

機関番号：23803

研究種目：研究基盤（B）

研究期間：2008～ 2010

課題番号：20300246

研究課題名（和文） 食品香気成分と心身ストレス及び情動制御に関する研究

研究課題名（英文） Study of food aromatic compound effect to stress and emotion

研究代表者

横越 英彦 (HIDEHIKO YOKOGOSHI)

静岡県立大学食品栄養科学科・教授

研究者番号：70109320

研究成果の概要（和文）：

食品成分や香気成分を使用し、動物実験では脳内神経伝達物質や記憶・学習行動に対して、またヒトの場合には、自律神経活動やリラクゼーション作用に対する影響を解明した。

研究成果の概要（英文）：

In animal study, the effect of some food chemicals or odor components on neurotransmitters and some kinds of behaviors such as memory-learning ability was examined. In human volunteers, the autonomic nervous system or emotional changes was examined.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成20年度	7,700,000	2,310,000	10,010,000
平成21年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
平成22年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
年度			
総計	14,600,000	4,380,000	18,980,000

研究分野：生活科学・食生活学

科研費の分科・細目：基盤研究(B)

キーワード：柑橘香気成分、抗ストレス、情動解析、緑の香り、アロマテラピー

1. 研究開始当初の背景

食品成分が脳内代謝に及ぼす影響に関する研究は、国内では少なく、特に外国においてなされているが、脳機能、特に精神活動や情動に関する栄養神経科学的研究は極めて少ない。本研究は、「喜怒哀楽」気分・精神活動に及ぼす食品の新規の機能を解析することを目指しており、特に、食品の香気成分に関する独自の且つ新規性に富む研究である。食生活の改善による健康維持を目指している。これまで、食品成分や栄養条件により脳内神経伝達物質(セロトニン・カテコールアミン・アセチルコリンなど)が比較的容易に変動すること、またある種の行

動にも影響の出ることを明らかにした。また、栄養素のみならず食品中に含まれる成分によっても鋭敏に影響を受けることを明らかにしてきた。本研究では、これまで脳内代謝に影響を与えることが明らかになった食品成分、また、新規食品成分について、脳機能、特に、心身ストレス-情動-精神機能(気分)-への影響を調べることを目的とした。これらの研究は、従来全く調べられてこなかった「食品成分と心身ストレス・精神活動(情動)」との関連を明確にするもので新規性に富む。

2. 研究の目的

食品の機能性については、一次機能(生命維持)、二次機能(感覚刺激)、三次機能(生体

調節)が知られている。一次・三次機能に関する研究は従来から多く研究されているが、二次機能に関する研究は少ない。食品はそれぞれ特有の香りを有しており、その香気成分が脳機能に影響することを物質のレベルで実証し、また、ヒトボランティアを対象とした情動解析で精神・心理活動への影響の解析を試みる。今回は、主に植物由来の特に柑橘の香気成分について脳内神経伝達物質の変動とストレス反応との関連を解析することとした。抗ストレス作用についても作用機序を解明する。緑の香りには、ヘキセノール、ヘキサナール、シネオールなどが含まれており、それらの香気成分が脳内神経伝達物質に影響することを観察しており、その詳細を解明する。その他の香気成分としては、ラベンダー、ジャスミン、ダマセノン、フトールなどを取り扱っており、同様に詳細に検討したい。これら**細胞、実験動物、ヒトボランティアでの研究を通じて、食品の香気成分の脳機能(脳のどの部位でどの様に)、特に心身ストレス及び情動への影響の作用機序を明らかにする。**

3. 研究の方法

1) 食品香気成分の脳内神経伝達物質放出制御に関する研究(in vitro)

1-1) ブナハリタケの香気成分によるドーパミン放出に関する研究

ブナハリタケは特有のアニス様の香りがあり、この香り成分の脳内神経伝達物質の放出に関する研究を行ったところ、ドーパミン放出の促進作用が観察された(*Nutr. Neurosci.*, 7, 107-11, 2004)。しかし、その作用機序については不明であり、ドーパミン放出機構の作用点について、PC12細胞や脳組織スライスの Superfusion 法(下図)などを用いて解析を試みる。

1-2) 柑橘香気成分の脳内神経伝達物質放出制御に関する研究

柑橘類に多く含まれるリモネンに脳内神経伝達物質(モノアミン類)の放出を促進する作用を見出し(*Nutr. Neurosci.*, 9, 73-80, 2006)、その作用物質は、リモネン摂取後、生体内で代謝されたペリラ酸によることなどを見出した。しかし、その作用機序についてはわかっておらず、解析を続ける。また、柑橘類にはリモネン以外にも多くの香気成分があり、また、それぞれの柑橘に特徴的な成分(例えば、レモンではシトラール、グレープフルーツではヌートカトンなど)があり、それらの作用について、PC12細胞や脳組織スライスの

Superfusion 法などを用いて解析する。

1-3) 「緑の香り」成分の脳内神経伝達物質放出制御に関する研究

植物全般に広く含まれている緑の香り:(Z)-3-ヘキセノール、(E)-2-ヘキセナール、n-ヘキセナール、リナロールなどによる脳内神経伝達物質への影響を調べ、ある種の成分にはドーパミンなどの顕著な放出促進作用を見出した。しかし、その作用機能については明確ではなく、PC12細胞や脳組織スライスの Superfusion 法などを用いて解析する。

1-4) その他の食品香気成分の脳内神経伝達物質放出制御に関する研究

現在、検討中の各種食品香気成分(例えば、ラベンダー、ジャスミン、2-フェニルエタノール、ダマセノンなど)の脳内神経伝達物質への影響を解析する。

例えば、この手法により、柑橘全般に多く含まれるリモネンやレモン特異成分であるシトラールが神経伝達物質放出に及ぼす影響を検証した。

実験動物を用いた解析であるが、脳内神経伝達物質の変動の動態を調べる場合には、脳微小透析法(ブレインマイクロダイアリシス)を用いる。また、脳機能の解析としては、記憶・学習能を解析する場合には、Passive avoidance test, Active avoidance test, Elevated plus maze test, Elevated T-maze test, Morris water maze test, Transfer test, Open field test などを用いる。また、ストレス負荷時の情動解析の場合には、以下のような各種ストレス条件を使用する。

2) 食品香気成分の脳内神経伝達物質放出制御、行動制御に関する研究(in vivo)

実験動物を用いた解析であるが、脳内神経伝達物質の変動の動態を調べる場合には、脳微小透析法(ブレインマイクロダイアリシス)を用いる。また、脳機能の解析としては、記憶・学習能を解析する場合には、Passive avoidance test, Active avoidance test, Elevated plus maze test, Elevated T-maze test, Morris water maze test, Transfer test, Open field test などを用いる。また、ストレス負荷時の情動解析の場合には、以下のような各種ストレス条件を使用する。

2-1) 寒冷ストレス負荷試験

寒冷ストレス負荷(4℃、2時間)により変動するストレス指標に対して、各種食品香気成分の投与により、どの様に変化するかを解析する。例えば、ストレス負荷により上昇する血中コルチコステロン濃度、あるいは、脳内モノアミンの変動が、柑橘類由来の香気成分-リモネン及びテルピネン、シトラールなどの摂取により影響を受けるかを解析する。また、情動などの行動解析を行う。

2-2)水浸拘束ストレス負荷試験

ラットを動けないように拘束し、そのままの状態の水浸し、その際に引き起こされるストレス指標が、香気成分の投与により影響を受けるかを解析する。また、その後の情動に関する行動解析を行う。

2-3)コミュニケーションボックス試験

心理的ストレス、及び、身体的(電撃)ストレスを負荷するためにコミュニケーションボックス(communication box)を用い、その後のストレス指標(血中のコルチコステロンやグルタチオンなど)や脳内神経伝達物質の変動を解析する。また、情動などの行動解析を行う。

2-4)強制水泳試験

食品香気成分などをラットに投与後、うつ病モデルの実験系である強制水泳試験を行い、ラットの行動を観察すると同時にストレス指標や脳内神経伝達物質を測定する。具体的には、水をいれた円筒の筒に入れて行う(Butterweck et al, Biol. Pharm. Bull., 24, 848-851, 2001)。情動などの行動解析も行う。

2-5)動物実験(ラット及びヒトボランティア)による脳神経機能への効果検証試験

これまでに脳内神経伝達物質の代謝に影響を及ぼす作用が観察された食品香気成分、例えば、リモネンなどをラットの腹腔内に投与し、あるいは、経口投与し、その後、低温ストレス負荷やコミュニケーションボックスを用いた電撃刺激負荷、精神ストレス負荷をかけ、ストレス指標の変動と脳内の神経伝達物質の変動、および、行動解析を行う。香気成分によるストレス軽減作用とその作用機序の一つの可能性として脳内神経伝達物質の変動が明らかになれば、次いで、ヒトボランティア試験を行う。これまでに変動が観察されている成分もあり、それらについては、ヒトボランティア試験で検証する。

4. 研究成果

柑橘香気成分の脳内神経伝達物質放

出制御に関する研究

脳切片浸漬法を用いて、ストレス負荷による細胞外の神経伝達物質の変動を解析した。足裏電気刺激により、扁桃体からの5-HT放出は抑制され、レモン精油は、この変化を改善した。ただし、この作用は、s-リモネンよりs-ペリリルアルコールの方が強かった。

「緑の香り」成分の脳内神経伝達物質放出制御に関する研究

脳微小透析法(Brain Microdialysis)による解析と、脳切片灌流法(Superfusion)による解析を行った。植物表皮揮発物をラットにかがせることにより、脳の幾つかの部位モノアミン量を測定した。また、植物に含まれる香気成分を分析した結果、pentanal, hexanal, acetic acid, 1,4-bis(1,1-dimethyl)ethyl)benzene, 2H-pyran-2-one, tetrahydro-6,6-dim, pentane, nonanalなど多く存在する。量的に多いhexanalについて検討した。脳切片灌流法(Superfusion)にて、hexanalの投与量と神経伝達物質(ドーパミン)の放出量との相関を解析した。Hexanalのこの作用について、GABAレセプターなどの関与を検討した。これらの生理作用が明確になれば、植物の香りを利用した抗ストレス・リラクゼーション効果を持つ素材としての利用が考えられる。

その他の食品香気成分の脳内神経伝達物質放出制御に関する研究

現在、検討中の各種食品香気成分(例えば、ラベンダー、ジャスミン、2-フェニルエタノール、ダマセノンなど)の脳内神経伝達物質への影響を解析している。

ヒトボランティアを対象とした情動試験

これまでのin vitro(培養細胞、組織切片)、及び、in vivo(動物実験)実験の結果、食品の香気成分により脳内神経伝達物質の変化、行動の変化が観察され、しかも、ストレスの負荷に対して香気成分の投与によりストレス軽減作用、改善効果が観察された場合に、ヒトボランティアの試験を行った。

香気成分と自律神経系・情動解析

自律神経系により制御されている生体内反応について、香気成分が影響を与えるかを検討した。「情動」とは、すなわち「生

体にとって快・不快・喜怒哀楽」、「生物が危機に面した時に起こる心身の反応」で、一般に、入力系→情動評価・情動体験→出力系の3つの側面がある。また、情動の表出としては、情動行動（攻撃、逃避、運動など）、内分泌・免疫系（ストレスホルモン、分泌型IgA）、自律神経機能（血圧、R-R間隔、瞳孔、瞬目など）などがある。今回は、その中でも気分調査としてよく用いられるPOMS（Profile of Mood State）、VASを用いて、情動解析を行った。その結果、柑橘香気成分においてストレスの低減、リラックス感の向上、疲労の低減が認められた。

香気成分と脳波解析

食品香気成分の摂取前後の脳波を多用途脳波計を用いて解析し、また脳波トポグラフィを作製、ヒトの脳（心理）・行動状態・リラックス状態を解析した。

香気成分とストレス負荷試験

ヒトボランティア試験の場合、当然ではあるが過激なストレス負荷は出来ない。再現性のあるストレス負荷法については、なかなかよい手法はないが、今回は、主に計算を負荷する内田クレペリンテストを行い、ハーブエキスにおけるストレス軽減作用をPOMS、VASを用いて評価した。

動物実験に基づき脳内神経伝達物質変動の解析

ラット脳切片、または脳内に直接ハーブを素材とした香気成分を投与し、脳内神経伝達物質の解析を行った。また、脳内ドーパミンの放出等には、ニューロン内外のカルシウムが関与しているため、カルシウム作用をブロックした条件での解析を行った。

ヒトボランティアを対象とした情動試験

自律神経系により制御されている生体内反応について、香気成分が影響を与えるかを検討した。「情動」とは、すなわち「生体にとって快・不快・喜怒哀楽」、「生物が危機に面した時に起こる心身の反応」で、一般に、入力系→情動評価・情動体験→出力系の3つの側面がある。また、情動の表出としては、情動行動（攻撃、逃避、運動など）、内分泌・免疫系（ストレスホルモン、分泌型IgA）、自律神経機能（血圧、R-R間隔、瞳孔、瞬目など）などがある。今回は、その中でも気分調査としてよく用いられるPOMS（Profile of Mood State）、VASを用いて、情動解析を行った。その結果、柑橘香気成分においてストレスの低減、リラックス感の向上、疲労の低減が認められた。

電気生理学的指標を取り入れた総合的な評

価によるヒトの情動試験

被験者に食品香気成分を摂取してもらい、脳波、筋電図、眼球運動、心電図、脈波、皮膚表面血流量、血圧、皮膚温、皮膚電気活動などの生体信号を測定した。また、アンケート（POMS）や、うつ状態を判断するCES-Dなどを用いて、精神状態の調査を行った。得られた生体測定データと精神状態調査の結果を総合的に解析した

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26件）

①Fukumoto, S., Morishita, A., Furutachi, K., Terashima, T., Nakayama, T., Yokogoshi, H. Effect of flavor components in lemon essential oil on physical or psychological stress. *Stress & Health*, 24,3-12, 2008

②Kako, H., Fukumoto, S., Kobayashi, Y., Yokogoshi, H. Effects of direct exposure of green odour components on dopamine release from rat brain striatal slices and PC12 cells. *Brain. Res. Bull*, 75(5),2008, 706-712

③Ookawa, K., Mochizuki, K., Yokogoshi, H., Ookawa, K., Mochizuki, K., Yokogoshi, H.: Effect of repeated stress in early childhood on the onset of diabetes mellitus in male Spontaneously Diabetic Torii rats. *J. Vet. Med. Sci.*, 70(2), 2008,145-151

④Ohsumi, M., Tujioka, K., Hayase, K., Nagata, S., Yokogoshi, H. The growth hormone affects the brain protein synthesis rate in hypophysectomized aged rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*54(1), 2008, 76-81

⑤Yamada, T., Terashima, T., Okubo, T., Juneja, L. R., and Yokogoshi, H. Effects of theanine, a unique amino acid in tea leaves, on memory in a rat behavioral test. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 72(5), 2008, 1356-1359

⑥Yamada, T., Nishimura, Y., Sakurai, T., Terashima, T., Okubo, T., Juneja, L. R., and Yokogoshi, H. Administration of theanine, a unique amino acid in tea leaves, changed feeding-related components in the serum and feeding behavior in rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 72(5), 2008,1352-1355

⑦Lyou, S., Kawano, S., Yamada, T., Okuyama, S., Terashima, T., Hayase, K. and Yokogoshi, H. Role of estrogen receptors and aromatase on brain proteins

- ynthesis rates in ovariectomized female rats fed genistein. *Nutr. Neurosci.*1(4), 2008, 155-160
- ⑧Hiratsuka, S., Ishihara, K., Kitagawa, T., Wada, S. and Yokogoshi, H. Effect of dietary docosahexaenoic acid connecting phospholipids on the lipid peroxidation of brain in mice. *J. Nutr. Sci., Vitaminol.*54(6), 2008, 501-506
- ⑨Tsujioka, K., Shi, X., Ohsumi, M., Tuchiya, T., Hayase, K., Uchida, T., Ikeda, S., Morishita, A., Yokogoshi, H. Effect of quantity and quality of dietary protein on choline acetyltransferase and nerve growth factor, and their mRNAs in the cerebral cortex and hippocampus of rats. *Amino. Acids*, 36(1), 2009, 13-9
- ⑩Yamada, T., Terashima, T., Kawano, R., Furuno, R., Okubo, T., Juneja, L., R. and Yokogoshi, H. Theanine, γ -glutamylethylamide, a unique amino acid in tea leaves, modulates neurotransmitter concentrations in the brain striatum in conscious rats. *Amino. Acids*, 36(1), 2009, 21-7
- ⑪Zhou, W-J., Fukumoto, S. and Yokogoshi, H. Components of lemon essential oil attenuate dementia induced by scopolamine. *Nutri. Neurosci.*12(2), 2009, 57-64
- ⑫Zhou, W-J., Yoshioka, M. and Yokogoshi, H. Sub-chronic effects of s-limonene on brain neurotransmitter levels and behavior of rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*55, 2009, 367-373
- ⑬Nakamura, H., Takishima, T., Kometa ni, T. and Yokogoshi, H. Psychological stress-reducing effect of chocolate enriched with γ -aminobutyric acid (GABA) in humans: assessment of stress using heart rate variability and salivary chromogranin A. *International Journal of Food Sciences and Nutrition.*22, 2009, 1-8
- ⑭Kobayashi, Y., Kako, H. and Yokogoshi, H. Contribution of intracellular Ca^{2+} concentration and protein dephosphorylation to the induction of dopamine release from PC12 cells by the green odor compound hexanal. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 2009
- ⑮陽東藍、石原茂正、李楊金緯、Butterweck, V., 横越英彦, 唾液クロモグラニンA濃度測定による γ -アミノ酪酸とラフマエキスのストレス低減効果の検証, *日本生理人類学会誌*, 14(3), 2009, 55-59
- ⑯Yamada, T., Yamada, Y., Okano, Y., Terashima, T. and Yokogoshi, H. Anxiolytic effects of short- and long-term administration of cacao mass on rat elevated T-maze test. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*72(5), 2008, 1352-1355
- ⑰Lyou, S., Kawano, S., Yamada, T., Okuyama, S., Terashima, T., Hayase, K. and Yokogoshi, H. Role of estrogen receptors and aromatase on brain protein synthesis rates in ovariectomized female rats fed genistein. *J. Nutr. Biochem.*20, 2009, 948-955
- ⑱周文駿、吉岡みゆき、横越英彦, ラットへのs-リモネン投与による脳内神経伝達物質及び行動へのサブ慢性的な影響 *日本栄養・食糧学会誌*, 62(5), 2009, 190
- ⑲周文駿、吉岡みゆき、横越英彦, ラットへのs-リモネン投与による脳内神経伝達物質及び行動へのサブ慢性的な影響, *日本ビタミン学会誌*,83(10), 2009, 598
- ⑳Monira, P., Koyama, Y., Fukutomi, R., Yasui, K., Isemura, M. and Yokogoshi, H. Effects of Japanese mistletoe lectin on cytokine gene expression in human colonic carcinoma cells and in the mouse intestine. *Biomedical Research*, 30(5), 2009, 303-309
- ㉑Tsujioka, K., Ohsumi, M., Hayase, K., and Yokogoshi, H. Effects of the quality of dietary amino acids composition on the urea synthesis in rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 57, 2011, 48-55
- ㉒Kanehira, T., Nakamura, Y., Nakamura, K., Horie, N., Furugori, K., Sauchi, Y. and Yokogoshi, H. Relieving occupational fatigue by consumption of a beverage containing γ -aminobutyric acid. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 57, 2011, 9-15
- ㉓Kobayashi, Y., Kako, H. and Yokogoshi, H. Contribution of intracellular Ca^{2+} concentration and protein dephosphorylation to the induction of dopamine release from PC12 cells by the green odor compound hexanal. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 30, 2011, 173-184
- ㉔Ohsumi, M., Yoshizawa, F., Hayase, K. and Yokogoshi, H. Effect of quality and quantity of dietary protein on 4E-BP1 and S6K1 phosphorylation of brains in aged rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 56, 2011, 319-325
- ㉕Kageyama, A., Sakakibara, H., Zhou, W-J., Yoshioka, M., Ohsumi, M., Shimoi, K. and Yokogoshi, H. Genistein regulates serotonergic activity in the hippocampus on ovariectomized rats in forced swimming stress. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 74, 2011, 2005-2010

⑯大住美穂、吉澤史昭、早瀬和利、横越英彦、成熟ラットにおける脳4E-BP1並びにS6K1のリン酸化に及ぼす食餌タンパク質の質的、量的影響、日本栄養・食糧学会誌, 63, 2010, 310

[学会発表] (計 31 件)

- ①香気成分ヘキサナールによるPC12細胞からのドーパミン放出調節にかかわる因子の解析
- ②s-Limonene and s-Perillyl Alcohol Attenuated the Dementia Induced by Scopolamine
- ③Studies of L-Theanine on Nutritional-Physiological Functions – Mechanism of Action and Neurochemistry Theanine and the Brain,
- ③GABA茶の摂取による気分改善効果に関する研究
- ④みどりの香り成分の直接刺激がラット線条体のドーパミン放出に及ぼす効果—Microdialysis法を用いた解析—
- ⑤香気成分ヘキサナールによるドーパミン放出とドーパミン代謝の関連
- ⑥「みどりの香り」投与によるラット脳内神経伝達物質及び記憶学習への影響
- ⑦ヘキサナールおよびヘキサノールによって放出される神経伝達物質量の違いと刺激後の代謝調節
- ⑧みどりの香りによるラット脳切片からのアミノ酸神経伝達物質放出促進効果
- ⑨脳下垂体摘出成熟ラットにおける脳タンパク質合成速度に及ぼすGABA摂取の影響
- ⑩緑茶テアニンはアミロイド-β-ペプチドの神経毒性から神経細胞死を抑制する
- ⑪みどりの香りn-hexanal投与によるラット脳内神経伝達物質量の経時的変動
- ⑫PC12細胞へのヘキサナール刺激は130kDaタンパク質の脱リン酸化を促進する
- ⑬シアル酸のラット乳幼児期の脳機能に及ぼす影響
- ⑭緑茶中アミノ酸 (GABA、テアニン) 投与による記憶学習への影響
- ⑮Lactobacillus helveticus発酵乳の記憶障害予防及び記憶力向上作用
- ⑯夕方からのストレス負荷によるGABA摂取の影響

⑰Effects of ML-J on gene expression in human Caco-2 cells and in mouse intestine

⑱カツオ血合肉のエキス成分が高血圧自然発症ラットの血圧、血清脂質及び脳内神経伝達物質に及ぼす影響

⑲シアル酸の新機能としての神経科学的解析

⑳食薬融合の観点からGABAとハーブの併用による情動に関する研究

㉑カツオ血合肉エキスの摂取がラット脳の脂質酸化に及ぼす影響

㉒ Effects of a Japanese mistletoe lectin on cytokine gene expression in human colonic carcinoma cells and in the mouse intestine.

㉓ Effect of *n*-hexanal, a type of green odor, on brain dopamine release.

㉔香気成分*n*-hexanalによる神経伝達物質放出促進作用とその作用機序に関する研究

㉕テアニンの機能と利用

㉖ Effect of theanine on young rat's hippocampal neurogenesis and cognitive function.

㉗ Facilitation in hippocampal neurogenesis in young rats fed theanine, an amino acid in tea leaves, and its effect on cognitive function.

㉘ストレスによる脳内モノアミンの応答と恐怖記憶の関係.

㉙みどりの香り*n*-hexanal投与によるラット脳内ドーパミン放出増加とそのメカニズムに関する研究

㉚ヘキサナール刺激によって脱リン酸化される 130 kDa タンパク質の同定への試み

㉛ビスフェノールA暴露が行動や脳内モノアミンに与える影響

[図書] (計 10 件)

①横越英彦、共立出版、ストレスの科学と健康、2008、175-179

②横越英彦、(株)アイ・ケイコーポレーション、紅茶の保健機能と文化、2008、246-254

③横越英彦、(株)シーエムシー出版、食品シリーズ「アミノ酸の科学と最新応用技術」、2008、246-264

④横越英彦、他、(株)シーエムシー出版、新材料・新素材シリーズ「竹の基礎科学と高度利用技術」2008、179-187

⑤横越英彦、(株)サイエンスフォーラ

ム、脳と栄養ハンドブック、2008、
269-275

⑥横越英彦、同文書院、ネオエスカ「代
謝栄養学」、2008、1-4、159-176、
193-202

⑦横越英彦、(株)産業技術サービスセ
ンター、食品機能性の科学、2009、
419-423

⑧横越英彦、(株)シーエムシー出版、
脳内老化制御とバイオマーカー基盤
研究と食品素材-、2009、191-203

⑨横越英彦、日本食生活学会、味と脳の
感覚：五感からみた栄養神経科学 食品
成分の研究と食品としての機能評価～動
物実験からヒトボランティア試験～、
2010、270-274

⑩横越英彦、独立行政法人農畜産業振興
機構、お砂糖豆知識-甘いおやつの効用、
2010、38-40

〔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〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者 横越 英彦
(HIDEHIKO YOKOGOSHI)

研究者番号：70109320

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：