

博士論文

盲導犬候補犬における行動特性と育成成功率と  
の関係に関する研究

(Relationship between behavioral characteristics and  
success rate in training guide dogs for blind)

2019 年 2 月

麻布大学大学院 獣医学研究科  
動物応用科学専攻 博士後期課程  
動物行動管理学

張 珣

## 目次

緒言 .....	1
第1章 パッシブテストのスコアと盲導犬育成成功率との関係 .....	9
第1節 目的 .....	9
第2節 材料および方法 .....	10
第3節 結果 .....	13
第4節 考察 .....	16
第2章 パピーテストのスコアと盲導犬育成成功率との関係 .....	18
第1節 目的 .....	18
第2節 材料および方法 .....	19
第3節 結果 .....	29
第4節 考察 .....	51
第3章 新奇刺激テストのスコアと育成成功率との関係 .....	53
第1節 目的 .....	53
第2節 材料および方法 .....	55
第3節 結果 .....	60
第4節 考察 .....	64
第4章 偏側性と育成成功率との関係 .....	66
第1節 目的 .....	66
第2節 材料および方法 .....	68
第3節 結果 .....	74
第4節 考察 .....	79
総合考察 .....	81
要約 .....	84
Summary .....	89

謝辞.....	93
文献.....	94
付録.....	109

## 緒言

イヌ (*Canis lupus familiaris*) は 1 万 5 千年前から 4 万年前、家畜化されたと言われている (ゾイナー, 1983; Leonard *et al.*, 2002; Ovodov *et al.*, 2011; Freedman *et al.*, 2014 ; Botigue *et al.*, 2017)。イヌの家畜化は最も早い時期に行われたことが示唆されている (Vila *et al.*, 1997)。イヌは猟犬や番犬として重宝されるだけではなく、多くの人間の墓所からイヌの骨が見つかったことは、イヌが家族の一員として扱われ、ヒトと特別な関係にあったことを示している。イヌは「人間の最良の友・Man's best friend・人類最好的朋友」とも言われている。

約 3000～4000 年前に、様々な目的に応じたイヌの身体的・行動学的な特徴を持つ品種の開発が始まり (Clutton-Brock, 1995)、現在では体格や外貌、気質 (temperament) などが多様性に富んだ、400 を超える犬種が存在する。それらは狩猟犬、牧羊犬、番犬などから、近年数が増えている使役犬として、盲導犬、聴導犬、介助犬、警察犬、セラピードッグなどとして使用されている。

それらのうち、盲導犬は、視覚障害者を支援するために訓練されたイヌのことであり (Fallon, 2008)、視覚障害者が障害物や危険物を避けて、目的地まで安全な歩行ができるようにハーネスと呼ばれる胴輪をつけ、使用者の傍を歩き、誘導する特別に訓練された使役犬である。日本では聴導犬および介助犬とともに 2002 年 10 月施行された「身体障害者補助犬法」により、補助犬として定義された。

体に障害がある人々は、身体能力が制限されていることに加えて他の人々から理解を得られないことも多く、社会的不利な立場にある。現代の科学技術は体に障害がある人々に多くの援助を提供できるが、イヌは彼らの飼い主と社会の他のメンバーとの交流の触媒となり、飼い主の情緒的幸福を支援するというさ

らにもう一つの利点をもっているようだ (Miklosi., 2016)。例えば、Mader *et al.*(1989)は、車椅子に乗った就学児童が補助犬を連れている場合、他の人々（学校にいる他の就学児童や見知らない人）がどのような反応するのかの実験を行った。その結果、補助犬を連れている場合は連れていない場合より、他の人々から言葉をかけられ（直接的な社会的相互交渉）、また友好的な視線や微笑を受け取る（間接的な社会的相互交渉）ことが倍以上に増えたと報告している。

盲導犬は、使用者がより有意義な人生を送ることを可能にし、独立性、自信、および社会参加の増加を含めて視覚障害者に多くの良いことをもたらす (Al-Fahoum *et al.*, 2013)。1998 年に行われた盲導犬に関する調査（日本財団, 1998）によると、盲導犬使用者 838 名のうち 510 名が回答したアンケートの結果において、盲導犬を使用して良かった点として挙げている項目は「安全に速く歩けるようになった」が 88.6%、「いつでも外出できるようになった」が 79.2%を占め、その他に「外出が楽しくなり、生活にハリができた」、「社会との関わりが広がり、友人等が増えた」、「町の中で孤独感がなくなった」なども挙げられている。このように、盲導犬は視覚障害者の“目と助手”であり、障害者の仕事や勉強やより多くの人とのコミュニケーションなどに役立つだけではなく、忠誠な仲間でもあるため、障害者にとって最善の選択と言っても過言ではない (Wang *et al.*, 2012)。

国際盲導犬連盟 (International Guide Dog Federation、以下 IGDF) という国際的な組織があり、2016 年 11 月現在で、30 カ国の 89 の盲導犬訓練施設が加盟している。IGDF によると、2014 年時点で世界には 20,519 頭の盲導犬が使用されている。大陸別の内訳はカナダとアメリカである北米に 8,543 頭、南太平洋に 1,032 頭、アジアに 1,015 頭、ヨーロッパとアフリカに 9,929 頭となっている (IGDF, 私信)。

関西盲導犬協会による、2013 年 3 月現在の国別盲導犬普及率（人口 100 万人

あたりの盲導犬ユーザー数)をみると、英国が 79.2 頭と最も多く、米国は 35.5 頭で、日本は 7.9 頭と英国の 1/10 に留まっている。2018 年 9 月現在で、日本の盲導犬実働数は 941 頭、中国は 150 頭余りになり、一般に欧米の国々と比べて、アジアの盲導犬実働数は少ない(公益財団法人 関西盲導犬協会, 2014)。その理由として、欧米では歩道の幅が広く、車道とはっきり区別されている地域が多く、さらに、人口密度が異なり、2017 年のデータにでは、アメリカは 33.14 人/㎢、イギリスは 271.13 人/㎢、ドイツは 231.67 人/㎢、フランスは 117.50 人/㎢で、これらの国々と比べると、日本は 335.39 人/㎢と多い。中国は 144.85 人/㎢で、一見少ないが、全国の 94%の人口が東南部(全国面積の 36%)に密集し、東部沿海地区は 400 人以上/㎢、中部地区は 200 人強/㎢、西部高原地区は 10 人以下/㎢と分布は不均一である。したがって、欧米は日本や中国よりは歩きやすい環境にあるといえる。

また、欧米とアジアにおけるイヌに対する意識も異なる。さらに、2017 年の American Kennel Club(AKC)の発表によると、米国では大型犬の飼育が多く、人気の上位 5 犬種はラブラドル・レトリバー、ジャーマン・シェパード、ゴールデン・レトリバー、ブルドッグ、ビーグルである(AKC, 2018)。ドイツでは、ドイツケネルクラブ(Verband für das Deutsche Hundewesen・VDH)により、2018 年における人気の上位 5 犬種はジャーマン・シェパード、ダックスフント、シャーマン・ワイアーヘアード・ポインター、ラブラドル・レトリバー、ゴールデン・レトリバーである。一方、一般社団法人ジャパンケネルクラブによると、日本の 2017 年度の人人気の上位 5 犬種はトイ・プードル、チワワ、ダックスフント(カニーンヘン、ミニチュア、スタンダード)、ポメラニアン、柴犬である。中国の『2018 年ペット業界白書』(『2018 年中国宠物行业白皮书』)により、上位 5 犬種はトイ・プードル、雑種、ゴールデン・レトリバー、中華田園犬、ウェ

ルシュ・コーギー4・ペンブローグである。人気犬種から欧米はアジアより大型犬を飼う傾向があり、より大型犬を飼う環境にあたると考えられる。

盲導犬の使用者の規定も異なり、欧米の多くは、弱視者も盲導犬を使用できるが、日本と中国は全盲者しか使用できない。また、社会的な理解の遅れはもう一つの理由になる。日本では身体障害者補助犬法により、2003年10月以降、認定を受けた補助犬はすべての不特定多数が利用する店舗や施設での同伴利用ができるようになったが、「全国アイメイト（盲導犬）使用者へのアンケート調査」（2016年3月29日発表）によると、約9割のアイメイト使用者が“嫌な思い(差別)”を経験し、うち、約8割を「飲食店（居酒屋、喫茶店含む）」での入店拒否が占め、「宿泊施設（ホテル、旅館）」での宿泊拒否も3割を占める。さらに、周囲の方へのお願いとしては、「アイメイトに触らないでほしい」「アイメイトに声を掛けしないでほしい」がともに最多で27.5%であったように、社会的な理解が求められている。

盲導犬候補犬は生後2ヵ月頃に、人間との信頼関係を築き、社会のマナーを学ぶため、1歳ぐらいまではパピーウォーカー（子犬を飼育するボランティア）の家庭で育つ。その後、盲導犬訓練施設に戻り、4～18ヵ月間盲導犬になるための訓練を受ける（日本では協会によって期間が4～12ヵ月間であり、中国大連盲導犬訓練センターでは6～18ヵ月間、南京警察犬研究所（盲導犬訓練部）は6～8ヵ月間である）。訓練が終了し、試験に合格したものは約4週間の使用者と共同訓練を終え、盲導犬になり、通常は10歳まで盲導犬として働く。引退後は盲導犬訓練所に戻り、訓練所やボランティア家庭でペットとして過ごす。

盲導犬の育成には、イヌの食事や健康管理に要するコストの他に、訓練のために必要なハーネスや、その他の道具、盲導犬使用者と共同訓練のための施設、PR活動等の経費を含め、1頭の盲導犬を育成するのに日本ではおよそ300万円、中

国では 20 万元が必要と言われている（中国大連盲導犬訓練センター、私信）。

IGDF によると、盲導犬の育成成功率は 30～40%とされている。視覚障害者の 1 %が盲導犬使用者という基準が示されているが、中国では 1730 万人以上の視覚障害者に対して、現役の盲導犬はわずか 150 頭程度に留まっている。日本でも 4,000 頭の盲導犬が必要だと言われているが、2009 年に盲導犬実働数が 1,070 頭と最大に達して以来年々減少し、2017 年度末には 942 頭となっている（社会福祉法人 日本盲人社会福祉施設協議会, 2018）。

過去数十年にわたり、盲導犬候補犬の選択および訓練について、様々な研究が行われてきた（Batt *et al.*, 2008; Rooney *et al.*, 2009; Scandurra *et al.*, 2015; Bray *et al.*, 2017）。しかし、成功率が低いことは、時間や費用の増大に繋がる（Ennik *et al.*, 2006; Tomkins *et al.*, 2011）ため、盲導犬候補犬における行動学的適合性の早期発見は、盲導犬訓練施設にとって役立つであろう（Schneider *et al.*, 2013）。これまでの研究は欧米において多く行われてきたが、国や地域により盲導犬になる基準が異なるため、アジアにおいても研究が必要となる。

そこで、本研究では実験に基づく早期適正判断に有効な実験の作成等により、盲導犬育成の成功率向上の一助となることを目的として、全ての実験を中国盲導犬大連訓練センター（正式名称は中国導盲犬大連培训基地、「盲導犬」を中国語で表記すると「導盲犬」になる。以下、大連訓練センター）にて実施した。

行動的不適性は、盲導犬（James and Serpell, 2001）や多くの作業犬が不合格になる主な理由である（Duffy and Serpell, 2012; Notari *et al.*, 2015）。これまで、気質テスト（Murphy, 1995; Svartberg, 2002; Jones and Gosling, 2005）、偏側性テスト（Tomkins *et al.*, 2012; Schneider *et al.*, 2013）および新規な状況におけるテスト（Fallani *et al.*, 2007）など多くの行動学的解析方法を用いて、盲導犬候補犬の適性を予測する研究が行われてきた。そのうち、イヌの活動レベルと飼い主への愛



着度は、訓練における犬の適性を予測する重要な 2 つ指標であることが報告されている (Valsecchi *et al.*, 2010; Tomkins *et al.*, 2012)。パッシブテストは、気質テストの 1 つであり、未知な環境において、活動レベル (Svartberg, 2002) と愛着度 (Jozsef *et al.*, 1998) を評価する実験である。第 1 章では、改良したパッシブテスト (modified passive test、以下、MPT) を用いて、大連訓練センターの候補犬の活動レベルおよび愛着度を評価し、大連訓練センターにおいて盲導犬育成成功率との関連性を検討した。

MPT を含め、気質テストは候補犬の 14 カ月齢時に行う実験である。もっと早く盲導犬適合性を見つけるためにはパピーテストが必要とされる。パピーテストは「イヌの研究の聖杯」と言われている (Miklosi, 2011)。有効性と信頼性の高い行動実験は、飼い主のニーズに適したイヌの選択、警察犬、盲導犬などの特定役割の犬の選抜に役立つ (King *et al.*, 2012) ことから、第 2 章では、パピーテストと盲導犬の成功率を検討する。

子犬の頃 (puppyhood) の 4 つの発達期間は、新生子期 (neonatal period)、移行期 (transition period)、社会化期 (socialization period)、若年期 (juvenile period) である (森ら, 2012)。若年期は最長で、約 3 カ月齢から始まり、性成熟まで続く (Scott and Fuller, 1965)。犬は通常、6~9 カ月齢の性的成熟になるが、行動的または社会的成熟は、品種によって 12~24 カ月の間で達すると考えられる (Overall, 2013)。若年期は性成熟期を迎えるとともに終わると定義されているにもかかわらず、公表されたほとんどの研究では、1 歳未満のイヌは子犬、1 歳以上のイヌが成犬、または若い成犬とみなされている (Fratkin *et al.*, 2013)。

これまでの研究で、若年期についての研究は子犬の発育段階中で最も少ない。犬の神経および行動の発達に関して知られているほとんどのものは、生後 8~12 週齢に集中し (Scott and Fuller, 1965; Wilsson and Sundgren, 1998a; Svobodova *et al.*,

2008; Asher *et al.*, 2013; Riemer *et al.*, 2014)、12 週齢後の神経発達に関して、さらに何が起こるかについてほとんど知られていない (Overall, 2013)。しかし、ヒトおよびラットの研究では、哺乳動物の神経ネットワークは、青年期を通して成長および発達し続け、これが成熟期の性格に長期的な影響を及ぼすことが示されている (McCrae *et al.*, 2000; Sisk and Zehr, 2005; Crone, 2009; McCormick and Mathews, 2010) ことから、第 2 章では、パピーテストを 2~3 ヶ月齢、7~9 ヶ月齢、12~14 ヶ月齢に計 3 回行い、行動の一致度と、成長時期によって盲導犬適性の予測ができる行動項目を見出すことを目的とした。行動は遺伝的要因と環境的要因の両方によって決められていることから (MacKenzie *et al.*, 1986)、成長環境を調べるため、パピーウォーカーへのアンケート調査も行った。

Jones と Gosling (2005) の調査では、50 件の先行研究のうち 43 件はイヌの恐怖性に関連することから、恐怖は最も頻繁に出現する気質と考えられる (Temesi *et al.*, 2014)。大連訓練センターにおいても、2012 年 1 月から 2015 年 10 月までの不合格のイヌ (85 頭) の原因を調べたところ、気質的要因の中で最も多かったのは恐怖性 (25 頭、29%) であったことから、第 3 章では、盲導犬候補犬の恐怖性を測定し、成功率との関連性を検討するために、新奇刺激テストを設定した。これまでの研究では、コルチゾールはイヌのストレスと恐怖の生化学的指標であることから (Clark *et al.*, 1997; Beerda *et al.*, 1998; Kobelt *et al.*, 2003; Dreschel and Granger, 2009)、新奇刺激テスト前後唾液を採取し、唾液中コルチゾール濃度の変化が刺激により行動変化との関連性および成功率との関連性を検討する。

イヌの運動偏側性についても、恐怖などの感情反応との関係が報告されている (Siniscalchi *et al.*, 2010, Siniscalchi *et al.*, 2008, Quaranta *et al.*, 2007, Siniscalchi *et al.*, 2011) が、恐怖性は盲導犬の不適合要因になる。また、偏側性の強弱につい

ても報告があり、偏側性の強いイヌはより早く新奇物の探査を開始すること (Batt *et al.*, 2009) や、偏側性のないイヌは騒音に対する恐怖性が高いこと (Branson and Rogers, 2006)、また、偏側性の強さは未知のヒトに接近、休息、大きな音からの回復と負の相関があること (Batt *et al.*, 2008a) 等が報告されている。また多くの人間についての研究では、非右利きと精神病性障害との関連を示し (Crow, 1997; Klar, 1999)、大規模な人口調査では、左利きが右利きより鬱病症状を呈する可能性が高いことが示されている (Denny, 2009)。霊長類では、右利きは左利きと比較し、より新規物を探索しやすく (chimpanzees, Hopkins and Bennett, 1994; common marmosets, Cameron and Rogers, 1999)、より新規な食べ物の匂いを嗅ぐ可能性が高い (Geoffroy's marmosets: Braccini and Caine, 2009)。また、左利きの marmosets は右利きより実験中恐怖になりやすいことが示唆された。さらに、左利きの雄成獣は、社会的に隔離されたり、攻撃されたりする可能性が高いのに対し、右利きの個体はより仲間と積極的な行動を示した (macaques: Westergaard *et al.*, 2003)。恐怖性は盲導犬の不適格要因になるため、第 4 章では、first-stepping を用いて、候補犬の Motor lateralization(運動偏側性)を測定し、盲導犬育成成功率や第 3 章で得られた恐怖反応との関係の検討を目的とした。

## 第1章

### パッシブテストのスコアと盲導犬育成成功率との関係

#### 第1節 目的

行動的不適性は、盲導犬 (James and Serpell, 2001) や多くの作業犬が不合格になる主な理由である (Duffy and Serpell, 2012; Notari *et al.*, 2015)。盲導犬候補犬における行動学的適性の早期発見は、盲導犬訓練施設にとって役立つであろう (Schneider *et al.*, 2013)。

イヌの活動レベルと飼い主への愛着度は、訓練における犬の適性を予測する重要な2つ指標であることが報告されている (Valsecchi *et al.*, 2010; Tomkins *et al.*, 2012a) ため、本章では、パッシブテスト (Svartberg, 2002) を用いて、未知な環境において、候補犬の活動レベルおよび訓練士への愛着度を評価し、盲導犬育成成功率との関連性を検討した。

## 第2節 材料および方法

### 1-2-1. 供試動物

供試動物として、2010年2月から2014年6月までに大連訓練センターで生まれた候補犬66頭を対象とした。ラブラドル・レトリバー（LR）51頭（雌：26頭、雄：25頭）、ゴールデン・レトリバー（GR）13頭（雌：2頭、雄：11頭）、LRとGRのミックス（F1）2頭（雌：1頭、雄：1頭）を用いた。月齢は8～16ヵ月齢であった。

### 1-2-2. 実験方法

本実験は Svartberg（2002）のパッシブテストを改良し作成した。

テストは、実験開始時まで候補犬と接触がなかった実験者を「見知らぬ人」として、3分間のエピソードを2つ実施した。図1-1に示したように、実験者は場所Aに立ち、訓練士はイヌを連れてドアNから入り、訓練士は場所Bに立ち、イヌのリードを離して自由にさせた（エピソード1）。3分間経過して、訓練士はドアMから出ていき、実験者はイヌと目を合わせないように、場所Aに座り本を読んだ（エピソード2）。すべてのテストはビデオカメラ（海康威視 YCW801-A23, 深圳）により記録され（図1-1）、後に解析した。

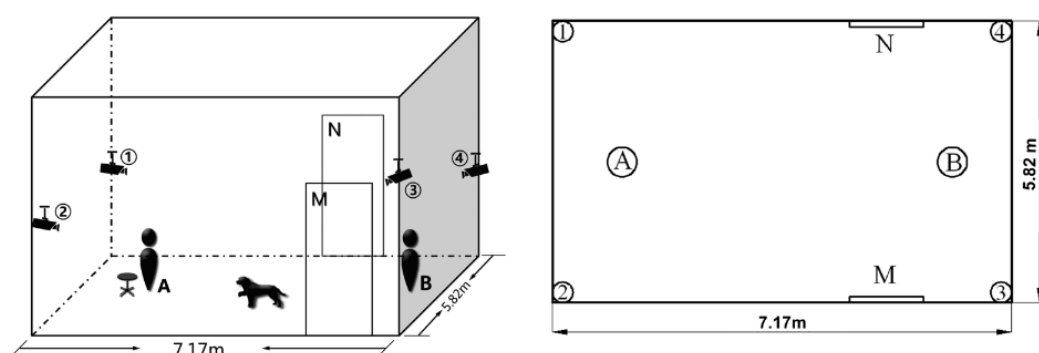


図 1-1. パッシブテスト実験室の概要

### 1-2-3. 行動評価

2つのエピソードにおいて、活動レベル（表 1-1）と訓練士への愛着度（表 1-2）を評価した。評価は Svartberg（2002）のパッシブテスト評価を基準にして行った。なお、行動評価は研究員 3 名同時にビデオ観察し、評価が一致するように記録した。

表 1-1. 活度レベルの評価スコア

スコア				
1	2	3	4	5
<div style="text-align: center;"> </div>				
非活動的			活動的	
長時間的に立つまたは座る			長時間的に走り、跳ね、または探索する	

\*スコア 2-4 は相対評価である。

表 1-2. 訓練士への愛着度の評価スコア

スコア				
1	2	3	4	5
低い愛着度			高い愛着度	
エピソード 1 においては、訓練士を無視し、自由に動き回る			エピソード 1 においては、実験室や見知らぬ人を探索せず、訓練士の 1m 以内に立つ、または座る。訓練士を見つめる。	
エピソード 2 においては、訓練士が実験室から出たことにより、イヌに影響がなく、自由に動き回る。			エピソード 2 においては、イヌはドア M に飛びつき、掻く、または見知らぬ人に助けを求める	

\*スコア 2-4 は相対評価である。

#### 1-2-4. 訓練結果

大連訓練センターの評価基準により、候補犬の 29 頭は盲導犬 (GD) になり、37 頭は行動的に盲導犬に不合格 (FGD) と判断された。

#### 1-2-5. 統計分析

GD と FGD の両グループの行動評価において、マン・ホイットニ検定を行った (4Steps エクセル統計)。結果は  $\text{mean} \pm \text{SEM}$  で表した。パッシブテストにおける行動評価の有効性は重回帰分析を行った (エクセル統計—実用多変量解析編)。有意水準は 5% とした。

### 第3節 結果

活動レベルや愛着度において、性別、犬種については有意な差が見られなかった。

#### 1-3-1. 活動レベル

図 1-2 A に示したように、全エピソードにおいて、盲導犬になれたイヌ (GD) ( $2.22 \pm 0.10$ ) の活動レベルは不合格のイヌ (FGD) ( $3.12 \pm 0.16$ ) より有意に低かった ( $U=2967.5, p<0.001$ )。図 1-2 B に示したように、エピソード 1 において、GD ( $2.14 \pm 0.13$ ) は FGD ( $3.00 \pm 0.22$ ) より有意に低かった ( $U=749, p<0.01$ )。エピソード 2 においても、GD ( $2.31 \pm 0.17$ ) は FGD ( $3.24 \pm 0.23$ ) より有意に低かった ( $U=739.5, p<0.01$ )。なお、GD において、エピソード 1 と 2 の間に有意な差は見られなかった ( $U=383, p>0.05$ )。FGD においても、エピソード 1 と 2 の間に有意な差も認められなかった ( $U=618.5, p>0.05$ )。

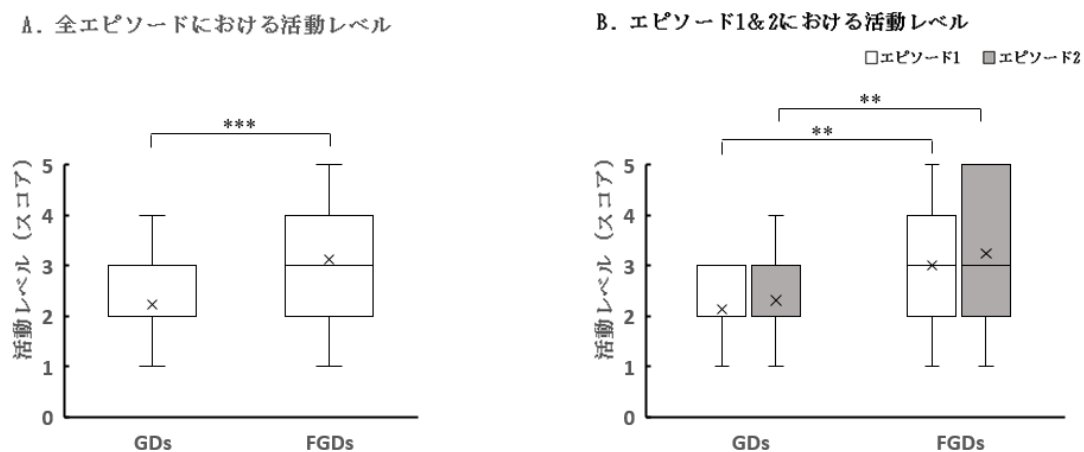


図 1-2. 活動レベル評価の結果

mean  $\pm$  SEM, \*\*:  $p<0.01$ ; \*\*\*:  $p<0.001$

#### 1-3-2. 愛着度

図 1-3 A に示したように、全エピソードにおいて、盲導犬になれたイヌ (GD)



( $3.55 \pm 0.10$ ) と不合格のイヌ (FGD) ( $3.23 \pm 0.15$ ) の愛着度に有意な差は見られなかった ( $U = 1859.5, p > 0.05$ )。図 1-3 B に示したように、エピソード 1 において、GD ( $3.34 \pm 0.15$ ) の愛着度は FGD ( $2.78 \pm 0.19$ ) より有意に高かった ( $U = 362.5, p < 0.05$ ) が、エピソード 2 においては、GD ( $3.76 \pm 0.13$ ) と FGD ( $3.68 \pm 0.22$ ) の間に有意な差は見られなかった ( $U = 581, p > 0.05$ )。なお、GD において、エピソード 1 ( $3.34 \pm 0.15$ ) はエピソード 2 ( $3.76 \pm 0.13$ ) より有意に低く ( $U = 276, p < 0.05$ )、FGD においても、エピソード 1 ( $2.78 \pm 0.19$ ) はエピソード 2 ( $3.68 \pm 0.22$ ) より有意に低かった ( $U = 423.5, p < 0.01$ )。

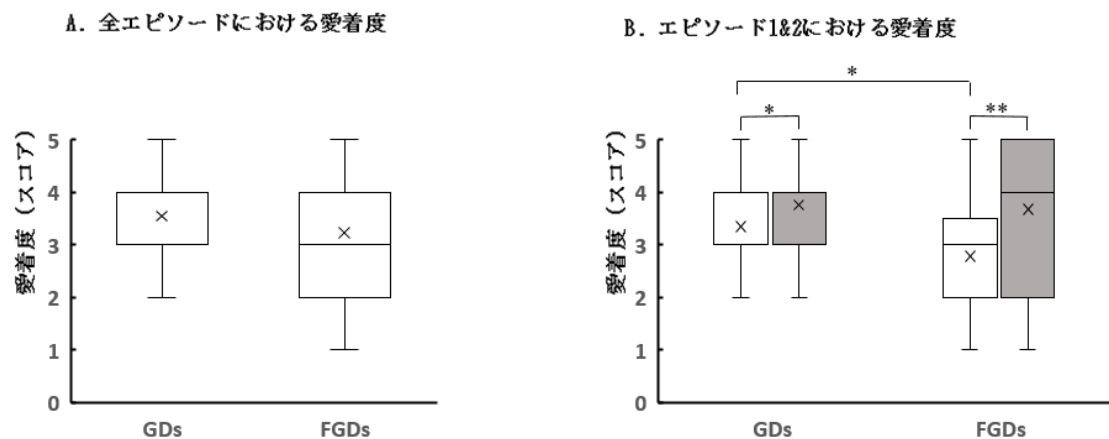


図 1-3. 愛着度評価の結果

mean ± SEM, \*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$

合否の結果に対して、重回帰分析を行い、表 1-3 に示したように、エピソード 2 の活動レベルは最も影響が大きいことが示唆された。

表 1-3. パッシブテストにおける行動評価の有効性

説明変数	標準回帰係数	P 値
活動レベル1	-0.15	0.32
活動レベル2	<b>-0.34</b>	<b>0.02</b>
愛着度1	0.14	0.29
愛着度2	0.20	0.12

#### 第4節 考察

本章では、パッシブテストにおいて、盲導犬になれたグループ（GD）と行動的に不合格となったグループ（FGD）の活動レベルおよび愛着度を調べたところ、より低い活動レベルと比較的安定した愛着度を持つ候補犬が盲導犬に適することが示された。

先行研究においては、イヌの低い活動レベルは低い興奮度または恐怖性に関係し、高い活動レベルは注意散漫の可能性があると報告されている（Goddard & Beilharz 1986; Maejima *et al.* 2007; Sinn *et al.* 2010; Eken *et al.* 2015）。これらの結果は、本実験における低い活動レベルのイヌは高いレベルのイヌより盲導犬に適するとした結果を説明できると考えられる。さらに、「盲導犬は仕事中において、静かに座れる」（Harrison 2006）ことが求められるため、新規な環境においても興奮しないイヌのほうが盲導犬に適するといえ、このことから低い活動レベルのイヌは盲導犬に適すると考えられる。

愛着度とは、乳児とその保護者の間にある特別な絆をいう（Bowlby 1958; Palmer & Custance 2008）。多くの研究では、ヒトと他の動物種との間においても、愛着度が存在すると報告された（Jozsef *et al.* 1998; Mongillo *et al.* 2013; Payne *et al.* 2015）。見知らぬ人との対面やオーナーとの分離は、イヌの行動が変化する可能性がある（Valsecchi *et al.* 2010; Kuhne *et al.* 2014; Scandurra *et al.* 2016）。エピソード2と全エピソードの愛着度において、GDとFGDの間に有意な差は見られなかったが、エピソード1において、GDの愛着度はFGDより有意に高かった。愛着度スコア3～4のイヌは、エピソード1の訓練士が実験室いた時において、イヌは実験室を探索するだけでなく、訓練士のことも一時的に見ていた。また、エピソード2では訓練士が実験室から出たあとに、愛着度スコア3～4のイヌは静かにドアの前で待っていた。しかし、FGDにおいて、極端な行動がよく見ら

れた。具体的には、イヌは訓練士が実験室にいた時も訓練士を無視して行動し、訓練士が実験室から出たあとでも、行動に変わりがなかった。また、訓練士が実験室にいた時にイヌは訓練士の 2m 以内に立ちまたは座りながら、訓練士をずっと見ていた。訓練士が実験室から出たあとに、イヌはドアに向かって吠えたり、ドアを前肢で掻いたりしていた。このように、GD においては、分離不安行動を示すイヌは見られなかったのに対して、FGD において、分離不安行動を示すイヌは見られた。これは Fallani ら（2006）の結果と一致した。分離不安のイヌは、異なるタイプの愛着関係を持っている可能性があり、ストレスに対して適切にコントロールできない（Parthasarathy and Crowell-Davis, 2006）ことから、安定した愛着度は盲導犬にとって重要であることを示唆された（Valsecchi *et al.* 2010）。

本章により、活動レベルが低く、オーナーに対する安定した愛着度を持つ候補犬が、盲導犬としての訓練性に優れることが示唆された。

## 第2章

### パピーテストのスコアと盲導犬育成成功率との関係

#### 第1節 目的

第1章において、気質テストと盲導犬育成成功率の関係を示した。より早い時期におけるイヌの行動と育成成功率の関連性を調べるために、第2章では、パピーテストの結果と盲導犬の予測成功率との関係を検討することにした。

いくつかの研究では、子イヌ期のパピーテスト結果と使役犬結果との関連性が示されているが (Slabbert and Odendaal, 1999; Svobodova *et al.*, 2008; Asher *et al.*, 2013)、別の研究では、子イヌ期と成犬期の行動に関連性がない (Goddard and Beilharz, 1986; Wilsson and Sundgren, 1997; Wilsson and Sundgren, 1998a; Wilsson and Sundgren, 1998b; Riemer *et al.*, 2014) ことも示唆された。これらの研究対象は発達初期の12週齢未満のイヌであった。有効なパピーテストとは、イヌの行動がその後の生活環境や経験などによって大きな影響を受けないと言われている (Miklosi, 2011)。しかし、パピーテストの困難な点の1つとして、様々な行動の発達速度が異なるため、パピーテストは成犬に近い時期に行うほうが良いことが示唆された (品種により 9~18 ヶ月齢、Miklosi, 2011)。このように子イヌ期と成犬期の関連性が低いのは、イヌの行動発達 は性成熟まで続き、社会的成熟した後 に安定するためと説明できる (Overall, 2013)。しかし、盲導犬育成に要する費用や時間などを考慮すると、できる限り早い時期に適性を判断することが望ましいと考えられるため、第2章では、パピーテストを2~3 ヶ月齢、7~9 ヶ月齢、12~14 ヶ月齢に計3回行い、盲導犬早期適性判断に有効な行動反応を明らかにし、その成長に伴う変化と育成成功率との関連性を見つけることを目的とした。

## 第2節 材料および方法

### 2-2-1. 供試動物

供試動物として、2016年5月から2017年5月までに大連訓練センターで生まれた候補犬42頭を対象とした。パピーウォーカー家庭の事情により、パピーテストを3回行えない個体を除外し、ラブラドル・レトリバー (LR) 28頭 (雌: 12頭、雄: 16頭) とゴールデン・レトリバー (GR) 4頭 (雌: 1頭、雄: 3頭) の計32頭を用いた。

### 2-2-2. 実験方法および行動評価方法

Campbell (1972, 1975) が70年代に提言したパピーテストと公益財団法人日本盲導犬協会が2003年に行ったパピーテストを参考に、本実験のパピーテストを作成した。以下に示した【1】から【10】の10項目のテストを行い、そのうち【1】は3項目、【2】は2項目に分けて、計13項目について、候補犬の行動を観察・評価した。テストは、実験開始時まで候補犬と接触がなかった実験者 (女性1名) を「見知らぬ人」として実施した。テストの所要時間は10分程度であった。すべてのテストはビデオカメラ (海康威視 YCW801-A23, 深圳) により記録され (図2-1)、後に解析した。実験は候補犬の2~3ヵ月齢、性成熟期の7~9ヵ月齢、訓練センターへ戻った直後の12~14ヵ月齢時に3回を行った。

なお、盲導犬の不合格の原因には健康上と行動上の問題の2つがある。行動は、健康と同様に、複雑であり、遺伝的要因と環境的要因の両方によって決められる (MacKenzie *et al.*, 1986)。そこで、盲導犬候補犬は2ヵ月齢から12ヵ月齢までパピーウォーカー家庭で生活することから、パピーウォーカーへのアンケート調査も実験時期に合わせて3回を行った。

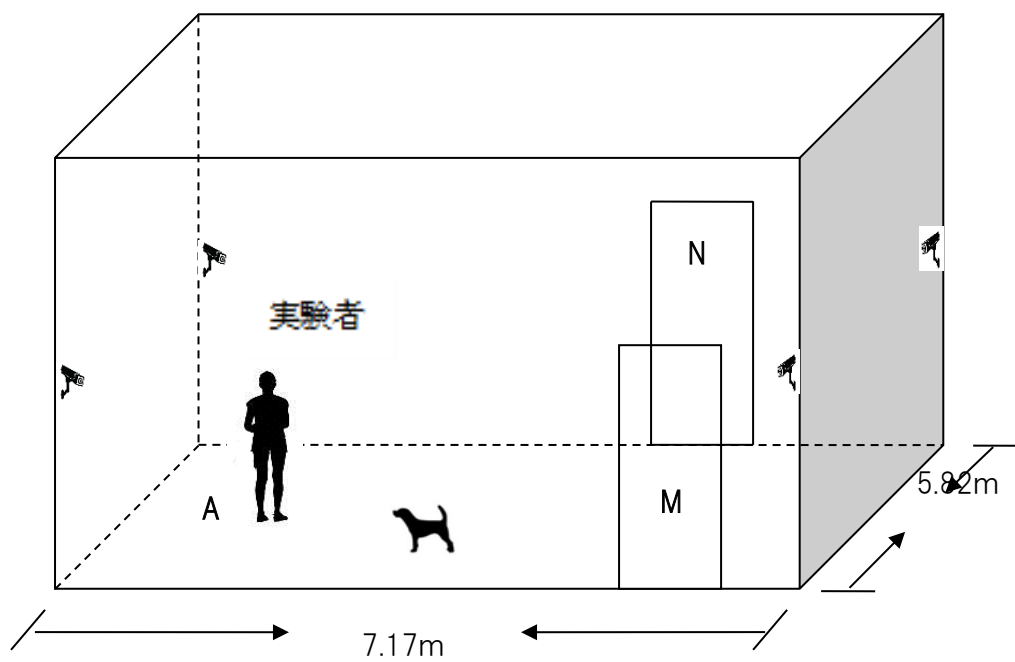


図 2-1、パピーテスト実験室の概要

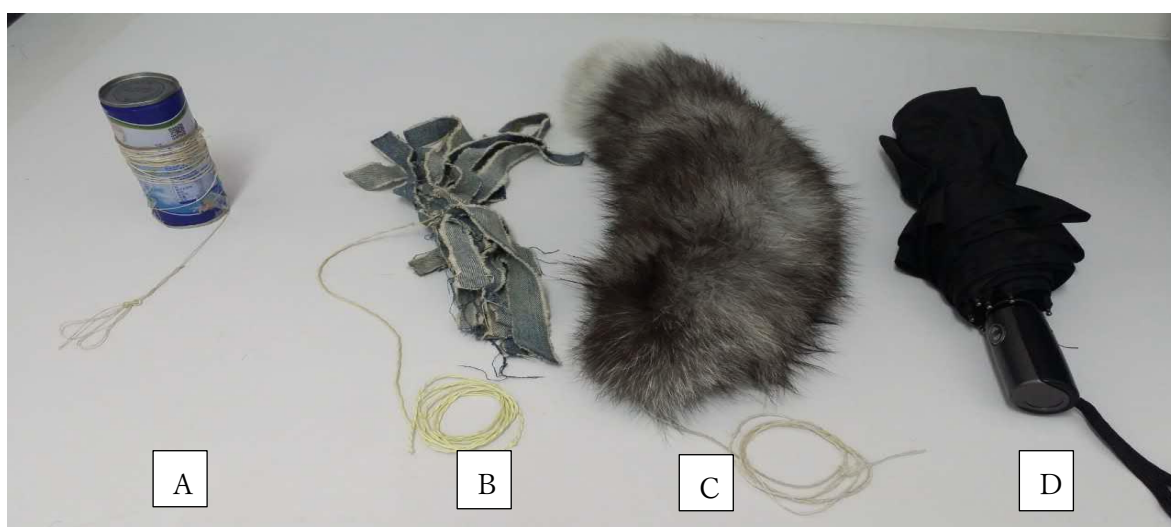


図 2-2、パピーテストに用いた道具

## 【1】 知らぬ人や新しい環境に対するイヌの社会的行動

実験者は図 2-1 の場所 A に立ち、候補犬をドア N から入れ、その後 2 分間のイヌの様子を観察した。実験者はイヌを完全に無視するようにし、アイコンタクトも取らなかった。

### 1-1) 不安レベル

- ① 実験室に入ったら、3 秒以内にドア N から離れ、実験室や実験者を探索する
- ② ドア N の前にいる時間は 30 秒間未満
- ③ 30～60 秒間ドア N の前にいる
- ④ ドア N の前にいてほとんど動かない
- ⑤ ドアを搔くほど外に出たがる

### 1-2) 新しい環境に対するイヌの反応

- ① まったく探索しない
- ② 探索時間は 30 秒未満、それ以外の時間はほとんどドア付近にいる
- ③ 探索時間は 30 秒未満、それ以外の時間はほとんど人のそばにいる
- ④ 1～数ヵ所を集中して探索する
- ⑤ 実験室の全般を探索する

### 1-3) 知らぬ人に対するイヌの反応

- ① 実験者を無視する
- ② 実験者を探索するが、興味を示さない
- ③ イヌは入室して 5 秒以上を経過してから、実験者を探索し、興味を示す



- ③ イヌは入室して 5 秒以内に実験者を探索するが、ヒトの 1m 以内にいる時間は 60 秒未満
- ④ 実験者に興味を示し、60 秒以上ヒトの 1m 以内にいる

## 【2】社会生活に対するイヌの興味

実験者はイヌから 1m 離れたところにしゃがんで、軽く手をたたいて、イヌの名前を 3 回呼び、イヌの注意を自分の方へ向けさせた。

イヌが近寄ってきたら、実験者はイヌの背中を 30 秒間撫でた。イヌが実感者から離れる場合は、実験者は再びイヌを呼び戻すようにした。イヌが戻らなかった場合は、試行を中断した。

### 2-1) 呼び寄せに対するイヌの反応

- ① 実験者に近寄ってこない
- ② 3 秒以上経過してから、実験者に近づく
- ③ 3 秒以内に近寄るが、その後離れる
- ④ 尻尾を上げ、3 秒以内に近寄り、実験者の臭いを嗅ぐ／舐める
- ⑤ 尻尾を上げ、3 秒以内に近寄り、実験者に飛びつく

### 2-2) 撫でに対するイヌの反応

- ① 実験者に近寄らず撫でさせない
- ② 撫でられるが、避ける時間が 20 秒以上
- ③ 撫でられるが、イヌは避けたり、近寄ったりする
- ④ 立位／座位／横臥位をとり、じっとしている
- ⑤ 実験者に飛びついたり、ヒトと遊んだりする

**【3】 人への追従性**

実験者はイヌから離れて立ち、約 3.5km/h の速度で 2mX2m の正方形に沿って 3 周歩いた。

- ① 実験者についてこない
- ② 実験者についてくるのは 1/2 周未満
- ③ すぐに実験者についてくるが、ついてくるのは 1.5 周未満
- ④ すぐに実験者についてくるが、途中で離れたりついたりする（ついてくるのは 1.5 周以上）
- ⑤ 試行中ずっと実験者についてくる（イヌは途中で止まる時も、ヒトをずっと注目する）

**【4】 拘束に対するイヌの抵抗性**

実験者はイヌのそばにひざまずくようにして座り、イヌを背中が下になるようにゆっくりと仰向けにする。イヌの胸部を包み込むように両手でつかみ、そのまま 30 秒間保つ。イヌが暴れて脱出した場合は、試行を中断した。

- ① ほとんど暴れない
- ② 最初は静かだが、途中から暴れる
- ③ 最初から暴れるが、途中から静かになる
- ④ 暴れて体を振る
- ⑤ 実験者が抑えられないほど暴れる

**【5】 ストレス負荷後、イヌの人への接近**

実験者はイヌから 1m から離れたところにしゃがんで、軽く手をたたいて、イヌの名前を 3 回呼び、イヌの注意を自分の方へ向けさせた。

⑩実験者に近寄ってこない

① 3 秒以上経ってから近寄るが、すぐ離れる

② その場から動かない

③ すぐに近寄るが、すぐ離れる

④ 尻尾を上げ、すぐに実験者に近寄る

## 【6】 ストレス負荷後、社会生活における支配性

イヌが近寄ってきた後、イヌの背中を撫でた（30 秒間）。近寄ってこない場合は、実験者からイヌへ近づくようにした。イヌが逃げ回る場合は、試行を中断した。

この試行が終了後、イヌをドア N から出るようにさせた。

⑩ ずっと逃げる

① 逃げるが、撫でられる（15 秒未満）

② 逃げるが、15 秒以上撫でられる

③ 立位／座位／横臥位をとり、じっとしている

④ 尻尾を上げ、実験者に飛びついたり、ヒトと遊んだりする

## 【7】 突発音に対するイヌの反応

図 2-2 の A に示した空き缶に小石を入れ、地上から 1.3 メートルの高さの板（ドア M の壁に場所 A に合わせて貼り付けた）に置き、実験者は缶に縛った紐の先端を持ち、場所 A に立つ。イヌをドア N から入れた後、実験者は紐を引っ張り、缶を落下させた。その後 30 秒間イヌの反応を観察し、30 秒間経過、イヌをドア N から出した。

⑩ 怖がり、まったく缶に近寄らない

- ① 最初はびっくりするが、その後缶に近寄る
- ② 怖がらず、缶に興味も示さない
- ③ 怖がらず、缶に興味を示す（嗅ぐ）
- ④ すぐに、缶に近寄り、缶を口に入れたり、前肢で遊んだりする

#### 【8】動くタオルに対するイヌの反応

実験者は図 2-1 の場所 A に立ち、タオル（図 2-2 の B）を地面に置き、タオルを結んでいる紐の先端を持つ。イヌをドア N から入れた後、タオルを紐で動かした。30 秒間経過、イヌをドア N から出した。

- ① まったく興味を示さず無視する
- ② 興味を示すが、追いかけない
- ③ 追いかけるが、噛みつかない
- ④ すぐにタオルを追いかけて、優しく噛みつく
- ⑤ すぐにタオルを追いかけて、噛みつき、頭を激しく振る

#### 【9】動くキツネの尻尾に対するイヌの反応

実験者は図 2-1 の場所 A に立ち、人工のキツネの尻尾（図 2-2 の C, 40cm）を地面に置き、尻尾を結んでいる紐の先端を持つ。イヌをドア N から入れた後、キツネの尻尾を紐で動かした。30 秒間経過、イヌをドア N から出た。

- ① まったく興味を示さず無視する
- ② 興味を示すが、追いかけない
- ③ 追いかけるが、噛みつかない
- ④ すぐにキツネの尻尾を追いかけて、優しく噛みつく
- ⑤ すぐにキツネの尻尾を追いかけて、噛みつき、頭を激しく振る

### 【10】突然開く傘に対するイヌの反応

実験者は図 2-1 の場所 A に立ち、閉じているワンタッチ式傘を持つ。イヌをドア N から入れ、近寄ってきたら、実験者は傘をき、開いた傘を地面に置いた。  
30 秒間経過、イヌをドア N から出した。

- ① フリーズするか、逃げる
- ② 傘に近寄らない、遠回りする
- ③ 3 秒以上経ってから、躊躇しながら傘に近寄る
- ④ 3 秒以上経ってから、怖がらず傘に近寄る
- ⑤ すぐ傘に近寄る

### 2-2-3. パピーウォーカーへのアンケート調査

パピーウォーカーへのアンケート調査は 3～4 ヶ月齢、7～9 ヶ月齢と 12～14 ヶ月齢の計 3 回を行った。

アンケートは散歩の時間、パピーウォーカーと一緒にいる時間、パピーウォーカーの住宅周辺について調査した（表 2-1）。

表 2-1. パピーウォーカーへのアンケート調査内容

パピーウォーカーへのアンケート調査				
	A	B	C	D
散歩の時間	1時間未満	1～2時間	2～3時間	3時間以上
パピーウォーカーと一緒にいる時間	1時間未満	1～2時間	2～3時間	3時間以上
住宅周辺環境	にぎやか	静か		

### 2-2-4. 予測成功率の計算

候補犬 32 頭のうち、健康上の問題で不合格になるイヌ 1 頭（♀1）を除く 31

頭を対象とした。

中国《盲導犬》国家標準（GB/T 36186-2018）の評価基準により、2018年7月20日現在で合格したイヌ（2頭）を成功率100%とし、不合格のイヌ（3頭）を成功率0%とした。訓練中のイヌ26頭について、それまでの訓練状況から、成功の可能性を10%刻みで0から100%まで11段階に分け、12名の訓練士へのアンケート調査を行って、予測成功率の平均値を計算した。各個体の担当訓練士の予測値については、2人分として計算した。なお、訓練士は3年以上の盲導犬訓練経験を持ち、大連訓練センターの盲導犬訓練士基準に達したものである。

## 2-2-5. 統計分析

本実験では、予測成功率については、3回の行動評価の各項目について Spearman's correlation coefficient by rank test（統計解析ソフト：4Steps エクセル統計）を行った。

大連訓練センターの訓練士の経験によると、予測成功率が80%未満のイヌは盲導犬になる可能性が低い（未発表データ）ため、80%以上をグループA（n=17）とし、80%未満をグループB（n=14）とした。2グループについて判別分析を行った。なお、分散共分散行列の等分散性の検定を行い、3回すべてにおいて等しくなかった（ $p < 0.1$ ）ため、2次判別関数を用いて分析を行った。解析には統計解析ソフト（エクセル統計—実用多変量解析編—）を用いた。

さらに、今後の実験の省力化を考えて、3回のテスト結果について、パピーテストの評価項目の因子分析を行って、それぞれの因子に高い負荷量を示す変数を抽出した。得られた変数について、予測成功率の80%以上（n=17）と未満（n=14）の2グループにおいて、判別分析を行った。なお、分散共分散行列の等分散性の検定を行い、すべて等しかった（ $p > 0.1$ ）ため、線形判別関数を用いて分析を行

った。解析には統計解析ソフト（エクセル統計―実用多変量解析編―）を用いた。

成長時期により、前後の行動の関連性をみるため、各評価項目の1回目（2～3 ヲ月齡）と3 回目（12～14 ヲ月齡）、2 回目（7～9 ヲ月齡）と3 回目について、Spearman`s correlation coefficient by rank test（統計解析ソフト：4Steps エクセル統計）を行った（n=32）。

パピーウォーカーへのアンケート調査結果と 3 回のパピーテストの行動評価の相関をみるため、Spearman`s correlation coefficient by rank test（統計解析ソフト：4Steps エクセル統計）を行った（n=24）。

### 第3節 結果

テストの各回において、性別、犬種については有意な差が見られなかった。

#### 2-3-1. 行動評価項目と予測成功率の相関

供試犬31頭の行動評価項目と予測成功率との相関はテストの実施時期ごとに表2-2に示した。1回目（2～3ヵ月齢）において統計的に正の相関がみられたのは「1-1.不安レベル」（ $rs=0.40, p=0.03$ ）であった。2回目（7～9ヵ月齢）において正の相関がみられたのは「8.動くタオルに対する反応」（ $rs=0.44, p=0.02$ ）であった。3回目（12～14ヵ月齢）において正の相関が認められたのも「8.動くタオルに対する反応」（ $rs=0.41, p=0.02$ ）であった。



表 2-2. パピーテスト実施時期ごとの行動評価項目と予測成功率との相関

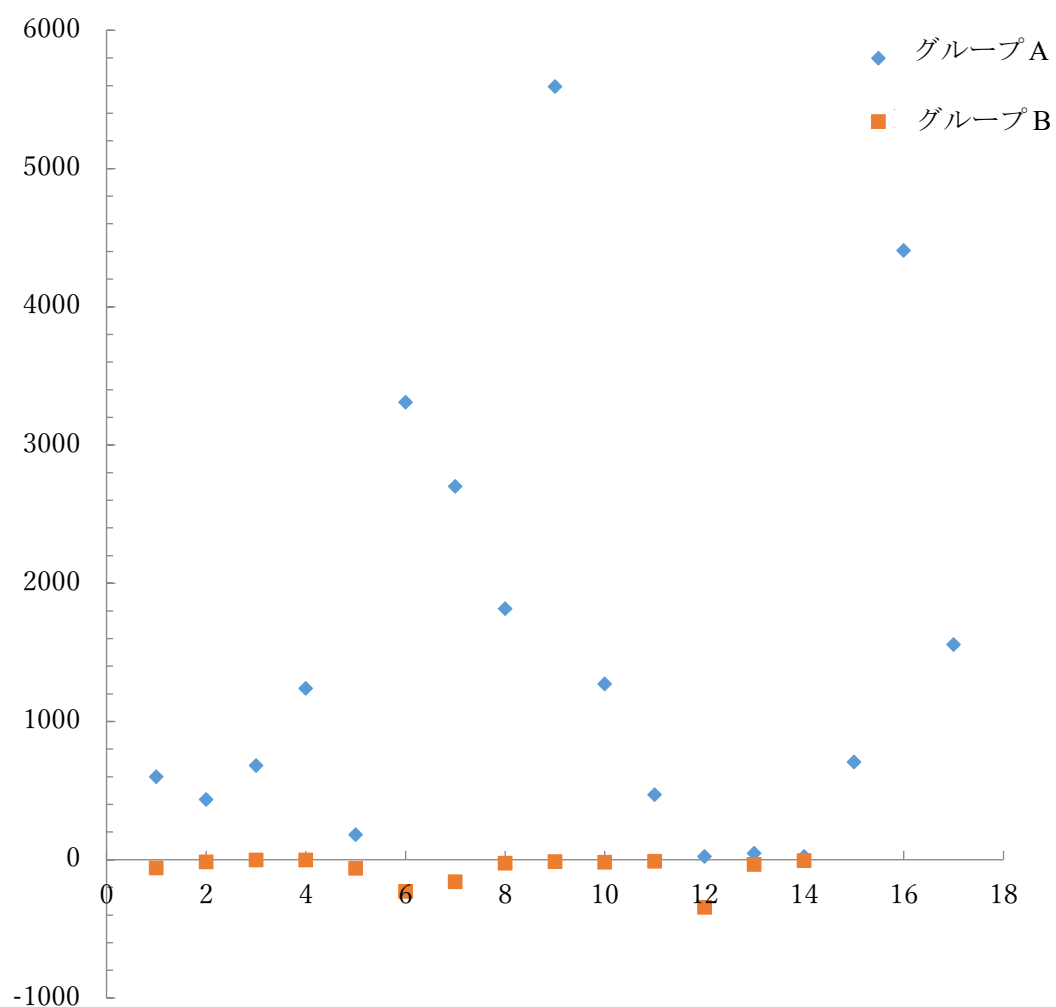
項目	パピーテスト					
	1回目 (2～3ヵ月齢)		2回目 (7～9ヵ月齢)		3回目 (12～17ヵ月齢)	
	相関係数rs	P 値	相関係数rs	P 値	相関係数rs	P 値
1-1、不安レベル	0.40	<b>0.03</b>	-0.07	0.69	0.10	0.58
1-2、新しい環境に対する反応	-0.03	0.88	0.30	0.10	0.04	0.82
1-3、知らぬ人に対する反応	-0.19	0.30	-0.14	0.46	0.21	0.25
2-1、呼び寄せに対する反応	-0.29	0.12	-0.02	0.91	0.06	0.72
2-2、撫でに対する反応	-0.06	0.76	0.11	0.56	0.05	0.76
3、人への追従性	0.02	0.89	0.13	0.49	0.17	0.34
4、拘束に対する抵抗性	-0.01	0.98	0.12	0.52	0.16	0.37
5、ストレス負荷後、人への接近	-0.07	0.70	-0.10	0.59	-0.30	0.10
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	-0.18	0.33	0.10	0.57	0.20	0.27
7、突破音に対する反応	0.03	0.86	0.15	0.43	0.31	0.09
8、動くタオルに対する反応	0.08	0.68	0.44	<b>0.02</b>	0.41	<b>0.02</b>
9、動くキツネの尻尾に対する反応	0.06	0.73	0.23	0.21	0.31	0.09
10、突然開く傘に対する反応	0.10	0.57	0.30	0.10	0.19	0.30

n=31

### 2-3-2. 判別分析

予測成功率 80%以上をグループ A (n=17) とし、80%未満をグループ B (n=14) とした 2 グループについて、判別分析の 2 群の 2 次判別関数によって解析した。

1 回目 (2~3 ヶ月齢) の行動評価の判別得点分布は図 2-2 に示した。表 2-3 に示したように、正判別率は 2 グループにおいてすべて 100%であった。得られた 2 次の係数、1 次の係数と定数項は表 2-3、表 2-4 に示した。



グループ A：予測成功率 80%以上の個体 (n=17)

グループ B：予測成功率 80%未満の個体 (n=14)

図 2-1. 1 回目の行動評価の判別得点分布

表 2-3. 1 回目 (2～3 カ月齢) の判別結果

グループ	予測成功率80%以上 (頭)	予測成功率80%未満 (頭)	正判別率
予測成功率80%以上	17	0	100%
予測成功率80%未満	0	14	100%

表 2-4. 1 回目（2～3 ヲ月齡）における行動評価項目の 2 次の係数

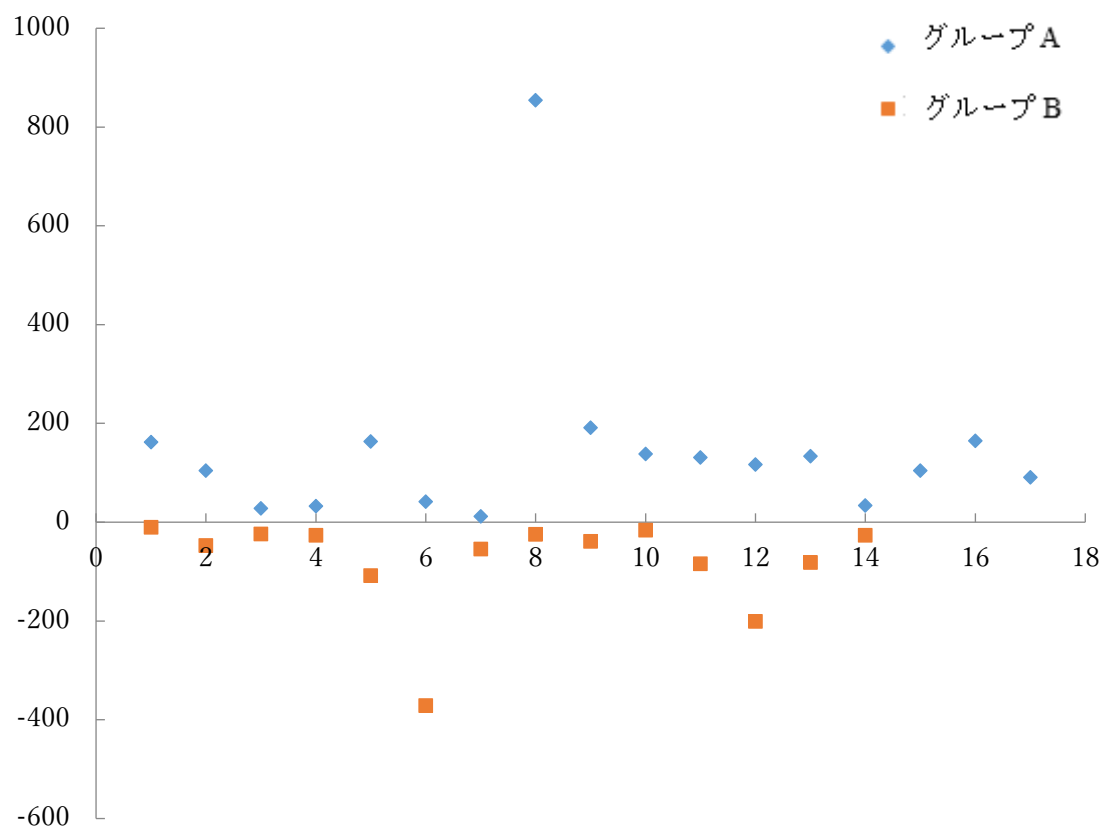
	①-1	①-2	①-3	②-1	②-2	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
①-1	399.4364801	198.9174931	-102.369729	-133.4537525	1431.479328	-283.0763485	-202.9978855	-362.7691067	-499.438534	33.07520617	-731.767905	365.8605348	518.5516785
①-2	198.9174931	35.33177198	-7.835037897	-16.9454193	362.1513128	-97.83247359	-57.89903	-66.16399165	-124.3437982	-2.98811647	-191.7583336	110.243735	127.0871038
①-3	-102.369729	-7.835037897	7.170862673	27.96226627	-190.9430971	38.26342367	27.3571503	36.35397634	73.24631171	-13.31132848	89.39991756	-39.42038126	-76.90135242
②-1	-133.4537525	-16.9454193	27.96226627	17.3738828	-221.9315391	30.61607102	25.23145294	76.28558153	75.10713555	-18.27969666	113.9192414	-44.52008059	-87.15480326
②-2	1431.479328	362.1513128	-190.9430971	-221.9315391	1327.394404	-524.5311645	-381.494176	-651.4013919	-935.2670302	58.46323579	-1335.556311	671.7389289	953.4503328
③	-283.0763485	-97.83247359	38.26342367	30.61607102	-524.5311645	47.29537999	75.87145272	139.5128415	184.7654486	7.318018409	273.6846859	-145.1244003	-174.6248836
④	-202.9978855	-57.89903	27.3571503	25.23145294	-381.494176	75.87145272	27.67881118	93.32971374	133.1443644	-4.991693888	192.5086393	-100.3726083	-133.1848571
⑤	-362.7691067	-66.16399165	36.35397634	76.28558153	-651.4013919	139.5128415	93.32971374	65.20304644	242.2615758	-27.3006738	323.8044564	-155.624809	-248.669294
⑥	-499.438534	-124.3437982	73.24631171	75.10713555	-935.2670302	184.7654486	133.1443644	242.2615758	160.351126	-24.00860114	465.4622237	-233.6423622	-336.2547756
⑦	33.07520617	-2.98811647	-13.31132848	-18.27969666	58.46323579	7.318018409	-4.991693888	-27.3006738	-24.00860114	3.352818816	-25.14441762	3.780754584	22.99805523
⑧	-731.767905	-191.7583336	89.39991756	113.9192414	-1335.556311	273.6846859	192.5086393	323.8044564	465.4622237	-25.14441762	339.3881182	-346.2926413	-480.546056
⑨	365.8605348	110.243735	-39.42038126	-44.52008059	671.7389289	-145.1244003	-100.3726083	-155.624809	-233.6423622	3.780754584	-346.2926413	92.4161315	235.5554947
⑩	518.5516785	127.0871038	-76.90135242	-87.15480326	953.4503328	-174.6248836	-133.1848571	-248.669294	-336.2547756	22.99805523	-480.546056	235.5554947	171.7070103

①-1：不安レベル；①-2：新しい環境に対する反応；①-3：知らぬ人に対する反応；②-1：呼び寄せに対する反応；②-2：撫でに対する反応；③：人への追従性；④：拘束に対する抵抗性；⑤：ストレス負荷後、人への接近；⑥：ストレス負荷後、撫でに対する反応；⑦：突破音に対する反応；⑧：動くタオルに対する反応；⑨：動くキツネの尻尾に対する反応；⑩：突然開く傘に対する反応

表 2-5. 1 回目（2～3 ヶ月齢）における行動評価項目の 1 次の係数と定数項

項目	1 次の係数
1-1、不安レベル	-1810.119919
1-2、新しい環境に対する反応	-637.3387532
1-3、知らぬ人に対する反応	214.7585722
2-1、呼び寄せに対する反応	156.0725607
2-2、撫でに対する反応	-3447.287855
3、人への追従性	705.6453702
4、拘束に対する抵抗性	524.663094
5、ストレス負荷後、人への接近	852.2502923
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	1185.521303
7、突破音に対する反応	27.65545074
8、動くタオルに対する反応	1780.227515
9、動くキツネの尻尾に対する反応	-972.2202301
10、突然開く傘に対する反応	-1160.614435
定数項	2547.900782

2 回目（7～9 ヶ月齢）の行動評価の判別得点分布は図 2-2 に示した。表 2-5 に示したように、正判別率は 2 グループにおいて全部 100%である。得られた 2 次の係数、1 次の係数と定数項は表 2-7、表 2-8 に示した。



グループ A：予測成功率 80%以上の個体 (n=17)

グループ B：予測成功率 80%未満の個体 (n=14)

図 2-2. 2 回目の行動評価の判別得点分布

表 2-6. 2 回目 (7～9 ヶ月齢) の判別結果

グループ	予測成功率80%以上 (頭)	予測成功率80%未満 (頭)	正判別率
予測成功率80%以上	17	0	100%
予測成功率80%未満	0	14	100%

表 2-7. 2 回目（7～9 ヲ月齡）における行動評価項目の 2 次の係数

	①-1	①-2	①-3	②-1	②-2	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
①-1	5.140709786	-5.184131345	-14.33120719	-10.87377112	26.0861582	33.45429726	1.725475626	-15.5919626	-15.40486122	35.13609733	18.58529058	-23.78274739	-27.37359074
①-2	-5.184131345	-15.27517088	-15.45306725	-35.4685248	18.18468923	17.89844227	-0.682645886	-22.71575885	6.19533315	16.49922556	19.312431	-40.83146508	7.950069928
①-3	-14.33120719	-15.45306725	18.25308016	1.879768497	-42.64232783	-41.93756498	-6.684026424	17.12140869	41.34059561	-40.78018408	-11.48109792	10.98508284	45.27862426
②-1	-10.87377112	-35.4685248	1.879768497	-13.249505	5.124172137	11.98970414	-1.373094216	-26.04809746	24.20491005	19.01909406	13.47658723	-41.99260564	25.41623639
②-2	26.0861582	18.18468923	-42.64232783	5.124172137	33.71766677	77.77690044	16.06333389	-31.17803715	-69.58789302	47.166117	18.88452637	-22.78093815	-90.14178878
③	33.45429726	17.89844227	-41.93756498	11.98970414	77.77690044	46.76167234	13.62086574	-36.08078396	-74.28776988	84.05554175	27.99841948	-30.45194505	-98.24349466
④	1.725475626	-0.682645886	-6.684026424	-1.373094216	16.06333389	13.62086574	1.938620979	-8.185234632	-13.21116406	9.452423641	1.199802097	-4.401596008	-12.75713282
⑤	-15.5919626	-22.71575885	17.12140869	-26.04809746	-31.17803715	-36.08078396	-8.185234632	1.398033263	53.34717612	-14.64790038	-7.510930508	-9.989595774	70.86727182
⑥	-15.40486122	6.19533315	41.34059561	24.20491005	-69.58789302	-74.28776988	-13.21116406	53.34717612	17.83469012	-65.85810056	-16.12422646	49.72066304	37.10445206
⑦	35.13609733	16.49922556	-40.78018408	19.01909406	47.166117	84.05554175	9.452423641	-14.64790038	-65.85810056	28.34357237	45.79753093	-37.27366906	-103.5035102
⑧	18.58529058	19.312431	-11.48109792	13.47658723	18.88452637	27.99841948	1.199802097	-7.510930508	-16.12422646	45.79753093	-1.605807235	7.459730296	-24.93104603
⑨	-23.78274739	-40.83146508	10.98508284	-41.99260564	-22.78093815	-30.45194505	-4.401596008	-9.989595774	49.72066304	-37.27366906	7.459730296	-19.94894251	69.02869204
⑩	-27.37359074	7.950069928	45.27862426	25.41623639	-90.14178878	-98.24349466	-12.75713282	70.86727182	37.10445206	-103.5035102	-24.93104603	69.02869204	20.35213453

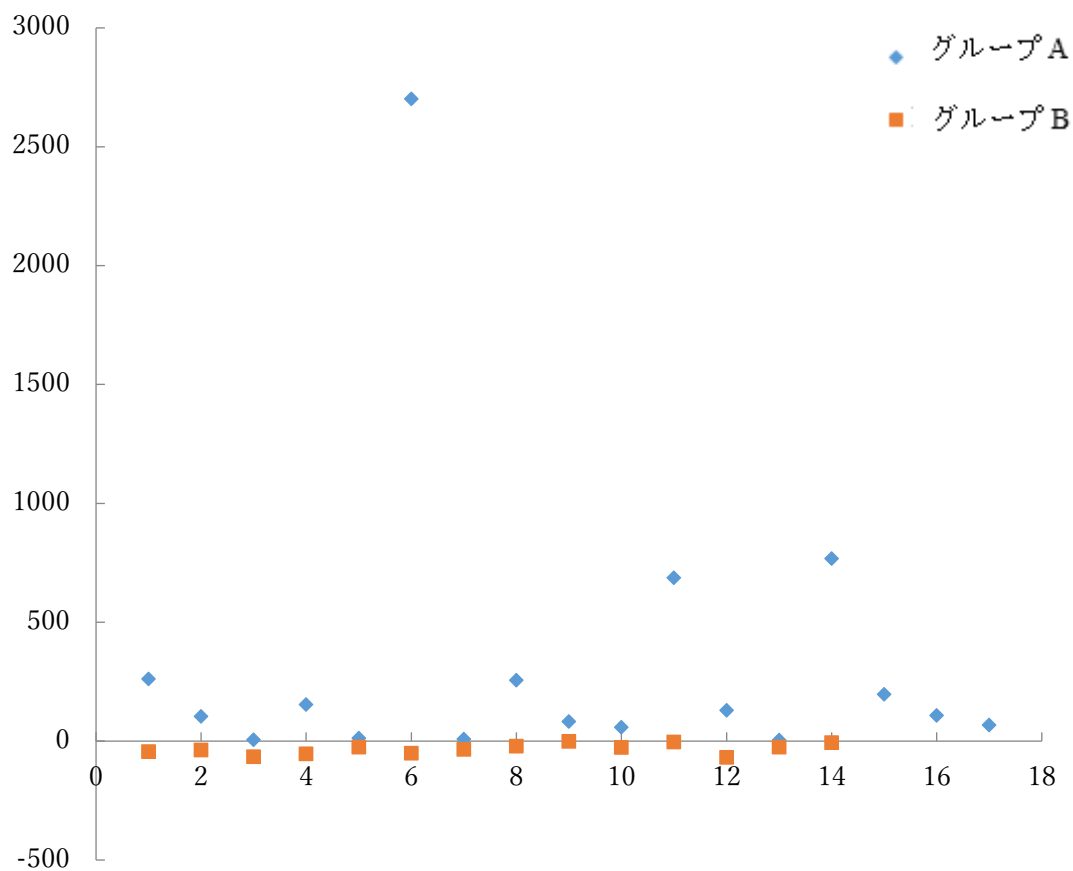
①-1：不安レベル；①-2：新しい環境に対する反応；①-3：知らぬ人に対する反応；②-1：呼び寄せに対する反応；②-2：撫でに対する反応；③：人への追従性；④：拘束に対する抵抗性；⑤：ストレス負荷後、人への接近；⑥：ストレス負荷後、撫でに対する反応；⑦：突破音に対する反応；⑧：動くタオルに対する反応；⑨：動くキツネの尻尾に対する反応；⑩：突然開く傘に対する反応

表 2-8. 2 回目（7～9 ヲ月齡）における行動評価項目の 1 次の係数と定数項

項目	1 次の係数
1-1、不安レベル	-18.01785426
1-2、新しい環境に対する反応	190.0185582
1-3、知らぬ人に対する反応	37.25921816
2-1、呼び寄せに対する反応	95.3649582
2-2、撫でに対する反応	11.72949754
3、人への追従性	-172.393068
4、拘束に対する抵抗性	9.746429282
5、ストレス負荷後、人への接近	35.5052777
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	-4.034082119
7、突破音に対する反応	-59.91244626
8、動くタオルに対する反応	-255.0045057
9、動くキツネの尻尾に対する反応	307.8280988
10、突然開く傘に対する反応	152.8719544
定数項	-615.8244737

3 回目（12～17 ヲ月齡）の行動評価の判別得点分布は図 2-3 に示した。表 2-9 に示したように、正判別率は 2 グループにおいてすべて 100%であった。得られた 2 次の係数、1 次の係数と定数項は表 2-10、表 2-11 に示した。





グループ A：予測成功率 80%以上の個体 (n=17)

グループ B：予測成功率 80%未満の個体 (n=14)

図 2-3. 3 回目の行動評価の判別得点分布

表 2-9. 3 回目 (12～17 ヶ月齢) の判別結果

グループ	予測成功率80%以上 (頭)	予測成功率80%未満 (頭)	正判別率
予測成功率80%以上	17	0	100%
予測成功率80%未満	0	14	100%

表 2-10. 3 回目（12～17 ヲ月齡）における行動評価項目の 2 次の係数

	①-1	①-2	①-3	②-1	②-2	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
①-1	-0.001288556	-0.837262424	-7.906668795	1.367646734	-0.56562644	22.55177914	-6.466240615	4.666413835	-8.93057663	1.405549821	10.55927622	-1.941398613	-8.673802633
①-2	-0.837262424	3.349766423	-8.137539706	9.630247656	-4.955195153	32.77478462	-1.814066184	1.063720641	-10.7047299	-2.289978446	16.80094966	-0.127497742	-15.71795551
①-3	-7.906668795	-8.137539706	-19.74314217	-23.85714869	-21.91779516	12.39192135	-31.82274139	7.494647911	43.13410879	-8.409597442	4.726462102	1.190710051	3.944734617
②-1	1.367646734	9.630247656	-23.85714869	18.02126465	0.263540519	110.3678475	23.45882797	-0.675542988	-67.6148539	10.34180209	47.27258321	26.81606322	-70.96018079
②-2	-0.56562644	-4.955195153	-21.91779516	0.263540519	10.80374784	64.54904712	-13.69940688	-0.153891796	-36.57473813	10.31272092	26.10919141	19.05783881	-42.01761034
③	22.55177914	32.77478462	12.39192135	110.3678475	64.54904712	115.2608439	82.71567891	-15.28187059	-240.7796293	35.28237264	99.44464492	59.9543076	-166.2466087
④	-6.466240615	-1.814066184	-31.82274139	23.45882797	-13.69940688	82.71567891	8.964252315	2.443392665	-30.63174748	12.45123079	29.56006188	21.05101059	-48.99239075
⑤	4.666413835	1.063720641	7.494647911	-0.675542988	-0.153891796	-15.28187059	2.443392665	0.154399416	0.582083012	-5.095739926	-4.902581043	-3.642229599	9.999534411
⑥	-8.93057663	-10.7047299	43.13410879	-67.6148539	-36.57473813	-240.7796293	-30.63174748	0.582083012	85.33702132	-27.63645034	-100.6511207	-58.39712454	153.5095731
⑦	1.405549821	-2.289978446	-8.409597442	10.34180209	10.31272092	35.28237264	12.45123079	-5.095739926	-27.63645034	4.145662208	6.283117863	19.04253569	-25.95629977
⑧	10.55927622	16.80094966	4.726462102	47.27258321	26.10919141	99.44464492	29.56006188	-4.902581043	-100.6511207	6.283117863	21.74127022	27.05208464	-68.84372253
⑨	-1.941398613	-0.127497742	1.190710051	26.81606322	19.05783881	59.9543076	21.05101059	-3.642229599	-58.39712454	19.04253569	27.05208464	3.714983029	-42.39122108
⑩	-8.673802633	-15.71795551	3.944734617	-70.96018079	-42.01761034	-166.2466087	-48.99239075	9.999534411	153.5095731	-25.95629977	-68.84372253	-42.39122108	57.29139326

①-1：不安レベル；①-2：新しい環境に対する反応；①-3：知らぬ人に対する反応；②-1：呼び寄せに対する反応；②-2：撫でに対する反応；③：人への追従性；④：拘束に対する抵抗性；⑤：ストレス負荷後、人への接近；⑥：ストレス負荷後、撫でに対する反応；⑦：突破音に対する反応；⑧：動くタオルに対する反応；⑨：動くキツネの尻尾に対する反応；⑩：突然開く傘に対する反応

表 2-11. 3 回目（12～17 ヲ月齡）における行動評価項目の 1 次の係数と定数項

項目	1 次の係数
1-1、不安レベル	-33.35411448
1-2、新しい環境に対する反応	-70.68431917
1-3、知らぬ人に対する反応	108.6681702
2-1、呼び寄せに対する反応	-232.2181324
2-2、撫でに対する反応	-99.78551431
3、人への追従性	-698.1832788
4、拘束に対する抵抗性	-129.5356995
5、ストレス負荷後、人への接近	26.87790845
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	522.0880687
7、突破音に対する反応	-59.30612647
8、動くタオルに対する反応	-297.5033932
9、動くキツネの尻尾に対する反応	-173.7485221
10、突然開く傘に対する反応	460.4765941
定数項	765.8760589

### 2-3-3. 因子分析

今後の実験を行いやすくするために、3 回のパピーテストにおいて、行動評価で得られた 13 変数に対して因子分析を行った（ $n=31$ ）。

1 回目（2～3 ヲ月齡）について、13 行動評価項目に対して主成分分解、バリマックス回転による因子分析を行った（ $n=31$ ）。結果を表 2-12 に示した。対角要素を共通性の推定値でおきかえた相関行列の正の固有値の数が 8 であるから、8 因子を採用した。8 因子によって全分散を説明する割合は、74.83%であった。

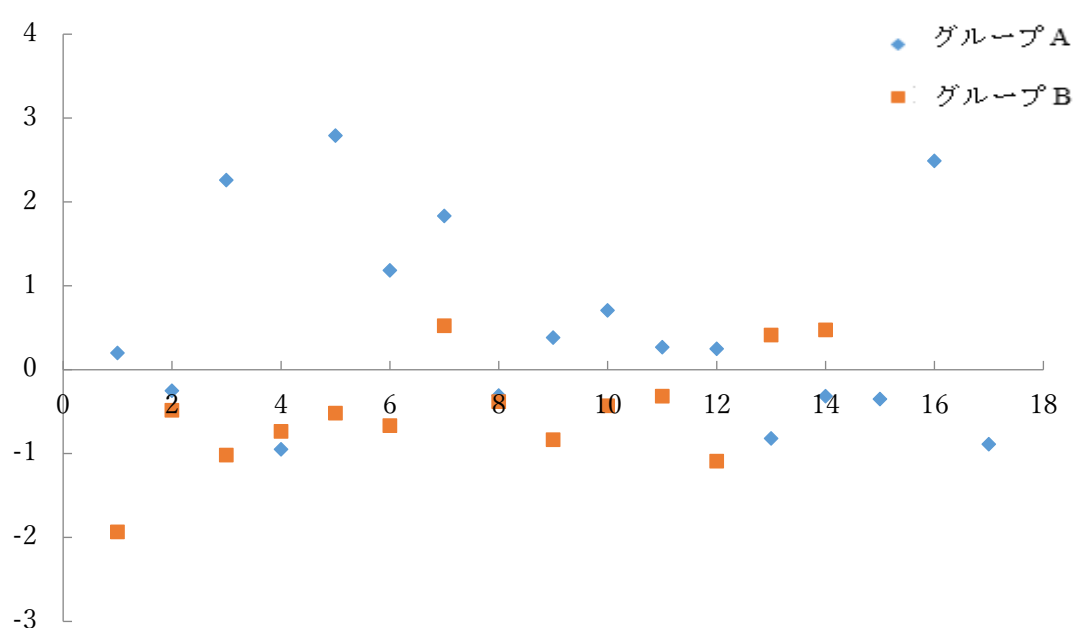
表 2-12. 1 回目（2～3 ヲ月齡）のバピーテストの行動評価における因子分析結果

項目	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子	第7因子	第8因子	共通性
1-1、不安レベル	-	-	-	-	0.747*	-	-	-	0.60
1-2、新しい環境に対する反応	-	-	-	-	-	-	-	-0.677*	0.68
1-3、知らぬ人に対する反応	-	0.631	-	-	-	-	-	-	0.82
2-1、呼び寄せに対する反応	-	0.610	-	-	-	-	-0.474	-	0.83
2-2、撫でに対する反応	-	0.610	0.503	-0.436	-	-	-	-	0.91
3、人への追従性	-	0.735*	-	-	-	-	-	-	0.63
4、拘束に対する抵抗性	-	-	-	-0.837*	-	-	-	-	0.74
5、ストレス負荷後、人への接近	-	-	0.741	-	-	-	-	-	0.60
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	-	-	0.785*	-	-	-	-	-	0.66
7、突破音に対する反応	-	-	-	-	-	-	-0.799*	-	0.74
8、動くタオルに対する反応	-	-	-	-	-	0.719	-	-	0.80
9、動くキツネの尻尾に対する反応	-	-	-	-	-	0.937*	-	-	1.00
10、突然開く傘に対する反応	0.751*	-	-	-	-	-	-	-	0.73
寄与率	6.46%	13.40%	12.13%	8.99%	6.11%	13.26%	8.41%	6.07%	74.83%

因子負荷量は .400以下を省略した

\*: 該当因子の一番高い変数

因子分析した結果における各因子の最も高い変数（不安レベル、新しい環境に対する反応、人への追従性、拘束に対する抵抗性、ストレス負荷後の撫でに対する反応、突破音に対する反応、動くキツネの尻尾に対する反応、突然開く傘に対する反応）を用い、予測成功率 80%以上をグループ A（n=17）とし、80%未満をグループ B（n=14）とした。2 グループについて判別分析の線形判別関数によって解析した（図 2-4）。正判別率は表 2-13 に示した。予測成功率 80%以上の正判別率は 58.82%であり、予測成功率 80%未満の正判別率は 78.57%であった。



グループ A：予測成功率 80%以上の個体（n=17）

グループ B：予測成功率 80%未満の個体（n=14）

図 2-4. 1 回目において 8 行動評価項目の判別得点分布

表 2-13. 1 回目（2～3 カ月齢）における 8 行動評価項目の判別結果

グループ	予測成功率80%以上（頭）	予測成功率80%未満（頭）	正判別率
予測成功率80%以上	10	7	58.82%
予測成功率80%未満	3	11	78.57%

2 回目（7～9 カ月齢）について、13 行動評価項目に対して主成分解、バリマックス回転による因子分析を行った（n=31）。結果を表 2-14 に示した。固対角要

素を共通性の推定値でおきかえた相関行列の正の固有値の数が 8 であるから、8 因子を採用した。8 因子によって全分散を説明する割合は、69.08%であった。

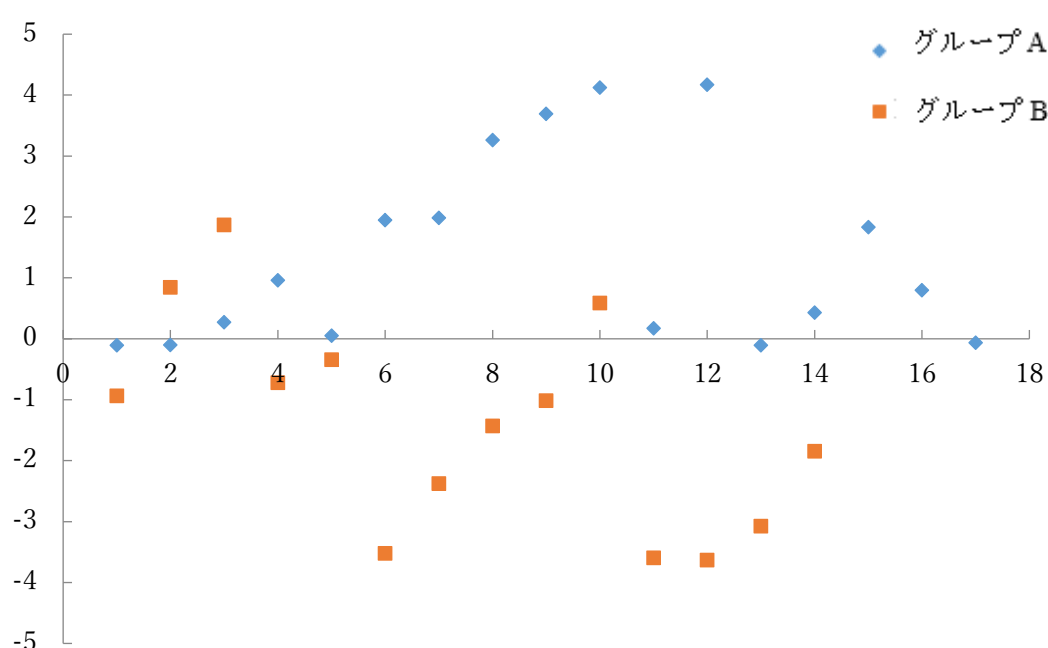
表 2-14. 2 回目（7～9 ヲ月齡）のバピーテストの行動評価における因子分析結果

項目	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子	第7因子	第8因子	共通性
1-1、不安レベル	-	-	-0.759	-	-	-	-	-	0.65
1-2、新しい環境に対する反応	-	-	0.797*	-	-	-	-	-	0.67
1-3、知らぬ人に対する反応	-	-	-	-	-	0.633	-	-	0.48
2-1、呼び寄せに対する反応	-	-	-	-	-	0.634*	-	-	0.87
2-2、撫でに対する反応	0.827*	-	-	-	-	0.425	-	-	0.99
3、人への追従性	-	-	-	-	-0.676*	-	-	-	0.52
4、拘束に対する抵抗性	-	-	-	-	-	-	-	-0.480*	0.34
5、ストレス負荷後、人への接近	0.805	-	-	-	-	-	-	-	0.82
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	0.759	-	-	-	-	-	-	-	0.91
7、突破音に対する反応	-	-	-	-	-	-	0.647*	-	0.47
8、動くタオルに対する反応	-	0.802	-	-	-	-	-	-	0.81
9、動くキツネの尻尾に対する反応	-	0.844*	-	-	-	-	-	-	0.80
10、突然開く傘に対する反応	-	-	-	-0.696*	-	-	-	-	0.66
寄与率	16.84%	11.99%	10.57%	7.83%	5.17%	9.06%	4.48%	3.16%	69.08%

因子負荷量は .400以下を省略した

\*：該当因子の一番高い変数

因子分析した結果における各因子の最も高い変数（新しい環境に対する反応、呼び寄せに対する反応、撫でに対する反応、人への追従性、拘束に対する抵抗性、突破音に対する反応、動くキツネの尻尾に対する反応、突然開く傘に対する反応）を用い、予測成功率の80%以上をグループA（n=17）とし、80%未満をグループB（n=14）とした。2グループについて判別分析の線形判別関数によって解析した（図2-5）。正判別率について、グループAは76.47%であり、グループBは78.57%であった（表2-15）。



グループA：予測成功率80%以上の個体（n=17）

グループB：予測成功率80%未満の個体（n=14）

図2-5. 2回目において8行動評価項目の判別得点分布

表2-15. 2回目（7～9ヵ月齢）における8行動評価項目の判別結果

グループ	予測成功率80%以上（頭）	予測成功率80%未満（頭）	正判別率
予測成功率80%以上	13	4	76.47%
予測成功率80%未満	3	11	78.57%



3 回目 (12～14 ヲ月齡) について、13 行動評価項目に対して主成分分解、バリマックス回轉による因子分析を行った (n=31)。結果を表 2-16 に示した。対角要素を共通性の推定値でおきかえた相関行列の正の固有値の数が 8 であるから、8 因子を採用した。8 因子によって全分散を説明する割合は、78.29%であった。

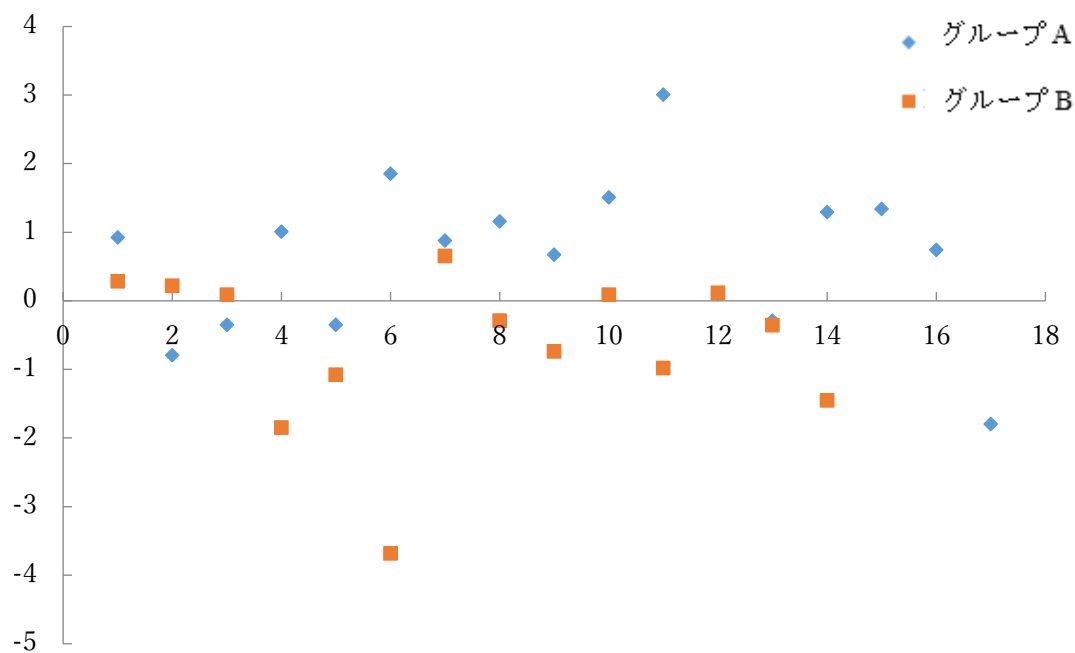
表 2-16. 3 回目 (12～14 ヲ月齡) のパピーテストの行動評価についての因子分析結果

項目	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子	第7因子	共通性
1-1、不安レベル	-	-	-	-	-	0.703*	-	0.54
1-2、新しい環境に対する反応	-	-	0.806	-	-	-	-	0.73
1-3、知らぬ人に対する反応	-	-	-0.849*	-	-	-	-	0.92
2-1、呼び寄せに対する反応	-	0.739	-	-	-	-	-	0.72
2-2、撫でに対する反応	-	0.849	-	-	-	-	-	0.93
3、人への追従性	-	-	-0.439	-0.693	-	-	-	0.78
4、拘束に対する抵抗性	-	-	-	-0.739*	-	-	-	0.66
5、ストレス負荷後、人への接近	-	0.652	-	-	-	-	-	0.65
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	-	0.873*	-	-	-	-	-	0.88
7、突破音に対する反応	0.691	-	-	-	-	-	-	0.66
8、動くタオルに対する反応	0.990*	-	-	-	-	-	-	1.00
9、動くキツネの尻尾に対する反応	0.848	-	-	-	-	-	-	0.75
10、突然開く傘に対する反応	0.620	-	-	-	0.738*	-	-	0.97
寄与率	21.03%	19.59%	13.91%	9.86%	6.00%	5.47%	2.43%	78.29%

因子負荷量は .400以下を省略した

\*：該当因子の一番高い変数

因子分析した結果における各因子の最も変数（不安レベル、知らぬ人に対する反応、拘束に対する抵抗性、ストレス負荷後の撫でに対する反応、動くタオルに対する反応、突然開く傘に対する反応）を用い、予測成功率の 80%以上をグループ A（n=17）とし、80%未満をグループ B（n=14）とした。2 グループについて判別分析の線形判別関数によって解析した（図 2-6）。予測成功率 80%以上の正判別率は 70.59%であり、予測成功率 80%未満の正判別率は 57.14%であった（表 2-17）。



グループ A：予測成功率 80%以上の個体（n=17）

グループ B：予測成功率 80%未満の個体（n=14）

図 2-6. 3 回目において 8 行動評価項目の判別得点分布

表 2-17. 3 回目（12～14 ヲ月齡）における 6 行動評価項目の判別結果

グループ	予測成功率80%以上（頭）	予測成功率80%未満（頭）	正判別率
予測成功率80%以上	12	5	70.59%
予測成功率80%未満	6	8	57.14%

## 2-3-4. 成長時期により、前後の行動の関連性

32 頭の盲導犬候補犬の成長時期における行動の相関について Spearman's correlation coefficient by rank test を行ったところ、表 2-18 に示したように、1 回目（2～3 カ月齢）と 3 回目（12～14 カ月齢）との間に相関が認められた行動評価項目は「不安レベル」( $rs=0.46, p<0.05$ )、「拘束に対する抵抗性」( $rs=0.39, p<0.05$ )であった。2 回目（7～9 カ月齢）と 3 回目との間に相関が見られた項目は「呼び寄せに対する反応」( $rs=0.70, p<0.001$ )、「撫でに対する反応」( $rs=0.42, p<0.05$ )、「拘束に対する抵抗性」( $rs=0.65, p<0.001$ )、「ストレス負荷後、人への接近」( $rs=0.54, p<0.01$ )、「ストレス負荷後、撫でに対する反応」( $rs=0.65, p<0.001$ )、「動くタオルに対する反応」( $rs=0.87, p<0.001$ )、「動くキツネの尻尾に対する反応」( $rs=0.67, p<0.001$ )、「突然開く傘に対する反応」( $rs=0.45, p<0.05$ )であった。

表 2-18. 成長時期における行動評価項目の相関

項目	1回目と3回目		2回目と3回目	
	相関係数rs	P 値	相関係数rs	P 値
1-1、不安レベル	<b>0.46</b>	<b>0.011</b>	0.24	0.18
1-2、新しい環境に対する反応	0.16	0.38	-0.26	0.15
1-3、知らぬ人に対する反応	-0.05	0.77	0.21	0.23
2-1、呼び寄せに対する反応	0.06	0.73	<b>0.70</b>	<b>0.000097</b>
2-2、撫でに対する反応	0.30	0.09	<b>0.42</b>	<b>0.019</b>
3、人への追従性	-0.07	0.68	0.34	0.06
4、拘束に対する抵抗性	<b>0.39</b>	<b>0.032</b>	<b>0.65</b>	<b>0.00027</b>
5、ストレス負荷後、人への接近	0.23	0.21	<b>0.54</b>	<b>0.0029</b>
6、ストレス負荷後、撫でに対する反応	0.21	0.24	<b>0.65</b>	<b>0.00028</b>
7、突破音に対する反応	0.21	0.25	0.15	0.40
8、動くタオルに対する反応	0.32	0.07	<b>0.87</b>	<b>0.0000014</b>
9、動くキツネの尻尾に対する反応	0.19	0.29	<b>0.67</b>	<b>0.00017</b>
10、突然開く傘に対する反応	0.05	0.76	<b>0.45</b>	<b>0.012</b>

### 2-3-5. パピーウォーカーへのアンケート調査と成長時期の行動の関連性

パピーテスト実施時期ごとの行動評価項目と予測成功率との相関（表 2-2）では、1 回目（2～3 ヶ月齢）において統計的に正の相関がみられたのは「1-1.不安レベル」であり、2 回目（7～9 ヶ月齢）において正の相関がみられたのは「8.動くタオルに対する反応」であり、3 回目（12～14 ヶ月齢）において正の相関が認められたのも「8.動くタオルに対する反応」であったため、以上の変数とアンケート調査の相関解析を行った。その結果、1 回目（3～4 ヶ月齢）の散歩時間は 3 回目（12～14 ヶ月齢）の「8.動くタオルに対する反応」と正の相関がみられた（ $r_s=0.44$ ,  $p<0.05$ ）（表 2-19、表 2-20）。

表 2-19. 候補犬 3～4 ヶ月齢時の PW へのアンケート調査結果と行動評価項目の相関

項目	散歩時間		PWと一緒にいる時間		住宅周辺環境	
	相関係数 $r_s$	p値	相関係数 $r_s$	p値	U	P
2回目の動くタオルに対する反応	0.09	NS	-0.17	NS	70.5	NS
3回目の動くタオルに対する反応	<b>0.44</b>	<b>p&lt;0.05</b>	0.004	NS	84.5	NS

表 2-20. 候補犬 7～9 ヶ月齢時の PW へのアンケート調査結果と行動評価項目の相関

項目	散歩時間		PWと一緒にいる時間	
	相関係数 $r_s$	p値	相関係数 $r_s$	p値
2回目の動くタオルに対する反応	-0.17	NS	-0.26	NS
3回目の動くタオルに対する反応	-0.20	NS	-0.19	NS

#### 第4節 考察

本章では、盲導犬候補犬のパピーテストにおいて3つの成長時期（2～3ヵ月齢、7～9ヵ月齢、12～14ヵ月齢）の行動評価と予測成功率の関連性について調べた。さらに、成長時期における相関も調べた。

行動評価項目を分けて予測成功率との相関を調べたところ、1回目（2～3ヵ月齢）では、「不安レベル」において、予測成功率が低い個体のほとんどはスコア①の「実験室に入ったら、3秒以内にドアNから離れ、実験室や実験者を探索した」に対し、予測成功率が高い個体はスコア①②のドアの前にいる時間は60秒未満となった。これは新しい環境や知らぬ人に対して警戒心を持ちながら探索することを示した。このことから2～3ヵ月齢の時、新しい環境において適度の緊張感を持ったほうが盲導犬に適することが示唆された。Harvey ら（2016）は、新奇物を強く回避や接近するイヌは盲導犬不向きと報告しており、本研究でも同様だと考えられた。さらに、第1章の結果の低い活動レベルの候補犬は盲導犬としての訓練性に優れることと一致した。

また、2回目（7～9ヵ月齢）と3回目（12～14ヵ月齢）では、「動くタオルに対する反応」と予測成功率との間に正の相関があると示唆された。「動くタオル」は社会生活の中頻繁に触れるものとし、実験に用いられた。これは盲導犬に適する候補犬は社会生活において頻繁に触れても、興奮度を保つことが示唆された。さらに、24頭分のアンケート調査を解析したところ、3～4ヵ月齢時の散歩時間の長さと3回目の「動くタオルに対する反応」については正の相関があることから、3～4ヵ月齢時にパピーウォーカーと候補犬の散歩は長いほうが盲導犬育成に良いと考えられる。

3回パピーテストの判別分析を行ったところ、3回において、予測成功率の80%以上と未満の判別ができた。予測成功率90%と70%でも判別分析を行って

みたが、正判別率は低かった。これは、予測成功率 80%未満のイヌは盲導犬になれる可能性が低いことから、80%をベースラインとして用いて解析したのは妥当だと考えられる。テストの省力化を考えて 13 項目を減らせるか否かについて因子分析と判別分析を行ったところ、寄与率と正判別率は低くなったことから、13 項目をすべて用いるほうが盲導犬候補犬の評価に適するといえよう。今後は、大連訓練センターにおいてパピーテストの行動評価によって得た各項目のスコアを付録に示した計算式で計算すれば、盲導犬候補犬の適性の判断は可能と考えられる。

3 つの成長時期間の行動の相関を調べたところ、7～9 カ月齢の値は 2～3 カ月齢より 1 歳以降のイヌの行動と相関する項目が多かった。このことはイヌの行動発達には性成熟まで続き、社会的成熟した後のほうが安定すると説明できる (Overall, 2013)。しかし、1 回目、2 回目と 3 回目、全 3 回において、盲導犬の適性を予測する正判別率は 100%であったことから、成長前後の相関が低くても、2～3 カ月齢において、成長後の盲導犬の適性を予測できると示唆された。

本章で用いられたパピーテストおよび行動評価は、盲導犬候補犬を評価するのに妥当性のある行動テストであると判断できる。

### 第3章

#### 新奇刺激テストのスコアと育成成功率との関係

##### 第1節 目的

大連訓練センターにおいて、2012年1月から2015年10月までの間に、盲導犬として不合格と判定されたイヌ（85頭）の原因を調べたところ、気質的要因の中で最も多かったのは恐怖性（25頭、29.4%）であった。恐怖は、脅威および痛みを伴う刺激に対しての防御行動であり、認知的および感情的精神状態として定義される（Cannon, 1929; Rachman, 1998; Öhman and Mineka, 2001）。また、恐怖は刺激に対する距離（例えば、脱出、回避、戦い、動かず）を取ることで、個体の生存のための生物学的適応（進化）機構とみなされる（Öhman and Mineka, 2001）。

本章では、候補犬の恐怖性と盲導犬育成成功率との関連性、またその恐怖性を刺激の繰り返し提示とともに無くしていくことができるかどうかを検討することを目的とし、新奇刺激テストを設定した。

コルチゾールはコルチコステロン、コルチゾンと並ぶ糖質コルチコイドの1つで、副腎皮質束状層で合成され、各種のアミノトランスフェラーゼを活性化して体内糖新生を促進し、通常体内生理活動上昇時に分泌昂進する（Kawaguchi *et al.*, 2008）。これまでの研究では、コルチゾールはイヌのストレスと恐怖の生理学的指標であると報告された（Clark *et al.*, 1997; Beerda *et al.*, 1998; Kobelt *et al.*, 2003; Dreschel and Granger, 2009）。コルチゾール測定は、血漿、尿、または唾液中の3つの方法がある。イヌに対して急性のおよび慢性的感情ストレスを負荷することにより、唾液中コルチゾールは有効な非侵襲的に採取できる指標物質として評価されて来た（Beerda *et al.*, 1998, 1999）。さらに、唾液中コルチゾール濃度は、



ヒト (Kirschbaum and Hellhammer, 1989) およびイヌ (Vincent and Michell, 1992; Beerda *et al.*, 1996) を含む多くの種において、血漿中の濃度と相関している。また、唾液中コルチゾールは総コルチゾールレベルを直接示すと報告された (Cook *et al.*, 1997) ため、ストレスに対する生理学的反応においては、血漿中コルチゾールより良い方法とされる (Cook *et al.*, 1996; Groschl *et al.*, 2000)。これらのことから、新奇刺激テスト前後に唾液を採取し、唾液中コルチゾール濃度の変化と行動変化の関連性および盲導犬育成成功率の関連性を検討した。

## 第2節 材料および方法

### 3-2-1. 供試動物

供試動物として、2015年10月から2016年10月までに大連訓練センターで生まれた候補犬39頭を対象とした。ラブラドル・レトリバー（LR）34頭（雌：14頭、雄：20頭）とゴールデン・レトリバー（GR）5頭（雌：2頭、雄：3頭）を用いた。月齢は12～14ヵ月齢であった。

### 3-2-2. 実験方法

スウェーデンワーキングドッグ協会（Swedish Working Dog Association）で用いられている行動テスト：DMA（Dog Mentality Assessment）（Falt, 1997a; 1997b, Svartberg and Forkman, 2002）の“ゴースト”項目を参考に、本実験の新奇刺激テストを作成した。

実験者はサイの仮面を被り、ゴーストのような服を着ると同時に、胸の前に爆竹の音が流れるスピーカー（80～100dB）を付けた（図3-2）。第1章のパッシブテストのスコアと盲導犬育成成功率との関係の結果によって、訓練士が実験室にいるか否かによりイヌの愛着度に有意な差が見られたことを受け、訓練士が実験室にいないことはイヌにとってストレス原因となり、唾液中コルチゾール濃度に影響を与える可能性があると考えられた。そのため、本実験において、訓練士はイヌと一緒に実験に参加することを設定した。候補犬と訓練士が待っている実験室に、実験者は図3-1のドアMから入り、両手を体の両側で大きく上下に動かせながら、図3-1に示すルート通りに候補犬に近寄ってから離れた。テストの所要時間は1分とした。このように、聴覚的刺激、視覚的刺激と接近する視覚的刺激が同時に負荷ストレス要因となるように設定した。実験は3日間連続で14時～16時に行い、7～10日間を空けてから、また2日間連続で行い、計

5 回を行った。テストはビデオカメラ（海康威視 YCW801-A23, 深圳）により記録され、後に行動を解析した。

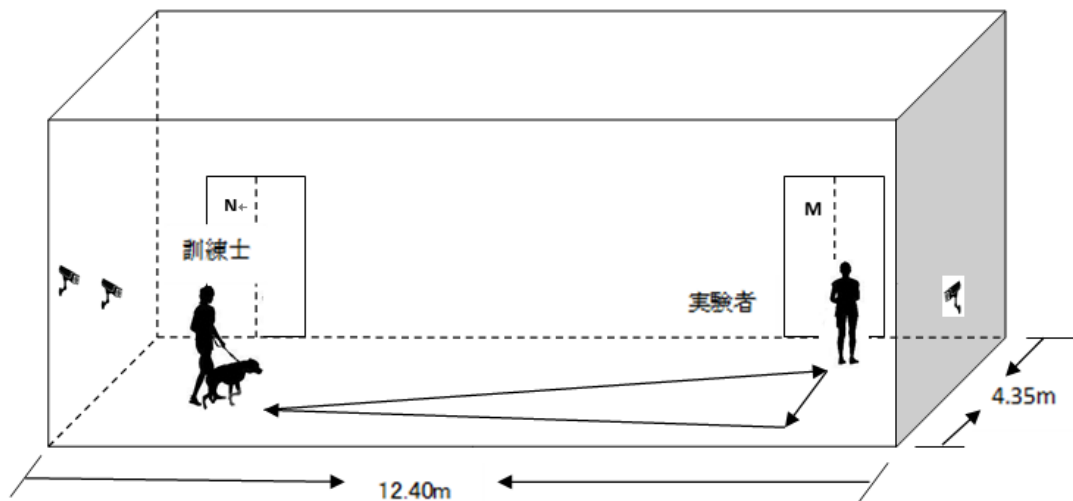


図 3-1. 新奇刺激テスト実験室の概要



図 3-2. 新奇刺激テスト実験に参加する際の実験者の写真

表 3-1 に示したように、新奇刺激テストにおける候補犬の行動を 1～5 の 5 段階のスコアで評価した。

表 3-1. 新奇刺激テストの行動評価スコア

スコア	行動表現
1	ゴーストが実験室に入ってから出るまで、ずっと恐怖を示した
2	恐怖を示したが、ゴーストに近づこうとした
3	怖がらず、興味も示さず
4	ゴーストに適度な興味を示した：ゴーストに近寄り、静かにゴーストを探索した
5	ゴーストに強い興味を示した：ゴーストに飛びついたり、ゴーストの服を引っ張ったりした

### 3-2-3. 唾液採取

本実験において、唾液中コルチゾール濃度の測定を行った。イヌのコルチゾールの日内変動が昼過ぎから夕刻にかけて小さい（Kawaguchi *et al.*, 2008）ことから、実験は 14 時から 16 時までの間に設定した。候補犬を 5 分間安静にさせてから、1 回目の唾液を採取し、さらに 5 分間安静にさせたあとに、テストを行った。テストを行った直後に 2 回目の唾液採取を行った。唾液採取は脱脂綿を候補犬の口に入れて唾液を吸収させた。脱脂綿をサリベット管に入れ、クーラーボックスにて保管した。なお、唾液採取前 10 分間は飲食飲水をさせなかった。当日の全ての実験終了後に、サリベット管を遠心分離(3,000rpm, 15 分間)して唾液を抽出した。抽出した唾液は-80℃の冷凍庫にて保存し、定量前日に 2～8℃の冷蔵庫に戻して保存した。定量当日朝に冷蔵庫から出し、室温（22℃）に戻した後に、唾液中コルチゾール濃度をコルチゾール免疫アッセイ（R&D Systems: Cortisol ELISA Kit）を用いて測定した。なお、唾液採取の量により、5 回分全てが揃えられたのは 28 頭であった。

#### 3-2-4. 予測成功率の計算

中国《盲導犬》国家標準（GB/T 36186-2018）の評価基準により、2018年7月20日現在で合格したイヌ（9頭）を成功率100%とし、行動上の問題で不合格になるイヌ（2頭）を成功率0%とした。訓練中のイヌ（28頭）について、それまでの訓練状況から、成功の可能性を10%刻みで0から100%まで11段階に分け、12名の訓練士へのアンケート調査を行って予測成功率の平均値を計算した。各個体の担当訓練士の予測値については、2人分として計算した。なお、訓練士は3年以上の盲導犬訓練経験を持ち、大連訓練センターの盲導犬訓練士基準に達したものである。

#### 3-2-5. 統計分析

大連訓練センターの訓練士の経験によると、予測成功率が80%未満のイヌは盲導犬になる可能性が低い（未発表データ）ため、80%以上（ $n=29$ ）と80%未満（ $n=10$ ）の2つのグループに分けた。各回（80%以上： $n=29$ 、80%未満： $n=10$ ）の行動評価スコアにおいて、マン・ホイットニ検定を行った。さらに、繰り返しの影響を検討するために、重複測定一分散分析を行った。各回（80%以上： $n=22$ 、80%未満： $n=6$ ）の唾液中コルチゾール濃度において、テスト前後の唾液中コルチゾール濃度の変動率を計算して統計解析を行った。正規分布に従い、等分散となるデータはスチューデントの $t$ 検定を行い、正規分布ではないデータはマン・ホイットニ検定を行った。さらに、行動評価スコアと唾液中コルチゾール濃度の関係（ $n=28$ ）、行動評価スコアと予測成功率の関係（ $n=39$ ）、唾液中コルチゾール濃度と予測成功率の関係（ $n=28$ ）についてはスピアマン順位係数検定を行った。なお、コルチゾール濃度測定において極端な値については正確さに欠ける可能性があるため、棄却検定結果に従って削除した。

統計解析は統計解析ソフト（4Steps エクセル統計）を用いた。有意水準は 5% とした。

### 第3節 結果

新奇刺激テストの各回の行動評価スコアや唾液中コルチゾール濃度変動率における性別、犬種については有意な差が見られなかった。

#### 3-3-1. 行動評価スコアと予測成功率の関係

供試犬 39 頭の行動評価と予測成功率の関係をスピアマン順位相関係数検定で解析を行ったところ、表 3-2 に示したように、5 回のテストのいずれにおいても有意な相関は見られなかった。

表 3-2. 行動評価スコアと予測成功率との相関関係

	新奇刺激テスト				
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
rs	-0.01	0.02	0.07	0.14	0.27
p	NS	NS	NS	NS	NS

さらに、予測成功率 80%以上 (n=29) と 80%未満 (n=10) の 2 グループ間について解析したところ、テスト 1 回目において、予測成功率 80%以上 ( $2.83 \pm 0.26$ ) と 80%未満 ( $2.50 \pm 0.50$ ) の間に有意な差は見られず ( $U=123.5$ ,  $p=0.47$ )、2 回目においても、予測成功率 80%以上 ( $3.41 \pm 0.21$ ) と 80%未満 ( $3.20 \pm 0.39$ ) の間に有意な差は見られなかった ( $U=130$ ,  $p=0.61$ )。3 回目において、予測成功率 80%以上 ( $3.79 \pm 0.15$ ) は 80%未満 ( $3.10 \pm 0.31$ ) より高い傾向が見られた ( $U=89$ ,  $p=0.05$ )。4 回目においても、予測成功率 80%以上 ( $3.69 \pm 0.14$ ) は 80%未満 ( $3.20 \pm 0.25$ ) より高い傾向が見られた ( $U=98$ ,  $p=0.10$ )。そして 5 回目においては、予測成功率 80%以上 ( $4.00 \pm 0.13$ ) は 80%未満 ( $3.30 \pm 0.34$ ) より有意に高かった ( $U=83$ ,  $p=0.03$ ) (図 3-3)。さらに、表 3-3 に示したように、刺激の繰り返し提示とともに、予測成功率 80%以上の候補犬においては、最初にあった恐怖性を低下させた。

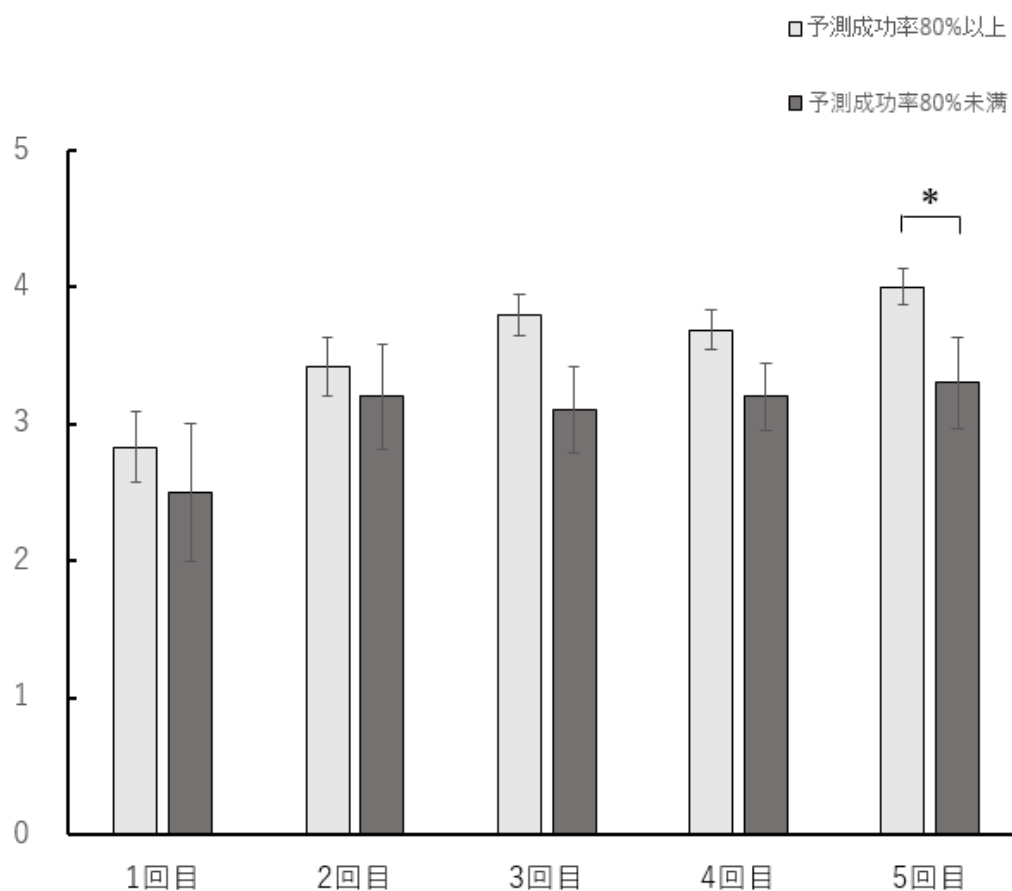


図 3-3. 行動評価スコアにおいて、予測成功率 80%以上と未満の比較

mean ± SEM, \* :  $p < 0.05$

予測成功率 80%以上  $n=29$ , 予測成功率 80%未満  $n=10$

表 3-3. 新奇刺激テストの繰り返しの影響

分散分析表			
変動要因	偏差平方和	自由度	P 値
全変動	237.52	194	
個体間変動	8.74	1	<b>0.07</b>
実験個体変動	95.58	37	
個体内変動	26.54	4	<b>9.43E-07</b>
交互作用	1.40	4	0.74
誤差変動	105.26	148	



### 3-3-2. 唾液中コルチゾール濃度の変動率と予測成功率の関係

供試犬 28 頭の唾液中コルチゾール濃度を解析したところ、テスト 2 回目において予測成功率 80%未満のうちの 1 頭のデータは棄却検定により、棄却したため、2 回目の解析に用いた予測成功率 80%未満の候補犬は 5 頭であった。

表 3-4 に示したように、テスト 1 回目における唾液中コルチゾール濃度変動率と予測成功率は正の相関の傾向が見られた、2 回目から 5 回目においては有意な相関が認められなかった。

表 3-4. 唾液中コルチゾール濃度変動率と予測成功率との相関関係

	新奇刺激テスト				
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
rs	0.37	-0.12	-0.19	0.24	0.22
p	<0.1	NS	NS	NS	NS

さらに、予測成功率 80%以上 (n=22) と 80%未満 (n=6) の 2 グループ間について解析したところ、テスト 1 回目において、予測成功率 80%以上 (104.91%±5.19%) は 80%未満 (86.16%±6.64%) より高い傾向が見られた (t=1.77, p=0.09)。逆に 2 回目においては、予測成功率 80%以上 (98.48%±4.04%) は 80%未満 (113.13%±3.64%) より低い傾向が見られた (U=24, p=0.05, n=22/5)。3 回目において、予測成功率 80%以上 (99.19%±3.66%) と 80%未満 (96.33%±5.82%) の間に有意な差は見られなくなり (t=0.37, p=0.71)、4 回目においては、予測成功率 80%以上 (103.02%±4.93%) は 80%未満 (85.29%±6.60%) より高い傾向が見られた (t=1.75, p=0.09)、5 回目においては、予測成功率 80%以上 (104.50%±6.38%) と 80%未満 (90.95%±6.62%) に有意な差は見られなかった (U=48, p=0.31) (図 3-4)。

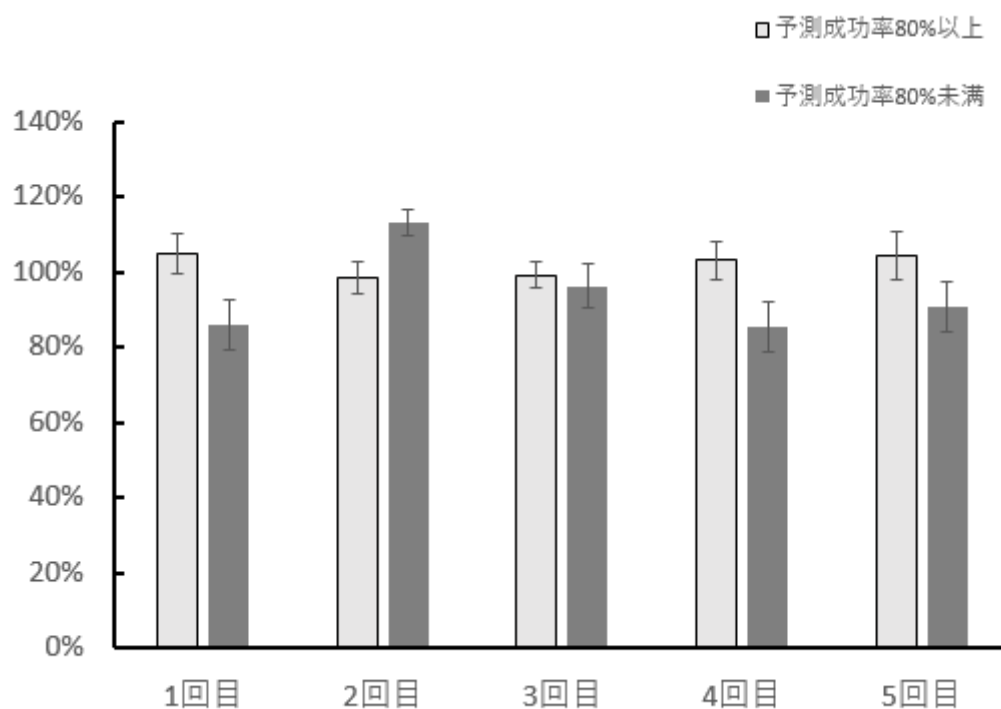


図 3-4. 唾液中コルチゾール濃度変動率において、  
予測成功率 80%以上と未満の比較

mean  $\pm$  SEM

1 回目、3 回目、4 回目、5 回目において、予測成功率 80%以上 n=22, 予測成功率 80%未満 n=6

2 回目において、予測成功率 80%以上 n=22, 予測成功率 80%未満 n=5

### 3-3-3. 行動評価スコアと唾液中コルチゾール濃度変動率の関係

表 3-5 に示したように、行動評価スコアと唾液中コルチゾール濃度変動率の間に有意な相関が見られなかった。

表 3-5. 行動評価スコアと唾液中コルチゾール濃度変動率との相関関係

	新奇刺激テスト				
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
rs	-0.14	0.22	-0.16	0.03	0.23
p	NS	NS	NS	NS	NS

#### 第4節 考察

本章では盲導犬候補犬の恐怖性と盲導犬育成成功率との関連性、またその恐怖性を刺激の提示回数とともに無くしていくことができるかどうかを検討した。

行動評価スコアにおいては、予測成功率との間に相関が見られなかったが、予測成功率 80%以上と 80%未満の 2 グループを比較したところ、テスト 3 回目、4 回目には予測成功率 80%以上のスコアは高い傾向があり、5 回目においては予測成功率 80%以上のスコアが有意に高かった。5 回目において、予測成功率 80%未満の候補犬は恐怖反応を示すスコア 2 のイヌがまだいたのに対して、予測成功率 80%以上の候補犬は全頭がスコア 3 以上で恐怖反応レベルが低かった。これは刺激の提示回数とともに、予測成功率 80%以上の候補犬においては、最初にあった恐怖性を低下させていくことができると示唆された。さらに、テスト期間を 7 日～10 日間を空けても、恐怖性は戻らないことも示された。しかしながら、盲導犬になれる候補犬は最初から恐怖性が低いことを想定していたが、予測成功率 100%のイヌにおいてテスト 1 回目の行動スコアの平均値は  $2.08 \pm 0.29$  ( $n=13$ ) であり、恐怖性が予測成功率 80%未満グループより高かった。これは第 2 章で示されたパピーテストの 2～3 ヶ月齢時において、新しい環境において適度の緊張感を持ったほうが盲導犬に適するという結果と一致した。

先行研究において、唾液中コルチゾール濃度はストレス負荷時に高く変動することが報告されている (Clark *et al.*, 1997; Beerda *et al.*, 1998; Kobelt *et al.*, 2003; Dreschel and Granger, 2009)。テスト 1 回目において、予測成功率との間に正の相関傾向が見られたが、これは前述したように、新奇刺激に対して適度の緊張感を持ったほうが盲導犬に適することと示唆された。しかしながら、本実験において、唾液中コルチゾール濃度の変動率と行動評価スコアとの相関が見られなかった。予測成功率 80%以上と 80%未満の両グループを比較しても、有意な差が認めら

れなかった。その原因として1つ考えられるのは唾液採取を行った際に30秒以内で採取できたイヌもいた一方で、4分間を要したイヌもいたことにより、イヌによって、唾液採取がストレスの原因となった可能性も考えられた。

予測成功率 80%以上のグループと 80%未満のグループとの比較では、テスト1回目、3回目、4回目、5回目において唾液中コルチゾール濃度変動率について統計的有意な差が見られなかったの予測成功率 80%以上の平均値が高かった。これは、Foyer ら（2016）の研究結果と一致した。その原因としては、大連訓練センターにおいて、種イヌの選抜により、強い恐怖性を持つイヌが少なくなり、恐怖に対して心理的ストレス感受性が低くなった可能性がある。

以上のように、本実験の行動評価において、予測成功率 80%以上の候補犬は新奇刺激の提示回数とともに、恐怖性を低下させていくことができると示唆された。

## 第4章

### 偏側性と育成成功率との関係

#### 第1節 目的

脊椎動物の脳での情報処理は、左半球と右半球で異なる (Rogers and Andrew, 2002)。左半球は非ストレスの状態で良好な行動パターンを制御する。即ち、刺激によって、容易に注意をそらさず高い集中力を保つことである。右半球は突然の刺激に反応し、逃避、攻撃などの緊急反応を制御する (MacNeilage *et al.*, 2009)。恐怖性は盲導犬の不適格要因になることから、本章では運動偏側性を測定し、盲導犬育成成功率との関係を検討した。

偏側性については、構造 (Structural lateralisation)、感覚 (Sensory lateralisation)、運動 (Motor lateralisation) の三つの尺度がある (Tomkins *et al.*, 2012b) が、これまで運動偏側性の研究が最も多く行われてきた。体の左側が右半球のコマンドにより動き、右側が左半球のコマンドにより動く。運動偏側性では、体の左側をよく使用するのを左側偏側性、右側をよく使用するのを右側偏側性とし、両側の使用に大きな差がないのは偏側性なし、あるいは両側偏側性とされる。運動偏側性の研究では、目の上 (Tan, 1987; Tan and Caliskan, 1987) や鼻筋 (Quaranta *et al.*, 2004, 2006; Poyser *et al.*, 2006; Batt *et al.*, 2008a, 2008b, 2009) から粘着テープの除去、頭から毛布を取り除く、“お手”、金属缶 (Wells, 2003) や Kong<sup>TM</sup> (KONG Company, Colorado; Branson and Rogers, 2006; Batt *et al.*, 2007, 2008b, 2009; Siniscalchi *et al.*, 2008; McGreevy *et al.*, 2010; Tomkins *et al.*, 2010; Schneider *et al.*, 2013) を与えた際の前肢の使用、食べ物や (Branson and Rogers, 2006; Poyser *et al.*, 2006) ボール遊びでの前肢の使用 (Poyser *et al.*, 2006)、排尿時に挙げた後肢、横臥時に横になる側、および休息時に身体の前方に伸ばした前肢 (Branson, 2006)、

さらに、立位から階段を下りる時に使う前肢（first-stepping ; Tomkins et al., 2010,2012a;）、座位や立位から歩き出す際、先に地面に着いた足（van Alphen et al., 2005）、歩行中に優先的に使用する足（Hackert et al., 2008）などが調べられている。また、動き回る方向（Siniscalchi et al., 2010）、尾の動きの方向（Quaranta et al., 2007）も用いられた。これまでの研究では、特にテープ取り、Kong、第一階段下り（first-stepping）の三つの方法が多く用いられた。しかし、テープ取りはイヌの目や鼻を怪我させる可能性があり、Kong は記録しにくく、時間を要するところがあるため、本実験では立位から階段や坂を上り下りする際の first-stepping test を用いた。

## 第2節 材料および方法

### 4-2-1. 供試動物

供試個体として、大連訓練センターの候補犬のラブラドル・レトリバー（LR）40頭（雌：18頭、雄：22頭）とゴールデン・レトリバー（GR）5頭（雌：2頭、雄：3頭）を用いた。供試犬の概要は表4-1に示した。月齢は11.5～17ヵ月齢であった。

表4-1. 供試犬の概要

犬種 <sup>1)</sup>	腹	頭数	出生年月日	性別	色 <sup>2)</sup>
LR	Litter-A	7	2015/10/24	♀:5 ♂:2	B:5 C:2
LR	Litter-B	8	2015/10/26	♀:3 ♂:5	B:3 C:2 Y:3
LR	Litter-C	1	2015/11/30	♀:0 ♂:1	C:1
LR	Litter-D	4	2015/12/30	♀:1 ♂:3	B:1 Y:3
LR	Litter-E	9	2015/1/22	♀:7 ♂:2	Y:9
LR	Litter-F	1	2016/3/5	♀:0 ♂:1	B:1
LR	Litter-G	3	2016/4/25	♀:2 ♂:1	B:3
LR	Litter-H	1	2016/5/15	♀:0 ♂:1	Y:1
LR	Litter-I	6	2016/9/18	♀:0 ♂:6	B:6
GR	Litter-J	5	2016/11/5	♀:2 ♂:3	Y:5
合計：		45		♀:20 ♂:25	B:19 C:5 Y:21

<sup>1)</sup>LR: ラブラドル・レトリバー、GR: ゴールデン・レトリバー

<sup>2)</sup>B: 黒色、C: 茶色、Y: 黄色

### 4-2-2. 実験方法

木で自作した坂と階段の装置（図4-1）を用い、大連医科大学の行動実験室において **first-stepping test** を行った。なお、カメラ（海康威視 YCW801-A23, 深圳）により供試個体の行動をビデオ記録した（図4-1）。

### 【実験 1】

全ての候補犬は実験 1 に参加した。図 4-1 のように、訓練士は候補犬の真正面の壁側に立った。実験者は候補犬を連れ、坂上り、階段下りる順で 50 回を行った。イヌを坂や階段の前に一旦停止させ、前肢を揃えてから、歩き出す。先に出した前肢を実験協力者が記録した。候補犬を引っ張らずに自ら前肢を出させるため、訓練士は真正面から候補犬を呼び、または、実験者が先に歩き出しイヌを誘導した。実験者はランダムに 25 回ずつ候補犬の左右を歩いた（表 4-2）。なお、候補犬の疲労を考慮し、25 回が終わる時点で、5 分間の休憩を設定した。

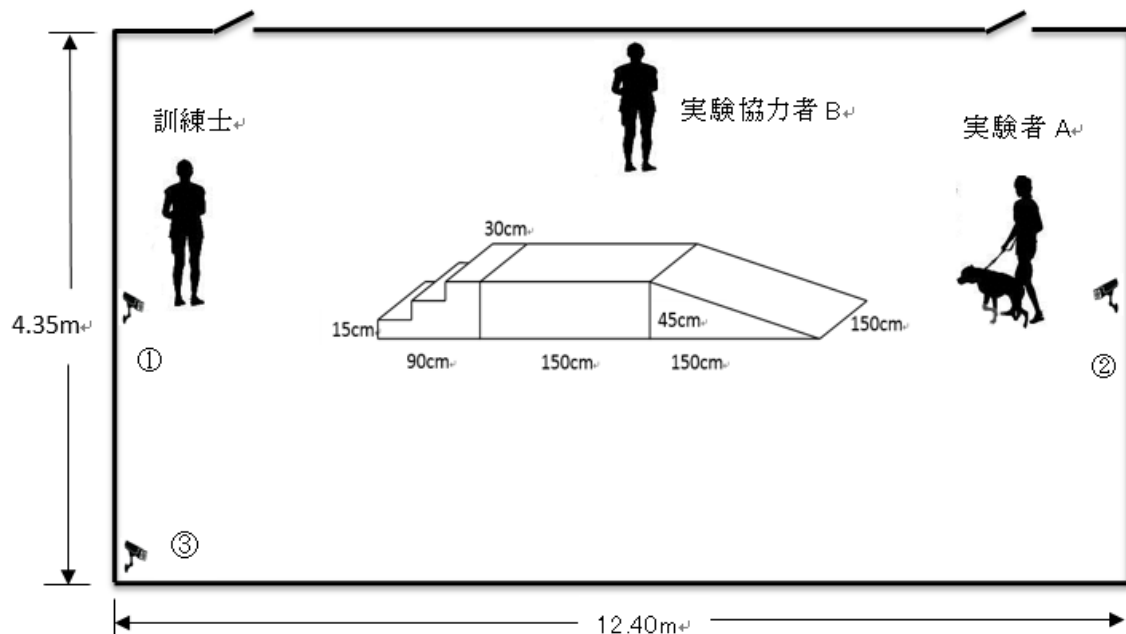


図 4-1、実験 1 の概要

①～③：ビデオ記録用カメラ



表 4-2、実験者が候補犬の左右を歩く順序（乱数表に基づく）

RLRRL	LLRRL	LLRRL	RRLLR	RRLRL
LLRRL	RLLRL	LRRRL	LLRLR	RLLRR

## 【実験 2】

実験 2 では、Litter-E（LR-9 頭）、Litter-I（LR-6 頭）、Litter-J（GR-5 頭）を用いた。図 4-2 のように、実験者が候補犬を連れ、階段を上り、坂を下りる順で 50 回を行った。詳細は実験 1 と同様である。

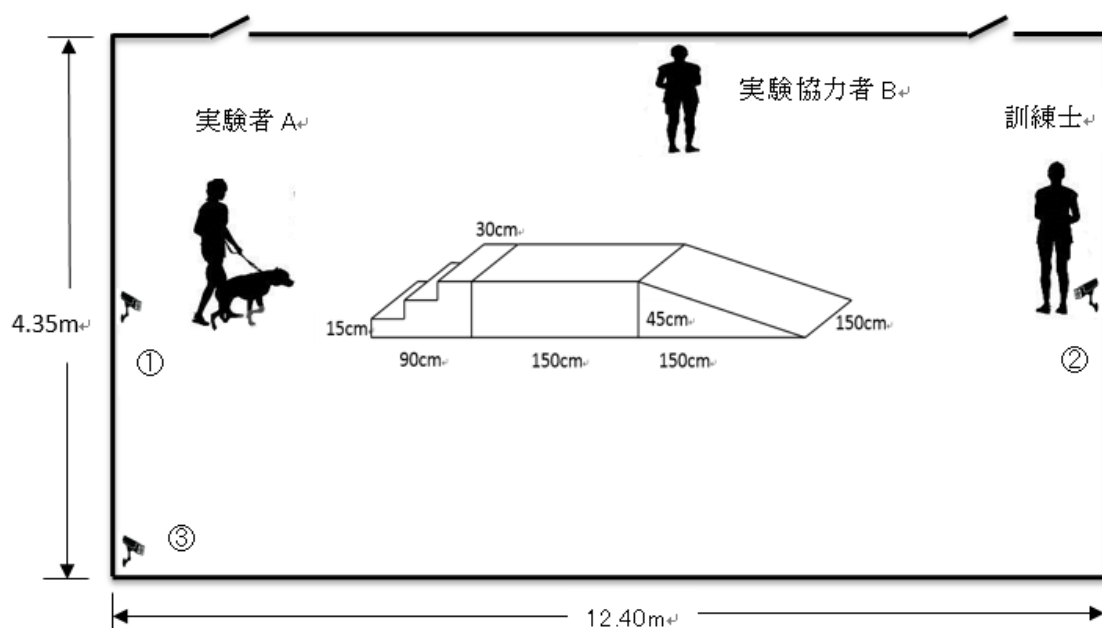


図 4-2、実験 2 の概要

①～③：ビデオ記録用カメラ

#### 4-2-3. 測定指標

##### 偏側性方向 (Lateralization direction)

偏側性の方向は z-score を用いて判定し、 $|z| > 1.96$  は有意な偏側性を持つことを示す。即ち、 $z > 1.96$  は右偏側性、 $z < -1.96$  は左偏側性を示し、 $|z| < 1.96$  は偏側性なしとなる (Branson and Rogers, 2006)。その求め方 (計算公式) は、

$z = [R - (R+L)/2] / \sqrt{[(R+L)/4]}$  である。

##### 偏側強度 (Lateralization strength)

偏側強度は、偏側性指数 (Lateralization index, LI) を用いて表した。LI の範囲は -100 ~ 100 で、LI が負の場合はより左偏側性、正の場合はより右偏側性である。偏側性の強度は LI の絶対値 ( $|LI|$ ) で表される。絶対値が大きければ、偏側方向に関らず、偏側性の強度が大きいことを示す (Tomkins et al., 2010)。その求め方 (計算公式) は、 $LI = (R - L) / (R + L) \times 100$  で、L は左前肢を使用した回数、R は右前肢を使用した回数を表す。

#### 4-2-4. 予測成功率の計算

健康上の問題で不合格になるイヌ (Litter-B ♀ 1, Litter-C ♀ 2, Litter-E ♀ 1, 合計 4 頭) は予測成功率の解析から除いた。候補犬 45 頭のうちの 41 頭を対象とした。

中国《盲導犬》国家標準 (GB/T 36186-2018) の評価基準により、2018 年 7 月 20 日現在合格したイヌ (11 頭) を成功率 100% とし、不合格のイヌ (8 頭) を成功率 0% とした。訓練中のイヌについて、それまでの訓練状況から、成功の可能性を 10% 刻みで 0 から 100% まで 11 段階に分け、訓練士へのアンケート調査を行った。該当候補犬に詳しい訓練士の予測成功率の平均値を計算した。各個体の担当訓練士の予測値を 2 人分として計算した。なお、訓練士は 3 年以上の盲導犬訓練経験を持ち、大連訓練センターの盲導犬訓練士基準に達したものである。

#### 4-2-5. 統計分析

45 頭の候補犬において、性別、毛色と偏側性の方向の関連性を解析した。また、4 頭以上の腹（Litter-A,B,D,E,I,J）を用い、腹と偏側性方向の相関を調べた。性別や犬種差については、LI を用いて解析した。

健康的原因で不合格となったイヌを除いた 41 頭の偏側性方向や強度と成功予測率との関連性を調べた。2018 年 7 月 20 日時点で合否の結果がわかっている 15 頭（合格したイヌ：11 頭、行動上の問題で不合格のイヌ：4 頭）の合否と偏側性方向の関連性や LI に差があるか否かを解析した。

さらに、上り下り回数や階段上り下りの条件が異なる場合、偏側性方向の一致度も解析した。

統計方法は以下の通りである。

- Chi-square for independence test mxn contingency table :

性別と偏側性方向、色と偏側性方向、腹と偏側性方向、盲導犬の合否と偏側性方向に関連があるか否か

- Mann-Whitney's U test :

性差や犬種別において、LI の有意差の解析

- Spearman's correlation coefficient by rank test :

成功予測率と LI、成功予測率と偏側性強度に相関の解析

- Student's t test :

盲導犬の合否において、LI の有意差の解析

- Kruskal-Wallis test :

成功予測率は偏側性方向によって有意差の解析

- paired t test :

階段下り 50 回の LI と階段下り 25 回の LI、階段下り 50 回の LI と階段上り下

り各 25 回の LI に有意差の解析

解析には統計解析ソフト (4Steps エクセル統計) を用いて行った。有意水準は 5%とした。

### 第3節 結果

#### 4-3-1. 性別、毛色、腹、および犬種と偏側性との関係

供試犬 45 頭のうち、右偏側性を示した個体が 36%、左偏側性は 49%、偏側性なしが 15% (図 4-3 の A) であった。メスにおいては、右偏側性が 25%、左偏側性が 65%、偏側性なしが 10% (図 4-3 の B) で、オスでは、右偏側性が 44%、左偏側性が 36%、偏側性なしが 20% (図 4-3 の C) で、メスにおいて左偏側性が多い傾向が見られたが、統計的には有意差が無く ( $\chi^2=3.75, p=0.15$ )、LI の値にも性差はみられなかった ( $U=180.5, p=0.11$ )。

毛色と偏側性の方向に関連はなく ( $\chi^2=1.18, p=0.88$ )、腹と偏側性の方向にも関連が認められなかった ( $\chi^2=5.52, p=0.85$ )。

犬種については、GR の LI ( $-39.2 \pm 28.6$ ) と LR の LI ( $-8.0 \pm 9.8$ ) を比較したところ、平均値には差が見られたものの個体差が大きく、また例数の違いも大きいことから、有意差は認められなかった ( $U=60, p=0.23$ )。GR の偏側性強度 ( $68.00 \pm 6.81$ ) と LR の偏側性強度 ( $51.89 \pm 4.53$ ) にも有意差はなかった ( $U=121.5, p=0.21$ )。

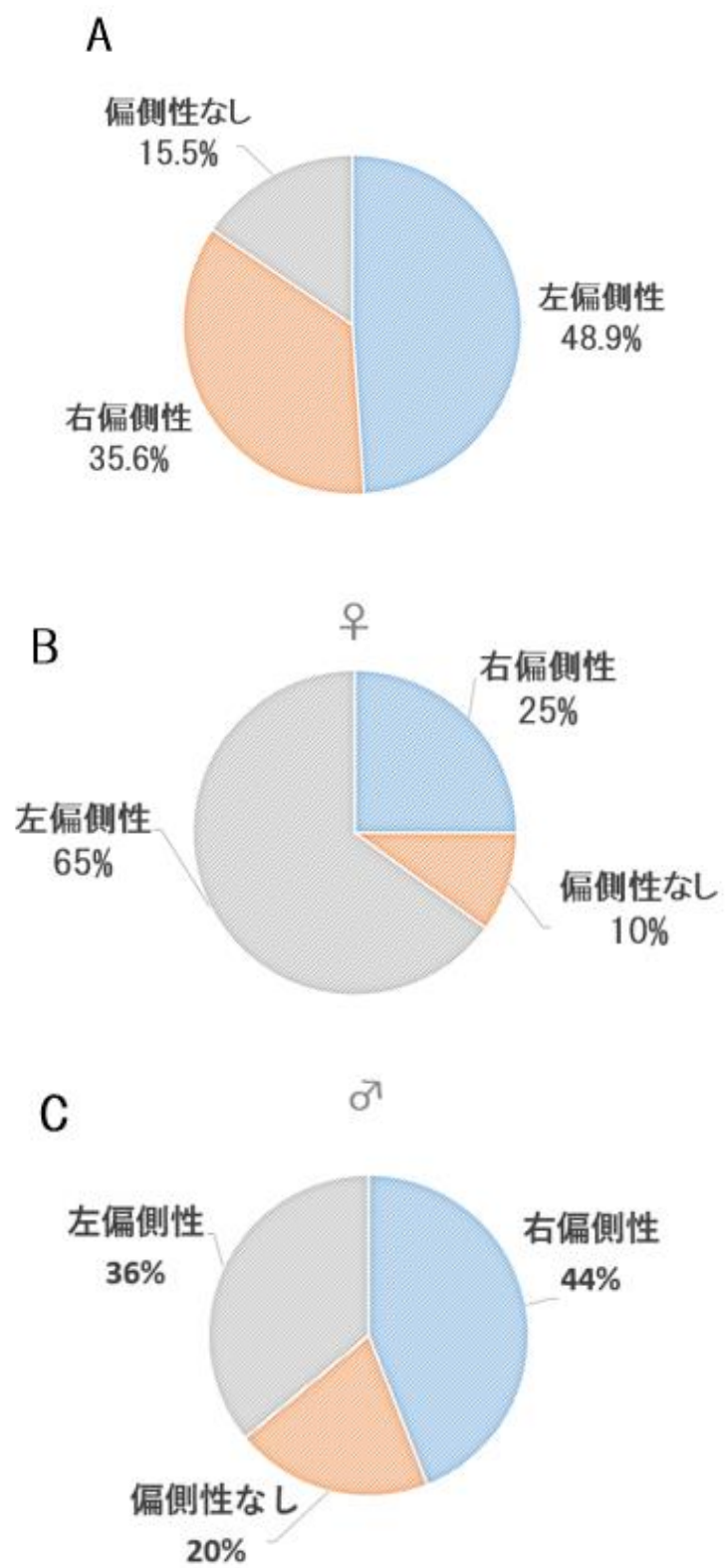


図 4-3、偏側性の方向

#### 4-3-2. 予測成功率

健康的原因で不合格のとなったイヌを除いた 41 頭で解析した結果、予測成功率と偏側性の方向に関連は見られなかった ( $H=2.32, p=0.30$ )。予測成功率と偏側性の強度にも関連はなかった ( $Z=0.69, p=0.57$ )。

しかし、2018 年 7 月 20 日時点で合格か不合格否の結果がわかっている 15 頭 (合格したイヌ:11 頭、行動上の問題で不合格のイヌ:4 頭) を解析したところ、偏側性の方向とは関連がなかった ( $\chi^2=3.22, p=0.07$ ) が、LI に有意差が認められた ( $t=2.58, p=0.02$ ) (図 4-4)。

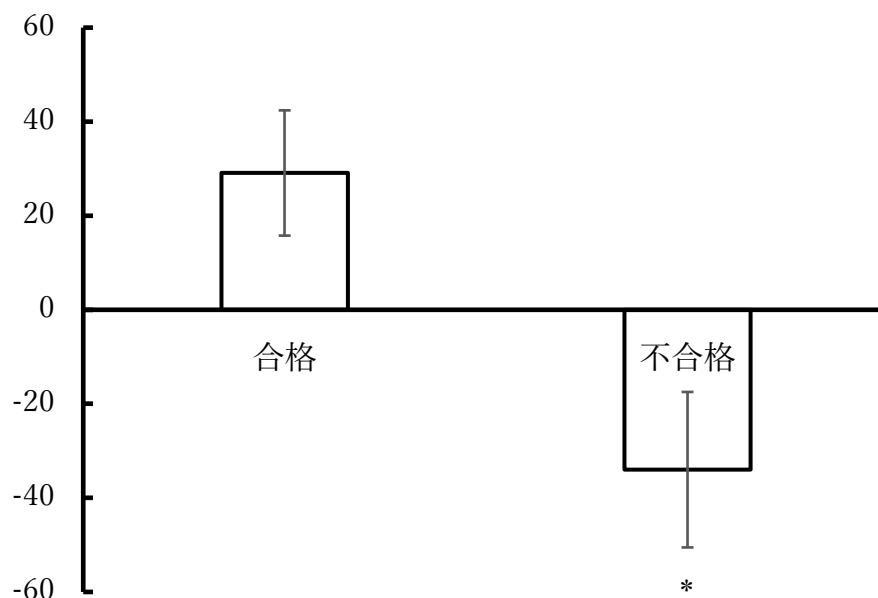


図 4-4、合格と不合格のイヌの LI の比較

(mean  $\pm$  SEM, \* :  $p < 0.05$ ,  $n=11$  GDs / 4 FGDs)

#### 4-3-3. 階段上り下りの条件や上り下り回数の異なる場合の偏側性の一致度

まず、階段上りを行った 20 頭の偏側性を解析した。階段下り 50 回の LI (-27.2

$\pm 14.74$ ) と階段上り下り各 25 回ずつ計 50 回の LI ( $-26.6 \pm 10.12$ ) に差は見られなかった ( $t=-0.10$ ,  $p=0.54$ ) (図 4-5)。偏側性方向について、階段下り 50 回と階段上り下り各 25 回ずつ計 50 回で比較したところ、20 頭の内、17 頭の偏側性方向が一致した (85%)。

次に、全候補犬 45 頭の階段下り 50 回の LI ( $-11.2 \pm 8.93$ ) と階段下り 25 回の LI ( $-10.4 \pm 9.06$ ) を解析したところ、差は見られなかった ( $t=-0.34$ ,  $p=0.63$ ) (図 4-6)。偏側性方向については、階段下り 50 回と 25 回を比較したところ 45 頭の内、40 頭の偏側性方向が一致した (89%)。

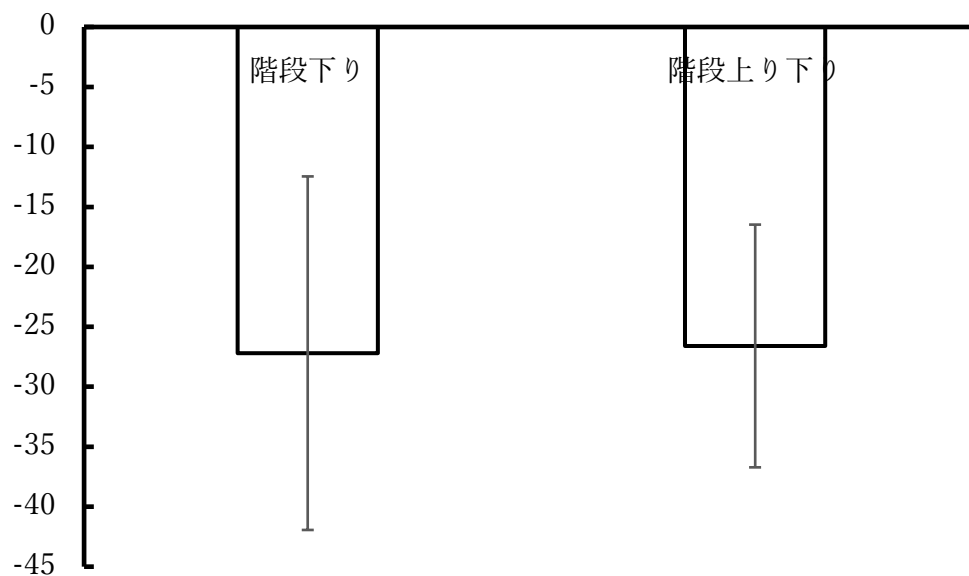


図 4-5、階段下り 50 回と階段上り下り 25 回ずつの LI の比較

(mean  $\pm$  SEM,  $n=20$ )



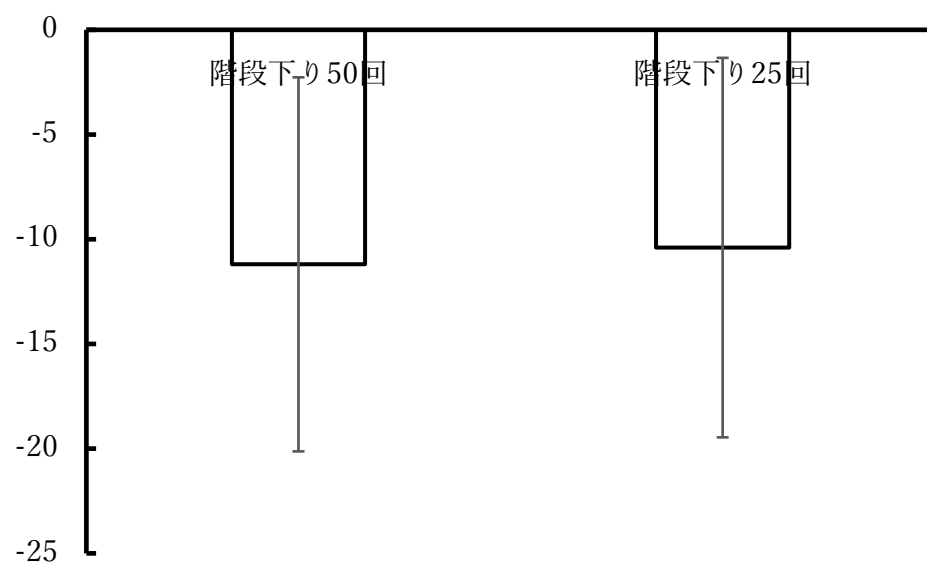


図 4-6、階段下り 50 回と下り 25 回の LI の比較

(mean  $\pm$  SEM, n=45)

#### 第4節 考察

恐怖性は盲導犬訓練の失敗の重要な理由の1つであり、恐怖感の強い犬は盲導犬としては適していない (Branson and Rogers, 2006; Goddard and Beilharz, 1983)。したがって、盲導犬の育成成功率を向上させ、訓練費用を削減するためには、恐怖性の早期診断が特に重要である。本実験は盲導犬候補犬の運動偏側性と成功予測率を比較するとともに、性別、毛色、腹、犬種による違いも比較し、上り下り回数や階段上り下りの条件が異なる場合の一致度も調査した。

2018年7月20日時点で合否がわかっている候補犬のうち、全ての不合格個体のLIの値は負であった。合格した11頭のうち8頭のLI値は正であった。LIが正の場合はより右偏側性であり、負の場合はより左偏側性であることから、より右側偏側性の候補犬のほうが盲導犬訓練に早く成功することが推測される。このことは、Lisa et al. (2012) の結果と一致した。また、前述したように、右偏側性は左偏側性と比較して、より新奇物を探索しやすく (Hopkins and Bennett, 1994; Cameron and Rogers, 1999)、新奇な食べ物の匂いを嗅ぐ可能性が高い (Braccini and Caine, 2009)。さらに、左偏側性は右偏側性より実験中に恐怖反応を示しやすかった。左偏側性は社会的に隔離されたり、攻撃されたりする可能性が高いのに対し、右偏側性の個体はより仲間と積極的な行動を示す (Westergaard et al., 2003)。これらのことから、右偏側性の候補犬は早く盲導犬になれると解釈できる。性別、毛色、腹においては、偏側性に有意差はなかったことから、どのような候補犬についても、偏側性を用いて、盲導犬訓練成功率の予測をすることは有効な指標である可能性が示された。

犬種について、盲導犬に最も適した犬種に関する報告は様々である。LR と GR の雑種が最も適し、ジャーマンシェパードは最も適さないという報告もある (Ennik et al., 2006) が、大連訓練センターをはじめ、アジアの各盲導犬訓練セン

ターにおいて、ジャーマンシェパードはほとんど使われていないが、最も多いのは LR であることから、GR や、LR と GR の雑種についてのさらなる検討が必要と思われる。本実験において、GR は 1 腹だけで、候補犬も 5 頭と少なかったが、全ての個体は偏側性がより強い個体であり、4 頭の LI 値は負であった。大連訓練センターの訓練士の経験によると、GR の成功率のほうが低い（未発表データ）ことから、LI 値と盲導犬育成成功率の関連性がある可能性が示唆された。

今までの多くの研究では、50 回や 100 回の階段下りデータを収集してから統計を行ってきたが、本研究において、50 回と 25 回の LI に差はなかったことから、回数を減らしても結果への影響が少ないことが示唆された。また、階段下り 50 回と階段上り下り各 25 回ずつを比較しても、差はなかったことから、両側が階段の実験装置や片方が階段（階段を上ってから、向きを変える）を用いれば、上り下り一回で 2 回分のデータが得られる。これらのことより、実験を行う時間が短くなり、イヌへの負担も減らせると考えられた。

なお、偏側性方向や強度と恐怖性との関連性については総合考察において検討する。

## 総合考察

行動的不適性は、盲導犬 (James and Serpell, 2001) や多くの作業犬が不合格になる主な理由である (Duffy and Serpell, 2012; Notari *et al.*, 2015)。盲導犬候補犬における行動学的適性の早期発見は、盲導犬訓練施設にとって役立つであろう (Schneider *et al.*, 2013)。本研究では、実験に基づく早期適正判断に有効な気質テストの作成等により、盲導犬育成の成功率向上の一助となることを目的として調査した。

第 1 章では、大連訓練センターにおいて、すでに盲導犬としての可否の結果が出ているイヌを対象とし、パッシブテストにおける行動評価と盲導犬育成成功率との関連性を調査した。その結果、低い活動レベルと安定した愛着度を持つ候補犬は盲導犬としての訓練性に優れることが示唆された。

第 2 章から第 4 章まで用いた実験対象は 2015 年 10 月から 2017 年 5 月までに生まれた候補犬であり、大連訓練センターでは盲導犬の訓練期間はイヌが 12 ヶ月齢時頃から 6~18 ヶ月間であるため、結果解析には「盲導犬の予測成功率」を導入した。より早い時期におけるイヌの行動と育成成功率の関連性を調べるために、第 2 章では、パピーテストの結果と盲導犬の予測成功率との関係を検討した。その結果、2~3 ヶ月齢時に新しい環境や知らぬ人に対して警戒心を持ちながら探索するイヌと、7~9 ヶ月齢や 12~14 ヶ月齢時に動くタオルに対する反応が高いイヌは盲導犬に適すると示した。また、判別分析によって得た計算式を用いて、予測成功率 80%以上と未満の判断ができることを明らかにした。

第 3 章は新奇刺激テストを用い、恐怖性を調べたところ、1 回目のテストにおいて、恐怖性が高く、刺激の提示回数とともに、恐怖性を低下させていくことができるイヌは盲導犬に適すると示唆された。

第4章は運動偏側性について調査した結果、LI 値が正数（右偏側性傾向）のイヌはより盲導犬に適する可能性があることを示唆された。さらに、運動偏側性 LI と新奇刺激テストの行動評価の関連性を調べたところ、1 回目の新奇刺激テストにおける行動評価とは有意に負の関連性を示した ( $r_s = -0.33$ ,  $p = 0.04$ )。これは、右偏側性傾向のイヌは初めて提示された刺激に対して適度の恐怖性を持つことを示唆した。先行研究と完全には一致していないものの、さらなる研究も必要と考えられた。

盲導犬育成の行動的不適性の最も重要な原因は恐怖性や緊張度と言われてきた (Doddard and Beilharz, 1984; Goddard and Beilharz, 1982; Scott and Bielfelt, 1976; Serpell and Hsu, 2000)。さらに、大連訓練センターにおいて、気質的要因の中で最も多かったのは恐怖性であった (2012 年 1 月～2015 年 10 月)。しかし、本研究では、2～3 ヶ月齢時の子イヌにおいても、成長後の 12～14 ヶ月齢時のイヌにおいても、新規な環境や新奇な刺激に対して、適度の緊張感を持つほうが盲導犬に適することが明らかとなった。これは、恐怖性は遺伝的である (Evans *et al.*, 2015) ため、近年は大連訓練センターにおいて、繁殖時における選抜などにより極端に強い恐怖性を持つイヌを回避できていると考えられる。さらに、近年の研究においても、新奇物を強く回避したり逆に接近するイヌは盲導犬として不向きと報告されており (Harvey *et al.*, 2016)、本研究の結果と一致した。また、刺激の提示回数とともに、盲導犬に適する候補犬は恐怖性をなくすことができたのに対して、盲導犬に不向きの候補犬には提示回数を重ねても恐怖性を示したイヌがいた。Paola Valsecch ら (2010) の研究においても、盲導犬になれたイヌはなれなかったイヌより刺激の提示回数とともに恐怖性をなくしやすいことが報告されている。

本研究のパピーテストにおいては、盲導犬に適する 3 つの評価項目を見いだ

すことができた。さらに、13 項目の全てを実施すれば、成功予測率 80%以上と未満のイヌを 100%の正判別率で判断できた。これまで盲導犬育成成功率の研究では、気質の項目ごとで解析することが多かったのに対し、本実験は総合的に解析することによりパピーテストの有効性を高めることができた。本実験と同様の手法を用いれば、パピーウォーカー資源の節約やさらなる訓練成功率の向上が期待できると考えられた。さらに、恐怖性と盲導犬育成成功率について、これまでの研究では恐怖性が盲導犬育成成功にとってふさわしくない気質とされてきたが、本研究においては、新規環境や新奇刺激に対して適度の恐怖性や警戒心をもちながらも、刺激提示回数とともにこの恐怖性がなくなるイヌは盲導犬に適すると考えられる新たな発見があった。本研究の成果は盲導犬育成の成功率向上の一助となるものと考えられた。

なお、恐怖性に対する研究結果と同様に、日本国内の 3 つの育成団体を訪問した際に、時代とともに盲導犬としての不適格の要因も変わることがわかった。今後は、さらに研究を進める必要があるものと考えられた。

## 要約

行動的不適性は、盲導犬や多くの作業犬が不合格になる主な理由である。成功率が低いことは、時間や費用の増大に繋がるため、盲導犬候補犬における行動学的適合性の早期発見は、盲導犬訓練施設にとって役立つであろう。過去数十年にわたり、盲導犬候補犬の選択および訓練について、欧米において多く研究されてきたが、国や地域により盲導犬としての適正基準が異なるため、アジアにおいても研究が必要となる。そこで、本研究では、実験に基づく早期適正判断に有効な手法を明らかにし、盲導犬育成の成功率向上の一助となることを目的として、以下の実験を中国盲導犬大連訓練センターにおいて実施した。

### 【第1章】パッシブテスト

イヌの活動レベルと飼い主への愛着度は、訓練におけるイヌの適性を予測する重要な2つ指標であることが報告されているため、第1章では、パッシブテストを用い、行動スコアと盲導犬育成成功率との関係を検討した。パッシブテストはイヌを未経験の環境に置き、以下の2段階に分けて行った。最初の3分間は候補犬を飼い主（担当訓練士）と未知の女性と一緒に実験室に置いた。次の3分間は飼い主が実験室から出ていき、未知の女性と候補犬を残し、各段階それぞれの活動レベルと愛着度を評価した。なお、訓練後、大連訓練センターによって、29頭が盲導犬として合格（GD）、37頭が不合格（FGD）と判定された。

その結果、GDの活動レベル（ $2.22 \pm 0.10$ ）はFGD（ $3.12 \pm 0.16$ ）より有意に低かった（ $P < 0.001$ ）。アタッチメントレベルには、両群間に有意差は認められなかったが、飼い主と未知の女性と一緒にいた最初の3分間において、GD（ $3.34 \pm 0.15$ ）はFGD（ $2.78 \pm 0.19$ ）より有意に高く（ $P < 0.05$ ）、飼い主に対してより安

定した愛着度を持つと考えられた。この研究により、活動レベルが低く、飼い主に対する安定した愛着度を持つ候補犬は盲導犬としての訓練性に優れることが示唆された。

第2章から第4章まで用いた実験対象は2015年10月から2017年5月までに生まれた候補犬であり、中国大連盲導犬訓練センターでは盲導犬の訓練期間はイヌが12ヵ月齢時頃から6～18ヵ月間であるため、結果の解析には「盲導犬の予測成功率」を導入した。大連訓練センターの評価基準により、2018年7月20日現在で合格したイヌを成功率100%とし、行動上の問題で不合格になるイヌを成功率0%とした。訓練中のイヌについて、それまでの訓練状況から、成功の可能性を10%刻みで0から100%まで11段階に分け、12名の訓練士へのアンケート調査を行って予測成功率の平均値を計算した。なお、各個体の担当訓練士の予測値については、値を2人分として計算した。

## 【第2章】パピーテスト

第1章において、気質テストと盲導犬育成成功率の関係を示したが、より早い時期におけるイヌの行動と育成成功率の関連性を調べるために、第2章では、パピーテストの結果と盲導犬の予測成功率との関係を検討した。10項目13変数のパピーテストを作成し、候補犬の2～3ヵ月齢、性成熟期の7～9ヵ月齢、訓練センターへ戻った直後の12～14ヵ月齢時に3回を行った（ $n=32$ ）。さらに、パピーウォーカーへのアンケート調査も実験時期に合わせて3回を行った（ $n=24$ ）。

その結果、テスト1回目（2～3ヵ月齢）において予測成功率との間に有意な正の相関がみられたのは「不安レベル」（ $r_s=0.40, p=0.03$ ）であった。テスト2回目（7～9ヵ月齢）と3回目（12～14ヵ月齢）において正の相関がみられたのは



「動くタオルに対する反応」(2回目:  $r_s=0.44$ ,  $p=0.02$ ; 3回目:  $r_s=0.41$ ,  $p=0.02$ )であった。さらに、パピーウォーカーへのアンケート調査の解析結果において、3~4ヵ月齢時の散歩時間の長さと3回目の「動くタオルに対する反応」との間に正の相関が見られたことから、3~4ヵ月齢時においてパピーウォーカーと候補犬の散歩は長いほうが盲導犬育成に好影響を与えたと考えられた。また、3回のパピーテストの判別分析を行ったところ、3回全てにおいて、予測成功率の80%以上と未満との判別が可能であった(正判別率:100%)。本章で用いられたパピーテストおよび行動評価は、盲導犬候補犬を評価するのに妥当性のあるものと判断できる。

### 【第3章】新奇刺激テスト

大連訓練センターにおいて、2012年1月から2015年10月までの間に、盲導犬として不合格と判定されたイヌ(85頭)の原因を調べたところ、気質的要因の中で最も多かったのは恐怖性(25頭、29.4%)であったため、第3章において、新奇刺激テスト( $n=39$ )を作成し、その結果と育成成功率との関係を検討した。実験者はサイの仮面を被り、ゴーストのような服を着ると同時に、胸の前に爆竹の音が流れるスピーカー(80~100dB)を付けた。候補犬と訓練士が待っている実験室に、実験者はドアから入り、両手を体の両側で大きく上下に動かしながら、候補犬に近寄ってから離れた。実験は3日間連続で14時~16時に行い、7~10日間を空けてから、また2日間連続で行い、計5回を行った。さらに、実験前後において、唾液中コルチゾール濃度の測定を行った。

その結果、テスト1回目において、予測成功率100%のイヌの行動スコアの平均値は $2.08 \pm 0.29$ であり、恐怖性が予測成功率80%未満グループ( $2.50 \pm 0.50$ )より高かったが、テスト3回目、4回目には予測成功率80%以上のスコアは高い

傾向があり、5 回目において予測成功率 80%以上 ( $4.00 \pm 0.13$ ) は 80%未満 ( $3.30 \pm 0.34$ ) より有意に高かった ( $U=83, p=0.03$ )。テスト 1 回目における唾液中 cortisol 濃度の変動率と予測成功率との間には正の相関の傾向が見られた ( $r_s=0.37, p<0.1$ )。これらのことから、刺激の提示回数とともに、予測成功率 80%以上の候補犬においては、最初に見られた恐怖性を低下させていくことができることが示唆された。さらに、テスト期間を 7 日～10 日間を空けても、恐怖性は戻らないことも示された。

#### 【第 4 章】偏側性テスト

第 3 章では新奇刺激テストにおける候補犬の恐怖性を測定した。イヌの運動偏側性についても、恐怖などの感情反応との関係が報告されているため、第 4 章においては、イヌの偏側性 ( $n=45$ ) を測定するために first-stepping test を用い、育成成功率との関係を検討した。

予測成功率と偏側性の方向に関連は見られなかった ( $H=2.32, p=0.30$ ) が、すでに盲導犬としての可否の結果が出ているイヌの運動偏側性 LI において、合格したイヌ ( $29.09 \pm 13.32$ ) は不合格のイヌ ( $-34 \pm 16.53$ ) より有意に高かった ( $t=2.58, p=0.02$ )。LI の値は正の場合は右偏側性傾向であるため、右側偏側性の候補犬のほうが盲導犬訓練に早く成功する可能性が高いことが示唆された。さらに、運動偏側性 LI と新奇刺激テストの行動評価の相関を調べたところ、1 回目の新奇刺激テストにおける行動評価とは有意な負の相関を示した ( $r_s=-0.33, p=0.04$ )。右偏側性傾向のイヌは初めて提示された刺激に対して適度の恐怖性を持ち、さらに提示回数とともに恐怖性を低下させていくことができ、盲導犬に適することが示唆された。

本研究では、パピーテストを用い、盲導犬に適する 3 つの評価項目を見いだすことができた。さらに、13 項目の全てを実施すれば、成功予測率 80%以上と未満のイヌを 100%の正判別率で判断できた。さらに、恐怖性と盲導犬育成成功率との関係について、新たな知見が得られたことから、本研究の成果は盲導犬の育成成功率向上の一助となり、今後の盲導犬育成事業に大いに貢献できるものと考えられた。

## Summary

Guide dogs are assistance dogs trained to assist blind and visually impaired people with various difficulties in life. Guide dogs offer multiple benefits to visually impaired people, including increased independence, confidence, and social interactions, that enable the owner to lead a positive life. Over the past decades, many studies have been conducted to investigate various aspects of guide dog selection and training. However, a low success rate in training dogs contributes to large development costs. Considering the long time and high cost of training a successful guide dog, an early understanding of behavioral suitability for guide work in potential guide dogs would be useful for guide dog organizations. Behavioral issues are the primary reason for the rejection of dogs from training among many working dog organizations, e.g., guide dogs for the blind. The aim of this study was to identify dogs best suited to guide dog work by behavioral experiments. All of the experiments were conducted at the China Guide Dog Training Center of Dalian.

Previous studies using these methods have demonstrated that the activity level and attachment of dogs to the owner are two of important indexes to predict the suitability of the dogs in training. In chapter 1, the passive test was used to test the activity level and attachment of the dogs. Briefly, the passive test includes two 3-minute episodes in which the dogs were placed in an unfamiliar environment, introduced to an unfamiliar (strange) woman, and subjected to separation from their human companion. This study permits us to study both the activity level and attachment of dogs to the owner. After training, 37 failed guide dogs (FGDs) that were not suitable for work as guide dogs (GDs) were identified by the China Guide Dog Training Center of Dalian. In the passive test, the GDs were significantly less active (score at  $2.22 \pm 0.10$ ) than the FGDs (score at  $3.12 \pm 0.16$ ),

and no significant difference in attachment degree was found between the GDs and the FGDs. However in episode 1, the score of attachment degree of the GDs ( $3.34 \pm 0.15$ ) was significantly higher than that of the FGDs ( $2.78 \pm 0.19$ ), which means that the GDs group had a more stable attachment to their owner. This study indicated that dogs with a lower activity level, secure attachment to their owner are more easily trained as guide dogs.

In chapter 1, we showed the relationship between temperament test and guide dog training success rate, but in order to investigate the relationship between dog's behavior and success rate of success at an earlier time, in chapter 2, we examined the relation with the result of puppy test and the guide dog prediction success rate (Average value of trainer's questionnaire). The puppy test was made by 10 items 13 variable. The dogs were tested three times at 2 to 3 months, 7 to 9 months of the age at sexual maturity, and 12 to 14 months of the age after returning to the training center. In addition, a questionnaire survey to Puppy Walker was conducted three times according to the experimental period. As the result, positive correlation was found between "1-1. Anxiety level" and the guide dog prediction success rate ( $r_s = 0.40$ ,  $p = 0.03$ ). Also, positive correlation was found between the second time (7 to 9 months old) and the third time (12 to 14 months old) as "8. Chase instinct of towel" (second time:  $r_s = 0.44$ ,  $p = 0.02$ ; third time:  $r_s = 0.41$ ,  $p = 0.02$ ). Furthermore, in the analysis result of the questionnaire survey to Puppy Walker, since a positive correlation was found between the length of walking time at 3 months of age and "Chase instinct of towel" of the second and third time, we thought that the longer walk of Puppy Walker and the dogs at 3 months of age have a positive effect on training guide dogs. In addition, discriminant analysis of three times of puppy tests was performed, and it was possible to discriminate that the prediction success rate was more or less than

80% of the prediction success rate in all three times (correct discrimination rate: 100%). The puppy test and behavior evaluation used in this study can be judged to be valid for evaluating potential guide dogs.

Fearfulness was the most common temperament factor for failure of guide dogs during training at the Dalian training center. So, in chapter 3, we made a novel strange stimulation test, examined the relationship between the result and the training success rate. The experimenter suffered a mask of a rhinoceros, wore clothes like a ghost, and attached a speaker (80 to 100 dB) through which a sound of firecrackers flowed in front of the chest. The dog and its trainer were waiting in the room. The experimenter entered the room, while approaching the dog by moving both hands up and down largely on both sides of the body, then left. The experiment was conducted for 3 consecutive days from 14 o'clock to 16 o'clock, after 7 to 10 days vacancy, it was carried out for 2 consecutive days, and a total of 5 times. Furthermore, before and after the experiment, the concentration of cortisol in saliva was measured. In the first time, the average value of the behavioral score of the dog with the prediction success rate of 100% was  $2.08 \pm 0.29$ , the fearfulness was higher than the prediction success rate of less than 80% ( $2.50 \pm 0.50$ ), but in the second and third time, the score of the prediction success rate of more than 80% tended to be high, and the prediction success rate of more than 80% ( $4.00 \pm 0.13$ ) was significantly higher than the rate of less than 80% ( $3.30 \pm 0.34$ ) in the fifth time ( $U = 83$ ,  $p = 0.03$ ). There was a positive correlation trend between the fluctuation rate of salivary cortisol concentration in the first test and predicted success rate ( $r_s = 0.37$ ,  $p < 0.1$ ). Therefore, it was suggested that in the dogs with a prediction success rate of more than 80%, while increasing the number of presentations of stimuli is possible to decrease the fearfulness.

Knowing a given animal's motor laterality may be predictive of its fearfulness. First-stepping test was used in chapter 4, to examine the relationship between the result and the training success rate. Overall preference was determined using the lateralization index (LI and z-scores). There was no significant association between the guide dog prediction success rate and motor laterality ( $H=2.32$ ,  $p=0.30$ ). But compared LI which already showing results of guide dogs (GD) or failed guide dogs (FGD), GD ( $29.09 \pm 13.32$ ) was significantly higher than FGD ( $-34 \pm 16.53$ ) ( $t = 2.58$ ,  $p = 0.02$ ). It was suggested that the dogs with bias right-paw are more easily trained as guide dogs. In addition, there was significant association between the first time of novel strange stimulation test and motor laterality (LI) ( $r_s = -0.33$ ,  $p = 0.04$ ). This study indicated that dogs with bias right-paw had moderately fearfulness of the stimulus presented for the first time, furthermore it decreased the fearfulness with the number of presentations, suitable for guide dogs.

In this study, we could find three evaluation items suitable for guide dog with puppy test. Also, if all 13 items will be implemented, it is possible to judge a dog with a success prediction rate of more than 80% or less than 80%. Furthermore, since there was a new finding on the relationship between the fearfulness and the success rate of guide dog, this study is expected to provide an earlier prediction of guide dog qualification.

## 謝辞

本研究の遂行ならび論文作成にあたり、終始懇切丁寧なご指導を賜りました麻布大学大学院獣医学研究科動物行動管理学研究室の田中智夫教授、植竹勝治教授に感謝の意を表します。そして多大なるご指導ならびにご助力を賜りました大連医科大学実験動物中心の王靖宇教授に深く感謝致します。

本研究の実施にあたり、ご理解とご協力いただきました大連医科大学実験動物中心の陳大朋教授、周子娟助手、学生のみなさま、ならびに中国盲導犬大連訓練センター（中国導盲犬大連培训基地）の韓芳研究員、張敏研究員、訓練士のみなさまにこの場をお借りまして厚く御礼申し上げます。

また、学位審査の副査をお引き受けいただきました麻布大学大学院獣医学研究科介在動物学研究室の菊水健史教授に厚く御礼申し上げます。

本研究は供試犬たちの協力なしには成り立ちませんでした。本研究において実験の機会を与えてくれた中国盲導犬大連訓練センター（中国導盲犬大連培训基地）の候補犬たちに深く感謝の念を捧げます。また、第2章におけるパピーウォーカー方々のご協力に対しても深く感謝致します。

最後に、長期にわたる学生生活において、終始温かく見守り常にサポートし応援しつづけてくれた両親と愛犬たちに心より感謝致します。



## 文献

- Al-Fahoum,A.S., Al-Hmoud,H.B. and Al-Fraihat,A.A., 2013. A smart infrared microcontroller-based blind guidance system. *Active & Passive Electronic Components*, **2013**, 1-7.
- American Kennel Club, 2018. 「Most popular breeds 2017」, [online] [www.akc.org/most-popular-breeds/2017-full-list/](http://www.akc.org/most-popular-breeds/2017-full-list/) (参照 2018-10-1).
- Asher,L., Blythe,S., Roberts,R., Toothill,L., Craigon,P.J., Evans,K.M., Green,M.J. and England,G.C.W., 2013. A standardized behavior test for potential guide dog puppies: Methods and association with subsequent success in guide dog training. *Journal of Veterinary Behavior Clinical Applications and Research*, **8**, 431-438.
- Batt,L.S., Batt,M.S. and McGreevy,P.D., 2007. Two tests for motor laterality in dogs. *Journal of Veterinary Behavior Clinical Applications and Research*, **2**, 47-51.
- Batt,L.S., Batt,M.S., Baguley,J.A. and McGreevy,P.D., 2008a. Factors associated with success in guide dog training. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **3(4)**, 143-151.
- Batt,L.S., Batt,M.S., Baguley,J.A. and McGreevy,P.D., 2008b. Stability of motor lateralisation in maturing dogs. *Laterality*, **13**, 468-479.
- Batt,L.S., Batt,M.S., Baguley,J.A. and McGreevy,P.D., 2009. The relationships between motor lateralization, salivary cortisol concentrations and behavior in dogs. *Journal of Veterinary Behavior Clinical Applications and Research*, **4**, 216-222.
- Beerda,B., Schilder,M.B.H., Janssen,N.S.C.R.M. and Mol,A.J., 1996. The use of saliva cortisol, urinary cortisol and catecholamine measurements for a noninvasive assessment of stress response in dogs. *Hormones and Behavior*, **30**, 272-279.

- Beerda,B., Schilder,M.B.H., van Hooff,J.A.R.A.M., de Vries,H.W. and Mol,J.A., 1998. Behavioural, saliva cortisol and heart rate responses to different types of stimuli in dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **58**, 365-381.
- Beerda,B., Schilder,M.B.H., Bernardina,W., Van Hoof,J.A.R.A.M., De Vries, H.W. and Mol, J.A., 1999. Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. II. Hormonal and immunological responses. *Physiology & Behavior*, **66**, 243-254.
- Botigue,L.R., Song,S., Scheu,A., Gopalan,S., Pendleton,A.L., Oetjems,M., Taravella,A.M., Seregely,t., Zeeb-Lanz,A., Arbogast,R.M., Bobo,D., Daly,K., Unterlinder,M., Burger,J., Kidd,J.M. and Veeramah,K.R., 2017. Ancient European dog genomes reveal continuity since the Early Neolithic. *Nature Communications*, **8**,16082.
- Bowlby,J., 1958. The nature of the child's tie to his mother. *International Journal of Psycho-analysis*, **39(5)**, 350-373.
- Braccini,S., Caine,N.G., 2009. Hand preference predicts reactions to novel foods and predators in marmosets (*Callithrix geoffroyi*). *Journal of Comparative Psychology*, **123**, 18–25.
- Branson,N.J., 2006. Lateralization and stress response in *Canis familiaris*: paw preference and reactivity to acoustic stimuli. University of New England, Armidale, UK, p. 272.
- Branson,N.J. and Rogers,L.J., 2006. Relationship between paw preference strength and noise phobia in *Canis familiaris*. *Journal of Comparative Psychology*, **120**, 176-183.
- Bray,E.E., Sammel,M.D., Cheney,D.L., Serpell,J.A. and Seyfarth,R.M., 2017. Effects of maternal investment, temperament, and cognition on guide dog success.

- Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **34**, 9128-9133.
- Cameron,R. and Rogers,L.J., 1999. Hand preference of the common marmoset (*Callithrix jacchus*): problem solving and responses in a novel setting. *Journal of Comparative Psychology*, **113**, 149-157.
- Campbell,W.E., 1972. A behavior test for puppy selection. *Modern veterinary practice*, **12**, 29-33.
- Campbell,W.E., 1975. Behavior Problems in Dogs. 1<sup>st</sup> ed. 1-306. American Veterinary Publications, Inc. Caloifornia.
- Cannon,W.B., 1929. Bodily Changes in Pain, Hunger, Fear and Rage. Appleton, New York, NY, pp. 404.
- Clark,J.D., Rager,D.R., Crowell Davis,S. and Evans,D.L., 1997. Housing and exercise of dogs: Effects on behavior, immune function, and cortisol concentration. *Laboratory animal science*, **47**, 500-510.
- Clutton-Brock, J., 1995. Origins of the dog: domestication and early history. In: Serpell J., ed. The domestic dog: its evolution, behavior, and interactions with people. 32-47. Cambridge University Press. Cambridge.
- Cook,N.J., Schaefer,A.L., Lepage,P. and Jones,S.M., 1996. Salivary vs. serum cortisol for the assessment of adrenal activity in swine. *Canadian Journal of Animal Science*, **76**, 329-335.
- Cook,N.J., Schaefer,A.L. and Lepage,P., 1997. Morgan Jones S.D. radioimmunoassay for cortisol in pig saliva and serum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **45**, 395-399.
- Crone,E.A., 2009. Executive functions in adolescence: Inferences from brain and

- behavior. *Developmental Science*, **12**, 825-830.
- Crow,T.J., 1997. Schizophrenia and a failure of hemispheric dominance for language. *Trends Neurosci*, **20**, 339–343.
- Cullen,C.L., McMillan,C. and Webb,A.A., 2009. Impaired vision in a dog. *Canadian Veterinary Journal*, **50**, 539-542.
- Denny,K., 2009. Handedness and depression: evidence from a large population survey. *Laterality*, **14**, 246–255.
- Doddard,M.E. and Beilharz,R.G., 1984. A Factor analysis of fearfulness in potential guide dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **12**, 253-265.
- Dreschel,N.A. and Granger,D.A., 2009. Methods of collection for salivary cortisol measurement in dogs. *Hormones and Behavior*, **55**, 163-168.
- Duffy,D.L. and Serpell,J.A., 2012. Predictive validity of a method for evaluating temperament in young guide and service dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **138(1)**, 99-109.
- Eken Asp,H., Fikse,W.F., Nilsson,K. and Strandberg,E., 2015. Breed differences in everyday behaviour of dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **169**, 69-77.
- Ennik,I., Liinamo,A-E., Leighton,E. and van Arendonk,J., 2006. Suitability for field service in 4 breeds of guide dogs. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **1(2)**, 67-74.
- Evans,K.M., T.W.Lewis, L.Asher, S.Blythe, M.Bottomley, L.Tootill, R.Roberts, H.Whiteside, England, G.C.W. and Blott, S.C., 2015. Genetic evaluation of traits in a standardized behavioral test for potential guide dog puppies using crossbreed models. *Journal of Veterinary Behavior*, **10**, 459-464
- Fallani,G., Previde,E.P. and Valsecchi P., 2006. Do disrupted early attachments affect the

- relationship between guide dogs and blind owners? *Applied Animal Behaviour Science*, **100(3-4)**, 241-257.
- Fallani,G., Previde,E.P. and Valsecchi P., 2007. Behavioral and physiological responses of guide dogs to a situation of emotional distress. *Physiology & Behavior*, **90(4)**, 648-655.
- Fallon,J.J., 2008. Systems and methods for laser radar imaging for the blind and visually impaired. *Patent Application Publication*. Pub. No.: US 2008/0309913 A1.
- Falt,L., 1997a. Anvisningar Mentalbeskrivning. Svenska Brukshundklubben.
- Falt,L., 1997b. Kompendium Mentalitet. Svenska Brukshundklubben.
- F.E.ゾイナー著; 国分直一, 木村伸義訳. 1983. 家畜の歴史. 法政大学出版局, 東京.
- Foyer,P., Svedberg,A.M., Nilsson,E., Wilsson,E., Faresjo,A. and Jensen,P., 2016. Behavior and cortisol responses of dogs evaluated in a standardized temperament test for military working dogs. *Journal of Veterinary Behavior*, **11**, 7-12.
- Fratkin,J.L., Sinn,D.L., Patall,E.A., Gosling,S.D., 2013. Personality consistency in dogs: A meta-analysis. *PloS One*, **8**, e54907.
- Freedman,A. H., Gronau,L., Schweizer,R.M., Vecchyo,D.O., Han,E., Silva,P.M., Galaverni,M., Fan,Z., Marx,P., Lorente-Galdos,B., Beale,H., Ramirez,O. and Hormozdiari,F., 2014. Genome sequencing highlights the dynamic early history of dogs. *PLoS genet*, **10**, e1004016
- Goddard, M.E. and Beilharz, R.G., 1982. Genetic and environmental factors affecting the suitability of the dogs as guide dogs for the blind. *Theoretical and Applied*

*Genetics*, **62**, 97-102

- Goddard, M.E. and Beilharz, R.G., 1983. Genetics of traits which determine the suitability of dogs as guide-dogs for the blind[J]. *Applied Animal Ethology*, **9**, 299-315.
- Goddard, M.E. and Beilharz, R.G., 1986. Early prediction of adult behaviour in potential guide dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **15**, 247-260.
- Groschl, M., Biskupek-Sigwart, J., Rauh, M. and Dorr, H.G., 2000. Measurement of cortisol in saliva using a commercial radioimmunoassay developed for serum. *Journal of Laboratory Medicine*, **24**, 314-319.
- Hackert, R., Maes, L.D., Herbin, M., Libourel, P.A. and Abourachid, A., 2008. Limb preference in the gallop of dogs and the halfbound of pikas on flat ground. *Laterality*, **13**, 310-319.
- Harrison, T.R., 2006. Guide Dogs: Current Practice. North Sydney: Guide Dogs NSW/ACT, pp. 274. Australia.
- Harvey, N.D., Craigon, P.J., Sommerville, R., McMillan, C., Green, M., England, G.C.W. and Asher, L., 2016. Test-retest reliability and predictive validity of a juvenile guide dog behavior test. *Journal of Veterinary Behavior*, **11**, 65-75
- Hopkins, W.D. and Bennett, A.J., 1994. Handedness and approach-avoidance behavior in chimpanzees (Pan). *Journal of Experimental Psychology Animal Behavior Processes*, **20**, 413-418.
- James, A. and Serpell Y.H., 2001. Development and validation of a novel method for evaluating behavior and temperament in guide dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **72(4)**, 347-364.
- Jones, A.C. and Gosling, S.D., 2005. Temperament and personality in dogs (*Canis familiaris*): A review and evaluation of past research. *Applied Animal Behaviour Science*

*Science*, **95(1-2)**, 1-53.

Jozsef,T., Miklosi,A., Vilmos,C. and Antal,D., 1998. Attachment Behavior in Dogs (*Canis familiaris*) A New Application of Ainsworth's (1969) Strange Situation Test. *Journal of Comparative Psychology*, **112(3)**, 219-229.

Kawaguchi,K., Matsuo,J., Tozuka,H. and Kobayashi,S., 2008. Estimation of physiological and psychological stress acceptance in dogs by assaying salivary cortisol and chromogranin A. *明治大学農学部研究報告*, **57(4)**, 135-142.

King,T., Marston,L.C. and Bennett,P.C., 2012. Breeding dogs for beauty and behavior: Why scientists need to do more to develop valid and reliable behavior assessments for dogs kept as companions. *Applied Animal Behaviour Science*, **137**, 1-12.

Kirschbaum,C. and Hellhammer,D.H., 1989. Salivary cortisol in psychobiological research: an overview. *Neuropsychobiology*, **22**, 150-169.

Klar,A.J.S., 1999. Genetic models for handedness, brain lateralization, schizophrenia, and manic-depression. *Schizophrenia Research*, **39**, 207-218.

Kobelt,A.J., Hemsworth,P.H., Barnett,J.L. and Butler,K.L., 2003. Sources of sampling variation in saliva cortisol in dogs. *Research in Veterinary Science*, **75**, 157-161.

公益財団法人アイメイト協会, 2016. 「全国アイメイト（盲導犬）使用者へのアンケート調査：約 9 割の使用者が“嫌な思い（差別）”を経験 「入店拒否」の無い、やさしい社会を希望」, [www.eyemate.org/way/your\\_img/2016\\_questionnaire\\_press.pdf](http://www.eyemate.org/way/your_img/2016_questionnaire_press.pdf) (参照 2018-10-1).

公益財団法人 関西盲導犬協会, 2014. 「盲導犬の普及と活躍」, [online]

[www.kansai-guidedog.jp/knowledge/activity/index.html](http://www.kansai-guidedog.jp/knowledge/activity/index.html) (参照 2018-10-1) .

- Kuhne,F., Hößler,J.C. and Struwe,R., 2014. Emotions in dogs being petted by a familiar or unfamiliar person: Validating behavioural indicators of emotional states using heart rate variability. *Applied Animal Behaviour Science*, **161**(1), 113-120.
- Leonard,J.A., Wayne,R.K., Wheeler,J., Valadez,R., Guillen,S and Vila,C., 2002. “Ancient DNA evidence for old world origin of new world dogs.” *Science*, **298**, 1613-1616.
- Lisa,M.T., Peter,C.T. and Paul,D.M., 2012. Associations between motor, sensory and structural lateralisation and guide dog success. *The Veterinary Journal*, **192**, 359–367.
- Mackenzie,S.A., Oltenacu,E.A.B. and Houpt,K.A., 1986. Canine behavioral genetics-a review. *Applied Animal Behaviour Science*, **15**, 365-393.
- MacNeilage,P., Rogers,L.J. and Vallortigara,G., 2009. Origins of the left and right brain. *Scientific American*, **301**, 60–67.
- Mader,B., Hart,L.A. and Bergin,B. 1989. Social acknowledgements for children with disabilities: effects of service dog. *Child Development*, **60**, 1529-1534.
- Maejima,M., Inoue,M., Tonosaki,K., Matsuura,N., Kato,S., Saito,Y., Weiss,A., Murayama,Y. and Ito,S., 2007. Traits and genotypes may predict the successful training of drug detection dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **107**(3), 287-298.
- McCormick,C.M. and Mathews,I.Z., 2010. Adolescent development, hypothalamic-pituitary-adrenal function, and programming of adult learning and memory. *Prog. Neuro-Psychoph*, **34**, 756-765.
- McCrae,R.R., Costa Jr.,P.T., Ostendorf,F., Angleitner,A., Hrebickova,M., Avia, M.D., Sanz,J., Sanchez-Bernardos,M.L., Kusdil,M.E., Woodfield, R., Saunders,P.R. and



- Smith,P.B., 2000. Nature over nurture: Temperament, personality, and life span development. *Journal of Personality and Social Psychology*, **78**, 173-186.
- McGreevy,P.D., Brueckner,A. and Branson,N.J., 2010. Motor laterality in four breeds of dog. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **5(6)**, 318-323.
- Miklosi,A., 2011. Dog Behavior, Evolution, and Cognition. Oxford University Press, New York.
- Mongillo,P., Pitteri,E., Carnier,P., Gabai,G., Adamelli,S. and Marinelli,L., 2013. Does the attachment system towards owners change in aged dogs? *Physiology & Behavior*, **120**, 64-69.
- 森 裕司・武内ゆかり・内田佳子, 2012. 獣医学教育モデル・コア・カリキュラム 準拠 動物行動学. インターズー, 東京.
- Murphy,J.A., 1995. Assessment of the temperament of potential guide dogs. *Anthrozöös*, **8(8)**, 224-228.
- 日本財団 図書館, 1998. 「盲導犬の繁殖・飼育に係る総合体制と訓練士育成の推進事業の「盲導犬に関する調査」結果報告書」, [online] [www.nippon.zaidan.info/seikabutsu/1998/00001/mokuji.htm](http://www.nippon.zaidan.info/seikabutsu/1998/00001/mokuji.htm)(参照 2018-10-1).
- Notari,L., Burman,O. and Mills,D., 2015. Behavioural changes in dogs treated with corticosteroids. *Physiology & Behavior*, **151**, 609-616.
- Öhman,A. and Mineka,S., 2001. Fears, phobias, and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, **108**, 483-522.
- Overall,K., 2013. Manual of Clinical Behavioral Medicine for Dogs and Cats. Mosby

- Elsevier Inc., St Louis, pp. 129-130.
- Ovodov,N.D., Crockford,S.J., Kuzmin,Y.V., Higham,T.F.G., Hodgins,G.W.L. and Plicht,J., 2011. A 33,000-Year-Old Incipient Dog from the Altai Mountains of Siberia: Evidence of the Earliest Domestication Disrupted by the Last Glacial Maximum. *PloS One*, **6**, e22821.
- Palmer,R. and Custance,D., 2008. A counterbalanced version of Ainsworth's Strange Situation Procedure reveals secure-base effects in dog–human relationships. *Applied Animal Behaviour Science*, **109(2-4)**, 306-319.
- Parthasarathy,V. and Crowell-Davis,S.L., 2006. Relationship between attachment to owners and separation anxiety in pet dogs (*Canis Lupusfamiliaris*). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **1**, 109-120.
- Payne,E., Bennett,P.C. and McGreevy, P.D., 2015. Current perspectives on attachment and bonding in the dog-human dyad. *Psychology Research and Behavior Management*, **8**, 71-79.
- Poyser,F., Caldwell,C. and Cobba,M., 2006. Dog paw preference shows liability and sex differences. *Behavioural Processes*, **73**, 216-221.
- Quaranta,A., Siniscalchi,M., Frate,A. and Vallortigara,G., 2004. Paw preference in dogs: relations between lateralised behaviour and immunity. *Behavioural Brain Research*, **153**, 521-525.
- Quaranta,A., Siniscalchi,M., Frate,A., Iacoviello,R., Buonavoglia,C. and Vallortigara,G., 2006. Lateralised behaviour and immune response in dogs: relations between paw preference and interferon-gamma, interleukin-10 and IgG antibodies production. *Behavioural Brain Research*, **166**, 236-240.
- Quaranta,A., Siniscalchi,M. and Vallortigara,G., 2007. Asymmetric tail-wagging

- responses by dogs to different emotive stimuli. *Current Biology*, **17**, R199-R201.
- Rachman,S., 1998. A cognitive theory of obsessions: elaborations. *Behaviour Research and Therapy*, **36**, 385-401.
- Riemer,S., Muller,C., Viranyi,Z., Huber,L. and Range,F., 2014. The predictive value of early behavioral assessments in pet dogs-A longitudinal study from neonates to adults. *PloS One*, **9**, e101237.
- Rogers,L.J. and Andrew,R.J., 2002. Comparative Vertebrate Lateralization. Cambridge University Press, Cambridge.
- Rooney,N., Gaines,S. and Hiby,E., 2009. A practitioner's guide to working dog welfare. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **4(3)**, 127-134.
- Scandurra,A., Alterisio,A. and D'Aniello,B., 2016. Behavioural effects of training on water rescue dogs in the Strange Situation Test. *Applied Animal Behaviour Science*, **174**, 121-127.
- Scandurra,A., Prato-Previde,E., Valsecchi,P., Aria,M. and D'Aniello,B., 2015. Guide dogs as a model for investigating the effect of life experience and training on gazing behaviour. *Animal Cognition*, **18(4)**, 937-944.
- Schneider,L.A., Delfabbro,P.H. and Burns,N.R., 2013. Temperament and lateralization in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **8(3)**, 124-134.
- Scott,J.P. and Bielfelt,S.W. 1976. Guide Dogs for the Blind: Their Selection, Development and Training (Pfaffenberger, C. J., ed.), Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. Analysis of the puppy-testing program. pp. 39-76.

- Scott,J.P. and Fuller,J.L., 1965. Genetics and the Social Behavior of the Dog. The University of Chicago Press, Chicago.
- Serpell,J.A. and Hsu,Y., 2000. Development and validation of a novel method for evaluating behavior and temperament in guide dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **72**, 347-364.
- Siniscalchi,M., Quaranta,A. and Rogers,L.J., 2008. Hemispheric specialization in dogs for processing different acoustic stimuli. *PLoS One*, **3**, e3349.
- Siniscalchi,M., Sasso,R., Pepe, A.M., Dimatteo,S., Vallortigara,G. and Quaranta,A., 2011. Sniffing with the right nostril: lateralization of response to odour stimuli by dogs. *Animal Behaviour*, **82**, 399-404.
- Siniscalchi,M., Sasso,R., Pepe,A.M., Vallortigara,G. and Quaranta,A., 2010. Dogs turn left to emotional stimuli. *Behavioural Brain Research*, **208**, 516-521.
- Sinn,D.L., Gosling,S.D. and Hilliard,S., 2010. Personality and performance in military working dogs: Reliability and predictive validity of behavioral tests. *Applied Animal Behaviour Science*, **127(1-2)**, 51-65.
- Sisk,C.L. and Zehr,J.L., 2005. Pubertal hormones organize the adolescent brain and behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*, **26**, 163-174.
- Slabbert,J.M. and Odendaal,J.S.J., 1999. Early prediction of adult police dog efficiency- A longitudinal study. *Applied Animal Behaviour Science*, **64**, 269-288.
- Svartberg,K., 2002. Shyness–boldness predicts performance in working dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **79(2)**, 157-174.
- Svartberg,K. and Forkman,B., 2002. Personality traits in the domestic dog (*Canis familiaris*). *Applied Animal Behaviour Science*, **79**, 133-155.
- Svobodova,I., Vapenik,P., Pinc,L. and Bartos,L., 2008. Testing German shepherd puppies

to assess their chances of certification. *Applied Animal Behaviour Science*, **113**, 139-149.

社会福祉法人 日本盲人社会福祉施設協議会, 2018. 「平成 29 (2017) 年度 盲導犬 訓練 施設 年次 報告 書」, [online] [www.ncawb.org/download/guide\\_dog\\_2017.pdf](http://www.ncawb.org/download/guide_dog_2017.pdf) (参照 2018-10-1).

Tan,U., 1987. Paw preferences in dogs. *Int. J. Neurosci.* **32**, 825-829.

Tan,U. and Caliskan,S., 1987. Allometry and asymmetry in the dog brain-the right-hemisphere is heavier regardless of paw preferences. *International Journal Of Neuroscience*, **35**, 189-194.

Temesi,A., Turcsán,B. and Miklósi,A., 2014. Measuring fear in dogs by questionnaires: An exploratory study toward a standardized inventory. *Applied Animal Behaviour Science*, **161**, 121-130.

Tomkins,L.M., Thomson,P.C. and McGreevy,P.D., 2010. First-stepping Test as a measure of motor laterality in dogs (*Canis familiaris*). *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **5**, 247-255.

Tomkins,L.M., Thomson,P.C. and McGreevy,P.D., 2011. Behavioral and physiological predictors of guide dog success. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*, **6(3)**, 178-187.

Tomkins,L.M., Thomson,P.C. and McGreevy,P.D., 2012a. Associations between motor, sensory and structural lateralisation and guide dog success. *Veterinary Journal*, **192(3)**, 359-367.

Tomkins,L.M., Williams,K.A., Thomson,P.C. and McGreevy,P.D., 2012b. Lateralization in the domestic dog (*Canis familiaris*): Relationships between structural, motor,

- and sensory laterality . *Journal of Veterinary Behavior*, **7**, 70-79.
- Valsecchi,P. Previde,E.P., Accorsi,P.A. and Fallani,G., 2010. Development of the attachment bond in guide dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, **123**, 43-50.
- van Alphen,A., Bosse,T., Frank,I., Jonker,C.M. and Koeman,F., 2005. Paw preference correlates to task performance in dogs. In: 27th Annual Conference of the Cognitive Science Society. Cognitive Science Society, Stresa, Italy, pp. 2248–2253.
- Vilà,C., Savolainen,P., Maldonado,J.E., Amorim,I.R., Rice,J.E., Honeycutt,R.L, Crandall,K.A., Lundeberg,J. and Wayne,R.K., 1997. Multiple and ancient origins of the domestic dog. *Science*, **276(5319)**, 1687-1689.
- Vincent,I.C. and Michell,A.R., 1992. Comparison of cortisol concentrations in saliva and plasma of dogs. *Research in Veterinary Science*, **53**, 342-345.
- Wang,A., Wang,F., WangL., Li,H.L., Dong,J.Y. and Wang,J.Y., 2012. 气质测试在导盲犬培训中的应用. *畜牧与兽医*, **44(2)**, 45-47.
- Wells,D.L., 2003. Lateralised behaviour in the domestic dog, *Canis familiaris*. *Behavioural Processes*, **61**, 27-35.
- Westergaard,G.C., Chavanne,T.J., Lussier,I.D., Houser,L., Cleveland,A., Suomi,S.J. and Higley,J.D., 2003. Left-handedness is correlated with CSF monoamine metabolite and plasma cortisol concentrations, and with impaired sociality, in free-ranging adult male rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Laterality*, **8**, 169-187.
- Wilsson,E. and Sundgren,P.E., 1997. The use of a behavior test for the selection of dogs for service and breeding 1: Method of testing and evaluating test results in the adult dog, demands on different kinds of service dogs, sex and breed differences.

*Applied Animal Behaviour Science*, **53**, 279-295.

Wilsson,E. and Sundgren,P.E., 1998a. Behavior test for eight-week old puppies-  
Heritabilities of tested behavior traits and its correspondence to later behavior.

*Applied Animal Behaviour Science*, **58**, 151-162.

Wilsson,E. and Sundgren,P.E., 1998b. Effects of weight, litter size and parity of mother  
on the behavior of the puppy and the adult dog. *Applied Animal Behaviour Science*,  
**56**, 245-254.

## 付録

## 第2章 計算式

## 1回目(2～3ヵ月齢)

$$\begin{aligned}
Q = & 399.436480147287 * (①-1)^2 + 35.3317719824972 * (①-2)^2 + 7.17086267346316 * (①-3)^2 + 17.3738828024508 * (②-1)^2 + 1327.39440426349 * (②-2)^2 + 47.2953799880296 * ③ \\
& + 27.6788111785084 * ④ + 65.2030464405221 * ⑤ + 160.351125959199 * ⑥ + 3.35281881636359 * ⑦ \\
& + 339.388118167193 * ⑧ + 92.4161314970049 * ⑨ + 171.707010330673 * ⑩ \\
& + 198.91749308569 * (①-1) * (①-2) - 102.369729048881 * (①-1) * (①-3) - \\
& 133.453752546597 * (①-1) * (②-1) + 1431.4793278324 * (①-1) * (②-2) - \\
& 283.076348450643 * (①-1) * ③ - 202.99788548733 * (①-1) * ④ - 362.769106678862 * (①-1) * ⑤ \\
& - 499.438534034708 * (①-1) * ⑥ + 33.0752061695157 * (①-1) * ⑦ - 731.767905010054 * (①-1) * ⑧ \\
& + 365.860534756865 * (①-1) * ⑨ + 518.551678541744 * (①-1) * ⑩ - 7.83503789668136 * (①-2) * (①-3) \\
& - 16.9454192966042 * (①-2) * (②-1) + 362.151312837284 * (①-2) * (②-2) - 97.8324735898131 * (①-2) * ③ \\
& - 57.8990299989586 * (①-2) * ④ - 66.1639916540733 * (①-2) * ⑤ - 124.343798212335 * (①-2) * ⑥ \\
& - 2.98811647016374 * (①-2) * ⑦ - 191.758333627328 * (①-2) * ⑧ + 110.24373500037 * (①-2) * ⑨ + 127.087103836555 * (①-2) * ⑩ \\
& + 27.9622662697962 * (①-3) * (②-1) - 190.943097094262 * (①-3) * (②-2) + 38.2634236733375 * (①-3) * ③ \\
& + 27.3571502996307 * (①-3) * ④ + 36.3539763387374 * (①-3) * ⑤ + 73.246311709067 * (①-3) * ⑥ - 13.3113284840875 * (①-3) * ⑦ \\
& + 89.3999175645741 * (①-3) * ⑧ - 39.4203812596189 * (①-3) * ⑨ - 76.9013524203258 * (①-3) * ⑩ - 221.93153905455 * (②-1) * (②-2) + 30.6160710234791 * (②-1) * ③ \\
& + 25.2314529395159 * (②-1) * ④ + 76.2855815318091 * (②-1) * ⑤ + 75.1071355455889 * (②-1) * ⑥ - 18.2796966639026 * (②-1) * ⑦ \\
& + 113.919241369057 * (②-1) * ⑧ - 44.520080591365 * (②-1) * ⑨ - 87.154803262156 * (②-1) * ⑩ - 524.531164454796 * (②-2) * ③ - 381.494176016906 * (②-2) * ④ - 651.401391912126 * (②-2) * ⑤ \\
& - 935.267030167446 * (②-2) * ⑥ + 58.4632357886384 * (②-2) * ⑦ - 1335.55631089446 * (②-2) * ⑧ + 671.738928870014 * (②-2) * ⑨ + 953.450332788711 * (②-2) * ⑩ \\
& + 75.8714527214538 * ③ * ④ + 139.512841533359 * ③ * ⑤ + 184.765448621954 * ③ * ⑥ + 7.31801840875001 * ③ * ⑦ + 273.684685898687 * ③ * ⑧ - 145.124400343671 * ③ * ⑨ - 174.62488358224 * ③ * ⑩ + 93.3297137390012 * ④ * ⑤ + 133.14436442173 * ④ * ⑥ - 4.99169388799323 * ④ * ⑦ + 192.508639276402 * ④ * ⑧ - 100.372608297047 * ④ * ⑨ - 133.184857118706 * ④ * ⑩ + 242.261575839708 * ⑤ * ⑥ - 27.30067380254 * ⑤ * ⑦ + 323.804456389925 * ⑤ * ⑧ - 155.624808952318 * ⑤ * ⑨ - 248.669294007353 * ⑤ * ⑩ - 24.0086011393668 * ⑥ * ⑦ + 465.46222365514 * ⑥ * ⑧ - 233.642362239617 * ⑥ * ⑨ - 336.254775587362 * ⑥ * ⑩ - 25.1444176183955 * ⑦ * ⑧ + 3.78075458433246 * ⑦ * ⑨ + 22.9980552259909 * ⑦ * ⑩ - 346.292641281554 * ⑧ * ⑨ - 480.546056014206 * ⑧ * ⑩ + 235.555494692683 * ⑨ * ⑩ - 1810.11991853917 * (①-1) - 637.338753156371 * (①-2)
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&+214.758572247416*(\textcircled{1}-3)+156.072560749243*(\textcircled{2}-1)-3447.28785471445*(\textcircled{2}-2)+705.645370163954*(\textcircled{3})+524.663094045653*(\textcircled{4})+852.250292296906*(\textcircled{5})+1185.52130287006*(\textcircled{6}) \\
&+27.6554507350788*(\textcircled{7})+1780.22751485693*(\textcircled{8})-972.220230119733*(\textcircled{9})-1160.61443522444*(\textcircled{10}) \\
&+2547.90078184349
\end{aligned}$$

2 回目 (7~9 ヲ月齡)

$$\begin{aligned}
Q= &5.14070978599004*(\textcircled{1}-1)^2-15.275170879407*(\textcircled{1}-2)^2+18.2530801566648*(\textcircled{1}-3)^2- \\
&13.2495049981395*(\textcircled{2}-1)^2+33.7176667675823*(\textcircled{2}-2)^2+46.7616723431958*(\textcircled{3}) \\
&+1.93862097947197*(\textcircled{4})^2+1.39803326305372*(\textcircled{5})^2+17.8346901189903*(\textcircled{6})^2+28.3435723682016*(\textcircled{7}) \\
&-1.60580723528496*(\textcircled{8})^2-19.9489425057197*(\textcircled{9})^2+20.352134530729*(\textcircled{10})^2-5.18413134517028* \\
&(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{1}-2)-14.3312071931992*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{1}-3)-10.8737711239903*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{2}-1)+26.0861582034405*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{2}-2)+33.4542972559439*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{3}) \\
&+1.72547562551124*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{4})-15.5919625964385*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{5})-15.4048612239187*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{6})+35.1360973332004*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{7})+18.585290579401*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{8})-23.7827473943212*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{9})-27.3735907391341*(\textcircled{1}-1)*(\textcircled{10})-15.4530672538816*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{1}-3)- \\
&35.4685248024714*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{2}-1)+18.1846892340871*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{2}-2)+17.8984422711044*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{3})-0.682645886033193*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{4})-22.7157588480923*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{5})+6.19533315021279*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{6})+16.4992255642229*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{7})+19.3124310002548*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{8})-40.8314650767212*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{9})+7.95006992805081*(\textcircled{1}-2)*(\textcircled{10}) \\
&+1.87976849683628*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{2}-1)-42.6423278313954*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{2}-2)-41.9375649787375*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{3})-6.68402642350337*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{4})+17.1214086884926*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{5})+41.3405956052514*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{6})-40.7801840803105*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{7})-11.4810979165865*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{8})+10.9850828369795*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{9}) \\
&+45.2786242631345*(\textcircled{1}-3)*(\textcircled{10})+5.12417213691496*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{2}-2)+11.9897041405446*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{3})-1.37309421628928*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{4})-26.0480974621914*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{5})+24.204910045524*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{6}) \\
&+19.0190940597746*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{7})+13.47658723366*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{8})-41.9926056444519*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{9})+25.4162363860085*(\textcircled{2}-1)*(\textcircled{10})+77.7769004423073*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{3})+16.0633338909458*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{4})- \\
&31.1780371475908*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{5})-69.587893021095*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{6})+47.1661169985532*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{7})+18.884526367208*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{8})-22.7809381546324*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{9})-90.141788784194*(\textcircled{2}-2)*(\textcircled{10}) \\
&+13.6208657413363*(\textcircled{3})*(\textcircled{4})-36.0807839582409*(\textcircled{3})*(\textcircled{5})-74.2877698808829*(\textcircled{3})*(\textcircled{6})+84.0555417458179*(\textcircled{3})*(\textcircled{7})+27.9984194834638*(\textcircled{3})*(\textcircled{8})-30.4519450481956*(\textcircled{3})*(\textcircled{9})- \\
&98.2434946633383*(\textcircled{3})*(\textcircled{10})-8.18523463186875*(\textcircled{4})*(\textcircled{5})-13.2111640606505*(\textcircled{4})*(\textcircled{6})+9.45242364116412*(\textcircled{4})*(\textcircled{7})+1.1998020968307*(\textcircled{4})*(\textcircled{8})-4.40159600755501*(\textcircled{4})*(\textcircled{9})- \\
&12.75713281828*(\textcircled{4})*(\textcircled{10})+53.3471761214954*(\textcircled{5})*(\textcircled{6})-14.647900381437*(\textcircled{5})*(\textcircled{7})-7.51093050758489*(\textcircled{5})*(\textcircled{8})-9.98959577407484*(\textcircled{5})*(\textcircled{9})+70.8672718245669*(\textcircled{5})*(\textcircled{10})-65.8581005631778*(\textcircled{6})*(\textcircled{7})- \\
&16.1242264634381*(\textcircled{6})*(\textcircled{8})+49.720663039*(\textcircled{6})*(\textcircled{9})+37.1044520585795*(\textcircled{6})*(\textcircled{10})+45.7975309280248*(\textcircled{7})*(\textcircled{8})-37.2736690587106*(\textcircled{7})*(\textcircled{9})-103.503510238419*(\textcircled{7})*(\textcircled{10})+7.45973029647824*(\textcircled{8})*(\textcircled{9})-
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 24.9310460312628 * ⑧ * ⑩ + 69.0286920430536 * ⑨ * ⑩ - 18.0178542645659 * (① - 1) \\
& + 190.018558209327 * (① - 2) + 37.2592181607177 * (① - 3) + 95.3649582039375 * (② - 1) + \\
& 11.7294975364687 * (② - 2) - 172.393067998114 * ③ + 9.74642928205868 * ④ + 35.5052776970323 * \\
& ⑤ - 4.03408211894433 * ⑥ - 59.9124462628721 * ⑦ - 255.004505708865 * ⑧ + 307.828098846557 * ⑨ \\
& + 152.871954374075 * ⑩ - 615.824473748022
\end{aligned}$$

3 回目 (12~14 ヲ月齡)

$$\begin{aligned}
Q = & -0.0012885597734345 * (① - 1)^2 + 3.34976642267241 * (① - 2)^2 - 19.7431421689623 * (① - \\
& 3)^2 + 18.021264653369 * (② - 1)^2 + 10.80374784098 * (② - 2)^2 + 115.260843864093 * ③ \\
& + 8.9642523152088 * ④ + 0.154399416472125 * ⑤^2 + 85.33702131753 * ⑥^2 + 4.14566220759965 * ⑦ \\
& + 21.7412702245721 * ⑧^2 + 3.71498302895022 * ⑨^2 + 57.2913932598253 * ⑩^2 - 0.837262423974518 \\
& * (① - 1) * (① - 2) - 7.90666879519805 * (① - 1) * (① - 3) + 1.36764673390916 * (① - 1) * (② - 1) - \\
& 0.565626440097187 * (① - 1) * (② - 2) + 22.5517791425915 * (① - 1) * ③ - 6.46624061466569 * (① - 1) * ④ \\
& + 4.66641383455831 * (① - 1) * ⑤ - 8.930576630444003 * (① - 1) * ⑥ + 1.40554982111851 * (① - 1) * ⑦ \\
& + 10.5592762237101 * (① - 1) * ⑧ - 1.94139861305882 * (① - 1) * ⑨ - 8.67380263261033 * (① - 1) * ⑩ - \\
& 8.13753970564872 * (① - 2) * (① - 3) + 9.63024765579143 * (① - 2) * (② - 1) - 4.95519515293499 * (① - \\
& 2) * (② - 2) + 32.774784620201 * (① - 2) * ③ - 1.81406618359984 * (① - 2) * ④ + 1.06372064089048 * (① - \\
& 2) * ⑤ - 10.704729903749 * (① - 2) * ⑥ - 2.28997844635969 * (① - 2) * ⑦ + 16.800949663583 * (① - 2) * ⑧ - \\
& 0.127497741642313 * (① - 2) * ⑨ - 15.717955511359 * (① - 2) * ⑩ - 23.8571486859038 * (① - 3) * (② - 1) - \\
& 21.9177951585434 * (① - 3) * (② - 2) + 12.3919213511228 * (① - 3) * ③ - 31.8227413944131 * (① - 3) * ④ \\
& + 7.49464791078635 * (① - 3) * ⑤ + 43.1341087934539 * (① - 3) * ⑥ - 8.40959744200456 * (① - 3) * ⑦ \\
& + 4.72646210217266 * (① - 3) * ⑧ + 1.19071005058005 * (① - 3) * ⑨ + 3.94473461699118 * (① - 3) * ⑩ \\
& + 0.263540519058844 * (② - 1) * (② - 2) + 110.367847519713 * (② - 1) * ③ + 23.458827974604 * (② - 1) * ④ - \\
& 0.675542987811301 * (② - 1) * ⑤ - 67.614853895202 * (② - 1) * ⑥ + 10.3418020905457 * (② - 1) * ⑦ \\
& + 47.2725832111111 * (② - 1) * ⑧ + 26.8160632182309 * (② - 1) * ⑨ - 70.9601807868652 * (② - 1) * ⑩ \\
& + 64.5490471228971 * (② - 2) * ③ - 13.6994068773984 * (② - 2) * ④ - 0.153891795976601 * (② - 2) * ⑤ - \\
& 36.5747381342871 * (② - 2) * ⑥ + 10.3127209165979 * (② - 2) * ⑦ + 26.1091914065454 * (② - 2) * ⑧ \\
& + 19.0578388140264 * (② - 2) * ⑨ - 42.01761033896 * (② - 2) * ⑩ + 82.7156789082855 * ③ * ④ - \\
& 15.281870592082 * ③ * ⑤ - 240.779629315598 * ③ * ⑥ + 35.2823726393594 * ③ * ⑦ \\
& + 99.444644916602 * ③ * ⑧ + 59.9543076032819 * ③ * ⑨ - 166.246608696645 * ③ * ⑩ \\
& + 2.44339266547668 * ④ * ⑤ - 30.6317474752622 * ④ * ⑥ + 12.451230788307 * ④ * ⑦ \\
& + 29.5600618809224 * ④ * ⑧ + 21.0510105852851 * ④ * ⑨ - 48.9923907480588 * ④ * ⑩ \\
& + 0.582083011843299 * ⑤ * ⑥ - 5.09573992560306 * ⑤ * ⑦ - 4.90258104270489 * ⑤ * ⑧ - \\
& 3.64222959890549 * ⑤ * ⑨ + 9.9953441083842 * ⑤ * ⑩ - 27.636450337739 * ⑥ * ⑦ - \\
& 100.651120743668 * ⑥ * ⑧ - 58.3971245362554 * ⑥ * ⑨ + 153.509573146105 * ⑥ * ⑩ \\
& + 6.28311786326324 * ⑦ * ⑧ + 19.0425356874827 * ⑦ * ⑨ - 25.9562997694368 * ⑦ * ⑩
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&+27.0520846426718 * \textcircled{8} * \textcircled{9} - 68.8437225342123 * \textcircled{8} * \textcircled{10} - 42.3912210807929 * \textcircled{9} * \textcircled{10} - \\
&33.3541144753568 * (\textcircled{1} - 1) - 70.6843191683584 * (\textcircled{1} - 2) + 108.668170219667 * (\textcircled{1} - 3) - \\
&232.218132363527 * (\textcircled{2} - 1) - 99.785514309759 * (\textcircled{2} - 2) - 698.183278772801 * \textcircled{3} - \\
&129.535699497641 * \textcircled{4} + 26.8779084458229 * \textcircled{5} + 522.088068666968 * \textcircled{6} - 59.3061264668236 * \textcircled{7} - \\
&297.503393206058 * \textcircled{8} - 173.748522108543 * \textcircled{9} + 460.476594131779 * \textcircled{10} + 765.876058943264
\end{aligned}$$