

採 択 番 号 : 20008
研究開発課題名 : データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発
副 題 : スマートフォン用双方向性睡眠教育アプリを用いた子育て支援と乳幼児睡眠データ収集システムの構築

(1) 研究開発の目的

睡眠不足は、免疫機能や脳機能等にさまざまな悪影響を及ぼすが、近年のコホート研究から、乳幼児期に睡眠時間の短かった子どもでは後年の多動性や認知機能低下のリスクが高いことも示されている (Touchette et al., Sleep, 2007 ; Gozal et al., Pediatr 2001)。本邦の子どもの短時間睡眠は世界有数であるが、専門家による啓発セミナーや個別指導といった従来の指導の場には現代の忙しい養育者は訪れにくく、養育者がアクセスしやすい介入法が存在しないことが大きな課題と言える。

そこで我々は、年齢が若く生活に余裕がない養育者たちにも馴染みの深いスマートフォンに着目し、大阪大学 COI (センターオブイノベーション) プログラムと協働して、現代の世情に沿ったスマートフォンを用いた双方向性睡眠教育アプリケーション「ねんねナビ[®]」の開発に取り組み、睡眠習慣に問題がある 1 歳半児の養育者に家庭で指導を行う試みを行ってきた。具体的には、養育者はスマートフォンに配信された教育コンテンツを視聴し、1 週間連続で子どもの睡眠に関わる習慣を入力して送信する。大阪大学研究グループの子どもの睡眠の専門家は睡眠習慣を分析し、養育者に複数項目のアドバイスを送信する。養育者は、送信されてきた複数のアドバイスの中から“家庭にあった実行可能な”項目を選択して励行する。このサイクルを1ヶ月に1回繰り返す。

本アプリの特徴は、養育者へのエンパワメントとコンプライアンスを重視し、養育者と子どもの睡眠の専門家間で緊密な双方向性のやり取りにより PDCA サイクルを回しながら、行動療法に基づいたアプローチによって幼児の睡眠習慣を変容させていくという点である。

現在、大阪府東大阪市において、36 名の 1 歳半健診受診時に睡眠の問題のある児を対象として本アプリの社会実装研究を進行中であり、以下についての検証を行う予定である。

- ① 双方向性のアプリが、養育者への睡眠教育、および子どもの睡眠習慣の改善に有効であることを証明する。
- ② 乳幼児の睡眠の問題が養育者のメンタルヘルスに及ぼす影響について解析する。
- ③ 乳幼児期の短時間睡眠、または、かつ就寝時刻の遅れは、発達あるいはその他の行動上の問題の原因となることを明らかにし、積極的な介入の妥当性を証明する。
- ④ 養育者への睡眠リテラシー教育による、養育態度の変容、子育てストレスの軽減効果を検証する。

本研究においては、上記の検証に加え、アプリの利用者を現行の東大阪市に加えて、協力自治体を増やすことを目指し、1 万人規模の幼児の睡眠習慣データの収集およびアプリを通じた養育者の教育を行う。このために、大規模データを保存可能なクラウドの活用を進め、養育者の回答の解析と子どもの睡眠の専門家のフィードバックのプロセスに AI を導入して自動化を図る。さらに、自治体を主体として睡眠アプリを活用した養育者への睡眠教育と幼児の睡眠保健活動が行えるような体制を構築する。さらにアプリを通じて収集した幼児の睡眠習慣に関するマスタデータは、データベース化し、研究や地域母子保健事業、産業分野などで活用できるものにする。

我々の最終目標は、これらの実現により、睡眠教育アプリを全国的に普及させ、日本の乳幼児の睡眠習慣を改善し、養育者のストレスを軽減すること、睡眠への介入によって、子どもの多動衝動性のリスクを減少させ、子どもの認知発達軌跡が改善し、子どもの持つ発達可能性を最大限に開花させることである。

(2) 研究開発期間

平成 30 年度から令和 2 年度（3 年間）

(3) 実施機関

国立大学法人大阪大学<代表研究者>

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 30 百万円（令和 2 年度 10 百万円） ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1：ねんねナビ[®]の乳幼児の睡眠・発達及び養育者のメンタルヘルスへの影響の解析

1-1. 小規模コホートによるねんねナビ[®]の効果の検証

1-2. 大人数を対象としたねんねナビ[®]の実践効果の検証

研究開発項目 2：クラウドを利用した大規模ねんねナビ[®]システムの構築

2-1. クラウドシステムを利用したねんねナビ[®]システムの構築

2-2. 収集データのデータベース化

研究開発項目 3：AI を活用したねんねナビ[®]の自動化

3-1. AI によるデータ解析システムの開発

3-2. AI によるフィードバックコメント選択システムの構築

3-3. AI のディープラーニングによるアプリ精度の向上

研究開発項目 4：自治体を主体とした母子睡眠保健活動の枠組みの構築

4-1. 子どもの睡眠指導する力を持った自治体職員の育成

4-2. 自治体における睡眠指導体制の構築

(6) 特許出願、外部発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	2	2
	その他研究発表	25	8
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	19	19
	展示会	4	1
	受賞・表彰	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

研究開発項目 1：ねんねナビ[®]の乳幼児の睡眠・発達及び養育者のメンタルヘルスへの影響の解析

項目 1-1 東大阪市での 1 年間の小規模コホートでのねんねナビ[®]のデータについて、対象児・養育者の睡眠習慣、発達評価およびインタビュー、養育者のストレス等のデータについて、追跡終了者のデータ整理と解析を完了した。子どもと養育者への影響を検証し、小規模データではあるが、ねんねナビ[®]の長期的効果を含めた有効性と実用性、さらには睡眠改善による発達促進効果を確認し、のちの大規模コホートの論理的基盤を確立した。

小規模コホートでのフィードバックをベースに、大人数を対象とした実用化に向け、研究実施協力者（パナソニックアドバンステクノロジー株式会社）と共同でアプリの修正を順調に完了した。社会情勢に対応した教育コンテンツも追加開発し実装し、改訂したアプリを国内多拠点での社会実証で安全に運用した。

項目 1-2 Covid-19 の影響により、リクルートを実施する乳幼児健診の中断等からトラ

イアル開始に遅延が生じるも、遅延期間を利用して新たな自治体・拠点となる大学を追加し、実証計画を拡張した。その上で社会情勢及び安全に配慮した実施方法について現地自治体の状況に応じ協議を重ね、2020年8月より加賀市・弘前市・福井県永平寺町にて少人数のトライアルを開始した。その際、自治体（加賀市）と2大学（大阪大学・金沢大学）の合同記者会見（プレスリリース）を行うなど社会的インパクトを与えられるよう努め、各種報道機関で本課題が報道され社会的周知度が高まった。

各拠点スタッフのアプリの指導システムの習熟・小児睡眠の専門知識の習得とあわせ、介入を極めて順調に進行した。家庭背景や睡眠習慣等に地域差は見られるも、全拠点においてコンプライアンスは高く、2021年3月より介入後のデータ取得を順調に開始した。

さらに、ねんねナビ[®]の事業化および大規模利用の準備についても着実に進展させた。

研究開発項目2：クラウドを利用した大規模ねんねナビ[®]システムの構築

項目2-1 大量データの保存および解析に用いるクラウドについて、セキュリティ等に配慮して選定を完了した。現状のねんねナビ[®]システムを、選定したクラウドに安全に移行・運用するためのシステム設計を完了した。情報の接続法におけるセキュリティ上の課題について、研究実施協力者・NICT 担当統括を含む大阪大学での研究ミーティングで議論・検討し解決を図った。今後、ねんねナビ[®]の大規模利用が始まるタイミングに合わせ、クラウドの契約とセキュリティの課題に対応し開発したシステムの移行（構築）作業を行えるよう、十分な準備が完了した。

項目2-2 セキュリティについて項目2-1 同様に検討し、運用単位ごとにデータベースを分離した形でのシステム設計および研究用途などで全蓄積データを分析するための大規模データ収集分析システム設計を行った。また、大規模データ取得開始時のデータ利活用を見据え、AI化用に取得した大規模データを解析し、データベース化の際に収集すべき情報のエビデンス確保も行った。今後、ねんねナビ[®]の大規模利用が始まるタイミングに合わせ、データベースを活用可能な準備を整えた。

研究開発項目3：AIを活用したねんねナビ[®]の自動化

項目3-1 養育者の入力したデータから、生活習慣の問題点・改善点を自動的に解析・抽出するシステムを開発し、大阪大学研究グループの子どもの睡眠の専門家グループの監修およびAI開発の専門家の指導のもと、解析の精度向上のためのブラッシュアップを進行した。多拠点での小規模アプリ運用において使用を開始し、安定して運用した。

項目3-2 上記の解析システムのアウトプットに対し、AIにより養育者に対して提示する指導の選択を複数提示できるシステム設計を継続し、大阪大学研究グループの子どもの睡眠の専門家グループの監修およびAI開発の専門家の指導のもと、解析の精度を上げるためのブラッシュアップを進行した。多拠点での小規模アプリ運用において使用を開始し、安定して運用した。

項目3-3 WEB調査で取得した5,524件の家庭の生活習慣データに対して入念なクリーニングを完了し、東大阪市小規模コホートで収集した対照群データもあわせ、3-1で開発した助言支援システムを運用して教師データを1,000件蓄積した（現在も蓄積中）。1,000件のデータにて生活習慣を入力値、各指導項目を指導すべきかを正解値とした機械学習を実施した（平均適合率約72%）。適合率が低い項目の原因を分析し、ルールベースとの併用等で精度向上に向け継続的に取り組んだ。大阪大学のAI開発の専門家に随時指導を受けながら開発を進行した。

研究開発項目4：自治体を主体とした母子睡眠保健活動の枠組みの構築

項目4-1 Covid-19の影響が大きい東大阪市に代わり、加賀市の職員を対象に、大阪大学の子どもの睡眠の専門家が行うフィードバック検討ミーティングに職員が参加する体制を整え、自治体職員・社会実証の各拠点担当研究者の本アプリを用いた睡眠指導法の習得に努めるとともに、子どもの睡眠に対する意識を向上させ、啓発を着実に進行した。

子どもの睡眠の知識や体系的にねんねナビ[®]を用いた睡眠指導を学ぶことが可能な教育研修プログラムを開発し、自治体職員と各社会実証の担当研究者を対象に試行し、得られたフィードバックをもとにプログラムのブラッシュアップを行った。

項目4-2 自治体職員のねんねナビ[®]活用習熟に向け教材を開発し、自治体職員のフィードバ

ックを反映して理解しやすく完成度の高い教材を完成させた。ねんねナビ[®]に関する講演に自治体職員が出席し理解増進に努めたほか、市の後援を得て大阪大学の子どもの睡眠の専門家が市民公開講座・自治体職員対象講演を行い、自治体が主体的に睡眠指導に参画する土台作りを着実に進めた。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本課題成果物について事業化の見通しが立っている上、既に複数自治体から規模拡大や市民全体への実装を期待されており、まずはそうした自治体から順に活用を開始していく。全国普及にあたり、自治体にアプリ運用者を育てるための子どもの睡眠の専門家育成プログラムも完成に至っている。社会実証終了後、事業化時などのポイントにおいてプレスリリースを行い、社会的周知に努めていく。

ねんねナビ[®]利用自治体を日本全国に増やし、日本の乳幼児の睡眠習慣を改善し、養育者のストレスを軽減して、後年の多動衝動性のリスクを減少させ、さらに子どもの認知発達軌跡を改善する。

さらに、ねんねナビ[®]を用いた子どもの認知発達軌跡の改善に関する新たな研究開発として、脳科学的検証や発達障害を有する児を対象とした介入研究によってエビデンスを得ることで、さらなる学術的貢献を行う。これらの知見は、医療・保健・福祉・教育等の多くの領域にも影響を与え、また互いの学術的発展にも資するものとなる。

本課題の成果物（ねんねナビ[®]、子どもの睡眠の専門家育成プログラム）を全国展開することにより、現在では稀有な子どもの睡眠の専門家を全国に育成し、その自治体に暮らす多くの家庭が受益するシステム作りを推進していく。子どもの睡眠の改善は、家庭機能全体や養育者の心理的機能・社会的機能にも貢献することから、ねんねナビ[®]の普及により、養育者自身のメンタルヘルス・社会的機能を増進し、経済上の貢献も生じうると考える。

また、クラウドの活用により、一万人規模の大量データを保存、解析が可能になり、幼児の睡眠保健に関するデータベース化とその利活用が可能となる。関連領域での研究や地域母子保健事業、産業分野などで活用できるものにする。

AI 開発の面では、利用者の背景情報・継続的コンプライアンス等に配慮した、Family-tailored な指導を繰り返す形での AI 化を進めていく。このような AI 開発は新規性が高く、社会的意義のみならず、学術的意義も非常に大きいものとなる。

小児の睡眠改善と認知発達軌跡の改善により、副次的効果として、養育者が医療・保健機関に出向く頻度を減少させ、自治体の保健・医療担当者の業務軽減、不登校の減少など、健全な国民生活と多くの領域の専門家の受益を目指す。