

健康寿命予測システムの実現に向けた HRQOL 簡易計測手法に関する一検討

A Design of Simplified HRQOL Measurement Methods for the Realization of Healthy Life Expectancy Prediction System

雨森 千周[†] 水本 旭洋[†] 荒川 豊[†] 安本 慶一[†]
Chishu Amenomori Teruhiro Mizumoto Yutaka Arakawa Keiichi Yasumoto

1. はじめに

近年、医療技術の進歩や生活環境の改善により日本の平均寿命は延伸傾向にある。これに伴い 65 歳以上の高齢者人口と高齢化率も 2005 年の 2567 万人 (20.4 %) から 2015 年の 3393 万人 (26.7 %) と増加傾向にあり、2025 年には 3658 万人 (30.0 %) まで増加すると推計されている [1]。このような超高齢社会が抱える問題の 1 つとして、自立して生活を送ることができない要介護高齢者の急速な増加が挙げられる。介護保険制度における要介護者と認定された第 1 号被保険者 (65 歳以上) 数は、平成 15 年から平成 25 年の 10 年間で 198.7 万人増加している [2]。しかし、要介護高齢者の増加とは反対に、出生率の低下による少子化の影響から労働者人口も減少傾向にあるため、要介護高齢者の人数に対して介護士が不足し、要介護高齢者が十分なサービスを受けられないという問題が生じてきている。このような問題を解決するためには、社会制度の改革だけでなく、高齢者が要介護状態になることを予防し、自立して生活できる期間 (健康寿命) を延ばす介護予防を目的とした生活支援や健康支援が重要である。

厚生労働省は、国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本方針として、健康日本 21[3] を推進しており、その中で「健康寿命の延伸」の実現を重要課題として挙げている。健康寿命の延伸を実現するためには、生活の質 (Quality of Life: QOL) を向上することが重要とされている。QOL は、身体的状態、心理的状态、社会的交流、経済的・職業的状态、宗教的・霊的状态といった観点で評価を行う指標である。QOL の中でも、身体的状態や心理的状态などで評価を行う健康関連 QOL (Health Related Quality of Life: HRQOL[4]) は、健康寿命の延伸に密接に関連していると考えられる。HRQOL は身体的状態や心理的状态など各領域に関連する質問に回答することでスコアが計算されるため、継続的に HRQOL を評価することで、過去の HRQOL 評価値から将来の健康寿命を予測できる可能性があり、その可視化により健康寿命の延伸に有効な生活習慣の改善を促すことも可能になると考えられる。しかしながら、既存の HRQOL

の評価手法 [4, 5, 6, 7] では、26 項目から 136 項目の質問に対してアンケート調査を行う必要があるため、継続して HRQOL を収集することはユーザの負担が大きい。また、アンケートの主観的な評価だけでは、身体活動量などの介護予防に効果がある目安が設定されているものを正しく評価できない。

そこで本研究では、健康寿命の延伸を目標として、計測の手間を減らしつつ HRQOL を計測・記録し、将来の健康寿命の変化を予測・可視化することで、ユーザに生活習慣の改善を促すような健康寿命予測システムの実現を目指す。提案システムでは、HRQOL の収集を簡易化し継続してデータを収集できることを要件とし、可能な限りウェアラブルデバイスに搭載されているセンサ機器を用いて自動的に計測したデータを用いて HRQOL の評価を可能にする。本稿では、既存の HRQOL 評価手法のうち世界保健機関 (World Health Organization: WHO) が開発した WHOQOL-BREF[7] をベースに身体健康状態領域の HRQOL 評価に焦点を当て、評価値を簡易計測する手法について検討を行う

以降の章では、まず 2 章において QOL の概念と定義および既存の QOL 評価指標について述べる。そして 3 章で提案システムの構成と要件について述べたのち、4 章で HRQOL 評価値の簡易計測手法の検討について述べ、5 章で提案システム実現に向けた検討を行い、最後に 6 章で本稿をまとめる。

2. 健康寿命予測と QOL に関する既存研究

2.1 健康寿命予測

2.1.1 高齢者の健康寿命予測研究

Paula[8] は、年齢、性別、健康状態のみを入力値として将来の健康寿命を予測する手法を提案した。健康状態は死亡状態もしくは生存状態における 5 段階の主観的評価により見積もられる。この手法では、アンケートを基にした手法を採用しており、生活に対する主観的評価に加え、センサ機器で計測したデータを用いて健康寿命を推定する本稿の手法にはそのまま使用することはできない。

[†] 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

2.1.2 余命指標を用いた QOL の評価研究

加知ら [9] は、地区への居住により得られる生活環境の質を人間の余命に換算して評価する手法を提案した。QOL を環境の物理量と個人の主観的評価から計測される「住みよさ」の程度とし、生活の充実度を評価した。QOL の評価値は、余命指標の 1 つである生存年数 (QALY) に地震・交通利便性・居住快適性・災害安全性といった環境因子を加え算出される。この手法では、一般的な平均寿命と環境要因に基づき QOL を求める手法を採用しており、個人の生活動作を入力値として扱う本稿の手法にはそのまま使用することはできない。

2.2 QOL (Quality of Life)

2.2.1 QOL の概念と定義

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状況に対する認識」と定義している [10] 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 [11]。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。本研究では、WHO が定める QOL の定義、指標を基に QOL を評価することを基本方針とし、以降の節において、QOL の分類や既存手法を紹介するとともに、本研究の目標と設定を明確にする。

2.2.2 QOL の分類

QOL は表 1 に示すように、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[12] 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評価を行っている。

表 1: QOL の分類

HRQOL	
身体的状態	日々の行動、医療機関の受診、痛みと障害、睡眠と休息
心理的状态	身体の外観、正・負の感情、自己評価
社会的交流	人間関係、社会的支援、性生活
経済的・職業的状态	経済的資源、交通機関、情報や技術を得る機会
宗教的・霊的状态	信仰・崇拜・組織などの活動
NHRQOL	
人—内向的	価値観・信条、目標、人格、対処能力
人—社会的	家族構成、社会関係、経済状態、就業状態、
外的—自然環境	空気、水、土地、気候、地理
外的—社会環境	文化施設、宗教施設・機会、学校、医療施設、安全

NHRQOL は HRQOL に準じて、環境や経済や政治など、QOL のうちで人の健康に間接的に影響するが医療などの医学的介入により直接影響を受けない部分の QOL を指す [13]。人と環境、内向的と外交的の組み合わせで分類することができる。

2.2.3 QOL の評価法

QOL は個人の生活に対する満足度の指標であるため、個々人に依って尺度が異なる。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、QOL を定量的に評価する手法が提案されている。評価手法としては、HRQOL に関連するものに、Sickness Impact Profile[5] (SIP)、Short Form-36[6, 14] (SF-36)、WHOQOL[4]、WHOQOL-BREF[7]などが存在する。NHRQOL に関連する標準化された評価手法は、筆者らの調査した範囲では存在しなかった。

SIP[5] は Bergner らによって開発された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、身体的領域は移動、可動性、身体介護と運動の 3 カテゴリー

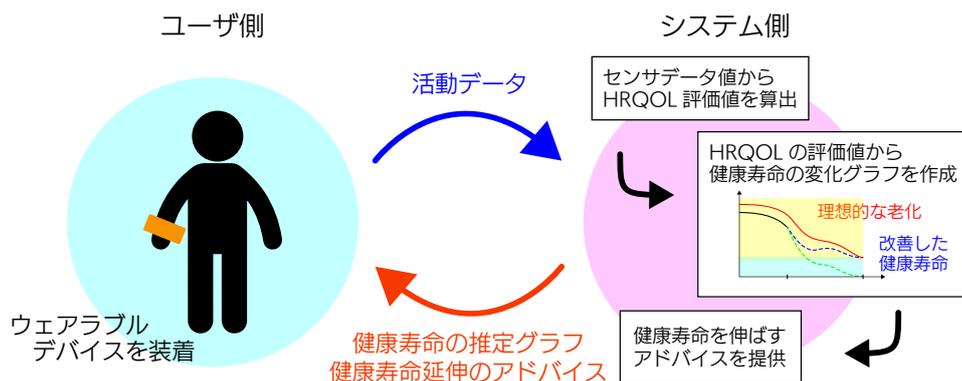


図 1: 提案システム概要

り、心理社会的領域は社会相互性、コミュニケーション、行動の変化、感情的行動の4カテゴリ、そして、その他の領域は睡眠と休息、栄養摂取、家庭管理、レクリエーションと娯楽、雇用の5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[6, 14]はJohnらによって開発されたQOL測定法である。この手法では、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。SF-36は、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[4](WHOQOL-100)は1992年からWHOによって研究開発が行われているQOLの指標である。本評価手法開発関連プロジェクトには世界22ヶ国が参加しており、欧米諸国だけでなく発展途上国の視点を含む、国際比較を念頭においた初めての調査票である。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のパートにわけられ、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[7](WHOQOL-26)はWHOQOLが回答者に長時間の束縛を要求することから、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、それに全体のQOLを問う質問を2つ加えた26項目で評価を行う。これら26項目が、身体健康状態、心理状態、社会関係、環境の4つのドメインに分割される。最終的なQOLの評価値はドメイン

に計算された評価値を足しあわせて求める。また、この手法によって算出された値はWHOQOL-100の値に変換することも可能である。

2.3 本研究の位置付け

本章ではQOLの概念と定義、様々なHRQOL評価手法について述べた。HRQOLは身体的状態や心理的状态など各領域に関連する質問に回答することで評価値が計算されるため、継続的にHRQOLを収集することで、将来の健康寿命の変化を予測できる可能性がある。また、その予測結果を可視化することにより健康寿命の延伸に有効な生活習慣の改善を促すことも可能になると考えられる。しかし、HRQOLの評価はアンケートにより行われるため、日々のHRQOL評価値を記録するには手間が掛かる。加えて、身体の状態を計測する手法が提案されているにも関わらず、それらを用いて実際に健康寿命を予測しようとする研究は存在しない。

そこで、本研究ではHRQOL評価手法を用いて健康寿命予測システムの実現を目指す。次章では本研究で提案するシステムについて述べる。

3. 健康寿命予測システム

3.1 システム概要

提案システムでは、ユーザの健康寿命の延伸を目標に、個々人のHRQOLを計測・記録し、将来の健康寿命の変化を予測・可視化することで、ユーザに生活習慣の改善を促すような健康寿命予測システムの実現を目指す。図1に提案システムの概要を示す。

提案システムでは、まず、ユーザの所持するウェアラブルデバイスから運動量や睡眠量などの活動データを収集する。次に、収集した活動データを基にHRQOL評価値を算出し記録する。そして、記録された過去のHRQOL評価値を基に健康寿命が予測される。健康寿命の予測結果は、グラフや健康寿命を伸ばすためのアドバイスとしてユーザにフィードバックされ、ユーザはその結果を受

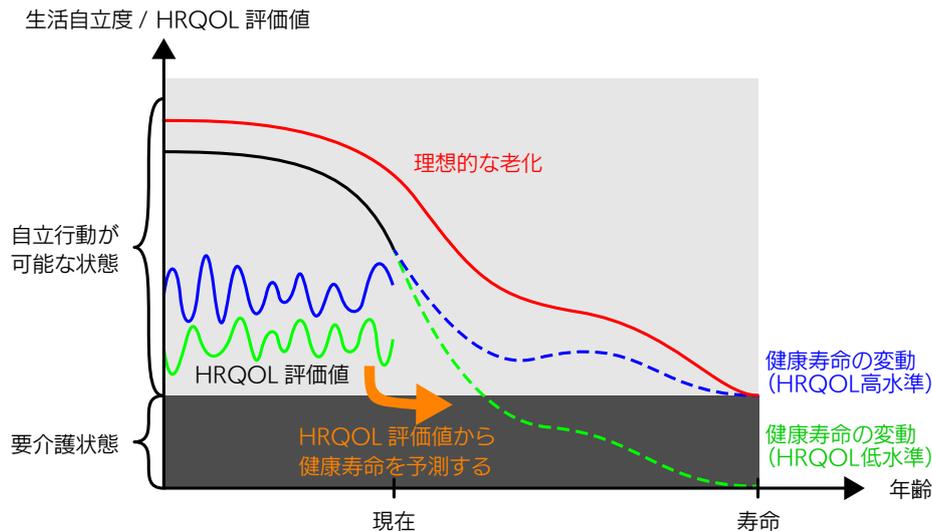


図 2: HRQOL 評価値と健康寿命の関係

けて生活習慣を改善する、というサイクルを繰り返すことで健康寿命の延伸に繋げる。

3.2 健康寿命の予測に関する前提

図 2 は、本研究で想定する HRQOL 評価値と健康寿命の関係を示している。日常生活動作を行うための生活機能は加齢に伴う老化により低下していくため、日常生活における自立の程度（生活自立度）も加齢と共に低下していく。生活自立度が要介護状態に陥るまでの期間が健康寿命であり、健康寿命の延伸の最終目標は、死を迎えるまでの期間（寿命）まで、生活自立度を要介護状態より高水準に保つことである。既存研究では「健康寿命が日常生活における身体活動量から導かれる [16]」や、「生活環境質から余命が導かれる [9]」といった前提を置いている。また、健康寿命を延伸するためには、HRQOL を高水準に保つことが重要とされていることから、HRQOL が高水準の場合と低水準の場合では、健康寿命と生活自立度の変化に差があると考えられる。そこで、本研究においても、身体活動量などから評価される HRQOL 評価値の記録から健康寿命および生活自立度の変化曲線を導くことができるという前提を置く。

3.3 システム実現に向けた HRQOL 評価手法の選定

提案システムでは HRQOL 評価値を算出する手法として WHOQOL-BREF を用いる。2 章で述べたように、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システムの目的に合致しているため、評価手法として妥当であると考えられる。

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。しかし、WHOQOL-BREF では、過去 2 週間に渡る行動に対して評価を行うため被験者が回答を行う際に、その直前の心理状態が回答に強い影響を及ぼす可能性や過去の行動を忘れてしまうことにより情報が欠落する可能性がある。また、アンケートによる主観的な評価だけでは、身体活動量などの介護予防に効果がある目安が設定されているものを正しく評価できない。そこで、提案手法では、評価値をセンサにより自動で計測することで、ユーザの負担の軽減や情報の欠落の防止を行うとともに、健康寿命の予測に有用な評価値を算出できるような簡易計測手法の実現を目指す。次章では WHOQOL-BREF の HRQOL 評価値を簡易計測するための手法について検討を行う。

4. HRQOL 評価値の簡易計測手法の検討

4.1 WHOQOL-BREF の質問項目

本稿では、HRQOL 評価値の簡易計測手法を検討するにあたり、健康寿命に対して特に影響が大きいと考えられる WHOQOL-BREF の身体健康状態領域に焦点を当てる。身体健康状態領域に関連する質問項目を表 2 に示す。Q3 は身体的な不調により行動がどれだけ制限されているかを主観的に評価する質問である。これは生活自立度を主観的に評価する項目と考えることができ、健康寿命の予測のために有用な質問である。この質問に関しては、客観的な評価より、主観的な評価が有効だと考えられるため、センサ値から取得するのではなく、アンケー

表 2: WHOQOL-BREF 身体領域関連の質問項目

質問番号	質問内容 (日本語訳) [15]
Q3	体の痛みや不快感のせいで、しなければならないことがどのくらい制限されていますか
Q4	毎日の生活の中で治療 (医療) がどのくらい必要ですか
Q10	毎日の生活を送るための活力はありますか
Q15	家の周囲を出まわることがよくありますか
Q16	睡眠は満足のいくものですか
Q17	毎日の活動をやり遂げる能力に満足していますか
Q18	自分の仕事をする能力に満足していますか

表 3: WHOQOL-BREF 質問項目と回答方法の対応

評価値	評価要素	回答方法
P1 (Q3 に対応)	痛みと不快	アンケート
P2 (Q4 に対応)	医薬品と医療への依存	アンケート
P3 (Q10 に対応)	活力と疲労	活動量
P4 (Q15 に対応)	移動能力	移動量
P5 (Q16 に対応)	睡眠と休養	睡眠量
P6 (Q17 に対応)	日常生活動作	アンケート
P7 (Q18 に対応)	仕事の能力	アンケート

トによる回答が必要である。また、Q16 は睡眠の満足度を主観評価する質問であるが、健康寿命には、主観的な評価ではなく、睡眠時間や睡眠効率などの客観的な評価の方が影響が大きいと考えられる。このような客観的な評価の場合は、ウェアラブルデバイスなどを用いた自動回答が有効だと考えられる。そのため、次節において、各質問項目に対して自動回答が行える質問かアンケートが必要な質問かどうか検討を行う。

4.2 自動回答を行う質問の検討

表 3 は WHOQOL-BREF の質問項目と回答方法の対応を示している。P1 から P7 はそれぞれ表 2 の質問項目に対応しており、ウェアラブルデバイスとアンケートを利用して算出する評価値を表している。P1, P2, P6, P7 は、アンケートによる主観的な評価が必要な質問である。P3 から P5 は、それぞれウェアラブルデバイスから取得する活動量、移動量、睡眠量という 3 種類の生活データから評価値を算出し自動回答する質問である。睡眠量の評価値は、3 次元加速度センサを用いた睡眠の質定量化手法 [17] を基に、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算出する。移動量の評価値は世代別に推奨されている歩数の基準値 [18] を最大値とし、最低限必要な歩数の基準値を中央値として、計測した歩数の 5 段階評価に変換することで算出する。活動量の評価値は、事前に計測した基礎代

謝量および運動量から評価する手法 [19] を基に、1 日の消費カロリーを求め、推奨される消費カロリー量 [20] との差異から 5 段階評価に変換することで算出する。

身体健康状態領域の HRQOL 評価値は各質問項目の評価値を次式に代入することで算出する。

$$QOL_{Phy} = (6 - P1) + (6 - P2) + P3 + P4 + P5 + P6 + P7$$

P1, P2 の評価値は生活自立度の制限度合いと治療の必要さといったネガティブな値を表している。そのため、ポジティブな値になるように変換してから、他の評価値と足し合わせている。

5. 健康寿命予測システム実現に向けた検討

5.1 システム構成

図 3 に健康寿命予測システムの構成を示す。提案システムは HRQOL 評価機能、健康寿命予測機能、健康寿命延伸支援機能に分かれている。HRQOL 評価機能は 4 章にて述べた手法を用いて推定を行い、健康寿命予測機能では求めた HRQOL 評価値と過去の HRQOL 評価値から将来的な健康寿命の変化を予測する。健康寿命延伸支援機能では予測された健康寿命の可視化と健康寿命を延伸するためのアドバイスを作成し、スマートフォンやタブレットを介してユーザに提示する。

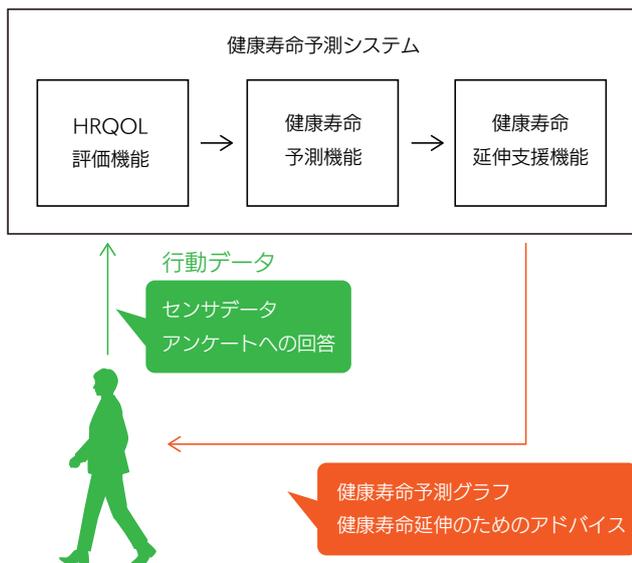


図 3: 健康寿命予測システム構成

5.2 評価方法の検討

健康寿命予測システムの評価のためには、長期間に渡る追跡調査を通して、実際の健康寿命との比較が必要となる。比較のためには、HRQOL の継続的な記録と評価の必要があるが、HRQOL 簡易計測手法を用いることで追跡調査に掛かる時間を削減することができる。また、HRQOL 簡易計測手法の評価については、WHOQOL-BREF でのアンケート回答結果を真値として、提案手法の評価を行う。

6. おわりに

本稿では、健康寿命予測システムの実現を目指し、アンケート回答によって算出する既存の HRQOL 評価手法をウェアラブルデバイスを用いて簡易化する手法を検討した。今後は、WHOQOL-BREF 評価手法における心理状態領域、社会関係領域、環境領域の HRQOL 評価値の簡易計測手法についても検討する。また、これらの検討を踏まえ、WHOQOL-BREF の HRQOL 評価値の簡易計測システムを構築し、健康寿命予測システムの実現を目指す。

参考文献

- [1] 厚生労働省. 平成 28 年度版高齢社会白書 (全体版) 第 1 章 高齢化の状況, 第 1 節高齢化の状況, 2016.
- [2] 厚生労働省. 平成 28 年度版高齢社会白書 (全体版) 第 1 章 高齢化の状況, 第 2 節高齢者の姿と取り巻く環境の現状と動向, 2016.
- [3] 厚生労働省: 健康日本 21 国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針 (online) . http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21.html.

- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] World Health Organization. Development of the world health organization whoqol-bref quality of life assessment. Technical report, WHO., 1996.
- [8] Paula Diehr, Donald L Patrick, Diane E Bild, Gregory L Burke, and Jeff D Williamson. Predicting future years of healthy life for older adults. *J Clin Epidemiol*, Vol. 51, No. 4, pp. 343–353, 1998.
- [9] 加知範康, 加藤博和, 林良嗣, 森杉雅史. 余命指標を用いた生活環境質 (qol) 評価と市街地拡大抑制策検討への適用. 土木学会論文集 D, Vol. 62, No. 4, pp. 558–573, 2006.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Bert Spilker. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, chapter Introduction, pp. 1–10. Lippincott Williams & Wilkins, 1996.
- [13] Bert Spilker. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, chapter Taxonomy of quality of life, pp. 25–31. Lippincott Williams & Wilkins, 1996.
- [14] John E. Ware Jr. Sf-36 health survey update. *Spine*, Vol. 25, No. 24, pp. 3130–3139, 2000.
- [15] 田崎美弥子, 中根允文. 健康関連「生活の質」評価としての whoqol. *行動計量学*, Vol. 25, No. 2, pp. 76–80, 1998.
- [16] 田中喜代次, 中村容一, 坂井智明. ヒトの総合的 QoL (quality of life) を良好に維持するための体育科学・スポーツ医学の役割. *体育学研究*, Vol. 49, No. 3, pp. 209–229, 2004.
- [17] 榎本慶太郎, 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.
- [18] 厚生労働省: 健康日本 21 (身体活動・運動) (online) . http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/b2f.html.
- [19] 樋口博之, 綾部誠也, 進藤宗洋, 吉武裕, 田中宏暁. 加速度センサを内蔵した歩数計による若年者と高齢者の日常身体活動量の比較. *体力科学*, Vol. 52, No. 1, pp. 111–118, 2003.
- [20] 厚生労働省: 第 1 回運動基準・運動指針の改定に関する検討会 資料 (online) . <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002o6tb.html>.