

# 第 1 章 読書・読字の基礎過程

## 第 1 節 認知の一般的枠組みと読書

読書という行為は普通には書物などを手に持ち、目や頭などを動かしながら字を追ってゆくかなり激しい力動的な過程である。そこには人間の視覚的認知過程に関わるすべての問題と言語理解に関わる心理言語学の問題のすべてが凝縮されているといってもよいであろう。そのような大きな問題全体について簡単に概説することにはあまり意味がない。そこで本章では問題を限定することにする。問題を限定するに際して、まず近年における多くの認知心理学的研究をガイドしている基本的枠組みと考えられるものを図 1-1 に示しておきたい。

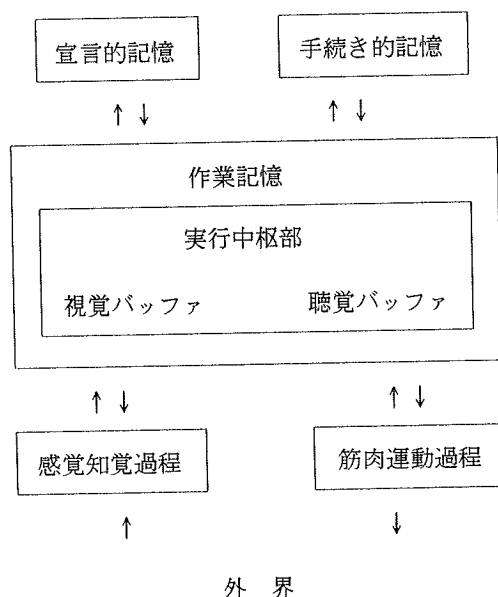


図 1-1 人間の認知システム概念図

いわゆる長期記憶が意味記憶とエピソード記憶からなる宣言的記憶と、種々の how にかかわる知識、すなわち「もしaならbをせよ」式のプロダクション・ルールと呼ばれる知識をはじめとする行為の手続きや技能の知識などの手続き的知識にわけられている。従来の短期記憶はその機能的側面を重視して作業記憶として位置づけられている。その実行中枢部はいわば心の作業台であり、ここにおける心的作業は意識化が可能と考えられている。実行中枢部においては感覚情報のバッファ機構がもたらす情報と宣言的記憶内の情報にもとづいて外界の状態を認識、理解し、

必要な操作を手続き的知識に依存しつつ実行する。その操作には思考など内的過程にとどまるものもあるし、発話や書字のように筋肉運動過程を作動させるものもある。

さて、このような枠組みは Simon, H.A. & Kaplan, C.A. (1989) のいう標準モデルと考えて良い。1950年代の後半に始まる認知心理学ないしは認知科学的研究の数々の最大公約数的な思想がこの中に示されている。この枠組みの中で読書行為について考えてみよう。

## 1 読書における視覚運動協応過程の問題

読書時の視覚運動協応過程は眼球運動や頭部や手腕などの運動を含むが、それらは生得的な部分や成熟により可能となる部分に加えて、学習により達成される部分を含んだ自動的過程であろう。読書に限らず一般の視覚運動協応過程を支配している知識群は視覚運動協応図式ないしはプログラムと呼ぶことができようが、認知心理学における図式に関する議論に即して考えれば、それは多くの下位の図式の構造化された集合である。読書に関する視覚運動協応図式も一般的な図式中の下位図式であろう。これをここでは仮に読書行為図式と呼んでおきたい。読書についての理解を深めるためにはこの読書行為図式がどのようなものかを以下のような観点から明らかにする必要がある。

- ① 読書に最適な目と対象との間の距離はどの程度であり、その距離を自動的に設定している制御機構はどのようなものか。
- ② 読んでいる部分を常に視野の中心に据える際の、眼球、頭部、手、腕等の調整機構はどのようなものか。
- ③ 上記2のうちの特に眼球運動の制御機構と、眼球運動の諸特性について

①、②に関しては視覚運動協応過程一般の問題として、過去に膨大な知識の蓄積がある。しかし、それらを特に読書行為に関して統一的にまとめる試みはまだ十分になされていない。③の読書時の眼球運動の研究も古くからなされていたが、特に最近の研究成果には見るべきものが多い。たとえば、Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1987) や Rayner, K. & Pollatsek, A. (1987) には最近の読書研究の枠組みの中で眼球運動の諸特性が論じられており、重要な示唆を与えてくれる。筆者たちは読書行為図式の問題に対して、逆転視野への順応過程における読書行為の再適応過程を検討するという方法で接近しつつある（御領・江草 1992、江草・御領、印刷中）。上記の3点については今後自らの成果も含めて十分な検討を加える計画である。したがって本章では読書行為図式の内容については触れないことにする。

## 2 読書における心理言語学の問題

読書においてわれわれは語を読み、文を読み、章を読み、やがて本全体を読み終える。この過程でわれわれが行っている認知的活動の大半は読むという行為に固有の活動ではなく、一般的な言語理解あるいはもっと一般的なわれわれ人間の行う高次認知過程に属する活動である。ここではそのような広汎な問題まで扱うことはしないが、図1との関連でいくつかの点についてふれておきたい。

そもそも言語が理解できるためには、少なくとも語彙的知識と統語的知識が必要であることは自明のことである。語彙的知識は図1でいえば、宣言的知識に属すると考えられ、統語的知識は手続き的知識に属すると考えられよう。複数の語からなる文を理解する処理過程は作業記憶において作業記憶範囲内の語を対象に、語彙的知識と統語的知識を参照しながら進められると考えられる。上述の Just & Carpenter (1987) ではこのような構想のもとに、READER という名のかなり包括的なコンピュータ・シミュレーションモデルが提案されている。そのモデルによれば、作業記憶が一度に保持し、操作しうる語数、つまり作業記憶範囲の大きさが文理解の能率や早さにとって重要な要因であることがわかる。読書と作業記憶範囲との関係については Baddeley, A. (1986) や Carpenter, P.A. & Just, M.A. (1989) などにおいて重要な問題として論じられているが、もっと一般に広く検討される必要のあるテーマであると考えられる。この作業記憶範囲の問題も読書に限らずあらゆる認知的作業にかかわる問題である。

## 3 読書の基礎過程としての読語過程

本章では読書に固有の問題として単語の視覚的認識過程を取り上げたい。この過程を読語過程と呼ぶことにする。読書過程の研究の基礎として読語過程を重視する立場については御領 (1987) において述べたし、そのような立場に立つ研究はきわめて多い (Crowder, R.G. & Wagner, R.K. 1992)。なお本章は読みの過程を論じるものなので特に断らない限り、語、ないし単語という場合それは文字でかかれた語をさすことにする。

さて、語は単なる視覚的対象物ではない。語を読み、理解できる以上、少なくともその語の視覚形態情報、音声情報、意味情報および統語情報が知識として記憶されていなければならない。多くの語ごとのそれらの情報の記憶を一般に心的辞書 (mental lexicon) と呼んでいる。これは宣言的知識の一部である。語を理解するということはある意味では心的辞書でその語を引き当てることである。そしてその辞書を引くということは単に視覚パターンを再認するだけのことでなく、視覚的世界から言語的世界へ移動するきっかけをつかむことになる。すな

わち語の認知の問題は視知覚的世界と言語的世界の間のインターフェイスの問題なのである。このインターフェイスの性質を明らかにすることこそが、読書過程固有の基本的問題であるといえる。

実際の読書の過程では次々に心的辞書が参照され、複雑な言語的世界内の心的活動が進行する。しかし、語の認知過程すなわち読語過程の研究では、せいぜい1語か2語の刺激語を提示し、それに対する観察可能な反応から読語過程が分析される。したがって、読語過程の研究では一応入力から出力までの全過程が描きだされることが多いが、読書行為一般を理解するという目的のためには心的辞書を引き当てるまでの過程を知ることが一番大事なことであるといえるかもしれない。この点を心得つつ、読語過程についての最近の理論的研究を検討する。

## 第2節 読語過程の研究法

### 1 語の諸属性

まず、最近の読語過程の研究において取り上げられる語の諸属性について整理しておく。

- ① 視覚形態的特徴：視覚刺激としての性質
- ② 正書法的特徴：綴字法に見られる規則性
- ③ 音声的特徴
  - イ) 音響的特徴：言語音の物理的性質
  - ロ) 音韻的特徴：音素など心理言語的性質
- ④ 意味的特徴
- ⑤ 使用頻度
- ⑥ 隣接語数：後述の neighbours の数
- ⑦ 同音異義語数
- ⑧ 文法的属性：品詞、内容語と機能語の区別
- ⑨ 文字の種類：漢字、仮名、大文字、小文字

以上あげたすべてが実験変数として取り上げられ、種々の実験パラダイムを用いて研究されている。

## 2 被験者に課せられる認知課題

読語過程の研究においては以下の課題がよく取り上げられる。

### (1) 語の同定課題 (word identification)

これは瞬間提示された語が何という語であったかを報告させ、その認知閾を測定したり、正答率を求めたりする課題である。

### (2) 語彙決定課題 (lexical decision)

この課題では瞬間提示された語が単語であるかどうかの判定を行わせる課題であり、判定までの反応時間が測定される。単語でないというNo反应用には非単語 (nonword) ないしは擬似語 (pseudoword) が用いられる。非単語とは無意味な文字列であり、擬似語とは正書法は単語に似ており、発音もできるが意味の無い綴りのことである。No反应用到にどのような刺激を用いるかにより、処理の水準が変化する可能性があるが、一般に語の意味の検索過程までをも反映する課題として多用される。この課題に類似の課題として、カテゴリー化課題もある。提示語が所定のカテゴリーに属する語かどうかを判定する時間を測定する課題である。

### (3) 命名課題、音読課題 (naming or reading aloud)

提示された語をできるだけ早く声を出して読み上げさせ、第一声ができるまでの時間を測定する課題である。一般に語彙決定時間よりも早い。語彙決定課題と命名課題は認知過程のことなる段階の処理過程を反映していると考えられ、同一実験の中で両方の課題を比較することが勧められる。

## 第3節 読語過程にみられる諸現象

上記のような課題を用いた実験的研究で観察される主な現象に次のようなものがある。

### 1 語優位性効果 (word superiority effect)

この効果は広義には意味のある語は無意味な文字列に比べて認知され易いという現象をさし、

瞬間露出器が用いられはじめた前世紀の終わりころから知られている。この現象のメカニズムの追求が単語認識研究の歴史であるといっても過言ではない。

この現象は種々の課題で確認されているが、たとえば、有意味語は無意味語よりも直接記憶においても、長期記憶においても記憶され易いし、認知閾も低いということは繰り返し観察されている。認知閾が低いという問題を取り上げてみよう。瞬間提示で認知閾が低いという効果をめぐっては、この効果をもたらす原因が知覚過程にあるのか、反応過程にあるのかという論争が長く続いてきたが、今では古典的な研究となった Reicher, G.M. (1969) の研究がその後の研究の流れを大きく変えた。word という語が orwd のような文字列よりも認知閾が低いということに関しては、語の場合には一部が認知されただけで残りの部分を推測することができるためだという可能性がある。そこで Reicher は word ないしは orwd を提示したあと、図 1-2 に示すように、マスク刺激を提示し、それと同時に特定の位置に提示された文字がどの文字であったかについての強制選択をさせるために選択肢となる文字を 2 個提示した。

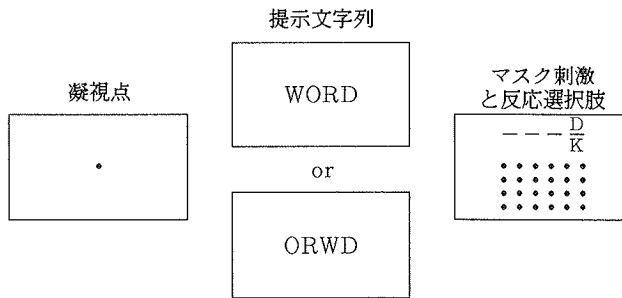


図 1-2 Reicher (1969) の語優位性効果に関する実験の流れ図

ここで重要な点は有意味語、たとえば word が提示された場合 2 個の選択肢としては d と k とが提示され、どちらをとっても word, work というように有意味語となるように工夫されていることである。もし被験者が word のうちの w, o, r だけしか見えていないのに、推測により反応するとすると、d と k とは同じ程度に選択されるはずである。実験の結果は無意味綴の場合と異なり有意味語が提示された場合には、2 つの選択肢のうちの刺激語に実際にあった文字の選ばれる率が他方よりも高かった。したがって語の優位性は単なる反応過程でおこる推測によるものではないと考えられる。この方法による検討がその後数多く行われ、語の優位性効果とは狭義にはこの現象をさすこともある。読語過程の理論的考察を行う際にもこの現象の説明ができることが一つのポイントともなっており、たとえば後に詳述する IA モデルなどはこの現象を説明することを中心に考案されたものである。

## 2 文脈効果 (context effect)

視覚対象の知覚がその周辺情報により影響を受けることはよく知られているが、単語の認知も時間的、空間的にその前後に存在する言語的状況によって左右されることはいうまでもない。どのような文脈がどのように影響するかについての研究も読語過程研究の主要課題である。研究方法は多岐にわたる。上に述べた Reicher の実験もある意味では文脈の効果であるともいえる。文字の認知が単語という文脈によって促進的影響を受けたと解釈できるからである。近年の単語認知の実験でもっとも多く取り上げられる文脈効果の研究は次に述べる priming 効果の研究であろう。

## 3 Priming 効果

Priming 効果の研究といえるものも多岐にわたるが、ここでは主として 2 語が継時的に提示される場合にみられる効果に限定する。2 語がせいぜい 1、2 秒の間に継時的に提示され、後者に対して何らかの認知的課題を行わせると、2 語間の関係によってはその課題の遂行が促進されたり、抑制されたりする効果について整理しておく。2 語間の関係の種類によって以下のように分類される。

### (1) Repetition Priming

同じ語が継時的に提示される場合。明瞭な促進効果がえられる。この効果もみられないようであれば、実験条件自体に問題がある場合が多く、実験の妥当性をチェックすることにも使える。

### (2) Orthographic or Form Priming

2 語間に綴字上の類似性がある場合。綴字が似ていると、white-while のような関係にみられるように英語などにおいては音韻的にも類似することになる。従って、このタイプの Priming 効果については刺激の選択、課題の種類などによりさまざまな現象が現れる。近年研究も多いが、解決されるべき問題が多い。促進効果が得られる場合も抑制効果が得られる場合もある。

### (3) Phonological Priming

これは音韻的に類似した対による Priming 効果である。一般に促進効果がえられる。

2と3のタイプのPrimingの最近の動向は、Segui & Grainger (1990) や、Forster, K.I. & Davis, C. (1991) などに論じられており orthographic priming における抑制効果発生のメカニズムについての議論などが興味深い。

#### (4) Semantic Priming

2語間に意味的関連性がある場合の効果。Priming 効果の研究はこのタイプの研究を中心に展開してきたといっても良いであろう。語の意味の定義は難しいが、内包的意味、外延の意味その他、言語学的基準にもとづく意味類似語対を用いた研究が繰り返されてきた。その中で Priming 効果が得られる関係が、認知システムにおいて実際に機能している関係性であることになる。研究の数も非常に多く、最近では Neely, J.H. (1991) によって詳しく review されている。

Neely (1991) をみてもわかるが、Priming 効果の研究はいまや、単語認識の研究にとっては、電気生理学における微小電極法のような役割を果たしており、認知システム内部を探る便利な research tool となっている。第4節で解説する諸理論の構築に際しても貴重な情報源となっている。

### 4 使用頻度効果 (word frequency effect)

これは語優位性効果とも密接な関係にある効果であるが、有意味語であっても、日常よく目にする語ほど認知において有利であるという効果である。基本的なデータとしては Howes, D. H. & Solomon, R.L. (1951) がある。この研究では、語の提示時間に関する認知閾が、使用頻度の高い語ほど低いということが明確に示されている。現在においても単語認識の実験においては使用頻度要因は常に念頭においておかなければならないものである。

以下に述べる効果は英語などの印欧語にみられる特徴にもとづく効果であり、日本語との関係は不明の部分もあるが、近年理論的考察において重要な役割を果たしているので、検討を要する。

### 5 規則性効果 (regularity effect)

英語の単語には綴が決まればその音が決まる語と、綴と発音とが恣意的な関係にある語とがある。前者を regular、後者を irregular ないしは exception words という。regular words の発音は書記素-音素対応規則 (GPC rule) に従う語であるといわれる。規則性効果とは



regular words と irregular words 間の認知的課題遂行上の違いをいう。命名反応時間において前者が有利であることはわかるが、語彙判定課題においても前者の方が早いという報告もある (Rubenstein, H., Lewis, S.S. & Rubenstein, M.A. (1971)。この研究は語の処理過程において意味の検索が先か音韻情報の検索が先かという現在も続いている議論の一つの出発点となっている。

命名反応時間に関して Seidenberg, M.S. (1985) は使用頻度要因とこの regularity 要因との間に重要な交互作用を見いだしている。結果を表 1-1 に示す。regularity 効果は低頻度語の場合にのみ現れることが示されている。

表 1-1 使用頻度と REGULARITY の関数としての平均命名時間 (ms) (Seidenberg, 1985)

	regular	irregular
高頻度語	540 (例 NINE)	541 (例 LOSE)
低頻度語	556 (例 MODE)	584 (例 DEAF)

## 6 Consistency 効果

regularity 効果が話題になる背景には語の音韻的処理過程においてさきに述べた GPC rule を適用する過程が存在するという仮説をめぐる議論がある。たとえば、BINK のような英語の擬似語が読めるのはこの規則を知っているからであると説明できる。このような考え方に対して Glushko, R.J. (1979) の研究は別の可能性を考えるきっかけを与えた。彼は regularity に加え、次のような区別を導入する。まず同族語というものを考える。4字の場合、母音と最終子音とに注目する。たとえば、後ろ3字が AVE である語と ADE である語の場合には、次のような同族語がある。

AVE : GAVE, WAVE, PAVE, HAVE

ADE : MADE, BADE, GLADE, FADE

いま、GAVE, と MADE を中心に考えてみる。この二つはともに regular words である。しかし、Glushko はこの二つを区別し、GAVE は Inconsistent, MADE は Consistent であるとする。なぜなら、MADE の場合にはその同族語がすべて regular であるが、GAVE の場合にはその中に HAVE という irregular を含むからである。つまり同族語のなかに irregular words を含む regular words が Inconsistent words と定義される。この違いが認知過程に差をもたらしていることを Glushko は実験的に証明している。

表 1-2 REGULARITY と CONSISTENCY の関数としての  
平均命名反応時間 (ms) (Glushko, 1979)

Regular, consistent	529 (例 WADE)
Regular, inconsistent	546 (例 WAVE)
irregular	550 (例 HAVE)

表 1-2 に示すように、regular であっても inconsistent な語は命名時間において、irregular words と同程度、consistent なものよりも遅くなっている。この結果は語の音韻的符号化においては語が subword level に分割され、その読みを同族語の中に探すという方法のありうることを示唆するものと解釈される。語の音韻的符号化の理論的考察にとって重要な知見とされ、consistency は現在では語認知の研究を行おうとするときの考慮すべき変数の一つとなっている。

## 7 隣接語数効果 (neighbourhood size effect)

よく似た語のことを一般に隣接語と呼ぶことができようが、単語認知の研究で取り上げられる隣接語は現在のところ、1 字だけを取り替えてできる語のことをいう。その隣接語を多く持つ語と少ない語とでは認知的に差が生じる。語彙判定課題の結果は必ずしも明瞭ではないが、命名課題においては隣接語を多く持つ語ほど反応時間が早くなることが知られている。これらの点に関しては Segui, J. & Grainger, J. (1990) を参照されたい。日本語ではなにをもって隣接語とするか、研究はまだない。

## 8 同音異義語効果 (homophone effect)

上述の Rubenstein (1971) の語彙判定実験においては、No 反応用の擬似語の中に TRATE のような正しい英単語と同じ読みになるものが含まれていた。このような擬似語に対する NO 反応はコントロール条件に比べて反応がおそくなった。また、YES 反応においても、同音異義語を持つ語 (YOKE) はそうでない語 (MOTH) に比べて反応時間が長かった。視覚刺激である語の処理過程における音韻処理過程の位置づけにとって重要な問題である。

以上みてきたように、語の持つ属性、しかも認知過程に影響を与えうる属性の数は多い。そしてより詳細な実験的研究が増えるにしたがってそれらの属性が単に単独の効果をもつだけでなく、それらが複合した場合に非常に複雑な交互作用が現れることがわかってきた。単語認知の研究は

認知心理学の領域では非常に活発な領域であり、次々にでてくる複雑な交互作用を前にすると、だれしも若干辟易せざるをえない。このような現実を整理するには現時点では錯綜した実験事実の網の目をかき分けるのではなく理論的考察を深め、理論にガイドされた方向に研究を進めることがもっとも重要なことであろう。以下に近年の単語認知の研究をリードする代表的理論について述べる。

## 第4節 読語過程に関する代表的理論

### 1 Logogen Model

本モデルはここで論ずるモデルの中では一番古いモデルであるのでまず最初に紹介するが、このモデルの基本的枠組みは現在も多くのモデルに引き継がれているし、このモデルに照らして現象を説明することは今もまだ盛んにおこなわれている。その最初のアイデアは Morton, J. (1969) で発表され、Morton, J. (1980) などにおいて改訂されている。図1-3を参照されたい。

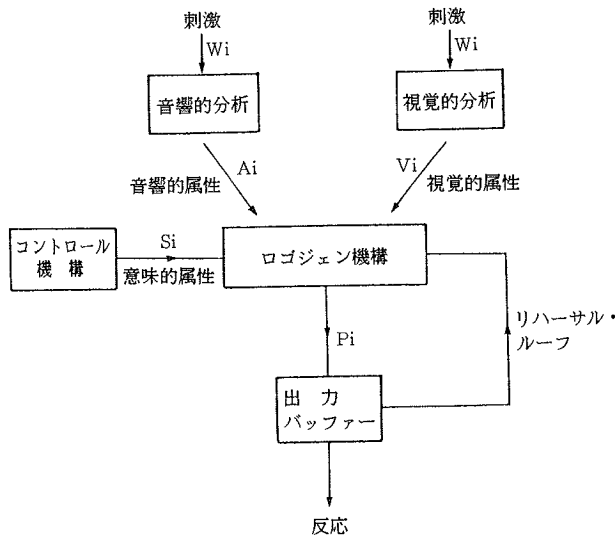


図1-3 Morton (1969) の Logogen Model の概念図

聴覚的に提示された語や文字はそれぞれ音響的分析器と視覚的分析器により、音響的、視覚的符号化がなされ、音響的符号  $A_i$  と視覚的符号  $V_i$  として出力される。これらの感覚分析器は感覚的特徴抽出器と考えてよい。したがって  $A_i$  や  $V_i$  は抽出された感覚的特徴と考え

れば良い。コントロール機構とある部分は、種々の認知機構を果たす部分で認知システムとも呼ばれる。この部分では意味の解析等がなされ、それにもとづき次の入力情報に関する期待が生成される。すなわち、ある文脈があたえられると、その意味が理解され、その文脈に関係する種々の意味情報が認知システムからの出力情報として利用できる。その一つが  $S_i$  である。

ある語を理解しそれに対して何らかの反応をするという一つの完結した処理行為が可能であるためには、認知過程のどこかにこれら  $A_i$ 、 $V_i$ 、 $S_i$  のすべてが集まる仕組みがあるに違いないというのが、Logogen Model の基本的な着想である。この仕組みは知っているすべての語それぞれに存在するはずである。Morton はこのような語ごとの情報収集装置を仮定し、それを logogen (ログジンと読むのが正確であろう) と呼ぶことにした。

logogen は受け取る情報の内容の分析はしない。 $A_i$ 、 $V_i$ 、 $S_i$  のどの情報であれ、それらはただ対応する logogen 内に加算されてゆき、その蓄積量に応じて logogen の興奮量は高まってゆく。そしてそれがある閾値をこえると、その logogen に固有の出力を出す。これはその語の発声に必要な音韻の符号と考えて良い。それを  $P_i$  とする。聴覚刺激や、視覚刺激が十分強いと感覚刺激によって logogen の興奮量は閾値を越え、 $P_i$  を発生する。また、思考により、ある語の  $S_i$  が十分大きくなると、それだけで対応する logogen の興奮が高まり、自発語としての  $P_i$  が発生することもある。

$P_i$  は出力バッファに送られ、必要ならそこで一時的に保持される。そして必要に応じて発話されたり、内言的にリハーサルされて、logogen の興奮を持続させる。出力バッファには容量に限界があると仮定される。

感覚器官を通して入ってくる語の情報は一過的であり、それらによって生じる logogen の興奮も一過的であり、せいぜい 1 秒以内で減衰すると仮定する。刺激の効果がいつまでも持続すると、同時に活性化する logogen の数が多くなりすぎて混乱が生じるに違いない。これに対して文脈情報などにより認知システム内で生成される  $S_i$  は長時間持続すると仮定すると多くの実験事実をうまく説明できる。Priming 効果の実験の中には実験方法によっては数 10 分にもわたって効果を持つ場合があるが、この場合などは、認知システム内の変化による  $S_i$  情報の長期持続によるものと解釈されている。

語の使用頻度効果を説明するためには次のような仕組みが仮定される。先に logogen には閾値があると仮定したが、この閾値が logogen により異なり、使用頻度が高まるにつれてこの閾値が低くなると仮定される。使用頻度の高い語では低い語に比べて、閾値を越えるのに必要な入力情報の量は少なくすみ、その分だけ刺激強度が弱くても認知が成立することになる。

上記の基本的仕組みに大きな変化はないが、その後明らかになった実験事実などを矛盾なく説明できるように Morton (1980) では図 1-4 のように変更がくわえられている。

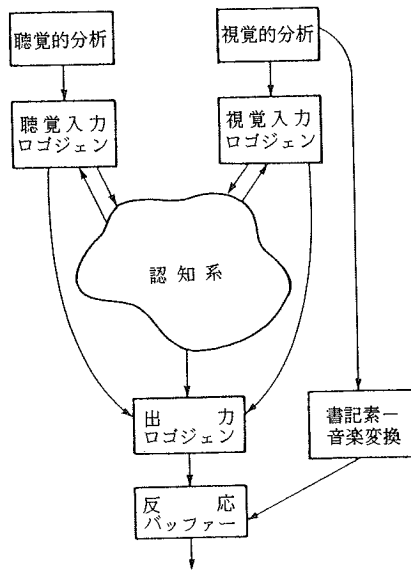


図1-4 Morton (1980) における Logogen Model の改良型

最大の変更点は logogen システムが3つに分割された点である。もとのモデルでは感覚分析器が特徴検出器、logogen が語検出器とみなせたが、図1-4のモデルではどのように考えられるかという点、視覚入力 logogen は現実にはわれわれが見る視覚的に多様な語形ではなく、抽象化された、ないしは標準化された視覚的語象に相当すると考えられる。また、聴覚的入力 logogen は現実には多様な音声で聞こえてくる語音の中の不変項を抽象化した音韻表象であり、意味的解析に供せられる形式のものと仮定できる。また、出力 logogen はある語を正しく読み上げるための発声機構を動作せしめるのに必要な音韻表象である。内言に使用している符号と考えても良い。このような変更を加えるに至った経緯とその妥当性については御領 (1987) に詳しく紹介されている。書記素-音素変換の経路は無意味語を読むための経路である。また、視覚入力 logogen から出力のそれへの経路は、意味をまったく考えずに声に出して本を読むことができるという事実などを考え合わせると納得のできる経路である。

Logogen Model は語検出器というものを中心においたモデルであるということができる。このような考え方を認知一般の問題にまで一貫して持ち続けるとすると、他の視覚対象についてもその検出器を仮定することが要求される。たとえばものの形の認識の基礎には pictogen なるものを想定できる。また出力に関しても読み上げるだけでなく、書くことも考えなければならない。この点についての拡張は Morton (1980) においてなされているので、図1-5に示しておく。ここに至ると図もかなり複雑になるが、心的機能のモデルが複雑になるのは仕方のないことである。

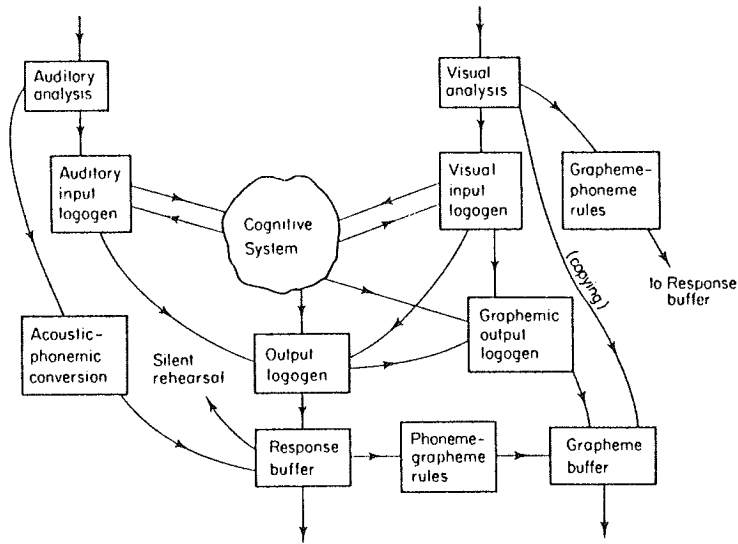


図1-5 Logogen Modelに書字機能を加えた拡張型

次に Logogen Model を出発点とはしているが、重要な点でそれとは異なるもう一つのモデルを紹介する。

## 2 Verification Model と Activation-Verification Model

### (1) Verification Model

Becker, C.A. (1976) の Verification Model は Logogen Model の影響を受けており、共通点も多いが、いくつかの重要な点で違いがみられる。

このモデルは以下のように 2 種類の記憶装置と 2 種類の処理過程からなる。

**感覚記憶**：これは Sperling のいう short term sensory store であり、語の認知に際してはこの内部の感覚的特徴が抽出され、verification 過程により、同定されるべき語の感覚的特徴が存在するか再確認される。

**語彙記憶**：ここには 3 種類の情報がある。

- ① 感覚特徴リスト 入力から抽出された感覚特徴によって活性化される。
- ② プロトタイプ表象 ①よりも複雑な感覚的表象である。verification 過程はこの表象をもとに開始され、この表象と感覚記憶内の情報とが比較される。
- ③ 意味情報 語の意味的特徴の集合

上記 2 種の記憶機構の間で特徴抽出過程と verification 過程とが作動する。

**特徴抽出過程** : 感覚記憶内の情報を用いて入力語のもつ特徴を同定する過程である。この過程により入力語のもつ特徴のすべてが同定されるわけではなく、この過程では入力語の不完全な記述がなされると仮定するところが本モデルの特徴の一つといえる。ある入力語の特徴が抽出されるごとにその語に対応する感覚特徴リスト内の特徴が増えてゆき、それが一定の基準値をこえるとその語が verification の対象となる候補語群に加えられる。特徴抽出過程の目的は入力語の大まかな感覚的特徴と一致する候補語群を見つけ出すことである。

**verification 過程** : 選択過程と比較過程とからなる。すなわち特徴抽出機構によって準備された候補語群から一つの語が選択され、その語のプロトタイプが感覚記憶内の情報と比較される。プロトタイプの情報はもともと特徴抽出機構を経て選択されたものであるので、少なくとも部分的には感覚記憶内の情報と一致している。プロトタイプにはそれら感覚的特徴情報以外の情報も含まれている。その付加的情報は、個々の特徴が当該語を構成するのに、どのような関係をもって結合されているかという、特徴間の関係に関する情報である。これを関係情報という。この関係情報は verification にとって基本的に重要な情報であり、語の認知の基礎といえる。あるプロトタイプのもつ関係情報が感覚記憶内の入力語の特徴の諸関係をうまく予測するものである場合にそのプロトタイプの表象する語が認知される。もしあるプロトタイプによる予測が感覚記憶内のある入力語情報とうまく照合しない場合には別のプロトタイプが選択され、その関係情報に基づく検証が改めて行われる。このようにして照合が成立するまで感覚的特徴にもとづく候補語群が系列的に探索されてゆく。

verification 過程におけるプロトタイプの検証には一定量の注意配分が必要がある。入力情報とプロトタイプを比較するためには、入力情報の持つ特性、たとえば字形や大きさなどにあうようにプロトタイプを変形することに注意を配分しなければならないし、また比較過程において決定を下すことにも注意の配分が必要である。また照合が成立するまでに検証すべき候補語が多くなればなるほど配分すべき注意の量が増加するものと仮定できる。

**使用頻度効果と文脈の効果の説明** : Verification Model で語の使用頻度の効果を説明するために、次のような仮定がつけ加えられている。候補語群が形成されるとき、候補語は使用頻度順に優先順位がつき、verification に際してはもっとも使用頻度の高い語のプロトタイプから順に検査される。使用頻度の高い語ほど容易に認知され、低い語ほど検査をうける順番が低くなり、より多くの注意配分が必要とされ、認知されにくく、認知までに時間がかかることとなる。

また、文脈が与えられると、その文脈情報によって、語彙記憶内の意味情報にもとづいて候補語群が形成されると仮定される。

verification 過程は感覚特徴にもとづく候補語群とは独立のこの意味情報にもとづく候補語

群から検査することがあると仮定するとさまざまな文脈効果がうまく説明できる。たとえば意味プライミングにおいて DOCTOR がプライムとして提示されると NURSE, HOSPITAL, DESEASE, その他多くの意味的に関連する語群が候補語群となるであろう。そして、ターゲット語として NURSE が提示されるとまずこの意味による語群から verification が始められるので、NURSE の認識はプライムのないときに比べて促進されることになる。

このモデルは Becker, C.A. & Killion, T.H. (1977) など新しい実験事実などにもとづきながら改訂を加えられ、単語認識の研究の世界的な流れの中で常に一定の支持を受け続けてきた。そして、Paap, K.R. その他 (1987) による改訂のあとは一般に Activation-Verification Model モデルの名で呼ばれることが多くなり、このモデルの人気はさらに高まったようである。

## (2) Activation-Verification Model

Paap et al. (1987) ではこのモデルは図 1-6 のようにまとめられている。

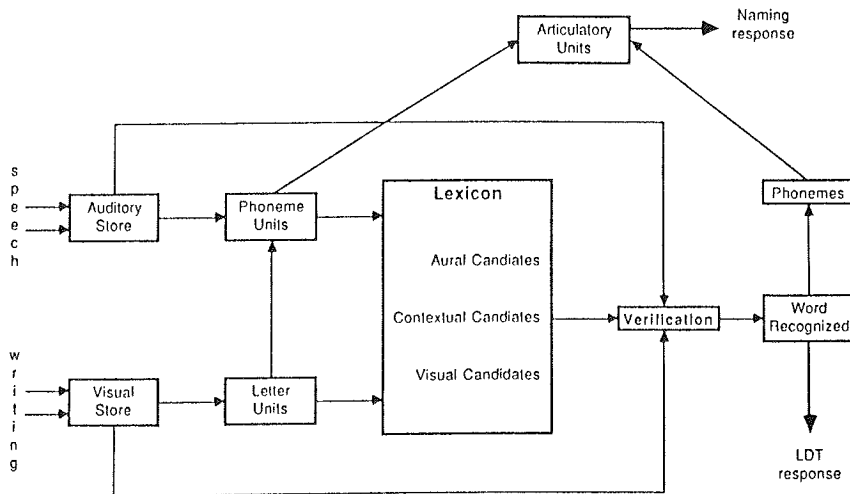


図 1-6 Paap et al. (1987) の Activation-Verification Model

原モデルと同様、大きく分けると特徴抽出過程と verification 過程に二分できるが、この特徴抽出過程は encoding 過程とも呼ばれる。原モデルと異なり、聴覚系の encoding 過程も加えられており、この過程と視覚系との関連性が考察の対象となっている点、またこの経路と関連して語彙決定課題と命名課題それぞれにおける反応生成の機構がよりきめ細かく考察できるようになっている点が目玉される。視覚的に単語が提示されるとそれは視覚的短期記憶に保持され、visual な特徴抽出の対象となる。encoding 過程は Letter Unit 層と Whole



Word 層、すなわち Lexicon とに分けられている。前者には letter detectors が、後者には word detectors が学習の結果として形成されて配列されている。これらは Logogen Model における logogen や次に述べる IA Model における Letter units や Word units 同様、前段階からの入力により活性化量が変化し、それが基準値を越えると次の段階に情報を送る。この encoding 過程によって verification の対象となる候補語群が形成される。入力語内の文字の提示位置ごとに letter units の配列が仮定される。letter units の活性水準は視覚的特徴とのマッチングの程度に応じて決まる。word-units はその構成要素文字の活性化の程度に応じて活性化され、それが基準値を越えたものが verification の対象となる候補語リストに加えられる。これらの過程は自動的に進行する。この候補語リストから一つの候補が選択され、その候補語の lexicon 内の記憶表象が verification 過程において視覚的記憶内の入力情報と照合される。視覚系の入力に対しては視覚的特徴にもとづく視覚的候補語リストが形成され、聴覚系からの入力に対しては聴覚的候補語リストが形成される。文脈情報の無い場合にはこれらの感覚様相を反映した候補語リストに対して verification 過程が働くが、文脈情報が与えられる場合には、意味的特徴にもとづく文脈的候補語リストが形成される。そしてこの場合には他の感覚的情報にもとづく候補語リストに優先してこちらが先に verification の対象となる。このように時代を反映してニューラル・ネットワーク的な構想が取り入れられているが、基本的枠組みは原モデルとほとんどかわらない。ただ、letter units から phoneme units への経路が加えられたこと、命名課題と語彙判定課題における反応の生成機構が明記されたことにより、いわゆる lexical route と nonlexical route の区別に関する議論などがしやすくなっており、より一般的なモデルになったといえよう。

このモデルの動作については Paap, K.R., Newsome, S.L., McDonald, J.E. and Schvaneveldt, R.W. (1982) において詳細に論じられており、定量的なモデルとしてコンピュータ・シミュレーションも実行されている。このモデルと Logogen Model や IA とは類似点が多い。たとえば、IA モデルとは次の点で基本的仮説が一致している。1) 入力空間的位置に対応する文字ユニットを活性化する。2) 活性化した文字ユニットは語ユニットの活性化量を変化させる。3) 文字の認知と語の認知はトップダウン処理の影響を強く受け得る。**Logogen Model との違い** : Verification Model (以下 Activation-Verification Model も含めて単にこのように呼ぶ) は Logogen Model との共通点も多いが、それとは以下の点で際だった違いが見られる。

- ① Logogen Model では Visual Analyser による特徴抽出過程の出力がどれか一つの Visual input logogen を完全に同定するが、Verification Model では特徴抽出によっては語の同定は完結せず、入力語に発見した特徴を部分的に持つ複数の語が候補となり、それらの

候補語をいわば仮説としてその仮説が正しいかどうかの検証が入力情報に対して行われる。このようなトップダウン的で意識化可能なverification過程を中心にモデルが構築されている点が Logogen Model とは異なる。Verification Model は入力情報から複数の仮説を構成し、その仮説の検証をもう一度入力情報にもどって iterative に行うものといえる点に大きな特徴がある。

- ② 語の使用頻度の違いをどのようにモデルに組み込むかという点でこのふたつのモデルには大きな違いがある。すなわち、Logogen Model では各語に対応する logogen の閾値が使用頻度により変化し、高頻度語ほどその値が低く、よりわずかの入力信号によっても発火すると仮定されている。ところが、Verification Model では encoding 過程にたいしては使用頻度は効果をもたない。使用頻度は検証にかけられる候補語の優先順位を決定する。候補語群の中の使用頻度の高いものから順に検証されてゆくと仮定されている。

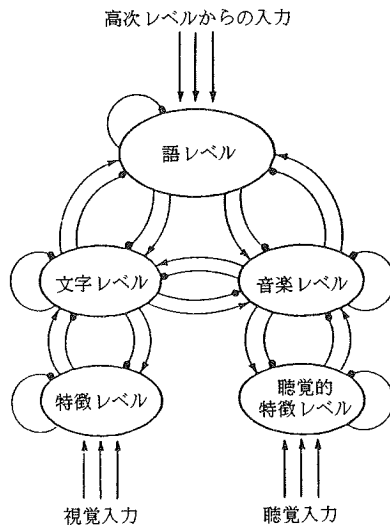
**Verification Model の妥当性** : Verification Model で説明可能な現象の多くは Logogen Model によっても説明可能である。説明しうる現象の範囲の広さがモデルの優劣を決める一つの基準となりうるであろう。この点に関してはまだ十分に議論が煮詰まっていないが、Becker & Killion (1977) は Verification Model の妥当性を示すものとして次のような実験事実をあげている。かれらは750msのSOA(刺激のonからonまでの時間)において2語を継時的に提示した。2語の間に意味的関連のある条件と無関連の条件とがある。いわゆる意味的プライミングの実験である。かれらはこのような通常の意味的プライミングの実験に、プライムとターゲットの刺激強度(輝度)を変化させる条件を加えた。それぞれの輝度が3段階に変化させられた。ターゲットに対する課題は語彙決定と命名課題の両方である。どちらの課題においても意味的関連ありの条件においてターゲットに対する反応時間は早く、意味的プライミング効果がみられた。そしてターゲットの輝度と意味的関連性の間に交互作用がみられ、輝度の上昇は無関連条件におけるターゲットの処理を促進するが、関連条件のそれには影響を与えないことがわかった。この事実は単語認知において文脈情報とターゲット刺激の質とは交互作用の関係にあることを示している。この事実は Verification Model によれば、文脈が与えられた場合には文脈によって作られる候補語群から先に検証されるので、ターゲットの質は影響しないが、文脈のない場合にはターゲットの劣化により影響を被ると考えられる感覚的特徴にもとづく候補語群が検証の対象となるために処理が遅くなると考えられる。いずれにしても文脈とターゲット刺激の質は候補語群が形成されるまでの encoding 過程に影響を与える要因といえる。上の事実は Logogen Model によっても説明可能であることは明かである。しかし、次の事実は Logogen Model では説明がつかない。Becker たちは先の実験に引き続き、刺激の質と刺激の使用頻度との関係をプライミング実験ではな

く一語だけを提示してそれに対する語彙決定を行わせる実験をおこなって検討している。先の実験と同様、刺激強度が3段階に変化させられた。各刺激強度段階で高頻度語と低頻度語と擬似語がランダムに一語ずつ提示され、単語か擬似語かを判定する時間が計測された。高頻度語は低頻度語より、この判定に要する時間は短かく、刺激の強度が大なるほど反応時間は短くなったが、刺激の使用頻度と刺激強度との間に交互作用は見られなかった。つまり、刺激の質要因は文脈要因の場合と異なり、使用頻度要因に対して加算的な効果をもたらし、高頻度語に対しても低頻度語に対しても同じ量の効果を与えることが明かとなった。このことは Verification Model によると、刺激の質がまず encoding 過程の処理速度に影響を与え、頻度の効果は強度の影響を受けたあとの verification 過程における検証の順位に現れるためであると説明される。しかし、Logogen Model では刺激の質と、文脈、使用頻度要因との関係はともに加算的でなく、交互作用的であると予測され、上の実験事実と矛盾する。

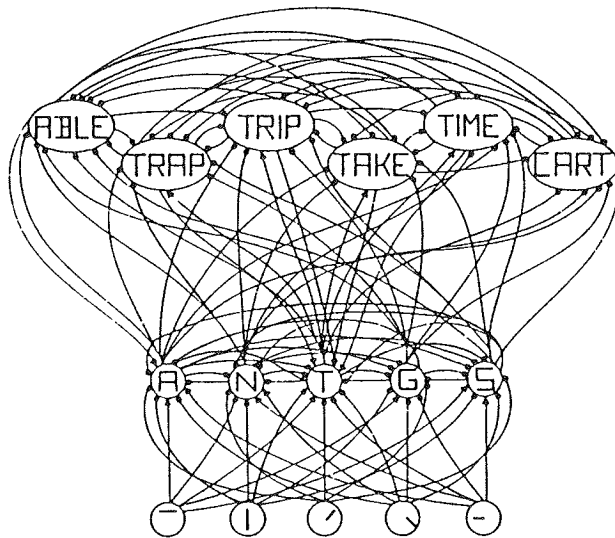
### 3 語の認知に関する I A (interactive activation) モデル

第3節で述べた、Reicher の語の優位性効果の実験を思い出したい。これは至極些細な現象のように見えるが、この現象の生じるメカニズムを考えて行くと我々の認知過程の基本的枠組みと深く関係していると考えざるをえない。McClelland, J.L. & Rumelhart, D.E. (1981) はこの現象を視覚パターンの認知における文脈 (context) 効果の一例であると考えた。なお、このあとこの二人の研究者によるモデルの話がつづくので、R & M あるいは M & R と略記する。英語で書かれた語が視覚的に認知できるためには個々の語と個々の文字の記憶がなければならぬ。word の中の r の認識では word が提示されると、その認識が成立するまでの過程で、文字認識の過程と語認識の過程との間で相互作用が生じる。つまり、word という語の認知が成立していない段階でもその記憶を司る機構はある程度活性化し、その興奮信号が文字 r の記憶機構に何ほどかの興奮性の信号をおくる。それが文字 r の認識を促進すると考えられる。つまり、語の記憶機構の興奮が文字認識の過程に文脈情報として作用すると考えられる。このような構想にたって R & M は図7のようなネットワーク・モデルを提案した。

図1-7 (a) の視覚系だけを考える。ネットワークの構成要素ユニットは特徴、文字、語の3層にわかれており、その結線の一部が同図の (b) に示されている。各層のユニットはそれぞれ特徴、文字、語の検出器であり、たとえば take という語のユニットは t, a, k, e の文字ユニットからのみ興奮性の信号を受け取る。図からもわかるようにユニット同士は同一層内でも層間でもお互いに結ばれている。その結びつきには興奮性の結合 (矢印) と抑制性結合とがありうる (●)。また、語層のユニットは、特定の語を構成する文字のユニットとのみ興奮性の



1Aモデルの全体的概念図、各レベル間の情報の流れのうち、矢印は興奮性の信号、黒丸は抑制性の信号を示す。(McClelland & Rumelhart (1981))



特徴、文字、語レベル間の結合の様子を実例で示した図 (McClelland & Rumelhart (1981))

図1-7 McClelland & Rumelhart (1981) による Interactive-Activation Model

結合を持つものである。同一層の内部ではユニット同士は抑制性の結合をしており、あるユニットが強く興奮すればするほど他のユニットの興奮を抑制する働きを持つ。層間の結合としては、このシミュレーションでは以下の結合だけがとられた。それらは「特徴から文字」へと「文字から語」への興奮性結合と抑制性結合、「語から文字」への逆方向の興奮性結合および文字間、語間の相互抑制結合である。このモデルは学習する神経回路網モデルではなく、ユニット間の結合は上のようにあらかじめ限定され、それらの結合の重み係数もあらかじめ決められている。

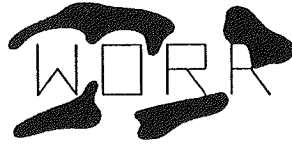
英語の4文字単語1179語に対してこのようなネットワークが構成された。特徴ユニットと文字ユニットは4文字単語の中の最初の文字から最後の文字までの4位置ごとに計4組用意される。たとえば文字Aの検出ユニットはそれぞれの位置用に4個あるので、文字ユニットの総数は $26 \times 4$ 個である。またこのモデルで使用される個々の文字は14本の線分から選ばれたいくつかの線分で構成されている。そこで1個の文字には14個の特徴ユニットを用意する。それが各文字位置につくられるので、計 $14 \times 4$ 個となる。たとえば文字Aは7種の線分（特徴）で書かれると考え、

1 1 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0

と表現される。このネットワークが刺激を受け取ったということは、特徴層の $14 \times 4$ 個のユニットの活性値を入力語の各位置の文字にあわせて1か0とする、つまり、on, offすることである。シミュレーションでは入力層の刺激の検出の確率 $p$ が導入され、各ユニットごとに確率 $p$ にしたがって入力を受け入れる。刺激強度が十分大であると想定する場合には $p = 1.0$ とする。

ある語を入力し（つまりある刺激語にしたがって特徴ユニット層内の各ユニットに1か0の値をいれる）、それにしたがって他の層の全ユニットのその時点 $t$ における活性値を計算することが、時間が0から $\Delta t$ 進行したことになる。同じ入力状態でもう一度計算すると $2 \Delta t$ 進行したことになる。時間 $t$ はこのように試行回数で示される。種々のパラメータを適当に決定してやると時間 $t$ の増大にともない、各ユニットがお互いに相互作用しながら、一定の活性状態に落ちついて行く。そして、与えられた刺激語のユニットの活性値が他に抜きんでて大きな値をとるようになる。ある語の活性値がどの程度になったら、このシステムがその語を認識したとするかに関する、反応の決定過程も組み込まれている。以上がIAモデルの基本的な部分である。このモデルの基本的動作は以上のように単純であるが、ユニット数を多くした場合、各ユニットの活性値がどのように変化してゆくかを数学的に予測することはできない。そこで計算機上で動かすためのプログラムがつけられた。一度プログラムができるとそれを使ってさまざまなシミュレーションが可能となり、R & Mは多くのシミュレーション実験を行い、このモデルが予想以上に有効であることを示した。たとえば図1-8(a)のようなKが部分Mの

づらくなっている、work という語を提示したときの語レベル内と文字レベル内の関連ユニットの活性値の興味深い消長過程が (b), (c) にみられる。



(a)

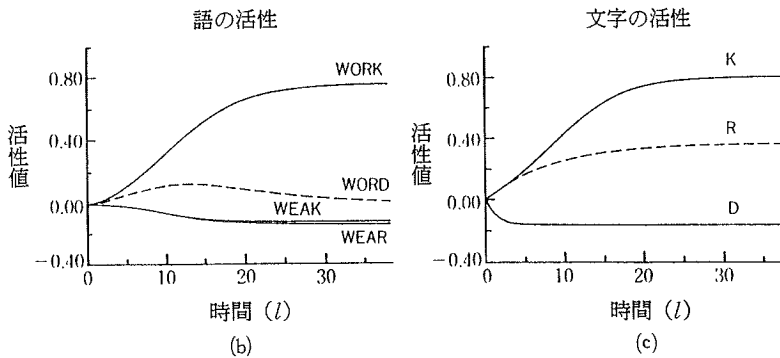


図1-8 IA Model による語優位性効果のシミュレーション実験の刺激と語レベル、文字レベルにおける活性量の変化パターン

文字レベルの様子をみれば、同じように可能性のある k と r なのに k は r にくらべ急速に活性値を増大させているが、これは語レベルの work のユニットからの逆方向の興奮性信号が文字レベルの k に文脈情報として与えられるからである。このように本モデルは当初の目的であった視覚過程における文脈効果を定量的なモデルで示してみせることに成功したのである。このモデルは発表以来現在まで語認知過程のモデルとして話題になることが多い。たとえば Colombo (1986) は形態的に似た語を続けて提示した場合に、ふたつ目の語の認知が通常のプライミング現象とはことなり、かえって妨げられるのではないか、という予想をこのモデルから導きだし、それを人間の被験者を使って実験的に確かめた結果、予想通り抑制効果が見られることを発見している。

#### 4 学習する神経回路網モデルによる単語認知モデル

Sejnowski, T.J., and Rosenberg, C.R. (1987) は NETtalk と呼ばれる 3 層の神経回路網を開発した。これは英語の単語の発音を学習する回路であり、文字列とそれに対応する音素列の対を材料として、誤差逆伝播法とよばれる方法により学習させたものである。アルファベッ

トとスペース、ピリオド、コンマの計29の記号で単語の一文字分を表現することにし、一度の7文字分の入力をするように計画された。そこで、入力ユニットは  $29 \times 7 = 203$  個であった。7文字の中の真ん中の文字が発音の対象となるものであり、それに対する音素が教師信号とされた。すべての音素を調音位置（舌の位置など）や調音方式（破裂音など）など26種の特徴の組み合わせで表現された。したがって出力ユニットは26個であった。中間ユニットは80個であった。千を超える数の英単語につき学習させた後、未学習の単語を用いて学習が般化しているかどうか確かめるなどのテストが行われた。学習の成績は非常によく、その経過には人間の学習過程に類似する点も見られた。出力を音声合成装置にかけることにより、実際の音声を出す可能性も示された。NETtalkは文字を音読する機械の一種であるところから、技術的な面でも大きな関心呼び、その後も各国でさまざまな試みが続けられている。認知心理学的研究としては、Seidenberg, M.S. & McClelland, J.L. (1989) が興味深い。この研究でも、誤差逆伝播法による3層の神経回路網が用いられ、3000語近い1音節の英単語の綴とその発音の関係が

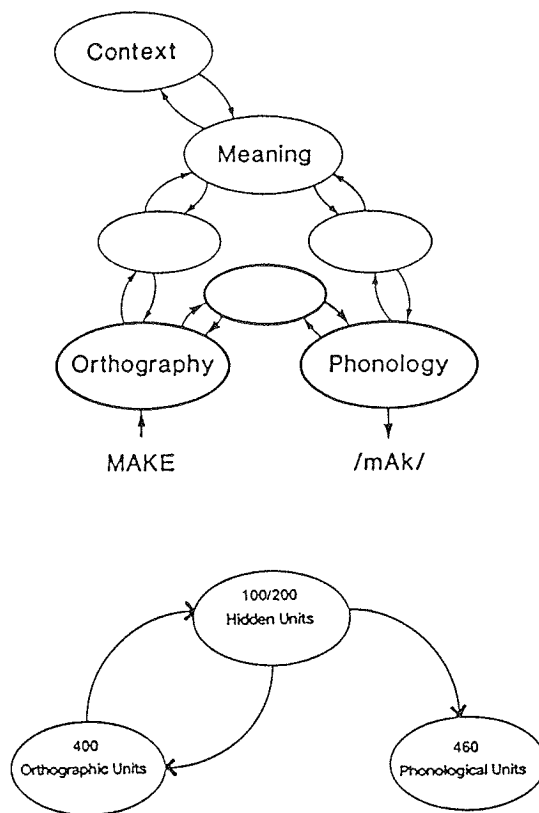


図1-9 上半分の図は学習する神経回路網モデルによる語認知過程モデルの構想図。  
下半分は Seidenberg & McClelland (1989) によって実際に構築されたモデル

学習させられた。図1-9のような神経回路網が採用された。中間ユニットは通常は200個とされている。このような回路網が発音を学習してゆく過程は、人間の語認識の特性と実にさまざまな点で一致しており、驚かされる。たとえば、語を提示してから声に出して読むまでの命名反応時間は、人間の語認識過程を探るよい指標であるが、この研究では音声符号の出力の誤差の大小を音読潜時の長短に対応するものとみなして人間の実験結果をシミュレートしている。第3節の表2に示した Seidenberg (1985) の実験結果と、このモデルのかなり学習が進んだ段階での結果結果とが図1-10に示されている。両者の対応の良さは明かであろう。

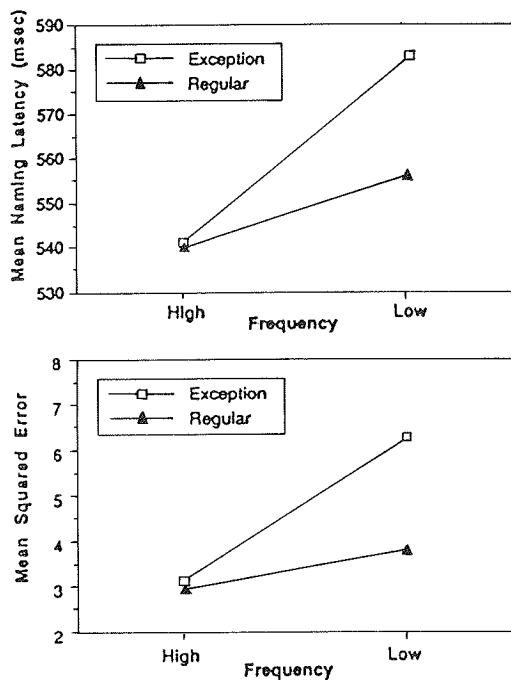


図1-10 図9のモデルによる Seidenberg (1985) の実験の結果 (上半分の図) のシミュレーション結果 (下の図)

このモデルでは、一度学習が終わった段階で中間層の数を減らして再学習させる試みもなされている。これは、システムが障害を受けた場合の現象を探る試みであり興味深い。この点に関しては、Patterson, K.K., Seidenberg, M.S., and McClelland, J.L. (1989) が、同じモデルを用いて、その学習が完成した時点で回路のいろいろな部位の結線をいろんな割合で切断する実験をおこない、人間の読みの障害 (難読症 dyslexia) の特徴と比較する実験をおこなっている。これはまったく新しい研究パラダイムとして今後期待できる。



## 第5節 ま と め

本章では第1節の図1-1に概略を示したような認知システムに照らしつつ、読語過程に関する認知心理学的研究の広がりとその代表的な理論的考察を概観した。それらを図1-1の上に綴り込んでみることは意味のあることであろう。ここに紹介した諸理論はそれぞれの幅と奥行きをもっているが、語の認識に重点をおいて展開されているものである。どれもが図1全体をカバーするほど一般的なものではない。しかし、ここで取り上げたすべての理論を綴りあわせれば、現在の単語認識の研究領域で議論されていることのほとんどを包括していると考えられる。

さてその上で、本章に述べたことは本報告書のテーマである弱視者のリーディングの問題に寄与しうるのであるのか、また十分に寄与するところが無いとすると、図1-1で考えた場合にどの部分が欠けているためなのであるだろうか。弱視研究については素人である筆者にもその答は自明であると思われる。おそらくそれらの部分の多くについてはすでに多くの専門家の研究目標とされ、多くの成果が上がりつつことであろう。それらをより一般的な枠組みに組み込んでゆく際のインターフェイスの役割を果たすことに少しでも役立ちうるとすれば、そのことに本章の意味を見いだすことができよう。

### 参考文献

- Baddeley, A. (1986) Working Memory. Clarendon Press.
- Becker, C.A. (1976) Allocation of attention during visual word recognition Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance, Vol. 2, 556-566.
- Becker, C.A. & Killion, T.H. (1977) Interaction of visual and cognitive effects in word recognition. Journal of experimental Psychology : Human perception and performance, 3, 389-401.
- Carpenter, P.A. & Just, M.A. (1989) The role of working memory in Language Comprehension. In D. Klahr & K. Kotovsky eds. Complex Information Processing : The impact of Herbert A. Simon. Lawrence Erlbaum.
- Colombo, L. (1986) Activation and inhibition with orthographically similar words Journal of experimental Psychology : Human Perception and Performance 12, 226-234.
- Crowder, R.G. & Wagner, R.K. (1992) The Psychology of Reading: Introduction. 2nd. ed. Oxford University Press.
- 江草浩幸・御領謙 1993 逆転視野における読書と動作 基礎心理学研究、11巻、87-101.

- Forster, K.I. & Davis, C. (1991) The density constraint on form-priming in the naming task : Interference effects from a masked prime. *Journal of Memory and Cognition*, 30, 1-25.
- 御領 謙 1987 読むということ 認知科学選書 5巻 東京大学出版会
- 御領 謙・江草浩幸 1992 逆転視野への適応 過程 千葉大学人文研究 21, 1-78.
- Glushko, R.J. (1979) The organization and activation of orthographic knowledge in reading aloud. *Journal of experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 5, 647-691.
- Howes, D.H. & Solomon, R.L. (1951) Visual duration threshold as a function of word-probability. *Journal of experimental Psychology*, 41, 401-410.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1987) *The Psychology of Reading and Comprehension*. Allyn and Bacon Inc.
- McClelland, J.L. & Rumelhart, D.E. (1981) An interactive activation model of context effects in letter perception : Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-405.
- McClelland, J.L. & Rumelhart, D.E. (1989) *Explorations in Parallel Distributed Processing : A Handbook of Models, Programs, and Exercises*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Morton, J. (1969) Interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.
- Morton, J. (1980) The logogen model and orthographic structure. In U. Frith ed., *Cognitive processes in spelling*. Academic Press.
- Neely, J.H. (1991) Semantic Priming Effects in visual word recognition : A selective review of current findings and theories. In Besner, D. & Humphreys eds. *Basic Processes in Reading : Visual Word Recognition*. Lawrence Erlbaum.
- Paap, K.R., Newsome, S.L., McDonald, J.E. and Schvaneveldt, R.W. (1982) An activation- verification model for letter and word recognition : the word-superiority effect, *Psychological Review*, 89, 573-594.
- Paap, K.R., McDonald, J.E., Schvaneveldt, R.W., & Noel, R.W. (1987) Frequency and pronounceability in visually presented naming and lexical decision tasks. In M. Coltheart ed. *Attention and Performance XII : The Psychology of Reading*. Lawrence Erlbaum.

- Patterson, K.K., Seidenberg, M.S., and McClelland, J.L. 1989 Connections and disconnections : acquired dyslexia in a computational model of reading processes. In Morris, R.G.M. (Ed.) Parallel Distributed Processing : Implications for Psychology and Neurobiology. Clarendon Press, Oxford.
- Rayner, K. & Pollatsek, A. (1987) Eye Movements in Reading : A Tutorial Review. In M. Coltheart ed. Attention and Performance XII : The Psychology of Reading.
- Rubenstein, H., Lewis, S.S. & Rubenstein, M. A. (1971) Evidence for phonemic recording in visual word recognition. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 10, 645-657.
- Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. & The PDP Research Group (1986) Parallel Distributed Processing : Explorations in the Microstructure of Cognition. Cambridge, MA : MIT Press.
- Segui, J. & Grainger, J. (1990) Priming word recognition with orthographic neighbors : Effects of relative Prime- Target frequency. Journal of experimental Psychology : Human Perception and Performance, 16, 65-76.
- Sejnowski, T.J., and Rosenberg, C.R. (1987) Parallel networks that learn to pronounce English text. Complex Systems 1, 145-168. 麻生英樹訳 英語の発音を学習する並列ネットワーク. bit 臨時増刊9、1989、共立出版
- Seidenberg, M.S. & McClelland, J.L. (1989) A distributed, developmental model of word recognition and naming. Psychological Review, 96, 523-568.
- Seidenberg, M.S. (1985) The time course of phonological code activation in two writing systems. Cognition, 19, 1-30.
- Simon, H.A. & Kaplan, C.A. (1989) Foundations of Cognitive Science, In M. Posner ed. Foundations of Cognitive Science. A Bradford Book, The MIT Press.