

博士論文

乳幼児の生理心理状態の評価指標の確立

令和4年9月

広島大学大学院総合科学研究科

丹下 明子

博士論文

乳幼児の生理心理状態の評価指標の確立

令和4年9月

広島大学大学院総合科学研究科

総合科学専攻

丹下 明子

目次

第1章 乳幼児の生理心理状態の研究の概観と本研究の目的

1-1	乳幼児のQOLの重要性について	1
1-2	本研究で取り扱う対象の定義	4
1-3	乳幼児研究の歴史と現状	6
1-4	乳幼児の生理心理状態と養育の関係	11
1-5	本研究の目的と研究の枠組み	14
1-6	要約	16

第2章 乳幼児の生理心理状態と養育の関係

2-1	課題と目的	18
2-2	方法	19
2-3	結果	21
2-4	考察	25
2-5	要約	27

第3章 乳幼児の不快な状態の評価指標の検討

3-1	乳幼児の不快な状態の評価指標の確立	
3-1-1	課題と目的	28
3-1-2	方法	30
3-1-3	結果	35
3-1-4	考察	38
3-2	乳幼児の不快な状態の評価指標の応用	
3-2-1	課題と目的	41
3-2-2	方法	43
3-2-3	結果	44
3-2-4	考察	47
3-3	第3章の要約	48

第4章	乳幼児の覚醒度の高い快状態の評価指標の検討	
4-1	課題と目的	50
4-2	方法	52
4-3	結果	57
4-4	考察	61
4-5	要約	63
第5章	睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の検討	
5-1	課題と目的	64
5-2	方法	67
5-3	結果	70
5-4	考察	78
5-5	要約	82
第6章	総合考察	
6-1	検討の総括	84
6-2	3つの評価指標の神経生理学的意味	88
6-3	乳幼児の生理心理状態の評価指標確立の要件	92
6-4	乳幼児の生理心理状態の評価指標の提案モデル	96
6-5	乳幼児の生理心理状態の評価指標確立の意義	98
6-6	社会での応用可能性	101
6-7	本研究の限界と今後の展望	103
6-8	要約	105
	本論文の要約	108
	利益相反の開示	111
	引用文献	112

付録 133

謝辞 138

第1章 乳幼児の生理心理状態の研究の概観と本研究の目的

1-1 乳幼児のQOLの重要性について

技術やサービスの進歩により人間は快適に生活することが可能になったが、一方、日常生活で心身の不調を訴える人の割合が増えている。精神疾患により医療機関にかかっている患者数は近年増加傾向を示しており、平成26年は392万人、平成29年では400万人を超えている(厚生労働省, 2017)。また、日本でひきこもり状態にある人は100万人を超え、人口の約1%に相当し、最近では80代の親が50代の子どもを養い、社会から孤立して困窮しているケースである「8050問題」と呼ばれる社会問題も顕在化している(内閣府, 2018)。また、厚生労働省(2019a)の労働安全衛生調査(実態調査)によると、現在の仕事や職業生活に関することで強いストレスとなっていると感じる事柄がある労働者の割合は、58.0%となっている(厚生労働省, 2019a)。

これら社会問題は高度成長期後半より認識され始めたが、21世紀を迎える頃には、これまでの価値観や習慣を短い期間で大きく変化させなければならぬような地球規模の社会の変化が続々と起こっている。環境問題に起因する事例として、脱プラスチック政策に対して人々はレジ袋にお金を払う。また、インターネットの普及や進化がますます進む中で、教育を始めとする人とのコミュニケーションの方法や価値観まで急速に、かつ、大きく変化させる必要に人々は迫られている。こういった社会状況において、人々は様々なストレスに曝される中、心身の不調に悩む人と豊かな社会生活を送ることができる人が存在する。

こういった変化に対するストレスの耐性や適応力をどのように習得するのかについて、近年、「自己肯定感」に関する研究が、主に学校教育現場において注目されている。自己肯定感とは、「自分は生きる価値がある、誰かに必要とされている」と、自らの価値や存在意義を肯定できる感情のことを指し、自分の良い面や悪い面も含めて自分のすべてを肯定できる、前向きな感情である。そして、自己肯定感について、学校生活における適応との関連性(松井・奈良井, 2001)や、対人関係(久芳・齊藤・小林, 2006)との関連性などについて研究報告がある。

さらに人の生涯を遡り乳幼児期に着目すると、Brazeltonらは母子間の愛着の個人差は対人関係やパーソナリティ発達の基礎となり、生涯発達過程の個人的傾向となると考えた(Brazelton, Koslowski, & Main, 1974)。また、個人の価値観や個性などを形成する最も本質的なものは乳幼児期の環境から影響を受け、その後の人生の基盤となると考えられる(Abbott, Bartlett, Fanning, & Kramer, 2000; Moll & Tomasello, 2010; Raval et al., 2001)。

人に発現する心身の特徴は、遺伝的要因に基づく気質と、誕生後の周囲の環境との相互作用である環境要因の2つから同程度影響を受けるという見方が、現在多くの研究領域において支持されている(Briley & Tucker-Drob, 2012; Jensen, 1976; 安藤, 2017)。近年、エピジェネティクスの研究が進み、例えば遺伝的要因の関与が大きい精神疾患の1つである自閉症において、一卵性双生児の診断の不一致率が40%であったとの報告(Bailey et al., 1995; 古海・佐々木, 2008)などから、生後の環境要因が遺伝子のスイッチをオン・オフすることが分かってきていることから、誕生後の環境が重要となることが分かる。260人の早産児の呼吸不全などの生理的状态や社会的環境などが成人後のIQと関連することが報告されるなど、乳幼児期の環境の在り方でその後の認知能力に影響を与えることが明らかになっている(Breeman, Jaekel, Baumann, Bartmann, & Wolke, 2017; Hsiao & Richter, 2014; Lourenço, Cardoso, & Brasil, 2009)。心身の疾患がなく健康で豊かな人生を過ごすためには、乳幼児期の感受性の高い敏感期に人との適切な関わりや刺激を受けることが重要である。例えば学習は後の発達段階においても取り戻せるという可塑性がある(Bailey & Gariépy, 2008; Sengpiel, 2007)。しかし、人間の神経発達において、シナプスが劇的に増えその後刈り込みが進む出生直前から生後1歳頃までは、青年期や成人期など他の発達段階に比較して、周囲の環境からの刺激や経験が非常に重要である(Hernandez - Reif, Field, Diego, & Largie, 2002; Thompson & Bentley, 2013)。

乳幼児期の環境のうち最も影響の強い主な養育者である母親と乳幼児の関係は、母子相互作用という観点で多くの研究が報告されてきた。現在においてもBowlbyの愛着理論は保育にかかわる人の中で活用されている代表的な概念である(Bowlby, 1951)。その中でBowlbyは、乳幼児と養育者との関係について

幼児期までの子どもと特定の養育者との間に形成される関係を中心とした情緒的な結びつきのことを愛着と定義した(Bowlby, 1951)。この特別な情緒的な結びつきである愛着は、乳幼児と養育者との日々の具体的相互作用を通して徐々に築かれる。この愛着を基本として、他者との関わり方を体験していき、乳幼児の個性が形成される。

さらに、Bowlby(1951)は、「母性的養育の剥奪」によって起きる問題とその対策方法について述べている(Bowlby, 1951)。母性的養育の剥奪の状態は乳幼児院などの施設や病院などでみられ、乳幼児には急性の不安感、過度の愛情欲求、強い恨み、最後には罪意識や抑うつ状態が起こる。これらの心理的影響は非常に強く、結果として子どもは神経症や不安な性格が形成される。そして、長期にわたる母性的養育の剥奪は、子どもの性格に、また子どもの全生涯に、著しい影響を与えると主張した。

また、母子の同期性という観点でも多くの研究結果が報告されている。Stern(1977)は乳児と母親との間で交わされる視線や声のやりとりには相互的な協応や同期性があることを明らかにした(Stern, 1977)。このような母子間の同期した相互作用は、お互いに対する反応によって成立するが、乳幼児期においては調整する役割は主に母親である(Adamson, Beckman, & Deborar, 2004)。例えば、母子の呼吸の同期について菅ら(Suga, Uruguchi, Tange, Ishikawa, & Ohira, 2019)は、母親が意識的に深い呼吸をすると母親の胸に抱かれた乳児は、乳児の呼吸周期が同調する現象を報告した。このように、心理面、及び生理面に影響を与える呼吸においても母親の乳幼児への影響は大きく、かつ、主導的なものであることが明らかである。

しかし、乳幼児の状態を適切に、かつ、適時に把握できず同調性が低い母子が存在する。母親が産後うつや精神疾患を持つ状態であった場合、愛着障害やボンディング障害を認められる場合がある。一般的に母親は出産直後から乳児に特別な強いつながりを感じていて、この情緒的絆はボンディングと呼ばれる。ボンディング障害などの研究において、近年、母親の脳機能に着目し機能的脳画像研究を用いた科学的検証が行われている。ボンディング形成に際して、Swainらは親の脳はどのように機能しているのかをfMRIで調べた。被験者の母親は我が子の顔の画像を呈示された時、出産後早期の母親では脅威の探

知に関連する脳部位が有意に活性化していた (Swain, Lorberbaum, Kose, & Strathearn, 2007)。この結果は、親の脳は乳児を脅威から守るために、恐怖や警戒の脳部位が活性化したと解釈される。さらに、乳幼児の顔や泣きに対する健全な母親と産後うつ母親の脳機能の反応性の違いなどが明らかになっている (Piallini, Palo, & Simonelli, 2015)。

母親に対する愛着の質が安定型でない子どもも存在する。臨床現場において用いられている、生後12-18ヶ月の幼児の愛着を測定する「ストレンジシチュエーション法」がある (Ainsworth, Blehar, Waters, & Wall, 2015)。実験室での母子分離（母親は部屋から出て子どもだけ残す）と再会、他者の導入などへの子どもの反応を観察する方法である。この方法によると、愛着の質は安定型／葛藤型／回避型／無秩序型に分類され、日本人の生後12ヶ月乳児とその母親の観察からは安定型でない乳児が32%存在すると報告されている (Takahashi, 1986)。

以上のように、科学技術のみでなく人の価値観までも変化が目まぐるしい現代社会において、心身の不調を抱えることなく豊かな社会生活を送れる人と、そうでない人が存在する。乳幼児期はその後の人生を豊かに過ごすために必要な能力を身につける基盤となる時期であるが、ボンディング障害のような養育行動の基礎となる母親側の状態の不安定さ、また、乳幼児側において愛着障害などの問題を抱える母子が存在する。養育現場の当事者はそのような問題を把握できない場合が多く、育児ストレスを抱えて乳幼児のQOLが低下したままであることは重大な課題であると考えられる。

1-2 本研究で取り扱う対象の定義

児童福祉法第4条第1項では生まれてから満1歳までが乳児、その後就学前までが幼児と定義されている。これに基づき本研究の対象は、乳児と満3歳までの幼児を対象とする。

Table 1に乳幼児の神経発達 (Morgane, 2012) と情動発達 (Barrett, 2016) を整理した。神経発達は生後2か月頃に大脳が機能し始めることにより視覚野などが成人と同様に反応し、その後、各脳領域の神経の髄鞘化が進む。情動発達は、生後直後は快や苦痛など単純な情動のみであるが、次第に

分化が進み生後半年頃，基本的な情動の喜び・驚き・怒り・恐れが現れる。

Table 1 乳幼児の神経発達 (Morgane, 2012) と
情動発達 (Barrett, 2016)

年齢	神経発達	情動発達	観察の様子
0ヶ月-	末梢神経系, 脊髄、 脳幹などで髄鞘化	快, 苦痛	泣く, 浅睡眠, 原始反射
1ヶ月-	視床下部が活性化	充足/興味/ 悲しみ/嫌悪	睡眠と覚醒の区別が でき始める
2ヶ月-	大脳が機能し始める, 視覚野・聴覚野など に成人と同様の反応		あやすと笑う, 喃語, ハンドリガード
4ヶ月-	小脳の髄鞘化完了	喜び/驚き/ 怒り/恐れ	粗大運動の発達が顕著 (首すわり/寝返り/お座り)
6ヶ月-	大脳辺縁系の成熟		複数の情動 (満足/怒り/恐れ)
7ヶ月-	前頭葉・頭頂葉など で髄鞘化		基本的な随意運動 (はいはい/つかまり立ち /伝い歩き)
1歳半頃- 3歳過ぎ	シナプスの選択と 刈り込み, 前頭前野 の発達	照れ/羨望/共感、 驕り/誇り/恥/ 罪	思考や感情の制御, 会話, 精緻な運動

このような発達を踏まえ，本研究では Figure 1 に示すコア・アフェクト理論 (Barrett, 2017; Russell, 2003) に基づき，コア・アフェクトと生理的な身体状態から成る内受容感覚の知覚である乳幼児の内的な状態を「生理心理状態」と定義する。

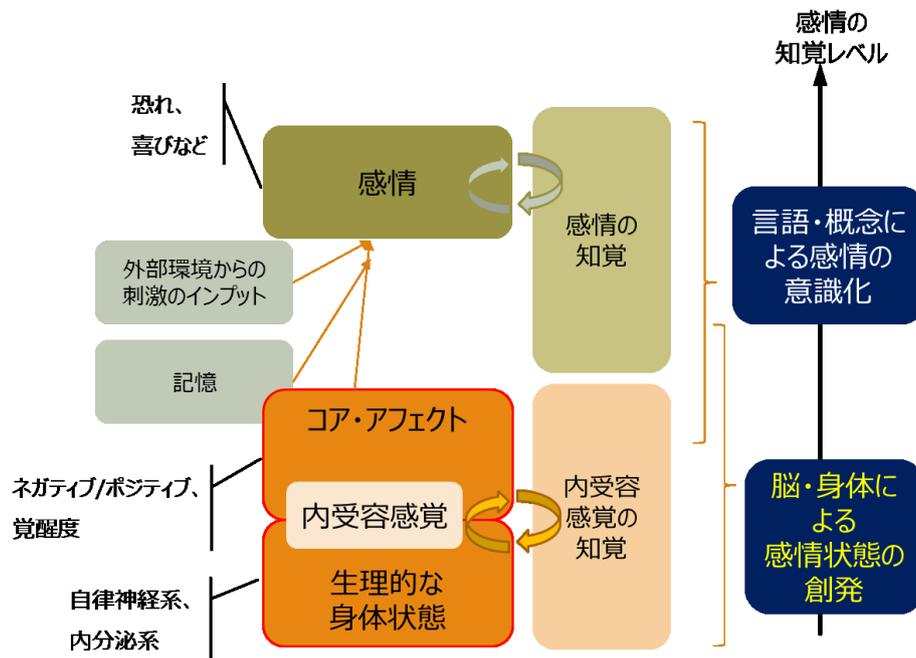


Figure 1 コア・アフェクト理論の概念図 (Barrett, 2017; Russell, 2003)。

1-3 乳幼児研究の歴史と現状

1-3-1 乳幼児研究の始まり

ここで乳幼児研究の歴史に目を向けてみると、17世紀から20世紀前半には、Rousseau, Fröbel, Montessoriらを代表とする研究者らの、子どもは大人とは違った存在であるという発見から始まる幼児教育に関する研究が存在した(森上, 2005)。乳幼児研究は子ども研究から遅れ20世紀前半に、Piagetが乳幼児の発達心理学の理論的基礎を築き、手法としては「観察法」により乳幼児期の発達段階を提唱した(波多野, 1986)。そして、選好注視法や吸啜法など定量的な様々な実験法が確立され(Fantz, 1963; Lipsitt, 1966), それまで「無力な赤ちゃん」と考えられていたことを覆す、乳幼児が外界を認知している能力を示す実験結果の報告が盛んになった(Cantor, Fischel, & Kaye, 1983; Morrow & Carlson, 1996; Walden & Kim, 2005)。

一方、20世紀後半に入ると Bowlbyらにより愛着理論が確立され、母子関係の視点の研究が盛んとなった(Andreozzi, Cucca, & Lester, 1996; Martinez

et al., 1996)。この頃の時代背景として、多くの戦争孤児を施設で受け入れ、不特定多数の施設員によって乳幼児は養育されていた。施設で育てられた孤児の成長後について、暴力的であったり情緒が不安定だったりといった発達障害の報告があり (Bowlby, 1951), 母親あるいは不特定多数ではない一定の養育者の重要性が科学的に認識された時代である。これ以降 20 世紀後半にはさまざまなアプローチの研究が盛んになってきた。

1-3-2 周産期医学的アプローチ

乳幼児研究を歴史的に見ると、周産期医学や小児医学の分野の研究が先行的に進んできた (北島, 2005; 木原, 2002)。先進国の乳児死亡率は劇的に減少し、かつては乳児の死亡要因の上位であった感染症に関して現代では調査研究が進み、公益財団法人予防接種リサーチセンターから推奨予防接種のガイドラインが発信されている (予防接種リサーチセンター, 2020)。

さらに、成長に重要な授乳期の栄養方法に関しては、初乳に高濃度で含まれる免疫グロブリンの免疫学的な効果が確認され、1989年に世界保健機構とユニセフの共同声明「母乳育児成功のための10か条」(ユニセフ・世界保健機関, 1989)が病院や助産施設へ発信され母乳育児が推奨されたことで、日本でも1985年に比べ、2015年は生後3ヶ月児の母乳栄養の割合が39.6%から54.7%に増加した (厚生労働省, 2019b)。免疫以外にも母乳の利点は多くあり、小児期の肥満や、後の2型糖尿病の発症リスクの低下が報告されている (Owen, Martin, Whincup, Smith, & Cook, 2006; Yamakawa, Yorifuji, Inoue, Kato, & Doi, 2013)。これらの母乳育児の有用性と推奨の流れの1つとして、母乳育児中の母親に必要な栄養素として、ビタミン・ミネラルの摂取基準量が1999年の第6次改訂日本人栄養所要量 (厚生労働省, 1999)に初めて採用され、以後、母乳育児の指針に役立てられている。

1-3-3 生理学的アプローチ

1990年代に入り、それまでの乳幼児の「観察法」に加えて、生理学的アプローチによる乳幼児研究の結果が報告されるようになった。例えば、母子分離場面の乳幼児の顔面の皮膚温を赤外線カメラで調べたところ、額部や鼻部の皮

膚温の低下が認められ、ストレス状態であることが報告された(Mizukami, Kobayashi, Ishii, & Iwata, 1990; Mizukami, Kobayashi, Iwata, & Ishii, 1987)。また、新生児の採血の際に 85dB の胎内音を聴かせたところ、唾液中コルチゾールの分泌が減り、ストレスが低減したことが報告されている(Kawakami, Takai-Kawakami, Kurihara, Shimizu, & Yanaihara, 1996)。さらに、新生児の採血時の心電図を計測したところ、心拍間隔が短くなり迷走神経系活動が低下し、ストレス状態であることも報告されている(Gunnar, Porter, Wolf, Rigatuso, & Larson, 1995)。

そして、2000 年前後から、脳機能の測定が乳幼児にも多数適用されるようになった。例えば、乳児が物体をどのように認知しているかを検討するために、乳児の脳波を測定した報告がある(Csibra, Davis, Spratling, & Johnson, 2000)。成人であれば四角の形状と認知できる画像を乳児に呈示した際の知覚や認知機能を担うガンマ帯域神経振動の解析の結果、生後 6 ヶ月乳児では四角を認知できなかったが、生後 8 ヶ月児では成人と同様な脳活動が観察され、四角の形状を認知していたことが推察される。また、言語の認知に関して、近赤外線光トポグラフィーの測定結果から、12 人の満期産の新生児が母国語と外国語を区別していたことが明らかになった(Peña et al., 2003)。また、定量的な脳の発達について、1 歳から 10 歳までの 28 人の小児の脳の容積を 3D-MRI で解析した報告がある。生後 2 年までに前頭葉の容積の急激な増加が見られ、このことは乳幼児期が敏感期であると言われることの理由の 1 つである(Matsuzawa et al., 2001)。以上のように、生理学的なアプローチが乳幼児に適用されるようになり、さまざまな認知能力やそのメカニズム、及びその発達過程が明らかになってきた。

1-3-4 心理学的アプローチ

20 世紀後半以降、心や心に影響する要因、心のメカニズムの研究として心理学、さらに乳幼児を対象とした発達心理学の研究が進んできた(前原, 2018)。その中核として「心の理論」が盛んに研究されており、近年は乳幼児の生物学的・神経学的な基盤の理解が進んでいる。誕生したばかりの新生児が人間の顔や顔様の形状パターンを選好して注視することや、生後数日後から母

親と他の女性を区別できることが報告されている (Pascalis, Schonon, Morton, Deruelle, & Fabre-Grenet, 1995)。乳児が生きるためには人による保護を受ける必要があるが、これらはそのための生得的能力と考えられている (Valenza, Simion, Cassia, & Umiltà, 1996)。そのメカニズムについて、新生児の脳活動を測定することで解明が進んでいる (大塚・仲渡・山口, 2008)。また、母親は乳幼児に対して、自然と高音で一定のゆっくりとしたピッチで語りかけるが、これをマザリーズと言ひ世界共通で見られる (Ferguson, 1966)。このマザリーズは乳幼児の注意を維持することが可能で、したがって母子の絆を形成することに役立ち、情緒的・認知的な発達を促すものとなる。

また、幼児期の心の発達に関して4歳くらいになると他者にも自分と同じように心があることを理解できはじめることが分かっている (Wimmer & Perner, 1983)。この他者の心を推測する能力は、『誤信念課題』でその成熟度を測ることができる。具体的には、3歳児に以下のような人形劇を見せる。『① サリーとアンの二人が部屋の中で遊んでいます。② サリーは自分の人形をカゴの中に入れて部屋を出ます。③ サリーが出ていった後に、アンはカゴの中の人形を自分の箱の中に隠します。④ 部屋に戻ってきたサリーは、もう一度人形で遊ぶためにどこを探すでしょうか。』これに対して3歳児の大半は自分が見たままの箱の中と答えてしまう、というものである。

以上のように、乳幼児は本来持っている能力を用いて養育者に対して適切な養育を引き出したり、また、その関わりの中で新たに認知能力を習得したりする発達過程を経る。人が豊かな社会生活を送るために心の成熟が必要でその発達過程について発達心理学の分野において研究が進んでいる。

1-3-5 乳幼児のQOLの研究の問題点

生理学的なアプローチが確立し、近年、乳幼児研究に適用され、疾患の予防や治療の研究が進み生命の安全が高まった。また、社会生活に重要な心の発達に関して数多くの研究も行われてきた。しかし、乳幼児のQOLに関する研究は、生理心理状態について乳幼児自身が申告できないため問題が顕在化しにくい。さらに、乳幼児期のQOLが成長後に影響すると推測されるが、成長過程で多くの他の要因の影響も存在し、研究課題として扱いにくい分野と考えられ

る。

環境の快適性を高めることによってQOLが高まると考えられる。快適性の研究対象として、1) 光や温熱などの影響を検討する住環境のような空間の快適性、2) 風合いや着圧の影響を検討する衣類の装着快適性、3) 車などの乗り心地の快適性、などがあげられる。1) の例として、新生児集中治療室の明暗環境を制御して早産児の睡眠覚醒リズムを整えたところ、有意な体重増加が確認されたことが報告されている(Brandon, Holditch-Davis, & Belyea, 2002)。2) の例として、Watanuki & Mitarai (1998) は、肌着の着心地について4-5歳の幼稚園児に一般的なかたさの肌着とやわらかな肌着を着用してもらった時の尿中のストレスホルモン(コルチゾール)を分析した。その結果、一般的なかたさの肌着着用時では有意に高いコルチゾールが検出された。また、スワドル(おくるみ)の睡眠への影響について、生後80日の乳児の脳波や体動を測定したところ、スワドルに包まれた乳児はそうでない乳児よりも静睡眠、及びREM睡眠中の手足が筋緊張のためビクッと動く驚愕反応が減少、また、中途覚醒の減少が報告されている(Gerard, Harris, & Thach, 2002)。3) の例として、電動のパワーアシストや傾き制御システムを搭載したベビーカーについて子どもの乗り心地を含めた快適性についての研究があり、2歳の1人の幼児について母親の観察から快適性が確認された(Kawashima, 2009)。

以上のように日常的に乳幼児の身の回りにある対象物からの刺激の影響が報告されているケースも一部存在する。しかし、乳幼児の特性上、乳幼児本人からの申告を得ることができないことと同時に、育児は経験や慣習による部分が多いことから、未だ乳幼児への影響が明らかになっていない環境や対象物が多いと考えられる。

大人であれば居住空間の温度や光環境を自身で調整したり、また、自分の体型や好みにあった衣類や寝具を選別したりと、自ら快適な状態にすることが可能である。一方、乳幼児は不快な状態となった場合、泣くといった行動で表現し養育者へ発信はするが、その具体的な要因を説明することができない。実際に、日常的な育児であるおむつ交換について、早産児、及び新生児のおむつ交換のケア前後で唾液中コルチゾールが増加したという報告がある(Mörelis, Hellström-Westas, Carlén, Norman, & Nelson, 2006)。このように日常的な

育児であるおむつ交換に関して乳幼児が不快な状態であると推測される報告はいくつか存在するが、統一的な見解に至るようなものはほとんどなく、生後すぐからおよそ3年間継続的に着用するおむつの影響について、乳幼児の状態は明らかになっていない。以上のように、乳幼児が自身の生理心理状態を申告できず課題が顕在化しづらいため、生理学的アプローチが必要となる。敏感期である乳幼児期の生理心理状態が成長後にどう影響するかについての研究はこれまで限定的であった。従って、乳幼児のQOLの向上のためには生理的、及び心理的な状態の研究は重要である。

1-4 乳幼児の生理心理状態と養育の関係

人間の乳児は生理的早産と呼ばれ、周囲の人の手助けがないと生命を維持することができない。人間と遺伝的に最も近縁のチンパンジーと比較しても相対的に大きな脳と非常に大きな体重で出生する。従って、姿勢運動機能発達も未熟であり、移動や休息において継続的な他者の養育が必要である。また、自律神経系の体温調節機能も未熟なことから、環境温湿度からの影響を顕著に受ける。言語獲得については、1歳前後より習得し2歳半くらいまでに有意義語を獲得し構造化された発話が見られるという発達過程であるため、それまでの時期の養育者は非言語コミュニケーションに頼ることになる。

上記のように、生理的早産と表現される乳幼児の養育は、恒常性を維持する機能が未熟で周囲の刺激に影響されやすいため、24時間継続的な養育が必要となり養育者の身体的な負担が大きい。また、乳幼児は非言語コミュニケーションであるぐずりや泣きというサインを発するが、空腹なのか温熱環境が不適切であるのかなど乳幼児の生理心理状態を多くの養育者は適切に把握できているのか確信を持つことができず不安を感じやすい。乳幼児の主な養育者となる母親の育児ストレスや育児不安に関する研究は、1980年頃より多く報告されている(Milgrom & Mccloud, 1996; Sato, Sugawara, Toda, Shima, & Kitamura, 1994; Shimizu, 2017)。日本においても1980年代頃から社会的な課題として注目され始め、当時は「育児ノイローゼ」という言葉が使われた。

育児ストレスの研究アプローチの1つとして、精神医学的に母親の精神症状に注目し検討するものがある。このアプローチは、産後の数週間に現れる一過

性の情動不安状態を指すマタニティ・ブルーや産後うつ病についての研究で用いられているが、これらは精神障害の研究が主であり育児については補足的な検討に留まっている。もう1つのアプローチとして、母親の育児状況を前提として考える立場で、育児生活において負担や不安の分析が主で、精神保健的に正常範囲にある多くの母親を研究対象としている。本研究では乳幼児のQOLの向上を目指すことを目的としているため、後者のアプローチの立場をとる。医学的な治療は必要でないが養育者個人が負担や不安を抱えながら、養育の困難さを感じている状況を研究領域とする。

母親の育児ストレスを低減するには、精神的・肉体的負担への支援の両方が必要であることが様々な先行研究から明らかにされている。支援としての相談先として、親戚や知人、小児科医や保健師などの専門家、また、育児情報・サービスなどが存在する。これら支援のうち最も有効なもの1つが夫からの支援であり、国の政策において、1992年に育児休業法が施行され、また、男性の取得促進策も始まった。1996年に男性職員の取得率は0.12%であり、2018年において6.16%と微増に留まり、また、数日間のみ取得したのもカウントされるという実態からも効果があったとは言い難い(厚生労働省, 2019c)。日本における育児や労働に対する価値観や意識が変わらなければ、夫の労働環境が改善され育児に関わる時間の割合を増加させるのは難しいのが現状である。

また、家庭外からの育児支援として、子育てに関するソーシャルサポートも育児ストレスを低減する効果が高いことが分かっている(Abidin, 1992)。子育て支援ということばが厚生白書に初めて使われたのは1990年で、その背景には、1989年の合計特殊出生率1.57という「1.57ショック」があり、少子化がわが国の問題として認められたことにある(厚生労働省, 1990)。そこで、女性の社会進出が進む中で働く女性の仕事と育児の両立支援が始まり、一方では、仕事をもたない専業主婦の密室育児や子育て不安など社会から孤立した子育ての現状を踏まえ2000年以降、「専業主婦の子育て支援」が厚生白書に盛り込まれた(厚生労働省, 2003)。こうした経緯の中でソーシャルサポートがあり、親子を支えるための子育て世代包括育児支援センターなどの厚生労働省が主導する機関が存在する。しかし、こういったソーシャルサポートの情報が届かない人、または利用しない人をどう支援するかという課題がある。

また、三世代家族の減少や近隣との関係性が希薄になったり、育児期の母親が身近に母親モデルとなる人の助言を得ることが困難となったりすることが母親の育児不安やストレス増加に繋がっている(草野・小野, 2010)。出産前に育児体験を経験している人の方が、出産や育児に前向きになり、育児期における育児ストレスが低くなったということが報告されている(中谷・山本, 2005)。こういった観点から、内閣府の政策として、2003(平成15)年度から「児童ふれあい交流促進事業」を実施している。この事業では、児童館や保健センターなどの公的施設等を活用して、主に、中学生、及び高校生が乳幼児とふれあい体験を提供している。乳幼児を身近な存在として意識し、愛着の感情を醸成するとともに、将来、子育てに関わった時の貴重な予備体験とすることで、育児不安から生じる虐待の予防にもつながると期待されている。

しかし、こういった施策は一定の効果はあると考えられるが、乳幼児の生理心理状態を主に行動観察から解釈し体験するだけでは、必ずしも乳幼児本来の生理心理状態を適切に把握できていないことが多いと考えられる。村上らの1歳半、及び3歳児の母親187人への質問票調査では、『子どもに関するコントロール不能感』が育児ストレスの主要因として上がった(村上・飯野・塚原・辻野, 2005)。一方、乳幼児期の子どもを養育する母親を対象とした研究では、母親の育児に対する自己効力感が育児困難感の低減に影響すると報告されている(金岡, 2011)。この自己効力感は、育児において未経験な新しい状況に直面した時に臨機応変に対応できる確信の程度と定義されている。これら結果からも、乳幼児の生理心理状態やその発達的特徴を客観的な指標で把握することで、母親は確信を持って養育の困難さへ対処でき、養育者のストレスの低減にも繋がると考える。

乳幼児の生理心理状態の特徴的なものの1つとして、睡眠パターンや寝ぐずりがある。乳幼児期には成人の単相性睡眠とは異なる多相性睡眠をとる。また、乳幼児は自力での入眠が難しい。そのために養育者は24時間継続的な養育をすることが必要となり、これが育児ストレスの大きな要因の1つとなっている。睡眠覚醒リズムは体内時計で調整されているが、体内時計は自律神経系活動や内分泌活動、免疫系とも関連している。生活の環境や養育活動から不快な状態を取り除き快適な状態を維持できるよう調整できれば、例えば、深部体

温変動やホルモン分泌の概日リズムが整い、これと強く関連する睡眠覚醒リズムも整うと考えられる。このように、快／不快刺激と睡眠覚醒リズムとは密接に関連していると考えられる。したがって、日々乳幼児を養育する中で、乳幼児が受ける快／不快な刺激を調整し適切にケアすることは、体内時計のリズムを乱す影響が低減され、さらにはリズムを整えるためのサポートとなると考えられる。その結果、睡眠覚醒リズムの乱れのため養育者が感じる養育の困難さを低減できると考えられる。

精神医学的治療が必要であったり虐待につながったりするようなケースには精神科医やソーシャルワーカーの介入など専門的な施策が必要である。また、保育園やコミュニティなど社会の在り方は、社会制度の改善、及び父親の労働環境改善が必須であり、国や自治体の早急な施策の浸透が必要である。一方、一般の母親にとって専門家に相談しソーシャルサポートを受けるかどうかの判断は難しく、不安やストレスを一人で抱えている母親は多く存在する。母親自身が乳幼児の生理心理状態や発達的特徴を客観的に把握することができれば、育児において直面している状態が通常な範囲であるのか、あるいは、専門家のサポートが必要なのかの判断の材料になり得る。また、乳幼児の状態や特徴を把握することで心の余裕を持つことができ、このことは乳幼児のQOL向上に繋がると考えられる。

1-5 本研究の目的と研究の枠組み

乳幼児期はその後の人生において豊かな社会生活を送るための生体機能や認知機能の基盤となる能力を身につける重要な時期で、人を含めた環境からの刺激を強く受ける敏感期でもある。しかし、生理的に未熟な状態で生まれてくる人間の乳幼児の養育には24時間継続的な周囲の人の養育が必要であり、その担い手は主に母親である。母親の育児ストレスに関しては、夫や周囲の知人、専門家、及びソーシャルサポートが重要であることが明らかになり、国や自治体の施策が継続的に実施されている。しかし、乳幼児の行動観察や慣習に基づく育児方法だけでは、乳幼児の生理心理状態を把握することができず養育者の不安やストレスは解決されない。近年、乳幼児の認知能力や感覚機能について神経学的・生理学的アプローチが確立されてきた。そこで、乳幼児が不快な状

態であるのに観察からではその状態が分からない状況において、客観的な手法を用いて乳幼児の生理心理状態を把握することができれば、養育者は養育を調整し、そして、乳幼児のQOLは改善されると考えられる。また、乳幼児の生理心理状態を把握することは、養育者の不安を低減できると考えられる。

そこで、本研究の目的は、言葉で訴えることのできない上に、大人の観察からでは分からない軽微な刺激に対する乳幼児の不快状態、快状態、睡眠パターンの客観的な指標をそれぞれ確立することである。ここで着目する軽微な刺激のレベルは、乳幼児の衣服や寝具、また、住環境（温度、湿度、明るさ）などのレベルを想定している。大人であれば自分で不快な状態を快適な状態に変える行動をしたり、睡眠不足で不調の日の行動を調整したりもできる。しかし、乳幼児は自分では不快状態を改善できない。こういった乳幼児のQOLが低下した状態の改善に繋げるため、本研究では乳幼児の生理心理状態の評価指標の確立を目指す。

まず、研究1（第2章）では養育の困難さの要因を構造化する。養育者が乳幼児の生理心理状態を適切に把握することで、不快状態を減らしたり、寝かしつけるタイミングを調整したり、養育の調整が可能となる。このことは乳幼児のQOL向上に繋がると考えられる。しかし、表面的な観察だけでは全ての養育者が乳幼児の状態を適切に、また、タイミングよく読み取ることは難しい。このように乳幼児の状態を把握しにくい養育について、困難さを感じている場面を絞り込むことによって明らかにする。

そして、評価指標の条件として、以下の3つの要件を満たす必要が考えられる。1つ目は、乳幼児は生体機能が発達過程であるため、対象の生体機能がある程度成熟していること、2つ目として、日常の環境からの軽微な刺激を対象としているため指標の感度が高いこと、3つ目として、日常の条件と乖離しないよう非侵襲で、また、行動の制限が少ないことである。そこで、研究2、3、4では不快状態、快状態、睡眠状態の生理心理状態について、この3つの要件を満たすと考えられる唾液中アミラーゼ（第3章）、前頭前野の脳血流動態（第4章）、及び概日リズムの規則性（第5章）をそれぞれ検討する。これら3つの指標を用いて乳幼児の生理心理状態の評価指標のモデルを提案する（第6章）。

以上のように本研究では、乳幼児の QOL の向上を研究の中心におき、乳幼児の生理心理状態を客観的に把握できる指標の確立を目指す。Figure 2 で示す枠組みに沿って、乳幼児を取り囲む環境のうち、日常的に接する母親からの刺激、及び終日身に着ける紙おむつからの刺激を対象事例として検討するとともに睡眠覚醒リズムの発達段階について検討する。

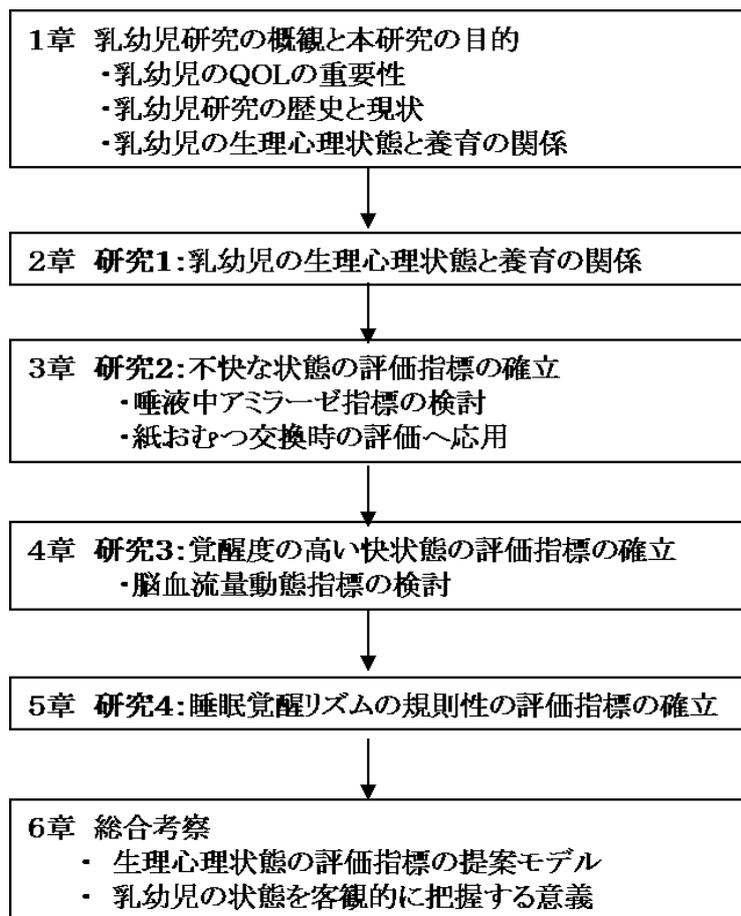


Figure 2. 本研究の枠組み。

1-6 要約

乳幼児期は人を含めた周囲の環境からの刺激の影響を強く受ける敏感期である。そして、これらの刺激との相互作用を通じて乳幼児の心身の機能は成熟するが、この相互作用の質や量は成長後の対人関係やパーソナリティ発達の基礎となる。しかし、乳幼児の研究において、生命の危機や疾病に関する研究は先行的に進んでいるが、乳幼児の QOL 向上に向けた研究は体系的なものはほとんど

ど見られない。その要因として QOL に影響する養育環境からの刺激は病気や治療などの影響と比較すると刺激の程度が軽微で評価が難しい。さらに、乳幼児の内的状態である生理心理状態について、観察からだけでは全ての養育者が乳幼児の生理心理状態を適切に把握することは必ずしもできていない。このような乳幼児の状態が分からず育児に自信を持ってない状態は、養育者の育児不安の要因にもなっている。そこで、本研究の目的は、養育環境における軽微な刺激に曝される時の乳幼児の生理心理状態を把握できる客観的な指標の確立である。

第2章 乳幼児の生理心理状態と養育の関係

2-1 課題と目的

養育者にとって乳幼児の生命維持や疾病予防が最優先の関心事項となる。生命の危機や疾病の不安が少ない状態が確保されると、養育者の次の関心事項は、栄養面や衛生面、あるいは、寝具や衣服、室温などの生活環境面が乳幼児にとって快適に保たれているかという点になる(Hutchison, Stewart, & Mitchell, 2007; Lyon, 2008; Perlman & Kjaer, 2016)。

乳幼児の生理心理状態の発達のスピードは、人の一生の中で最も変化が著しい。本研究で取り扱う生理心理状態の発達については、Barrett(2016)の情動発達モデルの考え方を基本とする。すなわち、誕生直後の乳児には「快」と「興奮」という状態のみ存在すると考えられ、生後3ヶ月頃になると人の顔を見た時などに表出される「喜び」、この他に「悲しみ」、「嫌悪」、「興味」が次第に表出される。生後4から6ヶ月には「怒り」、その後「恐れ」や「驚き」が表出され情動が分化する(Barrett, 2016)。乳幼児は各発達段階でこれらの生理心理状態を成人のように具体的に言葉や態度で表現することが困難であり、不快な状態の場合は主に泣いたりぐずったりといった表現となる。特に軽微な不快な刺激であったり慢性的な不快な刺激の場合、養育者は何が原因で泣いたりぐずったりしているかを把握することが難しい。このような乳幼児の状態を全ての養育者が表面的な観察のみで適切に、また、タイミングよく読み取ることが難しいと考えられる。

乳幼児の状態を養育者が適切に、また、タイミングよく読み取ることが難しい理由の1つとして、養育者側の状況の要因も考えられる。近年の育児を取り巻く社会環境の課題として、少子化、及び核家族化がある。国立社会保障・人口問題研究所の報告書(2021)によると、日本の2019年の合計特殊出生率は1.36で、出生数の減少傾向に歯止めがかかっていない。また、厚生労働省の報告書(2020)によると、児童のいる世帯における核家族率は82.5%である(厚生労働省, 2020; 国立社会保障・人口問題研究所, 2021)。このような社会構造の変化によって、乳幼児の主な養育者である母親が、母親になる前に周囲に乳幼児がいる生活を経験する中で乳幼児の特性や発達について知識や情報を

得るという機会が非常に少なくなっている。乳幼児の生理心理状態やその発達特性に関する経験や知識がないまま育児が始まり、育児の際にも協力者がいない孤立した育児となってしまう課題がある。孤立育児は、育児ストレスや育児不安の最も大きな影響の1つに挙げられている(手島・原口, 2003; 草野・小野, 2010)。

以上のように、養育者が表面的な観察からでは乳幼児の状態を適切に、また、タイミングよく読み取ることは容易ではなく、そして、育児を開始する前の育児の経験や情報の少なさ、及びサポートを得られにくいことで養育の困難さを母親は感じているという課題がある。しかし、乳幼児に関する客観的なアプローチによる生理心理状態の把握やそのQOLに関する研究が少なく、寝室や寝具の温熱環境や断片的に肌着に関するものなどがあるのみで限定的である(水野一枝・水野・山本・白川, 2010; Watanuki & Mitarai, 1998)。養育者が乳幼児の生理心理状態を適切に把握することで、不快状態を減らしたり、寝かしつけるタイミングを変更したりと養育を調整することが乳幼児のQOL向上に繋がると考えられる。そこで、本章では養育の困難さの要因の構造化を試みる。第1章の1-5で述べたように、乳幼児の状態を把握しにくい養育について、困難さを感じている場面を絞り込むことによって明らかにする。

2-2 方法

参加者：日本全国に居住する、ユニ・チャーム株式会社のモニターに登録していて、調査目的に賛同した、乳幼児を持つ母親に対して、郵送調査にてアンケートを実施した。調査はユニ・チャーム株式会社グローバル開発本部の調査承認(No.18303)を得て実施した。乳幼児の月齢は0から39ヶ月の範囲で、2ヶ月ごとに20人割り付け、合計400人へ依頼した。また、主に母親が育児を実施し、また、第1子のみを母親を対象とした。調査期間は、2007年12月6日-2007年12月20日であった。

質問紙の構成：基本的な属性として、母子のそれぞれの生年月日、対象乳幼児の主な養育者、及び母子手帳に記入している乳幼児の運動発達段階について回答してもらった。そして、養育の困難さを感じるかどうかについては、「最近1ヶ月で子育て(育児)をしていて不安やストレスを感じることはあり

ますか。」という設問とし、回答は、「よくある」、「たまにある」、「あまりない」、「ほとんどない」とした。また、手島・原田（2003）の「育児ストレス尺度の開発」のうち、乳幼児の状態に関するストレスの項目、及び母親の心理面に関する育児不安の項目を参考に、養育の困難さを感じる場面を「どのようなときに子育て（育児）で不安やストレスを感じますか。」という設問で、Table 2-1のように13項目で構成した（手島・原口，2003）。

一方、養育の困難さとは対極となる養育における喜びや感動の場面について把握するため、「子育てをされていて最も感動したことをお聞かせ下さい。」という設問に回答してもらった。また、事前に8人の生後0－6ヶ月の育児日記の中から感動した、嬉しかったなどの記載を抽出した結果、「初めて笑った時」、「初めてなん語をしゃべった時（うー、あーなど）」、「ママ（お母さん）やパパ（お父さん）と言った時」、「運動発達をクリアした時（寝返り、お座り、はいはい等）」を選択肢とした。

分析：母親が養育の困難さを感じる割合を集計し、さらに、乳幼児の発達や動作範囲ごとに養育の方法が変化することで養育の困難さも変化することが考えられるため、運動発達段階別に集計した。運動発達段階は、誕生から寝返り動作可能までを「発達初期」、自力での座位可能（お座り）から初期歩行可能（よちよち歩き）までを「発達中期」、歩行可能以降を「発達後期」の3つとした。

さらに、養育の困難さを感じる各場面の関連を分析するため、この13項目を用いて階層型クラスター分析（ユークリッドの距離・ワード法）を実施した。樹形図、及び解釈可能性を考慮した上で、クラスター数は3個とした。

Table 2-1 母親が乳幼児の養育の困難さを感じる13の場面と分類

No	子どもの状態について	No	母親自身の状態について
	<i>疾病や発達</i>		<i>精神面</i>
1	病気になったとき	7	子どもの気持ちが分からないとき
2	発達が遅いと感じたとき	8	育児のやり方に迷ったとき
	<i>傾向</i>	9	育児の成果がすぐに分からないとき
3	食事をあまり食べないとき		<i>身体面</i>
4	寝つきが悪いとき	10	自分が疲れているとき
5	一人遊びが出来ないとき	11	自由な時間がないとき
6	反抗期のとき		<i>社会面</i>
		12	社会から取り残されていると感じたとき
		13	夫が育児を手伝ってくれないとき

2-3 結果

回収したアンケートについて参加者条件の「主に対象の乳幼児の育児をしている」に該当しなかった母親を除いた解析有効数は375人で、男児が48%、女児が52%であった。乳幼児の月齢分布はFigure 2-1のように、0-4ヶ月乳児群で参加者が半数程度に留まった。一方、母親の年齢分布はFigure 2-2に示すように平均年齢と標準偏差は32.5±4.1歳であった。

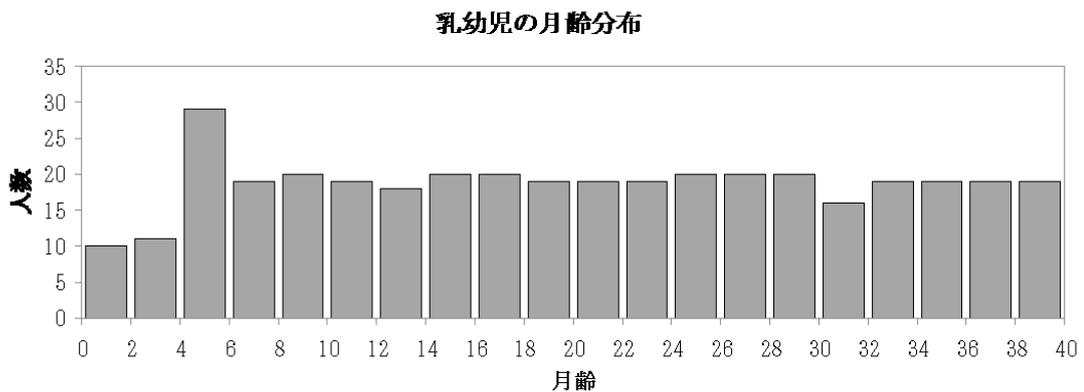


Figure 2-1. 乳幼児の月齢分布。

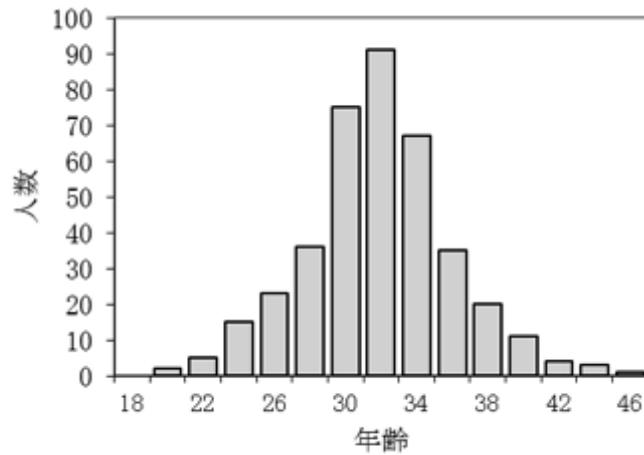


Figure 2-2. 母親の月齢分布。

母親が乳幼児の養育の困難さを感じる割合として、Figure 2-3 に示すように、「よくある」と「たまにある」の合計が72%であった。さらに、3つの運動発達段階別の結果は、それぞれ、初期は65%、中期は69%、そして、後期は77%であった。

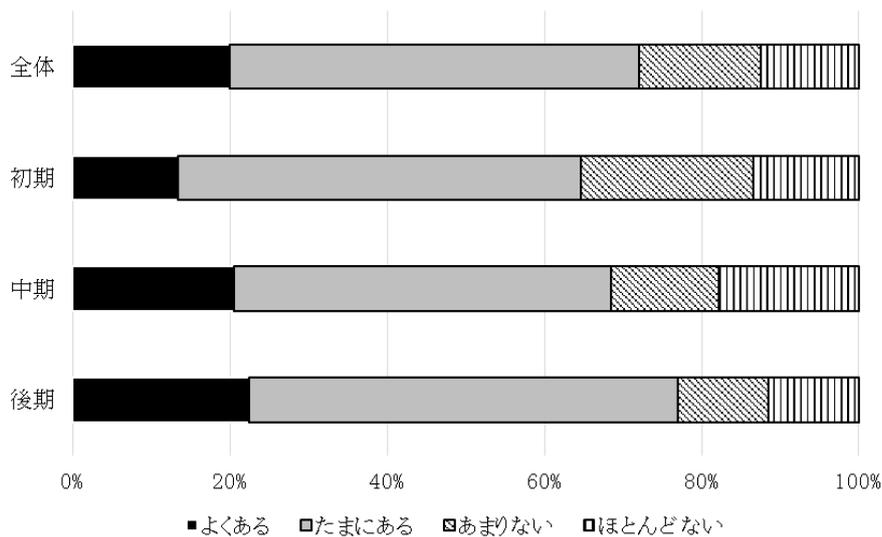


Figure 2-3. 「子育てで不安やストレスを感じますか？」の母親 358 人（運動発達初期 85 人，中期 73 人，後期 200 人）。

続いて、困難さを感じる各育児場面の関連を分析するため、13の場面のクラスター分析の結果を Figure 2-4 に示した。13の育児場面は3つに分類された。1つ目は「子どもが病気になったとき」や「子どもの気持ちが分からないとき」など『乳幼児の状態』に関するグループ、2つ目は「反抗期のとき」や「パパが育児を手伝ってくれないとき」など母親が他者の状態をコントロールできていない場面で『他者とのかかわり』、3つ目は「育児のやり方に迷ったとき」や「自分が疲れているとき」など『母親の状態』であった。これら3つの分類は、手島らの育児不安の構成要素の「育児感情」、「中核的育児不安」、「育児時間」にそれぞれ対応すると考えられる(手島・原口, 2003)。

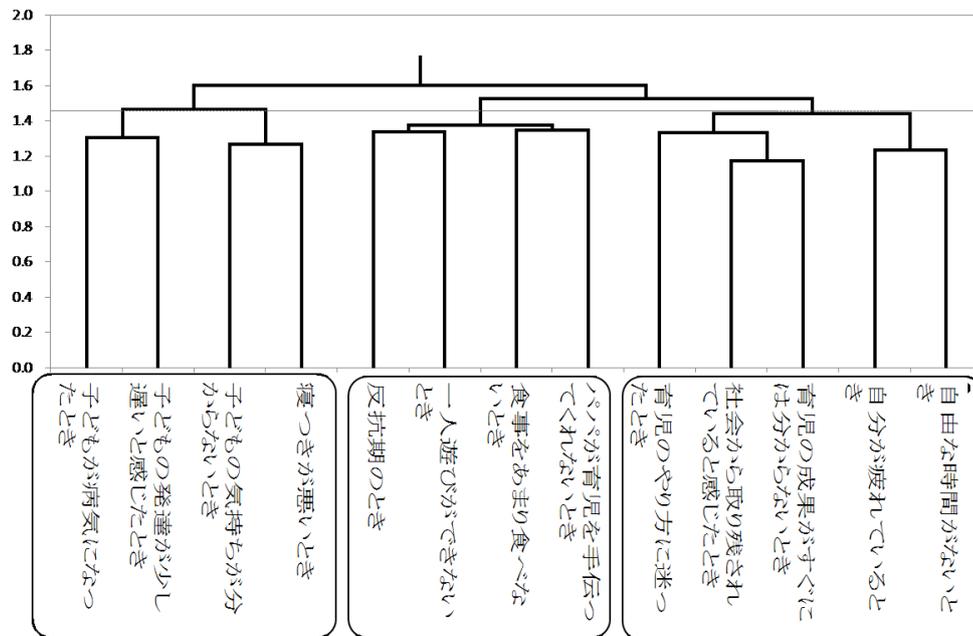


Figure 2-4. 養育の困難さ 13 項目のクラスター分析結果。

また、Figure 2-5 に、『乳幼児の状態』、『他者とのかかわり』、『母親の状態』の3つに分類して養育の困難さを感じる人数割合を示す。第1章の「1-4 乳幼児の生理心理状態と養育の関係」で述べたように、母親自身の精神衛生面や父親の育児参加という研究対象もあるが、本研究では乳幼児のQOLの向上を目指していることから、『乳幼児の状態』に着目する。『乳幼児の状態』のうち、病気や発達の不安について2項目あり、一方、QOLに関する2項目とし

て、「子どもの気持ちが分からないとき」と「寝つきが悪いとき」があり、それらの割合は30-40%であった。

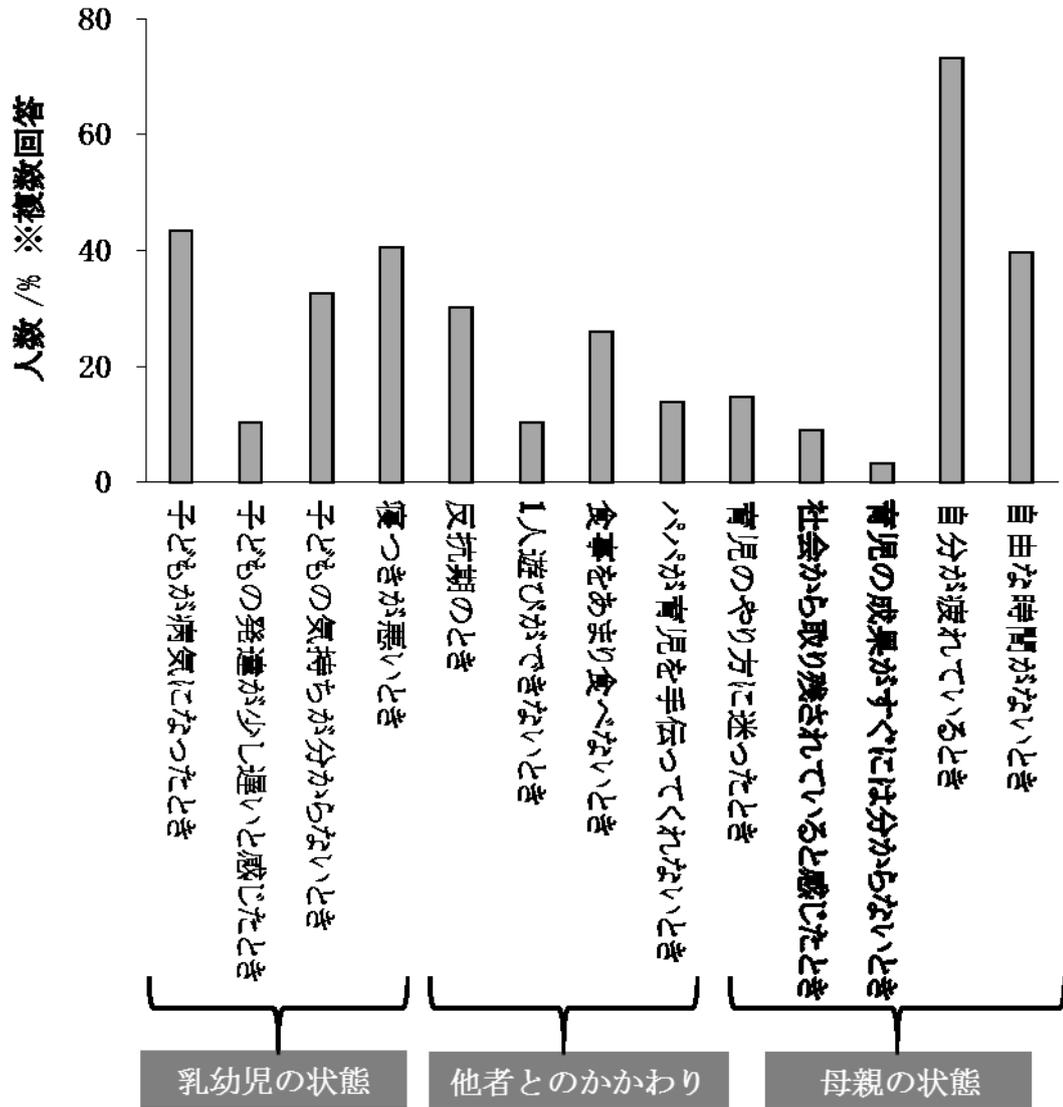


Figure 2-5. 3つの育児場面分類ごとの養育の困難さを感じる人数割合。

また、子育てをしていて最も感動したこととしては、Figure 2-6のように、運動発達をクリアした時が36.2%や初めて笑った時が36.8%で顕著に多かった。

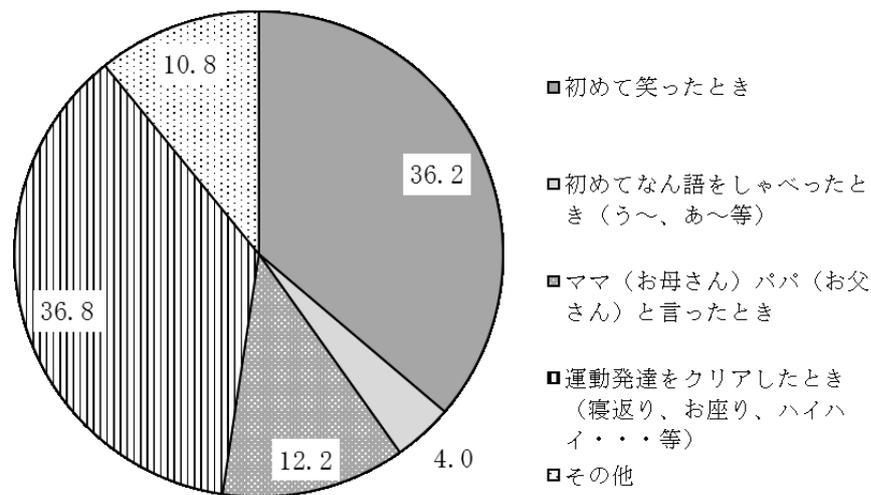


Figure 2-6. 母親の育児で最も感動したこと。

2-4 考察

養育の困難さを感じる割合は、全ての運動発達段階の乳幼児を養育している母親において、70%前後と高いレベルであった。さらに、どういう育児場面で養育の困難さを感じているかを調べた結果、母親は「自分が疲れているとき」が最も多かった。これは、先述したように、母親は夫を含め協力者や相談相手が少なく乳幼児の養育に関する物理的、及び精神的な負担を抱え込んでいる状況を反映した結果だと考えられ、育児による社会的孤立状態を指摘している先行研究とも一致した結果となった(手島・原口, 2003; 草野・小野, 2010)。

養育の困難さを感じる13の場面について、それらの関連性を確認するためクラスター分析を実施した結果、『乳幼児の状態』、『他者とのかかわり』、『母親の状態』に分類された。先述の最も多かった「自分が疲れているとき」は『母親の状態』に分類された。『他者とのかかわり』については、父親の育児参加が少ない時や子どもが食事をあまり食べない、また、反抗期で思う通りに育児ができないといった他者とのかかわりの中で母親がコントロールできていないと感じる場面が分類された。一方、『乳幼児の状態』に分類される項目については、病気や発達遅延の不安、及び乳幼児の特徴に起因する睡眠、及び子どもの気持ちが分からない時であった。この『乳幼児の状態』は本研究で着目

する生理心理状態そのもののことであり、今回の調査結果から、乳幼児の生理心理状態を把握することの重要性が示唆された。

乳幼児の生理心理状態を把握することができない場合に養育の困難さを感じるという状態は、代表的な事例としては、母親は子どもがなぜ泣いているのだろうと予測する場合で、何が不快なのか正解がはっきりしないことが多いため戸惑っている状態が考えられる。感情予測研究では、人間は将来のでき事における感情を実際よりも大きく見積るという、インパクト・バイアスが知られている(Wilson & Gilbert, 2003)。また、人間の欲求を分類した Murray の研究において、他者を理解したいという欲求があり、養育の現場で母親が乳幼児の状態を理解したいと思うことは当然と考えられる。(Murray, 2007)。これらの心理面の特性から、母親は乳幼児の状態を理解したいと当然思っているが、乳幼児の状態の予測が難しく、そのためより不安が大きい方へ予測してしまっている状態が推測される。

反対に、育児で最も感動したことについては、「初めて笑ったとき」、及び「寝返りなどの動作が初めてできたとき」のように子どもの成長を感じるでき事が顕著に多かった。子どもの笑顔は乳幼児の情動的にポジティブな、分かりやすい心理生理状態であり、また、運動発達のクリアについては養育が適切で、子どもが順調に成長している証拠であり、養育の達成感や育児の自己効力感に繋がると考えられる(森本・濱寄・岡崎, 2015)。

以上のことをまとめると、乳幼児の状態を把握すること、及びその結果として養育を適切に調整でき、その養育が適切であったという実感を得ることが、養育の困難さを感じる状態を低減するためには重要と考えられる。Figure 2-7 に示すように、乳幼児の生理心理状態を養育者が把握することにより、養育の困難さを低減し、また、感動に繋がる可能性があることが示唆された。

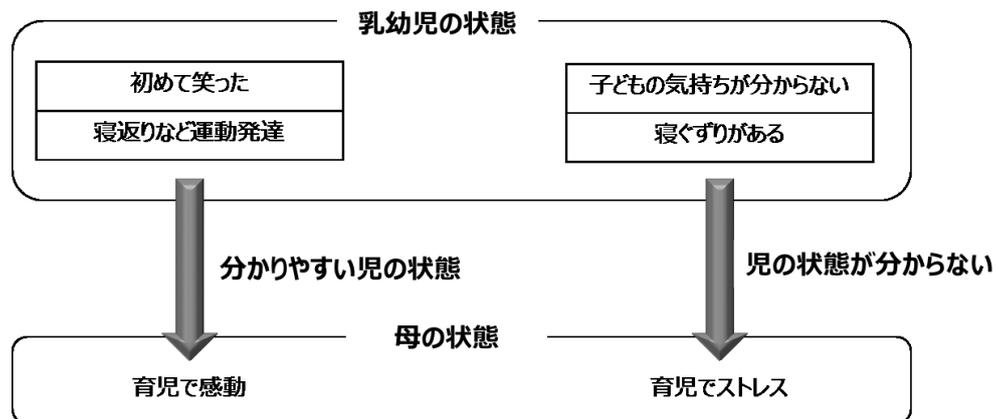


Figure 2-7. 乳幼児の不快な状態と養育困難さを感じる関係。

2-5 要約

第2章では、乳幼児を養育する上で養育者が困難さを感じる場面について、母親にアンケート調査を実施した結果、『乳幼児の状態』、『他者とのかかわり』、『母親の状態』に分類された。『乳幼児の状態』に分類された乳幼児のQOLに関する項目である「寝つきが悪いとき」、及び「乳幼児の気持ちが分からないとき」という乳幼児の生理心理状態を把握できていないという状況において、養育の困難さを感じるということが明らかになった。特に、成人とは異なった特有の睡眠特徴を持つ乳幼児を養育する時、その睡眠特徴を母親が把握できない、さらに、乳幼児の睡眠パターンは発達による変化が速いため母親は乳幼児の変化に合わせた養育の調整ができていないと考えられる。

また、『母親の状態』に分類される項目のうち「自分が疲れているとき」が、母親が最も困難を感じる状態であった。このことは、母親は夫を含め協力者や相談相手が少なく乳幼児の養育に関する物理的、及び精神的な負担を抱え込んでいる状況を反映した結果だと考えられ、育児の社会的孤立状態を指摘している。

一方、初めて笑った時や寝返りができた時など、乳幼児の状態が分かりやすい場面は母親の感動体験となるが、寝ぐずりなど乳幼児の生理心理状態が分からない場面では、母親の育児ストレスに繋がるという関係性を明らかにした。

第3章 乳幼児の不快な状態の評価指標の検討

3-1 乳幼児の不快な状態の評価指標の確立

3-1-1 課題と目的

乳幼児は母親を初めとする養育者との相互作用を通じて発達していくので、この時期において、表情や語りかけ、及びスキンシップのような母子間のコミュニケーションは、非常に重要である(Brazelton et al., 1974; Nelson, 1987; 繁多, 2001)。一方、言葉による心身の症状やストレス状態に関する自己申告は効果的な改善行動へ繋がる可能性が高く、結果としてQOLを向上させる重要な手段である(Monroe, 2008)。しかし、乳幼児は言葉による具体的なコミュニケーションができないため、乳幼児自身の心身の状態や情動を具体的に養育者へ伝えることが必ずしもできない。したがって、養育者は乳幼児の表情や行動から、乳幼児の快／不快の状態や情動を読み取り、養育することになる。しかし、日々の育児において、養育者は乳幼児のサインを正しく、また、タイミングよく読み取っているとは限らない。例えば、泣いたりぐずったりしている時、空腹なのか、暑すぎたり寒すぎたりしているのか、衣服やおむつが窮屈なのかなど、特に初めて育児をする養育者にとっては、適切に把握することは困難と考えられる。

Selyeは「外界からの刺激に対する生体の反応をストレス」と定義し、快適なストレス、及び不快なストレスが存在すると提唱しており、本章でいう不快な状態とは、この不快なストレスと考える(Selye & McKeown, 1935)。また、空腹や体調などの内的要因からの不快な状態も含めて対象とする。人の心身の状態に影響を与える外部からの刺激や内的な状態の感覚情報は視床に集められる。この感覚情報への反応経路として、一つは視床下部から下垂体を経由して、もう一つは自律神経系を経由して、生体反応として全身に伝達される。感覚情報が伝達された全身の各器官は、ストレスの種類と強さによってその働きが亢進または抑制される。これらストレスシステムは、コルチゾール分泌を伴う視床下部－下垂体－副腎皮質(hypothalamus-pituitary-adrenocortical,

HPA) 軸と、カテコールアミンの分泌を伴う交感神経系－副腎髄質系 (sympathetic nervous-adrenal medullary, SAM) システムと呼ばれる。これらのストレスシステムと関連する生理指標を非侵襲的に計測できれば、乳幼児の不快な状態の評価指標として有用である (Kraemer, Schultz, & Arndt, 2002)。

HPA 軸で制御され分泌される唾液中コルチゾールは、血漿中のコルチゾールと相関が高く、以前よりストレスホルモンとして知られている (Kirschbaum & Hellhammer, 1994)。近年、SAM システムで制御されて分泌される唾液中の α -アミラーゼ (以下、アミラーゼを記す) を計測することで、成人の心理的ストレス評価が可能であることが報告されている (Pettrakova et al., 2015; Yamaguchi & Sakakima, 2007; Yamaguchi, Sakakima, Sato, & Nakano, 2007)。交感神経系が興奮すると、神経終末からアドレナリン性の神経伝達物質の放出が増える。この神経伝達物質が唾液腺に存在する $\alpha 1$ 受容体を刺激し水の分泌、また、 β 受容体を刺激しアミラーゼ等のタンパクの分泌が亢進することが、1970年代から明らかにされてきた (Groza, Zamfir, & Lungu, 1971; Speirs, Herring, Cooper, Hardy, & Hind, 1974)。 β 遮断薬を投与すると唾液中アミラーゼの分泌が妨げられることから、アドレナリン作用が唾液中アミラーゼの分泌の直接的な機序であると考えられている (Stegeren, Rohleder, Everaerd, & Wolf, 2006)。

Takai らは、平均年齢 23 歳の健康な成人 83 人に心理的なストレスサーとして角膜移植手術ビデオを呈示し、視聴前から視聴後まで 3 分間隔で唾液採取した。そして、唾液中アミラーゼと唾液中コルチゾールの分析をしたところ、唾液中アミラーゼは唾液中コルチゾールよりも有意に増加し、また、より速く反応したことを報告している (Takai et al., 2004)。唾液中アミラーゼはビデオ視聴直後に上昇し、また、視聴後すぐにベースラインに戻り、コルチゾールのような持ち越し効果は観察されなかった。このような鋭敏な分泌反応を示す唾液中アミラーゼは、人、特に安静状態を維持することが難しい乳幼児の不快状態を評価するのに有益な生理心理指標と考えられる。

乳幼児の不快な状態を唾液中コルチゾールで評価している研究は、いくつか報告されているが、数ヶ月にわたる里親への養育方法の介入効果や早産児の発

達過程の把握など比較的長期にわたる対象を扱った研究、また、幼児の予防接種前後のストレス評価に関する比較的大きな刺激を取り扱った研究に限定されている。(Fisher & Stoolmiller, 2008; Grunau et al., 2007; Gunnar, Brodersen, Nachmias, Buss, & Rigatuso, 1996; Ramsay & Lewis, 1994)。また、自律神経系の活動の指標である心拍変動の測定も多く報告されているが、姿勢変化の影響を受けるため安静を保つ必要があったり、呼吸状態の影響を受けるため呼吸統制の必要があったりする。本研究で対象とする乳幼児の評価ではこのような統制条件の適応が難しい。先述したように安静状態の維持が難しい乳幼児に対して、比較的短い時間で変化する不快状態や軽微な不快状態を評価するには、反応潜時の短い唾液中アミラーゼを指標とすることが望ましいと考えられるが、乳幼児の唾液中アミラーゼによるストレス評価は今まで報告されていない。

本章の目的は、言語コミュニケーションが困難な乳幼児の生理心理状態のうち、不快状態について唾液中アミラーゼが指標となりうるかを検討することである。また、乳幼児へのポジティブ刺激/ネガティブ刺激として、母親の笑顔/無表情の視覚刺激を用いた。生後3ヶ月以上の乳幼児は母親の笑顔と無表情をそれぞれ快適な刺激、及び不快な刺激として認知することが分かっている(Tronick, Als, Adamson, Wise, & Brazelton, 1978)。Tronickらの研究で、母親の無表情が呈示された時、乳児は視線をそらす、泣く、さらに、心拍数が上昇したことより、ストレス状態であると考えられる(Tronick et al., 1978)。人の生理心理状態を評価するには、主観評価、行動評価、生理評価が考えられるが、乳幼児では主観評価は実施できないため、行動評価、及び生理評価の適応が可能である(石丸, 2017)。本章では行動評価の1つである行動コーディング手法によって、唾液中アミラーゼによる評価と比較することで妥当性を検証した。また、合わせて唾液中コルチゾールの測定も行い、比較検討することで唾液中アミラーゼの生理心理指標としての有用性について検証した。

3-1-2 方法

参加者：ユニ・チャーム株式会社のモニターに登録している香川県と愛媛県に住んでいる健康な生後15-21ヶ月(平均17.6±1.9ヶ月)の日本人幼児

11人（女児5人，男児6人）が参加した。実験条件として，日内変動が安定していることが必要であるため，参加者条件として比較的一定の時刻に昼寝をしている幼児とした。また，試験中，水以外の飲食を控えるよう参加者の母親へ依頼した。これらの試験条件とプロトコルを試験前に参加者の母親に口頭と書面の双方で説明した上で，書面での同意を確認した。研究計画は，岩手大学の倫理審査委員会の承認（第200909号）を得て実施した。

測定指標：唾液中アミラーゼを分析するため，日常生活空間での分析が可能な酵素分析装置「唾液中アミラーゼモニター」（59-103，ニプロ株式会社，日本）を用いた(Yamaguchi et al., 2004, 2006)。唾液アミラーゼモニターチップ（ニプロ株式会社，日本）の先端部分には唾液採取用の不織布が設置された唾液採取部がある（Figure 3-1-1）。この唾液採取部を幼児の口腔へ30秒程度挿入することで唾液を採取する。さらにチップのホルダ内にはアミラーゼ試験紙が配置されており，このアミラーゼ試験紙は試薬（アミラーゼの基質として，2-chloro-4-nitrophenyl-4-O-b-D-galactopyranosylmaltoside）が含浸されており，アミラーゼにより加水分解される。アミラーゼの存在量によってこの加水分解は進み，時間とともに試薬は無色から黄色へ変色が進む。これをアミラーゼモニター（130 × 87 × 40 mm）へ挿入すると，モニター内部の光学ユニットが反応開始20秒時点の反射率を計測し，これを酵素活性（Unit/l）に換算したものがディスプレイに表示される（山口・花輪・吉田，2008）。

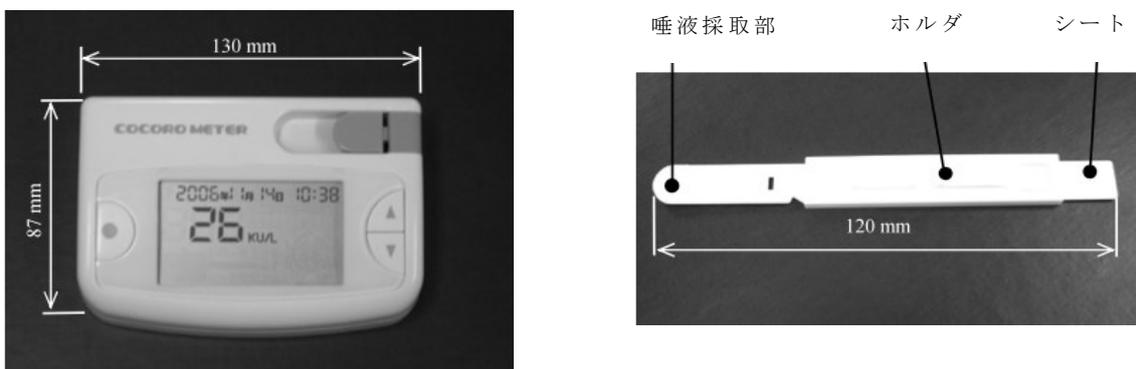


Figure 3-1-1. 唾液アミラーゼモニター（左）と唾液アミラーゼモニターチップ（右）（山口，2008）。

一方、唾液中コルチゾールを測定するために、幼児用の柔らかいスポンジが先端に付いた、70 mm のスワブ (5029, Sorbette, Salimetrics LLC, アメリカ) を用いて幼児の唾液を集め、プラスチック製のサンプル管に入れ、この唾液サンプルは分析するまで -30°C で凍結保存した。唾液中コルチゾールの分析には、ELISA (酵素結合免疫吸着測定法) アッセイキット (1-3002, サリメトリックス, パナマ) を使用した。

さらに、行動評価から快/不快を評価するため、行動コーディングシステム (PTS-113ver. 2.292, 株式会社 DKH, 日本) を用いた。実験室の天井に2台、床に2台設置されたビデオカメラで幼児と母親の両者の表情と行動を撮影し録画した。録画された動画全体を観察したところ、快/不快と評定される主要な表情・行動は、笑顔やしめっ面、及びその場を逃げるが観察されたので、以下のように幼児と母親とで合計5つのカテゴリーを設定した。快適状態として「笑顔」、不快状態を示すものとして「しめっ面」と「その場を離れる」を Table 3-1 のように、5つのカテゴリーとして設定した。各カテゴリーの出現を集計するため、行動コーディングソフトウェアにて録画したビデオを再生し、各カテゴリーが出現した際、付属のキーボードの各カテゴリーに該当するボタンを押すことでコーディングし、出現時刻と継続時間を記録した。このコーディング結果に影響を与えないよう録画データの条件を知らされていない評定者1名が、全22データ (参加者11人へ笑顔刺激と無表情刺激呈示の2条件) についてコーディングした。コーディングの信頼性を確かめるため2人で評定する必要がある。先行研究において清水らは、幼児が他者の意図を理解する発達過程の1つである養育者との共同注意の研究において、母子間の視線や身振りをコーディングしている。この研究において全データのうち20%に該当するデータをもう1人の評定者がコーディングして一致率を確認した (清水, 2008; 田島・西野, 2000)。そこで、今回27%にあたる6データをもう一人の評定者がコーディングを実施し一致の程度を確認した。カッパ係数は、0.887であり、コーディングの信頼性が高いことを確認した。

Table 3-1 行動分析時のカテゴリー

カテゴリー	分類
乳幼児	
笑顔	+
しかめっ面	-
その場から離れる	-
母親	
笑顔	+
無表情	-

+:ポジティブ, -:ネガティブ

手続き：実験室には3日間連続してきてもらった。テレビ，ローテーブル，絵本，及びおもちゃを配置した幼児が普段生活している日本のリビングを再現したマンションの一室を実験室とした。初日は，この実験室に幼児を慣れさせるため，母親とともに実験室で一定時間自由に過ごしてもらった。試験時の余分なストレスを低減するため，試験日の前日に唾液採取チップを参加者の母親が幼児に数回口腔に挿入することで，唾液採取に慣れさせた。測定は2日目に笑顔，3日目に無表情を半分の幼児に，残りの半分の幼児は順序を変えて呈示した。日内変動の影響を除くため，2日ともに同じ時間帯で実施した。試験当日，参加者の母親は唾液採取チップを幼児の口腔へ挿入し唾液を採取した。幼児への余分な刺激を低減するため試験担当者は実験室へは入室せず，唾液中アミラーゼ分析は母親が唾液アミラーゼモニターを操作した。

入室から35分後，幼児に表情刺激として，母親の表情を1分間見せた。母親が幼児へ表情刺激を呈示している間，幼児は母親と接触することなく，子ども用イスに母親と向かい合わせで腰掛けた。表情刺激は，母親の笑顔を快適なストレス，母親の無表情を不快なストレスとし，幼児に呈示した

(Figure 3-1-2)。唾液中アミラーゼ分析のための唾液採取は、刺激呈示前と刺激呈示終了後から1分後と10分後に実施した。唾液中コルチゾール分析のための唾液採取は、刺激呈示前と刺激呈示終了後20分後と30分後に実施した(Figure 3-1-3)。この刺激呈示後の唾液採取のタイミングは、唾液中アミラーゼとコルチゾールの反応潜時がそれぞれ1-2分、20-30分であることを考慮して設定した(Takai et al., 2004)。



Figure 3-1-2. 笑顔刺激呈示と無表情刺激呈示の様子（写真の公表の同意書取得済み）。

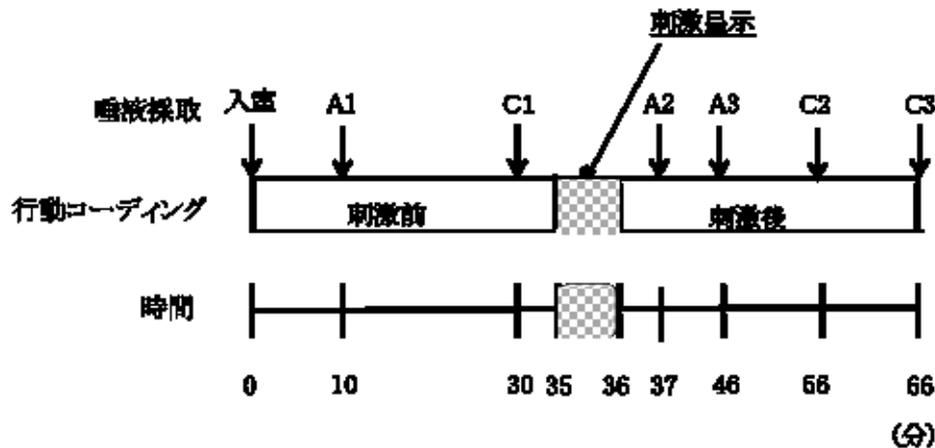


Figure 3-1-3. 幼児の心理的ストレス呈示と唾液採取の流れ
 唾液中アミラーゼ分析用の唾液採取；
 A1：刺激前，A2：刺激中，A3：刺激後
 唾液中コルチゾール分析用の唾液採取；
 C1：刺激前，C2：刺激中，C3：刺激後。

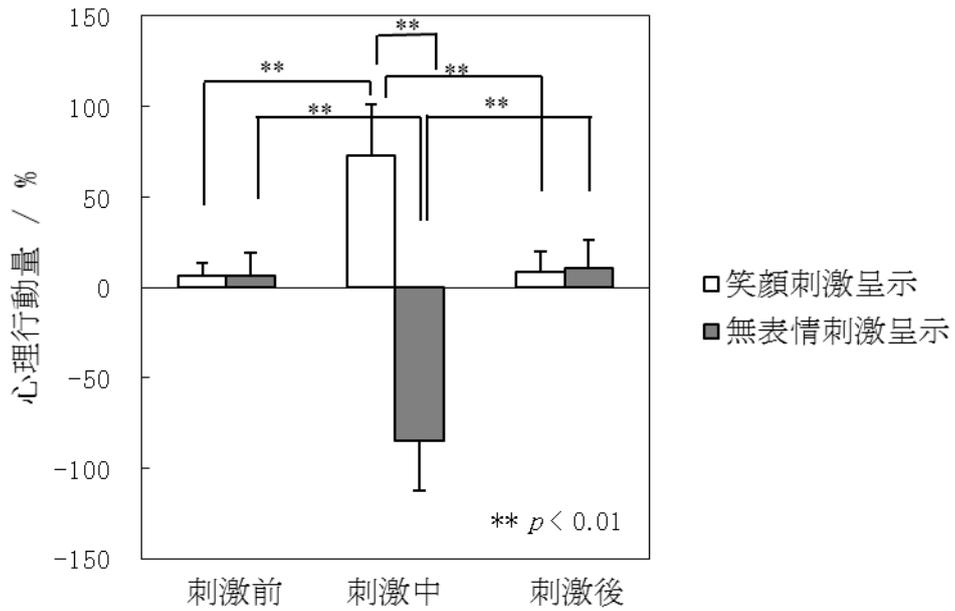
統計分析：唾液中のアミラーゼ活性とコルチゾール濃度の生理指標について、表情刺激間の測定値の差を検定するために、ウィルコクソン符号順位和検定 (SPSS 14.0J, SPSS ジャパン, 日本) を実施した。また、心理行動量の行動コーディングの結果は、ポジティブにコーディングされた表情と行動の継続時間の総和からネガティブにコーディングされた表情と行動の継続時間の総和を引いた差を実験時間で割って割合を算出した。これを心理行動量 (%) と定義した。したがって、この心理行動量の値が大きい程ポジティブな表情や行動が多かったことを示す。刺激違いで心理行動量の差を、生理指標時の検定方法と同様に、ウィルコクソン符号順位和検定を実施した。有意水準は、 $p < 0.05$ を*、 $p < 0.01$ を**とした。

3-1-3 結果

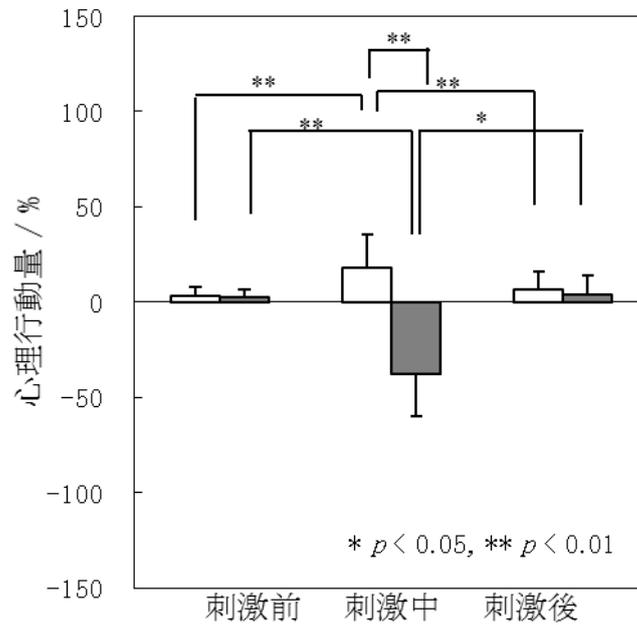
まず、母親が実施した表情呈示の刺激条件の妥当性を確認した。母親の心理行動量は、笑顔刺激時に比較して無表情時で有意に低くなった ($r = 0.885$, $p = 0.0033$; Figure 3-1-4 (a))。すなわち、2つの刺激条件設定の妥当性が確

認された。

次に、母親の表情刺激を見た時の幼児の心理行動量は、母親の心理行動量と同じ傾向で、笑顔刺激時に比較して無表情時で有意に低かった ($r = 0.885$, $p = 0.0033$; Figure 3-1-4 (b))。



(a) 母親の心理行動量。



(b) 幼児の心理行動量の量。

Figure 3-1-4. 刺激前/中/後の行動分析結果。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

唾液中アミラーゼは、刺激前と刺激後では条件間に有意差は認められなかったが、刺激中において笑顔条件よりも無表情条件の方が有意に高かった ($r = 0.691$, $p = 0.0218$; Figure 3-1-5)。唾液中コルチゾールに関しては、刺激後では、無表情条件の方が笑顔条件よりも有意に低く ($r = 0.654$, $p = 0.0300$; Figure 3-1-6), また、無表情条件において、刺激前に比較して刺激後で有意に低下していた ($r = 0.591$, $p = 0.0499$; Figure 3-1-6)。

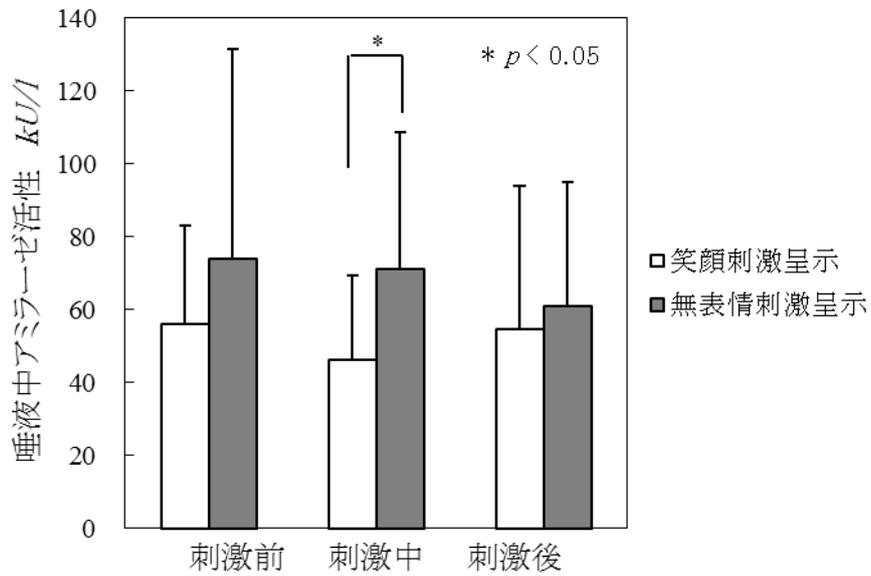


Figure 3-1-5. 刺激前/中/後の唾液中アミラーゼの分析結果。

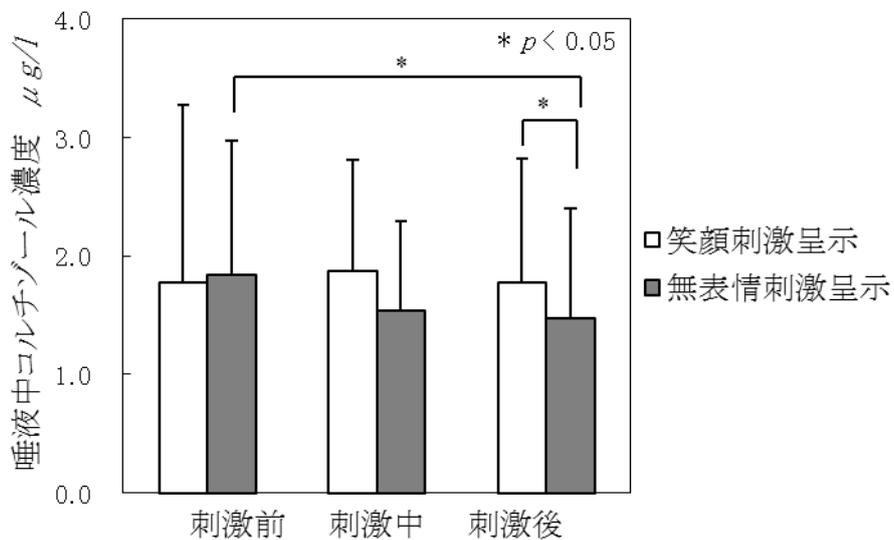


Figure 3-1-6. 刺激前/中/後の唾液中コルチゾール濃度の分析結果。

3-1-4 考察

幼児の不快な状態の評価指標として、唾液中アミラーゼが有効かを検討するため、幼児へ呈示した刺激である母親の笑顔/無表情に対する唾液中アミラー

ぜの応答性を調べた。また、行動評価の1つである行動コーディングによって、ビデオから抽出した幼児と母親の表情、及び行動を、ポジティブ、ネガティブな心理行動量にそれぞれコーディングした。この行動分析結果と唾液中アミラーゼの結果を比較することで妥当性を検証した。また、従来から広く用いられている唾液中コルチゾールも同時に分析し、唾液中アミラーゼとの比較をし、指標の特徴を確認した。

幼児の行動コーディングの結果は、笑顔刺激時に対して無表情刺激時の心理行動量は有意に低く、幼児は母親の無表情を見ることで不快な状態であったことが示唆される。また、唾液中アミラーゼは、刺激前後の変化量には有意差は認められなかったが、笑顔刺激時に対して無表情刺激時の値は有意に高く、行動分析結果と同様な結果であったことから、幼児は母親の無表情を見ることで不快な状態であったことが考えられる。

また、唾液中アミラーゼの反応について、成人を対象とした先行研究では特定の不快刺激に対して鋭敏に分泌が増加し、刺激がなくなった直後は速やかにベースラインに戻るという報告がある (Takai et al., 2004)。しかし、本章の唾液中コルチゾール分析結果は、笑顔刺激時に対して無表情刺激時の値の間には有意な差はなく、一方、刺激後の笑顔条件に対して無表情条件の値が有意に低かった。この結果は、持ち越し効果として表情刺激にตอบสนองして変化した可能性が推測される。1分間の無表情刺激後に母親が普段通りの様子に戻ったことが幼児にとって心理的に大きな影響を与えているのかもしれない。しかし、刺激から唾液中にコルチゾールが分泌されるまでの潜時時間が20-30分と大きいことから、潜時時間の個人差でどのタイミングで唾液採取を行えばいいかの判断が難しい指標と考えられる。唾液中コルチゾールを用いた幼児のHPA軸の応答の研究はいくつか報告されている (Fisher & Stoolmiller, 2008; Grunau et al., 2007; Gunnar et al., 1996; Ramsay & Lewis, 1994) が、SAM系の活性をアミラーゼで評価した研究はこれまでほとんどなかった。しかし、唾液中アミラーゼは唾液中コルチゾールよりも応答性が早い点で、条件の統制が難しい幼児の評価において有用であると考えられる。

幼児が母親の無表情を見るという急性の心理的にネガティブな刺激に曝されることは、SAM系に影響を与え (Groza et al., 1971; Speirs et al.,

1974), その神経作用の結果として幼児の唾液中アミラーゼが増加したと考えられ、つまり、幼児は不快な状態であると考えられる。唾液中のアミラーゼ分泌のSAM系システムはこの発達段階の幼児においても機能していると考えられ、唾液中アミラーゼ指標は、この月齢の幼児が急性の心理的な不快刺激に曝された時の幼児の不快状態を評価できる有効な指標になりうると考えられる。

以上をまとめると、唾液中アミラーゼの反応は、唾液中コルチゾールよりも応答性が早く、したがって、唾液中アミラーゼを計測することで、他の刺激の影響を受けず、注目している刺激に対応した幼児の生理心理状態を把握することができる。唾液中アミラーゼ指標は、幼児の不快な状態、及び快適な状態を評価できる指標として有益なものであると考えられる。

3-2 乳幼児の不快な状態の評価指標の応用

3-2-1 課題と目的

3-1で確立した不快状態の評価が可能な指標である唾液中アミラーゼを用いて、ここでは日常の育児で行われるおむつ交換がどの程度乳幼児にとって不快であるかを評価し、この評価方法の妥当性を検討する。

以前、丹下・三野・宮澤・開・板倉（2007）は、おむつ交換場面の母子の行動分析を実施した。母親のポジティブな行動に引き続き乳幼児のポジティブ、あるいは、ネガティブな行動が発生した量を分析した結果、乳幼児のポジティブな行動が有意に多く観察された。このような母子相互作用を定量的に分析した結果、おむつ交換場面は母子間の重要なコミュニケーションの場になっているということを明らかにした（丹下他，2007）。母子相互作用が乳幼児の心身の発達に大きな影響を与えるため、母子相互作用の研究は20世紀中ごろから数多く行われている（Bowlby, 1951; Stern, 1977; Swain et al., 2007）。しかし、その研究対象場面は、実験室での授乳・遊びの場面（Weisman, Zagoory-Sharon, & Feldman, 2012; 谷本, 2015）などに限定されている。新生児集中治療室における新生児に対するおむつ交換前後の唾液中コルチゾール濃度を比較したところ、新生児の唾液中コルチゾールがおむつ交換後には上昇していたという報告（Mörelus, Hellström-Westas, Carlén, Norman, & Nelson, 2006）はあるが、日常生活の場面においては検討されていない。

前述した丹下他（2007）の検討では、生後15-23ヶ月の乳幼児20人の表情、及び行動をビデオ分析することで、その心理状態がポジティブであるか、ネガティブであるかの分析を行った（丹下他，2007）。しかし、Figure 3-2-1で示すように、母親のポジティブな行動に連鎖した乳幼児のポジティブな行動の出現回数は多く観察されたが、一方、母親のネガティブな行動に連鎖した乳幼児の行動の出現については、ポジティブの行動とネガティブの行動の差が観察されなかった。心理行動量を用いたビデオ分析では、表情や行動に現れる比較的大きな反応しか評価ができないという限界があった。

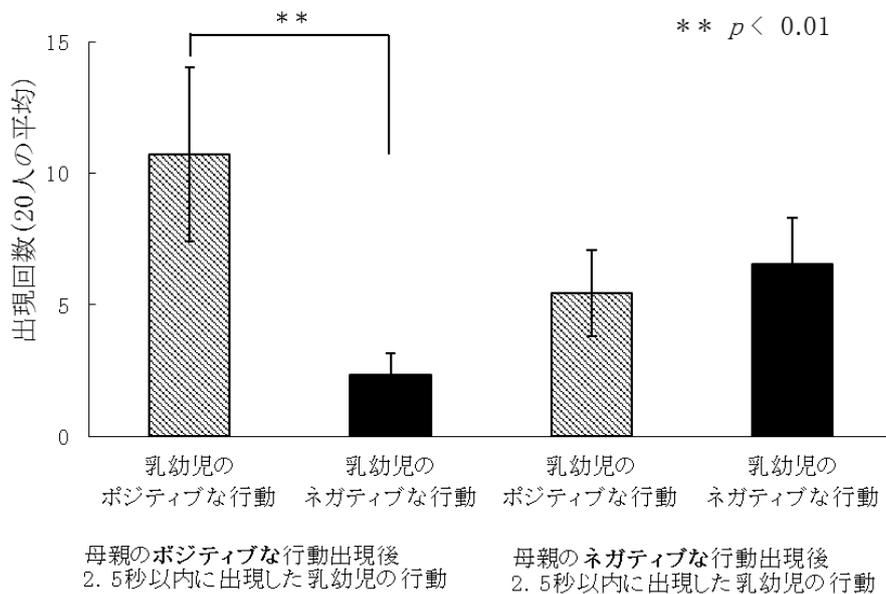


Figure 3-2-1. おむつ交換時の母親の状態に引き続き出現する乳幼児の状態出現回数 (丹下ら, 2007)。

一方、おむつ交換の実態として、はいはい期の乳幼児のおむつ交換が養育者にとって最も困難であることが定性的な観察から知られている(菅他, 2017)。生後4ヶ月くらいまでの乳幼児は足を活発に動かす程度で、その場から乳幼児が移動するという事はなくスムーズにおむつ交換が可能である。また、およそ1歳以降の乳幼児は可能な動作が増え移動も可能となるが、養育者側の意図を読み取りおむつ交換の場に留まるなど、おむつ交換に協力的になる時期である。これらの時期と比較しておよそ7ヶ月から1歳未満の乳幼児は、はいはいでの移動が可能になるが、言い聞かせてもその場にじっと留まれない時期であるため、おむつ交換の困難さはこのはいはい期に最大になる(菅他, 2017)。

3-2では、このはいはい期のおむつ交換の困難さを対象とし、はいはい期用パンツ型紙おむつとテープ型紙おむつをそれぞれ交換した際の乳幼児の不快感について、唾液中アミラーゼを用いて分析した。軽微な差である紙おむつ違いで、乳幼児の不快感の差を評価可能であるかを検証することを目的とした(丹下・菅・石川・大平, 2015)。

3-2-2 方法

参加者：ユニ・チャーム株式会社のモニターに登録している香川県と愛媛県に住んでいる、健康な日本人の乳幼児 21 人（生後 6 - 15 ヶ月，平均 11.3 ヶ月，女児 12 人，男児 9 人）とその母親（平均 34.5 歳）が試験に参加した。母親には試験参加前に口頭で試験内容の説明をし，試験への参加の意思を確認できた母親に対して書面での同意を得た。試験計画は，ユニ・チャーム株式会社グローバル開発本部の調査承認（No. 29393）を得て実施した。

測定指標：唾液中アミラーゼ測定は，酵素分析装置「唾液中アミラーゼモニター」（59-103，ニプロ株式会社，日本）を用いて，アミラーゼ活性値を求めた。

手続き：試験場所は，ローテーブル，カーペット，おもちゃなど配置した一般家庭リビング形式のユニ・チャーム実験室であった。試験場所と試験内容に対して乳幼児に慣れてもらうことを目的として，前日の試験と同じ時間帯に 1 時間程度母親と一緒に実験室で過ごしてもらい，この際唾液アミラーゼモニターの唾液採取チップを母親が乳幼児の口腔内へ数回挿入することで，試験への慣らしを実施した（Figure 3-2-2）。試験 1 日目にははいはい期用パンツ型紙おむつ（P 品），次の日にテープ型紙おむつ（Q 品）をそれぞれ交換（おむつ順序はクロスオーバー）し，Figure 3-2-3 に示すタイミングで唾液採取した。おむつ交換は 1 日の実験で 3 回実施した。

統計検定：統計処理は対応のある t 検定（片側）を実施した。



Figure 3-2-2. 唾液採取の様子
（写真の公表の同意書取得済み）。

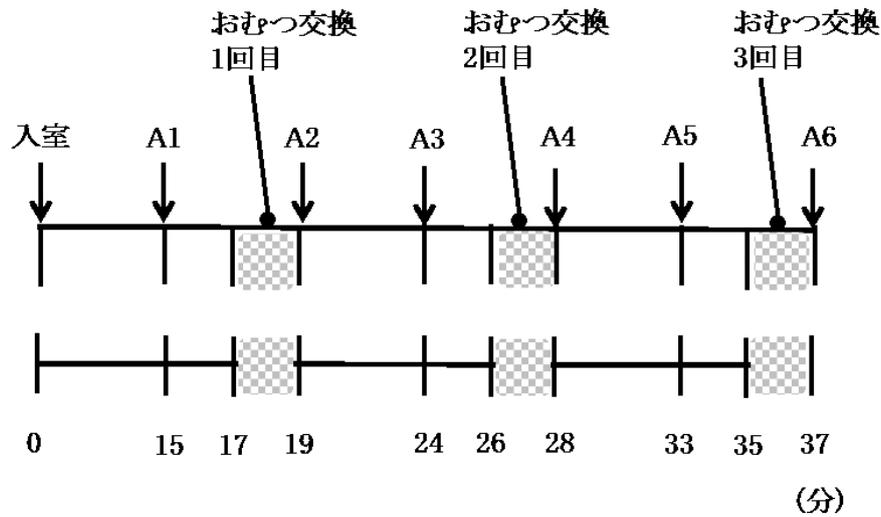


Figure 3-2-3. おむつ交換と唾液採取の流れ。

A1, A3, A5 : 刺激前

A2, A4, A6 : 刺激後

3-2-3 結果

生後6-15ヶ月の乳幼児21人全員の母親は、初日に紙おむつPまたはQ、2日目にQまたはPのおむつの交換を、それぞれ3回ずつ実施した。おむつ交換の1回目では、乳幼児は実験室の天井や照明など眺めてじっとしている様子が多く見られたが、交換回数が進むに従い普段の状態と考えられる活発な動きが見られた。また、運動発達がよちよち歩き以上の乳幼児は交換中すぐに立ち上がり、部屋の中を動きまわる様子が観察された。

1回目 ($t[20]=1.387, p = 0.0903$), 2回目 ($t[20]=0.411, p = 0.343$), 及び3回目 ($t[20]=1.113, p = 0.140$) のそれぞれのおむつ交換後のPとQの唾液中アミラーゼの間には有意差はなかった (Figure 3-2-4)。

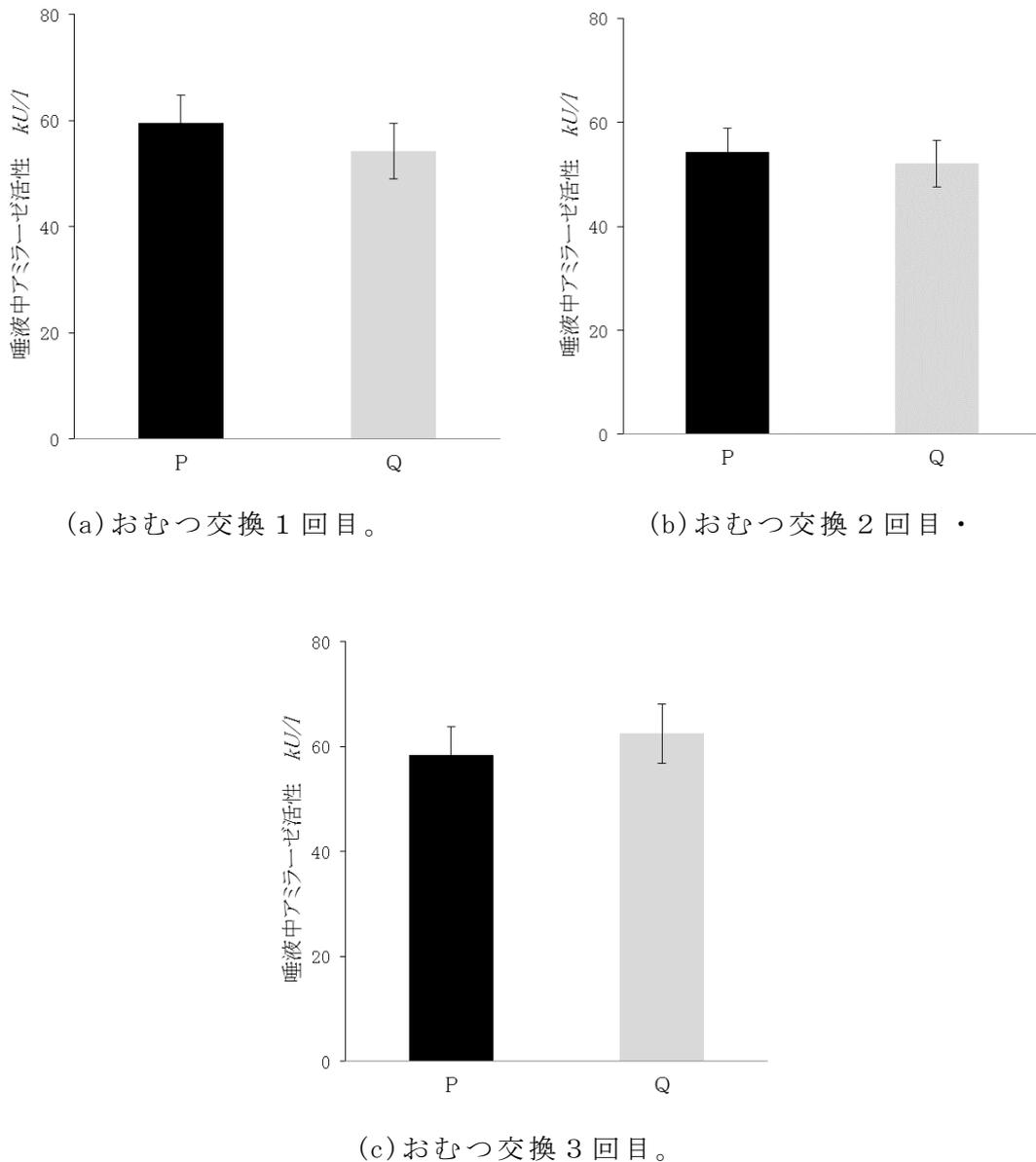


Figure 3-2-4. はいはい期用パンツ型紙おむつ (P品) とテープ型紙おむつ (Q品) の各交換後の唾液中アミラーゼ活性の比較。

一方、運動発達段階でよちよち歩き未満(14人)と以上(7人)の2群に乳幼児を分けて分析すると、よちよち歩き未満の14人の1回目($t[13]=0.785$, $p = 0.223$)と2回目($t[13]=0.370$, $p = 0.359$)のおむつ交換後では有意な条件差は認められなかったが、3回目おむつ交換後では、紙おむつQの方が紙おむつPよりも唾液中アミラーゼが有意に高かった ($t[13]=1.906$, $p = 0.0395$;

Figure 3-2-5)。一方、よちよち歩き以上の7人の乳幼児の唾液中アミラーゼ値については、おむつ交換3回ともにPとQの間に有意差はなかった ($t[6]=0.811$, $p = 0.224$; Figure 3-2-6)。

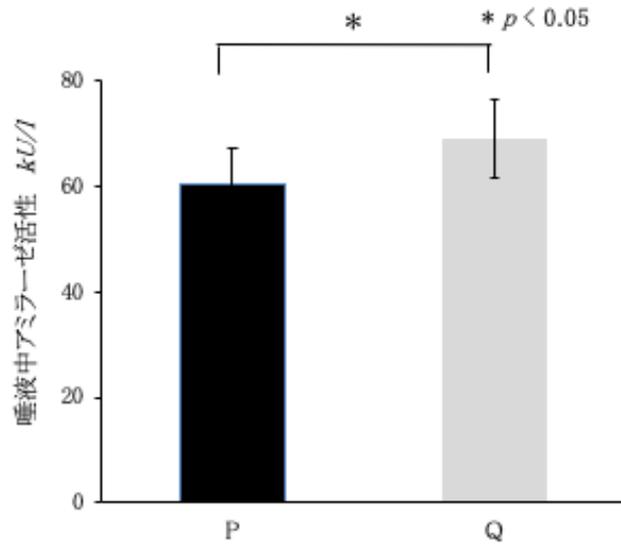


Figure 3-2-5. 紙おむつPとQの3回目のおむつ交換後の唾液中アミラーゼ，14人（よちよち歩き未満）の平均。

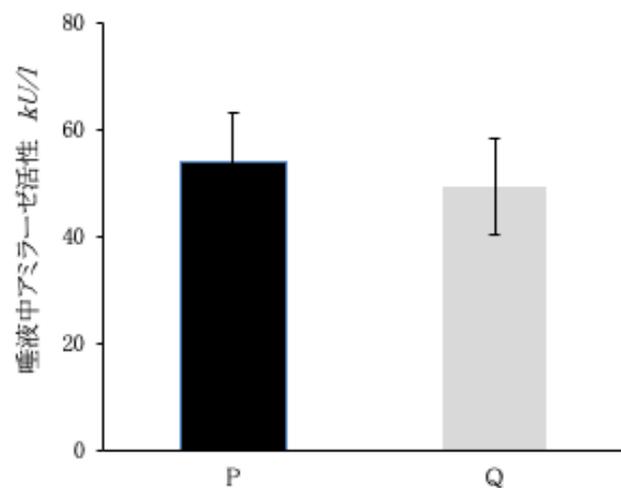


Figure 3-2-6. 紙おむつPとQの3回目のおむつ交換後の唾液中アミラーゼ，7人（運動発達がよちよち歩き以上）の平均。

3-2-4 考察

はいはい期用パンツ型紙おむつとテープ型紙おむつそれぞれを母親が交換する時の乳幼児の不快感について、唾液中アミラーゼの指標を用いて評価した。運動発達段階のよちよち歩き以上の乳幼児において、PとQの間に唾液中アミラーゼに有意な差は観察されなかったが、伝い歩き以下の乳幼児の3回目のおむつ交換において、QはPに比較して有意に高い値であった。日常の育児で用いられる軽微な差と考えられる紙おむつの違いで、乳幼児の不快感の差が明らかになった。

おむつ交換時の乳幼児の姿勢について、生後4ヶ月くらいまでの乳幼児は寝姿勢であり、足を活発に動かすがその場から移動するという事はない。また、およそ1歳以降の乳幼児は歩行可能となり移動が可能となるが、養育者側の意図を読み取りおむつ交換の場に留まることができる時期である。しかし、よちよち歩き未満（およそ生後7ヶ月から1歳未満）の乳児は、はいはいでの移動が主となり、言い聞かせてもその場にじっと留まれない時期である（菅他，2017）。これらの乳幼児の心身の発達特徴から、よちよち歩き未満の乳幼児においてテープ型紙おむつ交換では、仰向けの状態を維持し、この間に母親が左右のテープを装着する操作をするが、乳児は動きを制限されるため不快感であったと考えられる。一方、はいはい期用パンツ型紙おむつは、どのような姿勢でも足を通した後引き上げる操作で装着が可能であるので、乳幼児の自然な動きを制限することなく、乳幼児の不快感は低減したと考えられる。実際、母親はテープ型紙おむつの交換において、子どもの姿勢を維持する動作や左右のテープを固定する動作で時間がかかっていた様子が観察された。

おむつ交換が1回目から3回目になるにしたがって、実験室に慣れることで動き回る様子が見られたことより、おむつ交換でその動きを制限されることへの不快感が3回目ほど増したと考えられる。1、2回目では動きが少なかったため、紙おむつの違いによる乳幼児の状態に差がなかったと推測される。

おむつ交換時の乳幼児を不快感にする要因としては、動きを制限されることによる身体的不快感と心理的不快感の両方が考えられる。成人のケースにおいて、身体的ストレスと精神的ストレスのそれぞれに応じて唾液中アミラーゼが変化することが報告されている（岡本・菊川・神山・照屋・和田，2012；山口，

2015; Yamaguchi, Kanemori, Kanemaru, Mizuno, & Takai, 2003)。このことから、乳幼児のケースにおいても同様に、おむつ交換時の心身両方のストレスにSAMシステムが反応し、唾液中のアミラーゼ分泌が増加したと考えられる。

日常の育児で利用している紙おむつの違いにおいて、おむつ交換時に乳幼児の不快感に差があることを、唾液中アミラーゼ指標を用いて評価することが可能であった。さらに、今回の検証から、はいはい期の乳幼児にははいはい期用パンツ型紙おむつを使用することで乳幼児の動きを妨げずに、乳幼児の不快感を低減できることを確認できた。さらには、交換時間も短くなることが考えられ、母子ともに育児における不快感を低減できることが示唆された。

3-3 第3章の要約

これまで日常生活における比較的小さな刺激に対して乳幼児の状態を客観的に把握する方法はなかった。3-1において、乳幼児の不快感を評価する指標として、SAM系のストレス反応である唾液中アミラーゼを指標として評価可能かを検討した。生後3ヶ月以上の乳幼児にとって母親の表情は明らかな快/不快の刺激となることが分かっており、乳幼児へのポジティブ刺激/ネガティブ刺激として、母親の笑顔/無表情をそれぞれ設定し検証した。

乳幼児は母親の笑顔を見た時よりも無表情を見た時に、有意に唾液中アミラーゼの値が高かった。この時、行動評価からも笑顔刺激時よりも無表情刺激時で乳幼児のネガティブ行動が有意に多く出現していた。一方、唾液中アミラーゼは、従来からストレス指標として用いられている唾液中コルチゾールよりも分泌までの潜時時間が短く、また、ベースラインに速やかに戻る。このように分泌の反応が鋭敏であることから、唾液中アミラーゼを分析することでタイムリーに乳幼児の不快感を評価できることを確認した。

この評価方法を用いて3-2では、日常の育児生活において毎日5-10回程実施されるおむつ交換時に、乳幼児が不快感であるのかを調べた。特におむつ交換が困難と考えられるはいはい期の乳幼児は、紙おむつの違いでおむつ交換の際に不快感が異なることが明らかになった。乳幼児の動きを制限するテープ型紙おむつの交換では、動きの制限が少ないはいはい期用パンツ型紙お

むつの交換よりも、乳幼児は不快状態がより高かった。

このようにおむつ違いでの交換時の不快状態を、唾液中アミラーゼの評価から確認できた。つまり、母親の無表情刺激であったり、テープ型紙おむつの交換であったり、日常の軽微な不快な刺激を唾液中アミラーゼで評価することができることを確認した。

第4章 乳幼児の覚醒度の高い快状態の評価指標の検討

4-1 課題と目的

乳幼児を養育する中で、養育者や医師は、まず生命の危機を脅かしたり、疾病に繋がったりするような外部からの刺激を取り除くことに注力する。生命の危機や疾病の恐れが少なくなると、次に養育者の意識は、日常の養育環境が乳幼児にとって不快な刺激となっていないかという点に向けられる。養育者は乳幼児に対して可能な限り不快な刺激を取り除き、また、より快適な刺激を提供しようとする。より快適な刺激を乳幼児へ提供することで、乳幼児のQOLを向上させることができ、また、結果として健全な成長発達に繋がると考えられる。例えば、快刺激には、視覚刺激として母親の笑顔、聴覚刺激としてマザーリーズと呼ばれるピッチの高いゆっくりとした語りかけ、また、触覚刺激として、ベビーマッサージや抱っこのスキンシップなどがある。特に肌と肌が接触するスキンシップは、母子間の愛着の形成や情緒的な発達、身体的発達にとって重要な刺激であることが分かっている(Field, Diego, & Hernandez-Reif, 2010; Porter et al., 2015)。

第3章で検討した自律神経系の指標の唾液中アミラーゼで、乳幼児の不快な状態を評価できることが分かった。しかし、例えば、乳幼児が母親の笑顔を見て興奮を伴う覚醒度の高い快状態となった場合、唾液中アミラーゼは高まるため、このような覚醒度の高い快状態を評価するにはこの指標では不適切な場合が存在する。つまり、喜びや嬉しさなど興奮をともなう比較的強い快状態は交感神経系活動の亢進を伴うため、交感神経系活動の指標を用いたのでは乳幼児が不快な状態であるのか、覚醒度の高い快状態であるのかを区別することが難しい場合が存在する。第1章のFigure 1で示したコア・アフェクト理論の概念図(Barrett, 2017; Russell, 2003)のうち、コア・アフェクトについてFigure 4-1に示した(Barrett et al., 1999)。第4章で対象とする状態は、Figure 4-1の第1象限となる。第4章では、このような乳幼児の覚醒度の高い快状態を評価する指標の確立を目指す。

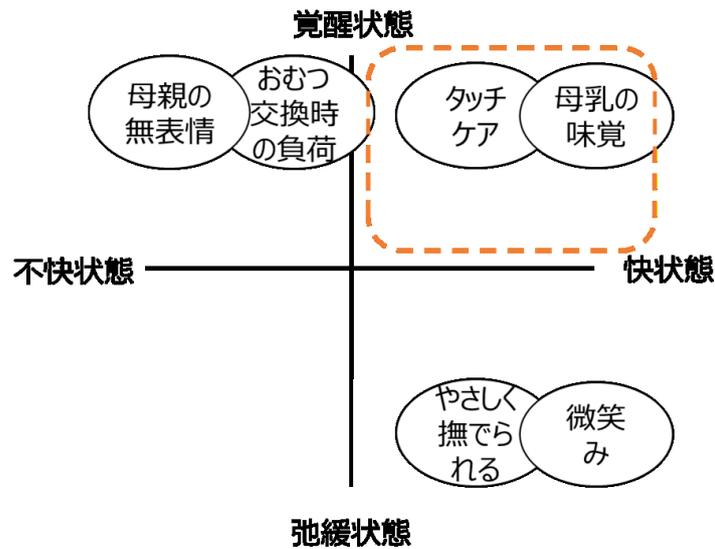


Figure 4-1. コア・アフェクト理論 (Barrett et al., 1999)。

乳幼児は、胎児の頃より五感を通じて環境からの刺激を受容している。胎児期より感覚器が整い、触覚は他の感覚に先行して発達している (Bradley & Mistretta, 1975; Hepper, 1996)。新生児集中治療室で低出生体重児や新生児の全身をマッサージするタッチケアの介入研究 (Conde-Agudelo & Diaz-Rossello, 2014; Field, Schanberg, Davalos, & Malphurs, 1996; Field et al., 1986)がある。早産児の体重増加や新生児の愛着の形成の促進といった心身の発達へのタッチケアの効果が確認されている。また、Cascioは、生後しばらくは視覚や聴覚よりも触覚が優位に働き、外部環境の刺激を受容していると報告した (Cascio, 2010)。このように乳幼児の発達に重要な触覚であるが、触覚に関する研究は成人を対象としたものがほとんどで、乳幼児の触覚に関する研究は限定的である (Paterson, 2007)。本章では乳幼児の触覚を通じた覚醒度の高い快状態に着目する。

触覚に関する Francis ら (1999) の研究では、成人の左掌に触感の異なる素材の触覚刺激を呈示した。主観評価で気持ち良いと評価されたベルベット、気持ちよくもなく硬くもないと評価されたニュートラルな木製の素材の触覚刺激を呈示した時の脳活動を fMRI で測定した。その結果、ベルベットでは眼窩前頭皮質が賦活化し、ニュートラルな素材では賦活化しなかった (Francis et al.,

1999)。また Kida ら (2013) は、近赤外線分光法 (Near Infrared spectroscopy, NIRS) を用いて眼窩前頭皮質を含む前頭前野の脳血流動態を測定した。Francis らと同様にベルベットの心地よい素材とニュートラルな木製の素材を触覚刺激として、それぞれ母親と乳幼児の左掌へ呈示したところ、母子ともにこの部位の脳活動が賦活されていた (Kida & Shinohara, 2013a)。

眼窩前頭皮質を含む前頭前野は報酬系の活動を司る部位と言われており、国際感情画像システムから抽出した画像を視覚刺激として呈示された 20 代の男性 21 名を NIRS で測定した結果、快情動を喚起する画像で前頭前野の賦活化が報告されている (柳澤・綱島, 2016)。また、メタ分析からも、前頭前野は情動刺激によって最も賦活化されやすい部位であることが分かっている (Phan, Wager, Taylor, & Liberzon, 2002)。

本章では、乳幼児の覚醒度の高い快状態の評価指標として、前頭前野の脳血流動態が妥当かどうかについて検討するため、4 つの実験に分けて実施した。まず、実験 1 として Kida ら (2013) が報告している左掌へ触覚刺激を呈示する測定方法において、ベルベットやニュートラルな木製の素材の代わりに紙おむつ素材を触覚刺激として呈示した。次に実験 2 と 3 ではおむつが触れる左腰部へ触覚刺激を呈示した。最後に実験 4 で、覚醒度の高い快状態となるタッチケアを想定した「母親が乳幼児の左腰部を撫でる」という刺激をおむつ素材と合わせて測定することで、指標の確からしさを確認した。

4-2 方法

実験は、実験 1 から実験 4 に分けて実施した。まず、実験 1 では、生後 2—6 ヶ月の乳児の左掌に紙おむつ素材を触覚刺激として呈示した。次に、実験 2 では生後 2—6 ヶ月の乳児、実験 3 で 9—14 ヶ月の乳幼児が参加し、その左腰部へ紙おむつ素材の触覚刺激を呈示した。最後に、実験 4 では、触覚刺激として紙おむつ素材、及び母親が乳幼児の左腰を撫でるという触覚刺激を呈示した。試験計画は、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科の倫理委員会の承認を得て実施した。

① 参加者

実験1：ユニ・チャーム株式会社にモニター登録している、日本に居住する母親の中から、正期産で健康な乳幼児（両親ともに日本人）とその母親22組が実験に参加した。測定中に動きが大きかった乳児1人と、機嫌が悪かった乳児1人を除外し、分析対象者は20人の乳児（生後2—6ヶ月，平均3.9ヶ月，女児9人，男児11人）とその母親（平均年齢30.4歳）であった。

実験2：実験1と同様の募集方法で、健康な日本人母子26組が試験に参加し、26人全員の分析を実施した。乳児は、生後2—6ヶ月（平均4.2ヶ月，男児12人，女児14人）であった。

実験3：実験1と同様な募集方法で、健康な日本人母子28組が試験に参加した。測定中に動きが大きかった乳幼児2人を除外し、分析対象は26人（生後9—14ヶ月，平均11.1ヶ月，女児11人，男児15人）であった。

実験4：実験1と同様な募集方法で、健康な日本人母子56組が参加した。素材によって異なる参加者となった。素材Pは45人，素材Rは26人（全員素材P条件にも参加），母親が撫でる条件は30人（うち素材P条件にも参加は19人）であった。乳児は、生後2—6ヶ月（平均4.3ヶ月，女児26人，男児30人）を分析対象とした。

② 刺激の呈示部位と触覚刺激の試料

実験1：触覚刺激を母子の左掌へそれぞれ呈示した。紙おむつの肌に触れる側の2種類の素材AとBを触覚刺激として用いた。布などの風合いを物理量で表すKawabata Evaluation System for Fabric. (KES; 井上, 2020)で測定した試料の基本風合い値をTable 4-1に示す。滑らかさを表す動摩擦係数，ふんわり感を表す圧縮仕事量，ひんやり感を表す接触温冷感の値から，素材Aは素材Bに比較してより滑らかな風合い特性であった。

実験2：触覚刺激を乳児の左腰部へ呈示した。紙おむつの肌に触れる側の素材3種類(P, Q, R)を触覚刺激として用いた。KESで測定した試料の基本風合い値をTable 4-1に示す。素材Rを対照条件とし，素材Rに比較し素材Pはより滑らかであった。この素材Pは実験1の素材Aよりもさらに滑らかな素材であった。素材Qは素材Rに比較し，よりふんわりした風合い特性であった。

実験3：触覚刺激を乳幼児の左腰部へ呈示した。実験2に用いた素材のう

ち、参加者の疲労を考慮し2種類の素材を選定し、素材PとQを触覚刺激として実験3の試験に用いた。なお、実験3は実験2と同じ試料で月齢違いでの検証とした。

実験4：触覚刺激を乳幼児の左腰部へ呈示した。触覚刺激として、母親の掌で撫でた時、及び実験2で用いた素材のうち、素材PとRの2種類の素材を用いた。

以上、実験1から実験4の素材の基本風合い値をTable 4-1に、各実験条件をTable 4-2にまとめた。

Table 4-1 KESによる素材の基本風合い値

実験		実験1		実験2～4		
試料記号		A	B	P	Q	R
物理量						
目付	g/m^2	16	13	22	45	25
繊維径	μm	23	16	11	19	19
動摩擦係数	— 滑らか	0.011	0.019	0.007	0.012	0.010
圧縮仕事量	N/m ふんわり	0.317	0.661	0.454	1.153	0.497
接触温冷感	W/cm^2 ひんやり	0.059	0.031	0.032	0.044	0.038
特徴		滑らか	対照	より滑らか	ふんわり	対照

Table 4-2 各実験の条件

実験	1	2	3	4
参加者	22組の母子	乳児26人	乳幼児28人	乳児56人
乳幼児の平均月齢	3.9	4.2	11.1	4.3
刺激呈示部位	左掌	左腰	左腰	左腰
試料	素材AとB	素材P, Q, R	素材P, Q	素材P, R, 母親が撫でる

③ 測定

NIRSはfMRIやPETなど他の脳機能測定法と比較し、拘束性が低く被験者の姿勢に制限されず日常生活に近い状態で脳機能を測定できる。また、身体に無

害な光を利用しているため、健常者や小児の測定に適している。近赤外線（波長 700–900 nm の光）の吸収される程度が、脳血流中のヘモグロビンの酸素化状態によって変化することを利用して、頭皮上から近赤外線を照射して照射点から数センチメートル離れた頭皮上の受光器で体外に現れた光を検出して、ヘモグロビン濃度変化などを求める（高倉，2015）。

NIRS のセンサーとして、照射器と検出器から構成される 2 つのプロープを用いた（Figure 4-2）。国際 10-20EEG システムの FP1 と FP2 に装着した。6Hz サンプルングレートで 2ch の NIRS（NIR0-200，浜松ホトニクス製，日本）を用いて、酸素化ヘモグロビンを測定した。

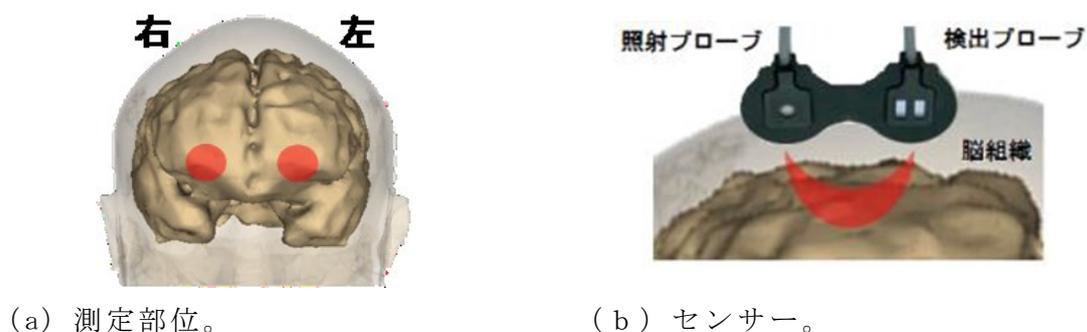


Figure 4-2. 測定部位と測定センサー。

④ 手続き

試験前に母親に試験の内容を口頭で説明し、書面にて同意を確認した。母子は 24℃，55RH%の実験室へ入室し，15 分間普段通り過ごした。その後，母親，または，乳幼児の額部へセンサーを装着した。乳幼児の測定の場合，全ての試行で母親が膝の上で乳幼児を抱くという姿勢で統制した。

触覚刺激は 30 秒間対象の部位へ呈示した（Figure 4-3）。呈示の方法として，おむつが腰部に触れる時の条件に合わせた。具体的には対象の部位を身体の正中方向に撫でた。2 cm を 1 秒かけて移動させ，これを往復することで 30 秒間撫でた（Figure 4-4）。この時の触覚刺激の皮膚への圧力は 10hPa とした。この呈示方法は，事前に往復速度と皮膚への圧力をそれぞれストップウォッチと圧力計で測定する訓練を受けたスタッフが実施した。繰り返しは 30 秒

間の安静と30秒間の触覚刺激を1試行とし、2試行とした (Figure 4-5)。



Figure 4-3. 触覚刺激を呈示する時の試料の形態。



(a) 乳幼児の位置。



(b) 触覚刺激呈示の方法。

Figure 4-4. 測定の様子 (写真の公表の同意書取得済み)。

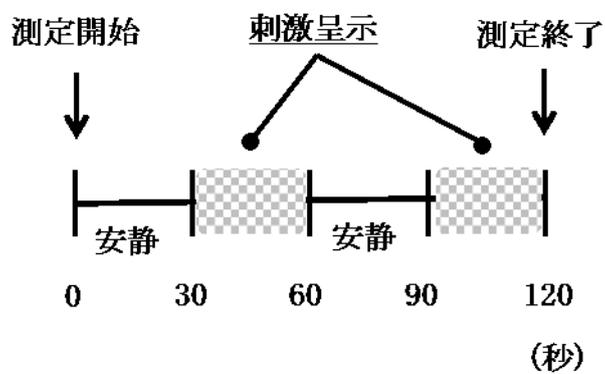


Figure 4-5. 試料ごとの試行の流れ。

⑤ 分析

NIRS の測定から、酸素化ヘモグロビン、脱酸素化ヘモグロビンの濃度変化を求めることが可能であるが、ここでは、Kida ら (2013) の先行研究において、掌や前腕への触覚刺激時に酸素化ヘモグロビンの濃度変化が報告されていることから、本章でも酸素化ヘモグロビンの濃度変化を分析した (Kida & Shinohara, 2013a)。また、Otsuka らや Schroeter らの報告からも、酸素化ヘモグロビンが脱酸素化ヘモグロビンよりも感度よく測定されることが報告されている (Otsuka et al., 2007; Schroeter et al., 2004)。ベースラインは各試行の安静時のうち刺激前 25 秒間を用いて、刺激時では各試行の刺激開始後 25 秒間を用いて、それぞれ $6 \text{ Hz} \times 25 \text{ 秒} = 150$ 点の平均値を求め、各個人のくり返し 2 試行の平均を取った。そして、刺激時から安静時の差を求め、酸素化ヘモグロビンの濃度変化とした。個人差が大きいため、各個人の酸素化ヘモグロビン濃度変化と乳幼児全員の平均値との差を、乳幼児全員の標準偏差で割ることによって、 z 得点を算出した。

統計処理は、各触覚刺激素材と左右半球に対して、繰り返しのある二要因分散分析を実施した。有意水準は、 $p < 0.10$ は、†、 $p < 0.05$ は、*、 $p < 0.01$ は、**とした。

4-3 結果

実験 1：母親、及びその乳幼児（生後 2—6 ヶ月）の左掌に対して、触覚刺激として素材 A と素材 B を呈示した。酸素化ヘモグロビンの濃度変化の z 得点に対して、母子それぞれ対応のある二要因分散分析を実施した。その結果、半球要因と素材要因の間には有意な交互作用は認められず、母親 ($F(1, 42) = 3.1, p = 0.0870$) には有意傾向、及び乳幼児 ($F(1, 38) = 10.4, p = 0.0026$) には素材間に有意な主効果が認められた。母子ともに、素材 A は素材 B に比較して、酸素化ヘモグロビンの濃度変化が大きかった (Figure 4-6, 及び Figure 4-7)。有意な半球差は認められなかった。

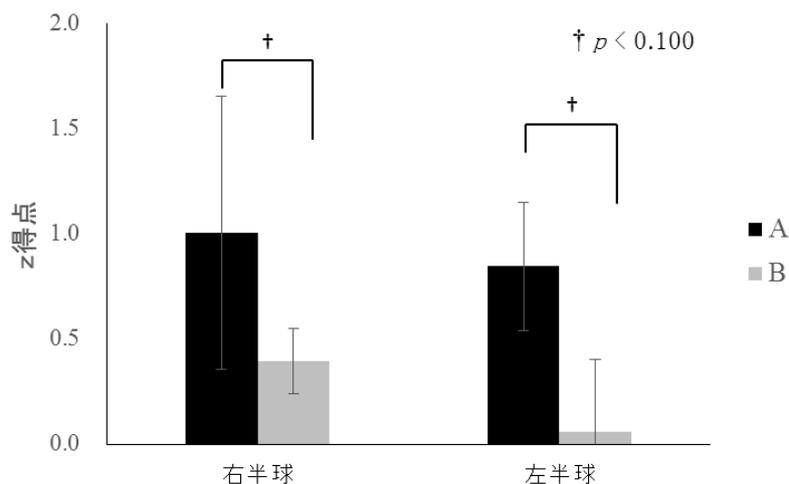


Figure 4-6. **実験1**：母親の左掌へ触覚刺激を呈示した時の各素材の右半球と左半球の酸素化ヘモグロビン濃度のz得点 (N = 22)。

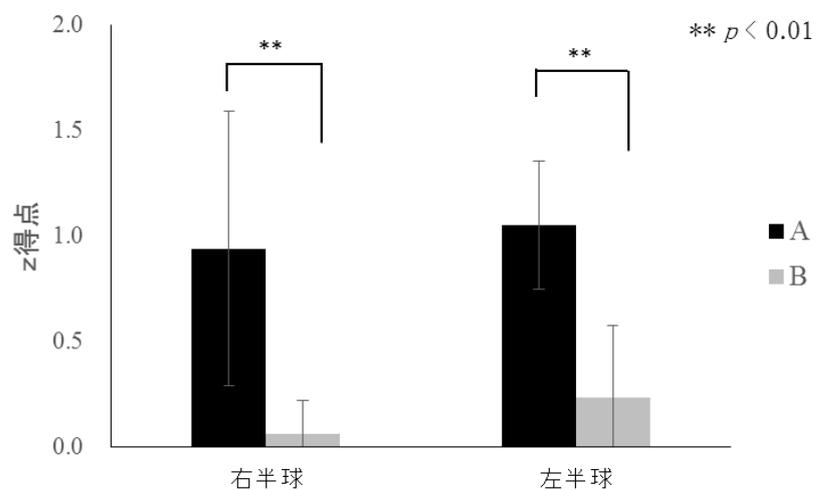


Figure 4-7. **実験1**：乳児（生後2—6ヶ月）の左掌への触覚刺激を呈示した際の右半球と左半球の酸素化ヘモグロビン濃度のz得点 (N = 22)。

実験2：生後2—6ヶ月の乳幼児の左腰部へ触覚刺激として、素材P、Q、及びRを呈示した。酸素化ヘモグロビンの濃度変化のz得点に対して、対応のある二要因分散分析を実施した。その結果、半球要因と素材要因との間には有意

な交互作用は認められず、素材間に有意な主効果が認められた ($F(2, 72) = 10.5, p = 0.0002$)。ライアン法による多重比較の結果、素材 P は素材 Q ($p = 0.000605$)、及び R ($p = 0.00645$)に比較して、酸素化ヘモグロビンの濃度変化がそれぞれ有意に大きかった (Figure 4-8)。有意な半球差は認められなかった。

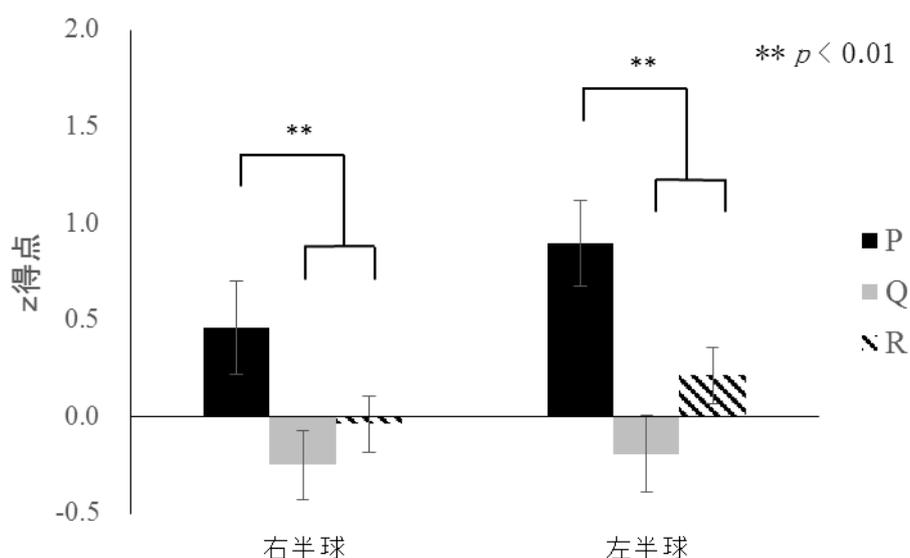


Figure 4-8. 実験 2 : 乳児 (生後 2—6 ヶ月) の左腰部へ触覚刺激を呈示した際の左半球と右半球の酸素化ヘモグロビン濃度の z 得点 (N = 26)。

実験 3 : 生後 9—14 ヶ月乳幼児の左腰部への触覚刺激として、素材 P と Q を呈示した。酸素化ヘモグロビンの濃度変化の z 得点に対して、対応のある二要因分散分析を実施した。その結果、半球要因と素材要因との間には有意な交互作用は認められず、素材間に有意な主効果が認められた ($F(1, 54) = 4.2, p = 0.0452$; Figure 4-9)。有意な半球差は認められなかった。

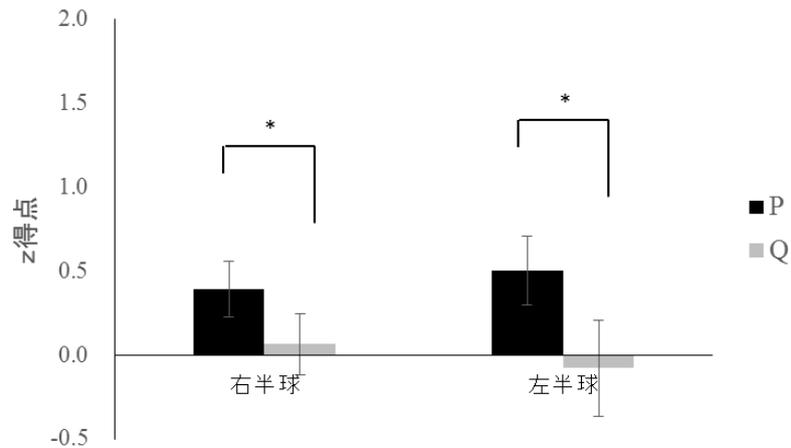


Figure 4-9. **実験3**：乳幼児（生後9—14ヶ月）の左腰部へ触覚刺激を呈示した際の左半球と右半球の酸素化ヘモグロビン濃度の変化のz得点（N = 26）。

実験4：生後2—6ヶ月乳児の左腰部へ、素材P、R、及び母親の掌で撫でる触覚刺激を呈示した。酸素化ヘモグロビンの濃度変化のz得点に対して、対応のない二要因分散分析を実施した。その結果、素材間に主効果が認められた ($F(2, 98) = 6.599, p = 0.0020$)。ライアン法による多重比較の結果、親の掌で撫でた時 ($p = 0.00519$)、及び素材P ($p = 0.0208$)は素材Rに比較して、それぞれ酸素化ヘモグロビン濃度変化が有意に大きかった (Figure 4-10)。有意な半球差は認められなかった。

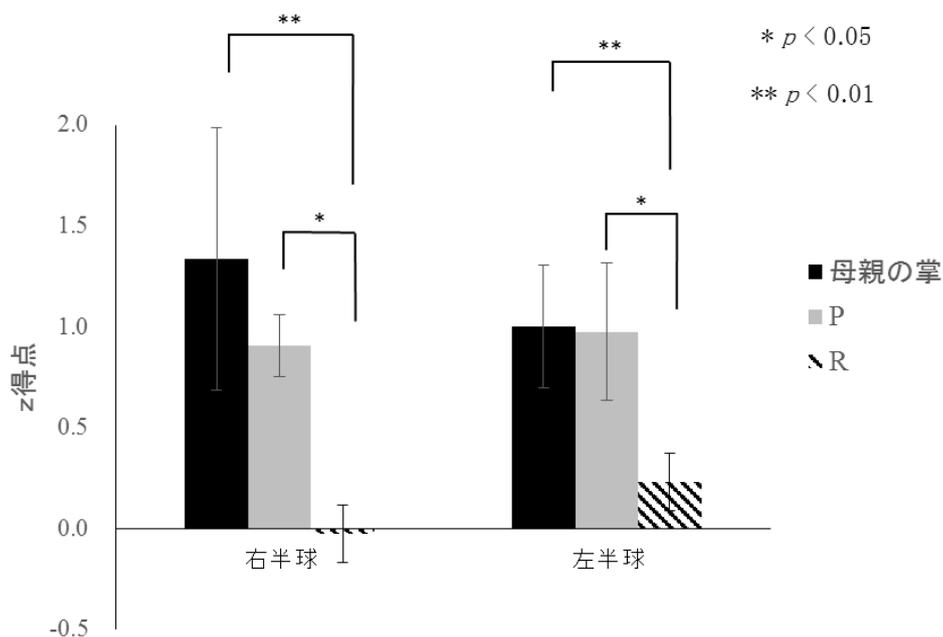


Figure 4-10. **実験4**：乳児（生後2-6ヶ月）の左腰へ触覚刺激として、素材PとR、及び母親が撫でた際の左半球と右半球の酸素化ヘモグロビン濃度のz得点（母親が撫でる：N =30, P : N =45, Q : N =26）。

4-4 考察

乳幼児が日常的に接触する紙おむつ素材を触覚刺激として、各部位に呈示した時の前頭前野の脳活動を2chのNIRSを用いて、右半球と左半球の酸素化ヘモグロビンの濃度変化を測定した。4つ全ての実験において、左右半球の間には有意な差は観察されず、一方、素材間においては有意な差がそれぞれの実験において観察された。

まず、実験1では母子の左掌へ素材AとBの触覚刺激を呈示した。素材表面の物性評価から素材Aは素材Bに比較してより滑らかであった。触覚刺激前後の前頭前野の酸素化ヘモグロビンの濃度変化は、素材Aは素材Bに比較して母親は有意傾向、乳幼児は有意に高い値であった。Kidaら(2013)は主観評価で気持ち良いと評価されたベルベットと気持ちよくも硬くもないと評価されたニュートラルな木製の素材の触覚刺激を母子の左掌へ呈示し、NIRSを用いて酸素化ヘモグロビンの濃度変化を測定した(Kida & Shinohara, 2013a)。その

結果、ベルベットは木の素材と比較して、酸素化ヘモグロビンの濃度変化が有意に大きかった。本章の実験1の素材Aは素材Bよりも酸素化ヘモグロビンの濃度変化が有意に大きかったことから、素材Aの方がより気持ちよい触感であることが示唆される。

次に実験2と3では、より日常の状態に近い状況として乳幼児の左腰部におむつ素材の触覚刺激を呈示した。実験2では3種類、実験3では2種類のおむつ素材を触覚刺激として用いた。素材の表面の物性評価から、素材Rと比べて素材Pは滑らか、素材Qはふんわりとした風合いであった。実験2では生後2—6ヶ月の乳児、実験3では生後9—14ヶ月の乳幼児が対象であったが、どちらの実験においても素材Pが他の素材に対して酸素化ヘモグロビンの濃度変化が有意に大きかった。したがって、前頭前野の酸素化ヘモグロビンの濃度変化は、生後2—6、及び9—14ヶ月の乳幼児の気持ち良い触感と考えられ、したがって、覚醒度の高い快状態の評価指標となり得ると考えられる。

最後に、実験4では56組の母子が参加した。生後2—6ヶ月の乳幼児の左腰部へ素材Pと素材R、及び母親が乳幼児の左腰部を撫でるという触覚刺激を呈示した。素材Rと比較して、素材P、及び母親が撫でるという触覚刺激時には、酸素化ヘモグロビンの濃度変化が有意に大きかった。マッサージやハグ、タッチケアのような皮膚への心地よい刺激がオキシトシンの分泌を促すことが報告されている(Walker, Trotter, Swaney, Marshall, & Mcglone, 2017)。オキシトシンは、人を含めた哺乳類において出産や授乳時に分泌され、また、生殖行動や母親の愛情的な養育行動時に分泌が高まることが報告されている(Galbally, Lewis, IJzendoorn, & Permezel, 2011)。実験4で母親が乳幼児の左腰部を撫でるという刺激呈示は、タッチケアのような皮膚への心地よい刺激であると考えられる。母親が乳幼児の左腰部を撫でる時の酸素化ヘモグロビンの濃度変化が有意に大きいという結果は、乳幼児が覚醒度の高い快状態であったことを示唆していると考えられる。したがって、前頭前野の酸素化ヘモグロビンの濃度変化を指標とすることで、より日常的な母子間のスキンシップの時のような乳幼児の覚醒度の高い快状態を評価可能であると考えられる。

以上のことから、生後2—6ヶ月、または、9—14ヶ月の乳幼児の左掌や左腰部へ紙おむつの滑らかな素材、及び母親が撫でるという触覚刺激によっ

て、乳幼児の生理心理状態が覚醒度の高い快状態となることの評価指標として前頭前野の脳血流動態が妥当であると考えられる。

4-5 要約

第3章では、乳幼児が生後直後から感じる不快の状態の評価指標として、唾液中アミラーゼを検討した。一方、養育者はまず乳幼児の不快状態を取り除くよう養育をするが、次の欲求としてより覚醒度の高い快状態を提供したいと考えるため、このより覚醒度の高い快状態の評価指標の確立を検討した。報酬系を司る眼窩前頭皮質の活動が反映される前頭前野の活動を、乳幼児の動きを制限することなく非侵襲で測定できるNIRSを用いて、脳血流動態を指標とし評価した。母親、及び生後2-6ヶ月、及び9-14ヶ月の乳幼児において、滑らかなおむつ素材や、母親に撫でられるといった触覚刺激時に、前頭前野の酸素化ヘモグロビンが有意に増加することが確認できた。母親に撫でられるようなスキンシップ時は覚醒度の高い快状態と考えられることより、前頭前野の脳血流動態は乳幼児の覚醒度の高い快状態の評価指標となりうることが示唆された。

第5章 睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の検討

5-1 課題と目的

第3章と第4章において、乳幼児の生理心理状態のうち、不快状態と覚醒度の高い快状態を客観的に把握するための指標として、それぞれ唾液中アミラーゼや前頭前野の脳血流動態を検討した。そして、本章では養育者がタイミングよく寝かしつけることが難しかったり、乳幼児の寝ぐずりや夜泣きなどQOLの低下が考えられたりする、乳幼児期の特徴的な睡眠パターンについて指標化を検討する。睡眠を客観的に評価するための指標として、睡眠時間や睡眠の質が考えられるが、睡眠時間は個人差が大きいため評価が難しく、また、睡眠の質は脳波計測が必要となり、乳幼児の測定は被験者へ負担が大きい。そこで、養育者が乳幼児の睡眠を記録することで得られたデータから、睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の確立を検討する。睡眠覚醒リズムを指標化することで、専門家でなく一般の養育者が乳幼児の睡眠パターンが適当であるか、改善の必要があるかを容易に判断可能となる状態を目指す。

睡眠は心身の健康や日中のパフォーマンスに重要な影響を与え、特に、成長発達が著しい乳幼児期の睡眠は重要となる。しかし、入眠困難や夜泣きなどの睡眠トラブルのある乳幼児は約30%存在すると言われている(羽山・津田, 2011; Mindell, Kuhn, Lewin, Meltzer, & Sadeh, 2006; Sadeh & Sivan, 2009)。乳幼児期は身体的、及び精神的など様々な側面において劇的に成長発達し、その中でも睡眠覚醒リズムの変化は著しい(Iglowstein, Jenni, Molinari, & Largo, 2003)。乳幼児の睡眠パターンは多相性睡眠であり、生後2ヶ月くらいまでは数時間の覚醒と睡眠を繰り返し、その後、生後2ヶ月を過ぎるころには夜間に一定時間継続した睡眠が見られ、日中の睡眠は2-4回となる。1歳を過ぎる頃には日中の睡眠は午睡のみとなり、この午睡も3-5歳の間で消失するという睡眠覚醒リズムの発達パターンが知られている(岡田, 2017)。また、この睡眠覚醒リズムは、精神発達や実行機能、また、肥満リスクとの関連など、様々な発達への影響が多数報告されており(Dearing, McCartney, Marshall, & Warner, 2001; Reilly et al., 2005; Touchette et

al., 2007), 乳幼児の発達の指標として重要と考えられる。

しかし、養育者の睡眠知識の不足が乳幼児の入眠困難や夜泣きなどの睡眠トラブルと関連していると報告されており (Owens, Jones, & Nash, 2011), 睡眠トラブルを低減させるためには養育者が個々の乳幼児の睡眠発達の特徴を把握することが必要と考えられる。前述したような生後数か月は多相性睡眠で1歳過ぎに午睡1回となり, 3-5歳にかけて午睡の必要がなくなるという一般的な睡眠覚醒リズムの発達過程について, 研究者や保健師など専門家においては知られているが, 一般の養育者には必ずしも普及した知識ではない。さらに, 生得的な気質要因, また, 夜型の家庭環境であるなどの養育環境要因のため睡眠覚醒リズムには個人差の存在が考えられ, そのために乳幼児それぞれの睡眠覚醒リズムの発達の速度に違いが存在することが推察される。例えば, 母子手帳に記載され一般の養育者が容易に利用可能な身長・体重の成長曲線を見れば, 身体の成長の個人差を知ることができる。一方, 睡眠覚醒リズムについては個々の乳幼児の発達の段階がどの段階であるのか, また, 相対的に標準であるのか遅延しているのかなど, 現状では養育者は把握することができない状況である。

養育者が個々の乳幼児の睡眠覚醒リズムの発達過程を把握できないため, いつ頃夜間まとまって眠るのか, また, 1日に複数回の睡眠のパターンがいつまで続くのかなど, 発達経過を想定することが難しい。育児の見通しが立たないことは育児不安の一つの要因になっている (Hiscock & Wake, 2001)。また, 寝かしつけるタイミングや夜泣きへの対応など, 養育者の乳幼児の睡眠へのかかわり方が適切であるのか, または, 適切ではなくかかわり方の調整が必要であるのかという自身の養育方法の妥当性に自信を持つことができないことも, 育児不安の大きな要因となっている (Bayer, Hiscock, Hampton, & Wake, 2007)。さらに, こういった育児不安は極端な場合では育児放棄や過干渉などに発展する可能性もあり, 乳幼児のQOLを低下させることに繋がると考えられる。

さらに, 身長や体重の成長標準曲線を用いれば相対的に身体の成長段階を把握することができるが, 睡眠覚醒リズムが成長とともに規則正しく整っていく成長段階を相対的に把握できる統計情報はない。生後1ヶ月から16歳までの

各年代の平均夜間睡眠時間、及び日中の睡眠時間の平均時間の推移に関する情報(Iglowstein et al., 2003)や米国睡眠財団から各年代における1日の必要な睡眠時間(Paruthi et al., 2016)が推奨されているが、睡眠覚醒リズムに関する標準値や推奨値は明らかにされていない。

乳幼児の睡眠覚醒リズムの規則性が分かり、さらに、集団の中での相対的位置づけを客観的に養育者が知ることができれば、養育者は、例えば、乳幼児が標準的な発達推移であるのでこれまで通りの養育方法で良いと判断でき、育児に関しての自己効力感に繋がると思われる(森本他, 2015)。一方、標準よりも睡眠覚醒リズムの規則性が低ければ遅延的な発達が想定され、これまでの睡眠を含めた養育の方法を調整すべきであるという気づきに繋がり、また、その実践の動機づけになると考えられる。

以上のような課題を解決するには、睡眠覚醒リズムの規則性を指標化する必要がある。指標は一般の養育者が理解しやすいようスコア化することが有効と考えられる。睡眠記録に対する24時間周期分析を実施することにより、睡眠覚醒リズムの規則性の程度をスコア化することが可能である。周期性分析について、 χ^2 ピリオドグラム(Jenni, Deboer, & Achermann, 2006; Jud & Albrecht, 2006; Sokolove & Bushell, 1978)やコサイナー法(Ayalon, Borodkin, Dishon, Kanety, & Dagan, 2007; Haack, Pollmächer, & Mullington, 2004; Koga & Halberg, 1982)、最小二乗スペクトル法(東風谷・市丸, 2010; Okawa, Matousek, & Petersén, 1984)が知られている。 χ^2 ピリオドグラムやコサイナー法は周期のみ解析に用いられるが、最小二乗スペクトル法は周期に加えて振幅についての解析でも用いられる。時系列データに対して最小二乗法を用いて最も適合度の高いコサイン波を算出できる。時系列データとコサイン波との適合度を示す決定係数は、0から1の間の数値で表され、1に近いほどリズム性が高いことを示す(Okawa et al., 1984)。そこで、記録された睡眠覚醒リズムに対してこの決定係数を用いれば概日リズムの規則性の程度を表す指標とすることが可能であると考えられる。また、この決定係数は、一般の養育者が理解しやすいスコアで表すことも可能と考えられる。

これまでの睡眠覚醒リズムの研究では、乳幼児の発達とともに概日リズムの変化が報告されているが、概日リズムの規則性の発達による変化について調べ

たものはない。そこで、本研究では、生後1ヶ月から10ヶ月までの乳幼児に対して、睡眠覚醒リズムの発達が客観的に分かるように睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の確立を検討する。

本章では、乳幼児の生理心理状態のうち睡眠時における状態の中でも、睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の確立を目的とする。また、専門家でない一般の養育者でも利用可能な評価指標の確立を目指す。

5-2 方法

参加者：イブソス株式会社（調査会社）に登録している日本に居住する日本人の母親172人（平均年齢 31.8 ± 4.0 歳）と生後0-10ヶ月（平均 4.9 ± 3.5 ヶ月）の満期産の健康な乳児172人（女児89人，男児83人）が参加した。調査内容について説明を行った後，書面にて同意を確認した。試験計画は，ユニ・チャーム株式会社グローバルマーケティング本部の調査承認を得て実施した。

手続き：睡眠記録として乳児の24時間の入眠と覚醒の時刻を，母親がスマートフォンのデータ取得用のアプリケーションに7日間入力した（Figure 5-1）。記録は可能な限り1分単位の精度で入力するよう依頼した。睡眠記録を7日間の半分以下しか記録していなかった3人を除外した169人（女児88人，男児81人）を解析対象とした。調査は，2018年12月に実施した。

解析：取得した7日間の睡眠記録に対して，最小二乗スペクトル法で概日リズムの周期性分析を以下の手順で実施した。（1）まず，睡眠覚醒のサイクルに概日リズムが存在するかどうか確認するため，各乳児の7日間の睡眠記録に対して，最小二乗法を用いて10時間から10分刻みで30時間までの周期を持つコサイン波をフィッティングし，最も適合度の高いコサイン波を同定した。このコサイン波の周期の有意性を検証するために，コサイン波と睡眠記録との間のピアソンの積率相関係数を計算し， t 検定を実施した。有意レベルを5%とした。各参加者のサンプルサイズは10,080個であった。（2）24時間周期の規則性を調べるため，上記（1）で求めたコサイン波の中で24.0時間周期のものに着目した（Figure 5-2）。睡眠記録との間の積率相関係数の二乗である決定係数を算出し，この百分率をPercent Variance Account（PVA）とした（Okawa et al., 1984）。また，PVAは，Cohenの効果量に基づき，規則正しさ

が強い (25%; $r = 0.50$), 中程度 (9%; $r = 0.30$), 弱い (1%; $r = 0.10$) ものに分類した (Cohen, 1988)。

規則性の指標として PVA が妥当であるかを確認するため PVA と覚醒時刻などの睡眠指標との関係を相関分析, 及び偏相関分析を実施して調べた。

全ての統計処理は SPSS ver. 26 (IBM) で実施し, 偏相関係数の有意水準は p 値 < 0.0125 とし, それ以外は p 値 < 0.05 とした。

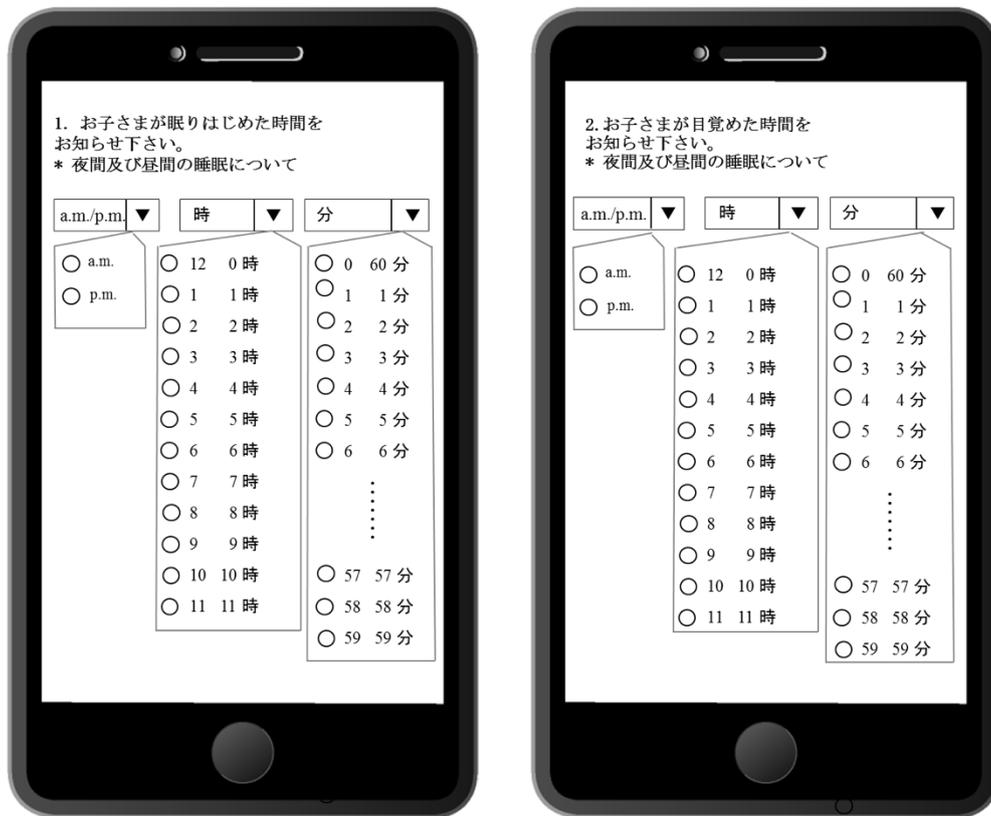


Figure 5-1. 母親が乳幼児の睡眠を記録したスマートフォン画面。

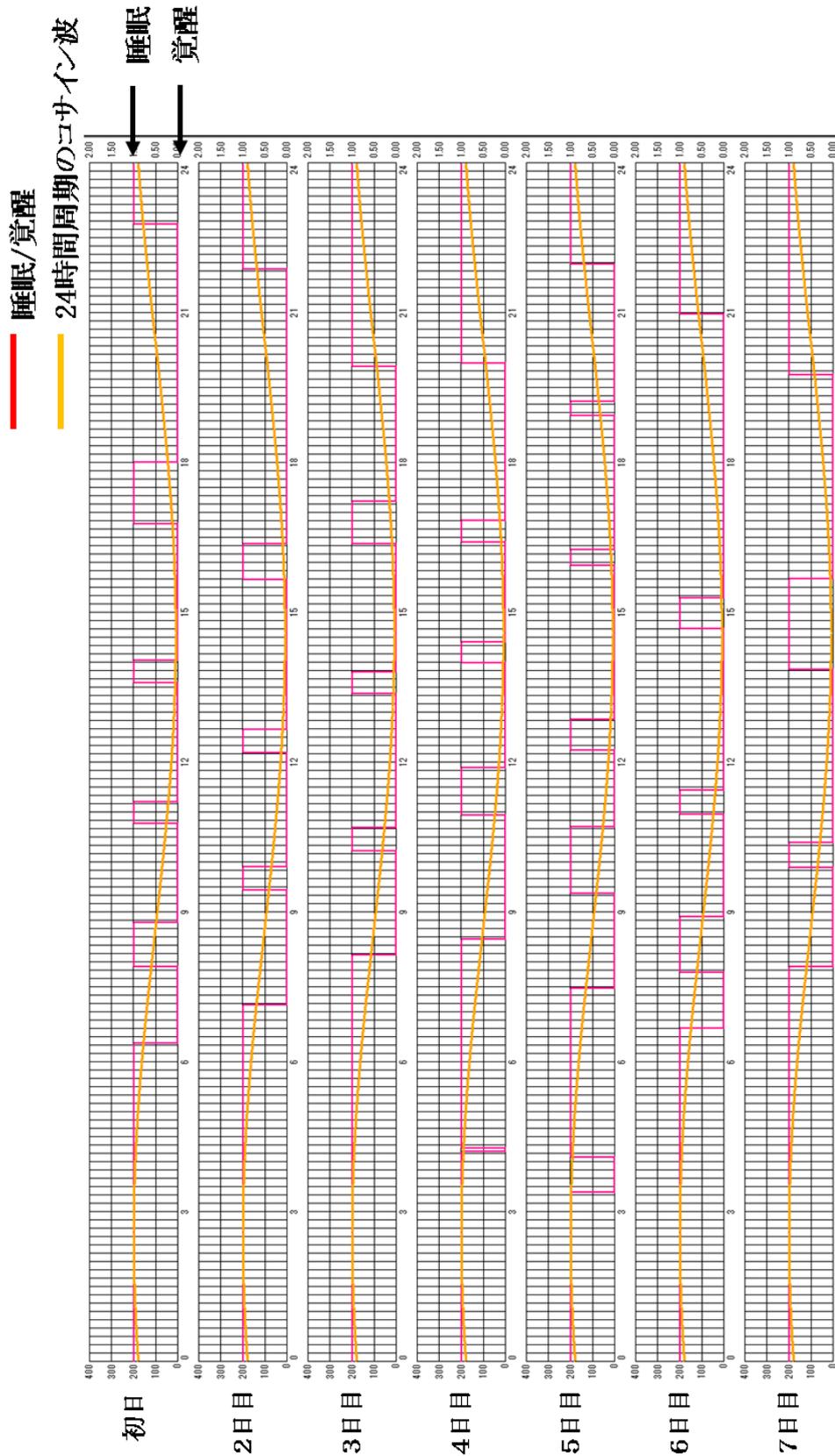


Figure 5-2. 最小自乗スペクトル解析。

5-3 結果

基本統計量を Table 5-1 に示す。そして、(1) で算出した PVA の周期、及び概日リズムと特徴量を示し、次に、(2) PVA が睡眠覚醒サイクルの概日リズムを示す指標となり得るか検討した。最後に、(3) 概日リズムの規則性の個人差について PVA を用いて表した。

Table 5-1 基本統計量

表5-1 基本統計量

乳児		全体	女兒	男児
人数	人	169	88	81
月齢	平均 (%)	4.9 (3.5)	5.0 (3.5)	4.9 (3.5)
PVA	平均 (%)	30.2 (16.9)	30.1 (17.9)	30.2 (15.8)
睡眠指標				
覚醒時刻				
平均	時:分(分)	7:35 (64)	7:36 (70)	7:33 (57)
CV		290 (175)	285 (192)	297 (157)
入眠時刻				
平均	時:分(分)	20:52 (60)	20:58 (63)	20:45 (56)
CV		72 (42)	73 (42)	70 (43)
夜間睡眠時間				
平均	時:分(分)	10:29 (80)	10:27 (88)	10:30 (70)
CV		253 (165)	264 (157)	240 (172)

PVA: Percent variance account, CV: 変動係数 (coefficient of variation). ()はSD.

(1) 概日リズムと PVA

22.2-25.7 時間 (平均 23.9 ± 0.4 時間) の範囲の睡眠覚醒サイクルの周期を持つ優勢な概日リズムが 169 人の乳児中 154 人に観察された。この時間範囲以外の睡眠覚醒サイクルの周期は、生後 0 ヶ月で 3 人、生後 1 ヶ月で 7 人、生後 2 ヶ月で 4 人に観察された。生後 3 ヶ月以上では観察されなかった。

解析した 169 人の乳児全員について、24 時間周期のコサイン波の PVA を

Figure 5-3 に示した。Figure 5-3 で示すように、PVA は月齢が上がるごとに増加するが、一方、個人差も観察された。PVA と月齢との間の相関は有意であった ($r = 0.554, p < 0.001$)。PVA を Cohen の効果量で分類した結果を Table 5-2 に示す。大きい効果量 ($\geq 25\%$) を示す PVA は生後 0 ヶ月で 10%、生後 1 ヶ月で 8%、生後 2 ヶ月で 43%、生後 3 ヶ月以上では 70%以上の乳児に観察された。

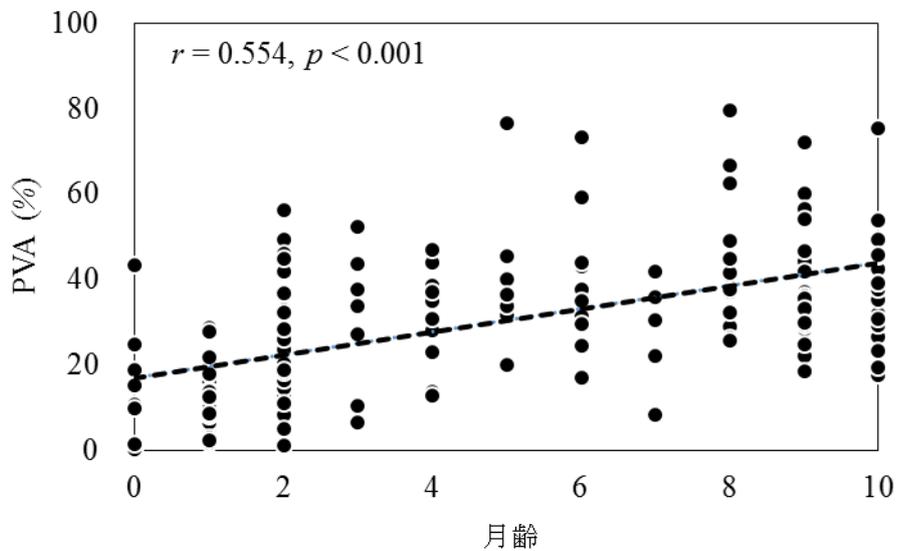


Figure 5-3. 乳児の月齢と7日間の睡眠記録に対する24時間周期のコサイン波の適合度 (PVA) との関係 (N=169)。

Table 5-2 24時間周期のPVAをCohenの効果量で分類した乳幼児の人数(N = 169)

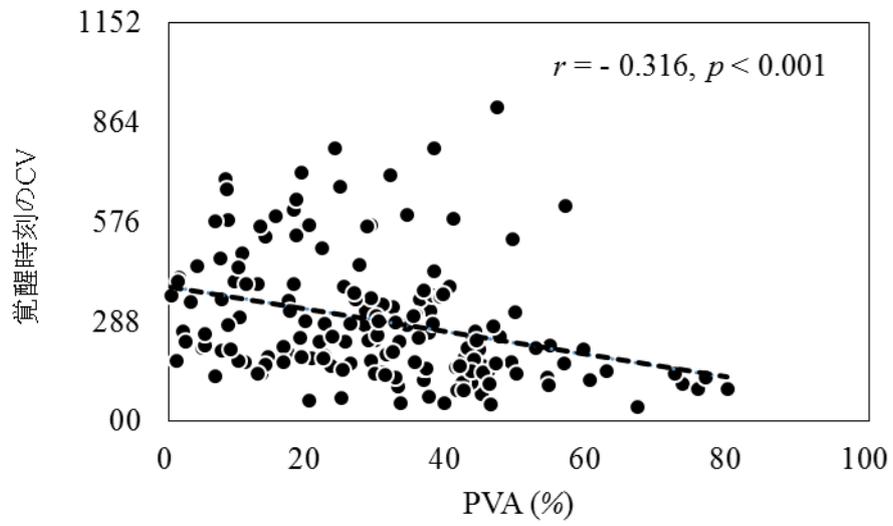
効果量	r	PVA (%)	月齢											
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
大	≥ .50	≥ 25	1	2	13	6	8	8	7	11	3	16	17	17
			(10)	(8)	(43)	(74)	(73)	(88)	(85)	(60)	(100)	(77)	(85)	
中	≥ .30	≥ 9	6	14	11	1	3	1	2	1	1	5	3	
			(60)	(54)	(37)	(13)	(27)	(12)	(15)	(20)	(20)	(23)	(15)	
小	≥ .10	≥ 1	2	10	6	1					1			
			(20)	(38)	(20)	(13)					(20)			
	< .10	< 1	1											
			(10)											

()は割合(%)

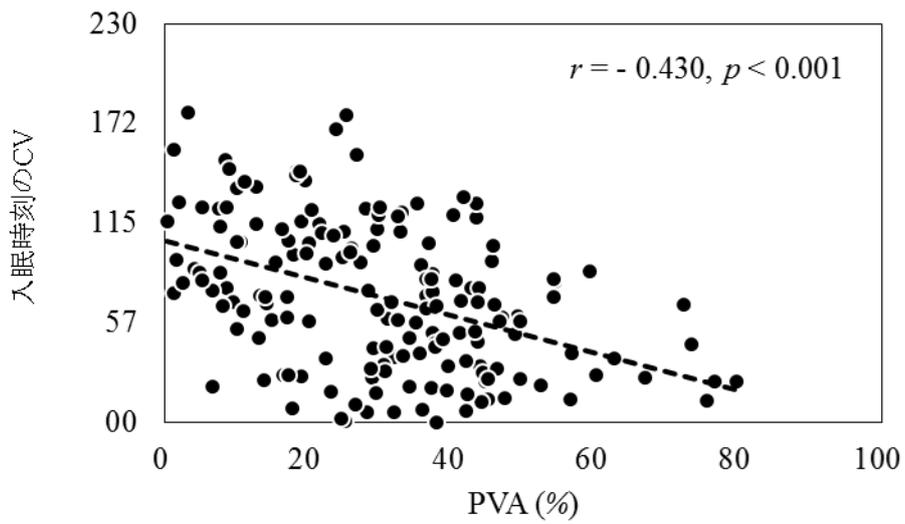
(2) PVA と睡眠の規則性

PVA が睡眠覚醒サイクルの規則性を反映しているなら、夜間睡眠時の覚醒時刻と入眠時刻の変動と関連があると考えられる。覚醒時刻や入眠時刻の日間変動の標準偏差を平均値で除した変動係数 (Coefficient variation: CV) を用いれば、夜間睡眠の規則性の指標として用いることができると考えられる。そこで、睡眠覚醒サイクルの規則性の指標として PVA の挙動を調べるため、PVA と覚醒時刻の CV、入眠時刻の CV、及び夜間睡眠時間の CV との相関を分析した。

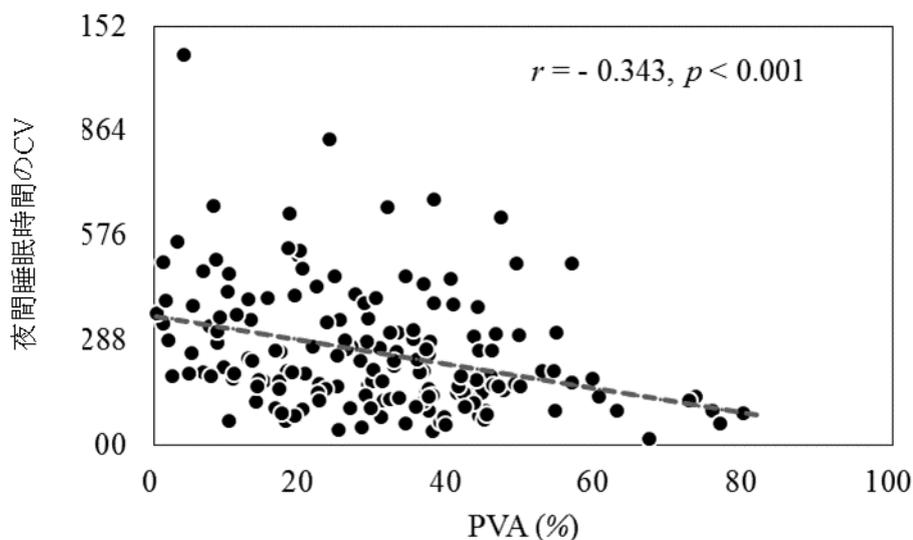
Figure 5-4 に、PVA と (a) 覚醒時刻、(b) 入眠時刻、(c) 夜間睡眠時間のそれぞれの CV との関係を示した。その結果、覚醒時刻 ($r = -0.316$, $p < 0.001$), 入眠時刻 ($r = -0.430$, $p < 0.001$), 及び夜間睡眠時間 ($r = -0.343$, $p < 0.001$) の CV との間に、それぞれ有意な負の相関があった。しかし、これら睡眠指標の CV は月齢とも有意な相関があった (覚醒時刻 ; $r = -0.190$, $p = 0.013$, 入眠時刻 ; $r = -0.321$, $p < 0.001$, 夜間睡眠時間 ; $r = -0.299$, $p < 0.001$)。前述したように、PVA は月齢と有意な相関があったため、これら PVA と睡眠指標の CV の間の相関は見せかけかもしれない。そこで、偏相関分析を実施したところ、月齢との共役要因を排除した後においても、PVA とこれら睡眠指標の CV との間の有意な偏相関が確認された (覚醒時刻 ; $r_p = -0.258$, $p < 0.001$, 入眠時刻 ; $r_p = -0.321$, $p < 0.001$, 夜間睡眠時間 ; $r_p = -0.223$, $p = 0.003$)。



(a) PVA と覚醒時刻の変動係数 (Coefficient variation: CV)。



(b) PVA と入眠時刻の変動係数 (Coefficient variation: CV)。



(c) PVA と夜間睡眠時間の変動係数 (Coefficient variation: CV)。

Figure 5-4. 乳児の月齢と 24 時間周期のコサイン波へ睡眠記録をフィッティングした際の適合度 (PVA) と各睡眠変数の CV との関係。

(3) PVA における個人差

Figure 5-3 に示すように、PVA は月齢が上がるとともに増加し、睡眠覚醒リズムの発達曲線を得ることができた。一方、同じ月齢内においても PVA にばらつきが観察された。そこで、PVA の個人差を調べるため、各月齢の PVA の標準偏差 (σ) に基づき 5 分類した。つまり、(1) $< -1.5\sigma$, (2) $-1.5 - -0.5\sigma$, (3) $-0.5 - 0.5\sigma$, (4) $0.5 - 1.5\sigma$, (5) $1.5\sigma <$ で分類し、それぞれグループ 1 からグループ 5 とした (Figure 5-5, Table 5-3)。グループ 1 から 5 の間では月齢の差はなかったが、グループ 1 と 2 の平均 PVA (それぞれ 10.5 と 17.8) は効果量が中程度 (9–25%) であり、乳児全体の 34%であった。グループ 3–5 (それぞれ 30.8, 39.3, 58.2) は効果量大 (25%以上) であった。

各睡眠指標に対して、グループ間について一要因分散分析を実施し、下位検定としてボンフェローニの多重比較を実施した (Table 5-3)。覚醒時刻の平均 ($F[4, 164] = 3.377, p = 0.011, \text{偏}\eta^2 = 0.076$) と CV ($F[4, 164] = 4.841, p$

= 0.001, 偏 η^2 = 0.105), 入眠時刻の CV ($F[4, 164] = 2.960, p = 0.021$, 偏 η^2 = 0.067), 及び夜間睡眠時間の平均 ($F[4, 164] = 2.885, p = 0.024$, 偏 η^2 = 0.066) と CV ($F[4, 164] = 2.866, p = 0.025$, 偏 η^2 = 0.065) についてグループ間に有意な主効果が認められた。また, 多重比較の結果から, グループ1の乳児は3, 4, 5グループの乳児よりも, 覚醒時刻がより遅く ($p < 0.05$), より大きい CV ($p < 0.05$), また, 4グループよりも夜間睡眠時間がより長かった ($p < 0.05$)。グループ2はグループ5に比較して, 入眠時刻の CV がより大きく ($p < 0.05$), また, 夜間睡眠時間の CV もより大きかった ($p < 0.05$) (Table 5-3)。

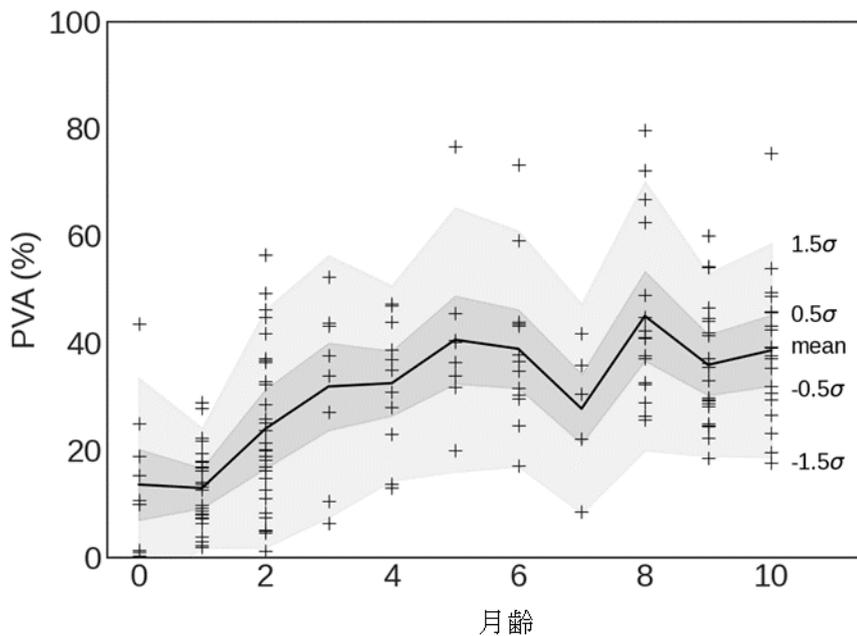


Figure 5-5. 乳児の月齢と PVA の平均値と標準偏差。

Table 5-3 PVAの標準偏差で分類した各グループの睡眠指標

		グループ						
		1	2	3	4	5	F	p
人数		5	53	64	34	13	-	-
月齢	month	4.6 (3.1)	5.1 (3.6)	5.1 (3.4)	4.4 (3.5)	4.8 (3.6)	0.258	0.904
PVA	範囲	< -1.5 σ	$\geq -1.5\sigma, < -0.5\sigma$	$\geq -0.5\sigma, \leq 0.5\sigma$	> 0.5 $\sigma, \leq 1.5\sigma$	> 1.5 σ		
	平均 (%)	10.5 (6.6) ^{c, d, e}	17.8 (10.9) ^{c, d, e}	30.8 (11.6) ^{a, b, d, e}	39.3 (13.0) ^{a, b, c, e}	58.2 (17.8) ^{a, b, c, d}	39.448	< 0.001
睡眠指標								
	覚醒時刻	9:00 (1:00) ^{c, d, e}	7:46 (1:13)	7:27 (1:01) ^a	7:23 (0:55) ^a	7:21 (0:43) ^a	3.377	0.011
	CV (分)	540 (80) ^{c, d, e}	324 (165)	283 (182) ^a	248 (164) ^a	198 (138) ^a	4.814	0.001
	入眠時刻	20:22 (0:29)	20:50 (0:54)	20:53 (1:01)	20:51 (1:08)	21:10 (1:11)	0.610	0.656
	CV (分)	52(60)	84 (43) ^e	70 (40)	70 (39)	44 (38) ^b	2.960	0.021
	夜間睡眠時間	740 (122) ^{b, c, d, e}	631 (73) ^a	627 (83) ^a	623 (75) ^a	604 (65) ^a	2.885	0.024
	CV (分)	303 (202)	303 (176) ^e	241 (169)	226 (137)	158 (86) ^b	2.866	0.025

カッコ内は、標準偏差
a、b、c、d、及び、eは、グループ1、2、3、4、及び5との間にそれぞれ有意差あり

5-4 考察

乳幼児期の睡眠パターンは、生後2か月くらいまでは数時間ごとに睡眠覚醒を繰り返し、その後夜間まとまった睡眠と数回の昼寝となる。そして1歳を過ぎる頃になると午後の昼寝が1回となる。このような成人とは異なった睡眠パターンで、また、発達に個人差があるため、養育者はタイミングよく寝かしつけたり起こしたりが難しく、養育の困難さを感じている。乳幼児には寝ぐずりや夜泣きといった睡眠トラブルが発生し、そのQOLの低下が考えられる。そこで本章では、乳児の睡眠覚醒リズムの規則性について指標化を試み、その実効性の確認をした。また、一般の養育者が乳児の睡眠覚醒リズムの規則性を容易に理解できる指標であることを目指した。養育者が自身の乳児の睡眠記録をつけることで睡眠データを得て、このデータに対して最小二乗スペクトル解析を適応し、24時間周期のコサイン波に最小二乗法でフィッティングした。どの程度フィッティングしているかを表す決定係数を百分率にしたものをPVAと定義した。このPVAは0から100の間の数値で表現されることより、一般の養育者においても乳児の睡眠覚醒リズムの規則性の程度の理解が容易になると考えられる。さらに、月齢ごとのPVAに着目することで、相対的な位置づけを把握することも可能となった。

リズム解析法の主なものとして、クロノグラム、ペリオドグラム、パワースペクトルなどあるが(Refinetti, Cornélissen, & Halberg, 2007)、生体リズムの解析には、 χ^2 ペリオドグラム(Jenni et al., 2006; Jud & Albrecht, 2006; Sokolove & Bushell, 1978)やコサイナー法(Ayalon et al., 2007; Haack et al., 2004; Koga & Halberg, 1982)、最小二乗スペクトル法がよく用いられる。 χ^2 ペリオドグラムとコサイナー法は周期性解析に限定して用いられるため、最小二乗スペクトル法(Okawa et al., 1984)を採用することにより、統計情報を扱うことを可能とした。中でもOkawa et al. (1984)がウルトラディアンリズムの周期性解析において決定係数を指標としているように、今回24時間の睡眠覚醒リズムの規則性の程度をスコア化するために決定係数を指標とし百分率をPVAとした。最小二乗スペクトル法によって、生後0-2ヶ月児に24時間に有意な周期が観察された。生後2ヶ月間は2-3時間周期のウルトラディアンリズムが優勢であり、概日リズムは生後2ヶ月以降に生じる

(Fukuda & Ishihara, 1997)。今回は、概日リズムの発達を調べるのが目的であり、ウルトラディアンリズムについては、検討対象とはしていない。

本来、概日リズムが見られない生後2ヶ月未満の乳児を含む、すべての乳児に対して、24時間周期のリズムのPVAを算出した。生後2ヶ月未満の乳児の中には、大きい効果量を示すPVAは生後0ヶ月で10%、生後1ヶ月で8%、生後2ヶ月で43%存在していたが、このことは、必ずしも生後間もなくから概日リズムが現れたことを示しているわけではないことに注意すべきである。最小二乗スペクトル法では、時系列データに対して、単一のコサイン波との適合度を求める。そのため、2時間周期や3時間周期のウルトラディアンリズムが優勢に認められる場合、その整数倍の波長である、低調波(subharmonics)としての“見かけ上”の24時間周期のコサイン波に対しても優勢な相関が得られてしまうからである。

上記のように、本章ではウルトラディアンリズムから概日リズムへの移行について検証することを目的としていない。しかしながら、ウルトラディアンリズムが概日リズムより優勢な場合、24時間周期以外の成分は24時間周期のS/N比を低下させ、その結果、PVAは小さくなる。実際、生後2ヶ月未満ではPVAの効果量が高い乳児は少数であり、おおよそ概日睡眠覚醒リズムがみられるようになる生後2ヶ月においては、PVAの効果量の高い乳児は約半数であった。

月齢とともにPVAの平均値が増加するとともに、24時間周期のリズムの効果量が大きい乳児の存在割合が増加していくこと、覚醒時刻、及び入眠時刻の変動との間についても、効果量が大-中の相関がみられることを合わせると、PVAは乳児における概日睡眠覚醒サイクルの規則性の指標とみなすことは可能であると考えられる。

また、個々の乳児についてその睡眠覚醒リズムの発達の相対的な目安とするため、各月齢のPVAを標準偏差、 -1.5σ 、 -0.5σ 、 $+0.5\sigma$ 、 $+1.5\sigma$ で分類し、これを用いて睡眠覚醒リズム発達曲線として活用が可能と考える。睡眠覚醒リズムが相対的に整っていない、 -0.5σ 未満のグループ1と2の乳児の構成比は34%となる。グループ1は、他のグループに比較して、遅い時刻に覚醒し、その覚醒時刻、及び夜間睡眠時間のばらつきがより大きかった。グループ2は、

同様に、覚醒時刻、及び夜間睡眠時間のばらつきがより大きかった。これらの結果は、グループ1と2の乳児は相対的に概日リズムが不規則であることを示唆する。20–30%の乳児が睡眠トラブルを抱えていると先行研究より報告がある(羽山・津田, 2011; Mindell et al., 2006; Sadeh & Sivan, 2009)。本研究では睡眠トラブルとの関連は検証していないが、概日リズムの規則性と乳児の睡眠トラブルとの関連性については、今後の検討課題である。

睡眠覚醒リズムが心身の発達や健康に重要であることは一般的に知られているが、現状では一般の養育者が客観的に、また、相対的に睡眠覚醒リズムを把握することは難しい。特に、0歳の乳児は1日に複数回の睡眠をとり、また、そのパターンが成長とともに著しく変化するため把握することは困難である。そこで、睡眠覚醒パターンの概日リズムの規則性を指標化したPVAを用いることで、これらの把握が可能になると考えられる。養育者の育児不安の主要因として、予測が困難な乳児の睡眠覚醒パターンのため、養育者本意の生活リズムで過ごすことが困難な状態が挙げられる(Bayer et al., 2007; Hiscock & Wake, 2001)。そこで、睡眠覚醒リズムの指標としてPVAを利用することで、養育者は乳児の睡眠パターンを把握し、今後の変化を推定することが可能となり、育児不安の低減につながると考えられる。

今後の展開として、例えば、PVAを算出するアルゴリズムを搭載したスマートフォン上のアプリケーションとして使用することで、養育者がPVAをリアルタイムで把握する事ができる。このPVAは、家庭で養育者が乳児を観察した睡眠記録、または、体動量計の測定記録のどちらの睡眠記録でも算出が可能である。この提案モデルをベースとしてTangeらは「ベビーリズム」アプリケーション α 版を作成した(Tange, Mitsui, Hayashi, & Ohira, 2020)。「ベビーリズム」は養育者が乳児の入眠時刻と覚醒時刻を入力する画面とPVAを表示する画面と睡眠覚醒リズムを規則正しく整えるためのアドバイスを表示する画面を保有する(Figure 5-6)。また、「ベビーリズム」のバックエンドでは睡眠記録からPVAを算出するモジュールと、アドバイスのデータベースのモジュールが構築されている。生後2ヶ月の乳児を持つ60人の母親にアプリケーションを使用してもらった結果、入眠時刻の標準偏差とPVAの値の間には有意な相関があった(Tange et al., 2020)。つまり、毎日の入眠時刻のバラつき程度が小さい

程，PVA の値は大きくなっていった。これは本章で得られた結果（Figure 5-4）と同様の結果であり再現性が確認された。育児記録のスマートフォン用のアプリケーションは多くの養育者が使用していて，このような育児トレンドに合わせたアプリケーションを用いることで，社会実装を進めることが可能である。

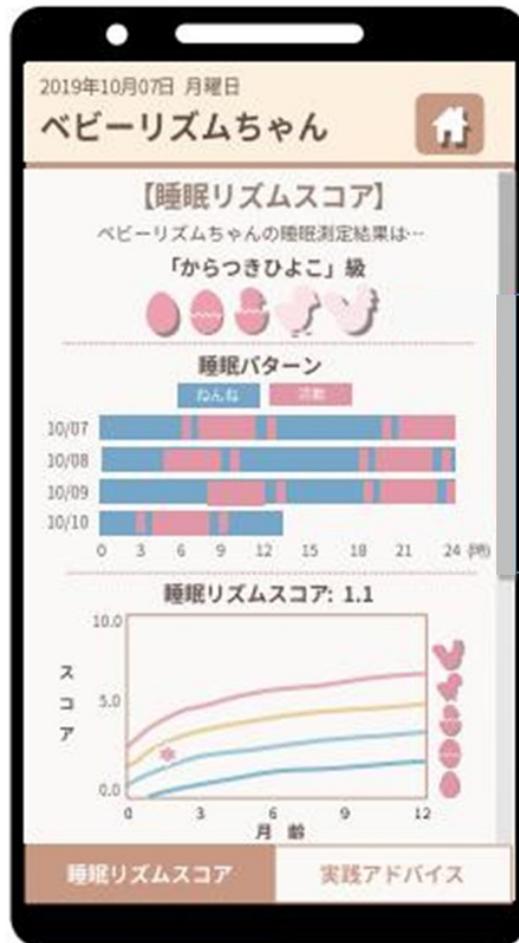


Figure 5-6. 「ベビーリズム」アプリケーションの画面。

本研究にはいくつかの限界がある。一つは，元になったデータが母親の主観による乳児の睡眠記録であった。養育者が乳児を観察して睡眠記録をつけるが，養育者も睡眠中である夜間は記録の正確性が不十分であることが考えられる。より正確性を高めるため活動量計を用いたデータを得て検証する必要がある。ただし，Sadeh (2004) の報告にあるように，母親による睡眠記録と活動量計による睡眠評価の間には 84%というある程度高い相関が知られていること

(Sadeh, 2004)より、今回の PVA の正確性は乳児の睡眠の状態を評価できていると考えられる。加えて、概日リズムを検討する上で睡眠記録が7日間であることについて、時系列データとして長さとしては短いかもしれない。しかしながら、乳児の睡眠覚醒パターンが数週間で著しく変化することを考えると、より長期間の睡眠記録の分析は不適切である。加えて、最小二乗スペクトル解析は短期間の時系列データに適応可能であり、この点でも本章で用いた7日間の睡眠記録の期間は計算結果に時系列データ不足の影響を低減させる点で有利である。最後に、前述したように、本章では PVA と睡眠トラブルとの関係は検討していないが、睡眠覚醒パターンの概日リズムは睡眠トラブルや心身の発達と関係することが先行研究で報告されている (Dearing et al., 2001; Reilly et al., 2005; Touchette et al., 2007)。この関係については今後の研究で検討すべき課題である。

さらに、本章の研究では PVA と授乳や排泄のタイミングとの関連については検討していない。授乳のタイミングの夜間睡眠への影響が報告されている

(Nakagawa, et al., 2021)。さらに、入浴やおむつ交換のタイミングなどは睡眠へ影響を与え、結果として睡眠覚醒リズムへ影響を与えることが推測される。これら養育のタイミングと PVA との関連を調べることで、養育のアドバイスに繋がり乳児の QOL 向上に寄与できると考えられる。

本章において、睡眠記録に対して24時間周期のコサイン波をフィッティングして算出した PVA と、リズム性の睡眠指標との間の相関を確認した。その結果、PVA は乳児の睡眠覚醒パターンの概日リズムの規則性を表す指標であることを確認できた。

5-5 要約

第5章では、乳児の生理心理状態のうち睡眠時における状態についての評価指標を確立するため、睡眠覚醒リズムの規則性の指標化を検討した。また、養育者の睡眠知識の不足が乳児の入眠困難や夜泣きなどの睡眠トラブルと関連するという報告もあることから、専門家でない一般の養育者が乳児の睡眠覚醒リズムの規則性を把握できる指標の確立を目指した。母親が乳児を観察し記録した7日間の睡眠記録データに対して、24時間周期のコサイン波をフィッティ

グした。この時の睡眠記録とコサイン波との間の適合度を示す値の百分率をPVAとした。PVAは月齢と有意な相関があり、さらに、規則性を示す睡眠指標である覚醒時刻、入眠時刻、及び夜間睡眠時刻の変動係数とも有意な相関があった。これらの結果より、PVAは乳児の睡眠覚醒リズムの24時間周期の規則性を表す指標となり得ると考えられ、また、百分率で表されるため一般の養育者が容易に理解できると考えられる。

第6章 総合考察

6-1 検討の総括

6-1-1 本研究の概観

本研究の対象である乳幼児は、日常の養育環境の中で生体機能や認知機能の基盤となる能力を身につける重要な時期を過ごしている。さらに、乳幼児期は周囲の人を含めた環境からの刺激を強く受ける敏感期でもある。しかし、生理的に未熟な状態で生まれてくる人間の乳幼児の養育には24時間継続的な周囲の人のかかわりが必要となり、その担い手は主に母親である。母親の育児ストレスに関しては、夫や周囲の知人、専門家、及びソーシャルサポートが重要であることが分かっており、国や自治体の育児施策が継続的に実施されている。しかし、乳幼児の行動観察や慣習に基づく育児方法だけでは、乳幼児の生理心理状態を把握することができず、養育者の不安やストレスは解決されない。近年、乳幼児の認知能力や感覚機能について神経学的・生理学的アプローチが確立してきた。そこで、観察だけでは分からない乳幼児の不快状態や、寝ぐずりなど特徴的な睡眠状態に養育者が直面した時、乳幼児の生理心理状態や発達の特徴を客観的な手法を用いて把握することができれば、乳幼児のQOL向上に繋がる養育の調整、及び養育者のストレスの低減に繋がると考えた。

そこで本研究では、乳幼児の不快状態、及び覚醒度の高い快状態を把握する指標として、唾液中アミラーゼ、及び前頭前野の脳血流動態を検討した。また、睡眠時における乳幼児の生理心理状態を把握するために、睡眠覚醒リズムの規則性の指標を検討した。この時、乳幼児が日常の生活環境で曝される軽微な刺激を対象として、母親の表情や紙おむつの素材の触感を対象の刺激とした。唾液中アミラーゼ、前頭前野の脳血流動態、及び睡眠覚醒リズムの指標によって、乳幼児の1日を通じた日常生活における生理心理状態を客観的に把握することが可能になると考えた。

6-1-2 本研究の背景と目的

第1章において、本研究の目的を日本の育児を取り巻く状況や乳幼児研究の

進歩を踏まえ以下のように説明した。神経学的に乳幼児期は敏感期であり、他の発達段階に比較し環境の刺激の影響をより強く受ける。刺激との相互作用の結果、生体機能や認知機能は成熟し、また、この相互作用の質や量は成長後の個人的傾向に影響を及ぼす。乳幼児の状態を把握し改善する試みは、早産児や障害児に対する医学分野の研究が先行的に進んでいるが、医学的治療の対象ではない一般的な家庭における乳幼児のQOLに対する研究はあまり進んでいないのが現状である。また、乳幼児は生後数年の間精緻な動作はできず、また、非言語コミュニケーションであるため、養育者の心身の負担が高まり、養育の困難さを感じる大きな要因となっている。

このような乳幼児期の特徴や養育環境、及び乳幼児研究の現状を受けて、本研究では乳幼児のQOLの向上に繋がる、乳幼児の生理心理状態を把握できる評価指標の確立を目的とした。ここでは、生命を脅かすような刺激に曝された時ではなく、日常の養育環境から受ける刺激に曝された時の生理心理状態を対象とした。

6-1-3 乳幼児の生理心理状態と養育の関係

乳幼児は生後数年の間精緻な動作はできず、また、非言語コミュニケーションであるため、養育者は養育のスキルが必要となる。しかし、核家族化を背景に乳幼児の特性を知る機会が減少している現在において、第2章では、どういった育児場面で養育の困難さを感じるのか構造化を試みた。生後1ヶ月から36ヶ月の乳幼児を養育する母親400人に対して、養育の困難さを感じる場面として13項目を設定したアンケートを実施した。アンケート調査の結果、養育の困難さを感じる場面は『乳幼児の状態』、『他者とのかかわり』、『母親の状態』に分類された。このうち『乳幼児の状態』に分類された、乳幼児のQOLに関する項目の「寝つきが悪いとき」、及び「乳幼児の気持ちが分からないとき」という乳幼児の生理心理状態を把握できないという状況において、養育の困難さを感じるようになった。特に、成人とは異なった特有の睡眠特徴を持つ乳幼児を養育する時、その睡眠特徴を母親が把握できない、さらに、乳幼児の睡眠パターンは発達による変化が速いため、母親は乳幼児の変化に合わせた養育の調整ができていないと考えられる。

また、乳幼児を持つ母親が養育上困難を感じる場面で、『母親の状態』に分類される項目のうち「自分が疲れているとき」が、母親が最も困難を感じる状態であった。このことは、母親が夫を含めた協力者や相談相手が少なく、乳幼児の養育に関する物理的、及び精神的な負担を抱え込んでいる状況を反映した結果だと考えられ、育児による母親の社会的孤立状態を表している。

一方、初めて笑った時や寝返りができた時など、乳幼児の成長の状態が分かりやすい場面は母親の感動体験となるが、寝ぐずりなど乳幼児の生理心理状態が分からない場面では、母親の育児ストレスに繋がるという関係性を明らかにした。

6-1-4 乳幼児の不快な状態の評価指標の検討

24時間を通じた乳幼児の養育において、まず、乳幼児の不快な状態の生理心理状態の評価指標を検討するため、3-1において、カテコールアミン分泌を伴う交感神経系—副腎髄質系（SAM系）のストレス反応である唾液中の α -アミラーゼ活性（唾液中アミラーゼ）に着目した。成人において心身のストレスを評価した複数の研究報告がある唾液中アミラーゼを用いたストレス評価方法は、少量の唾液採取で可能であるという利点が乳幼児の日常の状態でのストレス評価には適している。母親の笑顔、及び無表情は乳幼児にとって、それぞれ快・不快の刺激として採用した。生後3ヶ月以上の乳幼児にとって母親の表情は明らかな快/不快の刺激となることが分かっており、乳幼児へのポジティブ刺激/ネガティブ刺激として、母親の笑顔/無表情をそれぞれ設定し検証した。

乳幼児は笑顔刺激時よりも無表情刺激時で、有意に唾液中アミラーゼの値が高かった。この時、同時にビデオ画像で乳幼児の様子をコーディングしたところ、笑顔刺激時よりも無表情刺激時で乳幼児のネガティブ行動が有意に多く出現していた。これらの結果から、唾液中アミラーゼの値が高い時、乳幼児は不快な状態であることが示唆され、唾液中アミラーゼは乳幼児の不快状態の評価指標となり得ると考えられる。一方、唾液中アミラーゼは、従来からストレス指標として用いられている唾液中コルチゾールよりも分泌までの潜時時間が短く、また、刺激が取り除かれた時にはベースラインに速やかに戻る。このよう

に分泌の反応が鋭敏であることから、唾液中アミラーゼを分析することでタイムリーに乳幼児の不快感を評価できることを確認した。

この評価方法を用いて第3章—2では、日常の育児生活において毎日5—10回程実施されるおむつ交換時に、乳幼児が不快状態であるのかを調べた。特におむつ交換が困難と考えられるはいはい期の乳幼児は、紙おむつの違いでおむつ交換の時に不快な程度が異なることが明らかになった。乳幼児の動きを制限するテープ型紙おむつの交換では、動きの制限が少ないはいはい期用パンツ型紙おむつの交換よりも、乳幼児の不快感が高かった。

このようにおむつのタイプ違いでの交換時の不快状態を、唾液中アミラーゼの評価から確認できた。つまり、母親の無表情刺激であったり、テープ型紙おむつの交換であったり、日常の軽微な不快刺激を唾液中アミラーゼで評価できることを確認した。また、母親にとっても我が子が不快な状態でないことが分かれば、単に交換の手間の軽減だけでなく、養育の困難さの一要因である、「乳幼児の気持ちが分からないとき」という心理的不安の低減に繋がると思われる。

6—1—5 乳幼児の覚醒度の高い快状態の評価指標の検討

24時間を通じた乳幼児の養育において、乳幼児の不快感を評価できる指標を第3章で検討したのに続いて、第4章では乳幼児の覚醒度の高い快状態の指標を検討した。乳幼児は生後直後では快／不快の状態のみであるが、生後数ヶ月すると喜びや恐怖や驚きなどの情動の分化が見られ、養育者の側は、乳幼児の不快感を取り除きたいという欲求のみではなく、より覚醒度の高い快状態となる環境を提供したいと考える。第3章で検討した唾液中アミラーゼの課題は、不快刺激が強まっている状態、または、興奮するほど喜んでいる状態でも、ともにこの唾液中アミラーゼの値が高くなることである。

そこで、報酬系を司る眼窩前頭皮質の活動が反映される前頭前野の活動を、乳幼児の動きを制限することなく非侵襲で測定できるNIRSを用いて、脳血流動態を指標とし評価した。対象とする刺激として、生後しばらくの間は他の感覚よりも優位に働き、乳幼児の心身の成長発達に重要な触覚に着目した。生後2—6ヶ月、及び生後9—14ヶ月の各月齢群の乳幼児に対して、滑らかなお

むつ素材の触覚刺激，また，母親が撫でるといふ触覚刺激を呈示した。この時，乳幼児の前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度が有意に増加することが確認できた。母親に撫でられるようなスキンシップ時はオキシトシンが分泌され快情動が高まっている状態と考えられることから，報酬系を司る前頭前野の脳血流動態は覚醒度の高い快状態の評価指標となりうることが示唆された。

6-1-6 睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の検討

第3章と第4章において，唾液中アミラーゼを不快状態の評価指標，及び前頭前野の脳血流動態を覚醒度の高い快状態の評価指標として，乳幼児の覚醒時の生理心理状態を客観的に把握する指標を確立した。そして，第5章では，乳幼児の睡眠時の生理心理状態の把握について検討した。睡眠時の生理心理状態のうち，睡眠覚醒リズムの規則性について着目した。また，養育者の睡眠知識の不足が乳幼児の入眠困難や夜泣きなどの睡眠トラブルと関連するという報告もあることから，専門家でない一般の養育者が乳幼児の睡眠覚醒リズムの規則性を把握できる評価指標の確立を目指した。母子172人に7日間の睡眠記録を依頼し，そのうち169人のデータを解析した。母親が乳幼児を観察し記録した7日間の睡眠記録データに対して，24時間周期のコサイン波をフィッティングした。この時の睡眠記録とコサイン波との間の適合度を示す値の百分率をPVAとした。PVAは月齢と有意な相関があり，さらに，規則性の睡眠指標である覚醒時刻，入眠時刻，及び夜間睡眠時間の変動係数とも有意な相関があった。これらの結果より，PVAは乳幼児の睡眠覚醒パターンの24時間周期の規則性を表す指標となり得る可能性を確認した。さらに，乳幼児の睡眠実態を養育者が客観的に把握することが重要であるが，PVAは百分率で表され一般の養育者が容易に理解できる指標であると考えられる。

6-2 3つの評価指標の神経生理学的意味

ここでは，本研究で確立した指標に関する神経生理学的な機序について整理し考察する。周囲の環境から身体に加えられた様々な刺激は，外受容感覚器，及び内受容感覚器で検知され，末梢神経を介して脳（中枢神経系）に伝達される（Morgane, 1972）。脳では，それらの刺激が認知され統合される。生体の恒

常性を保つため、刺激に対応するようにと脳から発せられた指令は、交感神経系や内分泌系を介して全身に伝達され、各器官の亢進や抑制、また、ホルモンや神経伝達物質の分泌などの生体反応が現れる。一方、心理面については、乳児の基本的な情動の発現時期として、生後直後は興奮のみであるが、生後3ヶ月頃になると「快」、「不快」から分岐する形で「喜び」が発現し、同じ頃に「悲しみ」や「嫌悪」、生後4-6ヶ月頃には「怒り」、それより少し遅れ「恐れ」が発現することが報告されている(Barrett, 2016)。以上のような神経生理学的な機能が生後どの位の期間で成熟するのか、また、情動分化の発達段階を第1章のTable 1に示した。本研究では、乳幼児の生理心理状態を適切に評価できる指標として、唾液中アミラーゼ(第3章)、前頭前野の脳血流動態(第4章)、睡眠覚醒の観察記録(第5章)を検討した。Table 1にこれらの指標を加えTable 6-1にまとめた。これらの指標については、Table6-1のように生体機能の発達を踏まえた適用月齢が考えられる。

Table 6-1 乳幼児の神経発達と情動発達と観察の様子，及び本研究で
検討した3つの指標

年齢	神経発達	情動発達	観察の様子	本研究で検討した指標
0ヶ月-	末梢神経系，脊髄、 脳幹などで髄鞘化	快、 苦痛	泣く，浅睡眠，原始 反射	
1ヶ月-	視床下部が活性化	充足／興味／ 悲しみ／嫌悪	睡眠と覚醒の区別が でき始める	
2ヶ月-	大脳が機能し始める， 視覚野・聴覚野など に成人と同様の反応		あやすと笑う，喃語， ハンドリガード	
4ヶ月-	小脳の髄鞘化完了	喜び／驚き／ 怒り／恐れ	粗大運動の発達が顕 著 (首すわり／寝返り ／お座り)	
6ヶ月-	大脳辺縁系の成熟		複数の情動 (満足／怒り／恐 れ)	
7ヶ月-	前頭葉・頭頂葉など で髄鞘化		基本的な随意運動 (はいはい／つかま り立ち／伝い歩き)	
1歳半頃 - 3歳 過ぎ	シナプスの選択と 刈り込み，前頭前野 の発達	照れ／羨望／共感、 驕り／誇り／恥／罪	思考や感情の制御， 会話，精緻な運動	

第3章で検討した不快状態の評価指標の唾液中アミラーゼは，交感神経－副腎髄質系 (Sympathetic nervous - adrenal medullary system, SAM系)，すなわちアドレナリンの制御を受けていることが知られている (Groza et al., 1971; Speirs et al., 1974)。さらに，唾液中アミラーゼ分泌は，SAM系だけでなく直接神経作用による制御システムも存在する (山口・新井，2004; Figure 6-1)。この直接神経作用により唾液中アミラーゼ分泌が亢進される場合には，応答潜時時間が1－数分と短く，ホルモン作用の20－30分に比較して反応が顕著に速い。したがって，唾液中アミラーゼを用いれば，対象とした刺激に対する分泌反応を把握しやすく，コルチゾールよりも迅速に反応する優れた指標と考えられる。

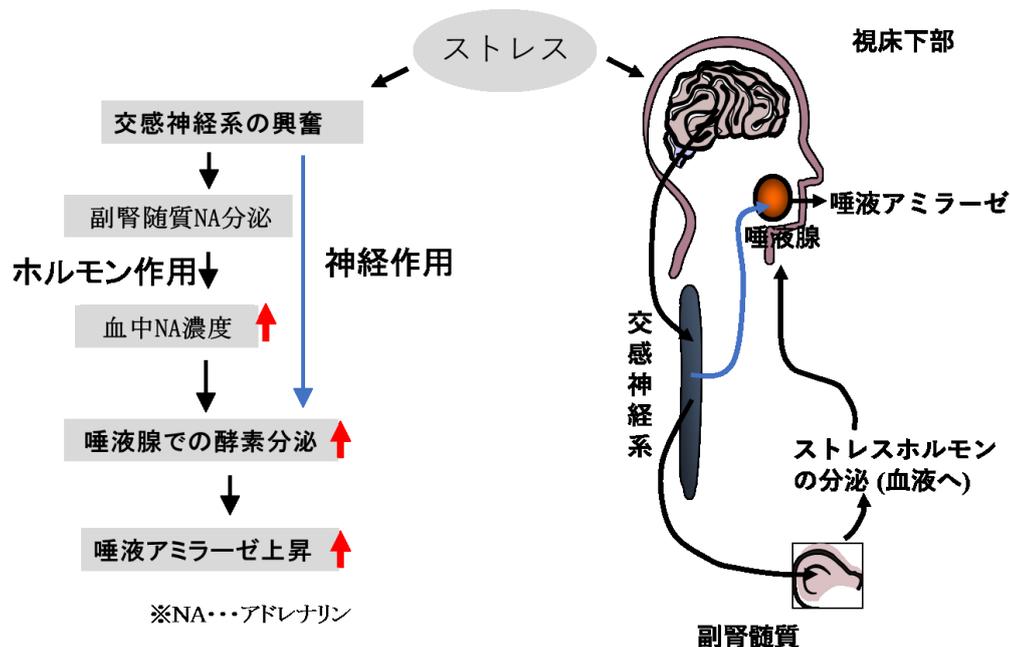


Figure 6-1. 唾液中アミラーゼの分泌の機序（山口・新井，2004を一部改変）。

次に，第4章で検討した前頭前野領域の脳血流動態の指標の神経学的な機序について整理する。眼窩前頭皮質は，報酬系や認識を担う部位である（Kida & Shinohara, 2013b）。また，報酬系を担う部位として，側坐核や扁桃体があるが，これらからの信号も眼窩前頭皮質へ投射され（國石・関口・山田，2021；Tsutsui & Watanabe, 2008），脳の複数の部位が連携して活動している状態について，前頭前野を測定することで総合的に捉えられる。この前頭前野領域を第4章ではNIRSで測定した。

最後に第5章で検討した睡眠覚醒リズムの規則性の指標PVAの神経学的機序を整理する。睡眠と覚醒を始めとした生体機能の概日リズムを制御するのは，視交叉上核にある体内時計である。視交叉上核からの信号が神経機構へ伝えられ，神経活動によって睡眠と覚醒の概日リズムが発現する。概日リズムは，体温やメラトニンの分泌からも評価可能である（明石，2011）が，高頻度で測定する必要や唾液や血液を採取する必要がある。本研究で用いた指標は，養育者が乳幼児の睡眠覚醒について容易に観察し記録ができ，かつ，養育者が乳幼児の睡眠パターンを実感できるというメリットがある。

本研究で実施した3つの指標に関連する脳部位は、Figure 6-2に示すように互いに近接した場所に存在し、密接に連携して生理心理状態を調整していると考えられる(Craig, 2002; Löken, Evert, & Wessberg, 2011; McGlone et al., 2012)。

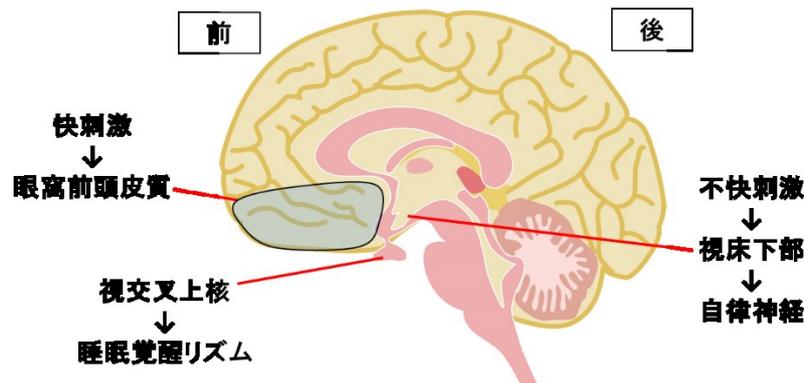


Figure 6-2. 快・不快・概日リズムの生理心理指標の神経伝達を担う脳の部位。

6-3 乳幼児の生理心理状態の評価指標確立の要件

6-3-1 3つの要件

生理心理学的な状態を評価する指標は、成人を対象とした研究が先行的に広く研究されてきた。環境からの刺激を受容した時の生理心理状態を評価するには、その生体反応や心理反応を自律神経系、内分泌系、及び近年では中枢神経系の活動を計測することで可能である。例えば、自律神経系の活動の指標としては、心拍変動、皮膚温、精神発汗などが挙げられる(三宅, 2017)。内分泌系の活動の指標としてはコルチゾール、免疫系の活動の指標としては免疫グロブリンなど、また、中枢神経系活動は脳波やfMRIが用いられている(山口・新井, 2004)。

本研究における対象である乳幼児の場合、その生理心理状態の評価指標を確立する要件として第1章の1-3「乳幼児研究の歴史と現状」で言及した3つの要件が考えられる。1つ目は、成人では機能している生体反応であっても乳幼児においてはその機能が未熟である場合も考えられるため、着目している指

標が外部刺激に対する応答性を示す必要がある。2つ目として、本研究で対象としている日常の軽微な刺激に対しても、その指標が検出可能である感度が必要である。3つ目として、乳幼児の日常の養育環境の中で過ごす状態を評価するためには、非侵襲であり、行動の制限が少ないことが必要である。

1つ目の要件の乳幼児において着目している生体の指標が、外部の刺激に対する応答性がある必要があるが、生後間もない乳幼児の生体機能が成人と同様に機能しているかを見極める必要がある。例えば、自律神経系の活動は胎児期から心身の恒常性を維持するため、成人のそれと比較すると未熟ではあるが機能していると考えられる(Wakai, 2004)。

次に2つ目の要件の指標の感度についてであるが、先行研究においては非日常の比較的強い刺激や、介入の強度が大きい刺激を対象とした場合の検討の報告がある。例えば、小児において人前でのプレゼンテーション課題のストレスや(Gilissen, Bakermans - Kranenburg, IJzendoorn, & Linting, 2008)、また、小児の歯科治療のストレスについて評価した報告がある(竹松他, 2015)。この他に、低出生体重児や新生児集中治療室の早産児を対象とした、採血時の注射の痛みのストレス時、あるいは、ベビーマッサージの効果について評価した報告がある(Cong, Ludington-Hoe, McCain, & Fu, 2009; Smith et al., 2013)。しかし、本研究で対象としている日常の養育環境から受容する不快刺激は、医療行為やベビーマッサージなどに比べると小さな刺激であるため、評価指標には高い感度が必要となる。

最後に3つ目の要件の非侵襲で、かつ、行動の制限が少ないことであるが、新生児集中治療室の光刺激や音刺激が早産児のストレスとなっているという心拍変動を用いた検証結果の報告がある(木原他, 2007)。しかし、心拍変動の解析には数分間の測定データが必要であり、この測定の間において、新生児以降の乳幼児においては、対象の軽微な刺激へ影響しないよう、乳幼児の動きや姿勢を統制することが困難な場合が多い。

6-3-2 不快状態の評価指標の要件

第3章では不快状態を評価するため、唾液中アミラーゼを指標とした。唾液中アミラーゼは、交感神経系-副腎髄質系システムで制御されている。交感神

経系の活動が亢進すると、神経伝達物質が唾液腺の α 受容体を刺激しアミラーゼの分泌が増える。交感神経系の活動を支配する自律神経系の活動は胎児期から身体の恒常性を維持するため、機能している(Wakai, 2004)。

不快刺激として母親の無表情、快刺激として母親の笑顔を用いた。これは日常の養育において乳幼児が多く受容する刺激のうちの1つである。この表情刺激を呈示した際の乳幼児の唾液中アミラーゼは、笑顔条件よりも無表情条件でより活性を示すという応答性があり、表情の違いを区別できる感度があった。また、唾液採取は30秒間チップを咥えることで可能であり、非侵襲で乳幼児の行動制限が少ない。

一方、内分泌系のコルチゾールは成人においては多くのストレス評価に用いられていたことから、第3章において唾液中アミラーゼとともに評価したが、刺激から分泌のピークが20-30分後であるため、その間の乳幼児の動きやその他の刺激の統制を取ることが困難で測定値にばらつきが多かった。この観点からも、刺激後1-2分後に分泌のピークのある唾液中アミラーゼを用いれば行動制限が少なく要件を満たしていた。以上のように、今回検討した唾液中アミラーゼは、生理心理状態の評価指標の確立のための3つの要件を満たしていた。

6-3-3 覚醒度の高い快状態の評価指標の要件

第4章では覚醒度の高い快状態を評価するため、眼窩前頭皮質を含む前頭前野の脳血流動態を指標とした。乳幼児に母乳の匂いを呈示した時、眼窩前頭皮質が賦活化していたという先行研究の報告(Porter & Winberg, 1999)などから、前頭前野の賦活化は覚醒度の高い快状態であると考えられる。さらに、ベルベットの触覚刺激を乳幼児の左掌に呈示した時のNIRSでの測定からも前頭前野の賦活化が見られた(Kida & Shinohara, 2013b)。このように、NIRSは種々の刺激に対して応答性を示すことが明らかになっており、乳幼児においても前頭前野の領域の活動を指標とすることが妥当と考えられる。また、紙おむつ素材の触覚刺激といった軽微な刺激を区別することができる感度の高い指標であった。さらに、脳血流動態の測定のため、生体への安全性の高い近赤外線を用いている。また、額部へのセンサーの装着という非侵襲で比較的行動制限

が少ない指標である。以上のように、今回用いた NIRS は、生理心理状態の評価指標の確立のための3つの要件を満たしていた。

6-3-4 睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の要件

第5章では睡眠時の生理心理状態を評価する指標として、睡眠覚醒パターンの24時間周期の規則性を表すPVAを用いた。PVAを算出するために必要な睡眠記録は、乳幼児期の多相性睡眠においても、養育者が容易にとることが可能である。これら養育者による睡眠記録は、活動量計による計測結果との間に84%の相関が確認されており(Sadeh, 2004)、その精度は比較的高い。また、養育者による乳幼児の睡眠に関する行動観察によるものであるため、乳幼児にとって非侵襲の指標である。

算出した指標であるPVAについても要件を整理すると、同じ月齢の乳幼児群において分散を持った値を示しており、個人差を判別できる感度があった。一方、生体機能の応答性、及び非侵襲で行動制限が少ないことについては、計算値であるため考慮の必要はない。以上のように、今回確立したPVAは、生理心理状態の評価指標の確立のための3つの要件を満たしていた。

以上の3つの指標について、それぞれ3つの要件を満たすことをTable 6-2にまとめた。

Table 6-2 評価指標確立の要件

評価対象	評価指標	生理心理状態の指標の要件		
		1. 応答性	2. 感度	3. 非侵襲
不快状態	唾液中 α-アミラーゼ活性	交換神経系-副腎髄 質系で反応	母親の表情や おむつ交換の質を 判別可能	少量の唾液を採取
覚醒度の高い 快状態	前頭前野の 脳血流量変化	眼窩前頭皮質を含む 前頭前野の活動	おむつ素材の 触感違いを区別	近赤外線測定
睡眠状態	概日リズム規則性	多相性睡眠をとる	母親の記録で可能	行動観察で記録

6-4 乳幼児の生理心理状態の評価指標の提案モデル

乳幼児と養育者との間の愛着の個人差は、対人関係やパーソナリティ発達の基礎となり、生涯発達過程の個人的傾向となる(Brazelton et al., 1974)。つまり、養育者を中心とした乳幼児期の環境は、個人の価値観や個性の形成へ影響を与え、その後の人生の基盤となる。具体的には、乳幼児期の環境は愛着の形成へ影響を与え、さらに成長後の運動機能や認知発達への影響も報告されている(Abbott et al., 2000; Moll & Tomasello, 2010; Raval et al., 2001)。こういった意味で乳幼児期の環境を調整する養育者の役割が重要である。

しかし、乳幼児の状態を把握する感受性の低い養育者も存在する。例えば、乳幼児の顔や泣きに対する健常な母親と産後うつ母親の脳機能の反応性の違いなどが明らかになっている(Piallini et al., 2015)。乳幼児側においても、養育者への愛着の質は安定型／葛藤型／回避型／無秩序型に分類され(Takahashi, 1986)、同じ刺激に対しても異なる生理心理状態となる。そこで、どのような養育者でも乳幼児の状態を把握できる指標が必要である。

日常の養育環境において、養育者はまず乳幼児の不快感を減少させたいという欲求がある。言葉による心身の症状やストレス状態に関する自己申告は、効果的な改善行動へ繋がる可能性が高く、結果としてQOLを向上させる重要な手段である(Monroe, 2008)。しかし、乳幼児は言葉による具体的なコミュニケーションができないため、乳幼児は自身の心身の状態や情動を養育者へ具体的に伝えることが必ずしもできるわけではない。そこで、ストレス反応システムの1つである交感神経系-副腎髄質系システムと関連する唾液中アミラーゼを、乳幼児の不快感の状態の評価指標として確立した。

次に、日中における養育環境において、養育者は覚醒度の高い快状態を増加させたいという欲求がある。喜びや嬉しさなど興奮をともなう比較的強い快刺激は交感神経系活動の亢進を伴うため、交感神経系活動の指標を用いたのでは乳幼児が不快な状態であるのか、覚醒度の高い快状態であるのかを区別することが難しい場合が存在する。そのため、新たな指標として前頭前野の脳血流動態をNIRSで測定した。ベルベットの気持ちよい触覚刺激の素材とニュートラルな触覚刺激である木製の素材をそれぞれ母親と乳幼児の左掌へ呈示したところ、母子ともに前頭前野の脳活動が賦活化されていた(Kida & Shinohara,

2013a)。このことから、前頭前野の脳血流動態を覚醒度の高い快状態の評価指標として確立した。

最後に、養育環境での睡眠時の乳幼児の状態を把握することが重要である。乳幼児の睡眠パターンは成人とは異なった多相性睡眠であり、また、入眠困難や夜間中途覚醒など睡眠トラブルが養育の困難さの要因となっており、養育を調整し睡眠トラブルを低減するにはその状態を客観的に把握することが重要である。睡眠を客観的に評価するための指標として、睡眠時間や睡眠の質が考えられるが、睡眠時間は個人差が大きいため評価が難しく、また、睡眠の質は脳波計測が必要となり、乳幼児の測定は被験者へ負担が大きい。そこで、養育者が入力した乳幼児の睡眠記録から算出したPVAを睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標として確立した。

以上のように、本研究では日中の養育環境の様々な刺激に曝される乳幼児が不快状態であるか、または、覚醒度の高い快状態であるかを養育者が把握可能となるように、唾液中アミラーゼ指標、及び前頭前野の脳血流動態指標をそれぞれ第3章、第4章で確立した。一方、夜間帯の睡眠の状態の目安となる睡眠覚醒リズムの規則性の指標を第5章で確立した。これら確立した3つの指標についてFigure 6-3に乳幼児の生理心理状態の評価指標のモデルを示した。

Figure 6-3に示すように、24時間を通じて乳幼児の不快状態を把握でき、また、日中については覚醒度の高い快状態を把握でき、そして、睡眠の概日リズムがどの程度整っているかを把握できる。このように、3つの指標で24時間を通じた日々の乳幼児の生理心理状態について把握可能となる。

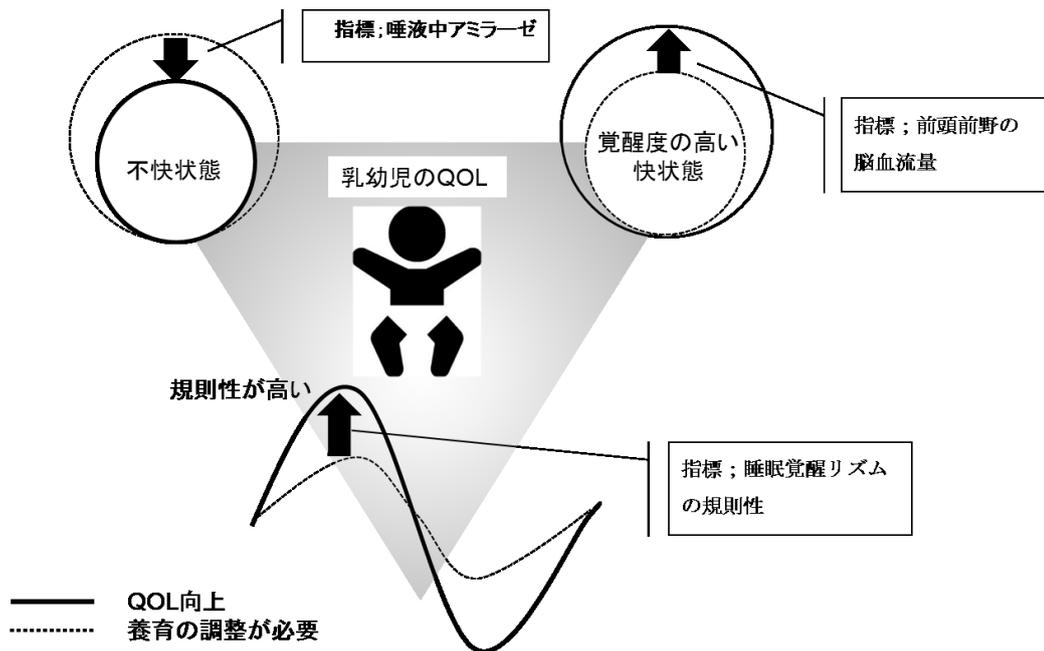


Figure 6-3. 乳幼児の基本となる評価指標の提案モデル。

6-5 乳幼児の生理心理状態の評価指標確立の意義

社会環境がこれまで以上の速さで変化中、人は自分の従来の考え方や習慣を変化させて社会環境に適応している。しかし、精神疾患患者数の増加や生きづらさを感じる人の増加などからも分かるように(厚生労働省, 2017), 人々は社会環境からの様々なストレスに曝されている。しかし、心身の不調に悩む人と豊かな社会生活を送ることができる人とが存在する。この環境の変化に対するストレスの耐性や適応力について、近年は個人の性格特性として「自己肯定感」の差に起因するとされる研究がある。自己肯定感とは、「自分は生きる価値がある、誰かに必要とされている」と、自らの価値や存在意義を肯定できる感情のことを指し、自分の良い面や悪い面も含めて自分のすべてを肯定できる、前向きな感情であるとされている(久芳他, 2006; 松井・奈良井, 2001)。

そして、この自己肯定感などを含む個人の性格特性は、生涯の中でも敏感期である乳幼児期の養育環境の影響を強く受け形成される。特に養育者からは強く影響を受け、その養育者への乳幼児の愛着の安定性は、その後の小児期における愛着の安定性(Main, Kaplan, & Cassidy, 1985; Wartner, Grossmann,

Fremmer - Bombik, & Suess, 1994)や思春期・青年期における自立発達などの心理的基礎となる(Allen, Hauser, Bell, & O' Connor, 1994; Ryan & Lynch, 1989)ことが報告されている。例えば、生理心理学的な実験例として、児童期の子どもが人前でプレゼンテーションする時のストレス反応である精神発汗を皮膚電位で計測した結果、愛着の安定性が高い児童に比較して愛着の安定性の低い児童は高いストレス反応性が報告されている(Gilissen et al., 2008)。このように乳幼児期の養育者との愛着の安定性が生涯の性格特性や対人関係の基礎となると考えられている(Brazelton et al., 1974)。

乳幼児は養育者の他にも養育環境からの刺激に常に曝されている。乳幼児が健康で快適に過ごすにはこの養育環境からの刺激に対して、乳幼児の生理心理状態が適切に保たれるように、養育環境の調整が重要となる。その刺激が乳幼児に短期的、または、長期的にどの程度の影響を与えているのかについて、生命や健康に直ちに影響のある病気や症状に関する研究が先行的に進んでいる。それに対して、影響の程度が比較的小さく、緩やかな刺激に関しては、従来解決すべき課題として捉えられていなかった。しかし、このような刺激の乳幼児への影響について、近年研究事例が報告されるようになってきた。例えば、新生児集中治療室の照明で睡眠覚醒リズムを整えた時、新生児の体重が増加したり(Brandon et al., 2002)、乳幼児の肌着の風合いが内分泌系へ与える影響(Watanuki & Mitarai, 1998)が確認されたりしている。さらに、スワドル(おくるみ)の乳幼児の夜間睡眠への影響(Gerard et al., 2002)など様々な領域の養育に関連する環境やモノからの刺激が乳幼児へどのように影響するかが検討されている。

これらの研究においては、対象が乳幼児であり、主観評価を適用することができないことから、生理学的な指標を含む客観的な指標の確立が必要である。主観値に反映されない小さな刺激であったり、慢性的に刺激に曝されることで馴化した状態であったりした場合、心拍変動やコルチゾール分泌量などの生理反応を指標とすることが有効である(Suga et al., 2019; 菅谷・井澤・野村, 2021)。このように、近年は日常の外部環境からの軽微な刺激に曝された時乳幼児の生理心理状態がどういった影響を受けるかを客観的指標を用いて明らかにし、QOLの向上を図る重要性が高まっている。

さらに、乳幼児は自分で環境からの刺激を調整することができないため、養育者が乳幼児の生理心理状態を把握することが重要となる。大人であれば居住空間の温度や光環境を調整したり、快適な衣類や寝具を選別したりと、自ら調整することが可能であるが、乳幼児は不快状態の度合いが高い場合、泣きで表現するに留まる。しかし、養育者にとっては泣きの要因が分からず、養育の困難さを感じる大きな要因となる(Milgrom & Mccloud, 1996; Sato et al., 1994; Shimizu, 2017)。第2章で、乳幼児を養育する上で養育者が困難さを感じる場面について、母親にアンケート調査を実施した。その結果、乳幼児のQOLに関する項目の「寝つきが悪いとき」、及び「乳幼児の気持ちが分からないとき」という乳幼児の生理心理状態を把握できていないという状況において、養育の困難さを感じるということが明らかになった。乳幼児のQOLを維持・向上できるように養育を調整するため、乳幼児の生理心理状態を養育者が把握することが重要である。

第3章では母親の表情を見た時の乳幼児の不快状態を唾液中アミラーゼで確認した。また、紙おむつの交換や紙おむつの素材の触覚刺激に曝された場合、乳幼児は覚醒度の高い快状態であることを第4章で確認した。また、乳幼児特有の睡眠については、養育者が養育の困難さを感じる場面であることを第2章で確認した。入眠困難や夜間中途覚醒などのトラブルを低減するためにも概日リズムの発達をサポートすることが重要であり、そこで第5章では、養育者が把握可能な乳幼児の概日リズムの規則性の評価指標を確立した。

環境からの刺激に乳幼児が曝される時、乳幼児の生理心理状態を客観的な指標で把握することで、どんな養育者においても乳幼児の生理心理状態を把握することができる。そして、養育者が乳幼児の生理心理状態を把握することによって、適切に養育を調整することにつながると考えられる。このような乳幼児の生理心理状態の評価指標確立と養育者の養育の調整の関係について Figure 6-4 に示した。Figure 6-4 に示すように、乳幼児は誕生直後から住環境や身に着ける物などから様々な種類の刺激を受けている。養育者が乳幼児の不快状態を取り除き、また、覚醒度の高い快状態になるような環境を乳幼児に提供するとともに、夜間の休養期には不快状態を下げるといった養育の調整がなされると、乳幼児は日中の活動期と夜間の休養期にメリハリがつき、概日リズムの規

則性が整うと考えられる。乳幼児の不快、快、概日リズムの規則性の3つの指標を用いることで乳幼児自身のQOLの維持・向上に貢献するばかりでなく、養育者が乳幼児の状態が分からないといった不安や育児の困難さの低減に繋がると考えられる。

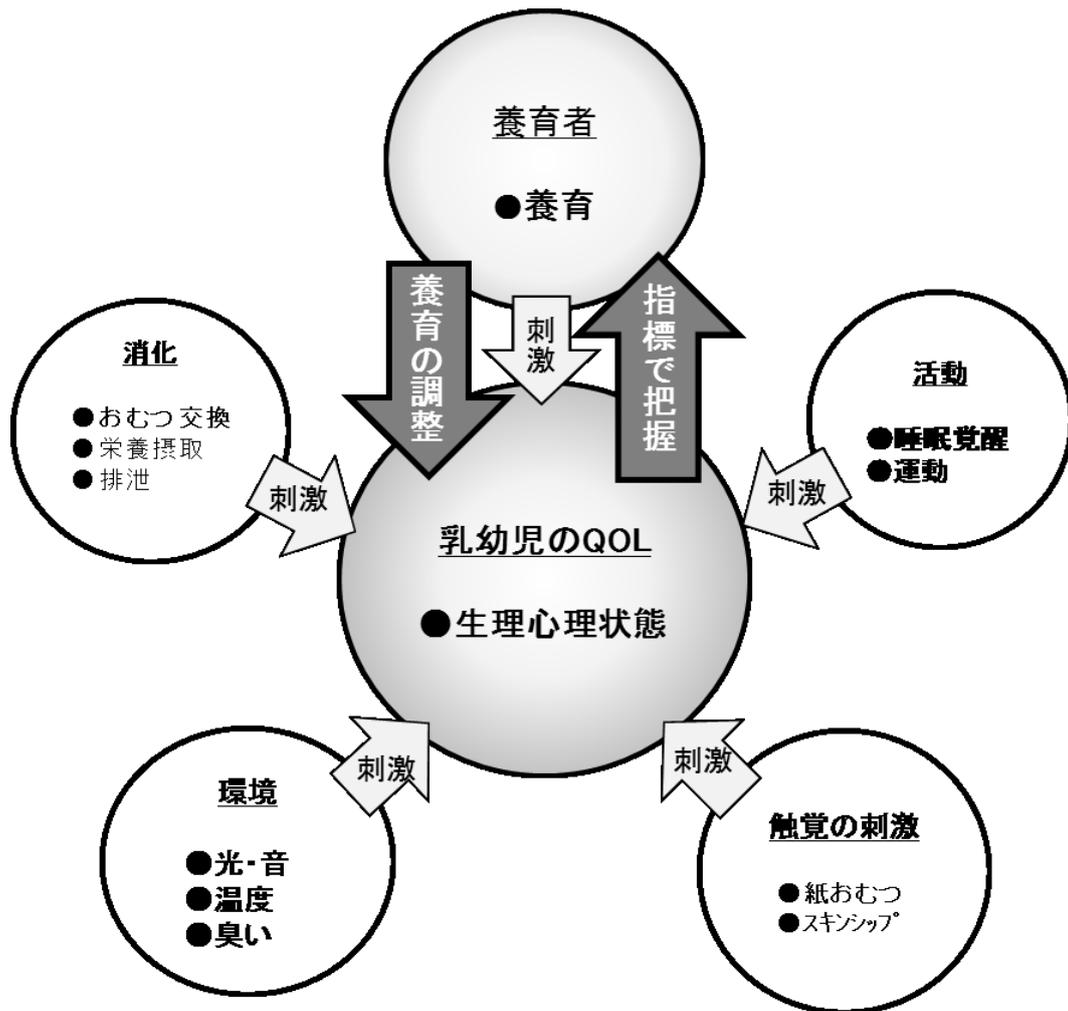


Figure 6-4. 乳幼児の生理心理状態の指標確立と養育の調整の関係。

6-6 社会での応用可能性

まず、本研究で確立した3つの指標の社会での応用の可能性について考察する。不快刺激の評価指標である唾液中アミラーゼを用いることで、乳幼児の不快状態を客観的に把握することができる。これによって、養育者は養育の調整

が可能となる。第3章で評価指標を確立するための事例として取り上げた不快刺激は、母親の無表情と、紙おむつの交換であった。これらは乳幼児を養育するための環境の一つであるが、このように環境からの特定の刺激に対して、唾液中アミラーゼ指標で不快状態を評価することが可能となった。本研究で用いた唾液アミラーゼモニターは一般家庭で使用可能な仕様で販売されてはいるが、日常の刺激に曝された時の軽微な刺激を評価するには、条件の統制の必要から研究機関での評価が妥当と考えられる。特定の刺激ごとの評価結果を育児アドバイスとしてデータベース化して、一般の養育者が活用できる状態にすれば、リアルタイム性は現時点ではないが、エビデンスベースの養育のガイドラインとなると考えられる。さらに、育児関連産業の育児用品の設計や環境設計のガイドラインにもなり得ると考えられる。

例えば、養育環境の中で乳幼児への刺激と想定されるものとして、部屋の温湿度や照明、あるいは、寝具や衣服が考えられる。母子が同じ部屋で就寝する時の部屋の温湿度の調整方法に関する調査では、母親は自分の温湿度の感じ方を基準に調整していることが示唆されている(有富・堀越, 2009)。実際は、成人である母親に比較して乳幼児は体温調整能力が未熟であるので、乳幼児が不快状態とならないような温湿度の調整が必要である。この他の事例として、衣服からの刺激である着圧や肌触りに関して、乳幼児特有の体型や動きの特徴(杉浦, 2009)に基づく衣服設計や選択が必要と考えられる。こういった衣服からの刺激が乳幼児にとって不快刺激となっていないかを唾液中アミラーゼ指標を用いることで評価可能となるだろう。

次に前頭前野の脳血流動態を測定することによって、紙おむつ素材の触感の違いによって、乳幼児の覚醒度の高い快状態とそうでない状態を評価できることを第4章で確認した。この評価結果からタッチケアのように、より覚醒度の高い快刺激となり得る素材の触感が存在することも分かった。前頭前野領域の脳血流動態を指標とすれば、触感以外にも視覚や聴覚の刺激についても客観的な数値が得られ、広い範囲の刺激に対して評価が可能と考えられる(平野・山本・柳澤・綱島, 2015; 柳澤・綱島, 2016)。視覚刺激としては、絵本や玩具などのデザインについて、色や配置など乳幼児が認知しやすい要素を把握するなどの応用(斉藤・青山・利島, 2007)が考えられる。また、乳幼児は人の顔様

の形状を好む、また、見慣れたものより新規なものを選好注視するなど乳幼児の発達特徴に基づいた育児用品やコミュニケーションの開発につなげ、より日中の活動や覚醒レベルが高まるような養育のサポートが可能になると考えられる。また、触覚刺激としては、本研究において対象とした紙おむつ素材の NIRS データと風合い特性データをセットで取得することで、覚醒度の高い快触感を高める素材やその特性を特定できる可能性がある。

近年、ポータブルの NIRS が開発されているが、一般の家庭で養育者が利用可能なレベルではなく、研究機関で個別に刺激ごとに評価結果を得て、先に述べたようにデータベース化し、ガイドラインとして養育者へ提案することが現実的であると考えられる。

3つ目の指標として、睡眠覚醒リズムの規則性の指標 PVA の社会での応用であるが、第5章の Figure 5-3 のように、月齢ごとの PVA データを睡眠覚醒リズム発達曲線として構築しておくことで、PVA の平均と標準偏差から、乳幼児が標準値に比較してどの位置に該当するかが分かる。PVA が低い乳幼児に対しては、覚醒したら明るい部屋で過ごし、入眠時は規則正しい時間に部屋を暗くするなど日中と夜間でメリハリを付けるよう養育の調整をする目安になり得る。さらに、不快状態を少なくし、日中は覚醒度の高い快状態で多く過ごすことができれば、PVA を高めることに繋がる。また、夜間中途覚醒や入眠困難が多い乳幼児の場合、養育者の養育の困難さが高まるが、PVA の睡眠覚醒リズム発達曲線を目安にすることによって、現在のような睡眠トラブルの多い状況はいつまでも続かないという見通しを持つことができ、安心感に繋がると考えられる。今後の展開として第5章で述べたように、スマートフォン用アプリケーションを開発することで、PVA を養育者へフィードバックができ、養育者は寝かしつけるタイミングなど調整することが可能となり、乳幼児の QOL の向上に繋がると考えられる。

6-7 本研究の限界と今後の展望

本研究は、日常の養育環境からの軽微と思われている刺激に対する乳幼児の生理心理状態を把握するために、不快状態、覚醒度の高い快状態、睡眠覚醒リズムの規則性についての3つの指標を確立した。本研究の限界として、不快刺

激、及び覚醒度の高い快刺激として母親の表情、紙おむつ交換、紙おむつ素材の触覚刺激以外の刺激については検討していない。乳幼児は日常的に養育環境から無数の刺激に曝されているが、1つ1つ検討していくには長期間かかる。そのため、軽微な刺激と思われるものでも乳幼児に対して影響が大きいと思われるものから評価を実施していくことが効率的であると考えられる。

2つ目の限界として、3つの指標の間の関連性については検討ができていない。つまり、乳幼児の不快状態が少なく、さらに、日中の覚醒度の高い快状態が多い場合、日中と夜間のメリハリがつくことで睡眠覚醒リズムの規則性が高まると想定されるが確認はできていない。

一方、本研究の今後の展望として、これらの指標を用いて不快状態かそうでないかを判別するだけでなく、刺激の大きさの閾値を明らかにすることが可能であろう。そうすることによって、その刺激を全て取り除くことは不可能な場合でも、刺激を低減し閾値を超えないよう調整し、乳幼児が不快状態とならないようにすることが可能となる。同様に、覚醒度の高い快状態にするためには、閾値を超えた刺激を提供するための目安を得ることが可能となる。PVAについては、睡眠トラブルとの関連を調べることで、睡眠トラブルを低減するための閾値を求めることが可能と考えられる。さらに、発達遅延児の睡眠覚醒リズムの乱れは複数報告されており(小西, 2017; 三池・小西・中井, 2015; Richdale & Schreck, 2009), PVAと発達指標との関連を調べることで、発達スクリーニングとして利用することが可能と考えられる。

この分野での今後の発展として、心身の状態をセンシングできるウェアラブルセンサーやカメラなどの非接触センシング技術の開発が進み、本研究で確立した指標を含め乳幼児の生理心理状態を示す指標をICTへ搭載することができれば、測定の侵襲性をより低減でき、養育者は乳幼児の様子を養育生活の中で負担なく把握することが可能となる。また、母親と父親と、または、保育士と複数の養育者が養育に携わる場合には、乳幼児の生理心理状態を客観的な根拠に基づいて把握することが特に重要となる。このように、乳幼児の生理心理状態を負担なく把握できるICT技術が浸透し、複数の養育者が乳幼児の生理心理状態について共通の認識で養育する状態が実現できれば、乳幼児のQOLの維持・向上、及び養育者の養育の困難の低減に繋がると考えられる。

また、確立した指標を用いることで敏感期である乳幼児の生理心理状態と思春期・青年期・成人期における性格特性や自己肯定感との関連について解明が進むことで、乳幼児期の養育環境において成長後に影響を与える因子の発見に繋がると考えられる。そういった因子に対して養育を調整し乳幼児のQOLを維持・向上することで、心身の不調が少なく、精神疾患などに悩むことのない生涯を豊かに過ごすことができると考えられる。

自身の状態を言葉や表情・動作で表現できない乳幼児の生理心理状態を養育者が把握することができる指標を確立することは、養育者が乳幼児の不快状態を低減し、また、覚醒度の高い快状態をより取り入れ、そして、活動と休息の規則正しい生活リズムで養育を行うために指標を活用することを可能とする。成長後の強い心身の発達のために、このような指標を活用し養育を調整することで、敏感期である乳幼児のQOLの維持・向上が実現できると考えられる。

6-8 要約

第6章の総合考察では、まず本研究の概観として、対象である乳幼児とその養育について現状と課題を整理した。乳幼児期は養育環境から刺激を受け生体機能や認知機能の基盤となる能力を身につける重要な時期で、その刺激から強く影響を受ける敏感期である。しかし、生理的に未熟な状態で生まれてくる乳幼児の養育には、24時間継続的な周囲の人の養育が必要となる。その主な養育者である母親の育児ストレスは社会的な課題である。育児ストレスの要因の1つとして、乳幼児の生理心理状態を把握することが難しいことが考えられる。一方、乳幼児研究として、近年乳幼児の認知能力や感覚機能について神経学的・生理学的アプローチが盛んに進められている。そこで、本研究の目的として、日常の養育環境の中の軽微な刺激に曝された時の乳幼児の生理心理状態を、一般の養育者においても客観的に把握できる指標の確立を検討した。

次に、第2章から第5章の検討内容から得られた成果の総括をした。第2章においては、核家族化を背景に乳幼児の特性を知る機会が減少している現代において、どういった育児場面で養育の困難さを感じるのかの構造化を試みた。母親へのアンケート調査結果から、養育の困難さを感じる場面として、「子どもの気持ちが分からないとき」、及び「寝つきが悪いとき」ということが明ら

かになった。第3章から第5章では、乳幼児の不快刺激、及び覚醒度の高い快刺激のそれぞれに曝された場合の乳幼児の生理心理状態を把握する指標として、唾液中アミラーゼ、及び前頭前野の脳血流動態を検討した。また、睡眠に関連した乳幼児の生理心理状態を把握するために、睡眠リズムの規則性の指標PVAを検討した。

そして、本研究で確立した指標に関する神経生理学的な機序について整理し考察した。乳幼児が環境からの刺激に曝されると、外受容感覚器、及び内受容感覚器で検知され、末梢神経を介して中枢神経系に伝達される。このような神経生理学的な機能、及び情動分化など心身の機能の発達を踏まえることで、各指標の適用月齢を整理した。また、本研究で確立した3つの指標の制御に関わる脳部位は、互いに近接した場所に存在し、密接に連携して生理心理状態を調整していると考えられた。

次に、乳幼児の生理心理状態の評価方法を確立する要件を整理した。指標確立の時の必要要件は、(1) その指標が乳幼児において生理学的、また、神経学的に機能していること、(2) 日常の比較的軽微な刺激を評価できる感度があること、(3) 非侵襲で動きの制限が少ないこと、という観点を踏まえることの重要性を考察した。

次に、3つの指標の関連性を考察し、評価指標の提案モデルについて述べた。1日を通じて乳幼児の不快状態が低減されているか、また、覚醒時には覚醒度の高い快状態が増加しているかの指標として、それぞれ唾液中アミラーゼと前頭前野の脳血流量動態が考えられる。また、日々の睡眠覚醒の概日リズムの規則性の指標として、PVAが考えられる。このように、3つの指標で24時間を通じた日々の乳幼児の生理心理状態について把握可能となる。

次に、本研究の意義について述べた。乳幼児の生理心理状態を客観的な指標で把握することで、養育経験の浅い養育者においても乳幼児の生理心理状態を把握することが可能となる。そして、養育者が乳幼児の生理心理状態を把握することによって、適切に養育を調整することに繋がると考えられる。養育者が乳幼児の不快、快、概日リズムの規則性の3つの指標を目安として養育を調整することで、乳幼児のQOLの維持・向上に貢献するばかりでなく、乳幼児の状

態が分からないといった不安からくる養育者自身の養育の困難さの低減に繋がると考えられる。

次に、この提案モデルの社会での応用の可能性について述べた。本研究では軽微な刺激を対象としているため、唾液中アミラーゼや脳血流動態について、研究機関での評価が妥当と考えられる。そこで、特定の刺激ごとの評価結果を育児アドバイスとしてデータベース化して、一般の養育者が活用できる状態にすれば、エビデンスベースの養育が可能となると考えられる。また、睡眠覚醒リズムの規則性の指標 PVA については、スマートフォン用のアプリケーションを利用できると考えられる。育児記録のスマートフォン用のアプリケーションは、近年多くの養育者が使用している。これらのことから、スマートフォンを用いることで、一般の養育者が指標を活用することが可能となると考えられる。

最後に、本研究の限界と今後の展開について述べた。本研究の限界として、母親の表情、紙おむつ交換、紙おむつ素材の触覚刺激以外の刺激については検討していないこと、及び3つの指標の間の関連性については検討ができていないことである。一方、本研究の今後の展望として、これらの指標を用いて不快状態かそうでないかを判別するだけではなく、刺激の大きさの閾値を明らかにすることが可能となると考えられる。さらに、この分野での今後の発展として、生体センシング技術の開発が進めば、生理心理状態を示す指標を ICT へ搭載することで、養育者は乳幼児の生理心理状態について、養育生活の中で負担なく把握することが可能となり、乳幼児の QOL の向上に繋がると考えられる。

本論文の要約

本研究の目的は、養育環境における軽微な刺激に曝された時の乳幼児の生理心理状態を客観的に評価できる指標の確立である。

第1章 乳幼児の生理心理状態の研究の概観と本研究の目的

乳幼児期は人を含めた周囲の環境からの刺激の影響を強く受ける敏感期である。そして、これらの刺激との相互作用を通じて乳幼児の心身の機能は成熟するが、この相互作用の質や量は成長後の個人的傾向に影響を及ぼす。また、乳幼児の研究において、生命の危機や疾病に関する研究は先行的に進んでいるが、乳幼児のQOL向上に向けた研究は体系的なものはほとんど見られない。QOLに影響する養育環境からの刺激は病気や治療などの影響と比較すると刺激の程度が軽微で評価が難しい。さらに、養育の視点では、全ての養育者が乳幼児の生理心理状態を適切に把握することは必ずしもできていない。このことは、養育者の育児不安の要因にもなっている。そこで、本研究の目的は、養育環境における軽微な刺激に曝される時の乳幼児の生理心理状態を把握できる客観的な指標の確立である。

第2章 乳幼児の生理心理状態と養育の関係

第2章では、乳幼児の生理心理状態を把握できないことと養育者が感じる養育の困難さとの関係を明らかにした。乳幼児を養育する上で養育者が困難さを感じる場面について、母親にアンケート調査を実施した。アンケート結果をクラスター分析したところ、3つのカテゴリーに分類され、そのうちの乳幼児のQOLに関する場面に分類される「乳幼児の気持ちが分からないとき」、及び「寝つきが悪いとき」という場面で、より多くの養育の困難さを感じるということが明らかになった。この結果から、乳幼児の生理心理状態を把握することの重要性が示唆された。

第3章 乳幼児の不快状態の評価指標の検討

第3章では、乳幼児の不快状態を評価する指標として、SAM系のストレス反応である唾液中アミラーゼを検討した。評価に用いた不快刺激として、乳幼児が最も身近に接する母親の表情、及びおむつ交換時の負荷を選定した。母親の無表情刺激であったり、テープ型紙おむつの交換であったりといった日常の軽微な不快な刺激は対照刺激と比較して、乳幼児の唾液中アミラーゼの分泌量は有意に増加した。これらの結果より、日常の軽微な不快な刺激に曝された際の乳幼児の不快状態の評価指標として唾液中アミラーゼが妥当であることを確認した。

第4章 乳幼児の覚醒度の高い快状態の評価指標の検討

養育者は乳幼児の不快を取り除きたいという欲求のみではなく、より覚醒度の高い快状態を乳幼児に提供したいと考える。そこで、第4章において、乳幼児の覚醒度の高い快状態の指標の確立を検討した。報酬系を司る眼窩前頭皮質の活動が反映される前頭前野の脳血流動態を指標としNIRSで測定した。母親に撫でられた時の刺激、及び滑らかなおむつ素材の刺激に曝された時、乳幼児の前頭前野の脳活動は有意な賦活化が確認され、つまり、覚醒度の高い快状態の評価指標となりうることを確認した。

第5章 睡眠覚醒リズムの規則性の評価指標の検討

養育者の睡眠知識の不足が乳幼児の入眠困難や夜泣きなどの睡眠トラブルと関連するという報告もあることから、専門家でない一般の養育者が乳幼児の睡眠覚醒リズムの規則性を把握できる指標の確立を検討した。睡眠記録データに対して、24時間周期のコサイン波をフィッティングした。この時の睡眠記録とコサイン波との間の適合度を示す値の百分率をPVAとした。PVAは月齢や入眠時刻の変動係数との有意な相関があったことから、睡眠覚醒パターンの概日リズムの規則性を表す指標となり得ることを確認した。また、百分率で表されるため一般の養育者が容易に理解できると考えられる。

第6章 総合考察

第1章で本研究の概観と研究の枠組みについて、また、第2章では、乳幼児の生理心理状態と養育の困難さとの関係について構造化を検討した。そして、第2章から第5章で、乳幼児の生理心理状態のうち、不快状態、覚醒度の高い快状態、及び睡眠覚醒リズムの規則性について、それぞれ客観的な指標確立の検討について述べた。そして、3つの指標の確立時の要件として、(1) 生理学的、また、神経学的に指標の生体反応がある程度成熟し機能していること、(2) 日常の軽微な刺激を評価できる感度があること、(3) 非侵襲で動きの制限が少ないこと、という観点の重要性を考察した。また、確立した3つの指標で、24時間を通じた日々の乳幼児の生理心理状態について把握可能となる提案モデルについて考察した。最後に、乳幼児の生理心理状態を3つの指標で客観的に把握することは、養育者が24時間を通じた日々の養育を適切に調整することが可能となる。そして、このことが乳幼児のQOLの維持・向上に繋がるといふ提案モデルの意義について述べた。

利益相反について

著者に関する利益相反について、下記のように開示いたします。

記

ユニ・チャーム株式会社の共同研究費用にて、本研究は実施しました。

以上

引用文献

- Abbott, A. L., Bartlett, D. J., Fanning, J. E., & Kramer, J. (2000). Infant motor development and aspects of the home environment. *Pediatric Physical Therapy, 12* (2), 62. <https://doi.org/10.1097/00001577-200001220-00003>
- Abidin, R. R. (1992). The determinants of parenting behavior. *Journal of Clinical Child Psychology, 21* (4), 407-412.
- Adamson, L. B., Beckman, R., & Deborah, D. F. (2004). The development of symbol-infused joint engagement. *Child Development, 4* (75), 1171-1187.
- Ainsworth, M. D. S., Blehar, M. C., Waters, E., & Wall, S. N. (2015). *Patterns of attachment*. UK: Psychology Press.
- 明石真 (2011). ヒトの概日時計を評価するための新手法 医学のあゆみ, 239 (1), 897-903.
- Allen, J. P., Hauser, S. T., Bell, K. L., & O' Connor, T. G. (1994). Longitudinal assessment of autonomy and relatedness in adolescent - family interactions as predictors of adolescent ego development and self - esteem. *Child Development, 65* (1), 179-194. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1994.tb00743.x>
- Andreozzi, L. M., Cucca, J. A., & Lester, B. M. (1996). Mother-infant interaction in infants with colic. *Infant Behavior and Development, 19*, 302. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(96\)90356-2](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(96)90356-2)
- 安藤寿康 (2017). 行動の遺伝学—ふたご研究のエビデンスから 日本生理人類学会誌, 22 (2), 107-112. https://doi.org/10.20718/jjpa.22.2_107
- 有富由香・堀越哲美 (2009). 幼児のいる家庭における夏季の室内温熱環境と居住者の体温調節行動に関する意識調査研究 日本生気象学会雑誌, 46 (1), 13-25. <https://doi.org/10.11227/seikisho.46.13>
- Ayalon, L., Borodkin, K., Dishon, L., Kanety, H., & Dagan, Y. (2007).

- Circadian rhythm sleep disorders following mild traumatic brain injury. *Neurology*, 68 (14), 1136-1140.
- Bailey, A., Couteur, A. L., Gottesman, I., Bolton, P., Simonoff, E., Yuzda, E., & Rutter, M. (1995). Autism as a strongly genetic disorder: evidence from a British twin study. *Psychological Medicine*, 25 (1), 63-77. <https://doi.org/10.1017/s0033291700028099>
- Bailey, A. & Gariépy J.-L. (2008). Critical Periods. *Encyclopedia of Infant and Early Childhood Development*. 322-332.
- Barrett, L.F. (2016). *Handbook of emotions* (4th ed; M. Lewis, J. Haviland-Jones, B. L.F., & J. Gross, Eds.). New York: The Guilford Press.
- Barrett, L.F. (2017). *How emotions are made. -The secret life of the brain-*. New York: Houghton Mifflin Harcourt.
- Bayer, J. K., Hiscock, H., Hampton, A., & Wake, M. (2007). Sleep problems in young infants and maternal mental and physical health. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 43 (1 - 2), 66-73. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1754.2007.01005.x>
- Bowlby, J. (1951). *Maternal care and mental health*. Geneva: World Health Organization.
- Bradley, R., & Mistretta, C. (1975). Fetal sensory receptors. *Physiological Reviews*, 55 (3), 352-357. <https://doi.org/10.1152/physrev.1975.55.3.352>
- Brandon, D. H., Holditch-Davis, D., & Belyea, M. (2002). Preterm infants born at less than 31 weeks' gestation have improved growth in cycled light compared with continuous near darkness. *The Journal of Pediatrics*, 140 (2), 192-199. <https://doi.org/10.1067/mpd.2002.121932>
- Brazelton, B., Koslowski, B., & Main, M. (1974). *The origins of reciprocity: the early mother-infant interaction* (M. Lewis & L. A. Rosenblum, Eds.). New Jersey: Wiley-Interscience. Retrieved from

- <https://psycnet.apa.org/record/1974-22730-007>
- Breeman, L. D., Jaekel, J., Baumann, N., Bartmann, P., & Wolke, D. (2017). Neonatal predictors of cognitive ability in adults born very preterm: a prospective cohort study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *59* (5), 477-483. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13380>
- Briley, D. A., & Tucker-Drob, E. M. (2012). Broad bandwidth or high fidelity? Evidence from the structure of genetic and environmental effects on the facets of the five factor model. *Behavior Genetics*, *42* (5), 743-763. <https://doi.org/10.1007/s10519-012-9548-8>
- Cantor, D. S., Fischel, J. E., & Kaye, H. (1983). Neonatal conditionability: a new paradigm for exploring the use of interoceptive cues. *Infant Behavior and Development*, *6* (4), 403-413. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(83\)90211-4](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(83)90211-4)
- Cascio, C. J. (2010). Somatosensory processing in neurodevelopmental disorders. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, *2* (2), 62-69. <https://doi.org/10.1007/s11689-010-9046-3>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (Revised ed.). New York: Academic Press.
- Conde-Agudelo, A., & Díaz-Rossello, J. L. (2014). Kangaroo mother care to reduce morbidity and mortality in low birthweight infants. *Cochrane Library*, *4* (Art. No.: CD002771.), 1-131.
- Cong, X., Ludington-Hoe, S. M., McCain, G., & Fu, P. (2009). Kangaroo care modifies preterm infant heart rate variability in response to heel stick pain: pilot study. *Early Human Development*, *85* (9), 561-567.
- Craig, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, *3* (8), 655-666.
- Csibra, G., Davis, G., Spratling, M. W., & Johnson, M. H. (2000).

- Gamma oscillations and object processing in the infant brain.
Science, 290 (5496), 1582-1585.
<https://doi.org/10.1126/science.290.5496.1582>
- Dearing, E., McCartney, K., Marshall, N. L., & Warner, R. M. (2001).
Parental reports of children's sleep and wakefulness: longitudinal
associations with cognitive and language outcomes. *Infant Behavior
and Development*, 24 (2), 151-170. [https://doi.org/10.1016/s0163-6383\(01\)00074-1](https://doi.org/10.1016/s0163-6383(01)00074-1)
- Fantz, R. L. (1963). Pattern vision in newborn infants. *Science*, 140
(3564), 296-297. <https://doi.org/10.1126/science.140.3564.296>
- Ferguson, C. A. (1966). *Assumptions about nasals; a sample study in
phonological universals* (2nd ed.; J. Greenberg, Ed.). Cambridge:
MIT Press.
- Field, T., Diego, M., & Hernandez-Reif, M. (2010). Preterm infant
massage therapy research: a review. *Infant Behavior and
Development*, 33 (2), 115-124.
<https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2009.12.004>
- Field, T., Schanberg, S., Davalos, M., & Malphurs, J. (1996). Massage
with oil has more positive effects on normal infants. *Pre- and
Prenatal Psychology Journal*, 11 (2), 75-80.
- Field, T., Schanberg, S. M., Scafidi, F., Bauer, C. R., Vega-Lahr, N.,
Garcia, R., ... Kuhn, C. M. (1986). Tactile/kinesthetic stimulation
effects on preterm neonates. *Pediatrics*, 77 (5), 654-658.
- Fisher, P. A., & Stoolmiller, M. (2008). Intervention effects on
foster parent stress: associations with child cortisol levels.
Development and Psychopathology, 20 (3), 1003-1021.
<https://doi.org/10.1017/s0954579408000473>
- Francis, S., Rolls, E., Bowtell, R., McGlone, F., O' Doherty, J.,
Browning, A., ... Smith, E. (1999). The representation of pleasant
touch in the brain and its relationship with taste and olfactory

- areas. *NeuroReport*, 10 (3), 453-459.
- Fukuda, K., & Ishihara, K. (1997). Development of human sleep and wakefulness rhythm during the first six months of life: discontinuous changes at the 7th and 12th week after birth. *Biological Rhythm Research*, 28, 94-103.
<https://doi.org/10.1076/brhm.28.3.5.94.13132>
- 古海弘康・佐々木裕之 (2008). 遺伝か環境か? エピジェネティクスの視点から. *医学のあゆみ*. 222 (9), 949-953.
<https://mol.medicalonline.jp/library/journal/download?GoodsID=aa7ayuma/2008/022509/042&name=0949-0953j&UserID=133.41.245.234>
- Galbally, M., Lewis, A. J., van IJzendoorn, M., & 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. <https://doi.org/10.3109/10673229.2011.549771>
- Gerard, C. M., Harris, K. A., & Thach, B. T. (2002). Spontaneous arousals in supine infants while swaddled and unswaddled during rapid eye movement and quiet sleep. *Pediatrics*, 110 (6), e70.
<https://doi.org/10.1542/peds.110.6.e70>
- Gilissen, R., Bakermans - Kranenburg, M. J., van IJzendoorn, M., & Linting, M. (2008). Electrodermal reactivity during the trier social stress test for children: interaction between the serotonin transporter polymorphism and children's attachment representation. *Developmental Psychobiology*, 50 (6), 615-625.
<https://doi.org/10.1002/dev.20314>
- Groza, P., Zamfir, V., & Lungu, D. (1971). Postoperative salivary amylase changes in children. *Revue Roumaine de Physiologie*, 8 (4), 307-312.
- Grunau, R. E., Haley, D. W., Whitfield, M. F., Weinberg, J., Yu, W., & Thiessen, P. (2007). Altered basal cortisol levels at 3, 6, 8 and 18 months in infants born at extremely low gestational age. *The*

- Journal of Pediatrics*, 150 (2), 151-156.
- Gunnar, M. R., Brodersen, L., Nachmias, M., Buss, K., & Rigatuso, J. (1996). Stress reactivity and attachment security. *Developmental Psychobiology*, 29 (3), 191-204. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2302\(199604\)29:3<191::aid-dev1>3.0.co;2-m](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2302(199604)29:3<191::aid-dev1>3.0.co;2-m)
- Gunnar, M. R., Porter, F. L., Wolf, C. M., Rigatuso, J., & Larson, M. C. (1995). Neonatal stress reactivity: predictions to later emotional temperament. *Child Development*, 66 (1), 1-13. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1995.tb00851.x>
- Haack, M., Pollmächer, T., & Mullington, J. M. (2004). Diurnal and sleep-wake dependent variations of soluble TNF- and IL-2 receptors in healthy volunteers. *Brain, Behavior, and Immunity*, 18 (4), 361-367. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2003.12.009>
- 波多野完治 (1986). ピアジェ入門 国土社.
- 羽山順子・津田彰 (2011). 小児の睡眠問題に対する行動科学的アプローチ *Psychological Research*, 10, 150-158.
- 繁多進 (2001). 新乳幼児発達心理学 (第5版) 東京: 福村出版.
- Hepper, P. (1996). Fetal memory: does it exist? What does it do? *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992). Supplement*, 416.
- Hernandez - Reif, M., Field, T., Diego, M., & LARGIE, S. (2002). Depressed mothers' newborns show longer habituation and fail to show face/voice preference. *Infant Mental Health Journal*, 23 (6), 643-653. <https://doi.org/10.1002/imhj.10037>
- 東風谷祐子・市丸雄平 (2010). 心拍変動性を用いた睡眠段階の推定可能性について 日本生理人類学会誌, 15 (4), 91-95. https://doi.org/10.20718/jjpa.15.4_91
- 平野亮典・山本修一・柳澤一機・綱島均 (2015). NIRSによる視覚刺激呈示時の快・不快情動の評価 ヒューマンインタフェース学会論文誌, 17 (3), 297-306. https://doi.org/10.11184/his.17.3_297
- Hiscock, H., & Wake, M. (2001). Infant sleep problems and postnatal

- depression: a community-based study. *Pediatrics*, *107* (6), 1317-1322. <https://doi.org/10.1542/peds.107.6.1317>
- Hsiao, C., & Richter, L. M. (2014). Early mental development as a predictor of preschool cognitive and behavioral development in South Africa: the moderating role of maternal education in the birth to twenty cohort. *Infants & Young Children*, *27* (1), 74-87. <https://doi.org/10.1097/iyc.0000000000000002>
- Hutchison, L., Stewart, A., & Mitchell, E. (2007). Infant sleep position, head shape concerns, and sleep positioning devices. *Journal of Paediatrics and Child Health*, *43* (4), 243-248. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1754.2007.01054.x>
- Iglowstein, I., Jenni, O. G., Molinari, L., & Largo, R. H. (2003). Sleep duration from infancy to adolescence: reference values and generational trends. *Pediatrics*, *111* (2), 302-307. <https://doi.org/10.1542/peds.111.2.302>
- 井上真理 (2020). KES による布の物理特性の測定と風合いの客観的評価 繊維学会誌, *76* (11), 473- 480. <https://doi.org/10.2115/fiber.76.p-473>
- 石丸園子 (2017). 心理生理計測 一生理計測による心理状態の評価一 繊維製品消費科学誌. *58* (1), 44-49.
- Javorka, K., Lehotska, Z., Kozar, M., Uhrikova, Z., Kolarovszki, B., Javorka, M. & Zibolen, M. (2017). Heart rate variability in newborns. *Physiological Research (Suppl. 2)*. S203-S214. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933676>
- Jenni, O. G., Deboer, T., & Achermann, P. (2006). Development of the 24-h rest-activity pattern in human infants. *Infant Behavior and Development*, *29* (2), 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2005.11.001>
- Jensen, A. R. (1976). The problem of genotype-environment correlation in the estimation of heritability from monozygotic and dizygotic twins. *Acta Geneticae Medicae et Gemellologiae: Twin Research*, *25*

- (1), 86-99. <https://doi.org/10.1017/s000156600001391x>
- Jud, C., & Albrecht, U. (2006). Circadian rhythms in murine pups develop in absence of a functional maternal circadian clock. *Journal of Biological Rhythms*, 21 (2), 149-154. <https://doi.org/10.1177/0748730406286264>
- 金岡緑 (2011). 育児に対する自己効力感尺度の開発とその信頼性・妥当性 小児保健研究, 70 (1), 27-38.
- Kawakami, K., Takai-Kawakami, K., Kurihara, H., Shimizu, Y., & Yanaihara, T. (1996). The effect of sounds on newborn infants under stress. *Infant Behavior and Development*, 19 (3), 375-379. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(96\)90036-3](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(96)90036-3)
- Kawashima, T. (2009). Study on intelligent baby carriage with power assist system and comfortable basket. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 23 (4), 974-979. <https://doi.org/10.1007/s12206-009-0324-5>
- Kida, T., & Shinohara, K. (2013a). Gentle touch activates the anterior prefrontal cortex: an NIRS study. *Neuroscience Research*, 76 (1-2), 76-82. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2013.03.006>
- Kida, T., & Shinohara, K. (2013b). Gentle touch activates the prefrontal cortex in infancy: an NIRS study. *Neuroscience Letters*, 541, 63-66. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2013.01.048>
- 木原秀樹 (2002). 低出生体重児に対するポジショニングと環境 理学療法ジャーナル. 36 (6), 411-418.
- 木原秀樹・須藤雅代・本田美和子・菅原徹・佐渡山亜兵・上条正義 (2007). NICU (新生児集中治療室) の光環境における早産児のストレス評価 感性工学研究論文集. 7 (1), 153-159.
- Kirschbaum, C., & Hellhammer, D. H. (1994). Salivary cortisol in psychoneuroendocrine research: recent developments and applications. *Psychoneuroendocrinology*, 19 (4), 313-333. [https://doi.org/10.1016/0306-4530\(94\)90013-2](https://doi.org/10.1016/0306-4530(94)90013-2)

- 北島善夫 (2005). 生理心理学的指標を用いた重症心身障害研究の動向と課題
特殊教育学研究, 43 (3), 225-231.
- Koga, Y., & Halberg, F. (1982). Chronopsies assess the within-day
variability of blood pressure and pulse. *Japanese Heart Journal*, 23
(5), 661-675.
- 厚生労働省 (1990). 厚生白書
- 厚生労働省 (1999). 第6次改訂日本人栄養所要量.
- 厚生労働省 (2003). 次世代育成支援対策推進法.
- 厚生労働省 (2017). 精神疾患の患者数.
- 厚生労働省 (2019a). 労働安全衛生調査 (実態調査).
- 厚生労働省 (2019b). 授乳・離乳の支援ガイドライン.
- 厚生労働省 (2019c). 雇用均等基本調査.
- 厚生労働省 (2020). 2019年 国民生活基礎調査の概要.
- 国立社会保障・人口問題研究所 (2021). 人口統計資料集.
<http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Popular/Popular2021.asp?chap=4>
- 小西行郎 (2017). 生体機能リズムの発達と自閉症 小児耳鼻咽喉科, 37 (3),
231-235. <https://doi.org/10.11374/shonijibi.37.231>
- Kraemer, H., Schultz, S. K., & Arndt, S. (2002). Biomarkers in
psychiatry: methodological issues. *The American Journal of
Geriatric Psychiatry*, 10 (6), 653-659.
<https://doi.org/10.1097/00019442-200211000-00004>
- 草野恵美子・小野美穂 (2010). 社会的な要因に関する育児ストレスが母親の
精神的健康に及ぼす影響 小児保健研究, 69 (1), 53-62.
- 國石洋・関口正幸・山田光彦 (2021). ストレス関連疾患への眼窩前頭皮質の
寄与 一ストレスによる眼窩前頭皮質一扁桃回路の可塑的变化 日本薬理
学雑誌, 156, 62-65.
- 久芳美恵子・齊藤真沙美・小林正幸 (2006). 小学生の自己肯定感と人とのか
かわりとの関連について 東京女子体育大学・東京女子体育短期大学紀要,
41, 13-24.

- Lipsitt, L. P. (1966). Enhancement through of neonatal sucking reinforcement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 4 (2), 163-168.
- Löken, L. S., Evert, M., & Wessberg, J. (2011). Pleasantness of touch in human glabrous and hairy skin: order effects on affective ratings. *Brain Research*, 1417, 9-15.
- Lourenço, B. H., Cardoso, M. A., & Brasil, U. (2009). Infant feeding practices, childhood growth and obesity in adult life. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 53 (5), 528-539.
<https://doi.org/10.1590/s0004-27302009000500006>
- Lyon, A. (2008). Temperature control in the neonate. *Paediatrics and Child Health*, 18 (4), 155-160.
<https://doi.org/10.1016/j.paed.2007.12.016>
- 前原由喜夫 (2018). 心の理論の生涯発達における実行機能の役割 心理学評論, 58 (1), 93-109. https://doi.org/10.24602/sjpr.58.1_93
- Main, M., Kaplan, N., & Cassidy, J. (1985). Growing points of attachment theory and research III. Security in infancy, childhood, adulthood: a move to the level of representation. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 50 (1-2), 66-104.
- Martinez, A., Malphurs, J., Field, T., Pickens, J., Yando, R., Bendell, D., ... Messinger, D. (1996). Depressed mothers' and their infants' interactions with nondepressed partners. *Infant Mental Health Journal*, 17 (1), 74-80. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0355\(199621\)17:1<74::AID-IMHJ6>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0355(199621)17:1<74::AID-IMHJ6>3.0.CO;2-1)
- 松井賢二・奈良井啓子 (2001). 中学生の学校適応と進路 (キャリア) 成熟, 進路選択に対する自己効力との関係 新潟大学教育人間科学部紀要, 3, 363-373.
- Matsuzawa, J., Matsui, M., Konishi, T., Noguchi, K., Gur, R. C., Bilker, W., & Miyawaki, T. (2001). Age-related volumetric changes of brain gray and white matter in healthy infants and children.

- Cerebral Cortex*, 11 (4), 335-342.
<https://doi.org/10.1093/cercor/11.4.335>
- McGlone, F., Olausson, H., Boyle, J., Jones - Gotman, M., Dancer, C., Guest, S., & Essick, G. (2012). Touching and feeling: differences in pleasant touch processing between glabrous and hairy skin in humans. *European Journal of Neuroscience*, 35 (11), 1782-1788.
- 三池輝久・小西行郎・中井昭夫 (2015). いま, 小児科医に必要な実践臨床小児睡眠医学 東京: 診断と治療社.
- Milgrom, J., & Mccloud, P. (1996). Parenting stress and postnatal depression. *Stress Medicine*, 12 (3), 177-186.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1700\(199607\)12:3<177::AID-SMI699>3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1700(199607)12:3<177::AID-SMI699>3.0.CO;2-W)
- Mindell, J. A., Kuhn, B., Lewin, D. S., Meltzer, L. J., & Sadeh, A. (2006). Behavioral treatment of bedtime problems and night wakings in infants and young children. *Sleep*, 29 (10), 1263-1276.
<https://doi.org/10.1093/sleep/29.10.1263>
- 三宅晋司 (2017). 商品開発・評価のための生理計測とデータ解析のノウハウ 日本人間工学会 PIE 研究部会(編). 株式会社エヌ・ティ・エス.
- Mizukami, K., Kobayashi, N., Ishii, T., & Iwata, H. (1990). First selective attachment begins in early infancy: a study using telethermography. *Infant Behavior and Development*, 13 (3), 257-271.
[https://doi.org/10.1016/0163-6383\(90\)90034-6](https://doi.org/10.1016/0163-6383(90)90034-6)
- Mizukami, K., Kobayashi, N., Iwata, H., & Ishii, T. (1987). Telethermography in infant's emotional behavioural research. *The Lancet*, 330 (8549), 38-39. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(87\)93068-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(87)93068-6)
- 水野一枝・水野康・山本光璋・白川修一郎 (2010). 夏期の睡眠温熱環境が子供の睡眠に及ぼす影響 繊維製品消費科学, 51 (12), 930-936.
https://doi.org/10.11419/senshoshi.51.12_930
- Moll, H., & Tomasello, M. (2010). Infant cognition. *Current Biology*,

- 20 (20), R872-R875. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.09.001>
- Monroe, S. M. (2008). Modern approaches to conceptualizing and measuring human life stress. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4 (1), 33-52.
<https://doi.org/10.1146/annurev.clinpsy.4.022007.141207>
- Möreljus, E., Hellström-Westas, L., Carlén, C., Norman, E., & Nelson, N. (2006). Is a nappy change stressful to neonates? *Early Human Development*, 82 (10), 669-676.
<https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2005.12.013>
- Morgane, P. J. (2012). *Sleep and the maturing nervous system* (Carmeine DC, Ed.). New York: Academic Press.
- 森上史郎 (2005). よく分かる保育原理 第4版 ミネルバ書房.
- 森本眞寿代・濱寄真由美・岡崎美智子 (2015). 産後1カ月の母親が母乳育児を継続する信念に影響を与える要因 母性衛生, 55 (4), 759-767.
- Morrow, J. D., & Carlson, J. (1996). Infant looking times in the clinical area. *Infant Behavior and Development*, 19, 637.
[https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(96\)90691-8](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(96)90691-8)
- 村上京子・飯野英親・塚原正人・辻野久美子 (2005). 乳幼児を持つ母親の育児ストレスに関する要因の分析 小児保健研究, 64 (3), 425-431.
- Murray, H. A. (2007). *Explorations in personality*. Oxford: Oxford University Press.
- 内閣府 (2018). 子供・若者白書.
- Nakagawa, M., Ohta, H., Shimabukuro, R., Asaka, Y., Nakagawa T., Oishi, Y., ...Kusakawa, I. (2021). Daytime nap and nighttime breastfeeding are associated with toddlers' nighttime sleep. *Scientific Reports*, 11, 3028.
- 中谷勝哉・山本クニ子 (2005). 育児関連ストレスと妊娠前の母親の経験・知識 発達研究, 19, 151-163.
- Nelson, C. (1987). The recognition of facial expressions in the first two years of life: mechanisms of development. *Child Development*, 58

- (4), 889-909.
- 岡田（有竹）清夏（2017）. 乳幼児の睡眠と発達 心理学評論, 60 (3), 216-229.
- 岡本博照・菊川忠臣・神山麻由子・照屋浩司・和田貴子（2012）. 都市部救急隊員の疲労と唾液アミラーゼ活性値 民族衛生, 78 (3), 61-75.
- Okawa, M., Matousek, M., & Petersén, I. (1984). Spontaneous vigilance fluctuations in the daytime. *Psychophysiology*, 21 (2), 207-211.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1984.tb00206.x>
- 大塚由美子・仲渡江美・山口真美（2008）. 2. 乳児期における顔認知の発達と脳活動 映像情報メディア学会誌, 62 (12), 1920-1923.
<https://doi.org/10.3169/itej.62.1920>
- Otsuka, Y., Nakato, E., Kanazawa, S., Yamaguchi, M. K., Watanabe, S., & Kakigi, R. (2007). *Neural activation to upright and inverted faces in infants measured by near infrared spectroscopy. Neuroimage*, 34 (1), 399-406.
- Owen, C. G., Martin, R. M., Whincup, P. H., Smith, G. D., & Cook, D. G. (2006). Does breastfeeding influence risk of type 2 diabetes in later life? A quantitative analysis of published evidence. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84 (5), 1043-1054.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/84.5.1043>
- Owens, J.A., Jones, C., & Nash, R. (2011). Caregivers' knowledge, behavior, and attitudes regarding healthy sleep in young children. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 7 (4), 345-350.
<https://doi.org/10.5664/jcsm.1186>
- Paruthi, S., Brooks, L. J., D' Ambrosio, C., Hall, W. A., Kotagal, S., Lloyd, R. M., ... Wise, M. S. (2016). Recommended amount of sleep for pediatric populations: a consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 12 (6), 785-786. <https://doi.org/10.5664/jcsm.5866>
- Pascalis, O., de Schonen, S., Morton, J., Deruelle, C., & Fabre-

- Grenet, M. (1995). Mother's face recognition by neonates: a replication and an extension. *Infant Behavior and Development*, 18 (1), 79-85. [https://doi.org/10.1016/0163-6383\(95\)90009-8](https://doi.org/10.1016/0163-6383(95)90009-8)
- Paterson, M. (2007). *The sense of touch haptics, affects and technologies*. Oxford • New York: Berg.
- Peña, M., Maki, A., Kovac̃ić, D., Dehaene-Lambertz, G., Koizumi, H., Bouquet, F., & Mehler, J. (2003). Sounds and silence: an optical topography study of language recognition at birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100 (20), 11702-11705. <https://doi.org/10.1073/pnas.1934290100>
- Perlman, J., & Kjaer, K. (2016). Neonatal and maternal temperature regulation during and after delivery. *Anesthesia & Analgesia*, 123 (1), 168-172. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001256>
- Petrakova, L., Doering, B. K., Vits, S., Engler, H., Rief, W., Schedlowski, M., & Grigoleit, J. S. (2015). Psychosocial stress increases salivary alpha-amylase activity independently from plasma noradrenaline levels. *PLOS ONE*, 10 (8), e0134561. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134561>
- Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2002). Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, 16 (2), 331-348. <https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1087>
- Piallini, G., Palo, F. D., & Simonelli, A. (2015). Parental brain: cerebral areas activated by infant cries and faces. A comparison between different populations of parents and not. *Frontiers in Psychology*, 6, 1625. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01625>
- Porter, B. O., McCoy, V., Bango-Sanchez, V., Kissel, B., Williams, M., & Nunnewar, S. (2015). Blended infant massage-parenting enhancement program on recovering substance-abusing mothers' parenting stress, self-esteem, depression, maternal attachment, and mother infant

- interaction. *Asian Nursing Research*, 9 (4), 318-327.
<https://doi.org/10.1016/j.anr.2015.09.002>
- Porter, R., & Winberg, J. (1999). Unique salience of maternal breast odors for newborn infants. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23 (3), 439-449.
- Ramsay, D. S., & Lewis, M. (1994). Developmental change in infant cortisol and behavioral response to inoculation. *Child Development*, 65 (5), 1491-1502.
- Raval, V., Goldberg, S., Atkinson, L., Benoit, D., Myhal, N., Poulton, L., & Zwiers, M. (2001). Maternal attachment, maternal responsiveness and infant attachment. *Infant Behavior and Development*, 24 (3), 281-304. [https://doi.org/10.1016/s0163-6383\(01\)00082-0](https://doi.org/10.1016/s0163-6383(01)00082-0)
- Refinetti, R., Cornélissen, G., & Halberg, F. (2007). Procedures for numerical analysis of circadian rhythms. *Biological Rhythm Research*, 38 (4), 275-325.
<https://doi.org/10.1080/09291010600903692>
- Reilly, J. J., Armstrong, J., Dorosty, A. R., Emmett, P. M., Ness, A., Rogers, I., ... Sherriff, A. (2005). Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study. *BMJ*, 330 (7504), 1357.
<https://doi.org/10.1136/bmj.38470.670903.e0>
- Richdale, A. L., & Schreck, K. A. (2009). Sleep problems in autism spectrum disorders: prevalence, nature, & possible biopsychosocial aetiologies. *Sleep Medicine Reviews*, 13 (6), 403-411.
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2009.02.003>
- Russell, J.A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110 (1), 145-172.
- Russell, J.A., & Barrett, J. K. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76 (5),

- 805-819.
- Ryan, R. M., & Lynch, J. H. (1989). Emotional autonomy versus detachment: revisiting the vicissitudes of adolescence and young adulthood. *Child Development, 60* (2), 340-356.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1989.tb02720.x>
- Sadeh, A. (2004). A brief screening questionnaire for infant sleep problems: validation and findings for an internet sample. *Pediatrics, 113* (6), e570-e577.
<https://doi.org/10.1542/peds.113.6.e570>
- Sadeh, A., & Sivan, Y. (2009). Clinical practice. *European Journal of Pediatrics, 168*, 1159-1164.
- 斉藤由里・青山志織里・利島保 (2007). オモチャの触覚的質感の違いに対する新生児の知覚 日本心理学会大会第71回大会論文集, 1019.
https://doi.org/10.4992/pacjpa.71.0_1pm090
- Sato, T., Sugawara, M., Toda, M., Shima, S., & Kitamura, T. (1994). Rearing related stress and depressive severity. *The Japanese Journal of Psychology, 64* (6), 409-416.
<https://doi.org/10.4992/jjpsy.64.409>
- Schroeter, M. L., Bücheler, M. M., Müller, K., Uludağ, K., Obrig, H., Lohmann, G., ... von Cramon, Y. D. (2004). Towards a standard analysis for functional near-infrared imaging. *NeuroImage, 21* (1), 283-290.
- Selye, H., & McKeown, T. (1935). Studies on the physiology of the maternal placenta in the rat. *Series B, Biological Sciences, 119* (812), 1-31.
- Sengpiel, F. (2007). The critical period. *Current biology, 17* (17), 742-743.
- 清水光弘 (2008). 母子における共同的関わりの縦断的観察 —注視行動と身振り行動のマイクロ分析— 小児保健研究, *67* (6), 867-872.
- Shimizu, Y. (2017). A longitudinal study of the physical and mental

- conditions of mothers of children. *Journal of Japan Academy of Midwifery*, 31 (2), 120-129. <https://doi.org/10.3418/jjam.JJAM-2017-0004>
- Smith, S., Lux, R., Haley, S., Slater, H., Beechy, J., & Moyer-Mileur, L. (2013). The effect of massage on heart rate variability in preterm infants. *Journal of Perinatology*, 33 (1), 59-64.
- Sokolove, P. G., & Bushell, W. N. (1978). The chi square periodogram: its utility for analysis of circadian rhythms. *Journal of Theoretical Biology*, 72 (1), 131-160. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(78\)90022-x](https://doi.org/10.1016/0022-5193(78)90022-x)
- Speirs, R., Herring, J., Cooper, W., Hardy, C., & Hind, C. (1974). The influence of sympathetic activity and isoprenaline on the secretion of amylase from the human parotid gland. *Archives of Oral Biology*, 19 (9), 747-752.
- van Stegeren, A., Rohleder, N., Everaerd, W., & Wolf, O. T. (2006). Salivary alpha amylase as marker for adrenergic activity during stress: effect of betablockade. *Psychoneuroendocrinology*, 31 (1), 137-141.
- Stern, D. N. (1977). *The first relationship infant and mother, with a new introduction* (B. Lyoyd, Ed.). Cambridge: Harvard University Press.
- Suga, A., Uraguchi, M., Tange, A., Ishikawa, H., & Ohira, H. (2019). Cardiac interaction between mother and infant: enhancement of heart rate variability. *Scientific Reports*, 9 (1), 20019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56204-5>
- 菅谷渚・井澤修平・野村収作 (2021). 新しいストレス評価手法としての毛髪・爪コルチゾールの妥当性 心身医学, 61 (6), 496-505. https://doi.org/10.15064/jjpm.61.6_496
- 杉浦弘子 (2009). 乳幼児向け製品デザインに向けた産学の取り組み 日本家政学会誌, 60 (10), 909-912. <https://doi.org/10.11428/jhej.60.909>

- 鈴木麻友・谷本公重 (2022). 早産児におけるカンガルーケアの心拍変動への影響 香川大学看護学雑誌, 26 (1), 25-35.
- Swain, J. E., Lorberbaum, J. P., Kose, S., & Strathearn, L. (2007). Brain basis of early parent-infant interactions: psychology, physiology, and in vivo functional neuroimaging studies. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48 (3-4), 262-287.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01731.x>
- Takahashi, K. (1986). Examining the strange-situation procedure with Japanese mothers and 12-month-old infants. *Developmental Psychology*, 22 (2), 265-270. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.22.2.265>
- Takai, N., Yamaguchi, M., Aragaki, T., Eto, K., Uchihashi, K., & Nishikawa, Y. (2004). Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. *Archives of Oral Biology*, 49 (12), 963-968.
<https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2004.06.007>
- 高倉大匡 (2015). 近赤外線分光法 *Equilibrium Research*, 74 (6), 552-556.
<https://doi.org/10.3757/jser.74.552>
- 竹松翠・山田早希子・栗原亜由希・杉山智美・浅里仁・馬谷原光織 … 井上美津子 (2015). 小児歯科治療時のストレス解析についての研究 小児歯科学雑誌, 1 (53), 47-53.
- 丹下明子・菅文美・石川浩樹・大平英樹 (2015). 唾液中アミラーゼによる母子おむつ交換負荷の評価 日本赤ちゃん学会第15回学術集会抄録集, 65.
- 丹下明子・三野めぐみ・宮澤清・開一夫・板倉昭二 (2007). おむつ交換時の母子相互作用 日本赤ちゃん学会第7回学術集会抄録集, 76.
- Tange, A., Mitsui, K., Hayashi, M., & Ohira, M. (2020). Sleep solutions for infants based on sleep-wake rhythms using a smartphone application. *Journal of Sleep Research*, 29, 170.
- 谷本公重 (2015). 脳酸素代謝を用いた乳児と母親の母子相互作用の客観的指標の確立 2014年科学研究費助成事業研究成果報告書.

- 田島信元・西野泰広 (2000). 発達研究の技法 (シリーズ・心理学の技法). 東京: 福村出版.
- 手島聖子・原口雅浩 (2003). 乳幼児健康診査を通じた育児支援: 育児ストレス尺度の開発 福岡県立大学看護学部紀要, 17-27.
- Thompson, A. L., & Bentley, M. E. (2013). The critical period of infant feeding for the development of early disparities in obesity. *Social Science & Medicine*, *97*, 288-296.
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.12.007>
- Touchette, É., Petit, D., Séguin, J. R., Boivin, M., Tremblay, R. E., & Montplaisir, J. Y. (2007). Associations between sleep duration patterns and behavioral/cognitive functioning at school entry. *Sleep*, *30* (9), 1213-1219. <https://doi.org/10.1093/sleep/30.9.1213>
- Tronick, E., Als, H., Adamson, L., Wise, S., & Brazelton, B. T. (1978). The infant's response to entrapment between contradictory messages in face-to-face interaction. *Journal of the American Academy of Child Psychiatry*, *17* (1), 1-13.
- Tsutsui, K. I., & Watanabe, M. (2008). Neural representation of reward. *Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*, *26* (1), 5-16.
<https://doi.org/10.5674/jjppp1983.26.5>
- Valenza, E., Simion, F., Cassia, V. M., & Umiltà, C. (1996). Face preference at birth. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *22* (4), 892-903.
<https://doi.org/10.1037/0096-1523.22.4.892>
- Wakai, R. T. (2004). Assessment of fetal neurodevelopment via fetal magnetocardiography. *Experimental Neurology*, *190*, 65-71.
<https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2004.04.019>
- Walden, T. A., & Kim, G. (2005). Infants' social looking toward mothers and strangers. *International Journal of Behavioral Development*, *29* (5), 356-360.

- <https://doi.org/10.1177/01650250500166824>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.npep.2017.01.001>
- Wartner, U. G., Grossmann, K., Fremmer - Bombik, E., & Suess, G. (1994). Attachment patterns at age six in south Germany: predictability from infancy and implications for preschool behavior. *Child Development*, *65* (4), 1014-1027. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1994.tb00799.x>
- Watanuki, S., & Mitarai, S. (1998). Effect of tactile stimulation with underwear on endocrine and immune responses in children. *Applied human science: journal of Physiological Anthropology*, *17* (5), 227.
- Weisman, O., Zagoory-Sharon, O., & Feldman, R. (2012). Oxytocin administration to parent enhances infant physiological and behavioral readiness for social engagement. *Biological Psychiatry*, *72* (12), 982-989. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2012.06.011>
- Wilson, T. D., & Gilbert, D. T. (2003). Affective forecasting. *Advances in Experimental Social Psychology*, *35*, 345-411.
- Wimmer, H., & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, *13* (1), 103-128. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(83\)90004-5](https://doi.org/10.1016/0010-0277(83)90004-5)
- 山口昌樹 (2015). 唾液バイオマーカーはストレスを発信する (ストレスと心身相関) 日本ストレス学会誌, *29* (4), 355-365.
- 山口昌樹・新井潤一郎 (2004). 生命計測工学 東京: コロナ社.
- Yamaguchi, M., Deguchi, M., Wakasugi, J., Ono, S., Takai, N., Higashi, T., & Mizuno, Y. (2006). Hand-held monitor of sympathetic nervous system using salivary amylase activity and its validation by driver fatigue assessment. *Biosensors and Bioelectronics*, *21* (7), 1007-

1014. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2005.03.014>
- 山口昌樹・花輪尚子・吉田博 (2008). 唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能 生体医工学, 45 (2), 161-168.
<https://doi.org/10.11239/jsmbe.45.161>
- Yamaguchi, M., Kanemori, T., Kanemaru, M., Mizuno, Y., & Takai, N. (2003). The influence of physical stress on amylase activity in human saliva. *Journal of Life Support Engineering*, 15 (3), 120-127.
<https://doi.org/10.5136/lifesupport.15.120>
- Yamaguchi, M., Kanemori, T., Kanemaru, M., Takai, N., Mizuno, Y., & Yoshida, H. (2004). Performance evaluation of salivary amylase activity monitor. *Biosensors and Bioelectronics*, 20 (3), 491-497.
- Yamaguchi, M., & Sakakima, J. (2007). Evaluation of driver stress in a motor-vehicle driving simulator using a biochemical marker. *The Journal of International Medical Research*, 35 (1), 91-100.
<https://doi.org/10.1177/147323000703500109>
- Yamaguchi, M., Sakakima, J., Sato, K., & Nakano, K. (2007). Evaluation of the sedative effect of fragrance on Filipinas using a biochemical marker. *Journal of Physiological Anthropology*, 26 (2), 247-251. <https://doi.org/10.2114/jpa2.26.247>
- Yamakawa, M., Yorifuji, T., Inoue, S., Kato, T., & Doi, H. (2013). Breastfeeding and obesity among schoolchildren: a nationwide longitudinal survey in Japan. *JAMA Pediatrics*, 167 (10), 919-925.
<https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.2230>
- 柳澤一機・綱島均 (2016). NIRS を用いた視覚刺激呈示時の快・不快情動の評価 生体医工学, 53, S379-S382.
<https://doi.org/10.11239/jsmbe.53.s379>
- ユニセフ・世界保健機関 (1989). 母乳育児を成功させるための10か条.
予防接種リサーチセンター (2020). 予防接種ガイドライン 2021年度版.
Retrieved from https://www.yoboseshu-rc.com/pages/1/detail=1/b_id=344/r_id=160#block344-160

付録

第2章で使用した養育者への養育困難調査のアンケート用紙

アンケート用紙

アンケートの記入方法は、直接アンケートにご記入頂く方式です。
いくつかの選択肢からお選び頂く場合は、選択肢の左側にある枠内に○印をつけて頂くようお願い致します。

プロフィール

登録番号	
お子様の年齢	才 ヶ月
お子様の性別	男の子 ・ 女の子
お子様の出生順	第 子

※お子様のご兄弟についてお聞きします。

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | 01. 1人っ子 |
| <input type="checkbox"/> | 02. 弟もしくは妹が1人いる |
| <input type="checkbox"/> | 03. 弟もしくは妹が2人以上いる |

問 1. 普段の子育て（育児）は主にどなたが行っていますか。

(○はひとつ)

- | | |
|--|--------------|
| | 01. ママ |
| | 02. パパ |
| | 03. 祖父母 *(注) |
| | 04. その他 |

(注)祖父母とは今回の試験対象のお子様から見てです。以下設問でも同じです。

問 2. 最近1ヶ月で子育て（育児）をしていて不安やストレスを感じることはありますか。

(○はひとつ)

- | | |
|--|------------|
| | 01. よくある |
| | 02. たまにある |
| | 03. あまりない |
| | 04. ほとんどない |

問 3. お子様の子育て（育児）で不安やストレスを感じたとき、一番初めにどなたに相談しますか。

(○はひとつ)

- | | |
|--|-----------------------|
| | 01. パパ |
| | 02. 祖父母 |
| | 03. 友人 |
| | 04. 専門家（医師・保育士・看護師など） |
| | 05. 誰にも相談しない |
| | 06. その他 |

問 4. どのようなときに子育て（育児）で不安やストレスを感じますか。

(○はいくつでも)

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | 01. 子供が病気になったとき |
| <input type="checkbox"/> | 02. 子供の発達が少し遅いと感じたとき（発話・寝返り・ハイハイ・歩くなど） |
| <input type="checkbox"/> | 03. 反抗期のとき |
| <input type="checkbox"/> | 04. 子供の気持ちが分からないとき |
| <input type="checkbox"/> | 05. 食事をあまり食べないとき（ミルク・母乳をあまり飲まない） |
| <input type="checkbox"/> | 06. 一人遊びができないとき |
| <input type="checkbox"/> | 07. 寝つきが悪いとき |
| <input type="checkbox"/> | 08. 育児のやり方に迷ったとき |
| <input type="checkbox"/> | 09. 自分が疲れているとき |
| <input type="checkbox"/> | 10. 自由な時間がないとき |
| <input type="checkbox"/> | 11. 社会から取り残されていると感じたとき |
| <input type="checkbox"/> | 12. 育児の成果がすぐには分からないから |
| <input type="checkbox"/> | 13. パパが育児を手伝ってくれない |
| <input type="checkbox"/> | 14. その他 →下記に具体的にご記入下さい |

(その他をお選びになった理由を具体的にお書き下さい)

問 5. 最近 1 ヶ月の間でパパは次のような育児をどのくらいされていますか。

(○はそれぞれにひとつ)	① ほとんど 毎日	② 週に 3 〜 5 回	③ 週に 1 〜 2 回	④ ほとん ど し な い
01. 朝の着替え				
02. 授乳の準備/食事の準備				
03. 授乳				
04. 食事を食べさせる				
05. おむつ交換（おしっこ）				

06. おむつ交換（うんち）				
07. トイレトレーニング				
08. 子どもの外出の準備				
09. 子どもと一緒に外で遊ぶ				
10. 子どもと一緒に室内で遊ぶ				
11. 子どもをお風呂に入れる				
12. 歯磨き・仕上げ磨き				
13. お肌のケア				
14. お昼寝の寝かしつけ				
15. 夜の寝かしつけ				
16. 泣いたりぐずったりしているのをあやす				
17. 子どもをしかったり、ほめたりする				

問 6. 子育てをしていて最も感動したことをお聞かせ下さい。

（○はひとつ）

- 01. 初めて笑ったとき
- 02. 初めて喃語をしゃべったとき（う～、あ～等）
- 03. ママ（お母さん）と言ったとき
- 04. 寝返り，お座り，ハイハイ・・・等，運動発達がクリアした
- 05. その他 →下記に具体的にお書き下さい

（その他をお選びになった理由を具体的にお書き下さい）

ここからは最近2週間のお子様の様子についておこたえください。

問 7. 現在お子様はどのような動作をしていますか？

できるもの全てに○印をつけてください。

- 01. 首がすわる
- 07. よちよち歩き始める
- 02. 寝返りをうつ
- 08. 一人で上手に歩く

- | | | | |
|--------------------------|----------------|--------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | 03. お座りができる | <input type="checkbox"/> | 09. 少し走る |
| <input type="checkbox"/> | 04. ハイハイする | <input type="checkbox"/> | 10. 飛んだり, 跳ねたりできる |
| <input type="checkbox"/> | 05. つかまって立ち上がる | <input type="checkbox"/> | 11. この中にできるものはない |
| <input type="checkbox"/> | 06. 伝い歩きする | | |

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

謝辞

本論文の審査委員となっていただきました林光緒教授，坂田省吾教授，長谷川博教授にはこの場をお借りして厚く御礼申し上げます。また，本論文の執筆にあたり，終始的確で丁寧なご指導と激励を賜りました指導教員の林光緒教授に心から感謝の意を表します。テーマの論旨の組み立て，表現の推敲などに至るまで，林光緒教授の入念なご指導のおかげで，無事本論文を完成させることができ，ご指導下さいましたことに心より厚くお礼申し上げます。学術雑誌へ論文を投稿する際にも，林光緒教授より多大なご助力をいただきました。

次に，博士課程後期へ進学を後押ししていただいた，ユニ・チャーム株式会社の当時の上司の宮澤清参与，城戸勉執行役員，及び佐々木徹共生社会研究所所長（当時）には，深甚なる謝意を申し上げます。さらに，現在の上司である曾我洋行共生社会研究所所長からも業務と論文執筆の両立についてサポートいただき，大変，感謝申し上げます。また，ユニ・チャームの共同研究先であった山口昌樹教授（現信州大学，研究当時岩手大学），篠原一之教授（長崎大学大学院），菊野雄一郎准教授（現京都ノートルダム女子大学，研究当時長崎大学大学院）には，きめ細やかな指導，及び多大なるご協力をいただき，厚く感謝申し上げます。そして，一緒に実験や調査を実施していただいた，新居（旧姓）三野めぐみファームルームマネージャー（当時），佐藤ゆり子ファームルームマネージャー，杉浦さちりサーチャーにも合わせてそのご協力に厚く感謝申し上げます。また，同じ時期に博士課程後期に進学してお互いの論文執筆に関する助言をする間柄である同僚の菅文美マネージャーにも，同じ執筆の苦労をともにして励まされることが多く，ここに感謝申し上げます。

本論文は皆様方のご支援があつて完成させることができましたが，皆様方のご知見やご指導を十分に反映させることができなかつた点もあると思います。本文の内容に関するすべての責任は筆者自身が負うものであります。本論文の内容について，誤り，遺漏などがございましたら，ご助言やご批判を賜れば幸いです。

令和4年9月 丹下明子

