



林 悠 教授
Yu HAYASHI

研究分野：神経科学、睡眠学、分子生物学

研究内容：なぜ動物は眠るのか、その進化的背景や意義の解明を目指しています。そのために様々な動物種を対象として研究しています。例えば、線虫というシンプルな動物の睡眠が、哺乳類の睡眠と進化的に保存されたものであることを裏付ける証拠を得ました。またマウスでは、夢を生じるレム睡眠の制御に重要な神経細胞を発見し、レム睡眠を操作できるマウスやレム睡眠中にあたかも夢を演じるかのように動き出すマウスを開発しました。

2003年 東京大学 理学部 生物学科卒業
2008年 東京大学 大学院理学系研究科 生物科学専攻 博士課程修了
2008年 理化学研究所 脳科学総合研究センター 基礎科学特別研究員
2011年 同 研究員
2013年 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (WPI-IIS) 助教

2013年 科学技術振興機構さきがけ研究者 (兼任)
2016年 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (WPI-IIS) 准教授
2020年 京都大学 大学院医学研究科 人間健康科学系専攻教授
2020年 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (WPI-IIS) 客員教授 (兼任)
2022年 東京大学 大学院理学系研究科 生物科学専攻教授

脳科学最前線～レム睡眠・夢・記憶～

睡眠は身近な現象ですが、「なぜ寝ないと体調が悪くなるのか？」や「眠いというのは具体的にどういふ状態なのか？」などの素朴な疑問に対する科学的な答えはありません。さらに、哺乳類の睡眠はレム睡眠とノンレム睡眠という大きく異なる2つの睡眠に進化し、夢という独特な意識状態も生成しますが、その意義やメカニズムも大きな謎です。我々は、睡眠の役割を解き明かすために、主にマウスと線虫という2種類の動物を用いたアプローチをとってきました。

マウスのレム睡眠制御細胞の発見によるレム睡眠の操作

レム睡眠は、感覚入力の遮断を伴うにも関わらず脳が活性化して夢を盛んに生じる特徴的な生理状態です。新生児の睡眠はレム睡眠の割合が非常に高いことから、レム睡眠の脳発達への関与が指摘されてきましたが、直接的な証拠はありません。我々はレム睡眠の役割の解明を目指し、レム睡眠制御を担う神経細胞を同定し、レム睡眠の操作が可能なマウスの構築に取り組んできました。その結果、レム睡眠を任意のタイミングで一過的または長期的に操作できるマウスを開発しました。これらのマウスの解析から、レム睡眠が記憶学習や様々な行動に影響を与えることが見えてきました。

レム睡眠中に起こる大脳皮質毛細血管への赤血球の集積の発見

レム睡眠の役割の解明へ向けて、上述のレム睡眠の人為的操作と並行して、レム睡眠中に脳内でどのような変化が起こるかを、大脳皮質の血流に注目して解析しました。睡眠覚醒に伴う皮質血流の変化を巡っては、手法によって異なる結論が導かれ、論争となってきましたが、我々を実際の物質交換の場である毛細血管を特異的に検出することが重要であると考えました。そこで、特殊な顕微鏡を用いてマウスの睡眠中または覚醒中の皮質毛細血管を流れる赤血球を直接観察する手法を開発。その結果、毛細血管を流れる赤血球数は、意外にも、起きて活発に運動している時と、深いノンレム睡眠中でほぼ同じであることが判明する一方で、レム睡眠中は、他の状態と比べて2倍も赤血球数が上昇することが判明しました。従って、大脳皮質への集中的な栄養の補給と老廃物の除去がレム睡眠中に起こるものと考えられます。

哺乳類と無脊椎動物の睡眠が分子レベルでの保存されていることの証明の集積の発見

これまでに調べられたあらゆる動物が睡眠を摂ることが分かっていますが、哺乳類の睡眠と同じ進化的起源に由来するかは不明でした。我々は、線虫の睡眠と哺乳類のノンレム睡眠が分子レベルで保存されていることの重要な証拠を示すことに成功しました。これらの発見は、睡眠が進化的に古い起源を有することを支持するとともに、哺乳類の2種類の睡眠の内、ノンレム睡眠が原始的な睡眠に近いことを示唆しました。

図1 あらゆる動物が眠る。さらに、一部の動物の睡眠はレム睡眠とノンレム睡眠から成る。



図2 気持ちよさそうに仲間同士で寄り添って眠るマウス。この時、体内ではどのような変化が起きているのだろうか？

