



Title	エピソード記憶と運動行為 : 行為を伴うと記憶が高まるのはなぜなのか
Author(s)	増本, 康平
Citation	生老病死の行動科学. 2004, 9, p. 37-45
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/11274
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

エピソード記憶と運動行為

—行為を伴うと記憶が高まるのはなぜなのか—

(大阪大学大学院人間科学研究科博士後期課程 日本学術振興会) 増本 康平

Abstract

From 1980s to date, many studies related to enactment effect were reported. The "enactment effect" means that when remembering action sentences, enacting the action of the sentences results in better memory performance than when only remembering the sentences. Up to now, several interesting theories on cognitive process of the enactment effect have been proposed, though it is still unclear which of these theories are reasonable. This paper will focus on following issues, 1) four theories (non-strategic theory, multimodal encoding theory, item specific process theory, and integration theory) and controversial points in each theory, 2) recent studies of functional brain imaging using the ERPs, PET, and fMRI, 3) the importance of measuring studies of physical index as the brain activity in addition to behavioral data such as the memory performance or reaction time to elucidate the cognitive process of the enactment effect.

key words : enactment effect, theory, functional brain imaging study, review

I はじめに

日常生活の中で、聞いただけあるいは見ただけで憶えた事よりも、実際に自分で身体を動かして行った事の方が記憶に残っている事は、誰でも経験的に了解できるのではないだろうか。ところが、「行為を伴うとなぜ記憶に残るのか？」その理由については、これまで数多くの研究が行われてきたが、未だにはっきりした結論はでていない。そこで、本稿ではこれまで提示されたその理由（理論）と最近の研究を概観し、今後求められる研究について述べる。

II エピソード記憶と行為

記憶はそれ自体が単一の機能ではなく複数の記憶システムに分類可能である。その記憶システムの中で時間的・空間的に定位された経験の記憶を Tulving (1983) はエピソード記憶と名付けた。例えば「昨日の晩ご飯はカレーだった」とか「小学生の時に、〇〇に遠足に行った」などの過去の出来事や経験の記憶はエピソード記憶である。実験場面においても、「さっき憶えてもらった単語を思い出して下さい」という質問に対して、何を憶えたかという経験を思い出して答える場合は、エピソード記憶を測定していることになる。このようなエピソード記憶研究では伝統的に、単語や文章といった言語刺激や写真や絵といった視覚刺激が記銘材料として用いられることが多い。そのような中で、1980年代前半、Cohen (1981), Engelkamp & Krumnacker (1980), Saltz & Donnenwerth-Nolan (1980) ら3つの研究グループが、同じ時期に新しいエピソード記憶の実験パラダイムを開発した (Nilsson, 2000; Zimmer, H. D. & Cohen, R. L., 2001)。それは、提示した行為文 (例えば、「コップを持つ」) の記銘を被験者に求める際、実際にその行為文の内容を実演し行為文を記銘する実験条件 (実演条件) と、実演なしに行為文だけで記銘する統制条件 (言語条件) の記憶成績を比較するものであった。この2つの記憶成績を比較すると、言語条件よりも実演条件の方が記憶成績は優れており、この記

憶の促進効果は実演効果 (enactment effect) と呼ばれている。そして実演効果は、エピソード記憶が低下する高齢者 (Backman & Nilsson, 1984, 1985) や重篤なエピソード記憶障害を呈する Alzheimer 病患者 (Hutton, Sheppard, Rusted, & Ratner, 1996; 増本・高井, 2002)、アルコールが原因の健忘症患者 (Mimura, Komatsu, Kato, Yashimasu, Wakamatsu, & Kashima, 1998) においてもみられる非常に頑健な効果であり、未だアプローチの方法が確立していない記憶リハビリテーションへの実演効果の有効性が指摘されている (Masumto, Takai, Tsuneto, & Kashiwagi, 2004; Mimura, et al., 1998; Nilsson, Nyberg, Klingberg, Aberg, Persson, & Rol&, 2000)。しかしながら、なぜ実演効果がみられるのかについては、実演パラダイムが開発されてから 25 年経過し 100 件以上の研究が報告されているが未だ明確な結論は出ていない。

Ⅲ 実演効果を説明する理論

これまでに実演効果を説明する理論として非方略説、複数モダリティ符号化説、項目特定処理説、統合説の 4 つの理論が提起されている。

1. 非方略説

非方略説は最も早い段階で提示された理論である。言語条件ではリハーサルや体制化といった意図的、方略的な符号化処理が行われるのに対して、実演条件では符号化処理が自動的、非方略的になされるとする説である (Cohen, 1981, 1983)。Cohen (1983) は実演による符号化は、意図的な符号化方略による影響を受ける必要の無いほど最適な形式でなされ、言語条件と実演条件では符号化処理が質的に異なると述べている。言語条件と実演条件の符号化処理の質的な差を示す結果は、これまでに多く報告されている。例えば、言語条件でみられる処理水準効果 (Cohen, 1981) や初頭効果 (Cohen, 1981; Backman & Nilsson, 1984)、生成効果 (Lichty, Bressie, & Krell, 1988) が実演条件でみられないとする結果や、メタ記憶に関して、言語条件では被験者は自由再生の成績を予測できるのに対し、実演条件では再生成績の予測がうまくできない事が報告されている (Cohen, 1988, 1989)。個人差に関しても言語条件と実演条件では異なり、例えば言語記憶が低下している知能遅滞児と健常児を比較すると、言語条件では記憶成績に差がみられるのに対して、実演条件では差がみられない (Cohen & Bean, 1983)。加齢の影響についても、高齢者と若年者を比較すると言語条件では加齢による記憶成績の低下がみられるが、実演条件では高齢者と若年者に差はないことが報告されている (Backman & Nilsson, 1984, 1985)。これらの結果は、言語条件と実演条件では符号化処理が質的に異なるとする非方略説を支持している。しかしながら、実演条件においても言語条件程ではないが処理水準の効果がみられるとする報告され (Nilsson & Craik, 1990)、また、記銘するリストが長い場合、実演条件でも高齢者と若年者で再生成績に差がみられたこと (Cohen, Sandler & Schroeder, 1987) から、言語条件と実演条件で全く異なった処理がなされていることに疑問が呈されている。

2. 複数モダリティ二重符号化説

実演を行うことにより、複数のモダリティで自動的に符号化処理がおこなわれ、豊富な符号化情報が生成されるため実演効果がみられるとする説である (Backman & Nilsson, 1984, 1985; Backman, Nilsson, & Chalom, 1986)。言語条件では行為文の提示の際に、視覚あるいは聴覚といった単一のモダリティのみを使用するのに対して、実演条件は行為文の提示に加え

て、実演に使用する道具に関する視覚的な情報や、道具の触覚的な情報、実演を行う際の運動情報を得ることが可能であり、この豊富な符号化資源が記憶を促進するとする理論である。この理論はさらに、二重符号化説として発展している (Backman, Nilsson, & Chalom, 1986)。二重符号化説では、実演条件では、身体的符号化と言語的符号化の処理が二重に行われるのに対して、言語条件では言語的符号化のみが行われているとする説である。彼らは実演条件における身体的符号化は非方略的なものに対して、行為文の言語的符号化は方略的ななされ、行為文の想起時に運動行為構成要素は潜在的に検索されるのに対して、言語的要素は顕在的な検索が行われていると述べている。この説によれば、実演効果がみられるのは、運動構成要素への潜在的なアクセスが言語的要素の検索の引き金となるからであると解釈される (Nilsson & Backman, 1989)。しかしながら、複数モダリティ符号化説に関しては、目を開けて実演を行う群、目を閉じて実演を行う群、盲目の被験者が実演を行う群で実演条件の記憶成績を比較した結果、記憶成績に差がみられなかったことから、単純な符号化資源の量では実演条件が説明できないことが報告されている (Kormi-Nouri, 2000)。

3. 項目特定処理説

Engelkamp & Zimmer (1983, 1984) は実演条件においてそれぞれ異なった表象、コード、特徴を有する言語、視覚、運動の3つの独立した符号化処理を想定しており、特に運動的符号化が他の2つの符号化よりも効率良くなされるために実演効果がみられるとしている。さらに Mohr, Engelkamp, & Zimmer (1989) は言語条件と実演条件の再認成績の差が、再生成績の差よりも大きかったことから、実演条件では項目特定処理が行われていることを示唆した。項目特定処理とは、提示された各項目の弁別を容易にする処理のことであり、再生よりも再認においてより顕著にみられる (金敷, 2002)。また、実演条件と観察条件 (実験者が実演するのを被験者は観察する) との比較で、実演条件の方が観察条件よりも記憶成績が優れていたことから、Engelkamp (1998) は、身体運動が実演効果を説明する決定的な要素であることを示している。しかしながら、Engelkamp (1998) の結果とは異なり、実演条件と観察条件の記憶成績に差がみられないという結果も繰り返し報告されており (Cohen, 1981, 1983)、この結果は身体運動が重要な要素であるとするこの理論を否定している。また、符号化特定性原理* に従うと、もし実演条件で運動コードの符号化が行われているのであれば、言語的再生よりも実演による再生の方が記憶成績は優れていることが予測される。しかしながら、Kormi-Nouri, Nyberg, & Nilsson (1994) や Norris & West (1993) は符号化条件 (実演あり/なし) × 検索条件 (実演再生/言語再生) の2要因計画で実験を行った結果、符号化時に実演を行いその後実演による再生を行った場合と、符号化時に実演を行いその後言語再生を行った場合とで記憶成績に有意差がみられなかったことを報告している。これらの結果は、実演による符号化が運動コードではなく言語コードによってなされていることを示している (Kormi-Nouri & Nilsson, 2001)。

4. 統合説

この仮説の特徴は上の3つとは異なり、実演条件の中で自動的・非方略的な処理を想定せず、すべて方略的・意図的な処理を仮定している点である。統合説は Kormi-Nouri (1995) によ

* 符号化特定性原理とは項目や事象の記憶に必要な符号化と検索の関係に関する一般原理である。すなわち、符号化操作の効率性は検索の形態に左右され、検索形態の有効性は符号化操作によって変化する (Tulving, 1990)。

て提唱され、この説では2つの側面の“統合 (integration) ”を仮定している。1つは、被験者と環境の統合である。エピソード記憶の概念を提唱した Tulving (1983) は、自己関与の程度が深いエピソードはそれだけ記憶に残りやすいことを報告している。Kormi-Nouri (1995) は実演条件では行為文の実演を行うため、被験者 (記銘者) と環境 (課題) の相互作用が強く、実演条件では言語条件と比較して自己関与 (self-involvement) の程度が大きくなり、その結果、実演効果がみられると述べている。2つめの統合は、行為文の名詞と動詞の統合であり、実演を行うことにより行為文がひとつの記憶ユニットあるいは密接な記憶ユニットとして統合されというものである (Kormi-Nouri & Nilsson, 2001)。例えば、「コップをもつ」という行為文を記銘する際、「もつ」という行為は「コップ」に帰属し、「コップ」は「もつ」という行為の一部となる。つまり「コップをもつ」という行為文は「コップ」と「もつ」が別々に記憶されるわけではない。Kormi-Nouri (1995)、Kormi-Nouri & Nilsson (1998, 2001) は実演を行うことは、すでに獲得された意味的な知識によって行為文の名詞と動詞を関連付ける意味的統合と、実験という特定の時点での行為文の名詞と動詞を関連付けるエピソード的統合を促進するために実演効果がみられるとしている。

しかしながら、自己関与が実演効果に重要であるならば、どちらも被験者の自己関与を含む実演条件と想像条件 (行為文の実演を想像する条件) で記憶成績に差はみられないと考えられるが、Senkfor, Petten, & Kutas (2002) は実際には条件間に差がみられたことから、実演効果における自己関与の重要性を否定している。

IV 行動データのみを依拠した理論の限界

以上、これまで提示された実演効果を説明する理論について述べたが、いずれの理論も実演効果や実演による符号化の特徴を十分に説明できたわけではない。これまでの実演効果に関する理論の根本的な問題は、記憶成績や記憶パターンなどの行動データのみを依拠して構築されてきた点にあるように思える。行動データのみを依拠した理論は、根拠となった行動データと異なったデータが得られた時、その理論が実際には多くの部分で正しいとしても、説明できない行動データの存在が理論そのものの否定につながる。例えば、頻繁に議論される問題として、項目特定処理説で述べた実演条件と観察条件の記憶成績の比較に関する研究間の結果の不一致がある。このようにある研究では条件間に差がみられ、他の研究では差がみられないという矛盾する2つの結果を説明する事は困難である。そして、このような問題を解決する有効な方法の1つとして考えられるのが、脳活動などの生理的な指標によって理論に裏付けを加えることである。

V 脳生理指標を加えた研究の発展

そして実際に、行動データに加えて生理学的な指標を根拠に実演効果を解明しようとする研究が5年ほど前から報告されるようになった。

その先駆けとなったのは、ERPs (event related potentials) を指標とした Heil, Rolke, Engelkamp, Rosler, Ozcan, & Hennighausen (1999) の研究である。先程述べた4つの理論は、被験者の実演によってもたらされる運動の強さ、動作の軌跡、動作の形態といった運動情報を想定するか (非方略説・複数モダリティ符号説・項目特定処理説)、運動情報を想定せず自己関与や自己意識といった概念的・エピソード的情報を想定するか (統合説) によって2つ

に分類することが可能である。Heil et al. (1999) は、実演によって符号化された運動情報が行為文の想起時に検索されるならば、実演条件では検索時に運動情報を処理する脳部位が活動すると考え、実演条件と言語条件の再認時の ERPs を比較した。その結果、実演条件の検索時に運動部位に対応する前頭-中央 (front-central) の電極に陰性電位がみられた。このことから彼らは運動情報処理を仮定する項目特定処理説を支持している。同様に ERPs を指標とした Leynes & Bink (2002) では、実演条件と計画条件 (行為を行う場面をイメージし、それにかかる時間をキーボードで入力：想像条件) の情報源判断 (提示された項目が実演条件だったか、計画条件だったかを判断する) 時の ERPs の比較を行った。その結果、運動情報の処理に関連するとされる前頭-中央部の活性化は刺激項目提示後 600ms 付近ではじまり、その活動は再認の決定プロセスに関与する前頭葉に移行しており、実演条件では、右前頭葉に左前頭葉よりも大きな陽性電位が確認された。このことから彼らは、実演条件では検索時にも運動情報の処理がなされており、また前頭葉の ERPs の結果から実演条件の検索時の処理は意図的・方略的ではなく自動・非方略的な処理であるとしている。Senkfor, et al. (2002) は、実演条件、観察条件、想像条件、値段条件 (行為文にでてくる道具の値段を推測する条件) の 4 条件間で情報源判断 (道具のカラー写真をみながらどの条件で道具を憶えたかを判断する) 時の ERPs の比較を行い、運動を伴う符号化 (実演条件・観察条件・想像条件) と伴わない符号化 (値段条件) で検索時の脳活動が異なるかどうかを検証した。その結果、意味的処理を伴う値段条件と運動情報を伴う 3 条件の間に運動情報を担う前頭-中央領域で ERPs に差がみられた。さらに符号化時に動作を伴う条件 (実演条件と観察条件) と伴わない条件 (想像条件と値段条件) の ERPs を比較した結果、視覚的な処理を担う後頭葉の活動に違いがみられた。これらの結果は、記憶の検索時の脳活動が符号化時の脳活動をある程度再現することを示している。また、実演条件において他の 3 条件と比較して頭部の後方で再認刺激提示後 600~800ms に大きな陽性電位がみられたことから、実演条件における記憶成績の優位性は行為の実演特有の運動感覚のフィードバックや視覚運動共応とも関連していることを示唆している。ERPs を指標としたこれら 3 つの研究はいずれも、実演効果が運動情報の検索に基づいて生起するとする項目特定処理説を支持している。

ERPs 以外を指標とした研究では、Nilsson, et al. (2000) が言語条件と想像条件、実演条件の 3 条件を被験者に課し、手がかり再生 (手がかりとして動詞を提示し名詞を再生させる) 時の脳血流量を PET (Positron Emission Tomography) を用いて測定した。その結果、行為文の実演の際に使用した腕と同側の運動野に血流量の増加がみられ、その増加は実演条件でもっとも大きく、ついで想像条件、言語条件では最も活動が小さかったことを報告している。そして彼らは、手がかり再生成績も実演条件、想像条件、言語条件の順に高かった (想像条件はいずれの条件間にも有意な差はみられていないが) ことから、行為文の記憶成績は検索時の運動野の血流量の増加、つまり運動情報の検索と関連していることを示唆した。Nyberg, Petersson, Nilsson, Sandblom, Aberg, & Ingvar (2001) も同様に PET を用い、感覚情報の知覚あるいは符号化時に活動したその感覚を担う脳部位は、感覚情報の検索時にも再活性化するという再活性化説に基づき、実演条件、想像条件、言語条件の符号化時と検索時の脳活動を比較した。その結果、言語条件と比較して実演条件と想像条件では、検索時に実演に使用した腕と対側の体性感覚と運動野で再活性化がみられた。実演条件と想像条件の直接的な比較では、左頭頂皮質の腹側部と右小脳で実演条件において活性化と再活性化がみられた。言語的顕在記

憶である行為文の検索時に、実演条件と想像条件では運動活動を担う脳部位の血流量が増加した事から、彼らは運動情報が実演効果の発生において決定的な要素であると述べている。

ここまで紹介した研究は、実演効果の生起に運動情報の処理が関与していることを示唆するものであるが、一方で実演効果は運動情報では説明できないとする研究もある。Russ, Mack, Grama, Lanfermann, & Knopf (2003) が行った fMRI (functional Magnetic Resonance Imaging) を用いた研究では、言語条件と運動条件の再認時の脳の活動部位を比較した結果、運動野の活動に違いはなかったことを報告している。一方で彼らの研究では、運動表象を担う両側の頭頂葉、特に縁上回が実演による符号化の検索時に特異的に活性化したことから、この部位が実演課題の神経基盤の中心であるとしている。運動表象とは、運動イメージ、行為の知識、動作の概念、行為のネーミング、ジェスチャーの理解と生成、などを意味する。彼らはこれらの結果から、実演効果の発生プロセスは一次運動野の機能が担う水準よりも高次で複雑な水準の認知プロセスであるとし、意味的・概念的処理を仮定している統合説を支持している。そして Russ, et al. (2003) は ERPs を指標とした Heil, et al. (1999) の研究と結果が異なることについて、ERPs の空間分解能では、どの部位が活動をしているかを特定することに限界があり、また Nilsson, et al. (2000), Nyberg, et al. (2001) らの PET の結果に対しては、再活性化が見られたのは運動野ではなく、中心溝を隔てて隣り合った体性感覚野ではないかと述べている。

VI おわりに

このように、生理的指標を用いた ERPs、PET、fMRI の研究においても一致した結果が得られているわけではない。しかしながら、これらの研究によって、運動情報が実演効果において重要なかどうかというそれまでの議論から、実演効果の生起には運動情報が関与しているのかそれともより高次の運動表象が関与しているのかという議論へと一歩前進したことは確かである。実演効果に関する脳生理指標を用いた研究はまだ始まったばかりであり、明確な結論を出すには今後の研究の蓄積を待たなければならない。そして、将来的にはこのような行動と生理の両方の指標に基づいた実演効果に関する研究が、実演効果のメカニズムの解明という学術的な貢献だけでなく、Masumoto, et al. (2004), Mimura, et al. (1998), Nilsson, et al. (2000) が示唆しているような、科学的根拠に基づいた実演効果の記憶リハビリテーションへの応用につながることを期待したい。

引用文献

- Bäckman, L., & Nilsson, L. G. 1984 Aging effects in free recall: An exception to the rule. *Human Learning*, 3, 53-69.
- Bäckman, L., & Nilsson, L. G. 1985 Prerequisites for lack of age differences in memory performance. *Experimental Aging Research*, 11, 67-73.
- Bäckman, L., Nilsson, L. G., & Chalom, D. 1986 New evidence on the nature of the encoding of action events. *Memory & Cognition*, 14, 339-346
- Cohen, R. L. 1981 On the generality of some memory laws. *Scandinavian Journal of psychology*, 22, 267-281.
- Cohen, R. L. 1983 The effect of encoding variables on the free recall of words and action

- events. *Memory & Cognition*, **11**, 575-582.
- Cohen, R. L. 1988 Metamemory for words and enacted instructions: predicting which items be recalled. *Memory & Cognition*, **16**, 452-460.
- Cohen, R. L. 1989 Memory for action events: The power of enactment. *Educational Psychology Review*, **1**, 57-80.
- Cohen, R. L. & Bean, G. 1983 Memory in educable mentally retarded adults: deficit in subject or experimenter? *Intelligence*, **7**, 287-298.
- Cohen, R. L., Sandler, S. P., & Schroeder, K. 1987 Aging and Memory for words and action events: Effects of item repetition and list length. *Psychology and Aging*, **2**, 280-285
- Engelkamp, J. 1998 *Memory for actions*. Hove, UK: Psychology Press.
- Engelkamp, J. & Krumnacker, H. 1980 Imaginale und motorische Prozesse beim Behalten verbalen Materials [Imagery and motor processes in memory of verbal material]. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, **27**, 511-533.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. 1983 Zum Einfluss von Wahrnehmen und Tun auf das Behalten von Verb-Objekt-Phrasen. *Sprache und Kognition*, **2**, 117-127.
- Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. 1984 Motor programme information as a separable memory unit. *Psychological Research*, **46**, 283-299.
- Heil, M., Rolke, B., Engelkamp, J., Rosler, F., Ozcan, M., & Hennighausen, E. 1999 Event-related brain potentials during recognition of ordinary and bizarre action phrases following verbal and subject-performed encoding conditions. *European Journal of Cognitive Psychology*, 261-280.
- Hutton, S., Sheppard, L., Rusted, J. M., & Ratner, H. H. 1996 Structuring the acquisition and retrieval environment to facilitate learning in individuals with dementia of the Alzheimer type. *Memory*, **4**, 113-130.
- 金敷大之 2002 行為事象および被験者実演課題の記憶 心理学評論, **45**, 141-163.
- Kormi-Nouri, R. 1995 The nature of memory for action events: An episodic integration view. *European Journal of Cognitive Psychology*, **7**, 337-363.
- Kormi-Nouri, R. 2000 The role of movement and object in action memory: a comparative study between blind, blindfolded and sighted subjects. *Scandinavian Journal of Psychology*, **41**, 71-75
- Kormi-Nouri, R. & Nilsson, L. G. 1998 The role of integration in recognition failure and action memory. *Memory & Cognition*, **26**, 681-691.
- Kormi-Nouri, R. & Nilsson, L. G. 2001 The motor component is not crucial! In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Gynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri, & M. A. Foley (Eds.), *Memory for action: a distinct form of episodic memory* (pp. 97-111). New York: Oxford University Press.
- Kormi-Nouri, R., Nyberg, L., & Nilsson, L. G. 1994 The effect of retrieval enactment on recall of subject-performed tasks and verbal tasks. *Memory & Cognition*, **22**, 723-728.
- Leynes, P. A. & Bink, M. L. 2002 Did I do that? An ERP study of memory for performed and planned actions. *International Journal of Psychophysiology*, **45**, 197-210.

- Lichty, W., Bressie, S., & Krell, R. 1988 When a fork is not a fork: Recall of performed activities as a function of age, generation, and bizarreness. In M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory: Current research and issues*. Chichester: Wiley.
- Masumoto, K., Takai, T., Tsuneto, S., & Kashiwagi, T. 2004 Influence of the motric encoding on forgetting function of memory for action sentences in Alzheimer's disease patients, *Perceptual and Motor Skills*, 98, 299-306.
- 増本康平・高井恒夫 2002 被験者実演課題を用いた Alzheimer 病患者のエピソード記憶に関する研究, *神経心理学*, 18, 239-246.
- Mimura, M., Komatsu, S., Kato, M., Yashimasu, H., Wakamatsu, N., and Kashima, H. 1998 Memory for subject performed tasks in patients with Korsakoff syndrome. *Cortex*, 34, 297-303.
- Mohr, G., Engelkamp, J. & Zimmer, H. D. 1989 Recall and recognition of self-performed acts. *Psychological Research*, 51, 181-187.
- Nilsson, L. G. 2000 Remembering actions and words. In F. I. M. Craik, & E. Tulving (Eds.), *Oxford handbook of memory* (pp. 137-148). Oxford: Oxford University Press.
- Nilsson, L. G., & Bäckman, L. 1989 Implicit memory and the enactment of verbal instructions. In S. Lewandowsky, J. Dunn, & K. Kirsner (Eds.), *Implicit memory: Theoretical issues* (pp. 173-183). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Nilsson, L. G., & Craik, F. I. M 1990 Additive and interactive effects in memory for subjects-performed tasks. *European Journal of Cognitive Psychology*, 2, 305-324.
- Nilsson, L. G., Nyberg, L., Klingberg, T., Aberg, C., Persson, J., & Roland, P. E. 2000 Activity in motor areas while remembering action events. *NeuroReport*, 11, 2199-2201.
- Norris, M. P., & West, R. L. 1993 Activity memory and aging: The role of motor retrieval and strategic processing. *Psychology and Aging*, 8, 81-86
- Nyberg, L., Petersson, K. M., Nilsson, L. G., Sandblom, J., Aberg, C., & Ingvar, M. 2001 Reactivation of motor brain areas during explicit memory for actions. *NeuroImage*, 14, 521-528.
- Russ, M. O., Mack, W., Grama, C. R., Lanfermann, H., & Knopf, M. 2003 Enactment effect in memory: evidence concerning the function of the supramarginal gyrus. *Experimental Brain Research*, 149, 497-504.
- Saltz, E. & Donnenwerth-Nolan, S. 1980 Does motoric imagery facilitate memory for sentences? A selective interference test. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 322-332.
- Senkfor, A. J., Petten, C. V., & Kutas, M. 2002 Episodic action memory for real objects: an ERP investigation with perform, watch, and imagine action encoding tasks versus a non-action encoding task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 402-219.
- Tulving, E. 1983 *Elements of episodic memory*. Oxford University Press.
- Tulving, E. 1990 Encoding specificity principle. In M. W. Eysenck (Ed), *The Blackwell dictionary of cognitive psychology*. UK: Basil Blackwell (野島・重野・半田(訳) 1998 認

知心理学事典, pp.387-389. 東京: 新曜社)

Zimmer, H. D. & Cohen, R. L. 2001 Remembering actions. A specific type of memory? In H. D. Zimmer, R. L. Cohen, M. J. Guynn, J. Engelkamp, R. Kormi-Nouri, & M. A. Foley (Eds.), *Memory for action: a distinct form of episodic memory* (pp. 3-24). New York: Oxford University Press.