

# 猫と飼い主の関係に関する行動生理学的研究

—社会的相互作用における健康効果とオキシトシンとの関連

2022年

永澤 巧

## 目次

第1章 序論	3
1.1 人と猫の共生関係の歴史	3
1.2 人と猫が及ぼし合う健康増進効果	3
1.3 人と犬が及ぼし合う健康増進効果	4
1.4 オキシトシンのもたらす健康増進効果	6
1.5 人と猫の関わりにおける研究の課題点ならびに本研究の目的	8
第2章 飼い主がもたらす猫の生理学的変化と健康への影響	10
2.1 背景	10
2.2 実験1 研究室環境下の猫の尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度測定	12
2.2.1 方法	13
2.2.1.1 倫理宣言	13
2.2.1.2 供試猫	13
2.2.1.3 尿中ホルモン濃度の測定	13
2.2.1.3.1 尿サンプルの収集	13
2.2.1.3.2 尿中オキシトシンの定量化	13
2.2.1.3.3 尿中コルチゾールの定量化	14
2.2.1.3.4 尿中クレアチニンの定量化	15
2.2.1.4 実験条件	15
2.2.1.5 行動解析	16
2.2.1.6 統計解析	16
2.2.2 結果	16
2.3 実験2：一般家庭環境下の猫の尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度測定	17
2.3.1 方法	18
2.3.1.1 飼育猫	18
2.3.1.2 尿中ホルモン濃度の測定	18
2.3.1.2.1 尿サンプルの収集	18
2.3.1.2.2 尿中ホルモン濃度の定量化	18
2.3.1.3 アンケート	18
2.3.1.3.1 事前アンケート	18
2.3.1.3.2 Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS)	19
2.3.1.3.3 Feline Five	19
2.3.1.4 行動記録	19
2.3.1.5 実験条件	20
2.3.1.6 統計解析	20
2.3.2 結果	21
2.4 考察	23
2.4.1 オキシトシン濃度の定量化	24
2.4.2 オキシトシン濃度の上昇をもたらす人との相互作用	25

2.4.3 オキシトシンおよびコルチゾール濃度と性格傾向の関連性	28
2.4.4 オキシトシンおよびコルチゾール濃度と多頭飼育の関連性	30
2.5 図表	31
第3章 猫がもたらす飼い主の生理学的変化と健康への影響	32
3.1 背景	45
3.2 方法	48
3.2.1 倫理宣言	49
3.2.2 被験者および飼育猫	49
3.2.3 唾液オキシトシンおよびコルチゾール濃度の測定	49
3.2.3.1 唾液サンプルの採取	49
3.2.3.2 唾液中オキシトシンの測定	50
3.2.3.3 唾液中コルチゾールの測定	50
3.2.4 自律神経活動の測定手法	50
3.2.5 行動解析	51
3.2.6 アンケート	51
3.2.6.1 事前アンケート	51
3.2.6.2 Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS)	51
3.2.6.3 事後アンケート	52
3.2.6.4 Two-Dimensional Mood Scale Short Term (TDMS-ST)	52
3.2.7 実験の手順および条件	52
3.2.8 統計解析	53
3.3 結果	54
3.4 考察	56
3.4.1 猫が及ぼすオキシトシンへの影響	57
3.4.2 ふれあい条件におけるオキシトシン上昇に寄与する要素	58
3.4.3 安静条件におけるオキシトシン上昇に寄与する要素	61
3.4.4 猫と形成する「社会的な関係性」がもたらす飼い主の健康への影響	62
3.4.5 心理面の測定における主観的なバイアスの影響	63
3.5 図表	64
第4章 総合考察	80
4.1 一般家庭環境下での実験におけるオキシトシン測定の意義および価値	80
4.2 接触を介した相互作用とオキシトシン分泌の関係性	83
4.3 愛着評価とオキシトシン分泌の直接的な関連性の検討に関する課題点	85
4.4 結論	86
謝辞	86
引用参考文献	87
摘要	108
Summary	116

# 第1章 序論

## 1.1 人と猫の共生関係の歴史

キプロス島で発見された遺跡から、人と猫は約 9500 年前から共生関係を築き始めた (Vigne *et al.*, 2004)。この共生のきっかけには、齧歯類の存在があったと考えられる (Driscoll *et al.*, 2009)。当時の人々にとって、食料を食い荒らす害獣である齧歯類を捕食対象とする猫は、益獣として重宝されていたと推測される (齋藤, 2018)。この双方の食糧を確保するという意図から、共生関係が始まったといわれている。

現代のわが国では約 895 万頭の猫が家庭内で愛玩目的として飼育されており、犬の飼育頭数を上回っていることが報告されている (ペットフード協会, 2022)。この社会的現象は世界規模で確認されており、Growth from Knowledge が実施した世界の 25 の国と地域へのオンライン調査では、ドイツをはじめとする複数の地域で、猫の飼育頭数が犬を上回っていることが報告された (Growth from Knowledge, 2016)。かつて食料確保の目的で人と生活環境を共有してきた猫は、人にとって愛玩を目的とした共生関係に発展し、愛着を伴う社会的絆を形成するまでに至っている。

## 1.2 人と猫が及ぼし合う健康増進効果

現代社会において、猫をはじめとする動物たちは家族の一員として認識され、多くの家庭内でコンパニオン・アニマルとして飼育されている。多くの人々にとって愛玩動物は世話をする対象であり、擬似的な子供と認識される存在であり、そこには愛着が形成される。Bowlby は、人の乳幼児が母親に対する愛着の形成に関する研究 (Bowlby, 1958) において、愛着を評価する方法として Strange Situation Test (SST) を開発した。このテストは、「幼児の母親」と「幼児の見知らぬ人」を部屋に出入りさせた際の幼児の反応の観察から、幼児と母親との愛着的関係性を評価するものである。この SST を幼児の存在を飼い猫に置き換えて実施した結果、猫は人の幼児と類似した行動を取ることが示され、飼い主に対して愛着関係

を形成することが明らかとなり (Edwards *et al.*, 2007; Vitale *et al.*, 2019)、飼い主と猫との間には愛着的關係性が構築されていると考えられる。

猫と飼い主が形成する愛着關係は、互いの健康状態にも大きな影響を与えることが知られている。たとえば、飼い主が飼い猫との絆を強く結んでいると認識している場合、その猫が抱える問題行動の数が少ないことが明らかとなっている (Grigg & Kogan, 2019)。また、猫の福祉および健康の向上には、飼い主との社会的な相互作用が必要である (Vojtkovská *et al.*, 2020) といった報告もあり、猫が飼い主との相互作用から健康効果を楽しんでいることが伺える。

一方、人が猫を飼育することによる影響では、高齢者における 2 年後生存率が高まること (Hoshi *et al.*, 2017) や、心血管疾患による死亡リスクが低くなることが報告されている (Ogechi *et al.*, 2016; Qureshi *et al.*, 2009)。そして、猫を家族として認識している飼い主ほど、猫から得られる健康効果は大きいことも明らかとなっている (McConnell *et al.*, 2019)。

このように、飼い主が猫と形成する愛着關係と、それによって生じる健康効果は徐々に明らかになってきた。しかしながら、猫を対象とした人との関わりに関する研究は少なく、とりわけその健康効果に関するメカニズムは不明瞭である。

### 1.3 人と犬が及ぼし合う健康増進効果

猫を対象にした研究が進んでいないという現状は、犬を対象にした研究と比較することでより顕著になる。犬と人の共生關係の歴史は古く、20,000 から 40,000 年前の間に家畜化が始まったと推測されている (Botigué *et al.*, 2017)。犬は元来、群れを形成して狩猟を行う動物であり、当時の人類の狩猟の補助や番犬としての役割を獲得したことで、家畜化が始まったとされる (Serpell, 2021)。犬は家畜化の過程で高度な社会的認知能力を獲得し (Hare *et al.*, 2002; Jardat & Lansade, 2021)、他個体や飼い主と円滑なコミュニケーションを取ることが可能であり、現代においても人と緊密な關係性を形成している。そして猫と同様に、犬と飼い

主が愛着関係を形成することは、古くから多数の研究によって検証されている (Nagasawa *et al.*, 2009; Prato-Previde *et al.*, 2003; Solomon *et al.*, 2018)。このように、人に対して従順な気質と行動特性を有する犬は、猫と比べて実験環境や条件の統制が容易であることも相まって、これまで多くの研究が行われてきた。

また、人は犬を飼育することで多様な健康効果を楽しんでおり、心血管疾患による死亡リスクを低減させ、寿命の延伸をもたらすことが示されている (Christian *et al.*, 2018; Kramer *et al.*, 2019; Levine *et al.*, 2013; Mubanga *et al.*, 2019)。これらの長期的な健康効果の発現には、犬の飼育管理で必須とされる散歩が関わっていると考えられ、飼い主の日常的な運動習慣の形成が1つの要因であることが示唆されている (Curl *et al.*, 2017; Feng *et al.*, 2014; Toohey *et al.*, 2013)。さらに、犬と人との間で行われる相互作用も、双方の健康を増進するための重要な要素である。外界からの刺激に対する体内のストレス反応は2つの経路、すなわち、自律神経系の機能を制御する「視床下部-交感神経-副腎髄質系 (SAM 系)」と、液性反応の「視床下部-下垂体前葉-副腎皮質系 (HPA 系)」が存在している。ストレス反応は、短期的には免疫機能を高めるなどの健康効果をもたらすことが知られている一方、慢性的に分泌されることで健康を害する作用を持つことが知られている (Dhabhar, 2018)。犬との接触を介した相互作用によって、人の心理及び生理面におけるこれらのストレス値が低下することが明らかとなっている (Ward-Griffin *et al.*, 2018; Wood *et al.*, 2017)。また、飼い主との相互作用により、犬のコルチゾール濃度の減少 (Gunter *et al.*, 2021; Heessey *et al.*, 2020; Rehn *et al.*, 2014; Willen *et al.*, 2017)、交感神経活動の低下 (McGowan *et al.*, 2018) なども観察されており、犬も人とのコミュニケーションによってストレスが低下することが明らかになっている。

このように、犬と飼い主が形成する愛着関係と、それによって発生する健康効果に関する研究は猫よりも遥かに多い。そして、こうした犬と人との関係に関する研究分野の中で、近年、オキシトシンが注目され、犬と飼い主における相互の健康効果への関与が示唆されている。

## 1.4 オキシトシンのもたらす健康増進効果

オキシトシンはペプチドホルモンの一種であり、視床下部の室傍核および視索上核にある大細胞性神経分泌ニューロンの細胞体から産生され、神経伝達物質として身体の中枢性の機能に働きかける (Scatliffe *et al.*, 2019)。また一方で、下垂体後葉から血中にも分泌され、多様な末梢性の機能にも携わることが知られているなど、身体の様々な機能を担う物質である。このオキシトシンは、出産や授乳に関わる機能を司るホルモンと長年考えられてきたが (Uvnäs-Moberg *et al.*, 2020)、これらの作用以外にも多様な機能を有することが最近になって明らかになりつつある。

例えば、オキシトシンは母子間の愛着関係の形成に重要なホルモンである (Galbally *et al.*, 2011; Scatliffe *et al.*, 2019; Walter *et al.*, 2021)。母体は妊娠から分娩にかけて体内のオキシトシン濃度が上昇していくが (Fuchs *et al.*, 1991; Uvnäs-Moberg *et al.*, 2019)、このオキシトシン濃度と愛着的関係性の強さは比例関係にあることが報告されている (Galbally *et al.*, 2011)。すなわち、オキシトシンの分泌が母子の愛着形成の基盤となることが示唆されている。

さらに、オキシトシンは多様な健康効果をもたらすことも明らかとなってきた (Buemann & Uvnäs-Moberg, 2020; Grahn *et al.*, 2021)。オキシトシンが分泌されることで、不安状態が軽減し、多幸感が上昇するといった感情の調整が行われる (Ito *et al.*, 2019)。さらに、オキシトシン分泌によって生じる他者への社会的行動の増加が寿命の延伸に影響を及ぼす (Faraji *et al.*, 2018; Stevenson *et al.*, 2019) など、オキシトシンによる副次的な健康増進効果も報告されている。また、オキシトシンの分泌による他の生理作用との関連性も知られている。オキシトシンは、コルチゾールの分泌を抑制し (Cardoso *et al.*, 2014)、副交感神経活動を活性化させる (Kemp *et al.*, 2012) などの抗ストレス作用を持ち、これらの作用により心血管疾患の罹患リスクを低下させる (Buemann & Uvnäs-Moberg, 2020) といった関連性が示されている。特にコルチゾールとの関連性は多くの研究で注目されている。オキシトシン分泌は、短期的賦活作用として一時的にコルチゾール濃度の分泌を促進するものの、長期的には

分泌を抑制する作用があることが知られており (Uvnäs-Moberg, 2014)、関係性は複雑であることが知られている。しかしながら Tops らの報告では、オキシトシンのストレス減少効果には一時的なコルチゾール濃度の増加が必要であることを示唆している (Tops *et al.*, 2012)。そのため、オキシトシンだけでなくコルチゾールを同時に測定および評価することで、生理学的変動を詳細に分析している研究が複数存在している (Alley *et al.*, 2019; Ooishi *et al.*, 2017; Schladt *et al.*, 2017; Yuhi *et al.*, 2018)。

オキシトシンが愛着形成に関与するだけでなく、多岐にわたる側面から健康増進に関する効果に影響を及ぼすことが明らかになるとともに、近年では、このオキシトシンが動物と人の関係における、双方の健康効果の発現メカニズムの一端を担っているとも考えられている (Beetz *et al.*, 2012; Rault *et al.*, 2017)。特に犬を対象にした研究は広く行われており、犬と飼い主の相互作用によって生じる双方のオキシトシン濃度を計測した報告は多い (Handlin *et al.*, 2011; Marshall-Pescini *et al.*, 2019; Petersson *et al.*, 2017; Powell *et al.*, 2019; Powell *et al.*, 2020)。Nagasawa らは、飼い主と犬の相互作用場面において、犬と人のふれあいの中で互いに目を見つめ合うアイコンタクトをトリガーとして、双方の尿中オキシトシン濃度が増加する事を明らかにした (Nagasawa *et al.*, 2015; 2009)。このように、犬と飼い主が形成する愛着関係の形成にオキシトシンの関与が示唆され、さらには健康効果のメカニズムの一端を担う可能性が示されている (Gee *et al.*, 2021)。こうした背景から、猫と人の関係においても、オキシトシンに着目した研究の必要性が言及されている (Turner, 2021) ものの、人と猫の関係において、双方のオキシトシンに着目した研究は少ない。これには、犬とは異なる猫の気質や行動特性が大きく関わると考えられ、これこそが、これまで犬で行われてきた研究と類似した環境下での実験遂行を妨げ、研究の困難さをもたらす課題点であると推察できる。



## 1.5 人と猫の関わりにおける研究の課題点ならびに本研究の目的

集団狩猟の習性を持つイヌ科動物の一種である犬は、人の指示に対して比較的従順であり (Udell *et al.*, 2010)、犬とその飼い主を対象とした研究は実験環境を設定しやすく、また条件の統制が取りやすいと考えられる。一方で、猫は単独狩猟を行う生態学的特性を有している (Bradshaw, 2016)。そして犬と比較して、完全な家畜化が行われていないとも考えられており (Crowley *et al.*, 2020)、「気まぐれ」で「人の指示命令に従わない」といった独立性の高い行動がしばしば観察される。この特性は、犬と対照的なものであると言える。

また、猫が縄張り性の習性を持つ (Bradshaw, 2016) ことも、研究を執り行う上での障壁となる。一般家庭で飼育されている多くの猫は、その家庭内を縄張りの範囲内であると認識し、最も安全でリラックスした環境とみなしていると推測できる。そのため、飼い主とその飼い猫を対象とした研究を行う場合、猫が新規環境下に移動することはほとんどの場合は困難であり、また実験者が家庭に訪問することは猫にとっては自身の縄張りに侵入された状態であると考えられ、多くの猫で自然な行動発現を妨げるとともにストレス反応を誘発する可能性が十分に考えられる。その一方で、シェルターや動物病院、あるいは研究室といった特殊環境下での実験では、飼い主と猫が交わし合う日常的な相互作用場面を再現することは難しい。このように、飼い主と猫との関係における研究は、実験の遂行そのものが困難であり、犬を対象とした研究と比較して進んでいないことが明白である。しかし、飼い主と飼い猫を対象にした実験手法を確立しない限り、彼らが形成する愛着関係、またそれによって生じる健康効果を正しく測定し評価すること、そのメカニズムを正確に検証することは不可能であると考えられる。

そこで本研究は、一般家庭の飼い主および飼い猫を対象とした行動学的、生理学的検証を可能とする実験環境を設定するに当たり、2章では猫の尿サンプルに着目し、固相抽出を介して猫の尿中オキシトシン濃度の分析手法の確立を試みる。そして3章では、飼い主の家庭環境内で実験が実施できるように、実験者が自宅に訪問しない遠隔形式での実験手法を考案

し実施し、被験者自身で採取可能な唾液サンプルから飼い主の唾液中オキシトシン濃度の定量化を試みた。また、飼い主と猫の社会的な関係性および相互作用の頻度などを数値化することで、飼い主および猫のオキシトシン濃度との関連性を精査する。さらに4章では、これらの結果を踏まえ、猫と飼い主のオキシトシン濃度の変動とそれに伴う健康効果発現について総合的に考察し、飼い主と猫との社会的関係を明らかにすることを目的とする。

## 第2章 飼い主との相互作用が猫の生理学的側面および健康に及ぼす影響

### 2.1 背景

ネコ科動物は、ライオンなどの一部の種を除き、群れを作らず単独行動をとる習性を持っており、それは猫も同様である。しかしながら Bradshaw は、猫は人に家畜化されていく過程で社会性を獲得してきたと言及しており (Bradshaw, 2016)、他個体や人と良好な関係性を築く社会的能力を有していると考えられている。

実際に、猫が人との間で強い社会性を持つことは、社会的認知に関する近年の研究から明らかになりつつある (Vitale Shreve & Udell, 2015)。猫は人の感情を声色や表情から認知し (Galvan & Vonk, 2016; Quaranta *et al.*, 2020)、人の視線から注意および関心の状態を認識することが可能である (Humphrey *et al.*, 2020; Vitale & Udell, 2019; Zhang *et al.*, 2021) ことが示された。また、飼い主に対する猫の認識を分析した研究では、猫は飼い主の声を識別し (Saito & Shinozuka, 2013)、自身の名前も認識していることが明らかになっている (Saito *et al.*, 2019)。また、飼い主が猫に類似した人形を愛でている姿を見た時に、嫉妬のような感情を抱く可能性も示されており (Bucher *et al.*, 2020)、猫が飼い主との社会的関係性を特別なものと認識していると考えられる。そして、近年特に注目されているのは、猫が飼い主と築く愛着関係である。複数の研究から、猫は飼い主に対し、幼児が母親に示すような愛着行動を示すことが明らかとなった (Edwards *et al.*, 2007, Vitale *et al.*, 2019)。

また、人と形成する社会的関係性から、猫は多様な健康効果を楽しんでいる。人との社会的相互作用によって、ストレス状態を反映するコルチゾール濃度、そして猫の行動や仕草からストレス状態を判別する Cat Stress Score の数値が減少すること (Rehnberg *et al.*, 2015)、さらには猫の呼吸器疾患の罹患リスクが減少することも明らかとなっている (Gourkow *et al.*, 2014a; 2014b; Gourkow & Phillips, 2016)。また、動物病院での猫を対象とした研究では、診察時に飼い主が傍にいて心拍数が低下することが分かっている (Griffin *et al.*, 2021)。さらに、人からの相互作用が遮断されたことで、猫の尿中コルチゾール濃度が上昇すること

も明らかとなっており (Nagasawa *et al.*, 2021)、猫が人との相互作用場面を重要なものと捉えていることが推測できる。また、Grigg らのアンケート調査によって、飼い主が猫に対して強い絆を抱いている場合、その猫の問題行動の数は少なくなることが報告されている (Grigg & Kogan, 2021)。猫の福祉の向上には人との相互作用が必要であることも言及されており (Vojtkovská *et al.*, 2020)、猫にとって飼い主の存在は、猫の健康を促進するための重要な要素であると考えられる。

しかしながら、猫の健康状態に関する研究の多くは、シェルターや動物病院などの特殊環境下での実験が多く、一般家庭内での飼い猫を対象にした研究はほとんど行われていない。Foreman-Worsley らも、猫の福祉を向上する研究において、一般家庭内の猫を対象にした研究は非常に不足していると指摘している (Foreman-Worsley *et al.*, 2019)。さらに、動物の健康福祉における重要な指標であると考えられるオキシトシン (Rault *et al.*, 2017) に着目した研究も行われていない。Kikusui らは、コルチゾール濃度およびオキシトシン濃度が、人と犬の相利共生関係の根底にある神経行動学的なメカニズムを理解するための鍵であると述べている (Kikusui *et al.*, 2019)。猫と飼い主を対象にした研究においても、彼らが築いている共生関係を理解し、その健康と福祉を促進させていくためには、一般家庭で飼育されている猫を対象にしたコルチゾール濃度、そしてオキシトシン濃度測定を行うことが必要であると考えられる。

猫の持つ縄張り性、単独狩猟といった生態的特性から、実験者が一般家庭に訪問して生理サンプルを採取することは、猫のストレスを誘発する可能性が高い。そのため、本研究では、飼い主自身でサンプル採取が可能な猫の尿に着目をした。これまで、猫の生理学的側面の分析において、尿を用いたコルチゾール濃度を定量化した研究が多く行われてきた (Carlstead *et al.*, 1993; Cauvin *et al.*, 2003; Rochlitz *et al.*, 1998)。しかし、これらの研究の多くは一般家庭ではなく、シェルターや動物病院の猫を対象にして実施されている。一般家庭内の猫を対象にコルチゾールを定量化した研究では、糞便 (Ramos *et al.*, 2013)、爪や毛 (Contreras *et*

*al.*, 2021) が対象とされているが、一般家庭の尿からコルチゾールを定量化した報告は 1 件 (Lichtsteiner & Turner, 2008) のみである。

また、尿サンプルからオキシトシンの測定が可能なことは、人 (Schaebbs *et al.*, 2021)、犬 (Schaebbs *et al.*, 2019) で検証されている。しかしながら、一般家庭の猫の尿中オキシトシンに着目をした研究は未だ行われていない。猫が飼い主と築いている愛着関係、それによってもたらされる健康増進効果を明らかにするためには、自由で自然な行動発現を可能とする一般家庭での猫のオキシトシン測定および分析が必要であるといえる。

そこで 2 章では、まず実験 1 として、研究室環境で飼育されている猫 6 頭を対象に実験を行う。6 頭の猫から収集した尿サンプルからオキシトシンおよびコルチゾール濃度の定量化を行い、猫と人の間で交わされる社会的相互作用との関連性を検討する。

そして実験 2 として、一般家庭で飼育されている猫を対象に実験を実施する。尿サンプルを飼い主自身に採取してもらうことで得られた尿サンプルから、尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度の定量化を行う。さらに、アンケートや愛着尺度を用いて、飼い主と猫が形成している関係性や、日常的に行われる相互作用が、尿中ホルモン濃度に及ぼす影響を検証する。

## 2.2 実験 1 研究室環境下の猫の尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度測定

### 2.2.1 方法

#### 2.2.1.1 倫理宣言

本研究は、ヘルシンキ条約に基づいて定義された東京農業大学の実験動物倫理委員会（承認番号：2020147）の承認の上で実施された。

#### 2.2.1.2 供試猫

東京農業大学、動物行動学研究室内で飼育されている避妊去勢済みの全 6 頭の雑種の個体（個体 A：雄、6 歳；B：雄、9 歳；C：雌、1 歳；D：雄、3 歳；E：雌、10 ヶ月；F：雄、2 歳）を供試猫として用いた。供試猫は全て同一の管理部屋（7×7 m）で飼育されており、自由に室内を移動し、飲水を行うことができ、人が居ない夜間のみ個体ごとにゲージに入れられた。実験期間中の給餌時間、給餌量は個体ごとに一定であり、実験期間中に変動することはなかった。

#### 2.2.1.3 尿中ホルモン濃度の測定

##### 2.2.1.3.1 尿サンプルの収集

本実験では、カテーテルなどの機器を使用せず、自然排尿を採取するという非侵襲的な採取方法を採用した。実験者は、猫が通液式の猫トイレに排尿したことを確認した後、トイレの下部トレーに溜まった尿を 2 ml のマイクロチューブに分注し、-20°C で凍結保管した。ホルモン濃度を測定する日にサンプルを解凍し、3,200 rpm、15 min、4°C の条件で遠心分離をしたのち、上澄み液を測定に使用した。

##### 2.2.1.3.2 尿中オキシトシンの定量化

オキシトシンは、Hyper Sep C18 カラム（3 ml/200 g, 608-303, Thermo Fisher Scientific, US）を用いた「固相抽出」により前処理が施された。固相抽出の手順は、過去に定量化の成功が報告されている論文を参考にした（Finkenwirth *et al.*, 2015; Nagasawa *et al.*, 2021）。C18 カラムは、メタノール（21929-23, ナカライテスク株式会社, 京都）3 ml を 3 度通液して活性化さ

せたのち、超純水 3 ml を 3 度通液させて中性化した。その後、尿サンプル 1 ml を通液し、1%トリフルオロ酢酸 (34833-05, ナカライテスク株式会社, 京都) を 3 ml、10%アセトニトリル (00430-25, ナカライテスク株式会社, 京都) を 3 ml、1 度ずつ通液して洗浄を行った。最後に、80%アセトニトリル 1 ml で溶出し、遠心濃縮機にて乾燥処理を行い、Kit 付属の Assay Buffer にて 1 ml に再構成したものを分析に用いた。固相抽出の手順は図 1 に図示された。

濃度測定は、DetectX® Oxytocin Enzyme Immunoassay Kit (K048-H5, Arbor Assays LLC, USA, goat anti-mouse IgG) を使用した (Leeds *et al.*, 2020; Wirobski *et al.*, 2021)。標準曲線は 16.38 から 10,000 pg/ml の範囲であり、感度は 17.0 pg/ml、検出限界は 22.9 pg/ml であった。吸光度測定は iMark マイクロプレートリーダー (BIO-RAD, 東京) にて、450 nm で実施された。プレート内の測定誤差である intra-assay CV は「全測定サンプルの%CV の平均値」によって表され、3.55%であった。プレート間の測定誤差である inter-assay CV は「各プレートの標準濃度における高濃度 (3,200 pg/ml) および低濃度 (50 pg/ml) の吸光度における全プレート間の%CV を平均したもの」 (Pedretti *et al.*, 2021; Stocker *et al.*, 2021) として表され、9.82%であった。

### 2.2.1.3.3 尿中コルチゾールの定量化

DetectX® Cortisol Enzyme Immunoassay Kit (K003-H5W, Arbor Assays LLC, USA, goat anti-mouse IgG) を使用し、96 穴プレートにてコルチゾール濃度を定量化をした (Brand *et al.*, 2016; Righi *et al.*, 2019)。尿サンプルは、マトリクス干渉を防ぐため、および算出される濃度を標準曲線内に収めるために、Kit に付属されている Assay Buffer を用いて 10 倍に希釈してから使用された。標準曲線は 50 から 3,200 pg/ml の範囲であり、感度は 27.6 pg/ml、検出限界は 45.4 pg/ml であった。吸光度測定は iMark マイクロプレートリーダー (BIO-RAD, 東京) にて、450 nm で実施された。intra-assay CV は 2.57%であり、inter-assay CV は 15.31%であった。

#### 2.2.1.3.4 尿中クレアチニンの定量化

尿サンプルは膀胱内に溜まっている尿量により濃度が変動するため、同サンプルのクレアチニン濃度も測定し、得られたコルチゾールおよびオキシトシン濃度の補正に用いた。クレアチニンの測定には、過去の文献 (Atwell *et al.*, 2015; Mitsui *et al.*, 2011; Toora & Rajagopal, 2002) を参考に Jaffe 法を用いた。尿サンプル、0.1 M 塩酸 (083-03435, 富士フイルム 和光純薬株式会社, 大阪) で溶解して作成した 1 mg/dl クレアチニン標準液 (033-04591, 富士フイルム 和光純薬株式会社, 大阪) をそれぞれ超純水にて 100 倍に希釈し、150  $\mu$ l を 2 つのウェルずつマイクロプレート (3881-096, 株式会社 三商, 東京) に滴下した。その後、2,4,6-トリニトロフェノール (205-08672, 富士フイルム 和光純薬株式会社, 大阪) および水酸化ナトリウム水溶液 (192-02175, 富士フイルム 和光純薬株式会社, 大阪) を全ウェルに 50  $\mu$ l 滴下し、プレートを 3 分間振動させた後、iMark マイクロプレートリーダー (BIO-RAD, 東京) にて、490 nm で吸光度を測定した。コルチゾールおよびオキシトシン濃度は、定量化されたクレアチニン濃度で割ることで、濃度補正 (コルチゾール: ng/mg  $\cdot$  cre, オキシトシン: pg/mg  $\cdot$  cre) が施された後に解析に用いられた。

#### 2.2.1.4 実験条件

実験期間は約 3 ヶ月間とし、期間内の猫の排尿を継続して採取した。猫の飼育管理は、東京農業大学、動物行動学研究室の室員が当番制で日毎 2 名ずつ実施した。また、飼育管理部屋への人の入退室は自由とし、人と猫の相互作用に制限は設けなかった。コルチゾール濃度の日内変動の影響を考慮するために、尿の採取は 8 時から 20 時までの 12 時間とした。

過去に行われた、人および犬の尿中オキシトシン濃度を定量化した研究によると、排尿後 1 時間以内に採取することが推奨されている (Schaebts *et al.*, 2021; 2019)。したがって、排尿が確認した際には、速やかに採取を実施した。なお、保管に 1 時間以上を要してしまったサンプルは、オキシトシンの分析に使用せず、コルチゾールの分析にのみ使用した。



### 2.2.1.5 行動解析

尿採取期間中の、猫と人の相互作用場面は、飼育管理部屋の隅に設置された4台の監視カメラ（ワイヤレス防犯カメラ, ZXL0002, Hiseeu Inc, China）にて撮影された。解析対象とする相互作用は、ビデオデータにて確実に定量化が可能である「接触」および「遊び」のみとした。「接触」を判断する基準として、人からの愛撫や抱擁などにより「猫の身体に人の身体が触れていること」とした。「遊び」は、人が遊び道具を操作している場面において「猫がそれに反応して接近する、もしくは前肢で接触を試みること」と定義した。

解析対象とする時間は、各尿サンプルにおいて、猫が排尿した瞬間を起算時間とし、その「直前1時間」とした。行動解析手法は、5秒間隔の1-0サンプリング法を採用した（Eriksson *et al.*, 2016）。この方法は、解析対象である1時間を5秒毎の時間枠に区切り、それぞれの5秒以内に行動が観察された場合は「1」、観察されなかった場合は「0」として数値化していく方法である。

また猫の排尿前1時間の活動状況を把握するために、首輪に取り付ける形式の活動計 Plus Cycle（JARMeC, 神奈川, 日本）を用いた。機械には三次元加速度計と気圧センサーが搭載されており、1分ごとの「運動量」および「昇回数（ジャンプ数）」が記録される。機械の大きさは、直径27 mm、厚さ9.1 mm、重さは9 gであり、得られた数値に対する信頼性は既に検証されている（Yamazaki *et al.*, 2020）。

### 2.2.1.6 統計解析

全ての統計解析は、BellCurve for Excel（株式会社 社会情報サービス, Japan）で実施された。尿中コルチゾールおよびオキシトシン濃度と、行動解析で数値化された「接触」および「遊び」、活動計から得られた「運動量」「昇回数」との相関関係を検証するために、スピアマンの順位相関係数検定を使用した。

### 2.2.2 結果

6頭の猫から合計184の尿サンプルが収集され、解析対象となった（供試個体：サンプル数、A：30、B：27、C：31、D：33、E：31、F：32、表1）。また、サンプルごとの尿中オキシトシン濃度およびコルチゾール濃度と、接触および遊び相互作用の頻度との相関関係を検証した（表2）。その結果、オキシトシン濃度と遊び頻度の間に、個体Aでは正の相関関係（ $r_s = 0.48$ ,  $P < 0.05$ , 表2）が、個体Cでは負の相関関係（ $r_s = 0.71$ ,  $P < 0.01$ , 表2）が確認された。コルチゾール濃度においては、有意な相関関係は観察されなかった。また一方で、活動計から得られた運動量および昇回数と尿中ホルモン濃度の間に有意な相関関係は観察されなかった。

## 2.3 実験 2：一般家庭環境下の猫の尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度測定

### 2.3.1 方法

#### 2.3.1.1 飼育猫

Social Network Service (Twitter および Facebook) を通じて募集された一般家庭 30 件、合計 49 頭の飼育猫およびその飼い主を対象に実験を実施した。飼い主は、メールおよび書面にて事前に実験内容が説明され、理解および納得した上で実験に参加した。本実験では、猫が家庭内環境に馴致している状態の尿中ホルモン濃度を定量化するために、家庭内で飼育を初めて 4 ヶ月以上が経過している猫のみを対象とした (Ramos *et al.*, 2013)。

#### 2.3.1.2 尿中ホルモン濃度の測定

##### 2.3.1.2.1 尿サンプルの収集

猫の飼い主は、最低 3 日間の実験期間中、継続的に尿の採取を実施した。尿はスポイトで 15 ml の遠沈管に分注され、 $-20^{\circ}\text{C}$  で家庭内の冷凍庫に保管された。飼い主は、事前に郵送されている「尿採取時間の記録表」にて、排尿を保管した時間と、猫が排尿した時間（もしくは推定の排尿時間）を記録してもらった。冷凍輸送を経て研究室に届いた後、ホルモン濃度を測定する日までまた  $-20^{\circ}\text{C}$  で保管を続けた。測定日に解凍し、3,200 rpm、15 min、 $4^{\circ}\text{C}$  の条件で遠心分離をしたのち、上澄み液を測定に使用した。

##### 2.3.1.2.2 尿中ホルモン濃度の定量化

採取した猫の尿サンプル中のコルチゾール濃度およびオキシトシン濃度、またクレアチニンの測定に関しては、実験 1 と同様の手順で行った。オキシトシンにおいては intra-assay CV は 2.86% であり、inter-assay CV は 9.71% であった。コルチゾールにおいては intra-assay CV は 2.74% であり、inter-assay CV は 19.58% であった。

#### 2.3.1.3 アンケート

##### 2.3.1.3.1 事前アンケート

被験者は Google Forms にて作成されたオンライン上の「アンケート」に回答をした。アンケートは、家庭環境（家庭内の人数、飼育頭数）、個体特性（年齢、飼育期間、体重）、そ

して飼い主と猫の日常的な相互作用の頻度についての質問を 5 および 6 段階リッカート尺度にて実施した。質問は 2 種類に分けられ、飼い主が主体的に行うものと、猫が主体的に行うものとした。

### **2.3.1.3.2 Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS)**

LAPS は、ペットに対する愛着度を数値化する尺度である (Johnson *et al.*, 1992)。23 の質問項目 (例: ペットは家族の一員だと思いますか?) に対して 4 段階 (とてもそう思う、思う、思わない、全くそう思わない) で回答し、69 点満点で数値化した。

### **2.3.1.3.3 Feline Five**

Feline Five は、猫の性格傾向を「神経症傾向 (周囲の人や猫との関わりでストレスを受けやすい)」「外向性 (好奇心が強く、刺激を求める)」「支配性 (我が強く、攻撃性が高い)」「衝動性 (環境適応が苦手で、ストレスを感じやすい)」「愛情深さ (社会性が高く、人や他の猫と仲良くできる)」の 5 因子についてそれぞれ数値化できる尺度である (Litchfield *et al.*, 2017)。49 の形容詞に関する質問項目 (例: あなたの猫は我慢強いですか?) で構成され、回答方法は 7 段階リッカート尺度 (とてもそう思う-全くそう思わない) とした。5 種類の性格傾向に該当する質問の結果をそれぞれ集計し、5 種類の性格傾向を得点化した。

### **2.3.1.4 行動記録**

実験 1 と同様に、活動計 Plus cycle (JARMeC, 神奈川, 日本) を用いた。実験期間中の猫の運動量および昇回数 (ジャンプ数)、睡眠量を算出した。本実験に参加した猫のうち、機械の取り付けに対して大きなストレス反応を示さなかった猫のみを対象とし、行動記録を実施した。

### 2.3.1.5 実験条件

通常時の猫の生理状態をホルモンから定量化するために、実験は、動物病院への通院、家の工事などの大規模な飼育環境の変化、新規の猫の飼育の開始などが、尿の採取日が重ならない日程で実施した。実験者の訪問による猫への影響を避けるために、飼い主自身にサンプル採取を依頼し、実験開始日までに実験道具一式を被験者の住居に郵送した。実験道具の内容は、「尿を採取するために必要なスポイトや保管用遠沈管」「尿採取時に記入する時間記録表」「3日間の行動記録表」「猫の活動計（Plus Cycle）」であった。

尿採取期間が終了したのち、実験道具および尿サンプルは、ヤマト運輸株式会社による冷凍集荷サービスを経由して東京農業大学の動物行動学研究室まで輸送された。ホルモン定量化を行う日まで、尿サンプルは最大で3ヶ月間-20℃で冷凍保管された。

### 2.3.1.6 統計解析

全ての統計解析は、BellCurve for Excel（株式会社 社会情報サービス, Japan）で実施された。オキシトシン濃度においては、1時間以内に凍結保管したサンプルと、それ以上時間が経過したサンプルの間の濃度を比較をするためにマンホイットニーのU検定を使用した。また、個体ごとの全尿サンプルから、オキシトシンおよびコルチゾールの「平均濃度」を算出して解析に用いた。また、個体ごと生理状態の「安定性」を数値化するために、全尿サンプルの標準偏差を平均値で除することで「変動係数」を算出した。

オキシトシンおよびコルチゾールの「平均濃度」および「変動係数」において、雌雄による差異を確認するためにマンホイットニー検定を使用した。また、事前アンケートから得られた回答結果をもとに、飼い主と猫の相互作用の頻度を主成分分析にかけ、主成分得点を算出した。その主成分得点や、家庭環境（家庭内の人数、飼育頭数）、個体特性（年齢、飼育期間、体重）、5種類の性格傾向、尿採取期間の「運動量」および「昇回数」に対する、尿中

オキシトシンおよびコルチゾールの個体別「平均濃度」および「変動係数」との相関関係を調べるために、スピアマンの順位相関係数を使用した。

### 2.3.2 結果

49頭の猫から、合計316のサンプルが得られた。多頭飼育により尿サンプルの混尿が疑われる3頭、避妊去勢手術を行っていない2頭、尿中ホルモン濃度に影響を及ぼす可能性のある泌尿器に関連した疾患（腎臓病など）をもつ8匹の猫は解析対象外とし、合計36頭の猫の全231尿サンプルをコルチゾールの解析対象とした（図2, 表3）。また、尿中オキシトシンは、室温環境では60分以内に凍結保管することが推奨されているため（Schaebs *et al.*, 2021; 2019）、1時間以内に凍結保管ができた全尿サンプル（ $269.05 \pm 159.76$  pg/mg・cre, n=55）と、1時間以内に採取できなかった全尿サンプル（ $211.03 \pm 123.86$  pg/mg・cre, n=176）の比較をした結果、有意差が確認された（ $P < 0.05$ , 図3）。したがって本研究では、1時間以内に採取できなかったサンプルは解析から除外し、合計32頭の猫の全176尿サンプルをオキシトシンの解析対象とした（図2, 表4）。オキシトシンの平均濃度は $264.38 \pm 82.10$  pg/mg・cre、変動係数は0.31であり、コルチゾールの平均濃度は $3.96 \pm 1.24$  ng/mg・cre、変動係数は0.30であった。オキシトシンおよびコルチゾールの平均濃度および変動係数において、雌雄間での有意差は見られなかった。

アンケートから得られた回答結果をもとに主成分分析を実施し、まず、「飼い主が主体となって行う相互作用」の質問群の主成分を定量化した。解析に用いる主成分の基準は「固有値が1以上かつ累積寄与率が60%を超えている」とし、3つの主成分（以下、人—主成分1、人—主成分2、人—主成分3）が抽出された（表5）。また、「飼い猫が主体となって行う相互作用」の質問群に対しても同様の基準で主成分分析を実施し、4つの主成分（以下、猫—主成分1、猫—主成分2、猫—主成分3、猫—主成分4）が抽出された（表6）。それぞれの主成分得点が解析に用いられた。

オキシトシンおよびコルチゾール濃度の平均濃度および変動係数と、猫の5つの性格傾向、飼い主との相互作用の主成分得点、家庭環境（家庭内の人数、飼育頭数）、個体特性（年齢、飼育期間、体重）、活動量（運動量、昇回数、睡眠量）、との間で相関関係が確認された

(表 7,8)。人—主成分 1 と、オキシトシンの平均濃度 ( $r_s = 0.43, P < 0.05$ ) および変動係数 ( $r_s = 0.37, P < 0.05$ )、猫—主成分 2 とオキシトシンの変動係数 ( $r_s = 0.47, P < 0.01$ ) の間に正の相関関係が示された。コルチゾールの変動係数においては、人—主成分 1 と正の相関関係 ( $r_s = 0.39, P < 0.05$ ) が示された。また、飼育頭数は、オキシトシンの変動係数 ( $r_s = 0.57, P < 0.01$ ) および人—主成分 1 ( $r_s = 0.39, P < 0.05$ )、コルチゾールの変動係数 ( $r_s = 0.39, P < 0.05$ ) および人—主成分 1 ( $r_s = 0.45, P < 0.01$ ) と正の相関関係を示した。

5 種類の性格傾向とホルモン濃度の間に相関関係は観察されなかったが、性格傾向と人および猫の主成分との間に相関関係が確認された。オキシトシン濃度においては、人—主成分 1 と衝動性の間に ( $r_s = -0.35, P < 0.05$ )、猫—主成分 2 と外向性 ( $r_s = -0.47, P < 0.01$ )、支配性 ( $r_s = -0.44, P < 0.01$ )、衝動性 ( $r_s = -0.38, P < 0.05$ ) の間に負の相関関係が示された。コルチゾール濃度においては、猫—主成分 2 と、外向性 ( $r_s = -0.47, P < 0.01$ )、支配性 ( $r_s = -0.45, P < 0.01$ )、衝動性 ( $r_s = -0.36, P < 0.0$ ) の間に負の相関関係がみられた。

また、2 章実験 2 で確認された有意な相関関係の相関図を、オキシトシン (図 4) およびコルチゾール (図 5) それぞれで図示した。



## 2.4 考察

### 2.4.1 オキシトシン濃度の定量化

実験 1 の結果として、研究室環境下で飼育されている 6 頭の猫から尿サンプルを収集し、固相抽出により尿中オキシトシン濃度を定量化することができた。そして実験 2 でも、同様の抽出法を用いることで、一般家庭で暮らす猫の尿中オキシトシン濃度を明らかにすることができた。猫の「縄張り性」の生態的特性の影響により、これまで、一般家庭の猫の生理学的な側面を定量化した研究の数は少なかった。オキシトシンにおいては、血液 (Bienboire-Frosini *et al.*, 2017) や尿 (Nagasawa *et al.*, 2021) における小数の報告があるものの、これらの研究も一般家庭ではない実験環境下の猫を対象として実施されている。しかしながら、研究所やシェルター、動物病院のような特殊な環境下の猫を対象とした研究の結果は、そのまま一般家庭猫に置き換えて解釈することは難しい。そのため、猫が最もリラックスし自然な行動を呈することができる一般家庭環境下での猫を対象とした実験実施を試みない限り、より自然で正確な猫の生理学的状態を定量化することはできないと考えられる。

オキシトシンは血流に乗って末梢で作用するだけでなく、神経伝達物質として中枢神経系にも作用し、生体の恒常性の維持において重要な役割を果たしている (Scatliffe *et al.*, 2019)。さらに、オキシトシンは愛着形成から健康増進まで、心身の多様な機能に関与が示唆されていることから、犬 (Handlin *et al.*, 2011; Nagasawa *et al.*, 2015; 2009; Powell *et al.*, 2019; Powell *et al.*, 2020) をはじめ、馬 (Lansade *et al.*, 2018)、豚 (López-Arjona *et al.*, 2020)、ゴリラ (Leeds *et al.*, 2018) に至るまで、多くの動物種で定量化が試みられている。そして、オキシトシンは動物の健康福祉を評価する上で重要な指標になり得ると考えられている (Rault *et al.*, 2017)。本研究は、これまで困難であった一般家庭環境下における猫の尿からオキシトシンを定量化することができたことは初の成果であり、今後、猫の生理学的な健康および福祉の向上を目指した研究を発展させる上で、有用な手法と情報を提供しうるものと考えられる。

#### 2.4.2 オキシトシン濃度の上昇をもたらす人との相互作用

実験 1 では、各尿サンプルの直前 1 時間の、猫と人の間で行われる「接触」および「遊び」の相互作用の頻度を数値化した。ホルモン濃度と同様に、6 頭の供試猫の間で相互作用の頻度には個体差が確認された。そして、個体ごとで相互作用の頻度とオキシトシン濃度との相関関係は確認されたものの、正および負の相関関係が混同しているなど、一貫性が得られない結果となった。撫でることや声をかけるといった接触および聴覚を介した相互作用は、猫と人の関係性を数値化する尺度 (Iren *et al.*, 2021; Howell *et al.*, 2017) の質問項目としても採用されているように、多くの飼い主にとって一般的な行為である。一方で、それらの相互作用が行われる頻度自体は、猫の個体ごと、さらには飼い主と猫の関係性ごとに多様であると言える。さらに実験 1 では、研究室環境において猫と人の相互作用の頻度を数値化したのが、一般家庭のように特定の人間が相互作用を行うわけでないことから、猫に対して生じる影響は非常に多様なものであったと考えられる。これらのことから、相互作用とオキシトシン濃度に明確で一貫性のある関連性が観察されなかったと推察でき、人と猫との関係を分析する上で、実社会的な側面からの再現性をもった結果を導き出すためには、多人数との接触が可能な環境下で飼育される猫を対象とした条件が適さないことが示唆され、ますます一般家庭環境下での飼い主と飼い猫を対象とする研究が求められる。

一方で、一般家庭の猫を対象とした実験 2 では、飼い主と飼い猫の間で行われる日常的な相互作用場面の頻度をアンケートから数値化し、オキシトシン濃度との関連性を検証した。その結果、飼い主が猫に対して主体的に行う、接触や音声を介した相互作用により、オキシトシンの平均濃度および変動係数が高まることが明らかとなった。人の乳児を対象とした研究では、母親からの触覚および聴覚的刺激が、乳児の健康状態に多大な影響を及ぼすことが知られている (Hane *et al.*, 2019)。さらに、それらの健康増進効果にはオキシトシン分泌が関わっていることも明らかになりつつある。例えば、接触を介した相互作用によって人のオキシトシン濃度が上昇し、それに伴いストレスの低下や幸福感の減少といった健康増進効果

が生じることが知られている (Uvnäs-Moberg *et al.*, 2015; Walker *et al.*, 2017)。また、母親が早産の子供に対して話しかけることで、痛みが減少し、オキシトシン濃度が上昇するなど (Filippa *et al.*, 2021)、母親が幼児に対して行う音声コミュニケーションの重要性が明らかになりつつある (Filippa *et al.*, 2019; Saliba *et al.*, 2020)。

猫を対象にした研究においても、人からの声や接触刺激により、猫のストレスの低下や、免疫機能の向上、疾患の罹患リスクの低下が生じることが分かっている (Burns *et al.*, 2020; Gourkow *et al.*, 2014a; 2014b; Gourkow & Phillips, 2016; Liu *et al.*, 2020; Rehnberg *et al.*, 2015)。すなわち、人の母子間と同様に、飼い主と猫が交わし合う触覚および視覚的相互作用は、猫の健康状態に多大な影響を与えていると考えることができる。猫は、社会的な絆を深める目的で、他の猫個体に対してグルーミングやラビング行動を行うことが知られており、この行為はアログルーミングおよびアロラビング行動と呼ばれる。そして、このアログルーミングおよびアロラビング行動は、猫と人の間でも同様の目的で行われると考えられており (Bernstein, 2006)、人から積極的に愛撫されることは、猫にとって飼い主との社会的な絆、特に愛着関係の形成を促進するための重要な行為として認識されていることが伺える。また、猫は飼い主の声を識別し (Saito & Shinozuka, 2013)、自身の名前も認識している (Saito *et al.*, 2019) ことから、飼い主から話しかけられ、名前を呼ばれることを、他の音声刺激とは区別して特別な刺激として認知していることが示唆される。これらのことから、飼い主と猫との社会的な関係性および相互作用は、明らかにオキシトシンの変動と関連しており、猫が特別な行為と認識しうる飼い主からの接触や音声刺激は、猫の尿中オキシトシン濃度の上昇を促進することが明らかとなった。これは、猫と飼い主が形成している愛着関係、そしてそれに伴って生じる猫の健康増進効果の発生メカニズムの一端を示すものと考えられる。

また、飼育期間と人—主成分 1 に負の相関関係が確認された。すなわち、飼い主と暮らし始めた期間が短い猫に対して飼い主は頻繁に音声および接触を介した社会的コミュニケーションを取る傾向にあり、それがオキシトシン濃度の上昇をもたらすという関係性が観察され

た。これは、猫と飼い主が形成する社会的関係性の形成の一端にオキシトシンが関わっていることを示唆している。

動物は家畜化される過程で、野生原種から、毛色などの外貌的側面、人に対する恐怖や攻撃性といった気質的特性が変化するとともに、免疫系や神経系、行動に関与する遺伝子にも変化が生じることが知られている (Trut *et al.*, 2009; Wright *et al.*, 2015)。Kikusui らは、コルチゾールおよびオキシトシンは、人と犬の相利共生関係の根底にある神経行動学的なメカニズムを理解するための鍵であると述べており、狼と比べて、家畜化された犬の平均的なコルチゾールおよびオキシトシン濃度は低いことを指摘している (Kikusui *et al.*, 2019)。また興味深いことに、人との相互作用によってオキシトシン濃度が上昇するという変動は、狼ではなく、犬でのみ観察されることが知られている (Nagasawa *et al.*, 2015)。他の研究においても、社会的関係性の形成のメカニズムとしてオキシトシンの存在が指摘されており (Olf *et al.*, 2011)、犬と飼い主が相互に及ぼし合うオキシトシン濃度への影響が、両者の社会的関係性を形成する鍵であると考えられている (Marshall-Pescini *et al.*, 2019)。

猫と飼い主の間では、その社会的関係性の形成においてオキシトシンの授受による関与は確認されていない。一方で、猫が飼い主に愛着を抱き、社会的関係性の1つである愛着関係を形成することは、行動実験からは明らかになっている (Edwards *et al.*, 2007, Vitale *et al.*, 2019) ものの、愛着形成の生理学的なメカニズムまでの検証には至っていない。しかしながら、犬だけでなく猫も、社会的行動や攻撃性の制御、ストレス処理などの多様な機能を有するオキシトシンおよびアルギニンバソプレシン系の遺伝子が、野生原種であるリビアヤマネコから変化していることが明らかとなっている (Fam *et al.*, 2018)。そして本研究の結果より、飼い主と暮らし始めて比較的日子が浅い猫は、飼い主との相互作用をより積極的に行うこと、そしてこうした音声と接触コミュニケーション行動がオキシトシン濃度の上昇を促進させることを明らかとした。この結果は、尿中オキシトシン濃度が高い個体は、飼い主との接触コミュニケーションを許容し、それに従事する傾向にあることを示唆している。すなわち、

猫の個体別オキシトシン平均濃度が、「人に対する親和性」を評価する指標軸として機能している可能性が挙げられる。一般家庭の猫の尿中オキシトシン濃度の定量化に成功した本研究は、猫が飼い主と良好な社会的関係性を築くことができるか否かの評価指標におけるオキシトシン濃度の重要性を初めて明らかにしたと考えられ、行動生理学的側面の検証から猫と飼い主の社会的関係性の形成メカニズムを説明しうる初の知見であるといえる。

### 2.4.3 オキシトシンおよびコルチゾール濃度と性格傾向の関連性

猫の性格傾向は、猫の福祉を向上することを考えた上で、考慮すべき重要な要素になると考えられている (Amat *et al.*, 2016; Travník *et al.*, 2020)。したがって本研究では、猫の性格傾向を 5 種類の要素に分解して評価する Feline Five を使用し、猫の尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度との関係性を検討した。しかし、これらの間において有意な関連性は見られなかった。これまで、猫の性格傾向に関する研究は度々行われてきたが、コルチゾール濃度と性格傾向に直接的な関連性は見られないことが複数報告されており (Ellis *et al.*, 2021; Fukimoto *et al.*, 2020; Ramos *et al.*, 2013)、本研究の結果と一致している。これは、Feline Five で使用される質問が、例えば「あなたの猫は我慢強い性格だと思いますか?」といったように、行動的特徴の表現よりも気質特性を強く表した内容になっていることが理由の 1 つとして考えられる。すなわち、Feline Five は、気質から生じる具体的な行動、さらには飼い主との相互作用場면을重視して構成されていない可能性も考えられ、本研究においてもコルチゾール濃度ならびにオキシトシン濃度との明確な関連性が確認できなかったといえる。

そこで、猫と飼い主の相互作用における主成分と 5 種類の性格傾向との間の相関関係を確認した結果、外向性、支配性、衝動性と、猫—主成分 2 に有意な負の相関関係が確認された。猫—主成分 2 では、「飼い主の近くで過ごす」が正の主成分負荷量を、「ご飯を要求して鳴く」「ご飯以外の何かを要求して鳴く」が負の主成分負荷量を示している。したがって、外向性、支配性および衝動性の高い気質を持つ猫は、飼い主と物理的な距離を取り、要求に伴う音声コミュニケーションを頻繁に行う事が明らかとなった。また、この猫—主成分 2 は、

オキシトシンの変動係数と負の相関関係が示された。すなわち、飼い主との物理的な距離が近く、音声コミュニケーションが少ない傾向の気質を有する猫は、オキシトシン濃度の変動が大きいことが明らかとなった。

猫が発する音声には約 21 種類のレパートリーが存在しているが、同種の個体間で使用される音声と、人に対して発する音声には明確な違いが存在している (Tavernier *et al.*, 2020)。特に Meow と呼ばれる種類の音声は、同種間ではなく、人を対象にした相互作用場面で頻繁に使用され、人の注意を引きつける目的で使用される (Tavernier *et al.*, 2020)。さらに、野良猫とコンパニオン・アニマルの猫の間でも、発する Meow の音声が異なることが知られており (Yeon *et al.*, 2011)、人に対して発する Meow は、猫が人に家畜化されて共生関係を築いていく過程で、人とのコミュニケーションをより円滑にするために発達させてきた発声能力であると考えられている。

Litchfield らによる猫の性格傾向分析において、支配性が高い猫は、人や他の猫に対して攻撃行動を取る傾向にあり (Litchfield *et al.*, 2017)、人や他の猫をコントロール下に置きたがる気質を有すると言える。本研究の結果と合わせて考えたとき、このような気質を持つ猫は、飼い主と一定の距離を取りつつ、音声コミュニケーションを活用して飼い主をコントロールしようとする行動特性が比較的強く、オキシトシン濃度の変動が安定していることがわかる。その一方で、外向性、支配性、衝動性が低く、飼い主との物理的距離が近い、すなわち飼い主に対して比較的従属的な気質特性をもつ個体は、飼い主との関わりによってオキシトシンをはじめとする生理学的な影響をより受けるものと考えられる。変動係数は上昇と下降の両方を包含した数値であるため、ホルモン濃度への影響の方向性について明確な言及はできない。しかしながら、猫の気質は、明らかに猫の尿中のオキシトシン濃度に影響を及ぼすことが示唆され、今後の猫の生理的側面に着目した研究において配慮すべき個体特性であると考えられる。

#### 2.4.4 オキシトシンおよびコルチゾール濃度と多頭飼育の関連性

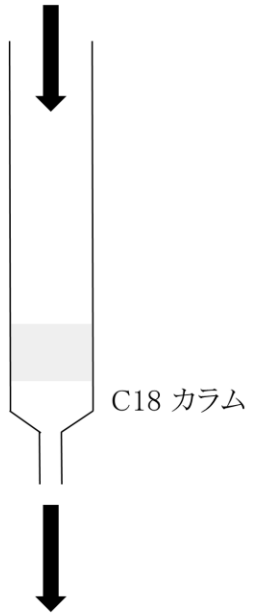
元来「単独性」という生態特性を持っていた猫にとって、単頭と多頭の飼育のどちらが健康に良い影響をもたらすかは、まだ議論の最中である (Finka & Foreman-Worsley, 2021)。例えば、多頭飼育の家庭では猫同士の攻撃行動による喧嘩が生じる可能性があり、猫の健康を損ねる原因となる (Ramos *et al.*, 2019)。しかし一方で、多頭飼育の家庭で暮らす年齢の若い猫は、糞中コルチゾール濃度が低いことが明らかとなっている (Ramos *et al.*, 2013) など、行動と生理の両側面からの一貫した結論は出ていない。また、猫の飼育頭数は、猫の疾患の罹患リスク (Roberts *et al.*, 2020) や尿中のコルチゾール濃度 (Lichtsteiner & Turner, 2008) には影響を及ぼさないという報告もある。本研究では、多頭飼育の家庭の猫の尿中コルチゾールおよびオキシトシン濃度の変動係数が高いことが明らかとなった。さらに、飼育頭数が多いほど人—主成分 1 の数値も大きいことも確認された。これらのことから、猫を多頭で飼育する家庭では、飼い主から猫に対して行う触覚や聴覚を介したコミュニケーションの頻度が多く、それがコルチゾールおよびオキシトシン濃度に変動をもたらすことが示唆された。しかしながら、平均濃度との関連性は見られなかったことから、多頭飼育はホルモン濃度の増加および減少いずれかに作用する因子であると考えられる。

明確な結論は出せないものの、猫の多頭飼育は、人との関わり方と猫の生理反応と健康に影響を及ぼしうる重要な環境および社会的要素であることが明らかとなった。また、単純な飼育頭数ではなく、一緒に暮らす猫と猫同士の関係性が、健康に影響をもたらす大切な要素であるとも言及されている (Roberts *et al.*, 2020)。今後、同居猫との関係性にも焦点を当てたさらなる研究によって、一般家庭内の飼育猫の生理状態をより正確に捉え、飼い主との関わりとの関連性をより明確に示すことにつながると考えられる。

## 2.5 図表

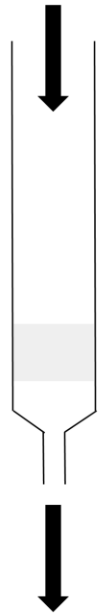
### 1. 活性化

メタノール 3ml × 3  
超純水 3ml × 3



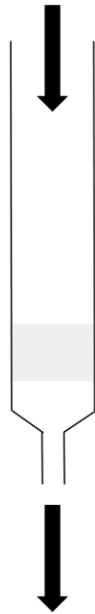
### 2. 試料添加

尿サンプル 1ml



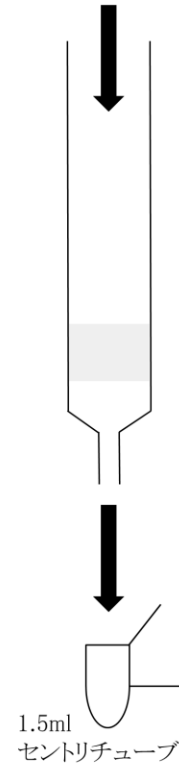
### 3. 洗浄

1%トリフルオロ酢酸 3ml  
10%アセトニトリル 3ml



### 4. 溶出

80%アセトニトリル 1ml



5. 遠心濃縮  
水分を飛ばす

### 6. 再構成

Assay Buffer

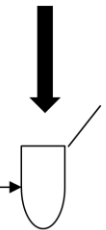


図1. 尿中オキシトシンの固相抽出手順



表1. 猫の尿中ホルモン濃度、相互作用の頻度、活動量の個体別平均値

	オキシトシン		コルチゾール		相互作用 (n.u.)		活動量	
	(pg/ml · Cre)	n	(ng/ml · Cre)	n	接触	遊び	運動量 (n.u.)	昇回数 (回)
A	468.92 ± 143.67	20	3.45 ± 0.89	30	49.66 ± 81.52	1.75 ± 4.29	559.41 ± 246.09	4.38 ± 3.54
B	1336.64 ± 670.20	18	2.99 ± 0.95	27	42.00 ± 62.30	0.86 ± 2.51	443.64 ± 150.41	5.29 ± 5.20
C	836.38 ± 372.63	22	7.71 ± 2.79	31	31.67 ± 40.84	12.24 ± 18.10	1035.85 ± 277.16	9.24 ± 5.05
D	245.85 ± 123.36	24	2.57 ± 0.82	33	15.03 ± 17.53	5.09 ± 10.04	825.27 ± 284.18	12.58 ± 8.65
E	451.45 ± 148.82	25	14.94 ± 4.21	31	22.97 ± 15.81	13.26 ± 24.20	950.23 ± 249.93	10.84 ± 4.99
F	298.25 ± 134.10	23	3.69 ± 1.07	32	54.24 ± 63.33	5.58 ± 10.20	715.47 ± 313.72	5.18 ± 3.67

表中の数字は平均値および標準偏差を示す。nは使用されたサンプル数を示す。

表2. 猫の尿中ホルモン濃度と相互作用の頻度および活動量の相関関係

	個体No.	接触	遊び	運動量	昇回数
オキシトシン	A	0.05	<b>0.48 *</b>	0.40	-0.12
	B	0.25	0.04	0.13	0.10
	C	0.13	<b>-0.71 **</b>	0.01	0.19
	D	-0.06	-0.22	0.05	-0.13
	E	-0.01	-0.15	-0.13	0.08
	F	-0.04	-0.10	0.16	0.09
コルチゾール	A	-0.11	0.34	0.30	0.25
	B	0.17	0.10	0.20	0.33
	C	-0.21	0.08	0.26	0.26
	D	0.25	0.03	0.26	0.10
	E	-0.21	-0.30	0.01	0.04
	F	-0.19	-0.15	-0.14	0.31

表中の数字は順位相関係数(rs)を示す。\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

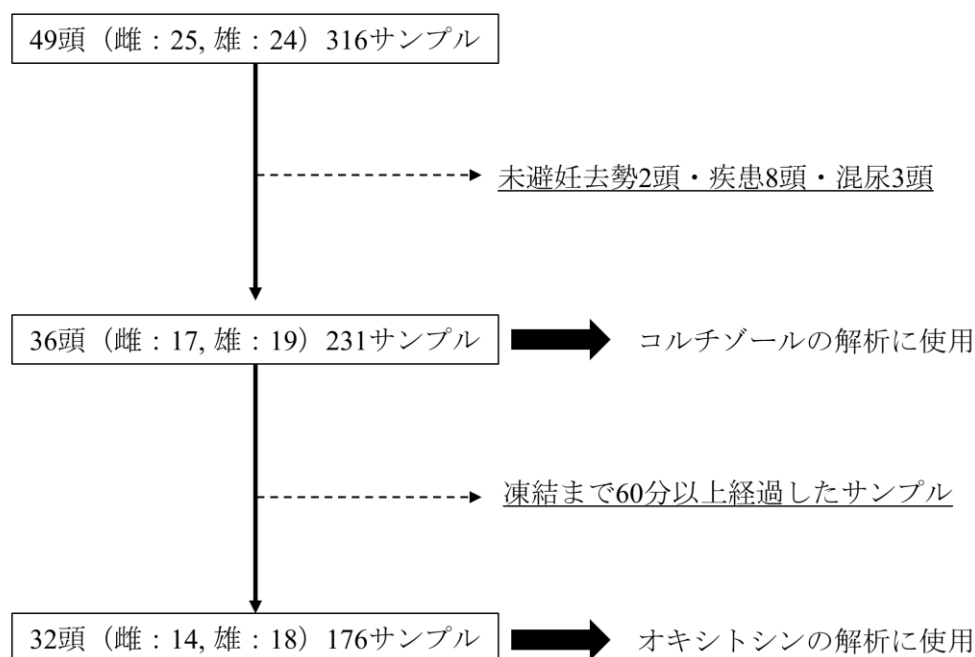


図2. コルチゾールおよびオキシトシンの解析に使用するサンプルの選別フロー図

表3. 一般家庭下飼育猫におけるコルチゾール濃度

個体No	尿サンプルNo											平均	標準偏差	変動係数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	2.02	1.47	1.93	1.95	2.57	2.34	2.12						2.06	0.35	0.17
2	2.47	2.53	2.82	2.12									2.49	0.29	0.12
3	5.05	2.94	2.02	3.13	3.67	3.76							3.43	1.01	0.30
4	4.62	2.14	2.53	1.78	1.80	2.45	3.91						2.75	1.10	0.40
5	3.20	1.95	2.04	2.46	2.20	3.32	4.52						2.81	0.93	0.33
6	3.65	3.53	1.97	3.30	3.07	2.34							2.98	0.68	0.23
7	7.31	4.90	7.65	5.15									6.25	1.43	0.23
8	5.00	3.99	4.01										4.34	0.58	0.13
9	2.09	2.42	2.15	2.37									2.26	0.16	0.07
10	3.01	2.31	2.34	3.55	2.68								2.78	0.52	0.19
11	4.34	4.06	4.96	7.36	4.52	4.49							4.95	1.22	0.25
12	5.06	4.82	3.81	3.25	6.32	4.83	4.45	3.99	5.86	5.72	4.02		4.74	0.95	0.20
13	7.31	8.84	8.13	6.08	8.33	5.39	3.70						6.82	1.85	0.27
14	2.19	3.54	9.37	1.78									4.22	3.52	0.83
15	2.75	2.22	1.26	1.70									1.98	0.64	0.33
16	2.37	2.77	2.04	3.17	2.08								2.49	0.48	0.19
17	4.88	9.08	4.44	3.72	2.96	5.35							5.07	2.14	0.42
18	4.88	5.08	4.55										4.84	0.27	0.06

表3. (続き)

個体No	尿サンプルNo											平均	標準偏差	変動係数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
19	10.55	3.37	11.72	12.42	8.61	5.55	8.38	7.60	6.54	6.76	7.30	8.07	2.69	0.33
20	1.80	1.95	2.93	2.27	2.70	2.01	3.58					2.46	0.64	0.26
21	4.62	3.01	7.20	2.30	3.55	6.16	5.21	6.56	7.65	2.17		4.84	2.03	0.42
22	4.35	10.70	14.45	10.72	5.22	7.26						8.78	3.85	0.44
23	2.85	4.00	3.98	2.28	3.42							3.31	0.74	0.23
24	3.91	2.42	2.34	4.66	2.06	2.80	1.32					2.79	1.14	0.41
25	2.42	3.24	2.86	2.29	3.42							2.85	0.49	0.17
26	9.80	4.76	5.02	6.62	9.65	7.85	4.08					6.83	2.34	0.34
27	1.55	1.93	1.79	1.48	1.98	2.73	2.05	1.73	2.31	1.16		1.87	0.44	0.24
28	1.66	2.22	1.93	2.88	3.43	1.96	2.05					2.30	0.63	0.27
29	2.22	5.72	5.68	7.24	5.77	4.85						5.24	1.67	0.32
30	5.44	5.70	1.86	5.62	4.88	4.58						4.68	1.45	0.31
31	2.28	1.68	1.89	5.99	2.87	2.98						2.95	1.58	0.54
32	0.52	6.62	3.42	3.33	6.53	3.31						3.95	2.31	0.58
33	4.23	3.25	3.67	3.46	4.63	3.42	4.35					3.86	0.54	0.14
34	2.40	1.39	3.07	1.52	2.92	1.56	2.81	1.78				2.18	0.69	0.32
35	4.03	3.58	3.68	10.77	3.85	3.93	4.03					4.84	2.62	0.54
36	3.48	3.95	2.90	4.92	3.88	2.94	2.13	3.23	2.17	3.58	3.38	3.32	0.80	0.24

表内のコルチゾール濃度の単位はすべて ng/mg・Cre とした。

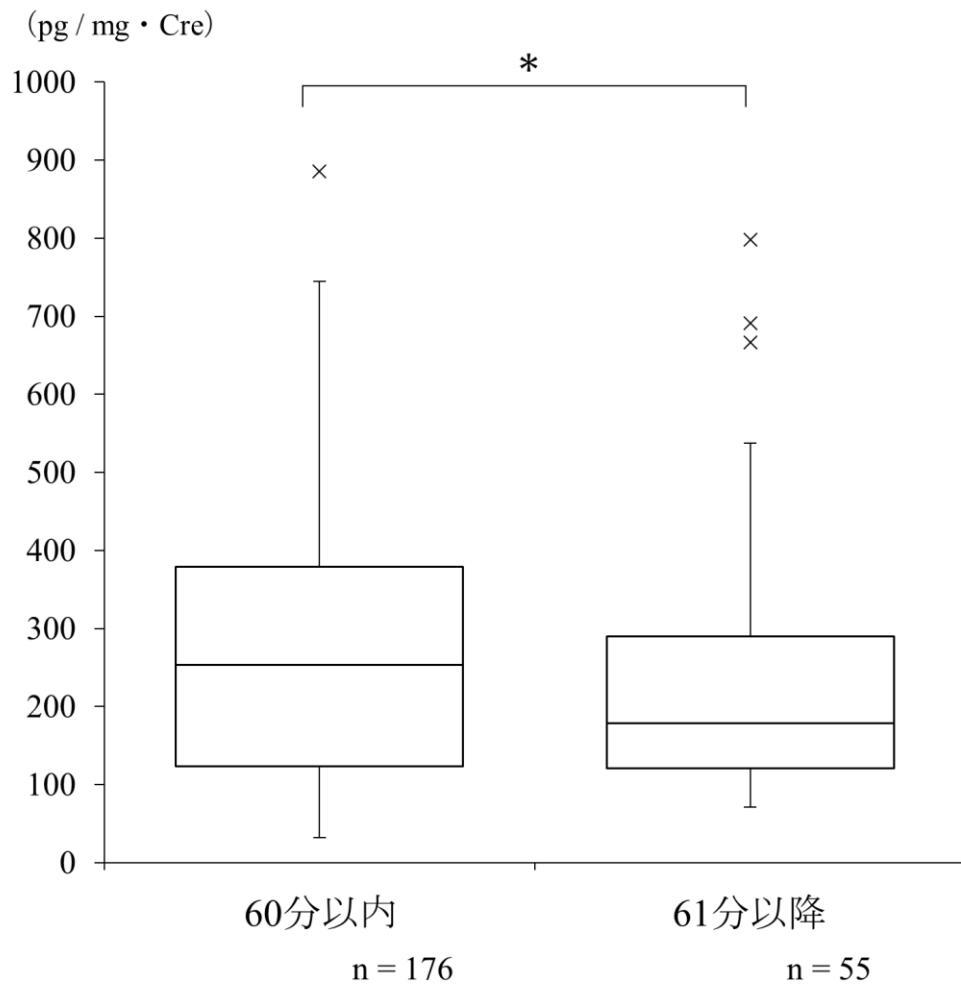


図3. 凍結保管時間別の尿中オキシトシン濃度の箱ひげ図

マンホイットーのU検定を実施。\* $P < 0.05$

表4. 一般家庭下飼育猫におけるオキシトシン濃度

個体No	尿サンプルNo											平均	標準偏差	変動係数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	<b>102.90</b>	<b>299.68</b>	<b>473.58</b>	<b>376.26</b>	<b>315.36</b>	<b>250.65</b>	<b>390.68</b>						315.59	118.31	0.37
2	<b>86.30</b>	<b>92.91</b>	88.34	<b>94.86</b>									90.60	3.97	0.04
3	<b>153.33</b>	<b>199.79</b>	<b>154.95</b>	<b>113.04</b>	<b>94.91</b>	<b>76.29</b>							132.05	45.64	0.35
4	<b>216.84</b>	<b>164.41</b>	<b>32.13</b>	<b>95.49</b>	<b>43.12</b>	<b>164.74</b>	<b>132.74</b>						121.35	67.99	0.56
5	<b>885.68</b>	<b>181.67</b>	<b>521.34</b>	<b>634.24</b>	<b>223.54</b>	<b>643.34</b>	<b>234.09</b>						474.84	268.27	0.56
6	<b>261.15</b>	251.88	<b>153.55</b>	<b>61.58</b>	427.24	<b>297.70</b>							242.18	125.10	0.52
7	<b>266.53</b>	<b>302.03</b>	<b>390.67</b>	<b>262.78</b>									305.50	59.47	0.19
8	<b>195.64</b>	<b>263.04</b>	<b>196.89</b>										218.52	38.55	0.18
9	<b>293.03</b>	<b>208.57</b>	<b>274.49</b>	<b>257.44</b>									258.38	36.25	0.14
10	<b>111.26</b>	<b>89.10</b>	<b>78.11</b>	<b>88.70</b>	<b>102.21</b>								93.88	12.94	0.14
11	<b>158.62</b>	<b>82.64</b>	<b>125.86</b>	<b>79.61</b>	<b>122.53</b>	<b>115.04</b>	<b>107.06</b>	<b>89.30</b>	<b>189.70</b>	<b>147.36</b>	98.44		119.65	34.30	0.29
12	<b>160.33</b>	<b>212.54</b>	<b>140.06</b>	<b>103.23</b>	<b>161.88</b>	<b>88.56</b>	71.05						133.95	49.41	0.37
13	<b>85.32</b>	<b>95.83</b>	<b>180.18</b>	<b>342.62</b>									175.99	118.92	0.68
14	<b>80.20</b>	<b>124.99</b>	<b>74.59</b>	<b>65.27</b>									86.26	26.54	0.31
15	<b>312.41</b>	<b>211.47</b>	<b>123.38</b>	<b>134.72</b>	<b>89.53</b>	<b>118.40</b>							164.99	82.95	0.50

表4. (続き)

個体No	尿サンプルNo											平均	標準偏差	変動係数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
16	381.05	666.32	<b>574.14</b>	<b>440.33</b>	<b>438.25</b>	<b>430.24</b>	<b>541.80</b>	691.53	537.31	77.46	797.97	506.95	191.36	0.38
17	<b>78.41</b>	<b>75.16</b>	<b>108.76</b>	<b>103.17</b>	<b>112.48</b>	<b>75.81</b>	<b>119.39</b>					96.17	19.08	0.20
18	145.15	<b>177.44</b>	<b>209.88</b>	<b>123.59</b>	<b>117.24</b>	100.91	112.12	<b>118.63</b>	99.50	<b>90.91</b>		129.54	37.74	0.29
19	<b>260.93</b>	<b>272.36</b>	<b>341.42</b>	<b>219.91</b>	<b>229.24</b>	<b>229.47</b>						258.89	45.30	0.17
20	<b>367.16</b>	<b>274.19</b>	<b>550.73</b>	<b>105.40</b>	<b>410.42</b>							341.58	165.42	0.48
21	<b>728.52</b>	<b>351.88</b>	<b>563.09</b>	<b>744.94</b>	<b>552.46</b>	<b>424.18</b>	<b>233.80</b>					514.12	189.78	0.37
22	<b>285.42</b>	<b>317.40</b>	239.35	<b>313.63</b>	<b>404.37</b>	<b>454.97</b>	242.19					322.48	80.72	0.25
23	125.79	158.18	<b>123.13</b>	114.96	134.48	<b>256.70</b>	149.59	423.68	254.80	227.54		196.88	96.69	0.49
24	<b>336.51</b>	<b>253.56</b>	223.94	<b>390.96</b>	<b>463.56</b>	<b>296.86</b>	<b>253.38</b>					316.97	86.09	0.27
25	<b>230.47</b>	<b>258.44</b>	<b>233.07</b>	<b>325.97</b>	<b>240.09</b>	<b>327.31</b>						269.23	45.54	0.17
26	<b>507.67</b>	<b>254.65</b>	<b>612.36</b>	<b>368.34</b>	<b>383.72</b>	<b>466.13</b>						432.14	124.30	0.29
27	<b>512.24</b>	<b>202.82</b>	<b>570.18</b>	<b>434.30</b>	<b>377.96</b>	<b>500.70</b>						433.03	130.92	0.30
28	<b>682.75</b>	<b>422.51</b>	<b>445.08</b>	<b>228.55</b>	<b>407.86</b>	<b>279.40</b>						411.02	158.60	0.39
29	<b>317.11</b>	<b>381.80</b>	<b>337.93</b>	<b>383.67</b>	<b>258.53</b>	275.67	<b>268.39</b>					317.59	52.55	0.17
30	227.19	<b>171.39</b>	<b>360.76</b>	<b>168.11</b>	<b>340.77</b>	147.86	217.15	153.06				223.29	83.76	0.38
31	<b>254.51</b>	<b>221.70</b>	<b>324.62</b>	199.44	181.32	160.13	244.07					226.54	54.65	0.24
32	434.09	<b>427.83</b>	<b>557.47</b>	<b>415.61</b>	537.26	<b>629.34</b>	<b>306.96</b>	<b>371.10</b>	<b>384.13</b>	<b>400.72</b>	<b>571.05</b>	457.78	100.35	0.22

表内のオキシトシン濃度の単位はすべて pg/mg・Cre とした。  
太字で表示されたものは1時間以内に凍結保管し、分析に使用したサンプルを示す

表5. 飼い主が主体となる相互作用の主成分負荷量

質問内容	人—主成分1	人—主成分2	人—主成分3
日常的に、猫ちゃんに話しかけますか？	<b>0.92</b>	-0.13	0.01
日常的に、猫ちゃんを撫でますか？	<b>0.79</b>	0.20	-0.28
日常的に、猫ちゃん抱きしめますか？	<b>0.73</b>	0.38	-0.21
日常的に、猫ちゃんの名前を呼びますか？	<b>0.73</b>	-0.21	0.29
日常的に、猫ちゃんはどれくらい遊びますか？	-0.10	<b>0.77</b>	0.27
日常的に、猫ちゃんにどれくらいブラッシングしますか？	-0.07	<b>0.76</b>	0.19
日常的に、おやつをあげますか？	0.22	-0.18	<b>0.89</b>

表内の数値は主成分負荷量であり、0.50以上の数値を太字で表記した。



表6. 猫が主体となる相互作用の主成分負荷量

質問内容	猫—主成分1	猫—主成分2	猫—主成分3	猫—主成分4
体やしっぽをこすりつけてきますか？	<b>0.77</b>	0.30	0.04	0.02
ゴロゴロと喉をならしますか？	<b>0.69</b>	0.40	0.11	-0.17
ご飯以外の何かを要求して鳴きますか？	<b>0.66</b>	<b>-0.60</b>	-0.14	0.16
家族からの注目を集めようとして鳴きますか？	<b>0.64</b>	-0.22	-0.39	-0.09
人の目を見つめてきますか？	<b>0.62</b>	0.04	0.25	0.08
ご飯を要求して鳴きますか？	0.29	<b>-0.67</b>	0.13	0.06
一日を通して、人のすぐ近くの空間で過ごしていますか？	0.20	<b>0.52</b>	<b>-0.58</b>	0.29
両足をふみふみする行動をしますか？	0.35	-0.06	<b>0.54</b>	0.10
名前を呼ぶとリアクション (返事をする・振り向く・など) しますか？	0.30	-0.12	<b>-0.51</b>	-0.48
猫ちゃんは、ご家族のどなたかと一緒に寝ていますか？	0.19	0.10	-0.06	<b>0.83</b>
ご家族のどなたかの膝の上に乗りますか？	0.39	0.37	0.35	-0.31

表内の数値は主成分負荷量であり、0.50以上の数値を太字で表記した。

表7. オキシトシン平均濃度および変動係数とその他要素との相関関係表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	オキシトシン	平均濃度	—													
2		変動係数	0.02	—												
3	性格傾向	神経症傾向	-0.09	0.05	—											
4		外向性	0.21	-0.27	0.10	—										
5		支配性	-0.13	-0.13	-0.05	<b>0.41 *</b>	—									
6		衝動性	0.13	-0.15	-0.19	0.15	0.26	—								
7		愛情深さ	0.20	-0.30	-0.06	<b>0.43 *</b>	-0.14	0.28	—							
8	相互作用(人主体)	人—主成分1	<b>0.43 *</b>	<b>0.37 *</b>	-0.27	0.01	-0.14	0.19	0.15	—						
9		人—主成分2	0.00	0.03	-0.09	0.04	-0.26	<b>-0.35</b>	0.14	0.26	—					
10		人—主成分3	0.02	0.02	-0.08	0.05	0.22	-0.01	-0.25	-0.15	0.05	—				
11	相互作用(猫主体)	猫—主成分1	-0.08	0.10	-0.05	-0.10	-0.02	0.08	0.27	0.11	0.32	-0.18	—			
12		猫—主成分2	-0.16	<b>0.47 **</b>	0.25	<b>-0.47 **</b>	<b>-0.44 *</b>	<b>-0.38 *</b>	-0.23	-0.05	0.02	0.05	-0.07	—		
13		猫—主成分3	0.31	-0.29	-0.32	0.07	-0.11	0.17	0.33	0.22	-0.19	-0.23	-0.11	0.00	—	
14		猫—主成分4	0.19	-0.10	0.11	0.09	-0.02	-0.06	0.17	0.21	0.05	-0.23	-0.02	-0.17	0.30	—
	飼い主の愛着度	LAPS	-0.16	-0.26	0.21	-0.06	-0.08	-0.17	0.03	-0.22	0.17	-0.15	0.26	-0.19	-0.13	-0.27
	家庭環境	家族の人数	-0.07	0.20	0.26	-0.10	0.28	-0.16	-0.30	-0.06	-0.28	-0.16	-0.04	0.16	0.06	0.25
		飼育頭数	-0.09	<b>0.57 **</b>	0.20	-0.12	0.16	-0.22	-0.28	<b>0.39 *</b>	0.00	0.16	-0.03	0.34	-0.26	-0.10
	個体特性	年齢	-0.03	0.09	0.08	-0.18	0.19	-0.34	<b>-0.51 **</b>	-0.30	-0.03	0.01	0.15	0.11	-0.14	0.18
		飼育期間	-0.11	0.15	0.10	-0.15	0.04	-0.31	-0.30	<b>-0.37 *</b>	-0.01	-0.05	0.29	0.12	-0.21	0.01
		体重	-0.04	-0.23	-0.04	<b>-0.38 *</b>	-0.03	-0.24	0.04	-0.06	0.06	-0.10	0.23	0.00	-0.01	0.16
	活動量	運動量	0.06	0.03	-0.03	-0.06	-0.01	0.27	0.15	0.15	-0.23	0.10	-0.10	0.01	0.22	-0.20
		昇回数	0.14	0.04	-0.38	-0.22	-0.22	0.34	0.08	0.30	-0.12	-0.11	-0.06	-0.17	<b>0.41 *</b>	-0.20
		おやすみ	-0.10	-0.01	-0.10	0.02	-0.04	-0.23	-0.18	-0.04	0.30	-0.14	0.13	0.03	-0.13	0.19

表内の数字は順位相関係数 (rs) であり、統計的に有意な項目は太字で表記した。\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表8. コルチゾール平均濃度および変動係数とその他要素との相関関係表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	コルチゾール 平均濃度	—													
2	変動係数	0.32	—												
3	性格傾向 神経症傾向	0.05	0.20	—											
4	外向性	0.16	0.04	0.02	—										
5	支配性	0.15	0.03	-0.08	<b>0.42*</b>	—									
6	衝動性	-0.05	-0.08	-0.13	0.16	0.28	—								
7	愛情深さ	-0.16	-0.12	-0.07	<b>0.40*</b>	-0.06	0.30	—							
8	相互作用(人主体) 人—主成分1	0.05	<b>0.39*</b>	-0.18	0.02	-0.17	0.16	0.07	—						
9	人—主成分2	-0.03	-0.01	-0.02	0.01	-0.29	-0.31	0.08	0.29	—					
10	人—主成分3	0.11	0.09	-0.04	0.20	0.23	0.05	-0.21	-0.10	0.06	—				
11	相互作用(猫主体) 猫—主成分1	-0.20	0.08	0.01	-0.13	-0.08	0.05	0.20	0.14	<b>0.36*</b>	-0.22	—			
12	猫—主成分2	-0.31	0.18	0.26	<b>-0.47**</b>	<b>-0.45**</b>	<b>-0.36*</b>	-0.23	0.00	0.04	-0.01	-0.03	—		
13	猫—主成分3	-0.01	0.23	-0.23	-0.09	-0.18	0.11	0.29	0.18	-0.13	<b>-0.38*</b>	-0.02	0.08	—	
14	猫—主成分4	-0.21	0.07	0.19	0.05	0.00	0.02	0.10	0.20	0.11	-0.18	-0.01	-0.15	0.26	—
	飼い主の愛着度 LAPS	0.30	-0.26	0.16	0.08	0.00	-0.09	0.01	-0.17	0.14	0.03	0.19	-0.22	-0.24	-0.18
	家庭環境 家族の人数	-0.09	0.28	<b>0.34*</b>	-0.19	0.22	-0.11	-0.27	-0.05	-0.22	-0.22	-0.02	0.18	0.14	0.30
	飼育頭数	0.12	<b>0.39*</b>	0.13	-0.04	0.10	-0.23	-0.31	<b>0.45**</b>	0.03	0.20	0.00	0.30	-0.28	-0.13
	個体特性 年齢	-0.10	0.08	0.06	-0.19	0.17	<b>-0.36*</b>	<b>-0.46**</b>	-0.31	-0.08	-0.03	0.14	0.11	-0.10	0.10
	飼育期間	-0.22	0.01	0.07	-0.15	0.06	-0.31	-0.26	<b>-0.37*</b>	-0.06	-0.08	0.23	0.11	-0.19	-0.03
	体重	0.06	-0.17	-0.12	-0.30	0.07	-0.21	0.04	-0.10	0.01	-0.09	0.21	-0.07	-0.04	0.14
	活動量 運動量	0.34	0.27	0.00	0.01	0.02	0.29	0.14	0.17	-0.19	0.16	-0.12	0.00	0.16	-0.14
	昇回数	0.07	0.19	<b>-0.37*</b>	-0.10	-0.21	0.26	0.11	0.29	-0.13	-0.02	-0.09	-0.15	0.27	-0.29
	おやすみ	-0.35	-0.35	-0.10	-0.05	-0.03	-0.25	-0.15	-0.10	0.24	-0.22	0.11	0.04	-0.06	0.15

表内の数字は順位相関係数 (rs) であり、統計学的に有意な項目は太字で表記した。\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

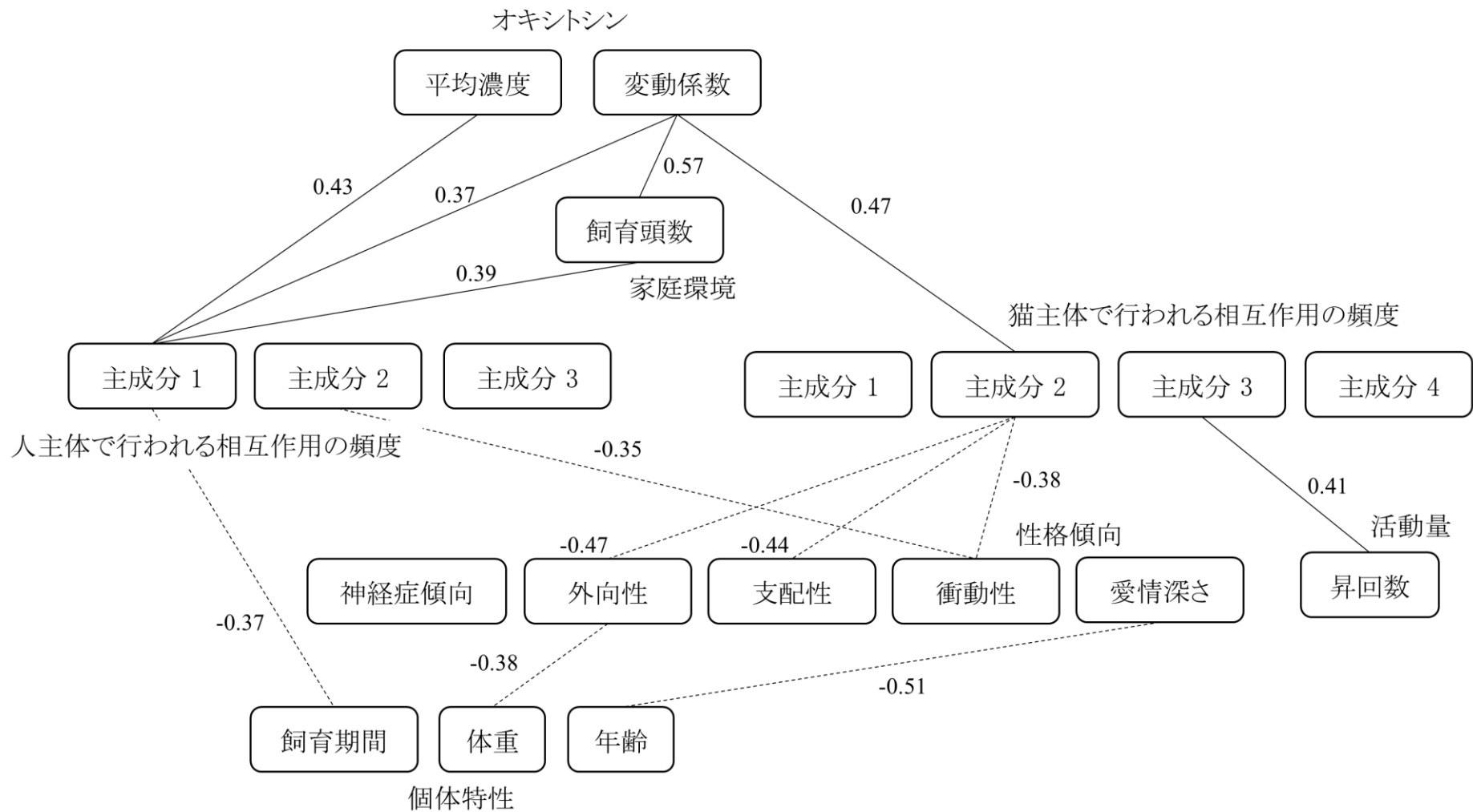


図4. オキシトシンとその他の項目間で確認された有意な相関関係の図

実線で結ばれた項目間は正の相関関係を、破線で負の相関関係を表している。

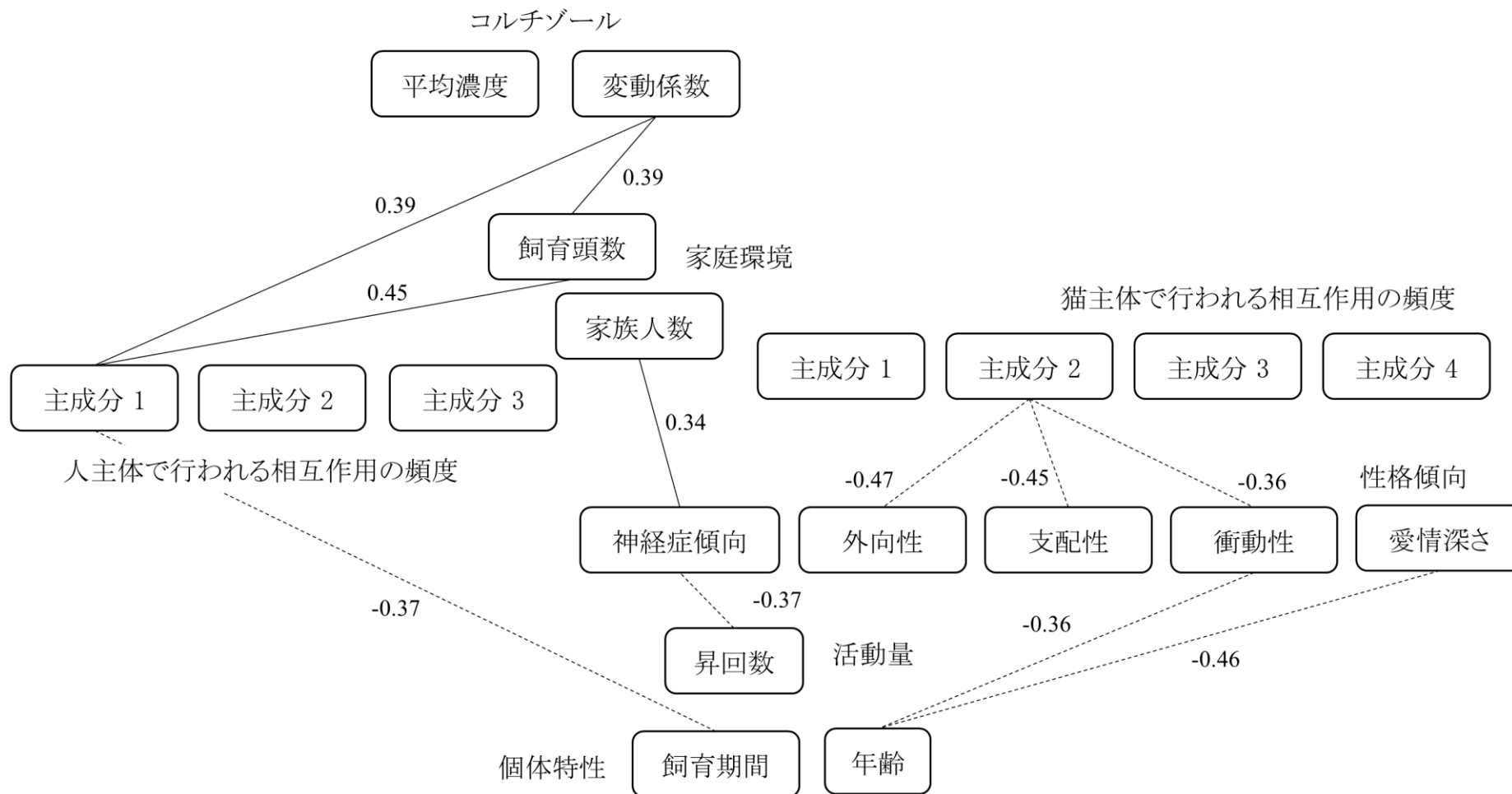


図5. コルチゾールとその他の項目間で確認された有意な相関関係の図

実線で結ばれた項目間は正の相関関係を、破線で負の相関関係を表している。

## 第3章 猫との相互作用が飼い主の生理学的側面および健康に及ぼす影響

### 3.1 背景

猫の飼い主が猫と築いている関係性を評価するために頻繁に用いられる手法として、尺度を用いたアンケート調査が挙げられる。例えば、LAPS (Johnson *et al.*, 1992) は「あなたにとってペットは家族の一員であるか?」といった質問が 23 項目用意されており、動物に抱く愛着感情を数値化する有名な尺度であり、多くの研究で使用されている。近年では、新しい尺度が開発され、動物全般ではなく、猫に特化したアンケートが作成されるようになった。例えば、CORS は 2017 年に作成された尺度であり、飼い主と猫の関係性を「猫と飼い主の相互作用 (Cat-Owner Interaction)」、「情緒的な親密度 (Emotional Closeness)」、「認知された代償 (Perceived Costs)」の 3 種類から分析することができる (Howell *et al.*, 2017)。さらに Iren らが行った調査では、飼い主と猫が形成する愛着関係は「開かれた関係性 (Open Relationship)」、「遠隔的な関係性 (Remote Association)」、「表面的な関係性 Casual Relationship」、「共依存 Co-Dependence」、「友情 (Friendship)」の 5 種類に分類されることを明らかにした (Iren *et al.*, 2021)。このように、尺度を用いた調査から、猫と飼い主の愛着関係は徐々に明らかとなってきた。

そして、愛着対象である猫と共に暮らすことで、飼い主は多くの健康効果を享受している。例えば、猫との愛着関係から、飼い主は社会的な支援を享受しており (Stammbach & Turner, 1999)、社会的健康への寄与が示唆されている。また、精神面への影響も知られており、猫を飼育する飼い主はネガティブな気分が低いことや (Turner, 2003)、COVID-19 の感染抑止のための自宅待機生活中の飼い主の緊張を緩和することも報告されている (Jeziarski *et al.*, 2021)。そして生理面においては、猫を飼育する高齢者は認知機能が維持されており (Branson *et al.*, 2016)、心血管疾患による死亡リスクが低い (Ogechi *et al.*, 2016; Qureshi *et al.*, 2009) といった生理学的側面からの報告もある。

猫の飼育がもたらす人の健康増進効果は、飼い主と猫が日常的に行う相互作用によって生じていると考えられているものの、一定の結論を導き出すまでには至っていない。例えば、猫とのふれあいは前頭前野の脳機能活動を賦活化させ（Nagasawa *et al.*, 2020; 永澤ら, 2021）、心拍数や血圧を低下させる（Dinis & Martin, 2016）ことは明らかになっているものの、着目している評価指標は非常に限局的である。そして、飼い主にもたらす健康増進効果の重要な因子として挙げられるオキシトシンに着目した研究はいくつか行われているものの（Curry *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2021）、これらの結果においてはオキシトシンの明確な変動は確認されていない。

一方、飼い主と犬との関わりにおけるこうした健康効果の研究は、猫と比較すれば大きく進展している。例えば、オキシトシンでは、飼い主の血中（Handlin *et al.*, 2011; Miller *et al.*, 2009; Petersson *et al.*, 2017）、尿中（Marshall-Pescini *et al.*, 2019; Nagasawa *et al.*, 2015; 2009）、唾液中（Powell *et al.*, 2020）など多様な生理サンプルから定量化され、犬との相互作用が飼い主のオキシトシン濃度に変動をもたらすことが分かっている。また、オキシトシン以外の生理反応もバイオマーカーとして広く分析されている。外界からの刺激に対する体内のストレス反応は 2 つの経路、すなわち、自律神経系の機能を制御する「視床下部-交感神経-副腎髄質系（SAM 系）」と、液性反応の「視床下部-下垂体前葉-副腎皮質系（HPA 系）」がある。両機能は恒常性維持に必要不可欠な機能であり、オキシトシンシステムとの深い関連性があることが知られている（Carter *et al.*, 2020）。特に、HPA 系におけるコルチゾールは、オキシトシンと深い関係性を持つことが多くの研究で示唆されている（Brown *et al.*, 2016; Cardoso *et al.*, 2014）。そして、オキシトシンのストレス減少効果には一時的なコルチゾール濃度の増加が必要であることも示唆されている（Tops *et al.*, 2012）ことから、オキシトシンのみに着目した生理的評価では、動物がもたらす正確な健康増進効果を検証するためには不十分であるといえる。

Handlin らは、オキシトシンと同時に、HPA 系の最終産物となるステロイドホルモンの一種であるコルチゾール、自律神経活動の指標である心拍数を同時に計測し、犬との相互作用が飼い主にもたらす影響を多角的な面から評価している (Handlin *et al.*, 2011)。また、飼い主と犬のふれ合いや散歩といった複数の場面におけるオキシトシンおよび副交感神経活動を測定し、関連性を検証した研究も行われている (Powell *et al.*, 2020)。このように、オキシトシンのみならず、他の生理学的指標から多面的な検証を行うことで、犬がもたらす健康効果の発現機序が徐々に示されつつある。しかしながら、猫の飼い主を対象にした研究では、このような複数の生理学的指標から、猫が飼い主にもたらす健康増進効果は検証されていない。

そこで本研究では、一般家庭での猫の飼い主を対象に、飼い猫との相互作用がもたらす飼い主の健康への影響について、行動生理学的検証を行うことを目的とする。オキシトシンおよびコルチゾール濃度、自律神経活動といった複数の生理指標の同時測定、そして猫とのインタラクションにおける行動分析と各因子の関連性を精査する。そして、飼い主が猫と形成している愛着的関係性および健康増進効果との関係性とその機構について考察する。

このとき、一般家庭内に実験者が訪問する実験条件を設定することによって、猫が普段とは異なる行動を取ることが十分に推測でき、本来の飼い主の猫の相互作用場面の再現に支障をきたすと考えられる。この問題を解決するため、本研究では、生理サンプルとして飼い主の唾液に着目した。唾液の採取は、非侵襲的かつ簡易的であり、飼い主自身で行うことが可能である。また、保管は一般家庭に設置されている  $-18^{\circ}\text{C}$  設定の冷凍庫で保管でき、測定する標的物質の失活もある程度防ぐことができる。さらに本研究では、飼い主自身で実験を遂行できるような工夫として、実験の手順動画を作成し、音声および画像を用いて一定の指示を行うこととした。これにより、自然かつ画一的な実験状況を作ることが可能となる。近年、猫の行動学的実験において、飼い主にカメラや SD カードを郵送し、猫のトレーニングの実施及びカメラでの記録作業を依頼する形式の実験も行われている (Delgado *et al.*, 2021)。また、Johnson らは、COVID-19 の感染リスクを回避するため、電話や書面を通じた飼い主との



やり取りを行っている (Johnson *et al.*, 2021)。このように、本研究においても、飼い主に対して事前に唾液採取に係る道具や、行動記録用のビデオカメラなどの実験機器を郵送し、飼い主が実験を完了できるような形式を試みることとする。

## 3.2 方法

### 3.2.1 倫理宣言

本研究は、ヘルシンキ条約に基づいて定義された人倫理委員会（承認番号：2001）の承認の上で実施された。

### 3.2.2 被験者および飼育猫

Social Network Service（Twitter および Facebook）を通じて募集された、32名の猫の飼い主（男性6名、女性26名、 $39.31 \pm 11.61$ 歳、14–63歳）を被験者として実験を実施した。被験者は、メールおよび書面にて事前に実験内容が説明され、理解および合意した上で実験に参加した。多頭飼育の家庭においては、実験に参加する飼い猫の個体に指定を設けず、家庭内の全ての猫を参加対象とした。

### 3.2.3 唾液オキシトシンおよびコルチゾール濃度の測定

#### 3.2.3.1 唾液サンプルの採取

本実験では、各生理活性物質の測定の信頼性を確保するために、実験条件に複数の制限を設けた。まず、実験日および前日に歯科治療の実施を行わないこととした。また、日内変動の影響を排除するために、実験は全て13時から17時に実施し、実験日午前中の激しい運動は控えてもらった。実験開始前の1時間での食事および歯磨きは控え、カフェイン、アルコールおよびニコチンの摂取、服薬、そして激しいペットとの触れ合いも控えた。そして、実験時の唾液採取の前に、被験者は口内を水で洗浄し、不純物を除去した。

唾液の採取方法は流涎法を採用した。被験者は1.5 ml以上を目安に、専用のシリンジ（Saliva Collection Aid, 5016.02, USA）を口に咥えて、専用の2 mlチューブ（Cryovial, 2 ml, White, SalivaBio, 5004.01, USA）に唾液を移した。唾液の分泌を促進するために、被験者には、動画上で梅干しとレモンの画像を提示した（Shishido *et al.*, 2019）。唾液がチューブに移った後、速やかに家庭内の $-20^{\circ}\text{C}$ の冷凍庫で凍結保管した。ホルモン濃度を測定する日にサンプルを解凍し、3,200 rpm、15 min、 $4^{\circ}\text{C}$ の条件で遠心分離をしたのち、上澄み液を測定に使

用した。タスク後の唾液採取は、刺激を受けた後、オキシトシンがピークに達すると考えられている 10-15 分後に実施した (de Jong *et al.*, 2015)。

### 3.2.3.2 唾液中オキシトシンの測定

唾液中オキシトシン濃度は、過去に実施されている手法 (Carter *et al.*, 2007; Fujioka *et al.*, 2020) を参照し測定を試みた。まず、遠心分離後のサンプルの上澄み液から 1000  $\mu$ l の唾液を 1.5 ml マイクロチューブに分注した。被験者の唾液サンプルによっては採取量が 1000  $\mu$ l に満たないが、100-750  $\mu$ l の範囲で分注した。分注が終わった唾液サンプルは、遠心濃縮機にて乾燥され、Kit 付属の Assay Buffer にて 250  $\mu$ l に再構成された後、分析に使用された。

濃度を測定するために、ENZO Oxytocin Enzyme Immunoassay Kit (ADI-901-153, USA, goat anti-mouse IgG) を使用した。標準曲線の範囲は 15.6 から 1,000 pg/ml であり、感度は 15.0 pg/ml であった。吸光度測定は iMark マイクロプレートリーダー (BIO-RAD, 東京) で行い、590 nm で補正された上で、405 nm で測定された。Intra-Assay CV は 2.00%、Inter-Assay CV は 7.04% であった。

### 3.2.3.3 唾液中コルチゾールの測定

唾液中コルチゾール濃度測定には、ENZO Cortisol Enzyme Immunoassay Kit (ADI-900-071, USA, goat anti-mouse IgG) を使用した。標準曲線の範囲は 156 から 10,000 pg/ml であり、感度は 56.72 pg/ml であった。サンプルのマトリクス干渉を防ぐために、サンプルは 5 倍に希釈した上で定量化された。吸光度測定は iMark マイクロプレートリーダー (BIO-RAD, 東京) で行い、590 nm で補正された上で、405 nm で測定された。intra-assay CV は 2.12% で、inter-assay CV は 9.47% であった。

### 3.2.4 自律神経活動の測定手法

自律神経活動は、腕時計型の Polar V800 (ポラール・エレクトロ・ジャパン株式会社, 東京) を用いて測定した。心拍を受信する受信センサー部分を専用の心拍センサーベルトに装

着し、ベルト胸部のみずおち付近に接着した。ベルトの皮膚に接するラバー部分には水をつけ、通電性を高めた。

実験中の測定で得られた R-R 波間隔データは、Kubios HRV Software3.4.2 (Kubios Oy, Finland) を用いて心拍変動解析を行った。このとき、データの Artifact を除去するために Automatic Correction 機能を使用した (Lipponen *et al.*, 2019)。また、交感神経活動の指標として、心拍数 (Heart Rate、以下 HR)、RR 波間隔 (以下、RR)、SDNN、LF/HF 成分比を解析対象とした。また、副交感神経の指標として、RMSSD、HF 成分を解析対象とした。

### 3.2.5 行動解析

遠隔での実験実施が不備なく遂行できているかを確認するため、そして、飼い主と猫のコミュニケーション場面を観察するために、実験の様子をアクションカメラ (MUSON MAX1, China) にて撮影した。カメラが取り付けられた頭部装着型のストラップを用いることで、飼い主の視界から見える猫とのインタラクションの様子を撮影した。

解析対象とする行動のエソグラムは表 9 に示した。解析対象とする時間はタスク 10 分間とし、2 章実験 2 と同様に 5 秒間隔の 1-0 サンプルング法を採用した (Eriksson *et al.*, 2016)。

### 3.2.6 アンケート

#### 3.2.6.1 事前アンケート

被験者は Google Forms にて作成されたオンライン上の「事前アンケート」に回答をした。アンケートでは、猫および飼い主の基礎的な情報 (性別・年齢・猫を飼育してきた年齢・飼育してきた猫の数) について回答した。

#### 3.2.6.2 Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS)

2 章実験 2 と同様のものを使用した。

### 3.2.6.3 事後アンケート

被験者は、ふれあい条件および安静条件のタスク直後に、タスクに対するアンケートに回答した。被験者は、5段階リッカート尺度（とてもそう思うー全くそう思わない）および自由記述で質問に回答した。アンケート項目は表 10 に示した。

### 3.2.6.4 Two-Dimensional Mood Scale Short Term (TDMS-ST)

8 項目の質問に「0：全くそうでない」から「5：非常にそう」までの 6 段階で回答することで、測定時の心理状態を数値化することができる尺度である（坂入ら, 2003）。8 つの質問の回答から「活性度（イキイキして活力がある状態）」および「安定度（ゆったりと落ち着いた状態）」の 2 項目の数値（得点範囲：-10 から+10）を算出する。そして、活性度と安定度を足し合わせた「快適度（快適で明るい気分の状態）」、活性度から安定度を引いた「覚醒度（興奮して活発な状態）」の 2 項目の数値（得点範囲：-20 から+20）を算出した。これら、合計 4 項目の数値を解析に用いた。

### 3.2.7 実験の手順および条件

実験を行う日の選定には、知人の来訪、宅配便の配達など、実験が途中で停止する懸念のある日を避けてもらった。また、猫の通院、自宅の工事といった、一般家庭猫がストレスに感じるような環境変化が生じない日を指定してもらうことで、より自然な猫との相互作用場面を再現してもらった。

実験者の訪問による猫との相互作用場面への影響を避けるために、飼い主自身に実験実施を依頼し、実験開始日までに実験に係る道具一式を被験者の住居に郵送した。道具の内容は、「唾液を採取する為のチューブおよびシリンジ」「撮影用カメラ」「動画視聴用タブレットおよびイヤホン」「事後アンケート記入用紙」であった。本実験では、実験の実施から完了まで、全てを被験者自身で遂行してもらうために、事前に作成した約 60 分間の実験動画を視聴を用意し、画像および音声から実験内容を全て指示した。また被験者は、当日の実験を

より円滑に実施するために、実験日の前日までに約 20 分間の事前確認動画を視聴することで、実験道具の使用方法および唾液採取の方法、実験の流れなどを理解した。全ての動画は Davinch Resolve (Blackmagic Design Inc, Australia) を使用して作成された。

実験は 2 日間行われ、「ふれあい条件」と「安静条件」の 2 種類がタスクとして設定された。「ふれあい条件」では、被験者は飼い猫と 10 分間、日常的に行う社会的相互作用を自由に再現した。一方で、「安静条件」では、猫のいる空間に移動してもらうものの、触れることや音声などによる積極的な社会的相互作用は禁止とし、安静に 10 分間過ごした。順序効果による影響を考慮するために、条件の実施順序は被験者ごとにランダムとした。

図 6 に、約 60 分の実験の流れを示した。被験者は、まず提供された実験動画の視聴を開始し、口内の洗浄、Polar の装着、カメラの録画開始など、実験の準備作業を行った。その後、1 回目の感情評価および唾液採取を行った。Polar の測定を開始し、タスク前 5 分間の安静を経た後、10 分間のタスクを実施し、またタスク後 5 分間の安静を行い、合計 20 分間の自律神経活動を計測した。その後、2 回目の感情評価および唾液採取を行った。最後に、Polar の取外し、カメラの録画停止を行い、実験終了とした。

実験 2 日間が終了したのち、実験道具および唾液サンプルは、ヤマト運輸株式会社による冷凍集荷サービスを経由して東京農業大学の動物行動学研究室まで輸送された。オキシトシンならびにコルチゾール濃度の測定を行うまで、唾液サンプルは-20°Cで冷凍保管された。

### 3.2.8 統計解析

全ての統計解析は、BellCurve for Excel (株式会社 社会情報サービス, Japan) で実施された。唾液中のオキシトシンおよびコルチゾール濃度のタスク前後の変化、TDMS の各項目のタスク前後の変化は、ウィルコクソンの符号順位検定を用いて検証された。自律神経活動の各項目は、タスク前、タスク、タスク後の 3 群比較をフリードマン検定で行った。

オキシトシンおよびコルチゾール濃度の、タスク後の値をタスク前の値で除することで前後変化比を算出して結果変数とし、動画解析から算出された行動カテゴリーごとの相互作用頻度を説明変数として、重回帰分析を行った。また、オキシトシンおよびコルチゾール濃度の前後変化比に対して、自律神経活動のタスク前からタスク後にかけての変化量、感情の前後変化量、事前アンケートおよび事後アンケートの回答結果との間の相関関係をスピアマンの順位相関係数にて確認した。

### 3.3 結果

実験の様子が動画にて確認できない被験者、唾液の採取量が少なくホルモンの定量化が出来なかった被験者、タスクの実施条件とは異なる行動を行った被験者を解析から除外し、ふれあい条件では 27 名、安静条件では 21 名を解析対象とした（表 11）。

ふれあい条件および安静条件、どちらもオキシトシン濃度が上昇し、安静条件でのみコルチゾール濃度の上昇も確認された（表 12）。ふれあい条件では、自律神経活動は、平均 RR が減少し、平均 HR がタスク中にタスク前後と比較して増加し、HF はタスク前からタスクにかけて減少した（表 13）。また安静条件において RMSSD がタスク前からタスクおよびタスク後に増加し、HF はタスク前からタスクにかけて増加した（表 14）。TDMS において、活性度および覚醒度は両群で有意な減少が確認され、安定度は両群とも変動が確認されず、快適度は安静条件でのみ減少した（表 15）。

重回帰分析の結果、オキシトシン濃度の前後変化比を目的変数とした場合、モデルの決定係数は 0.68 で、撫でる ( $\beta = 0.54, P < 0.01$ ) 遊ぶ ( $\beta = 0.32, P < 0.05$ ) が有意な正の偏回帰係数を示した（表 16）。コルチゾール濃度の前後変化比では、モデルの決定係数は 0.37 で、同じく撫でる ( $\beta = 0.65, P < 0.01$ ) 遊ぶ ( $\beta = 0.45, P < 0.05$ ) が有意な正の偏回帰係数を示した（表 17）。

ふれあい条件（表 18）において、オキシトシン濃度は、コルチゾール濃度 ( $r_s = 0.41, P < 0.05$ ) との間に正の、また安定度 ( $r_s = -0.39, P < 0.05$ ) との間に負の相関関係を示した。また、コルチゾール濃度と平均 RR の間に負の相関関係が見られ ( $r_s = -0.47, P < 0.01$ )、平均 HR と正の相関関係が見られた ( $r_s = 0.41, P < 0.05$ )。そして、事後アンケートにおける「猫の行動や反応は、いつもと同じようなものでしたか？」の回答結果と平均 HR が負の相関関係 ( $r_s = 0.42, P < 0.05$ ) が示された。



安静条件（表 19）において、オキシトシン濃度とコルチゾール濃度（ $r_s = 0.62, P < 0.01$ ）、RMSSD（ $r_s = 0.60, P < 0.01$ ）、HF（ $r_s = 0.52, P < 0.05$ ）との間にそれぞれ正の相関関係を示された。コルチゾール濃度は、平均 HR と負の相関関係を示していた（ $r_s = -0.47, P < 0.05$ ）。また、コルチゾール濃度と、事前アンケートの「これまでの人生で、何頭の猫たちを室内で飼育してきましたか？」（ $r_s = 0.65, P < 0.01$ ）、「これまでの人生で、猫を飼育してきた期間を教えてください。」（ $r_s = 0.51, P < 0.05$ ）との間で正の相関関係が示された。また、コルチゾール濃度は事後アンケートの「何もせず、ただ安静に過ごすことは、日常的によくありますか？」と負の相関関係を示した（ $r_s = -0.55, P < 0.01$ ）。また、平均心拍数と、被験者が猫を飼育してきた期間の間に負の相関関係が観察された。

3 章で確認された有意な相関関係の相関図を、ふれあい条件および安静条件それぞれで図 7 に示した。

## 3.4 考察

### 3.4.1 猫が及ぼすオキシトシンへの影響

本研究の結果から、猫との 10 分間の相互作用場面を再現するふれあい条件、猫との相互作用を制限して過ごす安静条件、両条件において飼い主の唾液中オキシトシン濃度が上昇することが明らかとなった。この結果は、猫との相互作用の前後における人のオキシトシン濃度の変化が確認できていない過去の研究 (Curry *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2021) とは対象的なものであるといえる。本研究で有意なオキシトシンの変化が観察された理由は 2 つあると考えられる。1 つ目の理由は、被験者と供試猫の関係性である。Curry らの研究 (Curry *et al.*, 2015) では、過半数の被験者は猫を飼育しておらず、さらに被験者は見知らぬ供試猫と実験室環境下にて相互作用場面を設定した。オキシトシンは社会的絆の形成メカニズムの一端を担っていると考えられ、それに伴って、健康増進効果をもたらすものと考えられる (Gee *et al.*, 2021)。実際に、犬を対象とした多くの研究では、社会的な絆が既に形成されている犬とその飼い主の間の相互作用場面に着目している (Handlin *et al.*, 2011; Marshall-Pescini *et al.*, 2019; Petersson *et al.*, 2017; Powell *et al.*, 2019; Powell *et al.*, 2020)。2 つ目の理由は、実験者が実験結果に及ぼす影響である。Johnson らの研究 (Johnson *et al.*, 2021) では、一般家庭環境下にて飼い主と猫を対象に実験を実施したものの、実験の前後に被験者と実験者は連絡を取り合うなど、被験者自身で全ての実験を遂行できる完全遠隔式のプロトコルを構築していなかった。実験環境において、実験者の存在が被験者に及ぼす心理および生理的な影響を実験者効果と呼び (Rosenthal *et al.*, 1976; Siegwarth *et al.*, 2017)、実験時に考慮すべき要素であることが知られている。また、猫は飼い主に対して高度な社会的認知能力を有しており (Vitale Shreve & Udell, 2015)、飼い主の感情や注意状態を察知する能力があると考えられている。すなわち、実験者効果が飼い主に働き、さらには猫も飼い主の変化を察知し、その結果、飼い主と猫が行う日常的な相互作用場面を設定することができなかった可能性が考えられる。本研究では、実際の飼い主と猫を対象にした上で、実験日に実験者が飼い主に連絡を取ることはなく、被験者自身で実験を全て遂行することができる完全な遠隔的プロトコル

を設定した。そのため、飼い主と猫がより自然でリラックスした環境を設定することが可能となり、日常的に行われる相互作用場面をより正確に再現することができたため、オキシトシンの変動が観察されたと考えられる。

また特に、猫と普段から共に過ごす部屋で安静に過ごすだけでもオキシトシンの変動が生じることは、特筆すべき点である。猫は 1 日で約 14 時間ほど睡眠を取る生き物であり (Yamazaki *et al.*, 2020)、人よりも活動時間が少ない動物である。猫と暮らす飼い主は、猫との相互作用場面を常に作れるわけではない。猫との相互作用場面だけに限定されないオキシトシンの増進が確認された本研究の結果は、猫の飼い主のオキシトシン濃度が、日常における多様な場面において変動しうることを示唆している。

オキシトシンシステムの活性化は、心血管疾患を始めとする種々の疾患のリスクを低減すること (Jankowski *et al.*, 2010) が知られている。これまで、猫の飼育が心血管疾患による死亡リスクを低減させる (Ogechi *et al.*, 2016; Qureshi *et al.*, 2009) といった報告は行われているものの、その作用メカニズムについての詳細な検証は未だ行われていない。本研究の結果は、猫の飼育が人の生理面の健康状態に与える影響において、オキシトシンの分泌が鍵となっている可能性を示したといえる。

### 3.4.2 ふれあい条件におけるオキシトシン上昇に寄与する要素

オキシトシン濃度の変動と、相互作用中の行動カテゴリーとの関連性を調べたところ、「撫でる」「遊ぶ」という行動が正の影響を及ぼしていることが明らかとなった。犬の飼い主を対象とした複数の研究においては、「撫でる」および「遊ぶ」といった相互作用を実験条件に設定しており、オキシトシン濃度に変動が生じる可能性が示されている (Curry *et al.*, 2015; Handlin *et al.*, 2011; Miller *et al.*, 2009; Petersson *et al.*, 2017; Powell *et al.*, 2020)。さらに、猫の飼い主を対象にした 2 つの研究では、タスクの前後で明確なオキシトシン濃度の変化は観察されていないものの、Johnson らは、飼い主が猫を「撫でる」行動とオキシトシン濃度

の変動に正の相関関係があることを明らかにしており (Johnson *et al.*, 2021)、本研究の結果を支持している。しかしながら、本研究では相関関係ではなく、重回帰分析を用いて因果関係まで言及した分析を行っている。その結果、「撫でる」そして「遊ぶ」の両方の相互作用が、飼い主の唾液中オキシトシン濃度を高める重要な要素であることを明らかにした、初の知見であるといえる。

撫でることや遊ぶといった相互作用は、飼い主と猫の関係性を数値化する尺度 (Iren *et al.*, 2021; Howell *et al.*, 2017) の質問項目としても採用されているように、多くの飼い主にとって一般的な行為である。例えば、Strickler らは、277 名の猫の飼い主のうち約 64% の飼い主が、1 日に 2 回以上猫を遊ばせていると報告している (Strickler *et al.*, 2014)。このように、本研究の結果から、多くの猫の飼い主が日常的に飼い猫と行う相互作用が、オキシトシン分泌を促す主たるきっかけとなることが示唆された。

また、オキシトシン濃度の上昇に起因する他の生理指標を精査した結果、オキシトシン濃度の変動とコルチゾール濃度の変動との間に正の相関関係が示され、コルチゾール濃度の変動に対して心拍数が正の相関関係を、平均 RR が負の相関関係を示したことが明らかとなった。すなわち、オキシトシンの上昇には SAM 系および HPA 系の賦活化も伴っていることが明らかとなった。そして、オキシトシン濃度の変動と TDMS の安定度点数との間に負の相関関係が示され、安定度、すなわち「ゆったりと落ち着いた状態」が大きく上昇する被験者は、オキシトシンが下降する傾向にあることが明らかとなった。

オキシトシンは視床下部の室傍核および視索上核から産生され、神経伝達物質として身体の中枢性の機能に働きかける (Scatliffe *et al.*, 2019)。Uvnäs-Moberg によると、オキシトシンの作用機序は複雑であり、短期的賦活作用として一時的にコルチゾール濃度の分泌を促進するものの、長期的には分泌を抑制する作用があることが知られている (Uvnäs-Moberg, 2014)。オキシトシンは下垂体前葉から分泌される副腎皮質刺激ホルモン (ACTH) の分泌

を促進し、副腎からコルチゾールを分泌し、それに伴い血圧や心拍数が上昇する (Uvnäs-Moberg, 2014)。したがって、オキシトシンとコルチゾールが共に上昇する現象は、刺激を受容した後の初期段階において観察される一般的な生理的反応であるといえる。実際に、ストレス課題中の唾液中のオキシトシンおよびコルチゾール濃度の変動に着目した研究では、課題後に両ホルモンが上昇しており (Alley *et al.*, 2019; Bernhard *et al.*, 2018; Engert *et al.*, 2016; McQuaid *et al.*, 2016)、本研究の結果と一致している。また、被験者にコルチゾールを投与する実験では、オキシトシンの分泌が促進され、それが結果的には HPA 系の減退をもたらすという、ストレス処理のメカニズムが示されている (Tops *et al.*, 2012)。このように、コルチゾールとオキシトシンの相関関係は複数の研究で議論されており、非常に複雑であることが伺える (Brown *et al.*, 2016; Cardoso *et al.*, 2014)。

一方で、Engert らによれば、コルチゾールとオキシトシンに相関関係が見られる現象は、安静状態では生じず、被験体は何らかの刺激を受けた際に確認されるとしている (Engert *et al.*, 2016)。そして、唾液中のコルチゾール濃度、そして心拍変動は、人の生理および心理的なストレスや覚醒の状態を評価するための有意義なバイオマーカーであることが知られている (Li *et al.*, 2013; Aimie-Salleh *et al.*, 2019) ことから、本研究の結果は、猫とのふれあいという刺激により飼い主の生理面が覚醒したものと考えられる。また、本研究に先立ち、猫を撫でることや遊ばせるといった相互作用を行うことにより、人の前頭前野領域が賦活化することを確認している (Nagasawa *et al.*, 2020; 永澤ら, 2021)。この前頭前野領域にはオキシトシン受容体が存在していることから、オキシトシンと関係性を持つことが知られており (Bethlehem *et al.*, 2013; Tully *et al.*, 2018)、人の脳機能活動の側面から考えても、猫との相互作用が飼い主にとって刺激要因として働いた可能性が高い。

これらの関係性を総合的に捉えると、日常的で安全で、かつリラックスできる家庭という環境下において、猫は飼い主にとって覚醒的作用をもたらす刺激因子であると考えられる。家庭内という心理および生理面が安定した環境の中で、猫との接触や遊びによるコミュニケ

ーションを取ることは、心理的側面と生理側面に適度な刺激が与えられ、これによって生じる覚醒作用がオキシトシン分泌を促すというメカニズムが考えられる。

### 3.4.3 安静条件におけるオキシトシン上昇に寄与する要素

ふれあい条件と同様に、安静条件においても、オキシトシン濃度とコルチゾール濃度の間に正の相関関係が示された。一方で、オキシトシン濃度と HF および RMSSD の間に正の相関関係が、コルチゾール濃度と HR の間に負の相関関係が観察されるなど、ふれあい条件におけるオキシトシン上昇のメカニズムとは大きく異なるものと考えられる。オキシトシンと副交感神経活動には関連性があり、刺激により誘発されたオキシトシン分泌は副交感神経の増加をもたらすことが知られている (Engert *et al.*, 2016)。このように、猫と普段から過ごしている部屋で安静に過ごすことは、飼い主のストレス低減につながることを示された。

その一方で、ふれあい条件とは異なり、安静条件では、猫とのふれあいを強制的に制止される心理的ストレスが加わっていることが推測できる。結果として、被験者の飼育頭数および飼育期間が長く飼育経験が豊富な被験者や、日常的に部屋で安静に過ごす頻度が少ない被験者ほど、コルチゾール濃度が上昇する傾向が示された。

すなわち安静条件では、オキシトシン濃度が上昇した背景として、2つのシステム発現の経路の存在が考えられる。まず、猫を飼育しその存在を感じることで、高いリラックス感を伴ってオキシトシンが分泌し、副交感神経活動も上昇するというメカニズムである。そして、実験状況下によって猫との接触を強制的に制止されたことによって、心理的ストレスが生じて HPA 系が賦活化し、これに続いてオキシトシンの上昇が生じる、という抗ストレス反応を強く反映したというメカニズムである。これまで、猫が飼い主にもたらす健康増進効果に着目した研究では、アウトカムだけを調査したもの (Ogechi *et al.*, 2016; Qureshi *et al.*, 2009)、心理面の感情 (Turner, 2003)、血圧および心拍数 (Dinis & Martin, 2016) やオキシトシン系 (Curry *et al.*, 2015; Johnson *et al.*, 2021) といったように、単一の心理および生理指標に着目

したものが報告されてきた。しかし、動物を飼育することを始めとした動物との共生によって生じる人の健康効果発現に関する機序を考察するためには、オキシトシン系、HPA系、SAM系、感情状態などの複数の評価を同時に行い、多角的な検証が必要があるといえる。本研究はこうした課題に取り組み、猫の健康増進効果の説明は単一的な指標では難しく、多様な側面から生じる複数の異なる健康増進のメカニズムを検討することの意義を示したといえる。

#### 3.4.4 猫と形成する「社会的な関係性」がもたらす飼い主の健康への影響

ふれあい条件においては、「撫でる」と「遊ぶ」の相互作用がオキシトシン濃度の上昇に寄与する相互作用であることが明らかとなった。例えばTurnerは、猫と人の相互作用場面を観察した結果、「相互作用を行いたいという猫の意向」に対して人がそれに応じれば応じるほど、「人からの意向」に対しても猫が応えてくれることを明らかにした（Turner, 1991）。すなわち、飼い主が日常的な猫との相互作用をより高頻度に、そしてより長時間行うためには、飼い主側よりも、猫側の行動意図に配慮することが重要であることを示唆している。これは、独立性の高い気質を有する猫（Crowley *et al.*, 2019）と、飼い主が良好な関係性を築く上で、重要な要素であることが伺える。

また一方で、安静条件においては、猫との相互作用の欲求を自制することにより、副交感神経活動およびオキシトシン濃度の上昇といった生理的反応が生じた。Turnerらの研究から明らかであるように、猫との相互作用では彼らの意向を尊重する必要があり、飼い主側の意向で無理に相互作用を試みることは、結果的に相互作用の時間が短くなる可能性が高いと考えられる（Turner, 1991）。1日で約14時間を睡眠に費やす猫にとって（Yamazaki *et al.*, 2020）、飼い主に対して能動的に相互作用を行う場面は限られていることが推測できる。したがって、彼らの発する行動意図を汲み取り、時には猫とのふれあい欲求を制御することは、飼い主が猫から健康効果を得るために不可欠な要素であることが伺える。そして、さらに興味深い点は、安静条件時にオキシトシン濃度が上昇した要因として、猫の飼育経験

(飼育頭数および飼育年数) が抽出された点である。すなわち本研究の結果は、猫と形成する長期的な関係性が、飼い主の健康状態に強く影響を及ぼす因子であることが示唆される。他の研究では、猫を家族として認識している飼い主ほど、猫から得られる健康効果は大きいことも明らかになっており (McConnell *et al.*, 2019)、本研究の結果と一致している。

Tuner は著書 *Domestic Cat* の一節にて、「猫の独立的な気質をどこまで受け入れるかというところが、人と猫の間の調和的な関係の秘密のうちの一つである」と述べている (Tuner, 2006)。3章の結果より、猫を慮り、彼らの特性をよく理解した上で行われる日々の相互作用により形成される「猫との良好な社会的な関係性」こそが、猫と暮らすことで飼い主が享受する健康増進の効果をもたらす鍵であることが明らかとなった。この新しい知見は、これまで難しかった一般家庭での猫と飼い主の日常的な相互作用場面を観察した実験によって得られた成果であり、猫と人の関係学の今後の発展につながるものといえる。

### 3.4.5 心理面の測定における主観的なバイアスの影響

また、ふれあい条件と安静条件の間において自律神経活動の変動は対照的であったものの、感情の変動は非常に類似していた。この結果は、紙媒体による感情面の主観的測定と、生理面の変動との不整合を表しているとも考えられる。

アンケートによる調査は、主観的なバイアスが回答結果に大きな影響を及ぼす懸念があり、人と動物の関係に関する研究においてもしばしば留意される点でもある。特に動物が人に与える影響を検証する様々な研究から、その効果として挙げられるリラックス感をはじめとした鎮静的効果は、いわゆる「癒やし」として広く認識されており、本研究においてもその認知バイアスが回答結果に影響を及ぼした可能性は十分に考えられる。この観点から考えても、人と動物の関係学において、より客観的な検証を可能にする生理学的側面によるアプローチは必要不可欠であると考えられる。さらに本研究の結果から、ストレス低減作用を含めた多様な役割を有するオキシトシンが、動物が人に及ぼす影響を評価する上でのバイオマ



一カーとして有用であることを示すとともに、その健康効果発現のメカニズムの解明に重要な生理活性物質であることが示唆された。

### 3.5 図表

表9. 飼い主と猫の相互作用のエソグラム

行動カテゴリー	定義
撫でる	飼い主の手が猫の体に触れて愛撫する
抱っこ	飼い主が手で猫を抱擁する
ブラッシング	飼い主が道具を用いて猫の体をブラシ道具で擦る
給餌・給水	飼い主が餌および水を猫に与える
遊び	飼い主が遊び道具を操作し、猫を遊びに誘う
名前呼び	飼い主が猫の個体名を猫に向かって発声する
話しかけ・声かけ	飼い主が猫の個体名以外の単語を猫に向かって発声する

表10. 事後アンケートの質問項目

ふれあい条件			
飼い主視点の質問	回答方式	猫視点の質問	回答方式
猫との10分間は楽しかったですか？	5段階	猫たちは、あなたとの10分間を楽しんでいたと思いますか？	5段階
実験は長く感じましたか？	5段階	猫たちは、幸せな気持ちになっていたと思いますか？	5段階
猫は可愛かったですか？	5段階	猫たちは、あなたの行動やふるまいに、注意や関心を向けているように感じましたか？	5段階
猫を愛おしく感じましたか？	5段階	猫たち、あなたの行動やふるまいに、ツンデレな要素は感じましたか？	5段階
幸せな気持ちになりましたか？	5段階	猫、あなたの行動やふるまいに、子供っぽさを感じましたか？	5段階
もっと時間を過ごしたいと感じましたか？	5段階	猫の行動や反応は、いつもと同じようなものでしたか？	5段階
猫はあなたに注意や関心を向けているように感じましたか？	5段階	あなたとのふれあいで、猫の「心理的」な状態は、健康になったと思いますか？	5段階
猫の思考や気持ちを想像することはありましたか？	5段階	あなたとのふれあいで、猫の「生理的」な状態は、健康になったと思いますか？	5段階
なにか、猫以外のことを考える瞬間はありましたか？	5段階	10分間の中で、猫があなたに対して取った行動はどれでしょうか？	5段階
猫ちゃんとのふれあいは、いつもと同じようなものでしたか？	5段階		
猫とのふれあいで、あなたの「心理的」な状態は、健康になったと思いますか？	5段階		
猫とのふれあいで、あなたの「生理的」な状態は、健康になったと思いますか？	5段階		
安静条件		回答方式	
実験は、長く感じましたか？	5段階		
何もせず、ただ安静に過ごすことは、日常的によくありますか？	5段階		
猫たちのことを考える瞬間はありましたか？	5段階		
10分間の中で、あなたが何か、頭の中で考えたことはありますか？	自由記述		
10分間の中で、あなたが何か、感じたことはありますか？	自由記述		

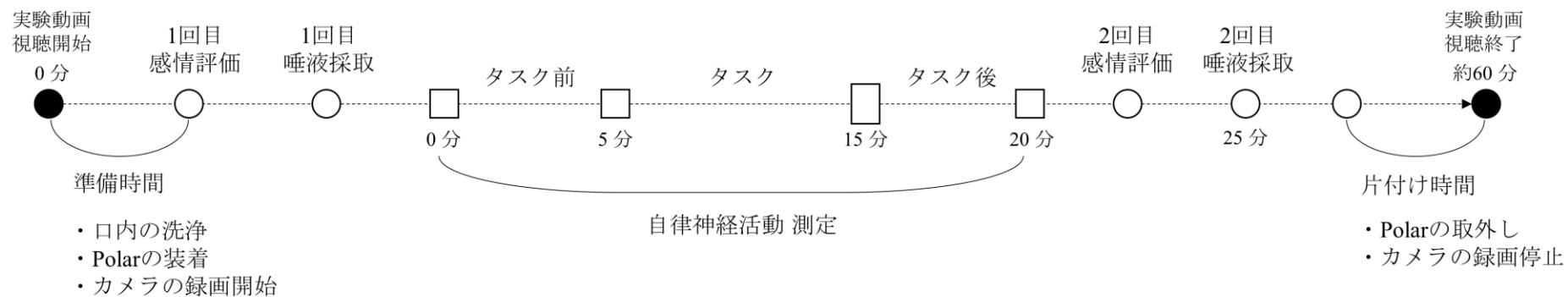


図6. 実験の流れ

表11. 全被験者のタスク前後におけるホルモン濃度変化の一覧表

ふれあい条件		オキシトシン			コルチゾール			安静条件		オキシトシン			コルチゾール		
被験者 No.		前	後	変化比	前	後	変化比	被験者 No.		前	後	変化比	前	後	変化比
1		14.59	29.12	2.00	0.79	0.22	0.28	1		34.89	21.97	0.63	1.83	0.85	0.46
2		19.96	22.50	1.13	0.85	0.30	0.35	2		77.01	93.39	1.21	1.67	1.53	0.92
3		44.42	46.88	1.06	1.38	1.31	0.96	3		52.27	43.64	0.84	2.15	1.63	0.76
4		33.58	44.33	1.32	1.09	1.20	1.11	4		50.05	61.69	1.23	1.68	1.39	0.83
5		57.30	41.13	0.72	5.46	1.36	0.25	5		81.01	46.29	0.57	1.76	0.78	0.44
6		62.35	93.53	1.50	1.30	1.95	1.50	6		68.01	379.74	5.58	0.95	7.08	7.47
7		23.69	45.38	1.92	0.53	4.21	7.90	7		20.86	21.93	1.05	0.85	0.56	0.66
8		39.93	47.93	1.20	1.76	3.73	2.12	8		17.43	18.82	1.08	0.42	0.24	0.56
9		15.51	17.26	1.11	0.47	0.15	0.31	9		280.80	350.26	1.25	6.23	0.82	0.13
10		22.62	20.22	0.89	0.43	0.54	1.26	10		141.15	158.54	1.12	2.05	1.68	0.82
11		23.08	25.64	1.11	1.09	1.00	0.92	11		47.53	59.42	1.25	0.71	0.70	0.99
12		392.71	537.04	1.37	20.31	34.44	1.70	12		33.67	25.27	0.75	0.30	0.49	1.63
13		2.86	0.22	0.08	0.32	0.39	1.23	13		580.09	753.36	1.30	4.97	6.33	1.27

表11. (続き)

ふれあい条件 被験者 No.	オキシトシン			コルチゾール			安静条件 被験者 No.	オキシトシン			コルチゾール		
	前	後	変化比	前	後	変化比		前	後	変化比	前	後	変化比
14	54.77	79.28	1.45	5.90	10.55	1.79	14	625.10	911.39	1.46	6.41	6.61	1.03
15	83.04	85.39	1.03	2.31	2.34	1.01	15	77.85	91.53	1.18	1.00	1.24	1.24
16	58.01	55.56	0.96	0.60	0.72	1.20	16	34.18	51.58	1.51	1.67	1.55	0.93
17	117.70	31.69	0.27	4.34	0.37	0.09	17	44.98	82.70	1.84	2.34	5.12	2.19
18	43.87	37.05	0.84	0.65	0.55	0.85	18	517.30	617.21	1.19	17.01	20.15	1.18
19	177.84	317.84	1.79	1.11	1.21	1.09	19	313.98	136.25	0.43	8.38	4.76	0.57
20	597.21	261.17	0.44	6.46	2.98	0.46	20	19.82	24.59	1.24	0.51	0.69	1.33
21	56.50	81.72	1.45	0.93	1.01	1.09	21	85.14	120.92	1.42	4.44	11.39	2.56
22	135.12	137.39	1.02	4.10	4.25	1.04							
23	65.59	66.80	1.02	1.46	0.89	0.61							
24	486.29	423.02	0.87	15.53	13.13	0.85							
25	24.38	20.37	0.84	1.09	0.66	0.60							
26	83.77	90.20	1.08	4.27	5.23	1.23							
27	62.07	63.59	1.02	5.32	6.75	1.27							

表内のコルチゾール濃度の単位はすべて ng/ml、オキシトシン濃度の単位はすべて pg/ml とした。  
変化比は、タスクの後から前の数字を割って算出された。

表12. ホルモン濃度の平均値のタスク前後の比較

ふれあい条件	被験者数	タスク前 (平均±標準偏差)	タスク後 (平均±標準偏差)	上昇者		下降者		
				人数	順位和	人数	順位和	
オキシトシン	27	103.66 ± 147.99	100.82 ± 130.89	18	221.00	9	107.00	*
コルチゾール	27	3.33 ± 4.67	3.76 ± 6.91	15	165.00	12	142.00	
.....								
安静条件	被験者数	タスク前 (平均±標準偏差)	タスク後 (平均±標準偏差)	上昇者		下降者		
				人数	順位和	人数	順位和	
オキシトシン	21	152.53 ± 193.42	193.83 ± 260.37	16	112.00	5	30.00	**
コルチゾール	21	3.21 ± 3.88	3.60 ± 4.82	9	48.00	12	97.00	*

表内のオキシトシン濃度の単位はすべて pg / ml、コルチゾール濃度の単位はすべて ng / mlとした。  
 ウィルコクソンの符号順位検定によって統計学的な有意性が確認された。 \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表13. ふれあい条件におけるタスク前後の自律神経活動の比較

フリードマン検定	被験者数	平均 ± 標準偏差			平均順位			
		タスク前	タスク	タスク後	タスク前	タスク	タスク後	
平均RR (ms)	24	815.09 ± 105.52	760.75 ± 90.87	824.47 ± 115.62	2.25	1.21	2.54	**
平均HR (bpm)	24	74.74 ± 9.14	80.01 ± 9.48	74.02 ± 9.39	1.75	2.79	1.46	**
SDNN (ms)	24	35.17 ± 31.49	33.09 ± 23.29	30.86 ± 14.37	1.88	2.17	1.96	
RMSSD (ms)	24	29.86 ± 30.05	27.89 ± 24.23	25.29 ± 13.66	2.00	1.96	2.04	
HF (ms <sup>2</sup> )	24	315.04 ± 326.01	485.44 ± 1513.86	339.63 ± 444.39	2.33	1.58	2.08	*
LF/HF (n.u.)	24	2.72 ± 2.18	3.66 ± 2.56	4.89 ± 11.02	1.79	2.38	1.83	
多重比較検定 Scheffe法		タスク前 vs タスク	タスク前 vs タスク後	タスク vs タスク後				
平均RR		**		**				
平均HR		**		**				
SDNN								
RMSSD								
HF		*						
LF/HF								

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$



表14. 安静条件にタスク前後の自律神経活動の比較

フリードマン検定	被験者数	平均 ± 標準偏差			平均順位		
		タスク前	タスク	タスク後	タスク前	タスク	タスク後
平均RR (ms)	19	810.62 ± 109.94	826.93 ± 120.16	831.67 ± 112.85	1.58	2.16	2.26
平均HR (bpm)	19	75.27 ± 9.81	74.04 ± 10.69	73.44 ± 10.27	2.42	1.84	1.74
SDNN (ms)	19	23.53 ± 12.25	26.10 ± 10.84	25.99 ± 14.01	1.74	2.00	2.26
RMSSD (ms)	19	18.80 ± 9.05	24.76 ± 13.98	24.05 ± 13.78	1.42	2.32	2.26 **
HF (ms <sup>2</sup> )	19	176.74 ± 206.63	361.39 ± 476.21	279.24 ± 382.27	1.42	2.53	2.05 **
LF/HF (n.u.)	19	3.21 ± 3.73	2.01 ± 2.25	1.90 ± 1.95	2.42	1.68	1.90
多重比較検定 Scheffe法		タスク前 vs タスク	タスク前 vs タスク後	タスク vs タスク後			
平均RR							
平均HR							
SDNN							
RMSSD		*	*				
HF		**					
LF/HF							

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表15. 感情の平均値のタスク前後の比較

ふれあい条件	被験者数	タスク前 (平均±標準偏差)	タスク後 (平均±標準偏差)	上昇者		下降者		
				人数	順位和	人数	順位和	
活性度	26	1.54 ± 4.14	0.35 ± 4.99	10	78.00	14	172.00	*
安定度	26	6.96 ± 2.58	7.77 ± 2.58	17	155.00	7	91.50	
快適度	26	8.50 ± 5.26	8.12 ± 4.93	10	93.00	13	153.50	
覚醒度	26	-5.42 ± 4.46	-7.42 ± 6.22	5	59.50	18	162.50	*
.....								
安静条件	被験者数	タスク前 (平均±標準偏差)	タスク後 (平均±標準偏差)	上昇者		下降者		
				人数	順位和	人数	順位和	
活性度	21	2.29 ± 3.42	-0.67 ± 3.92	2	12.50	16	113.00	**
安定度	21	6.38 ± 2.01	7.10 ± 2.21	11	50.50	2	20.50	
快適度	21	8.67 ± 3.83	6.43 ± 3.88	3	22.50	15	103.50	**
覚醒度	21	-4.10 ± 4.11	-7.76 ± 5.04	3	7.50	15	112.00	**

表内のTDMSの各項目の単位はすべて点とした。  
 ウィルコクソンの符号順位検定によって統計学的な有意性が確認された。\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表16. オキシトシン濃度のタスク前後変化比における重回帰分析の結果

説明変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数 ( $\beta$ )	F 値	t 値	P 値
撫でる	0.010	0.003	0.535	11.139	3.338	0.004**
抱っこ	0.003	0.013	0.026	0.044	0.210	0.836
ブラッシング	0.004	0.004	0.123	0.920	0.959	0.350
給餌・給水・オヤツ	0.009	0.009	0.150	0.924	0.961	0.349
遊び	0.008	0.003	0.323	6.860	2.619	0.017*
名前呼び	0.009	0.021	0.137	0.192	0.439	0.666
話しかけ・声かけ	-0.001	0.010	-0.037	0.011	-0.107	0.916

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表17. コルチゾール濃度のタスク前後変化比における重回帰分析の結果

説明変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数 ( $\beta$ )	F 値	t 値	P 値
撫でる	0.020	0.007	0.653	8.343	2.889	0.009**
抱っこ	-0.027	0.029	-0.163	0.848	-0.921	0.369
ブラッシング	0.011	0.010	0.209	1.338	1.157	0.262
給餌・給水・オヤツ	0.017	0.020	0.189	0.732	0.856	0.403
遊び	0.019	0.007	0.449	6.676	2.584	0.018*
名前呼び	0.044	0.048	0.407	0.851	0.923	0.368
話しかけ・声かけ	-0.036	0.023	-0.743	2.356	-1.535	0.141

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表18. ふれあい条件における唾液中ホルモンおよび自律神経とその他要素との相関関係表

カテゴリ名	項目名	1	2	3	4	5	6	7	8
唾液中ホルモン	オキシトシン	—							
	コルチゾール	<b>0.41*</b>	—						
自律神経	平均RR	-0.05	<b>-0.47*</b>	—					
	平均心拍数	0.12	<b>0.41*</b>	<b>-0.98**</b>	—				
	SDNN	0.11	0.17	-0.02	-0.04	—			
	RMSSD	0.15	-0.01	<b>0.52**</b>	<b>-0.52**</b>	<b>0.51**</b>	—		
	HF	0.15	0.10	<b>0.40*</b>	<b>-0.42*</b>	<b>0.47*</b>	<b>0.87**</b>	—	
	LF/HF	0.08	-0.02	<b>-0.41*</b>	<b>0.43*</b>	0.25	-0.35	<b>-0.43*</b>	—
感情 事前アンケート	活性度	-0.02	0.17	-0.10	0.15	0.00	0.06	-0.08	0.33
	安定度	<b>-0.39*</b>	-0.32	-0.07	0.10	-0.23	-0.05	-0.24	-0.12
	快適度	-0.05	-0.03	-0.07	0.12	-0.04	0.16	-0.10	0.15
	覚醒度	0.19	0.30	-0.13	0.16	0.16	0.08	0.08	0.36
	年齢	0.19	-0.16	0.02	0.08	0.08	0.11	0.15	0.05
	飼育頭数	-0.10	-0.11	0.18	-0.19	-0.04	0.01	-0.17	-0.16
	これまで飼育してきた猫の数	-0.25	0.01	0.00	0.01	-0.22	-0.34	-0.37	-0.16
	これまで猫を飼育してきた期間	-0.35	-0.10	-0.02	-0.01	0.10	-0.22	-0.32	0.09
	LAPS	-0.07	0.14	-0.28	0.28	-0.29	-0.34	<b>-0.43*</b>	-0.01

表18. (続き)

カテゴリ名	項目名	1	2	3	4	5	6	7	8
事後アンケート (飼い主視点)	猫との10分間は楽しかったですか？	-0.05	-0.03	0.29	-0.30	0.21	0.25	0.16	0.14
	実験は長く感じましたか？	-0.14	0.12	-0.18	0.26	<b>-0.53**</b>	-0.28	-0.22	-0.13
	猫は可愛かったですか？	-0.09	0.27	-0.10	0.04	0.10	0.02	0.00	0.04
	猫を愛おしく感じましたか？	0.09	-0.01	0.20	-0.17	-0.02	0.27	0.26	-0.03
	幸せな気持ちになりましたか？	0.03	0.10	0.06	-0.10	0.00	0.02	0.09	-0.12
	もっと時間を過ごしたいと感じましたか？	-0.07	-0.05	-0.06	0.00	0.10	-0.08	-0.05	0.12
	猫はあなたに注意や関心を向けているように感じましたか？	-0.27	-0.05	0.12	-0.11	0.04	-0.04	0.07	-0.04
	猫の思考や気持ちを想像することはありましたか？	0.01	-0.19	0.00	0.03	0.00	-0.22	-0.07	0.11
	なにか、猫以外のことを考える瞬間はありましたか？	0.02	0.22	0.03	-0.04	-0.38	-0.06	0.06	<b>-0.46*</b>
	猫ちゃんとのふれあいは、いつもと同じようなものでしたか？	0.11	-0.05	0.36	-0.38	0.06	-0.05	-0.04	0.08
猫とのふれあいで、あなたの「心理的」な状態は、健康になったと思いますか？	-0.05	0.02	0.12	-0.15	-0.04	0.03	0.05	-0.28	
猫とのふれあいで、あなたの「生理的」な状態は、健康になったと思いますか？	0.08	-0.08	0.25	-0.25	-0.31	-0.06	0.01	-0.30	
事後アンケート (猫視点)	猫たちは、あなたとの10分間を楽しんでいたと思いますか？	-0.23	0.06	0.03	-0.09	<b>0.46*</b>	0.17	0.18	0.04
	猫たちは、幸せな気持ちになっていたと思いますか？	-0.17	0.09	0.09	-0.10	0.19	0.06	0.05	-0.17
	猫たちは、あなたの行動やふるまいに、注意や関心を向けているように感じましたか？	-0.17	-0.01	0.00	0.00	0.30	0.06	0.12	-0.01
	猫たち、あなたの行動やふるまいに、ツンデレな要素は感じましたか？	-0.11	0.00	-0.13	0.13	-0.29	-0.20	-0.06	-0.09
	猫、あなたの行動やふるまいに、子供っぽさを感じましたか？	-0.10	-0.16	-0.30	0.31	-0.22	<b>-0.51**</b>	-0.34	0.26
	猫の行動や反応は、いつもと同じようなものでしたか？	-0.13	0.05	0.39	<b>-0.42*</b>	0.23	0.39	0.33	-0.22
	あなたとのふれあいで、猫の「心理的」な状態は、健康になったと思いますか？	-0.16	-0.02	0.17	-0.23	0.29	0.16	0.12	-0.03
	あなたとのふれあいで、猫の「生理的」な状態は、健康になったと思いますか？	0.02	0.01	0.19	-0.22	0.04	0.16	0.13	-0.18

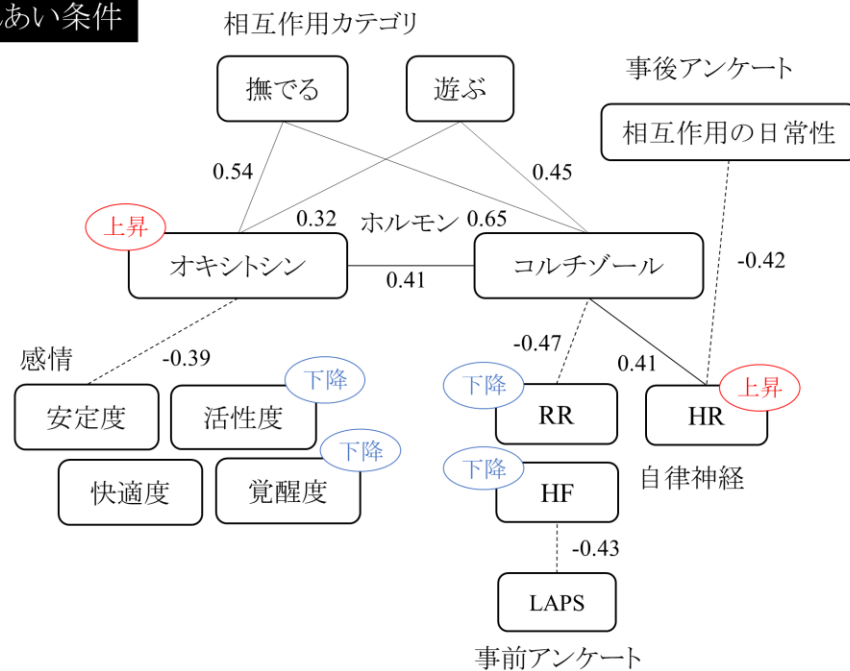
表内の数字は順位相関係数 (rs) であり、統計学的に有意な項目は太字で表記した。\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

表19. 安静条件における唾液中ホルモンおよび自律神経とその他要素との相関関係表

カテゴリ名	項目名	1	2	3	4	5	6	7	8	
唾液中ホルモン	オキシトシン	—								
	コルチゾール	<b>0.62**</b>	—							
	自律神経	平均RR	0.38	0.41	—					
		平均心拍数	-0.44	<b>-0.47*</b>	<b>-0.94**</b>	—				
		SDNN	0.16	0.00	0.04	0.11	—			
		RMSSD	<b>0.60**</b>	0.20	0.30	-0.20	<b>0.61**</b>	—		
		HF	<b>0.52*</b>	0.25	0.20	-0.15	0.26	<b>0.76**</b>	—	
		LF/HF	-0.19	-0.04	-0.27	0.36	<b>0.54*</b>	-0.18	<b>-0.47*</b>	—
感情	活性度	0.20	0.26	0.04	-0.14	-0.24	-0.18	-0.27	0.33	
	安定度	-0.10	-0.38	0.33	-0.19	-0.14	0.18	0.34	-0.12	
	快適度	-0.01	-0.04	0.10	-0.10	-0.27	-0.11	-0.07	0.15	
	覚醒度	0.23	0.37	-0.02	-0.10	-0.06	-0.14	-0.34	0.36	
事前アンケート	年齢	-0.07	-0.05	0.31	-0.25	0.27	0.00	-0.29	0.05	
	飼育頭数	0.07	0.28	0.26	-0.24	-0.17	-0.12	-0.05	-0.16	
	これまで飼育してきた猫の数	0.26	<b>0.65**</b>	0.17	-0.20	0.15	-0.09	-0.18	-0.16	
	これまで猫を飼育してきた期間	0.27	<b>0.51*</b>	0.44	<b>-0.59**</b>	-0.26	-0.18	-0.20	0.09	
	LAPS	0.24	0.35	0.24	-0.40	0.23	0.25	0.25	-0.01	
事後アンケート (飼い主視点)	実験は、長く感じましたか？	0.37	0.25	0.00	-0.03	0.34	0.37	0.28	0.14	
	安静に過ごすことは、日常的によくありますか？	-0.16	<b>-0.55**</b>	-0.09	0.10	-0.02	0.03	0.07	-0.13	
	猫たちのことを考える瞬間はありましたか？	0.18	-0.06	0.00	-0.12	-0.10	0.04	0.13	0.04	

表内の数字は順位相関係数 (rs) であり、統計学的に有意な項目は太字で表記した。\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

ふれあい条件



安静条件

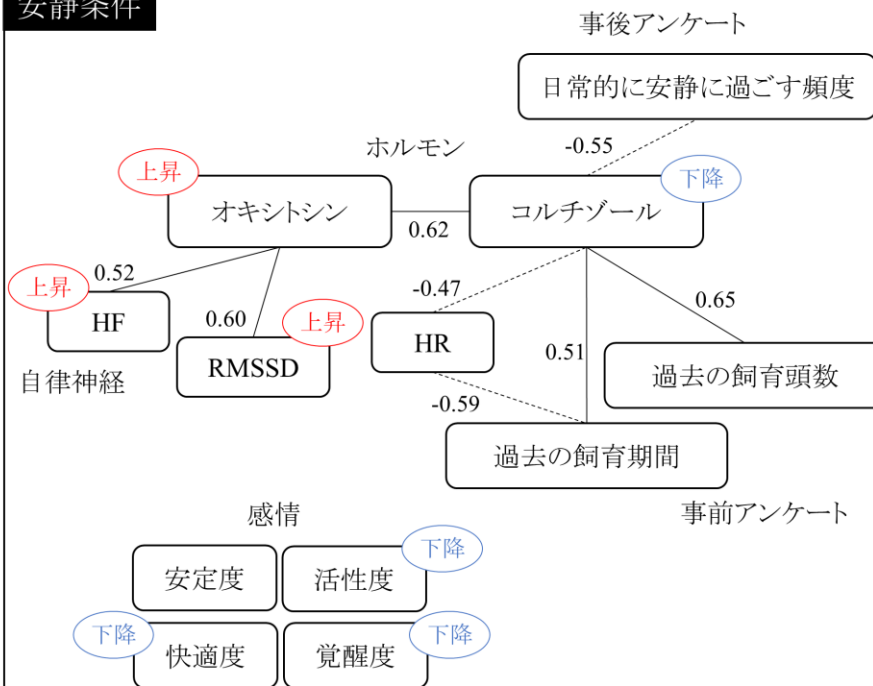


図7.3章で得られた結果の間で有意な相関関係が確認された項目の相関図。

各タスクの前後において上昇した項目は赤字で上昇、下降した項目は青字で下降と表記している。実線で結ばれた項目間は正の相関関係を、破線で負の相関関係を表している。



## 第4章 総合考察

本研究では、猫の気質および行動特性により実験実施が難しいとされてきた、一般家庭の猫およびその飼い主を対象に、遠隔形式の実験を実施した。そして、飼い主自身でサンプル採取が可能な、猫の尿および飼い主の唾液からオキシトシン濃度を定量化することで、より自然な飼い主と猫の相互作用場面によって生じる健康効果を検証した。その結果、これまで行われてきた人と猫の関係の領域では観察されてこなかった複数の成果が得られ、飼い主と猫の関係性を評価するためのバイオマーカーとしてオキシトシンが重要であることが示唆された。

### 4.1 一般家庭環境下での実験におけるオキシトシン測定の意義および価値

2章では、実験環境条件等が統制された研究室環境下にて猫の尿採取を行い、固相抽出を経て濃度の定量化をする一連の手法を確立した。体のサイズが小さい猫にとって、身体拘束も確実に伴う血液や唾液といった生理サンプルの収集は極めて難しい一方、自然排尿を対象とすることで容易に必要な量を採取することが可能となる。この手法の確立は、猫の生理状態を正確に把握する研究の発展において有意義な成果であるといえる。そしてその手法は飼い主自身でも十分に可能であったため、本研究では、一般家庭における猫の尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度を定量化することに成功した。特に、尿中オキシトシンの平均濃度と、飼い主と猫の日常的な相互作用の頻度に正の相関関係が確認され、飼い猫との日々の相互作用を積極的に行うことで、猫のオキシトシン濃度を高めることができることが示唆された。一方、コルチゾールの平均濃度においては、相互作用との関係は観察されなかった。

コルチゾールは、動物のストレス状態を確認するための指標として、多くの研究で用いられてきた (Heimbürge *et al.*, 2019; Möstl & Palme, 2002)。猫を対象とした研究においても、コルチゾール濃度は猫の健康と福祉を評価するための指標として活用されており (Lichtsteiner & Turner, 2008)、人との相互作用によりコルチゾールが減少することが示さ

れている (Rehnberg *et al.*, 2015)。しかしながら本研究では、飼い主との相互作用は、猫のコルチゾール濃度の減少をもたらさなかった。これは、本研究の結果が、猫が最もリラックスした状態であると推察できる一般家庭での実験から得られたものであったからと考えられる。コルチゾールを健康の指標として活用している研究の多くは、シェルターや研究室環境のような、一般家庭とは異なる特殊な環境下で実施されている。特に動物シェルターは、遺棄や捕獲などの経緯による一時的な生活環境である。こうした状況下において、動物がストレス状態に陥ることは容易に想像でき、コルチゾール濃度変化をはじめとするストレス状態の変動が確認しやすいと考えられる。そのため、猫が最も安全な縄張り範囲内である一般家庭下での飼い主との相互作用に着目した本研究においては、ストレス反応に伴うコルチゾール濃度の顕著な変動はそもそもみられなかったものと考えられる。一方でオキシトシンは、コルチゾールの抑制をはじめとする多様な抗ストレス作用としての役割に留まらず、心理的幸福感や社会的行動との関連性が示唆されるなど、非常に多岐にわたる機能を有している (Grahm *et al.*, 2021)。このことからオキシトシンは、ストレス以外の多様な要因からの影響を観察しやすい指標であると考えられ、特に本研究のような、猫がリラックスしやすい一般家庭環境下において実験を行う場合、その飼い主との社会的関わりと健康や福祉に関する効果を評価する上で有益なバイオマーカーであると考えられる。

また 3 章においても、一般家庭環境下で飼い主を対象に遠隔的な実験を行い、被験者自身での採取が容易な唾液からオキシトシンの定量化をおこなった結果、猫と関わることで飼い主の唾液中オキシトシン濃度が上昇することが明らかとなった。そして、オキシトシン濃度の上昇には、コルチゾール濃度や心拍数の上昇が関連しており、猫とのふれあいによって生じる生理学的な活性化がオキシトシン濃度の上昇の一要因であることが示唆された。これまで、動物が人にもたらす癒し効果、すなわち鎮静作用が、人の健康効果を増進する主なメカニズムと考えられ、一般的にも知られるようになってきた。しかしながら本研究の結果は、

過去に行われてきた人と動物の関係学に関する報告と異なる対照的な結果であると考えられる。

生体にストレス反応をもたらす刺激はストレッサーと称されるが、このストレッサーにより生じるストレス反応は大きくディストレス反応とユーストレス反応に分けられる (Bienertova-Vasku *et al.*, 2020)。一般に広く認識されているストレス反応はディストレスと呼ばれる反応であり、刺激の受容者にとってネガティブなストレッサーによって生じると言われている。これは、人体にとって強い心理生理的な負荷がかかっている状態であり、例えば災害、傷病や疾病の罹患など、ネガティブな状況において生じるストレス反応が挙げられる。一方で、ユーストレス反応は、人にとって活力や健康増進をもたらさうるストレス反応と考えられており (Bourgeois, 2018)、刺激の受容者にとってポジティブなストレッサーによってもたらされる心理・生理学的な反応であると考えられている (Kupriyanov & Zhdanov, 2014; Bienertova-Vasku *et al.*, 2020)。ユーストレス反応は自身で制御可能な範囲のストレスへの暴露下において、身体の回復力や病気への抵抗力を促進する可能性が示されており (Aschbacher *et al.*, 2013)、心身の健康効果をもたらすストレス反応であると考えられる。本研究においては、飼い主にとって、飼い猫との相互作用場面は、適度な刺激として作用し、飼い主の心身にユーストレス反応を引き起こしたと推測できる。このように、猫との相互作用は、これまで一般的に言及されてきた鎮静作用がもたらす気分変化と生理変化による健康効果というメカニズムだけではなく、ユーストレス反応を促進するような覚醒作用による健康効果発現というメカニズムも存在する可能性が、一般家庭環境下における飼い主と猫の行動生理学的検証から初めて明らかとなった。

一方で、一般家庭環境下における実験では、考慮すべき項目も複数存在する。例えば、猫の尿中オキシトシンおよびコルチゾール濃度の変動係数は、その家庭で猫の飼育頭数に影響することが明らかとなった。この結果は、猫の生理的な状態は、飼い主やその他家族との関係性だけでなく、同居している他の猫との関係性から影響を受けることを示唆している。こ

うした影響を排除するためには、実験室環境下による検証が避けられない場合もある。飼育頭数をはじめ、人との相互作用頻度を制御することも可能であり、より正確な実験条件を設定することができる。しかしながら、2章実験1では、猫のオキシトシンおよびコルチゾール濃度と、人との相互作用の間に明確な関連性は観察されなかった。研究室環境下での複数人による飼育や統制された環境では、本質的に飼い主と飼い猫との関わりを再現している可能性は低く、本研究の2章実験2のように、一般家庭環境下での実験で、特定の飼い主との長期的な関係性に着目することで、猫の生理状態、特にオキシトシン濃度との関連性がはじめて明らかになるといえる。

本研究の結果は、猫と飼い主の間で行われる相互作用がもたらす健康を増進するメカニズムを探る上で、一般家庭環境下における自然な実験設定の実験実施は必要不可欠であること、そして、評価指標としてオキシトシンが最適なバイオマーカーになることを示唆している。そして、人と動物の関係学、特に飼い主と猫との関わりにおいて新たな側面を示唆し、猫の健康と福祉、また飼い主と猫との共生関係をより向上させる一助になると考えられる。

## 4.2 接触を介した相互作用とオキシトシン分泌の関係性

接触は、母子間において、言語を介さずに行うことのできる重要なコミュニケーション手法である。これは人と動物の関係においても同様であり、触覚を用いた相互作用は、聴覚や視覚よりも直接的であり、相互に影響を及ぼし合うことのできるコミュニケーション手法であるといえる。本研究では、2章および3章の結果から、飼い主と猫の相互作用により双方のオキシトシン濃度が上昇することが明らかとなり、共通して、接触刺激がその上昇に関与していることが明らかとなった。人の母子間の愛着形成には、接触刺激によるオキシトシン濃度の上昇が関与していることが知られており (Feldman *et al.*, 2010)、接触刺激がもたらすオキシトシン濃度の上昇が母子の健康状態を向上することも示唆されている (Cooijmans *et al.*, 2017)。さらに、近年行われた、感染症の蔓延により自宅待機を余儀なくされた飼い主を対象としたアンケート調査によると、自宅でのペットとの接触を介した相互作用がスト

レス緩和につながっているという報告もされている (Young *et al.*, 2020)。このように、飼い主と猫の双方がより長く健康に生きるための関係性を築くためには、接触コミュニケーションが重要な鍵となることが明らかとなっており、より直接的なコミュニケーションによる接触刺激がオキシトシン分泌を促進させ、飼い主と動物互いの心身の健康増進効果を発現させるトリガーとなりうることが示唆される。

約 9500 年前に始まったとされる猫と人の共生関係 (Vigne *et al.*, 2004) は、徐々に変化し、愛着関係を形成するに至ったことは、行動学的評価をはじめとした種々の報告 (Iren *et al.*, 2021; Edwards *et al.*, 2007; Howell *et al.*, 2017; Vitale *et al.*, 2019) からも明らかである。こうした愛着関係は双方の心身の健康に大きな影響を及ぼすが、猫と人の場合、その関係性の形成を説明する生理学的なメカニズムはこれまで不明瞭であった。犬と飼い主の愛着形成では、アイコンタクトによるオキシトシン分泌が鍵となる可能性が示されている。本研究から、猫と飼い主の間においても、相互にオキシトシン分泌を促進し合う関係性が示唆され、その関係構築の主たる鍵は接触刺激であると考えられた。

さらに 2 章では、猫が主体となっていく日常的な相互作用の主成分 2 と、オキシトシン濃度の変動係数に正の相関関係が観察された。この主成分 2 に寄与する質問項目として、「日常的に人の近くで過ごすか？」が正の主成分負荷量を示していることから、飼い主との物理的な距離が近い猫は、オキシトシン濃度に変動が生じやすい個体であると考えられる。猫は元来、縄張り性の気質をもち、単独で狩猟を行う生態的特性をもつ。そのため、犬のように明確な家畜化のプロセスがなく、現代においても、猫の家畜化は不完全であるとも指摘されている。本研究の結果から推測すると、飼い主と猫が生活空間を共にし、物理的な距離が近くなることで、オキシトシンシステムに影響が生じた可能性が考えられる。また、オキシトシン分泌は向社会行動を促進する機能を持つことから (Wang *et al.*, 2019; Yatawara *et al.*, 2016)、オキシトシン分泌が生じた猫は、近くの人に対して社会行動を示した可能性があり、そして人側も、猫が物理的に近い距離にいることで物理的接触が増えることとなる。このよ

うに相互にオキシトシン分泌促進を伴う関係性が形成されてきたとも推測できる。本研究では、相互作用場面において猫と飼い主のオキシトシン濃度を同時にサンプリングしておらず明確な言及はできない。しかしながら、飼い主と猫の関係性において、接触を介したコミュニケーションが重要であることは明らかであり、家畜化の過程で飼い主と猫が形成してきた社会的関係性とオキシトシン分泌に関係性があることが示唆される。

### 4.3 愛着評価とオキシトシン分泌の直接的な関連性の検討に関する課題点

本研究は LAPS (Lexington Attachment to Pets Scale) を用いて、飼い主と猫の愛着度を数値化し、2章および3章での分析に用いた。しかしながら、2章では LAPS とオキシトシン平均濃度および変動係数との関連性は観察されなかった。3章では、ふれあい条件において、副交感神経の指標である HF 成分と LAPS が負の相関関係を示しており、愛着度が高い被験者ほど生理面が覚醒状態になると考えられたものの、オキシトシン濃度の変化比との直接的な関連性は示されなかった。こうした結果の背景には、飼育頭数による影響も考えられる。特に本研究の3章では、多頭飼育家庭に実験を依頼した際、飼い主と猫の1対1でのふれあいではなく、飼育する猫が複数存在するなかで、どの猫とふれあうことも可能とする日常的な相互作用場面を設定した。LAPS は本来、犬や猫などの種類は問わず、ペット全般に対する愛着を計ることを目的とした尺度であり、横断的にその時点での愛着を主観的に数値化するものである。本研究においても、特定の飼育猫個体を想定して回答を求めたわけではなく、ペットとしてのイエネコという動物そのものに対する愛着度として回答してもらった。飼育年数や飼育のきっかけなどの差異により、飼い主が抱いている猫との愛着関係は、個体ごとに異なることも推察できることから、本研究の意図する飼い主と飼い猫との愛着関係の数値化には限界があったとも考えられる。

また、飼育年数や今までの飼育頭数といった飼育経験と、行動やオキシトシン分泌との間にもいくつか関係性がみられた。例えば2章において、猫の飼育期間が短いほど、飼い主は接触や音声を介した相互作用場面が多く行い、それに伴い猫のオキシトシン分泌が促進され

ることが示された。これは、猫と飼い主の関係性がまだ浅く、愛着関係を形成していく段階である人ほど、積極的に猫との相互作用を行うことを示唆している。猫と飼い主が形成する関係性は、短期的に日々行われる相互作用による影響の授受から徐々に中長期的に形成されていくものと考えられ、愛着の測定と分析には縦断的な側面も考慮する必要がある。このように、猫と飼い主の愛着関係といった、特定の愛着対象個体との関係を厳密に測定するためには、LAPS の使用は不十分な点がある可能性があり、改めて飼い主と猫との愛着を示す新たな尺度を開発する必要性が考えられた。

#### 4.4 結論

本研究は、飼い主と猫の関わりにおける健康効果に対するオキシトシンの関与を行動生理学的に解明するために、これまで研究例の少ない一般家庭環境下にて実験を実施した。本研究は、一般家庭飼育下の猫の尿中オキシトシン濃度の定量化に成功し、その平均濃度は  $264.38 \pm 82.1 \text{ pg/mg} \cdot \text{cre}$  であった。そして、飼い主からの接触や声掛けなどの相互作用がオキシトシン濃度を高めることを明らかにした。また飼い主の唾液中オキシトシン濃度は、猫との接触や遊びといった相互作用により上昇を示した。これらの結果から、飼い主と猫との関わりは、健康効果に関与するオキシトシンの双方における分泌促進が示唆され、このとき直接的な接触刺激がそのトリガーとなるメカニズムが考えられる。このように、本研究は、飼い主—猫間の社会的相互作用の本質とその重要性を明らかにし、これまで明示されてこなかった、飼い主と猫の愛着関係、特に心身の健康への寄与に関する有益な情報を与えるとともに、人と動物の関係性を探る上で、バイオマーカーとしてのオキシトシンの有用性を改めて提案するものである。

## 謝辞

指導教官である東京農業大学農学部動物行動学研究室の内山秀彦准教授には、8年間に渡り、研究に関わる全ての諸活動についてご指導を賜りました。未熟な私に対しても常に対等に、そして常に全力でご指導ご鞭撻をいただいたことに対して、深く感謝申し上げます。また同様に、指導教官である増田宏司教授には、研究の方向性だけにとどまらず、研究者にとって大切な姿勢や在り方を常に導いていただき、心より感謝申し上げます。また、本論文の副査を快くお引き受けくださった太田光明先生には、修士時代から多大なご指導をいただき、投稿論文の執筆から研究に対する情熱まで、多くのことを学ばせていただきましたことについて、感謝の意を表します。

また、主査を快くお引き受けくださった東京農業大学農学部野生動物学研究室の佐々木剛教授、副査を快くお引き受けくださった小川博教授に多大なる感謝を申し上げます。加えて、研究に関して多くのご助言をいただいた、東京農業大学農学部デザイン農学研究室の土田あさみ教授、川嶋舟准教授、東京農業大学農学部動物行動学研究室の木村雄一助教に感謝申し上げます。

また、東京農業大学農学部動物介在療法学研究室および動物行動学研究室の学部生のみなさまには、研究はもちろん、飼育動物の管理などで多大なお力添えを賜りました。感謝申し上げます。

東京農業大学農生命科学研究所からは大学院博士後期課程研究支援制度による研究費の補助を賜りました。深く感謝の意を表します。

本研究では、煩雑で手間のかかる実験にご協力いただき、本研究の目的を理解して支援してくださった多くの一般家庭の猫の飼い主様、そして共に暮らしている猫たちからご助力をいただきました。この場をお借りして、感謝申し上げます。また、東京農業大学農学部動物介在療法学研究室および動物行動学研究室で飼育されてきた合計8頭の猫たちがいたことで、本研究は完成することができました。ありがとうございました。

最後に、本研究は、両親と祖母が常に私を支えてくださり、経済面だけでなく、身体面も精神面も常に私を気遣ってくださったことで遂行することができました。この場を借りて、心より深く感謝申し上げます。



## 引用参考文献

- Aimie-Salleh, N., Malarvili, M. B., & Whittaker, A. C. (2019). Fusion of heart rate variability and salivary cortisol for stress response identification based on adverse childhood experience. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 57(6), 1229–1245.
- Alley, J., Diamond, L. M., Lipschitz, D. L., & Grewen, K. (2019). Associations between oxytocin and cortisol reactivity and recovery in response to psychological stress and sexual arousal. *Psychoneuroendocrinology*, 106, 47–56.
- Amat, M., Camps, T., & Manteca, X. (2016). Stress in owned cats: behavioural changes and welfare implications. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(8), 577–586.
- Aschbacher, K., O'Donovan, A., Wolkowitz, O. M., Dhabhar, F. S., Su, Y., & Epel, E. (2013). Good Stress, Bad Stress and Oxidative Stress: Insights from Anticipatory Cortisol Reactivity. *Psychoneuroendocrinology*, 38(9), 1698–1708.
- Atwell, L. L., Hsu, A., Wong, C. P., Stevens, J. F., Bella, D., Yu, T. W., Pereira, C. B., Löhr, C. v., Christensen, J. M., Dashwood, R. H., Williams, D. E., Shannon, J., & Ho, E. (2015). Absorption and chemopreventive targets of sulforaphane in humans following consumption of broccoli sprouts or a myrosinase-treated broccoli sprout extract. *Molecular Nutrition & Food Research*, 59(3), 424–433.
- Beetz, A., Uvnäs-Moberg, K., Julius, H., & Kotrschal, K. (2012). Psychosocial and psychophysiological effects of human-animal interactions: The possible role of oxytocin. *Frontiers in Psychology*, 3, 234.
- Bernhard, A., van der Merwe, C., Ackermann, K., Martinelli, A., Neumann, I. D., & Freitag, C. M. (2018). Adolescent oxytocin response to stress and its behavioral and endocrine correlates. *Hormones and Behavior*, 105, 157–165.
- Bernstein, P. L. (2006). Behavior of Single Cats and Groups in the Home. *Consultations in Feline Internal Medicine*, 675.

- Bethlehem, R. A. I., van Honk, J., Auyeung, B., & Baron-Cohen, S. (2013). Oxytocin, brain physiology, and functional connectivity: A review of intranasal oxytocin fMRI studies. *Psychoneuroendocrinology*, 38(7), 962–974.
- Bienboire-Frosini, C., Chabaud, C., Cozzi, A., Codecasa, E., & Pageat, P. (2017). Validation of a commercially available enzyme immunoassay for the determination of oxytocin in plasma samples from seven domestic animal species. *Frontiers in Neuroscience*, 11, 524.
- Bienertova-Vasku, J., Lenart, P., & Scheringer, M. (2020). Eustress and Distress: Neither Good Nor Bad, but Rather the Same? *BioEssays*, 42(7), 1900238.
- Botigué, L. R., Song, S., Scheu, A., Gopalan, S., Pendleton, A. L., Oetjens, M., Taravella, A. M., Seregély, T., Zeeb-Lanz, A., Arbogast, R. M., Bobo, D., Daly, K., Unterländer, M., Burger, J., Kidd, J. M., & Veeramah, K. R. (2017). Ancient European dog genomes reveal continuity since the Early Neolithic. *Nature Communications* 2017 8:1, 8(1), 1–11.
- Bourgeois, T. J. (2018). *Scholar Works Effect of Eustress, Flow, and Test Anxiety on Physical Therapy Psychomotor Practical Examinations.*(Doctoral dissertation, Walden University).
- Bowlby, J. (1958). The nature of the child's tie to his mother. *The International Journal of Psycho-Analysis*, 350–373.
- Bradshaw, J. W. S. (2016). Sociality in cats: A comparative review. *Journal of Veterinary Behavior*, 11, 113–124.
- Brand, C. M., Boose, K. J., Squires, E. C., Marchant, L. F., White, F. J., Meinelt, A., & Snodgrass, J. J. (2016). Hair plucking, stress, and urinary cortisol among captive bonobos (*Pan paniscus*). *Zoo Biology*, 35(5), 415–422.
- Branson, S., Boss, L., Cron, S., & Kang, D. H. (2016). Examining Differences between Homebound Older Adult Pet Owners and Non-pet Owners in Depression, Systemic Inflammation, and Executive Function. *Anthrozoos*, 29(2), 323–334.

- Brown, C. A., Cardoso, C., & Ellenbogen, M. A. (2016). A meta-analytic review of the correlation between peripheral oxytocin and cortisol concentrations. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 43, 19–27.
- Bucher, B., Arahori, M., Chijiwa, H., Takagi, S., Fujita, K., Benoit Bucher, F., & Takagi Kazuo Fujita, S. (2020). Domestic cats' reactions to their owner and an unknown individual petting a potential rival. *Pet Behaviour Science*, 09(9), 16–33.
- Buemann, B., & Uvnäs-Moberg, K. (2020). Oxytocin may have a therapeutical potential against cardiovascular disease. Possible pharmaceutical and behavioral approaches. *Medical Hypotheses*, 138, 109597.
- Burns, C. C., Redding, L. E., & Watson, B. (2020). The Effects of Frequency and Duration of Handling on the Development of Feline Upper Respiratory Infections in a Shelter Setting. *Animals*, 10(10), 1828.
- Cardoso, C., Kingdon, D., & Ellenbogen, M. A. (2014). A meta-analytic review of the impact of intranasal oxytocin administration on cortisol concentrations during laboratory tasks: Moderation by method and mental health. *Psychoneuroendocrinology*, 49(1), 161–170.
- Carlstead, K., Brown, J. L., & Strawn, W. (1993). Behavioral and physiological correlates of stress in laboratory cats. *Applied Animal Behaviour Science*, 38(2), 143–158.
- Carter, C. S., Pournajafi-Nazarloo, H., Kramer, K. M., Ziegler, T. E., White-Traut, R., Bello, D., & Schwertz, D. (2007). Oxytocin. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1098(1), 312–322.
- Cauvin, A. L., Witt, A. L., Groves, E., Neiger, R., Martinez, T., & Church, D. B. (2003). The urinary corticoid:creatinine ratio (UCCR) in healthy cats undergoing hospitalisation. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 5(6), 329–333.
- Christian, H., Bauman, A., Epping, J. N., Levine, G. N., McCormack, G., Rhodes, R. E., Richards, E., Rock, M., & Westgarth, C. (2018). Encouraging Dog Walking for Health Promotion and Disease Prevention. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 12(3), 233–243.

- Contreras, E. T., Vanderstichel, R., Hovenga, C., & Lappin, M. R. (2021). Evaluation of hair and nail cortisol concentrations and associations with behavioral, physical, and environmental indicators of chronic stress in cats. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35(6), 2662–2672
- Cooijmans, K. H. M., Beijers, R., Rovers, A. C., & de Weerth, C. (2017). Effectiveness of skin-to-skin contact versus care-as-usual in mothers and their full-term infants: Study protocol for a parallel-group randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 17(1), 1–16.
- Crowley, S. L., Cecchetti, M., & McDonald, R. A. (2019). Hunting behaviour in domestic cats: An exploratory study of risk and responsibility among cat owners. *People and Nature*, 1(1), 18–30.
- Crowley, S. L., Cecchetti, M., & McDonald, R. A. (2020). Our Wild Companions: Domestic cats in the Anthropocene. *Trends in Ecology & Evolution*, 35(6), 477–483.
- Curl, A. L., Bibbo, J., & Johnson, R. A. (2017). Dog Walking, the Human–Animal Bond and Older Adults’ Physical Health. *The Gerontologist*, 57(5), 930–939.
- Curry, B. A., Donaldson, B., Vercoe, M., Filippo, M., Zak, P. J., Curry, B. A., Donaldson, B., Vercoe, M., Filippo, M., & Zak, P. J. (2015). Oxytocin responses after dog and cat interactions depend on pet ownership and may affect interpersonal trust. *Human-Animal Interaction Bulletin*, 3(2), 56–71.
- de Jong, T. R., Menon, R., Bludau, A., Grund, T., Biermeier, V., Klampfl, S. M., Jurek, B., Bosch, O. J., Hellhammer, J., & Neumann, I. D. (2015). Salivary oxytocin concentrations in response to running, sexual self-stimulation, breastfeeding and the TSST: The Regensburg Oxytocin Challenge (ROC) study. *Psychoneuroendocrinology*, 62, 381–388.
- Delgado, M. M., Han, B. S. G., & Bain, M. J. (2021). Domestic cats (*Felis catus*) prefer freely available food over food that requires effort. *Animal Cognition*, 1, 1–8.
- Dhabhar, F. S. (2018). The Short-Term Stress Response – Mother Nature’s Mechanism for Enhancing Protection and Performance Under Conditions of Threat, Challenge, and Opportunity. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 49, 175–192.

- Dinis, F. A. B. da S. G., & Martins, T. L. F. (2016). Does cat attachment have an effect on human health? A comparison between owners and volunteers. *Pet Behaviour Science*, 1(1), 1–12.
- Driscoll, C. A., Macdonald, D. W., & O'Brien, S. J. (2009). From wild animals to domestic pets, an evolutionary view of domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(Supplement 1), 9971–9978.
- Edwards, C., Heiblum, M., Tejeda, A., & Galindo, F. (2007). Experimental evaluation of attachment behaviors in owned cats. *Journal of Veterinary Behavior*, 2(4), 119–125.
- Ellis, J. J., Stryhn, H., & Cockram, M. S. (2021). Effects of the provision of a hiding box or shelf on the behaviour and faecal glucocorticoid metabolites of bold and shy cats housed in single cages. *Applied Animal Behaviour Science*, 236, 105221.
- Engert, V., Koester, A. M., Riepenhausen, A., & Singer, T. (2016). Boosting recovery rather than buffering reactivity: Higher stress-induced oxytocin secretion is associated with increased cortisol reactivity and faster vagal recovery after acute psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 74, 111–120.
- Eriksson, M., Keeling, L. J., & Rehn, T. (2017). Cats and owners interact more with each other after a longer duration of separation. *PLOS ONE*, 12(10), e0185599.
- Fam, B. S. O., Paré, P., Felkl, A. B., Vargas-Pinilla, P., Paixão-Côrtes, V. R., Viscardi, L. H., & Bortolini, M. C. (2018). Oxytocin and arginine vasopressin systems in the domestication process. *Genetics and Molecular Biology*, 41(1), 235–242.
- Faraji, J., Karimi, M., Soltanpour, N., Moharrerie, A., Rouhzadeh, Z., Lotfi, H., Hosseini, S. A., Jafari, S. Y., Roudaki, S., Moeeni, R., & Metz, G. A. S. (2018). Oxytocin-mediated social enrichment promotes longer telomeres and novelty seeking. *ELife*, 7. e40262.

- Feldman, R., Gordon, I., Schneiderman, I., Weisman, O., & Zagoory-Sharon, O. (2010). Natural variations in maternal and paternal care are associated with systematic changes in oxytocin following parent–infant contact. *Psychoneuroendocrinology*, 35(8), 1133–1141.
- Feng, Z., Dibben, C., Witham, M. D., Donnan, P. T., Vadiveloo, T., Sniehotta, F., Crombie, I. K., & McMurdo, M. E. T. (2014). Dog ownership and physical activity in later life: A cross-sectional observational study. *Preventive Medicine*, 66, 101–106.
- Filippa, M., Monaci, M. G., & Grandjean, D. (2019). Emotion Attribution in Nonverbal Vocal Communication Directed to Preterm Infants. *Journal of Nonverbal Behavior*, 43(1), 91–104.
- Filippa, M., Monaci, M. G., Spagnuolo, C., Serravalle, P., Daniele, R., & Grandjean, D. (2021). Maternal speech decreases pain scores and increases oxytocin levels in preterm infants during painful procedures. *Scientific Reports*, 11(1), 1–10.
- Finka, L. R., & Foreman-Worsley, R. (2021). Are multi-cat homes more stressful? A critical review of the evidence associated with cat group size and wellbeing. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 1098612X211013741
- Finkenwirth, C., van Schaik, C., Ziegler, T. E., & Burkart, J. M. (2015). Strongly bonded family members in common marmosets show synchronized fluctuations in oxytocin. *Physiology & Behavior*, 151, 246–251.
- Foreman-Worsley, R., & Farnworth, M. J. (2019). A systematic review of social and environmental factors and their implications for indoor cat welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 220, 104841.
- Fuchs, A.-R., Romero, R., Keefe, D., Parra, M., Oyarzun, E., & Behnke, E. (1991). Oxytocin secretion and human parturition: pulse frequency and duration increase during spontaneous labor in women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 165(4), 1515–1523.
- Fujioka, T., Fujisawa, T. X., Inohara, K., Okamoto, Y., Matsumura, Y., Tsuchiya, K. J., Katayama, T., Munesue, T., Tomoda, A., Wada, Y., & Kosaka, H. (2020). Attenuated relationship between salivary

oxytocin levels and attention to social information in adolescents and adults with autism spectrum disorder: A comparative study. *Annals of General Psychiatry*, 19(1), 1–13.

Fukimoto, N., Melo, D., Palme, R., Zanella, A. J., & Mendonça-Furtado, O. (2020). Are cats less stressed in homes than in shelters? A study of personality and faecal cortisol metabolites. *Applied Animal Behaviour Science*, 224, 104919.

Galbally, M., Lewis, A. J., Ijzendoorn, M. van, & Permezel, M. (2011). The role of oxytocin in mother-infant relations: a systematic review of human studies. *Harvard Review of Psychiatry*, 19(1), 1–14.

Galvan, M., & Vonk, J. (2016). Man's other best friend: domestic cats (*F. silvestris catus*) and their discrimination of human emotion cues. *Animal Cognition*, 19(1), 193–205.

Gee, N. R., Rodriguez, K. E., Fine, A. H., & Trammell, J. P. (2021). Dogs Supporting Human Health and Well-Being: A Biopsychosocial Approach. *Frontiers in Veterinary Science*, 8.

Gourkow, N., Hamon, S. C., & Phillips, C. J. C. (2014). Effect of gentle stroking and vocalization on behaviour, mucosal immunity and upper respiratory disease in anxious shelter cats. *Preventive Veterinary Medicine*, 117(1), 266–275.

Gourkow, N., LaVoy, A., Dean, G. A., & Phillips, C. J. C. (2014). Associations of behaviour with secretory immunoglobulin A and cortisol in domestic cats during their first week in an animal shelter. *Applied Animal Behaviour Science*, 150, 55–64.

Gourkow, N., & Phillips, C. J. C. (2016). Effect of cognitive enrichment on behavior, mucosal immunity and upper respiratory disease of shelter cats rated as frustrated on arrival. *Preventive Veterinary Medicine*, 131, 103–110.

Grahn, P., Ottosson, J., & Uvnäs-Moberg, K. (2021). The Oxytocinergic System as a Mediator of Anti-stress and Instructive Effects Induced by Nature: The Calm and Connection Theory. *Frontiers in Psychology*, 12, 617814.

- Griffin, F. C., Mandese, W. W., Reynolds, P. S., Deriberprey, A. S., & Blew, A. C. (2021). Evaluation of clinical examination location on stress in cats: a randomized crossover trial. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 23(4), 364–369.
- Grigg, E. K., & Kogan, L. R. (2019). Owners' Attitudes, Knowledge, and Care Practices: Exploring the Implications for Domestic Cat Behavior and Welfare in the Home. *Animals*, 9(11), 978.
- Growth of Knowledge. (2016). Man's best friend: global pet ownership and feeding trends. <https://www.gfk.com/insights/mans-best-friend-global-pet-ownership-and-feeding-trends>
- Gunter, L. M., Gilchrist, R. J., Blade, E. M., Barber, R. T., Feuerbacher, E. N., Platzer, J. M., & Wynne, C. D. L. (2021). Investigating the Impact of Brief Outings on the Welfare of Dogs Living in US Shelters. *Animals*, 11(2), 548.
- Handlin, L., Hydbring-Sandberg, E., Nilsson, A., Ejdebäck, M., Jansson, A., & Uvnäs-Moberg, K. (2011). Short-Term Interaction between Dogs and Their Owners: Effects on Oxytocin, Cortisol, Insulin and Heart Rate—An Exploratory Study. *Anthrozoös*, 24(3), 301–315.
- Hane, A. A., LaCoursiere, J. N., Mitsuyama, M., Wieman, S., Ludwig, R. J., Kwon, K. Y., v. Browne, J., Austin, J., M. Myers, M., & Welch, M. G. (2019). The Welch Emotional Connection Screen: validation of a brief mother–infant relational health screen. *Acta Paediatrica*, 108(4), 615–625.
- Hare, B., Brown, M., Williamson, C., & Tomasello, M. (2002). The domestication of social cognition in dogs. *Science*, 298(5598), 1634–1636.
- Heimbürge, S., Kanitz, E., & Otten, W. (2019). The use of hair cortisol for the assessment of stress in animals. *General and Comparative Endocrinology*, 270, 10–17.
- Hennessy, M. B., Willen, R. M., & Schiml, P. A. (2020). Psychological Stress, Its Reduction, and Long-Term Consequences: What Studies with Laboratory Animals Might Teach Us about Life in the Dog Shelter. *Animals*, 10(11), 2061.



- Hoshi, T., Kobayashi, M., Nakayama, N., Kubo, M., Fujiwara, Y., Sakurai, N., & Wisham, S. M. (2017). The Relationship between Caring for Pets and the Two-Year Cumulative Survival Rate for Elderly in Japan. *American Journal of Medicine and Medical Sciences*, 7(3), 156–164.
- Howell, T. J., Bowen, J., Fatjó, J., Calvo, P., Holloway, A., & Bennett, P. C. (2017). Development of the cat-owner relationship scale (CORS). *Behavioural Processes*, 141, 305–315.
- Humphrey, T., Proops, L., Forman, J., Spooner, R., & McComb, K. (2020). The role of cat eye narrowing movements in cat–human communication. *Scientific Reports*, 10(1), 1–8.
- Ines, M., Ricci-Bonot, C., & Mills, D. S. (2021). My cat and me—a study of cat owner perceptions of their bond and relationship. *Animals*, 11(6), 1601.
- Ito, E., Shima, R., & Yoshioka, T. (2019). A novel role of oxytocin: Oxytocin-induced well-being in humans. *Biophysics and Physicobiology*, 16(0), 132–139.
- Jankowski, M., Bissonauth, V., Gao, L., Gangal, M., Wang, D., Danalache, B., Wang, Y., Stoyanova, E., Cloutier, G., Blaise, G., & Gutkowska, J. (2010). Anti-inflammatory effect of oxytocin in rat myocardial infarction. *Basic Research in Cardiology*, 105(2), 205–218.
- Jardat, P., & Lansade, L. (2021). Cognition and the human–animal relationship: a review of the sociocognitive skills of domestic mammals toward humans. *Animal Cognition*, 1–16.
- Jeziński, T., Camerlink, I., Peden, R. S. E., Chou, J. Y., Sztandarski, P., & Marchewka, J. (2021). Cat owners' perception on having a pet cat during the COVID-19 pandemic. *PLOS ONE*, 16(10), e0257671.
- Johnson, E. A., Portillo, A., Bennett, N. E., & Gray, P. B. (2021). Exploring women's oxytocin responses to interactions with their pet cats. *PeerJ*, 9, e12393.
- Johnson, T. P., Garrity, T. F., & Stallones, L. (1992). Psychometric Evaluation of the Lexington Attachment to Pets Scale (Laps). *Anthrozoos*, 5(3), 160–175.

- Kemp, A. H., Quintana, D. S., Kuhnert, R. L., Griffiths, K., Hickie, I. B., & Guastella, A. J. (2012). Oxytocin Increases Heart Rate Variability in Humans at Rest: Implications for Social Approach-Related Motivation and Capacity for Social Engagement. *PLOS ONE*, 7(8), e44014.
- Kikusui, T., Nagasawa, M., Nomoto, K., Kuse-Arata, S., & Mogi, K. (2019). Endocrine Regulations in Human–Dog Coexistence through Domestication. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 30(11), 793–806.
- Kramer, C. K., Mehmood, S., & Suen, R. S. (2019). Dog ownership and survival: A systematic review and meta-analysis. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 12(10), e005554.
- Kupriyanov, R., & Zhdanov, R. (2014). The Eustress Concept: Problems and Outlooks. *World Journal of Medical Sciences*, 11(2), 179–185.
- Lansade, L., Nowak, R., Lainé, A. L., Leterrier, C., Bonneau, C., Parias, C., & Bertin, A. (2018). Facial expression and oxytocin as possible markers of positive emotions in horses. *Scientific Reports* 2018 8:1, 8(1), 1–11.
- Leeds, A., Good, J., Schook, M. W., Dennis, P. M., Stoinski, T. S., Willis, M. A., & Lukas, K. E. (2020). Evaluating changes in salivary oxytocin and cortisol following positive reinforcement training in two adult male western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biology*, 39(1), 51–55.
- Levine, G. N., Allen, K., Braun, L. T., Christian, H. E., Friedmann, E., Taubert, K. A., Thomas, S. A., Wells, D. L., & Lange, R. A. (2013). Pet ownership and cardiovascular risk: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 127(23), 2353–2363.
- Li, I., Chwo, S.-M., Pawan, C., Li, I., Chwo, S.-M., & Pawan, C. (2013). Saliva Cortisol and Heart Rate Variability as Biomarkers in Understanding Emotional Reaction and Regulation of Young Children—A Review. *Psychology*, 4(6), 19–26.
- Lichtsteiner, M., & Turner, D. C. (2008). Influence of indoor-cat group size and dominance rank on urinary cortisol levels. *Animal Welfare*, 17(3), 215–237.

- Lipponen, J. A., & Tarvainen, M. P. (2019). A robust algorithm for heart rate variability time series artefact correction using novel beat classification. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 43(3), 173–181.
- Litchfield, C. A., Quinton, G., Tindle, H., Chiera, B., Kikillus, K. H., & Roetman, P. (2017). The ‘Feline Five’: An exploration of personality in pet cats (*Felis catus*). *PLOS ONE*, 12(8), e0183455.
- Liu, S., Paterson, M., Camarri, S., Murray, L., & Phillips, C. J. C. (2020). The effects of the frequency and method of gentling on the behavior of cats in shelters. *Journal of Veterinary Behavior*, 39, 47–56.
- López-Arjona, M., Mateo, S. v., Manteca, X., Escribano, D., Cerón, J. J., & Martínez-Subiela, S. (2020). Oxytocin in saliva of pigs: an assay for its measurement and changes after farrowing. *Domestic Animal Endocrinology*, 70, 106384.
- Marshall-Pescini, S., Schaebs, F. S., Gaugg, A., Meinert, A., Deschner, T., & Range, F. (2019). The Role of Oxytocin in the Dog–Owner Relationship. *Animals*, 9(10), 792.
- McConnell, A. R., Paige Lloyd, E., & Humphrey, B. T. (2019). We Are Family: Viewing Pets as Family Members Improves Wellbeing. *Anthrozoos*, 32(4), 459–470.
- McGowan, R. T. S., Bolte, C., Barnett, H. R., Perez-Camargo, G., & Martin, F. (2018). Can you spare 15 min? The measurable positive impact of a 15-min petting session on shelter dog well-being. *Applied Animal Behaviour Science*, 203, 42–54.
- McQuaid, R. J., McInnis, O. A., Paric, A., Al-Yawer, F., Matheson, K., & Anisman, H. (2016). Relations between plasma oxytocin and cortisol: The stress buffering role of social support. *Neurobiology of Stress*, 3, 52–60.
- Miller, S. C., Kennedy, C., DeVoe, D., Hickey, M., Nelson, T., & Kogan, L. (2015). An Examination of Changes in Oxytocin Levels in Men and Women Before and After Interaction With a Bonded Dog. *Anthrozoos*, 22(1), 31–42.

- Mitsui, S., Yamamoto, M., Nagasawa, M., Mogi, K., Kikusui, T., Ohtani, N., & Ohta, M. (2011). Urinary oxytocin as a noninvasive biomarker of positive emotion in dogs. *Hormones and Behavior*, 60(3), 239–243.
- Möstl, E., & Palme, R. (2002). Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology*, 23(1–2), 67–74.
- Mubanga, M., Byberg, L., Egenvall, A., Ingelsson, E., & Fall, T. (2019). Dog ownership and survival after a major cardiovascular event: A register-based prospective study. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 12(10), e005342.
- Nagasawa, M., Kikusui, T., Onaka, T., & Ohta, M. (2009). Dog's gaze at its owner increases owner's urinary oxytocin during social interaction. *Hormones and Behavior*, 55(3), 434–441.
- Nagasawa, M., Mitsui, S., En, S., Ohtani, N., Ohta, M., Sakuma, Y., Onaka, T., Mogi, K., & Kikusui, T. (2015). Oxytocin-gaze positive loop and the coevolution of human-dog bonds. *Science*, 348(6232), 333–336.
- Nagasawa, M., Mogi, K., & Kikusui, T. (2009). Attachment between humans and dogs. *Japanese Psychological Research*, 51(3), 209–221.
- Nagasawa, T., Ohta, M., & Uchiyama, H. (2020). Effects of the characteristic temperament of cats on the emotions and hemodynamic responses of humans. *PLOS ONE*, 15(6), e0235188.
- Nagasawa, T., Ohta, M., & Uchiyama, H. (2021). The Urinary Hormonal State of Cats Associated With Social Interaction With Humans. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 807.
- Ogechi, I., Snook, K., Davis, B. M., Hansen, A. R., Liu, F., & Zhang, J. (2016). Pet Ownership and the Risk of Dying from Cardiovascular Disease Among Adults Without Major Chronic Medical Conditions. *High Blood Pressure and Cardiovascular Prevention*, 23(3), 245.

- Oloff, M., Frijling, J. L., Kubzansky, L. D., Bradley, B., Ellenbogen, M. A., Cardoso, C., Bartz, J. A., Yee, J. R., & van Zuiden, M. (2013). The role of oxytocin in social bonding, stress regulation and mental health: An update on the moderating effects of context and interindividual differences. *Psychoneuroendocrinology*, 38(9), 1883–1894.
- Ooishi, Y., Mukai, H., Watanabe, K., Kawato, S., & Kashino, M. (2017). Increase in salivary oxytocin and decrease in salivary cortisol after listening to relaxing slow-tempo and exciting fast-tempo music. *PLOS ONE*, 12(12), e0189075.
- Parra, M., Oyarzun, E., & Behnke, E. (1991). Oxytocin secretion and human parturition: Pulse frequency and duration increase during spontaneous labor in women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 165(4), 1515–1523.
- Pedretti, G., Wirobski, G., Range, F., & Marshall-Pescini, S. (2021). Artificially elevated oxytocin concentrations in pet dogs are associated with higher proximity-maintenance and gazing towards the owners. *Physiology & Behavior*, 237, 113451.
- Petersson, M., Uvnäs-Moberg, K., Nilsson, A., Gustafson, L. L., Hydbring-Sandberg, E., & Handlin, L. (2017). Oxytocin and cortisol levels in dog owners and their dogs are associated with behavioral patterns: An exploratory study. *Frontiers in Psychology*, 8, 1796.
- Powell, L., Edwards, K. M., Bauman, A., Guastella, A. J., Drayton, B., Stamatakis, E., & McGreevy, P. (2019). Canine Endogenous Oxytocin Responses to Dog-Walking and Affiliative Human–Dog Interactions. *Animals*, 9(2), 51.
- Powell, L., Edwards, K. M., Michael, S., McGreevy, P., Bauman, A., Guastella, A. J., Drayton, B., & Stamatakis, E. (2020). Effects of Human–Dog Interactions on Salivary Oxytocin Concentrations and Heart Rate Variability: A Four-Condition Cross-Over Trial. *Anthrozoos*, 33(1), 37–52.

- Prato-Previde, E., Custance, D. M., Spiezio, C., & Sabatini, F. (2003). Is the dog-human relationship an attachment bond? An observational study using Ainsworth's strange situation. *Behaviour*, 140(2), 225–254.
- Quaranta, A., D'Ingeo, S., Amoroso, R., & Siniscalchi, M. (2020). Emotion Recognition in Cats. *Animals*, 10(7), 1107.
- Qureshi, A. I., Memon, M. Z., Vazquez, G., & Suri, M. F. K. (2009). Cat ownership and the Risk of Fatal Cardiovascular Diseases. Results from the Second National Health and Nutrition Examination Study Mortality Follow-up Study. *Journal of Vascular and Interventional Neurology*, 2(1), 132.
- Ramos, D. (2019). Common feline problem behaviors: Aggression in multi-cat households. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 21(3), 221–233.
- Ramos, D., Reche-Junior, A., Fragoso, P. L., Palme, R., Yanasse, N. K., Gouvêa, V. R., Beck, A., & Mills, D. S. (2013). Are cats (*Felis catus*) from multi-cat households more stressed? Evidence from assessment of fecal glucocorticoid metabolite analysis. *Physiology & Behavior*, 122, 72–75.
- Rault, J. L., van den Munkhof, M., & Buisman-Pijlman, F. T. A. (2017). Oxytocin as an indicator of psychological and social well-being in domesticated animals: A critical review. *Frontiers in Psychology*, 8, 1521.
- Rehn, T., Handlin, L., Uvnäs-Moberg, K., & Keeling, L. J. (2014). Dogs' endocrine and behavioural responses at reunion are affected by how the human initiates contact. *Physiology & Behavior*, 124, 45–53.
- Rehnberg, L. K., Robert, K. A., Watson, S. J., & Peters, R. A. (2015). The effects of social interaction and environmental enrichment on the space use, behaviour and stress of owned housecats facing a novel environment. *Applied Animal Behaviour Science*, 169, 51–61.
- Righi, C., Menchetti, L., Orlandi, R., Moscati, L., Mancini, S., & Diverio, S. (2019). Welfare Assessment in Shelter Dogs by Using Physiological and Immunological Parameters. *Animals*, 9(6), 340.

- Rioja-Lang, F., Bacon, H., Connor, M., & Dwyer, C. M. (2019). Determining priority welfare issues for cats in the United Kingdom using expert consensus. *Veterinary Record Open*, 6(1).
- Roberts, C., Gruffydd-Jones, T., Williams, J. L., & Murray, J. K. (2020). Influence of living in a multicat household on health and behaviour in a cohort of cats from the United Kingdom. *Veterinary Record*, 187(1), 27–27.
- Rochlitz, I., Podberscek, A. L., & Broom, D. M. (1998). Welfare of cats in a quarantine cattery. *Veterinary Record*, 143(2), 35–39.
- Rosenthal, R. (1966). *Experimenter effects in behavioral research*. Appleton-Century-Crofts.
- Saito, A., & Shinozuka, K. (2013). Vocal recognition of owners by domestic cats (*Felis catus*). *Animal Cognition*, 16(4), 685–690.
- Saito, A., Shinozuka, K., Ito, Y., & Hasegawa, T. (2019). Domestic cats (*Felis catus*) discriminate their names from other words. *Scientific Reports* 2019 9:1, 9(1), 1–8.
- Saliba, S., Gratier, M., Filippa, M., Devouche, E., & Esseily, R. (2020). Fathers' and Mothers' Infant Directed Speech Influences Preterm Infant Behavioral State in the NICU. *Journal of Nonverbal Behavior*, 44(4), 437–451.
- Scatliffe, N., Casavant, S., Vittner, D., & Cong, X. (2019). Oxytocin and early parent-infant interactions: A systematic review. *International Journal of Nursing Sciences*, 6(4), 445–453.
- Schaebbs, F. S., Marshall-Pescini, S., Range, F., & Deschner, T. (2019). Analytical validation of an Enzyme Immunoassay for the measurement of urinary oxytocin in dogs and wolves. *General and Comparative Endocrinology*, 281, 73–82.
- Schaebbs, F. S., Wirobski, G., Marshall-Pescini, S., Range, F., & Deschner, T. (2021). Validation of a commercial enzyme immunoassay to assess urinary oxytocin in humans. *Endocrine Connections*, 10(3), 290–301.

- Schladt, T. M., Nordmann, G. C., Emilius, R., Kudielka, B. M., de Jong, T. R., & Neumann, I. D. (2017). Choir versus solo singing: Effects on mood, and salivary oxytocin and cortisol concentrations. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 430.
- Serpell, J. A. (2021). Commensalism or Cross-Species Adoption? A Critical Review of Theories of Wolf Domestication. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 662370.
- Shishido, E., Shuo, T., Takahata, K., & Horiuchi, S. (2019). Changes in salivary oxytocin levels and bonding disorder in women from late pregnancy to early postpartum: A pilot study. *PLOS ONE*, 14(9), e0221821.
- Siegwarth, N., Larkin, K. T., & Kemmner, C. (2017). Experimenter Effects on Cardiovascular Reactivity and Task Performance During Mental Stress Testing. *The Psychological Record* 2012 62:1, 62(1), 69–82.
- Solomon, J., Beetz, A., Schöberl, I., Gee, N., & Kotrschal, K. (2018). Attachment security in companion dogs: adaptation of Ainsworth's strange situation and classification procedures to dogs and their human caregivers. *Attachment & Human Development*, 21(4), 389–417.
- Stammbach, K. B., & Turner, D. C. (1999). Understanding the Human—Cat Relationship: Human Social Support or Attachment. *Anthrozoos*, 12(3), 162–168.
- Stevenson, J. R., McMahon, E. K., Boner, W., & Hausmann, M. F. (2019). Oxytocin administration prevents cellular aging caused by social isolation. *Psychoneuroendocrinology*, 103, 52–60.
- Stocker, M., Prosl, J., Vanhooland, L. C., Horn, L., Bugnyar, T., Canoine, V., & Massen, J. J. M. (2021). Measuring salivary mesotocin in birds - Seasonal differences in ravens' peripheral mesotocin levels. *Hormones and Behavior*, 134, 105015.
- Strickler, B. L., & Shull, E. A. (2014). An owner survey of toys, activities, and behavior problems in indoor cats. *Journal of Veterinary Behavior*, 9(5), 207–214.



- Tavernier, C., Ahmed, S., Houpt, K. A., & Yeon, S. C. (2020). Feline vocal communication. *Journal of Veterinary Science*, 21(1).
- Toohey, A. M., McCormack, G. R., Doyle-Baker, P. K., Adams, C. L., & Rock, M. J. (2013). Dog-walking and sense of community in neighborhoods: Implications for promoting regular physical activity in adults 50 years and older. *Health & Place*, 22, 75–81.
- Toora, B. D., & Rajagopal, G. (2002). Measurement of creatinine by Jaffe's reaction--determination of concentration of sodium hydroxide required for maximum color development in standard, urine and protein free filtrate of serum. *Indian Journal of Experimental Biology*, 40, 352–354.
- Tops, M., Buisman-Pijlman, F. T. A., Boksem, M. A. S., Wijers, A. A., & Korf, J. (2012). Cortisol-induced increases of plasma oxytocin levels predict decreased immediate free recall of unpleasant words. *Frontiers in Psychiatry*, 3, 43.
- Travnik, I. de C., Machado, D. de S., Gonçalves, L. da S., Ceballos, M. C., & Sant'anna, A. C. (2020). Temperament in Domestic Cats: A Review of Proximate Mechanisms, Methods of Assessment, Its Effects on Human—Cat Relationships, and One Welfare. *Animals*, 10(9), 1516.
- Trut, L., Oskina, I., & Kharlamova, A. (2009). Animal evolution during domestication: the domesticated fox as a model. *BioEssays*, 31(3), 349–360.
- Tully, J., Gabay, A. S., Brown, D., Murphy, D. G. M., & Blackwood, N. (2018). The effect of intranasal oxytocin on neural response to facial emotions in healthy adults as measured by functional MRI: A systematic review. *Psychiatry Research*, 272, 17–29.
- Turner, D. C. (1991). The ethology of the human-cat relationship. *Schweizer Archiv Für Tierheilkunde*, 133(2), 63–70.
- Turner, D. C. (2021). Unanswered Questions and Hypotheses about Domestic Cat Behavior, Ecology, and the Cat–Human Relationship. *Animals 2021*, Vol. 11, Page 2823, 11(10), 2823.

- Turner, D. C., & Bateson, P. P. G. (2006). ドメスティック・キャットーその行動と生物学 (森裕司, 武部正美, & 加隈良枝, Eds.). チクサン出版社.
- Turner, D. C., Rieger, G., & Gygas, L. (2003). Spouses and cats and their effects on human mood. *16(3)*, 213–228.
- Udell, M. A. R., Dorey, N. R., & Wynne, C. D. L. (2010). What did domestication do to dogs? A new account of dogs' sensitivity to human actions. *Biological Reviews*, *85(2)*, 327–345.
- Uvnäs-Moberg, K. (2014). オキシトシン: 私たちのからだがつくる安らぎの物質 (智子瀬尾 & 暁美谷垣, Eds.). 晶文社.
- Uvnäs-Moberg, K., Ekström-Bergström, A., Berg, M., Buckley, S., Pajalic, Z., Hadjigeorgiou, E., Kotłowska, A., Lengler, L., Kielbratowska, B., Leon-Larios, F., Magistretti, C. M., Downe, S., Lindström, B., & Dencker, A. (2019). Maternal plasma levels of oxytocin during physiological childbirth - A systematic review with implications for uterine contractions and central actions of oxytocin. *BMC Pregnancy and Childbirth*, *19(1)*, 1–17.
- Uvnäs-Moberg, K., Ekstrom-Bergstrom, A., Buckley, S., Massarotti, C., Pajalic, Z., Luegmair, K., Kotłowska, A., Lengler, L., Olza, I., Grylka-Baeschlin, S., Leahy-Warren, P., Hadjigeorgiu, E., Villarnea, S., & Dencker, A. (2020). Maternal plasma levels of oxytocin during breastfeeding—A systematic review. *PLOS ONE*, *15(8)*, e0235806.
- Uvnäs-Moberg, K., Handlin, L., & Petersson, M. (2014). Self-soothing behaviors with particular reference to oxytocin release induced by non-noxious sensory stimulation. *Frontiers in Psychology*, *5*, 1529.
- Vigne, J. D., Guilaine, J., Debue, K., Haye, L., & Gérard, P. (2004). Early Taming of the Cat in Cyprus. *Science*, *304(5668)*, 259–259.
- Vitale, K. R., Behnke, A. C., & Udell, M. A. R. (2019). Attachment bonds between domestic cats and humans. *Current Biology*, *29(18)*, R864–R865.

- Vitale, K. R., & Udell, M. A. R. (2015). What's inside your cat's head? A review of cat (*Felis silvestris catus*) cognition research past, present and future. *Animal Cognition* 2015 18:6, 18(6), 1195–1206.
- Vitale, K. R., & Udell, M. A. R. (2019). The quality of being sociable: The influence of human attentional state, population, and human familiarity on domestic cat sociability. *Behavioural Processes*, 158, 11–17.
- Vojtkovská, V., Voslářová, E., & Večerek, V. (2020). Methods of Assessment of the Welfare of Shelter Cats: A Review. *Animals*, 10(9), 1527.
- Walker, S. C., Trotter, P. D., Swaney, W. T., Marshall, A., & Mcglone, F. P. (2017). C-tactile afferents: Cutaneous mediators of oxytocin release during affiliative tactile interactions? *Neuropeptides*, 64, 27–38.
- Walter, M. H., Abele, H., & Plappert, C. F. (2021). The Role of Oxytocin and the Effect of Stress During Childbirth: Neurobiological Basics and Implications for Mother and Child. *Frontiers in Endocrinology*, 12, 1409.
- Wang, S. C., Lin, C. C., Tzeng, N. S., Tung, C. S., & Liu, Y. P. (2019). Effects of oxytocin on prosocial behavior and the associated profiles of oxytocinergic and corticotropin-releasing hormone receptors in a rodent model of posttraumatic stress disorder. *Journal of Biomedical Science*, 26(1), 1–12.
- Ward-Griffin, E., Klaiber, P., Collins, H. K., Owens, R. L., Coren, S., & Chen, F. S. (2018). Petting away pre-exam stress: The effect of therapy dog sessions on student well-being. *Stress and Health*, 34(3), 468–473.
- Willen, R. M., Mutwill, A., MacDonald, L. J., Schiml, P. A., & Hennessy, M. B. (2017). Factors determining the effects of human interaction on the cortisol levels of shelter dogs. *Applied Animal Behaviour Science*, 186, 41–48.

- Wirobski, G., Range, F., Schaebs, F. S., Palme, R., Deschner, T., & Marshall-Pescini, S. (2021). Endocrine changes related to dog domestication: Comparing urinary cortisol and oxytocin in hand-raised, pack-living dogs and wolves. *Hormones and Behavior*, 128, 104901.
- Wood, E., Ohlsen, S., Thompson, J., Hulin, J., & Knowles, L. (2017). The feasibility of brief dog-assisted therapy on university students stress levels: the PAwS study. *Journal of Mental Health*, 27(3), 263–268.
- Wright, D. (2015). The Genetic Architecture of Domestication in Animals. *Bioinformatics and Biology Insights*, 9, BBI-S28902.
- Yamazaki, A., Edamura, K., Tanegashima, K., Tomo, Y., Yamamoto, M., Hirao, H., Seki, M., & Asano, K. (2020). Utility of a novel activity monitor assessing physical activities and sleep quality in cats. *PLOS ONE*, 15(7), e0236795.
- Yatawara, C. J., Einfeld, S. L., Hickie, I. B., Davenport, T. A., & Guastella, A. J. (2015). The effect of oxytocin nasal spray on social interaction deficits observed in young children with autism: a randomized clinical crossover trial. *Molecular Psychiatry*, 21(9), 1225–1231.
- Yeon, S. C., Kim, Y. K., Park, S. J., Lee, S. S., Lee, S. Y., Suh, E. H., Houpt, K. A., Chang, H. H., Lee, H. C., Yang, B. G., & Lee, H. J. (2011). Differences between vocalization evoked by social stimuli in feral cats and house cats. *Behavioural Processes*, 87(2), 183–189.
- Young, J., Pritchard, R., Nettle, C., & Banwell, H. (2020). Pets, touch, and COVID-19: health benefits from non-human touch through times of stress. *Journal of Behavioral Economics for Policy*, 4, 25–33.
- Yuhi, T., Ise, K., Iwashina, K., Terao, N., Yoshioka, S., Shomura, K., Maehara, T., Yazaki, A., Koichi, K., Furuhashi, K., Cherepanov, S. M., Gerasimenko, M., Shabalova, A. A., Hosoki, K., Kodama, H., Zhu, H., Tsuji, C., Yokoyama, S., & Higashida, H. (2018). Sex Differences in Salivary Oxytocin and Cortisol Concentration Changes during Cooking in a Small Group. *Behavioral Sciences*, 8(11), 101.

Zhang, L., Needham, K. B., Juma, S., Si, X., & Martin, F. (2021). Feline communication strategies when presented with an unsolvable task: the attentional state of the person matters. *Animal Cognition*, 24(5), 1109–1119.

一般社団法人ペットフード協会. (2022). 令和 3 年 全国犬猫飼育実態調査. <https://petfood.or.jp/data/chart2021/index.html>

坂入洋右, 徳田英次, & 川原正人. (2007). 心理的覚醒度・快適度を測定する二次元気分尺度の開発. *体育科学系紀要*, 26, 27–36.

永澤巧, 太田光明, & 内山秀彦. (2021). 猫への接触によって生じる脳機能活動への影響と生理的な覚醒および共感性との関係性. *人と動物の関係学会誌*, 60, 109–116.

齋藤慈子. (2018). なぜネコは伴侶動物になりえたのか 比較認知科学的観点からのネコ家畜化の考察. *動物心理学研究*, 68(1), 77–88.

# 摘要

## 第1章 序論

人と猫との共生関係の歴史は古く、約 9500 年前から始まったと考えられている。当時の猫の主な役割は人の貯蔵穀物を狙う齧歯類の駆除であったが、その役割は薄れ、次第に愛玩目的で飼育されるようになった。現在の日本では、猫の飼育頭数は犬を上回り、代表的な伴侶動物となった。人と猫は共に暮らすことで愛着関係を形成し、さらには双方の健康効果の発現にも影響を及ぼし合っている。実際に、猫の世話を行っている高齢者の生存率は非飼育者よりも高いこと、また一方で人の家庭内で完全室内飼育されている猫はそうでない猫よりも寿命が長いことが明らかとなった。このように、飼い主と猫との社会的相互作用は、互いの健康を増進する効果が存在することが推察できる。

動物と人の愛着形成、それにより生じる健康増進効果に関する研究において、近年注目されているのはオキシトシンの存在である。オキシトシンはペプチドホルモンの一種であり、愛着形成に寄与する生理活性物質であり、多くの心理・生理学的な健康効果に関わることが明らかになりつつある。犬とその飼い主を対象とした多くの研究では、社会的相互作用によって双方のオキシトシン濃度が上昇するという報告があり、犬と飼い主との愛着形成および双方が及ぼし合う健康増進効果にはオキシトシンが重要な役割を担っていると考えられている。しかしながら、猫を対象にした研究、特に一般家庭での飼い猫とその飼い主を対象にした研究はそもそも少なく、オキシトシンをはじめとした生理学的側面に着目した研究は殆どみられない。

飼い主と猫を対象にした研究が困難な理由として、猫の持つ縄張り性の気質が関係していると考えられている。犬では比較的容易な実験環境への移動は、猫にとっては極めて難しい。また実験者が猫の飼育環境である家庭に訪問することでもストレス反応の誘発を招くことから、実験設定および実施に困難をきたす。すなわち、猫自体からの生体サンプリングを自然

な行動下において行うこと自体極めて難しい。そのため、飼い主と猫の関係性における多くの研究では、アンケート調査による検証や、シェルターや動物病院、研究室と行った特殊環境下での実験が実施されてきた。しかしながら、飼い主と飼い猫の関係性における健康増進効果を探る上で、より実証的な研究を行うためには、より自然な環境下である一般家庭下での彼らの生理学的側面に着目した検証が必要であると考えられる。

そこで本研究は、一般家庭の猫およびその飼い主を対象にした遠隔での実験手法を考案し実施するために、飼い主自身で採取可能な尿および唾液サンプルを収集することとした。そして、これまで報告されてこなかった家庭環境下における猫の尿中オキシトシン濃度、飼い主の唾液中オキシトシン濃度を定量化することで、行動生理学的検証を行う。そして、飼い主と猫の相互作用場面における行動分析とオキシトシン濃度の関連性を精査し、飼い主と猫が及ぼし合う健康効果発現に対するオキシトシンの関与とその影響を探ることを目的とした。

## 2章 飼い主との相互作用が猫の生理学的側面および健康に及ぼす影響

猫が飼い主を特別な存在であると認識していることは、猫の社会的認知に関する研究からも明らかである。猫は飼い主の声や態度を識別し、飼い主と愛着関係を形成する。また、人との接触を伴う社会的相互作用により、ストレスが減少するなど、猫は人から健康を増進する生理学的影響を享受していることも知られている。しかしながら、人との社会的相互作用によって生じる猫の生理学的影響を検証した研究では、シェルターや動物病院といった特殊な環境下における研究が多く、一般家庭の猫を対象としたものは少ない。またそもそも、生理活性物質を検出するための一般の家庭猫から生体サンプリングを採取する手段、またオキシトシン濃度を定量化する手段は未確立であり、その平均濃度の値ですら不明瞭である。

そこで本章では、猫の尿に着目をした。尿サンプルは、血液のように侵襲的な処置を必要とせず、その採取は飼い主でも容易である。また、犬と人との関係では、アイコンタクトを要因とする接触を介した相互作用によって、犬の尿中オキシトシン濃度および相互行動が変

化するという報告がされている。しかし、猫では、尿中のオキシトシン濃度の変動が飼い主との相互作用に伴って生じるのか、そしてその変動要因については明らかとなっていない。したがって2章の目的は、一般家庭で飼育されている猫を対象とし、尿サンプルを収集することで、尿中オキシトシン濃度の定量化を行うこととした。そして、猫が飼い主と交わす相互作用と尿中オキシトシン濃度との関連性を精査することで、飼い主が猫に及ぼす健康効果を検証することとした。

一般家庭の猫 49 頭を対象とし、その飼い主に対して尿の採取を依頼した。飼い主には、実験に必要な道具類をすべて郵送し、書面およびメールにて実験内容を理解してもらった。尿の採取が完了した後、冷凍下で尿サンプルを輸送し、分析まで $-80^{\circ}\text{C}$ にて保管をした。尿中サンプル内の夾雑物を除去し、より適切な濃度分析を行うため、オキシトシンは Hyper Sep C18 カラム (3 ml/200 g, 608-303, Thermo Fisher Scientific, Tokyo) を用いた固相抽出により前処理が施された後、Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay (ELISA) 法にて定量化した。尿中ホルモンは膀胱内の尿量によって濃度の変動するため、クレアチニンも同時に定量化することで、濃度の補正を行った。また飼い主が回答した「日常的に行う飼い猫との相互作用」の頻度に関するアンケート結果を主成分分析にかけ、「飼い主と猫の相互作用の総合的指標」を主成分得点として算出し、尿中オキシトシン濃度との相関関係を確認した。

結果として、猫の尿中オキシトシンの平均濃度は  $264.38 \pm 82.10 \text{ pg/mg} \cdot \text{cre}$  であることが明らかとなった。これは一般家庭の猫におけるオキシトシン濃度の定量分析として初の報告である。このとき、猫の尿中オキシトシン濃度と、主成分得点との間に有意な正の相関関係が確認された。この主成分得点は、飼い主が日常的に猫を撫でたり声をかけたりするなど、猫に対して行う触覚および聴覚的な相互作用を反映している変数である。すなわち本研究の結果から、猫と飼い主との日常的な相互作用が、猫のオキシトシンの上昇を促すことが明らかとなった。動物の心理的な幸福感の指標としてオキシトシンの重要性が報告されており、オキシトシンの上昇が動物の健康に関与することが示唆されている。これらのことから、飼



い主が猫に対して行う日常的な相互作用の頻度を高めることは、オキシトシンの増加を伴って、猫の健康を増進させる可能性を示している。

### 3章 猫がもたらす飼い主の生理学的側面における健康効果の検証

猫と生活を共にし、コミュニケーションを取ることは、飼い主の健康状態に影響を及ぼしている。例えば、猫を飼育することで心血管疾患による死亡リスクが低下することや、高齢者の寿命が延びるといった報告がある。2章では、飼い主との相互作用と猫の尿中オキシトシン濃度の関連性が示唆されたが、同様に飼い主自身の健康効果の発現要因にも、猫との日常的な相互作用が関与していると考えられる。実際に、猫とのふれあいにより脳機能が活性化する、心拍数や血圧が減少するなど、猫とのコミュニケーションが人の生理学的側面に影響を及ぼすことが明らかとなっている。しかし、一般家庭下での猫との社会的相互作用によって生じる飼い主の健康効果についての生理学的検証の報告は少なく、さらには、分析された生理学的指標が限局的であり、猫が飼い主にもたらす健康増進効果のメカニズムには不明な点が多い。

例えば、犬の飼い主を対象とした種々の研究からは、犬との相互作用によって人のオキシトシン濃度が上昇することだけでなく、コルチゾール濃度の減少、副交感神経活動の活性化など、複数の生理指標の変動を同時に測定することによる総合的な検証も行われている。特に、コルチゾールはオキシトシンと深い関係性を持つことが多くの研究で示唆されており、オキシトシンのストレス減少効果には一時的なコルチゾール濃度の増加が必要であることが明らかとなっている。すなわち、オキシトシンのみに着目した生理的評価では、動物がもたらす正確な健康増進効果を検証するためには不十分であるといえる。

本章では、猫の飼い主の唾液に着目した。唾液採取は侵襲的処置が不要であるため、実験者が直接的な介入をしない遠隔的なプロトコルによって、猫と飼い主の自然な相互作用場면을再現した行動実験を実施することが可能となる。さらに、唾液からオキシトシンおよびコ

ルチゾールを定量化し、さらに自律神経活動の同時測定を試みることで、猫が飼い主の生理学的側面におよぼす影響を複数の生理学的指標から総合的に検証することとした。

猫の飼い主 32 名を対象に、10 分間のタスクを 2 種類（ふれあい条件・安静条件）、これを 2 日間に分けて実施した。飼い主には、実験に必要な道具類をすべて郵送し、書面およびメールにて実験内容を理解してもらった。飼い主は各日の実験開始時に、事前に作成した実験実施手順の動画資料を再生し、その画面および音声による指示に従って実験を遂行した。ふれあい条件では、飼い主が飼育猫と日常的に行っているコミュニケーションを再現した。一方で安静条件では、猫とのコミュニケーションを取らず安静に過ごしてもらった。唾液の採取は各タスクの前後に流涎法を用いて行われた。2 日間の実験が終了した後、唾液サンプルは冷凍下で回収され、ELISA 法にて唾液中オキシトシンおよびコルチゾール濃度が定量化された。また、装着および計測が簡易な心拍計 Polar V800（Polar Electro Japan Inc, Tokyo）を使用し、タスク中の R-R 波間隔を記録した。そして、Kubios HRV 3.5（Kubios Oy Inc, Finland）により心拍変動解析を行うことで自律神経活動を数値化した。また、飼い主は頭部にアクションカメラを装着し、ふれあい条件における猫との相互作用場面を記録した。動画データを行動解析し、行動カテゴリー（撫でる・遊ばせる・声をかける・給餌等）ごとの発生回数を計測した後、重回帰分析によってオキシトシン濃度の上昇に起因する行動の特定を試みた。

結果として、唾液中オキシトシン濃度は 2 種類どちらのタスクにおいても有意に上昇した。また、ふれあい条件におけるオキシトシン濃度の前後変化比は、コルチゾール濃度および交感神経活動の上昇と正の相関が示された。さらに、オキシトシン濃度の変化比を説明する行動カテゴリーの変数として「撫でる」「遊ばせる」の 2 項目が抽出され、どちらも正の回帰係数が確認された。

本研究は、これまで殆ど行われてこなかった一般家庭環境下での飼育猫とのふれあいによって生じる飼い主の心理生理学的影響を定量化することに成功した。その結果、飼い主が猫

と日常的に行う撫でることや遊ばせるといった相互作用によって、飼い主の唾液中オキシトシン濃度が上昇することが明らかとなった。さらに、オキシトシン濃度の上昇には、コルチゾール濃度や交感神経活動の上昇のような覚醒的な作用が要因となる可能性が示された。このような短期的で適度なストレス刺激は、心理および生理面の健康効果に寄与する要素であることが知られていることから、本研究の結果は、猫がもたらす健康増進効果の新たな側面を明らかにしたと言える。また、猫と触れ合わず安静にする条件においてもオキシトシンが上昇したことも明らかとなった。すなわち、猫を飼育し共に暮らすことは、ふれあい時に限らず多様な日常的な場面で飼い主のオキシトシン分泌を促すことが示唆され、猫が飼い主にもたらす健康増進効果のメカニズムの一端が明らかになったと言える。

#### 第4章 総合考察

2章と3章において共通して確認された接触を介した相互作用は、猫と飼い主が双方にオキシトシンを分泌する上で重要な要素であると考えられる。触覚は、母子の愛着形成におけるオキシトシン分泌にとって重要な感覚刺激であり、さらに母子双方の心理および生理的な健康状態を良好に保つ上でも不可欠な要素であると考えられている。そして、愛玩動物と飼い主が交わし合う接触を介した相互作用（愛撫・抱擁・キス等）は非常に一般的な行為であり、これは猫と飼い主の間においても同様であるとされる。すなわち本研究の結果から、日常的な接触を介した相互作用により猫と飼い主は双方にオキシトシン分泌が促進され、このことが互いの健康効果を発現させるといった機序が推測できる。このように、飼い主と猫が共に健康でより良好な愛着関係を結んでいくためには、接触を伴ったコミュニケーションを積極的に行うことが推奨される。

また、2章では、尿中オキシトシン濃度と同時に尿中コルチゾール濃度についても定量化を行ったが、飼い主との相互作用との関連性は確認されなかった。これまでシェルターなどの環境下で実施された研究では、人との相互作用が、犬や猫のストレス状態を反映するコルチゾール濃度に影響を及ぼすことが明らかになっている。本研究で猫のコルチゾール濃度変

化が観察されなかった理由として、本研究が、猫の居住環境である一般家庭下で行われたからであると考えられる。すなわち、猫のストレス状態が低く、そもそもリラックスした状態であったため、コルチゾールの顕著な変化が確認できなかったと推測できる。一方で、こうした心理的に安定状態が保たれた家庭環境下でのオキシトシン変動は、ストレス低減作用というよりも、愛着形成や向社会行動促進といった側面の作用をより反映していると考えられる。すなわち、こうした条件下における猫のオキシトシンの測定は、飼い主との社会的関係性を検討する上で、最適なバイオマーカーであると考えられる。

そして3章における飼い主への効果では、猫との相互作用が飼い主にとって覚醒的な生理状態を呈することが明らかとなった。過去に行われた実験室環境下での研究は、故意にストレス負荷を掛けて、そこからの回復状態を観察することで、動物がもたらす鎮静的効果を検証してきた。しかしながら本研究では、飼い主および猫が心理的に安定している家庭環境下で実験を実施したため、対照的な結果が得られたと考えられる。すなわち、猫とのコミュニケーションは本来、飼い主にとって適度な刺激となって覚醒的な影響を及ぼすことが示唆され、これらの生理的反応が飼い主の健康増進効果において重要であると考えられた。

本研究は、飼い主と猫の相互作用とオキシトシンの関連性を行動生理学的に解明し、双方の健康効果の発現におけるオキシトシンの重要性を明らかにした。そして、これまで明示されてこなかった人と猫の関係性における本質を明らかにするためのバイオマーカーとして、オキシトシンが有用であることを改めて提案するものである。

# Summary

Behavioral physiology study on Human-Cat Relationships

—Association between Oxytocin and Social interaction

Takumi Nagasawa

Department of Human and Animal-Plant Relationships, Graduate School of Agriculture, Tokyo  
University of Agriculture

## Chapter 1: Introduction

The history of symbiotic relationships between humans and cats began approximately 9500 years ago. At that time, the primary role of cats was to prey on rodents threatening stored grains. However, that role diminished, and they were gradually bred as companion animals. Today, the number of cats raised in Japan exceeds that of dogs, and cats are considered representative companion animals. By living together, humans and cats form an attachment relationship and influence each other's health. Older people who take care of cats have a higher survival rate than non-owners, whereas cats that are entirely indoors in a person's home have a longer lifespan than those who do not. Thus, it is suggested that the social interaction between cats and humans can promote the health of both.

Oxytocin is a peptide hormone, a bioactive substance, contributing to attachment. In recent years, oxytocin has attracted attention in research on the formation of attachments between animals and humans and the resulting health-promoting effects. Oxytocin has many psychophysiological health effects. Many studies on dogs and their owners have reported that social interactions increase oxytocin levels in both. Thus, oxytocin is believed to play a significant role in establishing attachment

relationships between dogs and their owners and improving the health of both. However, limited studies focused on physiological aspects, such as oxytocin, of house cats and their owners in general households.

One of the reasons why research on relationships between cats and humans is complex is the territorial temperament of cats. It is hard to perform biological observations of cats' natural behavior. It is also challenging to move cats to an experimental environment, which is relatively easy for dogs. Additionally, setting up and carrying out the experiment is difficult because the experimenter's visit to the home where the cat is raised also induces a stress response. Therefore, many studies on the relationships between humans and cats have been conducted using questionnaire surveys and experiments conducted in particular environments such as shelters, veterinary hospitals, and laboratories. However, to conduct more empirical research exploring the health-promoting effect of the relationship between owners and domestic cats, the study must focus on the physiological aspects in ordinary households in a more natural environment.

This study aimed to investigate the relationship between behavior and oxytocin concentration during human-cat interactions to verify the involvement of oxytocin in the health effects on each other. We decided to collect urine and saliva samples that the owners could collect and implemented a remote experimental method for cats and their owners in general households. Behavioral physiology verification was performed by quantifying the urinary oxytocin concentration of cats and the saliva oxytocin concentration of owners in a home environment, which has not been reported so far.

## **Chapter 2: Effects of the cat-human interaction on the physiological aspects and health of cats**

It is clear from studies on the social cognition of cats that they consider their owners as special beings. Cats identify their owner's voice and behavior and form an attachment relationship. Social interactions with humans have physiological effects on cats that promote health, such as reduced stress after contact with humans. However, many studies have investigated the physiological effects on cats caused by social interaction with humans in environments such as shelters and veterinary clinics, and few studies have been conducted on cats in ordinary households. It is unclear whether a method for collecting a biological sample for detecting a physiologically active substance from a house cat is available.

Therefore a means for quantifying the oxytocin concentration has not been established, and even the average concentration is unreported.

Therefore, this chapter focuses on cat urine samples. Urine samples do not require invasive procedures, such as blood collection, and are easy for owners to collect. In addition, it has been reported that the urinary oxytocin concentration and interaction behavior of dogs are changed by the tactile interaction caused by eye contact. However, it is not clear whether fluctuations in urinary oxytocin concentration occur during the interaction between the owner and the cat. Therefore, Chapter 2 aimed to quantify the urinary oxytocin concentrations by collecting urine samples from cats raised in households. By examining the relationship between the cat-human interaction and the urinary oxytocin concentration of the cats, the effect on the cat's health was verified.

Forty-nine house cats were included in the study, and their owners were requested to collect urine samples from their cats. The owner received the device needed for sampling and was asked to confirm that they understood the details of the experiment via email. After urine collection was completed, the samples were frozen and stored at -80 °C until analysis. The samples were pretreated by solid-phase extraction using a Hyper Sep C18 column (3 ml / 200 g, Thermo Fisher Scientific, Tokyo, Japan) to remove impurities from the urinary sample. Oxytocin was quantified using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Since the concentration of urinary hormones depends on the amount of urine in the bladder, the concentration was corrected against the creatinine concentration. In addition, the results from the questionnaire regarding the frequency of "daily interaction with their cat" were applied to the principal component analysis. The "comprehensive index of the interaction between the owner and the cat" was calculated as the principal component score to analyze the correlation with the urinary oxytocin concentration.

The importance of oxytocin as an indicator of animal psychological well-being has been reported, suggesting that an increase in oxytocin levels is involved in animal health. As a result, it was revealed that the average concentration of oxytocin in the urine of cats was  $264.38 \pm 82.10$  pg/mg · cre. This is the first report on the quantitative analysis of oxytocin concentration in house cats. A significant positive

correlation was confirmed between the urinary oxytocin concentration in cats and the principal component score. This principal component score reflects daily tactile and auditory interactions, such as the owner stroking and speaking to the cat. The results of this study clarified that the daily interaction between the cat and its owner promoted oxytocin production in cats. This indicated that increasing the frequency of daily interactions with owners might improve the health of cats by increasing oxytocin levels.

### **Chapter 3: Effects of the cat-human interaction on the physiological aspects and health of owners**

Living with and communicating with cats affect the health of their owners. For example, studies have reported that raising cats reduces the risk of cardiovascular disease and extends the life expectancy of older people. Chapter 2 suggested a relationship between interaction with the owner and the cat's urinary oxytocin concentration. However, daily interaction could affect the owner's health as well. It is known that contact with cats affects the physiological aspects of humans, such as activation of brain function and reduction of heart rate and blood pressure. However, limited studies verified the physiological and health effects on owners caused by interactions with house cats in ordinary households. Additionally, the analyzed physiological indicators are localized, and the mechanism of the health-promoting effects of cats on their owners is unclear.

For example, various studies on dog owners showed that interaction with dogs increases oxytocin concentration in humans. Comprehensive verification simultaneously measured changes in multiple physiological indices, such as decreases in cortisol concentration and parasympathetic nerve activity activation. Many studies have suggested that cortisol is closely related to oxytocin and that a temporary increase in cortisol concentration is necessary for the stress-reducing effect of oxytocin. In other words, physiological evaluations focusing only on oxytocin are insufficient to verify the precise health-promoting effects of animals.

Therefore, this chapter focused on the saliva of cat-owners. Because saliva collection does not require invasive procedures, it is possible to conduct behavioral experiments that do not disrupt the natural interaction between the cat and the owner using a remote protocol without direct intervention by the



researcher. By quantifying oxytocin and cortisol in the saliva and attempting simultaneous measurement of autonomic nervous activity, we comprehensively verified the effects of cats on the physiological aspects of their owners using multiple physiological indicators.

Two 10-minute tasks (contact and rest conditions) were conducted for 32 cat owners, divided into two days. The owner received the device needed for sampling and was asked to confirm that they understood the details of the experiment via email. At the start of each day's experiment, the owner played the video material of the experiment implementation procedure prepared in advance and carried out the experiment according to the instructions provided. In the contact condition, each owner reproduced daily interactions with their cat, whereas they did not communicate with the cat and rested in the rest condition. Saliva was collected before and after each task and stored under freezing conditions at  $-20^{\circ}\text{C}$ . The saliva oxytocin and cortisol concentrations were quantified using ELISA. In addition, a Polar V800 (Polar Electro Japan Inc, Tokyo) heart rate monitor was used to record the R-R wave intervals during the task. The autonomic nervous activity was quantified by performing heart rate variability analysis using Kubios HRV 3.5 (Kubios Oy Inc, Finland). In addition, an action camera fixed to the owner's head recorded the interaction with the cat during contact conditions. After analyzing the video data and measuring the frequency of each behavior category (e.g., stroking, playing, calling, feeding), we aimed to identify the behavior caused by the increase in oxytocin concentration by multiple regression analysis.

Salivary oxytocin levels were significantly increased in both tasks. In addition, the change ratio (post-value/pre-value) of oxytocin concentration under contact conditions correlated positively with the cortisol concentration and sympathetic nerve activity. Furthermore, "stroking" and "playing" were extracted as variables of the behavior category explaining the change ratio of oxytocin concentration, and positive regression coefficients were confirmed in both cases.

This study successfully quantified the psychophysiological effects of contact with house cats in a household environment on owners, something rarely performed. It was confirmed that the salivary oxytocin concentration of the owner increased in response to interactions such as stroking and playing with the cat daily. Furthermore, increased oxytocin concentration might be due to arousal effects, such

as increased cortisol concentration and sympathetic nerve activity. Such short-term and moderate stress stimulation contributes to psychological and physiological health effects. Therefore, the results of this study show novel aspects of the health-promoting effects of cats on their owners. It also indicated that oxytocin levels increased even under resting conditions without touching the cat. Raising and living with cats promotes oxytocin secretion in humans in various daily situations, not only during contact. Therefore, a part of the mechanism of the health-promoting effect of cats on their owners has been clarified.

#### **Chapter 4: General Discussion**

Tactile sensation is an essential sensory stimulus for oxytocin secretion in the bonds between mother and child. It is also a necessary element for maintaining the good psychological and physiological health of both mother and child.

The daily tactile interaction identified in Chapters 2 and 3 is considered an essential factor for oxytocin secretion by owners and their cats. The interaction (e.g., touching, hugging, and kissing) between the pets, including cats, and the owner occurs regularly. From the results of this study, it can be inferred that oxytocin secretion in cats and their owners are promoted by daily contact, resulting in mutual health benefits. Therefore, active communication with contact is recommended for cats and people to have a healthy and improved attachment relationship.

In Chapter 2, the urinary cortisol and oxytocin concentrations were quantified simultaneously. However, no correlation between cortisol levels and interaction with the owner was observed. Previous studies conducted in environments such as shelters did show that human interaction affects cortisol levels, reflecting the stressful state of the dogs and cats. A change in cortisol concentration in cats was not observed because this study was conducted in a general household, which is the living environment of cats. However, the fluctuation in oxytocin concentrations in a psychologically stable home environment reflects the attachment and promotion of prosocial behavior rather than the stress-reducing effect. Therefore, the measurement of oxytocin in cats under these conditions is an optimal biomarker for examining social relationships with the owner.

In Chapter 3, it became clear that the interaction with the cat physically aroused the owner. Previous studies in laboratory settings examined the sedative effects of animals by deliberately stressing them and observing their recovery. However, in this study, contrasting results were obtained because the experiments were conducted in a home environment where owners and cats were psychologically stable. Therefore, it was suggested that communication with cats became an appropriate stimulus for the owner and had an arousal effect. These physiological reactions had positive health effects on the owner.

This study elucidated the relationship between cat-human interaction and oxytocin behaviorally and physiologically. It also clarified the importance of oxytocin in health effects for both. We propose that oxytocin is useful as a biomarker for clarifying the essence of the relationship between humans and cats, which has not yet been clarified.