

(論 文)

要介護高齢者及び認知症高齢者の表情解析に  
基づく感情指数がQ O Sに及ぼす影響分析  
— SOLOデジタルセラピーの介入調査を通して —

新田博之，堀田翔一，本村華那，住吉孝平，川崎洋平

ISSN 2433-8311

福祉開発研究 第6号 25-37頁

Paper :

## **Analysis of the impact on QOS of an emotional index based on expression analysis of people requiring nursing care and elderly people with dementia**

**-Applying the SOLO Digital Therapy Intervention Survey-**

Hiroyuki SHINDEN Ph.D, Shoichi HORITA, Kana MOTOMURA,  
Kohei SUMIYOSHI, Yohei KAWASAKI Ph.D

**Introduction:** The QOL evaluation of elderly with dementia must be assessed by proxy. Reports show QOS is related to QOL, and research on assessment of dementia through facial expression analysis using facial photos is progressing. This study examined the relationship between SOLO's emotional index and QOS based on facial expression analysis of elderly people requiring nursing care and elderly people with dementia, and examined the intervention effect of SOLO digital therapy.

**Method:** We conducted 25 intervention surveys for 61 facility residents and 28 weeks of intervention surveys for 52 people. The sleep state was measured with a sheet-type body vibration meter (NEMURI SCAN) and the relationship between sleep and emotional index was examined.

**Results:** It was suggested that as sleep time lengthens and sleep efficiency increases, Energy and Valence in the awakening dimension will increase, and positive emotions will increase.

**Conclusions:** The QOS evaluation of elderly people requiring nursing care or with dementia showed that the emotional index is useful. QOS has been reported to be related to QOL, and it was suggested that Energy and Valence can be used when considering QOL.

**Keywords :** Emotional index, Sleep efficiency, Sleep time, QOS, QOL

Journal of Welfare Development Study

## 論文

## 要介護高齢者及び認知症高齢者の表情解析に基づく感情指数がQOSに及ぼす影響分析 —SOLO デジタルセラピーの介入調査を通して—

新田 博之<sup>1</sup>, 堀田 翔一<sup>2</sup>, 本村 華那<sup>3</sup>, 住吉 孝平<sup>4</sup>, 川崎 洋平<sup>5</sup>

Hiroyuki SHINDEN Ph.D, Shoichi HORITA, Kana MOTOMURA,  
Kohei SUMIYOSHI, Yohei KAWASAKI Ph.D

### 緒言

認知症高齢者のQOL評価は代理評価を余儀なくされる。QOSはQOLに関連する報告があり、顔写真による認知症の判断や表情分析の研究が進んでいる。本研究は、要介護及び認知症高齢者の表情解析に基づくSOLO社の感情指数とQOSとの関連を検証し、SOLOデジタルセラピーの介入効果を検討した。方法：施設入居者61人を対象に25回の介入調査を実施し、52人を対象に28週の介入調査を実施した。睡眠状態はシート型体振動計(眠りSCAN)で測定し、睡眠と感情指数との関連を調べた。結果：睡眠時間が長くなり睡眠効率が上がると、覚醒次元のEnergy・快次元のValenceは増加し、ポジティブ感情は高まることが示唆された。結論：要介護及び認知症高齢者のQOS評価は、感情指数が有用であることを示した。QOSはQOLに関連する報告があり、Energy・ValenceはQOLの検討に活用できることが示唆された。

キーワード：感情指数，睡眠効率，睡眠時間，QOS，QOL

### I. 本研究の背景と目的

我が国の総人口は、2022年8月では1億2,510万3千人であり、前年同月に比べて81万5千人(0.65%)減少している。65歳以上の高齢者人口は、2022年3月では3,623万8千人(29.0%)で、前年同月に比べて13万人(0.36%)増加している。後期高齢者となる75歳以上人口は1,893万人9千人(15.1%)であり、前期高齢者となる65歳～74歳人口の1,730万人(13.8%)より多い(総務省統計局2022)。平均寿命は、2040年に65歳となる高齢者では、男性の42%、女性の68%が90歳となり、男性の6%、女性の20%が100歳まで延伸すると推測されている(厚生労働省2020:13-14)。認知症施策推進のための有識者会議(第2回)<sup>6</sup>によると、年齢階級別の認知症有病率は、65～69歳では2.8%であるが、75～79歳では、65～69歳に比べて4.2倍の11.7%になり、85～89歳では12.5倍の35.0%、90～94歳では17.5倍の49.0%になる。平均寿命の延伸に伴い認知症高齢者は増え続け、2025年には、高齢者の5人に1人となる約700万人が認知症になると推計される(内閣府2020)。認知症含有率が高まる後期高齢者の増加を背景に、高齢者の生活の質(QOL)の重要性は高まり、QOLの低下につながる認知症は大きな課題になっている。

高齢者は加齢に伴い認知機能や知的機能が低下し、神経活動の抑制を困難にする(Gazzaley et al. 2007)。Bailey, Henry, and Nangle (2009)は、感情表現が観察された表情と一致するかを調査し、高齢者の「怒り」の表情に年齢差がないことを示し、Bailey et al. (2009)は高齢者と若年者の表情を筋電図法で調査し、表情を意識していない段階でも、「怒り」「幸せ」の表情に違いが無いことを示している。Hühnel et al. (2014)は、高齢者の他者共感能力を「幸福」「怒り」「悲しみ」「嫌悪」の表情で調査し、高齢者の感情的反応は損なわれていない

<sup>1</sup> しんでん ひろゆき 医療法人参天会 理事長

<sup>2</sup> ほりた しょういち 介護老人福祉施設 喜入の里 生活相談員

<sup>3</sup> もとむら かな 介護老人福祉施設 喜入の里 生活相談員

<sup>4</sup> すみよし こうへい きいれセントラルクリニック 相談員

<sup>5</sup> かわさき ようへい 埼玉医科大学医学部 客員教授

<sup>6</sup> 内閣官房 健康・医療戦略室 (2019) 認知症施策推進のための有識者会議 (第2回)  
([https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ninchisho\\_kaigi/yusikisha\\_dai2/gijisidai.html](https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ninchisho_kaigi/yusikisha_dai2/gijisidai.html), 2022.9.20).

ことを示唆している。一方、軽度認知症は表情で判別できることが示され(Kameyama et al. 2021), 対話の表情からQOLは評価できることが示唆されている (Nakagawa et al. 2020). このように、高齢者の表情から感情の違いは推測できることが示唆されている。

感情は出来事による影響力の変化で一時的に生じるが、一時的な感情では生理学的変化は表れず、人が惹起事象を認識し生理学的変化を起こすと基本的な感情エピソードが表れはじめる。全ての感情は相互に関連し、不快/快樂次元と高覚醒/低覚醒次元で評価できる。図1で示すように、Russell円環モデルは覚醒次元のEnergyを縦軸にとり快次元のValenceを横軸にとる。全ての感情は構成された円環上で表現でき、内側の感情語は認識でき難い影響力を示し、円環上の感情語は生理学的変化で生じる感情エピソードを示す。それぞれの感情は円環上に示した位置と方向で表され、感情間の方向差が感情の相関関係を示している (Russell 1980 ; Russell et al. 1999). 円環上の感情空間をPositive・Negativeで評価するLarsen and Diener (1992) モデルを図2に示す。Positive・Negativeの感情は、縦軸の覚醒次元と横軸の快次元に90度の直交関係にある。Valence (High)・Energy (High)とValence (Low)・Energy (Low)の感情がPositive Levelであり、Valence (Low)・Energy (High)とValence (High)・Energy (Low)の感情がNegative Levelである (Larsen et al. 1992).

Larsen and Diener (1992) モデルでは、ValenceとEnergyが上がるとPositive感情は高くなり、ValenceとEnergyが下がるとPositive感情は低くなる。一方、Valence下がりEnergyが上がるとNegative感情は高まり、Valence上がりEnergyが下がるとNegative感情は低まる関連性が示されている。

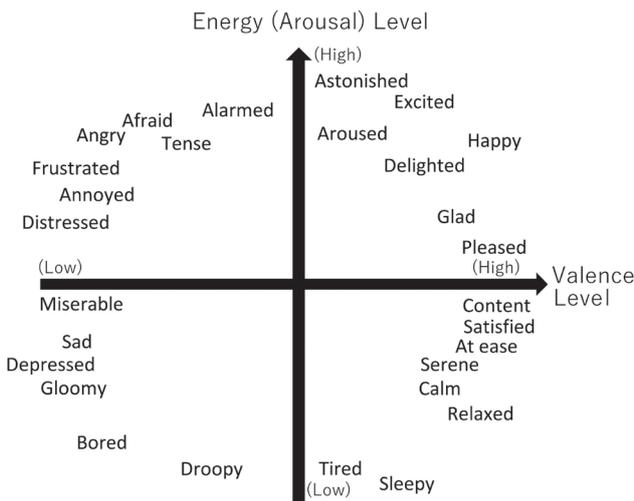


図1 Russellの円環モデル

注) Russell (1980) をもとに筆者作成

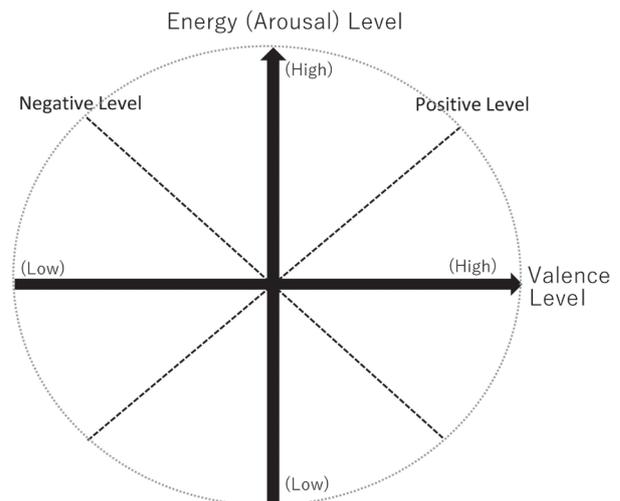


図2 Larsen and Diener (1992) モデル

注) Larsen et al. (1992) In Margaret ed.をもとに筆者作成

高齢者のQOLについて西村ほか(2011)は、睡眠はQOLの重要な因子であることを示し、ピッツバーグ睡眠質問票 (Pittsburgh Sleep Quality Index ; PSQI) による睡眠調査から睡眠状況の把握と精神的支援の重要性を述べている。村上ほか(2007)は、認知症の中核症状には記憶力と認知機能の障害があり、QOLの主観的評価は困難になることを示している。本間(2001)は、認知症高齢者のQOL評価は自記式評価や他者による代理評価などが活用されていることを示し、軽度認知症は自記式評価に比べて代理評価では楽観的になる傾向があり、中重度認知症では評価そのものが困難になると述べている。辻村ほか(2010)は、ある程度進行した認知症のQOL評価は、他者による代理評価に頼らざるを得ないと述べている。

WHOが定めたQOL評価法QOL26では、睡眠の質 (QOS) は身体的領域に含まれ、認知状態は心理的領域に含まれる<sup>1)</sup>。QOSは認知状態・身体の痛み・活力と関連し (Ricardo et al. 2013), 身体の痛み・活力は、健康関連QOLを示すSF36の評価項目に含まれる。QOSの評価は主観的評価に基づくPSQIが有用であり (Doi et al. 2000), PSQIの評価項目には、睡眠時間・睡眠効率・睡眠潜時・睡眠の質・睡眠困難・睡眠薬使用の有無・日中覚醒

<sup>1)</sup> World Health Organization WHOQOL : Measuring Quality of Life The World Health  
 ([https://www-who-int.translate.goog/tools/whoqol?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=ja&\\_x\\_tr\\_hl=ja&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://www-who-int.translate.goog/tools/whoqol?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ja&_x_tr_hl=ja&_x_tr_pto=sc), 2022.7.25).

困難などがある。Matsui et al. (2021) は、PSQIを用いてQOSと睡眠時間を分析したうえで、QOSは睡眠時間よりQOLに関連することを明らかにし、QOSの低下と睡眠時間の短縮は、どちらもQOL低下に関連することを示している。Anthony et al. (2018) は、認知症有病者の生活満足度を包括的に調査した研究は殆どみられないことを示し、QOL・Well-being・生活満足度を評価する仕組みが必要であると述べている。

上述したように、表情と感情の関連性は検証され、表情とQOL、QOLとQOSとの関連は示されつつあるものの、QOL・QOSの評価は、主観的評価が主流であり、認知症高齢者の表情とQOSの関連を客観的に示した研究はみられない。さらに、ポジティブ、ネガティブ、Well-beingなどの感情語を用いたQOLの検討もみられない。本研究では、表情のなかでも肉眼で認識することが難しいMicro Expressionsに着目し、Micro Expressionsを表情解析したSOLO感情指数とQOSを構成する睡眠状態との関連を縦断的に調査し、高齢者の表情解析に基づく感情指数の有用性を検証する。

## II. 25回介入調査

### 1. 対象者

対象者は、A市にある介護老人福祉施設2箇所、介護老人保健施設1箇所、グループホーム1箇所、小規模多機能型居宅介護1箇所、住宅型有料老人ホーム3箇所の入居者とした。対象者及び家族代諾者に研究の趣旨・目的・研究方法・個人情報の保護について、また、参加は自由意志であり拒否による不利益はないこと、いつでも同意は撤回できることを文書と口頭で説明し書面での同意を得た。同意を得た対象者のうち入院を除く61人を調査対象とした。調査期間は2021年10月20日から11月30日までとし、25回の介入データを測定した。なお、調査は2021年9月29日かごしま福祉開発研究所の承認(承認番号：21-A9001)を得て実施した。

### 2. 調査及び評価項目

対象者の基本情報として、性別、年齢(歳)、身長(cm)、体重(kg)、BMI、要介護度、障害高齢者の日常生活自立度、認知症高齢者の日常生活自立度、HDS-Rを調べた。睡眠データとして、睡眠効率(%), 睡眠時間(分)、睡眠潜時(分)、中途覚醒(分)、離床回数(回)、睡眠時の活動量(count/分)を測定し、QOSを評価する指標として睡眠時間・睡眠効率を採用した。感情指数は、表情解析に基づくSOLO感情指数を採用しEnergy・Valence・Well-being・Stressを測定した。SOLO感情指数を評価する指標としてRussell円環モデルの評価軸となるEnergy・Valenceを採用した。睡眠状態の測定はSOLO介入日の12:00から翌11:59までとした。Energy・Valenceと睡眠効率・睡眠時間との関連を検証し、Well-being・Stressと睡眠状態との関連性を調査した。

### 3. SOLOの機能

SOLOは、タブレット等の内臓カメラを利用してMicro Expressionsの筋肉動作測定しRussell円環モデルに基づき表情解析する。Micro Expressionsは、抑制された感情が無意識のうちに一瞬現れては消え去る微細な顔表情の動きになり、肉眼では認識し難い感情の動きを示す性質がある。この性質に基づき表情解析した感情データとしてHappiness・Calmness・Angry・Sad・Surprised・Disgusted・Fearfulを示し、感情指数として、Energy・Valence・Well-being・Stressを導き出す。SOLOは、コンテンツ及びセッション時間を選択すると内臓カメラで表情解析し、適する動画コンテンツをタブレット等に提供するデジタルセラピーである。

### 4. 眠りSCANの機能

客観的な睡眠測定は睡眠ポリグラフ(PSG)がゴールドスタンダードであるが、頭に電極を装着するなど睡眠を阻害する。本研究では、身体と非接触で測定するシート型体振動計(眠りSCAN, 型番:NN-1310)を採用した。眠りSCANは、マット上の人の呼吸運動、心弾動、体動の振動等を、マット下に設置し検査する。日常生活から影響を受ける睡眠を対象者に負担を与えず連続して測定できる特徴がある。Kogure et al. (2011) は、睡眠における臨床上の査定及び研究領域で広く使用されているアクチグラフと眠りSCANの精度を比較し、PSGとの一致率、感度、及び特異度、ほぼ同じであることを報告している。眠りSCANは、クラスIの医療機器であり、厚生労働省の導入効果実証研究の見守りロボットとして2015年から介護や医療の現場において急速に普及して

いる。眠りSCANを用いることで、PSQIの主な評価項目になる睡眠時間・睡眠効率・睡眠潜時、PSQIに関連する中途覚醒・離床回数・睡眠時の活動量を客観的データとして測定できる。

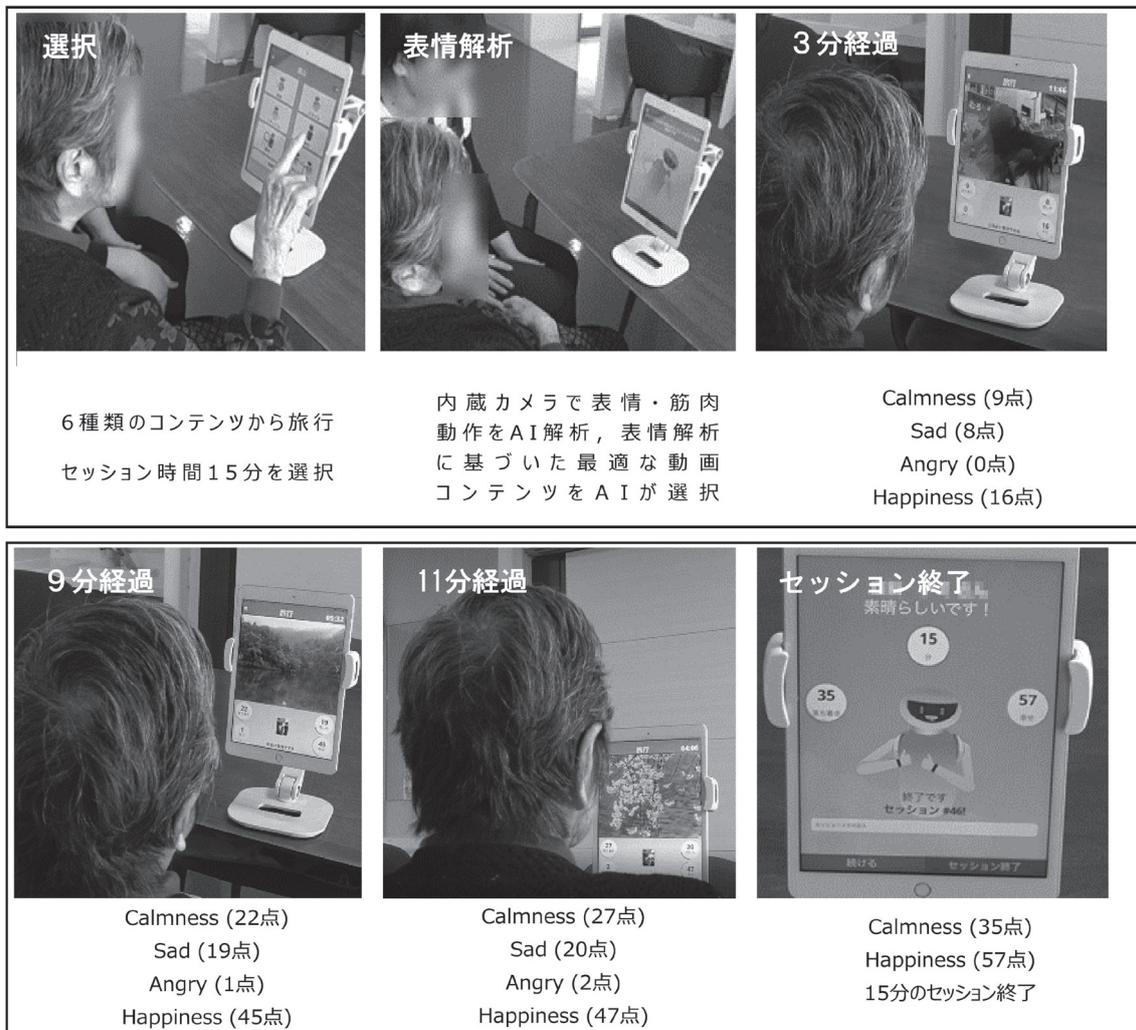
## 5. 分析方法

Energy・Valence・Well-being・Stressと睡眠データとの関連を一般化推定方程式 (Generalized Estimating Equation ; GEE) を用いて単変量解析及び多変量解析した。データ解析にはStata17/MP4 (StataCorp LCC, College Station, TX, USA)を用い、仮説検定での有意水準は両側5%とした。

### Ⅲ. 25回介入調査の結果

#### 1. SOLOの介入の様子とセッション終了時の感情指数

図3にSOLOの介入の様子とセッション終了時の感情指数を示す。6種類のコンテンツから好みのコンテンツとセッション時間を選択する。内蔵カメラで表情の筋肉動作をAI解析し、表情解析に基づき最適な動画コンテンツを再生する。セッション3分経過後の感情データはCalmness(9点), Sad(8点), Angry(0点), Happiness(16点)であり、11分経過後はCalmness(27点), Sad(20点), Angry(2点), Happiness(47点)になった。セッション終了時はCalmness(35点), Happiness(57点)に上がった。セッション間の感情指数としてEnergy・Valence・Well-being・Stressが評価される。



注) 一症例のCalmness(落ち着き)・Sad(悲しみ)・Angry(怒り)・Happiness(幸せ)の推移を示す。

図3. SOLOデジタルセラピー介入の様子・感情指数の推移

2. 対象者の性別及び認知症等に関する測定値

表1に示すように、性別では、男性8人(13.1%)、女性53人(86.9%)であり、男性に比べて女性のほうが圧倒的に多かった。要介護度は、要介護度4が18人(29.5%)で最も多く、要介護度1～2が19人(31.2%)、要介護度3～5が42人(68.9%)であった。HDS-Rで最多は、やや高度の認知症26人(42.7%)であり、次に多いのは、中程度の認知症12人(19.6%)、3番目に多いのは、非常に高度の認知症9人(14.8%)であった。高度(非常に高度・高度・やや高度)の認知症は41人(67.3%)と多く、認知症高齢者は57人(93.5%)を占めた。障害高齢者の日常生活自立度は、寝たきりと判定されるC1・C2は、10人(16.4%)であり、ベッド上での生活が主体となるB1・B2は34人(55.7%)であった。認知症高齢者の日常生活自立度は、日常生活に支障があり行動や意志疎通が困難なⅢa・Ⅲb・Ⅳは39人(64.0%)であった。一方、認知症のない人は4人(6.5%)であり、日常生活がほぼ自立している人は1人(1.6%)であった。対象者の多くは女性であり、生活はベッド上を主体とした中重度の要介護者で、高度(非常に高度・高度・やや高度)の認知症高齢者が多くを占めた。対象者の身長・体重の平均値及び標準偏差は、男性では、身長162.6 ± 5.63cm、体重は53.9 ± 5.80kgであり、女性では、身長146.1 ± 6.34cm、体重45.3 ± 8.53kgであった。厚生労働省(2019)の調査によると、80歳以上の高齢者の身長・体重の平均値及び標準偏差は、男性では、身長161.1 ± 6.4cm、体重は60.1 ± 9.4kgであり、女性では、身長146.6 ± 6.2cm、体重48.6 ± 8.2kgであった。対象者と大きな違いはみられなかった。

表1. 対象者の性別及び認知症等に関する測定値 (N = 61)

要介護度		HDS-R		障害高齢者の日常生活自立度		認知症高齢者の日常生活自立度	
要介護1	4人(6.6%)	異常なし	30~20 4人(6.5%)	J1	1人(1.6%)	I	1人(1.6%)
要介護2	15人(24.6%)	認知症の疑いあり	19~16 4人(6.5%)	J2	1人(1.6%)	Ⅱa	6人(9.8%)
要介護3	14人(23.0%)	中程度の認知症	15~11 12人(19.6%)	A1	6人(9.8%)	Ⅱb	15人(24.6%)
要介護4	18人(29.5%)	やや高度の認知症	10~5 26人(42.7%)	A2	9人(14.8%)	Ⅲa	21人(34.4%)
要介護5	10人(16.4%)	高度の認知症	4~1 6人(9.8%)	B1	15人(24.6%)	Ⅲb	9人(14.8%)
		非常に高度の認知症	0 9人(14.8%)	B2	19人(31.1%)	Ⅳ	9人(14.8%)
				C1	6人(9.8%)		
				C2	4人(6.6%)		
男性				女性			
8人(13.1%)				53人(86.9%)			
(身長 162.6 ± 5.63cm) (体重 53.9 ± 5.80kg)				(身長 146.1 ± 6.34cm) (体重 45.3 ± 8.53kg)			

3. 身体的特徴・SOLO感情指数・睡眠に関する測定値

対象者の介入開始時の年齢、SOLO感情指数、睡眠に関する測定値の平均値及び標準偏差を表2に示す。それぞれの項目の平均値及び標準偏差は、介入開始時の年齢は86.2 ± 6.87歳、BMIは21.1 ± 3.56 kg/m<sup>2</sup>であり肥満度判定基準<sup>2)</sup>における普通体重であった。SOLO感情指数は、Energy 0.69 ± 0.15, Valence 0.63 ± 0.17, Well-being 0.41 ± 0.24, Stress 0.15 ± 0.07であった。睡眠状態は、睡眠効率75.5 ± 16.4%, 睡眠時間569.3 ± 228.9分、睡眠潜時30.4 ± 37.6分、中途覚醒136.1 ± 89.8分、離床回数1.4 ± 1.8回、活動量72.1 ± 47.9 count/分であった。

表2. 身体的特徴・SOLO感情指数・睡眠に関する測定値 (N = 61)

項目	年齢(歳)	BMI	Energy	Valence	Well-being	Stress	睡眠効率(%)	睡眠時間(分)	睡眠潜時(分)	中途覚醒(分)	離床回数(回)	活動量(回/分)
平均値	86.2	21.1	0.69	0.63	0.41	0.15	75.5	569.3	30.4	136.1	1.4	72.1
標準偏差	6.87	3.56	0.15	0.17	0.24	0.07	16.4	228.9	37.6	89.8	1.8	47.9

#### 4. SOLO感情指数と睡眠データとの関連

SOLO感情指数 Energy・Valence・Well-being・Stressと睡眠データとの関連を表3に示す。なお、rhoはクラスター内(同一対象内)の相関係数を示す。

SOLO感情指数と有意な関連が認められた応答変数は、単変量モデルでは、Valenceと活動量の平均値、回帰係数=-7.349 (95% CI -13.634, -1.064),  $p < 0.022$ , rho=0.723であり、Stressと睡眠時間、回帰係数=-48.654 (95% CI -93.128, -4.179),  $p < 0.032$ , rho=0.860であった。多変量モデルでは、Valenceと活動量(体動量)の平均値、偏回帰係数=-7.658 (95% CI -13.943, -1.373),  $p < 0.017$ , rho=0.628であり、Stressと睡眠時間、偏回帰係数=-50.765 (95% CI -95.186, -6.344),  $p < 0.025$ , rho=0.688であった。ほか説明変数と応答変数の組み合わせでは統計学的に有意な関連が認められなかった。

活動量が下がるとValenceは上がる関連が示唆され、睡眠時間が下がるとStressは上がる関連が示唆された。Russell円環モデルを評価する2軸とQOSの関連を明らかにするため、Energy・ValenceとQOSを評価する睡眠効率・睡眠時間との関連を調べたが、関連性は示されなかった。

表3. Energy・Valence・Well-being・Stressと睡眠データとの関連

(N = 61)

説明変数	応答変数	単変量モデル					多変量モデル				
		回帰係数	95% CI		p	rho	偏回帰係数	95% CI		p	rho
Energy	睡眠時間	-19.306	-44.869	6.258	0.139	0.858	-17.741	-43.258	7.776	0.173	0.689
	睡眠効率	-0.732	-3.511	2.047	0.606	0.722	-0.616	-3.395	2.162	0.664	0.619
	活動量	0.495	-7.601	8.591	0.905	0.722	0.264	-7.832	8.359	0.949	0.629
Valence	睡眠時間	15.415	-4.451	35.282	0.128	0.858	17.059	-2.780	36.899	0.092	0.686
	睡眠効率	1.861	-0.298	4.021	0.091	0.722	1.992	-0.167	4.151	0.071	0.617
	活動量	-7.349	-13.634	-1.064	0.022 *	0.723	-7.658	-13.943	-1.373	0.017 *	0.628
Well-being	睡眠時間	0.903	-16.647	18.454	0.920	0.858	2.664	-14.848	20.177	0.766	0.686
	睡眠効率	0.571	-1.335	2.476	0.557	0.722	0.692	-1.213	2.597	0.476	0.617
	活動量	-3.839	-9.387	1.708	0.175	0.723	-4.124	-9.672	1.423	0.145	0.629
Stress	睡眠時間	-48.654	-93.128	-4.179	0.032 *	0.860	-50.765	-95.186	-6.344	0.025 *	0.688
	睡眠効率	-0.970	-5.814	3.875	0.695	0.722	-1.243	-6.088	3.601	0.615	0.618
	活動量	3.224	-10.887	17.335	0.654	0.722	3.897	-10.216	18.009	0.588	0.629

注) 各項目の値は週平均値とした。  $p < .05^*$ ,  $p < .01^{**}$ ,  $p < .001^{***}$

#### IV. 28週介入調査

25回の介入調査では、Russell円環モデルの評価軸とQOSとの関連性は示されなかった。そこで、調査期間を28週とし、Energy・Valenceと睡眠時間・睡眠効率との関連を週ごとの平均値で検証した。

##### 1. 対象者

介入時の対象者は61人であったが、28週継続したのは52人であった。介入が28週継続した52人を調査対象とした。データの収集は、介入期間に入院、或は、通院等により介入困難であった日のデータは除外した。

##### 2. 調査期間

調査期間は2021年10月20日から2022年5月3日までとした。

##### 3. A市の新型コロナウイルス感染者数と対象者の活動制限

A市保健所管内における陽性者数を週別の介入期間で調べると、感染者数は、12週までは100人を下回っていたが、13週を過ぎると増加し、15週では2,159人、16週では2,316人に増加した。感染対策の徹底で行動は制限され対象者の活動量は低下した。

#### 4. 分析方法

2021年10月20日から2022年5月3日までとし、28週の介入データを用いて、SOLO感情指数 (Energy・Valence・Well-being・Stress) を説明変数とし、睡眠データ (睡眠時間・睡眠効率・活動量) を応答変数とした一般化推定方程式 (Generalized Estimating Equation ; GEE) を用いて単変量解析及び多変量解析した。そして、Energy・Valenceが睡眠効率に及ぼす、効果があると期待される期間の効果量を、標準化偏回帰係数を算出し分析した。SOLO感情指数とQOS関連指標は、週3回以上データ収集された週の平均値を用いた。データの解析にはStata17/MP4 (Stata Crop LCC, College Station, TX, USA)を用い、仮説検定での有意水準は両側5%とした。

### V. 28週介入調査の結果

#### 1. 対象者の性別及び認知症等に関する測定値

表4に示すように、性別では、男性5人(9.6%)、女性47人(90.4%)であり、要介護度は、要介護4が17人(32.7%)で最も多く、要介護1・2は15人(28.9%)、要介護3～5は37人(71.2%)であった。HDS-Rで最多は、やや高度の認知症23人(44.2%)であり、次に多いのは、中程度の認知症10人(19.2%)、3番目に多いのは、非常に高度の認知症8人(15.4%)であった。高度(非常に高度・高度・やや高度)の認知症は37人(71.1%)と多く、認知症高齢者は49人(94.2%)を占めた。一方、認知症のない対象者は3人(5.8%)であった。

障害高齢者の日常生活自立度は、B2が17人(32.7%)で最も多く、B1・B2は29人(55.8%)、C1・C2は、9人(17.3%)であった。一方、日常生活がほぼ自立しているJ2は1人(1.9%)であった。認知症高齢者の日常生活自立度は、IIIaが20人(38.5%)で最も多く、IIIa・IIIb・IVは35人(67.4%)であった。

対象者の身長・体重の平均値及び標準偏差は、男性では、身長163.0 ± 6.29cm、体重は52.8 ± 7.10kgであり、女性では、身長146.3 ± 6.31cm、体重45.6 ± 8.43kgであった。

表4. 対象者の性別及び認知症等に関する測定値

(N = 52)

要介護度		HDS-R		障害高齢者の日常生活自立度		認知症高齢者の日常生活自立度		
要介護1	3人(5.8%)	異常なし	30~20	3人(5.8%)	J1	0人(0%)	I	1人(1.9%)
要介護2	12人(23.1%)	認知症の疑いあり	19~16	2人(3.8%)	J2	1人(1.9%)	IIa	4人(7.7%)
要介護3	11人(21.2%)	中程度の認知症	15~11	10人(19.2%)	A1	6人(11.5%)	IIb	12人(23.1%)
要介護4	17人(32.7%)	やや高度の認知症	10~5	23人(44.2%)	A2	7人(13.5%)	IIIa	20人(38.5%)
要介護5	9人(17.3%)	高度の認知症	4~1	6人(11.5%)	B1	12人(23.1%)	IIIb	7人(13.5%)
		非常に高度の認知症	0	8人(15.4%)	B2	17人(32.7%)	IV	8人(15.4%)
					C1	6人(11.5%)		
					C2	3人(5.8%)		
男 性				女 性				
5人(9.6%)		47人(90.4%)						
(身長 163.0 ± 6.29cm)		(体重 52.8 ± 7.10kg)		(身長 146.3 ± 6.31cm)		(体重 45.6 ± 8.43kg)		

#### 2. 身体的特徴・SOLO感情指数・睡眠に関する測定値

身体的特徴・SOLO感情指数・睡眠に関する測定値の平均値及び標準偏差を表5に示す。それぞれの項目の平均値及び標準偏差は、対象者のBMIは21.2 ± 3.64kg/m<sup>2</sup>であり肥満度判定基準における普通体重<sup>2)</sup>であった。SOLO感情指数で示されるEnergy 0.69 ± 0.14, Valence 0.53 ± 0.22, Well-being 0.41 ± 0.26, Stress 0.16 ± 0.08であり、睡眠状態は、睡眠効率73.5 ± 17.2%, 睡眠時間561.2 ± 237.2分、睡眠潜時31.4 ± 40.5分、中途覚醒151.3 ± 96.2分、離床回数1.3 ± 1.8回、活動量77.0 ± 51.3回/分であった。

表5. 身体的特徴・SOLO感情指数・睡眠に関する測定値

(N = 52)

項目	BMI	Energy	Valence	Well-being	Stress	睡眠効率 (%)	睡眠時間 (分)	睡眠潜時 (分)	中途覚醒 (分)	離床回数 (回)	活動量 (回/分)
平均値	21.2	0.69	0.53	0.41	0.16	73.5	561.2	31.4	151.3	1.3	77.0
標準偏差	3.64	0.14	0.22	0.26	0.08	17.2	237.2	40.5	96.2	1.8	51.3

### 3. SOLOで示される28週データと睡眠データとの関連

28週のSOLO感情指数 Stress・Well-being・Valence・Energyと睡眠データとの関連を表6に示す。なお、rhoはクラスター内(同一対象者内)の相関係数を示す。

SOLO感情指数と有意な関連が認められた応答変数は、単変量モデルでは、Energyと睡眠時間、回帰係数=47.512 (95% CI 12.688, 82.336),  $p=0.007$ , rho=0.951, Energyと睡眠効率, 回帰係数=6.701 (95% CI 3.001, 10.401),  $p=0.000$ , rho=0.889, Energyと活動量, 回帰係数=-17.212 (95% CI -27.525, -6.899),  $p=0.001$ , rho=0.889, Valenceと睡眠時間, 回帰係数=34.252 (95% CI 9.677, 58.826),  $p=0.006$ , rho=0.952, Valenceと睡眠効率, 回帰係数=4.754 (95% CI 2.143, 7.366),  $p=0.000$ , rho=0.892, Valenceと活動量, 回帰係数=-16.142 (95% CI -23.398, -8.885),  $p=0.000$ , rho=0.892, Well-beingと活動量, 回帰係数=-6.691 (95% CI -12.911, -0.470),  $p=0.035$ , rho=0.889であった。

多変量モデルでは、Energyと睡眠時間, 回帰係数=49.374 (95% CI 13.336, 85.413),  $p=0.007$ , rho=0.834, Energyと睡眠効率, 回帰係数=7.060 (95% CI 3.302, 10.818),  $p=0.000$ , rho=0.791, Energyと活動量, 回帰係数=-17.924 (95% CI -28.495, -7.352),  $p=0.001$ , rho=0.793, Valenceと睡眠時間, 回帰係数=37.714 (95% CI 12.132, 63.296),  $p=0.004$ , rho=0.832, Valenceと睡眠効率, 回帰係数=5.139 (95% CI 2.474, 7.804),  $p=0.000$ , rho=0.792, Valenceと活動量, 回帰係数=-16.974 (95% CI -24.454, -9.493),  $p=0.000$ , rho=0.793, Well-beingと活動量, 回帰係数=-7.369 (95% CI -13.751, -0.987),  $p=0.024$ , rho=0.794であった。ほか説明変数と応答変数の組み合わせでは統計学的に有意な関連は認められなかった。

解析の結果、Energy・Valenceと睡眠時間・睡眠効率は有意な関連が示され、活動量とEnergy・Valence・Well-beingは有意な関連が示された。

睡眠効率は、「7.060」上がるとEnergyは「1」上がり、「5.139」上がるとValenceは「1」上がる関連が示された。睡眠時間は、「49.374」上がるとEnergyは「1」上がり、「37.714」上がるとValenceは「1」上がる関連が示された。睡眠時の活動量は、「17.924」下がるとEnergyは「1」上がり、「16.974」下がるとValenceは「1」上がり、「7.369」下がるとWell-beingが「1」上がる関連が示された。なかでも睡眠効率は、Energy (回帰係数=7.060,  $p=0.000$ )・Valence (回帰係数=5.139,  $p=0.000$ )に強い関連が示された。Well-beingと睡眠効率は有意な関連は認められなかったものの、回帰係数=2.244 (95% CI -0.027, 4.514),  $p=0.053$ , rho=0.793をみると弱い関連性が推測された。

表6. Energy・Valence・Well-being・Stress と睡眠データとの関連

(N = 52)

説明変数	応答変数	単変量モデル					多変量モデル				
		回帰係数	95% C I		p	rho	偏回帰係数	95% C I		p	rho
Energy	睡眠時間	47.512	12.688	82.336	0.007 **	0.951	49.374	13.336	85.413	0.007 ***	0.834
	睡眠効率	6.701	3.001	10.401	0.000 ***	0.889	7.060	3.302	10.818	0.000 ***	0.791
	活動量	-17.212	-27.525	-6.899	0.001 **	0.889	-17.924	-28.495	-7.352	0.001 **	0.793
Valence	睡眠時間	34.252	9.677	58.826	0.006 **	0.952	37.714	12.132	63.296	0.004 **	0.832
	睡眠効率	4.754	2.143	7.366	0.000 ***	0.892	5.139	2.474	7.804	0.000 ***	0.792
	活動量	-16.142	-23.398	-8.885	0.000 ***	0.892	-16.974	-24.454	-9.493	0.000 ***	0.793
Well-being	睡眠時間	10.421	-10.718	31.560	0.334	0.950	13.353	-8.394	35.101	0.229	0.834
	睡眠効率	1.944	-0.290	4.179	0.088	0.889	2.244	-0.027	4.514	0.053	0.793
	活動量	-6.691	-12.911	-0.470	0.035 *	0.889	-7.369	-13.751	-0.987	0.024 *	0.794
Stress	睡眠時間	-5.920	-31.727	19.888	0.653	0.950	-7.292	-33.817	19.233	0.590	0.836
	睡眠効率	-1.875	-4.601	0.852	0.178	0.890	-2.010	-4.783	0.763	0.155	0.797
	活動量	7.482	-0.100	15.063	0.053	0.890	7.793	0.000	15.585	0.050	0.797

注) 各項目の値は週平均値とした。p &lt; .05\*, p &lt; .01\*\*, p &lt; .001\*\*\*

#### 4. SOLOデジタルセラピーの介入がQOSに及ぼす影響

SOLO感情指数 Energy・Valenceは、睡眠効率・睡眠時間に関連していることが認められ、睡眠効率に強い関連が示された。そこで、SOLOデジタルセラピーが睡眠効率に及ぼす影響を調べた。Energy・Valenceが睡眠効率に及ぼす効果があると期待される期間を、効果量を算出し分析した。さらに、局所多項式を用いて推定した平滑化曲線 (Local polynomial smoothing)、外れ値に対する耐性を持たせるLOESS法を用いて推定した平滑化曲線 (Lowess smoothing) を示した。効果量は標準化偏回帰係数( $\beta$ )とし、その大きさの基準は、効果は、Alan (2014) を採用し、各週において「 $\beta > 0.5$ かつ $p < 0.05$ 」を「効果あり」と定義した。

結果を図4に示す。Local polynomial smoothingをみれば、Energyは、緩やかな上下の動きを繰り返しながら上がっていた。Valenceは、4週まで上がり5週以降は緩やかに下がり、対象者の活動制限が強まった16週は大きく下がっていた。17週以降は上昇し緩やかな上下の動きを繰り返していた。Lowess smoothingをみれば、Energyは緩やかに上がり、Valenceでは大きな変化はみられなかった。効果が認められたのは、Energyは17・18・19・28週であり、Valenceは20・24週であった。Energyは17週以上、Valenceは20週以上の介入が必要であった。一方、睡眠効率の増加をみれば、少なくとも17週以上の介入が必要であることが示唆された。

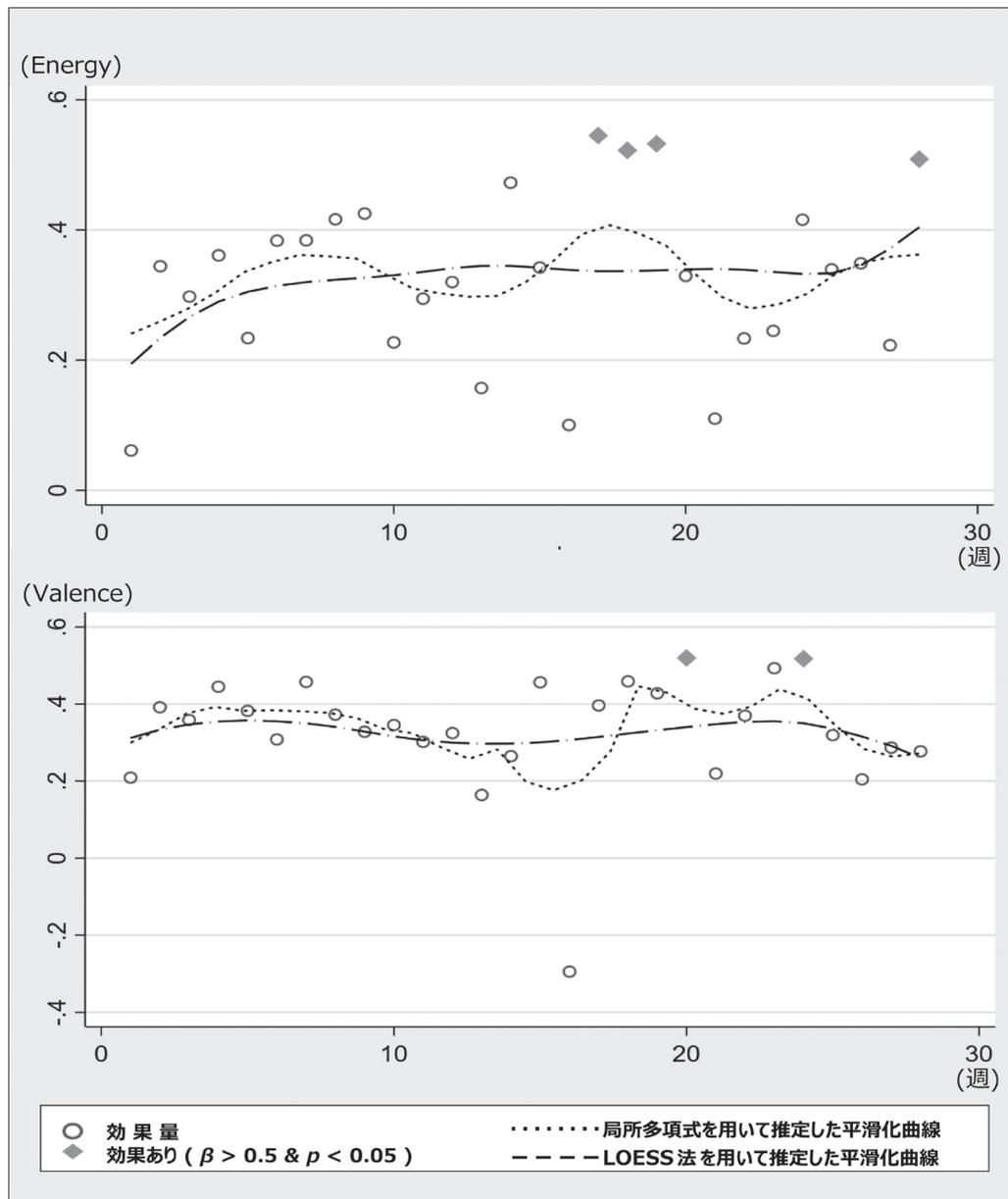


図4. Energy・Valenceが睡眠効率に及ぼす効果量

## VI. 考 察

要介護及び認知症高齢者の睡眠状態と感情指数を縦断的に検証した。調査は、施設入居者61人を対象に25回の介入を実施し、52人を対象に28週の介入を実施した。その結果、週ごとの28週の平均値で分析すると、Russell円環モデルの評価軸Energy・ValenceはQOSを評価する睡眠時間の長さや睡眠効率の高さに有意な関連を認めた。Russell円環モデルに基づき表情解析するSOLO感情指数はQOS評価に有用であることが示された。QOSはQOLに関連する報告があり、覚醒次元のEnergyと快次元のValenceはQOLの検討に活用できることが示唆された。これは新規的な示唆であった。

睡眠中の活動量は、介入ごとの25回測定値ではValenceに有意に関連し、28週の平均値ではValence・Energy・Well-beingに有意に関連した。睡眠中の活動量を下げると、快感情・覚醒価・幸福感情は高まることが示された。表情解析に基づくSOLOデジタルセラピーは覚醒価・快感情に影響を及ぼし、睡眠効率に及ぼす効果量から少なくとも17週以上の介入が必要であることが示唆された。睡眠時間が長くなり睡眠効率が上がると、覚醒価・快感情は増えることが認められ、Larsen and Diener (1992) モデルで検証するとポジティブ感情は高まることが

示唆された。評価は介入ごとでなく週の平均値で検証できることが示された。

今後は、活動が制限されていない環境で、施設の認知症高齢者だけでなく在宅で暮らす認知症高齢者を対象にSOLOデジタルセラピーの介入効果を検証し、感情指数の汎用性を検討すべきであろう。

## Ⅶ. 研究の限界

本研究上の限界として下記3点をあげる。まず、対象者は施設入居者であり、中重度要介護者が多くを占めている。自立・要支援1・要支援2の対象者はなく、日常生活がほぼ自立している障害高齢者の日常生活自立度J1・J2の対象者、認知症高齢者の日常生活自立度Iの対象者は殆どみられない。全ての対象者に認知症傾向はみられるものの、認知症と判定されない3人の高齢者を含んでいる。よって、平均的な認知症高齢者を代表した集団とはいえないかもしれない。次に、QOSを評価する指標として睡眠効率、睡眠時間、睡眠潜時、中途覚醒、離床回数、睡眠時の活動量を採用し、ほか要因を検討していない。3番目に、A市の新型コロナウイルス感染者数の増加により、対象者の活動を制限したことが介入に影響を及ぼしている。これらが本研究の限界である。従って、対象者や対象地域を一般化するには慎重にならなければならない。

付記：本研究は、研究代表者である新田博之に加えて、4名の共同研究者、堀田翔一、本村華那、住吉孝平、川崎洋平により実施した。新田博之が研究全体を担当し、介護老人福祉施設2箇所、介護老人保健施設1箇所、グループホーム1箇所に関するデータ収集及びモニタリングは、相談業務を通して対象者の状況を把握している堀田翔一、本村華那が担当し、小規模多機能型居宅介護1箇所、住宅型有料老人ホーム3箇所に関するデータ収集及びモニタリングは、医療福祉に係わる相談業務を通して対象者の状況を把握している住吉孝平が担当した。データの解析は、新田博之、川崎洋平により実施した。

本研究にご協力いただいた各事業所の皆さま、ならびに、ご協力を賜った関係各所に深く感謝する。また本研究の遂行にあたり、医学的な判断及び介入手法にご指導賜った、きいれセントラルクリニック院長 井上裕喜先生に心よりお礼申し上げたい。

利益相反：本研究に関して、開示すべき利益相反関係にあたる企業、組織、団体はない。

## 注

2) 一般社団法人日本肥満学会が定めた肥満度判定基準である。同会は、肥満に関する問題の究明及び解決のための研究発表、情報交換、啓発を目的として発足した学会であり、肥満症専門医及び生活習慣病改善指導士の認定を行っている。

文 献

- Alan C. Acock (2014) *A Gentle Introduction to Stata Fourth Edition*, Stata Press, 269-273.
- Anthony M., Sharon M. N. and Catherine Q. et al. (2018) Living well with dementia: a systematic review and correlational meta-analysis of factors associated with quality of life, well-being and life satisfaction in people with dementia, *Psychological Medicine*, 48 (13) , 2130-2139.
- Bailey, P. E. and Henry, J. D. (2009) Subconscious facial expression mimicry is preserved in older adulthood, *Psychology and Aging*, 24, 995-1000.
- Bailey, P. E., Henry, J. D. and Nangle, M. R. (2009) Electromyographic evidence for age-related differences in the mimicry of anger, *Psychology and Aging*, 24, 224-229.
- Gazzaley, A. and D' esposito, M. (2007) Top-down modulation and normal aging, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1097, 67-83.
- 本間昭 (2001)「痴呆性高齢者のQOLを考える」『老年社会学』23 (2) , 7-24.
- Hühnel, I., Fölster, M. and Werheid, K. et al. (2014) Empathic reactions of younger and older adults: No age related decline in affective responding, *Journal of Experimental Social Psychology*, 50, 136-143.
- K, Matsui., T, Yoshiike. and K, Nagao et al. (2021) Association of Subjective Quality and Quantity of Sleep with Quality of Life among a General Population, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (23) , 12835.
- 厚生労働省 (2019)『令和元年国民健康・栄養調査報告』  
([https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryou/kenkou/eiyou/r1-houkoku\\_00002.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou/eiyou/r1-houkoku_00002.html), 2023.3.20) .
- 厚生労働省 (2020)『令和2年版 厚生労働白書—令和時代の社会保障と働き方を考える—』  
(<https://www.mhlw.go.jp/content/000735866.pdf>, 2022.2.19) .
- Larsen, R. J. and Diener, E. (1992) Promises and problems with the circumplex model of emotion. In Margaret S. Clark. ED. *Emotion: Review of personality and social psychology*, 13, 25-59.
- 村上勝俊・望月昭 (2007)「認知症高齢者の行動的QOLの拡大をもたらす援助設定—選択機会設定による活動性の増加の検討—」  
『立命館人間科学研究』15, 9-24.
- 内閣府 (2020)「平成28年版高齢社会白書(概要版) 3 高齢者の健康・福祉」  
([https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/html/gaiyos/s1\\_2\\_3.html](https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/html/gaiyos/s1_2_3.html), 2022.2.19) .
- 西村美八・檀上和真・松坂方士・ほか (2011)「一般住民における睡眠障害と生活習慣の関連について」『弘前医学』62 (1) , 34-43.
- Ricardo, A. C. S., Priscila, Y. S. S. and Minoru, Y. et al. (2013) Self-reported quality of sleep is associated with bodily pain, vitality and cognitive impairment in Japanese older adults, *Geriatrics & Gerontology International*, 14 (3) , 628-635.
- Ruffman, T., Ng, M. and Jenkin, T. (2009) Older Adults Respond Quickly to Angry Faces Despite Labeling Difficulty, *Journal of Gerontology*, 64B (2) , 71-179.
- Russell, J. A. (1980) A circumplex model of affect, *Journal of Personality and Social Psychology*, 39 (6) , 1161-1178.
- Russell, J. A. and Barrett, L. F. (1999) Core Affect, Prototypical Emotional Episodes, and Other Things Called Emotion Dissecting the Elephant, *Journal of Personality and Social psychology*, 76 (5) , 805-19.
- S, Nakagawa., S, Yonekura. and H, Kanagawa et al. (2020) QOL Estimation based on Multimodal Learning through Interaction with a communication Agent, *The 34th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence*, 2G6-ES-3-03.
- 総務省統計局 (2022)「人口推計の結果の概要—2022年(令和4年)8月報—」(<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/202208.pdf>, 2022.10.1) .
- T, Kogure., S, Shirakawa. and M, Shimokawa et al. (2011) Automatic Sleep / Wake Scoring from Body Motion in Bed : Validation of a Newly Developed Sensor Placed under a Mattress, *Journal of Physiological Anthropology*, 30 (3) , 103-109.
- 辻村弘美・小泉美佐子 (2010)「認知症高齢者のおだやかスケールの開発」『北関東医学会誌』60 (2) , 119-134.
- Y, Kameyama., M, Kameyama. and T, Tanaka et al. (2021) Screening of Alzheimer's disease by facial complexion using artificial intelligence, *Aging (Albany NY)*, 13 (2) , 1765-1772.
- Y, Doi., M, Minowa. and M, Uchiyama et al. (2000) Psychometric assessment of subjective sleep quality using the Japanese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-J) in psychiatric disordered and control subjects, *Psychiatry Res*, 97, 165-172.