

麦焼酎の香気成分とNIRSによる脳血流量への影響

米元 俊一¹⁾ 小屋徳次郎¹⁾ 小田原綾子¹⁾ 梶原 康博²⁾

高下 秀春²⁾ 小田 誠³⁾ 布施 泰史⁴⁾

¹⁾別府大学 ²⁾三和酒類 ³⁾宮崎県総合政策部情報政策課 ⁴⁾宮崎県工業技術センター

【要 旨】

本研究は、個人の感性・嗜好に関わる脳内情報を脳血流変化量にもとづくNIRS(Near Infra-Red Spectroscopy) 信号で検出できないか検討したものである。パネルが本格焼酎の香りを嗅いだ時の脳血流変化と、官能評価及び好き嫌いの関係について調べた。NIRSによる香りの嗜好度は、個人ごとに脳血流量変化の増減と、その部位は異なるものの、匂いにより前頭葉前野の血流量の変化することが確認できた。パネルによる嗜好の違いがNIRS信号として反映され、パネルの嗜好の傾向を検出できる可能性が示された。

【キーワード】

麦焼酎、香気成分、NIRS、嗜好性 脳血流量変化

【はじめに】

食品の風味評価には、ヒトの感覚を用いた官能評価が主に用いられている。官能評価はヒトの嗜好を加味して食品を丸ごと評価できる優れた方法であるが、人材の確保と育成に課題がある。また、被験者の意図的な判断が含まれる可能性や、感情や体調に左右される可能性があり、これらが客観性に影響を及ぼすため、官能評価法を補完する方法が求められている。最近の近赤外光による脳機能イメージング法では、大脳皮質の活性部位を直接測定することはできないが、その神経活動によって間接的に変化する比較的頭皮に近い前頭葉や側頭葉の活性を調べることができる。食品の風味評価においては、脳科学は未知の分野であり、測定方法や解析手法が手探りの状態であること、上述の前頭前野腹側部は顎や目等の動きに関連する大きな筋肉が存在することから、得られた値に対する評価には十分な注意が必要となる。これまでの研究において、風味に関連する脳賦活部位が明らかになってきているが嗜好の判別や味の違いによる賦活変化の程度については未開拓の分野である¹⁻⁸⁾。

【目 的】

本格焼酎の香りに対する研究は、より多く販売することや、よりおいしく飲むといったことに繋がる期待感がある。本格焼酎、ウイスキーなどの蒸留酒は、その評価の大部分が香りと言われ香りの良否は、酒質評価とともに売れゆきに大きな影響を与えている。本格焼酎の何の香りかヒ

トに好まれているか、またその香気成分を特定することができれば、本格焼酎に対する消費の拡大に繋がる。また、香りの嗜好へのメカニズムの一端を知ることにより商品開発の精度が高くなる。

そこで、筆者は本格焼酎の香りについての受容性や嗜好性、さらには本格焼酎を摂取した際の満足度や癒し感などを客観的に判断しうる新しい酒類評価法の開発を目指して、NIRS (Near Infra-Red Spectroscopy) に着目し検討した。NIRS は神経活動にもとづく脳血流変化を反映する脳内ヘモグロビン (酸素化ヘモグロビン: oxy-Hb, 脱酸素化ヘモグロビン: deoxy-Hb) の変化量をリアルタイムに記録できることが特徴である。測定は、完全に非侵襲であるばかりでなくパネルの身体的な自由度が高く、座位でも可能である¹⁾。

本研究では、麦焼酎を中心に様々な本格焼酎を嗅覚刺激として与え、その時の前頭前野における局所脳血流量変化量からパネルの嗜好や感性表現を潜在的あるいは非明示的に読み取れないかNIRSを用いて検討した。また嗅覚による酒質の評価をとることによって、より多角的にヒトの焼酎評価における嗜好性について検討した。

【実験方法】

1) 実験試料

A: 「甲類焼酎」、B: 「麦焼酎減圧」、C: 「麦焼酎常圧」、D: 「麦焼酎市販酒」、対照としてE: 「芋焼酎市販酒」で、どの試料もアルコール度数25%のものを使用した。「麦焼酎減圧」、「麦焼酎常圧」、「麦焼酎市販酒」は三和酒類(株)提供のものを使用した。「甲類焼酎」は宝酒造製、「芋焼酎市販酒」は薩摩酒造(株)のものを使用した。

2) NIRS による実験

パネルは別府大学3人(パネルa: 男性、21才、パネルb: 女性、21才、パネルc: 男性、63才)で実験を行った。宮崎県工業技術センターにて光トポグラフィ ETG-4000(日立メディコ)を使用し、NIRSにもとづく脳血流量変化をみた。また同研究所の研究員の指導を受けた。

まず、パネルの頭部に図1-Aのような3×5モードの光ファイバースプロブ(全22チャンネル)を配置した。チャンネルの位置は図1-Bに示すとおりである。図1-Cに示すように、実験試料を10秒間嗅いで脳血流量変化を測定し、10秒間待機して次の試料を測定し、チャンネルごとの反応の差を得た。

計測では、数センチメートル離れた頭の表面の2点に、発光プローブ、受光プローブをセットする。図1-Dに示すように発光プローブから発せられた近赤外光は、脳組織内を散乱しながら進んでいく。大半の光は生体内に吸収されてしまうが頭皮に戻って外部に逃げてしまうが、ごくわずかな光が受光プローブに到達する。この光は微量であるが、脳の活動状態を伝える重要な情報を担っている。もし、光の進む光路の途中で脳の活動が盛んであれば、脳組織の血流量が増加し、ヘモグロビン分子による光の吸収量が増加する。この結果、受光プローブで検出された光量変化を連続的に計測すれば、脳活動の変化がモニタリングできる²⁻⁵⁾。

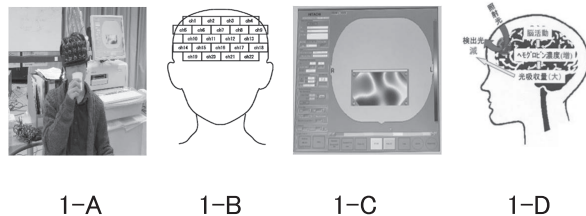


図1 NIRS による実験状況とNIRS 説明

3) NIRS に解析

ETG-7100 (Ver3.05) /ETG-4000 (Ver1.63) の Utility 機能に搭載した①②で処理した。

- ① Multiple Data Analysis (複数データ解析機能) 複数データの群平均波形を表示しデータ間の差分波形・差分 t 値波形を算出した。
- ② Wave Analysis (波形解析機能) 波形特徴量 (最大値、最小値、平均値等) を算出 ROI 波形解析 (部位単位での解析) した。また宮崎県工業技術センターの研究員の指導にしたがった。

NIRS の測定結果の解析方法を以下の図 2 (実験試料 A, B, C, D, E) を用いて説明する。折れ線グラフは寄与率を表し、1.0 に近い数値であるほど正確なデータが取れたことを示す。右の棒グラフは、各チャンネルの脳血流変化量を示す。パネル b の例で示すと、実験例 1 より寄与率は 0.95 であるため、ほぼ正確なデータといえる。特に 21 番を先頭に 18 番、16 番の血流量が増加したことを表す。血流量の減少したものはなかったということがわかる。実験例 2 より寄与率が 0.90 で、ほぼ正確なデータだといえる。血流量変化では、21、18、15 の順に増加していることがわかる。実験例 3 では寄与率 0.83 で、ほぼ正確なデータといえる。血流量変化としては、21、18、16 の順に増加していて、22 だけは減少していることがわかる。実験例 4 に示すがこのデータでは、21、16、20 の順に血流量の増加がみられる。寄与率 0.96 で、ほぼ正確なデータといえる。実験例 5 より、このデータは、21、16、17 の順に血流量の増加していることがわかる。寄与率 0.90 で、このデータもほぼ正確である。

これにより + になったものを表に示し、どの部位が増減したか判定した。ある香りをかいた時にどの部位が反応したか、もし共通性があれば嗜好性あるいは嫌き嫌いの判定になる可能性がある。

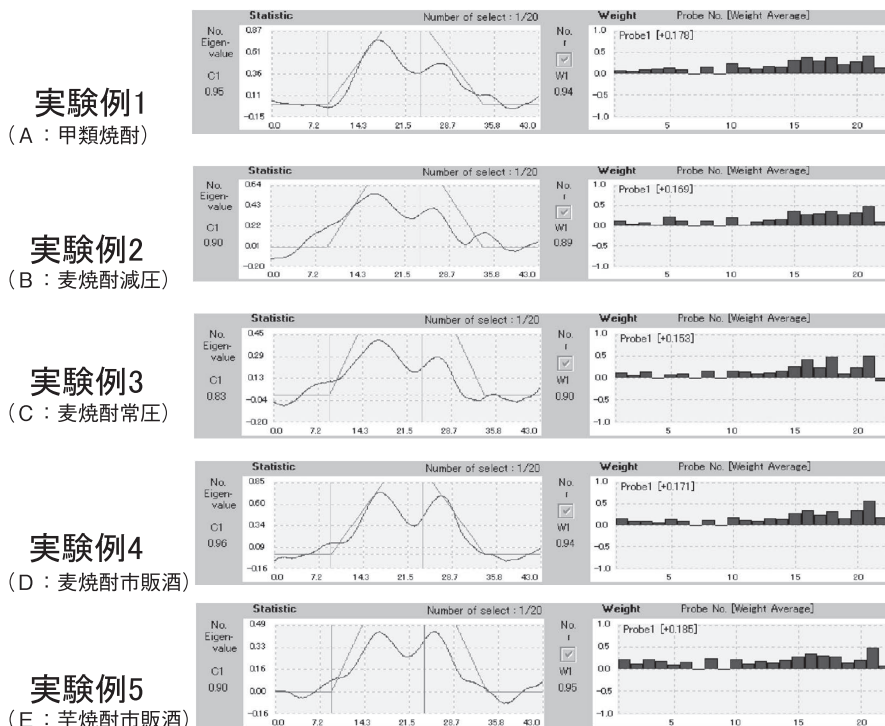


図2 NIRSの解析方法

3) 嗅覚による酒質の評価のグラフ化

年齢や飲酒経験の多さの違いで、本格焼酎に対する香りの感じ方に差が生じるかを検討した。パネルは29人で(3年生11人、4年生10人、教員8人)で香りのみで評価した。

試料はワイングラスに注ぎ、それぞれを順番に嗅いでどんな印象を受けたかを評価した。印象評価はあえて酒評価用語を使用せず、香水で使用される立川氏⁹⁾の5項目の対語で表現した。最初に1~9段階で評価をしてもらった。評価は、涼しい(1)-暖かい(9)、辛口(1)-甘口(9)、淡白(1)-濃厚(9)、単純(1)-複雑(9)、女性的(1)-男性的(9)の5項目を9段階評価とした。次に、香りの好き嫌いで脳血流量の増減にどう影響が現れるかを見るために各試料を5段階評価した。評価は、好き(1)-嫌い(5)とした。これらの結果を平均化したものを図8~12に示した。

【実験結果及び考察】

1) NIRS の測定結果

NIRSでの脳血流量の増減測定結果をパネルごとに図3~図7に示した。また、その結果をまとめたものを表1に記載した。他のチャンネルよりも脳血流量の上昇幅が明らかに大きいものを上段に表記、脳血流量の減少幅が明らかに大きいものを下段に表記した。この表から、各個人の脳のどの場所が大きく反応を示しているのかを読み取ることができる。加えて、各試料の香りに対する各パネルの嗜好性の評価を表2に示した。香りの好き嫌いで脳血流量の増減にどう影響が現れるかを見るために各試料を5段階評価した。評価は、好き(1)-嫌い(5)としたがパネルaはA：甲類焼酎が嫌い、パネルbはC：麦常圧、D：麦焼酎市販酒、E：芋焼酎市販酒が嫌いと答えた。パネルcはA：甲類焼酎、C：麦常圧が嫌いと答えた。

パネルaの嗜好評価では、A：甲類焼酎~B：芋焼酎市販酒の順に好き嫌いが4,3,2,2,2となっていて、評価が2の試料には11,12番が反応していることが明らかになった。22は左脳の方に位置していて19は右脳の方に位置しているため、パネルaは右脳で判断している可能性がみられた。視覚、聴覚、触覚の記憶に関する脳機能研究では、文字や音読された言葉などの言語情報の意図的記憶には、左側の前頭前野が関与することが知られている。一方、顔や幾何学模様、抽象音などの言語化しにくい情報の意図的記憶には、左右両側の前頭前野が関与することが知られている⁶⁾。このことから、パネルaはA：甲類焼酎、B：麦焼酎減圧、C：麦焼酎常圧、D：麦焼酎市販酒、E：芋焼酎市販酒の香りに対して言語化しにくい情報として捉えている傾向がみられた。パネルbは比較的左脳で判断し、試料に対して言語情報として捉えている傾向がみられた。パネルcは左脳で判断し、また右脳でもやや判断する傾向が見られた。いずれにしても、ヒトは香りを嗅いだとき脳の前頭前野が反応することが明らかになった。

また、香りを嗅ぐパネル、匂いサンプルにより、血流量が上昇する場所、減少する場所が異なるが、共通して増加する部位が明らかになった。パネルaは19、パネルbは21, 18, 16、パネルcは22,14が増加している。減少を見ると、パネルaは18、パネルcは11が反応していた。よって、19~22の部分で強い反応がみられた場合、パネルは「飲むことに興味を示している」と考えている可能性がみられた。しかしながら、パネルaは評価が2の試料に対して11,12が反応しており、19~22以外の部分も嗜好に対して反応している可能性も考えられた。

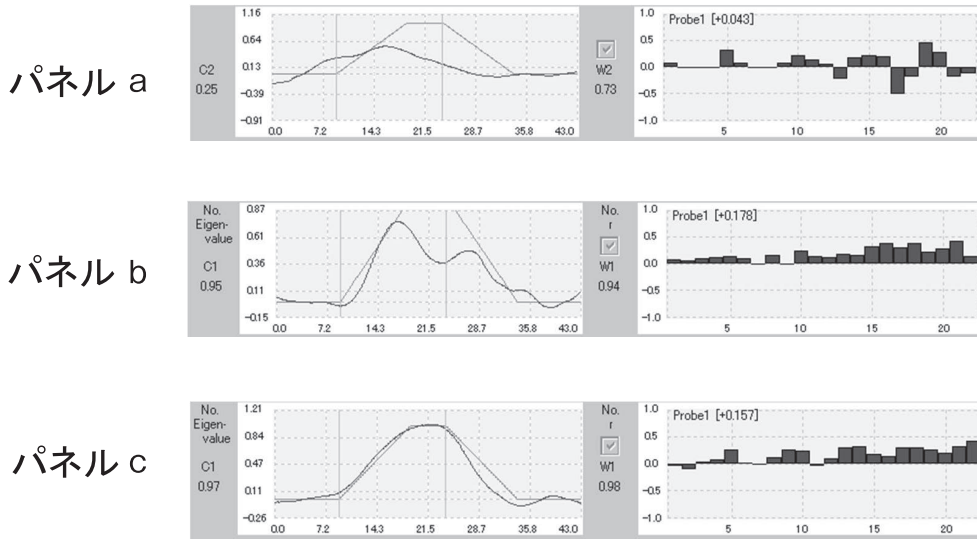


図3 A：甲類焼酎 NIRSによる各チャンネルごとの脳血流変化量

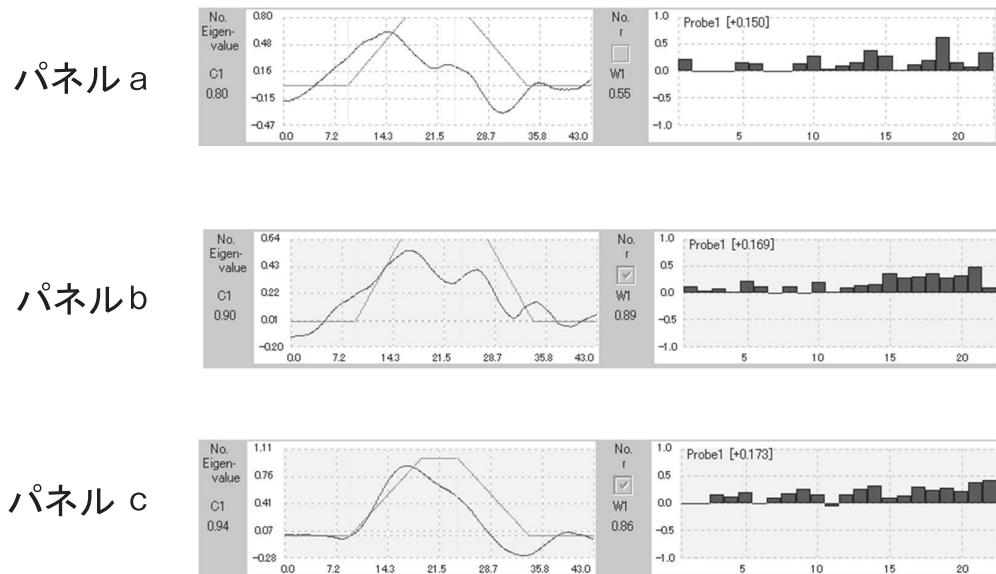
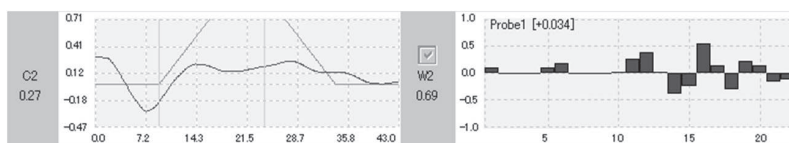
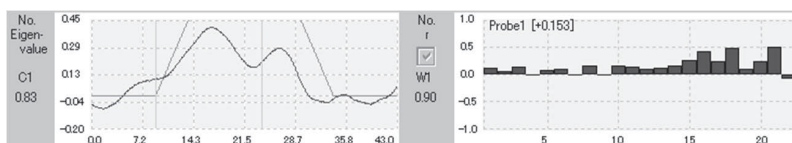


図4 B：麦焼酎減圧 NIRSによる各チャンネルごとの脳血流変化量

パネル a



パネル b



パネル c

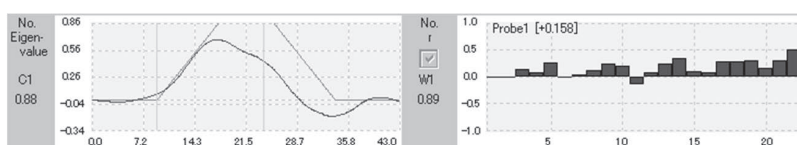
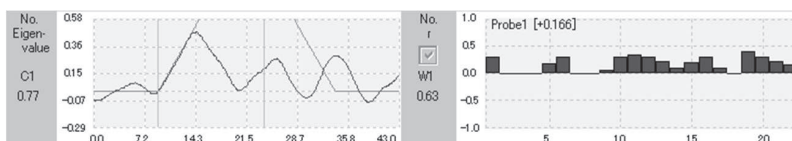
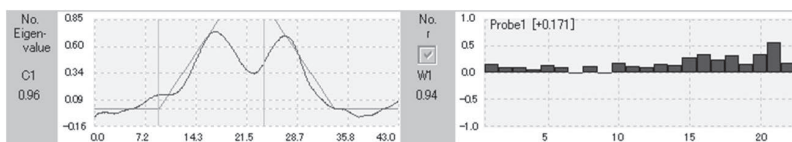


図5 C：麦焼酎常圧 NIRSによる各チャンネルごとの脳血流変化量

パネル a



パネル b



パネル c

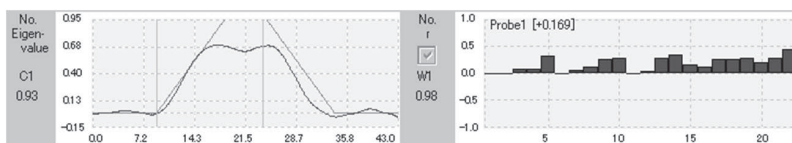


図6 D：麦焼酎市販酒 NIRSによる各チャンネルごとの脳血流変化量

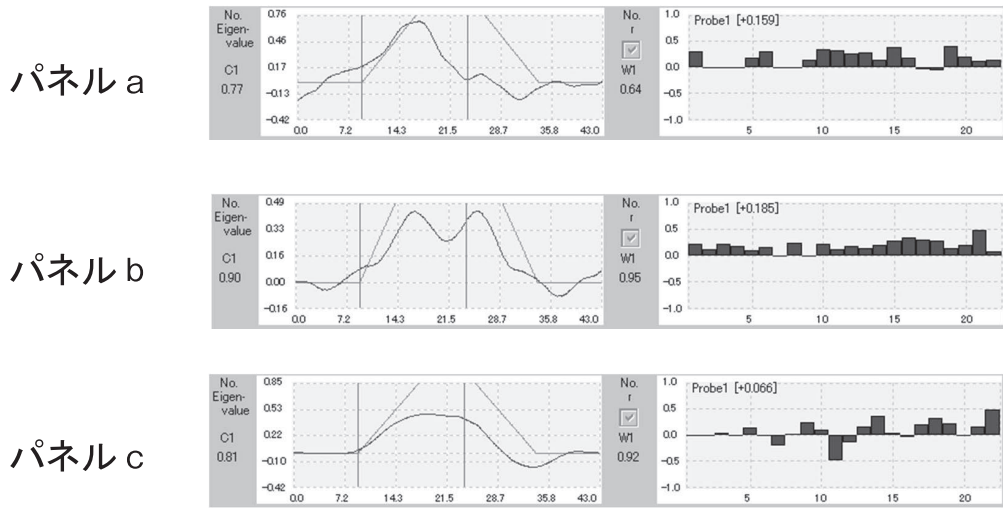


図7 E：芋焼酎市販酒 NIRSによる各チャンネルごとの脳血流量変化量

表1 各チャンネルの脳血流量の増減

	パネルa	パネルb	パネルc
A:甲類焼酎	増19,5,20,15 減17,13,18,21,22	増21,18,16 減	増22,21,14 減2,11
B:麦焼酎減圧	増19,14,22,15,10 減	増21,18,15 減	増22,21,14 減11
C:麦焼酎常圧	増16,12,11,19 減14,18,15,21	増21,18,16,15,17 減22	増22,14,19 減11
D:麦市販酒	増19,11,20,10 減	増21,16,20,18 減	増22,14,5,10,9 減
E:芋市販酒	増19,15,10,11,13,12 減18,17	増21,16,17,18 減	増22,14,18 減11,12,7

※-は共通部位

表2. 嗜好評価結果

焼酎	パネルa	パネルb	パネルc
A:甲類焼酎	4	2	4
B:麦焼酎減圧	3	2	2
C:麦焼酎常圧	2	4	4
D:麦市販酒	2	4	3
E:芋市販酒	2	4	3

1好き～5嫌い

2) 嗅覚による酒質の評価

図8に示すようにA：甲類焼酎は、すべての年代で評価が一致し、涼しい、辛口、淡白、単純、女性的という評価になった。図9に示すように麦焼酎減圧は、涼しい、淡白、単純という評価が多数を占めた。図10に示すように麦焼酎常圧は、濃厚、複雑、男性的という評価は、全ての年代で一致した。残り2つの評価は評価が異なる結果となった。図11に示すようにD：麦市販酒は、全体的に見ても評価が別れており、各パネルによって評価が異なっていた。図12に示すようにE：芋市販酒は、甘口、濃厚、男性的という評価が多く見られた。以上の結果から、年代別で見ても香りに対する評価は概ね一致するということが明らかになった。

香りの強い常圧製品（麦焼酎常圧および芋焼酎市販酒）は、濃厚、男性的と評価の共通点が見られた。香りの弱いA：甲類焼酎に対する評価が一致したことについては、香りが弱く個性がないため、むしろ評価をしやすかったのではないかと推測された。A：甲類焼酎とC：麦焼酎常圧、E：芋焼酎市販酒の結果を比較して、香りの強い焼酎は濃厚、男性的、香りの弱い焼酎は淡白、女性的と全く反対になったことから、香りの弱い焼酎は淡白、女性的で、香りの強い焼酎は濃厚、男性的と評価される傾向にあるということが考えられた。

9段階での酒質評価の結果は、全ての年代を通して概ね評価が一致しており、年齢が違っていても感じとられる香りに大きな差はないことが明らかになった。嗅覚による酒質の嗜好評価では、全ての年代を通して共通点が多いことが明らかになった。

匂いによる好き嫌いの評価を図13に示した。A：甲類焼酎は、すべての年代において嫌いという評価された数が少ない結果となった。その反面、最も好きと評価された数も少なかった。若い3～4年生だけに注目すると好きという評価が多く見られた。

B：麦焼酎減圧は、最も好きと評価された数が多く、ほとんどの年代において嫌いという評価が少なかった。しかし、若い3～4年生だけに注目すると嫌いという評価が一定数あった。C：麦焼酎常圧は、70代を除いて全体的に嫌いという評価が多かった。

D：麦焼酎市販酒は、すべての年代において好き、嫌いが一定数あり、評価が分かれた。

E：芋焼酎市販酒は、70代を除いた殆どの年代で嫌いという評価があった。中でも若年の3～4年生からの嫌いという評価が多かった。その反面、好きと評価された数も一定数あった。

C：麦焼酎常圧、E：芋焼酎市販酒は、嫌いという評価された数が多く、香りの強い常圧蒸留焼酎は一般的に好かれない傾向にあることが明らかになった。中でも若年層は麦焼酎常圧、芋焼酎市販酒のような香りの強い焼酎を嫌う評価が多いことと、香りの薄い甲類焼酎を好む評価が集まっていたことから、その傾向が強いことが明らかになった。

嗜好調査では香りの薄い焼酎に対する評価は、特に悪くもなく好きでもないという評価が多くみられた。逆に、香りの強い焼酎に対する評価は、嫌いという評価された数が多い反面、特に好きという評価も一定数得られた。結果として、香りが強すぎず、薄すぎない焼酎が好まれる傾向があることが明らかになった。年齢の若い学生だけの結果を見た場合は、香りの強い焼酎を好きと評価された数が極端に少なくなり、香りの薄い焼酎を好む傾向があることがわかった。これは、他の年代に比べて飲酒経験が少ないことと、全体的に香りのするものを嫌う傾向があることが原因ではないかと推測された。

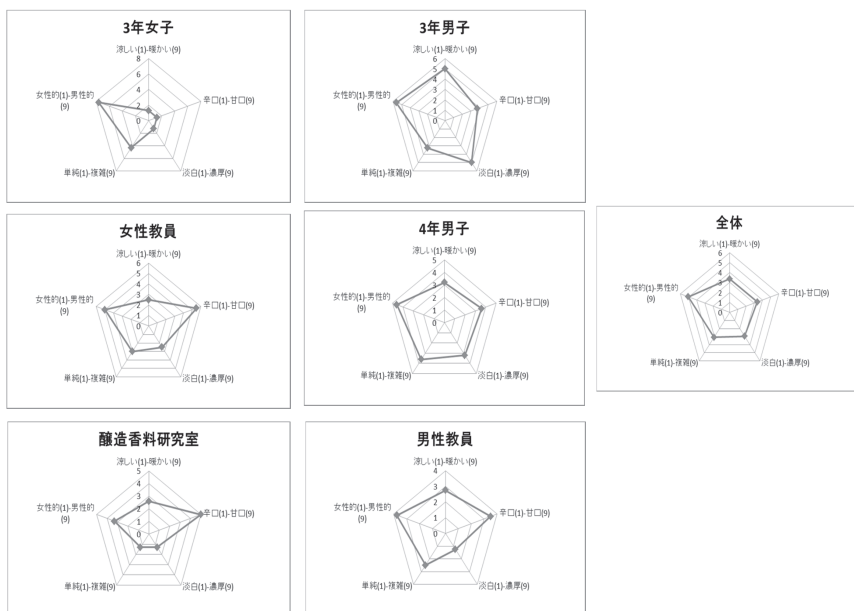


図 8 A：甲類焼酎

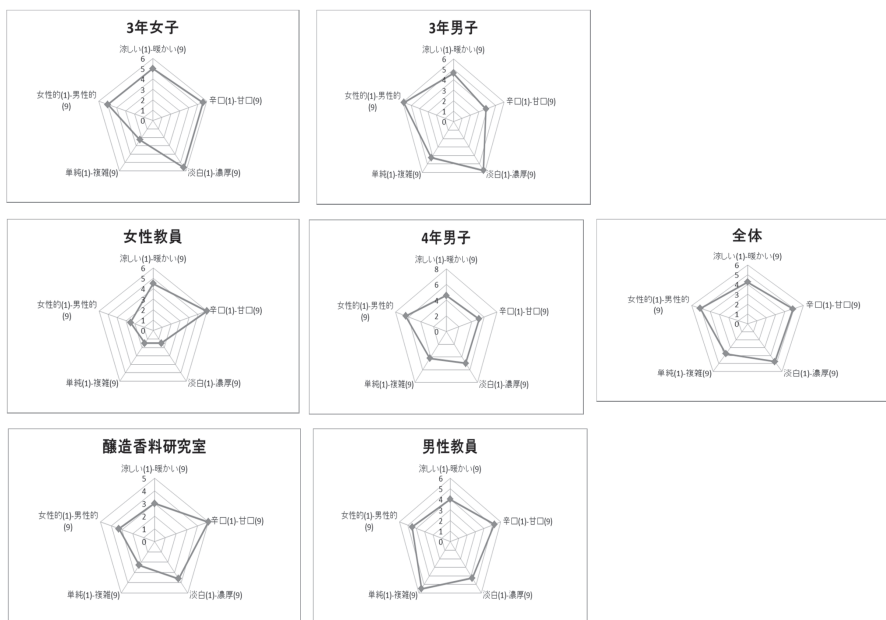


図 9 B：麦焼酎減圧

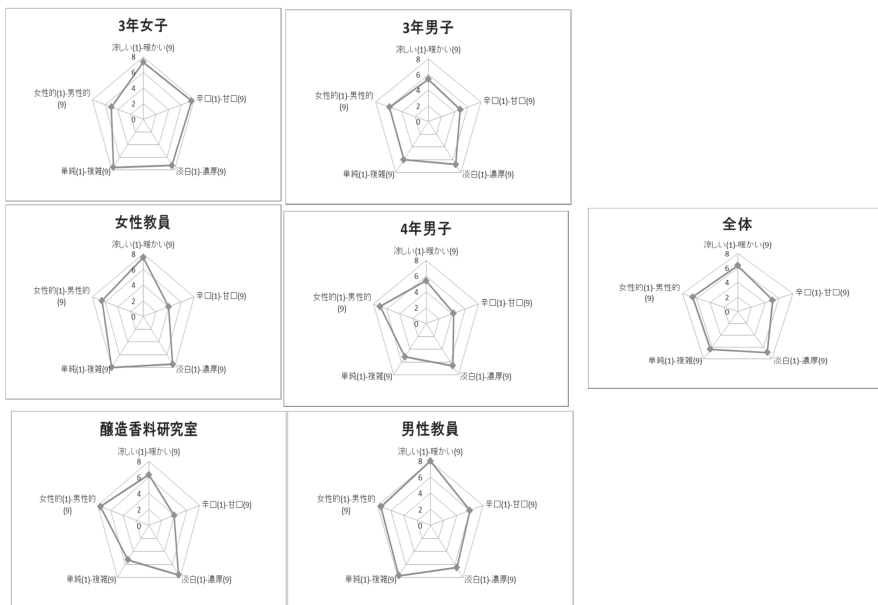


图 10 C：麦烧耐常庄

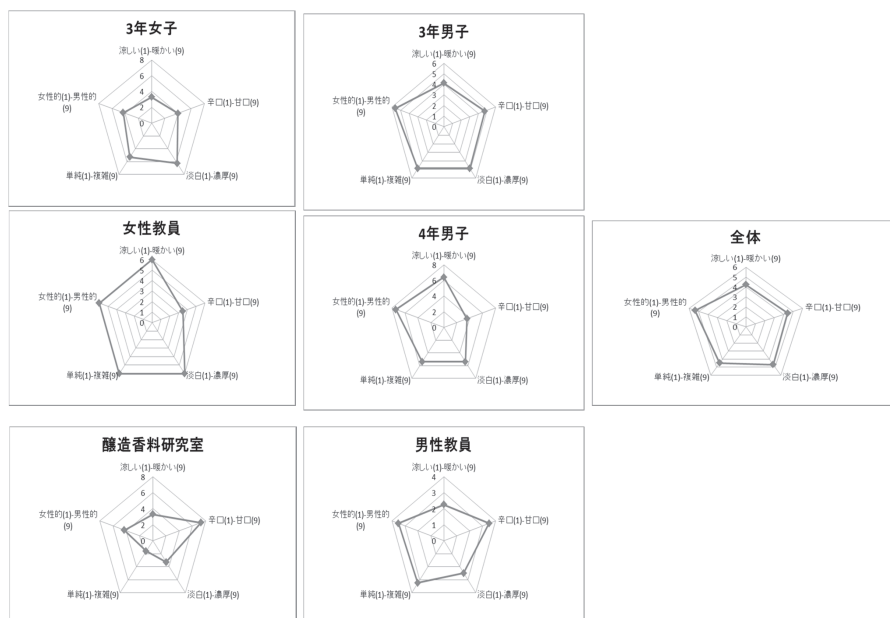


图 11 D：麦烧耐市販酒

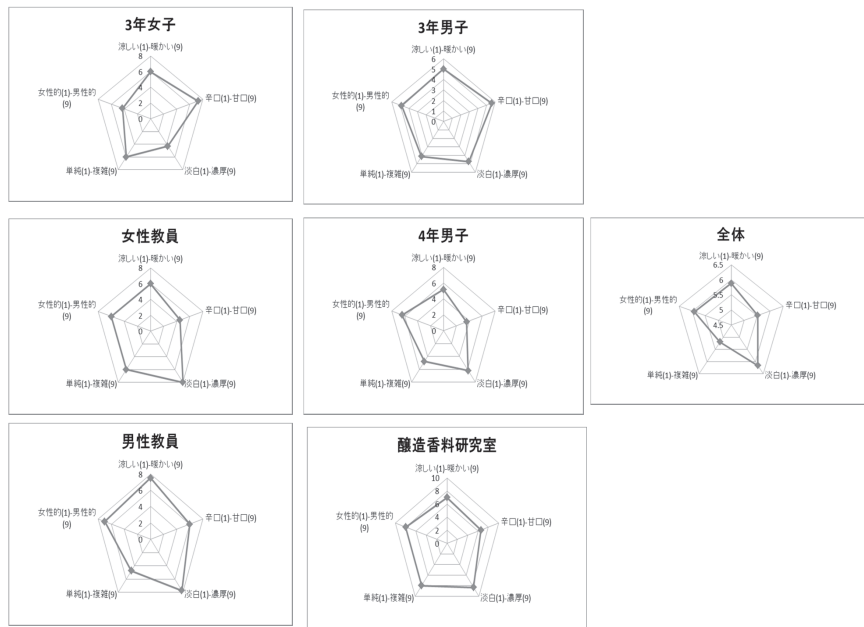


図 12 E：芋焼酎市販酒

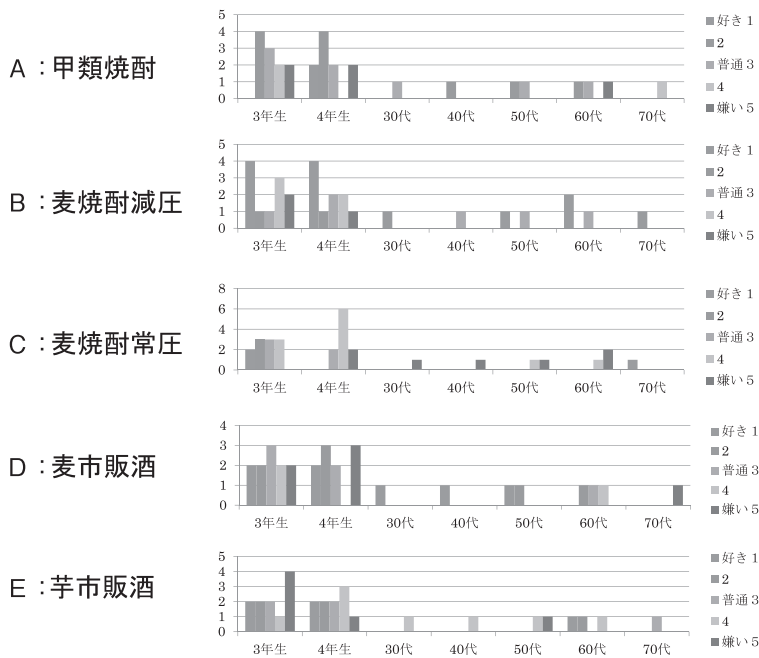


図 13 焼酎香気の嗜好順位

【考 察】

NIRSによる香りの嗜好度は、個人ごとに脳血流量変化の増減と、部位は異なるものの、匂いにより前頭前野の血流量が変化することが確認できた。

また、香りを嗅ぐパネルや匂いサンプルにより、血流量が上昇する場所、減少する場所が異なるが、共通して増加する部位が明らかになった。

これは、前頭葉前野の中でも眼窩前頭皮質の部分が反応しているものと考えられる。この領域は情動、報酬価値、食べ物等に対する主観的な喜びの経験を仲介する役割を持っており、焼酎の香りがここに作用したのではないかと考えられる⁷⁾。ただ、嗜好性選択の違いが前頭前野の脳血流量に何らかの影響を及ぼしていることが示唆されたが、それは異なる被験者間で普遍的な応答とはいえなかった。香りの好き嫌いの脳血流量の増減への影響について統一の見解は見いだせなかったが、各パネルでの脳血流量の増加部位の好き嫌いへの影響、すなわち好き嫌いによる酸素化血流量の増加と減少は観察できた。

また、焼酎の香りの好き嫌いについては、香りの薄い焼酎を好む傾向が影響しているのではないかと考えられた。今後の商品開発をしていく上で、今回使用した香り評価（SD法）などの酒評価以外での基礎的な香りの印象評価による商品のイメージに合わせて香りの質と強弱を変えていくことで、商品を理想の香りに近づけていける可能性がみられた。更なる精度向上が必要で、実験方法の改善、データ解析の方法の改善が求められる。今後、パネルの増員や別の印象評価用語も試していくことと、さらに嗜好評価のデータと脳血流量変化のパターンを見つけることで焼酎の香りでの嗜好性の傾向を明らかにしていきたい。

謝辞

NIRSの研究で指導していただいた宮崎県工業技術センターの方々、三和酒類の方々、香りによる官能評価に協力していただいた別府大学の皆様に心より御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 熊谷, 昌則: NIRSによる脳血流変化量に基づく食品の嗜好性判断, 秋田県総合食品研究センター報告 Vol.13, 1-6 (2011)
- 2) H. Koizumi, T. Yamamoto, A. Maki, Y. Yamashita, H. Sato, H. Kawaguchi and N. Ichikawa, Optical topography: practical problems and new applications, *appl. Opt.*, 42, 3054_3062 (2003).
- 3) H. Obring and A. Villringer, Beyond the visible-imaging the human brain with light, *J. Cereb. Blood Flow Metab.*, 23, 1_18 (2003).
- 4) G. Strangman, D. A. Boas and J. P. Sutton, Non-invasive neuroimaging using near-infrared light, *Biol. Psychiatry*, 52, 679_693 (2002)
- 5) 日立光トポグラフィユーザ会: 光トポグラフィ基礎講座～解析編～株式会社日立メディコ (2009)
- 6) 岡本雅子, 松波万理, 壇はるか, 木幡知子, 神山かおる, 壇一平太: 味を覚えるにも大脳の前頭前野 日本水産株式会社 2 (2006)
- 7) Kringsbach, M. L. and Rolls, E. T. (2004). "The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology". *Progress in Neurobiology* 72:341-372.

- 8) 米元俊一：本格焼酎の香味成分と美味しさ，日本醸造協会誌，112，(2)96 - 107(2017)
- 9) 立川一義著：やさしいオリジナル香水のつくりかた：フレグランスジャーナル社（2008）P.64

