

単語を想起中の脳の賦活部位、特に前頭葉の機能について

辰巳 格(たつみ いたる)¹、伏見貴夫¹、佐久間尚子¹、品川英朗^{1,2}、石井賢二¹

1 東京都老人総合研究所、2 東京医科歯科大学

(要旨) 若年健常者を対象に、意味カテゴリー(固有名詞、人工物、生物)、音韻カテゴリーに基づいて単語を想起・発話中の脳活動と安静時の脳活動を PET を用いて観測した。各語想起課題を比較したところ、固有名詞の想起には前頭極と左側頭極が関与していた。固有名詞以外の単語の想起では、発話に関与する部位の賦活を相殺したにもかかわらず、ブローカ野、および左側頭葉後下部に活動が見られた。一方、語想起中の脳活動を安静時の脳活動と比較し、発話に関与する部位を調べた。その結果、左島前部、帯状回前部、視床、中脳、小脳傍虫部に活動を見出した。なお、運動野(BA 4)やその近傍の活動は見られなかった。これは本研究で用いた PET が 2D モードで FOV (field of view) が狭く、脳の上部が観測できなかったためである。

従来、ブローカ野は発話に関与するとされてきたが、発話に関与しないときにも活動する。単語の想起におけるブローカ野、および前頭極の役割について考察する。

Key words: 語想起(verbal fluency)、発話(speech production)、固有名詞(proper noun)、ブローカ野(Broca's area)、前頭極(frontal pole)、左側頭葉(left temporal lobe)

【はじめに】 言語能力の一部は加齢により低下する。中年になるとほぼ誰でも経験するのが、単語、特に人名の想起困難である。本研究では、語想起能力の加齢変化を解明する研究の一環として、単語の検索と発話にかかわる脳領域を PET により調べた。

【方法】 被験者 大学生を中心とする 21 歳～35 歳の右利き男性 12 名である。医師が実験の説明を行い、同意書に署名して貰った。全員、神経・精神疾患、や脳卒中などの既往歴はない。

課題 3種の意味カテゴリー(固有名詞、生物名、人工物名)、および音韻カテゴリーに基づく語の想起・発話課題を実施した。その他、頭を空にしてじっとしている安静課題も実施した。

手続き 人工物名の想起を例にとると、イヤホンからカテゴリー名5つが24秒間隔で、乗り物 家具 履き物 宝石 武器・兵器のように、順次、音声呈示される。被験者は「乗り物」と聞こえたら24秒間に出来るだけ多くの乗り物名を言い、次いで「家具」と聞こえたら家具名を、さらに「履き物」、・・・というように回答していく。音韻課題では、イヤホンを介して呈示されたモーラで始まる名詞を言わせた。

PET 画像の収集 HEADTOME-IV(島津: 2D モード)を用いた。H₂¹⁵O 注入と同時に、課題および scan を開始した。各被験者は、固有名詞、生物、無生物、音韻課題と安静課題を各2回、計10 scan を受けた。脳画像は SPM96(Friston et al., 1995)で処理した。

【結果と考察】

単語の検索に関与するネットワーク

固有名詞(proper names)の検索

固有名詞の想起に関与する脳の賦活パターンを、音韻課題の賦活パターンと比較すると(Fig. 1a)、左側

頭葉前部および前頭葉内側面から前頭極にいたる領域に活動が見られた。いずれも発話課題なので、発話に関わる脳活動は相殺されている。

固有名詞課題における左側葉前部の賦活は、Gorno-Tempini ら(1998)、Damasio ら(1996)の結果とほぼ一致する。この部位は、意味情報の処理に関与すると思われる。前頭葉前部の活動は、意思決定や感性情報処理に関連するとされる(e.g., Damasio et al., 1994; 久保田, 2000)。政治家や女優の名前を想起する際、付随的に感性情報が検索された可能性がある。あるいは人名のように意味的に類似したものから検索する場合には、他の類似意味表象の賦活を抑制する役割があるのかもしれない(Fletcher et al., 1996, 2001)。

人工物(non-living things)・生物(living things)名の検索と、音韻(syllables)による単語の検索

これらの課題における賦活パターンは類似していた。主な賦活部位は、左前頭葉下部と左側頭葉後下部であった(Fig. 1b)。

人工物課題に関しては、Mummery ら(1996)、Damasio ら(1996)も左 BA 37 の活動を見出しているが、左前頭葉下部の活動は見出していない。

生物課題の結果は、先行研究とは一致しないが、生物に関して明確な賦活部位を見出せなかった研究(Cappa et al., 1998)や、Hillis ら(1991)の損傷研究では、「陸生動物、水生動物、鳥」と「野菜、果物」の呼称能力の二重乖離が報告されている。

音韻課題における左前頭葉下部の賦活は、Mummery ら(1996)の報告においても見出されているが、左側頭葉の賦活は見られていない。その原因は、違いの大きい固有名詞の賦活パターンとの比較を

行っていないためと推測される。

人工物、生物、音韻課題における賦活パターンがほぼ同じであったのは、意味、音韻、いずれからの単語検索であっても、自動的に単語の意味表象などが活性化するためと思われる。

左前頭葉下部(ブローカ野)は、従来、発話の中樞と考えられてきた。しかし、最近、後方(BA 44)が音韻処理に関与し、前方(BA 45)およびBA 47が意味表象の検索に関与するとの研究がある(e.g., Poldrack et al., 1999; Devlin et al., 2003)。Robinson et al. (1998)は、前部ブローカ野に腫瘍があった力動失語1例を報告している。この症例は動物名と食物名の想起と、音韻による語想起には障害を示すが、固有名詞の想起には障害を示さない。彼らの結果は、左前頭葉下部が、生物名、音韻による語想起には関与するが、固有名詞の想起には関与しないとの今回の結果を支持する。また、固有名詞(e.g., Mona Lisa)ないし普通名詞(table)、あるいは”The man walked into the cinema”ないし”The man walked into the house”という文を聞かせ、思い浮かんだ文を言わせる課題で、力動失語例はいずれにおいても前者(Mona Lisa, The man cinema”)が容易であった。これは、イメージが非常に鮮明であれば、BA 45の助けがいらぬのに対し、イメージの鮮明さが相対的に低いと、BA 45の助けが必要となる(Fletcher et al., 1996; 2001)ためと考えたい。

音声生成に関与するネットワーク

発話を行う語想起課題と、行わない安静課題の賦活パターンを比較し、音声生成に関与するネットワークを検討した(Fig. 2)。左前頭葉下部(Broca野が賦活しているように見えるが、実際は島葉前部(Fig. 3): Dronkers, 1996, Wise et al., 1999)、視床、中脳、小脳傍虫部、帯状回前部(BA 24)などが関与する。ただし運動野など脳の上方の部位は、PETが2DでFOV(field of view)が狭く、観察不能であった。

Blankら(2002)、Wiseら(1999, 2001)は、島前部、ブローカ野後部(BA 44)と島の接合部、上側頭平面最後部が発話の音韻的・音声的符号化を行い、SMA(BA 6)前部は複雑な音韻構造の発話に関係し、SMAは繰り返し発話や発声、呼吸に関与とした。また、文法は、ブローカ野ではなく、小脳が関与している。

【文献】

- Blank, SC, Scott, SK et al. Brain, 125, 1829-1838, 2002.
 Cappa, SF, Perani, D et al. NeuroImage, 8, 350-359, 1998.
 Damasio, H, Grabowski, T et al. Science, 264, 1102-5, 1994.
 Damasio, H, Grabowski, T et al. Nature, 380, 499-505, 1996.
 Devlin, JT, Matthews, PM et al. J Cog Neurosci., 15, 71-84, 2003.
 Dronkers, NF. Nature, 384, 159-161, 1996.
 Fletcher, PC, Shallice, T et al. Brain, 119, 1587-1596, 1996.
 Fletcher, PC and Henson, RNA. Brain, 124, 849-881, 2001.
 Friston, K.J., Holmes, AP et al. Human Brain Mapping, 2, 189-210, 1995.

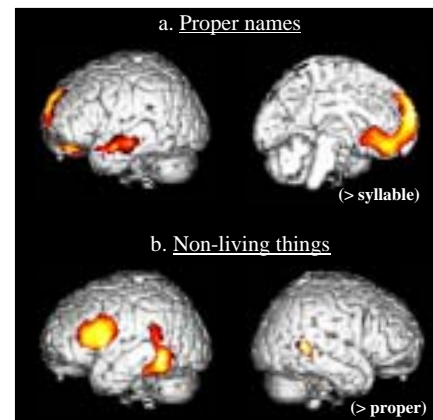


Fig. 1. Activated areas in proper name, non-living thing, living thing and syllable fluency tasks ($Z > 3.09$, $p < 0.001$ uncorrected).

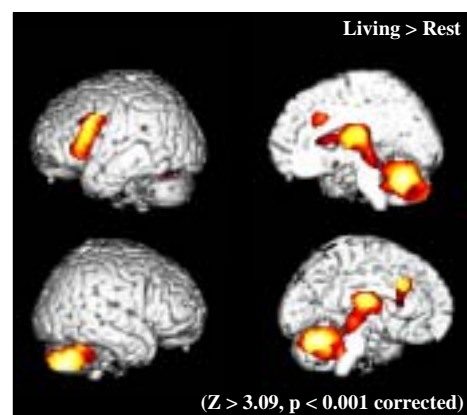


Fig. 2. Activated areas in speech production (living things vs. rest).

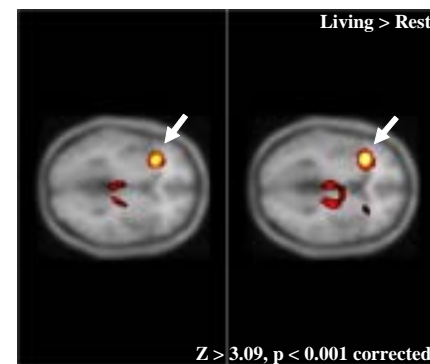


Fig. 3. Insula (not Broca's area) is activated in speech production.

- Gorno-Tempini, ML, Price, CJ et al. Brain, 121, 2103-2118, 1998.
 Hillis, AE and Caramazza, A. Brain, 114, 2081-2094, 1991.
 久保田 競. リハビリテーション医学, 36, 521-525, 1999.
 Mummery, CJ, Patterson, K et al. Proc Royal Soc London B, 263, 989-995, 1996.
 Poldrack, RA, Anthony D et al. NeuroImage, 10, 15-35, 1999.
 Robinson, G, Blair, J et al. Brain, 121, 77-89, 1998.
 Tatsumi, I.F., Fushimi, T et al. NeuroImage, 9, 154-164, 1999.
 Wise, RJS, Greene, J, et al. Lancet, 353, 1057-1061, 1999.
 Wise, RJS, Scott, SK, et al. Brain, 124, 83-95, 2001.