

チョコレートと学習

玉川学園 高等部・中学部

3年 椎野ひろみ

3年 堤理紗

3年 若林美咲

2年 山田隆裕





1. 目的

チョコレートを食べると頭の回転が良くなる？！

長時間勉強をしたときにチョコレートを食べると、疲れがとれて集中できる、ということを聞くことがある。

でも、本当にチョコレートを食べると学習効率が上がるだろうか？



興味を持ったので、まず、文献を調べてみることにした

背景

チョコレートの人間や動物に対する効果は、2006年のParker等の論文や、2009年のYamada等の論文に代表されるように、「リラックス」や「抗不安」が中心で、「認知」や「学習」の促進につながる明確な効果を示した論文は報告されていない。

2007年に、Drakeらが「認知能力を高めることへのチョコレートの効果」という名で学会発表をおこない、ロイター通信による報道もおこなわれたが、その後に論文が出ていないため、信憑性に疑問が残る。

なので、実際に実験をおこなって調べて確認してみることにした。





2. 行動実験

行動実験の目的

チョコレートを食べると、実際に記憶力が上がるかどうかを、人間での記憶力テストで確認してみた。



目的

実際に起こりうる反応を調べるため。

実験方法

(1) 実験スケジュール

行動実験1日目

記憶力テスト練習

(50分後)

記憶力テスト1回目

(直後)

チョコレートを5個食べる
(70%カカオのチョコレート、
計26.5g 150kcal)

(50分後)

記憶力テスト2回目

行動実験2日目

記憶力テスト1回目

(直後)

甘いスナック菓子を1袋食べる
(キャラメルコーン、
計26.5g 147.5kcal)

(50分後)

記憶力テスト2回目

半数(被験者:
23人)は、逆
の順番で行っ
た。

実験の目的は被験者に知らせていない

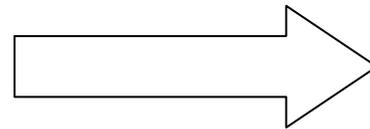


実験方法

(2) 記憶力テスト手順

5 × 5マス 0 ~ 9の乱数表

5	1	9	4	8
1	0	8	2	5
8	5	6	4	1
7	4	6	3	0
2	7	2	9	1



1分後

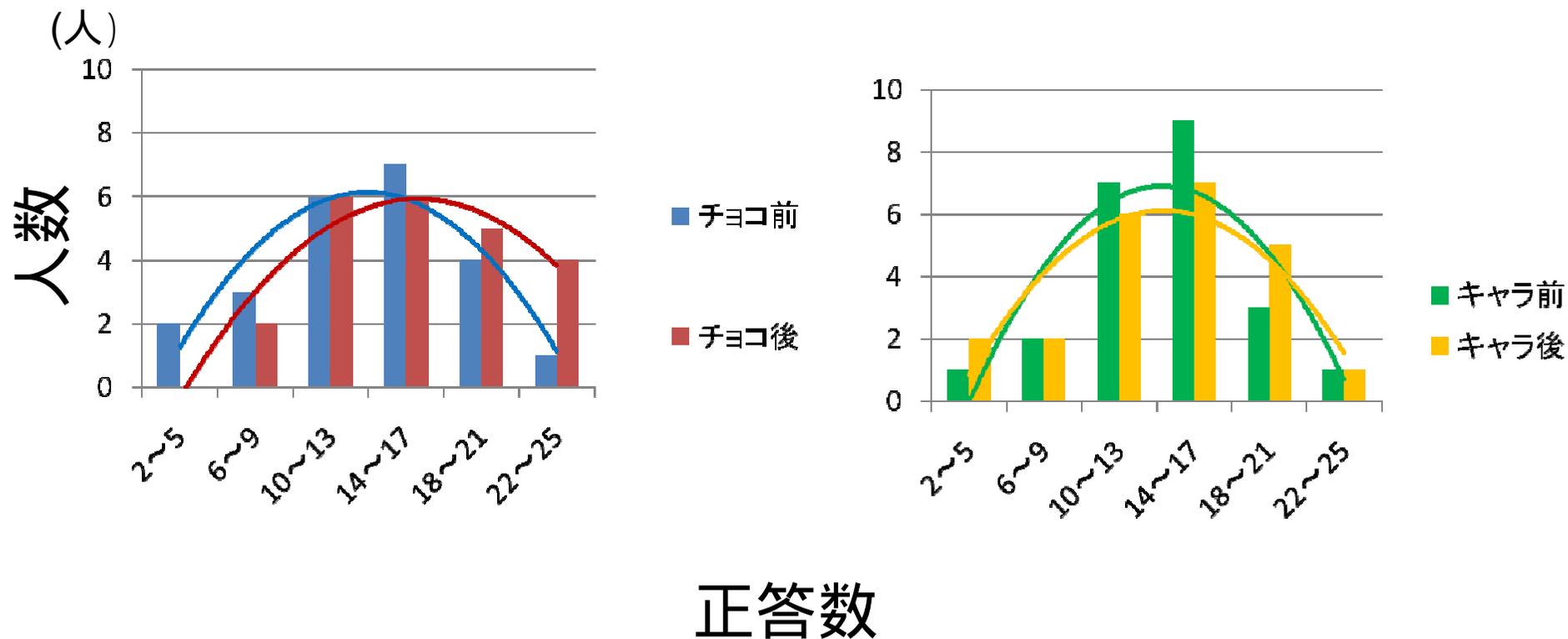
5	1	9	2	8
1	0	6	4	4
8	5	8	7	3
7	2	6	3	0
2	5	2	9	1

正答14

1分間で記憶学習

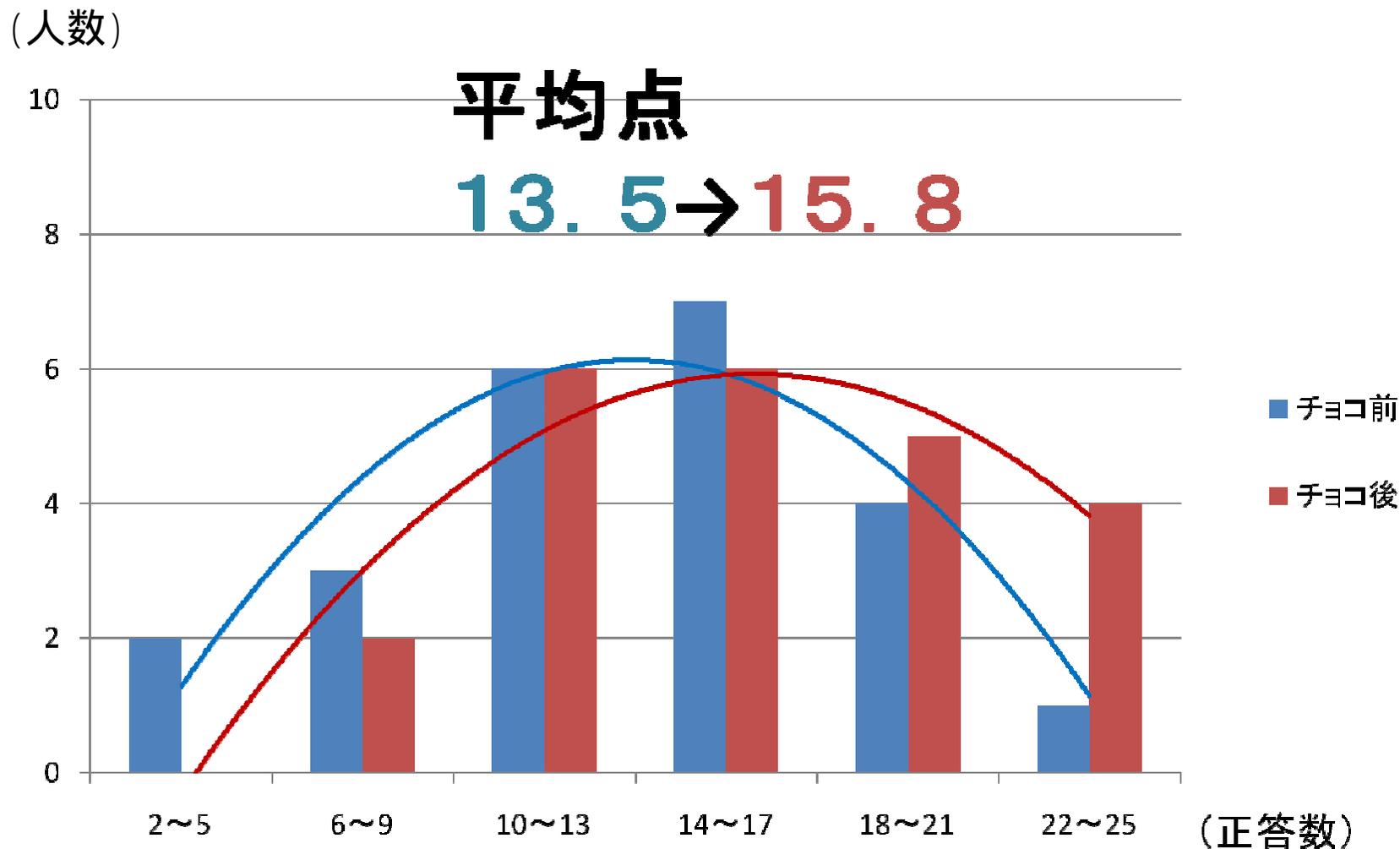
記憶した数
正答数で記憶学習を評価

実験結果 (正答数別の度数分布)



チョコ前とチョコ後で差があるように見える。

チョコレート摂取前後の正答数の差のグラフ



統計的に有意か検定を行った。

検定 (被験者内 2 元配置の分散分析)

条件の要因(お菓子の種類、食べる前後)ごとの効果があるかを調べる方法。
p値の大きさによって、確かさの判定をおこない、p値が0.05より小さいときに、
有意差があるといい、「科学的に差がある(統計学的に差がある)」と判定する。
同じ人がテストをしているので、「被験者内」という条件を用いる。

p値(危険率): 本来差がない二つのランダムなデータセットの間に偶然差があるように見えてしまう可能性
 $P < 0.05$ で有意な差があるとみなす

A:お菓子の種類	p=0.2263 > 0.05
B:食べる前後	p=0.1527 > 0.05
A・B: お菓子の種類と食べる前後の交互作用	p=0.1749 > 0.05

Aの結果から、【お菓子の種類によって、テストの点には差はなかった。】

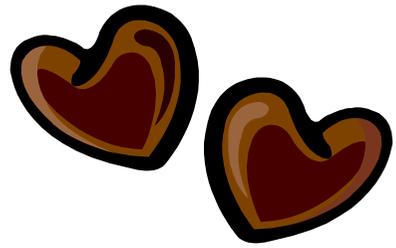
Bの結果から、【食べる前後において、テストの点に差はなかった。】

A・Bの結果から、【食べる前後のテストの点のパターンが

お菓子の種類によって異なるといえない。】

どの条件でも有意差なし

統計的には有意差はなかった



結果のまとめと考察

統計的な有意差は認められなかったが、チョコレートの摂取によって記憶力テストの成績が上がる傾向は見られた。

- ・仮にチョコレートに本当に効果があるとして、今回の実験結果で統計的な有意差が認められなかった原因は以下が考えられる。

個人差や実験環境の差
少なすぎる実験人数



3. 脳細胞の電気反応



行動実験の結果と疑問

行動実験の結果、チョコレートの摂取が学習に関係する傾向が見られたが、統計的に有意ではなかった
そこで、チョコレートが脳の神経活動にどのような影響を与えているのか直接観察することにした

環境要因からの影響を受けない
ヒトの脳を切り開くことはできない
同じ哺乳類であるラットの脳を用いることにした



脳を用いた様々な実験

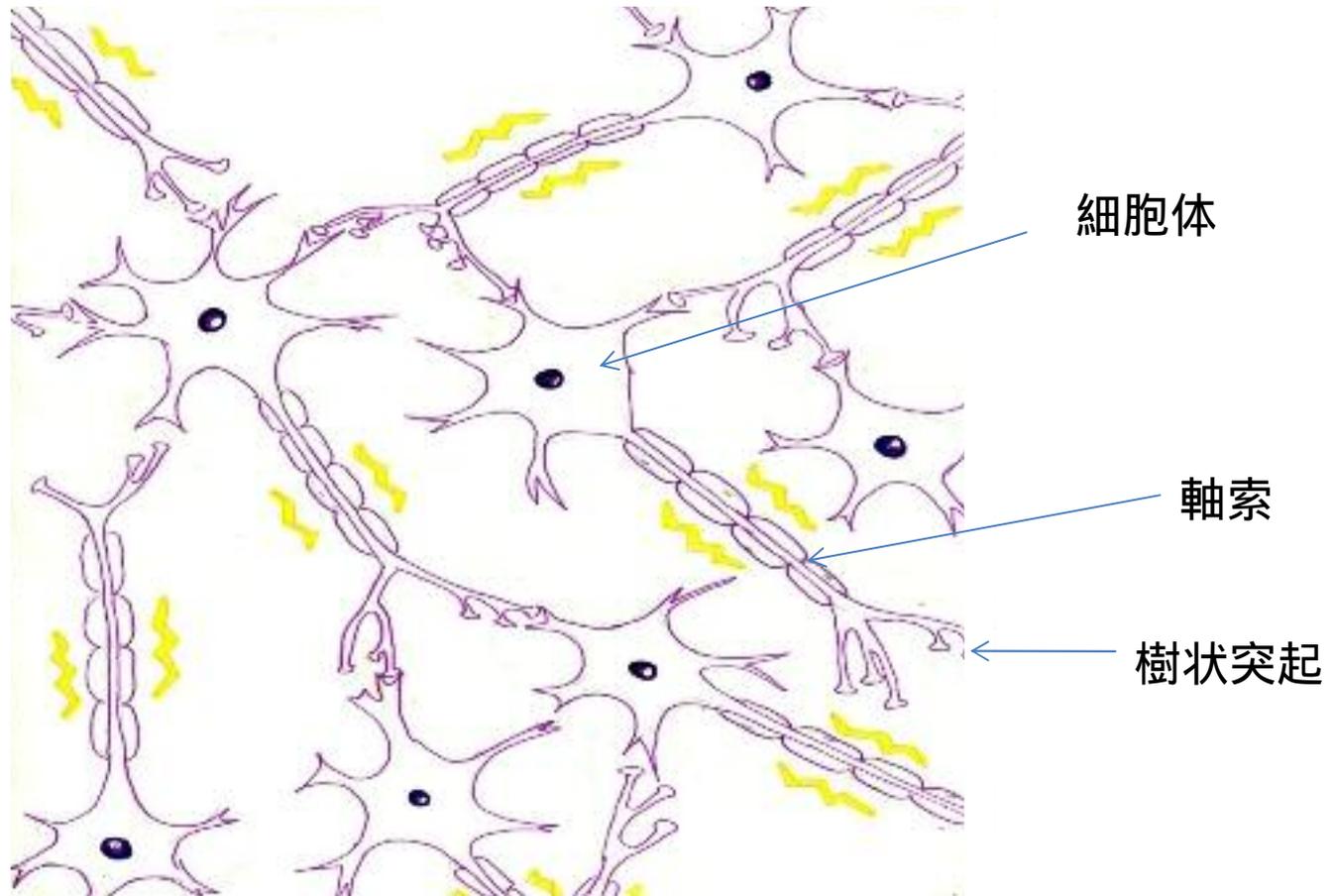
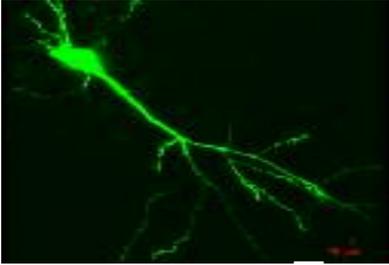
- 脳の様々な実験・・・古典的条件付け、恐怖条件付け など

環境要因の制限が可能かつ薬品の効果を見るのに適している実験がやりたい

生きている脳のスライスを用いた電気反応記録を行う



シナプスと電気信号



ニューロンは電気で情報を伝えている。

チョコレートの成分と特徴

チョコレートの成分	特徴
テオブロミン	体温上昇、リラックス効果
ポリフェノール	抗酸化作用・殺菌効果
ブドウ糖	脳のエネルギー源
ココアバター	保湿効果
ステアリン酸	増粘安定剤
オレイン酸	動脈硬化を抑える
パルミチン酸	界面活性剤
レシチン	乳化剤

今回は**テオブロミン**に注目することにした

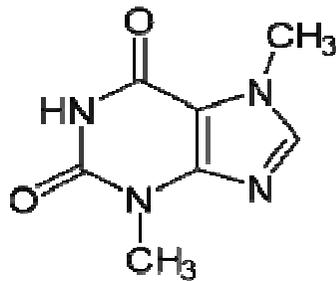


テオブロミンとは？



カカオの実

- ・チョコレートの原材料でもあるカカオに含まれる苦味成分でチョコレートの特徴的な成分(0.5 ~ 2.7%)。
- ・名前はカカオの学名*Theobroma*から由来している。
- ・白い粉末状の物質
- ・カフェインと分子構造や薬理効果が似ているが、効果は弱い。
- ・一般に体温上昇、食欲を抑える、リラックス効果などの効果を持つと言われている。



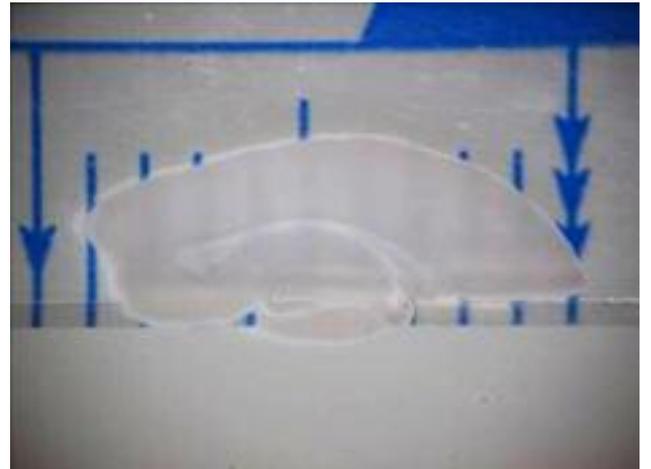
分子式 : $C_7H_8N_4O_2$
融点 : 345 ~ 350



ラット脳スライス標本

- ・今回は、ラット脳スライス標本(細胞が活着している状態で脳を薄くスライスカットしたもの、厚さが0.5mm)を使って実験をおこなった
- ・海馬は、日常の出来事や覚えている情報などを整理し、記憶を貯める働きを持つといわれている
- ・海馬にテオブロミンを投与して学習との関連を調べた研究は見当たらない

この実験は、玉川大学脳科学研究所の指導の下、玉川大学実験動物保護規定に従っておこなった

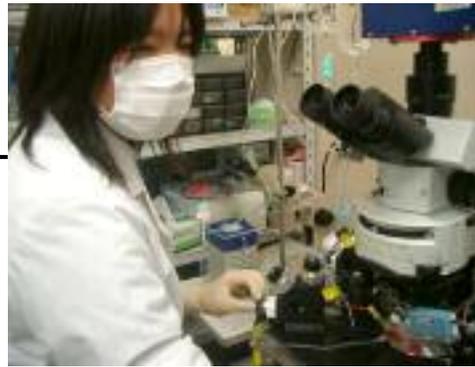


実験装置図

TVモニター



顕微鏡とカメラ



データ記録用PC



オシロスコープ



アンプ



電気刺激装置

電気刺激

リングル液

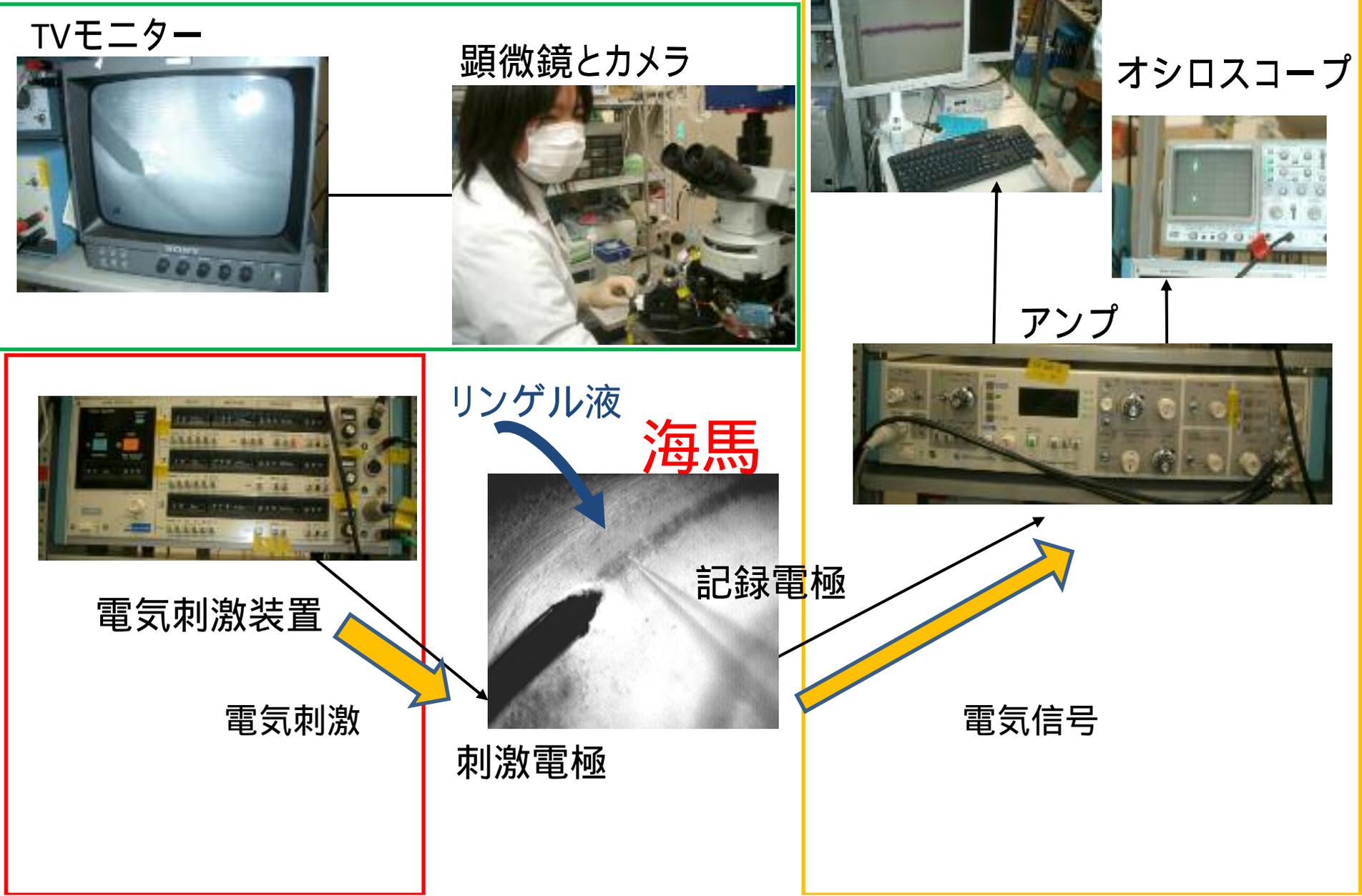
海馬



記録電極

刺激電極

電気信号

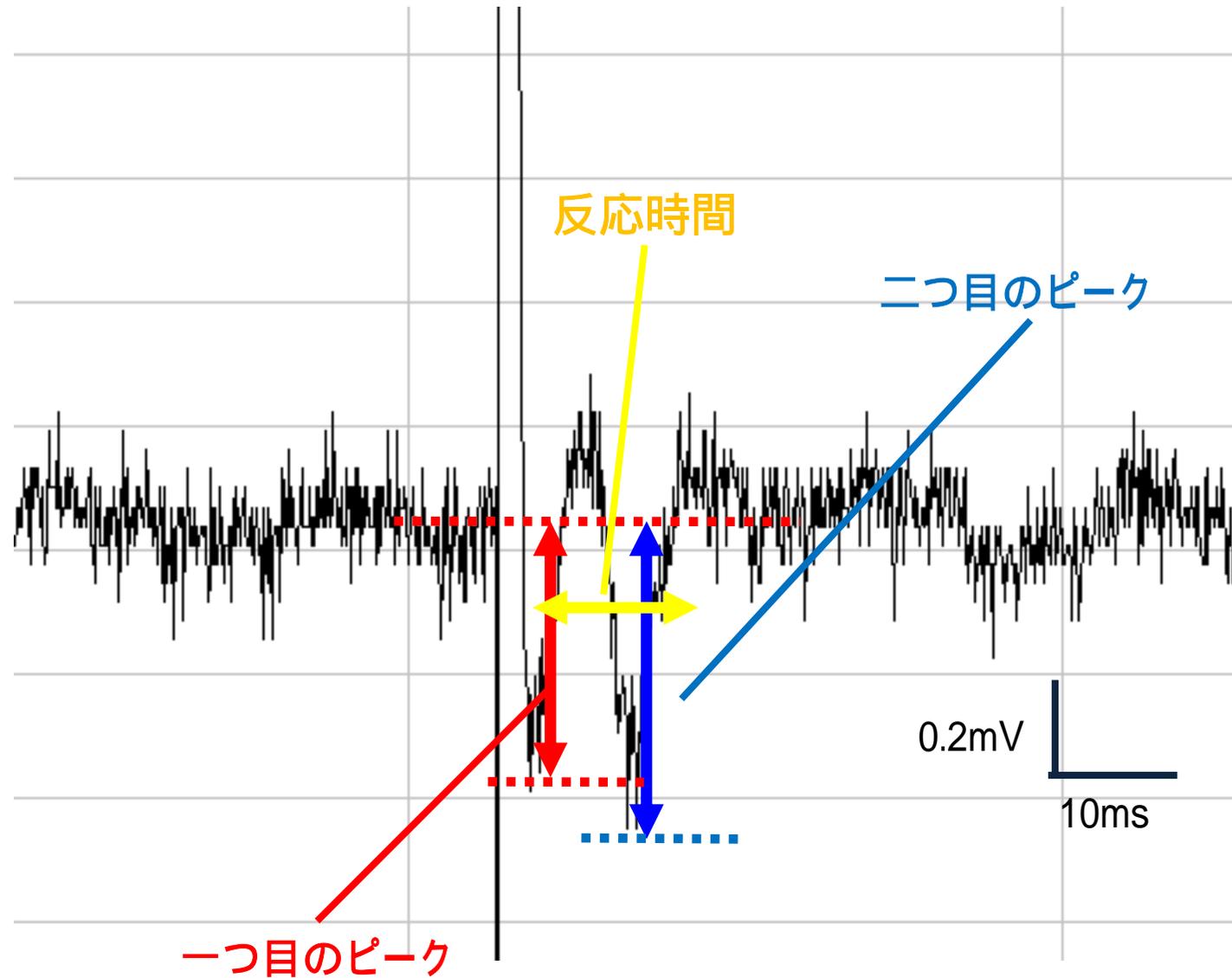


ニューロンに与えるテオブロミン濃度の決定

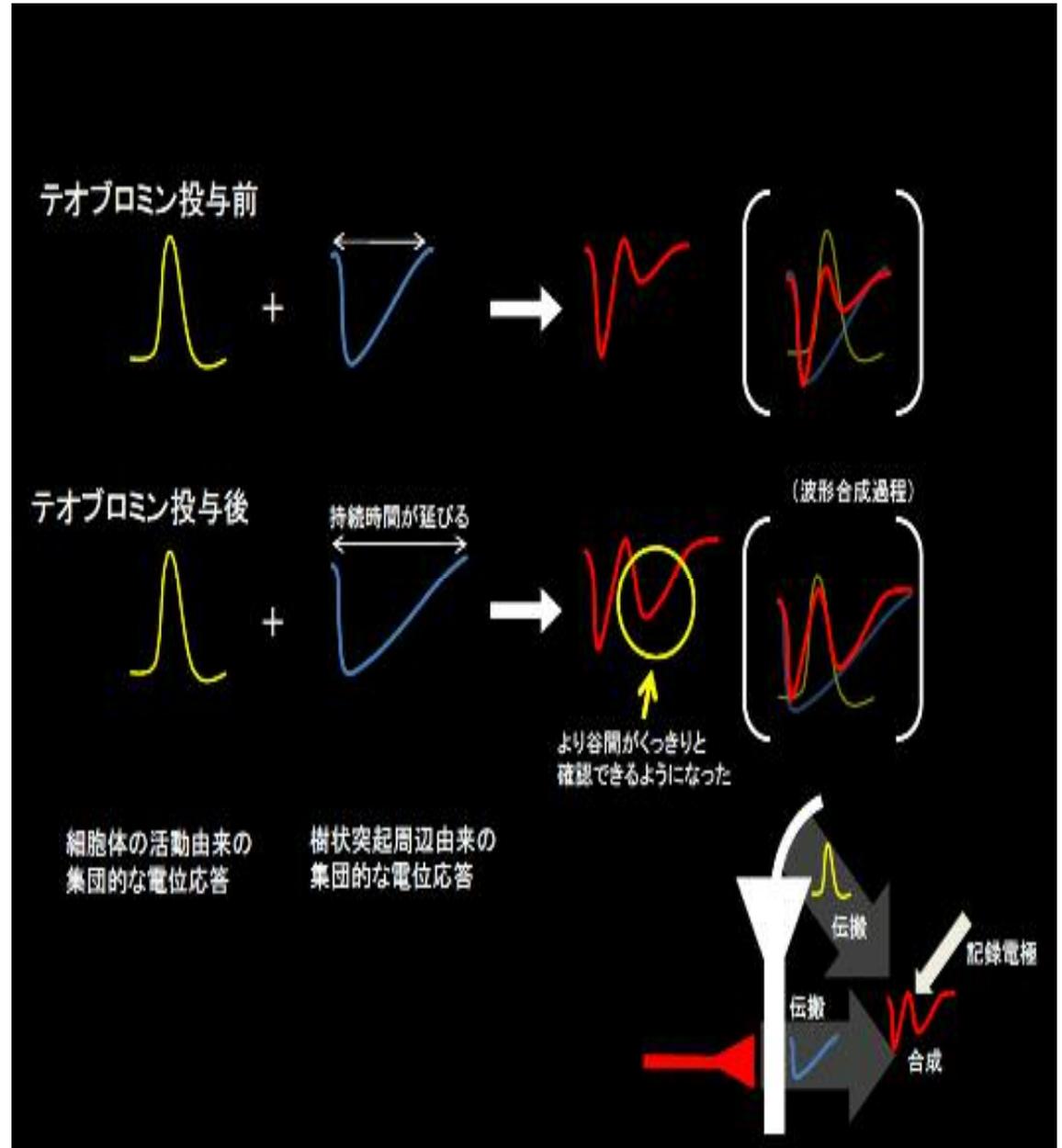
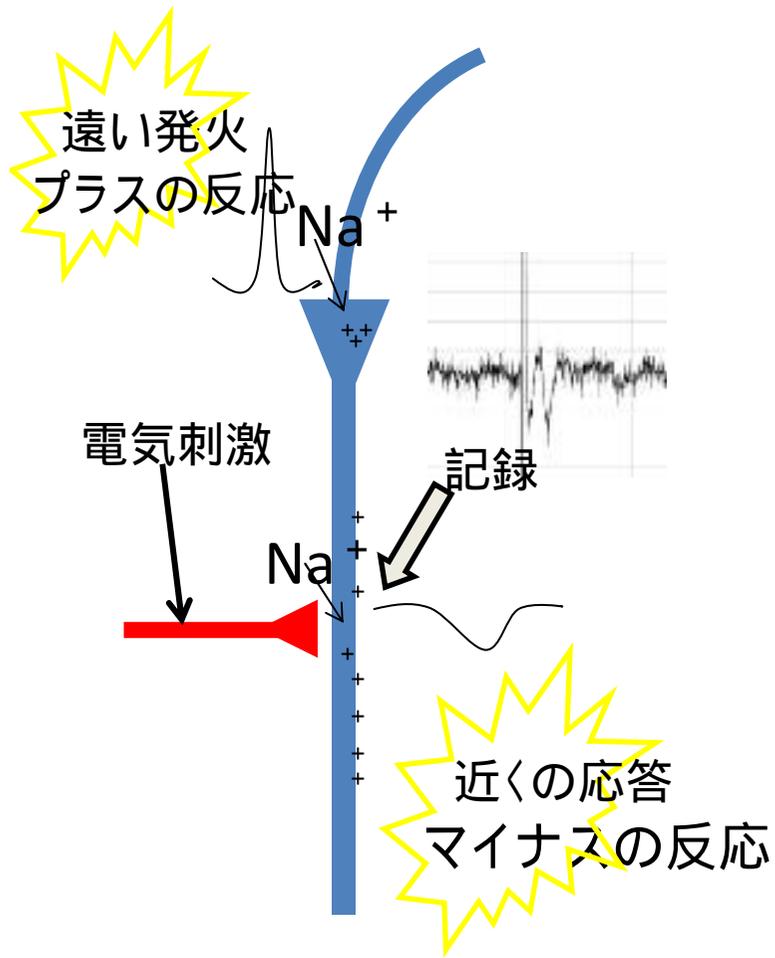
体重50kgの人が100gのチョコレートを食べたときの血流中のテオブロミンの濃度を推定し、 $10\ \mu\text{M}$ とした。



ニューロンの反応の3つの指標



実験結果の解説

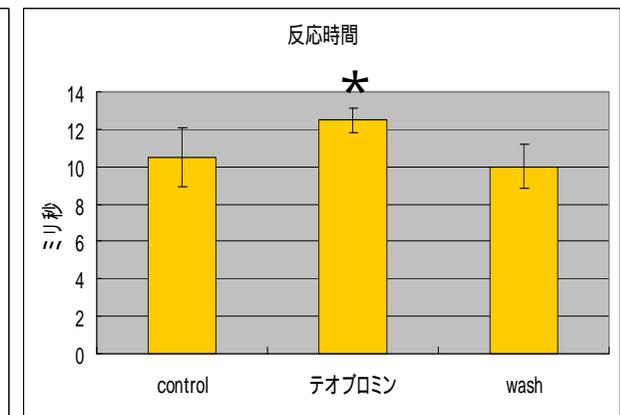
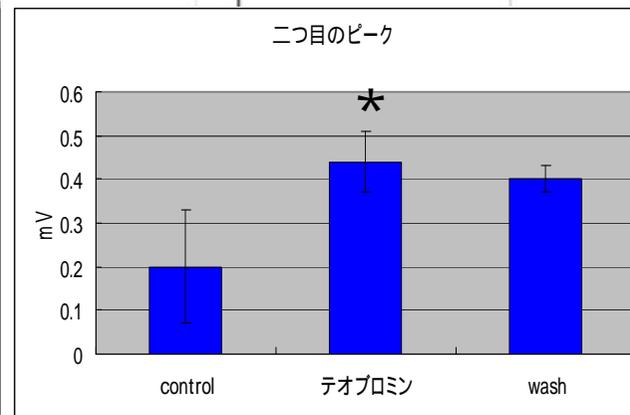
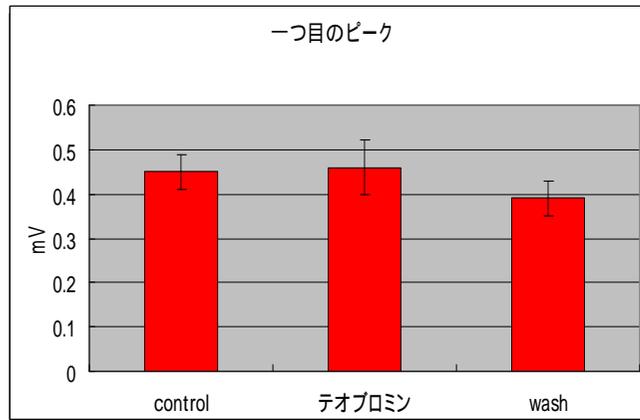
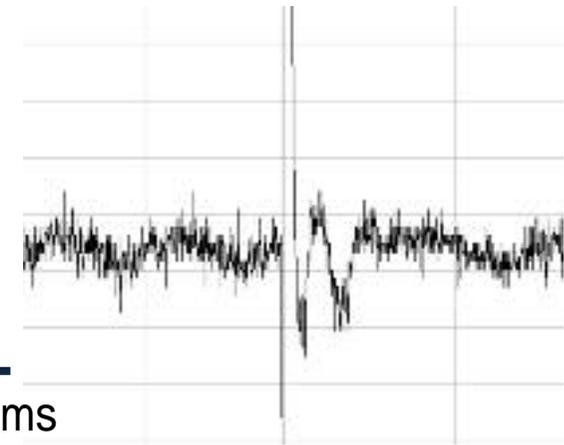
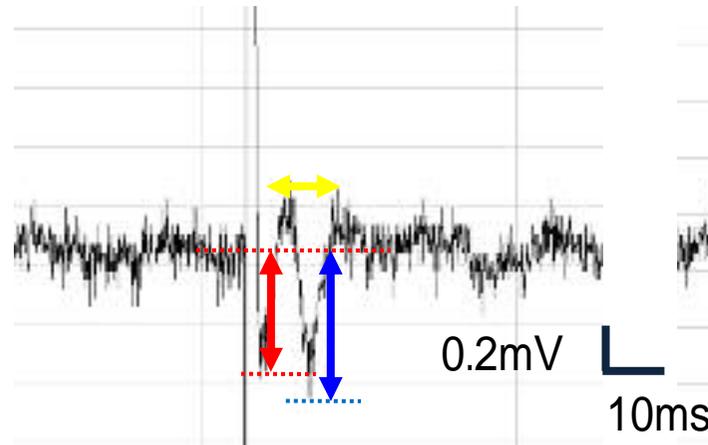
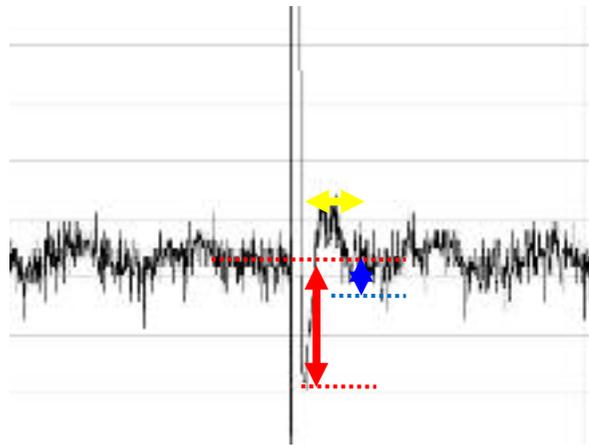


定量的な解析 (結果)

通常 (投与5分前)

テオブロミン投与15分後

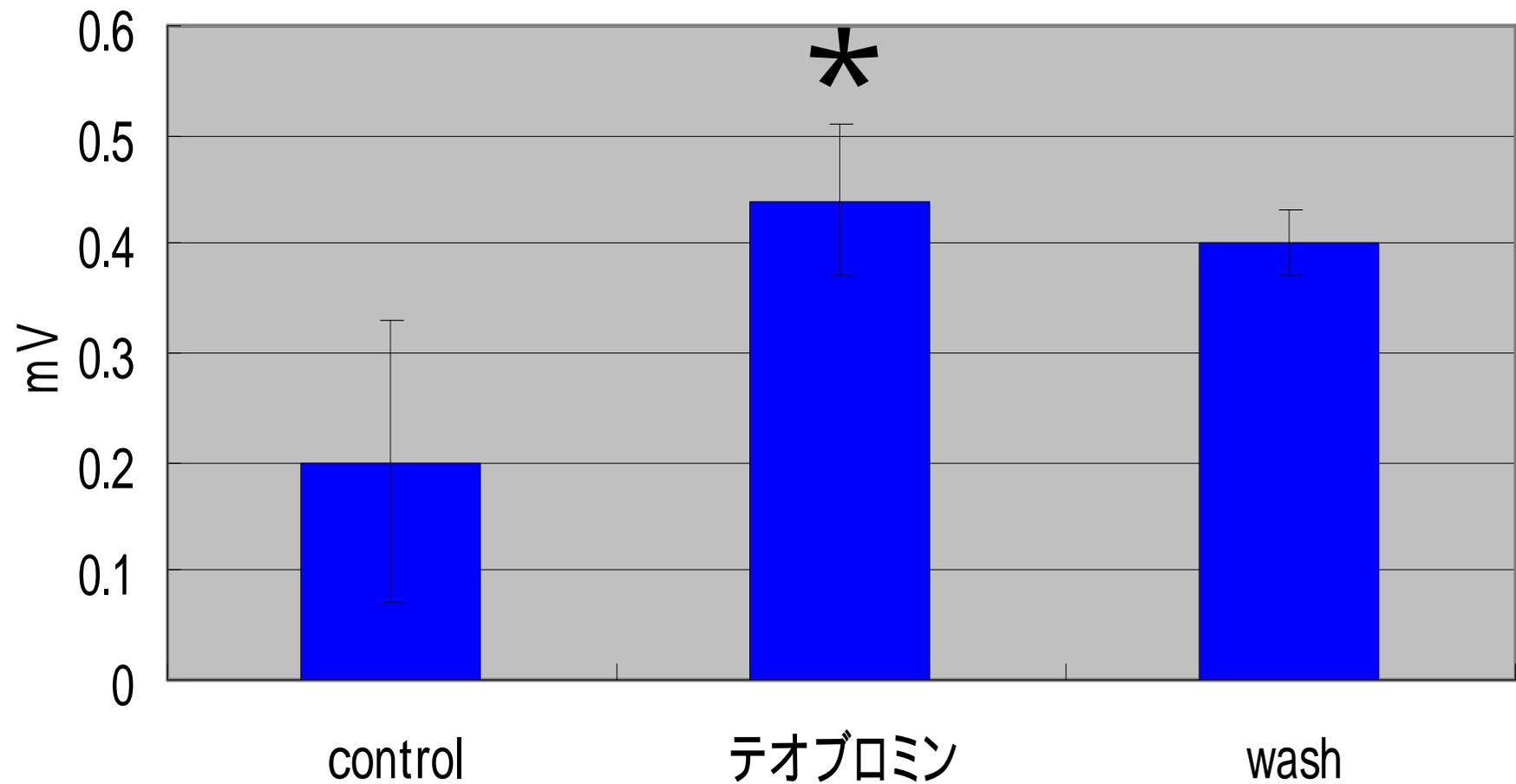
洗浄25分後



テオブロミンにより、二つ目のピークと反応時間の増大がみられた。*は統計的有意差を示す。

* : $P < 0.05$

二つ目のピーク



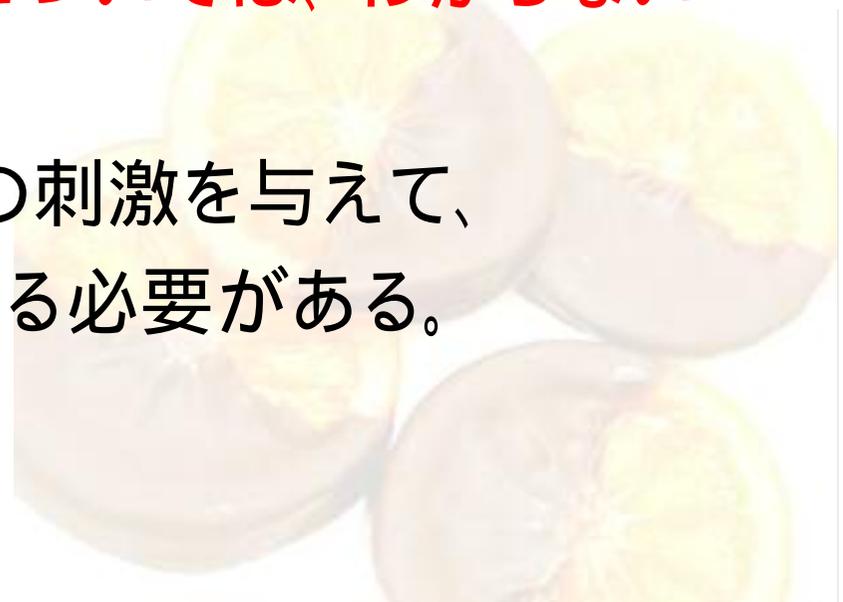
* : $P < 0.05$

結果と疑問

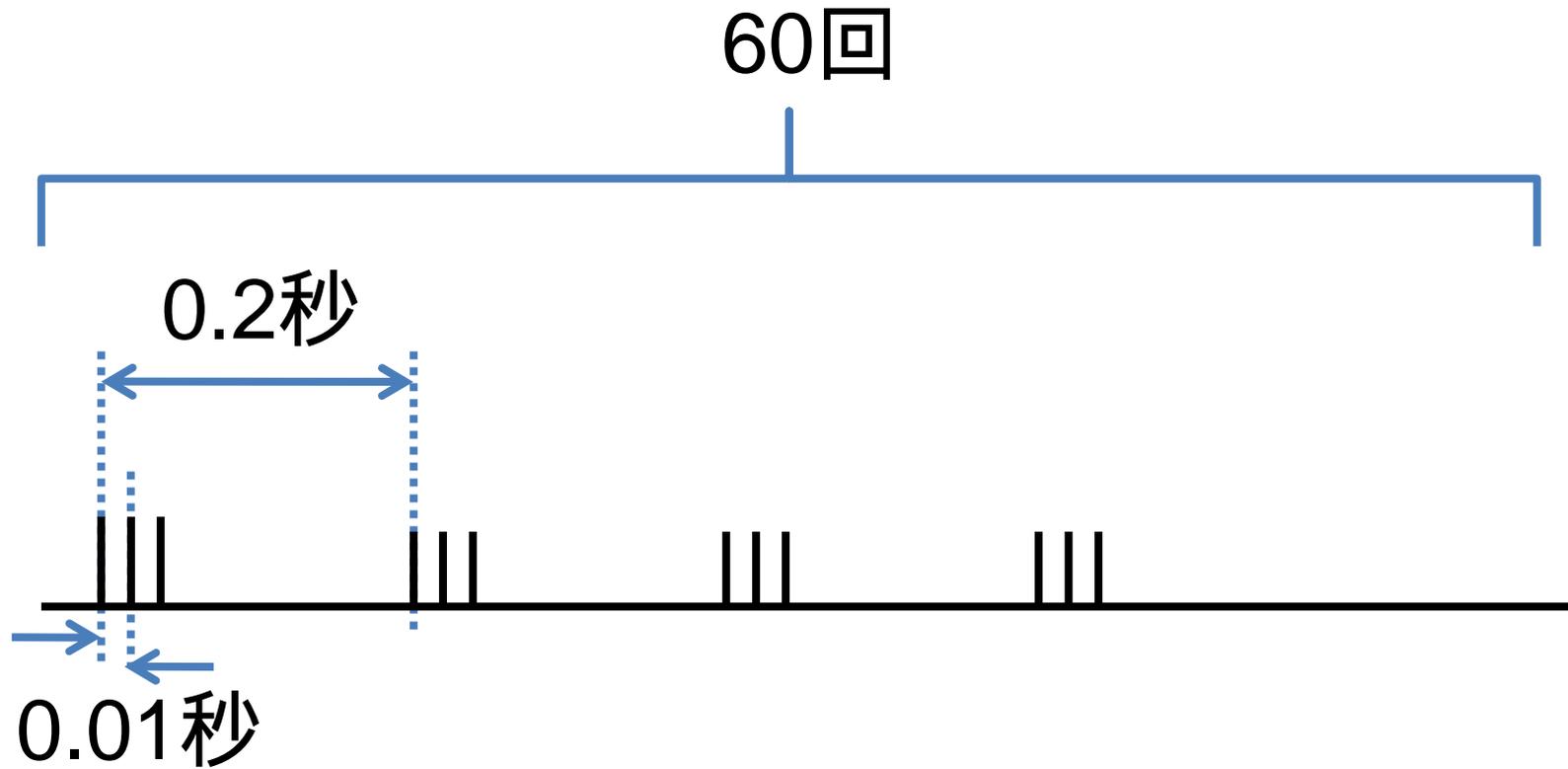
海馬のスライスを使った実験によってテオブロミンが学習効率を上げる可能性があることが推測される

しかし脳の神経活動の活性を上げるだけなのか、「学習」を誘導しやすくするのかについては、わからない

海馬のスライスに学習時と同様の刺激を与えて、テオブロミンと学習の関連を調べる必要がある。



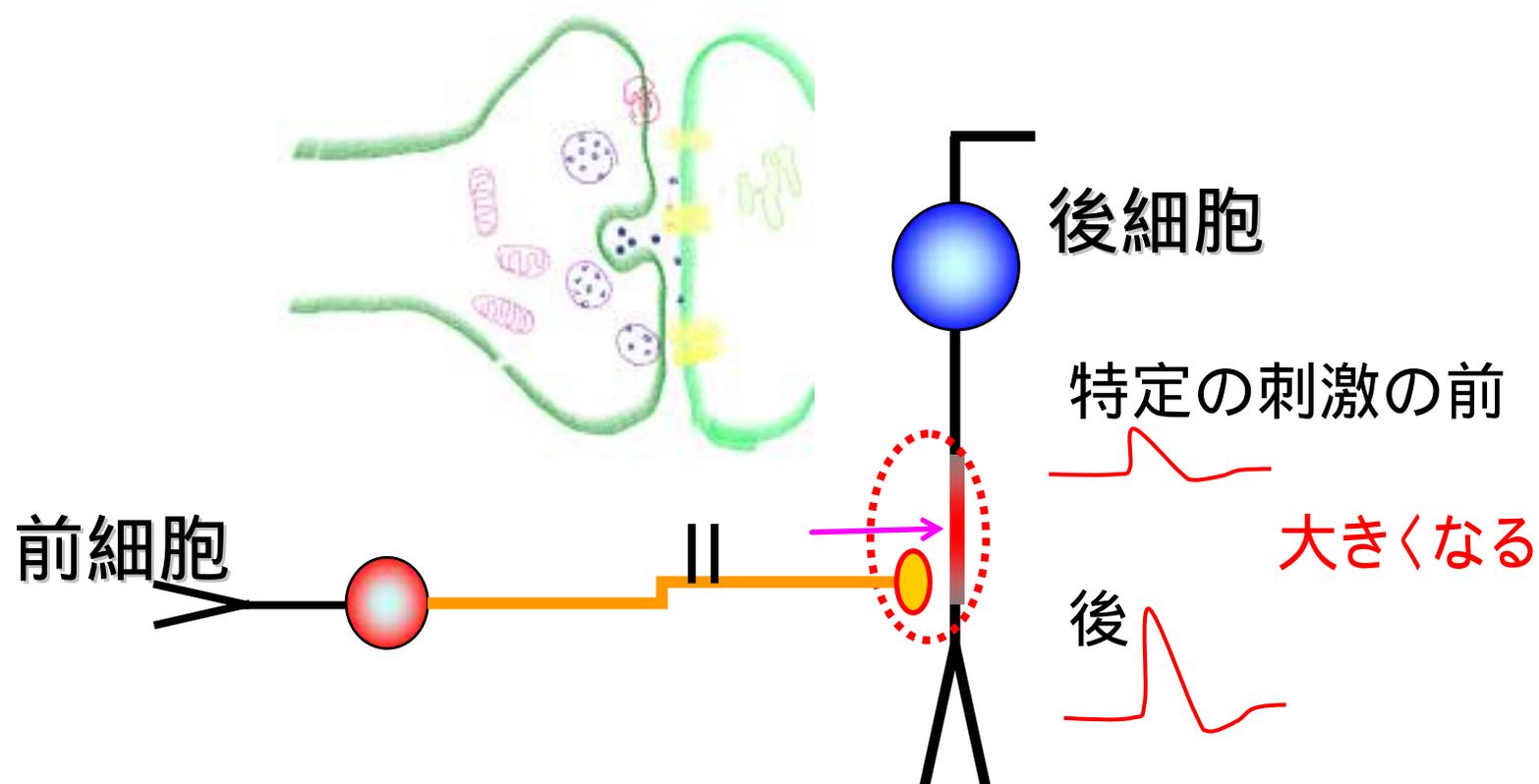
疑似学習刺激 (シータバースト刺激)



個体が学習するときに海馬で、このパターンに似た電気信号が観察されると言われている。

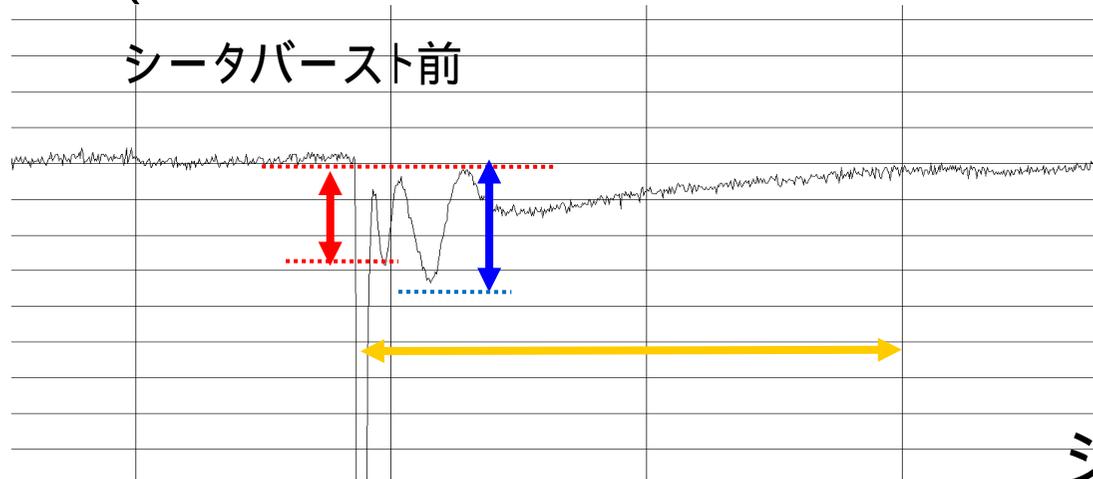
シナプスの長期増強と学習

シナプスの情報伝達効率が上昇すること(長期増強)が、学習時の基本的なプロセスであると考えられている。

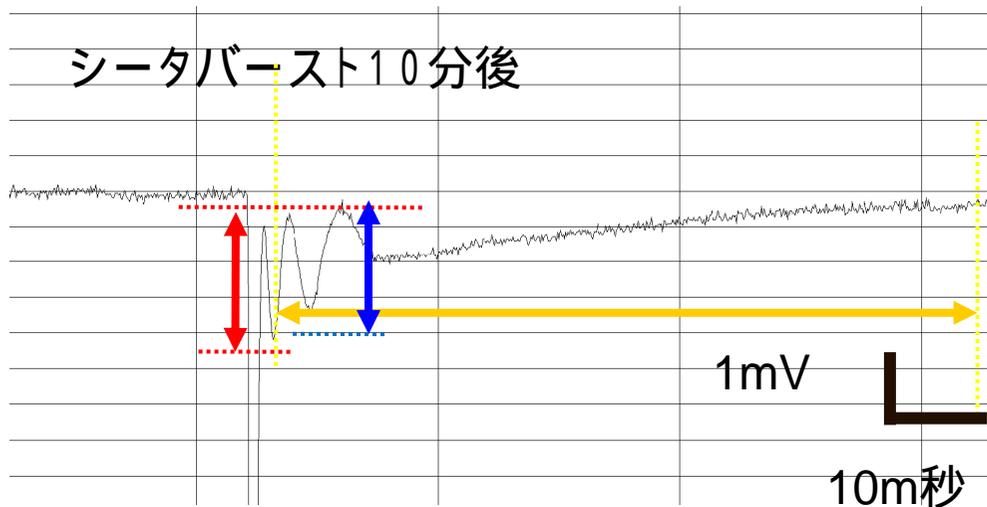


実験結果

(シートバーストによる長期増強の確認)



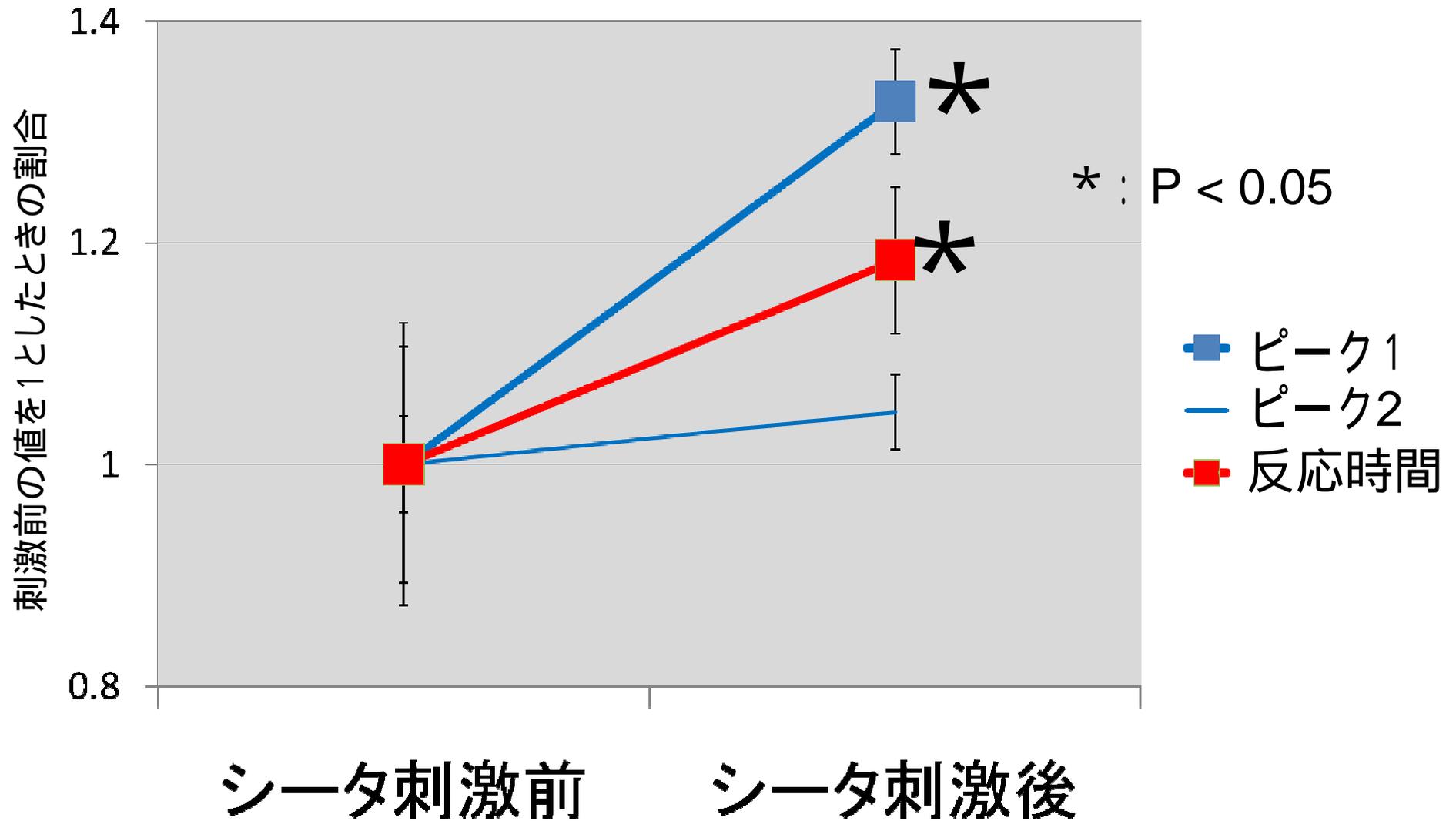
シートバーストによって、
一つ目のピークと反応時間が
増大した。



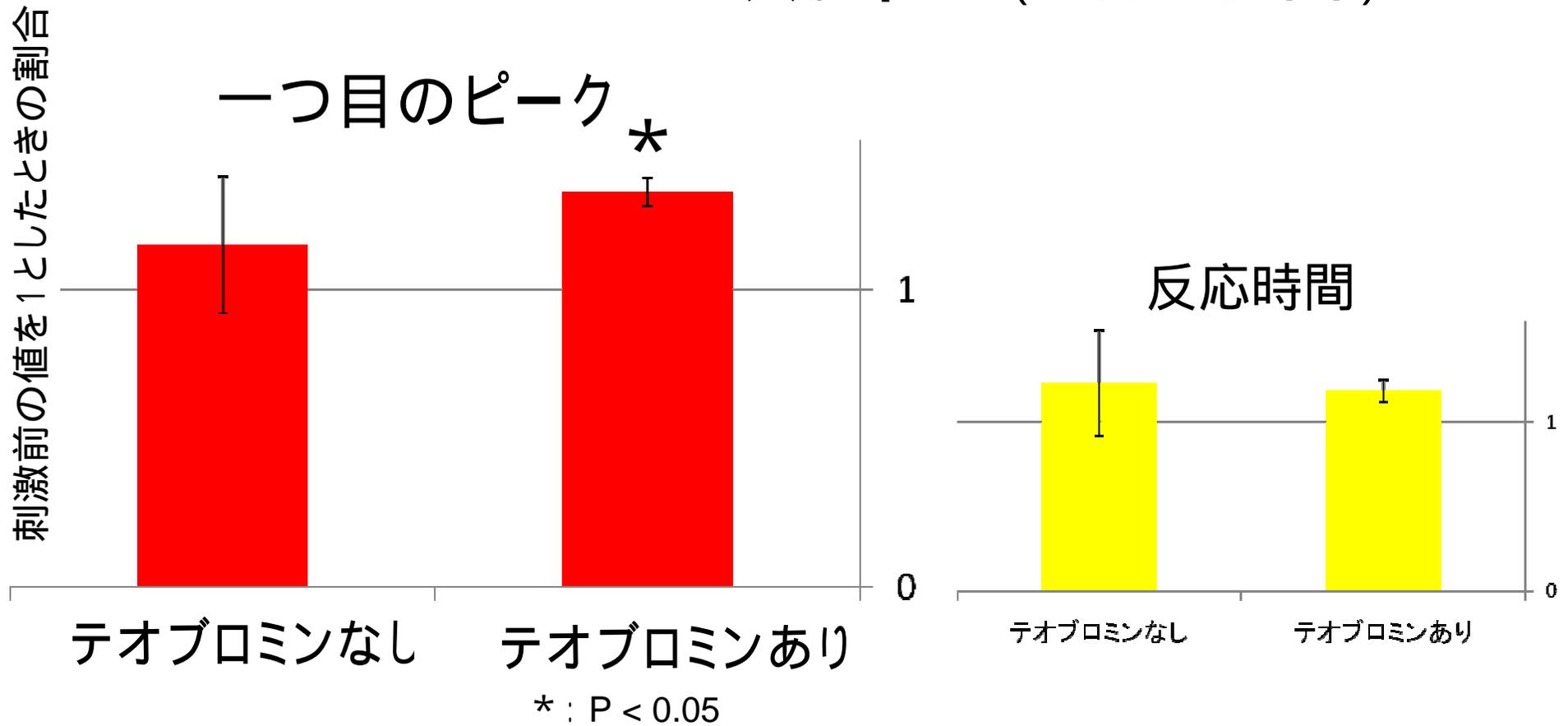
疑似学習の成立

二つ目のピークの大きさは
かわらなかった。

刺激前後の比較 (長期増強)



テオブロミンの効果 (疑似学習)



一つ目のピークの変化から、
テオブロミンによる学習促進効果がみとめられた

脳細胞の電気反応のまとめ

- 1.テオブロミンを投与するとニューロンの反応が大きくなった。
- 2.テオブロミン存在下でシータバースト刺激をおこなうと、ニューロンの反応増大の程度が、さらに大きくなった。



テオブロミンがラットの脳の学習のプロセスに影響を与えていることが示された。



チョコレートに学習促進効果がある可能性がうかがえる





4. まとめと展望

全体のまとめ

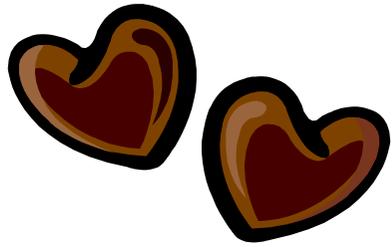
チョコレートと学習の関係について明らかにするために、行動学習実験と脳細胞の電気反応の二つの方法を用いた。

行動実験では、チョコレートの学習に対する統計的な有意差は認められなかったが、一定の傾向は見られた

脳細胞の電気反応からは、チョコレートに含まれるテオブロミンが海馬での疑似学習効率を上げることが示された。

チョコレートを食べることによって、学習効率が上がる可能性がある。





今後の展望

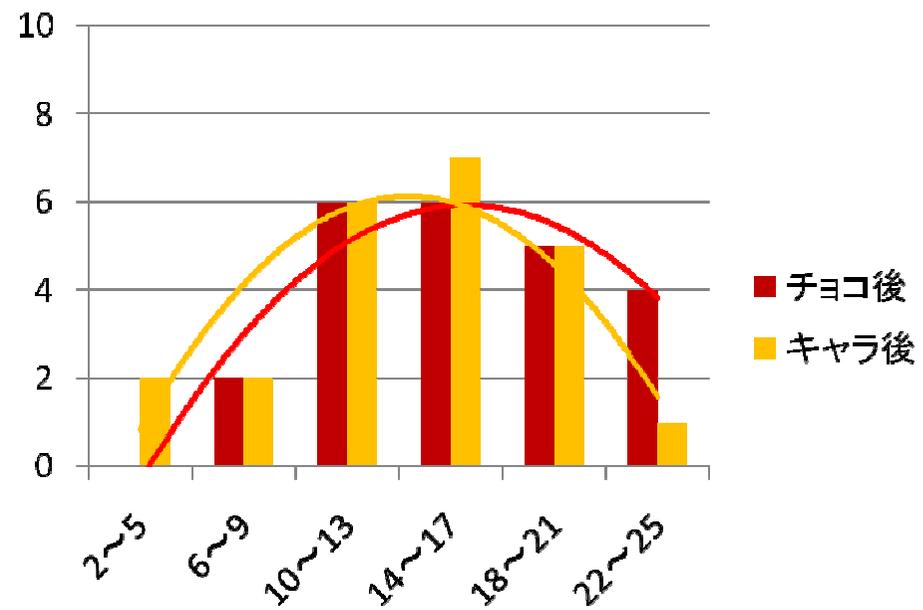
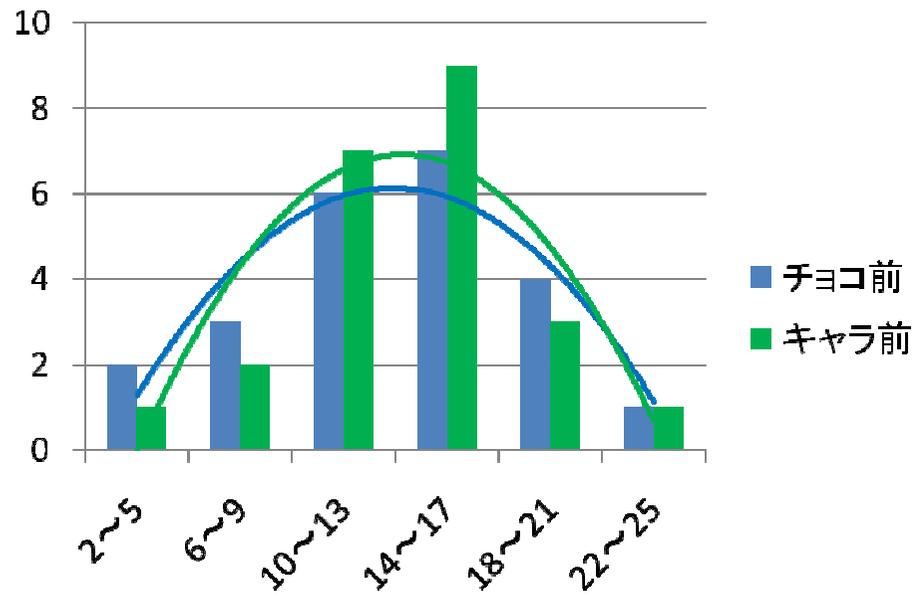
- (1) 行動実験のサンプル数を増やし、チョコレートが本当に学習に影響があるかを明らかにしていきたい。
- (2) リラックスした状態の脳が発揮できる能力を測るテストをしたい。(発想力や類推力を問うもの)
- (3) チョコレートを食べる量と学習効率の関係を調べるために、テオブロミンの濃度を変えて、脳細胞の電気反応を行いたい。
- (4) 他の食品に含まれる物質を用いて比較実験をしていきたい。





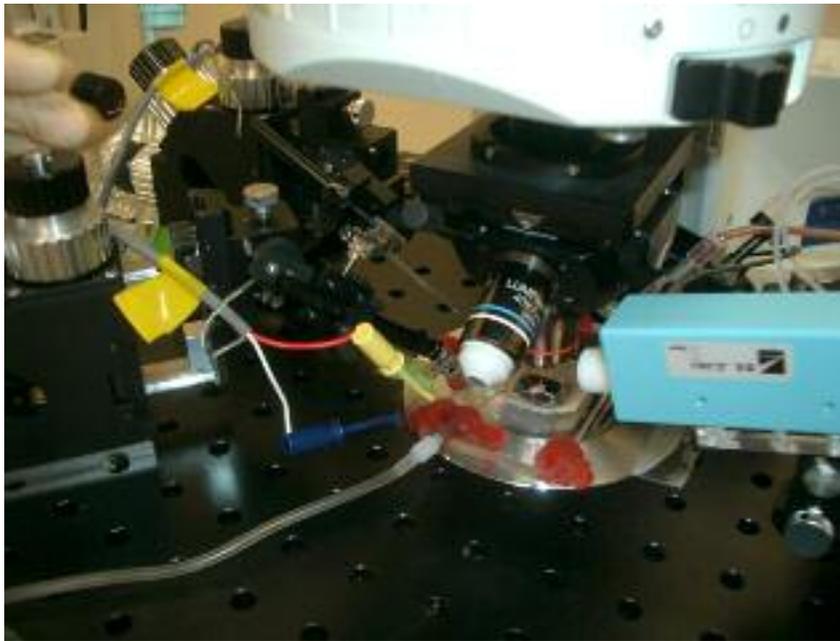
ご静聴ありがとうございました。





実験方法(準備)

1 海馬脳スライス標本を
チェンバーに置く。

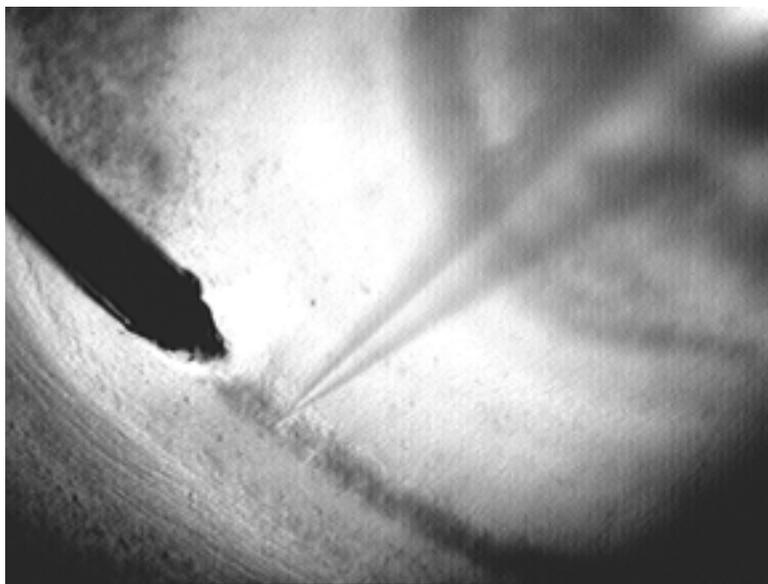


2 刺激電極にリンゲル液
を注入する。



実験方法(測定)

1 刺激電極、記録電極を海馬にセットする。



2 電気刺激をおこなって記録を取る。



実験方法(測定)

3 リンゲル液にテオブロミン($10 \mu\text{mol}$)を加えて10分後に記録をとる。



4 通常のリンゲル液に戻して15分後に記録をとる。



テオブロミン濃度の決定

100g中のチョコレートに10%のカカオが入っており、そのうちの1%がテオブロミンとしそのうち50%が体内に吸収されたとする。

体重50kgの人の血液量を5Lとしてテオブロミンの分子量(180.17)

から濃度を計算すると、約 $10\mu\text{M}$ となる。

P値算出方法 (被験者内2元配置の分散分析)

- AB集計表・AS集計表・BS集計表を作成する。
- [ABS][X][A][B][AB][AS][S][BS]を算出

例：
$$[S] = \sum_i^n \frac{S_i^2}{pq}$$

- 平方和に関して SS_A 、 SS_B 、 $SS_{A \times B}$ 、 SS_T 、 SS_S 、 $SS_{A \times S}$ 、 $SS_{B \times S}$ 、 $SS_{A \times B \times S}$ を計算する。
- 平均平方およびF値を計算する。
- 分散分析表を完成し、F値の有意性について判定する。

分散分析計算用ソフトウェア

ANOVA4 on the Web [分散分析: Multi-purpose ANOVA Utility] - Windows Internet Explorer

http://www.hkac.jp/~kaki/anova4/

ファイル名 編集 表示 新規に追加 ツール ヘルプ

Google ANOVA

お気に入り ホームページ Customize Links Free Hotmail Web 2.0 インスピレーション

ANOVA4 on the Web [分散分析: Multi-purpose A...

ANOVA4 on the Web

Copyright © 2002 Kaki Kenshi

[ANOVA4 on the Web について](#)

新しい初期画面を準備しました (JavaScript 使用)。お試しください。 → [index.js.html](#)
Excel 上のデータを貼り付けるための説明ページを掲載しました。 → [Excel データの貼り付け方](#)

要因計画を設定してください。 [【 ANOVA ファイルを指定して実行 】](#)

《 要因計画 》

コメント:

要因の数: 被験者間要因(k)= / 被験者内要因(w)= → 【 k + w は 4 以内 】

【 設定方法 】

- 「コメント」欄には、この分析についてのメモを書き込みます。内容は自由ですので、データの名前や分析についての簡単な説明などを覚書として入力しておきます。半角文字で 126 文字 (全角 63 文字) まで有効です。空白のままでも分析には影響ありません。
- 「要因の数」欄では、被験者間要因の数と被験者内要因の数をそれぞれ設定します。いずれも、0 ~ 4 の数値を選択してください。ただし、被験者間要因の数と被験者内要因の数の合計は 4 以内で

関連検索: [ANOVA4 解説](#) [anova 分散分析](#) [統計 ANOVA](#)

ページが表示されました

スタート 全開決用ソフト発表 ANOVA4 on the Web 全般 12:11

なぜ遠い所では+の反応なのか

