

# オントロジーに基づく医療知識ナビゲータ

## Knowledge Navigation System based on Medical Clinical Ontologies

国府裕子\*<sup>1</sup> 周俊\*<sup>1</sup> 古崎晃司\*<sup>1</sup> 今井健\*<sup>2</sup> 大江和彦\*<sup>2</sup> 溝口理一郎\*<sup>1</sup>  
Hiroko KOU, Jun ZHOU, Kouji KOZAKI, Takeshi IMAI, Kazuhiko OHE, Riichiro MIZOGUCHI

\*<sup>1</sup> 大阪大学産業科学研究所  
The Institute of Scientific and Industrial Research (ISIR),  
Osaka University

\*<sup>2</sup> 東京大学大学院医学系研究科  
Department of Medical Informatics,  
Graduate School of Medicine, the University of Tokyo

In this research, our purpose is to develop medical knowledge navigation system and fundamental technology for application system of medical ontology. We divided fundamental technology into four main parts, method of navigation, contents and methods of generating contents, the media choice, and considered them. Based on those considerations, we developed fundamental technology, and build a prototype of medical information service system using fundamental technology. In closed-door group discussion, this system receives a high evaluation by medical professions. In the future, according to the description frame defined and data collection advances, the information to offer of this system is expanded and a substantial prospect is acquired.

### 1. はじめに

#### 1.1 臨床医学オントロジーの構築とその応用

近年、医療情報の発達は様々な異なる専門領域の先端技術を医療分野に取り込み、臨床現場は多様な専門家が連携するチーム医療で成り立っている。加えて、日本政府は、IT 新改革戦略の重点課題として世界最先端の国民健康情報基盤の構築をあげ、その結果、医療情報の高度な電子化が推進されてきた。現在、これらの複数領域にわたる電子データが蓄積され、医療サービス向上のために、その統合管理や高度な情報解析が期待されている[Werner 03]。そして、その情報基盤技術として不可欠であるとして日本の医療制度に適した臨床医学オントロジーの構築が進められている。[Mizoguchi 09, 国府 08]

この臨床医学オントロジーを用いた応用システムは種々想定される。たとえばオントロジーベースの診断支援システムや、多様な用語体系とフォーマットのデータの統合的管理とその解析などは大きく期待される応用の 1 つである。一方、これらに加えて、膨大な概念とその関係を情報として持つ大規模、かつ厳密に定義されたオントロジーはそれ自体が十分価値が高い知識リソースであり、オントロジー自体を資源として、その知識情報を提供するシステムを開発することも重要な応用の 1 つである。

#### 1.2 医療知識ナビゲータ

医学知識の理解を困難にするものとして、使われる用語が専門的で難しいことはもちろん、概念定義自体の複雑性や、状況依存性、概念間の複雑な関係性と同一概念を捉える視点の多さなどがある。特に、多数の専門領域の人間が連携して作業する臨床現場において複数の視点から医学概念を理解することは重要である。

そのため、たとえば疾患の主な症状や病態などの主要な情報だけでなく、その主病態や症状の発生メカニズム、進展した場合の出現症状といった複雑な情報や、複数の視点から疾患を体系的に捉えた情報を、ユーザの要求に応じて切り換えて提供するシステムは、医学概念を理解や学習に有益なシステムと

して期待される。[大江 92, 08]

そこで、本研究では、医学知識オントロジーでの定義された概念とその関係性に関する情報を利用して、医学生が疾患概念構造を理解することを支援するための新しいタイプの電子医学教科書として医学知識ナビゲータの開発を目的とする。特に、多視点から概念の体系を捉える、つまり複数の視点から概念の分類階層を動的に生成する機能の開発を中心に報告する。

本稿は、まず、医学知識ナビゲータのようなオントロジーからの知識情報提供システムに必要な機能を考察し、それらの機能の組み合わせによる医学知識ナビゲータプロトタイプシステムの開発について述べる。

### 2. 医療知識ナビゲータに必要な機能の考察

医学知識ナビゲータのようなオントロジーから情報を提供する知識情報提供システムを構築するために必要な機能について、①必要な情報へ導くナビゲート、②情報の基盤となるコンテンツと生成コンテンツ、その生成方法、③コンテンツを表現するメディアの選択の 3 点から考察した。

#### 2.1 ナビゲート

本稿におけるナビゲートは、医学知識提供システムにおいて、提供する目的の知識内容まで導く機能とする。たとえば医学教科書の目次のように、ある体系に基づいて疾患を分類した章立てのインデックスは、対象とする分野の体系的な理解も助けながら、目的の疾患知識が何処にあるか、分かりやすく誘導する。また、通常の頭文字インデックスなどのような索引を利用して、知りたい知識が何処にあるのか見つけることができる。

また対象知識を説明する用語を知りたい場合のリンクも、目的とする知識の容易な参照を可能とする。加えて、対象知識に導く方法としてなじみ深いキーワード検索も大量の医学知識から目的の知識をピックアップして、その知識まで誘導してくれる。この検索は、通常のキーワード検索に加えて、たとえば症状や発生部位からなどの医療ドメインに適した検索機能が求められる。特に、症状として持たなくても因果連鎖上にその異常がある疾患を調べるなどより深い検索機能は、オントロジーベースのシステムとして期待される点である。また医学専門用語の検索結果は膨大であることが予想され、提示された情報のリンク先の簡易な情報が提示されることが望ましい。



図 1.医療知識ナビゲータの必要機能

このように膨大な医療知識の中から目的の医療知識にたどりつくためには、このナビゲート機能の充実が重要である。

## 2.2 コンテンツと方法

本稿ではコンテンツを、システムに予め用意しておくプリミティブコンテンツと、プリミティブコンテンツから必要に応じて動的に生成される生成(動的)コンテンツに大別する。

プリミティブコンテンツには各種文献やデータなど多様な医療情報や医療知識が含まれるが、本稿ではオントロジーを用いた情報を提供するシステムでもっとも重要なオントロジーに限定して議論する<sup>1</sup>。プリミティブコンテンツは知識提供の内容を生成するために十分な概念量と関係量が必要となる。特に多様な視点から概念知識を捉えるために必要十分な情報が保持されることが望まれる。また、そのオントロジーの記述は、複数の分類階層の分類軸となる視点情報が分かる厳密な概念構造をもち、かつそれが概念を本質的で統一的に捉えたものであるオントロジーが望まれる。そのため、本研究ではYATO[Mizoguchi 09a]を上位オントロジーとして構築された臨床医学オントロジーを利用した[Mizoguchi 09b]。

生成コンテンツは、プリミティブコンテンツであるオントロジーを走査し、抽出した情報により生成される二次的なコンテンツをさす。医学知識として良いコンテンツを提供するためには、単純な概念定義のみならず病態の発生機序や、発生までの因果連鎖の説明、類似概念との比較など充実した内容物の生成方法、生成された内容物の組み合わせとどの順番で表示するかなど、コンテンツ生成のための方法が重要となる。

## 2.3 メディア選択

提供する知識をどのメディアで表出するかは重要な課題である。ここでメディアとは、知識を表現する媒体とし、自然言語、あるいはグラフ、テーブルなどをさす。複雑な関係性はネットワーク図やグラフで、多数の比較は表で、また、通常の説明は自然言語が人間にとって理解しやすいなど、メディア媒体の選択はコンテンツ内容の理解しやすさに大きな影響を与える。このため、良い情報提供には、このメディア媒体の適切な選択が重要で、そのため各メディアで表現する機能を用意する必要がある。

<sup>1</sup> 他のプリミティブコンテンツについても、オントロジーで定義された語彙を用いたアノテーションなどにより扱うことができる。

## 2.4 必要機能と基盤技術

上述の考察より、必要とされるオントロジー操作のための機能の概要をまとめると図 1 のようになる。本稿では、特に動的階層生成を中心に述べ、他は紙面の都合上割愛もしくは概説する。なお自然言語表示機能については別途報告する[周 09]。これらの機能はオントロジーベースの知識提供システムの基盤技術と考えられ、これらの組み合わせで多数の応用システム、たとえば知識ナビゲータの他に医学電子辞書等の開発も可能である。

## 3. 医療知識ナビゲータの各機能の開発

### 3.1 動的階層生成機能

#### (1) 分類階層の種類

医学知識で主要とされる疾患の分類階層インデックスは、多数ある。我々は、まず臨床医の意見や一般的な教科書や WEB サービスの調査に基づき、主要な疾患分類階層を調査した。一般に用いられる疾患の体系としては症状が発生した臓器別の疾患の分類、主病態が発生した器官システム別の分類、また発生箇所ではなく、症状などの異常状態の種類に注目した分類などが存在した。医療サイドから見ると、疾患の捉え方は目的と状況に応じてさらに多様化し、視点が異なる複数の分類が存在する。これらの分類階層は、ただ 1 つの視点で分類階層を生成するのではなく、その組み合わせにより作成する場合もあり、状況と目的に応じて使い分けられている。

たとえば患者・家族に説明するための疾患と、プライマリ・ケア医や各専門医、看護師、技師たちが捉える疾患はその医療行為の目的の違いから異なる。たとえば腎不全など人体構造物の機能に注目して捉えることもあれば、腸炎などように人体構造物の状態を重視する場合もある。また症候に注目した偏頭痛、狭心症、高血圧、障害の原因に基づく心筋梗塞、悪性腫瘍、潰瘍などは病理形態に基づく疾患の捉え方であるし、鉄欠乏性貧血などの病因論に基づくものや、時には発見者に基づくバセドー氏病のような例もある。また診断を考えると、高山病、潜水病、水俣病など職業、特徴的環境・職業に基づく疾患の捉え方も重要であるし、医療行為を考えると、病状の推移に基づく慢性〇〇、急性〇〇などもある。さらに特定の理由のため疾患群をまとめた成人病やシンドローム X なども健康保健の観点から重要である。これらの多数の疾患の捉え方に応じて疾患の分類は多彩に変化する。加えて、特定の視点ではなく政治的目的や疫学的目的などの独自の目的のもとに定められた分類階層もある。

今回はまず、主要な疾患分類階層に注目し、それらをピックアップした。医療サイドにおいて、疾患は複雑な分類階層をとるが、基本的な分類階層と、その分類階層を作るための対応方法、視点はおよそ表 1 の通りである。より複雑なものはこれらの組み合わせをより詳細にした場合が多い。加えて表には、独自視点の分類階層の具体例として臨床現場で広く知られる ICD10 や ICPC2 を取り上げている。

#### (2) 動的階層生成機能の方法

前述のような複数の分類階層に対応するために、必要とされるすべての階層情報を用意し、相互の対応をマッピングすることで切り替える方法もある。しかし、オントロジーが必要十分な情報を持っていれば、オントロジーから動的に複数の分類階層を構築することが、分類の一貫性を高めるなどの観点から望ましい。我々は、1 つのオントロジーから視点に応じて分類階層を切り替えるアプローチを取り、それを実現する動的階層生成機能を開発した。

本臨床医学オントロジーは法造<sup>1</sup>を用いて開発されており、疾患は図 2 のように記述される。図の上部には疾患を記述するための枠組み、下部には具体例として糖尿病の記述例を示す。疾患は異常状態の組み合わせとし、症状や主病態、その原因といった異常状態をクラス制約としたスロット関係で記述される。この異常状態はすべて対象の属性が異常値であるというOAV表記で記述するためのスロットをもち(図 2(a)), 原因となる異常状態を原因スロットで参照することで異常状態間の因果関係が表されている。(図 2(b)) [国府 08]

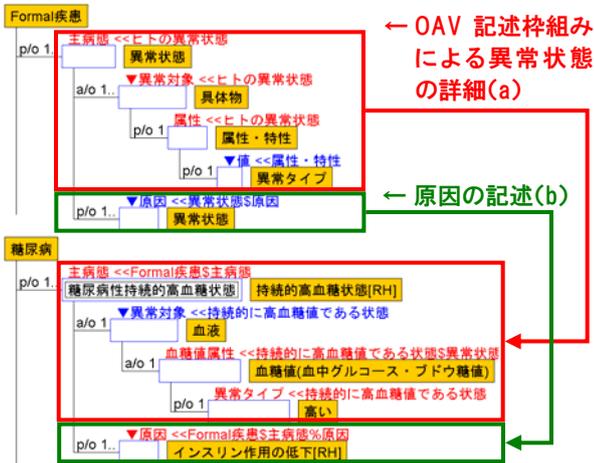


図 2. 臨床医学オントロジーの疾患記述

我々は、疾患分類階層を動的に生成するために、最初に注目する概念と、その概念構造の分類階層の分類軸となるスロットに注目する。最初に注目する概念は、分類をしたい概念群の上位となる抽象的な概念とし、たとえば疾患を分類したければ、全ての疾患の上位になる疾患概念<sup>2</sup>となる。そして、疾患概念のスロットである症状スロットや主病態スロット、原因となる異常をさすスロットなどが分類階層の分類軸となる。その分類軸となるスロットのクラス制約概念のis-a階層情報や、人体構造のpart-of階層情報などの情報など、必要な情報あわせて利用することで、分類階層を生成し、そこに疾患を分類軸のスロットの情報に基づいて再分類する。一方、より複雑な分類階層の場合は、分類階層生成時に複数の視点(分類軸)を組み合わせることで対応する。それでも対応できないものは別途用意した分類階層へ人手を介してマッピングすることで対応する。表 1 に主要な分類階層と各対応方法を示す。対応の詳細と具体例は後述する。

表 1. 主要な疾患分類階層と対応方法

分類階層名	対応方法
身体部位別	異常対象と身体の part-of 情報
器官システム別	異常対象と器官システムの part-of 情報
臓器別	異常対象と臓器の part-of 情報
症状別	疾患の症状と異常状態の is-a 階層情報
主病態別	疾患の主病態と異常状態の is-a 階層情報
病因別	疾患の病因の異常状態の is-a 階層情報
ICPC2	マッピング対応
ICD10	マッピング対応

<sup>1</sup> <http://www.hozo.jp>

<sup>2</sup> 本臨床医学オントロジーでは「Formal疾患」という概念となる。

### 3.2 動的分類階層生成の例

#### (1) 人体構造の part 階層を利用した動的分類階層生成

例として人体構造の異常の発生部位による疾患分類を考える。この場合、オントロジーから、器官システムや臓器などの part-of 情報を収集し、その part-of 階層と相似形の疾患分類階層を生成する。そして疾患の症状や主病態が発生部位に従って疾患を part-of 階層と相似形の疾患分類階層に再分類する(図 2)。

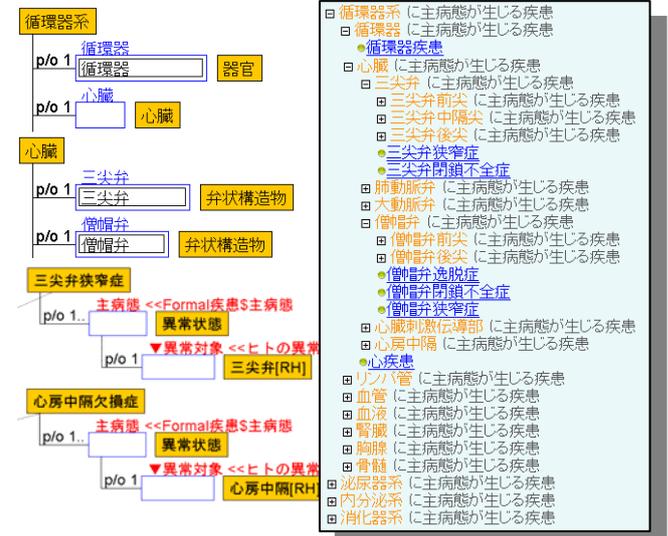


図 3. 主病態の異常部位を視点軸に器官システムや臓器といった人体構造と相似系の疾患分類階層

#### (2) 異常状態の is-a 階層を利用した動的分類階層生成

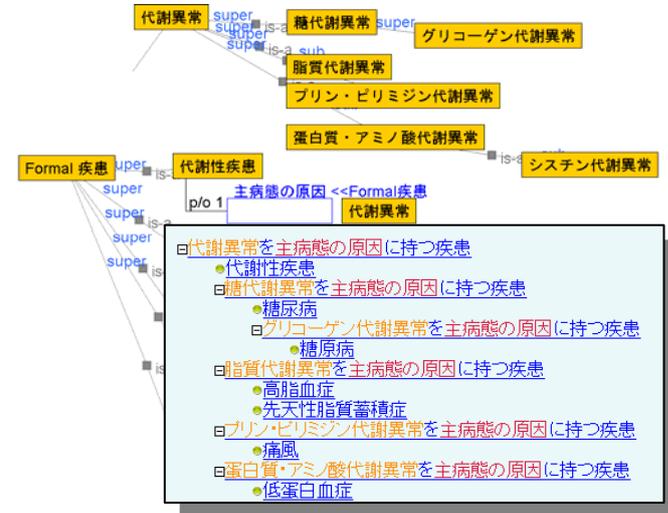


図 4. 主病態を視点軸に人の異常状態の is-a 階層を利用して分類階層を生成する

次に、症状や主病態、その原因となる異常状態の種類に注目した疾患の分類階層を考える。たとえば主病態の原因となる異常状態の種類に注目した場合は、その異常状態の種類は、主病態の原因スロットのクラス制約に参照される疾患を構成する異常状態になる。そこで、オントロジーからこの異常状態の is-a 階層情報(もしくは RH の階層情報)を収集し、この is-a 階層に基づいて分類階層を生成する。そして疾患の主病態の原因スロットを分類軸として、このスロットのクラス制約により、先の is-a 階層に再分類する(図 4)。

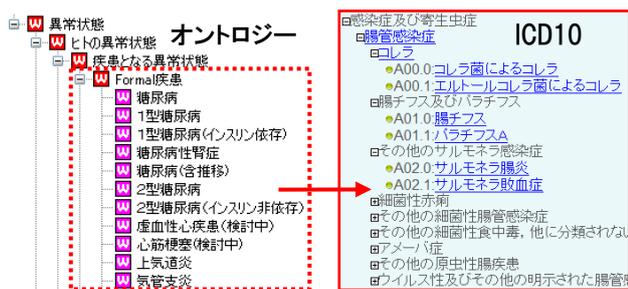


図 5. ICD10 や ICP2 へのマッピングとその対比

(3) ICD10 と ICP2 の分類階層への対応

ICD10(国際疾病分類)と ICP2(プライマリケア国際分類)は共に、臨床現場で用いる際には対応すべき重要な分類体系である。しかし ICD10 や ICP2 は臨床上の独自目的のもと便宜上分類されたもので、概念定義に分類の軸となる視点を持たない場合や、複数の視点が入り交じることが少なくない。このような場合前述の例のように特定のスロットを視点(分類軸)として情報を収集するようなことは難しい。このような分類階層にはマッピングで対応する(図 5)。

4. 医療知識ナビゲータの実装

前述の考察に基づき、医療知識ナビゲータのプロトタイプシステムを開発した。本システムはJSPおよびJava<sup>1</sup>を用いたWebアプリケーションで、Tomcat 6.0 で動作することを確認した。また法造で構築したオントロジーを処理するためのAPIとしてHozoCore<sup>2</sup>を利用した。

医学知識ナビゲータの動作画面を図に示す(図 5)。画面左に疾患の分類階層が提示され、これは器官システム別、臓器別、病因別などの複数の分類階層に切り替えることができる。このインデックスに表示される疾患をクリックするとオプションでユーザが指定した疾患の説明が画面右にテーブルや自然言語で表示される。表示される説明のコンテンツの項目は、主病態や症状といった基本的な情報に加えて、関連情報収集機能を用いて通常概念とプロパティの関係(スロット関係)ではカバーしきれない複雑な関係性である各主病態の発生機序や、症状が出現するまでの因果連鎖などが提示される。また、動的階層生成機能で得た情報を自然言語表示機能と組み合わせることで、多視点からの疾患の位置づけなどの情報も提示される。このように概念を説明するコンテンツの要素の充実に努めている。

また、疾患概念はインデックスからだけでなく、キーワードで検索が可能で、加えて、症状や主病態、病因となるような病態、異常の発生部位からも検索できる、そして症状としてその異常を持っていないとしても因果連鎖を多ステップで辿って検索することも可能である。このシステムは専門家による Informal な評価によって、きわめて好評を得た。

5. 結論と今後の課題

現在、医学知識ナビゲータのプロトタイプを作成し、基本的なシステムの動作検証がされた段階にある。本オントロジーは、医療の専門家とオントロジー研究者、情報科学の専門家などが議論に参加してその基盤構造を定義したものであり、各専門家の合意を得たものである。今後、オントロジーの拡張に応じて、コ

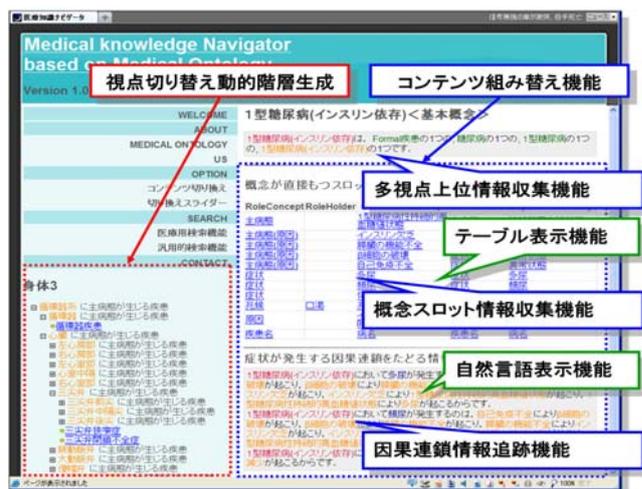


図 6. 医学知識ナビゲータ動作画面

ンテンツ内容が拡充され、情報提供システムとして充実可能性の見通しを得た。

今後の課題として、より良い医学知識の提供システムとして、ナビゲート、内容・方法、メディア選択から、より深い考察が必要であると考えている。たとえば、コンテンツの内容物に、既知っている概念との類似概念の列挙や、類似や差異を対比した説明や、どうして類似していると判断されたかなどの理由などの説明を追加すると、より理解を助けられると思われる。また、理解しやすく全体の流れを構成することも重要な点で、前提知識を説明する、重要な事は先に説明する、関連のあることを前後に説明するなど、内容物を適切な順番で組み合わせることも良い情報提供システムに重要である。今後、システムとしての利用価値を上げるために、このような検討と実装を進める方針である。

謝辞

本研究は、厚生労働省、医療情報システム開発普及等委託研究費、「平成20年度医療情報システムのための医療知識基盤データベース研究開発事業」の一環として行なわれた。

参考文献

[大江 92]大江和彦: 新しい医学教科書を目指した臨床医学学習システムの開発と課題, 医学教育 23(2), pp73-79, 1992  
 [大江 08]大江和彦: 医療知識基盤としての臨床医学オントロジー, セマンティック Web コンファレンス, 2008.  
 [国府 08]国府, 周, 古崎, 今井, 大江, 溝口: 臨床医療オントロジーの構築に関する基礎的な考察, 第 22 回人工知能学会全国大会, 2E3-01, 2008.  
 [周 09]周, 国府, 太田, 今井, 大江, 古崎, 溝口: 臨床医学オントロジーに基づく医学電子辞書の自動生成, 第 23 回人工知能学会全国大会, 2009.  
 [Mizoguchi 09a] Mizoguchi R.: Yet Another Top-level Ontology : YATO, Proc. of the Second Interdisciplinary Ontology Meeting, pp.91-101, Tokyo, Japan, 2009, [http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/hozo/ontology\\_library/upperOnto.htm](http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/hozo/ontology/library/upperOnto.htm)  
 [Mizoguchi 09b]R. Mizoguchi, H. Kou, J. Zhou, K. Kozaki, T. Imai, K. Ohe: An Advanced Clinical Ontology, ICBO (International Conference on Biomedical Ontology)  
 [Werner 03]Werner C., Barry S., Jim F.: Ontology and Medical Terminology: Why Description Logics Are Not Enough, TEPR (Towards an Electronic Patient Record) 2003

<sup>1</sup> Java(TM) 2SDK, Standard Edition Version 1.6.2 を利用した。  
<sup>2</sup> <http://ontsupport.enegate.jp/ontology/modules/> (法造によるオントロジー構築技術サポートサイト) にて公開されている。