

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：33501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K03134

研究課題名（和文）臭気探索犬の探索行動を評価するための実験系の開発

研究課題名（英文）Development of experimental systems for exploratory behavior in scent-detection dogs

研究代表者

今野 晃嗣（Konno, Akitsugu）

帝京科学大学・生命環境学部・講師

研究者番号：00723561

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題は、臭気探索犬の嗅覚に基づく探索行動の特徴を実験的手法に基づいて評価することを目的とした。薬物探索犬の育成過程を対象とした研究から、訓練士による性格評価、候補犬の行動データおよび遺伝子多型が訓練成否に関与することが明らかになった。また、育成訓練に成功した探索犬を対象とした行動実験から、標的臭の探索時にみせる探索方略には顕著な個体差があることが明らかになった。他方、ヒトがイヌの性格を認知する機構を評価するための調査を実施し、ヒトが行うイヌの性格判断がイヌの外部形態の影響を受けることを明らかにした。以上の一連の研究成果は、臭気探知犬の行動を評価するための実験系の開発に貢献する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題から得られた成果は、以下の点から意義があるだろう。第一に、臭気探知犬の行動を効率的かつ客観的に評価するための手法を開発した点である。本研究で用いた訓練士評価および行動テストは、専門的に訓練された探索犬の能力を査定する標準的尺度として応用できる可能性がある。第二に、動物行動学と心理学の手法を組み合わせることでイヌの行動評価の問題解明に取り組んだ点である。本研究において行動評価の妥当性を確認したり、ヒト側の性格判断の認知機構を明らかにしたりした点は、イヌとヒトの異種間における双方向的交流を理解するための重要な知見となりうる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this project was to evaluate the characteristics of exploratory behavior in scent-detection dogs using an experimental approach. Research with candidate dogs for drug detection revealed that personality assessments by trainers, behavioral data, and genetic polymorphisms of dogs are associated with successful training for drug detection tasks. Additionally, research with successfully trained dogs revealed significant individual differences in search strategies when sniffing target scents. We also conducted a psychological survey to understand the mechanism by which humans perceive canine personality and found that human judgments of canine personality are influenced by the external morphology of dogs. The series of results will contribute to the development of an experimental system for assessing the behavior of scent-sniffing dogs.

研究分野：動物心理学

キーワード：イヌ 探索行動 臭気探索犬 コミュニケーション 性格

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

現在、麻薬探知犬や救助犬などの臭気探索犬とよばれるイヌが人間社会で活躍している。しかし、イヌとヒトが行う臭気探索作業は、実践的な取り組みが国際的に広がっている一方、科学的な方法論に基づく検討は進んでいない。とくに、イヌは形態だけでなく行動の個体差も大きいいため、特定の作業のために訓練された行動も多様性が高いことが予測されるが、臭気探索犬の嗅覚に基づく探索行動の行動学的記載そのものがいまだ不十分である。そのため、探索作業中におけるイヌの行動的な特徴を実験的手法により評価することが必要であると考えられる。そこで本研究課題「臭気探索犬の探索行動を評価するための実験系の開発」では、実際に人間社会で作業に従事する臭気探索犬を対象にして、イヌが標的臭を探索する場面を利用したフィールド実験を行うという着想に至った。

臭気探索犬が現場でみせる実際の探索行動の特徴は、個体の遺伝的要素を土台にしながら、ハンドラーとよばれる訓練担当者との日常的な相互交渉によって形作られていくと考えられる。本研究では、臭気探索犬の行動の遺伝的基盤に加えて、ハンドラーの人物の評価がイヌの行動に与える影響にも着目する。そこで本研究課題では、臭気探索犬が標的臭を探し当てる際にどのように探索するのかという行動的特徴を評価するための実験系を開発する。さらに、ヒト側がイヌの性格や適性をどのように評価するのか、それが臭気探知犬の行動特徴および訓練成否にどのように関与するのかという問題について実験心理学的に検討する。

### 2. 研究の目的

- ・ 本研究の目的は、臭気探索犬の探索行動の特徴を記載すること、そして、ヒトがイヌの行動に及ぼす影響について実験的に評価することである。
- ・ 第一に、本研究では、臭気探索犬候補犬の行動にみられる個体差を訓練士による評定値および行動実験により評価し、それらの行動評価系およびイヌの遺伝的背景が候補犬の訓練成否をどのように予測するのかを明らかにする。
- ・ 第二に、本研究では、訓練中の臭気探索犬の行動に実験的介入を加えることにより、訓練士（ハンドラー）の人物がイヌの行動に与える影響について明らかにするとともに、探知犬の探索方略の個体差とハンドラーの相互交渉の特徴を記載する。
- ・ こうした取り組みにより、臭気探索犬とハンドラーのペアとしての能力を適切に査定する新しいシステムの開発や、臭気探索犬の作業特性やイヌの個性に合わせた適切な訓練手法の提案に貢献する。

### 3. 研究の方法

#### 【薬物探索犬の行動評価系と訓練成否の関連】

育成過程の薬物探索犬を対象とし、臭気探索犬の行動評価系を検討した。薬物探索犬候補犬の行動にみられる個体差いわゆる「性格」を訓練士による評定値に基づいて数値化した。さらに、簡易的な行動実験を行い、各候補犬の新奇人物に対する反応性を数値化した。そして、訓練初期のイヌの性格、行動、遺伝子が最終的な訓練成否とどのように関連するのかを調べた。

性格評価については、薬物探索犬候補犬（N = 326; シェパード 121 匹、ラブラドルリトリバー 205 匹）の育成過程において、育成担当の訓練士に各個体の性格評価を依頼した。性格評価は、集中力、関心、活動性、大胆性、独立性、対人友好性、対犬友好性、という性格特性で、これらはいずれも臭気探索作業に求められる性格特性であった。

行動実験については、薬物探索犬候補犬（N = 196; シェパード 37 匹、ラブラドルリトリバー 159 匹）の育成過程において、各個体が犬舎内にいるときに新奇人物が接近したときの反応を数値化した。具体的には、60 秒間におけるイヌの接近/回避行動とストレス反応（例：発声、ひっかき、あくび、舌なめ）を記録した。

性格評価と遺伝子多型（一塩基多型）と訓練成否の関連については、ゲノムワイド関連解析を行い、性格の犬種差はみられるか、どのような性格特性および遺伝子領域が訓練成否と関連しているのかといった問題を調べた。

#### 【薬物探索犬の探索行動を評価する実験系の開発】

次に、最終的に薬物探索犬として認定されたイヌ（N = 29; シェパード 8 匹、ラブラドルリトリバー 19 匹、その他 2 匹）を対象として、臭気探索犬の行動評価系を検討した。実験では、臭気探索犬の行動に実験的介入を加えることにより、訓練士（ハンドラー）の人物がイヌの行動に与える影響を調べた。それにより、探知犬の探索方略の個体差とハンドラーの相互交渉の特徴を記載した。

行動実験については、探索犬とハンドラーがペアになって標的臭を探索する実験状況を設定した。実験は屋内施設で行い、床面に 20 個の探索対象物（プラスチック製の植木鉢もしくはコ

ンテナ)を等間隔に配置した。実験条件は各個体3条件を設定し、すべての実験条件で標的臭は存在しない状況にした。条件1は実験条件で、新奇物体(植木鉢)が配置された状況における探索行動を調べた。条件2も実験条件で、既知物体(コンテナ)が配置された状況における探索行動を調べた。条件1と2は、ハンドラーの人物は探索作業開始時に標的を探るようにイヌに指示をするだけで、その後はリーシュを外してイヌに自由に探索させるようにした(単独探索)。他方、条件3は統制条件で、ハンドラーが探索犬をリーシュで誘導しながら既知物体に対して通常の探索作業を行った。上記の実験設定により、標的臭の誘因効果やハンドラーの誘導効果に依存しない、それぞれのイヌの探索行動の空間移動パターンの個体差を調べることにした。

各実験の動画を解析し、各個体の探索行動の特徴(対象物接触数、通過区画数、対人接触時間、など)を記録した。これらのデータに基づいて、個体属性(犬種、性別など)が探索犬の探索行動の多様性に与える影響を検討するとともに、探索行動に基づく個体の類型化を試みた。

#### 【イヌの行動実験系の妥当性およびヒトの対犬性格認知機構の検証】

以上の薬物探索犬候補犬を対象とした研究から、各個体の性格、行動、訓練成否といったデータが得られた。これらの行動実験系の予測力を調べるために、イヌの性格評価値と行動テストが候補犬の訓練成否をどのように関連するのかを調べた。

次に、認定済みの薬物探索犬を対象とした研究から、各イヌの探索行動データが得られた。この探索行動の多様性が各個体の日常的な性格とどのように関連しているのかを調べた。イヌの日常的な性格は、訓練士に対して質問紙調査を依頼することにより数値化した。具体的には、イヌの6つの性格特性(対人友好性、対犬友好性、対人優位性、神経症傾向、活動性、集中力)を測定する尺度を利用し、各個体の性格尺度得点を算出した。

さらに、ヒトがイヌの性格を評価する認知機構について調べるために、大学生(N=76)および一般の参加者(N=66)を対象にしてイヌの外貌に基づいた性格評価を実施した。今回の実験では、祖先種のおオカミからイヌへの進化に伴う眼(虹彩)の色の差に着目した。実際、イヌはおオカミよりも暗い色の虹彩をもつ個体が多かった。そこで本研究では、ヒトがイヌの視線刺激から性格を推測する傾向を実験的に調べた。具体的には、眼の色を操作したさまざまなイヌの顔画像を準備し、参加者に対して、当該犬の性格特性の印象評価をするように依頼した。イヌの性格特性として、友好性および成熟性の2つの性格特性を測定した。

## 4. 研究成果

#### 【薬物探索犬の行動評価系と訓練成否の関連】

候補犬の性格評価については、因子分析の結果、作業意欲(集中力、関心、活動性、大胆性、独立性)と友好性(対人友好性、対犬友好性)の2因子に大別された。性格評価の犬種差については、シェパードよりもラブラドルの友好性の方が高く評定された。性別による差はみられなかった。訓練成否と性格の関連については、両犬種とも、訓練に成功したイヌの方が成功しなかったイヌよりも作業意欲因子が高かった(図1)。ゲノムワイド関連解析の結果、訓練成否および各性格特性と関連する11領域のSNPsが候補として挙げられた(図2)。シェパードでは、強化子への関心(24番染色体1か所)と訓練成否(10番染色体3か所)と関連するSNPsが見つかった。ラブラドルでは、対人友好性(15番染色体3か所)と訓練成否(12番染色体2か所、23番染色体2か所)と関連するSNPsが見つかった。

候補犬の行動実験については、新奇人物へのイヌの接近/回避行動とストレス反応を個体ごとにそれぞれ評価した(図3)。犬種差については、ラブラドルの方がシェパードよりも接近行動が多い傾向にあった。訓練成功については、ラブラドルにおいて訓練に成功したイヌの方が成功しなかったイヌよりも接近行動が多い傾向にあった。ストレス反応の犬種差および訓練成否との関連はいずれもみられなかった。

以上の成果から、本研究で採用した薬物探索犬の行動評価系(性格評定および行動実験)は、候補犬の訓練成否と関連することが明らかになった。薬物探索犬の訓練成否の予測力を向上させるためには、今後、遺伝子機能の検証だけでなく、後述するように、行動評価系の妥当性の確認を進めていく必要があるだろう。

#### 【薬物探索犬の探索行動を評価する実験系の開発】

訓練に成功した薬物探索犬を対象に、探索犬とハンドラーがペアになって標的臭を探索する行動実験を行った。その結果、標的臭の探索時にみせる行動は、活動量、標的に対する探索、標的以外に対する探索に大きく分類できること、さらに、それらの探索行動の特徴には顕著な個体差があることが明らかになった。また、探索行動の通状況的一貫性については、条件1(新奇物体、単独作業)と条件2(既知物体、単独作業)の探索行動の相関が高く、どちらの状況でも類似した探索行動を示すことが示された。一方、条件3(統制条件、ハンドラーとの共同作業)での探索行動は条件1および2の行動とは相関が低かった。つまり、薬物探索犬の自発的な探索行動は状況の違いを超えて共通する行動特性であると考えられるが、ハンドラーの制御があるときには当該行動が調整されることが示唆された。

この結果に基づいて、条件1における探索行動を用いてクラスタ分析による個体の類型を行ったところ、Ward法による樹形図から、3つのタイプに大別できる可能性が示唆された(図4)。

クラス1 (N = 6) は、活動量と標的探索が低く、人物に対する探索が高いタイプで、「受動的」と表現できた。クラス2 (N = 18) は、活動量は中程度で、標的探索が高く、人物に対する探索は低いタイプで、「能動的」と表現できた。クラス3 (N = 5) は、活動量と標的探索がどちらも高い、広範囲に探索行動を示すタイプで、「活動的」と表現できた。ここで見いだされた薬物探索犬の探索行動の類型は、犬種や性別を含む個体属性や現場での作業役割の違いによる影響も少なかった。

以上の成果から、本研究で採用した薬物探索犬の行動評価系（行動実験）は、訓練に成功した薬物探索犬（実働犬）の探索行動の特徴を把握するために有効であることが明らかになった。今後、各個体の探索行動に関する客観的データが、実際の現場における探索犬の運用にどのように活用されるのかを検討していく必要があるだろう。

#### 【イヌの行動実験系の妥当性およびヒトの対犬性格認知機構の検証】

薬物探索犬候補犬を対象として、イヌの性格評価値と行動テストが候補犬の訓練成否をどのくらい予測するのかを調べた。その結果、性格データも行動データも訓練成功と関連したが、行動実験の結果よりも訓練士の適性評価値の方が候補犬の訓練成功の予測可能性が高いことを見出した。ROC 曲線から、性格評価系の感度は約 80%、特異度は約 70%であり、カットオフポイントは約 3 点（1~5 の 5 点尺度）だった（図 5）。本研究対象の薬物探知犬において訓練成否を予測するためには、簡易的な行動実験よりも訓練士による訓練最初期の性格評定値がより有効であることが示唆された。

次に、訓練に成功した薬物探索犬の各イヌの探索行動と日常的な性格との関連を調べた。犬種差について、対人友好性はシェパードよりもラブラドルの方が高く、神経症傾向は反対にラブラドルよりもシェパードの方が高かった。探索行動との関連について、クラス1の受動的タイプに属する個体は他のクラスに属する個体よりも神経症傾向が高い傾向にあったが、他の性格特性には明確な有意差はみられなかった。このことから、薬物探索犬の探索行動はハンドラーとの複雑な交渉により形成される反応様式であるが、そこでみられる顕著な個体差に性格が及ぼす影響は大きくないことが示唆された。

さらに、イヌの性格判断における認知機構の検証のため、大学生および一般の参加者を対象にした調査を行った。その結果、祖先種のおオカミよりもイヌの虹彩色の方がより暗い色に変化していることが画像解析により明らかになった（図 6）。その結果に基づいて、明色と暗色に彩色し直したイヌの写真を参加者に提示し、当該犬の性格特性の印象評価を求めたところ、暗色の眼の色をもつイヌは明色の眼の色をもつイヌよりも友好的で未熟であると評定された（図 7）。このことから、ヒトの性格印象の形成は、イヌの行動だけでなく、イヌの顔を中心とした外部形態により調整されることが示唆された。

以上の成果から、本研究で採用した薬物探索犬の行動評価系（行動実験）は、訓練に成功した薬物探索犬（実働犬）の探索行動の特徴を把握するために有効であることが明らかになった。今後、各個体の探索行動に関する客観的データが、実際の現場における探索犬の運用にどのように活用されるのかを検討していく必要があるだろう。

#### 【総括と今後の展望】

以上の一連の研究で得られた成果は、薬物探索犬の行動実験系の開発に貢献するものであると考える。まず、訓練過程における探索犬の行動を評価するための性格評定および行動実験は、探索犬の適性に関する行動特性とその個体差を行動学的に記載するための基礎的データを提供している。また、訓練に成功した薬物探索犬の探索行動を評価する実験系は、実際の探索作業状況におけるイヌの行動の個体差を抽出するのに有効である。

本研究において開発された行動実験系の一部は、イヌの実際の行動記録だけでなく、ヒトの評価や印象形成能力を利用しており、動物行動学と心理学の融合に基づいている。その点で、本研究課題では、一連の研究において行動評価の妥当性を確認したり、ヒト側の認知特性を明らかにしたりした。こうしたアプローチは、異種間での双方向的な交流を支える要因の一つとして重要であるが、従来の研究には乏しい、新しい視点に基づいている。

ただし、本研究で得られた知見が、他の薬物探索犬の対象集団でも再現されるのかどうかは、後続の研究による検証を待たねばならない。また、申請時の計画では、薬物探索犬だけでなく、災害救助犬などの他の臭気探知犬も対象として、作業種類の違いがイヌの探索行動に及ぼす影響を調べようと考えていたが、実現することができなかった。また、訓練過程の探索犬候補犬の探索行動そのものの変化とイヌの行動発達にハンドラーとの相互交渉が果たす役割についてはほとんど何も明らかにすることができなかった。今後は、さまざまな臭気探知犬の探索行動がどのように発達していくのかという観点からの縦断的研究が求められるだろう。

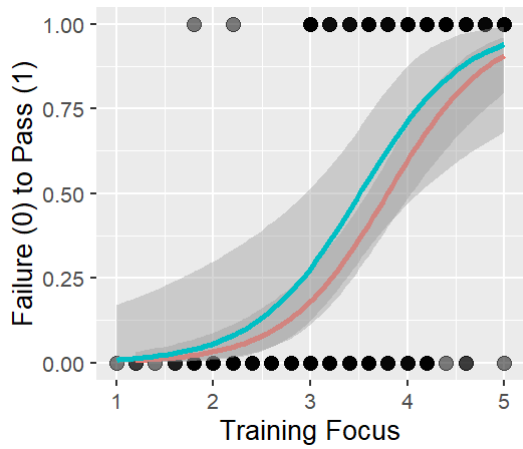


図 1. 性格評定値（作業意欲）と訓練成否の関連。赤はラブ、青はシェパード。

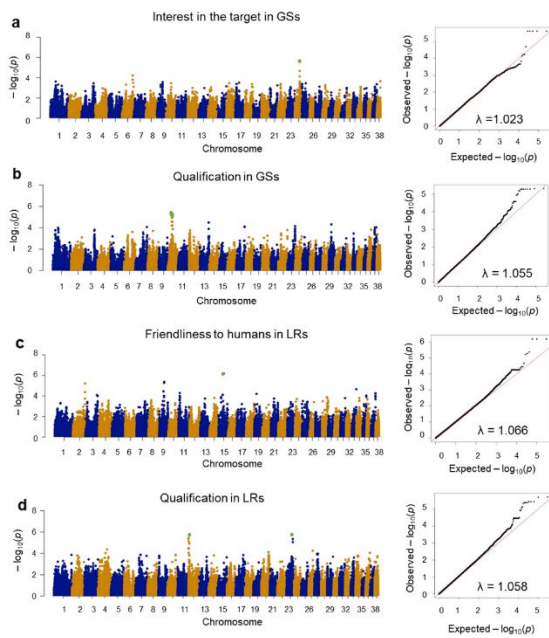


図 2. ゲノムワイド関連解析の結果 (Matsumoto et al. 2023)

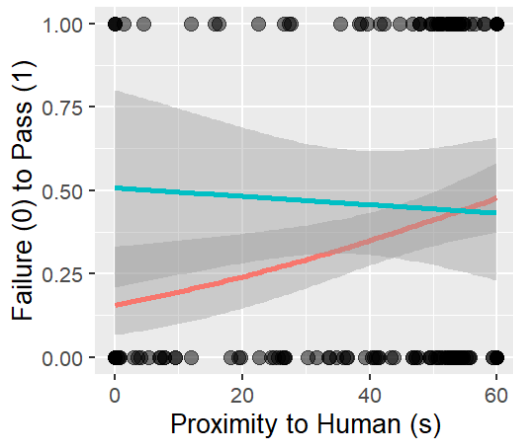


図 3. 行動実験（接近行動）と訓練成否の関連。赤はラブ、青はシェパード。

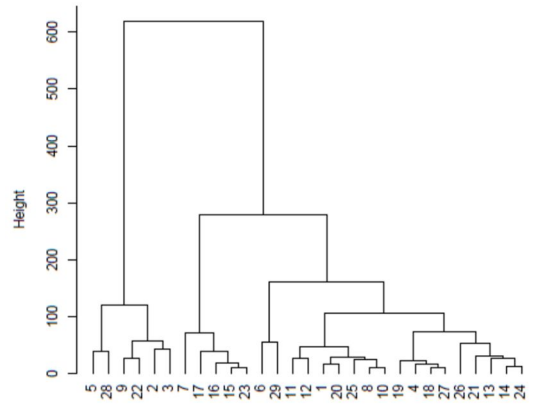


図 4. クラスタ解析の結果：左から，クラスタ 1 (N = 6), 3 (N = 5), 2 (N = 18)

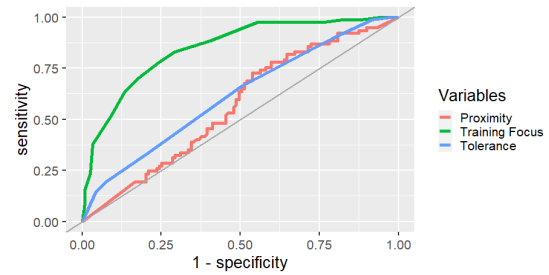


図 5. ROC 曲線：赤が接近行動，緑が作業意欲，青が友好性

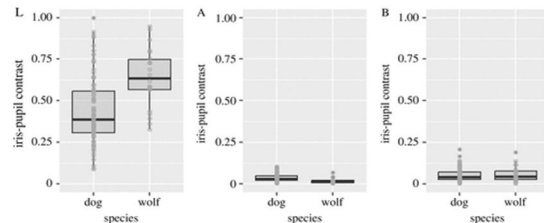


図 6. イヌとオオカミの虹彩色の比較：Lab 色空間上の虹彩と瞳孔の比 (Konno et al. 2023)

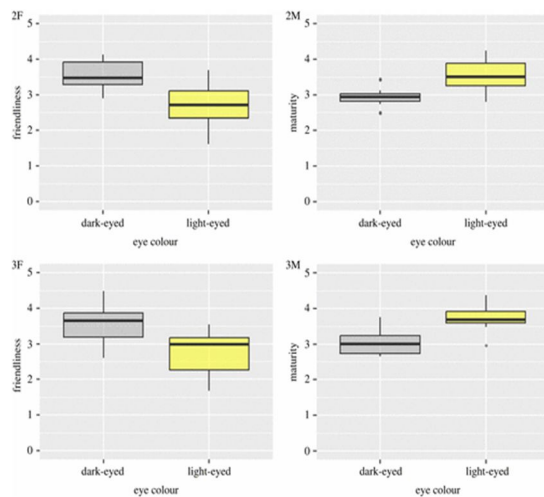


図 7. 性格評定とイヌの目の色：上段は大学生，下段は一般参加者 (Konno et al. 2023)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Matsumoto Yuki, Konno Akitsugu, Ishihara Genki, Inoue-Murayama Miho	4. 巻 13
2. 論文標題 Genetic dissection of behavioral traits related to successful training of drug detection dogs	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-023-33638-6	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 Konno Akitsugu, Aoki Hitomi, Suzuki Emiri, Furuta Seiya, Ueda Sayoko	4. 巻 10
2. 論文標題 Are dark-eyed dogs favoured by humans? Domestication as a potential driver of iris colour difference between dogs and wolves	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Royal Society Open Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1098/rsos.230854	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 今野 晃嗣	4. 巻 65
2. 論文標題 イヌの「性格」に関する研究の展開	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 心理学評論	6. 最初と最後の頁 270～292
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24602/sjpr.65.3_270	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 今野 晃嗣、大森 奈保子	4. 巻 58
2. 論文標題 あなたの愛犬は「楽観的」か？：イヌの判断バイアスに関する研究動向	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 動物の行動と管理学会誌	6. 最初と最後の頁 93～108
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20652/jabm.58.3_93	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4件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Shinichiro Matsumoto, Akitsugu Konno, Shinji Yabuta
2. 発表標題 Effect of scent types and number of objects on sniffing behavior in drug detection dogs “
3. 学会等名 Canine Science Forum 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今野晃嗣
2. 発表標題 ヒト以外の動物から「性格」を考える
3. 学会等名 日本パーソナリティ心理学会第30回大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Konno Akitsugu, Fukuda Chihiro, Sato Teresa, Tateyama Kasumi, Shiraishi Kaede, Yabuta Shinji
2. 発表標題 Friendly dogs are more successful in training for sniffing dogs
3. 学会等名 The 8th Canine Science Forum (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 今野晃嗣
2. 発表標題 イヌの性格と行動：動物心理学・行動学の知見から補助犬をみる
3. 学会等名 日本身体障害者補助犬学会第15回学術大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 公益財団法人遺伝学普及会	4. 発行年 2022年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 82
3. 書名 生物の科学 遺伝 2022年7月発行号 (Vol.76 No.4)	

1. 著者名 日本家畜管理学会	4. 発行年 2024年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 192
3. 書名 動物行動図説 : 産業動物・伴侶動物・展示動物・実験動物	

1. 著者名 谷伊織, 阿部晋吾, 小塩真司	4. 発行年 2023年
2. 出版社 福村出版	5. 総ページ数 296
3. 書名 Big Fiveパーソナリティ・ハンドブック : 5つの因子から「性格」を読み解く	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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