慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	エピソード記憶的手がかりと意味記憶的手がかりの利用に対する作動記憶の役割
Sub Title	The role of working memory in the use of episodic and semantic cues
Author	佐々木, 尚(Sasaki, Takashi)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	2007
Jtitle	慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要 : 社会学心理学教育学 : 人間と社会の探究 (Studies in sociology, psychology and education : inquiries into humans and societies). No.64 (2007.) ,p.61- 73
JaLC DOI	
Abstract	The purpose of this study was to explore the role of working memory in the use of episodic and semantic cues. The reading span test in Experiment 1 and the listening span test in Experiment 2, were used as the working memory tasks. Furthermore, in Experiment 2, the word span test was used as the short-term memory task. The tasks for the episodic and semantic cues were based on Thomson and Tulving's (1970) paradigm. In Experiment 1, working memory capacity positively predicted the variables pertaining to the episodic cues. In Experiment 2, the residual function of working memory capacity adjusted by the maintenance function positively predicted the hit rates for the conditions of the episodic and semantic memory cues. Furthermore, this function positively predicted the sensitivity toward the episodic cues, and working memory capacity negatively predicted the report bias. These results suggested that the residual function of working memory capacity adjusted by the maintenance function influenced the retrieval of both the episodic and semantic cues, and that this function influenced the sensitivity toward only the episodic cues. In addition, the result implicated that the report bias of the participants with a small working memory capacity was risky.
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000064-0061

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

エピソード記憶的手がかりと意味記憶的手がかりの利用に対する作動記憶の役割

The Role of Working Nemory in the Use of Episodic and Semantic Cues

佐々木　尚*
Takashi Sasaki

The purpose of this study was to explore the role of working memory in the use of episodic and semantic cues. The reading span test in Experiment 1 and the listening span test in Experiment 2 were used as the working memory tasks. Furthermore, in Experiment 2, the word span test was used as the short-term memory task. The tasks for the episodic and semantic cues were based on Thomson and Tulving's (1970) paradigm. In Experiment 1, working memory capacity positively predicted the variables pertaining to the episodic cues. In Experiment 2, the residual function of working memory capacity adjusted by the maintenance function positively predicted the hit rates for the conditions of the episodic and semantic memory cues. Furthermore, this function positively predicted the sensitivity toward the episodic cues, and working memory capacity negatively predicted the report bias. These results suggested that the residual function of working memory capacity adjusted by the maintenance function influenced the retrieval of both the episodic and semantic cues, and that this function influenced the sensitivity toward only the episodic cues. In addition, the result implicated that the report bias of the participants with a small working memory capacity was risky.

本研究の目的は，Thomson and Tulving (1970) のパラダイムと作動記憶の個人差を測定する課題を用いて，エピソード記憶的手がかりおよび意味記憶的手がかりの利用における作動記憶の役割を検討することであった。

作動記憶と長期記憶との関係については，作動記憶が短期記憶と呼ばれていた頃よりその関係が考察され (Atkinson & Shiffrin, 1968)，最近でもいくつかのモデルで両システム間の関係が指摘されている (Baddeley, 2000, 2001; Cowan, 1995, 1999; Ericsson & Delaney, 1999; Ericsson & Kintsch, 1995)。

* 慶応義塾大学大学院社会学研究科教育学専攻後期博士課程（教育心理学，認知心理学）

しかし，これらのモデルでは作動記憶の諸機能と多様に存在する長期記憶の要素との対応関係が曖昧であり，これらの関係を検討した実験心理学的データも少ない。本研究ではこのことを踏まえ，二つの実験を行い，作動記憶とエピソード記憶および意味記憶の関連性を検討した。

エピソード記憶，意味記憶と作動記憶の関係について

エピソード記憶とは，特定の場所で特定の時間に起きた出来事に関する記憶であり，言い換えれば“なに (what)”，“どこで (where)”，“いつ (when)”，を備えた記憶である (Tulving, 2002)。また，エピソード記憶は主観的時間の感覚 (sense of subjective time)，自己知覚的な意識 (autonoetic awareness)，自己 (self) といった三つの構成要素をもつ認知神経科学的なシステムである (Tulving, 2002)。それに対して，意味記憶とは個人に関わることとは独立の知識，すなわち世界に関する知識の記憶である (Tulving, 1983)。

作動記憶とは，短期的な記憶の保持と情報の操作を司るシステム (Baddeley, 2001) である。また，作動記憶はいくつかのシステムから成り立つことが予想され，容量の限界や長期記憶との関与も仮定されている (Miyake & Shah, 1999)。作動記憶のいくつかのモデルでは下位システムが具体的に仮定されており，例えば，Baddeley (2000) では，中央実行系の下に音韻ループ，視空間スケッチパッド，エピソードバッファーの三つが仮定されている。

エピソード記憶および意味記憶と作動記憶との関係について述べている研究はいくつかある。一つ目は，Dynamic Filtering Theory (Shimamura, 2000, 2002) である。彼はこのモデルによって，エピソード記憶や意味記憶の検索が説明できるとした。この理論によると，制御機能は注意の選択 (selecting)，情報の保持 (maintaining)，情報の更新 (updating)，処理方法の変更 (rerouting) の四つに区分でき，神経心理学の知見から，これらの機能は前頭皮質と後頭皮質の動的な相互作用によって説明できるとした。この相互作用は前頭皮質と後頭皮質間のフィードフォワード活性化とフィードバック活性化に関わっており，前頭皮質は後頭皮質の活動をモニタリングし制御するが，その結果は後頭皮質よりフィードバックされると仮定されている。この理論における“filtering”とは，選択された活性化の維持や不必要な活性化の抑制という機能を含んでおり，先述した四つの制御機能は“filtering”の側面から解釈できるとしている。そして，ヒトはこれらの機能を用いて，エピソード記憶や意味記憶の検索を行っているとした (Shimamura, 2002)。

二つめはエピソードバッファー仮説 (Baddeley, 2000) である。このシステムの機能は今まで中央実行系の機能として含まれていたもので，様々な資源からの情報の統合や，長期記憶とのインターフェースを司るとされている。このシステムを提案した理由として，Baddeley (2000) は文記憶の成績の高さの説明のためだと述べている。文は作動記憶容量を超える単語数から構成されている場合でも，長期記憶内の情報を用いてチャンキングすることによって同じ数の無関連な単語の羅列よりも覚えやすくなる。しかし，この現象は音韻ループの機能だけでは説明できず，情報の統合や長期記憶とのインターフェースを司るシステムを仮定したほうが都合がいいため，彼はエピソードバッファーというシステムを提案した。エピソードバッファーに関連した論文はまだ数少ないが，神経心理学的研究 (Baddeley & Wilson, 2002)，実験研究 (Jefferies, Ralph, & Baddeley, 2004)，相関研究 (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004) など少しずつではあるが実証データが集まってきている。

三つめの研究は，Clarys, Isingrini, & Gana (2002) による研究である。この研究の目的は remember-

know 手続きを用いて加齢による意識 (awareness) の変化を検討することであり，加齢と意識の関係を結ぶ媒介変数としての処理速度と作動記憶容量の個人差との関連も検討された。構造方程式モデルを用いて確証型因子分析を行ったところ，remember-know 判断に及ぼす加齢の影響は処理速度と作動記憶に媒介される形で存在することが示唆された。また，作動記憶容量と remember 判断の正確さとの間のパス係数は有意であったが，know 判断の正確さとの間のパス係数は有意ではなかった。このことから，remember 反応には処理速度や作動記憶容量と関係する処理資源に依存した制御的な記憶探査プロセスが必要であり，know 反応には処理資源には依存しない自動的な親密度判断プロセスが必要であることが示唆された。

本研究の仮説と実験計画

これらの先行研究から，作動記憶とエピソード記憶的手がかり，意味記憶的手がかりの関係が仮説として立てられる。一つ目の仮説は，エピソード記憶的手がかりと意味記憶的手がかりの利用の両方に作動記憶が関わるというものである。これは，Shimamura (2000, 2002) と Baddeley (2000) の理論から予測できる。二つ目の仮説は，エピソード記憶的手がかりの利用にのみ作動記憶が関わるというものである。これは，Clarys *et al.* (2002) の研究結果から予測できる。三つ目の仮説は，この二つの仮説を統合したもので，エピソード記憶的手がかりと意味記憶的手がかりの両方に作動記憶が関わるが，特にエピソード記憶的手がかりの利用に対する意識に作動記憶が重要な役割を果たすというものである。

これらの仮説を証明するために二つの実験を行った。実験 1 では，作動記憶とエピソード記憶的手がかりおよび意味記憶的手がかりの利用との関係を探索的に検討するため，Thomson & Tulving (1970) のパラダイムの各変数と日本語版リーディングスパンテスト（苧阪・苧阪，1994）との相関関係を検討した。実験 2 では，実験 1 の結果を踏まえながら，意識に関する指標として信号検出理論を用いて検討した。具体的には，Thomson & Tulving (1970) を第 2 種信号検出理論より再検討した Higham (2002) のパラダイムから作成された課題をエピソード記憶的手がかりと意味記憶的手がかりに関する変数として用い，これらと佐々木 (2006) の集団式単語スパンテストと集団式リスニングスパンテストとの相関関係を検討した。

実　験　1

目的

この実験の目的は，作動記憶の個人差がエピソード記憶的および意味記憶的な手がかりの利用に及ぼす影響を調べることである。Thomson & Tulving (1970) のパラダイムの各変数の得点と，作動記憶の個人差の指標としてあらかじめ測定しておいたリーディングスパンテストの得点との相関係数を見ることによって，作動記憶の個人差がエピソード記憶的および意味記憶的な手がかりの利用に及ぼす影響について検討する。

方法

被験者　東京都内の私立大学生・大学院生 30 名（男：17 名，女：13 名）が実験に参加した。被験者の平均年齢は 24.5 歳（レンジ＝20〜40 歳）であった。被験者はすべての課題を遂行するように求められた。

実験装置 刺激の提示には，ブック型パーソナルコンピューターであるSONY社製VAIO（型番PCG-883）を用いた。液晶画面の大きさは縦20.4 cm×横27 cmであった。また，刺激提示用のアプリケーションソフトは，日本語版RSTではMicrosoft社製Power Point 2000を，手がかり再生課題にはCedrus社製SuperLab Pro 2.0を用いた。

実験課題 実験課題には次の三つの課題が用いられた。

作動記憶容量課題：作動記憶容量の測定には，日本語版リーディングスパンテスト（苧阪・苧阪，1994; 以下日本語版RSTと表記）を用いた。苧阪・苧阪(1994)では刺激は冊子によって提示されたが，今回の実験ではパーソナルコンピューターの画面を用いて提示した。各短文は，縦20.4 cm×横27 cmのスクリーン内に1行で収まるように書かれた。また，各試行間には何も書いていない白いスライドが提示されるようにした。この課題は以下の手続きを踏んで行われた。被験者は実験者の側面に座り，被験者の正面にノートパソコンが置かれた。ノートパソコンの画面上にはスペースキーを押すと刺激文が書いてあるスライドが提示されるようになっていた。被験者はスペースキーを押すごとに，刺激文を声を出して読むように指示された。被験者は刺激文を読み終わるとすぐにスペースキーを押すよう求められた。そして，白いスライドが出た時に，被験者はそれまでに読んだ文の中で赤い下線が引いてある単語の部分だけを報告するように求められた。他は苧阪・苧阪(1994)と同様に課題は遂行された。再生時間は文の数により約10秒(2文条件)〜25秒(5文条件)とした。時間の制御はストップウォッチによって行った。得点はスパンと合計得点の2種類を算出した。スパンの算出方法は苧阪・苧阪(1994)をそのまま使い，合計得点の算出方法はTurner & Engle (1989)を参考にして算出した。

手がかり再生課題：この課題は，Thomson & Tulving (1970)を元にして作られたものである（以下，手がかり再生課題と表記）。単語対のリストは以下の四つがある。一つ目は強手がかり-強手がかり条件（以下SS）である。これは，符号化時と検索時の手掛かり語が同一で，かつ，符号化時，検索時ともに手がかり語とターゲット語の連想価が高い条件である。二つ目は強手がかり-弱手がかり条件（以下SW）である。これは，符号化時には手がかり語とターゲット語の連想価が高いものの，検索時には，ターゲット語と連想価が低い語が提示される条件である。三つ目は弱手がかり-強手がかり条件（以下WS）である。これは，符号化時には手がかり語とターゲット語との連想価は低いものが提示されるが，検索時には，連想価が高い手がかり語が提示される条件である。四つ目は，弱手がかり-弱手がかり条件（以下WW）である。これは，符号化時と検索時の手がかり語は同じだが，符号化時，検索時ともに手がかり語とターゲット語との連想価は低い条件である。これら四つの条件のうち，エピソード記憶的な手がかりの利用に関する指標はSSとWWであり，意味記憶的な手がかりの利用に関する指標はWSである。各条件には単語対は20対含まれていた。刺激作成には，賀集(1966)の連想表を用いた。このリストは比較的平易なひらがな表記の3音節動詞523語を選び，これらの語同士の連想価を調べたものである。これを用い，連想価50%以上のものを強手がかりとし，連想価の記載のないものを弱手がかりとし，先に述べた条件の単語対リストを作成した。スライドはCedrus社製SuperLab Pro 2.0によって作られた。1文字約2 cm角で，左に手がかり語，右にターゲット語が配置された形でスライドは作成された。フォントはMS明朝であった。刺激の提示はパーソナルコンピューターによって行った。始めに，被験者にコンピューター画面に刺激を提示し，それを対連合学習させた。刺激の提示後，回答用紙を配り，これにターゲット語を書くように教示した。回答用紙にはヒントと称して単語が20個記入してあった。各条件とも語の提示時間は1対につき3秒，再生時間は1条件につき3分間とした。

Table 1.　実験 1 の記述統計量

	RST	SUM	SS	SW	WS	WW
平均値	2.52	46.43	12.63	2.57	3.87	3.23
標準偏差	0.86	7.52	4.58	2.33	2.71	3.02

Table 2.　実験 1 の相関係数

	SS	SW	WS	WW
SUM	.52**	.50**	0.31	.46**

**$p<.01$, *$p<.05$（いずれも両側検定）

手続き　まず，被験者全員にリーディングスパンテストを課した。課題は，先述したとおりに行われた。次に，手がかり再生課題を行った。課題は先述した通りに遂行された。4 リストの遂行順序はカウンターバランスが取られ，単語対の提示順序はランダマイズされた。

結果

各課題の記述統計量　各課題の記述統計量を Table 1 に示した。SPAN の平均値は 2.52 ($SD=0.86$) であった。これは，苧阪・苧阪 (1994) の 3.33〜3.45 よりもかなり低い結果となった。また，最頻値は 2.0 であり，床効果が見られた。一方，日本語版 RST のもう一つの算出方法である SUM は 46.43 ($SD=7.52$) であった。また，SUM に関しては天井効果も床効果も見られなかった。このことを踏まえ，以後の分析には分布のゆがみが小さい SUM を用いることにした。

手がかり再生課題の平均値および標準偏差は Table 1 のとおりである。これらを，符号化時の手がかりの強さ×検索時の手がかりの強さの二元配置の分散分析にかけたところ，符号化時の手がかりの強さと検索時の手がかりの強さがそれぞれ有意で（順に，$F(1, 29)=108.0$, $p<.001$; $F(1, 29)=119.4$, $p<.001$），交互作用も有意であった ($F(1, 29)=71.2, p<.001$)。交互作用が有意であったので，単純効果の検定を行ったところ，符号化時の手がかりが強い条件でのみ検索時の手がかりの強さの単純主効果が見られた ($F(1, 29)=136.1, p<.001$)。つまり，SS と SW には有意な差があったが，WW と WS には有意な差が見られなかった。Thomson & Tulving (1970) では SS と WW は同等の記憶成績であったが，この実験では，WW は SS に比べるとかなり低い成績になった。

相関分析　日本語版 RST の得点である SUM と，手がかり再生課題の下位項目である SS, SW, WS, WW とのピアソンの積率相関係数を算出した（Table 2 参照）。

SUM との相関係数は以下のとおりであった。SUM-SS, SUM-SW, SUM-WW との相関係数は軒並み中程度の相関を示した（順に $r=.52, p<.01$; $r=.50, p<.01$; $r=.46, p<.01$）。しかし，SUM-WS の相関係数は有意にはならなかった。

また，SPAN と SUM との相関係数は $r=.67$ ($p<.001$) で高い相関係数を示した。

考察

SUM と SS, SUM と WW の相関係数が中程度でかつ統計的に有意であった事から，作動記憶容量が大きい人は符号化時と検索時で手がかりが一致した条件では作動記憶容量が小さい人に比べよい成績を

上げる傾向にあるということが言える。つまり，作動記憶容量が大きいほどエピソード記憶的な検索手がかりを有効に使えるということができる。

しかし，SUM と SW の相関も有意で，SUM と WS の相関も有意ではないものの .3 程度の値を示した。このことは，作動記憶がエピソード的ではない想起にも関わっていることが示唆される。つまり，符号化特定性 (Tulving & Thomson, 1973) を用いて想起しているのではなく，意味記憶由来の記憶痕跡から想起している可能性も考えられる。

また，WW と WS に有意な差が見られなかったことも再検討の必要がある。この結果が起こった理由として，被験者が取った回答の報告方略のために記憶手がかりの効果が出なくなったことが考えられる。具体的には，手がかりを見てもよく分からないので，とにかく単語を書き込んでしまおう，という方略を取ってしまったために，手がかりの効果が出なかったと推測される。この件に関しては，次の実験で再検討する。

以上のことから，作動記憶はエピソード記憶的な記憶手がかりの有効性に寄与しているのではないか，ということが示唆されたが，意味記憶的な記憶痕跡から想起している可能性も見出された。

実 験 2

実験 2 の目的は，エピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用における作動記憶の諸機能の役割を検討することであった。実験 2 では，作動記憶の測定に単語スパンテストとリスニングスパンテストが用いられた。リスニングスパンテストは，実験 1 で用いられたリーディングスパンテストと同様に作動記憶の保持成分以外の機能を測る課題である。複合スパン課題 (complex span task) が何を測っているのかは未だ結論が定まらないが（齊藤・三宅，2000），作動記憶課題と前頭葉課題との相関研究の結果から (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, & Howerter, 2000)，複合スパン課題は記憶の更新 (updating) に関わる機能と関係していると考えられる。また，単語スパンテストは作動記憶の保持機能を測定する課題である。この二つの課題を用いることによって，実験 1 では測りきれなかった作動記憶の諸機能を測定することとした。また，今回は Thomson & Tulving (1970) を第 2 種信号検出理論 の枠組みから再検討した Higham (2002) の課題をエピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用に関する指標とした。彼の課題は Thomson & Tulving (1970) の対連合課題の手続きに Koriat & Goldsmith (1996) の手法を適用したものである。Koriat & Goldsmith (1996) によれば，“思い出した”と報告される記憶項目は，報告基準を上回ったために実際に報告されたもの (reported) と，報告基準を上回らなかったために保留されるもの (withheld) があるという。記憶のモニタリング機構は，報告されるべき記憶項目に対して正答可能性を推定するが，この確率があらかじめ決められた報告基準の正答可能性より高ければその記憶項目は報告がなされる (Koriat & Goldsmith, 1996)。強制報告条件とは，この報告基準を緩くすることによって，自由報告条件ではその厳しい報告基準のために報告され得ない記憶項目を強制的に報告させる条件である。Higham (2002) では，自信のない回答はしなくともよい自由報告条件では符号化特定性の効果，つまり弱手がかり×強手がかり条件よりも弱手がかり×弱手がかり条件のほうが成績がよくなることが見出されたが，自信がなくとも回答しなければならない強制報告条件では符号化特定性の効果は見出されなかった。彼の課題を用いる理由は二つある。まず一つ目は，導入部で述べたように，エピソード記憶や意味記憶に対する検索時の意識の違いを検討することであり，信号検出理論における感受性や報告バイアスを意識の指標とした。

二つ目は，実験 1 では見出されなかった弱手がかり×強手がかり条件と弱手がかり×弱手がかり条件の記憶成績の差を報告方略の点から再検討することであった。実験 1 では，被験者は Higham (2002) における強制報告のような報告方略を取ったため，記憶成績に差が見られなかったことが推測される。

これらのことを踏まえて，実験を行った。

方法

被験者　都内の大学生•大学院生 20 名（男性：11 名，女性：9 名）が実験に参加した。被験者の年齢の平均は 22.5 歳（レンジ：20〜27 歳）であった。

実験装置　刺激の提示には，東芝製のブック型パーソナルコンピューターである Dynabook Satellite 1850 が用いられた。また，後述する単語スパンテスト，リスニングスパンテストの提示には PC に接続したスピーカーが用いられた。実験制御用のアプリケーションとして，手がかり再生課題の刺激提示には，Psychology Software Tools Inc. 社製の E-Prime 1.1 が，単語スパンテストとリスニングスパンテストの刺激提示には，Microsoft 社製の Windows Media Player 9 が用いられた。

課題　被験者は，単語スパンテスト，リスニングスパンテスト，手がかり再生課題の三つの課題をすべて遂行した。

単語スパンテスト：佐々木 (2006) の集団式単語スパンテストが使われた。この課題には 2 スパン条件から 7 スパン条件までの計 6 条件あり，各条件で 3 試行ずつ遂行された。2 秒間に 1 語の頻度でモーラ数 3 の単語が男性の声で聴覚的に提示され，被験者はその単語を覚えるように教示された。単語数は 2 から 7 語であった。単語が提示されたあと，被験者は最初の単語から順序良く解答用紙に記入するよう求められた。回答時間は，2 スパン条件が最短の 4 秒，7 スパン条件が最長の 14 秒で，スパン数が 1 大きくなるごとに 2 秒ずつ加算されていった。

リスニングスパンテスト：佐々木 (2006) の集団式リスニングスパンテストが使われた。2 スパン条件から 5 スパン条件までの計 4 条件あり，各条件で 3 試行ずつ遂行された。この課題では単文中の単語を再生させるのではなく，単文が提示された直後に提示される単語を再生させるようになっていた。単文の内容は食物に関することとそれ以外のことに分かれており，被験者は聴覚提示されるこれらの文が食物に関することかどうか内容判断することを刺激の提示中にするように求められた。短文は男性の声で，単語は女性の声でそれぞれ提示された。文と単語の提示後，被験者は提示された単語を最初の単語から順序良く解答用紙に記入するよう求められた。回答時間は，2 スパン条件が最短の 4 秒，5 スパン条件が最長の 10 秒で，スパン数が 1 大きくなるごとに 2 秒ずつ加算されていった。

手がかり再生課題：Higham (2002) の課題を使った。この課題の手がかりの提示条件は二つあり，符号化時に連想強度が弱い手がかりが提示された後，検索時にも同じ連想強度が弱い手がかりが提示される条件（弱手がかり条件）と，符号化時には連想強度が弱い手がかりが提示されたあとに，検索時には連想強度の強い手がかりが提示される条件（強手がかり条件）があった。弱手がかり条件はエピソード記憶的な手がかりの条件であり，強手がかり条件は意味記憶的な記憶手がかりの条件となる。刺激作成には，賀集 (1966) の連想表を用い，連想価 50% 以上のものを強手がかりとし，連想価の記載のないものを弱手がかりとし，単語対リストを作成した。単語対の数は各 24 対あり，これらは PC のスクリーンによって提示された。1 文字約 2 cm 角で，左に手がかり語，右にターゲット語が配置された形でスライドは作成された。被験者は，右側の語（ターゲット語）を後で回答するため，覚えておくように教示さ

れた。また，左側の語（手がかり語）は単語を覚えやすくするヒントであるので，これも覚えておくように教示された。また，各条件ともに回答の報告方法は二つあった。一つ目は自由報告条件といい，「これらの単語を見て先ほど提示された右側の語（ターゲット語）が何か思い出せたら答えてください。もし思い出せなかったら×と書いてください。」と教示された。さらに，Higham (2002) に従い，「回答が正しければ 1 点加算されますが，間違っていれば 4 点減点されます」と教示された。二つ目は強制報告条件といい，被験者は「これらの単語を見て右側に出てきた単語（ターゲット語）を回答してください。もし，単語を見て何も思い出せないとしても，必ず単語を記入してください。」と教示された。Higham (2002) では，刺激の提示と回答をコンピューターで行うことによって自由報告条件で報告できなかったターゲット語のみを報告させていたが，本実験では冊子に回答させたのでそのような制御が困難であったから，自由報告条件で正答した項目も再回答させた。そして，回答を分類するときに自由報告条件での正答を強制報告条件での正答から差し引くことにした。さらにこの条件では，誤答があっても減点されないことが教示された。単語対の提示時間は一対につき 3 秒間であった。単語対が提示された直後に，被験者は手がかり語が 1 ページに 1 語ずつ書いてある冊子に回答し，それぞれの回答に対する確信度を 1（かなり自信がない）～6（かなり自信がある）から選択した。回答時間は，再生と確信度評定を合わせて各単語対につき 10 秒であった。また，提示された刺激対と回答冊子のページは被験者ごとにランダマイズされた。被験者は各手がかり条件において自由報告条件で回答した後，強制報告条件で回答した。

手続き 単語スパンテストとリスニングスパンテストが遂行されたあと，手がかり再生課題が遂行された。単語スパンテスト，リスニングスパンテストは個別または 22 名の集団で，手がかり再生課題は個別で行われた。

結果

Higham (2002) の手法（Table 3 参照）を用いて，自由報告条件と強制再生条件の検索成績を算出した。Table 3 は Koriat & Goldsmith (1996) のメタ記憶モデルと信号検出理論を掛け合わせたものである。自由報告条件，つまり報告基準の厳しい条件における正反応は a，誤反応は b である。また，自由報告条件では報告がなかったが，強制報告条件，つまり報告基準のゆるい条件において報告があった正反応は c，誤反応は d である。さらに，検索成績からヒット率と誤警報率，モニタリングの指標として A' (Grier, 1971)，報告バイアスの指標として B_D''(Donaldson, 1992) を被験者ごとに算出した。モニタリングと報告バイアスの指標はともにノンパラメトリックな指標であり，ヒット率と誤警報率に等分散が仮

Table 3. 報告の分類と各指標の計算法

報告条件	反応の種類	
	正反応	誤反応
自由報告条件	a	b
強制報告条件	c	d

注）自由報告の検索成績$=a/(a+b+c+d)$; 強制報告の検索成績$=(a+c)/(a+b+c+d)$; ヒット率 $(h)=a/(a+c)$; 虚警報率 $(fa)=b/(b+d)$; モニタリング$=A'=.5+[(h-fa)(1+h-fa)]/[4h(1-fa)]$; 報告バイアス$=B_D''=[(1-h)(1-fa)-h^*fa]/[(1-h)(1-fa)+h^*fa]$. この表は Higham (2002) をもとに作成したものである。

Table 4. 検索成績

	自由報告	強制報告
弱手がかり	0.160 (0.129)	0.191 (0.134)
強手がかり	0.025 (0.037)	0.123 (0.100)

注）括弧内は標準偏差

Table 5. ヒット率，誤警報率，モニタリングと反応バイアス

	Hit Rate	*False Alarm*	A'	B_D''
弱手がかり	0.807 (0.194)	0.158 (0.117)	0.891 (0.089)	0.003 (0.748)
強手がかり	0.255 (0.280)	0.097 (0.127)	0.289 (0.375)	0.820 (0.456)

注）括弧内は標準偏差

定できない場合にも使用することができる。

検索成績　記述統計量を Table 4 に示す。手がかりの連想強度と報告方法を要因とした二元配置の分散分析を行った結果，手がかりと報告方法の主効果が有意であった（順に $F(1, 19)=10.47, p<.005$; $F(1, 19)=25.67$, $p<.001$）。さらに，手がかり×報告方法の交互作用が有意であり ($F(1, 19)=15.47$, $p<.001$)，単純主効果の検定の結果，自由報告条件では手がかりの主効果は高度に有意であったが ($F(1, 19)=18.68, p<.001$)，強制報告条件では手がかりの主効果は有意水準に近かったが有意ではなかった ($F(1, 19)=4.09, p=.057$)。

ヒット率　Table 5 参照。t 検定にかけたところ，弱手がかり条件のほうが有意に大きかった（$t(19)=7.36, p<.001$; 片側）。

誤警報率　Table 5 参照。t 検定にかけたところ，弱手がかり条件のほうが有意に大きかった（$t(19)=2.20, p<.05$; 片側）。

モニタリング　Table 5 参照。A' を t 検定にかけたところ，弱手がかり条件のほうが有意に値が大きかった（$t(19)=6.74, p<.001$; 片側）。

報告バイアス　Table 5 参照。B_D'' を t 検定にかけたところ，強手がかり条件のほうが有意に値が大きかった（$t(19)=4.32, p<.001$; 片側）。

作動記憶課題　単語スパンテストの平均値は 4.45 ($SD=1.15$) で，リスニングスパンテストの平均値は 3.00 ($SD=1.17$) であった。両方の指標とも，最頻値が最小値ないしは最大値ではなかったので，今回は合計点ではなく，スパン数を今後の相関分析に用いることにした。

相関分析　単語スパンテスト，リスニングスパンテストとヒット率，誤警報率，A'，B_D'' とのピアソンの積率相関係数を算出した（Table 6 参照）。その結果，リスニングスパンと弱手がかり条件の A' との相関が 5% 水準で有意であった。単語スパンを制御変数としてリスニングスパンと弱手がかり条件の A' の偏相関係数を算出したところ，$r=.51$ となり，5% 水準で有意なままであった。また，リスニングスパンと弱手がかり条件のヒット率との相関が 5% 水準で有意であったが，単語スパンを制御変数として偏相関係数を算出したところ有意傾向であった ($r=.35, p=.07$)。さらに，リスニングスパンと強手がかり条件のヒット率との相関が 1% 水準で有意であったが，単語スパンを制御変数として偏相関係数を算出したところ，5% 水準で有意なままであった ($r=.44, p<.05$)。また，単語スパンと弱手がかりにおける B_D'' との相関，単語スパンおよびリスニングスパンと強手がかりにおける B_D'' の相関も 5% 水準で

Table 6. 単語スパン，リスニングスパンと手がかり再生課題の各指標との相関係数

	弱手がかり条件			
	Hit	*False Alarm*	A'	B_D''
単語スパン	.27	.37	.07	−.44*
リスニングスパン	.43*	−.16	.48*	−.26
	強手がかり条件			
	Hit	*False Alarm*	A'	B_D''
単語スパン	.42*	.15	.10	−.49*
リスニングスパン	.55*	.12	.28	−.42*

注）**$p<.01$, *$p<.05$（いずれも片側検定）

有意であった。

考察

手がかり再生課題の分析結果から，Higham (2002) の結果をほぼ再現できたことがわかった。そして，自由報告条件では弱手がかり条件と強手がかり条件間に強い有意差が見出されたので，実験 1 で有意差が出なかったのは回答報告の方略の影響があったことが示唆された。

リスニングスパンテストと弱手がかり，強手がかりのヒット率との正の相関関係から，エピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用において作動記憶の保持機能以外の機能は重要な役割を担うことが分かった。この結果は実験 1 と同様に，作動記憶は符号化特定性ではなく記憶痕跡の強度を用いた想起に影響を与えるということを示唆する。また，単語スパンを制御変数としたリスニングスパンと弱手がかり条件の A' との偏相関係数の分析結果から，符号化時に対提示された弱手がかり，言い換えるとエピソード性の記憶手がかりに対する感受性に対して，作動記憶の保持機能以外の成分が影響を与えることが分かった。つまり，作動記憶の保持機能以外の成分はエピソード性の記憶手がかりの受容と利用の正確さに影響を与えることが示唆された。

さらに実験 2 において，単語スパンやリスニングスパンと報告バイアスとの相関係数は負の値をとった。この結果から，作動記憶容量の大きい被験者はリスキーな報告基準を設定し，作動記憶容量の小さな被験者は保守的な報告基準を設定していたことが示唆される。この結果は二つの解釈を暗示する。まず一つ目の解釈は，作動記憶容量の大きい被験者は長期記憶内の情報を過剰に活性化するため，誤警報率が高くなったという解釈である。二つ目の解釈は，作動記憶容量が大きい被験者は正答数が多くなるように報告基準を甘くするという戦略をとっていたということである。この件に関しては総合考察で理論的に検討する。

以上のことから，作動記憶の保持機能以外の機能はエピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用の両方に影響を与えるが，特にエピソード記憶的な手がかりに対する感受性に影響を与えることが分かった。また，作動記憶容量が大きいと報告基準がリスキーになることも明らかになった。

総合考察

二つの実験の結果から，作動記憶容量の個人差はエピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記

憶手がかりの利用の両方に影響を与えることが分かった。また，実験2の結果から，作動記憶容量の保持機能以外の要素はエピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用に影響を与えるが，エピソード記憶的な手がかりに対する感受性にのみ作動記憶の保持機能以外の要素が影響を与えることが分かった。これらの結果は，第三の仮説，つまり，エピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用の両方に作動記憶が関わるが，特にエピソード記憶的な手かがりを利用する時の意識に作動記憶が重要な役割を果たすという仮説を支持するものであった。以上の結果は，作動記憶とエピソード記憶，意味記憶の関連性を暗示するものである。具体的には，エピソード記憶と意味記憶の想起に対して作動記憶の保持機能以外の機能は影響を与えるが，エピソード記憶を正確に符号化し正確に報告するという意識的操作に対して作動記憶は特に影響を与えることが示唆される。

二つの実験の正答率と作動記憶課題の相関関係の分析から共通して言えることは，作動記憶は符号化特定性ではなく記憶痕跡の強度を用いた想起に影響を与えるということである。つまり，作動記憶容量が大きいとエピソード記憶的・意味記憶的両方の記憶痕跡を強くするということが考えられる。しかし，A' と作動記憶課題の相関関係の分析結果は，作動記憶が符号化特定性に対しても影響を与えていることを示唆している。つまり，作動記憶の保持機能以外の機能が優れた被験者は，強手がかり条件において実験時に作り出されるターゲット語と手がかり語の“実験的連合 (Tulving, 1983)”を正確に行うことによって記憶手がかりの符号化の正確さを高め，手がかりを上手く利用できるようにすることによって正答率を向上させた，と言うことが考えられる。

また，本研究では，報告バイアスと作動記憶容量との関係について直感に反する結果が見出された。具体的には，作動記憶容量が大きいと報告バイアスがリスキーになることが示唆された。この現象の解釈について，二つの解釈が成り立つ。

一つ目の解釈は，作動記憶容量の大きい被験者は長期記憶内の情報を過剰に活性化するため，誤警報率が高くなったという解釈である。Cowan (1995, 1999) によれば，作動記憶とは長期記憶内の情報の一部が活性化した部位であるという。もし，長期記憶内の活性化が作動記憶機能の活発さゆえにターゲット語とは無関係な情報にまで伝播してしまったのであれば，誤警報率を上げてしまったということはあるのかもしれない。今回のデータでは有意ではなかったものの，弱手がかり条件における誤警報率とリスニングスパンテストとの相関係数以外は，作動記憶課題と誤警報率は正の値を示した。このことは，作動記憶容量が大きくなると誤警報率，つまり“お手つき”が大きくなったということを暗示する。またこの現象は，言い換えれば，作動記憶容量が小さい方が正報告率と誤警報率との比（SN 比）が大きくなった，つまり，“お手つき”が相対的に少なくなったということもできる。もし，この解釈が正しいのであれば，エピソード記憶の想起に関しても，“作動記憶容量が小さいことによるメリット（齋藤，1998)”に関する事例を提出したことになるだろう。このメリットは，作動記憶容量が小さいほうがある種類の課題の遂行に有利だと言うことであり，言語獲得 (Cochran, McDonald, & Parault, 1999; Elman, 1993; Newport, 1991) や小さな相関関係の検出 (Kareev, 1995; Kareev, Lieberman, & Lev, 1997) などに見られる現象である。本研究の実験2はこれらの結果をエピソード記憶課題においても存在することを暗示するものかもしれない。

もう一つの解釈は，作動記憶容量の大きい被験者は正答数を多くするために報告バイアスをわざとリスキーにしたという解釈である。つまり，作動記憶容量の大きい被験者は適応的な回答方略を選択した，という解釈である。ただし，いくつかの研究からは，作動記憶と方略選択の間には関連が見られないと

いう報告があり (Broder, 2003; Hecht, 2002; Schunn, Lovett, & Reder, 2001), この点に関してはもう少し詳細な検討をする必要があるだろう。

本研究では、作動記憶容量を測定する課題と Thomson & Tulving (1970) のパラダイムを用いて、作動記憶とエピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用の関連性について検討した。その結果、作動記憶の保持機能以外の機能はエピソード記憶的な記憶手がかりと意味記憶的な記憶手がかりの利用の両方に影響を与えるが、特にエピソード記憶的な手がかりに対する感受性に影響を与えることが分かった。また、作動記憶容量が大きいと報告バイアスがリスキーになることも示唆された。

注

1) 第 2 種信号検出理論 (Clarke, Birdsall, & Tunner, 1959) とは、被験者が自分自身の反応の評価（正反応・誤反応）をするような実験の分析に使われ (Herly & Jones, 1973), 正反応と誤反応からヒット率や誤警報率を算出する点が、一般的に使われている第 1 種信号検出理論とは異なる点である。そのため、ノイズやシグナルを定義することが難しい記憶の再生実験などの分析に使われている（展望論文として、Galvin, Podd, Dgra, & Whitmore, 2003).

引用文献

Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **87**, 85–106.

Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence, & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). San Diego, Calif.: Academic Press.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory ? *Trends in Cognitive Sciences*, **4**, 417–423.

Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working ? *American Psychologist*, **56**, 849–865.

Baddeley, A. & Wilson, B. A. (2002). Prose recall and amnesia: Implications for the structure of working memory. *Neuropsychologia*, **40**, 1737–1743.

Broder, A. (2003). Decision making with the 'adaptive toolbox': Influence of environmental structure, intelligence, and working memory load. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **29**, 611–625.

Clarke, F. R., Birdsall, T. G., & Tunner, Jr., W. P. (1959). Two types of ROC curves and definitions of parameters. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **31**, 629–630.

Clarys, D., Isingrini, M., & Gana, K. (2002). Mediators of age-related differences in recollective experience in recognition memory. *Acta Psychologica*, **109**, 315–329.

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 & Language*, **41**, 30–58.

Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework*. New York: Oxford University Press.

Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62–101). Cambridge: Cambridge University Press.

Donaldson, W. (1992). Measuring recognition memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, **121**, 275–277.

Elman, J. L. (1993). Learning and development in neural networks: The importance of starting small. *Cognition*, **48**, 71–99.

Ericsson, K. A. & Delaney, P. F. (1999). Long-term working memory as an alternative to capacity models of working memory in everyday skilled performance. In A. Miyake, & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 257–297). Cambridge: Cambridge

University Press.

Ericsson, K. A. & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review*, **102**, 211-245.

Galvin, S. J., Podd, J. V., Dgra, V., & Whitmore, J. (2003). Type 2 tasks in the theory of signal detectability: Discrimination between correct and incorrect decisions. *Psychonomic Bulletin & Review*, **10**, 843-876.

Grier, J. B. (1971). Nonparametric indexes for sensitivity and bias. *Psychological Bulletin*, **75**, 424-429.

Hecht, S. A. (2002). Counting on working memory in simple arithmetic when counting is used for problem solving. *Memory & Cognition*, **30**, 447-455.

Herly, A. F. & Jones, C. (1974). Criterion shifts in recall. *Psychological Bulletin*, **79**, 335-340.

Higham, P. A. (2002). Strong cues are not necessarily weak: Thomson and Tulving (1970) and the encoding specificity principle revisited. *Memory & Cognition*, **30**, 67-80.

Jefferies, E., Lambon Ralph, M. A., & Baddeley, A. D. (2004). Automatic and controlled processing in sentence recall: The role of long-term and working memory. *Journal of Memory & Language*, **51**, 623-643.

Kareev, Y. (1995). Through a narrow window: Working memory capacity and the detection of covariation. *Cognition*, **56**, 263-269.

Kareev, Y., Lieberman, I., & Lev, M. (1997). Through a narrow window: Sample size and the perception of correlation. *Journal of Experimental Psychology: General*, **126**, 278-287.

賀集寛. (1966). 連想の機構　心理学モノグラフ No. 1. 日本心理学会.

Koriat, A. & Goldsmith, M. (1996). Monitoring and control processes in the strategic regulation of memory accuracy. *Psychological Review*, **103**, 490-517.

Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, **41**, 49-100.

Miyake, A. & Shah, P. (1999). Toward unified theories of working memory: Emerging general consensus, unresolved theoretical issues, and future research directions. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 442-482). Cambridge: Cambridge University Press.

Newport, E. L. (1991). Contrasting concepts of the critical period for language. In S. Carey & R. Gelman (Eds.), *Epigenesis of mind: Essays on biology and cognition* (pp. 111-130). Hillsdale, NJ, England: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

齊藤智. (1998). ワーキングメモリのパラドックス―苧阪満里子論文へのコメント―. 心理学評論, **41**, 194-196.

齊藤智・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.

佐々木尚. (2006). 成人用集団式リスニングスパンテストの開発(平成17年度大学院高度化推進研究費助成金報告). 人間と社会の探求　慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要, **62**, 198-202.

Schunn, C. D., Lovett, M. C., & Reder, L. M. (2001). Awareness and working memory in strategy adaptivity. *Memory & Cognition*, **29**, 254-266.

Shimamura, A. P. (2000). The role of the prefrontal cortex in dynamic filtering. *Psychobiology*, **28**, 207-218.

Shimamura, A. P. (2002). Memory retrieval and executive control processes. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 210-220). Oxford: Oxford University Press.

Thomson, D. M. & Tulving, E. (1970). Associative encoding and retrieval: Weak and strong cues. *Journal of Experimental Psychology*, **86**, 255-262.

Tulving, E. (1983). *The elements of episodic memory. Oxford: Oxford University Press.*

Tulving, E. (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, **53**, 1-25.

Tulving, E. & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, **80**, 352-373.

Turner, M. L. & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, **28**, 127-154.