

脳損傷患者の言語流暢性課題と二重課題干渉 —注意機能の役割に関する検討—

The role of attentional function in patients with cerebral damage : Examining the word fluency test and dual-task interference

有川 瑛人^{1,2)}, 窪田 正大²⁾, 原口 友子¹⁾

要旨：脳損傷患者19名を対象に、独自に考案したWFTの二重課題と注意課題を実施し、WFTにおける二重課題干渉について注意機能の観点から検討した。本研究の二重課題干渉とは、WFTの単一課題と二重課題に要した時間の差（WFT所要時間差）と仮定した。このWFT所要時間差と干渉課題の成績にもとづいて、DT高得点群、DT低得点（I・II）群に分類し、DT高得点群、DT低得点I群、対照群の3群でWFT所要時間差を比較した。さらに、DT高得点群とDT低得点群の2群で、注意課題の成績を比較した。結果、WFT所要時間差は、DT高得点群では対照群と差がなかったが、DT低得点I群は対照群に比べて有意に大きかった。またDT高得点群はDT低得点群に比べてSDMT、TMT-A、TMT-Bの得点が有意に高かった。以上より、DT高得点群は二重課題干渉を制御して2つの課題にバランスよく注意を分配でき、それだけWFTの遂行においても効率的に注意を割り当て得ることが示唆された。

Key Words：言語流暢性課題、二重課題、干渉効果、注意、ワーキングメモリ

はじめに

効果的な認知リハビリテーション（リハ）を実践するためには、個々の神経心理学的検査の特性を十分に理解することが極めて重要になる。その上で、数ある神経心理学的検査の中から必要かつ最適な検査を厳選し、得られた結果を合理的に解釈していかなければならない。

言語流暢性課題（word fluency test：WFT）は、言語機能や前頭葉機能を反映する有用な神経心理学的検査である（大沢ら、2006）。この課題は単に語彙力を測定する課題ではなく、意味記憶や情報処理速度、実行機能といった多くの認知機能が関与することでも知られている（伊藤ら、2006）。

WFTの遂行にはワーキングメモリの働きが関与する（Rosenら、1997；Rendeら、2002）。ワーキングメモリとは、さまざまな課題の遂行中に一時

的に必要となる記憶を指す（Baddeley、2012）。この一時的な記憶をバランスよく用いるためには、中央実行系の働きが重要となる（苧阪、2012）。中央実行系は、ワーキングメモリの中心的な役割を担い（苧阪、2012）、特定の情報に注意を向ける、特定の情報処理を抑制する、注意を切り換える、情報を更新する、といった役割を果たしている（三宅ら、2001）。

このような中央実行系の働きは二重課題干渉に反映される。二重課題干渉とは、2つの異なる課題を同時に実行した時に、一方、あるいは両方の要素課題のパフォーマンスが低下する現象をいう（渡邊ら、2015）。こうした二重課題をうまくこなすには、中央実行系による注意の調整と運用が必要となる（苧坂、2014）。

二重課題はワーキングメモリ研究において広く

1) 医療法人玉昌会加治木温泉病院総合リハビリテーションセンター Eito Arikawa, Tomoko Haraguchi : General Rehabilitation Center, Kajikionsen Hospital

2) 鹿児島大学大学院保健学研究科 Eito Arikawa, Masatomo Kubota : Graduate School of Health Sciences, Kagoshima University

踏襲され (亭阪, 2012), WFTの研究にも応用されている (Troyerら, 1997; Rosenら, 1997; Rendeら, 2002; Azuma, 2004)。たとえば, Rosenら (1997) は, いくつかの二重課題条件下でWFTを行い, WFTにおけるワーキングメモリの容量の役割について検討している。また, Rendeら (2002) は, 二重課題干渉パラダイムを用いて, WFTのパフォーマンスに与えるワーキングメモリのサブコンポーネントの特異性について検討している。

こうした先行研究を通して, WFTのパフォーマンスには中央実行系ないし注意の制御が関与することが指摘されている。たとえば, Rendeら (2002) は, 文字流暢性課題 (letter fluency test: LFT), 意味カテゴリー流暢性課題 (category fluency test: CFT) と articulatory suppression, cube comparison, arithmetic switching の3つの異なる課題を二重課題条件下で行った。その結果, arithmetic switching がLFTとCFTのいずれのパフォーマンスにも影響を及ぼしたことから, LFTとCFTは中央実行系の働きを必要とすると結論付けている。

一方, こうした二重課題を用いた研究は健常者の生成語数のデータにもとづくものがほとんどである。つまり, これまで脳損傷患者については十分な検討がなされていない。

脳損傷患者の場合, 健常者とは異なり次のような点に注意が必要である。まず, 失語症をはじめとする多様な高次脳機能障害の影響を考慮しなければならない。また, 二重課題が予想以上に過負荷となれば, 場合によっては二重課題の条件そのものが成立しない可能性がある。

そこで今回われわれは, こうした要因を踏まえて, 先行研究の手法を踏襲しつつこれを脳損傷患者に応用した方法を考案した。ここでは, 二重課題に干渉されることなくWFTのパフォーマンスを維持することと注意機能の個人差とは関連性があると仮定した。

本研究の目的は, 脳損傷患者におけるWFTの二重課題干渉を注意機能の観点から検討することである。さらに, その結果をもとにWFTに注意機能が果たす役割について考察する。

1. 対象

加治木温泉病院に入院あるいは外来, 通所リハを利用している脳損傷患者19名を対象とした (性別: 男性15名, 女性4名, 平均年齢: 61.1 ± 11.2 歳, 平均経過月数: 64.1 ± 66.0 ヶ月, 原因疾患: 脳梗塞8名, 脳出血10名, くも膜下出血後脳梗塞1名)。右半球損傷患者は9名, 左半球損傷患者は10名で, そのうち9名が軽度の失語症を伴っていた (失語症タイプ内訳: 失名詞失語8名, 超皮質性運動失語 (TCMA) 1名)。対象を選定するにあたり, 改訂長谷川式簡易知能評価スケール (HDS-R) の得点が20点以下, あるいはレーブン色彩マトリクス検査 (RCPM) の得点が平均得点-1標準偏差以下の者, 視野欠損, あるいは半側空間無視を伴う者は対象から除外した (表1)。

対照群は, 健常者9名 (男性1名, 女性8名, 平均年齢 57.4 ± 5.4 歳) であった。

本研究は「加治木温泉病院倫理審査委員会 (承認番号222)」に承認されたもので, 対象者全員に本研究の内容を口頭で説明し, 同意を得た。

2. 方法

a. 単一課題

(1) WFT

研究に先立って試験的にCFTとLFTを行ったところ, LFTでは生成語数が1語あるいは2語と極めて少ない例が多かったため, CFTのみを実施した。CFTのカテゴリーには「動物」と「野菜」の2つを採用した。WFTの制限時間は60秒とし, 60秒の間に表出した語数 (生成語数), およびその語数に到達するまでに要した時間 (単一課題の所要時間) を算出した (図1)。

(2) 色の識別課題 (干渉課題)

パーソナルコンピューター (PC) のモニター中央に「赤」・「青」・「黒」の3色のいずれかで配色された直径5cmの円を提示し, 3秒ごとにその色が切り替わる課題を作成した (図2)。ターゲット

表1 対象者の基礎情報

症例	年齢	性別	利き手	原因疾患	損傷側	経過月数	失語症タイプ	HDS-R	RCPM
A	40	M	R	脳梗塞	R	18		23	
B	41	M	R	脳出血	R	16		25	
C	49	M	R	脳出血	L	49	失名詞		34
D	51	M	R	脳出血	L	5	TCMA	28	
E	54	F	R	脳出血	R	27		29	
F	54	M	R	脳出血	R	132		29	
G	56	M	R	脳梗塞	L	16	失名詞		33
H	59	M	R	脳出血	L	12	失名詞	28	
I	60	M	R	脳梗塞	L	120	失名詞	22	
J	60	F	R	脳梗塞	R	36		28	
K	64	M	R	脳出血	L	130	失名詞	28	
L	65	M	R	脳出血	L	65	失名詞	23	
M	68	M	R	脳梗塞	R	78		23	
N	68	M	R	脳梗塞	R	24		24	
O	70	F	R	脳梗塞	R	24		28	
P	71	M	R	脳出血	L	93		28	
Q	72	M	R	脳出血	L	53	失名詞	22	
R	75	M	R	脳梗塞	R	288		21	
S	85	F	R	SAH/脳梗塞	L	32	失名詞	28	

は「赤」とし、「赤」の出現率を100回中50%に設定した。

b. 二重課題

WFTと色の識別課題(干渉課題)の二重課題を実施した。ここでは、WFT単一課題の生成語数に到達するまで課題を続け、その語数に到達した時間(二重課題の所要時間)と干渉課題の正答率を算出した(図3)。180秒が経過しても単一課題の生成語数に到達しない場合には、ヒントを与えた(「動物」では「ペットや動物園」,「野菜」では「畑や季節の野菜」)。300秒が経過しても目標の語数に達しない場合には、課題を中止した(中止基準)。実施順序は①動物→②野菜の順で統一した。学習効果を避けるため、単一課題と二重課題は必ず別々の日に実施した。

c. 注意機能の評価

本研究では、注意機能の特性を①注意の持続機能(覚度,アラートネス),②注意の選択機能(選択性注意),③注意による制御機能(転換性注意,

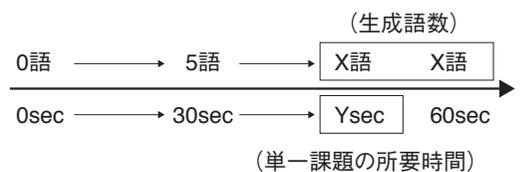


図1 WFT単一課題の所要時間の算出方法

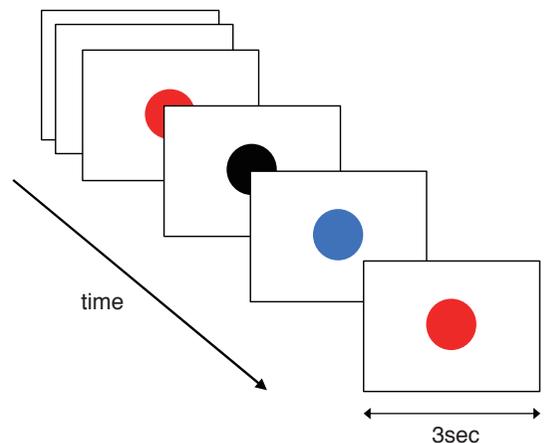


図2 色の識別課題(干渉課題)

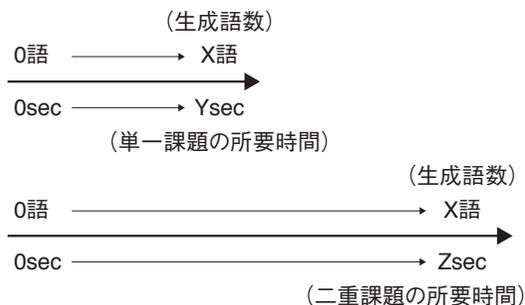


図3 二重課題の実施方法

分配性注意), と定義した (加藤, 2006; 加藤, 2014)。こうした特性にもとづいた上で, 比較的短時間で実施できる以下の注意課題を採用した。すなわち, digit span (forward, backward), tapping span (forward, backward) は単純な注意の範囲や強度, visual cancellation task, trail making test A (TMT-A) は注意の選択機能, symbol digit modalities test (SDMT), trail making test B (TMT-B) は注意の制御機能を反映すると仮定して実施した。

3. 分析方法

a. 操作定義

WFTの二重課題干渉を分析するにあたり, 以下の操作定義を設けて対象者を分類した。「単一課題の所要時間」と「二重課題の所要時間」の差 (WFT所要時間差) と干渉課題の正答率について, 全19名の平均値を算出し, ①いずれの成績も平均値を上回った群 (二重課題 (dual task: DT) 高得点群), ②干渉課題は平均値を上回ったが, WFT所要時間差が平均値を下回った群 (DT低得点I群), ③干渉課題が平均値を下回った群 (DT低得点II群) の3群に分類した。

b. WFT所要時間差の比較

二重課題干渉は, WFT所要時間差に反映されると仮定し, 「動物」, 「野菜」カテゴリーの各々

におけるWFT所要時間差について, DT高得点群, DT低得点I群, 対照群の3群間で比較した。なお, DT低得点II群は, 干渉課題が平均値を下回った群であり, WFT所要時間差の成績が妥当でないとは判断し, 比較対象から除外した。

c. 注意課題の比較

注意課題の成績について, DT高得点群とDT低得点 (I・II) 群の2群間で比較した。

d. 統計処理

3群間の比較にはkruskal-wallis検定, 多重比較にはscheffeを用いた。2群間の比較にはMann-WhitneyのU検定を用いた。

4. 結果

a. DT得点による対象者の分類

動物カテゴリーにおいて, それぞれの平均値は, WFT所要時間差 55.2 ± 64.4 , 干渉課題 91.2 ± 9.5 であった。DT高得点群は7名, DT低得点I群は4名, DT低得点II群は7名であり, 1名は中止基準を適用した。野菜カテゴリーにおいては, WFT所要時間差 47.1 ± 55.5 , 干渉課題 91.8 ± 10.3 であった。DT高得点群は9名, DT低得点I群は4名, DT低得点II群は4名であり, 2名は中止基準を適用した。対照群において, 動物カテゴリーではWFT所要時間差 19.0 ± 29.0 , 干渉課題 96.7 ± 4.0 であった。野菜カテゴリーではWFT所要時間差 5.2 ± 25.2 , 干渉課題 99.4 ± 1.1 であった。

b. WFT所要時間差の比較

表2にDT高得点群, DT低得点I群, 対照群のWFT所要時間差を示した。動物・野菜カテゴリーのいずれも, DT低得点I群は対照群に比べてWFT所要時間差が有意に大きかった (動物: $H=9.322$, $df=2$, $p<0.01$; 野菜: $H=10.791$, $df=2$, $p<0.01$)。DT高得点群は, 他の2群との間に有意差を認めなかった。3群間の年齢に有意差はなかった。

表2 二重課題干渉の内訳

	DT高得点群	DT低得点I群	対照群
動物カテゴリー	24.1 (15.9)	112.7 (32.8)	19.0 (29.0)
		**	
野菜カテゴリー	16.6 (12.3)	117.5 (60.5)	5.2 (25.5)
		**	

数値は平均値(標準偏差)を示す。 ** $p < 0.01$

表3 注意課題の比較

		動物カテゴリー		野菜カテゴリー	
		DT高得点群 (n=7)	DT低得点群 (n=11)	DT高得点群 (n=9)	DT低得点群 (n=8)
Digit span	(for)	4.4 (0.4)	5.0 (1.2)	4.4 (0.4)	5.3 (1.3)
Digit span	(back)	3.8 (0.9)	4.0 (1.2)	4.1 (0.8)	3.8 (1.4)
Tapping span	(for)	5.4 (0.4)	5.5 (1.0)	5.4 (0.4)	5.7 (1.2)
Tapping span	(back)	5.4 (1.4)	4.3 (1.2)	5.4 (1.4)	4.0 (1.2)
Cancellation	(3) time	109.7 (11.3)	133.0 (34.3)	116.2 (21.7)	136.1 (36.4)
Cancellation	(3) %	97.8 (2.0)	96.0 (5.1)	98.0 (2.0)	95.1 (5.7)
Cancellation	(か) time	124.7 (11.4)	166.0 (44.7)	140.0 (31.8)	172.1 (45.1)
Cancellation	(か) %	95.1 (3.0)	92.9 (6.2)	94.2 (5.6)	92.6 (4.6)
SDMT		32.1 (7.0)	26.7 (7.5)	32.5 (6.2)	25.1 (7.6)
		*			
TMT-A		46.4 (6.2)	76.2 (35.1)	48.8 (7.2)	86.3 (37.0)
		**		**	
TMT-B		125.4 (37.6)	196.6 (74.0)	146.5 (51.7)	209.8 (81.3)
				*	

数値は平均値(標準偏差)を示す。 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

c. 注意課題の比較

表3にDT高得点群とDT低得点(I・II)群の注意課題の得点を示した。SDMTは、野菜カテゴリーにおいてDT高得点群がDT低得点群に比べて有意に高かった($U=15.0$, $p < 0.05$)。TMT-Aは、動物、野菜カテゴリーのいずれの課題においてもDT高得点群がDT低得点群に比べて有意に高かった(動物: $U=4.0$, $p < 0.01$; 野菜: $U=4.0$, $p < 0.01$)。TMT-Bは、動物カテゴリーにおいてDT高得点群がDT低得点群に比べて有意に高かった($U=16.5$, $p < 0.05$)。digit span (forward, backward), tapping span (forward, backward), visual cancellation taskは有意差を認めなかった。

2群間の年齢に有意差はなかった。

5. 考 察

本研究では、脳損傷患者に対してWFTを二重課題条件下で行い、その結果をもとに、DT高得点群、DT低得点(I・II)群に分類した。さらに①WFT所要時間差、②注意課題の得点差について比較し、脳損傷患者におけるWFTの二重課題干渉を注意機能の観点から検討した。

本研究のWFT所要時間差は、二重課題がWFTのパフォーマンスに影響を与えた度合いを反映し

ている。WFT所要時間差は、WFTの単一課題と二重課題のそれぞれに要した時間の差である。この差が大きければ、それだけWFTのパフォーマンスが低下したと捉えられる。

二重課題においては、2つの課題にバランスよく注意を分配し、二重課題干渉を制御すればWFTのパフォーマンスに大きな変化は生じ得ない。しかし、なんらかの要因でその配分バランスが崩れて二重課題干渉が生じればWFTのパフォーマンスは低下すると思われる。本研究では、DT高得点群は対照群とWFT所要時間差に違いがなかったが、DT低得点I群は対照群に比べて大きく、WFTのパフォーマンスが有意に低下した。原田ら(2011)は、二重課題であれば常にパフォーマンスの低下がみられるのではなく、各課題に必要な処理資源の量や2つの課題間の競合を含めて検討する必要があることを指摘している。

二重課題干渉が生じる背景には、さまざまな要因が関与していると思われる。たとえば、Rosenら(1997)は、operation span task(ワーキングメモリスパン課題)の得点にもとづいてスパン高得点群とスパン低得点群とに分類し、WFTのパフォーマンスを二重課題条件下で実施した。その結果、スパン高得点群のWFTの生成語数は、digit tracking taskを付与することで減少したが、スパン低得点群ではこうした変化は認められなかった。また、Rendeら(2002)は、LFTおよびCFTと、articulatory suppression, cube comparison, arithmetic switchingの3つの異なる干渉課題を用いて二重課題干渉を検討している。結果として、articulatory suppressionはLFT, cube comparisonはCFT, arithmetic switchingはLFTとCFTのパフォーマンスに影響を及ぼしたことから、ワーキングメモリのサブコンポーネント(Baddeley, 2000)において、phonological loopはLFT, visuospatial sketchpadはCFT, central executive function(中央実行系)はLFTとCFTのパフォーマンスに貢献していると論じている。

また、本研究の結果より、「選択性注意」や「注意の制御」といった特性は、DT高得点群のほうがDT低得点群よりも保たれていると考えられる。TMT-Aは「選択性注意」、SDMTおよびTMT-B

は「注意の制御」を検出する課題である(浜田, 2003; 加藤, 2006)。本研究のDT高得点群とDT低得点群の注意課題の得点をみると、SDMT, TMT-A, TMT-Bでは、DT高得点群のほうがDT低得点群に比べて有意に高かった。

こうした注意機能がWFTの遂行時に果たす役割は、WFTの構成を要素的に分析することで理解できると思われる。Rosenら(1997)は、WFTの構成要素として①手がかりによる自動的な活性化、②生成語やエラーのモニタリング、③生成された語の抑制、④方略的な探索の制御、を想定している。②、③といった要素は、言い換えれば、内的な生成過程を絶えずモニターしながら、不必要な語を抑制して目標語を効率的に「選択」する過程である。また④「方略的な探索の制御」とは、いわば「注意の制御」であり、目的志向的に制御する(加藤, 2014)過程といえる。

以上より、本研究において、DT高得点群は二重課題干渉を制御して2つの課題にバランスよく注意を分配することができたのに対し、DT低得点群では、干渉課題によってワーキングメモリの容量に制約が生じたために、2つの課題間の競合を調整できなくなり、WFTのパフォーマンスが低下したことが示唆された。また「選択性注意」および「注意の制御」といった注意の特性は、WFTのパフォーマンスの効率性に寄与していることが示唆された。

文 献

- 1) Azuma, T. : Working memory and Perseveration in Verbal Fluency. *Neuropsychology*, 18 : 69-77, 2004.
- 2) Baddeley, A.D. : The episodic buffer ; a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4 : 417-423, 2000.
- 3) Baddeley, A.D. : Working memory ; Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63 : 1-29, 2012.
- 4) 浜田博文 : 注意の障害. よくわかる失語症と高次脳機能障害 (鹿島晴雄, 種村 純, 編). 永井書店, 大阪, 2003, pp.412-420.
- 5) 原田悦子, 須藤 智 : 注意と制御と高齢化. 注意と安全 (原田悦子, 篠原一光, 編). 北大路書房, 京

- 都, 2011, pp.130-165.
- 6) 伊藤恵美, 八田武志: 言語流暢性課題の信頼性と妥当性の検討. 神経心理学, 22 (2) : 146-152, 2006.
 - 7) 加藤元一郎: 第2章 標準注意検査法 (CAT) について. 標準注意検査法・標準意欲検査法 (日本高次脳機能障害学会, 編). 新興医学出版社, 東京, 2006, pp.19-27.
 - 8) 加藤元一郎: 遂行機能障害と注意障害の検査. 神経心理学, 30 (2) : 140-149, 2014.
 - 9) 三宅 晶, 齊藤 智: 作動記憶の現状と展開. 心理学研究, 72 (4) : 336-350, 2001.
 - 10) 大沢愛子, 前島伸一郎, 種村 純, ほか: “もの忘れ外来”における認知症と言語流暢性課題. 高次脳機能研究, 26 (3) : 327-333, 2006.
 - 11) 苧阪直行: 前頭前野とワーキングメモリ. 高次脳機能研究, 32 (1) : 7-14, 2012.
 - 12) 苧阪直行: ワーキングメモリの脳内メカニズム. ワーキングメモリと教育 (湯浅正通, 湯浅美紀, 編著). 北大路書房, 京都, 2014, pp.47-58.
 - 13) Rende, B., Ramsberger, G., Miyake, A. : Commonalities and differences in the working memory components underlying letter and category fluency tasks ; A dual-task investigation. *Neuropsychology*, 16 : 309-321, 2002.
 - 14) Rosen, V.M., Engle, R.W. : The role of working memory capacity in retrieval. *Journal of Experimental Psychology*, 126 : 211-227, 1997.
 - 15) Troyer, A.K., Moscovitch, M., Winocur, G. : Clustering and switching as two components of verbal fluency ; Evidence from younger and older healthy adults. *Neuropsychology*, 11 : 138-146, 1997.
 - 16) 渡邊 慶, 船橋新太郎: 2つのことを同時にうまくできないのはなぜか—二重課題干渉を生じるメカニズム. *BRAIN and NERVE*, 67 (10) : 1215-1229, 2015.