

行動根拠の納得と実行を促進する人間行動モデル CHARM

—医療現場における看護手順書の記述を例として—

CHARM: Convincing Human Action Rationalized Model

西村悟史^{*1} 來村徳信^{*1} 笹嶋宗彦^{*1} ウイリアムソン彰子^{*2} 木下智香子^{*2} 服部兼敏^{*3} 溝口理一郎^{*1}
Satoshi Nishimura^{*1}, Yoshinobu Kitamura^{*1}, Munehiko Sasajima^{*1}, Akiko Williamson^{*2},
Chikako Kinoshita^{*2}, Kanetoshi Hattori^{*3}, and Riichiro Mizoguchi^{*1}

^{*1} 大阪大学産業科学研究所
I.S.I.R, Osaka University

^{*2} 三木市立三木市民病院
Miki City Hospital

^{*3} 神戸市看護大学
Kobe City College of Nursing

The authors propose a representation model of human action as CHARM: Convincing Human Action Rationalized Model. CHARM gives users rationale of their action therefore convinces them to act. For this reason, CHARM supports sharing and inheriting the knowledge of various processes in the medical domain. We experimentally described medical process models according to some documents in Nursing Department of Miki City Hospital. This result suggests that our model will contribute to knowledge management about medical processes.

1. はじめに

企業などの組織ではそこで働く人間が行う行動をマニュアル化し、知識継承を図っていることが多い。また、組織に限らず家電などの操作マニュアルもユーザの行動を記述したものであり、ユーザへの知識継承を図るためのものとも言える。特に、医療分野においては治療や検査の手順などの医療従事者の行動に関する知識を文書化した「医療ガイドライン」が学会などにより記述・公開されている。各病院においても新人教育用に看護手順書などが記述され、知識の共有・継承に用いられている。

一方で、これらの手順的な知識は時間の経過や新しい手法の開発とともに追加・改定されていき、管理すべき情報量が膨大なものとなる。このような膨大な量の知識を扱う方法の1つに計算機に行動モデルを格納し管理するという方法がある。医療ガイドラインを例にとると、自然言語の文書をウェブ上で公開すること[Minds]や、ガイドラインをフローチャートとして表現し、計算機で扱うための GLIF(GuideLine Interchange Format)[Boxwara 04]の研究などが行われている。

しかし、自然言語の文章やフローチャート形式でのマニュアルで知識継承・共有を行う場合には以下のような問題がある。まず、自然言語文では語句の意味が不明確であり、あいまいな解釈ができる場合がある。次に、マニュアルには行為の手順しか書かれていない場合があるという問題が考えられる。そのような場合、ユーザが行動根拠を理解していなかったり代替方式を知らなかったりする初学者であると、マニュアルの手順を覚えたとしても想定されていない状況で柔軟に対応できない可能性がある。さらに、そのような状況でマニュアルの手順通りに行為を実行してしまうと、マニュアル記述者の意図した目的を達成できないことが考えられる。また、想定される不具合がマニュアルに記述されていなかったり、不具合とユーザの行為との関連性が明示されていなかったりするという問題もある。

これらの問題に対して、本研究では計算機理解可能な人間行動モデルを提案することで問題解決を図る。手順に関してあいまいな解釈ができるという問題点に対しては、一貫した視点で行為を捉え、意味が明確に定義された語彙を用いて行為を表現する必要があると考える。また、初学者が想定外の状況で柔軟に対応できないという問題に対しては、行動根拠、すなわち

行為の目的を明示的に記述し、そのための代替方式を比較しやすく提示することが有用であると考えられる。さらに、想定される不具合を予め記述しやすいモデルとし、その不具合とユーザの行為との関連性、すなわちユーザの行為が原因で不具合が起こりうるといったことや、その不具合の予防、対処行為といった関連性を明示することも問題解決に役立つと考えられる。また、一般に何らかの手順を記述したマニュアルは改定される必要がある。そこで改定の際に前任者との知識共有も容易にできることが望まれる。

筆者らは工学設計の分野において、そのような知識共有を目指し、人工物の機能を記述するための機能的知識共有枠組み[來村 02]を提案している。本研究では、機能的知識共有枠組みを拡張することで人間行動モデルの記述枠組みを提案する。

提案枠組みによるモデルには以下のような性質が期待できる。

(1)意味が明確で計算機理解可能な表現形式を持つ

(2)行為の目的の明示化ができる

(3)方式の比較が容易であり選択理由の明示化ができる

(1)の性質により、手順的知識の捉え方が明確になり、あいまいな解釈ができるという問題を避けることができると考えられる。(2)の性質により、マニュアルに書かれた手順の根拠が明示化され、想定外の状況に対しても柔軟に対応できるような知識継承が期待できる。(3)の性質により、状況に応じた代替方式の選択が可能になり、マニュアル改定の際にも前任者がなぜこの方式を取っていたのかという選択理由が分かり、改定の際の知識共有支援が期待できる。これらの性質からユーザが行動根拠を理解し、納得した上で実行できるようになることが期待される。

本研究では、この枠組みで記述されたモデルを、期待される効果から CHARM(Convincing Human Action Rationalized Model)と呼び、三木市立三木市民病院看護部において実践的に適用することでモデルの有効性を確認する。

2. CHARM による医療行為の記述

提案枠組みによる医療行為記述の妥当性を検証するために、6つの医療ガイドラインを CHARM として実際に記述した。検証に用いたガイドラインは、以下の通りである。

1.気道確保の方法[小野寺 08]

2.視覚データを得る検査行為[稲本 97][山下 09]

3.パーキンソン病の治療行為[日本神経学会 02]

4.急性アルコール中毒の治療行為[医療研修推進財団 01]

連絡先: 西村悟史, 大阪大学産業科学研究所 知識システム
研究分野, 〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1,
Tel:06-6879-8416, Fax:06-6879-2123,
e-mail:nishimura@ei.sanken.osaka-u.ac.jp

5.マラリアの投薬治療行為[熱帯病治療薬研究班 07]

6.骨粗しょう症の治療行為[メルクマニュアル][Yahoo!ヘルスケア][gooヘルスケア]

筆者らはこれらのガイドラインの内容に基づいて CHARM を記述し、記述結果は医療の専門家によって記述の妥当性が確認済みである。記述の際には、機能的知識共有枠組みに沿った知識記述を支援するツールとして株式会社 MetaMoJi によって商品化されている[OntoloGear](図 1 参照)を用いた。記述に用いた 6 つの医療ガイドラインはそれぞれ外科的医療行為、検査行為、神経変性疾患に対する治療行為、中毒症状への救急処置、感染症に対する投薬治療行為、代謝性疾患に対する治療行為に関するものであり、これらの記述を通して、本枠組みが多様な医療行為を表現できることを確認した。

3. 三木市民病院における CHARM の有効性確認

このような記述に関する予備実験を受けて、本研究では実際に三木市立三木市民病院(以下、三木市民病院)で用いられている看護手順書の CHARM による記述を行った。

3.1 三木市民病院の抱える問題

現在、三木市民病院では気管内挿管介助などの看護行為に関する手順的知識を自然言語の文章による看護手順書として蓄積している。そして、その看護手順書を利用して新人看護師への知識継承を行っている。その具体的な方法としては、新人看護師に看護手順書を一読させ、その後で集合研修として日常業務で想定されるケースシナリオに沿って実際の看護手順の理解を確認するという方法である。また、新人看護師への教育方針を尋ねたところ、これまでは経験や直感で仕事を覚えていくような教育をしていたが、EBM(Evidence-Based-Medicine)の考え方から根拠に基づいた行為を選択するように教育が変わっていると回答を得た。そのため、新人看護師には、自分の行為の根拠が何か、予測される結果は何かということを考えられるようになることを期待しているとのことである。しかし、実際には訓練において新人看護師が手順を理解していなかったり、柔軟に対応できていなかったりする場合があるといった問題が確認されている。その原因としては、手順書に手順しか書かれていないことや、自然言語文であるため修正箇所の特定制や改定前の版との比較が困難となり改定が進まず、現場での手順と手順書に差異が生じていることが考えられる。

一方で、2013 年 10 月に三木市民病院と小野市民病院の統合が行われ、北播磨総合医療センターが開業する予定である。そのため、看護手順書で蓄積されている知識についても統合を行う必要がある。特に、救急医療に関しては統合後すぐに業務が始まるため、早急に看護手順書の統合を行うことが求められる。しかし、自然言語文の手順書であるためフォーマットが異な

り病院間で内容の比較を行うことが困難であったり、暗黙的になっている行為の目的や治療法の選択理由などの知識が統合の際に利用できなかったりするという問題がある。

教育においても、手順書の統合においても CHARM を利用することでその性質により問題解決に貢献できる。手順書の統合も並行して行っており、現在 1 つの看護手順書の統合が完了しているが、本稿では特に看護手順の教育支援に絞り、実際の記述例を参照しながら、第 1 章で挙げた以下の 3 つの性質からその効果を説明する。

- (1)意味が明確で計算機理解可能な表現形式を持つ
- (2)行為の目的の明示化ができる
- (3)方式の比較が容易であり選択理由の明示化ができる

3.2 CHARM 構築過程

現在までに CHARM として記述した看護手順書などの三木市民病院で使われている医療ガイドラインは次の 4 つである。

- 1.心肺蘇生法[ACLS 大阪ワーキンググループ 08]
- 2.気管内挿管介助
- 3.気管切開と気管カニューレの交換
- 4.アナフィラキシーショックの対処手順

前述したように手順書の統合が急がれる救急医療における看護手順書を優先して CHARM として記述している。救急医療の中でも特に上記 1~3 に当たる心肺蘇生法と 4 に当たるアナフィラキシーショックの対処手順について知識の整理を進めている。上記 4 つの医療ガイドラインのうち三木市民病院の看護手順書である 2,3,4 については看護手順書全てを CHARM として記述した。また 1 については 123 ページの冊子の内、付録や医療行為に関係のない部分(巻頭言や目次など)を除いた約 70 ページ分の手順的知識を CHARM として記述した。看護師らによる記述内容の正当性の確認は約半分が完了している。

CHARM は医療行為を実行する根拠、記述された治療法の選択理由までを含めて表現する形式である。実際に記述した気管内挿管介助の分解木の全体図を図 2 に示し、その構築過程について図 3 の記述例を用いて説明する。

(STEP1)機能的知識共有枠組みの一環として開発されている機能語彙を利用し、医療行為をモデル化する。まず、ガイドラインに書かれている医療行為全体という大きな粒度の行為から記述し、その行為を詳細な粒度へと分解していく。気管内挿管介助のガイドラインを CHARM として記述する場合は、まず気管内挿管によって達成される状態変化を考える。気管内挿管は気道を確保することを目的としており、気道を確保するという行為は、気道が閉じた状態から開いた状態への状態変化であると捉えられる。その状態変化を 1 つの行為として図 3①のように「空気の通り道を存在させる」という楕円ノードで表現する。そして、その行為を実行する主体が確定している場合は、実行主体を楕円ノード上の矩形ノードで記述する。次に、「空気の通り道を存在させる」行為をより詳細な部分行為列に分解する。分解する際は達成方式という単位で分解する。達成方式は、全体行為が部分行為の系列によって達成される根拠となるような物理法則などの原理を概念化したものである。ここでは、頭部後屈あご先挙上法のように道具を使わない「自然気道利用方式」と、気管内

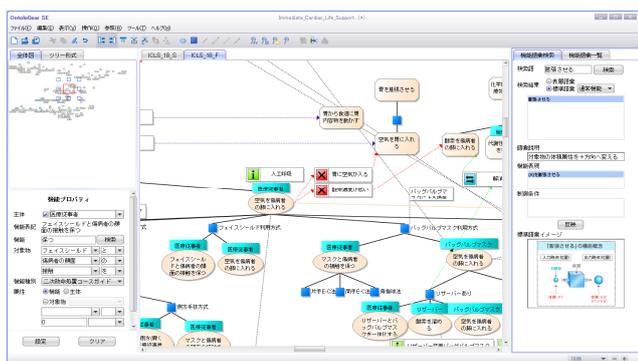


図 1: OntoloGear のインターフェース

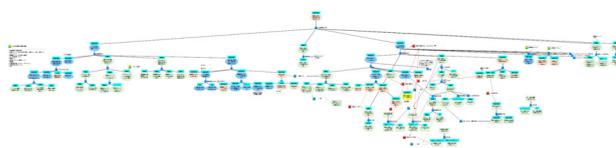


図 2.気管内挿管介助 CHARM 全体図

挿管のように傷病者の気管に管を挿入する「人工気道挿入方式」の 2 つを概念化した。これらの方式はどちらを選択しても「空気の通り道を存在させる」行為を達成する(OR 接続)ことを表現している。そして、「人工気道挿入方式」は 3 つの行為列が左から順に実行される(AND 接続)ことで全体行為「空気の通り道を存在させる」を達成することを表す。このように分解を繰り返し、CHARM を構築していく。

(STEP2)分解を進めていく際に、方式や行為に潜在する不具合を記述する。例えば、「人工気道を傷病者に入れる」行為(図 3②参照)で選択できる「気管挿管方式」には、挿入する気管チューブと気管の間に隙間ができ、誤嚥を起こしたり肺の空気が外に逃げてしまったりする不具合が起こりうる。行為と同様に状態変化として捉えられる不具合に関しては、CHARM では図 3③のように、不具合プロセスとして角取り四角ノードで表現する。そして、不具合プロセスについても行為と同様に、不具合プロセスをより詳細な状態変化の系列として分解し、階層構造で表現する。さらに、医療行為からそれを原因として起こりうる不具合へ関係ノードを明示的に記述する。反対に、不具合に対して防止・解決する医療行為との関係も同様にリンクを明示的に記述する。

上記 2 つの STEP をくり返していくと、図 2 に示すような CHARM を構築することができる。このように構築した CHARM には第 1 章で記述した 3 つの性質が期待できる。以下で説明する。

(1) 意味が明確で計算機理解可能な表現形式を持つ

CHARM で記述された知識は意味が明確で計算機理解可能な表現形式となることが期待できる。CHARM で行為を記述するために用いている機能語彙は意味が明確に定義された語彙である。1 つの機能語彙は 1 つの状態変化を表す。例えば、図 3④の「人工気道と患者を結合する」行為で用いている「結合する」という機能語彙は、入力時点における 2 つの対象物が任意の状態から結合力に基づいて一体化している状態への状態変化として定義されている。このように、意味が明確に定義された語彙を用いることで、計算機が意味を扱えるようになる。また、機能語彙は人工物の機能を表現するために開発された約 90

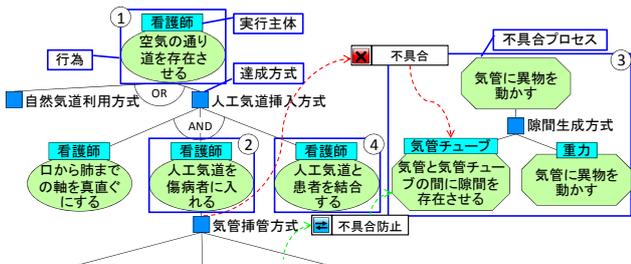


図 3.気管内挿管介助 CHARM の上部

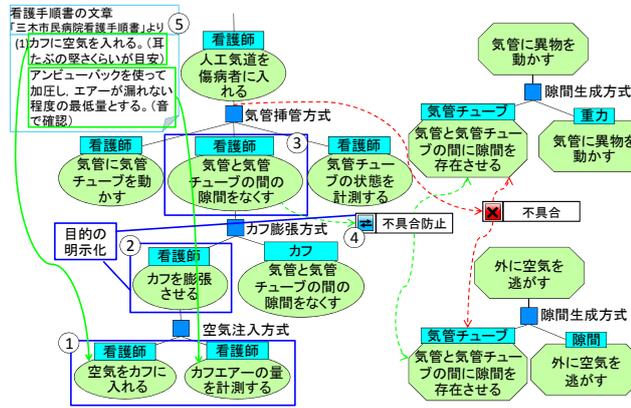


図 4.気管内挿管介助 CHARM の中間部

語の語彙であるが、予備実験で用いたガイドラインは全て機能語彙によって表現できることが確認できている。さらに、三木市民病院で用いられている救急救命医療に関する看護手順についても同様に記述できることが確認されつつある。

また、機能語彙は意味を明確に定義した標準語彙と、専門家が使い慣れた語彙である表層語彙の 2 つの語彙層を持っている。例えば、図 3④に示している「人工気道と患者を結合する」という表現は標準語彙を用いた表現である。しかし、この表現は専門家である看護師にとっては不自然な表現となっており、受け入れがたい。そこで、看護師との議論の際には表層語彙を用いて「人工気道と患者を固定する」というようにより自然な表現となるようにしている。ここで用いた表層語彙「固定する」を標準語彙である「結合する」と対応付けておくことで、専門家にとって違和感のない表現のまま深層的には標準語彙で意味を定義し、有限個の概念で専門家に受け入れやすいように行為の意味を明確に表現することができる。

(2) 行為の目的の明示化ができる

CHARM で記述された知識は行為の目的が明示化されていることが期待できる。CHARM は達成関係を階層構造で表現しており、部分行為列が何を達成するかが明示的に表現される。例えば、図 4 のように「看護師が空気をカフに入れ」、「看護師がカフエアーの量を計測する」行為列(図 4①参照)の目的は「看護師がカフを膨張させる」こと(図 4②参照)であることが明示されている。また、医療行為と不具合の関係性によっても行為の目的が明示できる。例えば、図 4②の「カフを膨張させる」行為によって達成される「気管と気管チューブの間の隙間をなくす」行為(図 4③参照)は、「気管と気管チューブの間に隙間が存在する」不具合を防止することが関係で明示されている(図 4④参照)。このように、達成関係と医療行為間の関係によって単行為としての医療行為 1 つ 1 つが何のために存在しているかということ、すなわち行動根拠が明示できる。

さらに、この性質にはガイドライン中に医療行為の目的が明示化されていないことを気付かせる効果も期待できる。図 4 の CHARM を構築する際、三木市民病院の看護手順書には、図 4⑤のようにカフに空気を注入してカフエアーの量を確認することしか書かれていなかった。つまり、それらが何のために行われているかは手順書からは読み取れず、暗黙的となっていた。そこで、同病院にて救急救命手順トレーニングの際に使われる二次救命処置コースガイド[ACLS 大阪ワーキンググループ 08]からそれらの行為列の目的となる行為「カフを膨張させる」を抽出し、CHARM に追加した。また、前述した「カフを膨張させる」行為と不具合の関係についても看護手順書には明示されておらず、看護師へのインタビューにより得た知識である。このように、本モデルにはガイドラインで医療行為の目的が暗黙的になっていることに気付かせ、その明示化を促す効果があると考えられる。

(3) 方式の比較が容易であり選択理由の明示化ができる

CHARM で記述された看護手順では同じ目的を達成するための複数の方式の比較が容易であり、かつその選択理由を明示化できる性質が期待できる。例えば、図 5①に示すようにカフに空気が入りすぎを防ぐための行為として「カフエアーの量を計測する」行為があるが、これを達成するための方式は図 5②に示すように複数存在する。まず、看護手順書に書かれていた方法が、アンビューバッグを用いて傷病者に空気を送り込みその際に漏れる空気の音を聴取することで達成する方法である。次に、看護師との議論中に実際に現場で使われている方法として得られた気管チューブの一部である風船に触れてその膨らみ具合で測る方法がある。これらの方法によって「カフエアー

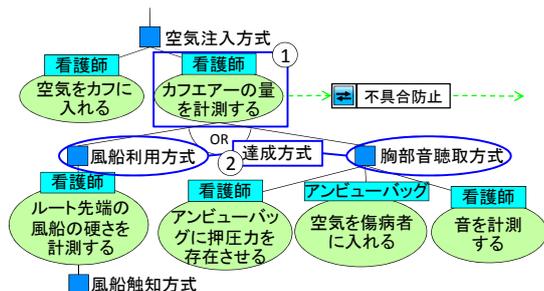


図 5.気管内挿管介助 CHARM の下部

の量を計測する」行為が達成される関係をそれぞれ「胸部音聴取方式」、「風船利用方式」という達成方式として概念化することで、どちらの方式でも目的を達成できるということを表現した。このように、手順書に書かれている手順と実際に行われている手順が同じ目的で行われていることが明文化されていなかったものを CHARM として記述することで、一覧性高く表現することができた。また、「達成方式」は、全体行為が部分行為列によって達成される根拠となる物理法則などの原理を概念化しているため、方式間の共通性や違いを比較しやすくなり、方式を選択した際の選択理由の明示化も行える。

三木市民病院の看護手順書を CHARM として記述することによりこれらの期待される性質が実現されていることを確認し、実際の現場で使われている知識を十分記述できる能力が CHARM にあることも確認できた。

3.3 看護師からのコメント

作成した CHARM の内容に関する正当性を確認する議論を三木市民病院の看護師と数回繰り返し、CHARM から期待されることを質問したところ、CHARM は経験がない学生や新人の教育には大変有用だと考えているというコメントを得た。その理由としては、選択可能な行為が分かること、その行為の結果が見えるので最善の意思決定ができることが挙げられている。ただし、現状では臨床場面で使えるとは考えておらず、基礎教育、卒業教育で特に有用だと考えているとのことである。

このように、看護師のコメントでも CHARM を用いることによって方式の一覧性の高さから「選択可能な行為が分かること」、医療行為が何を達成するか、医療行為と不具合の間の関連性などが明示できることから「行為の結果が見える」こと、それによって「最善の意思決定ができる」ことが期待されている。コメントでも示唆されているように、学習への応用を考えており、次章で示すように学習支援における利用を進めていく。

4. 今後の学習支援への展開

筆者らは看護教育に対してタブレット型端末を用いた学習支援を行うことを考えている。電子教科書のようにインタラクティブに提供する情報を変更したり、情報の表示方法を変更したりすることで、既存の紙媒体の手順書よりも学習者の知識理解を促進するようなシステムを目指す。また、三木市民病院では現在 E-learning システムを導入しており、それと連携した学習支援も考えていきたい。システムを搭載するための端末としては、院内や帰宅時など使用場所を選ばず、初心者でも扱いが容易な Android OS 搭載のタブレット型端末を利用し、その上で動く CHARM 利用学習支援システムの開発を進めている。現在試作段階のものが図 6 のようにタブレット型端末上で動いている。

筆者らの考えている学習支援システムの利用例を以下のシナリオで紹介する。新人看護師 Aさんはタブレット型端末を持ち帰り、翌日行う看護行為の学習をする。家では時間が十分に



図 6.試作段階の情報提示アプリケーション

取れるため、手順を実行する目的や起こりうる不具合、注意すべき点など、看護行為について深く学習する。そして、学習した内容は手順の穴埋め問題などを通じて理解の度合いを確認する。翌日、Aさんはナースステーションにて手順の最終確認を行う。最終確認では最低限の手順と注意事項のみを表示する。持ち運びに便利なので、病室までの移動中でも確認できる。

このような形で新人看護師の学習を支援していきたいと考えている。今後は CHARM を知識源としてどのような情報提供と学習支援ができるかについて考察を進め、それを反映させたシステムの開発を進めていく。7月には試用版が完成し、病院内で第1次運用予定である。そのフィードバックを受け、来年度から本格運用を予定している。

5. まとめ

本研究では、日常的な行為を含む人間行動のモデル CHARM を提案した。さらに、それを三木市民病院の看護手順書に適用し、有用性の確認を行っていることについて述べた。今後学習支援システムの実運用に向けて研究を進めていく。

参考文献

- [稲本 97] 稲本, 他:放射線画像技術学, 医歯薬出版, 1997
- [医療研修推進財団 01] <http://www.pmet.or.jp/manual1/>
- [小野寺 08] 小野寺:気道確保の基本と実際, 外科治療, Vol. 99, No.3, pp.254-258, 2008
- [来村 02] 来村, 他:オントロジー工学に基づく機能的知識体系化の枠組み, 人工知能学会論文誌, Vol.17, No.1, pp.61-72, 2002
- [日本神経学会 02] http://www.neurology-jp.org/guidelinem/n euro/parkinson/parkinson_index.html
- [熱帯病治療薬研究班 07] <http://www.ims.u-tokyo.ac.jp/didai /orphan/HTML/page-DL.html>
- [メルクマニュアル] <http://mmh.banyu.co.jp/mmhe2j/index.html>
- [山下 09] 山下, 他:診療放射線技術, 南江堂, 2009
- [ACLS 大阪ワーキンググループ 08] ACLS 大阪ワーキンググループ:二次救命処置コースガイド, 大阪府医師会, 2008
- [Boxwala 04] AA Boxwala, et. al.:GLIF3: a representation for mat for sharable computer-interpretable clinical practice guidelines, Journal of Biomedical Informatics, Vol. 37, pp.147-161, 2004
- [gooヘルスケア] <http://health.goo.ne.jp/medical/index.html>
- [Minds] <http://minds.jcqhc.or.jp/>
- [OntoloGear] <http://www.ontologear.com/>
- [Yahoo!ヘルスケア] <http://health.yahoo.co.jp/katei/index.html>