

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：12301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K08878

研究課題名(和文)腎尿細管上皮細胞の脂肪酸取り込みルートと分子メカニズムの解明

研究課題名(英文)Clarification of routes and molecular mechanisms underlying fatty acid uptake by tubular epithelial cells

研究代表者

磯 達也 (Iso, Tatsuya)

群馬大学・大学院医学系研究科・非常勤講師

研究者番号：10400756

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：腎臓は、心臓と並び、単位重量当たりの安静時エネルギー消費量が最大の臓器である。腎尿細管上皮細胞のエネルギー基質は、心臓と同様に脂肪酸に大きく依存するが、心臓と異なり、腎臓の脂肪酸取り込み機構には不明の点が多い。申請者らは、これまでに、腎臓の脂肪酸代謝について、次の3つの重要な基礎的現象を明らかにした。1. 腎尿細管上皮細胞は、血液(基底膜側、CD36依存的)と原尿(管腔側、CD36非依存的)の両方から脂肪酸を取り込む。2. ネフロン近位部・遠位部は、いずれも大量の中性脂肪蓄積能を有する。3. 腎臓には、病的腎であっても、原尿中の脂肪酸を完全に吸収するメガリン非依存的な強力な再吸収機構が存在する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

腎臓の脂肪酸取り込み機構が不明だったのには、大きく3つの要因があると思われる。一つ目は、原尿(管腔側)からの恒常的な脂肪酸取り込みの可能性について想定されてこなかったためである。二つ目は、アルブミンが恒常的に糸球体を一定程度通過するにも関わらず、それに伴う脂肪酸の原尿中への濾過の可能性について十分認知されてこなかったためである。三つ目は、二方向からの脂肪酸取り込みがあるため、一方の脂肪酸取り込み障害があっても、もう一方の取り込み増加によってマスクされてしまうからである。本申請課題は、これまでほとんど不明であった、腎臓の脂肪酸取り込み機構の全容解明に大きく貢献する独創性の高い重要な研究である。

研究成果の概要(英文)：We investigated how fatty acids (FAs) are taken up by tubular epithelial cells (TECs) in mice by using in vivo FA tracing and histological methods. CD36, a well-known FA transporter, was abundantly expressed on the basolateral side of proximal TECs (PTECs). The uptake of 125I-BMIPP (a radiolabeled FA tracer) was significantly reduced in CD36-knockout kidneys shortly after injection. In vivo imaging with multiphoton microscopy revealed that BODIPY-C12 (a fluorescence-labeled FA tracer) accumulated on both the basolateral and apical sides of PTECs. Numerous lipid droplets accumulated in PTECs after accelerated lipolysis. Furthermore, PTEC-specific injury resulted in a compensatory increase in lipid accumulation in downstream TECs. Importantly, urinary FAs were undetectable, even in mice and humans with remarkable albuminuria. Our data demonstrate that renal TECs take up FAs from blood (CD36-dependent) and primary urine (CD36-independent) and can store excess FAs as neutral lipids.

研究分野：代謝および代謝学関連

キーワード：腎臓 脂肪酸 近位尿細管上皮細胞 ネフロン CD36

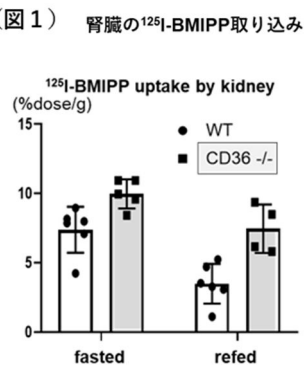
様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

腎臓のエネルギー代謝: 慢性腎臓病 (CKD) や糖尿病性腎臓病 (DKD) の罹患率は世界規模で増加しており、これらの疾患に対する有効な薬剤の開発は喫緊の課題である。腎臓の皮質尿細管上皮細胞はミトコンドリアに富み、単位重量当たりの ATP (アデノシン三リン酸) 消費量は 440 kcal/kg/day であり、臓器の中で心臓と並び最大である。産生される ATP の大半は、濃度勾配に逆らって電解質を体内に再吸収するためのイオンポンプ (ATPase) に使われる。最も重要で多量の ATP を消費するイオンポンプが Na^+K^+ ATPase であり、皮質尿細管上皮細胞の基底膜に豊富に発現する。腎臓が利用する主要エネルギー基質は脂肪酸と乳酸で、残りはグリセロール・ケトン体・アミノ酸であり、腎臓の皮質は主に脂肪酸に依存する。このように皮質尿細管上皮細胞は ATP 産生のため大量の脂肪酸を消費するが、脂肪酸の取り込みルートやその分子機序についてはほとんど不明であった。

申請者は、10 年来、全身と臓器 (主に心臓・骨格筋・褐色脂肪細胞) の脂肪酸代謝・グルコース代謝について研究を重ねてきた。その中で、腎臓は心臓に次ぐ脂肪酸消費臓器であるにも関わらず、脂肪酸取り込み機序がほとんど解明されていないことに気づいた。CD36 は、心臓・骨格筋・脂肪細胞の脂肪酸取り込みを制御する膜蛋白である。CD36 ノックアウト (CD36KO) マウスでは、これら臓器の脂肪酸取り込みが低下し、代償的に心臓・赤筋でグルコース取り込みが著明に増加する。腎臓にも CD36 が豊富に発現するが、予想に反して、投与 2 時間後の脂肪酸トレーサー (^{125}I -BMIPP) の取り込みは、対照群より CD36KO マウスでむしろ増加した (図 1)。

これらの結果から、「腎臓には、他の臓器と異なる独自の脂肪酸取り込み機序がある」との着想に至り、研究を本格的に開始した。



2. 研究の目的

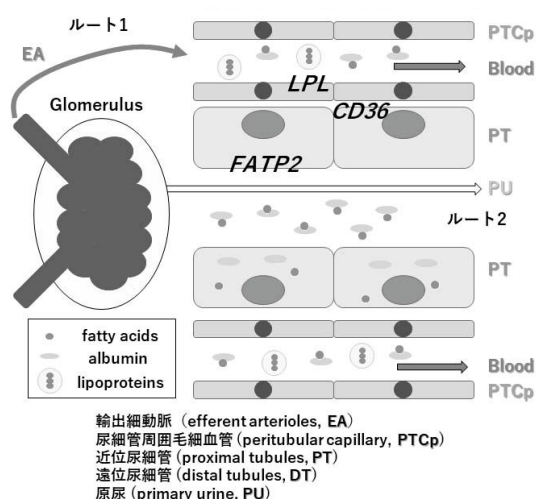
腎尿細管上皮細胞の脂肪酸取り込みルートと分子メカニズムを明らかにすること (= 下記の仮説を証明すること)

仮説: 血中遊離脂肪酸はキャリアタンパクであるアルブミンとともに糸球体を通過し、原尿中に濾過され、尿細管上皮細胞の管腔側より再吸収され、エネルギー基質として利用される

3. 研究の方法と結果

心臓の脂肪酸取り込みに重要な膜タンパク CD36 は、マウス腎臓の近位尿細管 (PT) 遠位部の上皮細胞基底膜側に豊富に発現していた (図 2)。CD36 欠損マウスの腎臓では、野生型に比較し、 ^{125}I -BMIPP (長鎖脂肪酸トレーサー) の取り込みが、静注直後は有意に低下し、30 分後には有意差が消失した。二光子顕微鏡を用いた生体イメージングにて、BODIPY- C_{12} (蛍光中鎖脂肪酸) は、投与後早期に近位尿細管の基底膜側 (血液側) に集積し、続いて管腔側 (原尿側) に集積した。また、脂肪融解を誘導する 3 アドレナリン受容体作動薬 (CL 316,243) をマウスに腹腔内投与すると、血中脂肪酸濃度上昇に伴って腎臓に中性脂肪が蓄積し、4 時間後にピークに達した後、減少した (図 3)。細胞特異的抗体を用いた検討から、中性脂肪蓄積細胞は主に近位尿細管であり、蓄積量が多い時相では、遠位ネフロンにも蓄積した (図 3)。ジフテリア毒素 (DT) 誘導性に近位尿細管が特異的に傷害されるように DT 受容体を発現させたマウス (PTi マウス)

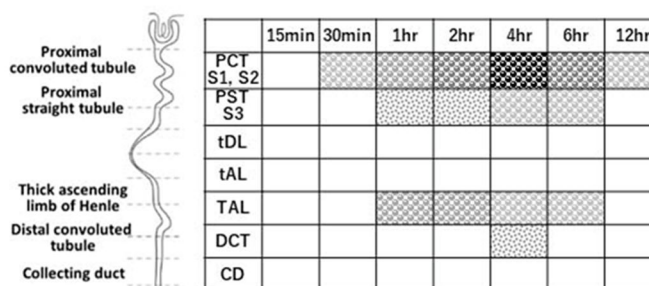
(図 2) 尿細管の脂肪酸取り込みルートと関連分子



を用いた検討にて、近位尿細管傷害下では、近位尿細管の中性脂肪蓄積が減少し、遠位ネフロンの蓄積が増加した。さらに、PTi マウスは著明なアルブミン尿を呈するが、尿中脂肪酸は検出されなかった。同様に、ネフローゼ患者および末期腎臓病患者の尿中にも脂肪酸は検出されなかった。

(図3)

CL316,243静注後の腎臓の中性脂肪分布
(オイルレッドO染色の結果)



(上記結果から導かれるエッセンス)

- 血液中の遊離脂肪酸の一部は、近位尿細管上皮細胞の基底膜側(毛細血管側)から取り込まれる(図2、ルート1)
- 血液中の遊離脂肪酸の一部は、アルブミンとともに原尿中に濾過され、管腔側から再吸収される(図2、ルート2)
- 原尿中の遊離脂肪酸は、その流れに従い、ネフロン構造の上流から再吸収され、尿細管上皮細胞の消費量を上回ると、中性脂肪として蓄積される(図3)
- 中性脂肪が最も蓄積するのは近位曲尿細管(PCT)であり、次いで近位直尿細管(PST)・ヘンレの太い上行脚(TAL)・遠位曲尿細管(DCT)である(図3)
- 近位尿細管が傷害を受けると、傷害部位より下流で遊離脂肪酸が再吸収される。
- CD36は近位尿細管のS2/S3(遠位部)の基底膜側(図2、ルート1)に発現し、毛細血管側からの脂肪酸取り込みに関与する。
- ¹²⁵I-BMIPP投与直後、CD36依存性の血液からの脂肪酸取り込みが低下するが(図2、ルート1)、CD36非依存性の原尿からの取り込み(図2、ルート2)により代償(マスク)されるため、見かけ上、脂肪酸取り込み障害がないように見える。(＃これまで脂肪酸取り込み機構が不明だった理由のひとつ)
- 病的腎臓(PTiマウス、ネフローゼ患者、末期腎臓病患者)であっても原尿中の遊離脂肪酸を完全に再吸収する強力な機構が腎臓には存在する。

4. 研究成果

以上の解析から、腎臓の脂肪酸取り込み機構の特性は、概ね次の3つに集約できる。

- (1) 腎尿細管上皮細胞は、血液(基底膜側、CD36依存性)と原尿(管腔側、CD36非依存性)の両方から脂肪酸を取り込む。
- (2) ネフロンの近位部・遠位部は、いずれも大量の中性脂肪蓄積能を有する。
- (3) 腎臓には、病的腎であっても、原尿中の脂肪酸を完全に吸収する強力な再吸収機構が存在する。

腎臓の脂肪酸取り込み機構が不明だったのには、大きく3つの要因があると思われる。一つ目は、原尿(管腔側)からの恒常的な脂肪酸取り込みの可能性について想定されてこなかったためである。二つ目は、アルブミンが恒常的に糸球体を一定程度通過するにも関わらず、それに伴う脂肪酸の原尿中への濾過の可能性について十分認知されてこなかったためである。三つ目は、二方向からの脂肪酸取り込みがあるため、一方の脂肪酸取り込み障害があっても、もう一方の取り込み増加によって代償(マスク)されてしまうからである。本研究によって、これまでほとんど不明であった、腎臓の脂肪酸取り込み機構の一部が明らかになった。今後、血液(基底膜側)と原尿(管腔側)からの脂肪酸取り込みの分子機序の解明と、各種腎疾患における脂肪酸取り込み変化の病態生理への関与の報告が待たれる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Kawakami Ryo, Hanaoka Hirofumi, Kanai Ayaka, Obinata Hideru, Nakano Daisuke, Ikeuchi Hidekazu, Matsui Miki, Hiromura Keiju, Nishiyama Akira, Saito Akihiko, Yanagita Motoko, Ishii Hideki, Kurabayashi Masahiko, Iso Tatsuya	4. 巻 none
2. 論文標題 Robust capability of renal tubule fatty acid uptake from apical and basolateral membranes in physiology and disease	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 bioRxiv	6. 最初と最後の頁 none
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1101/2022.07.04.498762	査読の有無 無
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 Umbarawan Yogi, Kawakami Ryo, Syamsunarno Mas, Obinata Hideru, Yamaguchi Aiko, Hanaoka Hirofumi, Hishiki Takako, Hayakawa Noriyo, Koitabashi Norimichi, Sunaga Hiroaki, Matsui Hiroki, Kurabayashi Masahiko, Iso Tatsuya	4. 巻 11
2. 論文標題 Reduced Fatty Acid Use from CD36 Deficiency Deteriorates Streptozotocin-Induced Diabetic Cardiomyopathy in Mice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Metabolites	6. 最初と最後の頁 881 ~ 881
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/metabo11120881	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 Harada Tomonari, Araki Takeshi, Sunaga Hiroaki, Kagami Kazuki, Yoshida Kuniko, Kato Toshimitsu, Kawakami Ryo, Tomono Junichi, Wada Naoki, Iso Tatsuya, Kurabayashi Masahiko, Obokata Masaru	4. 巻 11
2. 論文標題 Pathophysiological and diagnostic importance of fatty acid-binding protein 1 in heart failure with preserved ejection fraction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 21175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-00760-2	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 Kawakami R, Matsui M, Konno A, Kaneko R, Shrestha S, Shrestha Suman, Sunaga H, Hanaoka H, Goto S, Hosojima M, Kabasawa H, Obokata M, Koitabashi N, Matsui H, Sasaki T, Saito A, Yanagita M, Hirai H, Kurabayashi M, Iso T	4. 巻 255
2. 論文標題 Urinary FABP1 is a biomarker for impaired proximal tubular protein reabsorption and is synergistically enhanced by concurrent liver injury	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Pathology	6. 最初と最後の頁 362 ~ 373
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/path.5775	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 Kagami Kazuki, Sunaga Hiroaki, Sorimachi Hidemi, Harada Tomonari, Yoshida Kuniko, Kato Toshimitsu, Kurosawa Koji, Kawakami Ryo, Koitabashi Norimichi, Iso Tatsuya, Adachi Takeshi, Kurabayashi Masahiko, Obokata Masaru	4. 巻 8
2. 論文標題 Prognostic impact of elevated fatty acid binding protein 1 in patients with heart failure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ESC Heart Failure	6. 最初と最後の頁 1494 ~ 1501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ehf2.13239	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 Umbarawan Yogi, Enoura Aiko, Ogura Harumi, Sato Tomohito, Horikawa Makoto, Ishii Tomoaki, Sunaga Hiroaki, Matsui Hiroki, Yokoyama Tomoyuki, Kawakami Ryo, Maeno Toshitaka, Setou Mitsutoshi, Kurabayashi Masahiko, Iso Tatsuya	4. 巻 62
2. 論文標題 FABP5 Is a Sensitive Marker for Lipid-Rich Macrophages in the Luminal Side of Atherosclerotic Lesions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Heart Journal	6. 最初と最後の頁 666 ~ 676
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1536/ihj.20-676	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 Iso Tatsuya, Kurabayashi Masahiko	4. 巻 11
2. 論文標題 Cardiac Metabolism and Contractile Function in Mice with Reduced Trans-Endothelial Fatty Acid Transport	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Metabolites	6. 最初と最後の頁 889 ~ 889
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/metabo11120889	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 Umbarawan Yogi, Kawakami Ryo, Syamsunarno Mas Rizky A. A., Koitabashi Norimichi, Obinata Hideru, Yamaguchi Aiko, Hanaoka Hirofumi, Hishiki Takako, Hayakawa Noriyo, Sunaga Hiroaki, Matsui Hiroki, Kurabayashi Masahiko, Iso Tatsuya	4. 巻 10
2. 論文標題 Reduced fatty acid uptake aggravates cardiac contractile dysfunction in streptozotocin-induced diabetic cardiomyopathy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 20809 ~ 20820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-77895-1	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 Harada Tomonari, Sunaga Hiroaki, Sorimachi Hidemi, Yoshida Kuniko, Kato Toshimitsu, Kurosawa Koji, Nagasaka Takashi, Koitabashi Norimichi, Iso Tatsuya, Kurabayashi Masahiko, Obokata Masaru	4. 巻 7
2. 論文標題 Pathophysiological role of fatty acid binding protein 4 in Asian patients with heart failure and preserved ejection fraction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ESC Heart Failure	6. 最初と最後の頁 4256 ~ 4266
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ehf2.13071	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22件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Iso T, Kawakami R, Hanaoka H, Kanai A, Obinata H, Nakano D, Ikeuchi H, Hiromura K, Nishiyama A, Yanagita M, Ishii H, Kurabayashi M.
2. 発表標題 Fatty acids are taken up from both basolateral and apical side in the kidney: Unappreciated mechanisms of fatty acid uptake by the kidney
3. 学会等名 日本生理学会第100回記念大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tanabe R, Matsui H, Kawakami R, Yokoyama T, Kurabayashi M, Ishii H, Iso T.
2. 発表標題 Comparison between urinary fatty acid binding protein 1 and neutrophil gelatinase-associated lipocalin in acetaminophen-induced acute kidney injury in mice
3. 学会等名 第87回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川上 亮、倉林正彦、磯達也
2. 発表標題 腎臓における多面的な脂肪酸取り込み機構と病態生理学的意義の解明
3. 学会等名 第42回日本肥満学会・第39回日本肥満症治療学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ryo Kawakami, Hirofumi Hanaoka, Ayaka Kanai, Hideru Obinata, Miki Matsui, Hiroki Matsui, Norimichi Koitabashi, Tomoyuki Yokoyama, Hideki Ishii, Masahiko Kurabayashi, Tatsuya Iso.
2. 発表標題 Unappreciated Mechanisms of Fatty Acid Uptake in the Kidney: Fatty Acids are Taken Up from Both Basolateral and Apical Side
3. 学会等名 第86回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kawakami R, Hanaoka H, Kanai A, Obinata H, Matsui M, Sunaga H, Matsui H, Koitabashi N, Yokoyama T, Kurabayashi M, Iso T.
2. 発表標題 Unappreciated mechanisms of fatty acid uptake in the kidney: Fatty acids are taken up from both basolateral and apical side
3. 学会等名 The 94th annual meeting of American Heart Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Matsui M, Konno A, Kaneko R, Sunaga H, Hanaoka H, Obokata M, Matsui H, Koitabashi N, Hirai H, Kurabayashi M, Iso T.
2. 発表標題 Urinary fatty acid binding protein 1 is a biomarker for impaired proximal tubular protein reabsorption and is synergistically enhanced by concurrent liver injury
3. 学会等名 The 94th annual meeting of American Heart Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Iso T
2. 発表標題 Local and systemic metabolism regulated by muscle-type continuous capillary; Lessons from mice with impaired trans-endothelial fatty acid transport
3. 学会等名 Bandung International Conference on Medical and Health Sciences, Bandung, Indonesia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 磯達也
2. 発表標題 毛細血管内皮細胞に発現するFABP4/5を介する心筋・骨格筋の脂肪酸代謝制御と全身代謝への影響
3. 学会等名 第53回 日本動脈硬化学会総会・学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川上 亮、花岡宏史、金井綾香、大日方英、中野大介、池内秀和、廣村桂樹、西山 成、柳田素子、倉林正彦、磯 達也
2. 発表標題 腎臓の脂肪酸取り込み機構全容の解明 (若手研究奨励賞)
3. 学会等名 第25回日本心血管内分泌代謝学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Hanoka H, Kanai A, Obinata H, Nakano D, Matsui M, Matsui H, Koitabashi N, Yokoyama T, Nishiyama A, Saito A, Yanagita M, Kurabayashi M, Iso T.
2. 発表標題 Unappreciated mechanisms of fatty acid uptake in the kidney: Fatty acids are taken up from both basolateral and apical side
3. 学会等名 The 5th JCS Council Forum on Basic Cardio Vascular Research
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Matsui M, Konno A, Kaneko R, Hanaoka H, Matsui H, Koitabashi N, Saito A, Yanagita M, Hirai H, Kurabayashi M, Iso T
2. 発表標題 Urinary FABP1 is a biomarker for impaired proximal tubular protein reabsorption and is synergistically enhanced by concurrent liver injury
3. 学会等名 The 5th JCS Council Forum on Basic Cardio Vascular Research
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川上 亮、花岡宏史、金井彩香、大日方英、中野大介、松崎利行、後藤佐和子、斉藤亮彦、西山 成、柳田素子、倉林正彦、磯 達也
2. 発表標題 腎尿管上皮細胞における二重の脂肪酸取り込み機構の同定
3. 学会等名 第50回日本心脈管作動物質学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Umbarawan Y, Iso T, Koitabashi N, Sunaga H, Matsui H, Kurabayashi M.
2. 発表標題 Limited Fatty Acid Use by CD36 Deficiency Accelerates the Development of Diabetic Cardiomyopathy
3. 学会等名 The 93rd annual meeting of American Heart Association (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Iso T, Sunaga H, Matsui H, Yokoyama T, Kawakami R, Kurabayashi M
2. 発表標題 FABP5 is a sensitive marker for lipid-rich macrophages in luminal side of atherosclerotic lesions
3. 学会等名 第85回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Iso T, Sunaga H, Matsui H, Koitabashi N, Kurabayashi M
2. 発表標題 Cardiac growth and hypertrophic response require exogenous fatty acid uptake, but not endogenous de novo lipogenesis
3. 学会等名 第85回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Umbarawan Y, Iso T, Koitabashi N, Sunaga H, Matsui H, Kurabayashi M
2. 発表標題 Limited Fatty Acid Use by CD36 Deficiency Accelerates the Development of Diabetic Cardiomyopathy
3. 学会等名 第85回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Iso T, Sunaga H, Matsui H, Koitabashi N, Kurabayashi M
2. 発表標題 Renal tubules store excess amount of circulating non-esterified fatty acid as neutral lipid: Regulatory role of kidney for lipid homeostasis
3. 学会等名 第85回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Iso T, Sunaga H, Matsui H, Obokata M, Koitabashi N, Kurabayashi M
2. 発表標題 Urinary L-FABP, a sensitive biomarker for acute kidney injury, is derived from circulating L-FABP escaped from hepatocytes in mice
3. 学会等名 第85回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Sunaga H, Iso T, Obokata M, Harada T, Matsui H, Koitabashi N, Yokoyama T, Kurabayashi M
2. 発表標題 FABP1 is a novel biomarker for heart failure
3. 学会等名 第85回日本循環器学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kawakami R, Hanaoka H, Kanai A, Nakano D, Goto S, Sunaga H, Matsui H, Koitabashi N, Saito A, Nishiyama A, Yanagita M, Kurabayashi M, Iso T
2. 発表標題 Unappreciated mechanisms of fatty acids handling in the kidney: Remarkable capability for fatty acid reabsorption
3. 学会等名 第24回日本心血管内分泌代謝学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kawakami R, Iso T, Koitabashi N, Sunaga H, Matsui H, Kurabayashi M
2. 発表標題 CD36ノックアウトによる脂肪酸利用の制限は糖尿病性心筋症を増悪させる
3. 学会等名 第24回日本心不全学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kawakami R, Iso T, Koitabashi N, Sunaga H, Matsui H, Kurabayashi M
2. 発表標題 Limited Fatty Acid Use by CD36 Deficiency Accelerates the Development of Diabetic Cardiomyopathy
3. 学会等名 The 4th JCS Council Forum on Basic Cardio Vascular Research
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

群馬大学医学系研究科 循環器内科 基礎研究 磯グループ
https://gucvmed.med.gunma-u.ac.jp/?page_id=94

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

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