

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K15187

研究課題名(和文) マウス睡眠覚醒制御遺伝子のサプレッサースクリーニング

研究課題名(英文) Suppressor screening for sleep in mice

研究代表者

船戸 弘正 (FUNATO, Hiromasa)

筑波大学・国際統合睡眠医科学研究機構・教授 (WPI-IIIIS)

研究者番号：90363118

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者らは、SIK3による睡眠制御に関与する分子を同定するために、サプレッサースクリーニングを実施した。エチルニトロソウレア投与量等の違いによる点突然変異の頻度を検討するため、全エクソームシーケンスを実施した。ランダム変異導入マウスにはC57BL/6N系統のSIK3遺伝子変異マウスを用い、C57BL/6J雌と交配させたF1世代を用いて睡眠覚醒行動を検討した。複数のブリーダー由来のC57BL/6JおよびC57BL/6N系統を用いるためSNP候補をすべてシーケンスして、連鎖解析に用いるためのSNPリストを作成した。マウスの睡眠異常を表現型とするサプレッサースクリーニングを稼働することができた。

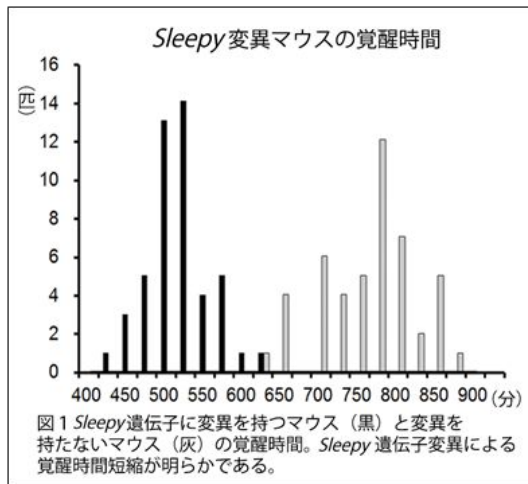
研究成果の概要(英文)：The principal investigator conducted a suppressor screening to identify molecules involved in sleep regulation through the SIK3 pathway. We performed whole exome sequencing to examine the frequency of random point mutations due to ethylnitrosourea dosage. We used SIK3 gene mutant mice of the C57BL/6N strain to induce random mutations and made them crossed with wild-type C57BL/6J females to obtain F1 mice. We examined sleep/wake behavior based on EEG/EMG recording of the F1 generation mice. Since there are many polymorphisms even in the same C57BL/6J or C57BL/6N strains from multiple breeders, we sequenced SNP candidates and created a full SNP panel that is necessary for a linkage analysis. I have been running a suppressor screening for sleep in mice.

研究分野：神経科学

キーワード：睡眠覚醒 フォワード・ジェネティクス リン酸化酵素 細胞内シグナル伝達系

1. 研究開始当初の背景

日本人は、世界で最も睡眠時間が短い国民であり、慢性的な睡眠不足が心身の健康を損なうリスクとなっている。しかし、なぜ一定量の睡眠が必要なのか、睡眠必要量はどのように規定されているのかは不明である。研究代表者らは、ランダム点突然変異マウスを用いたフォワード・ジェネティクスの手法を用いて、睡眠量が大きく増加する Sleepy 変異マウスを樹立し、Sik3 遺伝子の変異によって睡眠必要量が増大することを明らかにした (Funato et al Nature 2016)。



2. 研究の目的

遺伝学の研究では、変異体の表現型を消失させるサプレッサー変異の同定によって、1つ目の変異と、2つ目の変異との物質的なインタラクションを明らかにするという研究がある。通常は、ショウジョウバエや線虫など世代時間の短いモデル動物を用いて行う研究である。しかし、睡眠研究には哺乳類を用いた研究が望ましい。本研究では、顕著な覚醒時間の減少を示す Sik3 遺伝子変異マウスにランダム点突然変異を導入することに



より睡眠量が正常化するマウスを見出し、Sik3 蛋白による睡眠制御の細胞内カスケードを構成する分子の同定を目指す。

3. 研究の方法

図2に示すように、化学変異原であるエチルニトロソウレアを Sik3(Sleepy) 遺伝子変異ホモ接合体に投与する。妊孕性の回復後に、野生型マウスとの体外受精を行い、第1世代マウスを産出する。第1世代は Sik3 遺伝子変異ヘテロ接合体であり、大部分のマウスは顕著な覚醒時間減少を示すが、ごく少数に出現する覚醒時間の長いマウスを選び第2世代を産出する。第2世代の Sik3 遺伝子変異ヘテロマウスが親マウスと同様に覚醒時間延長を示した場合、「遺伝性あり」と判断し、併存する点突然変異の作用によって、Sik3 遺伝子変異による睡眠異常が抑制されたと考え原因遺伝子同定を行う。

4. 研究成果

申請時には顕著なノンレム睡眠時間の延長を示す Sleepy 変異家系と示していたが、正しい遺伝子名を研究期間中に Nature 誌に公表することができた。Sleepy 変異家系は、リン酸化酵素である SIK3 をコードする遺伝子のスプライス変異によって生じ、エクソンがスキップすることによって、優性の効果を示す。SIK3 は AMPK ファミリーに属するリン酸化酵素であり、脳に広範に発現している (Funato et al. Nature 2016)。

この研究により、哺乳類を用いた睡眠覚醒を表現型としたフォワード・ジェネティクスの強力さとユニークさを広くアピールすることができた。マウスを用いた睡眠の研究成果以前に研究アプローチ自体がユニークなものである。この SIK3 による睡眠制御に関与する分子を同定するために、サプレッサースクリーニングを実施した。遂行にあたっては様々な検討があらためて必要であった。エチルニトロソウレア投与量やプロトコールの違いによるランダム点突然変異の頻度を検討するため、筑波大学村谷研究室に依頼し、全エクソームシーケンスを実施した。ランダム変異導入マウスには新潟大学崎村研究室で作成された C57BL/6N 系統の SIK3 遺伝子変異マウスを用いている。これらのマウスは、エチルニトロウレア投与の有無にかかわらず、基礎的な睡眠覚醒行動は、ランダム点突然変異マウススクリーニングによって得られた Sleepy 家系と全く同じ睡眠異常を示す。睡眠測定や睡眠寛離行動解析は、脳波筋電図に基づき行った。実際のスクリーニングには、C57BL/6N の純系ではなく、C57BL/J 雌と交配させた F1 世代を用いた。通常ランダム点突然変異マウスの優性スクリーニングと異なり、複数のブリーダー由来の C57BL/6J および C57BL/6N 系統を用いるために、それぞれの SNP 候補をすべてシーケンスして、連鎖解析に用いるための SNP リストを作成し

た(Miyoshi, Funato et al. 投稿準備中)。このリストは、本研究にとどまらず、多くの研究のリソースとなる。全エクソームシーケンスによりエチルニトロソウレア投与によるランダム点突然変異数に野生型マウスと違いがないかを検討した。計画的に産仔数を維持するために人工授精によってサプレッサースクリーニング用のマウスを産出している。SIK3 変異に加えて、ランダム点突然変異をもつマウスの脳波筋電図を測定し、睡眠覚醒行動を検討した。

SIK3 変異マウスが肥満傾向を示すことから、サプレッサースクリーニングに用いるマウスについても定期的に体重を測定しエネルギー代謝への顕著な影響がないかの検討を継続している。マウスの睡眠異常を表現型とするサプレッサースクリーニングという非常に野心的なプロジェクトを稼働することができた。Sleepy や Dreamless を樹立し、SIK3 や NALCN を同定したプロジェクトも成功までにかなりの年数を必要としたこと、システムの樹立自体だけでも非常に困難であったことから、サプレッサースクリーニングを継続していくことが重要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 14 件)

(1) Zhiqiang Wang, Jing Ma, Chika Miyoshi, Yuxin Li, Makito Sato, Yukino Ogawa, Tingting Lou, Chengyuan Ma, Xue Gao, Chiyu Lee, Tomoyuki Fujiyama, Xiaojie Yang, Shuang Zhou, Noriko Hotta-Hirashima, Daniela Klewe-Nebenius, Aya Ikkyu, Miyo Kakizaki, Satomi Kanno, Liqin Cao, Satoru Takahashi, Junmin Peng, Yonghao Yu, Hiromasa Funato*, Masashi Yanagisawa*, Qinghua Liu*, Quantitative phosphoproteomic analysis of the molecular substrates of sleep need. Nature (査読有) in press (* corresponding authors)

(2) Yibing Wang, Liqin Cao, Chia-Ying Lee, Tomohiko Matsuo, Kejia Wu, Greg Asher, Lijun Tang, Tsuyoshi Saitoh, Jamie Russell, Daniela Klewe-Nebenius, Li Wang, Shingo Soya, Emi Hasegawa, Yoan Chérasse, Jiamin Zhou, Yuwenbin Li, Tao Wang Xiaowei Zhan, Chika Miyoshi, Yoko Irukayama, Jie Cao, Julian P. Meeks, Laurent Gautron, Zhiqiang Wang, Katsuyasu Sakurai, Hiromasa Funato, Takeshi Sakurai, Masashi Yanagisawa, Hiroshi Nagase, Reiko Kobayakawa, Ko Kobayakawa*, Bruce Beutler*, Qinghua Liu*. Large-scale forward genetics screening identifies Trpa1 as a chemosensor for

predator odor-evoked innate fear behaviors. Nature Communications (査読有) in press

(3) Satoko Oda, Yousuke Tsuneoka, Sachine Yoshida, Satomi Adachi-Akahana, Masanori Ito, Masaru Kuroda, Hiromasa Funato. Immunolocalization of muscarinic M1 receptor in the rat medial prefrontal cortex. Journal of Comparative Neurology (査読有) 526, 1329-1350, 2018
DOI:10.1002/cne.24409

(4) Haruna Komiya, Chika Miyoshi, Kanako Iwasaki, Noriko Hotta-Hirashima, Aya Ikkyu, Satomi Kanno, Takato Honda, Masahiko Goshō, Hiromi Hamada, Toyomi Satoh, Akiyoshi Fukamizu, Hiromasa Funato*, Masashi Yanagisawa* Sleep/wakefulness behaviors in mice during pregnancy and pregnancy-associated hypertensive mice. SLEEP (査読有) 41(3), 1-14, 2018
DOI: 10.1093/sleep/zsx209

(5) Yousuke Tsuneoka, Sachine Yoshida, Kenkichi Takase, Satoko Oda, Masaru Kuroda, Hiromasa Funato*. Neurotransmitters and neuropeptides in gonadal steroid receptor-expressing cells in medial preoptic area subregions of the male mouse. Scientific Reports (査読有) 7: 9809, 1-16, 2017
DOI:10.1038/s41598-017-10213-4

(6) Yousuke Tsuneoka, Shinji Tsukahara, Sachine Yoshida, Kenkichi Takase, Satoko Oda, Masaru Kuroda, Hiromasa Funato*. Moxd1 is a marker for sexual dimorphism in the medial preoptic area, bed nucleus of the stria terminalis and medial amygdala. Frontiers in Neuroanatomy (査読有) 11:26, 1-13, 2017
DOI: 10.3389/fnana.2017.00026

(7) Hiromasa Funato*, Chika Miyoshi, Tomoyuki Fujiyama, Takeshi Kanda, Makito Sato, Zhiqiang Wang, Jing Ma, Shin Nakane, Jun Tomita, Aya Ikkyu, Miyo Kakizaki, Noriko Hotta-Hirashima, Satomi Kanno, Haruna Komiya, Fuyuki Asano, Takato Honda, Staci J. Kim, Kanako Harano, Hiroki Muramoto, Toshiya Yonezawa, Seiya Mizuno, Shinichi Miyazaki, Linzi Connor, Vivek Kumar, Ikuo Miura, Tomohiro Suzuki, Atsushi Watanabe, Manabu Abe, Fumihiro Sugiyama, Satoru Takahashi, Kenji Sakimura, Yu Hayashi, Qinghua Liu, Kazuhiko Kume, Shigeharu Wakana, Joseph S Takahashi, Masashi Yanagisawa*.

Forward-genetics analysis of sleep in randomly mutagenized mice. *Nature* (査読有) 539, 378-383, 2016 (* corresponding author)
DOI: 10.1038/nature20142

(8) Mohammad Sarowar Hossain, Fuyuki Asano, Tomoyuki Fujiyama, Chika Miyoshi, Makito Sato, Aya Ikkyu, Satomi Kanno, Noriko Hotta, Miyo Kakizaki, Takato Honda, Staci J. Kim, Haruna Komiya, Ikuo Miura, Tomohiro Suzuki, Kimio Kobayashi, Hideki Kaneda, Vivek Kumar, Joseph S. Takahashi, Shigeharu Wakana, Hiromasa Funato*, Masashi Yanagisawa* (*corresponding author). Identification of mutations through dominant screening for obesity using C57BL/6 substrains. *Scientific Reports* (査読有) 6:32453, 1-15, 2016
DOI: 10.1038/srep32453

(9) Kenkichi Takase, Yousuke Tsuneoka, Satoko Oda, Masaru Kuroda, Hiromasa Funato. High-fat diet feeding alters olfactory-, social- and reward-related behaviors of mice independent of obesity. *Obesity* (査読有) 24:886-894, 2016.
DOI: 10.1002/oby.21441

(10) Takeshi Kanda, Natsuko Tsujino, Eriko Kuramoto, Yoshimasa Koyama, Etsuo A. Susaki, Sachiko Chikahisa, Hiromasa Funato. Sleep as a biological problem: an overview of frontiers in sleep research. *Journal of Physiological Sciences* (査読有) 66:1-13, 2016.
DOI: 10.1007/s12576-015-0414-3

(11) 長瀬博、北川博之、船戸弘正、阿部高志、小久保利雄、宇宙環境における睡眠問題の解決、*生体の科学*(査読無)、69: 138-141, 2018

(12) 柳沢正史、船戸弘正、ベルツ賞受賞論文 "フォワード・ジェネティクスによる睡眠制御とその障害の解明" *最新医学*(査読無)、73 116-145, 2018

(13) 船戸弘正、*ノンレム睡眠の生理的役割、医学のあゆみ* (査読無)、263, 728-732, 2017

(14) 船戸弘正、睡眠と認知機能の基礎：記憶の固定も含めて、*Progress in Medicine* (査読無)、37: 927-930, 2017

[学会発表](計 36件)

1 船戸弘正 視索前野の性差とその発生 第123回日本解剖学会総会・全国学術集会・シンポジウム「脳の発生と発達障害

を巡るフロンティア」日本医科大学(武蔵野市) 2018.3.30

2 吉田さちね、恒岡洋右、小田哲子、黒田優、船戸弘正 マウスを用いた母子相互作用中に起こる仔の痛覚閾値上昇に関わる神経機構の解析 第123回日本解剖学会総会・全国学術集会 日本医科大学(武蔵野市) 2018.3.30

3 小田哲子、吉田さちね、恒岡洋右、黒田優、船戸弘正 ラット前頭頭皮質におけるムスカリン受容体M1の局在分布 第123回日本解剖学会総会・全国学術集会 日本医科大学(武蔵野市) 2018.3.30

4 恒岡洋右、吉田さちね、小田哲子、黒田優、船戸弘正 マウス内側視索前野における神経ペプチドmRNA発現と性的二型 第123回日本解剖学会総会・全国学術集会 日本医科大学(武蔵野市)2018.3.28

5 Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa, Forward genetic analysis of sleep in mice. Gordon Research Conference "Sleep Regulation and Function", Galvestone, USA 2018.3.19

6 Hiromasa Funato. Forward genetic analysis of sleep in mice. Keystone symposia "State of the Brain" January 15, 2018 (Keystone, CO, USA)

7 小林里帆、中根伸、中川寛之、富田淳、船戸弘正、柳沢正史、桑和彦 時計神経における新規睡眠関連遺伝子 *Sik3* の機能 2017年度生命科学系学会合同年次大会 神戸国際会議場(神戸市) 2017.12.7

8 本多隆利、藤山知之、三好千香、船戸弘正、柳沢正史 "フォワード・ジェネティクスにより樹立された睡眠異常マウス系の行動表現型における分子・神経回路基盤" 2017年度生命科学系学会合同年次大会 神戸国際会議場(神戸市) 2017.12.6

9 菅野里美、三好千香、一久綾、堀田範子、柿崎美代、船戸弘正、柳沢正史 *Sik3* 遺伝子変異マウスの肥満・高血糖・骨形成異常の検討. 2017年度生命科学系学会合同年次大会 神戸国際会議場(神戸市) 2017.12.6

10 吉田さちね、大西竜子、恒岡洋右、山本夕香、小田哲子、黒田優、黒田公美、船戸弘正 母子分離後の仔マウス輸送反応発現における帯状回コルチコトロピン放出ホルモン受容体シグナルの関与 2017年度生命科学系学会合同年次大会 神戸国際会議場(神戸市) 2017.12.6

11 Tomoyuki Fujiyama, Satoshi Miyashita, Yousuke Tsuneoka, Mai Nagaoka, Miyo Kakizaki, Satomi Kanno, Yukiko Ishikawa, Yoshiya Kawaguchi, Yuchio Yanagawa, Mark A. Magnuson, Yo-ichi Nabeshima, Masashi Yanagisawa, Hiromasa Funato, Mikio Hoshino Hypothalamic Ptf1a is required for

- sexual differentiation of the brain and behavior. Neuroscience 2017, Washington DC, USA 2017.11.15
- 12 船戸弘正 マウスを用いた睡眠のフォワード・ジェネティクス研究 第24回日本時間生物学学会学術大会 京都大学(京都市) 2017.10.29
 - 13 船戸弘正 眠りの謎に挑む - 睡眠科学の最前線 第39回茨城医学会総会 茨城県医師会(水戸市) 2017.10.15
 - 14 Kanako Iwasaki, Miyo Kakizaki, Abe Manabu, Kenji Sakimura, Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa Sleep/wakefulness behavior after ablation of central serotonergic neurons. 第40回日本神経科学大会 幕張メッセ(千葉市) 2017.7.22
 - 15 Takato Honda, Tomoyuki Fujiyama, Chika Miyoshi, Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa. Neural Circuit and Molecular Basis of Behavioral Phenotypes in Mouse Pedigrees with Sleep Abnormalities Identified through Forward Genetics. 第40回日本神経科学大会 幕張メッセ(千葉市) 2017.7.22
 - 16 Qinghua Liu, Zhiqiang Wang, Jing Ma, Hiromasa Funato, Yonghao Yu, Masashi Yanagisawa. A mechanistic link between sleep need and synaptic phosphoproteome. 第40回日本神経科学大会 幕張メッセ(千葉市) 2017.7.20
 - 17 Kazuhiko Kume, Shin Nakane, Hiroyuki Nakagawa, Riho Kobayashi, Jun Tomita, Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa. Analysis of Drosophila Sik3 gene, a homologue of mouse sleepy. 第40回日本神経科学大会 幕張メッセ(千葉市) 2017.7.20
 - 18 Tomoyuki Fujiyama, Satoshi Miyashita, Yousuke Tsuneoka, Mai Nagaoka, Miyo Kakizaki, Satomi Kanno, Yukiko Ishikawa, Yoshiya Kawaguchi, Yuchio Yanagawa, Mark A. Magnuson, Yo-ichi Nabeshima, Masashi Yanagisawa, Hiromasa Funato, Mikio Hoshino. Hypothalamic Ptf1a is required for sexual differentiation of the brain. 第40回日本神経科学大会 幕張メッセ(千葉市) 2017.7.20
 - 19 吉田さちね、大西竜子、恒岡洋右、小田哲子、黒田優、黒田公美、船戸弘正 親に運ばれる時に起こる子の協調的鎮静反応の意義と神経機構。第122回日本解剖学会総会・全国学術集会・シンポジウム「個と絆を制御する神経・内分泌ネットワークの探求」長崎大学(長崎市) 2017.3.28
 - 20 船戸弘正 フォワード・ジェネティクスによる睡眠制御遺伝子の同定 第122回日本解剖学会総会・全国学術集会・シンポジウム「個と絆を制御する神経・内分泌ネットワークの探求」長崎大学(長崎市) 2017.3.28
 - 21 恒岡洋右, 塚原伸治, 吉田さちね, 小田哲子, 黒田優, 船戸弘正, 性的二型核マーカーMoxd1の内側視索前野における発現。第122回日本解剖学会総会・全国学術集会 長崎大学(長崎市) 2017.3.28
 - 22 Sachine Yoshida, Ryuko Ohnishi, Yousuke Tsuneoka, Satoko Oda, Masaru Kuroda, Hiromasa Funato, Kumi O. Kuroda. An Infant cooperation to maternal carrying: comparative analyses in humans and mice. 第94回日本生理学会大会 浜松アクトシティコンgresセンター(浜松市) 2017.3.30
 - 23 船戸弘正 フォワード・ジェネティクスによる過眠と肥満をもたらす遺伝子変異の同定。第23回日本行動医学会学術総会・シンポジウム「健康に及ぼす睡眠と食との相互作用」シンポジスト・座長 沖縄科学技術大学院大学(恩納村) 2017.3.17
 - 24 船戸弘正 オレキシン受容体とSIK3による睡眠制御 第36回日本社会精神医学会招待講演 大田区産業プラザ(東京都大田区) 2017.3.4
 - 25 一久綾, 堀田範子, 佐藤牧人, 三好千香, 管野里美, 柿崎美代, 船戸弘正, 柳沢正史 新規睡眠制御分子Sleepyのリン酸化状態の解析。第39回日本分子生物学会年会 2016.12.1 パシフィコ横浜(横浜市)
 - 26 管野里美, 三好千香, 佐藤牧人, 原野加奈子, 一久綾, 堀田範子, 柿崎美代, 高橋智, 若菜茂晴, 船戸弘正, 柳沢正史 新規2型糖尿病モデルマウスの解析と予防的介入法の検討。第39回日本分子生物学会年会 2016.12.1 パシフィコ横浜(横浜市)
 - 27 堀田範子, 三好千香, 佐藤牧人, 一久綾, 管野里美, 船戸弘正, 柳沢正史 離乳前若年齢マウスの脳波・筋電測定法の開発。第39回日本分子生物学会年会 2016.11.30 パシフィコ横浜(横浜市)
 - 28 Hiromasa Funato, Chika Miyoshi, Makito Sato, Noriko Hotta, Satomi Kanno, Aya Ikkyu Miyo Kakizaki, Komiya Haruna, Shigeharu Wakana, Masashi Yanagisawa. Forward genetic analysis of sleep in randomly mutagenized mice. Neuroscience 2016, 2016.11.16 Convention center, San Diego, USA
 - 29 Staci J. Kim, Tomoyuki Fujiyama, Chika Miyoshi, Noriko Hotta, Satomi Kanno, Aya Ikkyu, Miyo Kakizaki, Taeko Matsuoka, Seiya Mizuno, Ikuo Miura, Tomoyuki Suzuki, Vivek Kumar, Joseph S. Takahashi, Satoru Takahashi,

- Shigeharu Wakana, Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa. Forward genetics approach in identification of novel sleep/wakefulness related gene(s). Neuroscience 2016, 2016.11.14 Convention center, San Diego, USA
- 30 Takato Honda, Tomoyuki Fujiyama, Chika Miyoshi, Makito Sato, Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa. Systematic behavioral screening of Sleepy and Dreamless, newly identified mouse pedigrees with sleep abnormalities. Neuroscience 2016, 2016.11.13 Convention center, San Diego, USA
- 31 恒岡洋右、吉田さちね、小田哲子、船戸弘正、黒田優 マウス内側視索前野の性ホルモン受容体発現細胞における分子組成。第 25 回日本行動神経内分泌研究会 2016.9.15 熱海市
- 32 Kenkichi Takase, Kenichi Kikuchi, Hiromasa Funato, Meta-analysis of genetically modified mice on behavioral and biological phenotypes. 31st International Congress of Psychology パシフィコ横浜(横浜) 2016.07.26
- 33 本多隆利、藤山知之、三好千香、佐藤牧人、船戸弘正、柳沢正史、フォワード・ジェネティクスにより樹立された新規睡眠異常マウス家系 Sleepy・Dreamless の網羅的行動解析。第 39 回日本神経科学大会 2016.7.20 パシフィコ横浜(横浜)
- 34 宮崎慎一、船戸弘正、柳沢正史、林悠、哺乳類の睡眠と線虫 C. elegans の睡眠様行動間の分子メカニズムの保存、第 41 回日本睡眠学会定期学術集会 2016.7.7 京王プラザホテル(東京)
- 35 本多隆利、藤山知之、三好千香、佐藤牧人、船戸弘正、柳沢正史、Systematic Behavioral Screening of Sleepy and Dreamless, Newly Identified Mouse Pedigrees with Sleep Abnormalities. 第 41 回日本睡眠学会定期学術集会 2016.7.7 京王プラザホテル(東京)
- 36 廣瀬優樹、船戸弘正、柳沢正史、セレブロンを介したユビキチンプロテアソーム系はサリドマイドの催眠作用に関与しているか？第 41 回日本睡眠学会定期学術集会 2016.7.7 京王プラザホテル(東京)

〔その他〕

ホームページ等

<http://sleepymouse.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

船戸 弘正 (FUNATO, HIROMASA)

筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構
教授 (WPI-IIIS)

研究者番号：90363118

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

柳沢 正史 (YANAGISAWA, MASASHI)

筑波大学・国際統合睡眠医科学研究機構・機構長教授

研究者番号：20202369

三好 千香 (MIYOSHI, CHIKA)

筑波大学・国際統合睡眠医科学研究機構・助教

研究者番号：60613437

(4) 研究協力者

なし