

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 21 日現在

機関番号：34521

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700560

研究課題名（和文） 物品使用行為の組織化メカニズムを探求する - 脳損傷患者の視線分析を通して -

研究課題名（英文） Exploration of mechanisms of action organization with object manipulation based on line-of-sight analysis of brain lesion patients-

研究代表者

小田桐 匡（ODAGIRI MASASHI）

姫路獨協大学・医療保健学部・助教

研究者番号：30388904

研究成果の概要（和文）：手紙を書く，茶を入れるなどの日常行為は，関連する道具や物品の適切かつ円滑な順序的使用を必要とする。様々な脳損傷の結果，このような連続物品使用が障害される。本研究では視線計測装置を用いて，連続物品使用中の視覚探索戦略の特徴を分析した。患者は道具（例えば急須）の把持から操作（茶を注ぐ）直前までの操作対象（湯呑み）への注視行動や，当座の操作対象ではなく後々の操作対象への先行した注視行動が有意に減少していた。視空間性注意の配分や，関連物品の空間座標に関する情報の事前処理の問題が考えられた。

研究成果の概要（英文）：For the precise execution of activities of daily living such as writing a letter, tea making, etc., we effectively use related tools/objects in an appropriate way. After various brain lesions, sequential object manipulations are often impaired. In the present study, we used an eye-tracking system to analyze the nature of visual searching during a series of everyday tasks. In patients showing action disorganizations, the number of fixations which focused on a target, e.g., cup, ranging from taking a tool, e.g., teapot, prior to interaction with the object was significantly reduced. In the same way, the number of look-ahead fixations which were not related to the immediate action but a future one was significantly decreased. We suggest that there may be dysfunction in the allocation of visuospatial attention and pre-processing regarding the spatial coordinates of related objects.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：神経心理学，認知行動科学

科研費の分科・細目：

キーワード：連続物品使用，失行，注視行動，目と手の協応，道具使用，日常生活動作，エラー，行為の組織化

1. 研究開始当初の背景

| 手紙を書く，茶を入れるといった日常行為で

は、複数の関連する道具や物品の適切かつ正確な順序の使用が求められる。生活経験の繰り返しの中で、このような行為は特に意識することなく遂行可能となる。

多様な脳部位損傷の結果、運動麻痺や知覚障害などが無いにもかかわらず、連続的な物品使用の障害がしばしば報告されている。障害特性に応じたりハビリテーションプログラムの開発のためには、障害メカニズムの究明が重要な課題となっている。

Liepmann (1900) 以降、このような行為障害は高次の運動障害として研究されてきた。時間的空間的な系列行為の表象障害 (Liepmann, 1905), 使用法の失認 (Morlaas; 大東, 1993), 使用法の健忘 (De Renzi & Lucchelli, 1988), 遂行機能障害 (Luria, 1966), 意味記憶障害 (Hodges, 1999), 行為や道具の概念障害 (Ochipa, 1992), 右半球損傷による注意障害の影響 (Schwartz, 1997) など多岐にわたる。このことは数多くの認知システムが連続物品使用に関与しうることを示している。おそらく複数の障害経路から日常行為の障害が引き起こされると考えられる。

現在、ある特定の認知機能障害が如何に連続物品使用障害に関係するのかを分析し、その障害構造を明らかにすることが研究課題の一つとなっている。それには、従来実施されてきた神経心理検査や連続物品使用時のエラー分析に加え、行為のエラーに至る過程を詳細に分析することが必要であると考えられる。視線分析は、単一行為が連続行為へと組織化される結節点を分析可能とする点で重要な手段と期待されている (Schwartz, 2006, Forde, 2010, Giovannetti, 2012)。

2. 研究の目的

(1) 視覚探索過程の分析：連続物品使用障害の基礎にある視覚探索過程の特徴を明らかにする。

(2) 行動データの神経心理学的検討：連続物品使用障害や障害に関連した視覚探索過程の神経基盤について神経心理学的に検討する。同時に近年提起されている行為の認知モデルに基づき、本研究結果を解釈し、連続物品使用障害の構造を検討する。

総じて連続物品使用障害に対するこのような神経心理学的、認知行動科学的研究によって、人間の行為の組織化に不可欠な神経基盤や情報処理特性について明らかにする。

3. 研究の方法

対象

連続物品使用障害を呈する患者および、連続物品使用に関連する認知機能障害を有する患者 (いずれも神経外来に通院する外来患者) を対象とした。年齢、教育歴を統制した健常成人をコントロール群とした。

方法

(1) 視覚探索過程の分析

連続物品使用障害を呈する患者には、茶を入れる、手紙を書くなど4つの連続物品使用課題を用いた。外傷性脳損傷患者群の場合、職場復帰のような複雑な課題が要求される場面では障害を認めるものの、上記のような比較的単純な連続物品使用課題では全く障害を認めなかった。そこで日常行為テスト

(Schwartz, 2002) を実施した。本テストは連続物品使用課題をより複雑化したもので、二つの課題を同時に実施、誤選択肢の混在、必要物品の探索過程の挿入など、生活場面では必要な認知的負荷を加えた課題構成となっている。課題終了後、映像データをもとにエラー分析を行った。エラーは複数のカテゴリ (行為の順序を失敗する、操作対象を間違える、必要な手続きを省略するなど) に応じて分類しカテゴリ毎にカウントした。

課題遂行中の被験者の視線を、頭部装着型視線計測装置 (nac, EMR-8) にて記録した。本装置は被験者の仮想的視野映像上に被験者の視線を上書き処理したアナログ映像を出力する。本映像をもとに被験者の注視点を分析した。注視基準は、直径0.1度の範囲内に視線が1/15秒以上停留した場合とした (Pelz & Canoza, 2001)。

注視点分析は2名の分析者によって実施した。被験者がどの物品のどの部位 (把持操作部、機能部など) を注視したかに応じて分類し、注視数をカウントした。分析者間一致率が高かったため、以下の目と手の協応分析は一方の分析データを用いて行った。

先行注視の分析

健常被験者に対する日常行為遂行中の注視行動研究によれば、被験者の注視の多くは、当座の行為を直接ガイドするために向けられる (ガイド注視) という。しかし同時に、当座の操作には関係が無いが、後々の操作で必要となる対象への事前の注視 (先行注視, 図1) が生じることも報告されている (Land, 1997, Pelz & Canoza, 2001)。

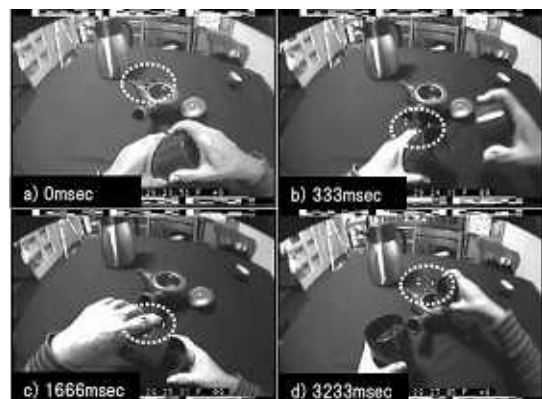


図.1 先行注視

連続行為に関する認知モデル上でも、効果的で円滑な連続行為の遂行には、当座の行為と並行して、それに引き続く行為の内的準備や、その行為で使用される道具や物品の視覚探索も生じると考えられている(Allport, 1985)。そこで連続行為の内的準備状態を類推する手がかりの一つとして、この先行注視の回数を抽出し分析した。

道具操作直前の注視行動分析

さらに行為開始直前の目と手の協応についても分析した。例えば、急須を今まさに操作しようとする(茶を入れる)場合、操作直前には操作対象(湯呑み)を環境内で特定しておかねばならない。この速やかな対象特定が、円滑な道具操作をもたらす。連続行為の認知モデル上では、このような環境内の知覚情報(湯呑み)は、脳内で準備された個々の行為(例、茶を入れる)の起動の合図として位置づけられている(Norman & Shallice, 1986, Baars, 1992)。果たして連続物品使用障害を呈する患者において、内的に準備された個々の行為は、知覚的合図と正しく関係づけられているのであろうか。行為の運動プログラムと環境情報との結合状態を分析するため、行為開始直前の視覚探索過程を抽出し分析した。具体的には、道具への到達運動開始から実際の道具操作を始める直前までの操作対象への注視量を抽出し比較分析した。

(2) 行動データの神経心理学的検討

連続物品使用障害や注視行動変化の神経基盤を分析するために、詳細な神経心理学的検査を実施し、(1)の行動データとの関連性を分析した。神経心理学的検査は、全般的な認知機能検査(MMASEやWAIS-Rなど)に加え、遂行機能検査(ウイスコンシンカードソーティングテストや語流暢性検査、トレイルメイキングテストB)、観念運動失行検査(パントマイム、ジェスチャ)、観念失行検査(単一物品の実使用検査, De Renzi & Lucchelli, 1988)を実施した。さらに連続行為の概念的組織化(一連の行為場面を描写した写真の配列課題, Poeck & Lehmkuhl, 1980)、使用物品の意味記憶(使用物品の名前や使用目的、道具の定義などを問う検査, Hodges et al., 1999)、物品使用行為の概念(物理的構造特性に基づく道具と操作対象とのマッチング、使用目的に対応した代用道具の選択、道具と操作行為とのマッチング等を検査, Ochipa et al., 1992)、連続行為の手続き的な言語性知識(行為完成に必要な手続きを言語的に生成したり、その言語化した手続きを配列する課題, Humphreys & Forde, 1998)等の検査を実施した。

加えて、連続物品使用障害の障害構造を検討していくために、行為の認知モデルを用いて

本研究結果を解釈した。

4. 研究成果

現在外傷性脳損傷の患者群については報告をまとめている段階である。ここでは論文および学会で公表出来た研究成果のみを報告する。

手紙の作成、茶入れなど、比較的単純な連続物品使用で障害を認めた患者に対し注視行動分析および神経心理学的検査を実施し、連続物品使用障害の構造の一端と基礎にある神経基盤について明らかにした。

(1) 視覚探索過程の特徴

患者は全ての連続物品使用課題(茶や珈琲の準備、手紙の作成、蝋燭への点灯)で何らかのエラーを認めた。しかしながら、課題目的の達成という基準では、目的達成が可能であった課題(珈琲課題と蝋燭課題)と目的達成が不可能であった課題(茶課題と手紙課題)の2つに分かれた。

先行注視の特徴

先行注視数やガイド注視、課題遂行時間等について、被験者間要因(疾患)、被験者内要因(課題)の反復測定(試行回数; 3回)二元配置分散分析を実施したところ、先行注視数のみに疾患主効果を認めた($F_{(1, 2)} = 24.17, p < .05$)。各群の反復試行データを被験者データとみなし群間比較を行うと、患者の先行注視は一連の連続物品使用課題の全てで有

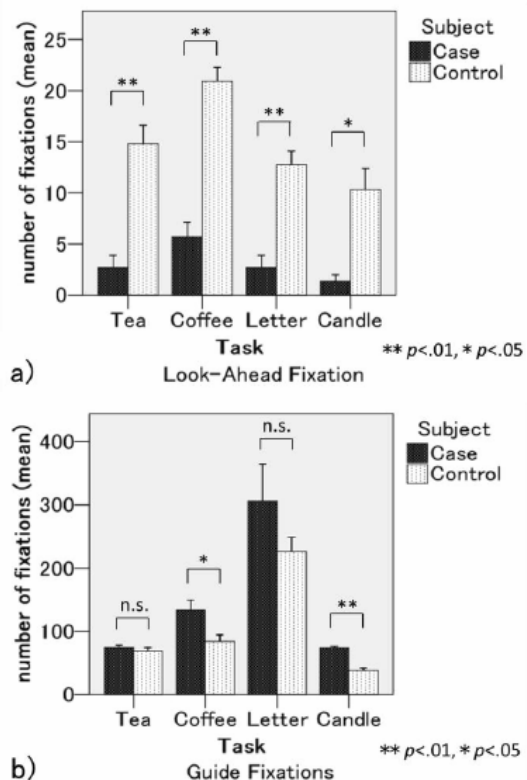


図.2 先行注視とガイド注視

意に低下していた(茶: $t_{(10)} = 3.62, p < .01$; 珈琲: $t_{(10)} = 5.87, p < .01$; 手紙: $t_{(10)} = 4.14, p < .01$; 蠟燭: $t_{(10)} = 2.44, p < .05$; 図 2a)。

その一方、ガイド注視では疾患主効果は認めなかった($F_{(1, 2)} = 1.22, p = .38$)ものの、一部の課題において有意に健常群より多い傾向にあった(珈琲: $t_{(10)} = 2.49, p < .05$; 蠟燭: $t_{(10)} = 4.99, p < .01$; 図 2b)。しかしながら先行注視とエラー数との間には有意な相関関係を認めなかった($r = -.09, p = .77$)。

先行注視に関する分析結果をさらに示す。患者では先行注視数の課題主効果は認めなかった($\chi^2 = 5.68, p = .13$)が、健常群では認められ、珈琲課題が手紙や蠟燭課題よりも先行注視数の割合が大きかった($F_{(3, 24)} = 7.57, p < .01$)。そこで課題のどのような特性が先行注視数を左右するか検討した。まず一連の課題遂行過程を道具/物品操作の最小操作単位(細目行為)に細分化した。ここで言う最小操作単位とは、道具/物品の空間的あるいは質的变化をもたらす操作を意味(Schwartz et al., 1991)し、急須の操作を例にするなら、急須の移動は空間的变化(空間的細目行為)に、急須の蓋を開けることは質的变化(質的細目行為)に相当する。健常群では空間的細目行為の割合で課題主効果を認め($\chi^2 = 23.27, p < .01$)、その傾向は茶課題と珈琲課題が手紙や蠟燭課題より空間的細目行為の割合が高く、先行注視の傾向と類似していた(いずれも $Z = 2.67, p < .05$)。実際健常群では、先行注視数は空間的細目行為の割合や数と有意な相関を認めた(空間的細目行為数: $r = .557, p < .01$; 空間的細目行為率: $r = .573, p < .01$)。

健常者の先行注視数が、課題に含まれる空間的細目行為の割合と相関することから、先行注視は特に空間的移動を必要とする細目行為の事前の組織化を促進するような役割があるのかもしれない。しかし患者では、この先行注視が十分に発揮されない結果、特に空間的細目行為の連続的な組織化過程にある障害をもたらしていることが考えられる。一部の課題で患者のガイド注視が有意に増大したのは、そのような障害に対する代償的な戦略の表れかもしれない。今後更に症例数を増やしながら分析を続けていくことが必要である。

道具操作直前の注視行動の特徴

道具把持の開始から道具操作直前までの操作対象への注視量について分析結果を示す。患者の本注視量とエラー数は負の相関傾向を認めた($r = -.79, p = .06$)。この注視量の疾患主効果は認められなかった($F_{(1, 2)} = .08, p < .79$)ものの、課題達成が不可能

であった課題(茶課題と手紙課題)に限定した比較では、有意に患者の注視量が低かった($F_{(1, 2)} = 23.67, p < .04$)。

このような道具操作直前の対象への注視量の減少は、先行注視の減少と共通の問題を反映していることが考えられる。ともに適切な操作対象に視覚性注意を向けられないという点である。操作対象に適切に注意を向けるには、少なくとも向けるべき対象の意味的処理が予め完了していること、これまで向けていた視覚性注意を抑制し、次の操作対象へと注意を転換しなくてはならない。患者のこのような情報処理上の特徴は如何なるものか次の神経心理学的検査を通じて検証した。

(2) 行動データの神経心理学的検討

神経心理学的検査の結果より、連続物品使用障害を示した患者の全般的認知機能は軽度の低下(例えば MMSE24/30)を示した。しかしながら同程度の認知機能レベルであっても、本研究で用いた連続物品使用課題を問題なく遂行できる患者は臨床でも数多く観察出来る。したがってこの程度の全般的認知機能の低下を障害の原因に直接関連付けることは出来ない。

観念運動失行検査は概ね良好であった。観念失行検査による単一物品使用成績も良好であった。したがって行為の象徴的側面や道具の使用法といった概念的な理解の問題では本障害を説明できない。

遂行機能検査では、語流暢性検査は良好であったものの、ウイスコンシンカードソーティングテストは重度に障害されていた。このことは連続物品使用時における視覚性注意の転換に影響することが予想される。しかし遂行機能障害単独では連続物品使用障害を示さないことも報告されており、別の認知機能システムの障害がさらに影響していることが考えられる。

使用物品に関する意味記憶の検査では使用物品のネーミングや、道具の定義にしばしば困難を認めた。しかしながら、今回の連続物品使用課題で提示された道具に関しては概ね良好であった。したがって個々の使用道具の意味的理解の問題が障害に影響しているとは考えにくい。

連続物品使用に関する写真配列や言語的知識の配列課題では著しい障害を認めた。このことは個々の行為を適切な順序で配列することや、使用する道具や対象の順序だった選択過程に影響することが考えられた。しかしながらこのような配列課題の成績は、実際の連続物品使用課題の成績と矛盾することも明らかとなった。すなわち、机上検査では正答するような場合であっても、実際の連続物品使用では失敗する(あるいはその逆)。したがって、これら机上検査の成績が連続物品

使用障害の背景に関係することは十分考えられるが、実際の遂行能力とのこのような矛盾は、それぞれに使用されると想定される脳内処理システムが必ずしも同じではないことも示している。

本研究では十分な数の患者データを確保できなかったため、各神経心理検査の成績と連続物品使用課題の成績、さらには注視行動データとの関連性を直接統計学的に分析することは不可能であった。その点は現在実施している外傷性脳損傷患者群や別の患者群での研究結果を通して明らかに出来るものと考えている。

最後に、行為の認知モデルに基づき患者の障害構造を部分的だが描写したい。今日代表的な行為の認知モデルでは、連続物品使用は階層的なネットワークのなかで組織化されていると考えられている (Norman & Shallice, 1986, Schwartz et al., 1991, Baars, 1992, Cooper & Shallice, 2000, 図3)。

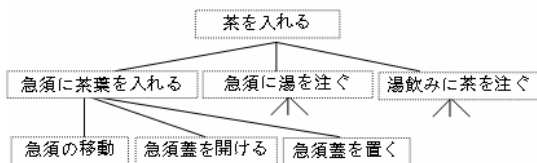


図.3 行為の階層的ネットワーク
(Norman & Shallice, 1986 を改変)

例えば「茶を入れる」という場合、「急須の移動」や「急須蓋を開ける」といった使用道具の空間的あるいは質的变化を伴う細目行為は、より上位の「急須に茶葉を入れる」という行為のもとに組織化され、さらにその行為は「茶を入れる」というより上位の行為に組織化されることになる。このような行為の階層的ネットワークは、実際に使用する道具や物品など、環境情報を手掛かりにしながら進行してゆく。本研究で明らかになったように、患者の操作対象への操作直前の注視量は、課題目標が未達成の課題（茶課題と手紙課題）では有意に低下していた。このことは、行為の階層的ネットワークの特に下位のシステムと環境情報との結合の障害を反映していると解釈できる。つまり環境情報の手掛かりが不十分なまま、下位の行為のシステムが作動した状態と考えられる。組織化された行為のネットワークの下位システムが、環境情報の合図なしに起動してしまうこのような現象を、「遊離した自動作用 (liberated automatism)」と Baars (1992) は概念化しているが、本研究で示した障害構造の一端にはこのような障害が存在すると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

[雑誌論文](計1件)

小田桐匡, 上田敬太, 村井俊哉, 大東祥孝, 船橋新太郎, 系列物品使用障害のメカニズムの探求, 注視行動分析による検討から, 神経心理学, 査読有, Vol28, No.1, 2012, 49-65

http://jglobal.jst.go.jp/public/2009_0422/201202256259431559

[学会発表](計3件)

小田桐匡, 大東祥孝, Action Disorganization Syndrome を呈した症例は何を探索し行動しエラーに陥ったのか - 視線分析と神経心理機能の関連性 -, 日本神経心理学会, 東京, 2009年9月24-25日

M Odagiri, K Ueda, T Murai, Y Ohigashi, S Funahashi

Visual search strategy in a patient with naturalistic action impairment - the analysis of fixation patterns in commission errors

INS Mid-Year Meeting in Krakow, Poland, June 30 July 3, 2010

M Odagiri, K Ueda, C Namiki, T Murai, Y Ohigashi, S Funahashi

The Visual Search Strategy Associated with Action

Organization/Disorganization: Are There Any Particular Fixation Patterns Attributable to Errors in General?,

INS 40th Annual Meeting in Montreal, Canada, February 15-18, 2012

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小田桐 匡 (ODAGIRI MASASHI)

姫路獨協大学・医療保健学部・助教

研究者番号: 30388904