

# 加齢にともなう記憶機能の変化：

短期記憶を中心として

漁田俊子

漁田武雄

## 1. 加齢にともなう記憶機能の変化と短期記憶

「年をとると、古いことはよく憶えていても、最近のことがなかなか憶えられないし、憶えてもすぐに忘れてしまう。」とよく言う。本当にそうであろうか。記憶には短期間（十数秒～数十秒）で忘却してしまう記憶（短期記憶 short-term memory）と永続的な記憶（長期記憶 long-term memory）とがあるとされている（*e.g.*, Atkinson & Shiffrin, 1968; 森・漁田・猪木, 1977; Waugh & Norman, 1965）。この分類からすると、加齢（aging）にともなう記憶力低下は、短期記憶の衰えということになる。

短期記憶は、思考、推理、暗算等のさまざまな認知活動を支えるために必要な記憶と考えられる。暗算をするにも、発言をするにも、囲碁や将棋の手を読むにも、記憶の支えが必要である。これらの認知活動においては、現前の事象からの感覚情報や、その事象に関連する長期記憶からの情報が利用される。認知活動の遂行中には、それらの情報を一時保存することが必要であるし、各種情報を比較し、変換し、加工するなどのさまざまな情報処理が必要である。このような情報処理の場を提供し、支えるのが短期記憶である。短期記憶の例として必ず引用されるのは、電話番号をダイヤルし終わるまでのわずかな間に、番号を覚えておくという例である。この例も、間違えずにダイヤルするという認知課題を支える記憶としての短期記憶を示している。このように見てくると、記憶に限らず、さまざまな認知活動の加齢にともなう衰退の原因を、短期記憶の衰退に求めることには根拠があることがわかる。

短期記憶の存在が注目を浴びようになったのは、情報科学や神経科学が飛躍的に発達した今世紀半ば頃からであるが（*e.g.*, Broadbent, 1958; Hebb, 1949）、そのころすでに加齢による記憶の衰えと短期記憶とが関連づけられていたようである。たとえば、Cameron & Solyom (1961)は、短期記憶と密接に関連するとされていたRNAを、酵母から抽出して老化性痴呆患者に経口投与するという実験を行っている。この実験の信頼性や妥当性には様々な疑義が提出されているもの（*e.g.*, Barondes, 1965）、早くから加齢と短期記憶の関係が注目されていたことは事実である。また、Craik (1968)は、平均年齢約70歳の高齢者と約20歳の大学生の記憶成績を、短期記憶と長期記憶の成分に分類して比較するという実験を行っている。結果としては、短期記憶よりもむしろ長期記憶の方に加齢による差があるという結果を引き出したものの、やはり加齢と短期記憶の関係は早くから注目されていたようである。もっとも、これらの研究は、加齢による認知機能の変化と短期記憶の関係に注目するというよりは、記憶のメカニズムにおける短期記憶の位置づけに注目するものであったようである。

その後、加齢そのものに関する研究が盛んになってきた。とりわけ1980年代以降の研究進展はめざましい。それにともなって、加齢にともなう認知機能の変化に関するデータもかなり集積されてきた。そこで本研究は、それらの研究を展望することで、加齢にともなう記憶機能の衰退が短期記憶機能の衰退によるものかどうかを解明することを目的とする。

## 2. 加齢と短期記憶

### 1) 記憶範囲

記憶範囲 (memory span) とは、数～十数個の数字や単語の系列を提示順序通りに直後再生するという課題において、完全正答できた最長系列の長さである。この記憶範囲は、短期記憶の容量 (capacity) を反映すると考えられるので、記憶範囲に関する結果から、短期記憶容量の加齢にともなう変化を調べることができる。

記憶範囲は、加齢にともなって、小さいが信頼できる減衰を示すという報告が多い。Parkinson (1982) は、2度にわたる実験で高齢者と若年者の数字の記憶範囲を測定し、高齢者が5.8と5.8、若年者が6.4と6.8という値を得ている。Salthouse & Babcock (1991) は、記憶範囲と年齢の相関を2度にわたる実験で測定し、数字の記憶範囲で-.34と-.18、単語の記憶範囲では-.42と-.32という値を得た。これらの相関値は、数字よりも単語の相関値が大きく、いずれも有意であった。Wingfield, Stine, Lahar, & Aberdeen (1988) も同様の結果を報告している。この結果は、記憶範囲の年齢による低下が信頼できるものであることを示している。同時に、材料の差異が年齢差に関与していることも示している。また、Johansson & Berg (1989) は、縦断的研究を行い、70～79歳の高齢者が、5～10年間に、小さいが信頼できる低下を示すことを報告した。さらに、研究期間中に死亡した被験者は、死の前年に比して、あるいは生存被験者に比して、大きな低下を示すことをあわせて報告している。

これに対して、数字の記憶範囲では年齢差がないという報告も存在する (Botwinick & Storanolt, 1974; Wieggersma & Meertse, 1990; Wingfield, *et al.*, 1988)。Craik (1986) で紹介されたGick & Craikの実験でも、アルファベット順に並べ替えることをともなう単語の記憶範囲では大きな年齢差を見いだしたものの、数字の記憶範囲では年齢差が生じなかった。

これらの結果からすると、記憶範囲は加齢にともなって減少しないか、減少したとしてもごく小さな変化にとどまるといえよう。また、加齢にともなう

記憶範囲の変化が、短期記憶の変化ではなく、記憶範囲の成績にわずかながらも含まれる長期記憶成分の変化を反映するために生じるという意見もある (Parkinson, Lindholm, & Inman, 1982)。意味情報があまり関与しない数字では年齢差が小さく、意味情報の関与が大きいと考えられる単語で年齢差が大きい (Salthouse & Babcock, 1991; Wingfield, *et al.*, 1988)。結果は、この考えを支持している。したがって、記憶範囲には加齢にともなう変化があるとしても、ただちに加齢にともなう短期記憶の容量が変化するという結論を引き出すことは困難である。

いずれにせよ、記憶範囲が加齢に対してあまり敏感ではないことは事実といえる。記憶範囲は様々な記憶診断テストに利用されることが多いが、少なくとも加齢に関する診断に利用するにはあまり適していないといえよう。なお、同様な指摘は、Craik & Jennings (1992) も行っている。

### 2) Brown-Peterson課題

Brown (1958) や Peterson & Peterson (1959) は、単一項目 (多くの場合無意味綴り) を短時間提示した後、保持期間中に計算課題を与えることでリハーサルを妨害し、数～十数秒後に再生させるという方法を用いることで、短期記憶の忘却過程を調べた。

この Brown-Peterson課題の成績は、加齢によってほとんど変化しないようである (Craik, 1977; Schonfeld, 1969)。Inman & Parkinson (1983) は、高齢者が若年者よりも幾分速い忘却を示すことを見いだしたが、記憶範囲にもとづく修正をほどこすと、この年齢差は消失した。どうやら、この実験での忘却速度の年齢差は、記憶範囲の年齢差に起因するようである。Puckett & Stockburger (1988) は、(1)被験者ごとに記憶範囲を測定し、その値にもとづいて記銘材料の長さを決定し、(2)リハーサルを妨害するための計算を被験者ペースで行わせ、(3)計算課題中に内的リハーサルを行った被験者を除外するという条件統制を行ったところ、加齢による差は検出されなかった。このように健常加齢によっては、短期記憶の忘却速度に差が生じないようであるが、老化性痴呆は、短期記憶の衰退をもたらすようである。ア

ルツハイマーの患者は、短期忘却が明確に速くなる  
ことが報告されている (Dannenbaum, Parkinson,  
& Inman, 1989; Morris, 1986) .

### 3) Sternberg課題

Sternberg型の記憶スキャン課題(Sternberg, 1969)  
では、被験者に文字系列を提示した後、プローブと  
して単一文字を提示する。被験者はその文字が先行  
文字系列に存在したか否かを、できるだけ速く反応  
する。この課題は、短期記憶からの検索過程を反映  
すると考えられている。

このSternberg課題の場合、遂行速度が年齢とと  
もに遅くなるという報告が多い (e.g., Anders,  
Fozsard, & Lillyquist, 1972; Madden, 1982;  
Puglisi, 1986)。この場合も、課題遂行の正確さ  
には、年齢差がほとんど見られない (Lorsbach &  
Simpson, 1984, Coyne, Allen, & Wickens, 1986)。  
あるのは速さの差だけのようである。

Sternberg課題ばかりでなく、認知課題全般にわ  
たって高齢者の遂行が遅いことは、多くの報告で一  
致している (e.g., Salthouse, 1985)。感覚や作業  
の速度 (Cunningham, 1989; Salthouse, 1989)、  
脳内処理速度 (Cerella, 1990) 等の低下を、高齢  
者の記憶機能低下そのものと理由する理論も少なく  
ない。

ただし、ここで注意しておく必要があるのは、高  
齢者は速さを要求される課題に慣れていないかもし  
れないということである。高齢になるほど、判断の  
重みは増すが、早急な判断は要求されなくなるとい  
うのが、現実社会の通例であろう。これに対して、  
大学生に代表される若年者の場合、時間制限のある  
試験やスポーツの試合のように、速さを要求されたり  
競ったりする課題を経験することが多く、それだけ  
速さに慣れていくということが考えられる。もし  
そうであれば、課題に対する慣れが速さの年齢差に  
反映されたということになる。いずれにせよ、遂行  
成績には年齢差がないのであり、速さの差のみでは  
短期記憶からの検索に年齢による変化が生じたとは  
いいがたい。速さのような量的差ばかりでなく、加  
齢にともなうスキャン方略 (系列, 並列, 悉皆, 途  
中打ち切り等) の質的差異に注目するのも、今後の

有望な方向であろう。

### 4) 新近性効果

直後自由再生の系列位置効果における系列後部の  
高成績を新近性効果 (recency effect) とよんでいる  
(e.g., Greene, 1992; Murdock, 1962)。この新近  
性効果は、短期記憶によって生じるという説明が、  
長い間定説となっていた (e.g., Glanzer, 1972;  
Glanzer & Cunitz, 1966)。多くの研究は、加齢に  
よる新近性効果の減少とともに、系列位置前部の成  
績低下も報告している (Parkinson *et al.*, 1982;  
Rissenberg & Glanzer, 1987; Foos, Sabol,  
Corral, & Mobley, 1987)。このことは、短期記憶  
と長期記憶の両方が加齢によって衰退することを意  
味しているのであろうか。これに対して、新近性効  
果は短期記憶と長期記憶の両方を反映する  
(Waugh & Norman, 1965) のであるから、新近性  
効果の低下はただちに短期記憶の衰退を意味しない  
という反論もある (Craig & Rabinowitz, 1984)。  
Delbecq-Derouesné & Beauvois (1989) は、Tulving  
-Colotla法 (Tulving & Colotla, 1970)を用いて、  
短期記憶からの再生を新近部の再生データをもとに  
推定した。そして、加齢によって長期記憶成分は減  
少したが、短期記憶成分は変化しないという結果を  
えている。このような新近性効果に関する結果は、  
短期記憶機能が加齢によって変化しないことを意味  
しているようである。しかしながら、以下に述べる  
ような多くの問題があるため、ただちにこの結論を  
受け入れることはできない。

自由再生法は、再生順序ばかりでなく再生開始位  
置も被験者の自由に任せるのであるが、Tulving-  
Colotla法を適用するために、「再生を新近部から  
行うように教示する」という手続き変更を行うこと  
が多い (e.g., Craig & Birtwistle, 1971; Watkins,  
1974)。Delbecq-Derouesné & Beauvois (1989)も  
同様の変更を行っている。このような手続き変更が結  
果にバイアスをかけるという可能性は否定できない。  
なぜなら変更の有無によって、再生成績にさまざま  
な差異が生じるという報告 (Hiraide & Isarida,  
1975)があるからである。

最近になって、新近性効果が短期記憶によって生

じるといふ定説は否定されるようになった (Greene, 1992; Thaper & Greene, 1993). かわって、文脈依存性の検索過程による説 (Glenberg, Bradley, Kraus, & Renzaglia, 1983; 漁田, 1989) や潜在記憶による説 (Baddeley & Hitch, 1993) が有力視されている。このようにみえてくると、新近性効果そのものにせよ新近部の再生から推定した短期記憶成分にせよ、現在では、その理論的基盤を失ってしまったようである。

### 5) 作動記憶

これまで、容量、忘却、検索過程といった短期記憶そのものの特性を解明するための課題による研究結果を中心に概観を行ってきた。そして、(1)記憶容量に加齢による小さな衰退が存在すること、(2)検索速度が低下することなどを見いだしたが、あまり明確な結論を引き出すことができなかった。

近年、短期記憶そのものの特性に焦点をあてた研究にかわって、種々の認知課題遂行中の短期記憶を調べる研究が、作動記憶 (working memory) という枠組みで行われるようになってきた (e.g., Baddeley, 1986; Baddeley & Hitch, 1984)。これまでの短期記憶研究が、情報の受動的保持と少量の情報生成がかかわるような課題で研究されてきたのに対して、作動記憶は、より複雑な情報の操作や統合、あるいは情報保持と後続情報の処理を同時に行うような課題で研究されている。そして、この作動記憶研究では、加齢による変化が、かなり顕著に見いだされているのである (e.g., Craik & Jennings, 1992; Craik & Rabinowitz, 1984)。

既述したように、情報貯蔵以外の処理をほとんど要しない数字を記憶範囲課題では加齢による変化が小さかった。これに対して、能動的情報処理や情報の加工を要する作動記憶課題では、より大きな年齢差が検出されている。

受動的貯蔵中心の記憶範囲課題でも、ほとんど意味情報の関与しない数字課題より、意味情報の関与する単語の方が年齢差が大きかった (Salthouse & Babcock, 1991; Wingfield, *et al.*, 1988)。さらに、十数個の単語からなる文を系列提示し、各文の末尾の単語を系列再生させるといふ課題 (Daneman &

Carpenter, 1980) では、かなり明確な年齢差が検出されることが報告されている (Craik Morris, & Gick, 1990; Wingfield, *et al.*, 1988)。また、1から9までの数字の乱数生成をとまなう課題でも、大きな年齢差が検出されている (Wiegersma & Meertse, 1990; Wingfield, *et al.*, 1988)。なお、この課題の年齢差は、前頭葉切除患者でも見いだされている (Wiegersma, Van der Scheer, & Hijman, 1990)。計算課題と組み合わせた記憶範囲課題でも、大きな年齢差が検出されている (Babcock & Salthouse, 1990; Salthouse & Babcock, 1991; Salthouse, Babcock, & Shaw, 1991)。例えば、Babcock & Salthouse (1990) では、「 $5 + 1 = ?$ 」「 $7 + 2 = ?$ 」「 $8 + 5 = ?$ 」という問題に答えた後、2番目の数字「125」を系列再生することが要求される。既述したように、単語の記憶範囲課題において、単語をアルファベット順に並べかえて報告する課題でも、大きな年齢差が検出されている (Craik, 1986 で紹介された Gick & Craik の実験)。さらに、Salthouse, Mitchell, Skovronelm & Babcock (1989) は、論理、空間、計算にかかわる作動記憶課題において年齢差を検出している。

このように、高齢者における作動記憶課題の成績が低いことは、各研究ではほぼ一致している。さらに、多くの研究者は、このような作動記憶課題遂行の年齢差が、さまざまな認知課題における遂行欠損 (deficits) の原因とみなしている (e.g., Craik & Rabinowitz, 1984; Welford, 1958)。けれども、説明等の詳細では、まだ不一致な点が多い。なにより、作動記憶という独立した1つのシステムの想定そのものに反対する立場も存在している (e.g., Daneman & Tradif, 1987; Monsell, 1984)。

### 3. 加齢の機構

加齢と短期記憶に関する研究を概観したところ、情報貯蔵以外の処理をほとんど要しない短期記憶課題の成績には明確な加齢の効果が見いだせないが、より能動的で複雑な情報処理にかかわる作動記憶課題において、明確な加齢による変化を見いだした。Craik & Rabinowitz (1984) は、課題に作動記憶要

素が多く含まれるほど、年齢差が顕著になると提言しているが、これまでの研究結果は、ほぼその提言に沿っているといえよう。

それでは、単純な短期記憶課題から作動記憶課題までの結果を、説明できる原理は何であろうか。Welford (1958)は、一連の知覚-運動実験の結果より、課題が複雑になるほど年齢差が生じやすくなると主張している。 Craik, Morris, & Gick (1991)は、課題の複雑さと年齢差との関係を文献展望によって調べ、課題の複雑性に依存する結果も少なくなかったが、必ずしもすべての結果が複雑性で説明できるとはいえないと結論づけている。彼らによれば、課題の複雑性ととも、課題が能動的・主体的かあるいは受動的・受動的かという要因を考慮すべきという。要するに、処理対象の要因のみでは説明できないということであろう。

Salthouseらは、作動記憶の構造的側面と処理的側面の、どちらが加齢に関与するかを解明しようとした (Babcock & Salthouse, 1990; Salthouse & Babcock, 1991; Salthouse, Babcock, & Shaw, 1991)。そして、処理の側面が関与すると結論づけている。これに対して、Craik & Jennings (1992)は、Salthouseらの結論は先行理論(Salthouse, 1982)「記憶の年齢差は処理の速度にもとづく」にひきずられたものであり、結論を急ぎすぎていると批判している。そして現在のところ、構造と処理を明確に区分できないと主張している。

Hasher & Zacks (1988)は、認知過程における抑制に注目している。高齢者では作動記憶処理における抑制作用が不十分であるために、課題遂行中に課題外の情報が混入しやすくなる。このような課題外の不適切情報の混入によって、作動記憶の実質的容量は減少することになる。このような作動記憶における抑制機能の低下は、集中持続の困難さとして意識されることになる。また、白昼夢にふけりやすい、個人的関心に思いをめぐらしやすいなどの行動生起も予測される。これは、高齢者の悩みの特徴とも一致する。この認知過程における抑制の考えは、今後大いに有望な視点と考えられる。(1)脳と神経系の情報処理が、抑制によって行われていること、とくに、新皮質の主要な機能が、辺縁系や視床下部な

どの下位中枢の抑制であること、(2)高齢者の日常的意識体験や悩みと一致する予測を提出することなどを考えあわせると非常に魅力的である。しかしながら、このような認知の抑制の問題が関与するのは、健常な加齢の機構よりも、むしろ病理学的な機構なのかもしれない。いずれにせよ、この問題に関する研究は、まだごくわずかであり、今後の研究次第ではさらなる展望が開かれるであろう。

#### 4. 結語：加齢は下降的变化を引き起こすか

以上展望してきたように、加齢の機構に関しては、まだほとんど解明されていない。したがって、研究者間の一致点も少ない。けれども、これまでの論議は、健常な加齢によって、認知機能の減衰等の下降的变化が生じるという点では一致していたといえる。しかしながら、この一致点も実証されているわけではない。そこで本論文の最後に、「健常な加齢によって下降的变化が生じない」という正反対の考えを、以下に提案することにする。

これまで概観してきたように、(1)課題が複雑になるほど、(2)主体的で能動的な処理要素が多くなるほど、(3)課題に作動記憶要素が多く含まれるほど、年齢差が大きくなった。このことは、認知モジュールをより多く使用する課題ほど、年齢にともなう成績の低下が顕著になることを示している。これを脳と神経系との関連でとらえると、脳と神経系をより広範囲に使用する課題ほど、成績の低下が顕著になることを意味するのではないだろうか。一方で、老化性痴呆等の病気にかかる比率は、加齢が進むにつれて高くなっていく。そして、このような痴呆までには至らないにしても、脳と神経系の部分的欠損や機能障害等の病理的变化が生じる比率も、加齢とともに高まるであろう。ここで、このような病理的变化が、認知機能の低下をもたらす可能性は、当該認知課題が関与する脳と神経系の広さに依存するであろう。したがって、たとえ「健常な加齢によって認知機能の下降的变化が生じない」としても、加齢による認知機能低下は、脳と神経系の病理的变化によって生じることになる。なお、病理的变化による認知

機能低下は、おそらく認知過程における抑制の低下 (Hasher & Zacks, 1988) という形態であられるであろう。以上の考えは、現段階では思弁的なものであり、今後の実証が必要であることはいままでもない。

## 引用文献

- Anders, T. R., Fozsard J. L., & Lillyquist T. D., 1972 Effects of age upon retrieval from short-term memory. *Developmental Psychology*, 6, 214-217.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. 1968. Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence and J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory* (2, 89-195). New York: Academic Press.
- Babcock, R. L., & Salthouse, T. A. 1990 Effects of increased processing demands on age differences in working memory. *Psychology and Aging*, 5, 421-428.
- Baddeley, A. D. 1986 *Working memory*. London: Oxford University press.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. 1993 The recency effect: Implicit learning with explicit retrieval? *Memory & Cognition*, 21, 146-155.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. 1974 Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (8, 47-90). New York: Academic.
- Barondes, S. H. 1965 Relationship of biological regulatory mechanisms to learning and memory. *Nature*, 205, 18-21.
- Botwinick, J., & Storanolt, M. 1974 Memory, related functions, and aging. *Canadian Journal of Psychology*, 20, 228-236.
- Broadbent, D. E. 1958 *Perception and communication*. New York: Pergamon Press.
- Brown, J. 1958 Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 10, 12-21.
- Cameron, D. E. & Solyom, L. 1961. Effects of RNA on memory. *Geriatrics*, 16, 74-81.
- Cerella, J. 1990 Aging and Information-processing rate. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.) *Handbook of the psychology of aging*. 3rd ed. San Diego, CA: Academic Press.
- Coyne, A. C., Allen, P. A., & Wickens, D. D. 1986 Influence of adult age on primary and secondary memory search. *Psychology and Aging*, 1, 187-194.
- Craik, F. I. M. 1968 Two components in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 7, 996-1004.
- Craik F. I. M. 1977 Age differences in human memory. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.) *Handbook of the psychology of aging*. New York: Van Nostrand and Reinhold.
- Craik, F. I. M. 1986 A functional account of age differences in memory. In F. Flix and H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities: Mechanisms and performances* (409-422). Amsterdam: North-Holland.
- Craik, F. I. M., and Birtwistle, J. 1971 Proactive inhibition in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 91, 120-123.
- Craik, F. I. M., and Jennings, J. M. 1992 Human memory. In F. I. M. Craik and T. A. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (51-110). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Craik, F. I. M., Morris, R. G., & Gick, M. L. 1990 Adult age differences in working memory. In G. Vallar & T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological impairments of short-term memory* (247-267). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Craik, F. I. M., & Rabinowitz, J. C. 1984 Age differences in the acquisition and use of verbal information. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X* (471-499). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cunningham, W. R. 1989 Intellectual abilities,

- speed of response, and aging. In V. L. Bengtson & K. W. Schaie (Eds.), *The course of late life*. New York: Springer.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. 1980 Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Daneman, M., & Tardif, T. 1987 Working memory and reading skill re-examined. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII* (491-508). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dannenbaum, S. E., Parkinson, S. R., & Inman, V. W. 1989 Short-term forgetting: Comparisons between patients with dementia of the Alzheimer type, depressed, and normal elderly. *Cognitive Neuropsychology*, 5, 213-233.
- Delbecq-Derouesné, J., & Beauvois, M.F. 1989 Memory processes and aging: A defect of automatic rather than controlled processes? *Archives of Gerontology and Geriatrics, Suppl.* 1, 121-150.
- Glanzer M. 1972 Storage mechanisms in recall. In G. Bower & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of Learning and motivation* (5, 129-193). New York: Academic Press.
- Glanzer M., & Cunitz A. R. 1966 Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 351-360.
- Glenberg, A. M., Bradley, M. M., Kraus, T. A., & Renzaglia, G. J., 1983 Studies of the long-term recency effect: Support for a contextually guided retrieval hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9, 231-255.
- Greene, R. L. 1992 *Human Memory: Paradigms and Paradoxes*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Foos, P. W., Sabol, M. A., Corral, G., & Mobley, L. 1987 Age differences in primary and secondary memory. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 25, 159-160.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. 1988 Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-388.
- Hebb, D. O. 1949 *The organization of behavior*. Wiley.
- Hiraide, H., & Isarida, T. 1975 Short-term memory and subjects' strategies. *The Educational Sciences: Journal of the Yokohama National University*, 15, 42-49.
- Inman, V. W., & Parkinson, S. R. 1983 Differences in Brown-Peterson recall as a function of age and retention interval. *Journal of Gerontology*, 38, 58-64.
- 漁田武雄 1989 長期新近性効果における出力干渉の役割 心理学研究 60, 24-30.
- Johansson, B., & Berg, S. 1989 The robustness of the terminal decline phenomenon: Longitudinal data from the digit-span memory test. *Journals of Gerontology: Psychological Sciences*, 44, 184-186.
- Lorsbach, T. C., & Simpson, G. B. 1984 Age differences in the rate of processing in short-term memory. *Journal of Gerontology*, 39, 315-321.
- Madden, D. J. 1982 Age differences and similarities in the improvement of controlled search. *Experimental Aging Research*, 8, 91-98.
- Monsell, S. 1984 Components of working memory underlying verbal skills: A "distributed capacities" view. In H. Bouma & D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X* (327-350). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- 森敏昭・漁田武雄・猪木省三 1977 最近の記憶モデルの動向 心理学評論 20, 2, 92-109.
- Morris, R. G. 1986 Short-term forgetting in senile dementia of the Alzheimer's type. *Cognitive Neuropsychology*, 3, 77-79.
- Murdock B. B. Jr. 1962 The serial position effect in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 482-488.
- Parkinson, S. R. 1982 Performance deficits in short-term memory tasks: A comparison of amnesic Korsakoff patients and the aged. In L.

- S. Cermak (Ed.), *Human memory and amnesia* (77-96). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Parkinson, S. R., Lindholm, J. M., & Inman, V. W. 1982 An analysis of age differences in immediate recall. *Journal of Gerontology*, 37, 425-431.
- Peterson, L. R. & Peterson, M. J. 1959 Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.
- Puckett, J. M. & Stockburger, D. W. 1988 Absence of age-related proneness to short-term retroactive interference in the absence of rehearsal. *Psychology and Aging*, 3, 342-347.
- Puglisi, J. T. 1986 Age-related slowing in memory search for three-dimensional objects. *Journal of Gerontology*, 41, 72-78.
- Rissenberg, M., & Glanzer, M. 1987 Free-recall and word finding ability in normal aging senile dementia of the Alzheimer's type-The effect of item concreteness. *Journal of Gerontology*, 42, 318-322.
- Salthouse, T. A. 1982 *Adult cognition: An experimental psychology of human aging*. New York: Springer-Verlag.
- Salthouse, T. A. 1985 *A theory of cognitive aging*. Amsterdam: North Holland.
- Salthouse, T. A. 1989 Age-related changes in basic cognitive processes. In APA Master Lectures, The adult years. Washington, DC: American Psychological Association.
- Salthouse, T. A. 1990 Working memory as a processing resource in cognitive aging. Special issue: limited resource models of cognitive development. *Developmental Review*, 10, 101-124.
- Salthouse, T. A., Babcock, R. L., & Shaw, R. J. 1991 Effects of adult age on structural and operational capacities in working memory. *Psychology and Aging*, 6, 118-127.
- Salthouse, T. A., Mitchell, D. R., Skovronek, E., & Babcock, R. L. 1989 Effects of adult age and working memory on reasoning and spatial abilities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 507-516.
- Schonfeld, D. 1969 Age and remembering. Duke University Council on Aging and Human Development, Proceedings in Seminary.
- Sternberg, S. 1969 On the discovery of processing stages: Some extensions of Donders' method. *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Thaper, A., & Greene, R. L. 1993 Evidence against a short-term-store account of long-term recency effects. *Memory & Cognition*, 21, 329-337.
- Tulving E. & Colotla, V. 1970 Free recall of trilingual lists. *Cognitive Psychology*, 1, 86-98.
- Watkins, M. J. 1974 Concept and measurement of primary memory. *Psychological Bulletin*, 81, 695-711.
- Waugh, N. C. & Norman, D. 1965 Primary memory. *Psychological Review*, 72, 89-104.
- Welford, A. T. 1958 *Aging and Human skill*. London: Oxford University Press.
- Wiegersma, S., & Meertse, K. 1990 Subjective ordering, working memory, and aging. *Experimental Aging Research*, 16, 73-77.
- Wiegersma, S., Van der Scheer, E., & Hijman, R. 1990 Subjective ordering, short-term memory and the frontal lobes. *Neuropsychologia*, 28, 95-98.
- Wingfield, A., Stine, A. L., Lahar, C. J., & Aberdeen, J. S. 1988 Does the capacity of working memory change with age? *Experimental Aging Research*, 14, 103-107.

(註) 本研究の一部は、平成5年度科学研究費(一般研究(A); 課題番号 05401018; 研究代表者: 坂本重雄; 第2著者が研究分担者として参加)の補助を受けた。