

WHOQOL-BREFに基づくHRQOL評価における スマートデバイスを用いた簡易計測手法の提案

雨森 千周^{1,a)} 水本 旭洋¹ 荒川 豊^{1,2} 安本 慶一^{1,b)}

概要: 悩みやストレスを感じながら生活している人が日本の全人口の半数を占めていると報告されており、今後、ストレスにより心身の健康を損なう人が増加していくことが予想される。健康に直接影響のあるQOL (Health Related Quality of Life : HRQOL) は疾患や治療が、患者の主観的健康感や、毎日行っている仕事、家事、社会活動への影響度を定量化したものであり、継続的に計測することで、ストレスの兆候を早期に発見するようなストレス予防に繋げることができる可能性がある。しかしながら、HRQOLを計測するためにはアンケートへの回答を行う必要があり、毎日の回答は負担が大きいため継続的な計測は難しい。そこで、スマートデバイスなどを用いて計測した生活データから自動的にHRQOLを評価することでユーザへの負担を軽減し、継続的な計測を実現する簡易計測手法を提案する。提案手法では、HRQOLの評価手法の1つであるWHOQOL-BREFの質問項目を「主観的評価が必要な項目」と「客観的評価が必要な項目」に分け、それぞれ異なる方法で回答値を求める。前者では、アンケートの回答値の変動が少ない項目の質問頻度を減らし、後者では、生活データから回答値を算出し、評価に必要な質問項目数を削減することで簡易計測を実現する。提案手法の実現に向けて被験者実験を行い、HRQOL簡易計測手法を用いて評価値を算出した結果、正解値との相関係数が0.939となることを確認した。また、被験者実験の結果から、生活データとHRQOL評価値の相関、質問頻度を調節できる可能性のある質問項目を明らかにし、さらに、これら2点に関して、身体健康状態領域では被験者間の差異が小さくなることを、環境領域では差異が大きくなることを明らかにした。

Simplified Measurement Method for HRQOL based on WHOQOL-BREF by Smart Devices

CHISHU AMENOMORI^{1,a)} TERUHIRO MIZUMOTO¹ YUTAKA ARAKAWA^{1,2}
KEIICHI YASUMOTO^{1,b)}

1. はじめに

近年、悩みやストレスを感じながら生活している人が増加している。平成25年度に厚生労働省が実施した国民生活基礎調査では、悩みやストレスを感じている人の割合が全人口の半数を占めていると報告されており [1]、前回の調査結果 [2] よりも増えていることから今後も増加するこ

とが予想される。また、労働安全衛生法の改正により平成27年12月から労働者が50人以上の事業所ではストレスチェックが義務化されており [3]、こうした背景からもストレス量を計測し、低減していくことが重要であると言える。

生活の質 (Quality of Life : QOL) はストレスの影響により変動するため、その要因と関連に関する調査が様々な年代、性別、職業の人々を対象として行われてきている。健康に直接影響のあるQOL (Health Related Quality of Life : HRQOL) は疾患や治療が、患者の主観的健康感 (メンタルヘルス、活力痛み、など) や、毎日行っている仕事、家事、社会活動にどのようなインパクトを与えているかを定量化したものである [4]。身体に密接に関わる生活の質であるHRQOLを継続的に計測することで、ストレスの

¹ 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
Graduate School of Information Science, Nara Institute of
Science and Technology

² JST さきがけ
JST PRESTO

^{a)} amenomori.chishu.zs9@is.naist.jp

^{b)} yasumoto@is.naist.jp

兆候を早期に発見し、ストレス予防に繋げることができる可能性がある。特に、20~30歳代の若者の活力低下が指摘されており [5]、本研究ではこの年代を対象とし、ストレス量が軽減された活力のある生活を送るための指標として HRQOL を用いる。

しかしながら、HRQOL を計測するためにはアンケートへの回答を行う必要があり、毎日の回答は負担が大きく、継続的な計測は難しい。そこで、スマートデバイスなどを用いて計測した生活データから自動的に HRQOL を評価することでユーザへの負担を軽減し、継続的な計測を実現する簡易計測手法を提案する。提案手法では、継続的な計測の実現に加え、生活データを用いることにより、自覚できない身体的な変化も特徴として含めて評価を行うことができる可能性がある。

しかし、生活データから HRQOL を評価するためには、まず生活データと HRQOL 評価値の相関関係を明らかにする必要がある。さらに、質問項目によってはセンサデータから回答値を推定することができない可能性がある。このような質問項目では従来手法と同様にアンケート回答を収集することが考えられるが、負担を減らすためにはその計測方法や頻度に関して工夫する必要がある。

提案手法では、既存評価手法 HRQOL の評価手法の 1 つである WHOQOL-BREF の質問項目を「主観的評価が必要な項目」と「客観的評価が必要な項目」に分け、それぞれ異なる方法で回答値を求める。前者では、アンケートの回答値の変動が少ない項目の質問頻度を減らし、後者では、生活データから回答値を算出し、評価に必要な質問項目数を削減することで簡易計測を実現する。本稿では、提案手法の実現に向けて被験者実験を行い、HRQOL 簡易計測手法を用いて評価値を算出した結果、正解値との相関係数が 0.903 となることを確認した。また、被験者実験の結果から、生活データと HRQOL 評価値の相関、質問頻度を調節できる可能性のある質問項目を明らかにし、さらに、これら 2 点に関して、身体健康状態領域では被験者間の差異が小さくなることを、環境領域では差異が大きくなることを明らかにした。

以降の節では、まず 2 節において QOL の概念と定義および既存の QOL 評価手法について、3 節で本研究に関わる既存研究について述べる。そして 4 節で提案する簡易計測手法について述べたのち、5 節で提案手法の実現に向けて実施した実験の結果を報告し、最後に 6 節で本稿をまとめる。

2. HRQOL の定義と評価手法

2.1 HRQOL の定義

QOL は、生活に対する満足度・質を表す指標である。WHO は QOL を「個人が生活する文化や価値観の中で、目標や期待、基準または関心に関連した自分自身の人生の

表 1 HRQOL 評価手法

手法名	説明
SIP	疾病の影響による機能障害を測定する包括的尺度の QOL 測定手法である。この手法では、アンケート方式の 136 項目の質問により、身体的領域、心理社会的領域、その他の領域の 3 つの領域の評価値を求めることができ、それらの合計から HRQOL 評価値を見積もることができる。なお、それぞれの領域はさらにいくつかのカテゴリに細分化されており、質問項目はこれらのカテゴリを基に構成されている。
SF-36	アンケート方式の 36 項目の質問により、身体機能、日常役割機能（身体）、体の痛み、全体的健康感、活力、社会生活機能、日常役割機能（精神）、心の健康という 8 つの健康概念を測定する。これにより、疾病の異なる患者の間で QOL を比較したり、患者の健康状態を健康な人と比較する際に用いることができる。
WHOQOL	この評価手法は欧米諸国だけでなく発展途上国の視点を含む、国際比較を念頭に置いている点の特徴である。100 項目の質問から構成され、各項目は、身体状態、心理状態、自立度、社会関係、環境、宗教の 6 つの領域に分割される。質問は 4 項目を 1 パートとして 24 のパートに分けられ、そこに全体的な質問を 1 パート加えた、全 25 パートで構成される。各項目は 5 段階のアンケートで評価され、最終的な QOL の評価値を求めることができる。
WHOQOL-BREF	WHOQOL における質問項目を短縮するために、WHO より新たに提案された手法である。WHOQOL-100 の 6 つの領域に関連する質問各 24 パートから統計的に最も影響力のある質問項目を一つずつ選び、身体健康状態、心理状態、社会関係、環境の 4 つの領域に分割され、領域毎に値を求める。これに全体の QOL を問う質問を 2 つ加えた 26 項目の平均値が最終的な QOL の評価値となる。

状況に対する認識」と定義している [6] が、世界的な合意が得られているわけではなく、自分の研究目標に沿った QOL の定義、領域、構成要素を設定することが重要である [7]。そのため、QOL の評価指標を開発する研究では、独自に新たな定義、領域、構成要素を設定したり、先行研究からその研究に適した定義・領域・構成要素を選択し設定する方式が取られている。また、QOL は健康に関連のある QOL (Health Related Quality of Life : HRQOL) と健康に関係のない QOL (Non Health Related Quality of Life : NHRQOL) に分類することができる。

HRQOL は QOL のうち、人の健康に直接影響する QOL を表しており、Spilker [8] が分類した (1) 身体的状態、(2) 心理的状态、(3) 社会的交流、(4) 経済的・職業的状态、(5) 宗教的・霊的状态という 5 つの領域に対応している。それぞれの領域は関連する構成要素を包括しており、身体

的状態は日々の行動や医療機関の受診などを、心理的状态は身体の外観や自己評価などを、社会的交流は人間関係や社会的支援などを、経済的・職業的状态は経済的資源や交通機関などを、宗教的・霊的状态は信仰・崇拜・組織などの活動を要素として含んでおり、各評価手法はこれに相当する質問により、個人の生活に対する満足度を評価している。NHRQOLは環境や経済や政治など、医学的介入による影響を直接受けない部分のQOLを指す[9].

本研究では、活力の向上を目的として、医学的介入が可能で健康状態に応じて変化のあるHRQOLを対象として簡易計測を行う。

2.2 HRQOLの評価手法

HRQOLは個人の生活に対する満足度の指標であるため、個人によって尺度が異なる。また、同一人物であってもその時々心理状態などのコンテキストに依存して尺度が変化する。そこで、HRQOLを定量的に評価する手法が提案されている。HRQOLに関連する評価手法としては、Sickness Impact Profile[10] (SIP), Short Form-36[11], [12] (SF-36), WHOQOL[13], WHOQOL-BREF[14]などが存在する。

表1に各評価手法の特徴をまとめる。提案手法ではHRQOLを評価値を算出する評価手法としてWHOQOL-BREFを用いる。WHOQOL-BREFは、国際比較を念頭に置いて開発された世界初の調査票であるWHOQOLをベースにした評価手法である。世界的な認知度が高いWHOQOLに簡易さを加えたWHOQOL-BREFは、継続的にHRQOLを評価し記録する必要がある提案手法の目的に合致しており、本研究で用いる評価手法として採用する。

3. 既存研究

3.1 HRQOLを用いた調査

QOL評価手法は医療分野で多く用いられており、QOLに影響する疾病の因子の判別[15]や手術後の回復経過の評価[16]など、集団の傾向や長期間の変化を評価するために利用されている。これらの調査では特定の疾病の患者グループを対象としており、個人を対象にしていない。

医療分野以外では、小西ら[17]は、女子大学生の食事パターンとHRQOLの関連を調査している。夜食を含む間食頻度の多い者ほど仕事や普段の活動時に身体的な活動機能が低下しており、食事パターンがHRQOLに影響を与えている可能性があることを報告している。アンケート調査であるため、被験者一人当たり、平日2日、休日1日の計測しか行われていない。

杉山ら[18]は、大学生の学生生活におけるQOLを計測することを目的として、学生生活の評価に特化した評価尺度を作成し、既存評価尺度と相関があることを報告している。しかし、個人を対象とした追跡調査は行われていない。

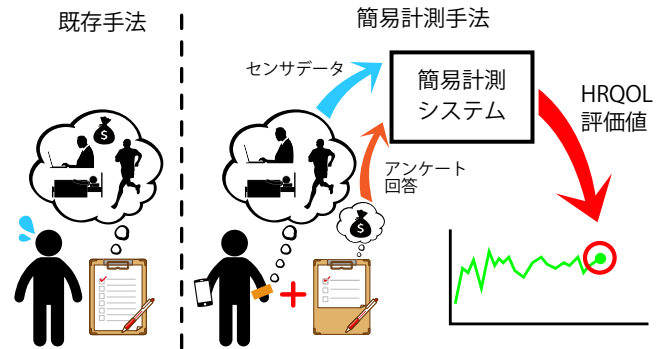


図1 提案システム概要

上田ら[19]は、HRQOLとこれに影響を及ぼすストレスの関係について調査しており、ストレスの強い職業である看護職員に対してHRQOLを評価するアンケートを実施し、仕事の負担や疲労感を計測している。達成感の充足支援と仕事負荷といったストレスをコントロールすることでHRQOLの改善に繋げることができるとまとめているが、アンケートの実施回数は一度のみで、追跡調査は行われていない。

佐藤ら[20]は、独居高齢者のストレスを計測しており、ストレスの原因として自分の健康、病気、介護の面で老いへの不安が挙げられていても、経済状況などの他の面での満足度が高い場合には、全体的な生活の満足度は高くなると報告している。しかし、個人を対象とした追跡調査は行われていない。

3.2 生活の質をスマートデバイスで評価する研究

筈本ら[21]は、3次元加速度センサを用いて睡眠の質定量化手法を開発しており、入床時間と実睡眠時間から求められる睡眠効率を5段階の評価に変換することで睡眠の質を評価している。しかし、評価指標は独自に設定されており、統一された評価尺度を用いていない。

足立ら[22]や海老根ら[23]は、加速度センサ付きの歩数計を用いて、成人や学生の身体活動量を評価している。加速度の加算値は歩・走行時の酸素摂取量変化をよく反映することが知られており[24]、歩数に運動強度を加味することで活動強度を高い精度で計測可能なことを報告しているが、評価指標は独自に設けられている。

3.3 本研究のアプローチと既存研究との違い

これまでに行われてきたHRQOL調査はどれもアンケート式の調査票を用いて実施されている。一方で、センサやデバイスを用いて行動の質を評価する研究は多くあるものの、独自の評価尺度を設けていたり、特定の行動のみを対象としていた。本研究では、スマートデバイスを用いて計測した生活データを既存のHRQOL評価尺度に当てはめられる形に変換することで、統一された評価尺度の下で、生活データから生活全体のHRQOLの評価を求める。

表 2 WHOQOL-BREF 質問項目

質問項目	領域	分類	質問内容
Q1	-	主観	自分自身の生活の質をどのように評価しますか
Q2	-	主観	自分の健康状態に満足していますか
Q3	身体健康状態	主観	体の痛みや不快感のせいで、しなければならぬことがどのくらい制限されていますか
Q4	身体健康状態	主観	毎日の生活の中で治療（医療が）がどのくらい必要ですか
Q5	心理状態	客観	毎日の生活をどのくらい楽しく過ごしていますか
Q6	心理状態	主観	自分の生活をどのくらい意味のあるものと感じていますか
Q7	心理状態	客観	物事にどのくらい集中することができますか
Q8	環境	主観	毎日の生活はどのくらい安全ですか
Q9	環境	客観	あなたの生活環境はどのくらい健康的ですか
Q10	身体健康状態	客観	毎日の生活を送るための活力はありますか
Q11	心理状態	主観	自分の容姿（外見）を受け入れることができますか
Q12	環境	主観	必要なものが買えるだけのお金を持っていますか
Q13	環境	主観	毎日の生活に必要な情報をどのくらい得ることができますか
Q14	環境	客観	余暇を楽しむ機会はどのくらいありますか
Q15	身体健康状態	客観	家の周囲を出まわることがよくありますか
Q16	身体健康状態	客観	睡眠は満足のいくものですか
Q17	身体健康状態	主観	毎日の活動をやり遂げる能力に満足していますか
Q18	身体健康状態	主観	自分の仕事をする能力に満足していますか
Q19	心理状態	主観	自分自身に満足していますか
Q20	社会関係	主観	人間関係に満足していますか
Q21	社会関係	主観	性生活に満足していますか
Q22	社会関係	主観	友人たちの支えに満足していますか
Q23	環境	客観	家と家のまわりの環境に満足していますか
Q24	環境	客観	医療施設や福祉サービスの利用しやすさに満足していますか
Q25	環境	客観	周辺の交通の便に満足していますか
Q26	心理状態	客観	気分がすぐれなかったり、絶望、不安、落ち込みといったいやな気分をどのくらいひんぱんに感じますか

4. HRQOL 簡易計測手法

4.1 システム構成

図 1 に本研究で提案するシステムの概要を示す。本システムでは、スマートデバイスを用いて計測する生活データとアンケート回答値から HRQOL 簡易計測手法を用いて評価値を算出する。生活データとして、加速度、心拍数などの身体情報や位置情報を収集する。評価に必要な値をセンサデータから算出することにより、アンケートのみの既存手法と比較して負担を軽減する。収集した生活データは過去のデータから構築したモデルにより、5 段階の回答値に変換する。最後に、変換値とアンケートへの回答値から HRQOL 評価値を求める。

4.2 HRQOL 簡易計測手法

提案手法では、スマートデバイスにより計測した生活データからアンケート回答値を算出することでユーザの負担の軽減や情報の欠落を防止しながら、HRQOL 評価値を簡易計測する。負担を軽減する方法として、既存評価手法の質問項目を客観的評価が必要な項目と主観的評価が必要な項目に分け、それぞれ異なる方法で計測する。前者では、アンケートの回答値の変動が少ない項目の質問頻度を減ら

し、後者では、生活データから回答値を推定し、質問項目数を削減することで簡易計測を実現する。

4.2.1 客観的評価が必要な項目

客観的評価が必要な項目では生活データから質問項目の回答値を推定する。生活データとしては、市販されているウェアラブルデバイスで計測可能な加速度、皮膚電位、容積脈波、心拍数、心拍間隔、皮膚温度などの身体情報やスマートフォンで計測する位置情報を用いる。推定する際には、まず学習モデルを作成するために教師データとして生活データとアンケート回答の両方を収集し、推定モデルを構築する。以降はモデルを用いて生活データから回答値を推定することで評価に必要な質問項目数を減らし、回答時の負担を軽減する。

4.2.2 主観的評価が必要な項目

主観的評価が必要な項目の中には、土地や交通機関に対する満足度など短期間では変化せず、頻繁に回答する必要のない項目がある。そのような質問項目は、質問提示間隔を広くすることで、質問頻度を低くし、何度も同じ回答を行う手間を減らすことができる。例えば、土地や交通機関に対する満足度に関する質問項目では、数ヶ月に一回、もしくは取り巻く環境が大きく変化したと判断されたときに回答を促すだけでも、毎日アンケートに答える場合と差異が

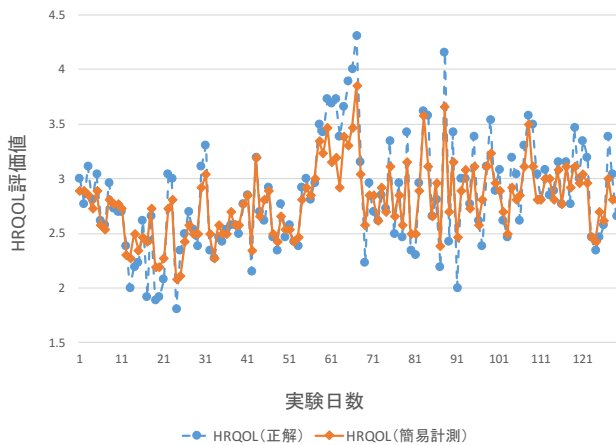


図 2 HRQOL 評価値の正解値と簡易計測した値
ない可能性がある。

4.2.3 評価値の算出方法

WHOQOL-BREF の質問項目を表 2 に示す。WHOQOL-BREF は、身体健康状態、心理状態、社会関係、環境の 4 つの領域ごとに値を計算し、評価値を算出する手法である。評価値の算出のために、各領域に対応する質問項目が設定されており、ユーザは各質問に対して 5 段階の主観評価を行うアンケートに回答し、領域ごとに設定された算出式に回答を入力することで評価値を得ることができる。式 (1) は HRQOL 評価値の算出式を表しており、各領域と全体に関する質問の合計を項目数で割った値となる。

$$HRQOL = (Phy + Psy + Soc + Env + Q1 + Q2) / 26 \quad (1)$$

それぞれの領域の計算は式 (2) ~ (5) を用いて計算することができる [14]。

$$Phy = (6 - Q3) + (6 - Q4) + Q10 + Q15 + Q16 + Q17 + Q18 \quad (2)$$

$$Psy = Q5 + Q6 + Q7 + Q11 + Q19 + (6 - Q26) \quad (3)$$

$$Soc = Q20 + Q21 + Q22 \quad (4)$$

$$Env = Q8 + Q9 + Q12 + Q13 + Q14 + Q23 + Q24 + Q25 \quad (5)$$

4.3 実現するための要件

提案手法を実現するために、以下の要件を明らかにする必要がある。

- 客観的評価が必要な項目に関して、生活データとアンケート回答に相関があるか
- 主観的評価が必要な項目に関して、質問頻度を調節可能か
- 上記 2 項に関して、個人ごとの差異があるか

これらの要件を以下 5 節の実験により明らかにする。

5. 簡易計測手法実現に向けた実験

5.1 生活データと HRQOL の相関の確認実験

5.1.1 実験概要

本実験では、簡易計測手法により求めた HRQOL 評価値

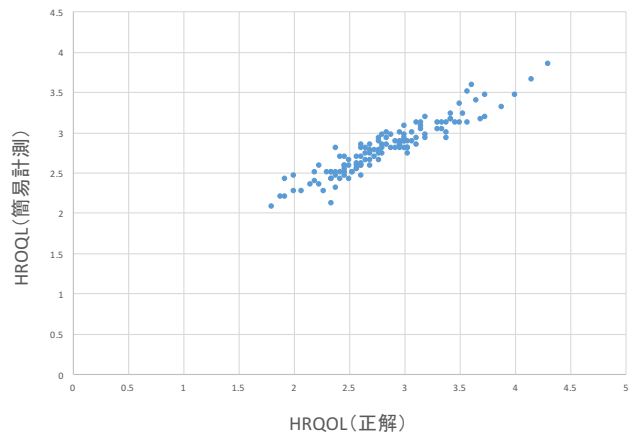


図 3 HRQOL 評価値の正解値と簡易計測した値の散布図

と従来計測手法により求めた HRQOL 評価値の相関関係を明らかにする。また、WHOQOL-BREF の 4 つの領域ごとの相関関係と、質問頻度の調節可能性についても明らかにする。

5 ヶ月間、20 代男性の被験者 1 人にウェアラブルデバイスとスマートフォンを装着、所持してもらい生活データを計測した。加えて、その日の活動内容を踏まえ WHOQOL-BREF のアンケートに回答してもらった。データを収集する以外は行動に制限は設けず、普段通りに行動してもらった。ウェアラブルデバイスは一般に入手可能で、加速度、皮膚電位、容積脈波、心拍数、心拍間隔、皮膚温度が計測可能な Empatica 社の E4 Wristband [25] を用いた。なお、アンケートへの回答漏れやスマートデバイスのデータ欠損があった場合にはその日のデータは使用しないこととした。130 日分の有効データに対して、日ごとに Leave-one-out 交差検証を行い回答値の認識精度の評価を行った。分析は Python 上にて scikit-learn を用いて Random Forest により分類器を作成して行った。使用する特徴量として、各センサーデータに対して平均値、合計値、中央値、標準偏差、分散、最大値、最小値を求めた。また、交感神経と副交感神経の緊張の程度からストレス量を定義する LH 比 [26] や睡眠時間、一日の総移動距離も特徴量とした。

5.1.2 結果と考察

生活データからアンケート回答値を推定する際の認識精度を評価した。図 2 に既存計測手法を用いて計算した HRQOL 評価値と簡易計測手法を用いて計測した HRQOL 評価値のグラフを、図 3 に HROQL 評価値の散布図を示す。また、図 4~6 に身体健康状態、心理状態、環境領域ごとの評価値の正解値と計測値のグラフを示す。表 3 には領域ごとの正解値と計測値の相関係数を示す。なお、社会関係領域の評価値は簡易計測手法においても全てアンケート回答によって評価するため図表は掲載していない。表 4 には評価手法の領域ごとに推定精度である F 値と回答値の分散を示す。全ての質問項目に対して推定した結果を掲載しているが、これは、主観的評価が必要と分類した項目

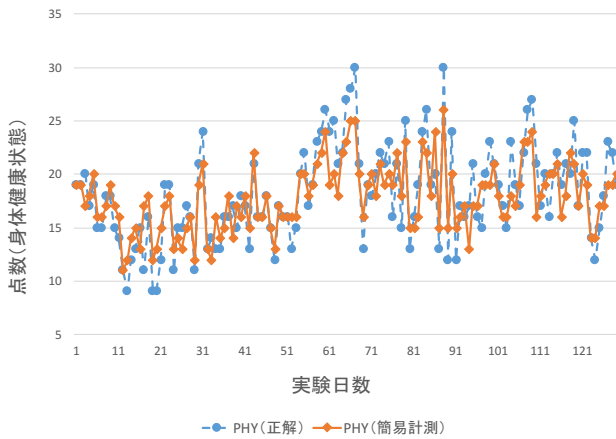


図 4 身体健康状態領域の正解値と簡易計測した値

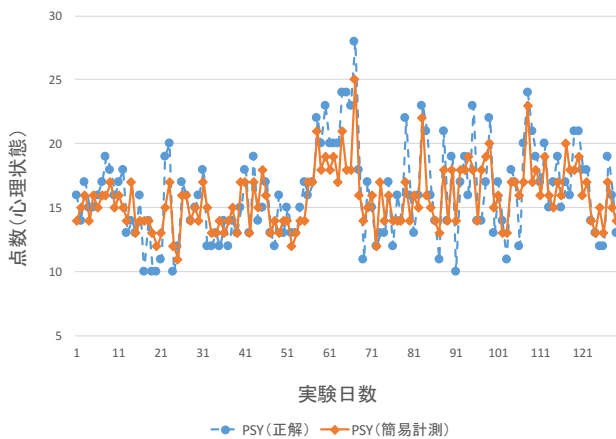


図 5 心理状態領域の正解値と簡易計測した値

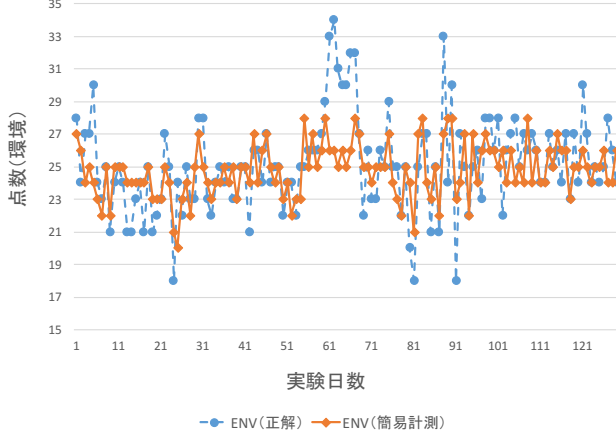


図 6 環境領域の正解値と簡易計測した値

表 3 正解値と簡易計測した値の相関係数

領域	相関係数	領域	相関係数
PHY	0.863	ENV	0.580
PSY	0.816	HRQOL	0.939

に対しても推定できる可能性があるか確認するために計算した。

表 3 より、HRQOL 評価値の推定では相関係数が 0.939 の強い相関があり、散布図上でも正解値と推定値に正の相関があることが確認できた。さらに、身体健康状態、心理領域でも相関係数が約 0.8 の強い相関が確認できたが、環境

表 4 相関の確認実験での推定結果

質問項目	分類	適合率	再現率	F 値	分散
Q1	主観	0.349	0.372	0.359	0.998
Q2	主観	0.285	0.333	0.297	0.944
身体健康状態領域					
Q3	主観	0.281	0.31	0.293	0.861
Q4	主観	0.371	0.411	0.39	1.117
Q10	客観	0.322	0.349	0.319	1.002
Q15	客観	0.276	0.279	0.269	1.122
Q16	客観	0.35	0.388	0.365	0.662
Q17	主観	0.316	0.349	0.33	0.802
Q18	主観	0.381	0.419	0.394	0.655
心理状態領域					
Q5	客観	0.289	0.326	0.302	0.793
Q6	主観	0.28	0.287	0.282	0.682
Q7	客観	0.386	0.434	0.398	0.785
Q11	主観	0.444	0.481	0.457	0.624
Q19	主観	0.352	0.434	0.375	0.696
Q26	客観	0.216	0.264	0.236	0.876
社会関係領域					
Q20	主観	0.419	0.457	0.425	0.856
Q21	主観	0.508	0.651	0.563	0.359
Q22	主観	0.492	0.566	0.518	0.451
環境領域					
Q8	主観	0.419	0.403	0.398	0.657
Q9	客観	0.365	0.419	0.38	0.962
Q12	主観	0.615	0.682	0.642	0.425
Q13	主観	0.622	0.667	0.635	0.544
Q14	客観	0.337	0.395	0.358	0.818
Q23	客観	0.591	0.729	0.636	0.522
Q24	客観	0.598	0.69	0.63	0.285
Q25	客観	0.594	0.767	0.669	0.439

領域では相関係数が 0.580 と他と比較すると相関が弱かった。これらの関係はグラフにおいても明確に表れており、環境領域での計測値のは他の表と比較して、正解値をあまり追従できていないことが確認できる。特に、実験 61 日目～71 日目頃は正解値との差異が大きくなっているが、これは被験者が普段と異なる生活環境に居たことが要因であり、そのような特徴量を学習モデルに含められていなかったため推定精度が下がったと考えられる。また、相関の強さは回答値が偏っていることが原因とも考えられるが、各質問項目の分散はその可能性を棄却できるほど大きな分散ではなかった。

質問項目ごとの推定精度では、環境領域に属するものが高い傾向にあった。しかし、前述した通り相関係数は環境領域において最も低く、この傾向とは一致しない。領域ごとに合計された評価値を算出するため、結果として、正解値との差異が小さくなった可能性がある。今後は、推定精度を向上させるための特徴量の追加や他の分析手法による評価を行う必要がある。

さらに、実験前に分類した質問項目以外で、新たに客観

的評価を行う項目を発見するため、主観的評価が必要な質問項目に対しても簡易計測を行い回答値を算出したが、現在の特微量のセットでは推定できないことがわかった。一方で、主観的評価が必要な項目のうち、分散が小さい項目では質問頻度を低くすることができる可能性がある。主観的評価が必要だと分類した15項目の中で分散が0.5以下のものは3項目、0.7以下のものは8項目あり、分散値に応じた質問頻度を特定できれば、質問頻度の基準とすることができるかもしれない。

以上の実験から、

- 簡易計測手法を用いて計測した HRQOL 評価値は既存手法で算出した正解値と強い正の相関がある。
- 回答値の分散が小さい項目では質問頻度を下げても、HRQOL 評価値に影響がない可能性がある。
- 主観的評価を行う項目の中で、現在の特微量のセットを用いて生活データから算出可能な項目は存在しなかった。

ということがわかった。

5.2 被験者間の差異の確認実験

5.2.1 実験概要

本実験では、複数の被験者間における HRQOL 評価値の相関関係を明らかにする。20~30代の男性3人の被験者 A, B, C から1ヶ月間の生活データとアンケート回答を収集した。自分自身のデータで学習した場合と、他人のデータで学習した場合とで比較し、相関関係を明らかにする。なお、実験で利用した機器や手法は5.1節の実験と同様とした。

5.2.2 結果と考察

1ヶ月間の生活データとアンケート回答を収集した中で有効データであった14日分のデータを用いて分析を行った。表5に自分のデータを用いて学習した場合と他人のデータを用いて学習した場合の正解値と推定値の相関係数を示す。

実験結果としては、被験者 B, C は自分のデータを用いて簡易計測を行った場合に推定精度が高かったが、被験者 A は他人のデータを用いた場合にも推定精度が高いことが確認された。一方で、自分のデータを用いて簡易計測を行った場合に、被験者 A, B は相関係数が約0.9になるが、被験者 C は0.7に満たない結果となった。被験者 C の相関係数が低い要因として、回答値の分散が小さいことが挙げられる。被験者 C は日ごとの回答の差異が小さく、そのため学習する際のデータに偏りが発生し、推定精度が低下したと考えられる。また、被験者 B についても回答値が変化しない項目があったことから、実験期間や方法の見直しが必要だとわかった。例えば、実験期間を延ばす、もしくは実施する期間を連続した日程ではなく間隔を空けて実験を行うといった方法が考えられる。

表5 被験者 A, B, C 間の正解値と簡易計測した値の相関係数

学習/テスト	PHY	PSY	ENV	HRQOL
A/A	0.815	0.651	0.393	0.872
BC/A	0.940	0.722	0.605	0.949
B/B	0.815	0.108	0.357	0.887
AC/B	0.594	0.161	0.252	0.612
C/C	0.747	0.668	0.319	0.673
AB/C	0.680	0.708	0.095	0.643

領域ごとの相関係数に着目すると、環境領域では他人のデータで学習した際に相関係数が小さくなっていることがわかる。通勤形態や生活スタイルなどの違いが主な要因であると考えられる。一方で、身体健康状態領域では、他の被験者のデータを学習に利用している場合にも相関が強い傾向が見られた。

以上のことから、

- 身体健康状態領域の質問項目は被験者間の差異が小さいため、他の被験者のデータを利用して回答値を推定できる可能性がある。
- 環境領域の質問項目は被験者間の差異が大きいため、自分のデータ利用することで推定精度が向上する可能性がある。
- 被験者によっては回答値の分散がかなり小さくなる項目があり、質問頻度を低くすることができる可能性がある。

ということがわかった。

6. おわりに

本稿では、HRQOL をユーザの負担なく継続して評価するために、HRQOL 簡易計測手法を提案した。HRQOL 簡易計測手法は、HRQOL の評価手法の1つである WHOQOL-BREF の質問項目を「主観的評価が必要な項目」と「客観的評価が必要な項目」に分け、それぞれ異なる方法で回答値を求める。

提案手法の実現に向けて行った実験では、1人の被験者の5ヶ月間の生活データとアンケート回答値から HRQOL 簡易計測手法を用いて評価値を算出し、正解値と計測値に正の強い相関があることを明らかにした。複数の被験者を対象とした実験では、3人の被験者から14日間の生活データとアンケート回答値を収集し、身体健康状態領域に属する項目では被験者間の差異が小さくなり、環境領域では差異が大きくなることを明らかにした。さらに、2つの実験の結果より、身体健康状態領域や HRQOL の評価値は計測期間の違いによる影響が小さいこと、心理状態、環境領域の項目に関しては学習データが増加が推定精度の向上に効果があることがわかった。

今後の課題として、簡易計測手法により求める回答値の推定精度の向上、回答状況を踏まえた質問頻度の調節、被験者間で差異のある項目とその要因分析が必要となる。こ

これらの課題を解決するために、より多くの被験者から生活データとアンケート回答を収集することに加え、推定精度を向上させるための特徴量の追加や他の分析手法を用いた評価を行う必要がある。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 16H06980、文部科学省特別経費「ヒューマノフィリック科学技術創出研究推進事業」の支援により実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 厚生労働省. 平成 25 年 国民生活基礎調査の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa13/index.html>.
- [2] 厚生労働省. 平成 22 年 国民生活基礎調査の概況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/index.html>.
- [3] 厚生労働省. 労働安全衛生法の改正について. http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudouki_jun/anken/an-eihou/index.html.
- [4] 福原俊一. 腰痛の疫学調査の理論と実際について 臨床のための qol 評価と疫学. 日本腰痛学会雑誌, Vol. 8, No. 1, pp. 31–37, 2002.
- [5] 森克美, 川久保清, 李廷秀. 日本語版 sf-36 を用いた地域住民の hrqol の測定. 厚生指標, Vol. 49, No. 13, pp. 1–6, 2002.
- [6] The WHOQOL Group. The development of the world health organization quality of life assessment instrument (the whoqol). In *Quality of life assessment: International perspectives*, pp. 41–57. Springer, 1994.
- [7] 土井由利子. 特集: 保健医療分野における QOL 研究の現状総論-QOL の概念と QOL 研究の重要性. *J. Natl. Inst. Public Health*, Vol. 53, pp. 176–180, 2004.
- [8] Bert Spilker. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, chapter Introduction, pp. 1–10. Lippincott Williams & Wilkins, 1996.
- [9] Bert Spilker. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, chapter Taxonomy of quality of life, pp. 25–31. Lippincott Williams & Wilkins, 1996.
- [10] Betty S Gilson, JOHN S Gilson, Marilyn Bergner, RA Bobbit, Shirley Kressel, William E Pollard, and Michael Vesselago. The sickness impact profile. development of an outcome measure of health care. *AJPH DECEMBER*, Vol. 65, No. 12, pp. 1304–1310, 1975.
- [11] John E Ware and Barbara Gandek. Overview of the sf-36 health survey and the international quality of life assessment (iqola) project. *J Clin Epidemiol*, Vol. 51, No. 11, pp. 903–912, 1998.
- [12] John E. Ware Jr. Sf-36 health survey update. *Spine*, Vol. 25, No. 24, pp. 3130–3139, 2000.
- [13] THE WHOQOL GROUP. The world health organization quality of life assessment (WHOQOL): Development and general psychometric properties. *Social Science & Medicine*, Vol. 46, No. 12, pp. 1569–1585, 1998.
- [14] World Health Organization. Development of the world health organization whoqol-bref quality of life assessment. Technical report, WHO., 1996.
- [15] 福原俊一, 日野邦彦, 加藤孝治, 富田栄一, 湯浅志郎, 奥新浩晃. C 型肝炎ウイルスによる慢性肝疾患の health related qol の測定. *肝臓*, Vol. 38, No. 10, pp. 587–595, 1997.
- [16] 角田明良, 中尾健太郎, 高田学, 神山剛一, 平塚研之, 山崎勝雄, 鈴木直人, 林征洋, 保田尚邦, 草野満夫. 大腸癌術後 1 年間の qol の解析. *日本消化器外科学会雑誌*, Vol. 37, No. 10, pp. 1603–1609, 2004.
- [17] 小西香苗, 百武愛子, 村松幸. 女子大学生における食事パターンと健康関連 qol との関連. *信州公衆衛生雑誌*, Vol. 7, No. 2, pp. 83–94, 2013.
- [18] 杉山憲司, 小山雄一, 根岸洋人. j 論文; 東洋大学生の学生生活の qol (その 2): 大学生活の qol と who/qol-26 日本語版の関連性の分析. *東洋大学児童相談研究*, Vol. 19, pp. 27–46, 2000.
- [19] 上田恵美子, 古川文子, 小林敏生. スタッフナースの健康関連 qol に職業性ストレス要因, 緩衝要因, 個人要因が及ぼす影響. *日本看護研究学会雑誌*, Vol. 29, No. 5, pp. 5.39–5.47, 2006.
- [20] 佐藤至英, 戸澤希美. 独居高齢者のストレスと qol との関係. *北方圏生活福祉研究所年報*, Vol. 9, pp. 39–45, 2003.
- [21] 埜本慶太郎, 宮崎亮, 長谷川力, 米井嘉一. 3 次元加速度センサを用いた「睡眠の質」評価の試み. *同志社大学理工学研究報告*, Vol. 51, No. 1, pp. 28–36, 2010.
- [22] 足立稔, 笹山健作, 沖嶋今日太, 角南良幸, 塩見優子. 加速度センサー付歩数計を用いた中学生の日常生活での身体活動量評価の検討. *体力科学*, Vol. 58, No. 2, pp. 275–284, 2009.
- [23] 海老根直之, 島田美恵子, 田中宏暁, 西牟田守, 吉武裕, 齊藤慎一, PETER JH JONES. 二重標識水法を用いた簡易エネルギー消費量推定法の評価. *体力科学*, Vol. 51, No. 1, pp. 151–163, 2002.
- [24] 吉武裕. エネルギー代謝測定法の応用的展開. *臨床スポーツ医学* = *The journal of clinical sports medicine*, Vol. 18, No. 4, pp. 419–425, 2001.
- [25] Empatica Inc. E4 eda/gsr sensor. <https://www.empatica.com/e4-wristband>.
- [26] 山口勝機, カツノリヤマグチ. 心拍変動による精神負荷ストレスの分析. 2010.