

“知識発現”を指向した複数観点からの知識モデルの検討

西村悟史^{†1} 大谷博^{†2} 畠山直人^{†2} 長谷部希恵子^{†2} 福田賢一郎^{†1}
來村徳信^{†3} 溝口理一郎^{†4} 西村拓一^{†1}

概要: 介護業務に関する知識（業務プロセス知識）の共有を目指して、これまでに従業員が主体的に業務プロセス知識を記述するための知識発現の取り組みを行ってきた。その取り組みの中で、知識モデルに関する課題が明らかとなった。本稿では、従来の知識モデルについて代表的な2つの観点を取り上げ、知識発現に適したモデルについて検討を行う。そして、そのモデルの有効性を評価するための評価実験について計画を立てた。

キーワード: 知識発現, 介護サービス, サービス工学

Consideration of Knowledge Representation Model from multiple viewpoints for “Knowledge Explication”

Satoshi Nishimura^{†1} Hiroshi Ohtani^{†2} Naoto Hatakeyama^{†2}
Kieko Hasebe^{†2} Ken Fukuda^{†1} Yoshinobu Kitamura^{†3}
Riichiro Mizoguchi^{†4} Takuichi Nishimura^{†1}

Abstract: We have been considering and applying the methodology of “knowledge explication” to share the procedural knowledge about elderly care services. There are some issues of the knowledge model which is used to build the procedural knowledge. In this paper, we focus on two conventional models and consider the appropriate model for knowledge explication. We also plan the experiment to clarify the efficiency of the model.

Keywords: Knowledge Explication, Elderly Care Service, Service Engineering

1.はじめに

高齢化の進展に伴い、日本の医療・介護コストは世界に先駆けて増大している[1]。このような現状のもとで、介護業務支援の研究が多数行われている[2][3]。

介護分野の特徴として、介護業務プロセスは現場や従業員ごとに異なっており、適切な介護業務プロセスの把握と共有が求められる。介護業務プロセスが現場ごとに異なる理由は、従業員の持つスキルや介護サービスの利用者（以降、利用者と呼ぶ）の状態、介護施設が備えている設備の多様性にある。これらの多様性に応じて実施される介護業務プロセスは現場ごとに異なり、同じ現場であったとしても、従業員や利用者、環境の変化とともに適切なプロセスは変化していく。

筆者らは、そのような業務プロセス知識を従業員主体で記述していく取り組みを行っている[4]。その取り組みの中では、知識を記述するためのモデル（知識モデル）としてCHARM (Convincing Human Action Rationalized Model)[5]と呼ぶ目的指向モデルを利用している。このモデルは目的指

向の観点から知識を記述するが、業務プロセス知識を活用する際には順序指向の観点も重要である。知識モデルは記述対象のある一面を切り出す指針であるため、複数の観点を記述し、表示するためには、複数の知識モデルを融合することが必要となる。本稿では、順序指向モデルとして、ビジネスプロセスを記述するために標準化されているBPMN (Business Process Model and Notation) [6]を例にとりあげ、複数の観点を扱うための考察とその評価実験計画を検討する。

2.関連研究

専門家から知識を取り出すために様々な方法が提案されている[7][8]。これらの方法の多くは専門家から直接知識を取り出す方法であり、その際には、取り出した知識を活用するために必要な観点から切り出すためのモデルが用いられる。用いられるモデルは、白紙のカードを用いて専門家自身の観点で切り出させる単純なものから、エキスパートシステムと呼ばれる専門家の業務を代替するための計算機システムが参照する形式的なものまで様々である。特に業

^{†1} 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

^{†2} 医療法人社団はなまる会
Medical Corporation, Hanamaru Group

^{†3} 立命館大学
Ritsumeikan University

^{†4} 北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology

務プロセスや製品機能と言った一般的なプロセスに焦点を当てたプロセスモデルは多数研究が進められており、それぞれに特徴があることが論じられている[9][10].

本研究では、介護業務プロセスに焦点を当て、介護施設の従業員らが議論を通して主体的にプロセス知識を取り出し、記述するためのモデルについて検討を行う。

3. 現場主体の知識発現方法

3.1 知識発現とは

筆者らは、介護現場におけるプロセス知識共有のために、図1に示すような知識発現方法を提案している[4]. この方法の特徴は、プロセス知識の共通部分（以下、共通プロセス知識と呼ぶ）を基盤として、現場固有のプロセス知識（以下、固有プロセス知識と呼ぶ）を従業員が主体的に記述することにある。

3.2 これまでに行った実践

前節の知識発現方法を実際に介護施設で実践し、従業員からのフィードバックを得た。共通プロセス知識は、ホームヘルパー講座2級課程テキスト[11,12]をもとに、後述するCHARMを用いて構造化した。固有プロセス知識の発現のためには、2つの介護施設の従業員の協力のもと、従業員同士が議論を通して行うワークショップ形式で実施した。具体的には、共通プロセス知識は紙に印刷して参加者全員が参照できる状態とし、そこに従業員らが議論を通して付箋に記述した事例を貼り付けることで固有プロセス知識を得るという方法を取った。詳細は、文献[4]で発表済みである。

3.3 知識モデルの課題

現場におけるワークショップを通じた知識発現のためには、読みやすさと計算機可読性の観点から課題が残ることが明らかとなった[13]. さらに、介護の専門家である共著者からも、「見慣れるまでは順序が分かりにくい場合がある」や「誰が行うのかを文字で読まなければならず直感的ではない」といった、主に知識を表示する面から課題が挙げられた。一方で、「読み込むとなるほどねと感じる」や「何故

(その行為を) するのか」という情報は重要である」といったコメントも得られた。これらのコメントは、CHARMによって切り出される内容の重要性を示唆している。

そこで、目的指向だけではなく複数の観点を持つ知識モデルを提案することで、上記課題の解決可能性について考察する。

4. 複数の観点を持つ知識モデルの提案

4.1 目的指向モデルと順序指向モデル

まず、現状の知識モデルについて整理する。行為に関する知識をモデル化する際の代表的な観点として、目的指向と順序指向がある[14]. 目的指向モデルとは、行為を実行する根拠を目的とみなし、その目的のために必要な行為を記述させるモデルである。順序指向モデルとは、行為を実行する順序に従って記述させるモデルである。各モデルが知識記述者に注目させる観点は、目的と順序という対比が取れる。

4.1.1 目的指向モデル：CHARMを例として

目的指向モデルの一例としてCHARMが挙げられる[5]. 図2にCHARMに基づいて記述した、褥瘡(床ずれ)の予防プロセス知識を示す。楕円が一つの行為を表しており、上に書かれた行為を目的と読み替えて、その目的を達成するための方式を正方形で記述する。凡例の通り、方式適用条件や、行為の実行主体、属性、起こりうるリスク等も必要に応じて記述する。図2では、①に示すように「褥瘡を予防する」ことを最上位の目的として、「血行改善方式」、「栄養状態改善方式」、「清潔保持方式」の3種類の方式が存在することを記述している。さらに、「血行改善方式」においては、「褥瘡を予防する」ために「血行を良くする」という詳細な行為が必要であることが示される。そして、「血行を良くする」行為を目的と読み替え、「体位変換方式」、「圧力分散方式」の2種類の方式によって達成可能であることが記述されている。

CHARMの利点として、目的を意識させることにより、行為の根拠が明示的に記述されることがある。一方で、順

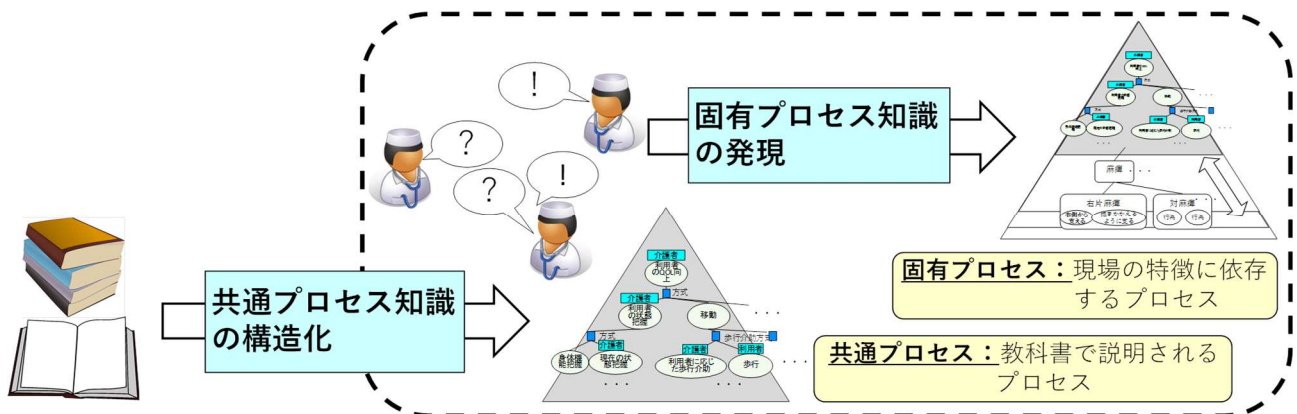


図1 知識発現方法の全体像

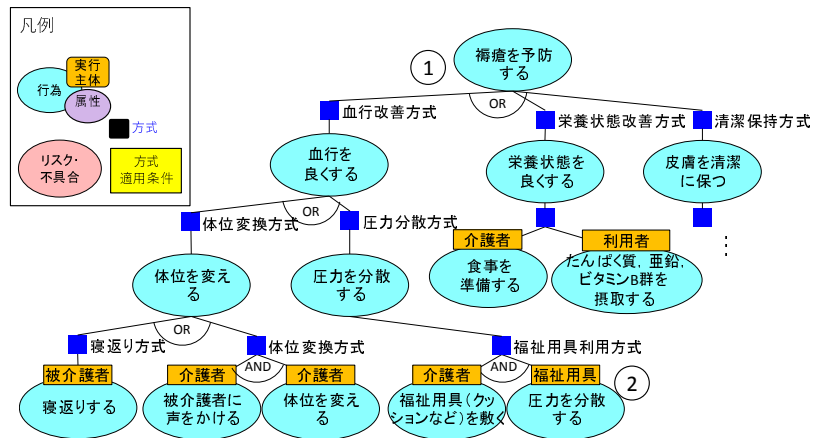


図2 褥瘡予防プロセス知識の CHARM にもとづく記述

序関係や実行主体といった情報は、必ずしも記述する必要がない。そのため、記述後にそれらの情報が読み取りにくいという課題がある。

4.1.2 順序指向モデル：BPMN を例として

順序指向モデルの一例としては、BPMN (Business Process Modeling Notation) が挙げられる[6]。BPMN は組織内のビジネスプロセスを記述するためのモデルで、Object Management Group によって記法の標準化が進められている。図 2 に示した褥瘡予防プロセス知識と同等の内容を BPMN に基づいて記述したものを図 3 に示す。角の取れた長方形が行為を表しており、円が一連の行為の始まりと終了を示している。始まりから矢印の向きに従って行為を実行することが示されている。その際、ひし形形で示されているのは、条件分岐であり、ある状況下でどちらに進むべき

かの判断基準が示されている。ひし形の中に円が示されている場合は、分岐先のどちらを実行しても良い、または両方を実行しても良いことを示している。一方、X が示されている場合は、分岐先は排他であることを示している。

BPMN の利点は、順序が明示的に記述されることや、記述者は実行する通りに記述すれば良いため記述が容易になることが挙げられる。一方で、欠点として、記述された行為の根拠が暗黙的になるために、初学者にとって重要な内容の記述が漏れる可能性がある。

4.1.3 CHARM と BPMN の対比

記述結果の表示上の特徴は上記の通りであるが、知識記述の観点から構成要素を整理する。

(1) 単一行為の表現

どちらのモデルにおいても一連の行為列をなんらかの観

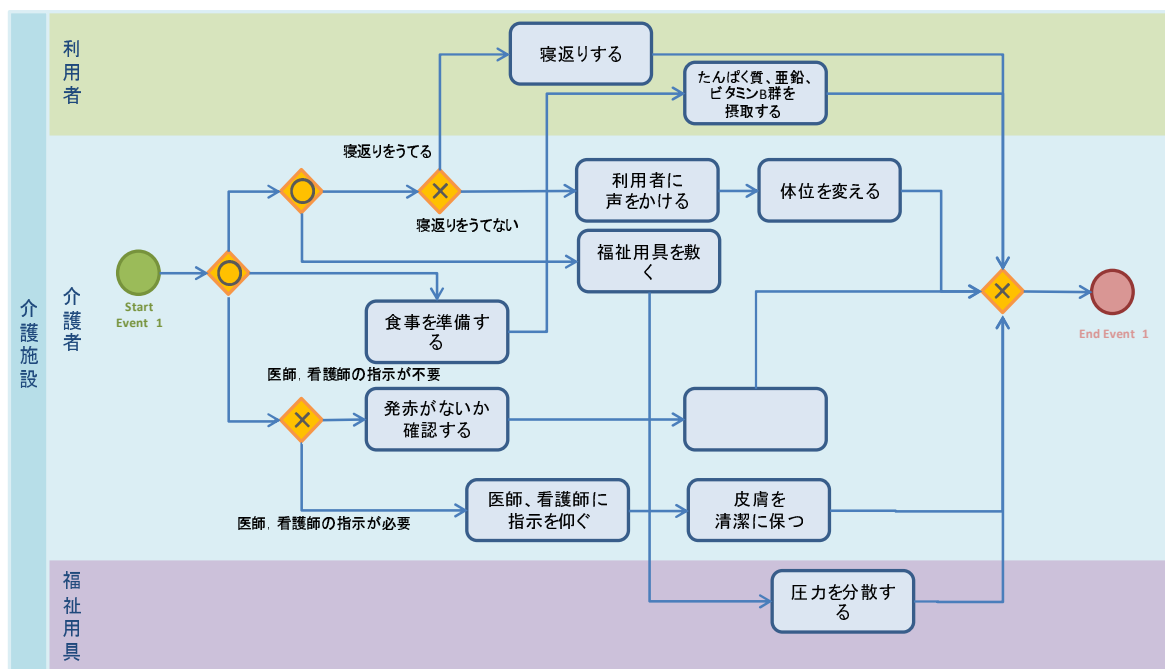


図3 褥瘡予防プロセス知識の BPMN にもとづく記述

点で単一行為として切り出し、ノードで表現している。ここでは、どのような観点で単一行為として切り出しているかを確認する。

CHARM においては、対象物の一つの状態変化を目的のもとで解釈したものを単一行為として切り出している[5]。すなわち、CHARM は、行為の対象物がどのような状態になることが望ましいか（目標状態）に注目することを、行為記述の指針として提供している。さらに、単一行為の意味を明確にするために、機能概念オントロジー[15]を参照することが出来、これも単一行為を切り出すための指針となる。このように、記述指針が厳格であるため、記述者による記述結果のバラつきが少なくなることが期待できる反面、十分に訓練された記述者でなければモデルに従って知識を記述するのが難しい。

BPMN では、行為を記述するためのノードとして Activity ノードが用意されているが、どのような基準で一つの Activity ノードを記述するのかは、記述者に委ねられている。記述者の自由度が高い一方で、記述指針が明確でないために、記述者によるばらつきが大きくなるのが懸念される。一方で、ビジネスプロセスに特化したモデルとなっているため、組織内でよく行われる特殊な Activity ノードが用意されている。例えば、Activity の特殊な概念である Task 概念として、Service Task, Send Task, Receive Task, User Task, Manual Task, Business Rule Task, Script Task が用意されている。これらのノードは記述者に対する一つの指針となりうるが、概念的な重なりが存在するため、記述指針としては弱い。例えば、Manual Task と Script Task は実行主体が人間か機械かで分離することが出来る。Send Task や Receive Task は情報の授受という観点で分離している。そのため、「情報システムによるメール送信」のようなタスクは、Script Task と Send Task の両方に属することになる。このように、どの概念を選択するかは基準は記述者に委ねられてしまう。

(2) 行為のグルーピング方法

どちらのモデルにおいても、単一行為の集合をなんらかの観点から一つのグループとして記述する(グルーピング)仕組みを持っている。ここでは、その差異を確認する。

CHARM では、複数の単一行為をグルーピングする際に、目的指向の観点を取り入れている。一つの目的を達成するために必要な単一行為の集合をひとまとまりとして捉え、それを目的達成方法としてグループ化する。このとき、目的として捉えられる行為とグループ化された行為列との間の関係は、全体部分関係の一種である。さらに、グループ化された単一行為の集合が目的を達成できる理由を目的達成方式として概念化する。このように切り分けることで、同一の目的を達成するために必要な行為集合を明らかにする。そして、同一の目的を達成するために利用可能な異なる目的達成方式との差異を明確化できる。このような観点

は記述者にとって知識を記述する際の指針となる。一方で、目的指向の観点で行為を捉えることを制約するために、3種類の順序情報があることを意識して記述する必要がある[14]。

BPMN では、複数の単一行為をグルーピングする際の考え方には、Sub process と 4.1.3 (4)で後述する Pool/Lanes という2種類の考え方がある。Sub process は Activity 内部の詳細を記述するために用いられる概念であるため、CHARM と同様に、行為間の全体部分関係として捉えらる。しかしながら、CHARM とは異なり、何を全体概念として捉え、部分概念としてどの行為列をグルーピングするかは記述者に委ねられる。また、単一行為の表現と同様に、ビジネスプロセスでよく起こりうる Transaction を記述するための特殊概念が用意されている。そして、Sub processes の特殊概念として Ad-Hoc Sub-process という概念も用意されている。これは、Activity の内部で実行される Activity 間の時間順序関係が規定されない Activity 概念であり、行為を記述する際に順序に強く着目していることを示唆する概念と言える。

(3) 条件分岐

どちらにおいても、実行する行為が選択される条件を記述することが出来る。しかしながら、それぞれの主な記述対象は異なっているため、その差異について述べる。

CHARM で対象としている条件分岐は、主に、一連の行為列を選択する際に参照される条件分岐である。例えば、体位を変える際に、被介護者が寝返りを行うか、介護者が被介護者の体位を変えるのかは、被介護者が寝返りを行う能力を持っているかどうか依存する。それは体位変換をしようと思いついて被介護者の前で適応的に選択される方式ではなく、介護の対象となる被介護者が決まった時点で選択可能な方式と言える。すなわち、行為実行時に分岐する条件分岐ではなく、行為を設計する際に選択する条件分岐が、主な記述対象である。しかし、それらを切り分けて記述する方法が提示されていないため、記述者と読者の双方にとって理解が難しいことが想定される。また、介護実践の場においてはそれらの条件分岐の判断は常に行われており、条件分岐の種類を切り分けることも明確ではない場合がある。

BPMN では、主に、行為実行時に分岐する条件分岐を記述対象としている。この条件分岐は Gateway と呼ばれ、条件を満たさない場合にのみ先に進めるという意味が込められている。Gateway には、より特殊な記述として、Complex Gateway, Event Based Gateway, Exclusive Gateway, Inclusive Gateway, Parallel Gateway がある。Exclusive Gateway は、次に実行する行為に代替方法があるかないかを記述することが出来るという点で、CHARM における目的達成方式と同様の概念と言えるが、主な記述対象は前述のとおり異なる。一方で、Inclusive Gateway や Parallel Gateway など並列に行

為を実行することを記述できるなど、実行順序に強く着目している。

(4) 行為主体

行為に関する属性の一つとして、誰が実行するのかという行為主体が挙げられる。どちらのモデルでも行為主体を記述することができる。

CHARM では、前述のとおり、行為を対象物の状態変化と捉えており、その状態変化を引き起こすものを行為主体として捉える。これに関しては特に制約は存在しない。

BPMN では、2種類の方法で行為主体を記述できる。一つは、Activity ノードの属性の一つとして記述する方法で、CHARM における記述方法と等価である。もう一つは、Pool/Lanes を使った方法であり、Activity を行為主体の観点からグルーピングする記述方法である。Pool には、Participant と呼ばれるビジネスプロセス全体に関連するものを記述する。例えば、サービスを提供する店舗とサービスを受容する顧客を異なる Pool として記述することが考えられる。こうすることで、全く異なる立場の者同士のインタラクションが明示される。Lane は Pool をさらに細分化するために用いられる概念である。他の要素同様、これらの要素を用いて記述する内容に対する厳密な指針は与えられておらず、記述者に委ねられている。

4.2 2つの観点を融合するための考察

内部モデルとそれをどのように表示するかという形式は明確に分離することができる。そこで、2つの観点を融合するためには、前節で議論した相違点を吸収する内部モデルを設計することと、それぞれの観点から知識記述する方法及び、表示する形式を提案する必要がある。

知識記述の方法は、従来のモデルに準ずることとする。ただし、目的指向と順序指向のそれぞれの観点から知識を記述し、互いの不足点を交互に補う方法をとることで、各モデルから提供される観点がどちらも含まれるような記述結果を得ることを考える。その際、従来のモデルに比べて記述すべき内容が増えるため、記述者への負荷が大きくなりすぎないような記述支援技術が求められる。

従来のモデルでは知識記述の際の観点と表示時に強調される内容は同一の内容であることが多かった。著者らの過去の研究[西村 15]では、目的指向だけではなく、順序指向での表示形式についても検討していた。しかしながら、当該研究では、新人看護師に対して行動根拠を理解させることが主眼であったため、目的指向の側面が強い表示形式となっていた。今回の取り組みでは、表示形式は従来モデルの洗練された形式を利用することで、目的指向と順序指向を切り替えて表示することを検討する。

4.3 期待できる効果

このような、2つの観点を含むモデルの実現によって以下のようなことが期待できる。

- ・記述内容の質が上がる

2つの観点から記述するため、目的を含みかつ順序に関する詳細さも含むような記述結果が得られる。3.3節でも述べた通り、介護の専門家にとっては、「何故（その行為）するのか」という情報も重要である」のに加えて、「順番に見ていくことの安心感」も重要であることがヒアリングから得られた。このことから、2つの観点から記述することで、より質の高いプロセス知識が得られることが期待できる。

- ・記述の容易性が上がる

順序指向の観点から記述を始めることで、その分かりやすさから、知識発現の促進が期待できる。一方で、経験者は目的指向の観点から初学者と議論することで、初学者の学びと同時に知識記述が促進されることも期待できる。

5. 評価実験計画

2つの観点を融合したモデルの有効性を評価するために以下のような評価実験を計画する。

5.1 実験条件

5.1.1 評価項目

評価項目として、記述結果の情報量と記述の容易さを設定する。

(1) 記述結果の情報量

記述結果の情報量とは、モデルを用いて知識発現を行う際に、記述された固有プロセス知識の量と定義する。期待できる効果として、2つの観点から知識記述がなされるため、情報量が増えることが期待できる。これは記述結果のノード数などの定量的評価として実施する。しかし、単に記述量が増えたとしても有用な知識が増えていなければ実践現場において活用することは難しい。そのため、記述結果に関して、有用と思われる内容が十分に増えたかどうかの定性的評価も行う。

(2) 記述の容易さ

記述の容易さとは、モデルを用いて知識発現を行う際に、共通プロセス知識が容易に読解可能であるかどうか、普段の自分の業務プロセスを想起しやすいかどうかで評価できると考える。読解が容易であることは、自分が想起した内容が記述済みであるかどうか、どこに記述すべきかを考える時間を短くすることに貢献する。そして、業務プロセスの想起しやすさは知識発現時に固有プロセス知識を想起する時間を短くすることに貢献する。以上について、アンケートやインタビューを用いて定性的に評価する。さらに、記述の容易さは記述時間の短縮に貢献することが想定されるため、記述に要した時間による定量的評価も合わせて行う。

5.1.2 被験者

被験者は以下の3群に分ける。

- ・CHARM を用いて知識発現する群

- ・BPMN を用いて知識発現する群
- ・双方を合わせたモデルを用いて知識発現する群

共通プロセス知識を記述する各モデルに対して知識発現を行い、結果を比較することでそれぞれのモデルの有効性について評価する。

そして、被験者は各群において、経験者と初学者とが同等の割合で混在することが望ましい。介護の専門家からのヒアリングを通して、「手順を飛ばせる人と飛ばせない人がある」ということが示唆されており、記述対象である介護行為に対する理解の深さに応じて、捉え方は異なることが想定される。さらに、先行研究[4]で示唆されたように、知識発現実施の場において経験者から初学者への知識継承が生まれる可能性があるため、実務的な利点としても、経験者と初学者が混合された被験者群を作ることが望ましい。

5.1.3 実験概要

どの被験者群に対しても、3.1 節で述べた知識発現を実施させる。通常の知識発現においては、参加者の属する施設で普段行われている業務プロセス知識が十分に記述された場合に終了することにしている。ただし、本実験の目的は、各モデルの有効性を評価することなので、各ワークショップの時間に制約を設け、同じ時間の中での記述結果で比較を行う。各被験者群における知識発現は群内での議論を通じたワークショップ形式とする。文献[4]で実施した回数と通常業務への負担を考慮し、このワークショップを1回あたり1時間とし、最大3回行うこととする。その際、他のモデルの影響を避けるため、被験者群ごとにワークショップは異なる時間、場所で行い、ワークショップ終了後も群を超えての意見交換は禁止する。結果として得られた記述結果の比較及び、被験者へのアンケートまたはインタビューを通してモデルの有効性評価を行う。

6. おわりに

本稿では、知識発現のために有効なプロセスモデルについて考察し、その有効性を示すための実験計画を述べた。今後、この計画に基づいてモデルの有効性を示すとともに、知識発現を支援するための情報システム開発を進める。

謝辞 本研究の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務および、JSPS 科研費 16K16160 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 厚生労働省: 平成 26 年度介護保険事業状況報告 (年報), <http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/14/index.html>, (accessed 2016-07-14), (2013)
- [2] 介護ロボットポータルサイト, <http://robotcare.jp/>, (accessed 2016-07-14)
- [3] 西村拓一, 渡辺健太郎, 本村陽一: 特集「介護・医療システムの現場参加型開発」にあたって, 人工知能学会誌, Vol. 28, No.6, p.879, (2013)

- [4] 西村悟史, 大谷博, 畠山直人, 長谷部希恵子, 福田賢一郎, 來村徳信, 溝口理一郎, 西村拓一: 現場ごとの多様な介護業務プロセス知識の獲得方法の検討, 第 28 回 知識・技術・技能の伝承支援研究会, SIG-KST-028-04, (2016)
- [5] Nishimura, S., Kitamura, Y., Sasajima, M., Williamson, A., Kinoshita, C., Hirao, A., Hattori, K., 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)
- [6] Object Management Group: Business Process Model and Notation (BPMN), <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF> (2011)
- [7] Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., De Hoog, R., Shadbolt, N. R., Van de Velde, W. and Wielinga, B. J. : *Knowledge Engineering and Management*, MIT Press, (2000)
- [8] Gavrilova, T., Andreeva, T., "Knowledge elicitation techniques in a knowledge management context", *Journal of knowledge management*, Vol. 16, No. 4, pp. 523-537, (2012).
- [9] 來村徳信, 笹嶋宗彦, 溝口理一郎, "目的指向プロセスのオントロジー的共通性に基づいた人工物機能とモバイルユーザ行動のモデリングとその応用", *人工知能学会誌*, Vol. 25, No. 4, pp. 526-536, (2010)
- [10] 森田武史, 洪潤基, 斎藤忍, 飯島正, 山口高平, "SCOR オントロジーに基づく生産管理プロセスモデリング支援ツールの実装", *情報システム学会誌*, Vol. 11, No. 1, pp.13-47, (2015).
- [11] 平館綾子: ホームヘルパー講座 2 級課程テキスト 1 福祉・介護の知識と方法, ニチイ学館, (2012)
- [12] 平館綾子: ホームヘルパー講座 2 級課程テキスト 2 介護の実際, ニチイ学館, (2012)
- [13] 西村悟史, 大谷博, 畠山直人, 長谷部希恵子, 福田賢一郎, 來村徳信, 溝口理一郎, 西村拓一, "現場主体で介護業務知識を作るための知識モデルの検討", 第 39 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-039-03, (2016).
- [14] 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)
- [15] 來村徳信, 溝口理一郎, "オントロジー工学に基づく機能的知識体系化の枠組み", *人工知能学会論文誌*, Vol.17, No. 1, pp.61-72, (2002).