

遂行機能障害の認知リハビリテーションからみた 遂行, 注意, および記憶の関係

坂爪一幸¹⁾ 本田哲三²⁾ 中島恵子²⁾ 南雲祐美²⁾

1. 目的

前頭葉損傷後の患者は、他の脳領域が損傷された患者に比べて、微妙で特異な困難さを示すことが多い。例えば、自発性の低下、行動の開始や停止の困難さ、脱抑制や衝動性、思考や行動の一貫性のなさ、感情の不安定さ、思考や行動の柔軟性の乏しさ、保続的な思考や行動、注意の持続や転換や配分の困難さ、自己意識および他者意識の乏しさ、などがあげられる。これらは、認知・行為・感情などの諸機能を適切に制御・調節できない状態といえる。認知・行為・感情などの機能自体の障害ではなく、それらの機能への制御・調節が不全であるために、適応的な行動が困難になっている場合、遂行機能障害が生起していると考えられる。

遂行機能は実際の日常生活上の適応行動と密接に関連した機能であり、環境との相互関係を強調した概念である。遂行機能が障害された場合には、下位の反射的な行動や習慣的な行動は問題なく実行できる。しかしより上位の行動過程、すなわち状況を的確に分析し、状況に適合した行動を意図し、実行手順を計画し、実際に実行し、さらに実行行動の結果を適切に評価して行動を修正したり、より効率化や最適化したりする過程に困難さを生じる。そのために日常生活上は、状況に適合しない行動（問題行動）が出現したり、行動が非効率的であったり定型的であったりする。遂行機能は前頭葉を中心に営まれている。最高次機能を担う前頭葉損傷後の障害は回復や改善が困難で、適切な治療法がなく、治療効果も不明確であるとされている。

従来からわれわれは、遂行機能障害例に制御過程の改善に焦点を当てた認知リハビリテーション（以下認知リハ）的な治療介入を実施し、一定の改善を観察してきた。また著しい改善例の検討から、理論的にも神経構造的にも、前頭葉機能の障害は改善する可能性が高いかもしれないことを指摘してきた（坂爪ら、1998, 2000）。本研究では、遂行機能障害の中核的障害といえる制御障害の改善を治療標的にした認知リハ的治療介入の効果を分析し、前頭葉と関連の深い遂行、注意、記憶の各機能と治療介入法の関係を検討した。

2. 対象

脳損傷後に遂行機能障害を呈した10例を治療対象にした。各対象者の年齢、性別、原因疾患、脳損傷部位、および発症から認知リハ治療開始までの経過月数を表1にまとめて示した。

3. 各機能の評価

a. 遂行機能の評価

遂行機能の評価課題には、Wisconsin Card Sorting Test (WCST) と Tinkertoy Test (Lezak, 1995) を使用した。これらに加えて、日常生活における遂行機能の状態を把握するために行動評価 (Good Samaritan Hospital Center 版; Sohlberg et al., 1989) を実施した。各評価課題は個別に面接して施行した。行動評価は家族に質問し回答を得た。さらに家族から家庭での生活状況を聞き取り、日常の遂行機能の状態に関する

1) 専修大学法学部 (心理学) 2) 東京都リハビリテーション病院

る資料とした。

b. 注意機能の評価

注意機能の評価課題には、Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT)、および Trail Making Test (Part A と B) を実施した。

c. 記憶機能の評価

記憶機能の評価課題には、三宅式記銘力検査とベントン視覚記銘検査を実施した。また面接を通じて、見当識やエピソード記憶など、記憶状態一般を臨床的に評価した。

d. 知的機能の評価

知的機能の評価課題には、ウェクスラー式成人知能検査改訂版 (Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised; WAIS-R) を実施した。

遂行機能同様、これらの評価課題は対象者と個別に面接して施行した。さらに評価・面接を通じて、対象者の有する障害に対する態度や病識を臨床的に把握した。

4. 認知リハ治療介入課題

環境に対して適応的に行動するために、遂行機能は他の下位機能を制御する働きを担っている。そこで通常は非意識的・自動的に進行する傾向の強い認知・運動機能を、できるだけ意識的・努力的に制御して使用することを通じて、低下した制御力を改善することを治療目標にした。

この治療目標に適う治療介入法として、①計画力と自己調整力の改善を目的にした自己教示法 (Ciceron et al., 1987)、②問題の分析・推論・結果の評価と修正の各能力の改善を目的にした問題解決法 (Von Cramon et al., 1990)、③全身の活性化と運動機能の制御を通じて、認知機能の制御の改善を目的にした身体運動セット変換法 (古川ら, 1996)、以上を使用した。

これら3種の治療介入法を制御力改善の治療パッケージ・プログラムとして組んだ。以下に各治療介入法を詳述する。

a. 自己教示法

治療課題として「トロントの塔」課題を利用した。通常は潜在的 (非言語的) に進行しがちな解決の実行手順を明瞭に意識すること、すなわち意識的な制御下におくことを狙いにした。そのために解決手順の言語化を実行行動に介在させた。具体的には、実行手順を逐次言語化してもらった。言語化には顕在的な外言語化から、潜在的な内言語化への移行を目標に3段階を設けた。第1段階では、解決手順を明瞭に言語化して実行 (外言語化) してもらった。第2段階では、手順を小声で言語化して実行 (外言語化から内言語化への移行)、そして第3段階では、手順を内的に言語化して実行してもらった (内言語化)。各段階を十分に達成後に、次の段階に移行した。

b. 問題解決法

レーブンの「スタンダード・マトリックス検査 (Raven's Standard Progressive Matrices Test)」を治療課題に使用した。各問題の解答後に、問題の解決法すなわち幾何学的な模様パターンの変化に内在する規則性や、規則性の発見に至る考え方を言語的に叙述してもらった。通常は視覚的で非言語的に進行する推理過程を、言語的に明確に表現してもらうことで、推理過程を意識的に明瞭に制御して運用することを狙いにした。さらに自分の解答結果を確認してもらい、誤っている場合には、正答への手がかりを逐次段階的に提示した。手がかりを効果的に利用して、最終的に目標 (正答) に至るように、自分の推理を適宜に変えていく自己調節力を高めることも目標にした。

c. 身体運動セット変換法

身体各部の特定の反復運動 (運動セット) を順次変換して実行してもらうことで、運動機能への意識的制御の負荷を高めた。この運動制御の刺激化の効果が、認知機能への制御の改善に般化することを狙いにした。指導者が演じる身体各部の各運動セットをビデオに撮影し、対象者に連続的に模倣してもらった。

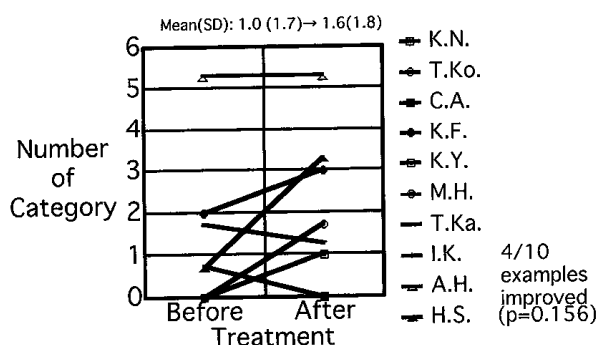


図1 Wisconsin Card Sorting Test の成績変化

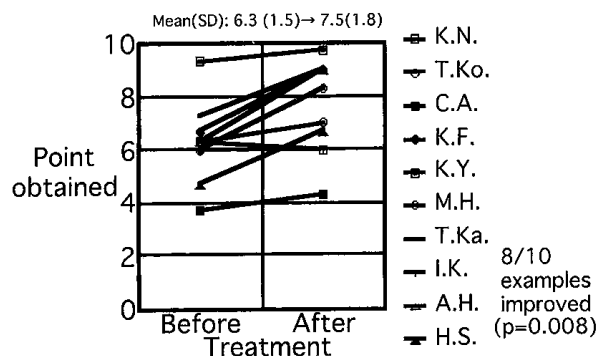


図2 Tinkerty Test の成績変化

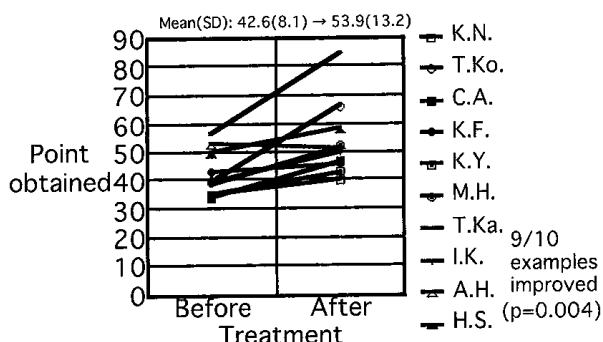


図3 遂行行動評価の成績変化

以上の各治療介入法の治療仮説をまとめると、通常は自動的に進行しがちな認知過程や運動過程に、自己教示法と問題解決法では意識的な言語制御を、また身体運動セット変換法では意識的な運動制御を介在させることによって、各機能への制御・調節力を最大限に賦活し改善しようという考えに基づいている。

5. 実施手続き

自己教示法と問題解決法は週2回各1時間で、各6週間実施した。身体運動セット変換法は毎日毎朝夕各20分間を6週間行った。各治療法の実施前後に評価課題を施行した。記憶機能の評価は治療介入前のみ実施した。

なお、評価課題の施行者と各治療法の実施者は別に担当し、評価者には対象者に関する情報を提供しなかった。また各治療介入法の実施順序は対象者ごとに交替し、治療介入法の実行の順序効果を相殺した。

6. 結果

a. 遂行機能の変化

各対象者の治療介入前・後の遂行機能に関する評価課題の成績を課題別に図にまとめた。図1にはWCSTの治療前・後の成績を対象者別に示した。同様に、図2にはTinkerty Test, 図3には行動評価の結果を示した。各課題とも、Wilcoxonの符号順位検定を施した。WCSTで改善がみられたのは10例中4例で、有意差は認められなかった ($p = 0.156$)。Tinkerty Testは10例中8例、また行動評価は10例中9例に改善がみられた。検定の結果、各々有意差がみられた ($p = 0.008$; 0.004)。

次に、各対象者の治療前・後の成績変化を示すグラフの傾きを、評価課題ごとに視覚的に検分した。グラフの傾斜が相対的に急角度の場合(急な右上がり)を顕著な改善、傾斜が緩やかな場合(緩い右上がり)を軽度の改善、そして傾きがほとんどない場合や逆傾斜(右下がり)の場合を非改善と判定した。これを改善程度の判断基準にして、対象者を次のように分類した。3種の遂行機能の評価課題中、二つ以上の課題に顕著な改善を示した対象者(T.Ko., T.Ka., H.S.)、一つの課題で顕著な改善または二つ以上の課題で軽度の改善を示した対象者(A.H., C.A., M.H., K.F., K.Y.)、一つの課題のみ軽度の改善を示した対象者(K.N., I.K.)、以上に分類した(表2参照)。表1は、この分類基準によって対象者を改善程度順に並べたものである。以下この改善程度に基づ

表1 遂行機能障害例の内訳および関連要因

症例	年齢	性別	原因疾患	脳損傷部位	経過月数
T.Ko.	72歳	男性	頭部外傷	両側前頭葉	41ヵ月
T.Ka.	72歳	男性	脳梗塞	右側前頭葉	15ヵ月
H.S.	68歳	女性	クモ膜下出血	左側前頭葉	15ヵ月
A.H.	26歳	男性	頭部外傷	右側前頭葉	17ヵ月
C.A.	72歳	女性	クモ膜下出血	左側前頭葉	11ヵ月
M.H.	53歳	女性	髄膜腫	右側前頭葉	17ヵ月
K.F.	71歳	男性	頭部外傷	両側前頭葉	20ヵ月
K.Y.	64歳	男性	クモ膜下出血	右側前頭葉	23ヵ月
K.N.	55歳	男性	クモ膜下出血	左側前頭葉	11ヵ月
I.K.	67歳	女性	脳出血	左側前頭葉	8ヵ月

表2 治療介入前・後の遂行機能評価課題の変化

Case	WCST	Tinkertoy	Behavioral Rating
T.Ko.	↑↑	↓	↑↑
T.Ka.	↓(-)	↑↑	↑↑
H.S.	↑↑	↑↑	↑
A.H.	-	↑↑	↓(-)
C.A.	↓	↑	↑
M.H.	↓	↑↑	↑
K.F.	↑	↑↑	↑
K.Y.	↑	↑(-)	↑
K.N.	-	↓	↑
I.K.	↓	↓	↑

↑↑は顕著な改善, ↑は軽度の改善, ↓は低下, -は変化なしを示す。(-)は変化がわずかなことを示す。

表3 各対象者の注意機能

症例	Trail Making (秒)		PASAT (正答数)
	Part A	Part B	
T.Ko.	97	125	26
T.Ka.	140	160	10
H.S.	183	156	10
A.H.	363	321	51
C.A.	587	474	-
M.H.	170	375	-
K.F.	512	934	-
K.Y.	151	330	30
K.N.	196	310	55
I.K.	120	306	11
Mean (SD)	251.9 (173.5)	349.1 (232.4)	27.6 (19.2)

表4 各対象者の知的機能

Case	MMS	RCPM	WAIS-R		
			VIQ	PIQ	TIQ
T.Ko.	29	28	119	105	113
T.Ka.	-	29	101	86	93
H.S.	26	31	98	107	102
A.H.	-	-	109	81	96
C.A.	18	28	73	84	76
M.H.	27	16	88	60	73
K.F.	27	26	95	108	102
K.Y.	26	32	100	81	92
K.N.	27	36	111	88	101
I.K.	15	16	88	90	88
Mean (SD)	24.4 (4.7)	26.9 (6.4)	98.2 (13.2)	89.0 (14.7)	93.6 (12.2)

いて、比較分析した。

b. 関連要因の分析

遂行機能障害の改善要因を検討するために、各対象者の改善程度と年齢、性別、原因疾患、脳損傷部位、経過月数を比較した(表1参照)。また治療介入前の各対象者の注意機能(表3)、知的機能(表4)、記憶機能および病識状態(表5と6)を同様に比較した。

表1から明らかのように、各対象者の遂行機能障害の改善程度と性別、原因疾患、脳損傷部位、および経過月数に明らかな違いはみられなかつ

た。年齢に関しては、顕著に改善した対象者は比較的高齢な傾向にあった。

治療介入前の注意機能を比較すると、遂行機能障害が顕著に改善した対象者では比較的保たれていた。軽度の改善を示した対象者では注意機能が低下している者が多かった。改善が乏しかった対象者は、顕著な改善者と軽度の改善者の中間に位置する注意機能の低下を有していた。

治療介入前の知的機能や記銘力(言語性・視覚性)は、各対象者に明確な違いはみられなかった。しかし軽度の改善や改善が乏しかった対象者では、失見当識やエピソード記憶の障害、また病

表5 各対象者の記憶機能

症例	三宅式記銘力検査		ベントン視覚記銘検査	
	有関係対語	無関係対語	正答数	誤数
T.Ko.	3-3-5	2-2-2	4/10	7
T.Ka.	2-3-3	0-0-0	4/10	9
H.S.	5-8-7	—	5/10	8
A.H.	9-10-9	0-3-2	9/10	2
C.A.	0-0-0	—	3/10	11
M.H.	4-6-6	0-0-1	2/10	10
K.F.	8-9-10	2-2-2	3/10	15
K.Y.	2-4-4	—	6/10	5
K.N.	6-7-9	2-2-3	5/10	7
I.K.	2-4-2	—	2/10	17
Mean (SD)	4.1-5.4-5.5 (2.7-3.0-3.1)	1.0-1.5-1.7 (1.0-1.1-0.9)	4.3 (2.0)	9.1 (4.2)

識の低下や欠如が認められていた。顕著な改善を示した対象者では、これらに明らかな障害はみられていなかった。

c. 注意機能の変化

PASATおよびTrail Making Test (Part AとB)の治療介入前・後の成績を図4と図5に示した。PASATでは7例中3例に、Trail Making TestのPart Aでは10例中6例、Trail Making TestのPart Bでは10例中8例に改善がみられたが、Wilcoxonの符号順位検定の結果、いずれも有意な差は認められなかった ($p=0.688; 0.432; 0.160$)。

d. 知的機能の変化

WAIS-Rの各IQの治療介入前・後の成績を図6に示した。言語性IQでは10例中6例、動作性IQでは10例中8例、全IQではすべての対象者に改善がみられた。Wilcoxonの符号順位検定の結果、各IQの改善に有意差が認められた ($p=0.031; 0.008; 0.002$)。

7. 考 察

以上の結果をまとめると、遂行機能障害への治療介入によって、①遂行機能と知的機能に改善が

表6 各対象者の記憶と病識の状態

症例	失見当識		作話	エピソード記憶低下	病識低下・欠如
	時間	場所			
T.Ko.	—	—	—	—	—
T.Ka.	—	—	—	—	—
H.S.	—	—	—	+	—
A.H.	—	—	—	—	—
C.A.	—	—	—	++	+
M.H.	—	—	—	++	—
K.F.	—	—	—	+	—
K.Y.	+	+	+	++	+
K.N.	+	+	—	++	+
I.K.	+	+	—	++	+

みられた。②注意機能の改善は乏しかった。③遂行機能障害が顕著に改善した対象者では、治療介入前から注意や記憶機能が保たれていた。④改善が乏しかった対象者は注意機能の低下、記憶障害(失見当識とエピソード記憶の障害)、および病識の低下を伴っていた。

遂行機能障害への治療介入の効果は、前述のように各機能の評価課題によって異なっていた結果から、遂行機能は知的機能と関係が深い、注意機能とは比較的独立した関係にあることが示唆される。また、記憶障害や病識の低下の存在が、遂行機能障害の改善を妨げていたことから、これらと遂行機能の関係の深さが示唆されてくる。

遂行機能の特徴は、絶えず変化する環境内で、行動を目的・効率的に制御する点にある。環境を的確に理解して適切に行動するように、認知・行為・感情機能を制御する。このためには、現在の刺激事象(現前の状況)の正確な認知と過去の経験との関連づけが必要である。過去に経験した事象を的確に想起して、現在の事象と照合する作業が不可欠である。さらに、状況に適合した行動を選択するには、実際に行動した結果が自分自身や状況に及ぼす影響、つまり未来の事象を予測することも大切になる。したがって、適応的な行動には、現在・過去・未来の各時制事象を統合的に制御する働きが必要である。

遂行機能の制御は、各時制事象の時間的な統合という観点から、「注意的制御」と「遂行的制御」

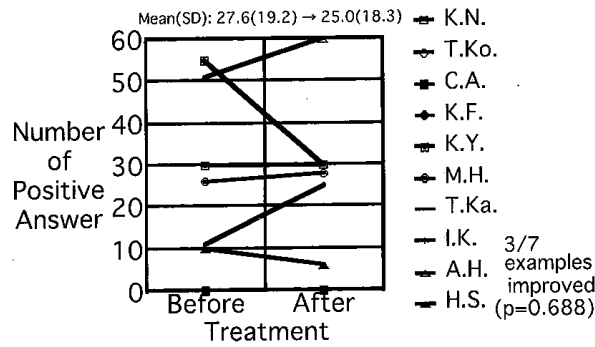


図4 PASAT の成績変化

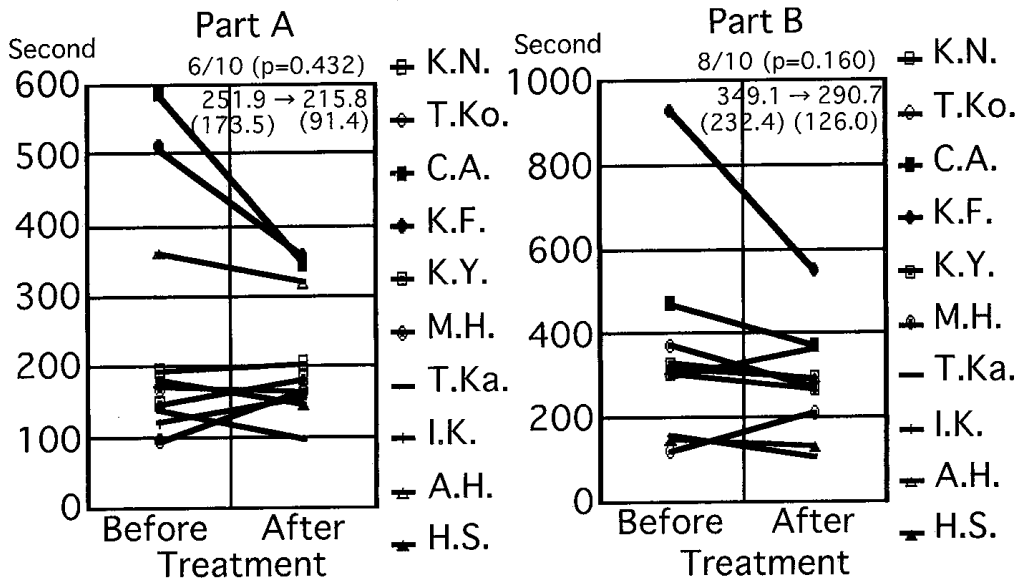


図5 Trail Making Test の成績変化

に分けて考えることができる。「注意的制御」は従来からの注意機能に相当する。実際に現前する環境刺激（現在事象）から必要な情報を選択し、適合した行動を選択する働きを担う。一方、「遂行的制御」は、現前には存在しない過去事象と未来事象を、目的に適うように構成し統合する役割（各時制事象の時間的な統合）を担う（図7参照）。

遂行機能障害では、「注意的制御」よりも、「遂行的制御」がより障害される。その結果、「注意的制御」に依存する現前の状況への反応的（比較的瞬間的）行動はよいが、「遂行的制御」が要求されるより時間的に隔たった長期の目的に沿った行動の意図や計画や維持や実行が困難になる。

注意障害の場合には「注意的制御」が障害さ

れ、現前の刺激や行動の適切な選択がうまくできない。また記憶障害では、「遂行的制御」の対象となる過去事象の想起や構成自体、またそれに基づく未来事象の形成自体が困難になると思われる。さらに病識低下によって、現在の行動の結果に関する評価や行動結果の予測が不全（未来事象の表象形成が困難）になると思われる。

遂行機能障害が顕著に改善した対象者では、注意や記憶機能は比較的保たれていた。そのため現前の事象認知やそれに対する行動選択、および過去事象の再構成と未来事象の予期的構成自体には問題がなかったと考えられる。困難さは主に、現在・過去・未来の各事象を目的・統合的に制御できない点、そして比較的健全な現在事象への「注意的制御」が前景にでた行動パターンに起因

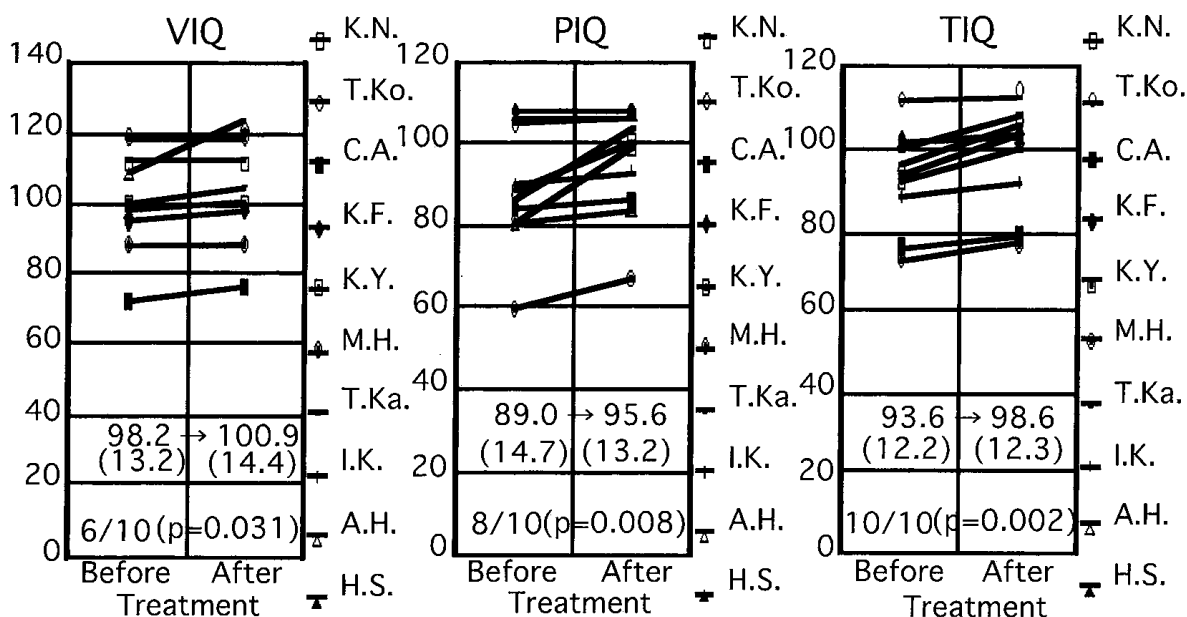


図6 WAIS-Rの成績変化

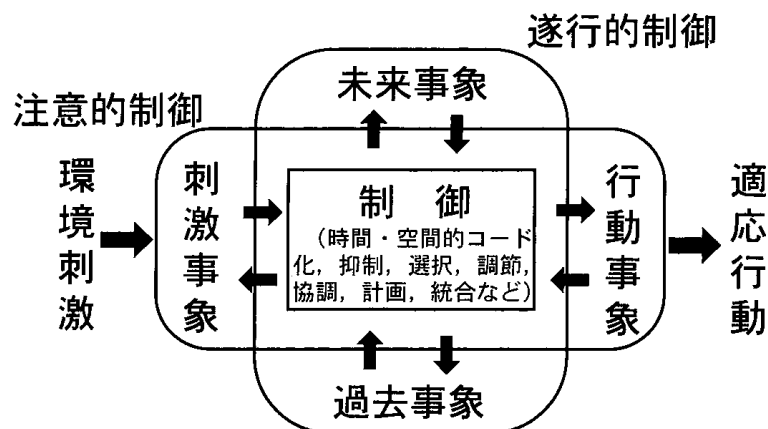


図7 注意的制御と遂行的制御の関係

すると推定される（例えば環境依存性の強い行動傾向など；Lhermitte, 1983；Burgess et al., 1990）。その結果，反応・応答的（場当たりの）な行動は比較的よいが，先を見越した予期的（段取りのよい）行動が困難になっていたと思われる。

注意や記憶機能が保たれた遂行機能障害に対しては，今回使用した制御過程の改善プログラムが比較的有効であると思われる。認知・運動過程に意識的な制御作業を負荷することで，各時制事象の統合的な制御の低下がある程度改善されたと考えられる。

一方，遂行機能障害の改善が乏しかった対象者

は，注意障害や記憶障害，特に時間的・空間的な文脈に係留されるエピソード記憶の障害や病識の低下を伴っていた。これらの対象者では，各時制事象を時間的に統合する「遂行的制御」の困難さのほかに，現前の事象に対する「注意的制御」の困難さ，さらに各時制事象自体の表象形成にも困難さが存在していたと思われる。加えてこのような場合には，情動・感情的な不安定さ（不安や抑うつなど）に起因した不適応行動も生じやすい（坂爪，1998）。そのために，制御過程の改善を狙いにした今回の治療介入プログラムだけでは不十分であったと考えられる。このような場合には，

「注意的制御」や過去および未来事象の形成自体などにも焦点を当てた（つまり注意障害や記憶障害用の）治療介入法や治療プログラムを併用することが必要と思われる。

8. 結 論

遂行機能障害には、認知・運動過程を意図的・意識的・努力的に制御する治療介入法が有効であることが示された。しかし注意障害や記憶障害や病識の低下を伴う場合には改善が乏しく、また評価課題の改善差から、遂行機能と注意および記憶機能の相互的な関係が示唆された。さらに制御過程は事象の時間的統合という点から、「遂行的制御」と「注意的制御」に分けて考えられ、それぞれが独立して障害される可能性が考えられた。

各機能関係を明確にしたうえで、より効果的で効率的な治療介入法の開発と効果の検証が今後必要と思われる。

文 献

- 1) Burgess, PW & Alderman, N : Rehabilitation of dyscontrol syndromes following frontal lobe damage ; A cognitive neuropsychological approach. In Cognitive Rehabilitation in Perspective (eds by Wood, R LI and Fussy, I). Taylor & Francis, London, 1990, pp. 183-203.
- 2) Ciceron, KD & Wood, JC : Planning disorder after closed head injury ; A case study. Arch Phys Med Rehabil, 68 : 111-145, 1987.
- 3) 古川俊明, 本田哲三, 日原信彦, ほか : パーキンソン病の認知障害へのリハ訓練の試み. J Clin Rehabil, 5 : 212-215, 1996.
- 4) Lezak, MD : Neuropsychological assessment. 3rd ed, Oxford University Press, New York, 1995, pp. 659-665.
- 5) Lhermitte, F : Utilization behaviour and its relations of frontal lobes. Brain, 106 : 237-255, 1983.
- 6) 坂爪一幸 : 遂行機能障害, 記憶障害の認知リハビリテーションにおける学習理論の役割—馴化型・予測型・制御型学習の困難を例として. 認知リハビリテーション, 3(2) : 2-13, 1998.
- 7) 坂爪一幸, 本田哲三, 南雲祐美, ほか : 遂行機能障害に対する認知的リハの試み—改善例の検討. 認知リハビリテーション, 3(2) : 32-37, 1998.
- 8) 坂爪一幸, 本田哲三, 南雲祐美, ほか : 遂行機能障害の認知リハと記憶障害の影響—遂行機能障害の改善例と非改善例による検討. 認知リハビリテーション 2000. 新興医学出版社, 東京, 2000, pp. 84-89.
- 9) Sohlberg, MM & Mateer, CA : Introduction to cognitive rehabilitation ; Theory and practice. The Guilford Press, New York, 1989, pp. 232-263.
- 10) Von Cramon, DY & Matthes-von Cramon, G : Frontal lobe dysfunction in patients—Therapeutical approaches. In Cognitive Rehabilitation in Perspective (eds by Wood, R LI and Fussy, I). Taylor & Francis, London, 1990, pp. 164-179.