

加齢によって意味記憶は低下するのか

－ 認知地図を用いた脳内の意味ネットワークの検討 －

武田 克彦

(日本赤十字社医療センター 神経内科)

<要旨>

意味記憶を調べる方法の1つに脳内のネットワークを認知地図として描く方法がある。この研究では、加齢によってこの意味記憶ネットワークが変化するかどうか、アルツハイマー病患者の認知地図と高齢者の認知地図とは異なるのかどうかを検討した。結果は、加齢による認知地図の変化はごく軽微であった。これに対してアルツハイマー病患者では、明らかにこのような認知地図の崩壊が生じていると考えられた。

<キーワード>

意味記憶、認知地図、加齢、アルツハイマー病

はじめに

アルツハイマー患者（以下AD患者）の臨床症状としては記憶障害が最も顕著である。一方健常な高齢者にも記憶の減退がみられる。この2つが鑑別の試みはなされてはいないものの、まだ解明されていない点が多い。記憶は、エピソード記憶と意味記憶に分けられる。初期AD患者の場合、エピソード記憶の障害は著明であるが、意味記憶の障害はあまり障害されないとする報告と、初期より障害されるという報告がある。意味記憶の障害について明らかにすることは、AD患者と健常な高齢者との鑑別の上でも重要と考えられる。

この意味記憶の障害の有無については、主に語流暢性検査や、物品呼称の検査で調べられている。例えば語流暢性検査を用いると、AD患者ではあるカテゴリーに属する名前が少数しか

言えなくなると報告されている。しかしそのことがどのような例えば脳内機構の障害を意味しているのか明らかにした研究は少ない。

その数少ない研究のうち、AD患者における意味ネットワークを検討した研究がある。それによれば、あるカテゴリーに属する語同士が脳内でどのようなネットワークを形成しているのかを多次元尺度構成法やクラスター分析を用いて認知地図として描くことができるという。認知地図では、ある語とある語がどの程度似ているのかという語の親近性は、地図上の距離に反映されると考えられている。この認知地図を描く手法を用いてChanら（1993）はAD患者の動物名の認知地図を描き、健常者と比べてAD患者の認知地図が崩壊していることを示した。さらにChanら（1998）は色などの知覚的な情報のネットワークはAD患者でも保たれていると述べた。しかし具体的に認知地図を示したわ

けではない。

色などの意味ネットワークが AD 患者で保たれるのかどうかという問題は、AD 患者において意味ネットワークの崩壊にはカテゴリーによる違いがあるかどうかという問題の解明につながる。脳損傷患者ではあるカテゴリーだけが障害されることが多数報告されている。さらに痴呆のない進行性の言語障害を呈した患者で、生物 (living things) の方が非生物 (nonliving things) よりも障害されていたという報告がある (Basso et al, 1988; McCarthy and Warrington, 1988)。AD 患者においても、同様に生物の方が非生物に比べて障害されやすいという報告がある (Chertkow et al, 1992; Silveri et al, 1991)。しかし反論 (Cronin-Golomb et al, 1992; Montanes et al, 1996; Tippett et al, 1996) もあり、研究者の一致をみていない。

以上のような意味記憶障害を明らかにしようとした AD 患者を対象とした先行研究は、必ずしも健常高齢者を対照群としていなかったり、対象者は AD 患者と同数の 10 数例程度であることが多いなどの問題点が見受けられる。特に加齢によってこの認知地図は影響を受けると予測されるのだが、どのような影響を受けるのかが今までの研究では欠如している。

今回我々は AD 患者の色のカテゴリーについて Chan ら (1993) の方法、すなわち色の語流暢性検査の結果をもとに認知地図を作成し、健常者については 100 例以上の多数例を対象とした。そして 60 歳以上と 60 歳未満とを分けて認知地図を作成し、色の認知地図が加齢の影響を受けるのか否かについて検討した。AD 患者の色の認知地図を健常者の地図と比較もしたので報告する。

対象・方法

対象

健常者は三井記念病院総合健診センターの脳ドック受診者のうち、神経心理検査を受けることに同意した 115 名 (男性 65 名, 女性 50 名) である。平均年齢は 58.2 歳, 平均教育歴は 13.5 年であった。AD 患者と年齢をマッチングさせるために、健常者は 60 歳未満 (63 名: 男性 37 名, 女性 26 名) と 60 歳以上 (52 名: 男性 28 名, 女性 24 名) の 2 群にわけた。

初期の AD 患者 16 名 (男性 7 名, 女性 9 名)。平均年齢は 70.3 歳, 平均教育歴は 11.7 年であった。

用いた課題は色名の語流暢性検査である。被験者には閉眼させ、1 分間で思いつく限りの色の名前を言わせた。

分析方法

同じ色名を言った場合は数に入れなかった。また、色の命名は個人差が大きいので「青」と「ブルー」のように同じ色を違う言語で言ったのか、違う色を表しているのかが不確実な場合は検査後に確認をとった。以下の方法で認知地図を作成した。

1. 健常者で 4 人に 1 人が言う色名を抽出

色名の平均想起数は健常者は 13.0, AD 患者は 9.4 であった。認知地図を描くためには語流暢性検査で想起された全ての色名を用いることはできない。ほとんどの人が挙げない色名を分析に用いても分析作業が煩雑になるだけで、結果にはあまり意味をなさないからである。Chan ら (1993) も 12 の動物名を抽出した。本研究では健常者で 4 人に 1 人以上が言う色を選択することにした。

健常者の挙げた色名は多い順に赤 (100%), 黄 (92.2%), 白 (74.8%), 緑 (74.8%), 黒 (67.8%), 青 (65.2%), 紫 (65.2%), 橙 (54.8%), 桃 (46.1%), 灰 (46.1%), 茶 (41.7%), 黄緑 (27.0%) の12色であった。

一方, AD患者の場合は赤 (100%), 黄 (93.8%), 白 (81.3%), 青 (81.3%), 紫 (81.3%), 黒 (68.8%), 橙 (62.5%), 緑 (56.3%), 桃 (37.5%), 茶 (31.3%), 黄緑 (25%), 水色 (25%) の順であった。灰色は13番目で18.8%であった。

2. 色と色の距離を算出

Chanら (1993) の方法を元に12色についてそれぞれの色と色との距離を算出した。図1の D_{ij} は, ある語 i と語 j の距離を表している。例えば図中の3名の青と緑の距離をもとめる場合, 計算式にあてはめると青と緑の距離は0.51となる。他の色と色の距離についても同様に求めた。この方法では言えた色の総数によって距離が補正されている。つまり, 「青, 赤, 黄, 緑」と言った人と「黒, 白, 赤, 黄, 黄緑, 青, 茶, 桃, 緑, 紫」と言った人の青と緑の距離は一緒ではないと考えられるからである。

3. 多次元尺度構成法 (Multidimensional Scaling)

多次元尺度構成法を用いて認知地図を作成した。解析にはSPSS社の統計ソフトSPSSを用いた。多次元尺度構成法とは2つの事物の非類似性 (あるいは類似性) の程度をデータとして用い, その行列を分析する手法である。多次元尺度構成法で得られた結果はどの2点の組み合わせをとってもその距離が近ければ類似性が高く, 遠ければ類似性が低いことを表している (Arabie et al, 1987 (岡太, 今泉共訳, p13, 1990))。

4. Ward法クラスター分析

クラスター分析を行い, 3の地図上に結果を

重ね描きした。統計ソフトはSAS社のJMPを使用した。クラスター分析では対象がそのクラスターに含まれるかどうかを0か1の要素で表した行列を用いる。多次元尺度構成法では連続的なデータを扱うが, クラスター分析では離散的データを扱う点異なり, 両者を同じデータの分析に用いることは両者が補いあう関係にあることから推奨されている (Arabie et al, 1987 (岡太, 今泉共訳, p75-76, 1990))。

$$D_{ij} = \frac{N}{T^2} \sum_{k=1}^{T_{ij}} \frac{d_{ijk}}{n_k}$$

D_{ij} : 色 i と色 j のマトリックス内での距離
 d_{ijk} : 被験者 k の i と j の距離
 n_k : 被験者 k が答えた全ての色名の数
 T_{ij} : i と j の両方の色名を答えた被験者数
 N : i と j の色名を答える可能性のある被験者数

例: 被験者1, 2, 3の青と緑の距離を求める場合

被験者1: 青, 緑, 赤, 白

被験者2: 青, 赤, 黒, 緑, 黄色, 桃色, 紫

被験者3: 青, 赤, 黒, 白

$d_{j1/n1}=1/4$, $d_{j2/n2}=3/7$, $d_{j3/n3}=N/A$ (計算不可)

$N=3$, $T_{ij}=2$

$D_{ij}=3/2^2(1/4+3/7)=0.51$

図1 色と色の距離の求め方

5. 認知地図の見方

認知地図の見方をもう少し詳しく説明する。

Chanら(1993)は熊, 猫, 牛, 犬, 象, キリン, 馬, ライオン, ウサギ, 羊, 虎, シマウマの12の動物を選び, 家畜か野生かを次元1に, 大きさを次元2に想定している. 健常者の認知地図では象は「野生で大きく」, ウサギは「家畜で小さい」という次元に分類された. また犬と猫(どちらも「家畜で小さい」), シマウマとキリン(どちらも「野生で大きい」)はそれぞれ非常に近いところに位置していた. しかし, ADの認知地図では熊が家畜に, シマウマは小さい次元に分類され, シマウマとキリンの距離よりもシマウマとウサギの距離の方が近いという結果を示した. このように認知地図では, 異常が, 異なる次元, 異なる距離として表される.

結果

1. 健常者の60歳未満と60歳以上の認知地図
 多次元尺度構成法とクラスター分析で得られた認知地図を図2に示した. 横軸が次元1で色の「派手」と「地味」, 縦軸が次元2で色の「濃い」, 「薄い」を想定した. 曲線はクラスター分析の結果である.

60歳未満と60歳以上の両群でもっとも異なっているのは紫の布置であり, 次元1, 2の両軸に対して反対に位置していた. 60歳未満は紫を「派手で薄い」色としているのに対し, 60歳以上は「地味で濃い」色とした. また, 60歳未満を基準とすると色の地味・派手という次元1に対して, 青, 白, 桃色は地味から派手に, 茶, 黄色は派手から地味へと移っていた. 次元2では次元1ほど違いはみられなかったが, 橙・黄緑・灰色が薄い色から濃い色へと移動していた. しかし, クラスター分析ではほとんど

違いはみられず, それぞれの色が両群でほぼ同じクラスターにと分類された.

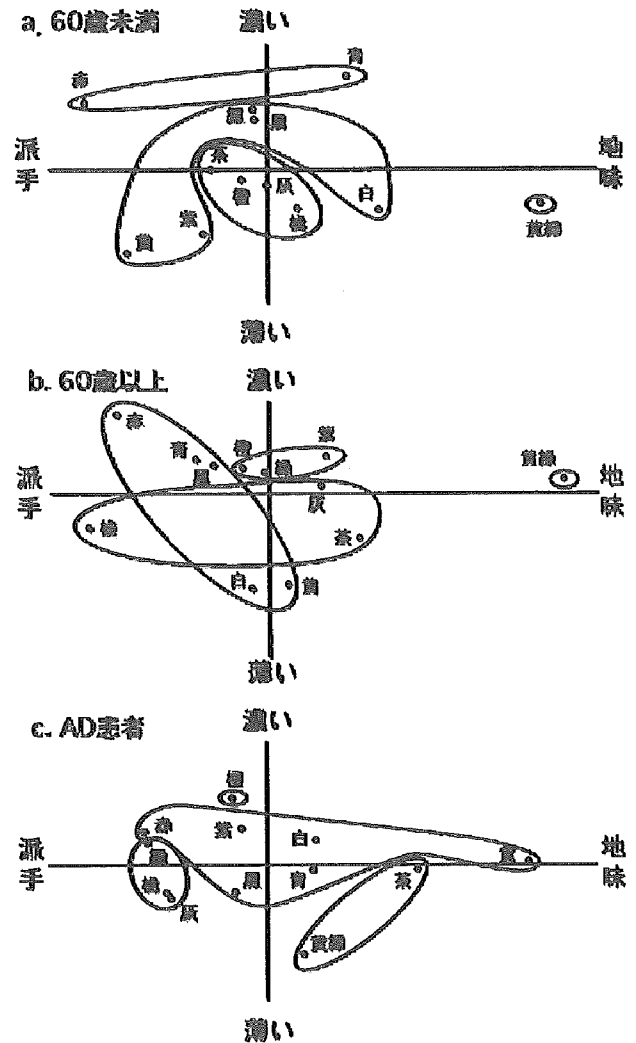


図2 色の認知地図
 a: 60歳未満, b: 60歳以上, c: AD患者
 横軸が次元1, 縦軸が次元2
 曲線はクラスター分析の結果

2. 健常者の60歳以上とAD患者の認知地図

次に60歳以上とAD患者の色の認知地図を比較した(図2b, c)。AD患者の認知地図では無彩色の黒, 白, 灰色の位置が健常者と比べて非常に異なっており, 白が濃い色, 黒が薄い色, そして灰色が派手な色の位置にあった。また健常者では黄緑は最も離れた位置にあったが, AD患者の認知地図では黄色がその位置にあった。一方, クラスタ分析を行うと, 黒, 白, 赤, 青, 黄が同じグループに入るという結果が得られ, これは健常者もAD患者も同じであった。

考察

1. 加齢の影響

健常者の60歳未満と60歳以上の認知地図ではいくつかの色の布置が異なったが, クラスタ分析では大きな違いがみられなかった。このことは加齢の影響により60歳以上の色の認知地図が60歳未満の認知地図と比較して崩壊しているというよりは, ある色に対する感じ方が世代によって異なったために生じた結果を示唆している。すなわち「色」についての意味ネットワークが60歳未満と60歳以上とでは特に異なることはないが, ある色名を思い浮かべた時にその色に対するイメージが, 濃いのか薄いのか, 派手なのか地味なのかという捉え方が異なるのだと思われる。例えば「紫」には藤の花のような薄い色味もあれば, すみれの花弁のような濃い紫もある。被験者が「紫」の色名を挙げたときにどのような紫を思い浮かべたのかはわからないが, その思い浮かべた色の差が世代による認知地図の差を生じさせたものと考えられる。

今回の結果は, 加齢によって色の意味ネットワークに崩壊をもたらすことはなく, 健常高齢者でも保たれていることを示唆するものである。

2. AD患者

60歳以上の健常高齢者とAD患者との認知地図を比較すると, クラスタ分析の結果では黒, 白, 赤, 青, 黄が同じグループに含まれており, これらの色と色との関係についてはAD患者でも保たれていると考えた。しかし, 次の2点において両群は異なっていた。第一の違いは無彩色(黒, 白, 灰)の布置である。いくつかの有彩色では健常者でも世代による違いが若干みられたが, 無彩色ではこの世代の差はみられなかった。無彩色は色の位置づけとして, 色相とは異なった軸上に存在している(3色とも彩度は0で, 違いは明度の差のみである)¹。この3色(黒, 白, 灰)について布置が異なるというのは健常者ではみられなかった現象である。第二の違いは黄緑の布置である。多次元尺度構成法で得られた結果には, ある色と色の類似性が反映されており, 地図上で遠く離れている色同士は類似性が低いことを表している。健常者の地図では60歳未満・60歳以上のどちらでも, どの色とも黄緑が最も遠く離れていた。しかし, AD患者では黄緑の位置が健常者とは全く異なっていた。代わりに黄色が健常者の黄緑の位置にあった。以上2点からAD患者の色の認知地図は健常高齢者と比べると異なり, 崩

¹ 1色は色相, 明度, 彩度の三つの属性から定義され, マンセルの色立体のように3次元で表される。色相とは赤, 黄, 青などその色を特徴づけている属性である。色には色相を持つ有彩色と白, 灰, 黒のような色彩を持たない無彩色とがある。無彩色の中で最も明るい色は白で, 最も暗い色は黒であり, その途中にいろいろな明るさの灰色が存在する。色の明るさの度合い, すなわち白っぽさや黒っぽさを表すのが明度である。彩度は色のくすみ, 鮮やかさの度合いを表す。本研究で扱ったのは色相の色名と無彩色である。

壊していると言える。

AD患者を対象としてカテゴリーの違いを調べた先行研究によれば、AD患者では生物は非生物よりも障害されやすいという報告や、そうではないという報告があるが、色は非生物という範囲には入らない（少なくとも先行研究で色を調べたものはなかった）ので今回の結果と直接比較することはできない。Chanら（1998）は色のような知覚的な情報はADでも保たれていると述べた。しかし彼女らは具体的な結果は示していない。AD患者の色の認知地図を示した我々の報告は、AD患者においては意味知識の崩壊が生物・非生物という範疇だけでなく、色のような知識にも及んでいる可能性を示した点で意義があると考えられる。今回の報告ではAD患者の場合、もともとと言える色の数が少なく、また今回対象としたAD患者の数はけして多くはなかったという問題点が残る。今回の結果には個人差が関与している可能性を否定できない。今後は対象患者数を増やしてさらに検討を重ねることが必要と考える。

最後に性別の問題について述べる。AD患者のカテゴリーによる成績の差は性別によっても異なるという報告がある（Laiacina et al, 1998）。

Laiacina (1998)らは、AD患者は線画の呼称において男性は非生物カテゴリーにおいて女性よりも成績がよく、生物カテゴリーでは女性の方が男性よりも成績がよかったと述べた。また、語流暢性検査を用いた健常者を対象とした報告

（Capitani et al, 1999）では女性が果物で、男性が道具でそれぞれ有意により結果を示した。

我々も語流暢性検査の成績がカテゴリーによって性別で異なることを報告している（御園生ら, 1998, 2000）。男性は動物とスポーツ、女性は野菜と色で多く言え、この傾向は若年者よりも高齢者で顕著であった。本研究で想起された色

数を男女別にみても（表1）、健常者では色数を限定する前では全体で、また60歳以上で有意に女性の方が多く言えた。AD患者も同様の結果であった。ところが、色数を12色に限定すると有意差はなくなったので、本研究では男女別に認知地図を描くことは行わなかった。しかし、性別によってあるカテゴリーを構成する知識の量が異なるとすれば、今後は認知地図を描くときにも性別ごとに描くことが必要になってくると考える。

文献

1. Arabie P, Carroll JD, and DeSarbo WS: Three-way scaling and clustering. Sage Publishing Inc., 1987 (岡太彬訓, 今泉忠 共訳. 3元データの分析, 共立出版, 1990)
2. Basso A, Capitani E, Laiacona M: Progressive language impairment without dementia: A case with isolated category specific semantic defect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 51; 1201-1207, 1988.
3. Capitani E, Laiacona M, Barbarotto R: Gender affects word retrieval of certain categories in semantic fluency tasks. *Cortex* 35; 273-278, 1999
4. Chan AS, Butters N, Paulsen JS et al: An assessment of the semantic network in patients with Alzheimer's disease. *J Cogn Neurosci* 5; 254-261, 1993
5. Chan A, Salmon D, Nordin S et al: Abnormality of semantic network in patients with Alzheimer's disease. Evidence from verbal, perceptual, and olfactory domains. *Ann N Y Acad Sci* 30; 681-685, 1998
6. Chertkow H, Bub D, Caplan D: Constraining theories of semantic memory processing: Evidence from dementia. *Cognitive Neuropsychol* 9; 327-365, 1992
7. Cronin-Golomb A, Keane MM, Kokodis A et al: Category knowledge in Alzheimer's disease: Normal organization and a general retrieval deficit. *Psychol Aging* 7; 359-366, 1992
8. Laiacona M, Barbarotto R, Capitani E: Semantic category dissociations in naming: Is there a gender effect in Alzheimer's disease? *Neuropsychologia* 36; 407-419, 1998
9. McCarthy RA and Warrington EK: Evidence for modality-specific meaning systems in the brain. *Nature* 334; 428-430, 1988
10. 御園生香, 武田克彦, 山門実: 健常者における語流暢性検査の検討. *失語症研究* 18; 50, 1998
11. 御園生香, 武田克彦, 山門実: 健常者における語流暢性検査の検討—第2報. *失語症研究* 20; 42, 2000
12. Montanes P, Goldblum MC, Boller F: Classification deficits in Alzheimer's disease with special reference to living and nonliving things. *Brain Lang* 54; 335-358, 1996
13. Silveri MC, Daniele A, Giustolisi L et al: Dissociation between knowledge of living and nonliving things in dementia of the Alzheimer type. *Neurology* 41; 545-546, 1991
14. Tippett LJ, Grossman M, Farah MJ: The semantic memory impairment of Alzheimer's disease: Category-specific? *Cortex* 32; 143-153, 1996