

平成 2 7 年 6 月 1 日現在

機関番号： 1 2 3 0 1

研究種目： 基盤研究(C)

研究期間： 2012 ~ 2014

課題番号： 2 4 5 0 0 1 6 7

研究課題名 ( 和文 ) 直観的理解の容易さと合理的根拠を兼ね備えた医療の質評価内容の表現法および計算法

研究課題名 ( 英文 ) Methods for representation and calculation of quality indicators that have both of easy understandability and reasonable basis

研究代表者

高木 理 ( Takaki , Osamu )

群馬大学・医学部附属病院・助教

研究者番号： 3 0 3 8 8 0 1 1

交付決定額 ( 研究期間全体 ) : ( 直接経費 ) 4,100,000 円

研究成果の概要 ( 和文 ) : 医療データベース上のデータに基づいて、医療サービスの質を公平に比較あるいは評価するための、医療サービス評価指標の表現手法を開発した。さらに、その表現手法に基づいて、評価指標を定義、選別、あるいは、医療データベース上のデータに基づく評価指標の値の計算を行うための手法および支援システムを開発した。また、評価指標の表現手法の基礎研究として、医療サービスとその評価に対するモデル化の手法を開発し、それらのモデルに基づく医療サービス評価オントロジーを構築した。

研究成果の概要 ( 英文 ) : We developed a system to represent “quality indicators” for medical service quality assessment. These indicators have formal representation and they are easily understandable. Therefore, they help to fairly compare or evaluate medical service qualities based on data in medical databases. The representation system is based on Medical Service Assessment Ontology, which is established based on models on medical services and their assessments. We also developed methodologies and a system for defining, selecting and automatically calculating quality indicators based on the representation system.

研究分野： 医療情報学

キーワード： 医療サービス 質指標 医療データベース 表現システム 形式手法 オントロジー 臨床評価指標  
医療サービス評価

## 1. 研究開始当初の背景

医療などの目に見えないものを提供するタイプのサービスの質を公平に比較したり、評価したりすることは容易ではない。この問題に対して、医療サービスをエビデンスに基づいて定量的に評価するための、指標化された評価基準である「質指標」が数多く研究されている。しかしながら、個々の質指標は、「胃がん患者の5年生存率」というような医療サービスの質に関するある一側面を表したものに過ぎない。一方で、「医療者の胃がん手術のスキルの高さ」というような患者にとって直接役立ちそうな評価内容は、客観的なデータからその値を直接計算することが難しい。また、医療 DB 上のデータに基づいて値を計算できる質指標を定義するためには、多くの場合、医療者や医療 DB 技術者などの異なる分野の専門家による共同作業が必要である。しかし、両者の専門知識は膨大かつ複雑であり、共同作業を正確に行うための知識と観点の共有は困難である。

医療の質について客観的なデータに基づいて患者を納得させる、あるいは、各分野の専門家が必要最小限の共通知識で質指標の策定を行うためには、直観的に分かりやすく、かつ、医療 DB 上の操作レベルまで具体化した際にズレが生じないくらい正確な意味付けを持った、質指標などの評価内容に関する表現法と、その表現法に基づいて記述された評価内容の値を算出するための一貫した方法が必要である。

## 2. 研究の目的

本研究の最初の目標は、患者への説明のための医療サービス評価記述と、そのエビデンスとなる質指標を記述するための表現系（表現手法）を確立することである。第2の目標は、医療者が質指標を定義し、複数の医療 DB 上のデータに基づいて、その値を計算することを可能にする質指標定義・計算フレームワーク（以下、QIFW）の構築である。

このフレームワークによって、医療用語に対する医療者毎の解釈のズレも明確になり、複数の医療機関で共通して使うことが出来る質指標を定義することが可能となる。さらに、質指標を設計あるいは利用する医療者や患者と、医療 DB を管理するシステムエンジニアによる、質指標の設計や値の計算に関する作業の切り分けがより明確になると共に、それぞれの作業を非同期的に行うことが可能となる。それによって、質指標の定義や値の計算、あるいは、医療サービス評価に関する作業の効率化と、より効率的な作業知識の蓄積・共有・改良が行えるようになる。

## 3. 研究の方法

第1の目標である質指標の表現系の研究開発に対して、我々は、2つのアプローチを考案し、それらを組み合わせて、質指標を適切に定義するだけでなく、医療サービスの質評価の目的に合わせて、質指標の集まりを適切に選び出していく手法を開発する。1つ目のアプローチは、医療現場における医療者の行為が如何にして評価されるのかをモデル化し、医療サービス評価に必要な観点や語彙をオントロジー化したことである。このオントロジー化のベースとして、医療者行為のモデルに基づいて、ドナベディアンによる医療サービス評価の枠組みを拡張することによって得られる医療サービス評価オントロジー（MSAO）を構築した。2つ目のアプローチは、医療サービスのモデル化から質指標の設計および選択に至る一連の作業を体系的に行うための、質指標設計フレームワークを開発したことである。このフレームワークのベースとなるアイデアは、患者をデータと対応付け、患者に対する医療サービスをデータの変換に対応付けた上で、大規模情報システムに対するテスト駆動型開発手法を応用することである。

第2の目標である質指標定義・計算フレームワーク（以下、QIFW）の構築に対しては、我々は、図1にあるような、(i)医療サービスオントロジーを軸とする質指標表現系に基づいて、質指標をグラフとして分かりやすい形で定式化する機能を有する「質指標表現システム」、(ii)質指標の語彙となる医療サービス評価オントロジーを医療 DB 上のスキーマによる概念に変換することによって得られる仮想汎用データモデル（GDM）、および、(iii)実際の医療 DB 上のデータスキーマと派生汎用データモデルとを結び付けるためのマッピングシステムによって構成される、質指標定義・計算支援システムを構築する。

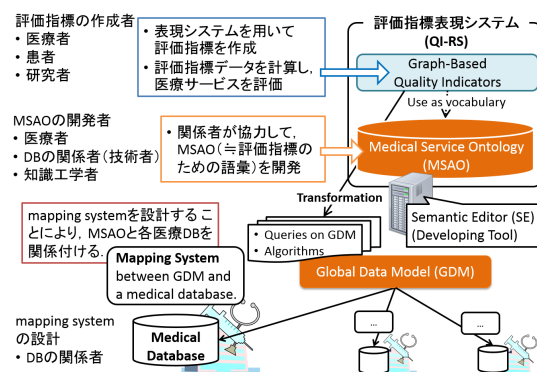


図 1 質指標定義・計算支援システム

## 4. 研究成果

(1) 医療サービスの質評価の指標となる質指標の定義から医療 DB に基づく値の計算に

いた一貫した枠組み(質指標定義・計算FW)の実現に向けて、形式性と可読性を兼ね備えた質指標の表現系 QI-RS を開発した。ここで言う、形式性とは、質指標の定義から医療 DB における計算に至るまで、その定義の内容を変えなく作業が出来ることを意味する。一方、可読性は、読み手が負担無く正確に質指標の定義内容を理解できるような表現であることを意味する。一般に、表現系における形式性と可読性はトレードオフの関係にあり、これらを両立させた言語を開発することは、フォーマルアプローチ分野における基礎的課題の1つである。本研究では、質指標の定式化を行うまでの過程を、下記に述べる MSADP および MSAO によって明示化することにより、形式性と可読性の両立を行っている。

(2)医療サービス評価オントロジー (MSAO) を開発した。MSAO は、医療サービスの評価者による評価結果の表現パターン (MSADP) に基づいて設計される。質指標の設計者は、“早期の胃がん若年患者に対する治療のスキル” というような分かりやすいが医療 DB 上のデータから直接計算することが難しい評価項目に対して、その評価項目に対応する一連の質指標を、MSADP によって表現される一連の評価指標 (想定値および実績値) を設計することにより、得ることが出来る。

QI-RS に基づいて質指標を設計する際の語彙として MSAO が用いられる。また、医療サービスの質を評価するための指標 (質指標) を得ようとするとき、最終的に知りたい指標と医療データベースに基づいて値が直接計算できる指標との間には大きなギャップが生じる。MSAO はこのギャップを軽減するための枠組みとしての役割も持っている。

(3) QI-RS によって定義された質指標を、仮想汎用医療 DB スキーマ上のクエリへと変換するための、質指標 - クエリ変換システムを開発した。この変換システムにより、質指標の値を汎用医療 DB 上のデータに基づいて自動的に計算できるようになった。

(4) MSADP と MSAO をベースにして、適切な質指標の集まりを体系的に選択・設計するための医療サービス評価モデル (MSAM) と、MSAM を用いて一連の質指標を選択・設計する手法の研究開発を行った。MSAM に基づく質指標の設計手法は、情報システムのモデル駆動型開発 (MDD) におけるテスト構築手法を援用して質指標を選択・設計する、というアイディアに基づいている。MSAM に基づく質指標の選択・設計手法によって、一連の質指標をより体系的に得られると共に、最終的に得たい質指標と実際の医療 DB 上のデータを用いて計算することが可能な質指標のとのギャップを、より明確にすることが出来る。

(5) 質指標 FW における質指標表現システム (QI-RS) の表現力を評価するために、これまでに数多くの質指標を開発してきた組織である経済協力開発機構 (OECD) が 2013 年に公表した大規模な質指標群を調査した。この調査の結果、OECD による質指標の多くが質指標 FW の範囲外にあるものの、患者視点に基づく病院内の医療サービスの質評価という観点で質指標を限定するならば、QI-RS によって得たい質指標が十分に設計できるかどうかの問題は、質指標の定義に用いられている IDC10 などの特定の術語が医療 DB 上のマスターの概念でどのくらい定義できるか、という問題に帰着できることが明らかになった。

(6) 質指標の定義に有用な概念である、頻度に対する表現法の研究を行った。まず、OECD や聖路加国際病院等が公表している既存の質指標の中で、頻度によって指標化されているものがどのくらいあるのかを調査した。また、“服薬患者” “特定の薬剤を「ほぼ」毎日服用する患者” のような、暗黙的に頻度の概念が使われている医療に関する諸概念について調査を行った。その上で、人が事象発生頻度の変化を認知する枠組みとなる時間区分による階層を考え、この階層に基づいて、“ほぼ毎日服用する” や “夜間になると頻繁にナースコールが発生する” などの頻度に関する諸概念の表現法を考案した。

これらの頻度に関する表現の研究は、今後の研究課題である頻度論理とその論理に基づく医療データ分析の研究を推進する重要なきっかけとなった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

高木理, 竹内泉, 和泉憲明, Evaluation of Pattern-Based Quality Indicators Development Framework, Advanced Science, Engineering and Medicine, 査読有り, Vol.6, No.8, 2014, p.892-898, DOI: <http://dx.doi.org/10.1166/asem.2014.1600>

高木理, 竹内泉, 高橋孝一, 和泉憲明, 村田晃一郎, 池田満, 橋田浩一, Graphical Representation of Quality Indicators Based on Medical Service Ontology, SpringerPlus, 査読有り, 2:274, 2013, DOI: 10.1186/2193-1801-2-274.

高木理, 竹内泉, 和泉憲明, 橋田浩一, Workflows with Passbacks and Incremental Verification of Their Correctness, The

IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 査読有り, Vol.E95-D, No.4, 2012, p989-1002,  
DOI: <http://doi.org/10.1587/transinf.E95.D.989>

〔学会発表〕(計 10 件)

高木理, 事象の頻度が表現可能な形式言語の構築に向けて, システム数理と応用研究会 (MSS), 2015 年 1 月 27 日, 鳥取県三朝町

高木理, 加藤毅, 鳥飼幸太, 齋藤勇一郎, Towards Development Framework for Quality Indicators Based on Medical Data Warehouses, The 1<sup>st</sup> International Symposium of Gunma University Medical Innovation and the 6<sup>th</sup> International Conference on Advanced Micro-Device Engineering (GUMI & MADE 2014), 2014 年 12 月 5 日, 群馬県桐生市

岡めぐみ, 鳥飼幸太, 高木理, 青木岳, 岡正俊, 齋藤勇一郎, RFID 位置検知システムと重粒子線診療情報の連携によるスケジューリング支援アルゴリズムの開発, 第 34 回医療情報学連合大会, 2014 年 11 月 8 日, 千葉県千葉市

村田晃一郎, 病院における臨床指標の課題 (臨床指標 (Clinical Indicator) を考える - 病院情報システムと臨床指標), 第 34 回医療情報学連合大会 (プレコングレス・チュートリアル), 2014 年 11 月 5 日, 千葉県千葉市

高木理, 竹内泉, 和泉憲明, Evaluation of Pattern-Based Quality Indicators Development Framework, The 2nd International Conference on Science and Engineering in Biology, Medical and Public Health (BIOMEDPUB 2014), 2014 年 6 月 1 日, バリ (インドネシア)

高木理, 竹内泉, 和泉憲明, Ontology-and Model-Based Quality Indicators Designing Framework, The 6th International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine (eTELEMED 2014), 2014 年 3 月 24 日, バルセロナ (スペイン)

高木理, 竹内泉, 和泉憲明, Development of Assessment Ontology for Quality Indicators in Medical Service, International Symposium on Information Science and Information Management (IS&IM2013), 2013 年 11 月 7 日, バンコク (タイ)

高木理, 竹内泉, 高橋孝一, 和泉憲明, 村田晃一郎, 池田満, 橋田浩一, Transformation of Medical Service Ontology to Relational Data Models", The 7th International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2012), 2012 年 11 月 19 日, リスボン (ポルトガル)

高木理, 竹内泉, 高橋孝一, 和泉憲明, 村田晃一郎, 池田満, 橋田浩一, 可読性と計算可能性を両立させた医療評価指標の表現手法, システム数理と応用研究会 (MSS), 2012 年 11 月 2 日, 岩手県盛岡市

高木理, 和泉憲明, 村田晃一郎, 池田満, 橋田浩一, Evaluation of a representation system of quality indicators, The 10th Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering (JCKBSE 2012), 2012 年 8 月 23 日, ロードス (ギリシア)

高木理, 竹内泉, 高橋孝一, 和泉憲明, 村田晃一郎, 池田満, 橋田浩一, 医療サービスの質を公平に比較するための質指標の枠組, 第 26 回人工知能学会全国大会, 2012 年 6 月 12 日, 山口県山口市

〔図書 (ブックチャプター)〕(計 3 件)

高木理, 和泉憲明, 村田晃一郎, 橋田浩一, Taylor & Francis, Data Governance: Creating Value From Information Assets, 2013, p93-124

高木理, 清野貴博, 和泉憲明, 橋田浩一, IGI Global, Agile and Lean Service-Oriented Development: Foundations, Theory and Practice, 2012, p134-155

高木理, 竹内泉, 高橋孝一, 和泉憲明, 村田晃一郎, 橋田浩一, InTech, Semantics - Advances in Theories and Mathematical Models, 2012, p193-212

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高木 理 (TAKAKI, Osamu)  
群馬大学・医学部附属病院・助教  
研究者番号: 30388011

### (2) 研究分担者

橋田浩一 (HASIDA, Koiti)  
東京大学・情報理工学 (系) 研究科・教授  
研究者番号: 00357766

### (3) 研究分担者

村田晃一郎 (MURATA, Koichiro)

北里大学・メディカルセンター・講師  
研究者番号：40157780

(4) 研究分担者

和泉憲明 (IZUMI, Noriaki)  
独立行政法人産業技術総合研究所・情報技術研究部門・上席主任研究員  
研究者番号：50293593