

脳梗塞により左前頭葉に損傷を受けた症例に対する前頭葉機能訓練： WCSTの応用とcolour stroop効果への影響

Training of frontal lobe function for a stroke case with left frontal lobe lesion : An application of Wisconsin Card Sorting Test and effects on colour stroop task

菅波 美穂¹⁾, 小林 一夫¹⁾, 今村健太郎¹⁾, 小松三佐子²⁾

要旨：脳梗塞により前頭葉機能障害がみられた70歳代男性に高次脳機能訓練を行った。本症例は柔軟に新しい状況に対応していくことが難しく、セット転換の制御が低下していた。これらに起因する行動障害は自宅復帰への阻害要因となっていた。そこで、セット転換に必要とされる柔軟性と心的構えの切り替えの機能改善を目的として、前頭葉機能検査に一般的に用いられるStroop課題とWisconsin Card Sorting Testを応用したColour Stroop訓練およびSet Shift訓練を導入した。その結果、Set Shift訓練が前頭葉機能障害の改善に短期的にも長期的にも効果があるということが示唆された。また、包括的なりハビリテーションに加え、本訓練の結果、前頭葉機能テストの成績に向上がみられ、自宅復帰が可能となった。

Key Words：左前頭葉損傷、遂行機能障害、セット転換、高次脳機能、WCST

はじめに

前頭葉機能の多くは行動や感情、社会行動に関連するものである。前頭葉への損傷は明瞭な認知および行動の障害を引き起こすことが多い(Henri-Bhargavaら, 2018)。前島ら(2012)は前頭葉病変による症候として、失語症、半側空間無視、記憶障害、行動障害をあげている。このうち、行動障害に含まれるものとして、心的構えの切り替え困難や人格変化などの社会的行動障害、発動性低下や無関心などがある。

本症例は脳梗塞に伴う左前頭葉損傷により前頭葉機能障害が生じており、遂行機能にその影響が及んでいた。特に、セット転換の障害が顕著で、一度思い込みが生じるとその修正が非常に難しく、周囲からの助言に対して易怒性があるなど、社会生活に困難を呈していた。この症例に、セット転換の柔軟性と制御機能低下を改善するという視点から、Stroop課題とWisconsin Card Sorting Test(以下WCST)を応用したColour Stroop訓練(以下CS訓練)およびSet Shift訓練を実施した。結果、セット転換時

の柔軟性と制御が改善し前頭葉機能と遂行機能の成績が向上した。また、これらの改善に伴い、自発的な言語統制が可能となり、さらに行動障害の改善がみられ自宅への復帰が可能となったなど、日常生活への汎化が得られたため、これに考察を加え報告をする。

1. 症 例

【症例】70歳代男性、右利き。

【本人主訴】家に帰りたい。囲碁クラブを再開したい。

【家族主訴】自宅復帰後、一人で留守番ができるようになってほしい。

【既往歴】時期不明だが右側頭葉に陳旧性脳梗塞あり。未治療。

【現病歴】X月Y日深夜、道路で倒れているところを発見され、失語が認められたためA病院へ救急搬送された。Y+35日リハビリテーション目的で当院

【受理日 2019年5月13日】

1) 和光リハビリテーション病院リハビリテーション課 Miho Suganami, Kazuo Kobayashi, Kentaro Imamura : Department of Rehabilitation, Wako Rehabilitation Hospital

2) 理化学研究所脳神経科学研究センター高次脳機能分子解析チーム Misako Komatsu : Lab. for Molecular Analysis of Higher Brain Function, RIKEN Center for Brain Science

転院。

【**神経学的所見**】四肢に麻痺および感覚鈍麻なし。

【**画像所見**】左上前頭回皮質および皮質下に梗塞巣あり(図1-a)。右側頭葉に陳旧性脳梗塞。

【**転院時神経心理学的所見(表1)**】転院前のY+29日目のSLTA標準失語症検査(SLTA)は、「聞く」は短文レベルから低下がみられ、「読む」は「書字命令に従う」で低下がみられたが(図1-b)、転院時Y+40日目のWestern Aphasia Battery失語症検査日本版(WAB)の結果は自発話19/20、話し言葉の理解9.9/10、読み9.1/10であった。このことから、以下の検査結果への失語症の影響は軽微であったと考えられた。Mini Mental State Examination(以下MMSE)19/30、長谷川式認知症スケール(以下HDS-R)15/30で即時再生、遅延再生、語想起などが顕著に低下していた。Frontal lobe Assessment Battery(以下FAB)は7/18で、概念化や語の流暢性が低下していた。Go/No-go課題では直前の葛藤指示のルールからの切り替えができなかった。Trail making test(以下TMT)では、TMT aの数字を順番にたどるルールからTMT bの数字とひらがなを交互にたどる

ルールに切り替えができず、TMT bは実施不可であった。Clinical Assessment for Attention (CAT)はVisual cancellationが、課題1は100%、課題2は99.1%で、持続性注意や選択性注意に大きな問題はなかった。しかし、Symbol Digit Modalities Test 18.1%、Memory Updatingは2桁および3桁で0%となり、配分性注意やワーキングメモリの低下が疑われた。遂行機能障害症候群の行動評価Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome (BADS)はプロフィール得点24点で遂行機能障害ありの判定であった。WCSTは練習段階でカードを形に応じて分類する課題であると誤解してしまい修正ができず、実施ができなかった。

【**病棟生活**】薬を飲んだにも関わらず「飲んでいない」と言い張り、空の袋を見せても薬を飲んだことを認められずに大声を出して看護師を責めるなどの問題行動があった。また、退院ができると思い込んでしまい、スタッフは誰も退院の時期については言及していないことを確認しても「退院できるはずだ」と言い張ることが続いていた。

【**ADL**】病棟内ADLは自立。

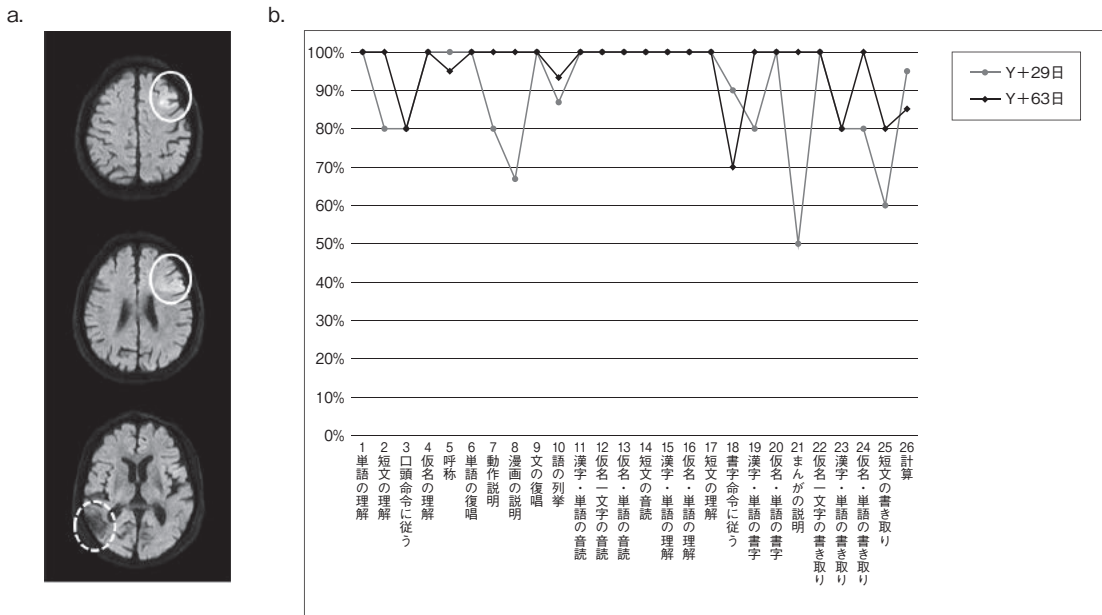


図1 頭部画像所見とSLTA結果

- a. X月Y日画像所見(MRI-DWI) 実線：新規梗塞巣、破線：陳旧性梗塞巣
- b. X月Y+29日とY+63日SLTA結果

表1 神経心理学的検査の結果のまとめ

		Y + 35-45日	Y + 67日	Y + 85-88日	Y + 160-194日		
認知	HDS-R/30	15	20	19	19		
	MMSE/30	19	25	25	22		
	RCPM/36	26	30	29	27		
	Kohs IQ	45.3	63.2	66.1	未実施		
前頭葉機能	FAB/18	7	10	12	12		
	BADS (カットオフ70)	24	実施不可	49	69		
	TMT a	609sec	196sec	134sec	201sec		
	TMT b	実施不可	104sec 「え」まで	100sec 「う」まで	104sec 「う」まで		
記憶	Digit Span Forward	5	6	5	未実施		
	Digit Span Backward	3	2	3	未実施		
行動評価	BADS遂行機能障害の質問票 (抜粋)			本人	家族	本人	家族
	先のことを考えたり将来の計画を立てたり することができない			0	2	0	1
	過去の出来事がごちゃ混ぜになり、実際には どういう順番で起きたのかわからなくなる			0	2	1	1
	自分の問題点がどの程度なのかわからず、 将来についても現実的でない			0	2	0	1
	物ごとに対して無気力だったり、熱意がな かつたりする			0	3	0	1
	極些細なことに腹を立てる	未実施	未実施	0	3	2	2
	状況に応じてどうふるまうべきかを気にか けない			0	2	0	1
	たえすべきでないとかわっていることで もついやってしまう			0	1	0	0
	いうこととやることが違っている			0	1	1	1
	何かに集中することができず、すぐに気が 散ってしまう			0	1	0	0

本症例は失語および前頭葉機能障害があった。持続性注意や選択性注意に大きな問題はなかったが、配分性注意やワーキングメモリが低下していた。また、一度頭に浮かんだ考えを抑制し、そこから考えを転換することが非常に難しくセット転換の障害があった。そのため、新しい状況に柔軟に対応していくことが難しく、衝動性や易怒性が強く、これらは病棟での問題行動の大きな原因となっていた。

そこで、失語症が軽快し言語を主体とした前頭葉機能の訓練が可能であると判断したY+50日より、セット転換の障害に対しての訓練を導入した。

本稿訓練はすべて症例ご本人およびご家族に口頭および書面で説明し同意を得た。また、当院倫理委員会より承認を受けている。

2. 方 法

セット転換の障害は柔軟性の低下と心的構えの切り替え困難に起因すると考えられ、前者はStroop検査、後者はWCSTで検出される(三村, 2003)。本稿では柔軟性へのアプローチとしてCS訓練を行った。また、心的構えの切り替え困難のアプローチとしてWCSTを応用したSet Shift訓練を考案し実施した。

a. CS訓練

柔軟性の低下を改善する目的で行った。

「赤」「黄」「青」「緑」の文字が赤、黄色、青、緑で印刷された4文字4色を各2枚ずつ、合計32枚を教

材とした。STが症例の目の高さにカードを呈示し、すべてのカードの文字色を色命名するまでを1試行とした。はじめのカードの提示から最後のカードの色命名を終了するまでを1試行に要する時間（反応時間）として計測し、毎試行の最後に反応時間と誤反応数を口頭でフィードバックした。1試行ごとにカードはランダムにシャッフルし順番を入れ替えて行った。間違った色命名を途中まで言いかけた場合は誤反応に含めた。1訓練で2試行（CS1およびCS2）を行い、間にはPACEや後述のSet Shift訓練を挟んだ。

b. Set Shift訓練

前頭葉機能の評価に用いられるWCSTに必要な前頭葉機能としてセット転換に着目し、心的セットの切り替えを改善する目的で行った。訓練は「ふるい分け」「選択」「推測修正」「推測同定」の4段階で構成され、それぞれ、明示条件における受動的セット転換、能動的セット転換、非明示条件における受動的セット転換、能動的セット転換を求める課題となっている。

(1) ふるい分け課題

この課題では、STの選択が明示的に示された条件下で、受動的にセット転換を行った。

次の3セットからなるカードを使用した。①色、形、数、と書かれた共通点カード各1枚、②色、形、数が異なる4枚の見本カード、③各見本カードに対して共通点を持たない、または1つだけの共通点を持つ24枚のカード、の3セットで教材が構成されている。③よりターゲットカードをランダムに選択した。色は、青、黄色、赤、緑の4色を、形は、三角、星、四角、丸の4種類を使用した。各カードは名刺サイズ、レーザージェットプリンターで印刷後、ラミネート加工をした（図2-a）。

セット転換をすることを明示するため、見本カードとターゲットカードのどの側面に注目をするのかを共通点カードで視覚化した。試行ごとに、どの共通点でカードを分類するのかを共通点カードで呈示し、それに従って症例にターゲットカードを見本カードにふるい分けることを求めた（図2-b）。試行ごとに共通点カードは変更。全10試行を行った。

また、実施の際は段階的に言語化を求めた。準備段階として、はじめに見本カードそれぞれの色、形、数についてSTが言語化し、症例に復唱を求めた。

そして、ふるい分けを行う際に、以下の3つの段階を設定した。

第1段階（3試行）：STがターゲットカードの特徴を言語化し症例が復唱

第2段階（3試行）：症例がターゲットカードについて言語化

第3段階（4試行）：言語化を求めない

訓練中に誤反応が生じた場合は、言語化の段階を一つ戻して次の試行を行い、正反応になると言語化の段階を進めた。

受動的にセット転換が可能で8試行以上が正反応となる訓練が10回以上続いた場合は、共通点を3試行ごとに変えた。3試行ごとに共通点を変えても8試行以上の正反応となった場合は共通点カードを使用せずに言語のみで訓練を行うことを検討した。

(2) 選択課題

この課題では、STの選択が明示的に示された条件下で、セット転換を能動的に行った。

ふるい分け課題と同じカードを使用した。セット転換をしていることが自分で確認できるように、各カードの共通点はカードで示すことで視覚化した。試行ごとにSTが見本カードとペアにしたターゲットカードの間の共通点を共通点カードから選択することを求めた（図2-c）。試行ごとに共通点を変更し、全10試行を行った。実施の際の言語化、実施手順の変更と共通点カードの使用についてはふるい分け課題と同じである。

(3) 推測修正課題

この課題では、STの選択が明示されていない条件下で、STの選択を推測し、その推測が誤っていた際に、外部からのフィードバックをもとにセット転換ができるようになることを求めた。

推測修正課題のカードのセットは、①色、形、数、と書かれた共通点カード各1枚、②色、形、数が異なる4枚の見本カード、③見本カードのいずれか1枚に対して2つの共通点を持つ24枚のカード、の3つから構成されており、③からターゲットカードを選択した。ターゲットカードと見本カードは共通点が2つになるものをペアとして用いた（図2-d）。

第1段階では、症例はSTがペアにしたターゲットカードと見本カードの2つの共通点を共通点カードで呈示することを求められ、次にSTがどちらの共通点でカードを分類しているのかを推測する。推測した共通点が誤っていた場合、STは「違います」

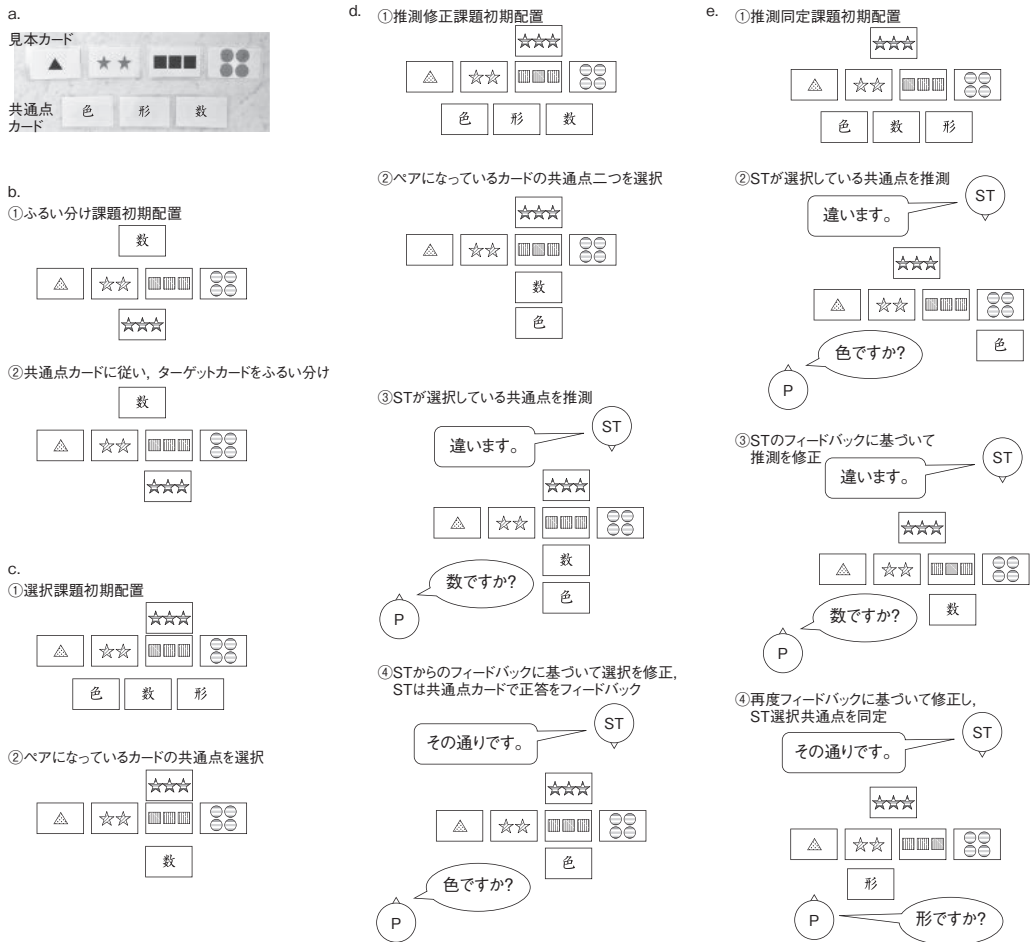


図2 Set Shift 訓練概要

- Set Shift 訓練に使用した見本カード (上) と共通点カード (下) : 見本カードは左から、三角・青・1, 星型・黄色・2, 正方形・赤・3, 丸・緑・4
- Set Shift 訓練ふるい分け課題: 共通点カードに従って配られたターゲットカード (星型・緑・3) を見本カードにふるい分けする。
- Set Shift 訓練選択課題: STによってペアにされたターゲットカード (星型・緑・3) と見本カード (正方形・赤・3) の共通点はなにか、共通点カードを選択して答える。
- Set Shift 訓練推測修正課題: STによってペアにされたターゲットカード (星型・赤・3) と見本カード (正方形・赤・3) の2つの共通点を共通点カードによって示す。まず、どちらがSTの選択している共通点なのかを推測する。そして、STからのフィードバックに基づいて、推測を修正する。
- Set Shift 訓練推測同定課題: STがどの共通点を選択し、どのカードとペアにしたのかを推測する。そして、STからのフィードバックに基づいて推測の修正を行い、STが選択した共通点を同定する。

と症例に告げる。その後、症例にもう一度、STが選択していた共通点は2つのうちのどちらであるのかを尋ねる。

推測と修正が可能となった場合は、第2段階として、STが同じカテゴリーでの分類を続け、6試行続けて正しく推測できた場合に達成カテゴリーとして

カウントした。6試行連続して正しく共通点の推測ができるまでST選択の共通点の変更しないこととした。また6試行連続して正しく推測ができた場合は、症例に告げずに共通点の変更を行い、推測および修正を求めた。

この訓練は1回21試行とし、最大達成カテゴリー

が3となるようにデザインした。共通点カードの使用については、達成カテゴリーが常に3つとなる訓練が10回以上続いた場合、共通点カードを使用せずに訓練を行うことを検討した。

(4) 推測同定課題

この課題では、STの選択が明示されていない条件下で、STの反応(「違います」「正しいです」)をもとに、STが選択している共通点を推測・同定し、効率よく共通点を推測し続けることを求めた。外部からのフードバックをもとに、Setの維持および転換というセット転換の制御を行うことができるようになることが目的である。

推測同定課題のカードセットはふるい分け課題と同じものを用いる。

第1段階では、症例は、STが呈示したターゲットカードがどの見本カードとペアになるのかを推測し共通点カードでペアとなるカードとの共通点を示す。それが正しければSTは「正しいです」、違っていれば「違います」と症例に告げる。正しい共通点を同定できるまでターゲットカードの変更は行わない(図2-e)。推測と同定が可能となった場合は第2段階に進み、その手続きは推測修正課題と同じである。

3. 訓練経過

訓練は入院中のY+93日目までは毎日1時間行った。退院後Y+94日からY+194日目までは毎週1回40分、Y+203日目からは月に1回40分行き、本人および家族の希望でY+278日に訓練終了となった。訓練終了時の本人評価で症例は日常生活で困ることはほぼなくなったと話していた。家族は、病前よりも少し怒りっぽくなったが、それ以外は病前と大きな変化がなくなったとの評価であった。

a. CS訓練導入前

当院に転院してきたY+53日目までは呼称やPACEなどの失語症へのアプローチを中心に行った。PACEは失語症患者のためのコミュニケーション能力促進方法として知られている。PACEの特徴は対話の役割交代と新しい情報の交換という日常会話の本質的な要素が含まれている(草野ら, 2001)ことである。本症例はPACEにおいて、役割交代が難しく情報の発信者となっても「これは魚です」と答え

てしまうことがしばしば起きていた。また、新しい絵カードになってもそのセッションですでに使用した別の絵カードからセット転換をすることが難しかった。例えば、「電車」の後に「弁当」が出ると、「電車に乗っていくときに使います」「電車で食べます」と電車という単語を使って説明しようとし、それ以外の説明ができないことが多かった。これは失語の症状ではなく言語性保続なのではないかと考えた。

この期間を通して、訓練時間の変更があるとそれが受け入れられずにスタッフに怒る、夜中に妻に会いたいと思うと我慢できずに電話をし、妻が病院へ面会に行くことを断ると妻に怒鳴りつけるなどの行動がみられた。しかし、Y+50日ごろより翌日になるとそれらの行為を反省し謝罪をすることができおり、病識が生じ始めていた。

PACEでみられた保続や病棟での問題行動は柔軟性の低下により一旦持ったセット転換が難しいためだと思われた。そこで、セット転換時の柔軟性の低下へのアプローチとしてCS訓練を開始した。

b. CS訓練とPACEの組み合わせ

Y+55-57日にはPACEの前後にCS訓練を行った。この時期までには失語は軽快し(図1-b)、色名呼称は可能となっていたため、CS訓練は導入可能と判断をした。

CS訓練で誤反応は1試行中10回から15回程度あり、そのほとんどが、早く答えようとして焦り関係のない色の名前を言ってパニックを起こし言葉がまったくでなくなってしまうというものであった。Y+55-57日の平均反応時間はCS1は138秒、CS2は147秒で、有意差はなく(t-test, $P > 0.05$)、3回の訓練を重ねてもCS訓練の反応時間に大きな変化がみられなかった(図3-a, c)。

c. CS訓練とSet Shift訓練の組み合わせ

以上の結果を踏まえ、CS訓練による柔軟性の低下へのアプローチのみでは十分な効果がないと考えた。そこで、セット転換の制御に対するアプローチとしてWCSTを応用したSet Shift訓練ふるい分け課題をY+58日よりPACEと置き換えて導入した。

導入初日にCS1の反応時間は122秒であったのに対し、Set Shift訓練ふるい分け課題の後のCS2は66秒に短縮した(図3-a)。また、Y+58-60日のCS訓練の平均反応時間は、CS1は130.2秒、CS2は83

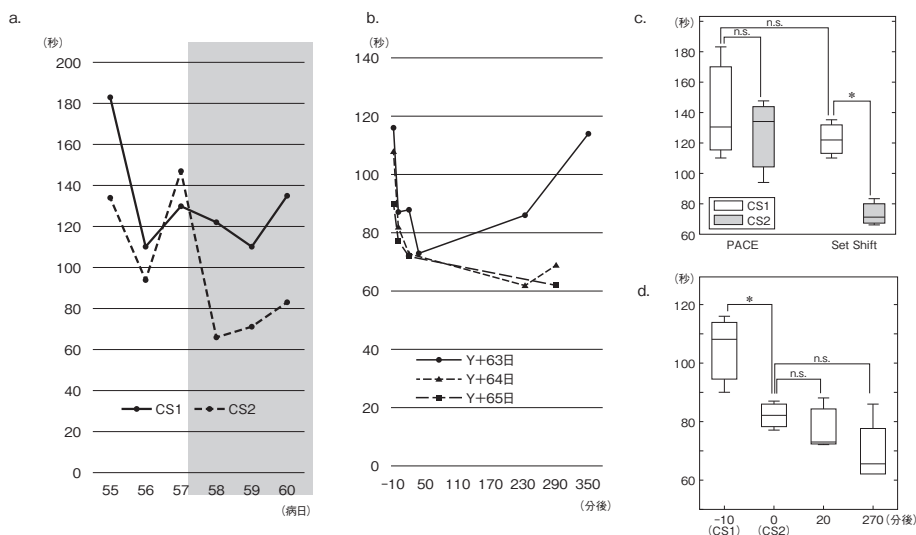


図3

- PACE (網掛けなし) およびSet Shift訓練 (網掛けあり) 導入直後3日間のCS訓練の反応時間
- CS2を行った時間を0とした経過時間によるCS課題への反応時間
- PACEとSet Shift訓練のCS2の反応時間への影響
- CS2を行った時間を0とした経過時間によるCS課題への反応時間の推移

秒となり有意差 (t-test, $P < 0.05$) がみられた。しかし、CS1の反応時間はPACEを間に行っていたY+55-57日の反応時間と有意な差はみられなかった (t-test, $P > 0.05$) (図3-a, c)。Set Shift訓練では、直前の共通点で分類をしてしまう保続の誤りが起きていた。誤っているとフィードバックをしても、「足したら8になるのでこれでいいんです」など、3つの共通点と関係のない理由をつけるなどしていた。

Y+63-65日の3日間は、Set Shift訓練後にCS2の反応時間の改善が維持される時間と条件を検討するため、60語呼称訓練、呼称・偏つぎ訓練などの言語性課題の後、および、症例の同意を得て訓練時間以外にもCS訓練を行った。その結果、症例が苦手としていた言語性の課題の後でも反応時間はCS2と差がなく (t-test, $P > 0.05$) (図3-b, d)、Set Shift訓練後に反応時間が改善する傾向は継続していると考えられた。また、Set Shift訓練後4~5時間たっても反応時間はCS2と差がなく (t-test, $P > 0.05$) (図3-b, d)、改善が維持されていると考えられた。唯一CS2に対し反応時間が伸長したのはY+63日の360分後であったが、SLTA実施後であり疲労が原因であったと考えられた。

その後もCS訓練とSet Shift訓練の組み合わせを

継続した。Set Shift訓練での成績の改善に伴いCS1の反応時間にも短縮がみられ、Y+71日に初めてCS1とCS2の反応時間が逆転した (図4-a)。この時期、Set Shift訓練では成績の改善だけでなく訓練中の行動にも変化がみられるようになった (図5)。例えば、Y+70日からSTが言語化を促さなくとも自発的に言語化を行うようになった。Y+80日から色で分類をする際に「色だからこのカードじゃない、色だから」と誤った分類をしてしまった後に自己修正の努力がみられた。また、「足したら5になるけど、これは関係ないな」と分類と関係のない思考を抑制する発言も聞かれた。Y+84日には、「あせったら間違えるからひと呼吸置くとよいような気がする」と自分が誤反応をしてしまうことについて内省的発言があった。このころから、CS訓練での誤反応は文字を読んでしまうものが中心となり、関係のない色を言うことやパニックに陥り言葉が出なくなることはほぼなくなった。Set Shift訓練ふり分け課題もカードを分類した後に自発的に確認を行うようになり、自己修正が徐々に可能となってきた。しかし、Set Shift訓練選択課題は「何がどうなっているのかわかりません。頭がぐちゃぐちゃになります」と不安を訴えるため実施ができなかった。

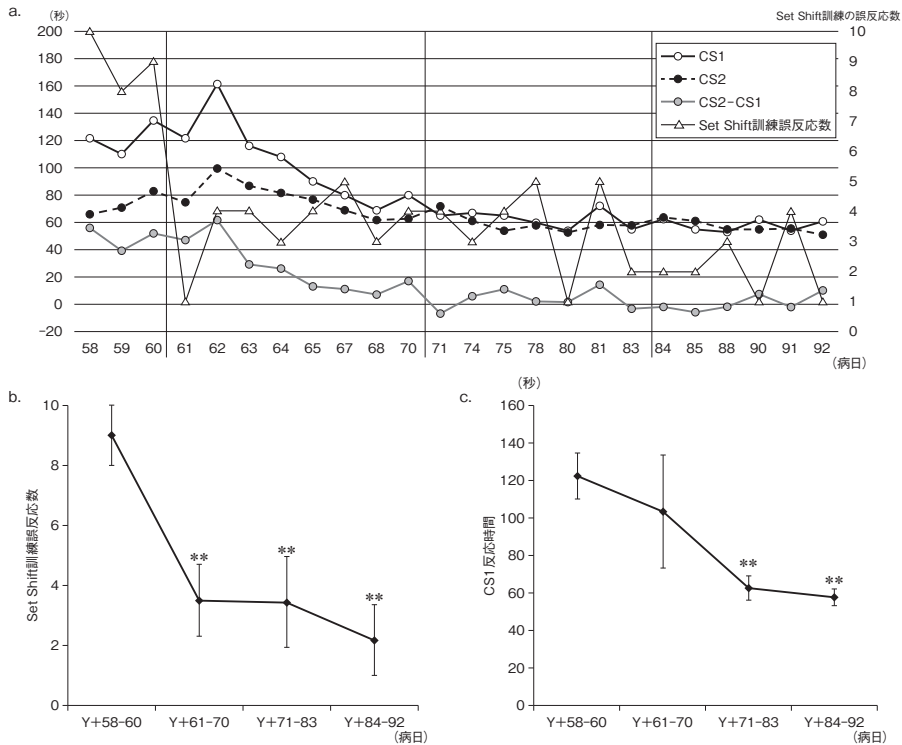


図4

- a. 入院期間中 (Y+58-92病日) の訓練成績
- b. Set Shift 訓練ふるい分け課題の誤反応数
- c. CS1の反応時間

訓練開始直後のY+58-60日、Set Shift訓練の成績に改善がみられ始めたY+61-70日、初めてCS1とCS2の反応時間が逆転したY+71-83日、Set Shift訓練で自己修正が可能となったY+84-92日の区間で、CS1の反応時間およびSet Shift訓練の成績を、それぞれ多重比較を行ったところ、Set Shift訓練の成績はY+58-60日とそれ以外の全区間で有意差があり (Tukey's HSD, $P < 0.01$)、それ以外の条件では有意差はなかった (図4-b)。このことからSet Shift訓練の成績はY+61-70日に改善し、その後維持されていたと考えられる。また、CS1の反応時間はY+58-60日とY+61-70日では有意差がなかったが、Y+58-60日とY+71-83日およびY+84-92日、Y+61-70日とY+71-83日およびY+84-92日では有意に短縮がみられ (Tukey's HSD, $P < 0.01$) それ以外の条件では有意差はなかった (図4-c)。ただし、Y+61-70日も反応時間は減少傾向となっており (図4-a)、Set Shift訓練の成績改善に伴ってCS1の反

応時間も短縮し、その後維持されていたと考えられる。

Y+93日目に退院し、その後は外来にて週1回40分の訓練を継続した。CS訓練の反応時間に大きな変化はなく、誤反応はさらに減った (図5)。また、Y+104日にはSet Shift訓練選択課題も実施可能となった。Y+139日より、訓練後のフィードバックの際に、症例自身から「今日はあせってしまって間違いが多かった」「落ち着けて自分に言ってからやたらうまくいった」「家でいろいろするときにもこうするといいいんだな」と内省的発言が増え、自己の行動修正をしようとする努力がみられた。Y+222日にSet Shift訓練の推測修正課題の第1段階が実施可能となった。

d. 神経心理学的検査の結果の推移

訓練の経過とともに、神経心理学的検査の結果に改善がみられた (表1)。CS1とCS2の反応時間が近

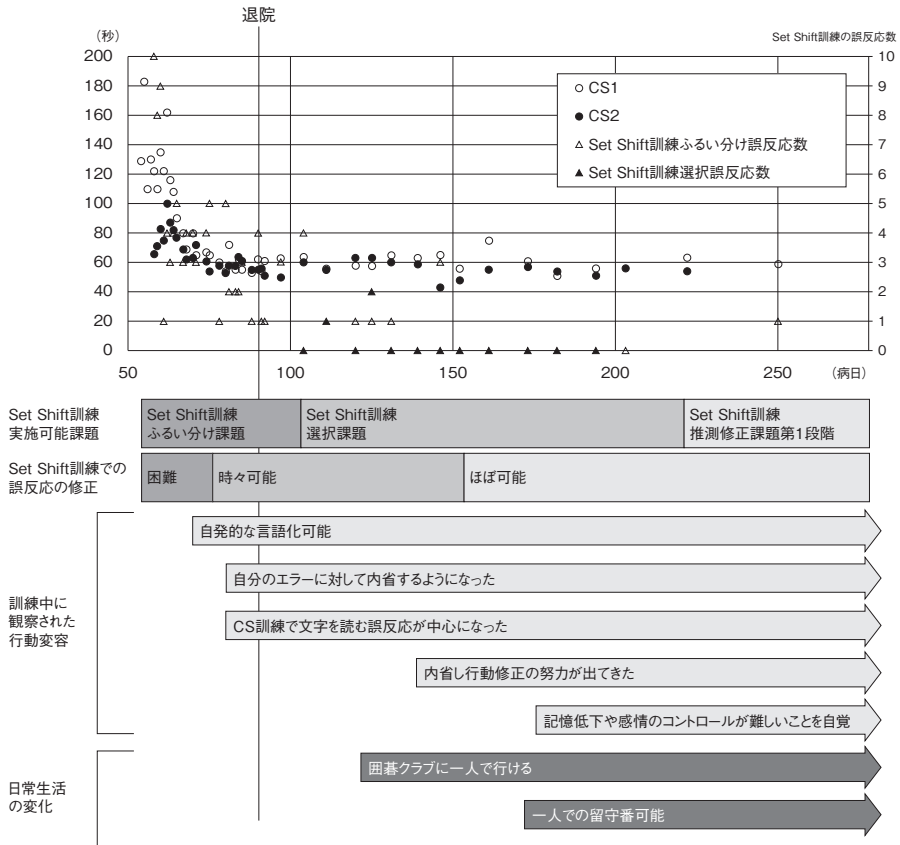


図5 全期間の訓練成績および行動変容

接しつつあったY+67日に行った検査はいずれも改善していた。

本稿訓練の開始前と開始直後のY+67日の検査結果を比較すると、拒否のため実施ができなかったBADS以外のすべての検査の結果が改善した(表1)。

訓練期間を通じての成績の変化をみると、FABはY+35日の訓練開始前に7/18であったが、Y+85日は12/18まで改善し、Y+194日目も12/18で成績の維持ができていた。

BADSは年齢修正得点が訓練前のY+45日は24点であったが、Y+85日には49点、Y+175日には69点と改善した。下位検査の成績を詳しく見ると、Y+45日は時間判断検査で素点1点が取れたのみであったが、Y+167日にはすべての下位検査で点数を獲得することができた。問題解決能力をみる行為計画検査は0点であったが素点4点を獲得した。動物園地図検査は、バージョン1は最後まで点数が取れなかったが、Y+167日にはバージョン2は減点

なく遂行が可能だった。修正6要素検査では検査への取り組み方に大きな変化がみられた。Y+45日には指示の内容を理解せず取り組み0点であった。Y+88日は思い出について語る課題について説明をしていると「いつでも前向きに生きていこうと思っているのになんで昔の話をしないといけないのか。わたしの生き方を否定するのか」と関係ないところで怒り出して課題を拒否した。Y+160日では、同じ修正6要素検査で「説明が複雑すぎてよくわかりません。わからなくて不安になってしまいます」と訴えつつも、課題に取り組むことができ、素点1点を獲得できた。

Kohs立方体組み合わせテスト(以下Kohs)はIQがY+45日は45.3、Y+88日には66.1と改善した。一方で、RCPMは26点から29点へ3点の改善だった。また、当院で記憶とワーキングメモリのスクリーニングに用いているDigit Spanは順唱、逆唱ともに大きな変化がなかった。

e. 日常生活上での変化

Y+93日で退院し自宅に戻った後、Y+110日ごろに本人が主訴として挙げていた囲碁クラブに一人で行くというゴールは達成することができた。また、Y+150日ごろより家族の希望であった一人で留守番ができるようになることが可能となった。また、Y+161日には、自分の記憶の低下や感情の抑制ができないことを自覚するようになっていった。

BADS遂行機能障害の質問票は、退院前のY+85-88日に実施した時には本人には病識があまりなく家族の評価と乖離が生じていたが、Y+161日に実施した時には、柔軟性や記憶の低下について家族との評価の乖離が少なくなり、自己の症状について客観的にみることができるようになっている様子がかがわれた(表1)。家族の評価はY+88日とY+161日を比べると、評価が「よくある」「ときどき」が中心だったところから、「たまに」が中心となり、評価は改善していた。

4. 考 察

a. 本稿訓練の効果について

本稿訓練のもっとも顕著かつ特徴的な効果はSet Shift訓練開始直後の数日間のCS1に対するCS2の反応時間の短縮にみられた(図3-c)。また、長期的な効果としてSet Shift訓練の成績向上に伴いCS訓練のCS1の反応時間が短縮した(図4-b, c)。

さらに、FABやBADSなどの前頭葉機能や遂行機能の検査成績にも改善がみられた(表1)。知能検査で構成能力や図版の認知・弁別処理の評価に関わるRCPM(伊澤ら, 2012)に比し、遂行機能の障害が検出されるKohs(原, 2012)の成績の改善幅が大きかった。これらより、前頭葉機能および遂行機能は改善しており、本稿訓練の効果があったと考えられる。BADSの修正6要素検査の反応をみると、本稿訓練開始前は指示がわからないことがわからない状態から、指示の理解ができず不安になり拒否という形で表出する状態、さらに自分の不安を言語化し訴えコントロールすることができる状態へと改善していると考えられる。訓練中にも言語によって自己の行動の統制が可能の様子が見られていた。このことから、本稿訓練で取り入れていた言語統制は汎化

し、概念の転換や行動のコントロールが可能となったと考えられる。しかしながら、RCPMやDigit Spanの成績はほぼ変化がなく、構成能力や記憶の改善は本稿訓練では生じなかったと考えられる。

さらに、言語聴覚療法以外の職種とも連携し訓練を進めることで、訓練効果が日常生活への汎化をしたと考えられる。理学療法では外出訓練を積極的に行い、浮動的な状況において行動をすることを求めた。作業療法ではより効率よく高次脳機能訓練が行えるよう全身のリラクゼーションを行い、机上の高次脳機能訓練から病院内で目標物を見つけていくなどの応用動作の訓練を行っていた。そして、退院後は趣味である囲碁クラブに通うことや散歩を日課として続けることでセットの転換や制御への働きかけが日常的に行われたため、退院後も留守番が可能になるなどの改善がみられたと思われる。

b. 前頭葉機能障害の形式

前頭葉機能障害によって障害される側面を三村(2003)は、保続と反応抑制、概念の転換、流暢性、注意、記憶、人格の5つとして挙げている。また、鹿島(2009)は前頭葉症状という言葉を用い、セット転換の障害(高次の保続)、ステレオタイプ抑制の障害、複数の情報の組織化の障害、流暢性の障害、言語による行為の制御の障害という5つの「障害の形式」に分類を試みている。Henri-Bhargavaら(2018)は行動と感情の調整(behavioural and emotional regulation)、監視(monitoring)、活性化(energization)、タスクの設定(task setting)、メタ認知(metacognition)という5つの構成要素があると論じている。これらは脱抑制による様々な行動変化ととらえることも可能である(前島ら, 2012)。

このように様々な用語が使用されている前頭葉機能であるが、これらはそれぞれ独立したプロセスとして存在しているのではなく、複数の認知プロセスが複雑にオーバーラップして機能をしているという点については誰もが合意をするところである(三村, 2003; 鹿島, 2009; 前島ら, 2012; Henri-Bhargavaら, 2018; Glascherら, 2019)。そのため、前頭葉機能のどの部分が障害されているのかを明確にすることは非常に難しい。一つの症例には様々な障害が混在しており(前島ら, 2012)、障害されたコンポーネントへの訓練やアプローチは試行錯誤の段階にとどまっている(本田ら, 1998; Glascherら, 2019)。

また、前頭葉機能について論じる際に避けられないのは遂行機能とは何かという問題である。前頭葉機能としばしば関連付けられるものとして遂行機能があげられるが、遂行機能は前頭葉機能とイコールの関係にはない(三村, 2003; 前島ら, 2012; Henri-Bhargavaら, 2018; Glascherら, 2019)。また、遂行機能そのものの障害であるというためには、注意やエピソード記憶、空間認知、知能などの基盤となる認知機能が保たれていることが重要である(前島ら, 2012)。遂行機能は目標指向的活動(goal-directed activity)であり(三村, 2003; Henri-Bhargavaら, 2018)、適切な反応の構えを開始し、反応を維持し、そして必要に応じて反応を転じる能力に関係している(Thomas, 2018)と考えられている。このような遂行機能について重要となるのは、新しい状況に対応していくためにすでに持ったsetや反応から、新しい状況に即したsetや行動への切り替えを制御することである(Glascherら, 2019)。

以上の論点を踏まえると、本症例は前頭葉機能障害によるセット転換の制御の困難さにより様々な行動障害が生じており、遂行機能にも影響があったと考えられる。そのため、この症例に、セット転換の制御を改善するという視点から、WCSTを応用したSet Shift訓練を実施した結果、セット転換の制御が改善し前頭葉機能と遂行機能に改善がみられた。これらの改善に伴い、①自発的な言語統制が可能になった、②柔軟性が改善し他者の意見の受け入れが可能となり病識の改善につながった、③他職種との連携により行動障害の改善がみられ自宅への復帰が可能となったなど、日常生活への汎化が得られたと考えられる。

c. 訓練についての考察

本稿訓練のもっとも顕著かつ特徴的な効果は訓練開始直後の数日間のCS1に対するCS2の反応時間の短縮であった。このことから、CS訓練はSet Shift訓練の効果に対する感受性が強いと考えられる。Set Shift訓練は10試行という非常に少ない試行数でもCS訓練のリアクションタイムの改善に必要な脳機能へ効果的にアプローチをしていると推測される。このような短期的な効果が得られたのはStroop効果に関連する領域と、Set Shift訓練の参考としたWCSTに関連する脳の領域が重なっている(MacLeod, 1991; MacLeodら, 2000; Stussら, 2000;

Glascherら, 2019)からではないかと推測する。また、この領域が障害を受けると保続が生じることが知られている(Glascherら, 2019)。保続は新しい状況を検知し柔軟にセット転換を制御することができないときに生じる(Glascherら, 2019)。Set Shift訓練では、この領域の活性化が行われており、それが保続を抑制し、即効性のある効果をもたらしたのではないかと考えられる。

また、長期的な効果としてSet Shift訓練の成績向上に伴いCS訓練のCS1の反応時間の短縮がみられた。これは、Set Shift訓練により、セット転換の制御が可能となったからではないかと思われる。Set Shift訓練では、カードを分類する際に色と形と数の3つのsetが設定されており、3つのsetのどこに注意を向けるのかを制御することが求められる。症例はSet Shift訓練の誤反応数が減りより難易度の高い課題に取り組むことも可能となっており、セット転換の制御が可能となったと思われる。柔軟性のみではなくセット転換の制御ができるようになりより効率的に文字ではなく色に注意を向けることが可能になったためCS訓練の反応時間が短縮したのだと思われる。

本稿訓練では、CS訓練の訓練場面で容易に計測可能かつ客観的な指標として反応時間を用いた。他の指標として誤反応数も考えられるが、CS1およびCS2の誤反応数は、Set Shift訓練を間に挟んでいなかったY+55-57日目から減少する傾向がみられた。しかし、誤反応数が減少をしてもこの時期はCS2の反応時間の短縮はみられなかった。このことから誤反応数の減少は、課題への順応など、セットの切り替え困難の改善以外の要因も関係していると考えられる。そのため本稿ではSet Shift訓練の効果をCS訓練の反応時間を用いて論じている。さらに、訓練結果は日常の問題行動の解消にも汎化をしていった。これは、異なるset間をフレキシブルに切り替えるというSet Shift訓練のタスクは、状況が浮動的でそれに合わせて対応をすることを求められる日常生活に非常に類似しているからではないかと思われる。日常の問題行動に汎化していった要因は、前述のように他職種と訓練の連携をしたことも大きいと思われる。

Set Shift訓練は難易度により4つの課題に分けられており、最終的にはWCSTに必要とされる適切な反応の構えを開始し、反応を維持し、そして必要

に応じて反応を転じることが可能になることを目標としていた。本症例は第3の修正推測課題の第1段階までは可能となったが、訓練の終了によりそこから次の段階に進むことはできなかった。また、WCSTは最後まで教示の理解ができず実施不可となっている。また、Y+85日目にはTMTaからTMTbヘルールの切り替えができるようになり、TMTaは時間が短縮したものの、TMTbは途中で中止となってしまった。このことから、単純なsequential課題は実施可能だが、より複雑で認知的に柔軟であることを求められる課題であるTMTb (Kortteら, 2002)が可能となるまでの回復はしていなかった。また、BADsの結果も障害ありの領域にとどまっていた。訓練の効果は損傷のレベルに関連し、また、Glascherら (2019) が示唆するように損傷が左右半球のどちらにあるかにもかかわる可能性がある。軽快していたとはいえ、失語の影響も無視できない。そのため、今後はさらに症例を増やし検証を行う必要がある。

謝辞：作業療法について情報提供いただいた大土井弘樹先生に心よりお礼申し上げます。

文 献

- 1) Glascher, J., Adolphs, R., Tranel, D. : Model-based lesion mapping of cognitive control using the Wisconsin Card Sorting Test. *Nat Commun*, 10 (1) : 20, 2019.
- 2) 原 寛美 : 遂行機能障害に対する認知リハビリテーション. *高次脳機能研究*, 32 (2) : 185-193, 2012.
- 3) Henri-Bhargava, A., Stuss, D. T., Freedman, M. : Clinical Assessment of Prefrontal Lobe Functions. *Continuum (Minneapolis, Minn)* 24 (3, BEHAVIORAL NEUROLOGY AND PSYCHIATRY) : 704-726, 2018.
- 4) 本田哲三, 橋爪一幸 : 遂行機能のリハビリテーション. *失語症研究*, 18 (2) : 40-46, 1998.
- 5) 伊澤幸洋, 小嶋知幸, 浦上克哉 : アルツハイマー病患者における簡易知能検査と WAIS-III の関連および知能特性. *高次脳機能研究*, 32 (4) : 22-30, 2012.
- 6) 鹿島晴雄 : 前頭葉症状の見方. *高次脳機能研究*, 29 (3) : 27-33, 2009.
- 7) Kortte, K. B., Horner, M. D., Windham, W. K. : The trail making test, part B : cognitive flexibility or ability to maintain set? *Appl Neuropsychol*, 9 (2) : 106-109, 2002.
- 8) 草野義尊, 相沢 悟, 児山律子 : 新訂失語症の言語療法 (語彙訓練) (下). 第1版, エスコアール, 千葉, 2001.
- 9) MacLeod, C. M. : Half a century of research on the Stroop effect : An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109 (2) : 163-203, 1991.
- 10) MacLeod, C. M., MacDonald, P. A. : Interdimensional interference in the Stroop effect : uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4 (10) : 383-391, 2000.
- 11) 前島伸一郎, 大沢愛子, 棚橋紀夫 : 前頭葉損傷による高次脳機能障害の見方. *高次脳機能研究*, 32 (1) : 21-28, 2012.
- 12) 三村 将 : 遂行機能. よくわかる失語症と高次脳機能障害 (鹿島晴雄, 編). 第1版, 永井書店, 大阪, 2003, pp. 388-395.
- 13) Stuss, D. T., Levine, B., Alexander, M. P., et al. : Wisconsin Card Sorting Test performance in patients with focal frontal and posterior brain damage : effects of lesion location and test structure on separable cognitive processes. *Neuropsychologia*, 38 (4) : 388-402, 2000.
- 14) Thomas, R. : ウィスコンシンカード分類テスト (WCST). 高次脳機能検査の解釈過程 (C. J. Golden, 編). 協同医書出版社, 東京, 2018, pp. 200-204.