

無関連スピーチと構音抑制が時間評価に及ぼす影響

吉田 有美子・宮谷 真人

Effects of irrelevant speech and articulatory suppression on time estimation

Yumiko Yoshida, Makoto Miyatani

本研究は、Baddeley (1986) のワーキングメモリ・モデルに基づき、音韻ループと時間評価の関係を調べることを目的とした。音韻ループは、音韻ストアと構音コントロール過程という2つの下位システムに分けられる。そこで、それぞれに干渉することが時間評価に対する記憶セットサイズ効果にどのような影響を及ぼすのか、またその影響の仕方に違いがあるのかについて、2つの実験で検討した。実験には健常な大学生および大学院生が参加し、いくつかのアルファベットを記憶しつつ2500msの時間作成課題を行なった。同時に、無関連スピーチと構音抑制により音韻ストアと構音コントロール過程に干渉した。その結果、干渉課題のない条件では、記憶セットサイズが大きくなるほど作成時間が長くなった。一方、干渉課題により記憶セットサイズ効果は消失し、その干渉効果は音韻ストアへの干渉の方が大きかった。また、構音コントロール過程への干渉のみが作成時間の短縮効果を示した。これらのことから、音韻ストアと構音コントロール過程が時間評価に及ぼす影響の仕方には何らかの違いがあり、構音コントロール過程の方が時間評価と関わりが深いと考えられる。

キーワード：時間評価、音韻ループ、無関連スピーチ、構音抑制

問題と目的

時間評価研究において提唱されてきたモデルの中に、認知的情報処理過程を重視したモデルがある。これらは、時間評価に影響する主要因である注意と記憶の観点から時間評価を説明しようと試みている。しかしほとんどのモデルは、どちらか一方の要因しかモデルに組み込んでおらず、両要因の影響を統合的に考慮していない。また、両要因を組み込んだモデルの構築を試みた Zakay (1993) でも、時間評価パラダイムによって影響要因をどちらか一方に限定しており、統合的モデルの構築に成功しているとは言い難い。両要因を統合的に考慮し、なおかつ評価パラダイムに依存しないモデル構築が、より節約的で適切な時間評価の説明を可能にすると思われる。そのために有用だと思われるのが、ワーキングメモリという概念 (Baddeley, 1986) である。

ワーキングメモリは注意制御機能と情報の保持・処理機能を持つとされている。Baddeley (1986)

のモデルは、音韻情報の保持・処理を担う音韻ループ、視空間的情報の保持・処理を担う視空間的スケッチパッド、そして注意制御機構である中央実行系の3つからなっている。

これまでにワーキングメモリと時間評価との関係を扱った研究として、Fortin & Breton (1995) と Shinohara (1999) がある。両研究とも、音韻ループと視空間的スケッチパッドにそれぞれ干渉する課題と時間作成課題を同時に行なわせ、作成時間がどのように変化するかを調べた。その結果、両者とも干渉課題を課すことによって作成時間が長くなるという結果を得た。この結果から、Fortin & Breton (1995) は、音韻ループと視空間的スケッチパッドがともに時間評価に関与していると結論した。さらに、Shinohara (1999) は、音韻ループと視空間的スケッチパッドにそれぞれ干渉したときの作成時間を比較し、両者に差が見られないことから、時間評価には特定の資源ではなく、多目的資源が必要であると結論した。また、その多目的資源の配分について、中央実行系の関与を唆し、今後は時間評価における各システムの相対的重要性を明らかにすることが求められるとしている。

本研究は、これらの研究と同様、ワーキングメモリと時間評価との関係をより詳細に調べることが目的とした。本研究では、特に音韻ループに焦点を当てる。Baddeley (1986) のワーキングメモリ・モデルでは、音韻ループはさらに、音韻ストアと構音コントロール過程という2つの下位システムに分けられる。そこで、この2つの下位システムそれぞれに干渉することが、時間評価にどのような影響を及ぼすのか、また、その影響の仕方に両者で違いが見られるのかについて検討した。

主課題としては、Fortin & Breton (1995) や Shinohara (1999) と同じく、時間作成課題を用いる。しかし、彼らのように干渉時の作成時間を直接比較するだけでは十分でないと考えられる。なぜならば、両下位システムに干渉する課題が異なるため、たとえ両干渉課題間で作成時間に差が認められても、それは下位システムが干渉された直接的影響ではなく、共通する資源への干渉の程度や課題の難易度といった課題の性質によるものかもしれないからである。そこで本研究では、2つの干渉条件を比較するために、時間評価に対する記憶セットサイズの効果を利用した。時間評価に対する記憶セットサイズの効果とは、記憶セットサイズが大きくなるにつれて、作成時間が長くなることである。無関連スピーチと構音抑制によって、音韻ストアと構音コントロール過程それぞれに干渉し、それらが時間評価に対する記憶セットサイズ効果に及ぼす影響を調べた。

実験1

方法

被験者 大学生および大学院生20名(年齢21-30歳, 男性10名, 女性10名)を被験者とした。

実験計画 干渉課題(なし, 無関連スピーチ, 構音抑制)と記憶セットサイズ(0, 1, 3, 5)を独立変数とした。両方とも被験者内変数であった。

課題 主課題は時間作成課題であった。凝視点(+)の呈示開始から2500ms経過したと感じた時点でマウスをクリックさせた。干渉課題の無関連スピーチ条件では、モーラが3-5, 親密度が3-4で、互いに無関連な名詞単語を約1秒に1つの割合でヘッドフォンから呈示し、それを無視す

るように教示した。構音抑制条件では、「あ、い、う、え、お」をできるだけ速く繰り返し呟かせた。

課題条件として、干渉課題と記憶課題の有無により次の6条件を設定した。主課題のみを行なう統制条件、単語を無視しながら主課題を行なう無関連スピーチ条件、主課題と構音抑制を同時遂行する構音抑制条件、そしてこれら3条件に記憶課題を課した記憶統制条件、記憶無関連スピーチ条件、記憶構音抑制条件であった。記憶課題を課した条件では、試行開始前に1個、3個、または5個のアルファベットの子音をランダムに選択して、大文字で呈示した。被験者は記憶セットを覚えた後、主課題と干渉課題を同時遂行し、最後に記憶セットを自由再生した (Figure 1)。

手続き 初めに、凝視点の呈示開始時と終了時にピープ音を1回ずつ呈示することで、作成すべき時間を呈示した。その際、数を数える、身体でリズムをとるなどの方略を用いずに、凝視点が呈示されている間の時間感覚をつかむように教示した。次に、200 試行の時間作成練習を行なった。このとき、作成した時間に対するフィードバックを3段階 ($\text{too short} < 2100 \text{ ms}$, $2100 \text{ ms} \leq \text{correct} \leq 2900 \text{ ms}$, $2900 \text{ ms} < \text{too long}$) で表示した。続けて干渉課題も記憶課題も課さない統制条件を30 試行行ない、その後、残りの5条件を行なった。記憶課題を課さない条件は各30 試行、課す条件は各90 試行行なった。各課題条件を開始する前には、フィードバックのある20 試行の時間作成練習を行なった。

課題条件の実施順序は、統制条件を200 試行の時間作成練習直後に固定した。残り5つの課題条件については、被験者ごとにランダムに決めることで、順序効果を相殺した。

結果

各条件の平均作成時間を Figure 2 に示した。平均作成時間について、干渉課題と記憶セットサイズを独立変数とした2要因分散分析を行なった。その結果、記憶セットサイズの主効果 ($F(3,57)=3.26$, $p<.05$) と干渉課題×記憶セットサイズの交互作用 ($F(6,114)=2.67$, $p<.05$) が有意であった。下位

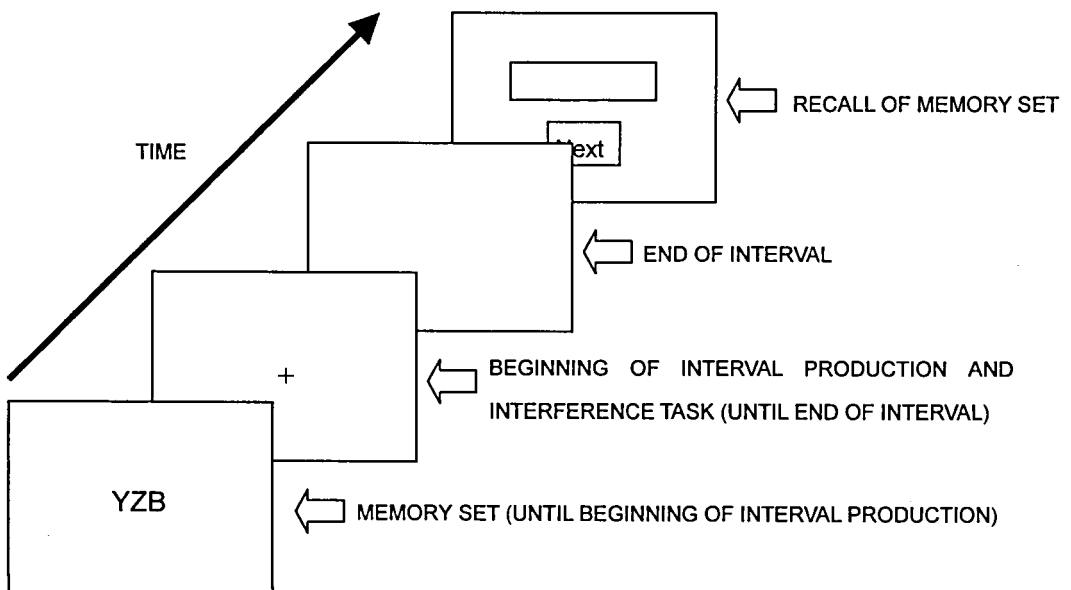


Figure 1. A trial sequence in Experiment 1.

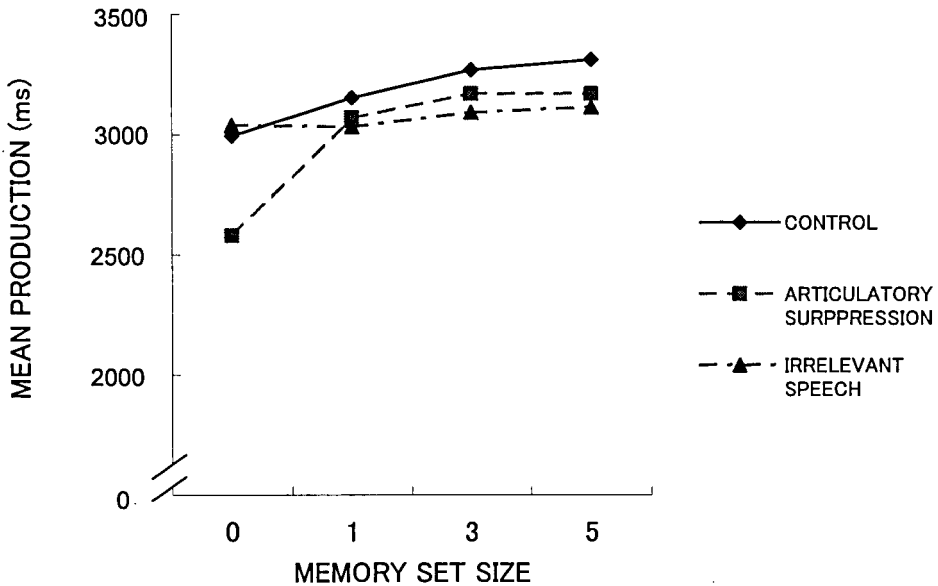


Figure 2. Mean temporal production as a function of interference task and memory set size in Experiment 1.

検定の結果、記憶セットサイズ0条件において、構音抑制条件の作成時間が統制条件と無関連スピーチ条件の作成時間よりも短かった。また、構音抑制を行なわせた条件において、記憶セットサイズ0条件の作成時間が記憶セットサイズ1, 3, 5条件よりも短かった。

記憶セットの正再生率を Figure 3 に示した。正再生率についても、平均作成時間と同様の分析を行なった。その結果、干渉課題の主効果 ($F(2,38)=7.09, p<.01$) が有意であり、構音抑制条件の正再生率が統制条件より低かった。また、記憶セットサイズの主効果 ($F(2,38)=38.41, p<.01$) も有意であり、記憶セットサイズが大きくなるにしたがって、正再生率は低くなった。

考 察

記憶セットサイズ0条件において、構音抑制条件の作成時間が他の2条件よりも有意に短かった。また、干渉課題として構音抑制を行なわせた条件において、記憶課題を課さない条件の作成時間が記憶課題を課した条件よりも有意に短かった。この結果は、記憶課題を課さない条件では構音抑制の効果がみられ、逆に、記憶課題を課した条件ではその効果が消失したことを示している。一方、記憶セットサイズ0条件における統制条件と無関連スピーチ条件の作成時間には差が見られなかった。さらに、記憶セットサイズ1, 3, 5条件においては、干渉課題による差がなかった。このことから、実験1で設定した状況では、時間評価に対する記憶セットサイズ効果の出現に音韻ストアと構音コントロール過程は関与していないと推測できる。

記憶課題を課さない構音抑制条件の作成時間は他の2条件より短かった。このような結果が得ら

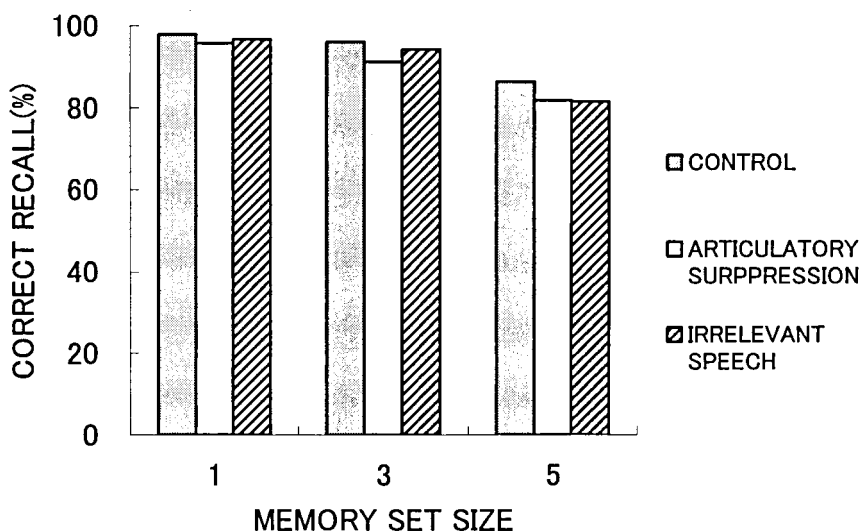


Figure 3. Correct recall percent as a function of interference task and memory set size in Experiment 1.

れた原因として2つを挙げる事ができる。第1は、構音抑制によって構音コントロール過程が干渉され、それが作成時間の短縮をもたらしたというものである。しかし、そうであるならば、記憶課題を課した条件においても作成時間が短くなったはずである。したがって、構音抑制条件における作成時間の短縮を構音コントロール過程への干渉そのもので説明するためには、記憶負荷の有無によって時間評価のメカニズムが異なるという新たな仮定を設けなければならない。

第2は、被験者によって時間作成中に意識された変化の数による説明である。Fraisse (1957 原・佐藤訳, 1960; 1963 岩脇訳, 1971) は、認知される変化の数が増加するほど、物理的に同じ長さの時間でも心理的に長くなることを示した。構音抑制で被験者が発する音が、時間評価に影響する変化として知覚され、作成時間の短縮をもたらしたと考えられる。このように考えるならば、記憶課題を課した条件において作成時間が短くならなかった理由を、注意配分の点から次のように説明することができる。記憶課題を課さない条件においては、注意を時間作成課題と構音抑制の2つに配分すればよい。しかし記憶課題を課した条件では、さらに記憶セットの保持にも注意を配分する必要がある。したがって、構音抑制に向けられる注意の量は、記憶課題を課さない条件と比較して、記憶課題を課した条件では減少したと考えられる。これによって、構音抑制によって生じる変化の数が意識されにくくなったと考えられる。第1の説明を否定する根拠はないが、説明の節約性の原理から、変化の数による説明の方が妥当であると言えよう。

実験2

実験1において、主課題の時間作成課題では、2500msの時間を作成することが被験者に求めら

れた。そして、主課題のみを行なう統制条件では、2 500 ms にできるだけ近い時間を作成することが期待された。なぜならば、統制条件における平均作成時間が 2 500 ms 前後であるということによって、被験者が正確に時間を作成できるということが保証されるからである。しかし、実際の平均作成時間は 2 998 ms で、約 500 ms も長かった。よって、被験者が正確に時間を作成していたという保証が得られなかった。また、統制条件を行なう前には、フィードバックのある時間作成練習を 200 試行も行なっていたにも関わらず、このような結果であったということは、練習の効果が持続しないことを示していると言える。

さらに、記憶課題の有無による作成時間の違いは認められたものの、干渉課題のない統制条件においてさえも、明確な記憶セットサイズ効果は示されなかった。この原因としては 3 つ考えられる。1 つは先に述べた時間作成練習の効果が持続しなかったことである。時間作成が不正確であるために作成時間のばらつきが大きく、記憶セットサイズによる変動が埋もれてしまったのかもしれない。2 つ目に、記憶課題の有無によって時間作成練習後の試行数が異なっていたため、各条件の実施状況が同等ではなかったことが考えられる。3 つ目として、全試行数（練習を含め 660 試行）が多かったことによる疲れの効果が反映された可能性が考えられる。

そこで、実験 2 ではこれらの問題点を改善し、音韻ストアと構音コントロール過程に干渉することが時間評価に対する記憶セットサイズ効果に及ぼす影響について、再度検討した。

方 法

被験者 大学生および大学院生 24 名を被験者とし、無関連スピーチ群と構音抑制群に各 12 名（無関連スピーチ群：18-30 歳，男性 5 名，女性 7 名；構音抑制群：20-26 歳，男性 3 名，女性 9 名）を割り当てた。

実験計画 干渉課題（あり，なし）×干渉課題の種類（無関連スピーチ，構音抑制）×記憶セットサイズ（0，1，5）の 3 要因計画であった。干渉課題の有無と記憶セットサイズは被験者内要因，干渉課題の種類は被験者間要因であった。

課題 実験 1 とほぼ同様であったが、次の点を変更した。実験 1 では「あ，い，う，え，お」と構音させていた。しかし、これは構音する言葉内にまとまりを作りやすく、時間を作成する際の手がかりとして用いられた可能性があった。そこで、実験 2 では、「サツ，サツ，サツ…」と繰り返すように変更した。

課題条件は干渉課題の有無と記憶課題の有無の組み合わせにより、各群 4 条件を設定した。主課題のみを行なう統制条件，主課題と同時に干渉課題（無関連スピーチあるいは構音抑制）を行なう干渉課題条件，およびそれらに記憶課題を課した記憶統制条件と記憶干渉課題条件があった。

手続き 実験 1 とほぼ同様であったが、次の点を変更した。時間作成課題に関して、時間作成開始を示す凝視点が呈示されるまでの時間を 900-1 700 ms の範囲で、試行ごとにランダムにした。また、時間作成練習におけるフィードバックを 5 段階表示（too short < 2 000 ms, 2 000 ms ≤ short < 2 250 ms, 2 250 ms ≤ correct ≤ 2 750 ms, 2 750 ms < long ≤ 3 000 ms, 3 000 ms < too long）にし、最初の練習回数を 60 試行に減らした。そして各課題条件において、10 試行終了ごとに練習を行なうことにした。その練習では、10 試行中 7 試行以上の作成時間がほぼ正確（correct）であれ

ば本試行に入ることとした。このように変更することにより、被験者がより正確な時間を作りやすくした。

記憶課題を課さない条件は各 30 試行、記憶課題を課す条件は各 60 試行行なった。課題条件の実施順序は、実験 1 と同様に、統制条件のみを固定した。他の条件はランダムに行うことで順序効果を相殺した。

結果

各条件の平均作成時間を Figure 4 に示す。平均作成時間について、干渉課題の有無、干渉課題の種類、および記憶セットサイズを独立変数として、3 要因分散分析を行なった。その結果、記憶セットサイズの主効果が有意であり、記憶セットサイズ 0 条件より記憶セットサイズ 5 条件の作成時間が長かった ($F(2, 44)=13.84, p<.001$)。また構音抑制群において、記憶セットサイズ 0 条件より記憶セットサイズ 5 条件の作成時間が長く、記憶セットサイズ 0 条件において、構音抑制群より無関連スピーチ群の作成時間が長かった(干渉課題の種類×記憶セットサイズの交互作用: $F(2, 44)=4.14, p<.05$)。さらに干渉課題なし条件において、記憶セットサイズが大きくなるにしたがって、作成時間が長くなったこと、記憶セットサイズ 1 条件と 5 条件において、干渉課題なし条件の作成時間が干渉課題あり条件よりも長かったことも示された(干渉課題の有無×記憶セットサイズの交互作用: $F(2, 44)=15.50, p<.001$)。干渉課題の有無の主効果 ($F(1, 22)=3.04, p<.10$, 課題あり条件<なし条件)と、干渉課題の有無×干渉課題の種類の交互作用 ($F(1, 22)=3.23, p<.10$) は傾向差であった。干渉課題の種類×干渉課題の有無×記憶セットサイズの交互作用は有意でなかった ($F(2, 44)=1.10, n.s.$)。

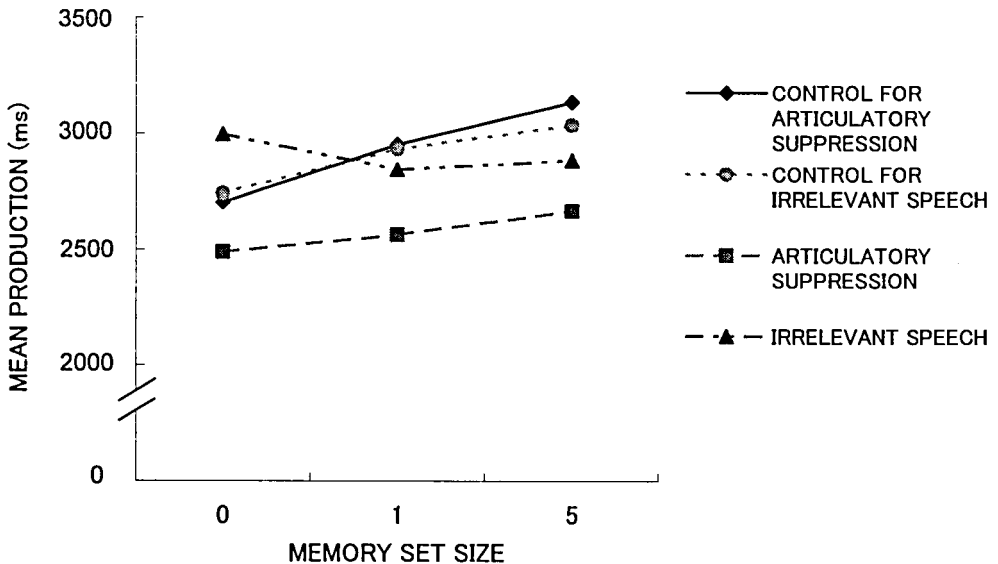


Figure 4. Mean temporal production as a function of interference task and memory set size in Experiment 2.

記憶セットの正再生率を Figure 5 に示す。正再生率についても平均作成時間と同様の分析を行った。その結果、干渉課題の有無の主効果 ($F(1, 22)=15.80, p<.01$) と記憶セットサイズの主効果 ($F(1, 22)=30.97, p<.01$) が有意であり、干渉課題あり条件の正再生率が干渉課題なし条件より低く、記憶セットサイズ 5 条件の正再生率が記憶セットサイズ 1 条件より低かった。また、構音抑制群において、干渉課題なし条件よりあり条件の正再生率が低かった (干渉課題の種類×干渉課題の有無の交互作用: $F(1, 22)=7.14, p<.05$)。さらに、記憶セットサイズ 5 条件において干渉課題あり条件の正再生率が低かった (干渉課題の有無×記憶セットサイズの交互作用: $F(1, 22)=6.43, p<.05$)。干渉課題の種類×記憶セットサイズの交互作用は傾向差であった ($F(1, 22)=3.26, p<.10$)。

考 察

記憶セットサイズ 0 条件における干渉課題なし条件の平均作成時間は、構音抑制群が 2 704 ms、無関連スピーチ群が 2 742 ms であった。これは、時間作成の練習において、ほぼ正確 (correct) とフィードバックした範囲内であった。したがって、両群の被験者は、ともに正確に時間を作成できていたと判断することができる。

次に、時間評価に対する記憶セットサイズ効果についてであるが、干渉課題なし条件では、記憶セットサイズが大きくなるにしたがって作成時間が長くなり、明確な記憶セットサイズ効果が示されたと言える。一方、干渉課題あり条件においては記憶セットサイズ効果が認められなかった。したがって、干渉課題を課すことにより記憶セットサイズ効果が消失したと言える。このことから、構音コントロール過程と音韻ストアにそれぞれ干渉することは、時間評価に対する記憶セットサイズ効果を消失させるという影響を及ぼしたと考えられる。ただし、干渉課題の種類×記憶セットサイズの交互作用を詳しく分析すると、構音抑制群において、記憶セットサイズ 0 条件より記憶セッ

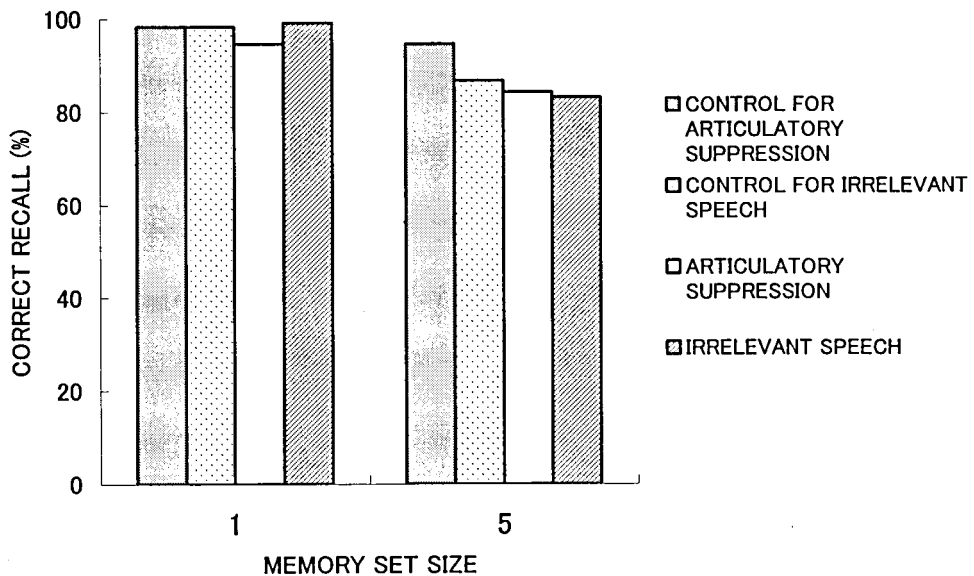


Figure 5. Correct recall percent as a function of interference task and memory set size in Experiment 2.

トサイズ5条件の作成時間が長くなったという結果が得られた。このことを考慮すると、両者ともに記憶セットサイズ効果を減少させるという影響を及ぼすものの、その効果は音韻ストア干渉のほうが大きいと考えられる。

干渉課題の種類による作成時間の違いは、記憶セットサイズ0条件においてのみ認められた。記憶セットサイズ1, 5条件においては差がなかったことから、この結果は、それぞれのシステムを干渉したことによる影響というよりは、干渉課題の性質（例えば、構音する速度と単語提示速度の違い）によるものだと考えられる。また、記憶セットサイズ1条件と5条件において、干渉課題の種類に関わらず、干渉課題の有無による作成時間に同程度の違いが認められた。よって、音韻ストアと構音コントロール過程それぞれに干渉することが時間評価に及ぼす影響の仕方には、違いはないと言えるかもしれない。しかし、傾向差ではあったが、干渉課題あり条件において、構音抑制群より無関連スピーチ群の作成時間が長かったという結果と、構音抑制群のみにおいて干渉課題の有無の効果が認められたという結果が得られたことを考慮すると、両者を干渉することが時間評価に及ぼす影響の仕方には、何らかの違いがあるのではないかと推測される。

ところで、正再生率は記憶セットサイズが大きくなるほど、また、干渉課題が課されたときの方が低くなったことから、上記で示した干渉課題の有無による作成時間の差は、被験者が正しく覚えていた記憶セットの数の違いによるものである可能性が考えられる。そこで、記憶セットを正確に再生できなかった試行を除いて同様の分析を行なった。しかし、結果は今まで述べてきたものとはほぼ同様であった。したがって、実験2で得られた作成時間は無関連スピーチおよび構音抑制が、音韻ループの2つの下位システムに干渉した結果を反映していると考えられる。

総合考察

本研究では、時間評価に対する記憶セットサイズ効果に及ぼす無関連スピーチと構音抑制の影響を比較し、音韻ループの2つの下位システムである、音韻ストアと構音コントロール過程それぞれと、時間評価の関係について検討した。実験2において、干渉課題を課すことにより記憶セットサイズ効果が消失するという結果を得た。また、その干渉効果は、構音抑制群に比べてわずかながら無関連スピーチ群において大きかったことから、記憶セットサイズ効果に対する影響は、音韻ストア干渉の方がより大きいと考えられる。

一方、音韻ストアに干渉した場合の作成時間と構音コントロール過程に干渉した場合の作成時間との比較では、有意な差は認められなかったものの、構音コントロール過程に干渉した場合には全体的に作成時間が短くなる傾向が示された。このことから、両者を干渉することが時間評価に及ぼす影響の仕方には違いがあると考えられる。時間評価に対する影響は構音コントロール過程の方がより強いのではないかと推測される。

Fortin & Breton (1995) や Shinohara (1999) は、ワーキングメモリの各下位システムに干渉した場合の作成時間を調べ、それらを直接比較していた。しかし、それぞれの下位システムに干渉する課題が異なるという点を考慮していないという問題があった。そこで本研究では、記憶セットサ

イズ効果を利用し、音韻ループの2つの下位システムと時間評価との関係について検討した。その結果、時間評価に及ぼす影響について、音韻ストアと構音コントロール過程に何らかの違いがあることは示されたが、それがどのような違いであるのかを明確に示すことはできなかった。記憶セットサイズ効果以外にも時間評価に影響するとされている認知的要因がある（例えば、刺激の呈示数や呈示速度など）。それらを用いて、本研究と同様の検討を行なえば、両者の違いを明確に捉えることができるかもしれない。

今後は、ワーキングメモリの各下位システムと時間評価の関係を調べるだけでなく、中央実行系の諸機能（例えば二重課題の遂行やランダム生成、長期記憶の活性化など）や視空間的スケッチパッドの下位システムについても本研究と同様のアプローチを行なうことが必要であると思われる。例えば、篠原（2002a, b）は中央実行系の認知制御機能を選択的に取り上げ、それらと時間評価の関係について検討している。このようなアプローチによって、Shinohara（1999）が指摘するような、時間評価における各システムの相対的重要性について検討することができると思われる。

引用文献

- Baddeley, A. 1986 *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Fortin, C., & Breton, R. 1995 Temporal interval production and processing in working memory. *Perception & Psychophysics*, **57**, 203-215.
- フレス P. 時間の心理学—その生物学・生理学— 原吉雄・佐藤幸治（訳）1960 創元社（Fraisse, P. 1957 *Psychologie du temps*. Paris: Presses Universitaires de France.）
- フレス P. 時間知覚 岩脇三良（訳）1971 現代心理学VI 知覚と認知 白水社 Pp.93-142.
（Fraisse, P. 1963 Perception et estimation du temps. In P. Fraisse & J. Piaget (Eds.), *Traité de psychologie expérimentale. VI: La perception*. Paris: Presses Universitaires de France.）
- Shinohara, K. 1999 Resource for temporal information processing in interval production. *Perception and Motor Skills*, **88**, 917-928.
- 篠原一光 2002a 心理的時間の認知過程と作動記憶 精神神経学雑誌, **104**, 119-124.
- 篠原一光 2002b 時間評価における注意資源と作動記憶の役割 心理学評論, **45**, 195-209.
- Zakay, D. 1993 Relative and absolute duration judgments under prospective and retrospective paradigms. *Perception & Psychophysics*, **54**, 656-664.