

氏 名 飯野 なみ

学位(専攻分野) 博士(情報学)

学位記番号 総研大甲第 2190 号

学位授与の日付 2020 年 9 月 28 日

学位授与の要件 複合科学研究科 情報学専攻  
学位規則第6条第1項該当

学位論文題目 楽器演奏における知識の構築と実践的な活用

論文審査委員 主 査 教授 武田 英明

教授 佐藤 健

教授 山田 誠二

准教授 坊農 真弓

准教授 大向 一輝

東京大学 大学院人文社会系研究科

(様式3)

## 博士論文の要旨

氏 名 飯野 なみ

論文題目 楽器演奏における知識の構築と実践的な活用

本論文は、知識を必要とする指導や学習に関する基盤技術を提供することを目的として、楽器演奏領域における知識の構築と活用の実践を行ったものである。

楽器演奏は個人の経験値や身体性といった様々な情報を含むために、個人に合った楽曲の選定や指導・学習方法の確立が難しい。また奏法が発展しているにもかかわらず、指導者間の情報共有が不足していることによって、学習者が正しい情報を得られていないことがある。個人に適した指導や効率的な学習や、分野の変化に応じた深い理解を実現するためには、知識の共有や利活用が必要である。

このような背景を共有する学問分野の一つに知識工学がある。知識工学では、知識をどのように獲得し、合意形成しながら構築していくかが大きな課題となっている。知識獲得のためのモデルや枠組みが提案されているが、詳細な実施方法や手順については論じられていない。またオントロジーなどの数多くの知識が構築されているが、実践的に活用するという観点が不足している。

上記の問題に対して、楽器演奏の場合には、言語化、記号化された情報、楽譜情報、さらにそれらを分析した高次の音楽情報という複数のレイヤーがあり、知識を対象とした学術的な研究がしやすいというメリットがある。本研究では、知識ベースによる楽器の指導・学習支援を目指して、以下2つの研究項目を実施した。

1 つ目は、楽器演奏における基礎的な知識の構築と手順化である。他楽器よりも奏法の種類が多いクラシックギターに着目し、演奏時に実行される行為を形式的に記述した。具体的にはまず、(i)人間可読性の高い手続き的知識の構築と、(ii)機械処理可能な形式を持つドメインオントロジー（ギター奏法オントロジー）の構築を行なった。上記2つの「基礎的な知識」を併用して相互に構築を繰り返すことで、知識の最適化や暗黙知の獲得が期待できる。そこで、(iii)演奏者兼指導者によるギター奏法オントロジーに基づく手続き的知識の再構築を行い、併用することの有用性や効果を検証した。さらに、知識の構築を情報システムとして実装するためにシステムを設計・開発し、手続き的知識の記述を通して情報システム化による効果を調査した。

2 つ目は、基礎的な知識に基づく実践的な知識の収集と分析である。演奏者や楽曲ごとに異なる「実践的な知識」を収集するために、認知的音楽理論に基づく楽曲分析によって得られた木構造に対して、基礎的な知識をアノテーションする方法を提案し、音楽構造と知識の関係を調査した。次に、ギター奏法オントロジーの概念を対象とした楽曲分析を行い、楽曲に要求される知識や上級の演奏者における知識の特徴を明らかにすることを試みた。

以上の取り組みによって得られた成果は次の通りである。まず、手続き的知識とギター奏法オントロジーを構築し、クラシックギターの各奏法の実行手順を詳細に記述した。ギ

ギター奏法オントロジーでは 96 の概念と 18 の属性を定義し、行為の形式的かつ構造的な記述を実現した。オントロジーに基づく手続き的知識の再構築では、オントロジーと併用することで手続き的知識の形式性が高まり、知識の理解が深まることを確認した。さらに、開発したシステムを用いて手続き的知識の記述を行うことで、行為の関係を明示的に記述したり、語彙を統制することができた。知識工学の分野においてオントロジーと手続き的知識を分けることは一般的な方法論であるが、こうした枠組みに基づいて実際に知識を構築した事例や得られた知見については、学術的に多くの事例が整理して報告されている状況ではないため、社会的なニーズが高い。それゆえ、本研究における実践的な知識構築の精密な分析および考察は貴重であり、今後知識を構築する研究者や専門家にとって、有用性の高い学術的な内容を含んでいると考える。

知識のアノテーション方法に関しては、ギター作品 4 曲を取り上げて 2 音以上で実行されるギター奏法オントロジーの概念（奏法）をアノテーションした結果、約 80% が木構造に対応していることを確認した。楽曲分析では、国際的なギターコンクールで選曲回数の多い 6 曲を取り上げて、奏法の傾向やパターンについて調査したところ、時代別に奏法が異なること、音響的な効果を実現するために奏法が増加していることが示された。次に、6 曲うちで最新の楽曲に対して上級者が実際に行なっている奏法を追加・修正したところ、記譜情報の約 2 倍の知識を得た。これは、記譜情報よりも要求される奏法が多いことを示唆している。さらに楽曲中の奏法の変遷を調べたところ、演奏者が感じる難しさが奏法の種類の多さや密度と対応していることを確認した。これらギター奏法オントロジーを利用した知識ベースの楽曲および演奏者分析は、音楽学や音楽情報処理の分野において新規性のある方法である。さらに分析によって明示化された「実践的な知識」は、演奏者の理解促進という点においても効果が望めると考える。

楽器演奏を知識処理のアプローチで研究することは、人を起点としてデジタルとフィジカルの知識やデータを同時に扱うことができるという利点がある。知識ベースの研究を行うことで、分野における専門性の高い人材との協業によって合意形成を促し、信頼性の高い知識を構築ができる。この成果は、知識を必要とするあらゆる指導や学習において応用可能であり、知識処理や情報学分野、さらには認知科学等に新たな展開をもたらすことが期待できる。



## 博士論文審査結果

Name in Full  
氏名 飯野 なみ

Title  
論文題目 楽器演奏における知識の構築と実践的な活用

出願者は、技能の指導や学習における知識の獲得・活用のための基礎技術を確立することを目的として、楽器演奏領域における知識の構築と活用の実践に関する研究を行っている。具体的には、ギター奏法を題材として、奏法に関する知識の獲得方法、獲得した知識のオントロジーとしての構造化、そのオントロジーを利用した楽曲や演奏家の知識の表出を行っている。

1章では問題の背景と課題を明らかにし、2章では知識処理、音楽情報処理、指導と学習、質的研究の各分野を取り上げ、関連する研究の紹介と本研究との関連を述べている。

3章では、楽器演奏における基礎的な知識の構築と手順化について述べている。他楽器よりも奏法の種類が多いクラシックギターに着目し、演奏時に実行される行為を形式的に記述した。具体的にはまず、人間可読性の高い手続き的知識の構築と、機械処理可能な形式を持つドメインオントロジー（ギター奏法オントロジー）の構築を行なった。上記2つの基礎的な知識を併用して相互に構築を繰り返すことで、知識の最適化や暗黙知の獲得が期待できる。実際に3名の演奏者兼指導者によるギター奏法オントロジーに基づく手続き的知識の再構築を行い、併用することの有用性や効果を検証した。

4章では、上記の知識の構築プロセスをコンピュータ上で実行する情報システム kNeXaR を設計・開発を行った。情報システム化による効果を調べるために、まず、3章で再構築した3名分の手続き的知識を kNeXaR の記述項目を活用して整理した結果、行為の関係性を明示的に記述することができた。さらに、オントロジーの語彙選択機能を用いて手続き的知識の再記述を行った結果、語彙の統制に貢献できることを確認した。

5章では、基礎的な知識に基づく実践的な知識の収集と分析として、認知的音楽理論 GTTM に基づく楽曲分析によって得られた木構造に対して、基礎的な知識をアノテーションする方法を提案し、音楽構造と知識の関係を調査した。実際にクラシックギター4曲のタイムスパン木を構築して、2音以上で適用される知識を付与した。その結果、ギター奏法オントロジーで定義された奏法の約80%が木構造に対応していることが分かった。

また、6章では、ギター奏法オントロジーを利用して楽曲分析を行い、楽曲に要求される知識や上級の演奏者における知識の特徴を明らかにすることが可能なことを示した。楽譜に記された奏法のみを抽出したところ、時代別に奏法が異なることが分かった。また、最も新しい楽曲に対して、上級者が実際に行なっている奏法を追加、修正したところ、約2倍の奏法を抽出した。すなわち、ギター奏法オントロジーを利用することでより正確に上級の演奏者の知識が表現できることがわかった。

6章でまとめと展望を述べている。

以上のように出願者の博士論文は、楽器演奏という高度な技能が必要な分野における知

識獲得と知識の構造化が可能なことを示すとともに、その知識を活用することで楽曲の持つ特徴や演奏者の持つ知識を明示化できることを示している。一連の研究を通じて新たな音楽知識処理という分野を開拓しており、新たな研究の発展に貢献するものと認められる。なお、本論文の内容は1編の査読付き論文、3編の査読付き国際会議論文として公表されており、分野における評価もなされている。

公開発表会では博士論文の章立てに従って発表が行われ、その後に行われた論文審査会及び口述試験では、審査員からの質疑に対して適切に回答がなされた。

質疑応答後に審査委員会を開催し、審査委員で議論を行った。審査委員会では、出願者の博士研究が音楽知識処理に新たな知見を与える高い水準の研究であることが評価された。以上のような学術的貢献を総合的に判断して、本論文は博士学位を与えるに十分な水準に達していると、審査委員全員一致で認められた。