

高齢者の規則正しい生活を支援する 機能音による行動変容の促進

Promotion of Behavior Change by Using Functional Sounds to Support Regularity in the Elderly

精密工学専攻 27号 河原 怜雄
Leo Kawahara

1. はじめに

高齢化社会の到来による要介護者の自立を目的として、高齢者の認知機能に基づいてデザインされた音を活用した見守り支援が検討されている⁽¹⁾。特に、認知症の中核症状である時間感覚の喪失（見当識障害）を、覚醒度を操作して抑制することで規則正しい生活を支援することに着目する⁽²⁾。また、認知機能の低下により言語障害や思考力低下が生じるため、非言語かつ記憶や思考に依らず本能的に心理や生理に及ぼす覚醒度へと作用することが望まれる。

そこで本研究では、高齢者の時間感覚支援のための機能音の有効性を検する。まず、若齢者を対象として印象評価および生理指標に基づき、機能音によるヒトの心理や生理の覚醒度への影響を把握する。次に、高齢者を対象とした印象評価実験を行い、若齢者と同じ傾向であるか把握する。さらに、実地実験により同一対象者に機能音を用いた支援を行ったとき、高齢者の規則正しい生活が支援できたか明らかにする。

なお、本研究におけるすべての評価実験は、中央大学「人を対象とする研究」倫理審査委員会の承認を得た上で、被験者に十分なインフォームドコンセントを得ている。

2. 心理と生理に及ぼす覚醒度の把握

本章では、若齢者による印象評価と心電測定を行い、心理や生理に及ぼす覚醒度への影響を把握する。

2.1 評価に用いる機能音

時間感覚の喪失は、実際の一日の時間と高齢者の体内時計の一日の時間のずれが重なることで生じる。また、ヒトの体内時計および覚醒リズムは密接に関わっている⁽³⁾。そこで、機能音により覚醒度を操作することでずれを抑制できると考える。機能音は日常行動の時間での聴取を想定し、F1 起床、F2 朝食、F3 午前室内外行動 (Fig. 1)、F4 昼食、F5 午後室内外行動、F6 夕食 (Fig. 2)、F7 風呂、F8 就寝の8種を評価する。

2.2 実験条件

2.2.1 印象評価による覚醒度評価

評価方法はSD法による絶対評価で、体内時計が光、食事および活動が影響する⁽⁴⁾ことから、網膜、内臓および活動刺激を考慮して選定した15種の形容詞対を用いる。機能音はヘッドホンでランダムに提示し、実験は無響室で行い、実験参加者は正常な聴力を有する20代13名である。

2.2.2 生理指標による覚醒度評価

生理指標には心電測定によるローレンツプロット⁽⁵⁾（以下、LP）の楕円面積を用いる。LPは横軸にn番目の心電RR間隔、縦軸にn+1番目の心電RR間隔をプロットした図を指す。一般的に、睡眠状態になるほど面積が大きくなり、覚醒状態になるほど面積は小さくなる。生体情報の解析結果は、個人ごとの変動に差があるため、実験参加者ごとに平均と標準

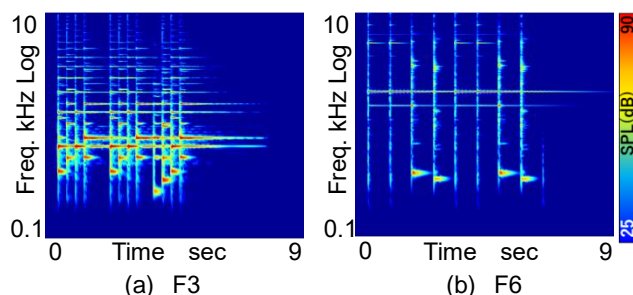


Fig. 1 Spectrogram of functioning sounds

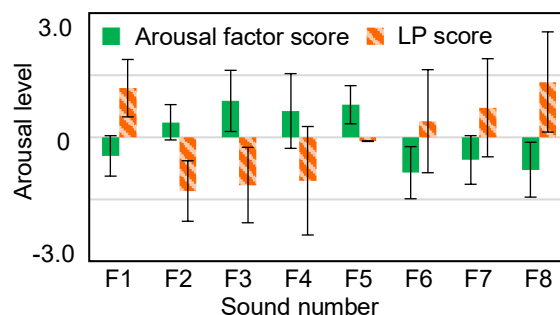


Fig. 2 Scores for arousal and LP

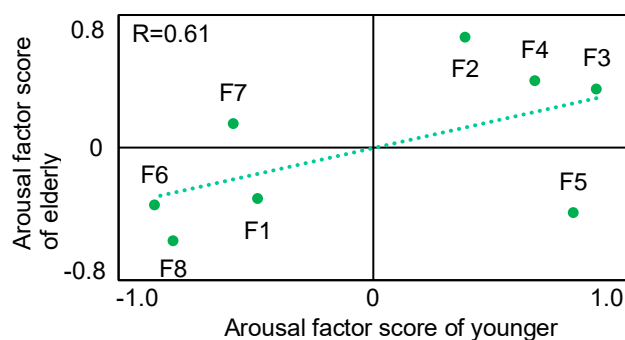


Fig. 3 Comparison of arousal scores by age group

偏差を求め、平均0、分散1の標準化を行い「覚醒度」として扱う。本指標は値が大きいほど非覚醒で、小さいほど覚醒していることを表す。

心電測定の実験プロトコルは、10秒間の安静後、機能音の90秒間聴取を1セットとし、F1→F2→…→F8の順で8セットとした。また、心電解析には刺激に対する初期反応を除外するために後半60秒間を解析対象とした。実験参加者は印象評価に参加した6名である。

2.3 実験結果および考察

印象評価に対する因子分析により「明るい-暗い」、「軽快な-荘重な」を含み寄与率が37%ある覚醒因子を抽出した。回転法にはバリマックス法を、抽出方には主因子法を用いた。

覚醒因子得点とLPの楕円面積をFig. 2に示す。横軸が各条件、縦軸が実験参加者の覚醒度を表している。覚醒因子得点とLPの楕円面積の間に $R=-0.74$ の高い相関が得られた。

以上より、心理的な覚醒度と生理的な覚醒度が対応しており、時間感覚支援の可能性が示された。

3. 高齢者に対する機能音の影響把握

本章では、高齢者による印象評価と2章の若齢者による印象評価と比較し、高齢者の覚醒度への影響を把握する⁽⁶⁾。

3.1 実験条件

実験参加者は女性13名(71.6±3.7歳)、男性11名(74.2±4.0歳)の合計24名である。実験は防音室内で着座した状態で機能音を聞き、その他実験条件は2.2.1項と同様である。

3.2 実験結果および考察

高齢者による印象評価に対する因子分析により、若齢者と同じように「明るい-暗い」、「軽快な-荘重な」を含み寄与率が41%ある覚醒因子を抽出した。回転法および抽出法は2.2節と同様である。高齢者と若齢者の覚醒因子得点をFig. 3に示す。両年代の覚醒因子で、15形容詞対中11形容詞対が因子負荷量0.5以上で一致していた。また、8種の機能音では相関係数 $R=0.61$ の中程度の高い相関が得られた。

以上より、高齢者と若齢者の心理的な覚醒感で同様の傾向がみられ、高齢者への時間感覚支援の可能性が示唆された。

4. 機能音による行動変容促進の検証

2, 3章より、機能音の有効性の検証のため、同一対象者に機能音による支援を実施する期間としない期間を反復することによって変化が表れたか確認する。その後、支援を継続した時、高齢者の規則正しい生活を支援できたか明らかにする⁽⁷⁾。

4.1 機能音による支援の反復実験

本実験は、2024年8月から9月において、住宅型有料老人ホームにて実施した。研究デザインとして前後比較デザインを用いた。実施方法の流れをFig. 4に示す。平常時A(機能音による支援を行わない期間)を3期、介入期B(機能音による支援を行う期間)を2期設け、それぞれを1週間交互に実施した。機能音による支援を交互反復することによって、介入期における変化がみられたか確認できると考えた。

4.1.1 実験プログラム

老人ホームの1日の流れに沿って7種の約8秒の機能音が指定の時間に再生され、その時間の日常行動を促す実験プログラムの構造をTable 1に示す。居住者は各個室で生活し、食事は広間で摂っている。また、F7は1日の流れに沿わないため除いた。

機能音は、広間や個室に設置されている天井スピーカにて再生した。高齢者が聴取でき、反応することが出来る音量であることを確認し、天井スピーカから約1m離れた位置で測定したところ、70~77 dBAであった。また、居住者には機能音の目的は伝えず、評価にあたり心理的バイアスがかからないよう考慮した。なお、本実験方法では居住者に身体的拘束はなく自由意志での生活を送っている状態である。

4.1.2 評価対象者

老人ホームスタッフの視線が行き届き、評価を記録できると判断された以下の5名を選定し、本実験の対象とした。

- ID1: 91歳 女性
- ID2: 95歳 女性
- ID3: 94歳 女性
- ID4: 92歳 女性

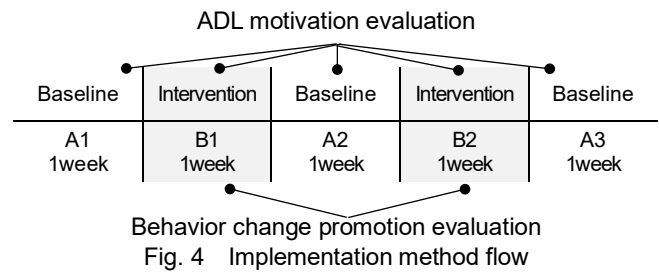


Fig. 4 Implementation method flow

Table 1 Structure of the experiment program

| Functional sound | Time | Daily behavior |
|------------------|-------|-------------------|
| F1 | 6:00 | Wake up |
| F2 | 6:30 | Breakfast |
| F3 | 9:30 | In/out activities |
| F4 | 12:00 | Lunch |
| F5 | 13:30 | In/out activities |
| F6 | 17:30 | Dinner |
| F8 | 21:00 | Go to bed |

Table 2 Evaluation items for behavior change promotion

| |
|--|
| F1: Acted immediately after waking up |
| F2: Came right on time for breakfast |
| F3: Changes in indoor and outdoor activities |
| F4: Came right on time for lunch |
| F5: Changes in indoor and outdoor activities |
| F6: Came right on time for dinner |
| F8: Went to bed at bedtime |

Table 3 Median score change in each period of VI

| Period | A1 | B1 | A2 | B2 | A3 |
|---------|------------------------------------|----------|-----------|----------|----------|
| Score | Median (Lower limit – Upper limit) | | | | |
| ID1 | | | | | |
| Wake up | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| Comm | 2.0(1-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| Feeding | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| O/T | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| ID2 | | | | | |
| Wake up | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| Comm | 2.0(1-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| Feeding | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| O/T | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| ID3 | | | | | |
| Wake up | 2.0(1-2) | 2.0(1-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| Comm | 1.0(1-1) | 1.0(1-1) | 2.0*(1-2) | 2.0(1-2) | 2.0(1-2) |
| Feeding | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| O/T | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| ID4 | | | | | |
| Wake up | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| Comm | 2.0(1-2) | 1.0(1-2) | 2.0*(1-2) | 1.0(1-2) | 2.0(1-2) |
| Feeding | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| O/T | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| ID5 | | | | | |
| Wake up | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| Comm | 2.0(1-2) | 1.0(1-1) | 1.0(1-2) | 1.0(1-2) | 1.0(1-2) |
| Feeding | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |
| O/T | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) | 2.0(2-2) |

** : p < 0.01 * : p < 0.05

ID5 : 74 歳 男性

なお、ID3, ID4 と ID5 はデイサービス等で老人ホームにいない曜日と時間があり、その時間は評価の対象に含めていない。

4.1.3 実験条件

評価対象者の日常生活動作に関する意欲の評価には Vitality Index[®]を用いた。評価項目は起床、意思疎通、食事、排泄、リハビリテーションの5項目で構成され、各得点範囲は0から2点の3段階となっており、得点が高いほど意欲が高いことを示している。なお、施設ではリハビリテーションは行っていないので、4項目について評価を行った。

評価対象者の機能音の支援による行動変容促進の評価は、Table 2 に示す7項目について3段階で評価した。Table 1 の番号の機能音が再生された後、Table 2 の番号に対応した項目の行動をしたときを2点、どちらでもないときを1点、していないときを0点とした。これにより、時間感覚のずれが抑制できたか評価する。

なお、意欲の評価は5週間行い、行動変容促進の評価は介入期Bの2週間行った。評価は老人ホームスタッフに依頼した。

4.1.4 実験結果および考察

日常生活動作に関する意欲の評価である Vitality Index の結果を Table 3 に示す。表には評価対象者の各期間の得点の中央値と得点範囲（下限－上限）を記載している。得点変化の評価は、データの正規分布に従っていなくてもよいフリードマン検定を行い、有意差があった場合は、機能音による支援を行う前の平常時 A1 とウィルコクソンの順位和検定を行った。ID1, ID2, ID4, ID5 の起床、食事、排泄において得点が2点から変わらず、ID3 においても平常時 A1 の起床で変化が生じた以外は同じ得点になっていた。得点の変化が認められたのは、ID3 と ID4 の平常時 A2 における意思疎通であった。どちらも得点が有意に増加し、ID3 は有意差 0.01 未満、ID4 は 0.05 未満であった。全体として機能音の支援による Vitality Index の得点変化に有意な変化はみられなかった。この理由として、今回用いた評価項目が機能音による変化を把握するのに適していなかったことが考えられる。また、機能音による支援において日常生活動作の意欲への影響が少ないとも考えられる。

行動変容促進の評価結果を Fig. 5 に示す。ID1, ID2 と ID4 は同様の得点変化の傾向が見られた。図の (a), (b), (d), (f), (g) は2週間2点をとっていた。(c) と (e) においては、介入期 B1 では1点と2点をとっていた。介入期 B2 では ID1 と ID2 が一部2点を取っていたがそれ以外は0点をとっていた。

ID3 は、(a), (b) が2週間、(f) が初日を除いて2点をとっていた。(c) と (e) においては、2点と0点をとる期間が交互にみられた。(d) と (g) においては、2週間のうち2日のみ0点を取り、それ以外は2点をとっていた。ID5 は、(b) と (f) が2週間2点をとっていた。(a) は2週間のうち3日のみ1点を取り、それ以外は2点をとっていた。(d) と (g) においては、0点や1点をとっていたが、半数以上で2点をとっていた。(c) と (e) は、ほとんどの日で0点をとっていた。

以上より、評価対象者のほとんどが2週間2点をとっている機能音 F1, F2, F4, F6, F8 において、行動変容の促進がみられた。一方、F3 と F5 においてはほとんどが0点か1点をとっており、行動変容の促進がみられなかった。この理由として、3章より前者の機能音は時間感覚への支援の可能性が示唆されていたため、行動変容促進は妥当な結果であったが、後者のような具体的な行動の支援には影響が少なかった

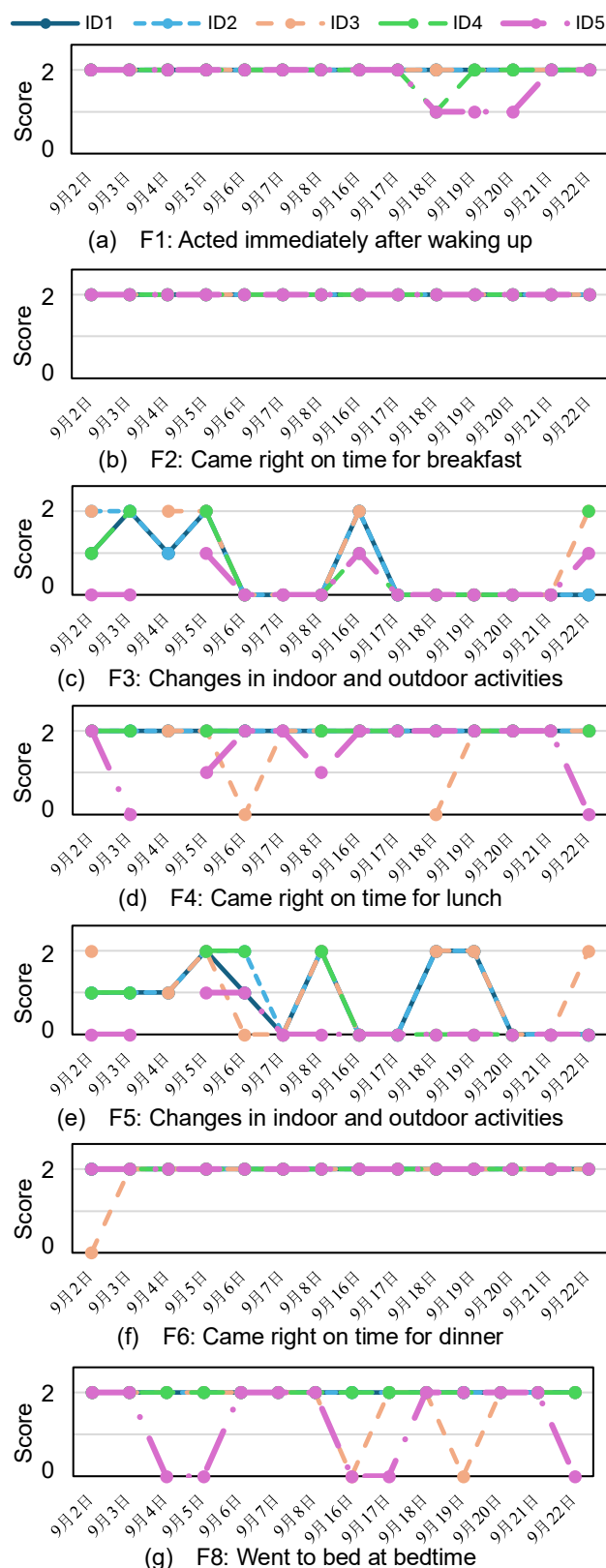


Fig. 5 Implementation method flow (repetition)

めと考えられる。

4.2 機能音による支援の継続実験

4.2.1 実験条件

本実験の評価は4.1.4項で行動変容促進の効果がみられた F1, F2, F4, F6, F8 の5種の機能音を用いる。実験は2024年11月に同施設で介入期を3週間継続して行った。老人ホームスタッフと協議し、ID3やID5の反応向上のため、機能

音を3回繰り返して再生する。また、評価対象者に機能音の目的

を伝え、機能音と行動の紐付けを試みた。評価は、Table 2に示す項目のうちF3とF5を除いた5項目とする。また、機能音と行動が紐づけされたか1週間毎にテストを行った。テストでは日常行動のイラストと対応した機能音を回答してもらう。その他、評価条件は4.1.3項と同様である。

4.2.2 実験結果および考察

継続実験における行動変容促進の評価結果をFig. 6に示す。図より、ID5を除く評価対象者がすべての機能音で2点をとっていた。また、ID3は、Fig. 5(d)と(g)と比較すれば、得点が上昇していることがわかる。ID5においても(a), (d), (e)でほとんど2点をとっている。また、Fig. 5(g)とFig. 6(e)を比較すれば得点傾向が上昇している。一方、(b)と(c)においてはFig. 5と比較して減少していた。

紐づけテストは同意を得られたID1とID3、ID4に実施した結果をTable 4に示す。1週目の正答率は全員0であった。2週目はID4が20%で他は0であった。3週目はID1が20%、ID3が0、ID4が40%であった。しかしながら、Fig. 6の結果で得点が高いことから、記憶や思考によらず本能的に心理や生理に機能音は作用したと考えられ、この効果は、2, 3章で示唆されている。

以上より、機能音による支援を継続したとき、5種の機能音において、5名中4名の行動変容が促進でき、機能音の時間感覚支援の有効性が検証できたと考える。また、ID3の得点が高かったことから、機能音を3回繰り返すことで認知性の向上がみられた。

5. 研究成果

- (1) 若齢者において、印象評価および生理指標に基づいた心理的な覚醒度と生理的な覚醒度との間に負の高い相関があることを示し、機能音による時間感覚支援の可能性を示した。
- (2) 若齢者と高齢者の因子構造の一致性を明らかにし、覚醒因子間で中程度に強い相関より同傾向であることを示すことで、高齢者への時間感覚支援の可能性を示した。
- (3) 機能音による支援の反復実験により、日常生活動作に関する意欲の評価である Vitality Index は評価に適していなかったことを把握し、行動変容促進の評価により、機能音7種のうち5種で効果が得られたことを把握した。
- (4) 機能音による支援の継続実験により、反復実験で効果のみられた5種の機能音において、5名中4名の行動変容促進ができ、また、紐づけテストの結果より記憶や思考によらず本能的に心理や生理に作用することを明らかにし、時間感覚支援の有効性が検証できた。

参考文献

- (1) 有光哲彦, テオリン・アクセル, 岡本怜奈, 高齢者見守り支援のための認知機能に基づくサウンドデザイン, 日本音響学会講演論文集(秋)(2023) pp. 1513-1514.
- (2) 河原怜雄, 有光哲彦, テオリン・アクセル, 岡本怜奈, 戸井武司, 印象評価および生理指標に基づく体内時計を考慮した生活機能音の評価, 音響学会講演論文集(秋)(2023) pp. 1515-1516.
- (3) 鈴木真由美, (7) 睡眠覚醒リズムと時計遺伝子, ホルモン, 東京女子医科大学雑誌, **94**-6(2024) pp. 121-128.
- (4) 福田祐美, 概日リズム調節における光と食事の影響に関する研究動向, 日本生理人類学会誌, **24**-1(2019) pp. 1-7.

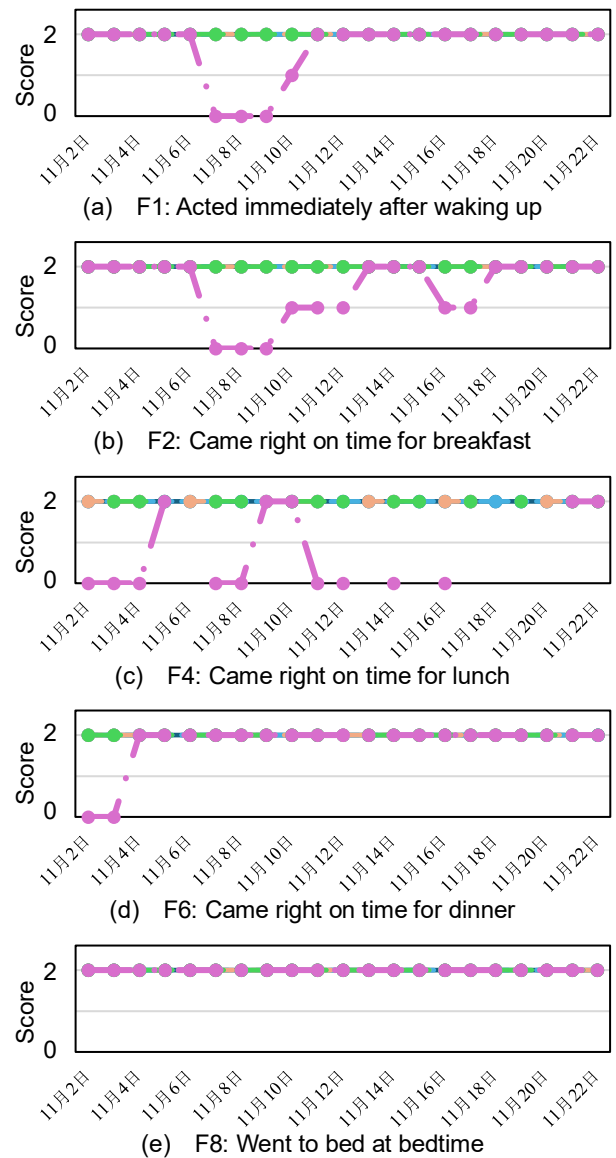


Fig. 6 Implementation method flow (continue)

Table 4 Illustration of the linkage test

| | ID1 | ID3 | ID4 |
|--------|-----|-----|-----|
| Week 1 | 0% | 0% | 0% |
| Week 2 | 0% | 0% | 20% |
| Week 3 | 20% | 0% | 40% |

- (5) 豊福史, 山口和彦, 萩原啓, 心電図 RR 間隔のローレンツプロットによる副交感神経活動の簡易推定法の開発, 日本人間工学会誌, **43**-3(2007) pp. 185-192.
- (6) 河原怜雄, 有光哲彦, 岡本怜奈, 戸井武司, 体内時計を考慮した高年層の日常イベントに対する生活機能音の印象評価, 音響学会講演論文集(春)(2024) pp. 1157-1158.
- (7) 河原怜雄, 有光哲彦, 岡本怜奈, 戸井武司, 高齢者の規則正しい生活を支援する機能音による行動変容促進の検証, 音響学会講演論文集(春)2-6-9(2025).
- (8) Toba et al., Vitality Index as a useful tool to assess elderly with dementia. *Geriatrics & gerontology international*, **2**, Part 1(2002) pp. 23-29.