

嗅覚刺激が問題解決の作業パフォーマンスに与える影響：コーヒーの香りの効果に着目した実験的検討

Influence of olfactory stimulation on problem-solving performance:

Experimental study focusing on the effect of coffee aroma

渡邊 咲花¹, 下條 志巖¹, 林 勇吾²

Emika Watanabe, Shigen Shimojo, Yugo Hayashi

立命館大学大学院人間科学研究科¹, 立命館大学総合心理学部²

Ritsumeikan University

gr0576fp@ed.ritsumei.ac.jp

概要

先行研究では学習によるデカフェコーヒーの覚醒効果やコーヒーの香りにプラシーボ効果があることが指摘されている。そのため、本研究ではコーヒーの香りが計算課題のパフォーマンスに影響を及ぼすのかどうかを期待と覚醒度の観点から検討した。その結果、課題の進捗は変化せず、コーヒーの香りのある条件で課題の正答率が低下した。覚醒度は香りのある条件で低下した。本研究ではコーヒーの香りは課題初期の覚醒度を低下させ、それによって計算課題の正確性を低下させることが示唆された。

キーワード：コーヒー、作業課題、確信度評価、瞳孔計測

1. 背景

コーヒーに含まれるカフェインが生理的覚醒を促すことはよく知られている。一方で、カフェインの入っていないデカフェコーヒーであってもコーヒーを飲んだ時と同じような覚醒効果があることも示されている [1]。この効果はデカフェコーヒーであると知っていても引き起こされる [1]。[1] では、カフェインの効果は日頃からコーヒーを飲むことによって、コーヒーの特徴と条件付けが起きていると解釈されている。つまり、コーヒーを飲むことでカフェインによる生理的覚醒とコーヒーが条件付けられ、コーヒーの特徴やコーヒーを飲む行為に般化したということである。コーヒーの摂取頻度が増えることによってデカフェコーヒーの覚醒効果が変化する可能性も指摘されている [2]。他にも、コーヒーの香りが推論課題の成績を向上させることも示されている [3]。[3] では、それについて、コーヒーのカフェインが生理的覚醒を高めるという既存の知識か

ら成績の向上を期待し、その期待が実際の推論課題の成績に影響を与えていると考察している。コーヒーによる生理的覚醒および課題成績の向上が先行研究で示される一方で、先行研究で使用されている課題の種類は少ない。日常の課題解決にはその特徴によって様々な難易度と種類の課題が存在するが、コーヒーの覚醒効果が実際にどのような課題に影響するのかまでは、ほとんど検討がされていない。[1] では、コーヒーの特徴とカフェインの間に生じた条件付けの結果、カフェインがなくともコーヒーの特徴だけで生理的覚醒を生じさせ、課題成績を向上させることが示されている。[3] ではコーヒーの香りが課題成績を向上させた結果を、既存の知識による期待の効果である考察している。[1] を鑑みると、条件付けによってコーヒーの香りが生理的覚醒を促し、期待を高めた、あるいは課題成績を向上させた可能性があるが、[3] ではそれが考慮されていない。そのため、[3] では既存の知識からコーヒーのある環境への期待を生じさせたのか、条件付けによって覚醒したことで期待と課題成績も向上したのかが分からない。そこで、本研究はコーヒーの香りと問題解決課題の1つとして計算課題を用いてコーヒーの香りによって計算課題のパフォーマンスが向上するかを検討する。ここでは、生理的指標を用いて生理的な覚醒が起きたか、および条件付けがあったかを測定し、期待感と生理的覚醒の両面から検討する。

2. 目的

前節で議論した内容を踏まえ、本研究ではコーヒーの香りの問題解決課題のパフォーマンスへの影響を計算課題により検討する。[1] と [3] の考察に基づくと、

コーヒーを連想させる環境への作業がはかどる、頭が働くといった期待、もしくはコーヒーと覚醒効果の学習に基づく条件反応が実際の成績に影響を与える可能性があると考えられる。そこで、嗅覚刺激の条件付け反応によって生理的な覚醒が生じるならば、生理的な指標の一つである瞳孔径の散大が起きると予想した。瞳孔径の散大は生理的覚醒と相関があることが示されている [4]。以上より、コーヒーの香りを提示することで課題のパフォーマンスが向上する、具体的には、以下の仮説を立てて、実験室実験で検討していく。

H1: コーヒーの香りを課題遂行中に提示すると、計算課題の回答数や正答率が増加する

H2: コーヒーの香りを課題遂行中に提示すると、計算課題の成績への確信度も向上する

H3: コーヒーの香りを課題遂行中に提示すると、瞳孔径の散大が起きる

3. 方法

実験参加者

実験参加者は立命館大学の学部生をインターネットによって募集する学内のシステムを用いて募集した大学生 39 名(男性 14 名, 女性 25 名, 平均年齢 19.36 歳。)であった。実験参加者は実験に参加することで、授業のコースクレジットが与えられた。本研究では、総合心理学部・人間科学研究科倫理審査委員会から承認を受けて行われた(承認番号: 2022-psy-049)。

装置

コーヒーの香り刺激を提示するための超音波うるおいアロマディフューザー (MJ-UAD1) とコーヒーのアロマオイル(MoonLeaf)、瞳孔径を計測するための眼球運動測定器 (Tobii Pro X2-30)、実験課題を行うためのノートパソコン (Windows OS, Surface) を用いた。

材料

計算課題に対する期待感を評価するための確信度評価の質問紙とコーヒーに関する質問紙を用いた。確信度評価の質問紙は「課題をどれくらいうまくできると思うか」を 7 段階評価で評価、コーヒーに関する質問紙はコーヒーの摂取頻度、好み等の項目で構成されていた。計算課題は C# のプログラミング言語を用いて作成し、パソコンで実施した。内容は、10 分間ランダムに呈示される 2 つの 1 桁の数字を加算し続けるもので、後から回答数と正答率を確認できるように提示される数字とそれに対する回答は保存された。また、嗅覚が正常かの確認のために質問紙とアロマオイル (ユズ, ミント, ラベンダー) を用いた。

手続き

香りあり条件では実験の 30 分前にアロマディフューザーを起動して実験室にコーヒーの香りが充満するようにした。アロマディフューザーは計算課題を実施するパソコンの横に置き、実験中も作動させた。最初に実験室とは異なる部屋で同意書と確信度評価の質問紙への記入および実験前の瞳孔径の測定を行った。その後、実験室に入り眼球運動測定器を用いて眼球運動の測定を開始し、計算課題を 10 分間実施した。その間、計算課題開始の合図直後、計算課題開始から 5 分後、計算課題終了の合図直後の計 3 回確信度評価に回答してもらった。計算課題終了後、コーヒーに関する質問紙への回答と嗅覚が正常かを確認するための質問に回答してもらい実験は終了した。嗅覚の確認は、コットンに 3 種類のアロマオイルをそれぞれ約 3 滴垂らして嗅ぎ、どの香りだと思ったかを選択肢から選択してもらった。実験は参加者間で行い、コーヒーの香りあり条件となし条件にランダムに参加者を割り振った。

従属変数

本研究の従属変数は、計算課題のパフォーマンスの指標として回答数と正答率、期待感の指標として確信度評価、生理的覚醒の指標として瞳孔径を用いた。ここで用いた瞳孔径の値は、平常時と実験時の瞳孔径の平均値の差で、左右の値を平均化したものだった。実験時の瞳孔径については、課題開始時点を 1、課題中に確信度評価に回答するタイミングを 3、課題終了時点を 5、3 から 2.5 分前を 2、3 から 2.5 分後を 4 として番号を振った。1-2、2-3、3-4、4-5 間のそれぞれの平均値を実験時の瞳孔径とし、それぞれ分析を行った。

4. 結果

ここでは、H1 を検証するために、計算課題の回答数と正答率がコーヒーの香りがある場合とない場合で差があるか検討した。回答数と正答率について条件間でそれぞれ t 検定を行った結果を図 1 と図 2 に示した。

回答数 ($t(37) = 1.17, p = .25, d = .37$)、は有意とはならず、条件間差がなかった。正答率は 5% 水準で有意となり、条件間に差が認められた ($t(25.40) = 2.30, p = .03, d = .74$)。

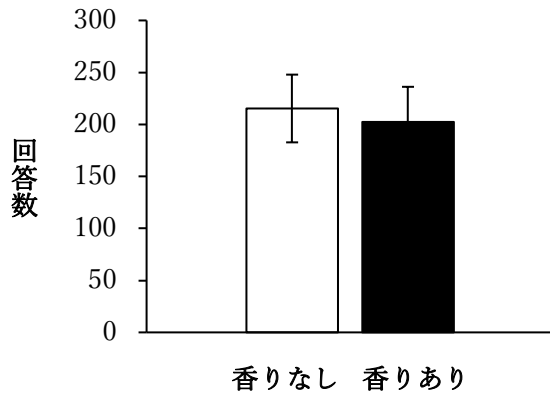


図1. 香りの有無による回答数の差
注) エラーバーは標準偏差を示す。

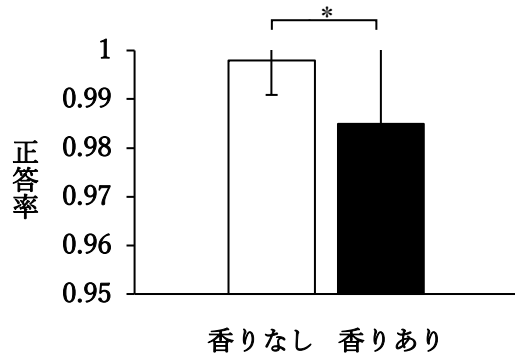


図2. 香りの有無による正答率の差
注) エラーバーは標準偏差を示す。
* $p < .05$.

H2 を検証するために、確信度評価の高さを香りあり条件となし条件および確信度評価をするタイミング(実験前, 課題前, 課題中, 課題後)について分散分析を行った。その結果, 交互作用($F(3, 111) = 0.67, p = .57, d = .02$)と香りの主効果($F(1, 37) = 1.03, p = .31, d = .03$)はなく, 確信度評価のタイミングの主効果のみが見られた ($F(3, 111) = 18.31, p < .00, d = .33$)。ここでBonferroni の多重比較を行った。図3 は香りの有無と評価タイミングごとの確信度評価の結果である。実験前-課題中 ($t(38) = 5.51, p = .00$), 実験前-課題後 ($t(38) = 4.63, p = .00$), 課題前-課題中 ($t(38) = 5.64, p = .00$), 課題前-課題後 ($t(38) = 3.76, p = .00$) で1%水準で有意となり, 条件間に差が認められた。

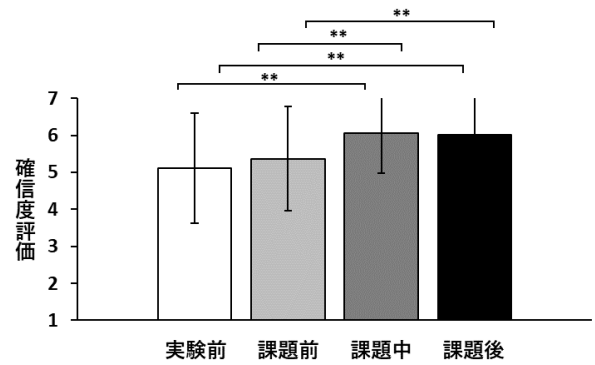


図3. 回答のタイミング毎の確信度評価
注) エラーバーは標準偏差を示す。
** $p < .01$.

H3 を検証するために、課題中の時間を、課題開始時点 を1, 課題開始から2.5分後の時点 を2, 5分後を3, 7.5分後時点 を4, 課題終了時点 を5と区切り, それぞれの区間の瞳孔径の平均値と実験前の瞳孔径の差について香り条件を独立変数として t 検定を行った。なお, 平常時から実験中の瞳孔の大きさの差分を取っているため, 値が小さいほど瞳孔の散大が認められる。結果は図4の通りであった。1-2の間が5%水準で有意 ($t(19.97) = -2.11, p < .05, d = -.78$), であり, 香りあり条件で瞳孔が収縮していた。2-3, 3-4, 4-5の間は有意ではなかった(2-3 : $t(19.48) = -1.66, p = .11, d = -.64$, 3-4 : $t(25.45) = -1.59, p = .12, d = -.71$, 4-5 : $t(25.02) = -1.37, p = .18, d = -.65$)。

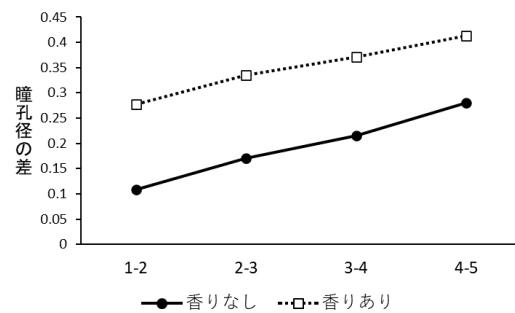


図4. 平常時から各時点での瞳孔径を引いた平均値。横軸の数値は区間を表す。

5. 考察

仮説1ではコーヒーの香りによって課題のパフォーマンスが向上するという予想であったが, 実験の結果では回答数および正答数で条件による差はなかったことからコーヒーの香りによる作業速度への影響が認められなかった。これは, 課題の難易度が影響したことが考えられる。また, 正答率には条件間に差が認められた。これも, 当初

の予定とは真逆の結果となり、これは、むしろコーヒーの香りが集中の妨げとなり正確性を減じた可能性が考えられる。正答率に関しては分散が大きかったことは注意点である。作業速度と正答率の結果は、コーヒーの香りが課題のパフォーマンスを向上させるという [1], [3] に基づく内容や本研究の仮説を支持しなかった。同時に、コーヒーと同様にデカフェコーヒーが刺激への反応時間を速めるという [1] とともにコーヒーの香りが推論課題の成績を向上させるという [3] と異なる結果となった。この結果の違いは、用いられた課題の違いによるものであると考える。[1] では、計算課題よりもより単純で思考の必要がない SRT 課題を用いている。一方 [3] では、推論課題として入試で用いられるような高度な思考を要する課題を用いている。生理的覚醒が直接的に作用するほど単純な課題ではなく、高い集中状態を要しないあるいは高い認知的負荷がかからない難易度の課題であったことで今回コーヒーの香りがパフォーマンスに影響しなかった可能性があると考えられる。これより、今後、課題の難易度を変えながら実験を行う必要がある。

確信度評価では交互作用および香りの有無による主効果が見られず、仮説 2 は支持されなかった。今回の実験ではコーヒーの香りは課題パフォーマンスへの期待に影響を与えなかったと言える。これは、計算課題という難易度の低い課題だったことで、コーヒーの香りがなくても高い期待があったためであると考えられる。[3] で用いられた推論課題は難易度の高い課題であった。一方、本実験の計算課題が高い集中を要しないことは参加者も想像でき、[3] と比べて気楽に受けられるものであった。そのためコーヒーの覚醒効果を期待する必要もなかったのだと考える。先行研究と本実験の結果の違いから、課題の難易度が上がるほど期待の影響が大きくなる可能性も考えられる。

瞳孔径において 1-2 の区間でのみ有意傾向および差が見られたことから、2.5 分前後の早い段階でコーヒーの香りの効果があると考えられる。香りあり条件の方で瞳孔径が収縮していたことから、コーヒーの香りは作業初期の覚醒度を下げる可能性がある。この結果は仮説 3 を支持しなかった。しかしながら、瞳孔径のこの結果は計算課題の正答率が低下したことと一致する結果であったと言える。コーヒーの香りによって覚醒度が低下したことで、計算課題の正答率も低下したと考えられる。初期のみで瞳孔径が変動していることについては、実験参加者が嗅覚刺激に慣れてしまい効果が薄れた可能性が挙げられる。加えて、基本となる通常状態の瞳孔径が既に覚醒状態にある瞳孔径だった可能性も挙げられる。というのは、今回

通常状態の瞳孔径を測定したのは実験室に入る前の実験の説明をした部屋であったが、実験参加者は実験をするという少ない経験と実験内容に対する不安や普段と違う環境によって通常状態とは離れた状態にいたかもしれないからである。この影響は実験前と実験や環境に慣れたであろう実験後に瞳孔径を測定することで緩和できると考えられる。また、コーヒーの香りが生理的覚醒に影響するかどうかを検討した先行研究では、コーヒーの品種によってリラックス効果と覚醒効果があることが分かっている [5]。今回使用したものがアロマオイルという品種不明の刺激であるためにアロマオイルに使われたコーヒーの品種がリラックス効果を促進するものであった可能性は否定できない。加えて、本実験ではコーヒー以外の香りは用いていないため、これらの結果がコーヒーの香りとは関係なく、香りの効果である可能性もある。今回の実験では香りの強度の測定も行っていないため、今後は香りの強度の測定に加え、コーヒー以外の香りと比較して今回の結果がコーヒーの香りによって生じたものなのか、香りがある状態によって生じたものなのかを検討する。

謝辞

本研究は一部、立命館大学グローバルイノベーション機構 (R-GIRO) による助成を受けた。ここに感謝の意を記したい。

文献

- [1] Fukuda, M., & Aoyama, K., (2017) "Decaffeinated coffee induces a faster conditioned reaction time even when participants know that the drink does not contain caffeine", *Learning and Motivation*, Vol. 59, pp. 11-18.
- [2] Fukuda, M., (2021) "Habitual Coffee Drinkers May Present Conditioned Responses from Coffee-Cue", *Current Psychology*, Vol. 40, pp. 5581-5587.
- [3] Madzharov, A., Ye, N., Morrin, M., Block, L., (2018) "The impact of coffee-like scent on expectations and performance", *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 57, pp. 83-86.
- [4] Montefinese, M., Vinson, D., Ambrosini, E., (2018) "Recognition memory and featural similarity between concepts: The pupil's point of view" *Biological Psychology*, Vol. 135, pp. 159-169.
- [5] 古賀 良彦, (2004) "Effects of Odors on Brain Function", *Journal of International Society of Life Information Science*, Vol. 22, No. 1, pp. 179-186.