

左右の嗅覚刺激と記憶力の関係

○藤原汐里 真栄城哲也 (筑波大学)

Relationship between sense of smell stimulation of right and left and the memory

* S. Fujiwara and T. Maeshiro (University of Tsukuba)

Abstract— The purpose of this study is what I elucidate whether there is laterality in memory and olfactory relations. Memory was to test it and, in the state that stimulated one sense of smell, investigated it whether stimulation to the sense of smell of right and left affected the memory. As a result, it was identified as memory that there was restrictive laterality in olfactory relations.

Key Words: Smell, Memory, hippocampus, right and left

1 研究目的

本研究の目的は、左右からの嗅覚刺激が右脳と左脳の記憶力にそれぞれ影響を与えるかを調べることである。言い換えると、左嗅覚への刺激は、左脳における記憶力を向上させ、右嗅覚への刺激は、右脳における記憶力を向上させるだろうという予測が正しいかを明らかにすることである。記憶と嗅覚に関する研究はこれまでに多く行われ、その関連の深さが明らかになっている。記憶と嗅覚を結び付けるのは、海馬である。海馬は、記憶を司る場所としてよく知られているが、嗅覚とも深い関わりがある。海馬に直接情報を送ることができるのは、五感の中で唯一嗅覚だけである。記憶と嗅覚の関連が知られてからというもの、様々な観点から研究が行われてきた。しかし、この関連に左右差があるのかという検証は見当たらない。そこで、本研究によって記憶と嗅覚の関係に左右差があるかを検証する。

2 調査方法

右海馬と左海馬それぞれの記憶力は、記憶テストの得点を基に判断する。そのため、右海馬を使う記憶テストと、左海馬を使う記憶テストを使用する。単語の対を覚える言語記憶テストで左海馬が、ルームツアー内のオブジェクトを記憶するテストで右海馬が活性化することが報告されている。そこで、言語記憶テストとオブジェクト記憶テストの得点により、左右の海馬における記憶力の変化を調査する。

また、左右の嗅覚刺激が記憶力に影響を与えるかを調べるために、実験では、右嗅覚を刺激した状態、左嗅覚を刺激した状態、嗅覚を刺激しない状態の3つの状態でテストを行う。その結果により、左右からの嗅覚刺激がそれぞれの記憶力に影響を与えているかを判断する。なお、嗅覚刺激による影響を調べるため、その他の条件は統一する。

3 予測

人の感覚と脳は基本的に交差しているが、嗅覚は例外的に交差しておらず、右嗅覚の情報は右脳に、左嗅覚の情報は左脳に伝わる。そのため、左海馬を活性化させたいときは左嗅覚を刺激し、右海馬を活性化させたいときは右嗅覚を刺激する必要がある。右嗅覚への刺激が、右海馬を活性化させ、記憶力を向上させると仮定すると、右海馬が活性化する記憶テストでは、右

嗅覚刺激時に、最も得点が高くなると予測できる。反対に、左海馬が活性化する記憶テストでは、左嗅覚刺激時に、最も得点が高くなると予測する。実験結果が、この予測を支持するものであれば、記憶と嗅覚の関係に左右差があると言える。

4 実験方法

4.1 実験に適した香り

実験に使用する香りは、嗅覚の特性を考慮して決める必要がある。考慮する嗅覚の特性は、順応化である。順応化とは、同じ香りを嗅いでいると、徐々に嗅覚が慣れ、香りが認識できなくなる現象のことである。長績ら¹⁾によると、5分で順応化が始まると報告されている。また、山中ら²⁾の実験結果から、個人差があるものの、約3~4分で順応化が開始することが分かっている。順応化が始まる時間は、個人差が大きいので、一概には言えないが、香りへの暴露から数分で、始まるの見方が一般的である。

実験では、テスト中に嗅覚を刺激するため、香りへの暴露時間は、テスト実施時間と等しい。言語記憶テストは、2分43秒、オブジェクト記憶テストは約5分30秒~6分である。そのため、約8~9分連続で、香りを嗅ぎ続けることになる。嗅覚の順応化を考慮すると、約8~9分間同じ香りを嗅ぎ続けると、順応化が起きることが予測される。順応化が起きている間は、香りを認識できていないため、香りによる影響を正確に測れない。そこで、途中で香りを変えて、順応化が起きないようにする。最大9分間連続で香りを嗅ぐため、順応化の時間を考慮すると、約3分ごとに香りを変える必要がある。そこで、3種類の香りを使用し、1種類の香りにつき約3分ずつ香りを嗅がせる。

4.2 香りを嗅ぐ方法

実験では、左右それぞれの嗅覚を刺激するため、片方の嗅覚のみを刺激する方法が必要である。そこで、嗅覚の左右差についての研究を行った Doty R. L. ら³⁾ や Good K. P. ら⁴⁾ の研究方法を参考にした。これらの研究では、どちらも片方の鼻を MicrofoamTM テープで塞ぎ、嗅覚を遮断することで、もう片方の嗅覚のみを刺激している。これに倣い、本実験では、医療用テープで片方の鼻を塞ぎ、もう片方の鼻のみから香りを嗅げる状態にした。次に、香りの噴出方法については、香りのついたマスクを装着することで、嗅覚を刺激す

る。

5 結果

24人を対象に実験を行った。嗅覚刺激による記憶力への影響を調べるために、嗅覚刺激以外の条件は統一されなければならない。そのため、テストの難易度も、言語記憶テストとオブジェクト記憶テストでそれぞれ統一されている必要がある。しかし、テスト結果を見ると、どちらのテストでも難易度にばらつきがあった。また、テストの難易度は平均値が6割くらいになることを想定していたが、言語記憶テストでは7~8割、オブジェクト記憶テストでは8~9割と、どちらも高い水準である。そのため、得点ではなく、偏差値を分析に用いる。

6 分析

6.1 被験者全体の嗅覚刺激ごとの分析

嗅覚刺激によって、記憶力に影響が出ると予測するため、嗅覚刺激ごとに偏差値をグループ分けする。言語記憶テストでは左嗅覚刺激時に、オブジェクト記憶テストでは右嗅覚刺激時に、最も偏差値が高くなると予測する。しかし、被験者全体の結果では、どちらのテストでも、嗅覚刺激による偏差値への影響はほとんど見られなかった。しかし、詳しく結果を見ると、被験者ごとでは嗅覚刺激によって、偏差値に差が出る人もいる。嗅覚刺激の状態がどのように偏差値に影響するかは、個人差が大きいことが分かる。そのため、嗅覚刺激の影響を調べるには、個人差を考慮した分析が必要である。

6.2 言語記憶テストにおける嗅覚刺激ごとの分析

右嗅覚刺激時、左嗅覚刺激時、嗅覚刺激なし時の3つの状態で、言語記憶テストの偏差値を比較し、差が見られたものは、嗅覚刺激によって記憶力に影響があったとみなす。

まずは、左右の嗅覚刺激時の差について見る。左右の嗅覚刺激時で、偏差値の差が認められた被験者について、どちらの嗅覚刺激のときに偏差値が高かったかにより、グループ分けをした。(Table1, 2 参照) 左嗅覚刺激時の方が平均値、中央値ともに高いことがわかる。偏差値の差は正規分布でないので、中央値に差があるかを調べるために、ウィルコクソンの順位和検定を行ったが、有意水準5%では差が出なかった。左右の嗅覚刺激による偏差値の差を箱ひげ図(Fig1 参照)の分布で見ると、特に、右嗅覚刺激時に偏差値の高かったグループの最大値が中央値からかけ離れている。そこで、中央値からかけ離れた数値を除外して分析するために、四分位範囲内のデータのみを使用して、検定をする。Table1. 2の「左右の嗅覚刺激による偏差値の差」の列に色がついているデータが四分位範囲内のものである。四分位範囲内のデータのみを使い、ウィルコクソンの順位和検定(Table3 参照)をしたところ、有意水準5%で差があった。この結果は、右嗅覚刺激時と左嗅覚刺激時で偏差値に差がある場合は、右嗅覚より左嗅覚の方が、言語記憶テストの偏差値と関連が深く、貢献度が高いことを意味する。

Table1 : 左嗅覚刺激時の偏差値が高い被験者

偏差値 被験者	右嗅覚 刺激時	左嗅覚 刺激時	左右の嗅 覚刺激に よる差
A1	28.91	44.01	15.10
C3	48.38	59.14	10.76
D4	44.01	58.11	14.10
B6	28.89	53.24	24.36
D12	28.89	48.38	19.49
B18	44.01	58.11	14.10
A21	53.24	59.14	5.89
平均	39.48	54.30	14.83
中央値	44.01	58.11	14.10

Table2 : 右嗅覚刺激時の偏差値が高い被験者

偏差値 被験者	右嗅覚 刺激時	左嗅覚 刺激時	左右の嗅 覚刺激に よる差
B2	51.58	33.78	17.80
A13	58.11	51.58	6.54
B14	59.14	53.24	5.89
C19	58.11	51.58	6.54
D20	36.45	28.91	7.54
B22	59.14	33.78	25.36
D24	59.14	53.24	5.89
C25	58.11	51.58	6.54
平均	54.97	44.71	10.26
中央値	58.11	51.58	6.54

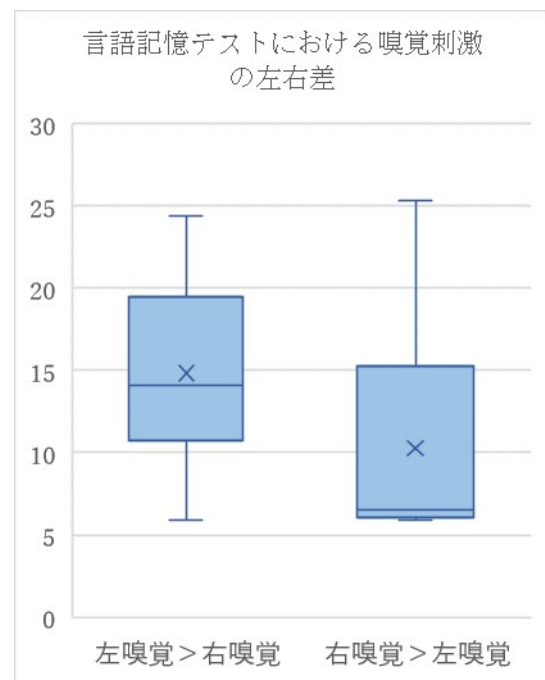


Fig1 : 左右嗅覚刺激による偏差値の差を表す箱ひげ図

Table3 : ウィルコクソンの順位和検定の結果 (左右の嗅覚刺激により偏差値に差があり)

	左嗅覚 > 右嗅覚		右嗅覚 > 左嗅覚	
	データ	順位	データ	順位
1	15.10	8	6.54	2
2	10.76	5	6.54	2
3	14.10	6.5	7.54	4
4	19.49	9	6.54	2
5	14.10	6.5		

検定統計量 $U=0.0000000$
 期待値 = 10.0000000
 分散 = 15.97222
 検定統計量 $Z=2.502173$
 危険率 : 0.0123434
 検定結果 : $0.01 < P < 0.05$

次に、嗅覚刺激なしと嗅覚刺激ありを比べて、偏差値に差がある場合についても分析する。右嗅覚刺激時と嗅覚刺激なし時、左嗅覚刺激時と嗅覚刺激なし時をそれぞれ比較し、偏差値に差がある被験者をグループ分けする。先ほどと同様の手順で、このデータでウィルコクソンの順位和検定を行った。しかし、全てのデータを使った場合でも、四分位範囲内のデータのみを使った場合でも、有意差は出なかった。つまり、嗅覚刺激ありとなしの間に、偏差値の変化はあっても、左右差は関連していない。

6.3 オブジェクト記憶テストにおける嗅覚刺激ごとの分析

オブジェクト記憶テストも、言語記憶テストと同様の手順で、嗅覚刺激ごとに分析する。右嗅覚刺激時、左嗅覚刺激時、嗅覚刺激なし時の3つの状態で、オブジェクト記憶テストの偏差値を比較し、差が見られたものは、嗅覚刺激によって記憶力に影響があったとみなす。

まずは、左右の嗅覚刺激時の差について見る。左右の嗅覚刺激による偏差値の差が認められた被験者について、どちらの嗅覚刺激のときに偏差値が高かったかにより、グループ分けをした。(Table 4, 5 参照) 全体の数値を見る限り、2つのグループに大きな差は見られない。そこで、全てのデータを使った場合と、四分位範囲内のデータのみを使った場合で、ウィルコクソンの順位和検定を行なったが、どちらも有意差は出なかった。これは、左右の嗅覚刺激による偏差値への影響がある場合でも、右嗅覚刺激時と左嗅覚刺激時で、偏差値に与える影響度は変わらないことを意味する。

次に、嗅覚刺激なしと嗅覚刺激ありを比べて、偏差値に差がある場合について分析する。右嗅覚刺激時と嗅覚刺激なし時、左嗅覚刺激時と嗅覚刺激なし時をそれぞれ比較し、偏差値に差がある被験者をグループ分けする。先ほどと同様の手順で、このデータでウィル

コクソンの順位和検定を行ったが、有意差は出なかった。つまり、嗅覚刺激ありとなしで、偏差値が変化する場合でも、左右差は関連していない。

Table4 : 右嗅覚刺激時の偏差値が高い被験者

被験者	右嗅覚刺激時	左嗅覚刺激時	左右の嗅覚刺激による差
A1	45.90	33.40	12.50
B2	64.85	45.90	18.96
B6	64.85	54.85	10.00
C7	63.80	43.88	19.91
A9	63.80	54.37	9.43
B10	54.37	36.95	17.42
D12	43.88	28.00	15.89
B22	54.37	45.90	8.47
平均	56.98	42.90	14.07
中央値	59.08	44.89	14.19

Table5 : 左嗅覚刺激時の偏差値が高い被験者

被験者	右嗅覚刺激時	左嗅覚刺激時	左右の嗅覚刺激による差
D4	43.88	63.80	19.91
D8	54.37	63.80	9.43
D16	43.88	54.85	10.96
A17	54.85	64.85	10.00
B18	43.88	63.80	19.91
C19	45.90	54.37	8.47
A21	36.95	64.85	27.91
D24	22.92	36.95	14.03
平均	43.33	58.41	15.08
中央値	43.88	63.80	12.50

オブジェクト記憶テストで差が出なかった理由として、このテストが標準化されていないことや難易度が低いことが考えられる。使用するテストの再検討が必要である。

7 結論

言語記憶テストにおいて、右嗅覚刺激時と左嗅覚刺激時で偏差値に差がある場合は、右嗅覚より左嗅覚の方が偏差値への貢献度が高く、より大きな影響力を持つ。つまり、右嗅覚よりも、左嗅覚の方が言語性記憶と関連が深いということである。この結果は、左嗅覚刺激時に言語記憶テストの得点が高くなるという予測を支持するものである。ただし、この結果は、右嗅覚刺激時と左嗅覚刺激時の偏差値に差がある場合のみで、限定的なものにとどまる。また、オブジェクト記憶テストに関しては、本研究では、嗅覚刺激による偏差値の差は認められなかった。しかし、調査方法を改善することで、有意な結果を得られる可能性がある。以上

より、本研究の結果は、左嗅覚への刺激が左海馬を活性化させることを示唆している。限定的ではあるが、記憶と嗅覚の関係に左右差が認められた。

参考文献

- 1) 長續 仁 志, 山中 俊夫, 相良 和伸, 甲谷 寿史, 桃井 良尚, 竹村 明久. A-23 臭気強度評価から見た嗅覚の順応と回復過程に関する研究[学術研究]. 空気調和・衛生工学会大会 近畿支部発表会論文集. 2010, vol. 2009, p. 93-96.
- 2) 山中 俊夫, 竹村 明久, 甲谷 寿史, 桃井 良尚, 相良 和伸, 永井 雄喜. 嗅覚閾値の非定常応答に基づく嗅覚順応モデル. 日本建築学会環境系論文集. 2014, vol. 79, no. 702, p. 655-662.
- 3) Doty R. L., Kise M., Tourbier I. Estrogen replacement therapy induces functional asymmetry on an odor memory/discrimination test. *Brain research*. 2008, vol. 1214, p. 35-39.
- 4) Good K. P., Tourbier I. A., Moberg P., Cuzzocreo J. L., Geckle R. J., Yousem D. M., Pham D. L., Doty R. L. Unilateral olfactory sensitivity in multiple sclerosis. *Physiology & Behavior*. 2017, vol. 168, p. 24-30.