

# 空間的状况モデル構築における 音韻符号化が果たす役割

鈴木 明 夫  
奥 野 郁 子

## 問 題

単一の「文」ではなく、複数の文がまとまって構成される「文章」を対象とした読みの研究は1970年代から始められた。この文章理解研究において、読み手の理解を測定する方法として、自由再生テスト、直後・遅延再認課題、クローズテスト、内容理解課題など、様々な方法が用いられてきた。このように測定方法が多様であるということは文章理解と呼ばれる問題を異なる側面からそれぞれ評価し、また文章理解とは一体何であるのかを定義しないまま、研究が行われてきたことを意味する。そのような中で、心理学、とくに認知心理学の分野においては、文章理解を読み手が文章に即して構築する心的表象と捉える点で、多くの研究者が一致するようになった。読み手が文章を読んでその内容を理解する、という文章理解の過程は、読み手が文章の意味の表象を心内に構築していき、それを記憶・保持しながら読み進めていくものであると考えられている（例えば、Bransford, Barclay, & Franks, 1972; Mani & Johnson-Laird, 1982）。このように、文章の理解とは読み手が与えられた文章に即して一貫した心的表象を構築した状態と定義することができ、本研究においても文章理解の問題をこの定義に沿って検討することになる。

心理学における文章理解の理論では3つの異なる記憶表象が存在すると主張されている。第一の記憶表象は逐語的表層、第二はテキストベース、第三は状況モデルとそれぞれ呼ばれている(Kintsch, Welsch, Schmalhofer, & Zimny, 1990)。読み手が一貫した文章の記憶表象を構築するためには、初めに個々の単語の逐語的な情報を入力・処理していく必要があるが、この逐語的な記憶痕跡はワーキングメモリ内で短時間のうちに消失してしまうと考えられている（この記憶表象が逐語的表層と呼ばれている）。入力された情報の中で、互いに関連のある情報は命題という単位でまとめられ、文章中での命題間の関係に応じてネットワーク表象として構成され、記憶保持される。このように命題が互いに関連づけられ意味のあるネットワークとして表現された形式がテキストベースと呼ばれている。このテキストベースが表す内容に、文章に対する自らの既存知識を結合したり、あるいは文章読解の過程で行われた推論を統合することによって、文章全

体が表す「状況」の記憶表象が状況モデルと呼ばれている (Kintsch, 1988; Kintsch, 1998; van Dijk & Kintsch, 1983)。

上述のように、読み手は文章を読解する過程で、逐語的表層、テキストベース、状況モデルの3つの段階で文章が表す内容の記憶表象を構築していく。この3つの記憶表象の中でも Glenberg, Meyer, and Lindem (1987) は、特に状況モデルの特徴について以下の5点を指摘している。

- (1) 構成的性質：状況モデルは構成的な活動の結果として構築され、文章と読み手の知識の相互作用の産物と言える。
- (2) 更新可能性：状況モデルは更新可能であり、新情報を取り込むことで修正することができ、全く違った状況モデルにも変更しうる。
- (3) 操作可能性：状況モデルは操作可能であり、記憶表象の一部を再体制化することも、ほかの表象と接近・結合させることも可能である。
- (4) 知覚的性質：状況モデルは知覚のようなものであり、文章内で記述された出来事に関する心的表象は、その出来事を知覚（目で見ると）する時に形成される心的表象と本質的に違いはない。
- (5) 先導的性質：状況モデルは文章に関して読み手が下す解釈を先導し、推論を制御し、文章がどのくらい結束性があるかの判断に影響を及ぼす。

そしてこの状況モデルそれ自体にも、5つの異なる次元が存在するということが文章理解の研究者らによって指摘されている。その5つの次元とは、時間 (time)、空間 (space)、因果関係 (causation)、意図 (intentionality)、行為主体 (protagonist) である (Zwaan & Radvansky, 1998)。こうした5つの次元の中でも空間的状況モデルには、外界の事物、空間に配置された場所、そして行為主体などの登場人物が移動するにつれて更新される空間における人の位置などが含まれるとされている (川崎, 2005)。

空間的状況モデルを検討した研究に Glenberg, Meyer, and Lindem (1987) がある。彼らは行為主体と外界の事物とが、空間的に近接している (例えば、「ジョンはスエットシャツを着ている」) か、分離している (例えば「ジョンはスエットシャツを着ていない」) かの違いがある2つの文のいずれかを含んだ文章を刺激材料として用いて、実験を行った。実験1では、文章読解直後に、その事物に対する項目再認課題を行い、再認反応時間を測定した。さらに、実験3では、文章の最後に、その事物を指示する代名詞を含む文が置かれ、その文の読み時間を測定した。その結果、行為主体と外界の事物とが空間的に近接している場合は、分離している場合と比べて、再認反応時間および読み時間が短いことが示された。この結果から Glenberg, Meyer, and Lindem (1987) は、読み手の状況モデル構築において、文章が記述する空間的な構造が大きな影響を持つことを指摘している。

同様に Haenggi, Kintsch, and Gernsbacher (1995) や Morrow, Bower, and Greenspan (1989), そして Morrow, Greenspan, and Bower (1987) は登場人物が次々と場所を移動するような文章を刺激材料に用いて、読み手がどのように空間的状況モデルを更新していくかを検討している。Morrow ら (1987, 1989) の実験では、まず被験者は文章の中で現れる建物の見取り図を記憶した。建物は全部で 10 室からなっている。各部屋にはそれぞれ「応接間」などの名前がつけられており、また各部屋にはそれぞれ「コピー機」などの名前のついた 4 つの事物が置かれていた。この部屋の見取り図を記憶した後、被験者は行為主体が建物内の部屋から部屋へと移動する様子を表した文章を読んだ。この文章はコンピュータ画面上に 1 文ずつ提示される。文章の中で行為主体は起点となる部屋から、通過点となる部屋を通り、目標地点となる部屋に到着する。1 文ずつ提示される文章を読んでいる途中で、被験者は 2 つの事物名 (例えば、コピー機—ランプ) を対提示され、この 2 項目が同じ部屋にあるかどうかを出来るだけ素早く判断するように求められ、その反応潜時が比較検討された。同じ部屋の 2 項目に対する反応時間に関して、行為主体が現在いる目標地点において、行為主体と事物とが同じ部屋にある場合、反応時間が最も速かった。通過点、起点の順に反応時間はそれぞれ遅くなっていった。この結果が示すように、事物の情報検索にかかる時間は移動する行為主体と事物が置かれている場所との絶対的な距離により変化した。このように、読み手は空間に関わる状況モデルを焦点の移動 (この実験では行為主体の移動) とともに更新していることと、空間的状況モデルでは部屋の間仕切り、事物の位置や距離、といった空間の複雑な側面が記憶表象として構築される可能性も示唆された。

このような空間的状況モデル構築における焦点の移動は、ワーキングメモリにおける情報の検索可能性という点から論じられてきた (Kintsch & van Dijk, 1978; Sanford & Garrod, 1981)。また Morrow, Greenspan, and Bower (1987) も行為主体の行為や移動に関わる情報はワーキングメモリから検索されるとしている。同様に、Glenberg, Meyer, and Lindem (1987) は、状況モデルは読み手が文章を理解していく過程でワーキングメモリ内に構築され、その後の文章理解過程に影響を及ぼすだけでなく、その構築された状況モデル自体も文章を読み進めるにしたがってワーキングメモリ内で更新されていくとしている。このようなことから、空間的状況モデルの構築に関してはワーキングメモリが大きな役割を果たしていると言える。それでは空間的状況モデル構築において重要な役割を果たすと考えられるワーキングメモリとはどのようなものなのだろうか。以下にワーキングメモリの記憶モデルの理論を概観してみる。

人間の高次な認知活動である言語活動にはワーキングメモリが深くかかわり、情報の一時的な保持だけでなく、長期記憶の中にある記録された情報を検索し、認知的な課題遂行に対応する処理機能の役割も持つとされている。ワーキングメモリは当初、短期記憶と呼ばれていた。70 年代初期までは、記憶研究において記憶は 2 つの構造からなる貯蔵庫として扱われることが主流であった。1 つは一時的に情報を保持する短期記憶 (short-term memory) で、もう 1 つは長期

間にわたり情報を保持できる長期記憶 (long-term memory) である (Atkinson & Shiffrin, 1971)。この記憶モデルは二重貯蔵モデルと呼ばれている。このモデルでは、感覚器を通して入力された聴覚・視覚情報はまず短期記憶に保持される。短期記憶中の容量は制限があり記憶容量が小さい。また情報を保持できる時間も非常に短い。ただし、短期記憶の中にある項目を頭の中で繰り返しリハーサルすれば情報を長く保持し続けることも可能である。例えば人から聞いた電話番号はすぐに使えば思い出すが、使わなければ記憶から消えてしまう。また、その番号を繰り返し唱えることで自宅の電話番号などが長く保持し続けられるような経験は誰しもが持っているであろう。こうした比較的容量が小さく、保持期間も短い短期記憶は長期記憶への情報の転送装置としても機能すると考えられていたが、それ以外に能動的な機能を持っているとは当時は考えられていなかった。この二重貯蔵モデルにおける短期記憶の受動的な機能の捕らえ方に対して、Baddeley らはワーキングメモリ (作業記憶) の概念を提唱し、認知課題遂行時に能動的に機能する作業記憶として短期記憶を新たに捕らえ直すべきだと主張した。

Baddeley らが提唱するワーキングメモリのモデルは中央実行系及びその二つの従属システムである視空間スケッチパッドと音韻ループで構成されている (Baddeley, 1986)。中央実行系は注意制御機構としてこの2つの従属システムを制御する。視空間スケッチパッドは視覚・空間的なイメージなど言語化できない情報の処理に関わり、視覚的な空間映像を貯蔵する受動的な視覚キャッシュ (visual cache) と、その映像を頭の中で繰り返し思い起こす能動的なインナースクライブ (inner scribe) から成っている。音韻ループは聴覚的な情報である会話や視覚的な情報である文章の理解など言語的な情報処理に関わり、心内で言語リハーサルをすることにより情報を保持する役割を果たす。音韻ループは、聴覚的に提示される言語情報が直接入力され、その情報を保持する音韻ストア (phonological short-term store) と、視覚的に提示される言語情報を音韻表象に変換する、すなわち音韻符号化をする構音リハーサル (articulatory rehearsal) の2つから成っている (Figure 1 参照)。後に長期記憶からの検索に対応する役割を担う容量の制限された一時的な貯蔵システムであるエピソードバッファという新たな従属システムが加えら

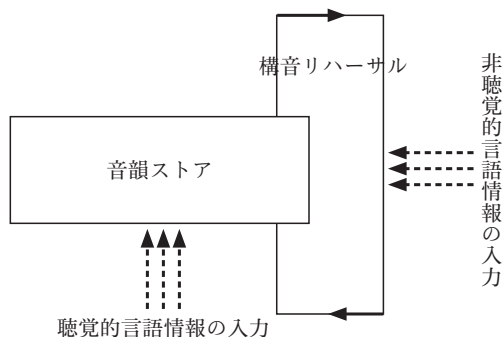


Figure 1 音韻ループの構成 (Gathercole & Baddeley, 1993 にもとづく)

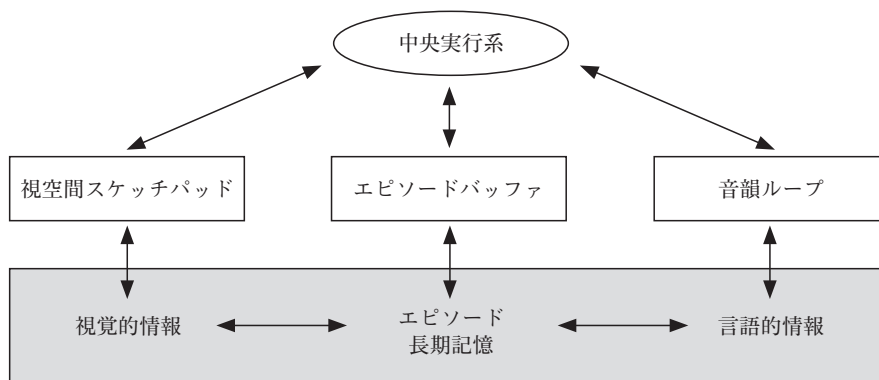


Figure 2 ワーキングメモリの多重コンポーネントモデル (Baddeley, 2000 にもとづく)

れた (Baddeley, 2000)。このようなワーキングメモリの構造的側面を強調したモデルは多重コンポーネントモデル (Baddeley, 1996) と呼ばれ、現在でもワーキングメモリの代表的なモデルとして研究が行われている (Figure 2 参照)。

この多重コンポーネントモデルでは、視覚提示される言語情報はアイコニックメモリと呼ばれる感覚貯蔵庫に入ったあと、音韻ループ内で構音リハーサルを行うことでいったん音韻に変換され、その後音韻ストアに保持される。一方、聴覚的な言語情報はエコイックメモリと呼ばれる感覚貯蔵庫に入った後は、構音リハーサルを通過せず直接音韻ストアに入る。

この音韻符号化がワーキングメモリ内で実際に行われていることを実証的に示す方法がある。黙読をする際に、視覚的に提示される情報を処理しながら1から10の数のある一定の速度で発声し続けると、音韻ループ内で行われる音韻符号化が抑制され、記憶を保持する為の内的な言語でのリハーサルも妨害される (Baddeley, Thomson, & Buchanan, 1975)。この方法は構音抑制と呼ばれている。このようにして視覚提示された文章を理解する時に、ワーキングメモリ内の音韻ループで言語情報が音韻符号化されていることが実証的に示されたのだ。

構音抑制の方法を使って、黙読時の音韻符号化を検討した研究に Levy (1977) や Slowiaczek and Clifton (1980) がある。彼らは被験者に黙読による読解と同時に1から10までの数字を繰り返し発声するといった構音抑制を課し、ワーキングメモリ内での音韻符号化を抑制する実験を行っている。結果として、構音抑制を課された群の文章の記憶再生は、構音抑制が課されない場合と比較して、有意に低下することが示されている。この結果は、構音抑制課題によって、読み手の視覚的言語情報入力の音韻符号化過程が圧迫され、読解の際の構音リハーサルの活動が著しく制限されたためであると解釈することができる。

同様に、Daneman and Newson (1992) は約1,500語から成る比較的長い文章を材料に、構音抑制課題を用いて黙読時における音韻符号化の重要性を検証した。被験者は1から10までの数字を一定の間隔で繰り返し発声することにより、構音抑制課題を遂行しながら、ある文章を読

解した。次に、抑制課題なしに別の文章を黙読した。このような抑制課題が課された読解、課されない読解の後に、被験者は文章中に記述された出来事、登場人物、場所など、文章のミクロ的な情報に関する多肢選択式の内容理解課題と、文章において中心となる話題、推論によって得られる情報、文章の内容から導き出される結論など、文章のマクロ的な情報に関する多肢選択式の内容理解課題を与えられた。その結果、構音抑制を課されない場合よりも、構音抑制を課された方が、文章のミクロ的またマクロ的な情報の理解両方が劣ることが示唆された。

今まで見てきた構音抑制に関する先行研究ではアルファベットで記された英語を刺激課題として使用している。日本語においては、アルファベットと同じ音節文字である仮名に加えて、表意文字である漢字という異なる書記形式が使用されており、この点を考慮する必要がある。この日本語の漢字・仮名の処理経路に関しては、心理学・神経学的な実証データから次のように言われている。音節文字である仮名は、英語のアルファベット同様に初めに音声的な処理がなされてから意味が把握されるのに対して、表意文字である漢字は音声的な処理がされずに文字から直接意味を把握する視覚的経路をたどるというものだ。しかしこうした考えに対して、アルファベットを用いる英単語においても視覚的な手がかりが利用されていることを裏付ける結果も存在する(Haber & Haber, 1981)。この問題に関して、門田(1987)は全て同一の日本語文章を刺激文として使用し、日本語の読解における音韻符号化の果たす役割を検討した。通常の漢字・仮名まじり文で書かれた刺激文を普通に黙読する群(混合群)、仮名のみで表記した刺激文を普通に黙読する群(カナ群)、漢字・仮名まじりで書かれた刺激文を1から5の数字を繰り返しながら黙読する群(混合抑制群)、仮名だけで表記した文を1から5までの数字を繰り返しながら黙読する群(カナ抑制群)の4群を設定し比較した。内容理解テストの結果、(1)混合抑制群は混合群よりも理解度が低い、(2)混合群はカナ群よりも理解度が高い、(3)混合抑制群とカナ抑制群はともに同様の理解度であった。この結果から、音韻符号化はアルファベットと同じ音節文字である仮名の処理だけでなく、表意文字である漢字も含めた日本語の読解・記憶過程に関しても当てはまる可能性があることが示唆された。

以上、文章理解における空間的状況モデルに関わる先行研究と、ワーキングメモリの理論、そして音韻符号化に関わる先行研究を概観してきた。文章理解時におこる空間的状況モデルの更新はワーキングメモリ内で行われており、空間的状況モデルの構築は当然のことながら言語処理に関わるものであるから、その過程で音韻符号化がなされているはずである。しかしながら、今までの音韻符号化の研究では文章の理解になんらかの影響を及ぼすことは実証的に示しているものの、空間的状況モデル構築において音韻符号化が行われているかどうかを実証的に検討した研究は見当たらない。空間的状況モデル構築の際に、ワーキングメモリ内で音韻符号化が行われているかどうかを検討する必要がある。

本研究の目的は、読み手が視覚提示される文章を読解する際、空間的状況モデルはワーキング

メモリ内の音韻ループを経て構築されるかどうかを検討することにある。具体的には、架空の研究施設で起こる出来事を記述した文章を刺激材料として用いて、読解中に構音抑制を課す群と構音抑制を課さない群の2群について、空間的状況モデル (Morrow, Greenspan, & Bower, 1987) の構築を測定する項目一致問題と、テキストベース (Kintsch, 1994) に至る段階の記憶表象を測定する直後再認課題を課すことによって、空間的状況モデル構築における音韻符号化が果たす役割を検討する。

## 方 法

### 実験計画

1元配置の被験者間要因である。文章を黙読する際に1~5の数字を声に出して数える課題を与える「構音抑制群」(実験群)と、そのような抑制課題無しで文章を黙読する「抑制なし群」(統制群)の2群を設定した。

### 被 験 者

視覚、聴覚ともに健全な男女大学生27名が実験に参加した。実験群に14名(男性7名、女性7名)を、統制群に13名(男性5名、女性8名)を、それぞれランダムに割り当てた。

### 材 料

練習用の刺激文としては Haenggi, Kintsch, and Gernsbacher (1995) の実験1で使用された刺激文を日本語に訳したものを、本実験用の刺激文としては Morrow, Bower, and Greenspan (1989) の実験1で使用された刺激文を日本語に訳したものをそれぞれ使用した。本実験で用いられた刺激文は架空の研究センターで起こる出来事について記述した18文から成っている。登場人物(本実験では「田中所長」)は最初の文で紹介され、刺激文全体を通して「彼は」と代名詞で主語の位置に配置されることで、「田中所長」が刺激文の行為主体であると知覚されるようにしてある。行為主体の移動は4つの決定文によって記述され、4つの決定文によって行為主体が4つある部屋のうち、今どの場所にいるかが示されている(例:「最初に彼は図書室から応接室に歩いていった」)。最初の決定文の前には行為主体が建物の中を移動しなければいけない理由(査察に備えてセンターをきれいにする)が書かれている。1番目から3番目の決定文の後には行為主体が移動した先の部屋で起こした行動について2文で記述があり、4番目の決定文の後には本刺激文の結論となる1文が配置されている。空間的状況モデルを測定する項目一致課題は4つの決定文の直後に配置されて、部屋の見取り図に照らし合わせて、行為主体と部屋のある事物(たとえばコピー機)が同じ部屋にあるかどうかを判断するものである。本実験で使用した刺激

Table 1 本実験で使用した刺激文

---

田中所長は研究センターの所長になった日のことを後悔した。 彼は翌日に研究委員会の査察官たちが研究センターを査察しに来ると知ったのだった。 彼は研究センターの全従業員たちを図書室に呼び寄せて、彼らにこのセンターがとても散らかっていると感じた。 彼はみんなにすぐに研究センターの建物を清掃し始めるように告げた。 彼はシミひとつ無い、整然とした研究センターを査察官たちに見せたいと言った。 彼はみんなにそれぞれ分担して全室をきれいにするように命じた。 彼はまず図書室がきれいに片付けられているのを確認して、それから残りの部屋を見に行った。
決定文→最初に彼は図書室から応接室に歩いていった。
[問題 1]
彼は秘書にその日の予定を全てキャンセルするように命じた。 彼は現在進めているプロジェクトの報告書を探した。
決定文→それから彼は応接室から会議室に歩いていった。
[問題 2]
彼は自分の発表のために全てのことが準備されていることを確認した。 彼は報告書を広げて、目を通した。
決定文→それから彼は会議室から実験室に歩いていった。
[問題 3]
技術者たちが書類をいくつかにまとめているところだった。 彼は技術者たちにできるだけ片付けるように告げた。
決定文→それから彼は実験室から図書室に歩いていった。
[問題 4]
彼は研究センターが立派に見え始めてきたと感じた。

---

文を Table 1 に載せる。

刺激文を読解する際に読み手が記憶する部屋の見取り図は、練習用には Haenggi, Kintsch, and Gernsbacher (1995) の実験 1 で使用した部屋を日本語に訳したものを、本実験用には Morrow, Bower, and Greenspan (1989) の実験 1 で使用した部屋を日本語に訳したものをそれぞれ使用した。本実験で使用した部屋の見取り図は A 4 版の用紙に約 20×20 cm で提示した。部屋の見取り図には 4 つの部屋と、それぞれの部屋に 4 つの物が置かれていた。特定の部屋と特定の物との連想 (例えば「台所—トースター」) を避けるように、部屋に置かれる物は部屋の名前とあまり強い関係がないものを配置した。本実験で使用した部屋の見取り図を Figure 3 に載せる。

前述したとおり、状況モデルとは物事や人物に対する読み手が持つ背景知識と言語的な知識を統合することによって形成される。今回使用される刺激文や部屋の見取り図について言えば、刺激文によって表される言語的な知識に、様々な物語文を理解するために必要な登場人物の典型的な行動や目標といった読み手が持つ背景知識を統合することによって状況モデルを構築すると考えられる。つまり、この実験では、まず部屋の見取り図を記憶し、その部屋の見取り図の先行知識を部屋で起こる出来事についての刺激文から得られる言語的な知識と結びつけることによって状況モデルを構築することになると考えられる。



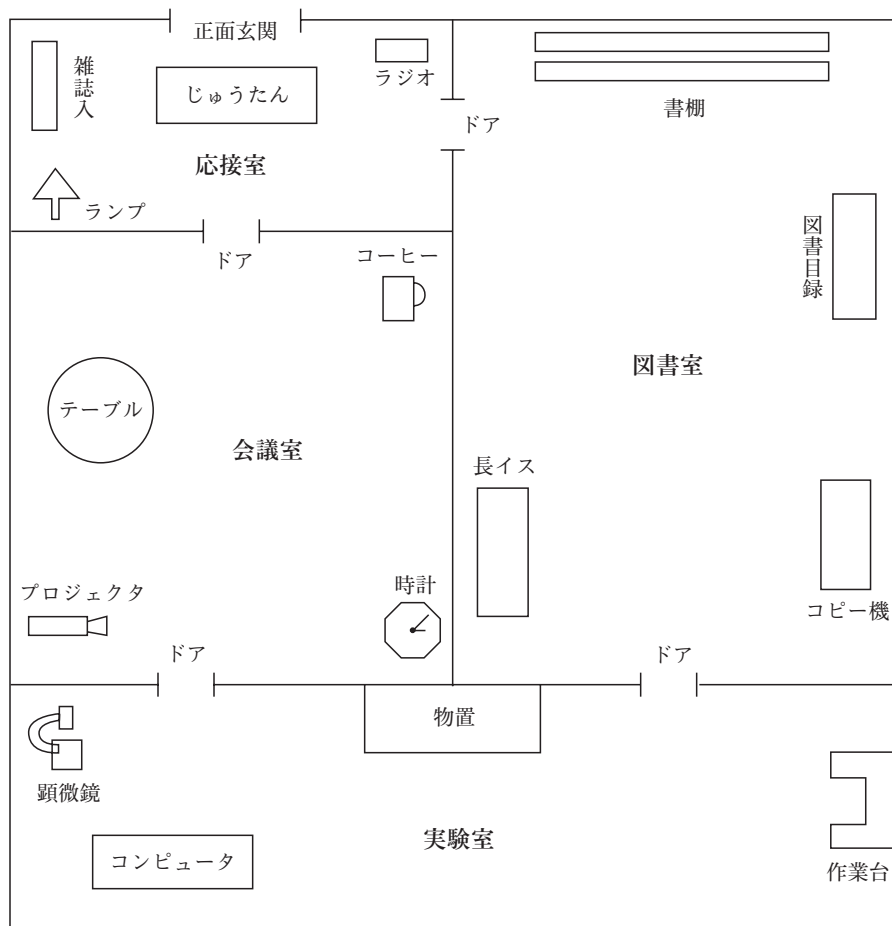


Figure 3 本実験で使用した部屋の見取り図（架空の研究センター）

## 課 題

刺激文の読み手の理解度を測るために2種類の課題を用意した。1つの課題は文章の再認課題である。この再認課題では文章を1文ずつ分かち書きにし、3分の1は原文とまったく同じ内容、もう3分の1は原文と逐語的には異なるが内容は同じもの、残り3分の1は逐語的にも内容的にも異なるものである。刺激文は全部で18文からなっているため、6文が原文と同じ、のこり12文が原文とは異なる文ということになる。この18文をランダムに並べ、「先ほど読んだ文であるかないか」を5段階で被験者に判断させた。この再認課題は文章そのものの理解、つまりテキストベースに至る段階までの理解を測るものである。再認課題で用いた文の例をTable 2に載せる。

もう1種類の課題は文章をある箇所まで読んだ段階で「次の2つが同じ部屋にあるかどうか」を4つの組み合わせについて20秒以内に読み手に答えさせるものである。この課題は文章その

Table 2 再認課題で用いた課題文の例

---

〈原文と同一の文〉
「彼はみんなにすぐに研究センターの建物を清掃し始めるように告げた。」
→原文：彼はみんなにすぐに研究センターの建物を清掃し始めるように告げた。
〈原文とは逐語的に異なる文〉
「彼はみんなに一人一人手分けをして全室をきれいにするように命じた。」
→原文：彼はみんなにそれぞれ分担して全室をきれいにするように命じた。
〈原文とは逐語的にも内容的にも異なる文〉
「最初に彼は応接室から図書室に歩いていった。」
→原文：最初に彼は図書室から応接室に歩いていった。

---

Table 3 状況モデル理解課題（項目一致課題）で用いた課題例

---

3-A	田中所長	と	長いす
3-B	田中所長	と	顕微鏡
3-C	田中所長	と	コンピューター
3-D	田中所長	と	コーヒー

---

ものの理解ではなく、文章が記述する空間的な状況をどれだけ理解しているか、つまり空間的状況モデルの理解を図るものである。課題の例を Table 3 に載せる。4つある組み合わせのうち、2つが同じ位置にあり、残り2つが違う位置にある組み合わせとなっている。

### 手続き

実験は大きく4つの段階に分けられる。4つの段階とも全て2つのコンピュータ室で行われ、実験群と統制群はそれぞれ別の部屋を割り当てられた。最初の段階では被験者はこれから行う実験の趣旨を説明された。練習用の刺激文（A4用紙1枚で提示）を渡され、「部屋の見取り図を最初に覚え」、「その後、部屋の中で起こる出来事についての文章を読解してもらおう」旨を告げられた。このような本実験で行う課題についての練習のほかに、抑制群には構音抑制の方法を説明し、練習を行った。まず「今回の実験では1, 2, 3, 4, 5と数字を繰り返し一定の速度で声に出し数えながら文章を読解してもらいます。数を数えている間も文章をよく理解するように努めてください」と教示した。次に電子メトロノームによって1秒間隔のビーブ音を提示し、この1秒の間に1～5の数字を繰り返し、数字と数字の間に音の欠落がないように声に出す練習をした。1秒間の間に5つの音を出すことによって200msの間隔で音を発声することになる。今回の実験では、被験者にIBI（inter-beat-interval）が200msの間隔で発声をさせたわけであるが、これが被験者の情報処理を二重処理課題によって圧迫するものではないと先行研究から予想される（門田, 1997）。このように抑制群については構音抑制の方法の説明・練習をした。また抑制群には耳栓を配布、装着させ、他人の発声が聞こえないように配慮した。両群とも課題の趣旨が理解できたことを確認し、抑制群においては構音抑制を練習した後に、練習用の文章の読解を約10

分間かけて行った。抑制群は練習文読解中には1から5の数字を200 msのIBIで発声し、問題に答えるときには中断するように指示をした。練習用文章の読解後に、両群ともこれから行われる課題の趣旨が理解できたこと、抑制群に関しては1から5の数字が200 msのIBIで数えられ、他人の発声が耳に入らないことなどを確認した。

2つめの段階では、被験者は研究センターの見取り図を記憶した。はじめに「これからある架空の研究施設についての文章を読んでもらう」、「その前に研究施設の建物の見取り図を覚えてもらう」、「配られた部屋の場所とその部屋の名前、それに置いてある物の場所と名前を正確に記憶する」ことを教示し、A4版で印刷された研究センターの見取り図（Figure 3）を配布した。被験者が部屋の記憶を始めてから5分間経ったところで、部屋の見取り図を正確に記憶できたかを確認した。「まず先ほどの部屋の見取り図を見ないように裏返す」ことを教示した後、部屋の見取り図で壁のみが記された用紙を配布し、「渡された用紙に部屋の名前と置いてある物を書き入れ、その物の名前も書く」ことを教示し、被験者は部屋の見取り図を約5分間で完成した。その後、被験者が完成した部屋の見取り図と、最初に配布した部屋の見取り図を比べさせ、約5分間で部屋の見取り図の再学習を行った。次に、部屋の見取り図に関する問題（例：「図書室から実験室に入ると右手には何がありますか」）を5問解答させ、直後に答え合わせを行った。最後に壁のみが記された部屋の見取り図を再度配布し、部屋の見取り図を完成させ、被験者全員が架空の研究センターの見取り図を正確に記憶していることを確かめた。

3つめの段階では、被験者はコンピュータ画面において提示される刺激文を読解し、4つのセクションからなる計16問の一致課題を約10分かけて行った。まず被験者にパーソナルコンピュータ（Windows XP）を起動し、マイクロソフト社パワーポイントのソフトを開くように教示した。その後、実験材料のファイルが入った3.5インチフロッピーディスクとA4用紙に印刷された4セクションからなる一致問題の解答用紙を被験者1人1人に配布し、そのファイルを開き、スライドショーの実行を指示した。ファイルを開くと最初の画面には今回の実験の目的や、文は1文ずつ提示され、エンターキーによって画面が変わることなどの教示が書かれている。その後、被験者全員にエンターキーを押すように指示した。2番目の画面では文章を読む準備が出来ているか、などが記されている。抑制群にはこの時点で、耳栓の装着を指示、さらに電子メトロノームによって1秒間隔のビープ音を提示し、1から5の数字をこのビープ音の間に発声することを指示した。両群とも、読解の準備が出来たこと、抑制群については全員が1から5の数字を200 msで発声していることを確認したのち、一斉にエンターキーを押すよう指示した。Table 1に示したように本実験で用いた刺激文は18文からなる。その間に4つ問題セクションがあり、この問題セクションにおいては20秒以内に4つの行為主体と事物の組み合わせの一致を解答させ、抑制群については問題の解答中には発声をやめるように指示してある。それ以外の文章読解は被験者のペースに任せて行われた。

最後の段階では、直後再認課題を行った。まず、前の段階で行われた行為主体と事物の一致問題の解答用紙を回収し、B4版で印刷された直後再認課題を配布した。次に、これから行う課題について説明をした。「次の各文を読んで、先ほどコンピュータの画面で読んだ文であると強く確信すれば5を、読んだ文ではないと強く確信すれば1を、その中間には2~4を（ ）に記入すること」、「記入する際には上から順に答え、ボールペンを使用すること」、「一度記入した数字は後から変えないこと」、「制限時間は3分間であること」などを教示し、課題を行った。再認課題の遂行に際しては抑制群についても発声は行わなかった。したがって、両群ともに同じ条件で再認課題を行ったことになる。

## 結 果

テキストベースに至る段階の記憶表象を測る再認課題について、各文に対する確信度を被験者ごとに総和した。このとき、内容を反転させた誤内容文は確信度も反転させて加えた。つまり、誤内容文への評定値1は、5として加えた。18文あるため、90点満点となる。Table 4に、各群の平均点と標準偏差を示す。 $t$ 検定を行ったところ、各群の平均値に有意な差はみられなかった [ $t(25) = 0.03, p > 0.05$ ]。したがって構音抑制の有無によって、テキストベースの構築には有意な影響が生じていない。

Table 4 再認課題における各群の成績

	実験群 (抑制あり)	統制群 (抑制なし)
平均	53.00	52.92
標準偏差	7.48	6.99

次に状況モデルの理解表象を測る項目一致課題について、1問1点として16点満点で採点した。各群の被験者が示した平均得点および標準偏差をTable 5に示す。 $t$ 検定を行ったところ、群間に有意な差は見られなかった [ $t(25) = 0.13, p > 0.05$ ]。このことから構音抑制の有無によって、状況モデルの構築には有意な影響が生じていないと言える。

Table 5 状況モデルを測る課題における各群の成績

	実験群 (抑制あり)	統制群 (抑制なし)
平均	15.14	15.08
標準偏差	2.13	1.08

以上の結果、構音抑制はテキストベースに至る理解表象にも、状況モデル構築にいたる理解表象のどちらにも影響を与えないことが示された。

## 考 察

本研究では空間的状況モデルを構築する際に、ワーキングメモリ内で音韻符号化が行われているかを検討した。実験の結果、音韻符号化を抑制する構音抑制課題を課して読解を求めた場合と、そのような抑制課題を課さないで黙読を求めた場合とでは、空間的状況モデルの構築を測る項目一致問題に関して有意差は見られず、両群ともに高い正答率を示した（Table 5 参照）。このことから、空間的状況モデルの構築には音韻符号化が関与していない可能性が示唆される。このような結果に対して次の2つの理由が考えられる。1つは読み手が音韻ループとは違ったワーキングメモリの従属システムである視空間スケッチパッドを利用しているということである。つまり、空間の中を移動する行為主体の行動が描かれている文章を言語情報として処理するという、視空間的な要素が重要な意味を持つ決定文を読解する際に、与えられた言語情報の中から行為主体と目標地点である部屋を心的操作（Cooper & Shepard, 1973; Singer, 1990）の対象物として抜き出して捉え、視空間的情報として処理している可能性があるということである。もう1つは今回の実験で用いられた刺激文の読みやすさに関係する。つまり、空間的状況モデルを構築するために重要な決定文（Table 1 参照）があまりに平易な日本語で書かれていたため、構音リハーサルを通さずに音韻ストアに直接入力された可能性があるということである。

実際、構音抑制を用いた先行研究を見ると、構音リハーサルは黙読の際に常に行われているわけではないということが分かる。例えば Coltheart（1978, 1980）は見慣れた語句は構音リハーサルを通さず直接音韻ストアに情報を入力できるとしている。同様に Baddeley（1986）は音韻ループが関与するのは複雑で長い文の理解に限られているとしている。今回用いられた刺激文に関して、空間的状況モデルを構築するために理解が欠かせない決定文は「最初に彼は図書室から応接室に歩いていった」というように、語句は見慣れたもので、文も長くはない。さらに統語構造も複雑であるとは言えない。Caplan and Waters（1990）や Martin（1993）は文理解においてワーキングメモリに保持される必要のあるものは統語構造の分析と意味的な特徴、及び命題的役割の分析であって、言葉の音韻的記録ではないとしている。つまり、空間的状況モデル構築に必要な決定文の平易な文体が音韻符号化を必要としない理由の1つであると解釈することができる。

このように、今回得られた結果だけでは、空間的状況モデル構築に音韻符号化は必ずしも必要ではなく、構音リハーサル、あるいは音韻ループそれ自体を通過せずに与えられた視覚的言語情報を読み手が処理したと一般化することはできない。今回の実験で用いられた刺激文の平易さのため、構音抑制課題の効果それ自体が見られなかった可能性を排除することができないからだ。

また、テキストベースに至るまでの理解を測る直後再認課題においても、両群に有意差を得る

ことはできなかった (Table 4 参照)。今回の実験の手続きでは、最初に本実験で行われる課題の性質、つまり実験事態に慣れるため、被験者は本実験と全く同じ種類の課題を刺激材料のみ違えて行った。このことにより、被験者は本実験で行われる実験がどのようなものであるか知り得、実験事態に対する準備ができた状態で本実験に臨めた。しかし、この練習により、決定文にのみ注意資源を払い、それ以外の文 (例:「彼は翌日に研究委員会の査察官たちが研究センターを査察しに来ると知ったのだった。」) には注意を向けなかった可能性がある。実際、得られたデータをみると、平易な文体で書かれているはずの文章の再認が両群ともに 60% を下回っている。

今回の研究の意義は空間的状况モデルを構築する際に、読み手は与えられた視覚的言語情報を音韻ループ内で音韻符号化をせずに処理している可能性を示唆したことにある。しかし、このことを一般化するためには、今後の研究において次の項目を考慮した実験を行う必要がある。1つは実験で用いる刺激文の読みやすさに関係する。今回の実験で用いた文章は一文一文が平易な言葉で表現されており、さらにそうした一文が組み合わさって出来た文章自体の構造や論理も平易なものであった。今後の研究では、刺激文として使用する単文の文体と、文章全体の論理構成をやや難しくし、構音抑制課題に適応する材料を考慮する必要がある。2つめは決定文の内容に関係する。今回の実験で用いた刺激文の決定文は行為主体が部屋から部屋へ平面的に移動するものであった。しかし実際我々が日常読む文章 (特に物語文) では行為主体が外界の事物を用いてある行為をし、あるいはその事物を保持したまま空間を上下移動することなど、多様な行動が記述されている。今後の研究では、このように刺激文で使用する決定文での行為主体の行動の幅を広げる必要がある。決定文における行為主体の行動を拡大することで、構音抑制課題にも適応する刺激文として機能することができると考えられるからだ。3つめは、実験の手続きの問題である。今回の実験では状況モデルを測定する項目一致課題は文章読解中に行った。これは読み手の理解をオンライン (Graesser, Millis, & Zwaan, 1997) で測ったものである。これに対してテキストベースまでの理解を測る直後再認課題は読解後に読み手の理解をオフライン (Graesser, Millis, & Zwaan, 1997) で測ったものである。このようにオンラインとオフラインという計測のタイミングの違いを解消するような手続きを考慮する必要がある。

#### 引用文献

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-90.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring central executive. *Journal of Experimental Psychology*, 49, 5-28.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4, 417-423.
- Baddeley, A. D., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.

- Bransford, J. D., Barclay, J. R., & Franks, J. J. (1972). The abstraction of linguistic ideas. *Cognitive Psychology*, 2, 331-350.
- Caplan, D., & Waters, G. (1990). Short-term memory and language comprehension: A critical review of the neuropsychological literature. In G. Vallar, & T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological impairments of short-term memory* (pp. 337-389). Cambridge: Cambridge University Press.
- Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies of information processing* (pp. 151-216). New York: Academic Press.
- Coltheart, M. (1980). Reading, phonological recoding and deep dyslexia. In M. Coltheart, K. Patterson, & J. C. Marshall (Eds.), *Deep Dyslexia* (pp. 205-240). London: Routledge & Kegan Paul.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. Chase (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press.
- Daneman, M., & Newson, M. (1992). Assessing the importance of subvocalization during normal silent reading. *Reading and Writing*, 4, 55-77.
- Gathercole, S. E., & Baddeley, A. D. (1993). *Working memory and language*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Graesser, A. G., Millis, K. K., & Zwaan, R. A. (1997). Discourse comprehension. *Annual Review of Psychology*, 48, 163-189.
- Glenberg, A. M., Meyer, M., & Lindem, K. (1987). Mental models contribute to foregrounding during text comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 69-83.
- Haber, R. N., & Haber, L. R. (1981). The shape of a word can specify its meaning. *Reading Research Quarterly*, 16, 334-345.
- Haenggi, D., Kintsch, W., & Gernsbacher, M. A. (1995). Spatial situation models and text comprehension. *Discourse Processes*, 19, 173-199.
- 門田修平 (1987). 日本語の読解と心理的音声化現象. 被昇天女子短期大学大学紀要. 13/14 合併号, 83-102.
- 門田修平 (1997). 視覚および聴覚提示文の処理における音声的干渉課題の影響. ことばとコミュニケーション. 1, 32-44.
- 川崎恵理子 (2005). ことばの実験室——心理言語学へのアプローチ——. 東京: ブレーン出版.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- Kintsch, W. (1994). Text comprehension, memory, and learning. *American Psychologist*, 49, 294-303.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Kintsch, W., Welsch, D., Schmalhofer, F., & Zimny, S. (1990). Sentence memory: A theoretical analysis. *Journal of Memory and Language*, 29, 133-159.
- Levy, B. A. (1977). Reading: Speech and meaning processes. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 623-638.
- Mani, K., & Johnson-Laird, P. N. (1982). The mental representation of spatial descriptions. *Memory and Cognition*, 10, 181-187.
- Martine, R. (1993). Short-term memory and sentence processing: Evidence from neuropsychology. *Memory and Cognition*, 21, 176-183.
- Morrow, D. G., Bower, G. H., & Greenspan, S. L. (1989). Updating situation models during narrative

- comprehension. *Journal of Memory and Language*, 28, 292-312.
- Morrow, D. G., Greenspan, S. L., & Bower, G. H. (1987). Accessibility and situation models in narrative comprehension. *Journal of Memory and Language*, 26, 165-187.
- Sanford, A. J., & Garrod, S. C. (1981). *Understanding written language*. Chichester: John Wiley.
- Singer, M. (1990). *Psychology of language: An introduction to sentence and discourse processes*. New York: Lawrence Erlbaum Association.
- Slowiaczek, M. L., & Clifton, C. (1980). Subvocalization and reading for meaning. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 573-582.
- van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Zwaan, R. A., & Radvansky, G. A. (1998). Situation models in language comprehension memory. *Psychological Bulletin*, 123, 162-185.