

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24日現在

機関番号：12701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23650108

研究課題名（和文） 置換した人工咀嚼音による食感と味覚の制御に関する研究

研究課題名（英文） Study on Control of Texture and Taste by using Artificial Masticatory Sound

研究代表者

岡嶋 克典 (OKAJIMA KATSUNORI)

横浜国立大学・大学院環境情報研究院・准教授

研究者番号：60377108

研究成果の概要（和文）：咀嚼音を人工的に置換することで、咀嚼音が食感や美味しさにどのように影響するかを検討した。置換咀嚼音には予め各被験者で実際に食品を食べる際に録音した音を使用し、オンセットを実際の咀嚼タイミングに合わせて呈示した。実験結果は、人工咀嚼音が食品の食感だけでなく、美味しさにも影響することを示す。これは、人工咀嚼音を咀嚼時に与えることで、食感や美味しさを制御できることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：We investigated how the sound of chewing affects the perceived texture and pleasantness of food. Masticatory sounds were recorded prior to the experiment for each participant while chewing real foods. These artificial masticatory sounds were then presented to participants while they chewed several foods. The onset of the artificial sound was carefully timed with the onset of mastication. The results show that added masticatory sound affects the perceived texture of food and that added masticatory sound changes the pleasantness of foods, suggesting that we can control the perceived texture and pleasantness of food by adding artificially-created masticatory sound.

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	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：知覚情報処理

科研費の分科・細目：情報学、感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：マルチモーダルインターフェース、バーチャルリアリティ、食品

1. 研究開始当初の背景

ヒトは、味覚や嗅覚ばかりでなく、視覚、聴覚、触覚、体性感覚などを総動員して食品を味わっているが、食体験における各感覚の果たす役割については不明な点が多い。食感が食品の素材のみならず、それを咀嚼した際の聴覚情報も影響を与えることが数少ない研究から示されていた。例えば、ポテトチップスの咀嚼音の高周波成分を増幅して被験者に聞かせるとサクサク感や新鮮さが強調されることなどが知られていた。また、見た目（視覚情報）が味覚に影響を与えることは

知られていたが、聴覚情報も味覚に影響するかについては不明であった。さらに、咀嚼時の食品とは異なる種類の食品の咀嚼音を与えても影響するか否か等についても明らかにされておらず、系統的に咀嚼音を制御したクロスモーダル研究が求められていた。

2. 研究の目的

食品を用いたクロスモーダル実験を行うには、視覚の心理物理学に加え、食品学、音の情報処理技術の知識を必要とし、それが本研究の挑戦的側面ともいえる。本研究では、

これら複数の学問領域のノウハウを融合し、実際の咀嚼音を人工の咀嚼音に置換することで、これまでにない多感覚刺激を与え、聴覚情報によって咀嚼時の食品認識をどこまで変えられるかを実験的に明らかにする。聴覚による触覚・味覚の変化に関する基礎知見が数多く得られるとともに、食事の際の様々な音制御に関連する応用技術の発展も期待される。

3. 研究の方法

咀嚼音を人工的に置換することで、咀嚼音が食感や美味しさなどにどのように影響するかを検討した。置換咀嚼音には予め各被験者で食品（せんべい、団子）を食べる際に録音した音を使用し、オンセットを実際の咀嚼タイミングに合わせて呈示した。食品は7種用意した。また、コントロール条件として咀嚼音を与えない条件でも実験を行なった。被験者は食品の固さ、しっとり感（液分率）、美味しさ（快度）等を評価した。

図1の人工咀嚼音呈示装置を製作し、実験前に録音した咀嚼音を被験者の咀嚼タイミングで呈示した。せんべいと団子の2種の呈示咀嚼音は被験者ごとに録音した。小型マイク（crown社のGLM100）の集音部を内側に左右の耳孔内に取り付けた上でステレオ録音した。録音された音はサウンド編集ソフト（Audacity）によってノイズ除去を施した上で音量はピークレベルにおいてノーマライズした。被験者は10名（男性7名、女性3名。20-27歳、平均23.8歳）で、図2のような9段階尺度を用いて食感と快度を評価した。実際に咀嚼した食品刺激は、カステラ、かまぼこ、スナック菓子（東ハトキャラメルコーン）、グミ、たくあん、パイ菓子（ロッセ パイの実）、マシュマロの7種で、食品ごとに1セッション、合計7セッション実施した。硬さと液分率の評価は呈示咀嚼音がある場合と無い場合とを比較した相対評価であり、呈示音がある条件と無い条件で連続して評価食品を咀嚼させた。評価の精度を上げるためと、音条件間の順序効果を排するため、1つの評価のために4切れの食品を咀嚼させた（例：呈示音あり→呈示音なし→呈示音なし→呈示音あり→液分率評価→呈示音なし→呈示音あり→呈示音あり→呈示音なし→硬さ評価）。快度評価は呈示音ありの条件と呈示音無しの条件それぞれで絶対評価を行なった。また、呈示音が無い条件での食品の物性をグミとの相対値において評価させることも行なった。各評価は利き顎による最初の3嚙みに限定した。呈示咀嚼音も各被験者による最初の3嚙みを録音したものを使用した。これは、咀嚼経過によって口腔内食品の物性が著しく変化することを考慮したためである。呈示音なし条件ではイヤフォンを

外させた。水は各評価間でひと口以上飲ませた。実験前の教示として、被験者には実験の目的（呈示咀嚼音による食感・快度への影響を調べる）を告げた。また、既存研究では示されていない事象を証明するため、呈示咀嚼音の食感に対する効果が本当は「無い」にもかかわらず実験結果では「ある」と出てしまうエラーができる限り小さくなるよう、効果があるかないか迷う場合は「ほぼ変わらない」と評価するように教示した。

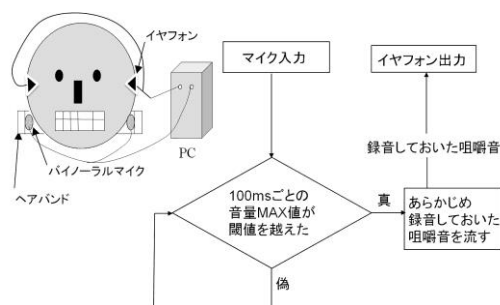


図1 人工咀嚼音呈示装置

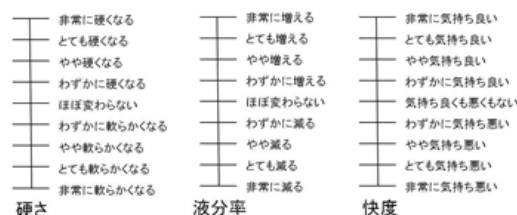


図2 評価に用いた9段階尺度

4. 研究成果

本研究の成果として、聴覚による触覚・味覚の変化に関する基礎知見が数多く得られ、バーチャル新食品の開発等、食事の際の様々な音制御に関する応用技術の発展が今後期待される。以下に具体的に本研究の成果を述べる。

(1) 人工咀嚼音呈示装置（図1）を開発した。

(2) 以下に示す円グラフは、ある咀嚼音呈示条件と評価条件における各評価の回答数を示している。咀嚼食品条件7種×被験者数10人のため全体数は70である。カイ2乗検定を行なった結果、評価の分布に食品間で有意差はなかった。このことから、食品間に大きな違いはないことが示された。

(3) せんべいの咀嚼音によって硬さ知覚が増大し、液分率が減る効果を見られた。一方、団子の咀嚼音によって、硬さ知覚が減り、液分率が増大し、快度も減少した。（図3～5）

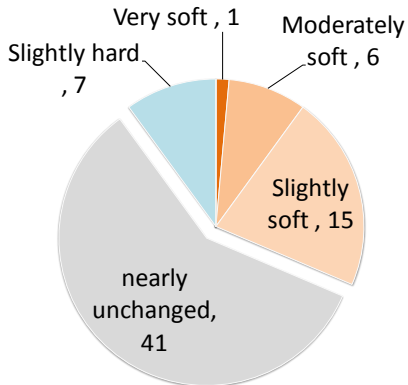
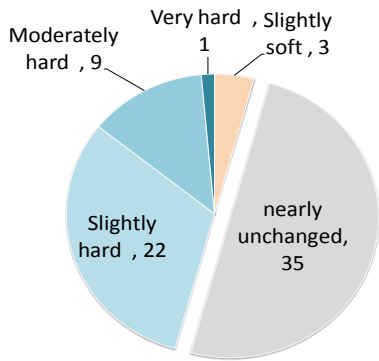


図3 人工咀嚼音による硬さ変化
(上：せんべい咀嚼音、下：団子咀嚼音)

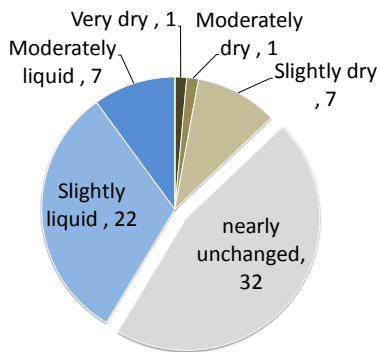
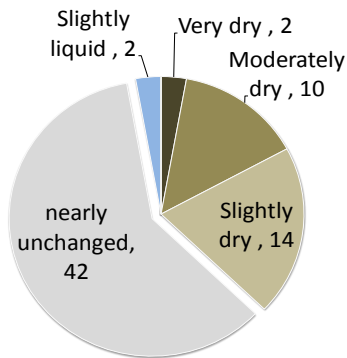


図4 人工咀嚼音による液分率の変化
(上：せんべい咀嚼音、下：団子咀嚼音)

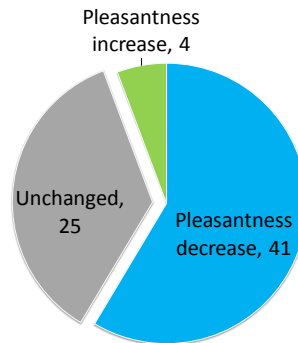
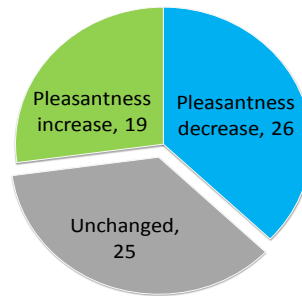


図5 人工咀嚼音による快度の変化
(上：せんべい咀嚼音、下：団子咀嚼音)

図3～5の結果から、音が食感知覚に与える効果について考察する。図6はある被験者から録音したせんべいと団子の一噛みの咀嚼音の周波数スペクトルである。せんべいの方が団子よりも全体的に音圧が大きく、相対的にも、団子より高音域の重みが多いことから、せんべいの咀嚼音によって硬さ知覚が増すというのは妥当な結果である。同様に、本実験では団子の咀嚼音により低音域が付加されることで硬さ知覚が小さくなるという現象が生じた可能性がある。たまたそでなくとも、以上の考察から団子の咀嚼音に食品の硬さ知覚を一般的に小さくする要素が含まれていることが示唆される。なお、「呈示咀嚼音の長さに合わせて噛んだ」とコメントした被験者がいたことから、呈示咀嚼音によって咀嚼方法が変わった結果、食感が変化した可能性もある。

呈示咀嚼音による快度変化については、せんべいの咀嚼音呈示条件では差が見られなかったが、団子の咀嚼音呈示条件では有意な快度低下傾向が示された。団子の咀嚼音は咀嚼行動なしで音だけ呈示された場合でも不快に感じられる音であったため、このような結果になったと考えられる。また、せんべいと団子を併せ全条件数の17%以上で呈示咀嚼音によって快・不快の結果が逆転したことは、咀嚼音が咀嚼時の快・不快に対して大きな影響力を有していることを示唆している。

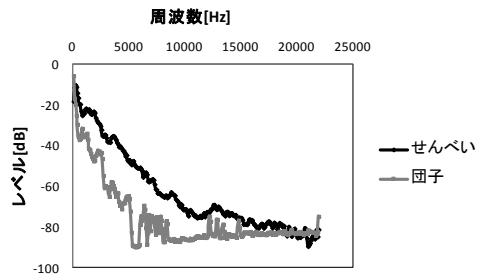


図6 せんべいと団子の咀嚼音の周波数スペクトル

(4) 咀嚼時に付加する咀嚼音のタイミングが食感に与える影響も検討した結果、食感変化のピーク持続時間はおよそ100ms以内であること、噛みはじめに遅延無く呈示する音が最適とは限らないことを示した。(図7)

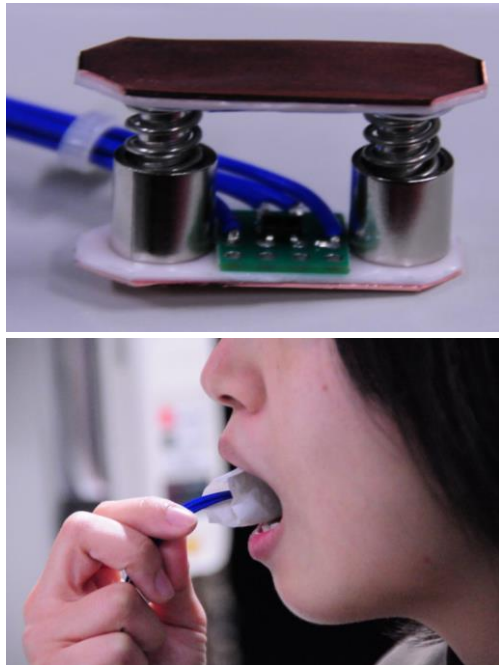


図7 咀嚼装置(上)と使用の様子(下)

(5) 骨伝導音キャンセリングシステムも試作し限られた条件下で機能することを確認した。また、左耳でキャンセルされる時の位相差から、第一大臼歯から蝸牛まで音が伝達するのに要する伝達時間は7.8~13.0 μ sであること等を明らかにすることができた。

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2件)

(1) Carlos Arce-Lopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Yuji Wada and Katsunori Okajima: "Luminance Distribution as A

Determinant for Visual Freshness Perception: Evidence from Image Analysis of a Cabbage Leaf," Food Quality and Preference, 27(2), 202-207 (2013) (査読有)

(2) Carlos Arce-Lopera, Tomohiro Masuda, Atsushi Kimura, Yuji Wada and Katsunori Okajima: "Luminance Distribution Modifies the Perceived Freshness of Strawberries," i-Perception, 3, (5) 338-355 (2012) (査読有)

〔学会発表〕(計6件)

(1) Katsunori Okajima, Junya Ueda and Charles Spence: "Effects of Visual Texture on Food Perception," Vision Sciences Society, 259 (2013) (Naples, FL, USA)

(2) 増田真実、岡嶋克典: 咀嚼時に付加する咀嚼音のタイミングが食感に与える影響、第4回多感覚研究会、4 (2013) (茨城)

(3) 増田真実、岡嶋克典: 咀嚼音による食感と快度の変化、第3回多感覚研究会、8 (2012) (東京)

(4) 増田真実、岡嶋克典: 咀嚼音が食感と快・不快度に与える効果、映像情報メディア学会技術研究報告、Vol. 35, No. 44, 57-62 (2011) (宮城)

(5) Mami Masuda and Katsunori Okajima: "Added Mastication Sound Affects Food Texture and Pleasantness," International Multisensory Research Forum, 79 (2011) (福岡)

(6) Katsunori Okajima and Charles Spence: "Effects of Visual Food Texture on Taste Perception," International Multisensory Research Forum, 83 (2011) (福岡)

〔図書〕(計1件)

(1) 新編色彩科学ハンドブック(第3版)改訂版(共著)、pp.285-288: 東京大学出版会(2011)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.okajima-lab.ynu.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡嶋 克典 (OKAJIMA KATSUNORI)

横浜国立大学・大学院環境情報研究院・准教授

研究者番号: 60377108

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし