

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 25 年 6 月 10 日現在

機関番号：34441

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22650178

研究課題名（和文） ヒトの食物摂取欲求が脳に及ぼす影響の非侵襲的計測研究

研究課題名（英文） The study of non-invasive measurements on the influence to the human brain that food intake gives to feeding desire afterwards

研究代表者

外池 光雄（TONOIKE MITSUO）

藍野大学・医療保健学部・臨床工学科・教授

研究者番号：90357567

研究成果の概要（和文）：本研究は、ヒトの食物や食品の摂取欲求が脳に及ぼす影響を非侵襲的計測法を用いた客観計測と、心理実験による主観評価（官能検査）法とを組み合わせた実験と解析によって明らかにすることが目標である。本研究では、機能的磁気共鳴イメージング（fMRI）と VAS 法を用いた官能心理評価を実施することにより、食物摂取時の 4 条件（空腹/満腹、食物有/無）によるデータ解析、および食物摂取後の時間経過の解析の結果、脳内の食物摂食中枢、島皮質、前頭眼窩野の部位の活性化が顕著であることが確認され、食物摂取におけるこれらの部位の情報処理の重要性が明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：We have examined influence that food intake gives to feeding desire afterward in human using functional magnetic resonance imaging (fMRI) and evaluation of visual analogue scale (VAS) having been often used in psychological experiments. The experiments were done for total four conditions (hunger-not hunger, and intake-not intake of foods at the soup drinking) as an every subject. From the results of fMRI and VAS evaluation in this experiment, brain activities related to the feeding desire afterwards intake of foods in human were found near in insula cortex and OFC.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,400,000	0	2,400,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	270,000	3,570,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食情報、食物摂取欲求、非侵襲的脳計測

1. 研究開始当初の背景

(1)当時の動物生理学研究では、動物の摂食行動に関する脳の中核として、満腹中枢と空腹中枢の存在は明らかにされたが、食物の胃腸での吸収が脳にどのような影響を及ぼすか

は未解明の状態であった。

(2)一方、ヒトの脳研究においては、種々の非侵襲計測法の先駆的研究によって、従来、未解明であったヒトにおける脳機能が次々

と明らかにされる状況となっており、ヒトの食物摂取に脳が如何に関わっているかを求める機運が高まっている状況であった。

2. 研究の目的

(1)本研究の目的は、ヒトの食物や食品の摂取欲求が脳に及ぼす影響、食に関する脳内情報処理の仕組みの解明を、非侵襲的計測法を用いた客観計測と心理実験による主観評価(官能検査)法とを組み合わせた実験と解析によって明らかにすることである。

(2)また、この研究の成果を現実的な課題である肥満解決、過食症・拒食症の治療・予防、健康な食生活、食育のための QOL 向上等に活かす応用を目指している。

3. 研究の方法

本研究の実験手法では、機能的磁気共鳴イメージング(fMRI)法を用いた客観的脳計測とともに、我々が独自に開発した心理学的なVAS法による官能検査評価法の併用によって、あらかじめ食物摂取時に制御した4条件(空腹/満腹、食物有り/無し)に対する計測と解析、並びに食物摂取後の時間経過に対する応答の計測・解析から、脳の活動状態を明らかにする方法を用いた。

下記の図1に本実験のタイムチャートを示す。

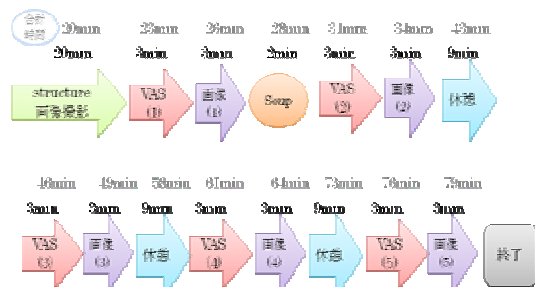


図1 fMRI と VAS による実験方法

4. 研究成果

(1) 空腹 / 満腹感に対する VAS の応答結果
本実験では食物(食品)にアミノ酸の1種であるグルタミン酸ソーダ(MSG)を用い、まず、満腹状態(full)と空腹状態(hungry)における摂取飲用に対するVAS反応を調べた。

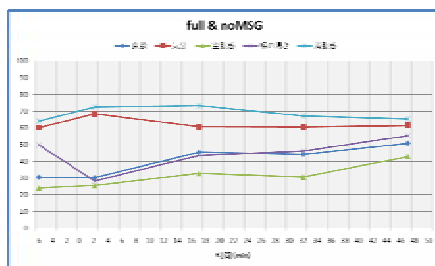


図2 満腹状態時の VAS 応答変化

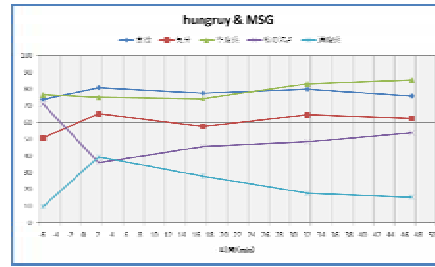


図3 空腹状態時の VAS 応答変化

以上の結果より、VAS による食物摂取欲求の心理応答変化では、空腹・満腹いずれの状態においても、食物摂取後から「空腹感」は時間の経過とともに減少するが、「MSG 有/無し」の効果は顕著には認められなかった。

(2) fMRI による食物摂取に関する脳活動部位
次に、食物摂取後における脳内の活性化部位を事象関連 fMRI 計測法を用いて解明する実験を行った。

この結果、以下の図4、図5に示すように、味覚中枢である島皮質(insula cortex)、及び前頭眼窩野(orbito-frontal cortex: OFC)部が活性化されることが明らかとなった。

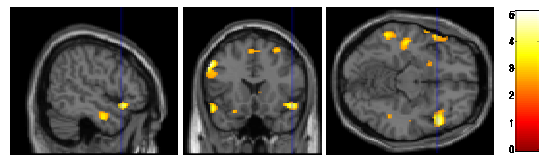


図4 fMRI による活性化部位(insula)結果

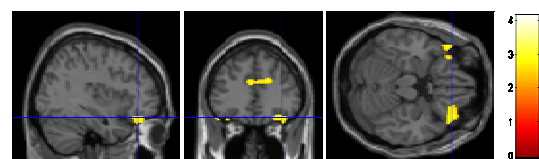


図5 fMRI による活性化部位(OFC)結果

以上により、本研究で用いた事象関連 MRI 法と、食物摂取後の VAS の時間的経緯変化などの解析から、ヒトの食物摂取欲求に対して、脳内の摂食中枢部位、島皮質、前頭眼窩野が顕著に活性化されることが明らかとなった。

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 19 件)

外池光雄、人は睡眠中に新しい情報を学習することができる、Aroma Research、査読有、53、Vol.14、No.1、2013、pp.48-49

外池光雄、吉田達哉、王力群、一川誠、岩坂正和、匂いと視覚画像の複合刺激による快/不快の f-MRI 脳イメージング、日本生体磁気学会誌、査読有、Vol.25、No.1、2012、pp.204-205

Tonoike M., A Study on human olfaction using magnetoencephalography and functional magnetic resonance imaging、AINO Journal、査読有、Vol.10、2011、pp.3-10

佐久間宏之、手塚勇人、吉田達哉、宇野富徳、王力群、今田敏文、合田芳樹、外池光雄、岩坂正和、fMRI を用いた「うま味」が人の摂食欲求に与える影響、日本味と匂学会誌、査読有、Vol.17、No.3、2010、pp.315-318

宇野富徳、王力群、三分一史和、外池光雄、金田輝男、嗅覚応答が関連する情動への影響、生体医工学、査読有、Vol.48、No.1、2010、pp.59-65

〔学会発表〕(計 41 件)

外池光雄、佐久間宏之、吉田達哉、王力群、岩坂正和、f-MRI 脳計測によるヒトの嗅覚・味覚に対する視覚画像刺激の効果、第 42 回日本臨床神経生理学会学術大会、2012 年 11 月 8~10 日、東京、京王プラザホテル

Tonoike M., Yoshida T., Wang L-Q, Ichikawa M, Effect of "Pleasant/Unpleasant" Emotion Evoked by Both Odorant and Visual stimuli. An f-MRI Study-, Neuroscience 2012、2012 年 9 月 18-21 日、名古屋市、Nagoya Congress Center

外池光雄、脳科学の最近の進歩、第 20 回日本睡眠環境学会、特別招待講演、2011 年 11 月 24 日、東京

佐久間宏之、手塚勇人、吉田達哉、宇野富徳、王力群、今田敏文、合田芳樹、外池光雄、岩坂正和、fMRI を用いた「うま味」の人に対する効果、第 25 回日本生体磁気学会大会、2010 年 7 月 29~30 日、柏市

Tonoike M., Uno T., Yoshida T., Wang L-Q, Odors activate selectively the brain areas related on the memory and emotion., ICCN2010、2010 年 10 月 28 日、神戸市、Kobe Int. Congress Center

〔図書〕(計 5 件)

Tonoike M., Odor Perception : The Mechanism of How odor is perceived. In "Human Olfactory Display and Interfaces : Odor Sensing and Presentation", ed. by Nakamoto T., IGI Global Disseminator and Knowledge、2012、pp.44-59

外池光雄、第 2 章：第 1 節、嗅覚認知統合メカニズムの解明、『嗅覚と匂い・香りの産業利用最前線』、株式会社エヌ・ティー・エス、2012 年、pp.83-94

外池光雄、「匂いと人の脳 脳内の匂い情報処理」、『香り選書 17、フレグランスジャーナル社、2011 年、133 ページ

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

報道関連情報

外池光雄：フジTV(2010年6月12日放送)「めざまし土曜日」香りと記憶

外池光雄：NHK教育TV(2010年6月26日放送)「サイエンスゼロ」五感の迷宮 嗅覚

外池光雄：サイエンスチャンネルTV(2010年8月25日放送)「体の中を見る方法」匂いのfMRI計測

外池光雄：ワインソムリエの嗅覚、NHK総合TV「ミラクルセンス」、2012年1月4日放映

外池光雄：「生活スクープ探検隊 香り」、

読売ファミリー 11 7号, 2012年11月7日.

Mitsuo Tonoike: "How Smells Move Our Emotions", Labyrinth of the Senses Part 3:, NHK World, (Science Zero: NHK International), 2012年11月 初回放映.

ホームページ, URL 情報等

矢倉晴子, 外池光雄: 日本語苗字の呼名による情動音声刺激セット (AIST 版), *Neuroimaging Platforms* (国内神経科学実験用データベース: Stimulation_)

<http://nimg.neuroinf.jp/>, 2012.

外池光雄: <http://univ.aino.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

外池 光雄 (TONOIKE MITSUO)
藍野大学・医療保健学部・臨床工学科・教授
研究者番号: 90357567

(2) 連携研究者

王 力群 (WANG Li-QUN)
東京電機大学・先端工学研究所・講師
研究者番号: 40312037