

# 目次

## 巻頭言

「理事長就任にあたって」……………深田 吉孝……………53

## 総説

「体内時計と睡眠覚醒調節」……………山中 章弘……………54

「昆虫の生活史と地球温暖化」……………原田 哲夫……………61

## リレーエッセイ

「留学研究生生活あれこれ」……………平野 有紗……………68

## 留学体験記

「ウィーン留学体験記」……………武方 宏樹……………70

## 関連学会参加記

「the XV European Biological Rhythms Society Congressに参加して」 ……原口 敦嗣……………74

2017年度日本時間生物学会学術奨励賞 選考過程と結果 ……本間 研一……………76

事務局報告……………吉村 崇……………78

日本時間生物学会会則……………83

賛助会員リスト……………88

執筆要領……………89

第24回日本時間生物学会学術大会 抄録集 ……91

## 編集後記

# 日本時間生物学会

理事長 深田 吉孝

副理事長 桑 和彦 柴田 重信 吉村 崇

事務局長	吉村 崇	編集委員長	重吉 康史
国際交流委員長	本間 さと	広報委員長	八木田和弘
将来計画委員長	三島 和夫	学術委員長	岡村 均
奨励賞選考委員長	本間 研一	連携委員長	柴田 重信
優秀ポスター賞選考委員長	小山 時隆	研究倫理委員長	前村 浩二
評議員推薦委員長	桑 和彦		

## 理事

上田 泰己	内山 真	岡村 均	桑 和彦	小山 時隆	重吉 康史
柴田 重信	沼田 英治	深田 吉孝	本間 研一	本間 さと	前村 浩二
三島 和夫	八木田和弘	吉村 崇			

監査委員 山篠 貴史

## 編集委員会

明石 真	飯郷 雅之	池上 啓介	伊藤 浩史	岩崎 秀雄	大川 妙子
小山 時隆(副編集委員長)		太田 英伸(副編集委員長)		桑 和彦	小柳 悟
黒沢 元	栗山 健一	駒田 陽子	沼野 利佳	肥田 昌子	福田 弘和
増淵 悟	吉川 朋子	吉村 崇			

(50音順)



## 体内時計と睡眠覚醒調節

山中章弘<sup>✉</sup>

名古屋大学 環境医学研究所 神経系分野2

起きるべきか？寝るべきか？それが問題だ。睡眠と覚醒は何によって調節されているのだろうか？1日の中で眠い時間、眠くない時間帯が存在することから、体内時計が睡眠覚醒に影響を与えているのは間違いない。一方、寝てはいけないような状況下においても、眠ってしまう病気であるナルコレプシーは、視床下部のオレキシン神経細胞の脱落が原因であることが判明している。このことは、視床下部のオレキシン神経が睡眠覚醒調節において重要な役割を担っていることを示している。本稿では、最近の研究で明らかになってきた睡眠覚醒を調節するオレキシン神経を中心として体内時計と睡眠覚醒調節との関係について解説する。

### 1. はじめに

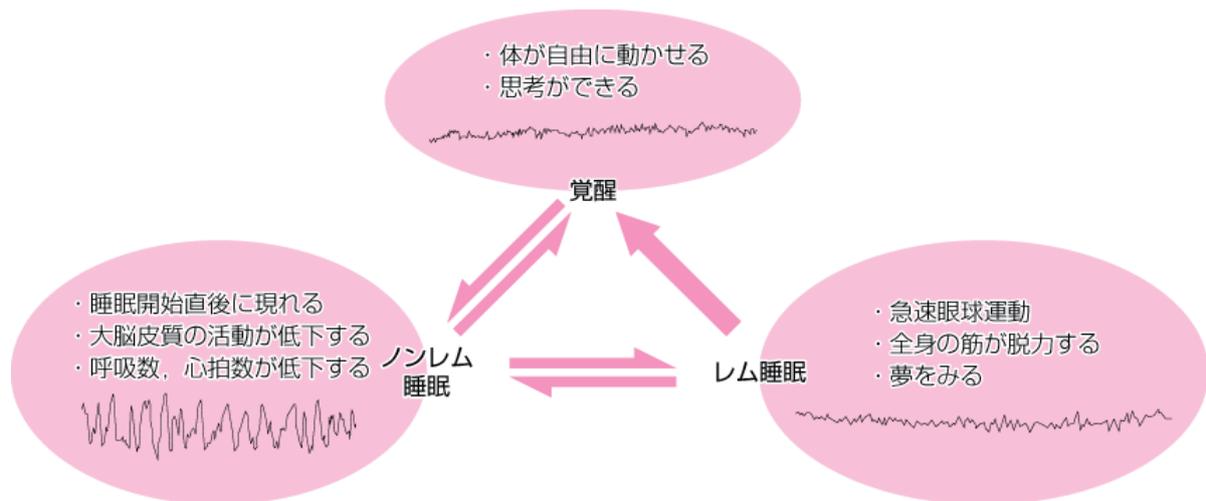
我々は1日に数回睡眠覚醒を繰り返している。ずっと起き続けていたり、1日のうち、ある時間帯になったりすると、自然と眠気が生じて脳は覚醒から睡眠に入ろうとする。しかし、眠くなったからといって、どのような状況下でも眠って良いわけではない。なぜなら、覚醒から睡眠に入ると意識が消失し、明らかに感覚入力に対する反応が鈍化するため、警戒レベルが低下してしまう。そのため、自然界では補食される可能性が極めて高くなる。そこで、睡眠の時間であっても、危険な状況下では睡眠に入らずに、覚醒状態を持続することができるようになっていく。しかし、頑張っても覚醒すると、起き続けることはできるものの、思考、記憶、判断力といった脳の高次機能は著しく低下することが知られている。また、1晩や2晩程度の徹夜はなんとか可能でも、そのまま全く眠らずに活動を続けることは不可能である。動物実験では、長時間断眠させると餌や水があるにも関わらず、絶食させた時よりも短い時間で死に至ることが知られている。これらのことから睡眠は脳自身が自らのために行っており、正常な脳機能を維持するために必須な生理現象であることを示している。現代のストレス社会では、5人に1人が何らかの睡眠に関わる問題を抱えているとされており、睡眠不足が原因による経済損失は3.5兆円/年にもものぼると推計されている。一日（24時間）のう

ち8時間眠るとすると、人生の1/3もの時間を睡眠に費やすことになる。にもかかわらず、この睡眠覚醒がどのように調節されているのかについては未だによく分かっていない。本稿では、体内時計と睡眠覚醒がどのように関連しているのか、また、ある状況下では覚醒を維持出来る仕組みについて、視床下部の神経を中心として考察を試みる。

### 2. 睡眠覚醒について

我々の睡眠覚醒状態を大別すると以下の3つに分けることが出来る。「覚醒」「ノンレム睡眠」「レム睡眠」である（図1）。恐らくこの文章を読んでいる方は「覚醒」という状態にあると思われる。覚醒時には大脳皮質の活動が高くなっており、意識が生じて、思考が出来るほか、自らの意思で自由に体を動かすことができる。睡眠はノンレム睡眠（徐波睡眠とも呼ばれる）とレム睡眠（逆説睡眠とも呼ばれる）の2つに分かれており、正常であれば、必ずノンレム睡眠が先行する。ノンレム睡眠が開始されると、大脳皮質の活動は低下して意識が消失する。筋肉の緊張が低下し、呼吸や脈拍のリズムは低下して一定の値となる。ヒトでは、ノンレム睡眠の深度が睡眠開始後1時間程度で最も深くなった後、一転して浅くなった後にレム睡眠が開始される。レム睡眠時には脳の活動が活発になり、この時に明瞭な夢を見ていると考えられている（ノンレム睡眠時にも夢

✉yamank@riem.nagoya-u.ac.jp



© YODOSHA CO., LTD.

『はじめの一步のイラスト生理学』 p.180 概略図

図1 睡眠覚醒状態変化

覚醒:大脳皮質の活動が高く、意識が生じ思考など高度な脳機能を発揮できる。このとき、思った通り自由に体を動かすことができる。ノンレム睡眠:睡眠が開始されると、まずノンレム睡眠から始まる。大脳皮質の活動は低下し、意識が消失する。呼吸が一定になり、筋の緊張は徐々に失われる。レム睡眠:ノンレム睡眠の後にレム睡眠が出現する。レム睡眠時には大脳の活動が再び高くなるが、筋緊張は完全に失われ脱力する。呼吸のリズムは乱れる。この時に夢を見ているとされる。通常覚醒状態からレム睡眠に直接移行しない。

を見ているようであるが、不明瞭なことが多い)。また、レム睡眠時には、呼吸や脈拍が乱れ、随意筋は完全に脱力するために夢の内容に従って身体が動くことはない。この時に眼球が左右に動くことからレム(REM:Rapid eye moving急速眼球運動)睡眠と呼ばれる。レム睡眠後は、再びノンレム睡眠に戻るか、通常はレム睡眠から覚醒に移行する。このように正常の睡眠覚醒調節であれば、覚醒から直接レム睡眠に移行することはない。また、これらの状態変化は神経によって調節されており、比較的状态切り替えにかかる時間は短い。これら状態切り替えに関わる神経回路のメカニズムについては、まだ十分分かっていないが、近年の研究から視床下部のオレキシンを産生する神経が、重要な役割を担うことが分かってきた。

### 3. オレキシンとオレキシン受容体

オレキシンは1998年に櫻井、柳沢ら(現筑波大学教授)によってオーファンGタンパク質共役型受容体(内因性リガンドが不明のGPCR)に対する内因性リガンドとして同定された神経ペプチドである<sup>1</sup>。オレキシンを産生する神経、すなわちオレキシン神経の細胞体は、本能行動、恒常性、自律神経、内分泌機能の中核として知られる視床下部のみに存在する<sup>2</sup>。マウスの脳では数千個、ヒトでは数万個のオ

レキシン神経が両側の視床下部外側野に疎らに分布する。オレキシン神経は、そこから小脳を除く脳のほとんどの領域に軸索を投射している。特に睡眠覚醒調節に重要とされるモノアミン作動性神経(ノルアドレナリン神経、セロトニン神経、ヒスタミン神経)の起始核(青斑核、縫線核、結節乳頭体核)やアセチルコリン作動性神経の起始核(小脳脚橋被蓋核)などに密な投射が認められる。オレキシンにはオレキシンA(33アミノ酸残基:2つの分子内ジスルフィド結合)とオレキシンB(27アミノ酸残基:直鎖状)が知られており、共通の前駆体であるプレプロオレキシンから酵素消化によって産生される(図2)。オレキシンAとオレキシンBは2つのGタンパク質共役型受容体であるOX1RとOX2Rに作用する。OX1RはオレキシンAに対して高い親和性を示すが、OX2RはオレキシンAとBの両方に対して等しい親和性を示す。OX1RとOX2Rは脳内の様々な神経において発現が認められるものの、両者の分布のパターンは異なっている。例えば、青斑核のノルアドレナリン神経には主にOX1Rが、結節乳頭体核のヒスタミン神経には主にOX2Rが発現している。また、縫線核のセロトニン神経にはOX1RとOX2Rの両方が発現している。オレキシン受容体はいずれもGqタンパク質と共役しており、神経細胞を活性化させる作用が知られている。

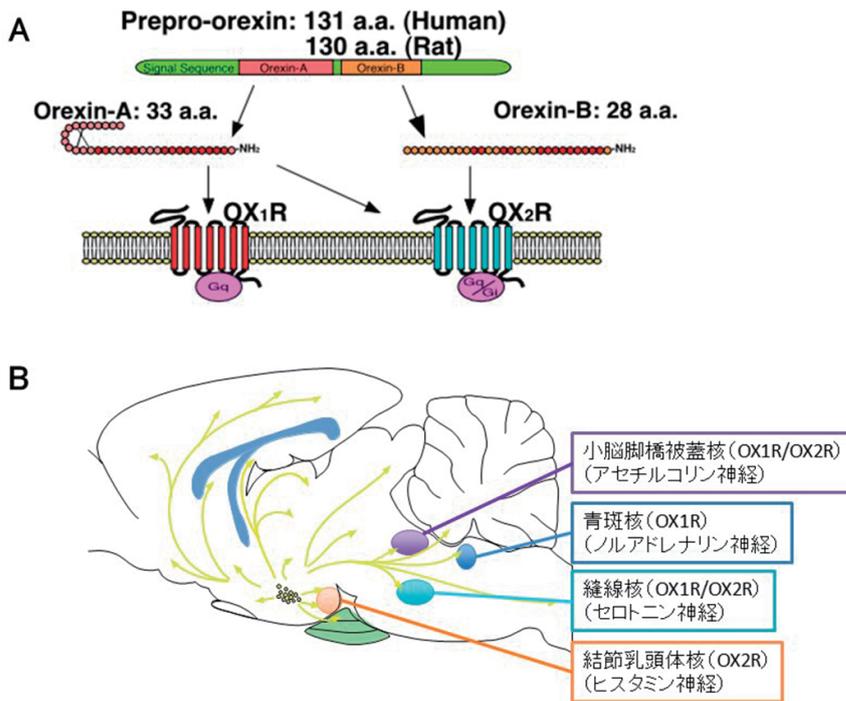


図2 オレキシンについて  
 A 前駆体であるプレプロオレキシンからオレキシンAとオレキシンBが産生される。2つの受容体OX1RとOX2Rに作用する。OX1RはオレキシンAに高い親和性を示し、OX2RはオレキシンAとBに同程度の親和性を有する。  
 B オレキシンを産生する神経細胞は視床下部外側野のみに存在するが、そこから脳内のほとんどの領域に軸索を投射している。特にモノアミン神経核に密に投射している。モノアミン神経はオレキシン受容体(OX1R、OX2R)を発現し、オレキシンによって活性化される。

#### 4. オレキシンと睡眠障害ナルコレプシー

プレプロオレキシン遺伝子欠損マウスの行動解析から、オレキシンが睡眠覚醒調節に重要な役割を担っていることが明らかになってきた。プレプロオレキシン遺伝子を欠損した動物が、睡眠覚醒を頻繁に繰り返し、また、突然脱力して動けなくなる発作を起こした<sup>35</sup>。これらの症状は、睡眠障害として知られる「ナルコレプシー」の症状に酷似していたため、オレキシンとナルコレプシーとの関連が指摘された。ナルコレプシーの主症状は、日中の耐え難い眠気、入眠時幻覚、情動脱力発作である。ナルコレプシー患者は、頻繁に耐えがたい眠気に襲われ、どのような状況下においても眠りに落ちてしまう（睡眠発作）。また、睡眠を開始するとノンレム睡眠を経ずに直接レム睡眠に入ってしまうことにより、寝入りばなに現実と区別できない夢を見る（入眠時幻覚）。さらに、一部のナルコレプシー患者では、笑ったり高ぶったりしたときなど感情が動いたときに全身の抗重力筋が脱力して姿勢を維持できずに倒れてしまう発作（情動脱力発作）を起こす。情動脱力発作の時には、通常意識が残っており、急に脱力して身体が動かさなくなって倒れてしまう。ナルコレプシーは100年以上前に記述されている病気であるが、原因が全く分かっていなかった。しかし、これら一連の研究から、オレキシンとナルコレプシーとの関連が指摘された。さらなる研究により、ナルコレプシー患者の脳では脳脊髄液中のオレキシン濃

度が検出限界以下にまで低下しており、死後脳の解析からもオレキシン神経だけが無くなっていることが明らかになった<sup>6</sup>。このように、オレキシン神経特異的な脱落がナルコレプシー発症の直接的原因であることが判明し、オレキシン神経が睡眠覚醒調節において重要な役割を担っていることが明らかとなった。睡眠覚醒調節において、OX1RとOX2Rには役割の違いがあることが分かってきている。OX1Rを欠損したマウスは通常の睡眠覚醒パターンを示すが、OX2Rを欠損したマウスやイヌは、ナルコレプシー症状を呈する。すなわち、覚醒が維持出来ずに頻回に眠り、正常では見られない覚醒からレム睡眠への直接の移行が認められる（正常では必ずノンレム睡眠を経てからレム睡眠が開始される）。これらの結果からOX2Rが睡眠覚醒調節にとって重要であることが示唆されるが、OX1Rが睡眠覚醒調節において全く役割がないということではないらしい。OX1RとOX2Rの両方を欠損したマウス(OX1R、OX2R欠損マウス)が作製されたが、この両受容体欠損マウスはOX2R単独欠損マウスよりも、さらに激しいナルコレプシーの症状を呈するからである。このことから、OX1Rは補助的に睡眠覚醒調節にも関わっていることが推察される。

この睡眠・覚醒リズムの異常と情動脱力発作の神経機序の詳細は長らく不明であったが、遺伝子改変や薬理遺伝学を駆使した最近の研究により、これらのメカニズムが解き明かされつつある。長谷川ら

(2014)<sup>7</sup>は、OX2RとOX1Rの両受容体欠損マウスに部位・細胞種特異的にOX2RあるいはOX1Rを発現させ、機能回復を解析した。例えば、OX2RとOX1Rの両受容体欠損マウスの青斑核のノルアドレナリン作動性神経にOX1Rを発現させると、睡眠・覚醒行動の異常が改善したが、情動脱力発作には変化が見られなかった。また、縫線核のセロトニン作動性神経にOX2Rを発現させると、情動脱力発作が抑制されたが、睡眠・覚醒行動には変化がなかった。さらに、オレキシン神経脱落マウスを用いて、薬理遺伝学的にそれぞれの神経を特異的に活性化させても、同様の結果が得られていることから、睡眠・覚醒行動の異常にはOX1Rを発現する青斑核のノルアドレナリン作動性神経が関与し、情動脱力発作には通常OX2RとOX1Rの両方を発現する縫線核のセロトニン作動性神経を介したシグナル経路によって引き起こされると考えられる。

## 5. オレキシン神経脱落マウス

ヒトにおけるナルコレプシーの発症は、そのほとんどがオレキシン神経の脱落によるオレキシン欠損が原因である（イヌの場合はオレキシン2受容体遺伝子変異が原因）。それを実験動物で再現するために、オレキシン神経脱落マウスが作製された<sup>5</sup>。オレキシン神経特異的に、マチャド・ジョセフ病(Machado-Joseph disease)の原因遺伝子であるAtaxin-3のトリプレットリピート配列(CAGリピート)を発現させた*orexin-ataxin3*マウスは、オレキシン欠損マウス同様にナルコレプシー症状を示した。*Orexin-ataxin3*マウスでは、オレキシン神経

が生後直ぐに脱落を開始するが、ヒトのナルコレプシーは、思春期頃に好発することから、ヒトのナルコレプシーにより近づけたナルコレプシーモデルマウスを作製するには、時期特異的にオレキシン神経を脱落させる必要があった。そこで著者等は、オレキシン神経を時期特異的に脱落させることが可能な新しいナルコレプシーモデルマウスを作製し、オレキシン神経がどの程度脱落すると、どの症状が現れるのかを明らかにした（図3）<sup>8</sup>。その結果、オレキシン神経の約85%が脱落すると、睡眠覚醒状態に影響が認められ、マウスは活動期である暗期に覚醒を維持できなくなり、頻繁にノンレム睡眠を行うようになった（睡眠覚醒の分断化）。また、通常はレム睡眠が出現しない暗期初期の最も活動レベルの高い時間帯においてもレム睡眠がみられるようになった。その後、さらに残りのオレキシン神経が脱落し、95%以上脱落して残り5%となると脱力発作が認められるようになった。これらのことは、ナルコレプシーの症状が発現する時には（ナルコレプシーの症状発現時）、オレキシン細胞数が相当少なくなっていることを示唆している。これらの結果は、オレキシン神経が覚醒に重要であることを示しているが、オレキシン神経細胞が脱落しているナルコレプシー患者や、ナルコレプシーモデルマウスは、いずれも全く覚醒ができない訳ではない。ナルコレプシーモデルマウスでは、1日の覚醒時間や睡眠時間の合計は、野生型マウスと大差なかった。つまり、ナルコレプシーでは、覚醒状態を続けることができず、覚醒を維持するべき状況下においても眠りに落ちてしまう。このことは、オレキシン神経の生理的

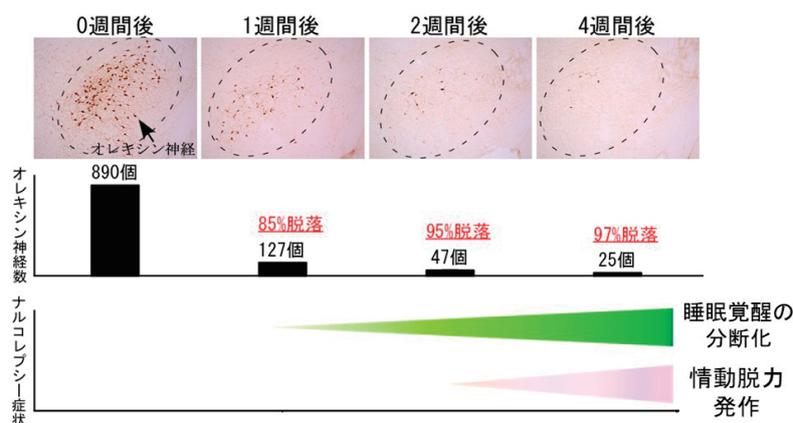


図3 ナルコレプシーモデルマウス

任意の時期にオレキシン神経を脱落させることが可能なマウス。抗オレキシン抗体を用いてオレキシン神経を茶色に染めている。脱落を開始した直後（0週間後）には、視床下部外側野領域にオレキシン神経が数多く残っている（100%）。1週間後、2週間後、4週間後にはオレキシン神経が急速に脱落し、それぞれ残り85%、95%、97%のオレキシン神経が脱落している。約85%脱落時から睡眠覚醒の分断化が認められ、95%以上脱落で情動脱力発作が認められる。

作用は、覚醒を作り出すこと自体ではなく、状況に応じて覚醒を維持することにあると思われる<sup>7</sup>。

## 6. オレキシン神経の活動操作と睡眠覚醒状態変化

近年特定の神経活動を人為的に操作可能にする研究技術が開発された。そのひとつである光遺伝学<sup>9</sup>は、特定の波長の光を感知して活性化され膜電位に影響を与える膜タンパク分子を特定の神経だけに発現させ、その神経の活動を光を用いて高い時間精度で操作可能にする技術である。インビボ光遺伝学が最初に適用されたのが、オレキシン神経であった。オレキシン神経特異的に青色光を感知して神経活動を惹起するチャンネルロドプシン2(ChR2)を発現させたマウスの視床下部に光ファイバーを刺入して、視床下部のオレキシン神経細胞を青色光パルス(10 Hz)で活性化すると、ノンレム睡眠、レム睡眠中のマウスが覚醒することが報告されている<sup>10</sup>。また、筆者等は、薬理遺伝学(化学遺伝学とも呼ばれる)という手法を用いて、オレキシン神経活動を長期間活性化させた。薬理遺伝学は、人工受容体(hM3Dq)を標的神経だけに発現させ、この受容体を活性化させる人工的受容体(Clozapine-N-Oxide(CNO))を投与して、標的神経の活動だけを人為的に操作する手法である。光遺伝学と比較すると、神経活動操作の開始と終了が薬物の拡散と代謝に依存するため、神経活動操作の時間精度が悪くなるデメリットがある。しかし、光ファイバーを刺入する必要がなくなるため、侵襲が少なく、また光照射が難しい広範囲の細胞の活動を長時間操作することができるなどのメリットがある。オレキシン神経細胞特異的にCreリコンビナーゼを発現する *orexin-Cre* マウスを用いて、このマウスの視床下部にCre依存的にhM3Dqを発現するアデノ随伴ウイルスベクター(AAV)を感染させると、オレキシン神経のみでhM3Dqを発現させることができる。CNOを腹腔内投与して、オレキシン神経を投与後約4時間持続的に活性化させた。マウスにとって休息期であり、睡眠している時間帯である(ZT4)にCNO(1 mg/kg)を腹腔内投与すると、CNOは脳に到達し、hM3Dq受容体を発現しているオレキシン神経に作用して、オレキシン神経を活性化させる。これによって、オレキシンが脳内に長時間放出され続けることになる。この時のマウスの様子を観察すると、休息期にも関わらず、CNO投与後4時間の間、活発に活動を続けて全く睡眠をしなかった。このことは、オレキシン神経活動を無理矢理活性化させると、体内時計による睡眠覚

醒調節では、睡眠が優位になる時間帯であっても、覚醒を維持して眠りに入ることを抑制できたことを示唆している。また、筆者等は光遺伝学を用いてオレキシン神経の抑制も行っている。橙色光を感知して神経活動を抑制するハロロドプシンをオレキシン神経特異的に発現させたマウスを用いて、オレキシン神経活動を光で抑制すると、覚醒しているマウスが数秒後にノンレム睡眠を開始した。光照射を止めると、オレキシン神経活動は直ちに復活し、マウスは再び覚醒した<sup>11</sup>。これらのことは、オレキシン神経活動を操作することで、マウス個体の睡眠覚醒状態変化を制御可能であることを示唆している。

## 7. 体内時計とオレキシン神経活動

オレキシン神経活動は、睡眠覚醒調節において、覚醒の維持に重要な役割があるために、体内時計の中核である視交叉上核(SCN)との機能連関によって適切な睡眠覚醒調節が成されていることが想定される。つまり、1日の中である時間帯で発生する眠気や、活動・休息期の決定においては、視交叉上核が上位中枢であり、視交叉上核からの時間情報に従ってオレキシン神経の活動が変化し、睡眠覚醒調節に寄与していることが考えられる。このことは、SCNを破壊すると睡眠覚醒リズムが影響を受けることから証明されている。しかしながら、神経回路レベルにおいて、SCNからオレキシン神経への直接的な解剖学的接続は認められておらず、室傍核(PVN)や視床下部背内側核(DMH)などのいくつかの神経核を介した間接的なオレキシン神経活動制御が想定されている。また、SCNからは血管作動性腸管ペプチド(VIP)、バソプレッシン(AVP)やガストリン遊離ペプチド(GRP)などの神経ペプチドをはじめとした数多くの液性因子が遊離されていることが知られており、これらの液性因子が概日リズム発現に関与していることが報告されている。このことは、SCNからの液性因子がオレキシン神経活動に影響を与える可能性を示唆しており、実際にSCNから遊離されるいくつかの神経ペプチドはオレキシン神経活動に影響を与えることが報告されており、これらの分子を介したSCNからオレキシン神経への活動調節が考えられる(図4)。一方で、光遺伝学や薬理遺伝学を用いたオレキシン神経の活性化は、睡眠から覚醒を導き、極めて眠い時間帯であっても覚醒を継続させることができた。実際に睡眠覚醒状態に変化に応じてオレキシン神経活動がどのように変化するのかについては、報告が少ないが、意識下に活動する動物

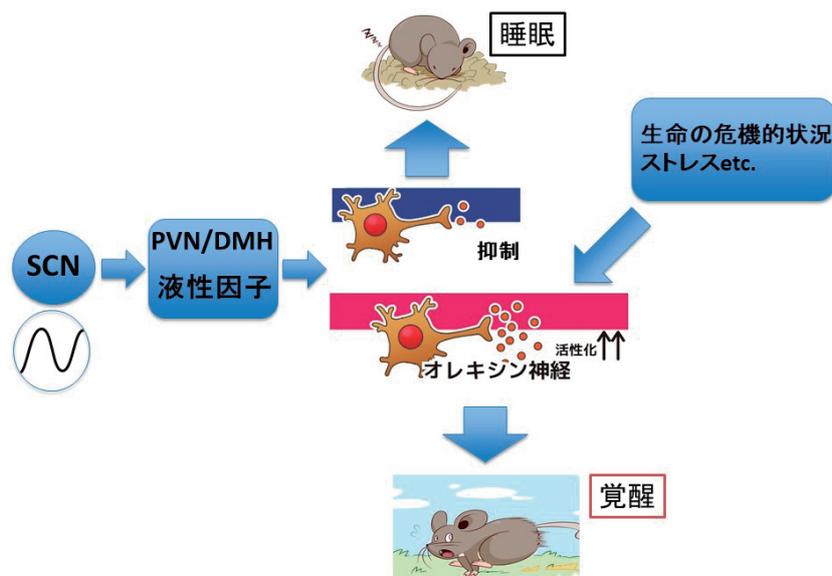


図4 体内時計と睡眠覚醒調節のまとめ  
視交叉上核(SCN)からの時間情報は、間接的にオレキシン神経活動を調節し、それによって、活動期・休息期などが形成される。一方、オレキシン神経活動は、生命危機に繋がる外的環境要因、内的なストレスなどによっても活性化され、覚醒を維持して、生存確率上昇に寄与している。

において、オレキシン神経活動をユニット記録や、ファイバーフォトメトリーという方法で測定すると、大きな音や、強い物理的侵害刺激を加えられた時に強く活性化されることが報告されている<sup>12,13</sup>。これらのことは、オレキシン神経活動は、外的要因(感覚入力)によって影響を受けて、活動レベルが変化し、それに伴い覚醒レベルが変化することを示唆している。また、電気生理学的解析によって、オレキシン神経の活動がストレスホルモンであるコルチコトロピン遊離因子(CRF)によって強く活性化されることが知られており<sup>14</sup>、様々な外的環境だけでなく内的なストレス状態によっても活動が影響を受け、覚醒レベルが変化する。これらの結果は、オレキシン神経細胞が脱落したナルコレプシー患者が、覚醒が全くできない訳ではなく、覚醒すべき状況下において適切に覚醒を維持できないことも良く一致する。これらのことは、オレキシン神経活動が単純にSCNからの時間情報によってのみ制御されている訳ではなく、動物個体が直面する環境状況下において眠ってよいかどうかを決定する重要な役割を担っていることを示唆している。

## 8. おわりに

オレキシン神経活動が、睡眠覚醒調節において重要であり、特に覚醒すべき状況下において覚醒を維持するのに重要な役割を担っていることが示唆された。このことは、オレキシン神経活動が生存に直結しており、寝てはいけない生命の危機的状況下において、一時的に覚醒を維持し危険から逃れることによって、生存確率を上昇させる役割を担っているこ

とを示している。オレキシンのアミノ酸配列が幅広い動物種において保存されていることから、極めて生存に重要な役割を担っていることが示唆される。これまで動物が生き延びるために長い時間をかけて発達させてきたこの仕組みが、現代社会では、ストレスなどによって過剰に作動し、睡眠が開始できないために不眠などの様々な睡眠に関わる問題が生じている。2つのオレキシン受容体(OX1R, OX2R)を阻害する薬物であるスボレキサントは、近年上市され、オレキシンの作用による過剰な覚醒を抑制することで、睡眠を誘導する新しい作用機序を持った睡眠薬として使用されるなど臨床応用が進んでおり、今後の体内時計や睡眠覚醒の研究の発展がさらに期待されている。

## References

- 1 Sakurai, T. *et al.* Orexins and orexin receptors: a family of hypothalamic neuropeptides and G protein-coupled receptors that regulate feeding behavior. *Cell* **92**, 573-585 (1998).
- 2 Nambu, T. *et al.* Distribution of orexin neurons in the adult rat brain. *Brain Res.* **827**, 243-260 (1999).
- 3 Willie, J. T. *et al.* Distinct narcolepsy syndromes in Orexin receptor-2 and Orexin null mice: molecular genetic dissection of Non-REM and REM sleep regulatory processes. *Neuron* **38**, 715-730 (2003).
- 4 Chemelli, R. M. *et al.* Narcolepsy in orexin

- knockout mice: molecular genetics of sleep regulation. *Cell* **98**, 437-451 (1999).
- 5 Hara, J. *et al.* Genetic ablation of orexin neurons in mice results in narcolepsy, hypophagia, and obesity. *Neuron* **30**, 345-354 (2001).
  - 6 Peyron, C. *et al.* A mutation in a case of early onset narcolepsy and a generalized absence of hypocretin peptides in human narcoleptic brains. *Nat. Med.* **6**, 991-997 (2000).
  - 7 Hasegawa, E., Yanagisawa, M., Sakurai, T. & Mieda, M. Orexin neurons suppress narcolepsy via 2 distinct efferent pathways. *J. Clin. Invest.* **124**, 604-616 (2014).
  - 8 Tabuchi, S. *et al.* Conditional ablation of orexin/hypocretin neurons: a new mouse model for the study of narcolepsy and orexin system function. *J. Neurosci.* **34**, 6495-6509, (2014).
  - 9 Boyden, E. S., Zhang, F., Bamberg, E., Nagel, G. & Deisseroth, K. Millisecond-timescale, genetically targeted optical control of neural activity. *Nat. Neurosci.* **8**, 1263-1268 (2005).
  - 10 Adamantidis, A. R., Zhang, F., Aravanis, A. M., Deisseroth, K. & de Lecea, L. Neural substrates of awakening probed with optogenetic control of hypocretin neurons. *Nature* **450**, 420-424 (2007).
  - 11 Tsunematsu, T. *et al.* Acute optogenetic silencing of orexin/hypocretin neurons induces slow-wave sleep in mice. *J. Neurosci.* **31**, 10529-10539 (2011).
  - 12 Inutsuka, A. *et al.* The integrative role of orexin/hypocretin neurons in nociceptive perception and analgesic regulation. *Sci. Rep.* **6**, 29480 (2016).
  - 13 Mileykovskiy, B. Y., Kiyashchenko, L. I. & Siegel, J. M. Behavioral correlates of activity in identified hypocretin/orexin neurons. *Neuron* **46**, 787-798 (2005).
  - 14 Winsky-Sommerer, R. *et al.* Interaction between the corticotropin-releasing factor system and hypocretins (orexins): a novel circuit mediating stress response. *J. Neurosci.* **24**, 11439-11448 (2004).

# 昆虫の生活史と地球温暖化

原田哲夫<sup>✉</sup>

高知大学 大学院総合人間自然科学研究科 環境生理学教室

地球温暖化は様々な気候調査でほぼ確視される現象と言える。昆虫の生活史への影響については、毎年10報を超える新しい知見が付加されている。「時間生物学」は主に循環系の生命現象、すなわち、体内時計を扱う学問分野である。しかし、生長、老化など、非可逆的時間軸に沿った、生命現象を扱うものまた、時間生物学と言えよう。この立場で考えれば、ここ20–30年ほどの地球温暖化に伴う、生命現象の変化を追うことも、時間生物学の範疇に入るのかも知れない。本稿では、昆虫の生活史と地球温暖化に関する最近の知見をまとめたあと、著者が30年にわたって行ってきた、ナミアメンボ調査研究を地球温暖化の視点でまとめてみたので報告する。尚、ナミアメンボを温暖化研究のモデルとして取り上げた理由は2つある。

- 1) 流水から止水間で生息する普通種で、水面という2次元に住むので、比較的アクセス可能な水面を設定すれば、容易に調査できる。
- 2) ユーラシア大陸や大英帝国、日本列島と広い範囲に生息する本種<sup>1</sup>は、環境変動に対する遺伝的柔軟性を持っている可能性があり、温暖化への速やかな変化・適応が期待できる。

## 1. 昆虫の生活史における地球温暖化への反応

昆虫の地球温暖化への反応として、4つがある<sup>2-5</sup>。

- A. 昆虫分布の高緯度帯（または高度帯）への移動。
- B. 活動期の延長とそれに伴う化性数（1シーズンに何世代か）の増加。
- C. 食植昆虫と植物または天敵の関係が温度変化への反応の違いによって破綻を起こす。
- D. マラリアなどの病原体に対して、ハマダラカなどの宿主が温暖化に伴う高緯度帯（または高度帯）への移動を通じて病原体の分布拡大をもたらす。

これらの4つのうち、Forrest<sup>6</sup>は最近の総説で、上記のA–Cについて触れ、特にAに関して、昆虫の季節適応の温暖化に伴う変動について述べている。そこには、温暖化による雨量の変動や、休眠誘導のメカニズム、寿命とサイズの温暖化との関連について述べられているが、具体的に踏み込んだ記述は見られない。

### 1.1. 昆虫分布の北上

温暖化による昆虫分布の北上という現象は多くの種で見られる。典型的な例として、エデイスヒョウモンモドキというチョウのメキシコから北アメリカにかけての分布の北上がある<sup>7</sup>。1992年から1996年までの調査で、その前20–30年の時点の調査で個体群が認められた地点で再度認められるか調べた結果、カナダ国境付近の緯度では、75%で個体群が維持されていたが、南下するにつれて、個体群確認率が下がり、メキシコ国境付近では、20%しか認められず多くの個体群が絶滅しており、分布の北上が認められた。

日本では、アオクサカメムシの温帯分布域にミナミアオカメムシが北上進出して競合状態となっている。地球温暖化の影響で北上した（亜熱帯性の）ミナミアオカメムシは、アオカメムシに比較して、強い高温耐性と夏休眠の採用によって、進出した新生息地で既存のアオカメムシ（高温耐性を獲得していないと考えられる）に勝って生息する可能性がある<sup>8</sup>。

ヒマラヤに生息する2種のショウジョウバエ (*Drosophila*) の仲間が西ヒマラヤの標高219–1440mで採集された。この地域では、1960–2010年にかけての平均気温が11.6°Cから12.4°Cまで上昇している。

ショウジョウバエの1種、*D. nepalensis*は活動性、産卵量、孵化率いずれも、21°C、25°Cよりも17°Cに高い適応度を示すのに対し、別のショウジョウバ

✉haratets@kochi-u.ac.jp

エ種、*D. ananassae*は25°Cに高い適応度を示した。これらと合致して、1960年、1980年、2008年に上記の標高で定点での個体群生存率は、*D. nepalensis*で70%から5%に急激に減少しているのに対し、*D. ananassae*はほぼ0%から15%に上昇しており、温暖化の影響によって、高温に得意な*D. ananassae*も生存可能になってきており、温暖化による亜熱帯種の高度域への進出を示す<sup>9</sup>。

Alpine (山岳)種であるガロアムシ=コオロギモドキ (*Grylloblatta*) は-3.5-5°Cの低温生存限界温度と27-28°Cの高温生存限界温度を持つが、今後の地球温暖化の進行によって、積雪量の変化も間接的に関与し、その分布域を変化させるであろう<sup>10</sup>。

Walther et al.<sup>11</sup> は、地球温暖化によって、これまでの温度環境より上昇した時、ある種が生育や生殖にその生息地が生存に不適切になり、より南や低地に生息していた新しい種が、Alien speciesとして、北や高地へ進出することを指摘している。

#### 1-2. 活動期の延長とそれに伴う化性数の増加、

Boggs<sup>12</sup>は最近の総説で、ここ20年の温暖化と昆虫の個体群の変動についての論文を分析している。昆虫個体群は、気温の平均や変動幅の変化にตอบสนองし、気候の混乱に対応しながら、化性などを変化させている。しかし、これまでの生理学的な仕組みが新しい、温暖化した気候に合わず、例えば、休眠に入る季節が早すぎて、(エネルギー不足などで)越冬時の生存率が低下してしまう可能性も指摘している。

#### 1-3. 病原体の北上と高度移動

人の北や高度地への移動は、感染(細)菌の伝搬を意味するし、温暖化による作物の不作が間接的に、人の免疫力を低下させ、感染(細)菌の伝搬を促す可能性がある。マラリア、デング熱、様々なウイルス性疾患など人を媒介者とする感染症のより高緯度地方や高度地域への伝搬の現状を常に把握し、変動する状況に対処し続ける必要がある<sup>13</sup>。

人のウイルス感染症が、温暖化の影響で、北に広がっていることは、理論的には疑いがないことであるが、証明例は少ない。この温暖化とウイルス感染症の広がりについては、社会的経済的側面を考慮に入れた間接的な部分も考慮されるべきである<sup>14</sup>。

#### 1-4. 害虫やその防除と温暖化

温暖化に伴って、北アメリカ大陸やヨーロッパ大

陸では、ブナ科コナラ属植物を優占種とする森林の減少が地球温暖化、乾燥、根のダメージ、害虫や感染微生物の影響などによって複合的にもたらされている<sup>15</sup>。

温暖化によって、害虫の農薬による防除に何らかの変化は起こるであろうか。水生昆虫の1種であるイトアメンボ類 (*Ischnura elegans*) では、chlorpyrifosという農薬に晒すと、本種の高温耐性は下がるが、24°Cで温度順化させると20°Cの順化時より、農薬による低下が抑えられる<sup>16</sup>。このように、温暖化による高温順化による高温耐性の強化は農薬曝露時に見られる。この事は害虫が温暖化によって、農薬耐性を高める可能性を暗示している。

別の水生昆虫 (*Ishunura eregans*: Odonata, Coenagrionidae) では、冬の温度を4°Cにした場合より、8°Cの方が生存率や幼虫成長率は高まったが、同時に農薬を利かせると温度によるダメージに変化はなかった。越冬時については、温暖化による水温の上昇で農薬環境汚染の観点からは、影響が緩和されるのかも知れない<sup>17</sup>。

#### 1-5. 温暖化による植物-食植昆虫-天敵間の関係性の乱れ、及びフェロモン交信の不調

植物食の昆虫の場合、食物となる植物への飛翔による移動のタイミングが温暖化によって、変化し、餌としての適切なタイミング(例えば開花・結実など)がずれてしまう可能性がある<sup>18</sup>。温暖化への反能が植物-食植昆虫で異なる(生育スピードや生殖)場合、生活史のずれからの不具合が生じる場合もある。植物-食植昆虫-天敵のそれぞれに地球温暖化の影響が及ぼされ、それが、3者の相互関係に変化をもたらす。例えば、植物の栄養状態が温暖化で悪化すれば、それを食べる昆虫や天敵までもその生殖成功に影響を及ぼす。

地球温暖化によって、種内におけるフェロモンによるコミュニケーションが温度上昇やそれに伴うCO<sub>2</sub>やO<sub>2</sub>ガスの濃度変化によって、分泌量や感度が変化し、特に長い距離の交信が不調に終わる可能性がある<sup>19</sup>。例えば、あるアリマキ (*Acyrtosiphon pisum*) による個体間の警報フェロモンによる交信が温暖化に伴うCO<sub>2</sub>濃度の上昇によって、分泌頻度が下がり、仲間に警報が届かなくなる危険性が生じる。

#### 1-6. 温暖化と高温順化及び高温回避行動

温帯に生息するある種のアリ (*Iridomyrmex*

*purpureus*) は、低温側で-10-14°C、高温側45-47°Cの生存限界温度を示す。冬採集の個体を高温順応させると、高温側と低温側の両方へ耐性が高まるが、高温順応を夏採集個体で行うとその効果が見られなかった。地球温暖化において、少なくとも冬個体の気候変動への柔軟な対応が期待されるが、夏個体の高温順応によって、高温に強くなるという単純な系は認められなかった<sup>20</sup>。

2種類のアリマキ（冬小麦で栽培されていた株、*Sitobion avenae*, *Rhopalosiphum padi*）は高温回避転換行動（heat-escape behavior）が見られ、高温危険場所を回避して生存を確保する生態的意義を持つ<sup>21</sup>。本行動は、ある歩道に中間温から高温度へグラデーションを付け、そこを高温度側へ向けて強制的に歩かせ、途中で反転した地点の温度を回避誘導閾値とした。順化温度を10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°Cにそれぞれ設定し、その後、高温回避転換行動を調べた結果、両種とも20°Cの順化温度付近に41-42°Cの回避温度ピークを示すが、それより、高温度側でも低温度側の順化温度でも、回避温度は低下し、35°Cの順化温度では、平均閾値は約39.5°Cであった。このように、温暖化で環境温が高くなった場合、ホメオスタティックな反応として、より低温度を求め生存を確保しようとする。

## 2. 温暖化に伴う昆虫の生理的变化

昆虫の地球温暖化への適応において、雨量や乾燥への反応として、体液中の水分不足への耐性や、水分喪失阻止に向けた皮膚機能の変化が考えられる<sup>22</sup>。湿度感受性の発達と乾燥した場所を避ける行動、水分喪失を減少させる皮膚の構造、体液水分濃度の低下への耐性などの機能の存在が研究されてきた。低湿度下での2時間の順応が水分乾燥への耐性を種によっては高めたり、皮膚からの水分蒸発を抑えたりすることが報告されている。

冬季などの昆虫にとって不適な環境を乗り切るには、「休眠」という戦略を多くの昆虫は採用している。休眠は環境条件のうち季節の時点をも最も正確に表す日長によってその導入、発育、終了（diapause induction, diapause development, diapause completion）が制御されていることが多い<sup>23</sup>。休眠には遺伝的要素やメカニズムとして、幼若ホルモンなどの分泌系が介在している。また、日長を計測するしくみとして、概日時計遺伝子である *per* の関与が認められる。それは、ショウジョウバエ（*Drosophila melanogaster*）でこの遺伝子を欠

損している系統では、光周期反能を示さなくなり<sup>23</sup>、ホソヘリカメムシ（*Riptortus clavatus*）では、mRNA干渉法（mRNA-interference）によって *per* 遺伝子の翻訳を抑制すると、光周期反能を示さなくなることを根拠とする<sup>24</sup>。温暖化に伴って、上記のような複雑な関連生理学的機能のうち、変化した温度環境に合致した（それまで少数派であった）遺伝的集団が多数派となるか、遺伝的突然変異を遂げたもののうち適応度の高い機能を得たものが選択されるなどのメカニズムが働いていると考えられる。

温暖化による昆虫の高緯度地方への移動に伴って、もし、秋分を過ぎてからの短日に反応して、休眠現象が誘導される場合、これまでの臨界日長が維持されたとしたら、折角温暖化によって北上したのに、必要以上に早めに休眠してしまう恐れがある。高緯度地方に移動することに伴って、臨界日長もそれに合わせて短縮することが考えられるが、この仮説を証明する実験を行った例はまだない。

## 3. ナミアメンボをモデルとした温暖化研究<sup>2-5</sup>

### 3-1. 高知市個体群の化性数変化

我々は温暖化への速やかな変化・適応が期待でき、水面という調査しやすい場所で生息するナミアメンボを高知県高知市において長年調査している。高知市のナミアメンボは、直径30cmの柄（1m）付き網を40分、100回に渡り振るといという単純な Timed-catching sampling法 を1987-2015年（2007年からは継続的、それまでは断続的）に行って来た結果、1987-1995までは、年3化性（1年に3回世代を繰り返す、成虫期に越冬）を示した。2007年には年4化かそれ以上に化性数が増えた。2010-2011年には、5化に達した。1995年までは、11月以降に5齢（終齢）幼虫がフィールドに見られることはなかったが、2010-2011年には、11-12月でさえ、採取されるようになった。2012年には、11月から12月にかけての強力な寒波襲来によって、一旦、化性数は4に減じたが、2013-2015年には、再度5を記録した。化性数の計測は、以下のように行った。5齢幼虫が出現し、その数が減じたタイミングを新世代出現と判定した<sup>24</sup>。

### 3-2. 夏休眠の出現

1987-1995年には、成虫に明白な夏季休眠は認められず、30%を超えて、卵成熟を行わない休眠雌個体も、精子合成を行わない雄個体も存在しなかった。2008年になり、精子合成をほとんど行わず、精

巢の極端に小さい雄個体や休眠雌個体が夏季に有意に出現した。小さい精巣を持つ夏個体は2009-2012年にいずれも出現したが、2012, 2015年には休眠雌個体は夏季に全く出現しなかった。2013-2014年には休眠雌個体が30-50%の割合で夏季に存在した。

このように、温暖化に伴う、夏季休眠の採用は高知個体群では、一部のものにとどまっていると推察できる。

### 3-3. 越冬前後の分散放棄

1995年では、越冬前個体は発達した間接縦走飛翔筋を約60%の個体が保持しており、陸の水面から離れた越冬場所まで分散し、寒い冬を暖かい林床の落ち葉の下などで、過ごしたあと、春先再び飛翔によって、水面まで飛来し、飛翔筋を溶解してその栄養を春の産卵に向けるという生活史を示した<sup>3</sup>。しかし、飛翔筋保有率は、2012-2014年には34.5-

8.5%に減り、2015年度には0%にまで落ち込んだ。このように、温暖化により、水面から離れた陸の越冬場所まで危険を冒して移動する個体よりも、岸辺で越冬する個体の方が、温暖化によって春帰還する成功率が増えたものと考えられる。

### 3-4. 新しい翅型 “モザイク型”の出現

それまで2つの翅型タイプのみ（長翅型、短翅型）を示していたが、2009-2011年に、前翅は長翅型タイプで後翅は短翅型タイプを持った、いわば“モザイク型”個体が多く出現するようになった。越冬個体の場合、岸辺で越冬する場合でも、黒色の前翅が発達する方が、直射日光に対し、吸熱効果が期待され、後翅を短くしてコストダウンするという戦略の意味が考えられる。しかし、主に雄で“モザイク型”が見られ（20-60%）、夏季にも見られる。それらの生態学的意義は不明である。

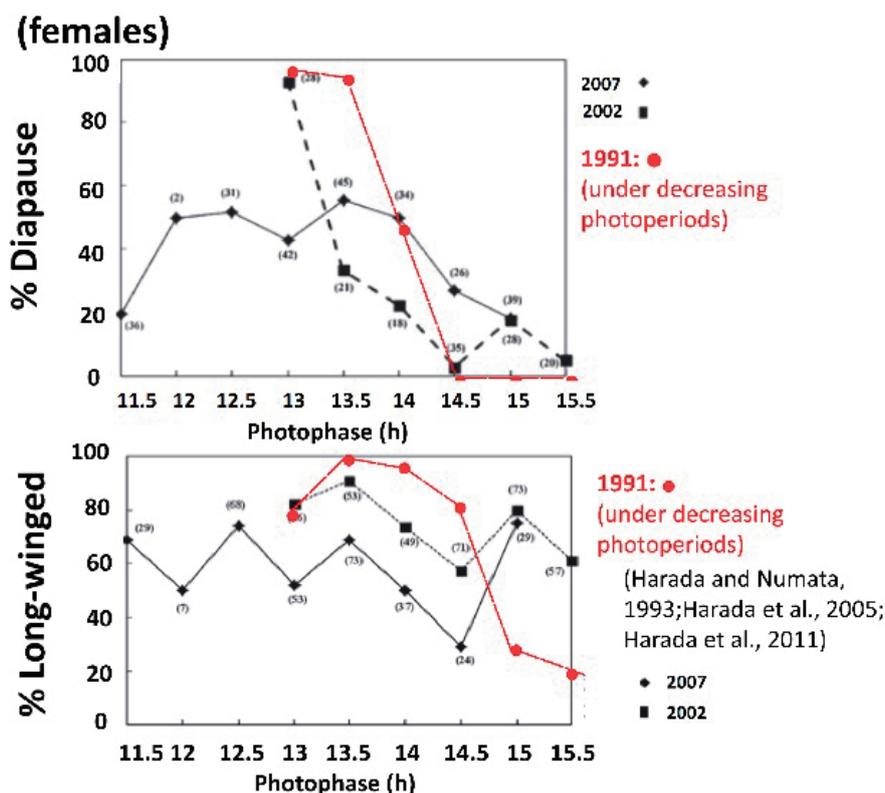


Figure 1 1995-2007の高知市ナミアメンボ個体群の休眠誘導と翅型決定に関する光周期反応の移り変わり。1991年個体群では、幼虫期の長日条件は、休眠率0%長翅型は約20%だったのに対し、短日条件では、休眠率は100%、長翅率は80-100%であり、明確な光周期反応が見られた。休眠率の臨界日長は（徐々に短縮する日長下で）14時間明-10時間暗(14L-10D)であり、翅型率の臨界値は（同じく徐々に短縮する日長下で）14.75L-9.25Dだった。2002年になると、休眠率の臨界値は13.25L-10.75Dに短縮した。翅型の光周期反応は不明瞭となり、日長に関わらず60%以上が長翅型となった。2007年には、休眠率の光周期反応も不明瞭になり、50%と0%の間の緩やかな反応となり、日長に関わらず50%以上が非休眠となった。翅型も殆ど光周期反応を見せなくなり、日長に関わらず50-80%が長翅型となった。このように臨界日長の短縮で、夏のタイプの期間が秋遅くまで長くなったり、非休眠や長翅型が年中出現することは、温暖化への対応として、年中分散して生殖を行うという意味で、温暖化への適応の1つと説明できる。

## Sampling stations

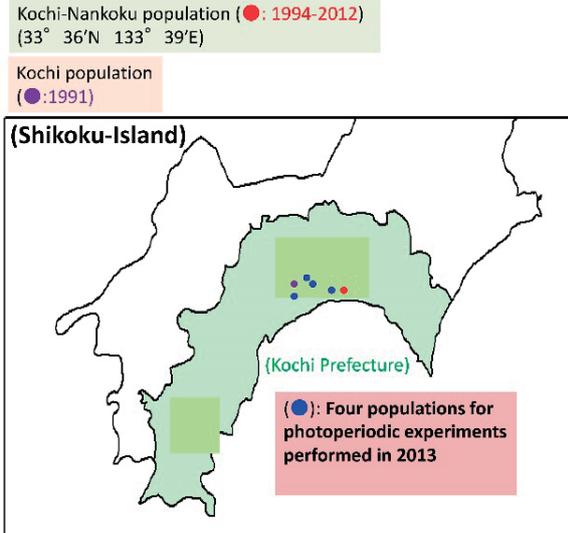


Figure 2 光周期反応実験に用いられた個体群の採集場所

### 3-5. 光周期反応の変化

#### 3-5-1. 1991-2012年度までの変遷 (Figure 1)<sup>2,3</sup>

1991年のナミアメンボ高知個体群を幼虫期に短日条件下で生育すれば、主に休眠と長翅型が誘導され、長日条件下で、生殖と短翅型が誘導された<sup>25</sup>。その臨界日長は（徐々に短縮する秋の日長下で）休眠誘導について14時間明-10時間暗（14L-10D）で、翅型決定については（14.75L-9.25D）であった。2002年個体では、生殖についての臨界日長は約1時間短縮され、秋遅くまで、生殖を行うような温暖化への対応が見られた。2007年個体群では、日長に関わらず少なくとも半数が生殖を行うようになり、温暖化の影響が更に進んだものと考えられる。翅型については、2002-2007年個体群で、日長への反応幅が小さくなり、日長に関係なく半数以上の個体が長翅を形成し、夏季でも高温による干上がりによる生息場所の消失に対応できた。2012年個体群では、生殖と翅型の臨界値がいずれも12L-12D-12.5L-11.5Dにまで短縮し、温暖化への適応が進んだ（Harada et al., unpublished）。温暖化による、休眠誘導の臨界日長が短縮した結果、活動期間が延長された例は、Gomi et al.<sup>26</sup>によって別の昆虫でも報告されている。

光周期反応以外に温度への反応（生育スピードや生殖誘発に最適な温度域が高温度域にシフトしている？ 生育の低温限界値が低くなっている？）については、調べられていない。これらの生理質は、過去を振り返って調べることはできないが、今後これらについても調べていきたい。

一部の個体群とは言え、このように、僅か20年の

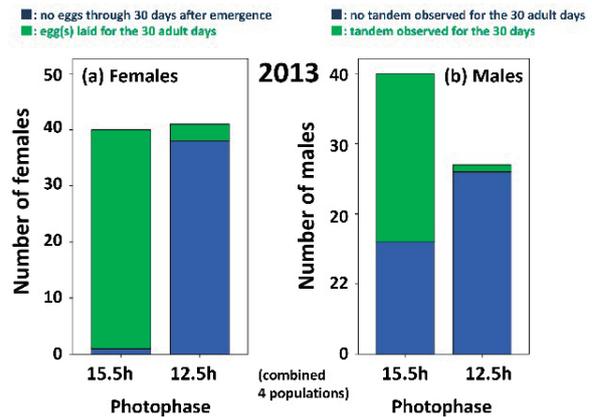


Figure 3 2013年採集の高知個体群4つの集合飼育の第1世代を用いた光周期反応実験-1 (Harada et al., unpublished)

長日条件(15.5L-8.5D)及び短日条件(12.5L-11.5D)で飼育した時、羽化後30日間で卵を産んだ雌と産まなかった雌の個体数 ( $\chi^2$ -test:  $\chi^2$ -value=65.957, df=1,  $p<0.001$ ) (a) 及び、羽化後30日間でタンDEM（日中10分のみ餌交換時に毎日観察）が（1回でも）観察された雄と全く観察されなかった雄の個体数 ( $\chi^2$ -test:  $\chi^2$ -value=21.841, df=1,  $p<0.001$ ) (b)。

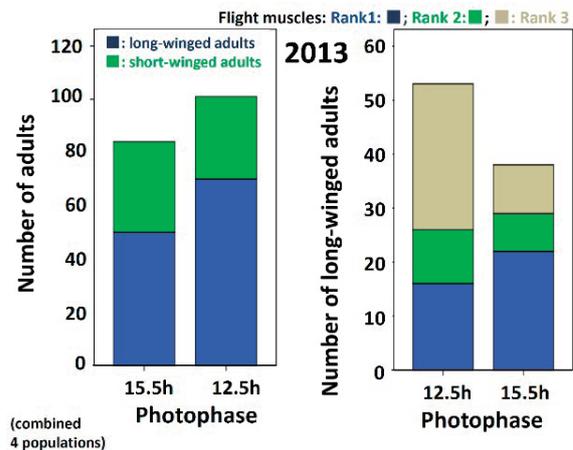


Figure 4 2013年採集の高知個体群4つの集合飼育の第1世代を用いた光周期反応実験-2 (Harada et al., unpublished)

長日条件(15.5L-8.5D)及び短日条件(12.5L-11.5D)で飼育した時の羽化時の翅型出現数 ( $\chi^2$ -test:  $\chi^2$ -value=1.625, df=1,  $p=0.165$ ) と30日後の飛翔筋ランク (1: 未発達または完全溶解、2: 発達途中または溶解途中、3: 発達、3のみ飛翔可能) ( $\chi^2$ -test:  $\chi^2$ -value=21.631, df=2,  $p<0.001$ )。

間に光周期反応が劇的に変化し、その反応の減衰が見られたことは特筆すべきである。光周期反応に概日時計が使われているかどうかは、RNA干渉法などの手法で調べることができるが、まだ行われていない。いずれにしても、ユーラシア大陸や大英帝国、日本列島と広い範囲に生息する本種の、生殖や

分散形質を制御する光周期反応や温度制御についての生理学的形質には、大変広い多様性があり、温暖化に伴って、適応度の高くなったそれまでマイナーであった集団が急速に個体群を形成していると想像できるかもしれない。

### 3-5-2. 2013年度4個体群 (Harada et al., unpublished)

急速な温暖化の影響と思われる、光周期への反応が見られたが、1個体群での結果を一般化することは出来ない。そこで、Figure 2に示すように、高知市内の4つの個体群から2013年夏季に10ペアずつ採取し、15.5L-8.5D, 20°C下で混合飼育し、自由交配させ、産卵された卵から孵化した1齢幼虫の光周期反応を調べた。生殖についての光周期反応は明瞭に示され、15.5L-8.5D下では70–95%の個体が生殖を行い、12.5L-11.5D下では90%が休眠を雄・雌共に示した (Figure 3)。一方で、翅型については、両日長下共、70%程長翅型が占め、日長の影響は見られなかったが、長日下では羽化後飛翔筋の溶解が80%を占めたが、短日下では40%に留まった (Figure 4)。高知市全体の個体群の推定では、翅型決定が光周期に反応せず、夏季でも長翅型を維持するようになっている一方で、生殖や飛翔筋溶解に対しては、強い日長への反応を維持し、冬は休眠し、春から秋に生殖を行って飛翔筋を溶かして栄養を生殖に回す戦略を変えていないと考えられる。このように、様々な個体群の光周期能力には大きな変異が見られ、全体的な判断には、多くの個体群へアプローチが必要である。

## 4. 結語

昆虫の生活史に及ぼす地球温暖化の影響を機械的に予測することは、微細環境や対象昆虫の生理生態学的情報 (生育や生殖など)、それらの関係性についての情報が明確になっている範囲においてのみ可能である。また、対象昆虫の進化的過程も考慮出来るかもしれない<sup>27</sup>。

昆虫の生活史に及ぼす温暖化の影響を議論する場合、次の4点に留意することを提案する。

1. 長期にわたる、微細環境及び生息地環境と昆虫の生活史の双方の継続的調査
2. ある範囲の生息地に住む個体群の生活史形質 (含: 環境応答性) の多様性の評価
3. 光周期反応・概日時計をセットに捉えた遺伝的性質の変遷
4. 環境因子 (日長、温度、雨量など)、対象昆虫、

捕食する生物、捕食される生物など複合的視点に立って、温暖化の影響を評価する。

ナミアメンボは、東は日本列島、西はイングランド、南はインド、北は南シベリアまで広範囲に生息する種1であり、温暖化に柔軟に対応する潜在能力が予測される。また、高知は暖温帯と亜熱帯の境界域に位置し、温暖化の影響が顕在化しやすい。今後も調査・研究をモデル生物として継続したい。

## 引用文献

1. Andersen, N. M. Phylogeny and taxonomy of water striders, genus *Aquarius* Schellenberg (Insecta, Hemiptera, Gerridae), with a new species from Australia. *Steenstrupia* **16**, 37–81 (1990).
2. Harada, T., Nitta, S. & Ito, K. Photoperiodism changes according to global warming in wing-form determination and diapause induction of a water strider, *Aquarius paludum* (Heteroptera: Gerridae). *Appl. Entomol. Zool.* **40**, 461–466 (2005).
3. Harada, T., Takenaka, S., Maihara, S., Ito, K. & Tamura, T. Changes in life-history traits of the water strider *Aquarius paludum* in accordance with global warming. *Physiol. Entomol.* **36**, 309–316 (2011).
4. Harada, T. *et al.* Change in reproductive and dispersal traits in the water strider, *Aquarius paludum* (Fabricius) and global warming. *Nat. Sci.* **5**, 156–162 (2013).
5. Fujita, H. *et al.* Global warming and changes in life history traits from 1995 to 2015 in the water strider *Aquarius paludum* (Fabricius). *Trends Entomol.* **13**, 13–23 (2017).
6. Forrest, J. R. K. Complex responses of insect phenology to climate change. *Curr. Opin. Insect Sci.* **17**, 49–54 (2016).
7. Parmesan, C. Climate and species' range. *Nature* **382**, 765 (1996).
8. Kiritani, K. Impacts of global warming on *Nezara viridula* and its native congeneric species. *J. Asia-Pac. Entomol.* **14**, 221–226 (2011).
9. Parkash, R., Ramniwas, S. & Kajla, B. Climate warming mediates range shift of two

- differentially adapted stenothermal *Drosophila* species in the Western Himalayas. *J. Asia-Pac. Entomol.* **16**, 147–153 (2013).
10. Schoville, S. D., Slatyer, R. A., Bergdahl, J. C. & Valdez, G. A. Conserved and narrow temperature limits in alpine insects: Thermal tolerance and supercooling points of the ice-crawlers, *Grylloblatta* (Insecta: Grylloblattodea: Grylloblattidae). *J. Insect Physiol.* **78**, 55–61 (2015).
  11. Walther, G.R. *et al.* Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends Ecol. Evol.* **24**, 686–693 (2009).
  12. Boggs, C. L. The fingerprints of global climate change on insect populations. *Curr. Opin. Insect Sci.* **17**, 69–73 (2016).
  13. Khasnis, A. A. & Nettleman, M. D. Global warming and infectious disease. *Arch. Med. Res.* **36**, 689–696 (2017).
  14. Zell, R., Krumbholz, A. & Wutzler, P. Impact of global warming on viral diseases: what is the evidence? *Curr. Opin. Biotechnol.* **19**, 652–660 (2008).
  15. Haavik, L. J., Billings, S. A., Guldin, J. M. & Stephen, F. M. Emergent insects, pathogens and drought shape changing patterns in oak decline in North America and Europe. *Forest Ecol. Manag.* **354**, 190–205 (2015).
  16. Op de Beeck, L., Verheyen, J. & Stoks, R. Integrating both interaction pathways between warming and pesticide exposure on upper thermal tolerance in high- and low-latitude populations of an aquatic insect. *Environ. Pollut.* **224**, 714–721 (2017).
  17. Arambourou, H. & Robby, S. Warmer winters modulate life history and energy storage but do not affect sensitivity to a widespread pesticide in an aquatic insect. *Aquat. Toxicol.* **167**, 38–45 (2015).
  18. Netherer, S. & Schopf, A. Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests-General aspects and the pine processionary moth as specific example. *Forest Ecol. Manag.* **259**, 831–838 (2010).
  19. Boullis, A., Detrain, C., Francis, F. & Verheggen, F. J. Will climate change affect insect pheromonal communication? *Curr. Opin. Insect Sci.* **17**, 87–91 (2016).
  20. Andrew, N. R., Hart, R. A., Jung, M. P., Hemmings, Z. & Terblanche, J. S. Can temperate insects take the heat? A case study of the physiological and behavioural responses in a common ant, *Iridomyrmex purpureus* (Formicidae), with potential climate change. *J. Insect Physiol.* **59**, 870–880 (2013).
  21. Ma, G. & Ma, C. S. Effect of acclimation on heat-escape temperatures of two aphid species: Implications for estimating behavioral response of insects to climate warming. *J. Insect Physiol.* **58**, 303–309 (2012).
  22. Chown, S.L., Sørensen, J. G. & Terblanche, J. S. Water loss in insects: An environmental change perspective. *J. Insect Physiol.* **57**, 1070–1084 (2011).
  23. Emerson, K. J., Bradshaw, W. E. & Holzapfel, C. M. Complications of complexity: integrating environmental, genetic and hormonal control of insect diapause. *Trends Genet.* **25**, 217–225 (2009).
  24. Ikeno, T., Ishikawa, K., Numata, H. & Goto, S. G. Circadian clock gene *Clock* is involved in the photoperiodic response of the bean bug *Riptortus pedestris*. *Physiol. Entomol.* **38**, 157–162 (2013).
  25. Harada, T. & Numata, H. Two critical day lengths for the determination of wing forms and the induction of adult diapause in the water strider, *Aquarius paludum*. *Naturwissenschaften* **80**, 430–432 (1993).
  26. Gomi, T., Nagasaka, M., Fukuda, T. & Hagihara, H. Shifting of the life cycle and life-history traits of the fall webworm in relation to climate change. *Entomol. Exp. Appl.* **125**, 179–184 (2007).
  27. Maino, J. L., Kong, J. D., Hoffmann, A. A., Barton, M. G. & Kearney, M. R. Mechanistic models for predicting insect responses to climate change. *Curr. Opin. Insect Sci.* **17**, 81–86 (2016).

## 留学研究生活あれこれ ～トランプ政権でアメリカ留学が変わる??～

平野有沙<sup>✉</sup>

筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構

このたび、光栄なことに近畿大学医学部解剖学教室の池上啓介博士からバトンを渡されました、筑波大学国際統合睡眠医科学研究機構（WPI-IIS）の平野有沙です。池上くんのエッセイが若手研究者として、ということだったので私はもっと若手の研究者のためになる小話（留学編）についてお話したいと思います。正直言って、最近の留学事情は日本人研究者にとっては嬉しくないニュースが多いです。まずは行く研究室を決めて、それから海外学振書いて！と期待に胸を膨らましているときは見落としがちなのがたくさんあります。私も留学準備中は、ビザがとれないかもなんてことは考えてもいませんでしたが相当のきだったと今になって思います。これからアメリカに行きたいという人は（ヨーロッパは知りません…）参考してみてください。

7月某日、サンフランシスコでの留学時代にお世話になったポストドクの方がビザの更新ができずに急遽帰国せざるを得なくなったというニュースが届いた。詳細は不明だが、書類の不備ではなく就労ビザ更新の許可が下りなかったらしい。そもそも毎年20万以上の応募が殺到する就労ビザに枠はまったく足りていない。それでも専門職である研究者に対しては制限を設けないということだったはずだが、その特権が失われたのだろうか？現にトランプ大統領政権になってから、専門職用に就労ビザ申請を優先的に審査するシステムがなくなった（4000ドルもかかるけど）ようにビザの取得環境は厳しくなっている。そうなると、5年期限のJ（国際交流）ビザで研究をはじめてJビザが終了したあとはH（就労）ビザに切り替えてのんびりアメリカポストドク生活を満喫しよう！というわけにはいかなくなる。Jビザが切れる5年以内に帰るか、5年の間にグリーンカード（永住権）取得を目指すことも視野に入れなくてはならない。ちなみに、グリーンカードも発行許可が

下りたにも拘らず、文字通り緑のカードが1年以上届かないという話を聞いている。永住権がさらに取得しにくくなったのか、ただ単に行政が混乱しているのかはわからないが、とにかくすんなりいかないという話をちらちら聞く。

国に滞在することにも神経をとがらせている必要があるのに、それに加えて大学にも居辛い。少なくとも私のいた大学では5年のポストドクトレーニングが終わるとresearch associateかspecialistにならないといけないが、かなりの業績や特殊技能が必要になったらしい。採用時のオリエンテーションで「ここにずっといれると思わないでください」と注意喚起（？）があるくらいである。これも一例だが、日本で学位取得後に日本の研究室で助教をしていた知り合いがアメリカに留学しようとしたところ、研究所の人事からNGを出された。研究室のボスからはOKが出て日本から奨学金もとっていたにも拘らず、学位取得後5年以上経過しているためポストドクとしては雇えず、その上位のポジションにつく抜け道も使えなかったからだそうだ。学位をとってからそのまま特任助教やポストドクとして研究室に残ってそのうち海外に、と考える人も多いと思うが留学は早い方が良い。ちなみに留学助成をしてくれる財団や日本学術振興会は留学手続きに関して金銭面でしかサポートしてくれず、海外留学に必要な情報は完全に個人が収集するしかないし、ボスが雇用の仕組みをわかっていないことも多い。要は、日本人だからといってビザが必ず下りるわけではないこと。ボスからメールでOKをもらった時点で留学が保証されたわけではないこと。留学するなら若ければ若い方が良いということ。英語力を上げるために日本人とつるむなという話はあるけど、ビザとか税金の情報を得るためにも自分と同じ境遇の日本人ともつるんでいた方が身のためであるということ。留学時代

✉hirano.arisa.gt@u.tsukuba.ac.jp

に日本人に会うとかなりの頻度でこれからビザをどうするかという話になったなあと思出す。

ビザの更新に失敗して居座れば不法滞在となる\*。この「不法滞在」という響きは日本人には人生が終わった気がするほど重いが、中南米からの違法移民は本当に多い。知り合いの家のハウスキーパーもそうだったが、正規の職にはつけないのでアメリカの中では賃金は安く、戻ってこれられないので自国に帰ることはできない、故郷にいる家族が会い（サポート）に来ることもできない。そんな彼女が、妊娠してしまった、と言って悲しさのあまり泣いていたらしい。そんな複雑な事情があるならもっと気をつけなよという突っ込みは置いておいて、本当にいろんなものを犠牲にしてもアメリカに来るんだなあと思感した。このような不法滞在者の取り締まりはまだしも、研究者の就労ビザの審査を厳しくしてもアメリカ人の雇用を守ることはできないだろう。そもそもカルフォルニアではアメリカ人のポストクを探すのが難しいくらい外国人ポストクが多いが、アメリカ人だと賃金が高いからボスが雇いたくないというわけではない。いないのである。例え研究室のポストに任期更新されなくても、米国のPhDがあれば企業就職もすぐできるのでアメリカの失業率の高さの一端を担っているわけではない。にも拘らず外国人研究者を排除するような風潮が続けばアメリカのサイエンスもお金不足と人手不足で縮小していってしまうかもしれないと懸念せざるを得ない。か、それよりトランプ政権が失脚する方が先か、、今後もどうなっていくか気になるところである（日本の将来も）。

\*正確にはビザは入国許可証で滞在許可証はビザの他にありますが、ビザの取得に必要なものなのでほぼ同義とし、そのほかにもエッセイをわかりやすくするため詳細な説明は省いています。また、ほとんどの情報は周りの知り合いから伝え聞いたものなのでうろ覚えでかつどの大学にも当てはまるものではありません。これから留学する方は、くれぐれも自分で正確な情報の収集に努めてくださいね。

## ウィーン留学体験記

武方宏樹<sup>✉</sup>

琉球大学 理学部 海洋自然科学科生物系

私は、2015年4月からオーストリアのマックスFペルーツ研究所（MFPL）のTessmar-Raible Labに留学し、2年間をウィーンで過ごした。留学体験記ということなので、研究内容よりも、日常生活のを中心に書いていきたいと思う。私自身、留学前は学会誌の体験記を読み漁り、不安を払拭しようとした経験があるので、同じような境遇の方の一助になれば幸いだ。

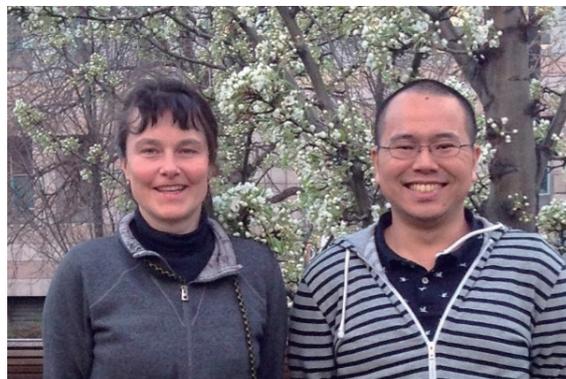
2014年3月、私はマングローブスズというコオロギの概潮汐時計についての研究で学位を取得し、将来について色々と考えていた。生物時計の研究を続けたいとは思っていたものの、あまり人がやっていないことをやりたいという思いと、概潮汐時計という個性的なテーマで学位を取ったという経緯から、概日時計以外の生物時計について研究しなかった。その考えを、恩師の一人である沼田英治先生に伝えたところ、イツツルヒゲゴカイの概月リズムの研究をしている、Kristin Tessmar-Raible先生を紹介していただいた。Kristinに日本学術振興会の海外特別研究員制度を使って研究室に参加したい旨をメールで伝えたところ、「旅費を出すので一度インタ

ビューを受けに来てはどうか？」という返事が来た。それから2週間後にはウィーンへ飛び、Kristinや他のポスドクとの面談を行った。当時の私は、英語がほとんど喋れなかったのだが、ラボのメンバーは学会発表で使ったスライドを使い、筆談も交えながら、やさしく研究内容やラボの様子について説明してくれた。一方の私は、終始おろおろしていただけだったので、研究室への参加を断られるのではないかと不安になった。すべての面談を終えた後、Kristinから「こちらは何も問題ないわ。日本のフェローシップに落ちた場合はオーストリアのものにも応募してみましょう。」と言ってもらえたことは、自分の実力からすると僥倖としか言いようがなかった。もちろん、英語はもっと勉強してくるよにと、釘は刺されたのだが。

その後、学振からの採用内定通知が届き、ウィーンへの渡航の準備を始めた。ウィーンはいわずと知れた音楽の都で、世界中から音楽家を目指す学生たちが集まってくる。そのため、海外留学生向けのドミトリーも充実しており、立地などに特にこだわりもなかったこともあって、簡単に住居を見つけるこ



留学先のマックスFペルーツ研究所



Kristinと筆者

<sup>✉</sup>hiroki.takekata@gmail.com

とができた。ただ、滞在許可申請には苦勞した。研究者や学生の場合は、“Student”や“Researcher”として申請でき、大学や研究所のサインがあれば簡単に手続きが終わるらしい。しかし、私の場合はMFPLと直接の雇用関係はなく、EU圏外からのフェローシップを利用しての留学だったため、“Special Cases of Gainful Employment”という少し特殊な申請をしなければならなかった。そのため、学振からの証明書や、保険や財産の証明等、多くの書類が必要だった。申請は渡航後に行うのだが、ほとんどの書類は国内で準備していかなければならず、書類によっては、発行日時に指定があったり、ドイツ語翻訳が必要だったり、かなり神経をすり減らした。また、申請の際に役所で「どうして“Researcher”で申請しないの?」と度々聞かれたのが、少々煩わしかった。“Researcher”の方が申請は簡単なので、優しさで指摘してくれていたのかもしれないが、担当者や窓口が変わるたびに説明しなければならなかったのには、さすがに辟易してしまった。幸い書類に不備はなく、滞在許可証は申請から1週間で受け取ることができた。ただ、手違いで私の名前が“Kiroki”になっていたのが、再発行してもらうことになったのだが、それには2か月かかった。

滞在許可証の申請と並行して、MFPLでの新しい研究生活が始まった。MFPLはウィーン大学とウィーン医科大学が共同出資する研究所で、Vienna Bio Center (VBC) とよばれるキャンパスの一角を占めており、周辺には主に分子生物学を研究対象とする複数の研究所が立地している。VBCから徒歩数分の距離には、モーツァルトも埋葬されたサンクト・マルクス墓地がある。これには、墓地近くにあった疫病の療養施設がVBCの源流となっ

たという歴史的背景がある。VBCの研究所間での交流は非常に盛んで、各研究所が別々の財源で成り立っているにもかかわらず、実験機器やセミナー室の貸し借りも気軽に行われていた。VBCが運営しているPh.D programもあり、各学生の学位審査のコミッティには、所属する研究所に関係なく、分野の近い研究者が選ばれるそうだ。

また、他の研究所で開かれているセミナーや懇親会にも自由に参加でき、そのような機会を通じて多くの若手研究者と知り合うことができた。留学当初は英語がうまく喋れなかったのだが、オーストリアの公用語はドイツ語ということもあって、周囲の人々は英語が喋れないことについて寛容だった。英語が喋れなくて申し訳なさそうにしていると、友人から「僕も日本語は喋れないから気にするなよ」と励まされたこともあった。このような環境は私にとって非常にありがたかったし、そのおかげで英語の上達も早まったのではないと思う。余談だが、MFPLでは母体の大学の公用語がドイツ語なので施設案内はドイツ語表記だ。そのため、他の研究所から来た外国人研究者がMFPL内で迷子になっている姿をしばしば見かけた。裏を返せば、他の研究所は英語さえ覚えておけば問題なく生活できる環境なのだろう。

VBCには、オーストリア科学研究省とウィーン市も積極的に資金援助をしている。VBCで開催された国際シンポジウムのウェルカムディナーや、新築された研究棟のオープニングセレモニーに、オーストリア大統領やウィーン市長が挨拶に来るあたりから、国や市をあげて一大研究拠点を築き上げようとする気概が感じられた。このような背景もあって、VBCでは国外からの著名な研究者の招聘や学



ウィーン国立歌劇場



ウィーン国立歌劇場内の休憩室、オペラ幕間の風景

生の受け入れにも力をいれており、VBC全体で、約70か国からの研究者や学生が働いていた。日本人も、PIとポストドクを含め、十数人がVBCに所属していた。ちなみに、私と同じ年にオーストリアに派遣された海外特別研究員は全員VBCに来ていた (N = 2)。

Kristinはドイツ出身の女性研究者で、若くしてMFPLのGroup Leaderのポストを掴み、2児の母でもある。旦那さんのFlorian Raibleも同じくMFPLでGroup Leaderとして働いている。2人分の研究スペースを使い、実験機器も共有し、グループミーティングも一緒に行っているのだから、実質的には夫婦で1つの研究室を切り盛りしている状態だ。Kristinは非常にエネルギッシュな人で、度肝抜かれる出来事も多かった。私の留学中に3人目の子供が生まれたのだが、妊娠9か月にもかかわらず日本で開催される国際学会に参加しようとしたら（ドクターストップにより断念）、金曜日に出産し週明けのグループミーティングには赤ちゃんを抱えて参加したりと、見ているこちらが心配になるほどだった。このエピソードを紹介すると“女性研究者はこのくらい頑張らないと第一線を張れない”という誤解を招きそうなので、産休・育休をとるGroup LeaderがMFPLではほとんどであることを付け加えておきたい。

ウィーンでの生活は、総じて楽しかった。交通網もしっかり整備されていて、バスや路面電車などの公共交通機関を使えば、市内のたいがい場所に行くことができた。研究所から路面電車で10-20分も行けば、“リンク”という主な観光スポットが集まっている環状大通りに出られた。旧市街は、街そのものが世界遺産に登録されるほど、歴史的な建造物や文化遺産が集まっており、ハプスブルグ家の栄華を象徴する街並みは、散歩するだけで満足できるほど風情に満ちていた。市内には、有名な音楽家に所縁の場所が散在しており、たまたま郊外に飲みに行ったワイン酒場が、ベートーベンが『第九』を作曲したとされる家だった、という出来事もあった。食べ物に関しては、ヨーロッパならではの豊富な種類のチーズやワイン、豪快な肉料理など、日本には無いものを楽しめた。カフェにもウィーン独特の伝統があり、落ち着いた雰囲気の中でコーヒーを飲みながら食べるモーツァルトトルテというケーキは絶品だった。たまに日本食が恋しくなったときには、日本人ポストドクが集まって、ナッシュマルクトという食料品市場へ買い出しに行きホームパー



楽友協会前にて、はしゃぐ筆者

ティーを開いていた。日本食レストランもあるのだが、値段が高く、たまに行く程度だった。ウィーンでの生活で不便だったのは、ほとんどのお店が日曜日には閉まることだ。敬虔なカトリックの多いオーストリアでは日曜日は“休まなければならない”日で、営業しているスーパーも市内に3店舗しかない。そのうちの一つに一度だけ行って見たのだが、店全体で終わりのないタイムセールを行っているかのような乱雑さで、二度と行くことはなかった。

ウィーン国立歌劇場や楽友協会といった音楽の聖地もリンクに面していて、クラシック好きの友人は月に2、3回はオペラやコンサートに行っていた。研究室帰りにウィーン・フィルを聴きに行った、なんて話ができるのもウィーンならではのだろう（ウィーン・フィルのチケットをとるのは、現地でも至難の業だが）。私は、別段クラシック好きというわけではなかったのだが、実際に聴きにしてみると、コンサートそのものも楽しめたし、建物の醸し出す伝統的な雰囲気には圧倒された。世代を越えて長く愛されるものには、素人をも引き付ける魅力があるものなのだと感じた。初めて楽友協会に行った際は、どのような服装でいくのか悩んだが、実際に行ってみると、カジュアルフォーマルといった服装の人が多く、かっちりスーツを着込んできているのはアジアから来た旅行者ぐらいだった。コンサート後の人々の雰囲気は、映画館から出てきた人のそれとよ

く似ていて、地元の人たちにとって、クラシックコンサートは日常の一部なのだと感じた。チケットの値段は席や演目、演奏者にもよるのだが、楽友協会のコンサートは50ユーロ、オペラは120ユーロで、それなりに良い席がとれる。立ち見でよければ4-6ユーロで買えるので、ウィーンに行く機会があれば、ぜひ立ち寄ってみることをお勧めする。

このように、私のウィーンでの2年間は公私ともに非常に充実したものであった。留学前は、英語も喋れないのに留学なんかして生きていけるのか、と思っていたものだが、行ってみれば何とかなるものである。私のように留学前で不安に感じている人がいたら、思い切って旅立ってほしい。海外留学する機会が得られている時点で、それなりの研究のスキル等は身につけているはずなので、自信を持ってもらいたい。最後に、留学の機会を与えていただいた日本学術振興会と、留学体験記執筆の機会を与えてくださった編集委員の池上啓介先生に、心よりお礼申し上げます。

## the XV European Biological Rhythms Society Congress に参加して

原口敦嗣<sup>✉</sup>

早稲田大学大学院 先進理工学研究科 生理・薬理学研究室

2017年7月30日から8月3日まで、オランダ・アムステルダム郊外のThe Academic Medical Center (AMC)にて開催されたthe XV European Biological Rhythms Society Congress (EBRS 2017)に参加してきました。初日の若手 Trainee Dayに始まり、20のセッションと80演題のショートコミュニケーション(口頭発表)、9つのレクチャー、約140演題のポスター発表が開催期間中に行なわれました。

EBRS 2017は私にとって2回目の国際学会でした。3年前のSRBRが初めての国際学会でしたが、その時は初めての全編英語でのセッションと時差ボケによる眠気に苦しんだ記憶があります(笑)。しかし、今回は時差ボケもほとんどなく学会に参加することができました。私が所属する柴田重信研究室では多くの学生が時間生物学と食事や栄養学の関連に着目して研究を行っているため、本学会ではそれらに関連するセッションやレクチャーに積極的に参加しました。各セッションやレクチャーではまだ論文化されていない内容も含めた最新の研究が体系的に報告されており、有意義な時間を過ごすことができました。2日目最後に行なわれたSalk Institute for Biological StudiesのSatchin Panda先生によるレクチャーでは、ハエやマウスを制限給餌条件下で飼育した際の代謝や心疾患系への影響に関する基礎研究から、携帯アプリを使用した大規模な食事タイミングに関する調査研究に至るまで、幅広い内容について報告されていました。その中でも、携帯アプリを用いた研究は、日本では見かけない規模での研究だったため衝撃を受けました。

5日間の本大会を通して感じたことは、今まで参加してきたどの学会よりもヒトを対象に食事のタイミングに着目して行なった研究に関する報告が多くなされていたことです。食事タイミングと体重推移

との関連や、夕食のタイミングと耐糖能の関連、遺伝子のSNPと食事タイミングに関する調査研究などがあり、私が所属する柴田研では近年ヒト試験にも力を入れていることから、今後どのようなヒト試験を行う必要があるか、改めて体系的に考えることができました。

本学会で私はポスター発表を行ないました。私のポスター発表は本大会初日にあったのですが、日本時間生物学会学術大会やSRBRよりもEBRSの発表時間は長く設定されており、昼休憩の90分と一日のセッションが全て終わった後の90分の二部構成になっていました。どちらの時間帯も研究内容に興味を持った方に来て頂き、今後の実験内容に関して議論することができました。また夜の時間帯のポスター発表の時間には、LMU MunichのMartha Merrow先生を始めとした4人の先生に来て頂き、2分間という短い時間でポスターの内容を説明するという体験をしました(後にこれがポスター賞の本選考だったと知る)。著名な先生達に囲まれ足が震えるぐらい緊張しましたが、2分間でなんとか説明できたことは自分の中で自信になりました。またそれ



ポスター賞受賞時(Debra J. Skene先生と)

✉hmar.h@fuji.waseda.jp



左上：ツアー中の一コマ（左から2番目が筆者）  
 左下：住宅として利用されている船  
 住居として登録されている船にはちゃんと水道やガス管が通っているらしい  
 右：Congress dinnerでの1枚(左から東京大学深田先生、京都大学土居先生、筆者)

以外にも、University of WarwickのNicholas Dale先生の方からお声かけ頂き、内容に関して議論できたことは良い思い出となりました。最終的に、6演題しか選ばれないポスター賞に選ばれたことは大変光栄なことであり、今後も研究を頑張っていく励みになりました。

最後に本大会以外のこと（主に観光で筆者にとっては学会期間中の唯一の息抜き）のことについて書きたいと思います。オランダの首都アムステルダムにはクモの巣状に運河が造られており、車や電車と同じように人の足として船が利用されていました。この運河を利用して古くからあるレンガ造りの橋や東京駅のモデルとなったセントラル駅を回るツアーに、日本からEBRSに参加していた先生方と参加してきました（EBRSからツアーの無料招待券が参加者全員に配られていた！）。ツアー中に通った運河の両脇にはレンガ造りの家や橋と共に、住宅として利用されている船が多くあり、オランダらしい風景を満喫できる1時間でした。

また、ツアーの後にはハイネケン・エクスペリエンス（ビールで有名なHeinekenのミュージアム）にも行ってきました。Heinekenのビールを3杯飲むだけでなく、ビール作成に関する原理などの詳しい説明や製造途中の水と麦だけ混ぜた状態の飲み物の試飲（ネットではお粥の様と例えられていた）ができ、ちょっとしたアトラクションも随所にあっただけで、アルコールが全く飲めない自分でも十分に楽しめたミュージアムでした。

本大会中は、日本から参加していた先生方に気軽に話しかけていただきました。普段だったら話すこ

とも恐れ多いような先生方に自分の名前や研究内容について覚えて頂けたこと、また普段の研究室のことや今後の研究に関する事など幅広く話せたこと・人脈を助けられたことは、自分にとってとても重要な時間・機会となりました。

最後になりましたが、普段より自分の研究を温かく見守ってくださる柴田先生、いつもサポートしてくれる柴田研のスタッフ・学生のみならず、今回このような参加記への投稿機会をいただきました近畿大学重吉先生・明治薬科大学駒田先生、また日本時間生物学会の関係者の方々にもお礼申し上げます。

# 2017年度日本時間生物学会学術奨励賞 選考過程と結果

## 基礎科学部門

受賞者 吉種 光 氏 (38歳)

### 講評

今回は基礎科学部門に6名の応募があり、しかも業績のある方が多く、選考に苦労しました。評価のポイントは基礎科学、臨床・社会の両部門共通で、研究（内容、発表、貢献度）、将来性、時間生物学会での活動の3点に絞り、それぞれ、5：3：2の割合で評価しました。まず選考委員が独自の観点から全候補者を採点した結果、総合点で1位から4位までが3点以内の差に収まる大接戦でした。その後、各ポイントについて議論し、最終的には委員の投票で決定しました。

受賞者の吉種氏は、大学院入学以来一貫して時間生物学研究に関与してきました。氏の研究は、主として概日リズム発現における分子生物学的メカニズムの解明で、時計遺伝子の転写調節や時計たんぱく質のリン酸化などに焦点を当て、概日振動への影響や、概日時計への入出力系への作用について新しい発見を次々と発表してきました。なかでも、Adar2遺伝子の転写制御概日リズムがRNA編集リズムへと伝達される機序とそのノックアウトによる数多くの転写産物概日リズムの消失は（Nature Genetics, 2017）、概日時計の出力系における転写後調節の重要性を具体的に示したのものとして高く評価されました。また、氏の研究の特徴と優位性は、リズム解析がin vitro, ex vivoにとどまらず、得られた発見を行動リズムなどのin vivoの表現系まで展開しているところにあります。業績発表や貢献度では、約14年の研究歴（含大学院）で時間生物学に関係する英文論文が13編、そのうち、筆頭著者4編、第2著者（含co-correspondence）2編と優れています。

氏の将来性については、これまで一貫してリズム研究に従事し、その基本をしっかりと身につけていることが強みで、分子生物学を主たる研究領域としながらも、守備範囲を行動科学まで拡大しようとする姿勢が高く評価されました。

氏の会員歴は約14年で、毎年学会発表を行っています。学術大会の組織委員、生物リズム夏の学校運営委員、生物リズム若手研究者集いの世話人など、学会活動は極めて優秀です。

## 臨床・社会部門

受賞者 北村真吾 氏 (41歳)

### 講評

今回は臨床・社会部門に5名の応募がありました。締切を過ぎた応募が1件ありましたが、選考委員会での議論の結果、受理しないことになりました。5名の応募者の研究にはそれぞれ特徴があり、将来性のある研究も多く見受けられましたが、その中で北村氏は概日リズム障害の本質に迫る研究を展開しており、他の候補者よりも1歩抜き出ておりました。

受賞者の北村氏は、大学院時代から一貫して睡眠や気分に関する研究に従事してきました。氏の研究は、主として概日リズムと睡眠障害の病態生理的研究で、概日リズム障害者を対象として、隔離実験室におけるフリーラン周期 (Biol Psychiatry, 2013) やクロノタイプとの関係 (Chronobiol Int, 2014) を明らかにし、概日リズム障害の発生機序の一端を解明しました。また最近の研究では、睡眠不足を自覚していない若年層に潜在的な睡眠負債が存在することを明らかにしました (Scientific Reports, 2016)。これらの研究は健常被験者のみならず病者も対象としたものであり、様々な制約のなかで得られた貴重な発見として高く評価されるだけでなく、ヒト概日リズム機能の本質にも迫る重要な研究であることが認められました。業績発表や貢献度では、約16年の研究歴 (含大学院) で時間生物学に関する英文論文は17編、そのうち、筆頭著者5編、第2著者5編と極めて優れています。

氏の将来性については、これまで一貫してヒトを対象とした研究に従事し、概日リズムおよび睡眠研究の基本を身につけているだけでなく、さらに分子生物学的手法を用いて守備範囲を拡大しようとする姿勢が高く評価されました。

氏の会員歴は約8年で、6度の学術集会で発表 (ポスター、シンポジウム講演など) を行っています。また、第17回学術大会の実行委員長を務めるなど、学会活動は活発です。

2017年9月8日  
選考委員長 本間研一

# 日本時間生物学会会則

制定2001年1月1日  
改正2015年11月21日

## 1章 名称

本会は日本時間生物学会（Japanese Society for Chronobiology）と称する。

## 2章 目的と事業

1. 本会は、生物の周期現象に関する科学的研究を推進し、時間生物学の進歩発展を図ること、およびその成果を広め 人類の健康と福祉に寄与することを目的とする。
2. 本会は前条の目的を達成するために次の事業を行なう。
  - 1) 学術大会及び総会の開催
  - 2) 会誌等の発行
  - 3) その他本会の目的を達成するために必要とされる事業

## 3章 組織と運営

### (会員)

1. 本会の会員は正会員、名誉会員、賛助会員、臨時会員よりなる。
2. 正会員は、本会の目的に賛同し、所定の手続きを経て、年度会費を納めた者とする。正会員の入会及び退会は別に定める規則による。
3. 名誉会員は本会に功労のあった70歳以上の会員または元会員で、理事会が推薦し総会の承認を得た者とする。
4. 賛助会員は本会の目的に賛同し、本会の事業に財政的援助を行なう者で、理事会の承認を得た者とする。
5. 臨時会員は、正会員の紹介により、学術集会の参加費を納めた者とする。

### (評議員)

1. 評議員は推薦基準に従って正会員を評議員として推薦し、これを理事会が決定する。任期は6年で再任を妨げない。
2. 評議員は学会の活動を積極的に行ない、理事を選出する。

### (役員)

1. 本会には次の役員を置く。

理事長1名、副理事長3名、事務局長1名（副理事長が兼務）、理事若干名、監査委員1名  
役員は正会員でなければならない。役員の任期は3年とする。
2. 評議員の選挙で評議員の中から理事10名を選出し、総会において決定する。

理事の任期は連続2期までとする。ただし、理事長推薦による理事としての任期は含めない。
3. 理事は理事会を組織し、本会の事業を行う。
4. 理事長は理事の互選で選ばれ、本会を代表し、会務を司り、総会および理事会を召集する。
5. 理事長を除く理事選挙上位2名と、理事の中から理事長の推薦する1名を副理事長とし、副理事長の中から理事長が事務局長を選任し、会の総務、財務を担当させる。
6. 理事会は本会の事業を行うために、必要に応じて専門委員会を設置することができる。専門委員会は評議員から構成され、委員長は理事をあてる。これらの委員の任期は理事の改選までとする。
7. 理事会は評議員の中から監査委員を選出する。理事がこれを兼務することはできない。
8. 理事会は学術大会会長を選出し、総会でこれを決定する。学術大会会長は理事でない場合はオブザーバーとして理事会に参加するように努める。
9. 理事長は理事会の承認を得て、学会の運営に対する助言を行う顧問をおくことができる。顧問は65

歳以上の正会員とし、任期は理事会の任期終了までとする。

(総会)

1. 本会の事業および組織・運営に関する最終の決定は、総会の議決による。
2. 総会は、正会員より構成される。定期総会は原則として毎年1回開催され、理事長がこれを招集する。
3. 定期総会の議長は、大会会長がこれにあたる。
4. 理事長が必要と認めた場合、あるいは正会員の4分の1以上 または理事の2分の1以上の要請があった場合には、理事長は臨時総会を招集する。
5. 総会の議決は、出席者の過半数の賛成を必要とする。

(学術大会)

学術大会は、原則として毎年1回開催し、その企画・運営は学術大会会長がこれにあたる。

(設立年月日・所在地)

1. 本会の設立年月日は、平成7年(1995年)1月1日とする。
2. 本会の所在地は事務局長を兼任する副理事長の所属施設の住所とする。

#### 4章 会計

1. 本会の年会費は、別に定める細則により納入するものとする。
2. 本会の会計年度は、毎年1月1日に始まり、12月31日に終わる。
3. 本会の会計責任者は事務局長を兼任する副理事長とする。

#### 5章 会則の変更

本会の会則の改正は、理事会の審議を経て、総会における出席者の3分の2以上の同意を経なければならない。

付則

1. 本改正会則は、2016年1月1日から施行する。
2. 本改正にともなう副理事長の選任は、次回(2016年)の理事選挙から開始する
3. 本改正にともなう理事の連続三選制限は、次々回(2019年)の理事選挙から導入する。ただし、移行措置として次回(2016年)の理事選挙の上位5名は、次々回(2019年)の理事選挙で三選制限の例外とする。

会則施行内規

1. 入会、退会及び休会手続き

正会員の入会及び休会は、所定の様式により、事務局長まで届け出、理事会の承認を得なければならない。また退会しようとする者は、事務局長まで書面をもって届け出なければならない。

2. 会費納入

- 1) 正会員の年会費は、5,000円とする。ただし大学院学生等は3,000円とする。
- 2) 名誉会員は会費及び学術大会参加費を免除する。
- 3) 賛助会員の年会費は、1口、20,000円とする。
- 4) 年会費の改訂は総会の議決を必要とする。
- 5) 会費未納2年以上経過した会員には、学会誌の発送を停止し、会費納入の督促を行う。
- 6) 長期にわたり年会費を滞納した者は、理事会の承認を得て、除名することができる。

3. 評議員の推薦基準

- 1) 評議員の推薦基準は、原則として本会に所属し3年以上の活発な活動を行い、本会の目的とする研究分野および関連分野での十分な研究歴と業績をもつ(筆頭著者としての原著論文2報以上)ものとする。
- 2) 会員歴が3年未満でも、以下の条件を満たす会員は、理事の推薦と理事会の承認があれば、評議員として推薦できる。

- 本会の目的とする研究分野と関連する分野で5年以上の研究歴を持っていること。
- 本会の目的とする研究分野に関連する学会に3年以上所属し活発な活動を行っていること。

- 上記の研究分野および関連分野で筆頭著者としての原著論文が2報以上あること。
  - 年齢が35歳以上であること。
- 3) 学会の活動を積極的に行うため、大会に直近の3年間に少なくとも1回は学術大会に参加することを再任の基準とする。
4. 理事の選出
- 1) 投票は無記名で5名以内の連記とする。
  - 2) 理事長は分野を勘案し、5名の理事を評議員の中から追加して任命することが出来る。
5. 専門委員会
- 以下の専門委員会をおく。
- 編集委員会
  - 国際交流委員会
  - 評議委員推薦委員会
  - 広報委員会
  - 将来計画委員会
  - 選挙管理委員会
  - 奨励賞選考委員会
  - 学術委員会
  - その他、理事会が必要と認めたもの。
6. 日本時間生物学会学術奨励賞の選考基準
- 1) 日本時間生物学会会員として、時間生物学領域で顕著な業績をあげ、今後の活躍が期待される若手研究者を表彰する。
  - 2) 本賞受賞者の年齢制限は、応募締め切り時点で、博士学位の取得後11年以内、または、修士学位・6年制課程学士学位（医学部、歯学部、獣医学部、薬学部など）の取得後13年以内であること、かつ、41歳以下とする。
  - 3) 上記の目的で理事の中から委員長1名、委員4名より成る選考委員会を設け、公募により募集した候補者の中から本章受賞者を原則として毎年基礎科学部門1、臨床・社会部門1の計2名選定し、賞金を贈呈する。
  - 4) 委員会は毎年設置し、委員長及び委員を理事会が理事の中から選出し、選考委員の任期は理事の期間とする。
7. 賛助会員に関する取り決め
- 1) 賛助会員の定義
    - 賛助会員は本会の目的に賛同し、本会の事業に財政的援助を行う者で、理事会の承認を得た者とする。
  - 2) 会費
    - 賛助会員の年会費は、一口（20,000円）以上とする。
  - 3) 賛助会員の特典
    - 一口につき1名の大会参加費を事務局が負担する。
    - 日本時間生物学会会誌に賛助会員リストを掲載し、謝意を表す。
    - 日本時間生物学会会誌、又は日本時間生物学会ホームページに広告記事を掲載できるものとする。学会誌、又はホームページへの広告記事の掲載は1年間（会費の有効期間）とする。学会誌への掲載ページの場所と大きさは口数に応じて事務局で判断する。
    - 日本時間生物学会の大会での展示などをする場合は優遇する。
  - 4) 賛助会員の会費の取り扱い
    - 賛助会員の会費を学術大会の運営費に充当する場合は、6割を超えてはならない。
8. 学術大会の発表に関する取り決め
- 学術大会の「一般演題」発表の発表者（登壇者）は会員とする。

9. 時間生物学会優秀ポスター賞の制定

- 1) 賞の名称および目的：賞の名称は日本時間生物学会学術大会優秀ポスター賞とし、若手研究者の育成を目的とする。
- 2) 対象者：受賞対象者は日本時間生物学会学術大会において優秀なポスター発表をした者とする。
- 3) 人数：受賞者の人数はおおむね発表者の5～10%とし、柔軟に対応する。
- 4) 選考：選考は選考委員会によって下記のように行う。
  - 理事会において、理事1名および若手研究者3～4名からなる選考委員会のメンバーを選出する。選考委員の任期は理事の任期に準ずる。
  - 選考委員会の委員長は理事が務める。
  - 審査員は学術大会に参加した評議員が務める。
  - 審査員は優秀なポスター発表を選び投票する。投票の方法は別に定める。(附則1)
  - 投票結果に基づき、選考委員会で受賞者を決定する。(附則2)
- 5) 発表：学術大会期間中に受賞者を発表して表彰する。
- 6) 賞品：賞状に加え、学会参加費及び懇親会参加費に相当する金額の賞金を贈呈する。これに学術大会会長の選定した賞品を追加することは妨げない。
  - ※付則1 審査員は、優秀ポスターを3題選び記名投票する。
  - ※付則2 原則として得票数に基づいて選考するが、受賞歴、基礎科学部門及び臨床・社会部門、ならびに研究分野の発表演題数に応じた受賞者数なども考慮する。

10. この内規の改定は理事会の議決を必要とする。

2005年12月02日一部変更	内規16. 学会事務局設置に関する取り決めに追加
2005年14月23日一部変更	内規15. 学術委員会を追加 内規17. 学術奨励賞選考基準を追加
2005年17月08日一部変更	内規18. 賛助会員に関する取り決めに追加
2006年14月22日一部変更	内規12. 5) 学会誌発送停止基準を追加
2006年18月04日一部変更	内規19. 一般演題登壇者の取り決めに追加
2009年11月20日一部変更	内規10. 優秀ポスター賞制定を追加
2011年4月16日一部変更	内規7. 2) 学術奨励賞年齢制限を変更
2011年4月28日一部変更	内規10. 4) ポスター賞審査員を変更
2011年10月31日一部変更	内規10. 3) ポスター賞人数の内容変更 内規10. 4) ポスター賞選考方法の変更 付則1 内容変更 付則2 内容変更
2012年4月16日一部変更	内規10. 3) ポスター賞人数の文言一部削除 付則2 文言追加 内規7. 1) 学術奨励賞の選考基準に文言を追加 内規8. 3) 賛助会員の特典に文言を追加
2014年11月7日一部変更	会則3章(会員)3 名誉会員推薦年齢の変更 内規1. 休会事項を追加
2015年5月23日一部変更	内規6. を改定して学会所在地を明記 内規11. 学会設立年月日を追加 内規12. 11の追加に伴い11を12に変更
2015年6月17日一部変更	内規7. 2) 奨励賞の年齢制限改定。両部門共通化。 学位取得後年数に統一。

2015 年11月21日一部変更

会則 3 章 組織と運営

(役員) 1. 副理事長を追加。再任を妨げないを削除。

2. 理事の任期（連続2期）を制定。

5. 副理事長、事務局長の選任規定を追加

(設立年月日・所在地)の項目を追加

会則 4 章 会計 3. 会計責任者の項目を追加

付則：今回改正前の付則を削除し、以下を追加

1. 本改正の施行日

2. 副理事長の選任時期

3. 理事再選制限についての移行措置

内規 6. 11. は会則に移動するため削除

それに伴い 7. 以後の番号の変更

改正履歴の書式を統一。

## 賛助会員リスト（50音順）

以下の団体（代表者、敬称略）から賛助会員として学会運営にご協力いただいております。お名前を掲載し感謝致します。

株式会社白日社	（鳴瀬久夫）
ブライトライト専門店	（向井嘉一）
一般財団法人 アショフ・ホンマ記念財団	（本間研一）
三協ラボサービス株式会社	（椎橋明広）
有限会社メルクエスト	（山本敏幸）
ロート製薬株式会社	（力石正子）
Crimson Interactive Pvt. Ltd.	（松本悠香）

時間生物学会事務局

## 執筆要領

### 原稿について

本誌では、投稿原稿を受け付けています。以下の執筆要領にしたがって原稿を編集局までお送り下さい。原稿の採用については、編集委員会が中心になって査読を行いますが、必要に応じて関連分野の専門家に依頼し決定します。

原稿は、ワードプロセッサまたはコンピュータソフトを用いて作成してください。原稿のファイルを図表のファイルとともに、編集局へメールの添付書類にてお送りください（送り先：shigey@med.kindai.ac.jp）。メールで送信できない場合には、プリントアウトした原稿1部（図表を含む）とそれらのファイルを保存したCDROMなどを編集局へ送付して下さい（氏名を記載のこと）。ワープロソフトは一般に使われているものなら何でも結構ですが、使用したOSとソフトをお知らせください。図版等は、tif、jpg、pdf形式での投稿を推奨しますが、それ以外につきましては、編集担当者までご相談ください。カラー印刷も対応可能ですので、お問い合わせ下さい。なお、非会員で総説または技術ノートを執筆いただいた場合、会費免除で1年間本学会会員になることができます。

総説、技術ノート、論文、海外レポートについては、2011年第1号より、発刊時に日本時間生物学会のホームページ上の学会誌コーナーにpdfファイルで閲覧することになりました。予めご了承ください。また、別刷は配布いたしません。公開に伴うメールアドレスの公開を見合わせたい方はご連絡ください。

### 1. 総説と技術ノート

- 1) 原稿の長さは、図、表、文献を含め刷り上がりで4～5ページ程度（1頁は約2100字と考えて下さい：横1行23文字で1頁 $46 \times 2 = 92$ 行）とする。
- 2) 第1頁に表題、著者名、所属及びその所在地、電話番号、FAX番号、E-mailアドレス及び脚注（必要がある場合）を記す。
- 3) 第2頁に400字程度のアブストラクトを記入する。
- 4) 本文に節を設ける場合、1.、2.、3.、・・・とする。
- 5) 参考文献の数は特に制限しないが、50編以内が望ましい。参考文献は、引用順に通し番号を付けて文末にまとめて掲げる。本文中の引用箇所には、通し番号を上付きで示す。  
（例）Aschoffによる<sup>1</sup>、・・・である<sup>2,4</sup>。
- 6) 文末の参考文献の記載は、次のようにする。著者が6名以上の場合は、筆頭著者名のみを記載し、以下は「et al.」と省略する。  
[雑誌] 通し番号. 著者名 題名. 誌名, 巻数, ページ（発行年）  
[書籍] 通し番号. 著者名 書名（編者）、ページ、発行所（発行年）  
（例）1. Ikegami, K. *et al.* Tissue-specific posttranslational modification allows functional targeting of thyrotropin. *Cell Rep.* **9**, 801-809 (2014).  
2. van den Pol, A. in *Suprachiasmatic nucleus* (eds Klein DC, Moore RY, & Reppert SM) Ch. 2, 17-50 (Oxford University Press, 1991).  
3. Yoshikawa, T., Yamazaki, S. & Menaker, M. Effects of preparation time on phase of cultured tissues reveal complexity of circadian organization. *J. Biol. Rhythms* **20**, 500-512 (2005).  
4. 重吉康史, 長野護 & 筋野貢. 体内時計中枢に内在する同期機構. *生体の科学* **67**, 527-531 (2016).
- 7) 表は原則として3～5程度とするが、必要に応じて増やすことができる。簡潔な標題と必要な説明をつけて、本文とは別の用紙に作成する。
- 8) 図は原則として3～5程度とするが必要に応じて増やすことができる。図には簡単な標題を付ける。図の標題と説明は別紙にまとめる。

- 9) 図及び表は、図1、図2、・・・、表1、表2、・・・の通し番号で表示する。
- 10) 図及び表を文献から引用した場合、引用を明記するとともに、引用の許可が必要な場合には、著者の責任で許可をとっておく。

## 2. 研究グループ紹介

研究室や研究グループの紹介記事。刷り上がりで1～2頁程度。執筆者を含む顔写真、または研究現場のスナップ写真を少なくとも1枚は添付する。写真には標題と説明を付ける。

## 3. 海外レポート

留学などで滞在した研究室、訪問した研究施設、あるいは海外調査や見聞の紹介記事。写真があれば添付する。刷り上がりで2～4頁程度とする。

## 4. 関連集会報告

国内外の関連集会の紹介記事。写真があれば添付する。刷り上がりで2～4頁程度。

**【倫理】** ヒトを対象とした研究においては、厚生労働省による「臨床研究に関する倫理指針」、厚生労働省・文部科学省による「疫学研究に関する倫理指針」、文部科学省・厚生労働省・経済産業省による「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」に則り、倫理委員会の審査・許可を経た上で行ったものであることを前提とします。また、動物を対象とする研究においては、所属機関の動物実験委員会等の規定に従い、十分な配慮の上行った研究であることを前提とします。したがって、以上の指針・規定に沿っていない研究については掲載することが出来ませんので、ご注意ください。

**【利益相反】** 研究データの公正かつ適切な判断のため、研究に関連する可能性のある利益相反（Conflict of Interest：COI）が存在する場合は、本文中に必ず記述してください。所属機関等の第三者がCOIを管理していない場合も、できる限り研究に関与した研究者にCOIが存在することが明らかな場合は記述してください。

2017年5月改定

■本年度より編集委員を務めます近畿大学の池上です。夏の暑さも終わり次第に秋の装いが深まって行く中、この23巻2号が皆様のお手元に届いていると存じます。これを執筆している現在はまだまだ残暑厳しく、秋が待ち遠しく筆を走らせております。今号は例年通り、学術大会抄録集を兼ねております。

■本号では前号に引き続き、原田先生に総説を書いいただきました。前号がヒトの早寝早起き朝ごはんのご研究で、今号は温暖化に伴う昆虫の生活史の変動についてお寄せいただきました。温暖化に伴い地球規模で生物がどのように適応し、生活スタイルをどのように変化させているか、現在分かりつつあることやまだ未解明なことをご説明いただきました。温暖化に伴う高緯度帯への移動が温度適応や日長とどのように関係しているのか、大変興味がそそられる内容となっています。また、気鋭の山中先生には体内時計と睡眠覚醒調節との関係について、特にオレキシン神経を介した制御について詳細にご説明いただきました。睡眠と体内時計の制御という非常に困難な領域を開拓されてきた内容になっており、コンパクトに分かりやすく書かれた総説に詰められた仕事を想像すると、私も頑張らねばと鼓舞される思いです。

■若手リレーエッセイありがとうございます。今号は私から引き継ぎ、平野先生に前回の私のエッセイよりはるかにためになる留学に関する内容をお寄せいただきました（アメリカ編?）。その留学つながりで、武方さんにはオーストリアでの留学体験を留学体験記でご説明していただきました（ヨーロッパ編?）。突然の依頼にもご快諾いただきありがとうございます。偶然?にも主要な留学先の情報が一度

に会することになり、これも我々の引きの良さかもしれません。両方とも、現在ドクターコースやポストドク若手研究者にとっては、どんな方に聞くよりも参考になる内容で、是非読んでいただけたらと思います。また、過去に留学された先生や留学を考える学生を抱える先生方にも面白く読んでいただける内容かと思えます。学会参加記はEBRSでポスター賞を受賞された原口さんに書いていただきました。急な依頼にもかかわらず快くご快諾いただきありがとうございます。ありがとうございました。

■今号は少なめですが、そのぶん沼田大会長のもと編纂された抄録集が充実しておりますので、プログラムや要旨をお読みいただき、実りある大会になればと祈念しています。

■最後に、前回の重吉先生のような抱腹絶倒な編集後記など私には到底無理だったわけですが、私も個人的なことを少々書きますと、現在春に生まれた子供の子育てにはまっております。親バカですが、観察するのが楽しくもっぱら概日リズムが形成されていく様子を記録ノートで観察できることに無性に喜びを感じています。夜中はできるだけ暗くとか、親の食事のリズムを乱さないとか、どこまで意味があるのかわからないですが、試行錯誤することに研究者の血がそんなところでも働いているようです。もちろん前々編集委員長の富岡先生のご研究（Tomioaka K, and Tomioaka F. Journal of Interdisciplinary Cycle Research 1991;22:71-80.）のような大それたものではありませんが、無周期から長周期のフリーランニングになり明暗に同調するようになるこの成長記録というよりは概日リズム形成が記録された観察ノートは私にとって宝かもしれません。（池上）

時間生物学 Vol. 23, No. 2 (2017) 平成29年10月1日発行

発行：日本時間生物学会 (<http://chronobiology.jp/>)  
(事務局) 〒464-8601 名古屋市千種区不老町  
名古屋大学トランスフォーマティブ生命分子研究所  
吉村崇研究室内  
TEL/FAX : 052-789-4069  
Email : [chronobiology.jp@gmail.com](mailto:chronobiology.jp@gmail.com)  
(編集局) 〒589-8511 大阪府大阪狭山市大野東377-2  
近畿大学医学部解剖学  
重吉康史研究室内  
TEL : 072-368-1031  
Email : [shigey@med.kindai.ac.jp](mailto:shigey@med.kindai.ac.jp)  
(印刷所) 名古屋大学消費生活協同組合 印刷・情報サービス部