

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科特定課題研究報告書

演奏情報と楽譜情報の
対応付けシステムの開発
—対応付けに関連する機能及び楽譜表示機能の実現—

島村祐介

(コンピュータサイエンス専攻)

指導教員 三末和男

2010年 3月

概要

音楽情報学の研究，特に，協調演奏に関する研究では，演奏情報と楽譜情報の対応付けの精度や演奏情報の編集効率に課題を抱えている．また，演奏分析に関する研究では，分析作業の効率に課題を抱えている．それらの課題を解決するために，筆者は4人のメンバーでプロジェクトを構成し，演奏情報と楽譜情報の対応付け機能や演奏情報の編集・分析機能を備えたシステム **Concerto** を開発した．

本プロジェクトでは，音楽情報学の研究分野の進歩に役立つシステムを開発することを目的としている．更に，本プロジェクトで開発した **Java** クラスライブラリは，今後，外部へ公開することを予定している．

Concerto は「楽譜情報に関する機能」，「演奏情報に関する機能」，「対応付け情報に関する機能」，「演奏分析に関する機能」の4つの機能を備えている．筆者は，「対応付け情報に関する機能」のうちの対応付け情報の読み込み，保存及び表示機能の開発と「楽譜情報に関する機能」の開発を主に担当した．

開発したシステムの評価を行った．その結果，演奏情報と楽譜情報の対応付けに関しては，正確性の高い対応付けが可能であることが分かった．そして，演奏情報の編集作業や演奏情報の分析作業に関しては，作業が効率化することが分かった．これらの結果より，本システムは，当初の課題の解決に有効であることが分かった．

目次

第1章 序論	1
1.1 担当範囲について	1
1.2 本報告書の構成	1
第2章 現状の課題とその解決法	2
2.1 協調演奏研究と演奏分析研究の現状と課題	2
2.1.1 水谷研究室での研究の位置づけ	2
2.1.2 前提知識	3
2.1.3 協調演奏研究の現状と課題	4
2.1.4 演奏分析研究の現状と課題	7
2.2 課題の解決方法について	9
2.2.1 協調演奏研究についての課題の解決方法	9
2.2.2 演奏分析研究についての課題の解決方法	9
2.3 システム化による効果	11
第3章 システムの概要	12
3.1 システムの利用イメージ	12
3.2 本システムに必要なハードウェア構成	14
3.3 ソフトウェア構成	15
3.4 Concerto の構成	16
3.5 機能要件	17
3.5.1 楽譜情報に関する機能	17
3.5.2 演奏情報に関する機能	18
3.5.3 対応付け情報に関する機能	20
3.5.4 演奏分析に関する機能	23
3.6 非機能要件	24
3.7 担当範囲	25
3.8 開発スケジュール	26
第4章 システムの要件定義	27
4.1 要件定義工程の実績	27
4.2 工夫点	27
4.3 反省点	27
第5章 システムの設計	28
5.1 設計工程の実績	28
5.2 楽譜表示コンポーネントの設計方針	28
5.3 対応付けコンポーネントの設計方針	29
5.4 工夫点	29
5.5 反省点	30
第6章 システムの実装	31
6.1 実装工程の実績	31
6.2 工夫点	31

6.3 反省点	32
第7章 システムのテスト	33
7.1 テスト工程の実績	33
7.2 テスト方法	33
7.3 工夫点	33
7.4 反省点	33
第8章 プロジェクト全体を通して	34
8.1 スケジュール	34
8.2 工夫点	35
8.3 反省点	35
第9章 システムの評価	36
9.1 対応付けの精度の評価	36
9.1.1 評価方法	36
9.1.2 実験結果	36
9.1.3 考察	37
9.2 演奏情報の編集作業の効率の評価	38
9.2.1 評価実験	38
9.2.2 実験結果	38
9.2.3 考察	39
9.3 演奏情報の分析作業の効率の評価	40
9.3.1 評価実験	40
9.3.2 実験結果	40
9.3.3 考察	40
9.4 その他の評価	41
9.4.1 開発担当範囲の評価	41
9.4.2 リアルタイム性に関する評価	41
第10章 結論	42
謝辞	43
参考文献	44
付録	45

図目次

図 2-1	音楽情報学研究及びその中における水谷研究室での研究の位置づけ	2
図 2-2	協調演奏実験の基本的な流れ	5
図 2-3	演奏分析研究の基本的な作業の流れ	8
図 2-4	システム化後の演奏分析研究の基本的な作業の流れ	10
図 3-1	協調演奏システムにおける本システムの利用	12
図 3-2	演奏分析における本システムの利用イメージ	13
図 3-3	ハードウェア構成	14
図 3-4	ソフトウェア構成	15
図 3-5	Concerto の構成	16
図 3-6	楽譜情報の表示	17
図 3-7	演奏情報の表示	18
図 3-8	対応付け情報の表示	20
図 3-9	対応付け情報の拡大表示	21
図 3-10	演奏情報のインターバルの表示	23
図 3-11	協調演奏システム支援アプリケーションの支援範囲	24
図 3-12	開発スケジュール	26
図 8-1	各工程の予定と実績	34

表目次

表 1-1	本プロジェクトの概要	1
表 2-1	演奏情報の一音と楽譜情報の一音の相違点と共通点	3
表 3-1	各メンバーの担当範囲	25
表 4-1	要件定義工程での成果物	27
表 5-1	設計工程での成果物.....	28
表 6-1	システム全体のコード数	31
表 6-2	筆者担当部分のコード数	31
表 7-1	テストコードの実績.....	33
表 9-1	対応付けプログラムのテストデータ	36
表 9-2	バッチ処理の対応付けプログラムの対応付け精度	36
表 9-3	リアルタイム処理の対応付けプログラムの対応付け精度	37
表 9-4	演奏編集実験のタスク遂行時間の平均.....	38
表 9-5	演奏編集実験の t 検定の結果.....	39
表 9-6	演奏分析実験のタスク遂行時間の平均.....	40
表 9-7	リアルタイム性の検証実験を行った PC 環境	41

第1章 序論

音楽情報学に「協調演奏」や「演奏分析」に関する研究分野がある。委託元である水谷哲也講師の研究室では、それらの研究を行っている。委託元では、それらの研究活動に課題を抱えていた。本プロジェクトでは、水谷研究室における研究活動を分析し、それらの研究活動を支援するシステムを提案・開発した。

本プロジェクトは、当初、委託元から実時間演奏情報と楽譜情報を対応付けるプログラムを開発して欲しいという依頼を受け、開始した。しかし、委託元で行われている「協調演奏」や「演奏分析」に関する研究活動を分析していく中で、それらの研究活動を行う研究者が抱える課題を見つけた。そこで、委託元の当初の要求を満たすだけでなく、研究者の抱える課題を解決するシステムを開発する方針に切り替えた。このシステムは、委託元の研究室に所属する研究者はもちろん、協調演奏や演奏分析に関する研究を行っている研究者全般が利用できるシステムを目指す。本プロジェクトの概要を以下の表に示す。

表 1-1 本プロジェクトの概要

プロジェクトの期間	2009年7月～1月
開発体制	島村祐介, 池田勝洋, 付磊, 安江梓 (4名)
開発システムの名称	Concerto (コンチェルト)
開発システムの委託元	国立大学法人筑波大学 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻 水谷哲也講師
開発システムの対象者	音楽情報学の研究者

1.1 担当範囲について

本システムは、「楽譜情報に関する機能」、「演奏情報に関する機能」、「対応付け情報に関する機能」、「演奏分析に関する機能」の4つの機能群に分けることができる。

筆者は、「対応付け情報に関する機能」のうちの対応付け情報の読み込み、保存及び表示機能の開発と「楽譜情報に関する機能」の開発を主に担当した。詳しくは3.7節にて説明する。

1.2 本報告書の構成

第2章では、協調演奏と演奏分析に関する研究を行っている研究者の抱える課題とその解決方法を述べる。第3章では、第2章で述べられた課題を解決するために、提案したシステムについて述べる。第4, 5, 6, 7章では、本プロジェクトで行ってきたシステムの要件定義、設計、実装、及びテストの概要や実績について述べる。また、その時の工夫点や反省点についても述べる。第8章では、プロジェクト全体を通しての工夫点や反省点を述べる。第9章では、システムの評価と考察について述べる。そして、第10章では本報告書の結論について述べる。

第2章 現状の課題とその解決法

本章では、まず水谷研究室で行っている研究の位置づけと前提知識を述べる。その後、協調演奏研究と演奏分析研究に関する研究で行われている作業の現状とその課題について述べる。最後に、挙げた課題の解決方法について述べる。

2.1 協調演奏研究と演奏分析研究の現状と課題

2.1.1 水谷研究室での研究の位置づけ

音楽情報学では、音楽のライフサイクルから大きく分けて「創作」、「伝達」、「聴取」の3つの活動をコンピュータで分析・支援する分野がある[1]。ただし、音楽情報学の研究はこの3つの分野にまたがっている場合も多い。音楽情報学全体の目的としては、主に、「新しい音(音色)、音楽創造」、「再現芸術としての音楽創造」、「音楽そのものの記述と分析」、「音楽知覚に関わる未知の領域の探求」などが挙げられる。[1]を参考にして作成した音楽情報学の研究分野の関係図を図 2-1 に示す。

水谷研究室では、音楽情報学の研究分野の中でも「創作」と「聴取」の分野を対象としており、現在は特に、演奏分析[2]と協調演奏[3]に重点を置いて研究を行っている(図 2-1)。

水谷研究室が行っている演奏分析の研究では、人間の演奏を分析し、人間の演奏の特長をルール化している。最終的には、コンピュータのみで人間的な演奏を作り出すことを目指している。

水谷研究室が行っている協調演奏の研究では、人間のピアノ演奏に合わせてコンピュータが人間的な伴奏を付加するという研究を行っている。あらかじめ人間的な伴奏演奏情報を用意しておき、人間が弾く主旋律に合わせてコンピュータが伴奏演奏情報を弾いていく仕組みになっている。

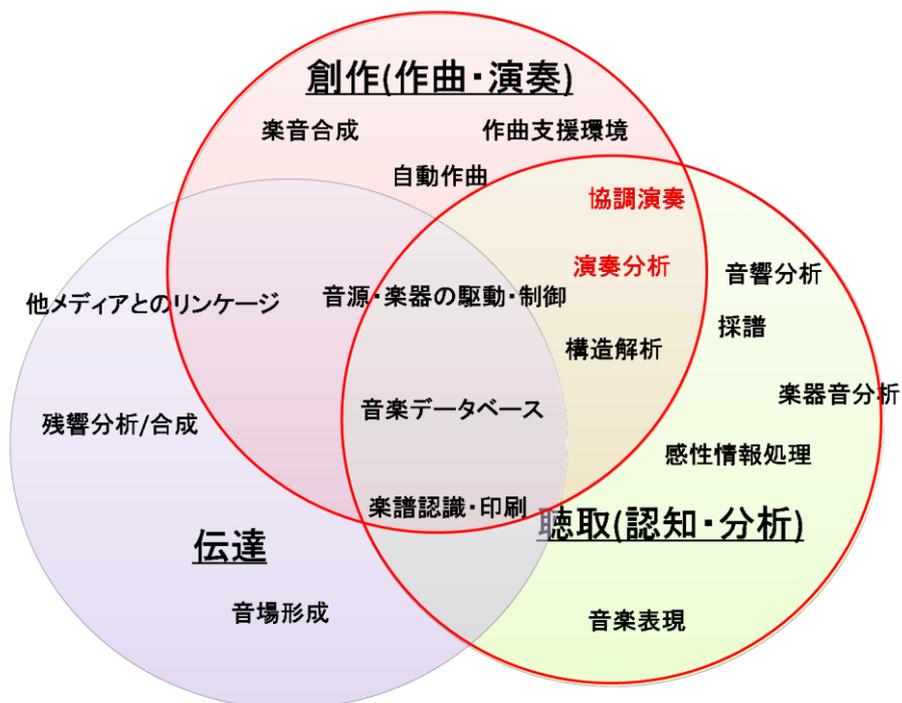


図 2-1 音楽情報学研究及びその中における水谷研究室での研究の位置づけ

2.1.2 前提知識

(1) 楽譜情報について

楽譜情報とは、楽譜を表す情報のことであり、楽曲のタイトル、記号、音符の種類等、楽譜で表すことのできる様々な情報を保持している。

楽譜を表わすデータフォーマットの一つとして MusicXML[4]がある。MusicXML は Recordare LLC.によって開発され、現在は finale 等の多くのソフトウェアがこのデータフォーマットをサポートしている。

本プロジェクトで開発するシステムでは、楽譜情報を表わすデータフォーマットとして、MusicXML を利用している。

(2) 演奏情報について

演奏情報とはその名の通り、楽器の演奏を表わす情報である。演奏情報は、音高(音程)、音のなり始め、音のなり終わり、音量等の情報を保持している。

電子楽器の演奏情報を機器間でデジタル転送するための世界共通規格として MIDI という規格がある。MIDI の中で定義されているデータフォーマットとして、MIDI メッセージやスタンダード MIDI ファイル(以下、SMF)等が挙げられる。MIDI メッセージは MIDI 規格上のデータ送受信に利用され、演奏される電子楽器からリアルタイムに出力される演奏情報である。一方、SMF は MIDI メッセージのまとまりを一つのファイルに出力したものである。

更に、SMF の利便性を高めるために拡張された規格に、MIDI XML というデータフォーマットがある。MIDI XML は先ほど述べた MusicXML のサブセットであり、SMF を XML 形式で表したデータフォーマットである。

また、委託元の研究室では、「UNI」という SMF を簡易化したデータフォーマットを独自に定義しており、「演奏分析」、「協調演奏」等の研究で現在用いている。

本プロジェクトで開発するシステムでは、演奏情報を表わすデータフォーマットとして、「SMF」、「MIDI メッセージ」、「MIDI XML」を利用している。

(3) 演奏情報と楽譜情報の違い

演奏情報と楽譜情報は楽曲を表わすという点で同じであるが、異なるものを表わす情報である。楽譜情報から演奏情報を作成することも可能であるが、それは人間的な演奏にはならない。人間的な演奏情報を作るには、人間的な演奏情報に含まれる楽曲の表情をルール化し、それを表情のない演奏情報に適用する必要がある。

演奏情報の一音と楽譜情報の一音に着目すると以下の表のような相違点、共通点がある。

表 2-1 演奏情報の一音と楽譜情報の一音の相違点と共通点

		演奏情報の一音	楽譜情報の一音
相違点	音の長さ	時間で表される	音価（四分音符等）によって表わされ、奏者や楽曲によって音の鳴り続ける時間は異なる
	音量	音量がある	音量がない
	音のなり始め	時間で表わされる	表わされていない
共通点	音高	音高がある	音高がある

(4) 協調演奏システムについて

協調演奏システムは、水谷研究室で開発されているシステムであり、人間の独奏者のピアノ演奏に合わせてコンピュータが伴奏パートを演奏するシステムである。伴奏パートを演奏する際には、人間の演奏テンポ等を考慮に入れ、違和感なく伴奏の演奏を行う必要がある。

協調演奏システムの処理は以下の流れで行われる。

① 独奏者の演奏位置の追跡

独奏者が楽譜上のどの位置を演奏しているかを追跡する。追跡には楽譜の音符列と演奏の音符列との対応付けが必要となる。

② 伴奏パートの演奏スケジューリング

独奏者の演奏テンポ等を元に、独奏者の演奏に合う伴奏パートの演奏タイミングをスケジューリングする。

③ 伴奏パートの演奏出力

②でスケジューリングした伴奏パートの演奏を MIDI 信号として出力する。

2.1.3 協調演奏研究の現状と課題

水谷研究室で行われている「協調演奏」の研究では、協調演奏システムを開発している。水谷研究室では単にシステムを開発するだけでなく、協調演奏システムの開発や実験の中で得た知見を演奏分析に活かすことも行われている。図 2-2 に、協調演奏システムを用いて協調演奏の実験を行う際の基本的な作業の流れを示す。

協調演奏の実験の流れは、あらかじめ人間的な伴奏演奏情報を用意しておき、人間が演奏する主旋律に合わせて、コンピュータが用意しておいた伴奏演奏情報を演奏していくというものである。あらかじめ人間的な伴奏演奏情報を用意する段階を「リハーサル」と呼び、作られたデータを「リハーサル演奏データ」と呼ぶ。また、リハーサル演奏データを用いて協調演奏を行う段階を「本番」と呼ぶ。そして、協調演奏システムの中でリハーサル演奏データを作成する部分を「リハーサルシステム」、協調演奏を行う部分を「本番システム」と呼ぶ。

以下に、協調演奏実験の基本的な流れを示す。番号は図 2-2 中のアクティビティの左上の番号と対応している。

- ① 対象楽曲の楽譜情報(UNI)を準備する。
- ② 対象楽曲を演奏者に弾いてもらう。
- ③ リハーサルシステムで MIDI メッセージ形式の演奏情報を UNI 形式に変換する。
- ④ 演奏情報に弾き間違い等があった場合に修正する。
- ⑤ リハーサルシステムに楽譜情報と演奏情報を入力し、伴奏の演奏予定情報を表わすリハーサル演奏データを作成する。
- ⑥ リハーサル演奏データに局所的な演奏の変化を埋め込む場合に修正する。
- ⑦ リハーサル演奏データを本番システムに読み込ませる。
- ⑧ 演奏者は演奏を行い、リアルタイムに出力する演奏情報を本番システムに入力する。
- ⑨ 本番システムは、入力された演奏情報とリハーサル演奏データを対応付けし、伴奏を演奏する。

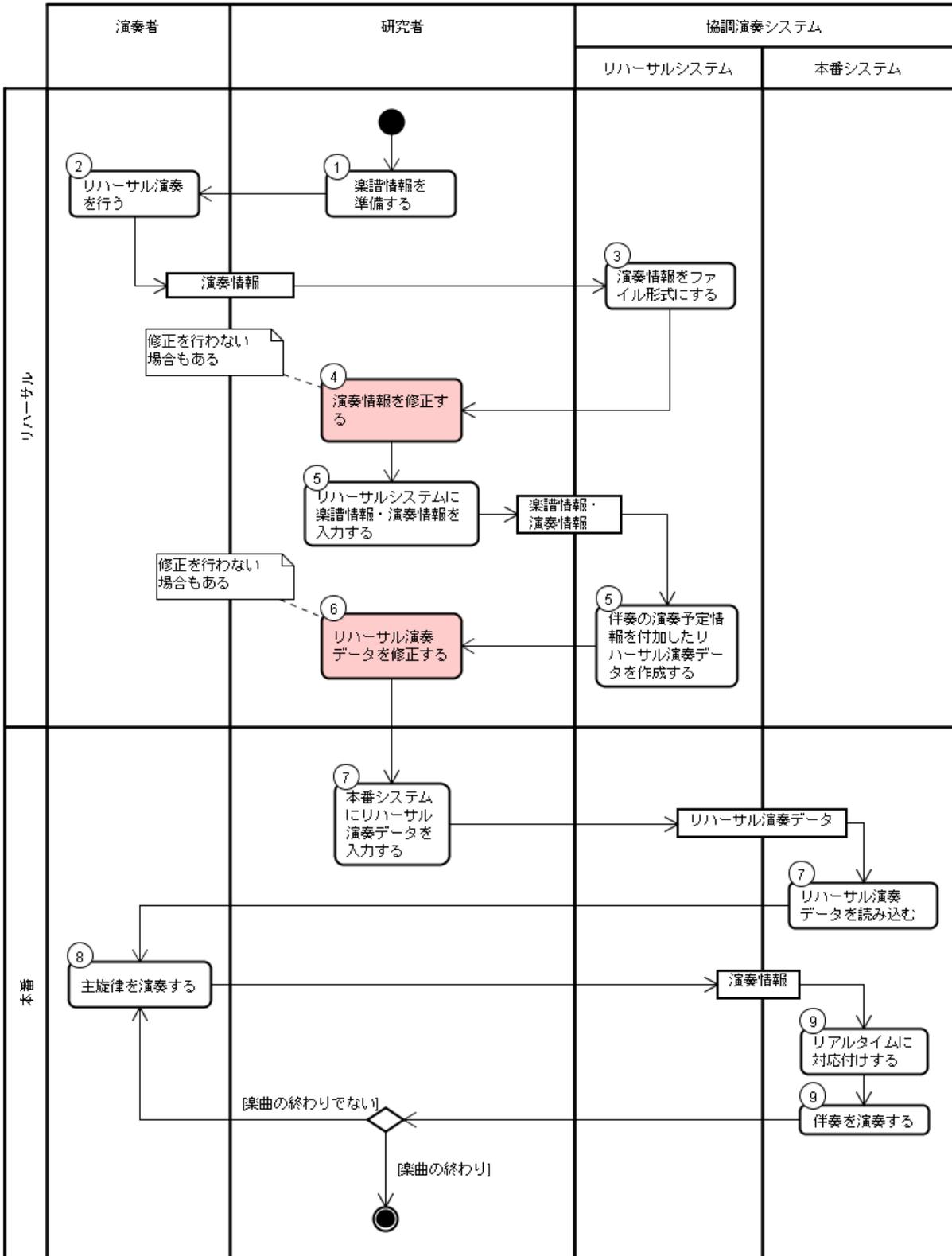


図 2-2 協調演奏実験の基本的な流れ

協調演奏研究で行われる作業には、以下の2つの課題がある。

(1) 協調演奏システムにおける対応付けの精度

現在、研究室で使用されている本番システムでは、対象楽曲の楽譜の音符列とリアルタイムに入力される演奏音符列との対応付けが自動で行われている。しかし、この対応付けには以下の2点の問題点がある。

(ア) 弾き間違い以降の対応付けが破綻する

現在の対応付け方法では、弾き間違いなどで楽譜と異なった演奏が行われた場合、それ以降の対応付けができない。音楽の演奏では弾き間違いは十分起こりえるものなので、その間違いを許容すべきだと考えられている。

(イ) 多旋律楽曲に対応していない

現在の対応付けは、単旋律の楽曲しか対応していない。そのため、対象の楽曲が限られてしまうという問題が発生している。より多くの楽曲での研究を行うためにも、多旋律楽曲に対応できる対応付け手法を取り入れることが求められている。

(2) 演奏情報の編集作業の効率

リハーサルでは、演奏情報を修正するタイミングが2度ある(図 2-2 の色付き部分)。現在この修正作業は、研究者が UNI 形式のデータをテキストエディタを用いて修正している。

しかし、現在の方法では以下のような問題が発生している。

(ア) 編集作業に時間がかかる

研究者がテキストエディタを用いて直接修正を行っているため、編集箇所の特定に時間を要する。また、編集ミスが発生する可能性も高く、編集後のデータの正当性の確認に作業時間を費やしてしまうという問題点がある。

2.1.4 演奏分析研究の現状と課題

コンピュータを用いて楽譜通りの演奏をしても、人間が弾いた時のような表情豊かな演奏にはならない。そこで演奏分析の研究では、人間の弾いた演奏を分析し、演奏表情のルール化を行い、コンピュータで人間らしい演奏をすることを目指している。図 2-3 に演奏分析を行う場合の基本的な作業の流れを示す。

以下に、演奏分析を行う場合の作業の流れを示す。番号は図 2-2 中のアクティビティの左上の番号と対応している。

- ① 対象楽曲の演奏情報（UNI）と楽譜情報を用意する。
- ② 表計算ソフトを用いて、演奏情報に含まれる音符の音長、インターバル、拍あたり時間等のパラメータを計算する。ただし、拍あたり時間の算出等、パラメータの算出に楽譜の音符情報が必要な場合、演奏の音符に対応する楽譜の音符情報を表計算ソフトに入力する必要がある。
- ③ 計算した値をグラフ化する。
- ④ 演奏の特長を表わすルールを仮定する。
- ⑤ ルールを基に演奏情報を自動生成する。
- ⑥ ⑤で生成した演奏情報を用いて、②,③を行う。
- ⑦ 人間の演奏情報と比較して人間らしい演奏かどうか検証する。

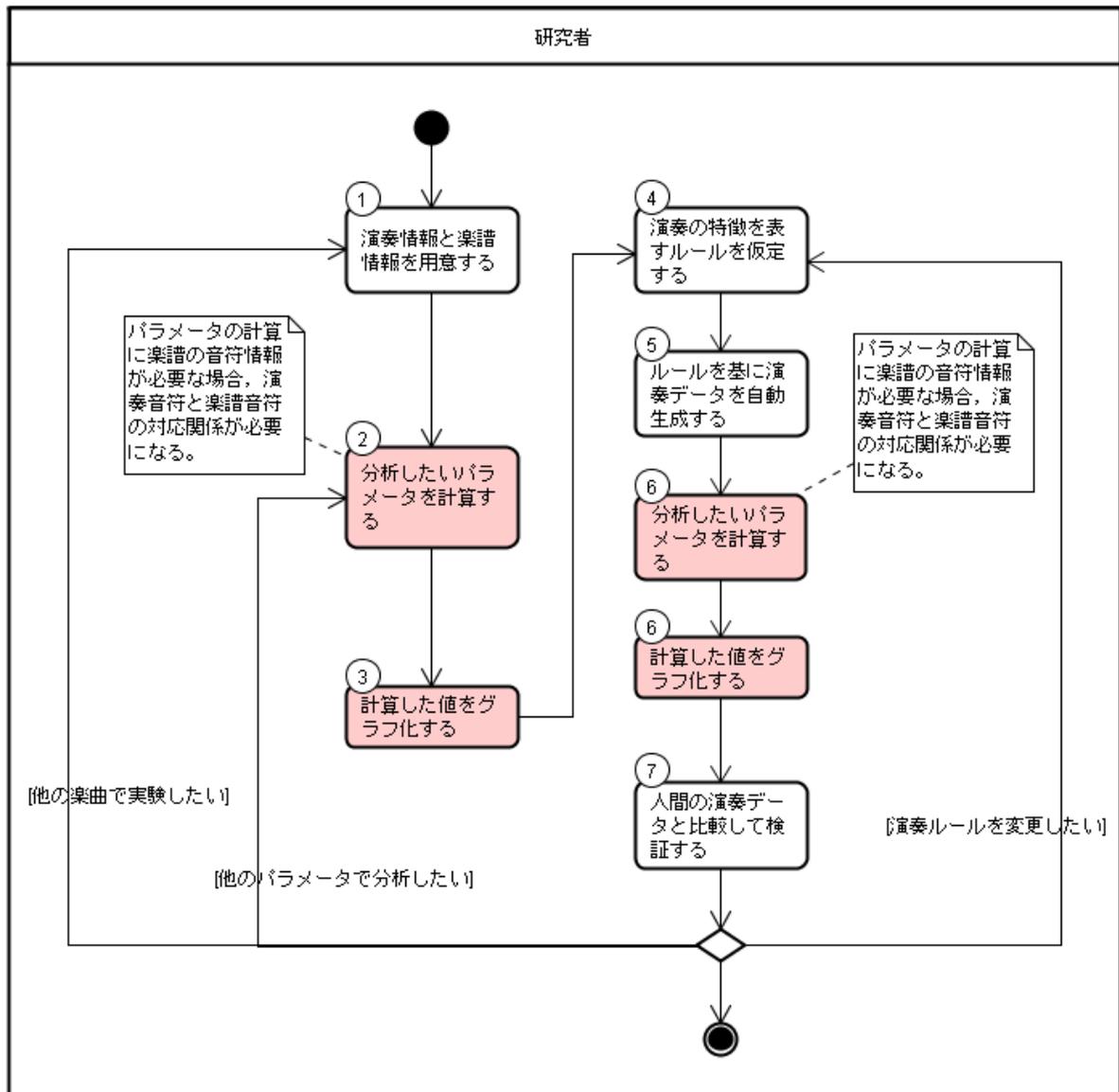


図 2-3 演奏分析研究の基本的な作業の流れ

演奏分析の研究では何度も演奏情報のパラメータを計算する必要がある（図 2-3 の色付き部分）。現在、演奏分析の研究では、表計算ソフトを用いて演奏情報のパラメータを計算しているが、以下の点に課題がある。

(1) 演奏分析作業の効率

演奏情報のパラメータの算出には時間がかかる。特に、値を算出するのに楽譜の音符情報が必要なパラメータを算出する際に時間がかかる傾向にある。現在、そのようなパラメータの計算を行う際は、研究者が演奏の音符に対応する楽譜の音符情報を一音一音手入力しているが、この作業はとても時間がかかる。例えば、「シチリアーノ」（演奏時間約 4 分）の楽譜情報と演奏情報から拍あたり時間のデータをグラフ化する場合、約一時間を要する。

2.2 課題の解決方法について

2.1 節で述べた課題を解決するため、演奏情報と楽譜情報の対応付け機能と演奏情報の編集・分析機能を保持したシステムを開発する。

本システムは、楽譜情報と演奏情報を入力とし、それらの音符列を対応付けするものである。そして、その対応付け結果を用いて演奏情報のパラメータをグラフ化する機能や、演奏情報を編集する機能を提供する。

また、本システムでは演奏情報と楽譜情報を表わすデータ形式として、音楽情報学の研究分野でよく利用されているデータ形式である、MusicXML, SMF, MIDI XML のデータ形式を採用した。

本システムによってどのように課題が解決するかについて以下で説明する。

2.2.1 協調演奏研究についての課題の解決方法

(1) 協調演奏システムにおける対応付けの精度

本システムでは弾き間違いや多旋律楽曲に対応した、楽譜情報と演奏情報の対応付けを行うことができる機能を提供する。本システムを用いることによって、協調演奏システムの対応付け機能を強化することが可能になり、弾き間違いや多旋律に対応することができないという、従来の協調演奏システムの問題点を解決する。

(2) 演奏情報の編集作業の効率

本システムでは演奏情報のパラメータをグラフィカルに編集する機能を提供する。ピアノロールを用いたグラフィカルな編集機能を提供することで、編集箇所の特定制や編集後のデータの正当性の確認が容易になり、編集ミスや編集作業時間の低減が期待でき、編集作業の効率の向上が見込まれる。

2.2.2 演奏分析研究についての課題の解決方法

(1) 演奏分析作業の効率

本システムでは、対応付け結果を用いて演奏情報のパラメータをグラフ化する機能を提供する。本システムを用いることで、演奏分析の作業の流れは図 2-3 から図 2-4 のように変わり、図 2-3 の色付き部分が自動化され、演奏分析の効率化が期待できる。

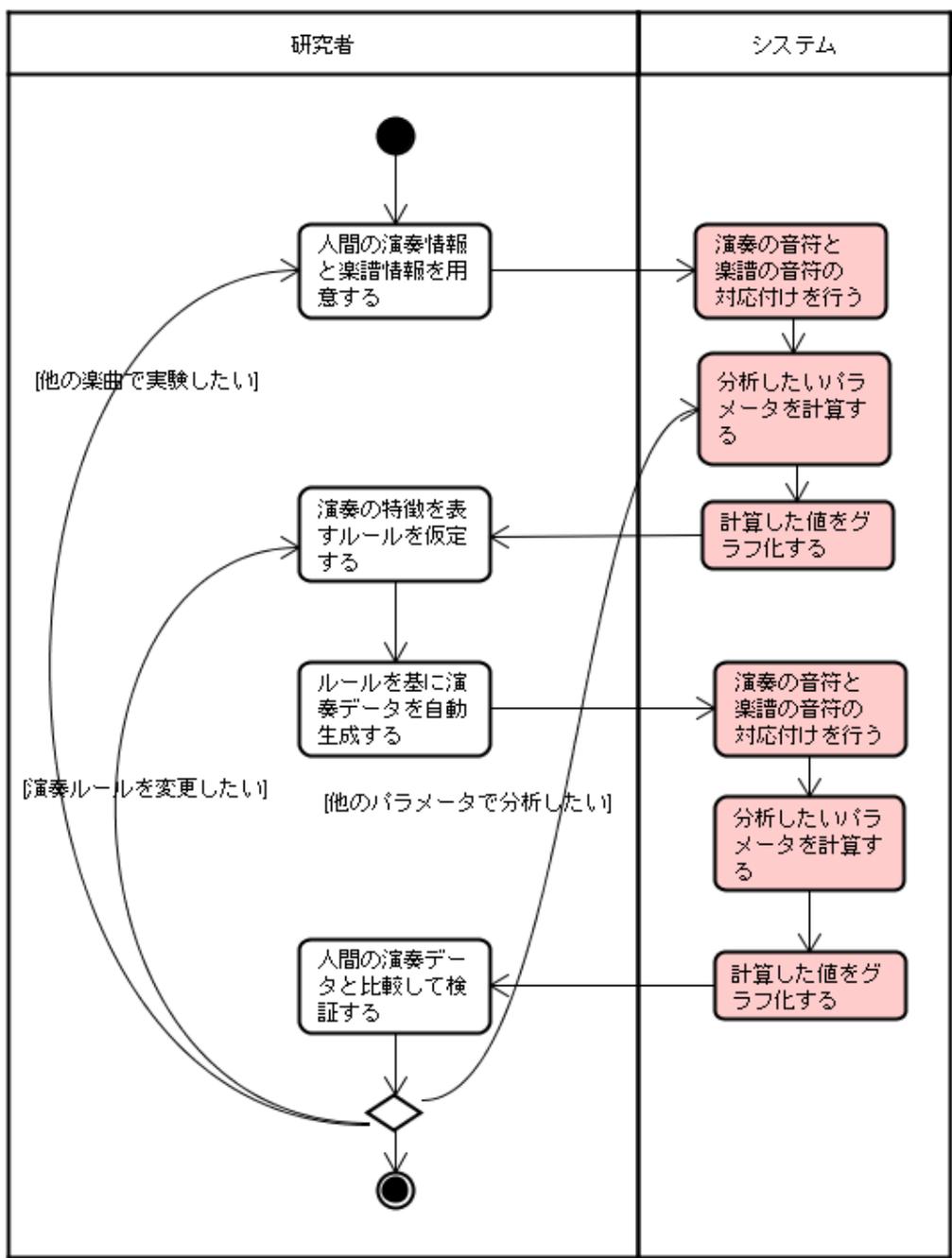


図 2-4 システム化後の演奏分析研究の基本的な作業の流れ

2.3 システム化による効果

システム化により、以下のような効果が見込まれる。

(1) 楽譜情報と演奏情報の対応付けの精度の向上

(ア) 単旋律

既存の協調演奏システムでは、弾き間違いが発生した後の対応付けが全くできなかった。本システムでは、既存の協調演奏システムでは適用されていなかった弾き間違いを許容するアルゴリズムを適用する。更に、楽譜上のトリル及び前打音に対応した対応付けを行う。これにより、弾き間違いが発生した後の対応付けを可能にする。

(イ) 多旋律

既存の協調演奏システムでは、多旋律の対応付けが全くできなかった。本システムでは、既存の協調演奏システムでは適用されていなかった、多旋律の対応付けアルゴリズムを適用する。これにより、多旋律の対応付けを可能にする。

(2) 演奏情報の編集に費やす時間の削減

従来の演奏情報の編集作業はテキストベースで行ってきたため、編集に多くの時間を費やしていた。本システムは、グラフィカルな演奏情報編集機能を提供する。これにより、演奏情報の編集時間の削減が期待できる。

(3) 演奏分析に費やす時間の削減

本システムでは楽譜情報と演奏情報の対応付け及び演奏情報の基本的な分析を自動化するため、演奏分析に費やしていた時間が大幅に削減される。

例えば、楽譜情報と演奏情報を対応付けし、拍あたり時間をグラフ化するのに今までは一曲（シチリアーノ 4 分程の楽曲）平均 1 時間程度の時間を費やしていたが、システム化後は数秒で済ませることができる。これらの分析は研究を行っていくなかで何度も行う必要があるため、研究を通して見ると、より大きな効果が期待できる。

第3章 システムの概要

本章では、システムの利用イメージ、システム構成、システムの機能、システムの開発スケジュールについて述べる。

3.1 システムの利用イメージ

本システムは、音楽情報の研究者が協調演奏実験や演奏分析等を行う際に利用する。協調演奏実験と演奏分析の際、それぞれのシステムの利用シーンについて説明する。

(1) 協調演奏実験における本システムの利用イメージ

楽譜情報を楽譜表示することや、演奏情報をピアノロール上に表示することにより、対応付けを行う前にデータを確認する。

楽譜情報と演奏情報をシステムに入力し、二つの情報を対応付けしたデータ（リハーサル演奏データ等）を作成する。対応付けをする際、対応付けを行う範囲は選択することができる。一部分を対応付けする場合は楽譜上から範囲を選択できる。

対応付けが終わったデータは自動的に可視化され、対応付け状況を確認することができる。

MIDI 出力に対応している楽器から本システムに MIDI メッセージを送ると、楽譜情報との対応付けが行なわれ、対応付けされたデータが協調演奏システムに送信される。協調演奏システムでは、そのデータを元に伴奏を演奏する。

協調演奏システムにおける本システムの利用イメージを図 3-1 に示す。

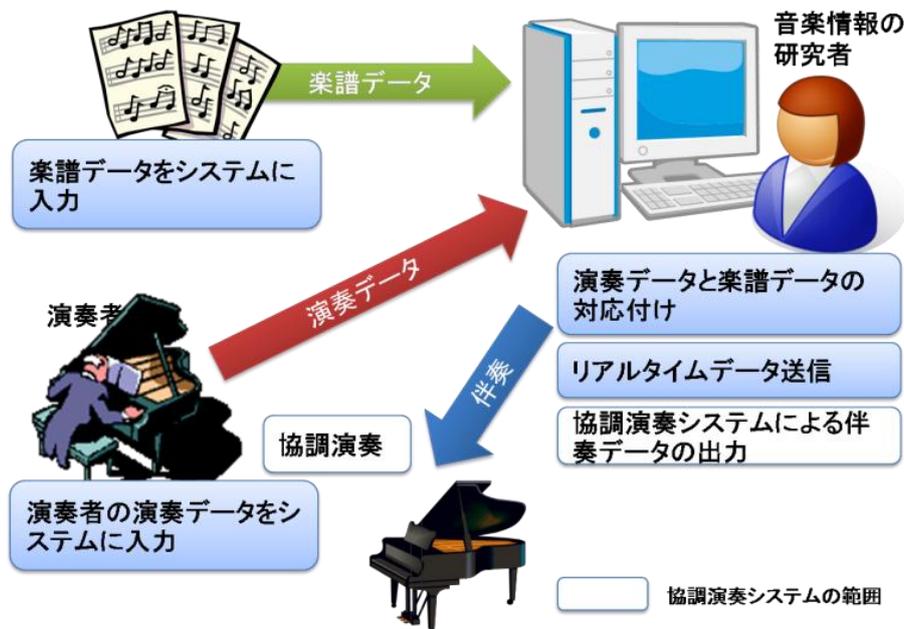


図 3-1 協調演奏システムにおける本システムの利用

(2) 演奏の分析における本システムの利用

分析対象の楽譜情報と演奏情報の入力を行うと、システムは演奏情報と楽譜情報の対応付けを行い、その情報をもとに演奏情報のパラメータをグラフ化する。そして、分析結果のデータを CSV 形式で保存する。これらのデータを用いて音楽情報の研究者は演奏の分析を行う。

演奏分析における本システムの利用イメージを図 3-2 に示す。

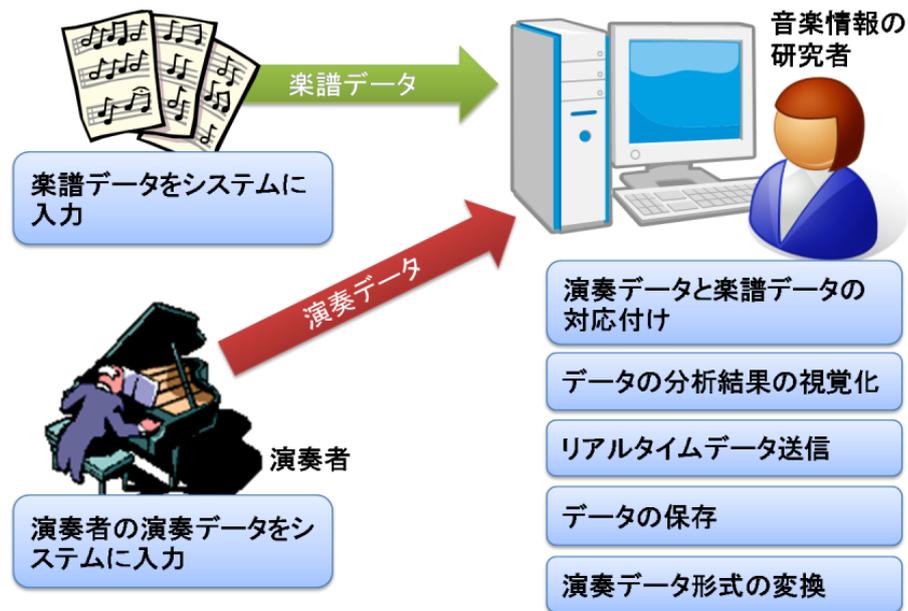


図 3-2 演奏分析における本システムの利用イメージ

3.2 本システムに必要なハードウェア構成

本システムを利用するために必要なハードウェア構成について説明する。本システムを利用するためには次に示す機器を用いることが想定される。(1)～(4)に機器の説明を、図 3-3 にハードウェア構成を示す。

(1) MIDI 楽器

演奏情報を MIDI メッセージとして出力する楽器。ただし本システムでは鍵盤楽器のみを扱う。演奏情報を入力するために使用する。

(2) MIDI ケーブル

MIDI メッセージを通信するためのケーブル。MIDI 楽器から出力された MIDI メッセージを MIDI-USB インタフェースに送信するために使用する。

(3) MIDI-USB インタフェース

MIDI 端子から USB 端子に変換するインタフェース。MIDI ケーブルとコンピュータを接続するために使用する。

(4) コンピュータ

本システムがインストールされているコンピュータ。本システムを動作させるために使用する。

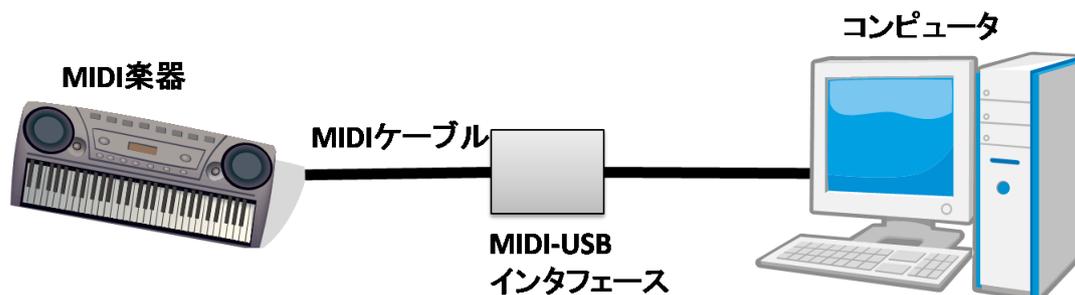


図 3-3 ハードウェア構成

3.3 ソフトウェア構成

本システムの動作に必要なソフトウェア構成について説明する。図 3-4 のように、本システム Concerto は Windows XP または Windows Vista を OS とし、Java Runtime Environment (JRE) 6.0 がインストールされているコンピュータ上で動作する。Concerto は Concerto クラスライブラリ、演奏分析アプリケーション及び協調演奏システム支援アプリケーションからなり(図 3-4 の色付き部分)、Concerto クラスライブラリは演奏情報の読み込み、出力に CMX Toolkit[5]を、演奏分析結果のグラフ表示に JFreeChart[6]を利用する。また、各アプリケーションは Concerto クラスライブラリ上で動作する。

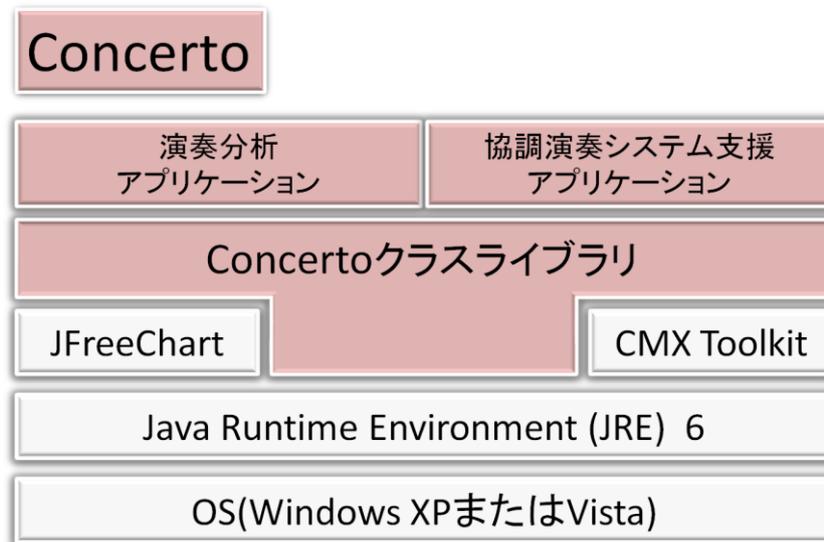


図 3-4 ソフトウェア構成

3.4 Concerto の構成

Concerto の構成について説明する．本システムのアプリケーションは、「演奏分析アプリケーション」及び「協調演奏システム支援アプリケーション」から構成される．また，本システムのクラスライブラリは，「楽譜表示コンポーネント」，「演奏編集コンポーネント」，「対応付けコンポーネント」及び「演奏分析コンポーネント」の4つのコンポーネントから構成される．(1)，(2)にアプリケーションの説明を，(3)～(6)に各コンポーネントの説明を，図 3-5 に Concerto の構成図を示す．

(1) 演奏分析アプリケーション

演奏情報の分析に関する機能を保持したアプリケーションである．演奏分析に関する研究を行う際に利用することを想定する．

(2) 協調演奏システム支援アプリケーション

楽譜情報と演奏情報の対応付け機能や演奏情報の編集機能等を保持したアプリケーションである．協調演奏実験を行う際に利用することを想定する．

(3) 楽譜表示コンポーネント

楽譜を表示するための機能をまとめたコンポーネントである．

(4) 演奏編集コンポーネント

演奏情報の作成，表示，編集及び再生するための機能をまとめたコンポーネントである．

(5) 対応付けコンポーネント

楽譜情報と演奏情報の対応関係を表わす情報の作成，表示，及び協調演奏システムを支援する機能をまとめたコンポーネントである．

(6) 演奏分析コンポーネント

演奏情報のパラメータ計算及び計算結果のグラフ化・ファイル出力するための機能をまとめたコンポーネントである．

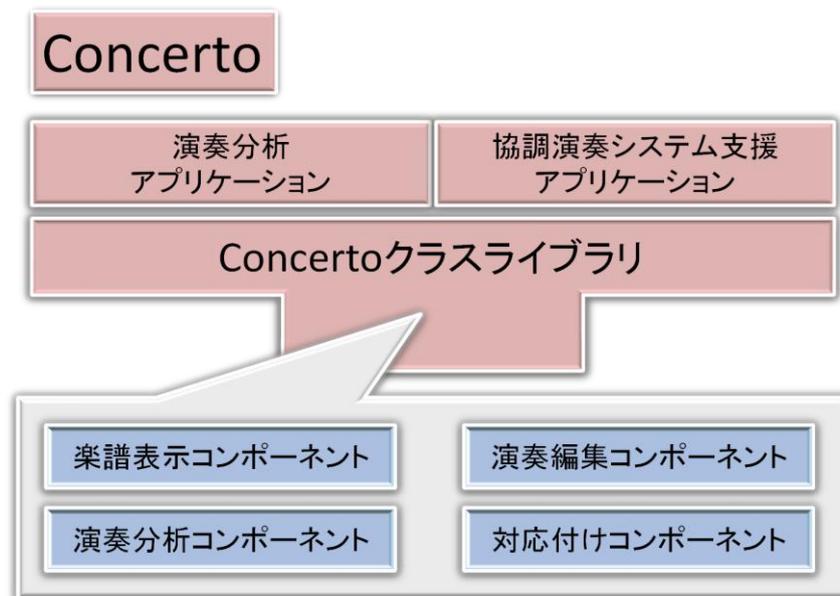


図 3-5 Concerto の構成

3.5 機能要件

協調演奏システム支援アプリケーションは「楽譜情報に関する機能」、「演奏情報に関する機能」、「対応付け情報に関する機能」を保持している。演奏分析アプリケーションは「演奏分析に関する機能」を保持している。それぞれの機能について説明する。

3.5.1 楽譜情報に関する機能

楽譜情報に関する機能は以下の2つの機能から構成される。

(1) 楽譜情報の読み込み

MusicXML形式の楽譜情報の読み込みを行うことができる。MusicXMLはRecordareによって開発され、現在はfinale等の多くのソフトウェアがこのデータフォーマットをサポートしているため、本システムでもMusicXMLを楽譜情報として採用した。

(2) 楽譜情報の表示

読み込んだ楽譜情報を楽譜にして表示することができる。また、楽譜を拡大・縮小・スクロールをすることができる。図3-6に楽譜情報を表示した画面例を示す。



図 3-6 楽譜情報の表示

3.5.2 演奏情報に関する機能

演奏情報に関する機能は以下の 6 つの機能から構成される。

(1) 演奏情報の読み込み

以下の演奏情報の読み込みを行うことができる。よく利用される MIDI 規格のデータとして以下の 2 つのデータを採用した。

- ① SMF(ファイル入力)
- ② MIDIXML (ファイル入力)

(2) 演奏情報の表示

読み込んだ演奏情報をピアノロール上に表示することができる。また、ピアノロールをスクロールすることができる。図 3-7 に演奏情報を表示した画面例を示す。

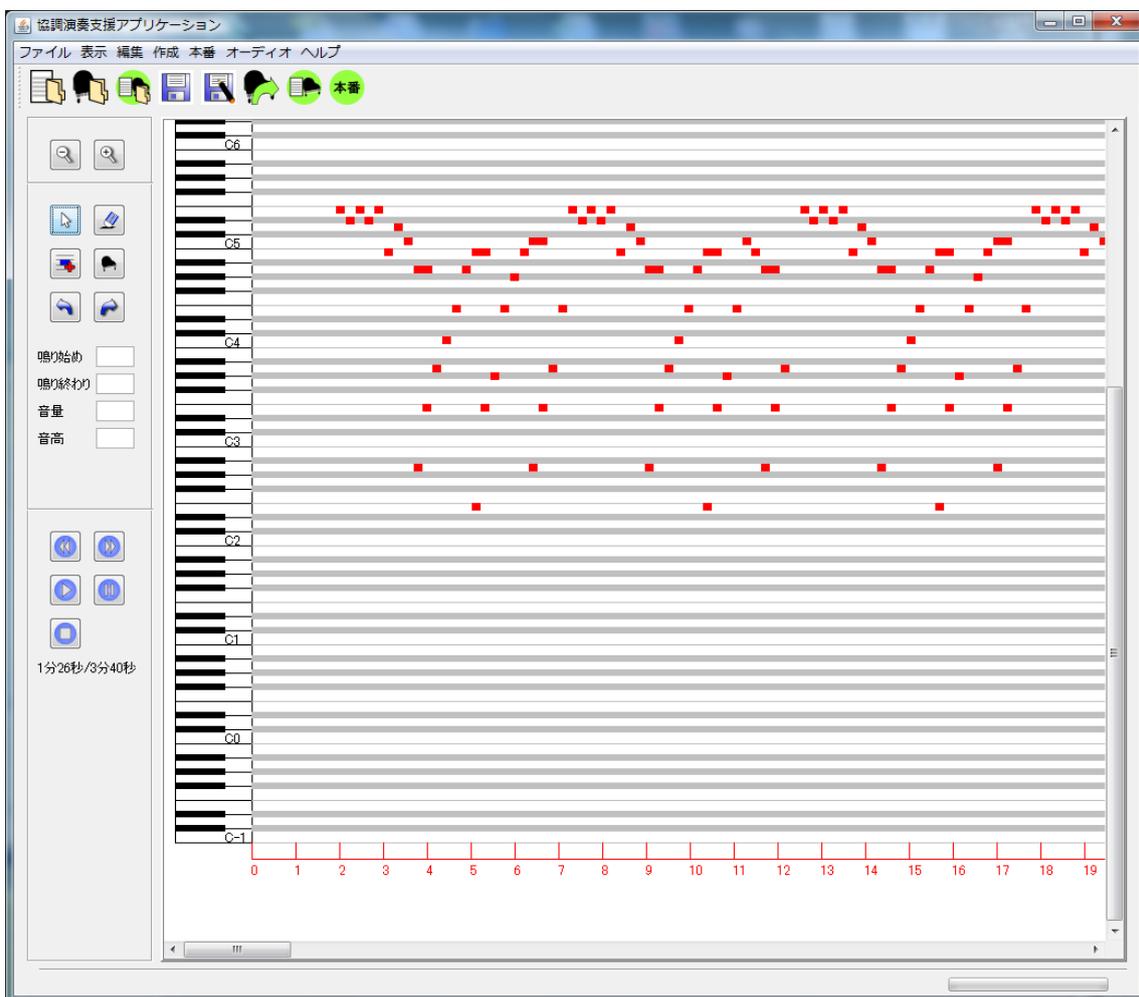


図 3-7 演奏情報の表示

(3) 演奏情報の保存

読み込んだ演奏情報を MIDIXML 形式のファイルに保存することができる。

(4) 演奏情報の再生

読み込んだ演奏情報を再生することができる。

(5) 演奏情報の編集

ピアノロール上から演奏情報のパラメータの修正や音の追加・削除ができる。パラメ

ータとしては以下の項目が挙げられる。音のなり始めと音のなり終わりの修正機能に関しては、一音のみの修正か、後ろに続く音も含めた音の修正かを選択することができる。

- ① 音のなり始め
- ② 音のなり終わり
- ③ 音高
- ④ 音量

(6) 演奏情報の録音

MIDI 出力に対応した鍵盤楽器から MIDI メッセージを受け取り、演奏情報を作成することができる。

3.5.3 対応付け情報に関する機能

対応付け情報とは、楽譜情報、演奏情報及びそれらの対応関係を表わす情報(以下、対応関係情報)をまとめた情報のことである。

対応付け情報に関する機能は以下の7つの機能から構成される。

(1) 対応付け情報の読み込み

MIDIXML形式の演奏情報、MusicXML形式の楽譜情報、XLink形式の対応関係情報をアーカイブ化したファイルの読み込みを行うことができる。

(2) 対応付け情報の表示

読み込んだ対応付け情報を表示することができる。また、表示を拡大・縮小・スクロールをすることができる。図3-8に対応付け情報を表示した画面例を示す。

The screenshot shows a software window titled '協調演奏支援アプリケーション' (Coordinated Performance Support Application). The menu bar includes 'ファイル', '表示', '編集', '作成', '本番', 'オーディオ', and 'ヘルプ'. The toolbar contains icons for file operations and playback. The main area displays the title 'エリーゼのために' and credits for lyrics, composition, and arrangement. The sheet music is shown in piano format with treble and bass staves. A search and zoom toolbar is visible on the left side of the music area.

図 3-8 対応付け情報の表示

対応付け情報は、図 3-9 のように表わされる。上段は楽譜情報を表わし、下段は演奏情報を表わす。黒い音符は対応付けされている音符である。対応付けされている演奏情報の音符は、その対応関係にある楽譜の音符の真下に表示される。色付けされている音符は対応付けされていない音符である。図 3-9 の色づけされている音符は音高が異なるため、対応付けがされなかった。

図 3-9 対応付け情報の拡大表示

また、トリル等、楽譜の音符と演奏の音符が 1 対多に対応付けられている情報や、タイでつながれている音符等、楽譜の音符と演奏の音符が多対 1 に対応付けられている情報も表示することができる。

(3) 対応関係情報の作成

演奏情報と楽譜情報の音符列を対応付けし、対応関係情報を作成することができる。演奏者が弾き間違いをしても対応付けし続けることができる。また、多旋律、装飾音符、装飾記号の一部（モルデント、逆モルデント、ターン、逆ターン）が付いている音符も対応付けることができる。

対応付けの処理方法は、リアルタイム処理とバッチ処理に分けられる。それぞれの処理方法について以下で説明する。

① リアルタイム処理

MIDI 出力に対応している楽器からリアルタイムに出力される MIDI メッセージを順次楽譜情報と対応付けする。リアルタイム性に関しては 3.6 節非機能要件で定義する。

演奏の開始位置と終了位置を指定することにより、指定した部分のみ対応付けを行うことができる

② バッチ処理

MIDI 出力に対応している楽器から出力される MIDI メッセージをすべて受け取

り次第楽譜情報と対応付けする。もしくは、ファイルから読み込まれた演奏情報を楽譜情報と対応付けする。

演奏の開始位置と終了位置を指定することにより、指定した部分のみ対応付けを行うことができる

(4) 対応付け情報の保存

対応付け情報を、MIDIXML 形式の演奏情報、MusicXML 形式の楽譜情報、XLink 形式の対応関係情報をアーカイブ化したファイルに保存することができる。

(5) データの転送

協調演奏アプリケーションへ以下のデータの転送をすることができる。

- ① 対応付け情報
- ② 対応関係情報
- ③ 演奏情報（一音ずつ）

(6) データの受信

転送されたデータを受信することができる。本機能は協調演奏システムがデータを受信するための機能であり、使用したい場合は **Concerto** クラスライブラリを利用して実装を行う必要がある。

以下のデータを受信することができる。

- ① 対応付け情報
- ② 対応関係情報
- ③ 演奏情報（一音ずつ）

(7) 協調演奏実験の本番の支援

協調演奏実験の本番の支援を行う。リハーサル演奏データと楽譜を対応付けし、協調演奏システムへ転送する。また、MIDI 出力に対応している楽器から転送された演奏情報をリアルタイムに楽譜情報と対応付けし、それらを協調演奏システムシステムへ転送する。

3.5.4 演奏分析に関する機能

演奏分析に関する機能は以下の3つの機能から構成される。

(1) 演奏情報の分析

楽譜情報(MusicXML)と演奏情報(SMF もしくは MIDIXML), もしくは対応付け情報を読み込み, 以下の項目をグラフ表示することができる。図 3-10 に演奏情報のインターバルをグラフ表示した結果を示す。

- ① 演奏情報の音長
- ② 演奏情報のインターバル
- ③ 演奏情報と楽譜情報の音高
- ④ 演奏情報の音量

(2) 演奏情報の比較分析

一つの楽譜情報と二つの演奏情報を読み込み, 以下の項目をグラフ表示することができる。①, ②に関しては, パラメータを算出する際にまず二つの演奏情報の拍あたり時間を二つの演奏情報の平均の拍あたり時間に変換している。その際の拍あたり時間の算出方法は1小節, 2小節または4小節ごとから選択することができる。

- ① 音長の比較
- ② インターバルの比較
- ③ 音高の比較
- ④ 音量の比較

(3) 分析結果の CSV 保存

演奏情報の分析結果を CSV 形式のファイルに保存することができる。

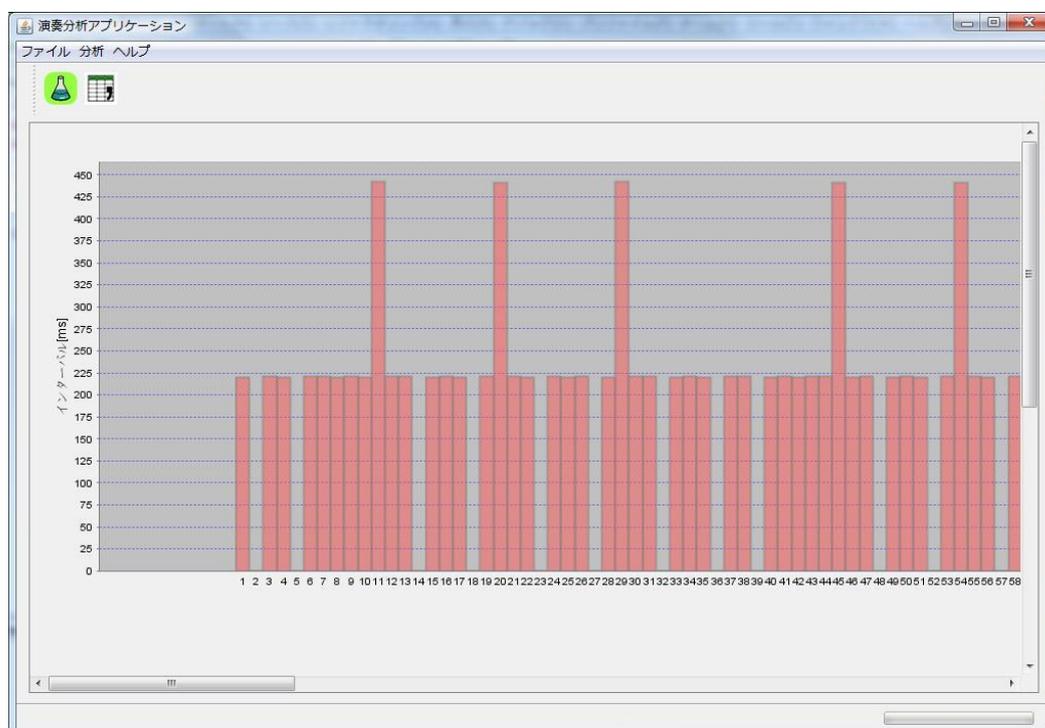


図 3-10 演奏情報のインターバルの表示

3.6 非機能要件

Concerto クラスライブラリ, 協調演奏システム支援アプリケーション及び演奏分析アプリケーションそれぞれの非機能要件について説明する.

(1) Concerto クラスライブラリ

- 拡張性: ユーザが既存の機能を拡張する可能性があるため, 拡張に用いる JAVA のインタフェースを用意する.
- 使用性: ユーザが Concerto クラスライブラリを用いて開発するために, クラスとインタフェースの仕様書(JavaDoc)を提供する.
- インストールのしやすさ: クラスライブラリ専用の JAR ファイルを提供する.

(2) 協調演奏システム支援アプリケーション

- 実行性能: 本アプリケーションが MIDI メッセージの受信を完了してから, 協調演奏システムの本番システムで対応付けデータの受信が完了するまで(図 3-11 の赤矢印で示した処理範囲) の処理時間は 1 秒以内を想定し, 0.5 秒以内を目標とする.

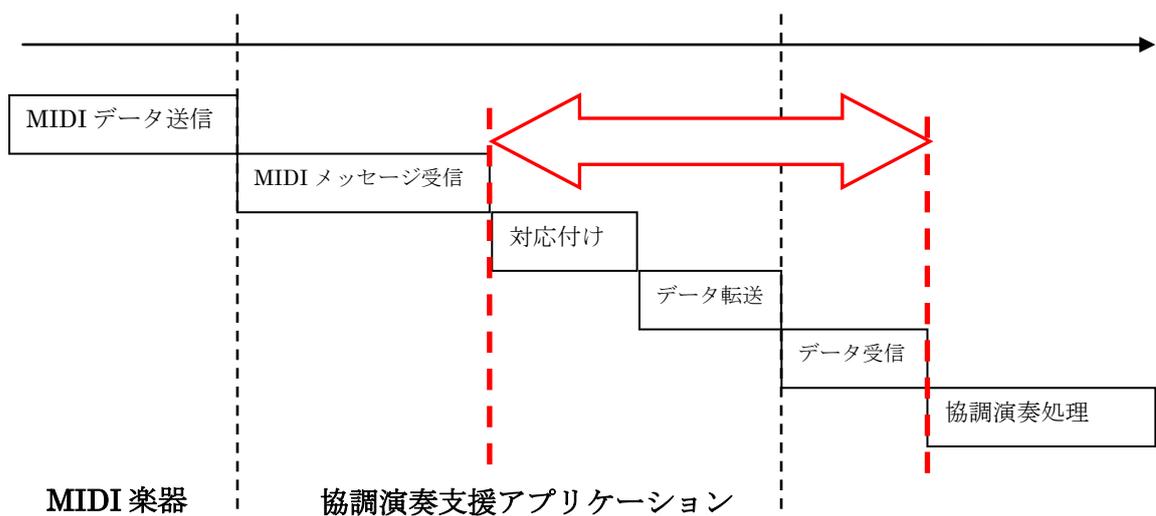


図 3-11 協調演奏システム支援アプリケーションの支援範囲

- 使用性: ユーザが本アプリケーションを用いて, 協調演奏システムを作り直すために, 協調演奏システム開発用のチュートリアルと本アプリケーションの操作マニュアルを提供する.
- インストールのしやすさ: ユーザ自身でインストールできるように, 専用の対話型インストーラを用意する.

(3) 演奏分析アプリケーション

- インストールのしやすさ: ユーザ自身でインストールできるように, 専用の対話型インストーラを用意する.

3.7 担当範囲

設計工程以降、プロジェクトメンバー間で開発担当を分担した。楽譜情報に関連する機能と対応付け情報に関連する機能を島村、演奏情報に関連する機能を付、対応関係情報に関連する機能を安江、演奏分析に関連する機能を池田が担当した。機能ごとに担当範囲を割り当てると表 3-1 のようになる。「対応付け情報の読み込み」機能と「対応付け情報の保存」機能は、更に細かく担当範囲が分かれている。

表 3-1 各メンバーの担当範囲

機能群	機能名		担当者
楽譜情報に関する機能	楽譜情報の読み込み		島村
	楽譜情報の表示		島村
演奏情報に関する機能	演奏情報の読み込み		付
	演奏情報の表示		付
	演奏情報の編集		付
	演奏情報の保存		付
	演奏情報の再生		付
	演奏情報の録音		付
対応付け情報に関する機能	対応付け情報の読み込み	各情報の読み込みをまとめる部分	島村
		楽譜情報の読み込み部分	島村
		演奏情報の読み込み部分	付
		対応関係情報の読み込み部分	安江
	対応付け情報の表示		島村
	対応関係情報の作成		安江
	対応付け情報の保存	各情報の保存をまとめる部分	島村
		楽譜情報の保存部分	島村
		演奏情報の保存部分	付
		対応関係情報の保存部分	安江
	データの受信		池田
	データの送信		池田
	協調演奏実験の本番の支援		島村
演奏分析に関する機能	演奏情報の分析		池田
	演奏情報の比較分析		池田
	分析結果の CSV 保存		池田

3.8 開発スケジュール

要件定義工程時点に計画した、本システムの開発スケジュールに関して説明する。「対応関係情報の作成」機能の開発者とその他の開発者に分けてスケジュールを立てている。

- 「対応関係情報の作成」機能の開発者は対応付けのアルゴリズムを評価しながら開発を進めていく。そのため、イテレーション型の開発スタイルを取る。12月中旬までにイテレーションを3回繰り返す。
- その他の部分の開発者は設計から、総合テストまでの工程を12月中旬までに行う。
- 12月中旬から、12月末までに、マニュアル作成や評価工程を進める。

平成21年9月から平成22年1月をシステム開発、報告書作成の期間として想定した開発スケジュールの詳細を図3-12に示す。

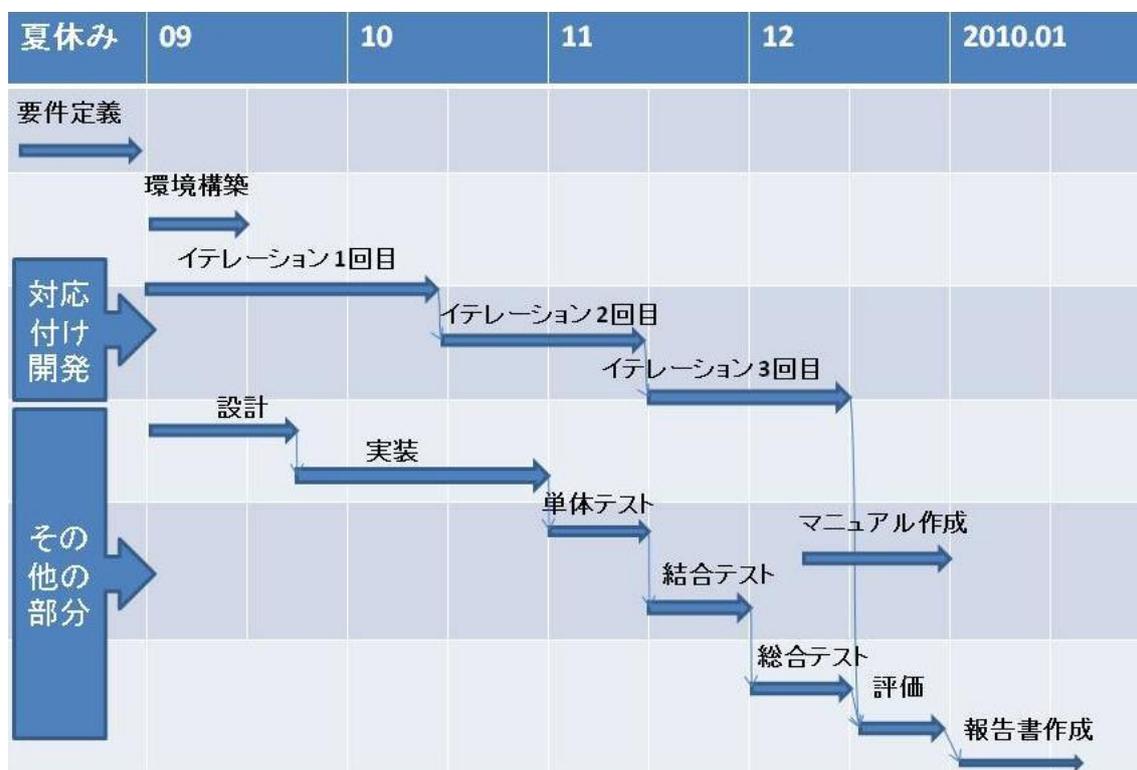


図 3-12 開発スケジュール

第4章 システムの要件定義

要件定義工程では、委託元の研究室で行われている研究の現状と問題点を明確化し、システムによる解決策を提案した。また、開発するシステムの具体的な要件を定義し、システム開発のスケジュールを定めた。

本章では、要件定義工程の実績について説明した後、要件定義工程でのチームとしての工夫点や反省点について記述する。

4.1 要件定義工程の実績

期間：2009/7/3～2009/7/17

表 4-1 要件定義工程での成果物

成果物	数
FP 法見積もり報告書	1 枚
入出力関係図	1 枚
データフロー図	1 枚
要件定義書	26 ページ
業務フロー図	3 枚
システム構成図	1 枚

4.2 工夫点

(1) 短期間に集中して作業を行った

夏休みの期間を利用して集中的に作業を行った。コアタイムを設定してメンバー間で密に話し合っ進め、成果物のレビュー方法を工夫し、効率良くレビューを行った結果、計画通りにフェーズを絞めることができた。

4.3 反省点

(1) ミーティングの効率が悪かった

チーム内で週に 3 回定例ミーティングを行っていた。このミーティングの進め方が悪く、予想以上に時間を費やしてしまった。

ミーティングの効率が悪かったのは、以下のような原因が考えられる。

- 議論が明確になっていなかった
- 本質ではない議論に時間を費やしてしまった
- 議題がぶれてしまった
- 議題が分からないために議論についていけない人が出てきて、議題の説明に時間がかかった

今後は以下のような対策を取ることで、これらの問題を解決していきたい。

- ミーティング時にホワイトボード等で議題を視覚的に明示する
- ミーティング中、議論が議題から遠のいていないか常に確認する

第5章 システムの設計

設計工程では、要件定義工程で定義した要件を元にシステムの設計を行った。設計工程は、外部設計工程と内部設計工程に分かれており、外部設計では外部設計書の作成を、内部設計ではクラス設計を行った。筆者らのチームでは、内部設計から開発の担当を分けた。筆者は「楽譜情報に関する機能」と「対応付け情報に関する機能」を担当しているため、「楽譜表示コンポーネント」と「対応付けコンポーネント」の設計を主に行った。

本章では、設計工程の実績や、筆者が担当した開発範囲の設計方針を説明し、設計工程でのチームや個人としての工夫点や反省点について記述する。

5.1 設計工程の実績

期間：2009/9/1～2009/9/28

表 5-1 設計工程での成果物

成果物	数
外部設計書	89 ページ
画面遷移図	5 枚
画面レイアウト	30 画面
ユースケース図	4 枚
ユースケース記述	25 シナリオ
メッセージ定義書	1 ページ
クラス図	4 枚

5.2 楽譜表示コンポーネントの設計方針

筆者の担当したクラス設計は、「拡張性」と「クラスライブラリとしてのユーザビリティ」を意識して設計を行った。設計したクラス図を付録に載せる。

- 「拡張性」の必要性
本システムの納入後、委託元の研究室の学生が機能を拡張する可能性があるため、プログラムを簡単に拡張できるようにクラス設計を行う必要がある。
- 「拡張性」を高める工夫
 - (1) 楽譜表示コンポーネントのクラス設計に、文法規則をクラスで表現する **Interpreter** パターンを適用し、**MusicXML** の構文規則と同じクラス構造にした。ただし、**MusicXML** で定義されている要素の種類は 607 種類と膨大であるため、全ての要素の一つずつクラスを作ることはしていない。楽譜の描画に必要な要素は一つのクラスとして定義しているが、それ以外の要素はまとめて一つのクラスとして定義している。**Interpreter** パターンを適用することにより、クラス構造の把握しやすく、拡張箇所の特定が容易になると考える。
- 「クラスライブラリとしてのユーザビリティ」の必要性
本プロジェクトで作成した **Java** クラスライブラリは外部へ公開する。多数のユーザに使われることが想定されるため、汎用性を高め、クラス、メソッド、変数へのア

アクセスを適切に制限することにより、クラスライブラリのユーザビリティを向上させる必要がある。

- 「クラスライブラリとしてのユーザビリティ」を高める工夫
 - (1) クラスライブラリの汎用性を高めるため、本システムの機能実現に不必要なメソッドであっても、クラスライブラリを公開した際に使われる可能性のあるメソッドを実装した。
 - (2) 楽譜表示コンポーネントは、MusicXML の読み込み及び楽譜の描画はできるものの MusicXML の編集はサポートしていない。そのため、MusicXML の各要素を表わすクラスには getter メソッドはあるものの setter メソッドは定義していない。それらのクラスが保持する変数に値をセットするタイミングはオブジェクトの作成時に限られている。このように変数への書き込みを制限することにより、ライブラリの使用者はクラス設計者の意図した使い方でしかライブラリを使用できないようになっている。

5.3 対応付けコンポーネントの設計方針

クラス設計は、「再利用」を意識して設計を行った。設計したクラス図を付録に載せる。

- 「再利用」の必要性
コードの再利用は開発の工数を少なくし、保守性を高めることができる。できるだけコードクローンを少なくする努力は必要である。
- 「再利用」をしたポイント
対応付けコンポーネントが保持する機能の一つとして対応付け情報の表示機能がある。この機能を実装する際に楽譜コンポーネントのクラスを再利用した。具体的には、楽譜を表示するクラスを継承して対応付け情報を表示するクラスを作成した。そして、楽譜のレイアウトに関するパラメータを調整することにより、楽譜情報と演奏情報が並んで表示されるように実装した。

5.4 工夫点

- プロトタイピングを行った
外部設計工程では、NetBeans の Swing GUI Builder を用いて画面レイアウトを作成した。この時に作成したコードを実装工程で用いたため、効率的な開発を行うことができた。
- 読み込める MusicXML の形式を限定
MusicXML を楽譜表示するためには、一列にいくつ小節を並べるか、音符間の間隔はどれほどあけるか等、楽譜のレイアウトに関する計算を行わなければならない。しかし、finale から出力される MusicXML にはその計算結果が付加されているため、それらの計算をしなくても楽譜を表示できる。本システムでは、読み込める楽譜情報を finale から出力される MusicXML に限定することにより、開発工数を減らすことができた。
読み込めるデータを制限するという点でシステムの有用性に懸念はあるが、finale は音楽情報学の研究分野でもっとも有名な楽譜作成ソフトウェアであるため、委託元の了承を得ることができた。

5.5 反省点

- 外部設計工程で要件の変更が発生した

要件定義工程の時点では、モックアップを作成しなくても要件を十分固めることができると考えていたため、モックアップを作成しなかった。しかし、要件定義工程では、システムの具体的なイメージができておらず、設計工程になってモックアップを作成することにより初めてシステムの具体的なイメージができてきた。その結果、設計工程で要件の変更が発生してしまった。

今後は要件定義工程でモックアップを作成し、設計工程にて再利用をするように心がけたい。また、タイトなスケジュールの場合、要件定義工程では一つのフローだけでもモックアップを作成するようにしたいと思う。

第6章 システムの実装

実装工程では、設計に従ってプログラムの実装を行った。筆者は「楽譜表示コンポーネント」と「対応付けコンポーネント」の実装を主に行った。

本章では、実装工程の実績について説明した後、実装工程での個人としての工夫点や反省点について記述する。

6.1 実装工程の実績

期間：2009/9/29～2009/11/30

表 6-1 システム全体のコード数

場所	有効行	コメント行	空白行	合計
楽譜表示コンポーネント	3.5K	1.8K	0.5K	5.8K
演奏編集コンポーネント	1.5K	0.5K	0.3K	2.3K
対応付けコンポーネント	2.9K	1.4K	0.6K	4.9K
演奏分析コンポーネント	0.7K	0.5K	0.1K	1.3K
協調演奏システム支援アプリケーション	1.3K (※3.3K)	0.5K (※0.6K)	0.2K (※0.5K)	2K (※4.4K)
演奏分析アプリケーション	1.4K (※2.6K)	0.5K (※0.7K)	0.3K (※0.5K)	2.2K (※3.7K)
合計	1.1.4K	5.2K	2.1K	18.6K

※括弧内の数値は自動生成コードを含めた場合の値

表 6-2 筆者担当部分のコード数

場所	有効行	コメント行	空白行	合計
楽譜表示コンポーネント	3.5K	1.5K	0.5K	5.8K
対応付けコンポーネント	1.0K	0.7K	0.2K	1.8K
協調演奏システム支援アプリケーション	1.0K	0.3K	0.1K	1.4K
合計	5.5K	2.5K	0.8K	9K

6.2 工夫点

- 段階的に楽譜表示機能を実装した

前述したように、MusicXML で定義されている要素の種類は 607 種類と膨大である。始めから全ての要素に対応するつもりで実装を進めていくと開発期間が足りなくなる可能性が高い。そのため、重要な要素から順に実装をしていった。

6.3 反省点

- 技術調査の重要性を認識した

実装の途中で, MusicXML の構造と楽譜の描画に適したクラス構造は異なっていることに気付いた. 楽譜の中には奏者が読みやすいように冗長な表現がある. しかし, MusicXML の構造にはそれがない. そのため, MusicXML の構造に沿ったクラス構造は楽譜の描画をしにくい. MusicXML のデータ構造を事前に調査することが重要であると感じた.

第7章 システムのテスト

テスト工程では、システムの品質を高めるためにバグの抽出及びコードの修正を行った。

本章では、テスト工程の実績について説明した後、テスト工程での個人としての工夫点や反省点について記述する。

7.1 テスト工程の実績

期間：2009/12/1～2009/12/29

表 7-1 テストコードの実績

場所	有効行	コメント行	空白行	合計
楽譜表示コンポーネント	1.9K	1.4K	2K	3.5K
対応付けコンポーネント	3K	3K	0K	6K
協調演奏システム支援アプリケーション	1.9K	0.4K	2K	2.5K
合計	4.1K	2.0K	0.5K	6.6K

7.2 テスト方法

トップダウン式に単体テストと結合テストを同時に進めるという独自の方法を取った。この方法は、始めにトップのクラスの単体テストを行なう。次にトップのクラスの一つ下クラスの単体テストを行なう。ただし、トップのクラスと結合した状態で単体テストを行う。このテスト方法は本来結合テストで行うべき、同値分析や境界値分析を行うことができないのが欠点であるが、テストの期間を減らすことができるという利点を持っている。

7.3 工夫点

- モックオブジェクトを用いてテストを行った
単体テストでモックオブジェクトを用いることにより、スタブを作成する手間を軽減することができた。これにより、テストコード作成時間が減り、テスト期間を短くすることができた。

7.4 反省点

- 総合テストにて通常よりも多くのバグが検出された
実装したコード数(5.5Kstep)に対して、1 カ月という短い期間でテストを行うため、独自の方法を取ってテストを行った。これにより単体テスト・結合テストの期間が短くなった。しかし、それらの工程にてプログラムの品質を上げきれず、総合テストで多くのバグが検出された。テストを行った箇所は、筆者が開発した箇所でもあるため、バグの場所の特定にはあまり時間がかからず、テスト期間はあまり伸びることはなかった。

第8章 プロジェクト全体を通して

本章では、本プロジェクトを振り返ってみて、チームとしての工夫点や反省点について記述する。

8.1 スケジュール

各工程の予定と実績は図 8-1 のようになった。要件定義工程から設計工程まではチームの予定と実績、実装工程以降は筆者個人の予定と実績である。

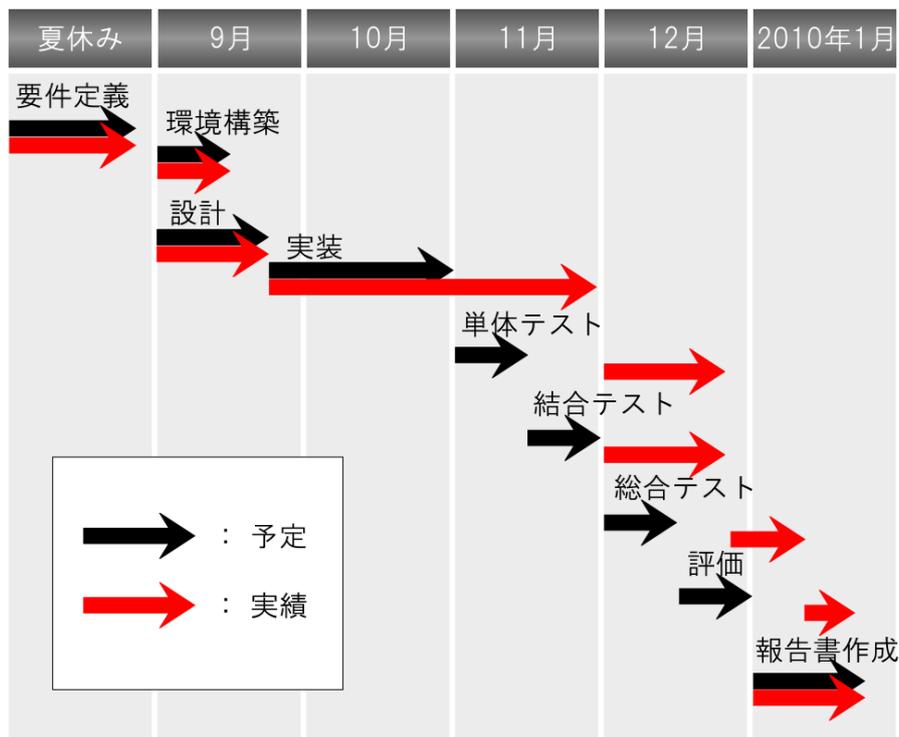


図 8-1 各工程の予定と実績

- スケジュールに関する考察

実装の期間が一か月延びてしまったことにより、単体テストから評価まで一か月の遅延が発生してしまった。遅延発生の原因として、見積もりの甘さが考えられる。要件定義工程では FP 法（ファンクションポイント法）[7]を用いて見積もりを行った。しかし、実際には見積った工数以上の工数がかかってしまった。

工数を少なく見積もってしまった原因として考えられるのは、Function Point(以下、FP)による見積もりの方法である。FP 法はシステムの機能に対して FP を算出する。一機能が取りうる FP は 3~7 と決められているが、私が担当した部分の一機能は、FP の最大値以上の工数がかかってしまったのではないかと思う。例えば、見積もり時、システム全体の FP は 109(未調整値)であり、その内、楽譜情報の表示機能の FP は 7 であった。しかし、実装コード数を見ると、全体に占める楽譜描画部分のコード数の割合は 20%になり、見積もり時よりも大幅に工数が増えてしまった。

デスクトップアプリケーションでは、FP 法による見積りは適していなかったのかもしれない。

8.2 工夫点

(1) クラスライブラリの公開

本システムのアピールポイントとして、Concerto クラスライブラリの公開が挙げられる。Concerto クラスライブラリの最大の特徴は、楽譜情報と演奏情報の対応付け機能である。音楽情報学の研究分野では、楽譜情報と演奏情報の対応付けに関する研究や対応付けを用いる研究がなされてきた[8][9]。通常は、研究者がそれぞれ独自のプログラムを開発するにとどまり、外部へ公開するということはあまり行われていなかった。そこで、本プロジェクトでは、システムの納入と同時に Concerto クラスライブラリを外部へ公開する。これにより、音楽情報学の発展へ貢献したいと考えている。

8.3 反省点

(1) 開発の遅延による機能の縮小

付・池田担当の部分で機能の削減があった。演奏情報に関する機能では、演奏情報の弾き直し機能、演奏情報の undo・redo 機能、演奏情報の拡大・縮小機能が、演奏分析に関する機能では、音のなり始め・なり終わりの比較分析機能、テンポの表示機能、テンポの比較機能等が削減された。

本プロジェクトでは品質を優先させるために、機能を削減し、その分テストを行うという方針を取った。

第9章 システムの評価

委託元の研究室で抱えている課題が、システムによって解決されるかどうか評価を行った。本章では、評価の概要、評価結果、考察について述べる。

9.1 対応付けの精度の評価

今までの協調演奏研究で行われてきた対応付けプログラムは、以下の2点の問題点があった。

- (1) 弾き間違い以降の対応付けが破綻する
- (2) 多旋律楽曲に対応していない

そこで、本システムを用いた場合にそれらの問題が解決できるかどうか、対応付けの精度について評価を行った。

9.1.1 評価方法

ピアニストのデータを用いて、バッチ処理とリアルタイム処理の二つの対応付けプログラムを評価する。現在、研究で行われている協調演奏は、ピアニストを対象としてため、今回の評価でもピアニストのデータを用いる。以下の表 9-1 対応付けプログラムのテストデータにテストデータを示す。シチリアーノとユーモレスクは単旋律、エリーゼのためにとソナタは多旋律の楽譜である。

表 9-1 対応付けプログラムのテストデータ

	楽譜音数 (タイ含)	楽譜音数 (タイ含まない)	演奏音	余分音	弾き飛ばし	音高間違い	正しい演奏音数
シチリアーノ	319	229	300	1	0	0	299
ユーモレスク	347	347	350	0	1	0	350
エリーゼのために	1041	1041	1045	5	0	1	1039
ソナタ	679	679	694	3	0	0	687

9.1.2 実験結果

バッチ処理の対応付けプログラムを用いた場合の結果を表 9-2 に、リアルタイム処理の対応付けプログラムを用いた場合の結果を表 9-3 に示す。

「対応付け数」は楽譜の音符と演奏の音符の対応づけが行われた回数を表わす。「マッチング率」は楽譜情報と演奏情報の全体の音符に占める対応づけされている音符の割合を表わす。「成功率」は対応づけられている全ての音符に占める正しい対応付けを行うことができた音符の割合を表わす。

表 9-2 バッチ処理の対応付けプログラムの対応付け精度

	対応付け数	マッチング率	成功率
シチリアーノ	319	1.00	1.00
ユーモレスク	342	0.98	0.98
エリーゼのために	1028	0.99	0.99
ソナタ	662	0.96	0.96

表 9-3 リアルタイム処理の対応付けプログラムの対応付け精度

	対応付け数	マッチング率	成功率
シチリアーノ	306	0.98	0.96
ユーモレスク	350	1.00	1.00
エリーゼのために	1035	0.99	1.00
ソナタ	675	0.95	0.98

9.1.3 考察

- 弾き間違いに関する考察

全てのテストデータに弾き間違いがあるが、バッチ処理とリアルタイム処理、共に対応付けの成功率が高い。システム化前では、弾き間違いがあった場所以降は対応付けできなくなっていたが、本システムを用いると、弾き間違いがあったとしても対応付けを続けることができ、更に、高い精度で正しい対応付けをすることができるようになることが分かった。

- 多旋律の対応付けに関する考察

多旋律の楽曲においても対応付けの成功率が高いことが分かる。システム化前では、多旋律の対応付けはできなかったが、システム化後は、多旋律の対応付けができるようになり、更に、高い精度で正しい対応付けをすることができるようになることが分かった。

9.2 演奏情報の編集作業の効率の評価

今までの演奏情報の編集作業は時間がかかるという問題点があった。そこで、本システムを用いることにより編集作業にかかる時間が削減されたかどうか、評価実験によって評価した。

9.2.1 評価実験

手作業での演奏情報の編集作業と協調演奏システム支援アプリケーションでの演奏情報の編集作業にかかる所要時間を比較し、協調演奏システム支援アプリケーションによって、演奏情報の編集作業が効率化されたかどうか評価する。

評価実験には、情報学を専攻し、楽譜を読むことのできる学生 6 名が参加した。被験者は、以下の二つのタスクを行い、アンケートに答えた。

(1) テキストベースの演奏情報の編集

UNI ファイルをテキストエディタで開き、演奏情報の修正を行う。音のなり始め、音長、音量、音高の修正及び音の追加、削除の計 6 つの編集作業を行う。

(2) 本システムベースの演奏情報の編集

SMF を協調演奏システム支援アプリケーションで開き、演奏情報の修正を行う。音のなり始め、音長、音量、音高の修正及び音の追加、削除の計 6 つの編集作業を行う。

9.2.2 実験結果

各タスクの遂行時間の平均を表 9-4 に示す。また、有意水準 5% で検定(片側)を行った結果を表 9-5 に示す。

表 9-4 演奏編集実験のタスク遂行時間の平均

編集作業の項目	タスク遂行時間の平均(秒)		
	テキストベース	システムベース	差
音のなり始め	54	43	-20%
音長	67	40	-40%
音量	55	30	-45%
音高	46	31	-33%
音の追加	158	112	-29%
音の削除	66	23	-65%
合計時間	445	279	-29%

表 9-5 演奏編集実験の t 検定の結果

編集作業の項目	p
音のなり始め	0.19
音長	0.07
音量	0.03
音高	0.05
音の追加	0.14
音の削除	0.08
合計時間	0.11

9.2.3 考察

タスク遂行時間の平均を比べると、全ての項目で編集時間が短くなることがわかった。また、平均にすると、約 29%の作業時間が削減されることが分かった。t 検定の結果から、音量の編集時間に有意差が見られ、システム化により編集時間が短くなることがわかった。これらの結果より、システム化により演奏情報の編集時間が短くなることがわかった。

アンケートでは、テキストベースの編集は、見づらい、間違いやすい、音を探すのに時間がかかる等、否定的なコメントが多かった。一方、システムベースの編集では、音の流れが見やすく対象の音を見つけやすかった等、肯定的なコメントを頂いた。また、システムベースの編集のコメントには、undo 操作ができると良い、音を追加は前の音のなり終わり時間が参照できた方が良い等、ユーザインタフェースを指摘するものがあった。本システムのユーザインタフェースを改善すれば、更なる編集時間の短縮が期待できる。

9.3 演奏情報の分析作業の効率の評価

今までの演奏情報の分析作業は、時間がかかるという問題点があった。そこで、本システムを用いることにより分析作業にかかる時間が削減されたかどうか、評価実験によって評価した。

9.3.1 評価実験

手作業での演奏分析作業と演奏分析アプリケーションでの演奏分析作業にかかる時間を比較し、演奏分析アプリケーションによって演奏分析作業が効率化されたかどうか評価する。

情報学を専攻し、楽譜を読むことのできる学生 8 名が実験に参加した。被験者は、以下の二つのタスクを行い、アンケートに答えた。

(1) 表計算ソフトベースの演奏情報の分析

Excel2007 を用いて、二つの演奏情報のインターバルを比較するグラフを作成する。インターバルを算出するには、まず、二つの演奏情報の拍あたり時間を二つの演奏情報の平均の拍あたり時間に変換する。その後、変換後のインターバルをグラフ化する。

(2) 本システムベースの演奏情報の分析

演奏分析アプリケーションを用いて、二つの演奏情報のインターバルを比較するグラフを作成する。ダイアログに表示される項目を選択していき、インターバルをグラフ化する。

9.3.2 実験結果

各タスクの遂行時間の平均を表 9-6 に示す。また、有意水準 5% で検定(片側)を行った結果、 $p=6.9e-9$ となった

表 9-6 演奏分析実験のタスク遂行時間の平均

タスク遂行時間の平均(秒)		
表計算ソフトベース	本システムベース	差
738	134	-82%

9.3.3 考察

タスク遂行時間の平均を比べると、作業時間が約 82%削減された。また、t 検定の結果から、表計算ソフトと本システムの分析時間には有意差が見られ、分析時間が短くなったことがわかった。

アンケート結果を見ると、表計算ソフトでの演奏分析は、遅い、難しい、複雑、不便と思う被験者が多かった。一方、本システムでの演奏分析は、早い、単純、便利、分かりやすいと思う被験者が多かった。これらの結果より、本システムは、演奏分析研究の初心者にも使いやすいシステムであることがわかる。

9.4 その他の評価

自分の開発担当範囲の評価や非機能要件の評価を行った。

9.4.1 開発担当範囲の評価

筆者が開発を担当した範囲のプログラムの保守性について評価を行う。

筆者が作成したプログラムは、有効行とコメント行が約 2 対 1 の比率になっていること、クラスライブラリ部分の **JavaDoc** を作成していること、デザインパターンを適用してクラス設計していること等を踏まえると、非機能要件で定義していた保守性に関する要件は満たされると考える。

また、保守性を示す一つの指標としてコードクローンのカバレッジを算出した。カバレッジは **Java** プログラム中の有効行部分が、何らかのコードクローンによって占められている割合のことを言う。値の算出には **CCFinderX**[10] の GUI フロントエンドツール **GemX** を用いた。

その結果、全体の平均のカバレッジは約 1 割であった。そして、もっともカバレッジが大きいクラスで約 2 割であった。コードクローンの内容を確認すると、描画のメソッドに多く、その中でも描画レイアウト位置を計算する際の条件分岐に存在することが多かった。

検出されたコードクローン部分をメソッドに括り出せば、更に保守性が上がる可能性がある。

9.4.2 リアルタイム性に関する評価

評価実験を行い、リアルタイムに対応付けを行う際のリアルタイム性を評価した。実験では、本システムが **MIDI** メッセージの受信を完了してから、協調演奏システムの本番システムで対応付けデータの受信が完了するまでの処理時間を計測した。

実験環境は表 9-7 のとおりである。

表 9-7 リアルタイム性の検証実験を行った PC 環境

PC	Dell Vostro VOSTRO_200
CPU	Intel® Core2 Duo E6550 2.33GHz
メモリ	2.00GB
OS	Windows Vista Business Service Pack 2

対応付け処理を 20 回行った結果、処理時間の平均は 12ms、最大値は 60ms であった。これより、非機能要件で定義していた 1.0s 以内（目標 0.5s 以内）という要件を満たしていることが分かった。

第10章 結論

協調演奏や演奏分析に関する研究活動では、楽譜情報と演奏情報の対応付けをする際、その精度に課題があった。また、演奏情報を編集する際や、演奏情報の分析を行う際に、その効率に課題があった。

それらの課題を解決するために、本プロジェクトでは、楽譜情報と演奏情報を対応付ける機能、演奏情報を編集する機能、演奏情報を分析する機能を備えたシステム **Concerto** を開発した。

筆者は、「対応付け情報に関する機能」のうちの対応付け情報の読み込み、保存及び表示機能の開発と「楽譜情報に関する機能」の開発を主に担当した。

対応付け精度の評価を行った結果、弾き間違いがある演奏情報や多旋律の楽曲を演奏した演奏情報でも、高い精度で対応付けを行うことが可能であることがわかった。

また、評価実験により、演奏情報の編集作業の効率と演奏情報の分析作業の効率の評価を行った。その結果、システム化により、演奏情報の編集作業と分析作業の効率が向上することが分かった。

これらの結果から、本システムは委託元が抱えている課題の解決に有効であることが分かった。

本プロジェクトで開発したクラスライブラリは、委託元の研究室に所属する研究者はもちろん、協調演奏や演奏分析に関する研究を行う研究者全般にとって、研究に関する作業の役に立つことが期待される。

謝辞

本プロジェクトを行うにあたり，委託元教員である水谷哲也講師には，週 1 回のミーティングを通して，貴重なご意見やご助言を頂きました．深く感謝申し上げます．

指導教員である三末和男准教授には，普段より丁寧なご指導，ご助言を頂きました．指導して下さった 3 年間，多くのことを学ばせて頂きました．心から感謝申し上げます．

研究室の教員である田中二郎教授，志築文太郎講師，高橋伸講師には適切なご指導や激励を頂きました．また，高度 IT コースにいなながらも，研究をする機会を与えて下さり，とても充実した学生生活を送ることができました．この場を借りて深く感謝申し上げます．

高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発先専修プログラムの専任教授である，菊池純男教授，駒谷昇一教授には 2 年間の間，丁寧なご指導やご助言を頂きました．プロジェクトを最後までやり遂げることができたのも，先生方のおかげです．深く御礼申し上げます．

本プロジェクトで同じチームであった，池田勝洋君，付磊君，安江梓さんにも心から感謝申し上げます．3 人がいたからこそ，私はここまで頑張ってきたことができました．

また，高度 IT コースの皆様には大変お世話になりました．特に，3F835 メンバーからは多くのアドバイスや励ましの言葉を頂き，深く感謝いたします．

インタラクティブプログラミング研究室の皆様，特に，NAIS チームの皆様とは，研究を一緒に行うことができ，とても楽しかったです．ありがとうございました．

そして最後に，大学生活を送るなかで，経済的にも精神的にも支えてくれた両親や，大学生活を充実あるものにしてくれた友人に心から感謝申し上げます．本当にありがとうございました．

参考文献

- [1] 平賀 讓. コンピュータ音楽 (音楽情報処理), コンピュータソフトウェア, Vol.11, No.1, pp.49-56, 1994
- [2] 五十嵐 滋. 演奏を科学する, 株式会社ヤマハミュージックメディア, 2000.
- [3] Tetsuya Mizutani, Tatsuo Suzuki, Masayuki Shio, Yasuwo Ikeda. Formal Specification and Experiments of an Expressive Human-Computer Ensemble System with Rehearsal, Third IEEE International Symposium on Theoretical Aspects of Software Engineering, pp. 303-304, 2009.
- [4] Good, M. MusicXML: An Internet-Friendly Format for Sheet Music, XML 2001 Conference and Expo, 2001.
- [5] 北原 鉄朗, 片寄 晴弘. CrestMuseXML Toolkitを用いた音楽情報処理システム, CrestMuse Symposium 2008, pp. 37-38, 2008.
- [6] Object Refinery Limited. JFreeChart. <http://www.jfree.org/jfreechart/>.
- [7] International Function Point Users Group (IFPUG), Function Point Counting Practices Manual, Release 4.0, IFPUG, 1994.
- [8] Roger B.Dannenberg. An On-Line Algorithm for Real-Time Accompaniment, ICMC '84 Proceedings, pp. 193-198, 1984.
- [9] Joshua J.Bloch and Roger B. Dannenberg. Real-Time computer Accompaniment of Keyboard Performances, ICMC'85 Proceedings, pp. 279-289, 1985.
- [10] Toshihiro Kamiya, Shinji Kusumoto, and Katsuro Inoue, "CCFinder: A Multi-Linguistic Token-based Code Clone Detection System for Large Scale Source Code", IEEE Trans. Software Engineering, Vol.28, No.7, pp.654-670, 2002.

付録

- 外部設計書 90 ページ
- クラス図 2 枚

納入先 水谷哲也講師

実時間演奏データと楽譜情報との対応システム

外部設計書

第 1.2 版



筑波大学
システム情報工学研究科
コンピュータサイエンス専攻

200820604 池田勝洋

200820646 島村祐介

200820693 安江梓

200820713 付磊

作成日 2010年1月19日

目次

1. はじめに	2
1.1. 外部設計書の目的	2
1.2. システムの名称	2
1.3. システムの納入先	2
1.4. 用語の定義	2
2. システム構成	4
2.1. ハードウェア構成	4
2.2. ソフトウェア構成	5
2.3. アプリケーション構成	6
3. 画面遷移図	7
3.1. 協調演奏システム支援アプリケーション	7
3.2. 演奏分析アプリケーション	11
4. 画面レイアウト一覧	12
4.1. 画面一覧	12
4.2. 画面レイアウト	14
5. ユースケース	55
5.1. ユースケース一覧	55
5.2. ユースケース図	57
5.2.1. 楽譜表示コンポーネント	57
5.2.2. 演奏編集コンポーネント	58
5.2.3. 対応付けコンポーネント	59
5.2.4. 演奏分析コンポーネント	60
5.3. ユースケース記述	61
5.3.1. 楽譜表示コンポーネント	61
5.3.2. 演奏編集コンポーネント	64
5.3.3. 対応付けコンポーネント	73
5.3.4. 演奏分析コンポーネント	84
6. メッセージ一覧	90
6.1. アラートメッセージ	90
6.2. エラーメッセージ	90
6.3. インフォメーションメッセージ	90

1. はじめに

1.1. 外部設計書の目的

本外部設計書は、要件定義書に記述された要件に基づき、開発するシステムの構成や画面設計、ユーザ目線でのシステムの動作を定義することを目的としている。

1.2. システムの名称

Concerto (コンチェルト)

1.3. システムの納入先

国立大学法人筑波大学 システム情報工学研究科 水谷哲也講師

1.4. 用語の定義

➤ 演奏データ

演奏情報を表すデータ。今回は SMF 形式、MIDI メッセージ形式、MIDI XML 形式、UNI 形式のデータを想定する。

➤ 楽譜データ

楽譜情報を表すデータ。今回は MusicXML 形式もしくは UNI 形式のデータを想定する。

➤ 対応付けデータ(アーカイブデータ)

演奏データ、楽譜データ及びそれらの対応関係を記述したデータを一つにまとめたデータ。今回は演奏データに MIDI XML、楽譜データに MusicXML、そして対応関係を記述したデータに Xlink を想定する。

➤ 協調演奏システム

人間が弾く主旋律に合わせて計算機が伴奏を行うシステム。本書では、水谷哲也講師が指導している水谷研究室で開発している協調演奏システムを指す。

➤ リハーサル演奏データ

協調演奏システムで用いるデータの一つ。主旋律の演奏データと、主旋律の演奏に合うように作られた伴奏データからなり、協調演奏を行う際にシステムが基準として用いる演奏データである。

➤ UNI

水谷研究室で開発された、ピアノなどの演奏情報を格納するためのデータ形式。現在の協調演奏システムの入出力データの形式に採用されている。

➤ インターバル

UNI で用いられているパラメータの一つで、直前の音からの時間間隔を意味する。

➤ マッチング率

楽譜データに対して演奏データがどの程度の割合で対応付けが行われたかを表す値。具体的には、[対応付けされた楽譜の音数] を [演奏範囲の楽譜の音数] で除して求める。

➤ 演奏率

演奏データが楽譜データ全体に対してどの程度の割合を演奏したものであるかを表す値。具体的には、[演奏範囲の楽譜での音数] を [楽譜（全てのパートを含める）の音数] で除して求める。

2. システム構成

本章では本システムのハードウェア構成、ソフトウェア構成及びアプリケーション構成について説明する。

2.1. ハードウェア構成

本システムを利用するためのハードウェア構成について説明する。本システムを利用するためには次に示す機器を用いることが想定される。(1)~(4)に機器の説明を、図 2.1 にハードウェア構成の図を示す。

(1) MIDI 楽器

演奏データを MIDI メッセージとして出力する楽器。ただし本システムでは鍵盤楽器のみを扱う。演奏データを入力するために使用する。

(2) MIDI ケーブル

MIDI メッセージを通信するためのケーブル。MIDI 楽器から出力された MIDI メッセージを MIDI-USB インタフェースに送信するために使用する。

(3) MIDI-USB インタフェース

MIDI 端子から USB 端子に変換するインタフェース。MIDI ケーブルとコンピュータを接続するために使用する。

(4) コンピュータ

本システムがインストールされているコンピュータ。本システムを動作させるために使用する。

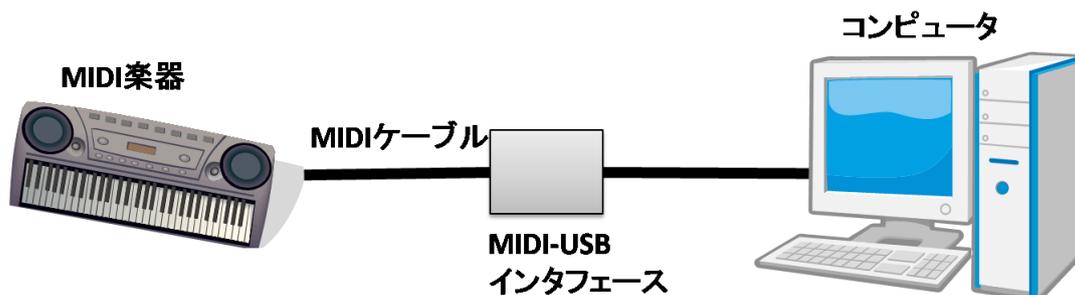


図 2.1 ハードウェア構成

2.2. ソフトウェア構成

本システムの動作に必要なソフトウェア構成について説明する。図 2.2 のように、Concerto は WindowsXP または WindowsVista を OS とし、Java Runtime Environment (JRE) 6.0 がインストールされているコンピュータ上で動作する。そして、Concerto は Concerto クラスライブラリ、演奏分析アプリケーション及び協調演奏システム支援アプリケーションからなり、Concerto クラスライブラリは CMX Toolkit(CrestMuseXML Toolkit) を利用する。各アプリケーションは Concerto クラスライブラリ上で動作する。

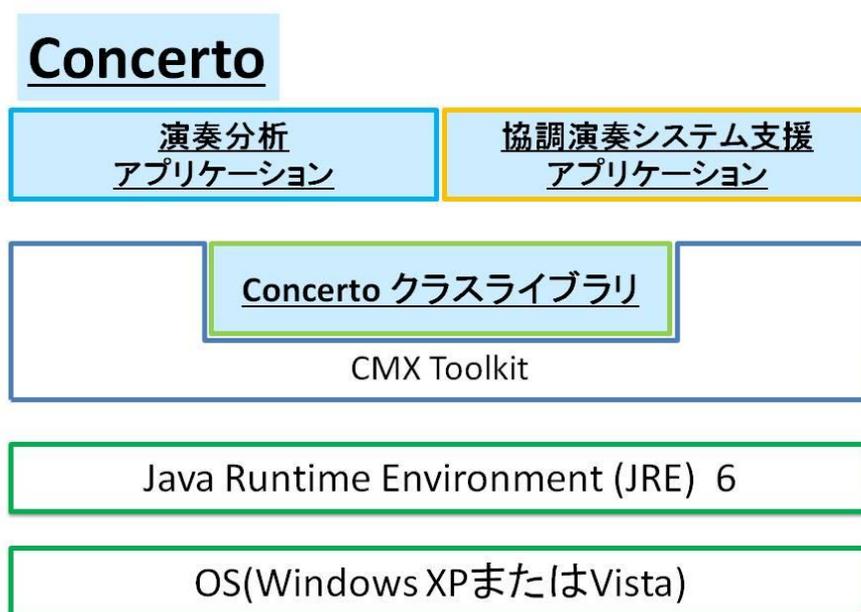


図 2.2 ソフトウェア構成

2.3. アプリケーション構成

本システムのアプリケーション構成について説明する。本システムのアプリケーションは4つのコンポーネントに分かれている。協調演奏システム支援アプリケーションは楽譜表示コンポーネント、演奏編集コンポーネント及び対応付けコンポーネントから構成される。そして、演奏分析アプリケーションは演奏分析コンポーネントから構成される。(1)～(4)にコンポーネントの説明を、図 2.3 にアプリケーション構成の図を示す。

(1) 楽譜表示コンポーネント

楽譜を表示するための機能をまとめたコンポーネントである。

(2) 演奏編集コンポーネント

演奏データの作成、表示、編集及び再生するための機能をまとめたコンポーネントである。

(3) 対応付けコンポーネント

楽譜データと演奏データの対応付け、楽譜データと演奏データとそれらに対応付けたデータをファイル保存、及び通信するための機能をまとめたコンポーネントである。

(4) 演奏分析コンポーネント

演奏データの分析、および演奏データを分析したデータをグラフ表示及びファイル出力するための機能をまとめたコンポーネントである。

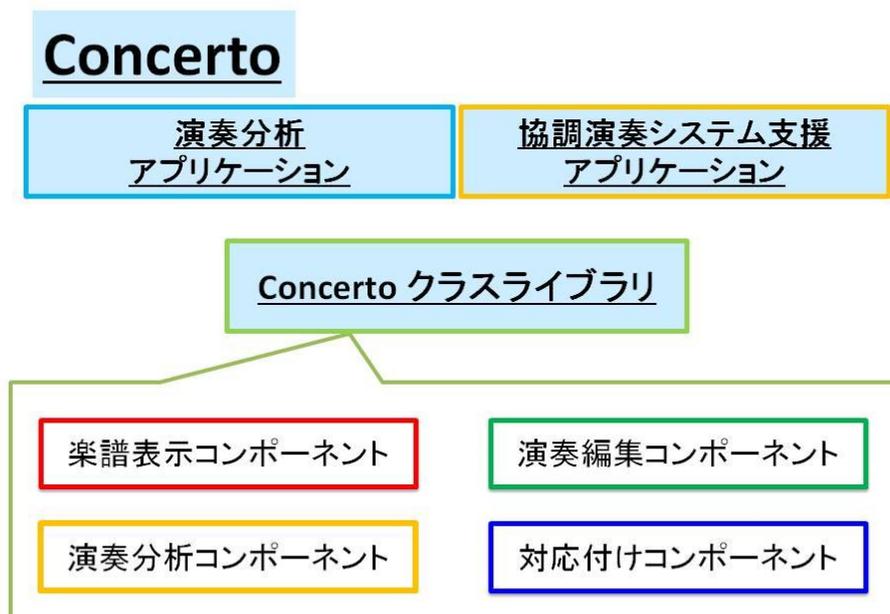


図 2.3 アプリケーション構成

3. 画面遷移図

画面遷移図とは、システムを構成する画面と画面との間の遷移関係がどうなっているかを図示したものである。本章では、画面だけでなく主要なダイアログも含めた遷移関係を図示する。角丸四角で囲まれた図形は画面・ダイアログを表し、矢印は画面・ダイアログ間の遷移を表している。

3.1. 協調演奏システム支援アプリケーション

協調演奏システム支援アプリケーションの画面遷移図は、楽譜表示コンポーネント、演奏編集コンポーネント、対応付けコンポーネント(対応付けに関する部分)及び対応付けコンポーネント(本番演奏に関する部分)の4つの画面遷移図から構成される。

➤ 楽譜表示コンポーネント

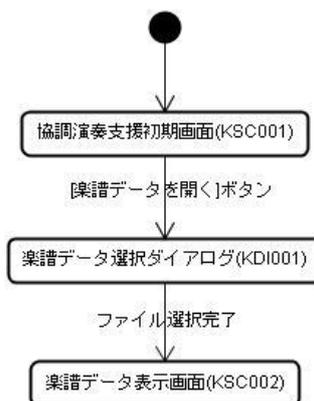


図 3-1 楽譜表示コンポーネント画面遷移図

➤ 演奏編集コンポーネント

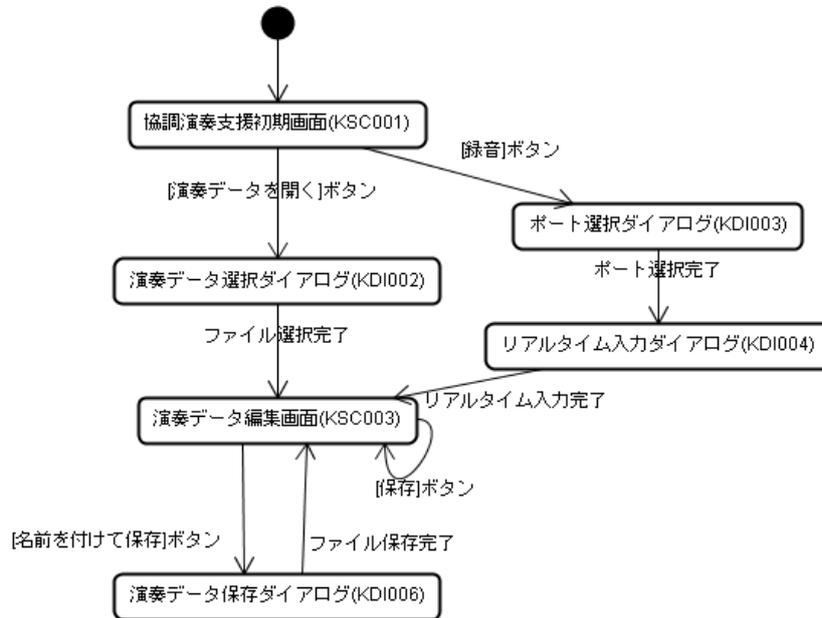


図 3-2 演奏編集コンポーネント画面遷移図

➤ 対応付けコンポーネント(対応付けに関する部分)

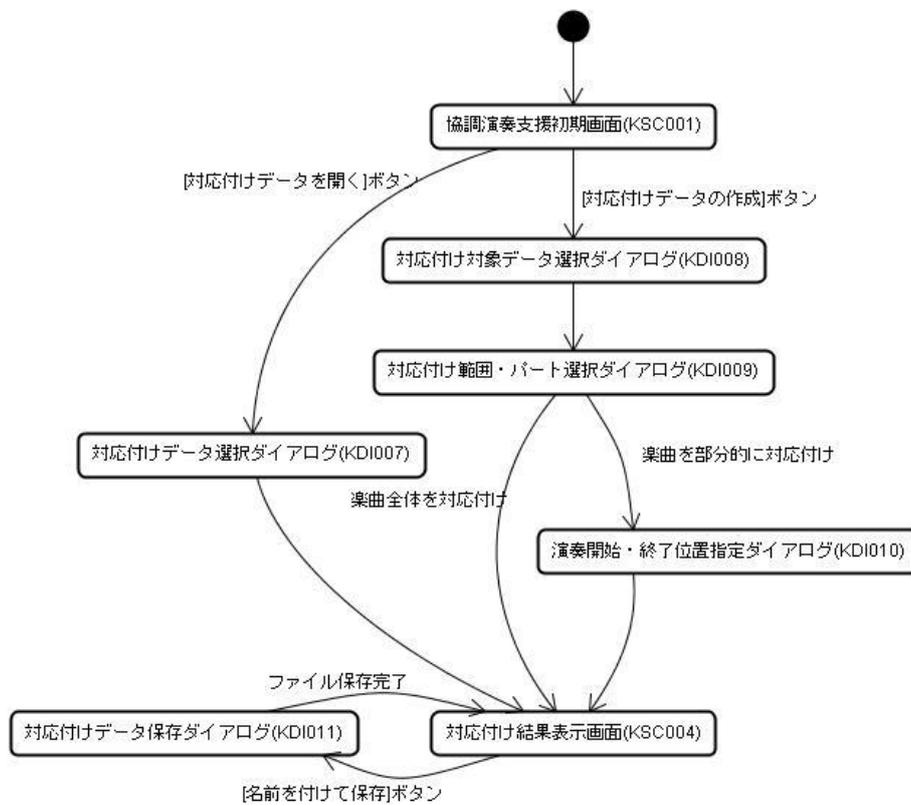


図 3-3 対応付けコンポーネント画面遷移図(対応付けに関する部分)

➤ 対応付けコンポーネント(本番演奏に関する部分)

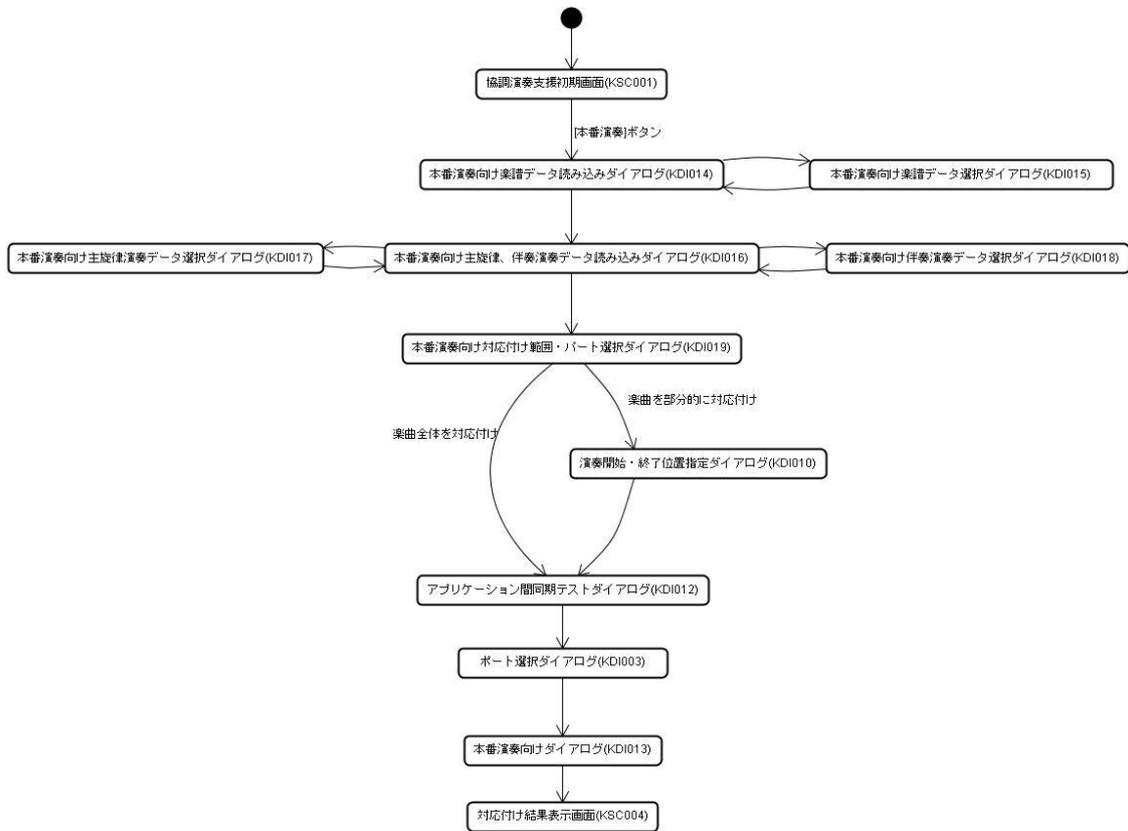


図 3-4 対応付けコンポーネント画面遷移図(本番演奏に関する部分)

3.2. 演奏分析アプリケーション

演奏分析アプリケーションの画面遷移図は、演奏分析コンポーネントの画面遷移図からなる。

▶ 演奏分析コンポーネント

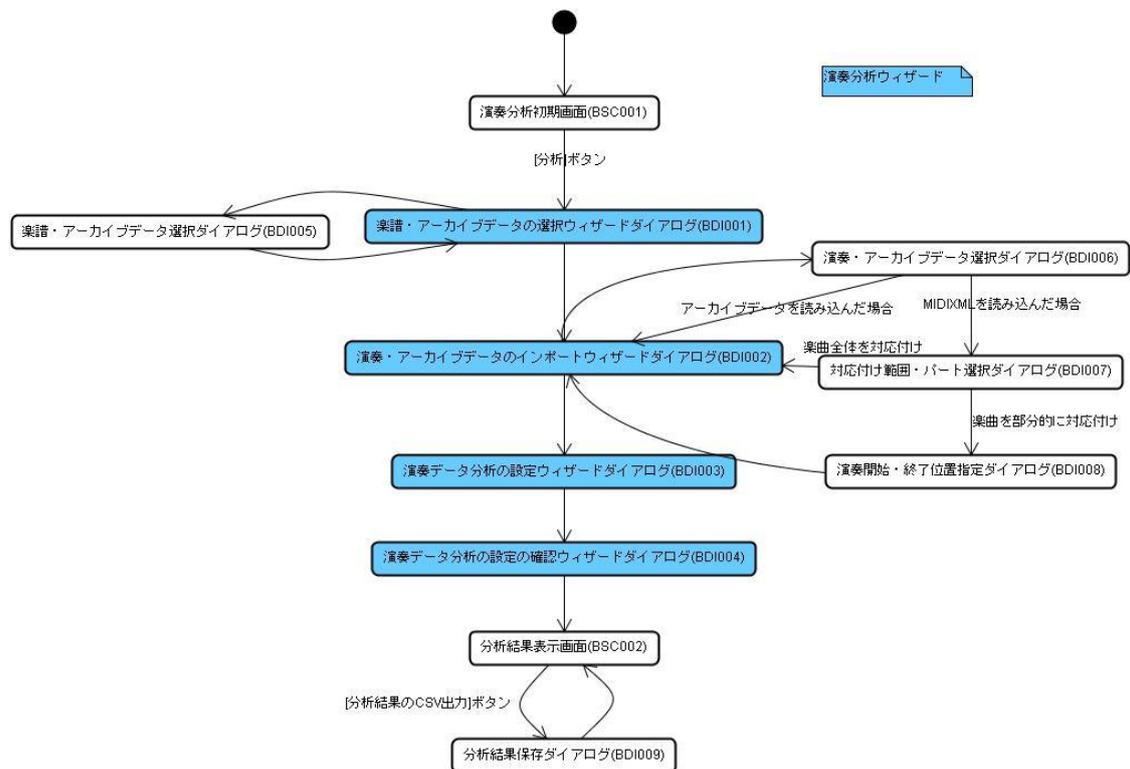


図 3-5 演奏分析コンポーネント画面遷移図

4. 画面レイアウト一覧

本章では、本システムの画面一覧と画面レイアウトを示す。

4.1. 画面一覧

システムを構成する画面の画面 ID と画面名を一覧で示す。

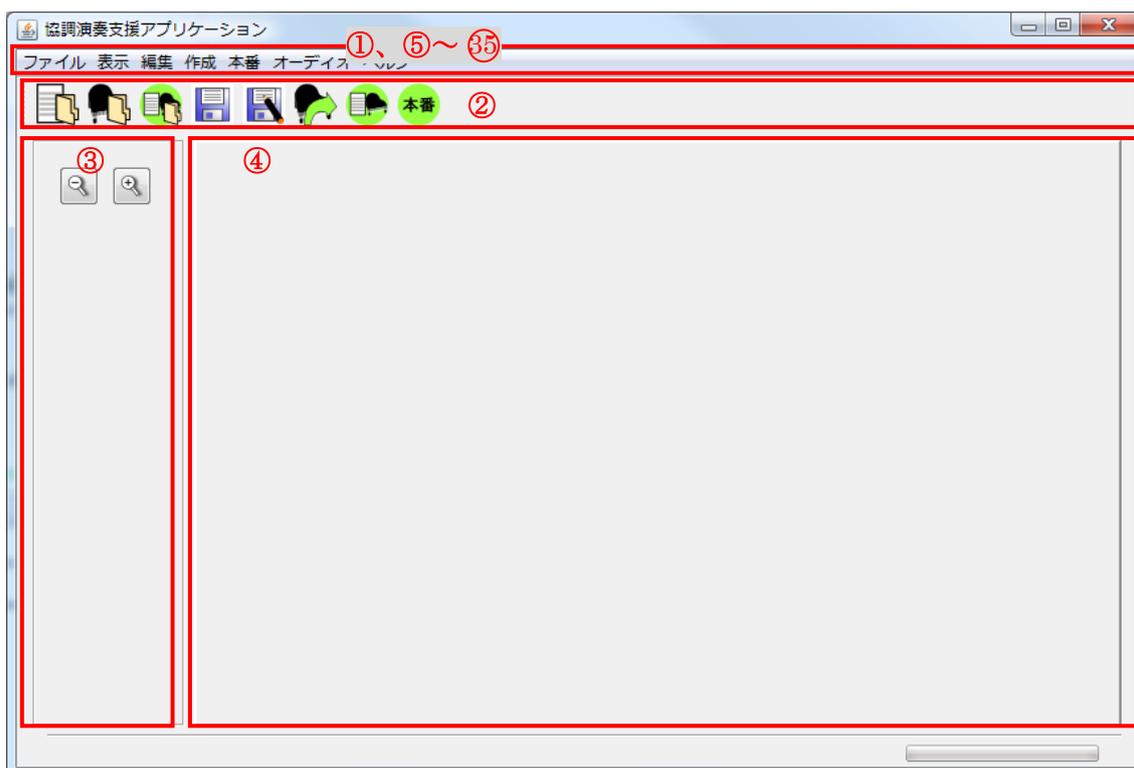
画面 ID	画面名
KSC001	協調演奏支援初期画面
KSC002	楽譜データ表示画面
KSC003	演奏データ編集画面
KSC004	対応付け結果表示画面
BSC001	演奏分析初期画面
BSC002	分析結果表示画面

画面 ID	画面名
KDI001	楽譜データ選択ダイアログ
KDI002	演奏データ選択ダイアログ
KDI003	ポート選択ダイアログ
KDI004	リアルタイム入力ダイアログ
KDI006	演奏データ保存ダイアログ
KDI007	対応付けデータ選択ダイアログ
KDI008	対応付け対象データ選択ダイアログ
KDI009	対応付け範囲・パート選択ダイアログ
KDI010	演奏開始・終了位置指定ダイアログ
KDI011	対応付けデータ保存ダイアログ
KDI012	アプリケーション間同期テストダイアログ
KDI013	本番演奏向けダイアログ
KDI014	本番演奏向け楽譜データ読み込みダイアログ
KDI015	本番演奏向け楽譜データ選択ダイアログ
KDI016	本番演奏向け主旋律・伴奏演奏データ読み込みダイアログ
KDI017	本番演奏向け主旋律演奏データ選択ダイアログ
KDI018	本番演奏向け伴奏演奏データ選択ダイアログ
KDI019	本番演奏向けパート選択ダイアログ
KDI020	Concerto についてダイアログ
BDI001	楽譜・アーカイブデータの選択ウィザードダイアログ
BDI002	演奏・アーカイブデータのインポートウィザードダイアログ
BDI003	演奏データ分析の設定ウィザードダイアログ
BDI004	演奏データ分析の設定の確認ウィザードダイアログ
BDI005	楽譜・アーカイブデータ選択ダイアログ
BDI006	演奏・アーカイブデータ選択ダイアログ
BDI007	対応付け範囲・パート選択ダイアログ
BDI008	演奏開始・終了位置指定ダイアログ
BDI009	分析結果保存ダイアログ
BDI010	Concerto についてダイアログ

4.2. 画面レイアウト

システムを構成する画面ごとに画面の表示例を示し、構成要素を説明する。

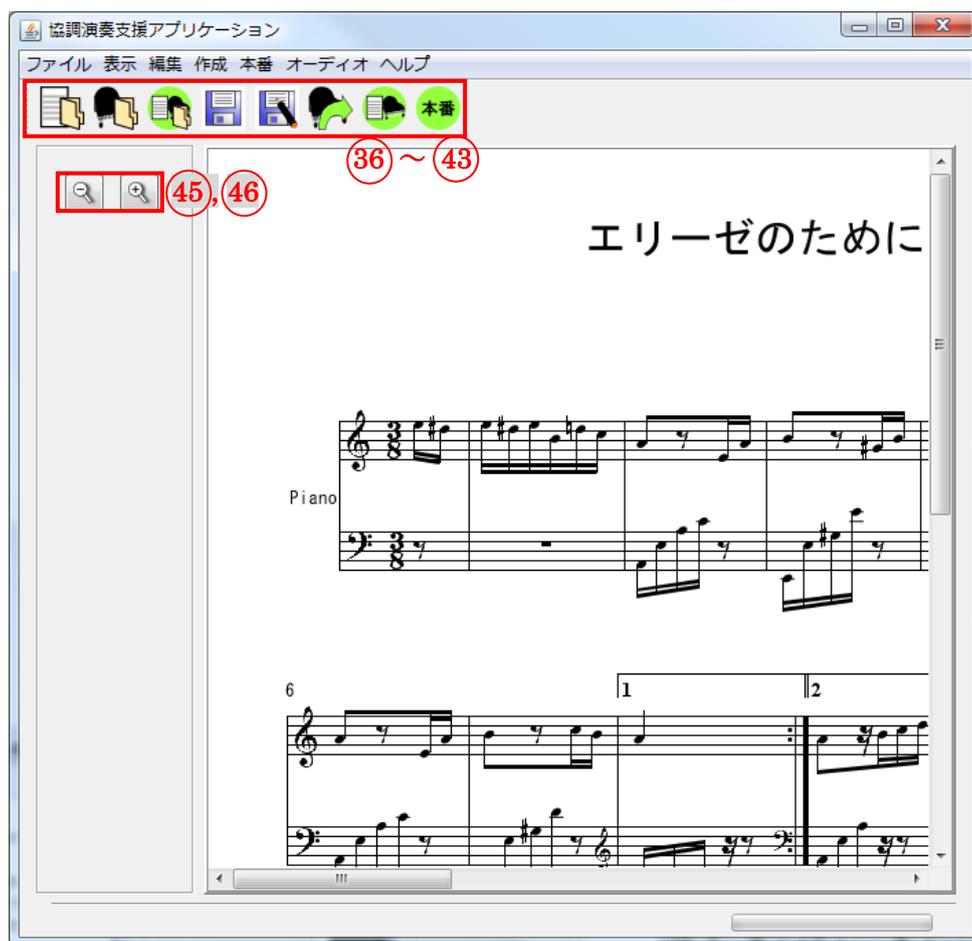
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	共通	画面名	共通



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	メニューバー	-	-	
2	ツールバー	-	-	
3	操作パネル	-	-	
4	描画パネル	-	-	
5	ファイル	メニュー	-	
6	ファイル-楽譜データを開く	メニュー	-	
7	ファイル-演奏データを開く	メニュー	-	
8	ファイル-対応付けデータを開く	メニュー	-	

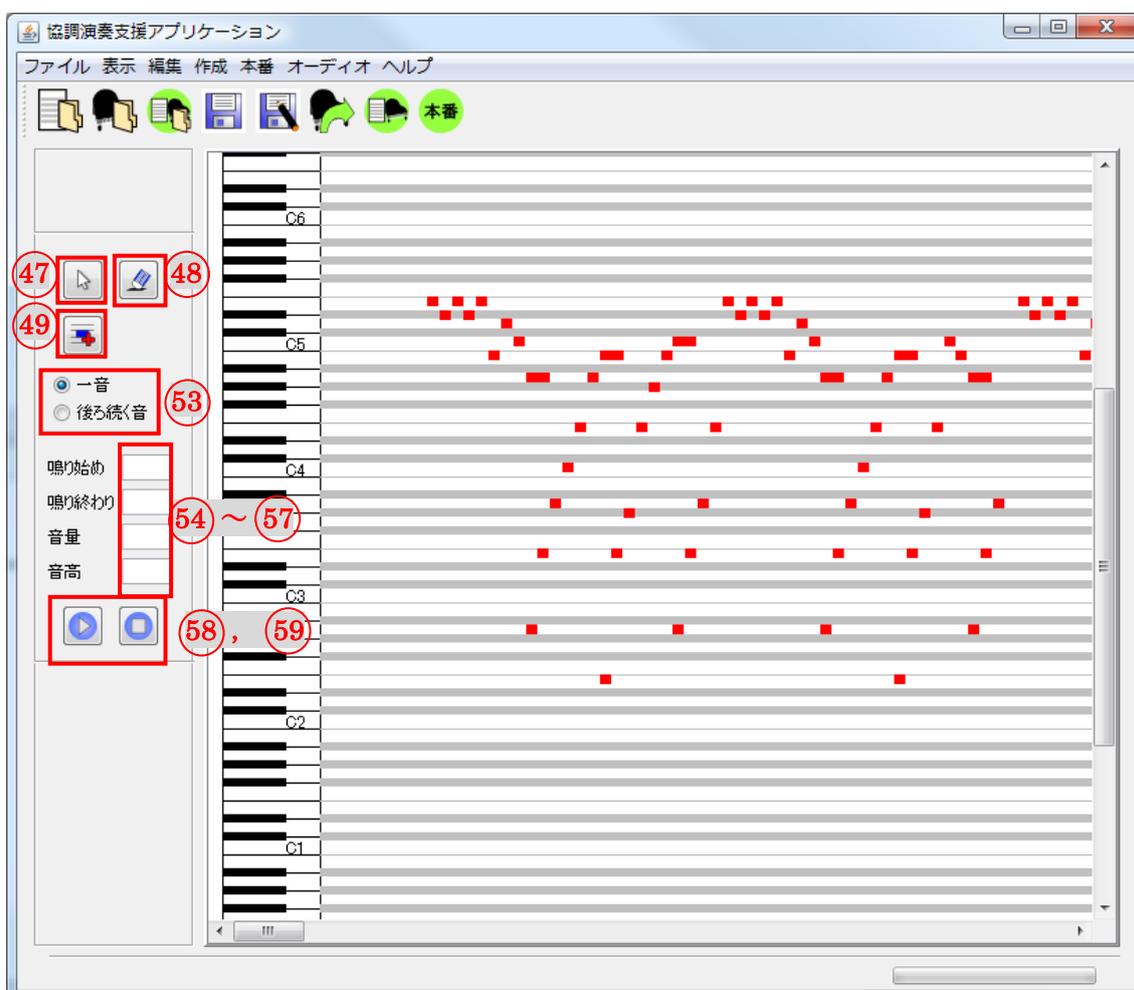
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
9	ファイル-保存	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応付けデータが未保存の場合 	
10	ファイル-名前を付けて保存	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応付けデータが未保存の場合 	
11	ファイル-終了	メニュー	-	
12	表示	メニュー	-	
13	表示-拡大	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC002 ・ KSC003 ・ KSC004 	
14	表示-縮小	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC002 ・ KSC003 ・ KSC004 	
15	表示-つかんで移動	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC002 ・ KSC003 ・ KSC004 	
16	編集	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 	
17	編集-UNDO	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ編集履歴がある場合 	
18	編集-REDO	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ UNDO履歴がある場合 	
19	編集-選択	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 	
20	編集-削除	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 	
21	編集-追加	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 	
22	編集-弾きなおし	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 	
23	作成	メニュー	-	
24	作成-演奏データの作成	メニュー	-	

画面項目 番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
25	作成・演奏データの作成・録音	メニュー	-	
26	作成・対応付けデータの作成	メニュー	-	
27	本番	メニュー	-	
28	本番・本番演奏	メニュー	-	
29	オーディオ	メニュー	・ KSC003 ・ KSC004	
30	オーディオ・再生	メニュー	・ KSC003 ・ KSC004	
31	オーディオ・一時停止	メニュー	・ KSC003 ・ KSC004	
32	オーディオ・停止	メニュー	・ KSC003 ・ KSC004	
33	ヘルプ	メニュー	-	
34	ヘルプ・マニュアル	メニュー	-	
35	ヘルプ・Concerto について	メニュー	-	



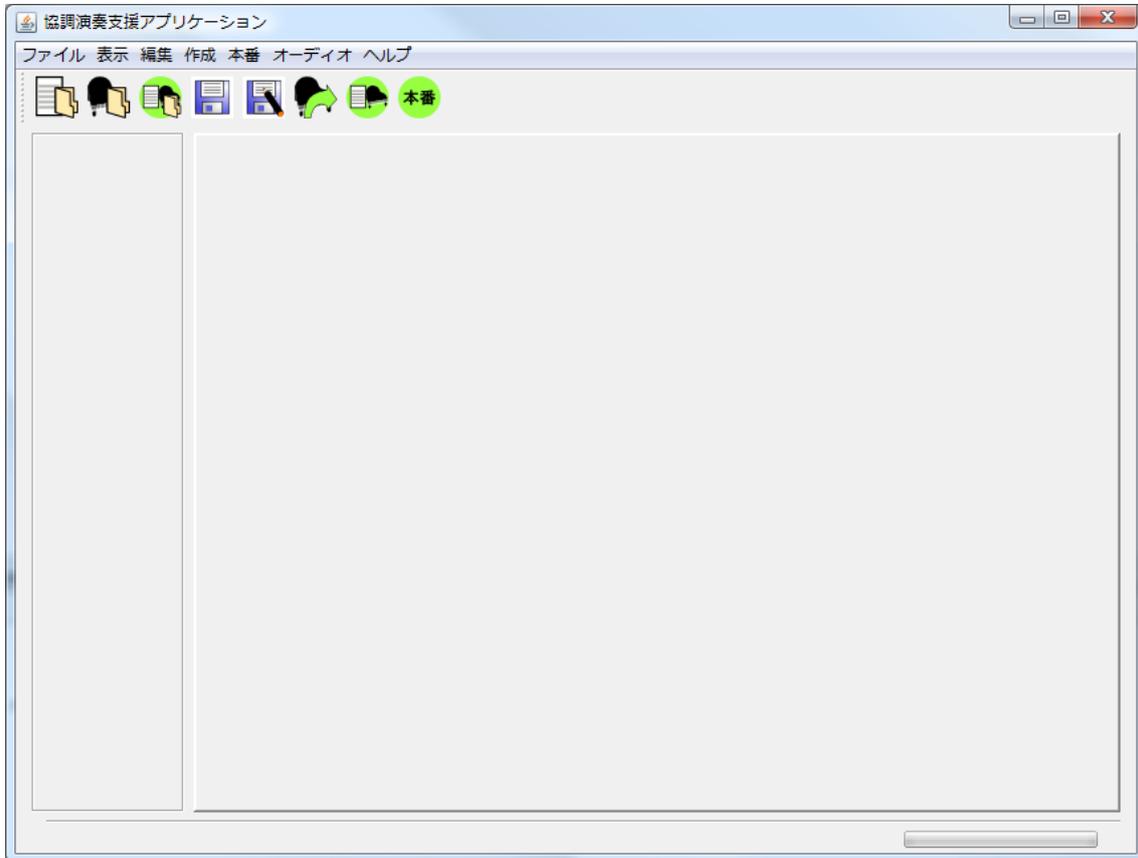
画面項目 番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
36	楽譜データを開く	ボタン	-	
37	演奏データを開く	ボタン	-	
38	対応付けデータを開く	ボタン	-	
39	保存	ボタン	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応付けデータが未保存の場合 	
40	名前を付けて保存	ボタン	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応付けデータが未保存の場合 	

画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
41	録音	ボタン	-	
42	対応付けデータの作成	ボタン	-	
43	本番演奏	ボタン	-	
45	拡大	ボタン	・ KSC002 ・ KSC004	
46	縮小	ボタン	・ KSC002 ・ KSC004	



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
47	選択	ボタン	・ KSC003	
48	削除	ボタン	・ KSC003	
49	追加	ボタン	・ KSC003	
53	修正方法選択	ラジオボタン	・ KSC003	
54	鳴り始め時刻	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
55	鳴り終わり時刻	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
56	音量	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
57	音高	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
58	再生	ボタン	・ KSC003 ・ KSC004	
59	一時停止	ボタン	・ KSC003 ・ KSC004	

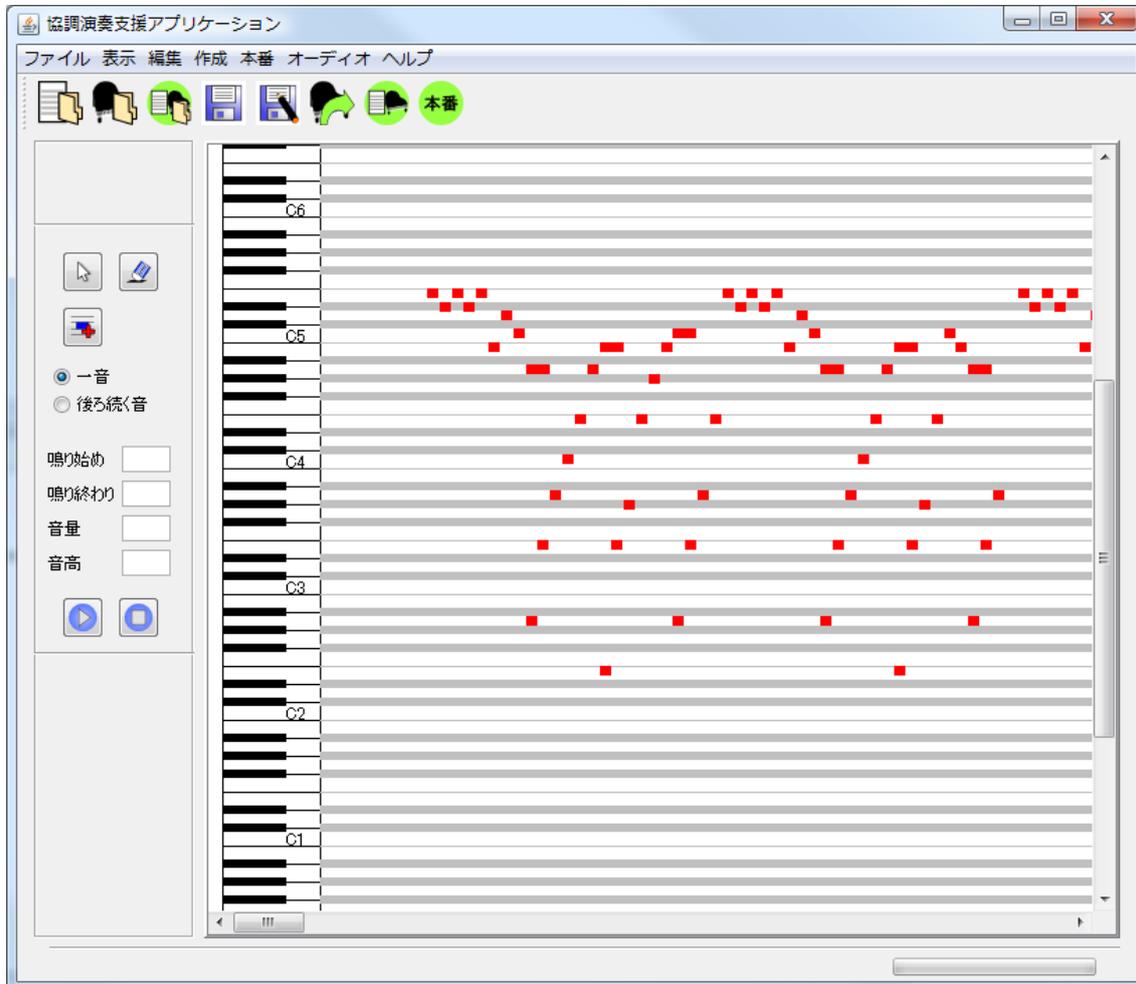
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC001	画面名	協調演奏支援初期画面



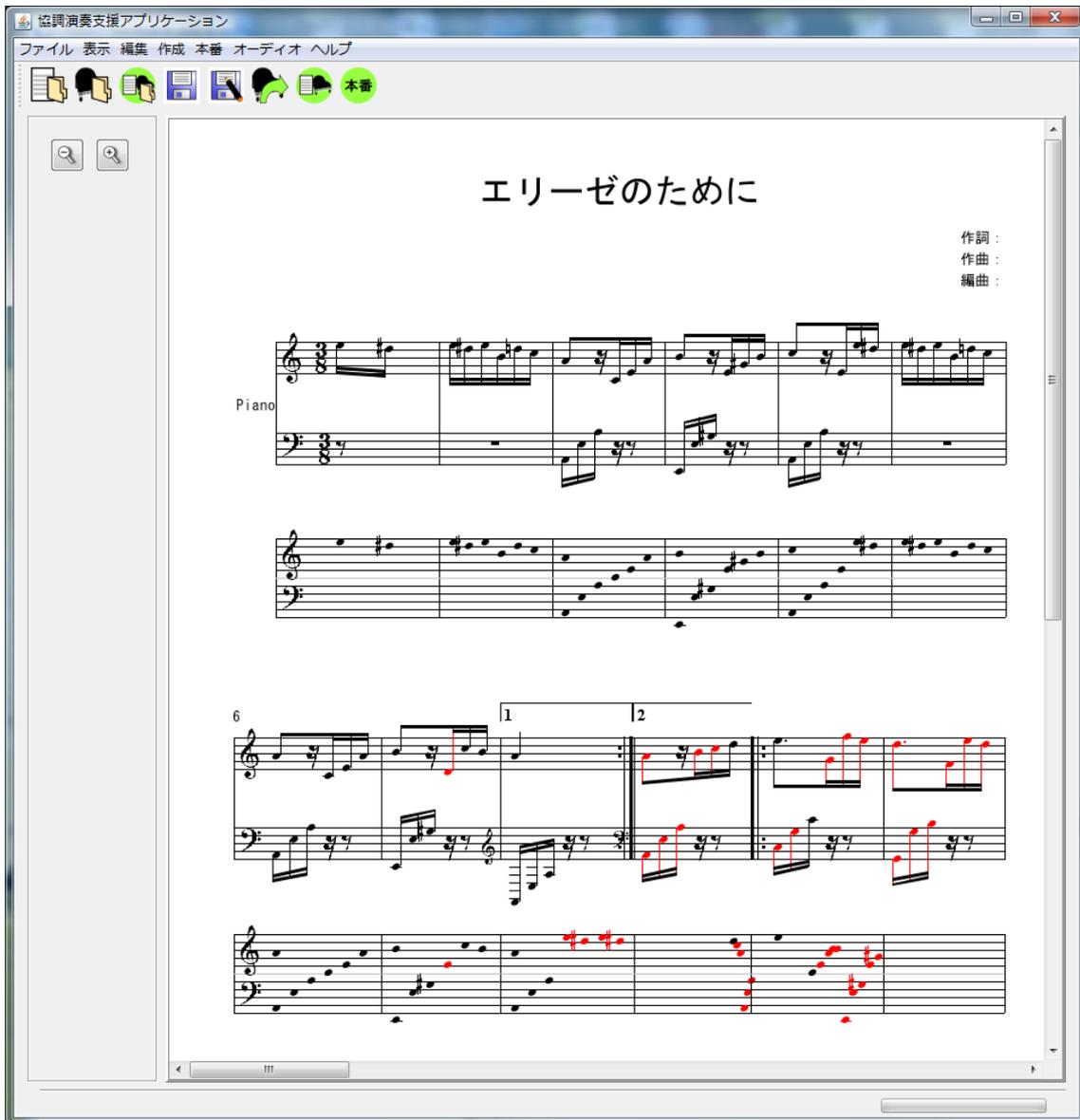
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC002	画面名	楽譜データ表示画面



アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC003	画面名	演奏データ編集画面



アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC004	画面名	対応付け結果表示画面



協調演奏支援アプリケーション

ファイル 表示 編集 作成 本番 オーディオ ヘルプ

本番

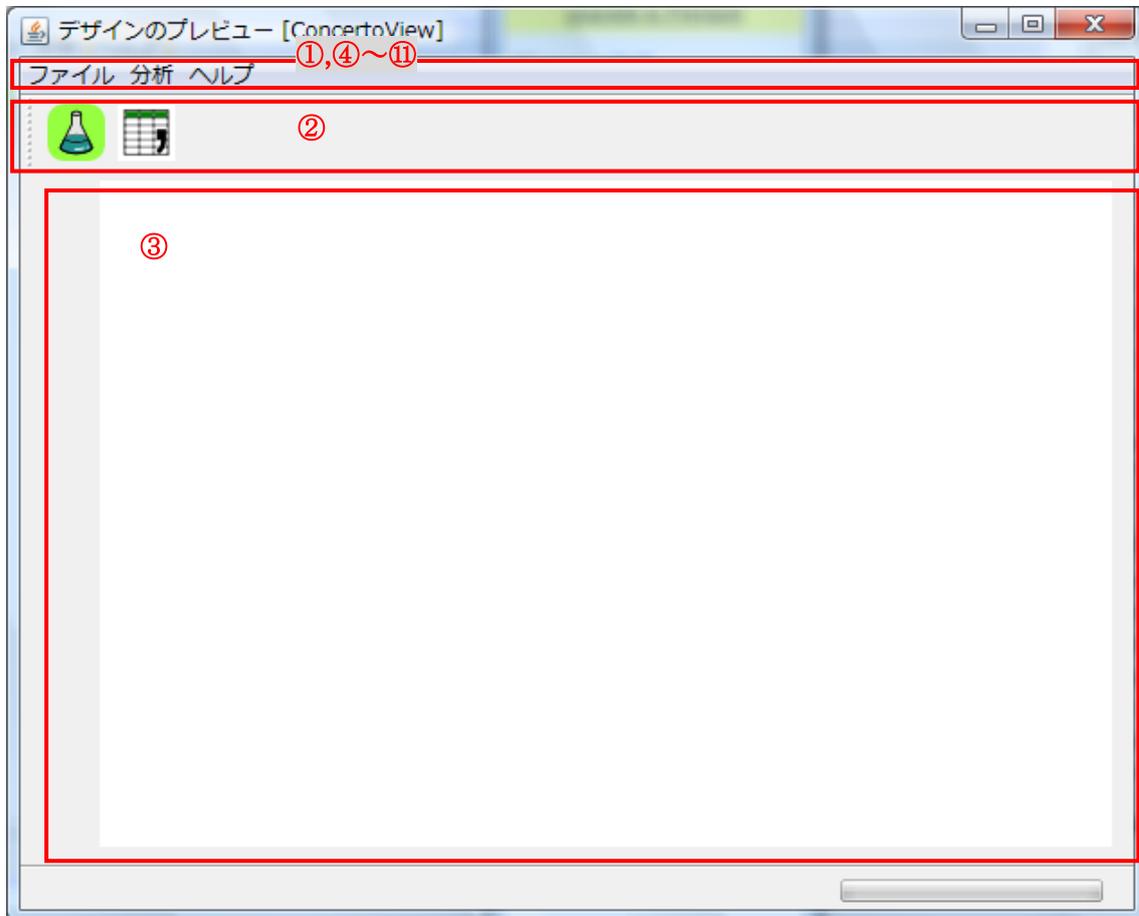
エリーゼのために

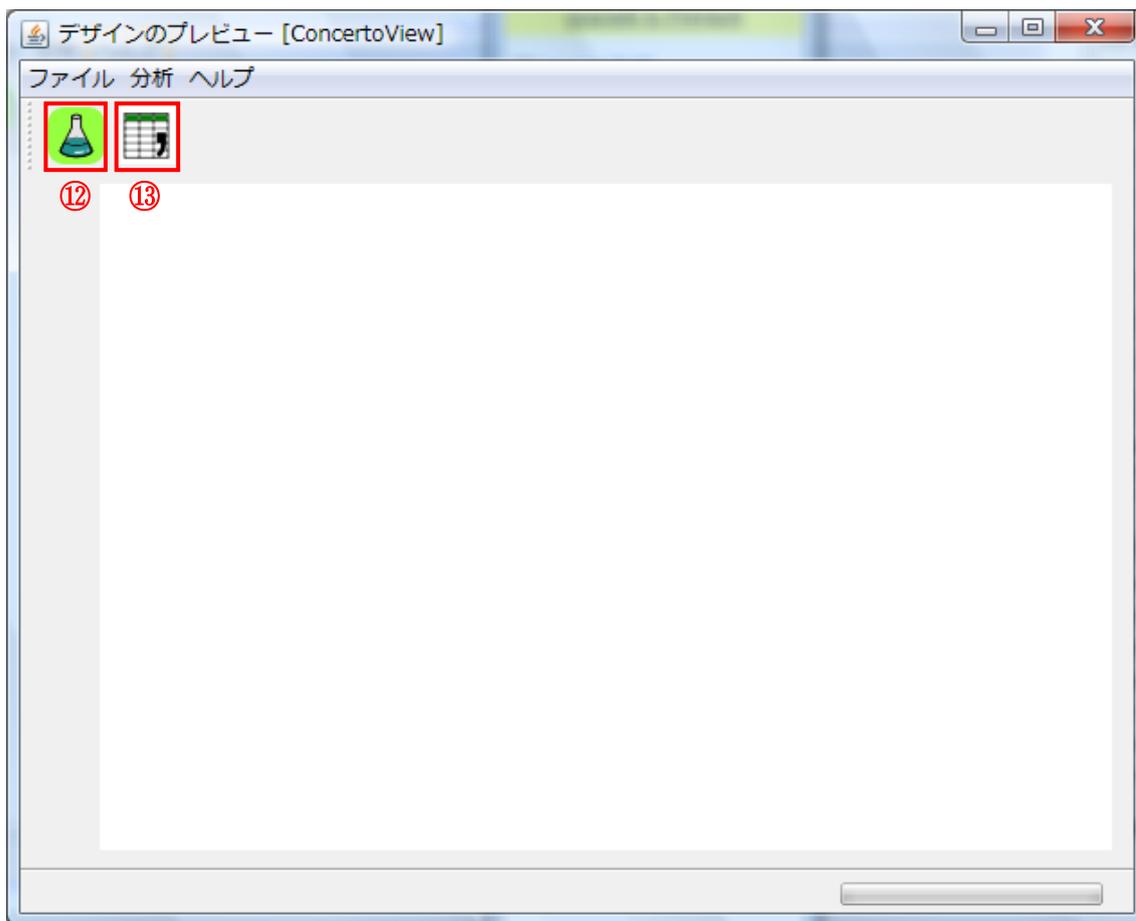
作詞 :
作曲 :
編曲 :

Piano

6 1 2

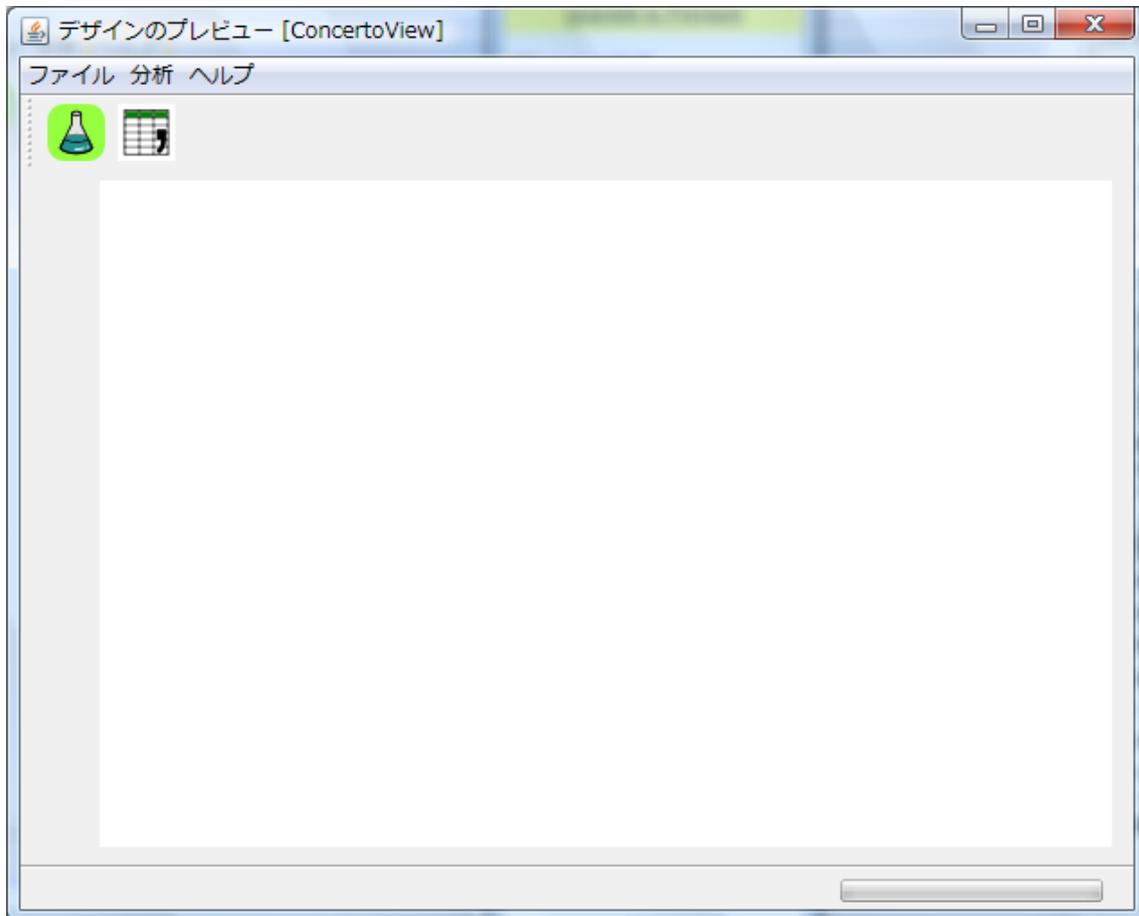
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	共通	画面名	共通



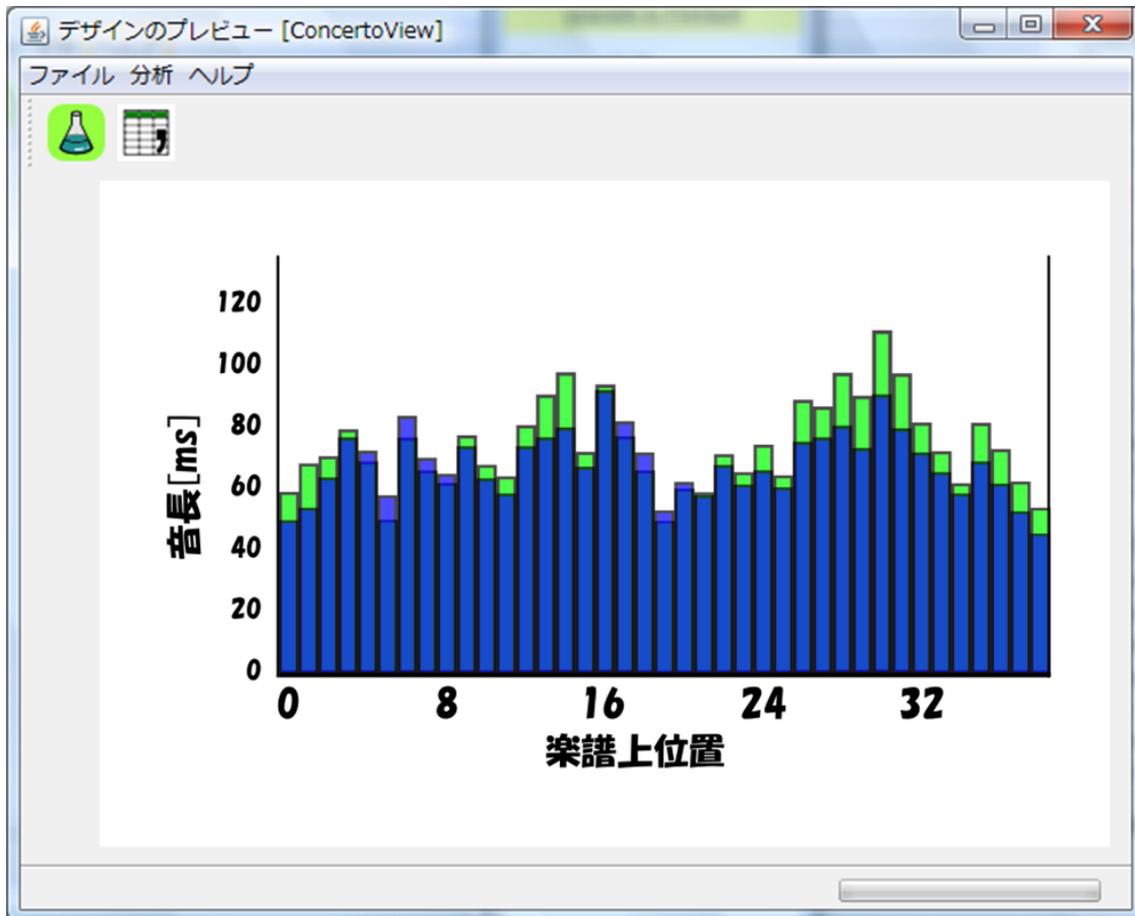


画面項目 番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	メニューバー	-	-	
2	ツールバー	-	-	
3	描画パネル	-	-	
4	ファイル	メニュー	-	
5	ファイル-分析結果の CSV 出力	メニュー	・ BSC002	
6	ファイル-終了	メニュー	-	
7	分析	メニュー	-	
8	分析-分析	メニュー	-	
9	ヘルプ	メニュー	-	
10	ヘルプ-マニュアル	メニュー	-	
11	ヘルプ-Concerto について	メニュー	-	
12	分析	ボタン	-	
13	分析結果の CSV 出力	ボタン	・ BSC002	

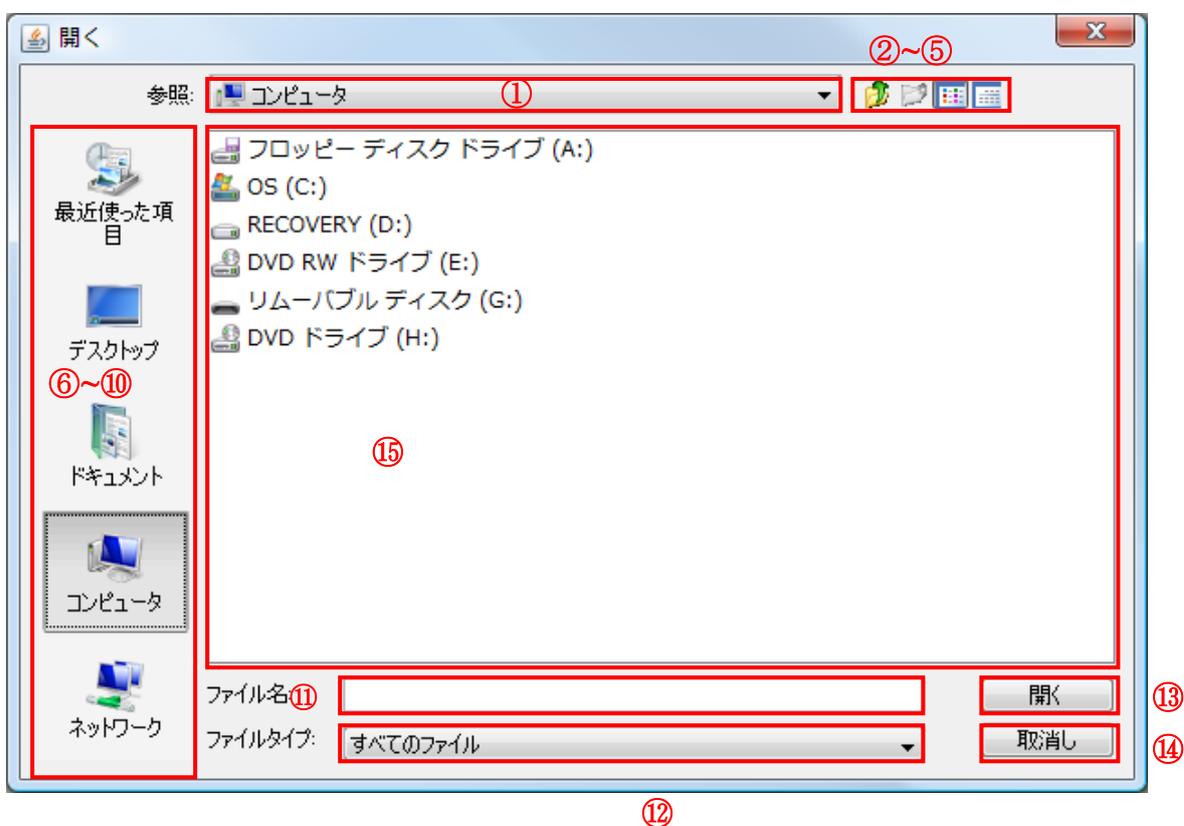
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BSC001	画面名	演奏分析初期画面



アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BSC002	画面名	分析結果表示画面



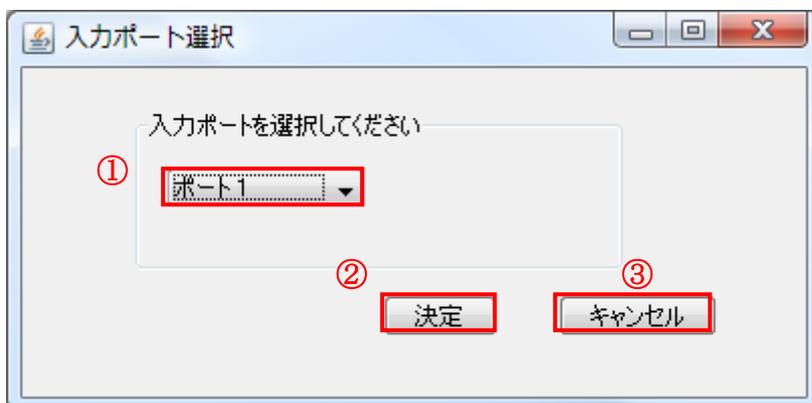
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI001	画面名	楽譜データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI002	画面名	演奏データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI007	画面名	対応付けデータ選択ダイアログ
画面 ID	KDI015	画面名	本番演奏向け楽譜データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI017	画面名	本番演奏向け主旋律演奏データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI018	画面名	本番向け伴奏演奏データ選択ダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	参照先コンボボックス	コンボボックス	-	
2	1 レベル上へ	ボタン	-	
3	フォルダの新規作成	ボタン	-	
4	リスト	ボタン	-	
5	詳細	ボタン	-	
6	最近使った項目	ボタン	-	
7	デスクトップ	ボタン	-	

画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
8	ドキュメント	ボタン	-	
9	コンピュータ	ボタン	-	
10	ネットワーク	ボタン		
11	ファイル名	テキストボックス	-	
12	ファイルタイプ	コンボボックス	-	使用可能なファイルタイプリスト
13	開く	ボタン	-	
14	取消し	ボタン	-	
15	ファイルブラウザ	テキストボックス	-	

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI003	画面名	ポート選択ダイアログ



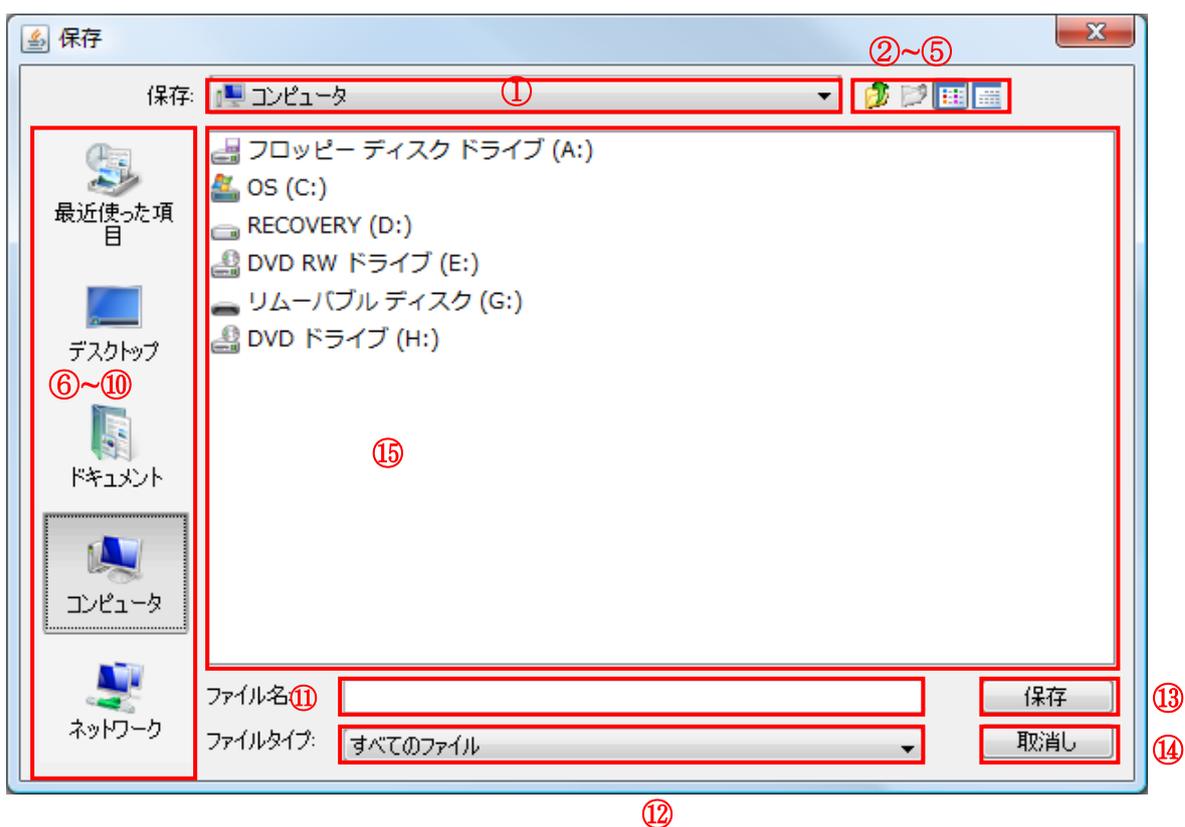
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	入力ポート選択	コンボボックス	-	入力可能なポートリスト
2	決定	ボタン	-	
3	キャンセル	ボタン	-	

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI004	画面名	リアルタイム入力ダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	開始	ボタン	-	
2	停止	ボタン	-	
3	音高	ラベル	-	
4	経過時間	ラベル	-	

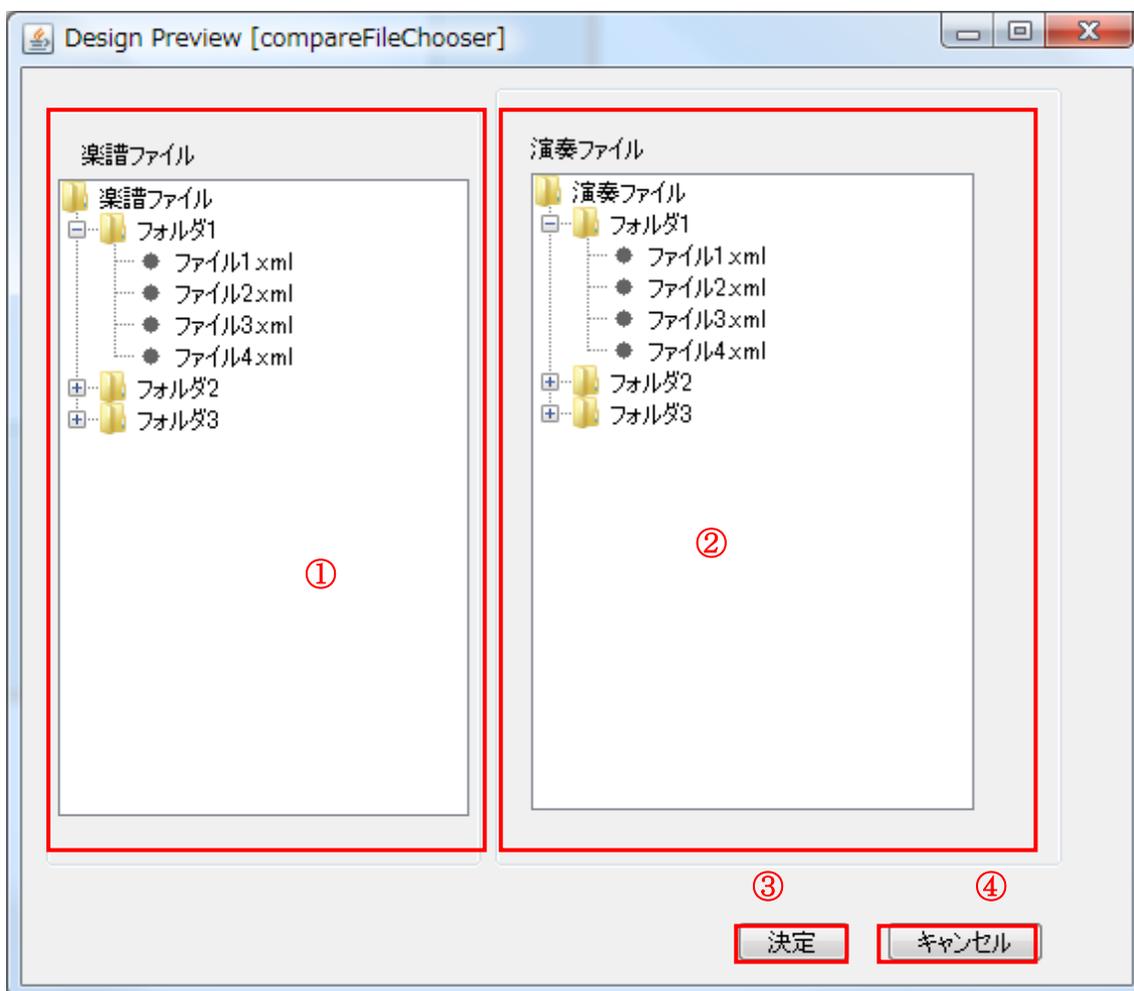
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI006	画面名	演奏データ保存ダイアログ
画面 ID	KDI011	画面名	対応付けデータ保存ダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	参照先コンボボックス	コンボボックス	-	
2	1 レベル上へ	ボタン	-	
3	フォルダの新規作成	ボタン	-	
4	リスト	ボタン	-	
5	詳細	ボタン	-	
6	最近使った項目	ボタン	-	
7	デスクトップ	ボタン	-	
8	ドキュメント	ボタン	-	
9	コンピュータ	ボタン	-	
10	ネットワーク	ボタン	-	
11	ファイル名	テキストボックス	-	

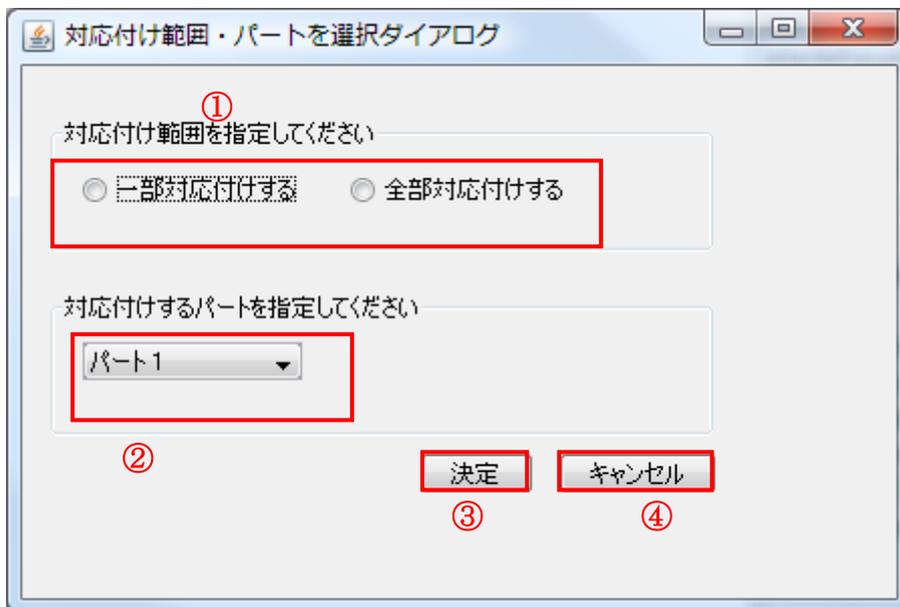
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
12	ファイルタイプ	コンボボックス	-	使用可能なファイルタイプリスト
13	保存	ボタン	-	
14	取消し	ボタン	-	
15	ファイルブラウザ	テキストボックス	-	

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI008	画面名	対応付け対象データ選択ダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	楽譜ファイル選択	ツリー	-	
2	演奏ファイル選択	ツリー	-	
3	決定	ボタン		
4	キャンセル	ボタン	-	

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI009	画面名	対応付け範囲・パート選択ダイアログ



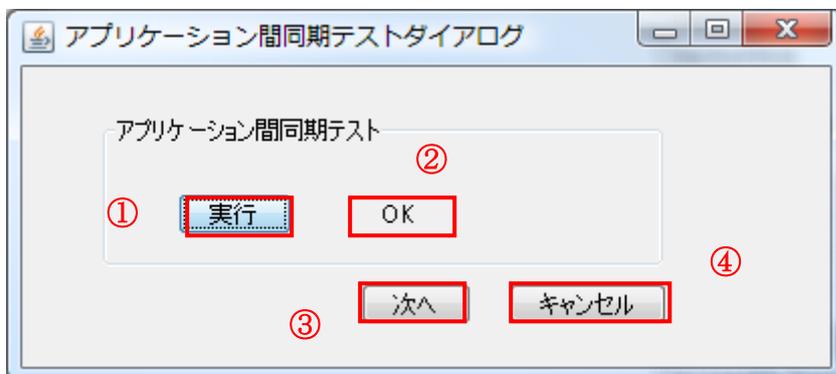
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	対応付け範囲選択	ラジオボタン	-	
2	パート選択	コンボボックス		選択できるパートリスト
3	決定	ボタン		
4	キャンセル	ボタン	-	

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI010	画面名	演奏開始・終了位置指定ダイアログ



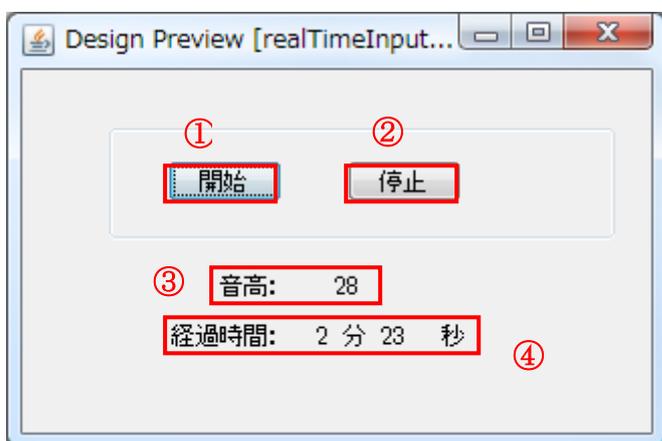
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	開始小節番号	テキストボックス	-	
2	開始音符位置	テキストボックス	-	
3	終了小節番号	テキストボックス		
4	終了音符位置	テキストボックス		
5	選択範囲更新ボタン	ボタン		
6	範囲指定パネル	パネル		
7	決定	ボタン		
8	キャンセル	ボタン		

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI012	画面名	アプリケーション間同期テストダイアログ



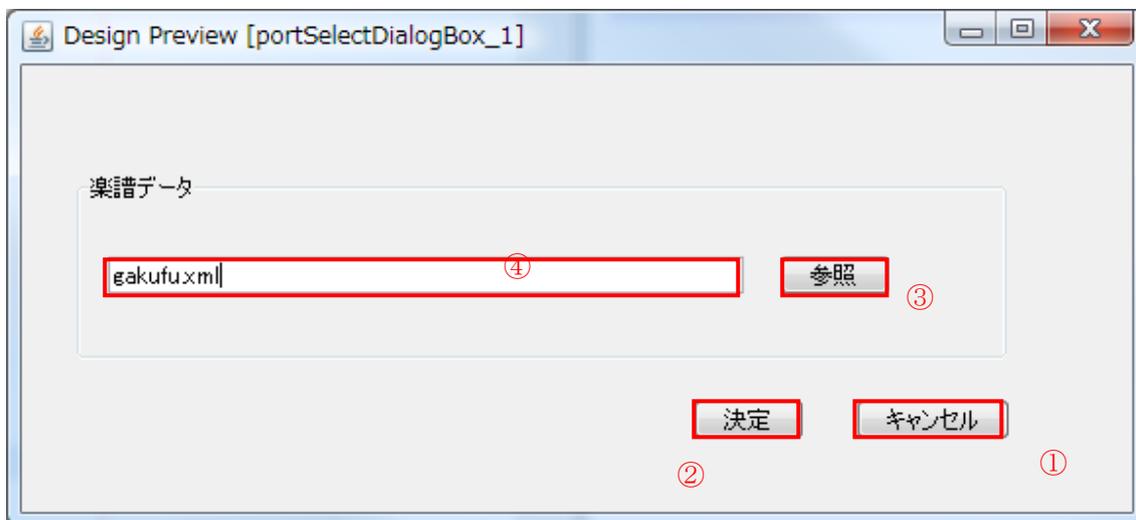
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	実行	ボタン	-	
2	同期テスト結果	ラベル	-	
3	次へ	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン	-	

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI013	画面名	本番演奏向けダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	開始	ボタン	-	
2	停止	ボタン	-	
3	音高	ラベル	-	
4	経過時間	ラベル	-	

アプリケーション	協調演奏支援アプリケーション		
画面 ID	KDI014	画面名	本番演奏向け楽譜データ読み込みダイアログ



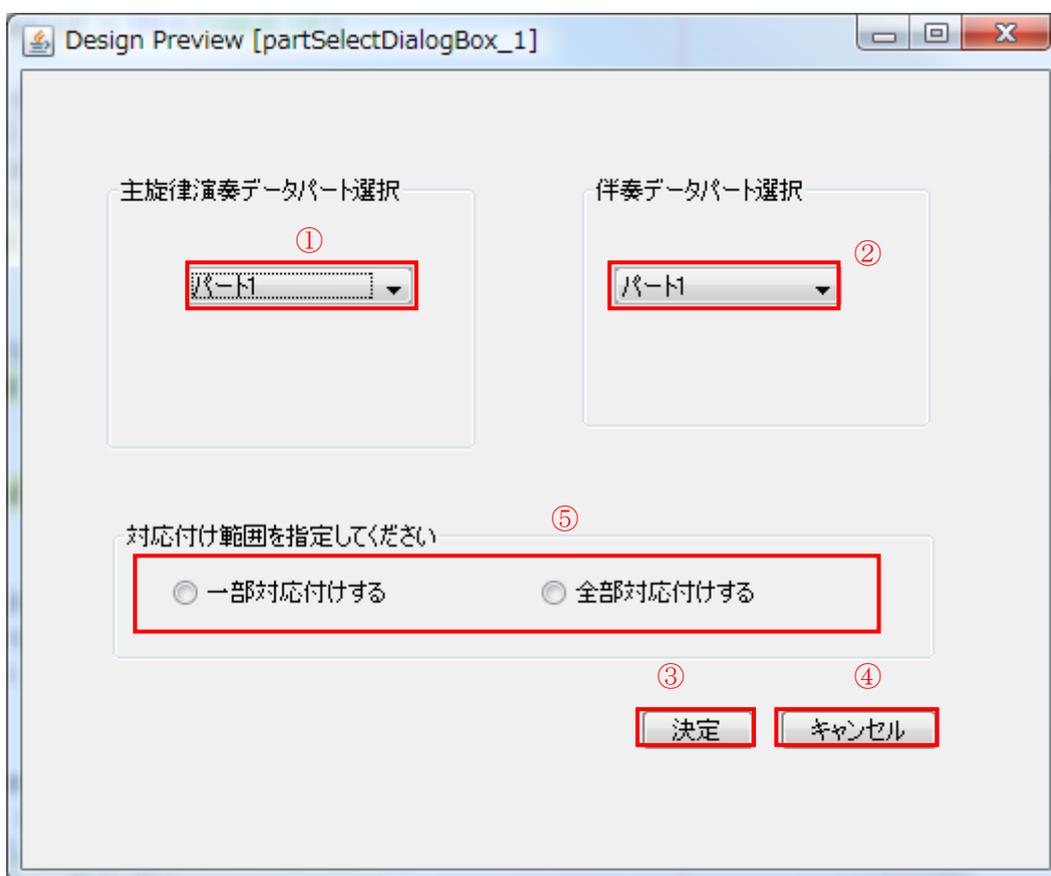
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	楽譜データ	テキストボックス	-	
2	参照	ボタン	-	
3	決定	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン		

アプリケーション	協調演奏支援アプリケーション		
画面 ID	KDI016	画面名	本番演奏向け主旋律・伴奏演奏データ読み込みダイアログ



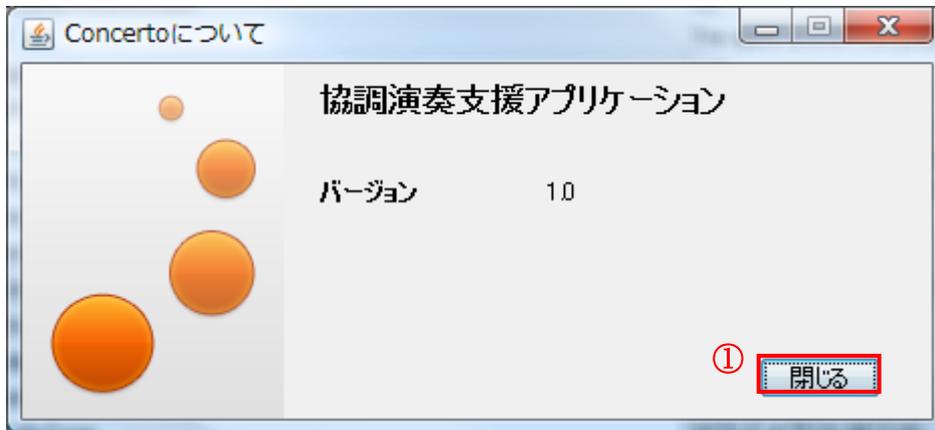
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	主旋律演奏データ	テキストボックス	-	
2	主旋律演奏データ参照	ボタン	-	
3	伴奏データ	テキストボックス	-	
4	伴奏データ参照	ボタン	-	
5	決定	ボタン	-	
6	キャンセル	ボタン	-	

アプリケーション	協調演奏支援アプリケーション		
画面 ID	KDI019	画面名	本番演奏向けパート選択ダイアログ



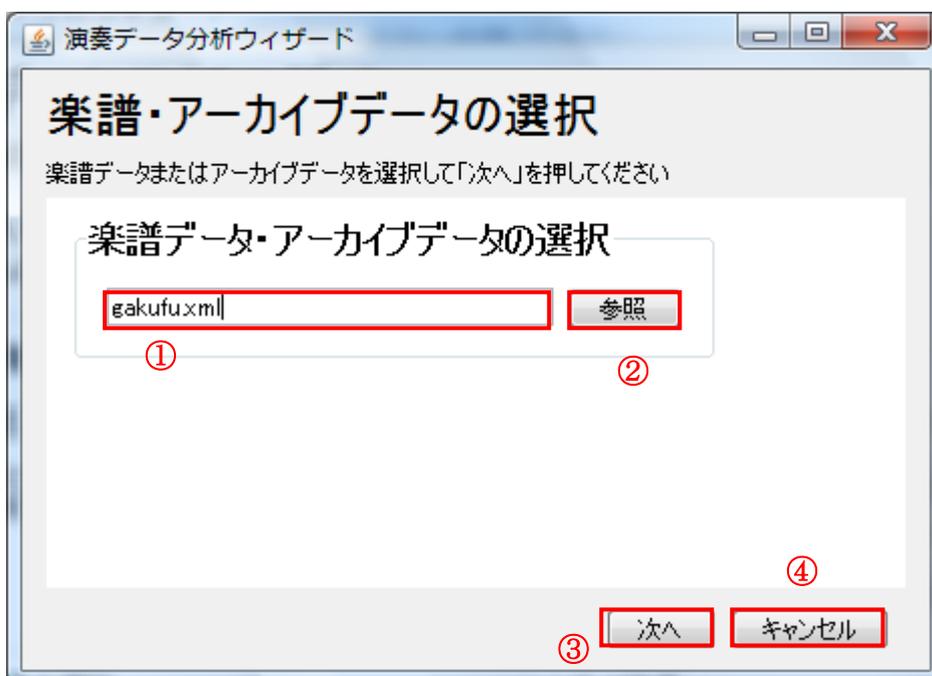
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	主旋律演奏パート選択	コンボボックス	-	
2	伴奏データパート選択	コンボボックス	-	
3	決定	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン	-	
5	対応付け範囲指定	ラジオボックス	-	

アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI020	画面名	Concerto についてダイアログ



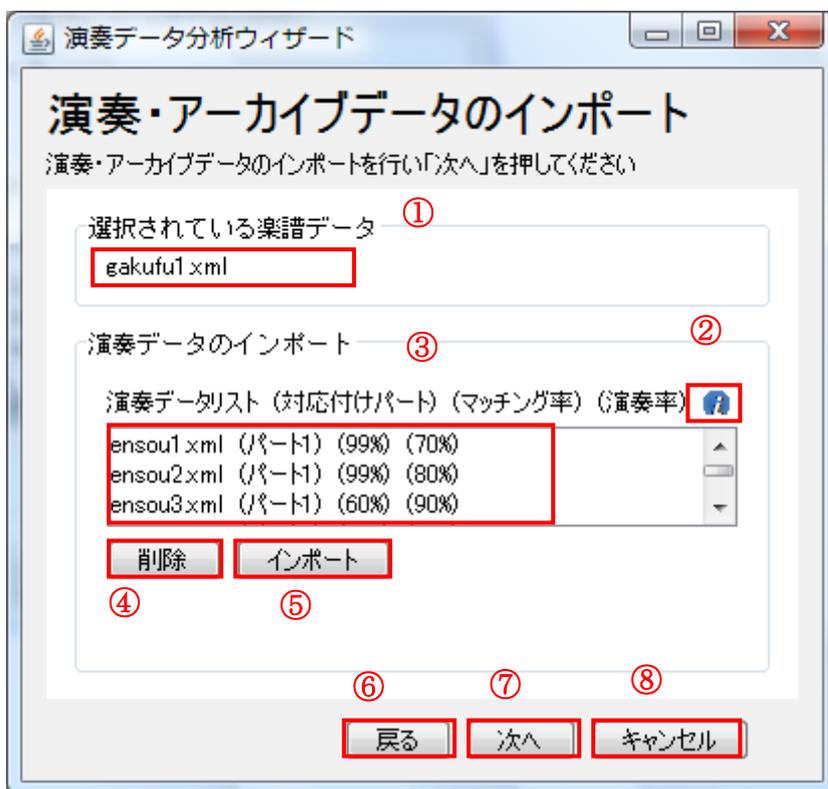
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	閉じる	ボタン	-	

アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI001	画面名	楽譜・アーカイブデータの選択ウィザードダイアログ



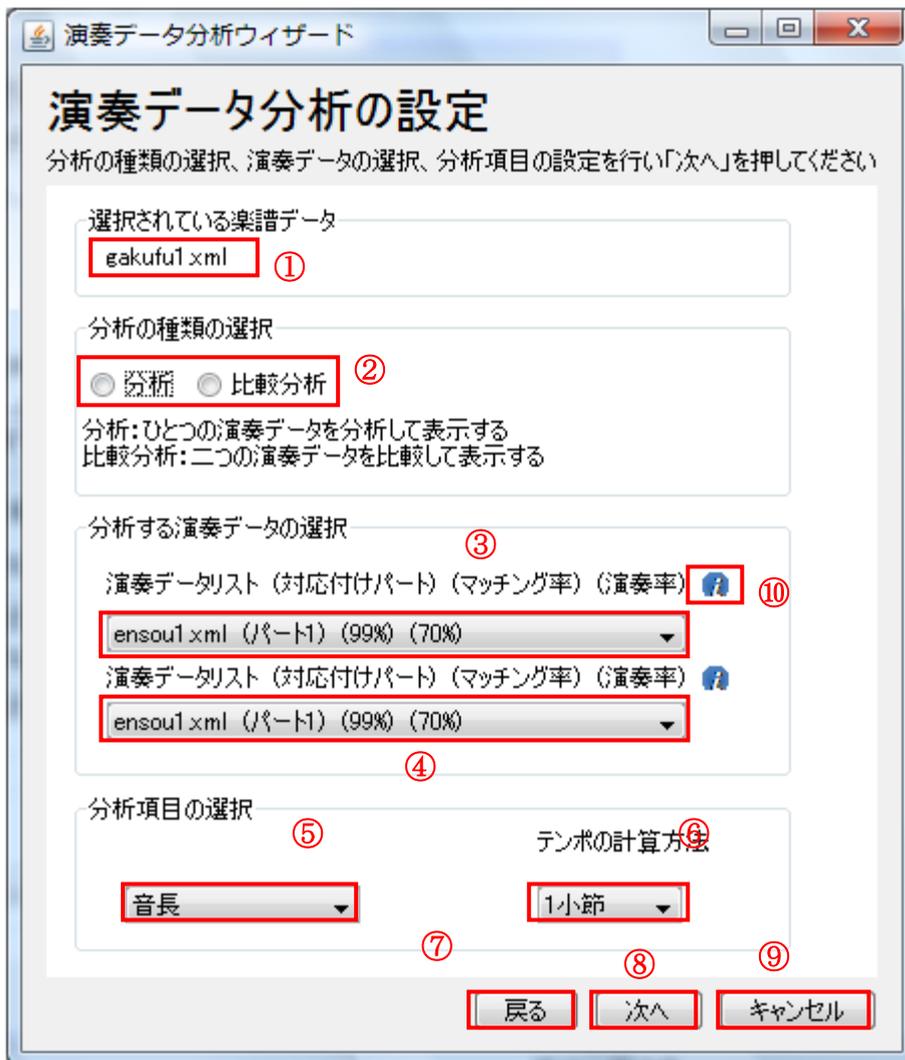
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	楽譜データ・アーカイブデータの選択	テキストボックス	-	
2	参照	ボタン	-	
3	次へ	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン	-	

アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI002	画面名	演奏・アーカイブデータのインポート ウィザードダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	選択されている楽譜データ	ラベル	-	
2	演奏率の説明	ボタン	-	
3	演奏データリスト	リスト	-	
4	削除	ボタン	-	
5	インポート	ボタン		
6	戻る	ボタン		
7	次へ	ボタン		
8	キャンセル	ボタン		

アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI003	画面名	演奏データ分析の設定ウィザードダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	選択されている楽譜データ	ラベル	-	
2	分析種類の選択	ラジオボタン	-	
3	演奏データリスト I	コンボボックス	-	
4	演奏データリスト II	コンボボックス	・②で比較分析を選択した場合	

画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
5	分析項目の選択	コンボボックス		※1
6	正規化の方法	コンボボックス		※2
7	戻る	ボタン		
8	次へ	ボタン		
9	キャンセル	ボタン		
10	演奏率の説明	ボタン		

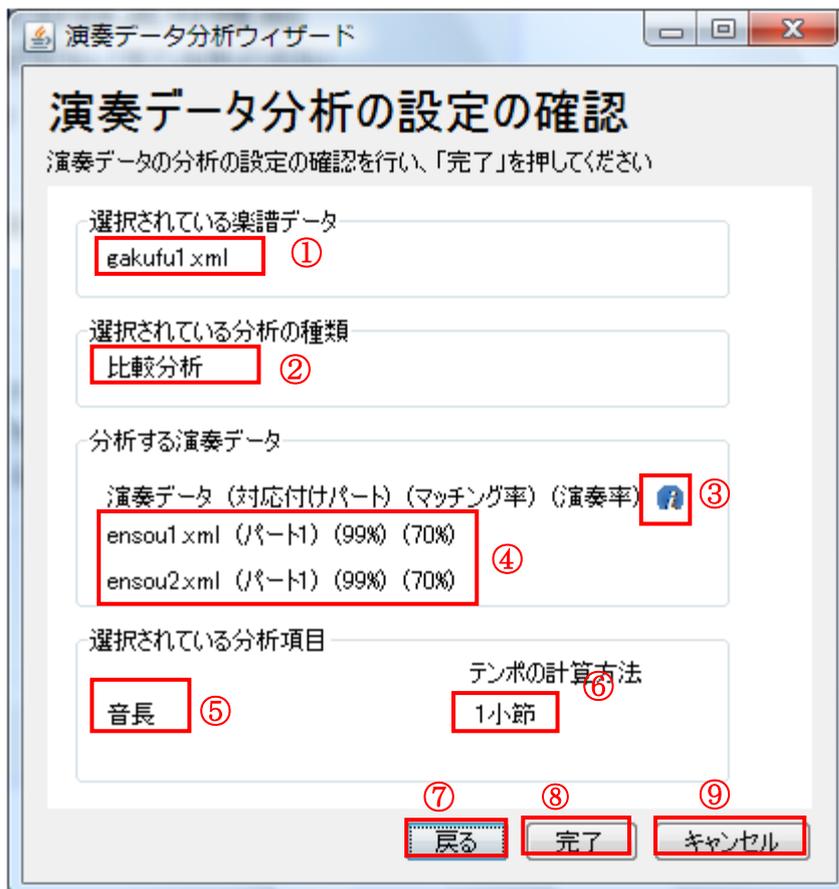
※1

- ②分析の種類を選択ラジオボタンで「分析」が選択されている場合
コンボボックスの選択肢は「音長」「音高」「音量」「インターバル」
- ②分析の種類を選択ラジオボタンで「比較分析」が選択されている場合
コンボボックスの選択肢は「音長」「音量」、「音高」、「インターバル」

※2

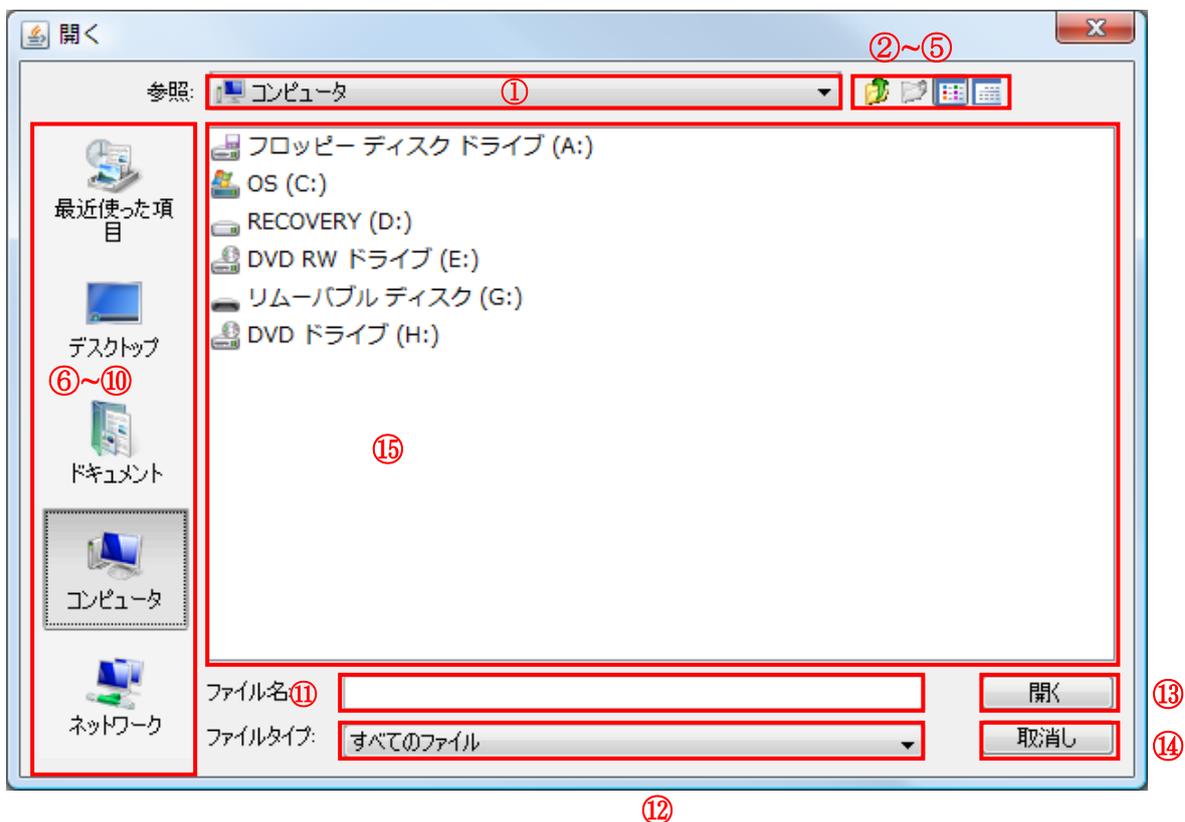
- ②分析の種類を選択ラジオボタンで「分析」が選択されている場合
 - ⑤分析項目の選択ラジオボタンで「テンポ」が選択されている場合
コンボボックスの選択肢は「音」「拍」「小節」
 - その他の場合
コンボボックスは無効状態
- ②分析の種類を選択ラジオボタンで「比較分析」が選択されている場合
 -
 - ⑤分析項目の選択ラジオボタンで「音長」、「インターバル」が選択されている場合
コンボボックスの選択肢は「正規化なし」「1小節」「2小節」「4小節」
 - その他の場合
コンボボックスは無効状態

アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI004	画面名	演奏データ分析の設定の確認ウィザードダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	選択されている楽譜データ	ラベル	-	
2	分析種類の選択	ラベル	-	
3	演奏率の説明	ボタン	-	
4	演奏データリスト	ラベル	-	
5	分析項目の選択	ラベル	-	
6	正規化の方法の選択	ラベル	-	
7	戻る	ボタン	-	
8	次へ	ボタン	-	
9	キャンセル	ボタン	-	

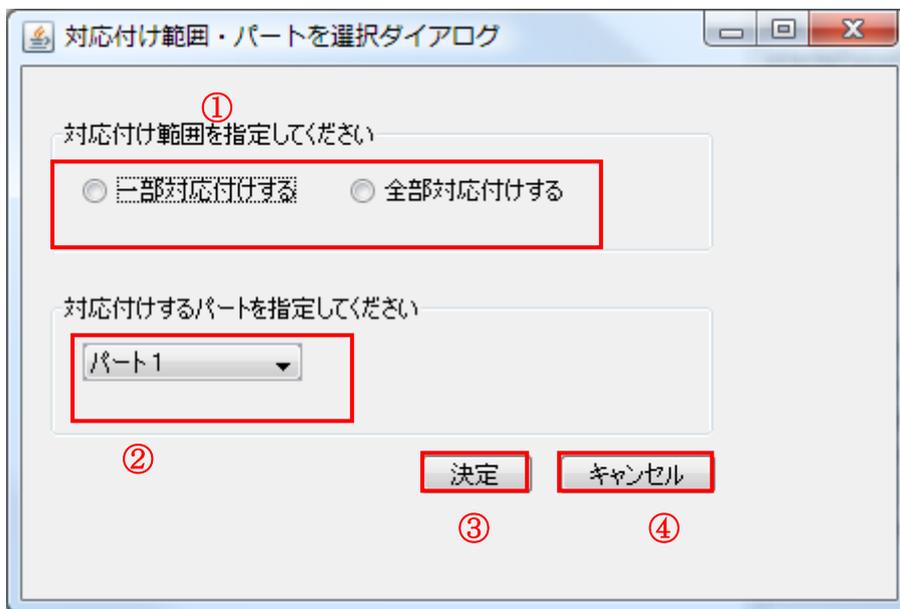
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI005	画面名	楽譜・アーカイブデータ選択ダイアログ
画面 ID	BDI006	画面名	演奏・アーカイブデータ選択ダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	参照先コンボボックス	コンボボックス	-	
2	1 レベル上へ	ボタン	-	
3	フォルダの新規作成	ボタン	-	
4	リスト	ボタン	-	
5	詳細	ボタン	-	
6	最近使った項目	ボタン	-	
7	デスクトップ	ボタン	-	
8	ドキュメント	ボタン	-	
9	コンピュータ	ボタン	-	
10	ネットワーク	ボタン	-	
11	ファイル名	テキストボックス	-	

画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
12	ファイルタイプ	コンボボックス	-	使用可能なファイルタイプリスト
13	開く	ボタン	-	
14	取消し	ボタン	-	
15	ファイルブラウザ	テキストボックス	-	

アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI007	画面名	対応付け範囲・パート選択ダイアログ



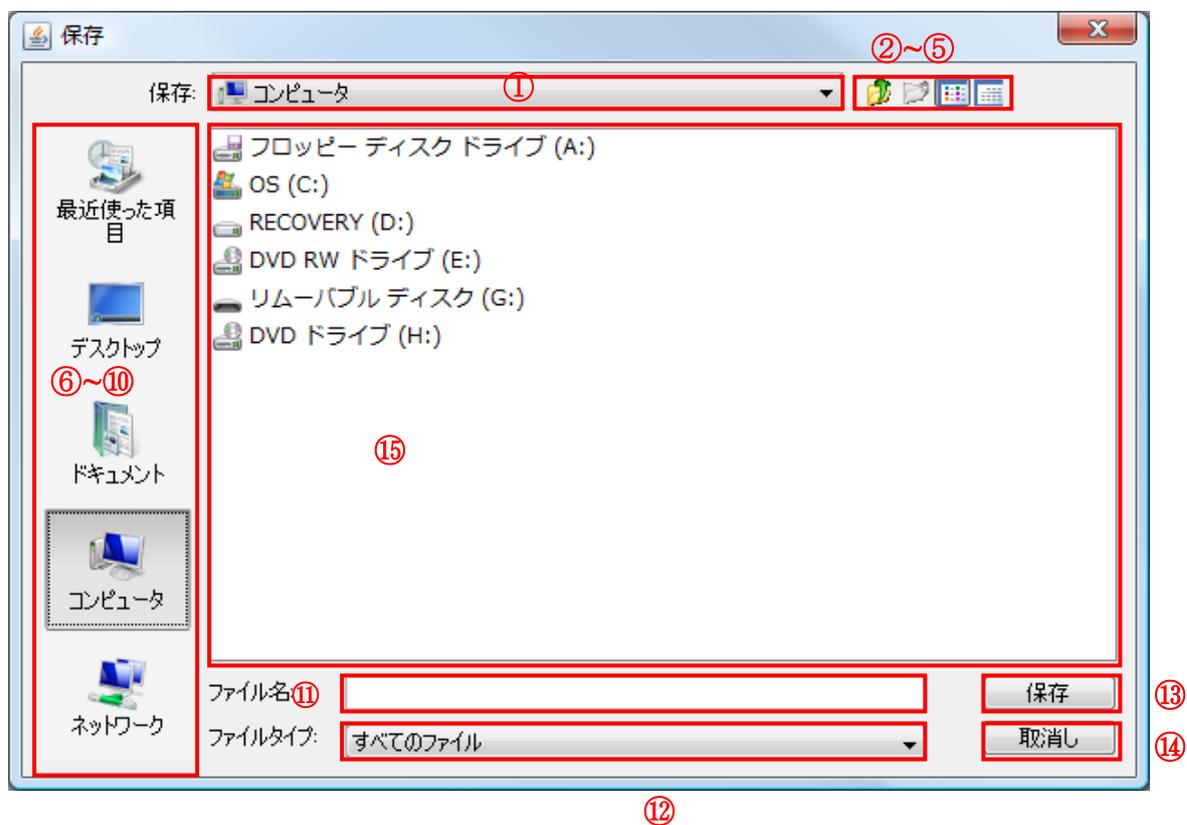
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	対応付け範囲選択	ラジオボタン	-	
2	パート選択	コンボボックス		選択できるパートリスト
3	決定	ボタン		
4	キャンセル	ボタン	-	

アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI008	画面名	演奏開始・終了位置指定ダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	開始小節番号	テキストボックス	-	
2	開始音符位置	テキストボックス	-	
3	終了小節番号	テキストボックス		
4	終了音符位置	テキストボックス		
5	選択範囲更新ボタン	ボタン		
6	範囲指定パネル	パネル		
7	決定	ボタン		
8	キャンセル	ボタン		

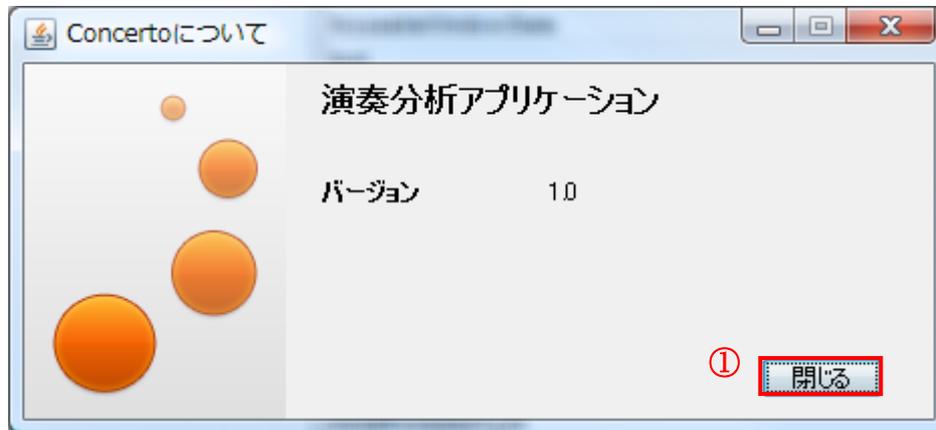
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI009	画面名	分析結果保存ダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	保存先コンボボックス	コンボボックス	-	
2	1 レベル上へ	ボタン	-	
3	フォルダの新規作成	ボタン	-	
4	リスト	ボタン	-	
5	詳細	ボタン	-	
6	最近使った項目	ボタン	-	
7	デスクトップ	ボタン	-	
8	ドキュメント	ボタン	-	
9	コンピュータ	ボタン	-	
10	ネットワーク	ボタン	-	
11	ファイル名	テキストボックス	-	

画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
12	ファイルタイプ	コンボボックス	-	使用可能なファイルタイプリスト
13	保存	ボタン	-	
14	取消し	ボタン	-	
15	ファイルブラウザ	テキストボックス	-	

アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI010	画面名	Concerto についてダイアログ



画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	閉じる	ボタン	-	

5. ユースケース

ユースケースとは、システムの機能を利用シナリオに分けて表わしたものである。そして、システムとシステムのユーザであるアクターのやり取りを詳細に定義するためのものである。

5.1. ユースケース一覧

以下にユースケースの一覧表を示す。

ユースケース ID	ユースケース名	ユースケース概要
GUC001	楽譜データを表示する	読み込まれている楽譜データを「楽譜表示画面」の「描画パネル」に表示する
GUC002	楽譜データを読み込む	任意の楽譜データをシステムに読み込む
GUC003	表示データを閲覧する	表示されているデータを閲覧するために、拡大及び縮小をする
EUC001	演奏データを作成する	リアルタイムに MIDI 入力を行い、演奏データを作成する。
EUC002	演奏データをリアルタイム入力する	演奏データをリアルタイムに入力する
EUC004	演奏データを保存する	取り込まれている演奏データを保存する
EUC005	演奏データを再生する	読み込まれた演奏データを再生する
EUC006	演奏データのパラメータを変更する	演奏データの任意の音のパラメータを変更する
EUC008	演奏データを表示する	「演奏データ編集画面」の「描画パネル」に演奏データを表示する
EUC009	演奏データを読み込む	指定された演奏データをシステムに読み込む
EUC010	演奏データの音を削除する	演奏データから指定した音を削除する
EUC011	演奏データの音を追加する	演奏データに音を追加する
TUC001	対応付けデータを作成する	楽譜データと演奏データの対応付けデータを作成する
TUC002	演奏の音符と楽譜の音符の対応付けを行う	楽譜データと演奏データの対応づけの計算を行う
TUC003	対応付けデータを保存する	対応付けデータの保存を行う
TUC005	対応付けデータを表示する	対応付けデータの画面への表示を行う
TUC006	対応付けデータを読み込む	対応付けデータをシステムに読み込ませて、画面に表示する

TUC008	本番システムの支援を行う	本番演奏システムの支援を行う
TUC009	外部アプリケーションと通信を行う	協調演奏システムにリハーサルデータと本番演奏データの転送を行う
BUC001	演奏データの分析を行う	楽譜データと演奏データを読み込み、演奏データの分析を行う
BUC002	演奏データの分析結果を計算する	読み込まれているデータから演奏分析の結果を算出する
BUC003	演奏データの分析結果を描画する	分析結果のデータをグラフ表示する
BUC004	演奏データの分析結果を保存する	演奏データの分析結果を保存する
BUC005	演奏データの分析結果を CSV 形式で保存する	演奏データの分析結果を CSV 形式で保存する

5.2. ユースケース図

ユースケース図とは、ユースケースの関係性を図で表したものである。ユースケースは丸で表され、アクターは人型で表される。アクターと繋がっているユースケースは主シナリオであり、アプリケーションを利用するユーザが意識する機能レベルのシナリオである。**include** と書かれた矢印で繋がっているユースケースは **include** シナリオであり、主シナリオに参照されているユースケースである。

以下に、ユースケース図をコンポーネント毎に分けて示す。

5.2.1. 楽譜表示コンポーネント

図 5-1 に楽譜表示コンポーネントのユースケース図を示す。

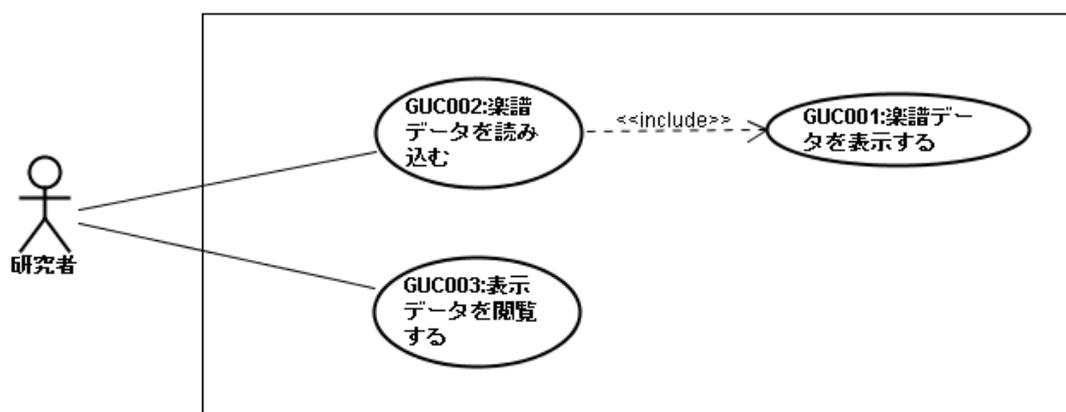


図 5-1 楽譜表示コンポーネントのユースケース図

5.2.2. 演奏編集コンポーネント

図 5-2 に演奏編集コンポーネントのユースケース図を示す。

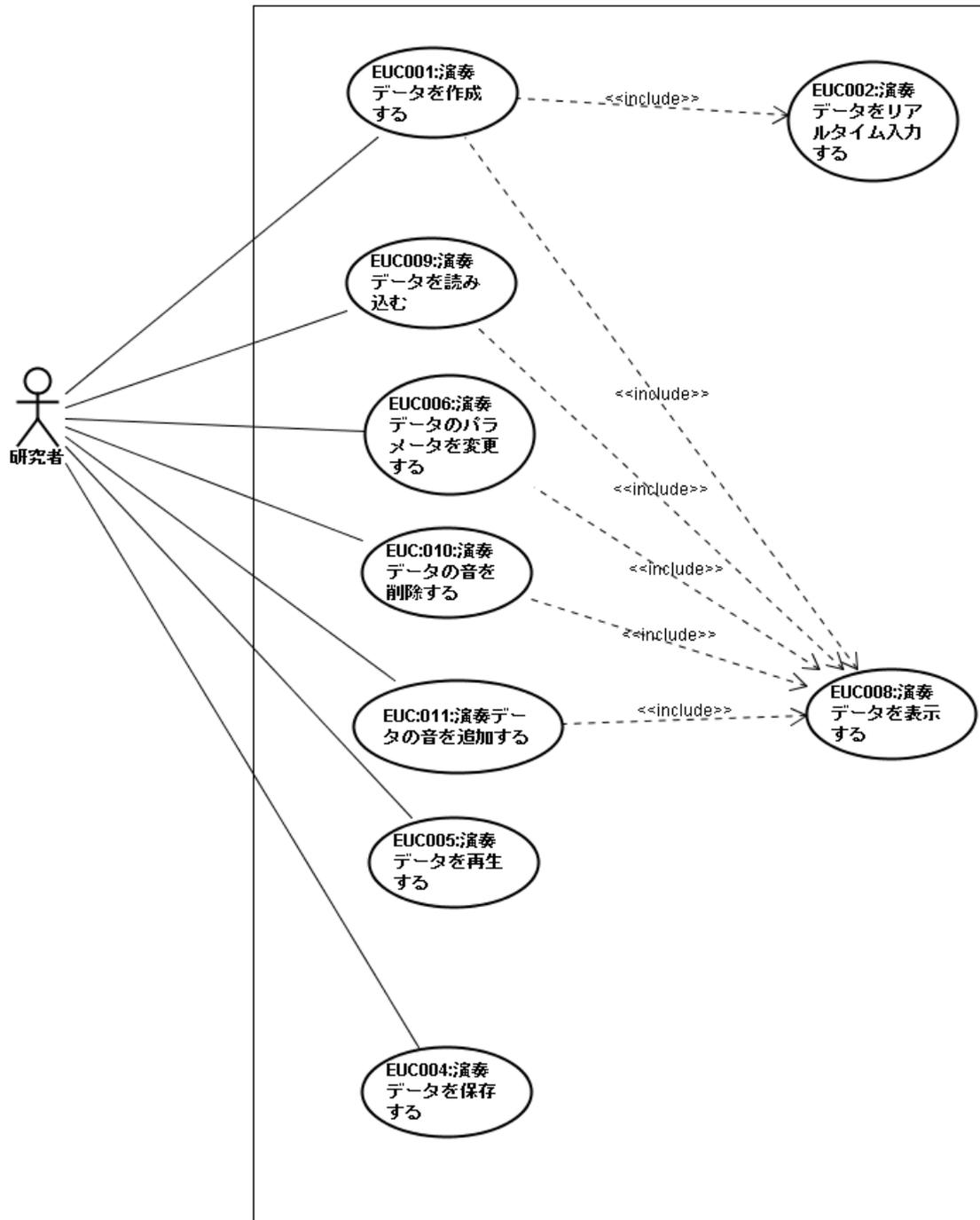


図 5-2 演奏編集コンポーネントのユースケース図

5.2.3. 対応付けコンポーネント

図 5-3 に対応付けコンポーネントのユースケース図を示す。

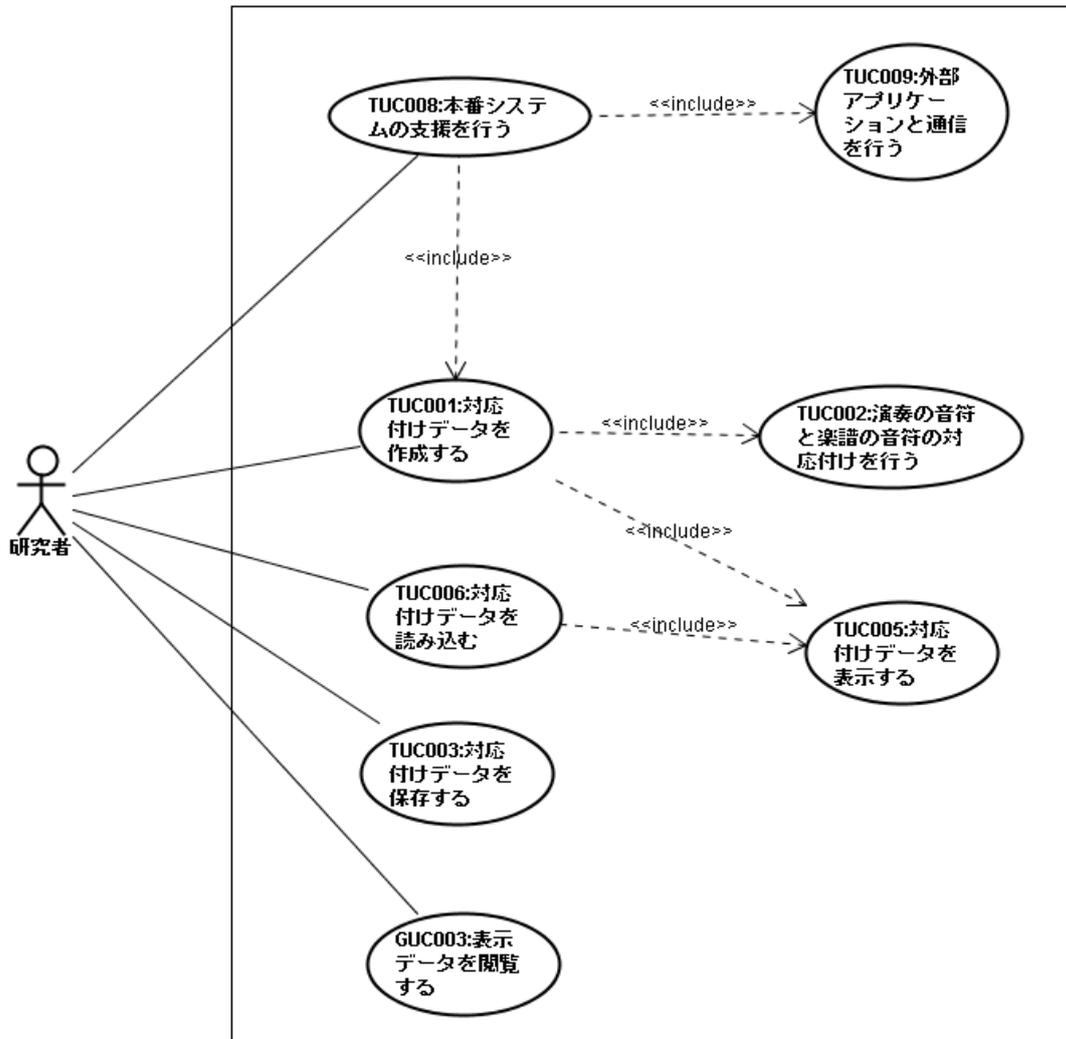


図 5-3 対応付けコンポーネントのユースケース図

5.2.4. 演奏分析コンポーネント

図 5-4 に演奏分析コンポーネントのユースケース図を示す。

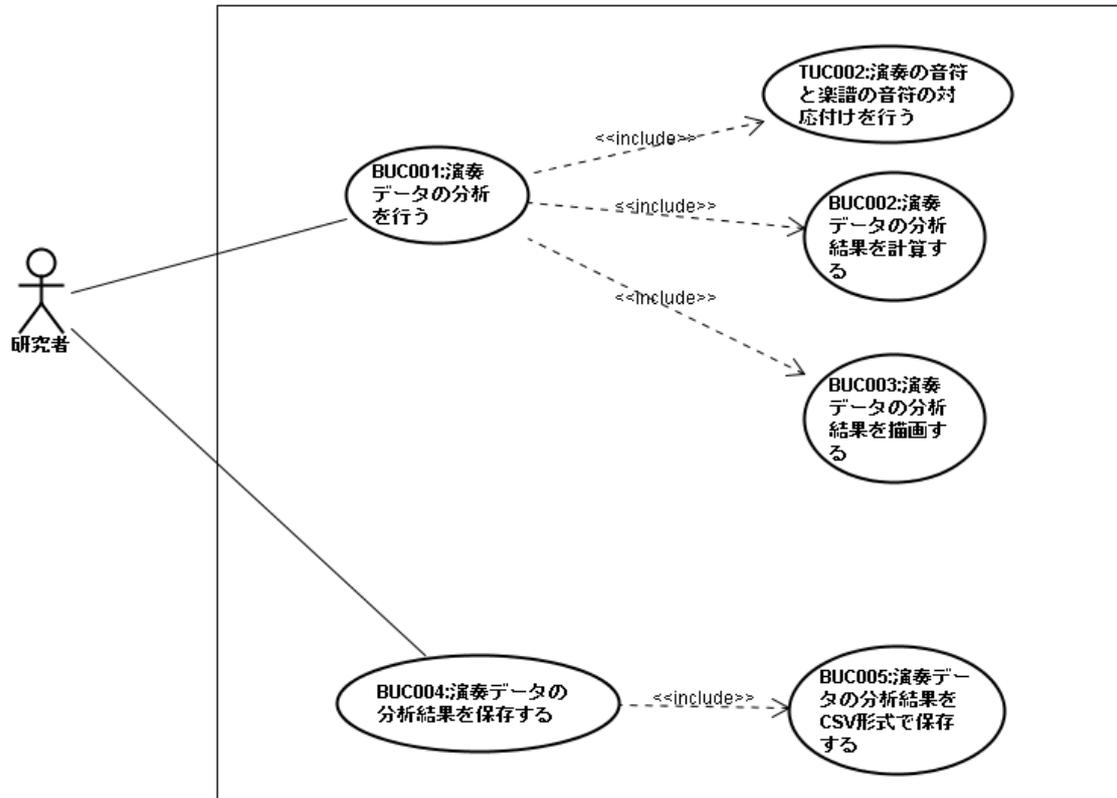


図 5-4 演奏分析コンポーネントのユースケース図

5.3. ユースケース記述

ユースケース記述とは、システムの利用シナリオを表わしているユースケースをステップごとに詳細に記述したものである。システムとアクターのそれぞれの動作を詳細に示している。

以下に、ユースケース記述をコンポーネント毎に分けて示す。

5.3.1. 楽譜表示コンポーネント

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	楽譜表示コンポーネント		
ユースケース ID	GUC001	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	楽譜データを表示する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	読み込まれている楽譜データを「楽譜データ表示画面」の「描画パネル」に表示する		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他	楽譜データが読み込まれていること	
事後条件	データ		
	画面	「楽譜データ表示画面」の「描画パネル」に楽譜が表示されていること	
	その他		
基本フロー	1. システムは「楽譜データ表示画面」の「描画パネル」に読み込まれている楽譜データを表示し、本ユースケースを終了する [出力情報]楽譜データ 1A1. 「対応付け結果表示画面」の「描画パネル」が空白でなければ、システムは新たに「楽譜データ表示画面」を開き、新たに開かれたウィンドウに対して 1. を実行する		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	楽譜表示コンポーネント		
ユースケース ID	GUC002	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	楽譜データを読み込む		
アクター	研究者		
ユースケース概要	任意の楽譜データをシステムを読み込む		
事前条件	トリガ	「楽譜データ読み込みボタン」を押下した時	
	初期状態	協調演奏支援初期画面、楽譜データ表示画面、演奏データ編集画面、対応付け結果表示画面	
	前提事項 他		
事後条件	データ	楽譜データが読み込まれ、表示されていること	
	画面		
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「楽譜データ選択ダイアログ」を表示する</p> <p>2.アクターは任意の楽譜データを選択し「開くボタン」を押下する</p> <p>[入力情報]楽譜データ</p> <p>2A1.アクターが選択をキャンセルしたい場合、「キャンセルボタン」を押下し、本ユースケースを終了する</p> <p>3.システムは、「楽譜データ選択ダイアログ」を閉じ、指定された楽譜データを読み込む</p> <p>3A1.指定された楽譜データが MusicXML のデータ構造に従っていない場合、「楽譜データを読み込むことができませんでした。」とダイアログに表示し、本ユースケースを終了する</p> <p>4.ユースケース「楽譜データを表示する」を実行し、本ユースケースを終了する</p>		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	楽譜表示コンポーネント, 対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	GUC003	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	表示データを閲覧する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	表示されているデータを閲覧するために、拡大及び縮小をする		
事前条件	トリガ	「拡大ボタン」を押下する	
	初期状態	楽譜データ表示画面、対応付け結果表示画面	
	前提事項 他		
事後条件	データ		
	画面		
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.システムは「描画パネル」上の表示データの表示を拡大する 2.アクターは「縮小ボタン」を押下する 3.システムは「描画パネル」上の表示データの表示を縮小し、本ユースケースを終了する 		
代替フロー			
備考			

5.3.2. 演奏編集コンポーネント

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC001	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データを作成する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	リアルタイムに MIDI 入力を行い、演奏データを作成する。		
事前条件	トリガ	ツールバー、もしくはメニューから「リアルタイム入力」を選択する	
	初期状態	協調演奏支援初期画面、楽譜データ表示画面、演奏データ編集画面、対応付け結果表示画面	
	前提事項 他		
事後条件	データ	演奏データが作成されていること	
	画面	「演奏データ編集画面」の「描画パネル」に演奏データが表示されていること	
	その他		
基本フロー	1.ユースケース「演奏データをリアルタイム入力する」を実行する。 [入力情報]演奏データ 2.ユースケース「演奏データを表示する」を実行する [出力情報]演奏データ 3.本ユースケースを終了する		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC002	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	演奏データをリアルタイム入力する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	演奏データをリアルタイムに入力する		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他		
事後条件	データ	演奏データがシステムに取り込まれていること	
	画面		
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.システムは「ポート選択ダイアログ」を表示する 2.アクターは入力を行うポートを選択し、「決定ボタン」を押下する 2A1.リアルタイム入力をキャンセルしたい場合、アクターは「キャンセルボタン」を押下する 2A2.システムは「ポート選択ダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する 3.システムは「ポート選択ダイアログ」を閉じ、「リアルタイム入力ダイアログ」を表示する 4.アクターは「開始ボタン」を押下した後、演奏を行う 5.アクターは演奏終了後「停止ボタン」を押下する 6.システムは演奏データを取り込み、「リアルタイム入力ダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する 		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC004	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データを保存する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	取り込まれている演奏データを保存する		
事前条件	トリガ	ツールバー、もしくはメニューから「保存ボタン」を押下する	
	初期状態	演奏データ編集画面	
	前提事項 他	演奏データが取り込まれていること	
事後条件	データ	演奏データがファイルに保存されていること	
	画面	「演奏データ編集画面」が表示されていること	
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「演奏データ保存ダイアログ」を表示する</p> <p>2.アクターはデータを保存するフォルダを選択し、ファイル名を入力し、「保存ボタン」を押下する</p> <p>[入力情報]演奏データ</p> <p>2A1.アクターは保存をキャンセルしたい場合、「取消しボタン」を押下し、本ユースケースを終了する</p> <p>3.システムは指定されたファイル保存先に演奏データを保存し、「演奏データ保存ダイアログ」を閉じる。</p> <p>4.「ファイルを保存しました」というダイアログを表示し、本ユースケースを終了する</p>		
代替フロー			
備考	読み込まれた演奏データが保存されずに画面を閉じようとする、「演奏データが変更されています。保存しますか？」とダイアログに表示する		

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC005	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データを再生する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	読み込まれた演奏データを再生する		
事前条件	トリガ	再生ボタンを押下する	
	初期状態	演奏データ編集画面	
	前提事項 他		
事後条件	データ		
	画面	「演奏データ編集画面」に演奏データが表示されている	
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは読み込まれている演奏データを再生する。</p> <p>2.システムは曲の最後まで再生し、本ユースケースを終了する</p> <p>2A.「停止ボタン」が押下された場合、再生を停止し、演奏位置を曲の頭に戻し、本ユースケースを終了する</p>		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC006	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データのパラメータを変更する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	演奏データの任意の音のパラメータを変更する		
事前条件	トリガ	「選択ボタン」を押下する	
	初期状態	演奏データ編集画面	
	前提事項 他		
事後条件	データ	演奏データが表示されていること	
	画面	「演奏データ編集画面」の「描画パネル」に演奏データが表示されていること	
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.アクターは「描画パネル」上の音を押下する 2.システムは押下された音を選択状態にする 3.システムは「操作パネル」に選択された音のパラメータを表示する 4.アクターは「修正方法選択ラジオボタン」で一音か、後ろに続く音を選択し、変更したいパラメータのフォームの中に新しいパラメータを入力する 5.一音が選択されている場合、システムは選択されている音のパラメータを入力されたパラメータに変更する 5A1.後ろに続く音が選択されている場合、システムはパラメータの変化値を計算し、選択されている音及びその後ろに続く音全てのパラメータに変化値を加える 6.ユースケース「演奏データを表示する」を実行し、本ユースケースを終了する 		
フ			
備考	<p>パラメータには、音の鳴り始め、音の鳴り終わり、音量、音高がある。</p> <p>鳴り始めを後ろに続く音を含めて変更する場合は、選択した音の鳴り始め・鳴り終わりと、後ろに続く音の鳴り始め・鳴り終わりを全て変更する</p> <p>鳴り終わりを後ろに続く音を含めて変更する場合は、選択した音の鳴り始め・鳴り終わりと、後ろに続く音の鳴り始め・鳴り終わりを全て変更する</p>		

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC008	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	演奏データを表示する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	「演奏データ編集画面」の「描画パネル」に演奏データを表示する		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他	演奏データが読み込まれていること	
事後条件	データ		
	画面	「演奏データ編集画面」の「描画パネル」に演奏データが表示されていること	
	その他		
基本フロー	1.システムは「演奏データ編集画面」の「描画パネル」に読み込まれている演奏データを表示し、本ユースケースを終了する [出力情報]演奏データ		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC009	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	演奏データを読み込む		
アクター	研究者		
ユースケース概要	指定された演奏データをシステムに読み込む		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他		
事後条件	データ	演奏データが読み込まれていること	
	画面		
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「演奏データ選択ダイアログ」を表示する</p> <p>2.アクターは任意の演奏データを選択し、「開くボタン」を押下する</p> <p>[入力情報]演奏データ</p> <p>2A1.アクターが読み込みをキャンセルしたい場合、「キャンセルボタン」を押下し、本ユースケースは終了する</p> <p>3.システムは、「演奏データ選択ダイアログ」を閉じ、指定された演奏データを読み込む</p> <p>3A1.指定された演奏データが SMF、MIDIXML のデータ構造に従っていない場合、「演奏データを読み込むことができませんでした。」とダイアログへ表示し、本ユースケースを終了する</p> <p>4.ユースケース「演奏データを表示する」を実行し、本ユースケースを終了する</p> <p>[出力情報]演奏データ</p>		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC010	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データの音を削除する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	演奏データから指定した音を削除する		
事前条件	トリガ	「演奏データ編集画面」の「削除ボタン」を押下する	
	初期状態	演奏データ編集画面	
	前提事項 他	演奏データが「描画パネル」に表示されていること	
事後条件	データ	指定した音が削除されていること	
	画面	指定した音が削除された演奏データが表示されていること	
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.アクターは演奏データの中の削除したい音をクリックする 2.システムはクリックされた音を演奏データの中から削除する 3.ユースケース「演奏データを表示する」を実行し、本ユースケースを終了する 		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	演奏編集コンポーネント		
ユースケース ID	EUC011	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データの音を追加する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	演奏データに音を追加する		
事前条件	トリガ	「演奏データ編集画面」の「追加ボタン」を押下する	
	初期状態	演奏データ編集画面	
	前提事項 他	演奏データが「描画パネル」に表示されていること	
事後条件	データ	指定した音が追加されていること	
	画面	指定した音が追加された演奏データが表示されていること	
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.アクターは演奏パネルに追加したいところをクリックする 2.システムはクリックされた場所に音を追加する 3.ユースケース「演奏データを表示する」を実行し、本ユースケースを終了する 		
代替フロー			
備考			

5.3.3. 対応付けコンポーネント

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	TUC001	シナリオ種類	主シナリオ・includeシナリオ
ユースケース名	対応付けデータを作成する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	楽譜データと演奏データの対応付けデータを作成する		
事前条件	トリガ	A. ツールバー、もしくはメニューバーから「対応付けデータの作成」を選択する B. 他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態	協調演奏支援初期画面	
	前提事項 他		
事後条件	データ	楽譜データと演奏データの対応付け結果が作成されていること	
	画面	「対応付け結果表示画面」の「描画パネル」に対応付け結果が表示されていること	
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「対応付け対象データ選択ダイアログ」を表示する</p> <p>2.アクターは対応付けの対象とする楽譜データと演奏データを選択し、「決定ボタン」を押下する [入力情報]楽譜データ、演奏データ</p> <p>2A1.アクターが「キャンセルボタン」を押下した場合、システムは「対応付け対象データ選択ダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する</p> <p>3.システムは「対応付け対象データ選択ダイアログ」を閉じる</p> <p>4.ユースケース「演奏の音符と楽譜の音符の対応付けを行う」を実行する [出力情報]対応付けデータ</p> <p>5.ユースケース「対応付けデータを表示する」を実行し、本ユースケースを終了する</p>		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/16
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	TUC002	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	演奏の音符と楽譜の音符の対応付けを行う		
アクター	研究者		
ユースケース概要	楽譜データと演奏データの対応づけの計算を行う		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他	楽譜データ、演奏データが読み込まれていること	
事後条件	データ	楽譜データと演奏データの対応づけの計算がなされていること	
	画面		
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「対応付け範囲・パート選択ダイアログ」を表示する。</p> <p>2.アクターは対応付け範囲・対応付けするパートを指定して、「決定ボタン」を押下する。</p> <p>[入力情報]対応付け範囲、パート</p> <p>2A1.アクターが「キャンセルボタン」を押下した場合、システムは「対応付け範囲・パート選択ダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する</p> <p>3.システムは「対応付け範囲・パート選択ダイアログ」を閉じ、「演奏開始・終了位置指定ダイアログ」を表示する。</p> <p>3A1.システムは対応付け範囲が「全部対応付けする」であった場合、6.に移動する。</p> <p>4.アクターは演奏開始・終了位置を指定して、「決定ボタン」を押下する。</p> <p>[入力情報]演奏開始・終了位置</p> <p>4A1.アクターが「リセットボタン」を押下した場合、アクターの指定した演奏開始位置・終了位置を消去して、4.に移動する</p> <p>4B1.アクターが「キャンセルボタン」を押下した場合、システムは「演奏開始・終了位置指定ダイアログ」を閉じ、1.へ移動する</p> <p>5.システムは「演奏開始・終了位置指定ダイアログ」を閉じる</p> <p>6.システムは楽譜データ、演奏データ、対応付けを行うパート、対応付け範囲、演奏開始・終了位置（対応付け範囲が「全部対応付けする」ではないとき）から対応付けの計算を行う。</p> <p>[出力情報]対応付けデータ</p> <p>7.本ユースケースを終了する</p>		

代替 フロー	
備考	

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/16
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	TUC003	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	対応付けデータを保存する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	対応付けデータの保存を行う		
事前条件	トリガ	ツールバー、もしくはメニューから「名前をつけて保存」を選択する	
	初期状態	対応付け結果表示画面	
	前提事項 他	対応付けの結果が「対応付け結果表示画面」の「描画パネル」に表示されていること	
事後条件	データ	対応付けデータが保存されていること	
	画面	「対応付け結果表示画面」が表示されていること	
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.システムは「対応付けデータ保存ダイアログ」を表示する 2.アクターはファイル保存先と名前を指定して、「保存ボタン」を押下する。 2A1.アクターが「取り消しボタン」を押下した場合は、「対応付けデータ保存ダイアログ」を閉じて本ユースケースを終了する 3.システムは、指定されたファイル保存先に対応付けデータを保存する 4. システムは「対応付けデータ保存ダイアログ」を閉じ、「ファイルを保存しました。」とダイアログに表示する 5.アクターは、「はいボタン」を押下する 6.システムはダイアログを閉じ、本ユースケースを終了する 		
代替フロー			
備考	対応付けデータを保存せずに画面を閉じようとする、「対応付けデータが保存されていません。保存しますか？」とダイアログに表示する		

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/16
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	TUC005	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	対応付けデータを表示する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	対応付けデータの画面への表示を行う		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他	対応付けデータが読み込まれていること	
事後条件	データ		
	画面	「対応付け結果表示画面」の「描画パネル」に対応付け結果が表示されていること	
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「対応付け結果表示画面」の「描画パネル」に対応付け結果を描画する [出力情報]対応付けデータ</p> <p>1A1.「対応付け結果表示画面」の「描画パネル」が空白でなければ、システムは新たに「対応付け結果表示画面」を開き、新たに開かれたウィンドウに対して 1.を実行する</p> <p>2.本ユースケースを終了する</p>		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/16
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	TUC006	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	対応付けデータを読み込む		
アクター	研究者		
ユースケース概要	対応付けデータをシステムに読み込ませて、画面に表示する		
事前条件	トリガ	ツールバー、もしくはメニューバーから「対応付けデータを開く」を選択する	
	初期状態	「協調演奏支援初期画面」が表示されていること	
	前提事項 他		
事後条件	データ	対応付けデータが読み込まれていること	
	画面	対応付けデータが「対応付け結果表示画面」の「描画パネル」に描画されていること	
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「対応付けデータ選択ダイアログ」を表示する。</p> <p>2.アクターは任意の対応付けデータを選択し、「開くボタン」を押下する。</p> <p>[入力情報]対応付けデータ</p> <p>2A1.アクターが「取り消しボタン」を押下した場合、本ユースケースを終了する。</p> <p>3.システムは「対応付けデータ選択ダイアログ」を閉じ、指定された対応付けデータを読み込む。</p> <p>3A1.指定された対応付けデータが対応付けデータのデータ構造に従っていない場合、「対応付けデータを読み込むことができませんでした。」とダイアログへ表示し、本ユースケースを終了する</p> <p>4.ユースケース「対応付けデータを表示する」を実行し、本ユースケースを終了する</p> <p>[出力情報]対応付けデータ</p>		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/16
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	TUC008	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	本番システムの支援を行う		
アクター	研究者		
ユースケース概要	本番演奏システムの支援を行う		
事前条件	トリガ	ツールバー、もしくはメニューバーから「本番演奏」を選択する	
	初期状態	「協調演奏支援初期画面」が表示されていること	
	前提事項 他		
事後条件	データ		
	画面	「対応付け結果表示画面」が表示されていること	
	その他		

基本フロー	<p>1.システムは「本番向け楽譜データ読み込みダイアログ」を表示する</p> <p>2.アクターは「参照ボタン」を押下する</p> <p>3.システムは「本番向け楽譜データ選択ダイアログ」を表示する</p> <p>4.アクターは対応付けの対象とする楽譜データを選択し、「開くボタン」を押下する</p> <p>[入力情報]楽譜データ</p> <p>5.システムは「本番向け楽譜データ選択ダイアログ」を閉じる</p> <p>6.アクターは「決定ボタン」を押下する</p> <p>6A1.アクターが「キャンセルボタン」を押下した場合、システムは「本番演奏向け楽譜データ選択ダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する</p> <p>7.システムは「本番演奏向け主旋律・伴奏演奏データ読み込みダイアログ」を表示する</p> <p>8.アクターは「主旋律演奏データ参照ボタン」を押下する</p> <p>9.システムは「本番向け主旋律演奏データ選択ダイアログ」を表示する</p> <p>10.アクターは対応付けの対象とする主旋律演奏データを選択し、「開くボタン」を押下する</p> <p>[入力情報]主旋律演奏データ</p> <p>11.システムは「本番向け主旋律演奏データ選択ダイアログ」を閉じる</p> <p>12.アクターは「伴奏演奏データ参照ボタン」を押下する</p> <p>13.システムは「本番向け伴奏演奏データ選択ダイアログ」を表示する</p> <p>14.アクターは対応付けの対象とする伴奏演奏データを選択し、「開くボタン」を押下する</p> <p>[入力情報]伴奏演奏データ</p> <p>15.システムは「本番向け伴奏演奏データ選択ダイアログ」を閉じる</p> <p>16.アクターは「決定ボタン」を押下する</p> <p>16A1.アクターが「キャンセルボタン」を押下した場合、システムは「本番演奏向け主旋律・伴奏演奏データ選択ダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する</p> <p>17.システムは「本番演奏向け対応付け範囲・パート選択ダイアログ」を開く</p> <p>18.アクターは「対応付け範囲選択ラジオボタン」で一部対応付けを選択し、パートを選択し、「決定ボタン」を押下する</p> <p>18A1.アクターが全部対応付けを選択した場合、ステップ 22.に移動する</p> <p>19.システムは「演奏開始・終了位置指定ダイアログ」を表示する</p> <p>20.アクターは演奏開始・終了位置を指定して、「決定ボタン」を押下する。</p> <p>[入力情報]演奏開始・終了位置</p> <p>20A1.アクターが「選択範囲更新ボタン」を押下した場合、システムはアクターの入力した演奏開始位置・終了位置を「範囲指定パネル」に表示する</p>
-------	--

	<p>20B1.アクターが「キャンセルボタン」を押下した場合、システムは「演奏開始・終了位置指定ダイアログ」を閉じ、17.へ移動する</p> <p>21.システムは「演奏開始・終了位置指定ダイアログ」を閉じる</p> <p>22.ユースケース「外部アプリケーションと通信を行う」を実行する。</p> <p>23.システムはリハーサル時の対応付けの結果を「対応付け結果表示画面」に描画する</p> <p>24.システムは新しくウィンドウを開き、本番演奏時の対応付けデータを描画する</p> <p>25.本ユースケースを終了する</p>
代替フロー	
備考	

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	協調演奏システム支援アプリケーション		
コンポーネント名	対応付けコンポーネント		
ユースケース ID	TUC009	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	外部アプリケーションと通信を行う		
アクター	研究者		
ユースケース概要	協調演奏システムにリハーサルデータと本番演奏データの転送を行う		
事前条件	トリガ	他のユースケースに呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他		
事後条件	データ		
	画面		
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.システムは「アプリケーション間同期テストダイアログ」を表示する 2.アクターは「実行ボタン」を押下する 2A1.アクターが「キャンセルボタン」を押下した場合、システムは「アプリケーション間同期テストダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する 3.アクターはアプリケーション間同期テストの結果を確認する 4. アプリケーション間同期テストの結果が「OK」の場合、アクターは「次へボタン」を押下する 4A1. アプリケーション間同期テストの結果が「NG」の場合、1.へ戻る 5.システムはリハーサルデータを協調演奏システムに転送する 6. システムは「アプリケーション間同期テストダイアログ」を閉じ、「ポート選択ダイアログ」を表示する。 7.アクターはポートを選択し、「決定ボタン」を押下する。 7A1.アクターがキャンセルボタンを押下した場合、システムは「ポート選択ダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する 8.システムは「ポート選択ダイアログ」を閉じ、システムは「本番演奏向けダイアログ」を表示する 9.アクターは「開始ボタン」を押下する 10.システムはリアルタイムに MIDI キーボードからの入力データを協調演奏システムに転送する 11.アクターは「停止ボタン」を押下する。 12.システムは「本番演奏向けダイアログ」を閉じ、本ユースケースを終了する 		

代替 フロー	
備考	

5.3.4. 演奏分析コンポーネント

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/13
アプリケーション名	演奏分析アプリケーション		
コンポーネント名	演奏分析コンポーネント		
ユースケース ID	BUC001	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データの分析を行う		
アクター	研究者		
ユースケース概要	楽譜データと演奏データを読み込み、演奏データの分析を行う		
事前条件	トリガ	ツールバー、もしくはメニューから「演奏データの分析」を選択する	
	初期状態	演奏分析初期画面、分析結果表示画面	
	前提事項 他		
事後条件	データ		
	画面	「演奏分析結果表示画面」の「描画パネル」に演奏データの分析結果が表示されていること	
	その他		
基本フロー	<ol style="list-style-type: none"> 1.システムは「楽譜・アーカイブデータの選択ウィザードダイアログ」を表示する 2.アクターは「参照ボタン」を押下する 3.システムは「楽譜・アーカイブデータの選択ダイアログ」を表示する 4.アクターは、任意の楽譜データ、もしくはアーカイブデータを選択し、「開くボタン」を押下する [入力情報]楽譜データ、対応付けデータ 5.システムは「楽譜・アーカイブデータの選択ダイアログ」を閉じる 6.アクターは「次へボタン」を押下する 7.システムは「演奏・アーカイブデータのインポートウィザードダイアログ」を表示する 8.アクターは「インポートボタン」を押下する 8A1.アクターは演奏データリストから演奏データを削除したい場合、削除したい演奏データを選択し、「削除ボタン」を押下する 8A2.システムは演奏データリストから指定された演奏データを削除し、7.へ戻る 9.システムは「演奏・アーカイブデータのインポートダイアログ」を表示する 10.アクターは任意の演奏データ、もしくはアーカイブデータを選択し、「開くボタン」を押下する [入力情報]演奏データ、対応付けデータ 		

基本フロー	<p>10A1.アクターがアーカイブデータを読み込んだ場合、4.で読み込んだ楽譜データとアーカイブデータの楽譜データを比較する</p> <p>10A2 二つの楽譜データが同じだった場合 13.へ進み、異なった場合「楽譜データが一致しません。」と表示し、7.へ戻る 11.システムは「演奏・アーカイブデータのインポートダイアログ」を閉じる</p> <p>12.ユースケース「演奏の音符と楽譜の音符の対応付けを行う」を実行する</p> <p>13.システムは、「演奏データリスト」にアーカイブデータ中の演奏データを追加する</p> <p>14.アクターは「次へボタン」を押下する</p> <p>15.システムは「演奏データ分析の設定ダイアログ」を表示する</p> <p>16.アクターは「分析の種類」、「分析する演奏データ」、「分析項目を選択」し、「次へボタン」を押下する</p> <p>17.システムは「演奏データ分析の設定ダイアログ」を閉じる</p> <p>18.システムは「演奏データ分析の設定確認ダイアログ」を表示する</p> <p>19.アクターは設定内容を確認し、「完了ボタン」を押下する</p> <p>21.システムは「演奏データの分析の設定確認ダイアログ」を閉じる</p> <p>20.ユースケース「演奏データの分析結果を計算する」を実行する</p> <p>21.ユースケース「演奏データの分析結果を表示する」を実行し、本ユースケースを終了する</p>
代替	
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・基本フロー4.にてアーカイブデータを選択した場合、「演奏・アーカイブデータのインポートウィザードダイアログ」の演奏データリストにアーカイブデータに含まれている演奏データが追加される。 ・分析項目：音長、インターバル、音高、音量 ・比較分析項目：音長(1小節、2小節及び4小節)、音量、音高、インターバル(1小節、2小節及び4小節) ・音長及び音の鳴り始め・鳴り終わりの比較分析の計算手順は以下のとおりである。 <ul style="list-style-type: none"> ・二つの演奏データの拍あたり時間の平均を求める。(1小節、2小節または4小節) ・二つの演奏データの拍あたり時間の平均の平均を計算し、これを基準の拍あたり時間とする <ul style="list-style-type: none"> ・二つの演奏データの拍あたり時間を基準の拍あたり時間に合わせる ・アクターが画面上のキャンセルボタンが押下した時、システムはその画面を閉じる。 ・アクターが画面上の戻るボタンを押下した時、ひとつ前に表示されていた画面が表示される。

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/13
アプリケーション名	演奏分析アプリケーション		
コンポーネント名	演奏分析コンポーネント		
ユースケース ID	BUC002	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	演奏データの分析結果を計算する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	読み込まれているデータから演奏分析の結果を算出する		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他	「分析の種類」、「分析する演奏データ」、「分析項目」が指定されていること	
事後条件	データ		
	画面		
	その他		
基本フロー	1.システムは指定された「分析の種類」、「分析する演奏データ」、「分析項目」から演奏データの分析結果を計算し、本ユースケースを終了する		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/13
アプリケーション名	演奏分析アプリケーション		
コンポーネント名	演奏分析コンポーネント		
ユースケース ID	BUC003	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	演奏データの分析結果を表示する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	分析結果のデータをグラフ表示する		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他	演奏データの分析結果が計算されていること	
事後条件	データ		
	画面	「演奏データ分析結果画面」の「描画パネル」に演奏データの分析結果が表示されていること	
	その他		
基本フロー	1.システムは「演奏データ分析結果画面」の「描画パネル」へ、演奏データの分析結果をグラフ表示し、本ユースケースを終了する		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	演奏分析アプリケーション		
コンポーネント名	演奏分析コンポーネント		
ユースケース ID	BUC004	シナリオ種類	主シナリオ
ユースケース名	演奏データの分析結果を保存する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	演奏データの分析結果を保存する		
事前条件	トリガ	ツールバー、もしくはメニューから「分析結果の CSV 出力」を選択する	
	初期状態	分析結果表示画面	
	前提事項 他	演奏データの分析結果が「描画パネル」に表示されていること	
事後条件	データ	演奏データの分析結果が CSV 形式で保存されていること	
	画面		
	その他		
基本フロー	<p>1.システムは「分析結果保存ダイアログ」を表示する</p> <p>2.アクターはデータを保存するフォルダを選択し、ファイル名を入力し、「保存ボタン」を押下する</p> <p>2A1.保存をキャンセルしたい場合は、「取消しボタン」を押下し、本ユースケースを終了する</p> <p>3.ユースケース「演奏データの分析結果を CSV 形式で保存する」を実行し、本ユースケースを終了する</p>		
代替フロー			
備考			

バージョン	1.00	最終更新日	2009/9/15
アプリケーション名	演奏分析アプリケーション		
コンポーネント名	演奏分析コンポーネント		
ユースケース ID	BUC005	シナリオ種類	include シナリオ
ユースケース名	演奏データの分析結果を CSV 形式で保存する		
アクター	研究者		
ユースケース概要	演奏データの分析結果を CSV 形式で保存する		
事前条件	トリガ	他のユースケースから呼び出された時	
	初期状態		
	前提事項 他	ファイル保存先が指定されていること	
事後条件	データ	演奏データの分析結果が CSV 形式で保存されていること	
	画面		
	その他		
基本フロー	1.システムは、指定されたファイル保存先に演奏データの分析結果を CSV 形式で保存し、本ユースケースを終了する		
代替フロー			
備考			

6. メッセージ一覧

本章では、システムで表示されるメッセージを定義する。何らかの問題を起こす可能性があるときに表示するアラートメッセージ、エラーが起こったことを通知するエラーメッセージ、単に付加的な情報などを提供するインフォメーションメッセージの 3 種に分けて示す。

6.1. アラートメッセージ

メッセージ ID	メッセージ名	内容	備考
AMS001	演奏データ保存確認	演奏データが変更されています。保存しますか？	EUC004 参照
AMS002	対応付けデータ保存確認	対応付けデータが保存されていません。保存しますか？	TUC003 参照

6.2. エラーメッセージ

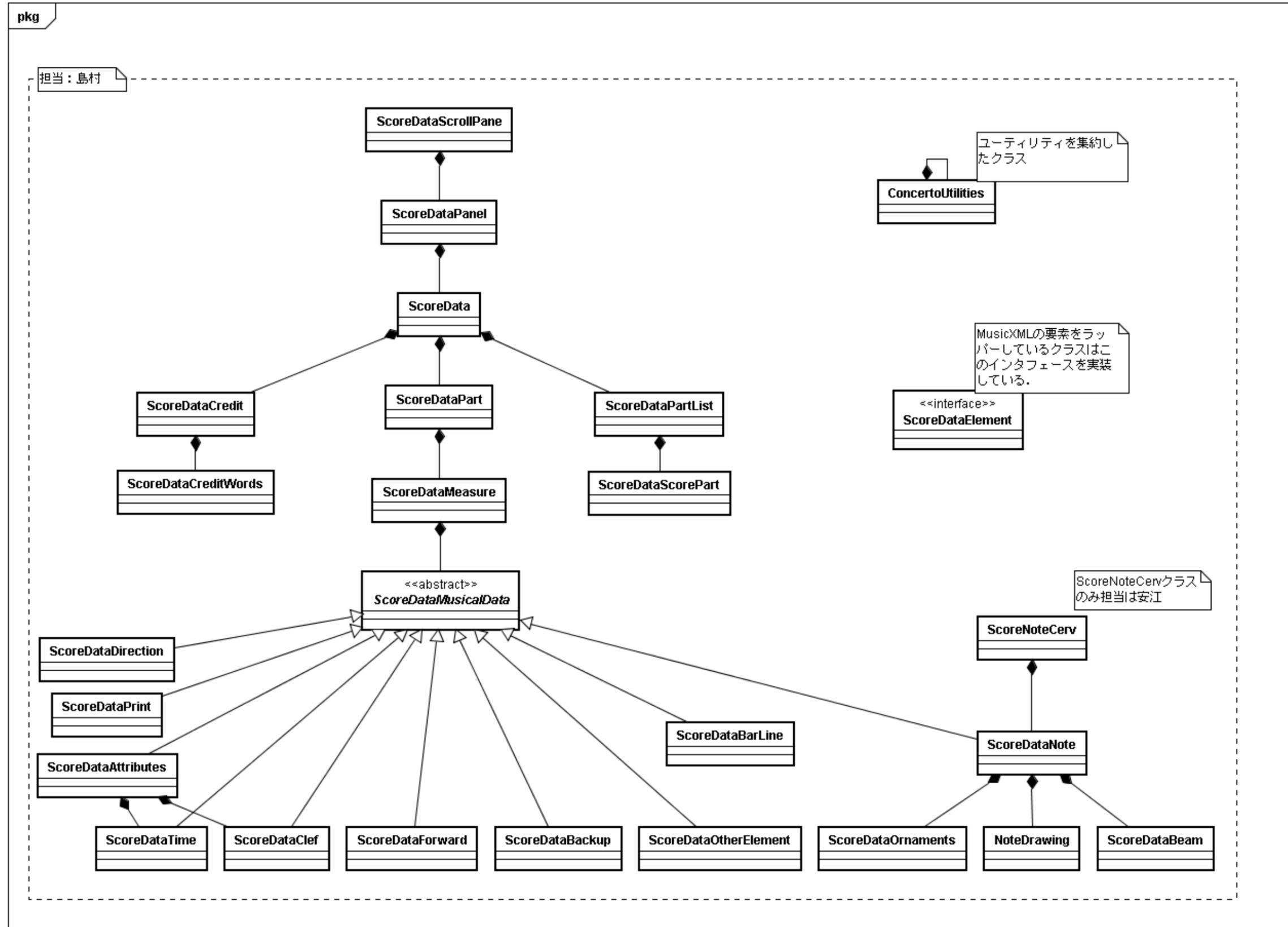
メッセージ ID	メッセージ名	内容	備考
EMS001	楽譜データ読み込みエラー	楽譜データを読み込むことが出来ませんでした。	GUC002 参照
EMS002	演奏データ読み込みエラー	演奏データを読み込むことが出来ませんでした。	EUC009 参照
EMS003	対応付けデータ読み込みエラー	対応付けデータを読み込むことが出来ませんでした。	TUC006 参照
EMS004	入力値エラー	入力値が入力可能範囲を超えています。	EUC006 参照

6.3. インフォメーションメッセージ

メッセージ ID	メッセージ名	内容	備考
IMS001	ファイル保存完了	ファイルを保存しました。	EUC004,TUC003 参照
IMS002	分析結果出力完了	分析結果の CSV 出力が完了しました。	BUC004 参照

クラス図

● 楽譜表示コンポーネント



● 対応付けコンポーネント

