

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05330

研究課題名(和文) グルココルチコイドによる高次生体機能調節機構に関する研究

研究課題名(英文) Research on mechanism of systemic energy metabolism by glucocorticoids

研究代表者

田中 廣壽 (Tanaka, Hirotoshi)

東京大学・医科学研究所・教授

研究者番号：00171794

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：骨格筋代謝・機能制御におけるGCの作用機構と生理的な意義を、GRを介した遺伝子発現制御機構を基軸に究明した。全身エネルギー代謝制御の変容において、骨格筋-肝臓-脂肪組織間シグナル軸が果たす役割を、筋タンパク質分解抑制が肝臓、脂肪組織の代謝に及ぼす影響から明らかにした。クッシング症候群と肥満モデルマウスを用いて、骨格筋 肝臓 脂肪連関の鍵因子としてアラニン、FGF21以外の分子も関与していることを見出した。以上から、個体レベルのエネルギー代謝は、代謝状態に応じて多様な因子による多臓器連関の上に緻密に制御されていることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

申請者が開発した骨格筋特異的GR遺伝子破壊マウスは内分泌シグナルによって制御される骨格筋タンパク分解代謝を欠損したモデルであり、内分泌-代謝と運動の連関、複数臓器の機能的連関を介した生体制御、を解析可能とする画期的ツールである。本研究により、GCによる骨格筋を起点とした多系統・多臓器連携の解明を通じて個体レベルのエネルギーフロー調節機構が理解され、生体恒常性維持の基盤に関わる内分泌学理構築につながる。また、肥満、糖尿病などの「エネルギーフロー異常を伴う病気」において、従来のパラダイムを超えた新規分子マーカー発見、新規食事・薬物療法の開発など画期的新展開をもたらす可能性がある。

研究成果の概要(英文)：We investigated the physiological significance of glucocorticoid (GC) in skeletal muscle metabolism and function, focusing on GC receptor (GR)-mediated gene expression. The role of the signal axis between skeletal muscle, liver, and adipose tissue in the control of whole body energy metabolism was clarified by the inhibitory effects on muscle protein degradation and liver and adipose tissue metabolism. Using Cushing's syndrome model mice and ob/ob mice, we found that molecules other than alanine and FGF21 were also involved as key factors in the skeletal muscle-liver-fat axis. From the above, it was shown that the energy metabolism at the individual level is precisely controlled by various factors via inter-organ interaction according to the metabolic state.

研究分野：内科学

キーワード：代謝学 内分泌学 エネルギー代謝 骨格筋 臓器連関 グルココルチコイド

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

9世紀に Cuvier が予見したごとく、生体は多くの臓器やシステムの有機的連携のもとに恒常性を維持している。内分泌学はこの高次生体機能調節の基盤的理解推進の原動力として先導的役割を果たしてきた。その一方、脂肪細胞、骨、骨格筋など、従来ホルモン標的臓器と分類されていた臓器もホルモン様物質を産生し生体機能調節に参加していることが明らかとなっている (Karsenty ら: *Cell* 2013, *Nature* 2012 など、 Spiegelman ら: *Cell* 2014, *Nature* 2012 など)。したがって、内分泌学の命題である「生体恒常性維持機構の本質的理解」達成にあたり、生体をこれらの臓器を含めた多くのシステムが時間的空間的にダイナミックに連関する個ととらえる新しい学理を構築しなくてはならない。

グルココルチコイド GC は多くの組織において多彩な作用を発現し、ストレス応答、恒常性維持、生存に密接に関わることから、GC 作用解明はかかる新しい学理の構築に必須の研究課題である。核内レセプターであるグルココルチコイドレセプター GR は、全ての標的組織において GC 作用の共通の分子基盤として機能する。しかし、各標的臓器における GC と GR のはたらきやその帰結としてのエネルギー代謝をはじめとした高次生体調節機構の詳細は、その動物実験モデルも存在しなかったこともあって、いまだに不明のままである。

2. 研究の目的

申請者は、長年にわたる GC 作用解明の取り組みの中で、GC 標的臓器における GC-GR 標的遺伝子の同定と機能解析、組織特異的 GR 遺伝子破壊マウスの作成と解析から、GC による高次の生体制御機構をその分子基盤とともに解明しつつある。そこで、これまでの研究をさらに発展させ、

(i) GC による骨格筋の内分泌-代謝-運動連関、

(ii) GC による骨格筋-肝臓-脂肪組織連関を介したエネルギーフロー制御、

の解明を通じて、高次の生体制御機構を GC-GR システムを基軸に明らかにすることを目的とし、内分泌学の命題である生体恒常性維持機構の本質的理解に迫る。

3. 研究の方法

エネルギー代謝異常を呈する疾患のモデルとして、クッシング症候群モデルマウス、ob/ob 肥満モデルマウスを用いた。これらの代謝異常における骨格筋の GC シグナルの意義を明らかにするため、骨格筋特異的 GR ノックアウトマウス GRmKO を用いた。特に、ob/ob マウスの解析にあたっては、ob/ob マウスと GRmKO を交配させ、ob/ob 背景の GRmKO を作出した。これらのマウスを各種条件下で飼育し、代謝プロファイル、骨格筋・肝臓・脂肪の遺伝子発現プロファイルと病理組織を解析した。

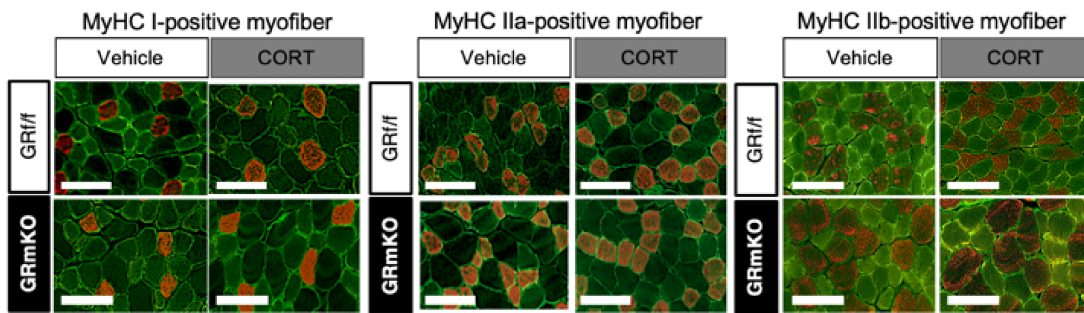
4. 研究成果

(1) クッシング症候群モデルマウスの解析

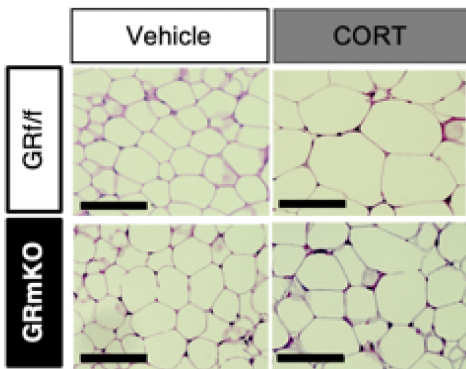
コルチコステロンを過剰摂取させたクッシング症候群モデルマウスにおいて、ヒトのクッシング症候群と同様に II 型速筋優位の骨格筋萎縮と脂肪組織増大、脂肪肝を認めたと、GRmKO 背景ではこれらはいずれも軽減されたことから、クッシング症候群の体組成構築に骨格筋 GR が関与することがわかった。さらに、GRmKO クッシングでは耐糖能の悪化も軽微であり、肝臓の脂肪かも軽度であったことから、骨格筋 GR は体組成とともに全身のエネルギー代謝を制御する鍵因子であることが明らかとなった (図 1)。その一方で、GRmKO クッシングでは、GRmKO とは異なり、アラニン、FGF21 の関与は明らかではなかった。RNAseq による遺伝子発現プロファイル解析から、骨格筋における GR 標的筋萎縮関連遺伝子発現に関して、GC のみならずインスリンが制御因子として重要であった。すなわち、GC 過剰によるこれらの遺伝子の発現誘導はインスリンによって抑制され、インスリンが GC 筋萎縮に対して抑制的に働いていることが示された。さらに、ストレプトゾトシン投与によって細胞を破壊すると GC の作用はより顕著となった。以上から、クッシング症候群において、筋萎縮は高インスリン血症によって拮抗されるものの、さらなる耐糖能の悪化によって糖尿病を呈した場合、その抑制作用は減弱することが示唆される。かかる成果は、クッシング症候群におけるエネルギー代謝のダイナミックな病態を明らかにしたとともに、クッシング症候群における代謝異常の介入に関して新たな治療戦略を与えるものである。

図1 クッシング症候群モデルマウスにおける骨格筋、脂肪、肝臓の病理組織

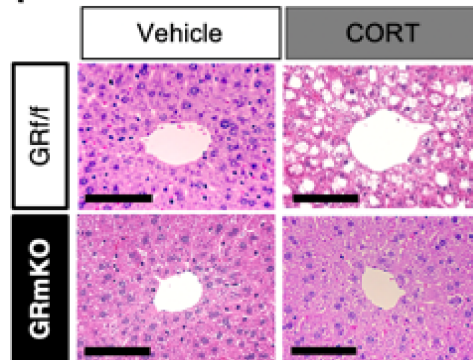
骨格筋



脂肪



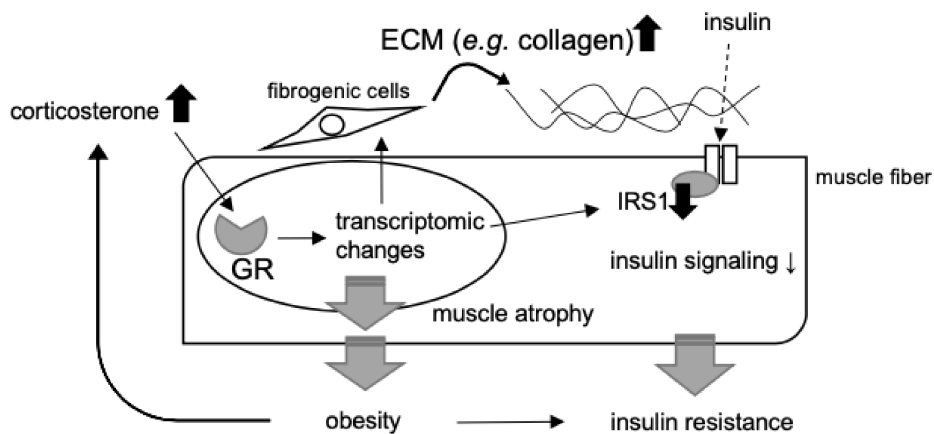
肝臓



(2) ob/ob マウスの解析

Ob/ob マウスはクッシング症候群と同様に顕著な肥満と筋萎縮、耐糖能異常、脂肪肝を呈するが、ob/obxGRmKO ではこれらの代謝異常は軽減されていた。特に、ob/obxGRmKO ではインスリン抵抗性が顕著に改善されていた。かかるインスリン抵抗性改善のメカニズムを探索するため骨格筋 RNAseq を行ったところ、GRmKO ではコラーゲンなどの線維化関連遺伝子発現が低下していた。病理組織学的検索においても、GRmKO では骨格筋線維化が軽減していた。すなわち、顕著な肥満を呈する状態では、骨格筋 GR 下流の遺伝子発現変化によって骨格筋の線維化が亢進し、インスリン抵抗性の要因となる可能性が示唆された。一方、(1) で調べたクッシング症候群モデルマウスにおいてはこのような変化は認められなかったことから、骨格筋線維化は肥満の程度やその際の脂質代謝異常に左右されることが推定された(図2)。

図2 ob/ob肥満マウスにおけるインスリン抵抗性の機序(仮説)



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Uehara M, Yamazaki H, Yoshikawa N, Kuribara-Souta A, Tanaka H	4. 巻 67
2. 論文標題 Correlation among body composition and metabolic regulation in a male mouse model of Cushing's syndrome	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Endocr J	6. 最初と最後の頁 21-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1507/endocrj.EJ19-0205	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 Tomohiro Matsushashi, Jin Endo, Yoshinori Katsumata, Tsunehisa Yamamoto, Noriaki Shimizu, Noritada Yoshikawa, Masaharu Kataoka, Sarasa Isobe, Hidenori Moriyama, Shinichi Goto, Keiichi Fukuda, Hirotohi Tanaka, Motoaki Sano	4. 巻 130
2. 論文標題 Pressure overload inhibits glucocorticoid receptor transcriptional activity in cardiomyocytes and promotes pathological cardiac hypertrophy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Molecular and Cellular Cardiology	6. 最初と最後の頁 122-130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yjmcc.2019.03.019	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 Kiuchi Zentaro, Nishibori Yukino, Kutsuna Satoru, et al.	4. 巻 33
2. 論文標題 GLCCI1 is a novel protector against glucocorticoid-induced apoptosis in T cells	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The FASEB Journal	6. 最初と最後の頁 7387-7402
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.201800344RR	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 Yamazaki Hiroki, Kushiya Akifumi, Sakoda Hideyuki, Fujishiro Midori, Yamamoto Takeshi, Nakatsu Yusuke, Kikuchi Takako, Kaneko Sunao, Tanaka Hirotohi, Asano Tomoichiro	4. 巻 2018
2. 論文標題 Protective Effect of Sex Hormone-Binding Globulin against Metabolic Syndrome: In Vitro Evidence Showing Anti-Inflammatory and Lipolytic Effects on Adipocytes and Macrophages	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mediators of Inflammation	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2018/3062319	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 Anan Kotaro, Hino Shinjiro, Shimizu Noriaki, Sakamoto Akihisa, Nagaoka Katsuya, Takase Ryuta, Kohrogi Kensaku, Araki Hirotaka, Hino Yuko, Usuki Shingo, Oki Shinya, Tanaka Hirotoshi, Nakamura Kimitoshi, Endo Fumio, Nakao Mitsuyoshi	4. 巻 46
2. 論文標題 LSD1 mediates metabolic reprogramming by glucocorticoids during myogenic differentiation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nucleic Acids Research	6. 最初と最後の頁 5441 ~ 5454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nar/gky234	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 Usui Yuki, Kimura Yasumasa, Satoh Takeshi, Takemura Naoki, Ouchi Yasuo, Ohmiya Hiroko, Kobayashi Kyosuke, Suzuki Hiromi, Koyama Satomi, Hagiwara Satoko, Tanaka Hirotoshi, Imoto Seiya, Eberl G?rard, Asami Yukio, Fujimoto Kosuke, Uematsu Satoshi	4. 巻 30
2. 論文標題 Effects of long-term intake of a yogurt fermented with Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus 2038 and Streptococcus thermophilus 1131 on mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Immunology	6. 最初と最後の頁 319 ~ 331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/intimm/dxy035	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 Matsushashi Tomohiro, Endo Jin, Katsumata Yoshinori, Yamamoto Tsunehisa, Shimizu Noriaki, Yoshikawa Noritada, Kataoka Masaharu, Isobe Sarasa, Moriyama Hidenori, Goto Shinichi, Fukuda Keiichi, Tanaka Hirotoshi, Sano Motoaki	4. 巻 130
2. 論文標題 Pressure overload inhibits glucocorticoid receptor transcriptional activity in cardiomyocytes and promotes pathological cardiac hypertrophy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Molecular and Cellular Cardiology	6. 最初と最後の頁 122 ~ 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yjmcc.2019.03.019	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 Kotaro Anan, Shinjiro Hino, Noriaki Shimizu, Akihisa Sakamoto, Katsuya Nagaoka, Ryuta Takase, Kensaku Kohrogi, Hirotaka Araki, Yuko Hino, Shingo Usuki, Shinya Oki, Hirotoshi Tanaka, Kimitoshi Nakamura, Fumio Endo, Mitsuyoshi Nakao	4. 巻 46
2. 論文標題 LSD1 mediates metabolic reprogramming by glucocorticoids during myogenic differentiation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nucleic Acid Res	6. 最初と最後の頁 5441-5454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/nar/gky234	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 Hirotooshi Tanaka, Noriaki Shimizu, Noritada Yoshikawa	4. 巻 360
2. 論文標題 Role of skeletal muscle glucocorticoid receptor in systemic energy homeostasis.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Exp Cell Res.	6. 最初と最後の頁 24-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yexcr.2017.03.049	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 Naoki Ito, Isao Kii, Noriaki Shimizu, Hirotooshi Tanaka and Shin'ichi Takeda	4. 巻 7
2. 論文標題 Direct reprogramming of fibroblasts into skeletal muscle progenitor cells by transcription factors enriched in undifferentiated subpopulation of satellite cells.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 8097
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-08232-2	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 oshiki Eri, Kimito Kawahata, Takeyuki Kanzaki, Mitsuru Imamura, Kazuya Michishita, Lisa Akahira, Ei Bannai, Noritada Yoshikawa, Yasumasa Kimura, Takeshi Satoh, Satoshi Uematsu, Hirotooshi Tanaka, and Kazuhiko Yamamoto	4. 巻 7
2. 論文標題 Intestinal microbiota link lymphopenia to murine autoimmunity via PD-1+CXCR5-/dim B-helper T cell induction.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 46037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep39752	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 Ono T, Kamimura N, Matsuhashi T, Nagai T, Nishiyama T, Endo J, Hishiki T, Nakanishi T, Shimizu N, Tanaka H, Ohta S, Suematsu M, Ieda M, Sano M, Fukuda K, Kaneda R	4. 巻 7
2. 論文標題 The histone 3 lysine 9 methyltransferase inhibitor chaetocin improves prognosis in a rat model of high salt diet-induced heart failure.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 39752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep39752	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 Erika Matsubara, Noritada Yoshikawa, Osamu Hosono, Hiroyuki Baba, Toshiki Eri, Masaaki Uehara, Aya Oda, Chieko Sekita, Atsuo Taniguchi, Hirotochi Tanaka	4. 巻 1
2. 論文標題 A rheumatoid arthritis patient complicated with adenine phosphoribosyltransferase deficiency and unilateral renal agenesis: a first case report.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Modern Rheumatology Case Reports	6. 最初と最後の頁 15-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/24725625.2016.1266729	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 Yoshikawa N, Shimizu N, Uehara M, Oda Y, Matsumiya R, Matsubara E, Kobayashi H, Hosono O, Kuribara-Souta A, Baba H, Nagamura F, Kiryu S, Tanaka H	4. 巻 27
2. 論文標題 The effects of bolus supplementation of branched-chain amino acids on skeletal muscle mass, strength, and function in patients with rheumatic disorders during glucocorticoid treatment.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mod Rheumatol.	6. 最初と最後の頁 508-517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14397595.2016.1213480	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 Toshiki Eri, Kimito Kawahata, Takeyuki Kanzaki, Mitsuru Imamura, Kazuya Michishita, Lisa Akahira, Ei Bannai, Noritada Yoshikawa, Yasumasa Kimura, Takeshi Satoh, Satoshi Uematsu, Hirotochi Tanaka, and Kazuhiko Yamamoto	4. 巻 7
2. 論文標題 Intestinal microbiota link lymphopenia to murine autoimmunity via PD-1+CXCR5-/dim B-helper T cell induction	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 46037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep46037	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 Ono T, Kamimura N, Matsubashi T, Nagai T, Nishiyama T, Endo J, Hishiki T, Nakanishi T, Shimizu N, Tanaka H, Ohta S, Suematsu M, Ieda M, Sano M, Fukuda K, Kaneda R	4. 巻 7
2. 論文標題 The histone 3 lysine 9 methyltransferase inhibitor chaetocin improves prognosis in a rat model of high salt diet-induced heart failure	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Sci Rep	6. 最初と最後の頁 39752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/srep39752	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 Yoshikawa N, Shimizu N, Uehara M, Oda Y, Matsumiya R, Matsubara E, Kobayashi H, Hosono O, Kuribara-Souta A, Baba H, Nagamura F, Kiryu S, Tanaka H	4. 巻 27
2. 論文標題 The effects of bolus supplementation of branched-chain amino acids on skeletal muscle mass, strength, and function in patients with rheumatic disorders during glucocorticoid treatment	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Modern Rheumatology	6. 最初と最後の頁 508-517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/14397595.2016.1213480	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 Ito N, Shimizu N, Tanaka H, Takeda S	4. 巻 3
2. 論文標題 Enhancement of Satellite Cell Transplantation Efficiency by Leukemia Inhibitory Factor	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J Neuromuscul Dis	6. 最初と最後の頁 201-207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JND-160156	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 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 特別講演「ステロイドのエッセンス」
3. 学会等名 第30回日本リウマチ学会中国・四国支部学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 骨格筋サイエンスの新展開
3. 学会等名 第37回日本骨代謝学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 Glucocorticoid receptor today
3. 学会等名 The Fifth Symposium of the Korean Adrenal Gland and Endocrine Hypertension Study Group (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 Novel aspects of glucocorticoid receptor in physiology
3. 学会等名 the Steroid Today 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中 廣壽
2. 発表標題 ステロイドによる筋萎縮の分子機構解明と臨床への橋渡し、そして骨格筋の新しい役割の解明へ
3. 学会等名 愛媛大学プロテオサイエンスセンター学術シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 骨格筋と肥満
3. 学会等名 第16回肥満症カンファレンス (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中 廣壽
2. 発表標題 免疫代謝内分泌に関わる臓器連関
3. 学会等名 免疫・代謝・内分泌アカデミアフォーラム2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中 廣壽
2. 発表標題 Skeletal muscle glucocorticoid receptor and systemic energy metabolism
3. 学会等名 4th Congress on Steroid Research 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中 廣壽
2. 発表標題 ステロイドによる筋萎縮の分子機構解明と臨床への橋渡し、そして骨格筋の新しい役割の解明へ
3. 学会等名 第61回日本糖尿病学会年次学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 ステロイドの使い方
3. 学会等名 第27回日本医療薬学会年会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 アミノ酸研究の新展開 - 多臓器相関を介したエネルギー代謝における役割
3. 学会等名 日本アミノ酸学会 第11回 学術大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 Plenary Lecture 「Skeletal muscle glucocorticoid receptor and systemic energy metabolism」
3. 学会等名 10th International Meeting of Pediatric Endocrinology (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 メカノメタボカップリングー 骨格筋研究から多臓器連関による生体エネルギー制御機構の理解へ
3. 学会等名 第35回日本骨代謝学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 特別講演「ステロイドのサイエンスと臨床」
3. 学会等名 第52回 日本小児腎臓病学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 骨格筋GRとメカノ-メタホカップリンク
3. 学会等名 第24回 日本ステロイドホルモン学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田中廣壽
2. 発表標題 Mechano-Metabo Coupling: Skeletal muscle volume regulation and systemic energy metabolism
3. 学会等名 第59回 日本糖尿病学会年次学術集会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 清水宣明, 田中廣壽他
2. 発表標題 骨格筋グルコシルコリチコイド受容体を介した個体レベルの脂質代謝制御
3. 学会等名 第39回 日本分子生物学会年会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 清水宣明, 田中廣壽他
2. 発表標題 骨格筋-肝臓-脂肪組織シグナル軸とメカノ-メタボカップリング
3. 学会等名 第2回 日本筋学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 清水宣明
2. 発表標題 臓器間連携を介したエネルギー代謝制御における骨格筋グルココルチコイド受容体の役割
3. 学会等名 第24回 日本ステロイドホルモン学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/Rheumatol/allergy/research.html 東京大学医科学研究所附属病院アレルギー免疫科、抗体・ワクチンセンター免疫病治療学分野 研究紹介 http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/Rheumatol/allergy/research.html

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