

(2022年8月2日 富山大学プレス参考資料)

睡眠中、脳は覚醒時の学習中には実現が困難な 情報処理を行っていることを発見

—脳が本来持つ潜在的な能力を引き出す方法の創出に期待—

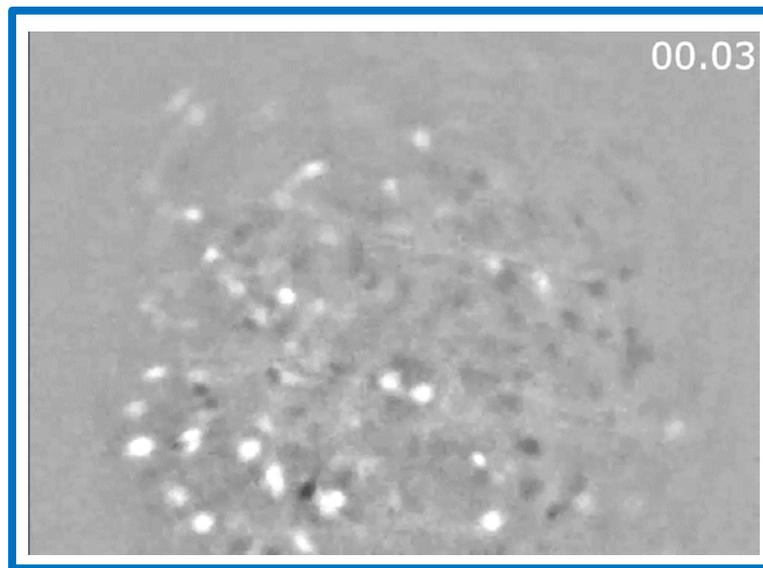
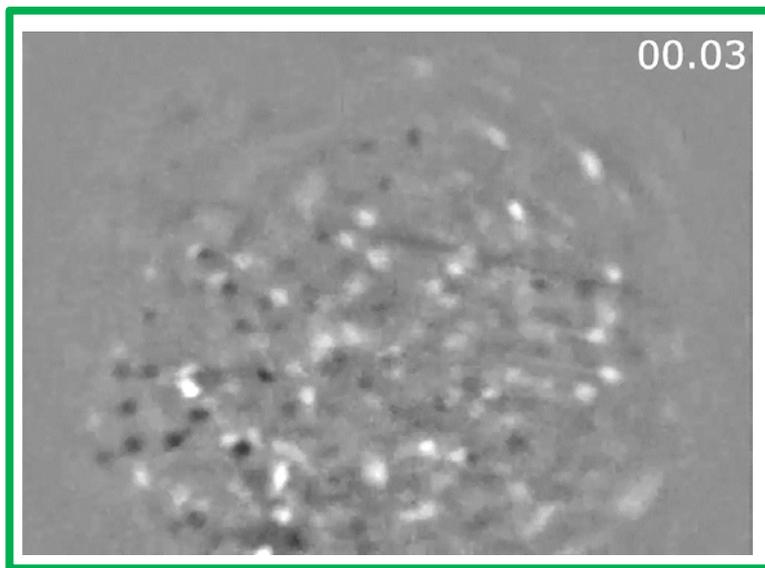
井ノ口 馨

富山大学 卓越教授

アイドリング脳科学研究センター センター長

学術研究部医学系 生化学講座 教授

睡眠中と学習中のマウス大脳皮質の神経活動



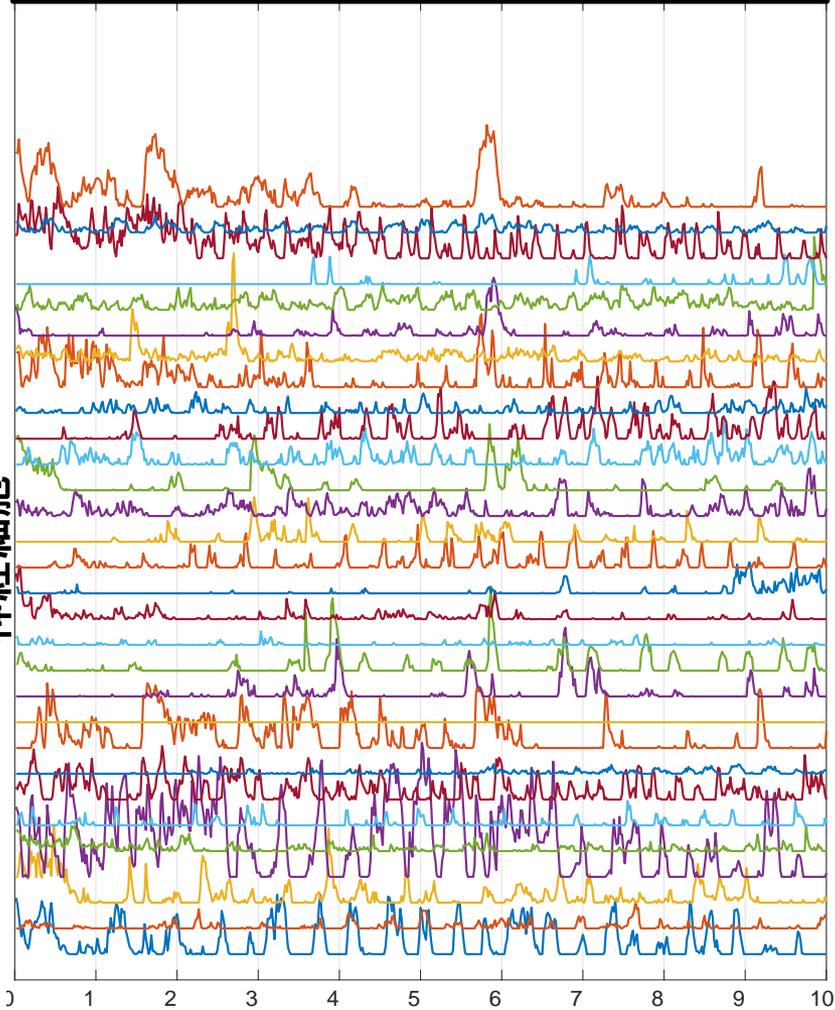
脳は常に活動している



学習中

Y 迷路学習

神経細胞



時間(分)



睡眠中

ノンレム

レム

ノンレム

神経細胞



時間(分)

アイドリング脳とは何か？

- 睡眠中・休息中など、課題に集中していない時の脳の状態や活動
- 潜在意識下の脳の状態や活動

閃き, アイデアの発露, 課題解決等は
脳がアイドリング状態の時に起きることが多い

古代中国

馬上・枕上・厠上

現代

睡眠

リラックス

温泉

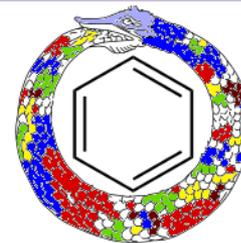
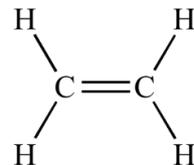
乗り物

etc.

睡眠中に科学的な大発見が為された例

ベンゼン環の化学構造の発見: August Kekule

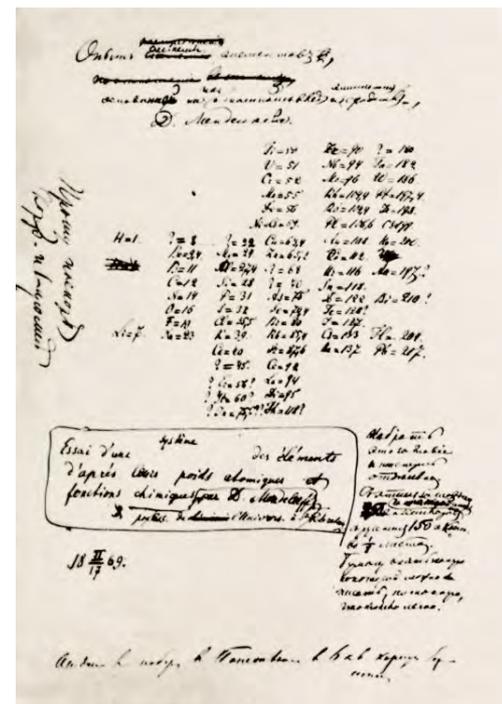
- ベンゼン (C₆H₆)の化学構造は？
- 夢の中で解答を見つけた
(しっぽを加えて丸くなったヘビのように炭素原子が配置している)



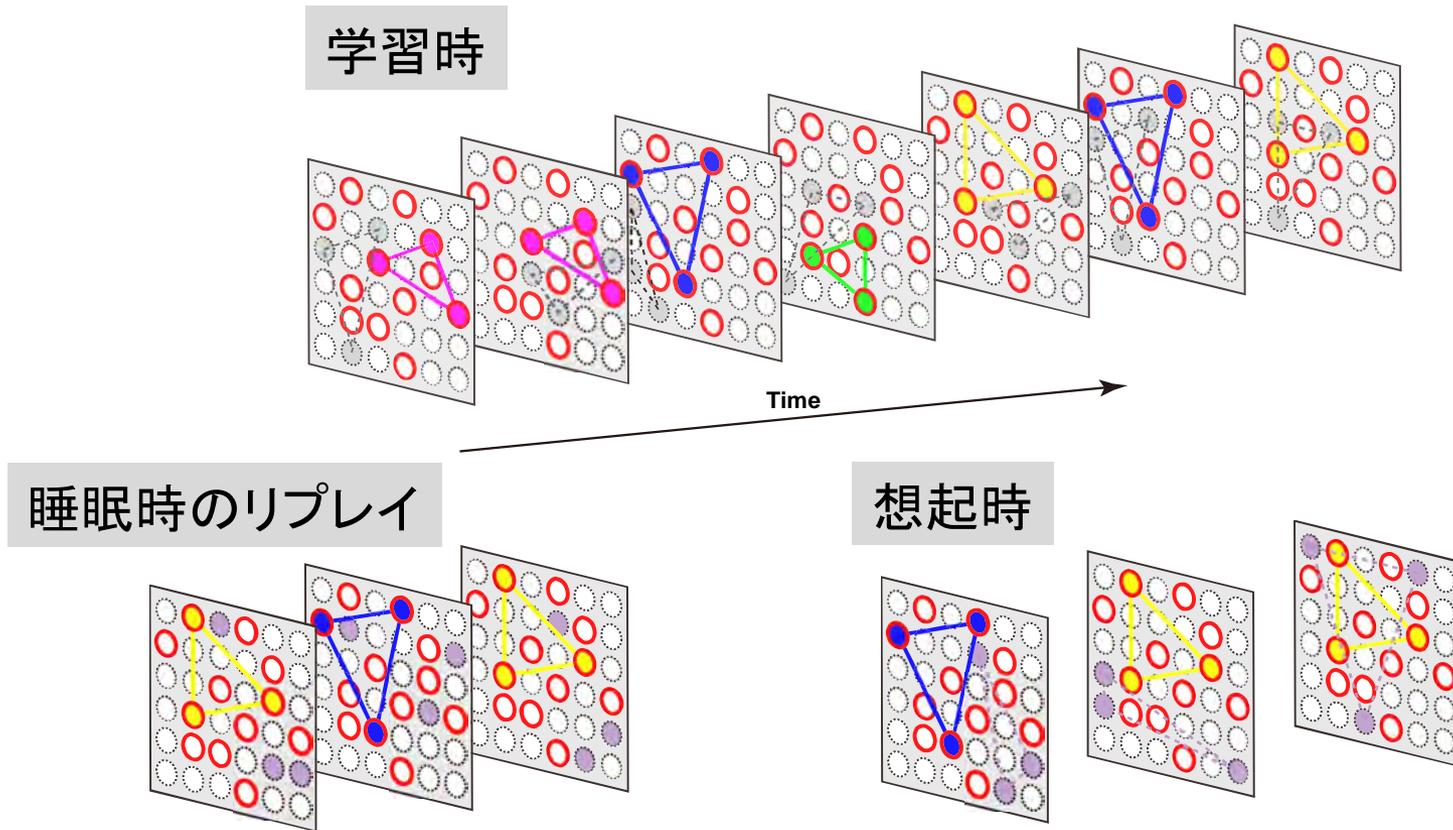
元素の周期律表の発見: Dmitri Mendeleev

- 元素はその特性に従って順番に並べることができそうだが、最終解がどうしても分からなかった

夢の中で元素がそれぞれの特性に合うように規則正しく並んでいる表を見た。起きてすぐ書き留めた。



記憶痕跡細胞は学習後の睡眠時にリプレイし 想起時に再使用される



睡眠中のリプレイは記憶の定着に関与している

アイドリング脳の機能（潜在意識下の脳機能） 科学的に明らかにされていること

1. 睡眠は記憶の定着に重要である
2. アイドリング脳が高次の脳機能に重要らしい



しかし、メカニズムはほとんど分かっていない



メカニズムが明らかになれば
脳が持つ潜在能力を引き出すことができる



QOLの向上

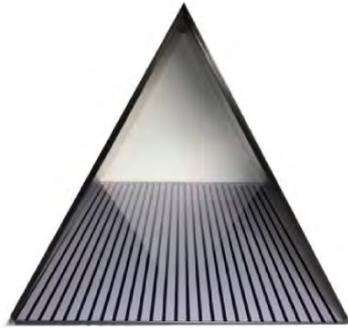
今回取り組んだ疑問

1. 睡眠中に脳は本当に「思考」しているのか？
2. 睡眠中に脳の神経細胞は、どのような活動をして情報を処理しているのか？

研究内容

使用した部屋の形状

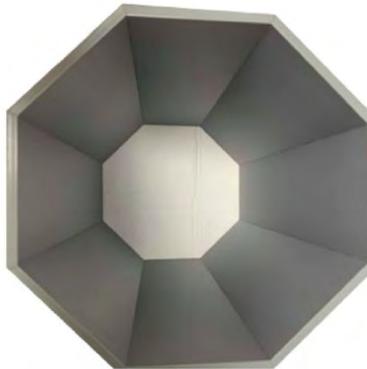
条件付け前に提示した部屋



三角形



六角形

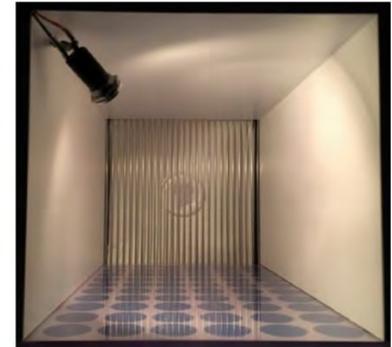


八角形



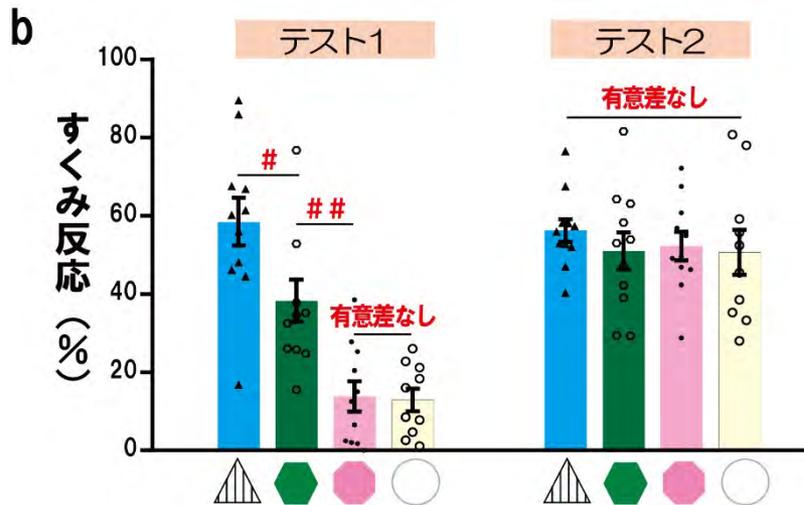
円形

条件付けに用いた部屋



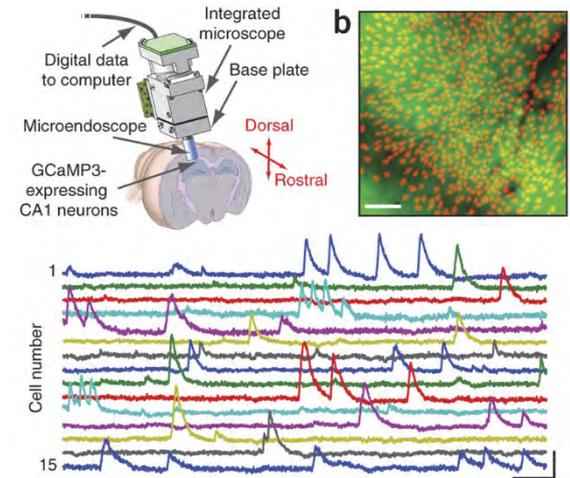
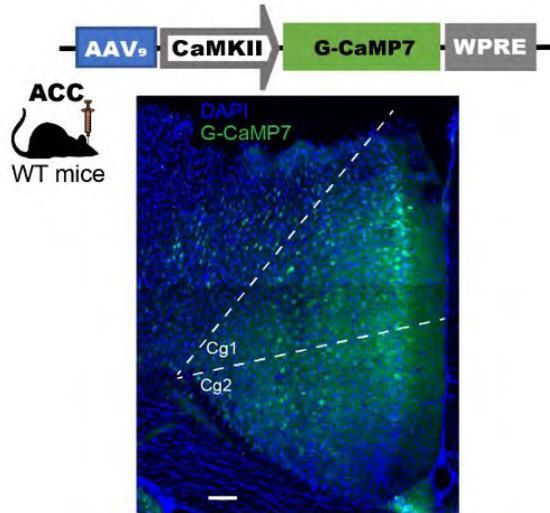
四角形

マウスは部屋の形状のわずかな類似性を見いだすことができる



部屋の形状の類似度に応じて
 恐怖記憶がイベント1の部屋の記憶に関連づけられる

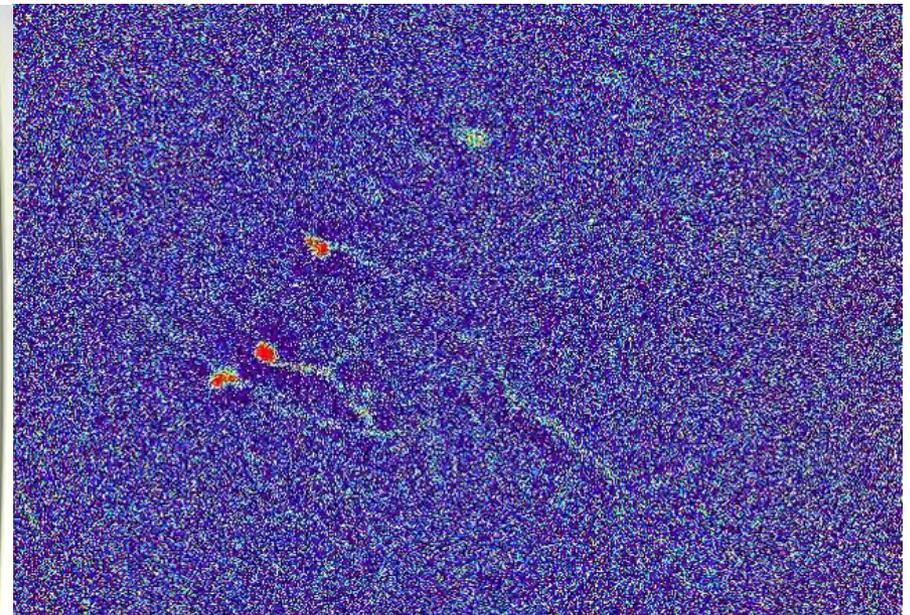
大脳皮質ACCの神経細胞の活動を測定した



Yaniv Ziv et al., *Nat. Neurosci.*, 2013 Vol. 16 p264-

2018/02/19 13:21:04

4倍速



ACCの神経細胞活動の計測データ

イベント1



イベント2

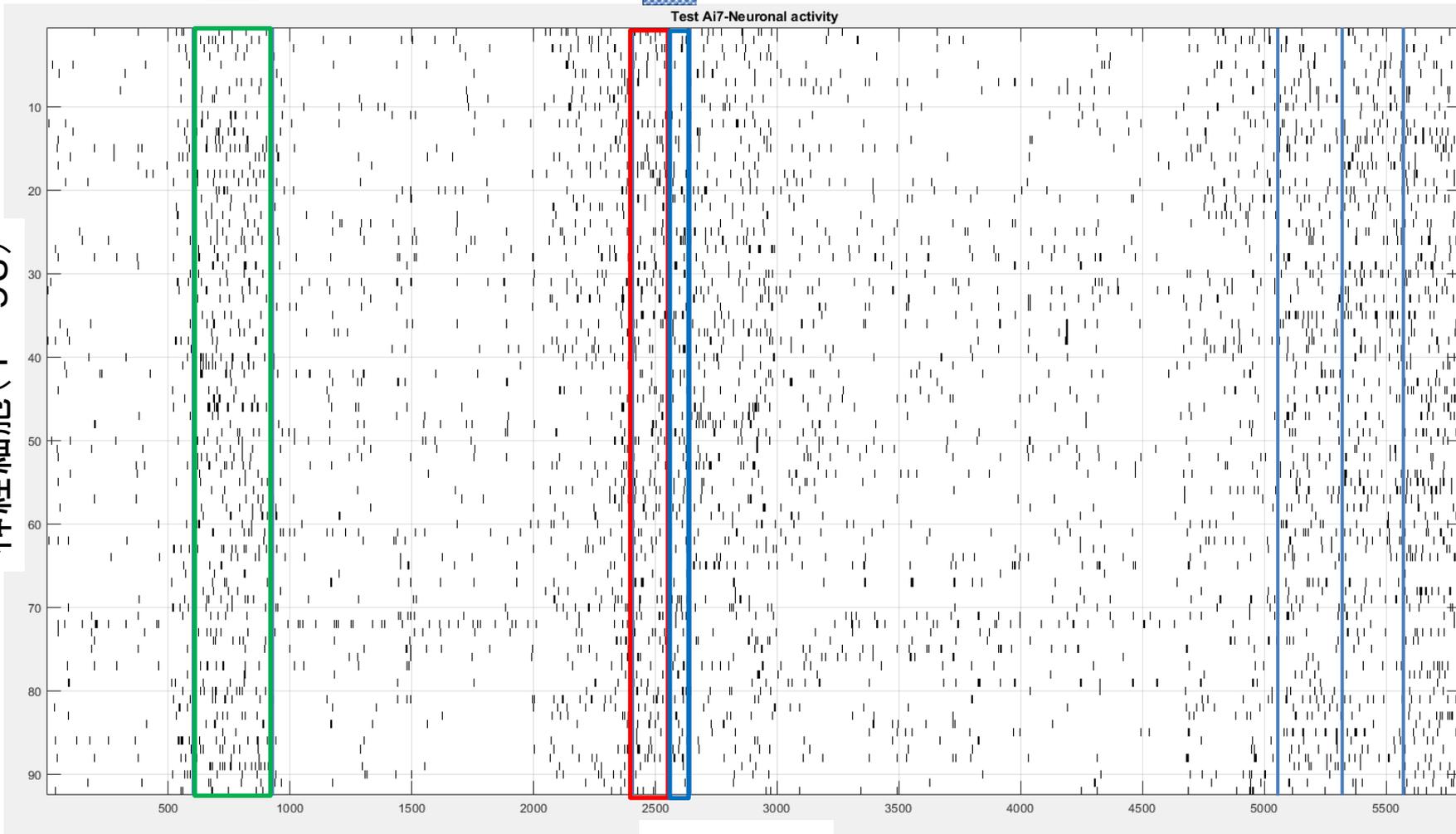


睡眠

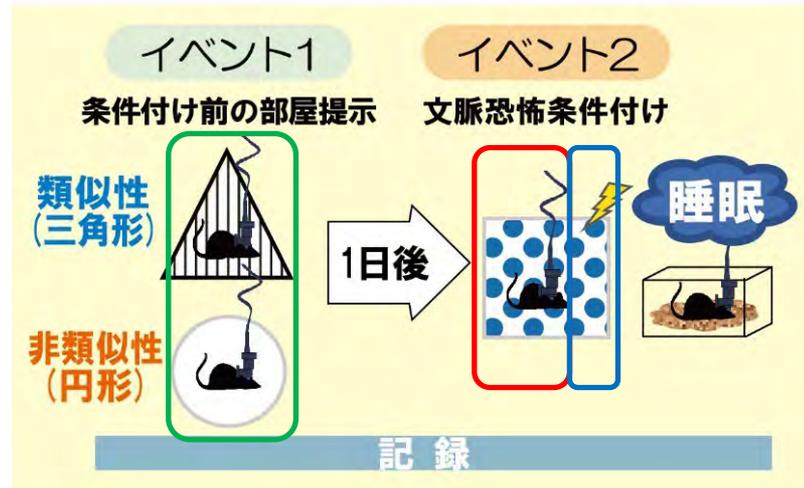
テスト



神経細胞(1~93)



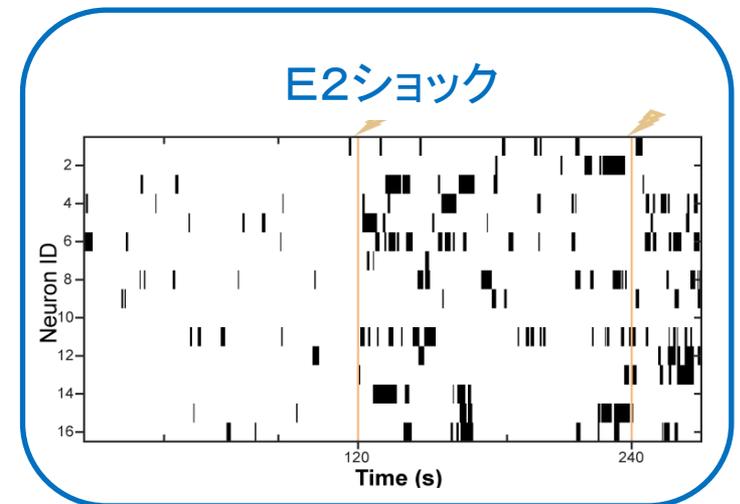
ACC神経細胞は3つのカテゴリーに分類された



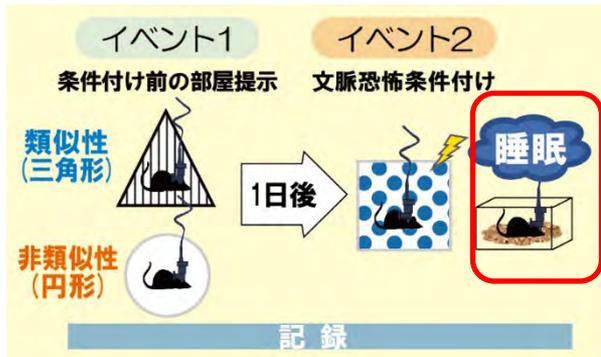
E1:
イベント1の情報を持つ神経細胞

E2四角:
イベント2の四角い部屋の情報を持つ神経細胞

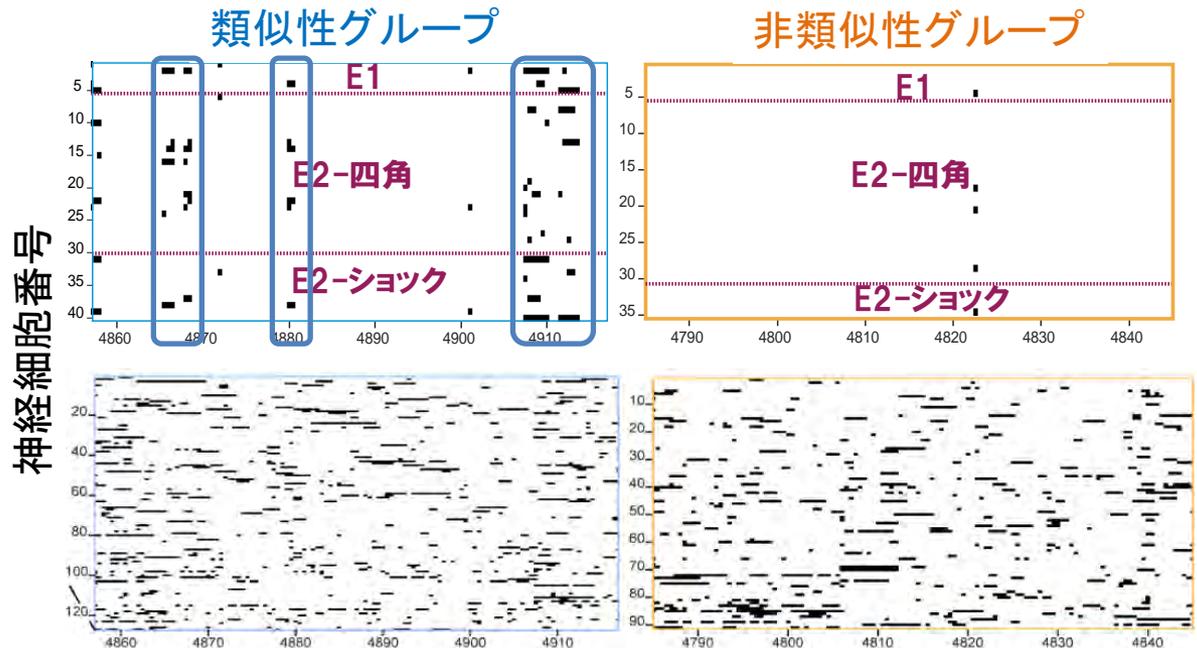
E2ショック:
イベント2のショックの情報を持つ神経細胞



類似性グループのACC神経細胞は睡眠中に高い同期活動を示す

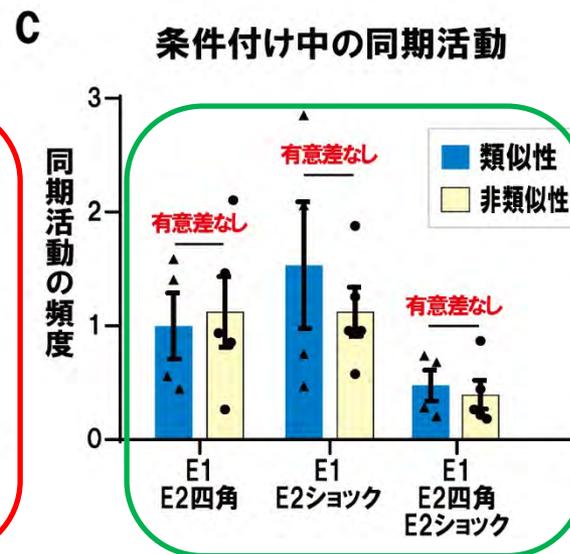
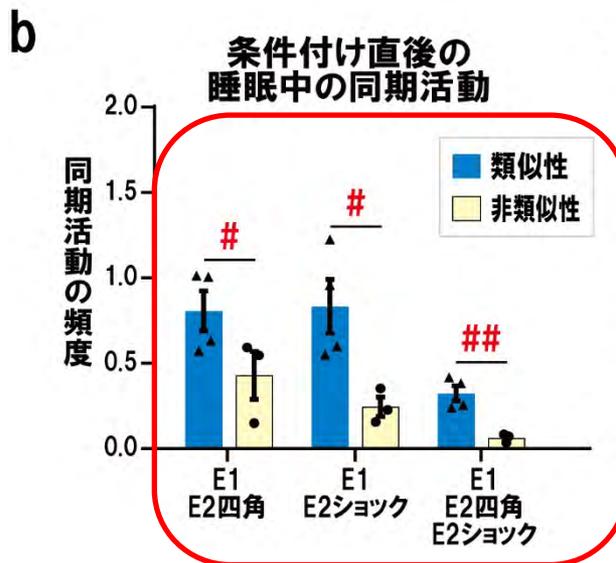
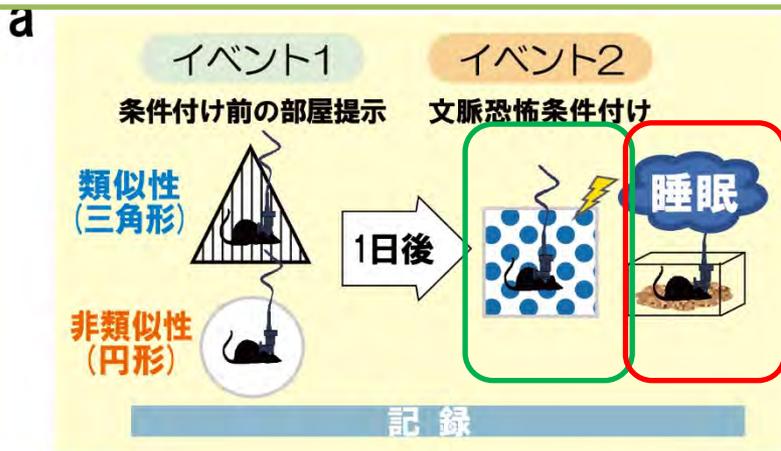


条件付け直後の睡眠中の神経細胞の同期活動発生頻度



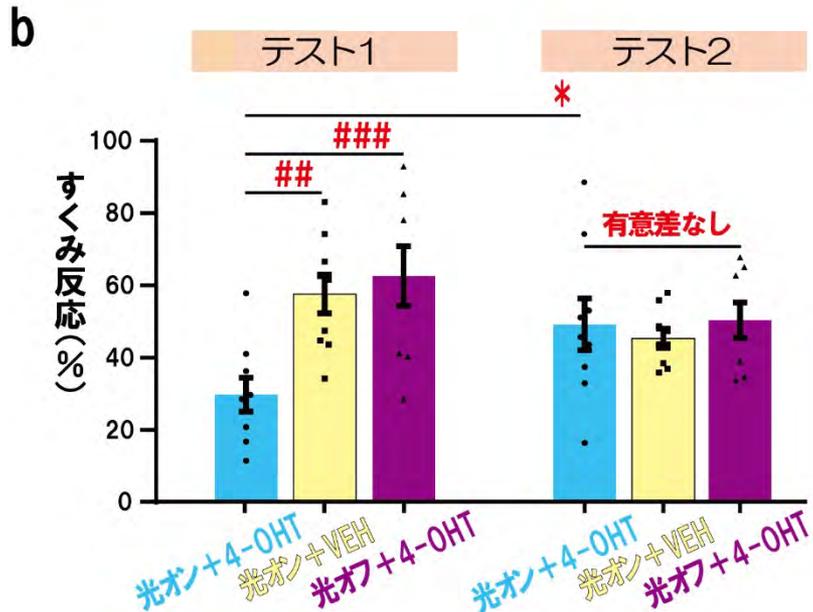
類似性グループでは同期活動が高い頻度で現れたのに対し、非類似性グループではほとんど認められなかった。

類似性グループのACC神経細胞は睡眠中に高い同期活動を示す



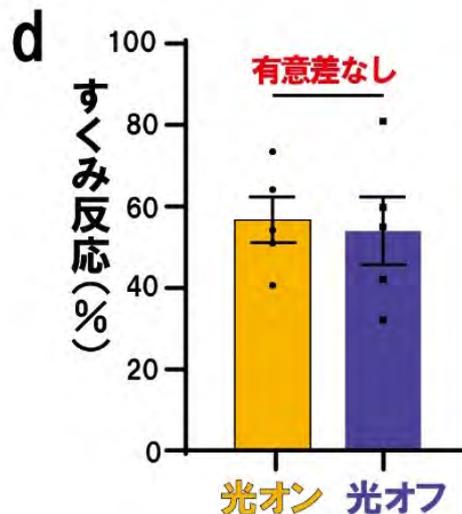
一方、条件付け中の同期活動頻度は両グループで同程度であった

学習直後の睡眠中の神経細胞同期活動が類似性の検出に重要であった



睡眠中にACCの同期活動を阻害すると類似性の検出が抑制された

学習中のACC神経細胞の同期活動は類似性の検出に関与していなかった



学習中に同期活動を阻害しても、類似性は検出できた

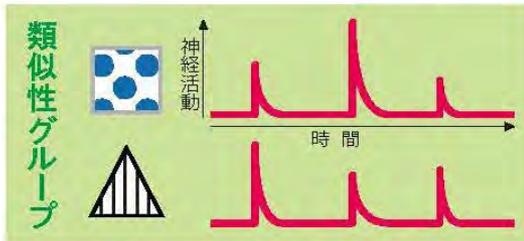
今回の発見のまとめ

学習直後のテスト

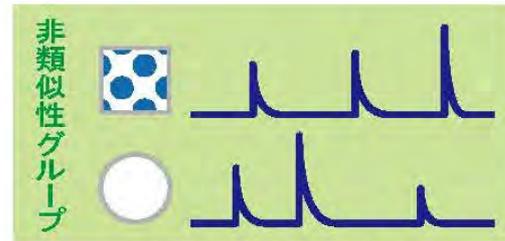


睡眠中

前帯状皮質



類似性の検出



検出できず

1日後のテスト

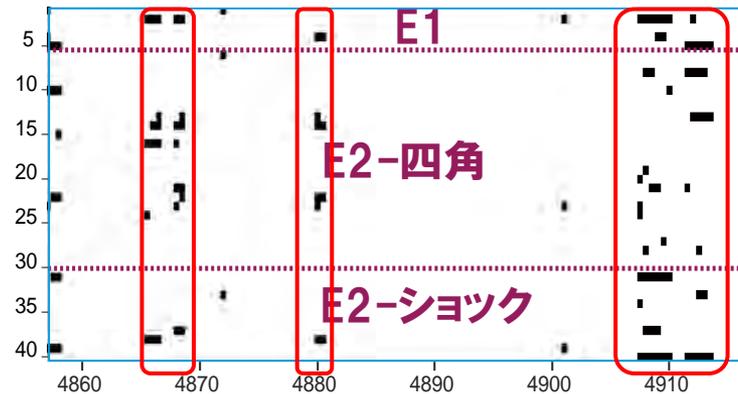


結論

1. マウスは部屋の形状のわずかな類似性を見いだすことができる。
2. 類似性グループのマウス大脳皮質ACCの神経細胞は、学習直後の睡眠中に高い同期活動を示す。
3. 学習直後の睡眠中のACC神経細胞の同期活動により類似性が見いだされる。
4. 覚醒時学習中のACC神経細胞の同期活動は類似性の検出に関与しない。
5. 睡眠中、脳は覚醒時の学習中には実現が困難な情報処理を行っている

睡眠中の記憶痕跡細胞の同期リプレイが わずかな類似性の気づきに必要である

類似性グループ



睡眠中に異なる記憶の痕跡細胞の同期リプレイ



睡眠中に**わずかな類似性に気づいた瞬間の**
神経活動を捉えた可能性

科学的インパクト

- アイドリング脳研究という新しい研究の方向性を示した。
- 脳が覚醒時に意識して行っている情報処理は氷山の一角とも思われるが、今後、潜在意識下のさまざまな脳機能を科学的な手法で理解することが可能になった。
- マウスにおける発見だが、ここで働いているメカニズムはヒトにも共通していると思われ、ヒト脳が持つ創造性などの極めて高次な脳機能の解明への第一歩となる成果である。

社会的インパクト

- 高次の情報処理過程における睡眠の重要性を科学的に明瞭に示した。
- 潜在意識下の脳機能を解析する方法を確立したことで、人格の形成や創造性の発露の基盤という長年人類が取り組んできた哲学的な問いに自然科学から回答できる可能性を拓いた。
- 睡眠中の脳活動や睡眠法への介入により、創造性や課題解決力など脳が持つ潜在的な能力をより良く引き出す方法の創出に繋がると期待される。

今後の展開

1. 忘却した記憶痕跡も睡眠中に使われているのか？

5. マウスで得られた知見をヒトにどのように生かしていくか？

Eureka!

2. 同期活動が起きやすい条件は何か？

4. その状況を人為的に作り出せるか？

3. 潜在意識下のひらめきが意識に上るメカニズムは？