平成24年度

筑波大学情報学群情報科学類

卒業研究論文

題目 音楽表現に関する 遠隔非同期な議論を支援するシステム

主専攻 ソフトウェアサイエンス主専攻

著者 坂本 雄彦

指導教員 高橋伸 志築文太郎 三末和男 田中二郎

要旨

一般的な五線譜で書かれた楽譜は曖昧性を孕んでいるため、詳細な音の大きさ・長さ・質感などは演奏者側の解釈に委ねられており、そのような演奏者による意味付けは音楽表現や演奏表情などと呼ばれる。複数人でのアンサンブルを行う場合、多くは奏者らが同じ場所に集まって演奏練習をする場において、音楽表現を統一する必要があるため議論が交わされる。しかし演奏練習には時間的・空間的な制約が存在するため、練習の時間以外に音楽表現の議論を進めることが出来れば時間利用の効率化を図れると考えられる。

本研究では、音楽表現に関する議論をwebを介して非同期に行うためのインタフェースを設計し、システムの実装を行った。本システムではユーザは楽譜上への書き込みという形で意見を投稿し、グラフィカルな音量の遷移の表現や、音声や動画との関連付けなどといった機能を用いて議論を進行する。また本システムの有用性を評価するため、実際のアンサンブル奏者を対象に試用実験を行った。

目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	音楽表現の議論における問題点	1
1.3		3
1.4		3
1.5		4
1.5	1137/94	•
第2章	関連研究	5
2.1	遠隔で非同期なシステムの研究	5
2.2	音楽表現を扱う研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	6
		•
第3章	予備調査	7
3.1	調査方法	7
3.2	調査結果	8
3.3	考察	8
第4章	音楽表現に関する遠隔非同期な議論を支援するシステム	9
4.1	システム概要	9
4.2	画面構成	0
4.3	各種機能の設計	1
	4.3.1 楽譜上のコメント 1	
	4.3.2 音楽記号の書き込み	
	4.3.3 アーティキュレーションの提示	
	4.3.4 動画等のメディアの投稿	
	4.5.4 期四寸のグ / 1 / の1文幅	J
第5章	実装 1	7
5.1	開発環境	
5.2	システム構成	•
	114774	
5.3		-
	5.3.1 楽譜上のコメント 1	
	5.3.2 音楽記号の書き込み 1	
	5.3.3 アーティキュレーションの提示	-
	534 動画等のメディアの投稿 2	4

第6章	評価	25
6.1	実験方法	25
6.2	実験結果	26
6.3	考察と議論	27
第7章	結論	30
	謝辞	31
	参考文献	32

図目次

1.1	楽譜上の音やフレーズに対する音量の変化や色のイメージの提示	4
3.1	予備調査で提示したコメント機能	7
3.2	予備調査で提示した音楽記号を書き込む機能	7
4.1	システム概要	9
4.2	音楽表現に関する遠隔非同期な議論を支援するシステム 画面構成	10
4.3	ツールパレット マウスオーバー時の説明	10
4.4	新規コメントエリアの作成とコメント編集バルーン	11
4.5	コメントの連なりとコメントのボタン	12
4.6	実際の楽譜に書き込まれた音楽記号やテキストの例	12
4.7	スタンプパレット	13
4.8	スタンプ機能の振舞い	13
4.9	アーティキュレーション編集ボックス	13
4.10	アーティキュレーション編集ボックスに表示されるガイド	14
4.11	アーティキュレーション アタック (音の鳴り始め) の変形	14
4.12	アーティキュレーション リリース (音の鳴り始め) の変形	14
4.13	アーティキュレーション 明度の変化	15
4.14	アーティキュレーション 色相の変化	15
4.15	コメントに含まれたアーティキュレーション	15
4.16	画像が含まれたコメント†	16
4.17	YouTube の動画が含まれたコメント [‡]	16
5.1	システム構成	17
5.2	システム内部の階層構造	18
5.3	コメントエリア・コメントの HTML 構造と表示の仕組み	19
5.4	アーティキュレーション編集ボックス内でのドラッグによるアタックの変化.	21
5.5	変数 atk に対するアーティキュレーションの形状の変化	21
5.6	変数 rls に対するアーティキュレーションの形状の変化	22
5.7	アーティキュレーション編集ボックス内でのドラッグによる変数の変化	23
5.8	変数 V に対する RGB 値の変化	23
5.0	変数 H に対する RGB 値の変化	23

6.1	アンケート結果	27
6.2	被験者が投稿したコメント例 (1)	29
6.3	被験者が投稿したコメント例 (2)	29
6.4	被験者が投稿したコメント例 (3)	29
6.5	被験者が投稿したコメント例 (4)	29
6.6	被験者が投稿したコメントと書き込んだ音楽記号例	29
6.7	被験者が投稿したコメントと YouTube の動画例	29

第1章 序論

1.1 背景

一般的に楽譜上に記された楽曲を演奏する際には、演奏者の感性や解釈などに従って演奏上の細かな表現や表情が決定づけられる。それは一つの音符の音の長さや大きさなどの具体的な値であったり、柔らかさや色などの抽象的なイメージであったり、曲のテンポやフレーズ感など様々である。特にクラシックや吹奏楽などといった一つの曲に対して多くの演奏がなされる音楽ジャンルにおいては、この音楽の幅広さこそが醍醐味であり面白さであると言える。これらの一種の曖昧性は「音楽表現」や「演奏表情」などと呼ばれ、近年ではコンピュータによる自動的な演奏表情付けの研究も盛んである[1]。

今日では複数人での演奏すなわちアンサンブル活動は大衆文化として広く親しまれている。 小学生の鼓笛隊や中学生のロックバンドから社会人のオーケストラまで、アンサンブルを行 う機会は数多く存在する。アンサンブルにおいては、上記に述べた音楽表現についてアンサ ンブル内で表現を統一する必要があるため、練習時間などを使って議論が行われる。

アンサンブルの定義

本論文では「アンサンブル」を「複数人が同時に1つの音楽を音声として構成すること」と 定義する。この定義によって少人数のバンドや大人数のフルオーケストラ、また「演奏する」 とは言わないが合唱団などもアンサンブルとして扱うものとする。ただし楽譜のない完全な 即興演奏などはアンサンブルではあるが、本研究では対象外となる。

1.2 音楽表現の議論における問題点

アンサンブルにおいて音楽表現に関する議論を練習時間中に行った場合と練習時間以外に 行った場合のそれぞれにおいて、存在しうる問題点について述べる。

練習時間中の議論

アンサンブルの練習には時間と場所の制限がつきものであり、スタジオやコンサートホールなどといった大きな音を出してもいいように作られた場所か、学校・大学の教室や部室などといった大きな音を出してもあまり迷惑にならない場所を、場合によって予約したり借り

たりする必要がある。そのためアンサンブル練習というものは、限られた時間の中でいかに 効率よく音楽の質を高めるかが重要であると言える。ここで練習時間中に音楽表現について の議論に時間を割きすぎると、実際に音を出して合わせる演奏練習の時間が圧迫されてしま う。逆に音楽表現についての議論を少なくすると、実際に音を出す練習が多くできるためタ イミング・テンポ・音程など音楽の基本的な要素は自然と揃いやすくなるが、細かい音の処理 や表情を合わせづらくなり面白みのない演奏になりがちである。特にオーケストラなどの多 数のパートから構成されているアンサンブルにおいては、パート練習、セクション練習、全 体合奏というように人数や音の数が多くなるほど音楽表現について議論すべき点が増えるが、 一般的には参加人数の増加に伴って練習回数・時間が少なくなる傾向にあるというジレンマ を抱えている。

また議論の参考になるものや自分の意見の根拠になるもの(文書・図表・音声・動画など)を提示したい場合には、それの準備や周知に大きな手間がかかる。更に通常の言葉による議論においては、議論の過程が後で見返せなかったり、団体内で立場の低い者は発言しづらいといった問題も挙げられる。

練習時間外の議論

上に述べた練習時間中の議論における問題から、練習時間外にも音楽表現の議論を行うと 良いように思える。練習時間外に議論を行う方法を緒方の研究 [2] に基づき時間軸・空間軸に よって分類すると以下の4つの方法を挙げることができる。

- (1) 近接同期 練習時間以外に奏者らが直接集まって議論する方法。議論することができれば よいので場所の制限がほぼなく、実際に集まるのでスムーズな議論が可能であるなど利 点が多く、理想的な方法であると言える。しかし現実的には、大人数であるほど奏者ら の都合をつけることが難しく必ずしも全員が議論に参加できるとは限らない。また、欠 席者への周知や欠席者が結論と異なる意見を有していた場合などの対処が面倒である。
- (2) 近接非同期 部室や共有スペースといった特定の場所の黒板やホワイトボードなどを利用し、その場所に赴いた奏者が書き込みをすることで議論を進める方法。このような議論のための空間を継続して占有し続けるのは難しい上、明らかに議論にかかる手間が大きい。
- (3) 遠隔同期 Skype[3] や V-CUBE[4] などといった遠隔コミュニケーションシステムを利用する方法。同期式であるため議論は比較的スムーズに進み、また議論の内容がログに残るなどといった利点がある。しかし、Skype などのリアルタイムチャットシステムでは楽譜や図を使った説明が難しく、画像を扱えるテレビ会議・web 会議システムの多くは有料であったり無料でも制限があるものがほとんどである。また近接同期の項で述べた問題も同様に発生する。
- (4) 遠隔非同期 Adobe Reader[5] や PDF-XChange Viewer[6] といったファイルへの注釈機能を 持つソフトウェアを利用する方法や、web 掲示板やフォーラムといった web サービス

を利用する方法。これは奏者各自が空いた時間に議論に参加できる点が大きな利点である。しかし既存の web 掲示板やコミュニケーションフォーラムや wiki システムは、一般的にテキストの編集とファイルのアップロード機能のみで成り立っているため、楽譜と対応付けられた議論を展開させづらい。

このように、練習時間外の議論においても多かれ少なかれ何らかの問題が存在する。しかし上記のうち(3),(4)は既存のツールに関する問題であり、音楽表現の議論のための機能を備えた専用のツールがあれば上記の問題の多くは解決できるものと考えられる。本研究ではこの点に着目し、音楽表現に関する遠隔非同期な議論を支援するシステムを設計・実装する。本研究で実装するシステムは、アンサンブルの事情に即して柔軟に使用できるよう(4)の遠隔非同期に分類される。

1.3 目的

本研究では、アンサンブル奏者が本来練習時間内に行っていた音楽表現に関する議論を練習時間以外にも滞りなく行えるようにすることを目的とする。練習時間以外の議論により意見交流をしておくことで、実際の練習時間の効率化を図る。それによって奏者らの楽曲理解の深化やアンサンブルというコミュニティ内における交流の活発化・最終的な演奏の質の向上を狙いとする。

1.4 アプローチ

前節の目的を達成するため、本研究では主として以下3つのアプローチをとる。

遠隔非同期式の web アプリケーション

本研究で実装するシステムは、特にアマチュアのアンサンブル団体において練習時間の確保が難しい場合においてに有効利用されるよう、遠隔で非同期式のコミュニケーションを提供する。ユーザの日常的なブラウジングから議論参加への敷居を低くするため、また将来的に様々なデバイスからユーザが議論に参加できるようにするため、web ブラウザ上で動作する web アプリケーションとして実装する。また、匿名での議論への参加を認可すれば、先に挙げた団体内で立場の低い者が発言しづらいといった問題も解決される。

楽譜のコンテキストに則した議論の進行

既存の web 掲示板やフォーラムを利用すると 1.2 節で挙げたような問題が発生するのは、音楽表現についての議論は根底に楽譜というコンテキストが存在し、そのコンテキストをテキストベースのシステムで表現・説明することが難しいからだと考えられる。そこで本システ

ムは楽譜を最初に与えて議論のベースにし、その楽譜への書き込みという形で意見を投稿して議論する。ユーザの投稿したコメントは楽譜と直接の対応付けが行われるため、テキストベースのシステムと比較して議論する上での情報伝達に齟齬が発生しづらくなる。

グラフィカルなアーティキュレーションの提示

アーティキュレーションとは、音の形を整え音と音のつながりに様々な強弱や表情をつけることで旋律などを区分することである。一般的には「スタッカート」や「レガート」などの音楽用語を用いて議論されるが、詳細な音の処理を言葉で説明するのは難しいとされる。そのような一つの音やフレーズにおける音量の変化や色のイメージを、コンピュータ上でグラフィカルに表現する手段を提供する。具体例として図 1.1 のような図形を、直感的な操作で簡単にユーザが提示できる機能を提供する。音の鳴り始めが左端、音の鳴り終わりが右端にそれぞれ対応しており、五線譜の楽譜上では表現が難しかった詳細な表現が可能となる。



図 1.1: 楽譜上の音やフレーズに対する音量の変化や色のイメージの提示

1.5 構成

まず、第2章で本研究に関連する研究やサービスを紹介し、本研究との比較によって本研究の位置づけを行う。第3章ではシステムの設計に先立った予備調査について述べ、第4章では音楽表現に関する遠隔非同期な議論を支援するシステムの設計を述べる。続く第5章でそのシステムの実装を設計と対応付けつつ説明する。第6章ではユーザによる評価実験によってシステムを評価・考察し、第7章で結論を述べる。

第2章 関連研究

2.1 遠隔で非同期なシステムの研究

遠隔で非同期なコミュニケーションや協調作業の支援に関する研究は数多くなされてきた。 Heer らはデータ分析のためのシステム sense.us を開発している [7]。 sense.us は web ブラウザ 上で動作し、アメリカの国勢調査 (census) の統計データを可視化するとともに、それについ てグラフィカルな書き込みを用いた議論が行える。データに対するグラフィカルなアノテー ション機能や、閲覧したページをストックして自分の意見を投稿する際に簡単にリンクを貼 ることができる機能など、スムーズな議論のための多くの工夫がなされている。

Phalip らは映像作家と作曲家がネットを介して一つの映像作品を作り上げる作業を支援するシステムを開発している[8]。彼らのシステムは web ベースで動作する動画編集シーケンサであり、編集画面にアノテーションを付加する機能によって遠隔で非同期な協調作業を支援している。

また、Farooq らは遠隔に居ながら科学的でクリエイティブな議論をするためのシステム BRIDGE を開発している [9]。BRIDGE は Basic Resources for Integrated Distributed Groupe Environments を意味し、タイムライン・チャット・図示などの機能を持つ仮想的な作業空間を共有し、創造的な議論を支援している。

議論の対象のコンテキストに則したアノテーションを付加する研究として、Cadiz らの研究 [10] では web ページ編集者同士のコミュニケーションや web ページの質の向上を目的とし、web ページそのものに対してアノテーションを行うシステムを開発している。また、数百人規模の長期的な実験によってシステムの実用性を客観的に明示している。また Ellis と Groth の研究 [11] では、映像データに対してテキストや画像・音声などといったデータをアノテーションとして付加できるシステムを開発し、創作活動を通して非同期なコミュニケーションを支援している。

ニュースサイト BLOGOS[12]では、「偏りのない公平な議論」というコンセプトを掲げ、記事に対してユーザが意見を投稿することができる。意見を投稿するだけでなく、他のユーザが投稿した意見に対してその意見を支持したり、投稿者をフォローしたりすることでも議論に参加することができる。また多くの意見を投稿し、多くの支持を得ているユーザは「オピニオンリーダー」として少し意見が目立つよう工夫がなされている。

上記に列挙した研究に対して、本研究は「アンサンブルにおける音楽表現に関する議論」という協調作業を支援する。また、楽譜というコンテキストに則したアノテーション(コメント・アーティキュレーション等)を付加する機能を実装するなど、アプローチやインタフェースが大きく異なる。

2.2 音楽表現を扱う研究

Bellini らの研究[13]ではアンサンブル練習をコンピュータが支援するシステムとして MOODS を開発している。MOODS はオーケストラ等のアンサンブル練習の場面で奏者それぞれの譜面台をディスプレイとし、指揮者や各パートの首席奏者などが楽譜に対して書き込みを行うと、他の奏者のディスプレイに表示されている楽譜が同期されて書き込みが行われるというシステムである。MOODS が実際のアンサンブル練習の同期式の支援であるのに対し、本研究は遠隔非同期式でありアンサンブルにおける音楽表現の議論にフォーカスを当てている。

Sawchuk らはオーケストラの演奏において奏者それぞれが遠隔な場所から一つのオーケストラの練習に参加するためのシステム DIP を開発している [14]。DIP では演奏者それぞれが全く別の場所に居ながら、巨大なスクリーンとスピーカーを通してリアルタイムで相互に演奏を聞くことができる。また応用として演奏者がその場に居ないバーチャルなコンサートや遠隔での楽器のレッスン、非同期式に演奏を鑑賞することも可能となっている。本研究はアンサンブルにおける練習そのものを支援するのではなく、音楽表情の議論を深めることでアンサンブルの質の向上を狙いとしている。

また、Akoumianakis らの研究 [15] では遠隔で同期式のアンサンブル練習を行うためのプロトタイプツールキット DIAMOUSES を開発している。DIAMOUSES はパートごとの演奏を録音し、オンラインで録音データを通信することで遠隔に居ながらアンサンブルセッションを楽しむことができる。また DIAMOUSES には楽譜を表示する機能もあり、簡単な書き込みを行って楽譜を共有することができる。これに対して本研究は音楽表現の議論を中心としたシステム設計を行い、非同期式の利点を活用しようと試みる。

平田の研究 [16] では音楽デザインを支援するシステム Music Resonator を開発している。 Music Resonator は複数のユーザが楽曲の断片を投稿することで、インタラクティブな音楽共創とコミュニケーションの行うことができる。本研究は音楽における作曲の段階ではなく演奏の段階において、複数のユーザが音楽を共創する行為を支援している。

松原らの研究 [17] ではオーケストラスコアの理解を支援するシステム Score Illuminator を 開発している。オーケストラにおいて練習する楽曲のスコアを読み楽曲構造を理解することは スコアリーディングと呼ばれ、音楽表現を考える上で非常に重要であるとされている。 Score Illuminator はオーケストラスコアのパート間の類似度を自動解析した上で色付けを行い、楽 曲内における役割(主旋律・対旋律・伴奏など)の分類をすることができる。またユーザが その自動で色分けされたスコアに手を加えていくことで、音楽的な解釈や理解を深めること を目的としている。本研究はスコア上でコメントのやりとりを行うことで、音楽的な解釈や 理解を深めるアプローチをとる。

第3章 予備調査

本システムを設計するに先立ち、1.4節で述べた3つのアプローチの有効性を検証するため、 実際のアンサンブル奏者を対象に予備調査を行った。実際にアンサンブル活動を行っている 者を対象として、本研究のアプローチをデモなどを用いて説明をした上で意見を仰いだ。

3.1 調査方法

被験者

3年間以上のアンサンブル経験を持つ者6名(19-22歳の男性4名・女性2名)。

調査内容

はじめに本研究の目的を説明し、システムのデモやイメージ画像を見せながら各機能の説明と動作する様子を見てもらった。その後、提案する手法についての意見や要望を自由に述べてもらった。

デモ

予備調査では楽譜上へのコメント機能 (図 3.1) と投稿音楽記号の書き込み機能 (図 3.2) のデモを被験者に見せた。また図 1.1 に示すようなアーティキュレーションを提示する機能を実装する予定である、と被験者には伝えた。



図 3.1: 予備調査で提示したコメント機能



図 3.2: 予備調査で提示した音楽記号を書き込む機能

3.2 調査結果

主な得られた意見は以下のとおりである。

- ◆本システムの目的とアプローチは、対象者全員から「(本システムが)あると便利」だと賛同された。特に弓順[†]などの、大人数で議論するものではなく少人数で決定して周知する事柄の伝達には非常に有用である、との意見を得た。
- 図 1.1 に示すようなアーティキュレーションの提示について、「すごくいいと思う。それがあると説明が非常に楽になる」という意見を得た。
- また図 1.1 に示すようなアーティキュレーションの提示を「五線譜に重ねて表示するといいかもしれない」という提案を受けた。
- 楽譜上に音楽記号を書き込む機能について、「各種の音楽記号だけではなく、自分で作った記号も書き込めると便利」という要望があった。
- 動画や音声との関連付けについて、「とても有用そう」という意見を得た。特に調査対象の中には合奏の録音ファイルを web で共有している者もおり、関連付けを行えると助かる、との意見を得た。
- 「古い情報は新しいものに置き換わって使えなくなることがよくあるので、特定の期間 内に投稿されたコメントだけ表示したい」

3.3 考察

結果から、本研究で提案する手法はアンサンブル奏者にとって有用であり肯定的に受け入れられるものであることが明らかになった。

また 1.4 節で述べた 3 つのアプローチについてそれぞれ考察する。「web 上で遠隔非同期」に関しての意見をまとめると「アンサンブル活動以外が忙しく、メンバーのスケジュールがなかなか合わない場合に非常に助かる」という。今回の予備調査で対象となった被験者の中には、主に弓順の統一を目的として設置したブログに、弓順を書き込んだ楽譜の画像をアップロードするといった取り組みを行っている者がいた。この場合本システムを用いることで手間の削減に繋がり、議論ではない単なる情報の伝達には web 上で遠隔非同期というアプローチは強力に効果を発揮するものと考えられる。

「楽譜上の書き込みで議論」については高い評価を得た。これまで音楽表現の議論をする にあたっては、実際に会って発言しあうか既存のテキストベースのシステムで書き込みあう かしかなかったので斬新であるとの意見も得られた。

「グラフィカルなアーティキュレーションの提示」についても有用性の高さが示された。色 やテクスチャによる表現よりも、形による音量の変化の表現に関する評価の声が多かった。

 $^{^\}dagger$ 弓順:弦楽器を演奏する際の弓の動き。複数人で同じフレーズを演奏する際には、見た目の美しさからアップ (上げ弓) とダウン (下げ弓) を揃える必要がある。

第4章 音楽表現に関する遠隔非同期な議論を支 援するシステム

4.1 システム概要

本システムはアンサンブルにおける奏者らによる音楽表現の議論を、webを介して遠隔非同期に行うためのものである。webブラウザ上で動作し、アンサンブル奏者が練習時間外に主として自分のPCから議論に参加することを想定している。ユーザは練習中の楽曲の楽譜の特定の箇所に対して自分のコメント(意見)を投稿したり、他の人が投稿したコメントに対して返信することができる。また、議論を進めて結論に至った事柄を楽譜上に具体的な記号として書き込むため、一般的な音楽記号を楽譜に書き込む機能を設けた。更に、テキストベースのシステムでは表現が難しかった音やフレーズの音量変化・色のイメージをグラフィカルに表現するインタフェースを設計した。

本システムの機能概略を図4.1 に示す。楽譜がベースとなり、楽譜に対してコメントを投稿 したり音楽記号を書きこんだりする。投稿するコメントにはテキストによるメッセージの他、 ユーザの考えるアーティキュレーションや参考となる YouTube の動画を含めることができる。

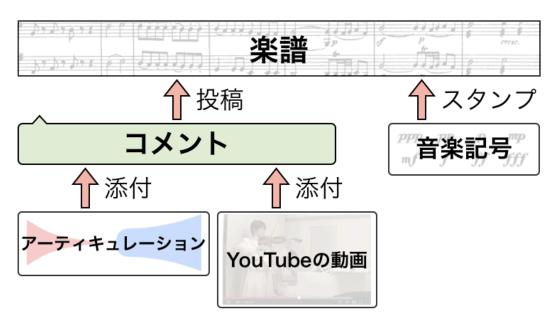


図 4.1: システム概要

4.2 画面構成



図 4.2: 音楽表現に関する遠隔非同期な議論を支援するシステム 画面構成

本システムのインタフェースはツールパレット (図 4.2:A)・ヘルパー (図 4.2:B)・楽譜 (図 4.2:C) から構成される。楽譜上にはコメントエリア (図 4.2:D) やコメント (図 4.2:E) などが、システムの状態に応じて表示される。

ツールパレット

画面左端にはツールパレット (図 4.2:A) が常に配置され、ユーザがクリックすることでシステムの機能の切り替えを行う。view はコメントの閲覧モードに、post は新規コメントの投稿モードに、stamp は音楽記号の書き込みをするためのモードに、それぞれ移行する。3 つのボタンはマウスオーバーすることで簡単な説明が表示される (図 4.3)。



図 4.3: ツールパレットマウスオーバー時の説明

ヘルパー

画面上端にはヘルパー (図 4.2:B) が常に配置され、ユーザの行うべき操作のアドバイスを表示する。ツールパレットをクリックしたときやコメントを編集するときなどに、ユーザがどのような操作を行うと何が起こるのかを簡単に説明する。

楽譜

ツールパレットとヘルパー以外の部分には楽譜 (図 4.2:C) が配置されている。楽譜上にはコメントや音楽記号・図形など書き込みなどが重畳的に表示される。楽譜上でコメントのある箇所 (コメントエリア) には赤色透明の矩形 (図 4.2:D) が表示され、クリックすることでコメント (図 4.2:E) の表示・非表示を切り替える。

4.3 各種機能の設計

4.3.1 楽譜上のコメント

音楽表現についての議論をするに際して、テキストによる意見のやり取りは必要不可欠なものである。本研究では楽譜上の特定の箇所とコメントとを対応付けることによって、従来の議論では有り得た「楽譜上のどの小節・どの音符についての話なのか分からない」、「web 掲示板などのテキストベースのシステムでは楽譜上の特定箇所の説明に手間がかかる」といった問題を解決する。

新規コメントエリアの作成

ユーザはツールパレットの post をクリックすることで、新規コメントの投稿モードに移行する (図 4.4:左)。このときヘルパーには「楽譜上をドラッグしてコメントするエリアを決めます。」と表示される。楽譜上のコメントをしたい箇所でドラッグをすると赤色透明の矩形が描画され (図 4.4:中)、ドラッグを終えるとコメントエリアが決定されると同時にコメント編集バルーンが表示される (図 4.4:右)。このとき作成しようとしたコメントエリアの幅と高さが共に10pixel 未満の場合は、ヘルパーに「作成しようとしたコメントエリアが小さすぎます」と表示され、コメントエリアの作成は行われない。

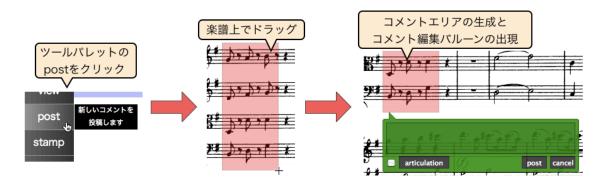


図 4.4: 新規コメントエリアの作成とコメント編集バルーン

コメントの編集と投稿

コメント編集バルーンはテキストメッセージの入力欄と、articulation のチェックボックスとボタン、cancel・post ボタンから構成されている。テキストメッセージには通常のプレーンテキストが入力可能な他、HTML タグによる装飾も可能である。articulation ボタンをクリックするとアーティキュレーション編集ダイアログが出現する(アーティキュレーションの詳細は4.3.3 節にて述べる)。cancel ボタンをクリックするとコメント編集バルーンが消える。post ボタンをクリックするとテキストメッセージが投稿され、その際 articulation ボタン左のチェックボックスにチェックが入っている場合には編集したアーティキュレーションをコメントに含めて投稿する。

コメントの閲覧

投稿されたコメントは赤色の矩形のコメントエリアとして楽譜上に表示され、エリア内をクリックすることでそのエリアに投稿されたコメントの表示・非表示が切り替わる。コメントに返信があった場合は、下に連なって表示される(図 4.5)。コメントをマウスオーバーすると reply・delete ボタンが表示される。reply ボタンをクリックするとコメントの下にコメント編集バルーンが表示され、delete ボタンをクリックするとそのコメントを本当に削除するかどうかの確認ダイアログが出現する。

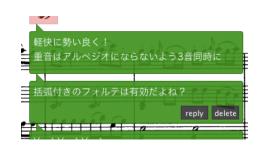


図 4.5: コメントの連なりとコメントのボタン

4.3.2 音楽記号の書き込み

多くのアンサンブルにおいて、奏者らの議論によって統一された音楽表現は楽譜に何らかの形で書き込まれる(図 4.6 に例を示す)。テキストとして書き込まれることもあるが、音楽記号やマークとして書き込まれることが多い。これは熟達した奏者にとっては文書よりも音楽記号やマークのほうが一目見ただけで理解しやすく、演奏時の再現が容易であるからだと考えられる。また一度結論の出た音楽表現についても、外部からのアドバイスなどによって再度議論が行われることもある。そこで本システムではユーザが音楽記号の書き込みを行う機能を提供する。



図 4.6: 実際の楽譜に書き込まれた音楽記号やテキストの例

ユーザはツールパレット (図 4.2:A) の stamp をクリックすることで、楽譜上へ書き込みが可能な音楽記号が並んだスタンプパレット (図 4.7) が表示される。このときヘルパーには「記号クリックすると楽譜上にその記号を書き込むモードになります。」と表示される。パレットの中から記号をクリックするとその記号が選択された状態になり、楽譜上でクリックすることでその記号をスタンプのように書き込むことが可能になる (図 4.8)。

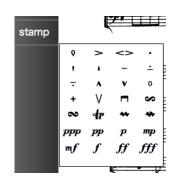


図 4.7: スタンプパレット

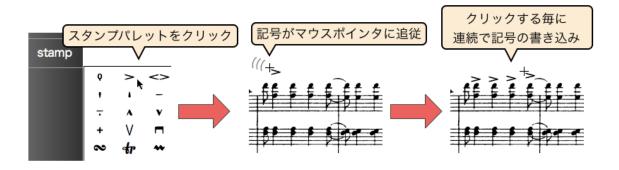


図 4.8: スタンプ機能の振舞い

4.3.3 アーティキュレーションの提示

音楽表現の議論においては、音量・音程・音の持続時間などといった具体的なものから、質感・風景・場面などといった抽象的なものまでもが議論の対象となる。本研究ではこのうち音量・音程・音の持続時間などといった具体的なものの新たな表現手法を提案する。

ユーザがコメント編集バルーンの articulation ボタンを クリックすると、アーティキュレーション編集ボックス (図 4.9) が表示される。ここでユーザは図 1.1 に示すような音量の変化・色のイメージを編集し、コメントに含めて投稿することができる。本システムで提示可能なアーティキュレーションのグラフィックは左端がアタック (音の鳴り始め)、右端がリリース (音の鳴り終わり) に対応付けられ、時間軸に沿った音量の変化を視覚的に示すことができる。

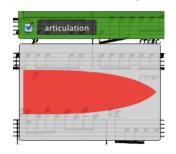
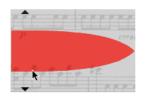


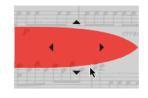
図 4.9: アーティキュレーション編 集ボックス

アーティキュレーションの編集

本システムではアーティキュレーションの全ての編集はドラッグ操作を使って変形・変色を行うことができる。アーティキュレーション編集ボックスをマウスオーバーするとマウスのx座標によって場合分けされた異なるガイドが表示される(図 4.10)。ガイドが左に表示されている状態(図 4.10:左)でマウスを上下にドラッグすると、アタックに対応される左端が連続的に変形する(図 4.11)。同様にガイドが右に表示されている状態(図 4.10:右)でマウスを上下にドラッグすると、リリースに対応される右端が連続的に変形する(図 4.12)。ドラッグ中のマウスの移動量とアーティキュレーションの形状の変化の対応は 5.3.3 節にて詳しく述べる。

また、ガイドが中央に表示されている状態 (図 4.10:中央) でマウスを上下左右にドラッグすることで、アーティキュレーションの色を連続的に変化させることができる。ドラッグ中はマウスを上に動かすと明度が上がり白色に近づいていき、下に動かすと明度が低くなり黒色に近づいていく (図 4.13)。左右に動かすと色相が変化し、赤-橙-黄-緑-水-色-青-紫-赤…というように滑らかに色を変化させることができる (図 4.14)。





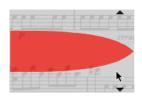


図 4.10: アーティキュレーション編集ボックスに表示されるガイド











図 4.11: アーティキュレーション アタック (音の鳴り始め) の変形











図 4.12: アーティキュレーション リリース (音の鳴り始め) の変形



図 4.13: アーティキュレーション 明度の変化

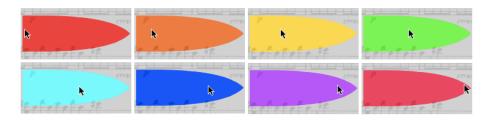


図 4.14: アーティキュレーション 色相の変化

アーティキュレーションの投稿と閲覧

コメントにアーティキュレーションを含めたい場合は、コメント編集バルーンの articulation ボタン左のチェックボックスにチェックを入れた状態で post ボタンをクリックする。アーティキュレーションが含まれたコメントは図 4.15 のようにテキストの下に配置される。



図 4.15: コメントに含まれたアーティキュレーション

4.3.4 動画等のメディアの投稿

ある楽曲の音楽表現には、特にクラシックの分野においてはセオリーや一般的な解釈が存在したり、作曲者の生い立ちが深く関わってくる(例えば、楽譜上は同じ構造でも作曲者の出身がイタリアであるかドイツであるかによって全く違う演奏になる)。すなわち奏者らは楽譜と向きあうだけではなくて作曲・編曲の背景を調べるなり、過去の同じ楽曲の演奏を参考として視聴するなり、音楽の学術的な知識を得るなりする必要がある。本システムではこのことを支援するため、web 上にある画像・音声・動画等のメディアを投稿することができる。投稿されたコメントに画像や音声の URL が含まれる場合は自動変換して表示される (図 4.16)。また YouTube の動画の埋め込みコードを貼り付けることでもコメントにメディアを含めることができる (図 4.17)。







図 4.17: YouTube の動画が含まれたコメント‡

[†]画像 URL: http://pds.exblog.jp/pds/1/200709/26/49/c0120649_15195935.jpg ‡動画 URL: http://www.youtube.com/watch?v=_N1MWv9bW6Q

第5章 実装

5.1 開発環境

開発言語はクライアントサイドに HTML5 / CSS3 / JavaScript を、サーバサイドに PHP5 を、データベースの操作に MySQL を使用し、web ブラウザ上で動作するアプリケーションとして実装した。また、実装の効率化のため JavaScript のライブラリとして jQuery を用いた。web アプリケーションのデバックには Google Chrome バージョン 23 を使用した。開発には Mac OS X 10.6.8 の入った MacBook Air(11 インチモデル) を用いた。

5.2 システム構成

システムの構成を図 5.1 に示す。ユーザが web ブラウザからシステムを起動すると、サーバからコメントエリアの情報・コメントの情報・楽譜への書き込みの情報といったデータを読み込む。クライアント側では JavaScript と PHP を介してデータを読み込み、HTML 要素を生成してページに追加したり canvas に描画したりする処理を行う。ユーザがコメントの投稿や音楽記号の書き込みを行うと、サーバにその書き込みの情報が送信される。

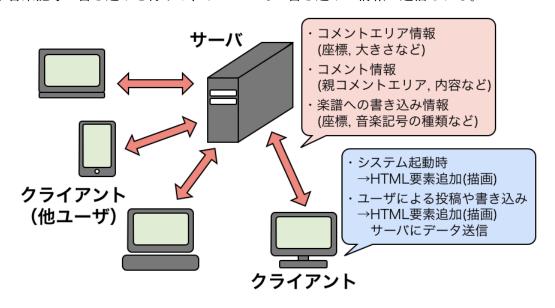


図 5.1: システム構成

5.3 各種機能の実装

システムの画面構成は図 4.2 に示したが、内部の構造は図 5.2 のようになっている。HTML 内では下から順に img 要素、canvas 要素、ul 要素が重なる構造になっており、2 つの ul 要素はそれぞれ region クラスと comment クラスを有している。img 要素に与える楽譜の画像は、今回の実装では予めソースコードに含めるものとする。canvas 要素は img 要素をすべて覆うことができる幅と高さを指定しておく。CSS の設定により li 要素は region クラスを持つ ul 要素の子であればコメントエリアとして、comment クラスを持つ ul 要素の子であればコメントとして表示される。コメントエリアの li 要素には全てユニークにナンバリングされたクラス(以下エリアクラス)を持ち、コメントの li 要素は全て自身の対応するコメントエリアと同じクラスを保有している。

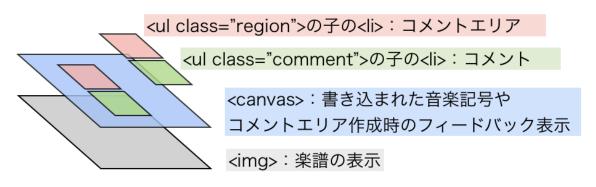


図 5.2: システム内部の階層構造

5.3.1 楽譜上のコメント

新規コメントエリアの作成

ツールパレットから post を選択し新規コメント投稿モードになると、canvas 要素に mousedown イベントがバインドされる。その状態で canvas 上でマウスボタンを押してドラッグを開始すると、canvas 要素に mousemove イベントと mouseup イベントがバインドされる。ドラッグ中にマウスを移動することによってドラッグ中の赤色透明の矩形を動的に描画する。そして mouseup イベントが発生すると、ドラッグ開始座標とドラッグ終了座標に基づいた位置と大きさを持っている li 要素が、region クラスを持つ ul 要素の子に jQuery の.append メソッドによって生成される。このとき、生成されたコメントエリアのユニークなエリアクラス・XY座標・幅と高さ・タイムスタンプといった情報が jQuery の.post メソッドを介して PHP に受け渡され、SQL を発行してデータベースに保存される。

コメントの編集と投稿

コメント投稿バルーンは、テキストエリアとチェックボックスを持つこと以外は通常のコメントと同様に li 要素として comment クラスを持つ ul 要素の子に追加される。新規コメントエリアが生成されると、コメント投稿バルーンがそのコメントエリアと同じエリアクラスを持つ li 要素が comment クラスを持つ ul 要素の子として生成される。また、既存のコメントのreply ボタンがクリックされることによっても、同様に li 要素が生成される。

post ボタンをクリックするとテキストエリアの値とアーティキュレーションの画像が所得され、値のチェックが行われる (アーティキュレーションに関連する実装については 5.3.3 節にて述べる)。テキストエリアの値に JPEG, PNG, GIF 形式の画像が含まれていた場合には、そのパスを src パラメータの値として与えられた img 要素が生成される。またテキストエリアの値に YouTube の埋め込みタグが含まれていた場合には、その iframe 要素の width と hegith パラメータの値が調節される。HTML に li 要素が生成されると共に、生成されたコメントのエリアクラス・テキストメッセージ・アーティキュレーション・タイムスタンプといった情報が jQuery の.post メソッドを介して PHP に受け渡され、SQL を発行してデータベースに保存される。

コメントの閲覧

コメントエリアの li 要素をクリックすると、同じクラスを持つコメントの li 要素の display プロパティの値を "block" と "none" をトグルすることで表示・非表示が切り替わる (図 5.3)。

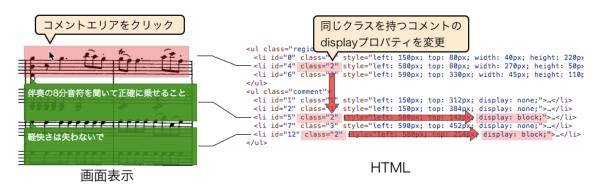


図 5.3: コメントエリア・コメントの HTML 構造と表示の仕組み

5.3.2 音楽記号の書き込み

スタンプパレット (図 4.7) は初期状態ではスタイルの display プロパティの値が "none" になっていることで非表示になっており、ツールパレットの stamp をクリックすると display プロパティの値が "block" になりスタンプパレットが表示される。スタンプパレットの記号をクリッ

クするとコメントエリア及びコメントの li 要素が全て非表示になり、canvas 要素に mousemove イベントと mousedown イベントがバインドされる。図 4.8 に示したとおり、canvas 上でマウスポインタを動かすと選択中の記号がマウスポインタに追従して表示され、クリックすることで canvas に記号が書き込まれる。canvas に描かれる音楽記号は、drawImage メソッドを使ってスタンプパレットに表示されている透過 PNG 形式の画層の一部分を切り出し canvas に描画している。この時同時にサーバにも書き込まれた記号の種類・座標・タイムスタンプといった情報がデータベースに保存される。そしてシステムを起動した際にこれらスタンプのデータが読み込まれ、canvas に描画される。

5.3.3 アーティキュレーションの提示

アーティキュレーション編集ボックス (図 4.9) はコメント投稿バルーンの子に 180x120pixel の canvas 要素を持つ div 要素として挿入されている。アーティキュレーションの形状は直線のパスを描く lineTo メソッドと二次ベジエ曲線のパスを描く quadraticCurveTo メソッドを用い、最後に fill メソッドによって閉じたパス内を塗りつぶして描画している。内部ではアタック・リリース・明度・色相を示す整数型の変数が保持されており、値の範囲によって条件分岐されて形状や色が決定される。

アーティキュレーションの編集

アーティキュレーションの canvas 上でマウスボタンが押されると、ページ全体の範囲である document に mousemove イベントと mouseup イベントがバインドされ、マウスボタンが離されるまでマウスポインタの移動量に応じた変数の増減と canvas の再描画を行う (図 5.4)。ドラッグ中は mousemove イベントの発生ごとにマウスポインタの移動量が符号付きの整数で取得され、1pixel の移動に対して変数は 1 増減する。アタックを決定する変数 atk は最小値 0・最大値 90 で、この範囲を超えないよう値が調節される。リリースを決定する変数 rls は最小値 0・最大値 120 で、この範囲を超えないよう値が調節される。変数 atk と変数 rls によってアーティキュレーションの形状は図 5.5 と図 5.6 に示すように連続的に変化する。図中の変数 articcon は HTML canvas のコンテキストであり、メソッドはそれぞれ以下の機能を持つ。

- moveTo(x,y)…パスの始点を(x,y) に設定する
- lineTo(x,y)…現在の点から(x,y) に直線を引く
- quadraticCurveTo(x₁, y₁, x₂, y₂)…現在の点から (x₁, y₁),(x₂, y₂) を制御点とする 2 次ベジ エ曲線を引く

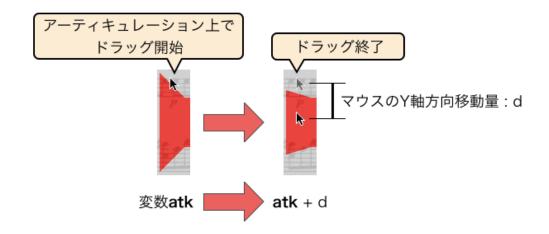


図 5.4: アーティキュレーション編集ボックス内でのドラッグによるアタックの変化

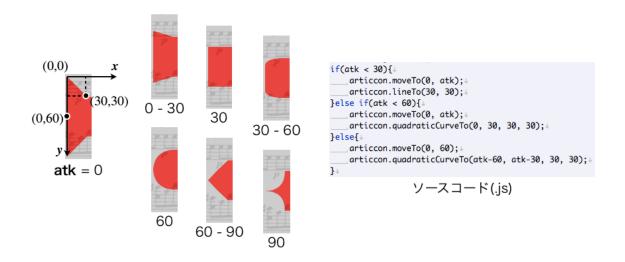


図 5.5: 変数 atk に対するアーティキュレーションの形状の変化

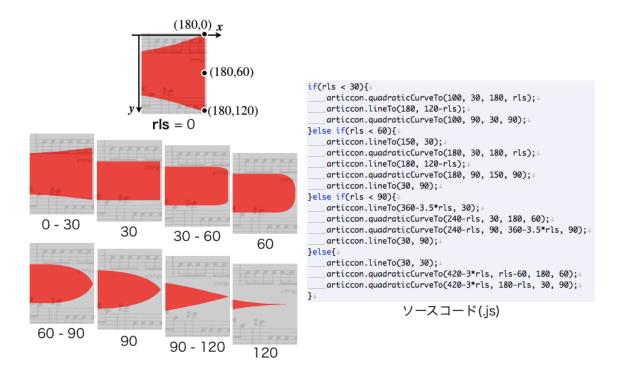
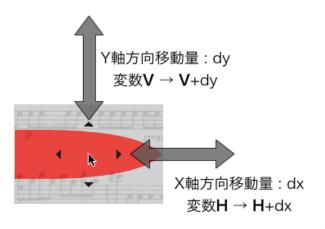


図 5.6: 変数 rls に対するアーティキュレーションの形状の変化

アーティキュレーション編集ボックスの中央をドラッグした際に変化する色相と明度も同様に、マウスポインタの移動量に応じて変数が増減する (図 5.7)。色相を決定する変数 H は最小値 0・最大値 383 で、この範囲を超えた場合は両境界値がループするように値が調節される。明度を決定する変数 V は最小値 0・最大値 144 で、この範囲を出ないよう値が調節される。変数 H と変数 V によってアーティキュレーションの RGB 値は図 5.9 と図 5.8 に示すように連続的に変化する。まず先に変数 H に応じて RGB 値が求められ、その後変数 V に応じてその RGB に補正が加わる。変数 V が 0 なら変数 H の値に関わらず白 $RGB=\{255,255,255\}$ に、変数 V が 144 なら黒 $RGB=\{0,0,0\}$ になる。



RGB値 255 0 64 80 144**変数V**

図 5.8: 変数 V に対する RGB 値の変化

図 5.7: アーティキュレーション編集ボックス内 でのドラッグによる変数の変化

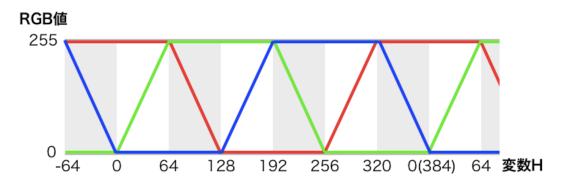


図 5.9: 変数 H に対する RGB 値の変化

アーティキュレーションの投稿と閲覧

articulation ボタン左のチェックボックス (図 4.9) にチェックされた状態で post ボタンがクリックされると、アーティキュレーション編集ボックス内の canvas に描画されている図形をtoDataURLメソッドによって Base64 形式に変換し、文字列としてデータベースに保存される。コメント描画の際にテキスト内にアーティキュレーションを表す文字列が存在した場合、その文字列を img 要素の src パラメータの値として渡し、PNG 形式の画像に変換して表示している。

5.3.4 動画等のメディアの投稿

コメント投稿バルーンの post ボタンが押されるとテキストエリア内のメッセージを取得し、YouTube の動画が含まれているか・画像 (PNG, JPEG, GIF 形式など) が含まれているかによって文字列の置換が行われる。置換によって、コメントの li 要素生成の際に動画はサイズが調整された iframe タグとしてコメントに挿入される。画像の場合は img タグの src パラメータの値として渡されて表示される。動画と画像のいずれかが含まれた場合でも、それらのメディアの幅はコメントの横幅 (300pixel) に揃えられ、さらにコメントの height を変更することで適切な表示になるようにしている。

第6章 評価

本研究で実装したシステムの有用性を検証するため、実際のアンサンブル奏者を対象とした試用実験を行った。

6.1 実験方法

被験者

19-22 歳の大学生6名(男性5名・女性1名)。被験者はいずれも日常的にPCでブラウジングを行っており、3年間以上のアンサンブル経験を持つ者であった。

実験環境

MacBook Air(11 インチモデル) と Dell MS111 USB 3 ボタン光学式マウスを用い、被験者の隣で筆者が観察する形で実験を行った。システム利用のための web ブラウザには Google Chrome バージョン 23 を使用した。楽譜は IMSLP[†]で無償配布されている楽譜から W.A.Mozart 作曲の弦楽五重奏曲 Eine Kleine Nachtmusik(アイネ・クライネ・ナハトムジーク) を使用した。

手順

はじめに本研究の目的と本システムのインタフェース・各機能の操作方法を 5 分程度で説明した。その後 20 分程度を使い、被験者に以下のタスクをこなしてもらった。

- 新規コメントの投稿
- 投稿されたコメントへの返信
- アーティキュレーションの編集と投稿
- 楽譜上への音楽記号の書き込み

被験者には時間が20分を超えた場合でも、最初に説明した各機能をひと通り使ってもらうよう指示した。時間が余った場合は自由にシステムを試用してもらい、その後アンケート(後述)に回答してもらった。

[†]IMSLP: International Music Score Library Project(国際楽譜ライブラリプロジェクト)。無料で使用できる楽譜などのバーチャルな図書館を作成しようとする、インターネット上のプロジェクト。

アンケート

アンケートではまず「年齢・性別・アンサンブル歴(年)」に答えてもらった。また以下の10項目についてそれぞれ1から7の7段階(1が非常に悪い・4がどちらともいえない・7が非常に良い)で評価してもらった。

- (A) (既存のテキストベースのシステムではなく)楽譜上にコメントを投稿することで議論 がしやすくなるか
- (B) 新規コメントの投稿の操作はやりやすいか
- (C) 既にあるコメントに返信する操作はやりやすいか
- (D) アーティキュレーションを用いると議論がしやすくなるか
- (E) アーティキュレーションの形を変える操作はやりやすいか
- (F) アーティキュレーションの色を変える操作はやりやすいか
- (G) stamp を用いると議論がしやすくなるか
- (H) stamp の操作はやりやすいか
- (I) YouTube の動画を貼ることで議論がしやすくなるか
- (J) システム全体を通して、自分のアンサンブル活動の中でこのシステムを使ってみたいか

最後にシステム全体についての提案・要望・改善案などや感想を自由に述べてもらった。

6.2 実験結果

指定したタスクについては、被験者 6 人全員が時間内に終了することができた。 上記 (A) から (J) のアンケート 10 項目の回答を図 6.1 に示す。 その他の自由回答で述べてもらった意見を以下に列挙する。

- 楽譜上にコメントを書き込むという手法は非常に有用性が高いと思う。
- アーティキュレーションの変形について、音の長さも編集したい。また、端が完全な尖った角なのか丸角なのかといった繊細な操作が難しい。
- アーティキュレーションの変色について、自分の狙った色にするためにどの程度ドラッグすればいいのかわからない。また、パレットに主要な色の候補を並べておいて選択する方式でいいと思う。
- 投稿されたコメントに含まれているアーティキュレーションをクリックすると、その形 を反映したサウンドが鳴るといいかもしれない。
- stamp機能は、既に決定した事項を伝達・周知する目的には非常に有用。
- stamp をユーザごとに色分けをして誰の意見かわかりやすくすると議論しやすそう。
- コメントを議論で意見をもとめている状態と決定したので自分の楽譜に書きこんでほしい状態の目的別で色を分けるとよさそう。

項目\被験者	i	ii	iii	iv	٧	vi	平均
(A)楽譜上のコメントの有効性	7	5	7	7	6	7	6.5
(B)新規コメント投稿の操作	7	7	6	6	7	6	6.5
(C)コメント返信の操作	6	7	7	6	5	7	6.33
(D)articulationの有効性	6	7	6	6	6	5	6.0
(E)articulationの変形操作	7	5	6	7	6	7	6.33
(F)articulationの変色操作	6	4	3	5	4	6	4.67
(G)stampの有効性	5	7	6	6	6	6	6.0
(H)stampの操作	7	6	6	6	5	6	6.0
(I)YouTubeの動画の有効性	7	7	5	7	6	7	6.5
(J)システムを利用したいか	6	6	7	7	5	7	6.33

図 6.1: アンケート結果

- 音楽理解のためにもコード進行を書き込む機能があるととても嬉しい。
- 最新の変更履歴が見れると便利。
- コメントを誰が書いたかなどの情報が欲しい。
- 楽譜上にコメント及びコメントエリアが増えると煩雑になってしまう。細かい音符や記号を1ヶ所1ヶ所修正する必要がある場合は面倒。
- コメントのボタンと書いてある文字が小さくてちょっと見づらい。
- システム全体について、あまり練習する時間がないときにはありがたい。是非使ってみ たい。

6.3 考察と議論

図 6.1 のアンケート結果と自由回答から読み取ることのできる考察を以下に挙げる。また、被験者実験で得られたコメントや音楽記号の書き込みの例を図 6.2 から図 6.7 までに示す。

- コメント機能に関しては有効性と操作方法ともに平均が6を超え、高い評価を受けたと言える。操作に慣れた被験者は実験の時間内に10以上のコメントを投稿していた。実験結果や実験の観察から、楽譜に対してコメントをするというアプローチはアンサンブル奏者にとって有用性が高いと考えられる。特殊な使い方として図6.5のように楽譜のタイトル部分にコメントを投稿したり、図6.7のように楽譜の余白にコメントを投稿していた被験者がいた。
- アーティキュレーションに関しては、有効性と変形操作についてはともに平均が6以上であったが、色を変える操作は平均が4.67と唯一6を下回る結果となった。アーティキュレーションの表示については、一言説明すると被験者全員が意味を理解したため、

有用性については問題ないと考えられる。変形操作については「直感的な操作で連続的な変化が見て取れておもしろい」というポジティブな意見から「細かい形の調整がしづらい」というネガティブな意見まで様々であった。変形操作はアーティキュレーションそのものの変形以外にフィードバックがあると良いかもしれない。また色を変える操作については評価が高いとは言えず、改善の余地が大きい。アーティキュレーションの編集を全てドラッグ操作に統一する必要はなかったと言える。また、アーティキュレーションの特殊な使い方として図 6.5 のように曲のタイトルから連想される形や色を投稿した被験者もいた。

- stamp に関しては有効性・操作方法ともに平均が 6.0 と、概ね高い評価を得た。全体を通して「議論をする際にはあまり必要性は高くないが、伝達や周知の目的には非常に有効」という意見であった。図 6.6 に示す使用例のように、弓順などの議論そのものとは関連性が薄く、確実に周知しておく必要のあるものが多く書き込まれた。便利であることが明らかな機能なので、stamp の種類や色などを増やすとその分使えるシステムになるものと思われる。
- YouTube の動画の利用に関しては平均が6.5 となり、このような高い結果が得られたのは被験者全員が音楽理解のためにはただ楽譜と向きあうだけではなく、他の団体の演奏を知る必要があるという認識であったためだと考えられる。動画の使用例としては、図6.7[†]のように自分の好みの演奏を他のユーザに紹介する形で投稿する被験者がいた。動画の投稿に関しては、楽譜上の特定の箇所に対して投稿する必然性は薄いため、現在の実装と異なるより良いインタフェースを考えていきたい。
- システムをアンサンブル活動の中で利用したいかについては平均が6.33 となり、アンサンブル活動を行う者からの需要は十分にあると言える。ただしこれに関しては多くの被験者が「練習する機会が少ない場合には使いたい。しかし直接会って議論できる時間が十分ある場合はそのほうが良い」との意見を述べた。アーティキュレーションやYouTube との関連付けといった web システムならではの機能をより充実させることで、更なる高い評価に繋がるものと考えられる。

[†]動画 URL: http://www.youtube.com/watch?v=Qb_iQBgzU-I



図 6.2: 被験者が投稿したコメント例 (1)



図 6.3: 被験者が投稿したコメント例 (2)

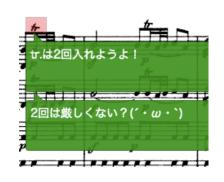


図 6.4: 被験者が投稿したコメント例 (3)

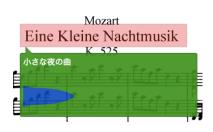


図 6.5: 被験者が投稿したコメント例 (4)



図 6.6: 被験者が投稿したコメントと書き込んだ音楽記号例



図 6.7: 被験者が投稿したコメントと YouTube の動画例

第7章 結論

本研究では、アンサンブル活動における音楽表現に関する議論を練習以外の時間にも行えるようにするシステムを開発した。システムを設計するにあたり、web 上で遠隔非同期式のシステム・楽譜のコンテキストに則した議論の進行・グラフィカルなアーティキュレーションの提示といった3つの新しいアプローチを提案した。アプローチの有効性を検証するために予備調査を行い、多くの意見や賛同を得ることができた。予備調査から得られた知見に基づいて、音楽表現に関する遠隔非同期な議論を支援するシステムをwebアプリケーションとして実装した。

実装したシステムの有用性を評価するため、実際のアンサンブル奏者を対象とした試用実験を行った。実験に協力いただいた6名の被験者から、システムの各機能についての評価と、細部・全体を問わず自由な意見を述べてもらった。その結果からシステムの実用性は十分であることが示され、また将来的な課題や展望も浮かび上がらせることができた。

今後は予備調査で得られた提案のうち今回は実装を見送った機能を実装し、試用実験から得られた知見や課題をもとに設計を見直すなどして、システムの拡張を行う予定である。また、実際のアンサンブル活動の中で期間を設けて長期的に本システムを使用してもらい、他のシステムと比較するといったより実態に則した実験を行いたいと考えている。

謝辞

本研究を進めるにあたり、指導教員である高橋伸准教授、田中二郎教授をはじめ、三末和男准教授、志築文太郎准教授には大変貴重なご意見をいただきました。ここに深く御礼申し上げます。また、インタラクティブプログラミング研究室の皆様には日常生活の中で様々なご意見をいただきました。特にユビキタスチームの皆様には、ゼミ以外にも研究生活全体にわたって数多くのご意見やご指摘をいただきました。心より感謝いたします。そして生まれ故郷から離れた地で大学生活を送るにあたって、困ったときに支えとなった家族に感謝の意を表します。最後に、大学生活を共に過ごした情報科学類の友人や筑波大学管弦楽団の先輩・同期・後輩の皆様、学生生活を送る中でお世話になったすべての方々に心より感謝いたします。皆様一人ひとりのおかげで、非常に楽しく実りのある超エキサイティンな大学生活を送ることができました。本当に、ありがとうございました。

参考文献

- [1] Rencon (performance RENdering piano Contest). http://renconmusic.org/
- [2] 緒方浩明. 1998. 技術解説 グループウェア・CSCW の研究動向. 教育システム情報学会誌, VOL.15, No.2, 1998, Pages 102-104.
- [3] Skype: http://www.skype.com/
- [4] V-CUBE (nice to meet you): http://www.nice2meet.us/
- [5] Adobe Reader: http://www.adobe.com/jp/products/reader.html
- [6] PDF-XChange Viewer: http://www.tracker-software.com/product/pdf-xchange-viewer
- [7] Jeffrey Heer, Fernanda B. Viegas, and Martin Wattenberg. 2007. Voyagers and voyeurs: supporting asynchronous collaborative information visualization. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '07). ACM, Pages 1029-1038.
- [8] Julien Phalip, Ernest A. Edmonds, and David Jean. 2009. Supporting remote creative collaboration in film scoring. In Proceedings of the seventh ACM conference on Creativity and cognition (C&C '09). ACM, Pages 211-220.
- [9] Umer Farooq, John M. Carroll, and Craig H. Ganoe. 2005. Supporting creativity in distributed scientific communities. In Proceedings of the 2005 international ACM SIGGROUP conference on Supporting group work (GROUP '05). ACM, Pages 217-226.
- [10] J. J. Cadiz, Anop Gupta, and Jonathan Grudin. 2000. Using Web annotations for asynchronous collaboration around documents. In Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW '00). ACM, Pages 309-318.
- [11] Sean E. Ellis and Dennis P. Groth. 2004. A collaborative annotation system for data visualization. In Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces (AVI '04). ACM, Pages 411-414.
- [12] BLOGOS: http://blogos.com/
- [13] P. Bellini, P. Nesi, and M. B. Spinu. 2002. Cooperative visual manipulation of music notation. ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI) Volume 9 Issue 3, September 2002, Pages 194-237.

- [14] A. A. Sawchuk, E. Chew, R. Zimmermann, C. Papadopoulos, and C. Kyriakakis. 2003. From remote media immersion to Distributed Immersive Performance. In Proceedings of the 2003 ACM SIGMM workshop on Experiential telepresence (ETP '03). ACM, Pages 110-120.
- [15] Demosthenes Akoumianakis, George Vellis, Ioannis Milolidakis, Dimitrios Kotsalis, and Chrisoula Alexandraki. 2008. Distributed collective practices in collaborative music performance. In Proceedings of the 3rd international conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts (DIMEA '08). ACM, Pages 368-375.
- [16] 平田 圭二. 2004. 事例に基づく音楽デザイン支援ソフト Music Resonator について. 人工 知能学会全国大会, Vol.18, 2004, Pages 1E3-06.
- [17] 松原 正樹, 諏訪 正樹, 斎藤 博昭. 2012. インタラクティブな楽譜色付けによるオーケストラスコア理解支援システム. 人工知能学会論文誌, Vol.27, No.5, Pages 281-295.