課題と同じく、処理と保持の実行の程度を測定するリーディングスパンテスト (RST : Reading Span Test) [20][21][22]を用いる。背景音としては、意味のある音声 (歌詞) と器楽音 (インストゥルメンタル) の影響を独立に調べるために、それぞれの有無を操作した3つの背景音条件 (器楽音あり歌詞あり, 器楽音あり歌詞なし, 器楽音なし歌詞あり) と無音条件とを設定する。そして、これらの背景音が、異なった認知処理を求める学習課題においてどのように影響するのか、WM 容量の大きさと背景音の種類による干渉の度合いはどのように異なるのかを検討する。

実験1では学習課題として文章の読解課題を設定する。文章を読んでいるときに提示された背景音が、文章の記憶と理解にどのように影響するのかの検討を行う。背景音と学習課題それぞれの処理に必要な表象のオーバーラップの度合いが ISE の大きさを決定する [11] のであれば、背景音に歌詞が含まれる場合に読解成績が大きく低下することが予測される。続いて実験2では、視覚提示されたアルファベットの系列再生課題において実験1で使用したのと同じ背景音がどのように成績に影響するのかを検討する。この系列再生課題においては、読解課題と異なり項目の意味処理は要求されない。ただし、項目の内容と順序を保持するために参加者は視覚的に提示されたアルファベットを音韻に符号化し、WM 内で音韻的なリハーサルを実行することが考えられる。このリハーサルの実行のための注意の焦点化が背景音によって阻害されるのであれば [6]~[9], 歌詞の有無にかかわらず背景音を提示する3条件の成績は無音条件のものよりも低下することが予測される。実験3では、視覚パターンの見本照合課題を用いて、背景音提示の効果を検討する。この課題においては視空間情報の短期的な保持が求められるが、内容の言語的な意味処理や、音韻的なリハーサルは行なわれないことが考えられる。そのため、背景音

提示による干渉効果は小さいことが予測される。

本研究では RST によって測定される学習者の WM 容量は、言語の意味処理の遂行に関わると仮定する。したがって、実験1の読解課題においては、WM 容量が大きい参加者のほうが、背景音に含まれる意味情報をうまく抑制して文章の意味理解を行なえるため、意味を含む背景音の干渉の程度が小さいことが予測される。一方で、実験2の系列再生課題、および実験3の見本照合課題では意味処理が求められないため、WM 容量の大きさと背景音提示の干渉効果の間にも関連がないことが予測される。

2. 実験1

2.1 目的

実験1では、学習者の WM 容量の大きさによって、背景音の提示が文章の読解成績に及ぼす影響が異なるのかを検討する。文章を読んで理解する際には、まず文章そのものの記憶表象を形成し、そこから命題表象を構築することが考えられる。そこで、文章の逐語的な記憶と意味内容の理解を分けて測定する課題を設定する。これまで、ISE は系列再生課題において生起していた [3]~[9] ことから、背景音の提示によって文章の記憶も干渉を受ける可能性が指摘できる。一方で、内容の意味理解においては、背景音に意味のある音声 (歌詞) が含まれる場合に干渉が大きいこと、そしてこの干渉の度合いは WM 容量の小さい参加者に特に大きいことが予測される。

2.2 方法

実験参加者 日本語を母語とする大学生 24 名が実験に参加した。

実験計画 WM 容量 (大・小) を参加者間要因に、背景音の器楽音の有無と歌詞の有無を参加者内要因として配置した。従属変数は、課題文章についての逐語記憶問題と内容理解問題それぞれの正答率と、課題文章の読み時間とした。

刺激 背景音の刺激は小沢健二作詞・作曲の「流星ビバップ」の一節を使用した。器楽音あり歌詞あり条件では、「流星ビバップ」のインストゥルメンタルに合わせて成人男性1名が歌ったものを録音して使用した。器楽音あり歌詞なし条件では、同じ箇所のインストゥルメンタルのみを使用した。器楽音なし歌詞あり条件では、同箇所を同じ男性が朗読した音声を使用した。録音した背景音データの音圧は、Sound Forge Pro 11.0 を使用して平均 RMS レベルを -20dB に標準化した。

文章読解課題は高橋・清河（2013）の実験2で使用された270字程度の文章刺激を12個使用した[23]。さらに、高橋・清河（2013）を参考に、課題文章に出現した単語や文の逐語的な記憶を問う逐語記憶問題と、テキストベースの理解を問う内容理解問題を1文章につき各4問、新たに作成して設定した。文章刺激と逐語記憶課題、内容理解課題の例を表1に示す。

また、参加者のWM容量を測定するため、日本語版RST[21][22]を使用した。

表1 文章刺激と逐語記憶課題、内容理解課題例

【課題文章】 最近若い人が日本酒を飲んでいる光景を見ることが少なくなった。低アルコール志向が進み、また世界各国のバラエティに富んだアルコール飲料が、容易に手に入る現代。日本酒に接する機会自体が、そもそも少なくなりつつあるのであろう。日本酒の消費量は最盛期の約半分まで落ち込んでおり、今のままだと更に消費が落ち込むことは必至だ。日本酒は果たして、不健康でまずいだけのアルコール飲料なのだろうか？日本酒の歴史は神代の昔にまで遡るが、実は今が消費者にとっての黄金時代なのである。全国各地の高品質で香味に特徴のある日本酒が、手ごろな価格で手に入るのだから。
【逐語記憶課題】 最近若い人が日本酒を飲んでいる光景を見ることが少なくなった。(正) 実は消費者にとっての黄金時代が今なのである。(誤)
【内容理解課題】 日本酒の消費量は、これからも減っていく見込みである。(正) 発泡酒の売り上げの伸びは、日本酒にとって脅威だ。(誤)

手続き 実験は個別に行なった。参加者はまず文章読解課題を行ない、その後にRSTを受けた。文章読解課題では、4つの背景音の条件のもとでコンピュータ画面に提示された課題文章を黙読した。背景音と課題文章の提示が終了した後、逐語記憶問題4問、内容理解問題4問が提示され、キー押しで判断するように求められた。各条件につき3つの文章読解課題を実施した。条件の実施順序ならびに文章読解課題の割り当ては参加者間でカウンターバランスした。RSTの実施手続きは、荻坂（2002）に準じて行なった。

2.3 結果と考察

参加者のRST得点の高低によって、WM小群（RST得点1.5～3、13名）とWM大群（RST得点3.5～5、11名）

に分けた。それぞれの群における条件別の逐語記憶問題の正答率、内容理解問題の正答率、課題文章の読み時間の平均値を図1～3に示す。それぞれの値について、WM容量（大・小）、器楽音（あり・なし）、歌詞（あり・なし）を独立変数とした3要因分散分析を行なった。

逐語記憶問題の正答率については、どの要因の主効果も交互作用も有意水準に達しなかった（ $F_s < .56$, $ps > .46$ ）。一方で、内容理解問題の正答率においては、WM容量の主効果が有意となり（ $F(1, 22) = 8.31$, $p < .01$ ）、WM小群よりWM大群の成績が良いことが示された。加えて、WM容量と器楽音の有無、歌詞の有無の3要因の交互作用が有意傾向となった（ $F(1, 22) = 3.22$, $p < .09$ ）。単純・単純主効果を検定したところ、器楽音あり歌詞あり音楽においてWM大群のほうがWM小群よりも成績がよいこと（ $F(1, 88) = 10.09$, $p < .01$ ）、WM小群において、器楽音あり歌詞あり条件の成績が器楽音なし歌詞あり条件、および器楽音あり歌詞なし条件の正答率よりも低いこと（ $F(1, 44) = 5.22$, $p < .05$, $F(1, 44) = 6.85$, $p < .05$ ）が示された。その他の主効果、交互作用は有意水準に達しなかった（ $F_s < 2.19$, $ps > .15$ ）。課題文章の読み時間については、歌詞の主効果が有意となり（ $F(1, 22) = 13.04$, $p < .01$ ）、背景音に歌詞が含まれていると文章の読み時間が増加することが示された。その他の主効果、交互作用は有意水準に達しなかった（ $F_s < 2.35$, $ps > .13$ ）。

以上から、参加者のWM容量の大きさが内容理解課題におけるISEの大きさと関連することが示された。WM容量の大きい読み手は背景音の提示によって内容理解が妨げられることはないが、WM容量の小さい読み手においては、歌詞と器楽音の双方があわさった音楽の提示が文章の内容理解を妨害することが示された。読解課題におけるISEの効果を検討した先行研究[11][12][15]では一貫して、意味のある背景音が読解に干渉することを示していたため、本実験においても歌詞の朗読によっても成績が低下することを予測していたが、器楽音なし歌詞あり条件で提示された朗読音声はそのような干渉効果を引き起こさなかった。メロディにのせていない単調な音声は、メロディにのせたものよりも参加者の注意を奪うことなく、結果として背景音声の意味処理まで到達せず、読解課題が求める認知処理とのオーバーラップが生じなかったのかもしれない。また、メロディアスで注意を引くと考えられる器楽音あり歌詞なし音楽は、意味的な処理を必要としないため読解課題とのオーバーラップが起きず、干渉

効果がなかったのではないのだろうか。

ISEは項目や順序の保持課題に特に生起することが示されており[10], 文章の読解においても理解よりも記憶にまずISEが生起することが予測されたが, 本実験の逐語記憶課題においてはどの読み手においてもISEが生起しなかった。逐語記憶課題の正答率が器楽音なし歌詞なし(無音)条件でも53.82%とチャンスレベルに近いことから, 床効果が生起した可能性がある。文章の逐語的な記憶については, 課題を再度設定して検討する必要があるだろう。

背景音提示下での文章の読み時間は, 背景音に歌詞が含まれると増大した。歌詞に含まれる意味内容が文章のオンラインの意味処理に影響して読み手が困難を感じ, 読み速度を減じた可能性が指摘できる。統計的には有意にはならなかったが, WM容量の大きい読み手は器楽音あり歌詞あり条件での読み時間を特に増大させており, これによって内容理解課題の成績を補償していた可能性もあるのではないだろうか。

実験1では, 読解課題においてWM容量の大きさとISEの大きさに関係があることが示された。WM容量の小さい読み手は器楽音と歌詞が含まれる背景音が提示されると内容理解が妨害された。実験2, 3では意味処理を求めない課題において, 同様の傾向がみられるかを検討する。

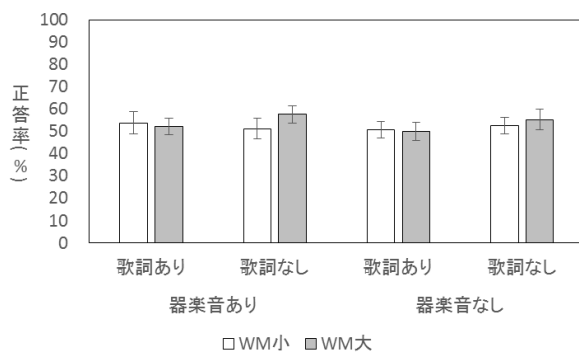


図1 逐語記憶問題の条件別正答率の平均と SE

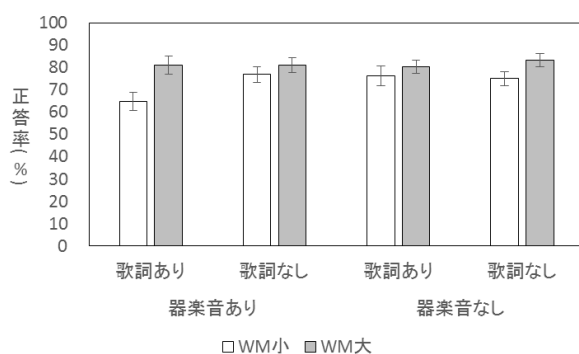


図2 内容理解問題の条件別正答率の平均と SE

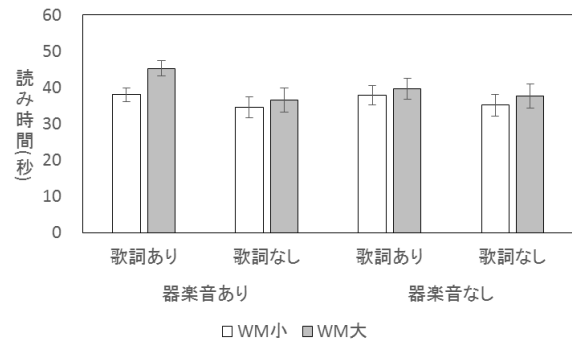


図3 課題文章の読み時間の条件別平均と SE

3. 実験2

3.1 目的

実験2では, 学習者のWM容量の大きさによって, 背景音の提示がアルファベットの系列再生課題に及ぼす影響が異なるのかを検討する。視覚提示された文字の系列再生課題において, 音韻の符号化と音韻リハーサルの実行が求められる。一方で読解課題遂行時のような意味処理は求められないため, 背景音に含まれる意味表象とのオーバーラップは生じないことが考えられる。したがって, 歌詞の有無にかかわらず背景音の提示が課題成績に干渉することが考えられる。また, RSTで測定するWM容量は意味処理の遂行にかかわると仮定されているため, これまでの知見[14][17][18]と同様, 系列再生課題におけるISEの大きさとWM容量の大きさには関連がないことが予測される。

3.2 方法

実験参加者 日本語を母語とする成人16名が実験に参加した。

実験計画 WM容量(大・小)を参加者間要因に, 背景音の器楽音の有無と歌詞の有無を参加者内要因として配置した。従属変数は, 提示された項目を正しい系列位置で再生できた割合とした。

刺激 “BCDGPT”あるいは“FHJMQR”の系列をランダムな順序で提示した。背景音の刺激は実験1と同様である。

手続き 実験は個別に行なった。系列再生課題では, コンピュータ画面上に1秒に2回のペースでアルファベットを提示した。その後, 参加者には提示されたアルファベットを順番どおりに思い出して筆記にて回答するように求めた。背景音はアルファベットを提示しているときのみヘッドフォンから提示した。1条件につき, 各系列の提示を12試行, 合計24試行行なった。参加者は系列再生課題を遂行した後, RSTを受けた。

3.3 結果と考察

実験 1 と同様、参加者の RST 得点の高低によって、WM 小群 (RST 得点 2~3, 10 名) と WM 大群 (RST 得点 3.5~4.5, 6 名) に分けた。系列再生課題の成績については Larsen & Baddeley (2003) に倣い、アルファベットを正しい系列位置で再生できた割合を参加者ごとに算出した。条件別の参加者の平均値を図 4 に示す。これらの値について WM 容量、器楽音の有無、歌詞の有無を要因とした 3 要因分散分析を行なった。その結果、器楽音の有無の主効果と、歌詞の有無の主効果が有意となった ($F(1, 14) = 6.32, p < .05, F(1, 14) = 25.63, p < .01$)。背景音に含まれる器楽音と歌詞がどちらも成績への干渉効果を引き起こしたことが示された。WM 容量の主効果およびすべての交互作用は有意水準に達しなかった ($F_s < 2.82, p_s > .11$)。

系列再生課題の成績は、背景音に含まれる歌詞の有無にかかわらず、メロディアスな器楽音や歌詞の朗読の提示によって低下した。この結果は、これまでの知見 [6]~[10] と整合的であり、背景音が覚えるべき項目への注意を剥奪した、もしくは変化のある背景音が課題の順序情報の保持に干渉したとの説明が可能である。加えて、実験 2 においては参加者の WM 容量の大きさによって背景音提示の干渉効果の大きさが異なることはなかった。この結果も operation span 課題を用いて WM 容量を測定した先行研究 [14][17][18] と整合的であり、WM 容量は意味処理の遂行にかかわることが考えられる。そして、学習課題と背景音に意味が含まれる場合に、WM 容量が小さく意味処理を効率的に遂行できない読み手において大きな干渉効果が生起するのではないだろうか。

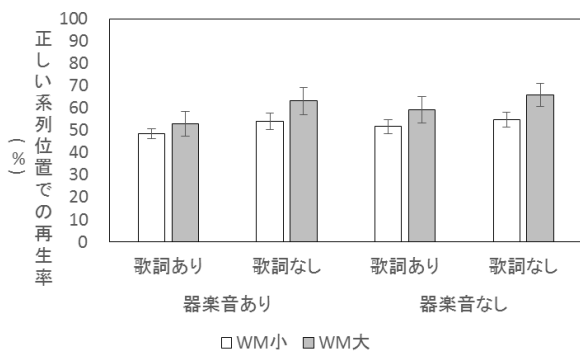


図 4 系列再生課題の条件別正再生率の平均と SE

4. 実験 3

4.1 目的

実験 3 では学習者の WM 容量の大きさによって、背

景音の提示が視覚パターンの見本照合課題における ISE の大きさが異なるのかを検討する。この課題を実施するにあたって、参加者は視空間的な情報の保持を求められる。実験 1, 2 で求められた言語的な意味処理や音韻リハーサルはこの課題には必要がないため、背景音提示の効果も実験 1, 2 ほど大きくないことが予測される。さらに、実験 2 と同様、見本照合課題においても ISE の大きさと WM 容量の大きさには関連がないことが予測される。

4.2 方法

実験参加者 日本語を母語とする成人 17 名が実験に参加した。

実験計画 WM 容量 (大・小) を参加者間要因に、背景音の器楽音の有無と歌詞の有無、そして見本提示後の保持時間 (1 秒・5 秒) を参加者内要因として配置した。従属変数は課題の正答率であった。

刺激 赤もしくは青の小さな正方形が 4×4 の配列で並んだ視覚パターンの見本を合計 48 個作成した (例として図 5 ①)。48 個中 24 個は、赤と青を各 8 ずつ含むパターンとし、12 個は赤を 4 と青を 20, もう 12 個は赤を 20 と青を 4 含むパターンとした。選択肢として、見本パターンに含まれる赤と青の正方形各 1 つを入れ替えたパターンを作成した (例として図 5 ③左)。背景音は実験 1, 2 と同一である。

手続き 見本照合課題の手続きの概要を図 5 に示す。まず、コンピュータ画面上に見本を 200ms 提示した。その後、1 秒もしくは 5 秒の空白画面を提示し、見本と同一のものと一部を入れ替えたものの 2 つのパターンを提示した。参加者には 2 つの選択肢の中から見本と同じものをキー押して判断するように求めた。解答の制限時間は 5 秒とした。参加者は各背景音条件において、保持時間 1 秒と 5 秒条件を各 24 試行、合計 48 試行行なった。1 秒と 5 秒の保持時間条件は 48 試行内でランダムに生じた。背景音は、見本の提示から保持し回答するまでの時間ずっと提示していた。背景音の種類についての 4 条件の実施順序は参加者間でカウンターバランスした。

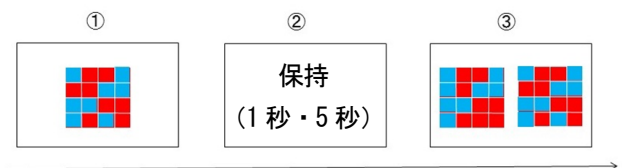


図 5 見本照合課題の手続き

4.3 結果と考察

実験 1, 2 と同様, 参加者の RST 得点の高低によって, WM 小群 (RST 得点 2~3, 11 名) と WM 大群 (RST 得点 3.5~4.5, 6 名) に分けた。見本照合課題の正答率について, WM 容量, 器楽音の有無, 歌詞の有無, 保持時間を要因とした 4 要因分散分析を行なった。その結果, 歌詞の有無と保持時間の交互作用が有意傾向となった ($F(1, 15)=4.23, p<.06$)。単純主効果を検定したところ, 背景音に歌詞が含まれない場合に, 保持時間 5 秒の成績が 1 秒のものよりも成績が低下することが示された ($F(1, 30)=5.11, p<.05$)。その他の主効果, 交互作用はどれも有意水準に達しなかった ($F_s < 2.76, p_s > .11$)。

見本照合課題においては, 背景音提示による干渉効果も, WM 容量の大きさの影響も見られなかった。視空間情報の短期的な保持は背景音の提示によって妨害されないことが考えられる。むしろ, 保持時間が 1 秒から 5 秒に延長しても, 歌詞を含む背景音が提示されていると課題成績が低下しないという結果が得られた。一般的には, 保持時間が長くなるほど記憶痕跡が薄くなり成績が低下する傾向にある。実験 3 の結果は, 背景音の提示によって成績が向上する可能性を示すものであり, 効果的なながら勉強への示唆にもつながる。

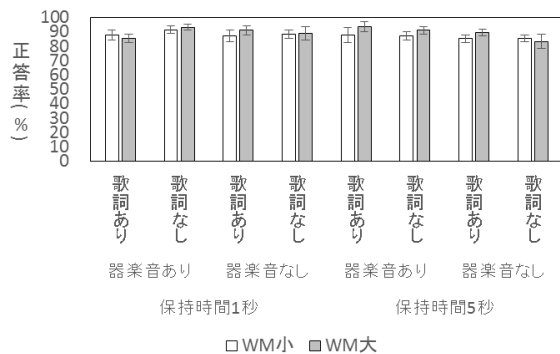


図 6 見本照合課題の条件別正答率の平均と SE

5. 総合考察

本研究では, ながら勉強が可能な学習者とそうでない学習者の違いについて, 学習者の WM 容量に着目し, 背景音提示の干渉効果の違いを 3 つの実験を通して検討した。その結果, 学習課題が読解である場合, WM 容量の低い学習者は, ポピュラーソング等の歌詞あり音楽を聴きながらの勉強は困難であることが示された。一方で, 単純な記憶課題についてはそのような個人差はみられず, 背景音の提示はどの学習者にも干渉効果

を及ぼすことが示された。また, 視空間情報を保持する課題においては, 背景音の提示によって学習成績が向上する可能性も見出された。

以上から, ながら勉強が可能である学習者とそうでない学習者の違いを分ける要因の一つとして, 学習者の WM 容量の大きさがあることが示された。WM 容量の大きさは遂行すべき課題や無視すべき刺激の意味表象の処理にかかわり, WM 容量が大きいほど無視すべき情報の意味を抑制して学習課題の意味理解を効果的に行うことができる可能性が示された。一方で, 学習者の個人差は WM 容量の大きさのみに表れるわけではない。本研究で WM 容量の測定に使用した RST だけでなく, 例えば注意の焦点化や無関連な課題の抑制など, より課題ベースでの特徴を抽出して ISE の大きさとの関連も検討する必要があるだろう。

さらに, 本研究の実験 3 では背景音の提示が学習に貢献する可能性も指摘された。視空間情報の保持など, 学習課題によっては背景音の提示が学習者の覚醒水準等を保つ役割を持ち, 結果的に課題の成績を向上させるのかもしれない。この仮説について, さらなる実験的検討が必要となるだろう。さらに, ADHD 等の発達障害を持つ学習者の中にも, 背景音の提示によって学習への恩恵を受ける場合があることが報告されている [24][25]。背景音提示下での学習メカニズムを解明することで, 特別支援の必要な学習者への新しい支援方法を提案することが期待できる。

参考文献

- [1] 丸野俊一, (1994) ““ながら勉強”のメリット・デメリット (学習習慣づくりの決め手<特集>)”, 児童心理, 48, pp. 184-191.
- [2] Colle, H., & Welsh, A. (1976). Acoustic masking in primary memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15, 17-31.
- [3] Baddeley, A. (2000). The phonological loop and the irrelevant speech effect: Some comments on Neath (2000). *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(3), 544-549.
- [4] Salamé, P., & Baddeley, A. D. (1982). Disruption of short-term memory by unattended speech: Implications for the structure of working memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 21(2), 150-164.
- [5] Larsen, J., & Baddeley, A. (2003). Disruption of verbal STM by irrelevant speech, articulatory suppression, and manual tapping: Do they have a common source? *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A-Human Experimental Psychology*, 56(8), 1249-1268.
- [6] Jones, D., & Macken, W. (1993). Irrelevant tones produce an irrelevant speech effect - implications for phonological coding in working memory. *Journal of*

- Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 19(2), 369-381.
- [7] Jones, D. M., & Tremblay, S. (2000). Interference in memory by process or content? A reply to Neath (2000). *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(3), 550-558.
- [8] Cowan, N. (1995). "Attention and memory: An integrated framework", New York: Oxford University Press.
- [9] Lange, E. B. (2005). Disruption of attention by irrelevant stimuli in serial recall. *Journal of Memory and Language*, 53(4), 513-531.
- [10] Banbury, S., Macken, W., Tremblay, S., & Jones, D. (2001). Auditory distraction and short-term memory: Phenomena and practical implications. *Human Factors*, 43(1), 12-29.
- [11] Martin, R., Wogalter, M., & Forlano, J. (1988). Reading-comprehension in the presence of unattended speech and music. *Journal of Memory and Language*, 27(4), 382-398.
- [12] Oswald, C. J. P., Tremblay, S., & Jones, D. M. (2000). Disruption of comprehension by the meaning of irrelevant sound. *Memory*, 8(5), 345-350.
- [13] Ellermeier, W., & Zimmer, K. (1997). Individual differences in susceptibility to the "irrelevant speech effect". *Journal of the Acoustical Society of America*, 102(4), 2191-2199.
- [14] Beaman, C. (2004). The irrelevant sound phenomenon revisited: What role for working memory capacity? *Journal of Experimental Psychology-Learning Memory and Cognition*, 30(5), 1106-1118.
- [15] Christopher, E. A., & Shelton, J. T. (2017). Individual differences in working memory predict the effect of music on student performance. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(2), 167-173.
- [16] Conway, A. R. A., Cowan, N., & Bunting, M. F. (2001). The cocktail party phenomenon revisited: The importance of working memory capacity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 331-335.
- [17] Elliott, E. M., & Briganti, A. M. (2012). Investigating the role of attentional resources in the irrelevant speech effect. *Acta Psychologica*, 140, 64-74.
- [18] Elliott, E., & Cowan, N. (2005). Coherence of the irrelevant-sound effect: Individual profiles of short-term memory and susceptibility to task-irrelevant materials. *Memory & Cognition*, 33(4), 664-675.
- [19] Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28(2), 127-154.
- [20] Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 19(4), 450-466.
- [21] 苅阪 満里子・苅阪 直行 (1994). 読みとワーキングメモリ容量 日本語版リーディングスパンテストによる測定. *心理學研究*, 65(5), 339-345.
- [22] 苅阪 満里子 (2002). 「脳のメモ帳 ワーキングメモリ」, 新曜社.
- [23] 高橋 麻衣子・清河 幸子 (2013). 読解活動における眼球運動の役割: 黙読時と音読時の比較から. *認知科学*, 20, 470-480.
- [24] Sikström, S., & Söderlund, G. (2007). Stimulus-dependent dopamine release in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Psychological Review*, 114(4), 1047-1075.
- [25] Söderlund, G., Sikström, S., & Smart, A. (2007). Listen to the noise: noise is beneficial for cognitive performance in ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 48(8), 840-7.