



Title	目的を指向した行為的知識の統合管理枠組みとその医療現場における実践的適用
Author(s)	西村, 悟史
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52196
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

博士学位論文

目的を指向した行為的知識の
統合管理枠組みと
その医療現場における実践的適用

西村 悟史

2015年1月

大阪大学大学院工学研究科

内容梗概

本論文は、筆者が大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻在籍中に行った、行為的知識の統合管理枠組みとその医療現場における実践的適用に関する研究をまとめたものであり、以下に示す7章より構成されている。

第1章では、本研究において実現を目指す、行為的知識の汎用的な統合管理枠組みについて説明する。まず、その適用ドメインの一つである医療分野における従来の知識表現の現状と問題を述べる。問題の根本的原因が、従来の表現方法では行為的知識の内部表現と提示形式が一体化していることにありと洞察し、それを解決するための内部表現モデルと、利用に適した提示形式へ変換するための統合管理枠組みの実現を目指す。上述の問題の解決を通して本枠組みの有用性を確認するためのタスクとして、(1)臨機応変な看護を可能にする教育、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示、(3)改善のための知識比較・統合の3種類を設定する。

第2章では、本研究でモデルを提案する際に考察の基盤とする、機能的知識共有枠組みについて述べる。

第3章では、行為的知識の内部表現モデル **CHARM (Convincing Human Action Rationalized Model)**の提案について述べる。まず、行為的知識に関する考察を通して、**CHARM**を提案する。そして、上述の対象タスクを基に提案する要求仕様である、(A)行為の目的・根拠の明示的記述、(B)状況に対応する代替方法の明示的記述、(C)語彙体系を利用した意味の明確な記述、(D)行為実行順序の明示的記述を、**CHARM**が全て備えている事を示す。さらに、知識記述の負荷軽減のための方法論について述べる。

第4章では、看護現場における**CHARM**の記述能力の検証と、上述のタスク(1)と(3)に対する有用性の確認について述べる。まず、実際の病院で利用されている看護ガイドラインと呼ばれる文書の記述を通して、現場の知識を十分に記述する能力を**CHARM**が備えていることを検証する。さらに、上述の(3)複数病院のガイドライン比較・統合タスクと(1)新人看護師の教育・研修タスクへの実践的適用を通して、対象タスクに対する**CHARM**の有用性を、現場の看護師らの定性的評価により確認する。

第5章では、看護現場から医師の行為を含む医療分野への**CHARM**の展開可能性を示し、上述のタスク(2)のための異種医療知識の統合管理について述べる。まず、**CHARM**の拡張を行い、異種医療知識である、治療計画表の役割を果たすクリニカルパスと医師による治療法選択行為が記述された診療ガイドラインの統合的な記述のための方法論を提案する。次に、現場の知識の記述を通して、医師らとともに**CHARM**の有用性の確認を行う。そして、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示タスクのための知識提示方法を提案することで、異種医療知識の統合管理を実現する。

第6章では、従来研究を参照しながら本研究の位置付けと優位性について論じる。

第7章では、本研究全体を通して得られた主な成果をまとめ、本論文を総括する。

関連発表論文

A. 学会誌掲載論文

- [A1] Nishimura, S., Kitamura, Y., Sasajima, M., Williamson, A., Kinoshita, C., Hirao, A., Hattori, K., and Mizoguchi, 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).
- [A2] 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).

B. 国際会議発表論文（査読付き）

- [B1] Nishimura, S., Nishijima, G., Kitamura, Y., Sasajima, M., Takeda, T., Matsumura, Y. and Mizoguchi, R.,
CHARMING Clinical Pathways - Modeling of Clinical Pathways based on the Goal-Oriented Ontological Framework CHARM -,
In Proceedings of the 7th International Conference on Health Informatics, pp.211-221, Angers, France, Mar. 3-6, (2014).
- [B2] Nishimura, S., Kitamura, Y., Sasajima, M., and Mizoguchi, R.,
Systematic Description of Nursing Actions based on Goal Realization Model,
In Proceedings of the 15th European Conference on Knowledge Management, pp.730-739, Santarém, Portugal, Sep. 4-5, (2014).

C. 研究会発表

- [C1] 西村悟史, 笹嶋宗彦, 來村徳信, ウィリアムソン彰子, 木下智香子, 服部兼敏, 溝口理一郎,
看護手順知識の構造化とタブレット型閲覧支援ツールの試作,
電子情報通信学会 第21回 Web インテリジェンスとインタラクション研究会,
WI2-2011-54, (2011).

D. 全国大会発表

- [D1] 西村悟史, 來村徳信, 笹嶋宗彦, 溝口理一郎,
機能的知識共有枠組みの医療分野への水平展開,
第4回フレッシュマンのための人工知能研究交流会, (2010).
- [D2] 西村悟史, 來村徳信, 笹嶋宗彦, 溝口理一郎,
意図明示化を指向した汎用的医療関連プロセス知識記述枠組み,
第24回人工知能学会全国大会, 1B3-2, (2010).
- [D3] 西村悟史, 來村徳信, 笹嶋宗彦, ウィリアムソン彰子, 木下智香子, 服部兼敏,
溝口理一郎,
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—,
第25回人工知能学会全国大会, 3G3-2in, (2011).
- [D4] 西村悟史, 來村徳信, 笹嶋宗彦, ウィリアムソン彰子, 木下智香子, 服部兼敏,
溝口理一郎,
看護手順書問題の CHARMing な解決法,
第31回医療情報学連合大会, 2-E-1-3, (2011).
- [D5] 西村悟史, 來村徳信, 笹嶋宗彦, ウィリアムソン彰子, 木下智香子, 服部兼敏,
溝口理一郎,
臨機応変な看護のための構造化看護手順ブラウザの試作,
第31回医療情報学連合大会, 2-J-3-3, (2011).
- [D6] 西村悟史, 笹嶋宗彦, 來村徳信, 平尾明美, 服部兼敏, 高岡良行, 溝口理一郎,
人間行動モデル CHARM の看護師研修への実践に向けて,
第26回人工知能学会全国大会, 2I1-R-4-1in, (2012).
- [D7] 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,
高岡良行, 溝口理一郎,
ICU 看護師研修における多面的な技能の習得を促進する新教材: CHARM Pad,
第32回医療情報学連合大会, 1-C-2-4, (2012).
- [D8] 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,
高岡良行, 溝口理一郎,
「ポケットプリセプター」を目指した構造化看護手順ブラウザ: CHARM Pad,
第32回医療情報学連合大会, 2-j2-3-8, (2012).
- [D9] 西村悟史, 來村徳信, 笹嶋宗彦, 溝口理一郎,
人間行動根拠付けのための目的達成方式の組織化を目指して,
第27回人工知能学会全国大会, 4G1-1, (2013).

- [D10] 西村悟史, 來村徳信, 溝口理一郎,
Dual Goal Model -看護サービス行為における物理的/精神的ゴールの統一モデル-,
第 28 回人工知能学会全国大会, 4F1-2, (2014).

E. 受賞

- [E1] 2011 年度(第 25 回)人工知能学会全国大会 優秀賞(インタラクティブ発表部門)
(2011 年 7 月 15 日)
受賞者: 西村悟史, 受賞対象 : [D3].
- [E2] 2012 年度人工知能学会 研究会優秀賞(2013 年 6 月 6 日)
受賞者: 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, ウィリアムソン彰子, 木下智香子, 服部兼敏, 溝口理一郎, 受賞対象 : [F6]

F. その他 (関連発表)

- [F1] 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, ウィリアムソン彰子, 木下智香子, 服部兼敏,
溝口理一郎,
看護手順学習支援のためのタブレット型ツールの試作,
第 27 回ファジィシステムシンポジウム, TE2-1, (2011).
- [F2] 山岡肇, 服部兼敏, 西村悟史, 笹嶋宗彦, 中野悦子, 中西寛子, 稲本昌也, 竹本敬子, 早川敦子, 大島淑恵, 黒住康法, 奈良崎大士, 坂東真衣, 溝口理一郎,
オントロジー工学技術を用いた病院内の各種業務マニュアルの整合性維持の実現,
第 31 回医療情報学連合大会, 2-E-1-4, (2011).
- [F3] 服部兼敏, 山岡肇, 中西寛子, 西村悟史, 笹嶋宗彦, 來村徳信, 溝口理一郎,
法造オントロジーを用いた暗黙状態の看護手順の抽出と明示化,
第 31 回医療情報学連合大会, 2-E-2-1, (2011).
- [F4] Hattori, K., Hirao, A., Sasajima, M., Nishimura, S., Kitamura, Y., Tarumi, S., Takaoka, Y., and Mizoguchi, R.,
Explication of Implicit Knowledge in Nursing by Ontology, -Extraction of Functional Vocabulary for Nursing Ontology Development by Text Mining of Nursing Practice Database-,
The 9th International Conference with the Global Network of WHO, (2012).
- [F5] Sasajima, M., Nishimura, S., Kitamura, Y., Hirao, A., Hattori, K., Tarumi, S., Takaoka, Y., and Mizoguchi, R.,
CHARM Pad: Ontology-based Software on Tablet PC for Learning Systematic Knowledge about Nursing,
The 9th International Conference with the Global Network of WHO, (2012).

- [F6] 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, ウィリアムソン彰子, 木下智香子, 服部兼敏, 溝口理一郎,
看護手順知識の習得を支援するタブレット型ツール CHARM Pad の試作,
第 27 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A1201-06,
(2012).
- [F7] 平尾明美, 高橋弘枝, 中村明美, 田中小百合, 笹嶋宗彦, 西村悟史, 服部兼敏,
來村徳信, 溝口理一郎, 高岡良行,
新人看護師教育への人工知能システム活用による看護行為の構造化とその可能性,
第 16 回看護管理学会年次大会, インフォメーションエクステンジ 10, (2012).
- [F8] 笹嶋宗彦, 西村悟史, 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,
CHARM Pad : 「看護実践力の泉」をめざして,
第 28 回ファジィシステムシンポジウム, TF3-1, (2012).
- [F9] 西島玄真, 西村悟史, 來村徳信, 笹嶋宗彦, 武田理宏, 松村泰志, 溝口理一郎,
統合的管理を目指したクリニカルパスの行為分解木 CHARM による記述と比較,
第 32 回医療情報学連合大会, 3-E-2-3, (2012).
- [F10] 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, 高岡良行, 溝口理一郎,
OntoManual ーマニュアルから多様な知恵を引き出す仕掛けー,
第 27 回人工知能学会全国大会, 114-OS-11b-3in, (2013).
- [F11] Sasajima, M., Nishimura, S., Kitamura, Y., Hirao, A., Hattori, K., Nakamura, A.,
Takahashi, H., Takaoka, Y., and Mizoguchi, R.,
CHARM Pad: Ontology-Based Tool for Learning Systematic Knowledge about Nursing,
In Proceedings of 2nd International Conference on Design, User Experience and
Usability (Part of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction),
pp. 560-567, Las Vegas, NV, USA, Jul. 21-26, (2013).
- [F12] 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, 溝口理一郎,
看護現場との協働による目的指向ガイドライン開発の取り組み,
人工知能学会誌, Vol.28, No.6, pp. 899-905, (2013). (解説記事)
- [F13] 師岡友紀, 荒尾晴恵, 山下亮子, 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, 溝口理一郎,
タブレット端末を用いた術後観察技術教育導入に向けての usability の検討,
第 33 回日本看護科学学会学術集会, P8-B-3, (2013).

目次

第 1 章 序論	1
1.1 研究目標	1
1.2 医療分野における行為的知識表現の現状	2
1.3 研究内容	3
1.4 本研究の位置付け	8
1.5 本論文の構成	10
第 2 章 機能的知識共有枠組み	12
2.1 緒言	12
2.2 対象世界の捉え方を規定するデバイスオントロジー	12
2.2.1 主体となる装置と客体となる対象物	12
2.2.2 装置と対象物を特殊化した概念としての導管と媒体	13
2.3 機能達成方式と機能分解木の記述	14
2.3.1 機能達成方式知識	14
2.3.2 機能分解木の記述形式	16
2.4 機能概念オントロジー FBRL 語彙体系	17
2.5 機能分解木作成支援ツール OntoloGear の概要	20
2.5.1 インタフェース	20
2.5.2 機能分解木の作成と編集	21
2.6 結言	21
第 3 章 知識表現モデル CHARM と看護行為の記述	22
3.1 緒言	22
3.2 知識表現モデル CHARM	22
3.2.1 ガイドラインの内容分析	22
3.2.2 医療行為の捉え方についての考察	23
3.2.3 知識表現モデル CHARM の提案	25
3.3 看護ガイドラインの CHARM に基づく記述	27
3.3.1 CHARM 木の記述手順	27
3.3.2 CHARM の特徴	29
3.4 知識の再利用性向上を指向した知識ベース構築方法論	33
3.4.1 知識の再利用性向上を指向した知識ベース構築の必要性	33
3.4.2 達成方式の組織化	34
3.4.3 知識ベースを用いた現場知識の表現	38
3.5 結言	40
第 4 章 CHARM の看護現場における実践的適用	41

4.1	緒言	41
4.2	看護ガイドラインの記述を通じた CHARM の記述能力の検証	41
4.2.1	三木市民病院の看護ガイドラインの記述	41
4.2.2	大阪厚生年金病院の看護ガイドラインの記述	42
4.3	複数病院間の同種看護ガイドラインの比較・統合	43
4.3.1	看護ガイドライン比較・統合に対する CHARM の応用可能性	43
4.3.2	統合対象	44
4.3.3	医師用ガイドラインと看護ガイドラインの統合	44
4.3.4	病院間の看護ガイドライン統合	45
4.3.5	CHARM 木の統合手法	45
4.4	CHARM の新人看護師への教育・研修における実践	49
4.4.1	新人看護師研修の現状と知識閲覧システムの設計思想	49
4.4.2	知識閲覧システム CHARM Pad の概要	50
4.4.3	CHARM Pad の特徴的機能	51
4.4.4	実践上必要となる機能	56
4.4.5	大阪厚生年金病院 ICU 研修への導入	57
4.4.6	CHARM および CHARM Pad の定性的評価	58
4.5	結言	67
第 5 章 CHARM の医療分野への展開		68
5.1	緒言	68
5.2	医療分野における行為的知識の表現	68
5.2.1	診療ガイドライン	68
5.2.2	クリニカルパス	69
5.3	異種医療知識の統合的記述	70
5.3.1	異種医療知識統合の効果	70
5.3.2	CHARM に基づく診療ガイドラインの記述	71
5.3.3	診療ガイドラインとクリニカルパスの CHARM に基づく統合	71
5.4	クリニカルパスの CHARM に基づく記述	72
5.4.1	クリニカルパスのモデル化方法論	72
5.4.2	モデル化方法論の妥当性検証	75
5.5	同種クリニカルパスの比較を通じた CHARM の有用性確認	76
5.5.1	同一目的を達成する方式間の相違の明確化	77
5.5.2	同一行為の達成目的の相違の明確化	78
5.5.3	同一行為に関係する副作用の相違の明確化	78
5.6	柔軟な動的治療計画提示枠組みの考案	79
5.7	結言	82
第 6 章 議論		83
6.1	緒言	83
6.2	一般的なプロセスモデル	83

6.3	医療分野における行為的知識の記述.....	86
6.3.1	システムに埋め込まれた知識記述.....	87
6.3.2	ガイドライン記述のためのモデル.....	88
6.3.3	クリニカルパス記述のためのモデル.....	90
6.4	結言.....	92
第7章	結論.....	94
参考文献	100
謝辞	106

目次

図 1.1 三木市民病院の看護ガイドライン（一部）.....	2
図 1.2 大阪大学医学部附属病院のクリニカルパス（一部）.....	2
図 1.3 行為的知識の統合管理枠組み.....	4
図 2.1 デバイスオントロジーが規定する機能の捉え方.....	13
図 2.2 装置と導管と対象物の存在関係.....	13
図 2.3 方式と方法の関係.....	15
図 2.4 機能分解のイメージ.....	17
図 2.5 機能概念オントロジー（部分）.....	18
図 2.6 FBRL 語彙体系.....	19
図 2.7 OntoloGear のインタフェース.....	20
図 3.1 医師の切開行為の階層構造.....	25
図 3.2 切断装置の機能の階層構造.....	25
図 3.3 CHARM に基づく行為的知識の記述例.....	26
図 3.4 気管内挿管介助の CHARM 木全体図.....	27
図 3.5 気管内挿管介助の CHARM 木上部.....	28
図 3.6 気管内挿管介助の CHARM 木中間部.....	29
図 3.7 気管内挿管介助の CHARM 木下部.....	30
図 3.8 CHARM 木における行為実行順序の入れ替わり.....	32
図 3.9 取り除く行為に関する達成方式の is-a 階層.....	36
図 3.10 方式知識ベースに基づく「痰を取り除く」行為の CHARM 木.....	38
図 3.11 複合方式の一例：「洗浄方式」「清拭方式」.....	39
図 4.1 行為ノードの統合と達成方式ノードの統合.....	46
図 4.2 看護行為と不具合知識の相補的統合.....	48
図 4.3 CHARM Pad (目的指向表示モード).....	51
図 4.4 目的指向と順序指向の表現変換 (概念図).....	53
図 4.5 CHARM Pad (順序指向表示モード).....	54
図 4.6 検索画面例.....	56
図 4.7 CHARM Pad レンズモード画面例.....	57
図 4.8 CHARM と CHARM Pad に関するアンケート項目.....	60
図 5.1 肝切除クリニカルパスの一部.....	69
図 5.2 CHARM による卵巣がん治療ガイドラインとクリニカルパスの統合.....	71
図 5.3 肝切除行為の CHARM 木の一部.....	73

図 5.4 行為と副作用状態の関係の記述例.....	74
図 5.5 OntoloGear を用いた記述画面例.....	76
図 5.6 同一目的を達成する方式間の相違.....	77
図 5.7 同一行為の達成目的の相違.....	78
図 5.8 同一行為に関する副作用の相違.....	79
図 5.9 柔軟な動的治療計画提示枠組みの想定画面例.....	80
図 5.10 柔軟な動的治療計画提示枠組み動作フロー.....	82

表目次

表 1.1 内部表現モデルと捉えた場合の従来研究と要求仕様の関係.....	9
表 4.1 ICU 研修のために記述した手順一覧.....	43
表 4.2 気管内挿管介助ガイドラインの 2 病院間における相違点.....	45
表 4.3 媒体ごとの特によく利用した手順の種類数.....	62
表 4.4 特によく利用した CHARM 木の種類が多い上位 12 名の特によく利用した 手順の種類数.....	62
表 4.5 CHARM 木ごとの、利用したと回答した研修生数.....	62
表 4.6 CHARM の特徴に対する自由記述文の内容分類とその一例.....	63
表 4.7 インタフェースをはじめとする実践上重要な性質に対する自由記述文の 内容分類とその一例.....	65
表 5.1 記述対象としたクリニカルパス一覧.....	75
表 5.2 比較を行ったクリニカルパスの組一覧.....	76
表 6.1 行為的知識の捉え方と各モデルの対応関係.....	85

第1章 序論

1.1 研究目標

企業などの組織において、その構成員が実行すべき行為に関する知識の管理は重要な課題である。例えば、組織における業務に関する知識は、実行すべき行為やその順序・選択基準などがマニュアルとして記述・蓄積されている。そして、マニュアル化された知識は、経験を積んだ構成員の持つ知識とともに、新人構成員に対する教育・訓練などの知識継承に利用される。それに加えて、会議などにおける他部門・他組織の構成員同士の知識共有にも利用される。さらに、マニュアルなどに蓄積された知識は、より良い業務遂行のために改善され続ける必要がある。例えば、既存マニュアルと経験や他分野から得られた新しい知見との比較・統合を通じた改善が行われる。

しかし、自然言語のマニュアルやフローチャートなどの行為に関する既存の知識表現方法には、行為の根拠が暗黙的になっていたり、利用用途に依存していたりする場合が多く、問題がある。例えば現場での最低限の手順を把握する際には有用であっても、そのまま教育用途に対する利用は適切でなく、改善のための知識比較などには利用できない。このような問題は、行為に関する知識をどのように捉え何を表現すべきか、という指針が明示的でないことと、知識の内容と表現形式を分離して捉えることが出来ていないことが根本的な原因となっている。この問題を解決するためには、行為に関する適切な知識内容を捉えるための指針や、使用者に対して提示する知識の表現形式とは独立な内部表現モデルが必要となる。このようなモデルに基づいて行為に関する知識を記述することによって初めて、利用用途から独立に再利用性高く知識を蓄積することが可能となる。このようなモデルの研究開発は、現実世界の知識を適切にモデル化し、積み上げることを目的とする知識工学が取り組むべき重要な課題である。

本研究の大きな目標は、このような行為的知識一般の統合管理枠組みの実現である。計算機内に行為的知識を格納するための内部表現モデルを提案することにより、使用者への提示のための表現形式とは独立に、専門家の持っている知識やマニュアルとして文書化されている知識を抽出し、再利用可能性の高い知識を蓄積することを目指す。このように知識を蓄積することで、計算機による形式変換を経て、利用用途に応じた表現形式での知識提示を可能にする。そして、異なる分野や形式で表現されてきた知識を統合的に蓄積し、シームレスに提示を行うことで、知識の相互比較を通じた改善

を支援する。このような統合管理を実現するために、医療現場における実践を通して、実際の問題の解決に向けた適用に十分に耐えうる枠組みの研究開発を行う。

1.2 医療分野における行為的知識表現の現状

医療分野においても行為に関する知識の統合管理が重要視されている。例えば看護師らの規範的看護行為は、図 1.1 のような看護ガイドラインと呼ばれる文書として蓄積されている[村上 05]。同様の文書形式で、専門外の患者を診察する一般診療医向けには、主に治療法の選択基準を表現した診療ガイドラインが学会などによって統一されている[中山 08]。このような診療ガイドラインを蓄積し、広く利用するためのポータルサイトも開発されており[JQC HC 04, AHRQ 99]、知識の蓄積と利用に対する関心とニーズは高い。このようなガイドラインは主に新人看護師の教育や一般診療医の自己学習のために記述されたものであり、実行する行為が順序に沿って記述されたものであるため、使用者は次に何を実行すべきかを容易に知ることが出来る。さらに、初学者への教育・学習目的だけではなく、医療の質向上を目的として、臨床現場における治療計画を表形式で提示するクリニカルパスと呼ばれる表現方法も利用されている[長谷川 01]。図 1.2 に示すように、クリニカルパスは行為の種類を縦軸に、入院日数を横軸に取ることで、入院中に患者に行うべき典型的な医療行為を一覧できるという特徴がある。この特徴により、異なる医療従事者間の知識共有によって治療行為のバラつきを軽減することが出来る。そして、このような行為に関する知識の明示化と利用だけではなく、異なる組織の作成したガイドライン同士やクリニカルパス同士を相互比較することによって医療行為を改善していくことも重要視されている[川名 01, 羽隅 11]。

しかしながら、既存のガイドラインやクリニカルパスといった表現方法では、行為の根拠が暗黙的であるということが根本的原因となり、以下に示すような問題が生じ

220. 気管内挿管介助	
方法	<p>1. 患者の体位 (1)ベッドの頭側の欄をはずす。 (2)ベッドに仰臥位にさせ、できるだけ頭部をベッドの端に持つてくる。 義歯があれば取りはずす。 患者の頭の下に適度な硬さの枕を挿入し、スニッフィングポジションとする。</p> <p>2. 準備-挿管 (図 2) (1)気管内チューブのカフに空気を入れ、モレや破れがないか確認する。確認の後は空気を抜いておく。 (2)気管内チューブにスタイレットをセットする。 スタイレットは先が気管内チューブから出ないように、また短すぎないように、先端から1cmくらい短くセットし、ストッパーで固定する。</p>

図 1.1 三木市民病院の看護ガイドライン (一部)

日付		01月07日	01月08日	01月09日
ユニット名		手術当日術前	手術当日術後	術後
イベント名		手術前日	手術	術後1日目
入外区分				
アウトカム		感染徴候がない	合併症がない	合併症がない 安全な離床ができる
説明・指導	説明指導	ストッキングの履き方指導	手術所見の説明 (医師)	
	確認	SSI用紙		褥瘡対策診療計画書
治療	処方	マグロールP (50g/包) 1包	ケンエーG洗腸液50%・60ml 1本	
	注射	DIV ソルデム3 A輸液 (500ml)	DIV ソルデム3 A輸液 (500ml)	IVH1 ソルデム3A輸液 (500ml) IVH1 ソルデム3A輸液 (500ml)
	汎用			

図 1.2 大阪大学医学部附属病院のクリニカルパス (一部)

ている。まず、新人看護師の教育においては、看護ガイドラインは典型的手順のみが表現されており、それを何故実行する必要があるのかという根拠が暗黙的になりがちである。このため、看護ガイドラインを利用した教育では、根拠を理解せずに状況の変化に関わらず典型的手順を実行する看護師が生まれることがあることが確認されている[森 04]。2つ目に、クリニカルパスは治療日ごとの行為のセットの順序列を表現しているため、硬直的であるという問題が指摘されている[長浜 05]。ある行為セットが選択された根拠が暗黙的であるだけでなく、セット内の行為間の関係も暗黙的であるために、ある一日に行う行為の一部だけを変更するといった柔軟な治療計画の実現が困難である。例えば、突発的な発熱が起こったとしてもその対処法を治療計画に含めることが困難であり、そのことが原因で、内科のクリニカルパスは作成されていない。3つ目の問題は、知識の比較における問題である。看護・診療ガイドラインやクリニカルパスは、治療法が採用された根拠が暗黙的であったり、病院や学会などの組織ごとに行為を表現するための用語が異なっていたりするために、知識の相互比較が困難である[Abidi 09]。例えば、産婦人科と消化器外科の切除術を比較して、それらの相違点がどのような医学的根拠に基づくものかを検討することが困難である。

1.3 研究内容

このような背景のもとで、本研究では知識工学の観点から上記の3つの問題の解決に貢献するため、目的を指向した行為的知識の統合管理枠組み（図 1.3）の実現を目指す。提案する統合管理枠組みの中核は、医療分野における具体例で言うと、看護ガイドラインやクリニカルパスなどの既存の知識表現方法から知識を抽出し、表現形式とは分離して知識の内容を表現するための内部表現モデルである。それに加えて、統合管理枠組みの2つ目の要素は、モデルに基づいて記述された知識の蓄積と利活用の仕組みである。例えば、新人看護師の教育と硬直的な治療計画における問題を解決するような、知識提示の仕組みである。最後に3つ目の要素が、知識の改善のための仕組みであり、記述された知識を知識比較・統合を通して改善することを支援する機能である。以上から、本枠組みが対象とするタスクとして以下の3種類を設定する。

- (1) 臨機応変な看護を可能にする教育
- (2) 柔軟な動的治療計画の作成と提示
- (3) 改善のための知識比較・統合

1つ目のタスクは新人看護師の教育における問題と対応する。新人看護師に対して、看護行為の根拠を理解させ、変化する状況に追従して看護の方法を選択できるような教育を支援する。このような臨機応変な看護を可能にするために、まず既存の看護ガイドラインと経験を積んだ看護師の持つ知識を、提案する内部表現モデルに基づいて明示的に記述する。次に、記述した知識を閲覧するためのタブレット端末上で動作す

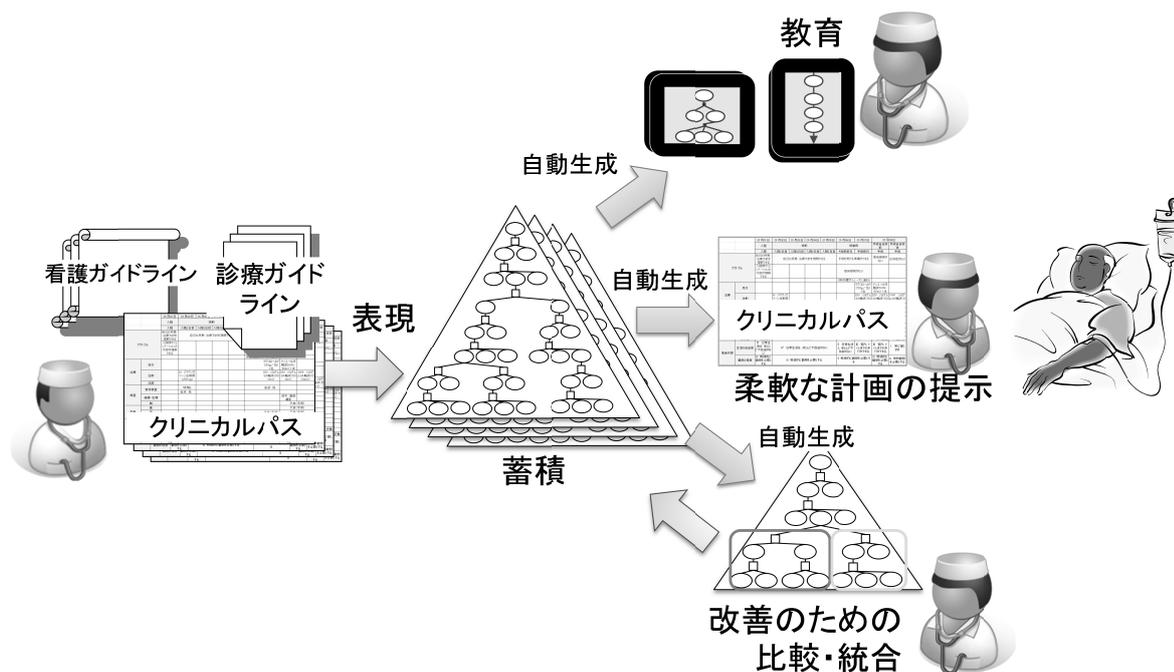


図 1.3 行為的知識の統合管理枠組み

る知識閲覧システムを開発する。明示的に記述された知識と閲覧システムを用いて、臨機応変な看護を可能にする教育を実現する。2つ目のタスクは硬直的な治療計画における問題と対応する。特に、既存のクリニカルパスでは表現できない内科の治療行為に代表される患者状態に応じて動的に変化する治療計画の作成と提示を目指す。内科の治療行為は、患者状態の変化に応じて変更する必要がある、硬直的な複数日の行為系列セットであるクリニカルパスでは表現することが出来ない。患者状態の変化に追従して動的に治療計画を変更し、医療従事者に対して提示する仕組みを考案することで、柔軟な動的治療計画の作成と提示を実現する。3つ目のタスクは知識比較における問題と対応する。異なる組織で利用されている用語の違いを越えて、相違点の理由を検討できるような知識比較を行う。異なる組織で利用されているガイドラインやクリニカルパスなどの知識ソースから、一貫した視点で知識を明示的に記述し、記述した知識同士を統合し比較する。このような比較によって知識の改善を支援する。

なお、これら3種類のタスクが医療現場における問題の全てに対応しているわけではない。本研究で対象としていないタスクの中には、例えば、患者の疾患を同定するような自動診断タスクが存在する。本研究で対象とする行為的知識は、何らかの目的の下で実行される対象物の状態変化として定義する。上記の3種類のタスクは共通してそのような行為的知識を対象とする。それに対して、自動診断タスクは結果状態から原因状態を導く全く異なるタスクであるため、本研究では扱わない。さらに、本研究と同じ行為的知識を対象とするタスクの中には、臨床現場において特定の患者の状態に対して医療従事者が次に何をすべきかを自動的に提示するような計算機自動実行による意思決定支援タスクが存在するが、本研究では対象としない。このようなタ

スクに対して有用に知識を提示するためには、「患者の体温が 38.5℃以上であるため解熱剤を投薬する」といった詳細な数値を含む知識を記述する必要がある。このような知識は組織や状況に依存して変化し得る個別的な知識であり、再利用が難しい。本研究では、知識の再利用性に注目して、このような計算機自動実行が要求されるタスクではなく、医療従事者に対する知識提示が主となるようなタスクを選択した。そして、特に実際の現場において強く要求される、教育、計画、比較の3種類のタスクに注力する。

以上の考察を通して、計算機内に行為的知識を格納するための内部表現モデルが備えるべき重要な性質を有する、以下の4つを要求仕様として提案する。

- A. 行為の目的・根拠の明示的記述
- B. 状況に対応する代替方法の明示的記述
- C. 語彙体系を利用した意味の明確な記述
- D. 行為実行順序の明示的記述

まず、教育タスクにおいて提示すべき知識であり、知識記述のための一貫した視点を提供するために、行為の目的・根拠が明示的に記述されなければならない。例えば、気道確保時に「患者のあご先を押す」行為は、「舌根をどかす」という目的を達成するために行われることが明示的に記述されていなければならない。目的が明示的に記述されることによって、「患者のあご先を押す」という行為を何故行う必要があるのかという根拠が明らかになる。このような根拠に基づいて行為的知識が記述されることにより一貫した視点が提供される。そして、行為の根拠が明示的になることで、行為の根拠を含めて新人看護師に対する教育が可能となり、目的である舌根の位置に注目しながら、看護行為を実行することが可能になる。それに加えて、根拠に基づいた治療計画の柔軟な変更が可能となり、医療上の根拠を考慮した知識比較が可能となる。

次に、教育タスクにおいて提示すべき知識であり、柔軟な計画生成のタスクにおいて行為セットの単位となる、状況に応じて同じ目的を達成するための複数の代替方法を明示的に記述できることが必要となる。例えば、「舌根をどかす」という目的を達成するための方法は、「頭部後屈あご先挙上法」と「下顎挙上法」のように複数あることを明示的に記述できる必要がある。さらに、「下顎挙上法」は頸椎損傷のある患者に対して適用すべき方法であることが明示的に記述できる必要もある。このように状況に対応する代替方法が明確になることで、典型的手順だけでなく状況に合わせた看護の方法を新人看護師に教育することが可能となり、直面している状況において「頭部後屈あご先挙上法」と「下顎挙上法」のどちらの方法が適切であるかを考えさせることが出来る。さらに、状況に応じて目的に合わせた治療計画のセットを用意することが可能となる。

そして、比較タスクにおいて用語の違いを吸収するために、語彙体系を参照することによって行為の意味を明確に記述できることが求められる。例えば、同じ行為を表

現するために、A 病院では「セットする」、B 病院では「挿入する」という語彙が用いられていたときに、それらが同一の行為を指すことが明示的に記述されていなければならない。そのために、例えば、それぞれの病院で利用されている「セットする」と「挿入する」という語彙に対して、位置の変化という行為を表す語彙の意味を明確にした「動かす」という語彙を含む語彙体系と結びつける。これによって、異なる組織で利用されている、動詞部分の語彙が同じ意味を指していることが明らかとなり、対象物や主体などを比較するだけで同種の行為であるかの判断が容易になる。そのため、たとえガイドライン作成者と比較を行う者が異なっていたとしても、異なる組織間の行為的知識を比較する起点を作ることが出来る。さらに、上記 2 つの性質と合わせることで、異なる組織で異なる治療方法が採用されている根拠を検討することが可能となる。

最後に、行為的知識を表現する上で最も基本的な性質として、行為実行順序の明示的記述が可能であることが求められる。例えば心肺停止の患者に対しては、まず背中の下に背板と呼ばれる板を挿入してから、次に胸骨圧迫行為が行われる。背板の挿入は、胸骨圧迫における力の伝導率を高めるために行われる行為であるため、その順番で行われることに重要な意味がある。特に、教育と計画の提示の 2 つのタスクにおいて、この性質は必要不可欠である。

以上の要求仕様を満たすような内部表現モデルを中心とした、行為的知識の統合管理枠組みを実現するための研究項目として以下の 3 つを実施する。

- (1) 目的指向型知識表現モデルの提案
- (2) 実践を通じた提案モデルの記述能力の検証と有用性の確認
- (3) 行為的知識の統合管理枠組みの提案

研究項目(1)として、4 つの要求仕様を満たすような目的指向型の行為的知識表現モデルの提案を行う。まず、行為を、望ましい状態への状態変化であり、かつある目的を達成するために実行されるものであると定義することによって、目的とそれを達成するための方法を分離する。これによって、要求仕様 A を満たすことを目指す。このような視点により、一つの行為は別の行為にとっての目的として捉えることができ、再帰的に目的と達成方法の階層を構築することができる。次に、目的とそれを達成するための方法を分離することで、一つの目的を達成するための複数の方法を書き分けることが可能となる。これによって、同じ目的を達成するための代替方法が明示的に記述され、要求仕様 B を満たすことを目指す。そして、語彙体系として、約 100 語という少ない語彙数で十分に表現能力が高く、生産現場において実績のある FBRL 語彙体系[來村 02]を利用し、要求仕様 C を満たすことを目指す。これに際して、従来全く異なる概念と思われていた人間の行為と人工物の機能との共通性に関する考察を行う。最後に、要求仕様 D を満たすことを目指す。行為の実行順序は、行為実行の前提条件や慣習など複数の理由によって決定される。それらの実行順序を決定づけ

る理由の整理を行い、理由に応じて実行順序を記述するために必要な情報を明らかにする。以上の設定した要求仕様を全て満たすことによって、教育と計画の提示、知識比較の3種類の異なるタスクにおいて有用な知識を蓄積することに貢献する。それに加えて、本研究では知識記述に伴う記述者の負荷軽減を目的とした記述方法論の提案も行う。再利用に適した部品単位の同定と記述方法論を確立し、実際の知識を蓄積する知識ベース構築を行う。このようにして構築された知識ベースから知識を再利用することで、記述者の負荷軽減を実現する。

次に、研究項目(2)として、看護現場における実践を通して提案モデルの記述能力の検証と上述のタスク(1)と(3)に対する有用性の確認を行う。まず、現場で利用されている知識を十分に記述できる記述能力を提案モデルが備えていることを検証する。2つの病院及び看護大学との共同研究のもとで、病院で実際に利用されている知識を記述能力検証の対象とする。記述対象は、従来の表現方法である看護ガイドラインの内容だけではなく、ガイドラインで暗黙的になっている行為の目的などの根拠に関する知識を含む。記述された知識の内容の妥当性は、看護の専門家らが確認する。次に、記述内容を基にして、病院統合に伴う看護ガイドラインの比較・統合と新人看護師の教育・研修に対するモデルの有用性をそれぞれ確認する。まず、比較・統合に対する有用性を、提案モデルにより記述した知識が看護行為の相違点を検討するための議論に有用であるかによって確認する。この際、2つの病院の看護ガイドラインの統合をその実践の場とし、現場の看護師らによって看護ガイドラインの比較・統合タスクに対する有用性が評価される。有用性の確認の2つ目として、病院における実際の看護師研修への導入を通して、指導者と研修生からの定性的評価を得ることで、新人看護師の教育・研修タスクに対する有用性を確認する。看護師研修に導入するためには知識の提示が必要なので、まず、表現形式を変換して知識を提示するための知識提示システムを開発する。次に、開発したシステムの実践的導入を通して、研修における指導者と研修生の両者から定性的評価を得る。

これらの実践は、理論に相当する枠組みの有用性を単に確認するという意味合いだけにはとどまらない意義を持つ。現実の問題を解決するためには、実践現場における知識の記述が必要であり、そのような知識を扱う枠組みの開発には実践を通じたフィードバックが必要である。すなわち、看護現場における実践は、統合管理の枠組みを開発するために必要な取り組みの一つであると言える。

最後に、研究項目(3)として、提案モデルの対象を看護現場だけではなく医療分野全体に展開し、行為的知識の統合管理の枠組みの提案を行い、タスク(2)と(3)に対する有用性の確認を行う。まず、研究項目(1)で提案したモデルを医療分野全体に展開するためには、看護ガイドラインだけではなく、診療ガイドラインや表形式のクリニカルパスという異種の医療知識を統合的に記述し、管理できることが求められる。これらの異種医療知識はこれまでの記述方法では情報量を落とさずに統合的に記述す

ることが出来ないため、新しい記述方法論を提案する。記述方法の妥当性は、病院で実際に利用されているクリニカルパスと診療ガイドラインの記述を通して、病院の医師らと共に確認する。さらに、利用タスクに応じて表現形式を変換して知識を提示する仕組みを開発する。内部表現モデルだけではなく、知識提示の仕組みも開発することで、統合管理枠組みが実現できる。本研究では、従来の硬直的なクリニカルパスでは実現できなかった内科の治療行為に代表される、患者状態の変化に応じて動的に変化する治療行為に対して、クリニカルパスの形式で動的に知識を提示するための仕組みを考案する。このような表現形式の変換と提示を実現することで、行為的知識の蓄積から利用と改善までをカバーする統合管理のための枠組みが完成する。

以上の研究項目を通して、本研究において実現する行為的知識の統合管理枠組みは、教育と柔軟な計画の提示、知識比較の3種類のタスクの実行に資することを目指した枠組みではあるが、医療分野というドメインには依存してはいない。すなわち本枠組みは、異なるドメインにおける3種類のタスクに対しても有用性を持つ汎用的な枠組みである。

1.4 本研究の位置付け

本節では関連研究との比較を通して、本研究の位置付けを説明する。本研究と同様に、行為的知識を計算機上で扱うことのできる形式で格納するための知識表現モデルは、これまでに複数提案されている。例えば、まず、一般的なプロセスモデルとして PSL (Process Specification Language)[NIST 08]や IDEF (Integrated computer aided manufacturing DEFinition)[NIST 93]などが提案されている。PSLは様々なプロセスを統一的に表現することを目的として開発されたモデルであり、行為実行の始点と終点を明示的に表現する仕組みを導入することで、複数の行為間の実行時間の順序と重なりを表現することが可能である。また、IDEFは主に製造業の生産プロセスの分析を目的として開発されたモデルであり、行為によって状態が変化する対象物という概念を導入することで、実行順序に沿った対象物の変化を明示的に記述できる。2つのモデルは、フローチャートを基本として行為の実行順序を明示的に記述可能であることが特徴である。一方、人工知能分野では計算機による問題解決知識(タスク知識)をモデル化するために、CommonKADS[Schreiber 99]と呼ばれるモデルも開発されている。CommonKADSの特徴は、一般的な問題解決行為の目的に注目したモデリングを行うことであり、「診断する」や「設計する」といった抽象度の高いレベルで一つの目的を達成するための複数の達成方法(methodと呼ばれる)を明示的に記述できる。医療分野に焦点を当てると、計算機自動実行による医療従事者の意思決定支援のために診療ガイドラインを計算機による自動実行のためにモデル化するための知識表現モデルが複数開発されている[Boxwala 04, Fox 98, Tu 07]。これらのモデルは、PSLや

IDEF 同様にフローチャートのような形式で知識を記述するモデルであり，行為の時間順序を明示的に記述することが出来る．さらに，その内の GLIF (GuideLine Interchange Format) [Boxwala 04]は医療分野に特徴的な概念を UMLS (Unified Medical Language System) [NLM 86]と呼ばれる語彙体系を利用することでモデル化された行為の意味を明確に記述することが出来る．さらに，GLIF はその利用用途として，臨床現場での意思決定支援だけでなく一般診療医の自己学習支援への展開も試みられている[Blat 07]．医療分野においても行為の目的の明示的記述が注目されており，診療ガイドラインのモデルの一種である Asbru [Shahar 96]やクリニカルパスの拡張であるアウトカム志向型パス[中島 09]などが開発されている．目的が明示的に記述されているため，これらのモデルを参照することで，計画された行為系列と実行時の行為系列に相違が生じた場合に，実行時の行為系列が本来の目的に沿ったものであるかを検討することや，その差分を分析することが可能となる．また，異なる病院間のクリニカルパスの比較のためのツール[岡田 03]や統合に関する研究[Abidi 09]も行われている．これらの研究では，病院間の用語の違いを吸収するためのシソーラスを用意することで，知識の比較や統合を可能にしている．

しかしながら，これらの研究ではそれぞれの設定したタスクに対しては有用であるが，本研究の対象とするような3種類のタスク全てに対して有用性を持つようなモデルとはなっていない．本研究で設定した要求仕様を横軸に取った表 1.1 により，それ

表 1.1 内部表現モデルとして捉えた場合の従来研究と要求仕様の関係

	要求仕様	A. 行為の目的・根拠の明示的記述	B. 状況に対応する代替方法の明示的記述	C. 語彙体系を利用した意味の明確な記述	D. 行為実行順序の明示的記述
モデル	一般的なプロセスモデル: PSL* ¹ [NIST08], IDEF* ² [NIST93]	×	×	×	○
	問題解決プロセスモデル: CommonKADS[Schreiber99]	○	△	×	○
	診療ガイドラインモデル: GLIF* ³ [Boxwala04], PROforma[Fox98], SAGE* ⁴ [Tu07]	×	×	△	○
	目的を明示化する試み: Asbru[Shahar96], アウトカム志向型パス[中島09]	○	×	×	○
比較	知識比較・統合の試み: クリニカルパス比較ツール[岡田03], クリニカルパス統合[Abidi09]	×	×	△	○
	提案モデルCHARM	○	○	○	○

*¹PSL: Process Specification Language

*²IDEF: Integrated computer aided manufacturing DEfinition

*³GLIF: GuideLine Interchange Format

*⁴SAGE: Standards-based Active Guideline Environment

ぞれのモデルを内部表現モデルとして捉え比較する。一般的なプロセスモデルである PSL や IDEF は行為実行順序の明示的記述が出来るが、目的や代替方法の明示的記述が出来ない。CommonKADS は計算機の扱う問題解決に関する目的や代替方法を明示的に記述することが出来るが、代替方式の構造化の意識が弱く、かつ人間の行う行為の語彙体系と結び付けられていないため行為の意味を明確に記述できない。医療分野におけるモデルの一種である診療ガイドラインモデルも PSL や IDEF 同様に行為実行順序を明示的に記述できるが、目的を明示的に記述することが出来ない。Asbru やアウトカム志向型パスは目的を明示的に記述できるが、同じ目的に対する代替方法を明示的に記述することが出来ない。知識比較や統合に関する研究[岡田 03, Abidi 09]については、シソーラスを用いることで意味を明確にしたうえで行為的知識を記述できるが、目的や代替方法の明示的記述は出来ない。

これらの従来研究一般と本提案モデルとの違いは、まず、知識記述の際に重要視する性質にある。表 1.1 からも分かる通り、従来研究では行為の実行順序が重要視されており、その視点から行為的知識を捉えるモデルが多い。一方、本提案モデルは行為の実行順序を含む 4 つの要求仕様を全て満たした上で、知識記述の際の視点としては行為の目的を明示的に記述できることを第一に置いている。そのような記述の際の視点の違いによって、表 1.1 のようにモデルによって明示的に記述される知識に違いが生じている。これに加えて、本提案モデルでは、提示のための表現形式と内部表現とを明確に分離することによって、3 種類のタスクに対する有用性を実現する。具体的には、ガイドラインやクリニカルパスといった知識ソースから知識を抽出し記述する際には、表 1.1 に示す A から D の全てを満たすように内部表現として知識を蓄積する。そして、臨機応変な看護を可能にする教育タスクと柔軟な治療計画の動的提示タスクに対しては A, B, D が明示されるような表現形式に変換し、使用者に知識を提示する。改善のための知識比較タスクに対しては A から D の全てを利用可能な表現形式で知識を提示する。これによって本研究では、従来研究とは異なり、提示のための表現形式とは独立に、再利用性高く知識を蓄積することを可能にする。

1.5 本論文の構成

本論文の構成を以下に示す。まず第 2 章で、本研究で行為的知識の表現モデルを提案する際に考察の基盤とする機能的知識共有枠組み[來村 02]について述べる。特にその中心である、デバイスオントロジーと機能概念オントロジー (FBRL 語彙体系)、それに基づいて機能的知識を記述するためのモデルである機能分解木について述べる。そして、機能分解木の記述ツールである OntoloGear について概要を述べる。次に第 3, 4, 5 章で本研究の成果について述べる。まず第 3 章で、研究項目(1)として行った、教育、計画、比較の 3 種類のタスクに基づく要求仕様を満たすような目的指

向型の知識表現モデルの提案について述べる。行為的知識を記述するための視点を定めることによって、4つの要求仕様を満たすモデルを実現する。さらに、そのモデルに基づいて知識を記述する際の記述方法論についても説明する。続く第4章で、研究項目(2)として行った、看護現場における実践を通じた提案モデルの記述能力の検証と有用性の確認について述べる。具体的には、現場で利用されている知識の記述を通して、十分な記述能力を提案モデルが備えていることを検証する。そして、記述された知識を用いて、新人看護師の教育・研修と病院統合に伴う看護ガイドラインの比較・統合という2つのタスクに対する有用性を確認する。そして第5章で、研究項目(3)として行った、提案モデルの対象を看護現場だけではなく医療分野全体に展開し、行為的知識の統合管理のための枠組みの提案について述べる。異なる種類の知識を統合的に記述するための方法論を確立するとともに、柔軟な治療計画の実現のために必要な表現形式の変換のための仕組みを開発する。それらが実現されることで、目的を指向した行為的知識の統合管理枠組みが完成する。第6章では、従来研究の特徴をより詳細に分析し、本研究との比較を通して考察を行う。第7章では、本研究全体を通して得られた主な成果をまとめ、本論文を総括する。

第2章 機能的知識共有枠組み

2.1 緒言

本章では、本研究で行為的知識の表現モデルを提案する際に考察の基盤とする機能的知識共有枠組み[來村 02]の概要を説明する。まず、人工物の機能構造を記述する際の対象の捉え方として、装置や振る舞いといった概念を規定するデバイスオントロジーについて述べる。そして、デバイスオントロジーに基づいて人工物の機能構造を示す機能分解木について述べる。次に、実際の装置の機能を表す概念を提供する機能概念オントロジー (FBRL 語彙体系) について説明する。最後に、機能的知識共有枠組みに沿った機能分解木の作成支援ツールである **OntoloGear** について概要を述べる。

2.2 対象世界の捉え方を規定するデバイスオントロジー

2.2.1 主体となる装置と客体となる対象物

デバイスオントロジーでは、対象世界に存在する物を「装置」と「対象物」に分類し、機能の主体となる装置に注目する視点から人工物の概念化を行う。装置は、他の装置との接続を表現するための入出力ポートを持つ。さらに、装置は、より粒度の小さな複数の装置から構成されるという全体-部分関係による階層を持つ。それに対して、対象物は、装置に入出力されるものであり、装置間を流れるものとして捉える。さらに、対象物は属性とその値を持ち、ある時間点における属性値の集合を状態と呼ぶ。

装置の役割は、対象物に対して「作用する」ことである。その作用によって、対象物は、装置内を流れている間にその状態が変化する。本章で説明する機能的知識共有枠組みでは、装置が果たす機能を、注目している対象物の状態変化をある目的の下で解釈した結果として定義している (図 2.1 参照)。さらに、ブラックボックスモデルに基づいて機能を捉える。そのため、装置の内部の位相的構造や振る舞いの詳細はその粒度では観察することは出来ず、入出力ポートにおける属性の値の差のみでしか対象物の状態の変化を観察することはできない。機能を記述する際の粒度を小さくすることで、振る舞いの詳細は記述できるが、これらは現在注目している装置そのものの内部構造や振る舞いの詳細な記述とは異なり、より粒度の小さな装置における対象物の入出力状態の変化を記述することに相当する。

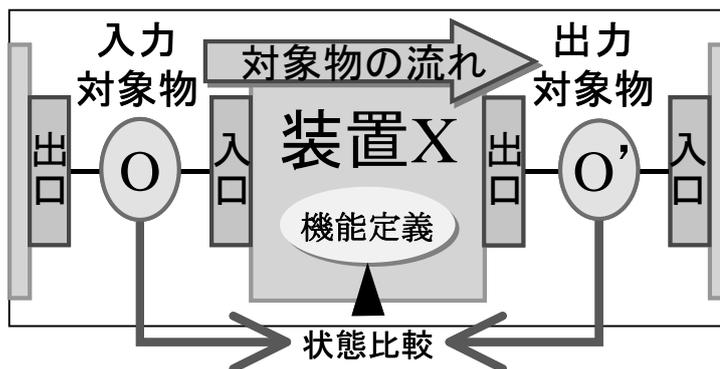


図 2.1 デバイスオントロジーが規定する機能の捉え方

2.2.2 装置と対象物を特殊化した概念としての導管と媒体

対象物のある属性の値をそのまま入力ポートから出力ポートへと伝達する「伝える」という機能を果たしていると認識される装置を、特に導管と呼ぶ。例えば、パイプは物質の流量をそのまま伝える導管である。実際には、圧力損失など他の変化も起こしてはいるが、その機能が発揮されるコンテキストにおいて無視しても問題がないものに限定する。さらに、導管は物質的に存在するとは限らない。例えば、機構系におけるギアなどの機構素レベルのモデリングの場合は、機構素と機構素の接続部分の境界面が導管の役割を果たす。

図 2.2 に装置と導管と対象物の存在関係の図を示す。デバイスオントロジーにおいて、どこからどこまでが一つの装置であるかという切り分けは、導管によって決定される。つまり、隣り合う装置間の境界面を導管部品の真ん中とし、隣り合う装置のポートとは導管部品真ん中の断面で接続されていると捉える。導管の入力と出力において属性の値は変化しないと理想化しているので、装置からの作用の結果である属性値変化の因果関係が、導管の入出力の境界面で区切られる。このように、1つの装置を認識する根拠として導管を利用することが出来る。

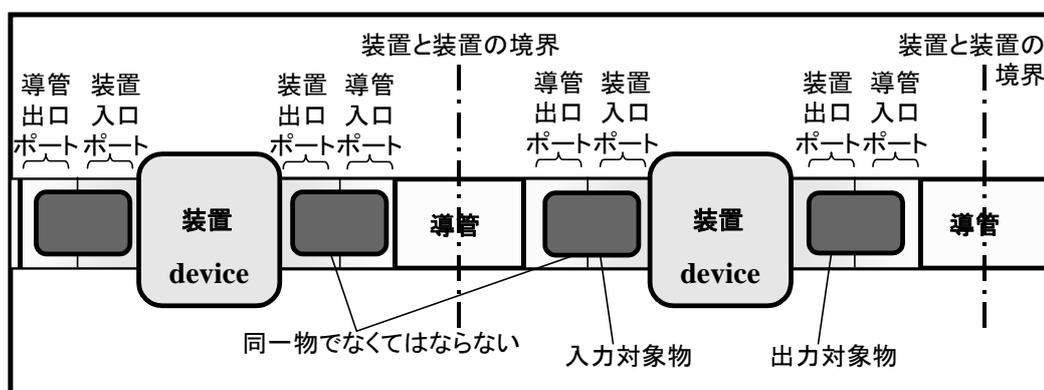


図 2.2 装置と導管と対象物の存在関係

一方、対象物が流れることを可能にするために、他の対象物を保持していると認識される対象物がある。このような役割を担う対象物を「媒体」と呼ぶ。例えば、蒸気は熱エネルギーを保持する媒体と捉えることができる。また、導管が媒体の役割を担う場合がある。例えば、シャフトは導管であると同時に、運動エネルギーの媒体としての役割も果たす。熱流体の場合には、媒体自身が流れることによって対象物の流動を可能にすることが多いが、シャフトのような運動エネルギーの媒体の場合には、媒体は流れずに伝達によって対象物を流動させることが多い。

2.3 機能達成方式と機能分解木の記述

前節で述べたとおり、機能主体となる装置は、より粒度の小さな複数の装置から構成されると捉えることができる。一般に、装置の全体-部分階層と対応して、機能を異なる粒度で捉えた結果の機能達成階層は概念設計における機能分解[Pahl 88]の結果を示しており、機能分解木とも呼ばれる。機能分解とは、実現したい機能を、それを達成できるいくつかの部分機能に展開することを言う。筆者の所属する研究室では、この機能達成関係に関連して機能達成方式について考察してきた。

2.3.1 機能達成方式知識

2.3.1.1 方式と方法

全体機能に対する機能分解と、機能分解の結果として得られた部分機能からそれを実現する構造を求めることによって、トップダウン設計は行われる。例えば、「昇温する」という機能を実現するために「熱を生成する」と「熱を伝える」という部分機能に機能分解する状況を考える。分解の結果得られた部分機能「熱を生成する」、「熱を伝える」を実現するための構造として『燃焼ガスノズル』や『伝熱パイプ』などを想定できる。つまり、実現したい機能を機能分解していく際に、機能を実現するためのより詳細な機能と構造の一部が徐々に決定されていく。

機能分解を行う際、一般にその部分機能の系列を複数考えることができる。例えば、上記で挙げた「昇温する」機能を達成するためには、「高周波電場を生成する」「高周波電場と接触させる」といった部分機能の系列も考えることができる。ここで、設計の経験を持った人の場合には、電磁調理器のような構造物を思いつくことも可能である。これは、「高周波電場中では誘電体が誘電損失によって発熱する現象が起こり得る」のようなより一般化された背景知識として記憶されている設計者の経験によって行われる。つまり、設計行為とはこのような背景知識に基づいて機能分解を行いながら部分機能とそれを実現する構造物を決定しているともいえる。そこで、こうした背

景知識を計算機内にあらかじめ用意しておくことで、設計の経験がない人でも機能分解を行うことが可能になる。

図 2.3 に機能分解を一般化して示す。本章で説明する枠組み[來村 02]では、背景知識を概念化したものが方式と呼ばれ、「機能分解する際に考慮された原理・理論や起こることが意図されている現象などの背景知識を概念化したもの」と定義されている。特に機能を達成するための方式であることを明示化するときには機能達成方式と呼ぶ。さらに機能分解した際の部分機能の系列を方法と呼び、これらを区別する。

2.3.1.2 方式知識

個々の機能達成方式の背景にある原理、理論、現象などの知識は方式知識と呼ばれる。一般にある機能を達成する方式は、複数の自然現象や構造などに基づいていることが多い。例えば、ボルトとナットで板を一体化することを考えると、摩擦という自然現象やボルトとナットの頭で板を挟み込んでいるという構造を考えることができる。先行研究[來村 02]ではこうした背景知識を概念化し、その組み合わせによって機能達成方式の記述を実現している。

機能達成方式が、概念化された背景知識の組み合わせと機能分解された部分機能の系列から構成されるという考えに基づき、方式知識を次の要素によって記述する。本研究ではこれらの要素の内、特に Principle, SuperFunc, SubFunc に着目する。

- Name : 記述する方式概念のラベル
- Principle : 方式が基づく原理
- Explanation : 方式の自然言語による説明
- SuperFunc : 方式が達成する機能
- SubFunc : 方式の原理に基づいて展開される部分機能系列
- Attribute : 方式の原理に依存して現れる方式の特性

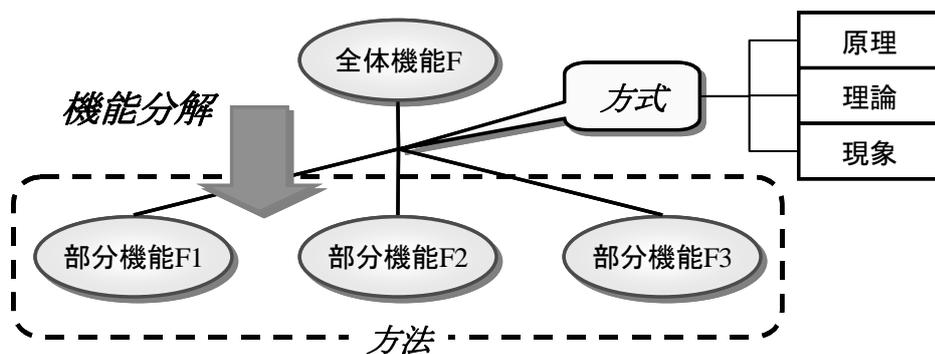


図 2.3 方式と方法の関係

2.3.2 機能分解木の記述形式

2.3.2.1 ノードの記述形式

機能分解木の記述は機能を表すノードの記述とそれらの階層関係の記述に分けることが出来る。2.2 節で述べたデバイスオンロジーに基づいてノードを記述するためには、「装置」が「対象物」の「属性値」を変化させることを意味する動詞表現を用いる必要がある。さらに、その動詞表現は他動詞的な表現が望ましい。例えば、「A が動く」という機能の記述は、一見すると作用の主体が A であるかのように見えるが、A は状態を変化させられる対象物である。そのため、この表現では作用主体が不明確になる。さらに、「動く」という表現では、装置から出力された結果「動いている状態」になるという対象物の目標状態を意味しているのか、対象物が移動して位置が変化したのかを判別することができない。そこで、「何が何にどのような働きかけをしたのか」を明示的にするために、機能発揮の主体となる装置とその機能を受ける対象物を意識しつつ、作用の前後で対象物の状態遷移が特定できる表現を用いる。このような表現を用いることで、対象物の状態変化が明確になり、動いている状態にするためにやることを部分機能系列に展開することが可能となり、これによって方式の原理の違いも明確になる。

また、一つのノードには一つの対象物の単一の状態変化を記述する。そうでない記述の例として、「多結晶体を溶かして単結晶体に固める」という機能の記述を挙げる。この場合、「溶かす」機能による多結晶体から液体への状態変化と、「固める」機能による液体から単結晶体への状態変化が併記されている。このように機能を記述した場合、その達成方式は2つの状態変化を起こす複合された方式となり、それを再利用できる状況が特定されてしまうため、知識としての再利用性が低下する。「溶かす」という機能と「固める」という機能を分けて記述することで、それらを達成する方式の再利用性が高くなる。さらに、対象において問題が生じたときにそれぞれの機能を達成する方式を置き換えて改良案を検討することが可能になり、設計の幅を広げることができる。

2.3.2.2 機能分解木の階層関係記述形式

機能分解木におけるノードの親子関係、すなわち機能達成関係とは全体-部分関係の一種であり、一般-特殊関係、原因結果関係、時間順序関係ではない。例外として、機能の一般-特殊関係と機能達成関係が一致する場合もある。機能の定義は達成される状態変化に依存するため、一般-特殊階層における任意の下位機能は上位の機能を達成すると言えるが、状態変化の情報が増えただけで、全体機能を達成するための方法を部分機能系列に展開したとは言えない。

装置の構造は、人工物に用いられている部品の接続関係から決まるため、機能の全体-部分階層と対応している。このことから、機能分解では分解後の部分機能を果た

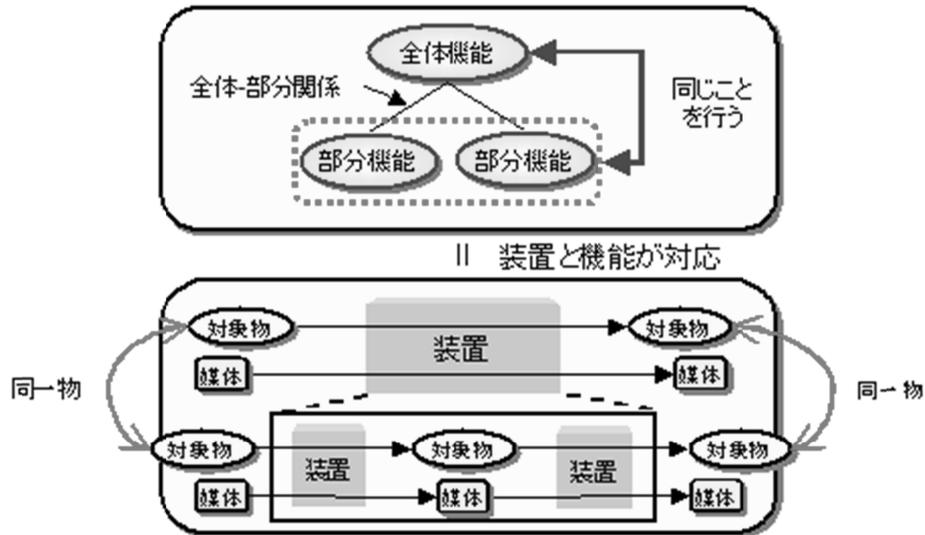


図 2.4 機能分解のイメージ

す装置の大きさが全体機能を果たす装置よりも小さくなっているかどうかを確認することで、機能の全体-部分関係を適切に捉えることができる(図 2.4 参照)。

また、部分機能を考えるときは、直接達成する一段上の全体機能についてのみ注目して、達成原理を考える。こうすることで、導き出される方式の再利用性が向上する。2 段より上の階層の機能や要求機能を考慮して部分機能を記述すると、その方式は他の方式原理や達成関係に影響を受け、特定の状況での適用が想起される再利用性の低い知識となってしまう。

2.4 機能概念オントロジー FBRL 語彙体系

知識の体系化においては知識を捉える際の視点の決定が最も重要であるが、それはデバイスオントロジーの採用によって明確化された。次に重要な問題は、機能を表現するための基本カテゴリの抽出とそれらの一貫した方針による組織化である。本節ではデバイスオントロジーの一部である機能に関する重要なカテゴリとして、実際の装置の機能を表す概念を提供する機能概念オントロジー[來村 02]について述べる。

機能概念オントロジーは、装置の振る舞いを目的の下に解釈したもののベース機能、ベース機能のゴールの種類を示す機能タイプ、他のベース機能への役割を示すメタ機能という 3 種類の機能概念を定義する。図 2.5 にその is-a 階層の一部を示す。特に本研究では次に示すベース機能に注目する。

ベース機能は、FBRL (Function and Behavior Representation Language)[笹島 96]によって提供される FT (Functional Topping) と呼ばれる解釈情報を、振る舞いに付加することで表現される。このように、機能的知識を表現する機能語彙を一般性と一貫性を持った語彙体系として定義しているため、機能概念オントロジーを FBRL 語彙体系と呼

ぶ. 現在, オントロジー工学の進展により, FBRL 語彙体系の各機能語彙を詳細に定義することが可能となっており, その全体像は図 2.6 として表すことが出来る.

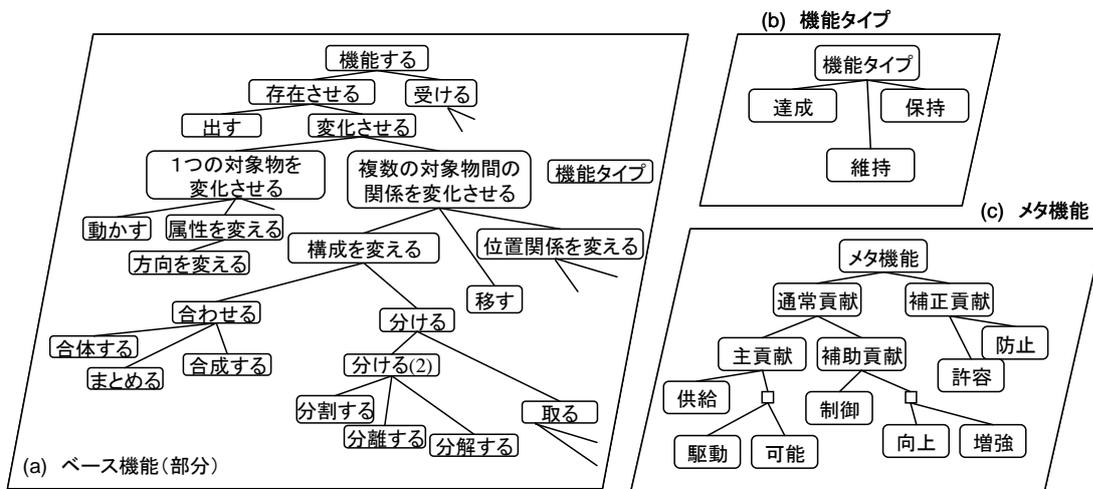


図 2.5 機能概念オントロジー (部分)

FBRL 語彙体系

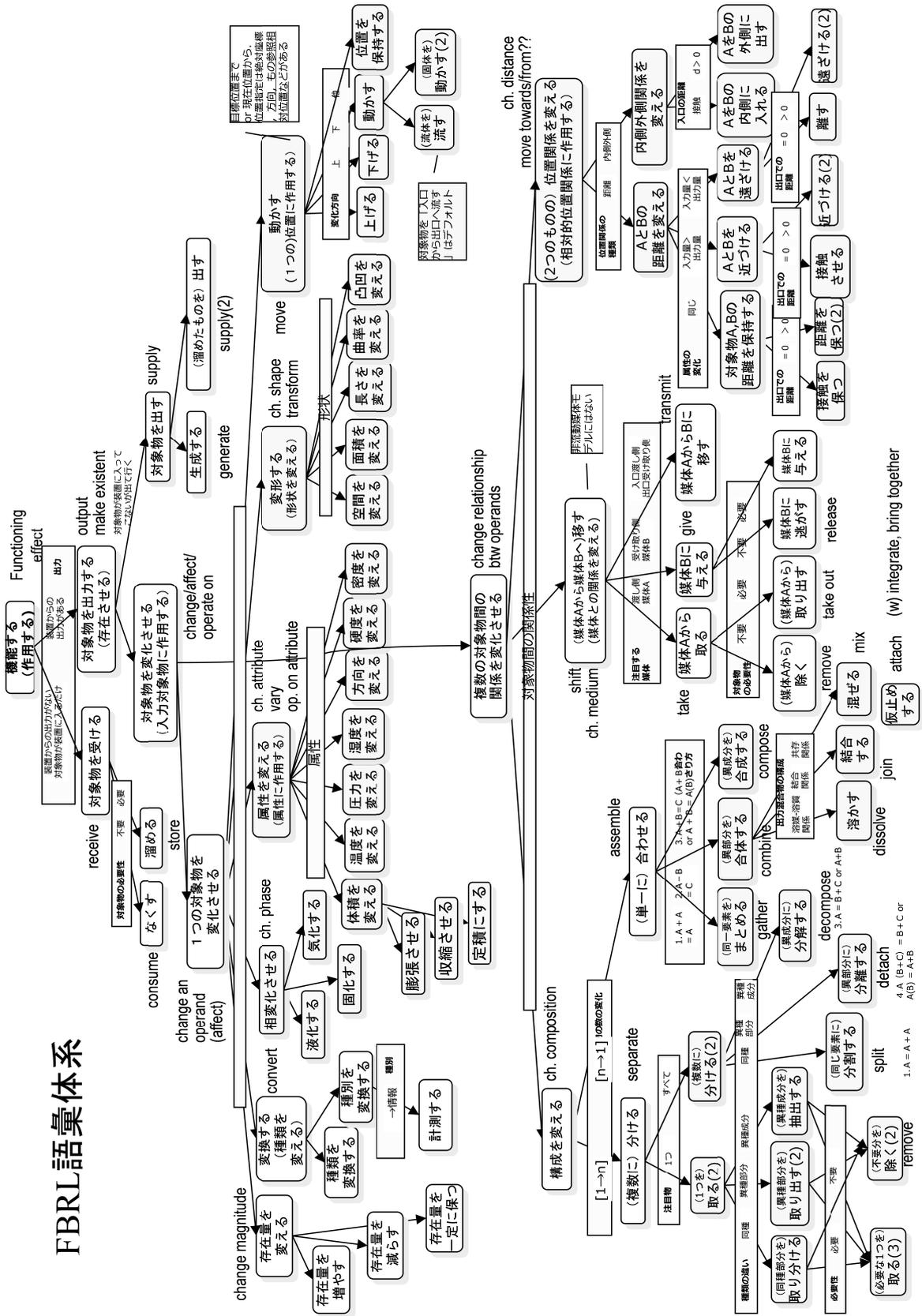


図 2.6 FBRL 語彙体系

2.5 機能分解木作成支援ツール OntoloGear の概要

OntoloGear[MetaMoJi]は、機能的知識共有枠組みに基づいた設計者の設計知識記述支援・管理ツールで、株式会社 MetaMoJi により商品化されている。ユーザは、機能的知識体系化の枠組みに基づいて人工物の機能モデルを機能分解木の形で記述する。具体的には、OntoloGear に機能知識と方式知識を入力することで、機能分解木を作成する。システム内には、方式知識が蓄積されてデータベース化されており、その共有・再利用性を高めることが考慮されている。次に、OntoloGear のインターフェースと機能分解木の作成について述べる。

2.5.1 インタフェース

OntoloGear の画面例を図 2.7 に示す。画面構成は(1)「俯瞰情報領域」(2)「主編集領域」(3)「プロパティ編集領域」(4)「参照領域」の4つの画面で構成されている。「俯瞰情報領域」は機能分解木の全体図を俯瞰的に表示するための領域である。「主編集領域」は機能分解木を表示・編集する領域である。主編集領域で選択された任意のノードは「プロパティ編集領域」でその内容を編集することが出来る。「参照情報領域」は、機能を表現するための FBRL 語彙体系など、ユーザが機能分解木作成時に参照したい情報を参照するための領域である。

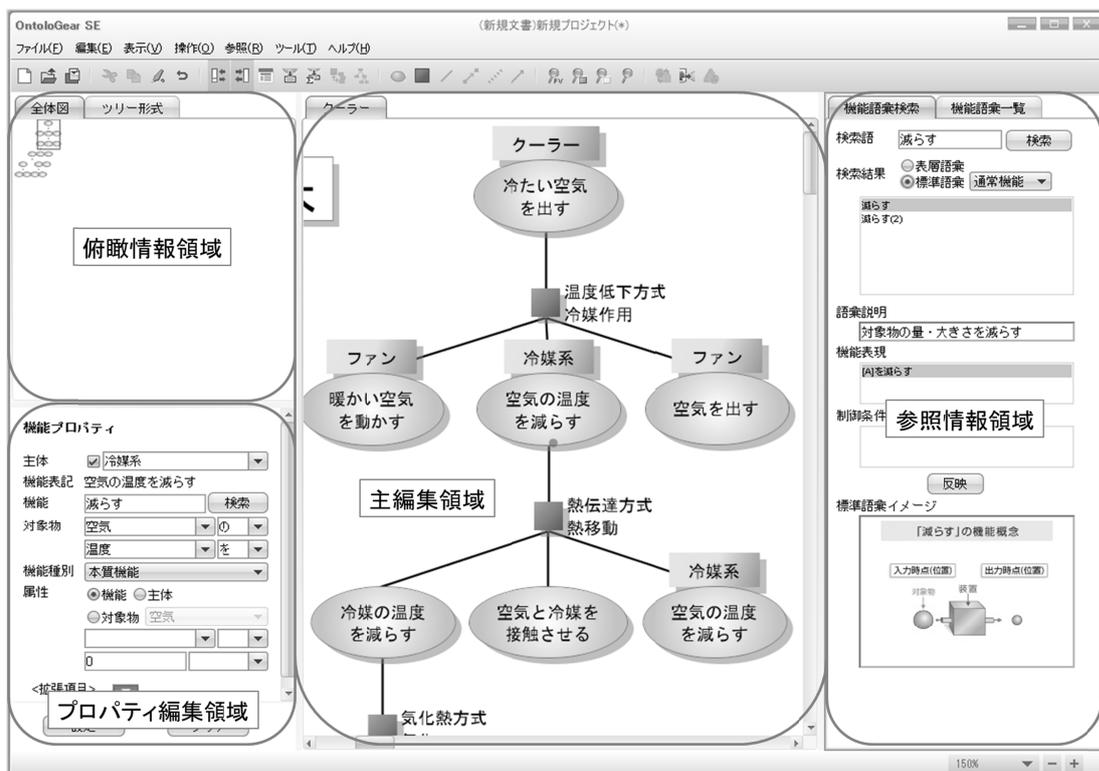


図 2.7 OntoloGear のインターフェース

2.5.2 機能分解木の作成と編集

まず、機能ノードの作成について述べる。OntoloGearには、2.4節にて述べたFBRL語彙体系が予め登録されており、それをユーザに提示するといった、情報入力の手間を省く機能概念適用機構が備わっている。さらに、ユーザにとって親和性の高い「表層語彙」を登録・提示する機能を備えている。2.4節で述べた、FBRL語彙体系は約100語の有限な語彙で装置の機能を表現できるが、一般の設計者にとっては違和感のある語彙である。設計者は日常的設計活動では、一つの語彙が複数の意味内容を集約するような表層語彙を利用する。複数の意味内容を集約しているため、表層語彙は情報伝達上効率的であるが、この効率指向性により、必要の都度非機能要素を吸収しながら造語され続けることになり、語彙数を統制することが出来ない。OntoloGearでは、入力された表層語彙に対して、非機能要素を除外したFBRL語彙体系中の機能語彙との対応づけをユーザにさせることで、意味を明確に保ったままユーザにとって親和性の高い「表層語彙」で機能を表現することが出来る。例えば、コーヒーメーカーの機能の一部として「フィルターを押し下げる」機能を記述しようとした状況を考える。この「押し下げる」という動詞が表す状態変化は、フィルターの位置をa地点からそれより低いb地点に下げることである。そして、そのような状態変化を表す機能語彙として「下げる」が用意されている。また、「押し」という部分はその状態変化を「押圧方式」によって達成することを表している。つまり、「押し下げる」は機能語彙「下げる」を用いて表現することがあり、同時に「押圧方式」を含むことが分かる。このように、表層語彙は機能語彙に方式などの情報を加えることで同等の内容を表現することが可能であり、それにより無数に存在しうる表層語彙と有限の機能語彙を対応付けることができる。

さらに、プロパティ編集領域に対象物と修飾語を入力することで、主編集領域に機能ノードが配置される。方式ノードの配置も同様にプロパティ編集領域に、方式名称や原理などを入力することで行う。さらに、配置された機能ノードや方式ノードの間にリンクを張ることで、機能達成関係を表現し、機能分解木を作成する。作成した機能分解木はプロパティ編集領域を介して、記述内容の変更が可能である。

2.6 結言

本章では、3章で行為的知識の表現モデルを提案する際に考察の基盤とする機能的知識共有枠組みについて述べた。特に、本研究で利用するFBRL語彙体系と機能分解木作成支援ツールであるOntoloGearについて説明した。

次章では、序論で述べた要求仕様を全て満たすような目的指向型の知識表現モデルを提案する。

第3章 知識表現モデル CHARM と看護行為の記述

3.1 緒言

本章では、行為的知識の統合管理枠組みにおいて計算機内に行為的知識を格納するための内部表現モデルである CHARM (Convincing Human Action Rationalized Model) と呼ぶモデルを提案する。まず、記述対象である医療行為に関する分析を通して行為的知識の捉え方について考察を行う。次に、CHARM に基づく看護行為の記述方法について述べ、具体的な記述例を用いて CHARM の持つ特徴を説明する。最後に、知識の再利用性を向上させ記述の負荷を軽減するための記述方法論について述べる。

3.2 知識表現モデル CHARM

3.2.1 ガイドラインの内容分析

本研究の記述対象は、医療分野における行為的知識全般であるが、本章ではまずガイドラインと呼ばれる自然言語の文章で行為的知識が記述された文書を対象として内容を分析する。各種医療系の学会が発行している診療ガイドラインと呼ばれているものや、各病院で看護師の行為の規範を示し管理するために用いられている看護ガイドライン、マニュアル、手順書と呼ばれているものが存在するが、自然言語の文章で医療における何らかの手順に関する知識が記述された文書を、ここでは医療ガイドラインと総称する。また、特に看護領域に特化したものは看護ガイドラインと呼ぶことにする。まず、医療ガイドラインを知識の共有や継承を目指して適切に表現するために内容の分析を行った。分析に利用したガイドラインは以下の6種類である。

1. 気道確保の方法[小野 06]
2. 視覚データを得る検査行為[山下 94, 稲本 97, 東田 07]
3. 酒酔い症状を軽減するための医療行為
4. マラリアの投薬治療行為[木村 07]
5. パーキンソン病の治療行為[Mizuno 02]
6. 骨粗しょう症の治療行為[メルク, Yahoo, goo]

これら6種類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、中毒症状への救急処置、感染症に対する投薬治療行為、神経変性疾患に対する治療行為、代謝

性疾患に対する治療行為に関するもので、それぞれ異なる種類のガイドラインとなるよう留意した。分析の結果、医療ガイドラインで主に記述されている行為には以下のような5つの種類があることが確認された。

(1)医療従事者の行為

外科手術において皮膚を切り開き、病巣を取り除き、縫合するといった、医師が行う行為や、注射を打つ行為や検査のためにレントゲンを撮影したり、エコー機器を操作したりといった看護師などの他の医療従事者が行う行為などが挙げられる。

(2)患者の行為

薬を飲むなど患者が（全体として）実際に行う行為を指す。他にもリハビリの時に体を動かす行為や看護師が行う看護行為に同意する行為などが挙げられる。

(3)患者の生体の機能

患者の体内の要素の機能発揮プロセスなどを指す。例えば、臓器が発揮する機能、消化酵素が薬を変化させる作用、病原体が体内に入った際の免疫機能、神経伝達物質の機能などが挙げられる。

(4)薬の作用

薬が発揮する作用を指す。例えば、病原体を不活性化する作用や、直接は病原体に作用しなくても、薬が患者の免疫機能を向上させるといった形で患者に対して作用するものなどが挙げられる。

(5)患者に悪影響を与えるプロセス

患者の健康状態を悪化させるようなプロセスで、例えば病原体が患者を病気の状態にするプロセスを指す。細菌やウイルスといった形のあるものが原因の場合だけでなく、骨折のように骨が折れたことが原因となって痛みが起こるといったプロセスも指している。また、パーキンソン病のように原因のわからない疾患についても、振戦やすくみ足といった観測できる患者の異常状態を引き起こすプロセスを「患者に悪影響を与えるプロセス」と捉える。

3.2.2 医療行為の捉え方についての考察

序論で述べたとおり(1)臨機応変な看護を可能にする教育、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示、(3)改善のための知識比較・統合の3種類のタスクに対する有用性を持つように3.2.1節で説明した行為的知識を捉える必要がある。上記3種類のタスクを基に設定した知識表現モデルに求められる要求仕様を以下に再掲する。

- A 行為の目的・根拠の明示的記述
- B 状況に対応する代替方法の明示的記述
- C 語彙体系を利用した意味の明確な記述
- D 行為実行順序の明示的記述

医療行為を高い共有・再利用性があるように記述するためには、以上の要求仕様を満たすように一貫した視点でそれらを捉える必要がある。本研究では、従来全く異なる概念と思われていた人工物の機能と人間の行為の共通性を明らかにする。その洞察に基づき、2章で述べた機能的知識共有枠組みを援用し、行為的知識表現のために必要な拡張を行う。

機能は人工物と関連する概念であるのに対し、行為は人間などのエージェントと関連する概念である。これらの大きな違いは、機能の実行主体は「意図」を持たない人工物であるのに対し、行為の実行主体は「意図」を持つ人間であることにある。これが原因となって、行為と機能が何であるかという考察が、異なる学問体系の中で行われてきた[美濃 97, Trypuz 07]。一方で、人工物そのものは意図を持たないが、その持つ機能を設計する際には、設計者の意図が重要視される。設計者がどのような意図を持ってその機能を発揮する人工物を設計したのかという知識は **design rationale** と呼ばれ、概念設計における知識の再利用性を高めるために必要とされている[Lee 97]。

本研究では、これらの機能と行為に対して、工学的観点から共通性を明らかにする。機能と行為が異なる概念であることの根拠であった作用主体の「意図」の有無に関しては、上記3種類のタスクで利用するための知識表現としては重要ではない。なぜならば、看護ガイドライン等の規範的な行為における行為主体はそれを記述した知識記述者と同一視することが出来るためである。知識記述者と行為主体が同一視されることで、規範的知識として記述された行為的知識における「行為主体の意図」は知識記述者の意図と見なすことが出来る。さらに、行為的知識の記述者は、人工物の機能の文脈に置き換えると人工物の設計者と捉えることが出来る。そのため、作用主体が意図を持つか否かは規範的知識の記述を対象にする限りは重要ではなく、2章で述べた機能的知識共有枠組みを行為的知識の記述に対する援用可能性があると判断した。

さらに重要なことは、機能と行為を存在論的にどのように捉えることで、両者の共通性を見いだすかということである。一般に、両者の概念が指し示す内容は幅広く、共通性を見いだすことは容易ではない。例えば、人間の行為とは、人間の「腕を振る」や「貧乏ゆすりをする」といった「動作」概念と明確に区別されている訳ではない。機能概念も同様であり、どのように両者を捉える（定義する）ことで共通性を見いだすかが、研究的な課題となる。

このような洞察に基づき、以下のように行為的知識を捉える。そのポイントは、いわゆる人間の行為と呼ばれる概念全てを対象とするのではなく、行為主体によって「意図された」状態変化に注目するということである。まず、行為にはそれを実行する主体とその作用を受ける対象物が存在すると考えて、他動詞的なプロセスとして捉える。すなわち、行為の前後では対象物の状態が変化する。一つの行為につき一つの状態変化が起こると捉え、複数の行為が時間と処理順序に沿って連鎖したものを「行為列」と捉える。行為列における各行為は主に対象物の入出力の流れによって結び付

けられている。そのような状態変化をある種のゴールを達成するための状態変化であると解釈したものを、行為とする。そして、ある行為は、いくつかのさらに詳細な粒度のサブ行為の系列で達成されるという階層構造で捉えることができる。

機能的知識共有枠組みでは、装置が果たす機能を「装置が対象物に与える状態変化を、ある特定の目的のもとで解釈したもの」と定義している[來村 02]。また、「装置の機能は複数集まって、全体としてより大きな粒度の機能を達成している」とも捉えている。

行為の捉え方と、機能的知識共有枠組みにおける機能の捉え方を比較すると、両者の間に次に示す2つの共通性があることが分かる。1つ目は、どちらも対象物の状態変化をある目的の下で解釈したときの結果としている。このように対象物の状態変化として捉えると、切断装置の機能と医師が患者の皮膚を切る医療行為は同型であることが分かる。皮膚を切る医療行為で起こる状態変化における対象物を、「医師が切ろうと注目している皮膚の一部の領域」と捉えると、図 3.1 の①と図 3.2 の①に示すようにどちらも主体が対象物の個数を単数から複数へと状態変化させている。2つ目の共通点は、どちらもいくつかのより詳細な粒度の機能や行為の系列として見ることができることである。切断装置の機能の例では、対象物を単数から複数へ分割するという行為を、対象物の結合力をなくし、離すという2つの行為の系列として捉えている(図 3.1, 図 3.2 参照)。これら2つの共通性から、医師や切断装置を主体、患者やインゴットを対象物として抽象化することで、医療行為と装置の機能は同じ捉え方をすることができる。

3.2.3 知識表現モデル CHARM の提案

3.2.2 節の考察により、2章で説明した機能的知識共有枠組み[來村 02]が行為的知識の記述に対する援用可能性を明らかにした。本節では、機能的知識共有枠組みを援用し、行為的知識表現のための知識表現モデルとして CHARM (Convincing Human Action Rationalized Model)を提案する。CHARM では次のように行為を捉え、モデル化する。

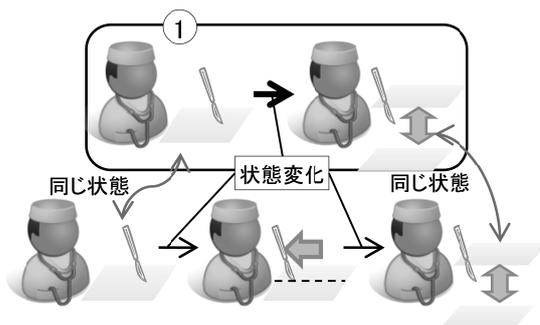


図 3.1 医師の切開行為の階層構造

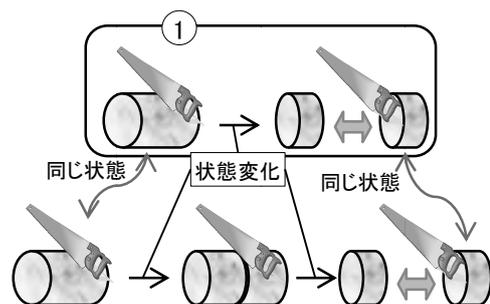


図 3.2 切断装置の機能の階層構造

1. 単一行為は, 行為主体によって意図された対象物の一つの状態変化として捉える.
2. 一つの行為はより詳細な粒度の複数の行為系列によって達成される.

まず, 単一行為は, 行為主体によって意図された対象物の一つの状態変化として捉える. その際, 状態を変化させるものを主体, 変化させられるものを対象物と呼ぶ. 人工物の機能を表現するための枠組みである機能的知識共有枠組みとは異なり, CHARM では行為主体を, 意図を持ったエージェントに限定する. さらに, 行為主体が望む状態への変化(「意図された」状態変化)として行為を捉えることで, 意図しない「腕を振る」などの動作とは区別し, 目的を指向して行う行為に関する知識のみを表現対象として捉える. そして, 一つの行為によって状態が変化した対象物は, 別の行為によってさらに状態が変化されうると捉える. これにより, 行為系列の基本的な順序を決定することが出来る. このようにして捉えた単一行為は, 図 3.3(a)に示すように, 楕円ノードで表現する. この行為ノードは 2 章で説明した FBRL 語彙体系中の 1 つの機能語彙と対応付けることで意味を明確に記述する. 状態変化を表す語彙は統制しているが, 対象物を表す語彙は無数に存在すると考えられるため, CHARM では対象物を表す語彙の選択は記述者に任せる. 行為主体は楕円ノードの上部の長方形ノードで記述する.

次に, 一つの行為はより詳細な粒度の複数の行為系列によって達成される, と捉える. 前述の通り, 一つの行為は行為主体によって望まれた状態変化であるため, 目的として捉えることが出来る. その目的を達成するために必要となる行為を行為の系列に分解することで, 目的と達成方法を分離する. これらの分離の際には, 2 章で述べた機能達成方式を援用することで, 目的とそれを達成するための行為系列(達成方法), 達成方法が目的を達成する理由などの背景知識(達成方式)を分離し, 明示的に記述する. そして, 達成方法を構成する一つの行為は, より詳細な行為系列にとっての目的として捉えられ, 図 3.3(b)のように行為分解を再帰的に行うことが出来る. これによって得られた木構造を CHARM 木と呼ぶ. さらに, 図 3.3 では明示していないが,

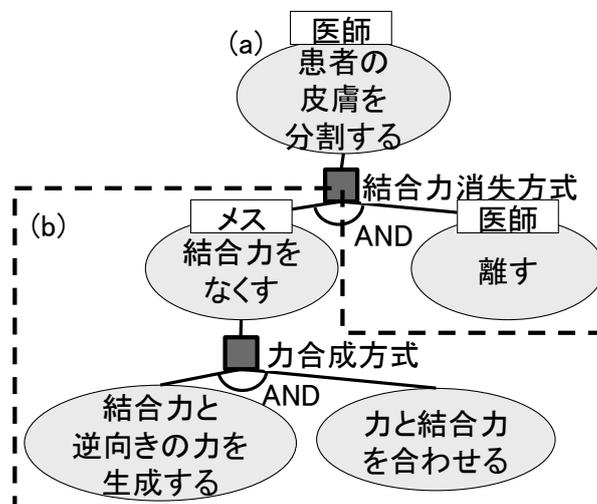


図 3.3 CHARM に基づく行為的知識の記述例

一般的に一つの目的は複数の方法で達成可能であり，そのような複数の達成方式を一つの CHARM 木の中に記述することが可能である．特に CHARM は，目的を意識させることで，そのような代替方式を想起させやすいモデルとなっている．また，機能的知識共有枠組みにおいて，機能の順序関係は対象物の入出力関係から導出されていた．この基本的な順序関係は CHARM でも継承するが，行為的知識では特に対象物の入出力関係以外で説明される順序関係も重要であることがガイドラインの分析から明らかになった．そこで，後述する通り，行為実行順序に関する考察を行い，行為実行の前提条件を明示することで基本的な順序関係以外の関係も明示的に記述するモデルとして拡張した．

この知識表現モデルは上述の 4 つの要求仕様を満たしている．次節でどのように要求仕様を満たされているのかを，具体的な行為的知識の記述例を用いて説明する．

3.3 看護ガイドラインの CHARM に基づく記述

この CHARM を用いて病院で実際に利用されている看護ガイドラインの記述を行った．この際記述された知識は行為の分解関係から木構造で表現されるので，それを CHARM 木と呼ぶ．まず CHARM 木の記述手順について述べ，実際の記述例を通して CHARM の持つ特徴を説明する．

3.3.1 CHARM 木の記述手順

CHARM 木は，株式会社 MetaMoJi によって商品化が進められている OntoloGear [MetaMoJi]を用いて記述した．OntoloGear は，大阪大学溝口研究室にて理論が構築され，機能的知識共有枠組み[來村 02]に基づいて知識記述できるツールである．実際に記述した気管内挿管介助の CHARM 木の全体図を図 3.4 に示し，その記述過程につい

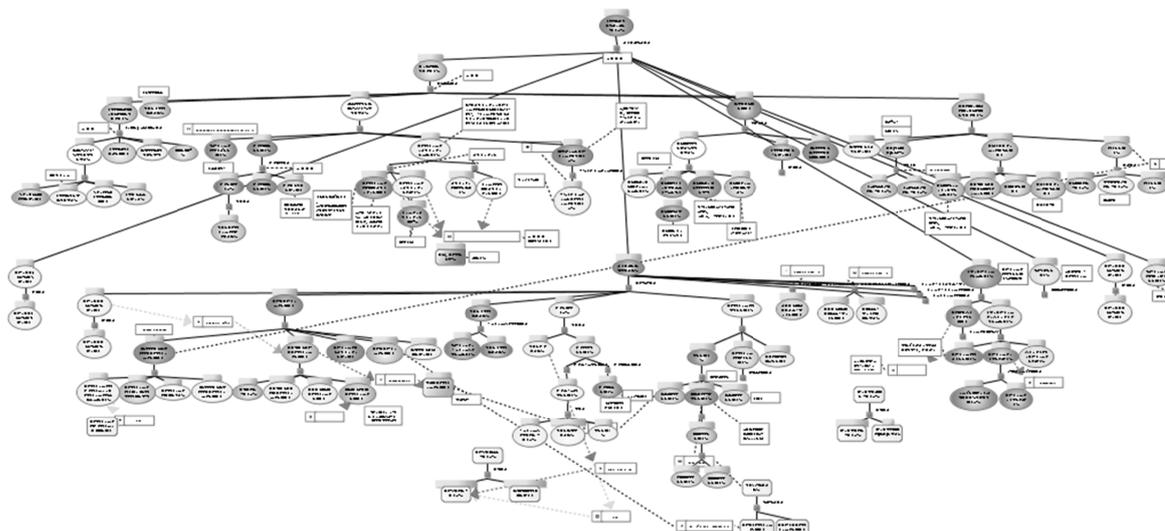


図 3.4 気管内挿管介助の CHARM 木全体図

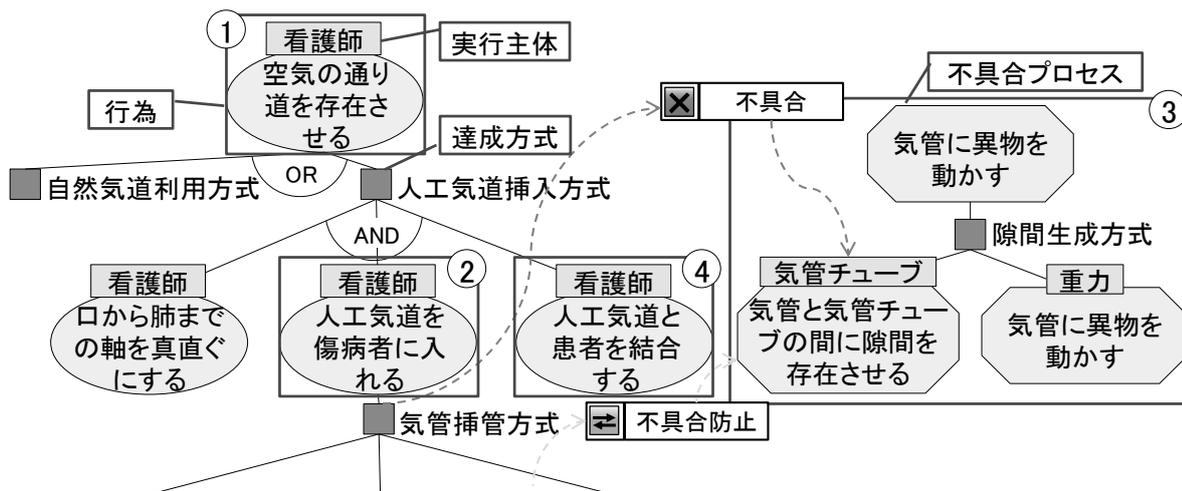


図 3.5 気管内挿管介助の CHARM 木上部

て図 3.4 のルート付近を拡大した図 3.5 の記述例を用いて説明する。

3.2 節で述べた捉え方で、ガイドラインに書かれた看護行為を捉える。まず、ガイドラインに書かれている看護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の場合は、まず気管内挿管を、気道を確保することを目的とする行為と捉える。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、前述の FBRL 語彙体系の中の語彙である「存在させる」を用いて、図 3.5①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、その行為の実行主体が「看護師」であることを記述する。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。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 つの達成方式で分解する。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て、CHARM 木を記述していく。

また、分解を進めていく際には、方式や行為に潜在する不具合も記述する。例えば、「人工気道を傷病者に入れる」行為（図 3.5②参照）の達成のために選択できる「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 3.5③のように、不具合プロセスとして八角形ノードで表現する。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、看護行為からそれが原因となっ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・解決する看護行為との関係も同様にリンクを用いて明示的に記述する。

以上のように、付加的な知識として起こることが望ましくない不具合や行為間の関係といった知識を記述しながら、基本的な行為分解をくり返すことで木構造の CHARM 木として看護ガイドラインを記述する。CHARM 木は、同じ行為的知識に対して、必ず一意に定まるわけではない。知識記述者の行為に対する捉え方は、それぞれ多岐にわたっているため、それらを一つに統一することは困難である。しかしながら、CHARM 木として記述することによって、知識記述者それぞれの行為的知識の捉え方を制約し、共通の枠組みの上で共通点や相違点の比較・検討が可能となる。

3.3.2 CHARM の特徴

以上の記述結果から CHARM が内部表現モデルとして以下の4つの要求仕様を満たすことが確認された。

3.3.2.1 行為の目的・根拠の明示的記述

CHARM で記述された知識にはガイドラインで暗黙的になりがちな行為の目的が明示的に記述される。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を明示的に記述する。例えば、図 3.6 に示すように「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 3.6①参照）の目的は「看護師がカフを膨張させる」こと（図 3.6②参照）であることが明示されている。

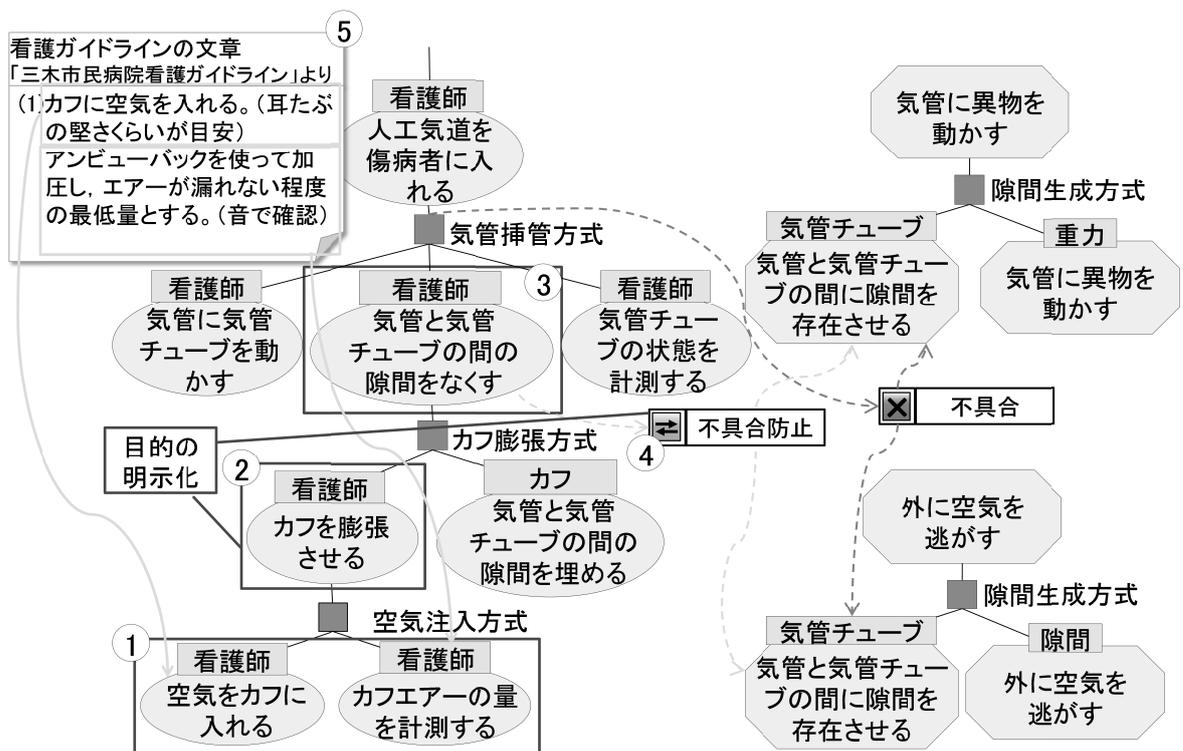


図 3.6 気管内挿管介助の CHARM 木中間部

また、看護行為と不具合の関係性によっても行為の目的が明示的に記述できる。例えば、図 3.6②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 3.6③参照）は、「気管と気管チューブの間に隙間を存在させる」不具合を防止することが関係で明示されている（図 3.6④参照）。このように、達成関係と看護行為間関係によって行為としての看護行為 1 つ 1 つが何のために存在しているかということ、すなわち行動根拠を明示的に記述できる。

さらに、この特徴からガイドライン中に看護行為の目的が明示化されていないことを気付かせ、看護師から目的に関する知識の外化を促す効果も期待できる。実際に、図 3.6 の CHARM 木を記述する際、三木市民病院の看護ガイドラインには、「カフに空気を入れる。（耳たぶの堅さくらいが目安）アンビューバックを使って加圧し、エアが漏れない程度の最低量とする。（音で確認）」のようにカフに空気を入れ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（図 3.6⑤参照）。つまり、それらが何のために行われているかはガイドラインからは読み取れず、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 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 木に追加した。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ガイドライン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られた知識である。このように、本モデルにはガイドラインで看護行為の目的が記述されていなかったり、行為間関係性が暗黙的になっていたりすることに気付かせ、その明示化を促す効果があると考えられる。

3.3.2.2 状況に対応する代替方法の明示的記述

CHARM は、同じ目的を達成するための複数の方式を一覧性高く、かつその適用条件を含めて明示的に記述できる。例えば、図 3.7①に示すようにカフに空気が入りすぎること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

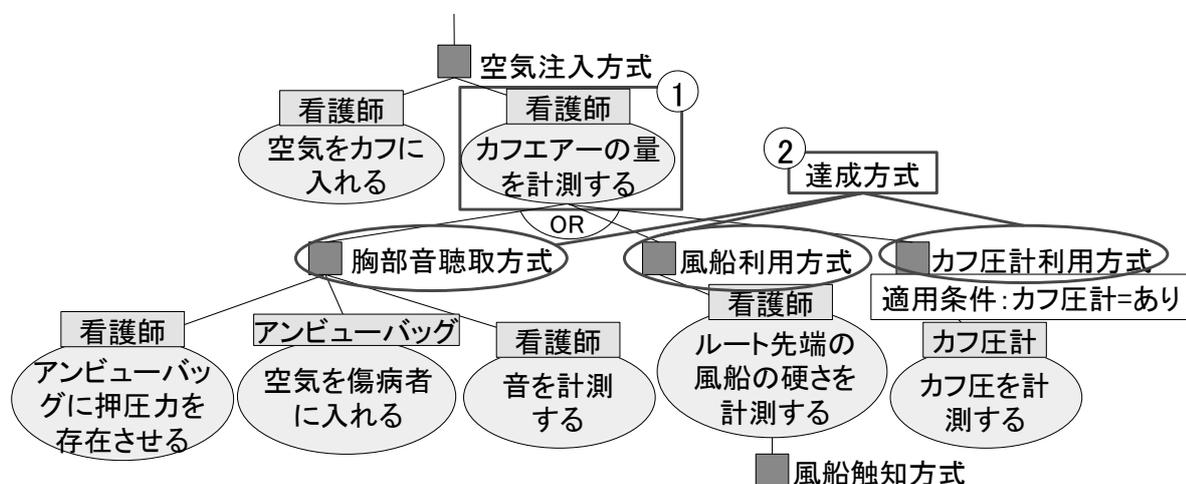


図 3.7 気管内挿管介助の CHARM 木下部

を達成するための方式は図 3.7②に示すように複数存在する。1つ目の方法は看護ガイドラインに書かれていた方法で、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。2つ目の方法はガイドラインには書かれておらず、看護師が現場で実際に行っている方法で、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である。3つ目の方法も同様にガイドラインには書かれていない、看護師が現場で行っている方法で、カフ圧計と呼ばれる道具を用いる方法である。これらの方法によって「カフエアーの量を計測する」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」「カフ圧計利用方式」という達成方式として概念化することで、ど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、ガイドライン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示化されていなかったものを CHARM 木として記述することで、明示的に記述することができた。また、カフ圧計利用方式は適用条件として、カフ圧計がある状況でしか使えないことが明示されている。このような条件が明示されていることで、カフ圧計があるときにはカフ圧計利用方式でカフエアーの量を計測し、ないときには同じ目的を道具なしで達成できる他の方式を適用すればよいことが CHARM 木を見ることで理解できる。このように、同一目的に対して同様に達成可能な方法間の関連性が明示化され、それらが適用される条件についても明示的に記述できた。

3.3.2.3 語彙体系を利用した意味の明確な記述

CHARM で記述された知識は意味が明確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 3.5④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、異なる組織で行われる行為が同種の行為であるかを判別することが可能になる。さらに、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 100 語の語彙であるが、3.2 節で分析に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、詳しくは4章で述べるが、三木市民病院や大阪厚生年金病院で用いられてい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ている。

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 3.5④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記述できる。

3.3.2.4 行為実行順序の明示的記述

CHARM 木中の同じ粒度の部分行為列では、原則的に、時間は左から右に流れていると暗黙的に解釈される。それは、部分行為の間には原則的に情報などを含むなんらかの対象物が行為の入出力物として流れており、その入出力物の流れに沿って時間も流れていると解釈できるからである。

しかしながら、行為実行順序の明示的記述はそれだけでは不十分な場合がある。例えば、電気式除細動行為では、目的に沿って手順を記述すると正しい順序が強調されない。電気式除細動行為とは、心停止状態の患者に対して行う行為で、細動と呼ばれる心臓が正常には動いていない状態をリセットするために電気ショックを与える行為である。この行為系列の正しい順序は、「電気ショックの程度を調整する」「傷病者から酸素や周囲の人を離す」「電気を溜める」となる。これらの目的を考えると、「電気ショックの程度を調整する」(図 3.8 の a1 に相当)と「電気を溜める」(図 3.8 の a2 に相当)の目的は「充電する」(図 3.8 の A に相当)となり、「傷病者から酸素や周囲の人を離す」(図 3.8 の b1 に相当)の目的は「電流の通り道を作る」(図 3.8 の B に相当)となる。上位の目的レベルの(A)「充電する」と(B)「電流の通り道を作る」行為は互いに時間幅を持った行為であり、実行時には時間的重なりを持って実行される。このレベルにおける順序は、電気式除細動行為は細動を起こしている心臓を動かすために緊急に行われる行為であり、準備が出来次第、即座に放電することが求められるため、準備に時間のかかる(A)「充電する」が(B)よりも先に実行が始まる。しかし、(A)「充電する」を目的として実行される詳細な行為系列のうち(a2)「電気を溜める」は、(B)「電流の通り道を作る」を目的として行われる(b1)「傷病者から酸素や周囲の人を離す」行為が終了した状態でなければ実行できない。すなわち、実行する詳細なレベルの行為系列では、上位レベルの行為と実行順序の入れ違いが生じ、実行順序が目立たなくなってしまう。このような場合でも実行順序を明示的に記述するために、

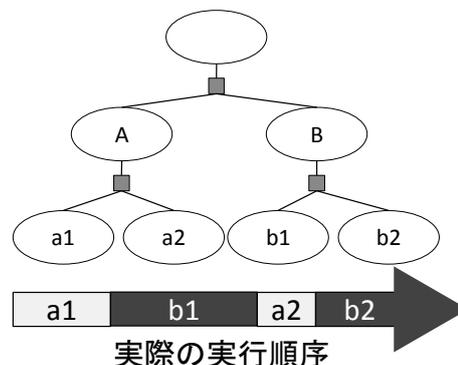


図 3.8 CHARM 木における行為実行順序の入れ替わり

CHARM では行為実行のための前提条件を明示的に記述する。この例の場合は、「電気を溜める」行為が「傷病者から酸素や周囲の人を離す」が終了した状態でなければ実行できないという前提条件を明示的に記述することで、実行順序の明示的記述が可能となる。

また、これまでに構築した CHARM 木を精査したところ、このような前提条件を明示的に記述しても、ガイドラインと同等の順序を論理的には表現できない場合があることが分かった。それは、慣習的に順序が決定されている場合であり、そのような場合には行為間に順序関係を表すリンクを張ることで、実行順序の明示的記述を可能にする。

このように、CHARM が 4 つの要求仕様を満たしていることが確認できた。CHARM を用いて看護ガイドラインを構造化することで、記述された行為の意味を明確化し、ガイドラインにはあまり明示されず、ベテラン看護師の頭の中のみ蓄積されがちであった知識を明示的に記述することが出来た。

3.4 知識の再利用性向上を指向した知識ベース構築方法論

3.3 節で、CHARM に基づくことで看護行為に関する知識を構造化し、要求仕様として設定した 4 つの性質を明示的に記述できることを示した。本節では、知識記述の負荷軽減のために、知識の再利用性の向上を指向した知識ベースの構築方法論について、実際に構築した知識ベースの具体例を用いて説明する。

3.4.1 知識の再利用性向上を指向した知識ベース構築の必要性

一度 CHARM 木として記述した知識を再利用するためには、その CHARM 木から知識ユニットを取り出し、知識ベースを構築することが求められる。これまでの節で述べてきた CHARM 木は状況固有の知識を構造化したものであり、再利用が困難である。例えば、三木市民病院の看護ガイドラインから構築した CHARM 木は、上位の達成すべき目的記述に関しては他の病院とも共通するような汎用性を持っていないながらも、末端の実際に看護師が意識して行うような粒度の行為に関しては、その病院でのやり方に特殊化された知識が記述されている。そのため、一度構築した知識の再利用を考えた場合、特殊化された知識を一般化し、小さな知識ユニット同士を組織化して蓄積することが望ましい。一般化された知識は、再度状況に応じた特殊化を行うことで病院間で共有することが出来る。小さな知識ユニット同士の組織化には、それらの組み合わせでより大きな知識ユニットを表現することが出来るため、蓄積すべき知識量を少なく保つことが出来るという利点がある。このような知識ベースを実現することで、これまでに記述したものは異なる看護ガイドラインから CHARM 木を構築する際に知識の再利用が可能となり、知識記述者の負担を減らすことが出来る。また、

共通の知識ユニットの再利用により、記述内容も統一され、質の高い CHARM 木の構築が期待できる。

このような知識の組織化を行うにあたって重要なポイントは、行為達成方式である。行為達成方式は、行為の目的をどのように達成するかを原理を概念化したものである。その原理に基づいて方式を一般化することで方式の一般-特殊階層を作り、方式知識の組織化によって知識ベースを構築する。

3.4.2 達成方式の組織化

本節では、実際の看護ガイドラインから再利用性の高い知識ベースを作ることを例題として用いて、方式知識の組織化の方法論を示す。まず、3.4.2.1 節で方式を組織化の際の一般的な方法論を述べる。続く 3.4.2.2 節および 3.4.2.3 節で、実際の看護ガイドラインから抽出した達成方式を例として、知識ベースを構築する方法を具体的に説明する。その際、3.4.2.1 節で述べる必要な技術要素を含むように例を選択することで、以降の具体的説明が知識ベース構築の全ての要素を覆うように留意する。

3.4.2.1 方式組織化の概要

方式の組織化は以下の 3 つのステップによって達成される。

1 つ目のステップは、具体的な CHARM 木から達成方式を抽出することである。CHARM 木は行為ノードとノード間を結ぶリンクを形作る達成方式とで構成されている。達成方式とは、目的行為と部分行為列そしてその部分行為列によって目的行為が達成される原理によって構成されるものであり、その方式が適用可能な条件や適用できない禁忌などの情報を持つ。

2 つ目のステップとして、抽出した達成方式の is-a 階層を構築する。is-a 階層とは、概念間の一般-特殊関係を表す is-a 関係によって構成される階層で、上位ほど一般的な概念が表され、下位ほど特殊な概念が表される階層である。この is-a 階層は達成する目的行為ごとに構築する。目的行為が同じ達成方式はそれが何故目的を達成できるのかを示す原理の一般-特殊性に従って階層化される。例えば、物質を変化させる行為を目的行為とする達成方式を考える場合には、燃焼を原理に持つ方式はより一般的な化学変化を原理に持つ方式よりも特殊な方式として、二つの方式の間に is-a 関係が結ばれる。化学変化から燃焼に向けて属性の継承がなされるため、それを参考にすることで妥当な is-a 階層を構築することが出来る。また、抽出した方式以外に同じ目的行為を達成する方式が存在しない場合には、抽出した方式を一般化することで中間方式を生成する。この一般化操作では、元となる方式が持っている部分行為や達成原理の属性によって構成される制約を取り除くことによって実現される。

このような is-a 階層は、3.3 節で説明した CHARM 木とは全く異なる階層である。前述の通り、is-a 階層は概念間の一般性と特殊性を示す関係リンクによって構成されたもので上位の概念ほど一般性の高い概念となっている。一方で、CHARM 木に代表

される目的達成階層は概念（行為）間の関係は目的とそれを達成する方法であり，全体-部分の関係ということが出来る．そのため，上位の概念ほど粒度の粗い概念が現れ，下位の概念ほど細かい概念が現れるという特徴があり，is-a 階層とは違い，それらの間の特殊性には違いはない．

このような is-a 階層には，次の 2 つの利点がある．1 つ目は，階層に含まれる概念間の違いや共通性が明示的であることである．その理由は，is-a 階層の兄弟概念は共通の上位概念から異なる属性値が付与されることで特殊化されているためである．2 つ目の利点は，知識ベースの改定を行う際に改定が容易であるということである．達成方式の is-a 階層では目的達成の原理に基づいて階層が構築されているため，新たに追加する方式も同様の観点で追加すべき階層の位置を特定することが出来る．

3 つ目のステップとして，達成方式間の達成関係を結ぶ．達成方式は目的行為を達成するための部分行為列を持つ．部分行為は別の達成方式にとっては目的行為として捉えることが出来るため，それらの行為の間には達成方式を核とした達成関係が結ばれる．これを繰り返すことにより，目的行為ごとに構築された達成方式の is-a 階層同士を有機的に結びつけることが出来る．

このようにして組織化された達成方式は，知識ベースであると言える．このような知識ベースによって従来の看護ガイドラインでは暗黙的であった目的達成の根拠が明示化され，方式間の違いを理解することが促進される．これは看護師の日常的な業務の中で役に立つという貢献ではなく，方式知識の間の暗黙的だった関係を明示化したことと，そのための方法を提示したことが学術的貢献である．

実際の CHARM 木の中には必ずしも目的行為を達成するための原理が 1 つに分離されている方式ばかりではない．このような方式を複合方式と呼ぶが，複合方式は，複数の方式を合わせたものとして捉えられるため，知識としての粒度が大きく再利用が容易ではない．そこでこのような複合方式を目的達成原理が 1 つになるように分離することも，実際の達成方式組織化の作業においては発生し得る．

3.4.2.2 現場知識の抽出

知識ベース構築のために，4 章にて後述する新人看護師研修用に構築した CHARM 木から方式知識を抽出した．これは，前節のステップ 1 に相当する．CHARM 木は看護ガイドラインを基に記述したので，抽出した方式知識は現場に即した知識であると言える．これらの現場に即した CHARM 木から 1298 個の方式ノードを抽出した．

3.4.2.3 方式の is-a 階層の構築例

本節では，3.4.2.1 節のステップ 2 と 3 を，前節で抽出した方式の内，「取り除く」機能達成方式を具体例として説明する．ここで取り上げる「取り除く」機能達成方式に関する知識ベースの構築は，3.4.2.1 節で説明した知識ベース構築に必要な技術要素である，方式の is-a 階層と目的達成関係に基づく他の is-a 階層との関係，そして複合方式を全て含んでいる．

まず、ステップ2として「取り除く」機能を達成する方式の一般-特殊階層をその原理に基づいて構築した。次に、ステップ3として「取り除く」機能達成のための必要な機能の達成方式3つの一般-特殊階層を同様に構築し、それぞれを関係づけ組織化を行った(図3.9参照)。なお、本節で説明する階層は一般-特殊階層であり、3.3節で説明したCHARM木の目的達成階層とは全く異なるものである。異なる観点を分離して、行為的知識を組織化したことが本研究の成果である。以降で具体例を用いて説明する。

(1) 「取り除く」機能達成方式の is-a 階層

「取り除く」機能は、2つの対象物の間に結合力が存在する状態から存在しない状態への状態変化としてモデル化される。この状態変化を達成する方式について考察を行い、得られた上位階層を図3.9(a)に示す。長方形が方式名を表しており、角の取れた四角形が関連する行為を表している。特に、網掛けしている行為は目的を表しており、網掛けしていない行為は目的を達成するために必要な行為を表す。これらのノードが3.3節のCHARM木における楕円ノードと対応する。五角形のノードが目的を達成する原理を表している。長方形同士を結ぶリンクは一般-特殊関係を意味し、矢印の先にあるノードから根本にあるノードに向かって概念の特殊化が行われている。この階層では、状態変化前に存在した結合力が変化後に消えるか否かに注目して分類を行った。ここでの結合力とは状態変化前に2つの対象物が結合状態を保つために働く力のことであり、ここではF1と呼ぶ。変化後にF1が存在しない方式を結合力除去方式、存在する方式を力合成方式と呼ぶ。図3.9(a)が示すように、結合力除去方式の部

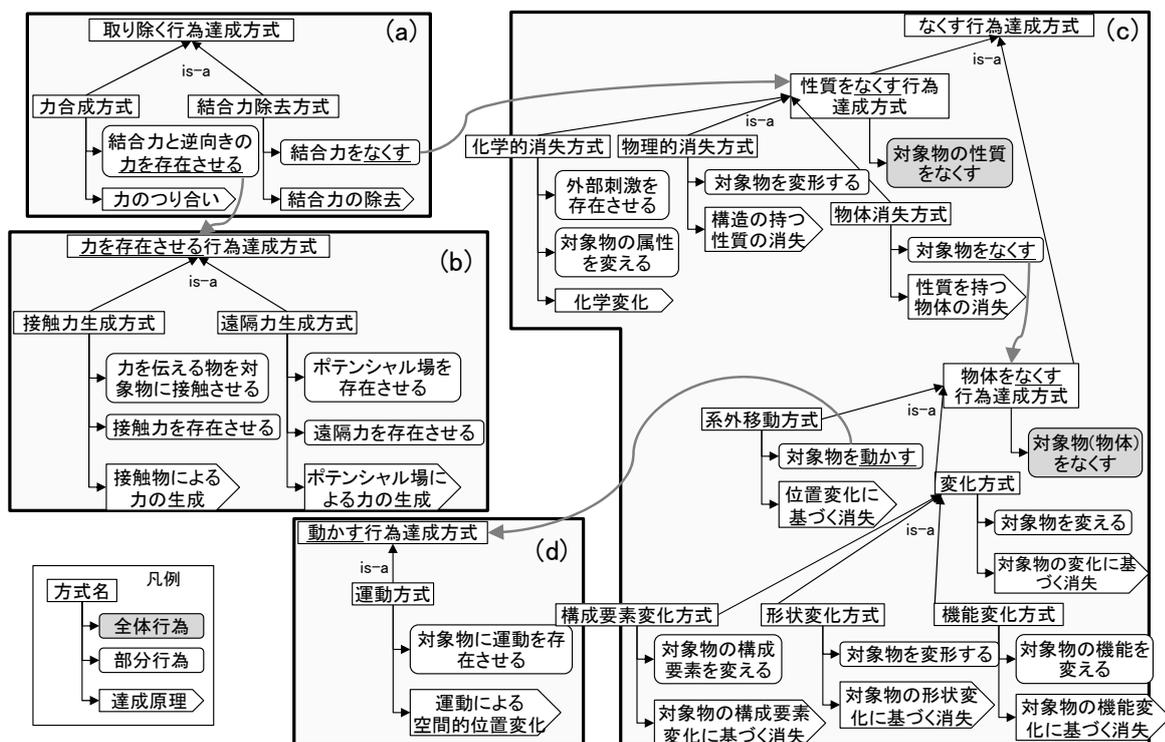


図 3.9 取り除く行為に関する4つの達成方式の is-a 階層

分行為は「結合力をなくす」行為であり，それによって「取り除く」行為を達成できる原理は，「結合力の除去」である．同様に，力合成方式の部分行為は「結合力と逆向きの力を存在させる」行為である．この行為が F_1 と逆向きの力 (F_2 と呼ぶ) を存在させることで， F_1 と F_2 のつり合いがとれ，状態変化後には F_1 は残っているが，2つの対象物は結合状態ではなくなっており，「取り除く」機能が達成される．

(2) 「力を存在させる」機能達成方式の is-a 階層

(1)の力合成方式の部分機能を達成するための方式について原理に基づき組織化を行った．「力を存在させる」機能は，力が存在していない状態から力が存在する状態への状態変化としてモデル化される．これを達成する方式の上位階層を図 3.9(b)に示す．この階層では，状態変化後に存在する力の種類で分類を行っている．接触した対象物からかかる力を接触力とし，その方式を接触力生成方式と呼ぶ．同様にポテンシャル場によって遠隔地にある対象物に力をかける方式を遠隔力生成方式と呼ぶ．これらの方式によって全体機能が達成される原理は，接触物による力の生成とポテンシャル場による力の生成と定義した．これらの方式の下位方式には，摩擦力生成方式や電磁力生成方式などのより特殊な力を生成する方式が分類される．

(3) 「なくす」機能達成方式の is-a 階層

同様に(1)の結合力除去方式の部分機能を達成するための方式について原理に基づき組織化を行った．「なくす」機能は，状態変化前に存在した対象を状態変化後に存在しない状態にする状態変化としてモデル化される．これを達成する方式の上位階層を図 3.9(c)に示す．まず，「なくす」対象が性質であるか物体であるかに注目して分類を行い，それぞれ，性質をなくす機能達成方式，物体をなくす機能達成方式と名付けた．これらの方式はルート概念から全体機能を特殊化することにより定義した．そして，性質をなくす機能達成方式の下位概念として，化学的消失方式と物理的消失方式，物体消失方式を定義した．化学的消失方式は化学変化を原理として対象が持っていた化学的性質を状態変化前と後で変えている．そのため，変更された化学的性質は状態変化後には存在していない状態と捉えられる．物理的消失方式は対象の構造を変形させることにより，構造の持つ性質をなくしている．物体消失方式は，性質を持つ物体そのものをなくすことで状態変化後に対象である性質が存在しない状態を作っている．そして，物体をなくす機能達成方式の下位方式には，系外移動方式と変化方式を定義した．系外移動方式では，対象を現在注目している系の外に移動させることで，注目する系内に存在しない状態にしている．一方，変化方式ではその下位方式が表すように，対象の構成要素や形状，対象物の持つ機能などを変化させることによって状態変化後に異なる対象物として捉えられることを「なくなった」状態とする．例えば水が水蒸気になった場合，状態変化後に水として利用することを考えていた設計者にとっては存在しなくなったと言える．このような状態変化を達成するための方式が変化方式である．

(4) 「動かす」機能達成方式の is-a 階層

次に(3)の系外移動方式の部分機能を達成するための方式について原理に基づき方式の組織化を行った。「動かす」機能は、状態変化の前後で対象物がある位置から異なる位置へ移動する状態変化としてモデル化される。この状態変化を達成する方式としては、図 3.9(d)に示す運動方式のみを定義した。この方式では、運動による空間的位置変化を原理として全体機能を達成する方式であり、対象物に運動を存在させることでそれを達成する。空間的な位置の変化という状態変化は原理的に必ず運動を伴うものであるため、「動かす」機能達成方式の is-a 階層では運動方式のみを定義している。この方式も力を存在させる機能達成方式と同様に、下位方式としてより特殊な運動を存在させる方式が分類される。

3.4.3 知識ベースを用いた現場知識の表現

3.4.3.1 知識ベースの CHARM 木構築への利用

3.4.2 節で述べた知識ベースを利用した CHARM 木の構築について例を交えて説明する。図 3.10 は気管から痰を吸引する行為を表現した CHARM 木の一部である。この行為における最上位の目的は「患者の気管から痰を取り除く」行為である。これを達成するために、知識ベースに保持されている「系外移動方式」(図 3.9(c)参照)が適用されている(図 3.10(a))。同様に、その部分行為である「気道内から分泌物を取り

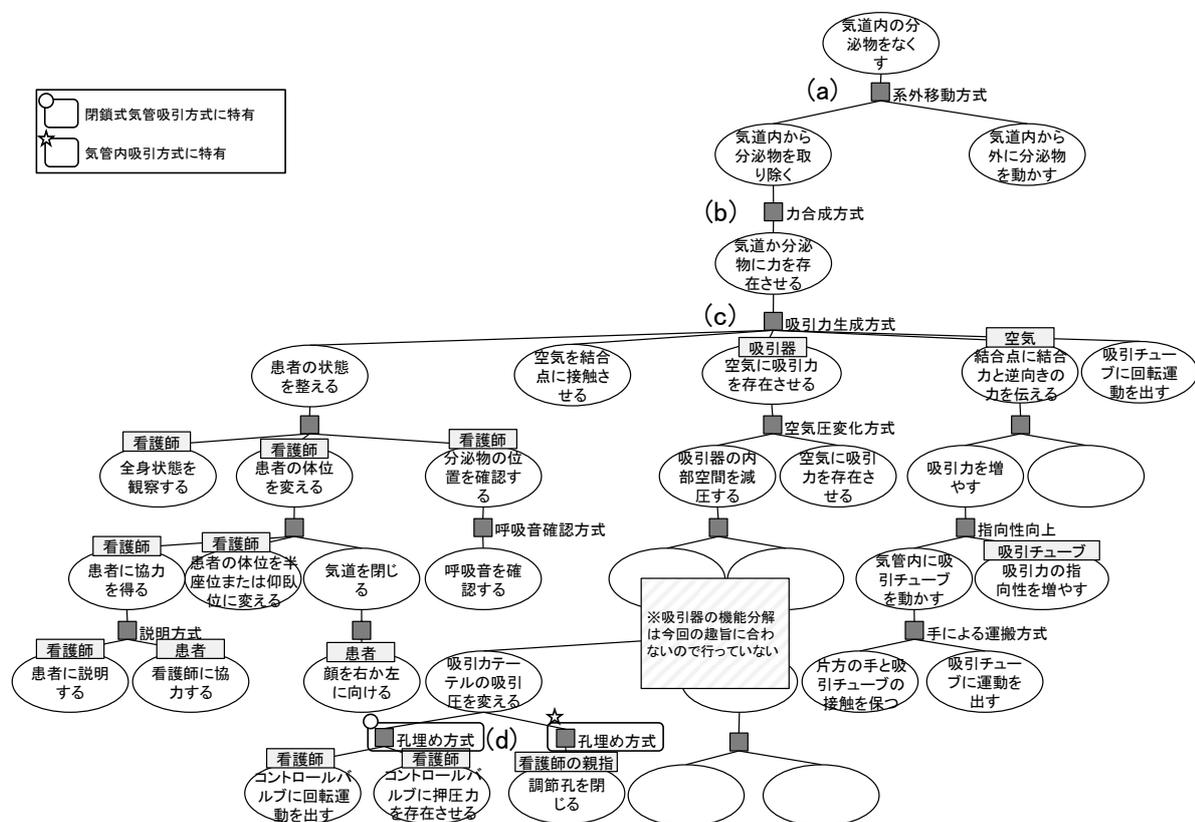


図 3.10 方式知識ベースに基づく「痰を取り除く」行為の CHARM 木

除く」行為を達成するために図 3.9 の a で示す「力合成方式」が適用されている（図 3.10(b)）. 図 3.10(c)で示される「吸引力生成方式」は図 3.9(b)に示す「遠隔力生成方式」の下位概念として定義されており、「力合成方式」の部分行為を達成するために参照されている. 最終的に吸引圧を変えるための方法に使用される道具の違いによって異なる 2 つの方式が存在することが表現された.

このように知識ベースを参照することで、看護ガイドライン中で表現されていた痰の吸引行為を CHARM 木として構築することが出来た. ガイドラインの中では複合的に表現されていた方式を知識ベース内の単純方式の組み合わせとして中間目的が多く含まれるように詳細度高く行為を表現出来た. このように中間目的を多く含むように表現することで、二つの方式が多く共通点を持ち、相違点は、道具に起因する吸引圧の変え方の違いだけであることが明示された. この例示によって知識ベースの再利用性の高さが示された.

3.4.3.2 複合方式の知識ベースへの追加

実践での達成方式には単純方式の組み合わせで表現されるような「複合方式」が少なくない. 複合方式は現場で理解されている方式の捉え方を表現しており、それを知識ベースに追加することは、現場の人間が知識ベースを利用する際に有用であることが期待される. 図 3.11 は洗浄方式と清拭方式で対象物から汚れを取り除く行為を表現した CHARM 木である. 洗浄方式は、経口摂取できない患者や低栄養状態の患者に消

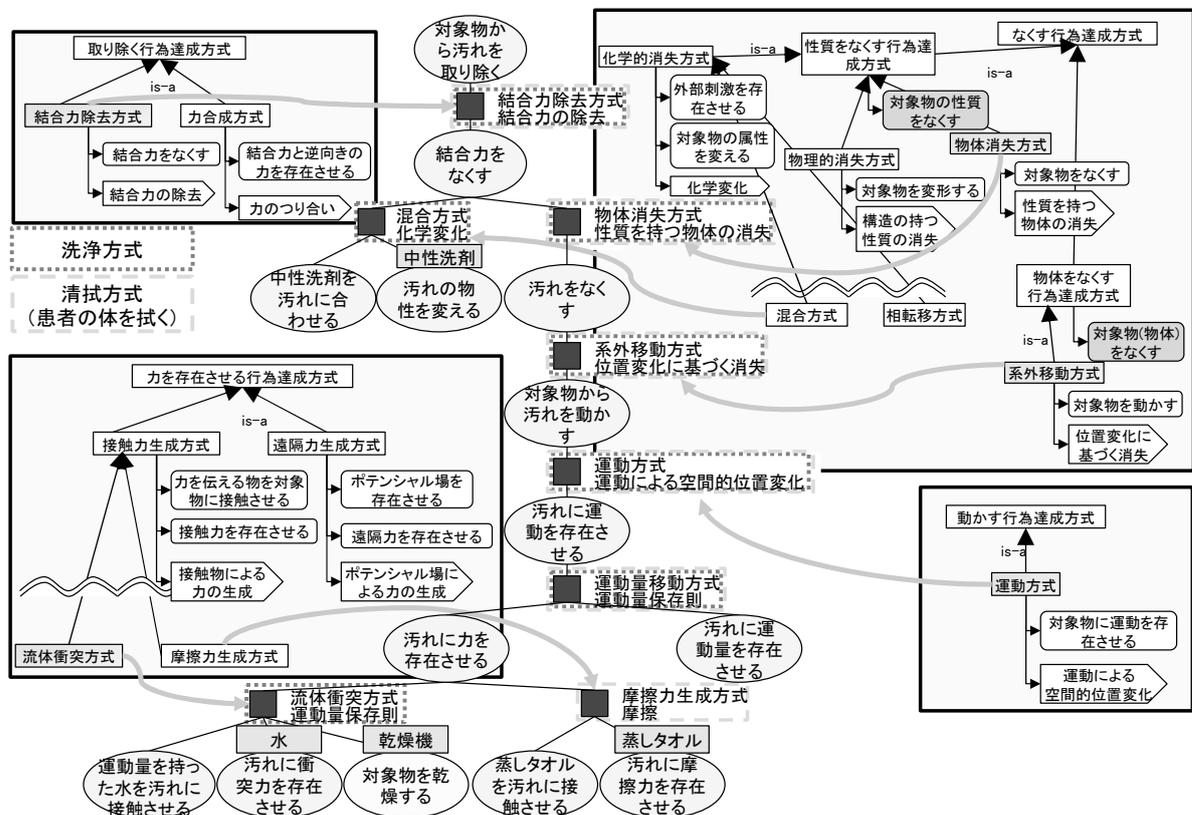


図 3.11 複合方式の一例：「洗浄方式」「清拭方式」

化管内に挿入されたチューブを通じて栄養を供給する経管栄養法で使われるボトルの汚れを取り除く方式としてガイドラインから抽出された。一方、清拭方式は患者の体を拭きとって汚れを取り除く方式である。これらの方式は対象物を一般化することにより、どちらも「対象物から汚れを取り除く」ことを目的としてそれを達成するための方式として捉えられる。最終目的である「対象物から汚れを取り除く」行為を達成する方式として3.4.2節で述べた結合力除去方式を参照している。さらに、結合力除去方式の部分行為を達成するために、物体同士を混ぜて化学反応をおこし、結合力という物体の性質をなくす方式の下位概念である混合方式と物体そのものを消失させることで物体の性質をなくす方式である物体消失方式を参照することで、洗剤を使用する洗浄方式によって汚れが取り除かれる原理の一部を表現している。同様に汚れをなくすために、系外移動方式を適用し、その部分行為を達成するために運動方式を適用するという進め方で原理に基づく行為分解を行う。そして、「汚れに力を存在させる」行為を達成するために、洗浄方式では流体衝突方式を適用し、清拭方式では摩擦力生成方式を適用する。流体衝突方式は水などの流体を汚れに衝突させることで衝突力を生み、その力によって汚れを動かすことを目的として適用されている。一方、摩擦力生成方式は生成する力の種類が摩擦力である。

前述の通り、複合方式は現場の視点で行為を捉えた知識である。そのため、複合方式を単純方式に分解して表現し、その組み合わせを知識ベースに追加することによって、知識ベースは現場視点の知識も保持することが出来る。

3.5 結言

本章では、(1)臨機応変な看護を可能にする教育、(2)柔軟な治療計画の生成と提示、(3)改善のための知識比較の3種類の対象タスクの分析のもとで提案した4つの要求仕様を満たす内部表現モデルとしてCHARMを提案した。まず、看護ガイドラインの分析を行い、現場で実際に利用されている看護ガイドラインの記述を通してCHARMを提案した。要求仕様として(A)行為の目的・根拠の明示的記述、(B)状況に対応する代替方法の明示的記述、(C)語彙体系を利用した意味の明確な記述、(D)行為実行順序の明示的記述の4つを全てCHARMが満たしていることが確認できた。また、CHARMを用いて記述された知識の再利用性を向上させるための記述方法論も提案した。その記述方法論では、達成方式知識を部品として知識ベースを構築し、構築した知識ベースから知識を取り出して再利用するというものである。実際に、現場の達成方式知識1298個を抽出・一般化し方式知識ベースを構築したことで、今後の知識記述の負荷を軽減することが期待できる。

次章では、本章で提案したCHARMを看護現場において実践的に適用し、その記述能力の検証と有用性の確認について述べる。

第4章 CHARM の看護現場における実践的適用

4.1 緒言

本章では、3章で提案した知識表現モデル CHARM の記述能力の検証と有用性の確認について説明する。まず、4.2節では(1)臨機応変な看護を可能にする教育タスクと(3)改善のための知識比較・統合タスクのために必要な CHARM の記述能力の検証について述べる。この検証は2つの病院の看護現場で実際に利用されている看護ガイドラインを CHARM 木として記述することで行う。次に、4.3, 4.4節で記述結果として得られた CHARM 木を利用し、2つの実践を通して有用性の確認を行った。4.3節で、実践の1つ目として、(3)複数病院間の同種の看護ガイドラインの統合・比較タスクに対する CHARM の有用性の確認を行う。そして4.4節で、2つ目の実践として、(1)新人看護師への教育・研修タスクに対する実践を通して、CHARM の有用性の確認を行う。特に2つ目の実践において CHARM の定性的評価を行った。

4.2 看護ガイドラインの記述を通じた CHARM の記述能力の検証

2つの病院でそれぞれ利用されている看護ガイドラインの CHARM に基づく記述を通して、CHARM が現場の知識を十分に記述できる能力を備えていることを検証する。まず、三木市立三木市民病院における看護ガイドラインを利用した記述能力の検証について説明し、次に、大阪厚生年金病院における看護ガイドラインを利用した記述能力の検証について説明する。

4.2.1 三木市民病院の看護ガイドラインの記述

本節では、序論で述べた(3)改善のための知識比較・統合タスクのために行った CHARM 木の記述を通じた、記述能力の検証について述べる。まず、CHARM の記述能力の検証のために、三木市立三木市民病院（現在、北播磨総合医療センター）において実際に看護行為の規範として利用されている以下の看護ガイドライン4つを記述した。

1. 心肺蘇生法[ACLS 大阪 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

三木市民病院は 2013 年 10 月に小野市民病院と統合し、北播磨総合医療センターとして開業しており、研究当時、看護ガイドラインとして蓄積されている知識の統合が求められていた。特に、救急医療に関しては病院統合後からすぐに業務が始まるため、早急に看護ガイドラインの統合を行うことが求められていた。今回記述対象とした看護ガイドラインは統合後すぐに業務の始まる可能性のある救急医療に関するものである。救急医療の中でも特に上記の 1, 2, 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記述・整理を行った。これらの看護行為を選択した理由は、救急救命の中でも特に行う可能性の高いものであり、手順が整理されることが望まれるためである。上記の 4 つの看護ガイドラインのうち三木市民病院の看護ガイドラインである 2, 3, 4 については看護ガイドライン全体を CHARM 木として記述した。看護師に限らず医療従事者全般の教科書的なガイドラインである 1 については 123 ページの冊子の内、目次や巻頭言、知識確認テストなど医療行為に関係のない部分を除いた 90 ページから心肺蘇生の手順について書かれた 70 ページを抽出し、CHARM 木として記述した。記述内容の正当性は看護師らにより確認された。

4.2.2 大阪厚生年金病院の看護ガイドラインの記述

本節では、序論で述べた(1)臨機応変な看護を可能にする教育タスクのために行った CHARM 木の記述を通した、記述能力の検証について述べる。まず、大阪厚生年金病院（現在、独立行政法人地域医療機能推進機構大阪病院）で行われている新人看護職員の研修の一環としての ICU (Intensive Care Unit) 研修に向けて CHARM 木を記述し、CHARM の記述能力を検証した。記述した CHARM 木は ICU 研修で用いられている全ての看護手順である 30 を対象とした（表 4.1 参照）。これらは全診療科を対象として厚生労働省が定めた新人看護職員研修ガイドライン[厚労省 11]に示されている、新人看護職員が 1 年以内に経験し修得を目指す技術的項目の半分をカバーしている。すなわち、今回記述した CHARM 木は原理的には他の病院への展開も可能な、汎用的な内容をモデル化したものといえる。実際に記述した CHARM 木は 54 個で、それを構成するノードは約 4600 個になり、記述には約 3.2 人月を要した。この全ての CHARM 木に関して教育担当看護師や看護大学の教員により内容の妥当性確認を行い、CHARM に現場の知識を十分に記述する能力があることを確認した。さらに、ICU 研修の範囲外である新人看護職員研修ガイドラインで示される項目の残りについても、他の部門での研修への利用を考慮して、CHARM による記述を行っている。

表 4.1 ICU 研修のために CHARM に基づいて記述した手順一覧

I 環境調整技術	①温度、湿度、換気、採光、臭気、騒音、病室整備の療養生活環境調整 ②ベッドメイキング
II 食事援助技術	経管栄養法
III 排泄援助技術	①膀胱内留置カテーテルの挿入 ②膀胱内留置カテーテルの管理
IV 活動・休息援助技術	①体位変換 ②クリティカルケアにおける関節可動域訓練・廃用性症候群予防
V 清潔・衣生活援助技術	①清拭 ②口腔ケア ③部分浴(手浴・足浴) ④陰部ケア ⑤寝衣交換等の衣生活支援、整容
VI 呼吸・循環を整える技術	①酸素吸入療法 ②気道内加湿法 ③吸引(口腔内・鼻腔内) ④吸引(気管)
VII 創傷管理技術	褥瘡の予防 ②静脈内注射・点滴静脈内注射
VIII 与薬の技術	③輸液ポンプの準備と管理 ④シリンジポンプの準備と管理 ⑤輸血の準備、輸血中と輸液後の観察
IX 救命救急処置技術	①意識レベルの把握　もしくは、心肺停止状態の査定ができる ②気道確保 ③人工呼吸 ④閉鎖式心臓マッサージ ⑤チームメンバーへの応援要請 ⑥除細動
X 症状・生体機能管理技術	①心電図モニター・12誘導心電図の装着・管理 ②パルスオキシメーターによる測定
XI 感染予防技術	①スタンダードプリコーション
XII 安全確保の技術	抑制方法

4.3 複数病院間の同種看護ガイドラインの比較・統合

CHARM の有用性確認のための 1 つ目のタスクとして、複数病院間の同種看護ガイドラインの比較・統合について説明する。まず、看護ガイドラインの比較・統合に対して CHARM の応用可能性について説明する。次に統合対象について述べ、互いに相補的な関係にある医師用ガイドラインと看護ガイドラインの統合結果と、有用性確認の対象である病院間の看護ガイドライン間の統合結果について説明する。最後に、CHARM 木を利用した看護ガイドラインの統合手法を通して、CHARM の比較・統合タスクに対する有用性について説明する。

4.3.1 看護ガイドライン比較・統合に対する CHARM の応用可能性

4.2 節で述べたように、研究開始当時、2013 年 10 月に三木市民病院と小野市民病院は統合し、北播磨総合医療センターとして開業することが決定されていた。病院統合に伴い、両病院の看護手順を統合する必要が生じ、CHARM に基づいた手順の統合支援を行った。

各病院の看護ガイドラインは自然言語の文章で書かれており、その内容を統合するためには統合作業者が全ての内容を理解し、相互に比較する必要がある。しかし、各病院の看護ガイドラインはフォーマットが異なっており、各ガイドラインのどの個所同士を対比することで内容の比較ができるのかが一目では分からない。さらに、2 つのガイドライン間で手順が異なっていたとしても、片方のガイドラインに手順がない

だけなのか、同じ目的の下で異なる手順を実施しているのかを判断しにくいという問題もある。

このようなガイドラインに対して CHARM によって暗黙的な知識を明示化することにより、手順の統合支援を行った。CHARM 木は木構造で行為の達成関係を表現したモデルであり、そのフォーマットは一定である。そのためガイドラインから CHARM 木を記述し、CHARM 木同士を統合することでフォーマットが異なり比較が困難であるという問題は解決される。それに加えて、CHARM 木形式でガイドラインを記述することで、ガイドラインでは暗黙的となっている手順の目的を利用した統合も行うことができる。目的指向で記述されたモデルであるため、各病院で手順が異なっていたとしてもそれらを目的レベルで比較することができ、手順がどの程度異なっているのか(手順を行う目的自体が違うのか、目的は同じだが詳細手順のみが異なっているのか)を議論しやすくなり、統合作業を支援することができる。そして、得られた CHARM 木は一貫した構造で記述されているため、どちらの病院関係者が見たとしても一意に理解できるものとなる。

4.3.2 統合対象

統合の対象としたガイドラインは、気管内挿管介助のガイドラインである。このガイドラインは統合後すぐに業務が始まる可能性のある救急救命手順の一種であり、標準化の進んだ心肺蘇生法の一部となる医療行為である。そのため、心肺蘇生全体に対する気管内挿管介助の位置づけを明確にし、他職種に渡る医療従事者間の関係を明確化するために、統合予定である三木市民病院と小野市民病院の看護ガイドラインだけでなく、心肺蘇生法全体に関する世界標準のガイドラインである二次救命処置コースガイド[ACLS 大阪 08]、そして気管内挿管介助における医師の行為が主に書かれたガイドライン[小野寺 06]の4つのガイドラインを統合した。まず、各ガイドラインからそれぞれ CHARM 木を記述し、統合を行った。CHARM 木の記述方法については、3.3 節で述べた通りである。

4.3.3 医師用ガイドラインと看護ガイドラインの統合

ガイドラインの統合にあたって、まずは世界標準のガイドライン[ACLS 大阪 08]と医師用のガイドライン[小野寺 06]、そして三木市民病院で使われている看護ガイドラインの統合を行った。ここでのガイドライン統合は、世界標準のガイドラインと三木市民病院の看護ガイドラインに大きな違いがないことの確認と、医師の行為と看護師の行為の相関を明確にする目的で行った。統合した結果、医師と看護師の行うべき手順がそれぞれのガイドラインで主要なものとして書かれているため、統合後の CHARM 木は相互に補完された総合的なものとなった。例えば、喉頭展開の実行手順部分は医師用のガイドラインや世界標準のガイドラインから抽出された手順であり、

一方でその準備に当たる部分は医師用のガイドラインから抽出された手順は少なく、看護ガイドラインから抽出された手順が多いことが確認できた。このことから、三木市民病院の看護ガイドラインが標準的なガイドラインである二次救命処置コースガイド[ACLS 大阪 08]から大きくずれていないことが分るとともに、医師用のガイドライン[小野寺 06]との関係性から看護師の行為が医師の介助を行っていることが明確になったと言える。これが確認できた理由は、CHARM が一つの状態変化を一つの行為としてノードを表現するため、それぞれのノードがどの知識ソースから得られたかを書き分けるのに適していたことにある。

4.3.4 病院間の看護ガイドライン統合

次に、4.3.3 節の統合により得られた CHARM 木（以下、a と表記する）と小野市民病院の看護ガイドラインから記述した CHARM 木（以下、b と表記する）をさらに統合した。この統合では、病院統合に伴う看護ガイドラインの統合を目的として行った。統合された CHARM 木は看護ガイドライン間の相違点を見出し統合病院で利用するガイドラインとしてどのようなものがふさわしいかを議論するための土台として利用する。この統合によって見出すことのできた相違点は表 4.2 に示すような 12 点であった。相違点は主に、手順の漏れ、手順の粒度の違い、合併症などの不具合に関する記述の有無の 3 種類であった。それらの内容的相違点をどのようにして見出すことができたのかを、形式的な統合手法と合わせて詳しく説明する。

4.3.5 CHARM 木の統合手法

まず 2 つの CHARM 木で共通して含まれている行為ノードを探す。例えば、図 4.1 ①,②で示すように、「カフの状態を計測する」という行為ノードは双方の CHARM 木で共通して含まれている。意味が明確に定義された同一の機能語彙で表現された行為は、同一の状態変化を起こすものとしている。つまり、a と b の「カフの状態を計測

表 4.2 気管内挿管介助ガイドラインの 2 病院間における相違点

内容	三木市民病院	小野市民病院
1 スニッフingポジションについて	○ 記載あり	× 記載なし
2 挿管チューブのサイズ確認	× 記載なし	○ 記載あり
3 スタイルレットのストッパーの使用	○ 記載あり	× 記載なし
4 スタイルレットを曲げる	× 記載なし	○ 記載あり
5 スタイルレットによる合併症	× 記載なし	○ 記載あり
6 潤滑ゼリーを塗る範囲	チューブの先端	チューブの先端からカフ
7 喉頭鏡の詳細な渡し方	○ 記載あり	× 記載なし
8 挿管中・挿管後の吸引	○ 記載あり	× 記載なし
9 気管チューブの詳細な渡し方	○ 記載あり	× 記載なし
10 挿管直後の換気	× 記載なし	○ 記載あり
11 確認するカフの属性	カフエア一量	カフ漏れの有無
12 バイトブロックについての記述	起こりうる不具合	使用方法

する」という行為ノードは同一の状態変化を示しているため、これらのノードは一つのノードに統合できる（図 4.1③参照）。

また、図 4.1 の④と⑤で示すように「カフの状態を計測する」行為の達成方式は3つのガイドラインを統合して得られた a と、小野市民病院の看護ガイドラインから記述した b で記述されている方式がそれぞれ異なっている。これらの違いは、確認する属性がカフエアー量であるか、カフ漏れの有無であるかの違いである。このような場合には、図 4.1 の⑥に示すようにそれぞれの達成方式を統合後の CHARM 木に記述した。a, b それぞれにのみ記述されていた方式は、どちらも同一機能語彙で表現された同一の行為を達成する方式である。それはすなわち、統合後の行為が両方の方式で達成できることを表している。これによって、双方の病院で用いられている方式間の関連性を明示的にした上で一覧性高く表現することができ、統合後のガイドラインでどの手順を残すのかを議論する際の助けになることが期待できる。このようにして統合した CHARM 木から見出された相違点について三木市民病院と小野市民病院の看護

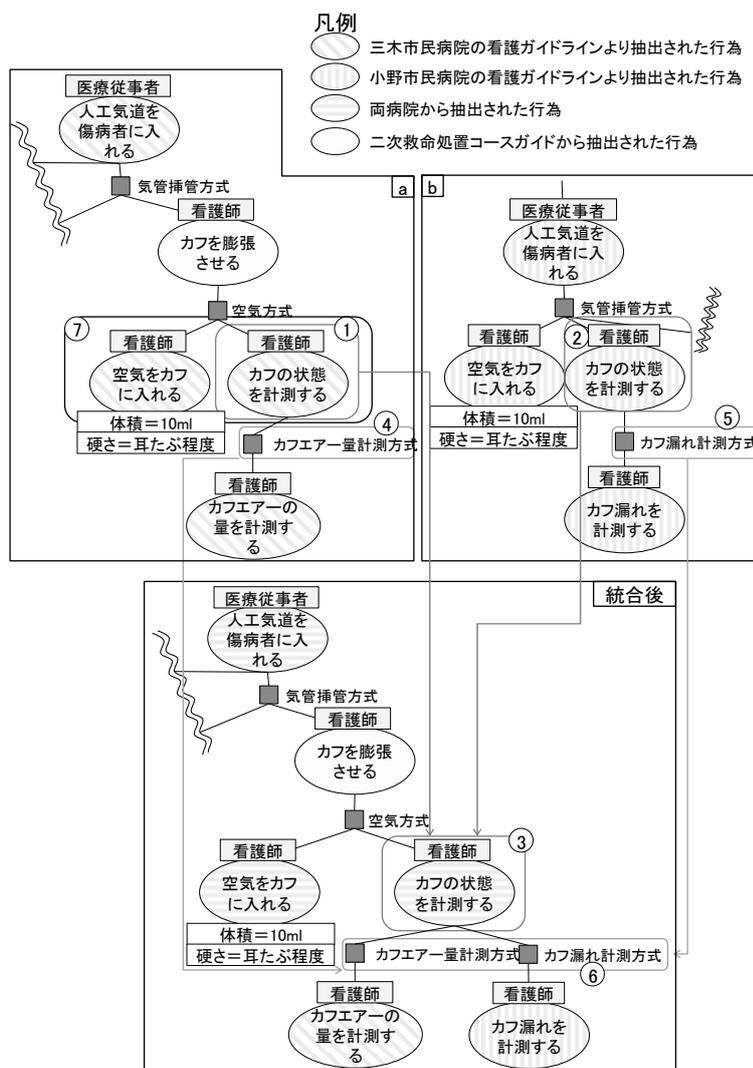


図 4.1 行為ノードの統合と達成方式ノードの統合

師間で意見交換を行った。表 4.2 に示す相違点の 2, 3, 5, 8, 10 は片方のガイドラインには存在し、片方のガイドラインには存在しなかったという相違点であったが、全て単純な記載漏れであることが分かり、統合ガイドラインに追記されることとなった。記載漏れとなった理由は、それぞれの施設で重要視している手順の違いである。CHARM では一つの状態変化を一つの行為ノードで表現するため、それぞれのノードがどの知識ソースから得られたものかを明示しやすくなることで、それぞれの施設で重視している手順が明らかになり、記載漏れしている手順を発見することができた。さらに、図 4.1⑥で示したように、方式の一覧性の高さから、それぞれの病院で行っている手順の違いが同一目的の下で行われる行為の違いであることとして明らかになり、その例として表 4.2 の 11 に示す相違点が発見することが出来た。

さらに、目的に着目した行為の捉え方から、各ガイドラインで表現されている目的意識の違いについても明らかにした。図 4.1 の⑦に示すように a では「空気をカフに入れる」、「カフの状態を計測する」行為系列の目的が「(適切に)カフを膨張させる」ことであることが明示されているが、b では暗黙的となっていた。その一方で、さらに上位の目的となる「人工気道を傷病者に入れる」行為は双方のガイドラインで表現されている。この違いは b を記述する基とした小野市民病院のガイドラインでは「空気をカフに入れる」、「カフの状態を計測する」という手順に関する中間目的についての記述があまりないことを示している。このような違いは目的に注目して看護行為を捉えるという CHARM の視点をとったために明示化することが出来たと言える。同様に表 4.2 の 1, 7, 9 に示した相違点は、各病院のガイドラインがどれだけ詳細に手順を分解しているかの相違として捉えることができる。これは、一方のガイドラインでは暗黙的となっていた中間目的を明示したことにより発見できたと言える。

ところで、図 4.2①で示すように「気管と気管チューブを一体化する」行為が a, b 両方の CHARM 木に共通してみられる。しかし、a では「舌・口唇に褥創を存在させる」という不具合について八角形ノードで詳細に記述され（図 4.2②参照）、b では不具合の詳細は書かれていないが、不具合が発生しうる手順が記述されている（図 4.2③参照）という違いが見られる。CHARM では不具合も行為同様のモデルで記述できるため、一貫した視点で看護師の行為からそれを原因として起こりうる不具合までを記述することができる。それにより、図 4.2④に示すような、三木市民病院の看護ガイドラインだけでも小野市民病院の看護ガイドラインだけでも表現されていなかった行為と不具合との関係を表現することができ、表 4.2 の 12 に示した相違点として確認された。それによって統合も容易となり、三木市民病院と小野市民病院の看護師間の意見交換時には互いに記載していなかった知識の重要性を認識する結果となった。

また、表 4.2 の 4, 6 の相違点は、CHARM を利用したことによって発見できた相違点とは言えないが、綿密にガイドラインを精査することにより発見することが出来た相違点と言える。4 については、一方の施設では使用していない器具に関する記述で

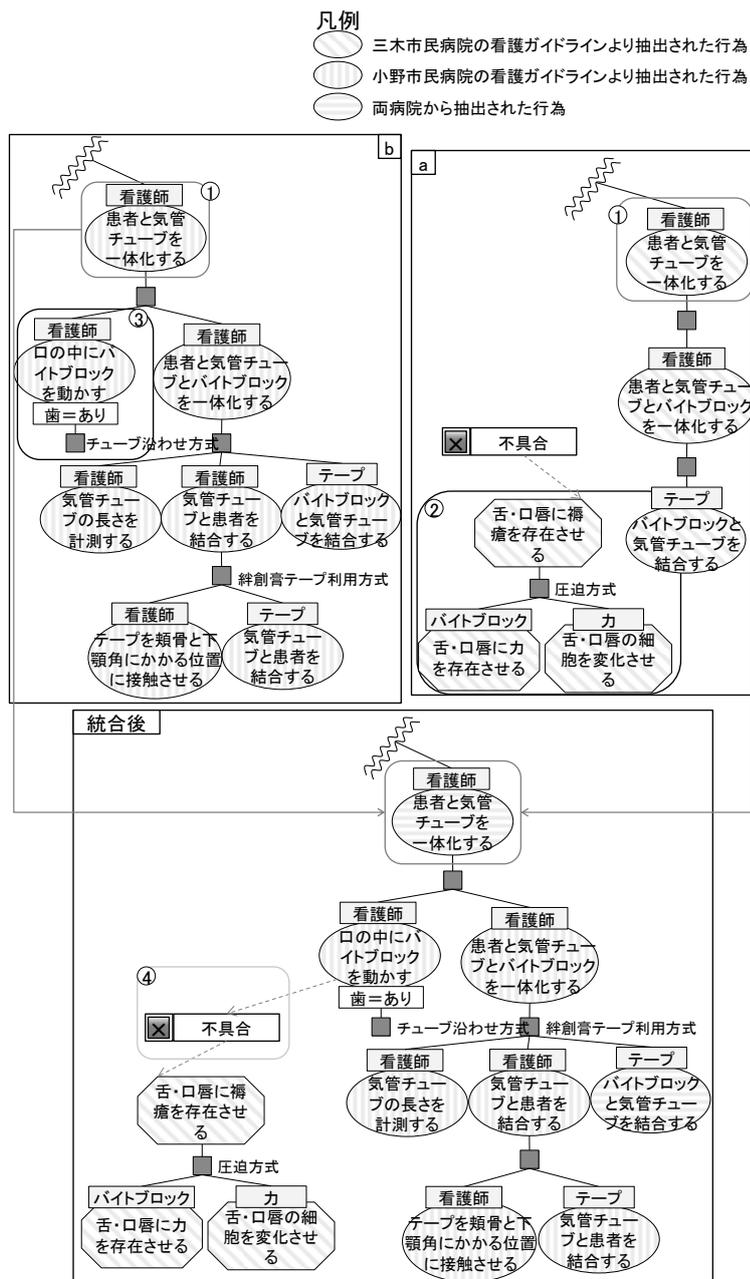


図 4.2 看護行為と不具合知識の相補的統合

あり、6については一方の施設では行われていない行為に関する記述であり、記載されていない側の施設が記載の必要性を認識することとなった。

ここまでで述べたように **CHARM** を用いることで、これまで暗黙的であった目的や行為間の関連性を明示化し、ガイドライン統合の際の議論の土台を作ることができた。**CHARM** を利用した統合によって、担当した看護師より、従来は手順をしっかりと意識した上で検討してこなかった看護行為の根拠について検討することができたと評価された。すなわち、従来のガイドラインでは暗黙的になっていた知識を明示化することで、話し合いの際に意識して検討することを促す効果が **CHARM** にあったと確認できた。

4.4 CHARMの新人看護師への教育・研修における実践

本節では、CHARMの有用性確認の2つ目のタスクである新人看護師への教育・研修における実践について説明する。まず、CHARMを教育に対して実践するために、新人看護師研修の現状と実践のために求められるCHARMに基づく知識閲覧システム的设计思想について述べる。次に、設計思想に基づいて開発した知識閲覧システムであるCHARM Padの概要と特徴的機能について説明する。そして、CHARM Padを導入した大阪厚生年金病院におけるICU研修について述べる。最後に、研修の指導者と研修生からの定性的評価を通して、CHARMおよびCHARM Padの有用性の確認について説明する。

4.4.1 新人看護師研修の現状と知識閲覧システム的设计思想

4.4.1.1 新人看護師研修の現状

まず、大阪厚生年金病院で行われている新人看護師研修について現状を説明する。

(1) 教材としての看護ガイドライン

3章で説明した通り、個別の病院で整備されている看護ガイドラインはその病院における看護行為の規範であり、標準的な看護手順を定める他、新人看護師の教育やインシデント対策などの目的で広く利用されている。

そのような看護ガイドラインに基づく指導を受けた看護師の中には、状況に応じて柔軟に対応する能力を得られない者がいる。その原因の一つは、学習のために十分な知識がガイドラインに記述されていなかったり、記述されていたとしても内容間の関連性が明示的でなかったりすることが考えられる。そのような知識は、従来は経験的に習得されていたが、それらの知識をベテラン看護師から外化し、明示することができれば新人看護師の学習支援の効率化が期待できる。例えば、行為の目的が明示されていれば、新人看護師は状況が変化し日常的に使用している手順が使用できなくなったとしても、目的を達成する方向に自分で考えて対応することができる。さらに、目的を達成するための方法がそれを適用できる状況を含めて複数明示されていれば、状況に応じて適切な方法を予め学び、実践することも期待できる。それに加えて、行為実行中に起こり得る不具合に関する知識が明示的に記述されていれば、行為実行中に予め注意することもでき、対処法について学習することが期待できる。

(2) 新人看護師研修におけるシミュレーション研修

看護師に求められる実践能力を育成するための教育方法として、近年ではシミュレーション研修が注目を集めており[深澤 11]、実際に複数の病院で看護師研修の一環として取り入れられている。シミュレーション研修とは、患者の状態を忠実に模擬できるダミー人形を用いて、実際に臨床現場で起こりうるシナリオに沿って行動しながら、学習者が自分の持つ知識を確認し体験することで自らの技術を高めていくような研

修である。シミュレーション研修は、実際の患者を対象にするわけではないため、シミュレーション時の音声や映像を記録し、研修後にそれらを参照した振り返り学習を行いやすいという特徴があり、実際に行われている。しかし、シミュレーション研修においても看護ガイドラインが用いられることが多く、振り返りに利用できる音声や映像記録と分離しているため、教材として十分とは言い難い。学習効果を高めるためには、手順について記述された教材に埋め込まれる形で映像などが関連資料として提示されることが望ましい。

4.4.1.2 知識閲覧システム CHARM Pad の設計思想

初学者から経験を積んだ看護師に至るまで使われる教材は一貫した知識に基づいていると同時に、看護師としての技量や立場の違いに応じて、同じ対象であっても学ぶべき側面が変化することが望ましい。入職1年目の看護師にとっては、手順を実行するために最低限必要な知識がまずは重要であり、経験を積んだ2,3年目の看護師にとっては、看護行為の目的や代替手順とその適用条件など状況に応じて柔軟な看護を実践するために必要な知識がより重要視される。求められている教材は、一貫した知識を使用者のレベルや意図に合わせて適切な方法で提示できるものである。それと同時に、効率的な学習を促進するために、教材は関連資料を手順と結びつけて提示できることが求められる。

以上を踏まえ、新人看護師の教育・研修に利用できる知識閲覧システム CHARM Pad の設計を行うに当たって、以下の点を重視した。まず、システムは CHARM に基づいて知識を構造化した CHARM 木を用いることで、初学者から経験を積んだ看護師に至るまで有用な知識を提供することを目指す。そして、CHARM 木を基に、学習者の経験や意図に応じて側面を変えて知識を提示することで、経験のない看護師から経験を積んだ看護師までが一貫して同じ背景知識に基づいて学習することを支援する。さらに、目的指向の CHARM 木に関連資料を結びつけることで、関連資料への関心を高めるとともに、その学習への有効利用を促進する。加えて CHARM の表現する行為の目的をコンテキストとして関連資料の位置付けを学習者に理解させる。指導者の模範動作映像が埋め込まれていれば、学習者は事前学習時に手順と対応付けて予習することができ、自分の動作映像を埋め込めば、事後学習時に手順と対応付けて振り返り学習を行うことができる。

4.4.2 知識閲覧システム CHARM Pad の概要

前節で述べた設計思想に基づいて、CHARM 木を基に学習者が知識を閲覧するシステムとして CHARM Pad を開発した。CHARM Pad は図 4.3 に示すように CHARM 木を表示するアプリケーション（CHARM Pad アプリと呼ぶ）を実装したタブレット端末である。院内や帰宅後の自宅など学習するための場所を選ばず、初心者でも扱いが容易な Android OS 及び iOS 搭載の端末を利用し、開発を行った。

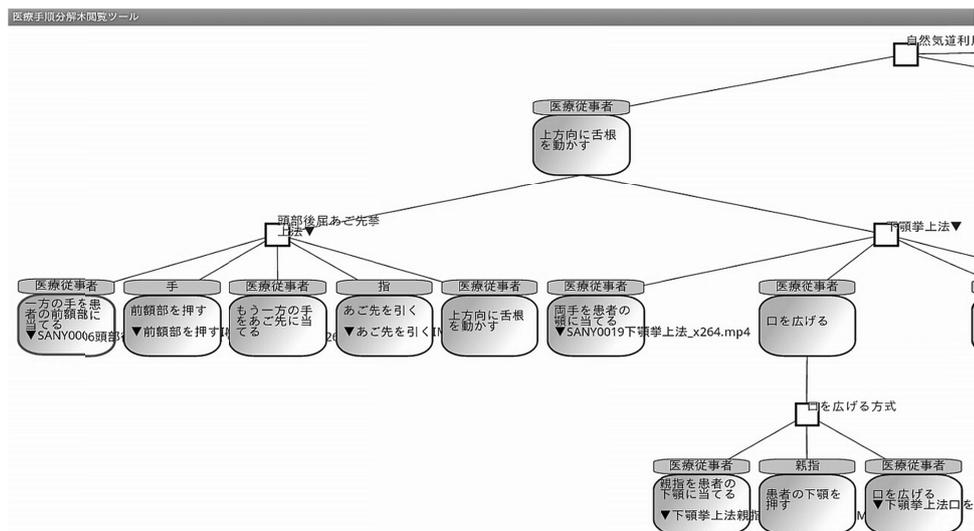


図 4.3 CHARM Pad (目的指向表示モード)

タブレット端末特有のドラッグやピンチ操作によって、CHARM木の移動，拡大縮小を行うなど直感的な操作が可能となっている。また行為ノードや方式ノードをダブルタップすることによるノードの展開・縮約機能を備えており，ユーザは必要な粒度で手順を参照することができる。ある看護手順を確認する際に，初心者レベルの看護師はより詳細な手順までを確認することが考えられる。しかし，業務に携わって2,3年経ち手順を記憶している一人前レベルの看護師は詳細な手順を確認することはあまりなく，なぜその手順で行うのかといった，詳細な手順よりも粒度の大きな目的を強く意識して看護手順を確認することが多いと考えられる。そのような場合にはノードの展開と縮約機能を用いて，詳細な手順を縮約させ，高い目的レベルの階層だけを展開してCHARM木を閲覧するといった使い方ができる。手順の目的を強く意識することは，想定外の状況でも目的を達成するという指針のもとで行動することができるようになり，同じ目的を達成する代替手順の発想などが臨機応変な看護につながると筆者は考えている。さらに行為に関連する動画像の表示機能も備えており，文章のみでは表現しにくい内容を補完できる。この機能は後述する振り返り学習支援にも用いる。

4.4.3 CHARM Pad の特徴的機能

病院における看護師研修の現場に実践的に導入するにあたり，ユーザがCHARM木の持つ性質を，閲覧を通してより適切に利用するための特徴的な機能について説明する。

4.4.3.1 目的指向と順序指向の表現変換

通常，行為的知識はその順序に沿って知識が記述される。それはガイドラインも同様であり，一般的に縦向きに読み進めていく形で，次に何を行うかが下方方向に順次書かれている。一方で，CHARM木は目的に注目して行為を捉え，目的に沿って記述す

る。本稿では前者を順序指向表現，後者を目的指向表現と呼ぶ。これらの表現は根本的に異なる性質を持っている。

一般的に手順に関する知識が，順序に従って記述される順序指向表現であることから分かるように，順序指向表現は知識の記述が容易であるという性質を持っている。知識記述者は自分の行う行為を順序に沿って記述するだけで一つのまとまった行為的知識として外化することができる。そして，この表現の利点は行為実行の順序が明示的であることにある。一方で，順序指向表現では，手順の目的や，目的を達成するための代替手法やその適用条件などが暗黙的になりがちである。一部の行為の目的が書かれることはあるが，手順の実行順序を重視するために手順全体の目的から実行時に意識するような詳細な行為系列に至るまで一貫して目的が記述されることはなく，なぜその順序であるかという理由が暗黙的となりうる。そうなると，記述者以外が知識を管理する際に理由が引き継がれず予期せぬ問題が起こる可能性がある。

目的指向表現では，順序指向表現で暗黙的になりがちな手順の目的を明示化できることが長所となる。これは記述者の意図ともいうべきものであり，例えば改定などの際にも意図を加味した知識継承が行われ，知識管理が容易となる。反面，3.3.2.4 節で述べたように，目的指向表現では行為実行順序が，内部表現としては明示的に記述されているが，提示される情報としては暗黙的になる場合がある。また，目的に注目して記述する必要があるため，知識記述者が目的を知らなければ目的指向表現で記述できないという短所もある。しかし，これは本論文で主張する利用法ではないが学習者に知識を記述させることでその知識が足りていないことに気付かせる効果があるとも言える。

以上の考察を踏まえ，入職1年目の看護師が学習する必要のある最低限の知識の学習に向いている表現として順序指向表現を，学習者がより深く学びたいと思った時や入職2,3年目で目的を意識し出した時の学習に向いている表現として目的指向表現を表示できる機能を実装した。目的指向表現を表示する機能は，図4.4aに示すようにCHARM木を表示することで実現し，これを目的指向表示モードと呼ぶ。一方，順序指向表現を表示する際には，順序通りに上から下に向けて行為ノードが並ぶようにし（図4.4b参照），これを順序指向表示モードと呼ぶ。これは，単にCHARM木を縦向きに表示しただけではない。CHARMは同一目的に対して複数の代替方式の記述を促す。複数の代替方式がある場合は，CHARM木を縦向きに表示しただけでは一通りの手順を示すことができず，一通りの順序が強調される順序指向表現として不完全である。そのため，CHARM Pad アプリではCHARM木の登録時に，図4.4aのようにW_b, W_eの内のW_bとW_c, W_dの内のW_cを展開する方式として選択しておくことで，表示の際には選択された方式のみが展開されて図4.4bのように一通りの手順だけが示される。さらに，目的が明示化されているというCHARM木の特徴を生かし，目的の達成階層は右側に残されている。つまり，順序指向表示モードは目的指向表現で知

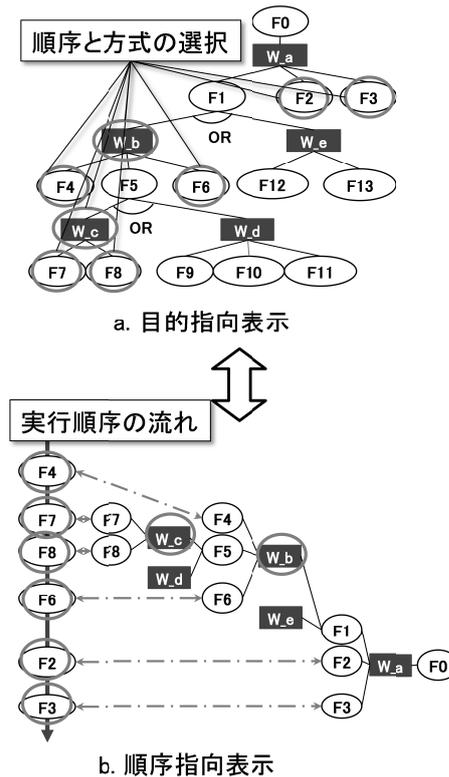


図 4.4 目的指向と順序指向の表現変換（概念図）

識提示を行う際には順序が目立たないという短所を補うために、一通りの手順を左側に一列に表示し、右側には目的指向の長所である目的達成階層を残す表示モードとした。

表示方式の変更は、タブレット端末の向きを変えることで行う。タブレット端末を横向きにしたときには目的指向表示モードで知識を提示し、縦向きに持ち替えたときには、従来通りのガイドラインと同じように順序指向表示モードで知識を提示する。この変換機能により、順序指向で学習したい学習者はタブレットを縦向きに持ち、従来通りのガイドラインと同じ感覚で学習し、目的指向で学習したいと考えたときや代替方式間の比較を行いたいときなどにはタブレットを横向きに持ち替えるだけで今まで閲覧していた行為的知識を目的指向で構造化された形に変形して学習を続けることができる。実際の動作画面例を図 4.5 に示す。図 4.3 のような横向きの状態から端末を縦向きに持ち替えることで、図 4.5 のような画面になり、表示中の CHARM 木を順序指向に変形したものが表示される。画面左側に、学ぶべき行為系列が、一列になって表示されている。

4.4.3.2 目的をコンテキストとして取り込んだ振り返り学習支援

本研究では、模範となる動作や研修時のビデオを単に再生するだけでなく付加情報によって、既存のものよりも学習者の知識理解を促進するような振り返り学習支援を目指す。本節では、研修時の動画と CHARM Pad を用いた振り返り学習について考察する。一般的に自分の学習した内容について振り返りを行い、その知識を定着させる

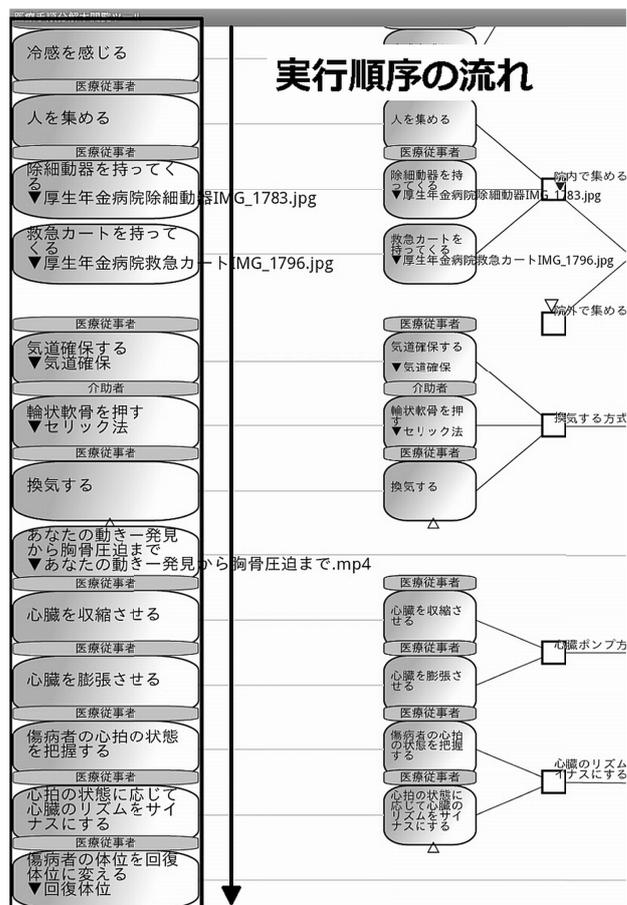


図 4.5 CHARM Pad (順序指向表示モード)

という方法が学習において効果的であることが知られている[和栗 10]. シミュレーション研修は臨床現場と異なり, 計画的に実行できることや患者への配慮が不要であることから, 振り返り学習を行うための材料をそろえやすく, 実際に行われることも多い. これまでも紙媒体のガイドラインやビデオの利用によって振り返り学習は行われてきた. しかし, そのようなシミュレーション研修の受講生は, 順序に強く注目して学習対象となる知識を認識しているため, 撮影した動画を用いた振り返りにおいてもそのように順序に注目した振り返りになりがちであり, 研修時と同じ視点からの追体験になってしまう可能性がある. 状況に応じた適切な看護を習得するためには, 行動の根拠を含めてその状況での体験を振り返ることが効果的であると考えられる.

一方で, CHARM は目的に注目して知識を構造化する. そのため, CHARM 木中の各行為はそれが何のために実行されるのかという目的を持っている. それにより, 各行為にシミュレーション研修時に撮影した動画を対応づけることで, 動画も目的というコンテキストを持つことができる. すなわち, CHARM 木に対応づいた動画を参照することで, 研修時に行った自分の行動をどのような目的や状況の下で行っていたのかという行動の根拠を含めて再確認することができる. それによって, 研修時の自分の行動の問題点を, 研修時の順序という観点からだけでなく目的という観点からも把握し, 学習に活かすことができる. さらには, 行為ノードが一つの状態変化を表してい

るため、動画とノードの対応付けを容易に行うことができ、教材に埋め込まれた動画を利用した振り返り学習を実現しやすい。それに加えて、CHARMは代替手法や起こりうる不具合を明示化するという特徴も備えている。シミュレーション研修では基本的には一通りの手法しか経験することができない。しかし、振り返り時にCHARM木を用いることで、自分が実行した手法以外の手法があることや研修時には遭遇しなかったが起こり得る望ましくない事象についても学ぶことが出来る。

例えば、胸骨圧迫の手順を振り返ることを考える。従来のように教材である看護ガイドラインと動画が分かれているような場合には、ガイドラインと振り返り動画との対応が取りにくく振り返り学習がしにくいという欠点があった。しかし、CHARM Padでは教材に動画が埋め込まれているため、CHARM木と動画の該当箇所の対応が取りやすい。胸骨圧迫では肘を真直ぐに伸ばす必要があり、その目的は力の伝達率を増やすためであるといったように、振り返り時に目的を確認することができる。これによって、研修生は研修時の自分の行動では肘が曲がっていたために力がうまく伝わっておらず不適切な胸骨圧迫になっていたということが理解できる。それに加えて、CHARM木と動画の対応づけられた箇所の周辺の行為や不具合を目にすることで、研修時には起こらなかった不具合が実際には起こっていたかもしれないということもCHARM木から学び、研修時のような状況でこの不具合が起こりうるということも経験に結び付けて学習することができる。同様に、研修時には状況が異なっており使わなかった代替方式が存在するといった周辺知識も同時に学ぶことができる。

4.4.3.3 CHARM Padの特徴

CHARM Padの持つ特徴を以下にまとめる。

- 目的明示性
- 順序明示性
- 振り返り学習への有効性
- 高可搬性

目的明示性は、目的指向表示モードによって目的が明示的に表現された看護手順を提示できることを表す。一方、順序明示性は、順序指向表示モードによって最低限行うべき一通りの順序が明示的に表現された看護手順を提示できることを表す。これら2つの特徴により、一貫した知識に基づいて看護師の入職1年目から経験を積む過程を通して長く利用できるような知識閲覧システムを目指す。最後の振り返り学習への有効性は、CHARM木内の行為ノードと関連する動画像を対応付ける機能によって、目的や不具合を含む行為的知識と関連付けた振り返り学習を促進できることを表す。最後の高可搬性は、タブレット端末に実装したこと起因するもので、利用場所や時間を問わず利用可能であることと、研修に必要な情報全てが集約されていることを表す。以上の特徴について実践を通じた評価を行い、結果を4.4.6節にまとめる。

4.4.4 実践上必要となる機能

実践を通じた有用性の評価を行うため、インタフェース等に関する機能も重要である。大きな CHARM 木を閲覧する際に有用な機能として、CHARM Pad は検索機能とレンズ型のインタフェースをそなえている。まず、方式と行為の検索機能について説明する。大規模な CHARM 木では、ノードの数が非常に多くなり、参照したいノードがどの位置にあるのかが分からなくなってしまうことがある。そのため、行為や方式、不具合事象をキーワード検索する機能を備えている。図 4.6 に実際の検索画面を示す。ユーザの望むノードへ到達しやすくするため、検索結果は方式と行為の組で表示する。ここでは「心臓」というキーワードで検索を行った画面例を示す。スラッシュの左側が木構造の葉に近いノードを示し、右側が根に近いノードを示している。図 4.6(1)であれば、「心臓ポンプ方式」における部分行為として「心臓を収縮させる」行為が検索結果として得られたことを表している。これにより、同じ名称の方式が複数あったとしても、目的や方式の違いで見分けることができる。

次に、レンズ型のインタフェースについて述べる。心肺蘇生法のように学習対象となる行為列が多くなる場合には、CHARM 木が大きくなってしまふ。そこで CHARM Pad アプリには、大きな木構造全体をタブレットの画面に縮小表示して、レンズ型のインタフェースで学習に必要な部分を探すことができるレンズモードを導入した。図 4.7 にレンズモードと呼ぶモードの動作例を示す。CHARM 木は、原則として、木構造の左側から右側に向かって手順を時間順に並べる。さらに、木構造の根から葉のレベルに向かって、手順の目的から詳細な手順へと記述内容が変化する。このモードでは、ユーザは自分が知りたい手順が全体の流れの中でどのあたりに位置するかを考え、そのノードに触れると、指先を中心にレンズのように拡大表示される。見たいノードを選択することで、そのノードを中心とした表示に切り替わる。木構造の根から順に葉の方へとたどることで、ユーザの達成したい目的に沿って、手順を見ることができる。つまり、詳細な手順が最終的にどのような目的を達成するために行われているのかを



図 4.6 検索画面例

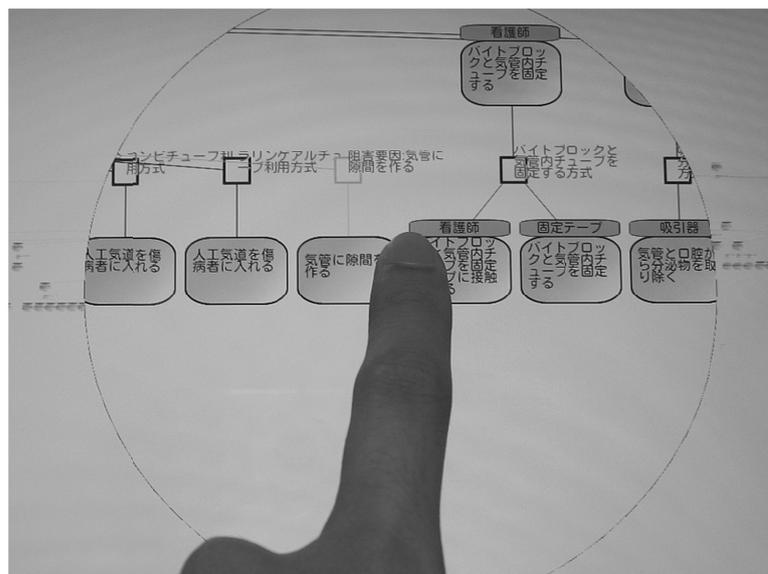


図 4.7 CHARM Pad レンズモード画面例

意識したまま CHARM 木をたどることが出来る。

4.4.5 大阪厚生年金病院 ICU 研修への導入

以上のような機能を持つ CHARM Pad を平成 24 年度から 26 年度の大阪厚生年金病院の ICU 研修に導入した。4.2 節で説明したように、看護の専門家の監修の下で ICU 研修に関する全ての手順を CHARM により記述した。

4.4.5.1 大阪厚生年金病院の ICU 研修概要

大阪厚生年金病院では、新人看護師の研修の一環として ICU 研修を行っている。この研修は平成 14 年度から継続しており、毎年同様の形式で行われている。特に後述する定性的評価を行った平成 24 年度は平成 24 年 6 月から平成 25 年 2 月にかけて、47 人の看護師が 1 グループあたり 3 から 5 人で 12 グループに分かれて行われた。その研修では、大阪厚生年金病院で作成・管理されている看護ガイドラインを用いた座学と患者を模擬したダミー人形を用いたシミュレーション研修や、実際の患者を通じた基本的看護技術の実践を行った。このシミュレーション研修の事前事後学習を含む ICU 研修全体において CHARM Pad を導入した。

ICU 研修の一週間前に CHARM Pad を各研修生に渡し、研修生らは各自の判断においてそれを用いた事前学習を行った。CHARM Pad には 4.2 節で述べた看護手順の CHARM 木 54 種類の他に、CHARM 木の構築に利用したガイドラインと講義で使用する講義資料合わせて 42 種類も載せた。次に、研修生らは、患者へのケアを通して基本的看護技術についての説明を受け、研修担当看護師とともに看護実践を行った。その研修期間中に集中ケア認定看護師による、フィジカルアセスメントと救急看護についての講義・演習を受けた。救急看護の演習ではダミー人形を用いたシミュレーシ

ョン研修が行われた。シミュレーション研修時には研修生らの手技を動画で撮影し、CHARM Pad に載せることで事後学習としての振り返り学習を支援した。

救急看護のシミュレーション研修での事前事後学習における CHARM Pad の利用方法について詳しく説明する。

4.4.5.2 CHARM Pad の利用方法

CHARM Pad は研修を中心としてその事前と事後の学習において主に利用される。まず、研修生は事前学習として、心肺蘇生法の一連の流れを CHARM Pad で確認する。この際には、前述の順序指向表示モードで全体を確認した後に、目的指向表示モードによって手順を体系的に学習することが出来る。その事前学習の後に、患者を模した人形を用いたシミュレーション研修が行われる。事前に学習した一通りの手順を人形相手に実行することで知識を確認する研修であるが、その際に研修生は各手順の目的を意識しながら実行することが期待される。そして、その様子は動画にて録画され、研修後の振り返り学習に利用される。研修後には、研修時の様子を録画した動画を研修者各人の CHARM Pad に埋め込み、それを用いて前述の振り返り学習を行う。これによって目的をコンテキストとして取り込み、研修時には実際に触れることのなかった周辺知識を加味した振り返り学習が期待される。

4.4.6 CHARM および CHARM Pad の定性的評価

4.4.6.1 評価方法

CHARM の学習応用で期待される効果は、変化する状況に対して柔軟に対応するための看護実践力の向上である。一見すると CHARM で表現している目的や代替手段が従来のガイドラインと比較して学習しやすいことを評価すればよいと感じるかもしれないが、CHARM の効果はそれだけではない。CHARM は目的というコンテキストのもとで看護師の行動を表現している。目的というコンテキストのもとで行動を学び、その観点から代替手順を学ぶことで、学習者が行動する際に常に目的を意識できるようにすることが CHARM の効果である。しかし、それを学習者が身につけたことを測定するための方法として、学習後一定期間において目的を記憶しているかを測定することは CHARM の効果測定とは言えない。このような能力は、病院研修の一環として CHARM 木を利用して手順を学び、それを臨床現場やシミュレーション研修で実践することで身につけるべきものであると考える。また、CHARM Pad の学習効果を定量的に評価するためには、統制群と実験群に分けて対照実験を行う必要があるが、現実的には現場で働く看護師らに対して対照実験を行うことは不適切である。指導者側の視点から見た場合、今後現場で活躍することが期待される新人看護師には、均一な教育が行われることが望ましい。そのため、CHARM の定量的な効果測定を短期的に行

うことは困難であり、本研究では CHARM の効果を、教育を担当する指導者の視点と学習者の視点から定性的に評価することとした。

4.4.6.2 調査概要

大阪厚生年金病院の平成 24 年度の研修における指導者側と CHARM Pad を実際に利用した研修生側の両面から評価を得るために、ICU 研修が終わった段階で指導者からは聞き取り調査を、研修生からはアンケート調査と聞き取り調査を行った。

聞き取り調査は、当該研修の約一ヶ月後の平成 25 年 3 月 27 日に行った。看護部長、ICU 師長、ICU 主任からは、CHARM Pad を使用した研修について前年度以前と比較して変化があったかを中心に聞き取り調査を行った。さらに、他部署への展開について考察するために、他部署の指導者に対しても聞き取り調査を行った。その内容は、それぞれの部署における新人研修についてと、その研修に CHARM Pad を展開できそうかについてである。それに加えて、都合のついた研修生 3 人からも、CHARM Pad を実際に使った結果現れたもので、アンケート調査で収集しきれなかった細かな意見を中心に聞き取り調査を行った。各指導者からはそれぞれの意見が他の指導者に影響を与えないように個別に聞き取りを行い、研修生からは個別の意見はアンケートで既に収集済みであったため、3 人同時にインタビューを行った。1 組当たりによした時間は約 40 分であった。研修生へのアンケート項目は、図 4.8 に示す通りで、回答は研修生全員から得られた。

4.4.6.3 ICU 研修の指導者からの評価

今回の CHARM Pad の大阪厚生年金病院への導入は、全診療科の看護師長の協力のもと行われており、平成 24 年度入職の新人看護師の内 ICU 配属者を除く全ての研修生が CHARM Pad を使った ICU 研修を受けた。大規模な施設が従来の教材から新しい教材に変更することは職員の質を保つためにも重大な決断事項である。CHARM Pad を導入するに至った理由は、看護部長をはじめとする指導者層から CHARM 及び、CHARM Pad の学習への潜在的な有効性が高く評価されたことにある。CHARM Pad が新人看護師研修へ実際に導入されたことが、その有効性を認められた評価の一つと言える。

さらに研修後の聞き取り調査の結果から以下のような評価も得られた。まず、目的明示性と順序明示性について評価が得られた。指導者の一人からは、目的明示性は看護師にとってはどこまで経験を積んでも役に立つものであるとの評価を受けた。特に入職 2, 3 年目の看護師は、1 年目の看護師に質問をされたときに答えなければならない立場になり、その頃から手順の目的などを意識し出すとのことであり、その年代から CHARM の目的指向の表現が役に立つであろうことが示された。他の 2 人の指導者からも CHARM が明示する目的指向で表現された知識は研修生の学習に役立つものであるという意見が得られた。一方で、実際の研修を通しての結果として、目的指向で表現された知識を積極的に学習することは入職 1 年目の研修生には難しいという意

5. チャームパッド ICU 研修での活用についてご意見をお聞かせください

1) チャームパッドの CHARM (ツリー型になるソフト) は、いつ使いましたか。番号に○をつけて下さい (複数回答可)。また、括弧内には特に使ったファイルの番号を書いてください。

① 予習に使った []

② 研修を受けるときに使った []

③ 復習に使った []

④ あまり見なかった

2) CHARM を見て学んでいかがでしたか。ご意見をお聞かせください。

3) チャームパッドの講義資料 (PDF ファイル) は、いつ見ましたか。番号に○をつけて下さい (複数回答可)。また、括弧内には特に使ったファイルの番号を書いてください。

① 予習に使った []

② 研修を受けるときに使った []

③ 復習に使った []

④ あまり見なかった

4) チャームパッドを使った研修についてのご意見をお聞かせください

図 4.8 CHARM と CHARM Pad に関するアンケート項目

見が得られた。その理由としては、入職1年目の研修生は順番に手順を実行できることを優先して習得し、その目的や目的を達成する方式の選択根拠まではまだ意識できていないということである。同時に、研修生にそこまでを学習する意思があれば目的に関する知識を提示することは有用であるとも述べており、今回の研修で導入したことには肯定的であった。さらに、別の指導者によれば、従来は指導者に教えられるまでは気に留めることのなかった手順の根拠や方法を選択する際の判断基準といったものが明確化されていることによって、研修生の自己学習が促進されたと考えられるというコメントも得られた。これらのインタビュー結果は、CHARM Pad アプリの目的指向表示モードと順序指向表示モードの表示機能によって、入職1年目の看護師には主に順序指向モードで知識を提示し、2,3年目以降の看護師には目的指向モードで知識を提示することで、段階を追ってベテランの思考へと自己学習を深めるという使い方の有効性を示唆している。

次に、CHARM Pad を用いた振り返り学習への有効性についても肯定的評価が得られた。これまでも研修生の行動に対して第三者の評価は受けていたが、シミュレーション研修を改めて自分の目で確認するということは学習の面で重要であると評価を得た。実際に、研修生らがシミュレーション研修後に CHARM Pad を使って自分の動きを見ていることを指導者らも確認している。それに加えて、自分の行動を振り返ったことをきっかけとして、例年に比べ先輩看護師や研修生同士が互いの行動を見て確認するようになり、シミュレーション時にしっかりと動くようになったという評価も得られた。さらに、撮影されることが動機づけとなって、予習を行い、程よい緊張感の下でシミュレーション研修に臨んだことも副次的要因として考えられると指導者から意見を得た。

最後に、CHARM Pad の可搬性の高さについて指導者全員から評価が得られた。指導者らの主観的観察結果として、例年に比べ、研修の合間に研修生が自主的に学習する姿が確認されたことが述べられた。例年は研修生に自己学習用としてガイドラインを配布していたわけではないので、単純な比較はできないが、CHARM Pad を研修中の全員に配布し、自由に使える環境を作ったことと、自己学習のために必要な資料が全て1つのタブレット端末に収まっているという可搬性がこの変化を生み出したと指導者は推測している。さらに、自己学習が促進されたことによって、グループ間の格差が減ったという意見も得られた。研修生は6か月間の間に、3から5人のグループでICUと手術室と脳外科神経内科などの病棟を回って研修を受ける。そのため、グループによって現場経験に違いが生じ、例年は前半のグループと後半のグループでは積極性など、研修への意欲に差が生じていた。しかし、当該年度の研修ではそのようなグループ間の格差が減ったという印象を、2人の指導者が個別に受けていた。これは、自己学習の結果、自信をもって看護ケアに臨めたことや余裕が生まれたことが原因ではないかと指導者らは推測している。また、危機的な状況の患者を多く扱うICUの研修後には看護部長が研修生と話をする場を設け、心のケアを行っている。例年はその場で「大変だった」という声が多く聞かれるというが、当該年度は「難しかったけど勉強になった」といった前向きな声が多く聞かれたことから、一つの端末に集約された知識を時間と場所を問わずに利用可能なCHARM Padによって自己学習で理解を深め、余裕をもって研修に臨むことができたからではないかと看護部長は推測した。

以上のように、CHARM Pad を導入したICU研修に関わった指導者からは、CHARM Pad に対して肯定的な意見が得られ、研修を終えて実際にその効果を感じていることが伺えた。

4.4.6.4 実際に使用した研修生からの評価

研修生からの評価は、主に図4.8に示したアンケートの項目5.1と3で得られた利用状況と項目5.2と4で得られた研修生らの認識を基に行う。利用状況の一部には、筆者と看護の専門家らが直接観察したものを含む。まず、CHARM Pad の利用状況を表す結果として、表4.3にアンケート項目5.1と3(図4.8参照)で得られた研修生が特によく利用したと回答した手順の種類の種類統計情報をCHARM木とPDFファイルごとに示す。さらに、表4.4は表4.3の内、アンケート項目5.1で1種類以上のCHARM木を挙げた研修生25名の上位半分の12名から得られた統計情報である。そして、表4.5は表4.3とは別でCHARM木ごとによく利用したと回答した研修生の数を集計したものである。振り返り学習に対するCHARM Pad の利用状況は、シミュレーション研修の運用補助を通して筆者と看護大学の教員および指導者らが直接確認した。次に、研修生らのCHARM Pad に対する認識として、表4.6および4.7に、アンケート項目5.2と4で研修生全員から得られた自由記述文の内容について関連する話題ごとにまとめ、それぞれ2つずつ例を示す。表4.6は、CHARM の特徴に対する評価をまとめ

表 4.3 媒体ごとの特によく利用した手順の種類数

	平均値	中央値	最大値	最小値
予習時に使用したCHARM木	1.3	1	8	0
研修を受ける時に使用したCHARM木	0.6	0	5	0
復習時に使用したCHARM木	0.6	0	5	0
重複を除いたCHARM木の合計	1.9	1	14	0
予習時に使用したPDF	4.2	4	13	0
研修を受ける時に使用したPDF	3.4	2	12	0
復習時に使用したPDF	4.1	2	17	0
重複を除いたPDFの合計	9.4	8	19	1

表 4.4 特によく利用した CHARM 木の種類が多い上位 12 名の特によく利用した手順の種類数

	平均値	中央値	最大値	最小値
予習時に使用したCHARM木(上位12名)	3.8	4	8	2
研修を受ける時に使用したCHARM木(上位12名)	1.4	1	5	0
復習時に使用したCHARM木(上位12名)	1.6	1	5	0
重複を除いたCHARM木の合計(上位12名)	5.7	5	14	3
予習時に使用したPDF(上位12名)	4.9	5	11	2
研修を受ける時に使用したPDF(上位12名)	4.7	4	12	0
復習時に使用したPDF(上位12名)	5.8	4	17	2
重複を除いたPDFの合計(上位12名)	10.4	10	18	3

表 4.5 CHARM 木ごとの、利用したと回答した研修生数

	平均値	中央値	最大値	最小値
予習時に利用した研修生	1.3	0	13	0
研修時に利用した研修生	0.6	0	14	0
復習時に利用した研修生	0.6	0	11	0
重なりなし合計	1.8	1	18	0

たものであり、表 4.7 はインタフェースをはじめとする実践上重要となる性質に対する評価をまとめたものである。特に表 4.7 については、肯定的な評価を二重線より上に、否定的な評価を二重線より下に示す。なお、表 4.6 に示す目的明示性、順序明示性、振り返り学習への有効性に対する自由記述文はアンケート項目 5.2 の回答のみから抜き出した。これ以降特に断りがない限り「」で囲んだ内容はアンケートからそのまま抜き出した文章を示す。

得られた結果を、CHARM の評価とインタフェースの評価に分けて分析する。しかしながら、評価主体である研修生らの主目的は学習であり、システムによって提示される CHARM 木とシステムのインタフェースとを区別することは難しい。さらに、本評価は実践を通じたものであり、モデルとインタフェースの区別を強制することも困難である。それに加えて、目的指向表示モードや順序指向表示モードは CHARM の持つ特徴を直接反映するインタフェースであり、それとモデルとしての CHARM とを区別して捉えることは本質的に困難である。そこで、本研究では、アンケートにより得られた結果を基に筆者の分析によって、モデルの評価とインタフェースの評価とを区別して論じる。評価の方針は以下のように設定する。まず、表 4.6 に示す評価コメントは、インタフェースの評価として捉えることもできるが、CHARM の特徴を直接反

映した表示であるため、CHARM に対する評価として扱う。そして、表 4.7 に示す内部表現モデルではなく明らかに表示方法に依存する評価コメントは、インタフェースなどの実践上重要な性質に対する評価として扱う。

(1) CHARM の評価とその考察

まず、CHARM の特徴を直接的に反映している目的明示性と順序明示性に関して評価が得られた。これらの特徴の評価には、CHARM 木を特によく閲覧・利用した研修生のコメントが参考になると考え、アンケート項目の 5.1 で利用した CHARM 木の種類を回答した研修生 25 名中、重複を除いた CHARM 木の合計が多い上位半分の 12 名のコメントを参考にして評価を行った。これらの 12 名の内、目的明示性に対しては 4 名から、順序明示性に対しては 3 名から肯定的コメントが得られた。目的明示性に関するコメントとしては、表 4.6 に例として示したように、目的を明示的に記述できるという CHARM の特徴が学習に役立てられたことを示すコメントが得られた。さらに、順序明示性に関するコメントとしては、表 4.6 に例として示したように、CHARM 木として行為の順序が明示的に記述されていることにより、行為の順序を研修生が理解する際に CHARM が貢献したことを示すコメントが得られた。

同様に、CHARM Pad の特徴的機能として 4.4.3.2 節で説明した振り返り学習への有効性に関する評価も得られた。まず、4.4.6.3 節の指導者からの評価でも述べた通り、シミュレーション研修後の直接の確認によって、研修生自らが行った心肺蘇生の手順の振り返りは研修直後に全員が CHARM Pad を利用して行っていることが確認された。このことから、研修生が振り返り学習の重要性を認識していることが示唆される。この振り返り学習は、4.4.3.2 節で述べた目的をコンテキストとして取り込んだ振り返り学習であり、CHARM の目的明示性が前提となって実現可能な学習方法である。その上で、表 4.6 で示すように 8 名の研修生が、振り返り学習において有効に CHARM Pad を利用することが出来たことを示すコメントを残した。表 4.6 に示した例以外にも「動画をみて自分の BLS（本シミュレーション研修で実施した手順の別名）をみれたので欠点がわかりやすく復習しやすかった。」というコメントが得られるなど自分の行動の問題点を見つけることで自己評価に役に立った旨のコメントも得られた。これらの

表 4.6 CHARM の特徴に対する自由記述文の内容分類とその一例

	コメント数	コメント例
目的明示性	5	<ul style="list-style-type: none"> • 目的にそって、どのような手順で実施すればいいのかが分かりやすくてよかったです。 • 根拠を知るために分かりやすかった。
順序明示性	7	<ul style="list-style-type: none"> • 自分がすべきことが順序立てて見ることができたので、わかりやすかったです。 • 一つ一つの手順が細かく示されており、流れになっていたので、一連の動作でも一つ一つ意味を考えるきっかけになった。
振り返り学習への有効性	8	<ul style="list-style-type: none"> • ビデオで振り返りができた。 • 自分が行った救急看護の動画は振り返るのに利用できた。

コメントは、目的をコンテキストとして取り込んだ振り返り学習が有効であったことを示すとは言い切れない。しかし、目的明示性を持つ CHARM 木を利用して研修生全員が振り返り学習を実施したという事実と、図 4.8 のアンケート項目 5.2 で示したように制約のない質問に対して 8 名から得られた肯定的コメントが、CHARM Pad を用いた振り返り学習に対する重要性を示唆している。

一方、表 4.3 から、CHARM Pad に搭載した手順全てを利用した研修生がいないことが分かった。これは CHARM 木だけでなく PDF 形式のガイドラインでも同様である。同時に、表 4.3 と表 4.5 から、よく利用したと回答された CHARM 木の種類数は研修生によってばらつきがあり、よく利用したと回答した研修生の数も CHARM 木の種類によってばらつきがあることが分かった。特に多く利用されていた CHARM 木は多い順に、心肺蘇生法、気管吸引の方法、心電図のとり方、口腔ケアの方法であり、利用したと回答されなかった CHARM 木には、整形外科マニュアルから構築された体位交換や自己血回収の手順、口腔ケア時に患者に口を開けさせるために行う K-POINT 法や点滴の際の調剤行為などがあった。まず、全ての手順が利用されなかった理由の一つとして、現場の状況に応じて重点的に学習すべき手順が異なることがあるということが考えられる。今回 CHARM Pad に搭載した CHARM 木は研修の全範囲をカバーできるだけの種類を用意したが、実際には研修時に入院している患者の病態など、現場の状況に応じて重点的に学習すべき手順は異なることがある。そのため、全ての研修生が全ての手順を学習する必要はなかったためであると考えられる。次に、研修生ごとのよく利用した CHARM 木の種類数のばらつきの理由は特定できないが、表 4.3 の下部に示した通り既存の PDF 形式のガイドラインにおいても同様の傾向が見られたことから CHARM 木に特有の結果ではないと言える。一方、CHARM 木の種類ごとによく使ったと回答した研修生の数にばらつきが生じた理由は、以下のように考えられる。よく利用された看護行為の内、特に心肺蘇生法はシミュレーション研修で行う行為であるため、多くの研修生が学習のために利用したと回答したと考えられる。他の看護行為についても、重症患者の多い ICU 病棟において頻繁に行い得る行為であることが、よく利用された理由であると考えられる。そして、これらの看護行為は全て、看護ガイドラインにおいて目的が暗黙的になっている看護行為や、不具合事象が頻繁に起こり得るような看護行為、同じ目的に対して複数の方法を状況に応じて使い分けが必要のある看護行為である。そのため、CHARM 木によって、ガイドラインでは暗黙的となりがちな知識を補うために利用されたことが期待される。逆に、研修生によって利用したと回答されなかった手順である体位交換や自己血回収の手順は、ICU 研修での評価項目には含まれているが、ICU 病棟で行われる頻度の高い行為ではないために利用されなかったものと考えられる。一方、K-POINT 法や調剤行為は目的が自明であり、代替方式も多くはないことから CHARM 木の利用が選択されなかったものと考えられる。

(2) インタフェースをはじめとする実践上の有用性の評価

CHARM の直接的な有用性だけではなく、実践上重要な性質として、自由記述文の内容から多くの研修生に高可搬性が評価されていることが分かった。表 4.7 上部に示す通り、全体の約 4 割の研修生から高可搬性に対する評価が得られており、指導者の観察結果とも合致している。研修生のコメントからは、CHARM Pad が研修の合間や、在宅時や通勤時などに予習復習に用いられたことが確認でき、CHARM Pad の可搬性の高さが有用であったことが確認できた。

一方、多くの研修生から、表 4.7 の下部に示す通り、一覧性と検索性、操作性に対してインタフェースの改善点を示唆するコメントが得られた。一覧性が低いという問題は、一画面に CHARM 木全体が収まりきらないことと、CHARM 木全体を把握しにくいことに分けることが出来る。一画面に全体が収まりきらないという問題は、タブレット端末の小さな画面に文字を読む大きさと知識を表示できる範囲の限界であり、これは表示範囲の大きさと可搬性のトレードオフである。同時に全体を把握しにくいという問題は大規模なグラフ構造で表現される知識全般に言えることであるので、一般化し 4.4.6.6 節で今後の改善方針について詳しく述べる。検索性が低いという問題は、自然言語文と比較して読みにくいことと、必要とする知識が探しにくいことに分けることが出来る。読みにくいという意見は、自然言語文と比較して CHARM 木の読み方に習熟していないことも原因の一つとして考えられる。今後 CHARM 木の読み方に関する十分な説明と習熟するための時間を取ることで改善可能と考えられる。次に、必要とする知識を探すのが大変であるという意見があったが、研修生から聞き取り調査を行った際に 3 名全員が、検索機能が存在することを知らなかったことが判明したため、今後使い方の十分な説明を行うことで改善できる部分があると考えられる。さらに、CHARM Pad の操作が難しいという問題は、ノード数の多い CHARM 木

表 4.7 インタフェースをはじめとする実践上重要な性質に対する自由記述文の内容分類とその一例

	コメント数	コメント例
高可搬性	19	<ul style="list-style-type: none"> • 画像や動画がすぐに見れる点は良かった。 • いつでも学びたいと思った時に学ぶことができ、とても便利でした。
低一覧性	15	<ul style="list-style-type: none"> • ツリーが大きいソフトは、少し見にくいと感じることがありました。 • 自分が今どこを読んでいるのか、どこに動かしたらよいか分かりにくい。
低検索性	14	<ul style="list-style-type: none"> • 最初のツリー型だと小さくて、どこに何があるのかが探しづらく、検索するのが少し手間取った。 • ファイルが見つけにくかったので検索機能があれば良いと思います。
難操作性	13	<ul style="list-style-type: none"> • 画面の操作が思うようにできなかつたり、横や縦に見ていくのがうまくいなくて見にくかったので、あまり活用できなかった。 • ツリー型の操作が難しく、アップになつたり元の画面に戻つたりしてこまった。

の場合に操作性が悪化することが確認されているため、ソフトウェアの調整によって改善できる部分もあると考える。以上が実際に CHARM Pad を利用した研修生から得られた評価である。表 4.7 下部に示すように、CHARM Pad の実践上の課題が明確になり、運用時に注意が必要であることが分かった。一方で、4.4.3.3 節で述べた CHARM Pad の特徴である高可搬性、目的明示性、順序明示性、振り返り学習への有効性について研修生から肯定的な評価が得られた。

4.4.6.5 他部署への展開の期待

CHARM Pad の展開可能性を議論するために、大阪厚生年金病院の新人研修を行っている他部署の指導者に対しても聞き取り調査とそれを基に考察を行った。対象は、手術室と脳外科神経内科病棟の師長である。

結果として、どちらの病棟でも十分に CHARM Pad が展開可能であることを示唆する意見が得られた。手術室での研修では、手術中に行われた行為が患者にどのような影響を与え、術後にどのような処置をする必要があるのかを考えさせ、今後の看護に活かすことが期待されるという。これは CHARM の行為間の関係を明示できるという特徴から、術中の行為から影響が出る術後の行為への影響関係を明示することで、新人看護師に注意すべき点を意識させることへの貢献が期待できる。一方、脳外科神経内科病棟の師長からは、特定の病棟に限らず、新人看護師がベテラン看護師の思考過程の一端を学習する際に CHARM が有用であるとの回答を得た。ベテラン看護師は、ある患者に対してどの目的の下でどの方式を何故選択すべきかを考えながら業務を行い、新人看護師への質問にも答えているという。目的指向で構造化されている CHARM 木は、そのような思考過程を新人看護師に提示することが出来る。以上から、CHARM Pad は ICU 研修でのみ有用性があるものではなく、予習復習を行うための自己学習ツールとして他部署でも利用可能であることを、各指導者からの聞き取り調査によって推測することができた。

4.4.6.6 CHARM Pad の運用とインタフェース改良に関する意見の分析

評価結果として、知識表現モデルである CHARM の改良の必要性を示唆する意見は得られなかった。しかしながら、実運用時には、運用方法とインタフェースに関して改良の必要性を示唆する意見が得られたので、今後の CHARM Pad 改良のために以下に分析し、まとめる。課題点を指摘する意見は大きく分けて CHARM 木が一画面に収まりきらない、必要な知識を探すのが大変である、思ったように操作できないという 3 種類に分類される。4.4.4 節でも述べたとおり、必要な知識を探すための手段としては検索機能を用意していたが、操作方法の周知が足りていなかった。操作性の困難さについては CHARM Pad アプリの調整が必要であることが分かった。これらの課題は改善が容易なものであるが、CHARM 木が一画面に収まりきらないという課題は一般的に改善が困難な課題であるため改良方針について以下に論じる。

この意見は、一般化すると、大規模なグラフ構造で表現される知識の全体を把握しやすくするための方法に関する示唆と言える。大規模なグラフ構造として表すことのできる知識の提示方法については広く研究されている[Herman 00]。筆者も同様の問題意識を持っており、本システムでも、大規模な CHARM 木の一部を強調表示することや、複数の視点から表現を変換して知識を提示するなど、複数のビューモードを提供することで、全体を把握することの支援を試みた。それに対して、研修生からは操作性に改善の余地があるという意見も得た。これは、ビューモード間の操作性の違いに由来するものと考えられる。例えば、本システムの目的指向表示モード、順序指向表示モードでは、ピンチインやピンチアウト操作によって表示範囲の拡大縮小ができるが、レンズモードでは異なる挙動を示す。このような操作方法を把握しにくいという現状があったために、知識提示方法として用意したビューモードの使い分けが活用されず、全体把握を容易にする方法について指摘を受けたと推測される。

以上の、システムの改良点に対する意見の分析が、今後のシステム改善に貢献することが期待できる。具体的にはシステムの操作性向上とともに、学習時の状況分析を行い、どのような場合にどのビューモードを使うべきかというシステム利用方法についての検討が考えられる。その検討を経ることで、大規模な CHARM 木の全体把握を容易に行うために新しいビューモードが必要であるかについての検討が可能になる。

4.5 結言

本章では、看護現場における実践を通して CHARM の記述能力の検証と有用性の確認を行った。記述能力の検証については、看護の専門家らによる監修の下で、救急看護行為の中でも特によく起こる4種類の看護行為やICU研修における全範囲を記述できる能力が CHARM にあることが確認された。CHARM の有用性については、2つの実践を通して確認された。まず、病院統合に伴う看護ガイドラインの比較・統合について、比較前には看護師らがほとんど差はないと思っていた2つの病院の看護ガイドラインにおいて、CHARM に基づき統合し比較することで12の相違点を明確化できたことから、CHARM の有用性が確認された。次に、新人看護師の教育・研修について、CHARM 木を知識ソースとする知識閲覧システム CHARM Pad を開発し、実際の病院におけるICU研修に導入することで、その有用性が確認された。特に、3年間に渡り実践的に導入されていることや、指導者らへのインタビュー、研修生らへのアンケート調査を通して CHARM と CHARM Pad の有用性が定性的に確認された。

次章では、提案モデルである CHARM の適用範囲を看護現場から医療分野全体へ展開し、医療分野における行為的知識の統合管理枠組み実現のための取り組みについて述べる。

第5章 CHARM の医療分野への展開

5.1 緒言

本章では、3章で提案した CHARM を4章で述べた看護分野だけではなく、医療分野全体へと展開する。特に、序論で述べた(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示タスクと(3)改善のための知識比較・統合タスクに対する有用性の確認について述べる。まず5.2節で、有用性確認の前段階として、CHARMの記述能力を検証するための知識ソースとして利用する医療分野における行為的知識表現の一種である診療ガイドラインとクリニカルパスについて簡単に説明する。次に5.3節で、記述能力の検証として、異種医療知識である診療ガイドラインとクリニカルパスのCHARMに基づく統合について説明する。そして5.4節で、同じく記述能力の検証として、クリニカルパスをCHARMに基づいて記述するための方法論について説明する。続く5.5節で、クリニカルパスの比較を通して(3)知識比較タスクに対するCHARMの有用性を確認する。最後に5.6節で、(2)柔軟な治療計画の作成と提示タスクに対する有用性の確認のために、従来の表現形式では困難だった動的に治療法が変更されるような治療行為を、クリニカルパスのような表現形式で提示するための柔軟な動的治療計画提示枠組みについて述べる。

5.2 医療分野における行為的知識の表現

序論で述べた柔軟な動的治療計画の作成と提示は、一つの知識ソースを参照するだけでは実現できず、複数の知識ソースのシームレスな統合的記述が必要となる。本節では、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示タスク、(3)改善のための知識比較・統合タスクの実現のために必要となる知識ソースである、医療分野における行為的知識の表現を2つ紹介する。次節以降で、それらの知識ソースを十分に記述できる能力がCHARMにあることを検証し、対象タスク実現のための取り組みについて述べる。

5.2.1 診療ガイドライン

3.2.1節において医療ガイドラインについて説明したが、本節では主に医師の行為を記述した診療ガイドラインについて説明する。患者が質の高い医療を享受できることを目的として、「科学的根拠に基づき、系統的な手法により作成された推奨を含む文書」[中山 07]として、診療ガイドラインが整備されている。このような診療ガイドラ

インは主に学会が主導して、ある疾患を罹患した患者に対して標準的に行うべき治療行為がまとめられた文書である。患者に対する物理的な看護行為が主に記述されている看護ガイドラインと異なり、診療ガイドラインでは医師による治療法選択行為が主に記述されていることが特徴である。そのため、医師が治療法を選択する時に有用な情報となる治療法の適用条件や、起こり得る副作用とその対処法などの情報が多く含まれている。医療分野では、このような診療ガイドラインは広く注目を集めており、Minds[JQCQC 04]や National Guideline Clearinghouse[AHRQ 99]などの事業の下で収集、公開されている。

5.2.2 クリニカルパス

2つ目の知識ソースとして紹介するクリニカルパスは、医療行為を表形式で表現したもので、医療の質を保ちながら入院期間を短くするために、病院で作成、利用されている[Coffey 05]。行為を実行する時間と行為の種類が明示的であり、一日もしくは複数日の行為セット毎の目的がアウトカムとして明示的である点が、他の知識表現形態と比べた際の、クリニカルパスの特徴である。大阪大学医学部附属病院において利用されている肝切除のクリニカルパスの一部を図 5.1 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等が 1 セルごとに 1 つ記述されている。表の上部に、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、退院までの日数といった日付やイベント名が表記されており、右向きに時間が進んでいく。同じ列に書かれた行為は全て同じ日に行う医療行為であることが明示的に表現されている。それに加えて、アウトカムによって、次のイベントに進むためにそのイベント中で達成すべき目標状態が明示されている。これによって、イベント間の前後関係が表現されている。そして、表の左端には、治療行為の種類が表記されており、セルに埋め込まれた行為がそれぞれどの治療行為に属するかが表現されている。

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	手術当日術後
イベント名		手術	手術	手術
入外区分				
治療	処方	② マグコロールP (50g/包) 1包	① ケンエーG洗腸液50%・60ml 1本	
	注射	DIV ソルデム3A輸液(500ml)	DIV ソルデム3A輸液(500ml)	IVH1 ソルデム3A輸液(500ml)
検査	汎用 検体検査	血液 他		
	病理 画像・生理		術中 胸部撮影	
栄養	朝			欠食(手術)
	昼			欠食(手術)
	夜	欠食(手術)		欠食(手術)
患者状態	安静度		4 棟内自由	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
	観察の程度		B 断続的に観察を必要とする	A 常時観察を必要とする
バイタルサイン(グラフ)			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
	測定値(身体計測)	体重(kg) 毎日0回		

図 5.1 肝切除クリニカルパスの一部

5.3 異種医療知識の統合的記述

本節では、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示タスクに対する有用性確認の前段階である、CHARMの記述能力の検証について述べる。まず、前節で述べた、2つの知識表現をソースとして、異種医療知識を統合することの効果について述べる。さらに、看護現場から医療分野への展開のためのCHARMの拡張と、それに基づく異種医療知識の記述方法について説明し、CHARMの記述能力を検証する。

5.3.1 異種医療知識統合の効果

ここでの異種医療知識とは、5.2節で説明した診療ガイドラインとクリニカルパスを指しており、これらは以下の点で異種の医療知識と言える。まず、形式の違いとして診療ガイドラインは自然言語文で表現されるのに対し、クリニカルパスは表形式であることが挙げられる。この形式の違いは表現される内容の違いに起因している。診療ガイドラインは、患者状態の変化に応じて治療法が変化し、標準的な治療計画を立てづらい医療行為を含む多くの医療行為が表現される。一方、クリニカルパスは、医療行為の中でも患者の状態の変動が少なく、入院から退院までの標準的な治療計画を立てやすいものが表現される傾向にある。さらに、それぞれの表現形態では利用目的も異なっている。診療ガイドラインは、医師が治療法を選択するための知識が主に記述されているものであるため、特に専門医が専門以外の分野の医療行為や一般診療医などの幅広い疾患の患者を治療する必要がある医師が学習のために用いることが多い。一方で、クリニカルパスは医療従事者間で治療計画を共有したり、その病院において治療計画を統一したりするために用いられる。

そのような違いのある異種医療知識を統合することで、以下のような効果が期待できる。例えば、従来はクリニカルパスとして表現することが難しかった治療行為をクリニカルパスのような時系列に基づく表形式として提示することが出来る。内科の治療行為に代表されるような、患者状態に応じて治療法が変化するような治療行為は、従来の硬直的なクリニカルパスとしては表現できず、診療ガイドラインで表現されていた。そのような行為を診療ガイドラインからクリニカルパスとして形式を変換して提示することが出来れば、医療従事者間での知識共有の促進が期待できる。さらに、診療ガイドラインの変更に追従したクリニカルパスの改善検討にも効果が期待できる。診療ガイドラインは医療系学会によって作成される一種の標準的医療行為である。病院内で作成されるクリニカルパスは、そのような診療ガイドラインに追従していることが望ましい。現状では、形式が異なっているために改善のための比較検討が困難であるが、異種医療知識の統合によって、クリニカルパス改善の促進が期待できる。

5.3.2 CHARMに基づく診療ガイドラインの記述

まず、看護ガイドラインと同じ形式である診療ガイドラインを CHARM に基づいて記述する。これは、大阪大学医学部附属病院医療情報部の医師らの監修のもとで行った。記述対象は、医師らにより選ばれた心不全の治療行為と卵巣がんの治療行為である。心不全の治療行為は、患者状態に応じて選択すべき治療法が変わるような治療行為であり、前述のクリニカルパスとしては表現されにくい治療行為である。卵巣がんの治療行為は、治療法を選択する判断行為が主に記述された診療ガイドラインを基にしている。

これらの行為は、3章で述べた検証の対象とした看護行為とは異なり、主に医師の治療法選択行為である。そのため、治療法選択行為を記述するために、3章で提案した CHARM の拡張を行う必要があった。それは治療法を選択を表現する「方式選択ノード」の導入である。このノードの導入によって、目的達成のために状況に合わせて適切な達成方法を選択すべきことが明示的に記述できるようになる。このような方式選択ノードを導入することで、卵巣がんの治療行為は図 5.2 のように CHARM 木として記述することが出来た。図 5.2(a)に示す「進行期を計測する」行為によって計測されたがんの進行期に応じて、「疾患部位を治療する」ための達成方式を選択することを、(b)に示す八角形の方式選択ノードで明示的に記述している。治療法を選択基準は、達成方式に記述された選択条件に明示されており、「放射線治療方式」の選択条件は、がんの種類が性索間質性腫瘍の場合であることが明示的に記述されている。

5.3.3 診療ガイドラインとクリニカルパスの CHARM に基づく統合

これらの異種医療知識は、CHARM の視点によって同一目的の下で行われる行為で

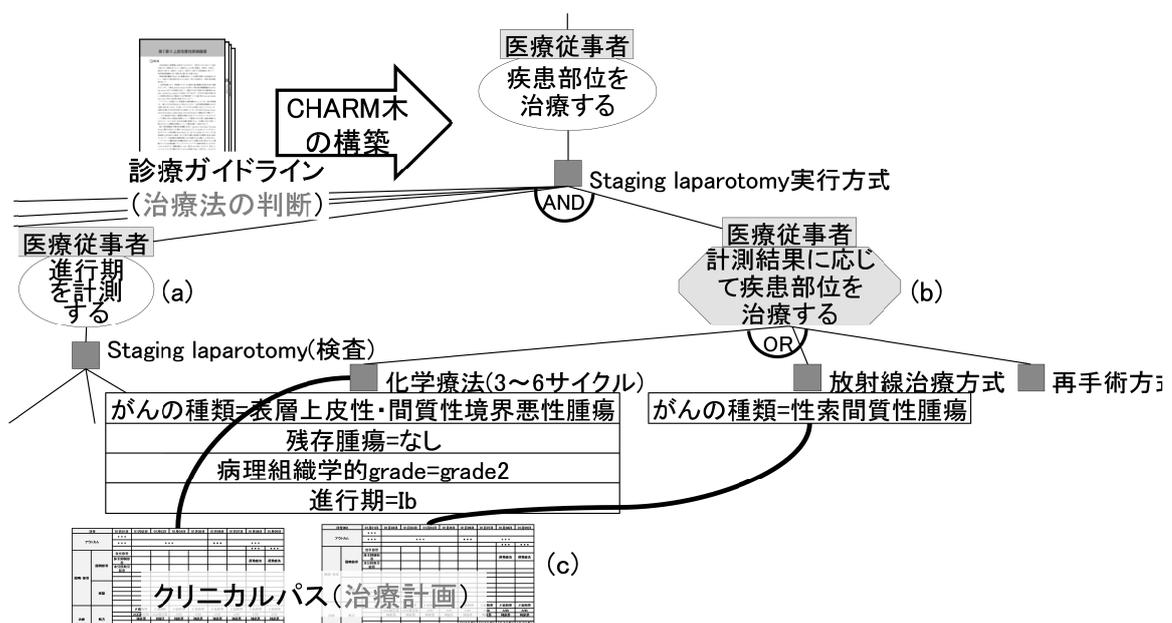


図 5.2 CHARM による卵巣がん治療ガイドラインとクリニカルパスの統合

あると捉えることが出来る。このように捉えることで、大阪大学医学部附属病院で利用されている産婦人科のがん治療のクリニカルパスを前節で記述した CHARM 木と統合することが出来る。この統合により、図 5.2(c)に示すように、診療ガイドラインとクリニカルパスの関係は、治療するという目的のための検査行為やそれに従って適切な治療法を選択する行為と、選択される治療法という関係にあることが明らかになった。

次節で、よりシームレスな統合を実現するために、クリニカルパスを CHARM 木として記述するための方法論について述べる。

5.4 クリニカルパスの CHARM に基づく記述

本節では、クリニカルパスを知識ソースとして、(3)改善のための知識比較・統合タスクに対する有用性確認の前段階である、CHARM の記述能力の検証について説明する。まず、クリニカルパスを記述するために行ったモデル化方法論の考案について述べ、次にそのモデル化方法の妥当性と記述能力を確認する。

5.4.1 クリニカルパスのモデル化方法論

クリニカルパスは 5.2.2 節で述べたとおり、文書形式のガイドラインとは形式も内容も異なっている。特に以下に挙げる 4 つの要素は、ガイドラインでは暗黙的であり、クリニカルパスでは明示的に記述されている内容である。

1. 表形式に埋め込まれた行為
2. 行為の種類
3. 行為実行の時間点
4. アウトカム

1 つ目は表形式に埋め込まれた行為である。クリニカルパスは知識提示のための表現形式として強く意識された記述方法が取られており、行為の表現もその例外ではない。行為は表形式に埋め込まれることによって、「浣腸液 60ml」や「欠食(手術)」などの省略表現がなされている。このように省略して表現された行為的知識を、専門家が捉え解釈するのと同等の情報量を持つように計算機内に格納するためのモデル化が求められる。2 つ目は表の最も左の列に明示的に記述されている、行為の種類である。例えば、「治療」行為の一種としての「処方」行為や「看護ケア」の一種としての「栄養」を与える行為などがある。これらの種類に関しても CHARM によって、明示的に記述するための方法論が求められる。3 つ目は表の最上段行に明示的に記述されている、行為実行の時間点である。これは、クリニカルパスに記述された行為がいつ行われるのかを明示するものであり、手術当日や術前、術後などの時間点として記述されている。ガイドラインでは行為の順序列は明示的であったが、時間点までは明示的に

記述されておらず，従来のモデル化方法では対応できない．4つ目はアウトカムと呼ばれる行為の目的の一種である．例えば「感染徴候がない」のように，特定の日もしくは複数日に渡る行為のセットにおいて最終的に満たしているべき状態を指す．これは目的の一種と捉えることができ，クリニカルパス特有のものである．

これらの情報量を落とさずに，CHARMに基づいて記述するためのモデル化方法論が必要となる．本研究では，クリニカルパスの分析を通して以下のようなモデル化方法論を考案した．図 5.3 に示す例を用いて説明する．

図 5.1①に示す「ケンエーG 浣腸液 50%・60ml 1本」の記述を例に説明する．まず，表に埋め込まれた行為をモデル化するために，「浣腸液」のような薬剤の種類が書かれている場合には投薬行為と捉え，モデル化することにした．同時に，投薬の方法が混在した形で表現されている場合が多いため，行為と達成方式の分離も行う．この項目の場合は「浣腸する」を，図 5.3④のように浣腸という達成方式で浣腸液を入れる行為と捉える．そして，図 5.3 中の⑤のように，浣腸方式で「入れる」行為として記述する．さらに，行為の属性も表現する．ここでは，浣腸液の濃度，体積の値を行為に関係する属性値として記述している．次に，クリニカルパスに明示的に記述された治療行為の種類は，医療ドメインにおける行為の分類階層であると仮定して，注目している行為がそのいずれかに分類されることを明示的に記述することにした．この例では，図 5.1②に示す「ケンエーG 浣腸液 50%・60ml 1本」の行為の種類である「治療」行為の一種である「処方」行為は，図 5.3 中の⑤のような網掛けで明示的に記述した．CHARM 木を記述するためのツールである OntoloGear 上では，これを行為ノードのプロパティの「行為種別」の値として記述することで，異なる色のノードとして表示される．この際，「処方」行為が「治療」行為の一種であるという情報も計算機

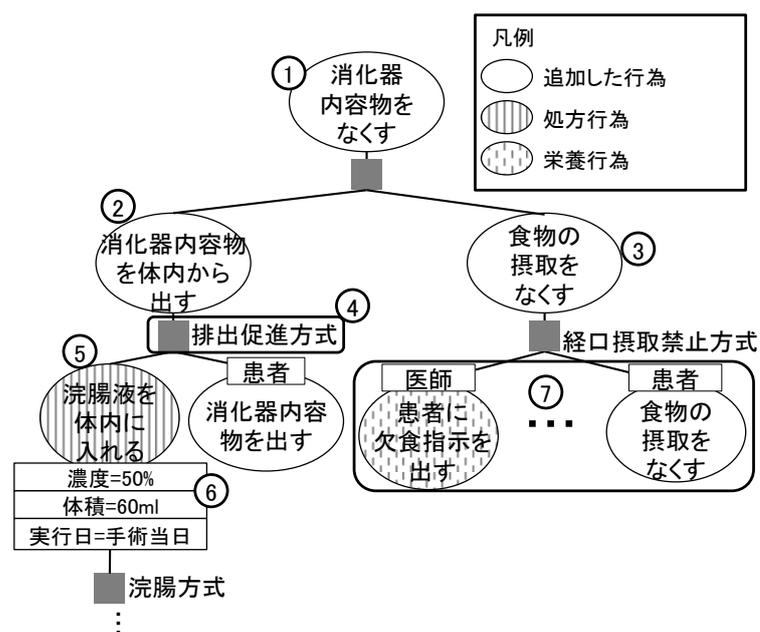


図 5.3 肝切除行為の CHARM 木の一部

内部で保持している。3つ目の特徴である行為の実行時間点は、図5.3⑥に示すように行為の属性として明示的に記述することにした。この例の場合は、手術当日術前に「ケンエーG 浣腸液 50%・60ml 1本」行為が行われることが明示的に記述されている。最後に、アウトカムの記述方法について述べる。CHARMは目的指向型の知識表現モデルであるため、アウトカムも目的の一部としてモデル化することができる。行為の目的の記述方法については以下のような手順で行う。この例では、⑤の目的を「消化器内容物を体内から出す」であるとして⑤の上位に②のノードを追加的に記述し、さらに上位の目的として①のノードを追加した。次に目的として配置したノードの分解を行う。CHARMではボトムアップに記述した木構造を目的である全体行為とそれを達成する部分行為に正しい構造で分解できているかという視点からも検討し、必要に応じてノードを追加する。この例では「食物の摂取をなくす」を行っただけで「消化器内容物を体内から出す」を行うことで「消化器内容物をなくす」という目的を達成するとして分解し、③のノードを配置する。③の行為は、クリニカルパスに表現された行為だけではどのように目的が達成されるかが表現できていないため、それを表現するために追加した行為である。そして、既に③の行為を目的としている行為⑦がクリニカルパスに存在していたため⑦のノードをそこへ配置する。これによって、クリニカルパスに記述されていた行為間の関係が同一目的を達成することであることが明示的に記述される。さらに、この場合は「ケンエーG 浣腸液 50%・60ml 1本」行為がその日のアウトカムである「感染徴候がない」に対して直接貢献しないことが明らかになった。クリニカルパスにおけるアウトカムは一種の目的を表しているが、クリニカルパスに現れる全ての行為に対する目的が明示的に記述されているわけではないことが明らかとなった。

また、クリニカルパスに表現されているわけではないが、クリニカルパスに表現された行為と関連の深い副作用についても表現し、行為との関係を表した。図5.4に示すように、嘔気を計測する行為はクリニカルパスに表現されていた。嘔気を計測する理由は副作用を検知することである。このようなクリニカルパスには明示されていない副作用と行為との関係も明示的に表現した。副作用を記述する際に利用した資料は大阪大学医学部附属病院で患者説明用に使用されている資料である。その資料には

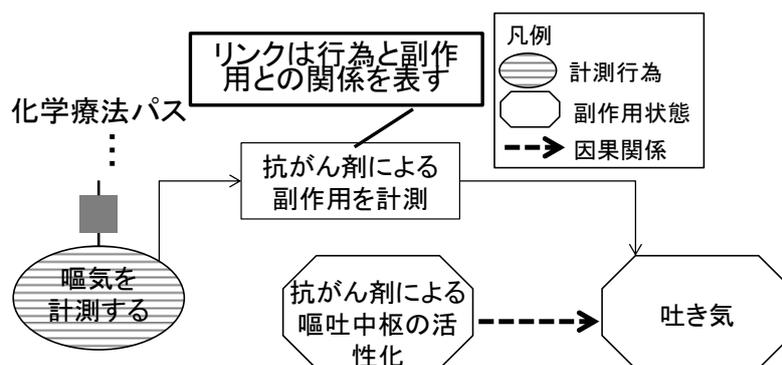


図 5.4 行為と副作用状態の関係の記述例

代表的な副作用のみが表現されており，本研究でも代表的なもののみを CHARM に基づき記述した。

5.4.2 モデル化方法論の妥当性検証

前節で考案したクリニカルパスのモデル化方法論の妥当性を検証するために，大阪大学医学部附属病院において実際に使用されている，「胃切除」，「肝切除」，「悪性疾患開腹切除」，「良性疾患開腹切除」，「外科肝動脈化学塞栓療法」，「内科肝動脈化学塞栓療法」，「化学療法」，「放射線治療」の 8 種類のクリニカルパスの内容を CHARM に基づき記述した (表 5.1 参照)．これらのクリニカルパスは全てがんの治療行為に伴って入院中に患者に対して行われる行為を記述したものである．表 5.1 に示すように「胃切除」は消化器外科，「化学療法」は婦人科というように 3 種類の診療科で作られたクリニカルパスを対象としている．疾患部位も胃や肝臓など 3 種類の異なる部位を対象としたクリニカルパスであり，患部の除き方も切除や動脈塞栓など異なっている．診療科や治療の方法が異なるクリニカルパスを記述対象とすることで，モデル化方法論の妥当性を検証した。

以上の 8 種類のクリニカルパスの記述を CHARM に基づいて行った．実際に構築したそれぞれの CHARM 木の行為ノード数はほぼ同数で平均すると約 360 ノード，そのうち元の表形式のクリニカルパスに記述されていたものが約 100 ノード，目的を表す上位ノード・中間ノードとして追加したものが約 250 ノードであった．図 5.5 に示すように，以上の CHARM 木の記述は，第 2 章で説明した OntoloGear[MetaMoJi]を用いて行っており，記述した CHARM 木は計算機で扱うことのできる形式で保持されている．以上の記述結果から，CHARM によってクリニカルパスの情報量を落とさずに，かつ暗黙的であった行為の目的や副作用といった柔軟な治療計画を生成するために必要な情報を加えて記述できていることが，大阪大学医学部附属病院の医師らによって確認された．このようにクリニカルパスを CHARM によってモデル化を行うことで，5.3 節で述べた異種医療知識が，同じ CHARM 木の形式でシームレスに統合された。

表 5.1 記述対象としたクリニカルパス一覧

パス名	診療科	疾患部位	患部の除き方
胃切除	消化器外科	胃	切除
肝切除		肝臓	
外科肝動脈化学塞栓療法			動脈塞栓
内科肝動脈化学塞栓療法	消化器内科		
化学療法	婦人科	子宮内	抗がん剤投与
悪性疾患開腹			切除
良性疾患開腹			
放射線治療			放射線投射

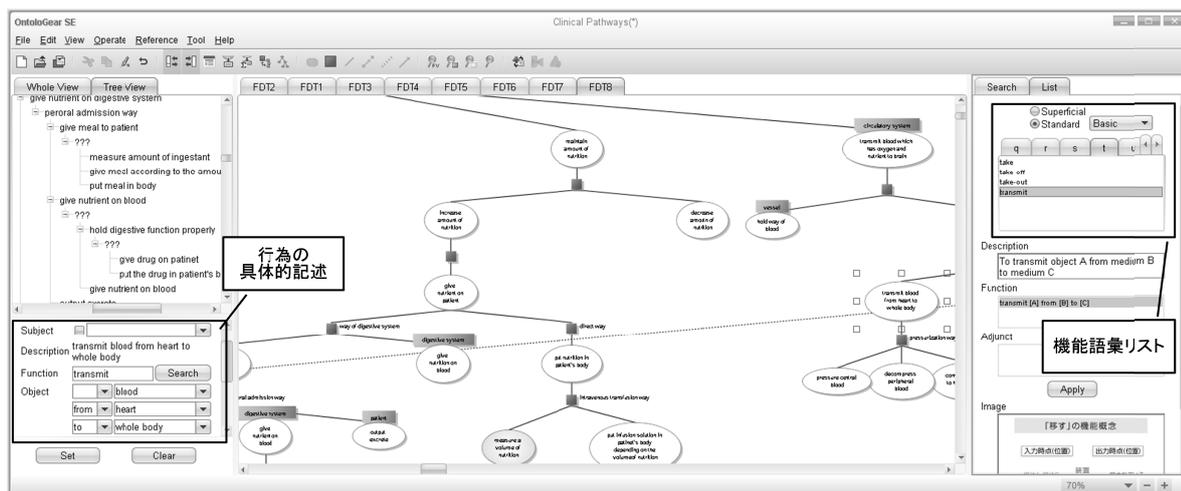


図 5.5 OntoloGear を用いた記述画面例

5.5 同種クリニカルパスの比較を通じた CHARM の有用性確認

CHARM の(3)知識比較タスクに対する有用性を確認するために、CHARM に基づいたクリニカルパスの比較を行った。比較を行ったクリニカルパスの組み合わせは表 5.2 の通りである。処置が異なる行為同士の比較や、診療科が異なる行為同士の比較を行った。それぞれの CHARM 木同士の相違の距離は Tree Edit Distance (TED) [Zhang89] を使って表した(表 5.2 括弧内の数値参照)。TED は 2 つの木構造データの距離(相違点)を表す方法で、比較対象と同じ木構造にするために、置換、削除、追加の操作を何回行ったかで距離を表す方法である。CHARM 木を用いて比較した結果、相違点があるというだけでなく、相違点の理由を説明することができた。さらに、行為の目的や関係が明示化されていることから、従来のクリニカルパス同士の比較よりも発見が容易になったと考えられる相違点も得られた。以下で、これらについて実例を用いて説明する。

表 5.2 比較を行ったクリニカルパスの組一覧

	胃切除	肝切除	外科肝動脈化学塞栓療法	内科肝動脈化学塞栓療法	化学療法	悪性疾患開腹	良性疾患開腹	放射線治療
胃切除		X(35)						
肝切除	X		X(127)	X(158)	X(168)	X(122)		
外科肝動脈化学塞栓療法		X		X(112)				
内科肝動脈化学塞栓療法		X	X					
化学療法		X						X(75)
悪性疾患開腹		X					X(139)	
良性疾患開腹						X		X(176)
放射線治療					X		X	

Notes:

1. Xは比較したクリニカルパスの組を表す
2. 括弧内の数値はCHARM木間で異なる行為の数を表す

5.5.1 同一目的を達成する方式間の相違の明確化

CHARM 木では行為の目的は上位ノードとして表現される．そして，その目的を達成するための方法は達成方式として表現される．複数の達成方式がある場合には，目的を表すノードから複数の達成方式ノードとリンクが結ばれる．2つの表形式のクリニカルパスを比べても，ある行為同士の目的が同じであるかはわかりにくい．CHARM を利用すれば，1つのCHARM 木に統合して表現することで相違点を比較しやすくなる．図 5.6 に胃切除と肝切除のクリニカルパスを比較した際に現れた相違点を示す．2つのクリニカルパスでは「血液に栄養を与える」行為を達成するための方式に「胃切除」では「末梢静脈輸液方式」，「肝切除」では「中心静脈輸液方式」がそれぞれ適用されていた．図 5.6①の「血液に栄養を与える」は図 5.6②の末梢静脈輸液方式，図 5.6③の中心静脈輸液方式のどちらの方式でも達成できることを表している．表形式のクリニカルパスでは，栄養量を計測する行為と輸液を入れる行為の記述は分散して表記されており，2つの表を比較した場合にどのような理由でその違いが現れたのかを認識することが困難であった．クリニカルパスをCHARM に基づいて記述する事により，目的を起点に相違点を一覧できるようになった．これにより，相違点の理由が方式の違いであることが明確になった．それに加えて，大阪大学医学部附属病院の医師らに対して，この2つのクリニカルパスにおいて輸液方式の相違がある理由を確認したところ，「理由は慣習的なものであり，その他に理由はないと考えられる」と判断された．この事はクリニカルパスに採用されている医療行為であっても，その方式選択の正当性には議論の余地がある事を示しており，CHARM を用いた比較により検討すべき点が明示された事を示している．

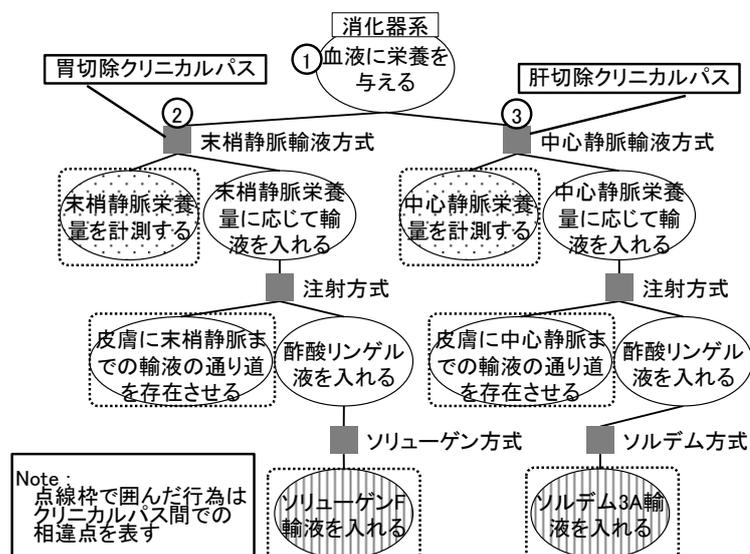


図 5.6 同一目的を達成する方式間の相違

5.5.2 同一行為の達成目的の相違の明確化

従来のクリニカルパス上では同一の行為としか見えないが、実際には異なる目的の下で行われている医療行為が存在する。肝塞栓のクリニカルパスと化学療法のクリニカルパスを比較した際に得られた例を挙げる。どちらのクリニカルパスにも「しびれを計測する」行為が含まれていた。クリニカルパス同士の比較では計測するしびれの箇所が異なっている以外は同一行為としてみなされるかもしれないが、CHARM木では目的が明示的に記述されているため、目的の違いを知ることができる。この例では、肝塞栓クリニカルパスでは血流の障害を計測する目的で行われ、化学療法クリニカルパスでは神経系機能を計測する目的で行われていることが図 5.7 の CHARM 木からわかる。従来のクリニカルパス同士の比較でも内容を理解している人が行えば発見することができたかもしれないが、CHARM 木では何を達成するのかが明示的に記述されているため、たとえ内容の分からない人でも 2 つのクリニカルパスの相違点を見つけることができる。それに加えて、クリニカルパスの改定を考えると、目的が明示的に記述されていることで、クリニカルパス作成者の意図を改定者が確実に引き継ぐことができる。

5.5.3 同一行為に関する副作用の相違の明確化

従来のクリニカルパス上では同一の行為としか見えないが、実際にはその行為の存在理由が異なっている場合がある。「化学療法」のクリニカルパスと「放射線治療」のクリニカルパスを比較した際に得られた例を挙げる（図 5.8 参照）。どちらのクリニカルパスにも「嘔気を計測する」行為がある。これらは同じ行為であるが、着目している副作用が異なるという相違点がある。化学療法では、使用している抗がん剤の副作用として嘔気が生じる場合があり、それを検知するために嘔気を計測する行為がクリニカルパスに書かれている。放射線治療では、放射線照射の副作用として嘔気が生じる場合があり、それを検知するために嘔気を計測する行為がクリニカルパスに書かれている。行為間の関係を明示的に表現できるという CHARM の特徴からこれらの違

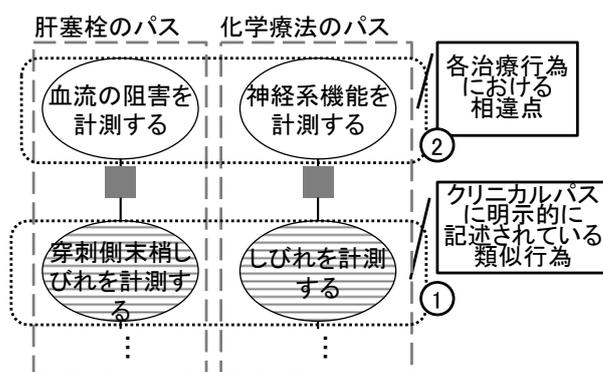


図 5.7 同一行為の達成目的の相違

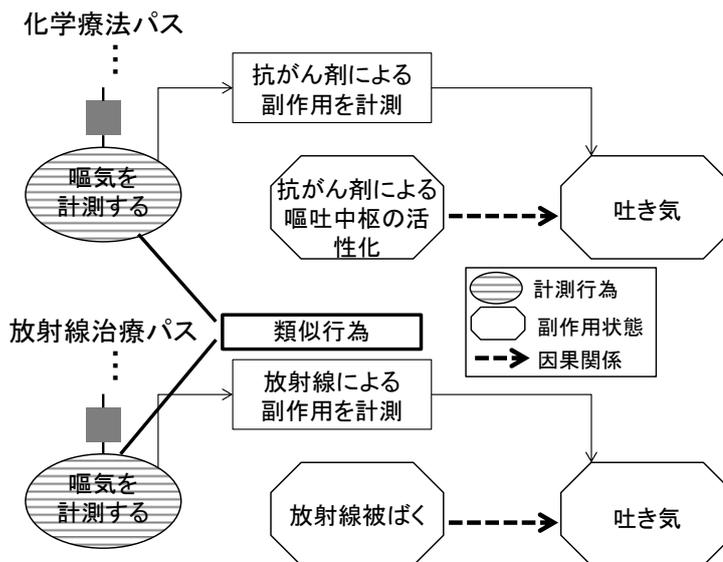


図 5.8 同一行為に関する副作用の相違

いを明示することができた。

上記の相違点のほかに、目的も実行されている行為も異なるという相違点があったが、この相違点はクリニカルパス同士の比較でも容易に見つけることのできるものである。CHARM に基づいた比較によって、表面的な相違点だけではなく、行為の目的や、行為間の関係という暗黙的になりがちな知識の違いが相違点として得られた。これにより、医療分野における行為的知識の比較に対しても、CHARM の有用性が確認された。

5.6 柔軟な動的治療計画提示枠組みの考案

本節では、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示タスクに対する有用性を確認するために、知識ソースとして CHARM 木を採用することで、従来のクリニカルパスでは対応することが難しかった疾患領域をカバーすることのできる動的治療計画提示枠組みについて構想を述べる。本枠組みは、患者個別に治療計画を立てるしかなかった内科的治療行為を代表とする動的に変化する治療行為に対してクリニカルパスと同等の一覧性を持った治療計画の提供を目指した枠組みである。

従来のクリニカルパスは、実行途中で変更が生じないようなルーチンワークを表現するための表現形式としては有用である。そのため、ルーチンワークとなりやすい体温測定や清拭などの看護行為は表現されやすいが、医師の判断行為は患者状態に応じて変化し得るものであるため、表現されてこなかった。ところで、外科的治療行為の多くは、患者が手術可能であることを前提とすると、手術前後に実行される行為は患者によらず一定となりやすいという特徴がある。そのような特徴から、外科的治療行為を中心にこれまでクリニカルパスは作られ、治療計画の標準化や現場での知識共有

に貢献してきた。しかしながら、そうして作られた標準的治療計画から外れてしまうような患者も存在する。このような「標準的治療計画から外れた状態」はバリエーションと呼ばれる[副島 11]。標準的治療計画であるクリニカルパスに沿って治療が行われることが望ましいが、クリニカルパスは硬直的であるために、実際にはこのようなバリエーションは少なくない。共同研究を行った医師らによれば、当初からクリニカルパスが適用されない患者や途中から適用が中断される患者も多いという。そのような場合には、医師固有に場当たりに治療計画を立てられる可能性がある。同様に、内科的治療行為は患者ごとに状態が異なることが多く、標準的治療計画を予めつくるのが難しい。そのような治療行為にもクリニカルパスは作られず、医師が個別に患者ごとに治療計画を立てる必要がある。

本枠組みは従来のクリニカルパスと同じ利用者、利用状況を想定している。つまり、特定の疾患に罹患していることが診断済みの患者の治療計画の提示を行うために利用され、閲覧者はその患者の治療に関わる医療従事者全てである。心不全の患者 A に対する治療計画の提示を例に枠組みのユースケースについて説明する。図 5.9 は、患者 A に対する治療行為列を表している。患者 A は高血圧を基礎疾患に持っており、左室機能不全の慢性心不全状態にあるため、心筋障害の進展を抑制することを目的として ACE 阻害薬利用方式が選択される。その結果として図 5.9(a)に示した治療計画が提示される。一方、時間の経過により、ACE 阻害薬の副作用である空咳に耐えられない状況が生じることがある。その場合に、同じ心筋障害の進展を抑制するための方式として、ARB 利用方式が選択され、図 5.9(b)に示すような治療計画が提示される。

(a) 高血圧を基礎疾患に持つ左室機能不全の慢性心不全患者の治療計画表

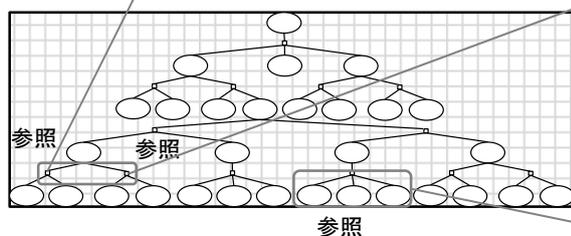
日付		01月01日	01月02日	01月03日	01月04日	01月05日	01月06日
アウトカム		***	***	***	***	***	***
説明・指導	説明指導	食事指導 体重抑制 指導 水分摂取 量指導			運動療法	運動療法	
	確認						
治療	処方	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ACE阻害薬
		利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬

(b) ACE阻害薬の副作用である空咳に耐えられなくなった場合の治療計画表

日付		01月01日	01月02日	01月03日	01月04日	01月05日	01月06日
アウトカム		***	***	***	***	***	***
説明・指導	説明指導	食事指導 体重抑制 指導 水分摂取 量指導			運動療法	運動療法	
	確認						
治療	処方	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ARB	β遮断薬 ARB	β遮断薬 ARB	β遮断薬 ARB
		利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬

時間遷移

時間遷移



(c) 慢性腎臓病に伴う著しい貧血を併発した場合の治療計画表

日付		01月01日	01月02日	01月03日	01月04日	01月05日	01月06日
アウトカム		***	***	***	***	***	***
説明・指導	説明指導	食事指導 体重抑制 指導 水分摂取 量指導			運動療法	運動療法	
	確認						
治療	処方	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ACE阻害薬	β遮断薬 ARB	β遮断薬 ARB	β遮断薬 ARB	β遮断薬 ARB
		利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬	利尿薬
						エリスロポ エチン	エリスロポ エチン

図 5.9 柔軟な動的治療計画提示枠組みの想定画面例

このように、**CHARM** 木を知識ソースとすることで本枠組みは、同じ疾患であると診断された異なる状態の患者に対して、それぞれの状態に適した治療計画を提示することが出来る。患者 A が治療途中で慢性腎臓病に伴う著しい貧血を併発したという状況を仮定する。この時、枠組みは電子カルテシステムから著しい貧血が併発しているという患者状態を取得し、それに対処するための治療行為を **CHARM** 木から検索する。**CHARM** 木には、**ACE** 阻害薬の副作用として腎機能低下があり、腎機能が低下した患者に対する対処行為としてエリスロポエチン利用方式により血液を増やす行為が有効であることが明示的に記述されている。この情報を患者 A 担当の医師に提示し、その医師とのインタラクションを経て、エリスロポエチン利用方式によってその不具合事象に対処する行為が追加された治療計画が図 5.9(c)のように提示される。このユースケースでは、同じ患者であっても薬の副作用などにより状態が変化した場合に、変化した状態に適した治療法を本枠組みが推薦できることを示している。

上記のユースケースで示した通り、本枠組みでは、治療計画が表現された **CHARM** 木と電子カルテシステムに格納されている患者状態を表す情報を入力情報として、取得した患者状態に適した治療計画をクリニカルパスと同様の表形式で出力する。出力された治療計画は、従来のクリニカルパスでは対応できないほどに患者状態が変化した場合に、医師とのインタラクションを通して動的に変更される。この変更は、**CHARM** 木に格納された知識を基に行い、患者状態に適する方式リストの提示や、取得した患者状態を不具合事象と結びつけて認識しそれに対する対処法リストの提示と医師による選択・決定によって実行される。従来の静的なクリニカルパスと異なり、複数の状況においてその状況に適した方式を選択することで同一目的を達成できるように記述された **CHARM** 木を知識ソースとして持っていることで、本枠組みでは患者に応じて行うべき治療行為が変わり得る内科的治療行為を医療従事者にとって親和性のある表形式で提示することが出来る。詳細な動作フローは図 5.10 のフローチャートに示す。

本枠組みによって、これまで明示的に共有がなされていなかった内科的治療行為に代表される、患者状態の変動に追従して変化するような治療行為に関しても、医療従事者にとって親和性の高い表現形式で提示することで、医療従事者間での知識共有が促進されることが期待できる。さらに、診療ガイドラインに基づいて知識ソースとしての **CHARM** 木を構築しておくことによって、最新の知見を反映するために定期的に改定される診療ガイドラインへの追従が容易であることから、臨床現場の医師らを支援するだけでなく、情報システムを管理する役割にある医療情報部の医師らの負担を軽減できることも期待される。

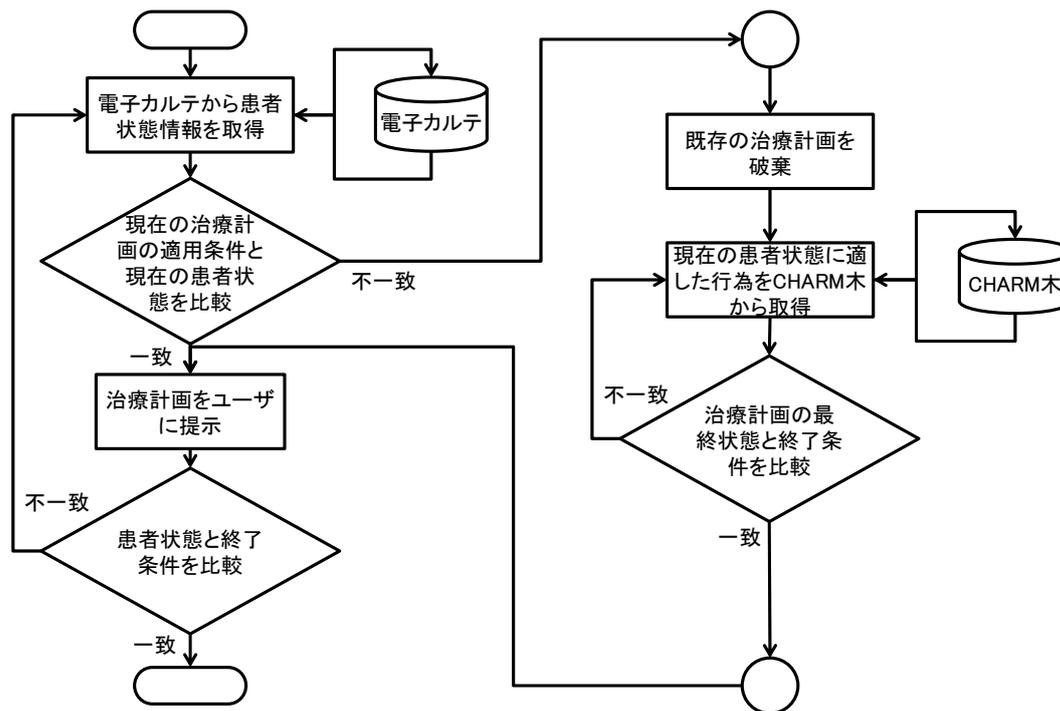


図 5.10 柔軟な動的治療計画提示枠組み動作フロー

5.7 結言

本章では、提案モデルである CHARM を看護現場から医療分野全体に展開するための取り組みについて述べ、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示タスクと(3)改善のための知識比較・統合タスクに対する有用性を確認した。特に、硬直的であることが問題視されているクリニカルパスの CHARM に基づく記述方法論を提案し、診療ガイドラインなどの異種医療知識との統合を実現した。さらに、従来のクリニカルパスでは表現することのできなかつた内科の治療行為などの状況に合わせて変更する必要のある治療行為を、クリニカルパスのような表現形式で提示するための枠組みを考案した。

次章では、本研究と主要な関連研究を比較し、本研究の位置付けを明らかにする。

第6章 議論

6.1 緒言

本章では、序論で取り上げた従来研究を中心に本研究と関連する研究を取り上げ、それぞれの特徴を詳細に分析し、本研究と比較して考察を行う。分野独立に開発された一般的なプロセスモデルと医療分野における行為的知識の記述に関する研究に分けて説明する。

6.2 一般的なプロセスモデル

序論でも紹介した通り、本研究で対象としている行為的知識を計算機上で扱うことのできる形式で格納するための知識表現モデルはこれまでに複数提案されている。一般的なプロセスモデルである PSL (Process Specification Language) は生産現場における複数のアプリケーションソフトウェア間でのプロセス知識の交換を目的として開発された[NIST 08]。特に PSL の中心的概念である PSL-Core を取り上げる。PSL では、PSL-Core として activity, activity_occurrence, timepoint, object の 4 種類の概念が用意されている。activity はプロセス（本研究における行為に相当）を表す概念で、activity_occurrence は実際にある特定の時間点で始まる実プロセスを表す。timepoint は時間点を表し、object は対象世界においてプロセスと関係するものを表す。それに加えて、特定の行為に対してある対象物が関係することを表す participate_in や時間同士の前後関係を表す before などの関係も用意されている。これらの関係を利用して、例えば、ペンキ塗りプロセス A (activity_occurrence) においてペンキ A (object) が利用され(participate_in)、プロセス A は 11 時に始まり(beginof)12 時に終わる(endof)といったプロセスを表現することが出来る。PSL-Core の特徴は、行為実行の始点と終点を明示的に記述し、それらの間の時間前後関係を明示的に記述する仕組みを導入することで、複数の行為の実行時間の重なりを表現できることである。

同様に、主に製造業における生産性向上のための生産プロセス分析のために開発されたモデルである IDEF (Integrated computer aided manufacturing DEFinitions) [NIST 93, 95]について説明する。PSL-Core のような基本的な概念に加えて、IDEF では行為の対象物を表現するために、input と output という概念を導入している。これらの導入により、PSL-Core では単に関係するものとしか定義されていなかった object が入力対象物(input)と出力対象物(output)として書き分けられ、ものの果たす役割の明確な表現が

可能となる。さらに、input と output の流れを結ぶことで、行為間の対象物(object)のフローを表現することが出来る。そして、行為の階層的なモデリングをサポートしており、ある行為をさらに細かい粒度の行為の系列に分解して関連付けることが出来る。これは、行為の全体-部分関係の明示的記述が可能なモデルであると言える。

次に、組織における業務プロセスのモデリングフレームワークである MIT Process Handbook[MIT 03]の行為的知識の記述に関係する部分を取り上げる。MIT Process Handbook は、ビジネスプロセス（本研究における行為に相当）に関する膨大な知識の組織化の要求から開発された。IDEF と同様に、プロセスをより詳細なプロセス系列へと分解する全体-部分関係を知識記述に導入している。それに加えて、抽象度の異なるプロセスを表現するための方法として、プロセスの一般-特殊関係を導入している。例えば、“Sell product”行為はその売り方によって、“Sell by mail order”と“Sell in retail store”の2種類の行為に特殊化している。この特殊化により、“Sell product”の部分として表現されていた“Obtain order”行為は、“Sell by mail order”では“Receive order by mail”と特殊化され、“Sell in retail store”では“Receive order at register”と特殊化され、それぞれの行為における特殊性が明確に表現される。

そして、Semantic Web の分野において OWL-S と呼ばれるモデルが開発されている [W3C 04]。OWL-S の目的は、機械理解可能な情報が付加された Web である Semantic Web において実行される Web Service も機械理解可能にすることである。OWL-S はこれまでに紹介してきたモデル同様に、サービス（本研究における行為に相当）をそれが変化させる対象物のフローとして表現し、その全体-部分関係に基づいて階層構造で表現することが出来る。OWL-S の特徴は、その全体-部分関係を目的とその達成方法の関係として特殊化したことにある。サービスが何を提供するのかを表す Profile をその入出力によって表現する。Profile はサービスがどのように実行されるのかを表す Model と関連づけられる。これら Profile と Model の間の関係は、Profile を目的としてそれを Model に表された方法で達成するという目的達成関係にある。これによって、Profile として表現された目的を、状況に応じて異なる Model（達成方法）で達成するといったことが表現可能になる。

一般的なプロセスモデルの最後に、人工知能の問題解決方法論(PSM: Problem Solving Method)分野で研究開発が行われた CommonKADS [Schreiber 99]について説明する。CommonKADS はエキスパートシステムにおいて利用される問題解決知識（タスク知識）をモデル化するために開発された。CommonKADS でも、他のモデル同様に task（行為に相当）のフローで問題解決知識を表現する。OWL-S のように、目的と達成方法の関係を task method として明確にし、タスクとサブタスクの階層構造で行為的知識を表現する。このときサブタスクは別のタスクにとっての目的として捉えなおし、タスク分解が繰り返される。タスク分解を終了するための指針は、それ以上サブタスクに分解できない inference と呼ばれる情報処理プロセスを表す概念を用意す

ることで決められる。また、「診断する」や「設計する」といった一般性の高い9つのタスクに対して、task template と呼ぶ知識の再利用のためのセットを構築している。

これらのモデルと本研究の提案モデルとの違いを、目的指向の観点からの行為的知識の捉え方の違いとして表 6.1 にまとめた。PSL-Core では、行為列をその生起時間関係とそれに関係する参与物のみで表現する。これは、PSL が開発された目的が様々なプロセスモデルを変換するための中立的な言語を開発することであることに起因しており、行為を表現するための最低限の要素を示していると言える。PSL には PSL-Core を補足するいくつかの extensions が含まれており、その一つである Subactivity Theory を参照することで、他のモデルで導入されているような行為の全体-部分関係も表現することが出来る。しかしながら、PSL-Core だけでは、個々の行為間の関係は時間順序関係のみが明示的であり、さらに他のモデルで導入されているような目的達成関係は extensions を参照したとしても明示的に表現することが出来ない。一方、IDEF 以降のモデルに関しては、全て入出力で行為を捉え、行為列を対象物のフローとして記述する。さらに、行為における全体-部分関係が導入されている。これは、行為系列を対象物の状態変化としてより明確に表現するための視点を提供しているといえることが出来る。一方、MIT Process Handbook では、それに加えて行為の一般-特殊関係が導入されている。全体-部分関係は、行為系列の一般性は変えずに粒度のみを詳細化する関係である。それに対して、一般-特殊関係は行為系列の一般性を詳細化（特殊化と呼ぶ）する関係である。そのような一般-特殊関係の導入により、一般的な行為に関する知識を参照しその記述内容を利用して、より特殊な状況下で利用されるような行為的知識を表現することが可能になる。しかしながら MIT Process Handbook で

表 6.1 行為的知識の捉え方と各モデルの対応関係

	単一行為の捉え方	全体部分関係の導入	一般特殊関係の導入	目的と達成方法の区別	方式知識の蓄積
PSL-Core	生起時間関係と参与物	—	—	—	—
IDEF	InputとOutput	○	—	—	—
MIT Process Handbook	InputとOutput	○	○	—	—
OWL-S	InputとOutput	○	—	△ サービスレベルでのみ区別	—
CommonKADS	InputとOutput	○	○	○	△ 一般性の高いタスクに対して、templateを構築
CHARM	InputとOutput	○	○	○	○ 看護知識を基に知識ベース構築

は、OWL-S や CommonKADS が明示的に記述する目的達成関係を一般-特殊関係と混同して扱っており概念化として不十分である。それに対して、OWL-S では、全体-部分関係を特殊化し、目的と達成方法を区別した目的達成関係を導入している。これは行為的知識の記述の際に、単に行為系列を詳細に分解するというだけではなく、特定の行為を出力する対象物を望ましい状態にする状態変化、すなわち目的として読み替えることで、その目的を達成するために必要な行為系列を達成方法として分解する関係である。OWL-S では最上位の目的を表すサービスレベルのみではあるが、達成したいサービス行為とそれを達成するための詳細なサービス行為系列とを区別して明示的に記述することが出来る。CommonKADS ではその目的と達成方法の区別を多段階に渡って実現している点で、OWL-S よりも目的を指向したモデルであると言える。さらに、本提案モデルにおける達成方式知識にあたる知識として **task method** という概念を導入しており、そのような **task method** を含む **task** を表現するための知識セットを **task template** として複数構築している。これは再利用のための知識であり、知識記述者の負荷を軽減する目的で構築されたものである。

本研究で提案したモデルである CHARM では、このような目的指向の観点で行為的知識を記述するための全ての要素を備えている。まず、指摘すべき点は、非常に一般的な PSL-Core を除けば、それぞれが生産工程、ビジネスプロセス、Web サービス、計算機による問題解決プロセスという個別的なプロセスの表現を目的としていることである。CHARM は人間の目的指向の行為を記述対象としているが、上述のいずれもが目的を持って実行されている行為（行為主体によって「意図された」行為）であることを考慮すると、知識表現モデルとしては、今回取り上げた従来研究の対象をカバーしているといえることができる。さらに、CommonKADS と同様に知識記述の負荷を軽減するための方式知識ベースを構築した。ここでの違いは、CommonKADS が一般性の高い少数のタスクに対して **template** を構築しているのに対して、本研究では具体的な看護行為知識を基にして知識ベースを構築していることにある。それに加えて、本研究で構築した知識ベースはそれを用いた知識記述を容易にするだけでなく、知識ベースそのものの修正・追加も容易になるように設計した点で新規性がある。知識ベースに格納された方式知識はそれらの原理に基づく一般-特殊関係と目的達成関係によって組織化されている。この組織化によって、知識同士の関係性が明示的になり、新規に追加する知識を既存の知識のどれと結びつけるかの判断が容易になったり、記述漏れに気づかせたりする効果がある。

6.3 医療分野における行為的知識の記述

次に、本研究が対象とする医療分野における行為的知識の記述に関する研究を紹介し本研究と比較する。記述された行為的知識の再利用可能性の観点から、行為的知識

がシステムに埋め込まれているかどうか、記述対象に依存しているかどうかという観点からシステムに埋め込まれた知識記述とガイドライン記述のためのモデル、クリニカルパス記述のためのモデルに分けて従来研究を紹介し、本研究を位置づける。

6.3.1 システムに埋め込まれた知識記述

まず、システムに埋め込むように知識記述がなされている研究を紹介する。医療分野では CDSS (Clinical Decision Support System) と呼ばれる臨床上の意思決定を支援するためのシステムが開発されている。その内の一つに TATTT (Toowoomba Adult Triage Trauma Tool)[Eley 05, Wollaston 04] と呼ばれるシステムがある。これは、緊急搬送されてきた患者に対してその治療の優先度を判断するためのトリアージと呼ばれる判断行為を支援するためのシステムである。一貫性のないトリアージは避けられる疾患の割合や死亡率を上げてしまうため、一貫性のあるトリアージが求められる。そのために、既存の評価項目を構造化し一貫したトリアージを支援するためのシステムとして TATTT が開発された。評価の順序を適切に設定するなどの仕組みを導入することで、既存の人手によるトリアージと同等の速度で、一貫したトリアージを実現できることが確認されている。一方、褥瘡予防と管理のための CDSS も看護分野において開発されている[Zielstorff 96, Estey 96]。褥瘡予防は入院患者や介護施設において重要な看護行為であるが、教育に時間とリソースが必要であり、ガイドラインの整備だけでは臨床現場の現状を変えることが出来ていなかった。そこで、ガイドラインをシステムに埋め込み、情報アクセスを容易にすることで、臨床現場での褥瘡の評価と予防、管理計画の設計支援を通じた教育効果を目的としてこの研究は実施された。開発されたシステムは、実際に Massachusetts General Hospital において 21 週間、113 人の患者に対して利用された実績を持つ。そして、知識比較・統合に関する研究として以下のような研究が実施されている。岡田らは、医療施設間はもとより、同一医療施設内でも診療科や疾患によって使用されている用語が異なるという現状に対して、医療の相互評価のためにクリニカルパス相互比較ツールを開発した[岡田 03]。このシステムの特徴は、既存の紙媒体で作成されていたクリニカルパスを計算機で扱うための XML スキーマを用意したことと、組織ごとにばらつきのある用語を変換するためのケアカテゴリソーラスを構築したことにある。

本節で紹介した 3 つの研究は全て、利用用途に対して最適化された行為的知識のモデリングを行っており、かつシステムに知識が埋め込まれているという特徴がある。開発されたシステムは、彼らの設定した目的に対しては有効に働くが、そこで記述された知識の再利用や変更・修正を行うことを考えた場合に問題が生じる。例えば、TATTT ではトリアージのための判断行為を記述しているが、それがシステムに埋め込まれてしまっているために、第三者がシステムから知識を抜き出して再利用することが困難である。さらに、褥瘡予防と管理のための CDSS に関しても、行為的知識がシ

システムに埋め込まれており、再利用や修正が困難である。[Estey 06]でも記されているが、システム内で利用している用語と現場で利用している用語の不一致が生じ、現場での利用に問題が生じた場合に、記述された知識の変更が困難である。岡田らのクリニカルパス比較ツールについても、シソーラスはシステムに埋め込まれており、かつ ad hoc に作られているために、比較する病院のクリニカルパスに合わせて変更・修正を行う必要がある。このようなシソーラスは、クリニカルパスの比較という利用用途に強く依存せず、一般性を持って作ることが望まれる。本研究で提案したモデルである CHARM は、教育と計画と比較という 3 種類のタスクに関する分析から要求仕様を設定し開発したモデルであり、それぞれの利用タスクに依存しすぎない内部表現モデルとなっている。そのため、本提案モデルで記述された知識は従来研究で挙げたようなシステムや利用用途には依存せず、再利用可能性高く蓄積することが出来るという特徴がある。さらに、行為的知識を記述する際に参照している FBRL 語彙体系は岡田らのシソーラスとは異なり、物理状態の変化として一般的に定義され一般-特殊階層による組織化がなされている。そのため、状態の変化する対象物やその行為を実行する実行主体などの情報を足すことで、100 語という統制された少ない語彙で、異なる病院などの特定の状況下で行われる行為の表現も可能となる。

6.3.2 ガイドライン記述のためのモデル

6.3.1 節で紹介した CDSS の知識ベースとして利用するために、ガイドラインを計算機上で利用可能な形式で記述するためのモデルがガイドラインモデルとして盛んに研究開発されている[Peleg 13]。これらの研究は、CDSS のための利用を目的として開発されたモデルではあるが、解釈システムとは独立に知識を記述できるように設計されており、記述された知識の再利用や修正などの取り扱いが容易である。これらのガイドラインモデルの中から、基礎的なモデルである PROforma [Fox 98, Sutton 03]と医療行為の意図の表現を指向したモデルである Asbru [Shahar 96, 98]と知識の相互運用性を重視したモデルである GLIF [Boxwala 04]を中心に紹介する。PROforma は幅広い診療科をカバーし、個別のガイドライン全体を十分に表現でき、医療の専門家にとって直感的であるようなモデルを目的として開発された[Fox 98]。PROforma は、Plan, Decision, Action, Inquiry の 4 種類の行為概念を定義しており、それらを参照してフローチャートの形式でガイドラインを表現する。全ての行為に対して共通する性質として、行為前後における状況を表す Pre-Condition や Post-Condition などの 8 種類を定義しており、4 種類の行為概念はそれらの性質を特殊化した性質を持つ。特に、Plan は他の行為系列によって構成されると定義されており、IDEF と同様の全体-部分階層を構築することが出来る。この PROforma は Inferred Ltd.によって製品化され臨床現場で利用されている[Sutton 03]。

しかしながら、PROforma では医療行為における目的や意図といった行為実行の根拠を表す概念が明示的ではない。次に紹介する Asbru は、医療行為の意図(Intention)の表現を指向したモデルである[Shahar 96]。臨床現場において、ガイドラインに書かれた推奨される行為と医師の選択する行為は一致しない場合がある。このような場合、それらが表層的には一致しないだけであり、意図は同じことがある。例えば、普段よりも血糖値の高い糖尿病患者に対する治療行為として、ガイドラインはインスリン量の増大を推奨し、医師は夕食の炭水化物の減量を選択した場合、ガイドラインの推奨行為と医師の選択行為は一致しないが、それぞれの意図は「高血糖になることを避けること」であり一致している。このような意図を含めてガイドラインを記述することで、より知的な意思決定支援を計算機自動実行により支援することが Asbru の目的である[Shahar 98]。Asbru におけるガイドラインの表現も基本的には実行順序に注目した表現であり、フローチャートのような形式で表現される。それに加えて、意図の種類を Intermediate state, Intermediate action, Overall state pattern, Overall action pattern の 4 種類に明確化し、治療計画の途中の患者状態/医療従事者の行為か、治療計画終了後に維持すべき患者状態/医療従事者の行為として表現する。これらが明示的に記述されることで、上記の目的が達成される。

複数のガイドラインモデルの提案と並行して、それらに基づいて記述されたガイドラインを知識ソースとした CDSS の開発が行われたが、それぞれのガイドラインモデル間やシステム間での知識の相互運用については考慮されていなかった。そこで、相互運用性を考慮したガイドラインモデルとして GLIF (GuideLine Interchange Format) [Boxwala 04]が開発された。GLIF も PROforma や Asbru と同様に、ガイドラインを実行順序に注目してフローチャートのように表現するモデルである。GLIF の特徴は、異なるシステム間での相互運用性を高めるために、UMLS (Unified Medical Language System) [NLM 86]と呼ばれる語彙体系を行為の表現に利用していることにある。UMLS の利用によって、表現された行為の意味が明確になり、記述者と利用者が異なっても共通の意味理解が可能となることから、一度記述した知識の再利用可能性が向上する。さらに、GLIF は医師の行為を主に記述した診療ガイドラインだけではなく、看護師の行為を記述した看護ガイドラインの記述にも利用されている[Choi 07, 12]。そして、GLIF により記述された知識を利用した一般診療医の学習への応用も試みられている[Blat 07]。それは、GLIF により記述された電子化ガイドラインと電子カルテ内にある過去の診療記録を利用して、過去の状況下で学習者が選択した治療法が最新のガイドラインに従ったものであるかを検討することで、学習者が最新の知見を獲得することを支援するものである。

以上のガイドラインモデルは、6.3.1 節で紹介したようにシステムに埋め込まれる形ではなく、CDSS などのシステムから独立に知識を記述し蓄積することを可能にしている。しかしながら、CDSS への利用という利用用途に最適化された内部表現モデル

となっており、知識の再利用性の観点からは問題が残る。例えば、今回紹介した3種類のモデルの内 **Asbru** を除くモデルは、行為が実行される根拠を表す行為の意図や目的を明示的に記述することを強制しない。どちらのモデルも目的を記述することは可能であるが、記述者の選択にゆだねられており、行為の実行順序に基づいた記述指針のみを提供する。このような行為の意図や目的といった知識は、行為的知識の利用者がそれを自分の環境下で再利用したり、知識管理者が既に記述された知識の修正や追加を行ったりする際に、どのような意図で行為的知識が記述されたのかを把握するために有用な知識であり、明示的な記述が望まれる。さらに、ガイドラインモデルは記述対象であるガイドラインに対して最適化されている。次節で説明するクリニカルパスモデルが明示的に記述可能なクリニカルパスの特徴を、既存のガイドラインモデルは明示的に記述できないという制約も存在する。一方で、本研究で提案したモデルである **CHARM** は、教育と計画と比較の対象タスクに関する分析に基づき、利用用途からは独立に目的指向で行為的知識を記述する内部表現モデルである。現在は、他のガイドラインモデルが想定している計算機自動実行による意思決定支援タスクを本研究では想定していないため、そのために必要な血圧や心拍数の値のような数値情報の記述は強制していない。本研究の目的は、利用用途に適した提示形式からは独立に、一般性高く知識を蓄積することであるため、想定していないタスクに対しても、上記のような足りない情報を補う必要はあるが、知識の再利用が可能である。それに加えて、記述対象によらず一般的な行為的知識の記述を指向したモデルであるため、本節で説明したガイドラインだけでなく、次節で説明するクリニカルパスの明示的記述も可能である。

6.3.3 クリニカルパス記述のためのモデル

前節で紹介したモデルが対象としているガイドラインとは異なり、本節では、クリニカルパス記述のためのモデルについて紹介する。クリニカルパスは横軸に日付、縦軸に行為の種類が書かれた表形式で治療計画を表現する。そして、特定の行為系列が終わった後の結果状態として達成すべき目的に相当するアウトカムが記述されているという特徴がある。このようなガイドラインにはない要素を含めて情報量を落とさずに、クリニカルパスを明示的に記述できるモデルが研究開発されている [Hu 12, Hurley 07, Ye 09, Abidi 09, 小川 11]。[Hu 12]や[Hurley 07]では、それぞれ独立に紙媒体の既存のクリニカルパスを分析し、クリニカルパスモデリングに必要な要素を明らかにした。[Hu 12]は、クリニカルパスのモデリングの研究開発というよりは、電子カルテシステムと連携させることで、クリニカルパスで予定されている患者の状態と現在の患者状態が一致しない場合にアラートを出すなどの **CDSS** を開発に研究の主眼が置かれている。一方[Hurley 07]は、クリニカルパスのモデルに主眼を置いており、**Assessment** や **Prescription** などクリニカルパスに現れる行為を 14 種類に分類し、141

クラス 230 スロットからなるクリニカルパスオントロジーを構築した。[Ye 09]では、クリニカルパスにおける時間概念を中心にしたモデルを提案している。Allen の時間理論[Allen 84]を導入することで、2つの行為間の時間的重なるのパターン 13 種類を全て表現することが出来る。さらに、SWRL (Semantic Web Rule Language) [W3C 04]と呼ばれるセマンティックウェブ分野で標準化された技術を利用することで、行為的知識の時間関係を明示的に記述できる。次に、クリニカルパス統合のための研究として[Abidi 09]を取り上げる。Abidi らは3つの異なる地域の病院で利用されている前立腺がんのクリニカルパスを統合的にモデル化している。単に紙媒体のクリニカルパスを計算機上で扱える形式でモデル化するだけでなく、統合的にモデル化することで知識の追加・修正において利点があることが主張されている。例えば、共通する行為系列に変更が生じた場合には、統合済みのクリニカルパスを変更するだけで3つの病院全てにその変更を反映することが出来る。このような統合的モデリングは治療行為の共通部分と分岐の起こる部分を明確化し、それを表現する仕組みを導入したことによって達成されている。[Abidi 09]では分岐の種類を、決定基準 (Decision Criteria)が明確に決まった分岐と、地域 (Region)による分岐に分けてそれぞれを区別して明示的記述を行っている。

ここまでに紹介した研究は全て、記述した知識を計算機による自動実行を通して利用することを目的とした研究である。一方、小川らは記述した知識を基に、医療従事者へのインタビューを通して医療サービス理解に関する実践知を獲得することを目的とした研究を実施している[小川 11]。医療従事者の考え方の違いが、医療行為に対する目的とその達成に向けて、医療行為をどのように構造化するのかに現れると考え、医療従事者らによる既存のクリニカルパスのモデル化を通して実践知を獲得する。本研究では、その際のモデルに焦点を当てる。[小川 11]でも 6.2 節で紹介した IDEF などのモデルと同様に、全体-部分関係（部分-包摂関係と呼ばれる）によって、一つの医療行為を詳細な行為系列に分解する。小川らのモデルの特徴は、全ての行為に対して医療目的の付与を強制することにより、目的指向型のモデルと言える。同様に、従来のクリニカルパスを目的指向に拡張したアウトカム志向型パスが開発されている[中島 09, 若田 11]。アウトカム志向型パスは、医療行為の目的に相当するアウトカムを全ての医療行為に対して記述するモデルである。この研究の特徴は、BOM (Basic Outcome Master)と呼ばれるアウトカムを表現する語彙セットを用意していることにある[副島 11]。予め BOM を参照してクリニカルパスを作成することで、病院を越えて、クリニカルパスと実際に行われた医療行為とのずれを意味するバリエーションの収集と分析を行うことを目的としている。

本節で紹介したクリニカルパスモデルも 6.3.2 節で紹介したガイドラインモデル同様に、システムからは切り離されて知識を蓄積することの出来るモデルである。一方で、ガイドラインモデル同様に記述対象に依存したモデルが多い。例えば、[Hu 12,

Hurley 07, 小川 11, 中島 09, 若田 11]は既存のクリニカルパスの情報量を落とさずに適切にモデル化することに特化したモデルである。そのため、診療ガイドラインによく見られるような、患者状態の変化に対応して治療法が選択される条件分岐を表現することが出来ない。さらに、ガイドラインモデル同様に知識の再利用可能性を考慮した性質も備わっていない。[Hu 12, Hurley 07, Ye 09]では行為の目的の明示的記述ができない。アウトカム志向型パスは、個々の行為の目的をアウトカムとして表現することは出来るが、多段に目的を記述することが出来ないため、行為的知識を根拠付きで表現するモデルとしては十分ではない。一方、[小川 11]のモデルは、各行為に目的の明示的記述に加えて、部分行為はその全体にあたる包括行為の目的を継承するモデルである。一看すると、このモデルでは構造化された知識のルートから末端に至るまで行為の目的が一貫して明示的に記述されているように見えるが、実際には末端の行為になるほど全体行為で目的として設定されたものを継承してしまい、どの行為がどの目的に対して有効なのかが不明確になってしまうという問題がある。知識統合を目的とした Abidi らはクリニカルパスのモデリングの際に、組織ごとの特有性の一つとして地域に着目している。しかし、治療計画を表したクリニカルパスにおいて地域の違いが本質であるとは考えにくい。地域に関する情報は、複数の組織で異なる治療法が選択された医学的根拠を説明しない。そのような根拠が明示的でない場合には、他のクリニカルパスモデル同様に再利用が困難であることが懸念される。一方で、本研究で提案したモデルである CHARM では、[Hu 12, Hurley 07, Ye 09]で明示的でない目的を明示的に記述できる。アウトカム志向型パスや[小川 11]との違いは、行為を望ましい状態への状態変化として捉えることで、部分行為から見れば全体行為が目的となるように行為的知識をモデル化することにある。そのため、行為分解における行為間の関係は常に目的と達成方法の関係として多段に展開され、達成方法が直上の目的に直接貢献することが明確に表現される。知識の統合に関しても、医学的根拠を表す行為の目的の観点から、複数の組織間の行為的知識の共通点を同定することで地域差だけでなく医学的根拠に基づいた知識統合が可能である。

6.4 結言

本章では、一般的なプロセスモデルと医療分野における行為的知識の記述に関する研究を紹介し、本研究を位置づけた。一般的なプロセスモデルとの比較では、目的指向の視点から従来モデルが備える性質に対して本研究が何を備えているのかを明らかにし、研究の位置付けを行った。結果として、従来モデルが備える性質を全て備えるか詳細化することによって、より目的を指向した知識表現モデルであることを示した。一方で、医療分野における行為的知識の記述に関する研究に対しては、知識の再利用性の観点から比較を行った。6.3.1 節で紹介したように、行為的知識はシステムに

埋め込まれる形で記述されることが多い。しかし、本研究の提案モデルはシステムや利用用途からは独立な内部表現モデルという点で従来研究よりも再利用可能性高く知識を記述することが出来る。そして、6.3.2節と6.3.3節において医療分野で特に盛んに研究が進められているガイドラインモデルとクリニカルパスモデルの紹介を行い、本研究が記述対象に依存しないモデルであることを示した。

第7章 結論

本章では、本研究を通して得られた主な成果をまとめ、本論文を総括する。

本研究では、知識の内容と表現形式を分離して行為的知識を計算機内に蓄積するための内部表現モデルを提案した。内容と形式の分離により、行為的知識を再利用可能性高く記述することができる。本提案モデルが有用なドメインの一つである医療分野を対象とし、新人看護師の教育における問題、硬直的な治療計画における問題、知識比較における問題を本研究で解決すべき問題と設定した。そして、それらの問題の解決に対して本モデルが有用であることを確認するために、3種類のタスク、(1)臨機応変な看護を可能にする教育、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示、(3)改善のための知識比較・統合を設定した。これらのタスクに対し、提案モデルを中心にした行為的知識の統合管理枠組みを実現し、医療分野での実践を通してその有用性を確認した。なお、本研究において実現された枠組みは、医療分野というドメインには依存しておらず、どのようなドメインであったとしても、教育と柔軟な計画の提示、知識比較の3種類のタスクに対して有用性を持つような汎用的な枠組みである。

第2章では、第3章で行為的知識の表現モデル提案の際に考察の基盤とした機能的知識共有枠組みについて述べた。特にこの枠組みの中心となる、人工物内で起こる振る舞いと機能の捉え方に関する視点を与えるデバイスオントロジーと、各機能概念の意味を明示化した機能概念オントロジー (FBRL 語彙体系)、そしてそれらに基づく機能的知識の記述結果として得られる機能分解木について概要を述べた。そして、機能分解木の記述ツールである *OntoloGear* について概説した。本研究は、製造現場で培われた機能に関する知見の行為的知識一般への拡張である。この拡張は、医療現場において実践的に3種類の利用タスクに取り組んだ結果として達成したものであり、本研究においてその有用性が確認された。

第3章では、行為的知識を利用時の表現形式によらずに計算機内に格納するために、CHARM と呼ぶ目的指向型の内部表現モデルの提案を行い、本提案枠組みが対象とする3種類のタスクに関する分析から以下の4つの要求仕様を提案した。

- A 行為の目的・根拠の明示的記述
- B 状況に対応する代替方法の明示的記述
- C 語彙体系を利用した意味の明確な記述
- D 行為実行順序の明示的記述

まず、特に教育タスクにおいて提示すべき知識であり、知識記述のための一貫した視点を提供するために、行為の目的・根拠の明示的記述 (要求仕様 A) が必要となる。行為を、望ましい状態への状態変化であり、かつある目的を達成するために実行され

るものであると定義した。目的に対して再帰的にそれを達成する方法を分解していくことで、各行為が達成する目的の明示的記述を可能とし、要求仕様 A を満たした。次に、状況に柔軟に対応することのできる看護師教育の実現や柔軟な計画を実現するために、状況に対応する代替方法の明示的記述（要求仕様 B）が必要となる。目的に対して複数存在する達成方法を明示的に記述し、それぞれの達成方法が適用されるべき条件を明示的に記述した。典型的手順のみではなく、異なる状況で適用可能な達成方法が明示的に記述されることで、状況に対応する代替方法の明示的記述を可能とし、要求仕様 B を満たした。そして、異なる組織間の用語の違いを吸収し比較タスクを達成するために、語彙体系を利用した意味の明確な記述（要求仕様 C）が必要となる。人間の行為と人工物の機能に関する考察に基づいて、2章で説明した FBRL 語彙体系で人間の行為を表現可能であることを明らかにした。約 100 語の統制された FBRL 語彙体系を参照することによって、意味の明確な知識記述を可能とし、要求仕様 C を満たした。行為的知識を記述するために本質的に必要となる性質として、行為実行順序の明示的記述（要求仕様 D）が必要となる。行為を実行するために必要な前提条件や慣習などの実行順序を決定づける要素に関する考察を行い、その記述に必要な情報を明らかにした上で記述指針として取り入れることで、要求仕様 D を満たした。

それに加えて、再利用性を指向した行為的知識の記述方法論の開発を行った。現場で利用されている知識は、そのままでは組織や適用される状況に依存した個別的知識であり、再利用が難しい。さらに、知識ベース内の知識間の関係性が暗黙的である場合、知識の追加や修正の際に漏れや重複が起こり得るため、知識同士を関係づける必要もある。そこで、達成方式を最小単位として知識の抽出を行い、抽象化することで再利用性を向上させた。さらに、達成方式知識を互いに一般-特殊関係と目的達成関係によって関係づけることで組織化を行った。達成方式知識の組織化により、格納された知識同士の関係性が明らかとなり、知識ベースへの知識の追加や修正の困難さが解消される。知識を記述する際には、知識ベースから知識を取り出し、状況に合わせた特殊化を行うことでこれまでに蓄積した知識を再利用することが可能となる。このような方法論に基づいて、看護現場から得られた 1298 個の達成方式知識を格納した知識ベースを構築した。これを利用することで、今後の知識記述の負荷軽減が期待される。

第 4 章では、3 章で提案したモデルの記述能力の検証と有用性の確認を行うために、看護現場における実践を行った。実際に、2 つの病院の看護師らと看護大学の教員らの監修のもとで、世界標準のガイドラインや ICU(Intensive Care Unit)研修における研修範囲全てに相当する 30 編のガイドラインを十分に記述可能であることが確認された。今回の記述対象とした知識は、既にガイドラインで明示的に記述されていた知識だけではなく、経験を積んだ看護師らから得られた行為の目的や代替方法に関する追加的知識を含む。このように、従来は経験と共に看護師らの頭の中に暗黙的に存在し

ていた知識を、新人看護師でも利用可能なように明示的に記述したことは、知識を適切にモデル化し積み上げることを目的とする知識工学において、学術的に意義深いことである。

次に、(1)臨機応変な看護を可能にする教育タスクと(3)改善のための知識比較・統合タスクに対する提案モデルの有用性を確認するために、モデル化した知識を基に2つの実践を行った。まず、病院統合に伴う看護ガイドラインの比較・統合に対する有用性を確認した。2つの異なる病院で利用されている同じ看護行為に関する看護ガイドラインを知識ソースとして2つのCHARM木を記述し、統合して比較を行った。比較前には、看護師らは両病院のガイドラインにほとんど差はないと思っていたが、CHARM木を用いた比較の結果、12の相違点が明確化された。特に、CHARMの持つ性質によって、それぞれの病院で同一目的を達成するために異なる達成方法が適用されていることが明らかになった。この結果は、従来の看護ガイドラインは2つの病院の看護師らが意思疎通する際の基盤として不十分であったが、提案モデルがそのような基盤として有効に働いたことを示唆している。次に、新人看護師の教育・研修に対する有用性を確認した。新人看護師の自己学習に利用可能な知識閲覧システムとして、CHARM Padを開発した。CHARMによって明示的に記述された知識である、行為の目的とそれを達成する複数の方法、実行順序をそれぞれ明示的に提示する機能を実装した。さらに、行為的知識そのものであるCHARM木に対して動画像を関係づける機能も実装した。これによって、新人看護師が自らの行動を振り返る際に、自分の行動が録画された動画だけではなく関係づけられたCHARM木と合わせて振り返ることが出来る。このようなCHARM Padを大阪厚生年金病院におけるICU研修に導入することによって、CHARMの新人看護師の教育・研修への有用性を確認した。3年間に渡って実際の研修に利用されたことから、指導者らによって有用性を評価されていたと言える。また、[森 04]でも述べられているように、看護教育において看護行為の目的を教えることは重要視されている。このような背景の下で、大阪厚生年金病院の3名の看護師らも同様に、看護行為の目的を明示的に記述し提示できるCHARMとCHARM Padは新人看護師の教育に対して有用であると考えていることが、インタビューによって明らかになった。そして、実際にCHARM Padを利用した新人看護師らに対して行ったアンケートからも、「根拠を理解することに役立った」や「振り返り学習に有用であった」といった回答が得られた。以上のように、CHARMとCHARM Padの新人看護師教育への有用性が、指導者側と研修生側の双方の看護師から定性的に評価された。

第5章では、3章で提案したモデルを看護現場だけではなく医療分野全体に展開し、行為的知識の統合管理枠組みの提案を行った。特に本章では、(2)柔軟な動的治療計画の作成と提示タスクと(3)改善のための知識比較・統合タスクに対するCHARMの有用性を確認した。まず、4章までは、看護師の行為を記述した文書形式の看護ガイド

ラインのみを知識ソースとして対象としていたが、医療分野全体に展開するためには、同じく文書形式ではあるが内容の異なる診療ガイドラインや形式も異なるクリニカルパスを対象とする必要があった。5章では、そのような異種の医療知識を統合的に記述するための記述方法論の開発と、従来は実現できなかった柔軟な治療計画を実現するために知識表現形式に変換して提示するための仕組みの考案を行った。そして、異種の医療知識を **CHARM** 木として記述するに当たり、診療ガイドラインの内容である治療方法の選択を明示的に記述する方法を開発した。特に内科の治療行為によく見られる、患者の状態に応じて適切な治療方法が変化するような治療方法の選択に関する知識を明示的に記述するために「選択ノード」を追加することによって、患者状態の計測行為とそこで得られた情報を基にした目的達成方法の明示的記述を実現した。このような治療方法の選択の明示的記述を実現したことで、従来は異なる知識ソースとしてバラバラに管理されていた診療ガイドラインとクリニカルパスの関係が明らかになり、それらのシームレスな統合が可能となった。次に、表形式で治療計画を記述するクリニカルパスを知識ソースとして、**CHARM** 木を記述する方法を開発した。クリニカルパスは横軸に時間、縦軸に行為の種類を明示した表形式のモデルで、アウトカムと呼ばれる一種の目的も明示的に記述することが出来る。これらの情報は、文書形式の看護・診療ガイドラインでは暗黙的になりがちな情報であり、情報量を落とさずにクリニカルパスとして記述された内容を計算機上で扱えるように記述できない。本研究では、クリニカルパスの分析を通してガイドラインとの違いについて考察を行い、追加的な情報に関してモデル化するための記述方法論を開発した。開発した方法論の妥当性は、大阪大学医学部附属病院の医師らとともに、実際に病院で利用されている8種類のそれぞれ異なるクリニカルパスの **CHARM** 木としての記述を通して確認した。さらに、記述された **CHARM** 木は他の診療科のクリニカルパスとの比較を通して医療現場における(3)知識比較タスクに対しても有用であることを確認した。

次に、従来の硬直的なクリニカルパスでは実現できなかった柔軟に治療計画を動的に変換するための仕組みを考案した。内科の治療行為に代表されるような、患者の状態に応じて治療法が変化することが多い行為は、硬直的なクリニカルパスでは表現することが出来ず、現在は文書形式のガイドラインとして管理されている。そのような治療行為を内部表現である **CHARM** 木として記述し提示形式を変換することで、(2) 柔軟な動的治療計画の作成と提示を実現する。この仕組みは、**CHARM** 木に明示的に記述された目的達成方式とその適用条件を参照することにより、患者状態に応じた治療方法を使用者である医師に提示する。このような提示形式を変換する仕組みを導入することによって、行為的知識の明示的記述と蓄積から利用と改善までをカバーする統合管理のための枠組みが実現された。

第6章では、従来研究の特徴を詳細に分析し、本研究との比較を通じた考察を行った。人工知能分野を始めとする複数の分野で開発された一般的なプロセスモデルと医療情報分野で開発された診療ガイドラインモデルや知識比較のためのツールに関する研究を取り上げた。従来研究と本研究との大きな違いは、利用用途に適した提示形式と、知識を計算機内部に格納するための内部表現とを分離したことにある。他の研究では、それぞれの利用用途に最適化された提示形式に沿って知識を明示的に記述することを目的として知識表現モデルを開発しており、一度記述した知識を他の利用用途に適した提示形式へ変換して再利用することが容易ではない。本研究で提案した内部表現モデル **CHARM** は、提示形式とは分離されており、教育と計画と比較の3種類の利用タスクに対して適した形式への変換機構を用意することで、再利用可能性高く知識の蓄積を可能にした。

最後に、今後の展望についてまとめる。序論で述べたとおり、本研究で提案した行為的知識の統合管理枠組みはドメインに依存しない汎用的な枠組みであり、本稿で扱った医療分野だけでなく、サービス分野一般への展開が期待できる。例えば、サービス業における接客行為や営業行為に対して提案枠組みの有効性が期待できる。接客行為の上手なベテラン従業員や、営業成績の高い従業員のノウハウを、目的指向の観点から、何を達成するためにどのような達成方法を選択しているのかを明示的に記述し、知識共有に利用することが出来る。これは本枠組みが、行為を対象物の状態変化として捉え、かつ目的と達成方法という二面的に捉えるというドメインに依存しない捉え方をしていることで実現できる。ただし、医療分野をはじめとするサービス分野一般におけるサービス行為に関する知識のより詳細なモデル化のためには、行為表現のための新たな語彙体系が必要となる。サービス分野では、例えば、レストランサービスにおいて提供された「おいしい料理」のように物理的な結果状態の品質も重要であるが、落ち着いた空間や良い接客による「顧客の満足感」も重要視される。本研究で行為の意味を明確化するために参照した **FBRL** 語彙体系は対象物の物理的な状態変化（物理的行為と呼ぶ）を組織化した語彙体系であり、人間の感情の変化などは対象としていない。そこで、顧客の感情などの精神状態を変化させる行為（精神的行為と呼ぶ）を表現するための語彙体系の整備や、物理的行為と精神的行為の間を明示的に記述するための指針を明らかにすることが、今後の展開として期待される。そのような語彙体系が整備され、知識記述の指針が明らかになることで、本提案枠組みのサービス分野一般への展開の促進が期待できる。

次に、医療分野とは独立に教育のタスクの発展としては、本研究における実践を通して得られた知見に基づいて学習に特化した知識提示システムの開発が期待できる。現在の **CHARM Pad** は学習者による能動的な知識閲覧を通じた利用にとどまっている。モチベーションの高い学習者に対しては、このようなシステムでも効果を発揮することが本研究によって明らかになったが、実際の学習者らが必ずしもモチベーションの

高い者ばかりであるとは限らない。CHARM 木を知識ソースとして、行為系列を提示してその目的を回答させるなどの簡易テスト機能等のモチベーションの低い学習者の学習を促進する機能の開発が期待される。

医療分野における柔軟な治療計画の提示タスクの発展としては、電子カルテシステムとの統合を通じた CHARM に基づく記録への展開が期待できる。本研究では、治療計画などの規範的行為に関する知識を記述対象としてきた。これらの知識は病院などの組織には依存しない内容の知識である。一方で、電子カルテシステムとの統合を検討した場合、組織や状況に依存するような内容の知識を扱う必要が出てくる。例えば、患者に対して実行した治療行為の記録を行う場合には、具体的な体温や血圧の値を基にしてある治療法が選択されたことを記述できなければならない。そこで、今後は具体的な記録を CHARM に基づいて計算機内に格納するための仕組みが開発されることで、規範的な知識から具体的な記録までのシームレスな閲覧と利用の実現が期待できる。

以上のように、本研究は医療現場における実践を通して、教育と計画と比較の3種類のタスクに対して有用な行為的知識の統合管理枠組みを実現し、その有用性を確認した。本研究で得られた知見は、サービス一般への拡張や、より医療分野に特化した知識の利用のための基盤となることが期待できる。

参考文献

- [Abidi 09] Abidi, S. R., Abidi, S. S. R., Hussain, S., Butler, L., Operationalizing Prostate Cancer Clinical Pathways: An Ontological Model to Computerize, Merge and Execute Institution-Specific Clinical Pathways, Knowledge Management for Health Care Procedures, Lecture Notes in Computer Science, 5626: pp 1-12, (2009).
- [ACLS 大阪 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, (2008).
- [AHRQ 99] Agency for Healthcare Research and Quality, National Guidelines Clearinghouse, <http://www.guideline.gov/>, (last accessed on 2014/12/20) (1999).
- [Allen 84] Allen, J. F., Towards a General Theory of Action and Time, Artificial Intelligence, Vol.23, No.2, pp.123-154, (1984).
- [Blat 07] Blat, J., Moghnieh, A., Navarrete, T., Santos, J. L., Casado, F., Using clinical guidelines in an eLearning context, Proceedings of the 2nd TENCompetence Open Workshop Service Oriented Approaches and Lifelong Competence Development Infrastructures, pp. 144-150, (2007).
- [Boxwala 04] Boxwala, A. A., Peleg, M., Tu, S., Ogunyemi, O., Zeng, Q. T., Wang, D., Patel, V. L., Greenes, R. A. and Shortliffe, E. H, GLIF3: a representation format for sharable computer-interpretable clinical practice guidelines, Journal of Biomedical Informatics, Vol. 37, pp 147-161, (2004).
- [Choi 07] Choi, J., Currie, L. M., Wang, D., Bakken, S., Encoding a clinical practice guideline using guideline interchange format: a case study of a depression screening and management guideline, International journal of medical informatics, Vol. 76, suppl. 2, (2007).
- [Choi 12] Choi, J., Choi, J., Kim, H., Developing a Computer Interpretable Guideline with Nursing Knowledge: A Case Study of a Pressure Ulcer Risk Assessment and Prevention Guideline at Spaulding Rehabilitation Hospital, Proceedings of 11th International Congress on Nursing Informatics, p.506, (2012).
- [Coffey 05] Coffey, R. J., Richards, J. S., Remmert, C. S., LeRoy, S. S., Schoville, R. R., Baldwin, P. J., An Introduction to Critical Paths. Quality Management in Health Care, Vol.14, No.1: pp.46-55, (2005).
- [Eley 05] Eley, D., Hegney, D., Wollaston, A., Fahey, P., Miller, P., McKay, M., Wollaston, J., Triage nurse perceptions of the use, reliability and

- acceptability of the Toowoomba Adult Triage Trauma Tool (TATTT), Accident and emergency nursing, Vol. 13, No. 1, pp.54-60, (2005)
- [Estey 96] Estey, G., Shahzad, C., Zielstorff, R., Vickey, A., Welebob, E., Blewett, D. R., Jenders, R. A., Lin, L., Martin, M., Hamilton, G., Fitzmaurice, J. B., Barnett, G. O., A Demonstration of Integrated Access to Pressure Ulcer Guidelines, Proceedings of the AMIA Symposium Fall Symposium, pp.992, (1996).
- [Fox 98] Fox, J., Johns, N., Rahmzadeh, A., Disseminating medical knowledge—The PROforma approach, Artificial Intelligence in Medicine, Vol. 14, No. 1-2, pp 157-182, (1998).
- [深澤 11] 深澤佳代子, 看護基礎教育を巡る課題とシミュレーション教育, 医療機器学, Vol.81, No.3, pp.197-200 (2011).
- [goo] goo ヘルスケア, <http://health.goo.ne.jp/>, (last accessed on 2014/12/20)
- [長谷川 01] 長谷川敏彦, クリティカルパスの定義と歴史, 医学のあゆみ, 医歯薬出版, Vol.196, No.8, pp.519-525, (2001).
- [羽隅 11] 羽隅透, 齋藤泰紀, 齋藤俊博, 菊地秀, 国立病院機構における「肺がん肺葉切除クリティカルパス」の比較検討-標準化に向けたベストプラクティスモデルの立案-, 日本医療マネジメント学会雑誌, Vol.12, No.1, pp.2-7, (2011).
- [Herman 00] Herman, I., Melançon, G., Marshall, M. S., Graph Visualization and Navigation in Information Visualization: A Survey, IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol.6, No.1, pp.24-43, (2000).
- [東田 07] 東田善治, 新開英秀, 加藤誠, 医用画像検査技術学, 南山堂, (2007).
- [Hu 12] Hu, Z., Li, J. S., Zhou, T. S., Yu H. Y., Suzuki, M., Araki, K., Ontology-Based Clinical Pathways with Semantic Rules, Journal of Medical Systems, Vol. 36, No. 4, pp 2203-2212, (2012).
- [Hurley 07] Hurley, K. F., Abidi, S. S. R., Ontology Engineering to Model Clinical Pathways: Towards the Computerization and Execution of Clinical Pathways, 20th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp 536-541, (2007).
- [稲本 97] 稲本一夫, 別府慎太郎, 新井正一, 石本一郎, 門田強, 須長祥浩, 砂屋敷忠, 瀧川厚, 田中俊夫, 段床嘉晴, 徳永仰, 中西左登志, 森川薫, 放射線画像技術学, 医歯薬出版, (1997).
- [JCQHC 04] Japan Council for Quality Health Care, Minds (マインズ)ガイドラインセンター, <http://minds.jcqhc.or.jp/n/top.php>, (last accessed on 2014/12/20) (2004).

- [川名 01] 川名明彦, 降旗兼行, 山内康宏, 河石真, 高崎仁, 小林信之, 駆動宏一郎, 日米3学会の5種類の市中肺炎診療ガイドラインの比較検討, 日本呼吸学会誌, Vol.39, No.11, (2001).
- [木村 07] 木村幹男, マラリア, 熱帯病・寄生虫症に対する稀少疾病治療薬の輸入・保管・治療体制の開発研究班編「寄生虫症の手引き 2007」, 1章1節, pp.1-4, (2007).
- [來村 02] 來村徳信, 溝口理一郎, オントロ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).
- [厚生省 11] 厚生労働省, 新人看護職員研修ガイドライン, <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/12/dl/s1225-24a.pdf>, (last accessed on 2014/12/20), (2011).
- [Lee 96] Lee, J., Design Rationale Systems: Understanding the Issues, IEEE Expert, Vol. 12, No. 3, pp.78-85 (1997).
- [メルク] メルクマニュアル医学百科最新家庭版, <http://merckmanuals.jp/home/index.html> (last accessed on 2014/12/20)
- [MetaMoJi] <http://metamoji.com/jp/> (last accessed on 2014/12/20)
- [美濃 97] 美濃正, 行為と因果性, 藤本隆志, 伊藤邦武共編「分析哲学の現在」, 世界思想社, 3章1節, pp.122-155, (1997).
- [MIT 03] Massachusetts Institute of Technology Center for Coordination Science, Organizing Business Knowledge: The MIT Process Handbook, The MIT Press, (2003).
- [Mizuno 02] Mizuno, Y., Okuma, Y., Kikuchi, S., Kuno, S., Hashimoto, T., Hasegawa, K., Mano, Y., Miwa, H., Murata, M., Yamamoto, M., Yokochi, F., Okiyama, R., Kanazawa, A., Shinpo, K., Chuma, T., Higashi, T., Maruyama, T., Mizuta, E., Yamazaki, S., パーキンソン病治療ガイドライン 2002, 臨床神経学, Vol.42, No.5, pp.421-494, (2002).
- [森 04] 森真由美, 亀岡智美, 定廣和香子, 舟島なをみ, 新人看護師行動の概念化, 看護教育学研究, Vol.13, No.1, pp.51-64, (2004).
- [村上 05] 村上美好, なぜ、看護手順が必要なのか 標準化と質向上の視点から, 看護, Vol.57, No.8, pp.38-43, (2005).
- [長浜 05] 長浜宗敏, 松村泰志, 吉本幸子, 大崎匡, 中島和江, 寺谷禎真, 広瀬亜希子, 武田 裕, 病院情報システムに統合したクリニカルパスシステムの構築, 医療情報学連合大会論文集, Vol.25, pp.537-539, (2005).
- [中島 09] 中島直樹, 鴨打正浩, 松元幸一郎, 杉本明美, 西馬みどり, 前原喜彦, 電子カルテと連携するアウトカム志向型電子パスの事例, 映像情報メディカル, Vol. 41, No. 5, pp 494-499, (2009).

- [中山 08] 中山健夫, 診療ガイドライン: 適切な作成・利用・普及に向けて, 日本小児腎臓病学会雑誌, Vol.21, No.2, pp.157-165, (2008).
- [NIST 93] National Institute of Standards and Technology, Integration Definition for Function Modeling (IDEF0), <http://idef.com/pdf/idef0.pdf>, (last accessed on 2014/12/21) (1993).
- [NIST 95] National Institute of Standards and Technology, Information Integration for Concurrent Engineering (IICE) IDEF3 Process Description Capture Method Report, http://idef.com/pdf/Idef3_fn.pdf, (last accessed on 2014/12/21) (1995).
- [NIST 08] National Institute of Standards and Technology, Process Specification Language (PSL), <http://www.mel.nist.gov/psl/index.html>, (last accessed on 2014/12/21) (2008).
- [NLM 86] National Library of Medicine, Unified Medical Language System (UMLS), <http://www.nlm.nih.gov/research/umls/>, (last accessed on 2014/12/20) (1986).
- [小川 11] 小川泰右, 山崎友義, 池田満, 鈴木齋王, 荒木賢二, 橋田浩一, 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] 岡田修, 大星直樹, 小山博史, 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).
- [小野寺 08] 小野寺睦夫, 処置法 気道確保の基本と実際, 外科治療, Vol.99, No.3, pp.254-258, (2008).
- [Pahl 88] Pahl, G., Beitz, W., Engineering Design – a systematic approach, The Design Council (1988).
- [Peleg 13] Peleg, M., Computer-interpretable clinical guidelines: A methodological review, Journal of Biomedical Informatics. Vol. 46, No. 4, pp 744–763, (2013).
- [笹島 96] 笹島宗彦, 来村徳信, 池田満, 溝口理一郎, 機能と振舞いのオントロジーに基づく機能モデル表現言語 FBRL の開発, 人工知能学会誌, Vol.11, No.3, pp.420-431, (1996).
- [Schreider 99] Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., de Hoog, R., Shadbolt, N., Van de Velde, W., Wielinga, B., The CommonKADS Methodology, The MIT Press, (1999).
- [Shahar 96] Shahar, Y., Miksch, S., Johnson, P., An intention-based language for representing clinical guidelines, Proceedings of the American Medical Informatics Association Annual Fall Symposium, pp 592-596, (1996).

- [Shahar 98] Shahar, Y., Miksch, S., Johnson P., The Asgaard Project: A Task-Specific Framework for the Application and Critiquing of Time-Oriented Clinical Guidelines, *Artificial Intelligence in Medicine*, Vol. 14, No. 1-2, pp 29-51, (1998).
- [副島 11] 副島秀久, 中国英貴, 基本アウトカムマスター(Basic Outcome Master: BOM)の目的と構造および今後の課題 -経験から科学へ-, *日本クリニカルパス学会誌*, Vol. 13, No. 2, pp.91-97, (2011).
- [Sutton 03] Sutton D. R., Fox, J., The Syntax and Semantics of the PROforma Guideline Modeling Language, *Journal of the American Medical Informatics Association*, Vol. 10, No. 5, pp 433 - 443, (2003).
- [Tu 07] Tu, S. W., Campbell, J., Musen, M. A., The Structure of Guideline Recommendations: A Synthesis, *Proceedings of the American Medical Informatics Association Annual Symposium*, pp 679-683, (2003).
- [Trypuz 07] Trypuz, R., What is an action, "Formal Ontology of Action: a unifying approach", Chapter 3, PhD thesis, Università degli Studi di Trento, ICT International Doctorate School, pp.29-62, (2007).
- [W3C 04a] World Wide Web Consortium, OWL-S: Semantic Markup for Web Services, <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/>, (last accessed on 2014/12/21) (2004).
- [W3C 04b] World Wide Web Consortium, SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>, (last accessed on 2014/12/21) (2004).
- [和栗 10] 和栗百恵, 「ふりかえり」と学習—大学教育におけるふりかえり支援のために—, *国立教育政策研究所紀要*, Vol.139, pp.85-100, (2010).
- [若田 11] 若田好史, 中島直樹, 萩原明人, オールバリエーション方式アウトカム志向型電子パスとバリエーション分析の実際〜クリティカルインディケーターの探索的抽出の試み〜, *日本クリニカルパス学会誌*, Vol. 13, No. 3, pp 209-213, (2011).
- [Wollaston 04] Wollaston, A., Fahey, P., McKay, M., Hegney, D., Miller, p., Wollaston, J., Reliability and Validity of the Toowoomba Adult Trauma Triage Tool, *Accident and emergency nursing*, Vol. 12, No. 4, pp.230-237, (2004).
- [Yahoo] Yahoo!ヘルスケア, <http://medical.yahoo.co.jp/>, (last accessed on 2014/12/20)
- [山下 94] 山下一也, 速水昭宗, 診療放射線技術, 南江堂, (1994).
- [Ye 09] Ye, Y., Jinga, Z., Diaoc, X., Yanga, D., Dua, G., A ontology-based hierarchical semantic modeling approach to clinical pathway workflows, *Computers in Biology and Medicine*, Vol. 39, pp 722-732, (2009).

- [Zhang 89] Zhang K., Shasha, D., Simple Fast Algorithms for the Editing Distance between Trees and Related Problems. *SIAM Journal on Computing*, Vol.18, No.6, pp.1245-1262, (1989).
- [Zielstorff 96] Zielstorff, R. D., Barnet, G. O., Fitzmaurice, J. B., Estey, G., Hamilton, G., Vickery, A., Welebob, E., Shahzad, C., A Decision Support System for Prevention and Treatment of Pressure Ulcers Based on AHCPR Guidelines, *Proceedings of the AMIA Annu Fall Symposium*, pp.562-566, (1996).

謝辞

学位論文の執筆にあたり、終始懇切なる御指導と貴重な御教示を賜りました大阪大学産業科学研究所 駒谷和範教授に深く感謝致します。

本研究に関して貴重な御教示を頂きました大阪大学産業科学研究所 鷲尾隆教授、ならびに、直接に御助言と御鞭撻を頂いた大阪大学産業科学研究所 來村徳信准教授に深く感謝致します。

そして、本研究の全過程を通して、終始懇篤なる御指導、御鞭撻を賜りました北陸先端科学技術大学院大学 溝口理一郎特任教授に深厚なる謝意を表します。

博士後期課程において、御指導と御教授を賜りました大阪大学大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻 井上恭教授、河崎善一郎教授、北山研一教授、三瓶政一教授、滝根哲哉教授、馬場口登教授に謝意を表します。

並びに、本研究の遂行にあたり、暖かく丁寧な御指導、御助言下さいました大阪大学産業科学研究所 笹嶋宗彦博士に心より謝意を表します。

看護分野での研究を通して長年蓄積された経験から、円滑に本研究を遂行するために現場の看護師と筆者との間で御支援を賜りました日本医療環境大学 服部兼敏教授、並びに神戸市看護大学 平尾明美講師に心より謝意を表します。

病院内の貴重な資料および専門知識を利用した、本研究に対する御助言を賜りました北播磨総合医療センター ウイリアムソン彰子氏、並びに木下智香子氏に心より感謝致します。

同じく、病院内の貴重な資料と専門知識および、提案システムの実践の場を御提供頂き、3年間に渡る実践を通して本研究に対する貴重な御助言を賜りました地域医療機能推進機構大阪病院 高橋弘枝看護部長、並びに中村明美 ICU 師長に厚く感謝の意を表します。

そして、本研究の医療分野への展開のため、貴重な討論と御協力を賜りました大阪大学大学院医学系研究科 松村泰志教授、並びに武田理宏助教に深く感謝致します。

さらに、貴重な討論、激励を頂きました大阪大学産業科学研究所 古崎晃司准教授、武田龍助教、山縣友紀特任助教に深く感謝致します。また、日ごろよりお世話になりました駒谷研究室事務補佐員 本菌千鶴子氏に深く感謝致します。

本研究を進める中、公私にわたり御支援・御協力を頂き、常に有益な助言を頂いた、大阪大学産業科学研究所 溝口研究室および駒谷研究室の諸氏、並びに卒業された先輩諸氏に感謝致します。