

タイトル	果物名称想起時におけるヒト脳内右角回の反応について
著者	山ノ井, 高洋; YAMANOI, Takahiro; 杉本, 幸司; SUGIMOTO, Koji; 豊島, 恒; TOYOSHIMA, Hisashi; 大槻, 美佳; OTSUKI, Mika; 大西, 真一; OHNISHI, Shin-ichi; 山崎, 敏正; YAMAZAKI, Toshimasa
引用	北海学園大学工学部研究報告(46): 167-173
発行日	2019-02-14

果物名称想起時におけるヒト脳内右角回の反応について

山ノ井 高 洋*・杉 本 幸 司**・豊 島 恒***・
大 槻 美 佳****・大 西 真 一*・山 崎 敏 正*****

Human Brain Activities on Right Angular Gyrus during Recalling Fruit Names

**Takahiro YAMANOI, Koji SUGIMOTO, Hisashi TOYOSHIMA,
Mika OTSUKI, Shin-ichi OHNISHI, Toshimasa YAMAZAKI**

Abstract

The authors have measured electroencephalograms (EEGs) from subjects observing images of part of fruit and recalling them silently. The equivalent current dipole source localization (ECDL) method has been applied to those event related potentials (ERPs): averaged EEGs. ECDs were localized to the primary visual area V1 around 100msec, to the ventral pathway (TE) around 270msec, to the parahippocampal gyrus (paraHip) around 380msec. Then ECDs were localized to the Broca's area around 450msec, to the fusiform gyrus (FuG) around 600msec, and again to the Broca's area around 760msec. Process of search and preservation in the memory has been done from the result of some ECDs to the paraHip. With or without activities on the right angular gyrus (AnG) are important to discriminate of the presented images.

1. はじめに

ヒトが言語を認知する際には、これまで言語野と言われてきた左側頭部の受容性言語野 (Wernicke野) や表出性言語野 (Broca野) のみではなく、様々な部位が言語処理に関与してい

* 北海学園大学
* Hokkai-Gakuen University
** 札幌静修高校
** Sapporo Seishu High School
*** ジャパン・テクニカル・ソフトウェア
*** Japan Technical Software
**** 北海道大学
**** Hokkaido University
***** 九州工業大学
***** Kyushu Institute of Technology

ることが昨今明らかとなってきている。現在では、処理前半に関しては、語音→語音の弁別・認知（上側頭回など）→意味の認知（Wernicke野など）を経る過程、処理後半に関しては、語の想起（Broca野など）→音の選択・配列（前頭葉や頭頂葉）→発語コントロール（中心前回）を経る過程が想定されている。

しかしながら、言語処理は文字の認識、言語の理解（発音や文法など）、意味理解（語彙など）というような複数のプロセスが複雑に絡み合っており、厳密に各現象を分離することが困難である。さらに、1つの部位が複数の役割を果たすということも考えられる。そのため、ヒトの脳における個々の部位がどのような処理を行っているかを明確に示すことは非常に困難とされている。

一方、日本人における文字言語処理において、漢字とひらがなの想起や書字に際して、脳内において使用する部位が異なることはよく知られている [1]。著者らの一部は、左右視野に提示された言語刺激（漢字とひらがなの単語）に対する脳活動について等価電流双極子推定（Equivalent Current Dipole source Localization : ECDL）法 [2] による推定を行い、左右脳機能に差が存在すること、そして漢字とひらがなの認知では優位脳半球が異なることなどを確認してきている [3]。

本研究では、被験者に対し、果物画像を提示し、その名称を想起させる実験を行い、この際の脳波（Electroencephalogram : EEG）を計測し、計測したEEGを解析することで脳内活動部位および脳内活動経路の時空間的推定を行った。第26回、27回の日本知能情報ソフトサイエンスワークショップ [8]、[9] で同様の研究発表を行っているが、今回はサクランボの解析結果を追加して比較を試みた。さらに、語の想起障害のある患者に対して著者の一人大槻が試みた呼称課題実験の結果 [10] と比較して考察を行って興味ある結果を得たので報告する。

2. 提示した視覚刺激と脳波計測装置

被験者に対して、「サクランボ」と「バナナ」、「カキ」など、10種類の果物のモノクロ画像（図1）をランダムに提示し、その名称を想起させた。本研究では、10種類の画像のうち「イチゴ」提示時における脳波解析を試みた結果を「サクランボ」と「バナナ」、「カキ」、「スイ

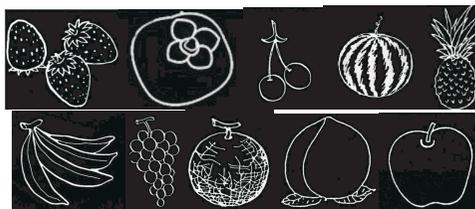


図1 果物画像（上段「イチゴ」、「カキ」、「サクランボ」、「スイカ」、「パイナップル」下段「バナナ」「ブドウ」「メロン」「モモ」「リンゴ」）

カ」の先行結果と比較した。

実験は、まず被験者に対し画面中央に注視点を4秒間提示し、これをマスキング画面とした。その後、画面中央に視覚刺激を3秒間提示した。視覚刺激提示開始時から3秒間のEEGを計測した。以上のサイクルを40回繰り返し1サイクルとして、2サイクルを1セットとした。なお、視覚刺激はランダムに提示した。

3. 脳内処理部位の推定方法

実験で得られたEEGに対して画像ごとに分割し、加算平均を行い、各画像における事象関連電位(ERP)データを得た。このERPデータに対し、ECDL法を適用した。一般に、ECDL法では、頭部モデル内にECDを置いて、頭皮上の電位分布の理論値を計算する「順問題」と、理論値と計測値の誤差が最小となるようにECDパラメータを最適化する「逆問題」を解く。逆問題の解析は、不良最適化問題となり、格子点に初期値を設定した数値解析法を用いて解く。頭部モデルとしては、導電率の異なる頭皮、頭蓋骨および皮質の3層の同心球としてモデル化した。

被験者の同心球モデルの設定には各被験者のMRIを利用した。また、推定結果の精度および信頼性については、それぞれ、Goodness of fit (GOF) および統計的な信頼限界の値によって評価した。これらの解析にはPC版ダイポール推定ソフトウェア (SynaCenterPro: NEC) を用いた。なお、推定結果のうちGOF値が99%以上、95%の信頼限界が1 mm以下である結果を採用した。著者らが用いているダイポール推定ソフトSynaCenterProでは、推定された結果のダイポールが被験者のMRIにスーパー・インポーズされ表示される。

4. 脳内処理部位の推定結果

本研究ではY.Y.(右利き, 22歳, 女性) およびK.S.(右利き, 22歳, 男性) の、画像「サクランボ」に対する想起時のERPデータの解析を行った。被験者のERPの1例を以下に示す。(図2 (K.S.))

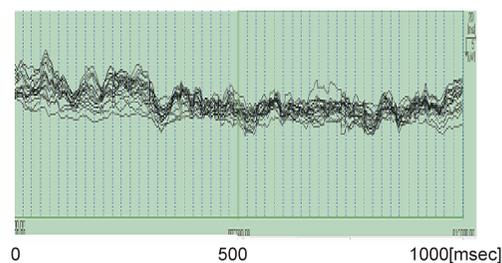


図2 被験者KSのERPデータ

先行研究 [3], [4], [6] や [7] などの結果では, 350msec以後で視覚刺激に対する初期認知がされている. 図2のERPデータでもこのことが読み取れる. したがって本研究においてもそのことを考慮に入れながら, 脳内活動部位の推定を行った. なお, 被験者に関する情報は表1のとおりである.

それぞれの被験者ごとの, SynaCenterProにより推定された主なECDとそれらが推定された潜時の関係を以下に示す(表2, 表3). さらに, 果物の種類ごとの最初にBroca野に推定された以後のECDの時空間的推移の例を図3に示す.

表1 被験者についてのデータ

No	被験者	利手	年齢	性別	提示画像
1	H.T.	右	22	男	バナナ
2	Y.K.	左	22	男	カキ
3	Y.Y.	右	22	女	サクランボ
4	K.S.	右	22	男	スイカ, リンゴ, サクランボ

表2 ECD推定部位とその潜時1

被験者	Y.Y.	K.S.	K.S.	K.S.
提示画像	サクランボ	サクランボ	スイカ	リンゴ
V1	88	119	84	114
R TE	276	277	248	330
R ParaHip	350	334	311	353
R FuG	361	377	337	363
R ParaHip	375	380	386	387
Broca	451	387	439	457
L Insula	466	468	500	468
R ParaHip	485	430	504	535
Broca	540	477		575
R FuG	606	585		602 630
Broca	645	601		
R AnG	652	683	648	
R FuG	678	754		
Wernicke	729	764	759	778
Broca	760(R)	828	784	792

表3 ECD推定部位とその潜時2

被験者	Y.K.	H.T.	Y.K.	H.T.
提示画像	カキ	バナナ	イチゴ	イチゴ
V1	87	146	129	122
R TE	316	291	269	235
R ParaHip	384	387	300	298
R FuG	401	391	318	302
Broca			399	337
R ParaHip	416	401	456	342
Broca	512	436		
L Insula	522	442	473	355
R ParaHip	548	508	493	374
Broca		534	508	
R FuG		584	545	427
Broca			585	
R AnG		626	699	583
Broca				592
R FuG		655	734	614
Wernicke	680(R)	662(R)	787	655
Broca	711		813	672

5. 脳内処理部位の推定結果

被験者における, 推定されたECDの部位と潜時の表(表2, 表3)から, 「イチゴ」の名称想起時の脳内活動経路について考える. 冒頭で示したように, 現在, 言語の認知に関して, 処理前半・後半時における経路が想定されている. このことより, V1→TE→R ParaHip→R FuG

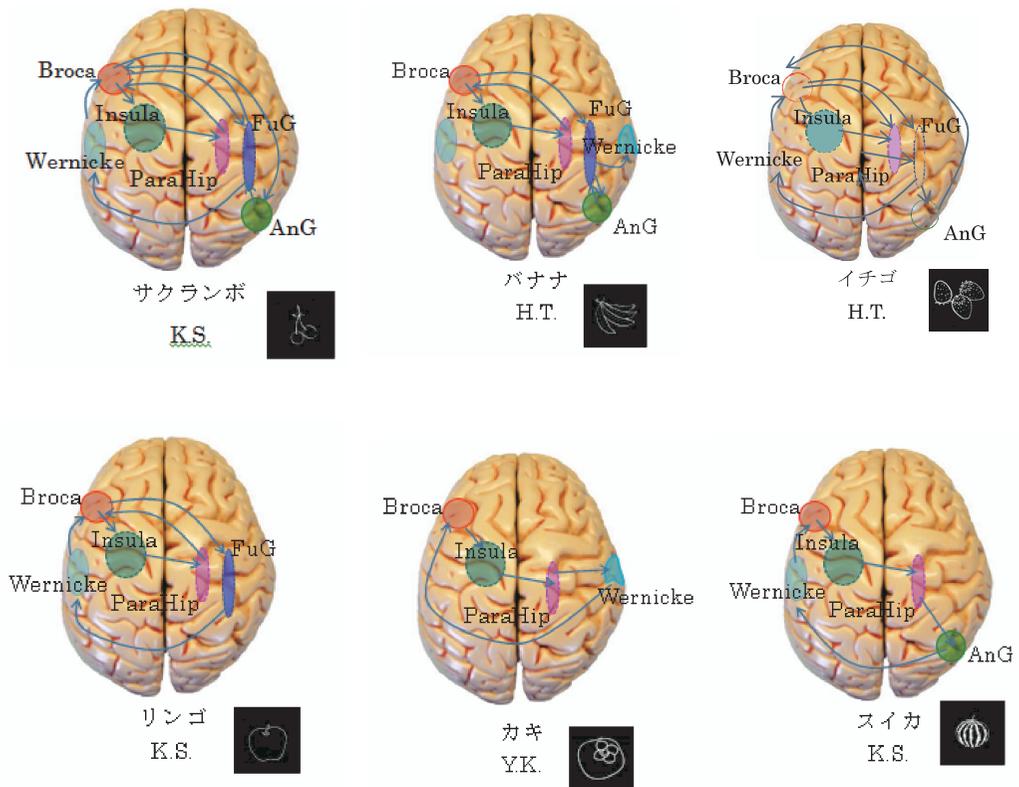


図3 後半処理の脳内活動経路比較

→R ParaHip→Brocaを経る経路，そして，Broca→L Insula→R ParaHip→Broca→R FuG→R Broca→R AnG→R FuG→R Wernicke→R Brocaを経る後半処理経路（図3 右上）が確認できた。

本研究では「イチゴ」提示時における名称想起時に対する脳波解析を行ったが、「バナナ」「カキ」「リンゴ」「スイカ」における脳内活動経路の先行研究との比較を図3に示す。右角回（AnG）の反応の有無に注目したい。

6. 考察

「イチゴ」名称想起時において，言語や認知などに関連する多数の処理に関わっているとされている，Broca野，Wernicke野など言語野とされる部位での活動が確認された。右AnGで推定されたECDは，その後Wernicke野で推定された。この際に入力された情報の統合が行われたと考えられる。

また，記憶に関わる部位として知られている海馬・海馬傍回，紡錘状回においては，脳の左半球では主に言語記憶を，右半球では主に非言語記憶を司っているといわれている。本研究に

においても右海馬傍回での活動が、複数回にわたり推定されたことから、名称想起において非言語記憶における何らかの処理が優先的に行われ、しかもそこで常に記憶の探索・整理・保持が行われていると考えられる。

先行研究との比較においては、処理前半経路としては本研究においても先行研究においても記憶処理に関わる海馬傍回や紡錘状回の部位で活発な脳活動がなされていたと思われる。処理後半の経路においては、本研究においても先行研究においても島皮質を經由している。島皮質は、食べ物における味覚に関係するといわれており、いずれの場合も刺激として提示された果物における味覚の意識的な欲望などと関連があると考えられる。

一方で、先行研究の「サクランボ」「バナナ」「スイカ」名称想起時の推定においては、本研究の結果の「イチゴ」名称想起と同様に、言語や認知などに関連する多数の処理に関わっているとされているAnGや、Broca野、Wernicke野など言語野とされる部位での活動が確認された。右AnGで推定されたECDは、その後Wernicke野で推定された。この際に入力された情報の統合が行われたと考えられる。ところが先行研究の「カキ」「リンゴ」想起時においては、右AnGやBroca野における活動があまり見られないままに、その後Wernicke野で推定されている。これは、「サクランボ」と「バナナ」「スイカ」「イチゴ」には共通するが、「カキ」「リンゴ」はこれらとは異なるなにがしかの要因があるためとも考えられる。

著者の一人である大槻は本研究とは独立に、語の想起障害を示す患者に対して、モノクロ線画の名称を答える「呼称課題」を課し、そのときの成績について考察している [10]。これによると、果物カテゴリーにおける呼称課題の結果として、誤答しているものはすべて丸い形状のものである。また、正答の対象の中にはサクランボとバナナがあるが、それに加えてスイカとイチゴが含まれている。この形状における例外も呼称実験の結果に一致している (図4)。

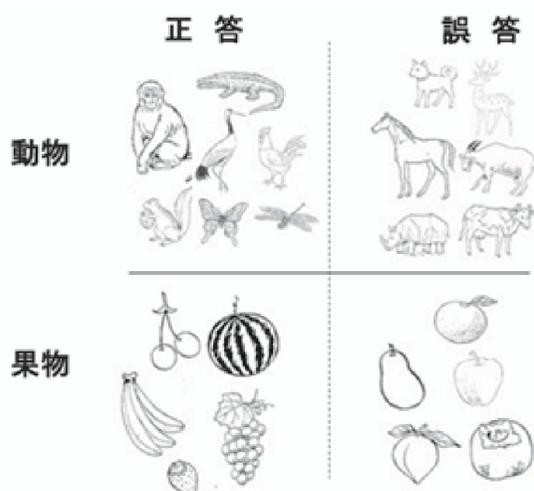


図4 大槻による呼称課題の実験結果 [14]

つまり本研究の名称想起実験における右AnGでの活動の有無と呼称課題の正誤が完全に一致している。

それがもし視覚的な要素の認知時による影響であるとするれば、普通にみられる一般的な「丸い果物」とそうではない「異形の果物」との相違であるとも考えられる。スイカは丸よりも縞の形状に注意が行けば、異形の果物と考えられる。このことをさらに今後の研究で明らかにしたい。

謝辞

本研究の一部は、2013年度で終了した文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業に伴う「電磁・光センシングを主体とする生体関連情報の先進的計測・処理技術の開発と応用」の機器を用いて行われた成果であり、さらにJSPS科研費16H02852の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] M. Iwata, M. Otsuki, et al.: “Mechanisms of writing, Neurogrammatology” (Japanese), IGAKU-SHOIN Ltd, pp.179-220, 2007.
- [2] T. Yamazaki, K. Kamijo and A. Kenmochi: “Accuracy of Multiple Equivalent Current Dipole Source Localization from EEG in Terms of Confidence Limits for Radial Distances”, Bio Medical Engineering, 37-4, pp.336-341, 1999.
- [3] T. Yamanoi, et al.: “Dominance of recognition of words presented on right or left eye -Comparison of Kanji and Hiragana-”, Modern Information Processing from Theory to Applications, pp. 407-416, Elsevier Science B. V., Oxford, 2006.
- [4] Y. Tanaka, T. Yamanoi, M. Otsuki et al.: “Spatiotemporal Brain Activities on Recalling Body Names”, 22th Soft Science Workshop, pp.27-28, 2012.
- [5] M. Sugeno, T. Yamanoi, : “Spatiotemporal analysis of brain activity during understanding honorific expressions”, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol. 15, No. 9, pp. 1211-1220, 2011.
- [6] H. Toyoshima, T. Yamanoi, T. Yamazaki and S. Ohnishi: “Spatiotemporal Brain Activity during Hiragana Word Recognition Task”, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol. 15, No. 3, pp. 357-361, 2011.
- [7] 田中良典, 山ノ井高洋, 大槻美佳, 豊島恒, 大西真一, 山崎敏正: 身体部位名称想起時における脳内部位活動について ソフトサイエンス・ワークショップ講演論文集 23, pp. 76-79, 2013.
- [8] 杉本幸司, 山ノ井高洋, 豊島恒, 大槻美佳, 大西真一, 山崎敏正: 果物名称想起時における脳内活動部位について, ソフトサイエンス・ワークショップ講演論文集 26, pp.18-21, 2016.
- [9] 杉本幸司, 山ノ井高洋, 豊島恒, 大槻美佳, 大西真一, 山崎敏正: 四足動物および果物名称想起時におけるヒト脳内活動部位の時空間的推定, ソフトサイエンス・ワークショップ講演論文集 27, 2017.
- [10] 大槻美佳: 『言語の神経心理学』, 神経心理学, 第32巻, pp.104-119, 2016.