

# 行為知識の状況適応的な目的指向構造化と看護における応用

## Context-adaptive Goal-oriented Organization of Procedural Knowledge and its Application in the Nursing Domain

來村 徳信  
Yoshinobu Kitamura

立命館大学 情報理工学部  
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University  
y-kita@fc.ritsumeit.ac.jp

中條 亘  
Wataru Chujo

立命館大学大学院 情報理工学研究科  
Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

笹嶋 宗彦  
Munehiko Sasajima

大阪大学 産業科学研究所 \*1  
The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

師岡 友紀  
Yuki Morooka

大阪大学大学院 医学系研究科保健学専攻 \*2  
Graduate School of Medicine, Osaka University

辰巳 有紀子  
Yukiko Tatsumi

(同上) \*3

荒尾 晴恵  
Harue Arao

(同上)

溝口 理一郎  
Riichiro Mizoguchi

北陸先端科学技術大学院大学  
Japan Advanced Institute of Science and Technology  
mizo@jaist.ac.jp

**keywords:** ontology, knowledge modeling, process representation, context-adaptiveness, nursing.

### Summary

For appropriate execution of human actions as a service, it is important to understand goals of the actions, which are usually implicit in the sequence-oriented process representations. CHARM (an abbreviation for Convincing Human Action Rationalized Model) has been proposed for representing such goals of the actions in a goal-oriented structure. It has been successfully applied for training novice nurses in a real hospital. Such a real-scale and general knowledge model, however, makes the learners difficult to understand which actions are important in a specific context such as a patient's risk for complications. The goal of this research is to realize a context-adaptive knowledge structuring mechanism for emphasizing such actions that need special attention in a given context. As an extension of the CHARM framework, the authors have developed a general mechanism based on multi-goal action models and pathological mechanism models of abnormal phenomena. It has been implemented as a software system on tablet devices called CHARM Pad. We have also described knowledge models for the nursing domain, which include pathological mechanism models of complications with their risk factors. CHARM Pad with these models had been used by nursing students and evaluated by them through questionnaires. The result shows that CHARM Pad helped them understand the goals of nursing actions as well as finding of symptoms of complications context-adaptively.

## 1. はじめに

製造業やサービス業における組織的業務の遂行において、人が行うべき行為に関する規範的知識を、新人に共有・継承していくことは重要な課題である。昨今の計算機による自動化の時代だからこそ、人間だけが行える行

為の質によってサービスなどがユーザに評価されるであろうことを考慮すれば、どのように人間の行為の質を保証・向上させていくかが喫緊の課題といえる。

現状では、行為に関する規範的知識や約束ごとはマニュアルやガイドラインなどと呼ばれる自然言語文書として表現されており、教材として使われていることが多い。動作的な行為の場合には模範となる行為を撮影した映像が用いられることもある。計算機関連分野では、フロー

\*1 現在, 兵庫県立大学 社会情報科学部

\*2 現在, 武庫川女子大学 看護学部

\*3 現在, 京都先端科学大学 健康医療学部 看護学科

チャートなどの流れ図のような形で構造化して示されることもある。

本研究では、2 章や 7 章で詳しく議論するように、現状の行為知識表現を用いた学習には、(1) 行為の根拠（なぜそうする必要があるのか）が理解しにくい、(2) 現在の状況に必要・重要な知識に気づきにくい、という問題があると考えられる。

西村らによる先行研究 [Nishimura 13] は、問題 (1) の解決のために、行為的知識の目的・根拠を明示的に構造化して記述する知識記述枠組みとして、CHARM (Convincing Human Action Rationalized Model) を提案している。実際、病院における新人看護師研修のための知識を CHARM 木として記述して、タブレット端末で閲覧できる CHARM Pad ソフトウェアに組み込み、研修において活用されて目的の理解に関して高い評価を得ている [西村 15]。

本研究では、この先行研究を発展させることで、新たに課題 (2) の解決にも取り組み、(2) の状況における重要な行為知識の理解を促進するために、CHARM 木を状況依存的に構造化する枠組みを開発する。状況依存な構造化のもとでは、同一の行為が複数の目的の実現に貢献することがありうることから、行為の複数目的を表現することが必要となる。また、学習者はそれらの複数の目的のうち状況に応じた目的を正しく認識できることが求められる。本研究は、そのように拡張された課題 (1) に関しても取り組み、複数の目的を表現できるように CHARM の記述枠組みを拡張する。次に、課題 (2) に関して、ユーザが入力した状況に適応的に、CHARM 木を特に注意が必要な行為のみを含むように構造化して提示する方式を開発する。次に、それを看護分野における術後観察行為に適用して、実用レベルの知識モデルを組み込んだ CHARM Pad を実際に教育現場で活用し、評価を受けた。

本論文では、まず 2 章において、行為に関する知識表現の現在の課題と本研究における解決のアプローチについて議論する。3 章では、1 つ目の枠組み拡張である複数の目的の表現について述べる。4 章において、2 つ目の状況依存的構造化について述べる。5 章で術後観察行為の知識モデルの記述について述べ、6 章で大学教育における試用とその評価について述べる。7 章で関連研究との比較によって本研究の特徴を議論し、8 章でまとめる。

## 2. 行為知識表現の課題とアプローチ

本研究が対象とする行為（行為プロセス）列に関する知識は、マニュアルなどの自然言語文書、動作的なものは映像、制御構造は構造化されたフローチャートなどの流れ図などで表現されることが多い。1 章で述べた、このような行為知識表現を用いた学習における、(1) 行為の根拠が理解しにくい、(2) 現在の状況に必要・重要な知識に気づきにくい、という 2 つの課題は、それぞれ以下の知識表現上の課題が原因であると考えられる。

- (1) 行為の系列（手順）に重きがあり、行為の目的（ゴール）が暗黙である。特に複数の目的が表現しにくい。
- (2) 多様な状況や現場に適用可能なように一般的・汎用的に記述されており、状況に対して画一的である。

まず課題 (1) は、マニュアル・行為映像・フローチャートはいずれも、時間に沿ってどのような動作を行えばよいかという行為の系列を主に表しており、1 つ 1 つの行為を「なぜ」「なんのために」行うのが暗黙的である。つまり、行為を行う目的と根拠が明示的ではないことが多い。また、行為の目的は複数ある場合があるが、表現しにくい。例えば、看護現場で腕に点滴を行う際には看護師は患者に「腕を動かしてよい範囲を教える」という行為を行っているが、これは「点滴針が抜けないようにする」という医療上の目的だけではなく、「患者の拘束感を軽減する」ことも目的としている。このように 1 つの行為に対して複数あるような「暗黙的な目的」こそが重要なのであり、それを意識して実行することが重要であるが、マニュアルには記載されていないことが多く、行為の映像だけではその重要性に気づけないことが多い。つまり、行為の系列の提示だけでは、マニュアル通りに行為列を実行すること自体をゴールとしてしまう「マニュアル人間」の出現を助長しているともいえる。

7 章で詳述するように、人間の行為を含むプロセスのモデル化には、UML や PSL など多くの構造化手法や言語が提案されているが、多くは時間的な関係や制御構造に注目しており、プロセス間の全体一部分（詳細）関係を表現できるが、時間的な粒度の違いを表すことに留まる。また、機械動作などの物理的なプロセスに関連して、設計工学分野や定性推論における「機能」概念は、設計者や使用者の目的と関連が深く、「機能分解」と呼ばれる全体一部分の階層的表現も標準的であるが、入出力関係の構造的な分解を表すことが多い。つまり、行為が達成する「目的」を明示化するというオントロジカルな制約が不足している。また、複数の目的を表すためには、ある時間的または構造的な部分が複数の全体に含まれることを表現することになるが、表現形式が適しているとはいえない。詳しくは 7 章で比較を行う。

次に、課題 (2) は知識の一般性と個別性に関する課題であるが、知識記述において一般性を追求する意義は大きい。まず、マニュアルやガイドラインの目的の 1 つは、多様な状況に対して、不適切な恣意性や属人性を排除して、標準化された対応・行動の方法を示すことである。特に、本研究が対象とする看護分野におけるガイドラインは、後述するように、エビデンス（根拠）に基づいて推奨される標準化された看護行為を定めることを目的としている [日本医療機能評価機構 20]。また、過去のエキスパートシステムにおいて指摘された知識獲得ボトルネックを避けるためには、記述された知識に一般性があり多様な状況や他の現場に適用可能（汎用性・再利用性）であるという、知識記述にかかる労力とコストに見合う価

値の実現が求められる。先行研究 [西村 15] では、実際の病院における新人看護師 ICU 研修のための知識モデルを約 3.2 人月かけて CHARM 木として記述しているが、他病院でも利用可能な一般性があることが看護の専門家によって確認されている実績を示している。

一方で、その際のユーザの利用状況やコメントによれば、現場の状況によって重点的に学習すべき行為が異なるため CHARM 木の利用は均等ではなかったこと、CHARM 木の木構造が大きすぎてタブレット画面における一覧性が低く内容の把握が難しかったことが報告されている。このことは、今後の展望として言及されていた [西村 15, p.35] ように、一般性・汎用性が高い大規模知識モデルの提示方法という一般的な課題であるといえる。

そこで本研究では、一般性と個別性を両立させるために、一般性・汎用性の高い知識モデルを、状況に応じて必要な部分のみに構造化して提示するアプローチをとる。

状況依存性は、本研究で記述対象とする手術後の患者の観察行為（術後観察）では、特に重要である。例えば、喫煙歴がある患者が観察対象である状況では、術後合併症の早期発見のために、呼吸音の聴取行為をより注意深く行う必要がある。このように、行為実践の場においては、対象者の状態などの状況に合わせた臨機応変な行為実践が重要である。(1)の複数の目的を理解することは、状況に応じた目的を正しく認識して、それを達成するために必要な行為を実践するためにも必要なことである。

特に、行為プロセスを実行する際には、漫然とすべての行為を行うのではなく、状況に応じて特定の行為を「特に注意深く」行うべきである。その中でも、その状況で発生する可能性が高い「望ましくない」状態や事象を予測して、その発生を予防・発見・対処するような行為を注意深く実行することが望まれる。本研究ではそれぞれを「要注意行為」と「不具合事象」と呼ぶ。これらは多くの場合、前述の複数の目的のうちの一つである。例えば、上述した術後看護における「呼吸音の聴取」行為は、もちろん呼吸器の観察結果を記録することが目的ではあるが、例えば無気肺という合併症を早期発見するためでもある。さらに、喫煙歴があることは無気肺の発生リスクを上げる要因の1つであるため、上述したように喫煙歴がある患者の場合にはこの行為が要注意行為である。

このような行為実践を行うためには、特定の状況下ではどのような不具合事象が起こりやすいのかと、それを発見・予防・対処するためにはどうしたらよいかを知識として知っている必要がある。つまり、行為プロセスを適切に注意深く行うためには、不具合事象とその発見・予防・対処行為に関する知識の理解と習得も必要となる。

特に、本研究で対象とする術後観察という看護行為は多様な知識を複雑に結びつけることで実践される。患者の状態を正確に測定する手技的な知識に加え、測定値の正常異常を判断する知識、測定結果の評価のための生体への侵襲の影響と合併症の知識など、さまざまな知識を

統合している。ベテラン看護師の豊かな実践力は、これらの複雑な関連性をもった知識に基づいていると考えられ、初学者には理解や習得が困難な「経験知」と称される側面もある。そうした経験知を視覚化し構造化すれば、初学者であっても理解可能なものになる。また、いわゆる「直観の看護」の科学的な構造化にもつながる可能性がある。

医療・看護分野では、エビデンスに基づいて推奨される治療や看護行為を自然言語で記述した「ガイドライン」が作成・蓄積されており [日本医療機能評価機構 20]、臨床現場で用いられているが、専門職の基礎教育において活用するには難易度が高い。

また、基礎教育の学習用の書籍 [阿部 14, 鎌倉 08] においては、合併症への対応として看護行為に関する知識を含んでいるが、一般性・網羅性が高いゆえに、特定の状況における関連性の把握には初学者には困難を伴う。書籍では患者事例における看護計画を示していることが多いが、書籍という特性上、少数の事例に留まるため、多様な患者の状況への対応を学習することは難しい。

本研究ではこれらの課題を、CHARMの枠組みを拡張することで解決を目指す。まず、CHARMの行為の目的を明示化する枠組みを、(1)として述べた複数の目的を表現できるように拡張する。さらに、CHARM Pad ソフトウェア上で複数の目的を効率よく閲覧できる表示とナビゲーションの方法を設計・実装する。3.2節で記述枠組みの拡張について述べ、3.3節でCHARM Padにおける設計・実装について述べる。

次に、(2)の状況適応性を実現するために、CHARMをユーザが入力した状況に応じて要注意行為のみに動的に構造化する枠組みを開発する。また、要注意行為である理由も提示する。そのためには、状況によって異なる要因と不具合事象に関する知識モデルが必要である。4.2節でそのような知識モデルの枠組みについて述べ、4.3節で状況適応的な構造化の設計と実装について述べる。

これらの一般的な枠組みの上で、看護分野における術後観察行為を例題として、実際の知識モデルを記述し、CHARM Pad 上で動作させる。5章で述べる。さらに、実装したCHARM Padの大学教育の現場での試用と評価について6章で述べる。

### 3. 複数の目的行為モデルと閲覧操作

本章では、複数の目的行為を記述・閲覧できるように拡張されたCHARMとCHARM Padについて述べる。

#### 3.1 CHARMのオントロジカルな意味制約

CHARMの模式図を図1に、記述例を図2に示す。「行為ノード」(図中の角丸四角形。図1の $X_i$ や $Y_{i,j}$  ( $i, j$ は正の整数))と、正方形で表される「達成方式ノード」(図1の $W_i$ )から構成される。図中の赤線・赤字部分は

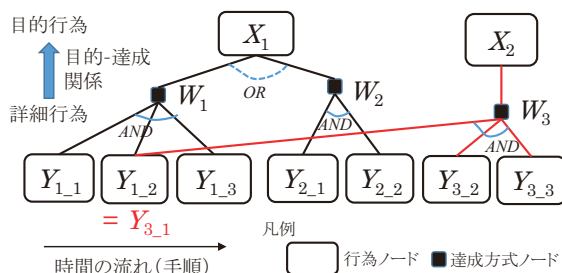


図1 CHARM の記述枠組み

3.2 節で述べる本研究で拡張された部分を示す。本研究における「行為」とは、上位オントロジー YAMATO [溝口 12] と機能表現枠組み [來村 02, Mizoguchi 16] の概念を援用して、「エージェントが主体 (動作主, actor, enactor) となって客体 (対象物, target object, operand) の状態を変化させる外部プロセス」を意味する\*4。「エージェント」とはなんらかの意志決定機構をもった持続物 (continuant) の一種であり、CHARM では主に看護師などの人間である。「状態を変化させる外部プロセス」(状態行為 [溝口 12, p.126] に対応する) とは、「デバイスオントロジーに基づいて、外部からブラックボックスとしてみても、行為前後の対象物の状態の変化のみを表すような、時刻が確定していない生起物 (occurrent) の一種」を意味する (行為前後の差異ではなく、行為後の状態のみを表す場合もある)。CHARM は実際に生起するプロセスを制約する規範的 (prescriptive) なモデルであるので、CHARM に現れる行為・主体などはインスタンスではなくクラスを表す。例えば、図2の「自家用車を運転する」という行為は、人間クラスのインスタンスが主体となって客体である車クラスのインスタンスの状態を変化させるプロセスを enact する (行う) こと (が望まれていること) を表す。主体と客体は実体が担う役割 (ロール概念 [溝口 12]) であり、両者を担う実体が同一である場合もある。例えば、図2の「移動する」などがそうであり、自分自身を移動させることを表す。

このような CHARM における行為は「合目的外部状態変化行為」と呼べるものである。行為はどのような変化を起こしたいか (“What to achieve”) だけを表し、その変化をどのようにして起こすか (“やり方”, “How to achieve”) を含まない。後者を概念化したものが「達成方式」である。例えば、図2の「移動する」は行為の前後で自分の位置が変化することだけを表す。一方、「歩く」というプロセス的表現は「やり方」までを含んだ概念であるため、CHARM では行為としては記述されない。

このような「ある行為をどのように達成するか」を、CHARM では図1、図2のような木構造を基本として表

\*4 これは一般的な「行為」概念の定義を意図するものではない。それにはいわゆる Belief-Desire-Intention (BDI) に関する議論が必要であり、本論文の範囲外である。記述される行為を後述の「合目的外部状態変化行為」に限定する意図である。

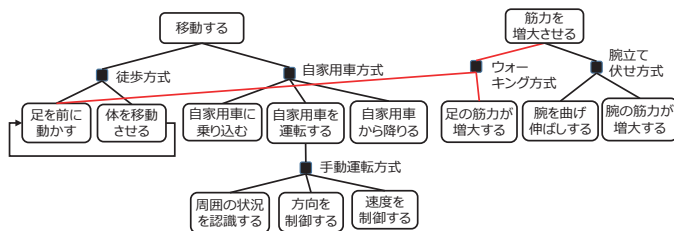


図2 CHARM 記述例：自身の体を移動させる

す。上位となる行為ノードは、下位となる行為ノード列を実行することで結果として達成することを意図された「目的」を表し、行為間の「目的—達成関係」を表す。図1における  $X_i$  は「目的行為ノード」、 $Y_{i,j}$  は「詳細行為ノード」と呼ばれるが、目的—詳細関係は相対的であり、 $Y_{i,j}$  を目的として達成する詳細行為  $Z_{j,k}$  が記述されたときには、 $Z_{j,k}$  からみれば  $Y_{i,j}$  は目的行為である。目的行為ノードは前述の任意のブラックボックスにおける「外部プロセス」を表し、詳細行為系列はそのブラックボックスの中で起こる「内部プロセス」を表す。

行為間の達成関係は、目的を達成する「やり方」を概念化した達成方式ノードを介して表現される。図1において、行為ノード  $X_1$  を目的として達成するやり方は2つあり、達成方式ノード  $W_1$  と  $W_2$  として表される。 $W_1$  と  $W_2$  は論理的には OR の関係にある。それぞれの方式達成ノード  $W_i$  の下には、その達成方式を用いて目的行為  $X_1$  を達成するための詳細行為ノード  $Y_{i,1}, Y_{i,2}, \dots, Y_{i,m}$  ( $m$  は1以上の整数) が結ばれている。これらは、基本的には  $1, 2, \dots, m$  と同じ時間的順序ですべてを行う必要があるため、論理的には AND の関係にある。

図2の例では、「歩く」は行為ではなく、「徒歩方式」として概念化され、「移動する」という目的を達成する方式の1つとして、「足を前に動かす」\*5などの詳細行為の列が記述される。同じ目的を達成する異なる方式として「自家用車方式」があり、その場合の3つの詳細行為が記述されている。さらに、「自家用車を運転する」を目的として達成する、さらに詳細な行為列が記述されている。

ある目的の達成方式が1つしかない場合には、5章で述べる実際の知識モデルのように、その達成方式の名前は省略される場合があり、暗黙的に「目的行為+方式」という名前であると解釈される。例えば、もし「足を前に動かす」をさらに詳細に分解した場合には、通常のやり方は1つしかなく、特にやり方を概念化する必要がないため、方式名は省略され、暗黙的に「足を前に動かす方式」という意味であると解釈される。

CHARM における行為は、相対的に考えればリーフノード以外はすべて目的行為であり、あるコンテキストのもとで実現されることが「望ましい状態」(行為の結

\*5 「足を動かす」は対象物が自身の部分であるため、厳密には「行為」ではなく、「動作」である [溝口 12]。

果状態)または「状態変化」(行為前後での状態の差異)を実現する行為を表す。この望ましい状態または状態変化は「ゴール」と呼ばれ[Mizoguchi 16, 溝口 20], 目的行為はコンテキストのもとで決まるゴールを実現する行為である。ある行為が目的行為かどうかはコンテキストに依存する。あるコンテキストが与えられて、あるレベルにおけるゴールと目的行為が決まると、達成方式ごとにゴールの達成に貢献する詳細行為が「合目的的行為」\*6として決まる。コンテキストがどのように決まるかは、[Mizoguchi 16]における機能の定義と同様に、基本的には本記述枠組みの外であり、行為の主体者の意図や他者の意図・指図など多様である\*7。なお、多くの行為は主体者の意志によって意識的に行われるが、その「行為を行うという意志(意識・意図)」と、ここでいう「目的行為」・「ゴール」は別なものである。主体者の意志によって行われた行為でも、コンテキストでのゴール達成に貢献しない場合は、合目的的ではないので、CHARMのモデルには含まれない。

この行為間の目的達成関係は、7章でも詳しく議論するように、UMLやPSLなどの多くのプロセスモデルにおける時間的粒度の違いを意味する「全体-詳細関係」だけではない。確かに、目的達成関係が成り立つとき、時間的な全体-詳細関係も成り立ち、図1の $X_1$ を達成する詳細行為ノード列 $Y_{i,1}, Y_{i,2}, \dots, Y_{i,m}$ の全体の時間区間は、目的行為 $X_1$ の時間区間に含まれる(通常、一致する)。また、原則的に、目的行為 $X_1$ が表す状態変化は、詳細行為ノード列 $Y_{i,1}, Y_{i,2}, \dots, Y_{i,m}$ によって起こされる状態変化から構成される。しかし、 $X_1$ の時間区間に含まれる行為のすべてではなく、 $X_1$ の達成に「貢献する」行為のみが、詳細行為としてモデル化される。また、目的行為 $X_1$ が表す状態変化は、詳細行為列の状態変化の総和ではなく、その変化のうち、「目的」として達成したい、やり方に独立な状態変化のみを表す。例えば、図2の例では、下位の詳細行為列には身体位置の変更に貢献する行為のみが記述されているとともに、やり方に依存する車への乗り降りは最上位の目的行為には含まれていない。このように、CHARMの枠組みには多くのプロセスモデルにはない、オントロジカルな意味制約が加えられている。

[溝口 20]に基づいた因果関係の観点からは、目的達成関係は、詳細行為列の実行が「原因」となって、目的行為の状態変化が「結果」として生じるという直接Achieve型の因果関係を表現しているとみなせる\*8。ただし、[溝口 20]で議論されているような変数変換や自明な結果の場合には、原因を表す詳細行為の一部の記述が省略され

る場合もある。図2の例では、徒歩方式では「足を前に動かす」と「体を(1歩分)移動させる」の繰り返し(図2ではループ状のリンクで示されている)が原因となって、「移動する」という結果が生じることが表現されているが、車運転方式では「車を運転する」行為によって乗り込んだ人間の位置が移動することは自明な結果とみなされて、表現が省略されている。

以上で述べた枠組みは先行研究のCHARM[Nishimura 13, 西村 15]のオントロジカルな意味制約を明示化したものである。

### 3.2 複数目的行為への拡張

本研究では、さらに1つの行為が複数の目的を持つことを、1つの行為ノードが複数の上位ノードとの達成関係を持つものとして表現する。つまり、先行研究のCHARMのモデルでは1つの行為ノードの上位ノードは1つしかなく全体として木構造であったが、本研究で拡張した結果、木構造ではなくグラフ構造になる。

図1で赤線で示されている拡張部分では、行為ノード $Y_{1,2}$ が二つの目的を持つことが、行為ノード $Y_{1,2}$ が異なる目的行為ノード $X_1$ と $X_2$ を達成する達成方式ノード $W_1$ と $W_3$ と結びつけられることで表現されている。つまり、行為 $Y_{1,2}$ は方式 $W_1$ に基づいて他の行為 $Y_{1,1}$ と $Y_{1,3}$ と共に実行されることで行為 $X_1$ を目的として達成するとともに、方式 $W_3$ に基づいて他の行為 $Y_{3,2}$ と $Y_{3,3}$ と共に実行されることで行為 $X_2$ を目的として達成できる。このとき、行為 $Y_{1,2}$ は達成方式 $W_3$ からみると同じ行為内容を持つ $Y_{3,1}$ とみなされて、その時間的順序で実行される。さらに図1においては、達成方式 $W_2$ の行為ノード $Y_{2,1}$ と $Y_{2,2}$ は、目的行為 $X_2$ の達成には関わらないことが明示されている。

図2の例では赤線のリンクによって、徒歩方式で「移動する」行為を達成するために行われる「足を前に動かす」行為は、別の目的である「筋力を増大させる」の達成にも貢献することが記述されている。また、その目的は他の方式でも達成できることも記述されている。一方で、自家用車方式ではその目的には貢献しないことも表現されている。

一般的に言えば、ある目的行為 $X_p$ を達成方式 $W_i$ に基づいて達成する詳細行為 $Y_{i,1}, Y_{i,2}, \dots, Y_{i,n}$ は、異なる目的行為 $X_q$ を異なる達成方式 $W_j$ に基づいて達成する詳細行為 $Y_{j,1}, Y_{j,2}, \dots, Y_{j,m}$ と同じものを0個以上含む。また、1つの詳細行為 $Y_k$ は1個以上の任意個の目的行為 $X_r$ の達成に貢献する。一方、目的行為の数が0個である場合は、 $X_p$ に対応し、「ルートノード」と呼ばれてそのモデルにおける最上位の目的を表す。ルートノードは1つのモデルに1つ以上の複数個ありうる。図1において、 $X_1$ と $X_2$ は共にルートノードである。先行研究のCHARMではルートノードは1つであったが、複数のルートノードを許すように拡張されている。文献[Graham

\*6 これが前述の「合目的的外部状態変化行為」の「合目的的」の意味である。

\*7 後述する不具合事象とそれを発見・予防・対処する行為との関連性は、本枠組み内で扱うコンテキストの一種である。

\*8 ただし、CHARMは規範的モデルであるので、因果関係が発現するのは実際に行為が実行されたときである。

10] は複数の木構造を一般的に Forest, Multitree, DAMG (Directed Acyclic Multi Graph), Polyarchy に分類しているが, 拡張された CHARM は, 共有されたノードの下位ノードが異なることがあるが全体としての上位一下位関係は保存される DAMG に分類される。

### 3.3 CHARM Pad での複数目的閲覧機能の実装

前述してきた拡張された CHARM に基づくモデルを CHARM Pad 上で閲覧できるように, 表示機能とナビゲーション機能について, 拡張を行った。その設計と実装について述べる。

前述したように拡張 CHARM は木構造を基本としたグラフ構造となる。複数の目的行為ノードを持つ詳細行為ノードからみたとき, その目的行為ノード群は表示上の木構造的な近傍にあるとは限らない。実際, 5 章で述べる術後観察行為モデルのような実用規模のモデルにおいては, 複数の目的行為ノード間の木構造上の左右の距離は大きくなることが多い。従って, 図 1 で示したような単純な木構造で達成方式をリンク表示したとすると, リンクをたどって達成関係を確認することは難しい。特に, CHARM Pad の動作環境であるタブレット端末の画面サイズを考慮すると, そのような実装はユーザに受け入れられない可能性が高い。

そのため, CHARM Pad 上ではあくまで木構造としてモデルを表示する設計をした。つまり, 図 1 における  $Y_{1,2}$  のような複数の目的を達成するような行為ノードは, CHARM Pad の画面上では, 図 3(a) に示すように,  $X_1$  と  $X_2$  の両方の下の複数箇所に現れるように表示される。このようにすることで, 表示画面の上にある目的行為ノードから下方向に閲覧することで, それを達成するためのすべての詳細行為ノードを自然に理解することができる。

また, もしも  $Y_{1,2}$  の実行順序が  $Y_{3,2}$  よりも後である場合にも,  $Y_{1,2}$  のノードを  $Y_{3,2}$  よりも右側に置くことで, 実行順序をノードの左右の位置関係で表すという形式のまま, 容易に表現できる。このような順序関係を, 図 1 や図 2 のようなグラフ構造で表す場合は, (1) ノードの位置を調整する, (2) 図 2 にループを表現するために現れているノード間の順序を表す線を用いる, のどちらかの方法で表現することになる。このような行為の順序関係も通常の左右の位置関係のみで表現できることも, 木構造で表現することのメリットである。

$Y_{1,2}$  が複数の目的を持つことは,  $X_1$  の下位ノードとして  $Y_{1,2}$  行為ノードが表示されているときに,  $Y_{1,2}$  ノードをユーザがタップしたときに, 図 3(a) のように複数の上向き矢印を表示することで, ユーザに提示する。青色の上向き矢印がその場所での目的行為ノードである  $X_1$  へのリンクを表し, 紫色の上向き矢印が他の目的行為ノードである  $X_2$  へのリンクを表す。つまり, 青色の上向き矢印は (ルートノード以外の) すべての行為ノードをタップしたときに必ず 1 つだけ表示され, 紫色の上向き矢印

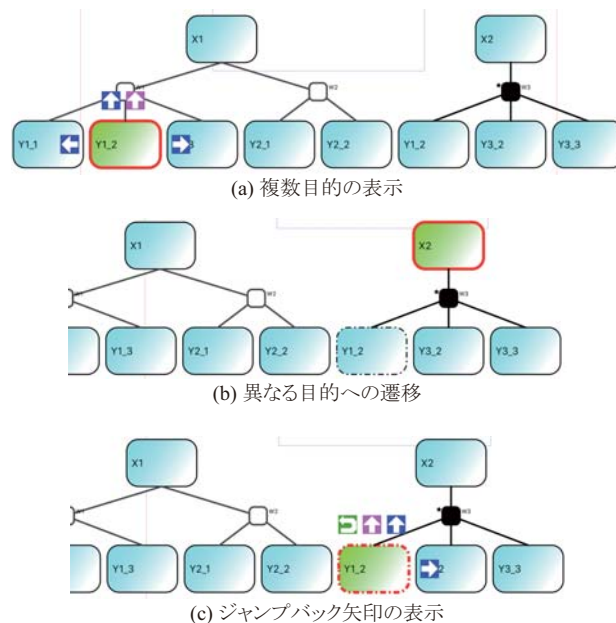


図 3 複数目的行為の CHARM Pad での表示と操作

は複数の目的を持つ場合のみ他の目的行為ノードの数だけ表示される。

この紫色の上向き矢印をタップすることで, 結びつけられている異なる目的ノードである  $X_2$  に遷移する (ジャンプと呼ぶ)。図 3(b) のように,  $X_2$  行為ノードがカレントノードとして選択され (明るい緑色で表示される), 画面の中央に表示されるように自動的にスクロールされる。また,  $X_2$  を達成する  $Y_{1,2}$  を含む方式が自動的に展開表示され,  $Y_{1,2}$  行為ノードが点線で囲まれて表示される。このように, 上向き紫色矢印をタップすることで, その行為ノードが達成する他の目的ノードとの関係性を閲覧できる。

さらに,  $Y_{1,2}$  から一度  $X_2$  へジャンプしたあとで,  $Y_{1,2}$  に戻る機能 (ジャンプバック機能と呼ぶ) を設計・実装した。前述した操作で  $X_2$  へジャンプしたときにその下に表示される点線で囲まれた  $Y_{1,2}$  をタップすると, 緑色の U ターン型の矢印が表示される (図 3(c))。この緑色矢印をタップすると, さきほどのジャンプ元である  $Y_{1,2}$  ノードに遷移する (図 3(a) と同様に  $Y_{1,2}$  がカレントノードになり, 中央に表示されるようにスクロールされる)。

このように, 紫色矢印と緑色矢印を連続して用いることで, ある行為ノードが持つ多数の目的を, トラバース的に確認していくことができる。5.1 節で後述するように, 例えば「呼吸を観察する」行為の目的は 8 つもあるため, このように基本的に木構造で表現し, 行為ノードをタップしたときに表示される矢印をタップすることで順に確認していく操作方法が適していると考えられる。

なお, 図 3 のように CHARM Pad 上では方式ノードは, 同じ目的行為に対して複数の達成方式がある場合には白色, 単一のものしかない場合には黒色で表示される。

#### 4. 状況に応じた要注意行為

本章では、1章と2章で述べた2番目の課題である、状況適応性を実現するための知識モデルとそれに基づく行為分解木の適応的構造化について述べる。

##### 4.1 要注意行為と不具合事象モデル

本研究では、状況適応性のうち、特定の状況において行為プロセスを実行する際に特に注意深く行うべき行為である「要注意行為」に着目する。要注意になる理由にはさまざまなものが考えられるが、本研究では特に「不具合事象」に関連したものに注目する。不具合事象とは、対象領域において発生することが「望ましくない」と認識される事象を指す。一般的に、不具合事象の発生リスクは状況によって変化するため、要注意行為も状況に依存する。与えられた状況において発生する可能性の高い不具合事象を予防・発見・対処するような行為を、要注意行為とみなす。ここでの「状況」とは3.1節の行為の目的（ゴール）を決める「コンテキスト」の一種である。

ある状況下での要注意な行為を行為プロセスの中から同定して、学習者に提示することによって、その状況下で起こりうる不具合事象に対して予防・対処などを行うことが期待できる。そのためには、(1) 特定の状況によってどの不具合事象が起こりやすいのか、(2) 特定の不具合事象を予防・発見・対処できる行為、に関する知識モデルが必要となる。次節でその枠組みについて述べる。

##### 4.2 不具合事象に関する知識モデル

不具合事象には、一般的に、その発生の確率（リスク）を高める「要因」が存在する。要因には、ものの性質・状態、環境、過去の事象、時間的要因などがある。例えば、コンクリートにとって「0°C以下になり乾湿差が大きい」環境は、凍結融解作用による「ひび割れ」などの不具合事象が発生する要因の1つである。

本研究では、このような要因から特定の不具合事象が発生する仕組み（発生メカニズム、発生機序）を、下で説明するようにCHARMと同じ枠組みで記述したものを「不具合発生木」と呼ぶ。図4(b)に示すように、リーフノードが「要因」であり、上位ノード（特にルートノード）に「不具合事象」が現れる。3章で述べたように、本来のCHARM木では、上位ノードは目的として「達成したい」「望ましい」状態変化を表す。本研究ではそれを「望ましくない」事象の発生の記述に拡張し、その事象の発生の要因となる状態や事象を下位ノードとして記述する。両者はモデル記述者が事象を望ましいと思うかどうかだけが異なっており、上位ノードは、下位ノードが表す行為の実行・状態の存在・事象の発生の一連の系列から生じる状態変化のうち、記述者が注目した特定の状態変化を表すというセマンティクスは、共通である。これは小路らの研究[小路07]で、人工物の装置の不具合が

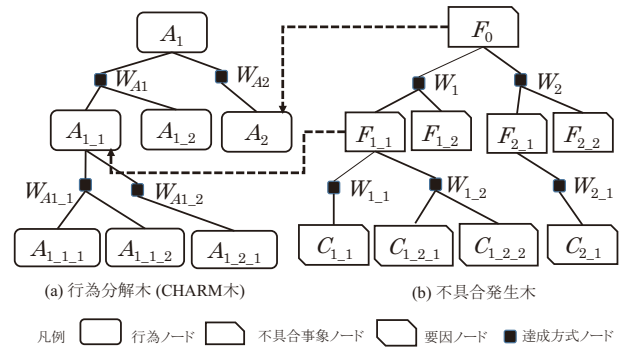


図4 不具合発生木と発見・対処・予防行為とのリンク

機能分解木モデルの枠組みで表現されたことと類似している。そのため、CHARMと同じモデル枠組みで記述できるが、閲覧者に分かりやすいように、ノードの種別を区別して記述する。5章で示すようにCHARM Pad上では、通常の行為ノードは青色、不具合事象は黄色のノードとして表示される（図4では角の形状の違いで示す）。また、因果理論[溝口20]的にも、下位ノードが原因となって、上位ノードが結果として生じる（リスクが高まる）、という因果関係を表していることも共通である。ただし、特にリーフの要因は上位の事象の発生リスクの増大を表すため、上位事象発生の原因となる詳細な因果連鎖のすべてを下位ノード列が表現していないことが多い。なお、本研究の不具合発生木では、不具合事象の発生への影響の有無のみを表しており、発生確率に関する定量的な影響度合いは表現されない。

図4(b)の不具合発生木は、要因であるC1.1が真である、またはC1.2.1とC1.2.2の両方が真であれば、結果としてF1.1という不具合事象の発生リスクが高まることを表している。また、C2.1が真であればF2.1の発生リスクが高まる。さらに、そのいずれかの場合には、最終的な結果としてF0の発生リスクが高まる。要因によって発生リスクが高まるメカニズム（機序）は異なることが、達成方式ノードによる達成関係によって示されている。なお、上述したように、ここでの達成関係は発生の可能性（リスク）への影響を表しており、すべての因果連鎖を表現していない場合も多いため、F1.1とF1.2のAND関係は厳密には評価されず、4.3節で述べるように、いずれかの要因の真偽によって候補として列挙される。

そのような不具合事象に対して、一般的に、発見・予防・対処の行為が行われる。これらはCHARMの枠組みにおける通常の目的行為ノードである。「発見行為」とは、不具合事象の兆候を観測して、不具合事象の発生の有無や程度を評価する行為を指す。「予防行為」とは、不具合事象の発生そのものを防止するために、事前に行う行為を指す。「対処行為」は、不具合事象が発生した後で、悪化を防止したり、悪影響の広がりを防止したりする行為である。例えば、前述したコンクリートの凍結融解作用

によるひび割れに対しては、製造プロセスにおける「適切な気泡をつくる」などの予防行為や、「補修する」といった対処行為がある。5 章で述べる術後合併症の看護においては、予防行為とともに、早期発見が重要であり、特定の兆候の観察行為を注意深く行うことが重要である。

本研究では、このような不具合事象とそれらの発見・予防・対処の行為との関係性を、図 4 に示すように、図 4(b) の不具合発生木のノードと、図 4(a) の通常の CHARM 木のノードとを「リンク」(図中では破線で示されている)で結ぶことによって表現する。典型的には、不具合発生木のルートノードである最終的に生じる不具合事象ノードと、行為分解木におけるリーフノードである具体的な行為の間がリンクされる。しかし、図中の  $F_{1,1}$  と  $A_{1,1}$  の間のリンクのように、中間のノードである場合もある。これは、不具合発生メカニズムの途中の事象のみが観測可能な場合、特定の発生メカニズムの場合のみ予防・対処行為が有効な場合、ある事象を発見・予防する方式が複数(図中の  $W_{A_{1,1}}$  と  $W_{A_{1,2}}$ )ある場合などである。

なお、本研究における知識モデルと CHARM Pad においては、発見・予防・対処という 3 つの行為の種類の違いは直接的には表現されない。知識モデルでは、図 4 でも区別されずに破線として表現されているように、行為ノードと不具合事象ノードのリンクが存在するかどうかだけが表現される。そのモデルを用いる CHARM Pad システムにおいてもリンクによる結びつきのみが管理され、行為ノードがどの種類であるのかは明示的には表示されないが、ユーザは 5.3 節で述べるようにリンクを辿って行為ノードと不具合事象ノードの内容を読み取ることができるため、容易に判別できると考えられる。特に、5 章で述べる記述対象は術後「観察」行為であり、ほとんどの行為は「発見」行為に分類される。予防行為や対処行為も記述されているが、合併症発現の前・後を判別することは容易であると考えられる。むしろ、この 3 つの行為の種類は、知識モデル記述者のためのものであり、ある 1 つの不具合事象に関してリンクすべき行為を考察する際の指針として役立つ。

### 4.3 要注意行為ノードの同定と適応的構造化

2 章と 4.1 節で述べたように、ユーザによるプロセス実践とその学習において、特定の状況における発生リスクの高い不具合事象を予測して、それへの発見・予防・対処の行為を注意深く行うことが重要である。そのために、システムは、ユーザが入力した現在の状況を表す要因から、4.2 節で述べた不具合事象に関する知識モデルに基づいて発生リスクの高い不具合事象を同定し、それを発見・予防・対処する行為を要注意行為としてユーザに提示する。その提示の際に、CHARM 木の多くの行為ノードの中から要注意行為ノードのみを抽出して提示することで、容易に理解することが期待できる。さらに、なぜ現在の状況においてその行為が要注意であるのかという

「理由」や「根拠」を提示することが望まれる。そのような機能の設計・実装について、以下に述べる。

まず、システムは、不具合発生木に現れるすべての要因を一覧表示して、ユーザに現在の状況にあてはまるものを選択させる。次に、不具合発生木から、選択された要因をリーフノードとするルートノードまでのパスのすべてを部分木として抽出する。さらに、そのパス上に現れる不具合事象ノードから結びつけられている、発見・予防・対処行為を同定する。これらが入力された要因に対する「要注意行為」である。

図 4 の知識モデルの場合には、要因として、 $C_{1,1}$ ,  $C_{1,2,1}$ ,  $C_{1,2,2}$ ,  $C_{2,1}$  のすべてが一覧表示され、ユーザによって(0 個以上が)選択される。例えば  $C_{1,1}$  のみが選択された場合には、 $C_{1,1} - F_{1,1} - F_0$  が部分木として抽出される。そのうち、 $F_{1,1}$  と  $F_0$  がそれぞれ  $A_{1,1}$  と  $A_2$  にリンクされているため、 $A_{1,1}$  と  $A_2$  の両方が要因  $C_{1,1}$  に対する要注意行為ノードとして同定される。一方、 $C_{2,1}$  のみを選択された場合には、 $A_2$  のみが要注意行為ノードになる。

次に、要注意行為ノードをユーザに提示する。CHARM 木のうち、要注意行為ノードを含む(リーフノードとルートノードの)パス上のノードのみから構成される部分木を構成して、それらのノードのみを表示する。これが本論文でいう適応的構造化である。要注意行為ノードはハイライト表示される。図 4 の例では、 $C_{1,1}$  のみが選択された場合には図 4(a) の木のすべてが抽出され、 $A_{1,1}$  と  $A_2$  の両方がハイライト表示される。このとき、初期状態では  $A_{1,1}$  の下位の表示は閉じられて  $A_{1,1,1}$  などのノードは表示されず、コンパクトに閲覧することができる。必要に応じて、ユーザ操作によって表示を展開することで実際に行う行為を確認できる。一方、要因として  $C_{2,1}$  のみが選択された場合には、 $A_1$  と  $A_2$  だけを含む部分木が抽出され、 $A_2$  がハイライトされて提示される。

これによって、ユーザは現在の状況として選択した要因によって発生するリスクが高い不具合事象を発見・予防・対処する行為に、注意を払うべきであることを理解・学習できる。

さらに、要注意行為である「理由」と「根拠」を提示する。ユーザがある要注意行為ノードを選択して「理由表示」操作を行うと、システムはその要注意行為ノードが結びつけられている不具合事象ノードを不具合発生木で同定し、それを含み、ユーザが選択・入力した要因をリーフノードとするようなパスを抽出し、表示する。例えば、要因  $C_{1,1}$  のみが選択された場合に要注意ノード  $A_{1,1}$  を選択して、「理由表示」させた場合には、不具合発生木の  $C_{1,1} - F_{1,1}$  のパスが表示される。

これによって、ユーザは現在の状況として選択・入力した要因のうちのいずれが要因となつてどのような不具合事象が起こるリスクが高まるのかがわかり、その不具合事象の発見・対処・防止のために、当該行為ノードが



要注意であるという理由と根拠を理解・学習することができる。

### 5. 看護分野における知識モデルと実装

ここまでで述べた一般的な適応的プロセス構造化の枠組みを看護分野における術後観察を対象に適用し、知識モデルの記述とシステム実装を行った。後述する試用の時点までに記述した知識モデルの概要を表1に示す。本知識モデルは、2012年から共著者と謝辞に挙げている多くの関係者によって、段階的に記述された。その記述方法としては、行為分解木の記述方法に習熟した情報系の主に学部生が、看護学の文献[阿部14, 鎌倉08, 中島09, 竹内00, 山本11]を参考にして最初の版を作成して、共著者の看護学の専門家による確認を受けて指摘点を修正することを繰り返す方法で行った。表1のa.の観察行為の記述と修正に2人月、その複数目的の追加に1.5人月、特定事例に基づいたb.とc.の初版に2人月、b.の一般的な拡張に3人月、要因の分類と関係性の整理に2人月を要した。

記述コストの大きさの第1の要因は、まず本対象分野の知識モデルには(確率的ではない)正確性が求められることである(その確認に関しては5.2節で述べる)。第2の要因は情報系学生らによる書籍に基づいたモデル記述と専門家による修正という共同作業で行ったことである。学生らが専門用語を書籍で確認する手間がかかり、専門家による指摘を理解して修正することは困難を伴った。一方で、この方法には知識モデルの内容に関する本質的なメリットがあり、学生らは書籍の記載内容のみを記述するため、書籍では分野では当然のこととして省略されていた暗黙的な知識を、専門家による確認の際に補完する契機となった。このような暗黙的な知識は専門家自身では気づけないことは、知識工学研究にとって既知のことであり、この記述方法のメリットである。

#### 5.1 術後観察に関する知識モデルの記述

まず、手術後の看護における「術後観察」を対象として看護行為の知識モデルを記述した。術後観察行為に関する知識は、大きくは、正確に患者の状態を観察、測定するための「手技」と、観察結果の正常・異常などを評価するための「アセスメント」に関するものに分けられる。また、ルート・チューブなどの管理行為、患者の安楽をケアする行為、合併症を予防する行為も記述した。最上位の目的を「患者を順調に回復させる」として、まず観察の「手技」について、数多くある観察項目を意識レベル、呼吸器系、循環器系など、系統的に分けて、階層的に記述した。図5は呼吸器系の「呼吸を観察する」行為の部分を示している。「呼吸を観察する」の主目的が「患者の状態を観察する」であることが上位ノードとして示されており、具体的な観察項目として「呼吸パターン」や

表1 術後観察のための知識モデルの概要

a. 術後観察看護行為のCHARM木(図4(a)に対応する)		
ルートノード数		1
行為ノード数		454
達成方式ノード数		230
2つ以上の目的をもつ詳細行為ノードの数		43
含まれているPDFファイル数		42
PDFファイルがリンクされているノード数		51
含まれている映像数		8
映像がリンクされているノード数		11
b. 術後合併症発生機序を表す不具合発生木(図4(b)に対応する)		
合併症の種類		18
リスク要因の種類		73
ルートノード数		14
不具合事象ノード数(合併症・生体反応・要因を含む)		320
うちリスク要因を表すノード数		153
達成方式ノード数		347
c. aとbをつなぐリンク(図4の破線リンクに対応する)		
合併症(またはその生体反応)とそれを見発・予防するような看護行為の間のリンクの数		44

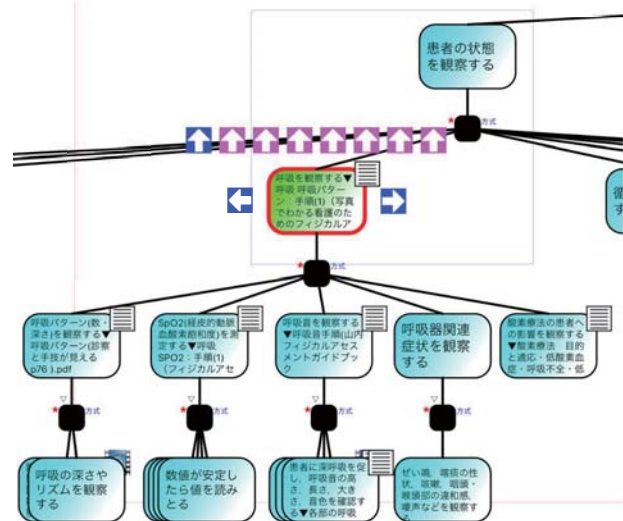


図5 「呼吸を観察する」看護行為モデル

「呼吸音」などが下位ノードとして示されている。さらに、その下位ノードとして、各観察項目の観察手順(手技)が記述されている。

図5では手技のレベルは表示がたたまれており、コンパクトに表示されている呼吸観察の概要レベルを理解できる。たたまれている手技レベルの行為列は、ユーザのタップ操作、または、画面中央の青色の細線の枠に入るようにスクロールすることで自動的に、展開表示されて手技を確認できる。一方、画面周辺部の赤色の細線の枠の外にノードをスクロールすると、自動的に展開が閉じられる(たたまれる)。このように、大規模な木構造を閲覧しやすいように自動開閉機能が実装されている。

さらに、観察行為の複数の目的を3.2節の枠組みで記述し、3.3節のように実装した。図5は「呼吸を観察する」ノードがタップされた状態を示しており、主目的である「状態を観察する」以外にも、合計7つの他の目的

があることが紫色の上向き矢印アイコンで示されている。それらをタップしてジャンプすることで、図 6 のように他の目的とそのために必要な詳細行為を確認することができる。ここでは、「術後合併症のリスクを評価し、早期発見する」という大きな目的のもとで、呼吸観察が「肺塞栓」や「低酸素血症」の早期発見も目的としていることが分かる。また、「手術や麻酔など侵襲の影響を評価する」という目的のもとで、「麻酔の影響を評価する」も目的としており、「覚醒状況の評価する」も同じ目的のための行為であることが分かる。合計 43 のこのような複数目的をもつ詳細行為ノードを記述した。

図 5, 図 6 に示されている達成方式の多くは名前が省略されている。これは 3.1 節で述べたように、上位の目的を達成する方式が 1 つしかなく、概念化する必要がないからである。例えば、図 5 の「呼吸を観察する」行為の下の達成方式ノードは、名前が省略されており、暗黙的に「呼吸観察方式」であると解釈される。

また、先行研究 [西村 15] と同様に、関連資料として表 1 に示す数の PDF ファイルや映像を格納し、CHARM 木からリンクした。図 5, 図 6 に示されている行為ノードの右上のアイコンをタップすることで、その行為に関連した PDF 資料や映像を閲覧できる。これは単に教科書を PDF ファイルとして格納しただけではなく、教科書の内容を行為の目的というコンテキストの中に埋め込んで、目的—手段関係を表す木構造の形で表現（構造化）したものである。同じ資料でも異なるコンテキストから参照されるため、表 1 に示されているように関連資料ファイルの数よりも多くの行為ノードからリンクされている。これにより、特定の目的を達成するというコンテキストを意識して、関連資料の内容を閲覧・学習することができる。

5.2 術後合併症に関する知識モデルの記述

次に、手術後の看護において重要である、術後合併症の早期発見と予防のための知識モデルを記述した。4 章で述べた不具合事象として術後合併症を記述し、その要因として、患者自身の「高齢である」などの性質や既往症などの状態、また手術時やその後の状況などを記述した。これらの要因をリーフノードとして、それから合併症が発症するまでに起こる生体反応を上位ノードとして記述した。生体反応も発生が望ましくない不具合事象であり、全体として合併症の発生機序を表現している。手術後の比較的早い時期に起こりうる合併症を対象として、書籍 [阿部 14, 鎌倉 08, 中島 09, 竹内 00, 山本 11] に基づいて、一般的に記述した。現時点で、18 種類の合併症について、73 種類のリスク要因との関係を中心に、発生機序をモデル化した。図 7 は消化器系合併症である生理的イレウスの発生機序を示している。生理的イレウスとは腸管運動が停止し排ガスがなくなることで発症する合併症である。腸管運動が停止する要因・状況として全身

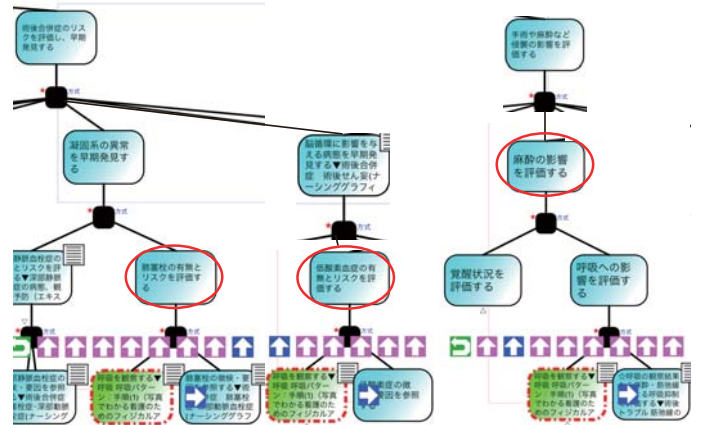


図 6 「呼吸を観察する」の他の目的例

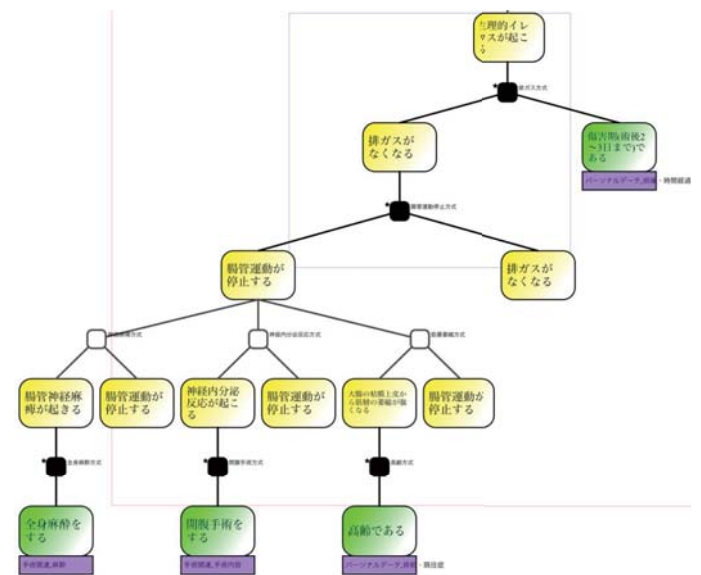


図 7 術後合併症「生理的イレウス」の発生機序の知識モデル

麻酔や開腹手術、高齢であることが挙げられる。そのため、知識モデルでは患者の要因として「高齢である」や「全身麻酔をする」を OR の関係でリーフノードに記述し、それによって起こりうる生体反応を上位に記述した。要因と生体反応を区別するために、前者を緑色、後者を黄色で記述している。このような要因を表すノードは、1 つの種類の要因が複数の合併症のリスクとなることがあるため、延べ 153 ノード、記述されている。

さらに、これらの合併症や生体反応を発見・予防するための看護行為との関係性を図 4 のように知識モデルに記述した。合併症の発生につながる生体反応を兆候として早期発見するために、看護行為の CHARM 木の観察または状態の評価を行うノードと関係づけた。また、合併症の発生を事前に予防するために、その合併症や生体反応の発生を起こりにくくする行為と関係づけた。図 7 の生理的イレウスの例では、発見行為として「腹部を観察

する」と結びつけた。また、予防行為として「消化管内の減圧を図る」などと結びつけた。このような発見・予防の関係性を、現時点で44のリンクとして記述した。

これらの知識モデルの妥当性は、共著者の看護学の専門家によって確認されている。ここでの妥当性の確認とは、主に、知識モデルが、記述されている範囲において、現在の看護学の知見に照らして正しいことを確認したことを指す。つまり、対象とした周術期看護の術後観察において必要とされるすべての知識（特に起こりうる合併症のすべて）が記述されているという「網羅性」を主張するものではない。一方で、教育・学習用という観点からは、後述する看護教育における実際の講義において一般的に受講学生が学習することが望まれる範囲の知識内容はカバーされている、と評価されており、ある一般的な範囲の知識モデルが記述されているといえる。

また、知識モデルの一般性については、本知識モデルは書籍の一般的な周術期看護の術後観察行為と合併症に関する記述に基づいており、標準的な観察行為の手技と、73のリスク要因と18種類の合併症に適用できる一般性を持つ。また、術後観察の学習のために他の教育現場での活用が期待できるという意味でも一般性があり、記述コストにみあう価値があるものと考えられる。

### 5.3 要注意行為の適応的構造化の実装

5.2節で述べた知識モデルを用いて、患者の要因・状況に応じた要注意な看護行為を中心にCHARM木を構造化して提示する機能をCHARM Padに実装した。

まず、学習者が合併症の要因のうち、現在想定する患者にあてはまるものを図8のような条件入力画面で選択する。要因は大きく「パーソナルデータ」、「病状」、「医療行為」、「手術関連」の4つの大分類と、その中の小分類に分けられている。要因が当てはまるかどうかをON/OFFの2値で入力する。例えば、図8は「手術関連」の「手術内容」に分類されている「胃を手術する」(した)が当てはまる要因として入力された場合を示している。

システムは、入力された患者の要因に応じて、4.3節で述べた方法で要注意看護行為を同定し、それに関連するノードのみに構造化して提示を行う。要注意行為は赤くハイライト表示される。図9(a)は、図8で「胃を手術する」という要因が入力された場合の、合併症の観察行為の部分を示しており、開腹手術に一般的な「縫合不全」に加えて、胃の手術に特有な「癒着による機械的イレウスの有無とリスクを評価する」という看護行為が要注意行為として表示されている。その下位ノードを展開することで、例えば「腹部膨満」が起きていないかどうかを注意深く観察する必要があることが分かる。

前述したように、観察すべき合併症は18種類記述されており、要因を条件として入力していない状態では、そのすべてが表示される。要因の入力によって、ハイリスクな2つの合併症の観察行為のみが表示されており、状



図8 要因入力画面の例

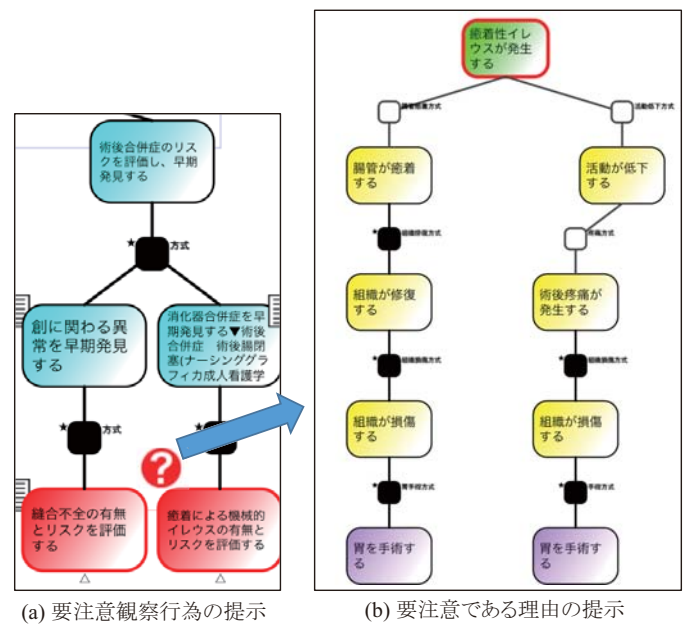


図9 要注意行為の適応的構造化の例(1)

況に応じて特に重要な観察行為を学習できる。

また、ハイリスクな合併症に関わる要注意行為として、観察行為だけではなく、5.2節で述べたような予防行為などもハイライト表示される。

さらに、図9(a)の「癒着による機械的イレウス」ノードを選択して「?」アイコンをタップすることにより、図9(b)に示すような当該行為が要注意である理由を示す画面が表示される。これは5.2節の合併症発生機序モデルの部分木であり、現在の状況である「胃を手術する」という要因ノードから「癒着性イレウス」合併症ノードへのパス上のノードのみを簡易的に表示しており、現在の状況で要注意である理由と根拠を理解・学習できる。

さらに、図8の条件入力画面に戻り、要因として患者に「喫煙歴がある」を追加選択した場合には、図10のような要注意行為が表示される。当該患者の場合には「気道閉塞」や「無気肺」などの合併症にも注意が必要であることが分かる。さらに、図10には示されていないが、例えば「無気肺」の予防行為である「気道内を加湿する」や「吸引を行う」などのノードもハイライト表示されて

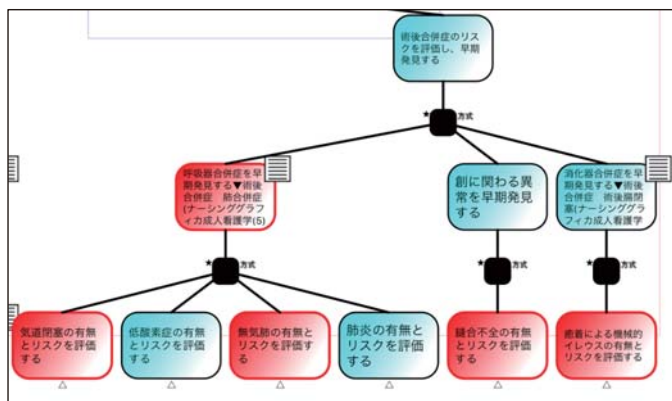


図 10 要注意行為の適応的構造化の例 (2)

おり、これらの行為の重要性が理解できる。

このように、合併症に関する知識モデルに基づいて、要注意行為の適応的構造化機能が実装された。この機能は看護分野だけに留まらず、4章で述べたような不具合事象の知識モデル化によって、状況に応じた「要注意行為」とその根拠を提示する一般性を有している。

## 6. 看護教育における試用と評価

5章で述べた知識モデルを内蔵した CHARM Pad を大学の看護教育現場において試用し、評価を得た。試用の対象者は、看護学専攻の3年生向けの「周手術期看護演習」を2019年度に受講した79名全員である。簡単な使用方法の説明のあと、受講者79名を4~5名のグループに分けて、各グループに1台ずつ約2週間貸与して、自由に使用させた。本演習の到達目標は「1)術直後の患者に必要な観察・看護援助を説明できる、2)術後における観察の根拠や留意点を説明できる、3)術後観察に必要な手技を実施できる」である。受講生は初めて周術期看護を学ぶ学生であり、事前の知識や技術レベルとしては、一般的な対象を限定しない身体観察についてはある程度知っており実施できるが、術後患者の生体反応と合併症のリスクを加味した身体観察についてはほとんど知らないものと想定されているが、その知識量などは被験者間で均一ではない。また、CHARM Pad の利用は任意であり、使うかどうかは被験者の自由意思に委ねられた。使用した感想をアンケートで72名(回収率91%)より収集した。アンケートは無記名とし、回収は学生の任意とした。設問は大きく3つに分かれ、最後に自由記述欄を設けた。

1つ目は使用状況に関する設問で、期間中の CHARM Pad の使用時間を4段階で回答してもらった。1~3時間使用した人が57%と最も多く、3時間以上使用した人も21%いた。グループに配布した教材の使用時間としては比較的長いと言える。

2つ目は役立ち具合に関する設問であり、術後観察の手順や目的などの各項目の理解にどの程度役立ったかを5段階で評価してもらった<sup>\*9</sup>。その結果を図11に示す。まず、総合評価である1の「術後観察全体の理解」は88.4%が「非常に役立った」か「まずまず」と回答し、学習用ツールとして評価されたことが分かる。CHARM の特徴である「目的」の理解についても、3の「単独の目的の理解」について68.1%、本研究で拡張した4の「複数目的の理解」について72.5%と高い割合が「非常に役立った」か「まずまず」と回答しており、行為の適切な実践に重要な「目的」の理解に役立っていることが分かる。

6~9は2つ目の拡張である合併症に関わる適応的知識提示機能についての設問である。まず、6の「場合によって注意点が変わる」ことの意味について、57.2%が「非常に役立った」か「まずまず」と評価されており、状況適応的な要注意行為の提示機能の有効性を示している。一方で、使用していない人も12.9%とある程度いた。合併症に関する理解についても同様に高い評価であり、特に9の「合併症の兆候」の理解については、70%が「非常に役立った」か「まずまず」と回答しており、合併症の兆候の早期発見に資する効果が十分に期待できる。

3つ目は教科書と比べた利点であり、教科書の内容をPDF化してタブレット端末に格納しただけでも持ち運びなどで利点があると考えられるが、それは5.1節で述べたように本質的ではないため、PDF化された教科書と比較した際の、利点を聞く設問とした<sup>\*10</sup>。利点をどの程度感じたかを6段階で評価された結果を図12に示す。回答者のうち75.5%が「非常に感じた」か「ある程度感じた」と回答しており、単なる電子化した教科書よりも学習ツールとして評価されていると言える。なお、本設問の回答率は68.1%(49名)と他の設問に比べて低かった。

最後に、自由記述欄で得られた感想・意見について結果を述べる。肯定的な意見として「すごく便利だと思った」や「勉強になる内容が詰まっている」などがあつた。否定的な意見には「操作が上手くいかない」や「見たい項目を画面上で見失う」など操作性に関する不満が多く、操作性については今後の改善が望まれることが分かった。

なお、「見たい項目を画面上で見失う」というコメントの全文は、例えば「移動しようとしたら項目がたくさん出てきて見失うことがありました。」というもので、5.1節で述べた自動開閉機能によって、自動的に下位ノード列が表示されて、ユーザが注目していた上位ノードの位置が変化することによるデメリットと思われる。これは注目するノードをタップして選択状態(緑色表示)にす

\*9 アンケートの文面は「あなたの下記の項目に対する理解の深まりに、CHARM Pad はどのくらい役に立ちましたか?」である。「下記の項目」が図11の1~9である。

\*10 アンケートの文面は「CHARM Pad には教科書のPDFが添付資料として含まれています。CHARM Pad と、教科書の内容をPDF化したものを使って自習することを考えた時、どの程度、CHARM Pad に利点があると感じますか?」である。

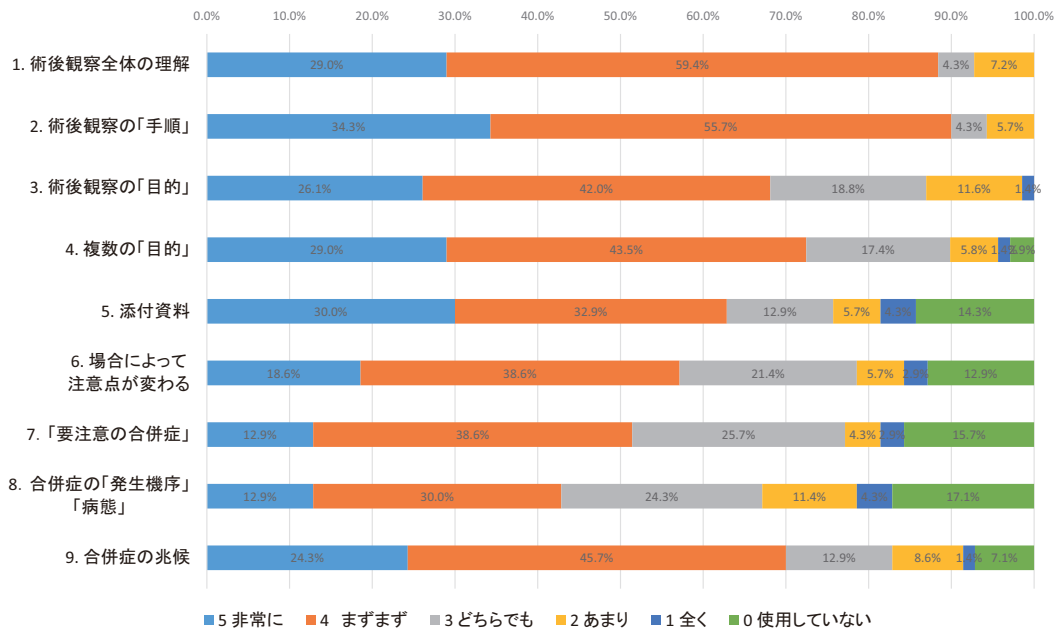


図 11 役立ち度の集計結果

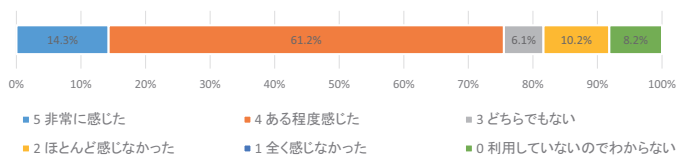


図 12 教科書と比べた利点の集計結果

ることで自動開閉によって位置が変わらなくなるため避けることができるが、ユーザに対するインストラクションが不十分であったことが大きいと思われる。

## 7. 関連研究と考察

本研究の特徴は、プロセスの構造的モデル化の際のオントロジカルな概念的要素として、「複数の目的」を導入し、行為プロセスと不具合事象のモデル化に用いたことである。関連研究と比較してその特徴を考察する。

文献 [小林 05] では、業務プロセスなどのビジネスプロセスモデリングを、活動系列アプローチ、相互作用アプローチ、目標指向アプローチに大別している。この分類はプロセスモデリング全般に一般化できると考えられる。一般に広く用いられている、UML (Unified Modeling Language) のアクティビティ図 [Fowler 97], PSL (Process Specification Language) [Grüninger 03], IDEF3 (Process Description Capture Method) [KBSI 10] はいずれも活動系列アプローチのモデルであり、プロセスの時間的關係や制御構造の表現に重きがおかれている。

いずれも、subactivity などのモデル要素によって、プロセス間の全体一部分（詳細）關係を表現できる。しかし、そこには全体プロセスの時間区間内に詳細プロセス

の時間区間が収まるという時間に関する形式的な制約 \*11 しかなく、プロセス系列のどのような変化に注目して、どの部分をくくりだして、全体プロセスとして捉えるかについての意味的な制約がないため、行為プロセスの「目的」を表現するかどうかはモデル記述者に依存する。

CHARM は記述対象を行為に限定して、ゴールの達成に貢献するプロセスのみをくくりだして構造化し、達成方式概念の分離により目的行為は達成したい状態（変化）のみを表す「合目的的外部状態変化行為」というオントロジカルな概念として意味的制約を提供することで、時間的全体一部分關係を特殊化した目的一達成關係によって構造化する制約を、モデル記述者に課することができる。

このことは、本研究が目指した「行為の背後に隠れた目的を意識した行為プロセスの実践」において、本質的な役割を果たす。2章でも議論したように、現状の多くの行為プロセス表現では1つの行為に複数ある目的は暗黙的であり、ベテランの経験知とも称される知的行為の本質的な源である。それを、1つのプロセスが達成に貢献する異なる状態変化に注目することで複数の目的として構造化する枠組みに基づいて、「見える化」することで、初学者も学習・継承していくことが可能になる。

また、「目的」をコンテキストのもとで決まる状態変化と定義することで、望まれていない不具合事象も同じ枠組みで表現するとともに、不具合事象の要因の存在と発生リスクをコンテキストとして、それを発見・予防するという目的（これも暗黙的になりがちな複数の目的の1つである）への貢献性を表現・理解することができる。

一方で、CHARM は行為の目的の表現に特化しており、例えば時間的制約や制御構造などの表現には適しておら

\*11 PSL では Subactivity extension と Activity-Occurrence extension の組み合わせにおける公理として定義される。

ず、上述した表現言語などを置き換えるものではない。

文献 [小林 05] ではビジネスプロセスの目標指向アプローチのモデリングとして、Eriksson-Penker による拡張 UML のゴールモデル (Goal-problem diagram) [Eriksson 00] が挙げられている。ゴールはビジネス上の目的や成果を表しており、上位ゴールを下位ゴールに階層的に分解し、最終的に実際のプロセスに結びつけられている。Goal-Oriented Business Process Modelling Notation (GO-BPMN) [Greenwood 09] も同様にゴールを分解して、plan/task へ結びつけている。本研究ではゴール (目的) 概念は状態変化を表すプロセス (行為) が担う相対的な役割であり、望まれるゴールを実現するプロセスを達成する詳細プロセスへの分解として表現されている。このことは、What to achieve と How to achieve の導入によって各ノードが、達成すべきゴール状態とその達成行為との 2 つの解釈を可能としていることに支えられている。

また、MIT Process Handbook のフレームワーク [Malone 03] では、行為間の関係を、前述の時間的な全体一部分関係を表す Uses-Parts 軸に加えて、一般-特殊関係 (いわゆる分類関係) を表す Generalizations-Specializations 軸で組織化できる。特殊化の種類 (bundles) として What, How, To whom などがあり、例えば “Sell” は What bundle では “Sell product”, “Sell service” に特殊化される。一方、How bundle では “Sell via store”, “Sell via face-to-face sales” という 「how (やり方)」を含む行為概念への特殊化となり、特殊化の種類は区別はされているが、行為概念から分離はされていない。

物理的なプロセスに関しては、設計工学分野や定性推論研究において、「機能」概念が、客観的な「振る舞い」と区別して、設計者や使用者の意図に基づく「目的」との関係性のもとで、議論されてきた。また、粒度が大きい機能を粒度の小さい機能に分解する「機能分解」[Pahl 88] も設計方法論として広く受け入れられている。ここでもどのように「機能」をくくりだすのかということに関するオントロジカルな規約は弱く、システム-サブシステム-部品といった物理的な装置の構造的な粒度に合わせて、それらの入出力を表現している機能分解木が多い。

CHARM は、機能記述枠組み [來村 02] を発展させたものであり、くくりだす規範としてのデバイスオントロジーと、機能・行為の概念化のための “What to achieve” と “How to achieve” という同じ意味制約に基づいている。その結果、CHARM における行為は一般的な行為ではなく「合目的的外部状態変化行為」(以下では合目的的行為と表す) のみを表し、機能と同じく、特定のコンテキスト \*12 のもとでゴールとなる状態変化を起こすプロセス

に対応する。機能の場合は、ゴールへの貢献性を除去した状態変化は「振る舞い」と呼ばれ、機能は振る舞いによって担われるロール概念の一種 \*13 といえる。例えば、熱交換器の振る舞いはコンテキスト独立に「熱を交換する」であるが、その機能はコンテキストによって「熱を加える」または「熱を除く」のいずれかの「熱交換」とは異なる概念として捉えられる。一方、合目的的行為もコンテキストに依存することは機能と同じであるが、ロール性がなく、コンテキストによって概念自体は変化しない。例えば、図 2 の「移動する」は目的行為であろうとなく同じ概念である。また、合目的的行為の場合の主体は意志決定機構を備えたエージェント (主に人間) であり、多くの合目的的行為は主体者の意志によって行われる (前述したように、この意志とゴールとは別である)。機能の場合の主体はそれを備えていない人工物または生体器官である。また、前述したように目的-達成関係は因果関係を表すが、機能が物理的变化を表す場合はすべての因果列を表現することが容易であるのに対して、合目的的行為が人間の心理的側面などを含む場合には表現しにくく因果列の省略が起こりやすい傾向がある。

どのように達成するのかという「達成方式」概念は他の研究でも類似概念が提案されている。機能表現における method [Bracewell 01, Malmqvist 97], CommonKADS の task method [Schreiber 02], OWL-S の ServiceModel の一部 [W3C 04] などである。特に、CommonKADS では例えば「診断」問題解決タスクのサブタスクへの分解の仕方の 1 つを、「生成検査」メソッドとして概念化しているが、分解された細粒度プロセスは inference や function と呼ばれており、本研究で行っているようにさらに分解されることはなく、大きな粒度のまま実行される点が大きく異なる。さらに、本研究では、細粒度プロセス自体を「方法 (method)」と呼び、「やり方」を概念化したものを「達成方式 (way of achievement)」と呼んでいる。これによって、行為への「やり方」の意味要素の混入を防ぐことができる。

本研究での適応的構造化は、一般的にはグラフ構造のナビゲーションの一種とみなすことができ、文献 [Graham 10] の分類では、前述した DAMG 構造の, Faceted hierarchy browsing に該当する。本論文は、一般的なグラフ構造の抽出手法としての新規性を主張するものではなく、オントロジカルな要因と不具合事象のメカニズムのモデル (不具合発生木) に基づいて、目的指向の行為分解木の特定の部分木に構造化する手法を提案している。

看護教育のためのデジタル教材は、例えば [メディカ

\*12 このコンテキストはシステム全体のコンテキストが与えられたとき、システム内の階層に沿って決定される [Mizoguchi 16]。人工物の機能の場合は、全体のコンテキストは設計者または使用者によって与えられる。一方、心臓などの生体器官の機能の場合は、生体システム全体のコンテキストとして「生存」など

が仮定として与えられたとき、それに貢献するものとして決定される。行為の場合は、前述したように、行為の主体者の意図、他者の意図など多様な与えられ方がある。

\*13 正確には、実際に発揮されている機能インスタンスは、コンテキストによって決まるゴールの達成に貢献する機能ロールを担っている (充足している) 振る舞いを指すロールホルダーインスタンスである。

出版 20] のように、すでに商用化されており、書籍を検索可能な形でデジタル化したものに加えて動画なども収録され、マークなどで学習記録を振り返ることができる。CHARM Pad も同様に PDF 資料や動画を収録し、手書きメモ機能なども備えているが、大きく異なる点は 5・1 節でも述べたように、コンテキストとの関係性のもとで資料が提示される点である。個々の行為（手技）に関する資料や映像は、行為の目的階層構造と、患者の要因に応じた合併症の発見・予防というコンテキストに対応づけられる。それによって、手技の習得に留まることなく、患者に応じたハイリスクな合併症を考慮して、その発見や予防といった行為の目的と根拠を意識した看護行為を学習できる可能性が、6 章の大学教育現場における試用における 3 つ目の評価点である PDF 化された教科書との比較によって、明らかになった。

治療や看護行為に関するガイドラインを計算機処理可能にする試みは GLIF など多くの提案があり [Peleg 13]、昨今の診療データの電子化 (EHR) と組み合わせ、計算機による診療上の意思決定支援などが試みられている。本研究では、計算機による自動的な意思決定支援ではなく、看護師による看護行為の学習支援を目指して、ベテラン看護師がもつ暗黙的な知識の明示化を行っている。

前述したように、CHARM は機能記述枠組み [來村 02] を発展させたものであるが、当該枠組みは不具合知識 [小路 07]、モバイルサービスに関連する日常行動 [笹島 08]、製造プロセス [垂見 08]、介護行為 [西村 17]、心豊かなライフスタイル [岸上 18] などにも展開されている。そのうち [西村 17] では、拡張前の CHARM の枠組みを用いて、介護現場知識を収集する枠組みを提案している。また、[岸上 18] では、本論文で述べたものと同じ複数の目的の表現枠組みを用いて、感情や態度などの側面を含む語彙を定義してモデルが記述されている。本論文は、[小路 07] の装置の不具合とは異なり、リスク要因からの身体的不具合の発生機序をモデル化し、それに基づいて行為プロセスモデルを適応的に構造化することを実現している。

## 8. おわりに

複数目的の表現枠組みと、状況に応じた「要注意」な行為を理解・学習させることを目指した一般的枠組みを提案し、看護分野における知識モデルと CHARM Pad の機能実装と評価について述べた。現在進めている、手術後の患者の理想的な回復過程の知識モデルの記述に基づいて、今後、術後時間を考慮したより実践的な学習支援に取り組む予定である。

## 謝辞

本研究は下記の方々の貢献によってなされたものである。当時のご所属とお名前を列挙することで、深い

感謝の意を表したい。大阪大学産業科学研究所 西村悟史さん、大阪大学大学院 医学系研究科 山下亮子 助教、立命館大学情報理工学部 林晃平さん、貝本翔さん、新子梨加さん、立命館大学大学院情報理工学研究科 今園真聡さん。本研究の一部は、科研費 課題番号 26240033, 17H01792, 21H03501 の成果である。

## ◇ 参考文献 ◇

- [阿部 14] 阿部俊子, 山本則子: エビデンスに基づく疾患別看護ケア関連図, 中央法規出版 (2014)
- [Bracewell 01] Bracewell, R. H. and Wallace, K. M.: Designing a presentation to support function-means based synthesis of mechanical design solutions, In *Proc. of the 13th International Conf. on Engineering Design (ICED 01)* (2001)
- [Eriksson 00] Eriksson, H. E. and Penker, M.: *Business Modeling with UML: Business Patterns at Work*, Wiley (2000)
- [Fowler 97] Fowler, M. and Scott, K.: *UML Distilled: Applying the Standard Object Modeling Language*, Addison Wesley (1997) (邦訳: 羽生田栄一 (監訳): UML モデリングのエッセンス, アジソン・ウェスレイ・パブリッシャーズ・ジャパン (1998))
- [Graham 10] Graham, M. and Kennedy, J.: A survey of multiple tree visualisation, *Information Visualization*, Vol.9, pp. 235-252 (2010)
- [Greenwood 09] Greenwood, D. and Ghizzioli, R.: Goal-oriented autonomous business process modelling and execution, *Multiagent Systems*, Salman Ahmed and Mohd Noh Karsiti (eds.), pp.55-72, IntechOpen (2009)
- [Grüniger 03] Grüniger, M. and Menzel, C.: The process specification language (PSL) theory and applications, *AI Magazine*, Vol.24, No.3, pp. 63-74 (2003)
- [鎌倉 08] 鎌倉やよい, 深田順子: 周術期の臨床判断を磨く手術侵襲と生体反応から導く看護, 医学書院 (2008)
- [KBSI 10] Knowledge Based Systems, Inc.: IDEF family of methods, <http://www.idef.com/> (2010)
- [岸上 18] 岸上祐子, 古川柳蔵, 須藤祐子, 石田秀輝, 溝口理一郎, オントロジー工学に基づく心豊かなライフスタイルの構造の明示化—第一報: 手法の提案—, *環境科学会誌*, Vol.31, No.3, pp.89-102 (2018)
- [來村 02] 來村徳信, 溝口理一郎: 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)
- [小林 05] 小林隆: ビジネスプロセスのモデリングと設計, コロナ社 (2005)
- [小路 07] 小路悠介, 他: 相互運用性を指向した機能・不具合知識の統合とその概念写像に基づく知識変換, *人工知能学会論文誌*, Vol.22, No.1, pp.78-92 (2007)
- [Malmqvist 97] Malmqvist, J.: Improved function-means trees by inclusion of design history information, *J. Engineering Design*, Vol.8, No.2, pp.107-117 (1997)
- [Malone 03] Malone, T. W., Crowston, K. and Herman, G. A., eds.: *Organizing Business Knowledge: The MIT Process Handbook*, MIT Press (2003)
- [メディカ出版 20] メディカ出版, デジタル看護教科書 [デジタル ナーシング・グラフィカ], <https://www.medica.co.jp/topcontents/dng/> (2020)
- [溝口 12] 溝口理一郎: オントロジー工学の理論と実践, オーム社 (2012)
- [Mizoguchi 16] Mizoguchi, R., Kitamura, Y. and Borgo, S.: A unifying definition for artifact and biological functions, *Applied Ontology*, Vol.11, No.2, pp.129-154, IOS Press (2016)
- [溝口 20] 溝口理一郎: 因果とは—オントロジー工学的解答, *人工知能学会論文誌*, Vol.35, No.1, p.35\_CJ52 (2020)
- [中島 09] 中島恵美子, 山崎智子, 竹内佐智恵: 成人看護学 4 周術期看護, メディカ出版 (2009)
- [日本医療機能評価機構 20] 日本医療機能評価機構, Minds ガイドラインライブラリ, <http://minds.jcqhcc.or.jp/> (2020)
- [Nishimura 13] Nishimura, S., Kitamura, Y., Sasajima, M., Williamson, A., Kinoshita, C., Hirao, A., Hattori, K. and Mi-

zoguchi, R.: CHARM as activity model to share knowledge and transmit procedural knowledge and its application to nursing guidelines integration, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol.17, No.2, pp.208–220 (2013)

[西村 15] 西村悟史, 笹嶋宗彦, 來村徳信, 中村明美, 高橋弘枝, 平尾明美, 服部兼敏, 溝口理一郎: 目的指向の看護手順学習に向けた複数観点からの知識閲覧システム CHARM Pad と新人看護師研修への実践的活用, *人工知能学会論文誌*, Vol.30, No.1, pp.22–36 (2015)

[西村 17] 西村悟史, 大谷博, 畠山直人, 長谷部希恵子, 福田賢一郎, 來村徳信, 溝口理一郎, 西村拓一: 現場主体の“知識発見”方法の提案, *人工知能学会論文誌*, Vol. 32, No. 4, pp. C-G95-1-15 (2017)

[Pahl 88] Pahl, G. and Beitz, W.: *Engineering Design — A Systematic Approach*, The Design Council (1988), (邦訳: 設計工学研究グループ 訳: 工学設計—体系的アプローチ, 培風館 (1995))

[Peleg 13] Peleg, M.: Computer-interpretable clinical guidelines: A methodological review, *Journal of Biomedical Informatics*, Vol.46, No.4, pp.744–763 (2013)

[笹嶋 08] 笹嶋宗彦, 來村徳信, 長沼武史, 倉掛正治, 溝口理一郎: モバイルサービスのタスク指向型メニュー搭載を目指して - ユーザ行動モデル記述方式とその利用についての一考察 -, *日本知能情報ファジィ学会*, Vol.20, No.2, pp.171–189 (2008)

[Schreiber 02] Schreiber, G., et al.: *Knowledge Engineering and Management, The Common KADS Methodology*, MIT Press (2002)

[竹内 00] 竹内登美子: 高齢者と成人の周手術期看護 2 術中/術後の生体反応と急性期看護, 医歯薬出版 (2000)

[垂見 08] 垂見晋也, 古崎晃司, 來村徳信, 溝口理一郎: 機能発揮・製造プロセス知識統合的記述枠組みに基づくナノテク材料設計支援システムの開発, *人工知能学会論文誌*, Vol. 23, No. 1, pp.36–49 (2008)

[W3C 04] W3C : OWL-S: Semantic Markup for Web Services, <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/> (2004)

[山本 11] 山本雅一, 井上雄志: 消化器外科 術後合併症対応マニュアル, *メジカルビュー* (2011)

[担当委員: 東本 崇仁]

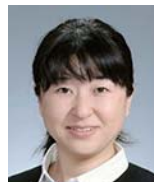
2020 年 9 月 29 日 受理

会 設計工学・システム部門 優秀講演表彰など受賞. 博士(工学). 情報処理学会, 日本知能ファジィ学会, 日本看護科学学会, 日本看護管理学会, IEEE, 各会員.



師岡 友紀

2012 年大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻博士後期課程修了. 京都府立医科大学附属病院, 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻を経て, 2020 年より武庫川女子大学看護学部. 博士(保健学). 日本看護科学学会, 日本移植学会, 各会員.



辰巳 有紀子

2006 年大阪大学大学院人間科学研究科 臨床死生学・老年行動学講座博士後期課程修了. 京都大学医学部附属病院, 同志社女子大学看護学部看護学科, 大阪大学大学院医学系研究科を経て 2021 年より京都先端科学大学健康医療学部. 日本集中治療医学会 2005 年度学術賞(奨励賞)受賞. 博士(人間科学). 日本集中治療医学会, 日本脳神経看護研究学会, 各会員.



荒尾 晴恵

2008 年兵庫県立大学大学院看護学研究科博士後期課程修了. 倉敷中央病院, 川崎医科大学附属病院, 兵庫県立看護大学, 兵庫県立大学を経て, 2009 年より大阪大学大学院医学系研究科教授, 現在に至る. 博士(看護学). 佐川がん看護特別賞を受賞. 日本がん看護学会, 日本緩和医療学会, 各理事. 日本臨床腫瘍学会, 日本癌治療学会, 日本がんサポーターブケア学会, 各評議員. 日本放射線腫瘍学会, 日本乳癌学会, 各会員.



溝口 理一郎(正会員)

1977 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程修了. 大阪大学産業科学研究所助手, 助教授, 教授を経て, 2012 年 10 月より北陸先端科学技術大学院大学教授. 2014 年 4 月より同特任教授を経て, 2019 年 4 月より同フェロー. Laboratory for Applied Ontology (LOA), Trento, Italy 連携研究員. 工学博士. エキスパートシステム, 知的学習支援システム, オントロジー工学の研究に従事. 本学会編集委員会委員長, J. of Web Semantics の Editors-in-Chief, 本学会会長, Intl. AI in Education (IAIED) Soc. President, Asia-Pacific Society for Computers in Education (APSCE) President, Semantic Web Science Assoc. Vice-President を歴任. 現在 Applied Ontology 編集委員.

## 著者紹介



來村 徳信(正会員)

1993 年大阪大学大学院基礎工学研究科博士前期課程修了. 同年, 大阪大学産業科学研究所技官, 2003 年同助教授などを経て, 2015 年立命館大学情報理工学部 教授, 現在に至る. 博士(工学). 主に物理的システムと人間の行為に関するオントロジー工学の研究に従事. 1996 年本学会創立 10 周年記念論文賞, 2009 年日本機械学会 設計工学・システム部門フロンティア業績表彰, 2012 年度本学会論文賞などを受賞. 本学会理事. 情報処理学会, 日本機械学会, IAOA, 各会員.



中條 亘

2019 年立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科卒業, 2021 年同大学院情報理工学研究科博士課程前期課程修了. 同年, アークレイ株式会社入社. 現在, 同京都研究所所属. 在学中, 周術期看護の学習支援に関する研究に従事.



笹嶋 宗彦(正会員)

1997 年大阪大学大学院基礎工学研究科 物理系情報工学専攻博士後期課程修了. 株式会社東芝 研究開発センター, 大阪大学 産業科学研究所, 株式会社ワイエムピー・ムンダスを経て, 2018 年より兵庫県立大学 社会情報科学部 准教授. 1996 年本学会創立 10 周年記念論文賞, 2012 年度論文賞, 研究会優秀賞(1993 年度, 2012 年度), 日本機械学