

短期的保持における干渉成分に関する理論的検討

— 作動記憶容量と発達の視点とから —

筑波大学大学院 (博) 心理学研究科 佐野 司

筑波大学心理学系 海保 博之

A theoretical examination of the interference components of short-term maintenance: From the perspectives of working-memory capacity and cognitive development

Tsukasa Sano and Hiroyuki Kaiho (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305-8572, Japan*)

The various interference components observed within short-term maintenance are classified in this paper based on recent research. In contrast to interference for long-term memory representations, interference to short-term maintenance can be divided into interference operating at the input-and-output stages, where irrelevant information blocks the encoding and retrieval of the maintenance item, and interference at the representation stage, which emerges between temporarily-held items. The paper considers the relations between the components of interference and working memory capacity, and the functional significance of interference components within short-term maintenance from a development perspective.

Key words: interference, working memory capacity, cognitive development

1. はじめに

ある項目を保持するときに、保持項目以外の事象が符号化を妨害することがある。また、その妨害を克服したとしても、既に貯蔵された項目との弁別が出来なくなることがある。さらに、既に記憶した項目または一時的に保持している項目を再生するときには、類似した項目が誤って検索されることで再生に失敗することがある。このように、ある事象を符号化・保持・検索するときに、その各段階でターゲットとなる事象の記憶を妨害する現象が本稿で取り上げる干渉である。

初期の記憶表象モデルでは、干渉を説明するためのモデルが多数提案された。それらのモデルは、対連合学習パラダイムにおける忘却の現象、つまり順向干渉 (proactive interference) や逆向干渉 (retroactive interference) を説明することに成功している

(McGeoch, 1942; Melton & Irwing, 1940; Postman, Stark, & Fraser, 1968)。

一方、Keppel & Underwood (1962) によって、短期的な保持における忘却もまた干渉によって生じることが示された。これに伴い、短期記憶における忘却を説明するための干渉理論もいくつか提出された (Crowder, 1967; Keppel & Underwood, 1962; Radtke & Grove, 1977; Watkins & Watkins, 1975)。しかし、これらの理論は先の対連合学習における忘却のモデルを踏襲するものであり、短期間の保持に固有の干渉成分、たとえば符号化時に生じる周辺情報からの妨害や、容量制限を規定する項目間干渉成分といったものを説明するには限界のある理論であった。

近年の短期的保持に関する説明が、二重貯蔵モデルにおける短期記憶によるものから、より動的な保持機構を有した作動記憶 (working memory) によ

るモデルにとって代わられると、対連合学習における順向干渉と逆向干渉も含め、より広範な干渉の現象を説明することが要請されてきた。特に、Daneman & Carpenter (1980) により提案された、リーディングスパンテストをはじめとする作動記憶スパン課題により測定される作動記憶容量と干渉との関係について新たな議論が展開されるようになってきた。また、この作動記憶の研究と並行して、認知発達による干渉の影響の変化についても、特に認知的加齢研究の領域で焦点が当てられるようになってきた。

このような研究方略や注目される理論的検討領域が変化する一方で、短期的保持の研究で扱われる干渉がどのようなものであるか、が不分明になりつつある。そこで本稿では、初期の短期記憶における忘却、および近年の作動記憶と干渉の関係を扱った研究を概観し、それらの干渉成分に関する理論上のトピックについて議論する。

まずは、順向干渉・逆向干渉を説明した初期の干渉理論と、それを利用した短期的保持における干渉理論に触れる。つぎに、近年の研究の中から、短期的手がかり再生課題を用いた干渉の検討と、作動記憶スパン課題をめぐる一連の研究を概観する。最後に、伝統的な情報処理モデルの枠組の中でそれらの干渉を発生させる成分を類型化し、今後の検討課題、認知発達研究で指摘される作動記憶容量を含めた短期的保持容量の変化について議論する。

2. 順向・逆向干渉に関する初期の理論による短期的保持過程の説明

初期の忘却の理論では、古典的な対連合学習場面(A-B, A-Cパラダイムなど)における順向干渉・逆向干渉の発生と、その干渉の強度を適切に説明することが主な目的であった。この時期の理論は、ターゲット項目Bとディストラクタ項目Cが共通の手がかりAに連合したときに生じる記憶表象の干渉について、(1)手がかり-反応項目間の連合強度、(2)手がかりの有効性、(3)反応項目そのものの活性化レベル、のいずれかの組み合わせで説明している。たとえば(1)については、McGeoch (1942)の反応競合説や、Melton & Irwin (1940)の学習解消説、(2)ではMartin (1971)の刺激符号化変動説、(3)ではPostman, Stark, & Fraser (1968)の反応セット抑制説などがそれである(レビューとしてAnderson & Neely, 1996; 藤田, 1988)。これらの理論は、いずれも対連合学習を行なったときの長期記憶表象における干渉の過程を説

明するために用いられてきた。

短期的な保持過程における干渉の理論も、長期記憶における忘却の研究に追随する形で検討が行なわれてきたが、検討するための課題と理論的枠組に長期記憶の研究と大きく異なる点があった。それは、検討のための課題としてブラウン=ピーターソン・パラダイムが共通して利用されたことにある。この単純な実験パラダイムを活用することにより、各研究で操作される要因が、入力までの提示方法か、または保持項目のもつ再生に影響を与える特性のいずれかに限定されることになった。たとえば、保持項目の提示順序(Radtke & Grove, 1977)や項目間の意味カテゴリーの操作(Gardiner, Craik & Birtwistle, 1972; Watkins & Watkins, 1975)と、順向干渉による再生率の低下との関係から、干渉の発生過程が検討されてきた。

操作されたのが符号化段階か検索段階か、といったこれらの課題操作の違いは、立証される理論を大きく異ならせることとなった。たとえば、同一カテゴリー内にある保持項目の提示順序が順向干渉の形成に大きく関与することを示した研究は、成績の低下を起こす干渉成分が符号化段階ですでに生じていることを主張している(Turvey, Mosher, & Katz, 1971; Carey, 1973)。これに対し検索段階での干渉の生成を示唆する研究では、保持項目が何らかの特性を共有すると、再生時にその特性を検索手がかりとして複数項目間で共有してしまうために干渉が生じると仮定する。さらにその干渉は符号化時の提示順序に関係なく生じること、遅延再生を行ったときにその効果が消失することから、検索段階独自の干渉を支持する研究もある(Loftus & Patterson, 1975; Watkins & Watkins, 1975)。またRadtke & Grove (1977)は、特定の項目を繰り返し提示しその遅延間隔を操作することで再生成績が変動することから、保持項目の利用可能性とアクセス可能性に違いが生じるためと推察し、符号化・検索段階での干渉の複合的発生について考察している。このように、干渉発生メカニズムと同時に、符号化・貯蔵・検索のいずれの段階で干渉が生起するのか、が議論の焦点になっていたのは、その研究方略と密接に絡みついてきたためといえよう。

これらの研究の共通点は、記憶表象そのものの有する干渉成分というよりは、短期的に保持した項目を入出力するときに生じる干渉成分に、順向干渉の発生を帰属させている点であろう。この研究の流れは、後の作動記憶容量と干渉との関連を検討した研究につながるものと考えられる。

一方で、実験的に検討された課題がいずれもブラウン=ピーターソン・パラダイムに限定されている

ために、この時期に提唱された理論を近年の短期的保持過程の研究にそのまま適用するのは難しい。ブラウン＝ピーターソン課題を遂行するとき、被験者はリハーサルを妨害されながら提示された項目を保持することが要求される。しかし、より高度な認知的処理を行なうとき、外部から入力される情報をそのまま記憶することはほとんどない。実際は、限られた保持容量を効果的に運用するために、ごく短時間に処理された情報の必要箇所だけを取捨選択する作業を行なっている。作動記憶モデルの台頭によって、入力された項目を受動的に保持する過程でなく、符号化・検索段階で行なわれる多くの能動的な処理が議論の中心となってきた。この研究の流れの中で、従来の短期記憶研究で利用されたような、提示された項目をすべて・できるだけ保持する過程ではなく、課題場面によって必要な情報を選択して・効率よく保持する過程が実験課題に求められてきた。次の章からは、それらの新しい実験手続きと、そこから検討された短期的保持における干渉のメカニズムに関する理論を概観する。

3. 短期的手がかり再生課題における干渉の検討

先に述べた短期的保持の手続きのなかで、必要な情報を選択して保持することを主眼においた実験課題が、短期的手がかり再生課題 (short-term cued recall task) である。従来のブラウン＝ピーターソン・パラダイムに準じた短期記憶における干渉の実験では、被験者は提示されたすべての項目を一時的に保持することだけが要求されたが、この課題は以下の手続きによって、各試行ごとに保持する項目を被験者が意識的に選択することが要求される (Fig. 1)。

この課題では、被験者に課されるのは手がかり再生であるが、提示された項目の中から、特定の項目だけを保持することが要求される。課題は1ブロック試行と2ブロック試行からなり、これらがランダ

ムに提示される。1ブロック試行は1つの学習ブロックとその直後の手がかり再生ブロックからなり、被験者は提示された手がかりと対になるターゲットを再生すればよい。これに対し2ブロック試行では、学習ブロックが2ブロック連続で提示され、被験者は手がかりの直前に提示されたブロックのみを再生することが求められる。これら2種類の試行がランダムに提示されるため、被験者は提示された学習ブロックはすべて記憶しなければならない。このため2ブロック試行のときは、先行ブロックの項目を保持しても、後続ブロックが提示されると新たにターゲットとなる項目を保持し直すことになる。この手続きにより、ごく短期間に連続提示された項目の中から、必要なターゲットのみを保持する操作が必要になるのである。そして、この2ブロック試行の先行-後続ブロック間で手がかりや項目の何らかの属性が共有されると、検索時に干渉が生じることになる。

TehanとHumphreysによる一連の研究では、この課題を使って短期的保持における順向干渉の発生要因が詳細に検討されている (Tehan & Humphreys, 1995; 1996; 1998)。これらの研究では、2ブロック試行における先行-後続ブロックの項目間で、音韻類似性が高いときや、意味カテゴリーが共通するときに干渉が生じている。さらに、音韻属性を共有したときは、保持してから再生するまでの遅延時間に関係なく干渉が生じるが、意味的属性を共有したときは、保持してからある程度の時間間隔を経ないと干渉が生じない、といった結果が示されている (Tehan & Humphreys, 1995)。また、再生までの時間間隔とは別に、再生時の手がかりの有効性を操作することで、順向干渉が発生・消失するデータを提出している (Tehan & Humphreys, 1996; 1998)。これら一連の実証データは、複数保持した項目のもつ素性が共通するときその弁別が困難になり干渉が生じる、というChappell & Humphreys (1994)のモデルへの適用も検討されている (Humphreys & Tehan, 1999)。

この課題の優れた点は二つ指摘できる。一つは、短期的な保持課題の一試行にターゲット項目とその保持を妨害する項目を共存させた点である。それまで扱われてきた短期記憶における干渉は、ブラウン＝ピーターソン課題のような単一試行を連続したときに生じた再生成績の低下であった。これは、短期記憶の課題を実施しているときの先行試行からの長期的な干渉成分を検討しているため、ある意味では長期記憶表象で生じる干渉現象との区別がつかない。一方この短期的手がかり再生課題では、少なく

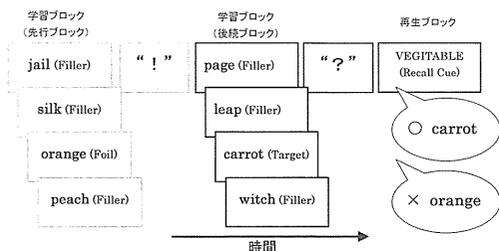


Fig. 1 短期的手がかり再生課題 (2ブロック試行) の実施例
Tehan & Humphreys (1996) に準拠

とも単一の試行内で干渉を生じさせる項目と干渉を受けるターゲット項目が同時に提示され、被験者はその共存する妨害項目からの干渉に耐えてターゲット項目を記憶することが要求される。つまりこの課題は、従来の研究手法では操作できなかった、短期的保持をするとき同一表象内で生じる項目間の干渉成分を検討する課題であったといえる。

もう一つは、保持すべき項目を被験者が能動的に選択しなければならない手続きである。この手続きは、項目をできるだけ多く保持するだけの従来の短期記憶課題とは異なり、入力された情報を意識的に操作して項目を保持する作動記憶課題としての色彩が強い。これにより、作動記憶モデルの検証に応用できる課題として、特に保持項目の制御と干渉の関係を検討するのに適した課題と考えられ、今後の研究が期待される。

なお、従来短期的保持における干渉の検討であまり扱われなかった逆行干渉についても、この課題を利用して検討されている (Heden & Park, 2001; Tolan & Tehan, 1999)。提示された最新のブロックを保持する手続きで順向干渉の検討がなされてきたが、逆行干渉では後続ブロックで処理を要求された項目は無視し、先行ブロックを保持する手続きで検討されている。ブラウン＝ピーターソン・パラダイムを活用した研究では注目されなかった、短期的保持過程における逆行干渉の機能、さらに作動記憶における順行・逆行干渉を説明する統合理論の進展にも注目したい。

ところで、この短期的手がかり再生課題では、ある項目を保持するときに同時並列的な処理を負荷する、近年の作動記憶研究で主に利用される課題手続きを取っていない。この課題では、あくまで短期的保持を行なう表象段階での干渉に焦点をあてていた。次の章では、作動記憶スパン課題と呼ばれる同時並列的な処理負荷を施した記憶課題を扱った干渉の研究について論じる。

4. 作動記憶スパン課題による干渉の検討

作動記憶スパン課題 (working memory span task) とは、ある項目の短期的保持と保持情報以外にある無関連情報の処理を同時に要求する二重課題のことである。作動記憶の認知資源モデルが理論化される契機となった Daneman & Carpenter (1980) のリーディングスパンテストをはじめとして、これまで多くの作動記憶スパン課題が作成されている。これらは、数唱スパン課題のような短期記憶容量を測定するスパン課題とは区別され、その課題遂行過程

が検討されたり、その遂行の個人差が測定されたりしている。

これらの課題に共通するのは、被験者がなんらかの処理と保持を同時に行うことが要求され、そのときの保持項目量が測定される点である。たとえばリーディングスパンテストでは、被験者はいくつかの短文を音読理解しながら、文中の単語を覚えておくことが要求される。このときの単語の保持量によって各個人の課題得点が決定される。この作動記憶スパン課題の最大の特徴は、従来の短期記憶スパン課題と同じ保持項目数によって各個人の得点が決定しているにもかかわらず、短期記憶スパン課題得点では認められなかった読解能力との高い相関が得られた点にあった (Daneman & Carpenter, 1980)。この論文以降、さまざまな高次認知処理とこの作動記憶容量との高い相関が報告され (Just & Carpenter, 1992; Engle, 2001)、この課題によって個人の認知的パフォーマンスを予測できることが示されてきた。

では、この作動記憶スパン課題は、個人のどのような認知的資質を測定しているのだろうか。現在のところさまざまなモデルが提案されているが (各モデルの概観と比較は三宅・斎藤, 2000)、その中で、課題遂行時に生じる干渉に注目し、個人の干渉からの感受性や、その干渉を抑制する能力と作動記憶スパン課題との関連を調べた研究が提出されている。本章ではそれらの作動記憶スパン課題と干渉との関連について検討した研究を概観する。

4-1 干渉成分を操作した作動記憶スパン課題の研究

作動記憶スパン課題が高次認知処理の個人差を予測できるのは、課題そのものが有する干渉成分によると考えたのは Hasher らの研究グループである。彼女らは、作動記憶容量に反映されるのは項目の保持能力ではなく、ターゲットとなる項目の保持を行うときの、無関連項目からの干渉に耐える能力を反映していると考えた。

たとえばリーディングスパンテストでは、測定が進むと先行セットで保持した単語は無関連情報となり、現在行っている課題セットの検索時に干渉を与えてしまう。特に標準形式のテストは、ひとつの課題セットに含まれる文の数を順に増やして (3文条件から4, 5, 6文条件へ) 実施される。提示される文の多い困難な課題セットが達成できたか否かがリーディングスパンテストの得点の個人差を決めるのだが、高得点を得るための課題セットはテストの後半で実施される。つまり、被験者が高得点を得る

ためには、単に保持項目数が多い課題セットを達成することと同時に、先行試行からの干渉が増大する状況下で、それに耐えながら課題を遂行することが求められるのである。

そこで May, Hasher, & Kane (1999) は、リーディングスパンテストを文の多い課題セットから先に実施する（6文条件から5, 4, 3文条件を順に測定する）下降形式を設定した。この形式では、文の多い課題セットがテストの前半で実施されるために、先行セットからの干渉が少ない状況下で高得点を獲得できる。換言すると、下降形式は、個人の作動記憶容量を決定するときに順行干渉の影響が少ない課題操作である。さらに、各試行の示差性を高め、より干渉を低減させるために、課題セット間の提示時間間隔を長くした。これらの操作を施した干渉低減形式と標準形式の得点を比較すると、干渉低減形式の得点が高くなることから、干渉の成分がテスト得点に影響することが示された。これを受けて Lusting, May, & Hasher (2001) では、リーディングスパンテストの実施形式によって、他の認知課題におけるパフォーマンスの予測性が変動するかについて検討した。この結果、干渉低減形式でリーディングスパンテストを実施すると、標準形式で認められた散文再生の課題成績との相関が低下した。これらの結果から、作動記憶スパン課題が干渉の影響を受ける、というだけでなく、課題が有する高次認知課題のパフォーマンスへの予測性が、作動記憶スパン課題のもつ干渉成分によって生じることも示唆されたのである。

ある課題を行うときに、課題と無関連な情報が作動記憶での処理・保持に侵入してくると、検索および反応出力時に競合する項目が増大する。その結果として、作動記憶スパン課題などで測定される保持項目数が増加して、それが認知的リソースの個人差を決定する。彼女らはこのように、作動記憶モデルにおける認知的リソース仮説の基盤となるのが、課題のもつ干渉成分とそれを抑制する能力であることを明確に指摘している (Hasher & Zacks, 1988)。また、課題遂行時の無関連情報について、学習や再生のために先行提示されるが現在の課題遂行には関係ない事象と、現在行っている課題を処理するとき影響を与える周辺知識との二種類を区別し、作動記憶の機能としてそれらを抑制することの重要性を強調している (Lusting, Hasher, & Tonev, 2001)。

Hasher らの行った課題の操作は提示順序と提示の時間間隔を変える、という単純なものであったが、作動記憶スパン課題の実施方法が内包する干渉成分とその予測性について明瞭な結果を示したもの

といえる。しかし、実験の結果は、作動記憶スパン課題の成績が上がる操作をしたときにその予測性が低下する、というものであった。これは、スパン課題の低得点群の成績が伸び高得点群の成績との差がなくなったために、他の認知課題成績との相関が低くなったという検定力の問題の可能性があり、注意も必要である。ところで、この実験におけるリーディングスパンテストで操作された干渉成分は、先行試行での保持項目が後続試行を妨害するという、従来の研究で用いられた順向干渉の発生手続きと同じ形式を取っていた。もしこの結果に従うのならば、リーディングスパンテストの有する他の高次認知課題との相関の高さは、音読という同時並列的な処理からの干渉成分よりも、先行試行からの累積的な記憶表象への干渉成分が媒介していることになる。これは作動記憶スパン課題の測定しているものが何であるかを考察するときに、大きな示唆を与えるものである。これについては5章で改めて触れたい。

4-2 作動記憶容量と干渉を生じる認知課題の遂行との相関

先に述べたように、作動記憶容量は他の高次認知処理との相関が高く、個人差の弁別指標となる。この性質を利用して、スパン得点の違いによる個人の認知的パフォーマンスの相違点を検討した研究が、作動記憶スパン課題による G-P 分析 (good-poor analysis) である。この分析手法は以下の手続きで行なわれる。まず、被験者を作動記憶スパン課題の得点によって、高得点を取った高スパン群と低得点の低スパン群に分ける。その上で、作動記憶の特定の機能を反映することが予想される課題を両群に実施し、群間のパフォーマンスの差異を検討するのである。この方法で、相関研究では不明瞭になってしまう課題の特定条件下におけるパフォーマンスの差が明確になり、作動記憶容量の差がどのような課題遂行時の認知処理に対応しているかが推察されてきた。

G-P 分析を用いた作動記憶の機能についての研究は多数あるが、個人の干渉に対する感受性や、それに抵抗する能力を検討した研究も多い。ここでは、課題遂行時のさまざまな干渉を操作した Engle らの研究の一部を紹介する。

Rosen & Engle (1998) は、伝統的な対連合学習パラダイムを遂行するときの、順向干渉による侵入反応の抑制能力と作動記憶容量との関連について調べた。作動記憶スパン課題の一種である演算スパン課題 (Turner & Engle, 1989) によって被験者を

高・低スパン群に分け、各群にA-B, A-C, A-B パラダイムの改訂版による対連合学習課題を実施した。この課題では、まず第2リスト学習時(A-C学習時)に、直前のA-B連合の侵入反応に抵抗しながら学習を行なうことが要求される。正答率が基準に達するまでの学習回数を比較すると、干渉のない統制条件では高・低スパン群間に差がないが、干渉条件では低スパン群の学習回数が高スパン群のそれを大きく上回った。さらにこの課題では、第3リスト学習(2回目のA-B学習)における再生の音読潜時を測定した。この結果、干渉条件における高スパン群の音読潜時が低スパン群を上回り、統制条件ではその逆の結果を示した。これらの結果は、高スパン群被験者が低スパン群よりも第2リスト学習時に第1リストからの侵入反応を効果的に抑制したために、一時的に抑制した第1リストと同じ第3リストを学習・再生するとき反応が遅延したものと考察された。

またKane & Engle (2000)では、記憶時の干渉に抵抗する能力は入出力時の制御的注意能力に依存すると考え、以下の実験を行なった。高・低スパン群いずれかに属する被験者に、同一カテゴリーに所属する単語の記憶課題が3セット実施された。このとき、第1セットでは高・低スパン群間の再生数に差が認められなかったが、第2・第3セットでの再生数の低下率が低スパン群でより顕著となった。これは先の研究と同様に、低スパン群の干渉への抵抗能力の低さを示したものであった。さらにこの実験では、両群に符号化時か検索時のいずれかでタッピング課題による二次課題負荷をかけ、記憶課題の遂行を比較した。その結果、低スパン群は課題負荷がないときと変わらないパフォーマンスを示したのに対し、高スパン群の再生数の低下率が低スパン群と同じレベルにまで落ちてしまった。高スパン群のみが二次課題負荷によって記憶課題の遂行を阻害されたことから、平常時には高スパン群被験者は干渉効果に抵抗するために注意制御を行ったことが推察された。これに対し低スパン群における負荷効果の消失から、低スパン群被験者が二次課題負荷のない平常時から干渉に抵抗するための注意定位を行わなかったことが示唆されたのである。

このようにEngleらの研究は、課題遂行時に生じるさまざまな干渉成分と、作動記憶スパン課題によって測定される認知機能の個人差との関係を検討している。この他にも、G-P分析で扱った記憶課題における干渉効果としては、ファン効果(Cantor & Engle, 1993)、数字と無意味綴りとの組み合わせによるプローブ再認課題を行ったときの、妨害項目

からの干渉(Conway & Engle, 1994)、語彙流暢性課題を利用して検索段階で負荷をかけたときに生じる課題遂行の変化(Rosen and Engle, 1997)などがある。また、記憶課題だけでなく、アンチサッカー課題のような優性傾向のある反応を抑制しながら課題を遂行するような、注意制御能力そのものと作動記憶容量との関連を調べた研究も行っている(Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001)。

彼らは、課題が以下の4つの状況 1)干渉が生じる状況で情報を保持せねばならないとき、2)方略的・制御的な探索が課題に有効であるとき、3)以前に行なった課題によって不適切な思考・反応を自動的に引き起こす課題成分があるため、エラーのモニタリングが要求されるとき、4)課題遂行がこれらの不適切な思考・反応を抑制することで改善されるときに、作業記憶容量の違いによって課題遂行に差異が生じると論じている(Rosen & Engle, 1998)。さらに、これらの課題遂行に共通するのは、領域普遍的(domain free)な注意制御であるとして、作動記憶スパン課題が測定している認知機能の個人差が注意制御能力であることが一貫して主張されている(Engle, 2001; 2002; Engle, Kane, & Tuholski, 1999)。

しかし、ほとんどの高次認知課題に注意制御過程が携わっていることを考えると、課題を遂行するときのどのような機能を作動記憶スパン課題が反映しているのかわからないままになってしまう。従来からの情報処理モデルを考えれば、制御過程と対比して情報遮蔽的で干渉の生じない自動的な処理過程も想定せねばならない。彼らの研究では、作動記憶スパン課題では測定できない自動的な情報処理能力を示すことが今後の課題といえる。

また彼らは、作動記憶スパン課題が測定している認知能力は、課題に無関連な情報や反応を選択的に抑制する注意制御能力であると述べている(Engle, 2001; 2002, Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001)。しかし、情報の抑制をすることが、常に課題に対してポジティブな反応となるわけではない。さまざまな要請のある課題を連続して遂行したとき、先行試行での無関連情報が、現在の試行で有効な情報となることもある。高スパン群被験者が本来の課題目標と不適合な抑制反応を行うために、目標となる項目への反応時間や再認率が低下することもある(Rosen & Engle, 1998, Exp. 2; Long & Part, 2002, Exp. 2)。このような情報の抑制能力は課題目標にしたがって反応を制御しているとは言い難い。個人の抑制能力とその制御能力を同じ認知機能として積極的には捉えない理論もあり(Hasher

& Zacks, 1988; Lusting, Hasher, & Tonev, 2001), モデル化にはその制御性の扱いは注意が必要である。

このように Engle らの一連の研究は、広範な干渉効果と作動記憶容量との関係性を示しているが、モデルが領域普遍的な制御機能の解明を目指しているため、課題ごとに異なる干渉成分を分類していない。最新の研究では、課題遂行中の処理・干渉成分をいくつかに分類した上で、作動記憶容量との関係が議論されている。次では、多変量解析によって推測された、作動記憶に関与する干渉成分について概観し、総合考察への布石とする。

4-3 作動記憶スパン課題が内包する認知的成分と干渉成分

作動記憶スパン課題については、その課題得点と特定の認知課題との関係を直接検討しようとする一方で、作動記憶が関与すると考える他の複数の課題成績から、それぞれの課題得点の変動を説明する共通因子とその潜在構造が推定されつつある。多変量解析を用いたこれらの研究では、作動記憶スパン課題と干渉成分との関係について興味深い議論がなされている。

Whitney, Arnett, Driver, & Budd (2001) は、リーディングスパンテストの遂行には処理速度、干渉からの脆弱性、課題制御といった認知成分が関与すると考え、それぞれの認知成分を測定する課題指標とリーディングスパンテスト得点から重回帰分析を行った。その結果から、リーディングスパンテストの得点の説明に処理速度は重要でなく、課題制御能力や干渉に対する抵抗能力がその得点の変動を説明することが示された。

これに対して、記憶課題の干渉成分による得点の変動が作動記憶スパン課題得点との相関を示さない結果もある。Oberauer, Lange, & Engle (2004) では、従来の作動記憶スパン課題とは別に、系列提示された項目を保持しながら二次課題の処理を行う複合スパン課題を各被験者に実施した。この複合スパン課題では、一次課題である保持項目と二次課題の処理項目の類似性を操作し、それぞれの課題が類似するときに記憶成績が低下するような実験操作を施した。しかし、この課題類似性を操作したときに生じる課題成績の変動と個人の作動記憶スパン課題の得点には低い相関しか認められなかった。これは、課題類似性から生じる干渉に抵抗して項目保持する能力と作動記憶スパン課題得点の間に相関がなかったことを意味するものであった。このように、すべての干渉成分が作動記憶容量と関連することに否定

的な結果を示す研究が提出されてきている (Jenkins, Myerson, Hale, & Fry, 1999)。

Friedman & Miyake (2004) では、これまでの研究で広く扱われてきた干渉成分、またはその抑制機能を分類して検討することが提案されている。干渉成分を含む課題を行うのに必要な認知機能について彼らは、優性反応の抑制 (prepotent response inhibition)、妨害干渉への抵抗 (resistance to distractor interference)、順向干渉への抵抗 (resistance to proactive interference) の3つを想定した。優性反応の抑制機能は、ストループ課題などに見られる表出優位性のある反応の抑制を行うものである。妨害への抵抗機能は、必要な情報を入力するときに並存する妨害情報を遮断するもので、選択的注意機能などと関連するものである。そして順向干渉への抵抗機能は、以前に保持した情報が現在の課題遂行を妨害するとき、その現在の無関連情報からの干渉に耐えて保持・処理するものである。彼らは確認的因子分析の結果から、優性反応の抑制・妨害干渉への抵抗の2つの機能と順向干渉への抵抗機能の潜在因子が独立していること、さらにリーディングスパンテストのような作動記憶スパン課題の遂行に携わる干渉を抑制する機能は、後者の因子に属することを報告している。この結果は、Hasher らの一連の研究で示された、リーディングスパンテストの得点に関係するのは、音読処理からの妨害干渉に抵抗する能力ではなく、以前に保持した項目からの干渉に耐える能力である、という理論とも一致するものである。

これらの研究成果から、近年の作動記憶研究を代表とする短期的保持における干渉成分、およびそれを扱う認知機能には何らかの区分が必要になりつつあるといえる。そこで、これまで概観したさまざまな課題が内包する干渉成分が、短期的に項目を保持するときの各段階で、どのように発生するのかについて、伝統的な情報処理モデルを用いて考えてみたい。その上で、短期的保持における干渉成分について、今後検討が望まれる研究課題について提案する。最後に、短期的な保持能力の発達の変化と干渉成分の関与についても触れたい。

5. 短期的保持における干渉成分の注目すべき課題と展望

5-1 情報処理モデルによる短期的保持過程と各段階での干渉成分の試論モデル

これまで概観してきた短期的保持を伴う課題において、干渉は課題遂行のいずれの情報処理段階で生

じるかを図示したのが Fig. 2である。大きく分類するとこれらは、項目の保持を行ったときに短期間形成される保持表象で生じる干渉成分 (①から③)、入力段階で生じる、保持項目以外の情報からの干渉成分 (④)、検索時に生じる出力干渉や表出優位性のある反応による出力の妨害といった出力段階での干渉成分 (⑤) の3つの成分に分けられる。さらに保持表象の干渉成分については、干渉を生じさせる項目によって以下の3つに分類できる。まずは、複数の項目を同時に保持するときに発生する、同時保持項目からの干渉 (①)、次に、以前に保持した項目が現在必要な項目を保持するときに発生する先行保持項目からの干渉 (②)、さらに、保持要請はなく短期的な保持バッファには入力されないが、項目が潜在的に持つ類似性などによる保持表象外からの干渉 (③) である。

では、この試論モデルから、これまで見てきた短期的保持を伴う課題における干渉成分を類型化する。まず、ブラウン＝ピーターソン課題を用いた順行干渉については、先に保持した項目からの干渉成分なので②を測定したものと考えられる。同様に、短期的手がかり再生課題で生じる干渉は、以前に保持した項目からの干渉 (②) がより強固になったものといえる。

次に、作動記憶スパン課題の干渉だが、この課題の有する干渉成分は多岐にわたるものと考えられる。例えばリーディングスパンテストでは、音読しながらターゲット語を入力するため、並列処理による項目の入力過程の妨害①が生じている。また、課題セットが累積されるために生じる順向干渉を操作した Hasher らの実験で発生した干渉成分は②であ

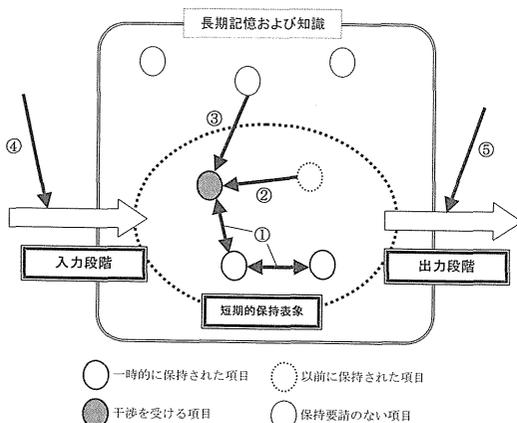


Fig. 2 短期的保持過程における干渉成分の試論モデル

る。

Engle らの研究で検討された課題は、記憶課題の干渉成分についてはすべて順行干渉を生じさせるパラダイムによるものなので②に類別されるが、記憶課題が全般的に長期的な学習課題であったため、短期的な保持表象で生じた干渉であるか否かについては注意が必要であろう。しかし、Kane ら (2001) の実験における符号化・検索時の二次的課題負荷による干渉成分は、それぞれ④、⑤に類別できる。また、作動記憶容量との関係を想定されたアンチサッケード課題 (Kane et al., 2001) やストループ課題 (Long & Part, 2002) などは、記憶表象とは関係のない自動的な反応を抑制する干渉成分を有するため、⑤に分類できる。

Oberauer ら (2004) で作動記憶容量との関係が認められなかった干渉成分は、項目の記憶が終わってから課された二次課題による干渉であり、記憶要請のなかった項目からの干渉と考えられるので③に分類される。また Friedman & Miyake (2004) らの分類は、優性反応の抑制機能は⑤、妨害干渉への抵抗は④、順向干渉への抵抗は②に対応するであろう。

5-2 今後の検討課題

さて、このように系時的な情報処理モデルの枠組の中で干渉成分を考えると、今後の理論展開が注目される点がいくつかある。モデルと照合しながら以下で指摘したい。

まず、同時保持した項目間の干渉 (①) については、今回レビューの中で取り上げた研究ではあまり検討されていないことが分かる。この干渉成分は、一時的にどれだけの項目が同時に保持できるのか、という短期的保持の基盤をなすにもかかわらず、その機能的意義ははまだ明らかでない。しかし、少なくともその干渉の発生要因や性質については、先行保持項目からの干渉 (②) とは異なることがいくつかの研究で示されている。たとえば Tehan & Humphrey (1995) では、以前に保持した項目からの順向干渉と、同時保持した項目間の類似性による干渉効果である音韻類似性効果の生起について、以下の結果を報告している。短期的手がかり再生課題による検討の結果、即時テスト条件では (初期の 2 s までは) 音韻類似性効果は認められるが、順向干渉効果は現れなかった。これに対して遅延テスト条件では、音韻類似性効果が消失したが、順向干渉効果が出現したことが示されている。この結果は、それぞれの干渉成分が発生するまでの時間が異なる、という機能的差異を示唆するものである。またこれに

関連し、同時保持した項目間の干渉が直接規定すると考えられる短期記憶容量と順向干渉の発生にも興味深い関係が指摘されている。たとえば、記憶課題で提示されたリスト長が個人の短期記憶容量よりも小さいときは、その課題が繰り返されても先行試行からの順向干渉を受けないが、リスト長が容量よりも大きく提示されたときは順向干渉を示すことが報告されている (Dempster, & Cooney, 1982; Halford, Maybery, & Bain, 1988)。これは、保持表象内で生じる干渉成分間の相互作用を考える上で、示唆を与える研究といえる。同時保持できる項目間の干渉成分については、チャンキングといった記述的概念による説明に止まる傾向があった。だがこれらは、より動的な課題を利用して検討することで、作動記憶モデルの枠組も含めて再考されることが望まれる。

また、作動記憶スパン課題が有する干渉成分や、作動記憶容量と相関の高い他の認知課題のもつ干渉成分についても、従来の研究を整理する必要がある。同時並列的に要求される処理が短期的保持を妨害することが、作動記憶スパン課題の特徴といえる。このときの妨害によって生じる干渉は、明らかに入力時の干渉成分 (④) に分類されるものであった。しかし、多くの研究が示唆するように、作動記憶スパン課題の得点の推移と最も関連が深いのは、その入力時ではなく保持表象内での干渉、しかも先行試行で保持した項目からの干渉成分 (②) のようである。作動記憶スパン課題の処理成分とその処理の個人差が、他の高次認知課題との共変関係に重要ではないことは多くの研究で指摘されている (Conway & Engle, 1996, Engle, Cantor, & Carullo, 1992; レビューとして Engle, 2001; 斎藤・三宅, 2000)。その一方で、数唱スパン課題のように短期的保持の要請しかない課題のパフォーマンスと干渉を示す指標との相関はあまり高くない (Dempster & Cooney, 1982; Underwood, Boruch, & Malmi, 1978)。これは、作動記憶スパン課題の有する何らかの課題要請によって、短期的保持における先行試行からの干渉成分が測定できることを意味している。新たなスパン課題も提案される中で、作動記憶容量とは何かを検討するときに、課題遂行時のさまざまな干渉成分がどのように機能するのかについて、さらなる実証的研究が必要である。

試論モデルの中では区分されているものの、入力段階の干渉成分 (④) と出力段階の干渉成分 (⑤) については、多変量解析などでは異なる干渉成分として分離されていない (Friedman & Miyake, 2004)。これは、課題中に保持要請がある項目からの干渉 (②) とは区分されることを考慮すると、保

持要請のない項目からの干渉の指標を課題中で区別するのが困難なことを示唆している。しかし、符号化時に他の処理からの干渉を受けたときと、検索時に受けたときの記憶成績を比較すると、符号化時の干渉による記憶成績の低下が顕著であるデータも提出されている (Baddeley, Lewis, Eldridge, & Thomson, 1984; Craik, Govoni, Naveh-Benjamin, & Anderson, 1996)。これは、それぞれの段階での干渉成分が項目の再生や再認に与える影響が異なることを意味し、全く同じ干渉成分として扱うには疑問が残る。作動記憶モデルが隆盛してからは、短期的保持における符号化・検索段階のメカニズムを分離し詳細に検討している研究は少ないが、これらはモデル化と合わせて再検討されるべきであろう。

5-3 認知発達における短期的保持容量の変化と干渉成分

最後に、認知発達の側面から短期的保持容量を考えたときの、干渉の機能について考察する。発達の初期段階と高齢者の認知機能を考えるときに、短期記憶や作動記憶容量の変化について指摘されることが多いが (Light & Anderson, 1985; Siegel, 1994)、ではその変化の基盤にある認知機能がどのようなものであるかについては、いまだに議論が続いている。

しかし、干渉と発達の関係から作動記憶容量の発達の变化を再考すると、その保持容量の狭さの意味が発達段階ごとに異なるのではないだろうか。このことについて、先の情報処理モデルで分類した干渉成分を用いて、特に入力時の干渉成分と保持表象の干渉成分という二つの視点から考察する。

まず入力時の干渉成分だが、これは機能的に発達初期と高齢者では意味合いが異なると予想される。高齢者は入力時に同時に提示された無関連刺激に定位反応してしまい、必要な情報処理が出来なくなることがある (Carlson, Hasher, Connelly, & Zacks, 1995; May, 1999)。これに対して初期の言語獲得では、入力時に干渉を与えることで逆に応用的な文法獲得が進展することが指摘されている (Cochran, McDonald, & Parault, 1999; Elman, 1993)。これは、干渉の変化と短期的保持容量の変化との因果関係の上で次のように考えることが出来るのではないだろうか。高齢者の場合、入力時の無関連情報を抑制する機能が低下してしまい、無関連情報からの干渉を多大に受けるために保持容量が小さくなる。これに対し発達初期では、外部から与えられたすべての情報を入力してしまうと、言語学習のようにその要素を適宜選択して学習する場面で情報過多になる可能

性がある。そのために保持容量そのものを小さくすることで、扱う情報を必要最低限に止めようとする発達機能があると捉えられる。つまり、発達初期における短期的保持過程は、実際は入力される情報のほとんどが干渉を受けない機能を有していることが推察される。つまり、高齢者は入力時の干渉が増大することが保持容量の見かけ上の低下につながり、発達初期は保持容量を小さくしておくことが、結果的に入力時の干渉成分をも操作している、という推察である。

また、保持表象での干渉成分であるが、これは干渉を発生させる基本となる情報量、知識の違いが年齢によって全く違うことを考慮せねばならない。発達初期では、もともと有する過去の経験が少ないことから、同時に保持した項目を弁別判断するための基準をあまり持っていない。これは、表象での干渉が項目間類似性の少ない中で生じることを意味する。これに対して高齢者では、過去経験は莫大なため、弁別判断するための要因は多い一方で項目間の共通性も見つけやすくなってしまふ。その結果、例えばターゲット・ディストラクタ項目に共通する検索手がかりを与えてしまうと誤検索を生じる可能性はより高くなる。つまり、高齢者における表象での干渉が、項目間類似性の多い中で生じていることを示唆しているのである。このように捉え直すことは、保持表象での干渉成分を考え、発達段階ごとに比較するときのひとつの指標ともなり得るであろう。

6. まとめ

短期的保持過程で生じる干渉については、発生要因とその段階が類別されることなく研究が進められてきた。そのため、長期記憶表象における干渉の説明のような体系化された理論化が、短期的保持過程における干渉ではなされていない。そこで本稿では、課題手続きにより操作・観察された干渉を類型化することを目標として、近年の作動記憶研究を中心に概観した。従来の系時的な情報処理モデルをもとに、本稿で扱った干渉がどこで発生したかを推定すると、符号化を妨害する入力段階、一時的に保持した項目が干渉を受ける表象段階、検索した項目を産出するときに反応を妨害する出力段階の3つに大別された。さらに表象段階で発生する干渉は、保持項目間の干渉、以前保持した項目からの干渉、保持要請のなかった項目からの干渉の3つの成分に分類された。この試論的枠組の中で理論展開が注目されるのは、同時保持した項目間で生じる干渉成分の特定、作動記憶容量の規定因子とそれぞれの干渉成分

との関係、入出力段階で生じる干渉成分の検討、などである。また、発達初期と高齢者における作動記憶容量の発達の变化について、これらの干渉成分によりその機能的差異を推察した。

作動記憶の認知資源モデルが提唱されて以来、その説明の容易さから多くのモデルで作動記憶容量という単語が活用されてきた。しかし、作動記憶容量の個人差、個人の認知資源の量を決める基本的なメカニズムが何であるかについては、議論されないままにモデル化が進んでいた。干渉の発生するメカニズムが作動記憶の理論化の基盤をなすものとなることを期待したい。

引用文献

- Anderson, M.C. & Neely, J.H. 1996 Interference and inhibition in memory retrieval. In E.L. Bjork & R.A. Bjork (Eds.), *Handbook of perception and cognition* 2nd edition, Vol. 10: Memory. Pp.237-313. San Diego, California: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Lewis, V.J., Eldridge, M. & Thomson, N. 1984 Attention and retrieval from long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 518-540.
- Cantor, J. & Engle, R.W. 1993 Working memory capacity as long-term memory activation: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 1101-1114.
- Carey, S.T. 1973 Delayed recognition testing, incidental learning, and proactive-inhibition release. *Journal of Experimental Psychology*, 99, 75-81.
- Carlson, M., Hasher, L., Connelly, S.L. & Zacks, R. T. 1995 Aging, distraction, and the benefits of predictable location. *Psychology and Aging*, 10, 427-436.
- Chappell, M. & Humphreys, M.S. 1994 An auto-associative neural network for sparse representation: Analysis and application to models of recognition and cued recall. *Psychological Review*, 101, 103-128.
- Cochran, B.P., McDonald, J.L. & Parault, S.J. 1999 Too smart for their own good: The disadvantage of a superior processing capacity for adult language learners. *Journal of Memory and Language*, 41, 30-58.

- Conway, A.R.A. & Engle, R.W. 1994 Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 354-373.
- Conway, A.R.A. & Engle, R.W. 1996 Individual differences in working memory capacity: More evidence for a general capacity theory. *Memory*, 4, 577-590.
- Craik, F.I.M., Govoni, R., Naveh-Benjamin, M. & Anderson, N.D. 1996 The effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 159-180.
- Crowder, R.G. 1967 *Principles of learning and memory*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Daneman, M. & Carpenter, P.A. 1980 Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450-466.
- Dempster, F.N. & Cooney, J.B. 1982 Individual differences in digit span, susceptibility to proactive interference, and aptitude/achievement test scores. *Intelligence*, 6, 399-416.
- Elman, J.L. 1993 Language and development in neural network: The importance of starting small. *Cognition*, 48, 71-99.
- Engle, R.W. 2001 What is working-memory capacity? In H.L. Roediger III & J.S. Nairne (Eds.), *The nature of remembering: Essays in honor of Robert G. Crowder*. Pp. 297-314. Washington, DC: American Psychological Association.
- Engle, R.W. 2002 Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19-23.
- Engle, R.W., Cantor, J. & Carullo, J. 1992 Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 18, 972-992.
- Engle, R.W., Kane, M.J. & Tuholski, S.W. 1999 Individual differences in working memory capacity and what they tell us about controlled attention, general fluid intelligence and functions of the prefrontal cortex. In Miyake, A. & Shah, P. (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. Pp.102-134. London: Cambridge Press.
- Friedman, N.P. & Miyake, A. 2004 The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101-135.
- 藤田 正 1988 干渉と促進 太田信夫 (編) エピソード記憶論 誠心書房 Pp. 136-167.
- Gardiner, J.M., Craik, F.I. & Birtwistle, J. 1972 Retrieval cues and release from proactive inhibition. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 778-783.
- Halford, G.S., Maybery, M.T. & Bain, J.D. 1988 Set-size effects in primary memory: An age-related capacity limitation? *Memory and Cognition*, 16, 480-487.
- Hasher, L. & Zacks, R.T. 1988 Working Memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G.H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol. 22. Pp. 193-225. New York: Academic Press.
- Heden, T. & Park, D. 2001 Aging and interference in verbal working memory. *Psychology and Aging*, 16, 666-681.
- Humphreys, M.S. & Tehan, G. 1999 Cues and codes in working memory tasks. In C. Izawa (Ed.), *On human memory: Evolution, progress, and reflections on the 30th anniversary of the Atkinson-Shiffrin model*. Pp. 127-149. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. 1992 A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- Kane M.J. & Engle, R.W. 2000 Working-memory capacity, proactive interference, and divided attention: Limits on long-term memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learn, Memory, and Cognition*, 26, 336-358.
- Kane, M.J., Bleckley, K.M., Conway, A.R.A. & Engle, R. W. 2001 A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 169-183.
- Keppel, G. & Underwood, B.J. 1962 Proactive inhibition in short-term retention of single items. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1, 153-161.
- Loftus, G.R. & Patterson, K.K., 1975 Components of short-term proactive interference. *Journal of*

- Verbal Learning and Verbal Behavior, 14, 105-121.
- Light L.L. & Anderson, P.A. 1985 Working memory capacity, age and memory for discourse. *Journal of Gerontology*, 40, 737-747.
- Long, D.L. & Part, C.S. 2002 Working memory and stroop interference: An individual differences investigation. *Memory & Cognition*, 30, 294-301.
- Lustig, C., May, C.P. & Hasher, L. 2001 Working memory span and the role of proactive interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 199-207.
- Lusting, C., Hasher, L. & Tonev, S.T. 2001 Inhibitory control over present and the past. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13, 107-122.
- Lusting, C., May, C.P. & Hasher, L. 2001 Working memory span and the role of proactive interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 199-207.
- Martin, E. 1971 Verbal learning theory and independent retrieval phenomena. *Psychological Review*, 78, 314-332.
- May, C.P. 1999 Synchrony effects in cognition: The costs and a benefit. *Psychonomic Bulletin and Review*, 6, 142-147.
- May, C.P., Hasher, L. & Kane, M.J. 1999 The role of interference in memory span. *Memory and Cognition*, 27, 759-767.
- McGeoch, J.A. 1942 *The psychology of human learning*. New York: Longmans, Green.
- Melton, A.W. & Irwing, J.M. 1940 The influence of degree of interpolated learning on retroactive inhibition and the overt transfer of specific response. *American Journal of Psychology*, 3, 173-203.
- 三宅 晶・齋藤 智 2000 作動記憶研究の現状と展開 *心理学研究*, 72, 336-350.
- Oberauer, K., Lange, E. & Engle, R.W. 2004 Working memory capacity and resistance to interference. *Journal of Memory & Language*, 51, 80-96.
- Postman, L., Stark, K. & Fraser, J. 1968 Temporal changes in interference. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 7, 672-694.
- Radtke, R.C. & Grove, E.K. 1977 Proactive inhibition in short-term memory: Availability or accessibility? *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3, 78-91.
- Rosen, V.M. & Engle, R.W. 1997 The role of working memory capacity in retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 211-227.
- Rosen, V.M. & Engle, R.W. 1998 Working memory capacity and suppression. *Journal of Memory and Language*, 39, 418-436.
- 齋藤 智・三宅 晶 2000 リーディングスパン・テストをめぐる6つの仮説の比較検討 *心理学評論*, 43, 387-410.
- Siegel, L.S. 1994 Working memory and reading: A life-span perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 109-124.
- Tehan, G. & Humphreys, M.S. 1995 Transient phonemic codes and immunity to proactive interference. *Memory and Cognition*, 23, 181-191.
- Tehan, G. & Humphreys, M.S. 1996 Cuing effects in short-term recall. *Memory and Cognition*, 24, 719-732.
- Tehan, G. & Humphreys, M.S. 1998 Creating proactive interference in immediate recall: Building a dog from a dart, a mop, and a fig. *Memory and Cognition*, 26, 477-489.
- Tolan, G.A. & Tehan, G. 1999 Determinant of short-term forgetting: Decay, retroactive interference, or proactive interference? *International Journal of Psychology*, 34, 285-292.
- Turner, M.L. & Engle, R.W. 1989 Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- Turvey, M.T., Moshier, D.L. & Katz, L. 1971 Subsequent recognition of items subjected to proactive interference in short-term memory. *Psychonomic Science*, 25, 365-367.
- Underwood, B.J., Boruch, R.F. & Malmi, R.A. 1978 Composition of episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 107, 393-419.
- Watkins, O.C. & Watkins, M.J. 1975 Build-up of proactive inhibition as a cue-overload effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 104, 442-452.
- Whitney, P., Arnet, P.A., Driver, A., & Budd, D. 2001 Measuring central executive function: What's in a reading span? *Brain and Cognition*, 45, 1-14.

(受稿 9月30日 : 受理11月17日)