

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 22 日現在

機関番号：10101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26650114

研究課題名(和文) リスク感受性と社会的順位の共分散と表現型可塑性

研究課題名(英文) Covariance and phenotypic plasticity of risk sensitivity and social rank

研究代表者

松島 俊也 (Matsushima, Toshiya)

北海道大学・理学研究院・教授

研究者番号：40190459

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：リスクとは、将来にわたる利益損失について経験的には生起確率を推定できたとしても、毎回の局面が大きく変動するために個別の帰結を確定できない状況をいう。ニワトリ雛(ヒヨコ)と捕獲した野鳥(カラ類の近縁種3種)の行動解析の結果、彼らはリスクを嫌い、安全な(変動が小さい)選択肢を選び取ることが判明した。しかしリスク感受性はその状況に応じて文脈的な修飾を受ける可能性がある。本研究ではブンチョウを用い社会的順位・性・番い・餌収支がリスク感受性を変えるか体系的に調べた。しかし明確な変化はなかった。他方、ヒヨコではリスク経験が衝動性発達を促進することを見出した。幼若期のリスクが行動発達を支配するかもしれない。

研究成果の概要(英文)：Risk means a situation in which the future consequence (gain and loss) is only stochastically estimated, while it is not determined in each instance because of the accompanying big variance. Behavioral studies in domestic chicks and captive birds (sympatric 3 species of tits) revealed that these birds generally avoid risk and choose safe (less variable) option. However, it is possible that the risk sensitivity is context-dependent and modulated by variety of social and non-social factors. In the present study, by using domesticated songbirds (Java sparrows), possible dependence was systematically surveyed, namely on social rank, sex, pair formation, and energy budget, but no clear effects were found. On the other hand, in domestic chicks, forced experience of risky food facilitated the development of impulsive choices. Risk experienced during juvenile period may control the behavioral development.

研究分野：生物学

キーワード：神経経済学 意思決定 社会的採餌理論 神経行動学 鳥類

1. 研究開始当初の背景

(1) 心理学における先行研究：リスク感受性は従来心理学（あるいは行動経済学）の基本的なテーマであった。現在の状況が同じであっても将来の帰結が常に変動し、その帰結を高々確率的にしか知りえない場合が多い。そのような状況では本来、期待値（推定された確率と帰結の収益等の大きさの積）を正しく判断する事が合理的である。しかし、人間を含む多くの動物の行動は、期待値に一意によらない。ある場合はリスクを回避して安全な選択肢を選び、また別の場合、ギャンブル等の投機的状況では積極的にリスクを追い求める。いずれも合理性からの逸脱であるが、この逸脱がどのような生物学的背景を持つものか、明確な理解は十分ではなかった。

(2) 行動生態学における先行研究：動物の野外での行動を生態学的にとらえる研究分野においても、リスク感受性は多くの研究者の注意を引き付けてきた。繰り返し様々な餌を探して探索を続ける状況においては、人間の経済活動と同様、期待値のみが長期的利益を担保するものであると考えられたからである。しかし、人間と同様に野外の動物もあるものはリスクを嫌い、あるものはリスクを求めることが判明した。比較的最近の総説 (Kacelnik & Bateson 1996, *American Zoologist*, 36:402-434)にこの経緯が詳細にまとめられている。特に注意が必要な研究は、Caraco et al. (*Animal Behaviour*, 28: 820-830)によるものである。ヒメユキドリを用いた研究の結果、餌収支が悪化して餓死の危険が生じている状況下では、リスク選好性が高まることが報告されている。しかし、この結果は必ずしも多くの他の動物で再現されておらず、その一般性について疑念が生じている。

(3) 我々の研究室における先行研究：我々はヒヨコ（ニワトリ雛）を対象として (Kawamori & Matsushima 2010, *Animal Cognition*, 13: 431-441)、また野外で捕獲し実験室内で飼育した同所性近縁種の3種のカラ（ヤマガラ、ハシブトガラ、シジウカラ）を対象として (Kawamori & Matsushima 2012, *Animal Behaviour* 84: 1001-1012)、リスク感受性を検討した。その結果、次のことが判明した。ヒヨコは量の変動に対してはリスク回避を示すが、遅延時間（近さ）の変動に対してはリスク選好性を示す。すなわち利潤率で見た場合には同一の変動であっても、変動する要素が量であるか近さであるか、に応じてリスク感受性が大きく異なることになる。他方、カラ類を用いた研究の結果、今度は明確な種差を見出した。ここでは量の変動によるリスクを調べた。ヤマガラが明確なリスク回避を示すのに対し、ハシブトガラ・シジウカラの順番でリスク選好を示していたのである。カラ類のリスク感受性は貯食行動の有無とは相関せず、また系統的近縁性を反映するも

のでもなかった。リスク感受性ともっとも良く相関する要素は食性、つまり昆虫食か植物食（種子食）か、の軸であった。捕獲時に採取した血液サンプルを用いた安定同位体分析（窒素 15 および炭素 13）から、ヤマガラ・ハシブトガラ・シジウカラの順番で種子食～昆虫食を行っていたと推定された。また、実験室内でひまわりのタネとミールワームの間の二者択一選択を調べた結果も、この餌利用と一致した。よって、リスク感受性は依存する食性に依って進化的に可変であることが示された。

2. 研究の目的

(1) リスク感受性を決定する至近的・文脈的要因は何か：Caraco によるヒメユキドリの研究は、動物の置かれた状況が刻々と変化する時に、リスク感受性も刻々と変化することを予測させる。リスク感受性は戦術変数であって、その場の文脈に応じて変えるべきものとなる。しかし、どのような文脈に応じてリスク感受性を変化させるべきか、体系的な研究は行われていない。本研究の第一の目的は、様々な社会的、非社会的要因を変化させたときに、リスク感受性がどのように変化するか、を実験的・定量的に調べる事である。

(2) リスクを強制的に経験させることによって動物の経済的意思決定はどのように変化するか：選択衝動性はしばしば、リスク感受性と同一の根拠を備える行動形質であると考えられている。利益・報酬が遅延を伴う場合、遅延が長いほどその利益の価値は割り引かれる。この割引は、遅延時間中にリスクが発生するためであって、時間が長いほどリスクは高く、リスクによる割引が時間割り引きを決定する、と考えるものである。実際、複数の個体が競争的に採餌する状況の下では、選択衝動性が徐々に高まっていくことがヒヨコを用いた研究によって明らかになっている (Amita et al. *Biology Letters*, 6: 183-186)。競争は収益にリスクを発生させるので、そのリスクを通して衝動性が高まったという可能性がある。しかし、その直接的な検証は行われていない。本研究の第二の目的はこの点を明確にすることである。

3. 研究の方法

(1) 行動課題（二者択一テスト）：一連の研究は実験的に動物（鳥類）が内なる価値の表現をどのように持っているか、を明らかにすることを意図した。主観的価値を計測するために二者択一課題を実施した。ここでは動物に常に二つの選択肢を同時に与え、一方を選べば他方は得られないことを学ばせることが前提となる。現実の採餌局面では通常、1つの選択肢が与えられて動物はそれを取るか取らぬか、行為の選択が問題となる。しかし、行為はしばしば閾値がデリケートに変化して量的な検討に不適當である。そこで本研

究では二者択一を基本として、対象の選択を計測することとした。

(2) プンチョウを用いた研究：ブンチョウは飼育と繁殖が比較的容易である。また、餌場利用を観測することで社会的順位や、番いの影響を調べるのに適している。社会的順位は強い線型性をもつが、数か月のうちに多少とも変動する場合もある。他方、番いには繁殖につながる異性間の番いと、同性間の番い様の結束の双方がある。種子食性であることからデフォルトとしてはリスク回避を示すことが予想される。他方、繁殖期にあつては栄養要求性が高まることからリスク選好性が現れる可能性がある。同様に社会的順位が高い個体は十分な餌を確保しやすいことからリスク回避が、他方低い個体はリスク選好性が現れることを予測した。さらに、一時的に餌を減らすことによって、リスク選好性が高まることも予想される。

(3) ヒヨコを用いた神経行動学的研究：選択衝動性はヒヨコを用いて調べた。基本的な行動実験の手続きは Amina et al. 2010 (Biology Letters, 6: 183-186)、Kawamori & Matsushima 2010 (Animal Cognition, 13: 431-441)、Kawamori & Matsushima 2012 (Animal Behaviour 84: 1001-1012)、Ogura & Matsushima 2011 (Frontiers in Neuroscience, 5: article 91)に従った。また、脳の局所破壊実験は Izawa et al. 2003 (Journal of Neuroscience 23: 1894-1902)に、単一ニューロン活動解析は Izawa et al. 2005 (European Journal of Neuroscience, 22: 1502-1512)に従った。

4. 研究成果

(1) プンチョウのリスク感受性とその修飾：当初の予想に反し、ブンチョウはどのような社会的・非社会的な条件を統制しても、そのリスク感受性は明確な変化を示さなかった。個体間の分散はかなり明確であり、また個体ごとにリスク感受性は長期にわたって比較的安定に推移したが、社会的順位や番いの形成また解消に伴って明確なリスク感受性と相関する変化を見出すことはなかった。給餌量を一時的に減らして飢餓に順位 j ルストレスを数日加えた場合でも、リスク感受性は変わることがなかった。以上の結果から、ブンチョウを用いた研究は当初予定した成果を挙げるができなかった。

(2) ヒヨコの選択衝動性に対する競争採餌と強制的リスク経験の効果：競争採餌は、競争的他者の視覚認知と、競争に伴う獲得報酬量の変動という、二つの行動要因から成り立つ。前者は内側線条体の神経活動を抑制的に修飾するために十分であることが分かった (Amita & Matsushima 2014)。後者がどのような行動への作用を及ぼすかを調べた。特にリスクのある選択肢はより強い時間割り引き

を引き起こすか、を検討した。その結果、リスクそのものは割り引きを強めないこと、しかし、競争的他者の視覚的知覚と報酬量変動が同時に起こることによって、すべての選択肢に対して非選択的に時間割り引きが強化されることが判明した (Mizuyama et al. 2016)。よって、時間割り引きはリスク割り引きとは異なるメカニズムによって実現していること、しかしリスクの経験は幼若期の動物にあつては時間割り引きの重要な決定因子となることが結論された。

(4) その他：これらの研究に加えて、刷り込みの分子メカニズムに関する、生物的運動の知覚とその意義に関する研究、労働投資の社会的促進と脳内部位に関する研究、強化学習の予期誤差の計算アルゴリズムに関する研究などを実施した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計13件、内査読のある国際学術誌へ掲載されたもの11件)

1. Xin, Q., Ogura, Y., Matsushima, T. (2017) Four eyes match better than two: Sharing of precise patch-use time among socially foraging domestic chicks. *Behavioural Processes* (in press) (doi: 10.1016/j.beproc.2017.04.020) (査読あり)
2. Yamaguchi, S., Hayase, S., Aoki, N., Takehara, A., Ishigohoka, J., Matsushima, T., Wada, K., Homma, K.-J. (2017) Sex differences in brain thyroid hormone levels during early post-hatching development in zebra finch (*Taeniopygia guttata*). *Plos One* (doi: 10.1371/journal.pone.0169643) (査読あり)
3. Xin, Q., Ogura, Y., Uno, L., Matsushima, T. (2017) Selective contribution of the telencephalic arcopallium to the social facilitation of foraging efforts in the domestic chicks. *European Journal of Neuroscience* 45: 365-380 (doi:10.1111/ejn.13475) (査読あり)
4. 松島俊也、「ヒヨコの経済学 気が短いにもわけがある」、ネクストコム (Nextcom、KDDI総研)25巻50-51頁 (2016) (査読なし)
5. Wen, C., Ogura, Y., Matsushima, T. (2016) Striatal and tegmental neurons code critical signals for temporal-difference learning of state value in domestic chicks. *Frontiers in Neuroscience (Decision Neuroscience)* (doi: 10.3389/fnins.2016.00476) (査読あり)
6. Mizuyama, R., Uno, L., Matsushima, T. (2016) Food variance and temporal discounting

- in socially foraging chicks. *Animal Behaviour* 120: 143-151 (doi: 10.1016/j.anbehav.2016.07.032) (査読あり)
7. Miura, M., Matsushima, T. (2016) Biological motion facilitates imprinting. *Animal Behaviour* 116: 171-180 (doi: 10.1016/j.anbehav.2016.03.025) (査読あり)
 8. Yamaguchi, S., Aoki, N., Takehara, A., Mori, M., Kanai, A., Matsushima, T., Homma, K.-J. (2016) Involvement of nucleotide diphosphate kinase 2 in the reopening of the sensitive period of filial imprinting. *Neuroscience Letters* 612: 32-37 (doi: 10.1016/j.neulet.2015.12.004) (査読あり)
 9. Tsutsui-Kimura, I., Ohmura, Y., Izumi, T., Matsushima, T., Amita, H., Yoshida, T., Yoshioka, M. (2015) Neuronal codes for the inhibitory control of impulsive actions in the rat infralimbic cortex. *Behavioral Brain Research* 296: 361-372 (doi:10.1016/j.bbr.2015.08.025) (査読あり)
 10. Aoki, N., Yamaguchi, S., Kitajima, T., Takehara, A., Katagiri-Nakagawa, S., Matsui, R., Watanabe, D., Matsushima, T., Homma, K.-J., (2015) Critical role of the neural pathway from the intermediate medial mesopallium to the intermediate hyperpallium apicale in filial imprinting of domestic chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Neuroscience* 308: 115-124 (doi: 10.1016/j.neuroscience.2015.09.014) (査読あり)
 11. Ogura, Y., Izumi, T., Yoshioka, M., Matsushima, T. (2015) Dissociation of the neural substrates of foraging effort and its social facilitation in the domestic chick. *Behavioral Brain Research* 294: 162-176 (doi: 10.1016/j.bbr.2015.07.052) (査読あり)
 12. 川森愛・松島俊也、「リスク感受性の生態学 不確実な世界において適応的な意思決定とはなにか」臨床神経科学Clinical Neuroscience (中外医薬社) 32巻1号25-29 頁 (2014) (査読なし)
 13. Amita, H., Matsushima T. (2014) Competitor suppresses neuronal representation of food reward in the nucleus accumbens / medial striatum of domestic chicks. *Behavioral Brain Research* 268: 139-149 (doi: 10.1016/j.bbr.2014.04.004) (査読あり)
- [学会発表] (計 35 件)
- 1 Matsushima T. (oral, invited speaker in an international symposium) What is rational for animals? In: The 17th Winter Workshop on the Mechanisms of Brain and Mind, 11-13 January, 2017, ルスツリゾート、北海道、留寿都。
 - 2 Nishi D., Matsushima T. (ポスター発表) Effects of imprinting using point-light animations of biological motion on the visual preference in domestic chicks. 第 76 回日本動物心理学会、2016 年 11 月 23 - 25 日、北海道大学、北海道、札幌市。
 - 3 Uno L., Matsushima T. (ポスター発表) Arcopallium and operant peck latency in domestic chicks. 第 76 回日本動物心理学会、2016 年 11 月 23 - 25 日、北海道大学、北海道、札幌市。
 - 4 Saheki Y., Yamaguchi S., Homma K-I., Matsushima T. (ポスター発表) Effects of thyroid hormone on the synaptic transmission in the pallium of domestic chicks. 第 76 回日本動物心理学会、2016 年 11 月 23 - 25 日、北海道大学、北海道、札幌市。
 - 5 Xin Q., Ogura Y., Matsushima T. (ポスター発表) Selective contribution of the telencephalic arcopallium to the social facilitation of foraging efforts in the domestic chicks. 第 76 回日本動物心理学会、2016 年 11 月 23 - 25 日、北海道大学、北海道、札幌市。
 - 6 Wen C., Matsushima T. (ポスター発表) Striatal and tegmental neurons code critical signals for temporal-difference learning in domestic chicks. 第 76 回日本動物心理学会、2016 年 11 月 23 - 25 日、北海道大学、北海道、札幌市。
 - 7 佐伯百合子・松島俊也(口頭発表)ニワトリ雛の脳等皮質の何に甲状腺ホルモンは作用するのか? 日本動物学会北海道支部大会(第 87 回大会) 2016 年 8 月 27 日、旭川医科大学、北海道、旭川市。
 - 8 西大介・松島俊也(口頭発表)ニワトリ雛の刷り込みにとってバイオリジカルモーションは本当に必要だろうか? 日本動物学会北海道支部大会(第 87 回大会) 2016 年 8 月 27 日、旭川医科大学、北海道、旭川市。
 - 9 宇野礼於・松島俊也(口頭発表)ニワトリ雛の弓外套は競争を知覚するために必要だろうか日本動物学会北海道支部大会(第 87 回大会) 2016 年 8 月 27 日、旭川医科大学、北海道、旭川市。
 - 10 Matsushima T. (oral, invited speaker in an international symposium) Socio-economics of locomotion: interplay of biological motion, imprinting and foraging decision in the domestic chick. In: International Symposium on the Neurobiology of Locomotion, 9-10 June, 2016, George Washington University, Washington DC, USA.
 - 11 Aoki N., Yamaguchi S., Saeki Y., Takehara A., Matsushima T., Homma K-J (ポスター発表) Functional switch between GABA-A and GABA-B receptor determines the sensitive

- period for filial imprinting in domestic chicks. In: 日本神経科学会、2016年7月20 - 22日、パシフィコ横浜、神奈川県、横浜市。
- 12 松島俊也 (口頭発表、シンポジウム) Profitability and its social modulation: neuro-economics in domestic chicks. In: CompBiol2015(第40回日本比較内分泌学会大会・第37回日本比較生理生化学会大会・合同大会)、2015年12月11 - 13日、JMS 明日テルプラザ(広島)、広島県、広島市。
- 13 川森愛・中村光宏・松島俊也(ポスター発表) Effects of thyroid hormone on synaptic transmission in the pallium of domestic chicks. In: CompBiol2015(第40回日本比較内分泌学会大会・第37回日本比較生理生化学会大会・合同大会)、2015年12月11 - 13日、JMS 明日テルプラザ(広島)、広島県、広島市。
- 14 佐伯百合子・山口真二・青木直哉・本間光一・松島俊也(ポスター発表) Effects of thyroid hormone on synaptic transmission in the pallium of domestic chicks. In: CompBiol2015(第40回日本比較内分泌学会大会・第37回日本比較生理生化学会大会・合同大会)、2015年12月11 - 13日、JMS 明日テルプラザ(広島)、広島県、広島市。
- 15 宇野礼於・水山亮・松島俊也(ポスター発表) Risk meets competition to yield impulsive choices in domestic chicks. In: CompBiol2015(第40回日本比較内分泌学会大会・第37回日本比較生理生化学会大会・合同大会)、2015年12月11 - 13日、JMS 明日テルプラザ(広島)、広島県、広島市。
- 16 XIN Q., Matsushima T. (oral presentation) Social facilitation and synchronization in group foraging domestic chicks. In: SWARM2015, 28-30 October 2015, Kyoto University, Kyoto, Japan.
- 17 XIN Q., Matsushima T. (poster presentation) Social facilitation of foraging effort in domestic chicks: functional contribution of the descending pathway from arcopallium to midbrain tegmentum. In: SfN2015, 17-21 November 2015, Chicago, USA.
- 18 Wen C., Matsushima T. (poster presentation) Computation of reward prediction error by projections from medial striatum to midbrain dopaminergic neurons in domestic chicks. In: SfN2015, 17-21 November 2015, Chicago, USA.
- 19 Matsushima T., Miura M., Xin Q., Ogura Y. (oral presentation) Socio-economics in domestic chicks: interplays among biological motion, imprinting, and social facilitation. 日本動物心理学会(第75回大会)、2015年9月10 - 12日、日本女子大学、東京都、文京区。
- 20 渡邊綱介・松島俊也(口頭発表) ブンチョウのリスク感受性に影響を与える社会的要因の検討、日本動物学会(第86回大会)、2015年9月17 - 19日、朱鷺メッセ・コンベンションセンター、新潟県、新潟市。
- 21 水山亮・松島俊也(口頭発表) 報酬のリスクは衝動性をもたらす、日本動物学会(第86回大会)、2015年9月17 - 19日、朱鷺メッセ・コンベンションセンター、新潟県、新潟市。
- 22 XIN Q., 小倉有紀子・松島俊也(口頭発表) ヒヨコの社会採餌: 皮質下行路と視覚的注意の関与、日本動物学会(第86回大会)、2015年9月17 - 19日、朱鷺メッセ・コンベンションセンター、新潟県、新潟市。
- 23 三浦桃子・松島俊也(口頭発表) インプリングを促進する光点動画の運動要素の分析、日本動物学会(第86回大会)、2015年9月17 - 19日、朱鷺メッセ・コンベンションセンター、新潟県、新潟市。
- 24 XIN Q., Matsushima T. (口頭発表) Functional contribution of arcopallium in social facilitation of foraging effort in domestic chicks (*Gallus domesticus*), 日本動物学会北海道支部大会(第86回大会)、2015年8月22日、北海道大学、北海道、札幌市。
- 25 Ogura Y., Xin Q., Matsushima T. (poster presentation) Foraging effort and its social facilitation in the domestic chick: double dissociation of medial striatum and substantia nigra. In: SfN2014, 15-19 November 2014, Washington DC, USA.
- 26 三浦桃子・松島俊也(ポスター発表) バイオロジカル・モーションは刷り込みを促進する、日本動物行動学会(第33回大会)、2014年11月1 - 3日、長崎大学、長崎県、長崎市。
- 27 渡邊綱介・松島俊也(ポスター発表) ブンチョウのリスク感受性と社会的順位、ブンチョウのリスク感受性と社会的順位、2014年11月1 - 3日、長崎大学、長崎県、長崎市。
- 28 小倉由紀子・松島俊也(口頭発表) 社会的促進の神経基盤は採餌エフォートの決定系から二重分離される、日本神経科学会(第37回大会)、2014年9月12日、パシフィコ横浜、神奈川県、横浜市。
- 29 辛秋紅・松島俊也(口頭発表) 対になったヒヨコは固執行動を示す: 採餌戦略と記憶想起に対する社会的影響、日本動物学会(第85回大会)、2014年9月11日、東北大学、宮城県、仙台市。
- 30 三浦桃子・松島俊也(口頭発表) 雌鶏の光点動画はヒヨコの幼若期刻印づけを促進す

る、日本動物学会（第85回大会）2014年9月11日、東北大学、宮城県、仙台市。

31 小倉由紀子・松島俊也（口頭発表）中脳ドーパミン起始核の機能的当社：枯渴剤投与による解剖学的検討、日本動物学会（第85回大会）2014年9月11日、東北大学、宮城県、仙台市。

32 Miura M., Matsushima T. (poster presentation) Visual exposure to non-specific point-light animation induces a predisposition for biological motion in domestic chicks. In: IOC2014 (International Ornithological Congress 2014), 18-24 August 2014, Tokyo, Toshima-ku, Japan.

33 Miura M, Matsushima T. (poster presentation) Chicks are imprinted to point-light animation stronger than color plate. In: 2014ICN/JSCP, 28 July - 1 August 2014, Sapporo Convention Center, Sapporo, Japan.

34 Ogura Y, Matsushima T. (poster presentation) Involvement of substantia nigra but not the dopaminergic neurons in social facilitation of foraging efforts in domestic chicks. In: 2014ICN/JSCP, 28 July - 1 August 2014, Sapporo Convention Center, Sapporo, Hokkaido, Japan.

35 Amita H, Mizuyama R, Uno R, Matsushima T. (poster presentation) Competition meets risk to yield impulsiveness: suppressed representation of food reward in ventral striatum of domestic chicks. In: 2014ICN/JSCP, 28 July - 1 August 2014, Sapporo Convention Center, Sapporo, Hokkaido, Japan.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)
該当なし。

○取得状況(計0件)
該当なし。

〔その他〕

ホームページ等

<https://www.sci.hokudai.ac.jp/~matusima/chinou3/Welcome.html>

https://www.sci.hokudai.ac.jp/~matusima/chinou3/Matsushima_english.html

http://www.sci.hokudai.ac.jp/bio/teacher/matsushima_toshiya/

6 . 研究組織

(1)研究代表者

松島俊也 (MATSUSHIMA TOSHIYA)

北海道大学・理学研究院・教授

研究者番号：40190459

(2)研究分担者

川森愛 (KAWAMORI AI)

統計数理研究所・統計思考院・特任研究員

研究者番号：50648467

(3)連携研究者

該当なし。

(4)研究協力者

該当なし。