

平成 30 年 8 月 23 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03167

研究課題名(和文)未解読楽譜研究のための情報検索システムの構築

研究課題名(英文)Construction of Information Retrieval System for Studying Musical Notation with Undeciphered Codes

研究代表者

矢向 正人(Yako, Masato)

九州大学・芸術工学研究院・教授

研究者番号：60239738

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文)：未解読楽譜の研究を促進するためには、解読の途中段階の情報を公開するなど、解読プロセスを共有する環境作りが必要である。本研究は、古楽譜及び未解読楽譜の研究者をユーザに想定し、解読途上の未解読楽譜のデータを共有することができるシステムを制作することを目標とした。まず、詞章が縦書きである古楽譜及び未解読楽譜を対象とし、楽譜に記される未解読譜字について、認識及び編集ができるウェブアプリケーションを制作した。次に、比較的単純な未解読譜字である胡麻点の分類を自動化するシステムを制作した。さらに、複雑な未解読譜字の検索のために、曲線譜字を簡単な直線及び曲線に分割する方法、及びその組み合わせ文法を考案した。

研究成果の概要(英文)：In order to promote the research of ancient musical notation with undeciphered codes, it is necessary to improve the research environment that the researchers can share the decipherment process such as saving it on share network. This research aims to produce the system for sharing the information about musical notation with undeciphered codes that is on the way of decipherment among researchers as users of ancient musical notation. First, on the condition of applicable notation to ancient musical notation whose character string is columnar writing with and without undeciphered symbols, we created a web application that recognizes and edits these symbols together with the notation. Next, we created a system for automatic classification of various sesame points that are relatively simple undeciphered musical codes. Furthermore, to retrieve complex symbols, we devised a method to divide a complex curve symbol into simple straight lines and curves, and a grammar to combine them.

研究分野：音楽学

キーワード：未解読楽譜 古楽譜 楽譜記述言語 音楽データベース 音楽情報検索 音楽情報処理 音楽学

1. 研究開始当初の背景

アジアの楽譜は、楽器ごとに記譜法が異なる。さらに、同一の楽器でも種目や流派ごとに異なる楽譜が使われる。日本の雅楽、声明、能楽、三味線楽では、それぞれ 10 種類以上の現行楽譜が使用されている。現行楽譜のほかに、現在は使用されない古楽譜が多数あり、現行譜と併せると、日中韓には 100 種類以上の楽譜が存在する。さらに、アジアには、構造が知られていない古楽譜、構造が明確に規定されていない古楽譜が数多く存在する。

古楽譜を解読し、現実の音符や奏法に対応付けることができれば、多くの曲を復曲することができる。このため、解読と復曲は、これまで、音楽や舞踊の復曲や復興の試みと密接に関わってきた。雅楽、声明、琵琶楽、能楽、三味線楽、地歌箏曲の復曲上演が、年に 4~5 回のペースで行われ、一般の認知度が高まっている。

しかし、解読済みとされる記譜法であっても複数の解釈が生じることがある。例えば、日本で解読した琵琶の楽譜の譜字が、リズムを意味するのか、何らかの特殊奏法を意味するのか、音楽学者の間で論争がある。未解読楽譜の研究は、主に個人ベースで進められるため、解読結果の公開に至らない途中段階の研究が、研究者間に知られることが少なく、そのことは研究を阻む要因となる。他方、能楽の譜字の研究を平家琵琶の解読に応用するなど、他の種目からの類推により譜字の解読が進められた例もある。解読を急ぐよりも、まずは、異なる種目の未解読楽譜を研究者間で比較検討するなど、解読を共有する環境作りが必要である。

2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、本研究は、声明、雅楽、平家琵琶、能楽、三味線楽などの古楽譜及び未解読楽譜の研究者をユーザに想定し、解読途上の未解読楽譜の情報を共有することができるシステムを稼働させ、解読研究を推進することを、研究の目標に設定した。未解読楽譜の解読作業は、できるだけ多くの解釈を提示したうえで、可能性の低い解釈を切り捨てる手順が踏まれる。この解読作業の共有のためには、もとの楽譜データに、可能な限り多くの解釈を書き込むことができるシステムが必要である。また、未解読楽譜には、譜字の意味が解読されても、演奏方法が特定できないものがある。たとえば、譜字の音符属性である、音高、音価に「ゆらぎ」を加えるか否かは、楽譜解読の問題であるとともに、現行楽譜に生じる演奏解釈の問題でもある。よって、未解読楽譜と現行楽譜とを統合的に扱える情報検索システムを設計する必要がある。

3. 研究方法

あらゆる未解読楽譜を扱うことができる編集システムを始めから作成することは困

難である。本研究では、縦書きによる日本の古楽譜及び未解読楽譜を対象とした。システムの設計方針は次の 5 点である。

- (1) 古楽譜及び未解読楽譜の研究者及び演奏家をユーザとする。
- (2) 楽譜に記されている未解読譜字についての検索ができる。
- (3) 出典等の情報や楽譜に記されていない情報を付記できる。
- (4) 複数の解釈の入力及び編集ができる。
- (5) 付帯譜字の種類を追加登録できる。

古楽譜が一般的な古文書と異なるのは、文字表記の譜字の他に、点や丸印や三角印等の記号が、文字の上下左右に付されたり、文字に還元できない譜字表記が多用されることである。そこで、本研究では、古楽譜の譜字を、中心となる文字列である「中心譜字」と、その周囲の文字や記号である「付帯譜字」とに分割して認識する。付帯譜字には、上、下、ユリなどの文字、○×\などの記号、文字に還元できない曲線記号またはその組み合わせの 3 種が存在する。本研究に先立つ科研費研究「未解読楽譜のデータベース化に関する総合的研究」は、それらを認識するシステム仕様の設計のみで終了したが、本研究では、先行システムの簡易な機能を補完する新しい機能を実装するとともに、それに対応する古楽譜分析を可能とするための、未解読譜字の新たな記述方法を考案した。並行して、入力対象となる古楽譜の個別調査と事例研究も進めた。

4. 研究成果

(1) 未解読楽譜の調査・整理

基礎データとなる未解読楽譜について、声明の譜本、雅楽の歌物の譜本、平家琵琶の譜本、能楽の謡本、長唄及び浄瑠璃の正本などの古楽譜の調査を進めた。システムへの入力に先立ち、代表者と分担者による検討会を開き、楽譜及び譜字のどのレベルが未解読であるのかなどについての検討を行った。

本研究で実施した未解読楽譜の調査のうち典型的なものは、神奈川県立金沢文庫蔵の称名寺聖教(2016年国宝指定)における声明の譜本の調査である。同譜本は、現行法会で演唱されなくなった仏教歌謡の譜を含む重要な楽譜資料であるが、その特殊性のため研究が遅れていた。影印翻刻されている資料もあるが、朱の書き入れ等の楽譜情報が判別できないため、本研究では、原本を調査し校合作業を進め、記号の形状の分類を行った。

(2) 古楽譜編集システムの制作

本研究で稼働させた古楽譜編集システムにおける特徴的な機能を述べる。

・ 動作環境・更新履歴管理

システムは Google Chrome 47 以上で動作する。複数の研究者ユーザが、入力したデー

タを共有しながら、それぞれ楽譜と譜字の編集を進められるように、編集時にアップロードされた更新データが編集日時を持ち、データが更新されても更新前の情報が、履歴としてすべて残るように設計した。ユーザはどの日時の更新情報にもアクセスし編集することができる。ユーザ権限の種類には、管理ユーザ・一般ユーザ・ゲストユーザがある。

画面構成

古楽譜の曲線記号譜字の構成と配置を編集できるように、方眼紙状にセル分割された画面を、図1のように設計した。この画面を

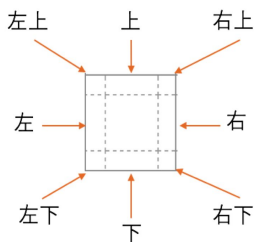


図1 方眼パネル



図2 楽譜編集画面

譜字キーワード1

譜字キーワード2

譜字キーワード3

入力タイプ*
 画像 手書き

画像*

ペン 消しゴム All Clear...

キャンセル 更新する

図3 付帯譜字入力画面

「方眼パネル」、方眼パネルの1升を「セル」と呼ぶ。セルは、中心譜字もしくは詞章を入力するスペースと、付帯譜字を入力するスペースに分割されている。それぞれの境界線を「譜字枠」と呼ぶ。中心譜字の上下左右に譜字枠を設ける。中心譜字の周囲8箇所付帯譜字を入力する。ストックされた楽譜の中から編集する楽譜を表示させるには、楽譜番号、曲名、書名、巻・号、所蔵などの文字列で検索して行う。楽譜編集画面は、左画面に楽譜の画像データ、右画面に方眼パネルの二画面構成である(図2)。一画面のみ表示させることもできる。右画面では、方眼パネルで選択されている譜字が、右上の譜字から数えて何行目、何番目であるかなどを表示できる。画面上の任意の文字列に対して、解釈キーワードを指定してすることもできる。方眼パネルの形状の変更、ページ表示等も可能である。

譜字の入力と編集

中心譜字はテキスト形式で入力する。付帯譜字は、手書きもしくは既存の譜字の組み合わせにより入力する(図3)。付帯譜字入力画面では、曲線記号譜字の定量的情報を入力できる。登録した譜字は、分類名称の他、譜字キーワード、画像、定量的情報により検索できる。譜字が存在する楽譜番号、曲名、編集番号、存在箇所を表示することもできる。付帯譜字は、拡大と縮小、縦横の伸縮、位置の編集、変色による表示が可能である。

譜字の分類

登録した曲線記号譜字、及び曲線記号グループの階層構造をツリー表示する機能を持つ。ツリーは自動生成される。

(3) 曲線記号譜字の組合せ文法

古楽譜に現われる曲線記号の多くは、単純な線への分割により認識することができる。そこで、本研究では、古楽譜編集システム



図4 曲線記号を構成する線の分類

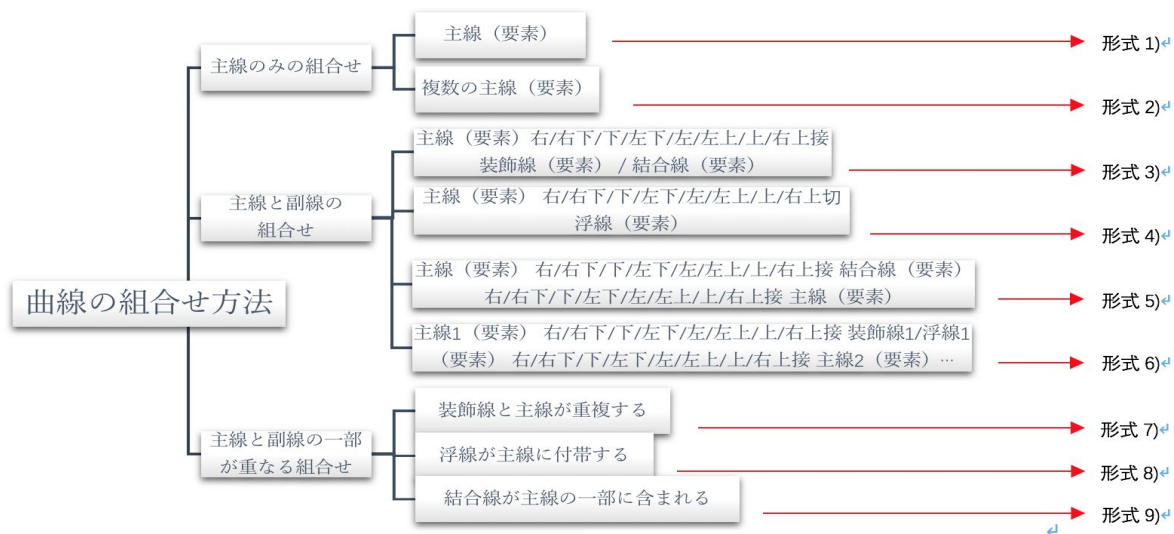



図5 組合せ文法

で入力した曲線記号譜字に汎用性のある名称を与えるための「組合せ文法」を検討した。分割の基準を設けるためには、まず、最小の単位を規定しなければならないが、曲線記号を形成している直線や曲線は一様ではない。そこで、直線と曲線を、主たる形状をなす「主線」と、部分的な形状をなす「副線」に分類した。副線はさらに、主線と主線を結合する役割を持つ「結合線」、主線を装飾する「装飾線」、主線から離れて存在する「浮線」に分類される(図4)。分類した線それぞれについて、定義、形状、要素を規定した。

次に、分類された線の組合せにより複雑な曲線記号を構成するための文法を検討した(図5)。例えば、長唄正本等に頻出する曲線記号譜字  は、二つの主線から形成されるとみなされ、形式2)により「折線(41分, 0.35cm, 左下, 22分, 0.5cm, 右下)右接直線(9分, 0.45cm)」と記述される。こうして曲線記号を単純な線に分割する手順は、声明の譜本などに見られる複雑な曲線記号をデータ化していくときに有効である。また、この方式を拡張すれば、古楽譜に現われる曲線記号に限らず、線形状のどのような記号であっても、基本的な曲線の組合せとして記述することも可能となる。

(4) 曲線記号譜字の分類の自動化

曲線記号譜字の分類を効率的に行うための事例研究として、長唄正本にみる未解読譜字である胡麻点の分類の自動化を行った。長唄正本の胡麻点に特化した曲線記号の分類は、新崎による先行研究があるが、分類を自動化することにより、分析者の主観による判断の揺らぎを低減させ、より多くの胡麻を分析することが可能になる。

まず、長唄正本のスクリーンデータから胡麻をそれぞれ切り取り、原画像とした(図6)。この画像データに、二値化、細線化を施し、胡麻の芯線を検出した(図7)。次に、胡麻の芯線に対して、ハフ変換による直線検出を行った(図8)。胡麻の腕の検出数は、通常より

も多く設定した。検出された直線の端点に対し、k-medoid法によるクラスター分析を行い、分析結果を腕の分岐点とした(図9)。この分岐点を端から順番につなぎ、胡麻の腕とした。得られた各直線間の角度と傾きを計算し、基準を上回る場合には、2本の直線を1本にまとめ、分岐点どうしが近傍に存在する場合には、同一点とみなすことにより、直線の最適化を行った(図10)。最後に、得られた直線の長さ、角度変化、二値画像中における1の割合、アスペクト比を計算し、胡麻の分類を行った。

以上の分析の結果、分析対象とした84画像の胡麻のうち66画像が先行研究の分析・分類結果と一致する結果が得られた。図11~図13は、先行研究で「N型曲胡麻」「乙型曲胡麻」「右下鍵型曲胡麻」として分類された胡麻点の、分析結果である。k-medoid法によるクラスター分析結果は、ハフ変換のみで直線の検出を行なった場合と比較すると、認識率が約17%上昇した。



図6 胡麻の原画像



図7 細線化



図8 ハフ変換による直線検出



図9 k-medoid法によるクラスター分析



図10 最適化された直線

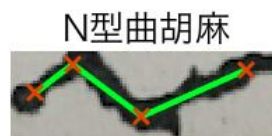


図11 分類結果1

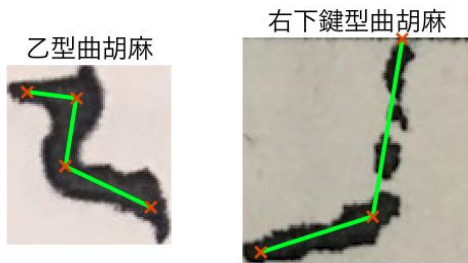


図 12 分類結果 2

図 13 分類結果 3

(5) 今後の展望

本研究は、未解読楽譜の持つ情報を研究者間で共有し検索するためのシステムを作成した。最終年度の研究の未発表部分は順次発表していく予定である。また、研究途上ではあるが、システムが有効に活用されるならば、日本の古楽譜の解読研究に資するところが大きいと考えている。今後は、声明の譜本などに見られる、より複雑な曲線記号譜を認識するための楽譜情報検索システムの研究にも取り組んでいきたい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文・講演〕(計 21 件)

・ Sachiko Deguchi, A Study on the UI of Musical Performance System and Score Representation, AAAI 2018 Spring Symposium Series Technical Report, 2018, 207-211.

・ 高桑いづみ, 「室町時代のアクセントと謡のフシ:「松風」の復元をめぐる」、無形文化遺産研究報告、10、2018、76-99。

・ Haruko Komoda, Restoration of the music of Heike, Oulomenen project at Corsica and Geneva, 2018。

・ 遠藤徹, 「江戸時代の催馬楽:復元」、京都市立芸術大学日本伝統音楽研究センター第 47 回公開講座「浦上玉堂と催馬楽」講演、2017。

・ 近藤静乃, 「講式の音曲構成法:『如意輪講式』の復曲へ向けて」、中尊寺仏教文化研究所論集、4、2017、15-27。

・ 薦田治子, 「説唱音楽“平家”与仏教音楽“講式”」、中央音楽院学報、2017、17-22。

・ 竹下秋雄, 矢向正人, 「雅楽譜のデータベース化と旋律パターンの分析」、感性融合デザインセンター年報、11、2016、7-10。

・ 矢向正人, 「古楽譜及び未解読楽譜分析共有システム」、未解読楽譜のための情報検索システム構築第一回検討会資料、2016、1-48。

・ 矢向正人, 「未解読楽譜にみる曲線記号の組合せ文法の試み」、未解読楽譜のための情報検索システム構築第二回検討会資料、2016、1-11。

・ 裴永珍, 矢向正人, 「韓国の伝統的打楽器の打奏にみる身体動作の研究:動作譜の提

案と余剰身体動作の役割」、芸術工学会誌、70、2016、50-57。

・ Yasutaka Kamei, Takafumi Fukushima, Shane McIntosh, Kazuhiro Yamashita, Naoyasu Ubayashi, Ahmed E. Hassan, Studying just-in-time defect prediction using cross-project models, Empirical Software-Engineering, 21(5)、2016、2072-2106。

・ Keisuke Miura, Shane McIntosh, Yasutaka Kamei, Ahmed E. Hassan, Naoyasu Ubayashi, The Impact of Task Granularity on Co-evolution Analyses, 10th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2016)、2016、47:1-10。

・ 村松慧一、野口将人、坪井邦明、松島俊明, 「音響情報と動画像情報を用いたドラムソロ演奏の採譜法の改良」、情報処理学会第 78 回全国大会、2016、465-466。

・ 遠藤徹, 「江戸時代の呂律と催馬楽の復興」、日本伝統音楽研究、13、2016、140-148。

・ 遠藤徹, 「宮田まゆみ笙リサイタル:近衛家・陽明文庫所蔵古譜による「調子」全曲演奏」監修、2016。

・ 遠藤徹, 「笙の「入調」をめぐる一考察」、中国と東アジア国際古譜学シンポジウム(上海)、2016。

・ 高桑いづみ, 「地拍子の古態:早歌からの継承」、能と狂言、14、2016、67-77。

・ 薦田治子, 「日本音楽の歴史を変えた宮川家の琵琶」、宮川家古盲僧琵琶『菊池遺産』認定記念、演奏会企画及び講演、2016。

・ 薦田治子, 「名古屋における平家の伝承について」、第 113 回日本音楽学会中部支部例会招待講演、2015。

・ 高桑いづみ, 「明治以前の謡とアクセント」、東京文化財研究所無形文化遺産部第 10 回公開学術講座講演、2015。

21. 近藤静乃, 「『如意輪講式』の復曲をめぐる」、平泉世界文化遺産登録五周年記念事業:澄憲『如意輪講式』法要、復曲及び解説、2015。

〔その他〕

本研究で稼働させた編集システムは、研究の当初目的に則して日本音楽の研究者に公開しているが、将来には愛好家ユーザーにも公開する予定である。URL 及びマニュアルに関しては yako@design.kyushu-u.ac.jp に問い合わせられたい。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

矢向 正人 (YAKO MASATO)

九州大学・大学院芸術工学研究院・教授
研究者番号: 60239738

(2) 研究分担者

鶴林 尚靖 (UBAYASHI NAOYASU)

九州大学・大学院システム情報科学研究

院・教授
研究者番号：80372762

松島 俊明 (MATSUSHIMA TOSHIAKI)
東邦大学・理学部・教授
研究者番号：30190458

遠藤 徹 (ENDO TORU)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号：10313280

薦田 治子 (KOMODA HARUKO)
武蔵野音楽大学・音楽学部・教授
研究者番号：00323858

青木 (近藤) 静乃 (KONDO SHIZUNO)
東京藝術大学・音楽学部・講師
研究者番号：40425723

高桑 いづみ (TAKAKUWA IZUMI)
独立行政法人国立文化財機構東京文化財
研究所・特任研究員
研究者番号：60249919

(3)連携研究者

出口 幸子 (DEGUCHI SACHIKO)
近畿大学・工学部・准教授
研究者番号：60259025