

じっくりと考えた後の失敗こそが学習を促進する

—— 「早とちり」の弊害をネズミ試験で検証 ——

1. 発表者

池谷 裕二（東京大学大学院 薬学系研究科 薬学専攻 教授）

八幡 洋輔（東京大学大学院 薬学系研究科 薬科学専攻 修士課程1年生）

2. 発表のポイント

- ◆ ラットに二択課題を解かせたところ、長い潜時をもった誤選択（つまり熟慮後の失敗）を繰り返したラットが良好な成績をあげました。
- ◆ 「失敗は成功のもと」と言われますが、本発見は、同じ失敗でも、即断による失敗は学習には有効でないことを示しています。また、たまたま正解した経験も成績とは無関係でした。
- ◆ 本発見は、学習の成立過程を知るための一助となるだけでなく、動物の個性を生み出す脳内メカニズムを解明する一端となります。

3. 発表概要

東京大学大学院薬学系研究科の池谷裕二教授らの研究グループは、ライト点灯の位置を参考にしながら2つの選択肢から正解を選ぶという二択課題をラットに行わせ、学習速度の個体差を決定する要素を探索しました。その結果、誤選択までの時間が長い（つまり、熟慮後の失敗が多い）ラットは好成績を残すことを見出しました。

常に変化する環境にうまく適応するためには、柔軟な判断や意思決定を行うことが必須です。そのためには、1) 決定の適切さ、2) 決定の迅速さ、の少なくとも二つの要素が重要です。しかしながら、実社会では、素早く下した結論が正しいとは限らないなど、2つの要素は必ずしも両立するとは限りません。

そこで、両要素のどちらが学習成立により重要かを調べるために、同研究グループは、光の手掛かり刺激を活用して2つの選択肢から正しい方を選択させる課題をラットに解かせました。ラットが選択するまでの時間（反応潜時）を測定し、各ラットの学習成績との関係を解析した結果、学習成立前の反応潜時が短い、つまり結論に早く飛びついてしまうラットほど、課題の学習成立が遅くなることを見出しました。とくに誤った選択をする場合にこの傾向が強く観察されました。また、学習過程における正解（つまり、偶然の成功）の回数は、学習速度とは無関係でした。

同研究により、成功体験そのものよりも、じっくりと時間をかけて考慮したうえで失敗するほうが、学習の成立にとって重要であることが示されました。本研究成果は、生物の生存戦略を考える上での根本的な知見となるだけでなく、動物の個性を生み出す脳のメカニズムを解明する一端となることが期待されます。

本研究成果は、2018年4月25日（現地時間）のPLOS ONE誌にオンライン掲載されます。メディア公開解禁時刻は日本時間4月26日（木）午前3:00（4月25日米国EST14:00）となります。

4. 発表内容

研究の背景と経緯

動物が時々刻々と変化する自然環境で生き抜くためには、柔軟な意思決定を行うことが必須となります。そのためには適切な意思決定を、適切な時機（タイミング）で行う必要があります。このように意思決定の適切さとタイミングは生物の生存上、ともに重要であると考えられますが、この二つの要素の関係性を、実験動物を用いて直接的に示した知見はこれまでありませんでした。

同研究グループは、光の提示による手掛かり刺激を参考に2つの選択肢から正しい方を選択するという二択課題をラットに解かせ、各ラットの学習成績と課題中の選択までの時間（反応潜時）を測定し、詳細に解析しました。

研究方法と発見の内容

1) 学習成立直前の反応潜時が短い個体ほど、学習成立が遅くなる

壁に2つの穴を備えた小部屋にラットを入れて実験を行いました（図1 a）。ラットはこの穴へのノーズポーク（鼻先を入れること）によって、報酬であるエサが得られることを学習していません（図1 b 左）。そこで、ある日から2つの穴のうち一方を緑色に点灯させ、ラットへの手掛かり刺激として提示しました。ラットは緑色に点灯していない穴にノーズポークすることで報酬を得ることができます（図1 b 右）。このような課題をラットに解かせた結果、すべての個体が4日間のテスト期間のうちに課題を学習することができました。このとき各ラットで、課題学習成立前の反応潜時（課題の開始からノーズポークするまでの時間）と学習を成立させたタイミングを測定し、これら2つのパラメーターについての関係を解析しました（図1 c,d）。その結果、反応潜時の短い個体ほど、学習を成立させるのが遅いという負の相関関係があることを見出しました（図2 a）。この結果から、時間をかけずに選択することが、最終的な課題の成立には不利に働くことがわかります。

2) 正解時に比べて、不正解時の反応潜時のほうが短くなる

続いて、学習成立直前の反応潜時を課題正解時と不正解時とに分けて集計しました。その結果、正解時に比べて、不正解時の反応潜時が短いことを見出しました（図2 b）。つまり、ラットは正解するときよりも、不正解するときのほうが選択に熟慮していない、すなわち「早とちり」する傾向があることがわかります。さらに、この傾向を個体別に観察するために、ラットごとに不正解時の反応潜時を正解時の反応潜時で割った比を計算したところ、この比の値と学習成立の早さとの間にも負の相関関係があることを見出しました（図2 c）。つまり、不正解となるときに時間をかけないラットほど、課題の学習が遅いことが示されました。

3) 各試行の成否は、学習成立の早さには関係しない

ラットが課題を最初に始めてから、学習を成立させるまでの累積の正解率を計算し、学習成立の早さとの関係を解析しましたが、これら間に有意な相関関係は認められませんでした（図2 d）。この結果から、ラットがどれほど正解したかは、学習成立の早さには関与しないことが示されました。

今後の展開

本研究でうまくラットの個体差を引き出した成功の鍵は、行動課題の絶妙な難易度の設定にあります。今後は、熟慮や失敗がなぜ学習に有利に作用するのかの脳内メカニズムを解明するとともに、個体差がいかにして生じるのかを探究していきます。

<本研究の主な助成事業>

科学研究費補助金

新学術領域研究『こころの時間学 ―現在・過去・未来の起源を求めて』

記憶による時間創成メカニズムの探索

研究代表：池谷裕二（東京大学大学院薬学系研究科）

5. 発表雑誌

題目 Answering Hastily Retards Learning（素早い回答は学習を遅らせる）

雑誌 PLOS ONE（プロスワン）

著者 Yosuke Yawata, Kenichi Makino, Yuji Ikegaya

（八幡洋輔、牧野健一、池谷裕二）

DOI 番号：10.1371/journal.pone.0195404

論文原稿 URL：<http://ikegaya.jp/PLOSONE2018.pdf>

6. 注意事項

日本時間 4 月 26 日（木）午前 3 時（米国東部時間：4 月 25 日（水）午後 2 時）以前の公表は禁じられています。

7. 問い合わせ先

東京大学大学院薬学系研究科 薬品作用学教室

教授 池谷 裕二（イケガヤ ユウジ）

〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

Tel：03-5841-4780

Fax：03-5841-4786

E-mail：yuji@ikegaya.jp

8. 添付資料

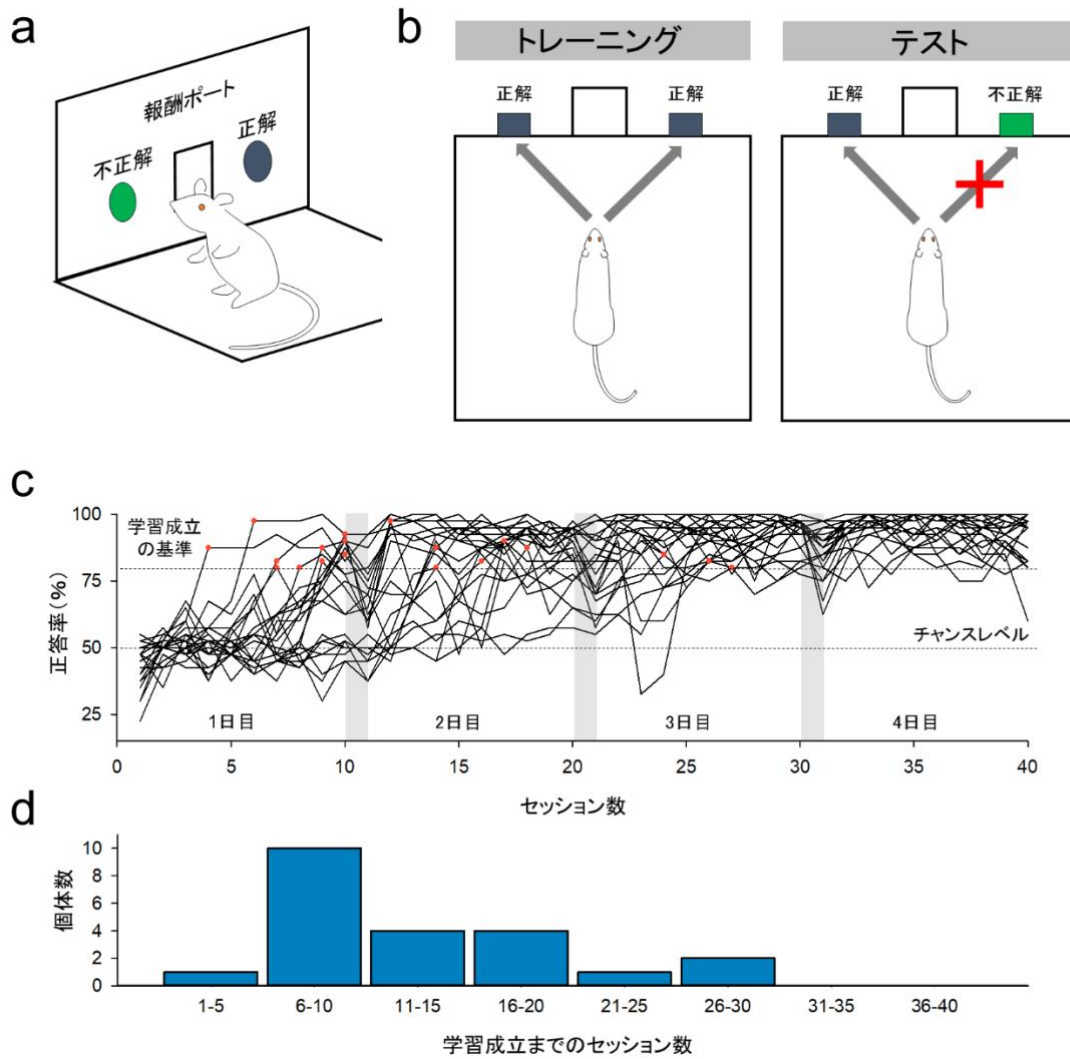


図1 二肢選択課題と行動試験の結果 (a) 二肢選択課題の様子。小部屋の壁には2つの穴と報酬ポートが備えられている。(b) トレーニング時にはどちらの穴にもノーズポーク（鼻先を入れる）しても正解となり報酬が得られる。テスト時には片方の穴のみが緑色に点灯する。ラットは点灯していないほうの穴へノーズポークすることで正解となり報酬を得る。(c) 今回実験に用いた22匹のラットすべての正答率の推移。学習成立の基準を正答率80%と定義し、80%以上の正答率に初めて達したセッションを学習成立セッションとした。各ラットの学習成立セッションは赤い丸で示されている。すべての個体が4日間のテスト期間に学習を成立させた。(d) ラットの学習成立までのセッション数の分布。多くの個体がテスト1日目に学習を成立させているが、中には3日目までかかる個体もあり、学習成立の時期はばらついていた。

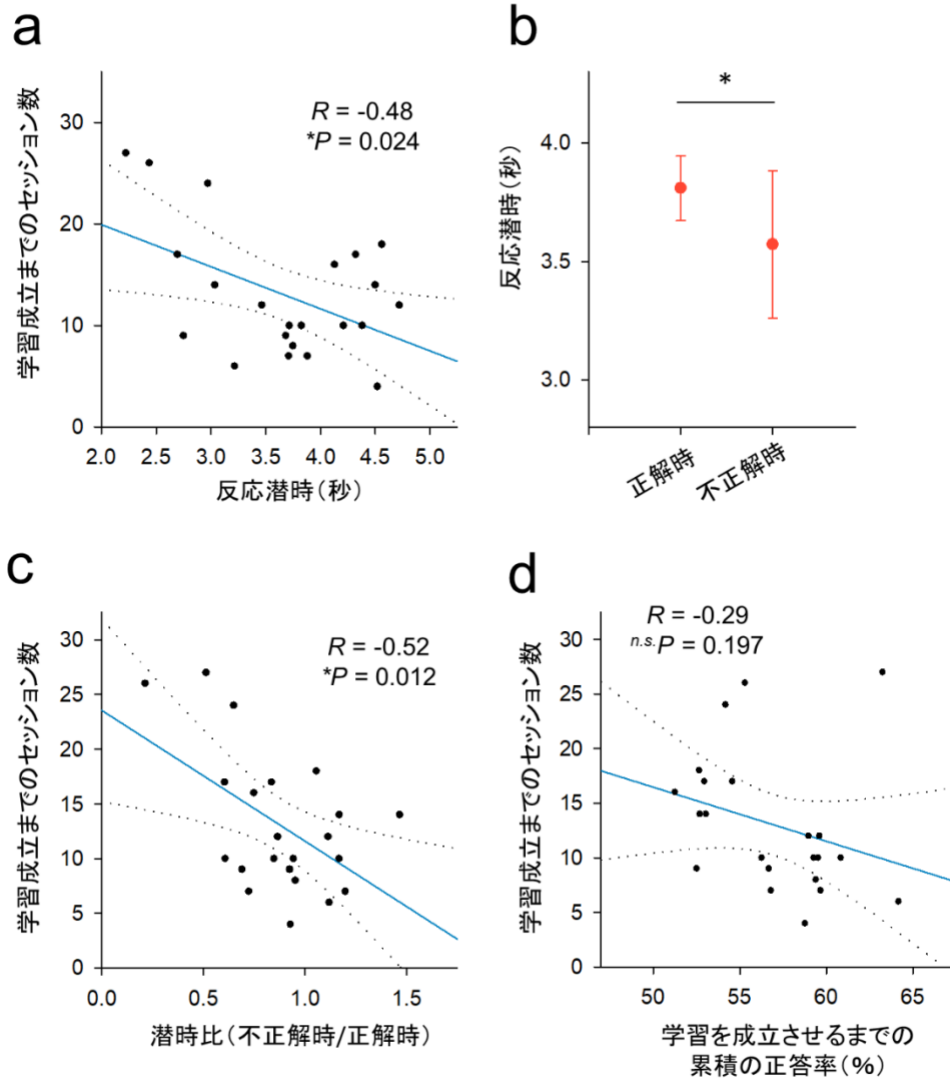


図2 学習成立の早さと反応潜時の関係 (a) 各ラットの学習成立直前の反応潜時（横軸）と、学習成立までのセッション数（縦軸）の関係をプロットしたところ、有意な負の相関関係が認められた。(b) 反応潜時を課題に正解した時と不正解した時とに分けて集計したところ、正解時に比べて不正解時の潜時の方が有意に短かった。(c) 各ラットの不正解時の潜時を正解時の潜時で割って求めた潜時比（横軸）と、学習成立までのセッション数（縦軸）の関係をプロットしたところ、負の相関関係が認められた。(d) ラットが課題を最初に始めてから、学習を成立させるまでの累積の正解率（横軸）と、学習成立までのセッション数（縦軸）との関係をプロットしたところ、これらの間に有意な相関関係は認められなかった。