



咀嚼・嚥下中の視聴覚ノイズの遮断による風味と食感の向上

Basic study on enhancing flavor and texture
by blocking audiovisual noise during mastication and swallowing

日塔 諒太¹, 小宮 晨一¹, 伴 祐樹¹, 割澤 伸一¹

Ryota NITTO, Shin'ichi KOMIYA, Yuki BAN, and Shin'ichi WARISAWA

1) 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 (〒 277-8563 千葉県柏市柏の葉 5-1-5, nittoryota@lelab.u-tokyo.ac.jp, komiya_shin-ichi@s.h.k.u-tokyo.ac.jp, ban@edu.k.u-tokyo.ac.jp, warisawa@edu.k.u-tokyo.ac.jp)

概要: 食品が持つ繊細な風味や食感を高めるため、口腔内の感覚に集中し視聴覚ノイズを遮断することがある。本研究では、食品を口内に入れた瞬間に視聴覚ノイズを遮断し、嚥下が終了した瞬間に視聴覚ノイズを復元させることで、集中的注意が促進され風味や食感が向上すると考えた。予備検証を行った結果、提案手法の有用性が示唆された。

キーワード: 風味, 食感, 集中的注意

1. はじめに

レストランや料亭などの飲食店では、食品が持つ繊細な風味や食感を伝えるために調理法や調味料のバランスなど様々な工夫を施している。繊細な風味や食感の知覚は食体験を豊かにするために欠かせない。

Human Food Interaction (HFI) 分野では、食品の風味や食感を増強するため、食品以外の刺激を用いて嗅覚や視覚、聴覚情報を提示する手法が研究されてきた。嗅覚刺激と視覚刺激を用いた例として、プレーンクッキーに視覚情報と嗅覚情報を重ね合わせてチョコレート風味を生み出す手法が開発されている [1]。また、咀嚼音を増幅して提示することで食感を増強する手法が提案されている [2]。しかし、これらの手法は食品以外の刺激によって特定の感覚を増強するため、それ以外の食品の風味や食感を知覚しにくくなる。それによって、食品が持つ複数の風味や食感をバランスよく同時に向上させることができないという課題があった。

そこで我々は、食品以外の感覚刺激の付与をせずに食品が持つ風味や食感を増強するため、食品本来が持つ風味や食感に対する感覚を鋭敏化させる手法を提案する。このような手法が確立されれば、食品が持つ複数の風味や食感を同時に向上させることが可能になる。

人間は風味や食感への感覚を高めるために、しばしば食品を口に入れた際に目を瞑り口腔内の感覚に集中する。また、口腔内の感覚に集中する際に周囲の音が聞こえにくくなる場合がある。このように、特定の領域からの入力に焦点を当てることは集中的注意と呼ばれる。集中的注意を高めることで高解像度な情報取得を行うことが可能になる [3]。

視覚情報を扱う情報処理タスクにおいて、集中的注意による周辺視野の減衰を模擬した提示を行うことで、タスクへの集中度が向上することが示されている [4]。高橋らは、モ

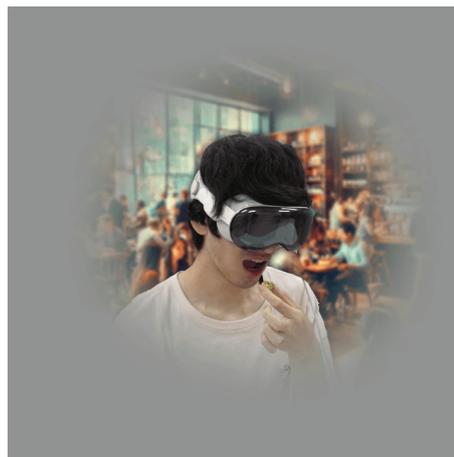


図 1: 本研究のコンセプト。食品を口に入れる瞬間に周辺環境の視聴覚ノイズが減衰することで風味や食感への集中的注意を促進する。

ニター上で集中を要するタスクを実行する際に、初期に周辺部に集中の妨害となる縞模様を表示し、時間経過とともに模様を減衰させた。その結果、縞模様を常に表示しない場合よりも集中度が増加することが示された。したがって、集中的注意に伴う周辺ノイズへの知覚量の時系列的な変化を模擬することで、集中的注意を促進できると考えられる。

本研究では、食品を食べる際においても、口腔内の感覚への集中的注意に伴って周辺ノイズへの知覚量が時系列的に変化すると考えた。そして、これを模擬することでさらに集中的注意が促進され風味や食感が向上すると考えた (図 1)。飲食店での食事において、摂食前は食品の外観や周囲の環境に注意が向けられる。食品を口に入れた後は、咀嚼・嚥下を行いながら口腔内の味覚や嗅覚、触覚、温冷感覚に注意を向け風味や食感の認知が行われる。嚥下後は再び食

品の外観や周囲の環境に注意が向けられる。そのため、咀嚼・嚥下中の口腔内領域への集中的注意によって、知覚される周辺ノイズは摂食開始時に減衰し、嚥下終了時に増幅すると考えられる。このような知覚される周辺ノイズの変化を模擬し、摂食開始時に環境の視聴覚ノイズを減衰させ、嚥下終了時に増幅させることで、集中的注意が促進され風味や食感を向上させられると仮説を立てた。

風味において、視覚情報が減少すると嗅覚と味覚からの情報が強化されることや [5, 6]、雑音がある環境下では味覚強度が低下することが知られている [7]。そのため、視聴覚ノイズを遮断することで風味を高められると考えられる。しかし、視聴覚ノイズを摂食開始時に減衰し嚥下終了時に増幅するように変化させることで風味がさらに向上されるかは明らかになっていない。

食感においては、咀嚼音の増幅や背景のホワイトノイズがクロスモーダル効果によって食感を向上させることが知られている [2, 7]。クロスモーダル効果を生じさせない聴覚ノイズを使用した場合は、聴覚ノイズの遮断によって食感が向上する可能性があるが、明らかでない。

本研究は、風味や食感と相互作用しないような視聴覚ノイズを、摂食開始時に減衰させ嚥下終了時に増幅させることが風味と食感に与える効果の検証を目的とする。

2. 咀嚼・嚥下中の視聴覚ノイズ遮断実験

視聴覚ノイズを摂食開始時に減衰させ嚥下終了時に増幅させることが風味と食感に与える効果を調べるため、参加者(男性5名、女性1名、22歳から25歳まで)を募って予備検証を実施した。この検証における仮説は、視聴覚ノイズがある環境下において、ノイズを摂食開始時に減衰させ嚥下終了時に増幅させることで、ノイズを遮断しない条件または摂食前から摂食後まで常に遮断する条件よりも風味と食感が高くなることである。

2.1 使用したもの

周辺環境の視聴覚ノイズは風味や食感と相互作用せず、一般的な飲食店環境と同程度になるように設計した。視覚ノイズは、実験室の机、時計、貼り紙、廊下が見える窓とした(図2)。また、聴覚ノイズを提示するため、スピーカー付き大型モニター(Sony XRJ-85X95L)とサラウンドスピーカー(Sony HT-A9)を使用した(図3)。実験中は常にこれらを使用して人々の話し声がするカフェの環境音¹を再生した。実験参加者の耳の位置で計測した騒音レベルは50 ± 3 dBであった。人々の話し声であることは認識できるが話の内容までは聞き取れない音声であった。実験参加者はモニターに対して後ろ向きに着席した。この理由は、モニターへの過度な注意を避けるためと、環境ノイズの発信源を口腔内と明確に区別できるようにするためである。

視覚ノイズを操作するため、パススルー表示が可能なHMD(Apple Vision Pro)を使用した。視覚ノイズを遮断しないときは、パススルーモードとして実験室内の視覚ノ



図2: パススルーモードで正面に見える実験室の様子。机や時計などの視覚的ノイズがある。

イズが見えるようにした。視覚ノイズを遮断するときは、イマーシブモードとして全方位灰色の空間を表示した。なお、パススルーモードとイマーシブモードで空間の明度が変化しないようにした。

聴覚ノイズを操作するため、ノイズキャンセリングイヤホン(Sony WF-1000XM5)を使用した。聴覚ノイズを遮断しないときは、外音取り込みモードとして環境音が聞こえるようにした。聴覚ノイズを遮断するときは、ノイズキャンセリングモードとして環境音が聞こえないようにした。

評価する食品として、抹茶ミルク味のポップコーン(辰巳屋パティシエポップコーン 抹茶ミルク)を使用した。風味と食感に特徴がある食品として選定した。また、各評価前に口を濯ぐため、水(コカ・コーラ い・ろ・は・す 天然水)を使用した。



図3: 人々の話し声がするカフェの聴覚ノイズの中でポップコーンを食べる様子。パススルー表示が可能なHMDとノイズキャンセリングイヤホンを装着し、視聴覚ノイズの有無が遠隔で切り替えられた。

2.2 実験手順

参加者はまず実験内容について口頭で説明を受けたのち、水で口を濯いで飲み込んだ。そして、ノイズキャンセリン

¹<https://youtu.be/z6CGT6K5CWo> (2024年7月20日閲覧)

グイヤホンを装着した。その後、次の8つのステップでポップコーンを食べ、風味と食感の評価を行った。

- ステップ 1: HMD を装着した。
- ステップ 2: ポップコーンをつまみ 30 秒間見た。
- ステップ 3: 実験者から口頭で「食べてください」と指示された後、ポップコーンを口に入れて好きな回数咀嚼した。
- ステップ 4: 嚥下後 1 秒間挙手した。
- ステップ 5: 15 秒間待機した。
- ステップ 6: 実験者から口頭で「HMD を外してください」と実験者から口頭で指示された後、HMD を外した。
- ステップ 7: 風味と食感に関するアンケートに回答した。
- ステップ 8: 水で口を濯ぎ 1 分間休憩した。

これら 8つのステップを 3 条件で繰り返した。3 条件の順番は実験参加者ごとにランダムであった。最後に、各条件間での風味・食感の違いと自身の意識・注意の違いについて口頭でインタビューをした。

2.3 実験条件

視聴覚ノイズの遮断条件として、以下の 3つの条件を設定した(図 4)。

1. 遮断なし: 摂食過程(ステップ 1 からステップ 6 まで)を通じて視聴覚ノイズを遮断しない。
2. 咀嚼・嚥下中遮断: 咀嚼・嚥下中(ステップ 3 からステップ 4 まで)のみ視聴覚ノイズを遮断し、その他のステップでは遮断しない。
3. 常時遮断: 摂食過程(ステップ 1 からステップ 6 まで)を通して視聴覚ノイズを遮断する。

これらの条件は、視聴覚ノイズを摂食開始時に減衰させ嚥下終了時に増幅させることが風味と食感に与える効果の検証するために設定された。視聴覚ノイズの遮断の切り替えは実験者が遠隔で行った。

2.4 評価項目

抹茶ミルク味のポップコーンの評価項目は以下の 13 個である。

- | | | |
|-----------|----------|----------|
| 1 甘み | 2 苦み | 3 渋み |
| 4 キャラメル風味 | 5 抹茶の風味 | 6 チョコ風味 |
| 7 ミルク風味 | 8 香ばしさ | 9 後味 |
| 10 サクサク感 | 11 ふわふわ感 | 12 溶ける感じ |
| 13 噛みごたえ | | |

これらの評価項目は、研究室の学生 4 名が抹茶ミルク味のポップコーンを食べて、感じられた味、風味、食感の言語化を行った上で、内容に重複がないものとして選定した。

実験参加者はこれらの評価項目について、0: 感じなかった、1: わずかに感じた、2: 中程度に感じた、3: 強く感じた、4: 非常に強く感じた、の 5 段階で評価した。

3. 結果・考察

抹茶ミルク味のポップコーンの代表的な 4 つの風味と食感として、抹茶の風味、ミルク風味とサクサク感、ふわふ

		摂食過程		
		摂食前	咀嚼・嚥下中	摂食後
条件	遮断なし			
	咀嚼・嚥下中遮断			
	常時遮断			

図 4: 実験条件ごとの視聴覚ノイズの遷移。遮断なし条件では摂食過程を通じて実験室の物品やカフェの環境音が聞こえている。咀嚼・嚥下中遮断条件では咀嚼・嚥下時のみ視界が一面灰色になり環境音も聞こえなくなる。常時遮断条件では摂食過程を通じて視界が一面灰色で環境音も聞こえない。

わ感の評価結果を図 5 に示す。これら 4 つの評価項目について、いずれも咀嚼・嚥下中遮断条件の評価値の中央値は遮断なし条件、常時遮断条件よりも大きくなった。

この結果は仮説を支持するものである。遮断なし条件よりも咀嚼・嚥下中遮断条件の方が風味と食感の評価値が高い傾向があったことから、咀嚼・嚥下中に視聴覚ノイズを遮断することで風味と食感を向上させることが確認された。また、常時遮断条件よりも咀嚼・嚥下中遮断条件の方が風味と食感の評価値が高い傾向があったことから、視聴覚ノイズを摂食開始時に減衰させ嚥下終了時に増幅させる変化の有用性が示された。

この理由の 1 つとして、咀嚼・嚥下中の集中的注意が促進されたことが考えられる。実際、実験後の口頭インタビューでは「味の強さよりどれだけ味に集中できているかに差があった。」と回答する実験参加者がいた。先行研究 [4] で報告された周辺ノイズの減衰による集中的注意の促進が、口腔内の風味・食感の知覚においても生じた可能性がある。

一方、視覚情報の減少や雑音の削減は風味を知覚しやすくする [5, 6, 7] ため、常時遮断条件は遮断なし条件よりも風味が高くなることが予想されていた。しかし、抹茶の風味については常時遮断条件の方が評価値が低い傾向にあった。この原因として、常時遮断条件では摂食前に食品の外観が見えなかったため、統合される視覚情報が欠如し、風味を感じにくくなった可能性がある。インタビューでは「常時遮断条件では外観が掴めなかったため全体的に強さが下がった」という感想が得られたことからこの可能性が示唆される。したがって、咀嚼・嚥下中遮断条件が常時遮断条件よりも食感と風味の評価値が高い傾向があった理由として、摂食前の食品の外観が見えていたからというメカニズムも考えら

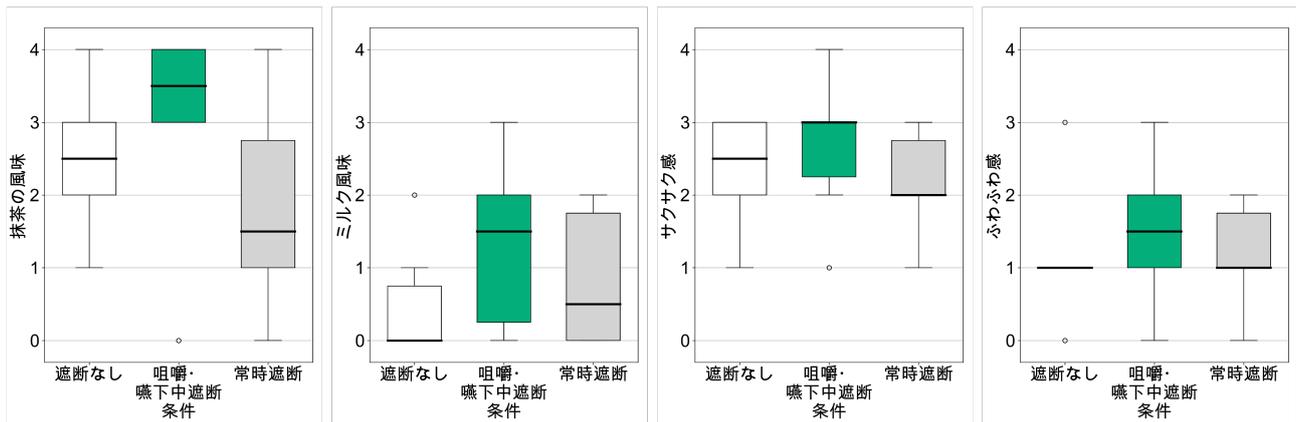


図 5: 各条件における抹茶の風味, ミルク風味, サクサク感, ふわふわ感の評価値の箱ひげ図. 中央値から四分位範囲の 1.5 倍以上離れたデータを外れ値としている. これらの風味・食感の評価の中央値は咀嚼・嚥下中遮断条件が遮断なし条件または常時遮断条件よりも高い.

れる.

また, インタビューで「遮断なし条件ではサクサク感があまりなかった」と回答する実験参加者も見られた. これはホワイトノイズが食感を向上させるとする先行研究 [7] とは異なる結果であった. この原因として, 本実験で使った聴覚ノイズがホワイトノイズではなく人の話し声であったことから食感とのクロスモーダル効果が生じにくかった可能性がある. 食感と相互作用しない聴覚ノイズ環境では, 咀嚼・嚥下中にノイズを遮断することで食感を向上させることが示唆された.

4. おわりに

本研究では, 視聴覚ノイズを摂食開始時に減衰させ嚥下終了時に増幅させることで, 口腔内感覚への集中的注意が促進され風味と食感が向上すると考え, 検証実験を行った.

実験結果から, 視聴覚ノイズを摂食開始時に減衰させ嚥下終了時に増幅させることで風味と食感が高くなることがわかった.

この提案手法は, 食品以外の刺激による特定の感覚の増幅を行わないため, 食品が持つ複数の風味や食感をバランスよく同時に向上させる手法となりうる. このような手法は, レストランや料亭などで食品の繊細で複雑な風味や食感をより伝えやすくすると考えられる.

しかし, この理由となるメカニズムが集中的注意の促進以外に, 摂食前の食品の可視性が考えられ, 明らかになっていない. 今後の実験では, 摂食前の食品の可視性を揃えた実験を行うことで, 風味と食感が向上するメカニズムを明らかにする必要がある. また, 検証に使用された食品がポップコーンに限られており, どのような食品に提案手法が適用可能かが明らかになっていない. 様々な風味や食感を持つ食品を使って同様の検証を行い, 適用範囲を検討する必要がある.

謝辞 本研究は科研費 (22K19786) の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] Takuji Narumi, Shinya Nishizaka, Takashi Kajinami, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. Meta-cookie+. In *2011 IEEE Virtual Reality Conference*, pp. 265–266. IEEE, 2011.
- [2] Naoya Koizumi, Hidekazu Tanaka, Yuji Uema, and Masahiko Inami. Chewing jockey: augmented food texture by using sound based on the cross-modal effect. In *Proceedings of the 8th international conference on advances in computer entertainment technology*, pp. 1–4, 2011.
- [3] Ronald A. Rensink. 9697 Perception and Attention. In *The Oxford Handbook of Cognitive Psychology*. Oxford University Press, 03 2013.
- [4] 高橋拓, 福地翼, 山浦祐明, 松井啓司, 中村聡史ほか. 周辺視野における妨害刺激の減衰が集中度に及ぼす影響. 研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), Vol. 2017, No. 7, pp. 1–8, 2017.
- [5] Dipayan Biswas and Courtney Szocs. The smell of healthy choices: Cross-modal sensory compensation effects of ambient scent on food purchases. *Journal of Marketing Research*, Vol. 56, No. 1, pp. 123–141, 2019.
- [6] Sarah Lefebvre, Jonathan Hasford, and Laura Boman. Less light, better bite: How ambient lighting influences taste perceptions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 65, p. 102732, 2022.
- [7] Andrew T Woods, E Poliakoff, DM Lloyd, J Kuenzel, R Hodson, H Gonda, J Batchelor, Garnt B Dijksterhuis, and A Thomas. Effect of background noise on food perception. *Food Quality and Preference*, Vol. 22, No. 1, pp. 42–47, 2011.