

総説

情報通信技術を活用した
BPSD 予防・予測システム開発の現状と課題Review of BPSD prevention/prediction system using information and
communication technology.山上徹也¹⁾、山口晴保²⁾Tetsuya Yamagami¹⁾, Haruyasu Yamaguchi²⁾

はじめに

認知症者・ケア提供者双方のQOLを低下させる要因として、認知症の行動・心理症状 (behavioral and psychological symptoms of dementia; BPSD) が注目されている¹⁾。従来 BPSD は、ケア提供者の視点から対応が難しい「問題行動」ととらえられ、BPSD 出現後に対応していた。その後、パーソン・センタード・ケアの理念の普及などにより、認知症者本人の視点で症状や行動の意味が考えられるようになった²⁾。パーソン・センタード・ケアを提唱した Tom Kitwood の流れをくむ英国では、BPSD という用語の代わりに Challenging behavior を用い、「本人の欲求が言動に表れたもの」として³⁾。本人視点で「認知症者も BPSD を苦痛と感じている」、「認知症による生活障害やそのストレスに対処しようとした結果が BPSD として表出される」などにとらえ、BPSD の出現を防ぐため、適切なケアや環境調整により認知症者

がよりよく生活できるよう支援すると同時に、BPSD の予兆をとらえ、予防的に対応することが求められている⁴⁾。そのため、ケア提供者の技量によらず、簡便に実施できる BPSD の予測や早期発見のための評価尺度が研究開発されている。具体的には、認知症発症前の軽度の精神心理症状 (neuropsychiatric symptoms) の評価尺度である mild behavioral impairment checklist⁵⁾ や BPSD の予兆や初期症状をとらえるための BPSD 気づき質問票 57 項目版⁶⁾がある。しかし、これらの評価は、認知症者の BPSD の発症を無兆候の段階で予測するには限界がある。また、このような評価尺度はケア提供者が使用して初めて、BPSD 発症の危険性が示されるものであり、ケア提供者の時間的余裕やモチベーションがなければ使用されない。

一方、近年インターネットやクラウドサービスの普及と高機能化、ロボット技術の向上、実用レベルの人工知能 (artificial intelligence; AI)、見守りセンサー機器の開発など、情報通信技術

キーワード : BPSD 予測、BPSD 予防、IoT センサー、情報通信技術、焦燥

1) 群馬大学大学院保健学研究科リハビリテーション学講座

2) 認知症介護研究・研修東京センター

採択日 : 2021 年 3 月 9 日

英文誌名 : Tokyo Journal of Dementia Care Research

責任著者 : 山上徹也

群馬大学大学院保健学研究科リハビリテーション学講座

〒371-8514 群馬県前橋市昭和町 3-39-22

共用施設棟 6 階 KA6-31

Tel / Fax : 027-220-8799

E-mail : yamagami@gunma-u.ac.jp

はめざましい発達を遂げた。そのためさまざまなInternet of things (IoT) センサー機器を用いて、認知症者の日々の生活をリアルタイムに自動モニタリングし、BPSDの予兆をとらえた際に危険を通知するBPSD予測システムの研究開発が試みられている。本稿では認知症者を対象にセンサー機器などを用いてBPSDを評価した研究を紹介し、BPSD予測システムの開発へ向けた今後の課題について述べる。なお先行研究においては、BPSDの中でも、介護負担を高め、施設入所の原因となりやすい、焦燥 (agitation) と攻撃性 (aggression) に着目したことが多い。本稿で述べる焦燥は、「過度に不適切な発言・行動など」とし、具体的には、徘徊、繰り返し行動、無目的に見える行動、社会的に不適切な行動、身体的・言語的な攻撃的・非攻撃的な行動など⁷⁾とする。また、攻撃性は「他者・物・自己に対する破壊的な行動⁸⁾」とする。

1. センサー機器を用いた焦燥や攻撃性の予測システムの研究開発の現状

焦燥や攻撃性の予測システムの研究開発は、ウェアラブルデバイスを単一で用いたものと、マルチモーダルセンシング (複数のセンサーの組み合わせ) を用いたものがある。

(1) ウェアラブルデバイス (非IoTセンサー) を単一で用いた研究 (表1)

1990年代から実施されており、ウェアラブルデバイスとしては米国Ambulatory Monitoring社製のアクチグラフ (Actigraph: 腕時計型加速度センサー)⁹⁾を用いて活動量を測定した研究が多い。Ghaliら¹⁰⁾は、アルツハイマー型認知症 (Alzheimer's disease dementia; ADD) 18名を対象に夕暮れ症候群と上着につけた加速度センサーで測定した活動量との関連を検討した。測定は48時間実施され、日没時間と1日の中でもっとも活動量が多かった時間との関係を解析した。対象者を発症から7年未満の初期群、7年以上～10年未満の中期群、10年超過の末期群に分けて比較したところ、初期群は日没前に、中期群は日没頃に、末期群では日没後に活動量のピークを示しており、病期に

よって夕暮れ症候群で活動性が高まる時間帯が異なることを示した。

Nagelsら¹¹⁾は、認知症者110名 (ADD 65名、レビー小体型認知症 16名、前頭側頭型認知症 9名、混合型認知症 20名) を対象に活動量をアクチグラフで48時間測定し、焦燥をCohen Mansfield agitation inventory (CMAI) で評価した。その結果、CMAI 50点未満群と比較して、CMAI 50点以上群 (焦燥が強い群) で、日中 (9時～21時) の活動量が有意に高かった。活動量とCMAIの下位項目の非攻撃的行動は有意な中等度の相関を認めた ($r=0.32\sim0.35$)。同様の方法で、独歩可能なADD 20名 (CMAI 50点以上群 7名、CMAI 50点未満群 13名) を対象に活動量を1週間測定したところ、CMAI 50点未満群と比較して、CMAI 50点以上群で活動量が有意に高かった。活動量とCMAIの合計点は有意な強い相関を認めた ($r=0.74, p<0.001$)¹²⁾。

Etcherら¹³⁾は、認知症者96名を対象にCMAIの攻撃的行動の既往の有無で、既往あり群43名、なし群53名に分け、活動量をアクチグラフで2週間測定し、非線形解析法でapproximate entropy (AE) やfractal dimension (FD) を算出した (これらの値が小さいほど病的なリズムが大きいことを示す)。既往の有無と24時間、日中 (6時～22時)、夜間 (22時～翌朝6時) の活動の違いを解析した結果、既往なし群と比較して、既往あり群で24時間や夜間のAEが有意に小さかったが、日中のAEは有意差を認めなかった。また、既往なし群と比較して、既往あり群で夜間のFDも有意に小さかったが、24時間や日中のFDは有意差を認めなかった。

Valemboisら¹⁴⁾は、高齢者183名 (そのうち認知症者126名) を対象に活動量をアクチグラフで8～10日間測定し、アパシー、不安、焦燥、異常行動をNeuropsychiatric inventory (NPI) で評価した。その結果、アパシーなし群と比較して、アパシーあり群で9時～21時の活動量が有意に低かった。また異常行動なし群と比較して、異常行動あり群で9時～12時、21時～0時の活動量が有意に高かった。一方、焦燥・不安の有無では活動量に有意差を認めなかった。また、これらのBPSDの有無で睡眠時間に有意

表1 ウェアラブルデバイス（非IoTセンサー）を単一で用いた研究

	対象者	デバイス	BPSD	解析	結果
Ghali ら ¹⁰⁾	ADD18名	加速度センサーを上着に装着し48時間測定	夕暮れ症候群（活動量）	発症初期、中期、末期で比較	発症初期：日没前、中期：日没頃、末期：日没後に活動量がピーク。
Nagels ら ¹¹⁾	認知症者 110 名 (ADD 65 名、DLB 16 名、FTD 9 名、混合型 20 名)	アクチグラフで48時間測定	焦燥 (CMAI)	CMAI 50 点未満、以上で比較	CMAI 50 点以上 (焦燥強)群で日中の活動量が高い。
Knuff ら ¹²⁾	ADD 20 名	アクチグラフで1週間測定	焦燥 (CMAI)	CMAI 50 点未満、以上で比較	CMAI 50 点以上 (焦燥強)群で日中の活動量が高い。CMAI の点数が高いほど活動量も高い。
Etcher ら ¹³⁾	認知症者 96 名	アクチグラフで2週間測定	病的な活動リズム	攻撃的行動の既往の有無で比較	攻撃的行動の既往あり群で24時間や夜間の活動リズムが病的。
Valembais ら ¹⁴⁾	高齢者 183 名 (内認知症者 126 名)	アクチグラフで8~10日間測定	アパシー、不安、焦燥、異常行動 (NPI)	各 BPSD の有無で比較	アパシー有りは日中の活動量が低い。異常行動有りは午前・夜間の活動量が高い。
Bankole ら ¹⁵⁾	焦燥発症リスクが高い認知症者 6 名	TEMPO で 午前・午後・夜間 3 時間ずつ測定	焦燥 (CMAI)、攻撃性 (ABS)	活動量と BPSD の関連	CMAI・ABS の点数が高いほど、午前の活動量が高い。焦燥中のみ特徴的な活動を示した。

ADD : Alzheimer's disease dementia、DLB : dementia with Lewy bodies、FTD : frontotemporal dementia、CMAI : Cohen Mansfield agitation inventory、

NPI : Neuropsychiatric inventory、ABS : aggressive behavior scale、TEMPO : technology-enabled medical precision observation

差を認めなかった。この研究では焦燥の有無で活動量に有意差を認めなかったが、BPSDの評価として活動量を用いることは有用であると結論づけている。

Bankole ら¹⁵⁾は、焦燥の発症リスクが高い認知症者6名を対象に午前・午後・夜間の活動量をtechnology-enabled medical precision observation (TEMPO)¹⁶⁾という3軸加速度センサー（利き手の手首、腰、足に装着）で3時間ごとに測定した。アクチグラフが全体の活動量を測定するのに対して、TEMPOは動作まで特定できる。焦燥をCMAIで、攻撃性をaggressive behavior scale (ABS)で評価した。時間・周波数解析の結果、午前の活動量とCMAIは有意な相関を認めたが、午後や夜の活動量とは有意な相関を認めなかった。午前の活動量とABSは有意な正の相関を認めたのに対して、夜の活動量はABSと有意な負の相関を認めた。また焦燥とその前後の活動の特徴量を比較したところ、焦燥の特徴値が、前後の値よりも高かったことからTEMPOで測定した活動量による焦燥の評価は妥当であったとしている。

これらの研究から、活動量計などのウェアラブルセンサーを用いて焦燥を評価できる可能性が示されている。一方で、活動量計では、大声

や叫ぶなどの焦燥は評価できないため、焦燥を網羅的に評価することはできない。また単一のセンサーでの測定は、センサーの不具合や対象者がセンサーを外した場合に測定できなくなるといった課題がある。

(2) マルチモーダルセンシング（複数のIoTセンサーの組み合わせ）を用いた研究（表2）

2000年代に入るとコンピューターによる画像解析を含む、複数のIoTセンサーを組み合わせた研究が実施されるようになった。しかし、BPSD予測システムの紹介やシミュレーションによる報告が主で、ケアの現場で、認知症者を対象に実施され、応用的な解析が実施されたものは少なく、予備的な検討にとどまっている。

Nesbitt ら¹⁷⁾は、市販のIoTセンサー機器で焦燥を評価できるか検討した。上肢の活動、心拍、Bluetooth機能を用いて施設内での所在を手首につけたスマートウォッチ（3軸加速度センサー内蔵）で、音声を頸部にかけたスマートフォンのマイクロフォンで評価した。焦燥は2名の観察者が評価し、1名がCMAIで、もう1名が安定・少し興奮・興奮・強い興奮の4段階で評価した。認知症者8名を対象に4時間の

測定を2回実施した。測定された加速度と心拍データは250ミリ秒間隔で、音声データは5秒ごとにサーバーへ送信された。この研究では統計学的な解析は実施されておらず、焦燥と各センサーの生データの関連が個別に検討された。その結果、焦燥と加速度計で測定された上肢の動きは関連を認めたため、加速度計による焦燥の評価は信頼性があると結論づけている。なお、音声データは、Vokaturiアプリ（声から感情を認識）、Google Speech-to-Text API（音声をテキストに変換）、IBM Blue Tone Analyzer（テキストから感情と文体のトーンを検出）で処理され、声の大きさや速さを測定する予定であったが、雑音が多く対象者の声を判別することができなかったため、最適な音声の測定方法の検討が今後の課題とされている。

Gongら¹⁸⁾は、失禁が睡眠を阻害し、夜間の焦燥を引き起こしているとの仮説に基づき、複数のIoTセンサーを組み合わせ、夜間の焦燥と失禁の関係を検討した。Empath 2¹⁹⁾という自宅での健康見守りシステム（導入しやすく、素人でも操作・管理でき、遠隔で機器の異常を感知し対応でき、クラウドネットワークを通じて大規模データを扱える）を活用した。睡眠をベッドに設置した加速度センサーで、焦燥行動を両手首につけたTEMPO（3軸加速度センサー）で、言語的な焦燥をマイクロフォンで、失禁をオムツ内に設置したDrybuddy²⁰⁾という湿度センサーで評価した。睡眠状態を評価する3軸加速度センサーは、ベッドの頭部と足部のマットレスの下に設置され、20ミリ秒間隔で動きを記録し、1分ごとの活動レベルが平均値と標準偏差から算出され、7分ごとの活動レベルの積算値から覚醒期間と睡眠期間が推定された。また、焦燥状態では上半身の動きが活発になるため、TEMPOのモーションキャプチャを用い12bitの解像度で12時間測定し、より詳細な焦燥の評価を試みた。マイクロフォンで測定された音声データはフィルタリングされ、人の声のみを抽出するよう設定されたが、雑音が多く、この研究では解析が断念された。測定の結果、88件の失禁があり、そのうち43件（49%）が夜間の焦燥と関連

していた（この43件の焦燥のうちベッドの加速度センサーでのみ判定されたもの、TEMPOでのみ判定されたもの、両方で判定されたものなどに分かれる）。43件のうち、失禁前の焦燥が21件、失禁後の焦燥が22件であった。これらの結果からすべての焦燥が失禁と関連するわけではないが、夜間の焦燥のうち、失禁前の焦燥に対してはトイレ誘導の時間を見直す、失禁後の焦燥に対しては、失禁後素早くオムツ交換を行うなどの対応で焦燥を防げる可能性が示された。今後の課題として、センサーなどを素早く取り付けられ、壊れた際に容易に修理できるなどの機器の改善が求められる。また、ベッドの加速度センサーとTEMPOの焦燥の結果が一致しない場合もあり、患者がベッド以外の場所で寝る、夜間の徘徊などベッドの加速度センサーで測定できない場合の対応も検討が必要である。この研究では焦燥の評価基準が明確に示されていない。加速度センサーを用いて焦燥を判定するには、基準となる対象者の焦燥がない時のデータが必要となる。

Khanら²¹⁾はリハビリテーション施設の認知症専門棟にDetection of agitation and aggression in people with dementia (DAAD)システムを構築している。DAADシステムでは、対象者の基本情報、活動、心理、睡眠、周囲の環境などの映像データが記録される。対象者は最大2ヵ月間研究に協力する。ただし、最初の2週間で焦燥がみられなかった場合は、対象から除外される。活動量や身体データ（心拍変動を導き出すblood volume plus (BVP)・皮膚電位・皮膚温）を手首につけたEmpatica社のE4センサー（3軸加速度センサーなどを内蔵）²²⁾で、睡眠（心拍、呼吸、動き）をベッドの下に敷かれる圧力センサーで、過度な動きや頻繁なドアの開閉を洗面所の2つの動作センサーと1つのドアセンサーで、対象者の動きや周囲の環境を入り口・ホール・食堂などの共用部分に設置された15台のビデオカメラで評価した。E4センサーは、毎晩就寝前に看護師が取り外して充電して対象者に装着、翌朝、研究者がデータを取り出した。倫理的配慮・プライバシー保護の観点から

表2 マルチモーダルセンシング（複数のIoTセンサーの組み合わせ）を用いた研究

	対象者	デバイス	BPSD	解析	結果
Nesbitt ら ¹⁷⁾	認知症者 8 名	スマートウォッチ（上肢の活動、心拍、所在）、スマートフォン（音声）で 4 時間の測定を 2 回	焦燥 (CMAI 等)	生データで焦燥と各測定指標の関連を検討	焦燥とスマートウォッチで測定した上肢の動きに関連有り。
Gong ら ¹⁸⁾	ADD 12 名	ベッドセンサー（睡眠）、オムツ内の湿度センサー（失禁）	焦燥 (TEMPO で焦燥行動、マイクロフォンで言語的焦燥を評価)	失禁と焦燥の関連を検討	夜間の焦燥の約半分は失禁と関連。
Khan ら ^{21, 23)}	認知症者 2 名	E4 センサー（活動量や身体データ）、ベッドセンサー（睡眠）、動作センサー、ドアセンサー、ビデオカメラで対象者 1 は 15 日間、対象者 2 は 13 日間測定	焦燥（教育を受けた看護師が評価）	機械学習により焦燥の有無を高い確率で判別できる測定データの組み合わせを検討	E4 センサーの活動量と皮膚電位と皮膚温のデータの組み合わせで AUC 0.890 と焦燥の有無を最も高く判別。

ADD : Alzheimer's disease dementia, CMAI : Cohen Mansfield agitation inventory, TEMPO : technology-enabled medical precision observation,

AUC : area under the curve

居室にはビデオカメラは設置せず、音声も記録しなかった。焦燥は研修を受けた病棟専属看護師が、焦燥の開始・終了時刻とその前後の関連情報をケア記録に記載した。また、研究者がビデオの映像を確認し、焦燥の開始と終了を確認した。

DAADシステムを用いて、対象者1（80歳）が15日、対象者2（93歳）が13日、合計28日間測定された。この28日間は機器のトラブルなどにより連続した記録ではない。測定期間中、対象者1は5回、対象者2は9回の焦燥を認めた。この研究では焦燥が起こった日の焦燥を認めた時間とそれ以外の時間のE4センサーの測定結果が解析された。測定項目によりサンプリング周期が異なるので、BVPの最大サンプリング周期である64Hz（1秒間に64回計測）に統一された。データはフィルターをかけ雑音を取り除いた。また、電源を入れたあと、適切な測定が開始されるまでに時間がかかるため、最初の10分間のデータは分析から除外した。対象者1は焦燥中のデータ13件とそれ以外のデータ2572件が、対象者2は焦燥中のデータ42件とそれ以外のデータ2682件が解析対象となった。機械学習としてMATLABのsupport vector machineとrandom forestが用いられた。receiver operating characteristic解析を行い、area under the curve (AUC) を算出した結果、random forestで1分ごとの測定条件で、加速度データと皮膚電位と皮膚温のデータを組み合わせた結果が、AUC 0.890で焦燥とそれ以外

の最も高い判別能力を示した²³⁾。

このように複数のセンサーを用いた研究は開始されたばかりで、現状ではセンサーデータからBPSDを同定できるかどうか検討にとどまっており、BPSDの発症予測には至っていない。しかし、複数のセンサーを用いることで、高い確率で焦燥を同定できる可能性があり、大規模データを、AIなどを用いて応用的に学習・分析することにより、BPSD予測システムの開発が期待されている。

2. BPSD予測システム開発の課題

Khan ら²⁴⁾は、2017年3月までに発表され、センサーなどを用いてBPSDを予測・評価した14論文のシステマティックレビューを行い、BPSD予測システム開発の課題を以下のように述べている。

(1) センサーについて

単一のセンサーとしてアクチグラフは簡単に装着できるためよく使われている。一方、複数のセンサーを用いることで単一センサーでは測定できない項目も測定できる。BPSDの発症を高い精度で予測するためには、複数の項目を組み合わせで解析していく必要がある。また、単一センサーでは、機器の不具合などが起こった場合に測定できなくなるが、複数のセンサーを用いることで、不具合が起こったセンサーの情報を補うことができるかもしれない。たとえば

ベッドの圧力センサーは対象者がベッドで寝なければ測定できないが、アクチグラフやビデオカメラなどほかのセンサーを併用することで、ソファなどで寝た場合でも、睡眠を測定できる可能性がある。しかし、複数のセンサーを用いると測定環境や設定が複雑になる。さまざまなセンサーをインストールするため手間がかかる。また、誤作動が起こった際の対応、プライバシーへの配慮も複雑になり、対象者の受け入れが悪くなる可能性がある。測定後も、異なるパラメーターや測定周期のデータを同期させるシステムが必要となる。クラウドサーバーなどリアルタイムでデータを送信する必要があり、データを転送するソフトウェアの設定や情報管理なども考慮する必要がある。

(2) ケアの現場での研究の遂行

ケアの現場で認知症者を対象にBPSD予測システムの研究開発を行う場合、対象者を集め、同意を得ることが難しい。認知症者と同時にその家族などからも同意を得る必要がある。また、施設で研究を行う場合、ケア提供者の動きや声なども記録されるため、施設全体の同意を得る必要もある。もし同意が得られない人がいた場合、その人のデータを判別して、除外する必要があるが、現実的にそのような対応は難しい。

(3) データの解析・分析

データの解析・分析にあたり、匿名性を保ち、バックアップがある安全なサーバーが必要となる。BPSD予測システムの妥当性を検討するためにはケア記録などからBPSDの有無や時間などの情報を確認する必要がある。しかし、通常のケア記録では、研究に用いるには不十分な場合もあるため、BPSDの評価尺度を用い、正確なBPSDの記録が欠かせない。

BPSD予測システムは、対象者、施設のレイアウト、センサーの違いなどによらず、予測できる必要がある。そのため多施設共同研究が必要である。また、大規模データからノイズなどを除去する必要がある、適切なデータマイニングと高度で応用的な機械学習による分析が必要

となる。さらに、予測精度が高くても、分析に時間がかかり予測が間に合わなければ意味がない。そのためデータをリアルタイムで素早く分析する必要がある。これらの基盤となる大規模データの分析、クラウドサービスなど更なるテクノロジー発展が求められる。

3. 筆者らのBPSD予測システム開発プロジェクト

筆者らは2020年度から3年間の予定で、国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) の支援を受け、認知症対応型AI・IoTシステム研究推進事業「BPSD予測・予防により介護負担を軽減する認知症対応型AI・IoTサービスの開発と実装」(代表: 山口晴保、課題番号: JP20us0424001)で、IoTセンサーを活用したBPSD予測システムの研究開発と社会実装に取り組んでいる。この研究のベースとなった先行研究をまず紹介する。

羽田野ら²⁵⁾は、認知症介護におけるデータを蓄積、AIを活用して効果検証を行い科学的に自立支援などの効果が裏付けできるエビデンスケアの実現を目指して、総務省IoTサービス創出支援事業を2017年度に実施した。この実証事業「AIを活用した認知症対応型IoTサービス」では、IoTセンサーからの情報(睡眠・覚醒・活動などのバイタルデータと温度や湿度などの環境データ)をクラウドに集積し、AIが分析してBPSDの発症を予測するシステム開発に取り組み、実現可能性を示した。

筆者らの研究開発プロジェクトでは、羽田野らの研究成果をベースに、IoTセンサーとして、心拍・呼吸・活動量などのバイタルデータを腕時計型の3軸加速度センサーで、温度・湿度・照度・騒音などを環境センサーで自動モニタリングし、介護記録をケア提供者が装着するウェアラブルデバイスを用いて音声入力し、それらをクラウドに集積し、AIが学習してBPSDの発症を予測する。また、BPSDの発症が予測された際には、AIが適切なケアのアドバイスを介護現場にウェアラブルデバイスを介して提供する。BPSDへの対応は本人・ケア提供者双方にとって大きな負担となる。しかし、このシステムが実用化されれば、認知症者本人は常に適切なケアを受けられ、BPSDの発

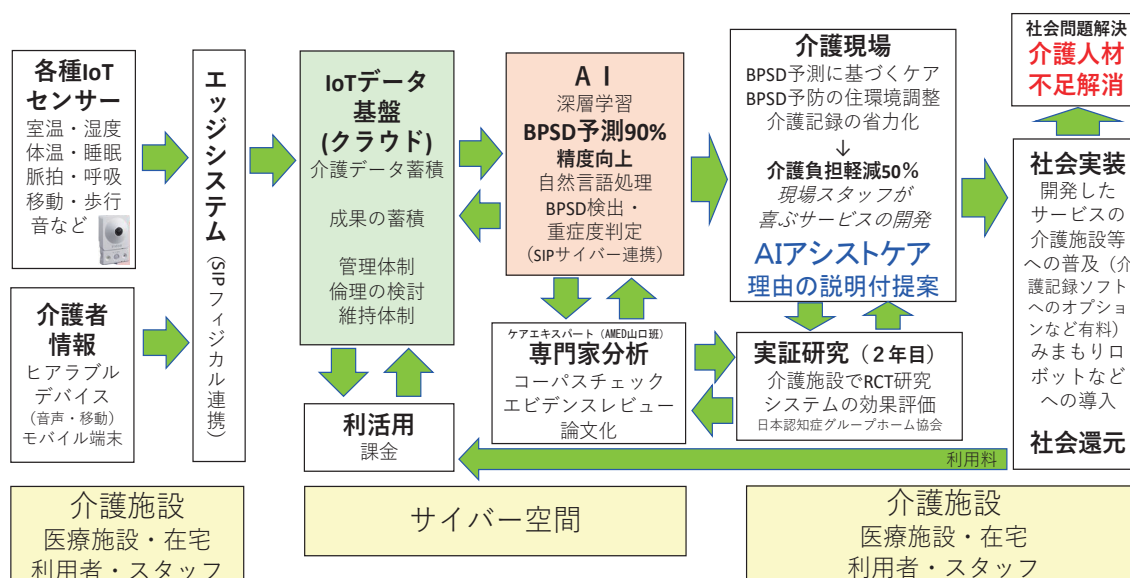


図1 AI・IoTアシスト認知症ケア研究開発プロジェクトの全体像

症がなく、苦痛が軽減される。またケア提供者も事前に対象者の苦痛を知ることができ、BPSDの予防的なケアの提供が可能となり、本人・ケア提供者の良好な関係性の構築が可能になると予想され、ケア提供者の業務の効率化にもつながると考える(図1、研究概要の説明動画は<https://youtu.be/VskffT3Tygo>参照)。2021年度には複数の介護施設を対象に無作為化比較試験でBPSD予測システムの有用性を検証する予定である。これまで述べてきたように、実際に認知症者を対象にBPSD予測システムの有効性を検討した研究は、センサーデータからBPSDを同定できるかどうかの予備的研究に止まっており、AMEDで研究開発するBPSD予測システムはその課題を克服すべく、実用性を兼ね備えた上で、BPSDの発症予測率90%以上を目指している。この研究が実現すれば、世界的にも先進的な研究開発となる。そして、このシステムは認知症者とそのケア提供者が笑顔で生活できる世の中の実現に寄与するであろう。

謝辞：本論文は、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED) 令和2年度～認知症対応型AI・IoTシステム研究推進事業「BPSD予測・予防により介護負担を軽減する認知症対応型AI・IoTサービスの開発と実装」(代表：山口晴保、課題番号：JP20us0424001)の一部として執筆した。

COI開示：該当なし。

文献

- 1) 新井平伊：BPSDの重要性．認知症の行動と心理症状 BPSD 第2版(日本老年精神医学会 監訳)，pp13-19, アルタ出版，2013.
- 2) 長田久雄、佐藤美和子：BPSDのとらえ方と対応．BPSDの理解と対応・認知症ケア基本テキスト(日本認知症ケア学会編)，pp7-11, ワールドプランニング，2011.
- 3) イアン・アンドリュー・ジェームズ：チャレンジ行動から認知症の人の世界を理解する(山中克夫監訳)，pp1-13, 星和書店，2016.
- 4) 国立研究開発法人 日本医療研究開発機構(AMED)「BPSDの解決につなげる各種評価法と、BPSDの包括的予防・治療指針の開発～笑顔で穏やかな生活を支えるポジティブケア」研究班(代表：山口晴保)：BPSDの定義、その症状と発症要因．認知症ケア研究誌 2: 1-16, 2018.
- 5) Ismail Z, Agüera-Ortiz L, Brodaty H, et al: The Mild Behavioral Impairment Checklist (MBI-C): A Rating Scale for Neuropsychiatric Symptoms in Pre-Dementia Populations. J Alzheimers Dis 56(3): 929-938, 2017.
- 6) 藤生大我、内藤典子、滝口優子、他：BPSD予防をめざした「BPSD気づき質問票57項目版(BPSD-NQ57)」の開発．認知症ケア研究誌 3: 24-37, 2019.
- 7) Cohen-Mansfield J: Measurement of inappropriate behavior associated with dementia. J Gerontol Nurs 25(2): 42-51, 1999.

- 8) Whall AL, Colling KB, Kolanowski A, et al: Factors associated with aggressive behavior among nursing home residents with dementia. *Gerontologist* 48(6): 721-731, 2008.
- 9) Ambulatory Monitoring inc: Motionlogger Actigraph.
<http://www.ambulatory-monitoring.com/motionlogger.html>, 2020.12.30 アクセス.
- 10) Ghali LM, Hopkins RW, Rindlisbacher P: Temporal shifts in peak daily activity in Alzheimer's disease. *Int J Geriatr Psychiatry* 10: 517-521, 1995.
- 11) Nagels G, Engelborghs S, Vloeberghs E, et al: Actigraphic measurement of agitated behaviour in dementia. *Int J Geriatr Psychiatry* 21(4): 388-393, 2006.
- 12) Knuff A, Leung RH, Seitz DP, et al: Use of Actigraphy to Measure Symptoms of Agitation in Dementia. *Am J Geriatr Psychiatry* 27(8): 865-869, 2019.
- 13) Etcher L, Whall A, Kumar R, et al: Nonlinear indices of circadian changes in individuals with dementia and aggression. *Psychiatry Res* 199: 77-78, 2012.
- 14) Valembois L, Oasi C, Pariel S, et al: Wrist Actigraphy: A Simple Way to Record Motor Activity in Elderly Patients with Dementia and Apathy or Aberrant Motor Behavior. *J Nutr Health Aging* 19(7): 759-764, 2015.
- 15) Bankole A, Anderson M, Smith-Jackson T, et al: Validation of noninvasive body sensor network technology in the detection of agitation in dementia. *Am J Alzheimers Dis Other Dement* 27: 346-354, 2012.
- 16) Hanson MA, Powell HC, Frysinger RC, et al: Teager energy assessment of tremor severity in clinical application of wearable inertial sensors. *IEEE/NIH Life Science Systems and Applications Workshop*: 136-139, 2007.
- 17) Nesbitt C, Gupta A, Jain S, et al: Reliability of Wearable Sensors to Detect Agitation in Patients with Dementia: A Pilot Study. *Proceedings of the International Conference on Bioinformatics and Biomedical Technology*: 73-77, 2018.
- 18) Gong J, Rose KM, Emi IA, et al: Home wireless sensing system for monitoring nighttime agitation and incontinence in patients with Alzheimer's disease. *Proceedings of the conference on Wireless Health*: 1-8, 2015.
- 19) Dickerson RF, Hoque E, Emi IA, et al: Empath2: a flexible web and cloud-based home health care monitoring system. *Proceedings of the ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*: 62: 1-8, 2015.
- 20) Enuresis Solutions, LLC: Families of DryBuddy Enuresis Alarm Systems.
<https://drybuddy.com/>, 2020.12.30 アクセス.
- 21) Khan SS, Zhu T, Ye B, et al: DAAD: A Framework for Detecting Agitation and Aggression in People Living with Dementia Using a Novel Multi-Modal Sensor Network. *IEEE International Conference on Data Mining Workshops*: 703-710, 2017.
- 22) Empatica: <https://www.empatica.com/en-gb/research/e4/>, 2020.12.30 アクセス.
- 23) Khan SS, Spasojevic S, Nogas J, et al: Agitation Detection in People Living with Dementia using Multimodal Sensors. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*: 3588-3591, 2019.
- 24) Khan SS, Ye B, Taati B, et al: Detecting agitation and aggression in people with dementia using sensors-A systematic review. *Alzheimers Dement* 14: 824-832, 2018.
- 25) 一般社団法人認知症高齢者研究所:「AIを活用した認知症対応型IoTサービス」実証事業報告. 第4回保健医療分野AI開発加速コンソーシアム資料, <https://www.mhlw.go.jp/content/10601000/000468143.pdf>, 2021.1.14 アクセス.