

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月30日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23730718

研究課題名（和文） 口腔内の多感覚による大きさ知覚

研究課題名（英文） Multisensory size perception in oral cavity

研究代表者

和田 有史 (WADA YUJI)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・食品総合研究所・食品機能研究領域・主任
研究員

研究者番号：30366546

研究成果の概要（和文）：

口腔内における大きさ知覚と視覚とのギャップを心理物理学的測定することを試みた。刺激として、飴の大きさ、もしくは飴に穴をあけ、これの大きさ判断を行った。実験の結果、触覚的な大きさ判断は視覚に比べて過大評価されることが示唆された。また、食感などに関連する質感判断を視覚的にどのように感じるのかについても検討を行った。実験では、ネオンカラー拡散をとまなう主観的な面の頂点を支点とした垂直線の振り子運動において誘導図形間の位相差を段階的に変化させた視覚刺激を作成した。実験参加者は観察した視覚刺激の質感を判断させた。その結果、位相差によって、対象の変形しない剛体の主観的な面の運動や面の変形を伴う非剛体の面の運動など、知覚される質感が変化することを示した。

研究成果の概要（英文）：

We examined the difference between perceived object size by vision, that by haptic in oral cavity, and that by haptic of finger using psychophysical technique. The results of experiments suggested that object size which is haptically perceived in oral cavity tend to be overestimated than that visually perceived. In addition, we elucidate whether the magnitude of phase difference in oscillation influences the visual impressions of an object's elasticity which relate to food texture impression. The phase differences in the oscillating motion of inducers were controlled to investigate whether they influenced the visual impression of an illusory object's elasticity. The results demonstrated that the impression of the elasticity of an illusory surface with subjective contours was systematically flipped with the degree of phase difference.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：感覚・知覚・食認知

1. 研究開始当初の背景

従来の食品認知の研究は、味・匂い・テクスチャー(食感)などに加え、視覚がどのように味や食感をはじめとした食品の認知に影響をおよぼすかが検討されてきた。例えば、

果汁が果物の固有色に色づけられると、よりその果物のフレーバーらしく知覚される。こういった口腔感覚への視覚の効果は、食品を口に入れる前の視覚情報と、入れてからの口腔感覚情報の融合によって生じる。日常的

には口腔内に入れるものは、視覚や、手・自己受容感覚（箸などの食器ごしで）などによる認識を経ており、それらと口腔内での認識とのギャップは特に意識されずに統合される。そのため、口腔内での大きさ知覚の測定と視覚や他の部位での触覚との比較、口腔内での大きさ知覚における感覚統合は研究対象として着目されてこなかった。

しかし、口腔内の認知と視覚による認知のギャップが浮き彫りになることが稀にある。例えば“のどにつかえた魚の小骨を見てみたら意外なほど小さかった”ということは、ほとんどの人が経験している。健常者は、食品を摂取するときには視覚的に確認したものを口に入れるので、通常は口腔内に存在する食品の大きさと視覚的な大きさ判断との間のギャップは顕在化しない。その一方で、未確認の物体を口腔内で探索するような状況になると、口腔内での大きさ知覚の特殊性が顕在化するのだろう。これは視覚的な大きさと比べて口腔内の触覚、自己運動感覚により検出した大きさとギャップがあることを示す強力な錯覚である。

また、口腔内で感じられる食品の触覚的な素材感（あるいはテクスチャー）に関する研究は数多く存在するが、テレビCMなどの視覚的に伝達される食感情報は、どのような視覚的な手がかりが重要なファクターであるかは報告されてこなかった。

2. 研究の目的

(1) 口腔内の大きさ知覚

本研究では、口腔内での触覚的な大きさ評価、手による触覚的な大きさ評価、視覚による大きさ評価を比較し、それぞれの特徴を明らかにすることを目的とした。

(2) 食感の視覚表現について

物体に繰り返し力を加えると、周期的な変形が生じる。このような運動は視覚による食品の素材感の判断に影響する可能性がある。そこで本研究では、視覚的な振動運動の速度や位相差が、知覚される面の材質判断に及ぼす影響を検討した。実験では、ネオンカラー拡散をとまなう主観的な面を用いて、変形しない面の運動（剛体運動）、弾力のある面の変形（しなり）、あるいはやわらかい面の変形（はためき）のいずれの運動が見えたかを指標として、視覚的な振動運動の速度や位相

差が、知覚される面の材質判断に及ぼす影響を検討した。

3. 研究の方法

(1) 口腔内の大きさ知覚

実験 1

実験計画：感覚モダリティ条件として、3種類のモダリティ（口腔内触覚（口）、口腔外触覚（手）、視覚（目）：以下、口条件、手条件、目条件とする）、および飴の大きさを3種類（小(No.2): 3.2×16×12mm, 中 (No.4): 4.0×20×15mm, 大(No.6): 4.8×24×18mm) 設定した。

実験参加者：正常な視覚を有する成人男女 11名であった（平均 31.2 歳 (SD=7.91)）。

実験材料：各辺の大きさを一様の段階で変化させた 7 段階の大きさの飴 (14×10.5 mm～26×19.5 mm; 縦 2.0 mm, 横 1.5 mm ずつそれぞれ変化)を評定する材料として用いた（表 1）。この中で小さいものから 2 番目, 4 番目, 6 番目の大きさの飴を、それぞれ小, 中, 大条件の評定対象として提示し, 1 番目, 3 番目, 5 番目, 7 番目の大きさの飴を視覚的アナログスケール（以下, VAS と略記）の係留点サンプルとして提示した。

手続き：各モダリティにおいて、形状が同一で 3 段階の大きさ（2 番目, 4 番目, 6 番目：表中の No.2, No.4, No.6）の飴の大きさ評定を行った。各飴サンプルについて繰り返し 3 回、計 9 回の評定をランダムで行なった。目条件は常に最終セッションとしたが、口条件と手条件の実施順序はカウンターバランスをとり、各実験参加者は最終的にモダリティ条件 3 種類、サンプル大きさ 3 段階、繰り返し 3 回の計 27 試行の評定を行った。口条件および手条件では、参加者は目隠しをした状態で飴を提示され、その飴の大きさ判断を行なった。なお、手条件では実験参加者の利き手で判断を行わせた。飴の大きさは、目隠しを外した後に目盛つき VAS の各目盛に対応するサンプル(表 1 の係留点サンプル: No.1, No.3, No.5, No.7) を見せ、口腔内あるいは手で触れたサンプルがどの程度の大きさであったかを視覚的に評定させた。

実験 2

実験参加者：正常視覚を有する大学生男女 10名であった（平均 20.7 歳 (SD=1.00)）。

実験材料：口条件で用いた判断対象の飴サン

表 1. 評定対象と係留点サンプルの寸法

	係留点サンプル	評定対象	係留点サンプル	評定対象	係留点サンプル	評定対象	係留点サンプル
No	1	2	3	4	5	6	7
縦[mm]	14	16	18	20	22	24	26
横[mm]	10.5	12	13.5	15	16.5	18	19.5
高さ[mm]	2.8	3.2	3.6	4	4.4	4.8	5.2

プルは市販されている飴（明治製菓：チェルシー ヨーグルト味）の表面に穴をあけたものを用いた。手条件、目条件で判断対象の飴サンプルは実物の飴サンプルから型を取り、樹脂で作製した。その後、飴の表面にドリルで穴をあけた。サンプルにはそれぞれ7段階の直径の穴をあけた（1mm~7mm; 直径を1mmずつ変化）。この中で1mm, 2mm, 4mm, 6mmの飴にあけた穴の大きさを評定させるサンプルとした。

条件：本実験は実験1と同様、感覚モダリティ条件として、3種類の大きさ評定のセッション（口条件、手条件、目条件）で形状が同一で4段階の大きさの穴（1mm, 2mm, 4mm, 6mm）をあけた飴を各3回、計36パターン行なった。目条件は常に最終セッションであったが、触覚の2条件の実施順序はカウンターバランスをとって実施した。

手続き：触覚の両条件（口条件、目条件）では、参加者は目隠した状態で飴を提示され、その飴にあけられた穴の大きさ判断を行なった。その後、目隠しをとって目盛りつきVASの各目盛に対応するサンプル（1mm, 3mm, 5mm, 7mmの直径の白抜きの円をVASの上部に記し、係留点サンプルとして提示）を見せ、口の中あるいは手で触れたサンプルにあいた穴がどの程度の大きさであったかを評定させた。2つの触覚条件終了後に、目条件を行うことで、手-視覚、口-視覚、視覚-視覚それぞれの穴の大きさ評定マッチングを行った。

（2）食感の視覚表現について

実験3

実験参加者：裸眼または矯正視力により正常な視力を有する10名（平均年齢30.9歳（SD = 8.32））が参加した。

運動パターン：正方形の頂点位置に配置した4つの同心円の一部を、ネオンカラー拡散を伴う主観的輪郭に囲まれた四角形が生じるように扇型に着色した（図1）。その着色部分の頂点を支点として、垂直線が振り子運動するパターンを作成した。上下に配置された同心円間の振り子運動が同方向に同時に運動する条件を位相差0°とし、位相差を0°から180°まで、30°ごとに7段階に操作した。また、振り子運動の速度を2段階（低速・高速）、振り子運動の始まる方向を2種類（右・左）、位相が先行する図形的位置を2種類（上・下）、それぞれ操作した。これらの条件を組み合わせた計56パターンについてそれぞれ繰り返し5回を含む、280試行をランダム順に実施した。

手続き：実験参加者は、主観的な面の見え方について、1）変形しない山型形状の首振り運動、2）変形しないS字型の面の首振り運動、3）しなり、4）はためき、あるいは5）主観的な面そのものが見えなかったかのい

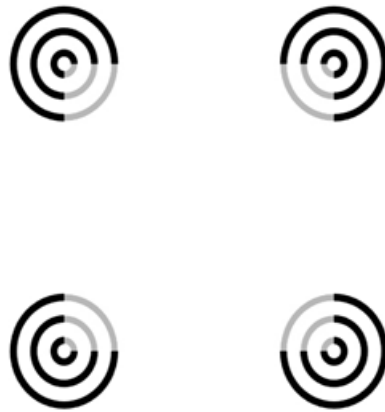


図 1. 実験で用いた主観的輪郭図形

ずれかを選択した。

4. 研究成果

（1）口腔内の大きさ知覚

実験1

飴の大きさ、感覚モダリティごとの大きさ評定の平均値を図2に示す。大きさ評定値を従属変数、飴サンプルの大きさと、感覚モダリティを独立変数とした被験者内二要因分散分析を行った。その結果、飴の大きさの主効果 ($F(2, 20) = 1075.32, p < .001$) が有意であった。LSD法による多重比較の結果、大(No.6)条件は他条件よりも大きく ($p < .05$)、また中(No.4)条件は小(No.2)条件よりも大きく評価された ($p < .05$)。次に、飴の大きさとモダリティの交互作用が有意であった ($F(4, 40) = 5.28, p < .01$)。単純主効果の検定を行ったところ、大きさ評定値は、飴の大きさが4の条件下では手条件が他条件よりも低く ($p < .05$)、大きさ6の条件では口条件が他条件よりも高かった ($p < .05$)。また、全ての感覚モダリティ条件下で大きさの評定値は飴サンプルの大きさに伴って高くなった。

この実験の結果から、特定の条件下においては、口腔内での大きさ知覚が手での判断や視覚的な判断より過大評価されることが示された。

実験2

飴にあけた穴の大きさ、感覚モダリティごと

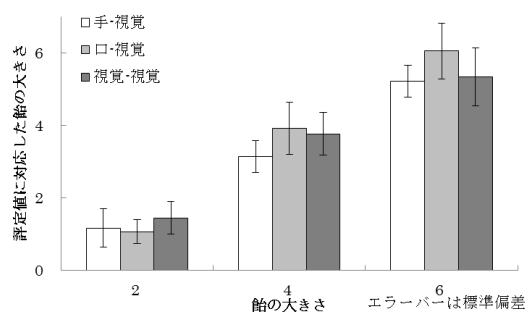


図 2. 飴の大きさごとの各感覚での評定値

の大きさ評定の平均値を図3に示す。大きさ評定値を従属変数、飴にあけた穴の大きさと、

感覚モダリティを独立変数とした被験者内 2 要因分散分析を行った。その結果、鉛にあげた穴の大きさの主効果 ($F(3, 27) = 239.32, p < .001$), 感覚モダリティの主効果 ($F(2, 18) = 4.17, p < .05$) がそれぞれ有意であった。鉛にあげた穴の大きさと感覚モダリティの交互作用には有意差はみられなかった。LSD 法による多重比較を行ったところ、鉛にあげた穴の大きさ評定の平均値は、1mm, 2mm, 4mm, 6mm 条件の順に大きくなった ($MSe = 2.85, p < .05$)。また、感覚モダリティ条件における大きさ評定の平均値は、手条件より口条件で大きかった ($MSe = 5.80, p < .05$)。

穴の大きさの主効果で 1mm の穴と 2mm の穴に差がみられなかったのは、穴の大きさ判断が困難であったことが考えられる。Weinstein の触覚 2 点識別閾によると、これらの穴の大きさは 2 点識別閾に相当する。そのため、穴の大きさの判断が曖昧になった可能性がある。

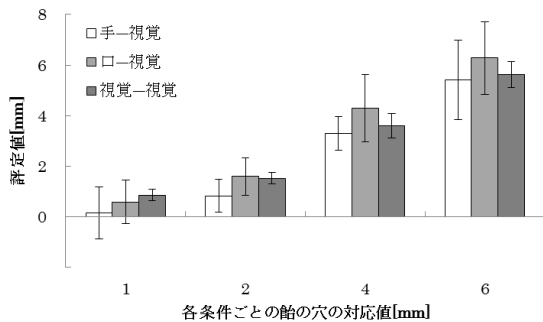


図 3. 穴の大きさごとの各感覚での評定値

(2) 食感の視覚表現について
実験 3

位相差及び速度条件について、主観的輪郭図形の見え方の判断数の実験参加者ごとの平均値を算出した (図 4a, b)。

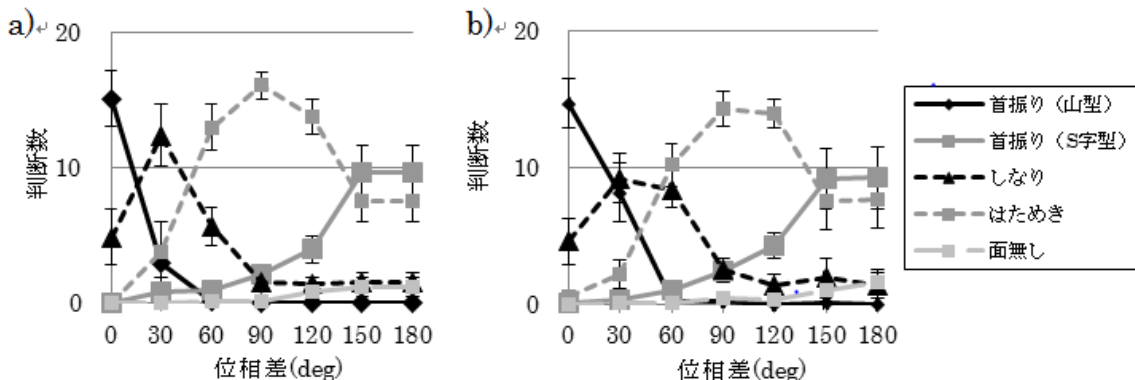


図 4. 位相差ごとの主観的輪郭図形の見え方 a) 低速条件, b) 高速条件

回答された主観的輪郭図形の見え方それぞれについて、判断数を従属変数、位相差及び平均速度条件を独立変数とした 2 要因分散分析を行った。

① 山型形状面の首振り運動

位相差及び速度それぞれの主効果と交互作用が有意であった ($F(6, 54) = 36.62, P < .01$; $F(1, 9) = 10.60, P < .01$; $F(6, 54) = 10.29, P < .01$)。単純主効果の検定の結果、位相差が 30°の条件下では平均速度が高い場合に低い場合より判断数が多く、低速条件下では位相差 0°のときに、高速条件下では位相差が 0°と 30°のときにそれ以外の位相差条件よりも判断数が多かった ($P < .05$)。

② S字型形状面の首振り運動

位相差の主効果が有意であった ($F(6, 54) = 13.40, P < .01$)。多重比較の結果、180°及び 150°の両条件で、他の条件よりも判断数が多かった ($P < .05$)。

③ しなり

位相差の主効果及び交互作用が有意であった ($F(6, 54) = 7.08, P < .01$; $F(6, 54) = 3.12, P < .05$)。単純主効果の検定の結果、低速条件下では位相差が 30°の時に、高速条件下では位相差が 30°及び 60°条件のときにそれ以外の条件よりも判断数が多かった ($P < .05$)。

④ はためき

位相差の主効果が有意であった ($F(6, 54) = 16.87, P < .01$)。単純主効果の検定の結果、90°条件と 120°条件は 0, 30, 150, 180°条件より、60°条件は 0, 30°条件よりも、0°条件は 150°, 180°条件よりも判断数が多かった ($P < .05$)。

⑤ 面無し

すべての位相差及び速度条件で判断数 0 との間には有意な差はなかった。

二要因分散分析の結果から、位相差に応じて主観的な面見え方が異なり、位相差がないとき(0°)と逆位相(180°)のときには剛体の「首振り運動」が、また位相差が 30°では「しなり」、90°前後では「はためき」が多く知覚されることが示された。「首振り運動」は対象の変形を伴わない運動、「しなり」はプラス

チック板や木の枝のような弾性の高い素材で生じる運動、「はためき」は風にはためく旗のような弾性の低い素材で生じる運動である。これらのことから、振動運動における

位相差が、視覚による材質判断を規定する一因であることが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 14 件)

- (1) Takuma Murakoshi, Tomohiro Masuda, Ken Utsumi, Kazuo Tsubota, Yuji Wada Glossiness and perishable food quality: visual freshness judgment of fish eyes based on luminance distribution, PLoS One, 査読有, Vol.8, No.3, 2013, e58994
DOI: 10.1371/journal.pone.0058994
- (2) Kaoru Kohyama, Tomohiro Masuda, Hiromi Shimada, Toshie Tanaka, Yuji Wada A simple mechanical index of storage quality of strawberry fruits, 食品総合研究所報告, 査読有, Vol.77, 2013, 1-11
- (3) Tomohiro Masuda, Yuji Wada, Masako Okamoto, Yasushi Kyutoku, Yui Yamaguchi, Atsushi Kimura, Tatsu Kobayakawa, Takayuki Kawai, Ippeita Dan, Fumiyo Hayakawa, Superiority of experts over novices in trueness and precision of concentration estimation of sodium chloride solutions, Chemical Senses, 査読有, Vol.38, No.3, 2013, pp.251-258
DOI: 10.1093/chemse/bjs137
- (4) 村越琢磨、久雅子、増田知尋、和田有史、長田佳久、単一特徴への注意が変化検出に与える効果、Vision, 査読有、Vol.25、No.1、2013、pp.8-19
- (5) Carlos Arce-Lopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Yuji Wada, Katsunori Okajima, Luminance distribution as a determinant for visual freshness perception: Evidence from image analysis of a cabbage leaf, Food Quality and Preference, 査読有, Vol.27, No.2, 2013, pp.202-207
doi: 10.1016/j.foodqual.2012.03.005
- (6) 和田有史、食認知への心理学的アプローチ、ソフト・ドリンク技術資料、Vol.169、2013、19-34
- (7) 和田有史、実験心理学で探る食の感性—多感覚知覚と社会的文脈—、Food and Food Ingredients Journal of Japan (食品・食品添加物研究誌)、Vol.217、No.2、2012、pp.177-183
- (8) 和田有史、食品を感じる複合感覚の成り立ち、日本官能評価学会誌、Vol.16、No.1、2012、pp.25-27
- (9) 和田有史、ひろがる食の感性 味わいから情報理解まで、心理学ワールド、Vol. 56、2012、9-12
- (10) Hiroko Mochizuki-Kawai, Sanae Kishimoto, Yuji Wada, Tomohiro Masuda, Kazuo Ichimura, Petal saturation affects visible flower senescence in cut lilies, Journal of

the Japanese Society for Horticultural Science, 査読有, Vol.81, No.4, 2012, pp.350-356

- (11) Atsushi Kimura, Yuji Wada, Akio Asakawa, Tomohiro Masuda, Sho-ichi Goto, Ippeita Dan, Takashi Oka, Dish influences implicit gender-based food stereotypes among young Japanese adults, Appetite, 査読有, Vol.58, No.3, 2012, pp.940-945
DOI: 10.1016/j.appet.2012.02.013
- (12) Yuji Wada, Yuna Inada, Jiale Yang, Satomi Kunieda, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, So Kanazawa, Masami K. Yamaguchi, Infant visual preference for fruit enhanced by congruent in-season odor, Appetite, 査読有, Vol.58, No.3, 2012, pp.1070-1075
DOI: 10.1016/j.appet.2012.02.002
- (13) Carlos Arce-Lopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Yuji Wada, Katsunori Okajima, Luminance distribution modifies the perceived freshness of strawberries, i-Perception, 査読有, Vol.3, No.5, 2012, pp.338-355
DOI: 10.1068/i0471
- (14) Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Syo-ichi Goto, Yuji Wada, Hardness perceptions in visual penetrating motion influenced by velocity change, Japanese Psychological Research, 査読有, Vol.53, No.4, 2012, pp.440-447
DOI: 10.1111/j.1468-5884.2011.00487.x

〔学会発表〕(計 19 件)

- (1) 増田知尋、佐藤夏月、村越琢磨、木村敦、白井述、金沢創、山口真美、和田有史、動的な主観的輪郭図形の知覚された形状及び素材感に関する検討、日本視覚学会 2013 年冬季大会、2013 年 1 月 23 日、工学院大学 (東京都)
- (2) 作田由衣子、稲田祐奈、小川紗貴子、和田有史、國枝里美、金沢創、山口真美、乳児は視覚と嗅覚の連合を形成するか—未知の匂いを用いた連合学習による検討、電子情報通信学会ヒューマン情報処理研究会、2012 年 11 月 14 日、東北大学 (宮城県)
- (3) 稲田祐奈、作田由衣子、小川紗貴子、和田有史、國枝里美、金沢創、山口真美、乳児における視覚と嗅覚の連合の形成、日本基礎心理学会第 31 回大会、2012 年 11 月 3 日、九州大学 (福岡県)
- (4) 増田知尋、佐藤夏月、村越琢磨、木村敦、白井述、金沢創、山口真美、和田有史、動的な主観的輪郭と実輪郭における知覚された形状の類似性に関する MDS を用いた検討、日本基礎心理学会第 31 回大会、2012 年 11 月 3 日、九州大学 (福

- 岡山)
- (5) 佐藤夏月、増田知尋、和田有史、白井述、金沢創、山口真美、乳児における動的な主観的輪郭知覚の位相差による影響、日本基礎心理学会第31回大会、2012年11月3日、九州大学(福岡県)
 - (6) 村越琢磨、増田知尋、長田佳久、和田有史、特徴情報が変化の検索・比較処理に及ぼす効果の検討、日本基礎心理学会第31回大会、2012年11月4日、九州大学(福岡県)
 - (7) 増田知尋、佐藤夏月、村越琢磨、木村敦、白井述、金沢創、山口真美、和田有史、MDSによる動的な主観的輪郭と実輪郭の類似性の検討、日本心理学会第76回大会、2012年9月11日、専修大学(神奈川県)
 - (8) 稲田祐奈、小川紗貴子、作田由衣子、和田有史、楊嘉楽、國枝里美、金沢創、山口真美、乳児における視覚と嗅覚の連合の形成とその持続、日本赤ちゃん学会第12回学術集会、2012年6月2日
 - (9) 伊村知子、増田知尋、和田有史、岡嶋克典、チンパンジーにおける食物のテクスチャ知覚、日本動物心理学会第72回大会、2012年5月12日、関西学院大学(兵庫県)
 - (10) 増田知尋、村越琢磨、木村敦、和田有史、ネオンカラー拡散をともなう主観的輪郭図形の素材感に視覚的な運動が及ぼす影響、日本視覚学会2012年冬季大会、2012年1月21日、工学院大学(東京都)
 - (11) 稲田祐奈、和田有史、楊嘉楽、國枝里美、増田知尋、木村敦、金沢創、山口真美、乳児における視覚に対する嗅覚の影響、日本基礎心理学会第30回大会、2011年12月4日、慶應義塾大学(神奈川県)
 - (12) 増田知尋、村越琢磨、木村敦、和田有史、ネオンカラー拡散をともなう主観的輪郭図形の非剛体運動、日本基礎心理学会第30回大会、2011年12月4日、慶應義塾大学(神奈川県)
 - (13) 村越琢磨、増田知尋、和田有史、視覚情報による食品鮮度判断の個体差の検討、日本基礎心理学会第30回大会、2011年12月4日、慶應義塾大学(神奈川県)
 - (14) 村越琢磨、増田知尋、和田有史、食品鮮度判断に対する輝度分布変数の効果、日本官能評価学会2011年度大会、2011年11月26日、東京農業大学(東京都)
 - (15) 増田知尋、村越琢磨、木村敦、和田有史、主観的輪郭図形の材質判断に視覚的な運動が及ぼす影響、日本官能評価学会2011年度大会、2011年11月26日、東京農業大学(東京都)
 - (16) Yuji Wada, Yuna Inada, Jiale Yang, Satomi Kunieda, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, So Kanazawa, Masami K. Yamaguchi, Infant's visual preference to strawberry enhanced by in-season odor, 12th International Multisensory Research Forum, Oct. 19, 2011, Fukuoka
 - (17) 望月寛子、岸本早苗、和田有史、増田知尋、市村一雄、黄色ユリ花卉の老化に伴う花色変化と観賞価値、園芸学会平成23年度秋季大会、2011年9月24日、岡山大学(岡山県)
 - (18) 増田知尋、木村敦、和田有史、Kappa効果における運動対象に加わる力の表象の影響、日本心理学会第75回大会、2011年9月17日、専修大学(神奈川県)
 - (19) Carlos ArceLopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Yuji Wada, Katsunori Okajima, Luminance distribution influences vegetables freshness perception, 9th Pangborn sensory science symposium, Sept. 15, 2011, Tronto, Canada
- [図書](計2件)
- (1) 和田有史、他、建帛社、人と食と自然シリーズ③ 『脂肪の功罪と健康』、2013、49-68
 - (2) 和田有史、日下部裕子、他、オーム社、認知心理学演習 日常生活と認知行動、2012、95-120
6. 研究組織
- (1)研究代表者
和田 有史 (WADA YUJI)
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・食品総合研究所・食品機能研究領域・主任研究員
研究者番号：30366546