

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H04023

研究課題名(和文) SIKファミリーによる睡眠覚醒制御機構の解明

研究課題名(英文) Role of SIK family in the regulation of sleep/wakefulness

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・客員教授

研究者番号：90363118

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,300,000円

研究成果の概要(和文)：SIK1およびSIK2のPKAリン酸化セリンであるSIK1(S577)やSIK2(S587)の睡眠制御における役割を検討した。Sik1(S577A)マウスは、野生型マウスに比べて、覚醒時間が短く、NREMS時間が長く、NREMSデルタ密度が高かった。Sik2(S587A)マウスはNREMSデルタ波の増加が見られた。Sik1(S577A)マウスは正常な概日行動を示した。Sik2は褐色脂肪組織に多く発現しているが、Sik2(S587A)マウスは野生型と同等の体重増加を示した。これらの結果は、PKA-SIKシグナルが睡眠の必要性の調節に関与していることを示す。

研究成果の学術的意義や社会的意義

睡眠制御がSIKファミリーに共通した役割であることは、SIKファミリーに共通した上流及び下流シグナルが睡眠必要量の決定を担うことを示している。SIK1は概日リズム行動に、SIK2は褐色脂肪組織を場とするエネルギー代謝に関与するという報告があるもの、今回の検討では変化が見られなかった。SIKファミリーのキナーゼ活性はLKB1が制御していることから、PKAによる制御は特定の機能や行動に限定されると考えられる。睡眠制御機構の理解が深まれば睡眠障害、気分障害等の疾患の介入方法開発を可能にする。

研究成果の概要(英文)：We investigated the role of SIK1(S577) and SIK2(S587), PKA-phosphorylated serines of SIK1 and SIK2, in sleep regulation. Sik1(S577A) mice had shorter wake time, longer NREMS time, and higher NREMS delta density than wild-type mice. Sik2(S587A) mice showed increased NREMS delta power. Sik1(S577A) mice showed normal circadian behavior. Sik2(S587A) mice showed weight gain comparable to wild-type mice, although Sik2 is expressed predominantly in brown adipose tissue. These results indicate that PKA-SIK signaling is involved in the regulation of the need for sleep.

研究分野：神経科学

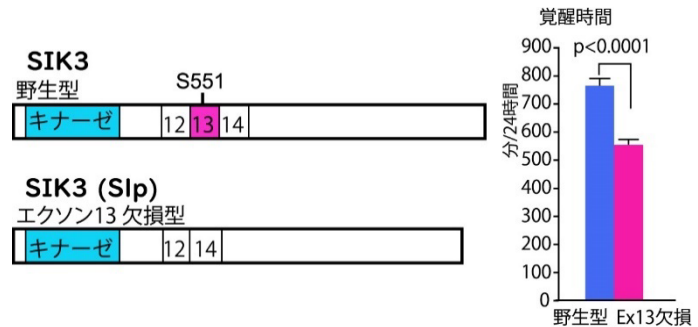
キーワード：睡眠覚醒 キナーゼ 細胞内シグナル

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

睡眠はほとんどの動物に認められる普遍的な行動であり心身の健康に必須であるが睡眠制御の分子機構は不明である。睡眠の不調はうつ病等の気分障害、メタボリック症候群等の代謝性疾患との関連も深いことから、睡眠覚醒の仕組みを理解し睡眠を制御する方法の開発が求められている。

睡眠を制御する分子を同定するために、ランダム点突然変異マウスのスクリーニングによるフォワード・ジェネティクス研究を推進した。研究開始当初は、新規睡眠覚醒制御分子として右図に示すリン酸化 salt-inducible kinase 3 (SIK3) を報告したばかりであった。SIK3 は SIK1 および SIK2 と SIK family を形成することから、SIK1 および SIK2 の睡眠制御における役割解明が課題となった。SIK3 で欠失する 52 アミノ酸の中に、系統的によく保存されたプロテインキナーゼ A (PKA) リン酸化部位が存在すること、研究開始当初の予備的検討から、SIK3 の S551 が睡眠必要量の決定に関与していることが示唆されたことから、SIK1 および SIK2 についても S551 に相当するセリン残基が睡眠制御に重要である可能性があった。



SIK3 はリン酸化酵素である。Slp変異型SIK3はエクソン13領域を欠失する。欠失する領域にPKAによるリン酸化を受けるセリン残基(S551)が存在する。

### 2. 研究の目的

SIK1 の PKA リン酸化セリン残基である S577 と SIK2 の PKA がリン酸化部位である S587 の睡眠制御における役割を明らかにするために、CRISPR/Cas9 法をもちいて、セリン残基をアラニンに置換した SIK1 (S577A) マウスおよび SIK2 (S587A) マウスを作製する。ついで脳波筋電に基づき睡眠覚醒を検討し、ノンレム睡眠時間およびノンレム睡眠中の徐波成分を指標に睡眠必要量の変化を検討する。先行研究から SIK1 および SIK2 は概日リズムやエネルギー代謝に関与することが示されていたため、睡眠に加えて、これらの表現型の検討も行う。



### 3. 研究の方法

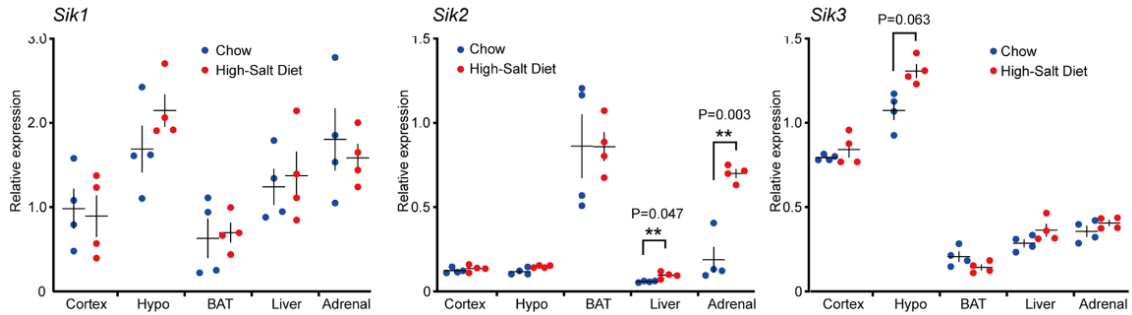
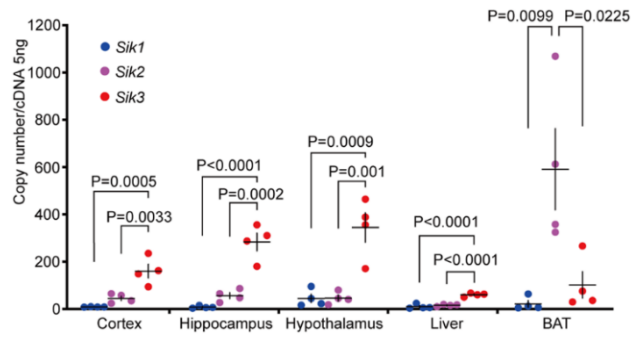
SIK1 (S577A) マウスおよび SIK2 (S587A) マウスを作製するため、エレクトロポレーション法を用いてガイド RNA と Cas9 を導入した。目的遺伝子変異が正しく遺伝することも確認した。また SIK1 (S577A) と SIK2 (S587A) ホモ変異マウスを得るためにヘテロマウス同士の交配も行った。並行して、SIK1 S577 と SIK2 S587 のリン酸化特異的抗体も作製した。

脳波筋電電極を装着する手術を行い、測定した脳波筋電に基づき、覚醒時間、ノンレム睡眠時間、レム睡眠時間を評価した。また、睡眠制御の恒常性を評価するため明期開始時から 6 時間の睡眠遮断を行い、その後の回復睡眠を評価した。脳波のスペクトラム解析も行い、デルタ波やシータ波の変化も検討した。SIK3 遺伝子変異はヘテロ接合体で顕著な睡眠過多を示すが、ホモ接合体はさらに表現型が強まる。そのため、SIK1 および SIK2 についても SIK1 (S577A) および SIK2 (S587A) ヘテロ変異マウス同士を交配させて、SIK1 (S577A/ S577A) や SIK2 (S587A/S587A) のホモ変異マウスを得て睡眠覚醒行動を検討した。SIK1 は視交叉上核や肝臓に、SIK2 は褐色脂肪細胞にも強く発現しているため、恒暗条件での概日リズム行動やエネルギー代謝、糖代謝に関する検討も遂行した。

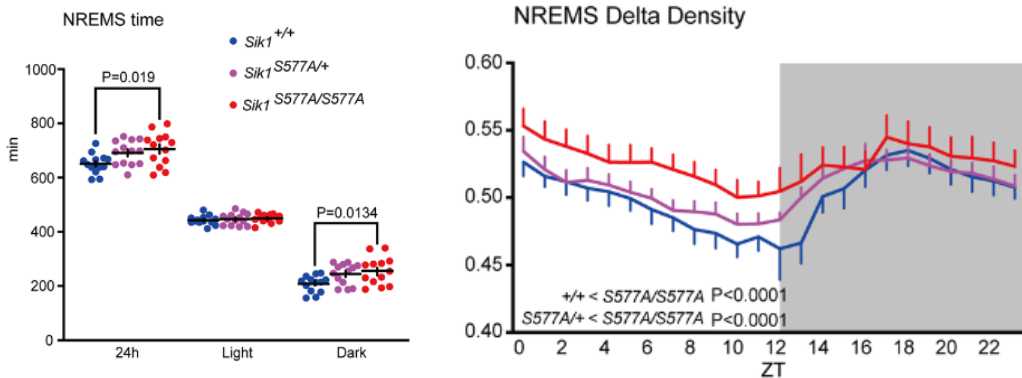
#### 4. 研究成果

まずデジタル PCR をもちいて脳や末梢臓器での *Sik1, 2, 3* mRNA の発現を検討したところ、脳には大脳皮質、海馬、視床下部とも *Sik3* が最も多く発現していることが明らかとなった。既報の通り褐色脂肪組織には *SIK2* が最も多く発現していた。

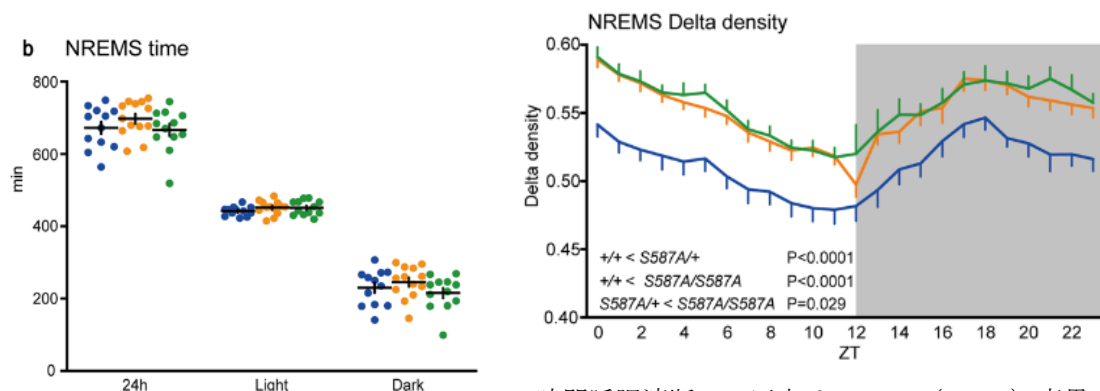
塩分摂取による発現への影響も検討したが最初に報告された *SIK1* については変化見られなかった。



*SIK2* 抗体をもちいて *SIK2* (S587A) を持っても *SIK2* 蛋白質を発現していることを確認した。*SIK1, 2, 3* は PKA リン酸化モチーフ抗体で認識され、14-3-3 と共沈するが、*SIK1* (S577A), *SIK2* (S587A), *SIK3* (S551A) ではいずれも大きく低下することを確認した。

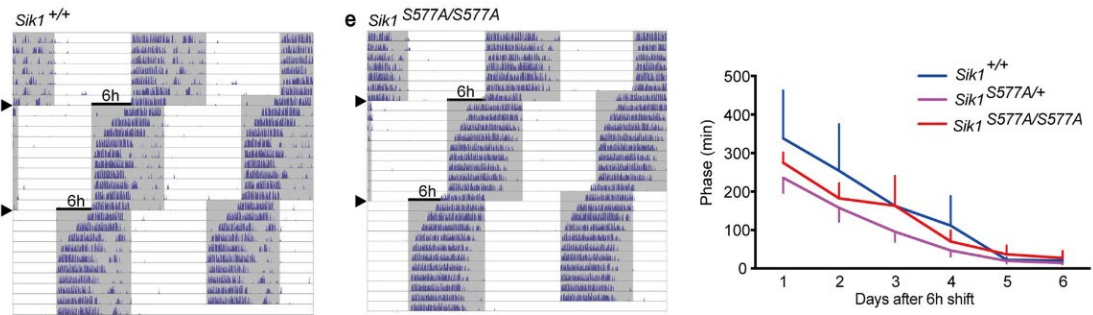


上図のように *Sik1* (S577A) 変異マウスは野生型マウスに比べて覚醒時間が減少し、ノンレム睡眠時間が延長し、ノンレム睡眠中デルタ波成分が増加した。次図のように *Sik2* (S587A) 変異マウスは野生型マウスに比べて有意な覚醒時間とノンレム睡眠時間の変化は認めなかったが、ノンレム睡眠中デルタ波成分が増加した。

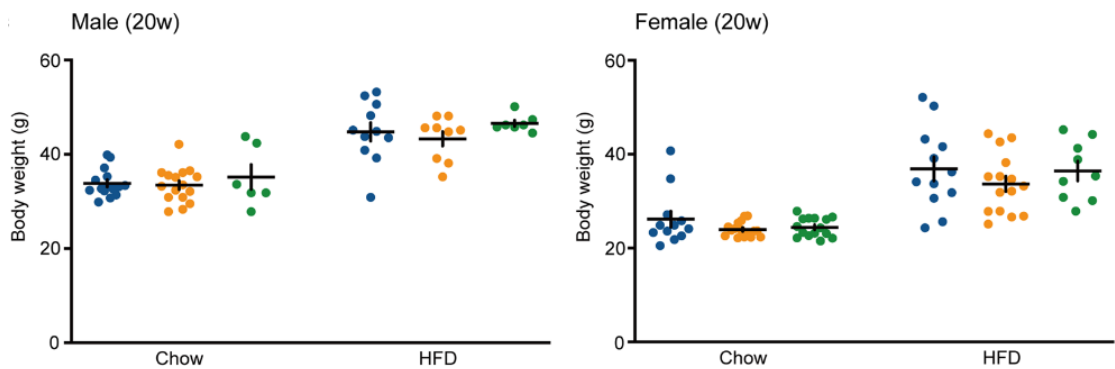


6時間睡眠遮断への反応は、*Sik1* (S577A) 変異マウス、*Sik2* (S587A) 変異マウスとも野生型と同様であった。下図のように *Sik1* (S577A) 変異マウス

ウスは恒暗条件での概日リズム周期長および位相変化への反応とも野生型マウスと同様であった。



*Sik2* (S587A) 変異マウスはヘテロ変異マウス (黄色)、ホモ変異マウス (緑) とも野生型マウス (青) と有意な差を認めなかった。



以上の結果から、SIK ファミリーメンバーである SIK1、SIK2、SIK3 はいずれも睡眠覚醒制御に関与しており、PKA からのシグナルを介したカスケードにより睡眠必要量を負の方向に制御することが明らかになった。SIK1 および SIK2 の PKA 部位変異マウスの睡眠覚醒行動変化は、SIK3 遺伝子改変マウスに比べるとマイルドであるが、これは脳における SIK1 および SIK2 の発現レベルが SIK3 に比べて大幅に低いことによって説明できる。睡眠制御が SIK ファミリーに共通した役割であることは、SIK ファミリーに共通した上流及び下流シグナルが睡眠必要量の決定を担うことを示している。

SIK1 は概日リズム行動に、SIK2 は褐色脂肪組織を場とするエネルギー代謝に関与するという報告があるもの、今回の検討では変化が見られなかった。SIK ファミリーのキナーゼ活性は LKB1 が制御していることから、PKA による制御は特定の機能や行動に限定されると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 FUNATO Hiromasa	4. 巻 96
2. 論文標題 Forward genetic approach for behavioral neuroscience using animal models	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of the Japan Academy, Series B	6. 最初と最後の頁 10～31
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2183/pjab.96.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Nakagawa Haruka, Yoshida Sachine, Ohnishi Ayumi, Terada Tsutomu, Funato Hiromasa, Tsukamoto Masahiko	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of using smartphone during breast-feeding	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 UbiComp/ISWC '19 Adjunct: Adjunct Proc 2019 ACM Int Joint Conf Pervasive and Ubiquit Comput and Proc 2019 ACM Int Symp Wearable Comput	6. 最初と最後の頁 1190-1193
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3341162.3344840	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yamabe Masato, Horie Kazumasa, Shiokawa Hiroaki, Funato Hiromasa, Yanagisawa Masashi, Kitagawa Hiroyuki	4. 巻 9
2. 論文標題 MC-SleepNet: Large-scale Sleep Stage Scoring in Mice by Deep Neural Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15793
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-019-51269-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kakizaki Miyo, Tsuneoka Yousuke, Takase Kenkichi, Kim Staci J., Choi Jinhwan, Ikkyu Aya, Abe Manabu, Sakimura Kenji, Yanagisawa Masashi, Funato Hiromasa	4. 巻 20
2. 論文標題 Differential Roles of Each Orexin Receptor Signaling in Obesity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 1～13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.isci.2019.09.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Furuse Tamio, Mizuma Hiroshi, Hirose Yuuki, Kushida Tomoko, Yamada Ikuko, Miura Ikuo, Masuya Hiroshi, Funato Hiromasa, Yanagisawa Masashi, Onoe Hirotaka, Wakana Shigeharu	4. 巻 12
2. 論文標題 A new mouse model of GLUT1 deficiency syndrome exhibits abnormal sleep-wake patterns and alterations of glucose kinetics in the brain	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Disease Models & Mechanisms	6. 最初と最後の頁 dmm038828
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1242/dmm.038828	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miyoshi Chika, Kim Staci J., Ezaki Takahiro, Ikkyu Aya, Hotta-Hirashima Noriko, Kanno Satomi, Kakizaki Miyo, Yamada Mana, Wakana Shigeharu, Yanagisawa Masashi, Funato Hiromasa	4. 巻 116
2. 論文標題 Methodology and theoretical basis of forward genetic screening for sleep/wakefulness in mice	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 16062 ~ 16067
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1906774116	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Honda Takato, Fujiyama Tomoyuki, Miyoshi Chika, Ikkyu Aya, Hotta-Hirashima Noriko, Kanno Satomi, Mizuno Seiya, Sugiyama Fumihiro, Takahashi Satoru, Funato Hiromasa, Yanagisawa Masashi	4. 巻 115
2. 論文標題 A single phosphorylation site of SIK3 regulates daily sleep amounts and sleep need in mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 10458 ~ 10463
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1810823115	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iwasaki Kanako, Komiya Haruna, Kakizaki Miyo, Miyoshi Chika, Abe Manabu, Sakimura Kenji, Funato Hiromasa, Yanagisawa Masashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Ablation of Central Serotonergic Neurons Decreased REM Sleep and Attenuated Arousal Response	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2018.00535	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shigiyama Fumika, Kumashiro Naoki, Tsuneoka Yousuke, Igarashi Hiroyuki, Yoshikawa Fukumi, Kakehi Saori, Funato Hiromasa, Hirose Takahisa	4. 巻 315
2. 論文標題 Mechanisms of sleep deprivation-induced hepatic steatosis and insulin resistance in mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism	6. 最初と最後の頁 E848 ~ E858
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1152/ajpendo.00072.2018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshida Sachine, Ohnishi Ryuko, Tsuneoka Yousuke, Yamamoto-Mimura Yuka, Muramatsu Reiko, Kato Tadafumi, Funato Hiromasa, Kuroda Kumi O.	4. 巻 12
2. 論文標題 Corticotropin-Releasing Factor Receptor 1 in the Anterior Cingulate Cortex Mediates Maternal Absence-Induced Attenuation of Transport Response in Mouse Pups	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fncel.2018.00204	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fujiyama Tomoyuki, Miyashita Satoshi, Tsuneoka Yousuke, Kanemaru Kazumasa, Kakizaki Miyo, Kanno Satomi, Ishikawa Yukiko, Yamashita Mariko, Owa Tomoo, Nagaoka Mai, Kawaguchi Yoshiya, Yanagawa Yuchio, Magnuson Mark A., Muratani Masafumi, Shibuya Akira, Nabeshima Yo-ichi, Yanagisawa Masashi, Funato Hiromasa, Hoshino Mikio	4. 巻 24
2. 論文標題 Forebrain Ptf1a Is Required for Sexual Differentiation of the Brain	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 79 ~ 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2018.06.010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Wang Zhiqiang, Ma Jing, Miyoshi Chika, Gao Xue, Lee Chiyu, Fujiyama Tomoyuki, Yang Xiaojie, Zhou Shuang, Hotta-Hirashima Noriko, Klewe-Nebenius Daniela, Ikkyu Aya, Kakizaki Miyo, Kanno Satomi, Cao Liqin, Takahashi Satoru, Peng Junmin, Yu Yonghao, Funato Hiromasa, Yanagisawa Masashi, Liu Qinghua	4. 巻 558
2. 論文標題 Quantitative phosphoproteomic analysis of the molecular substrates of sleep need	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 435 ~ 439
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-018-0218-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Wang Yibing, Cao Liqin, Wang Li, Zhou Jiamin, Li Yuwenbin, Wang Tao, Zhan Xiaowei, Miyoshi Chika, Irukayama Yoko, Cao Jie, Meeks Julian P., Gautron Laurent, Wang Zhiqiang, Sakurai Katsuyasu, Funato Hiromasa, Sakurai Takeshi, Yanagisawa Masashi, Nagase Hiroshi, Kobayakawa Reiko, Kobayakawa Ko, Beutler Bruce, Liu Qinghua	4. 巻 9
2. 論文標題 Large-scale forward genetics screening identifies Trpa1 as a chemosensor for predator odor-evoked innate fear behaviors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-04324-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Oda Satoko, Tsuneoka Yousuke, Yoshida Sachine, Adachi-Akahane Satomi, Ito Masanori, Kuroda Masaru, Funato Hiromasa	4. 巻 526
2. 論文標題 Immunolocalization of muscarinic M1 receptor in the rat medial prefrontal cortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Comparative Neurology	6. 最初と最後の頁 1329 ~ 1350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cne.24409	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oda Satoko, Tsuneoka Yousuke, Yoshida Sachine, Adachi-Akahane Satomi, Ito Masanori, Kuroda Masaru, Funato Hiromasa	4. 巻 526
2. 論文標題 Immunolocalization of muscarinic M1 receptor in the rat medial prefrontal cortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Comparative Neurology	6. 最初と最後の頁 1329-1350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cne.24409	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Komiya Haruna, Miyoshi Chika, Iwasaki Kanako, Hotta-Hirashima Noriko, Ikkyu Aya, Kanno Satomi, Honda Takato, Goshō Masahiko, Hamada Hiromi, Satoh Toyomi, Fukamizu Akiyoshi, Funato Hiromasa, Yanagisawa Masashi	4. 巻 41
2. 論文標題 Sleep/Wake Behaviors in Mice During Pregnancy and Pregnancy-Associated Hypertensive Mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sleep	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/sleep/zsx209	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Tsuneoka Yousuke, Yoshida Sachine, Takase Kenkichi, Oda Satoko, Kuroda Masaru, Funato Hiromasa	4. 巻 7(9809)
2. 論文標題 Neurotransmitters and neuropeptides in gonadal steroid receptor-expressing cells in medial preoptic area subregions of the male mouse	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-10213-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsuneoka Yousuke, Tsukahara Shinji, Yoshida Sachine, Takase Kenkichi, Oda Satoko, Kuroda Masaru, Funato Hiromasa	4. 巻 11(26)
2. 論文標題 Moxd1 Is a Marker for Sexual Dimorphism in the Medial Preoptic Area, Bed Nucleus of the Stria Terminalis and Medial Amygdala	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroanatomy	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnana.2017.00026	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計12件(うち招待講演 10件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Hiromasa Funato
2. 発表標題 SIK family regulates sleep/wakefulness in mice
3. 学会等名 第93回日本薬理学会年会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 船戸弘正
2. 発表標題 睡眠覚醒の謎に挑む
3. 学会等名 第8回日本食品分析センター技術成果発表会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 船戸弘正
2. 発表標題 SIKファミリーによる睡眠覚醒とエネルギー代謝制御
3. 学会等名 第92回日本生化学会大会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiromasa Funato
2. 発表標題 Forward genetics in mice identified novel sleep-regulating genes
3. 学会等名 V World Congress of Chronobiology(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiromasa Funato
2. 発表標題 Sleep and energy metabolism regulation through mouse genetics
3. 学会等名 CIBR Beijing Conference on Brain & Behavior(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiromasa Funato
2. 発表標題 Altered sleep/wakefulness behavior and phosphoproteomics in Sik3 mutant mice
3. 学会等名 第41回日本分子生物学会年会 シンポジウム "個体行動制御の細胞内シグナル"(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiromasa Funato
2. 発表標題 Forward genetic research on sleep using mice
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会 シンポジウム "サーカディアンリズムと睡眠を制御する神経機構" (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 船戸弘正
2. 発表標題 マウスを用いたフォワード・ジェネティクス研究による新規睡眠制御分子同定
3. 学会等名 第91回日本内分泌学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 船戸弘正
2. 発表標題 視索前野の性差とその発生
3. 学会等名 第123回日本解剖学会総会・全国学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiromasa Funato
2. 発表標題 Forward genetic analysis of sleep in mice
3. 学会等名 Gordon Research Conference "Sleep Regulation and Function" (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiromasa Funato, Masashi Yanagisawa
2. 発表標題 Forward genetic analysis of sleep in mice
3. 学会等名 Keystone symposia "State of the Brain" (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 船戸弘正
2. 発表標題 マウスを用いた睡眠のフォワード・ジェネティクス研究
3. 学会等名 第24回日本時間生物学会学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 船戸弘正	4. 発行年 2020年
2. 出版社 クバプロ	5. 総ページ数 344
3. 書名 ブレインサイエンスレビュー2020 新規睡眠制御分子同定による睡眠覚醒機構の解明を目指して (269-288)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>国際統合睡眠医科学研究機構柳沢・船戸研究室  <a href="http://sleepymouse.jp/">http://sleepymouse.jp/</a>          東邦大学医学部解剖学講座  <a href="http://toho-funatolab.jp/">http://toho-funatolab.jp/</a>          筑波大学IIS Y-F lab  <a href="http://sleepymouse.jp/">http://sleepymouse.jp/</a>  <a href="http://sleepymouse.jp/">http://sleepymouse.jp/</a>  <a href="http://toho-funatolab.jp/">http://toho-funatolab.jp/</a></p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	三好 千香  (Miyoshi Chika)  (60613437)	筑波大学・国際統合睡眠医科学研究機構・助教    (12102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関