



木村 生

所属・職名 大学院薬学研究院・薬理学研究室・准教授

略 歴 2014年 北海道大学大学院医学研究科脳科学専攻修了・博士（医学）

2014年 慶應義塾大学医学部精神科・ポスドク

2017年 米国ハーバード大学・ポスドク

2024年 現職

【学習の神経機構解明】

“学習”と聞くと、多くの人は机に向かって勉強することを思い浮かべるかもしれません。脳科学では、経験を通じて行動や認知が変化するプロセスを学習と定めています。この定義に則ると、私たちの日常は学習の連続で成り立っているといっても過言ではありません。学習の神経メカニズムを明らかにすることは、生命活動での認知的側面の多くを説明します。私たちの研究室では学習の神経機構を明らかにするため、遺伝子改変マウス、行動薬理学、光イメージング法、スライス電気生理学、光遺伝学的手法を駆使した研究を行っています。

強化学習は現在の脳科学で広く受け入れられている計算モデルの一つです（図1右）。環境からの情報を基に報酬予測がされ、それを基に行動が出力されます。得られた結果と予測を比較（報酬予測誤差）し、予測誤差を基に次の報酬予測を変化させます。誤差がプラス（思ったより良い）の場合は報酬予測を高め、マイナス（思ったより悪い）の場合は報酬予測を低めます。これにより、次に同じ環境情報が得られた時に同じ行動出力をするのか、異なった行動出力をするのかが決まります。神経生理学的研究から、それぞれのプロセスを担う脳部位が推定されており、予測誤差はドーパミン神経が担うことが示唆されています（図1左）。

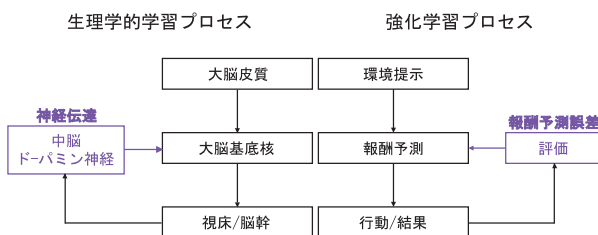


図1：強化学習の概念図

強化学習の概念は神経科学的知見とピタリとあてはまり、今日まで広く受け入れられています。しかし、従来の強化学習モデルでは報酬に関連しない学習を説明できません。私たちの研究室は、中脳ドーパミン神経に様々な亜集団が存在し、大脳基底核の異なる部位に多様な予測誤差シグナルを送ることを発見しました。例えば、報酬予測誤差の枠組みの中でも、誤差が悲観的に偏っているものや、楽観的に偏っているものを発見しました。また、報酬学習の枠組みを飛び出し、脅威予測誤差をシグナルとするドーパミン神経系の存在も明らかにしました（図2）。

ドーパミン神経による多様な予測誤差がどのように学習に関わるのか、また、その破綻と回復に関する研究を行うことで、学習の神経基盤を包括的に理解することを目指しています。

【過去5年間（2021～2026）の業績】

- 1) Tsuruga R, Tajika Y, Minami M, [Tsutsui-Kimura I](#) (2026), Dopamine dynamics as a regulatory mechanism for shifting between defensive and reward-seeking behaviors, *Commun Biol*, in press.
- 2) [Tsutsui-Kimura I](#), Tian ZM, Amo R, Zhuo Y, Li Y, Campbell MG, Uchida N, Watabe-Uchida M (2025). Dopamine in the tail of the striatum facilitates avoidance in threat-reward conflicts. *Nat Neurosci*. 28(4): 795-810.
- 3) Kono A, Shikano Y, Tanaka KF, Yamaura K, Tsutsui-Kimura I (2023). Inhibition of the dorsomedial striatal direct pathway is essential for the execution of action sequences. *Neuropsychopharmacol Rep*. 43(3): 414-424.
- 4) Akiti K, [Tsutsui-Kimura I](#), Xie Y, Mathis A, Markowitz JE, Anyoha R, Datta SR, Mathis MW, Uchida N, Watabe-Uchida M (2022). Striatal dopamine explains novelty-induced behavioral dynamics and individual variability in threat prediction. *Neuron*. 110(22): 3789-3804.
- 5) Tsutsui Y, [Tsutsui-Kimura I](#) (2022). How does risk preference change under the stress of COVID-19? Evidence from Japan. *J Risk Uncertain*. 64(2): 191-212

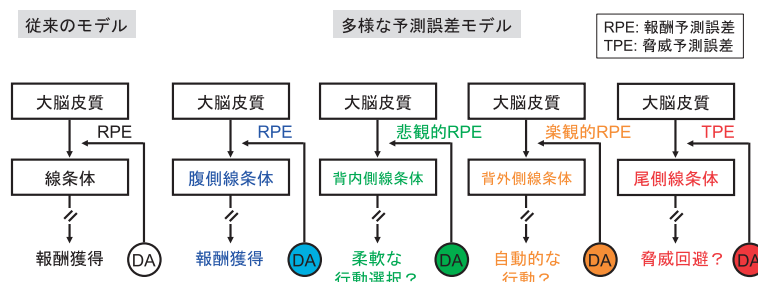


図2：ドーパミン神経による多様な予測誤差の概念図