

平成30年6月27日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12679

研究課題名（和文）母子の生体リズムの同期・非同期性が母の自覚症状に与える影響とその調整手法の提案

研究課題名（英文）Effects of desynchronization among mother-infant biological rhythms on maternal symptoms and development of their control methods

研究代表者

中村 亨（Nakamura, Toru）

大阪大学・基礎工学研究科・特任教授（常勤）

研究者番号：80419473

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、睡眠・覚醒リズムを中心とする母子の生体リズムの同期・非同期性が、育児期における母親の心身の健康に及ぼす影響を明らかにすることを目的に実施された。母子間の概日リズムの瞬時位相差（日内のリズムの非同期性）が増えるにつれて、母の自覚症状（抑うつ気分、ストレス等）が悪化することを確認した。このことは、育児ストレスの低減や産後うつへの新たな介入方法の提案に繋がると考えられる。

研究成果の概要（英文）：We studied the relationships between maternal-infant circadian rhythms and maternal subjective symptoms during the child-rearing period. Diurnal fatigue and depressive mood scores showed positive and significant correlations ( $p < 0.05$ ) with the increase in instantaneous mother-infant phase differences, indicating the significant role of synchronization of mother-infant circadian rhythms for maintaining maternal mental health. These findings suggest that modifications of maternal and/or infant circadian rhythms may lead to the improvement of maternal mental health during child-rearing periods.

研究分野：生体情報工学

キーワード：心身の健康 生体リズム ストレスマネジメント

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 育児期における母親の心理ストレスや気分変動には、児の睡眠・覚醒問題が密接に関与している。実際、母親の睡眠は、児の夜間覚醒や啼泣、授乳などによって分断され、それらは母親の慢性的な睡眠不足および概日リズムを中心とした生体リズムの乱れに繋がる。事実、多くの母親が児の睡眠覚醒に関わる育児ストレスを訴えている。このような負荷の慢性化は母親の心理・身体に変調を及ぼし、それらの顕在化が産後うつ発症や児童虐待、育児放棄などの健康・社会問題へと繋がるとされる。特に、産後6~12ヶ月における児の睡眠問題は、産後うつ発症リスク因子であり、産後うつ患者の約6割がその時期に児の睡眠問題を抱えていたとの報告がなされている。

(2) 一方、低コストで効果的な産後うつの予防策の候補として、児の生活リズム・様式・環境の改善により、睡眠問題を解決するという試みが数多く存在する。例えば、児の日中の運動量や起床・入床時刻および周辺の光環境を調整することにより、児の睡眠時刻や質を改善するといった指導・介入方法である。しかしながら、それらによる児の睡眠改善効果を定量的・客観的に評価した研究は少なく、その効果についてのコンセンサスは取れていない。さらにそれが母親の心理状態・身体症状へどのような影響を与えたかについての検証もなされていない。一方、児の生体リズムには母親の生活様式が大きく影響すると考えられるが、睡眠問題の改善指導の多くが児のみへの介入であり、母子間の相互作用を考慮した方法は存在しない。

(3) 我々はこれまでに、Ecological Momentary Assessment (EMA: 情報端末などを電子日記として用いて日常生活下での自覚症状を実時間の問診により記録する手法)と腕時計型加速度計(アクチグラフ)により、日常生活下における母子の身体活動時系列および母親の心理状態・身体症状の日内の経時的変化の計測、さらには母子の日常生活リズム調整指導による介入効果の検証に関する予備調査を行った(介入前後1週間ずつ; 母子7組)。調査の結果、母子間の入眠・覚醒時刻には強い相関が存在するが、母子の生体リズムのズレの増大に伴い、母親の自覚症状(ストレス、イライラ感、抑うつスコアなど)が有意に増加するという結果を得た。これに基づき、母子の生体リズムの同期性が母親の心身の健康維持に重要であり、同期性の向上が母親の自覚症状の軽減に繋がるのではないかと仮説に至った。

## 2. 研究の目的

日常生活下での母親の心理・身体症状の動態および母子の身体活動を縦断的に計測し、生体リズムの同期・非同期性との関係を検証、

影響要因の同定、さらには同定要因に基づく適切な生活リズム調整を適切なタイミングで行う手法を提案し、その効果の検証を行う。

## 3. 研究の方法

母子の生体リズムの同期・非同期性と母親の心身の変調との関係を明らかにし、母親の心身負荷の低減を目的とした適切な日常生活リズム調整手法を確立するため、以下の(1)~(3)の項目を実施した。

(1) 母子の身体活動時系列およびEMAによる母親の自覚症状の縦断的計測: 正期産(37~41週)で生まれた健康な乳児とその母親34組を対象とした。ベースライン調査として、Beck Depression Inventory II、エジンバラ産後うつ病自己評価票、State-Trait Anxiety Inventory、Parenting Stress Index等の質問紙調査を実施した。スマートフォンを用いて、特定のイベントが生じた際(起床時、就床時など)および事前に決められた時間(一定時間内でランダム化した時刻; 3回程度/日)にEMAに回答するよう指示した。質問項目は、身体症状(疲労感、眠気)、心理状態(抑うつ、不安、ストレス)などである。加えて、児の夜間の啼泣・覚醒、授乳時間の記録などの生活ログの記録も行ってもらった。また同時に、アクチグラフによる母子の身体活動量の連続計測を実施した(約1週間)。

(2) 母子の生体リズムの同期・非同期性の定量化および母親の自覚症状との共変性、影響要因の同定: アクチグラフにより計測された母子の身体活動時系列から、日中の運動量をはじめ、リズム指標[コサイナー法に加え提案手法での開発(「4. 研究結果」を参照)]、睡眠指標(Cole-Kripkeの式による睡眠時間や夜間覚醒、睡眠効率など)の導出を行った。またEMAの記録と合わせ睡眠潜時の導出も行った。自覚症状との関連性はマルチレベルモデル(個人内・個人間変動を考慮した線形回帰モデル)を用いて解析した。

(3) 実時間での生活リズム調整介入指導が可能なクラウドシステムの構築: 生体リズムの同期性や生活の乱れなど、解析で得られた心理状態・身体症状への影響要因に基づく、定量的な生活リズム調整介入指導を実時間で実現可能なクラウドシステムを構築する。実時間でのEMA回答記録の送信・蓄積・解析し、ユーザのスマートフォン上にメッセージを提示することを可能とするシステムを構築する。このような介入指導法は、Just-in-Time Adaptive Interventionとして国際的にも注目されている技術であり、その基盤システムを構築する。

## 4. 研究成果

(1) 産後6~12ヶ月の母子の身体活動量の連続計測(アクチグラフ計測)およびスマー

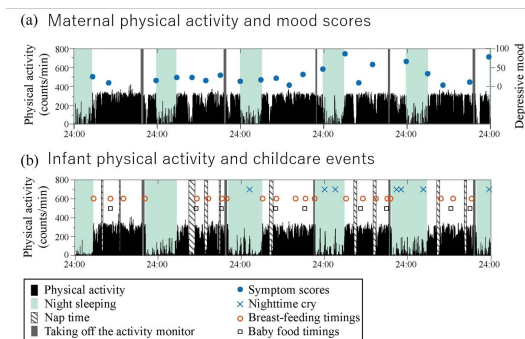


図1: 母子の身体活動時系列とEMA 記録の例

トフォンを用いたEMAによる母親の日内の自覚症状・育児記録の測定を行った(健康な母子: 34組、計測期間>1週間; 図1)。

(2) 母子間の身体活動の相互の影響(抱っこなどによる影響)を最小限に抑えた上で、母子の睡眠覚醒リズム(概日リズム)を身体活動時系列データよりデータ駆動型で抽出する新たな解析手法を提案した。具体的には、ノンパラメトリックな時間周波数解析手法であるEmpirical Mode Decomposition(EMD)を拡張したbi-variate EMDに、EMDの欠点であるmode mixingを改善するためのノイズ付加手法を組み合わせた。これにより、母子の身体活動の相互の影響を低減し、概日リズムを頑健に推定することが可能となった。実際、乳児型の人形を用いた実験により、母の身体活動が子へ及ぼす影響を低減していることを確認した。

(3) 開発手法で導出した母子の概日リズム成分より、ヒルベルト変換を用いて母子のリズムの瞬時位相を導出した。EMAによる自覚症状と母子間の瞬時位相差の関連をマルチレベル解析により検討した結果、概日リズムの非同期性の増加に伴う母親の自覚症状(疲労感、ストレス、抑うつ気分、不安気分)の増悪が確認された。

(4) 一方、母子のEMA調査を大規模に実施でき、かつ取得データからの心身の状態評価(リズムの位相差、自覚症状変化、睡眠覚醒の乱れなど)に基づく実時間での個人適合型の生体リズム調整(Just-in-Time Adaptive Intervention: JITAI)を可能とするスマートフォンを基盤としたEMA JITAIシステムの構築を行った(図2)。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

Shimizu Etsuko, Kim Jinhyuk, Yoshiuchi Kazuhiro, Yamamoto Yoshiharu, Nakamura Toru, Application of Empirical Mode Decomposition to Mother and Infant Physical Activity, Methods of Information

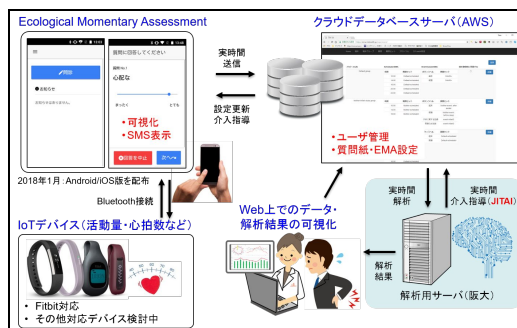


図2: 構築したJITAIを可能とする実時間EMA・介入指導システム

in Medicine, vol. 57, pp. 152-157, 2018.  
DOI:10.3414/ME18-02-0001

[学会発表](計6件)

Etsuko Shimizu, Application of Empirical Mode Decomposition to Mother and Infant Physical Activity: Synchronization of Circadian Rhythms is Associated with Maternal Mental Health Symptoms, 8th International Workshop on Biosignal Interpretation, 2016年.

清水悦子、母親の身体活動量データへのEmpirical Mode Decompositionの適用、第31回生体・生理工学シンポジウム ライフエンジニアリング部門シンポジウム 2016、2016年。

清水悦子、母子の概日リズムの同期性と母親の自覚症状との関係 - 母子の身体活動量時系列データへのEmpirical Mode Decompositionの適用 -、第53回生体信号計測・解釈研究会、2015年。

清水悦子、母親の自覚症状と母子の概日リズムの位相差との関係、第56回日本心身医学総会ならびに学術講演会、2015年。

清水悦子、Diurnal associations between mother's symptoms and mother-infant phase differences in biological Rhythms、第22回日本時間生物学会学術大会、2015年。

[その他](計1件)

Etsuko Shimizu, Toru Nakamura, Jinhyuk Kim, Kazuhiro Yoshiuchi, Yoshiharu Yamamoto, Application of Empirical Mode Decomposition to Mother and Infant Physical Activity: Synchronization of Circadian Rhythms is Associated with Maternal Mental Health Symptoms, Proceeding of 8th International Workshop on Biosignal Interpretation, pp. 136-139, 2016.

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 亨 (NAKAMURA, Toru)

大阪大学・大学院基礎工学研究科・特任教授(常勤)

研究者番号：80419473

(2)研究分担者

山本 義春 (YAMAMOTO, Yoshiharu)  
東京大学・大学院教育学研究科・教授  
研究者番号：60251427

金 鎮赫 (KIM, Jinhyuk)  
PennState University・The Departure of  
Biobehavioral Health・Research Scholar  
研究者番号：00735095

(3)研究協力者

清水 悦子 (SHIMIZU Etsuko)