

□原著論文□

アルツハイマー病における不完全線画の視覚認知

北原 崇真<sup>1</sup> 藤田 郁代<sup>2</sup>

抄 録

対象の視覚認知においては、ボトムアップ処理とトップダウン処理が存在する。アルツハイマー病患者 (Alzheimer's disease; AD) では初期から実行機能、抽象的思考、推論が低下するため、視覚認知におけるトップダウン処理が低下する可能性がある。本研究の目的は、初期 AD 患者における不完全線画の認知の特徴と、前頭葉機能との関連性を検討することである。対象は初期 AD 患者 8 名、対照群は健常高齢者 11 名であった。方法は線画の線分を 65% 消去した不完全線画の認知課題を作成し、描かれている物品名を呼称してもらった。視覚認知におけるトップダウン処理との関連性を見るため前頭葉簡易知能検査 FAB を実施した。その結果、不完全線画の認知が AD 群は健常高齢群より有意に低下した。不完全線画の認知成績と FAB 成績との相関は 0.52 であったが、有意水準に達しなかった。以上から、AD では不完全線画の視覚認知が低下し、その背景には視覚情報のトップダウン処理機能の低下があると考えられた。

キーワード：アルツハイマー病，視覚認知，線画認知，トップダウン処理

Visual perception of incomplete line drawings in Alzheimer's disease

KITAHARA Takamasa and FUJITA Ikuyo

Abstract

The visual perception of an object involves bottom-up and top-down processing. In Alzheimer's disease (AD), executive function, abstract thinking, and reasoning decrease from the onset; therefore, top-down processing in visual perception may also decrease. This study aimed to examine the association between the cognition of incomplete line drawings and frontal lobe function in early-stage AD patients. The study participants were eight early-stage AD patients and 11 healthy elderly controls. The cognitive task involved incomplete line drawing, which was created by deleting 65% of a line drawing, and then the subject were asked to name the drawn object. To examine the relevance of top-down processing in visual cognition, the Frontal Assessment Battery (FAB) was performed. The cognition of incomplete line drawing was significantly reduced in the AD group compared with that in the healthy control group. The correlation between incomplete line drawing cognitive results and the FAB score was 0.52; however, it did not reach significance. These results indicate that the visual perception of incomplete line drawing decreases in AD, most likely due to a decrease in the top-down processing of visual information.

Keywords : Alzheimer's disease, visual perception, line drawing perception, top down processing

I. はじめに

私たちの身の回りには様々な物品が存在するが、新規な物品であってもそれがどのような機能を持ち、またどのようなカテゴリーに属するか見当をつけることができる。例えばこれまでに見たことがない形態の

「鋏」を見ても、2つの刃と指を入れる部分があれば、それは切るために使用するものであり、「鋏」ではないかと推論することができる。これは対象の視覚認知においては、形、色、質感、大きさなどの情報とともに、過去の経験や知識が用いられることを示し、前者はボ

受付日：2016年7月19日 受理日：2016年12月20日

<sup>1</sup>国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科 保健医療学専攻 言語聴覚分野 博士課程

Department of Speech and Hearing Sciences, Doctoral Program in Health Sciences, Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

14s3016@g.uhw.ac.jp

<sup>2</sup>国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科 保健医療学専攻 言語聴覚分野

Department of Speech and Hearing Sciences, Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

トムアップ処理, 後者はトップダウン処理にあたる<sup>1)</sup>。

Strauss は, 対象の視覚認知においては, 入力された形や色など視覚情報を分析し統合していくデータ駆動型のボトムアップ処理と, 概念駆動型のトップダウン処理が存在すると述べている<sup>2)</sup>。トップダウン処理では, 既存の知識によって入力情報を解釈し, 仮説検証的かつ演繹的に処理が進む。神経学的には, 上位の中枢が下位の中枢に信号を出し, これらの領域の働きを制御することといえる<sup>3)</sup>。一方ボトムアップ処理では入力情報が帰納的に処理される。視覚認知において光量が不足し輪郭がはっきりしないなど入力情報が乏しい条件では, ボトムアップ処理よりトップダウン処理が優勢になると考えられている<sup>4)</sup>。

認知症では視覚型アルツハイマー病のように視覚認知に特徴的な症状を呈するタイプが存在するが<sup>5)</sup>, 一般の Alzheimer's Disease (AD) は初期の場合は物体や線画の認知に顕著な問題はないとされる<sup>6,7)</sup>。AD では初期から実行機能, 抽象的思考, 推論などが低下するとの研究が存在する<sup>8-10)</sup>。このような機能低下がある場合, 視覚野の機能に問題がなくても, 対象の視覚認知においてトップダウン処理が低下する可能性がある。視覚情報が乏しく, トップダウン処理が優勢となると考えられる課題の1つとして, 不完全な線画を認知する課題がある。これは物品を描いた線の一部を消去して不完全線画を作成し, 物品名を呼称させる課題である。その不完全線画の例を図1に示す。図1に示したのは机であるが, この不完全線画から「机」という物品を把握するには, 描かれた図の視覚情報ととも

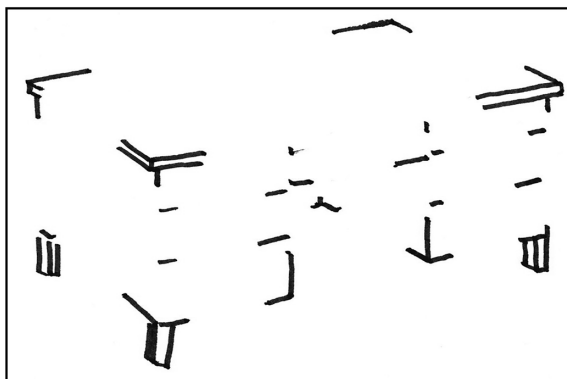


図1 不完全線画の例

に既存の知識を基にそれが何であるかを推論することが必要である。後者はトップダウン処理であり, このように視覚情報が乏しい不完全線画の認知においてはトップダウン処理が優勢になると考えられる。

視覚認知におけるトップダウン処理には, 推論や実行機能などの前頭葉機能に関わる可能性がある。近年の研究では病初期のADにおいて実行機能障害が認められることが報告されている<sup>11)</sup>。Binetti は, AD と健常高齢者を対象として種々の神経心理学検査を行い, その成績を比較したところADでは, どの検査においても健常高齢者に比し有意な低下を認め, これは病初期のADにおける実行機能障害によるものであると結論づけている<sup>6)</sup>。また, Perry は, AD では記憶力障害に続いて病期の早い時期に実行機能障害が生じると述べ, 視空間障害や失行より先に認めるとしている<sup>8)</sup>。

実行機能は前頭葉機能の1つである<sup>12)</sup>。よって, トップダウン処理が優勢となる不完全線画の視覚認知と前頭葉機能との関連性をADにおいて調べることは意味あることと考えられる。しかし, ADを対象として不完全線画の視覚認知を調べた研究は存在せず, また前頭葉機能との関連性について検討した研究は見当たらない。

本研究の目的は初期のAD患者においてトップダウン処理が優勢となる不完全線画の視覚認知が低下するかどうか, 低下する場合, 前頭葉機能とどのように関連するかを検討することである。本研究の意義は, ADが日常生活において物品を見誤る可能性とその条件を把握することであり, その成果はAD患者の生活環境の整備に役立つものと考えられる。

## II. 方法

### 1. 対象

対象は, 神経内科医によりADと診断された患者8名(以下, AD群)であった。ADの重症度は軽度であり, Clinical Dementia Rating (CDR) は0~1点であった。対照群は年齢をマッチさせた健常高齢者11名であった。AD群は, 物忘れを主訴としてA病院物忘れ外来を受診した患者8名で, 年齢は77.6±4.4歳

であり、性別は男性5名、女性3名であった。Mini-Mental State Examination (MMSE) の得点は  $22.0 \pm 3.5$  点であり、範囲は15~27点であった。

健常高齢群は、地域の老人クラブに参加している脳病変の既往歴のない11名であり、日常生活動作は自立していた。年齢は  $76.0 \pm 5.6$  歳で、性別は男性2名、女性8名であった。MMSE得点は  $28.9 \pm 1.1$  点であり、範囲は27点~30点であった。MMSE得点ならびに行動観察より、対照群に知的機能低下が疑われる者はいなかった。AD群と健常高齢群の年齢について Wilcoxon の順位和検定にて有意差がないことを確認した ( $U=33.5, p=0.38$ )。

視覚機能については、AD群と健常高齢群ともに白内障等の視覚疾患のない者とした。視力は近見視力表を用い、被験者との距離40cmの条件で近見視力を片眼ずつ測定し、課題を行うに際し視力に問題がない者とした。また、視野については対座法にて測定し問題がない者とした。

視覚認知機能については、AD群と健常高齢群ともに標準高次視覚検査（以下VPTA: Visual Perception Test for Agnosia）の「形の弁別」を実施し、成績が60歳以上の健常者平均である4/6以上で形の異同弁別に明らかな問題がない者とした。

## 2. 課題

不完全線画と完全線画の認知課題を作成し実施した。また、前頭葉機能との関連性を調べるために、前頭葉簡易機能検査（FAB Frontal Assessment Battery at bedside）を実施した。知的機能との関連性を調べるためにレーブン色彩マトリックス検査（RCPM Raven's Colored Progressive Matrices）を実施した。

表1 不完全線画の物品リスト（50個）

テレビ, 電話, コップ, フォーク, 本, ベッド, ドア, 冷蔵庫, 歯ブラシ, 靴 椅子, 腕時計, タンス, ハンガー, 櫛, 靴下, スプーン, 鉛筆, コーヒーカップ, 机 プラグ, 電球, フライパン, ベルト, ワイングラス, 眼鏡, 鋏, 傘, ブラシ, やかん ネクタイ, 自転車, 飛行機, 瓶, バット, アイロン, スーツケース, ギター, アイロン台 金槌, ピアノ, 箒, ドライバー, 針, ペンチ, 釘, ネジ, 錠前, 帽子, ろうそく
--

## 1) 材料

不完全線画：刺激線画は Snodgrass ら<sup>13)</sup> の260個の線画から選定し、線画に対する親密度が3.0~5.0の範囲の日用品50個を用いた。親密度の平均は  $4.0 \pm 0.5$  であった。表1に作成した不完全線画の物品を示した。不完全線画は描かれている線画の各線分の頂点から頂点までの長さを測定し、線分の65%を消去して作成した。線画はモノクロであり、大きさは  $12.6 \times 9.5$  cmとした。1つの図版はA5サイズであり、上下に2個ずつ配置しA4サイズとした。不完全線画の具体例を図2に示した。

完全線画：線画に対する親密度は不完全線画と同様であり3.0~5.0の範囲の日用品50個を用いた。完全線画の具体例を図2に示した。

## 2) 手続き

図版を提示し、描かれている線画の物品名を発話またはジェスチャーにて答えてもらった。教示は、「今から一部が消えている絵をお見せします。そこに描かれている物を推測して答えてください。分からない場合はジェスチャーでも構いません」とした。反応時間は15秒とした。線画認知課題の実施順序は不完全線画、完全線画の順に施行した。

## 3) 採点

口頭表出でもジェスチャーでも正しく表現したものに対して1点を与え、50点満点で採点した。

## 3. 分析方法

### 1) 線画の認知成績

被験者群（AD群、健常高齢群）と線画の種類（完全、不完全）を2要因とする二元配置分散分析を行った。

### 2) 不完全線画認知課題における誤りの分析

不完全線画認知課題における各群（AD群、健常高

年齢群)の誤反応の出現率について $\chi^2$ 検定を実施した。

3) FAB 得点および RCPM 得点と不完全線画認知課題の平均正答数との相関

FAB 得点および RCPM 得点と不完全線画認知の認知成績の相関をスピアマンの順位相関係数で調べた。

4. 倫理上の配慮

本研究は国際医療福祉大学大学院倫理委員会(承認番号 10-95)および研究実施施設倫理委員会(承認番号 FK-26)の審査,承認を受け実施した。被験者には研究について十分に説明を行い,同意書にて同意を得て実施した。

III. 結果

1. 線画の認知成績

不完全線画と完全線画の認知の平均正答数と標準偏差

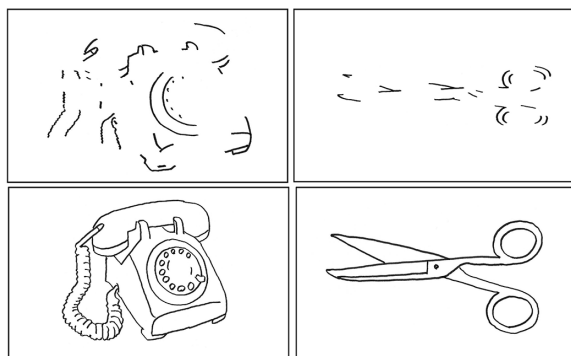


図2 不完全線画および完全線画の認知課題の例

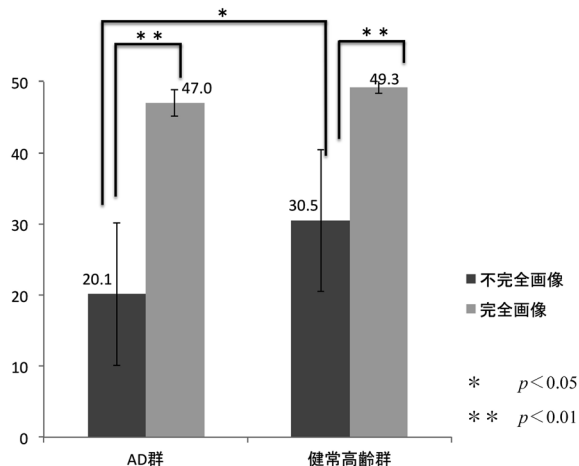


図3 各群における線画認知課題の平均正答数と標準偏差

差を図3に示した。

被験者群(AD群,健常高齢群)と線画の種類(完全,不完全)を2要因とする分散分析を実施した結果,被験者群の主効果( $F(1,42)=8.03, p<0.01$ ),描線画形態の主効果( $F(1,42)=102.5, p<0.05$ )が有意であり交互作用も有意であった( $F(1,42)=74.47, p<0.01$ ).交互作用が有意であったため単純主効果検定の結果,AD群と健常高齢群における線画の種類の主効果を認めた(不完全線画: $F(5,84)=54.32, p<0.01$  完全線画: $F(3,42)=37.95, p<0.01$ ).

以上から,AD群および健常高齢群では完全線画より不完全線画の成績が有意に低下し,不完全線画についてAD群は健常高齢群より有意に低下しており,AD群は完全線画より不完全線画で低下し,健常高齢者より不完全線画の視覚認知が低下するといえる。

2. 不完全線画認知課題における誤りの分析

不完全線画認知課題において各群がどのような誤りを呈したかを調べた。表2に誤りの種類を示した。各誤反応の出現率は誤り反応数/全反応数で算出した(表3)。誤反応は形態類似物品への誤り,形態非類似物品への誤り,無反応の3種に分類できた。「形態類似物品への誤り」は形態が類似した物品への誤りで,「フォーク」を「スプーン」と回答した誤りであった。「形態非類似物品への誤り」は形態が類似しない物品への誤りであり,「ピアノ」を「椅子」のように描かれた絵とは形態が全く異なる物品への誤りであった。「無反応」は15秒以内に回答できなかったものである。各誤りの出現率を $\chi^2$ 検定で比較したところ,AD群,健常高齢群ともに3種類の誤反応の出現率に差を認めた(AD群: $\chi^2=27.8, df=2, p<0.01$  健常高齢群: $\chi^2=34.9, df=2, p<0.01$ )。

3. FAB 得点および RCPM 得点と不完全線画認知課題の平均正答数との相関

FAB 得点ならびに RCPM 得点について表4に示した。

AD群におけるFABの平均得点と標準偏差は,11.1



表2 不完全線画認知における各群の誤りの例

	AD 群	健常高齢群
形態類似物品への誤り	フォーク→スプーン 腕時計→ベルト テレビ→ラジオ	コップ→筒 ギター→バイオリン スプーン→しゃもじ
形態非類似物品への誤り	ギター→灯籠 ピアノ→椅子 テレビ→何かの器	瓶→洗濯バサミ ペンチ→ネジしめる バット→何かを挟む
無反応		

表3 誤反応の出現率（誤り反応数/全回答数）

	AD 群	健常高齢群
形態非類似物品への誤り	21.8% (87/400)	18.4% (101/550)
形態類似物品への誤り	5.3% (21/400)	5.5% (30/550)
無反応	36.5% (146/400)	20.4% (112/550)

表4 AD 群における RCPM と FAB の不完全線画認知成績との相関

	得点	不完全線画認知成績との相関係数
FAB	11.1±3.2 点	0.52
RCPM	18.0±7.8 点	0.39

スピアマンの順位相関係数

±3.2 点であり、範囲は 5～15 点であった。FAB 得点と不完全線画の認知成績の相関をスピアマンの順位相関係数で調べた結果、 $r_s=0.52$  であったが、 $p=0.19$  であり有意水準に達しなかった。

AD 群における RCPM の平均得点と標準偏差は、 $18.0 \pm 7.8$  点であり、範囲は 4～30 点であった。RCPM 得点と不完全線画の認知成績との相関をスピアマンの順位相関係数で調べた結果、 $r_s=0.39$  ( $p=0.29$ ) であり有意な関連性は認めなかった。

#### IV. 考察

本研究の目的は、初期 AD 患者を対象として、視覚認知においてトップダウン処理が優勢となる不完全線画の認知が低下するかどうか、低下する場合、前頭葉機能とどのように関連するかを検討することである。その結果、AD 患者は線分を消去しない完全線画の認知は保存されていたが、線分を 65% 消去した不完全

線画の認知は健常者より有意に低下した。

AD 群において、同じ物品を描いた線画であっても、部分的視覚情報から輪郭の復元を必要とする不完全線画の認知は低下し、復元を必要としない完全線画の認知は低下しないのはなぜであろうか。この点について、視覚認知過程から検討する。視覚認知経路は、神経学的には大きく 2 つに分かれることが知られている<sup>14,15)</sup>。1 つは、一次視覚野から側頭葉に向かう腹側路であり、対象の形態認知にかかわる。この経路は後頭葉内側面の鳥距溝周囲の一次視覚野 (V1) に始まり、V2, V3, 下側頭回皮質後部を経て下側頭回皮質前部へと至る。もう 1 つは、一次視覚野から頭頂葉に向かう背側路であり、対象の位置や運動の情報を頭頂葉へ伝える。前者は「なに系 (what system)」, 後者は「どこ系 (where system)」と呼ばれる。本研究の線画認知にかかわる経路は、「なに系 (what system)」である。

「なに系」の対象の認知過程について、Riddoch ら<sup>16)</sup> は図 4 のように考えている。まず、対象の視覚認知は色彩、形、奥行き的基本的次元の処理に始まり、処理された要素的情報は共線性に基づきグループ化される。その情報は形態へと統合され、視点の基準化が計算され、意味記憶の構造的記述システム、意味システム、名称表象へのアクセスが進む。エッジグループ化からビュー基準化までの障害によって統覚型視覚失

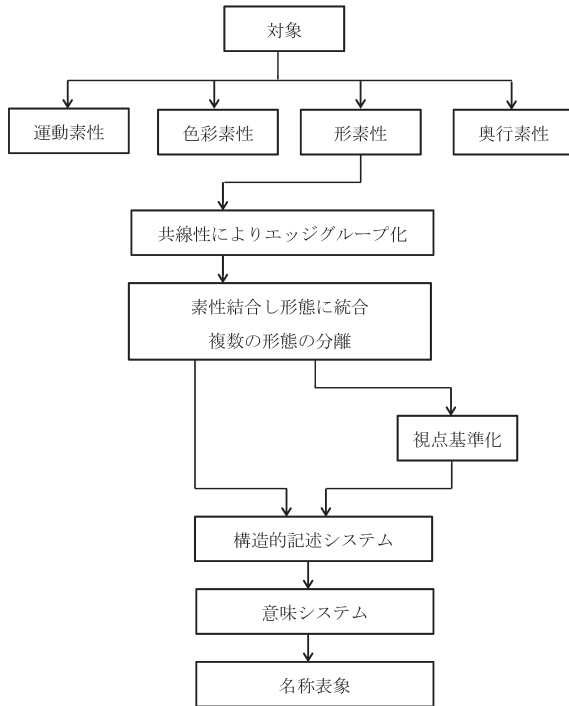


図4 物体認知の階層モデル

認、構造的記述システムから意味システムまでの障害によって連合型視覚失認が生じる<sup>17)</sup>。また統合型視覚失認は素性を形態に統合するレベルの障害とされる<sup>16)</sup>。

本研究での対象のADは完全線画の視覚認知は保たれたことから、上記の視覚経路におけるボトムアップ処理は保存されていると考えられる。しかしADでは不完全線画の視覚認知は低下していた。本研究における不完全線画の視覚認知方略について考えてみると、不完全線画は形態の関する要素的視覚情報が不足しており、ボトムアップ処理だけでは対象を把握することは困難である。そこで、意味記憶に蓄えられた構造的形態（構造的記述システム）や意味概念（意味システム）を基に、それが何であるかを推論するトップダウン処理が不可欠となる。トップダウン処理に意味記憶が関与することは、熟知した対象は熟知していない対象より認識されやすいことから確認されている<sup>18)</sup>。またADでは初期から軽度の意味記憶障害を認めることが近年の研究では報告されている<sup>19)</sup>。推論機能についても、ADでは初期から推論のような実行機能が低下することが報告されている<sup>20)</sup>。このような機能

低下がトップダウン処理に作用し、ADは不完全線画の認知が困難であったと考えられる。本研究におけるトップダウン処理はRiddochらが述べている視覚物体認知過程におけるトップダウン処理、つまり脳内に保存されている視覚情報の賦活による推論的認知を意味している。

不完全線画の視覚認知において、ADではトップダウン処理に問題があることは、誤反応分析からも示される。ADは不完全線画の視覚認知において最も多い誤りは無反応であり、次いで形態が似ていない物品への誤りが多かった。形態が似ていない物品への誤りは、具体的には「ギター」を「灯籠」、「ピアノ」を「椅子」、「テレビ」を「何かの器」に誤るような反応であった。無反応はそれが何であるかを推論しない、または推論することができないことを意味する。この基底には、推論機能の低下および意味記憶の低下が考えられる。また形態が似ていない物品への誤りは、意味記憶の低下、意味記憶との照合機能低下、推論機能の低下が考えられる。無反応および形態が似ていない物品への誤りの発生には、このような意味記憶および推論機能の低下があると考えられる。なお、無反応および形態が似ていない物品への誤りは刺激対象の名称を想起する機能の低下によっても生じる可能性があることは否定できない。この点については今後の検討が必要である。

完全線画の視覚認知には「なに系」の神経経路が関与するが、本研究では不完全線画の視覚認知において、この経路だけでなく、意味記憶および推論などの実行機能を支える脳領域も関与することが示唆された。これらは視覚認知におけるトップダウン処理にかかわる脳領域といえる。このうち推論などの実行機能に関与するのは前頭葉である<sup>21)</sup>。実行機能は目的をもった一連の活動を有効に成し遂げるために必要な機能であり、目的達成のためのプランニング、推論、モニタリング、反応の抑制、能動的注意の制御などが含まれる<sup>22)</sup>。このような実行機能にかかわるのは前頭連合野とされる<sup>23)</sup>。前頭連合野は側頭連合野や頭頂連合野と緊密な線維連絡をもっている<sup>24,25)</sup>。また、前頭連合野はそれらの領域にトップダウン信号を発すること

が知られている<sup>26,27)</sup>。これは視覚連合野についてもいえ、Leeら<sup>28)</sup>は前頭連合野に経頭蓋磁気刺激を与えると、視覚連合野の見本刺激に対する反応の選択性が低下したと述べている。これは前頭連合野から送られるトップダウン信号により視覚連合野の活動が影響を受けることを示す。

前頭連合野の機能を評価する検査には各種あるが、AD患者に実施可能な検査は少ない。実行機能を評価する検査としてはWisconsin card sorting testが適しているが<sup>29)</sup>、手続きが複雑であり、AD患者には適用が難しい。また実行機能の評価に特化した検査として、BADS (Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome)が存在するが、この検査も手続きが複雑であり、また所要時間が長く、AD患者には適用しにくい。そこで本研究では、簡便に施行することができ、高齢者や認知機能障害を呈する症例においても実施が可能な前頭葉機能検査としてFABを取り上げ、FABの成績と不完全線画の認知成績との関連性を調べた。その結果、0.52という相関係数が得られたが、有意水準に達しなかった。この原因としては、2つのことが考えられる。第1点は、FABが幅広く前頭葉機能を測定する検査であり、実行機能に焦点を絞った検査ではないことである。この検査は類似性の理解、語の流暢性、運動系列、葛藤指示、GO-NO-GO課題、把握行動から構成される。FABは10分程度で実施可能であり、スクリーニング検査としては有用であるが、実行機能を精密に評価できるとは言い難い。よって統計的に有意水準に達するまでの結果が得られなかったと考えられるが、0.52という係数は決して低くない。今後、症例数を増やし、推論など実行機能に焦点を絞った検査によって不完全線画の認知と前頭葉機能との関連性を検討する必要がある。第2点は、不完全線画の視覚認知成績に意味記憶の低下が関与している可能性があることである。意味記憶の低下の影響が大きい場合、FAB成績との関連性は前景に出てこない可能性がある。今回は、意味記憶の評価を実施しなかったため推察の域を出ないが、今後、視覚認知におけるトップダウン処理と意味記憶との関連性を検討することが

重要であるといえる。

本研究では、不完全線画の認知と知的機能との関連性についてRCPMを用いて調べた。その結果、不完全線画の認知成績とRCPM得点との間に相関を認めなかった。この理由として考えられることは、今回は対象者が少なく、軽度の患者のみを対象としたことである。不完全線画の認知と知的機能の関連については、さらなる検討が必要である。

AD患者は物を見ているのにその認知を誤り混乱することや、馴染みのない新規な物を認識することが困難であり、それを受け入れることに抵抗を示すことがある。本研究は、AD患者は要素的な視覚機能が保たれていても、環境が整理されておらず不十分な視覚情報しかない場面では物の認識を誤ってしまう可能性があることを示した。またAD患者は、推論を必要とするような視覚認知が困難であり、そのような場面に遭遇すると混乱する可能性が高い。AD患者の生活支援においては、明るさ、色彩、距離、提示時間、文脈などを考慮し、物を認識しやすい環境を整えることが重要と考えられる。またトップダウン処理を効率的に行うには、あらかじめ場面を設定し、その物に関する情報をことばなどで与えておくことが有効と考えられる。

本研究の限界は、意味記憶を評価していないこと、および実行機能の評価が不十分であったことである。また脳機能との関連性について、文献的考察しかできなかったことである。さらに症例数が少なかったことも挙げられる。今後は、これらの点に留意し、AD患者における視覚認知を多方面から検討したいと考えている。

## V. 結論

初期のAD患者を対象として、トップダウン処理が優勢となる不完全線画の視覚認知が低下するかどうか、低下する場合、前頭葉機能とどのように関連するかを検討した。その結果、AD患者は、完全線画の視覚認知は保存されていたが、不完全線画の認知は健常高齢群より有意に低下していた。これは推論機能や意

味記憶が作用する視覚認知におけるトップダウン処理機能の低下によると考えられた。不完全線画の視覚認知成績と前頭葉機能を評価する FAB 得点との相関を調べたところ、0.52 の相関係数を示したが、統計学的には有意水準に達しなかった。

以上から、AD では不完全線画の視覚認知が低下し、その背景には視覚情報のトップダウン処理機能の低下があると考えられた。

本研究において報告すべき利益相反はない。

## 文献

- 1) Roediger HL. Implicit memory: Retention without remembering. *Am. Psychol.* 1990; 45: 1043-1056
- 2) Strauss E, Sherman EMS, Spreen OA. *Compendium of Neuropsychological Tests: Administration, Norms, and Commentary.* New York: Third Oxford University Press. 2006; 963-1011
- 3) 船橋新太郎. 実行機能と前頭連合野の関与. *心理学評論* 2015; 58: 55-71
- 4) Cohen G. Data-Driven and Conceptually Driven Processing. In *The Blackwell Dictionary of Cognitive Psychology* (ed. Eysenck, MW.). Cambridge: Basil Blackwell, 1990 (野島久雄, 重野純, 半田智久訳: 認知心理学事典. 東京: 新曜社, 1998: 311-313)
- 5) Levine DN, Lee JM, Fisher CM. The Visual variant of Alzheimer's disease: a clinicopathologic case study. *Neurology.* 1993; 45: 305-313
- 6) Binetti G, Cappa Sf, Magni E, et al. Disorders of visual and spatial perception in the early stage of Alzheimer's disease. *Ann. NY. Acad. Sci.* 1996; 17: 221-225
- 7) Binetti G, Cappa Sf, Magni E, et al. Visual and spatial perception in the early phase of Alzheimer's disease. *Neuropsychology.* 1998; 12: 29-33
- 8) Perry RJ, Hodges JR. Attention and executive deficits in Alzheimer's disease. *Brain.* 1999; 122: 383-404
- 9) 東海林幹夫. 認知症の臨床と病態. *臨床神経学.* 2008; 7: 467-475
- 10) Farina N, Rusted J, Tabet J. The effect of exercise interventions on cognitive outcome in Alzheimer's disease: a systematic review. *Int. Psychogeriatr.* 2014; 26: 9-18
- 11) 長濱康弘. アルツハイマー病の認知機能: 実行機能障害をめぐって. *認知神経科学.* 2005; 7(3): 223-229
- 12) 仲秋秀太郎, 佐藤順子. 実行機能—その概念と評価法—. *老年精神医学.* 2015; 26: 248-256
- 13) Snodgrass J, Vanderwart MA. Standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity. *J. Exp. Psychol. Hum. Learn. Mem.* 1980; 6: 174-215
- 14) Ungerleider L, Mishkin M. *Two Cortical Visual Systems: Analysis of Visual Behavior.* Cambridge: MIT Press, 1982: 549-586
- 15) Milner AD, Goodale MA. Two visual systems re-viewed. *Neuropsychologia.* 2008; 46: 774-785
- 16) Riddoch M, Humphreys G. *The Handbook of Cognitive Neuropsychology.* USA: Psychology Press, 2001: 45-74
- 17) Lissauer H. Ein Fall von Seelenblindheit nebst einem Beitrage zur Theorie derselben. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* 1890; 21: 222-270
- 18) 杉尾武志, 乾敏郎. 日常物体の視覚認知における大局的構造の影響. *認知科学* 2003; 10: 276-290
- 19) 長濱康弘. アルツハイマー病, レビー小体型認知症の高次脳機能障害. *高次脳機能研究* 2011; 31: 250-260
- 20) da Costa Armentano CG, Porto CS, Nitrini R, et al. Ecological evaluation of executive functions in mild cognitive impairment and Alzheimer disease. *Alzheimer Dis. Assoc. Disord.* 2013; 27: 95-101
- 21) Mega MS, Cummings JL. Frontal-subcortical circuits and neuropsychiatric disorders. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 1994; 6: 358-370
- 22) Lezak MD. The problem of assessing executive functions. *Int. J. Psychol.* 1982; 17: 281-297
- 23) Funahashi S. Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neurosci. Res.* 2001; 39: 147-165
- 24) Pandya DN, Barnes CL. Architecture and connections of the frontal lobe. *The Frontal Lobes Revisited.* New York: The IRBN Press, 1987: 41-72
- 25) Petrides M. Frontal lobe and working memory: evidence from investigations of the effects of cortical excisions in non human primates. *Handbook of Neuropsychology.* Amsterdam: Elsevier, 1994: 59-82
- 26) Egnér T, Monti JMP, Trittschuh EH, et al. Neural integration of top-down spatial and feature-based information in visual search. *J. Neurosci.* 2008; 28: 6141-6151
- 27) Thompson KG, Biscoe KL, Sato TR. Neuronal basis of covert spatial attention in the frontal eyes field. *J. Neurosci.* 2005; 25: 9479-9487
- 28) Lee TG, D'Esposito M. The dynamic nature of top-down signals originating from prefrontal cortex: a combined fMRI-TMS study. *J. Neurosci.* 2012; 32: 15458-15466
- 29) Nagahama Y, Okina T, Suzuki N, et al. Factor structure of a modified version of the wisconsin card sorting test: an analysis of executive deficit in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Dement. Geriatr. Cogn. Disord.* 2003; 16(2): 103-112