

脳外傷者における展望記憶

Prospective memory in individuals with traumatic brain injury

石松 一真¹⁾, 中村 俊規¹⁾, 橋本 圭司^{1,2)}, 熊田 孝恒³⁾

要旨：外傷性脳損傷（脳外傷）者の社会復帰にかかわる認知機能を検討した。就労状況を社会復帰の指標とし、社会生活で重要な役割を担う展望記憶を脳外傷者11名（就労群6名、非就労群5名）と健常者12名で比較した。参加者は主課題として探索画面文字列内での標的の文字の位置判断を行い、文字列内に特定文字（展望記憶手がかり）が含まれる場合には主課題を中断し、展望記憶手がかりへの弁別反応を行った。主課題及び展望記憶課題の正答率を非就労群、就労群、健常統制群で比較した結果、展望記憶課題で顕著な群間差が認められた。非就労群は就労群と統制群に比べて正答率が有意に低かったが、就労群と統制群の間には有意な差は認められなかった。神経心理学的検査では非就労群と就労群との間には顕著な差が認められなかったことから、神経心理学的検査結果が標準的レベルにある慢性期脳外傷者の就労が困難な要因の一つとして展望記憶の障害が示唆された。

Key Words：外傷性脳損傷，高次脳機能，認知リハビリテーション，社会復帰，展望記憶

はじめに

外傷性脳損傷（脳外傷）による後遺症の一つである認知機能の障害は、記憶障害や遂行機能障害など多様な障害像を呈する。これら認知機能の障害は脳外傷者の社会復帰を阻む要因ともなっており、社会復帰に向けたリハビリテーションを行う上では障害を受けた機能を適切に評価することが重要となる。しかしながら臨床の現場では神経心理学的検査の結果が標準的レベルにまで回復しているにもかかわらず、社会復帰に困難を伴う慢性期脳外傷患者が少なくないことが経験的に知られている。特に慢性期の瀰漫性軸索損傷（diffuse axonal injury: DAI）の場合、画像診断上では器質的な損傷を抽出できないことも少なくないことから、認知神経心理学的側面からの機能評価がますます重要である。

本研究では、日常生活動作（Activities of Daily

Living: ADL）の自立している慢性期脳外傷者の社会復帰と認知機能との関係を明らかにすることを目的とし、社会復帰の指標の一つである就労状況と日常生活で重要な役割を担う認知機能の一つである展望記憶（Prospective Memory: PM）との関係を検討した。

a. 展望記憶

展望記憶は、ある時間経過において事前に定められた行為（action）を実行するという意図を実現する上で重要な役割を担っている。展望記憶には、時間ベースの展望記憶（time-based PM）と事象ベースの展望記憶（event-based PM）がある（e.g., Einstein & McDaniel, 1990）。時間ベースの展望記憶は、例えば「決まった時間に薬を飲む」など特定の時間ないしは一定の時間経過において事前に意図した行為を実行する際に重要となる。

1) 東京医科歯科大学難治疾患研究所神経外傷心理研究部門 Kazuma Ishimatsu, Toshinori Nakamura, Keiji Hashimoto : Department of Neurotraumatology, Medical Research Institute, Tokyo Medical and Dental University

2) 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座 Keiji Hashimoto : Department of Rehabilitation Medicine, The Jikei University School of Medicine

3) 産業技術総合研究所人間福祉工学研究部門 Takatsune Kumada : Institute for Human Science and Biomedical Engineering, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

事象ベースの展望記憶は、例えば「ベルが鳴ったらお風呂のお湯を止める」など外的な手がかり（展望記憶手がかり）が提示されたときに意図した行為を実行する上で重要となる。事象ベースの展望記憶に含まれる要素として、展望記憶手がかりに気づくということ（prospective component）と展望記憶手がかりに対してすべき内容を想起するということ（retrospective component）が挙げられる。

臨床場面ではリバーミード行動記憶検査（The Revermead Behavioral Memory Test: RBMT）の下位検査を用いて事象ベースの展望記憶を測定しているが、我々の施設ではRBMTで標準的な得点を獲得したにもかかわらず、展望記憶にかかわる障害を訴える患者も少なくなかった。そこで本研究では、事象ベースの展望記憶に特化した課題を作成し、慢性期脳外傷患者の展望記憶を測定した。

b. 脳外傷と展望記憶

脳外傷後の展望記憶の障害は、当事者やその家族など（significant others）からの報告（self-report）やRBMTを用いた研究から明らかにされてきた（e.g., Kinsella et al., 1996）。

Mathias and Mansfield（2005）は中度から重度の慢性期脳外傷者を対象にRBMTの下位検査を用いて事象ベースの展望記憶を検討し、20分後にタイマーがなった際に次回の約束をするという検査項目において、統制群に比べて脳外傷群に成績の低下があることを報告した。更に注意や遂行機能に関する様々なテストバッテリーとの相関関係を検討した結果、脳外傷群、統制群ともに展望記憶の成績と有意な相関が認められなかったことから、脳外傷後の展望記憶の評価の重要性を指摘している。しかしながら、脳外傷者の展望記憶と就労との関係については未解明である。本研究では、展望記憶が就労状況と少なからずかわっているという作業仮説のもと、慢性期脳外傷者の展望記憶を就労群と非就労群とで比較した。展望記憶が就労状況にかかわるとすれば、脳外傷非就労群では就労群に比べて展望記憶の低下が予測される。

1. 方 法

a. 参加者

ADLが自立している慢性期脳外傷者11名（平均年齢30.5歳，19-42歳）及び健常者12名（平均年齢29.6歳，19-41歳）が参加した。脳外傷者は就労群（6名）と非就労群（5名）の2群に分類された。就労群は常勤ないしは非常勤職員として週5日以上働いていた。非就労群は就労の意思はあるものの実験参加時点では就労していなかった。参加者のプロフィールを表1に示す。非就労群、就労群、統制群の間には年齢に有意な差は認められなかった（ $F(2,20) = 0.08, p = .9207$ ）。教育歴の主効果は有意であった（ $F(2,20) = 13.49, p = .0002$ ）。下位検定の結果、統制群の教育歴は脳外傷群に比べて有意に長いものの（ $p < .05$ ）、非就労群と就労群との間には有意な差が認められなかった（ $p > .05$ ）。意識障害の重症度（Glasgow Coma Scale: GCS）は非就労群に比べ、就労群で重度であった（ $t(9) = 2.66, p = .0259$ ）。受傷後経過期間には非就労群と就労群との間に有意な差は認められなかった（ $p = .7780$ ）。

脳外傷の受傷原因は、11名中9名が交通事故、1名が落下物、他の1名が高所からの転落であった（表2）。

実験参加に当たり、脳外傷者、健常者とも事前に口頭及び書面によるインフォームドコンセントを受けた。また脳外傷者にインフォームドコンセントを行う際は主治医が同席した。

表1 参加者プロフィール

	非就労群	就労群	統制群
人数(人)	5	6	12
性別(男/女)	2/3	4/2	6/6
年齢(歳)	31.2±10.5	30.0±5.2	29.6±7.0
教育歴(年)	11.2±1.3	13.7±3.4	18.3±2.9
GCS	11.6±2.7	7.0±3.0	-
受傷後経過期間(月)	49.9±26.0	53.9±19.1	-

表2 脳外傷者のプロフィール

症例	年齢	性別	受傷原因	GCS	受傷部位	就労状況
1	19	女	交通事故	10	DAI	非就労
2	21	女	交通事故	10	DAI, 脳幹	非就労
3	35	女	交通事故	9	DBI, 脳幹	非就労
4	39	男	交通事故	14	DAI	非就労
5	42	男	落下物	15	DAI, 橋	非就労
6	26	男	交通事故	7	DBI	就労
7	26	女	交通事故	8	DAI	就労
8	27	女	交通事故	12	DAI	就労
9	28	男	交通事故	3	DAI	就労
10	35	男	交通事故	6	DAI	就労
11	38	男	転落	6	DAI	就労

b. 展望記憶実験

装置と刺激

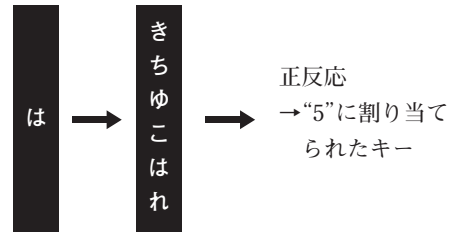
白色のひらがな 46 種類 (36 point) が標的指示画面及び探索画面を構成する刺激として用いられた。展望記憶手がかり (PM cue) として「め」と「ね」を使用し、残りの 44 種類を主課題の標的として使用した。標的指示画面：主課題の標的として、黒色の画面中央に平仮名 1 文字が提示された。探索画面：垂直方向に配置された平仮名 6 文字の文字列が画面中央に提示された。刺激は LCD 上 (1024 × 768 pixels) に提示され、刺激提示のタイミング及び反応時間の計測は SuperLab Pro (Cedrus Corporation) を用いて作成されたプログラムによって制御された。

課題

主課題 (図 1a)：参加者は標的指示画面に提示された標的を探索画面文字列内で探索し、上から数えた位置を同定し、キー押しにより反応した。

展望記憶課題 (図 1b)：探索画面文字列内に PM cue が含まれていた場合、参加者は PM cue への対応を優先し、割り当てられたキー押しにより、PM cue が「め」であるか「ね」であるかの弁別反応を行った。

(a) 主課題



(b) 展望記憶課題

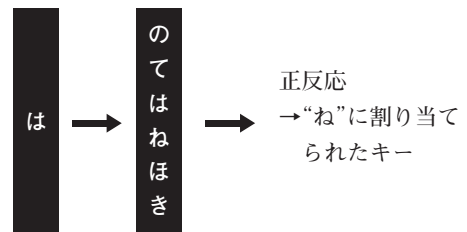


図1 一試行のスケジュール：

主課題 (a) と展望記憶課題 (b)

手続き

3 種類の練習課題 (主課題のみ：15 試行、展望記憶課題のみ：6 試行、主課題＋展望記憶課題：15 試行) に続いて、本試行を行った。試行開始の操作以外は参加者のペースで課題が進められた。まず標的指示画面が提示され、標的確認後、参加者がスペースキーを押すと探索画面が提示された。探索画面は参加者の反応まで提示され、反応後、次の試行の標的指示画面へと切り替わった。参加者は左手人差指でスペースキーを押し、右手人差指で標的への反応を行った。1 ブロックは 100 試行 (主課題：88 試行、展望記憶課題：12 試行) で、各被験者は計 4 ブロックを遂行した。参加者には、課題の遂行にあたって反応の正確さと速さが求められた。課題内容の理解度確認のため、本試行の前後で参加者には実験者への課題内容説明が求められた。

c. 神経心理学的検査

脳外傷者にはウェクスラー成人知能検査 (Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised: WAIS

-R)及び日本版リバーミード行動記憶検査(RBMT)を実施した。

2. 結 果

a. 展望記憶実験

図2に主課題及び展望記憶課題の正答率と反応時間を示す。反応時間は探索画面が提示されてから反応キーが押されるまでの時間であり、正反応のみを分析対象とした。

正答率：グループ（非就労／就労／統制）×課題（主課題／展望記憶課題）の二要因分散分析を行った結果、グループの主効果（ $F(2, 20) = 16.27, p < .0001$ ），課題の主効果（ $F(1, 20) = 131.29, p < .0001$ ），及びグループ×課題の交互作用（ $F(2, 20) = 20.01, p < .0001$ ）が有意であった。TukeyのHSD検定を行った結果、主課題では群間に有意な差は認められなかった。展望記憶課題では、非就労群は統制群や就労群と比べて有意な正答率の低下が認められた（ $p < .05$ ）。統制群と就労群との間には有意な差は認められなかった

（ $p > .05$ ）。これらの結果は、群間差は主課題には認められず、展望記憶課題で顕著となることを示している。

展望記憶課題のエラーパターンとして、1) 主課題の標的位置を答える、2) PM cueの位置を答える、3) その他（反応キーの押し間違えなど）の3種類が挙げられる。展望記憶課題におけるエラーパターンを詳細に検討した結果、PM cueが探索画面上に含まれているにもかかわらず、主課題の標的位置を答えたパターンが占める割合が最も多く、この傾向は全グループに共通していた（非就労群：90.9%，就労群：94.4%，統制群：89.2%）。そこで主課題の標的位置を答えた試行についてPM cueと主課題の標的位置との位置関係に注目してエラー反応を分離した（図3）。グループ（非就労／就労／統制）×位置（PM cueが主課題の標的位置より上に配置／PM cueが主課題の標的位置より下に配置）の二要因分散分析を行った結果、グループの主効果（ $F(2, 20) = 19.78, p < .0001$ ），位置の主効果（ $F(1, 20) = 38.02, p < .0001$ ）は有意であったが、グループ×位置の交互作用は有意ではなかった（ $F(2, 20) = 1.02, p = .3785$ ）。これらの結

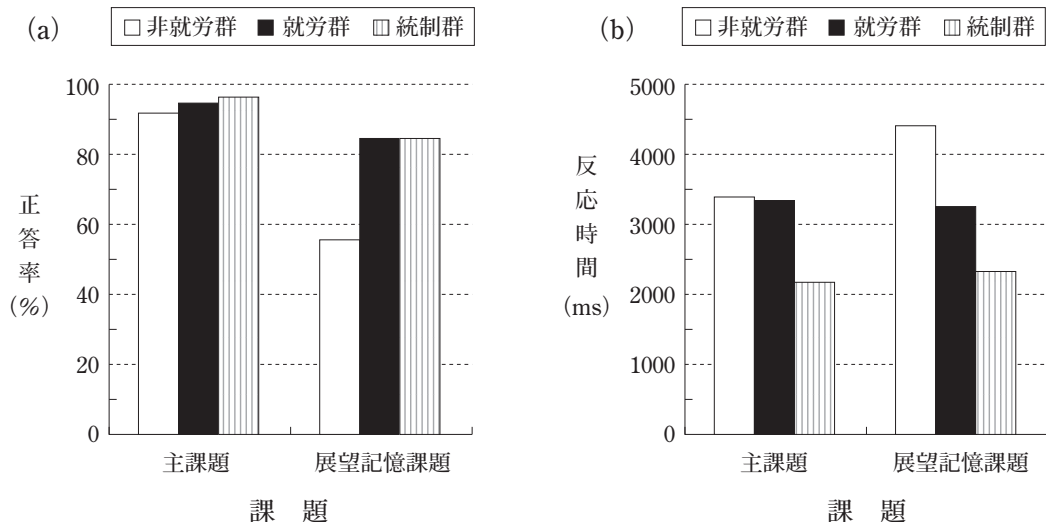


図2 主課題及び展望記憶課題の正答率 (a) と反応時間 (b)

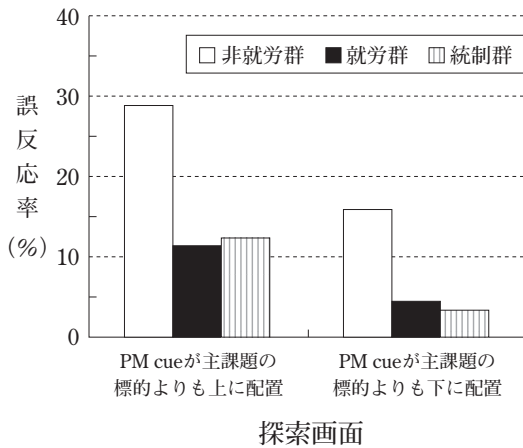


図3 展望記憶課題での誤反応率：

展望記憶手がかりと主課題の標的的位置関係による比較

果は、非就労群は、就労群や統制群に比べて主課題の位置を答えるエラーが多いこと、更に全グループに共通してPM cueが主課題の標的より上に配置された探索画面でのエラーが、PM cueが主課題の標的より下に配置された探索画面でのエラーよりも多いことを示している。

反応時間：グループ（非就労／就労／統制）×課題（主課題／展望記憶課題）の二要因分散分析を行った結果、課題の主効果（ $F(1, 20) = 5.60, p = .0281$ ）、及びグループ×課題の交互作用（ $F(2, 20) = 4.56, p = .0233$ ）が有意であったが、グループの主効果は有意ではなかった（ $F(2, 20) = 3.28, p = .0584$ ）。就労群や統制群では課題間で反応時間に有意な差は認められなかったが、非就労群では展望記憶課題の反応時間が主課題に比べて有意に長かった（ $p < .05$ ）。また就労群と非就労群では統制群に比べ1秒程度反応時間が長くなっているが、主課題、展望記憶課題ともに有意な群間差は認められなかった。

b. 神経心理学的検査

WAIS-R及びRBMTの結果を表3に示す。

WAIS-Rにおいては言語性IQ（VIQ）、動作性IQ（PIQ）、全検査IQ（FIQ）を、RBMTにおい

表3 神経心理学的検査結果

神経心理学的検査	非就労群	就労群	
WAIS-R:			
VIQ	99.6(13.0)	102.7(10.6)	n.s.
PIQ	98.4(8.3)	105.7(12.5)	n.s.
FIQ	99.0(10.9)	104.0(9.6)	n.s.
RBMT:			
SPS	19.8(2.3)	21.1(2.5)	n.s.
SS	8.6(1.8)	9.5(2.1)	n.s.

ては標準プロフィール得点（SPS）とスクリーニング得点（SS）を非就労群と就労群とで比較した。その結果、全指標ともに非就労群と就労群との間で有意な差は認められなかった。更にRBMTの下位項目でPMにかかわる「持ち物：被検査者の持ち物を借りて隠し、検査終了時に返却を要求させる（約束の記憶と、隠したもの・場所の記憶）」、「約束：20分後に鳴るように設定されたアラームが鳴った時、決められた質問をする（約束の記憶）」、「用件：道順をたどる途中に、ある用事を行わせる課題」に注目して非就労群と就労群とで比較した結果、有意な差は認められなかった。

これらの結果は、WAIS-RやRBMTで測定された範囲では、非就労群と就労群との間には知能や日常記憶に顕著な相違が認められないこと、RBMTの下位検査で測定された範囲では非就労群と就労群の展望記憶に有意な差は認められないことを示している。

3. 考 察

慢性期脳外傷者の社会復帰にかかわる認知機能を展望記憶に注目し、就労状況の違いから検討した。展望記憶パラダイムを用い、主課題及び展望記憶課題の正答率を脳外傷非就労群、脳外傷就労群、健常統制群の3群で比較した。その結果、指示された標的を直後の探索画面内で探索し、その系列位置を答える主課題においては群間差が認め

られなかったが、展望記憶課題では、非就労群は就労群や統制群と比べて正答率が有意に低かった。これらの結果は、本研究で対象とした脳外傷非就労群は展望記憶に障害がある可能性を示している。一方、脳外傷就労群は統制群と同等の水準にまで展望記憶が回復していることが明らかとなった。

非就労群は就労群や統制群と同様に少なくとも本試行の前後で行った課題内容の確認手続きにおいては、課題内容を正確に説明できていたことから、PM cue（展望記憶手がかり）が探索画面に含まれていた場合に行うべき課題（想起すべき内容：retrospective component）については理解できていたと考えられる。したがって非就労群で展望記憶課題の成績が低下した原因として、課題遂行中に展望記憶手がかりを見落とす試行が多かった、あるいは展望記憶手がかりを検出できた場合でも適切な弁別反応（意図の実行）ができなかった可能性（prospective componentにおける障害）が挙げられる。

更に展望記憶課題におけるエラーパターンを検討した結果、展望記憶手がかりが探索画面上に含まれているにもかかわらず、主課題の標的位置を答えてしまうパターンが最も多かった。そこで主課題の標的位置を答えてしまった試行について展望記憶手がかりと主課題の標的との位置関係に注目して分析した結果、展望記憶手がかりが主課題の標的より上に配置された探索画面の方が、展望記憶手がかりが主課題の標的より下に配置された探索画面よりもエラーが有意に多く、この傾向は全グループに共通していた。主課題遂行中、参加者は文字列の上から順番に標的を探索していると仮定すると、展望記憶手がかりが主課題の標的より上に配置された探索画面では、主課題の標的より先に展望記憶手がかりと遭遇していたことになる。それにもかかわらず主課題の標的位置を答えてしまっていることから、参加者は、主課題に併せて積極的に展望記憶課題を遂行しているわけではなく、主に主課題を遂行し、展望記憶手がかりに気づいた場合にのみ展望記憶課題を想起し、意図を実行するという方略を採っていることが予測される。

本研究では、一般的な知能検査である WAIS-R や日常記憶の障害の検査である RBMT といった神経心理学的検査においては、脳外傷非就労群と就労群との間に有意な差は認められなかった。更に展望記憶を調べているとされる RBMT の 3 つの下位検査においても非就労群と就労群との間に有意な差が認められなかった。本実験における展望記憶課題の結果と RBMT の結果が異なった原因として、脳外傷非就労群では主課題の中断が困難であった可能性が挙げられる。本研究で対象とした脳外傷非就労群では、提示された展望記憶手がかりに基づいて意図を想起できた場合でも、遂行中の課題に対する反応の抑制が難しいため主課題を中断することができず、展望記憶手がかりの弁別反応をするという意図の実行に失敗している場面が少なくなかったことが推察される。回想記憶（retrospective memory）が標準的レベルにあるものの遂行機能に障害が認められる脳外傷患者の展望記憶を健常高齢者や健常若年者と比較し、健常若年者に比べて、脳外傷患者や健常高齢者で展望記憶課題の成績が低下することを報告した Kliegel, Eschen, and Thone-Otto (2004) は、意図した行為を想起し、実行する上での遂行機能の役割を指摘している。本研究で用いた課題では主課題を遂行中に展望記憶手がかりが提示されるため、展望記憶手がかりを検出した際に参加者には主課題を自主的に中断することが求められた。一方 RBMT の「用件」以外の下位検査では、主課題の終了後に展望記憶手がかりが提示されるため、主課題を自主的に中断する必要がなかった。その他の原因として、展望記憶手がかりと主課題の標的との提示モダリティの違いが挙げられる。RBMT では展望記憶手がかりが主課題とは違うモダリティ（例えば、聴覚）によって与えられるのに対し、本研究では主課題と同じモダリティ（視覚）によって与えられていた。主課題の標的と展望記憶手がかりの類似性が展望記憶課題の成績と関連し、類似性が高くなるほど課題が難しくなるという報告など（McDaniel & Einstein, 2000）もあることから、主課題の標的とは提示モダリティの異なる展望記憶手がかりを与えることが脳外傷非就労群の展望記憶成績向上につながる可能性

がある。このことは社会復帰に向けたリハビリテーションを行う際に留意すべき観点となろう。

反応時間（情報処理速度）や知能、日常的な記憶の側面には脳外傷非就労群と就労群との間で顕著な差が認められなかったことから、神経心理学的検査結果が標準的レベルにある慢性期脳外傷者の就労が困難な要因の一つとして展望記憶の障害が示唆された。

展望記憶は、適切なタイミングで遂行中の課題を自発的に中断し、意図を想起・実現する上で重要な役割を担っており、円滑な社会生活、とりわけ就労場面では必要不可欠な認知機能の一つとなる。展望記憶の障害は“し忘れ”の増加へとつながり、結果として家族や職場の同僚との円滑な人間関係に支障をきたすことが予測される。したがって脳外傷に伴う展望記憶の障害はその後の就労を大きく左右する要因となっていると考えられる。

謝 辞

本研究は社団法人日本損害保険協会の支援を受けている。関係各位に謝意を表します。

文 献

- 1) Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. : Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 717-726, 1990.
- 2) Kinsella, G., Murtagh, D., Landry, A., et al. : Everyday memory following traumatic brain injury. *Brain Injury*, 10, 499-507, 1996.
- 3) Kliegel, M., Eschen, A., & Thone-Otto, A. I. T. : Planning and realization of complex intentions in traumatic brain injury and normal aging. *Brain and Cognition*, 56, 43-54, 2004.
- 4) Mathias, J. L. & Mansfield, K. M. : Prospective and declarative memory problems following moderate and severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19, 271-282, 2005.
- 5) McDaniel, M., A., & Einstein, G. O. : Strategic and automatic processes in prospective memory retrieval: A multiprocess framework. *Applied Cognitive Psychology*, 14, 127-144, 2000.