

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：24405

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20K08186

研究課題名(和文)代謝リプログラミング異常による神経発達障害の発現機序とその正常化アプローチ

研究課題名(英文) Mechanisms of metabolic reprogramming behind the neurodevelopmental disorder and the therapeutic approach by the amelioration of metabolic signaling

研究代表者

谷田 任司 (Tanida, Takashi)

大阪公立大学・大学院獣医学研究科 ・講師

研究者番号：30589453

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)：エネルギー代謝系は細胞・組織から個体レベルの各階層で生体恒常性を維持すると共に正常な心身の発達・発育にも不可欠であり、その破綻は様々な代謝異常やそれに伴う精神遅滞などに結びつく。本研究では、色々な代謝環境下における初代培養ニューロンの生育状態を検証すると共に、エネルギー代謝を担う核内受容体やその転写共役因子の機能を探るため、細胞内/核内動態を検証し一定の成果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海馬由来初代培養ニューロンについて、グルコース枯渇すなわち解糖系非依存的条件下における乳酸やピルビン酸による生存維持、突起伸長効果を示した。また、エネルギー代謝のマスターレギュレーターPGC1 のスプライシングバリエーションをラット視床下部から見出しLRPGC1と名付け、その乳酸による核移行や乳酸代謝促進作用を示した。更に、エネルギー代謝を担う核内受容体であるエストロゲン関連受容体ERR () の転写抑制機構として、核マトリクス結合因子SAFB1との相互作用による核内動態変化が関与することを明らかにした。以上の成果は、エネルギー代謝に関わる様々な病態の解明に基礎的な知見を与えるものである。

研究成果の概要(英文)：Energy metabolism system is essential for the normal development of our body as well as for biological homeostasis in the cellular, tissue/organ and individual levels. On the other hand, the disruption of energy metabolism can cause variety of metabolic disorders concomitant with hypophrenia. This research project elucidated growth and development of primary hippocampal neurons under different energy metabolism conditions. Additionally, the investigator obtained the results demonstrating the intracellular/subnuclear dynamics of nuclear receptors and transcriptional coactivators that control energy metabolism.

研究分野：神経内分泌学，内分泌・代謝学，組織細胞生物学

キーワード：海馬初代培養ニューロン ERR LRPGC1 SAFB1 乳酸 グルコース

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

エネルギー代謝系は細胞・組織から個体レベルの各階層で生体恒常性を維持すると共に、正常な心身の発達・発育にも不可欠であり、その破綻は様々な代謝異常やそれに伴う精神遅滞などに結び付く。代謝の各段階を調節する酵素系の遺伝子発現は転写因子によって制御され、生体内外からの刺激、ストレスやその時々エネルギー要求などに応じた転写調節がなされる。一方、このような環境や状況などの変化に応じた遺伝子発現の制御機構には不明点が多い。本研究では、発生段階・幼若期の神経系列細胞が解糖系有意なエネルギー産生様式を好氣的代謝により依存度の高いエネルギー代謝へと代謝を変換させる現象、代謝リプログラミングに着目し、ニューロン発達段階における転写制御システムの変化とニューロン成長との関連性を探ること目指し、基礎的な検討を開始した。

2. 研究の目的

ニューロンの生育におけるエネルギー代謝の役割を明らかにすると共に、エネルギー代謝を調節する転写因子の作用メカニズムを解明する。

3. 研究の方法

3 - 1) 胎齢 18 日のラット海馬由来初代培養系細胞を用い、様々なエネルギー代謝条件下でニューロンの突起の伸長状態を観察した。

3 - 2) エネルギー代謝に関係する核内受容体やその転写共役因子を蛍光ラベルし、生細胞において細胞内・核内動態を解析した。また、動態と機能、特にエネルギー代謝との関連性を検証した。

4. 研究成果

ニューロンの生育における解糖系や乳酸など有機酸との関連性を探る目的で、ラット海馬由来初代培養系での検討を行った。微細形態の観察を可能とするため、細胞はガラスボトムディッシュまたはチャンバースライドに播種した。細胞接着のためのコーティング剤は、ポリ-L-リジン、ポリエチレンジアミン (PEI)、コラーゲンを検討し、より長期的な接着性の良さから PEI を使用することとした。培養方法については、胎齢 18 日齢の Wistar ラットから採取した海馬由来の初代分散培養細胞を培養開始日を days in vitro (DIV) 1 とし、DIV1~3 までは 4.5 g/L グルコース存在下にて培養、DIV3 で PBS(-) にて 3 回洗浄後、グルコース(-)かつインスリン(-)の培地による培養を開始した。当該培地に 5 mM の乳酸あるいはピルビン酸を添加し、対照群として有機酸の未添加群と 4.5 g/L グルコース添加群を準備した。ニューロンの形態は抗 MAP2 抗体による蛍光免疫染色および Fluorescein-Phalloidin 染色を施して観察した。その結果、乳酸、ピルビン酸、グルコースのいずれも添加しなかった場合、数日以内に細胞が死滅した。また、まだプリミナリーな状態ではあるが、乳酸やピルビン酸の添加群では形態学的にはグルコース添加群と同程度の突起伸長が認められた。一方、モノカルボン酸輸送体の阻害剤である 4-CHCA を添加すると乳酸添加群で認められた突起伸長が抑制されたことから、ニューロン内に取り込まれた乳酸等が呼吸基質となって突起伸長を促すことが示唆された。また、初代培養ニューロンは生育条件によっては解糖系をスキップしたエネルギー産生により生存維持が可能であると考えられた。現在、突起伸長等の定量化のため、バーチャルスライド等を用いた撮像条件の検討を進めている。

ラット視床下部より、好氣的エネルギー代謝のマスターレギュレーターとして知られる転写共役因子 PGC1 のスプライシングバリエーションを見出した (DDBJ/EMBL/GenBank accession # LC227803)。13 個のエクソンからなるラット PGC1 は 796 アミノ酸 (aas) から構成されるが、当バリエーションは第 6-第 7 エクソン間におけるイントロン由来の終止コドンを含む 31 bp の挿入により僅か 269 aas しか無く、また、早いターンオーバーサイクルを持つ PGC1 とは異なり、ユビキチン-プロテアソーム系による分解に対し高い耐性を示した。

蛍光標識すると PGC1 は核に、当バリエーションは細胞質にそれぞれ局在した。乳酸を添加すると、PGC1 の局在は変化しなかったが、当バリエーションは細胞質から核への移行を示した。この性質から、当バリエーションには Lactic Acid-Responsive Form of PGC1 (LRPGC1) と名付けた。LRPGC1 は核移行シグナル (NLS) のコンセンサス配列を欠き、核外移行シグナル (NES) のコンセンサス配列を 2 ヶ所持つ。これらの NES を個別に欠失させるといずれの場合も LRPGC1 の核局在割合が有意に増加したので、LRPGC1 の細胞質局在は 2 ヶ所の NES サイトに依存することが判明した。また、乳酸による LRPGC1 の核移行には分子シャペロン HSC70 との相互作用による NES の不活性化が関与することが明らかとなった。

PGC1 はエネルギー代謝を担うオーファン核内受容体であるエストロゲン関連受容体 ERR (,) による転写を活性化することから、LRPGC1 の ERR に対する機能を検証したところ、LRPGC1 は乳酸存在下で ERR と直接的に相互作用し、その転写を強く亢進することが判明した。肝腫瘍由来細胞株 HepG2 から PGC1 遺伝子をノックアウト (KO) すると、乳酸代謝量は著しく減少した。PGC1 KO 細胞の乳酸代謝量は LRPGC1 の導入によって回復したが、PGC1 や ERR と相互作用しない変異型 LRPGC1 (LRPGC1^{LKKA/AAKYL}) を導入しても回復しなかった。また、HepG2 細胞から ERR をノックダウンした場合も乳酸代謝量は有意に低下した。最終的に、LRPGC1 は核内において ERR との相互作用

を介してミトコンドリア転写因子 A (*TFAM*) 遺伝子の発現を亢進し、その結果ミトコンドリアを活性化することで乳酸代謝を促進することが明らかとなった。

現時点では、LRPGC1 の神経系における役割は不明である。ニューロンに発現させた際の LRPGC1 の機能を今後明らかにしてゆく予定である。

転写制御因子の細胞内動態は遺伝子発現の調節と密接に関わるが、ERR (, ,) の核内動態とその転写制御における役割は不明である。そこで、これらを明らかにするために生細胞イメージングを行い、ERR による転写を抑制する合成リガンド Diethylstilbestrol (DES) 添加後の ERR の局在変化を経時的に観察した。

蛍光標識した各サブタイプの ERR (, ,) を COS-1 細胞に発現させると、いずれも核に局在した。DES を添加すると、5~20 分でいずれのサブタイプの ERR も核内で顆粒状のクラスターを形成した。光褪色後蛍光回復 (FRAP) 法により、DES 添加後に ERR (, ,) の核内における可動性が低下することが判明した。これらの所見は、ERR が核内構造体と相互作用することを示唆しており、網目状骨格構造である核マトリクスに結合する転写抑制因子 Scaffold Attachment Factor B1 (SAFB1) の関与を想定した。SAFB1 と各サブタイプの ERR を蛍光標識し COS-1 細胞に共発現させ DES を加えると、SAFB1 と ERR の核内顆粒状クラスターは共局在した。HepG2 細胞を用い、SAFB1 と ERR の核における共局在を内在性タンパクのレベルでも確認した。共免疫沈降法により、いずれのサブタイプの ERR も SAFB1 と相互作用すること、DES により両者の相互作用は顕著に促進されることが示された。SAFB1 との共発現により、ERR 応答配列における ERR の転写活性はいずれのサブタイプでも有意に低下した。

以上より、転写活性と連関した ERR の核内動態変化が明らかになると共に、SAFB1 が ERR の新たな転写抑制因子であることが判明した。また、ERR は核内で SAFB1 を介して可動性を低下させ、その結果転写が抑制されることが示唆され、ERR を介したエネルギー代謝系の制御機構は、SAFB1 による核内動態変化を介した調節を受けることが考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Tanida T	4. 巻 49
2. 論文標題 オーファン核内受容体 ERR の細胞内・核内動態制御を介した内分泌・代謝シグナル調節機構	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Medical Science Digest: MSD	6. 最初と最後の頁 46(436)-50(440)
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 Inoue M, Tanida T, Kondo T, Takenaka S, Nakajima T	4. 巻 85
2. 論文標題 Oxygen-glucose deprivation-induced glial cell reactivity in the rat primary neuron-glia co-culture	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Veterinary Medical Science	6. 最初と最後の頁 799 ~ 808
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1292/jvms.23-0175	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 Bessho C, Yamada S, Tanida T, Tanaka M	4. 巻 800
2. 論文標題 FoxP2 protein decreases at a specific region in the chick midbrain after hatching	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Neuroscience Letters	6. 最初と最後の頁 137119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neulet.2023.137119	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 Ogawa K, Tanida T	4. 巻 11
2. 論文標題 Mixed-Culture Propagation of Uterine-Tissue-Resident Macrophages and Their Expression Properties of Steroidogenic Molecules	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biomedicines	6. 最初と最後の頁 985
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/biomedicines11030985	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 Tanida T	4. 巻 97
2. 論文標題 Molecular dynamics of estrogen-related receptors and their regulatory proteins: roles in transcriptional control for endocrine and metabolic signaling	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Anatomical Science International	6. 最初と最後の頁 15 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12565-021-00634-7	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 Tanida T, Matsuda KI, Uemura T, Yamaguchi T, Hashimoto T, Kawata M, Tanaka M	4. 巻 156
2. 論文標題 Subcellular dynamics of estrogen-related receptors involved in transrepression through interactions with scaffold attachment factor B1	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Histochemistry and Cell Biology	6. 最初と最後の頁 239 ~ 251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00418-021-01998-7	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 Kobayashi Y, Kida Y, Kabuto Y, Morihara T, Sukenari T, Nakagawa H, Onishi O, Oda R, Kida N, Tanida T, Matsuda KI, Tanaka M, Takahashi K	4. 巻 27
2. 論文標題 Healing Effect of Subcutaneous Administration of Granulocyte Colony-Stimulating Factor on Acute Rotator Cuff Injury in a Rat Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Tissue Engineering Part A	6. 最初と最後の頁 1205 ~ 1212
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1089/ten.tea.2020.0239.A	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 Itsuji T, Tonomura H, Ishibashi H, Mikami Y, Nagae M, Takatori R, Tanida T, Matsuda KI, Tanaka M, Kubo T	4. 巻 39
2. 論文標題 Hepatocyte growth factor regulates HIF 1 induced nucleus pulposus cell proliferation through MAPK, PI3K/Akt, and STAT3 mediated signaling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Orthopaedic Research	6. 最初と最後の頁 1184 ~ 1191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jor.24679	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 山口 武志, 足立 善昭, 谷田 任司, 岡 佳伸, 吉田 隆司, 高橋 謙治, 田中 雅樹	4. 巻 34
2. 論文標題 シミュレーション波形を用いたiPS細胞由来心筋細胞の自発磁場検出	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Japan Biomagnetism and Bioelectromagnetics Society	6. 最初と最後の頁 173 ~ 175
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 Tanida T, Matsuda KI, Tanaka M	4. 巻 34
2. 論文標題 Novel metabolic system for lactic acid via LRPGC1/ERR signaling pathway	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The FASEB Journal	6. 最初と最後の頁 13239 ~ 13256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.202000492R	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 Yamaguchi T, Adachi Y, Tanida T, Taguchi K, Oka Y, Yoshida T, Kim WC, Takahashi K, Tanaka M	4. 巻 14
2. 論文標題 Detection of biomagnetic signals from induced pluripotent stem cell-derived cardiomyocytes using deep learning with simulation data	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 7296
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-024-58010-0	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18件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 谷田 任司, 隅田 悠介, 中島 崇行, 松田 賢一
2. 発表標題 エストロゲン関連受容体ERR の核外移行を制御する新規機能モチーフとアルカリストレス応答について
3. 学会等名 第129回日本解剖学会総会・全国学術集会, 琉球大学
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Tanida T, Matsuda KI, Uemura T, Yamaguchi T, Hashimoto T, Kawata M, Tanaka M
2. 発表標題 Subcellular dynamics of estrogen-related receptors involved in transcriptional regulation through interactions with scaffold attachment factor B1
3. 学会等名 The 10th Asia-Pacific International Congress of Anatomists (APICA), The University of Otago, Dunedin, New Zealand (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷田 任司
2. 発表標題 内分泌・代謝シグナル調節因子の細胞内・核内動態制御を介した機能発現メカニズム
3. 学会等名 第49回日本神経内分泌学会学術集会, シンポジウム6(基礎系)神経内分泌による代謝・恒常性制御, 岡山大学(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷田 任司, 松田 賢一
2. 発表標題 エストロゲン関連受容体ERR の細胞内動態とアルカリストレス応答
3. 学会等名 第128回日本解剖学会総会・全国学術集会, 東北大学
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小川 和重, 伊佐治 桜太, 谷田 任司
2. 発表標題 子宮組織在住マクロファージの培養増殖と性ステロイド産生能
3. 学会等名 第165回日本獣医学会学術集会 / 獣医解剖学分科会, 麻布大学(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tanida T, Matsuda KI, Tanaka M (Accepted for oral presentation)
2. 発表標題 Lactate responsive protein LRPGC1 regulates liver lactate metabolism through ERR -mediated transcription of TFAM gene
3. 学会等名 20th International Congress of Endocrinology (ICE 2022), Singapore (virtual) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷田 任司
2. 発表標題 蛍光分子イメージングにおけるFRAPとFRETの実際
3. 学会等名 第47回 組織細胞化学講習会「生命現象をミクロのレベルで可視化して捉える-組織細胞化学の基礎と応用」, 京都府立医科大学 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷田 任司, 松田 賢一, 植村 泰佑, 山口 武志, 橋本 隆, 河田 光博, 田中 雅樹
2. 発表標題 エストロゲン関連受容体ERRの核内動態変化を介した転写抑制機構にはSAFB1との相互作用が関与する
3. 学会等名 第127回日本解剖学会総会・全国学術集会, 大阪大学 (オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷田 任司, 松田 賢一, 植村 泰佑, 山口 武志, 橋本 隆, 河田 光博, 田中 雅樹
2. 発表標題 エストロゲン関連受容体ERRの核内動態変化を介した転写抑制機構には核マトリクス結合因子SAFB1との相互作用が関与する
3. 学会等名 日本解剖学会 第97回近畿支部学術集会, 大阪歯科大学 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷田 任司, 松田 賢一, 植村 泰佑, 山口 武志, 橋本 隆, 河田 光博, 田中 雅樹
2. 発表標題 エストロゲン関連受容体ERRの核内動態変化を介した転写抑制機構におけるSAFB1の関与
3. 学会等名 第47回日本神経内分泌学会学術集会, 奈良県立医科大学
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷田 任司
2. 発表標題 生細胞イメージングにより明らかとなったエストロゲン関連受容体ERRの新たな転写制御機構
3. 学会等名 第62回日本組織細胞化学会総会・学術集会(若手研究者学術奨励賞 受賞講演), 滋賀医科大学(オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷田 任司, 松田 賢一, 植村 泰佑, 山口 武志, 橋本 隆, 河田 光博, 田中 雅樹
2. 発表標題 Estrogen-Related Receptor (ERR) の細胞内動態変化におけるScaffold Attachment Factor B1 (SAFB1) を介した転写抑制の関与
3. 学会等名 第164回日本獣医学会学術集会, 酪農学園大学(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷田 任司
2. 発表標題 内分泌・代謝シグナル制御因子の可視化とその機能解析
3. 学会等名 第126回 日本解剖学会総会・全国学術集会 第98回 日本生理学会大会 合同大会, 名古屋大学・名古屋市立大学(オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tanida T, Matsuda KI, Tanaka M
2. 発表標題 Transcriptional coactivator LRPGC1 translocates to the nucleus in response to lactate and promotes lactate metabolism
3. 学会等名 Joint Meeting of the 126th Annual Meeting of The Japanese Association of Anatomists and the 98th Annual Meeting of The Physiological Society of Japan, 名古屋大学・名古屋市立大学 (オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷田 任司, 松田 賢一, 田中 雅樹
2. 発表標題 LRPGC1/ERR シグナル経路は乳酸代謝を制御する
3. 学会等名 第43回分子生物学会年会, 京都大学 (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷田 任司, 松田 賢一, 田中 雅樹
2. 発表標題 LRPGC1/ERR シグナル経路を介した新規乳酸代謝システム
3. 学会等名 日本神経内分泌学会 研究トピックスWeb講演 (令和2年度特別企画) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 別所親房, 山田俊児, 谷田任司, 田中雅樹
2. 発表標題 鳴かない孵化前となき始める孵化後でのヒヨコ中脳におけるFoxp2の分布
3. 学会等名 第43回日本神経科学大会, 大阪大学 (オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 別所親房, 山田俊児, 谷田任司, 田中雅樹
2. 発表標題 発声に関わるFoxP2はヒヨコ中脳の特定部位において孵化後に減少する
3. 学会等名 第126回日本解剖学会総会・全国学術集会 第98回日本生理学会大会 合同大会, 名古屋大学・名古屋市立大学 (オンライン)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 谷田 任司	4. 発行年 2022年
2. 出版社 学際企画 / 日本組織細胞化学会編	5. 総ページ数 258
3. 書名 組織細胞化学2022 (担当: 蛍光分子イメージングによるFRAPとFRETの実際, pp. 177-190)	

1. 著者名 谷田 任司	4. 発行年 2023年
2. 出版社 学窓社 / 日本獣医解剖学会編	5. 総ページ数 437
3. 書名 獣医組織学 第九版 (担当: 神経細胞, シナプス, pp. 117-123)	

1. 著者名 松田賢一, 谷田任司, 橋本 隆, 井上敏昭	4. 発行年 2020年
2. 出版社 学際企画 (株)	5. 総ページ数 250
3. 書名 エピジェネティクス解析と組織細胞化学への応用. 組織細胞化学2020 分子, 形態, 機能を捉える組織細胞化学 - 生命科学研究法の基本と応用を学ぶ	

〔産業財産権〕

〔その他〕

大阪公立大学 大学院獣医学研究科 獣医解剖学教室 ホームページ
<https://www.omu.ac.jp/vet/anat/>
 谷田 任司 リサーチマップ ウェブページ
<https://researchmap.jp/t.tanida>
 Takashi Tanida ORCID web page: 0000-0002-0864-2433
<https://orcid.org/0000-0002-0864-2433>
 Takashi Tanida ResarchGate web page
<https://www.researchgate.net/profile/Takashi-Tanida>
 京都府立医科大学 大学院医学研究科 解剖学教室 生体構造科学部門 HP
<http://www.f.kpu-m.ac.jp/k/anatomy1/index.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
--	---------------------------	-----------------------	----

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