

ギター奏法の知識構築におけるオントロジーと手続き知識の併用による構造化プロセスに関する考察

knowledge-Structuring Process by using an Ontology and Procedural Knowledge for Knowledge Construction of Guitar Rendition

飯野 なみ^{1,2,3} 西村 悟史¹ 西村 拓一¹ 福田 賢一郎¹ 武田 英明^{4,2}

Nami Iino^{1,2,3}, Satoshi Nishimura¹, Takuichi Nishimura¹, Ken Fukuda¹ and Hideaki Takeda^{4,2}

¹ 産業技術総合研究所

¹National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

² 総合研究大学院大学

² SOKENDAI (Graduate University for Advanced Studies)

³ 理化学研究所

³ Institute of Science and Chemical Research

⁴ 国立情報学研究所

⁴ National Institute of Informatics

Abstract: This paper discusses the knowledge-structuring process by using an ontology and procedural knowledge on classical guitar. We have collected and systematized the knowledge on musical instrument performance for teaching and learning support. We focused on classical guitar which requires many techniques, and developed the Guitar Rendition Ontology. However, the structure of this ontology is complicated, making it difficult to understand for domain experts. In this study, we propose the knowledge-structuring process by using Guitar Rendition Ontology and procedural knowledge. We first clarified the roles of ontology experts and domain experts, then, discussed the knowledge representation of procedural knowledge and the effectiveness of our process.

1 はじめに

本稿では、専門分野のオントロジーと手続き的知識の併用による知識の構造化プロセスについて述べる。

人間の知的活動の多様化に伴い、活動の内容や種類に応じた知識が求められている。それらの知識を理解するためには、処理可能かつ理解を容易にする知識表現が重要な課題である[1]。人工知能における知識工学の分野ではこの要請に答えるべく多くのオントロジーが構築されている。特に特定の専門分野を対象としたオントロジーは、分野の専門家の能力を拡張することができる。また情報技術による横断的な利活用によって広範な知識の理解が可能となる。このことは、社会活動の参画を促進し、生産性を高めることに繋がる。

しかしながら、専門分野のオントロジーにはいく

つかの問題が存在する。まず、オントロジーの妥当性を検証するためには、分野の専門家の介入が望まれる[2]。そのためには記述する対象の種類に応じた記述モデルが必要である。また、オントロジーはその分野の発展などによって定期的な知識の改良が必要であることから、オントロジーの専門家と分野の専門家を繋ぐためのワークフローの設計や、知識を容易に抽出し構築できる基盤作りが求められる。

我々はこれまで、知的活動の一つである楽器演奏に着目し、現場の知識を収集、体系化してきた。中でも奏法が多いとされるクラシックギターの知識を取り上げて、ギター奏法オントロジー^{*1}を構築した[3]。ギター奏法オントロジーは、クラシックギターの奏法を主とした概念体系であり、各奏法を達成するための行為やその手順を詳細に記述している。しかし、形式が複雑であることから分野の専門家が直感的に理解することが難しい。

^{*1} <https://github.com/guitar-san/Guitar-Rendition-Ontology>

手続き的知識は、ノウハウなどの行動に関する技能や獲得される知識である。手続き的知識の記述には、知識に基づいてどのように処理を行ったのかを客観的に理解することが重要である。分野の専門家にとって理解しやすい記述モデルを活用し、オントロジーと連携することで、人間可読と機械可読の双方の向上に寄与する。

本稿では、ギター演奏に関する知識の構築におけるオントロジーと手続き的知識の併用による知識の構造化プロセスについて考察する。まずギター奏法オントロジーの特徴から、オントロジーの専門家と分野の専門家の役割を明確にする。そして手続き知識との併用による利点や基盤知識としての可能性について議論する。

以下、2 節ではギター奏法オントロジーの特徴と課題について述べる。3 節では構造化プロセスの設計とこれまでの取り組みについて述べ、4 節でまとめと今後の展望について述べる。

2 ギター奏法オントロジーの特徴

我々はクラシックギターの演奏法に基き「ギター奏法オントロジー(GRO: Gutiar Rendition Ontology)」を構築、公開してきた。本節では、ギター奏法オントロジーの特徴と課題について述べる。

2.1 構成と要素

ギター奏法オントロジーは、クラシックギターの奏法を主要な概念として、96 の概念と 18 の属性から構成されている。概念は、次の 8 つの上位概念でギター奏法を分類している：効果音奏法、和音変化奏法、装飾奏法、音価変化奏法、音節変化奏法、音色変化奏法、音響変化奏法、基本奏法。また各奏法を説明するために、目的とする音の種類や記譜される記号の種類、実際に行われる行為の手順などの属性や値（概念）を定義している。

ギター奏法オントロジーにおいて重要な要素は、順序や同時性を持つ行為を記述するための複数の属性である。具体的には、“A した後に B する”といった行為は、A を「実行行為 1」、B を「実行行為 2」と定義している、さらに、“C をしながら D をする”といった並行して行われる行為は、D を「主行為」、C を「条件行為」と定義している。主行為と条件行為は、ブランクノードを介して実行行為と繋がっている。さらに、主行為と条件行為に対する行為、使用する指、場所といった属性も記述されている。

2.2 可視化の問題

オントロジーの理解促進に向けて、可視化が行わ

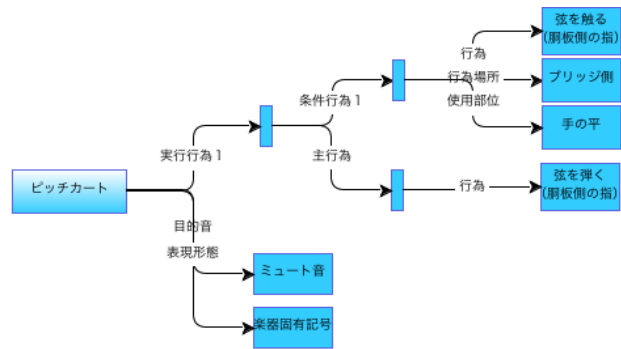


図 1 OWLax によるギター奏法オントロジーの一部

れている。OntoGraf は、OWL で書かれたオントロジーの構造を可視化しインタラクティブに操作できる Protégé のプラグインである。また Visual Notation for OWL Ontologies (VOWL) は、グラフや図を好みに合わせてカスタマイズできる。また、スプレッドシートによるオントロジーの記述も注目されており、Populous はオントロジーへの用語の使用と追加が可能である。

しかし、いずれもギター奏法オントロジーのような複雑な構造を持つオントロジーを可視化するには適していない。その理由は、行為の記述に見られるようなブランクノードを介した構造は可視化することができないからである。また、たとえ可視化してもその構造を直感的に理解することは難しい。例として、図 1 に OWLax を用いて可視化した結果を示す。OWLax は、オントロジー構築ツールである Protégé のプラグインとして開発され、作成した図から公理を自動的に生成することができる [4]。以上から、オントロジーの可視化とは異なるアプローチによって分野の専門家の理解を促進させる必要がある。

3 構造化プロセスの設計と実施

本節では異なる形式知（オントロジーと手続き的知識）の併用による知識の構造化プロセスについて述べる。

3.1 異なる形式知の連携

専門分野のオントロジーを構築する場合、既存のマニュアルや語彙から知識を収集しその関係を定義する。ただし、マニュアルの内容は時間の経過や分野の発展に伴い変化することが多い。そのため構築されたオントロジーの妥当性や適切さは、分野の専門家によって検証されなければならない。その際には、オントロジーの可視化だけでなく、手続き的知識のような可読性が高い表現枠組みを用いることが

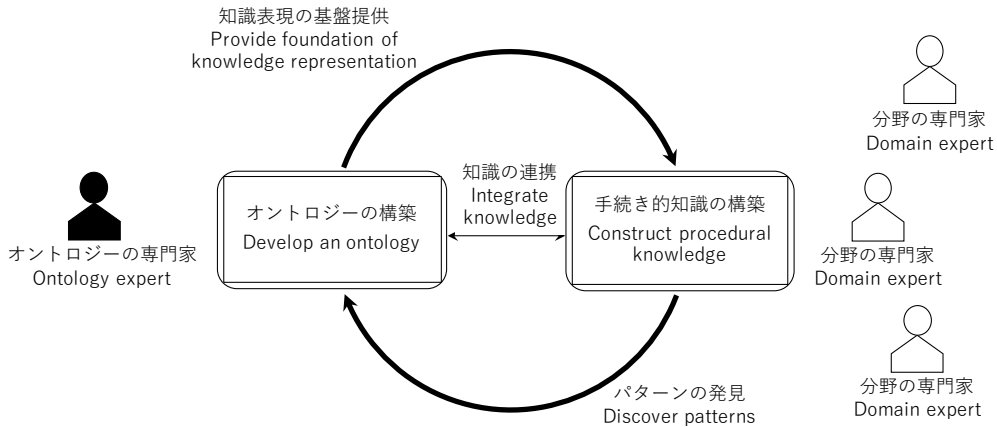


図 2 構造化プロセス

理解を深める手助けになる。このように、異なる 2 つの形式知を用いることで、オントロジーの専門家と分野の専門家に取り組むべき役割を明確に分けることができる。

- オントロジーの専門家: オントロジーの構築と可視化
- 分野の専門家: 手続き知識の構築

図 1 に、我々が設計した知識の構造化プロセスを示す。ここで注目したい点は、手続き知識の構築とオントロジーの構築の循環プロセスであり、順序ではない。このプロセスを実現するためには、2 つの形式知の領域や視点を共有することが重要である。オントロジーは知識表現の基盤を提供し、手続き的知識はパターンの発見に貢献する。このように、手続き知識とオントロジーをそれぞれの専門家が再構築を繰り返していくことで、知識の拡張や質の向上が期待できる。

3.2 知識表現

2.1 節で述べたように、ギター奏法オントロジーの重要な要素は行為の記述であり、それは手続き的知識に類似した構造を持っている。そこで我々は、人間行動モデル CHARM 形式を参考に、手続き的知識を構造化した。CHARM(Convincing Human Action Rationalized Model)は、行為の目的や代替方法を明示化できる表現枠組み[5]であり、上位には目的となる行為が、下位にはより詳細な部分行為が提示される。ここでの行為は、状態変化を指す。また行為の階層の間には、「達成方式」と呼ばれる状態変化の根拠となるような物理法則などの原理を概念化したものが記述される[6]。ただし、本研究ではこのような厳密な表現形式は設けず、達成方式を「目的を達成するための技法の名称」という位置付けで記述する。それによって、クラシックギターにおける技術（テク

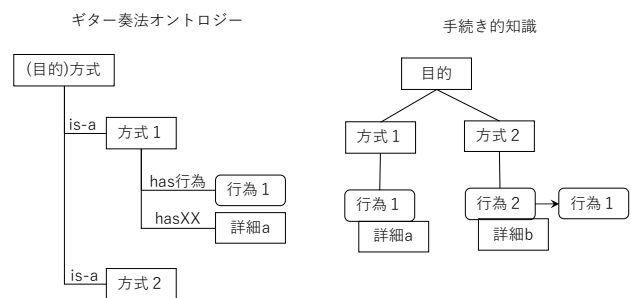


図 3 ギター奏法オントロジーと
手続き的知識の知識表現

ニック) の目的や種類と実際の行為を区別する。

以上を踏まえて、図 3 にギター奏法オントロジーと手続き的知識の関係を示す。目的、方式、行為、詳細情報といった構成要素を区別したことで、両者の関係を容易に理解できる。ギター奏法オントロジーは、先述した達成方式を「ギター奏法」とした概念体系であり、属性を使って行為やその詳細を記述している。一方、手続き的知識では概念や属性の関係は明記せず、行為に焦点を当てることで分野の専門家が理解しやすい表現を用いている。構成要素においては、様々な専門分野のオントロジーに応じてカスタマイズできることが望ましい。

3.2 手続き的知識の再構築

我々は既に、オントロジーの構築（ギター奏法オントロジー）と手続き的知識の構築（先行研究で収集した知識を図 2 の表現で記述したもの）を行っている。そこで本研究では、手続き知識の再構築を行い、手続き的知識の変化から提案プロセスの効果を調査した。実施者は分野の専門家であるギタリストの 3 名であり、個別に行った。手続き的知識と可視化したギター奏法オントロジーを紙ベースで提示し、手続き的知識のみ修正や追加を行うよう教示した。

なお、対象はギター奏法オントロジーの音色変化奏法と効果音奏法にあたる知識とした。

結果として、多くの知識が追加、改良され知識の内容が豊かになった。知識表現に関しては、ギター奏法オントロジーの主行為と条件行為で見られるような行為の同時性に関して記述形式の問題点や改良方法についての知見が得られた。また、実施後に2つの知識（オントロジーと手続き的知識）の理解度と有用性についてアンケート調査を行い（表1）、全体的に好意的な回答が得られた（図4）、特に具体的な奏法を取り上げた質問（質問3,7）では、手続き的知識の方が理解度が高かった。アンケート調査の自由記述でも、実施者全員から手続き的知識の方が理解しやすかったという回答を得た。有用性については、手続き的知識を再構築することでギター奏法の理解が深まったことが確認された。

表1 アンケートの一部

ギター奏法オントロジーについて	
質問1	ギター奏法オントロジーの概要を理解できましたか
質問2	クラスとプロパティについて理解できましたか
質問3	「人工ハーモニクス」の行為のプロセスを理解できましたか
質問4	ギター奏法オントロジーは、ギター奏法に対する意識や認識を高めるのに役に立つと思いますか
手続き的知識について	
質問5	手続き的知識の概要を理解できましたか
質問6	行為と方式の違いについて理解できましたか
質問7	「人工ハーモニクス方式」の行為のプロセスを理解できましたか
質問8	手続き的知識は、行為やそのプロセスに対する意識や認識を高めるのに役に立つと思いますか

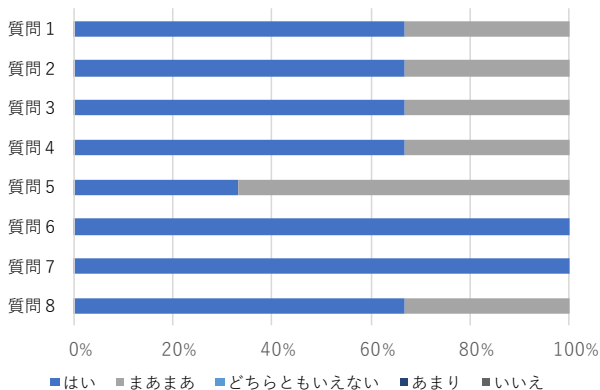


図4 アンケートの結果

4 おわりに

本稿では、専門分野の知識における課題解決に向けて、ギター奏法オントロジーを取り上げて手続き的知識との併用による知識の構造化プロセスを提案した。オントロジーの専門家と分野の専門家が取り組むべき役割を明確にし、対象に応じた知識表現についても議論することができた。提案プロセスの効果においては、ギター奏法オントロジーと併用して手続き知識を再構築した結果、分野の専門家の深い理解につながったことが分かった。今後は、オントロジーと手続き的知識の連携システムの構築に取り組む。

謝辞

本研究の一部は JST 未来社会創造事業 JPMJMI18C9 の支援を受けたものである。

参考文献

- [1] 青山和造, 山西健司: 知識システム I : 知識の表現と学習, 東京大学工学教程 システム工学, 丸善出版株式会社, 2018.
- [2] Andrea Westerinen and Rebecca Tauber: Ontology development by domain experts (without using the “O” word), *Applied Ontology*, 12, pp.299–311, 2017.
- [3] Iino, N., Nishimura, S., Nishimura, T., Fukuda, K., Takeda, H.: The Guitar Rendition Ontology for Teaching and Learning Support, *IEEE 13th International Conference on Semantic Computing (ICSC)*, 2019.
- [4] Kamruzzaman, SMd, Krisnadhi, A, Hitzler, P: OWLax: A Protégé Plugin to Support Ontology Axiomatization through Diagramming, *15th International Semantic Web Conference (ISWC)*, 2016.
- [5] 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.
- [6] 笹嶋宗彦, 西村悟史, 來村徳信, ウイリアムソン彰子, 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.