
研究遂行時：神戸大学大学院保健学研究科（現在：武庫川女子大学看護学部）



・研究遂行時：助教
（現在：講師）
・菅 彩香
・A JISAIHAN

・経歴
2016年 大阪大学医学部附属病院
看護師
2020年 神戸大学大学院保健学研究科
助教
2022年 大阪大学大学院医学系研究科
保健学専攻博士後期課程修了
2026年 武庫川女子大学看護学部 講師

発酵食品の匂いが嗜好と食行動に与える影響の 日本とモンゴルの国際比較： 脳活動と主観的体験の両面からの分析

1. 背景・目的

日々の食選択は、心身の健康維持や心理的満足感に関与しており、食の受容性や嗜好形成のメカニズムを理解し、健康的な食生活を促進することは重要な健康課題である。

食選択に影響する匂いや味などの化学感覚刺激への感受性は、脳神経系の働きと経験の相互作用によって動的に変化する。化学感覚刺激が脳神経系に作用し、無意識的に食行動に影響を及ぼすことや^{1, 2}、快・不快の感情が特定の脳波のパターンとして現れることが報告されている³。また、これらの化学感覚刺激への感受性は幼少期の体験⁴や文化的背景⁵といった後天的要因によって形成されるため、食行動の理解において脳活動と主観的体験（情動）の両面からの総合的なアプローチが必要である。

なかでも発酵食品は、特定の地域や国において親しまれる一方で、独特の風味に対する嗜好が大きく分かれる。日本とモンゴルは、共に伝統的に発酵食品を利用する食文化を有する。しかし、化学感覚刺激の質には大きな差異があり、日本は魚・植物由来の旨味を、モンゴルは乳製品・動物由来の乳酸・脂肪酸を主体としている。近年のグローバル化に伴い、食文化の相互交流が進む中、背景の異なる集団間における感受性が、食行動や食品の受容にどのように反映されるかは十分に解明されていない。

そこで本研究では、異なる文化的背景を持つ集団間における食品の受容プロセスを理解するため、食品の化学感覚刺激に対する感受性の特徴を、脳活動と主観的体験（情動）の両面から日本とモンゴルの二国間で比較・検討することを目的とした。

2. 匂い提示システムの開発

嗅覚研究でワールドスタンダードとして用いられるコバル式オルファクトメータは香料を高精度に制御し、高い再現性で被験者の呼吸に同期させた匂い提示が可能である。しかし、食品の匂い成分は絶対的な濃度が希薄であり、嗅覚の個人差も大きいことから、食卓で

漂うような特有の柔らかな匂い環境を再現・提示するには限界がある。

また、においパッチを用いるマスク法では、定量的な匂いの制御が困難であることに加え、匂いの揮発や温度低下の速度が速く、食品の自然な匂いの維持が困難である。さらに、マスク装着に伴う不快感・拘束感が、自然な食品の匂い体験を阻害するという課題がある。

これらの課題を解決するため、本研究では食品由来のリアルな匂いを定量的に制御でき、かつ身体的拘束を最小限に抑え

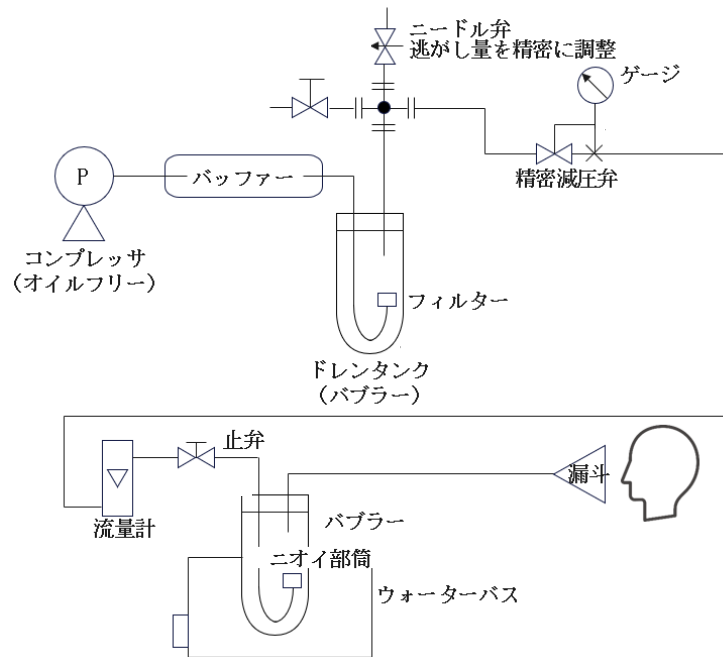


図 1. 匂い提示システム

た非接触型の匂い提示システムを新たに構築した（図 1：特許検討中）。

本研究で構築した匂い提示システムは、コンプレッサを用いたガス供給系を基盤とし、バッファータンク、各種バルブ、および圧力調整弁により流量および圧力を精密に制御する構成とした。

供給空気はフィルター付きドレンタンクを通過した後、ウォーターバスにより適温に保持されたバブラー内の液状の食品に、その空気を通すことで匂い成分の付加を行った。最終的に、匂い成分が付加された空気は漏斗を介して被験者へ提示された。

本システムにより、揮発性成分を多く含む食品でも、匂いを安定的かつ自然に近い状態で被験者へ提示することが可能となる。なお、本研究では気流の変化が被験者の知覚に与える影響を最小限に抑えるように空気圧、空気流量を設定した。設定流量については、流量校正器 Gilibrator2 を用いて厳密な校正を実施した。また、調査時には、流量計の指示値に変動がないことを確認することで、調査を通して常に一定の刺激提示条件を維持した。

3. 調査方法

3.1. 対象者

18 歳以上の日本および内モンゴル出身者を対象とした。感覚障害を有する者、調査に使用する食材にアレルギーを有する者は除外とし、調査参加時に口頭にて確認を行った。

3.2. 脳波計測

ポリメイトミニ [AP-108]（ミユキ技研）を使用して脳波を計測した。電極は 10/20 法により Fz、Cz、Pz、C3、C4 の 5 カ所測定した。リファレンス

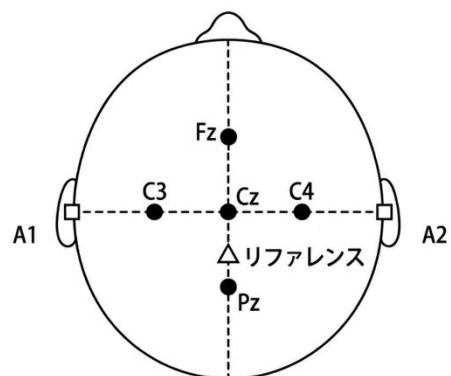


図 2. 脳波電極位置

はPz と Cz の間に配置し、基準電極はA1 を左耳朶、A2 を右耳朶に配置した（図 2）。ボディアースは右頬骨部に配置した。

3.3. オドボール課題

匂い刺激に対する事象関連電位、特に P300 成分を抽出するため、視覚オドボール課題を実施した⁽⁶⁾。視覚刺激である標的刺激（黒色の四角形）を約 20%の頻度、標準刺激（灰色の四角形）を約 80%の頻度でランダムに提示した（図 3）。50 回の試行を 1 セットとし、これを 2 セット 100 試行実施した。被験者には標的刺激提示時のみ応答スイッチを押下させると同時に、標的刺激提示回数を数えるように指示し、標的刺激への選択的注意を促した。



図 3. オドボール課題
調査風景

3.4. 調査環境

外部からの視覚情報を制御するため、被験者から 90cm の位置にオドボール課題提示用のモニターを設置し、被験者の左右を白色の衝立で囲った（図 4）。電源からのハムノイズ混入を避けるため、室内の蛍光灯は消灯し、計測機器および制御用ノートパソコンはすべてバッテリー駆動とし、モニターの電源は室外から供給した。



図 4. 調査システム概要

眼球運動や筋電図由来のアーチファクトへの対策として、被験者に対し瞬きをしてもいいタイミングを指示するとともに、椅子の背もたれを使用しリラックスした姿勢で腰掛けるように説明した。

また、周囲の雑音をマスキングし、脳波を安定させる目的で脳波計測中は耳栓を着用した上で、ホワイトノイズを提示した。

3.5. 匂い刺激

匂い刺激として下記の食品を使用した。

《日本の食品》

- ・ゆず茶：カンピー ゆず茶（加藤産業株式会社）
- ・味噌汁：液みそ 料亭の味（マルコメ株式会社）
- ・ビール（日本）：サッポロ生ビール 黒ラベル（サッポロビール株式会社）

《モンゴルの食品》

- ・シーベリージュース：有機サジ (Shar Doctor) [原産国：モンゴル国]
- ・塩ミルクティ：モンゴル乳茶 (KAAHTAH) [原産国：モンゴル]
- ・ビール (モンゴル)：XATAH QUEEN (スコッチモルト販売株式会社)

匂いの提示は無臭 (白湯)、ゆず茶、シーベリージュース、味噌汁、塩ミルクティ、ビール (日本)、ビール (モンゴル) の順に行った。

異なる種類の匂い刺激を提示する際には、10分程度の休憩時間を設け、十分な換気を行った。また、匂い成分の付加に使用したバブラーは十分に洗浄し、フィルターは白湯を満たした超音波洗浄機を用いて10分間洗浄した。さらに、匂い提示システムの空気供給経路に無臭の空気を10分間通し、経路の無臭性を確保した。

3.6. 質問紙調査

対象者の基本情報として年齢、性別、母国、過去から現在までの主要な居住地、食習慣、食の嗜好を質問紙で調査した。

また、一つの匂い刺激に対するオドボール課題のすべての試行が終了する度に、その匂いに暴露した際の主観的体験 (情動) に関する質問紙調査を行った。調査項目は、匂い刺激の強さ、親しみ、嫌悪感、明瞭さ、懐かしさ、幸福感、嗜好性、快適さ、摂取意欲とした。各項目は0点から4点までの5段階のスケールを用いて評価を行い、0点は「まったく感じない」、4点は「とても感じる」を意味する。

3.7. 脳波分析

測定された脳波データの解析には、MATLAB R2020b (Student Use) および EEGLAB 2026.0.0 を用いた。前処理として、電源に由来するハムノイズ (交流電源ノイズ) を除去するために 59~61Hz のバンドストップフィルタを適用した。また、呼吸などに伴う緩やかな電位変動および、筋電図などのノイズを排除するため 0.53~30Hz のバンドパスフィルタ処理を行った。

事象関連電位の算出のため、オドボール課題の標的刺激をトリガーとして、前 200ms から後 800ms までの計 1000ms を抽出した。抽出したデータはすべて目視で確認し、眼球運動や体動などに起因するアーチファクトが混入している試行を除去した。解析対象の試行について、標的刺激提示前 200~0ms の間の平均電位を基準としてベースライン補正を行った後、加算平均処理を行った。加算平均処理を行い描画した ERP 波形、P300 成分 (標的刺激提示後 250~400ms) の最大振幅および、最大振幅に到達するまでの時間である潜時を算出した。

脳波振幅には個人差がある。その影響を補正した検討を行うため、特定の匂い刺激に対する脳波を基準として、他の匂い刺激を提示したときの脳波の振幅の変化率を求め、比較した。具体的には、母国が日本・内モンゴル両群において共通して比較的認知度が高く、両群ともに嫌悪感などの極端な意味づけがなされにくい刺激であったゆず茶を基準とし、他の匂い刺激を提示した際の脳波の振幅の増加率を算出した (式 1)。

$$\text{振幅の増加率 (\%)} = \frac{\text{匂い刺激の振幅} - \text{ゆず茶の振幅}}{\text{ゆず茶の振幅}} \times 100 \dots \text{式 1}$$

3.8. 倫理的配慮

大阪大学医学部附属病院観察研究等倫理審査委員会の承認（承認番号：G25322-2）を得て実施した。

4. 結果・考察

4.1. 対象者の概要

表1. 対象者の基本情報

	A	B	C	D	E
年齢（歳）	35	22	22	31	30
性別	女性	女性	女性	男性	女性
母国	日本	日本	日本	内モンゴル	内モンゴル
母国での居住期間（年）	35	22	22	18	22
日本での居住期間（年）	35	22	22	13	8

母国が日本の者は、日本国外での居住経験はなかった。一方、母国が内モンゴルの者は、成人期まで母国で生活した後に来日した。なお、全対象者の日本での居住地は大阪府または兵庫県であり、生活環境における地域特性は概ね共通していた。

食品の味・匂いへのこだわりおよび、新しい食品への抵抗について、0点から4点までの5段階のスケールを用いた調査を行った（図5）。0点は「全くこだわらない」、4点は「強くこだわる」を意味する。

いずれの国を母国とする者も、食品の味や匂いへのこだわりは比較的強く、食に対する感覚的側面を重視する傾向を認めた。一方、新しい食品に対する心理的反応には違いを認め、母国が内モンゴルの者は抵抗が小さかった。この要因として、母国から日本に居住地を移し、文化に順応する過程で、未知の感覚刺激に対して受容的な姿勢を身につけた可能性が考えられる。

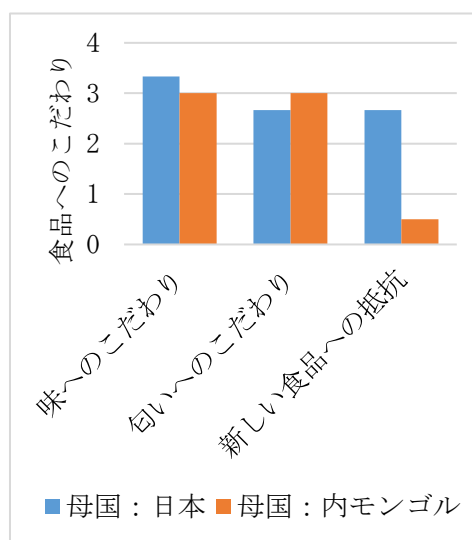


図5. 対象者の食品へのこだわり

4.2. 分析した脳波データの採択率（標的刺激の総数に対する採択データの割合）

標的刺激の総数に対する分析対象データの採択率は、無臭（白湯）は77.8%、ゆず茶は81.7%、味噌汁は77.6%、ビール（日本）は82.5%、シーベリージュースは75.9%、塩ミルクティは80.6%、ビール（モンゴル）は82.1%であった。概ね8割前後の高い採択率を示し、いずれの匂い刺激も安定した測定ができていた。

被験者ごとでは、Aは88.5%、Bは64.1%、Cは78.1%、Dは91.1%、Eは75.0%であった。被験者Bを除いて、いずれも概ね8割前後の高い採択率を示していた。被験者Bの分析対象データは平均17.2回であり、分析に必要な試行数が確保されていた。

4.3. 事象関連電位の分析

記憶の照合や刺激の意味づけが強く反映されるとされる Pz 電極のデータについて結果を示した(図 6-9)。母国が内モンゴルの被験者 D は、母国の食文化において親和性が高いシーベリージュースに対し、約 50%と大きな振幅の増加率を示し、潜時も他の被験者と比較して短縮していた。これは情動評価における「懐かしさ」「快適さ」「親しみ」の高さと一致しており、文化的に親しみのある匂いに対し、脳が重要な情報として強い注意を向けた結果と考えられる。

一方、母国が日本の被験者 A、B は味噌汁に対して負の増加率を示し、特に被験者 A では潜時が延長する傾向を認めた。情動評価では「懐かしさ」「快適さ」「親しみ」の項目はいずれ

も高かったものの、日本文化において日常的すぎる刺激に対しては、逆に新規性や注意喚起が生じにくく、脳の反応が抑制された可能性が示唆される。

また、情動評価で「嫌悪感」が高かった、被験者 E の味噌汁、被験者 B のシーベリージュース、被験者 C の塩ミルクティでは、他の被験者と比較して負の方向への振幅変動が大きくなる傾向を認めた。これは、不快と感じる刺激に対して回避的な反応を示した可能性が推察される。

ビールの匂い刺激については、C、E の 2 名のみ実施した。母国が日本・内モンゴルの両被験者ともに、他国のビールに対して「嗜好性」「摂取意欲」が比較的高かった。これに対応するように、脳波においても正の振幅の増加を認め、文化的背景を超えた個人の嗜好性が脳の注意配分に影響を与える可能性が示唆された。

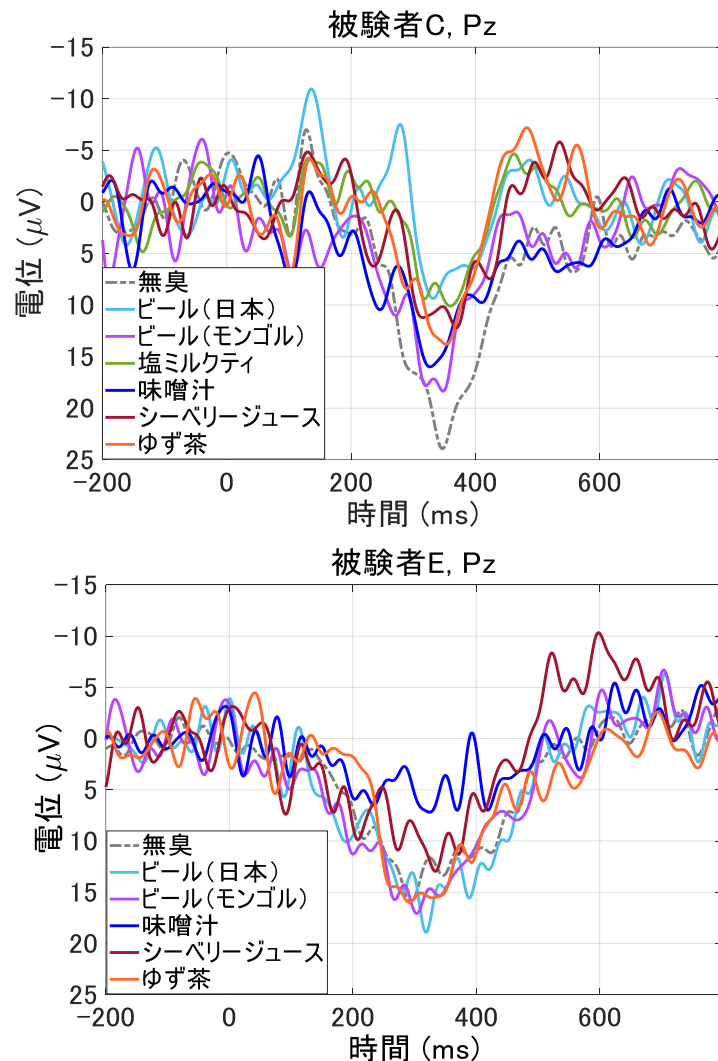


図 6. 母国が日本・内モンゴルの者各 1 名における被験者の Pz 電極の事象関連電位波形

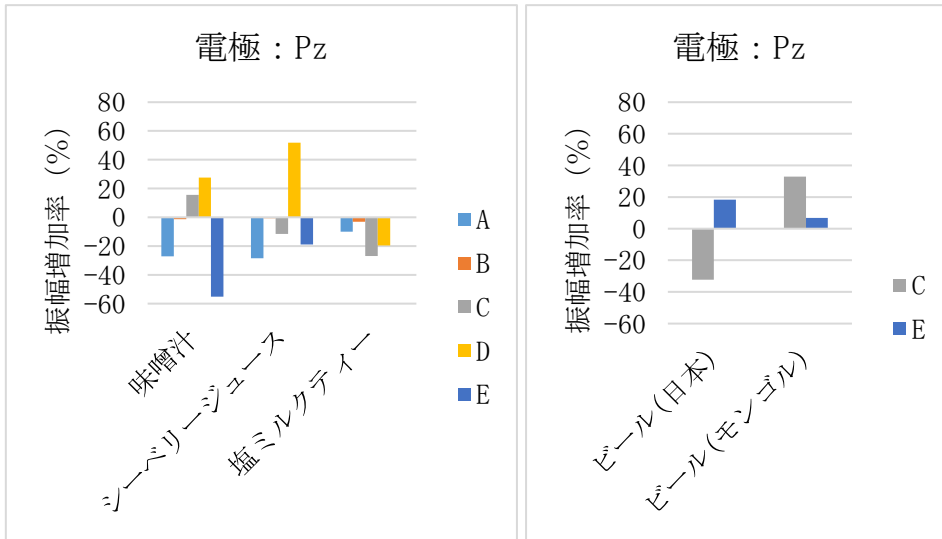


図7. ゆず茶を基準とした際の各匂い刺激におけるPz電極のP300成分の振幅増加率の棒グラフ

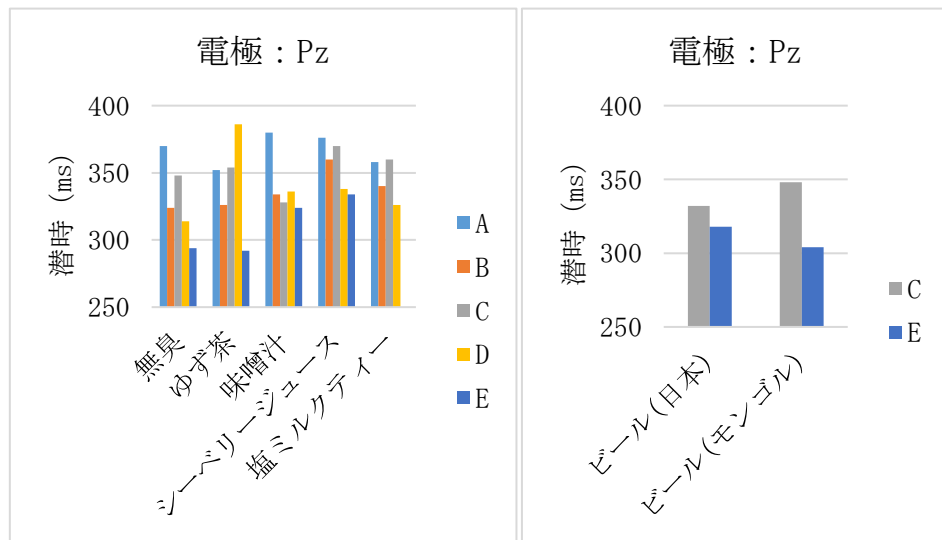


図8. 各匂い刺激におけるPz電極のP300成分の潜時の棒グラフ

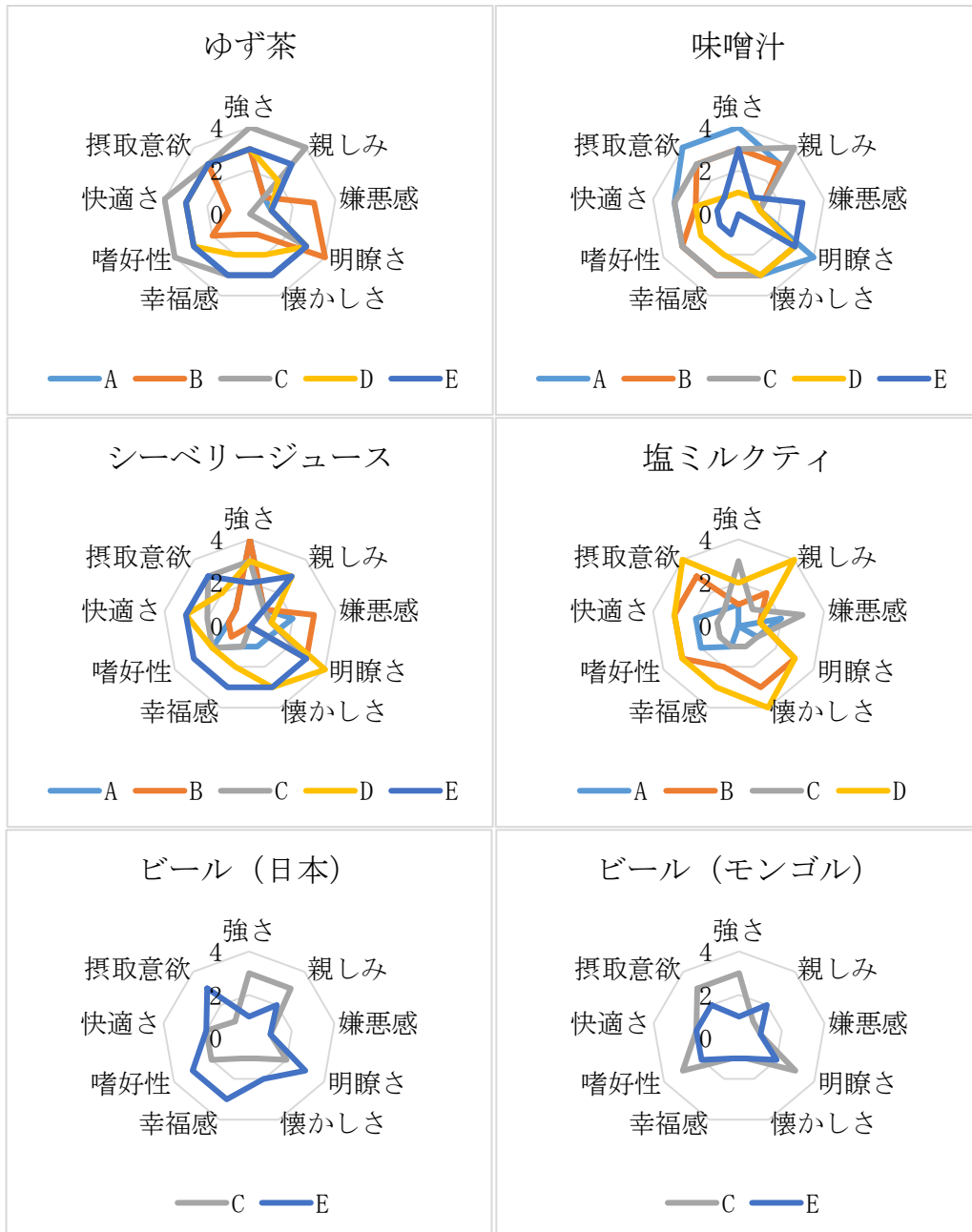


図9. 匂い刺激に暴露した際の情動に関するアンケート調査の概要

5. まとめ

食品の化学感覚刺激に対する感受性の特徴を、脳活動と主観的体験（情動）の両面から国際比較し、嗜好や食行動に母国の違いがおよぼす影響を検討した。そのために、まず食品由来の匂い刺激を自然な形で提示可能な匂い提示システムを開発した。本システムを用いて調査を行った結果、母国が内モンゴルの者は自国の食文化に特有なシーベリージュースに対して顕著な P300 振幅の増大と潜時の短縮を示した。一方、母国が日本の者にとって日常的な味噌汁の匂いに対して振幅が抑制される傾向を示すなど、文化背景に応じた脳の注意配分の差異が可視化された。また、嫌悪感や個人的嗜好といった情動評価も脳波反応に影響することが示唆された。

以上のことから、開発したシステムによる精密な刺激制御と、ゆず茶を基準とした P300 成分の振幅変化率の解析手法は、個人のアイデンティティや感性に根ざした主観的な匂いの意味づけを客観的に評価する手法として有用である可能性が示唆された。

6. 謝辞

本研究の遂行全般にわたり多大なるご指導、ご支援を賜りました、大阪大学大学院医学系研究科招聘研究員 吉村眞一先生、九州工業大学大学院工学研究院准教授 田村かおり先生、大阪大学大学院医学系研究科招聘教授 外池光雄先生、大阪大学大学院医学系研究科名誉教授 大野ゆう子先生、に心よりお礼申し上げます。また、モンゴルの食事・食品について詳しくご教示・ご助言いただきました株式会社 モンゴルセイ 代表取締役社長 ガンバートル ザヤサイハン様に心から感謝申し上げます。

終わりに、本研究を遂行するにあたり、ご支援をいただきました公益財団法人サッポロ生物科学振興財団に厚くお礼を申し上げます。

7. 引用文献

1. Bae J, Kim K, Moon SA, Choe HK, Jin Y, Kang WS, et al. Time Course of Odor Categorization Processing. *Cereb Cortex Commun.* 2021;2(4):tgab058.
2. Morquecho-Campos P, de Graaf K, Boesveldt S. Olfactory priming for eating behavior - The influence of non-conscious exposure to food odors on specific appetite, food preferences and intake. *Food Quality and Preference.* 2021;90.
3. Lan YT, Peng D, Liu W, Luo Y, Mao Z, Zheng WL, et al. Investigating Emotion EEG Patterns for Depression Detection with Attentive Simple Graph Convolutional Network. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.* 2023;2023:1-4.
4. Schwartz C, Scholtens PA, Lalanne A, Weenen H, Nicklaus S. Development of healthy eating habits early in life. Review of recent evidence and selected guidelines. *Appetite.* 2011;57(3):796-807.
5. Jeong S, Lee J. Effects of cultural background on consumer perception and acceptability of foods and drinks: a review of latest cross-cultural studies. *Current Opinion in Food Science.* 2021;42:248-56.
6. Tamura K, Nishimura T, Ohno Y, Yoshimura S, Tonoike M. Limonene Selectively Modulates Visual Attention Through P300 Suppression: A Comparative Event-Related Potential Study With Lemon Essential Oil. *Brain Behav.* 2025;15(11):e71012.