

脳損傷者の展望記憶と時間認知に関する
神経心理学的研究

2014年3月

新潟大学大学院

現代社会文化研究科

黒崎 芳子

【目次】

序章	1
第1節 本研究の目的と意義	1
第2節 本研究の構成	4
第1章 展望記憶と時間認知の神経心理学	
第1節 展望記憶に関する先行研究	
1-1. 記憶の分類と展望記憶の位置づけ	6
1-2. 展望記憶へのアプローチ	8
1-2-1. 展望記憶の歴史的背景	8
1-2-2. 展望記憶と回想記憶	9
1-2-3. 展望記憶課題—事象ベース課題と時間ベース課題—	10
1-2-4. 展望記憶の機能的特徴—存在想起と内容想起—	12
1-3. 展望記憶の認知的処理と脳機能	
—神経心理学的アプローチによる展望記憶研究—	13
1-4. 展望記憶の発達と加齢の影響	15
第2節 時間認知に関する先行研究	
2-1. 時間認知研究の歴史的背景	17
2-2. 時間認知に関する実験心理学的アプローチによる研究	19
2-3. 時間の認知的処理と脳機能	
—神経心理学的アプローチによる時間評価研究—	20
2-4. 高齢者および認知症高齢者における時間評価	22
2-5. 時間認知と発達	22
第3節 認知機能の脳神経基盤	
3-1. 認知機能と脳神経基盤	25
3-2. 前頭葉機能とその障害	28
3-3. 前頭葉の発達および加齢に伴う変化	30
3-4. 展望記憶と時間認知の脳神経基盤	32
3-5. 認知と記憶のモニタリングと制御—メタ認知・メタ記憶—	34

3-6. 前頭葉と時間的統合	37
第4節 認知機能検査の概要	39
第2章 実験的アプローチによる展望記憶の研究	42
第1節 展望記憶の存在想起と内容想起に関する検討	
—展望記憶に関する脳損傷部位—【実験1】	44
第2節 展望記憶の存在想起に関する検討	
—前頭葉損傷による展望記憶の存在想起の障害—【実験2】	52
第3節 展望記憶の内容錯誤に関する検討(1)	
—前頭葉損傷の内容錯誤に関する検討—【実験3】	60
第4節 展望記憶の内容錯誤に関する検討(2)	
—視床損傷者の内容錯誤—【実験4】	69
第5節 回想記憶障害を呈する症例における展望記憶に関する検討【実験5】	74
第3章 実験的アプローチによる時間認知の研究	85
第1節 脳損傷者の予期的時間評価に関する検討	
—予期的時間評価における前頭葉の関与—【実験6】	86
第2節 脳損傷者の予期的時間評価に関する検討	
—前頭葉内側部と外側部損傷者による時間評価の比較検討—【実験7】	97
第3節 脳損傷者の回顧的時間評価に関する検討	
—回顧的時間評価における前頭葉の関与—【実験8】	104
第4節 認知症高齢者の回顧的時間評価についての検討【実験9】	114
第5節 脳損傷後の回顧的時間評価の回復過程についての検討【実験10】	126
第4章 総合的考察	
第1節 展望記憶に関する実験結果の総合的考察	132
第2節 時間認知に関する実験結果の総合的考察	136
第3節 展望記憶と時間認知における前頭葉の役割	139
第4節 展望記憶と時間認知の神経心理学—新たな展開へ向けて—	142

引用文献 ····· 145

論文初出一覽 ····· 165

謝辞 ····· 166

序 章

第1節 本研究の目的と意義

われわれは常に時間という過程のなかを生きている。時間は、過去から、現在そして未来へと進行してゆくが、われわれが認識できるのは、現在からみた過去であり、現在進行形の未来である。精神現象である心も、その基盤である神経系の活動も、現在進行中の過程にしか存在せず、記憶は、時間という過程の上に積み上げられる神経活動の総体である（山鳥，2002）。現在から過去を志向する現象は、回想的（retrospective）と称され、現在から進行中の未来を志向する現象は、展望的（prospective）と称される。われわれは、現在進行する時間を認知しながら、過去の記憶を回想し、変化する状況に適応すべく日々の生活を営んでいる

本研究の目的は、進行する時間を認知し、適切なタイミングで記憶を検索、想起し、予定した行動を実現するために、どのような認知的処理が行われるかについて、神経心理学的な手法を用いて明らかにすることにある。とくに、展望記憶と時間認知という2つのテーマに焦点を絞り、この2つに関わる認知的処理と脳神経基盤を、脳損傷者を対象として検討する。

展望記憶は、現在進行する状況に応じて、意図した予定を遂行しようとする際に必要となる記憶である。これまでのエピソード記憶（回想記憶）の研究では、現在から過去の体験を振り返り、どのように記憶情報が符号化や保持、想起されるかという側面に注目して検討されてきた。とくに実験室における記憶研究の多くは、一定の環境下において実験者や検査者が対象者に記憶課題を示し、決まったタイミングで記憶の想起を行わせ、その成績を測定するという手法であった。しかし、われわれは、日々の生活において、進行する現在の場面や状況にあわせて、過去の記憶をモニタリングし制御している。これまで、状況に応じて自発的に記憶を想起するといった記憶の制御の側面はあまり注目されずにきた。そのため、そのメカニズムについて解明されていることはあまり多くない。

例えば、「10時に電話をかける」という未来に実行することを意図した展望記憶は、意図内容を保持し、適切なタイミングで自発的に想起することが求められる。この自発的な

想起こそが展望記憶の特徴のひとつである。われわれは、しばしば覚えてはいたが、タイミングよく想起できずに、やるべき予定を実行できなかったという経験をする。タイミングよく自発的に想起するという過程には、ただの記憶以上のもの (**more than just memory**) が必要であり、その過程では多くの認知的処理が行われていると考えられる。

さらに「10時に電話をかける」という予定のためには、経過時間を評価するという認知的処理も行われ、過去の体験した時間間隔を評価すると同時に、進行する時間経過も評価し、それらの時間情報を統合する必要がある。すなわち、展望記憶と時間認知は、現在から過去を志向する回想的な機能と、現在から未来を志向する展望的な機能によって成立すると考えられる。このため、展望記憶と時間認知の2つにおいて、回想的な認知的処理と展望的な認知的処理がどのように行われるかについて、その特徴と脳神経基盤についても明らかにする必要がある。

これまで展望記憶と時間認知の脳神経基盤として、前頭葉が注目されてきた。前頭葉は言語機能のほかに、注意、ワーキングメモリ、長期記憶、思考、情動など多様な認知機能を担っていることが知られている。われわれが体験する個別の知覚および運動情報や要素的な認知的処理は、ある目的のために操作され、組み立てられ、構成される。この際に、さまざまな脳機能を共働させ、認知的処理を統合するのが前頭葉であるとされている。Fuster (1988) は、前頭葉は行動の時間的構造を表象および統合すると考えており、いくつかの研究が、前頭葉が時間に関する文脈情報や時間情報を含む全般的な記憶の組織化に関与することを指摘している (Kopelman, Stanhope, & Kingsley, 1997; Romine & Reynold, 2004)。前頭葉が認知的処理の時間的統合を担っているとすれば、前頭葉のどの脳部位がより重要なのか、その詳細を明らかにすることは、今後の脳損傷者の治療およびリハビリテーションにおいて有益な情報をもたらすことは間違いない。近年は、脳機能画像を用いた研究も多く、前頭葉の外側部、内側部、眼窩部などいくつかの領域に注目した報告があり、前頭葉の各部位の機能的特性を明らかにしようとする試みがなされている。しかし、前頭葉の機能の詳細については、いまだ未解明な部分も多い。本研究では、現在知られている範囲内で前頭葉の各部位の詳細を記述し、展望記憶と時間認知に及ぼす前頭葉の特徴を明らかにすることを目的のひとつとしている。

さらに付け加えるならば、われわれは常に時間という過程のなかを生きており、そして社会という環境のなかで生活を営む。前頭葉は、日々進行する時間と変化する環境に応じて思考や行動を制御し協調させながら、複雑な社会生活に適応しようとする際に、重要な

役割を担っていると考えられる。近年、社会脳 (social brain) (Brothers, 1990) を解明しようとする研究が盛んに行われるようになった。相手の感情や、意図を理解し、将来起こりうる行動を予測する認知機能は、社会的認知機能 (social cognition) と呼ばれ、前頭葉、扁桃体や上側頭回などが重要な役割を果たしていることが示唆されている。展望記憶も時間認知も、社会生活を営む上で必要不可欠な機能であり、社会的認知機能の一部であると言える。

本研究は、展望記憶と時間認知の2つテーマを取り上げ、その認知的処理と脳神経基盤を明らかにし、展望的 (prospective) な機能と回想的 (retrospective) な機能についても検討する。過去の記憶情報と現在や未来の状況に対する認知的処理がどのように統合されるのかを明らかにすることは、われわれの心的活動を理解する上で、多くの有益な知見を提供すると考えられる。

第2節 本研究の構成

本研究の構成は、序章を除くと、以下のような4つの章から構成される。

第1章では、展望記憶と時間認知に関するこれまでの研究を概観する。展望記憶と時間認知をめぐる歴史的背景を紹介し、取り上げられてきたテーマ、用いられてきた研究手法、展望記憶と時間認知における認知的処理、それらに関与すると考えられる脳神経基盤、発達や加齢に伴うそれらの変化などに焦点をあて、先行研究の知見をまとめ、最近の研究成果について述べる。また、前頭葉が展望記憶と時間認知において重要な役割を担っている可能性が強く示唆されることから、前頭葉機能の特徴とその認知的処理の特性、年齢による変化について詳述する。さらに、近年注目されている記憶や時間のモニタリングや制御といったメタ認知の機能や、時間的な統合における前頭葉の役割についても述べる。これまでの主要な研究成果を整理して紹介するとともに、展望記憶と時間認知に関する研究における課題について言及する。

第2章では、筆者が脳損傷者を対象に実施した展望記憶に関する実験を示し、脳損傷部位の影響や認知的処理の特徴について検討する。実験1では、展望記憶の存在想起と内容想起のそれぞれに関与する脳神経基盤と認知機能の特徴を検討し、実験2では、存在想起に重要となる前頭葉の詳細と認知的処理の特徴を検討する。また、実験3、実験4では、内容想起の障害に関する検討を行う。実験5では、回想記憶と展望記憶の関連についても検討する。また、展望記憶への前頭葉の関与が指摘されてきたものの、前頭葉のどの部位がより重要かは明らかではないため、より詳細に前頭葉の各部位の影響を調べ、認知的処理の特徴を検討する。さらに、前頭葉以外では視床損傷における展望記憶の障害についても取り上げ、先行研究の結果をふまえて検討する。

第3章では、時間認知に関する実験を脳損傷者、認知症高齢者、若年健常者に実施し、予期的時間評価と回顧的時間評価に関わる脳神経基盤を調べ、その認知的処理の特徴について検討する。実験6と実験7では、時間産生法を用いた予期的時間評価を実施し、前頭葉の関与を調べる。さらに実験7では、前頭葉外側部損傷者と前頭葉内側部損傷者の時間評価も比較検討する。実験8、実験9、実験10では、言語的評価法を用いた回顧的時間評価を実施する。実験8では、回顧的時間評価に影響する脳神経基盤と認知的処理の特徴を検討する。実験9では、エピソード記憶の障害を伴う認知症高齢者を対象とし、回顧的時間評価を実施し、認知的処理の特徴を調べる。実験10では、脳損傷後の回復過程におけ

る回顧的時間評価を調べ、時間評価および認知的処理の特徴について検討する。

第4章では、本研究の実験で得られた結果をふまえ、展望記憶と時間認知に関する脳神経基盤や認知的処理について考察する。次に、実験の結果をふまえ、展望記憶と時間認知における前頭葉の各部位の役割に関して総合的な考察を試みる。最後に、展望記憶と時間認知に関して、本研究で得られた課題や今後の研究に必要な視点について言及する。

第1章 展望記憶と時間認知の神経心理学

第1節 展望記憶に関する先行研究

1-1. 記憶の分類と展望記憶の位置づけ

われわれは、日常生活において、過去の体験や情報を記憶として貯蔵し、それらを検索参照しながら、それにもとづいて現在そして未来の行動を展開させてゆく。記憶は、過去の出来事として独立して成立するのではなく、現在の状況に応じて検索され、想起され、「記憶」として再生される。

記憶は、現在という時間的契機を軸に、現在からみた過去の経験を対象とする記憶と、現在から未来を志向する記憶とに大きく区別することができる。

現在から過去を対象とする記憶の代表的な分類としては、保持時間の長さにより分類する方法や記憶内容によって分類する方法がある。

Squire の記憶分類では、大きく言語化やイメージ化が可能な陳述記憶 (declarative memory) とそれができない非陳述記憶 (non-declarative memory) に分類されている (Squire, 1978)。陳述記憶には、長期記憶となるエピソード記憶 (episodic memory) と意味記憶 (semantic memory) が含まれる (Tulving, 1972)。エピソード記憶は、ある特定の時間・空間に起こった個人の生活史や社会的出来事の記憶である。「1年前に病院に入院した」といった出来事の記憶がそれにあたる。藤井 (2010) は、エピソード記憶はその出来事を体験した時の状況 (周囲の状況)、すなわち時間・空間的文脈とともに記憶されていることが重要な特徴であると述べている。意味記憶は、いわゆる知識に相当した辞書のようなものである。たとえば「病院」に入院したという場合に、「病院」が「病気の治療を行う場所」「医師や看護師が働いている」など、知識そのものに関する記憶である。一方で、非陳述記憶とは、意識上に想起ができない記憶で、手続き記憶 (procedural memory) (学習された技能: 知覚・運動技能, 知覚技能, 認知技能など), プライミング, 条件反射などが含まれる (藤井, 2010)。

さらに、時間的契機による分類としては、脳損傷などによって記憶障害が発症した時点を中心とした区分がある。エピソード記憶の障害を中核症状とした病態を健忘症候群と呼

び、発症以前の体験に関する記憶障害を逆向健忘、発症後の体験に関する記憶障害を前向健忘に分けている。この2つには、時間勾配 (time gradient) が認められることがある。時間勾配とは、たとえば逆向健忘においては、発症時点に近い、より最近のことが想起しにくく、発症時点からより遠い、より古いできごとほど想起しやすい現象のことである (Russell, 1971; Seltzer & Benson, 1974; 山鳥, 2002)。交通事故による脳損傷などでは、「事故の直前のことは覚えていないが、10年前のことは思い出せる」という場合がある。また、文脈的情報に関する記憶では、とくに時間的順序に関する記憶が障害される脳損傷例も報告されている (Milner, Petrides, & Smith, 1985; Shimamura, Janowsky, & Squire, 1990)。

以上のように、これまでの記憶研究では、過去の体験に関する記憶について多くの議論がなされてきた。一方で、近年、現在と未来を志向する記憶である作業記憶 (ワーキングメモリ: working memory) や展望記憶 (prospective memory) が注目されている。これらの記憶は、現在進行形の課題に対応するための記憶として理解することができる。

Baddeley (1986) は、ワーキングメモリを「言語理解、学習、推論のような複雑な認知課題のために必要な情報の一時的な貯蔵や操作を提供するシステム」と定義している。具体的には、記憶内容を数秒から数十秒の間意識上に保持しつつ、その内容を操作する能力のことであり、これには数字を記銘したのちに逆順で想起すること (逆唱) や、繰り上がりのある暗算などが該当する。記憶内容は作業中は意識上にあり、作業終了後に意識から消失し、短期記憶同様に保持容量に限界がある。しかし、ワーキングメモリは短期記憶のように情報を保持するだけでなく、必要な場合にはその内容の更新や調整を行い、現在から未来に向けて学習した知識や経験を絶えず長期記憶から検索参照しながら、問題解決の方略を選択してゆくという目標志向的な性質をもつ (苧阪, 2003)。

展望記憶は、未来の課題達成のために用いられ、将来のある時点において、以前に行うことを意図した行為を想起・実行する能力であるとされる (Dalla Barba, 1993)。これは、計画した行為の内容を一旦意識の外に置き、手がかりが与えられるか、あるいは一定の時間が経過した後に、記憶された予定行為を想起し実行する能力だと言える (藤井, 2010)。たとえば、「9時に会社に電話をかける」という意図では、実行までその意図内容を保持し、予定の時間にタイミングよく意図を想起し実行する必要がある。展望記憶が障害され、約束の電話をかけることができなければ、社会生活に支障が生じることは明らかであり、日常生活を営む上で必要不可欠な記憶である。展望記憶は、過去の体験を思い出す能力に注

目した回想記憶 (retrospective memory) とは異なり、保持した意図をどのように現在そして未来に実現するかに関わる記憶である。われわれの生活では、覚えていた意図を適切なタイミングで想起できず、し忘れるということをしばしば経験する。これこそが展望記憶の障害であり、本研究では、この展望記憶の障害に焦点をあてて検討してゆく。

1-2. 展望記憶へのアプローチ

1-2-1. 展望記憶の歴史的背景

“prospective memory” (展望記憶) という用語が最初に使われたのは、葉書の返送課題において動機の影響を調べた Meacham & Singer (1977) の研究においてであるとされている (梅田, 小谷津, 1998)。展望記憶の歴史的経緯としては、類似の概念として「意図の記憶」が指摘されている (仲秋, 1999; 梅田, 小谷津, 1998)。展望記憶は、意図した内容を適切なタイミングで想起し実現するという過程を含んだ記憶であり、「意図はどのように想起されるのか」もしくは「意図はどのように忘れられるのか」という点に注目すれば、意図の記憶と共通する要素を含んでいると考えられる。意図の記憶の概念の記述として、古くは Freud (1901) が、さまざまなし忘れについて詳細な分析を行い、その原因が無意識的な過程や抑圧された情緒的なものにあると述べている (梅田, 小谷津, 1998)。Lewin (1926) は、意図が遂行される時は、緊張状態 *Spannungszustand* が形成され、動作の完了後、この緊張状態が解除されると想定し、心的状態における緊張系 *Spannungssystem* の働きを重視した (仲秋, 1999)。Lewin (1926) や彼の考えを継承し意図の記憶に関して実験的研究を行った Birenbaum (1930) は、意図を内的緊張という観点からとらえ、行為のし忘れをそれ以前の代理満足で説明しようとする理論は意図の記憶研究に大きな影響を与えたと言われている (梅田, 小谷津, 1998)。

その後、1970年代に至るまで、意図の記憶が注目されることは少なかったが、1970年代以降、あらためて展望記憶研究において意図の想起が問題にされるようになった。ちなみに、わが国では、“prospective memory” について、「展望記憶」(梅田, 小谷津, 1998)、「前方視的記憶」(仲秋, 吉田, 古川, 中西, 濱中, 1998)、「予定記憶」(山鳥, 2003)などのさまざまな訳語が用いられてきたが、1990年代後半から、「展望記憶」という用語を用いる研究が多くなっている。

これまでの展望記憶の代表的な研究方法としては、記憶研究において Neisser (1978) の

提言以来注目されるようになった日常的アプローチや、Einstein らを代表とする実験室的アプローチ (Einstein, Holland, McDaniel, & Gynn, 1992 ; Einstein, McDaniel, & Richardson, 1995) があり，さらに，実験室内で日常場面を想定した自然な課題を用いる方法もある。日常的アプローチでは，質問紙などで日常生活の展望記憶を評価する方法 (Crawford, Smith, Maylor, Sala, & Logie, 2003) や，電話をかける，あるいは手紙を投函するなど日常生活を想定した展望記憶課題が用いられる。これらの方法は，生態学的な妥当性が高いが，環境が統制できないなどの問題点も指摘されている (Cohen, 1993)。

日常場面を想定した実験室的アプローチも考案されている。Kvavilashvili (1987) は，実験参加者に，ある実験についてだけ教示しておき，その実験中に見その実験とは関係のない課題として展望記憶課題を埋め込む方法を用い，参加者に展望記憶の実験であると気づかせずに展望記憶の能力を調べた。また，Einstein et al. (1992, 1995) は，実験室で人工的な展望記憶課題を用いる方法として，「ある特定の単語が現れたら，キーボードのキーを押す」という，ある特定の事象に対してある特定の行為を行うという事象ベース課題と，「ある時間が来たらある行為を行う」という時間ベース課題を用いている。

1-2-2. 展望記憶と回想記憶

展望記憶とは，未来に行くことを意図した行為の記憶であり（「明日の 9 時に電話をかける」「昼食の後に，薬を飲む」），過去に行った行為の記憶である回想記憶（「昨日の 9 時に電話をかけた」「昼食の後に，薬を飲んだ」）とは異なる記憶として分類することができる (Brandimonte, Einstein, & McDaniel, 1996)。

梅田 (2009) は，回想記憶との違いとして，展望記憶の 3 つの条件をあげている。すなわち，展望記憶とは，(1) 記憶の対象が未来に行くことを意図した「行為」であること，(2) 行為を意図してからそれを実行に移すまでの間に，ある程度の「遅延期間」があること，(3) その遅延期間の間に，一度その意図の存在を意識しない状態になり，再度それを「タイミングよく自発的に想起」する必要があることである。

これまでの記憶障害の程度を調べる課題では，単語や物語の記銘や再生，再認を用い，回想記憶を測定する場合が多かった。しかし，展望記憶課題の成績と単語の再生テストや再認テスト，名前の想起課題の成績との間には相関がないことが報告されており (Maylor, 1996 ; Wilson, Cockburn, & Baddeley, 1985)，脳損傷者を対象とした報告でも，回想記憶に低下がみられない患者が展望記憶で障害を示すことから，展望記憶と回想記憶の乖離が

示されている (Cookbarn, 1995 ; Mathias & Mansfield, 2005)。こうしたことから、展望記憶と回想記憶とでは、異なる機能的な特徴があると考えられる。ただし、この回想記憶と展望記憶の区別の妥当性についてはさまざまな議論がなされており、区別の基準やそれぞれの記憶の概念については、必ずしも見解が一致しているとは言えない。ちなみに、展望記憶はある行為が符号化される際に、あとでそれがまた必要になるという情報とともに符号化される点が回想記憶との決定的な違いであるとした見解 (Sinnott, 1989) や、ある行為を意図してから実行するまでの期間を考えると、意図したのは過去であり、実行するのは未来であるため両者を明白には区分できないという主張もみられる (Baddeley & Wilkins, 1984)。

Einstein et al. (1992) は、展望記憶には展望的記憶構成要素 (なにかの行為を行うことの想起) と回想的記憶構成要素 (その行為の内容の想起) が含まれているという考え方を示している。展望記憶の要素として、梅田、小谷津 (1998) は、意図した行為があるということ自体の想起である「存在想起」と、意図した行為がなにかという「内容想起」の2つに注目し、検討を行っている。とくに存在想起は、意図したタイミングに、意図した内容を実現するための想起であり、展望記憶の特徴を理解するために重要であると考えられる。

1-2-3. 展望記憶課題—事象ベース課題と時間ベース課題—

これまでの展望記憶研究で用いられた実験室的アプローチの代表的な研究手法としては、事象ベース課題と時間ベース課題がある。Einstein & McDaniel (1990) は事象ベース課題を用いた実験を実施し、展望記憶課題として単語の短期記憶課題の施行中に、特定の単語が提示された時にコンピュータのキーを押すという特定の行為を行わせた。その結果、健常高齢者と若年者との成績に有意差は認められなかった。その後の研究の結果、1つの単語が現れたらキーを押すという単純な課題では、成績に年齢差がなく、4つの特定の単語のどれか1つが現れたらキーを押すという複雑な課題では、健常高齢者の検査成績が低下することが報告されている (Einstein et al., 1992)。Einstein らは、複雑な課題で高齢者群の成績が低下するというこの結果を、回想的記憶構成の要素の困難度が増すためであると解釈している。しかし、その後、Einstein らは、Maylor (1996) の指摘をふまえ、事象ベース課題での年齢差が符号化時よりも検索時の背景課題の困難度と強く関連するという結果を報告し、展望課題における検索はワーキングメモリの処理の限界と関連があ

ると述べている (Einstein, Smith, McDaniel, & Shaw, 1997)。

一方、時間ベース課題は、一定時間が経過したらある行為を行うという展望記憶課題である。Einstein et al. (1995) は、外的な手がかりにならないよう時計を気づきにくいように設置し、対象者に一定の時間 (5 分) ごとにコンピュータのキーを押すことを指示した。この課題の結果、事象ベース課題に比べ、時間ベース課題で高齢者の成績が著しく低下することが示された。この結果の原因として、梅田、小谷津 (1998) は、時間ベース課題に必要なモニタリングには自発性が要求されるが、加齢に伴って記憶の自発的処理能力が低下する (Craik, 1986) ために、モニタリングの頻度が減り、それが時間ベース課題の成績に年齢差を生じさせるという可能性と、加齢が時間知覚にネガティブな影響を及ぼすという可能性 (Einstein & McDaniel, 1996) があるとした。モニタリング機能に関しては、Harris & Wilkins (1982) も、時間ベース課題で良好な成績を示す被験者は、課題中に時計をみる回数 (time monitoring の回数) が多いことを報告している。また、高齢者は時間経過を過少に評価する傾向にあること、一方で時計をみる回数が多い被験者は、時間ベース課題の目標時間と反応時間のずれが小さいことも指摘されている (Einstein et al., 1995; Einstein & McDaniel, 1996)。若年者や壮年者、高齢者の時間認知を比較した研究では、年齢によって時間評価に差がみられることがしばしば報告されており (Block, Zakay, & Hancock, 1998; Coelho, Ferreira, & Dias, 2004; Espinasa-Fernández, Miró, Cano, & Buela-Casal, 2003)、時間ベース課題では展望記憶の成績が年齢の影響を受ける可能性が考えられる。

仲秋ら (1998) は、若年者と健常高齢者に処理水準の深さが異なる 2 つの付加課題を行わせ、事象ベース課題と時間ベース課題を実施した。その結果、高齢者では、付加課題として意味的判断課題を行いつつ時間ベースの課題を行う場合に、成績が有意に低かった。このことから、情報処理水準の深い意味的判断の付加課題を並行して行う場合に、加齢の影響を受けて、時間ベース課題の成績が低下しやすいと考えられる。事象ベース課題での年齢差の要因のひとつにワーキングメモリの容量の限界が挙げられるが、仲秋ら (1998) らは、時間ベース課題でこそワーキングメモリや注意資源が必要になるとしている。

以上のような実験室的アプローチによる展望記憶研究では、基本的には指示された意図内容が意識上にある時に展望記憶課題が実行される。しかし、日常生活における展望記憶を考慮した場合、行為を意図してからそれを実行に移すまでの間に、「遅延期間」があり、その遅延期間の間に、一度その意図の存在を意識しない状態になり、必要な場面において

「タイミングよく自発的に想起する」という側面があると考えられる（梅田，2010）。

こうした点をふまえ、実験室的アプローチでは明らかにされない展望記憶の側面を調べるために、日常場面を想定した展望記憶課題が考案されている。そのひとつは、日本版リバーミード記憶検査（綿森，原，宮森，2002）である。この検査には「持ち物」項目と「約束」項目があり、この2つによって展望記憶を調べる。「持ち物」項目では、検査者が患者の持ち物を1つ借りて隠し、検査の終わりに患者は自発的に「自分の持ち物を返してほしい」と言う必要があり、またそれをどこに隠したかを覚えておく必要がある。つまり、ブザー音のような明白な手がかりのない状況で、自発的に意図を想起できるかを調べる。「約束」項目では、検査開始20分後にタイマーが鳴ったら、約束した内容に関する質問をする。つまり、ある事象が起こったことを手がかりとして必要な行為を想起できるかを調べる。

リバーミード記憶検査と類似の方法として、梅田，加藤，三村，鹿島，小谷津（2000）は、番号札検査（あらかじめ対象者に検査が終わったら返すように指示し、番号札を渡す課題）とブザー課題（ブザーが鳴ったら手を叩くことを指示し、20分後にブザーが鳴るように設定する）を用いた研究を行っている。リバーミード記憶検査の「約束」と梅田ら（2000）のブザー課題は、明白な手がかりによって意図が想起できるかという展望記憶の能力を測定している。一方、「持ち物」と番号札検査は、ブザー音のような直接的に意図を喚起する手がかりはなく、「訓練終了時」という状況の手がかりから自発的に意図を想起できるかという展望記憶の能力を測定している（梅田ら，2000）。

展望記憶の事象ベース課題と時間ベース課題を比較した研究では、意図内容の想起の手がかりが、明白な手がかりによるものか、時間や場面のような推察やモニタリングを要するものかという違いにより、展望記憶の成績が異なることが示されている。時間ベース課題での意図内容の遂行には、時間認知に関わる能力も影響しており、この点についても明らかにしておく必要がある。

1-2-4. 展望記憶の機能的特性—存在想起と内容想起—

梅田ら（梅田，小谷津，1998；梅田，2000）は、展望記憶では、その本質的要素は、「あらかじめ意図した行為を適切な状況下で、タイミングよく自発的に想起すること」であり、そこには意図した行為内容の保持に関わる要因と、タイミングよく自発的に想起することに関わる要因が含まれるとしている。彼らは、これらを意図した行為があるということ自

体の想起である「存在想起」と意図した行為がなにかという「内容想起」の2つに分けて理論的に検討を行っている。ここで重要なのは、存在想起は、状況から意図があったことを自発的に想起する必要がある、想起のタイミングが問題になるのに対し、内容想起は存在想起が手がかりとなる想起であるという点である。すなわち、「出勤前にポストに手紙を投函する」という意図に対し、ポストが見えた時点で、なにかしなければならぬ意図があったことを想起し（存在想起）、その意図が投函することだと想起する（内容想起）必要がある。この際には、まずブザーのような明白な外的手がかりがない状況において、周囲の状況から、なにか用件があったという「検索モード」(Tulving, 1983)に入り、意図内容を想起する必要がある。存在想起は、あまり目立たない状況の手がかりであっても、「検索モード」に入ることのできる外的な状況に対する敏感さ(梅田, 小谷津, 1998)や「なにか自分にはやらなければならないことがあった」という自己の状態に関するアウェアネス(Umeda, Kurosaki, Terasawa, Kato, & Miyahara, 2011)が重要になると考えられる。

一方、内容想起は、展望記憶の回想的記憶構成の要素として捉えることができ(Einstein et al., 1992)、記憶情報の保持・記銘・想起の全般的な記憶活動と関連していることが考えられる(黒崎, 梅田, 寺澤, 加藤, 辰巳, 2010)。梅田ら(2000)は、コルサコフ症候群の展望記憶を調べ、ブザー課題のような明白な手がかりに結びついた意図の想起において、存在想起はそれほど低下していないにもかかわらず、内容錯誤(ブザーが鳴ったら手を叩く約束にもかかわらず、番号札を出すなどの予定と違う行為を行うなど)が多くみられるという結果を示し、それがコルサコフ症候群に特徴的な作話傾向と関連があると考察した。つまり、エピソード記憶などの回想記憶の障害は、展望記憶の意図内容の錯誤を引き起こす可能性があり、内容想起には、意図内容を適切に記銘・保持し、さらに保持した内容を文脈を誤らずに、意図した場面でスムーズに想起するという能力が必要となる。展望記憶の存在想起と内容想起の2つの構成要素は、それぞれの機能的特徴が異なり、展望記憶に関する議論は、この点を考慮する必要がある。

1-3. 展望記憶の認知的処理と脳機能—神経心理学的アプローチによる展望記憶研究—

これまで脳損傷者を対象とした展望記憶研究では、アルツハイマー型認知症(Huppert & Beardsall, 1993)、側頭葉性健忘(Umeda, Nagumo, & Kato, 2006)、コルサコフ症候群(Brunfaut, Vanoverberghe, & d'Ydewalle, 2000; 梅田ら, 2000)、前頭葉損傷例(Cockburn,

1995 ; Shallice & Burgess, 1991 ; Shimamura, Janowsky, & Squire, 1991), 脳外傷例 (Kliegel, Eschen, & Thöne-Otto, 2004 ; Mathias & Mansfield, 2005 ; Shallice & Burgess, 1991 ; Raskin & Sohlberg, 1996) があつかわれてきた。また、軽度認知症患者と健常者の成績の差が回想記憶より展望記憶で顕著であることから、展望記憶の成績は初期段階の認知症を検出する優れた指標であるという指摘がある (Huppert & Beardsall, 1993)。さらに、回想記憶が正常範囲内にあり遂行機能障害を伴う脳外傷者が展望記憶課題に低下を示すことから、展望記憶と回想記憶の乖離も示唆されている (Mathias & Mansfield, 2005)。

局部脳損傷者の展望記憶の神経基盤に関する研究では、従来、前頭葉との関連が指摘されている (Cockburn, 1995 ; Shallice & Burgess, 1991 ; Shimamura, Janowsky, & Squire, 1991)。Cockburn (1995) は、両側前頭葉損傷の患者に複数の記憶検査を行い、回想記憶課題では良い成績を示したにもかかわらず、「ある時間が経過したら、継続中の行為をやめて次の行為に移る」というタイプの展望記憶課題にのみ選択的な成績低下を示すことを報告した。Shallice & Burgess (1991) は、あらかじめ指定した物品を実際にショッピングエリアで購入させる課題を用い、複数の前頭葉損傷例に共通してみられた特徴として、課題の終了後にはその課題のルールや制約を想起することができるが、課題遂行中はそれらに従うことができないことを指摘した。これらの結果について、梅田 (2009) は、(1) 前頭葉の損傷に伴って、自己の状態に関するモニタリング機能が低下し、(2) それが想起すべき情報に対する親近感を高める機会を抑制し、(3) 結果として、意図した行為をタイミングよく想起することができないという現象を導いたのではないかと推察している。

さらに展望記憶の存在想起や内容想起の2つの構成要素に注目した研究では、それぞれの神経基盤を明らかにする試みがなされている (前島, 種村, 大沢, 川原田, 山田, 2006 ; 梅田ら, 2000 ; Umeda, Nagumo, & Kato, 2006)。まず、存在想起については前頭葉内側部 (Cockburn, 1995) が注目され、展望記憶の内容想起に関しては、側頭葉と前頭葉の関与 (前島, 種村, 大沢, 川原田, 山田, 2006) や、側頭葉内側部 (前島ら, 2006 ; Umeda et al., 2006), コルサコフ症候群の責任病変である視床背内側核, 乳頭体を中心とする間脳と前頭葉の一部 (Brunfaut et al., 2000 ; 梅田ら, 2000) などの関与が示唆されている。

近年の機能的MRI (fMRI : functional magnetic resonance imaging) など脳機能画像を用いた研究でも、展望記憶における前頭葉の関与が注目されており、とくに両側前頭前野吻側部 (rostral PFC)(BA10 : Brodmann area's 10), 右前頭葉外側部 (Burgess, Quayle, & Frith, 2001 ; Burgess, Scott, & Frith, 2003 ; Simons, Schölvink, Gilbert,

Frith, & Burgess, 2006) の役割について検討がなされている。前頭前野側部は、展望記憶の意図が持続する際に関与することが指摘されている (Burgess et al., 2001)。さらに BA10 内側部は内的に生起された思考の抑制に関する機能を担っており、BA10 外側部が意図の維持に関与するとする見解もある (Burgess et al., 2003)。また、前頭葉背外側部 (BA9) や前頭葉腹側部 (BA46) が、2重の認知的操作や情報維持プロセスに関わるという報告もされている (Okuda, Fujii, Yamadori, Kawashima, Tsukiura, Fukatsu, Suzuki, Ito, & Fukuda, 1998)。

脳機能画像技術などの進歩により、展望記憶の神経基盤が徐々に解明されつつあるが、脳損傷例を対象とした研究では、前頭葉のどの部位が展望記憶により重要な役割を果たすかについて、十分な知見は蓄積されておらず、今後の更なる検討が求められている。

1-4. 展望記憶の発達と加齢の影響

展望記憶の発達の側面を検討した研究では、3歳ごろには展望記憶の能力が発現するようになり (Wang, Kiegel, Liu, & Yang, 2008)、3歳の幼児より5歳の幼児のほうが展望記憶の成績が良いことや、幼児では動機や外的な手がかりの影響がないという報告がある (Guajardo & Best, 2000)。4歳、5歳の幼児に比べ7歳児の展望記憶の成績は良いが、年齢の効果は大きくなく、干渉や回想記憶の要因を統制すると、有意な予測変数とはならないことが示されている (Kvavilashvili, Messer, & Ebdon, 2001)。幼児の展望記憶は、同時に遂行される並列課題の干渉の影響を受けやすく、並列課題において要求される抑制が展望記憶の遂行に重要であるという報告もみられる (Wang et al., 2008)。展望記憶と回想記憶については、幼児においてなんらかの関連があるとする研究 (Guajardo & Best, 2000; Wang et al., 2008) と関連がないとする報告 (Kvavilashvili et al., 2001) がみられる。これまでの研究から、おおむね3歳ごろには展望記憶の能力が観察されるようになり、5歳ごろには一定のレベルの能力が獲得されると考えられる。また、幼児から児童までを対象とした展望記憶研究では、興味の度合い、手がかり、文脈などの効果に関してはまだ一貫した見解は得られておらず、その理由のひとつとして、ワーキングメモリの発達と展望記憶の遂行がどの程度関連しているかなどが不明であることなどが指摘されている (梅田, 2003)。さらに、展望記憶は、約束事を守るという社会的適応に必要な要素を含んでおり、動機づけや実験室と日常場面など環境による違いなども視野に入れた議論が必要であると考えられる。

展望記憶における加齢の影響については、近年、高齢者の展望記憶の成績が実験室と日常場面で乖離を示すことが指摘されている。すなわち、高齢者は、実験室では展望記憶の成績が低下するが、日常場面を想定した展望記憶課題では若年者に比べ低下しない、あるいは優れているという報告がある (Devolder, Brigham, & Pressley, 1990 ; Martin & Park, 2003 ; 増本, 林, 藤田, 2007 ; Park, Hertzog, Leventhal, Morrell, Leventhal, Birchmore, Martin, & Bennett, 1999)。実験室における展望記憶課題の成績の低下は、加齢に伴う回想記憶の低下の影響であるとする指摘 (Herry, Martin, Simmons-D'Gerolamo, Pinkston, Griffing, & Gouvier, 2001) があるほか、回想的記憶の負荷の高さと課題の複雑性の増加が高齢者の展望記憶課題の成績を低下させること (Einstein & McDaniel, 1996) が理由として挙げられている。

一方で、日常場面を想定した展望記憶課題としては、一定期間後に電話をかけさせる課題 (Devolder, Brigham, & Pressley, 1990 ; 増本, 林, 藤田, 2007)、実験者に葉書を送る課題 (Patton & Meit, 1993) や、実際の服薬行動 (Park, Hertzog, Leventhal, Morrell, Leventhal, Birchmore, Martin, & Bennett, 1999) において、高齢者が若年者に比べて課題成績が低下しないことが報告されている。これらの理由としては、若年者と高齢者とは、展望記憶課題をうまく遂行しようとする動機づけの違いが影響しているとする主張 (Moscovitch, 1982 ; Patton & Meit, 1993) や、高齢者は、記憶を誤りやすいと自覚しているために、想起を促すための外的補助などの手がかり (リマインダー) をよく使用するという見解がある (Craig & Kerr, 1996)。

ただし、動機づけの違いについては、その測定の難しさなどから十分な実証はなされておらず、いまだ検討の余地がある。外的補助の活用の及ぼす影響についても、外的補助を用いないという状況でも高齢者の展望記憶が低下しないとする報告もあり (Park et al., 1999 ; Rendell & Craig, 2000)、高齢者が日常場面において展望記憶が低下しない要因については、十分な解明はなされていない状況にある。注目されるのは、回想記憶をはじめとした認知機能の低下を伴う高齢者において、展望記憶が低下しないという事実である。この事実は、展望記憶が回想記憶とは異なる記憶であることを示している。高齢者の展望記憶については、今後、社会的要素や動機づけなどの心理的側面も視野に入れた検討が必要である。

第2節 時間認知に関する先行研究

2-1. 時間認知研究の歴史的背景

人がどのように時間を認知するかという問題は、古くから文学、哲学、生物学、物理学、心理学などさまざまな領域の研究者の関心を引いてきた。心理学の領域では、19世紀後半から、時間を「脳内痕跡 (brain traces)」の衰退や「記憶の多要素性」と関係づけようとした James (1890) や内観的観察を強調した Titchener (1905)、Weber の法則が時間に適用できるか否かを決定しようとした Woodrow (1951) などの研究がある (Ornstein, 1969)。

従来、時間評価研究では、時間の長さに基づいて時間知覚と時間評価に区別しており、100 ミリ秒～5 秒以内の時間の長さを時間知覚 (time perception)、それ以上の長さを時間評価 (time estimation) と呼んでいる (Fraisse, 1984)。これは、時間知覚と時間評価では、認知的処理や関与する神経基盤が異なると考えられているからである。時間知覚は、ほかの感覚、たとえば視覚、聴覚や触覚などと比べて特異的であるとされる。これは、一般に知覚が成立するにはそのための感覚器官があり、それを成立させるための適刺激が存在し、その情報が神経系を経て、大脳皮質の特定部位に伝達されるのに対し、時間知覚の場合は、それを成立させる適刺激も、外部に露出した感覚器官も存在しないからである (松田, 1996)。また、松田 (1996) は、時間知覚では、言語野、視覚野、聴覚野のような「時間野」の存在は証明されておらず、時間知覚を成立させる感覚器官も確認されていないことを理由に、時間知覚は単なる感覚ではなく、さまざまな感覚モダリティを経由し、大脳の高次の認知過程によって処理されているとした。田中、国松、大前 (2013) も、時間の長さそのものを検出する感覚器官は存在しないため、時間の知覚は、脳内で作り出された内部情報を観測することによって初めて生じるものであり、メタ認知の要素が大きいことを指摘している。最近の研究では、秒以下の時間情報は感覚モダリティや効果器などによって、ある程度独立して処理されることが示されているが (田中, 2013)、処理された時間情報がどのように認知されるかの解明には至っていない。

これまでの時間知覚および時間評価研究では、感覚的処理モデル、認知的処理モデルや統合的モデルなどいくつかのモデルが提示されてきた。感覚的処理モデルでは、なんらかの内的なタイマーや内的時計、あるいは内的なペースメーカーを仮定し、これらに基づいて心理的時間を理解しようとする試みであり、この考え方は神経生理学的な研究のみならず (Gibbon, Malapani, Dale, & Gallistel, 1997; Nichelli, 1993a)、認知的モデルにおいて

も取り入れられている (Block & Zakay, 1996 ; 加藤, 2005)。

神経生理学も含めたさまざまな領域においても、時間処理の基盤を探る研究が行われており、近年では、時間知覚に影響を与えるドーパミンなどの神経伝達物質の調整機能に注目した報告などもある (Balci, Wiener, Çavdaroğlu, & Coslett, 2013 ; Lake & Meck, 2013)。また、時間情報がどのように認知的に処理されるかについても、さまざまなモデルを用いて議論が行われている。

感覚的処理と認知的処理の統合的モデルとしては、Thomas & Weaver (1975) のモデルがある。このモデルは、情報処理に要した時間と知覚された時間との線型対応を仮定し、記憶を要求したほうが記憶を要求しない場合より情報処理に要する時間が長くなると考えられている。

認知的処理モデルの代表としては、記憶に蓄積されている情報量を増加させると、その時間が長くなるという Ornstein (1969) の蓄積量仮説 (storage size model) や、記憶における文脈の変化が時間認知に影響するとする仮説がある (Block, 1990)。そのほか時間認知に重要となる認知機能として注意機能やワーキングメモリに注目したモデルとして、注意ゲートモデル (Zakay & Block, 1997) があり、注意資源 (attentional resources) が外界の出来事と時間評価に分配され、時間評価中に他の課題を並行して行くと、その持続時間はより短く評価されると仮定している (三村, 矢野, 2008)。このモデルは、内的なペースメーカーとの関連を想定しており、注意資源は外界の出来事と時間評価に分配され、時間評価は、内的なペースメーカーが発するパルスを認知カウンターが蓄積することにより行われる。時間経過への注意配分の効果は、注意ゲートの働きにより、注意が経過時間に向けられると、ゲートが開き、ペースメーカーからのパルスが認知カウンターを通過する。伝達されるパルスの量は、パルスの頻度と注意によるゲートの開放の程度とにより決定される。そのため、時間評価中に、他の課題を並行して行くと、ゲート開放量が少なくパルスが蓄積する速度が低下するため、その持続時間がより短く評価される (Block & Zakay, 1996 ; 加藤, 2005)。

また、注意ゲートモデルに類似した時間評価モデルとして、ワーキングメモリモデルも提唱されている (Fortin & Breton, 1995)。このモデルでは、ワーキングメモリ内の能動的処理が時間推測に干渉するとされる (三村, 矢野, 2008)。

以上のように、時間知覚と時間評価に関しては、さまざまな観点から研究が行われてきているが、現段階では、時間知覚と時間認知の生理的基盤や脳神経基盤に関する情報は

限られており、実証的なデータが求められている。

2-2. 時間認知に関する実験心理学的アプローチによる研究

これまで、健常者を対象とした実験心理学的な時間評価研究では、時間評価方法、時間評価のパラダイム、評価する時間間隔の長さなどの違いによって関与する認知過程が異なることが指摘されている (Zakay & Block, 1993, 1997)。

代表的な時間評価の方法としては、対象者に一定の長さの時間を提示し、その長さを産生させる時間産生法 (time production)、対象者が時間を経験した後に時間を再生させる時間再生法 (time reproduction)、経過した時間間隔を言語的に評価する言語的時間評価法 (verbal time estimation) などがある。時間再生法や言語的時間評価法では、評価対象時間をいったん記憶中に保持しなければならないが、時間産生法では評価対象時間に直接的に注意を向けることになり、非時間的課題が時間評価の認知過程に及ぼす影響が異なる形で表れると考えられている。

時間評価のパラダイムとしては、予期的時間評価 (prospective time estimation) と回顧的時間評価 (retrospective time estimation) の2つが挙げられる。予期的時間評価では、対象者はあらかじめ時間評価を行うことを教示される。このため時間評価を開始する前に、対象者は評価する時間間隔を知っており、時間経過に対して注意を向け、能動的に認知的処理を行い、注意に依存した時間評価が行われると考えられる。一方、回顧的時間評価では、対象者が時間経過を経験した後に、時間を評価するため、時間経過に対して意識を向ける程度は低く、時間過程において経験した非時間処理の記憶に基づいて評価が行われると考えられる (篠原, 2002; Zakay & Block, 1993)。このように、予期的時間評価と回顧的時間評価には異なる認知過程が関与していると想定される (Zakay & Block, 2004)。

これまでの心理学的な時間評価研究から、時間評価に影響することが指摘されているおもな要因をまとめると、以下の通りとなる。(1) 時間評価の方法 (時間産生法、言語的時間評価法、時間再生法、時間比較法など)、(2) 対象となる時間の長さ、(3) 対象時間における時間評価の方法と並行して要求される情報処理の内容、(4) 時間評価パラダイムの性質 (例: 予期的時間評価、回顧的時間評価) (Hicks, Miller, & Kinsbourne, 1976; Zakay & Block, 1993)。さらに時間経過において遂行される並列課題の内容が、時間評価に影響を与えることも指摘されており (篠原, 2002)、能動的処理と自動的処理の違いが重要となることが示唆されている。時間産生法では、非時間情報処理の時間だけ産生時間は長くな

ることが報告されており (Marmaras, Vassilakis, & Dounias, 1995 ; 篠原, 2002), 並列課題がより能動的処理を必要とする場合に, 産生時間が長くなると考えられる。また, 産生法では, 時間産生中に遂行される非時間処理により産生時間は長くなるが, 再生法と言語評価法の場合には, 後に再生される時間や言語評価時間が短くなることも報告されている (篠原, 2002)。

時間間隔の処理に関する心理学的モデルについては前節で述べた通りであるが, 注意ゲートモデル (Zakay & Block, 1997) では, 時間経過に向ける注意と評価時間内に行われる並列課題に向けられる注意資源の分配によって時間の長さが評価されると仮定されており, 時間評価中に, 並列課題に多くの注意資源が分配されると, 時間経過そのものに対する注意が減少するため, 言語的時間評価法では実際の体験時間を短く推測し, 時間産生法では長く時間を産生することになると説明される。このように, 時間評価に関する実験心理学的研究では, 時間評価がどのような認知的処理過程によって行われているかが問題にされている。

2-3. 時間の認知的処理と脳機能—神経心理学的アプローチによる時間評価研究—

脳損傷後には, 時間に関係した症状 (たとえば, 時間を正確に把握していない, 時間に合わせた行動が困難になるなど) がしばしば観察される。こうしたことから, 脳損傷部位と時間評価には関連があり, 脳内時間評価機能や時間情報の処理に障害が生じていることが想定される。時間評価に重要な役割を果たす脳損傷部位としては, 側頭葉内側部 (Perbal, Ehrle, Samson, Baulac, & Pouthas, 2001 ; Richards, 1973 ; Vidalaki, Ho, Bradshoaw, & Szabadi, 1999), 前頭葉 (Binkofski & Block, 1996 ; Gunstad, Cohen, Paul, Luyster, & Gordon, 2006 ; Harrington, Haaland, & Knight, 1998 ; Mangels, Ivry, & Shimizu, 1998 ; Mimura, Kinsboutne, & O'Conner, 2000), 補足運動野 (Harrington et al., 1998), 基底核 (Harrington & Haaland, 1999 ; Wild-Wall, Willemsen, Falkenstein, & Beste, 2008) などが考えられている。

時間評価の認知的処理とその脳神経基盤について, 各脳部位ごとの特徴をみてゆくと, 両側側頭葉損傷を有する健忘症患者においては, 時間再生法では 20 秒以上の時間間隔を短く再生することが報告されている (Richards, 1973)。また, 健忘症患者は, 短い間隔を正確に判断することができるのに対して, 長い間隔を過少に推測することも指摘されてい

る (Perbal, Pouthas, & Linden, 2000 ; Williams, Medwedeff, & Haban, 1989)。健忘症患者における時間的処理の障害についての報告では、時間の評価が記憶に依存することが示されている (Richards, 1973 ; Williams et al., 1989)。

前頭葉損傷に関しては, Nichelli, Venneri, Molinari, Tavani, & Grafman (1993) は, 重篤な前頭前野損傷を有する健忘症患者では時間を過大評価することを報告している。彼らは, ワーキングメモリと参照記憶の障害から前頭葉損傷による健忘症患者では, 時間の過大評価が生じると推察している。Shaw & Aggleton (1993) は, 時間間隔の判断を実行する能力には, 正確な記憶は必要ではなく, それが前頭葉機能と関連していることを示唆した。前頭葉と時間評価に関しては, Harrington et al. (1998) は, 脳損傷者に 1 秒以下の時間知覚の課題を実施し, 右側の前頭葉-下頭頂ネットワークが重要であり, 時間への注意やワーキングメモリの関与を主張している。また, 前頭葉損傷例と間脳性健忘の代表であるコルサコフ症候群の研究では, ワーキングメモリとエピソード記憶は, 時間推測においてそれぞれ別の役割を果たすことが指摘されている。すなわち, 前頭葉機能低下と関連したワーキングメモリの低下は, 30 秒以内の持続時間において言語性の時間推測の障害 (過大評価) を引き起こし, 一方, コルサコフ症候群にみられるエピソード性の想起の障害は, 30 秒以上の持続時間における時間推測の障害 (過小評価) を引き起こすことが指摘されている (Mimura et al., 2000)。これより, より短い時間の評価には, ワーキングメモリの役割が大きく, より長い時間の評価にはエピソード記憶の関与が大きいと考えられている (三村, 矢野, 2008)。

その他, 小脳と基底核の関与も示唆されており (Mangels & Shimizu, 1998 ; Rubia & Smith, 2004), 400 ミリ秒と 4 秒との時間評価課題の結果から, 小脳損傷例では両方の課題において成績が低下し, 前頭前野損傷例では, 4 秒の課題でのみ低下がみられるとする報告がある (Mangels & Shimizu, 1998)。大脳基底核と小脳では, 処理する時間間隔が異なることが指摘されており, おおむね大脳基底核は秒以上, 小脳は秒以下のとくに運動タイミングの調整に関与すると考えられている (Mauk & Buonomoano, 2004)。

このように時間評価の神経心理学的研究は, 注意, ワーキングメモリ, エピソード記憶, タイミングなど多様な機能の関与を示唆している。しかしながら, 人間の脳の働きと時間評価との関連についての神経心理学的知見は現在蓄積されつつあるものの, その脳神経基盤については, まだ十分に解明されているとは言い難い。

2-4. 高齢者および認知症高齢者における時間評価

Block, Zakay, & Hancock (1998) は、健常者を対象に若年者と高齢者の特徴を分析し、高齢者は言語的時間評価において時間を長く評価し、時間産生法（無課題）においては時間を短く評価することを報告した。この報告では、注意資源などとの関連を検討し、注意配分による影響がより重要であることを指摘している。Espinasa-Fernández et al. (2003) は、8歳から70歳までを対象者にして、10秒、1分、5分の時間産生法（無課題）を実施した。年齢の影響は、1分の課題において、11歳～40歳の年齢群は61歳以上の年齢群との比較で有意差が認められ、5分の課題では11歳～60歳までの年齢群は61歳以上の年齢群と有意差がみられ、いずれも年齢が高い群が過小評価していた。また、Coelho, Ferreira, & Dias (2004) は、15～40歳、41～64歳、65～80歳の3つの年齢群に60秒以下の時間産生課題を実施し、年齢が高くなるにつれ産生時間が短くなることを報告し、それが体内時計の加速と関連していると推測している。一方で、高齢者は健常若年者と比べ120秒以下の言語性時間評価課題で時間を短く評価し、時間産生では長く評価するという報告もある (Craig & Hay, 1999)。

認知症患者を対象とした時間評価研究として、Rueda & Schmitter-Edgecomb (2009) は、軽度認知障害群とアルツハイマー型認知症患者群、健常統制群に言語的時間評価（60秒以下）を実施している。その結果、軽度認知障害群では長い時間間隔（45～60秒）で過小評価したが、短い時間間隔（10～25秒）では過小評価をしなかった。アルツハイマー型認知症群では、時間間隔の長さによる違いはみられず、このことからアルツハイマー型認知症では、エピソード記憶は時間評価において重要な役割を果たしていないと推測される。

以上のように、高齢者および認知症高齢者の時間評価は、健常統制群や若年健常群とは異なることが指摘されているが、過小評価・過大評価両方の報告がなされており、見解の一致が得られていない。高齢者および認知症高齢者の時間評価に関与すると指摘されている認知機能としては、記憶や注意、ワーキングメモリなどが挙げられる。しかし、評価される時間間隔や時間評価法、並列課題の内容などによっても、重要となる認知機能には違いがあり、用いられた時間評価の手法と認知的処理の関連について、より詳細な検討が必要である。

2-5. 時間認知と発達

次に、時間認知の発達研究について概観してみる。3歳、4歳といった幼児でも、適切

な学習場面が与えられれば、10秒前後の時間の長さを正しく評価することが学習できることが指摘されており、これには年少児ほど学習に時間がかかり、6歳ぐらいまで進歩することが報告されている（松田，1996）。Espinasa-Fernández et al. (2003) は、実験参加者を8歳から70歳まで7群に分け、無課題の条件で10秒、1分、5分の時間産生を調べている。その結果、10秒の時間産生では年齢による効果がみられず、5分の時間産生課題において8～10歳の群は、11～20歳、21～30歳の群より有意に短い時間を産生したが、31～70歳の群との有意差はみられなかった。以上から、10秒程度の時間評価では、8歳ごろには若年者や壮年者とおおむね同様の反応を示すと考えられる。

経過時間中の並列課題（非時間課題）が時間評価に与える影響については、Gauiter & Droit-Volet (2002) が、高い注意機能を要求する課題と低い注意機能を要求する課題を2重課題として用い、5歳児と8歳児で6秒と12秒の時間再生を調べている。その結果、どちらの年齢の児童でも、2重課題では単独課題よりも短く時間を再生する傾向がみられた。とくに8歳児に比べ5歳児でその傾向が強く、さらに5歳児では単独課題に比べ高い注意機能および低い注意機能を要求する両方の2重課題において再生時間が短く、8歳児では高い注意機能を要求する2重課題と単独課題の比較においてのみ有意に時間再生が短くなることが示された。一方で、2重課題の与える影響については、6歳、9歳、12歳の児童の比較において、6歳児は9歳児や12歳児より注意の干渉を受けることが少ないとする報告もみられる（Arlin, 1986）。松田（1996）は、経過時間中の刺激によって時間を長く感じたり短く感じたりする影響の受けやすさは、3歳から8歳になるまでほとんど変わりなく強く、それ以降は急速に弱まり、経過時間中の出来事に影響されない一定の時間認知の傾向を示すことを指摘している。

神経心理学的研究からは、前頭前野の発達によって、時間知覚の敏感さが増加することが指摘されており（Droit-Volet, 2013）、注意資源の活用状況と関連して、5歳児から8歳児は20代の若年者より、とくに視覚的なタイミングにおいて注意のスイッチを制御することが困難であり、経過時間に注意を維持することが難しいと考えられている（Droit-Volet & Meck, 2007）。多くの報告が、発達に伴う注意資源の制御が時間知覚に影響する可能性を指摘しているが、これは、対象時間が数秒程度と比較的短い時間間隔であったために（Arlin, 1986；Droit-Volet, 2013；Droit-Volet & Meck, 2007；Gauiter & Droit-Volet, 2002）、注意機能の影響が顕著となった可能性が考えられる。また並列課題を用いた実験では、その刺激の内容によっても結果が異なるため、時間間隔や用いられる並

列課題などもふまえた議論が必要である。

第3節 認知機能と脳神経基盤

3-1. 認知機能と脳神経基盤

われわれの言語活動や記憶，注意，行為，感情や思考などのさまざまな認知的活動は，なんらかの脳のはたらきによって成り立っている。それぞれの認知機能には重要となる脳神経基盤が存在し，脳の神経基盤と認知機能との関連を明らかにすることが，神経心理学の領域における主要な研究テーマのひとつである。ここから導き出された知見は，脳損傷患者の治療やリハビリテーションにおいて重要な情報を提供する。

人間の脳は，大きくは4領域，すなわち前頭葉，側頭葉，頭頂葉，後頭葉に分けられる（図1参照）。前頭葉は外側面のシルヴィウス裂（外側溝）の前方かつ中心溝の前方に位置し，中心溝後方が頭頂葉，シルヴィウス裂の後方が側頭葉となる。頭頂葉は，内側面の頭頂後葉溝が後頭葉との境界とされ，シルヴィウス裂後端と後頭極を結ぶ線で側頭葉と分けられる。

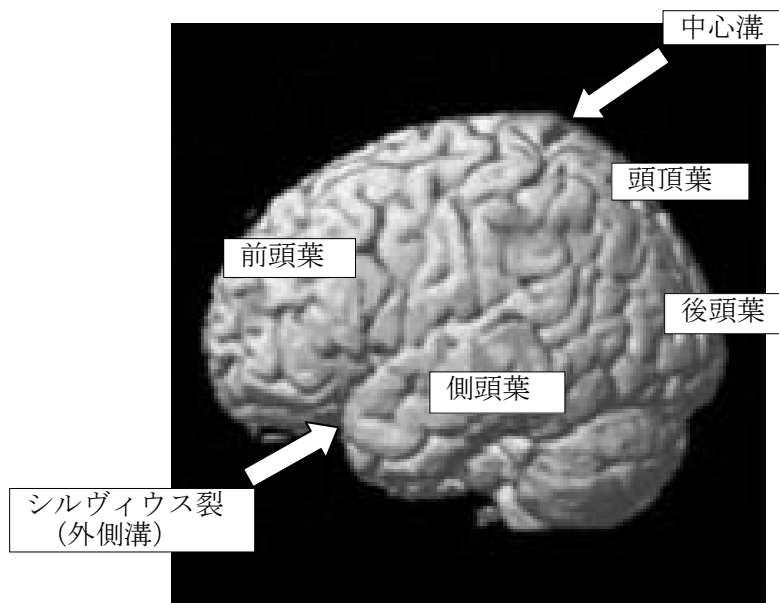


図1 大脳の4つの領域

認知機能では左右の大脳半球の働きに差があることが知られており，その代表が言語機能である。言語機能に関しては，従来，右利きの人の98～99%が左半球に言語機能が局在することが報告されている（竹内，1998）。言語野として有名なのは，左半球の前頭葉下

部のブローカ領野や、側頭葉（上側頭葉後部）にあるウェルニッケ領野であり、前者の前頭葉の中心前回を含んだブローカ野が非流暢性失語に深く関わっており、古典的には失構音を含んだ発語表出の減少やプロソディの異常を呈するブローカ失語が生じるとされる。またウェルニッケ領野の損傷では、発話量が多いが錯語などの誤りがみられ、聴覚的理解も不正確なウェルニッケ失語が生じることが報告されている。文字の読み書きには、側頭葉、頭頂葉、後頭葉や縁上回や角回やその連結部が関与していることが多くの研究から示されており（櫻井，2011）、書字障害は前頭葉損傷によっても生じることが報告されている（Exner, 1881）。

言語機能以外の前頭葉の機能は、注意やワーキングメモリ、長期記憶、思考、情動などに関与していると考えられ、人間の認知や行動における統合的な役割を担っている可能性が考えられている。前頭葉は、おおまかに前頭葉背外側部（DLPFC：dorsolateral prefrontal cortex）、前頭葉（背）内側部（MPFC：medial prefrontal cortex）、前頭葉腹外側部（VLPFC：ventrolateral prefrontal cortex）、前頭葉眼窩部（腹内側部）（OFC：orbitofrontal frontal cortex）の4つの領域に区分される（図2）。これらの4つの領域は、それぞれが神経連絡をする皮質の構造および連絡領域の分布が違い、人間の認知・行動との関連でも、異なった役割を果たすと考えられる。現在、前頭葉の脳神経基盤については詳細な検討がなされている（詳しくは後述する）。

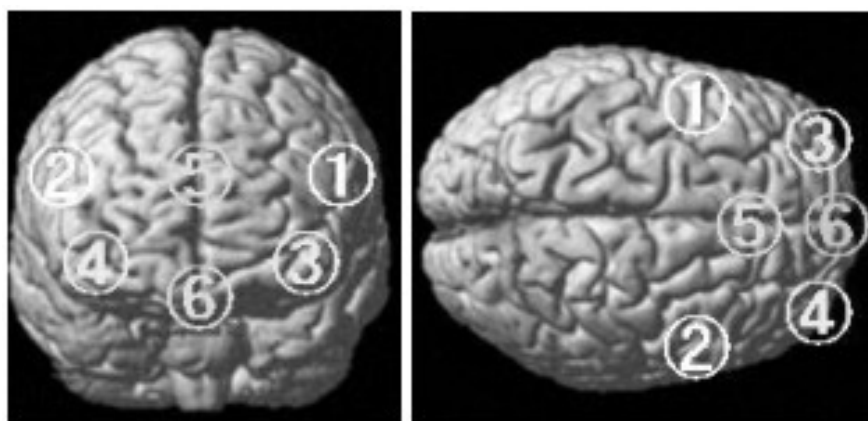


図2 左：頭部正面から撮影 右：頭部上方から撮影

- ①左前頭葉背外側部（Left DLPFC）、②右前頭葉背外側部（Right DLPFC）
- ③左前頭葉腹外側部（Left VLPFC）、④右前頭葉腹外側部（Right DLPFC）
- ⑤前頭葉（背）内側部（Medial PFC）、⑥前頭葉眼窩部（腹内側部）（Orbital FC）

その他の脳領域の認知機能を簡単に述べると、従来、側頭葉のとくに内側部（海馬）は長期記憶や意味記憶に重要な役割を果たしていることが指摘されており、代表的な症例として、両側側頭葉を切除し健忘症を呈した H.M. の例がある (Scoville & Milner, 1957)。また、側頭葉の上側頭回は、2つの視覚処理経路に関与し、物体の処理に関わる腹側経路と空間情報処理に関わる背側経路の合流点であり、高次視覚情報処理を担っているという指摘もある (Ungerleider & Mishkin, 1982)。さらに、視線の動きや言語的・非言語的な口の動きなど生物学的な動きの刺激呈示を受けると上側頭回が特異的に活動することが、機能的 MRI (fMRI) などでの脳賦活研究において示されている (Puce, Allison, Bentin, Gore, & McCarthy, 1998)。頭頂葉には体性感覚の情報を処理する第一次体性感覚野があり、視覚情報および視覚情報による空間情報処理に関与し、自己身体感覚や感覚運動の制御なども行っている (村田, 2009)。同部位の損傷による代表的な症状としては、まとまりのある形態を構成することや、部分を空間的に配置する行為能力の障害である構成障害 (失行) (Kleist, 1934)、習慣的行為や言語命令や模倣命令に応じて行為を遂行することができなくなる観念運動失行 (Liepmann, 1908)、自己の身体認知の障害である身体失認や病態失認などが観察される。後頭葉はおもに視覚認知や視空間認知に関与しており、同部位のとくに両側損傷では、視覚失認が生じる。古くは要素的な視覚が保たれているのに (光の強弱、対象の大小、色彩弁別、運動の方向性など)、形態知覚が成立しない統覚型視覚失認 (Lissauer, 1890) や、視覚表象 (percept) は成立しているが視覚表象の意味がわからない連合型視覚失認が報告されている (山鳥, 1985)。後頭・頭頂葉領域損傷では、視覚対象と上肢の運動の協調が障害される視覚失調や視覚運動失調、後頭・側頭葉領域損傷では、同時にひとつの対象物しか意識的に知覚できない視覚性注意障害や同時失認などが報告されている (山鳥, 1985)。

近年では、扁桃核や島皮質、線条体、視床などの認知的機能に関しても研究が蓄積されつつある。扁桃核は、社会性の基盤となる表情認知や感情の処理に関与していることが指摘されている (Phillips, 2001)。島皮質とその周辺領域や連絡線維を含めた構造は、発話などの言語機能にも関与し (斎藤, 鈴木, 2010)、味覚や嗅覚、聴覚、体性感覚の入力を直接的受け取るとともに、他の連合野とも線維連絡を持ち、諸感覚の統合に中心的な役割を果たしていることが指摘されている (永井, 加藤, 2010)。また、島皮質は、島前部帯状皮質、前頭葉眼窩部とともに自身の内部から生じる内受容感覚と環境情報を統合する中心的な機能も担っている (Gray & Critchley, 2007)。さらに、fMRI による研究では、島皮

質は、前頭葉や大脳基底核とともに、行動決定課題やギャンブリング課題を行っている時に活動することが観察されており、報酬の予測・期待にも関与していると考えられている（設楽，水挽，2010）。

大脳の深部には、尾状核や被殻，淡蒼球などを含む大脳基底核と視床がある。構造的に近い尾状核と被殻は合わせて線条体と呼ばれることがあるが，線条体も，側坐核，扁桃核，帯状皮質，前頭葉眼窩部などとともに報酬に基づく意思決定に関与することが指摘されている（筒井，2009；田中，2009）。視床は，前頭葉と側頭葉を結ぶ記憶のネットワークの一部をなしている。ここで想定されている回路は，前頭葉背外側部から尾状核，淡蒼球，視床下核，黒質を介して，視床背内側核，前腹側核，そして前頭葉背外側部という閉鎖回路である（Alexander et al., 1990；山鳥，2002）。

現在，fMRIなどの脳機能画像を用いた研究によって新しい知見が次々に報告されており，脳損傷部位と症状との関連から脳神経基盤を推定する手法では明らかにすることが難しかった領域に関しても，認知機能の脳神経基盤の解明が期待される。

3-2. 前頭葉機能とその障害

われわれは，日々進行する時間と変化する環境に応じて思考し，行動している。この時には，当然のことながら，過去に起こった出来事を思い出し，将来起こりうる状況を予測しながら，現在の行動を制御し，思考や行動を協調させている。この行動の制御こそが，複雑な社会生活に適応するために必要不可欠な能力であり，動物がその場の外的環境に反射的に反応するのに対して，人間の行動の基盤となる認知機能の特徴を示している。この制御機能を司る脳神経基盤のなかで重要な領域として考えられているのが前頭葉である。前頭葉は，高次な精神活動の中核とも言われ，前頭葉の損傷によって，言語，注意，ワーキングメモリ，長期記憶，思考，情動など多様な認知機能の障害が生じる。

前頭葉の主な認知機能をみてゆくと，まず注意機能はすべての認知機能のいわば基盤となるものであり，情報処理における開始段階として捉えることができる。注意機能には，少なくとも3つの構成要素，注意の選択機能，覚度・アラートネスないしは注意の維持機能，注意による制御機能があると考えられている（鹿島ら，1986）。注意による認知機能の制御とは，知覚に対するトップダウン制御（top down control）であり，注意を向けることにより後頭葉の反応が変化することを示す報告（Desimon & Duncan, 1995）などからも，ある特定の認知機能を活動させるためには，注意の適切かつ効率的な選択や維持が必

要である。

近年、前頭葉の注意の制御における随意的な側面に注目する研究があり（鹿島ら、1986）、注意の能動的制御機能は、情報の保持とその処理という観点から、ワーキングメモリに含まれる機能として捉える立場もある（Baddeley, 1986 ; Baddeley & Della Sala, 1996）。加藤（2011）は、数秒から十数秒間の時間において、現在達成されるべき行動に関連のある手がかりを意識的に脳内に維持する役割がワーキングメモリであり、前頭葉の重要な機能であることを強調している。

ワーキングメモリのモデルでは、中央実行系（central executive）という処理システムが仮定され、一過性に保持されている情報に注意を分配したり、ある情報からほかの情報へと注意を変換したり、いくつかの情報を同時に保持したりするなどの役割が仮定されている（Baddeley, 1986 ; Baddeley & Della Sala, 1996）。船橋（2005）は、前頭葉は、特定のモダリティ情報の処理のみに関わるわけではなく、必要に応じて複数のモダリティ情報の処理に関わり、さまざまな領域で行われている情報処理を監視し、全体の活動を目的の方向に向かわせるために、必要に応じて必要な信号を必要な場所へ出力して、そこでの活動を制御する機能を担っていると述べている。

前頭葉損傷による記憶障害は、側頭葉内側部損傷に伴うエピソード記憶の障害である健忘症候群とは異なる特徴が観察される。前頭葉損傷による長期記憶障害の特徴として、個々の記憶内容自体は比較的保持されているが、長期記憶の時間的順序（Fujii, Suzuki, Okuda, Ohtake, Tanji, Yamaguchi, Itoh, & Yamadori, 2004）や文脈的情報（Kopelman et al., 1997）などの記憶の組織化に障害がみられ（Kopelman et al., 1997 ; 三村, 2000 ; Ptak & Schnider, 2004 ; Romine & Reynold, 2004）、作話（Schnider & Ptak, 1999）や虚再認の増加（加藤, 梅田, 2005）などの記憶障害が出現することが報告されている。

さらに、思考や情動に関わる機能についても、前頭葉が関与し、前頭葉損傷による社会的行動の障害が指摘されている。情動のシステムには多くの脳部位が関与するが、中核とされるのは視床背内側核→前部帯状回前頭葉眼窩皮質→側頭極→扁桃体→視床背内側核という回路である（平山, 2001）。前頭葉と扁桃体、上側頭皮質が相手の情動や意図や思考を理解し、将来起こりうる行動を予測する社会的認知機能に重要な役割を果たしていることが示唆されている（Brothers, 1990）。とりわけ前頭葉眼窩部損傷では、衝動性、多動、転導性、本能の脱抑制、多幸、保続、道徳的自制の欠如といった抑制障害を特徴とした症状が観察され、深刻な心理・社会的変化が生じる（Fuster, 1988）。前頭葉眼窩部は刺激や

反応の「報酬値 (reward value : 報酬が有する価値)」の評価に関与しているという見解があり (Elliot, Frith, & Dolan, 1997 ; Elliot, Rees, & Dolan, 1999 ; 加藤, 2001b), 前頭葉眼窩部損傷者の社会性の障害には, 行動に伴う報酬が適切に予測できないことも関係していると考えられる。Damasio (1996) は, ソマティック・マーカー仮説を提唱し, 皮膚伝導反応 (SCR : skin conductance response) などを指標に用いて, 意思決定に関与する情動反応・自律神経反応を調べ, 前頭葉眼窩部損傷患者では異常がみられることを報告している。前頭葉眼窩部, そして前頭葉内側部は, 社会的行動の情動による制御, 心の理論, 高次の感情学習において重要であり, 情動的な社会的行動の鍵となる脳部位である (加藤, 梅田, 2009)。

その他, 前頭葉眼窩部以外の脳損傷によっても, 思考や情動における変容が報告されている。前頭葉背外側部および内側部領域の広範な損傷ではアパシーや感情鈍麻が観察され, 前頭葉背外側部損傷では, 注意障害や発動性障害などの特徴を示す (Fuster, 1988 ; 加藤, 梅田, 2009)。

前頭葉背外側部, 前頭葉腹外側部, 前頭葉 (背) 内側部, 前頭葉眼窩部 (腹内側部) の4つの領域は, 認知機能においてそれぞれ異なった特徴を示すため, 現在, これらの領域について詳細な検討がなされつつある。

3-3. 前頭葉の発達および加齢に伴う変化

前頭前野が司ると推察される注意, 記憶, プランニングといった認知機能は, その構造的成熟に伴って発達し, 12歳ごろに完全に成熟するとされ, とくに注意の集中と抑制は6~9歳の間に比較的加速的に発達し, 12歳ごろに成熟に達することが報告されている (Fuster, 1988)。前頭葉機能と関連が深い認知機能課題の発達の变化については, WCST (Wisconsin Card Sorting Test) やハノイの塔 (Welsh, Pennington, & Groisser, 1991), 時間順序課題 (Becker, Issac, & Hynd, 1987) を用いた研究が行われており, IQに関わりなく, 10~12歳で成熟したレベルに達することが示されている (Fuster, 1988)。その他, Trail making test (用紙に書かれている数字を1から2, 3というように数字の順番に, できるだけ早く, 線で結ぶ課題) などの注意機能を調べるテストでは, 8歳から14歳までに急速に課題の遂行時間が短縮し, その後ほぼ一定になるという結果も示されている (荏原, 高橋, 山崎, 赤城, 2006)。さらに, 荏原ら(2006) は, WCSTでは成績が10歳まで向上したのち, 思春期に停滞し, 16歳以降再び向上するという2段階の発達を示すことを報告し

ている。McGivern, Andersen, Byrd, Mutter, & Reilly (2002) は、感情関連のマッチング課題においても思春期に反応速度が低下する傾向がみられることから、思春期は前頭皮質シナプス増殖と過剰なシナプス剪定の時期であり (Giedd, Blumenthal, Jeffries, Castellanos, Lui, Zijdenbos, Paus, Evans, & Rapoport, 1999), この時期の変化が前頭葉回路の相対的非効率を反映していると推測している。彼らの報告は、前頭葉眼窩面皮質の機能とされる社会的・感情的処理に関するものであるが、感情的な内容を含まないWCSTにおける2段階の変化も、前頭葉皮質の構造的変化を反映していると考えられる (荏原ら, 2006)。

社会性の発達にも前頭葉は重要な役割を果たすことが報告され、自閉症やアスペルガー症候群などの発達障害に関する研究から、前頭葉眼窩部や前頭葉内側部が「心の理論」に関与するという見解がある (加藤, 2001; 加藤, 梅田, 2009)。心の理論に関する仮説は、社会的状況のなかでの他者の意図、感情や思考についての理解に関する仮説である。自己および他者の信念、知識、欲求などの心的状態 (mental states) を、いつ頃どのように理解できるようになるかについては、「誤信念 (false belief)」課題などを用いて調べられている。この課題は、誤信念 (現実とは違った思い込み) を持つ人を登場させ、その人の誤信念を理解できるかを調べるものである。誤信念は、子どもの多くは4歳か5歳ごろから正しく理解できるようになるとされており (Perner, Leekam, & Wimmer, 1987), その後の研究では、1歳児や2歳児でも誤信念の理解が可能であるとする報告 (Onishi & Baillargeon, 2005) や、3歳児でもコミュニケーションという、より自然な文脈においては相手の誤信念を理解し、その後の行動を予測できることが示唆されている (松井, 2009)。ちなみに、前頭葉内側部のみが後天的に損傷を受けても、他者の心の状態についての推論能力は極端に低下しないことも報告されている (Bird, Castelli, Malik, Frith, & Husain, 2004; Umeda, Mimura, & Kato, 2008)。この結果から、前頭葉内側部は、発達を通して、「心の理論」の基盤を築きあげる際、すなわち、さまざまな状況において他者に共感したり、複雑な感情を理解したり学習する際に、重要な役割を果たしている可能性が指摘されている (加藤, 梅田, 2009)。

「社会脳 (social brain)」(Brothers, 1990) に関する研究では、社会性に関わる主要な部位として、前頭葉以外に扁桃体や上側頭回も挙げられている。これらの領域は、ヒトの表情の認知や、視線方向などの社会的信号の脳の入出力に大きく関わっている (加藤, 梅田, 2009)。

さらに、生涯発達における前頭葉機能の変化に注目すると、前頭前野は正常加齢において、最初に退縮の生じる新皮質領域のひとつであるとされる (Fuster, 1988)。Fuster は、注意はその退縮により影響を受ける最初の認知機能とされ、ワーキングメモリ (作動記憶) についても、前頭前野の退縮に伴い正常加齢で低下がみられることを指摘している。これまでの報告でも、加齢によって注意課題において反応時間に低下がみられること (加藤, 2006)、ワーキングメモリのスパンが低下すること (荳阪, 2009; 齊藤, 2009) などが報告されている。前述した前頭葉と情動との関連については、情動調整機能は若年者と高齢者では異なるという報告があり (Carstensen, Pasupathi, Mayr, & Nesselroade, 1997; Mather & Carstensen, 2005)、情動調整時の脳活動を調べた研究では、前頭葉内側面は恐怖感情の制御に関与していると考えられ (Quirk & Beer, 2006)、また、恐怖感情を観察している際の前頭葉内側面の活動も、年齢と正の相関関係にあることが指摘されている (Williams, Brown, Palmer, Liddell, Kemp, Olivieri, Peduto, & Gordon, 2006)。これらの結果は、年齢に伴う恐怖制御能力の向上として解釈することができる。若年者と高齢者では、情動調整機能に前頭葉の活動が異なり、前頭葉がネガティブな情報に対する扁桃体の反応をトップダウンで制御している可能性も示唆されている (Mather & Carstensen, 2005)。

発達と加齢という両側面から前頭葉機能の変化をみるかぎりでは、社会性に強く関連する心の理論や情動の制御などは、注意やワーキングメモリといった前頭葉機能とは異なる特性があると考えられるべきだろう。

3-4. 展望記憶と時間認知の脳神経基盤

ここまでは展望記憶と時間認知に関する研究を概観してきたが、それらの脳神経基盤として、側頭葉内側部と前頭葉がとくに注目されてきたことがわかる。以下では、この2つの脳神経領域の機能的特徴を述べ、展望記憶と時間認知に及ぼす影響について概観する。

まず、海馬を中心とする側頭葉内側部は、エピソード記憶などの長期記憶の符号化や保持、想起に関与し、展望記憶では回想記憶的要素である内容想起との関連が考えられる。Umeda et al. (2006) は、側頭葉内側部損傷と前頭葉基底部損傷の患者の展望記憶に関するリハビリテーションを実施した。この課題は「ミニデー課題」という訓練であり、あらかじめ患者の日常的な行為を調べ、ある時刻にある行為を行うことを覚えてもらい、アナログ時計が呈示した時刻に対して、予定した内容の行為が遂行できるように訓練を行った。

このリハビリテーションの経過から、側頭葉内側部損傷患者では、全体として内容よりも予定の時刻の想起が優れており、一方で前脳基底部損傷者は、存在想起（すなわち「思い出すことを思い出す」こと）にのみ障害を示した。この結果は、内容想起には側頭葉内側部が、存在想起には前脳基底部が関与していることを示唆する。

側頭葉内側部は時間認知にも影響を与え、同部位の損傷で時間認知に障害が生じることが報告されている。Richards (1979) は時間再生法を用い、比較的長い時間間隔の推測において、対象の時間間隔を短く認知する症例を報告した。この理由としては、エピソード記憶の障害が影響していると考えられる。心理学の領域では、Ornstein (1969) が、記憶の蓄積量が認知時間の長さに関連するという蓄積量仮説 (storage size model) を提唱しており、側頭葉内側部損傷患者は記憶の蓄積量が少ないために、時間経験を短く評価すると解釈される。

以上のように、側頭葉内側部は展望記憶と時間認知の回想的な要素に関与すると考えられ、エピソード記憶などの長期記憶との関連が議論されてきた。しかし、前頭葉損傷によっても、記憶機能は不正確になることが指摘されている。前頭葉損傷で生じる特定の記憶障害としては、まず短期記憶システム内にコードされた情報（表象）の保持とその処理・操作の障害であるワーキングメモリの障害が挙げられる（加藤，2001b）。基本的には、前頭葉損傷では長期記憶のなかのエピソード記憶の選択的障害である健忘症は生じないと考えられてきたが、近年では長期記憶のコード化と検索における特殊な側面の障害がみられることが報告されている（Stuss & Benson, 1986）。Blumenfeld & Ranganath (2006) は、前頭葉背外側部 (DLPFC : dorsolateral prefrontal cortex) と前頭葉腹外側部 (VLPFC : ventrolateral prefrontal cortex) の両方が符号化において活動し、長期記憶に関与することを示唆している。その他、右前頭葉背外側損傷による記憶の組織化の障害 (Ptak & Schnider, 2004) や眼窩部を中心とした前頭葉腹内側部損傷で観察される自発的作話や虚再認の増加（加藤，梅田，2005）、前脳基底部損傷による記憶情報を時間的空間的に連結させることの障害（加藤，2001）などが報告されている。これらの報告から、前頭葉損傷によっても、長期記憶の錯誤が出現すると考えられ、少なくともそれが展望記憶と時間認知の回想的要素に影響を及ぼすことが推察される。

さらに、近年、前頭前野吻側部 (rostral PFC) (BA10 : Brodmann area's 10) に注目が集まっている。BA10 は、展望記憶における意図の維持という要素に関連していることが示唆され (Burgess et al., 2001)、内的な認知的表象から外的なものへと、注意を自発的に

切り替えるという機能に関与している可能性が指摘されている (Burgess, Scott, & Frith, 2003)。展望記憶の存在想起には、「なにか予定があった」という内的な情報をセルフモニタリングし、外的な情報へと注意を転換させるプロセスが必要であると考えられる。また、時間認知においても、自己の時間体験に関して、外的および内的なモニタリングを行い、経過した時間や進行中の時間を評価するというプロセスが不可欠である。こうした認知的処理には、前頭葉背外側領域の関与も指摘されており、この領域は、セルフモニタリングなどの自己の状態に関わる意識の活動とも関わる一方で、ワーキングメモリ課題下で情報の処理と保持を並列的に遂行する際にも活動する (荻阪, 2009)。また、最近の脳イメージング研究では、前頭葉内側部も自己や他者のメタ認知 (記憶) と関わることが示唆されている (Macrae, Heatherton, & Kelly, 2004; 荻阪, 2009)。前頭葉眼窩部 (腹内側下部) が進行する現在に対するモニタリングや行動の成果を予測する報酬系モニタリングに関与しているという指摘もある (Schnider, 2003; Schnider, Treyer, & Buck, 2005)。Christoff & Gabrieli (2000) の指摘によると、前頭葉外側部は外的に生成された情報を評価している時に頻繁に活動するのに対して、前頭葉極 (frontopolar cortex) (BA10) は内部で生成された情報の評価が必要な時に活動し、とくに、前頭葉極 (BA10) は内的に生成された情報のモニタリングや操作に関連している。さらに、前頭葉内側部は、複数の異なる認知的処理の組み合わせを必要とする問題解決過程において、操作や統合に関与し、とくに内的に生成した情報を処理する時に働くという報告もある (三村, 2007)。

このように展望記憶や時間認知に関与が推察される脳神経基盤は、複数にわたっている。また、展望記憶における構成要素や時間認知の手法やパラダイムによっても、認知的処理の特性やその基盤になる脳神経部位は異なることが考えられる。

3-5. 認知と記憶のモニタリングと制御—メタ認知・メタ記憶—

Nelson & Narens (1994) は、認知的処理について、符号化・検索といった基本的な情報処理を指すレベルと、その処理をモニタリングし制御するメタレベルに分けて考えることができるという見解を示している。適切な場面で文脈を誤らず、タイミングよく意図内容を実行するためには、外的な情報に関する認知的処理とその処理状態に関するモニタリングや制御といったメタレベルの認知的処理が行われる必要があり、われわれの記憶や認知を解明するためには、このメタレベルについての分析や議論が必要になる。

われわれは、日常的に用件を覚えたり、思い出したりする。しかし、思い出さなければ

いけない場面で思い出せずに、覚えていたのに「し忘れた」という経験は、誰もがしている。「し忘れ」を防ぐには、「なにか予定があった」ような気がする、「そろそろ予定の時間ではないか」という、自己の状態に関するモニタリング (self-monitoring) が必要である。こうした自己の状態に関する「気づき (awareness)」は、「メタ認知」と呼ばれ、とくに内省意識のなかで自己の記憶過程だけに絞った働きは「メタ記憶」と呼ばれている (山鳥, 2002)。

アウェアネスは環境に向かうと同時に、自己の状態に関する気づきにも向かい、この自己に向かう気づきは、セルフ・アウェアネス (self-awareness) と呼ばれる。一般に自分自身の記憶能力について、人はある程度正しく推測することができると言われている (Morris, 1990)。たとえば Shimizu & Kawaguchi (1993) は、思い出せなかったターゲットに対する既知感 (feeling of knowing) が高いほど、その後の再生が容易であることを発見し、通常はある情報が思い出せない、あるいは明確には意識できない場合でも、なんらかの情報をもとに自分自身の記憶をモニタリングできると考えている。

こうした既知感に似たものに、「のどまで出かかっているのに出てこない」を意味する TOT (tip of the tongue) 状態がある。これは、あることに対して、確かに知っていて思い出せそうなのに思い出せないという状態をいう (Brown, 1991)。つまり、自己の記憶貯蔵庫を探索し、貯蔵庫にあったようだというモニタリングがなされているが、想起に至らない状態であると考えられる。

類似の現象として、神経心理学の領域では、親近性判断 (familiarity judgment) に関する研究がなされており、健常者を対象とした機能的 MRI を用いた研究では、特に前頭葉下部 (腹側部) が親近性判断に深く関与することが示されている (加藤, 梅田, 2005)。同部位の損傷では、記憶の親近感が不正確となり、その結果、実際に経験していない出来事を誤って経験したと判断してしまう虚再認 (false memory) などの記憶障害を呈することが指摘されている (加藤, 梅田, 2005)。親近性判断の誤りは、記憶のモニタリングの障害との関連が考えられ、また同時に誤った情報が内的に生起されることを抑制できないという、記憶の制御機能の低下とも関連していると考えられる。

Schnider (2003) は、自発的に生じる作話 (confabulation) は、進行する現実に対する適応的な思考や行動の障害によって特徴づけられると考えている。また、思考における進行する現実のモニタリングが脳の報酬系システムのひとつの能力であるという可能性を指摘し、重要となる損傷部位として、前頭葉眼窩部 (腹側下部) を挙げている。進行する現

在に対するモニタリングに基づき適切な行動が実現され、さらに行動が適切かどうかという判断は、その行動を実行することによる報酬についての予期的なモニタリングと結びついていると考えることができる。

これまで、過去の情報や現在の状況や自己の状態については議論されてきたが、その行動や思考によってもたらされると予測される結果、すなわち未来の状態に対する予期的なモニタリング (prospective monitoring) も視野に入れて検討する必要がある。なぜなら、結果に関する予期的なモニタリングは、現在実行すべき行動の動機の強さに影響する可能性が考えられるからである。たとえば、「ポストに手紙を投函する」という予定に関する展望記憶では、投函する予定の手紙を投函し忘れた場合に重大な損失を被ることが予測されていけば、手紙を投函し忘れることは少ない。しかし、投函することによる報酬も損失も大きくない場合には、投函し忘れることが多くなると考えられる。予期的な時間認知においても、「9時に電話をかける」という場合には、今が何時で、9時まであとどのくらいか、どのくらい時間が経過したかというモニタリングを行うが、絶対に時間を守らなければならない用件では、何度も時計を見たりするなどのモニタリングも多くなる。

Damasio (1994, 1996) は、ソマティック・マーカー (somatic marker) 仮説を提案し、前頭葉腹内側部は、身体内部に生じるソマティック・マーカーと外部環境の認知とを結びつける記憶装置であると考えた。ソマティックとは、身体の内部状態のことであり、実際の体験としては、複雑な刺激からなる外部状況が認知され、脳内にその状況が想起されると、腹内側部に存在するシステムが、その状況に対応する情動的反応も含めた体性感覚パターン、すなわちソマティック・テイスト (somatic taste) の再賦活を引き起こす。このソマティック・テイストが行動の将来の帰結・結果を「良い」ないし「悪い」でマークする (Damasio, 1994, 1996; 加藤, 2001b)。Damasio (1994, 1996) は、ギャンブラー課題と皮膚伝導反応 (SCR: skin conductance response) などによる客観的データを用い、前頭腹内側部損傷者では、健常者で無意識的な段階においても生じる情動的な警告信号がなく、その結果、悪い選択を行うと解釈した。すなわち、展望記憶や時間認知においても、ソマティック・テイストが喚起されることで、明確に意識化せずとも不安感などの情動的な反応が生じ、「なにか忘れているかもしれない」という警告が生じ、タイミングよく意図を想起している可能性が考えられる。

認知と記憶のモニタリングと制御は、過去の体験や情報に対するモニタリングと現在進行する情報に対するモニタリングの両方が必要となり、さらに現在において実行されるモ

モニタリングと制御は、将来の報酬に関する予測的なモニタリングと関連していると考えられる。予期的なモニタリングの際には、情動的反応などの身体内部で喚起されるソマティック・マーカーは意思決定に影響を及ぼす可能性がある。認知と記憶モニタリングと制御は、過去と現在のみならず、未来の状態をも対象として現在進行形で実行されていると考えられる。

3-6. 前頭葉と時間的統合

Fuster (1988) は、前頭葉が行動の時間的構造を表象し統合するという説を提唱している。時間的統合とは、時間的に個別の知覚や運動を目的志向的な思考、言語、あるいは行動へと組み立てる能力であり、この能力は、認知の点から言えば、注意、記憶、そしてプランニングを組み合わせ、また時系列のなかで操作することによって成り立つ。一方、神経心理学的に言えば、時間的統合は、前頭前皮質を他の脳神経領域の皮質や皮質下構造と共働させることによって成り立つと言える (Fuster, 1988)。Fuster は、前頭葉損傷患者の行動特性は、過去についても未来についても時間的展望に欠けているように、すなわち時間的統合性を失ったようにみえることを指摘している。

これまでの研究で、前頭葉は、時間に関する文脈情報や時間情報を含む全般的な記憶の組織化に関与しており (Kopelman et al., 1997 ; Romine et al., 2004)、リスト学習などの記憶研究から、記憶情報の主体的組織化に関与していることも指摘されている (三村, 2000 ; Ptak & Schnider, 2004)。矢野 (2010) は、時間的文脈において「いつ」その情報を入手したかという「時間 (時刻)」に関しては、明確な想起対象が存在せず、場所や人物を含めたその他のさまざまな情報から時間を同定しうる要素を抽出することによって想起 (判断) が可能となるため、時間的文脈は出来事の属性ではなく、その他の文脈情報や出来事の内容そのものにもとづいて再構成されるものだとして指摘している。また、記憶情報を時間的空間的に連結させる役割を担うのが前脳基底部であることも指摘されている (加藤, 2001a ; Tranel, Damasio, & Damasio, 2000)。

生活記憶のひとつである時間的見当識は自分が今生きている時間を、年、季節、月、日、時刻にわたって定位する能力である (山鳥, 2002)。三村 (2000) は、前頭葉損傷においては、継次的・連続的な、時間性を内包した刺激の処理がより困難になるが、記憶のような時間系列のなかで営まれる現象が最もその障害を反映しやすいことを指摘している。さらに、どのくらい時間が経過したという時間認知や、現在という時間を定位するための認

知機能は、自己の経験した過去の情報と現在の状況に関する情報の統合から成立すると考えられる。主体的な時間情報の組織化に前頭葉がどのように関与しているのか、さらなる解明が求められている。

第4節 認知機能検査の概要

表1に、本研究で用いた認知機能検査を示した。代表的な知能検査として、ウェクスラー成人知能検査 (WAIS-R : Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised ; WAIS-III : Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition) があり、言語性検査と動作性検査から、言語性IQ (知能指数) と動作性IQ をそれぞれ算出することができる。簡易認知機能検査としては、改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R : Hasegawa Dementia Scale-Revised) (Imai & Hasegawa, 1994) やMMSE (Mini Mental State Examination) (Folstein et al., 1975) が用いられる。HDS-R とMMSE は、共通する要素として、年齢や場所、日付けといった見当識に関する項目、100 から連続して7を引いてゆくシリアル7 (Serial 7 Subtraction Test) (Folstein et al., 1975) という減算、3単語を即時再生したのち、遅延再生を求める記憶課題が含まれる。視覚性・動作性知能としては、コース立方体検査 (Kohs, 1923) やレーブン色彩マトリックス検査 (RCPM : Coloured progressive matrices) (Raven, Court, & Raven., 1990) があり、コース立方体検査では、年齢から換算したIQ を算出することができる。その他、認知症患者の日常生活に関する質問紙として、記憶項目、その他5つの (見当識, 判断力と問題解決, 社会適応, 家族状況と趣味関心, 介護状況) の2次項目からなるCDR (Clinical Dementia Rating) (Hughes, Berg, Danziger, Coben, & Martin, 1982) がある。

注意機能を測定する課題として、前述のシリアル7や、検査者の読み上げたのと同じ順番で数字を言ってもらい順唱や逆の順番で言ってもらい逆唱があり、視覚性記憶範囲課題として図盤上にある検査者の指差した四角を同じ順番で指さしてもらい順序、と逆の順番で指さしてもらい逆序がある。数唱、視覚性記憶範囲課題とも、注意の持続性や把持スパン、後述するワーキングメモリの能力を測定する。改訂日本語版ストループ検査は、Part Iでは、赤、青、緑、黄の4色に塗られたドットの色名を言う課題であり、Part IIは、漢字で書かれた色名、例えば「赤」が緑色で塗られるなど、漢字と塗られた色が一致せずに呈示され、塗られた色名を言うように求められる。つまり、「赤」という漢字を読むことを抑制する能力を測り、注意の抑制を調べることができる。数字抹消課題は、ランダムに並んだ数字の中から、特定の数字だけを抹消する課題であり、注意の持続性や抑制が求められる。

記憶機能としては、年齢や日付や場所などの見当識を調べる項目がHDS-R やMMSE,

CDR に含まれている。CDR では、日常生活における記憶に関して質問し評価する。包括的に記憶機能を測定する検査として、改訂版ウェクスラー記憶検査 (WMS-R : Wechsler Memory Scale-Revised) があり、言語性記憶、視覚性記憶、それらを総合した一般的記憶が、注意/集中力と遅延再生を測定する。簡易記憶検査としては、HDS-R や MMSE で用いられる 3 単語即時再生および遅延再生、7 単語記銘検査 (半田, 1989) などの単語リストの学習課題が挙げられる。その他、日常生活に即した記憶検査として、日本版リバーミード行動記憶検査 (RMBT : Rivermead Behavioral Memory Test) (綿森ら, 2002) があり、絵や顔写真の再認課題、道順の即時再生と遅延再生や、「約束」(20 分後にアラームが鳴った時、決められた質問をする) や「持ち物」(対象者から持ち物を借り、検査終了時に返却を要求させる) といった展望記憶課題が設けられている。視覚性記憶課題としては、Rey-Osterrieth の複雑図形があり、図形を見て模写したのち、即時再生や遅延再生を行う。ワーキングメモリ課題としては、前述のシリアル 7、数唱や視覚性記憶範囲課題が挙げられる。

前頭葉機能検査としては、語流暢性検査 (WFT : Word Fluency Test) があり、カテゴリー (例「野菜」)、語頭音 (例「た」) から 1 分間にできるだけ多くの単語を言うことを求められる。慶應版 Wisconsin カード分類検査 (KWCST : Wisconsin Card Sorting Test Keio Version) (鹿島ら, 1995) は、赤、緑、黄、青の 1~4 個の 3 角形、星型、十字形、円からなる図形が描かれたカードを用い、対象者に色、形、数の 3 つの分類カテゴリーのいずれかに従って、カードを分類することを求め、検査者の正否の返答のみを手がかりに、検査者の考えている分類カテゴリーを推測してもらい、連続 6 回の正答が達成された分類カテゴリーの数を達成カテゴリー (CA : categories achieved)、直前の誤反応と同じカテゴリーに分類された誤反応数を Nelson 型保続数 (PEN : perseverative errors of Nelson) とし、2 以上 5 以下の連続正答の後に誤反応が生じた場合をセットの維持困難 (DMS : difficulty of maintaining set) として採点する。この検査では、思考の転換や維持などの機能を調べる。また、注意機能やワーキングメモリ課題であるシリアル 7 や数唱、そして視覚性記憶範囲課題も、前頭葉機能との関連が示唆されている (鹿島, 半田, 加藤, 本田, 佐久間, 村松, 吉野, 斉藤, 大江, 1986)。

表 1 おもな認知機能とそれを測定する検査項目との対応関係

主な認知機能		検査項目
知的機能		ウェクスラー成人知能検査 (WAIS-R : Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised/WAIS-III : Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition)
全般的認知機能		改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R : Hasegawa Dementia Scale-Revised) (Imai & Hasegawa, 1994) Mini Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975)
動作性・視覚性知能		レーブン色彩マトリクス検査 (RCPM : Coloured progressive matrices) (Raven et al., 1990). コース立方体検査 (Kohs, 1923).
臨床的認知症		Clinical Dementia Rating (CDR) (Hughes et al., 1982)
注意機能		シリアル7 (Serial 7 Subtraction Test) (in MMSE : Folstein et al., 1975) 数唱 (順唱・逆唱) 視覚性記憶範囲課題 (順序・逆序) (in WMS-R : Wechsler, 1987) 改訂日本語版ストループ検査 (鹿島ら, 1993) 数字抹消課題 (Lezak, 1983)
記憶機能	見当識	HDS-R 見当識・MMSE 見当識 CDR 見当識
	日常生活記憶	CDR 記憶
	エピソード記憶	改訂版ウェクスラー記憶検査 (WMS-R : Wechsler Memory Scale-Revised) 3 単語遅延再生 7 単語記銘検査 (半田, 1989) 日本版リバーミード行動記憶検査 (RMBT : Rivermead Behavioral Memory Test) (綿森ら, 2002)
	視覚性記憶	Rey-Osterrieth の複雑図形 ((Lezak, 1983)
	ワーキングメモリ	シリアル7 (Serial 7 Subtraction Test) (in MMSE : Folstein, 1975) 数唱 (順唱・逆唱)) 視覚性記憶範囲課題 (順序・逆序) (in WMS-R : Wechsler, 1987)
前頭葉機能		語流暢性検査 (WFT : Word Fluency Test) 慶應版 Wisconsin カード分類検査 (KWCST : Wisconsin Card Sorting Test Keio Version) (鹿島ら, 1995) シリアル7 (Serial 7 Subtraction Test) 数唱 (順唱・逆唱) 視覚性記憶範囲課題 (順序・逆序) (in WMS-R : Wechsler, 1987)

第2章 実験的アプローチによる展望記憶の研究

第1章において展望記憶の構成要素として、意図の存在自体の想起である存在想起と意図内容に関する想起である内容想起の2つが考えられることを指摘した。展望記憶研究において、2つの構成要素を取り上げて検討した報告例は少なく、その脳神経基盤については未解明な部分が多い。第2章では、脳損傷者を対象とし、5つの実験を通して、展望記憶の2つの構成要素に関与する脳神経基盤とその機能的特徴について検討してゆく。

実験1では、存在想起と内容想起の、それぞれの構成要素に影響する脳損傷部位について調べ、存在想起と内容想起の脳神経基盤について明らかにし、両者の認知的処理の特徴を検討する。存在想起と内容想起という2つの構成要素がそれぞれ特定の認知的処理の特徴をもつとすれば、それを支える脳神経基盤にも違いがあることが推察される。

実験2では、展望記憶の特徴として、意図内容の存在を意図したタイミングで自発的に想起するという点が挙げられることから、この存在想起に関与する脳神経部位がどこかを検討する。このために、意図内容を自発的に遂行するか、意図の存在を自発的に想起した「自発的な存在想起可能群」と自発的に意図内容を遂行できず、意図の存在も想起できなかった「自発的な存在想起不可能群」とに分類し、存在想起の障害に影響する脳損傷部位と認知的処理の特徴を明らかにする。日常場面では「し忘れ」と呼ばれる現象をたびたび経験する。これは、意図した内容を忘れてしまったわけではないのに、適切なタイミングで想起して実現することができないという、存在想起の障害にほかならない。展望記憶における存在想起の障害を解明することは、われわれの生活における「し忘れ」のメカニズムを理解する上で、多くの知見を与えると考えられる。

実験3では、展望記憶の内容想起に関する検討を行う。内容想起の障害には、いくつかのパターンが想定でき、内容自体を覚えていない、もしくは想起できないという場合と、内容を誤って想起してしまう内容錯誤を示す場合とがある。実験3では、内容錯誤を示した症例を取り上げ、その認知的処理の特徴や脳損傷部位との関連を検討する。

さらに、実験4では、前頭葉以外にもコルサコフ症候群のような視床の一部や乳頭体を含む辺縁系の組織の損傷によって、展望記憶に障害が生じることが報告されていることから、視床損傷を有する症例を取り上げ検討する。

実験 5 では、回想記憶に障害を示した症例における展望記憶の特徴を調べ、回想記憶の障害が与える影響を検討する。回想記憶の障害特性を分析し、展望記憶との共通点と相違点に関してより詳細な検討を行うことで、展望記憶の機能的特性が明らかにできると考えられる。

第1節 展望記憶の存在想起と内容想起に関する検討

—展望記憶に関する脳損傷部位について—【実験1】

I. 目的

脳外傷者では、側頭葉と前頭葉の損傷に伴い、さまざまなタイプの記憶障害を呈することが知られており、そのひとつに展望記憶の障害が挙げられる。展望記憶とは、未来に行うことを意図した行為の記憶であり（「明日の10時に電話をかける」）、過去に行った行為の記憶である回想記憶（「昨日の10時に電話をかけた」）とは異なる記憶として分類される（Brandimonte, Einstein, & McDaniel, 1996）。展望記憶が障害されると、予定した意図（「14時に会議に出席する」、「食事の後に薬を飲む」など）が遂行できなくなり、さまざまな場面で支障が生じる。こうしたことから展望記憶は日常生活を円滑に営む上で、必要不可欠な役割を担っており、展望記憶研究は、これまでの回想記憶に注目した記憶機能の研究とは異なる意義をもつと考えられる。

展望記憶の特徴としては、意図した行為をタイミングよく自発的に想起し、適切に遂行することが挙げられる。近年、展望記憶においては、「なにか行うべきことがある」という意図の存在想起と「その内容がなんであったか」という意図の内容想起の2つの要素があることが指摘されている（梅田, 小谷津, 1998）。展望記憶の障害を正確に把握するためには、この存在想起と内容想起の区別が重要である（梅田, 2003）。

これまで脳損傷者を対象とした研究においては、展望記憶は、アルツハイマー型認知症（Huppert & Beardsall, 1993）、側頭葉性健忘（Umeda et al., 2006）、コルサコフ症候群（Brunfaut, Vanoverberghe, & d'Ydewalle, 2000）、前頭葉損傷例（Cockburn, 1995；Shallice & Burgess, 1991；Shimamura, Janowsky, & Squire, 1991）、脳外傷例（Kliegel, Eschen, & Thöne-Otto, 2004；Mathias & Mansfield, 2005；Shallice & Burgess, 1991；Raskin & Sohlberg, 1996）などにおいて検討されている。また、軽度認知症患者と健常者の成績の差が回想記憶より展望記憶において顕著であることから、展望記憶の成績は初期段階の認知症を検出する優れた指標であるという指摘がある（Huppert & Beardsall, 1993）。また、脳外傷者のうち回想記憶が正常範囲内にあり遂行機能障害を伴う場合には、展望記憶課題に低下を示すことから、展望記憶と回想記憶の乖離も示唆されている（Mathias & Mansfield, 2005）。さらに、局所脳損傷者を対象とした展望記憶の脳神経基盤についての研究では、従来、前頭葉との関連が指摘されている（Cockburn, 1995；Shallice

& Burgess, 1991 ; Shimamura et al., 1991)。さらに存在想起や内容想起に関して、それぞれの神経基盤は異なり、存在想起には前頭葉が関与している可能性が高く（梅田ら，2000），内容想起に側頭葉内側部が関与していることが示唆されている（梅田ら，2000，2006；前島ら，2006）。しかし、前頭葉のどの部位が展望記憶により重要な役割を果たすかについては十分な検討はなされていない。本実験では、前頭葉と側頭葉に損傷を認めた脳外傷者を対象とし、展望記憶の存在想起と内容想起に影響を与える病変部位を詳細に検討し、考察を加える。

II. 対 象 者

対象者は脳外傷と診断された症例であり、Gennarelli (1984) の頭部外傷の分類に従い、頭蓋骨損傷（線条，陥没，頭蓋底の各骨折），局所脳損傷（硬膜外血腫，硬膜下血種，脳挫傷，脳内血種），びまん性脳損傷（軽度脳震盪，古典的脳震盪，遷延性昏睡）のうち，局所脳損傷の脳挫傷や脳内血腫が前頭前野（背外側，腹外側，内側部，眼窩部），側頭葉（内側部，外側部）に確認された 55 名（男性 44 名，女性 11 名），平均年齢は 34.8 歳（SD=16.2）である。なお，脳損傷の既往歴がある症例は除外し，意識清明かほぼ清明で検査の施行が可能な症例を対象とした。対象者の受傷から評価日までは平均 37.1 日であり，亜急性期から慢性期の症例が対象である。受傷から評価日までの時間経過による展望記憶の成績への影響については，受傷から評価日までの期間と展望記憶の成績に明らかな関連はみられなかった。

III. 方 法

1. 展望記憶検査

展望記憶検査として，梅田ら（2000）の自発的想起型展望記憶課題（番号札課題）を用いた。手順は以下の通りである。

高次脳機能検査の開始時に「18」と書かれた番号札を対象者に渡し，「検査が終わったら，忘れずにこれを返してください」と教示し，ポケットなど目につかないところにしまわせた。教示後，平均 1 時間の検査を実施した。検査終了時に自発的に番号札を返すことができるか否かを確認した。検査終了時に自発的に番号札を返さない対象者には，最初の手がかりとして「なにか忘れていませんか？」（プロンプト A）と質問し，これに対し番号札を返さない対象者には次の手がかりとして「あるものをお渡ししたはずですが？」（プロ

ンプト B) と質問した。これらの手がかりによって、課題が遂行できるか否かを確認した。

以上の結果から、本研究では展望記憶の存在想起について、自発的に番号札を返した対象者と、課題が存在したことを想起した対象者を「存在想起可能群」に、自発的に返すことができず、課題が存在したことも想起できなかった対象者を「存在想起不能群」の 2 群に分類した。内容想起の可否については、自発的もしくは手がかりによって番号札を返した対象者を「内容想起可能群」に、自発的にも手がかりによっても番号札を返すことができなかつた対象者を「内容想起不能群」の 2 群に分類した。

なお、本課題に関しては、梅田ら（2000）が再検査信頼性および展望記憶の測定指標としての妥当性が、ともに高いことを記載している。

2. 高次脳機能検査

対象者に高次脳機能検査を実施した。検査内容および分析項目は、改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)の総得点, 見当識項目, 3 単語遅延再生, コース立方体検査(IQ), 日本版レーブン色彩マトリックス検査(RCPM)のセット B, 7 単語記銘検査(半田, 1989), 数唱(順唱, 逆唱), 日本版ウェクスラー 記憶検査(WMS-R)の視覚性記憶範囲課題(順序, 逆序)に準じた課題, 慶應版 Wisconsin カード分類検査(KWCST)の第一段階の達成カテゴリー数(CA), シリアル 7 (100-7 の正答回数), 1 分以内に単語を想起する語流暢性検査(カテゴリー「野菜」, 語頭音「た」)である。

3. 神経放射線学的検査

すべての対象者に頭部 CT (computed tomography) あるいは MRI (magnetic resonance imaging) を施行し, 脳挫傷と脳内血腫の病変部位を次の 6 領域に分類した。

- (1) 前頭葉背外側部 (Brodmann area (以下 BA) 9, 10 と 46 の上部 1/2 を含む)
- (2) 前頭葉(背)内側部 (BA9, 10 と 46 の上部 1/2 を含む)
- (3) 前頭葉腹外側部 (BA11, BA47, BA10 と BA46 の下部 1/2 を含む)
- (4) 前頭葉腹内側部 (BA11, BA47, BA10 と BA46 の下部 1/2 および眼窩部を含む)
- (5) 側頭葉内側部 (側頭葉は側脳室下角を指標とし内側部と外側部に分類した)
- (6) 側頭葉外側部

これら 6 つの脳部位は, 判別分析において独立変数として用いられた。

4. 分析

展望記憶の結果の判別に寄与する病変部位を明らかにするため、存在想起の可否、内容想起の可否を目的変数とし、各病変部位を説明変数とした判別分析を行った。この際、説明変数化するために前頭葉（背外側部・腹外側部・内側部・眼窩部）と側頭葉（内側部・外側部）の各病変を両側病変=2、片側病変=1、なし=0のようにスコア化した。全説明変数を用いた判別分析から、ステップワイズ法により変数を採択し、有意性検定を実施した。また、存在想起の可否、内容想起の可否の各群に対する判別率を算出した。統計処理には、SAS 9.1.3を用いた。

IV. 結 果

1. 展望記憶の結果と高次脳機能検査の成績

表 2 に展望記憶の結果にもとづいて、存在想起「可能群」と「不能群」、内容想起「可能群」と「不能群」に分け、各群の高次脳機能検査の結果を示す。2 群間の比較には t 検定を用いた。なお、存在想起「可能群」と「不能群」、内容想起「可能群」と「不能群」の 2 群間では受傷から評価日までの期間に有意差はみられなかった。

存在想起では、想起可能群に比べ想起不能群で有意に低下がみられたのは、HDS-R 総得点 ($t(53) = 3.25, p < .01$)、見当識項目 ($t(53) = 3.44, p < .01$)、シリアル 7 ($t(53) = 2.75, p < .05$)、語流暢性検査（カテゴリー）($t(53) = 2.22, p < .05$)、視覚性記憶範囲課題（逆序）($t(53) = 2.69, p < .05$)であった。内容想起では、想起可能群に比べ想起不能群で有意に低下した項目は、HDS-R 総得点 ($t(53) = 4.23, p < .01$)、語流暢性検査（カテゴリー）($t(53) = 3.05, p < .01$)、3 単語遅延再生 ($t(53) = 3.16, p < .01$)、視覚性記憶範囲課題（順序）($t(53) = 3.17, p < .01$)、コース立方体検査 (IQ) ($t(53) = 4.16, p < .01$)、RCPM セット B ($t(53) = 3.99, p < .01$)、7 単語記銘検査 ($t(53) = 2.54, p < .05$)、視覚性記憶範囲課題（逆序）($t(53) = 2.62, p < .05$)、KWCST (CA) ($t(53) = 3.04, p < .05$)、シリアル 7 ($t(53) = 2.04, p < .05$)、語流暢性検査（語頭音）($t(53) = 2.14, p < .05$)。であった。

また、存在想起可能群と不能群において有意差がみられ、内容想起は有意差がみられなかった項目は、見当識項目であった。一方、存在想起において有意差がみられず、内容想起においてのみ有意差がみられた項目は、3 単語遅延再生、7 単語記銘検査、視覚性記憶範囲課題（順序）、コース立方体検査 (IQ)、RCPM セット B、KWCST (CA)、語流暢性

検査（語頭音）であった。

表 2 展望記憶の結果にもとづいた高次脳機能検査の成績の比較（平均と標準偏差）

	存在想起の可否		内容想起の可否	
	存在想起可能群 (n=22)	存在想起不能群 (n=33)	内容想起可能群 (n=49)	内容想起不能群 (n=6)
HDS-R				
総得点	24.2 (4.8)	19.2 (6.1) **	22.3 (5.2)	12.5 (6.8) **
見当識 /7	6.6 (0.7)	5.3 (1.9) **	6.1 (1.3)	4.0 (2.8)
3 単語遅延再生 /6	4.2 (2.1)	3.2 (2.1)	3.9 (2.0)	1.2 (1.6) **
コース立方体検査 (IQ)	86.9 (25.1)	72.3 (35.8)	83.7 (27.6)	32.5 (36.0) **
RCPM セット B /12	8.4 (2.9)	7.2 (3.6)	8.2 (3.0)	3.2 (1.9) **
7 単語記銘検査 /7	6.0 (1.3)	5.7 (1.2)	6.0 (1.1)	4.7 (1.5) *
数唱				
順唱	5.5 (1.1)	5.4 (1.2)	5.5 (1.1)	4.8 (1.0)
逆唱	4.0 (1.3)	3.7 (1.3)	3.9 (1.2)	2.8 (1.6)
視覚性記憶範囲課題				
順序	5.6 (1.0)	5.2 (1.3)	5.5 (1.1)	4.0 (1.4) **
逆序	5.3 (1.0)	4.4 (1.4) *	4.9 (1.2)	3.5 (1.8) *
慶應版 Wisconsin カード分類検査 (CA: 達成カテゴリー数 /6)	3.2 (2.3)	2.3 (2.3)	2.9 (2.3)	0.7 (1.6) *
シリアル 7 (100-7 の正答回数 /4)	2.8 (1.5)	1.7 (1.6) *	2.2 (1.6)	0.8 (1.6) *
語流暢性検査				
カテゴリー (「野菜」)	8.3 (3.7)	6.2 (3.5) *	7.5 (3.5)	3.0 (3.1) **
語頭音 (「た」)	4.1 (3.1)	3.2 (2.1)	3.8 (2.6)	1.5 (1.4) *

t 検定 *p<.05 **p<.01

2. 判別分析の結果

判別分析を行ったところ、存在想起の可否では、第 1 に側頭葉内側部、第 2 に前頭葉内側部の順で統計的に有意に判別に寄与することが示唆された (表 3)。内容想起の可否の判別には、側頭葉内側部が第 1 に大きな寄与を示し、第 2 に前頭葉背外側部、第 3 に側頭葉外側部の順で有意な寄与を示した (表 4)。判別率は存在想起の可否では 65.5%、内容想起の可否では 92.6%であった。

表 3 存在想起の可否に関する判別分析の結果：ステップワイズ法によって採択された病変部位

	Wilks's lambda	<i>P</i> 値
1 側頭葉内側部	0.928	0.048*
2 前頭葉内側部	0.885	0.042*

**p*<.05

表 4 内容想起の可否に関する判別分析の結果：ステップワイズ法によって採択された病変部位

	Wilks's lambda	<i>P</i> 値
1 側頭葉内側部	0.706	<.0001*
2 前頭葉背外側部	0.646	<.0001*
3 側頭葉外側部	0.587	<.0001*

**p*<.01

V. 考 察

脳外傷後にしばしば出現する展望記憶の障害は、日常生活において予定や約束が円滑に遂行できないなどの問題を生じさせ、社会復帰を困難にさせる要因となる。展望記憶の障害に対する効果的なりハビリテーションを行うためには、存在想起と内容想起のいずれに障害が生じているかを適切に把握する必要がある。本研究の目的は、脳外傷者の展望記憶の存在想起と内容想起に重要な影響を及ぼす病変部位の詳細を分析し、それぞれの機能的特徴を検討することであった。

これまで、展望記憶の神経基盤については、存在想起には前頭葉が関与し(梅田ら, 2000)、内容想起に関しては側頭葉内側部が関与する可能性が高いことが指摘されている(梅田ら, 2000, 2006; 前島ら, 2006)。本実験の展望記憶課題の結果から、脳外傷者の展望記憶において、側頭葉内側部は存在想起と内容想起の両方に大きな影響を与えるのに対し、前頭葉の各部位については存在想起では前頭葉内側部が、内容想起では前頭葉背外側部の影響が大きいことが明らかとなり、関与の仕方が異なることが示唆された。

側頭葉内側部については、H.M.の症例報告(Scoville & Milner, 1957)以降、記憶にとって重要な役割を担うことが知られている。とくに、海馬を中心とした側頭葉内側部は記憶の定着に関係した役割を担っていると考えられている。本実験の展望記憶検査では、側頭葉内側部損傷例は存在想起に障害を示すとともに、意図を想起させるように手がかりを

与えても、課題内容を正しく遂行することが困難であり、内容想起にも障害が認められた。側頭葉内側部が意図内容の記録や保持、想起といった展望記憶の記憶活動全般に関与するために、存在想起と内容想起の両方に障害が生じたと推察される。

一方、前頭葉に関しては、内側部が存在想起に高い影響を示した。この部位は、脳損傷例の展望記憶研究において、注意資源の活用と関連があることが示唆されている (Cockburn, 1995)。また、近年の脳機能画像研究で注目されている展望記憶の神経基盤 (BA10 内側部) と一致し (Burgess et al., 2003 ; Simons et al., 2006)、内的に生起された思考の抑制に関する機能を担っているとする見解もある (Burgess et al., 2003)。今回の高次脳機能検査の結果では、存在想起可能群は不能群に比べ、シリアル 7 や視覚性記憶範囲課題 (逆序)、語流暢性検査、見当識などの成績が優れており、注意機能や記憶検索の流暢性、記憶の自動的想起の機能などが存在想起に影響することが示唆された。これらの機能は、適切に注意を制御し、意図内容を一旦意識しなくなった後に「タイミングよく自発的に想起する」という存在想起の特徴との関連し、前頭葉内側部が重要な役割を果たすことが考えられる。

内容想起については前頭葉内では、背外側部が最も高い影響を示す結果となった。これまで、脳損傷者を対象とした展望記憶研究においては、前頭葉背外側部について十分な検討はされておらず、脳機能画像を用いた展望記憶研究において記述がみられる程度である (Okuda et al., 1998)。今回の高次脳機能検査結果から、内容想起可能群に比べ不能群は、HDS-R 総得点、コース立方体検査、RCPM のいずれの知的機能検査でも成績が低下し、視覚性記憶範囲課題 (順序・逆序)、シリアル 7 などのワーキングメモリ課題や 3 単語遅延再生や 7 単語記録検査といった記憶課題も不良であった。このことから、内容想起は存在想起に比べ、全般的な知的機能やワーキングメモリ、記憶の意識的想起との関連が強いことが示唆された。前頭葉背外側部損傷患者の記憶探索における障害 (特に自由再生の障害) はおもに、探索された情報の一過性の保持と操作・モニタリング過程の障害であることが指摘されている (加藤, 梅田, 2005)。また、解剖学的には、Alexander et al. (1990) の研究などから、前頭前野背外側部が記憶回路と深く関連していることが推測されている (山鳥, 2002)。これらを考慮すると、前頭葉背外側部は、前述した前頭葉内側部の特徴とは異なり、展望記憶の記憶機能とより強く関連し、意図内容の保持や探索、意識的想起の過程において影響を与えている可能性が推察される。

本実験から、展望記憶の存在想起と内容想起では、前頭葉の各部位の関与に相違があり、

その機能的特徴が異なることが示された。

実験 2 では、症例数を増やし、展望記憶の特徴である自発的にタイミングよく意図の存在を想起するために重要となる脳神経基盤の詳細について調べ、検討する。

第2節 展望記憶の存在想起に関する検討

—前頭葉損傷による展望記憶の存在想起の障害—【実験2】

I. 目的

展望記憶の障害は、予定していた意図内容を覚えていない、あるいは誤った内容で覚えているという意図内容 (remembering the content of intended action) に関する誤りと、予定していた意図内容は覚えているが、適切な場面でタイミングよく、「自発的」に想起することができないという意図内容の存在の想起障害 (remembering to remember) の2つに分けて考えることができる (梅田ら, 2000)。

意図内容に関する誤りは、再認課題を実施し、それでも誤っている場合には記憶の符号化や保持のレベルでも障害が生じている可能性が考えられる。一方、再認課題で誤りがないう場合、すなわち正しい情報かどうかの判断が可能である場合には、意図内容の符号化・保持はされているが、想起のレベルで障害が生じていると考えられる。本実験の主な目的は、展望記憶の自発的な存在想起に注目し、影響する脳損傷部位を調べ、神経心理学的検査の結果にもとづいて展望記憶の構成要素に関する機能的特徴を検討することである。

これまで、前頭葉損傷者は、展望記憶課題において、意図内容を覚えていないために遂行できなかったのではなく、意図内容は覚えていたが、展望記憶の課題中には、自発的に思い出すことができなかつたという特徴が報告されている (Cockburn, 1995)。すなわち、意図を「思い出すことを思い出す」という意図の存在の自発的想起こそが展望記憶の特徴であると考えることができる。従来、記憶研究においては、提示された課題やテーマについて思い出すという、意図的想起がおもに扱われてきた。しかし、日常生活における展望記憶では、明白な手がかりから予定した意図内容を想起することよりも、むしろ明白な手がかりがない状況で予定した意図内容を想起しなくてはならないことが多い。すなわち、ただ意図内容を思い出す能力だけでなく、状況に応じて意図の存在を自発的に想起することが重要となる。展望記憶は、ただの記憶以上のもの (more than just memory) を必要とし、時間ベースの課題であれば、経過時間に対する敏感さや、適切な時間に意図が浮かぶような自発的想起が求められると考えられる。

近年、fMRIなどの脳機能画像を用いて展望記憶の構成要素とその脳神経基盤を明らかにする試みがなされている。展望記憶がどのような構成要素によって成り立っているのかに関して、Simons et al. (2006) は、行動するのに適切な文脈を認識すること (cue

identification) と実行すべき行動を思い出すこと (intention retrieval) の2つの要素について検討した。加えて, Burgess et al. (2001) は, 意図の維持 (the maintenance of an intention) と意図の実現 (the realization of an intention) の2つの構成要素を想定した。これらの研究の結果として, いずれも前頭前野側部 (BA10) が重要な役割を果たすことが指摘されている。さらに Burgess et al. (2003) は, BA10 内側部と BA10 外側部は, 展望記憶において, それぞれ異なる機能的特徴があり, 前者は内的に生じられた思考を抑制する際に寄与し, 後者は内的に生成された思考の維持に関与することを示唆した。さらに, 近年, 興味深い見解として, 前頭前野側部における注意機能は, 内的な認知的表象を外的なものへ, 注意を自発的切り替えるという機能に関与している可能性が指摘されている (Burgess et al., 2003)。すなわち, 展望記憶の, 内的に生じた「なにか予定があった」という情報を認知し, 外的な情報へと注意を転換させて行く過程に前頭前野側部が関与している可能性である。この過程は自発的な想起に関連していることが考えられる。

本実験では, 展望記憶の存在想起の障害に注目し, 意図内容を適切なタイミングで自発的想起することが可能か否かを調べ, 判別分析を用いて自発的想起に影響する脳損傷部位を明らかにし, 脳神経基盤と認知機能との関連を検討する。

II. 対象者

対象者は, 脳損傷と診断された症例であり, 局所脳損傷が前頭葉 (背外側部, 腹外側部, 内側部, 眼窩部), 側頭葉 (内側部, 外側部) に確認された 81 名である。対象者は, 意識清明かほぼ清明で, 検査の施行が可能であった。すべての対象者に展望記憶課題を実施し, 複数の手がかりを与えられても, 最終的に意図内容を実行できなかった 7 名を除外し, 74 名を分析の対象とした。74 人の対象者は平均年齢 39.5 歳 (SD=15.7), 教育期間が 11.8 年であった。

時間経過による展望記憶の成績への影響については, 受傷から評価期間までは 35.0 日であり, 亜急性期から慢性期の症例が対象である。展望記憶の成績と評価までの期間との間に有意な相関はなかった ($r = .006$, n.s.)。

III. 方法

1. 展望記憶検査

展望記憶検査として, 実験 1 で用いた梅田ら (2000) の自発的想起型展望記憶課題 (番

号札課題)を用いた。展望記憶検査の結果にもとづいて、本実験では展望記憶の存在想起について、自発的に番号札を返した対象者と、課題が存在したことを想起した対象者を「存在想起可能群」に、自発的に返すことができず、課題が存在したことも想起できなかった対象者を「存在想起不能群」の2群に分類した。

2. 高次脳機能検査

対象者に高次脳機能検査を実施した。検査内容および分析項目は、改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)の総得点,見当識項目,3単語遅延再生,コース立方体検査(IQ),日本版レーブン色彩マトリックス検査(RCPM)のセットB,7単語記銘検査(半田,1989),数唱(順唱,逆唱),日本版ウェクスラー記憶検査法(WMS-R)の視覚性記憶範囲課題(順序,逆序)に準じた課題,慶應版Wisconsinカード分類検査(KWCST)の第一段階の達成カテゴリー数(CA),シリアル7(100-7の正答回数),1分以内に単語を想起する語流暢性検査(カテゴリー「野菜」,語頭音「た」)である。

3. 神経放射線学的検査

すべての対象者に頭部CTやMRIを施行し,病変部位を次の12領域に分類した。

- (1) 右前頭葉背外側部 (Brodmann area (以下 BA) 9, 10 と 46 の上部 1/2 を含む)
- (2) 左前頭葉背外側部
- (3) 右前頭葉腹外側部 (BA11, BA47, BA10 と BA46 の下部 1/2 を含む)
- (4) 左前頭葉腹外側部
- (5) 右前頭葉背内側部 (BA9 と BA10 上部 10 と 46 の上部 1/2 を含む)
- (6) 左前頭葉背内側部
- (7) 右前頭葉腹内側部 (BA11, BA47, BA10 と BA46 の下部 1/2, 眼窩部を含む)
- (8) 左前頭葉腹内側部
- (9) 右側頭葉外側部 (側頭葉は側脳室下角を指標とし内側部と外側部に分類した)
- (10) 左側頭葉外側部
- (11) 右側頭葉内側部
- (12) 左側頭葉内側部

これら12の脳部位は,判別分析において独立変数として用いられた。

4. 分 析

展望記憶の結果の判別に寄与する病変部位を明らかにするため、存在想起の可否を目的変数とし、各病変部位を説明変数とした判別分析を行った。この際、説明変数化するために前頭葉（背外側部・腹外側部・内側部部・眼窩部）と側頭葉（内側部・外側部）の各病変を両側病変=2，片側病変=1，なし=0 のようにスコア化した。全説明変数を用いた判別分析から、ステップワイズ法により変数を採択し、有意性検定を実施した。また、存在想起の可否のグループ化に対する判別率を算出した。統計処理には、SPSS11.5 を用いた。

IV. 結 果

1. 展望記憶の結果と高次脳機能検査の成績

表 5 に、展望記憶の結果にもとづいて存在想起「可能群」と「不能群」に分け、各群の高次脳機能検査結果を示す。2 群間の比較には t 検定を用いた。存在想起可能群に比べ想起不能群で有意に低下がみられたのは、HDS-R 総得点 ($t(72) = 2.21, p < .05$)、見当識項目 ($t(72) = 3.20, p < .01$) であった。年齢は、展望記憶課題の成績の違いを説明する有意な変数ではなかったが、展望記憶の結果を予測するかどうかを調べた。その結果、年齢と展望記憶課題の成績との間に有意な相関はみられなかった ($r = -.16, n.s.$)。

表 5 展望記憶の結果にもとづいた高次脳機能検査の成績の比較（平均と標準偏差）

	存在想起可能群 (n=32)	存在想起不能群 (n=42)
HDS-R		
総得点	24.0 (4.9)	21.5 (4.9) *
見当識 /7	6.6 (0.7)	5.8 (1.4) **
3 単語遅延再生 /6	4.1 (2.2)	3.4 (2.0)
コース立方体検査 (IQ)	76.8 (26.8)	78.3 (27.7)
RCPM セット B /12	7.5 (2.9)	8.0 (3.1)
7 単語記銘検査 /7	6.1 (1.2)	6.0 (1.0)
数唱		
順唱	5.2 (1.0)	5.5 (1.2)
逆唱	3.8 (1.3)	3.9 (1.2)
視覚性記憶範囲課題		
順序	5.4 (1.0)	5.5 (1.1)
逆序	4.7 (1.4)	4.7 (1.1)
慶應版 Wisconsin カード分類検査		
CA: 達成カテゴリー数 /6	2.8 (2.1)	2.8 (2.2)
PEN: 保続性エラー	12.6 (13.0)	11.8 (11.6)
DMS: セットの維持困難	0.9 (1.1)	1.1 (1.4)
シリアル 7 (100-7 の正答回数 /4)	2.6 (1.4)	2.0 (1.6)
語流暢性検査		
カテゴリー (「野菜」)	8.9 (4.4)	7.9 (3.8)
語頭音 (「た」)	3.8 (2.8)	4.0 (2.6)

t 検定 *p<.05 **p<.01

2. 判別分析の結果

展望記憶課題の成績に寄与する変数を調べるために、12 の脳領域における損傷を独立変数とし、展望記憶の存在想起の可否を従属変数とした判別分析を行った。判別分析の結果、存在想起の可否には、右前頭葉背外側部、右前頭葉腹内側部、左前頭葉背内側部が高い寄与をしていることが示され、この 3 領域の判別率は 67.6%であった (表 6)。

対象者の 12 領域の損傷を独立変数とし、前述した 16 の神経心理学的検査の得点を従属変数とした線型重回帰分析を実施した。分析の結果、次の脳領域の有意な寄与が認められた。左側頭葉内側部は、HDS-R 総得点および 3 単語遅延再生、視覚性記憶範囲課題 (逆序)、語流暢検査 (野菜) の成績に関与した。右前頭葉背外側部は、コース立方体 IQ, WCST・CA, シリアル 7 の成績に関与した。右前頭葉背内側部は、HDS-R 総得点および 3 単語遅延再生の成績に、左前頭葉腹外側部は、HDS-R の 3 単語遅延再生の成績に関与し、右前

頭葉腹外側部は WCST (CA) の成績に關与することが示された。これらの結果は、判別分析の結果とは類似しておらず、重要なのは、展望記憶課題の成績に、右前頭葉背外側部、右前頭葉腹内側部、左前頭葉背内側部が寄与することが、判別分析によって明らかになったことである。

表 6 存在想起の可否に關する判別分析の結果：ステップワイズ法によって採択された病変部位

	Wilks's lambda	P値
1 右前頭前野背外側部	0.951	.022*
2 右前頭前野腹内側部	0.902	.019*
3 左前頭前野背内側部	0.894	.017*

*p<.05

V. 考 察

本実験の目的は、意図の存在に關する自発的な想起（存在想起）に關与する脳神経基盤を調べ、機能的特徴を明らかにすることである。この目的のために、意図内容の符号化や保持に障害されている対象者を除外し、自発的および手がかりを与えられれば正しい意図内容を想起することができた 74 例を分析の対象とした。これらの対象者に対して、展望記憶の意図内容の存在想起が自発的に可能か否かを基準として判別分析を行った。その結果、以下の 3 つの脳領域、右前頭前野背外側部、右前頭前野腹内側部、そして左前頭前野背内側部が高く寄与していることが示された。

右前頭葉背外側部は、これまでワーキングメモリに關与し (Braver, Nystrom, Joniders, Smith, & Noll, 1997), とくに記憶から反応へと誘導するワーキングメモリの選択機能に寄与することが指摘されている (Rowe, Toni, Josephs, Frackowiak, & Passingham, 2000)。展望記憶において、右前頭葉背外側部は、外的な情報から、意図があったことを想起するための手がかりを敏感に感じとり、要求された行動を選択するという能力の一端を担うと考えられる。

判別分析の結果から、展望記憶の成績に影響する 2 つ目の脳領域として右前頭葉腹内側部 (VMPFC : ventromedial prefrontal cortex) が示された。これまでの前頭葉腹内側部に關する研究では、この脳部位の損傷により、情動障害や作話を含めた不適切な社会的行動が報告されている。こうした社会的な行動異常にもかかわらず、一般的な知能や記憶を含

んだ認知機能はおおむね保持されていることが指摘されている。先行研究では、前頭葉腹内側部は、身体内部に生じる意思決定や行動選択を援助する重み付け信号 (biasing signals) であるソマティック・マーカーと、外部環境の認知およびそれに誘発される過去の体験とを結びつける記憶装置であるとされている (Damasio, 1996; 加藤, 2008)。適切な文脈への敏感さや適切なタイミングについての手がかりは、自動的な身体反応から生じるシグナルに依存する可能性が考えられる。さらに、右前頭葉腹内側部に損傷のある患者と側頭葉内側部に損傷のある患者とに展望記憶のトレーニングを実施したところ、右前頭葉腹内側部に損傷のある患者はトレーニングによる際立った改善がみられなかったことが報告されている (Umeda et al., 2005)。これらの前頭葉腹内側部に関する研究から、右前頭葉腹内側部が自律神経の覚醒に関する処理と関連しているために、展望記憶の成績がトレーニングによっても容易に改善されないと考えられる。こうした研究をふまえると、右前頭葉腹内側部は、展望記憶において、状況から意図があったという身体的なシグナルを自動的に喚起し、行動に結びつけるための覚醒を保持するといった役割に関与している可能性が考えられる。

3 番目に高い寄与を示した左前頭葉背内側部についても、多くの研究が報告されている。とくにこの領域は、展望記憶 (Burgess et al., 2001, 2003; Okuda, Fujii, Ohtake, Tsukiura, Yamadori, Frith, & Burgess, 2007) や複数の課題の調整 (Gilbert, Williamson, Dumontheil, Simons, Frith, & Burgess, 2007) に関与するとされている。また、前頭前野吻側部 (BA10) が、展望記憶において意図の維持 (Burgess et al., 2007) や反応の維持 (Reynolds, West, & Braver, 2009) の際に活動することや、その他、展望記憶を遂行するための適切な文脈の認識 (cue identification) に寄与することも報告されている (Simons et al., 2006)。

本実験では、展望記憶の構成要素における機能的特徴を調べるために、自発的な存在想起可能群と不可能群の高次脳機能検査の成績を比較した結果、2 群間の違いは、HDS-R の総得点と見当識の項目でのみ有意差がみられた。このことから、自発的想起には現在の状況に関するアウェアネスと結びついた記憶の統合が重要であると考えられる。

結論として、展望記憶の意図存在の自発的想起は、外的な状況を認識し、敏感に感じとる機能によって支えられており、こうした敏感さは自動的な身体反応に依存する可能性があることが推察される。また、Burgess et al. (2003) の指摘するように、前頭前野吻側部 (BA10) の担う注意を内的な認識から外的なものへと自発的切り替えるという機能も関

わっていると考えられる。自発的な想起では、外的な情報に対する認知的処理の敏感さと、それと連動し身体内部から喚起される情報に関するアウェアネスとが相互に機能することによって行われ、展望記憶の存在想起にはこうした機能が重要な役割を果たしていると考えられる。

実験 3 では、展望記憶の内容想起に注目し、内容想起の障害を引き起こす脳損傷部位やほかの認知的処理の低下との関連について検討する。

第3節 展望記憶の内容錯誤に関する検討(1)

—前頭葉損傷の内容錯誤に関する検討—【実験3】

1. 目的

展望記憶には、存在想起と内容想起の2つの想起形態があると考えられている(梅田, 小谷津, 1998)。存在想起には「なにか予定があった」という自発的想起が重要であり、こうした自発的な存在想起の失敗を防ぐためには、適切な場面で意図が想起されるように外的補助を用いて(例えば、予定の時刻近くなったらブザーが鳴るようにするなど)、意図内容の想起を容易にすることができる。しかし、脳損傷者においては、手がかりを与えられても、内容自体が想起できないという場合や、誤った内容を想起してしまうという障害が観察される。

実験1では、対象者をプロンプトに対し内容想起が困難な対象群と内容想起が可能な対象群とに分けて、両者の比較検討を行った。ここで内容想起困難群は、存在想起ができず、なおかつプロンプトを与えても内容想起ができなかった症例であり、意図の自発的想起および意図的想起の両方が障害されていた。実験1の結果から、エピソード記憶に関して重要であることが指摘される側頭葉内側部の関与が示されたとともに、前頭葉背外側部も影響することが明らかになった。前頭葉背外側部は、近年のfMRIなどの脳機能画像研究において、記憶情報の符号化において活動し、長期記憶の遂行に関連すること(Blumenfeld et al., 2006)、またワーキングメモリを選択し、記憶から反応へ誘導する機能を持つことなども指摘されている(Rowe et al., 2000)。実験1における内容想起の障害は、記憶活動における保持、探索、想起など全般的な障害が影響した結果生じたと推察できる。

本実験では、自発的に存在想起ができず、手がかりを与えた結果、なんらかの内容想起が行われたが、その内容が誤ってしまうという内容錯誤を呈した症例について検討する。内容錯誤について、梅田ら(2000)が、健忘症の一種であるコルサコフ症候群を対象とした研究において、ブザーが鳴ったら手を叩くという展望記憶課題において、ブザーが鳴った際に、手を叩く以外の行為が生じてしまうという、意図内容の錯誤が多く観察されたことを報告している。コルサコフ症候群のおもな損傷部位は、視床背内側核、乳頭体を中心とする間脳と前頭葉の一部とされており、神経心理学的所見のなかで特徴的なのは、作話が顕著であることが指摘されている(Kopelman, 1995)。エピソード記憶における作話に関しては、前述のコルサコフ症候群や前脳基底部損傷で観察される作話などがあり、ヘル

ペス脳炎後の側頭葉健忘では観察されることが比較的少ないのとは対照的である（加藤，鹿島，1999）。前頭葉腹内側部（眼窩部）損傷による自発的作話は，進行する現実に対する適応的な思考や行動の障害に特徴づけられ，進行する現実に対するモニタリングの障害としても捉えることができる（Schnider et al., 2003）。さらに，前頭葉腹側部損傷による虚再認などの記憶の誤りは，記憶に関する親近感の処理の低下と関連していることも指摘されている（加藤，2005）。

これまで脳損傷者を対象とした神経心理学的研究では，展望記憶の内容錯誤に関する検討は少なく，その詳細については明らかにされているとは言えない。本実験では，展望記憶の内容錯誤に関わる脳部位とその機能的特徴などについて検討する。

II. 対象者

対象者は，展望記憶課題の番号札課題とブザー課題の2の課題を実施し，両方もしくは一方において内容錯誤がみられた脳損傷者14例（内容錯誤群）と2つの課題の両方において自発的に正確に意図を遂行できた脳損傷者15例（自発正答群）である。内容錯誤群の年齢の平均は52.5（SD=11.2）歳，自発正答群の年齢の平均は45.5（SD=12.7）歳であった。発症から評価日までの期間は，内容錯誤群は70.9（SD=187.4）日，自発正答群は28.9（=29.8）日であった。内容錯誤群と自発正答群の年齢と評価日の平均についてt検定を行ったところ，有意差はみられなかった。

III. 方法

1. 展望記憶課題

日常生活場面においては，展望記憶の内容の誤りは，予定した場面と類似した場面で意図した内容を想起したり，予定した内容に類似しているが違った内容を想起してしまうことが想定される（例：スーパーで食パンと卵を購入する予定で出かけ，牛乳と卵を買って帰ってきてしまう，など）。このため本実験では，2つの展望記憶の課題を同時に教示し，それぞれの課題が正確に遂行されるかを調べた。2つの展望記憶課題として，梅田ら（2000）の手がかり型展望記憶課題（ブザー課題）と実験1と実験2で用いた自発的想起型展望記憶課題（番号札課題）を実施した。手がかり型展望記憶課題（ブザー課題）では，高次脳機能検査開始時に「ブザーが鳴ったら，手を叩いて下さい」と教示し，20分の時点でブザーが鳴るよう設定し，高次脳機能検査を実施した。両課題とも，課題の教示は検査

開始時にほぼ同時に実施した。ブザー課題に対し自発的に正しく遂行できない対象者にはプロンプトとして手がかりを与え、課題を遂行できるかを確認した。最初の手がかりとして「なにか忘れていませんか？」(プロンプト A) と質問した。この手がかり課題が遂行できない対象者には、次の手がかりとして「ブザーが鳴ったら、なにかしなければなりませんでしたね？」(プロンプト B) と質問した。これらの手がかりによって、課題が遂行できるか否かを確認した。以上の課題の結果をもとに、自発的に課題が遂行できず、これに対して手がかりを与えた結果、誤った内容を想起した対象群を内容錯誤群とした。対照群とし、2つの課題を自発的に正確に遂行できた自発正答群を設けた。

2. 高次脳機能検査

対象者に高次脳機能検査を実施した。検査内容および分析項目は、改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)の総得点, 見当識項目, 3 単語遅延再生, コース立方体検査(IQ), 日本版レーブン色彩マトリックス検査(RCPM)のセット B, 7 単語記銘検査(半田, 1989), 数唱(順唱, 逆唱), 日本版ウェクスラー 記憶検査法(WMS-R)の視覚性記憶範囲課題(順序, 逆序)に準じた課題, 慶應版 Wisconsin カード分類検査(KWCST)の第一段階の達成カテゴリー数(CA), シリアル 7 (100-7 の正答回数), 1 分以内に単語を想起する語流暢性検査(カテゴリー「野菜」, 語頭音「た」)である。

3. 神経放射線学的検査

すべての対象者に頭部 CT もしくは MRI を施行し, 病変部位を次の 14 領域に分類した。

- (1) 右前頭葉背外側部 (Brodmann area (以下 BA) 9, 10 と 46 の上部 1/2 を含む)
- (2) 左前頭葉背外側部
- (3) 右前頭葉腹外側部 (BA11, BA47, BA10 と BA46 の下部 1/2 を含む)
- (4) 左前頭葉腹外側部
- (5) 右前頭葉背内側部 (BA9 と BA10 上部 10 と 46 の上部 1/2 を含む)
- (6) 左前頭葉背内側部
- (7) 右前頭葉腹内側部 (BA11, BA47, BA10 と BA46 の下部 1/2, 眼窩部を含む)
- (8) 左前頭葉腹内側部
- (9) 右側頭葉外側部 (側頭葉は側脳室下角を指標とし内側部と外側部に分類した)
- (10) 左側頭葉外側部

- (11) 右側頭葉内側部
- (12) 左側頭葉内側部
- (13) 右視床
- (14) 左視床

これ以外の領域に関しても病変部位を確認し、内容錯誤を呈した症例の病変部位の有無に関してプラスで記載した（表 9）。

Ⅲ. 結 果

1. 展望記憶の結果と高次脳機能検査の成績

表 7 に内容錯誤群と自発正答群ごとの高次脳機能検査の結果を示す。2 群間の比較には t 検定を用いた。自発正答群に比べ内容錯誤群で有意に低下を認めたのは、HDS-R 総得点 ($t(27) = 2.99, p < .01$)、3 単語遅延再生 ($t(27) = 2.66, p < .05$)、7 単語記銘検査 ($t(27) = 2.24, p < .05$)、語流暢性検査（「カテゴリー」）($t(27) = 2.32, p < .05$) であった。

表 7 展望記憶の内容錯誤群と自発正答群の高次脳機能検査の成績（平均および標準偏差）

	内容錯誤群 (n=14)	自発正答群 (n=15)
HDS-R		
総得点	19.0 (6.3)	24.9 (4.3) **
見当識 /7	5.5 (1.7)	6.4 (1.0)
3 単語遅延再生 /6	2.8 (2.4)	4.7 (1.4) *
コース立方体検査 (IQ)	60.6 (16.6)	73.0 (19.9)
RCPM セット B /12	5.7 (2.9)	7.6 (2.2)
7 単語記銘検査 /7	5.4 (1.2)	6.3 (1.0) *
数唱		
順唱	4.8 (1.3)	5.5 (0.8)
逆唱	3.3 (0.8)	3.9 (0.9)
視覚性記憶範囲課題		
順序	5.2 (0.9)	5.5 (1.4)
逆序	4.1 (1.4)	4.8 (1.2)
慶應版 Wisconsin カード分類検査		
CA : 達成カテゴリー数 /6	2.2 (1.5)	3.2 (2.2)
PEN:保続性エラー	11.2 (7.2)	11.8 (14.3)
DMS : セットの維持困難	1.6 (1.6)	0.9 (1.7)
シリアル 7 (100-7 の正答回数 /4)	1.6 (1.6)	2.3 (1.4)
語流暢性検査		
カテゴリー (「野菜」)	7.3 (3.8)	10.5 (3.6) *
語頭音 (「た」)	4.4 (3.0)	4.2 (2.7)

t 検定 *p<.05 **p<.01

2. 展望記憶の内容錯誤の特徴

表 8 に、展望記憶課題において内容錯誤を呈した症例ごとに内容錯誤の特徴を示す。検査終了時に番号札を返すという番号札課題と、ブザーが鳴ったら手を叩くというブザー課題とを検査開始時に教示した結果、ブザーが鳴った際に、カードを出すという誤りが 4 例で観察され、また検査終了時に手を叩いた症例が 3 例みられた。これらの反応は、2 つの展望記憶課題の内容を取り違えた、あるいは予定と異なる場面で、もうひとつの展望記憶の内容を誤って遂行した反応である。また、ブザー課題においてブザーが鳴ったら止めようとする反応や、ブザーのところに行こうとするといった反応が 3 例で観察された。これらは、教示された展望記憶課題の内容ではなく、状況や文脈に反応した行動であった。その他、ブザー課題や番号札課題のどちらの教示内容とも異なり、質問や発言をする症例が

5例みられた（例えば「何時に言ってましたか?」,「おしまいにするお知らせだ」など）。

表 8 展望記憶課題における内容錯誤

展望記憶課題における内容錯誤		
症例	番号札課題	ブザー課題
1	「ピーと鳴ったら叩く、まだピーと鳴っていない」	
2		カードを出す
3		指で机を叩く、カードを出す
4		ブザーのところにゆく
5		「何時に言ってましたか?」と質問
6		「おしまいにするお知らせだ」と言う
7	「サイン（する）?」と質問	
8	手を叩く	
9		ブザーを止めようとする
10		ブザーを止めようとする
11		「山」と言う
12	手を叩く	
13		カードを返す
14	カードの番号を言う	

3. 展望記憶の内容錯誤を呈した症例に関する病変部位

表 9 に内容錯誤を呈した 14 症例の主な病変部位を示す。14 症例のなかで、最も病変が多かったのは左前頭葉腹外側部で、14 症例中 4 例が同部位に病変を認めた。次いで、左前頭葉腹内側部と右前頭葉腹内側部がともに 14 症例中 3 例で認められた。左右の前頭葉腹内側部のいずれかを含んだ割合としては、14 症例中 5 例であった。前頭葉腹外側部と腹内側部のいずれかを含んだ前頭葉腹側部は、14 症例中 7 例であった。

表 9 展望記憶課題において内容錯誤を呈した症例の病変部位

症例	主な病変部位														その他
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	
	F	F	F	F	F	F	F	F	T	T	T	T	視床	視床	
1			+				+	+	+				+		R 頭頂葉,
2	+					+		+				+			L 側頭葉極
3														+	
4							+	+							
5								+							
6		+								+					L 側頭葉極
7									+						
8						+									
9															R 線条体
10															L 線条体
11		+													
12							+	+							
13														+	
14														+	

RF : right frontal lobe, LF : left frontal lobe, RT : right temporal lobe, LF : left temporal lobe

V. 考 察

本実験で展望記憶課題において内容錯誤を示した症例は、自発的な存在想起が障害されており、手がかりを与えられることで、教示された内容とは異なる内容を想起した。病変部位としては、複数病変を含んだ症例が多いが、病変部位の総数に占める割合から推定すると、左前頭葉腹外側部、左右の前頭葉腹内側部の影響がみられ、半数の症例に前頭葉腹側部の損傷が認められた。

本実験において実施された高次脳機能検査との関連をみると、内容錯誤群は自発正答群に比べ、3 単語遅延再生や 7 単語記銘検査、語想起の成績が低下しており、エピソード記憶の障害が関与する可能性が示唆された。存在想起に関する検討（実験 2）において存在想起不能群は可能群に比べ、見当識が有意に低下していたが、3 単語遅延再生や 7 単語記銘検査の成績に有意差は認められなかった。一方で、内容錯誤群は自発正答群に比べ、3 単語遅延再生や 7 単語記銘検査、語想起などの成績が低下しており、これらの結果を考慮すると、展望記憶の内容想起は、とくに記憶機能との関連が強いことが示唆され、存在想

起に関わる認知的処理の過程とは異なる側面があると考えられる。

これまでの機能的 MRI を用いて虚再認に関与する脳神経基盤を調べた研究では、左前頭前野腹側前部は情報源の意識的想起に、右前頭前野腹側部前部は親近感による処理に関連の深い脳領域であることが示唆されており、このことから前頭葉眼窩部を含む腹内側部損傷による虚再認の増加は、情報源に関する親近感の処理の障害と意識的処理の障害によるものであると考えられている（加藤、梅田、2005）。さらに、前頭葉眼窩部（腹内側下部）損傷例の虚再認率の高さは、社会的行動の異常とも関連している。加藤（2008）は、日常場面で意思決定を求められた場合、適切な判断を下し対処するためには、まず自らが置かれている状況（文脈）を正しく判断し、その状況と関連する過去の経験を想起することが必要となるが、自らの置かれた状況に曖昧な親近感を感じるだけで、過去の状況の意識的な想起が困難であれば、適切な意思決定は行えないことになると考察している（加藤、2008）。

本実験による前頭葉腹側部損傷患者でみられた内容錯誤は、2つの課題内容の取り違えや、文脈を誤りブザーが鳴ったらカードを出すといった反応が主体であった。こうした反応は、どの場面での教示であったかという情報源が不正確であり、自発的な想起が困難な状況において、手がかりに対し内容を想起しようとした際に誤った情報に親近感を感じ、違った文脈においても一方の課題の内容が想起されたと考えられる。これらの誤りは、個々の要素的な記憶情報は正確であるにもかかわらず、複数の記憶情報の組み合わせや順序を誤るといった記憶の錯誤であり、情報そのものが保持されていないエピソード記憶の障害とは異なる特徴を示している。前頭葉損傷では、海馬を中心とした側頭葉内側部損傷による記憶障害とは異なり、情報の内容そのものの記憶は保たれている場合が多いが、その情報をいつ、どこで、どのような順序で得たのかという文脈情報に障害がみられることが指摘されている（Romine & Reynolds, 2004）。さらに、前頭葉眼窩部を含む腹内側部が進行する現実に対するモニタリングに関わっていると考える（Schnider et al., 2003）、前頭葉内側部が展望記憶において内的に生じた思考の抑制に関与している（Burgess et al., 2003；三村、2007）などの指摘もあり、前頭葉腹内側部は、生起された記憶を含めた思考が適切かどうかのモニタリングや制御を行うことに関与していると考えられる。

本実験で観察された内容錯誤は、個々の記憶の保持段階よりも、想起の段階による記憶情報のモニタリングや誤った記憶を抑制するといった制御の側面における障害を反映している可能性が考えられる。実験1では内容想起が手がかりによっても正答しない内容想起

不能群を分析した結果，エピソード記憶との関連が指摘されている側頭葉内側部と前頭葉背外側部の影響が示されたが，本実験では，内容錯誤を呈した症例を分析したところ，前頭葉腹側部損傷の影響が示唆された。内容想起に関しては，符号化，保持や想起全般に関わるエピソード記憶のみならず，記憶情報をモニタリングし制御する機能が正確に機能することが重要であると考えられる。

実験 1 から実験 3 では展望記憶と前頭葉の関連を中心に検討してきたが，実験 4 では前頭葉損傷以外の病変でも，展望記憶の障害が生じることに注目し，視床病変による展望記憶の障害について検討する。

第4節 展望記憶の内容錯誤に関する検討 (2)

—視床損傷者の内容錯誤—【実験4】

I. 目的

脳損傷者を対象とした展望記憶の脳神経基盤についての研究では、これまで、前頭葉の関与が指摘されてきた (Cockburn, 1995; Shallice & Burgess, 1991; Shimamura et al., 1991)。さらに存在想起や内容想起に関しては、それぞれの脳神経基盤は異なり、存在想起には前頭葉が関与している可能性が高く (黒崎ら, 2010; 梅田ら, 2000)、内容想起に関しては側頭葉内側部が関与することが指摘されている (梅田ら, 2000, 2006; 前島ら, 2006; 黒崎ら, 2010)。

しかしながら、前頭葉以外にもコルサコフ症候群のような視床の一部や乳頭体を含む辺縁系の組織の損傷によっても、展望記憶の特に内容想起に障害が認められることが報告されている (梅田ら, 2000)。記憶回路である Papez の回路 (海馬→脳弓→乳頭体→視床前核→帯状回→海馬) や、Yakovlev (Nauta) の回路 (扁桃核→視床背内側核→前頭前野眼窩皮質→側頭葉皮質前部→扁桃核) はともに視床の一部と連絡しており、視床損傷では健忘症などの記憶障害が出現することが指摘されている。

視床損傷による記憶障害の特徴は、言語課題に重篤な前向性健忘と軽度の逆行性健忘を呈した報告 (Squire, 1978; Teuber, Milner, & Vaughan, 1968) や、右側の視床病変で視覚性 (視空間性) の課題に対する前向性記憶障害が生じるのに対し、左の視床の損傷では言語性の前向健忘が起こるという報告 (Speedie & Heilman, 1982, 1983) がある。そのメカニズムについては、符号化の初期段階での障害の可能性や、検索障害の可能性が指摘されている (加藤, 鹿島, 1999)。視床損傷では重篤な前向性健忘がみられるが、即時記憶は保持され、手続き記憶は障害されないことが指摘されている (森, 橋本, 2001)。さらに、多くの症例が記憶障害と同時に前頭葉機能障害を呈し、前頭葉—淡蒼球—視床回路の分断による影響も推測されている (森, 橋本, 2001)。

視床性健忘についての報告は多くみられるが、視床病変に伴う記憶障害の特徴は、視床内の病変によっても異なり、一定の見解は得られてはいない。また、視床損傷による展望記憶の障害について検討した報告も少ない。本実験では、視床損傷を認めた症例を対象とし、展望記憶における視床の関与とその特徴について検討する。

II. 対 象 者

視床損傷を認めた 8 例。左視床損傷 3 例，右視床損傷 3 例，両側視床損傷 2 例である。平均年齢 53.9 歳 (SD=16.1)。

III. 方 法

1. 展望記憶課題

展望記憶課題として，実験 1，実験 2，実験 3 で用いた梅田ら (2000) の手がかり型展望記憶課題 (ブザー課題)，自発的想起型展望記憶課題 (番号札課題) の 2 つを実施した。

2. 高次脳機能検査

対象者に高次脳機能検査を実施した。検査内容および分析項目は，改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R) の総得点，見当識項目，3 単語遅延再生，コース立方体検査 (IQ)，日本版レーブン色彩マトリックス検査 (RCPM) のセット B，7 単語記銘検査 (半田, 1989)，数唱 (順唱，逆唱)，慶應版 Wisconsin カード分類検査 (KWCST) 達成カテゴリー数 (CA)，保続性エラー (PEN)，セットの維持困難 (DMS)，1 分以内に単語を想起する語流暢性検査 (カテゴリー「野菜」，語頭音「た」) である。

IV. 結 果

1. 展望記憶課題の結果

表 10 に，視床損傷者の展望記憶課題の結果を示す。8 例はすべて，2 つの課題のいずれかに存在想起の障害がみられた。自発的およびプロンプトによって 2 つの課題を正しく遂行できたのは 8 例中 2 例であり，残りの 6 例は展望記憶の内容想起にも障害がみられた。6 例のうち 3 例は内容錯誤が出現し，残りの 3 例はプロンプトによっても内容想起ができなかった。内容錯誤としては，事前に教示された別の課題内容との取り違えなどの誤反応であった。

表 10 展望記憶課題の結果

症例	病変部位		展望記憶課題	
	L	R	番号札課題	ブザー課題
	視床	視床		
1	+		PA 正答	PA 内容錯誤 (カードを返す)
2	+		PA 内容錯誤 (カードの番号を言う)	自発正答
3		+	自発正答	PB 内容錯誤 (指で机を叩く, カードを出す)
4	+	+	PA 正答	PB 無反応
5	+		PA 正答	PB 無反応
6	+	+	PB 無反応	PB 無反応
7		+	PB 正答	自発正答
8		+	自発正答	PA 正答

PA : プロンプト A, PB : プロンプト B

2. 病変部位別の高次脳機能検査

表 11 に、視床病変の左右と両側の病変部位に基づいた高次脳機能検査の結果を示す。左視床損傷例については、左視床損傷例では、語想起の流暢性が障害され、7 単語記銘検査での低下を示した。右視床損傷例では単語記銘は比較的可能であるが、遅延再生で低下した。両側損傷例は、即時記憶は比較的保持されているが、単語記銘、遅延再生とも低下を示した。

表 11 視床病変別の高次脳機能検査の結果

	左視床損傷群 (n=3)	右視床損傷群 (n=3)	両側視床損傷群 (n=2)
HDS-R			
総得点	17.0 (3.5)	23.3 (5.0)	22.0 (9.9)
見当識 /7	5.0 (1.0)	5.3 (1.5)	6.0 (1.4)
3 単語遅延再生 /6	4.0 (2.6)	3.7 (2.1)	3.0 (2.8)
コース立方体 IQ	63.2 (3.9)	40.1 (7.0)	70.0 (2.9)
RCPM セット B /12	5.0 (3.5)	3.0 (2.0)	4.5 (0.7)
7 単語記銘検査 /7	4.0 (1.0)	5.7 (0.6)	5.5 (2.1)
数唱			
順唱	4.7 (1.5)	5.7 (0.6)	5.5 (0.7)
逆唱	3.0 (1.0)	3.0 (1.0)	4.5 (0.7)
慶應版 Wisconsin カード分類検査			
CA : 達成カテゴリー数 /6	1.3 (1.5)	2.7 (1.2)	1.5 (2.1)
PEN : 保続性エラー	7.7 (2.1)	11.3 (3.2)	11.5 (3.5)
DMS : セットの維持困難	3.3 (2.9)	0.7 (1.2)	0.0 (0.0)
語流暢性検査			
カテゴリー (「野菜」)	2.6 (2.5)	10.7 (2.5)	10.5 (5.0)
語頭音 (「た」)	2.3 (2.5)	7.0 (2.6)	3.5 (5.0)

V. 考 察

本実験の結果より、視床損傷でも展望記憶に障害が生じる可能性が示唆された。その特徴としては、手がかりを与えられても意図内容の想起が困難であるという側面と、手がかりによって誤った内容が想起されるという内容錯誤の 2 つの特徴が認められた。

視床損傷による記憶障害のメカニズムとしては、記憶回路である Papez の回路（視床前核）と、Yakovlev (Nauta) の回路（視床背内側核）に視床が関与しており、その神経回路が遮断されるために、記憶障害が生じると考えられている。

手がかりによっても内容想起自体ができないという反応には、実験 1 で側頭葉内側部と前頭葉背外側部が関与することが示唆されている。側頭葉内側部は視床前核、背内側核などの視床核へ連絡し、また前頭葉背外側部は視床腹側部との連絡があることが指摘されている（山鳥，2002）。こうした神経回路のネットワークをふまえると、視床損傷者の内容想起自体の困難さは、側頭葉内側部や前頭葉背外側部との神経回路が遮断されることで生じていると推察される。さらに前頭葉背外側部損傷による記憶障害は文脈的混乱や手がかりとの一致の低下が関係することも指摘されており（Giboa, 2010）、文脈に応じて内容を

想起することや、Yakovlev (Nauta) の回路では、前頭葉腹内側部（眼窩部）と視床の連絡も指摘されていることから、実験 3 で見られたように、記憶のモニタリングの低下 (Schnider et al., 2003) や情報源に関する親近感の処理の障害（加藤，梅田，2005）が影響し、内容錯誤が生じたと考えられる。

本実験で施行された高次脳機能検査の結果をみてゆくと、記憶課題である 3 単語遅延再生での低下が示唆され、7 単語記銘検査でも健常者（半田，1989）より低い成績であった。さらに前頭葉機能を反映するとされる KWCST や逆唱でも低下が認められた。これらの結果からも、本実験の視床損傷例による展望記憶の障害は、海馬・側頭葉、前頭葉との神経回路の連絡が障害されるため、意図内容の保持や記銘、想起などの記憶処理が全般的に低下することによる内容の想起自体の障害と、文脈的混乱や、手がかりとの一致が不正確になることや、記憶のモニタリングが低下することによる内容錯誤が生じる可能性が推察された。また、視床損傷では、2 つの展望記憶課題の成績において、一方が自発的正答か手がかりによって正答に至る場合でも、もう一方は手がかりによっても内容想起が困難な場合があるなど、成績の変動が多く認められた。

実験 1 と実験 2 では自発的な意図の存在想起に前頭葉が関与していることが示され、実験 3 では、内容想起の誤りに前頭葉が関与していること示唆された。本実験では、前頭葉損傷以外でも展望記憶の障害が示される可能性があることが示され、その特徴は均一ではないと考えられる。実験 5 では、展望記憶の障害の多様性がどのような認知的プロセスや要因によって生じているか、回想記憶の低下は展望記憶に均一の影響を及ぼすのかを検討する。

第5節 回想記憶障害を呈する症例における展望記憶に関する検討【実験5】

I. 目的

展望記憶と回想記憶との関連については、再生テストや再認テストといった回想記憶課題の成績や (McDaniel & Einstein, 1993), 展望記憶課題と名前の想起課題 (Maylor, 1996) に相関がみられないことが指摘されており, 脳損傷者を対象とした報告でも, 展望記憶と回想記憶の乖離が示唆されている (Cookbarn, 1995; Mathias, & Mansfield, 2005)。

しかし, この回想記憶と展望記憶は全く異なる記憶ではなく, 展望記憶には展望的記憶構成要素 (なにかの行為を行うことの想起) と回想的記憶構成要素 (その行為の内容の想起) が含まれているという見解がある (Einstein et al., 1992)。加えて梅田ら (2000) は, 展望記憶には存在想起 (意図があったという想起) と内容想起 (意図内容の想起) の2つの構成要素があると仮定している。従来の研究では, 存在想起と内容想起の2つの機能を分けた検討は少なく, 存在想起と内容想起で回想記憶の影響が異なる可能性が考えられる。

実験1, 実験2では, 展望記憶の存在想起に関して存在想起可能群と不可能群の2群に分けて比較し, 見当識と語想起の成績に有意差がみられたが, 単語の遅延再生や単語記銘の成績との関連は示唆されなかった。これらの結果は, 回想記憶と展望記憶に相関がないとする指摘を支持すると考えられる。一方, 実験3において内容錯誤群は自発正答群に比べ, 3単語遅延再生や7単語記銘検査, 語想起などの成績が低下しており, 内容想起に関しては回想記憶の成績が影響することが示唆された。しかし, 回想記憶の低下が展望記憶に与える影響が均質であるかは明らかではなく, 展望記憶の特徴をとらえるためには, 記憶のプロセスを考慮した検討も必要であると考えられる。

これまでの記憶研究では, 記憶には新しい情報の取り込み, 取り込んだ情報の保存, 保存された情報の再生という3段階のプロセスがあるとされており (山鳥, 2002), 具体的には, 記憶情報を登録 (registration)・符号化 (encoding) する段階, 登録された記憶を把持 (retention)・貯蔵 (store)する段階, さらに再生 (reproduction), 想起 (recall)・検索 (retrieval) する段階が想定されている。これらのプロセスは回想記憶にも展望記憶の過程にも含まれ (仲秋, 1999), さらに展望記憶では意図した行為の実行 (performance) というプロセスが加わる (Kvavilashvili & Eliis, 1996)。展望記憶と回想記憶の違いは, ある行為が符号化される際に, 後でそれが必要になるという情報とともに符号化される点にあることも指摘されている (Sinnott, 1989)。

本実験では、回想記憶障害の特徴を調べ、エピソード記憶などの回想記憶と展望記憶との関連について考察する。

II. 対象者

対象者は、脳損傷者で、日本語版ウェクスラー記憶検査（WMS-R）において遅延再生が50未満となった重度の回想記憶障害を呈した症例5例（男性4名、女性1名）を対象とした。脳損傷者は意識清明で、重篤な失語症状は認められなかった。以下に症例のプロフィールを示す。

【症例1】 30歳代右利き男性。高校中退。くも膜下出血による、右前頭葉腹側部から側頭葉先端部にかけての損傷。

【症例2】 50歳代右利き女性。高卒。くも膜下出血により、右前頭葉腹外側と側頭葉先端部損傷および右基底核に脳梗塞。

【症例3】 50歳代右利き男性。高卒。くも膜下出血により前脳基底部から眼窩部を含む左前頭葉腹内側部損傷。

【症例4】 40歳代右利き女性。専門学校卒。右尾状核からの脳内出血。

【症例5】 60歳代右利き男性。高卒。両側視床前核主体の脳梗塞。

III. 方法

1. 回想記憶課題

回想記憶課題として、日本語版ウェクスラー記憶検査（WMS-R）を実施した。回想記憶の詳細を調べる目的で、論理的記憶Ⅰ（直後再生）・Ⅱ（遅延再生）、言語性対連合Ⅰ（直後再生）・Ⅱ（遅延再生）の反応を記述した。WMS-Rの論理的記憶は物語A・Bの2つの短い物語を検査者が読み上げ、対象者にできるだけ多くの内容を再生することを求める課題である。直後再生終了時に、後に再度確認することを伝え、約30分後に再生させた（遅延再生）。

言語性対連合は、意味関連のあるやさしい連想の対語（例えば、金属－鉄）4つと意味関連の少ない難しい連想の対語（例えば、粉碎－夕暮れ）4つ8つの計8対語からなる。完全に反復できるまで対語を学習するために第6提示まで検査され、第3提示までが採点される。この課題も約30分後の遅延再生を求めた。対語リストを表14に示す。

2. 展望記憶課題

展望記憶課題として、実験 1 から実験 3 で用いた梅田ら（2000）の手がかり型展望記憶課題（ブザー課題）、自発的想起型展望記憶課題（番号札課題）を実施した。

3. 高次脳機能検査

対象者に高次脳機能検査を実施した。検査内容および分析項目は、日本版ウェクスラー記憶検査（WMS-R）、日本版ウェクスラー 成人知能検査（WAIS-III）、改訂長谷川式簡易知能評価スケール（HDS-R）の総得点、見当識項目、3 単語遅延再生、コース立方体検査（IQ）、日本版レーブン色彩マトリックス検査（RCPM）のセット B、7 単語記銘検査（半田 1989）、数唱（順唱、逆唱）、日本版ウェクスラー 記憶検査法（WMS-R）の視覚記憶範囲課題（順序、逆序）に準じた課題、慶應版 Wisconsin カード分類検査（KWCST）第一段階の達成カテゴリー数（CA）、保続性エラー（PEN）、セットの維持困難（DMS）、シリアル 7（100-7 の正答回数）、1 分以内に単語を想起する語流暢性検査（カテゴリー「野菜」、語頭音「た」）である。

IV. 結 果

1. 回想記憶と展望記憶および高次脳機能検査の結果

今回検討した症例はすべて WMS-R の遅延再生が 50 未満であり、回想記憶に障害を示した症例である。表 12 に、展望記憶の反応と回想記憶、高次脳機能検査の結果を示す。

各症例の WMS-R の成績をみてゆくと、症例 1 と症例 3 は、注意機能は比較的保持されているが、全体的に記憶の低下がみられた。症例 2 と症例 5 は、注意機能およびすべての記憶項目で著しい低下を示した。症例 4 は直後再生と注意機能において目立った低下はみられないが、遅延再生でのみ低下を示した。展望記憶課題の結果をみてゆくと、症例 1 と症例 3 は、まず自発的に正しく意図が存在していたことを想起することができず、存在想起に障害が認められ、さらに手がかりを与えられ意図内容を想起した際に、番号札課題では正しく意図内容を実行できたが、ブザー課題では、カードを出すという番号札課題の内容を想起しており、内容錯誤がみられた。症例 2 はブザー課題では意図の存在も内容も正しく想起することができたが、番号札課題では自発的に意図の存在を想起することができなかった。しかし、手がかりを与えられると、正しい内容が遂行できた。症例 4 は、2 つの展望記憶課題に自発的に正答しており、展望記憶に障害は認められなかった。症例 5 は、

意図の存在も自発的に想起できず、さらに手がかりを与えられても、2つの課題とも内容を「忘れた」ということで思い出せず、さらに再認では、「覚えがない」と返答し、情報源の確認においても、正答は検査者であったが「茨城の人に頼まれた」と不正確な反応を示した。これらの結果は、回想記憶課題における成績の低下が、展望記憶に与える影響が同一ではないことを示唆する。

その他の高次脳機能検査の結果をみてゆくと、全例で即時記憶の課題である順唱・順序の成績が5桁以上であり、低下はみられなかった。ワーキングメモリの課題である7シリーズについては、前頭葉損傷を含む症例1～3では、症例4～5と比べると低下していた。またKWCSTは前頭葉腹側部損傷を含む症例1と症例2で低下が目立った。症例2と症例5は注意機能の低下とWAIS-RやWAIS-IIIなどの知的機能の低下も認められた。

表 12 回想記憶・展望記憶および高次脳機能検査結果プロフィール

	症例 1	症例 2	症例 3	症例 4	症例 5
WMS-R					
言語性記憶	73	54	66	77	63
視覚性記憶	62	50 未満	77	101	50 未満
一般的記憶	66	50 未満	65	82	50 未満
注意/集中	92	56	92	94	69
遅延再生	50 未満	50 未満	50 未満	50 未満	50 未満
WAIS-R/WAIR-III					
言語性知能 (VIQ)	80	61	92	94	69
動作性知能 (PIQ)	64	57	未実施	83	83
全検査 (FIQ)	69	56	未実施	88	74
コース立方体 (IQ)	86.4	54.6	82.8	97.3	71.3
HDS-R					
総得点	18	22	21	27	15
見当識項目	6	4	3	5	5
3 単語遅延再生	1	3	5	6	1
数唱					
順唱	5	5	6	6	5
逆唱	5	2	4	3	4
視覚性記憶範囲課題					
順序	6	5	5	7	5
逆序	6	2	5	6	6
慶應版 Wisconsin カー					
ド分類検査					
CA	2	2	5	6	3
PEN	10	19	3	1	9
DMS	0	1	1	0	1
語流暢性検査					
カテゴリー (「野菜」)	7	10	8	10	7
語頭音 (「た」)	4	2	6	4	0
シリアル 7 (100-7 の 正答回数/4)	2	2	2	4	4
展望記憶課題					
ブザー課題	自発的に手を叩き、カードを出す (内容錯誤)	自発正答	PB でカードを返す (内容錯誤)	自発正答	PA・PB: わからない。再認不正確, 情報源誤り
番号札課題	PA 正答	PB 正答	PA 正答	自発正答	PA・PB: わからない。

PA : プロンプト A, PB : プロンプト B

2. 回想記憶課題の結果

表 13 に、症例 1～5 の WMS-R の物語 A の直後再生と遅延再生の反応を示す。表 14 に、言語性対連合の結果を示す。各症例の特徴を以下に記載する。

【症例 1】 物語の直後再生では、「奪われた」という箇所を「落とした」と意味的つながりのある誤った再生をしているほかは、内容の誤りはみられない。しかし 30 分後の遅延再生では、内容に類似性のない誤った内容が再生され、再生された情報量も少なかった。言語性対連合においても、3 回の学習後は 7/8 正答したが、遅延再生では 4/8 と低下し、さらに誤答には学習リスト以外の単語もみられた。

【症例 2】 物語の直後再生、遅延再生とも、誤った内容は含まれていないが、再生された情報量が少なかった。言語性対連合でも、3 回の呈示による正答は 4/8 であり、直後再生、遅延再生とも無反応が多くみられた。

【症例 3】 物語の直後再生は極端に情報量が少なく、また文脈を誤った再生がみられた。遅延再生においては、「奪われた」が「落ちてて」と変更され、さらに「なになくした」と具体的な情報はほとんど再生できなかった。言語性対連合では 3 回の呈示で 5/8 正答、遅延再生は 6/8 であり、学習によって記憶された単語は、時間をおいても再生可能であった。

【症例 4】 物語の直後再生、遅延再生とも再生した情報に誤りはないが、再生される情報量が少なかった。言語性対連合では、3 回の呈示によって 6/8 正答し、遅延再生も 6/8 正答となり、正答数がやや少なかった。

【症例 5】 物語の直後再生の陳述は多いが、「5 万 6 千円」や「強盗にとられた」「警察」といった情報を繰り返しており、内容は冗長で情報量は少ない。遅延再生では文脈的なつながりや類似した内容を含まない誤りがみられた。言語性対連合の 3 回の呈示では 4/8 正答し、不正答は無反応やわからないという反応であった。さらに遅延再生では 5/8 がわからないという反応であり、再生された情報は少なかった。

表 13 回想記憶課題，物語 A (WMS-R) の直後再生と遅延再生

課題文 (物語 A)			
<p>会社の/ 食堂で/ 調理師として/ 働いている/ 北/ 九州の/ 上田/ 恵子さんは/ 昨夜/ 大通りで/ 襲われ/ 5万6千円を/ 奪われたと/ 駅前の/ 交番に/ 届出た。/ 彼女には4人の/ 幼い子供がいて/ 家賃の支払いもあり/ 2日間/ 親子は何も食べていなかった。/ 警官は/ この話に同情して/ 彼女のために/ 寄付金を集めた。</p>		/25	
直後再生		遅延再生	
症例 1	<p>女の人が，深夜，よる，5万6千円落としたので，交番に行った，幼い子供が3人いる，警官は寄付した。</p>	<p>なんか試験を受ける，受けなかりゃいけない，勉強してる。</p>	0/25
症例 2	<p>昨夜，5万6千円奪われた。何も食べていなかった，それを聞いて寄付金を。</p>	<p>お金をとられて，幼い子供がいて，2日間，食事とってない。</p>	3/25
症例 3	<p>警官は5万だか貸してやった。</p>	<p>何か，無くした。荷物だが，探して落ちてて，拾った。教わった。落ちてて拾いました。</p>	0/25
症例 4	<p>彼女は駅前でおそわれ，現金をとられた，交番に・・・。2日間子供4人いて，なにも食べずにいた。</p>	<p>お金をとられた人，子供が4人いて，食べるのを食べていなかった。</p>	3/25
症例 5	<p>女の人が1人いて，彼女が5万6千円をもって，5万6千円というのは家賃と必要なお金で，生活する上で，そのお金を強盗にとられた，彼女は警察に強盗に被害にあったと話した，その警察は駅から，彼女が強盗にあつて，警察に行く時間は，警察がそれを聞いた。</p>	<p>運転手が事故にあった話。 (回答が物語 B についてであったために，検査者がヒントを与える) 女の人が駅で切符をかっつた。その切符を買った女の人，自分の買ったその切符の行く場所を十分認識していなかった。</p>	0/25

註) 採点は，それぞれの検査項目()に1点を与えた。右下に得点を示した (/25)。

表 14 回想記憶課題，言語性対連合（WMS-R）の直後再生と遅延再生

対語リスト								
			垣 根	—	(試験)			
			果 物	—	(りんご)			
			赤ん坊	—	(泣き声)			
			金 属	—	(鉄)			
			粉 碎	—	(夕暮れ)			
			学 校	—	(八百屋)			
			バ ラ	—	(花)			
			キャベツ	—	(筆)			
直後再生 (3 回目の呈示の結果)			遅延再生					
症例 1	垣 根	—	(試験)	+	バ ラ	—	(花)	+
	果 物	—	(りんご)	+	金 属	—	(鉄)	+
	赤ん坊	—	(泣き声)	+	学 校	—	(八百屋)	出口
	金 属	—	(鉄)	+	キャベツ	—	(筆)	+
	粉 碎	—	(夕暮れ)	+	赤ん坊	—	(泣き声)	+
	学 校	—	(八百屋)	夕暮れ	粉 碎	—	(夕暮れ)	夕方
	バ ラ	—	(花)	+	垣 根	—	(試験)	粉碎
	キャベツ	—	(筆)	+	果 物	—	(りんご)	スイカ→ りんご
症例 2	垣 根	—	(試験)	無反応	バ ラ	—	(花)	+
	果 物	—	(りんご)	+	金 属	—	(鉄)	DK
	赤ん坊	—	(泣き声)	+	学 校	—	(八百屋)	無反応
	金 属	—	(鉄)	無反応	キャベツ	—	(筆)	+
	粉 碎	—	(夕暮れ)	筆	赤ん坊	—	(泣き声)	+
	学 校	—	(八百屋)	粉碎	粉 碎	—	(夕暮れ)	無反応
	バ ラ	—	(花)	+	垣 根	—	(試験)	無反応
	キャベツ	—	(筆)	+	果 物	—	(りんご)	無反応
症例 3	垣 根	—	(試験)	+	バ ラ	—	(花)	+
	果 物	—	(りんご)	+	金 属	—	(鉄)	+
	赤ん坊	—	(泣き声)	+	学 校	—	(八百屋)	試験
	金 属	—	(鉄)	+	キャベツ	—	(筆)	+
	粉 碎	—	(夕暮れ)	バラ	赤ん坊	—	(泣き声)	+
	学 校	—	(八百屋)	DK	粉 碎	—	(夕暮れ)	バラ
	バ ラ	—	(花)	+	垣 根	—	(試験)	+
	キャベツ	—	(筆)	DK	果 物	—	(りんご)	+
症例 4	垣 根	—	(試験)	+	バ ラ	—	(花)	+
	果 物	—	(りんご)	+	金 属	—	(鉄)	+
	赤ん坊	—	(泣き声)	+	学 校	—	(八百屋)	+
	金 属	—	(鉄)	+	キャベツ	—	(筆)	+
	粉 碎	—	(夕暮れ)	垣根	赤ん坊	—	(泣き声)	+
	学 校	—	(八百屋)	垣根	粉 碎	—	(夕暮れ)	垣根
	バ ラ	—	(花)	+	垣 根	—	(試験)	DK
	キャベツ	—	(筆)	+	果 物	—	(りんご)	+
症例 5	垣 根	—	(試験)	+	バ ラ	—	(花)	DK
	果 物	—	(りんご)	+	金 属	—	(鉄)	+
	赤ん坊	—	(泣き声)	+	学 校	—	(八百屋)	DK
	金 属	—	(鉄)	+	キャベツ	—	(筆)	DK
	粉 碎	—	(夕暮れ)	小学校	赤ん坊	—	(泣き声)	+
	学 校	—	(八百屋)	DK	粉 碎	—	(夕暮れ)	DK
	バ ラ	—	(花)	無反応	垣 根	—	(試験)	DK
	キャベツ	—	(筆)	DK	果 物	—	(りんご)	+

DK : Don't know

V. 考 察

回想記憶課題である WMS-R の遅延再生課題で重度の障害を示した症例を比較した結果、症例 1～症例 3 は、前頭葉腹側部損傷を含んでおり、展望記憶において自発的想起の困難さと内容の錯誤を示した。症例 4 は展望記憶課題において自発的に正答し、展望記憶には、明らかな障害はみられなかった。一方、症例 5 は手がかりを与えられても展望記憶の内容を想起できず、再認も誤った。これらの結果から、回想記憶の障害が展望記憶に及ぼす影響は均質でないことが示された。

まず、症例 1～症例 3 をみてゆくと、これらはいずれも前頭葉腹側部損傷を伴う症例であり、実験 1～3 において検討してきた前頭葉損傷による展望記憶の障害の特徴を伴っている。すなわち、いずれの症例も展望記憶の番号札課題において、プロンプトを手がかりに、展望記憶の成績が改善していることから、自発的に意図の存在を想起するという過程での障害が認められるが、手がかりが与えられれば、意図内容を想起することは可能であった。もうひとつの特徴は、症例 1 と症例 3 では、ブザー課題において番号札を出すという、記憶内容の取り違えを示しており、前頭葉腹側部損傷者が展望記憶において内容錯誤を示しやすいという実験 3 の結果とも一致した。これらの症例の回想記憶課題での結果をみてゆくと、物語の直後再生では、再生される情報量が少ないが、目立った内容の錯誤は示さなかったものの、物語の遅延再生において内容の錯誤を示した。言語性対連合の課題では、3 回の呈示後の再生でも全問正答には至らず、わからないや無反応といった記銘、再生自体の困難さを示す反応や対象の単語リスト内の別の単語を再生するという組み合わせの錯誤がみられた。

先行研究では、単語のリスト学習において前頭葉損傷者が障害を示すことが報告されており（三村，2000）、記憶情報を組織化することやその方略の障害、想起時に不必要な項目を抑制することや、再生時に生じる刺激間の干渉などが課題成績に影響することが指摘されている。本実験で示された前頭葉損傷者の展望記憶と回想記憶の障害には、符号化における情報の主体的な組織化の低下や、不必要な情報を抑制し適切な情報を検索すること、その際の記憶情報のモニタリングの低下が関与しており、こうした記憶障害の特徴は、展望記憶と回想記憶に共通する要素を含んでいると考えられる。

次に、症例 4 の回想記憶の特徴についてみてみると、再生した情報に誤りはないが、再生される情報量が直後再生、遅延再生とも少なく、単語リストの学習課題である言語性対連合でも、3 回目の呈示後の直後再生 6/8、遅延再生も 6/8 であった。これらの結果から、

軽度ながら符号化の段階と保持段階においても低下が疑われ、さらに再生される情報量の少なさや語流暢検査（「語頭音」）の想起の困難さからも記憶の想起段階にも障害があると考えられる。しかしながら、2つの展望記憶課題に自発的に正答しており、展望記憶課題において求められる内容の符号化や保持、想起において障害は認められなかった。この理由としては、回想記憶課題と展望記憶課題の特性が異なることが考えられる。

症例4のように、回想記憶に障害を示す患者においても、展望記憶が保たれている場合があるという結果は、回想記憶に低下がみられる高齢者が展望記憶に関しては若年者と比べ成績が低下しないという報告とも一致する (Devolder et al., 1990 ; 増本ら, 2007 ; Patton & Meit, 1993 ; Parket al., 1999)。すなわち、展望記憶の内容は「ブザーが鳴ったら手を叩く」「検査終了時に番号札を返す」というように文脈が明確であり、また記憶する情報量も本実験で用いられた回想記憶課題の情報より少ないことが推察され、記憶処理の容量に低下があったとしても遂行可能であったという可能性がある。さらに、Sinnott (1989) も指摘しているように、展望記憶の特徴は、後に想起する記憶であると意識した上で、意図内容を符号化し、保持することである。本実験の回想記憶課題の手続きでは、直後再生が終了した時点で、後に再生を求めることを知らせており、符号化の段階においては遅延再生については教示していない。この点は、展望記憶と回想記憶の大きな違いである。展望記憶は未来に自己が自発的に遂行しなければならない課題であるということも含めて情報が符号化されることで、回想記憶課題とは動機づけが異なる可能性がある。すなわち、課題を成功するために覚えなくてはならない、忘れてはいけないという意識が展望記憶では強く働き、符号化・保持・想起の段階においても影響を及ぼし、展望記憶の遂行を成功させたという解釈である。症例4の脳損傷部位は右尾状核であり、この部位は前頭葉背外側からの線維連絡が指摘されている (Alexander et al., 1990)。長期記憶には、前頭葉背外側部と腹外側部の両方が関連すること (Blumenfeld & Ranganath, 2006)、右前頭葉背外側部は記憶から反応へと誘導するワーキングメモリの選択機能に寄与すること (Rowe et al., 2000) などが指摘されており、実験1、実験2の結果からも前頭葉背外側部が展望記憶にも関与していることが示されている。こうしたことから、前頭葉背外側部との連絡が障害されたことで、記憶になんらかの影響を及ぼした可能性が推察される。しかしながら、現在のところ、尾状核限局損傷によるエピソード記憶の障害についての報告は少なく、前頭葉背外側部との連絡が遮断されることによる記憶障害の特徴については明らかではない。この点については、より多くの症例を検討する必要があると考えられる。

症例 5 は回想記憶と展望記憶の両方が障害されていた。その大きな特徴は、言語性対連合の再生で示されたように単語学習も障害されており、符号化、保持、想起のすべての記憶機能が重篤に障害されていることである。2 つの展望記憶課題とも、自発的な存在の想起ができず、さらに手がかりを与えられても意図内容の想起が困難であり、最終的には再認課題でも正しい内容を否定した。この結果から、展望記憶においても、意図内容の符号化、保持、想起のすべての段階で障害されていることが推察される。症例 5 は、両側の視床前核部主体の脳梗塞であった。この部位は、記憶回路である Papez の回路（海馬→脳弓→乳頭体→視床前核→帯状回→海馬）の一部に関与することが報告され、両側の視床損傷（視床前核、背内側核、視床乳頭体を含む）で強い健忘を示す症例が報告されている（山鳥, 2002）。これらのことから、記憶の符号化、保持、想起のすべてにおいて重篤な障害を示す場合、展望記憶の存在想起も内容想起も困難となると考えられる。

本実験では、回想記憶障害を呈した症例の障害特徴を分析し、展望記憶との関連を検討した。その結果、回想記憶と展望記憶の関係は均質ではなく、回想記憶課題の成績が低下していても、展望記憶課題の成績は比較的保持されている場合がある一方で、回想記憶と展望記憶の障害特徴には共通する要素もみられた。とくに、回想記憶に関しての検査で低下がみられても、展望記憶の課題を正しく遂行することが可能であった症例があった。こうした症例の分析から、実際の社会生活において予定や約束を正しく遂行するために重要となる要因が明らかになる可能性が考えられる。

第3章 実験的アプローチによる時間認知の研究

時間評価には、進行する時間経過を評価する予期的時間評価と、現在から過去を振り返り体験時間の時間間隔を評価する回顧的時間評価がある。時間は連続した現象であり、未来を志向した場合には予期的な時間評価となるが、現在から過去を志向した場合には回顧的な時間評価となる。これらの時間認知についての脳神経基盤については、未だ解明されているとは言い難い。第3章では、予期的時間評価と回顧的時間評価に重要な役割を果たす脳神経基盤を明らかにし、それぞれの認知的処理の特徴について検討する。

実験6と実験7では、時間産生を用いた予期的時間評価を脳損傷者に実施する。実験6の予期的時間評価では、3つの並列課題条件（無課題、音読課題、筆算課題）において60秒の時間産生を実施し、注意機能やワーキングメモリ、エピソード記憶との関連を調べ、予期的時間評価に重要となる脳神経基盤と認知的処理について考察する。さらに、実験7では、機能的特徴が異なるとされる前頭葉腹内側部と外側部の損傷者を取り上げ、予期的時間評価の特徴を比較検討する。

実験8、実験9、実験10では、脳損傷者、認知症高齢者、健常者を対象として、言語的時間評価による30分の回顧的時間評価を実施する。実験8では、経験した時間がどのくらいの長さであったかという回顧的な時間評価に影響する脳損傷部位を調べ、どのような認知的処理が重要となるかを検討する。これまで回顧的な時間評価では、記憶機能の関与が示唆されているため、実験9では記憶機能の低下を伴う認知症高齢者を対象とした実験を行い、若年健常者や脳損傷者との時間評価の違いについても比較検討する。

実験10では、脳損傷後の回復過程における、回顧的時間評価の変化について調べ、認知機能との関連や時間評価におけるメタ認知などについて検討する。

第1節 脳損傷者の予期的時間評価に関する検討

—予期的時間評価における前頭葉の関与—【実験6】

I. 目的

われわれは、様々な社会的場面において、時間経過を認知し、その認知を適切な行動へと反映させている。どのくらいの時間が経過したかという時間の認知は、日常の活動において必要不可欠な情報である。ところが、脳損傷後には、認知された時間が実際の時間と一致しない、時間に沿った行動が困難となるなど、時間認知の障害が疑われる症状がしばしば観察される。

これまでの時間評価研究では、時間評価のパラダイム、時間評価の手法、評価する時間間隔の長さなどの違いにより関与する認知過程が異なることが指摘されている (Zakay & Block, 1993, 1997)。時間評価のパラダイムとしては、予期的時間評価 (prospective time estimation) と回顧的時間評価 (retrospective time estimation) の2つが挙げられる。予期的時間評価では、対象者はあらかじめ時間認知を行うことを教示される。対象者は、時間経過に対して注意を向け、能動的に認知的処理を行い、おもに注意に依存した時間評価を行うと考えられる。代表的な予期的時間評価の方法としては、対象者に一定の長さの時間を指示し、その長さを産生させる時間産生法 (time production) がある。一方、回顧的時間評価は、対象者が時間経過を経験した後に、時間を評価する。時間経過に対して意識を向ける程度は低く、時間過程において経験した非時間処理の記憶に基づいて評価が行われると考えられる (篠原, 2002; Zakay & Block, 1993)。回顧的時間評価としては、経過した時間間隔を言語的に評価する言語的時間評価法 (verbal time estimation) などがあ

る。予期的時間評価と回顧的時間評価の根底には異なる認知過程が関与することが指摘されている (Zakay & Block, 2004)。言語的評価法では、評価対象時間をいったん記憶中に保持しなければならないが、時間産生法では評価対象時間に直接的に注意を向けることになり、非時間的課題が時間評価の認知過程に及ぼす影響が異なる形で表れると考えられている。時間産生法では、遂行される非時間的処理により産生時間は長くなるが、言語評価法の場合には、後に再生される時間や言語評価時間が短くなることが報告されている (篠原, 2002)。また、時間評価における非時間的課題の認知的処理の負荷の影響も検討されており (篠原, 2002)、認知的処理の負荷が高くなると、主観的な時間は短くなり、産生

法では産生時間が長くなることが示唆されている。

評価する時間間隔による認知的処理の特徴とその脳神経基盤については、両側側頭葉損傷の健忘症患者は時間再生法では 20 秒以上の時間間隔を短く再生することが報告されている (Richards, 1973)。また、健忘症患者が短い間隔を正確に判断することができるのに対して、長い間隔を短く推測することも指摘されている (Perbal et al., 2000 ; Williams et al., 1988)。Harrington et al. (1998) は、脳損傷者に対し、1 秒以下の時間知覚の課題を実施し、右側の前頭葉 - 下頭頂ネットワークが重要であり、注意やワーキングメモリの関与を主張している。また、前頭葉損傷患者と間脳性健忘の代表であるコルサコフ症候群についての研究では、ワーキングメモリとエピソード記憶は、時間推測においてそれぞれ別の役割を果たすことが指摘されている。すなわち、前頭葉機能低下と関連したワーキングメモリの低下は、30 秒以内の持続時間において言語性の時間推測の異常（過大評価）を引き起こし、一方、コルサコフ症候群にみられるエピソード性の想起の障害は、30 秒以上の持続時間における時間推測の異常（過小評価）を引き起こすことが報告されている (Mimura et al., 2000)。これより、より短い時間の評価には、ワーキングメモリの役割が大きく、より長い時間の評価にはエピソード記憶の関与が大きいと考えられる (三村, 矢野, 2008)。

本実験では、現在進行する時間経過に対する認知である予期的時間評価に注目する。これは、会議終了後にどのくらい時間が経過したかを推測する回顧的な時間評価と異なり、会議を進行しながら予定の時刻に会議を終了にするといった行動など、日常生活を適切に行うために重要な機能である。予期的時間評価の特徴は、「あらかじめ時間評価を行うことを意図し、状況に応じて時間認知以外の認知的処理も行いながら、進行する時間経過に対して注意を向け、時間を評価する」という点である。こうした特徴から、予期的な時間評価において重要と考えられるのは、注意の配分処理 (鹿島ら, 1986 ; 1993) やワーキングメモリ (Baddeley, 1986)、記憶のモニタリングや想起 (Shimamura et al., 1991) など、前頭葉との関連が指摘されている機能である。このため、本研究では、予期的時間評価における前頭葉損傷の影響について、とくに注意やワーキングメモリ、エピソード記憶との関連について検討する。また、これまで健常者を対象とした研究では、並列課題の認知的処理の負荷が時間評価に与える影響について検討されているが、脳損傷者を対象にした研究としては、わずかに Perbal et al. (2001, 2003) の報告がみられる程度である。本実験では、異なる3つの並列課題を設定し、認知的処理の影響についても検討する。

II. 対象者

対象者は、脳損傷を認めた 26 例（男性 22 名，女性 4 名）と健常者 14 例（男性 3 名，女性 11 名）であり，脳損傷者の疾患は，脳出血 12 例，脳外傷 7 例，脳梗塞 2 例，くも膜下出血 5 例である。脳損傷者の平均年齢は 44.5 歳（SD=12.4），発症から評価日までの平均は 203.6 日（SD=540.6）であった。なお，脳損傷者は意識清明で，重篤な失語症状を呈さない症例だけを対象とした。健常者の年齢の平均は 21.9 歳（SD=1.1）であった。

III. 方法

1. 時間評価検査

予期的時間評価の時間産生法を用いて，無課題，数字の音読，1 桁の筆算（加算）の 3 条件で，課題開始から 60 秒経過したと推測した時点で対象者に合図をさせた。手順は以下の通りである。時間評価の開始時に，「課題（音読・筆算）を行いながら，60 秒だと思った時点で“はい”と口頭で合図してください」と対象者に教示した。音読課題は，紙面にランダムに呈示されている 1 桁の数字を読み上げる課題である。筆算課題は，紙面に呈示された 1 桁の数字に対して，横に並んだふたつの数字を加算してゆく課題である。無課題の条件では，課題を与えず「数を数えないで，60 秒だと思った時点で合図してください」と教示した。なお，対象者は検査室の時計の見えない位置に座り，腕時計や携帯電話を所持している場合は，目につかないところにしまわせた。

2. 高次脳機能検査

脳損傷者には，注意やワーキングメモリ，記憶，認知機能を評価するために標準的な神経心理学的検査を実施した。検査内容および分析項目は，以下の通りである。(1) 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R), (a) 総得点, (b) 見当識項目, (c) 3 単語遅延再生, (2) 数唱, (a) 順唱, (b) 逆唱, (3) 慶應版 Wisconsin カード分類検査 (KWCST) (鹿島ら, 1995), (a) 達成カテゴリー数(CA), (b) ネルソン型保続数(PEN), (c) セットの維持困難 (DMS), (4) 語流暢性検査, (a) カテゴリー「野菜」, (b) 語頭音「た」, (5) シリアル 7 (100-7 の正答回数), (6) 改訂版ウェクスラー記憶検査 (WMS-R), (a) 一般的記憶, (b) 遅延再生, (7) Rey-Osterrieth の複雑図形, (a) 模写, (b) 即時再生, (c) 遅延再生, (8) 数字抹消課題 (Lezak, 1995), (9) 改訂日本語版ストループ検査 (鹿島ら, 1993; Perret, 1974), (a) Part

I, (b)Part II である。

3. 神経学的画像所見

脳損傷者に頭部 CT や MRI を施行し、病変部位を特定した。病変部位は、前頭葉限局損傷 8 例（右前頭葉損傷 1 例，左前頭葉損傷 4 例，両側前頭葉損傷 3 例），線条体損傷 8 例（右線条体損傷 3 例，左線条体損傷 5 例），視床損傷 2 例（左視床損傷 2 例），側頭葉損傷 3 例（右側頭葉損傷 2 例，左側頭葉損傷 1 例），前頭側頭葉損傷 2 例（右前頭側頭葉損傷 1 例，左前頭側頭葉損傷 1 例），右前頭葉損傷および左線条体損傷 1 例，両側前頭葉および右線条体損傷 1 例，両側前頭葉，左線条体および左側頭葉損傷 1 例であった。

4. 分析

予期的時間評価における脳損傷の影響について、予期的時間評価課題と対象者群（健常群・脳損傷群）の 2 要因分散分析を行い、さらに、前頭葉損傷の影響に関して、予期的時間評価課題と対象者群（健常群・前頭葉限局損傷群）の 2 要因分散分析を行った。また、脳損傷者の予期的時間評価と注意やワーキングメモリ、記憶、認知機能などとの関連について、予期的時間評価課題における産生時間と高次脳機能検査の成績との関連を Pearson の積率相関係数を用いて調べ、7 シリーズの成績（健常群・良好群・不良群）と予期的時間評価課題の 2 要因分散分析、および WMS-R の成績（健常群・良好群・不良群）と予期的時間評価課題の 2 要因分散分析を行った。

IV. 結 果

1. 対象者の属性と時間評価

対象者の年齢については、60 秒の時間産生法（無課題）を用いて加齢の影響について調べた研究において（Espinosa-Fernández et al., 2003）、21 歳以上～60 歳以下の 10 歳ごとの対象者群間での比較では有意差がみられていないため、本研究の対象者は 21 歳以上 60 歳以下とした。対象者の年齢による影響を調べるために、全対象者の年齢と時間評価課題における産生時間との Pearson 積率相関係数を算出したところ、有意な関係はみられなかった（無課題 $r = -.23$ ，音読課題 $r = -.07$ ，筆算課題 $r = .06$ ，n.s.）。脳損傷者の発症から評価日までの期間と時間評価課題の産生時間との有意な相関関係も認められなかった（無課題 $r = -.10$ ，音読課題 $r = -.02$ ，筆算課題 $r = -.13$ ，n.s.）。

2. 並列課題と脳損傷が産生時間に及ぼす影響

予期的時間評価における脳損傷の影響を調べるために、3（無課題・音読課題・筆算課題）×2（健常群・脳損傷群）の2要因分散分析を行った（図3）。その結果、並列課題の主効果は有意であり（ $F(2, 76) = 9.07, p < .001$ ）、多重比較の結果、無課題と音読課題に比べ筆算課題で有意に産生時間が長かった（無課題： $t(76) = 3.86, p < .001$ ；音読課題： $t(76) = 3.87, p < .001$ ）。対象者群の主効果は有意ではなかった（ $F(1, 38) = 0.37, n.s.$ ）。並列課題と対象者群との交互作用も有意でなかった（ $F(2, 76) = 0.17, n.s.$ ）。

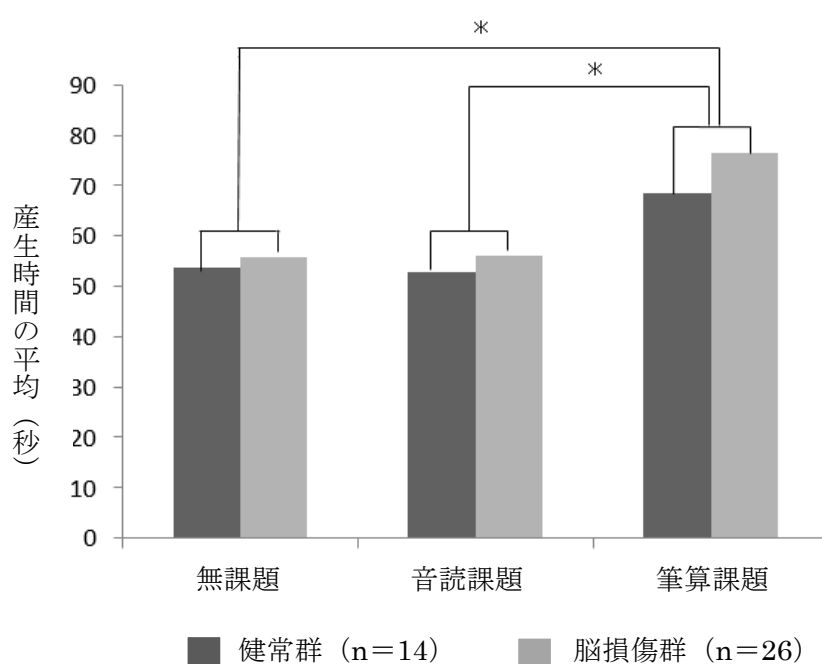


図3 並列課題と脳損傷が産生時間に及ぼす影響 * $p < .001$

3. 並列課題と前頭葉損傷が産生時間に及ぼす影響

予期的時間評価における前頭葉損傷の影響を調べるために、3（無課題・音読課題・筆算課題）×2（健常群・前頭葉限局損傷群）の2要因分散分析を行った（図4）。その結果、並列課題の主効果は有意であり（ $F(2, 40) = 12.48, p < .001$ ）、多重比較の結果、無課題と音読課題に比べ筆算課題で有意に産生時間が長かった（無課題： $t(40) = 4.91, p < .001$ ；音読課題： $t(40) = 3.91, p < .001$ ）。対象者群の主効果は有意ではなかった（ $F(1, 20) = 2.16, n.s.$ ）。並列課題と対象者群の交互作用は有意であり（ $F(2, 40) = 3.30, p < .05$ ）、前頭葉限局損傷群は健常群に比べ筆算課題で有意に産生時間が長く（ $t(60) = 6.88, p < .05$ ）、多重

比較をしたところ、前頭葉限局損傷群は無課題と音読課題に比べ、筆算課題で有意に産生時間が長かった（無課題： $t(40) = 4.56, p < .001$ ；音読課題： $t(40) = 3.34, p < .005$ ）。

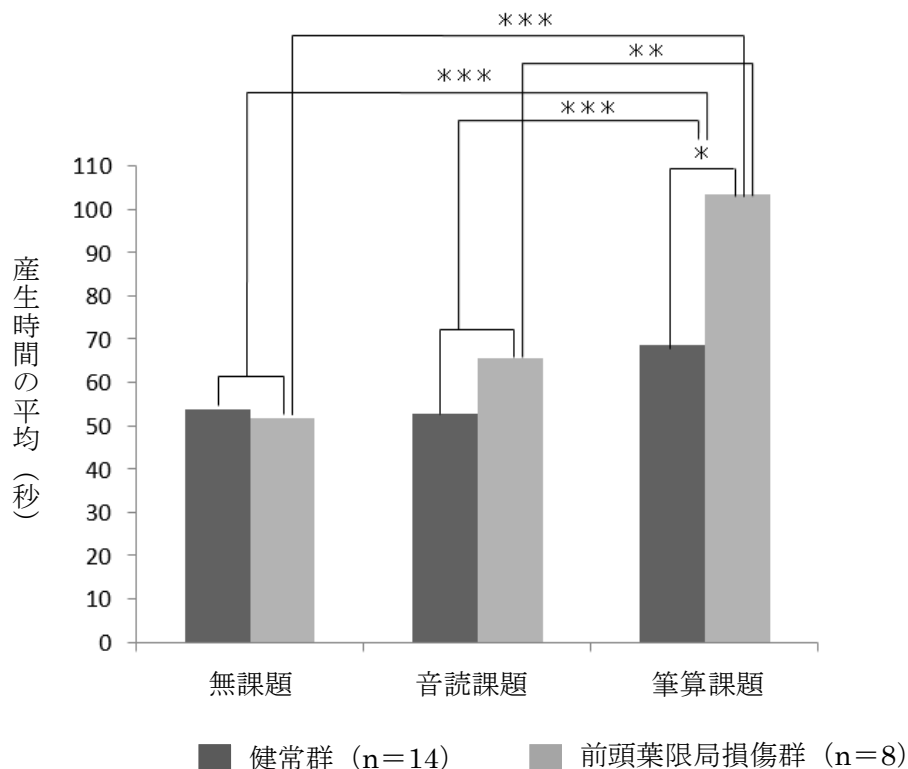


図 4 並列課題と前頭葉損傷が産生時間に及ぼす影響 * $p < .05$ ** $p < .005$ *** $p < .001$

4. 時間評価と高次脳機能検査の相関関係

脳損傷者の予期的時間評価と注意やワーキングメモリ、記憶、認知機能などとの関連を明らかにする目的で、予期的時間評価課題における産生時間と高次脳機能検査の成績との関連を Pearson の積率相関係数を用いて調べた。その結果、以下の項目で有意な相関関係が示された（表 15）。時間評価の 3 課題すべてにおいて、シリアル 7 の成績が正の相関を示した。逆唱は無課題と音読課題の 2 つの課題で正の相関を示した。KWCST の CA, PEN は、無課題において CA が正の相関を、PEN が負の相関を示し、DMS は無課題と筆算課題の 2 つの課題で負の相関を示した。

表 15 脳損傷者の時間評価課題の産生時間と高次脳機能検査の成績との相関関係

	並列課題			
	n	無課題	音読課題	筆算課題
HDS-R				
総得点	26	.38	.38	.13
見当識項目	26	.10	.31	-.03
3 単語遅延再生	26	.04	-.04	-.01
数唱				
順唱	26	.39	.18	-.16
逆唱	26	.51**	.48*	.14
慶應版 Wisconsin カード分類検査				
CA	26	.57**	.19	.11
PEN	26	-.50*	-.19	.07
DMS	26	-.46*	-.33	-.46*
語流暢性検査				
カテゴリー（「野菜」）	26	.11	.20	-.14
語頭音（「た」）	26	-.10	-.29	-.30
シリアル 7（100-7 の正答回数）	26	.40*	.47*	.41*
WMS-R				
一般的記憶	21	.14	.02	-.12
遅延再生	21	.20	.17	.19
Rey-Osterrieth の複雑図形				
模写	26	-.02	.29	.21
即時再生	26	.19	.20	-.06
遅延再生	23	.06	.12	-.03
数字抹消検査				
改訂日本語版ストループ検査	26	-.30	-.30	-.03
Part I				
Part I	18	-.28	-.06	.29
Part II				
Part II	18	-.26	-.12	.42

Pearson の積率相関係数 *p<.05 **p<.01

5. 並列課題と高次脳機能検査の成績が産生時間に及ぼす影響

すべての並列課題と相関のあったシリアル 7 は、注意やワーキングメモリとの関連を示唆していると考えられた。これらの機能が時間評価に及ぼす影響の詳細を調べるために、シリアル 7 の成績に基づいた良好群と不良群^(註)に健常群を加えた 3 群と並列課題について、3（健常群・良好群・不良群）×3（無課題・音読課題・筆算課題）の 2 要因分散分析を行った（図 5）。シリアル 7 の成績の主効果は有意であり（ $F(2, 34) = 6.72, p < .005$ ），多

重比較の結果、良好群は不良群に比べ、産生時間が有意に長くなった（不良群： $t(34) = 3.46, p < .005$ ）。並列課題の主効果も有意であり（ $F(2, 68) = 6.08, p < .005$ ），多重比較の結果、無課題と音読課題に比べ、筆算課題で産生時間が有意に長かった（無課題： $t(68) = 3.01, p < .005$ ；音読課題： $t(68) = 3.40, p < .005$ ）。シリアル7の成績と並列課題の交互作用は有意ではなかった（ $F(4, 68) = 1.72, n.s.$ ）。

一方、エピソード記憶との関連を調べるために、WMS-Rの成績に基づいた良好群と不良群^(註)、健常群の3群と並列課題について、3（健常群・良好群・不良群）×3（無課題・音読課題・筆算課題）の2要因分散分析を行った（図6）。その結果、WMS-Rの成績の主効果は有意ではなかった（ $F(2, 32) = 0.08, n.s.$ ）。並列課題の主効果は有意であり（ $F(2, 64) = 7.12, p < .005$ ），多重比較の結果、無課題と音読課題に比べ、筆算課題では有意に産生時間が長くなった（無課題： $t(64) = 3.49, p < .001$ ；音読課題： $t(64) = 3.92, p < .001$ ）。並列課題とWMS-Rの成績との交互作用は有意ではなかった（ $F(4, 64) = 0.04, n.s.$ ）。

（註）2要因分散分析におけるシリアル7の良好群は3/4回以上、不良群は1/4回以下正答の症例に分類した。WMS-R良好群は、一般的記憶と遅延再生の指標85以上、不良群は85以下の症例を対象とした。

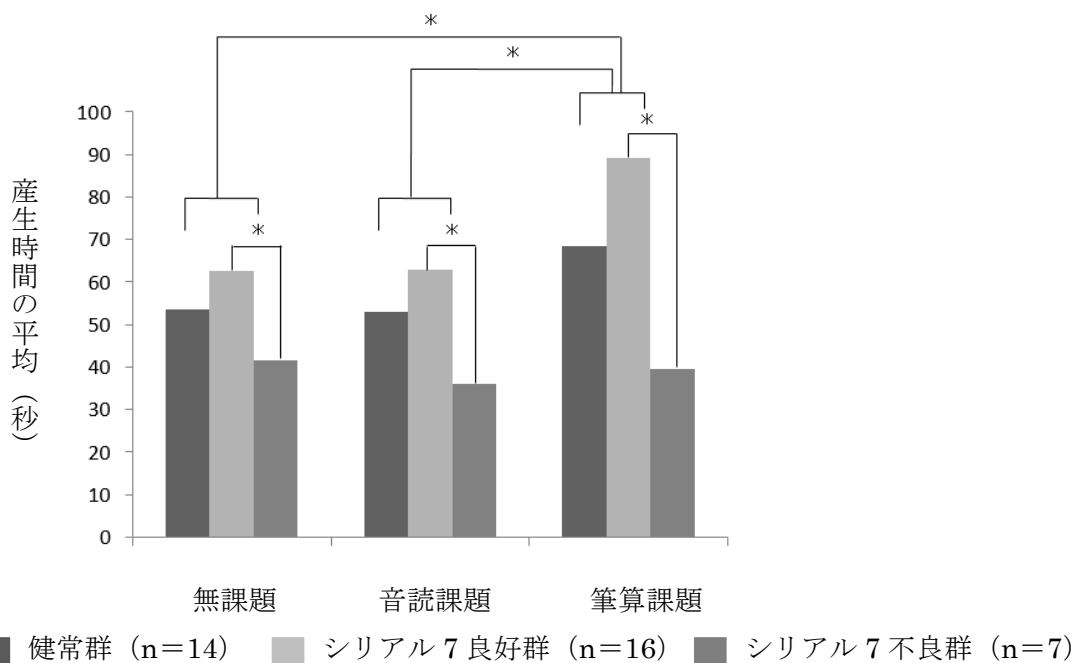


図5 並列課題とシリアル7の成績が産生時間に及ぼす影響 * $p < .005$

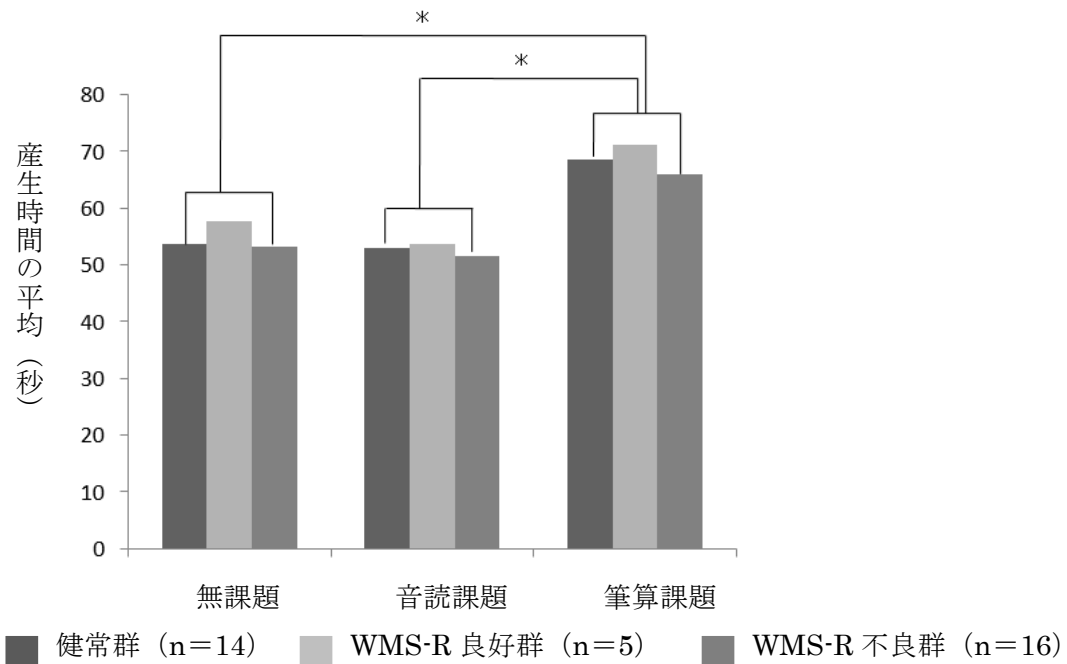


図 6 並列課題と WMS-R の成績が産生時間に及ぼす影響 * $p < .001$

V. 考 察

本実験では、予期的時間評価における前頭葉損傷の影響について調べた。また、これまで前頭葉との関連が指摘されている注意の配分処理 (鹿島ら, 1986, 1993) やワーキングメモリ (Baddeley, 1986), 記憶のモニタリングや想起といった記憶機能 (Shimamura et al., 1991) が、予期的時間評価に重要な役割を果たすと考えられたため、これらの関与についても検討した。その結果、全般に並列課題の認知的処理の負荷が高い場合には、産生時間が長くなることが示され、とくに前頭葉限局損傷群において、この傾向が顕著であった。また、予期的時間評価への注意やワーキングメモリの関与が示されたが、エピソード記憶の関与はみられなかった。

これまで、前頭葉損傷患者の時間評価について、左上前頭前野の損傷が認められた患者に 60 秒の時間産生課題を実施した研究では、産生時間が非常に長かったことが報告されている (Binkofski & Block, 1996)。Mimura et al. (2000) は、健常者に比べ前頭葉損傷患者では、60 秒の時間産生で、時間推測が不正確であったという結果を報告している。これらの報告からも、前頭葉が時間評価の認知的処理に関与していることが考えられる。時間評価の認知的処理に関する代表的な心理学的モデルとしては、注意ゲートモデル (Zakay & Block, 1997) がある。このモデルでは、注意資源 (attentional resources) が外

界の出来事と時間評価に分配されると仮定されており、時間評価中に、他の課題を並行して行くと、その持続時間はより短く推測されることになる（三村，矢野，2008）。前頭葉損傷患者の特徴として、注意の持続性や反応の制御などが要求される数字抹消課題（Lezak, 1983）や改訂日本語版ストループ検査の Part II（Perret, 1974）においても、所要時間が長くなることが報告されている（鹿島ら，1986，1993）。本実験においては、前頭葉損傷患者では並列課題の認知的処理の負荷が高まることで、課題への注意の持続が高まり、その抑制を適切に行うことが難しいために、時間経過に対する注意配分が少なくなり、主観的には時間が短く感じられ、産生時間が長くなったと考えられる。

本実験では、並列課題の認知的処理の影響について、無課題と音読課題に比べ、筆算課題で産生時間が長くなる傾向が全般的にみられ、とくに前頭葉限局損傷群においてそれが顕著であった。Fortin & Breton (1995) は、短期記憶負荷モデルを提唱し、ワーキングメモリ内の能動的処理が時間推測に干渉するとした。時間経過において重要な認知過程は能動的処理を行う過程であることが指摘されており（篠原，2002）、能動的処理と自動的処理の違いが影響している可能性が示唆される。本実験においては、無課題や音読課題に比べ、筆算課題では、能動的処理が多く必要とされると考えられるので、前頭葉損傷患者で、とりわけ能動的処理による負荷が高いことが示唆される。これまで健常者を対象とした研究において、時間産生法では、産生時間は非時間情報処理の時間だけ長くなることが報告されてきたが（Fortin & Breton, 1995；篠原, 2002）、これが前頭葉損傷患者において顕著にみられる特徴であることが明らかとなった。

さらに、本実験では、脳損傷者の予期的時間評価と注意やワーキングメモリ、記憶、認知機能との関連について調べた。並列課題の3課題すべてと相関のあったシリアル7の良好群は、不良群や多数群に比べ、産生時間が長くなる傾向が確認された。シリアル7の良好群は、並列課題に対しての注意の持続は可能であるが、時間評価と並列課題の両方に対して、適切な注意配分を行うことが難しく、並列課題に向ける注意配分をより多く必要とするために産生時間が長くなったと考えられる。一方、シリアル7の良好群に比べ、不良群では、時間評価課題において産生時間が短い傾向がみられた。これは、並列課題に対する注意の維持の困難さによって、時間経過に対する注意配分が多くなり、主観的には実際より時間を長く感じ、短い時間を産生したと考えられる。また、ワーキングメモリの著しい低下によって、並列課題と時間評価という2つの課題の同時処理を維持することが困難であり、産生時間が短くなった可能性も考えられる。これまでワーキングメモリスパン課

題の遂行成績は高齢者で低下すること（斎藤，2009）に加え，Block et al. (1998)は，時間産生法において，高齢者が健常若年者と比べ短く時間を産生することを報告している。すなわち，ワーキングメモリの著しい低下は，実際よりも短い時間産生を引き起こす可能性があると考えられる。本実験から，ワーキングメモリと関連した注意の配分処理によって，産生時間の長さに違いが生じることが示唆された。

本実験では，前頭葉損傷群と健常群のみの比較を行い，前頭葉以外の限局損傷群との比較は行なわなかった。今後，先行研究において時間評価への関与が指摘されている側頭葉 (Richards, 1973 ; Perbal et al., 2001)，線条体 (Wild-Wall et al., 2008)，視床 (Spiegel et al., 1956) についても，さらに前頭葉の左右差やどの部位がより重要な役割を担うのかについても，詳細な検討が必要であると考えられる。実験 7 では，これらの問題のうち，時間評価に前頭葉のどの部位がより重要な役割を担うのかという問題を取り上げ，前頭葉の内側部と外側部に損傷を認めた症例について検討する。

第2節 脳損傷者の予期的時間評価に関する検討

—前頭葉内側部と外側部損傷者による時間評価の比較検討—

【実験7】

I. 目的

実験6では、前頭葉損傷者は、時間評価において比較的短い時間（60秒）を長く產生する傾向を示した。しかし、前頭葉の損傷部位に関しての検討は不十分であり、前頭葉腹内側部損傷患者では、実際より短く時間を產生するという報告もある（Berlin et al., 2004）。そこで本実験では、前頭葉腹内側部（眼窩部）損傷者と前頭葉外側部損傷者による時間評価の特徴を比較検討する。

これまで、脳損傷者を対象に60秒前後の時間產生法を用いた研究としては、Berlin et al. (2004)、Binkofski & Block (1996)、Mimura et al. (2000)がある。Binkofski & Block (1996)は60秒の時間產生課題（無課題）を実施し、左上前頭前野損傷例では実際より產生時間が非常に長いことを報告した。彼らは、こうした症状の背景に、注意資源の活用状況の影響のほかに、患者が行動や会話に時間がかかるなど行動や思考が緩慢なことから、内的な時計と関連したペースメーカーの速度の減少があるのではないかと仮定した。一方で、Berlin et al. (2004)は、並列課題に音読課題を用いた条件で90秒の時間產生を実施し、前頭葉眼窩部損傷者は、実際より短く時間を產生することを報告した。彼らは、行動の衝動性、主観的な感情（怒りや幸福感）の状態、ワーキングメモリなどの視点も含めて検討し、前頭葉腹内側部（眼窩部）損傷者の時間評価は、衝動性の高まりや認知的ペースが速まることなどに関連があり、実際より体験時間を長く感じるために、短い時間を產生すると考えた（Berlin et al., 2004）。

Mimura et al. (2000)は、10秒から120秒の時間產生を音読条件において実施し、前頭葉損傷者とコルサコフ症候群、健常統制群との比較を行った。前頭葉損傷者の時間產生では產生時間が長い症例と短い症例が観察され、產生時間が60秒になると前頭葉損傷者と健常統制群では、前頭葉損傷群の誤差が大きくなり、有意差が認められた。彼らは、カウンティング課題も実施し、前頭葉損傷者が顕著に早いという傾向は示されないことを報告し、内部時計（internal clock）が異常に加速や、減速されるなど可変であったならば、時間判断はそれに対応して不正確になると考えられるが、前頭葉損傷患者とコルサコフ症候群の両方において、そのようなことがなかったことを報告している。また、前頭葉機能

低下と関連したワーキングメモリの低下が 30 秒以内の持続時間において言語性時間評価で実際より長く時間を評価する結果を引き起こし、一方で、コルサコフ症候群に認められるエピソード性の想起の障害は、30 秒以上の持続時間に対する時間評価において、実際より短く時間を推測することを指摘している。類似の見解としては、1 秒以内の時間知覚では体内時計 (timekeeper) には、小脳と基底核が関与し、前頭前野は時間評価における注意やワーキングメモリ内での処理に関与するという報告もある (Harrington & Haaland, 1999)。

このように、時間産生を用いた予期的時間評価では、注意資源の活用状況、ワーキングメモリ、認知的なペース、感情や行動の特徴などとの関連が検討されているが、現在のところ、一貫した見解が得られておらず、さらなる議論が必要である。とくに、前頭葉腹内側部 (眼窩部) 損傷者と前頭葉外側部損傷者では、機能的特徴に違いがあることが指摘されており、時間評価に及ぼす影響も異なる可能性が考えられる。本実験では、前頭葉腹内側部 (眼窩部) 損傷者と前頭葉外側部損傷者の時間評価を比較し、その特徴や機能的特徴との関連について検討する。

II. 対象者

対象者は、脳損傷が認められた 4 例で、意識清明で、重篤な失語症状を呈さない症例であった。

【症例 1】57 歳右利き男性。高卒。脳挫傷により両側前頭葉腹内側部損傷。

【症例 2】57 歳右利き男性。高卒。くも膜下出血により前脳基底部から眼窩部を含む左前頭葉腹内側部損傷。

【症例 3】57 歳右利き。高卒。脳挫傷により左前頭葉腹外側部損傷。

【症例 4】62 歳右利き男性。大卒。脳梗塞により右前頭葉背外側および腹外側部損傷。

III. 方法

1. 時間評価検査

時間評価の方法は、実験 6 の方法と同様である。

2. 高次脳機能検査

脳損傷者には、注意やワーキングメモリ、記憶、認知機能を評価するために標準的な神

経心理学的検査と日本語版前頭葉性行動質問紙 (FBI : Frontal Behavioral Inventory) (松井, 三村, 田淵, 加藤, 鈴木, 葛野, 2008) を実施した。

検査内容および分析項目は、以下の通りである。(1) 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R), (a) 総得点, (b) 見当識項目, (c) 3 単語遅延再生, (2) 改訂版ウェクスラー成人知能検査 (WAIS-R/WAIS-III), (a) VIQ, (b) PIQ, (c) FIQ, (3) コース立方体 IQ, (4) 改訂版ウェクスラー記憶検査 (WMS-R), (a) 言語性記憶, (b) 視覚性記憶, (c) 一般性記憶, (d) 遅延再生, (5) 語流暢性検査, (a) カテゴリー「野菜」, (b) 語頭音「た」, (6) 慶應版 Wisconsin カード分類検査 (KWCST)(鹿島ら, 1995), (a) 達成カテゴリー数 (CA), (b) ネルソン型保続数 (PEN), (c) セットの維持困難 (DMS), (7) 改訂日本語版ストループ検査 (鹿島ら, 1993 : Perret, 1974), (a) Part I, (b) Part II, (8) シリアル 7 (100-7 の正答回数), (9) 数唱, (a) 順唱, (b) 逆唱である。

IV. 結 果

1. 時間評価の結果

表 16 に各症例の産生時間の結果を示す。図 7 に、前頭葉腹内側部損傷者 2 例と前頭葉外側部損傷者 2 例の産生時間の平均を示す。前頭葉腹内側部損傷者の平均は、(1) 課題なし 32 秒, (2) 数字の音読 23 秒, (3) 1 桁の筆算 29 秒であった。一方、前頭葉外側部損傷者の平均は、(1) 課題なし 73 秒, (2) 数字の音読 90 秒, (3) 1 桁の筆算 133 秒であった。前頭葉腹内側部損傷者では、短く時間を産生し、一方で前頭葉外側部を含む損傷では、とくに筆算課題において産生時間が長くなる傾向がみられた。

表 16 各症例の産生時間の結果

	前頭葉腹内側部 (眼窩部) 損傷者		前頭葉外側部損傷者	
	症例 1	症例 2	症例 3	症例 4
無課題	16	49	85	61
音読課題	15	31	139	41
筆算課題	15	34	148	108

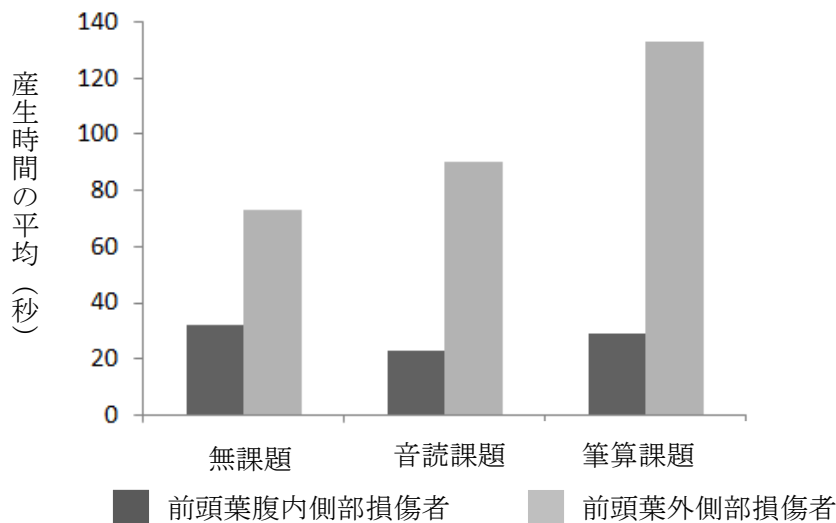


図 7 前頭葉腹内側部損傷者と前頭葉外側部損傷者の産生時間の平均

2. 高次脳機能検査の比較

表 17 に各症例の高次脳機能検査の結果を示す。ウェクスラー成人知能検査の言語性知能において、すべての症例が 80 以上となり、顕著な低下はみられなかった。

症例 1 は、慶應版 WCST で CA2, シリアル 7 で 1/4 回, 逆唱 1 と低下しており、ワーキングメモリの低下が考えられた。

症例 2 は、ウェクスラー記憶検査での低下が顕著であり、またシリアル 7 が 1/4 回と、エピソード記憶とワーキングメモリの両方で低下が認められた。

症例 3 は動作性知能で VIQ54, ウェクスラー記憶検査は 60~70 の指標を示し、慶應版 WCST では CA1, PEN20 と保続が多く、語流暢検査では語頭音 2 となり、思考の転換の困難さ、思考の流暢性の障害がみられ、動作性課題では行為に時間がかかり、成績が低下していた。

症例 4 では、知能検査をはじめとした認知機能に明らかな低下はみられなかった。

以上から、前頭葉腹内側部損傷の症例 1 と症例 2 ではシリアル 7 での低下がみられ、一方で、前頭葉外側部損傷の症例 3 と症例 4 のシリアル 7 の成績は比較的保持されていた。行動特徴としては、日本語版前頭葉性行動質問紙から、前頭葉腹内側部損傷の共通する特徴として、不注意やいらいら、衝動性、落ち着きのなさといった傾向が認められ、前頭葉外側部損傷では柔軟性のなさが示された。

表 17 各症例の高次脳機能検査の結果

	前頭葉腹内側部（眼窩部）損傷者		前頭葉外側部損傷者	
	症例 1	症例 2	症例 3	症例 4
HDS-R				
総得点	24	21	29	30
見当識項目	7	3	7	7
3 単語遅延再生	5	4	5	6
WAIS-R/WAIR-III				
言語性知能（VIQ）	80	92	85	144
動作性知能（PIQ）	88	未実施	54	113
全検査（FIQ）	83	未実施	68	132
WMS-R				
言語性記憶	88	66	74	118
視覚性記憶	83	77	64	93
一般的記憶	87	65	66	112
注意/集中	109	92	79	138
遅延再生	87	50 未満	61	98
コース立方体（IQ）	78.1	82.8	64	104.6
語流暢性検査				
カテゴリー（「野菜」）	12	8	12	17
語頭音（「た」）	6	6	2	8
慶應版 Wisconsin カード分類検査				
CA	2	5	1	6
PEN	12	3	20	1
DMS	3	1	1	1
改訂日本語版ストループ検査				
Part I	16	23	20	12
Part II	46	34	28	22
数唱				
順唱	6	6	5	8
逆唱	2	4	4	7
シリアル 7（100-7 の正答回数/4）	1	2	4	4
FBI 総得点	19	24	7	22
FBI 特徴	不注意・いら いら・衝動 性・落ち着き のなさ	解体（思考の組 織化）・不注 意・いらいら・ 衝動性・落ち着 きのなさ	具体的考・解 体（思考の組 織化）・柔軟 性のなさ・不 注意	柔軟性のな さ・身だしなみ の無頓着さ・い らいら・判断の 悪さ・攻撃性

V. 考 察

前頭葉腹内側部（眼窩部）損傷者の時間評価は、3 条件の課題に影響されず、一貫して時間を短く産生する傾向が示された。一方、前頭葉外側部損傷者では、無課題よりも筆算課題で産生時間が顕著に長くなり、この傾向は実験 6 で得られた結果とも一致した。前頭葉腹内側部（眼窩部）損傷者の時間評価は、衝動性の高まりによって性急に行動してしまう傾向や、実際より体験時間を長く感じるために、短い時間を産生することが指摘されている (Berlin et al., 2004)。これまで前頭葉眼窩部は、身体内部のシグナルを介し、報酬と結びついた意思決定に関与することが指摘されており (Damasio, 1994, 1996)、前頭葉腹内側部（眼窩部）損傷者では、利益と罰に対しての無感覚さが疑われ、十分に報酬を評価せずに性急に反応するため、短い時間を産生するのではないかと考えられる (Berlin et al., 2004)。本実験でも、同部位を含む脳損傷者は、病前と比べ、不注意さやせっかちななどの症状がみられ、目標に対して性急に行動してしまうような特徴が認められた。また、Berlin et al. (2004) は、前頭葉眼窩部損傷者が、体験時間を長く感じ、短い時間産生を行う背景には、認知的ペースの速まりがあると考察している。しかしながら、認知的ペースの内容や測定方法に関しては十分な検証が進んでおらず、議論の余地があると考えられる。ちなみに、カウンティング課題を用いて内部時計の速さの変化を調べた研究 (Mimura et al., 2000) では、前頭葉損傷者、コルサコフ症候群の患者とも、異常に加速や減速されるという結果は示されておらず、認知的ペースや内部時計に関する仮説を検証するためには、研究手法を含めた更なる検討が必要である。

さらに本実験では、前頭葉腹内側部損傷者は、外側部損傷者に比べシリアル 7 での成績が低下しており、ワーキングメモリと関連した注意の維持が困難なことによって、並列課題への集中が低下し、時間経過に向ける注意が多くなり、短く時間を産生した可能性も考えられる。実験 6 でもワーキングメモリの容量の低下は、産生時間を短くする傾向が示されており、ワーキングメモリの低下がみられた群では、課題に影響されず、30 秒台の時間を産生している。本実験でも、前頭葉腹内側部損傷者は 20～30 秒の時間産生を示した。三村、矢野 (2008) は 30 秒以上の持続時間ではワーキングメモリの範囲を超えることを指摘しており、ワーキングメモリの低下を背景に、前頭葉腹内側部損傷者が 30 秒程度で時間産生を終了させた可能性が考えられる。一方で、前頭葉外側部損傷者ではワーキングメモリの持続は比較的保たれているが、並列課題の能動的処理が高まることで、注意資源の配分処理が困難となり、時間経過に向ける注意資源が減少し、産生時間が長くなる可能

性が考えられる。

本実験から、時間産生という予期的時間評価において、前頭葉腹内側部損傷者と前頭葉外側部損傷者では特徴が異なることが示された。実験 6 と実験 7 では、現在から未来へと進行する時間経過に対しての予期的時間評価について検討してきたが、実験 8 では、過去の体験時間を振り返り評価する回顧的時間評価を実施し、脳神経基盤や認知的処理の特徴に関して検討を行う。

第3節 脳損傷者の回顧的時間評価に関する検討

—回顧的時間評価における前頭葉の関与—【実験8】

I. 目的

これまで脳損傷者が、自己の時間経験に対する認知が実際の時間と一致せず、時間の把握が不確かになり、時間間隔を実際より短く評価したり、逆に長く評価するなど不正確になることがしばしば報告されている。こうしたことから、時間評価の異常が脳損傷によって生じていると推察される。しかし、現在のところ、脳損傷が時間評価に影響するという指摘はあるものの、時間間隔の過小評価と過大評価に影響する脳神経部位については、さまざまな知見があり、一貫した見解は得られていない状況にある。

時間評価についてのこれまでの心理学的研究は、次のようないくつかの要因が時間評価に影響することを示している。まず、時間評価の方法による違いが挙げられる（例えば、時間産生法、言語的時間評価法、時間再生法など）。次に、対象となる時間の長さによる違いが挙げられる。さらに、対象時間においてと要求される情報処理過程として、どのような並列課題を用いるかによっても時間評価は影響される。また、時間評価パラダイムの性質によっても時間評価の特徴は異なる（例えば予期的時間評価は、対象者は時間評価を開始する前に評価する時間間隔を知っており、それに対して回顧的時間評価は対象時間が過ぎるまで評価をすることを知らない）(Hicks et al., 1976 ; Zakay & Block, 1993)。

時間評価の方法や長さが与える影響に関して、Perbal, Pouthas, & Linden (2000) は、健忘症患者は時間評価の方法と時間の長さによって明らかな乖離があることを報告した。彼らはエピソード記憶は時間再生に関与するのに対し、意味記憶とワーキングメモリは時間産生に関与することを指摘した。Zakay & Block (2004) は、予期的時間評価では、人は時間情報と非時間情報への注意に依存して時間間隔の判断を行い、回顧的時間評価では時間間隔の情報に付随する記憶に依存して時間間隔を思い出すと考察している。したがって、異なる認知過程が予期的時間評価と回顧的時間評価の根底にあると考えられている (Zakay & Block, 2004)。このように時間評価の方法やパラダイムの性質に従い、時間評価は異なる認知処理に依存することが仮定される (Perbal et al., 2000 ; Zakay & Block, 2004)。本実験では、言語性の回顧的時間評価を用いて、どのように患者が自身の体験した時間を認識しているかを明らかにする。

さらに本実験では、回顧的時間評価に影響する脳損傷部位を調べる。時間間隔の評価の

障害は、前頭前野 (Berlin et al., 2004 ; Binkofski & Block, 1996 ; Gunstad et al., 2006 ; Harrington et al., 1998 ; Lalonde & Hannequin, 1999 ; Mangels et al., 1998 ; Mimura et al., 2000), 側頭葉内側部 (Noulhiane et al., 2007 ; Perbal et al., 2001 ; Richards, 1973 ; Vidalaki et al., 1999), 補足運動野と頭頂葉 (Harrington et al., 1998), 基底核 (Harrington & Haaland, 1999 ; Meck, 1996 ; Wild-Wall et al., 2008), 視床 (Spiegel et al., 1956) などの損傷との関連が示唆されている。

初期の神経心理学的研究は、両側側頭葉損傷を有する健忘症患者が長い時間間隔の再生が困難であることを見出した (Richards, 1973)。健忘症患者は、長い時間間隔を常に過小に評価するのに対し、短い時間間隔は正確に判断できることが示されている (Mimura et al., 2000 ; Perbal et al., 2000 ; Williams et al., 1989)。健忘症患者における時間間隔処理の歪みについてのいくつかの報告は、時間評価が記憶のメカニズムに依存することを示した (Richards, 1973 ; Williams et al., 1989)。しかしながら、Nichelli et al. (1993)は、重篤な前頭葉機能障害を伴う健忘症患者は時間を過大評価することを指摘した。Mimura et al. (2000) は、とりわけ短い時間間隔で、前頭葉損傷患者が過大評価することを報告した。Shaw & Aggleton (1993) は、時間的な間隔の判別を実行する能力には、正確な記憶は必要ではなく、前頭葉機能に関連していることを示唆している。最近のタイミングと時間評価のモデルも、時間の知覚に対して前頭葉領域が認知的操作のモニタリングや統合を支えていると仮定している (Gunstad et al., 2006)。これらの研究は、前頭葉が時間評価において、独自の役割を果たすことを示唆しているが、先行研究の見解は一貫しているとは言えない。その理由としては、前述したようには時間評価の方法、評価のパラダイムの性質、ターゲットとなる時間間隔に違いがあるためである。

処理される時間間隔の長さによる違いをみてゆくと、先行研究は、前頭葉が数百ミリ秒から数十秒の範囲の短い時間間隔に寄与することを示しているが (Gunstad et al., 2006 ; Harrington et al., 1998 ; Mimura et al., 2000), 一方で、エピソード記憶と関連した側頭葉内側部は数百秒の範囲の長い時間の時間評価に重要な役割を果たすことが示されている (Noulhiane et al., 2007 ; Richards, 1973 ; Williams et al., 1989)。こうしたことから、評価される時間間隔によって影響する脳部位が異なる可能性が考えられる。

本実験では、30分の間隔に対する時間評価の正確さと脳損傷部位について検討する。対象時間として用いた30分の時間間隔は、多くの過去の時間認知についての病巣研究に比べて長い時間間隔であり、20分の時間間隔の時間評価を行っている Berlin et al. (2004) を

除いて、30分のような長い時間間隔についての脳損傷研究はみられない。しかし、一定の経過の後で再び電話するなど、多くの日常的なスケジュール化された行動は数分から数十分に及ぶ時間評価に基づいている。したがって、本実験で用いる30分という時間間隔は、日常的な行動場面での時間評価を調べる上で適切であると考えられる。

本実験では、回顧的時間評価に影響する脳損傷部位を調べ、評価された時間と知能や注意、ワーキングメモリを含めた前頭葉機能、エピソード記憶の高次脳機能検査の成績との関係についても検討する。また、回顧的時間評価の過小または過大評価に影響する脳神経基盤について十分な解明はされていないため、本実験ではこの点についても検討する。

II. 対象者

対象者は、局所脳損傷を認めた99名である。対象者の平均年齢は41.7歳（SD=16.5）、教育年齢の平均は11.7年（SD=2.5）である。

疾患は、脳外傷57例、くも膜下出血23例、脳出血15例、脳梗塞4例である。包括基準は、(1)前頭葉、側頭葉、頭頂葉、基底核、視床に損傷がある、(2)神経学および精神医学的な病歴がない、(3)薬物の病歴がないことである。対象者は、発症から安定しているか慢性の状態にあった（発症からの評価日までの平均は33.0日）。

4種類の疾患の対象者群に一元配置の分散分析を行ったところ、群間には評価時間に有意差はみられなかった。また、発症から評価日までの期間と時間評価の課題の有意な相関関係はなかった（ $r = -.05$, n.s.）。年齢と時間評価課題との有意な相関係数もなかった（ $r = -.01$, n.s.）。

III. 方法

1. 神経放射学的所見

すべての対象者に頭部CTもしくはMRIを施行し、損傷部位を同定した。これまでの時間研究に関する神経心理学的および神経画像研究に基づき、本研究では脳損傷の影響を調べるための領域として次の14領域を選択した（Berlin et al., 2004；Binkofski & Block, 1996；Mimura et al., 2000；Harrington et al., 1998；Richards, 1973；Spiegel et al., 1956；Vidalaki et al., 1999；Wild-Wall Nele et al., 2008；Williams et al., 1989）。

(1) 右前頭葉外側部（Brodmann area (BA) 9, BA10, BA11, BA46 と BA47 を含む）

(2) 左前頭葉外側部

- (3) 右前頭葉内側部
- (4) 左前頭葉内側部
- (5) 右側頭葉外側部（側頭葉は側脳室下角を指標とし内側部と外側部に分類した）
- (6) 左側頭葉外側部
- (7) 右側頭葉内側部
- (8) 左側頭葉内側部
- (9) 右頭頂葉
- (10) 左頭頂葉
- (11) 右基底核
- (12) 左基底核
- (13) 右視床
- (14) 左視床

これら 14 領域は、線型重回帰分析の独立変数として用いられた。

2. 神経心理学的検査

すべての対象者に、知能や一般記憶、注意、他の高次の認知機能を評価するために以下の標準的な神経心理学的検査を実施した。(1) 日本版レーブン色彩マトリックス検査 (RCPM) のセットB (RCPM), (2) コース立方体検査 (IQ), (3) 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R), (a) 総得点, (b) 見当識項目, (c) 3単語遅延再生, (4) 数唱 (a) 順唱, (b) 逆唱, (5) 視覚性記憶範囲課題 (a) 順序, (b) 逆序, (6) 7単語記銘検査 (半田, 1989), (7) Wisconsin カード分類検査 (WCST) (a) 達成カテゴリー数 (CA), (b) 保続的エラー (PEN), (c) セットの維持困難 (DMS), (8) 語流暢性検査, (a) カテゴリー「野菜」, (b) 語頭音「た」, (9) シリアル7 (100-7の正答回数) である。

3. 時間評価の方法

対象者の時間評価を調べるため、簡単な時間評価課題を神経心理学的検査にはめ込んだ。対象者は入室後 30 分の時点で「入室後、何分経過しましたか？」と質問された。対象者は分単位で返答することが要求された。時計などの時間を評価するために参照となるものは、対象者の視野から隠した。対象者の評価時間は、実際の時間 (30 分) と比較された。

IV. 結 果

1. 時間評価と神経心理学的検査プロフィール

99名の対象者のうち、41名が過小評価群、24名が過大評価群となった。群分けにおいては、対象者が30分より短く対象時間を評価した場合には過小評価群に、30分より長い時間であると評価した場合には過大評価群に分類した。残りの34名は正答群となった。過小評価群の対象時間からの誤差の平均は-13.2分 (SD=5.0分)、過大評価群の誤差の平均は+17.6分 (SD=10.1分)であった。正答群は分散が均一であるため分析から除外した。

過小評価群と過大評価群の神経心理学的検査の平均の結果を比較した(表18)。HDS-Rの総得点 ($t(63)=2.72, p<.01$)、見当識(「日付け」) ($t(38)=2.74, p<.01$)、語流暢性検査(カテゴリー「野菜」) ($t(63)=2.68, p<.01$)の項目で、2つの群間に有意差がみられ、過小評価群が高い得点を示した。

表 18 時間評価の結果による高次脳機能検査の平均の比較（平均と標準偏差）

	過小評価群 (n=41)	過大評価 (n=24)
HDS-R		
総得点 /30	24.1 (4.8)	20.6 (5.4) *
見当識項目 /7	6.3 (1.1)	5.6 (1.5)
年齢 /1	0.95 (0.22)	0.96 (0.20)
場所 /2	1.93 (0.26)	1.79 (0.51)
年 /1	0.78 (0.42)	0.71 (0.46)
月 /1	0.95 (0.22)	0.92 (0.28)
日 /1	0.83 (0.38)	0.50 (0.51) **
曜日 /1	0.85 (0.36)	0.67 (0.48)
3 単語遅延再生 /6	4.2 (1.7)	3.0 (2.3) *
コース立方体 IQ (IQ)	75.2 (29.9)	80.9 (25.7)
RCPM: Set B/12	7.8 (3.2)	7.6 (3.4)
7 単語記銘検査 /7	6.1 (0.9)	5.8 (1.2)
数唱		
順唱	5.4 (1.2)	5.6 (1.2)
逆唱	3.9 (1.3)	3.9 (1.3)
視覚性記憶範囲検査		
Forward	5.2 (1.1)	5.6 (1.3)
Backward	4.6 (1.5)	4.7 (1.2)
Wisconsin カード分類検査		
CA /6	2.7 (2.1)	2.8 (2.1)
PEN	12.5 (11.5)	11.8 (10.7)
DMS	1.1 (1.3)	0.9 (1.3)
シリアル 7 (100-4 の正答回数/4)	2.3 (1.6)	2.3 (1.6)
語流暢検査		
カテゴリー (「野菜」)	9.9 (4.2)	7.3 (2.9) *
語頭音 (「た」)	4.6 (3.1)	3.8 (2.8)

* p < .05 ** p < .01

2. 時間評価と神経心理学検査

対象者の神経心理学検査の得点に基づいて、時間評価との関係を Pearson の相関係数を用いて調べた。結果は以下の項目で有意な相関関係を示した。時間評価の得点は、HDS-R 総得点 ($r = -.28$, $p < .01$), HDS-R 見当識 (「日付け」) ($r = -.27$, $p < .01$) 3 単語遅延再生 ($r = -.29$, $p < .01$), 語流暢検査 (カテゴリー「野菜」) ($r = -.23$, $p < .05$) と有意

な負の相関関係がみられた。HDS-R 見当識項目 ($r = -.27, p < .01$), HDS-R 見当識項目 (「日付け」) ($r = -.34, p < .01$), HDS-R 3 単語遅延再生 ($r = -.29, p < .01$), 語流暢性検査 (カテゴリー「野菜」) ($r = -.23, p < .05$)。HDS-R 見当識項目 (「日付け」) と HDS-R 3 単語遅延再生を Bonferroni 補正にかけた。補正の後の有意水準に基づくと、P 値 ($p < .02$) は有意であった (HDS-R 見当識項目 (「日付け」) ($p = .001$), HDS-R 3 単語遅延再生 ($p = .004$))。

年齢を制御変数とし、それぞれの神経心理学的検査の得点と評価された時間との偏相関を求めた。その結果、有意な相関関係がみられた (HDS-R 総得点 ($r = -.46, p < .05$), HDS-R 見当識項目 (「日付け」) ($r = -.41, p < .05$), HDS-R 3 単語遅延再生 ($r = -.30, p < .01$), 語流暢性検査 (カテゴリー「野菜」) ($r = -.23, p < .05$)。よって、年齢は神経心理学的検査の得点と評価した時間の相関を説明する有意な変数ではないことが示された。

3. 時間評価に関する線型重回帰分析

時間評価に寄与する独立変数を識別するために、14 の脳損傷領域を独立変数とし、時間評価の誤差を目的変数として線型重回帰分析を行った。時間評価に寄与する変数を識別するために、ステップワイズ法ですべての独立変数のなかから有意な独立変数を選択した。分析の結果、次の 2 つ領域が時間評価に有意に寄与していることが明らかになった (表 19)。(1) 右外側前頭前野が、実際より長く時間を評価する過大評価に高い寄与をした ($p < .01$)。(2) 右内側前頭前野は、実際より短く時間を評価する過小評価にわずかな有意傾向を示した ($.05 < p < .1$)。

表 19 時間評価に関する線型重回帰分析の結果

	脳損傷部位	標準化係数	t 値	有意確率
過大評価	右前頭葉外側部	0.395	3.218	0.002*
過小評価	右前頭葉内側部	0.219	1.916	0.059+

+ $p < .1$, * $p < .01$

V. 考 察

本実験の結果は、右前頭葉外側部 (RLPFC) が回顧的時間評価に大きく関与し、右前頭葉内側部 (RMPFC) がわずかに影響を及ぼすことを示した。さらに、右前頭葉外側部の

損傷を有する患者は、長い時間間隔を過大に評価する傾向を示したのに対して、右前頭葉内側部損傷患者は同じ時間間隔を過少に評価する可能性を示した。このことから、回顧的時間評価は、右前頭葉の領域によって遂行される機能を必要とすると考えられる。

これまでの研究では、長い時間間隔の回顧的時間評価は、側頭葉内側領域によって調整されるエピソード記憶に依存していることが指摘されている (Noulhiane et al., 2007 ; Richards, 1973 ; Williams et al., 1989)。一方で、近年の研究では、前頭葉がエピソード記憶に寄与すること (Gunstad et al., 2006 ; Harrington & Haaland, 1999 ; Lalonde & Hannequin, 1999 ; Mimura et al., 2000) や、前頭前野がワーキングメモリとエピソード記憶に寄与する制御過程を実行していること (Shimamura, 1995), またエピソード記憶の想起の間、右前頭前野が活動することなどが示唆されている (Fletcher et al., 1998 ; Henson, 2000)。他の研究は、前頭葉背外側部と前頭葉腹外側部の両方が符号化において活動し、長期記憶の遂行に関連することを示している (Blumenfeld & Ranganath, 2006)。また、右前頭葉背外側部はワーキングメモリを選択し、記憶から反応へ誘導する機能を持つという指摘もある (Rowe et al., 2000)。このように、近年、エピソード記憶における前頭葉の役割やその詳細な部位に関しての研究が進んでいる。本実験では、右前頭葉が長い時間間隔の回顧的時間評価に関与することが示されており、前頭葉の担う記憶機能と関連している可能性が考えられる。

これまで前頭葉と時間評価の関連については、脳イメージング画像を用いた研究や神経心理学的研究がいくつかある (Gunstad et al., 2006 ; Harrington & Haaland, 1999 ; Lalonde & Hannequin, 1999 ; Mimura et al., 2000), Jones, Rosenkranz, Rothwell, & Jahanshahi (2004) は反復性の経頭蓋磁気刺激 (rTMS) を用いて、時間評価課題に関連するいくつかの限局された脳活動を報告した。患者の時間間隔の再生の時の rTMS 効果の選択性も、右前頭葉背外側部が記憶過程において特定の役割を果たすことを示している (Jones et al., 2004)。これらの先行研究は、前頭葉が数百ミリ秒から数十秒レベルの時間評価において重要な役割を果たすことを示しているが、本実験の結果は、右前頭葉が長い時間間隔の時間評価にも寄与するということを明らかにした。

本実験では、回顧的時間評価に影響する認知機能を調べる目的で、対象者の時間評価の結果とさまざまな神経心理学検査との関連を調べた。その結果、評価時間と HDS-R の総得点、見当識 (日付け)、3 単語遅延再生、語流暢検査との間には負の相関がみられた。すなわち、体験時間を過大評価する対象者は、記憶の想起、記憶情報の維持やモニタリング、

記憶の更新が障害されていると解釈できる。また、記憶情報のモニタリングや更新における不正確さは現在の状況についての不十分なアウェアネスと関係している可能性がある。Gunstad et al. (2006) は、時間の知覚に対して前頭葉領域が認知的操作のモニタリングや統合を支えていることを示唆している。加えて、興味深い所見として、前頭葉背外側部は外的に生成された情報の評価がされている時に頻繁に活動することが示唆されている (Christoff & Gabrieli, 2000)。本実験は、回顧的な時間評価を行うためには、記憶情報のモニタリングや制御が重要となり、右前頭葉外側部が関与することを示唆した。

さらに、本実験において右前頭葉外側部損傷と過大評価の間に関係がみられた理由を考察してみると、過去の研究では時間評価の正確性は並列課題の遂行状況の影響を受けることが示されており (Hicks et al., 1976; Marmaras et al., 1995; Miller et al., 1978)、いくつかの研究においては、並列課題の要求が多くなるにつれて実際の時間間隔を過小評価することが報告されている (Hicks et al., 1976; Miller et al., 1978)。しかしながら、他の研究では、対象者は並列課題の難易度が増加するにつれ、時間間隔を過大評価することも指摘されている (Marmaras et al., 1995)。本実験では、並列課題がより多くの記憶処理を要求するため、右前頭葉外側部の機能障害を伴う対象者は時間間隔を実際より長く評価する傾向を示したのではないかと考えられる。経過時間の評価は、記憶処理の負荷に対する主観的評価によって影響される可能性が高いので、回顧的時間評価は、経過時間の主観的な認識と記憶情報の統合に基づいて行われると考えられる。

本実験では、右前頭葉内側部が回顧的時間評価にわずかに有意な寄与をすることが示された。前頭葉損傷患者に関する神経心理学的研究では、前頭葉眼窩部損傷患者では、実際より体験時間を長く感じるために、短い時間を産生することを指摘する報告がみられる (Berlin et al., 2004)。しかしながら、Berlin et al. (2004) の報告以外では、病巣研究において、右前頭葉内側部が時間評価に関与することを示す報告はほとんどみられていない。最近の研究によると、前頭葉腹内側部の損傷は、作話や親近性の判断における障害などを含む認知障害を呈する (Umeda et al., 2005, 2011)。Schnider (2003) は、前頭葉眼窩部が現在進行する現実に対してのモニタリングに関与することを指摘した。その他の研究としては、前頭極 (frontopolar) は内的に生成された情報のモニタリングと操作に関与することが示唆されている。これらの研究は、右前頭葉内側部の認知機能は生成された情報の正確性のモニタリングや判断に関与することを示唆している。本研究では、回顧的時間評価が内的に生成された時間的な情報の判断を要するため、右前頭葉内側部に損傷のある患者

は時間間隔の評価において不正確であると考えられる。

以上、回顧的時間評価の過大評価と過小評価に関与する前頭葉の詳細を検討してきたが、本実験は、時間間隔の過大評価と過小評価の認知的処理における違いについて十分な説明ができないなどの限界もある。こうした限界はあるものの、少なくとも右前頭葉が時間間隔の過大評価または過小評価に関係している可能性が示唆され、今後の研究においては、時間間隔の過大評価と過小評価のそれぞれの認知処理を明らかにすることが必要になると考えられる。

結論として、過去の研究では、右前頭葉は、数百ミリ秒～数秒といった短い時間間隔の評価に影響することが報告されているが、本実験は右前頭葉外側部が 30 分のような長い回顧的時間評価にも高い寄与をすることを明らかにした。右前頭葉は、経過時間のモニタリングと内的に想起された時間情報の判断と結びついていると考えられる。本実験の結果は、右前頭葉外側部における記憶機能は時間評価における情報の統合に重要な役割を担うことを示している。

次の実験 9 では、エピソード記憶などの低下が中核症状である認知症高齢者を対象者として、回顧的時間評価の特徴を調べ、脳損傷者や健常若年者との違いについて検討する。

第4節 認知症高齢者の回顧的時間評価についての検討【実験9】

I. 目的

実験9では、認知症高齢者に時間評価課題を実施し、高次脳機能の特性との関連を調べ、時間評価において認知症高齢者に特有の認知処理がみられるのかについて検討する。

認知症の中核症状としては、記憶障害をはじめとし、失語、失行、失認などの高次脳機能障害や判断力、問題解決能力の低下があげられ、段取りをつけられない、予定を立てられないなどの遂行機能障害を呈することが指摘されている（本間，2000）。こうした症状の背景には、経過時間に対する認知低下もあることが疑われる。認知症高齢者を対象とすることで、健常者を対象とした場合よりも、記憶や認知機能が時間評価に与える影響がより明らかになると考えられる。

これまで高齢者および認知症高齢者における時間評価は、若年健常者とは異なることが指摘されているが（第1章参照）、過小評価・過大評価の両方の報告がなされており、一定の見解が得られているとは言い難い。数十秒レベルの時間産生法という予期的時間評価のパラダイムを用いた実験では、高齢者が若年健常者に比べ産生時間が短くなることが報告されている（Block et al., 1998; Coelho et al., 2004; Espinasa-Fernández et al., 2003）。一方で、回顧的時間評価では、高齢者は、健常若年群と比べ時間産生では長く評価し、120秒以下の言語性時間評価課題では短く評価したとする報告もある（Craig et al., 1999）。また、Rueda & Schmitter-Edgecomb (2009) は、アルツハイマー型認知症患者群、軽度認知障害群、健常統制群の3対象者群に言語的時間評価（60秒以下）を実施し、軽度認知障害群では長い時間間隔（45～60秒）で過小評価するが、短い時間間隔（10～25秒）では過小評価しないという結果を得ている。このように、評価される時間間隔や時間評価法、並列課題の内容などによっても結果が異なり、関与する高次脳機能の特徴には違いがあると考えられる。

本実験の課題には、30分という長い時間間隔を用いる。これは、これまで高齢者や認知症高齢者に対して用いられた数十秒レベルの対象時間に比べかなり長い時間間隔である。また、本実験では自己の経験時間を言語的に評価する回顧的な時間評価を実施する。回顧的時間評価では、時間間隔の情報に付随する記憶に依存して時間間隔を思い出すことが指摘されており（Zakay & Block, 2004）、記憶機能の低下を伴う認知症高齢者がどのような結果を示すかを、若年健常者や脳損傷者との違いに注目し検討する。

II. 対象者

対象者は、認知症高齢者 33 名、急性発症による脳損傷者 80 名と若年健常者 15 名である。

認知症高齢者の平均年齢は 77.4 (SD=5.4) 歳 (range : 65-85 歳) であり、認知症の分類は、脳血管性認知症が 28 例、アルツハイマー型認知症 5 例である。認知症の重症度については、簡易認知機能検査である MMSE (Mini Mental State Examination) 得点に基づく 4 分類 (森ら, 1985) によると、MMSE が 24~30 点の軽微群 (8 例)、21~23 点の軽度群 (5 例)、10~20 点の中度群 (18 例)、10 点以下の重度群 (2 例) であった。また、臨床的に認知症の重症度を評定することを目的としている CDR (Clinical Dementia Rating) (Hughes et al., 1982) の全般的重症度の基準では、健康 (CDR0) が 3 例、ごく軽度の認知症 (CDR0.5) が 12 例、軽度認知症 (CDR1) 11 例、中等度認知症 (CDR2) 5 例、重度認知症 (CDR3) 2 例となった (図 8)。

脳損傷者の平均年齢は、36.7 (SD=14.2) 歳 (range : 15-60歳) であった。疾患は脳外傷53例、くも膜下出血19例、脳出血8例である。脳損傷の発症から評価日までの平均は 35.1日であり、急性期から亜急性期の症例である。脳損傷例において、年齢と時間評価課題との間に有意な相関はなかった ($r = -.17, n.s.$)。

若年健常者の平均年齢は、21.7 (SD=1.2) 歳 (range : 21-25歳) であった。

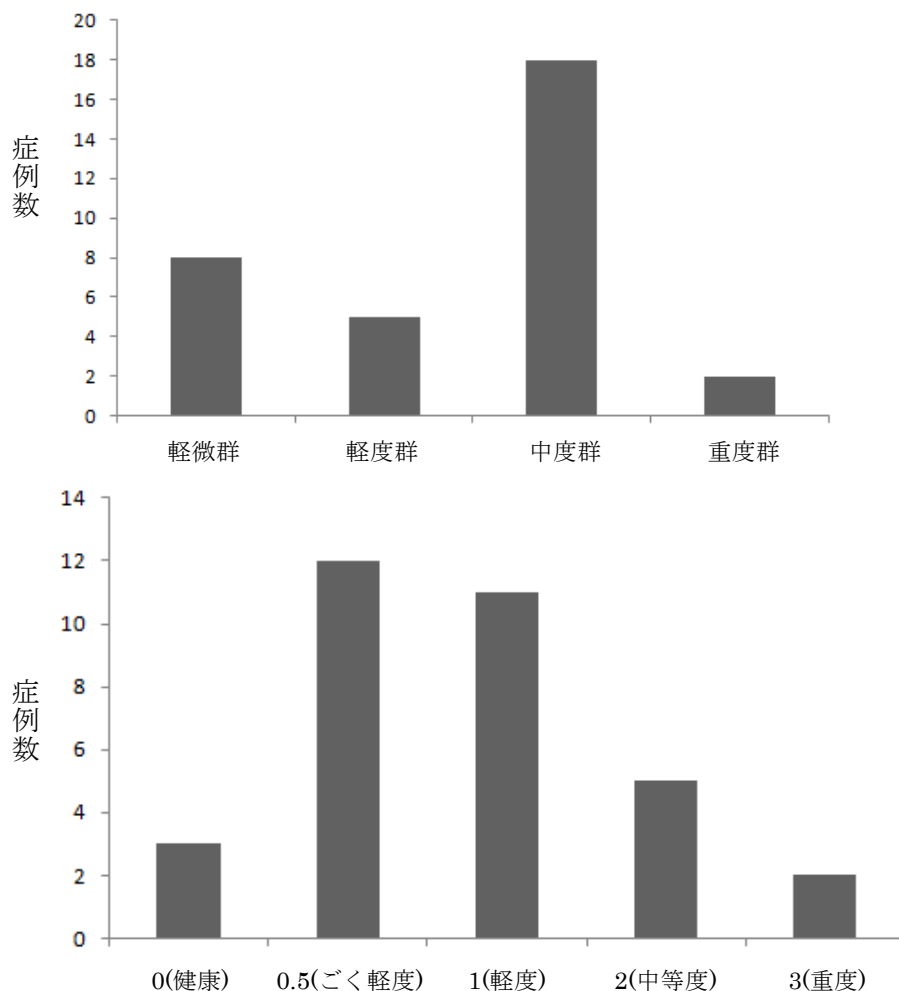


図8 認知症高齢者の重症度分類 上段：MMSE重症度分類による症例数 下段：CDR重症度分類による症例数

Ⅲ. 方 法

1. 時間評価検査

時間評価検査として、回顧的時間評価である言語的時間評価法を用いた。認知症高齢者および脳損傷者は、入室後、高次脳機能検査を受け、30分経過した時点で「入室後、何分経過しましたか？」と質問された。若年健常者では、20分経過した時点で、検査者から経過時間を質問された(若年健常者では高次脳機能検査の施行が30分以内で終了するため、対象時間を20分に設定した)。対象者の反応を記録し、実際の時間(30分)と評価した時間を比較し、対象時間(A)との評価時間(B)の差(A-B)と比率(B/A)を算出した。

2. 高次脳機能検査

対象者には、認知、注意やワーキングメモリ、記憶機能を評価するために標準的な高次脳機能検査を実施した。実施した検査内容および分析項目は以下の通りである。(1) MMSE (a) 総得点, (2) CDR (a) 全般的重症度, (b) 見当識重症度, (c) 記憶重症度, (3)改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R) (a) 総得点, (b) 見当識総得点, (c) 見当識項目 (年齢, 場所, 年, 月, 日, 曜日), (d) 3 単語遅延再生, (4) 7 単語記銘検査 (半田, 1989), (5) シリアル 7 (100-7 の正答回数) (6) 語流暢性検査, (a) カテゴリー「野菜」, (b) 語頭音「た」, (7) 逆唱, (8) 日本版レーブン色彩マトリックス検査 (RCPM) のセット B である。

3. 分析

認知症高齢者および脳損傷者の回顧的時間評価の結果と高次脳機能検査の成績との関係を Pearson の積率相関係数を用いて分析した。

IV. 結 果

1. 時間評価課題の結果

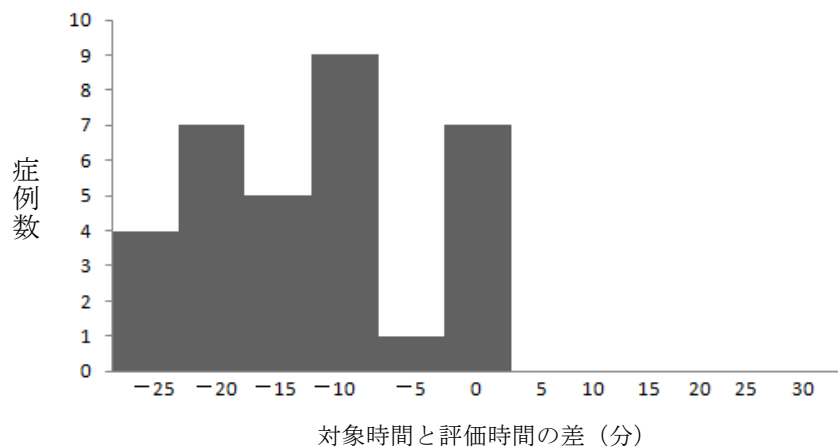
表 20 に時間評価課題の結果を示す。認知症高齢者群は、対象時間よりも時間を長く評価する症例はみられず、脳損傷者群や若年健常者群に比べ、対象時間を短く時間を評価する傾向がみられた。図 9 に時間評価課題の結果 (対象評価時間と評価時間の差) の度数分布を示す。

表 20 対象時間 (A), 評価時間 (B), 対象時間と評価時間の差 (A-B), 対象時間に対する評価時間の比率 (B/A)

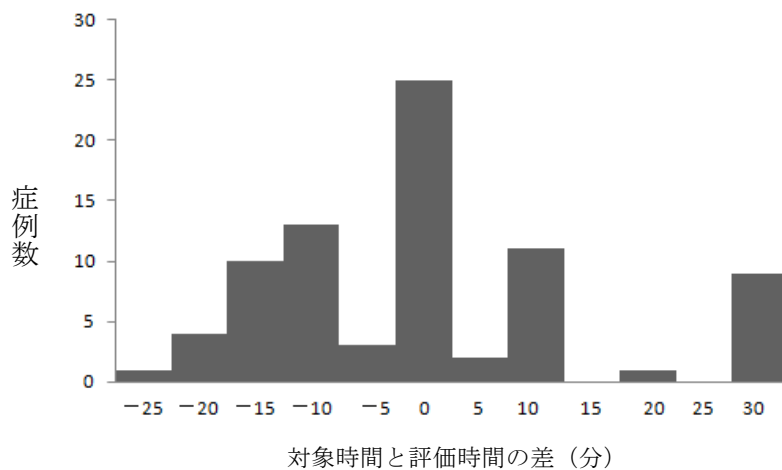
	対 象 時 間 (分)	評 価 時 間 の 平 均 (分)	対 象 時 間 と 評 価 時 間 の 差 (分) (A-B)	対 象 時 間 に 対 す る 評 価 時 間 の 比 率 (B/A)
認知症高齢者群 (n=33)	30	17.4 (8.5)	-12.6	0.58
脳損傷群 (n=80)	30	30.2 (14.2)	0.2	1.01
若年健常群 (n=15)	20 [#]	17.2 (3.9)	-2.8	0.86

註) [#]若年健常者では高次脳機能検査の施行が 30 分以内で終了するため、対象時間を 20 分に設定した

(a) 認知症高齢者 (n=33)



(b) 脳損傷者 (n=80)



(c) 若年健常者 (n=15)

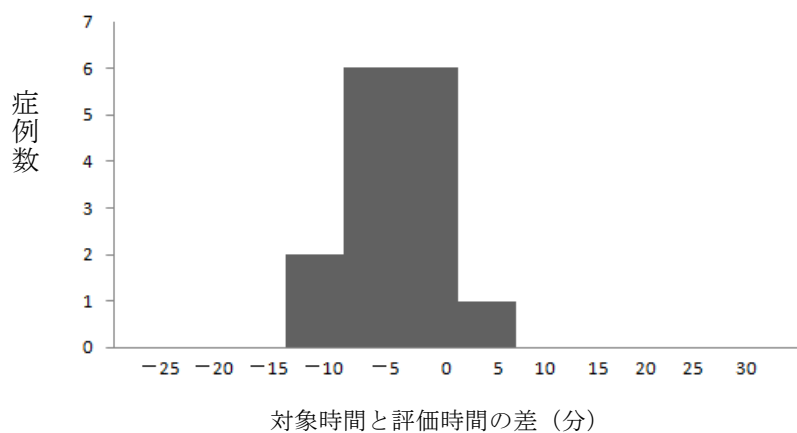


図9 時間評価課題の結果 (対象評価時間と評価時間の差) の度数分布

(a) 認知症高齢者, (b) 脳損傷者, (c) 若年健常者

2. 高次脳機能検査の結果

認知症高齢群と脳損傷群の時間評価課題と高次脳機能検査の結果を t 検定を用いて比較した (表 21)。認知症高齢者群は、脳損傷者群に比べ見当識項目 (「場所」) を除くすべての高次脳機能検査で有意に低かった (MMSE 総得点 : $t(65) = 3.27, p < .01$, HDS-R 総得点 : $t(111) = 6.66, p < .01$, 見当識項目総得点 : $t(111) = 4.58, p < .01$, 見当識項目 (「年齢」) : $t(111) = 3.62, p < .01$, 見当識項目 (「年」) : $t(111) = 3.04, p < .01$, 見当識項目 (「月」) : $t(111) = 4.09, p < .01$, 見当識項目 (「曜日」) : $t(111) = 2.87, p < .01$, 3 単語遅延再生 : $t(111) = 8.37, p < .01$, 7 単語記銘検査 : $t(111) = 6.92, p < .01$, 数唱 (逆唱) : $t(111) = 7.81, p < .01$, シリアル 7 : $t(111) = 2.74, p < .01$, RCPM セット B : $t(111) = 6.36, p < .01$, 見当識項目 (「日付け」) : $t(111) = 2.49, p < .05$, 語流暢性検査 (「語頭音」) : $t(111) = 2.49, p < .05$, 語流暢性検査 (「カテゴリー」) : $t(111) = 2.56, p < .05$)。

さらに、脳損傷者の時間評価の結果に基づき 3 群 (過小評価群・正答群・過大評価群) に分類し、群間の平均を Bonferroni 検定を用いた多重比較を行った (表 22)。その結果、脳損傷群の過大評価群は、HDS-R 総得点と見当識項目 (「日付け」) において過小評価群に比べ有意に低く、見当識総得点と見当識項目 (「日付け」) において正答群に比べ有意に低かった。

表 21 認知症高齢者群と脳損傷者群の高次脳機能検査の成績の比較（平均と標準偏差）

	n	認知症高齢者群	n	脳損傷者群	
MMSE 総得点 /30	33	18.5 (6.0)	34	22.7 (4.5)	**
CDR [#]					
全般的重症度 /3	33	1.0 (0.8)			
見当識重症度 /3	33	0.7 (0.7)			
記憶重症度 /3	33	0.8 (0.6)			
HDS-R					
総得点 /30	33	14.8 (6.7)	80	22.8 (5.4)	**
見当識総得点 /7	33	4.4 (2.0)	80	6.2 (1.2)	**
年齢 /1	33	0.67 (0.47)	80	0.98 (0.16)	**
場所 /2	33	1.72 (0.52)	80	1.90 (0.34)	
年 /1	33	0.48 (0.51)	80	0.79 (0.41)	**
月 /1	33	0.55 (0.51)	80	0.93 (0.27)	**
日 /1	33	0.48 (0.51)	80	0.73 (0.45)	*
曜日 /1	33	0.52 (0.51)	80	0.80 (0.40)	**
3 単語遅延再生 /6	33	0.9 (1.4)	80	3.8 (2.1)	**
7 単語記銘検査 /7	33	4.4 (1.4)	80	6.1 (1.0)	**
数唱 (逆唱)	33	1.6 (1.6)	80	4.0 (1.3)	**
シリアル 7 (100-7 の正答回数 /4)	33	1.5 (1.5)	80	2.4 (1.5)	**
語流暢検査					
カテゴリー (野菜)	33	6.5 (3.3)	80	8.4 (4.1)	*
語頭音 (「た」)	29	2.6 (2.2)	80	4.1 (3.0)	*
RCPM セット B /12	30	3.9 (2.4)	80	7.9 (3.1)	**

t 検定 *p<.05 **p<.01

註) #CDR は認知症の重症度を評価する検査のため、脳損傷者では実施せず

表 22 脳損傷者 3 群（正答群・過小評価群・過大評価群）の高次脳機能検査の成績の比較
（平均と標準偏差）

	脳損傷者群					
	n	正答群	n	過小評価群	n	過大評価群
MMSE 総得点 /30	11	23.5 (3.2)	11	24.0 (4.5)	12	20.7 (4.9)
CDR#						
全般的重症度 /3						
見当識重症度 /3						
記憶重症度 /3						
HDS-R						
総得点 /30	24	23.0 (5.1)	32	24.3 (5.2)	24	20.7 (4.9)
						*
見当識総得点 /7	24	6.6 (0.7)	32	6.2 (1.2)	24	5.3 (1.5)
						*
年齢 /1	24	1.00 (0.00)	32	0.97 (0.17)	24	0.96 (0.20)
場所 /2	24	2.00 (0.00)	32	1.91 (0.30)	24	1.79 (0.51)
年 /1	24	0.96 (0.20)	32	0.96 (0.20)	24	0.71 (0.46)
月 /1	24	0.94 (0.25)	32	0.92 (0.28)	24	0.92 (0.28)
日 /1	24	0.83 (0.38)	32	0.81 (0.40)	24	0.50 (0.51)
						*
曜日 /1	24	0.88 (0.34)	32	0.84 (0.40)	24	0.67 (0.48)
3 単語遅延再生 /6	24	3.8 (2.1)	32	4.4 (1.8)	24	3.0 (2.3)
7 単語記憶検査 /7	24	6.2 (1.0)	32	6.2 (1.0)	24	5.8 (1.2)
数唱（逆唱）	24	4.0 (1.3)	32	4.0 (1.3)	24	3.9 (1.3)
シリアル 7 /4	24	2.3 (1.5)	32	2.4 (1.5)	24	2.3 (1.6)
語流暢検査						
カテゴリー（野菜）	24	7.5 (4.3)	32	9.9 (4.5)	24	7.3 (2.9)
語頭音（「た」）	24	3.7 (2.8)	32	4.7 (3.3)	24	3.8 (2.8)
RCPM セット B /12	24	7.4 (2.6)	32	8.4 (3.2)	24	7.6 (3.4)

Bonferroni 検定 *p<.05

3. 時間評価と高次脳機能検査の相関関係

認知症高齢者群と脳損傷者群の時間評価の結果と高次脳機能検査の成績の関連を Pearson の積率相関係数を用いて調べた (表 23)。その結果, 認知症高齢者群では, 評価時間と CDR の記憶の重症度 ($r = -.35, p < .05$), HDS-R の見当識項目 (総得点) ($r = .35, p < .05$), RCPM セット B ($r = .47, p < .05$) との間に有意な相関が認められた。一方, 脳損傷者群では, 評価時間と HDS-R 総得点 ($r = -.31, p < .05$), HDS-R 見当識総得点 ($r = -.26, p < .05$), 見当識項目 (「日付け」) ($r = -.35, p < .01$), 3 単語遅延再生 ($r = -.35, p < .01$), 語流暢検査 (カテゴリー「野菜」) ($r = -.24, p < .05$) との間に有意な相関が認められた。

表 23 認知症高齢者群と脳損傷者群の評価時間と高次脳機能検査の成績の相関関係

	n	認知症高齢者群	n	脳損傷者群
MMSE 総得点 /30	33	.29	34	-.30
CDR [#]				
全般的重症度 /3	33	-.24		
見当識重症度 /3	33	-.31		
記憶重症度 /3	33	-.35*		
HDS-R				
総得点 /30	33	.26	80	-.31*
見当識総得点 /7	33	.35*	80	-.26*
年齢 /1	33	.24	80	.02
場所 /2	33	.07	80	-.17
年 /1	33	.33	80	-.15
月 /1	33	.26	80	.01
日 /1	33	.21	80	-.35**
曜日 /1	33	.30	80	-.22
3 単語遅延再生 /6	33	.19	80	-.35**
7 単語記銘検査 /7	33	.21	80	-.16
数唱 (逆唱)	33	.29	80	.10
シリアル 7/4	33	.24	80	-.16
語流暢検査				
カテゴリー (野菜)	33	.05	80	-.24*
語頭音 (「た」)	29	-.28	80	.12
RCPM セット B /12	30	.42*	80	-.11

Pearson の積率相関係数 * $p < .05$ ** $p < .01$

註) [#]CDR は認知症の重症度を評価する検査のため, 脳損傷者では実施せず

V. 考 察

本実験では、認知症高齢者が経過した時間を、どのくらいの長さと感じていたかを調べるために、検査室入室後 30 分の時点で経過時間を言語的に評価させた。その結果、認知症高齢者は、実際の時間よりも短く時間を評価する傾向がみられた。

これまで軽度認知機能障害者 (MCI: Mild Cognitive Impairment) では、長い時間間隔を過小評価するとの報告があり (Rueda & Schmitter-Edgecombe, 2009), 脳損傷者を対象とした研究でも、Richards (1973) の報告をはじめとして、時間再生法において、健忘症患者は比較的長い時間間隔を短く評価することが示されている。

Ornstein (1969) は、長期記憶との関連から時間評価を理論化し、蓄積量仮説 (storage size model) を提唱した。彼によれば、提示時間内で処理された情報は、時間情報として長期記憶に蓄積され、この量の増減によって、心理的時間の長短が一義的に決定される。つまり、蓄積されている情報量を増加させると、その時間が長くなり、記憶に蓄積されている情報量が乏しい時には、その時間が短くなると考えられる。認知症高齢者が、体験時間を実際より短く認知する背景には、エピソード記憶などの長期記憶の障害が存在し、記憶に蓄積される情報量の低下が関与していることが推察される。

本実験の認知症高齢者における高次脳機能の特徴としては、時間評価の結果と、日付けや年齢などに関する情報を質問する見当識項目、日常生活での記憶機能を調べる CDR (記憶の重症度)、動作性知能の指標である RCPM との間に相関関係が認められた。すなわち時間評価が短いほど、見当識の成績が低く、CDR の記憶の重症度が高くなり、動作性知能が低くなることが示された。見当識が正確であるためには、昨日が何日で今日が何日かといった記憶の保持と記憶のモニタリングを適切に行い、記憶を更新しなくてはならない。CDR の記憶項目は、単語を覚える記銘力検査とは異なり、介護者が日常生活における物忘れなどを観察して評価する検査であり、より日常的な記憶障害を反映していると解釈できる。こうした高次脳機能と時間認知との関連が示唆されたことは、時間認知が日常生活の記憶情報の処理と深く結びついている可能性が考えられる。

認知症高齢者と脳損傷者との比較では、高次脳機能の特徴として、認知症高齢者は脳損傷者に比べ、場所の見当識を除く記憶、認知、注意などのほぼすべての検査項目で有意に低下していた。認知症高齢者の見当識の特徴として、本間 (2000) は、軽度の認知症では、月日や曜日、時間が不正確になり、中度では場所が不正確になるとしている。本実験では、

軽度・中等度の認知症高齢者の対象者が多く、場所の見当識に関しては、脳損傷者と比較しても有意な低下はみられず、時間的見当識に比べると保持されていた。これらの結果は、時間的見当識と場所の見当識の認知的処理に違いがある可能性を示唆している。「今、どこにいるか?」という場所の認知は、意味記憶が保持され、視覚的情報が活用できれば、「この建物は病院だ」、「看護師がいるから病院だろう」、「見慣れた自宅とは違う場所である」といったように、判断することができる。一方で、「今日の日付けは?」、「何月何日か、何曜日か?」といった時間（「日付け」）の認知は、過去と現在のさまざまな時間に関する記憶情報を参照および統合しながら、今日という日を導き出さなければならない。少なくとも、場所の見当識に比べ、より高度な認知的処理を要するものであると考えられる。このため認知症高齢者においても比較的早い時期から障害がみられると考えられる。また、本実験では、脳損傷者の過大評価群において、とくに見当識の「日付け」の項目で、正答群や過小評価群に比べ低下していた。過大評価群では、全般的な認知機能や記憶機能の低下が示されており、時間の見当識は、認知機能の活動状況が反映されていると考えられる。

認知症高齢者と脳損傷者の相違として、認知症高齢者は、見当識や日常の記憶活動、動作性知能が低下しているほど、時間を「短く」評価し、一方、脳損傷者の時間評価と高次脳機能との関連では、時間を「長く」評価するほど、認知機能や見当識を含む記憶課題などが低下しているという結果が示された。脳損傷者間での比較では、過大評価群は、過小評価群や正答群と比べ、高次脳機能が低下していた。こうした結果から、認知症高齢者における過小評価と若年健常者や脳損傷者における過小評価とは性質が異なると考えられる。ひとつの仮説として、以下のことが考えられる。健常者では言語評価法の場合には、並列して他の認知課題を行わせると、言語評価時間が短くなることが報告されている（篠原，2002）。したがって、若年健常者や脳損傷者の過小評価群は、並列課題である他の認知課題に対する能動的処理が高まった結果、時間経過に向けられる注意配分が少なくなり、実際よりも経過時間を短く評価したと解釈できる。脳損傷者の過大評価群に関しては、認知的な能動的処理が過小評価群や正答群に比べ低下していると考えられ、並列課題への注意配分が低下した結果、経過時間に対する注意が向きやすく、実際より時間を長く感じたのかもしれない。このように、脳損傷者でみられた過小評価・過大評価の違いは、注意資源の活用状況と関連している可能性が考えられる。

以上、本実験では、認知症高齢者の回顧的時間評価の特徴について検討した。その結果、認知症高齢者は体験時間を振り返った場合に実際よりも時間を短く推測する傾向が認めら

れた。これは、記憶をはじめとし、注意や認知の全般的な低下を背景に生じており、実際に経験した経過時間内の記憶情報量が減少していることや、時間記憶の情報処理の低下が、時間を短く評価させる要因となっていることが推察された。認知症高齢者の時間認知は、若年健常者や脳損傷者とは異なる特徴がみられ、今後、この違いについて更なる検討が必要であると考えられる。

実験 10 では、脳損傷後の回復過程に注目し、認知機能の回復が回顧的時間評価に及ぼす影響について検討する。

第5節 脳損傷後の回顧的時間評価の回復過程についての検討【実験10】

I. 目的

実験6, 実験7, 実験8では, 脳損傷部位の影響や関連する認知機能について検討し, 実験9では, 記憶をはじめとし多岐にわたる認知機能の低下がみられる認知症高齢者を対象とし, その特性について検討した。しかしながら, 脳損傷後に生じる時間認知の障害が, その後の経過において変化するのか, どのような特徴を示すのかについて調べた研究は, 現在のところほとんどみられない。時間認知の障害が脳損傷により生じるとすれば, 多くの認知的処理が脳損傷後の回復過程のなかで症状が軽減するのに伴い, 時間認知もなんらかの変容や回復を示すことが想定される。その回復メカニズムを明らかにすることは, 患者の治療プログラムを考案する上でも, 有益な情報を提供すると考えられる。

実験8では, 脳損傷者に回顧的時間評価時間を実施し, 時間評価とそれに関与する脳損傷部位や認知機能について調べた。時間が過大評価されるにつれ, 見当識(「日付け」)や単語の遅延再生, 語想起といった認知機能が低下する傾向が示された。この背景には, 記憶情報のモニタリングや更新における不正確さや, 記憶機能の低下によって, 時間経過中に遂行される記憶課題を含んだ並列課題の認知的処理における負荷が増し, 実際よりも時間を長く評価する結果になったのではないかと推察された。したがって, 脳損傷後に記憶機能をはじめとした認知機能が改善することで, 並列課題の遂行にともなう負荷が軽減する可能性が想定され, その結果, 時間認知が改善される可能性が考えられる。

よって, 本実験では, 脳損傷者に実施した回顧的時間評価時間の初回評価と再評価の結果について検討し, 時間認知の変化の特徴を調べ, 認知機能との関連や回復過程において重要となる認知機能についても検討する。

II. 対象者

対象者は, 脳損傷を認めた19例であり, 平均年齢は42.6歳(SD=12.8)である。主な病変部位は, 前頭葉7例, 側頭葉1例, 前頭葉及び側頭葉5例, 側頭葉及び頭頂葉1例, 前頭葉, 側頭葉, 頭頂葉1例, 前頭葉及び線状体1例, 前頭葉, 側頭葉, 線状体1例, 線状体2例である。初回評価は, 平均32.6病日(SD=30.0), 再評価は平均248.4病日(SD=292.1)に実施した。

Ⅲ. 方 法

1. 時間評価検査

対象者は入室後、神経心理学的検査を受け、30分の時点で「入室後、何分経過しましたか?」と質問された。対象者はどのくらいの時間かを分単位で返答することが要求された。時計などの時間を評価するために参照となるものは、対象者の視野から隠した。対象者の評価時間は、実際の時間（30分）と比較された。

2. 高次脳機能検査

対象者には、認知、注意やワーキングメモリ、記憶機能を評価するために標準的な高次脳機能検査を実施した。検査内容と分析項目は、以下の通りである。(1) 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R), (a) 総得点, (b) 見当識項目, (c) 3 単語遅延再生, (2) 数唱, (a) 順唱, (b) 逆唱, (3) 慶應版 Wisconsin カード分類検査 (KWCST) (鹿島ら 1995), (a) 達成カテゴリー数 (CA), (b) ネルソン型保続数 (PEN), (c) セットの維持困難 (DMS), (4) 語流暢性検査, (a) カテゴリー「野菜」, (b) 語頭音「た」, (5) シリアル 7 (100-7 の正答回数), (6) コース立方体 IQ, (7) レーブン色彩マトリクス検査セット B である。

Ⅳ. 結 果

1. 回顧的時間評価の結果

各症例の初回評価と再評価の時間評価の結果を図 10 に、初回評価と再評価における各症例の評価時間を表 25 に示す。

初回評価時の評価時間は 37.3 分 (SD=14.0 分), 再評価時は 26.3 分 (SD=8.8 分) となり, t 検定で有意な差がみられた ($t(18) = 3.74, p < .01$)。初回評価の結果は、実際より体験時間を長く評価した過大評価 9 例, 実際より短く評価した過小評価 2 例, 誤差なし 8 例であった。再評価の結果は、全症例 19 例のうち 13 例で、初回評価に比べ再評価において体験時間を短く評価した。初回評価において、過大評価を示した 9 例では、すべての症例が再評価において初回評価より短く時間を評価し、9 例中 7 例は実際の時間との誤差が短縮された。初回評価において時間評価が正確だった 8 例では、3 例が再評価でも正確であり、残り 5 例中 3 例は再評価では実際の時間より短く、2 例は長く評価した。

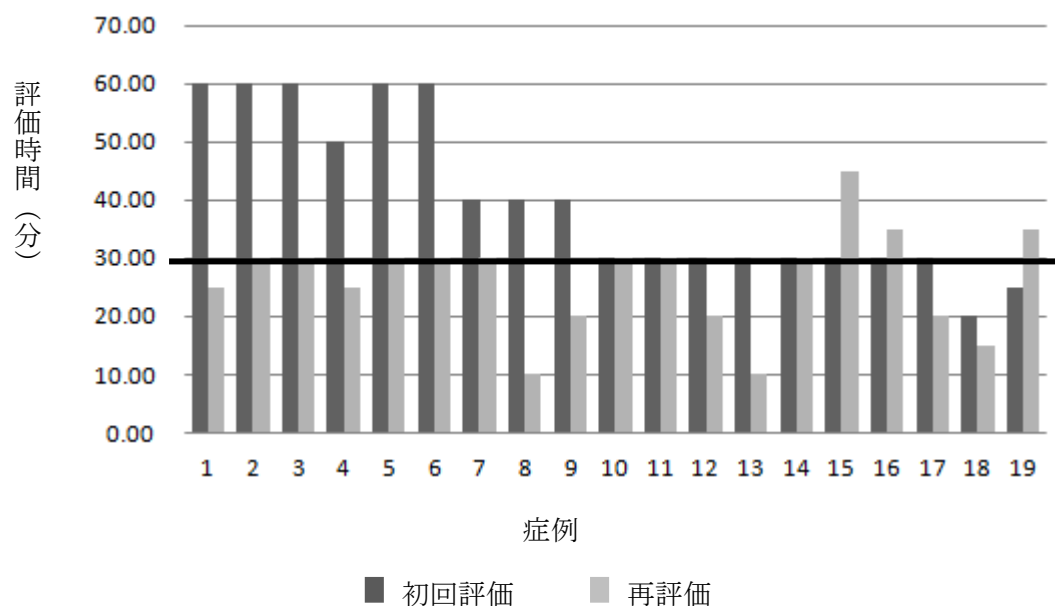


図 10 各症例の時間評価（初回評価・再評価）の結果

2. 高次脳機能検査の結果

同一の対象者の、初回評価と再評価における時間評価課題と高次脳機能検査の結果を t 検定を用いて比較した（表 24）。初回評価に比べ再評価は、HDS-R 総得点 ($t(18)=3.31$, $p<.01$)、見当識項目（「日付け」）($t(18)=3.02$, $p<.01$)、見当識項目（「曜日」）($t(18)=2.88$, $p<.01$)、RCPM セット B ($t(18)=4.01$, $p<.01$)、数唱（逆唱）($t(18)=3.37$, $p<.01$)、語流暢性検査（「カテゴリー」）($t(18)=4.63$, $p<.01$)、コース立方体 IQ ($t(18)=3.15$, $p<.01$)、視覚性記憶範囲課題（逆序）($t(18)=4.30$, $p<.01$)、語流暢性検査（「語頭音」）($t(18)=2.93$, $p<.01$)、見当識項目総得点 ($t(18)=2.85$, $p<.05$)、7 単語記銘検査 ($t(18)=2.47$, $p<.05$) において有意に高かった。

さらに、脳損傷者の時間評価の結果と高次脳機能検査の成績の関連を Pearson の積率相関係数を用いて調べた。初回評価時の評価時間と有意差がみられたのは、見当識項目総得点 ($r=-.56$)、見当識項目（「場所」）($r=-.49$) と HDS-R 総得点 ($r=-.49$) ($p<.05$) であった。再評価では、評価時間と HDS-R 見当識項目（「日付け」）($r=-.55$, $p<.05$) との間でのみ有意な相関がみられた（なお、再評価時に見当識項目の「年齢」「月」「曜日」は全例で正答しており、得点が同一であるため相関係数の算定から除外した）。

表 24 脳損傷者の初回評価と再評価における評価時間と高次脳機能検査の成績の比較
(平均と標準偏差)

	初回	再評価
評価時間 (対象時間 30 分)	37.7 (14.0)	26.3 (8.8) **
年齢	42.6 (12.8)	43.0 (12.6)
評価日	32.6 (30.0)	248.4 (292.1) **
HDS-R		
総得点 /30	21.6 (5.5)	26.4 (3.1) **
見当識 /7	5.7 (1.3)	6.7 (0.5) *
年齢 /1	0.94 (0.23)	1.00 (0.00)
場所 /2	1.68 (0.58)	1.95 (0.23)
年 /1	0.84 (0.37)	0.84 (0.37)
月 /1	0.95 (0.23)	1.00 (0.00)
日 /1	0.47 (0.51)	0.89 (0.32) **
曜日 /1	0.68 (0.48)	1.00 (0.00) **
3 単語遅延再生 /6	3.5 (2.4)	4.4 (1.7)
コース立方体検査 (IQ)	79.6 (25.1)	96.8 (22.5) **
RCPM セット B /12	6.7 (3.2)	9.5 (2.5) **
7 単語記銘検査 /7	6.0 (1.2)	6.6 (0.5) *
数唱		
順唱	5.3 (1.2)	5.9 (1.1)
逆唱	3.6 (1.4)	4.6 (1.0) **
視覚性記憶範囲課題		
順序	5.4 (1.3)	6.0 (1.1)
逆序	4.4 (1.3)	5.6 (0.8) *
慶應版 Wisconsin カード分類検査		
CA : 達成カテゴリー数 /6	2.4 (2.5)	3.4 (2.0)
PEN : 保続性エラー	12.2 (13.1)	6.6 (6.7)
DMS : セットの維持困難	1.2 (1.4)	1.4 (2.1)
シリアル 7 (100-7 の正答回数 /4)	2.1 (1.6)	2.8 (1.5)
語流暢性検査		
カテゴリー (「野菜」)	7.5 (3.5)	11.0 (2.9) **
語頭音 (「た」)	3.6 (2.1)	5.1 (3.1)

t 検定 *p<.05 **p<.01

V. 考 察

本実験の脳損傷者の時間評価の特徴として、全症例 19 例のうち 13 例で、初回評価に比べ再評価において体験時間を短く推定しており、とくに初回評価において実際よりも体験時間を長く評価した対象者全員が、再評価時には体験時間を短く評価した。再評価時に初

回評価よりも時間を長く評価した 2 症例は、初回評価時に実際の時間よりも短く過小評価した 1 症例と初回評価時には実際の時間と評価時間が一致していた 1 症例である。残りの 4 例は初回評価時に実際の時間と体験時間の評価が一致しており、再評価時にも変化なく一致していた。

この結果から、脳損傷後の回復過程では体験時間を短く評価する傾向がみられること、とくに実際よりも経過時間を長く評価した症例では、この傾向が顕著であることが示された。実験 7 では、同一の回顧的時間評価を実施し、過小評価群と過大評価群の高次脳機能検査の成績を比較した結果、HDS-R 総得点、見当識項目（「日付け」）、3 単語遅延再生、語流暢性検査（「カテゴリー」）において、過大評価群は、過小評価群に比べ成績が低かった。これらのことから、実際より時間を長く評価する症例では、過大評価をしない症例よりも高次脳機能が低下している可能性が疑われる。本実験で、過大評価をした症例が再評価時に初回評価時より時間を短く評価したという結果は、それが認知機能の回復に伴うものであった可能性が高い。

本実験での評価時間と高次脳機能との関連では、初回評価時と比べ再評価時には全般的な認知機能や動作性知能検査、見当識項目やワーキングメモリおよび注意機能検査など、多岐にわたる高次脳機能の回復が認められた。さらに評価時間と高次脳機能との相関を調べたところ、初回評価、再評価ともに見当識項目との関連が示唆され、とくに再評価では見当識項目でのみ有意な相関が示された。この時間的見当識は自分が今生きている時間を、年、季節、月、日、時刻にわたって定位する能力であり（山鳥，2002）、定位するためには、経験した時間と現在進行している時間に対する記憶情報の統合と組織化が必要となる。今日が何日かは、昨日が何日かという記憶情報に基づき、さらに今日に至るまでの記憶情報を統合しなくては導き出せない。30 分という比較的長い回顧的時間評価において重要となるのは、実験 7 の結果でも示した通り、記情情報のモニタリングや記憶の更新などを含む記憶情報の統合であり、この代表的な機能が時間的見当識であると考えられる。

さらに、本実験の結果から、脳損傷者が回復過程において評価時間が短くなる傾向を示した理由のひとつとして、高次脳機能の回復に伴い認知的処理の負荷が軽減したことが考えられる。これまで時間評価においては、並列課題の難易度が増加するにつれて、時間間隔が過大評価されることが報告されている（Marmaras et al., 1995）。本実験の初回評価時と再評価時の高次脳機能検査の結果を見ると、多岐にわたり高次脳機能が回復していることがわかる。このことから、初回評価時には並列課題の遂行に伴う認知的処理の負担が高

かったが、回復過程において並列課題に対する負荷が軽減し、評価時間が短くなったと推察される。回顧的時間評価では、自己の認知的処理に関するメタ認知が関与し、認知的処理の低下は、主観的により多くの負荷が生じたと認識させ、その結果、実際よりも体験時間を長く感じさせたこと、また、認知的処理の改善によって、同一の時間に対する認識が短くなった可能性が考えられる。今後、自己の時間体験に関してのメタ認知が、どのように行われるのかなどについても、詳細な検討が必要であると考えられる。

第4章 総合的考察

第1節 展望記憶に関する実験結果の総合的考察

本研究では、展望記憶の存在想起と内容想起の2つの構成要素に影響する脳神経基盤と認知的処理の特徴を明らかにする目的で、実験1から実験4を行い、実験5では、回想記憶障害を呈する対象者の展望記憶の特徴を検討した。

実験1では、存在想起と内容想起の、それぞれの構成要素に影響する脳損傷部位について判別分析を用いて調べた。その結果、記憶機能全般に影響する側頭葉内側部は存在想起と内容想起の両方に関与することが示され、一方で前頭葉に関しては、存在想起には前頭葉内側部が、内容想起には前頭葉背外側部が関与することが明らかとなった。存在想起への関与が示された前頭葉内側部は、注意資源の活用 (Cockburn, 1995) や思考の抑制に関わる部位であることが示唆されており (Burgess et al., 2003; Simons et al., 2006)、保持されている意図内容を「タイミングよく自発的に想起する」ための認知的処理に関与している可能性が考えられた。前頭葉背外側部は記憶回路との関連が示唆されることから (山鳥, 2002)、内容想起においては、意図内容を保持、探索、想起する過程が関与していると推察された。

実験2では、展望記憶では、意図の存在をタイミングよく自発的に想起することが重要となるため、意図の存在想起が可能か否かをもとに、存在想起に関与する脳神経部位を明らかにし、その認知的特徴を検討した。意図の存在想起には、右前頭葉背外側部、右前頭葉腹内側部、左前頭葉背内側部の関与が示された。実験1の結果では前頭葉背外側部は内容想起への関与が示されたが、前頭葉背外側部は情報の保持、検索、想起という記憶の基本的な要素との関連が深く、さらに記憶から反応へと誘導する際にも重要となることから (Rowe et al., 2000)、外的な情報から意図存在の想起へと誘導する役割に関与していることが推察された。右前頭葉腹内側部は、外部環境の認知とそれに誘発される過去の経験を結びつける上で重要であり (Damasio, 1996; 加藤, 2008)、記憶の親近性判断にも関与することが示唆されている (Umeda et al., 2005)。展望記憶の存在想起において、右前頭葉腹内側部は、外的状況から意図があったという身体的なシグナルを自動的に喚起し、行動

に結びつけるための記憶のモニタリングや制御に関与している可能性が考えられる。左前頭葉背内側部については、これまでの展望記憶研究において、意図の維持 (Burgess et al., 2007) や複数の課題の調整 (Gilbert et al., 2007) などに関与することが指摘されてきたことから、進行する状況において、複数の情報処理を行いながら、意図を保持するような側面に関与していると考えられる。存在想起は、意図を保持しながら、外的な状況にもとづいて適切なタイミングかどうかを敏感に感じ取り、それと連動して身体内部から自動的にシグナルを喚起することで成立すると考えられる。

実験 3 では、展望記憶の内容想起に関する検討を行った結果、内容を誤って想起してしまう内容錯誤を示す対象者では、前頭葉腹外側部と前頭葉腹内側部の損傷の影響が推察された。これらの誤りは、個々の要素的な記憶情報は正確であるにもかかわらず、複数の記憶情報の組み合わせや文脈を誤るという記憶の錯誤であり、情報そのものが保持されていないエピソード記憶の障害とは異なる特徴が示された。眼窩部を含む前頭腹内側部については、記憶情報の親近感判断 (Umeda et al., 2005) や進行する現実に対するモニタリングに関わっていると見る見解 (Schnider et al., 2003) がある。前頭葉の腹側部領域は、記憶のモニタリングや制御に関与しており、展望記憶においても、正しく意図内容を想起するために重要となると考えられる。

実験 1 では、内容想起の障害に、前頭葉背外側部が影響する結果が示されたが、対象者は、手がかりがあっても意図内容を想起することの困難さを示しており、実験 3 のように、手がかりによって内容錯誤を示す特徴とは異なる特徴を示した。梅田ら (2000) は、コルサコフ症候群の患者が、展望記憶の存在想起は可能であるが、内容錯誤が多くみられることを指摘している。このように内容錯誤はコルサコフ症候群のような視床の一部や乳頭体を含む辺縁系の組織の損傷によっても生じることが考えられるため、実験 4 では、視床損傷者の展望記憶の特徴を検討した。

実験 4 では、視床損傷によっても展望記憶に障害が生じることが示唆された。その特徴は、存在想起が障害されるとともに、手がかりがあっても内容想起が困難である場合と、手がかりによって内容錯誤がみられるという場合があったことである。手がかりによっても内容想起自体ができないという結果については、実験 1 において側頭葉内側部と前頭葉背外側部の関与が示唆されている。また、内容錯誤に関しては、実験 3 において前頭葉腹側部損傷の関与が推察されている。これらの実験結果をふまえると、視床損傷では、記憶回路である Papez の回路において、海馬から視床への連絡があること、また視床と側頭葉

内側部や前頭葉背外側部との間にも線維連絡があること（山鳥，2002）から，記憶の想起自体の低下が生じやすく内容想起の障害が生じたことが考えられる。さらに，Yakovlev (Nauta) の回路では，視床と前頭葉眼窩部との間に連結連絡があることが指摘されており，視床病変によっても前頭葉眼窩部を含む前頭葉腹側部でみられる内容錯誤が生じた可能性が考えられた。

さらに，実験 5 では，回想記憶に障害を示した脳損傷者の展望記憶の特徴を調べ，回想記憶の障害が与える影響を検討した。その結果，展望記憶が障害されている対象者がいる一方で，回想記憶が障害されていても，展望記憶課題の遂行が可能であった対象者や，展望記憶の自発的な存在想起が障害されているものの，手がかりによって内容想起が可能な対象者，また手がかりによって内容錯誤を示す対象者もみられた。これより，回想記憶と展望記憶の関係は均質ではなく，2 つに共通する要素がみられるとともに，展望記憶には回想記憶とは異なる特性があることが示された。展望記憶の特性とは，Sinnott (1989) が指摘しているように，未来において想起するということを意識した上で，意図内容を符号化し，保持することであり，のちに想起する必要があるという動機づけによって，符号化や保持，想起を促進した可能性が考えられる。

展望記憶に関する実験 1 から実験 5 の結果を総合すると，展望記憶の存在想起と内容想起の 2 つの構成要素は，海馬を含む側頭葉内側部損傷による記憶機能全般の低下においては，存在想起と内容想起の両方が障害されると考えられるが，前頭葉に関しては各部位の関与は異なる可能性が示唆された。存在想起では，右前頭前野腹内側部，左前頭前野背内側部といった前頭葉内側部と右前頭前野背外側部の関与が示され，注意を制御しながら，外的な状況の情報を敏感に感じ取り，身体内部から自発的に意図を喚起する過程が重要となると考えられた。内容想起においても，前頭葉背外側部が意図内容を検索し想起するという側面に影響し，加えて意図内容を正しく想起できているかというモニタリングや制御には，前頭葉腹側部も関わり，この部位の損傷では，親近感や文脈を誤って判断し，内容の錯誤を生じさせた可能性が考えられた。視床損傷を伴う対象者の展望記憶の障害を検討した結果，視床と側頭葉内側部（海馬）や前頭葉背外側部，前頭葉腹内側部（眼窩部）との線維連絡が障害されることで，存在想起と内容想起の 2 つに想起困難や内容錯誤が生じる可能性が推察された。今後，側頭葉と前頭葉を含む神経回路やネットワークも考慮した検討が必要であると考えられる。

回想記憶と展望記憶の関連については，実験 5 の回想記憶障害を示す対象者の展望記憶

の特徴から、回想記憶と展望記憶では異なる機能的特徴がみられることが示唆された。本研究の展望記憶に関する実験から、展望記憶は、未来に遂行することを意識した上で、のちに想起するという動機づけを伴いながら、意図内容の符号化と保持が行われる点が回想記憶とは異なることが示唆された。さらに展望記憶の特徴は、進行する現在の状況を敏感に感じ取って、意図内容の存在をタイミングよく自発的に想起するという点にあると考えられる。

第2節 時間認知に関する実験結果の総合的考察

実験6から10では、進行する時間経過を評価する予期的時間評価と、現在から過去を振り返り体験時間の時間間隔を評価する回顧的時間評価の2つの時間評価に関する実験を行った。

実験6では、時間産生法を用いた予期的時間評価を脳損傷者に行わせた結果、前頭葉限局損傷者では、並列課題の認知的処理の負荷が高くなると、産生時間が長くなる傾向が顕著であることが示された。これは、並列課題に対する能動的処理の負荷が高まることで、経過時間に対する注意配分が少なくなり、主観的には時間が短く感じられ、その結果時間産生が長くなったと推察された。認知機能との関連では、注意機能やワーキングメモリと関連したシリアル7の成績が良好な脳損傷者では産生時間が長くなり、一方で成績が不良な脳損傷者では産生時間が短くなるという結果が示された。成績良好群は並列課題に対する注意の維持は可能であるが、時間経過に対する注意配分が低下し、産生時間が長くなり、成績不良群では、並列課題への注意の維持自体困難であり、経過時間への注意が多くなることで、産生時間が短くなったと推察された。また、シリアル7の成績不良群では、ワーキングメモリの低下によって、並列課題と時間評価に対する同時処理を維持することが難しくなり、短い時間産生を引き起こした可能性も考えられた。時間産生法では、並列課題と進行する時間経過へ同時に注意を配分することが求められ、前頭葉損傷者では、注意の制御やワーキングメモリと関連した同時処理が低下することが影響したと推察された。

実験7では、前頭葉腹内側部と外側部の損傷例の予期的時間評価の特徴を比較検討した。前頭葉外側部損傷者は、実験6の結果と同様、並列課題の認知的処理の負荷が高まるにつれ、産生時間が長くなる傾向を示したが、前頭葉眼窩部を含む前頭葉内側部損傷者は、並列課題の影響を受けず、一貫して産生時間が短くなった。前頭葉内側部損傷者の特徴として、シリアル7で低下が示され、不注意や衝動性、落ち着きのなさといった行動特徴がみられた。シリアル7の成績不良群では、実験6と同様、産生時間が短い傾向がみられた。実験6と実験7の結果は、前頭葉外側部と眼窩部を含む内側部の時間評価の特徴が異なることを示唆した。

実験8では、脳損傷者に体験時間の時間間隔の長さを評価する回顧的時間評価を実施した。その結果、前頭葉外側部損傷者では、体験時間を長く評価し、前頭葉内側部損傷者では短く評価する傾向が示された。認知的処理の特徴としては、前頭葉外側部損傷者は、記

憶の更新や想起，モニタリングに低下がみられ，体験時間における記憶情報の統合の不正確さが推察された。また，記憶の低下によって，経過時間内に実施された記憶課題を含む並列課題の認知的処理の負荷が高くなり，主観的には体験時間を長く評価した可能性が考えられた。前頭葉内側部損傷者では，内的に生成された情報のモニタリングや判断の不正確さが影響したと推察された。これまでの研究では，数百秒～数秒単位の比較的短い時間評価には前頭葉が関与することが指摘されてきたが (Gunstad et al., 2006 ; Harrington et al., 1998 ; Mimura et al., 2000)，実験 8 では，30 分という長い時間間隔の時間評価にも前頭葉が関与し，特に右前頭葉が時間情報の統合に関与していることが明らかとなった。

実験 9 では，認知症高齢者，脳損傷者と健常若年者に回顧的時間評価を実施し，エピソード記憶の低下を伴う認知症高齢者では，体験時間を短く評価する結果が示された。これまでの研究では，側頭葉損傷による記憶障害を呈する患者が時間を短く評価することが報告されている (Noulhiane et al., 2007 ; Richards, 1973 ; Williams et al., 1989)。Ornstein (1969) は，時間情報が長期記憶に蓄積される量によって心理的な時間が決定されるという仮説を提唱している。この仮説にもとづけば，記憶機能の低下がみられる認知症高齢者は，自己の体験時間の蓄積が減少したことで，実際より短く時間を評価したと考えられた。注目されるのは，実験 8 では，前頭葉外側部損傷者は記憶の想起やモニタリングの低下を示したが，自己の体験時間を長く評価しており，記憶機能の低下は一義的に，体験時間を短く評価するとは限らないことが示唆された点である。Nichelli et al. (1993) も，前頭葉損傷による健忘症患者が時間を過大評価することを報告しており，記憶情報の蓄積量のほか，記憶の想起やモニタリングと関連した記憶情報の統合や，さらに自己の体験時間を主観的にどのように認識しているかという，メタ認知能力も含めた観点からの検討も必要だと考えられる。

実験 10 では，脳損傷後の回復過程における，回顧的時間評価の変化について調べ，その結果，脳損傷者は，初回評価と比べ再評価では体験時間を短く評価した。この結果は，認知機能の回復に伴い，評価時間内に行われる認知的処理の負荷が軽減したことが影響している可能性が示唆された。すなわち，脳損傷に伴い認知的処理の低下が生じると，高次脳機能検査にはより多くの思考努力や集中力が要求される。そのために認知的処理の負荷が脳損傷以前よりも増加し，そうした自己の状態に関するアウェアネスが，実際より時間を長く感じさせたと考えられる。脳損傷後の回顧的時間評価の回復過程から，自己の時間体験に対する評価は，認知機能の回復によって変化することが示され，自己の状態に対す

るメタ認知が影響すると考えられた。

本研究での時間評価に関する実験は、予期的時間評価と回顧的時間評価の2つの時間評価に前頭葉が関与することを示した。さらに、前頭葉の内側部と外側部では、時間評価の特徴が異なる可能性も示唆された。進行する現在において経過時間を評価する予期的時間評価では、注意資源の活用状況や同時処理に必要とされるワーキングメモリなどの前頭葉機能に加え、前頭葉眼窩部損傷者でみられる衝動性や行動の性急さといった行動特徴とその基盤にある身体内部の反応の変容が影響する可能性が考えられた。比較的長い時間を対象とした回顧的時間評価では、認知的高齢者は、エピソード記憶の蓄積量の低下によって、体験時間を短くする評価する傾向が示された。一方で、実験8の結果から、長期記憶の蓄積量のみならず、体験時間における記憶情報の統合も重要となることが考えられた。さらに、記憶情報の統合は現在の状況に関する主観的な認識とも関連することが推察され、自己の認知的処理の状態に対する負荷の大きさについてのメタ認知が、体験時間の評価に影響する可能性が示唆された。

第3節 展望記憶と時間認知における前頭葉の役割

本研究で得られた結果は、前頭葉が展望的機能と回想的機能のいずれにも関与していることを示したが、注目されるのは、前頭葉の内側部や外側部などの各部位の機能的特徴や役割が異なる可能性が示されたことである。前頭葉の内側部は、展望記憶の存在想起に重要な役割を果たし、とくに内側部は内容想起の正確性の判断にも関与すると考えられる。また、前頭葉の外側部については、前頭葉背外部が展望記憶の内容想起に、右前頭葉背外側部が存在想起に、前頭葉腹外側部が内容錯誤に関与している可能性が示唆された。時間評価については、予期的時間評価、回顧的時間評価とも、前頭葉外側部と内側部では関与が異なることが示唆された。以下では、これらの結果に基づき、前頭葉の各部位の機能について検討し、前頭葉の役割について考察する。

前頭葉は、現在進行する外的な状況をモニタリングし、必要な記憶情報を想起し、未来に獲得すべき報酬をモニタリングし、現在に適応するための思考や行動を選択する。この未来に発生する社会的状況の予測ということに注目してみると、前頭葉腹内側部（眼窩部）の役割の重要性が考えられる。この代表的な例が、前頭葉眼窩部損傷者の社会的行動障害である。近年の研究では、前頭葉眼窩部損傷者は、ギャンブル課題において、一見報酬が高いが長期的にはマイナスとなる不利益な選択を行うことが報告され、社会的な不利益を引き起こす判断に対して健常者では観察される身体反応（ソマティック・マーカー）が低下していることが注目されている。これは、前頭葉眼窩部が、身体内部に生じる、意思決定や行動選択を援助する重み付け信号（biasing signals）であるソマティック・マーカーと外部環境の認知やそれに誘発される過去の体験とを結びつける役割を果たすためであると解釈されている（Damasio, 1994, 1996；加藤, 2008）。

実験2では、この未来の報酬と結びついた身体的な警告の異常が、展望記憶における存在想起における「なにか予定があった」という想起の低下に関与していると考察した。さらに、この身体的な警告の低下は時間評価にも影響する可能性が考えられる。実験7において、前頭葉眼窩部（腹内側部）損傷者は、時間産生課題で産生時間が短くなるという結果を示し、Berlin et al. (2004) の報告と同様の傾向が認められた。Berlin et al. (2004) は、前頭葉眼窩部損傷者の産生時間が短くなるのは衝動性の高まりによって性急に行動してしまう傾向と関連していることを指摘し、前頭葉眼窩部損傷者の衝動性が利益と罰に対する無感覚さに起因すると推察している。予期的な時間評価では、予定の時間が経過したら合

図をするという目標よりも、衝動性に影響され、早く終了の合図をするという性急な反応が生じた可能性が考えられる。

ここまで、前頭葉眼窩部損傷に伴う、自律神経反応と結びついた報酬判断の障害が展望記憶や時間認知に及ぼす影響を考察してきたが、前頭葉腹外側部（筒井，2009）と前頭葉背外側部（Huettel, 2006）も、報酬における相対的な価値判断に関与していることが報告されている。注目されるのは、「相対的」な評価において前頭葉外側部の関与が示唆されている点であり、複数の報酬に関する情報の比較や統合において重要な役割を果たすと考えられる。前頭葉外側部は、前頭葉眼窩部からの動機づけ情報と後連合野からの認知情報を、目的志向行動達成のために統合する働きをすることが指摘されている（渡邊，2001）。サルのニューロン活動を調べた研究でも、前頭葉外側部において報酬期待がワーキングメモリのような認知・実行機能の働きを制御して行動に導く役割を果たすことも示唆されている（Leon & Shadlen, 1999）。この相対的な比較や統合という観点から前頭葉外側部の機能を考えると、時間評価における前頭葉外側部の役割がより明確になると考えられる。

前頭葉外側部損傷者は、実験 8 の回顧的時間評価では体験時間を長く評価した。体験時間時間の長さ、認知的処理の関係を調べた結果、見当識や語想起、3 単語遅延再生の低下との相関が示された。すなわち、体験時間を実際より長く評価するほど、記憶の想起や更新、モニタリングが低下しているという可能性が示唆された。回顧的時間評価では、時間間隔の情報に付随する記憶に依存して時間間隔を思い出すことが指摘されているが（Zakay & Block, 2004）、記憶機能の低下は過小評価を生じさせるとは限らず、記憶課題における認知的処理の負荷が影響し、より多くの認知的処理を行ったと認識され、時間間隔を実際より長く感じた可能性がある。もうひとつの可能性として、次のようなことも考えられる。前頭葉外側部は、外的に生成された情報が評価されている時に頻りに活動することが報告されている（Christoff & Gabrieli, 2000）。このことから、前頭葉外側部損傷によって外的な時間情報に対する認知的処理が低下し、その結果実際の時間経過に対する注意が低下し、認知的処理の負荷が高くなったという内的な認知に基づいて時間体験を長く推測したとも考えられる。

さらに、前頭前野背外側領域は、ワーキングメモリ課題下で情報と保持を並列的に遂行しなければならない場合に活動し、セルフモニタリングなどの自己の状態に関わる意識の活動とも関わることを指摘されている（荻阪，2009）。実験 7 では、前頭葉外側部損傷者では、注意資源の分配や切り替えの低下が示唆され、並列課題への集中が高まった結果、

自己の状態に対して注意が向かず、産生時間が長くなった可能性も考えられる。こうしたことから、前頭葉外側部は、内的な情報と外的な情報の両方が含まれる複数の対象に対して注意や意識を適切に転換し分配する役割や、複数の情報を相対的に評価したり、情報を統合するような役割を担っていると考えられる。

未来の目的を考慮しながら、進行する現在に適応するための認知的処理は、前頭葉眼窩部を含む腹内側部の身体内部に生じる意思決定や行動選択を援助する重み付けの信号を受けて実行されることが示唆された。さらに目的を達成するための統合的な情報の処理に関しては前頭葉外側部も重要な役割を果たすと考えられる。

第4節 展望記憶と時間認知の神経心理学—新たな展開へ向けて—

本研究は、展望記憶と時間認知をテーマとし、その脳神経基盤と認知的処理の特徴について検討し、前頭葉の役割について考察した。前頭葉は、進行形の現在において、目的志向的に注意や記憶などの個別の認知的処理を制御およびモニタリングし、相対的な評価や、情報を統合的するといった機能を担っていることが考えられた。Fuster (1988) は、時間的統合が、時間的に個別の知覚や運動を、現在の文脈において目的志向的な思考、言語、あるいは行動へと組み立てる能力であり、この能力が、注意、記憶、そしてプランニングを組み合わせ、操作することによって成り立つとした。

展望記憶と時間認知は、現在や進行形の未来に適応するという目的のために必要な過去の情報を検索し、未来の状況を予測して適切な意思決定を行い、行動を計画立てるといった側面を含んでおり、前頭葉の機能がより重要となると考えられる。さらに本研究では前頭葉に注目した検討を行ったが、視床損傷でも展望記憶に障害が生じることが示唆され、前頭葉を含む神経回路やネットワークを考慮した検討が必要であると考えられる。とくに報酬系との関連があるとされる線条体や社会脳において重要となる扁桃体と島皮質に関しては、展望記憶や時間認知に与える影響についての詳細な報告は少なく、今後の検討課題である。

本研究では、神経心理学の従来手法である脳損傷部位と障害された認知機能との関連から、展望記憶や時間認知における脳神経基盤を検討した。こうした手法では、複数の脳神経基盤の関与が推定される認知的処理については、十分な解明ができないという限界がある。このため脳機能画像を用いた神経心理学的検討や、神経生理学的な知見も含めた検討が必要であり、認知的処理の全貌を明らかにする取り組みが必要であると考えられる。

さらに近年、神経伝達物質と認知機能との関連を調べる研究が進められており、「報酬系」領域と呼ばれる、線条体、側座核、扁桃体、帯状皮質、前頭葉眼窩部は、感覚情報とドーパミン系による報酬情報の統合によって、高次報酬の価値が表現されていることを示す知見もみられる(筒井, 2009)。時間認知に関しても、ドーパミンやセロトニンによる調整機能についての研究が進んでいる(Buhusi & Meck, 2005; Drew, Fairhurst, Malapani, Horvits, & Balsam, 2003)。ドーパミン作動性神経は、中脳の黒質から線条体に投射されて運動機能に関わる一方、中脳腹側被蓋野から大脳皮質へも投射があり、ワーキングメモリを含めた認知機能や意思決定に関与することが知られている(加藤, 2011)。

今後は、脳損傷に伴うドーパミン系などの変容が認知機能に及ぼす影響などを含めた議論が必要であると考えられる。

本研究やほかの研究で得られた成果は、将来的に、脳損傷により認知機能に障害を抱える患者の治療に生かされることが期待される。そのためには、リハビリテーションを視野に入れた議論や脳損傷者の回復過程に注目した研究が重要になる。展望記憶の回復過程に注目した Umeda et al. (2006) の研究では、脳損傷部位によって回復する認知機能が異なることが指摘されており、こうした障害の特徴を捉えて、リハビリテーションプログラムを計画し、障害された機能を補うための代償的な方法を含めた対応を考慮してゆくことが求められている。

本研究の実験 10 では、回顧的時間評価は脳損傷の回復過程において改善されることが示され、その背景には脳機能の回復に伴う認知的処理の改善と認知的な処理に対する負荷の軽減があると推察した。しかし、脳機能自体の回復に関する検証には至っておらず、損傷された脳損傷部位になんらかの変容があるのか、代償的な脳機能の活動があるのかななどの疑問を明らかにする必要がある。また、自己の認知的な処理に対するアウェアネス、すなわちメタ認知に関しても、より詳細な検討が必要であると考えられる。患者の治療やリハビリテーションでは、自己の状態に対する病識といったメタ認知が重要視される。なぜならば自己の障害がなにかということを認識できなければ、その状態を回復させたり、補うような主体的な認知的処理が行われないと考えられるからである。われわれの認知的処理は、報酬と関連した動機づけや目的によって影響される側面を少なからず含んでおり、自己の障害された機能を適切に認識し、その機能を回復させるよう動機づけることによって、リハビリテーションの効果の促進が期待できる。

さらに、本研究の実験で用いた課題は、病院の訓練室という条件下で実施しており、本研究で得られたデータと実際の日常生活における能力が一致するのについても検証を行う必要がある。訓練室で得られた結果と日常生活において観察される行動に違いがあれば、その特徴を捉え、日常場面での行動が反映されるように課題を修正することも視野に入れるべきである。本研究の実験で得られた知見が日常場面での行動にどのように結びつくかを検証し、リハビリテーションのプログラムを立案し、さらに改良することが重要となると考えられる。

本研究では、展望記憶と時間認知を取り上げ、前頭葉機能の役割を考察した。前頭葉は時間的統合、自己と社会をつなぐ統合的な機能など、さまざまな認知的処理の統合的な役

割を担っていることが示唆された。今後、本研究で得られた知見と課題をふまえ、さらに研究を発展させてゆく必要があると考えられる。

引用文献

- Alexander, G. E., Crutcher, M. D., & DeLong, M. R. (1990). Basal ganglia-thalamocortical circuits : Parallel substrates for motor, oculomotor, “prefrontal” and “limbic” functions. *Progress in Brain Research*, 85, 119-146.
- Arlin, M. (1986). The effects of quantity, complexity and attentional demand on children’s time perception. *Perception & Psychophysics*, 40, 177-182.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford : Oxford University Press.
- Baddeley, A. & Della Sala, S. (1996). Working memory and executive control. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Biological Sciences*, 351, 1397-1404.
- Baddeley, A. D. & Wilkins, A. (1984). Taking memory out of the laboratory. In J. E. Harris & P. E. Morris (Eds.). *Everyday memory, actions, and absentmindedness*. (pp.1-17). New York : Academic Press.
- Balci, F., Wiener, M., Çavdaroğlu, B., & Coslett, H. B. (2013). Epistasis effects of dopamine genes on interval timing and reward magnitude in humans. *Neuropsychologia*, 51, 293-308.
- Becker, M. G., Isaac, W., & Hynd, G. W. (1987). Neuropsychology development of nonverbal behaviors attributed to “frontal lobe” functioning. *Developmental Neuropsychology*, 3, 275-298.
- Berlin, H. A., Rolls, E. T., & Kischka, U. (2004). Impulsivity, time perception, emotion and reinforcement sensitivity in patients with orbitofrontal cortex lesions. *Brain*, 127, 1108-1126.
- Binkofski, F. & Block, R. A. (1996). Accelerated time after left cortex lesion. *Neurocase*, 2, 485-493.
- Bird, C. M., Castelli, F., Malik, O., Frith, U., & Husain, M. (2004). The impact of extensive medial frontal lobe damage on ‘Theory of Mind’ and cognition. *Brain*, 127, 914-928.
- Birenbaum, G. (1930). Das Vergessen einer Vorahme. *Psychologische Forschung*, 13, 218-284.

- Block, R. A. (1990). Model of psychological time. In R. A. Block (Ed.), *Cognitive model of psychological time* (pp.1-35). Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Block, R. A. & Zakay, D. (1996). Model of psychological time revised. In H. Helfrich (Ed.). *Time and mind* (pp.171-195). Seattle : Horgrefe & Huber Publishers,
- Block, R. A., Zakay, D., & Hancock, P. A. (1998). Human aging and duration judgments : A meta-analytic review. *Psychology and Aging*, 13, 584-596.
- Blumenfeld, R. B. & Ranganath, C. (2006). Dorsolateral prefrontal cortex promotes long-term memory formation through its role in working memory organization. *The Journal of Neuroscience*, 26, 916-925.
- Brandimonte, M. A., Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (Eds.) (1996). *Prospective memory : Theory and applications*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Braver, T. S., Cohen, J. D., Nystrom, L. E., Joniders, J., Smith, E. E., & Noll, D.C. (1997). A parametric study prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*, 5, 49-62.
- Brothers, L. (1990). The social brain : A project for integrating primate behavior and neurophysiology in a new domain. *Concepts in Neuroscience*, 1, 27-51.
- Brown, A. S. (1991). The tip-of-the-tongue experience : A review and evaluation. *Psychological Bulletin*, 109, 204-223.
- Brunfaut, E., Vanoverberghe, V., & d'Ydewalle, G. (2000). Prospective remembering of Korsakoffs and alcoholics as a function of the prospective-memory and on-going-tasks. *Neuropsychologia*, 38, 975-984.
- Buhusi, C. V. & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 755-765.
- Burgess, P. W., Quayle, A., & Frith, C. D. (2001). Brain regions involved in prospective memory as determined by positron emission tomography. *Neuropsychologia*, 39, 545-555.
- Burgess, P. W., Scott, S. K., & Frith, C. D. (2003). The role of the rostral frontal cortex (area 10) in prospective memory : A lateral versus medial dissociation. *Neuropsychologia*, 41, 906-918.
- Carstensen, L. L., Pasupathi, M., Mayr, U., & Nesselroade, J. R. (2000). Emotional

- experience in everyday life across the adult life span. *Journal of Personality and Social Psychology*, 79, 644-655.
- Chowdhury, R., Guitart-Masip, M., Lambert, C., Dayan, P., Huys, Q., Düzel, E., & Dolan, R. J. (2013). Dopamine restores reward prediction errors in old age. *Nature Neuroscience*, 16, 648-653.
- Christoff, K. & Gabrieli, J. D. E. (2000). The frontopolar cortex and human cognition : Evidence for a rostrocaudal hierarchical organization within the human prefrontal cortex. *Psychobiology*, 28, 168-186.
- Cockburn, J. (1995). Task interruption in prospective memory : A frontal lobe function? *Cortex*, 31, 87-97.
- Coelho, M., Ferreira, J. J., & Dias, B. (2004). Assessment of time perception: The effect of aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10, 332-341.
- Cohen, G. (1993). Memory and aging and cognition. In G. M. Davies & R. H. Logie (Eds.), *Memory in everyday life* (pp.419-438). Amsterdam : Elsevier/North-Holland.
- Craik, F. I. M. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities : Mechanisms and performances* (pp.409-422). Amsterdam : Elsevier/North-Holland.
- Craik, F. I. M. & Hay, J. F. (1999). Aging and judgments of duration : Effects of task complexity and method of estimation. *Perception & Psychophysics*, 61, 549-560.
- Crawford, J. R., Smith, G., Maylor, E. A., Sala, S. D., & Logie, R. H. (2003). The prospective and retrospective memory questionnaire (PRMQ) : Normative data and latent structure in a large non-clinical sample. *Memory*, 11, 261-275.
- Dalla Barba, G. (1993). Prospective memory : A 'new' memory system? In Boller, F. & Grafman, J. (Eds.), *Handbook of Neuropsychology*, vol.8 (pp.239-251). Amsterdam : Elsevier.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes'error : Emotion, reason, and the human brain*. New York : Grosset/Putnam.
- Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible function of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions in the Royal Society of London, Series B : Biological Sciences*, 351, 1413-1420.

- Desimone, R. & Duncan, J. (1995). Neural mechanism of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193-221.
- Devolder, P. A. Brigham, M. C., & Pressley, M. (1990). Memory performance awareness in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 5, 291-303.
- Drew, M. R., Fairhurst, S., Malapani, C., Horvits, J. C., & Balsam, P. D. (2003). Effects of dopamine antagonists on the timing of two intervals. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 75, 9-15.
- Droit-Volet, S. (2013). Time perception in children : A neurodevelopmental approach. *Neuropsychologia*, 51, 220-234.
- Droit-Volet, S., Meck, W. H. & Penny, T. B. (2007). Sensory modality effect and time perception in children and adults. *Behavioural Processes*, 22, 244-250.
- 荻原実千代, 高橋伸佳, 山崎正子, 赤城建夫. (2006). 小児認知機能の発達的变化—小児における高次脳機能評価法の予備的検討—. *リハビリテーション医学*, 43, 249-258.
- Einstein, O. G., Holland, L. J., McDaniel, M. A., & Guynn, M. J. (1992). Age-related prospective memory : The influence of task complexity. *Psychology and Aging*, 7, 471-478.
- Einstein, O. G. & McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 16, 717-726.
- Einstein, O. G. & McDaniel, M. A. (1996). Remembering to do things : Remembering a forgotten topic. In D. Herrmann, C. McEvoy, C. Hertzog, P. Hertel & M. K. Johnson (Eds.), *Basic and applied memory research. Vol. 2: Practical applications*. (pp. 79-94). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Einstein, O. G., McDaniel, M. A., & Richardson, S. L. (1995). Aging and prospective memory : Examining the influence of self-initiated retrieval processes. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 21, 996-1007.
- Einstein, O. G., Smith, R. E., McDaniel, M. A., & Shaw, P. (1997). Aging and prospective memory : The influence of increased task demands at encoding and retrieval. *Psychology and Aging*, 12, 479-488.
- Elliot, R., Frith, C. D., & Dolan, R. J. (1997). Different neural response to positive and

- negative feedback in planning and guessing task, *Neuropsychologia*, 35, 1395-1404.
- Elliot, R., Rees, G. E., & Dolan, R. J. (1999). Ventromedial prefrontal cortex mediates guessing. *Neuropsychologia*, 37, 403-411.
- Espinasa-Fernández, L., Miró, E., Cano, M., & Buéla-Casal, G. (2003). Age-related changes and gender differences in time estimation. *Acta Psychologica*, 112, 221-232
- Exner, S. (1881). *Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen*. Wien : Wilhelm Braumüller.
- Farroni, T., Massaccesi, S., Menon, E., & Johnson, M. H. (2007). Direct gaze modulates face recognition in young infants. *Cognition*, 102, 396-404.
- Fletcher, P. C., Shallice, T., Frith, C. D., Frackowiak, R. S. J., & Dolan, R. J. (1998). The functional roles of prefrontal cortex in episodic memory. II. Retrieval. *Brain*, 121, 1249-1256.
- Fortin, C. & Breton, R. (1995). Temporal interval production and processing in working memory. *Attention, Perception & Psychophysics*, 57, 203-215.
- Folstein, M. F., Folstein, S. F., & McHugh, P. R. (1975). "Mini-Mental State": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician, *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. *Annual Review of Psychology*, 35, 1-35.
- Freud, S. (1901). *Zur Psychopathologie des Alltagslebens*. *Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie*. Bd. X, Helf 1-2. (池見酉次郎, 高橋義孝, 生松敬三, 縣田克躬, 吾郷晋浩 (訳) (1970)フロイト著作集 4, 日常生活の精神病理学, 人文書院.)
- 船橋新太郎. (2001). 前頭連合野とワーキングメモリ. *神経研究の進歩*, 45, 223-234.
- 船橋新太郎. (2005). 前頭前野とワーキングメモリ. *Clinical Neuroscience*, 23, 619-622.
- Fuster, J. M. (1988). *The prefrontal cortex : Anatomy, physiology, and neuropsychology of the frontal lobe*. 3rd Ed. Philadelphia : Lippincott-Raven. (福居顕二 (監訳) . (2006) . 前頭前皮質—前頭葉の解剖学, 生理学, 神経心理学— . 新興医学出版社.)
- 藤井俊勝. (2010). 記憶とその障害. *高次脳機能障害*, 30, 19-24.

- Fujii, T., Suzuki, M., Okuda, J., Ohtake, H., Tanji, K., Yamaguchi, K., Itoh, M. & Yamadori, A. (2004). Neural correlates of context memory with real-world events. *Neuroimage*, 21, 1596-1603.
- Gauiter, T. & Droit-Volet, S. (2002). Attention and time estimation in 5- and 8-year-old children : A dual-task procedure. *Behavioural Processes*, 58, 57-66.
- Gennarelli, T. A. (1984). Emergency department management of head injuries. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 2, 749-760.
- Gibbon, J., Malapani, C., Dale, C., & Gallistel, C. R. (1997). Toward a neurobiology of temporal cognition : Advances and challenges. *Current Opinion in Neurobiology*, 7, 170-179.
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F. X., Lui, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. C., & Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence : A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2, 861-863.
- Gilbert, S. J., Williamson, I. D., Dumontheil, I., Simons, J. S., Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2007). Distinct regions of medial rostral prefrontal cortex supporting social and nonsocial function. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2, 217-226.
- Gilboa, A. (2010). Strategic retrieval, confabulations, and delusions : Theory and data. *Cognitive Neuropsychiatry*, 15, 145-180.
- Gray, M. A. & Critchley, H. D. (2007). Interoceptive basis to craving. *Neuron*, 54, 183-186.
- Guajardo, N. R. & Best, D. L. (2000). Do preschoolers remember what to do? Incentive and external cues in prospective memory. *Cognitive Development*, 15, 75-97.
- Gunstad, J., Cohen, R. A., Paul, R. H., Luyster, F. S., & Gordon, E. (2006). Age effects in time estimation : Relationship to frontal brain morphometry. *Journal of Integrative Neuroscience*, 5, 75-87.
- 半田貴士. (1989). 前頭葉性記憶障害の神経心理学的研究. 慶應医学, 66, 153-166.
- Harrington, D. L., Haaland, K. Y., & Knight, R. T. (1998). Cortical networks underlying mechanisms of time perception. *Journal of Neuroscience*, 18, 1085-1095.

- Harrington, D. L. & Haaland, K. Y. (1999). Neural underpinnings of temporal processing : A review of focal lesion pharmacological and functional imaging research. *Reviews in the Neuroscience*, 10, 91-116.
- Harris, J. E. & Wilkins, A. J. (1982). Remembering to do things : A theoretical framework and an illustrative experiment. *Human Learning*, 1, 123-136.
- Heaton, R. K. (1981). *Wisconsin card sorting test manual*. Odessa, FL : Psychological Assessment Resources.
- Henson, R. N., Rugg, M. D., & Shallice, T. (2000). Confidence in recognition memory for words : Dissociating right prefrontal role in episodic retrieval. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 913-923.
- Hicks, R. E., Miller, G. W., & Kinsbourne, M. (1976). Prospective and retrospective judgments of time as a function of amount of information processed. *American Journal of Psychology*, 89, 719-730.
- 平山和美. (2001). 視床と情動. *神経心理学*, 17, 99-103.
- 本間昭. (2000). 痴呆の特徴と症状. 本間昭編. *在宅痴呆診察マニュアル*. 日本医事新報社, pp. 20-21.
- Huettel, S. A., Stowe, C. J., Gordon, E. M., Warner, B. T., & Platte, M. L. (2006). Neural signatures of economic preferences for risk and ambiguity. *Neuron*, 49, 765-775.
- Hughes, C. P., Berg. L., Danziger, W. L., Coben. L. A., & Martin,R.L. (1982). A new clinical scale for the staging of dementia. *British Journal of Psychiatry*, 140, 566-572.
- Huppert, F. & Beardsall, L. (1993). Prospective memory impairment as an early indicator of dementia. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 15, 805-821.
- Imai, Y. & Hasegawa, K. (1994). The revised Hasegawa's Dementia Scale (HDS-R) : Evaluation of its usefulness as a screening test for dementia. *Journal of Hong Kong College of Psychiatrists*, 4, 20-24.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. New York : Dover.
- Jones, C. R. G. J., Rosenkranz, K., Rothwell. J. C., & Jahanshahi. M. (2004). The right

dorsolateral prefrontal cortex is essential in time reproduction : An investigation with repetitive transcranial magnetic stimulation. *Experimental Brain Research*, 158, 366-372.

鹿島晴雄, 半田貴士, 加藤元一郎, 本田哲三, 佐久間啓, 村松太郎, 吉野相英, 齊藤寿昭, 大江康雄. (1986). 注意障害と前頭葉損傷. *神経研究の進歩*, 30, 847-858.

鹿島晴雄, 加藤元一郎. (1993). 前頭葉機能検査—障害の形式と評価法—. *神経研究の進歩*, 37, 93-109.

鹿島晴雄, 加藤元一郎. (1995). Wisconsin Card Sorting Test (Keio Version) (KWCST). *脳と精神の医学*, 6, 209-216.

加藤元一郎. (2001a). 前脳基底病変と記憶障害. *神経研究の進歩*, 45, 184-197.

加藤元一郎. (2001b). 前頭葉と情動—特に眼窩脳の機能について—. *神経心理学*, 17, 110-120.

加藤元一郎. (2005). 前頭前野と注意, 時間認知. *Clinical Neuroscience*, 23, 632-635.

加藤元一郎. (2006). 標準注意検査法 (CAT) と標準意欲評価法 (CAS) の開発とその経過. *高次脳機能研究*, 26, 310-319.

加藤元一郎. (2008). 前頭葉機能障害の診かた. *神経心理学*, 24, 96-108.

加藤元一郎. (2011). 前頭前野と記憶障害. *高次脳機能研究*, 31, 311-318.

加藤元一郎, 鹿島晴雄. (1999). 「第Ⅱ部 臨床編 4. 神経心理学的症状 C. 記憶障害 a. 健忘症候群」. *失語症臨床ハンドブック*, 濱中淑彦監修, 波多野和夫, 藤田郁代編. 金剛出版, pp.248-264.

加藤元一郎, 梅田聡. (2005). 前頭前野と記憶活動—特に false memory について—. *神経研究の進歩*, 49, 619-625.

加藤元一郎, 梅田聡. (2009). ソーシャルブレインのありか—扁桃体・上側頭溝領域・前頭前野—. 開一夫, 長谷川寿一編. *ソーシャルブレインズ*, 東京大学出版会, pp.161-188.

Kinsbourne, M. & Hicks, R. (1990). The extended present : Evidence from time estimation by amnesics and normals, In G. Vallar & T. Shallice (Eds.), *Neuropsychological impairments of short-term memory* (pp.319-329). Cambridge, UK : Cambridge University Press.

Kleist, K. (1934). *Gehirnpathologie*. Leipzig : Johann Ambrosius Barth.

- Kliegel, M., Eschen, A., & Thöne-Otto, A. I. T. (2004). Planning and realization of complex intentions in traumatic brain injury and normal aging. *Brain and Cognition*, 56, 43-54.
- Kohs, S. C. (1923). *Intelligence measurement*. New York : Macmillan.
- Kopelman, M. D., Stanhope, N., & Kingsley, D. (1997). Temporal and spatial context memory in patients with focal frontal, temporal lobe, and diencephalic. *Neuropsychologia*, 35, 1533-1545.
- 黒崎芳子. (2012). 認知症高齢者の回顧的時間評価についての実験的検討. 現代社会文化研究 (新潟大学大学院現代社会文化研究科), 54, 19-34.
- 黒崎芳子, 寺澤悠理, 佐藤貴英, 井端由紀郎, 宮原保之, 梅田聡. (2013b). 前頭葉内側部と外側部損傷者による時間評価の比較検討. 第35回日本神経心理学学会学術総会プログラム, p. 139.
- 黒崎芳子, 寺澤悠理, 梅田聡. (2013a). 予期的時間評価における前頭葉の関与. 高次脳機能研究, 33, 28-36.
- 黒崎芳子, 梅田聡, 寺澤悠理, 加藤元一郎, 辰巳寛. (2010). 脳外傷者の展望記憶に関する検討—側頭葉と前頭葉の関与の違いについて—. 高次脳機能研究, 30, 317-323.
- 黒崎芳子, 梅田聡, 寺澤悠理, 富田栄幸, 佐藤貴英, 宮原保之. (2011). 視床損傷者の展望記憶の障害に関する検討. 高次脳機能研究, 31, 124.
- 黒崎芳子, 梅田聡, 寺澤悠理, 辰巳寛, 富田栄幸, 佐藤貴英, 宮原保之. (2009). 脳損傷者の時間評価に関する検討—過小評価と過大評価における損傷部位の影響について—. 第33回日本高次脳機能障害学会学術総会プログラム, p. 282.
- Kvavilashvili, L. (1987). Remembering intention as a distinct form of memory. *British Journal of Psychology*, 78, 507-518.
- Kvavilashvili, L. & Ellis, J. (1996). Varieties of intention : Some distinctions and classifications, In M. Brandimonte, G.O.Einstein, & M.A.McDaniel (Eds.), *Prospective memory : Theory and applications* (pp.23-51). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Kvavilashvili, L., Messer, D. J., & Ebdon, P. (2001). Prospective memory in children : The effects of age and task interruption. *Development Psychology*, 37, 418-430.
- Lake, J. I. & Meck, W. H. (2013). Differential effects of amphetamine and haloperidol

- on temporal reproduction : Dopaminergic regulation of attention and clock speed. *Neuropsychologia*, 51, 284-292.
- Lalonde, R. & Hannequin, D. (1999). The neurobiological basis of time estimation and temporal order. *Review of Neuroscience*, 10, 151-173.
- Leon, M. L. & Shadlen, M. N. (1999). Effect of expected reward magnitude on the response of neurons in the dorsolateral prefrontal cortex of the macaque. *Neuron*, 24, 415-425.
- Lewin, K. (1926). *Vorsatz, Wille und Bedürfnis. Mit Vorbemerkungen über die psychischer krafte und Energien und die Struktur der Seele*. Berlin : Springer-Verlag. (後藤岩男 (訳) (1942). 意思心理学. 小学館.)
- Lewis, P. A. & Miall, R. C. (2006). A right hemispheric prefrontal system for cognitive time measurement. *Behavioural Processes*, 71, 226-234.
- Lezak, M. D. (1983). *Neuropsychological assessment* (pp.547-559). New York : Oxford University Press.
- Liepmann, H. (1908). Über die Funktion des Balkens beim Handeln und die Beziehungen von Aphasie und Apraxie zur Intelligenz. Berlin : Karger.
- Lissauer, H. (1890). Ein Fall von Seelenblindheit nebst einem Beitrage zur Theorie dereselben. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*. 21, 222-270. (波多野和夫, 濱中淑彦(訳) (1982). 精神盲の1症例とその理論的考察. 精神医学, 24, 93-106, 319-325, 433-444.)
- 前島伸一郎, 種村純, 大沢愛子, 川原田美保, 山田裕子. (2006). 高齢者における展望的記憶の検討—とくに存在想起と内容想起の違いについて—. *リハビリテーション医学*, 43, 446-453.
- Macrae, C., Heatherton, T. F., & Kelly, W. M. (2004). A self less ordinary : The medial prefrontal cortex and you. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *Cognitive Neuroscience III* (pp.1067-1076). Cambridge, MA : MIT Press.
- Mangels, J. A., Ivry, R. B., & Shimizu, N. (1998). Dissociable contributions of the prefrontal and neocerebellar cortex to time perception. *Cognitive Brain Research*, 7, 15-39.
- 増本康平, 林知世, 藤田綾子. (2007). 日常生活における高齢者の展望的記憶に関する

- 研究. 老年精神医学雑誌, 18, 187-195.
- Mather, M. & Carstensen, L. L. (2005). Aging and motivated cognition : The positivity effect in attention and memory. *Trends in Cognitive Science*, 9, 496-502.
- Mathias, J. L. & Mansfield, K. M. (2005). Prospective and declarative memory problems following moderate and severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19, 271-282.
- 松田文子. (1996). 時間評価. 松田文子, 調枝孝治, 甲村和三, 神宮英夫, 山崎勝之, 平伸二 (編). 心理的時間. 北大路書房, pp.116-144.
- 松井三枝, 三村将, 田淵肇, 加藤奏, 鈴木道雄, 葛野洋一. (2008). 日本語版前頭葉性行動質問紙 Frontal Behavioral Inventory (FBI) の作成. 高次脳機能研究, 28, 373-382.
- 松井智子. (2009). 知識からの呪縛からの解放一言語による意図理解の発達一. 開一夫, 長谷川寿一 (編). ソーシャルブレインズ. 東京大学出版会, pp.217-244.
- Marmaras, N., Vassilakis, P. & Dounias, G. (1995). Factors affecting accuracy of producing time intervals. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 1043-1056.
- Mauk, M. D. & Buonomoano, D. V. (2004). The neural basis of temporal processing. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 307-340.
- Maylo, E. A. (1996). Age-related impairment in an event-based prospective-memory task. *Psychology and Aging*, 11, 74-78.
- McDaniel, M. A. & Einstein, G. O. (1993). The importance of cue familiarity and cue distinctiveness in prospective memory. *Memory*, 1, 23-41.
- McGivern, R., Andersen, J., Byrd, D. Mutter, K. L., & Reilly, J. (2002). Cognitive efficiency on a match to sample task decreases at the onset of puberty in children. *Brain and Cognition*, 50, 73-89.
- Meacham, J. A. & Singer, J. (1977). Incentive effects in prospective remembering. *Journal of Psychology*, 97, 191-197.
- Meck, H. W. (1996). Neuropharmacology of timing and time perception. *Cognitive Brain Research*, 3, 227-242.
- Miller, G. W., Hicks, R. E., & Willette, M. (1978). Effects of concurrent verbal rehearsal and temporal set upon judgments of temporal duration. *Acta Psychologica*, 42, 173-179.

- Milner, B., Petrides, M., & Smith, M. L. (1985). Frontal lobes and the temporal organization of memory. *Human Neurobiology* 4, 137-142.
- Mimura, M., Kinsbourne, M., & O'Conner, M. (2000). Time estimation by patients with frontal lesions and Korsakoff amnesics. *Journal of International Neuropsychological Society*, 6, 517-528.
- 三村将. (2000). 前頭葉機能をめぐる神経心理学の controversies—前頭葉と記憶との関連をめぐって—. *神経心理学*, 16, 171-178.
- 三村将. (2007). 前頭葉と記憶—精神科の立場から—. *高次脳機能研究*, 27, 278-289.
- 三村将, 矢野円郁. (2008). 時間認知. 渡辺茂, 岡市広成編. *比較海馬学*. ナカニシヤ出版, pp.284-303.
- 森悦朗, 三谷祥子, 山鳥重. (1985). 神経疾患患者における日本語版 Mini-Mental State テストの有用性. *神経心理学*, 1, 82-90.
- 森悦朗, 橋本衛. (2001). 間脳病変と記憶障害. *神経研究の進歩*, 45, 198-208.
- Morris, C. C. (1990). Retrieval process underlying confidence in comprehension judgments. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*, 16, 223-232.
- Moscovitch, M. (1982). A neuropsychological approach to perception and memory in normal and pathological aging. In F. I. M. Craik & S. Trehub (Eds.), *Aging and cognitive processes* (pp.55-78). New York : Plenum.
- 村田哲. (2009). 脳の中にある身体. 開一夫, 長谷川寿一 (編). *ソーシャルブレインズ*. 東京大学出版会, pp.79-108.
- 永井道明, 加藤敏. (2010). 島皮質 : 総論. *Clinical Neuroscience*, 28, 372-379.
- 仲秋秀太郎, 吉田伸一, 古川壽亮, 中西雅夫, 濱中淑彦. (1998). 健常高齢者における前方視記憶 prospective memory に関する研究. *神経心理学*, 14, 55-65.
- 仲秋秀太郎. (1999). prospective memory (展望記憶). 浅井昌弘, 牛島定信, 倉知正佳, 小山司, 中根允文, 三好功峰他 (編), *臨床精神医学講座*, 2, 記憶の臨床, 中山書店, pp.137-156.
- Neisser, U. (1978). Memory : What are the important questions? In M. M. Gruneberg, P. E. Morris & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory : Current research and issues* (pp.3-24). New York : Academic Press.

- Nelson, T. O. & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition* (pp.1-25). Cambridge, MA : MIT Press.
- Nichelli, P. (1993). The neuropsychology of human temporal information processing. In F. Bolle, & J. Grafman (Eds.), *Handbook Neuropsychology* (pp.339-371). Amsterdam : Elsevier Science Publishers.
- Nichelli, P., Venneri, A., Molinari, M., Tavani, F., & Grafman, J. (1993). Precision and accuracy of subjective time estimation in different memory disorders. *Cognitive Brain Research*, 1, 87-93.
- Noulhiane, M., Pouthas, V., Hasboun, D., Baulac, M., & Samson, S. (2007) . Role of the medial temporal lobe in time estimation in the range of minutes. *Neuroreport*, 18, 1035-1038.
- Ochsner, K. N. (2004). Current directions in social cognitive neuroscience. *Current Opinion of Neurobiology*, 14, 254-258.
- Okuda, J., Fujii, Ohtake, H., Tsukiura, T., Yamadori, A. Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2007). Differential involvement of regions of rostral prefrontal cortex (Brodmann area 10) in time-and event-based prospective memory. *International Journal of Psychology*, 64, 233-246.
- Okuda, J., Fujii, T., Yamadori, A., Kawashima, R., Tsukiura, T., Fukatu, R., Suzuki, K., Ito, M., & Fukuda, H. (1998). Participation of the prefrontal cortices in prospective memory : Evidence from a PET study in humans, *Neuroscience Letters*, 253, 127-130.
- Onishi, K. H. & Baillargeon, R. (2005). Do 15-month-old infants understand false beliefs? *Science*, 308, 255-258.
- Ornstein, R. (1969). *On the experimence of time*. New York : Penguin Books. (本田時雄 (訳). (1975). 時間体験の心理. 岩崎学術出版.)
- 荻阪満里子. (2009). 高齢者のワーキングメモリとその脳内機構. 心理学評論, 52, 272-286.
- 荻阪直行. (2003). ワーキングメモリと実行系機能の個人差—Functional MRI による検討—. 臨床精神医学, 32, 1529-1533.
- 荻阪直行. (2006a). 心の理論の脳内表現—ワーキングメモリからのアプローチ—. 心理

- 学評論, 49, 358-374.
- 荻阪直行. (2006b). リカーシブな意識の脳内表現—ワーキングメモリを通して自己と他者を知る—. 科学, 76, 280-283.
- 荻阪直行. (2009). メタ記憶とワーキングメモリの脳内表現—社会脳をめぐる自己知 (TOMS) と他者知 (TOMO) の問題—. 清水寛之 (編). メタ記憶——記憶のモニタリングとコントロール, 北大路書房, pp.105-118.
- Patton, G. W. R. & Michael, M. (1993). Effect of aging on prospective and incidental memory. *Experimental Aging Research*, 19, 165-176.
- Park, D. C., Hertzog, C., Leventbal, H., Morrell, R. W., Leventbal, E., Birchmore, D., Martin, K., & Bennett, J. (1999). Medication adherence in rheumatoid arthritis patients : Older is wiser. *Journal of American Geriatrics Society*, 47, 172–183.
- Perbal, S., Pouthas, V., & Linden, M. (2000). Time estimation and amnesia: A case study. *Neurocase*, 6, 347-356.
- Perbal, S., Ehrlé, N., Samson, S., Baulac, M., & Pouthas, V. (2001). Time estimation in patients with right or left medial-temporal lobe resection. *Neuroreport*, 12, 939-942.
- Perbal, S., Couillet, J., Azouvi, P., & Pouthas, V. (2003). Relationships between time estimation, memory, attention, and processing speed in patients with severe traumatic brain injury. *Neuropsychologia*, 41, 1599-1610.
- Perner, J., Leekam, S. R., & Wimmer, H. (1987). Three-year-olds difficulty with false belief : The case for a conceptual deficit. *British Journal of Developmental Psychology*, 5, 125-137.
- Perret, E. (1974). The left frontal lobe of man and the suppression of habitual responses in verbal categorical behaviour. *Neuropsychologia*, 12, 323-330.
- Phillips, M. L., Medford, N. Young, L., Williams, L., Williams, S. C. R., Bullmore, E. T., Gray, J. A., & Brammer, M. J. (2001). Time course of left and right amygdalar response to fearful facial expressions. *Human Brain Mapping*, 12, 193-202.
- Ptak, R. & Schnider, A. (2004). Disorganised memory after right dorsolateral prefrontal damage. *Neurocase*, 10, 52-59.
- Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex

- activation in humans viewing eye and mouth movements. *Journal of Neuroscience*, 18, 2188-2199.
- Quirk, G. J. & Beer, J. S. (2006). Prefrontal involvement in the regulation of emotion : Convergence of rat and human studies. *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 723-727.
- Raskin, S. A. & Sohlberg, M. M. (1996). The efficacy of prospective memory training in two adults with brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 11, 32-51.
- Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (1990). *Coloured progressive matrices*. Oxford : Oxford Psychologists Press.
- Reynolds, J. R., West, R., & Braver, T. (2009). Distinct neural circuits support transient and sustained processes in prospective memory and working memory. *Cerebral Cortex*, 19, 1208-1221.
- Richard, W. (1973). Time reproductions by H. M. *Acta Psychologica*, 37, 279-282.
- Romine, C. B. & Reynold, C. R. (2004). Sequential memory : A developmental perspective on its relation to frontal lobe functioning. *Neuropsychology Review*, 14, 43-64.
- Rowe, J. B., Toni, I., Josephs, O., Frackowiak, R. S. J., & Passingham, R. E. (2000). The prefrontal cortex : Response selection or maintenance within working memory? *Science*, 228, 1656-1660.
- Rubia, K. & Smith, A. (2004). The neural correlates of cognitive time management : A review. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 64, 329-340.
- Rueda, A. D. & Schmitter-Edgecombe, M. (2009). Time estimation abilities in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neuropsychology*, 23, 178-188.
- Russell, W. R. (1971). *The traumatic amnesia*. London : Oxford University Press.
- 斎藤尚宏, 鈴木匡子. (2010). 島皮質と失語症. *Clinical Neuroscience*, 28, 444-446.
- 櫻井靖久. (2011). 非失語性失読および失書の局在診断. *臨床神経学*, 51, 567-575.
- Schnider, A. & Ptak, R. (1999). Spontaneous confabulations fail to suppress currently irrelevant memory traces. *Nature Neuroscience*, 2, 677-681.
- Schnider, A. (2003). Spontaneous confabulation and the adaptation of thought to ongoing reality. *Nature Reviews*, 4, 662-671.

- Schnider, A., Treyer, V., & Buck, A. (2005). The human orbitofrontal cortex monitors outcomes even when no reward is at stake. *Neuropsychologia*, 43, 316-323.
- Scoville, W. B. & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery, Psychiatry*, 20, 11-21.
- Seltzer, B. & Benson, D. F. (1974). The temporal pattern of retrograde amnesia in Korsakoff's disease. *Neurology*, 24, 527-530.
- Shallice, T. & Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114, 727-741.
- Shaw, C. & Aggleton, J. P. (1994). The ability of amnesic subjects to estimate time intervals. *Neuropsychologia*, 32, 857-873.
- Shimamura, A. P. (1995). Memory and frontal lobe function. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The Neuroscience* (pp.803-813). Cambridge, MA : MIT Press.
- Shimamura, A. P., Janowsky, J. S., & Squire, L. R. (1990). Memory for the temporal order of events in patients with frontal lobe lesions and amnesic patients. *Neuropsychologia*, 26, 803-813.
- Shimamura, A. P., Janowsky, J. S. & Squire, L. R. (1991). What is the role of frontal lobe damage in memory disorders? In H. S. Levin, H. M. Eisenberg, & A. L. Benton (Eds.), *Frontal lobe function and dysfunction* (pp.173-195), New York : Oxford University Press.
- Shimizu, H. & Kawaguchi, J. (1993). The accuracy of feeling-of-knowing for general-information questions using the recall retest method. *Japanese Psychological Research*, 35, 215-220.
- 篠原一光. (1996). 時間評価の認知過程—作業記憶の役割—. 大阪大学人間科学部紀要, 22, 71-94.
- 篠原一光. (2002). 時間評価における注意資源と作動記憶の役割. 心理学評論, 45, 195-209.
- 設楽宗孝, 水挽貴至. (2010). 島皮質における報酬期待ニューロンの発火特性—新しい情報のコーディングの可能性—. *Clinical Neuroscience*, 28, 383-403.
- Smith, A., Taylor, E., Lidzba, K., & Rubia, K. (2003). A right hemispheric frontocerebellar network for time discrimination of several hundreds of

- milliseconds. *Neuroimage*, 20, 344-350.
- Simons, J. S., Schölvinck, M. L., Gilbert, S. J., Frith, C. D., & Burgess, P. (2006). Differential components of prospective memory? Evidence from fMRI. *Neuropsychologia*, 44, 1388-1397.
- Sinnott, J. D. (1989). Prospective/Intentional memory and aging : Memory as adaptive action. In L. W. Poon, D. C. Rubin, & B. A. Wilson (Eds.), *Everyday cognition in adulthood and late life* (pp.352-369). New York : Cambridge University Press.
- Speedie, L. J. & Heilman, K. M. (1982). Amnesic disturbance following infarction of the left dorsomedial nucleus of the thalamus. *Neuropsychologia*, 20, 597-604.
- Speedie, L. J. & Heilman, K. M. (1983). Antrograde memory deficits for visuospatial material after infarction of the right thalamus. *Archives of Neurology*, 40, 183-186.
- Spiegel, E. A., Wycis, H. T., & Orchinik, C. (1956). Thalamic chronotaxia. *American Journal of Psychiatry*, 113, 97-105.
- Squire, L. R. (1978). *Memory and brain*. Oxford.: Oxford University Press.
- Stuss, D. T. (1992). Biological and psychological development of executive function. *Brain and Cognition*, 20, 8-23.
- Stuss, D. T. & Benson, D. F. (1986). *The frontal lobes*. 2nd Ed. New York : Raven Press.
- 竹内愛子. (1998). 失語症. 笹沼澄子, 伊藤元信編. 成人のコミュニケーション障害. 大修館書店, pp.3-33.
- 田中真樹, 国松敦, 大前彰吾. (2013). 時間の測り方—脳による時間の符号化—, 神経研究の進歩, 65, 941-948.
- 田中沙織. (2009). 急がば廻れ—報酬予測のメカニズム—, 神経心理学, 29, 43-50.
- Teuber, H. L., Milner, B., & Vaughan, H. G. (1968). Persistent anterograde amnesia after stab wound of basal brain. *Neuropsychologia*, 6, 267-282.
- Thomas, E. A. & Weaver, W. B. (1975). Cognitive processing and time perception. *Perception & Psychophysics*, 17, 363-367.
- Titchener, E. B. (1905). *Experimental psychology*. New York : Macmillan.
- Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. D. (2000). Amnesia caused by herpes simplex encephalitis, infarctions in basal forebrain, and anoxia/ischemia. In F. Boller, & J.

- Grafman (Eds.), *Handbook of neurology*, 2ed, vol. 2 (pp. 85-110). Amsterdam : Elsevier Science Publishers.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving, & W. Donaldson, (Eds.), *Organization of memory* (pp.382-403). New York : Academic Press.
- Tulving, E. (1983). *Elements of episodic memory*. New York : Oxford University Press.
(太田信夫 (訳). (1985) タルヴィングの記憶理論, 教育出版.)
- 筒井健一郎. (2009). 損得勘定する脳 : 金銭感覚の脳内機構. *神経心理学*, 25, 20-29.
- 梅田聡. (2003). し忘れの脳内メカニズム. 北大路書房.
- 梅田聡. (2009). メタ記憶の神経科学的基礎. 清水寛之編. メタ記憶—記憶のモニタリングとコントロール, 北大路書房, pp.201-215.
- Umeda, S., Akine., Kato, M., Muramatsu, T., Mimura, M., Kandatsu, S., Tanada, S., Obata, T., Ikehira, H., & Suhara, T. (2005). Functional network in the prefrontal cortex during episodic memory retrieval. *Neuroimage*, 26, 932-940.
- 梅田聡, 加藤元一郎, 三村將, 鹿島晴雄, 小谷津孝明. (2000). コルサコフ症候群における展望的記憶. *神経心理学*, 16, 193-199.
- 梅田聡, 小谷津孝明. (1998). 展望的記憶研究の理論的考察. *心理学研究*, 69, 317-333.
- Umeda, S., Kurosaki, Y., Terasawa, Y., Kato, M., & Miyahara, Y. (2011) . Deficits in prospective memory following damage to the prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 49, 2178-2184.
- Umeda, S., Mimura, M., & Kato, K. (2008). Acquired personality traits of autism following the damage to the medial prefrontal cortex. *CARLS Series of Advanced Study of Logic and Sensibility*, 1, 105-117.
- Umeda, S., Nagumo, M., & Kato, M. (2006). Dissociative contributions of medial temporal and frontal regions to prospective remembering. *Review in the Neurosciences*, 17, 267-278.
- Vidalaki, V. N., Ho, M. Y., Bradshaw, C. M., & Szabadi, L. R. (1999) . Interval timing performance in temporal lobe epilepsy : Difference between patients with left and right hemisphere foci. *Neuropsychologia*, 37, 1061-1070.
- Wang, L., Kiegel, M., Liu, W., & Yang, Z. (2008). Prospective memory performance in preschoolers : Inhibitory control matters. *European Journal of Developmental*

- Psychology*, 5, 289-302.
- 綿森淑子, 原寛美, 宮森孝史. (2002). 日本版リバーミード行動記憶検査 (RBMT). 千葉テストセンター.
- 渡邊正孝. (2001). 報酬情報処理と前頭連合野. *神経心理学*, 17, 104-109.
- Wechsler, D. (1987). *Wechsler memory scale-revised*. San Antonio : Psychological Corporation.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative developmental study of executive function : A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 131-149.
- Whalen, P. J., Rauch, S. L., Etcoff, N. L. McInerney, M. B., & Jenike, M. A. (1998). Masked presentations of emotional facial expressions modulate amygdale activity without explicit knowledge. *Journal of Neuroscience*, 18, 411-418.
- Wild-Wall, N., Willemsen, R., Falkenstein, M., & Beste, C. (2008). Time estimation in healthy and neurodegenerative basal ganglia disorders. *Neuroscience Letters*, 442, 34-38.
- Williams, J. M., Medwedeff, C. H. & Haban, G. (1989). Memory disorder and subjective time estimation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 11, 713-723.
- Williams, L. M., Brown, K. J., Palmer, Liddell, B. Kemp, A. H., Olivieri, G., Peduto, A., & Gordon, E. (2006). The mellow years? Neural basis of improving emotional stability over age. *The Journal of Neuroscience*, 26, 6422-6430.
- Wilson, B. A., Cockburn, J., & Baddeley, A. D. (1985). *The Rivermead behavioral memory test*. Titchfield : Thames Valley Test Co.
- Woodrow, H. (1951). Time perception, In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology*. Oxford : Wiley.
- 山鳥重. (1985). 神経心理学入門. 医学書院.
- 山鳥重. (2002). 記憶の神経心理学. 医学書院.
- 矢野円都. (2010). 時間記憶の認知心理学—記憶における経過時間とその主観的感覚—. ナカニシヤ出版.
- Zakay, D. & Block, R. A. (1993). Time estimation methods : Do they influence

prospective duration estimates? *Perception*, 22, 91-101.

Zakay, D. & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 6, 12-16.

Zakay, D. & Block, R. A. (2004). Prospective and retrospective duration judgments: An executive-control perspective. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 64, 319-328.

論文初出一覧

本研究の実験 3, 実験 5, 実験 10 を除く実験は, 以下の学会発表および公表論文の内容にもとづいて加筆・修正したものである。

- (実験 1) 黒崎芳子, 梅田聡, 寺澤悠理, 加藤元一郎, 辰巳寛. (2010). 脳外傷者の展望記憶に関する検討—側頭葉と前頭葉の関与の違いについて—. 高次脳機能研究, 30, 317-323.
- (実験 2) Umeda, S., Kurosaki, Y., Terasawa, Y., Kato, M., & Miyahara, Y. (2011). Deficits in prospective memory following damage to the prefrontal cortex. *Neuropsychologia*, 49, 2178-2184.
- (実験 4) 黒崎芳子, 梅田聡, 寺澤悠理, 富田栄幸, 佐藤貴英, 宮原保之. (2011). 視床損傷者の展望記憶の障害に関する検討. 高次脳機能研究, 31, 124.
- (実験 6) 黒崎芳子, 寺澤悠理, 梅田聡. (2013a). 予期的時間評価における前頭葉の関与. 高次脳機能研究, 33, 28-36.
- (実験 7) 黒崎芳子, 寺澤悠理, 佐藤貴英, 井端由紀郎, 宮原保之, 梅田聡. (2013b). 前頭葉内側部と外側部損傷者による時間評価の比較検討. 第35回日本神経心理学学会学術総会プログラム, p. 139.
- (実験 8) 黒崎芳子, 梅田聡, 寺澤悠理, 辰巳寛, 富田栄幸, 佐藤貴英, 宮原保之. (2009). 脳損傷者の時間評価に関する検討—過小評価と過大評価における損傷部位の影響について—. 第33回日本高次脳機能障害学会学術総会プログラム, p. 282.
- (実験 9) 黒崎芳子. (2012). 認知症高齢者の回顧的時間評価についての実験的検討. 現代社会文化研究 (新潟大学大学院現代社会文化研究科), 54, 19-34.

謝 辞

本論文を提出するにあたり、これまでお世話になった方々に対する感謝の気持ちを述べさせて顶きたい。

新潟大学人文学部行動科学課程において、行動科学の基礎と学ぶということの大切さを教えて頂いた武井楨次先生に深謝申し上げます。言語聴覚士として神経心理学という学問に進む機会を与えて頂いた佛教大学の波多野和夫先生、愛知学院大学の辰巳寛先生には、たえず貴重なご助言と励ましを頂きました。心よりお礼申し上げます。本研究は、慶應義塾大学の梅田聡先生、国立・精神医療研究センターの寺澤悠理先生との共同で進めさせて頂いた内容が多く含まれており、研究手法をはじめ、さまざまな研究に関してのアドバイスを頂いたことに、深くお礼申し上げます。また、新潟大学大学院現代社会文化研究科で学ぶ機会を与えて頂いた鈴木光太郎先生、宮崎謙一先生、福島治先生のご指導に深く感謝申し上げます。鈴木光太郎先生には、心理学の興味深い話題をご教示頂き、論文を作成する過程で、有益なご助言を賜りました。勤務先である那須赤十字病院にて研究への支援をして頂いた田口里香先生、佐藤貴英先生、井端由紀郎先生、宮原保之先生をはじめ諸先生方に謝意を申し上げます。最後に、患者の皆様の協力を深く感謝し、患者の皆様の治療やリハビリテーションに役立つよう、今後の研究の発展に全力を尽したいと決意する所存であります。