研究余滴

滋賀大学名誉教授, 学校法人聖泉学園顧問
井深 信男

Jottings about my research life

Nobuo IBUKA
Honorary Professor of Shiga University, Advisor of Seisen University
6-1085-39 Nango, Ohtsu, Shiga 520-0865, Japan

長い期間, 大学と研究所に身をおき, 教育と研究に携わってきた。ある先達に 70 歳を超えたら, “人生” という言葉は, 他人が聞いても, 気障に響かないようになる, と言われた。その歳になり, 未だ人生を語る心境ではないが, 日本生理心理学会創立 30 周年の節目に, 若い皆さんの何かに役立てばとの思いで, これまでの大学・研究所での活動の軌跡を記している。

1. 大学院のころ

東京教育大学(現筑波大学)での学部時代は, それでも大学は機能していたが, 大学院に入学したところから, 全国的に, 大学紛争が始まり, 博士課程に進学したところには, 大学にはバリケードが築かれ, 動物実験室も完全に封鎖され, 授業や研究どころでなくなった。余り政治的にも熱くなれなかった私は, 設立間もない京都大学霊長類研究所の共同利用研究員となり, それまでラットで調べていた探索行動を, より高次のサルの視覚的探索行動に転じ, 薬物により覚醒レベルを操作し, 覚醒水準と探索活動発現の関係を調べた。もと

もと, 探索行動は, 脳の覚醒水準を維持するために, 外的刺激を取り入れる行動が表出されたものと考えていたので, 覚醒剤投与されたサルは, 探索行動が減少するだろうとの仮説の検討であった(Primates, 1970, 1971; Jap.Psychol.Res., 1971; 心研, 1972)。

アカゲザルを使ったが, 私の感じでは, 体重が 3 kg を超えると, もはやサルは野獣であり, 噛まれると大変である。当時, アカゲザルを使うときは, タモを渡され, 集団飼育ケージから好きな個体を選んで良いと言われたが, その動きは敏捷で, 捕獲に手間取り実験を開始するまでに, 息切れするほどであった。霊長研は設立間もなく, 大変活気に溢れ, 心理部門に室伏靖子先生, 助手に浅野俊夫さん, 渡辺允子さんがおられた。また, 神経生理部門に助手として二木宏明先生がおられ, 昼夜を問わず, 猛烈に実験していた。霊長研で心理学と生理学のカルチャーの違いを感じさせられ, 大変勉強になった。ご承知のように, 多くの心理学の研究者がこの共同利用研究員制度を利用し, 成果をあげられている。サルのような大型動物は, 個別の研究機関で飼育, 研究するよりは, 霊長類研究所のよ

2012.7.25 受稿, 2012.7.25 受理, 2012.12.28 J-STAGE 早期公開, doi: 10.5674/jjppp.1207si, JOI: JST.JSTAGE/jjppp/1207si

連絡者及び連絡先: 〒 520-0865 滋賀県大津市南郷 6 丁目 1085-39 井深信男

E-mail: ibuka-n@seisen.ac.jp

うに集中的に投資した方が、効率的であり、その後の共同利用研究所のモデルとなったのではないだろうか。

2. 三菱化成生命科学研究所の時代

就職の目処がなく、博士課程在籍期限の6年目に、縁あって新設された三菱化成生命科学研究所の川村浩先生の脳神経生理学研究室に採用された。採用の方法がユニークで、今までにやってきた研究を30分、研究所に入ったらやりたいことを30分、述べよというものであった。川村先生と所長の江上不二夫先生が質疑を交え、私の思いを黙って聞いてくれた。1時間ほど待機させられ、川村先生より採用を告げられた。その時、言われたことは、自分の権限と責任で採用するので、期待に添えてくれとのことであった。今にして思うと、アメリカのポストドク採用のやり方であった。

川村先生は、東大脳研の時実利彦先生のご一門で、非常に早くから“行動”に関心を示されていた数少ない脳生理学者のお一人であった。外国での研究生生活が長く、岩波からパブロフの“条件反射”を翻訳されていた。このラボで初めて、肉体を酷使することによりデータを生み出す文化に馴染んだ。

先生のご指導のもと、最初に取り組んだテーマが、メラトニンを産出する松果体と睡眠の関係であった。手術を含め、脳波を記録するのに、大型動物が適していたので、ネコを使った。半野生の猫に麻酔する時が苦勞で、常に引っ掻き傷、覚悟であった。ところが、麻のドンゴロスの袋をネコの頭からすっぽりとかぶせると、目隠し状態となるため、おとなしくなり、腹部にうまく注射することが出来た。

ネコの脳は個体差が少なく、大きいので、脳波の慢性電極の装着など実験動物として優れていたが、睡眠の昼夜のリズムが極めて、不明瞭であり、松果体を摘出しても、いまひとつその効果がはっきりしなかった。

あるとき、川村先生より視交叉上核 (suprachiasmatic nucleus, SCN; 図1) を狙ってみよう、指導を受けた。その存在は、解剖学の教科書には記載されていたものの、機能は全く不明であった。もともと生物リズムに強い関心を持っていたので、この時点で、動物を概日リズムの明瞭なラットに切り替えた。記録紙を1分間に3 cm と極めて遅い速度で流しても、脳波と筋電図、

それに眼球運動を記録すれば、ノンレム睡眠、レム睡眠、覚醒の3相に明瞭に判別できた。ヒトと異なり、動物は常に動き回るので、記録コードがすぐよじれ、睡眠脳波の長時間記録は不可能であった。当時の日本には、これを解消する技術が未だなく、フランスよりスリッパ・リングを取り寄せた。また、脳定位固定装置とコネクタも外国製であった。問題は、視床下部にある極小 (0.3×0.4×0.7 mm) の視交叉上核 (SCN) のみを選択的に通電破壊することであった。うまくSCNが両側破壊されると、昼間に多発するラットの睡眠は、完全に消失し、昼夜の差が見られなくなった (Brain Res, 1975, 1977)。この研究報告には多くの文献請求を頂いたが、SCN破壊により、活動性や摂食行動といった単なる表現型でなく、脳活動そのものを反映する脳機能の概日変動が消失することを見出したことによるものだと思っている。しかも、面白いことに、一日に出現する睡眠総量は、術前と術後で変化がなかった。このことは、脳は正常に機能しているが、脳の計時機能のみが選択的に損なわれることを示唆していて、極めて重要である。これらの研究は、海老原 (時間生物学, 2010) によれば、我が国の概日時計の生理学的研究の先陣となり、その後に続く視交叉上核研究の発展の基礎となった、と位置づけられている。

その後、SCNが概日リズムを生み出す生物時計であることを証明するために、川村研究室より相次いで注目すべき論文が発表されたが、間違いなく、これらの研究は、その後の概日リズムの神経科学研究を世界的規模で牽引した。中でも、ラットのSCNへ

図1. ラットの視交叉上核 (矢印)、視神経の真上に位置している。

の入出力を外科的に遮断した“島標本”で島内部からのみ、複数ニューロン（MUA）の概日変動が検出されたことは、SCNが概日時計本体であることを強く示し、注目を浴びた（Inouye, & Kawamura, 1979）。更に、予めSCNを損傷したラットに、新生仔のSCNを移植すると、概日リズムが復活することも、一層、SCNが概日時計であることを強く印象づけた（Sawaki, Nihonmatsu, & Kawamura, 1984）。

実は、初めてこの視交叉上核が概日時計としての可能性を脳損傷により、Proc.N.A.S. と Brain Res. 誌に発表した二つのグループが Zucker, I. と Moore, Y. R. たちで、1972年のことであった。今日、概日時計としての視交叉上核を語るとき、彼らの先見性にはただ脱帽するばかりである。Zucker 教授はカナダのマギル大学で Hebb の心理学の講義を聴き、数学から心理学に転向した、とのことであった。かれらの業績は、概日時計の生理学的研究では必ず引用される画期的業績で、同学の心理学を学んだものとして大変うれしく思っている。Zucker 教授のもとからは、Dr. Stephan や Dr. Rusak, Dr. Smale, 他何人かの優れたリズム研究者が巣立っている。日本で最も早い時期（1978）に、東京の経団連会館で開催された生体（物）リズムに関する国際シンポジウムに招待された折に、彼とお会いする機会があった。後に、文部省在外研究員として彼のラボで研究させてもらうこととなったが、現在は、UC Berkeley の名誉教授である。

これらの神経科学的な手法により、SCN が生物時計であることが証明されると共に、多くの研究者が視交叉上核研究に参入し、後に、程肇による哺乳類における時計遺伝子の発見、岡村均の概日時計の分子機構の解明、近藤孝男によるシアノバクテリア時計機構の研究など、我が国の時間生物学は国際的にも誇るべき成果をあげている。また、2003 年、北大の本間研一教授が第 1 回時間生物学世界大会を札幌で開催するなど、日本における時間生物学研究の水準は、国際的にも極めては高く評価されている。心理学からも Rusak 教授のもとへ留学し、本間研究室で学ばれた福井医大の安倍博教授、他の皆さんが活躍されている。ただ、最近では時間生物学の研究方向が、益々、ミクロな方向へ傾斜し、行動レベルでの研究が少なくなっており、心理学からの参入が難しくなっているのがさびしい限りである。三菱生命研の生活は、絶えず世界を意識し

ながら、ただただ研究にひたむきに専念できた楽しく、充実していた時代であった。

3. 滋賀大学での研究と教育

これもまた縁としか言いようがないが、1976 年秋に滋賀大学教育学部に転出した。月給は 2/3 となり、研究環境は三菱時代とは比ぶるべくもなかった。ただ、滋賀大学は地方大学としては珍しく、関口茂久教授がマウスの行動遺伝学で成果をあげられ、心理学での動物実験の伝統があった。私には、生理心理学のラボを立ち上げることが期待された。心理学で動物実験を続けようと思うと、当然、動物の維持・管理の施設と人出が必要となり、昔も今も、限られた環境しかないのが、きわめて残念である。

幸運にも、数年後に研究棟の改築があり、これに合わせ動物で生理学的な実験ができるラボを立ち上げることが出来た（図 2）。基本的には、三菱生命研以来

図 2. 動物用の脳生理学実験手術室

のテーマである睡眠の概日リズムを軸に、マウスでの視交叉上核の破壊 (Waking Sleeping, 1980)、睡眠リズムの発達特性を早熟性のモルモットと晩熟性のラットで比較 (Behav. Brain Res., 1984)、遺伝的に両眼球を欠損したラットの視交叉上核特性と睡眠リズムの関係 (Physiol. Behav., 1987) 等、を主に調べた。いろいろ印象に残っているが、モルモットは形態、運動、だけが早熟でなく、生後1日ですでに脳波が記録可能で、そのパターンも成体に匹敵した。先天性両眼球欠損ラットの視交叉上核は、健常ラットに比べ小さいものの、概日リズムを生み出すには十分であった。また、この実験では、実験動物中央研究所からオス1匹、メス1匹を分与してもらい、これを繁殖させ実験に供したが、実験用の動物を確保するのに長期間を要したことが、強く印象づけられた。

赴任した時は、助教授で、講義・演習の他は、大きな校務もなく、研究と学生指導に集中できた。何せ、24時間一日中脳波計を動かしているの、いつも気が抜けず、これが最大の悩みであったが、道路一つ隔てた官舎に住んでいたことで、救われた。落雷・停電の時は、夜中であっても守衛より、直ちに私に通報された。

このころは、私も若く、自ら先頭に立ち、実験し、データを出した。学部学生も、今から思うと、大分難しい英文ジャーナルを読ませたが、よくついてきてくれた。睡眠の概日リズム研究において、最大の問題はデータ処理であった。データ入力紙テープの時代で、1日の記録のデータ処理に、数時間を要した。このスタイルの研究と教育が在外研究まで続いた。

在外研究には強い思いがあり、滋賀大学赴任の翌年から、希望を出していた。その場合の留学先は、先述の Zucker 教授の研究室と決めていた。最大の理由は、彼の研究室のテーマが私の関心領域と重なっていたことである。彼の研究室には人工気象室が備えられ、いつでも哺乳類で季節リズムが研究できる環境が整っていた。元来、時間生物学の分野でも、季節リズム研究は少なく、当時の日本では、昆虫類での研究が主であった。その理由の一つは、研究に長期間を要し、実験室のスペースをはじめとする環境条件の確保が、哺乳類では困難であったためと思う。アメリカのような競争主義の国では、短期間で成果の上がる研究ばかりのように、よく言われるが、そのようなことはなく、理念

と研究目的がしっかりとしていれば、長期間を要する研究も、手厚い支援がなされている。そのことは彼のラボの潤沢なグラントが物語っていた。

1985年10月から、彼のラボで仕事した。実験室と図書館の往復、それがすべてに優先した。実験に携わっていると、時々、感動する場面に遭遇するが、キンイロジリスの冬眠からの目覚めには、全く、驚かされた。冬眠中の動物を実験室から取り出し、常温の部屋に置くと、数時間して目覚める。冬眠中、その動物は毬のように丸くなり、鼻先はほのかにピンクで、時々、髭を動かすが、前肢に触れると大変冷たい。前肢に触れた時の感触と、目覚めの過程で見せるスローモーションは全くもって感動的であった。この時の体験が、帰国後、冬眠研究を始める大きな動機となった。

冬眠のことなど

よく誤解されるが、動物は冬眠に入ると、一冬の間、目覚めることなくずっと低体温を維持し、深い眠り状態にあると理解されているが、そのようなことは決してない。全ての冬眠哺乳類は、必ず、途中覚醒する。その周期は種により、数日から十数日にわたる。2日以上持続する低体温状態を冬眠といい、1日で終了する低体温状態を daily torpor (日内休眠) と区別している。

動物を秋・冬を模した明8時間：暗16時間の短日、低温環境に置くと、1から2ヶ月で、シベリアハムスターは日内休眠を見せる(図3)。彼らとの共同研究で、視交叉上核の破壊により、この日内休眠の季節リズムが、完全に消失することを見出し、松果体と並び、視交叉上核が季節時計としてきわめて、重要なことが分

図3. シベリアハムスターの日内休眠。短日寒冷環境で、体温を20℃程度まで降下させる。

かった (Am.J.Physiol, 1989)。シベリアハムスターは短日寒冷の環境に曝されると、精巣委縮と並行して、体毛を真っ白に変化させ、それはとても美しく、見事なものであった。それを彼らは、ウィンター・コートを着るとエレガントに表現する。

帰国後、日長を完全にコントロールできるコフィン（棺桶様遮光ボックス）を導入し、実験室を一新し、季節リズム研究体制に模様替えした。動物も、野生を残すハムスターに換えた。彼らは、ラット・マウスと異なり、短日に応答して、精巣を委縮する性質を今なお維持し、明瞭な光周性を示す。季節リズムとして、冬眠（図4）と生殖行動（精巣機能）を取り上げた。当時の日本では、全くとってよいほど、哺乳類では季節リズム研究に手がつけられていない状態であった。

学生指導に当たり、極力、心理学的視点の導入を心がけた。3回生から、学生と一緒に実験し、いくつかの面白い（自分ではそのように思っている）成果を得

図4. 冬眠中のシリアンハムスター。毬のように特有の姿勢をとる。

た。

冬眠は寒冷・短日環境で誘発されるが、むしろ、直接的には、餌の欠乏によるストレスが、冬眠惹起の引き金として働く。確かに、餌の欠乏は自然界での最大のストレスであるが、動物が剥奪日を予測できるような事態は、動物にとって大きなストレスとはならない。同じ確率で餌を剥奪しても、剥奪日を予測出来ない条件下で、動物は長く冬眠する。例えば、全実験期間の25%の日に餌を剥奪しても、4日ごとに1日の場合と予測不能のランダムな系列日では、後者の条件で、動物はより長く、より多く冬眠する (Physiol.Behav., 1995, 1997)。この予測不能のストレスは、単に、冬眠だけでなく、体重と精巣発達を大きく抑制することも明らかとなった (Physiol.Behav., 1993)。餌の入手を予測できる場合には、動物は、たとえ餌が入手できなくても、緊張とストレスを感じることはなく、次にいつ、餌にありつけるかわからない時に、長く冬眠し、厳しい冬をやり過ごすのだろう。

さらに、冬眠の発生は、動物の発達段階により異なり、幼体、若年、老齢動物を比べると、加齢につれ、動物は早く冬眠に入り、長く冬眠することも分かった (Chronobio.Int., 2000)。その理由として、シリアンハムスターでは幼体を、短日環境に暴露しても、精巣発達を抑制する効果が微弱なため、冬眠が誘発されないと考えられる。

俗に、“血がさわぐ、血が熱い”と良く言われる。精巣が大きく、雄性ホルモンを生産している限り、冬眠は生起しない。冬眠には、どうしても、精巣が完全委縮しテストステロンの働きが、停止する必要がある。それが証拠に、精巣を摘出すると、冬眠生起は早まる。

光周性のことなど

シリアンハムスターの光周性を調べ始めのころ、妙なことに気付いた。それは外国の文献で発表されている体重・精巣重量より、私たちの実験室のハムスターの方が、常に、重いことであった。ある会社のラット・ハムスター用固形飼料を使っていたが、草食動物用固形飼料に切り替えると、スタンダードな値が得られた。多分、彼らは、自然ではいつも栄養豊かな餌にありつくわけでないのであろう。

季節リズムを実験室で再現するには、光周期の操作が基本である。自然の秋冬をシミュレートするために、短日環境に動物を曝す。多くの場合、明8時間：

暗 16 時間を用いたが、温暖な 22℃程度でも精巢は委縮をはじめ、10 数週間で、最も小さくなる。ところが、明 16 時間：暗 8 時間のまま、気温を下げて、精巢は期待したほど、委縮しない。このことは、進化の過程で、動物たちは、変動の激しい気温に比べ、一年を通じ正確に変化する日長変化を、季節マーカーとして、選び取ったと考えられている。もちろん、短日と寒冷の二つの要因を加重すれば、より明瞭に季節リズムは再現される。

これも光周期実験の常識なのだが、短日環境 (L8:D16) のもと、16 時間の暗開始より中頃で、数秒でも点灯すると、精巢は委縮しなくなってしまう。忘れられないのは、この夜間中断実験で、全く精巢が委縮しないのを見て、学生の一人が感じ入ったように、“先生、教科書通りですね”と言ったことである。このことは、動物は、暗期の絶対時間の長さに応答しているわけではなく、明あるいは暗開始を日の出、日没と理解していることを意味している。学生にとって、この理論はにわかには信じがたいものであったらしい。また、精巢委縮の過程は、ノギスで測る方法もあるが、より正確には、摘出し、重量を 1 mg 単位で測定するのが良い。短日寒冷環境では、1/20 程度までに萎縮する。

季節性のリズムという長丁場の研究を学生・院生が中心となって、支えてくれた。彼らの協力がなければ、全く、研究室は成り立たず、研究成果も得られなかった (Jap.Psychol.Res., 1992; Physiol.Behav., 1993; Jap.J.Anim.Psychol., 1998)。また、学生と一緒に仕事すると、教えられることも多い。それに、実験から離れて、デスクの前で良いアイディアは浮かばず、serendipity もない。何よりも、これまでの研究に対しては、学生の諸君、また、犠牲となった動物に対し、感謝の気持ちを持ち続けたい。

4. むすび

国立大学と私立大学、また研究所、さらには大学の規模などにより、研究に対する位置づけとスタッフの意識は異なって、当然である。加えて、大学には教育という大切な仕事があり、今後ますます、その重要性は増すことと思う。これを超えて、ずっと、研究にこだわり続けようとする、どのようなことが問題となるか。

まず、研究対象に対して、マニアック、つまりオタクであり続ける必要がある、と思う。それに、実験系の場合は、指導者を含めた意味での研究環境も重要である。単に施設面だけでなく、人的サポート体制、資金等である。もちろん、自分自身の能力・資質は申すまでもない。

現在では、大きく改善されたが、人文科学に属する心理学は、私たちの時代では、博士課程を修了しても、博士の学位は授与されないのが普通であった。社会科学系も事情は、変わらない。これでは、進学する気も起らないし、国際的に通用する大学院として、留学生を集められない。この点で、発足時より日本の人文・社会科学系の大学院は、その役割を果たしてこなかった、と言えよう。博士号取得は、自立した研究者としての能力の保証で、ここでスタートラインに立つ。教授の最大の仕事は、学位を取得する学生の指導である、と理解している。

世界は、科学、経済を筆頭にグローバル化が急速に進んでいる。知覚関係の国際心理学雑誌への日本人論文は、ここ 30 年間で急速に増加している (佐藤隆夫, 心理学ワールド, 2011)。この分野に限らず、生理心理学の貢献も同じ傾向にあると思う。ますます、この傾向は加速されるであろう。若い皆さんは、20 年、30 年後を見据えて、この国際化への対応に向き合う姿勢を養ってほしい。そのためには、若い時代に留学するのが、非常に良い経験となる。自然科学の分野では、ほとんどの研究者が、何らかの留学体験を有しており、このことがその学問の国際化を強く支えている。科学研究費補助金で、外国出張が認められるようになって、久しいが、これは大変良い改革であったと思う。2016 年に我が国で開催される国際心理学会は、このよい契機となると思う。皆さんの活躍を強く願っている。

引用文献

- Ibuka, N. (1970). The influence of day-night cycles and the additive effects of methamphetamine and illumination on the spontaneous activity in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Primates*, **11**, 101-111.
- Ibuka, N. (1971). The relationship between visual exploratory behavior and spontaneous activity in rhesus monkeys

- (*Macaca mulatta*). *Primates*, **11**, 201-214.
- Ibuka, N. (1971). The differential effects of methamphetamine upon visual exploratory behavior and spontaneous motor activity in rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Japanese Psychological Research*, **13**, 26-33.
- 井深信男 (1972). バー押し場面におけるアカゲザルの視覚的探索行動と自発的活動に及ぼすメタンフェタミンの効果. *心理学研究*, **43**, 277-282.
- Ibuka, N., & Kawamura, H. (1975). Loss of circadian rhythm in sleep-wakefulness cycle in the rat by suprachiasmatic nucleus lesions. *Brain Research*, **96**, 76-81.
- Ibuka, N., Inouye, S. T., & Kawamura, H. (1977). Analysis of sleep-wakefulness rhythms in male rats after suprachiasmatic nucleus lesions and ocular enucleation. *Brain Research*, **122**, 33-47.
- 海老原史樹文 (2010). 日本における時間生物学の発展を振り返る. *時間生物学*, **16**, 1-2.
- Inouye, S. T., & Kawamura, H. (1979). Persistence of circadian rhythmicity in a mammalian hypothalamic "island" containing the suprachiasmatic nucleus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **76**, 5962-5966.
- Sawaki, Y., Nihonmatsu, I., & Kawamura, H. (1984). Transplantation of the neonatal suprachiasmatic nuclei into rats with complete bilateral suprachiasmatic lesions. *Neuroscience Research*, **1**, 67-72.
- Stephan, F. K., & Zucker, I. (1972). Circadian rhythms in drinking behavior and locomotor activity of rats are eliminated by hypothalamic lesions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **69**, 1583-1586.
- Moore, R. Y., & Eichler, V. B. (1972). Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Research*, **42**, 201-206.
- Ibuka, N., Nihonmatsu, I., Sekiguchi, S. (1980). Sleep-wakefulness rhythms in mice after suprachiasmatic nucleus lesions. *Waking Sleeping*, **4**, 167-173.
- Ibuka, N. (1984). Ontogenesis of circadian sleep-wakefulness rhythms and developmental changes of sleep in the altricial rat and in the precocial guinea pig. *Behavioural Brain Research*, **11**, 185-196.
- Ibuka, N. (1987). Circadian rhythms in sleep-wakefulness and wheel-running activity in a congenitally anophthalmic rat mutant. *Physiology & Behavior*, **39**, 321-326.
- Ruby, N. F., Ibuka, N., Barnes, B. M., & Zucker, I. (1989). Suprachiasmatic nuclei influence torpor and circadian temperature rhythms in hamsters. *American Journal of Physiology*, **257**, R210-R215.
- Ueda, S., & Ibuka, N. (1995). An analysis of factors that induce hibernation in Syrian hamsters. *Physiology & Behavior*, **58**, 653-657.
- Ibuka, N., & Fukumura, K. (1997). Unpredictable deprivation of water increases the probability of torpor in the Syrian hamster. *Physiology & Behavior*, **62**, 551-556.
- Ibuka, N., Ichikawa, S., & Nishioka, H. (1993). Stress suppresses testicular and body weight in young Syrian hamsters under short photoperiod. *Physiology & Behavior*, **53**, 917-922.
- Terada, A., & Ibuka, N. (2000). Age affects hibernation in Syrian hamsters (*mesocricetus auratus*). *Chronobiology International*, **17**, 623-630.
- Ibuka, N. (1992). Photoperiodic regulation of body weight in Syrian hamsters Effects of prior photoperiodic history. *Japanese Psychological Research*, **34**, 126-134.
- Usui, T., & Ibuka, N. (1998). Photoperiodic responsiveness in Mongolian gerbils. *Japanese Journal of Animal Psychology*, **48**, 177-181.
- 佐藤隆夫 (2011). 心理学の国際化について. *心理学ワールド*, **55**, 1-1.
- 井深信男 (1990). 行動の時間生物学. 朝倉書店