

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：63905

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04203

研究課題名(和文) ストレプトゾトシン糖尿病の代謝異常に及ぼすmyokineと骨格筋AMPKの作用

研究課題名(英文) Role of myokines and AMPK in skeletal muscle in streptozotocin-induced diabetic mice

研究代表者

箕越 靖彦 (Minokoshi, Yasuhiko)

生理学研究所・生体機能調節研究領域・教授

研究者番号：10200099

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：AMPキナーゼ(AMPK)は、エネルギー枯渇を感知して活性化するキナーゼである。我々は、骨格筋選択的にAMPK活性を抑制するdominant negative-AMPK発現マウス(DN-AMPK Tg)にストレプトゾトシン(STZ)を投与すると、血中インスリン値は低値にも関わらず、STZ糖尿病による高血糖、高脂肪酸血症、高ケトン体血症などの代謝異常が改善し、寿命が延長することを見出した。また、DN-AMPK Tgによる代謝改善効果が、骨格筋から分泌されるIL-6及び myonectinなどマイオカインによって引き起こされることを、リコンビナントタンパク質および中和抗体を用いて明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、STZ糖尿病の代謝異常の一部が、インスリン欠乏だけでなく、骨格筋を始めとする臓器間相互ネットワーク異常に起因するとの考えに立ち、骨格筋選択的にAMPK活性を抑制したマウスにおいてSTZ糖尿病の代謝異常が改善するメカニズムを調べた。その結果、骨格筋選択的にAMPK活性を抑制した時の代謝改善効果が、骨格筋から分泌されるマイオカインによることを見出した。本研究結果は、骨格筋から分泌されるマイオカインが1型糖尿病の病態形成にも関与する可能性を示している。

研究成果の概要(英文)：AMP kinase (AMPK), a metabolic sensor that is activated by energy deficiency, plays an important role in the control of energy metabolism. We found that mice expressing dominant negative AMPK (DN-AMPK Tg) in skeletal muscle dramatically improve metabolic abnormalities such as hyperglycemia, hyperlipidemia and high fatty acids levels of streptozotocin-treated diabetic mice and extended the survival rate. Studies with recombinant proteins and neutral antibodies for myokines including IL-6 and myonectin revealed that the effects of DN-AMPK Tg in skeletal muscle on STZ diabetes are associated with changes in plasma myokine levels secreted from skeletal muscle.

研究分野：代謝・内分泌学

キーワード：AMPK ストレプトゾトシン糖尿病 骨格筋 マイオカイン

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

AMP キナーゼ(AMPK)は、エネルギー枯渇を感知して活性化するキナーゼであり、近年、肥満・糖尿病の分野で注目されている。研究代表者は、骨格筋選択的に AMPK 活性を抑制する dominant negative-AMPK 発現マウス(DN-AMPK Tg)にストレプトゾトシン (STZ) を投与すると、血中インスリン値は低値であるにも関わらず、STZ 糖尿病による高血糖、高脂肪酸血症、高ケトン体血症などの代謝異常が改善し、致死率が劇的に改善することを見出した。また、各種の血中マイオカイン、アディポカイン濃度が STZ 糖尿病野生型マウス及び STZ DN-AMPK Tg マウスにおいて大きく変化することが分かった。さらに、野生型(WT)同士(WT:WT)と、野生型と DN-AMPK Tg マウス(WT: DN-AMPK)を用いて parabiosis (双代結合)実験を行い、STZ 糖尿病に及ぼす効果を調べると、WT:WT では STZ によって血中インスリン値が低下し、筋・脂肪組織の萎縮、高血糖、高脂肪酸血症、高ケトン体血症が発症したが、WT: DN-AMPK では、DN-AMPK マウスだけでなく WT においても代謝異常が改善することを見出した。

以上の実験結果は、骨格筋や脂肪組織などから何らかの液性因子が分泌され、STZ 糖尿病の代謝異常を引き起こすことを示唆する。

2. 研究の目的

本研究では、STZ 糖尿病の代謝異常の一部が、インスリン欠乏だけでなく、骨格筋を始めとする臓器間相互ネットワーク

異常に起因するとの考えに立ち、骨格筋選択的に AMPK 活性を抑制したマウスにおいて STZ 糖尿病の代謝異常が改善するメカニズムを、マイオカインとアディポカインの調節作用に焦点を当て個体レベルで明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

STZ 投与により血中濃度が増加する IL-6 を、浸透圧ポンプを用いて STZ DN-AMPK Tg マウスに投与、或いは中和抗体を STZ 糖尿病野生型マウスに投与し、代謝異常、生存率に及ぼす効果を調べた。また、逆に血中濃度が低下する myonectin とレプチンについて、リコンビナントタンパク質を STZ 糖尿病野生型マウスに投与、或いは中和抗体を AMPK Tg マウスに投与すると代謝が悪化するかどうかを調べた。

ヒト 1 型糖尿病におけるマイオカインの役割を明らかにするため、1 型糖尿病患者における血中 IL-6 と myonectin 濃度を調べた。

4. 研究成果

IL-6 は、STZ 糖尿病の骨格筋においてタンパク質の発現が増加すると共に、血中 IL-6 及び irisin 濃度が増加していた。褐色脂肪組織および脾臓などにおいては変化していなかった。IL-6 の中和抗体を STZ 糖尿病野生型マウスに投与すると、血中インスリン濃度は低値であるにも関わらず、糖・脂質代謝異常、生存率が改善した。反対に、IL-6 のリコンビナントタンパク質を STZ DN-AMPK Tg マウスに浸透圧ポンプを用いて投与すると、筋・脂肪組織の萎縮、高血糖、高脂肪酸血症、高ケトン体血症が悪化した。

一方、myonectin またはレプチンの中和抗体を STZ DN-AMPK Tg マウスに投与すると、糖・脂質代謝異常、生存率が悪化した。反対に、リコンビナントタンパク質を

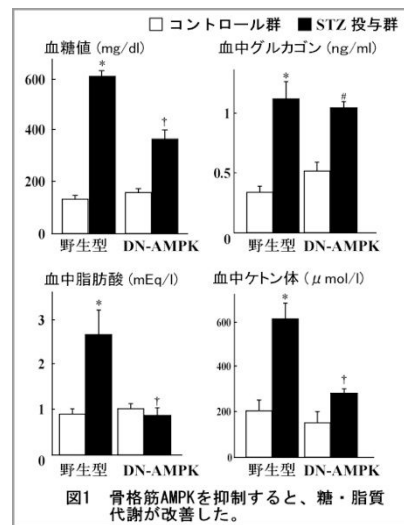


図1 骨格筋AMPKを抑制すると、糖・脂質代謝が改善した。

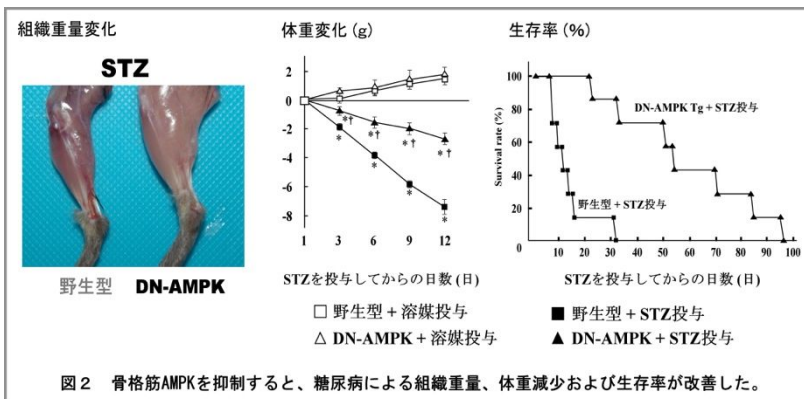


図2 骨格筋AMPKを抑制すると、糖尿病による組織重量、体重減少および生存率が改善した。

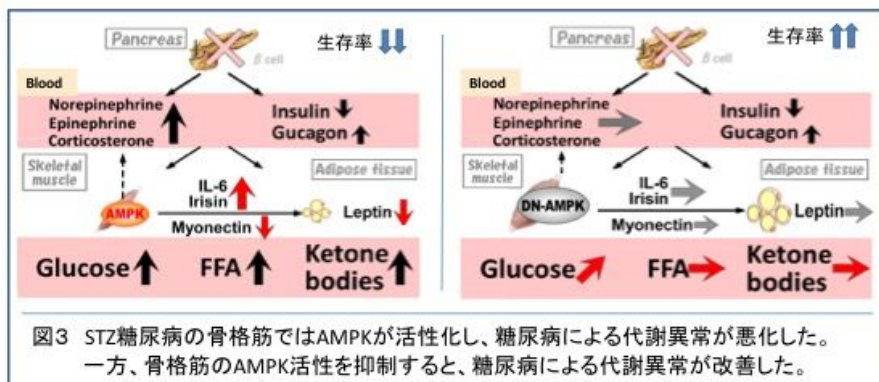


図3 STZ糖尿病の骨格筋ではAMPKが活性化し、糖尿病による代謝異常が悪化した。一方、骨格筋のAMPK活性を抑制すると、糖尿病による代謝異常が改善した。

STZ 糖尿病野生型マウスに投与すると、血中インスリン濃度は低値であるにもかかわらず、代謝異常、生存率が改善した。興味深いことに、IL-6 や myonectin のリコンビナントタンパク質及び中和抗体を投与すると、投与していない他のマイオカイン、サイトカイン、レプチンなどのアディポカインの血中濃度も同時に変化し、代謝が改善または悪化する効果と一致していた。以上の実験から、STZ 糖尿病では骨格筋から IL-6 などマイオカインの分泌が変化し、そのことが臓器間相互ネットワークの異常を引き起こして、STZ 糖尿病を悪化させると考えられる。

さらに、1 型糖尿病患者における血中 IL-6 と myonectin 濃度を測定し、治療に要するインスリン量との関係を調べた。その結果、血中 IL-6 濃度は治療に必要なインスリン量と正の相関、血中 myonectin は負の相関を示す傾向があった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 2件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Okamoto S, Sato T, Tateyama M, Kageyama H, Maejima Y, Nakata M, Hirako S, Matsuo T, Kyaw S, Shiuchi T, Toda C, Sedbazar U, Saito K, Asgar NF, Zhang B, Yokota S, Kobayashi K, Foufelle F, Ferre P, Nakazato M, Masuzaki H, Shioda S, Yada T, Kahn BB, Minokoshi Y	4. 巻 22
2. 論文標題 Activation of AMPK-regulated CRH neurons in the PVH is sufficient and necessary to induce dietary preference for carbohydrate over fat.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 706-721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2017.11.102	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 Ikegami R, Shimizu I, Sato T, Yoshida Y, Hayashi Y, Suda M, Katsuomi G, Li J, Wakasugi T, Minokoshi Y, Okamoto S, Hinoi E, Nielsen S, Jespersen NZ, Scheele C, Soga T, Minamino T	4. 巻 24
2. 論文標題 Gamma-aminobutyric acid signaling in brown adipose tissue promotes systemic metabolic derangement in obesity.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 2827-2837
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2018.08.024	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 箕越靖彦	4. 巻 28
2. 論文標題 中枢神経系による摂食・代謝調節機構	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 CLINICAL CALCIUM	6. 最初と最後の頁 45-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 箕越靖彦, 岡本土毅	4. 巻 46
2. 論文標題 炭水化物嗜好性促進ニューロンの発見とその活性化機構の解明	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Diabetes Journal	6. 最初と最後の頁 183-186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Coutinho EA, Okamoto S, Ishikawa AW, Yokota S, Wada N, Hirabayashi T, Saito K, Tatsuya Sato T, Takagi K, Wang C, Kobayashi K, Ogawa Y, Shioda S, Yoshimura Y, Minokoshi Y	4. 巻 66
2. 論文標題 Activation of SF1 neurons in the ventromedial hypothalamus by DREADD technology increases insulin sensitivity in peripheral tissues.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Diabetes	6. 最初と最後の頁 2372-2386
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2337/db16-1344.	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 Shiuchi T, Toda C, Okamoto S, Coutinho EA, Saito K, Ezaki O, Minokoshi Y	4. 巻 7
2. 論文標題 Induction of glucose uptake in skeletal muscle by central leptin is mediated by muscle 2-adrenergic receptor but not by AMPK.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 15141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-15548-6	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 Shimazu T, Minokoshi Y	4. 巻 1
2. 論文標題 Systemic glucoregulation by glucose-sensing neurons in the ventromedial hypothalamic nucleus (VMH).	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of the Endocrine Society	6. 最初と最後の頁 449-459
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) org/10.1210/js.2016-1104	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 Minokoshi Y	4. 巻 6
2. 論文標題 Hypothalamic control of glucose and lipid metabolism in skeletal muscle.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Phys. Fitness Sports Med.	6. 最初と最後の頁 75-87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 箕越靖彦	4. 巻 35
2. 論文標題 中枢神経系によるエネルギー代謝制御とその破綻	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 実験医学	6. 最初と最後の頁 201-209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Okamoto S, Asgar NF, Yokota S, Saito K, Minokoshi Y	4. 巻 90
2. 論文標題 Role of the alpha2 subunit of AMP-activated protein kinase and its nuclear localization in mitochondria and energy metabolism-related gene expressions in C2C12 cells.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Metabolism	6. 最初と最後の頁 52-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.metabol.2018.10.003	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 Hirata Y, Nomura K, Senga Y, Okada Y, Kobayashi K, Okamoto S, Minokoshi Y, Imamura M, Takeda S, Hosooka T, Ogawa W	4. 巻 4
2. 論文標題 Hyperglycemia induces skeletal muscle atrophy via a WWP1/KLF15 axis.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JCI Insight	6. 最初と最後の頁 124952
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1172/jci.insight.124952	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 Fu O, Iwai Y, Kondoh K, Misaka T, Minokoshi Y, Nakajima KI	4. 巻 27
2. 論文標題 SatB2-expressing neurons in the parabrachial nucleus encode sweet taste.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cell Reports	6. 最初と最後の頁 1650-1656
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.celrep.2019.04.040	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 Fu O, Iwai Y, Narukawa M, Ishikawa AW, Ishii KK, Murata K, Yoshimura Y, Touhara K, Misaka T, Minokoshi Y, Nakajima KI	4. 巻 10
2. 論文標題 Hypothalamic neuronal circuits regulating hunger-induced taste modification.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 4560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-019-12478-x	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 箕越靖彦	4. 巻 74
2. 論文標題 肥満症と中枢神経制御	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 最新医学	6. 最初と最後の頁 32-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 箕越靖彦	4. 巻 37
2. 論文標題 摂食の動的恒常性と臓器連関	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 実験医学増刊	6. 最初と最後の頁 1160-1170
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 箕越靖彦	4. 巻 269
2. 論文標題 視床下部AMPキナーゼによる炭水化物嗜好性制御機構	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 医学のあゆみ	6. 最初と最後の頁 901-908
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計31件（うち招待講演 23件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 堀尾修平、山形聡、小林憲太、加藤成樹木、崎村健司、上山敬司、小林和人、箕越靖彦、井桶敬一
2. 発表標題 CRHニューロンと摂食調節
3. 学会等名 生理学研究所研究会「第3回食欲・食嗜好の分子・神経基盤研究会（食欲・食嗜好性研究会）」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 AMPキナーゼによる摂食・代謝調節機構
3. 学会等名 第3回愛知糖尿病・内分泌研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 視床下部室傍核CRHニューロンによるAMPKを介した炭水化物嗜好性制御機構
3. 学会等名 The 5th Diabetes Research Innovation Symposium（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 命を守る 食欲の不思議
3. 学会等名 NHKカルチャースクール（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 Activation of AMPK-regulated CRH neurons in the PVH induces dietary selection for carbohydrate over fat.
3. 学会等名 AMPK Meeting: AMPK from Mechanisms to New Therapies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島健一朗、傅欧、岩井優、成川真隆、箕越靖彦、三坂功
2. 発表標題 空腹に伴う味覚の調節を担う視床下部神経回路の特定
3. 学会等名 第39回日本肥満学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 視床下部腹内側核によるエネルギー・糖代謝調節機構
3. 学会等名 第39回日本肥満学会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 与那嶺正人、岡本土毅、ミルマンジャスミン、難波豊隆、箕越靖彦、益崎裕章
2. 発表標題 食餌性肥満後に減量させたマウスにおける絶食後の食餌嗜好性変化に関わる脳内分子メカニズムの解明
3. 学会等名 第39回日本肥満学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 Activation of AMPK in CRH neurons in the paraventricular hypothalamus induces food preference for carbohydrate over fat.
3. 学会等名 2018 International Congress of Diabetes and Metabolism (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 炭水化物嗜好性を制御する視床下部ニューロンの発見とその病態生理学的意義
3. 学会等名 第41回高知県内分泌代謝研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 傳欧、三坂功、箕越靖彦、中島健一朗
2. 発表標題 空腹に伴う味覚の調節を担う視床下部神経回路の同定
3. 学会等名 日本神経内分泌学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yokota S, Minokoshi Y
2. 発表標題 Involvement of myokines in metabolic abnormalities of streptozotocin-induced diabetes.
3. 学会等名 The 94th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Minokoshi Y
2. 発表標題 Involvement of myokines in metabolic abnormalities of streptozotocin-induced diabetes.
3. 学会等名 Yonsei-Korea-NIPS Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 肥満とやせの不思議を探る 一体の恒常性を司る脳の働き。
3. 学会等名 岡崎市現職研修委員会理科部国研セミナー (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 AMPKによるエネルギー代謝調節機構。
3. 学会等名 第36回玄鼻カンファレンス (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Minokoshi Y
2. 発表標題 Regulatory role of hypothalamic-sympathetic nervous system in glucose and energy Metabolism.
3. 学会等名 6th annual meeting and 2nd joint conference of International Neuroendocrine Federation (INF) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Minokoshi Y
2. 発表標題 Hypothalamic control of glucose metabolism in skeletal muscle.
3. 学会等名 ARIHHP-NIPS Joint Workshop “Human High Performance-oriented Sports Neuroscience by Integrating Basic Neuroscience” (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 Hypothalamic control of glucose metabolism in skeletal muscle.
3. 学会等名 9th Federation of the Asian and Oceanian Physiological Societies (FAOPS) Congress (招待講演) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 Regulatory role of hypothalamic-sympathetic nervous system in glucose and energy metabolism.
3. 学会等名 第62回日本糖尿病学会年次学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 箕越靖彦
2. 発表標題 視床下部AMPKによる食物嗜好性調節機構
3. 学会等名 第15回GPCR研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 Discovery of AMPK-activated CRH neurons that induce dietary preference for carbohydrate over fat.
3. 学会等名 NIPS International Workshop (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤邦生、箕越 靖彦
2. 発表標題 脳から末梢組織へシグナルを伝達する神経回路の解析
3. 学会等名 生理学研究所研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 箕越 靖彦
2. 発表標題 食行動を分子レベルで理解する
3. 学会等名 生理学研究所オープンキャバス ランチョンセミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 Discovery of AMPK-activated CRH neurons that induce dietary preference for carbohydrate over fat.
3. 学会等名 The 10th IBRO World Congress of Neuroscience (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi, Shiki Okamoto
2. 発表標題 Discovery of AMPK-activated CRH neurons that induce dietary preference for carbohydrate over fat.
3. 学会等名 The 5th Meeting of the Japan Branch of International Neuropeptide Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤邦生、箕越靖彦
2. 発表標題 視床下部腹内側核の長期的活性化による抗肥満作用
3. 学会等名 第40回日本肥満学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 Discovery of AMPK-activated CRH neurons that induce dietary preference for carbohydrate over fat.
3. 学会等名 The 9th Okazaki-Tubingen-Beijing Joint Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiko Minokoshi
2. 発表標題 AMPK is the metabolic sensor that induces dietary preference for carbohydrate over fat.
3. 学会等名 The 50th NIPS International Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 箕越 靖彦
2. 発表標題 視床下部を介したエネルギー代謝調節機構の生理機能と分子機作に関する研究
3. 学会等名 第34回日本糖尿病・肥満動物学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tingting Guo, Mami Matsumoto, Takashi Yagi, Hiroyuki Koyama, Daisuke Aotani, Kazunobu Sawamoto, Yasuhiko Minokoshi, Hiroaki Masuzaki, Noboya Inagaki, Kazuwa Nakao, Tomohiro Tanaka
2. 発表標題 A combination of high fat diet and nicotine enhances CB1 endocannabinoid receptor in hypothalamic nuclei in mice.
3. 学会等名 The 97th Annual Meeting of the Physiological Society of Japan
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 箕越 靖彦
2. 発表標題 健康・長寿に関わる骨格筋の代謝と栄養摂取
3. 学会等名 第19回 自然科学研究機構 機構長プレス懇談会（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

生理学研究所 生殖・内分泌系発達機構研究部門
<http://www.nips.ac.jp/research/group/post-16/>

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
--	---------------------------	-----------------------	----