

# CHARM を用いたクリニカルパスのための情報基盤を目指して

## Toward an information infrastructure for clinical path based on CHARM

西島玄真<sup>\*1</sup> 西村悟史<sup>\*1</sup> 來村徳信<sup>\*1</sup> 笹嶋宗彦<sup>\*1</sup> 松村泰志<sup>\*2</sup> 武田理宏<sup>\*2</sup> 溝口理一郎<sup>\*1</sup>  
 Genma Nishijima<sup>\*1</sup>, Satoshi Nishimura<sup>\*1</sup>, Yoshinobu Kitamura<sup>\*1</sup>, Munehiko Sasajima<sup>\*1</sup>,  
 Yasushi Matsumura<sup>\*2</sup>, Toshihiro Takeda<sup>\*2</sup>, and Riichiro Mizoguchi<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 大阪大学産業科学研究所  
 I.S.I.R, Osaka University

<sup>\*2</sup> 大阪大学大学院医学系研究科医療情報学講座  
 Department of Medical Informatics, Graduate School of Medicine, Osaka University

The authors have proposed Convincing Human Action Rationalized Model (CHARM) that is a goal-oriented process knowledge representation model, aiming at improvement of sharing and reuse of the processes knowledge in the medical domain. This article shows that it is possible to describe the contents of clinical paths used in a hospital within the CHARM framework and proposes a framework of a medical information infrastructure for clinical paths based on CHARM.

### 1. はじめに

近年、医療事故に関わる訴訟の増加等を受け、従来行われてきた医者の個人的経験や権威に基づいて治療方針を選択する医療手法から、臨床研究による根拠に基づいた医療 (EBM: Evidence Based Medicine) が求められつつある[武藤 01].

この EBM を実現するツールの一つとして多くの医療機関においてクリニカルパスが用いられている。クリニカルパスは基本的な形態として疾病や診療群ごとに設定され、横軸に在院日数等の時間軸を取り、縦軸にどのような治療行為を行うかをカテゴリ別に表現したものである[長谷川 01]. このクリニカルパスは米国において入院費用の削減及び入院期間の短縮を目的として当初用いられ、日本国内においてはインフォームドコンセントやチーム医療による医療の標準化ひいては医療の質の向上を目的として導入されている。このように、いつどのような治療行為を行うかをあらかじめクリニカルパスとして記述することで、患者と医療従事者間や異なる専門分野の医療従事者間において情報の交換と共有化を行い、診療過程を透明化及び標準化することで診療の質の向上が期待されている。

しかしながら、クリニカルパスは時系列と行為内容が記述されているのみであるため、治療行為の根拠等が表記されておらず行為の目的が不明確であり、記述箇所が離れた複数の行為間の関係が把握困難である。そのため、医療従事者間で情報を共有する際、クリニカルパスの閲覧者は記述者がどのような目的で治療行為を計画したか理解困難であり情報が共有できないといった問題が発生する。

また、近年医療技術の発展に伴って治療に関わる医療知識の量は膨大となり、医療知識の管理及び共有手段が必要となっており、それらのため様々な知識管理手法が検討されている[小川 11]. この問題はクリニカルパスにおいても同様であり、複数の疾病や診療群に対するクリニカルパスを全て作成・管理する事は困難であり、類似のクリニカルパスをまとめ、異なるクリニカルパスを分別するといったクリニカルパスの管理支援を可能とする情報基盤が必要である。

さらに、クリニカルパスの目的である入院期間削減や医療の質向上には、医療機関間でクリニカルパスを共有し、医療行為の相互比較や評価が必要である。しかしながら、医療機関はもとより同一医療機関内においてもクリニカルパスの情報の交換や共有が全体に行きわたっていないという問題がある。

筆者らは工学設計の分野において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]を拡張した人間行動モデルの枠組みを提案している[西村 11]. このモデルは全体行為を方式に基づいて部分行為列に分解して木構造で表現するもので、これにより方式や行為の目的の明示化を行うものである。このモデルを期待される効果から CHARM (Convincing Human Action Rationalized Model) と呼ぶ。CHARM はこれまで実際に用いられている看護手順書の記述等に使用され、看護教育などの場面においてその有効性が期待されている。

クリニカルパスに関する上記の問題に対しては、行為の目的や行為間の関係が明確に記述可能であり、クリニカルパス間の情報の交換や共有が可能な手法が必要であると考えられる。そこで本研究では、これらの要件を満たす手順的知識の記述枠組みである CHARM を用いて、まず、実際に用いられているクリニカルパスの内容を記述可能であることを確認する。また、実際に記述した異種クリニカルパス間の比較を行うことで、クリニカルパスの内容を CHARM で表現することが情報の交換と共有化に有効であるかを検討する。さらに、クリニカルパスを CHARM によって記述して利用した場合の全体像を示し、クリニカルパスのための情報基盤を構築することで今後どのような応用が期待できるかについて、例をあげながら述べる。

### 2. CHARM の特徴

CHARM には以下の 3 つの特徴が備わっていることが確認されている[西村 11].

- 意味が明確で計算機理解可能な表現形式
- 行為の目的の明示化
- 方式の比較容易性と選択理由の明示化

これらの性質を持つ CHARM によってクリニカルパスの内容を記述する。1 つ目の性質は行為を記述するために使用する語彙として意味が明確に定義された機能語彙を用いることで実現されている。クリニカルパスにおいては治療行為の捉え方が明確になり、あいまいな解釈を回避できる。また、CHARM では行為をより詳細な部分行為列に分解する。分解する際は行為達成の原理や法則を概念化した達成方式を基準とする。このように CHARM は達成関係を階層構造で表現し、部分行為列が何を達成するかを目的として明示的に表現することで 2 つ目の性質を実現している。この性質によりクリニカルパスにおいては治療行為の根拠や目的が明示化されるとともに、階層構造を利用して粒度を調整することで閲覧の範囲を操作する事が可能である。3 つ目の性質は達成方式を記述する事によりある目的を達

成するためには複数の方式がある事を明示化して並列に表記することで実現している。この性質により、代替方式の把握やクリニカルパス間の比較等が容易になる事が期待される。次章では、この CHARM による実際のクリニカルパス記述について述べる。

### 3. クリニカルパスの CHARM 記述

#### 3.1 対象としたクリニカルパス

本研究では大阪大学大学院医学系研究科医療情報学講座から実際に使用されているクリニカルパスの提供を受け、「胃切 B(開腹幽門側胃切除・胃全摘・胃部分切除)」及び「肝切除術」の 2つの手術に関するクリニカルパスの内容に基づき CHARM を記述した。大阪大学医学部附属病院における「肝切除術」の表形式のクリニカルパスのある部分を図 1 に示す。このクリニカルパスでは手術を除く入院期間中の治療行為について表形式で記述されており、表の各セルには 1セルごとに 1つの治療行為等が記述されている。また、横軸に入院からの日数、手術前日、手術当日術前・術後、手術日からの日数、退院までの日数がといった日付やイベント名等の時間軸が表記されており、縦軸には治療行為の大小 2つのカテゴリが表記されている。

日付	01月07日			01月08日		
ユニット名	手術前日			手術当日術前		
イベント名	手術前日			手術		
入外区分	手術前日			手術		
治療	処方	マゾコールP(50g/包) 1包	ケンエーG浣腸液50%・60ml 1本			
	注射	DIV ソルデム3A輸液(500ml)	DIV ソルデム3A輸液(500ml)	INH1 ソルデム3A輸液(500ml)		
検査	検体検査	血液 他				
	画像・生理		術中 胸部撮影			
栄養	昼		欠食(手術)			
	夜	欠食(手術)	欠食(手術)			
患者状態	安静度		4 様内自由			1 床上安静
	生活の自由度	III 室内、トイレまでの歩行ができる	III 室内、トイレまでの歩行ができる			I 常に寝たまま
看護ケア	バイタルサイン(グラフ)		B 断続的に観察を必要とする			A 常時観察を必要とする
	測定値(身体計測)		体温(℃) 毎日 0回			脈拍数(回/分) 毎日 0回
			収縮期血圧(mmHg) 毎日 0回			拡張期血圧(mmHg) 毎日 0回
			呼吸数(回/分) 毎日 0回			
			体重(kg) 毎日 0回			

図 1:「肝切除」のクリニカルパス(部分)

今回の CHARM 記述にあたり、具体的に対象とする範囲は手術当日の術前・術後の全行為とした。ただし、看護必要度はある患者に対してどれだけ看護師の労力が必要であるかを記録するための欄であり、入院中に治療行為として行われる事が少ないため省略している。また、違いが瑣末な重複する行為についても省略している。

また、CHARM記述の目的である行為間の関係の明示化を実証するために、手術当日以外の日程中からも行為間の関係が強いものを選択し記述した。さらに、CHARMで記述できる行為の網羅性の検証のために、手術当日以外の日程中の行為のうち、手術当日に対応するカテゴリの行為が存在しないものも記述した。記述したCHARMの上位ノード部分を図 2 に示す。下位ノードを部分的に図 3 に示す<sup>1</sup>。全体構造としては、図 2 の上位ノードの各リーフノードに図 3 のようなノードが多数つながる形となっている。

ただし、大阪大学医学部附属病院におけるクリニカルパス「胃切 B(開腹幽門側胃切除・胃全摘・胃部分切除)」及び「肝

<sup>1</sup> 「患者に欠食指示を与える」はクリニカルパス上で「朝」「昼」「夜」の 3つのカテゴリに存在するため 3つのノードで表現している。

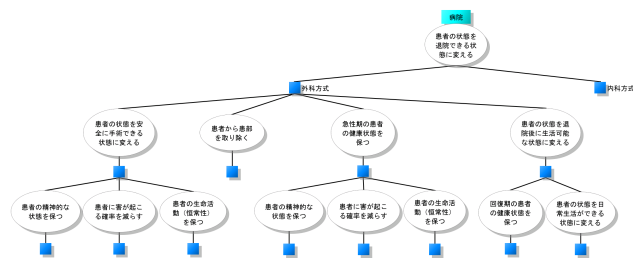


図 2:構築した CHARM の上位ノード

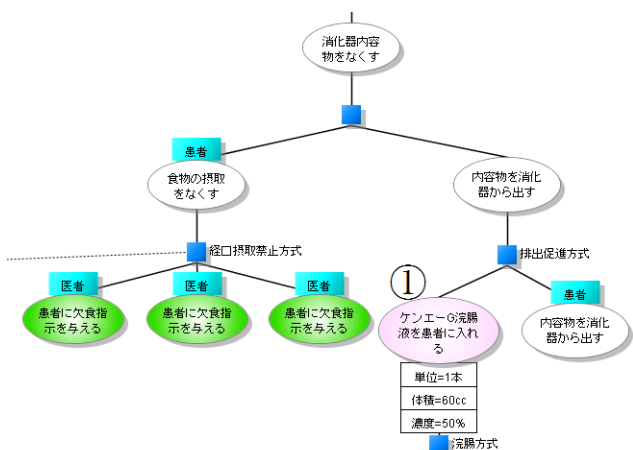


図 3:構築した CHARM の下位ノード(部分)

切除術」は共に消化器系に発生した悪性腫瘍を切除する消化器外科の手術である。

また、記述内容の正当性については、作成した CHARM の全体を実際に医師である共著者が監修し、その際の修正意見を CHARM に反映する手順を、合意が形成されるまで繰り返すことで確保している。

また、記述に際しては機能的知識共有枠組みに基づき知識を記述可能なツールとして株式会社 MetaMoJi によって商品化が進められている OntoloGear を用いた[OntoloGear]。

#### 3.2 CHARM 記述手順

クリニカルパスを CHARM で記述した際の手順について説明する。まず、クリニカルパスの表上の 1セルに当たる治療行為を CHARM 上の 1行為ノードとして機能語彙を利用して記述し、実際に表記されている治療行為ノードとして表記した。例として表形式のクリニカルパス中に「ケンエーG 浣腸液 50%・60ml 1本」と表記されていた場合、図 3 中の①のように、機能語彙「入れる」を用いて記述している。各治療行為の頻度や薬品の量といった行為の値に関する情報は属性値や制約などを用いて付与されている。またその際、表形式のクリニカルパスにおいて各セルに与えられている横軸である時間軸の情報は各ノードに対して時間タグを割り振ることで付与している。さらに、縦軸である治療行為のカテゴリについては各ノードの機能種別をカテゴリ名とすることで付与している。これらの情報を各ノードに付与する事により、CHARM から元の表形式のクリニカルパスを再現する事が可能となっている。

次に、CHARM の上位ノードについて記述を行った。上位ノードは治療行為の目的となるが、通常クリニカルパスには治療行為の目的は記述されていないため、医師である共著者と協議を行って患者の入院の目的である最上位ノードを「患者の状態を退院できる状態に変える」とした。さらに「患者の状態を退院できる状態に変える」行為を、達成方式を単位としてより詳細な

部分行為列に木構造を用いて分解する。また、本研究では外科手術を対象としているため外科方式を達成方式として分解を行い、「患者の状態を安全に手術できる状態に変える」「患者から患部を取り除く」「急性期の患者の健康状態を保つ」「患者の状態を退院後に生活可能な状態に変える」として分解し、さらに各ノードの分解を繰り返した。

その後、これらの上位ノードに対して実際に表記されている治療行為ノードがどのように対応するかを検討して配置を行った。このようにして、「胃切 B(開腹幽門側胃切除・胃全摘・胃部分切除)」及び「肝切除術」の臨床パスを CHARM でそれぞれ記述し、その後統合を行った。実際に構築した CHARM では総行為ノード数が約 500 あり、そのうち上位ノード・中間ノードとして追加したものが 300 ノード程度であった。

#### 4. 2つの手術間の比較

「胃切 B(開腹幽門側胃切除・胃全摘・胃部分切除)」と「肝切除術」の臨床パスを CHARM で記述すると、2つの CHARM 木はほぼ同形であり、異なる部分は方式の違いとして記述することで一つの CHARM 木で記述可能であることが確認された。このように、臨床パスを、CHARM を用いて記述する事で異種臨床パスを一つの CHARM として表現することが可能であり、実際に臨床パス間の比較が容易となった。

今回記述した2つの臨床パスでは、「患者体内に栄養を入れる」行為などを達成するための方式として「末梢静脈輸液方式」と「中心静脈輸液方式」の2つの方式が、それらの違いとして現れた。CHARM における表記を図4に示す。表形式の臨床パスにおいては、「栄養量を計測する」と「輸液を患者に入れる」は分散して表記されており、2つの表を比較した場合に何が根拠となりその違いが現れたのかを認識することが困難であり、様々な解決手法が検討されている[岡田 03]。臨床パスを CHARM を用いて記述する事により、方式として違いの部分が集約される。これにより違いの一覧性が高くなり、方式間の共通点や相違点、選択の根拠を認識する事が容易となる。

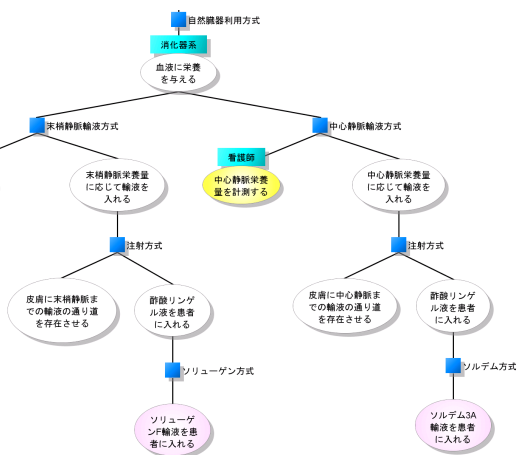


図4:臨床パス間での方式の違い

また、医師である共著者は、この2つの手術の臨床パスにおける輸液方法の違いは、「慣習的なものによるものであり、理由はないと考えてよい」と判断している。この事はどちらの方式であってもよいのか、どちらかの方式であるほうがよいのかの検討が必要である事を示しており、CHARM を用いた記述により問題点の検討が容易となる事を実際に示している。

このように臨床パスを CHARM で記述することで臨床パス間の相互比較支援が可能となる事が確認された。次章より、臨床パスを CHARM で記述することでどのような応用が期待できるかについて述べる。

り、臨床パスを CHARM で記述することでどのような応用が期待できるかについて述べる。

### 5. 情報基盤としての応用例

#### 5.1 利用の全体像

現在臨床パスを作成する場合は、共通する部位の多い疾病や診療群同士であっても互いに情報を共有せず個別に作成がされており、管理・改訂等についても同様である。しかしながら、前章では、臨床パスを CHARM で記述する事により、複数の臨床パスを一つの CHARM に統合可能であり、それにより比較検討が容易となったことを示した。このように臨床パスを CHARM によって統合して利用することで様々な応用が可能となることが予想される。図5に提案する情報基盤の全体像を示す。

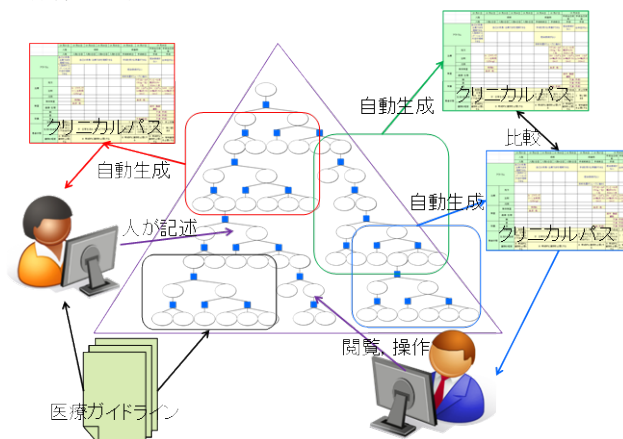


図5:情報基盤の全体像

この情報基盤では、まず病院内の臨床パスを CHARM で記述し、固別の臨床パスを保持しつつ近い症例に関する臨床パスを一つの CHARM へと統合して管理する。また臨床パスだけでなく医療ガイドラインといった詳細な治療の手順を CHARM で記述し、CHARM 化した臨床パスでは末端にあたる各治療行為のノードをさらに詳細に記述する。その後、この情報基盤を操作・管理することで臨床パスに留まらず医療知識の利用に対して支援を行う。次節よりその具体的な応用例を示す。

#### 5.2 応用例

##### (1) 異種臨床パス間の比較

異種の臨床パスを比較する際に CHARM で記述した場合、臨床パス間の診療方法の違い等が方式の違いとして現れる。また、臨床パスごとに方式を選択した根拠が方式の条件や採用理由に集約されるため臨床パス間の比較が容易となり、診療方法の検討等を行う事が可能である。

##### (2) 臨床パスの生成

まず、CHARM から表形式へと変換することで元の臨床パスを再現することが可能である。また、情報基盤となる一つの CHARM 木から範囲や条件を設定することで複数の臨床パスを生成する事が可能となる。その概要を図6に示す。

例えば、多くの医療施設で患者用に臨床パスを簡略化し、わかりやすくしたものが作成されているが、このような患者向け臨床パスは、図6の①のように CHARM における上位ノードのみから行為を抽出することで生成することが可能となる。また、医療マニュアルレベルの詳細な治療行為について関

覧したい場合においても、情報基盤を用いて図 6 の②のように末端のノードを参照することで治療行為の詳細な手順や構造が閲覧可能であり、クリニカルパスレベルの大きなスケジュールの流れから医療マニュアルレベルの細かな手順までをシームレスに閲覧することが可能である。

さらに、要求コストや所要時間を治療の方針ごとに付加して、それぞれのクリニカルパスを生成する事が可能である。クリニカルパスを CHARM で記述した場合、図 6 の③、④のように各行為や方式に属性値としてコストや所要時間等を付与することが可能である。これにより、方式を選択した際の属性値計算を行う事でコストや治療期間の合計値を求め、要求に合わせたクリニカルパスの作成を支援し、入院日数やコストの最適化に貢献可能である。

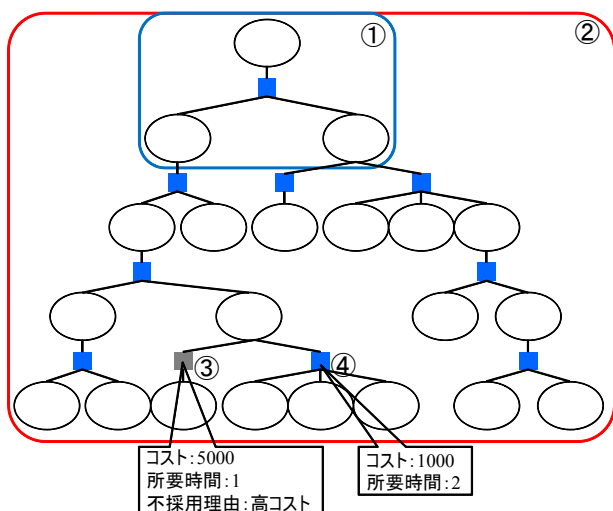


図 6:クリニカルパス生成の概要

### (3) クリニカルパスの改訂支援

クリニカルパスの改訂を検討する際、CHARM 化したクリニカルパスでは診療手法の違いを方式の違いとして一覧性高く閲覧が可能であり比較が容易である。

例として、実際にクリニカルパスを改訂する場合、以前使用していた方式から何らかの理由により新しい方式へと改訂する事となる。この時、改訂により不採用となった方式を図 6 の③のように CHARM により履歴として残し、不採用の方式に不採用となった理由及びどのような目的で採用していたかを記録する事が可能である。また、新たに採用した方式に対しても、採用した根拠を表記する事が可能であり、複数の管理者によって利用される場合においても、意志共有や知識の引き継ぎが容易となり、クリニカルパスの改訂支援となる。

また、CHARM 上で共通部分を持つ複数のクリニカルパスに対して共通部分を改訂する場合、表形式のクリニカルパスでは共通部分の存在を看過して改訂漏れが発生する可能性がある。一方、CHARM を用いた情報基盤では共通部分の CHARM を改訂することで以降に生成されるクリニカルパス全てに改訂が施される。よって、改訂漏れを防止する事が可能である。

### (4) クリニカルパスの作成支援

提案する情報基盤では既存のクリニカルパスが CHARM 化されている。新規クリニカルパスを作成する場合は、CHARM 内共通部分は既存のクリニカルパスによる CHARM から引き継ぎ、異なる部分のみを変更するのみでよい。よって新規クリニカルパスを作成する際の仕事を削減する事が可能であり作成支援となる。

### (5) 改善支援

CHARM では達成関係を階層構造で表現し、部分行為列が何を達成するかを目的として明示的に表現している。そのため、現在の治療において行われている治療行為を CHARM として記述する際に、全体行為が部分行為列によって達成されているかを意識する事となり、全体行為を達成するために不足している部分行為の追加を示唆する事が可能である。このような部分行為にあたる治療行為を追加することで全体行為である目的部分の質が向上し、医療の質を改善する支援となる。

また、CHARM では一つの目的に対して複数の方式がある事が明示化されている。そのため、現在採用している方式以外に同じ目的を持つ方式が存在する場合、代替方式の存在を明示化する事で改善検討時の参考とする事が可能である。

さらに、クリニカルパスを用いたシステムでは患者が異常状態となり一定以上クリニカルパスで予定されていた状態から外れた場合、バリエーションとしてクリニカルパスを用いずに個別に対応する。このバリエーションに対して CHARM は行為を複数の行為に分解しているため、どの行為での不具合がバリエーションの発生を導いたか詳細に集計可能であり、分析評価を支援する事ができる。

## 6. まとめと今後の展開

本研究では人間行動モデルを記述する枠組みである CHARM を用いてクリニカルパスの内容を記述することで異種のクリニカルパスを一つの CHARM 木で表現可能であり、方式の比較が容易となる事が確認された。また、医療に対して様々な支援を行え、医療の質の向上に貢献できるような、CHARM を用いたクリニカルパスのための情報基盤の全体像を示した。

今後は対象とするクリニカルパスを拡大することで、消化器外科以外に産婦人科や内科等のクリニカルパスを CHARM 木で記述可能であるかを検討する。特に内科の治療は患者の状態や治療の状況に応じて受動的に行われるため、CHARM の目的指向であるという特長がより効果的になると期待される。

また、本研究で示した情報基盤としての応用例が実用可能であるか、及びその有効性等について確認をしていきたい。

### 参考文献

- [長谷川 01] 長谷川敏彦:クリティカルパスの定義と歴史 (クリニカルパスへの取組み方), 医学のあゆみ, 医歯薬出版, Vol.196, No.8, pp.519-525, 2001.
- [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
- [武藤 01] 武藤正樹:わが国におけるクリティカルパスの現状と最近の話題 (クリニカルパスへの取組み方), 医学のあゆみ, 医歯薬出版, Vol.196, No.8, pp.535-540, 2001.
- [西村 11] 西村, 他: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—, 人工知能学会全国大会論文集, Vol.25, 3G3-2in, 2011.
- [小川 11] 小川, 他:医療サービス実践知の共有支援に向けたオントロジーの構築と利用:クリニカルパスに基づく医療ワークフローのモデル化とその実践知獲得インタビューでの利用, 人工知能学会論文誌, Vol.26, No.3, pp.461-472, 2011.
- [岡田 03] 岡田, 他:クリニカルパス相互比較ツール作成の試み, 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス, Vol.2003-GN-46, pp.59-64, 2003.
- [OntologyGear] MetaMoJi, <http://www.ontologygear.com/>