

令和元年5月13日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K04183

研究課題名(和文) 潜在制止現象による能動的注意制御過程の比較心理学的研究

研究課題名(英文) Comparative study on active control of attentional processes through latent inhibition

研究代表者

谷内 通 (Taniuchi, Tohru)

金沢大学・人間科学系・教授

研究者番号：40324058

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：潜在制止とは、古典的条件づけにおける条件刺激を条件づけ以前に無条件刺激を伴わずに先行提示すると、後の条件づけが阻害される現象である。本研究では、ラットとキンギョに加えて、両生類(アカハライモリ)と爬虫類(リクガメ)における潜在制止を検討することを目的とした。その結果、リクガメでは条件反応としては全体的な活動性の上昇しか観察されなかったものの、特に重要な結果として、アカハライモリにおける物体-餌条件づけにおける物体に対する接近反応の成立と新奇な餌と毒物(LiCl)の対提示による食物嫌悪条件づけが生じることを新たに発見した。この成果は、両生類における潜在制止の検討を可能にするものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

爬虫類や両生類は、行動実験の難しさから、体系的な学習研究はほとんど行われてこなかった。本研究により、不完全ながらリクガメにおける古典的条件づけを示した。アカハライモリにおける食餌性の古典的条件づけ法を確立し、その学習メカニズムを明らかにした。また、両生類において食物嫌悪条件づけが可能であることを世界で始めて発見した。身近な動物であるカメやイモリの学習能力を解明することは、“心”が進化した理由やヒトの心を多様な視点から捉え直す視点を提供する意義を持つと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Latent inhibition refers to a phenomenon that pre-exposure to conditioned stimulus (CS) impairs subsequent acquisition of classical conditioning through pairings of CS and unconditioned stimulus (US). The present study examined classical conditioning especially in amphibians (Japanese fire-bellied newts) and tortoises. Tortoises showed conditioned increase of general activity. Japanese fire-bellied newts showed clear development of sign tracking response in object CS and food US conditioning. Although it has been shown that amphibians do not show food aversion conditioning, the present study clearly showed reliable development of food aversion after a pairing of novel food and LiCl injection in Japanese fire-bellied newts. These findings enable future study on latent inhibition in amphibians.

研究分野：比較心理学

キーワード：古典的条件づけ 潜在制止 アカハライモリ リクガメ キンギョ ラット 弁別学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人間は環境を受動的に認識するだけでなく、どの対象に注目あるいは無視し(能動的注意)、どの情報を保持するか(能動的記憶処理)について、能動的に世界をとらえて処理する心の働きを持つ。能動的な注意の制御に関わる心の働きについては、ほ乳類と鳥類では潜在制止等の諸現象を通じてその存在が示されているが、これらの種と現生爬虫類との共通祖先である幹爬虫類以前に進化した可能性(共通起源)と、ほ乳類と鳥類で独自に進化した可能性(独立起源)については未解明である。本研究では、能動的な注意制御過程の進化的起源という問題について、ほ乳類・爬虫類・両生類・硬骨魚類の潜在制止現象の比較学習研究を通じて明らかにする。

「池のコイが人影に寄ってくる」といった学習は、特定の刺激と餌や反応の間の連合形成によって可能であり、無脊椎動物を含む多様な動物で広く認められる。しかし、例えば、ネズミが既に採餌した場所を避けて未採餌の場所を探索するいわゆる win-shift 行動には、採餌状況に応じた一時的な情報を参照することが必要であり、特定の連合学習に還元することは不可能である。また、ほ乳類や鳥類は、環境内に定常的に存在していて餌や捕食者等の重要な事象の手がかりとならない刺激に対する注意を抑制することで、限界のある認知資源を効率的に使用している。このような一時的な情報の活用や、刺激に対する注意のトップダウン制御はワーキングメモリ過程により実現されている。一方で、魚類はこれらの認知機能を持たないとする主張もある。本計画は、潜在制止現象の種間比較を通じて、能動的な注意制御機能の系統発生に焦点を当てた比較学習研究を行う。

能動的な注意制御機能に関連する学習現象に、潜在制止(CS 先行提示効果)がある。潜在制止とは、古典的条件づけにおける条件刺激(CS)あるいは道具的学習における弁別刺激(S^D)を条件づけ「以前に」無条件刺激(US)や強化子を伴わずに先行提示すると、後の条件づけや弁別学習が阻害される現象である。潜在制止の機序としては、US や強化子を伴わずに先行提示された刺激に対するトップダウン的な注意の抑制過程が仮定されている。潜在制止はラットでは容易に確認できることから、ほ乳類は能動的な注意の制御過程を持つと考えられる。一方で、キンギョの分化条件づけでは多様な CS・US 条件下で潜在制止が生じないことから(Shishimi, 1985)、魚類とほ乳類の間に能動的な注意制御機能が進化した可能性が考えられる。潜在制止は鳥類でも確認されることから、ほ乳類・鳥類と共通の祖先から分岐した現生爬虫類にも類似の能動的注意制御過程が存在する可能性が十分に考えられる(共通起源)。しかし、鳥類では潜在制止を発現させるための条件がほ乳類よりも厳しいとの指摘もあることから、環境内の類似する淘汰圧により、ほ乳類と鳥類が独自に能動的な注意制御機能を進化させた可能性もある(独立起源)。この場合には、現生爬虫類は能動的な注意制御機能を持たないか、ほ乳類とは異なる特徴を持つ過程を独自に進化させていることが予測される。

本研究は、アカハライモリとリクガメの古典的条件づけにおける潜在制止現象を検討することを目指して、古典的条件づけ場面を確立することを主な目的とした。

2. 研究の目的

本計画では、将来的な種間比較のためにはシンプルな心理学的現象を切口が望ましいという観点から、古典的条件づけを中心とした潜在制止現象を扱う。特に、これまでに潜在制止現象がほとんど検討されていない両生類と爬虫類について、アカハライモリとリクガメを対象とした古典的条件づけ事態を確立し、潜在制止研究へと展開することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)アカハライモリにおける食餌性の古典的条件づけ法を検討する。物体 CS と餌 US の対提示によるサントラッキング反応(US 提示場所ではなく CS への接近反応)の発達を確認する。この条件づけ法における連合構造を US 低価値化法によって検討する。すなわち、条件反応 CR としてサントラッキング反応が十分に発達した後に、US である餌の価値を低下させる。具体的には、実験前に餌 US を十分に提示することにより食物への動機づけを低下させる。もし条件刺激 CS が直接的に反応を生成するようになる型の連合学習が行われた場合には、条件づけ成立後の US 低価値化は条件反応に影響しないと予測される(Holland and Rescorla, 1975)。これに対し、CS が US との連合形成を介して条件反応を生成する型の連合学習が行われた場合には、US 低価値化により条件反応は低下することが予測される。

(2)アカハライモリにおける食物嫌悪条件づけについて検討する。物体 CS と食物 US の条件づけは最低でも 8 試行程度を要し、試行頻度も 2 日に 1 試行程度しか実施することができない。このため、CS 先行提示の効果を評価する際にも、CS 先行提示から条件づけの成立までの時間的遅延が長いために、CS 先行提示の効果を十分に検出できない可能性が考えられる。この点で、新奇な食物を CS、内蔵不快感を生じさせる塩化リチウムの投与を US とした食物嫌悪条件づけであれば、ラット等では 1 試行で成立することが知られており、CS 先行提示から条件づけ成立までの時間的遅延の問題を解決できる。また、アカハライモリで食物嫌悪条件づけが可能である場合には、物体 - 食物条件づけにおける US 低価値化法としても使用することが可能になる。

(3)これまでに検討例のないリクガメにおける古典的条件づけについて検討する。特に、LED の点滅を CS、食物を US として、CS と US を提示する空間位置を分離することで、サントラッ

キング反応とゴールトラッキング反応のどちらが生じるのかを検討する。

(4) その他、種間比較への展開を目指して、キンギョにおける単純な弁別課題法の開発、ヒトにおける潜在制止現象の検討、ラットにおける視覚刺激の弁別学習における弁別刺激の先行提示効果の検討を行う。

4. 研究成果

(1) これまでに代表者が確立した、物体 CS - 食物 US の対提示によるサイントラッキング CR の発達について、従来の 60 mg 鶏砂肝とは異なる餌 US (湿重量 130 mg の餌ペレット) を用いた一般性の確認のための追試を行った。その結果、CS-US 対提示の反復にもかかわらず CR の発達が認められなかった。従来よりも湿重量の重い US であったため、食物に対する動機づけの低さによる可能性を検討するため、試行の頻度を週 2 回から週 1 回に低減したところ、急速に CR が発達した。この結果は、条件づけの成立と条件反応 CR の表出が異なる要因によって制御されていることを示唆するものである。すなわち、CS-US の反復提示により CS-US 連合が形成されるが、US に対する動機づけが低い場合には、CR が表出されない可能性が考えられる(学会発表、)。そこで、従来から CR 発達を確認している餌 US について、条件づけ成立後に餌 US に対する飽和を行った状態での CR を吟味する US 低価値化法による連合構造の検証を行った。US 低価値化によるテストと低価値化のない通常試行を被験体内計画で反復した。その結果、飽和による US 低価値化によりゴールトラッキング反応には影響がないが、CR として有意に発達したサイントラッキング反応は US 低価値化によって有意に低下し、最も強い飽和処置を行った場合には、ほぼ消失した(図 1)。もし条件刺激 CS が直接的に反応を生成するようになる型の連合学習が行われた場合には、条件づけ成立後の US 低価値化は条件反応に影響しないと予測されるのに対し、CS が US との連合形成を介して条件反応を生成する型の連合学習が行われた場合には、US 低価値化により条件反応は低下することが予測される。したがって、本研究の結果は、アカハライモリにおける物体 CS - 餌 US の条件づけでは CS - US 連合の形成が行われることを示唆する(学会発表、)。しかしながら、餌 US 飽和によるサイントラッキング CR の低下は、飽和による一般的な活動性の低下による可能性が排除されない。そこで、オスのアカハライモリを対象として、餌 US に対する飽和処置を行う条件と行わない条件での、メスに対する接近反応を測定した。その結果、サイントラッキング CR ほどの低下は認められないものの、餌 US に対する飽和でメスに対する無条件性の接近反応も低下することが示された(学会発表)。この結果は、飽和による US 低価値化処置によるサイントラッキング CR の低下には、少なくとも部分席には、一般的な活動性の低下による可能性が排除できないことを示すものである。一般的な活動性の低下によらない US 低価値化法の開発と、連合構造の再検証が必要である(全体のレビューとして学会発表)。

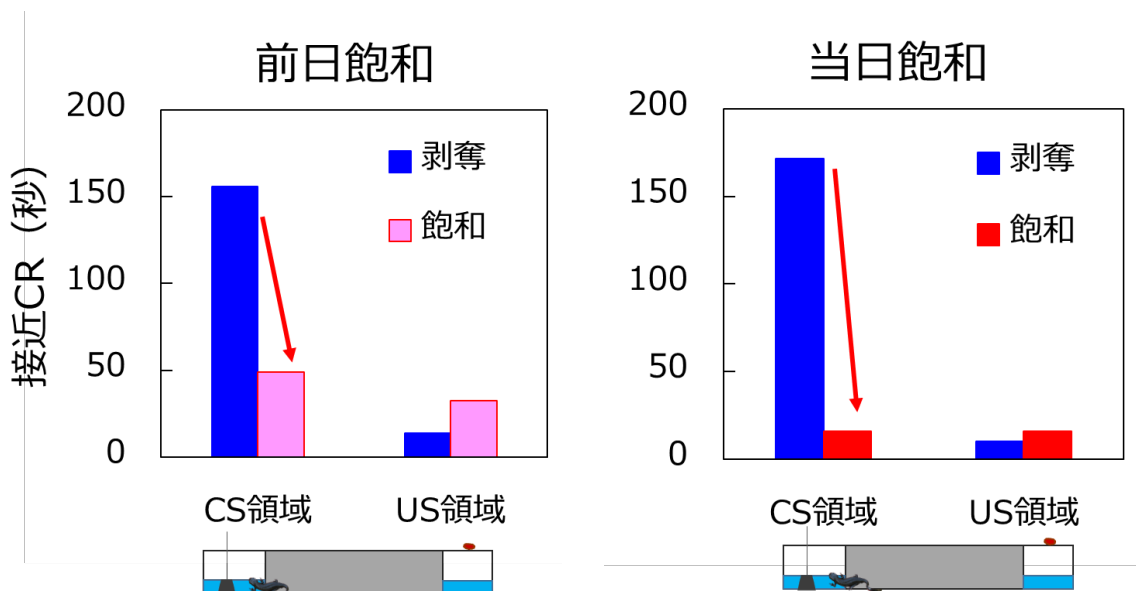


図 1. 餌 US の飽和による物体刺激への接近反応時間の変化。

また、US 低価値化法を用いたラットの二次条件づけの連合構造に関する研究では、一次条件づけでは CS1 - US 連合が形成されるが、二次条件づけでは CS2 は CS1 や US との連合を介さずに、直接的に CR を喚起することを示した研究がある (Holland and Rescorla, 1975)。そこで、アカハライモリについても高次の条件づけの成立と連合構造の検証と目指して、二次条件づけが成立するか検討した。形状や色の明確に異なる 2 つの物体を CS として、まず CS1-US の一次性

の条件づけを行った。その結果、これまでの研究と同様に、CS1 に対する接近であるサイントラッキング反応が発達した。次に、一次条件づけ試行に挿入する形で、CS2 - CS1 の対提示試行を反復した。その結果、CS2 に対する接近反応は試行開始直後から確認されたものの、CS2 と CS1 を負の随伴性に置いた統制群においても同様の反応が認められ、群間では違いが認められなかった（学会発表）。この結果は、CS2 に対する接近反応が CS1 からの刺激般化によるものであり、CS2 と CS1 の対提示の随伴関係に依存した条件づけ効果ではないことを示すものである。したがって、この研究ではアカハライモリの古典的条件づけにおける二次条件づけの成立は確認することができなかった。二次条件づけの成立の可否と規定因についてさらに研究を進める必要がある。

(2) カエルや両生類では新奇な食物を塩化リチウム LiCl 等の内臓不快感を生じさせる薬物と対提示しても食物に対する嫌悪が生じないことが報告されている (Paradis & Cabanac, 2004)。本研究では、食物の新奇性を高めた場面において、アカハライモリにおける食物嫌悪条件づけを検討した。飼育水槽とは別の小型水槽内に 1 粒 40 mg のかまぼこ片を 15 個入れ、1 時間の間、自由に摂食させた。その直後に塩化リチウム溶液を 190 mg/kg あるいは 285 mg/kg 腹腔注射によりした。統制群には生理食塩水を 190 mg/kg 投与した。1 週間後に再びかまぼこ片を提示したところ、統制群では摂取量は条件づけ時とほとんど変わらなかったのに対し、塩化リチウムを投与した群では有意に摂取量が低下した (図 2)。飼育用に実験前から継続して与えられていた餌ペレットをテストの翌日に提示したところ、群間で摂取量に違いは認められなかった。この結果は、実験群における CS 食物の摂取低下が塩化リチウムの投与による一般的な体調不良によるものではなく、特定の CS に対する嫌悪の獲得による可能性を強く示唆するものである (学会発表)。

この成果により、食物嫌悪条件づけを用いた潜在制止現象の検討が可能になるとともに、物体 CS - 食物 US の条件づけにおいて食物嫌悪条件づけを用いた US 低価値化による連合構造の検証が可能になると考えられる。

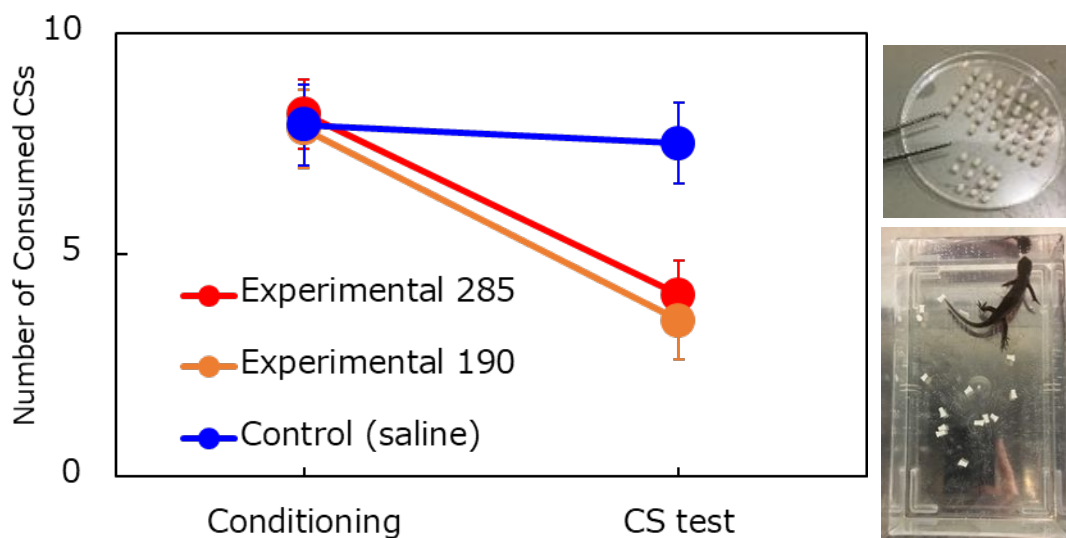


図 2. 各群の条件づけ時およびテスト時の CS 食物の摂取量，刺激提示の様子。

(3) 4 匹のリクガメにおける食物 US を用いた条件づけの成立について検討した。LED の点滅と偏心モーターによる振動刺激を同期して CS として 5 分間提示し、その後に小松菜を食物 US として提示した。実験はリクガメを飼育しているケージで 1 日に 1 試行を行った。刺激の提示は別室から遠隔で実施した。リクガメが通常入っているシェルターを正方形のケージの一端に設置し、他方の辺の左あるいは右に LED を設置し、右または左に小松菜を提示する餌皿を設置した。試行を反復したところ、点滅する LED をついで行動を示すようになる個体も生じたが、反応の様式は個体内・個体間で一貫した傾向は認められなかった。このことから、少なくともこのような条件づけにより CR として一般的活動性の上昇が生じることが明らかになった (学会発表)。今後、実験装置の形状等について検討することにより、サイントラッキング反応またはゴールトラッキング反応のいずれが生じるのかをより具体的に示すことのできる実験事態を開発することが明らかとなった。また、8 方向放射状迷路を用いた強制選択 - 自由選択課題において、短期記憶に基づく遂行が可能であることを示した (学会発表)。この手法は、将来的には道具的条件づけを用いた弁別学習場面における潜在制止現象の検討へと展開できる可能性が考えられる。

(4)ヒトにおける潜在制止現象の検討を行うために、アルファベット刺激の連続提示場面において、標的となる文字の検出課題を行った。その結果、標的文字の1つ前に提示されるCS文字が先行提示されるとその後の条件づけの進行が阻害されるという潜在制止効果を確認することに成功した(学会発表)。キンギョでは、実験水槽の両端に小型水槽を設置し、異なる数の同種他個体を提示した。その結果、キンギョはより多数の同種他個体が提示された水槽に自発的に接近することを見出した(学会発表)。この弁別学習事態では、特別な餌報酬や嫌悪刺激を用いないことから、キンギョの弁別学習における潜在制止効果へ展開する可能性が期待できる。ラットでは、直線走路を用いたgo/no-go弁別学習事態において、手がかりとなる縦縞刺激の先行提示の効果を検討した。その結果、手がかり刺激の先行提示により後のgo/no-go弁別が遅延する潜在制止効果を確認した。また、横縞刺激への刺激般化テストでは、先行提示群は刺激般化の程度が小さかった。この結果は、手がかり刺激の先行提示は後の弁別学習における結果事象との連合可能性を低下させるが、手がかり刺激そのものに対する識別性は向上しており、先行提示刺激に対する知覚学習が生じたことを示唆する結果であると考えられる(発表準備中)。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 17 件)

Taniuchi, T., Maruyama, I., Nishikawa, M., & Tanaka, C. (2018). Evidence of food aversion conditioning in amphibians. 19th Biennial Scientific Meeting of The International Society for Comparative Psychology. University of California, Los Angeles, Los Angeles, USA. Oct 31, 2018.

谷内通 (2018) アカハライモリにおける食餌性条件づけ シンポジウム “動物学習心理学の進歩 - 古典的条件づけの「尖端」的研究 - ” 日本心理学会第 82 回大会 2018 年 9 月 26 日, 仙台国際センター (宮城県仙台市)

谷内通・天谷岬 (2018) アカハライモリにおける二次条件づけの不成立 日本心理学会第 82 回大会発表論文集, p.1289. 2018 年 9 月 25 日, 仙台国際センター (宮城県仙台市)

Taniuchi, T. (2018). True food aversion conditioning but not enhanced neophobia in Japanese fire-bellied newts. The 78th Annual meeting of The Japanese Society for Animal Psychology. Higashi Hiroshima Arts & Culture Hall, Higashi Hiroshima, Japan. August 30, 2018.

Taniuchi, T. (2018). Psychological study on animal learning and cognition. International Joint Symposium of Saint Petersburg State University and Kanazawa University. June 26, 2018. Saint Petersburg, Russia.

谷内通・天谷岬 (2017) アカハライモリにおける食餌性古典的条件づけの連合構造: 前日および当日の飽和処置による US 低価値化法を用いた再検討 心理学の諸領域 (北陸心理学会第 52 回大会発表論文集), 6, 91. 2017 年 12 月 9 日 金沢工業大学

Taniuchi, T. & Maruyama, I. (2017) Food aversion conditioning in Japanese fire belly newts. The 77th Annual meeting of The Japanese Society for Animal Psychology. University of Tokyo. August 30, 2017.

谷内通・山田紗穂 (2017) ヒトの参加者内計画の信号付標的検出課題における潜在制止 日本心理学会第 81 回大会発表論文集, p.636. 2017 年 9 月 21 日, 久留米シテイプラザ (福岡県久留米市)

谷内通・崎尾佑希 (2016) 同種他個体との群泳傾向を利用したキンギョの数弁別 心理学の諸領域 (北陸心理学会第 51 回大会発表論文集), 5, 69. 2016 年 12 月 3 日 富山大学 (富山市)

Taniuchi, T. (2016). Japanese fire belly newts form CS-US association in appetitive classical conditioning. The 76th Annual meeting of The Japanese Society for Animal Psychology. Hokkaido University, Sapporo, Japan. November 25, 2016.

Taniuchi, T. (2016). Examination of appetitive classical conditioning processes in Japanese fire belly newts using US devaluation method. The 31st International Congress of Psychology (The 80th Meeting of the Japanese Psychological Association). Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, July 28, 2016.

Taniuchi, T. & Noda, K. (2016). Appetitive classical conditioning in tortoise. The 31st International Congress of Psychology. Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, July 27, 2016.

Taniuchi, T., Nishikawa, M., & Tanaka, C. (2016). Examination on associative mechanism of appetitive classical conditioning in Japanese fire belly newts. 18th Biennial Scientific Meeting of The International Society for Comparative Psychology. University of Sydney, Sydney, Australia. July 14, 2016.

谷内通 (2015) US 低価値化法を用いたアカハライモリにおける古典的条件づけ過程の検討 心理学の諸領域 (北陸心理学会第 50 回大会発表論文集), 4, 68. 2015 年 12 月 5 日 石

川島政記念しいのき迎賓館（金沢市）

Taniuchi, T. (2015). Memory-based performance in radial maze learning in tortoises (*Agrionemys horsfieldii*). 49th Congress of the International Society for Applied Ethology. September 16, 2015. Hokkaido University, Sapporo, Japan.

Taniuchi, T., Tanaka, C., Nishikawa, M., & Tenma, M. (2015). Reexamination of appetitive classical conditioning in Japanese fire belly newts. The 75th Annual meeting of The Japanese Society for Animal Psychology. The Japan Women 's University, Tokyo, Japan. September 11, 2015. 動物心理学研究（日本動物心理学会第75回大会発表要旨）, 65, 129-130.

Taniuchi, T. (2015). Appetitive Pavlovian conditioning in Japanese fire belly newts. The 22nd International Conference on Comparative Cognition. April 16, 2015. Radisson Oceanfront Hotel, Melbourne, FL, USA.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。