

|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 時間作成における視空間作動記憶の役割  |
| Author(s)    | 篠原, 一光  |
| Citation     | 大阪大学人間科学部紀要. 1998, 24, p. 213-229   |
| Version Type | VoR   |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.18910/9420">https://doi.org/10.18910/9420</a> |
| rights       |   |
| Note         |   |

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 時間作成における視空間作動記憶の役割

篠原 一 光

### 目 次

1. 時間情報の視空間的処理に関する研究について
2. 実験1：MD課題による時間作成への干渉
3. 実験2：イメージ課題による時間作成への干渉
4. 論議

## 時間作成における視空間作動記憶の役割

篠原一光

### 1. 時間情報の視空間的処理に関する研究について

「持続する時間を経験する」場合、必然的に記憶過程が介在する。例えば「経験した時間の持続時間を評価する」場合、評価対象となる時程を想起しなければならない。また「ある長さの時程を作成する」場合には、経過していく時間を意識することになるが、しかし時程の開始時点は当然過去にあり、その時点から現在までの経過した時間を意識あるいは想起しなければ、目標とする長さの時間が経過したことがわからないはずである。ただし、評価・作成する時程の長さや、評価対象の時程が存在した時点から評価する時点までの時間的距離により、介在する記憶過程は異なる。

本研究で対象とするのは、心理的現在の範囲に入る長さの時程を作成する場合に用いられる記憶である。このような時間経験に関与すると考えられるのが短期記憶システムである。ただし時間作成には作成開始時点からの時間経過や作成終了時点の判断などの処理が必要であり、単なる情報の一時的保持だけでは時間作成を遂行できない。したがって、保持した情報に対して制御を行う作動記憶システムにおける時間情報処理について考えるべきである。

Baddeley(1986, 1997)が提案した作動記憶モデルでは中央制御部(central executive)と、サブシステムである音韻ループ(phonological loop)、視空間スクラッチパッド(visuo-spatial scratchpad)が考えられている。音韻ループは一時的に音韻的情報を貯蔵する音韻貯蔵(phonological store)と、音韻貯蔵内の情報を保持したり視覚的刺激を音韻コードに変換する構音コントロールプロセス(articulatory control process)で構成される。視空間スクラッチパッドは視覚的・空間的イメージを作り上げ、操作を行う。これらサブシステムを制御するのが中央制御部である。中央制御部は注意システムであり、複数の課題を同時に遂行する場合に注意配分を行ったり、特定の処理に優先権を与えるなどの注意のコントロールに関係する。

時間知覚の先行研究では、時間知覚における短期記憶の役割についての言及がしばしば見られる。Fraisse(1984)は、心理学的現在では平均2, 3秒で5秒を超えることはほとんどないと述べ、これが短期記憶に基づくものであるとしている。Pöppel(1995)はある持続時間の音を聞かせてその直後にその時間の長さを再生させるという実験で、3秒より再生対象時間が短い時間では過小評価に、3秒より長い場合には過大評価になること

を示した。Pöppelはこの結果を、3秒までの時間的範囲は一つの単位として意識中に保持されると解釈した。3秒より長い持続時間が過小評価されるのは、一単位として保持可能な3秒内に意識内容を「押し込めよう」とするため、と説明している。また芋阪(1996)は作動記憶の働きとして、認識と行動をある制限された容量の中に圧縮する(コヒーレントに束ねる)ことを挙げている。これらの指摘から、心理的現在の範囲に入る時間についての知覚・評価、すなわち短い時程の知覚・評価には短期記憶あるいは作動記憶が関与すると考えられる。また、Fortin, Rousseau, Bourque, & Kirouac(1993)は時間評価と非時間課題の同時遂行を行う場合に、単なる非時間課題の短期記憶負荷だけでは同時的な時間評価が妨害されないことを示している。この知見から、短時間の時間評価の背後にある認知過程は、短期的に保持される情報に対する処理と関係すると考えられる。言い換えると、作動記憶システムが何らかの形で関与するであろうと推測できる。

時間評価と作動記憶の関わりについて直接的に論じている研究は少ない。ただし、時間情報処理と非時間情報処理の関連についての先行研究で得られた知見から、作動記憶の問題について論じることは可能である。例えばBurnside(1971)は時間評価対象の時程中で被験者に提示される数字を読むことや数字を加算・乗算することを求めた。この実験では数字を単に読むよりも、計算を行う場合に時程が短く評価されるという結果が得られた。一方、暗算における作動記憶の役割については非常に多くの研究がなされている。例えばLogie, Gilhooly, & Wynn(1994)は、聴覚もしくは視覚提示される数字を加算すると同時に、腕の運動、構音抑制、文字のランダム発生などを遂行させた。数字の視覚提示を行った場合に、中央制御部に負荷を与える文字のランダム発生がもっとも計算課題を妨害したことから、計算においては中枢制御部が重要であるといえる。一方、音韻的作動記憶の役割については、語長効果(word length effect)などにあらわれるその時間特性と心理学的現在の関連についての研究が最近発表されている(齋藤, 1997)。

本研究では、時間情報処理と視空間作動記憶の関係について着目する。本研究ではLogie(1995)に従い、Baddeleyのモデルで用いられている「視空間スクラッチパッド」という用語の代わりに、視覚的空間的情報の貯蔵・処理を行う作動記憶の機能をさすものとしてより一般的な「視空間作動記憶」を用いる。

Brown(1985)は非時間情報処理課題の処理要件の増大による時間評価への影響について実験を行った。その実験1において、Brownは被験者に16秒もしくは32秒の評価対象時程中にトラッキング課題を行わせた。この実験では、トラッキング課題の困難さが高い方が困難さの低い条件に比べて、再生法もしくは言語評定法で行われた時間評価の評価時間は短くなるという結果が得られた。Baddeley & Lieberman(1980)は空間課題であるBrooksのマトリクス課題(この課題については後述する)と同時に空間トラッキングを行うという実験を行った。この実験では、トラッキング課題を遂行することによりマトリクス課題のパフォーマンスが低下するという結果が得られた。この結果は視空間作動記憶に基づくマトリクス課題を、同時に行われるトラッキング課題が妨害するこ

とから、トラッキング課題もまた視空間作動記憶を用いるものと考えられる。従って Brown の得た知見は、16秒もしくは32秒の時程を評価する場合に、視空間作動記憶が用いられる可能性を示唆するものである。

Zakay (1993) は、12秒と15秒の持続時間判断と同時に、直接見ることができない図形の輪郭を人差し指でなぞって図形の角の数を数えるという課題を遂行させる実験を行った。あらかじめ持続時間の判断を行うことを知っていた予期パラダイム (prospective paradigm) 条件で、かつ持続時間を絶対評価した場合、図形の角の数が多い複雑な図形が提示された場合に、単純な図形が提示された場合よりも持続時間がより短く判断された。Zakay がこの研究で提案している状況依存二重過程モデル (dual-process contingency model) では、非時間課題の処理に処理資源が向けられると仮定されるタイマーへの時間ユニットの記録量が少なくなり、持続時間は短く評価されるとする。彼のモデルに従えば、この実験で得られた結果は、非時間課題である図形の角の計数が同時に行われた時間判断に干渉したといえることができる。Zakay はこの結果から、オンライン的な時間情報処理は作動記憶で行われると述べている。しかし、この図形の角数の計数が視空間作動記憶を用いる課題であるかについては論じられていない。この実験で被験者が行う作業は空間的であり、おそらくこの課題は視空間作動記憶を用いるものだろう。

Fortin & Breton (1995) は時間作成における作動記憶の役割について論じているが、その中で時間作成とメンタルローテーションを組み合わせた実験を行っている (実験3)。Logie & Salway (1990) はメンタルローテーションは構音抑制によっては妨害されず、空間的抑制によっては妨害を受けることを示している。この結果からメンタルローテーションは視空間作動記憶を用いる課題であると考えられる。この2課題を同時遂行した場合に、作成時間はメンタルローテーション課題の反応時間と同様に、提示される刺激の傾きに対応して長くなった。この結果から Fortin らは時間作成に視空間作動記憶が使用されると結論している。

これら3つの先行研究から、時間評価・時間作成において視空間作動記憶が用いられることが示唆される。しかし、これらの関係についての研究はまだ少なく不十分である。本研究は視空間作動記憶における時間情報処理の役割について、先行研究では用いられていない視空間課題を時間作成と組み合わせることにより調べることを目的とする。

## 2. 実験1：MD課題による時間作成への干渉

先行研究 (篠原, 1995) では、Klapp & Netick (1988) による Probe digit 課題 (以下、PD 課題と呼ぶ) と4秒の作成法による時間評価を組み合わせた。PD 課題では、4個、6個もしくは8個の数字を記憶セットとして視覚的に継時提示し、その後、記憶セットのうち一つを再度、プローベとして提示する。被験者は、継時提示された系列でプローベの数字の前に提示された数字を検索し反応するよう求められた。Klapp らの実験によれ

ば、PD 課題は同時的な構音抑制によってパフォーマンスが低下するため、音韻的作動記憶を利用する課題であるといえる。従って PD 課題と時間作成を組み合わせることで、時間作成における音韻作動記憶の利用について調べることができる。この実験の結果、作成時間は PD 課題単独遂行時の反応時間と同様に、PD 課題の探索セットが増えるに伴って長くなった。PD 課題の正答率は時間作成との同時遂行時のほうが低く、また同時遂行時においても探索セットが増えるほど低くなった。これらの結果から、時間作成に音韻的作動記憶が関与していると結論づけた。

Klapp et al. は PD 課題と同時に、Missing Digit 課題(以下、MD 課題と呼ぶ)を用いている。MD 課題は 1 から 9 の数字のうち 8 個が継時的に提示され、被験者は提示されなかった数字を答えるというものである。PD 課題が構音抑制により妨害されたのに対し、MD 課題は PD 課題ほどには妨害されなかった(実験 1)。また、提示される刺激の動きに合わせてジョイスティックを操作する空間課題を同時に遂行した場合、PD 課題よりも MD 課題のほうがより妨害された(実験 2)。これらの結果から、Klapp らは MD 課題が視覚的資源を用いる課題であるとした。

本研究の実験 1 では、時間作成と MD 課題を組み合わせる。時間作成において視覚的資源が必要とされるならば、MD 課題の遂行により視覚的資源に負荷が与えられることで時間作成は不正確になるだろう。

## 2-1 方法

**被験者** 大阪大学の学部生・大学院生・職員 7 名。

**課題・装置** 実験はコンピュータ(PC-AT 互換機)を用いて行った。実験用プログラムは Microsoft Windows 95 上で Visual Basic 4.0 を用いて作成・実行した。全ての刺激はディスプレイモニター(SONY CPD17SF8)上に表示された。被験者の反応にはキーボードのテンキー部を用いた。反応時間・作成時間の測定にはコンピュータ内蔵のタイマを利用した。また装置や被験者の動作などにより発生する音を遮断するため、被験者は防音用イヤーマフ(American Optical Corp. Model 1200)を着用して実験に参加した。

Figure 1 に MD 課題と時間作成の同時遂行について模式的に示す。MD 課題では、4 個、6 個、もしくは 8 個の数字を継時的に白色で提示した。数字が 4 個の場合、提示される可能性のある数字は 1 から 5 であり、これらの数字のうち提示されなかった数字を答えるよう求めた。継時提示される数字が 6 個もしくは 8 個の場合も同様に、提示される可能性のある 1 から 7 の数字、もしくは 1 から 9 の数字のうち提示されなかったものを答えるように求めた。最後に提示される数字は黄色で表示され、刺激系列の最後の数字であることを示した。MD 課題を単独で遂行する場合には、できるだけ速く正確に反応するように教示した。

時間作成における作成時間は 4 秒とした。これは先行研究(篠原, 1995)で 4 秒の作成時間が採用されているためである。MD 課題と時間作成を組み合わせる場合、数字を

提示した後に「#」を提示した。これは時間作成の開始を指示するためのものであり、被験者には「#」が提示されてから4秒が経過したと感じた時点でMD課題の反応を行うように求めた。時間作成が行われる場合には、被験者が腕時計などを参照できないことを確認し、また足などでリズムをとったりしないようにすることを教示した。

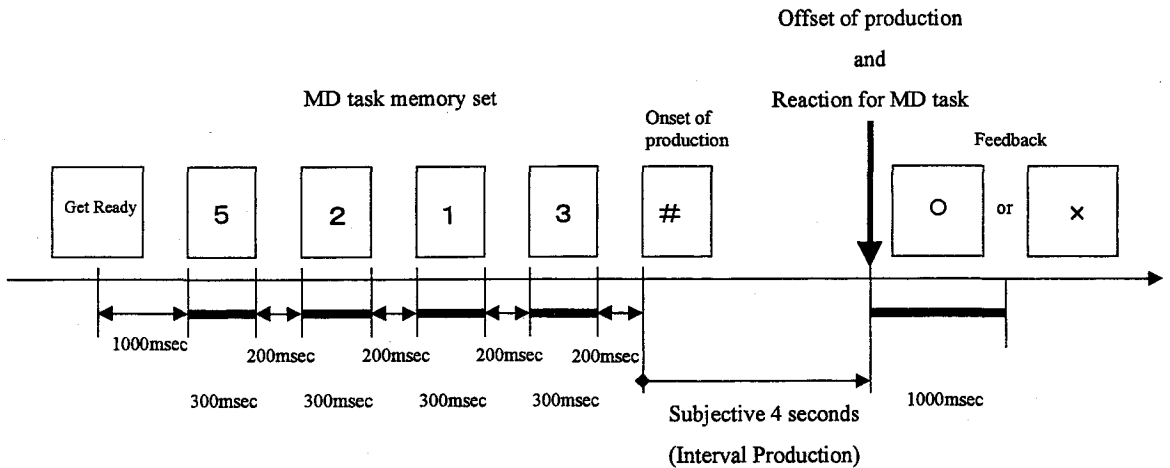


Figure 1. MD task and temporal production in Experiment 1.

**手続き** 実験は2日間で行った。一日目にMD課題の単独遂行セッションを行い、二日目にMD課題と時間作成課題の同時遂行セッションを行った。MD課題単独遂行セッションでは、各探索セットサイズ条件(4・6・8)において50試行でなるブロックを2回行った。1つのブロックでは数字が提示されるのにあわせて読み上げるよう求めた。もう一つのブロックでは、構音抑制として数字の提示にあわせて「あ」「い」「う」「え」「お」と発音するように求めた。各ブロックの直前に5試行の練習を行った。反応はできるだけ正確に早く行うことを教示した。

同時遂行セッションでは、最初にMD課題と時間作成の同時遂行練習を5試行行った後、20試行の時間作成練習ブロックを行った。時間作成練習では、作成開始を示す「#」の提示後、4秒経過したと感じた時点でキーボードの0キーを押すよう求めた。作成した時間について、フィードバックを与えた。

時間作成練習ブロックに続き、50試行でなるMD課題と時間作成の同時遂行ブロックを行った。数字の提示にあわせて、数字を声に出して読むように求めた。このブロックではMD課題の反応の正誤についてフィードバックを与えたが、作成時間についてフィードバックは与えなかった。

次に再び20試行の時間作成練習ブロックを行い、さらに50試行のMD課題の遂行を含まない時間作成ブロックを行った。このブロックでは同時遂行ブロックと同様に数字が継時提示された。被験者は数字を声に出して読み、かつ4秒の時間作成を行った。た

だしこのブロックでは、4秒が経過したと感じた時点で提示された数字にかかわらず0キーを押すように求めた。時間作成についてのフィードバックは与えられなかった。

同時遂行セッションにおいては、上記の2回の時間作成練習ブロック、同時遂行ブロック、MD課題を含まない時間作成ブロックの組み合わせを、各探索セットサイズ条件において実施した。

## 2-2 結果と考察

【MD課題単独遂行時の反応時間について】 Figure 2にMD課題のみ遂行した場合の各探索セットサイズ条件における反応時間を示す。

反応時間について構音抑制条件（抑制あり・抑制なし）×探索セットサイズ（4・6・8）の2要因分散分析を行った。その結果、有意水準を5%とすると、構音抑制条件の主効果は有意でなく（ $F(1, 6) = 2.69, p < 0.1524$ ）、探索セットサイズ条件の主効果（ $F(2, 12) = 18.20, p < 0.0002$ ）は有意であった。交互作用は有意ではなかった（ $F(2, 12) = 1.29, p = 0.3120$ ）。

探索セットサイズが大きくなるほど反応時間が長くなることから、最後の探索セットが提示された後にも処理が行われていることが考えられる。実験終了後の内観報告で、イメージ方略を利用すると、最後の探索セットが提示された時点で即座に反応すべき数字を同定できるという報告があった。しかし結果からは、多くの被験者がそのような方略を利用しているのではないことが示唆される。また、探索セットサイズが大きいほど

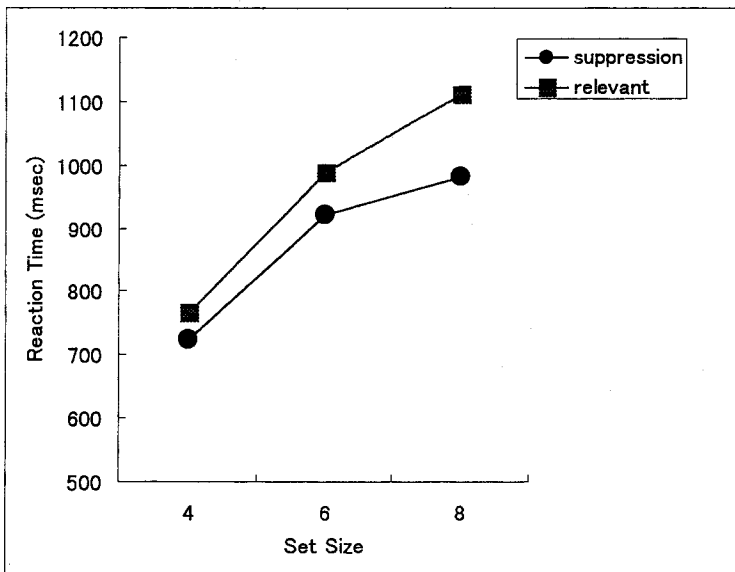


Figure 2. Mean reaction time of MD task in the single task condition as a function of set size for trials with articulatory suppression and for trials with relevant vocalization.



反応時間が長いという結果は、記憶セットサイズによって MD 課題の困難さを操作できることを示している。一方この結果は、記憶セットが音韻的に符号化され逐次的に処理されているためと考えることもできる。もしそうならば、構音抑制の有無により探索セットサイズと反応時間の関係が変化するはずである。しかし交互作用は有意ではなく、従って MD 課題が音韻的处理に依存する可能性は低い。

【MD 課題と時間作成の同時遂行時の作成時間】 同時遂行を行う直前に、時間作成の練習を20試行行う時間作成練習ブロックを実施した。練習ブロックの後半10試行の平均作成時間は4107msecであり、被験者が練習によって非常に正確に4秒の時間作成を行っていることを示している。

Figure 3と Figure 4に時間作成と MD 課題を同時遂行した場合の、各探索セットサイズ条件における作成時間と正答率を示す。作成時間について処理の有無(MD 課題の処理あり・なし) ×探索セットサイズ (4・6・8) の2要因分散分析を行った。処理の有無の主効果は有意ではなく ( $F(1, 5)=0.24, p=0.6451$ )、探索セットサイズの主効果も有意でなかった ( $F(2, 10)=0.05, p=0.9516$ )。交互作用も有意ではなかった ( $F(2, 10)=0.09$ )。

【正答率】 正答率について、被験者別の正答率の角変換値を用いて MD 課題の遂行条件(構音抑制ありでの単独遂行、構音抑制なしでの単独遂行、時間作成との同時遂行) ×探索セットサイズ (4・6・8) の2要因分散分析を行った。MD 課題の遂行条件の主

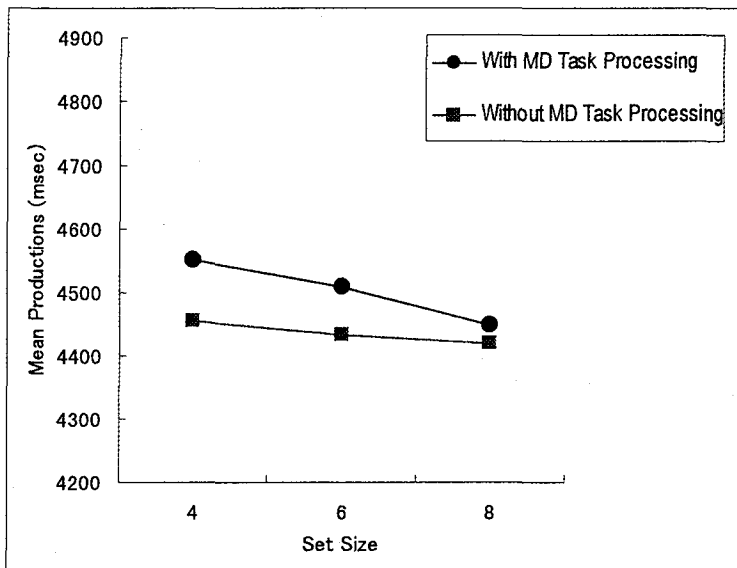


Figure 3. Mean productions in the dual task condition as a function of set size for trials with MD task processing and for trials without MD task processing.

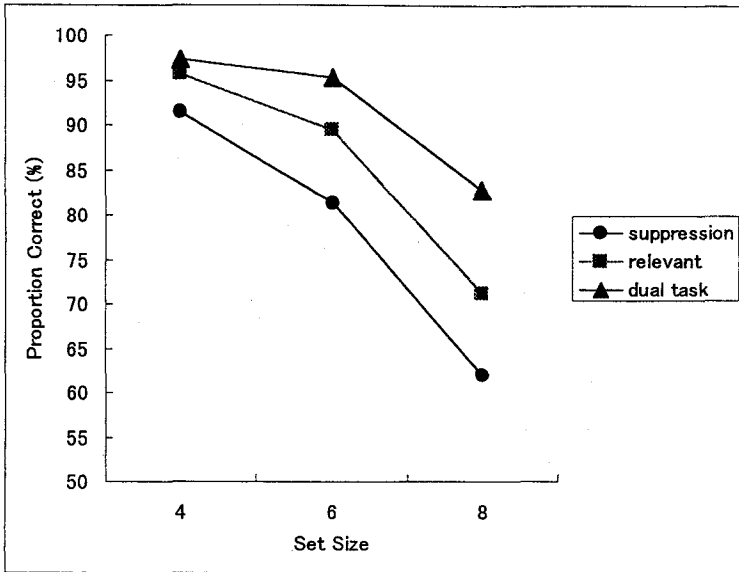


Figure 4. Proportion correct on MD task in the single task condition and dual task condition as a function of set size.

効果は有意であり ( $F(2, 45) = 14.62, p < 0.0001$ )、探索セットサイズの効果も有意であった ( $F(2, 45) = 56.31, p < 0.0001$ )。交互作用は有意ではなかった ( $F(4, 45) = 0.46, p = 0.7611$ )。Tukey 法による多重比較の結果、MD 課題単独遂行時と時間作成との同時遂行時の間に 5% 水準で有意差が見られた。しかし単独遂行時の構音抑制遂行の有無によっては正答率の差は認められなかった。またセットサイズについてはすべての間に有意差が認められた。

MD 課題単独条件において、構音抑制の有無により正答率が変化しなかったという結果は、MD 課題が音韻的処理に基づかないことを示す結果といえる。また単独遂行時のほうが時間作成との同時遂行時に比べて正答率が低いことは、教示の違いによると考えられる。単独遂行時には MD 課題の反応をなるべく速く正確に行うよう求めたのに対して、同時遂行時には反応を行うまでに主観的 4 秒の余裕があった。主観的に 4 秒が経過するのを待つ間に MD 課題のための処理を確実に遂行できたため、正答率に差が生じたと考えられる。またこのことは、時間作成中に MD 課題のための処理が行われたことを示すものといえる。

時間作成中に遂行される MD 課題の処理が時間作成に干渉するならば、MD 課題の処理中は時間作成のための時間情報処理が干渉を受け、そのため MD 課題の処理時間に対応して作成時間が変化すると予想される。しかし本実験の結果では、時間作成は MD 課題の遂行によってほとんど影響されない。よって MD 課題で行われる視空間的処理

は時間作成では行われず、したがって時間作成においては視空間作動記憶を利用する可能性は少ないと考えられる。

Klapp et al. の結果から、本実験では MD 課題が視空間的課題であると仮定して時間作成と組み合わせた。MD 課題単独遂行時に得られた結果はこの仮定を支持するものである。しかし構音抑制により正答率が低下するという結果は、MD 課題が音韻ループも用いることを示している。実験2では時間作成と同時遂行させる別の視空間課題を用いて、さらに時間情報処理と視空間作動記憶との関連について検討する。

### 3. 実験2：イメージ課題による時間作成への干渉

Brooks(1967)は言語的メッセージを読むことによるイメージへの妨害を調べるため、イメージした4×4のマトリクスの中にメッセージにしたがって1から8の数字を順次入れていくという課題を考案した。最初のメッセージはどちらも「スタートする目に1を入れよ(In the starting square put a 1.)」であったが、2番目以降のメッセージは空間的材料と無意味材料の2種類が用意された。空間的材料は「次の右の目に2を入れよ(In the next square to the right put a 2.)」というものであった。一方無意味材料では、上・下・左・右の代わりに非空間的な形容詞である「よい・わるい・速い・遅い(good - bad, quick - slow)」が使われた。例えば「次の“速い”目に2を入れよ」というようなメッセージが用いられた。これらのメッセージを読みながら課題遂行した場合、メッセージが非空間的である場合よりも空間的である場合にメッセージを再生できる数が少なくなった。メッセージが聴覚提示される場合には、空間的材料のほうがよりよく再生された。この結果は、空間的材料は視覚的イメージを使って想起されたことを示すものである。

Brooksのマトリクス課題はこれまで多くの作動記憶研究で視空間課題として利用されてきた。例えばLogie, Zucco, & Baddeley(1990)では、視覚スパン課題と文字スパン課題を主課題とし、副次課題としてBrooks課題を用いた。この実験では視覚スパン課題と、空間的材料を用いる条件でのBrooks課題を組み合わせた時に、無意味メッセージが用いられた場合に比べて主課題である視覚スパン課題のパフォーマンスが低下した。文字スパン課題では逆に無意味メッセージを用いた場合に文字スパン課題のパフォーマンスが低下した。この結果も、Brooks課題が視空間作動記憶を用いることを示すものである。

本実験では、5×5のマトリクス上を音声提示される指示に従ってイメージ上で移動を行い、最後にマトリクス中の一つのセルを通過したかどうかを判断するという課題を用いた。この課題はマトリクスの各セルを指示に従って移動するという点がBrooks課題と類似している。両課題ともイメージ中でマトリクスに対して操作を行う点で共通しており、双方とも視空間作動記憶を用いる課題であると考えられる。

3-1 方法

**被験者** 大阪大学人間科学部の学部生10名。

**イメージ課題** 最初に、イメージの生成を補助するようにマトリクスを各試行の最初にディスプレイ上に1000msec間提示した。マトリクスは5×5で、提示時の大きさは縦9.46°、横9.92°であった。提示されるマトリクスはスタート地点となるセルが白色で塗られており、その位置は常に上から2番目、左から2番目で一定とした。この後マトリクスは消去されるが、マトリクスが消去されてもそのマトリクスのイメージを保持するように実験開始前に教示している。次に注視点をディスプレイ中央に提示した。この点を注視しつつ、音声提示される指示に従って、イメージ中でマトリクスのセルを移動するよう求めた。移動の指示は、「うえ」「した」「みぎ」「ひだり」の4種類で、移動回数は8回であり、移動指示間隔は約1700msecであった。移動においては、同じセルを二度以上通過することはないようにした。

移動後に注視点を消去し、セルの一つが白く塗られたマトリクスを提示した。被験者は白く塗られたセルを通過したかどうかを判断し、キーボードのキーを押して反応した。イメージ課題を単独で遂行する場合には、できるだけ速く正確に反応するように教示した。反応の正誤についてフィードバックを与えた。

**時間作成課題** 作成時間は4秒とした。ブザー音の提示から4秒が経過したと感じた時

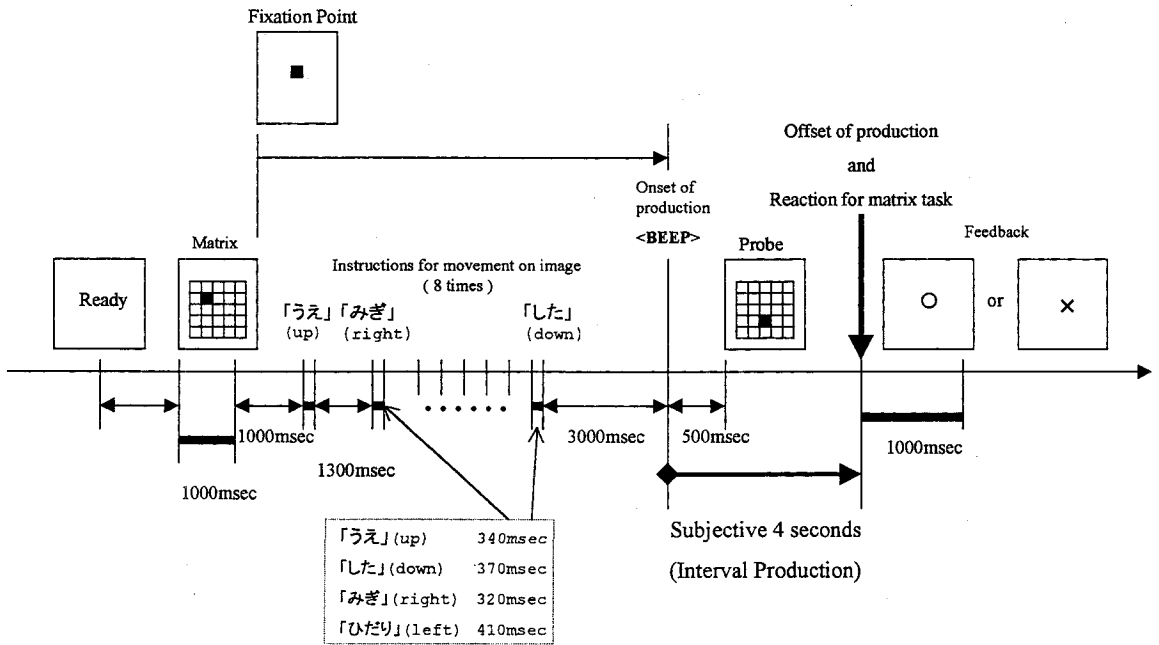


Figure 5. Image task and temporal production in Experiment 2.

点でボタンを押すように求めた。作成時間についてフィードバックを与えた。

イメージ課題と時間作成課題の同時遂行 Figure 5に同時遂行時の模式図を示す。イメージ課題での最後の移動指示から3000msec後に、時間作成開始を示すブザー音を提示した。ブザー音提示から500msec後、通過判断のためのプローベ用マトリクスを提示した。被験者はブザー音の提示から4秒が経過したと感じた時点で、イメージ課題に対する反応を行った。イメージ課題の反応の正誤についてフィードバックを与えたが、作成時間についてはフィードバックを与えなかった。

**装置** 実験1と同一の装置を用いた。移動の指示の音声はコンピュータのサウンドカード(Sound Blaster16)を介してハードディスク上にサウンドファイルとして保存した。移動の指示の音声提示はこのファイルを再生することで行った。実験2では音声提示を要するため、実験1で用いた防音用イヤーマフを使用していない。

**手続き** 最初にイメージ課題について説明し、練習を5試行を行った。続いてイメージ課題単独での遂行を30試行を行った。次にイメージ課題と時間作成の同時遂行について説明した。時間作成では体でリズムをとらないよう教示を行った。また腕時計などを外して実験者に渡すよう教示した。次に、イメージ課題と時間作成の同時遂行練習を5試行実施し、続いて時間作成の練習を20試行実施した。この練習では作成時間についてのフィードバックを与えた。次にイメージ課題と時間作成の同時遂行を30試行を行った。ここではイメージ課題への反応の正誤についてのフィードバックは与えたが、作成時間についてのフィードバックは与えなかった。

### 3-2 結果と考察

時間作成の結果とイメージ課題の正答率について、Table 1に示す。作成時間については、イメージ課題と時間作成を同時に行う場合に、時間作成のみ行う場合に比べて長くなる傾向が見られた( $F(1, 9) = 3.30, p < 0.1027$ )。ただし被験者別に見た場合、この傾向を明確に示したものは2名のみであった。また、イメージ課題単独遂行時の反応時間は、単独遂行時と同時遂行時の作成時間の差(422 msec)よりもはるかに大きい。この差が時間作成中のイメージ課題遂行によるものとは考えにくい。

イメージ課題について被験者別に算出した正答率を角変換し、この値について単独遂行時と同時遂行時の間で比較したところ有意差は見られなかった( $t(9) = 0.44, p = 0.67$ )。また信号検出理論に基づき $d'$ を算出したが、単独遂行時と同時遂行時で感受性の有意な差異は見られなかった( $t(9) = 0.38, p = 0.72$ )。

以上の結果から、本実験で用いたイメージ課題が同時的な時間作成に干渉しなかったといえる。

Table 1  
Proportion Correct for Image Task and Mean Produced Duration  
in Single Task Condition and Dual Task Condition

|                     |             | Proportion Correct (%)        | d'   |
|---------------------|-------------|-------------------------------|------|
| Image Task          | Single Task | 0.77                          | 1.67 |
|                     | Dual Task   | 0.76                          | 1.56 |
|                     |             | Mean Reaction Time (msec)     | SD   |
|                     |             | 1264                          | 686  |
|                     |             | Mean Produced Duration (msec) | SD   |
| Interval Production | Single Task | 4053                          | 396  |
|                     | Dual Task   | 4475                          | 713  |

#### 4 総合論議

先行研究 (篠原, 1995) においては、Klapp et al. の PD 課題と時間作成を同時的に遂行させることで、時間作成における音韻ループの役割を調べた。その結果、作成時間が PD 課題の記憶負荷の増大に伴って長くなり、また時間作成と PD 課題の同時遂行で PD 課題の正答率が低下したことから、時間作成において音韻ループが利用されると結論づけられた。

本研究ではこの先行研究の知見を受けて、もう一つの作動記憶のサブシステムである視空間作動記憶の時間作成における役割に着目した。視空間作動記憶を用いる課題として、実験 1 で MD 課題を、実験 2 で Brooks 課題と類似したイメージ課題を、時間作成と同時遂行するようにした。結果として MD 課題もイメージ課題も時間作成への明確な干渉は見られなかった。以上の結果は、時間作成において視空間作動記憶が果たす役割は小さいことを示す。

この結論は先行研究の結果を支持しないものである。例えば Fortin & Breton (1995) は、時間作成中に遂行するメンタルローテーションが作成時間に影響することから、視空間作動記憶が時間作成において用いられる可能性を示している。この結果の相違の原因として、一般的な処理資源要求における違いをあげることができる。実験 1、2 とも、時間作成のみ行った条件では同時遂行条件に比べて作成時間は長い。Fortin らの実験でも、統計的に有意ではないが同様の傾向が見られた。これは 2 課題を同時遂行すること自体に一般的処理資源が要求されるためかもしれない。このような同時遂行のコストは、

注意研究の中で報告されているものである (Navon & Gopher, 1979)。

メンタルローテーション課題も本研究で用いた MD 課題やイメージ課題も視空間的課題であるが、同時に一般的な処理資源を必要とする。例えば Salway & Logie (1995) は Brooks 課題に3種類の副次課題を組み合わせた実験を行った。この実験で、副次課題として一般処理資源に負荷を与える数字のランダムな産出を用いた場合に、イメージを利用する条件でも言語を利用する条件でも主課題である Brooks 課題のパフォーマンスが大きく低下した。この結果は Brooks 課題が単に視空間的処理資源だけでなく、一般処理資源を用いていることを示している。Fortin らのメンタルローテーション課題で一般処理資源がどの程度要求されるかは不明であるが、刺激の傾きと作成時間の関係が視空間作動記憶の負荷を反映するのではなく、要求される一般処理資源量の変化を反映する可能性もある。

Fortin らのメンタルローテーション課題での一般処理資源の要求は、本実験で用いられた MD 課題やイメージ課題での一般処理資源要求よりも大きく、この違いが時間作成への干渉発生における違いとして現れたのかもしれない。ここで述べている一般処理資源の利用とは、作動記憶モデルでは中央制御部での処理を意味する。視空間スクラッチパッドのような作動記憶のサブシステムの関与が小さく、中央制御部での処理が主となる課題を時間作成と組み合わせることにより、時間作成における時間情報処理における一般処理資源の役割について調べる必要がある。

本研究の問題点は、MD 課題とイメージ課題が十分に時間作成中に視空間作動記憶に負荷をかけえたかどうかという点である。MD 課題は用いるイメージ方略によっては、探索セットの最後のアイテムを提示した時点で提示されなかったアイテムを同定できるので、時間作成を開始する前に処理を完了することが可能である。実験2のイメージ課題ではこのような問題はないが、時間作成中に別のセルに移動するというイメージ操作をする必要はない。しかし単に提示されたセルが移動した経路上にあるかどうかだけを探索するだけでよいので簡単である。

本研究で得られた知見のみで、視空間作動記憶は時間情報処理に関与しないと結論づけることはできない。さらにさまざまな視空間的課題を負荷課題として時間作成中に遂行するような実験を行い、本研究で得られた知見と先行研究との相違の原因についてさらに研究をすすめる必要があるだろう。

## 参考文献

- Baddeley, A. D. 1986 Working memory. Oxford : Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. 1997 Human memory : Theory and practice revised edition. Hove : Psychology Press.
- Baddeley, A. D. & Lieberman, K. 1980 Spatial working memory. In R. S. Nickerson (Ed.), Attention and Performance VIII, pp. 521 - 539. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Brooks, L. R. 1967 The suppression of visualization by reading. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 19, 289 - 299.
- Brown, S. W. 1985 Time perception and attention : The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration. Perception & Psychophysics, 38, 115 - 124.
- Burnside, W. 1971 Judgment of short time intervals while performing mathematical tasks. Perception & Psychophysics, 9, 404 - 406.
- Fortin, C., Rousseau, R., Bourque, P. & Kirouac, E. 1993 Time estimation and concurrent nontemporal processing : Specific interference from short-term-memory demands. Perception & Psychophysics, 53, 536 - 548.
- Fortin, C. & Breton, R. 1995 Temporal interval production and processing in working memory. Perception & Psychophysics, 57, 203 - 215.
- Fraisse, P. 1984 Perception and estimation of time. Annual Review of Psychology, 35, 1 - 36.
- Klapp, S. T. and Netick, A. 1988 Multiple resources for processing and storage in short-term working memory. Human Factors, 30, 617 - 632.
- Logie, R. H. 1995 Visuo-spatial working memory. Hove : Lawrence Erlbaum Associates.
- Logie, R. H. & Salway, A. F. S. 1990 Working memory and modes of thinking : a second task approach. In K. J. Gilhooly, M. T. G. Keane, R. H. Logie, & G. Erds (Eds.), Lines of thinking (pp. 99 - 113). New York : Wiley.
- Logie, R. H., Zucco, G. M., & Baddeley, A. D. 1990 Interference with visual short-term memory. Acta Psychologica, 75, 55 - 74.
- Logie, R. H., Gilhooly, K. J. & Wynn, V. 1994 Counting on working memory in arithmetic problem solving. Memory & Cognition, 22, 395 - 410.
- Navon, D. & Gopher, D. 1979 On the economy of the human processing systems. Psychological Review, 86, 254 - 255.
- 芋阪直行 1996 意識とは何か—科学の新しい挑戦 岩波科学ライブラリー-36 岩波書店
- Salway, A. F. S. & Logie, R. H. 1995 Visuospatial working memory, movement control and executive demands. British Journal of Psychology, 86, 253 - 269.
- 齋藤 智 1997 作動記憶システムの時間的限界 大阪教育大学紀要IV(教育科学), 46, 1 - 13.
- 篠原一光 1995 時間評価の認知過程 - 作業記憶の役割 -, 大阪大学人間科学部紀要, 71 - 94.
- ベッセル E. 田山忠行・尾形敬次 (訳) 1995 意識のなかの時間 岩波書店
- (Pöppel, E. 1985 Grenzen des Bewusstseins : Ueber Wirklichkeit und Welterfahrung. Deutsche Verlags-Anstalt GmbH.)
- Zakay, D. 1993 Relative and absolute duration judgments under prospective and retrospective paradigms. Perception & Psychophysics, 54, 656 - 664.



## Visuo-spatial Working Memory and Temporal Information Processing in Interval Production.

Kazumitsu Shinohara

Two experiments were conducted to examine the role of visuo-spatial working memory for temporal information processing in short interval production.

In Experiment 1, 7 subjects performed missing digit (MD) task (Klapp & Netick, 1988) and 4 seconds interval production. In MD task, 4, 6, or 8 digits were randomly selected as memory set from possible 5, 7, or 9 digits respectively. Selected digits were presented sequentially. Subjects were requested to memorize these digits either with relevant vocalization or with articulatory suppression, and to search the digit which was not presented. MD task and interval production were performed in the single task condition and in the dual task condition. Under the single task condition, articulatory suppression had no effect to the MD task performance. And reaction time for MD task increased with memory set size. These results suggest that MD task was visuo-spatial task and that difficulty of MD task was controlled with memory set size. Under the dual task condition, interval production did not change with concurrent MD task, and MD task performance was degraded with concurrent interval production.

In Experiment 2, 10 subjects performed image task and 4 seconds interval production. In image task, subjects were requested to image  $5 \times 5$  matrix, and to move on the imaged matrix from the starting square as auditory instructions ("right", "left", "up", "down"). Instructions were provided 8 times sequentially. After that one square on the matrix was pointed and subjects had to judge which the pointed square was on the imaged path. Interval production tended to be longer under the dual task condition than under the single task condition. Image task performance was not affected from concurrent interval production.

These results suggest that temporal information processing in interval production does not depend on visuo-spatial working memory.