

医療サービスオントロジーに基づく医療知識の共有支援 Knowledge Sharing Support Based on Medical Service Ontology

小川 泰右*¹ 山崎 友義*¹ 崔 亮*¹ 池田 満*¹ 鈴木 斎王*² 荒木賢二*² 橋田浩一*³
Taisuke Ogawa Tomoyoshi Yamazaki Ryo Sai Mitsuru Ikeda Muneou Suzuki Kenji Araki Koiti Hasida

*¹ 北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科
School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

*² 宮崎大学医学部附属病院 医療情報部
Medical Information Technology, University of Miyazaki Hospital

*³ 産業総合技術研究所 サービス工学研究センター
Center for Service Research, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

Medical activities are quite complicated. It includes the different kinds of medical specialists and various types of tasks. The goal of this research is to develop the methodology that supports knowledge sharing in hospitals. In this article, we show our methods to model the medical activities as services and to obtain the practical knowledge in implementing the medical services.

1. はじめに

医療行為は医師・看護師をはじめ多様な専門職が連携することで実現される複雑なサービスである。医療現場では専門職がそれぞれの役割や責任で作業を分担しつつも、高度に連携することが求められている。医療スタッフが、医療タスクについて、医療全体の流れを意識しつつ、自らの役目や連携の必要性を常に考えることが医療の質を向上させると言われている。

本研究の目標は、様々な専門職がかかわり合い複雑に関係しあつた医療行為を医療タスクに分解しモデルとして表現することを基礎にして、それぞれの医療タスクでの実践的な知識(以下では「実践知」と呼ぶ)を設計者から獲得し、現場の医療スタッフに還元することにある。

医療現場では昨今、医療行為について典型性のある部分についてクリニカルパス(以下パス)と呼ばれる行程表が普及しつつあり、チーム医療の基盤として期待されている。本研究は、医療現場にすでに存在する知の流通の仕組みとしてパスをとらえ、その設計・運用支援から医療現場の知識循環の高度化をめざす。本稿では、パスを医療現場で行われている医療タスク(サービスとしての実施単位)の粒度でモデル化していく方法、モデルを基礎にして実践知を獲得する方法を提案する。さらに方法の実践結果に考察を加える。以下、2節ではクリニカルパスとそのモデル化の方法、3節では実践結果の考察、4節では今後の展開について述べる。

2. 医療現場での知識循環の支援

2.1 医療現場の知識循環を支えるクリニカルパス

クリニカルパスは、病院内で行われる治療や診断のうちで典型的な部分についてその行程を時間軸にそって記載した文書である。パスは医療スタッフが協力して作成し、職種の異なる専門家の医療知識を統合したものといえる[Coffey 05]。一方で、その作成には医療知識はもちろん、職種間の意見の対立を調停するなど高度な技能が必要といわれている。また、パスの利

用は十分な医療知識を持っている前提で作成されているため、医療行為の関係性や設定意図などは記載されていない。そのため新人がパスを用いて業務にあたるさいに、パスに書かれていることは確実にやっているが、パスの背後にある設定意図を十分に理解していないため緊急時に柔軟な対応ができないなど危険性についての指摘がある。

図1に、本研究が想定している医療現場の知識循環と、そこでのパスの役割を示している。パスの設計では、支援システムにより医療スタッフの立場の違いを表出しつつ、医療タスクの関係性をモデル化する。モデルにより医療タスクの医療行為全体での位置づけを明示化した上で、実践知を獲得する。それらを現場の医療スタッフに提供する。運用を通じて得られた知見は後のパス改訂に反映させる。

2.2 医療スタッフの立場の明示化と実践知の獲得

クリニカルパスの内容となる医療行為は、医療サービスオントロジー(詳細は[小川 08]を参照)に基づいてモデル化する。医療サービスオントロジーの特徴を以下に挙げる。

- 一連の医療行為を医療タスクに分解化する
- 医療タスク間には、「全体・部分関係」「時間的な前後関係(因果、準備と利用などを含む)」で表現する。
- それぞれの医療タスクには、実施者、対象、アウトカム(アウトプット)、医療目的を設定する。

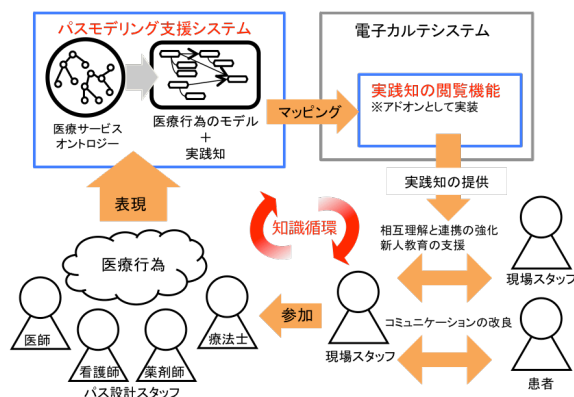


図1:クリニカルパスが支える知識循環

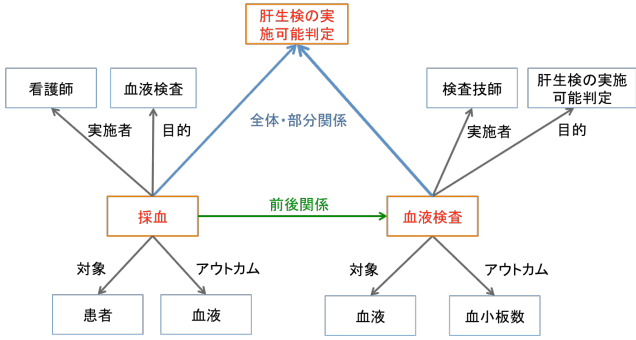


図 2: 医療行為のモデル化

図 2 に医療行為のモデルの例を示す。このモデルは『「採血」タスクで得た血液を「血液検査」にかけ、それらのタスクが「肝臓検査が実施できるか判断」するために行われる』を表現している。このようなモデル化の狙いは以下である。

- 医療スタッフが普段の医療活動で認知している粒度で医療行為を表現する用語を体系化する
- 医療スタッフの立場の違いを、医療タスクに見いだす医療目的として明示化する。

モデル化は以下の手順でおこなう。

- 1) 現場で実践されている医療タスクを洗い出す。
- 2) 医療タスクの関係を記述する。
- 3) 医療タスクの関係を表現する上で必要な医療タスクを追加する。現場で用いるパスには、判断などについてのタスクが記載されない。このようなタスクを明らかにし、設計に必要な範囲と粒度で定義する。
- 4) タスクの属性を記述する。

図 3 にモデリング結果のサンプルを示す。モデリングはモデリング環境「パスモデラー」で行う。JAVA により実装したクライアント

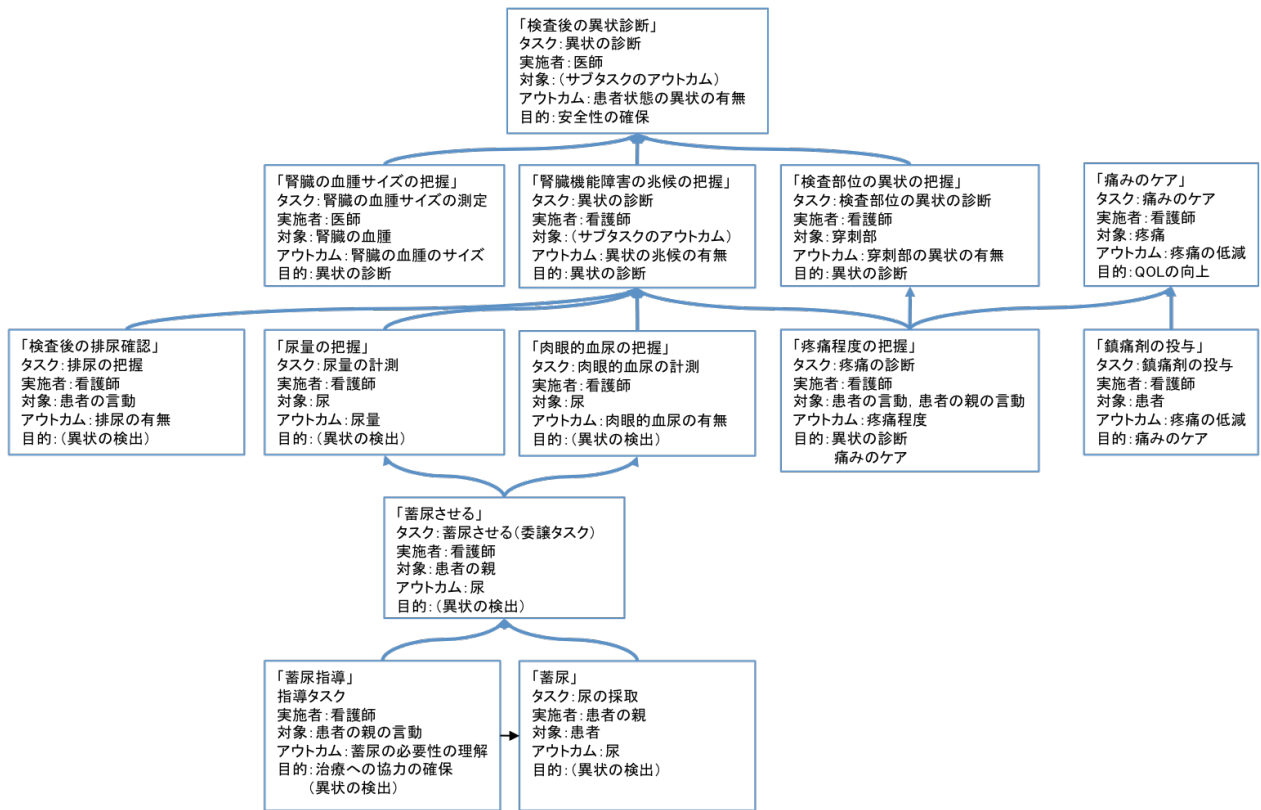


図 3: 「小児腎生検」のモデル

表 1: 質問生成の狙いとルール

狙い	方法	ルール	テンプレート
連携が求められるタスクの関係について理解を促す	全体タスクと部分タスクで実施者が異なる箇所を特定し、連携を促す。	<タスク_全体タスク>.num ≥ 1, <タスク_全体タスク_実施者> ≠ <タスク_実施者>	{<全体タスクn_タスク名>} に関して、<全体タスクn_実施者>との連携が重要です。(！連携における留意点・注意事項の自由記述) 1~N).
サブタスクのアウトカムを総合するタスク(判断など)を適切に実施させる	複数の目的を合わせ持つ全体タスクに属しているタスクを特定し、全体タスクの目的を総合してアウトカムを取得する必要があることを伝える。	<タスク_全体タスク>.num ≥ 1, <タスク_全体タスク_医療目的>.num ≥ 2	{<全体タスクn_タスク名>}には、{<全体タスクn_医療目的m> 1~M} という複数の医療目的があります。これらの複数の目的を総合・トレードオフすることを考慮して<アウトカム>を得てください。(！実施上の工夫について自由記述) 1~N).
苦痛に関する患者状態の把握タスクを抽出し、聞き出し方に注意をうながす。	苦痛に関する患者状態の把握タスクを抽出し、聞き出し方に注意をうながす。	<タスク_部分タスク>.num ≥ 1, <タスク_部分タスク_アウトカム> ∈ {ネガティブ状態}	医療スタッフ用)部分タスク{<部分タスクn>, 1~N}は、患者の不安要因に触れます。それらの把握のさいにはケア・説明を心がけてください。(！実施上の工夫を自由記述) 患者用) (!部分タスク{<部分タスクn>, 1~N}は、患者の不安要因に触れます。それらを和らげるために患者に伝えておきたいことを自由記述)

トサーバ型のアプリケーションとして開発しており、オントロジーとデータは共に産総研の SemanticEdotor[橋田 06]上での共有を実現している。

パスモデラーには、モデルの構造や属性値に基づきタスクを説明し、さらに設計者に質問をなげかけることで、実践知を獲得する機能を実現している。表 1 に質問の背後にある狙い、説明を生成するためのルール、テンプレートの一部を示す。モデルの構造とルールをマッチングし、テンプレートに属性値を代入することで質問は生成される。青文字部分が実践知を聞き出すための質問部分であり、パス設計者はこれに自由記述として回答を入力する。質問の出力と回答の例は 3.3 節にて示す。

3. モデル化および実践知の獲得

ここでは 2 節に示した医療サービスのモデル化とそれを基礎にした実践知の獲得方法について、現場での実証で確認した効用と課題について述べる。

実証は宮崎大学附属病院の5つの診療科で、利用実績のあるパスを対象に行った。実施の手順は以下である。

- 1) パスのモデル化(知識工学者と医療情報部門の医師が協力して初期モデルを作成)
- 2) モデルの検討(医療タスクについて説明を生成し、それを現場の代表者が添削する)
- 3) 実践知の採取(医療タスクについて質問を生成し、それに現場の代表者が回答する)
- 4) 2,3 で得られた結果を考察する(知識工学者と医療情報部門の医師による)

手順 2 を説明の添削としたのは、現場の医療スタッフにモデルを読むリテラシを求めることは難しいと判断したためである。

3.1 モデルを手がかりにしたタスクの曖昧性の低減

医療行為のモデリング作業では、タスクに曖昧性がのこる場合がある。図 4 には小児腎生検のあとにおこなわれる「痛みの診断」タスクについてモデルを示している。このタスクは全体タスク「(術後の)異状診断」「痛みのケア」の部分タスクとなっている。

あるタスクが複数の全体タスクに属するという構造は珍しくない。例えば「血液の採取」タスクが「血の固まりやすさの判定」、「感染症の判定」などの部分タスクとなる場合などである。そこでは、アウトカムである「血液」が複数の後タスクで利用されているが、それとは区別すべき問題をこのケースは含んでいる。

「痛みの診断」タスクのアウトカムは「(主観的データとしての)痛みの有無」あること(詳細は省略するが、解釈者や状況により揺れがあると、オントロジーであらかじめ定義されている)から、2種類の「痛みの有無」をアウトカムに持つ可能性が示唆される。実際に2つのタスクで求められる痛み診断の基準は異なっている。医学的には2つの診断タスクで構成されているが、実践の場では作業として1つのタスクとして扱われていることがモデルに現れている。このようなタスクは以下の問題を引き起こす。

- ・アウトカムを記載するさいに、意味にぶれ(どちらの意味での痛みの有無か)がある。
- ・診断を実施するさいに見落としがおこる(検査部の異状を傷の痛みと混同するなど)。

医療行為をモデル化することは以下に貢献するといえる。

- ・曖昧性が混入しているタスクを、オントロジーを手がかりに検出することができる。
- ・医学的な論理構造と実践の構造を区分して検討する。

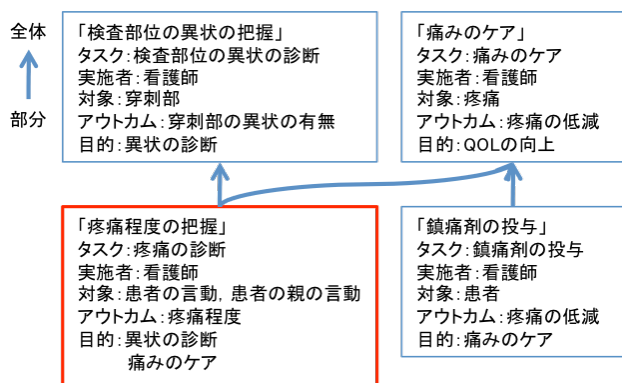


図 4: 「疼痛程度の把握」タスク

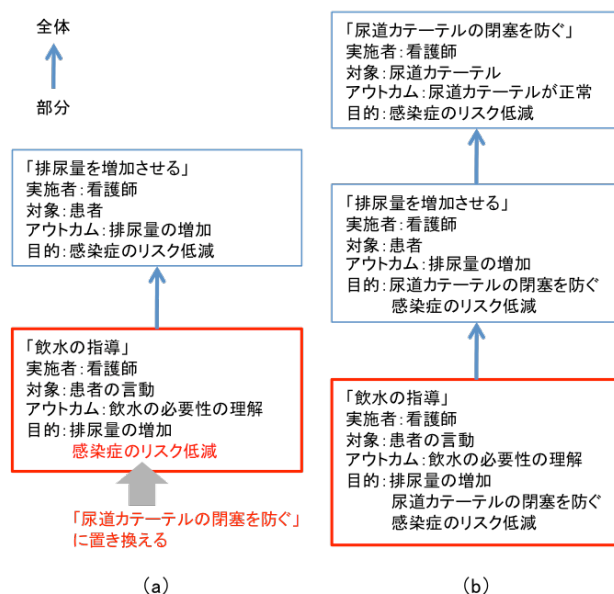


図 5: 目的の修正依頼とモデルへの反映

3.2 モデルの改訂による医療知識の表出

図 5 には膀胱の手術の後に行われる「飲水の指導」タスクのモデルを示している。初期モデル(a)をもとに生成したタスクの説明に対して、タスクの目的を「感染症のリスク低減」から「尿道カテーテルの閉塞を防ぐ」に変更するよう依頼があった。「尿道カテーテルの閉塞を防ぐ」タスクと「飲水の指導」タスクの関係を整理したモデルが(b)である。

この修正依頼は、現場での作業を円滑化するためのものである。現場では、看護師は感染症のリスクを低減させるために、実際の作業として尿道カテーテルが閉塞していないかを確認している。しかし、そのような現場の実情をそのままタスクの説明として提供することは、「感染症のリスクの低減」というより上位の目的ではなく、そのために必要な作業が目的化してしまう可能性がある。理想としては、あるタスクについての説明は、目的の階層性を理解させることである。現在、タスクの説明を動的に生成するしくみを電子カルテに設けることを検討している。

3.3 実践知の獲得

表 2 は、図 3 に示した小児腎生検のモデルの「腎臓機能障害の兆候の把握」タスクに対して生成される説明文(黒文字)と質問文(青文字)である。モデルは知識の文脈を規定する役割を担っており、異状の判断基準、医師との連携のタイミング、患者への説明など期待した知識を、モデルの設計者から得られることが確認できた。他のタスクについてもほぼ全ての箇所まで回答が得られている。

回答はタスクの説明に埋め込まれた形で、電子カルテにエクスポートし閲覧できる環境を実現している。現場の医療スタッフからは、新人などへの教育的効果について概ね肯定的な感想を得ている。テンプレートについては、より自然な表現にすることが求められている。

今後の課題としては、回答内容を精査することで質問をより適切化すること、知識としての再利用できる範囲を特定することである。再利用性の特定はモデル部分が担保することになり、そのためには医療タスクと患者の病態の関係を扱うことがカギとなると考えている。この点について 4.3 で述べる。

表 2:タスクに対して生成される説明と質問

説明生成タスク:「腎機能の異状の兆候の把握」 in 「小児腎生検」パス	質問No
医療スタッフ用: <全体> (1)このタスクでは<看護師>が<腎臓機能の異状の検出>を目的に<腎機能障害の兆候の有無>を得ます。 (2)このタスクは、<医師>が<安全性の確保>を目的に行なう<腎機能障害の診断>タスクの一部を担っています。 このタスクに関して、<医師>との連携が重要です。 (3)このタスクの部分タスクとして<検査後の排尿確認>、<尿量の把握>、<肉眼的血尿の把握>があります。このタスクはそれらの部分タスクの結果を総合して行う必要があります。 (4)部分タスク<肉眼的血尿の把握>で取得する<肉眼的血尿の有無>については、<腎臓機能の異状の検出>という目的に沿った判断が必要です。(！<医療目的>目的における判断のさいの工夫を自由記述) (5)部分タスク<肉眼的血尿の把握>は、患者の不安要因に触れます。 それらの把握のさいにはケア・説明を心がけてください。(！実施上の工夫を自由記述)[患者用は(ア)]	(質問.1)
患者用: (ア)(！<肉眼的血尿の把握>は、患者の不安要因に触れます。それらを和らげるために患者に伝えておきたいことを自由記述)	(質問.2)
	(質問.3)

表 3: 質問により得られた回答

質問	回答内容
質問.1	・検査後に床上排泄を行っている場合、初回排尿は必ず看護師が確認し、肉眼的血尿があった場合は医師に連絡。 ・尿道バルーンを留置している場合には、バイタルサイン測定時に看護師が尿の色調を確認し、肉眼的血尿があった場合には医師に連絡。
質問.2	・トイレへの移動が可能となった後も、入院中は肉眼的血尿がないか本人もしくは保護者が確認する。
質問.3	・腎生検後は、まれに肉眼的血尿が生じる場合がありますが、安静により改善することがほとんどです。 ・肉眼的血尿が持続する際は、主治医に報告し超音波検査や血液検査を行い、出血の程度を確認します。

4. 今後の展開

4.1 目的の明示化にドライブされるモデル化支援

3.1 で述べたように、医療タスクは複数の全体タスクに属するという構造(「疼痛の診断」が「異状の把握」「痛みへのケア」に属するなど)がある。この構造をモデル化するさいの検討作業には、

- 全体タスクを実現する上で必要な部分タスクの特定
- 部分タスクの目的を見だし、その目的に対応する全体タスクの特定

の2つの流れがあり、モデル作成者は2つの流れを切り替えながらモデリングを進めていく。現状ではタスクの全体部分関係にモデル作成者が多様な意味をこめている。今後得られたモデルの分析を通じて、全体部分関係の種類、さらにタスク構造とそこに見いだされる目的の関係についてパターンを整備したい。これはモデリングで抜け落ちの指摘や、ガイド機能を実現するうえでの基礎になると考えている。

4.2 説明の修正意図のモデルへ反映支援

病院内の医療スタッフの多くに臨床パスの設計に関与させるには、モデルそのものではなく、医療タスクごとに生成した説明文について意見を求めることが現実的である。

3.2 で述べたように、説明文の修正からは、作業を典型的な問題に着目し置き換えることで、簡易化する(例:「感染症のリスクの低減」を「尿道カテーテルの閉塞の予防」に置き換える)など現場の知恵が含まれる。しかし、修正した説明をそのまま現場で用いることは、医療タスクについて根底にある目的を隠蔽してしまい、新人スタッフなどに誤解をあたえる危険がある。説明へ

の改訂内容をモデルに反映させることを試み、モデルの構造を修正すべきなのか、自由記述された回答の一部として説明に合成するのかが検討する必要がある。この作業を支援するために、修正依頼の種類とそのモデルへの取り込みかたをパターン化について検討を進めている。

4.3 サービスの実施による負の側面の明示化支援

医療行為には、患者に傷・痛みをおわせる(手術、治療)、副作用のリスクをおわせる(投薬)などサービスを実施するうえで避けられないデメリットを発生させる。本来医療行為とは、副次的に発生するデメリットに対して、メリットが上回るように設計されている。このデメリットの側面を患者にどのように伝えるのかは患者の安心感や信頼など精神面のサービスの質を大きく左右する。現状では、モデルのアウトカムの種類などからタスクが患者に不安・苦痛を与えるものであるかを判定し、タスクを実施するさいに医療スタッフが患者とのコミュニケーションで心がけている工夫を実践知として獲得している。

今後、ある医療サービス(1次サービス)がどのような症状に対するものか、サービスを実施することで不可避免的に生じる問題としての症状、その症状に対処するためのサービス(2次サービス)をサービスと患者の病態の関係を体系化することを進めている。これにより以下の支援が期待できる。

- 医療としての論理構造と実践の論理構造を区分し2つの側面からモデルを構築すること
- 電子カルテに、タスクの位置づけを論理と実践の両側面から説明する機能を提供する。
- 患者のデメリットを理解した上での適切な患者コミュニケーションを考えるための基礎・材料を、現場に提供する。

5. むすび

医療現場の知識循環を臨床パスの設計と運用を基礎にして支えるという本研究の目標に向けて、本稿では医療行為を実施単位としてのサービスの連なりとしてモデル化する方法、およびモデル化するさいに医療現場の実践知を設計者から獲得する方法について述べた。モデルを基礎とすることで、医療行為の文脈に即した実践知が得られることを確認した。

サービスの質を向上させるには、サービスの提供者側だけでなく、受容者をサービスの評価と再設計に参加させることの重要性[吉川 08]が指摘されている。医療サービスには、提供者と受容者に大幅な知識の乖離があること、知識の提供方法と分量が安心などサービスの心理的側面での質を左右すること、サービスを実施することでデメリットが発生することなど、サービスを設計する上で興味深い特徴を備えている。これらの特徴をサービス設計や知識循環の支援機能でどのように扱えばよいのか検討を進めたい。

参考文献

- [Coffey 05] Coffey, R.R.: “An Introduction to Critical Paths”, Quality Management in Health Care, Vol.14, No.1, pp.46-55, 2005.
- [橋田 06] 橋田浩一: オントロジーと制約に基づくセマンティックプラットフォーム, 人工知能学会誌, vol.21, no.6, 2006.
- [小川 08] 小川泰右, 山崎友義, 池田満, 荒木賢二, 鈴木斎王: 医療臨床パス作成の基礎となる医療行為オントロジーの検討, AI学会第22回全国大会, 2B1-03, 2008.
- [吉川 08] 吉川弘之: サービス科学概論, 人工知能学会誌, Vol.23, No.6, pp.714-720, 2008.