

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科特定研究課題報告書

演奏情報と楽譜情報の対応付けシステムの開発
—演奏情報の分析機能の実現—

池田勝洋

(コンピュータサイエンス専攻)

指導教員 田中二郎

2010年3月

概要

本報告書は、筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻で実施されている「高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム」（以下、高度 IT 専修プログラムとする）における特定課題研究の成果をまとめたものである。本報告書において、特定課題研究とは、「高度 IT 専修プログラム」の科目“研究開発プロジェクト”におけるカテゴリ 3 として分類されるもので、教員等からのリクエストに基づき、原則としてチームで、実際に動作するシステムをプロジェクト形式で開発し、そのシステムの評価を行うものを指す。

この特定課題研究の中で、筆者を含む 4 名のチームでは、音楽情報学の研究を行っている、筑波大学大学院システム情報工学研究科水谷研究室の水谷哲也講師の委託を受け、「演奏情報と楽譜情報の対応システム」として、「Concerto(コンチェルト)」の開発プロジェクト（以降、本プロジェクトとする）を遂行した。

本プロジェクトで開発した **Concerto** とは演奏情報と楽譜情報との対応付けを行い、演奏情報の分析を行う演奏分析アプリケーションと水谷研究室で開発する予定である協調演奏システムに演奏情報と楽譜情報との対応付けを行った結果を提供する協調演奏システム支援アプリケーション、及び、これらのアプリケーションに、楽譜表示の機能・演奏情報の編集機能・対応付け機能・演奏情報の分析機能を提供する **Concerto** クラスライブラリの総称である。

本プロジェクトでは **Concerto** を開発することにより、アプリケーションを通じて音楽情報学の研究における演奏情報の分析・協調演奏の研究の効率化を図る。また、のみならず **Concerto** クラスライブラリを広く世間に公開することにより、対応付け機能・演奏情報の分析機能を利用した音楽情報学の研究を目的としたアプリケーション、楽譜表示の機能・演奏情報の編集機能を利用した音楽情報学に限らない幅広い分野での楽譜情報・演奏情報を用いたアプリケーションの開発の一助となる事を目的としている。

この **Concerto** の開発において筆者はクラスライブラリ部分を含む演奏分析アプリケーション全体の開発と、協調演奏システム支援アプリケーションの協調演奏システムとの開発を担当した。

開発した **Concerto** について評価を行った結果、音楽情報学の研究における演奏情報の分析・協調演奏の研究の効率化の一助となると言える結果が得られた。特に実装を担当した演奏分析アプリケーションに関しては、その研究が効率化されることを明確に数字で得ることができた。

目次

第1章	はじめに	5
第2章	前提知識	6
2.1	用語の定義	6
2.2	音楽情報学と、水谷研究室での位置づけ	8
第3章	音楽情報学の研究上の要望・課題	9
3.1	現行の研究活動の作業の流れについて	9
3.1.1	協調演奏実験	9
3.1.2	演奏分析	11
3.2	要望・課題を発生させている問題点について	12
3.2.1	協調演奏実験	12
3.2.2	演奏分析	14
3.3	問題解決の方法について	15
3.3.1	協調演奏実験	15
3.3.2	演奏分析	15
第4章	システムの概要	16
4.1	システムの名称・対象ユーザ	16
4.2	システム化の範囲	16
4.3	システム構成	17
4.3.1	ハードウェア構成	17
4.3.2	ソフトウェア構成	18
4.3.3	Concerto クラスライブラリの構成	19
4.4	制約事項	20
第5章	アプリケーションの機能と開発担当部位について	21
5.1	演奏分析アプリケーションの機能	21
5.2	協調演奏システム支援アプリケーションの機能	27
5.3	開発担当部位	31
第6章	システムの開発について	32
6.1	開発体制	32
6.1.1	開発メンバー	32
6.1.2	役割の分担	32
6.1.3	進捗の確認・打ち合わせなど	32
6.2	開発環境	33
6.2.1	使用機材	33
6.2.2	使用ソフトウェア	33
6.3	スケジュール	34
6.4	開発の推移・見直し	35
6.4.1	開発の推移	35
6.4.2	実現されなかった機能	36
6.5	各工程での成果物	37

第7章	評価	38
7.1	演奏分析アプリケーションの評価	38
7.1.1	評価実験の目的	38
7.1.2	評価実験概要	38
7.1.3	評価実験の結果	39
7.1.4	まとめ	39
7.2	協調演奏システム支援アプリケーションの評価	40
7.2.1	演奏データの編集機能の評価	40
7.2.2	対応付けの精度に関する評価	41
第8章	おわりに、今後の展望	42
8.1	おわりに	42
8.2	今後の展望	42
参考文献		43
謝辞		44
付録		45

図目次

図 2-1 音楽情報学の対象分野	8
図 3-1 現行の協調演奏実験の流れ	10
図 3-2 現行の演奏分析の流れ	11
図 3-3 現行の協調演奏実験の流れにおける問題点	13
図 3-4 演奏分析の流れにおける問題点	14
図 4-1 ハードウェア構成	17
図 4-2 システム構成	18
図 4-3 Concerto クラスライブラリの構成	19
図 5-1 楽譜・アーカイブデータの選択ウィザードダイアログ	21
図 5-2 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	22
図 5-3 演奏データ分析の設定ウィザードダイアログ	23
図 5-4 分析結果表示画面	24
図 5-5 分析結果を保存する様子	25
図 5-6 演奏開始・終了位置指定ダイアログ	26
図 5-7 楽譜表示画面	27
図 5-8 対応付け結果表示画面	28
図 5-9 対応付け結果の表示方法	29
図 5-10 演奏編集画面	30
図 6-1 開発スケジュール	34
図 6-2 実際のスケジュールの進行	35
図 7-1 評価実験の結果のグラフ	39

表目次

表 5-1 アプリケーションの開発担当	31
表 5-2 Concerto クラスライブラリの開発担当	31
表 6-1 借用する機材	33
表 6-2 使用ソフトウェア	33
表 7-1 評価実験結果	39
表 7-2 演奏データ編集作業の所要時間	40
表 7-3 対応付けの結果	41

第1章 はじめに

本報告書は、筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻で実施されている「高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発専修プログラム」（以下、高度 IT 専修プログラムとする）における特定課題研究の成果をまとめたものである。本報告書において、特定課題研究とは、「高度 IT 専修プログラム」の科目“研究開発プロジェクト”におけるカテゴリ 3 として分類されるもので、教員等からのリクエストに基づき、原則としてチームで、実際に動作するシステムをプロジェクト形式で開発し、そのシステムの評価を行うものを指す。

この特定課題研究の中で、筆者を含む 4 名のチームでは、音楽情報学の研究を行っている、筑波大学大学院システム情報工学研究科水谷研究室の水谷哲也講師の委託を受け、「演奏情報と楽譜情報の対応システム」として、「Concerto(コンチェルト)」の開発プロジェクト（以降、本プロジェクトとする）を遂行した。

本プロジェクトで開発した **Concerto** とは演奏情報と楽譜情報との対応付けを行い、演奏情報の分析を行う演奏分析アプリケーションと水谷研究室で開発する予定である協調演奏システムに演奏情報と楽譜情報との対応付けを行った結果を提供する協調演奏システム支援アプリケーション、及び、これらのアプリケーションに、楽譜表示の機能・演奏情報の編集機能・対応付け機能・演奏情報の分析機能を提供する **Concerto** クラスライブラリの総称である。

本プロジェクトでは **Concerto** を開発することにより、アプリケーションを通じて音楽情報学の研究における演奏情報の分析・協調演奏の研究の効率化を図る。また、のみならず **Concerto** クラスライブラリを広く世間に公開することにより、対応付け機能・演奏情報の分析機能を利用した音楽情報学の研究を目的としたアプリケーション、楽譜表示の機能・演奏情報の編集機能を利用した音楽情報学に限らない幅広い分野での楽譜情報・演奏情報を用いたアプリケーションの開発の一助となる事を目的としている。

この **Concerto** の開発において筆者はクラスライブラリ部分を含む演奏分析アプリケーション全体の開発と、協調演奏システム支援アプリケーションの協調演奏システムとの開発を担当した。

本報告書の構成は次に述べる通りとなる。第 2 章では、本プロジェクトとプロジェクトで開発したシステムの理解について必要と思われる事柄を前提知識として述べる。次に、第 3 章では、現行の研究活動の流れについて説明し、その問題点を指摘する。そして、その問題点がシステム導入により、どのように問題が解決されるかを示す。第 4 章ではシステムの概要について述べる。続く第 5 章ではシステムの機能について、筆者の担当部分について特に詳しく掘り下げながら説明する。第 6 章ではシステムの開発体制や開発そのものの推移などについて述べる。第 7 章ではシステムの評価とその結果について述べる。結びとして、第 8 章で本報告書のまとめを行い、今後の展望について述べる。

第2章 前提知識

この章では本プロジェクトについて理解するために必要であると思われる用語の定義について述べ、次いで、音楽情報学と委託元である水谷哲也講師の水谷研究室で行われている音楽情報学研究の目的・位置づけについて述べる。

2.1 用語の定義

この節では、本プロジェクトの報告について理解するために必要と思われる、各種用語の定義を述べる。

➤ **MIDI**

MIDI とは Musical Instrument Digital Interface の略で、電子楽器の演奏データを機器間でデジタル転送するための規格である。

➤ **MIDI メッセージ**

MIDI 規格に対応した機器の間での演奏データのやり取りの形式。

➤ **SMF**

MIDI メッセージをバイナリファイルに記録する形式である。SMF(Standard MIDI File)の略で、MIDI 規格で定められている。

➤ **Music XML**

Music XML は Recordare によって開発された、楽譜情報を XML 形式で扱うファイルフォーマットである。[4]

➤ **MIDI XML**

SMF を XML 形式で扱うファイルフォーマットである。

➤ **XLink**

XML のリンク機能。[7] 本プロジェクトでは演奏データと楽譜データとの対応関係の記述に用いる。

➤ **演奏データ**

演奏情報を表すデータ。本報告書では 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。本報告書では Music XML 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 Music XML、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。本報告書では、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 [演奏データの音数] 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、[演奏データの音数] を [楽譜（全てのパートを含める）の音数] で除して求める。

2.2 音楽情報学と、水谷研究室での位置づけ

音楽情報学とは、音楽のライフサイクルのうち「創作」、「伝達」、「聴取」といった3つの活動分野を対象とし、コンピュータでそれらの分析・支援を行うものである。また、それぞれの分野においてどのような研究が行われているかを下の図 2-1 に示す。[1]

本プロジェクトの委託元である水谷研究室で行われている音楽情報学の研究は、人間はどのように演奏するかを解明することを目的として行っている。研究室では「協調演奏」および「演奏分析」の研究を行っていて、音楽情報学の研究分野としては図 2-1 での創作・聴取が対象として該当する。

本プロジェクトでは「協調演奏」および「演奏分析」を助けるアプリケーションの開発を行った。

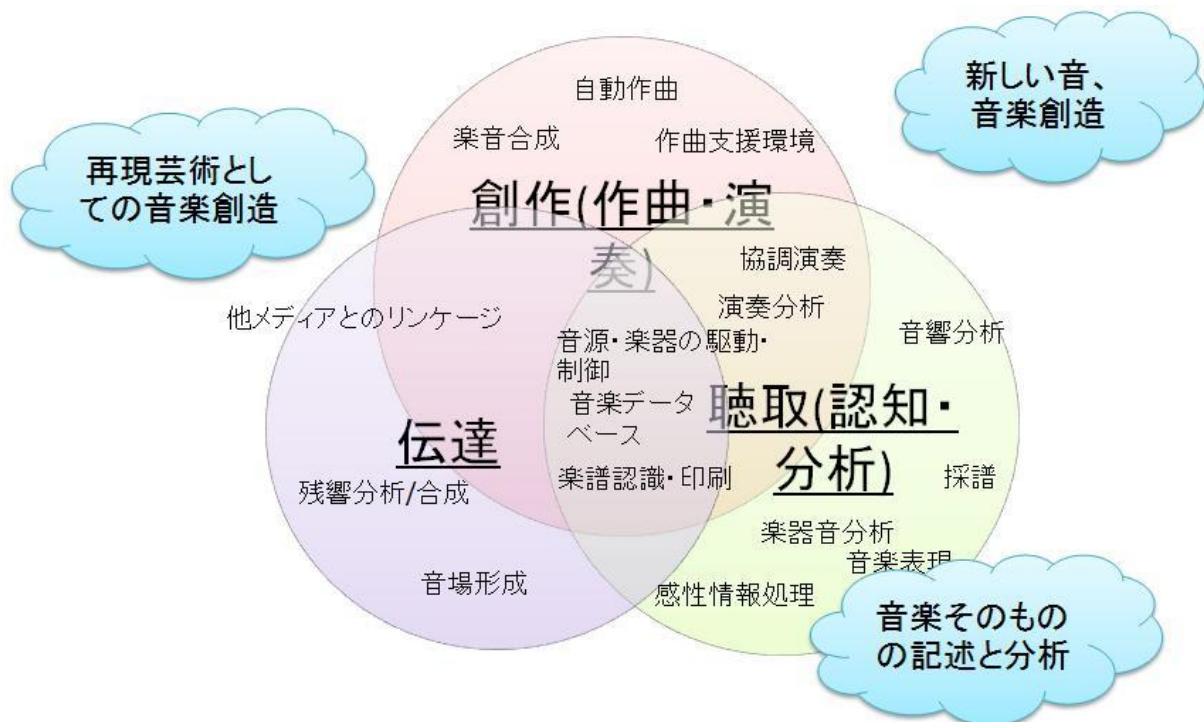


図 2-1 音楽情報学の対象分野

第3章 音楽情報学の研究上の要望・課題

この章では、まず協調演奏実験と演奏分析作業の現行の作業の流れについて説明する。次に、現行の流れの問題点から発生する要望・要求についてまとめる。そして、我々の開発するシステムによりどの様に問題を解決するかを述べる。

3.1 現行の研究活動の作業の流れについて

3.1.1 協調演奏実験

水谷研究室で開発されている協調演奏システムは、あらかじめ楽譜が与えられている状態で、ピアニストの演奏する主旋律に合わせてコンピュータが伴奏を行うシステムである。協調演奏システムは、人間の演奏表情をシステムに取り込むためのリハーサルシステムと、実際に協調演奏を行う本番システムの2つのシステムで成り立っている。

以下に、研究者が協調演奏システムを用いて協調演奏の実験を行う場合の基本的な作業の流れを図と共に示す。

- 研究者は協調演奏を行う楽曲の UNI 形式の楽譜データを用意する。
- ピアニストはリハーサル演奏として主旋律の独奏を行う。この演奏のデータをリハーサル演奏データと呼ぶ。
- 研究者はピアニストの演奏データを UNI 形式で入手し、弾き間違いがあればリハーサル演奏データの修正を行う。
- 研究者はリハーサルシステムを用いて、楽譜データと演奏データから、本番準備データを作成する。（この処理をリハーサル処理と呼ぶ）
- 研究者は本番準備データを確認し、場合によってはデータの修正を行う。
- 研究者は本番システムに本番準備データを与える。
- ピアニストは本番システムとの協調演奏を行う。
- 研究者は協調演奏を行った際の演奏データを本番システムから入手し、分析を行う。

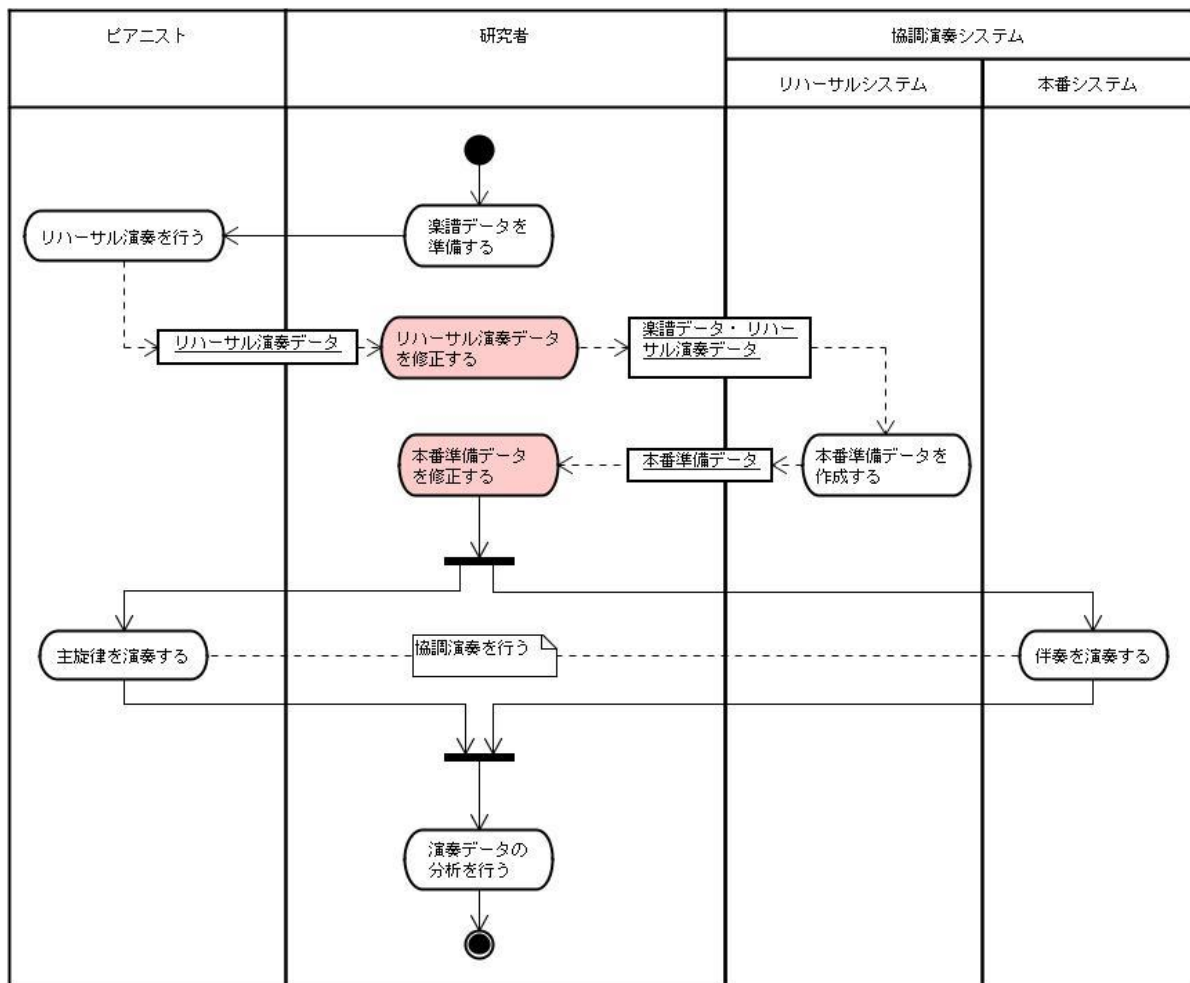


図 3-1 現行の協調演奏実験の流れ

3.1.2 演奏分析

現在の研究者が演奏分析作業を行う場合の基本的な作業の流れを図と共に以下に示す。

- 分析対象の演奏データとその楽曲の楽譜データを用意する。
- 分析したい演奏データのパラメータを計算する。パラメータの計算には楽譜に記述されている情報が必要であるため、楽譜データの音符列と演奏データの音符列との対応付けが必要となる。研究者は目視で対応付けを行いながらパラメータ計算を行う。
- 表計算ソフト等を用いて計算したパラメータ値のグラフ化を行う。
- 演奏の特徴を表すルールを仮定する
- ルールを元にコンピュータで演奏データを自動生成する
- 自動生成した演奏データのパラメータを計算する。研究者は目視で対応付けを行いながらパラメータ計算を行う。
- 表計算ソフト等を用いて計算したパラメータ値のグラフ化を行う。
- ピアニストの演奏とコンピュータが自動生成した演奏とを比較しルール検証を行う。

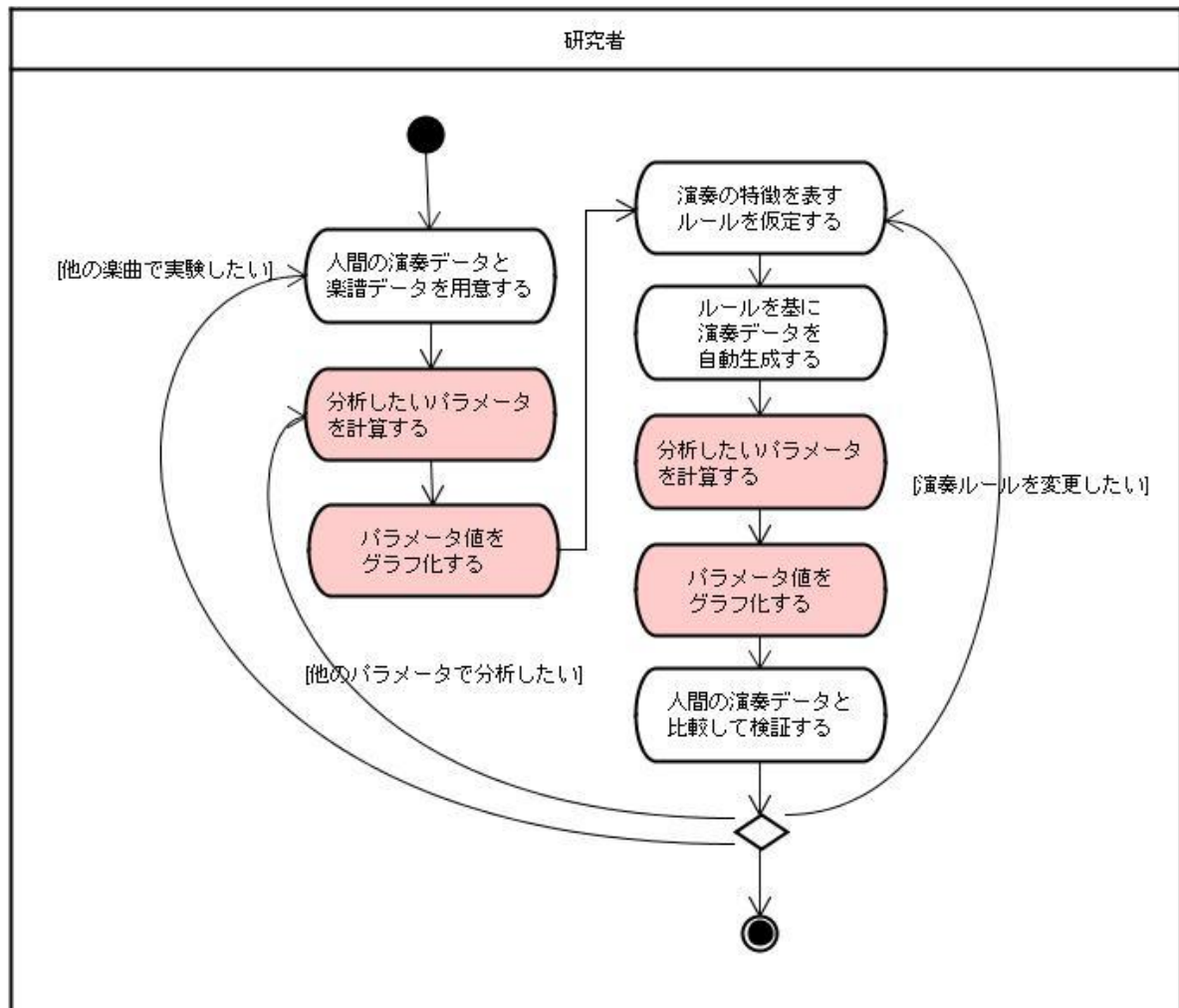


図 3-2 現行の演奏分析の流れ

3.2 要望・課題を発生させている問題点について

3.2.1 協調演奏実験

(1) 現行システムの制約による課題

現在、水谷研究室で使用されている協調演奏システムでは、協調演奏システムが伴奏を行う際に、ピアニストの演奏する主旋律の音符列と対象楽曲の楽譜の音符列との対応付けを行っている。しかし、現在のシステムは、弾き間違いなどで楽譜と異なった演奏が行われた場合に対応できないものとなっている。このため、弾き間違いがあると図 3-3 の赤枠部(1)の流れが破綻する。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、弾き間違いによる破綻が起こらないようにすることが委託元より要望されている。また、同様に現行システムの制約により、多旋律の演奏に対応していないため、多旋律の演奏がなされると図 3-3 の赤枠部(1)の流れが破綻する。この破綻が起こらないようにすることも要望されている。

(2) 研究者の作業内容上の課題

図 3-3 で示されているように、協調演奏実験を行う中で演奏データの修正が必要になる場合がある(赤枠部(2))。具体的には、弾き間違いがあった場合に、演奏データの弾き間違い部分を修正する場合や、演奏データに局所的な演奏の変化を埋め込む場合などである。現在は UNI 形式の演奏データを研究者がテキストエディタで直接編集している。しかし、現在の方法では手作業故の人的なミスが発生することがあり、作業時間も多い。

3.2.2 演奏分析

演奏分析作業が手作業により行われていることによる課題

現在の分析作業の流れでは赤枠部(1) , (2)で問題が起こっている． 図 3-4 に示す，分析したいパラメータの計算を行う際には，楽譜に記載されている情報が必要となるため，楽譜の音符列と演奏データの音符列を対応付けする必要がある．現在水谷研究室では，この時の対応付けの作業は研究者が楽譜を参照しながら手作業で対応付けを行っている．しかし，現在の方法では手作業で行っているために人的なミスが発生することがある．また，パラメータの計算結果をグラフ化することも含め，多くの時間がかかっている．

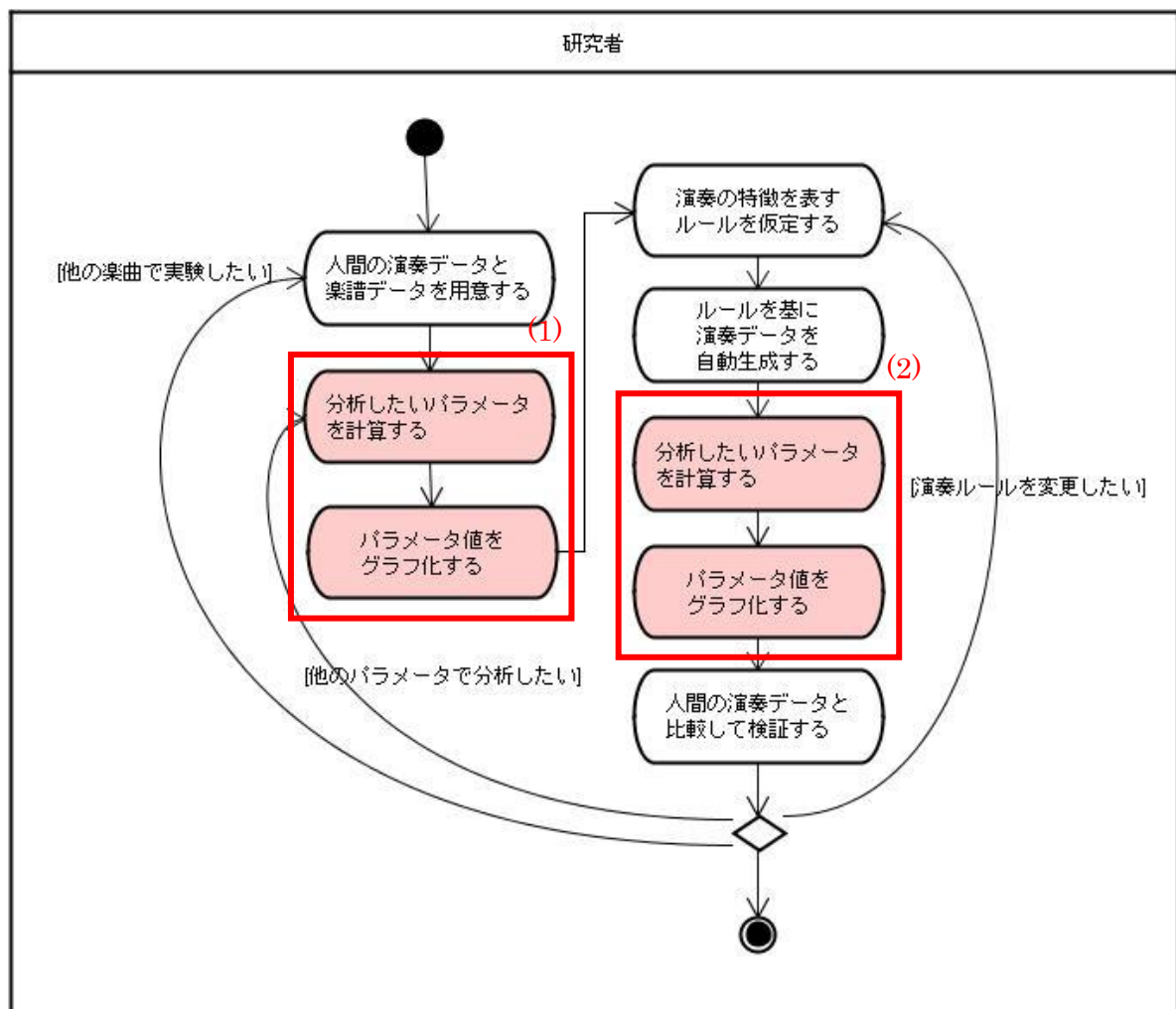


図 3-4 演奏分析の流れにおける問題点

3.3 問題解決の方法について

3.3.1 協調演奏実験

協調演奏実験における問題については我々の開発する，協調演奏システムを支援するアプリケーションを開発し，提供することにより解決を図る．

(1) 現行システムの制約による課題の解決

現在の協調演奏システムがシステムの制約により抱えている，楽譜データと演奏データの対応付けを行う際に

- 弾き間違いに対応出来ない
- 多旋律の楽曲に対応できない

という問題は，アプリケーションで弾き間違いを含む，多旋律楽曲の演奏を対象とすることのできる対応付け機能を提供することにより解決する．

(2) 研究者の作業内容上の課題の解決

現在の協調演奏実験での演奏データの修正における問題については，正確化・効率化を狙い，GUIによる演奏データの修正を支援する機能を提供する．

3.3.2 演奏分析

演奏分析における問題については我々の開発する，演奏分析アプリケーションによるシステム化により解決を図る．

(3) 演奏分析作業が手作業により行われていることによる課題の解決

現在，手作業で行われている楽譜データと演奏データを対応付けし，その結果を用いて演奏データのパラメータをグラフ化する作業を自動化する機能を提供する．この機能は多旋律の楽曲にも対応する．演奏分析の作業の流れの一部を自動化し，演奏分析作業の効率化を図る．

第4章 システムの概要

この章では我々の開発したシステムの概要について説明する。システムにより水谷研究室の研究活動のうちこういった部分がシステムかされるかについて述べる。システムの構成、システムを構成するソフトウェアの構成について述べたあと、システムの制約事項についても触れることとする。また、システムの持つ各機能については次章で詳しく述べる。

4.1 システムの名称・対象ユーザ

- システム名称：Concerto（コンチェルト）
- 対象ユーザ：音楽情報学の研究者

4.2 システム化の範囲

本システムは下記の研究活動を支援する。

(1) 協調演奏実験

(ア) リハーサル

① 研究活動

協調演奏実験を行うに際して、研究者は、まず、協調演奏システムのリハーサルシステムと呼ばれるシステムに演奏者の演奏を入力し（このときの演奏をリハーサル演奏と呼ぶ）、演奏データをファイルに変換する。次に、研究者は演奏データを演奏者の弾き間違いがあった場合など、必要に応じて修正を行う。そして、修正後の演奏データと楽譜データとをリハーサルシステムに入力する。リハーサルシステムは修正後の演奏データと楽譜データを対応付け、楽譜データを演奏データに合わせて修正し、協調演奏システムが伴奏を行うためのリハーサル演奏データを作成する。このリハーサル演奏データを作成する一連の作業をリハーサルと呼ぶ。

② システム化の範囲

本システムは、リハーサルの内、奏者の演奏データや楽譜データの取り込み、演奏データと楽譜データの対応付けの自動化、演奏データの修正の支援を行う。

(イ) 本番

① 研究活動

協調演奏システムの本番システムは研究者によって予め入力されたリハーサル演奏データと演奏者が演奏をする際に作成される演奏データをリアルタイムに対応付けし、表情付けされた伴奏の演奏データを出力する。このリハーサルデータの入力からシステムによる伴奏の演奏データの出力の流れを本番と呼び、このときの演奏者の演奏を本番演奏と呼ぶ。また、主旋律と伴奏の演奏データをファイルとして保存している。

② システム化の範囲

本システムでは本番の内、リハーサル演奏データと本番演奏の演奏データとのリアルタイムな対応付けを行う。

(2) 演奏分析

① 研究活動

研究者は演奏データと楽譜データを用意して対応付けを行う。そして、分析したい演奏データのパラメータを計算しグラフ化を行う。

② システム化の範囲

本システムではこれらの研究活動の内、演奏データと楽譜データの対応付けを自動化し、基本的なパラメータの計算とグラフ化を支援する。

4.3 システム構成

4.3.1 ハードウェア構成

本システムを利用するために必要となるハードウェアとその構成について説明する。本システムはその利用に際して下記の機器を用いることを想定している。(1)～(4)に各機器の説明を、図 4-1 にハードウェア構成を図で示す。

(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ものとする。演奏データを入力するために使用する。

(2) MIDI ケーブル

MIDI メッセージでの通信を行うためのケーブル。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 端子を 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。このコンピュータに求める環境については 4.4 節で述べる。

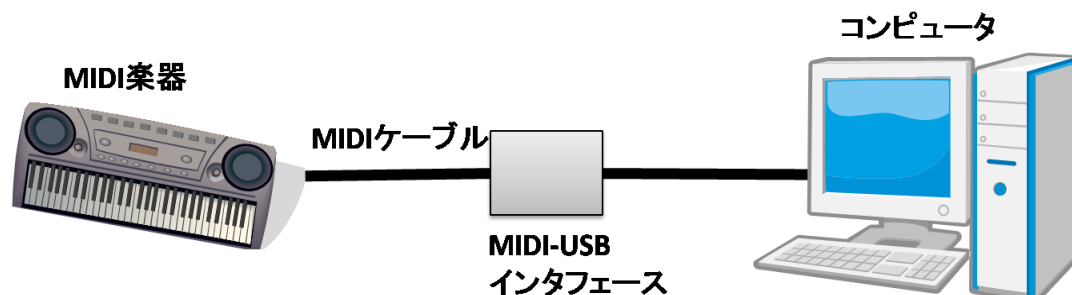


図 4-1 ハードウェア構成

4.3.2 ソフトウェア構成

本システムは図 4-2 に示す通り、Concerto クラスライブラリとそれを利用して動作する演奏分析アプリケーションと協調演奏システム支援アプリケーションからなる。

(1) Concerto クラスライブラリ

Concerto クラスライブラリには、演奏分析アプリケーションと協調演奏システム支援アプリケーションの主な機能が実装されている。各アプリケーションは Concerto クラスライブラリを利用して、その主要な機能を実現する。本クラスライブラリは、Crest Muse XML Toolkit という Java クラスライブラリを用いて実装する。

(2) 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は、水谷研究室で使用されている協調演奏システムと連携して動作するアプリケーションである。本アプリケーションは、弾き間違いや多旋律に対応した対応付けを行うことができる。また、演奏データをグラフィカルに編集できる機能も保持している。これらの機能により既存の協調演奏システムよりも高精度の対応付けが可能になると共に、協調演奏実験の作業を効率化することができる。

(3) 演奏分析アプリケーション

演奏分析アプリケーションは、演奏データの分析を支援するためのアプリケーションである。本アプリケーションは、取り込んだ演奏データのパラメータを数値データで出力し、グラフ化を行う。また、演奏データ同士の比較をする機能も保持している。これらの機能により、研究者の演奏分析作業を効率化することができる。

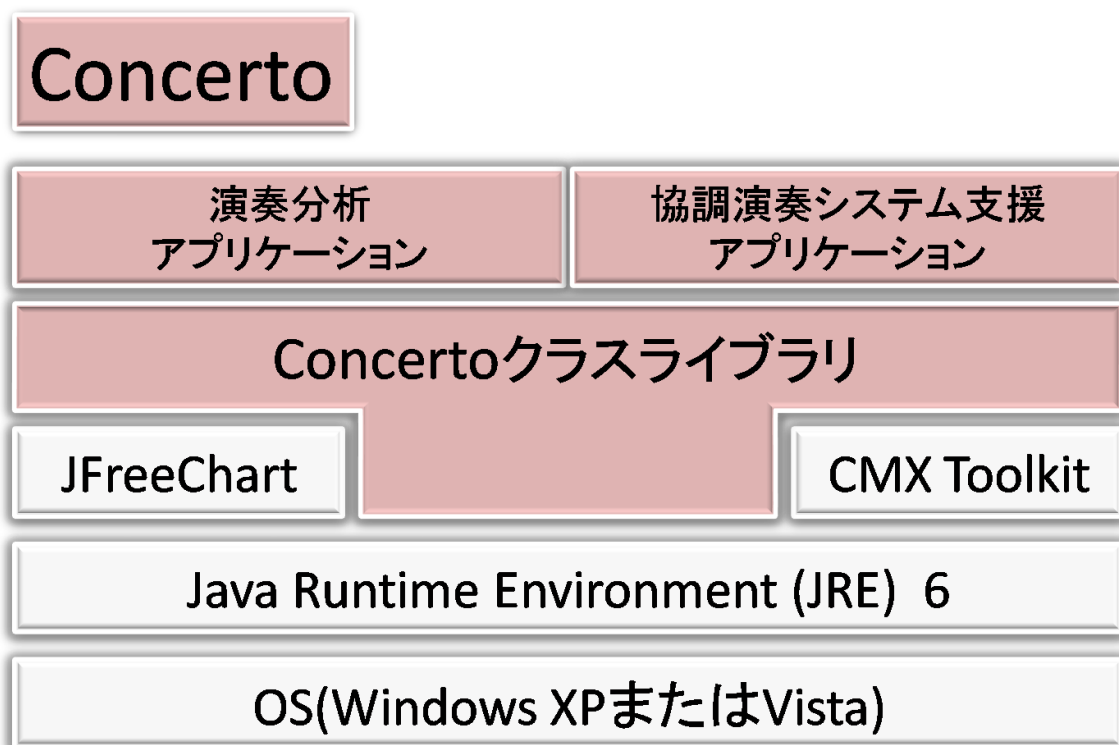


図 4-2 システム構成

4.3.3 Concerto クラスライブラリの構成

本システムのアプリケーションに主要な機能を提供する Concerto クラスライブラリの構成について説明する。Concerto クラスライブラリは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を利用する。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を主に使用する。(1)～(4)にコンポーネントの説明を、図 4.3.3 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を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結果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。

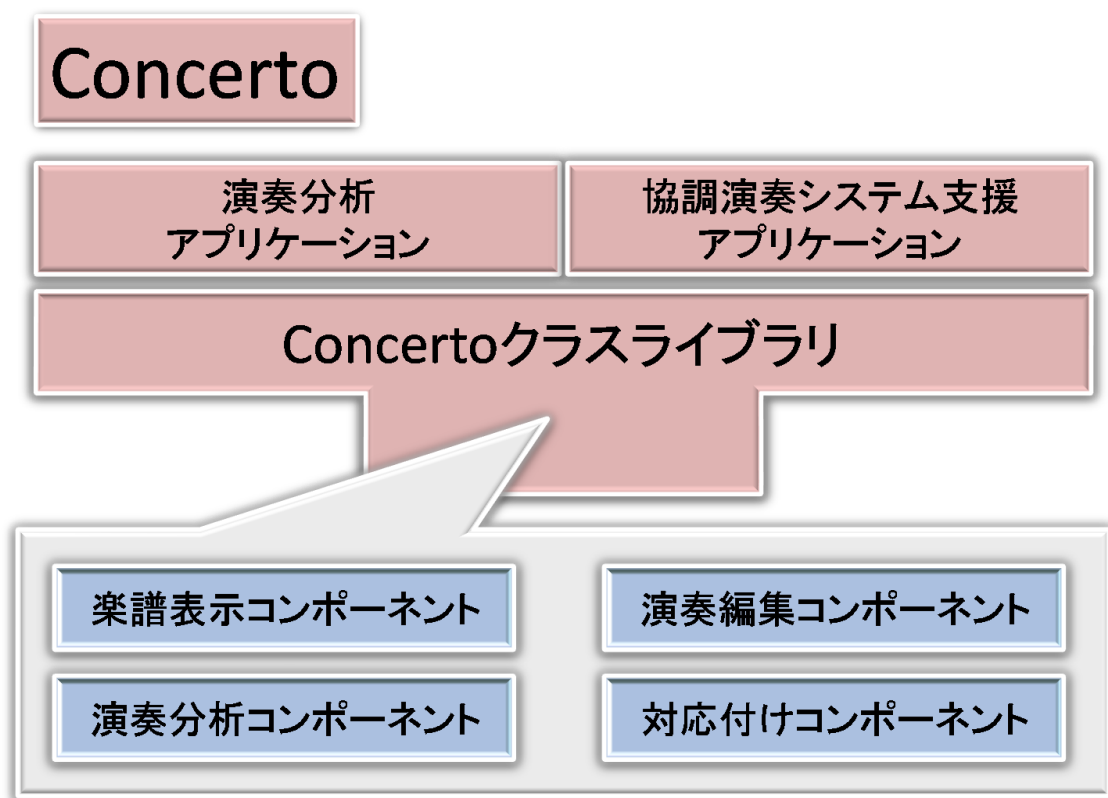


図 4-3 Concerto クラスライブラリの構成

4.4 制約事項

(1) 動作環境

OS : Windows XP または Windows Vista

CPU 周波数 : 1.5GHz 以上

メモリ : 1GB 以上 (Windows Vista 使用時 2GB 推奨)

Java SE 6 JRE がインストールされていること

(2) その他制約事項

楽譜データには Music XML を用いる

演奏データのリアルタイムの入力は MIDI メッセージを用いる

第5章 アプリケーションの機能と開発担当部位について

この章では各アプリケーションの持つ機能と開発部位の担当者について述べる。演奏分析アプリケーション、協調演奏システム支援アプリケーションの機能、開発担当部位について順に説明する。

5.1 演奏分析アプリケーションの機能

演奏データの分析を支援するためのアプリケーションである演奏分析アプリケーションは、その目的を達成するため、下記の各機能を有する。

- データの読み込み

ユーザは図 5-1 および図 5-2 の画面にて、演奏分析の対象として次に記す形式のファイルを演奏分析アプリケーションに読み込ませることができる。

- 楽譜データ

- ✧ Music XML

- アーカイブファイル

- ✧ MIDI XML, Music XML, XLink をセットにして記録したもの

- 演奏データ

- ✧ MIDI XML

- ✧ SMF

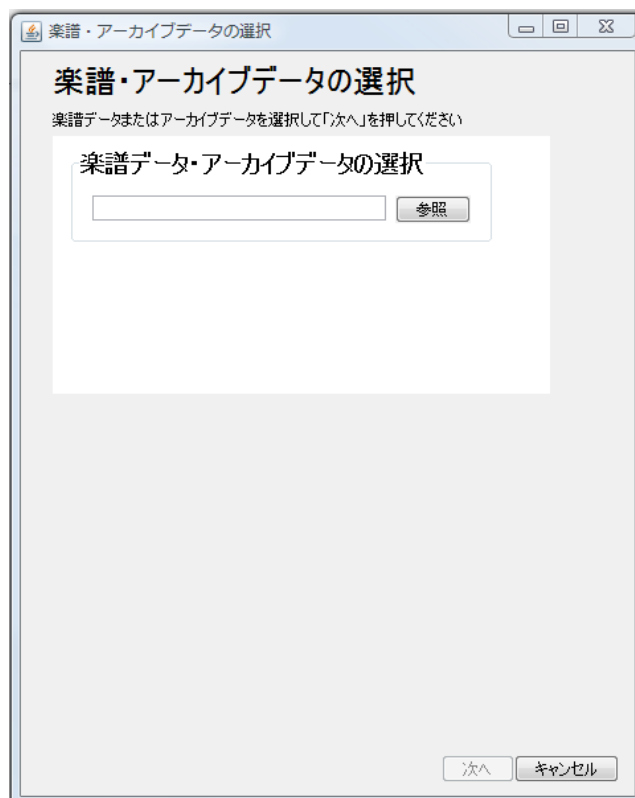


図 5-1 楽譜・アーカイブデータの選択ウィザードダイアログ

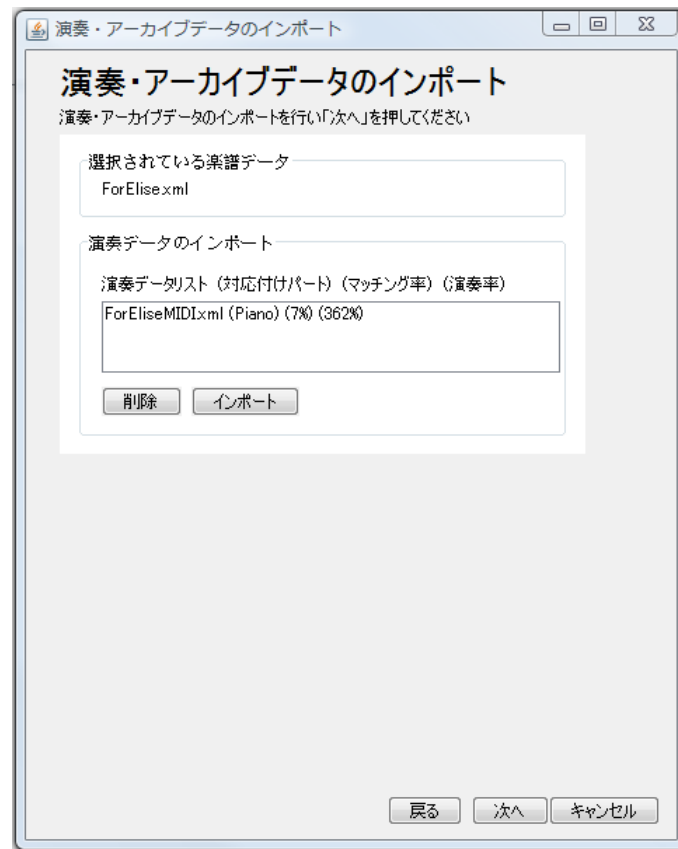


図 5-2 演奏・アーカイブデータのインポートウィザードダイアログ

- 演奏データの分析結果表示

ユーザが各パラメータを図 5-3 に示す画面で設定することで、演奏分析アプリケーションは以下の項目を分析し、グラフに出力する。(図 5-4)

- 演奏データの音長
- 演奏データと楽譜データの音高
- 演奏データの音量
- 演奏データのインターバル

- 複数の演奏データの比較結果表示

ユーザが各パラメータを図 5-3 に示す画面で設定することで、演奏分析アプリケーションは以下の項目を分析し、グラフに出力する。これにより、最大 2 つの演奏データを比較することができる。

- 演奏データの音長

グラフに出力する際、二つの演奏データを一音ごとの拍あたり時間を 1 小節、2 小節または 4 小節単位で平均した値で正規化を行うこともできる。

- 演奏データの音量
- 演奏データと楽譜データの音高
- 演奏データのインターバル

グラフに出力する際、二つの演奏データを一音ごとの拍あたり時間を 1 小節、2 小節または 4 小節単位で平均した値で正規化を行うこともできる。

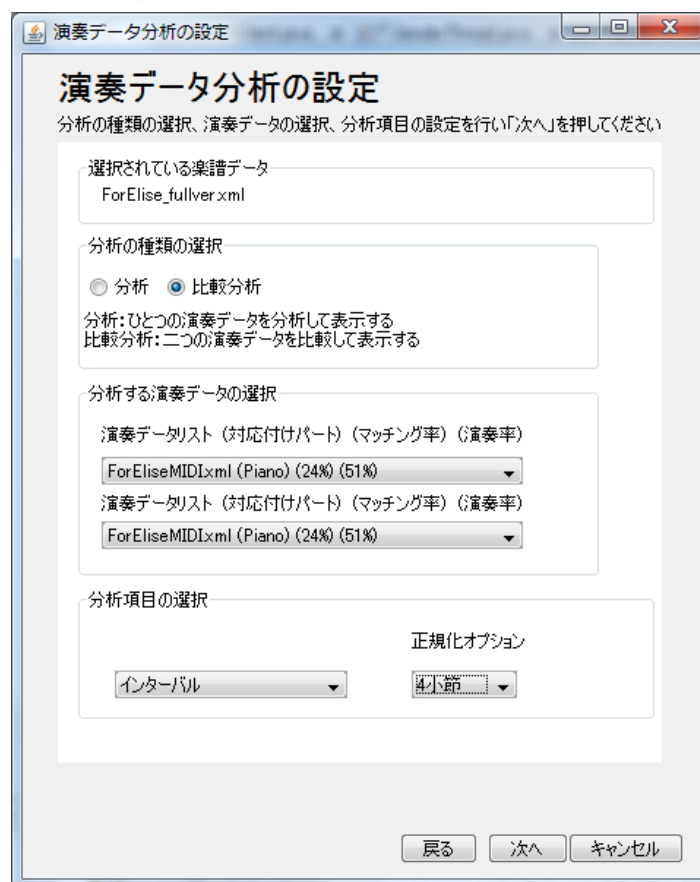


図 5-3 演奏データ分析の設定ウィザードダイアログ

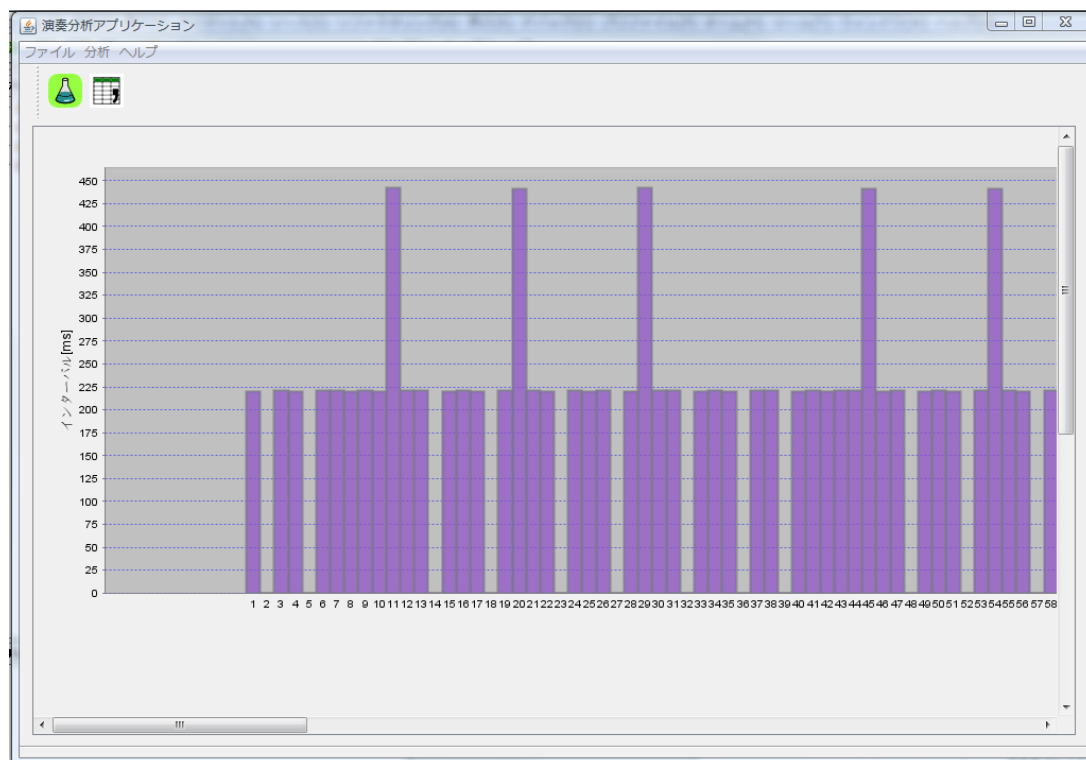


図 5-4 分析結果表示画面

- 分析・比較結果の保存

ユーザは演奏データの分析結果や複数の演奏データの比較結果を CSV 形式で保存することができる。

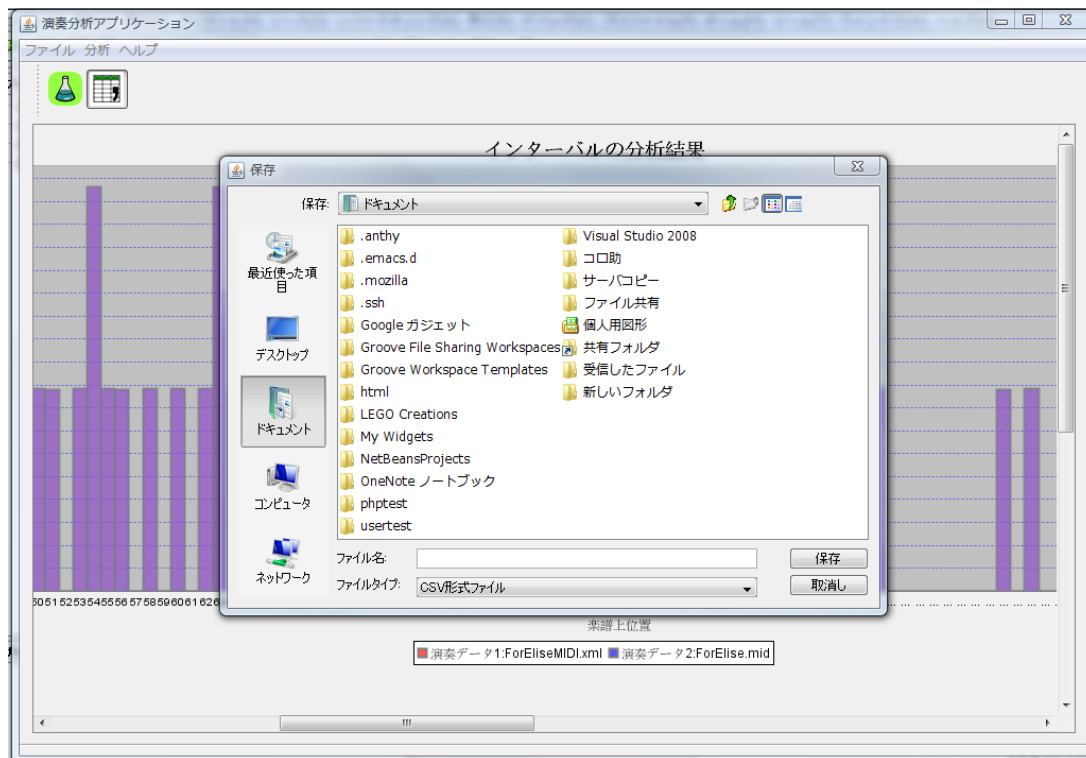


図 5-5 分析結果を保存する様子

また、演奏データを演奏分析アプリケーションに読み込む際、Concerto クラスライブラリの多くのメンバーが実装した機能を使用して、次のことを行っている。

- 演奏データと楽譜データの対応付け

演奏データと楽譜データの音符列の対応付けを行うことができる。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、多旋律の楽譜であっても対応付けを行うことができる。更に、トリルや前打音等を含む楽譜でも対応付けすることが可能である。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。演奏分析アプリケーションではバッチ処理を利用する。それぞれの処理方法について以下で説明する。

- リアルタイム処理

MIDI 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データと対応付けして出力する。

- バッチ処理

SMF または MIDI XML ファイルから読み込まれた演奏データを楽譜データと対応付けして出力する。

- 楽譜の表示

読み込んだ楽譜データを楽譜にして表示することができる。

- 演奏開始位置と終了位置の指定

演奏データと楽譜データの対応付けを行う際に、その範囲を指定することができる。



図 5-6 演奏開始・終了位置指定ダイアログ

5.2 協調演奏システム支援アプリケーションの機能

協調演奏システムの支援・強化を行うアプリケーションである協調演奏システム支援アプリケーションは、その目的を達成するため、下記の各機能を有する。青字部の内容は前節5.1で述べたものと同様であるため、詳しい説明は省略。

- データの読み込み

協調演奏システム支援アプリケーションは、協調演奏システムに転送するデータを準備するために次の形式のファイル、または方式でのデータの読み込みを行うことができる。

- 演奏データ

- ✧ MIDI メッセージ(リアルタイム入力)

- ✧ SMF (ファイル入力)

- 楽譜データ

- ✧ Music XML

- 楽譜の表示



図 5-7 楽譜表示画面

- 演奏データと楽譜データの対応付け
- 演奏開始位置と終了位置の指定

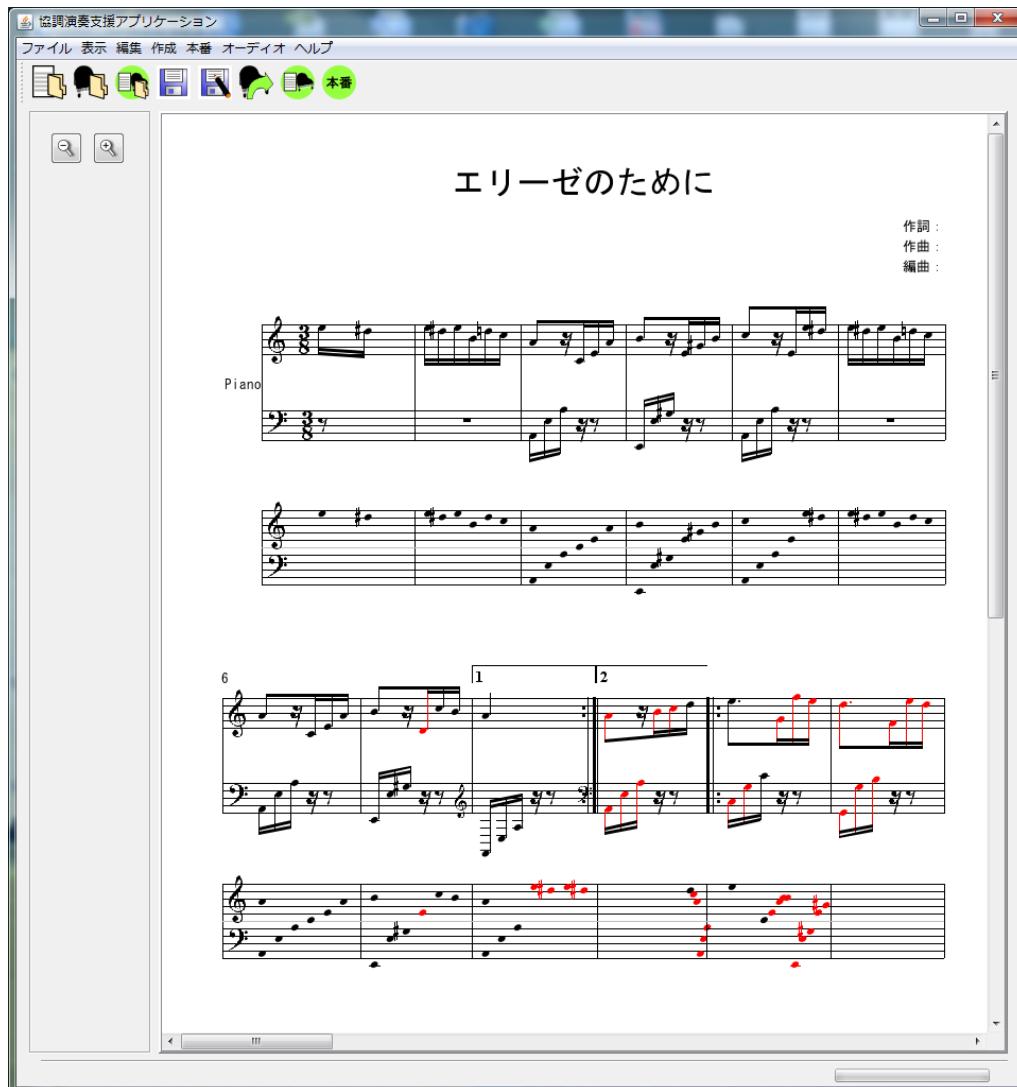


図 5-8 対応付け結果表示画面

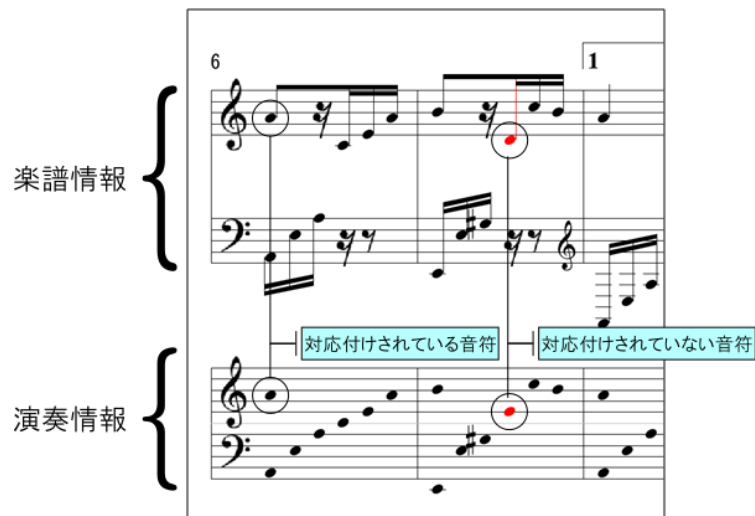


図 5-9 対応付け結果の表示方法

- 対応付けデータの保存
 - アプリケーションは以下の形式でデータの保存を行うことができる。
 - 演奏データ (MIDI XML)
 - アーカイブファイル (MIDI XML, Music XML, XLink)
- 演奏データの修正
 - グラフィカルなインターフェースを利用した演奏データ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。音の鳴り始め
 - 音の鳴り終わり
 - 音高
 - 音量
- 演奏データの再生
 - 演奏データを再生することができる。

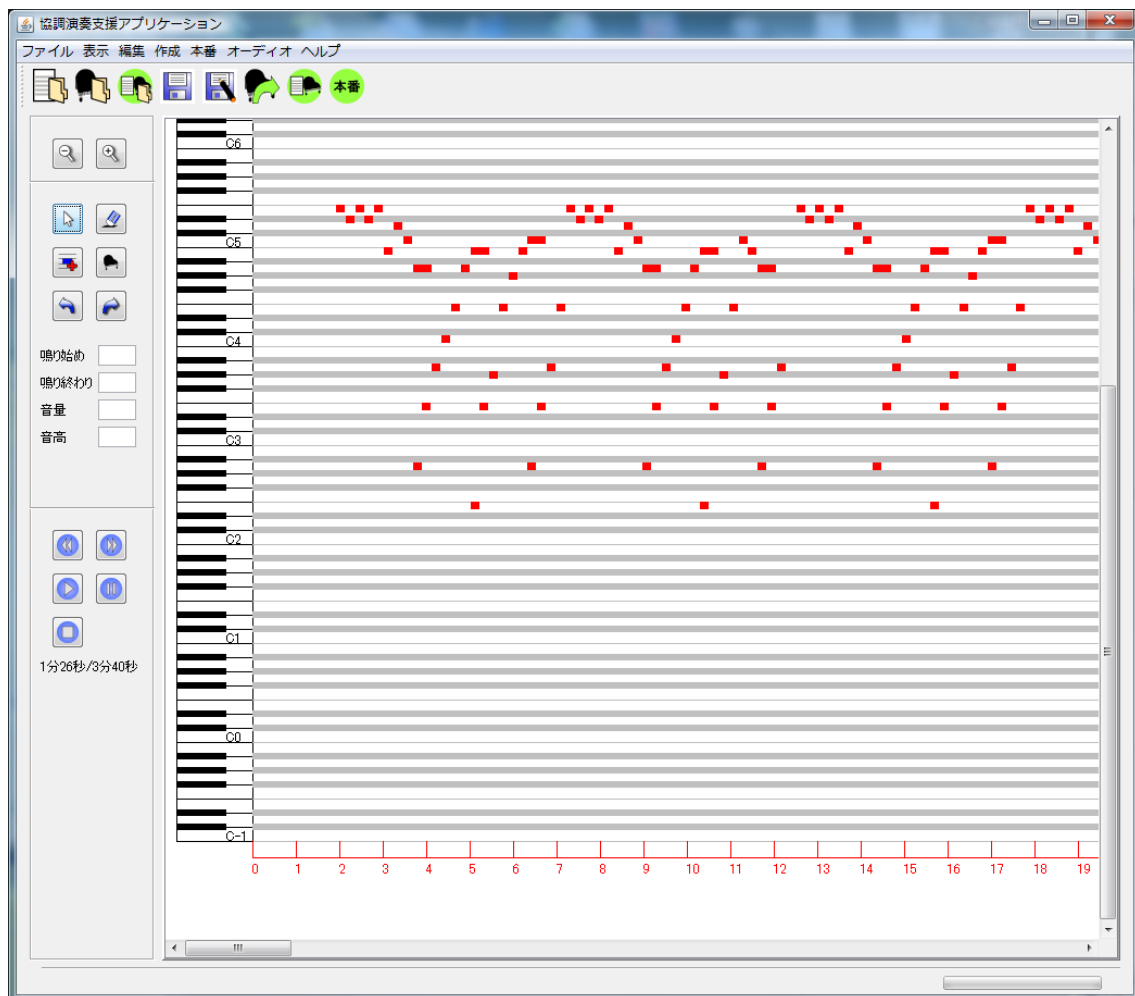


図 5-10 演奏編集画面

- データの転送

協調演奏システムへ以下のデータの転送をすることができる。

- 演奏データ (MIDI XML)
- 楽譜データ (Music XML)
- 対応付けデータ (XLink)

5.3 開発担当部位

開発したアプリケーションと Concerto クラスライブラリの開発担当者を下記の表 5-1 および表 5-2 に示す。青色が筆者の担当部分

表 5-1 アプリケーションの開発担当

アプリケーション名	担当者
演奏分析アプリケーション	池田
協調演奏システム支援アプリケーション	付, 島村

表 5-2 Concerto クラスライブラリの開発担当

コンポーネント名	機能名		担当者
楽譜表示 コンポーネント	楽譜情報の読み込み		島村
	楽譜情報の表示		島村
演奏編集 コンポーネント	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
	演奏情報の録音		付
	演奏情報の再生		付
対応付け コンポーネント	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
演奏分析 コンポーネント	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

第6章 システムの開発について

この章ではシステムの開発体制や開発そのものの推移などについて述べる.

6.1 開発体制

この節では我々が研究開発プロジェクトを進めるにあたってとった体制について説明する.

6.1.1 開発メンバー

- 池田勝洋
- 島村祐介
- 安江梓
- 付磊

の4名体制でシステムの開発を行った.

6.1.2 役割の分担

開発メンバーにはそれぞれ

- プロジェクトマネージャ
- 書記
- タイムキーパー
- ドキュメント管理

の役割を割り当てた. また, 役割は定期的に変更を行った.

6.1.3 進捗の確認・打ち合わせなど

- チームミーティング: 週二回
- 委託元への進捗報告: 週一回 (要件定義の期間は週二回)

6.2 開発環境

6.2.1 使用機材

本節では，システムを開発するために，水谷講師，およびコンピュータサイエンス専攻から借用した機材について表 6-1 に示す．

表 6-1 借用する機材

機材項目	用途	数量
パナソニック・レッツノート W5	開発用サーバ・実験機	2 台
Finale 2008 日本語版	楽譜を作成	3 ライセンス
Roland PC-180 MIDI KEYBOARD CONTROLLER	MIDI メッセージの入力	1 台
Roland ED UM-2 USB MIDI INTERFACE	USB-MIDI インタフェース	1 台
MIDI ケーブル		1 本

6.2.2 使用ソフトウェア

我々のチームではシステムの開発を効率良く進めるために，研究開発プロジェクトで，下記の表 6-2 に示されているソフトウェアを使用した．

表 6-2 使用ソフトウェア

種類	ソフトウェア名称	用途
IDE	eclipse	コーディング支援
IDE	NetBeans	コーディング支援，GUI の作成
バージョン管理システム	Subversion	各種ドキュメント，ソースコードのバージョン管理と共有
テストツール	jMock, junit, djUnit	テストの支援，テストの進捗状況確認
バグ管理システム	Mantis	バグの管理
ステップカウンタ	コロ助	ソースコードのステップ数のカウント

6.3 スケジュール

本システムの開発スケジュールに関して説明する。スケジュールは対応付け情報の作成機能を開発する人物とその他を開発する人に分けて立てた。

- 対応付け機能の開発については、開発スケジュールの最後に一回だけ評価を行うのではなく、対応付けのアルゴリズムを評価しながら開発を進めることで高い精度の対応付けを実現することを目論み、12月中旬までにイテレーションを3回繰り返すスケジュールを立てた。
- その他の部分を開発する人は設計から、総合テストまでの工程を12月中旬までに行う予定であった。
- 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ていく予定を立てた。

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当初の開発スケジュールを図6-1に示す。

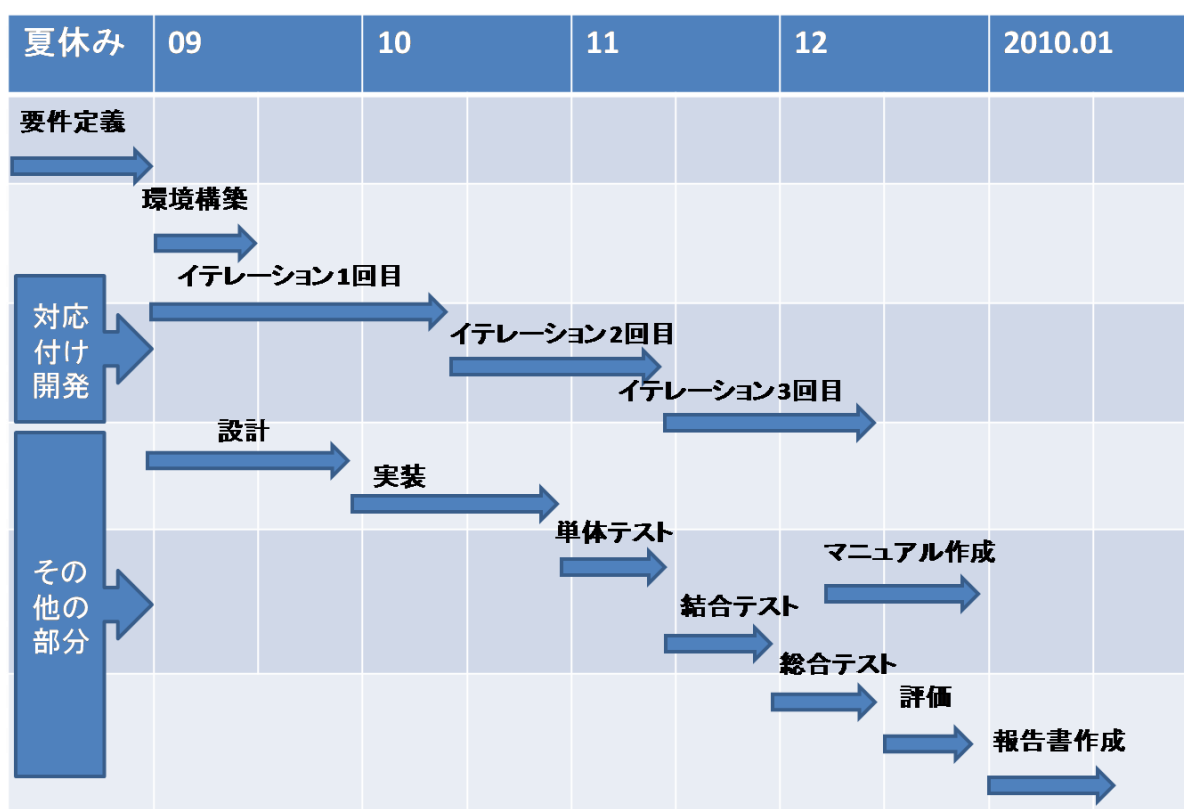


図 6-1 開発スケジュール

6.4 開発の推移・見直し

6.4.1 開発の推移

前節で示したスケジュールに対して、予定に対して実績がどのようなものであったかを下の図 6-2 に示す。設計工程までは、ほぼ予定どおりに終了することが出来ている。しかしながら、図に示されているように、実装フェーズで大幅な遅延が見られる。このため、テスト工程以降に大きなしわ寄せが出ている。具体的には、演奏分析アプリケーションの評価は、動作確認程度のテストしか完了していない状態で行っている。

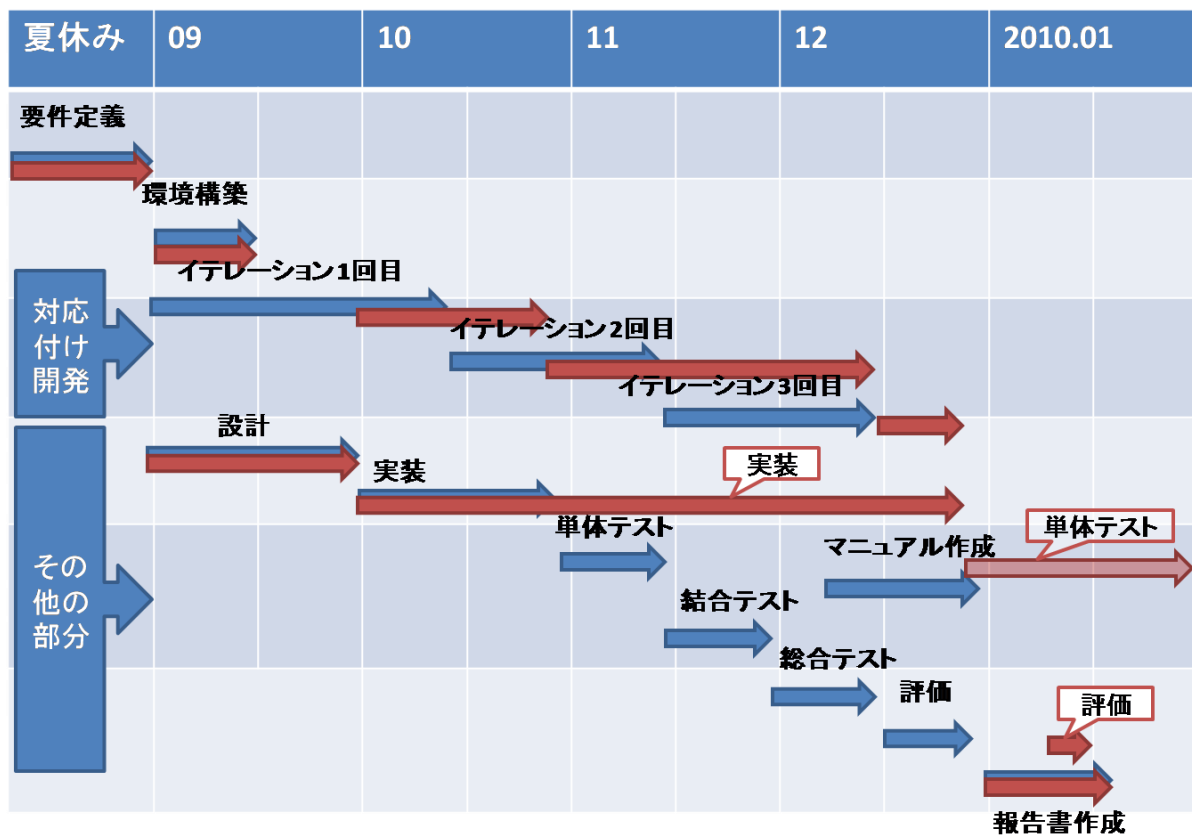


図 6-2 実際のスケジュールの進行

6.4.2 実現されなかった機能

以下に述べる機能は実装の遅れにより，実現されなかった．

- 協調演奏支援アプリケーション
 - 演奏情報の編集機能の一部
 - ◇ アンドゥ，リドゥ
 - 演奏情報の表示機能の一部
 - ◇ 演奏情報の拡大・縮小機能
- 演奏分析アプリケーション
 - 演奏分析の機能の一部
 - ◇ テンポの比較
 - ◇ 音の鳴り始め，鳴り終わりの比較

6.5 各工程での成果物

各工程での成果物は次のようになった。

- 要件定義
 - FP 法見積もり報告書
 - 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)
- 設計
 - アプリケーションモックアップ(30 画面)
 - クラス図(1 枚)
 - 外部設計書(86 ページ)
 - ◇ 画面遷移図 (5 枚)
 - ◇ 画面定義書 (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)
- 実装
 - ソースコード(14.4k ステップ, うち担当分 3.4k ステップ)
- テスト
 - テストコード(6k ステップ, うち担当分 0.2k ステップ)
 - カバレッジレポート
- 評価
 - 評価実験説明資料

担当分のテストコードが少ないのは、テスト工程が完了していないことによる。

第7章 評価

7.1 演奏分析アプリケーションの評価

7.1.1 評価実験の目的

3.3 節で述べた、問題解決の方法(3)で意図したシステム化による演奏分析の効率化に、開発した演奏分析アプリケーションが有用であるかどうかを確認する。

7.1.2 評価実験概要

被験者には演奏分析として、Excel 及び演奏分析アプリケーションを用いて、次の作業を依頼した。

被験者はあらかじめ用意されている、ある曲目の楽譜と、その演奏データ 2 つを使用して、演奏データの指定されたパラメータ（ここではインターバル）を比較するためのグラフを作成する。

1 演奏情報の分析

- 1.1 楽譜と演奏データ 1 の対応付けを行う
- 1.2 演奏データ 1 の拍あたり時間を求める
- 1.3 楽譜と演奏データ 2 の対応付けを行う
- 1.4 演奏データ 2 の拍あたり時間を求める
- 1.5 演奏データ 1 と演奏データ 2 の指定されたパラメータを 1.2, 1.4 で求めた拍あたり時間の値を用いて正規化する

2 分析結果のグラフ化

- 2.1 1.での分析結果をグラフにする

1, 2 の作業を通して行った作業の処理時間を、Excel を用いた場合と演奏分析アプリケーションを用いた場合の両方に対してそれぞれ記録した。

下記の条件で手作業及び演奏分析アプリケーションを用いた演奏分析を行った。

- 調査対象:楽譜を読むことのできる人物 8 人
- 対象データ
評価実験の対象データには 8 小節、単旋律の楽曲を用いる。
 - インストラクション時
曲目:ユーモレスク
 - 本実験時
曲目:エリーゼのために
- 評価項目:インターバル
- 分析の種類:比較分析
- グラフ作成時の正規化手法:4 小節ごとの拍あたりの時間を用いた正規化
- 記録する項目:所要時間

評価実験は手作業での演奏分析と演奏分析アプリケーションを用いての演奏分析の両方で、こちらでインストラクションを行いながら演奏分析作業の練習を行った後、本実験を行った。

7.1.3 評価実験の結果

表 7-1 評価実験結果

被験者	手作業時の所要時間[分:秒]	アプリケーション使用時の所要時間[分:秒]
A	11:09	02:44
B	08:54	02:31
C	15:19	01:41
D	12:49	01:46
E	10:40	02:08
F	12:01	02:18
G	16:10	02:14
H	11:20	02:31

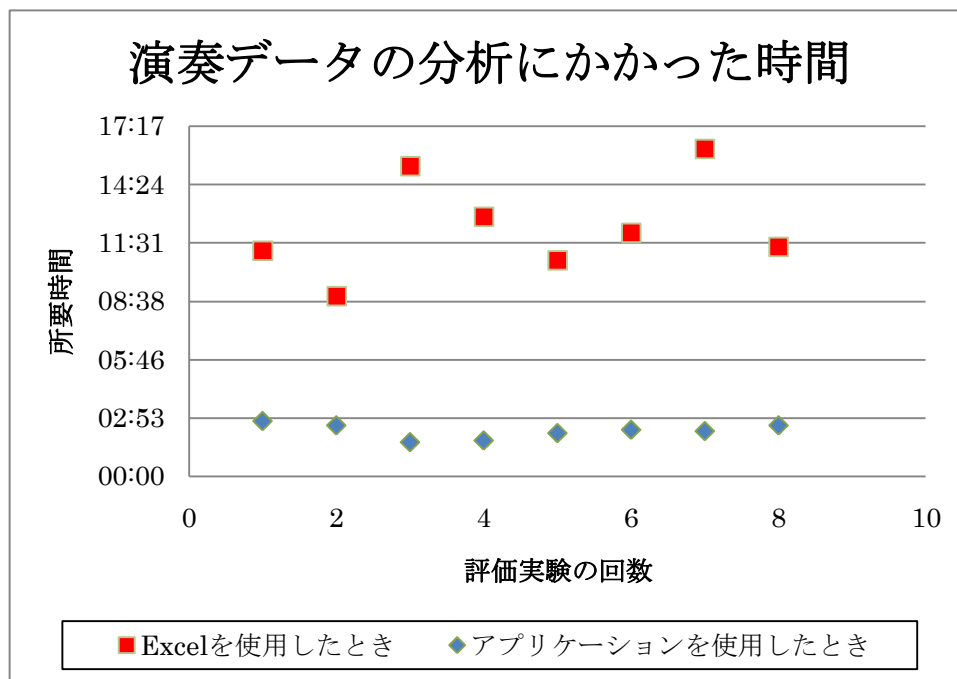


図 7-1 評価実験の結果のグラフ

7.1.4 まとめ

評価を行った結果として、与えられた条件下では、手作業の場合はだいたい 10 分前後、アプリケーションを使用した場合には 2 分ほどの所要時間で演奏データの分析の作業を終えることができるとわかった。このことから、我々の開発したシステムは明白に演奏分析にかかる時間の短縮を実現しており、演奏分析の効率化に貢献できるといえるだろう。また、今回の評価実験ではアプリケーションを使用した場合には手作業での分析と比べて、分析にかかる所要時間のばらつきが少ないという結果がでている。このことから、本システムを使用した場合には、演奏分析に必要な時間の予測がしやすくなるという副次的な効果が期待できると思われる。

7.2 協調演奏システム支援アプリケーションの評価

7.2.1 演奏データの編集機能の評価

目的

3.3 節で述べた、問題解決の方法(2)で意図した演奏データの修正作業の効率化が協調演奏システム支援アプリケーションにより達成されるか確認するための評価実験を行った。

概要

アプリケーション導入前を想定した、テキストベースでの演奏データの編集と、アプリケーションを使用したアプリケーションベースの演奏データの編集に要した時間を記録した。

被験者は、楽譜を読むことができる人物6人を対象とした。被験者に依頼した作業の内容を以下に示す。

● テキストベースでの作業内容

1. UNI 形式の演奏データのファイルをテキストエディタで開く
2. 指定された音符の鳴り始めのパラメータを編集する
3. 指定された音符を削除する
4. 指定された音符の音量のパラメータを編集する
5. 指定された音符の音高のパラメータを編集する
6. 音符を追加する

1~6 全体の作業時間と 2~6 のそれぞれの作業の所要時間を記録する

● アプリケーションベースでの作業内容

1. アプリケーションを起動させる
2. 演奏データのファイルをアプリケーションに読み込ませる
3. 指定された音符の鳴り始めのパラメータを編集する
4. 指定された音符を削除する
5. 指定された音符の音量のパラメータを編集する
6. 指定された音符の音高のパラメータを編集する
7. 音符を追加する
8. 編集した演奏データを保存する

1~8 全体の作業時間と 3~7 のそれぞれの作業の所要時間を記録する

結果

各作業における所要時間は表 7-2 の通りとなった。

表 7-2 演奏データ編集作業の所要時間

編集作業の種類	音量	音高	音符 削除	音長	鳴り 始め	音符 追加	全体 時間
テキストベースのときの所要時間[秒]	55	46	66	67	54	158	445
システムベースのときの所要時間[秒]	30	31	23	40	43	112	279

まとめ

評価実験の結果を見るに、アプリケーションを利用したときの方が編集作業の所要時間が短く、アプリケーションによる演奏データの修正作業の効率化は実現されるのではないかと考える。

7.2.2 対応付けの精度に関する評価

目的

3.3 節で述べた，問題解決の方法(1)で意図した，弾き間違いを含む楽曲や多旋律楽曲を対象とした対応付けの機能が提供できているかを調べる．

概要

システムを用いて，楽譜データとピアニストの演奏データの逐次処理による対応付けを行い，その精度を評価した．対象楽曲は以下に示す4つである．

◇ 単旋律

Gabriel Faure 作曲 「シチリアーノ」

Antonin Dvorak 作曲 「ユーモレスク」

◇ 多旋律

L. v. Beethoven 作曲 「エリーゼのために」

L. v. Beethoven 作曲 「ソナタ 第 20 番 第 1 楽章」(第 1～52 小節のみ)

対象楽曲の演奏データにはそれぞれ，余分音，弾き飛ばしなどの弾き間違いが，1～6 箇所存在する．

結果

各項目については以下に定義し，対応付けを行った結果を表 7-3 に記述する．

◇ 対応付け数：対応付けが行われた回数を示す．楽譜の音符と演奏の音符の対がいくつ存在するかを示す値．

◇ マッチング率：対応付けしたデータのうち対応付けされている割合を示す数値であり以下の式で計算される．

$$\frac{(\text{対応付けされている楽譜の音符数} + \text{対応付けされている演奏の音符数})}{(\text{演奏の音符数} + \text{楽譜の音符数})}$$

◇ 成功率：対応付けた結果が正しい割合．対応付けるべきでない音符同士を間違っ

$$\frac{(\text{対応付け数} - x)}{\text{対応付け数}}$$

表 7-3 対応付けの結果

曲名	対応付け数	マッチング率	成功率
シチリアーノ	306	0.977	0.960
ユーモレスク	350	1	1
エリーゼのために	1035	0.992	0.995
ソナタ	675	0.949	0.983

まとめ

単旋律，多旋律の楽曲両方において，多少の弾き間違いがあった場合にも対応付けを続けることができおり，弾き間違いを含む楽曲や多旋律楽曲を対象とした対応付けの機能が提供できていると言える．

第8章 おわりに、今後の展望

この章では、本報告書の結びとして、まとめを行い、本プロジェクトの成果物による今後の展望について述べる。

8.1 おわりに

本プロジェクトで我々は、音楽情報学の研究における演奏情報の分析・協調演奏の研究の効率化を狙い、演奏情報と楽譜情報の対応システムとして、**Concerto**の開発を行った。また、開発したシステムの評価を行いその機能を検証することで、開発したシステムは我々と委託元の意図した通りに、研究活動の流れを滞らせる問題を解決し、効率化を行えるだけの性能を有することが確認できたことと思う。

システムが実際にどの程度研究活動を効率化するかは、今後の評価に委ねられることになる。しかしながら、筆者は確かに効率化すると言えるだけのシステムになっていると考える。

8.2 今後の展望

今回開発したシステムは今後、水谷研究室で研究活動を補助するツールとして使用される予定である。研究活動に貢献できれば幸いである。

今後、我々は本研究開発プロジェクトで開発した **Concerto** クラスライブラリを公開する予定である。公開した **Concerto** クラスライブラリが対応付け機能・演奏情報の分析機能を利用した音楽情報学の研究を目的としたアプリケーション、楽譜表示の機能・演奏情報の編集機能を利用した音楽情報学に限らない幅広い分野での楽譜情報・演奏情報を用いたアプリケーションの開発の一助となることを我々は望んでいる。

参考文献

- [1] 平賀 譲. 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] W3C. XML Linking Language (XLink) Version 1.0 <http://www.w3.org/TR/XLink/>
- [8] International Function Point Users Group (IFPUG), Function Point Counting Practices Manual, Release 4.0, IFPUG, 1994.
- [9] Roger B.Dannenberg. An On-Line Algorithm for Real-Time Accompaniment, ICMC '84 Proceedings, pp. 193-198, 1984.
- [10] Joshua J.Bloch and Roger B. Dannenberg. Real-Time computer Accompaniment of Keyboard Performances, ICMC'85 Proceedings, pp. 279-289, 1985.

謝辞

ありがたい事に、本研究開発プロジェクトを進めるに当たりましては、多くの方々に支えていただいたおかげで、この報告書をまとめる所まで持てくることができました。11月までの長期の就職活動を行いながら進めることができたのは、皆様のおかげです。

本研究開発プロジェクトを進めるにあたって、委託元教員として様々な暖かいアドバイスやご指導を頂きました水谷哲也講師に深く感謝致します。

指導教員である田中二郎教授には、筆者がつくばへ来てからの2年に渡ってアドバイスをいただきました。至らない点が多くあったと思いますが、ご指導ありがとうございました。

「高度 IT 人材育成のための実践的ソフトウェア開発先週プログラム」専任教授である駒谷昇一教授、菊池純男教授には2年もの間、熱心にご指導いただきました。また、講義時間だけでなく学校生活・就職活動などにおいても親身に相談に乗っていただきました。本当にありがとうございました。

また、本研究開発プロジェクトのチームメンバーである、島村裕介氏、付磊氏、安江梓氏の三人、並びに提案段階でのメンバーとして協力頂きました石田梢氏にも大変お世話になりました。

最後に筆者を公筆者共にサポートしていただいた本研究科の同期生ならびに関係者の方々、さらに温かく見守っていただいた筆者の両親に心から感謝致します。

付録

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 1.1 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 2009 年 11 月 2 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。

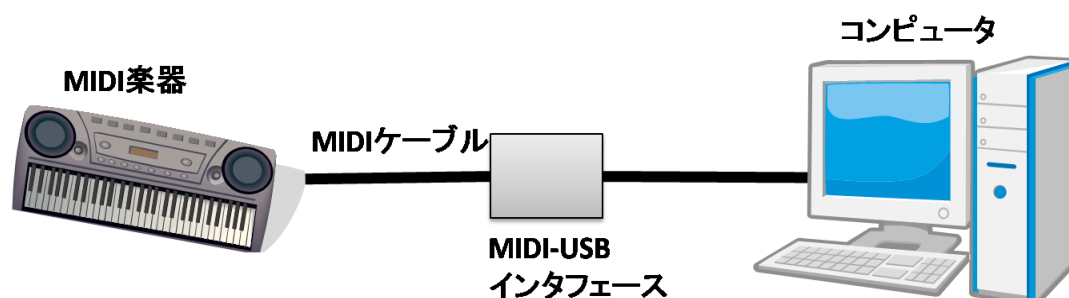


図 2.1 ハードウェア構成

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。

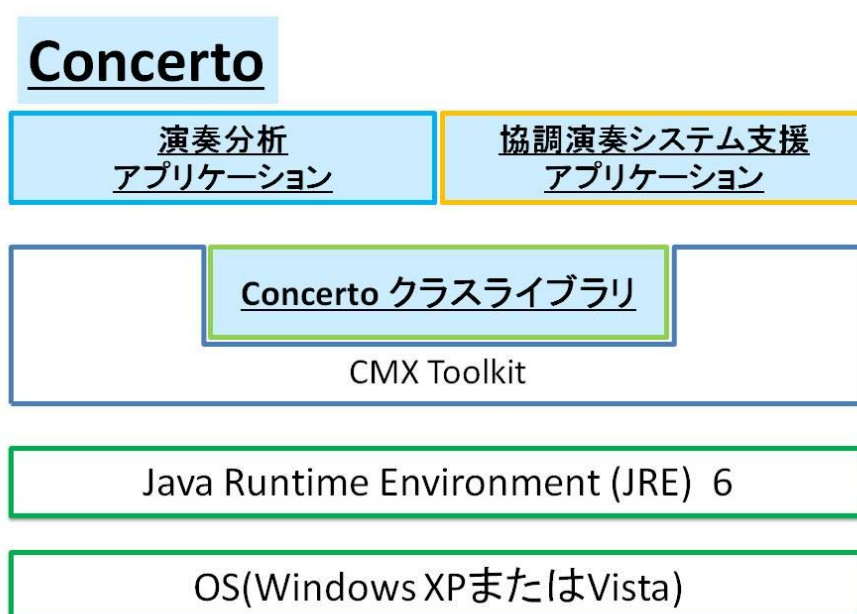


図 2.2 ソフトウェア構成

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を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。

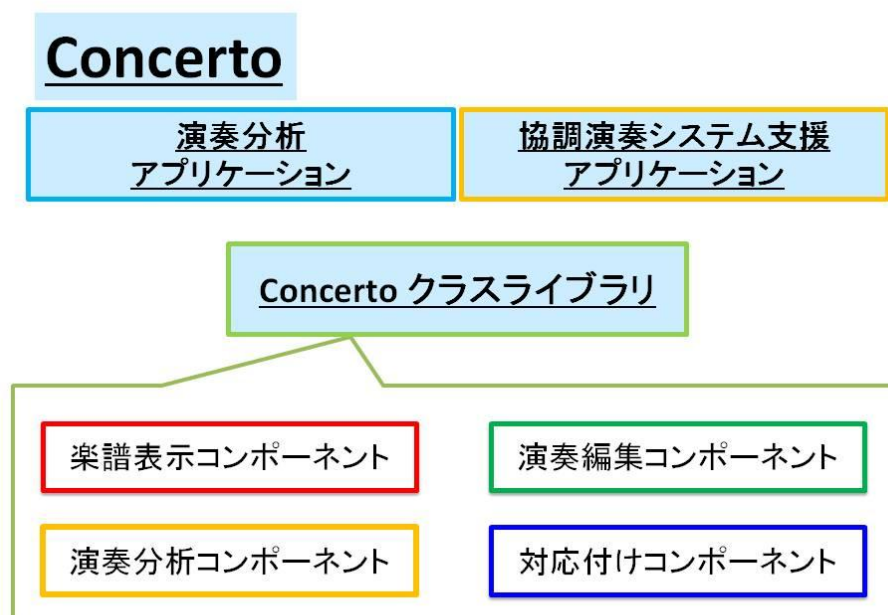


図 2.3 アプリケーション構成

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

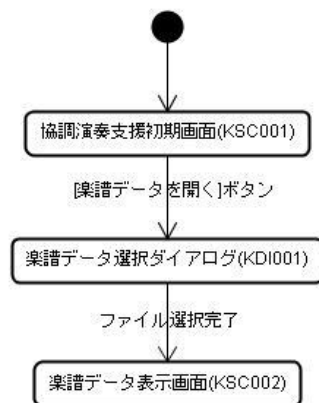


図 3-1 楽譜表示コンポーネント画面遷移図

➤ 演奏編集コンポーネント

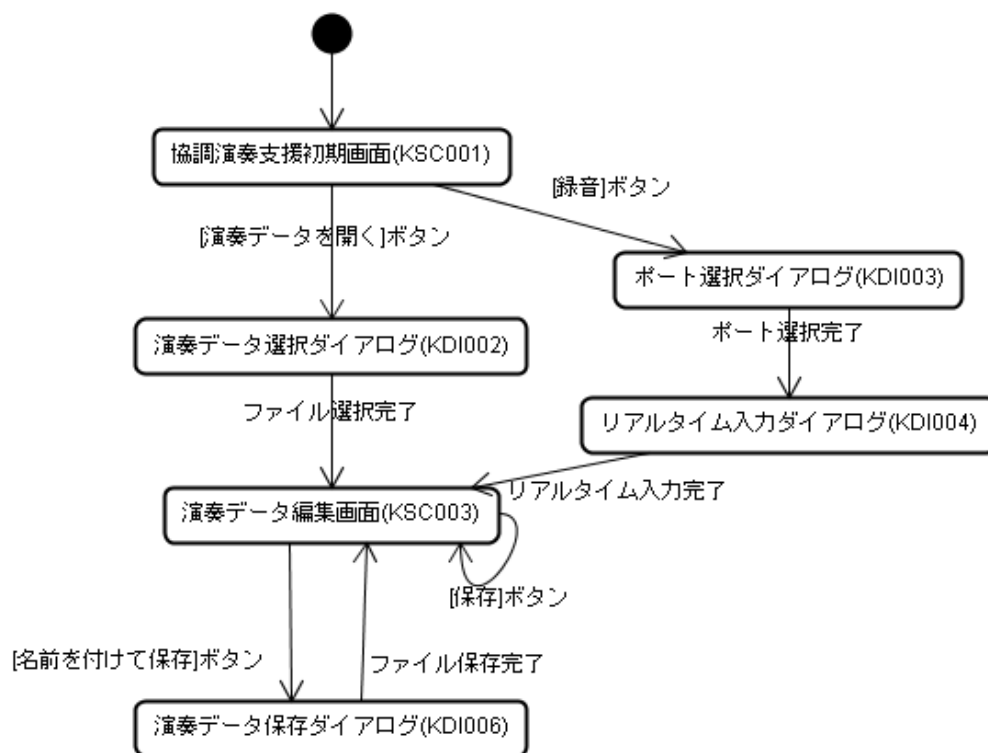


図 3-2 演奏編集コンポーネント画面遷移図

➤ 対応付けコンポーネント(対応付けに関する部分)

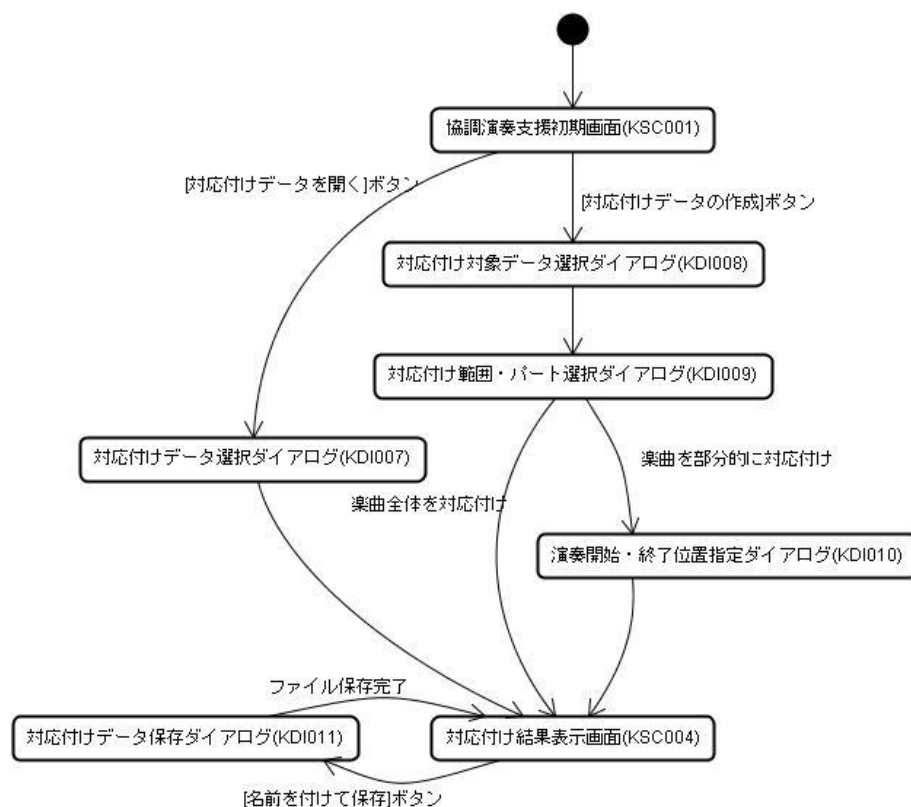


図 3-3 対応付けコンポーネント画面遷移図(対応付けに関する部分)

➤ 対応付けコンポーネント(本番演奏に関する部分)

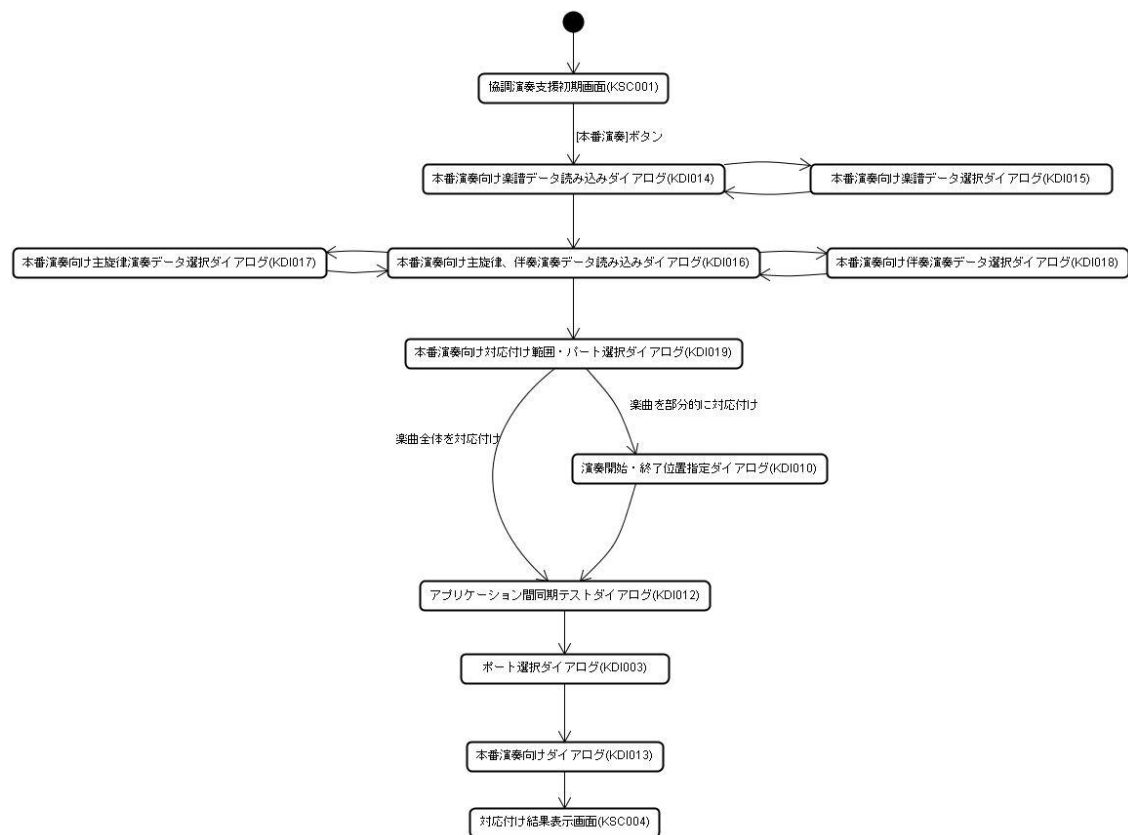


図 3-4 対応付けコンポーネント画面遷移図(本番演奏に関する部分)

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

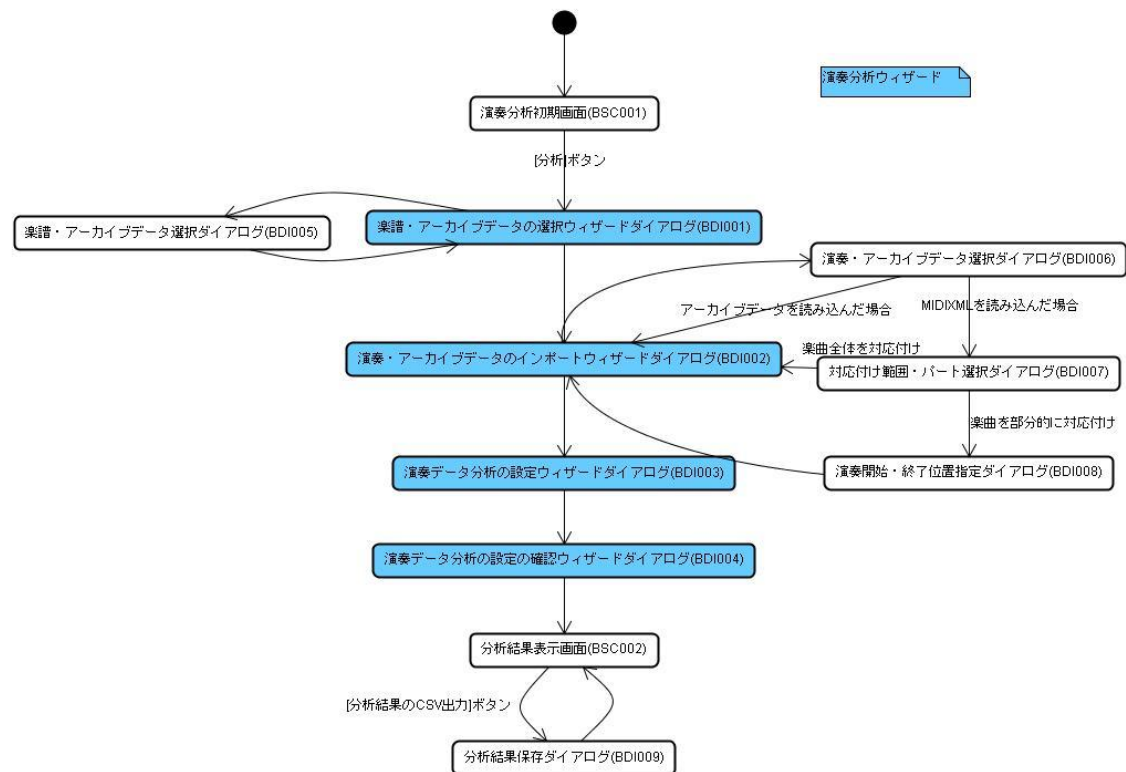


図 3-5 演奏分析コンポーネント画面遷移図

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。

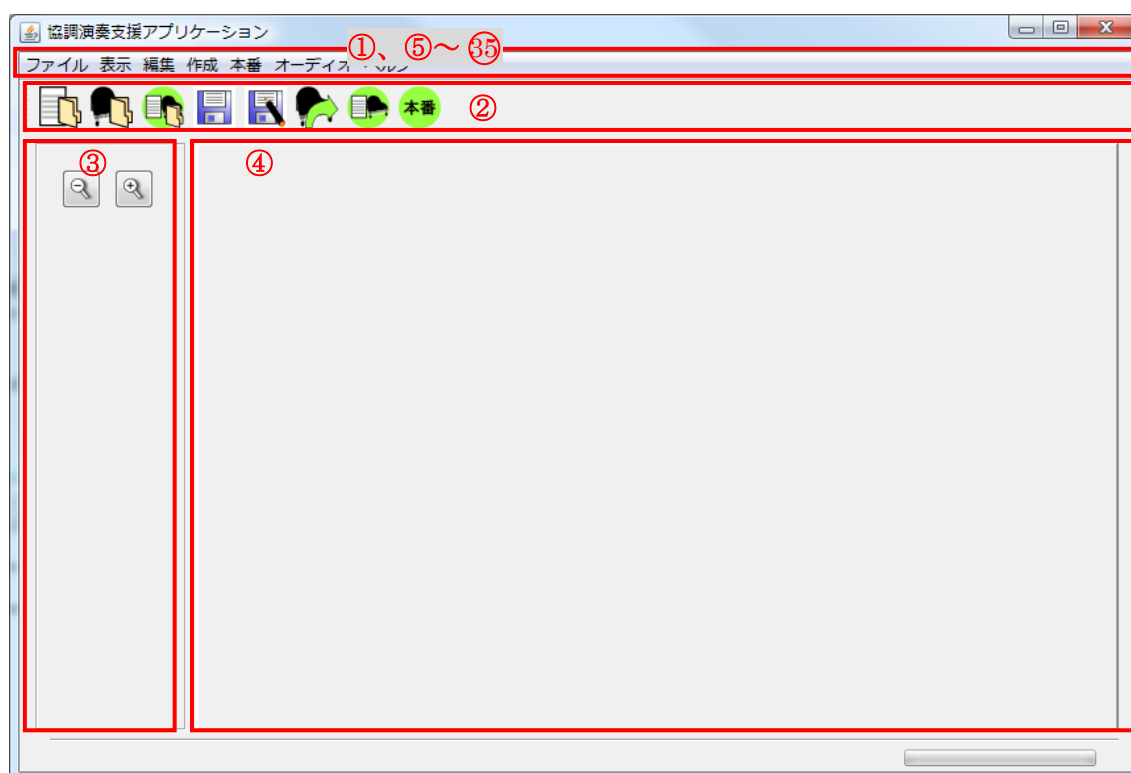
画面 ID	画面名
KSC001	協調演奏支援初期画面
KSC002	楽譜データ表示画面
KSC003	演奏データ編集画面
KSC004	対応付け結果表示画面
BSC001	演奏分析初期画面
BSC002	分析結果表示画面

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。

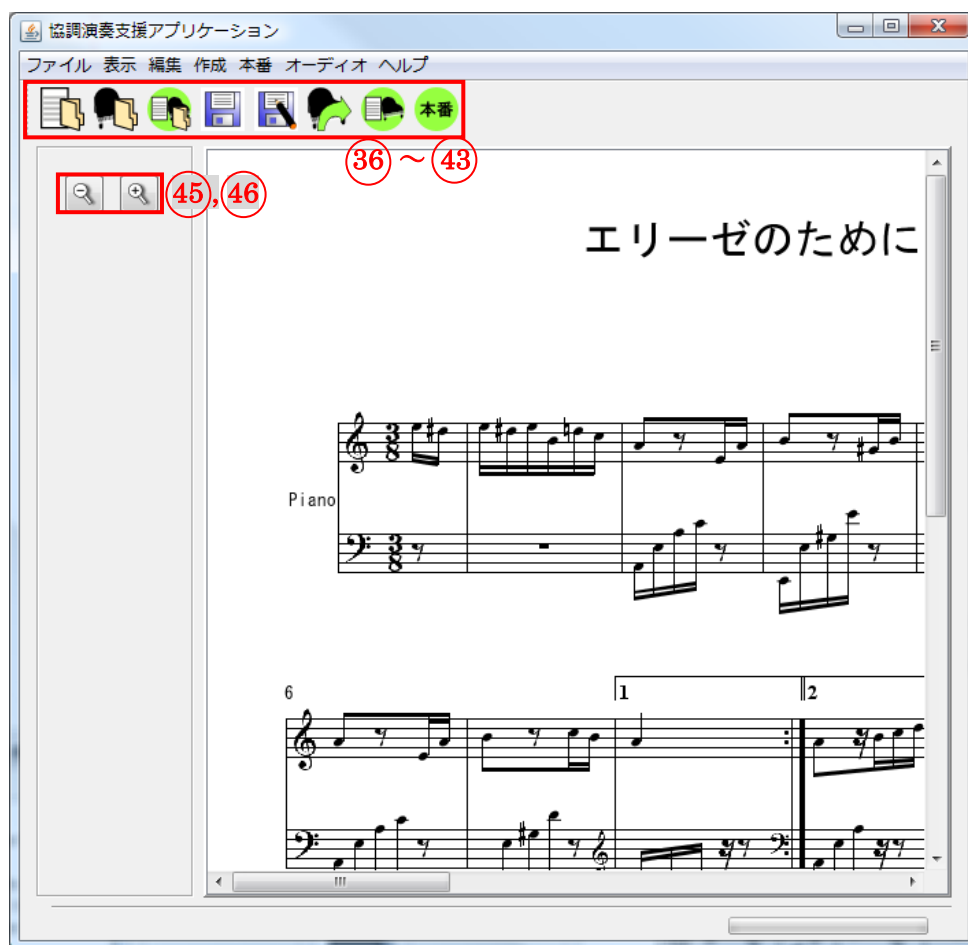
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	共通	画面名	共通



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	-	

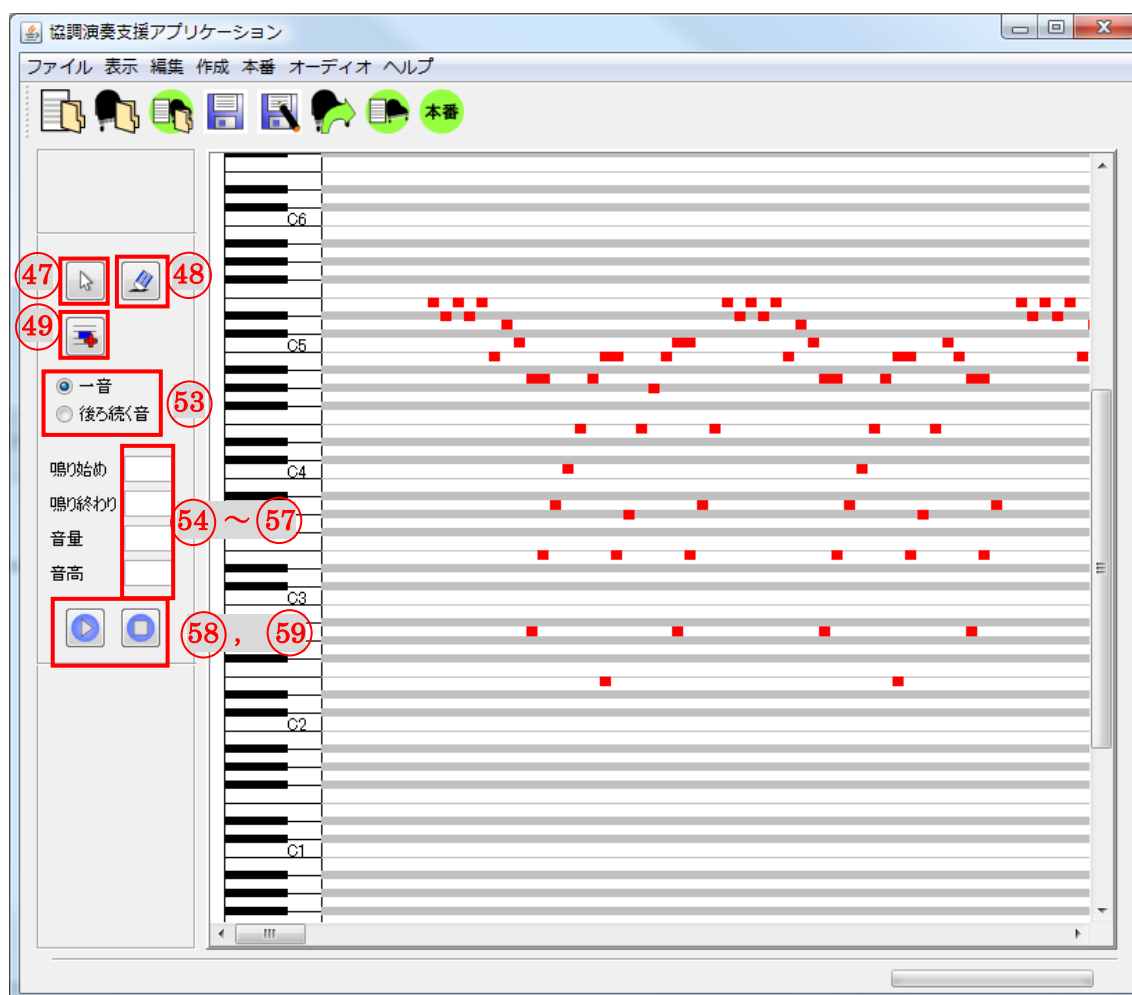
画面項目 番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
9	ファイル-保存	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応付けデータが未保存の場合 	
10	ファイル-名前を付けて保存	メニュー	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応付けデータが未保存の場合 	
11	ファイル-終了	メニュー	-	
12	表示	メニュー	-	
13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



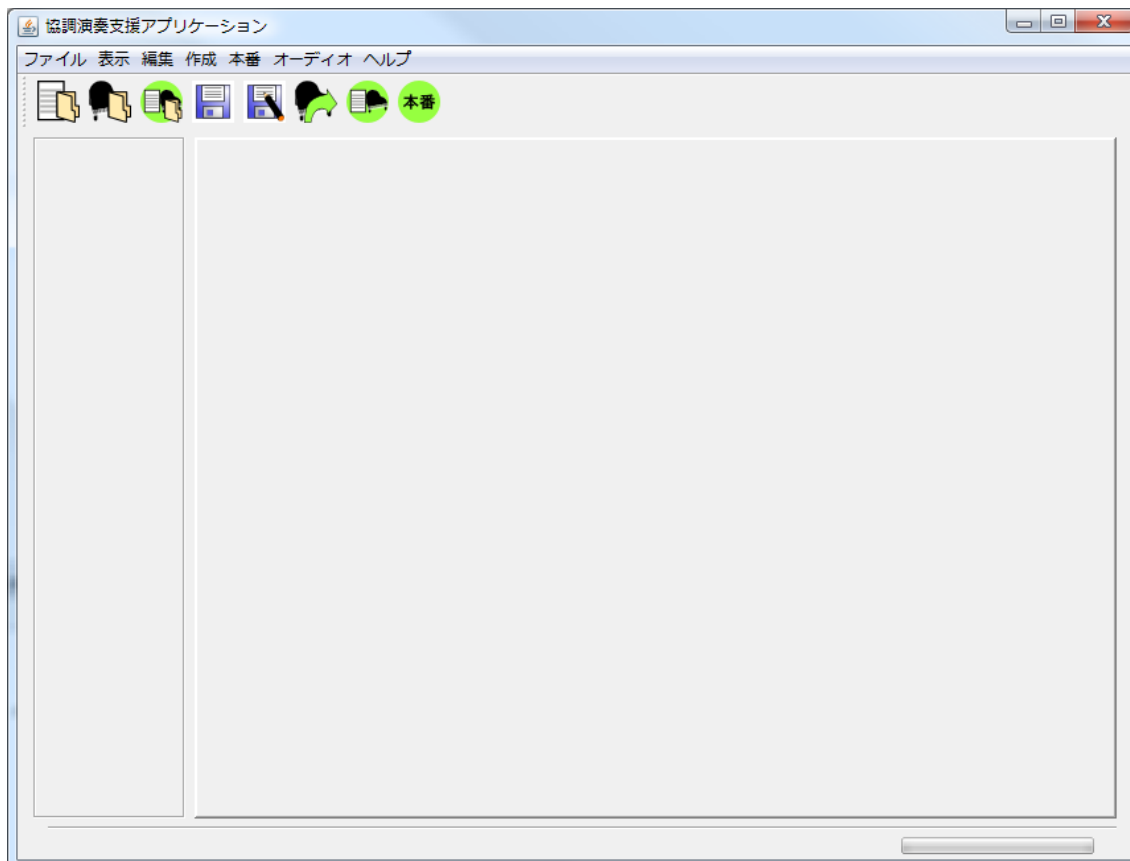
画面項目 番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
36	楽譜データを開く	ボタン	-	
37	演奏データを開く	ボタン	-	
38	対応付けデータを開く	ボタン	-	
39	保存	ボタン	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応付けデータが未保存の場合 	
40	名前を付けて保存	ボタン	<ul style="list-style-type: none"> ・ KSC003 かつ表示されている演奏データが未保存の場合 ・ KSC004 かつ表示されている対応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

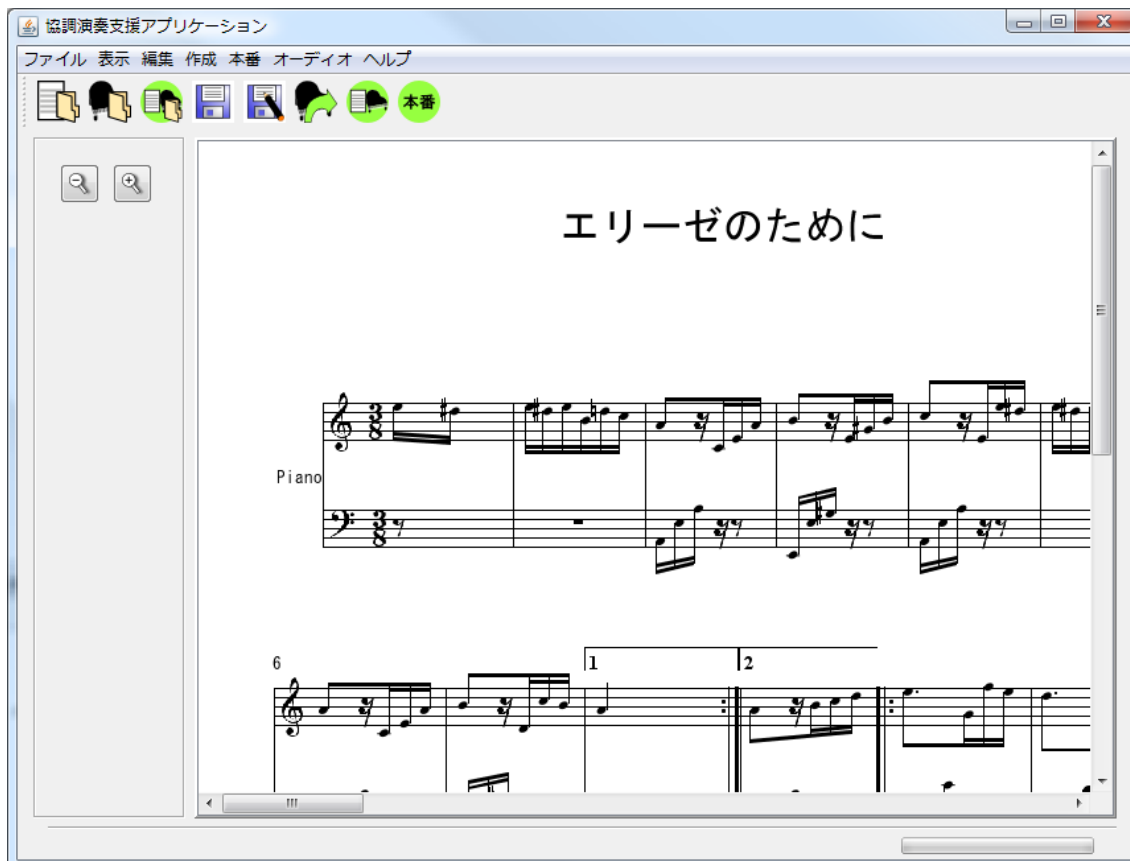


画面項目 番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
47	選択	ボタン	・ KSC003	
48	削除	ボタン	・ KSC003	
49	追加	ボタン	・ KSC003	
53	修正方法選択	ラジオボタン	・ KSC003	
54	鳴り始め時刻	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
55	鳴り終わり時刻	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
56	音量	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
57	音高	テキストボックス	・ KSC003 かつ音が選択されている場合	
58	再生	ボタン	・ KSC003 ・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

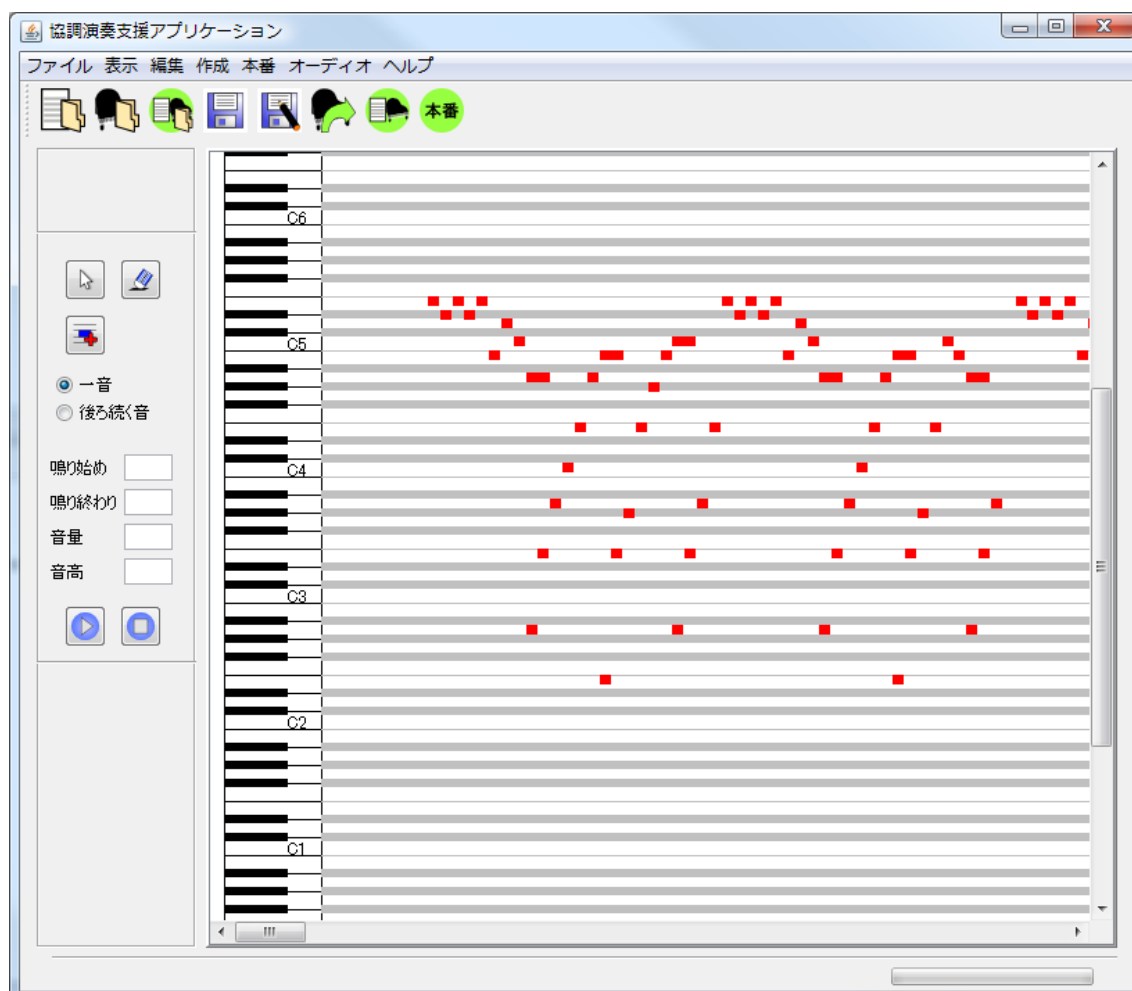
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC001	画面名	協調演奏支援初期画面



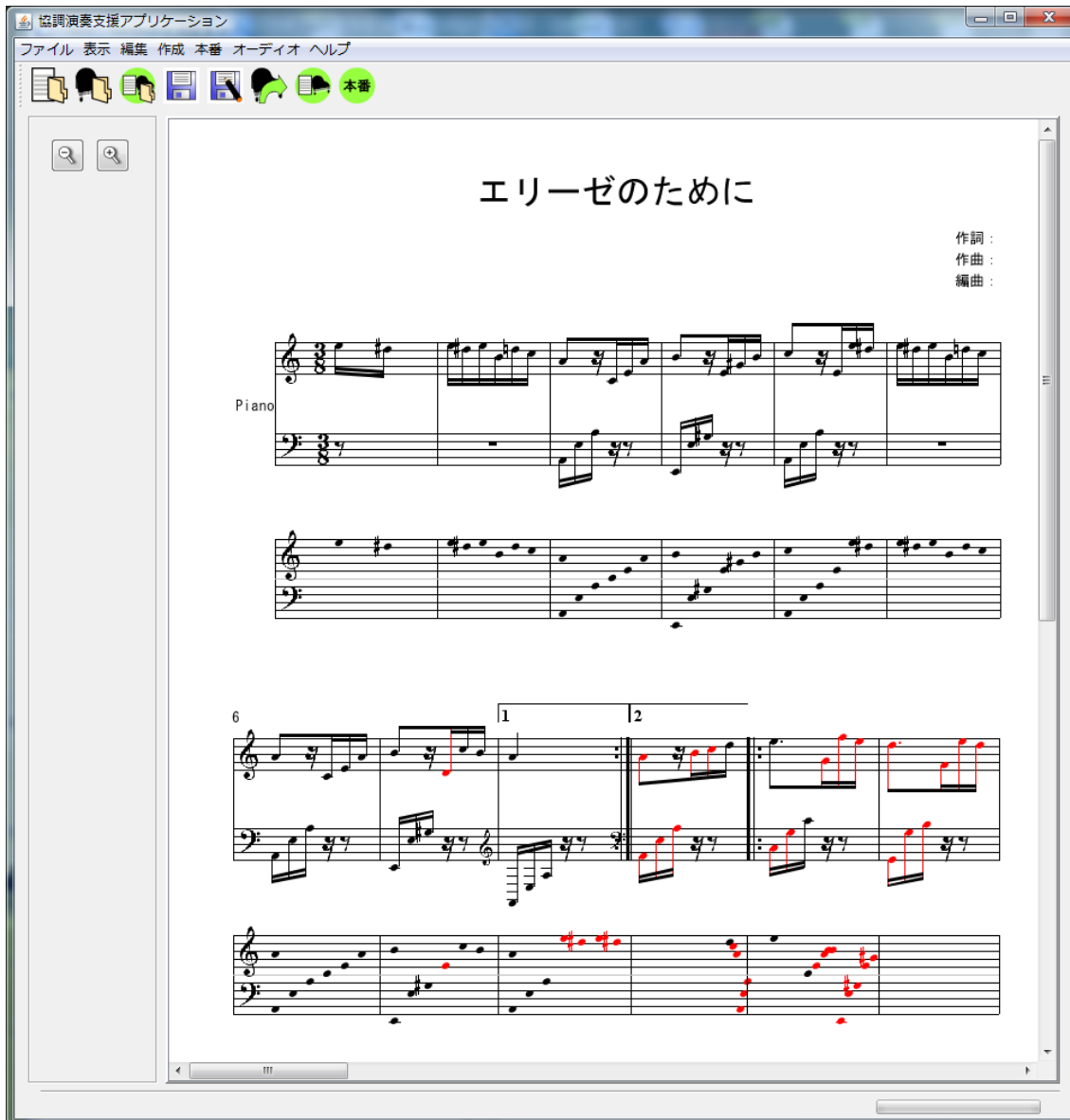
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC002	画面名	楽譜データ表示画面



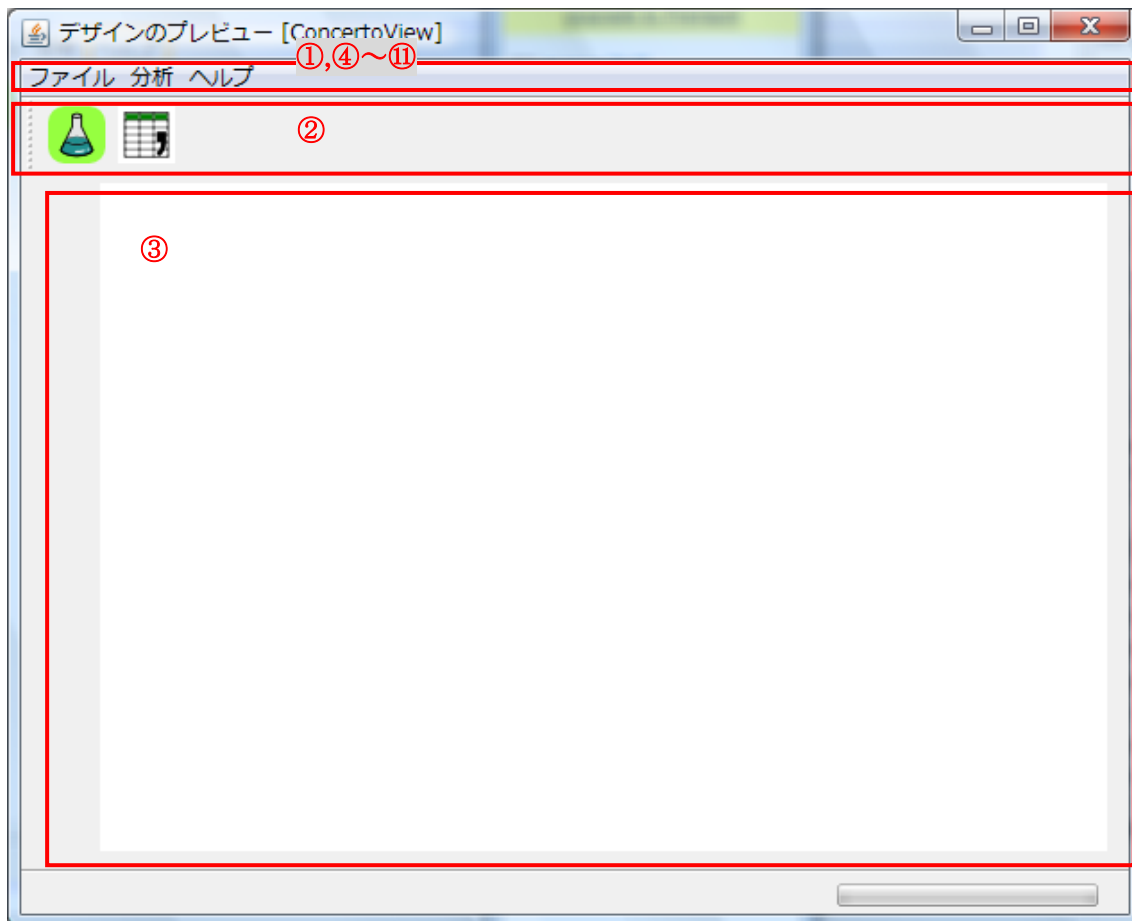
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC003	画面名	演奏データ編集画面

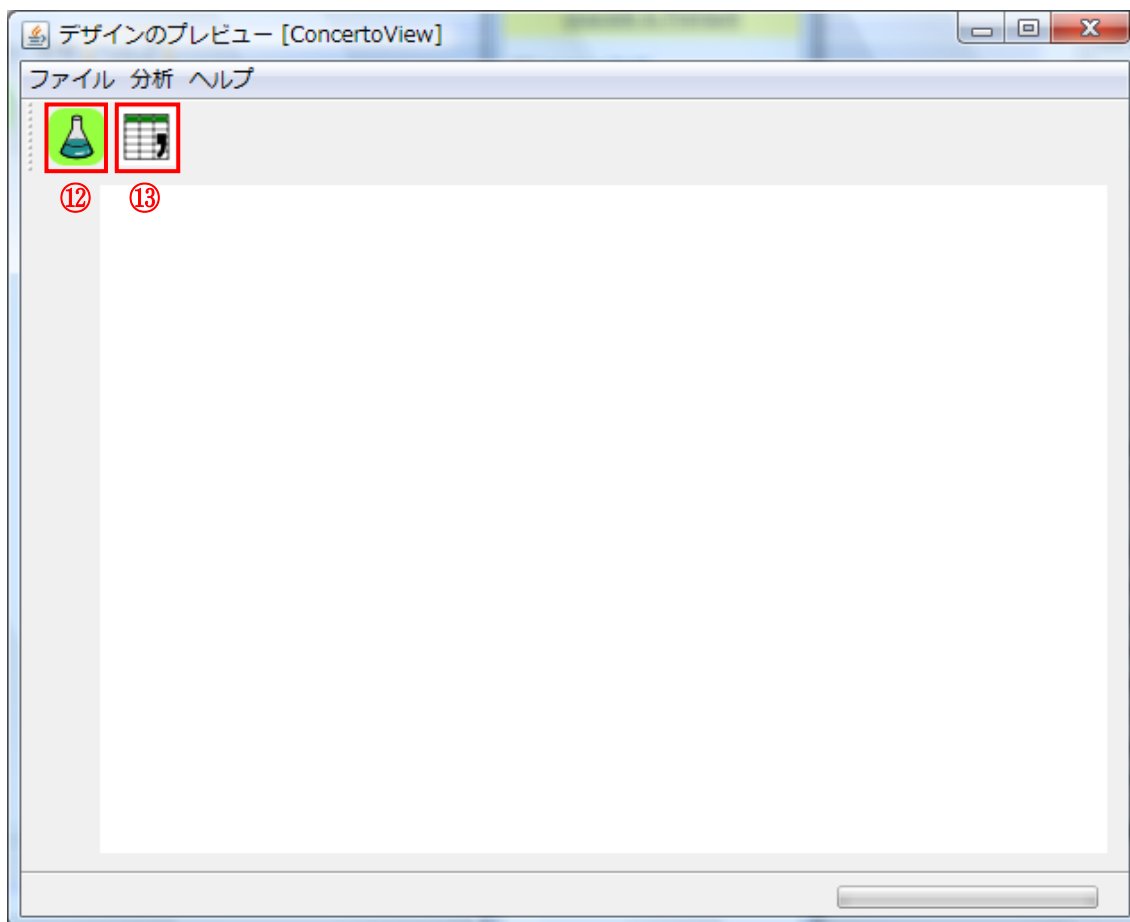


アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KSC004	画面名	対応付け結果表示画面



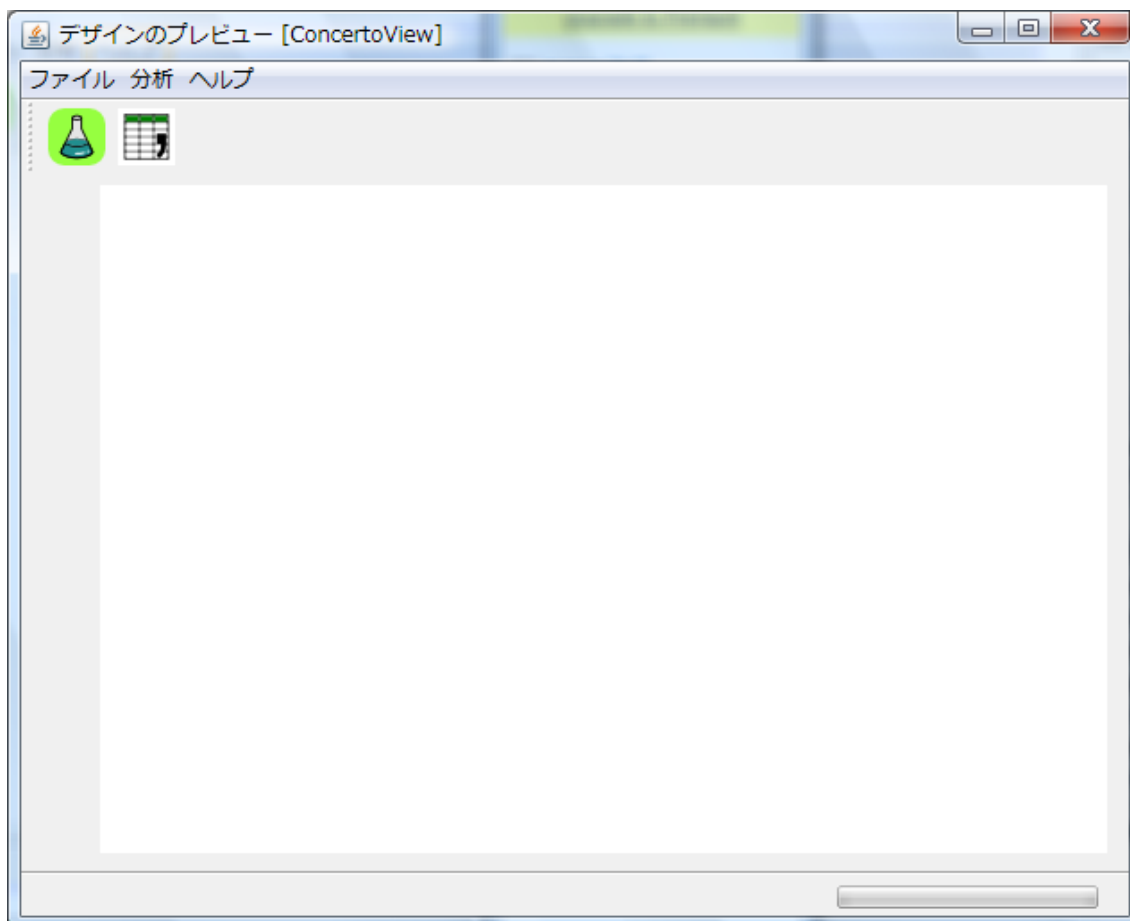
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	共通	画面名	共通



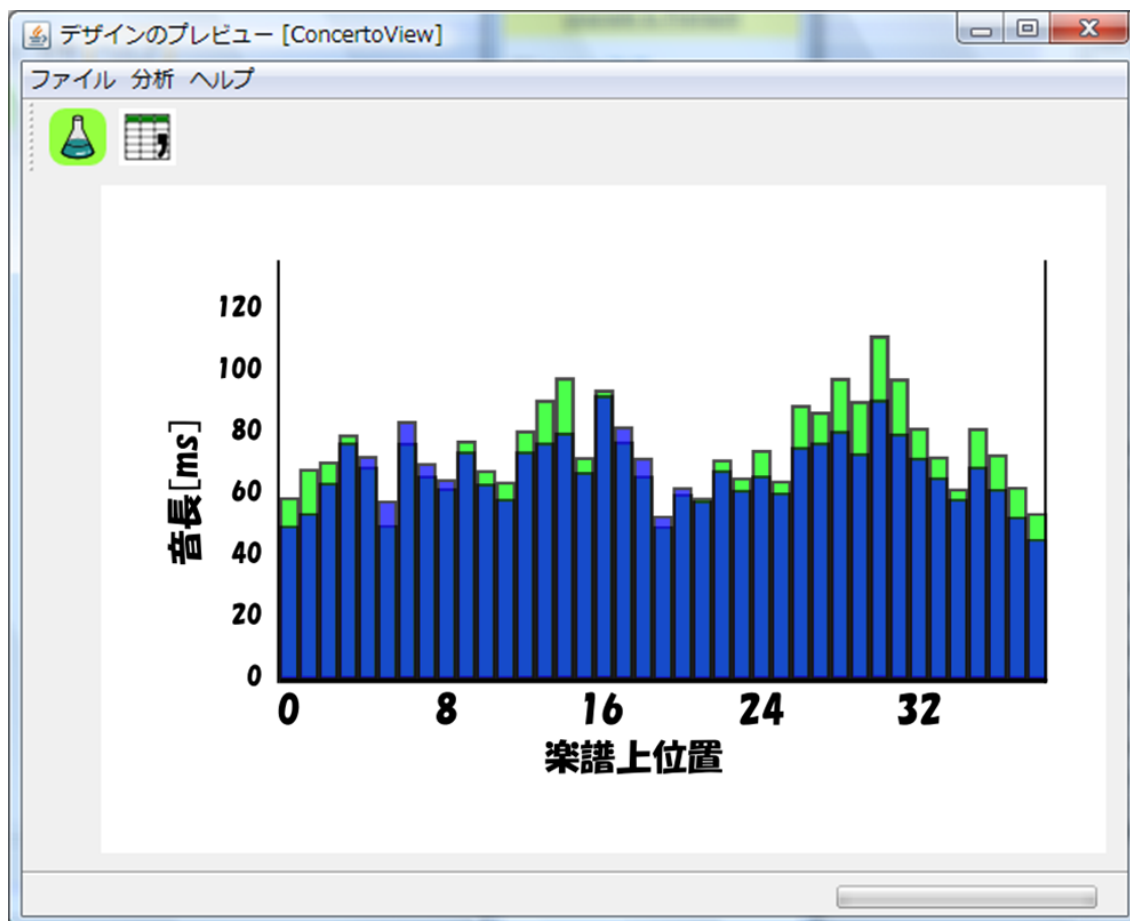


画面項目 番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	メニューバー	-	-	
2	ツールバー	-	-	
3	描画パネル	-	-	
4	ファイル	メニュー	-	
5	ファイル-分析結果の CSV 出力	メニュー	・ BSC002	
6	ファイル-終了	メニュー	-	
7	分析	メニュー	-	
8	分析-分析	メニュー	-	
9	ヘルプ	メニュー	-	
10	ヘルプ-マニュアル	メニュー	-	
11	ヘルプ-Concerto について	メニュー	-	
12	分析	ボタン	-	
13	分析結果の CSV 出力	ボタン	・ BSC002	

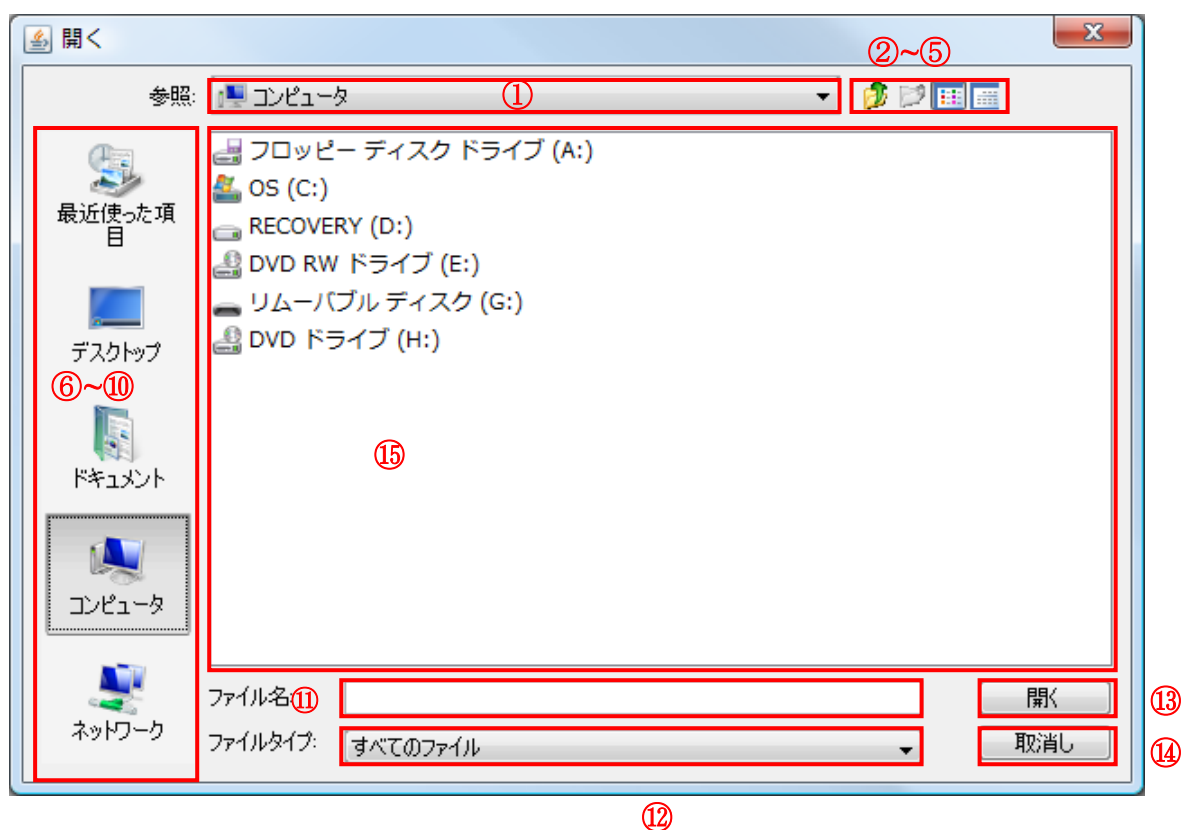
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BSC001	画面名	演奏分析初期画面



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



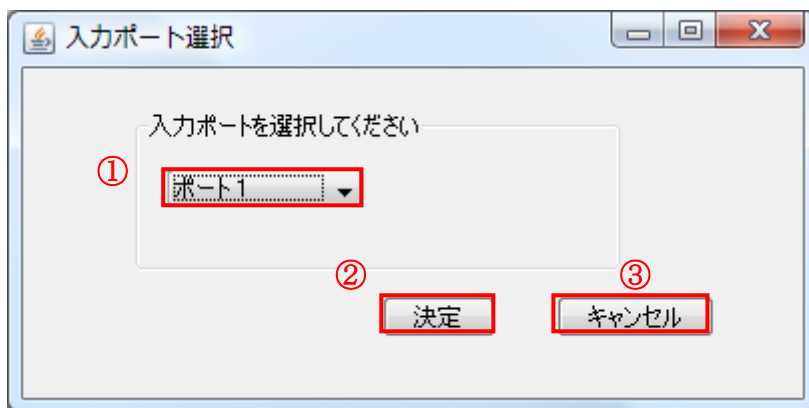
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI001	画面名	楽譜データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI002	画面名	演奏データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI007	画面名	対応付けデータ選択ダイアログ
画面 ID	KDI015	画面名	本番演奏向け楽譜データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI017	画面名	本番演奏向け主旋律演奏データ選択ダイアログ
画面 ID	KDI018	画面名	本番向け伴奏演奏データ選択ダイアログ



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	-	

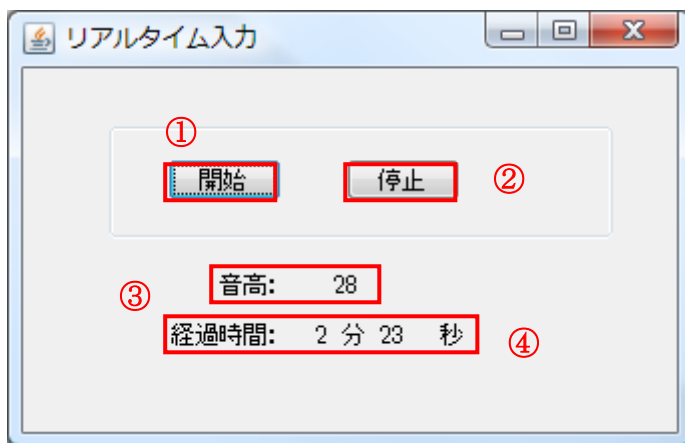
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
8	ドキュメント	ボタン	-	
9	コンピュータ	ボタン	-	
10	ネットワーク	ボタン		
11	ファイル名	テキストボックス	-	
12	ファイルタイプ	コンボボックス	-	使用可能なファイル タイプリスト
13	開く	ボタン	-	
14	取消し	ボタン	-	
15	ファイルブラウザ	テキストボックス	-	

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



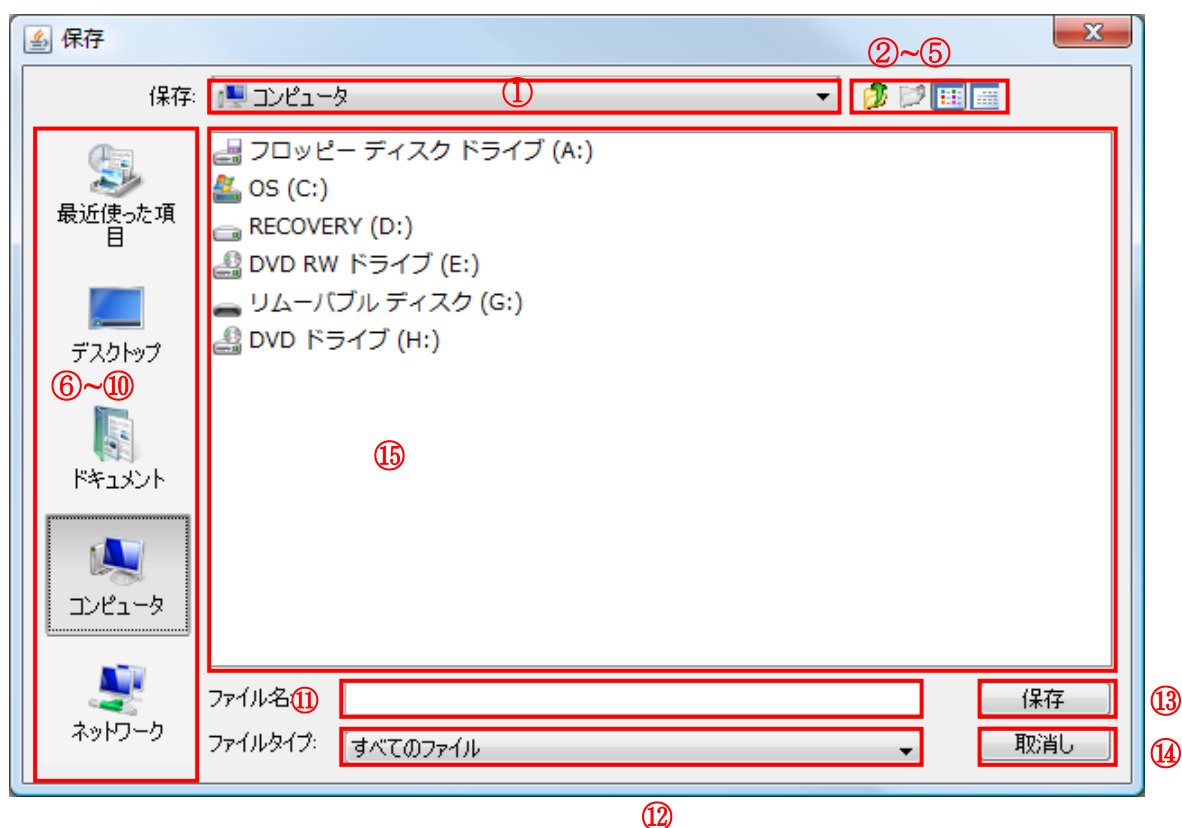
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	入力ポート選択	コンボボックス	-	入力可能なポートリスト
2	決定	ボタン	-	
3	キャンセル	ボタン	-	

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	-	

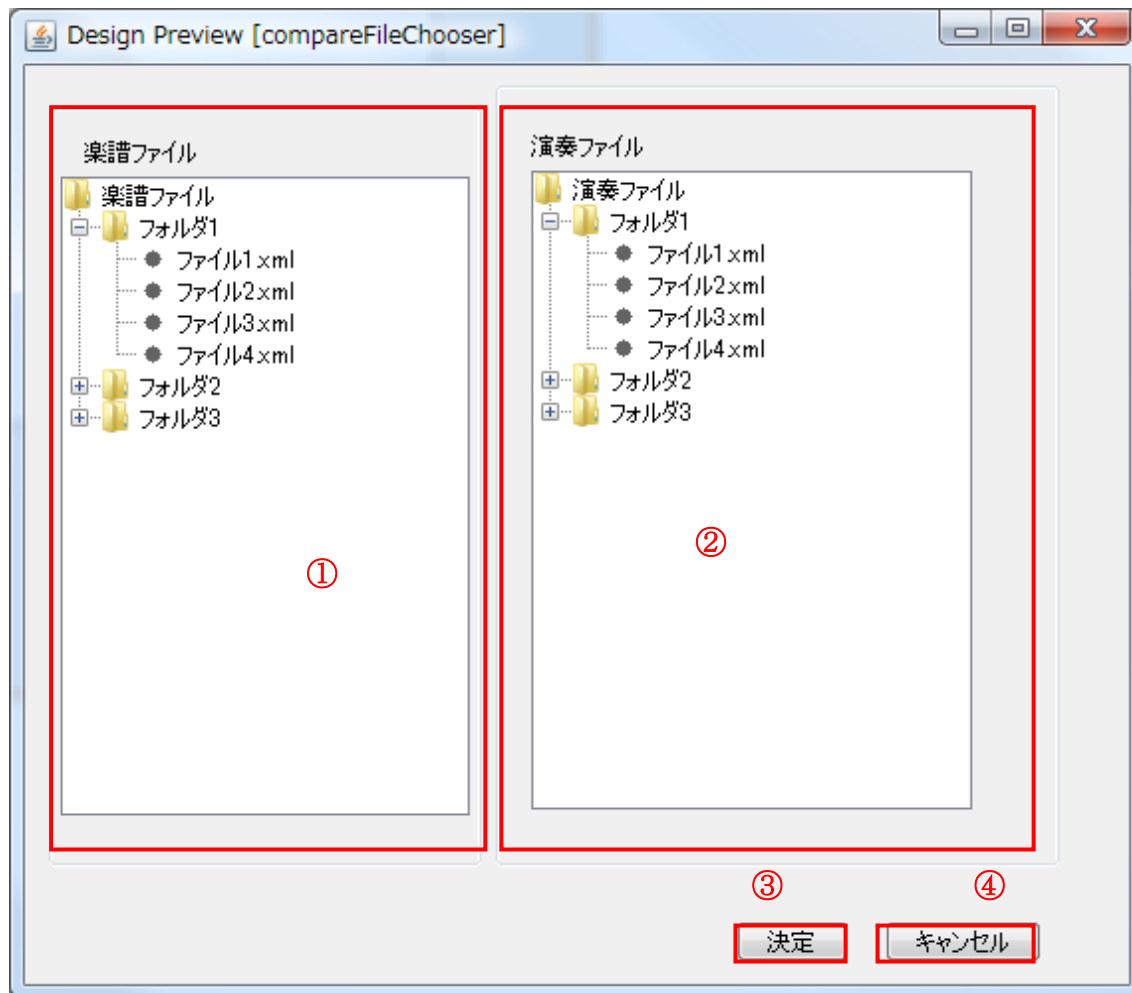
アプリケーション	協調演奏システム支援アプリケーション		
画面 ID	KDI006	画面名	演奏データ保存ダイアログ
画面 ID	KDI011	画面名	対応付けデータ保存ダイアログ



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	-	

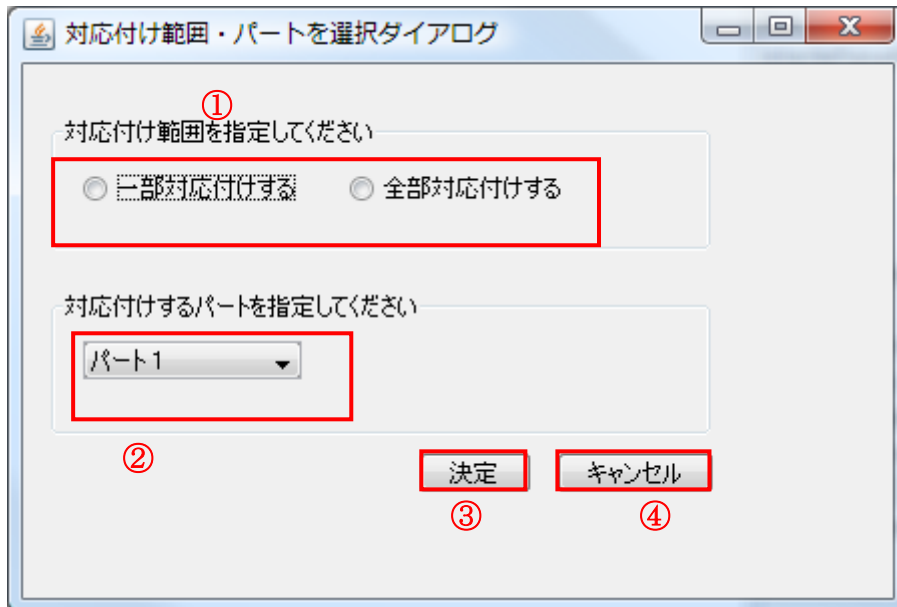
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
12	ファイルタイプ	コンボボックス	-	使用可能なファイルタイプリスト
13	保存	ボタン	-	
14	取消し	ボタン	-	
15	ファイルブラウザ	テキストボックス	-	

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

演奏開始・終了位置指定

対応付け位置を選択してください

開始位置 終了位置

小節番号: ① 小節番号: ③

音符位置: ② 音符位置: ④

更新 ⑤

⑥

エリーゼのために

Piano

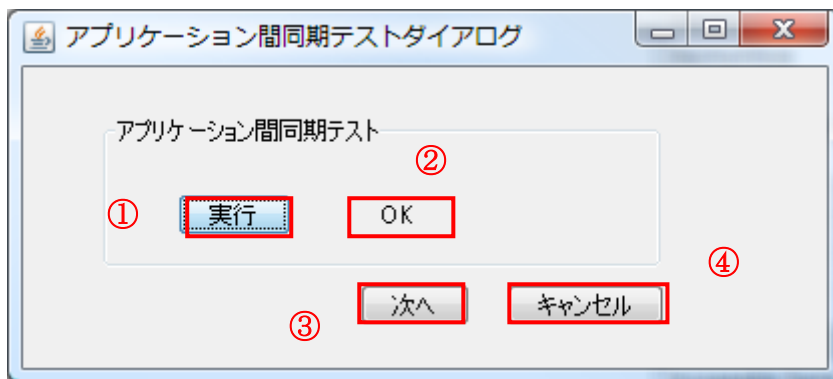
6 1 2

12

⑦ 決定 ⑧ キャンセル

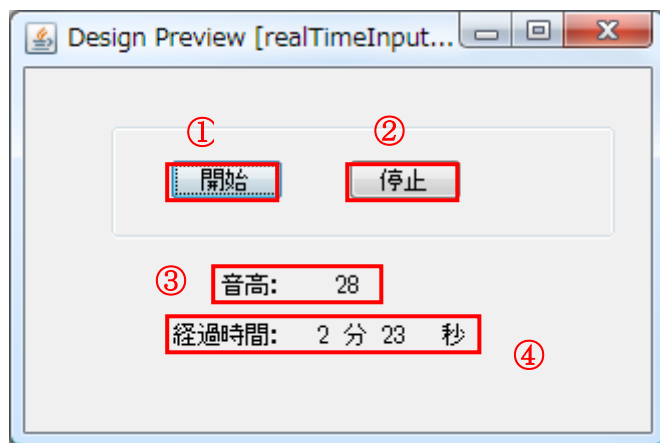
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	開始小節番号	テキストボックス	-	
2	開始音符位置	テキストボックス	-	
3	終了小節番号	テキストボックス		
4	終了音符位置	テキストボックス		
5	選択範囲更新ボタン	ボタン		
6	範囲指定パネル	パネル		
7	決定	ボタン		
8	キャンセル	ボタン		

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



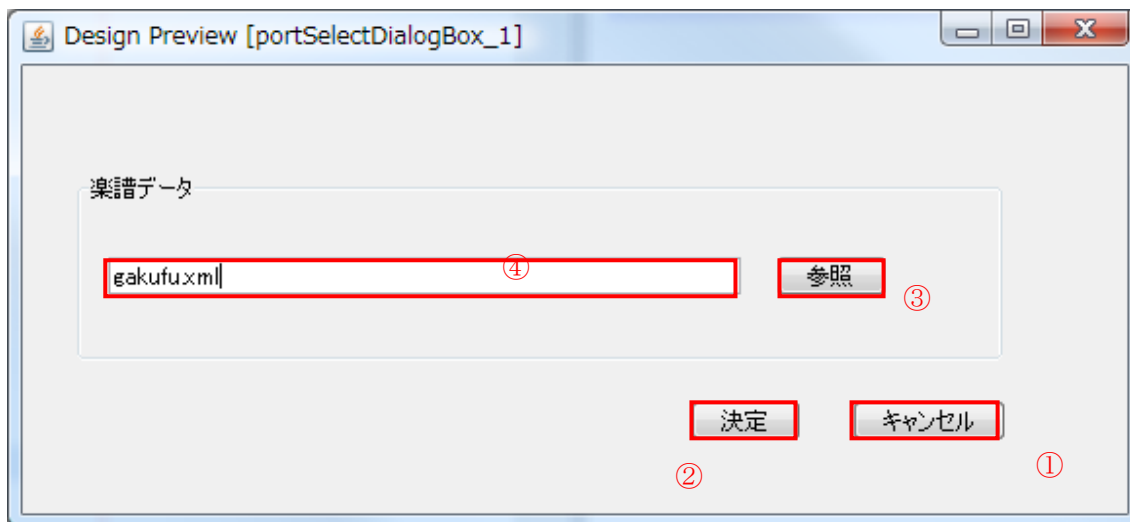
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	実行	ボタン	-	
2	同期テスト結果	ラベル	-	
3	次へ	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン	-	

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



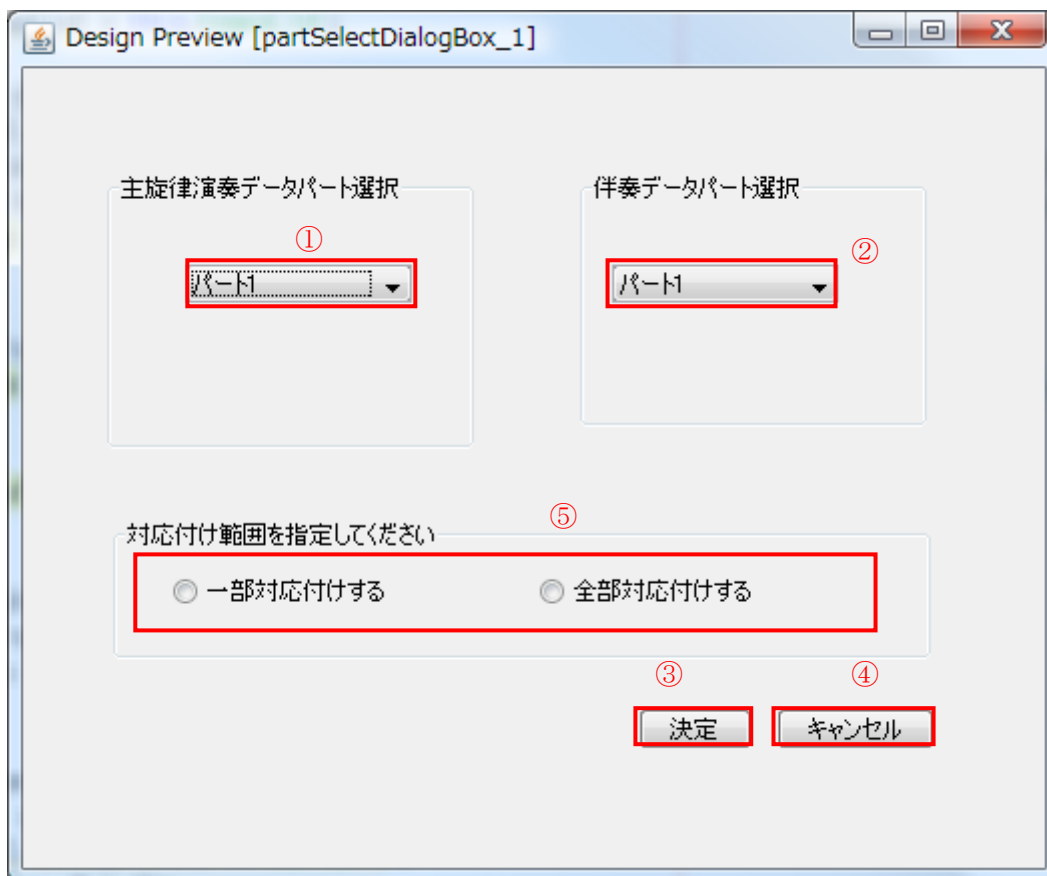
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	楽譜データ	テキストボックス	-	
2	参照	ボタン	-	
3	決定	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン		

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



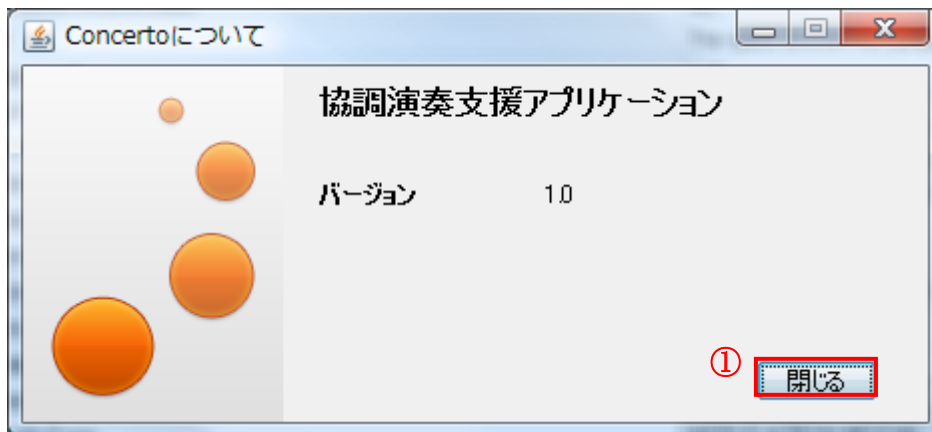
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	主旋律演奏データ	テキストボックス	-	
2	主旋律演奏データ参照	ボタン	-	
3	伴奏データ	テキストボックス	-	
4	伴奏データ参照	ボタン	-	
5	決定	ボタン	-	
6	キャンセル	ボタン	-	

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	



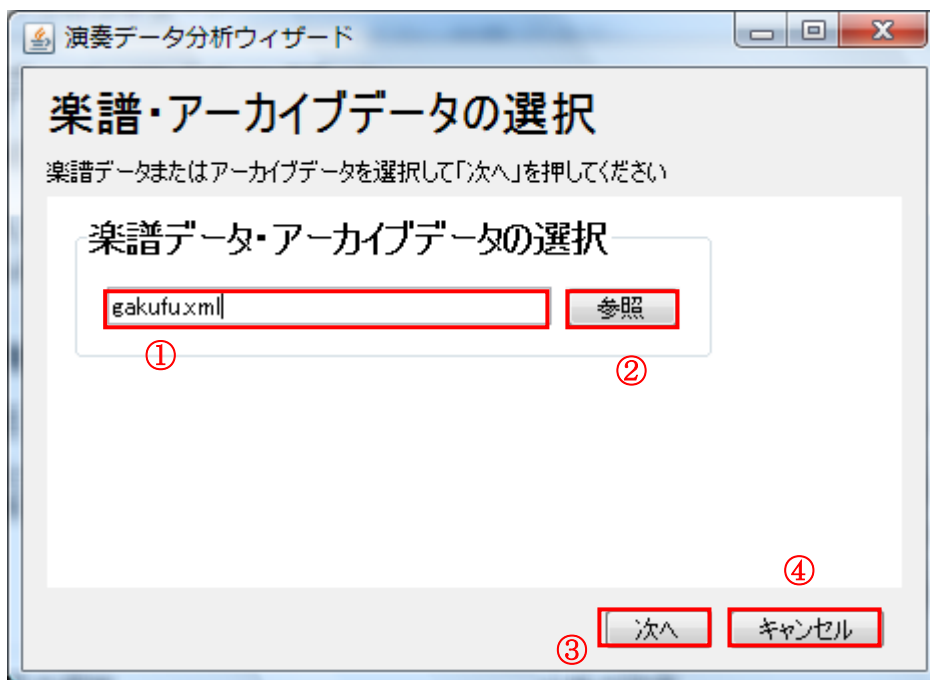
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	主旋律演奏パート選択	コンボボックス	-	
2	伴奏データパート選択	コンボボックス	-	
3	決定	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン	-	
5	対応付け範囲指定	ラジオボックス	-	

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



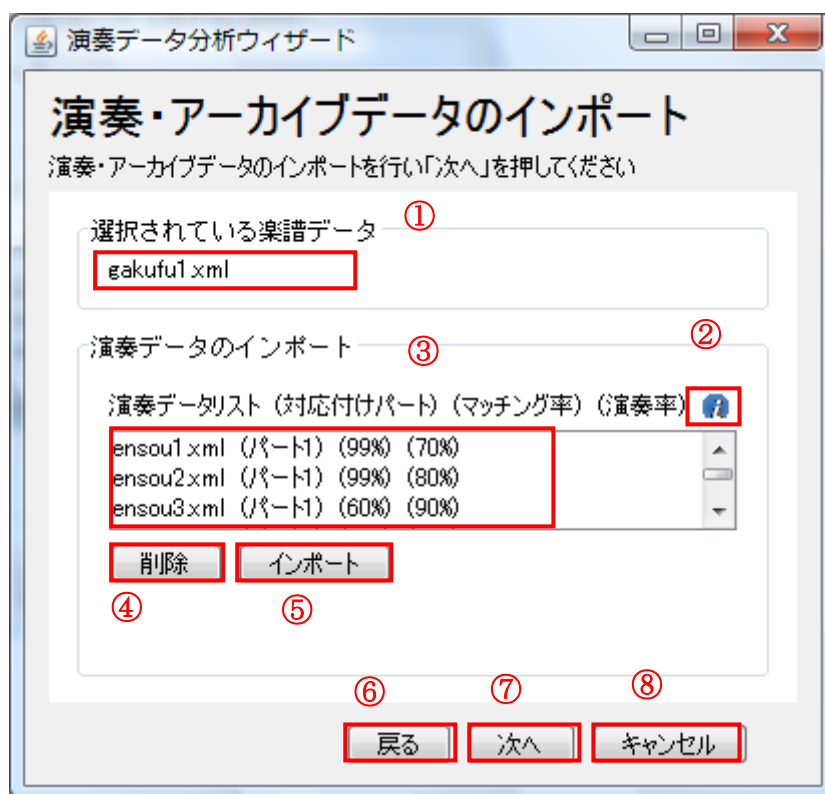
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	閉じる	ボタン	-	

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



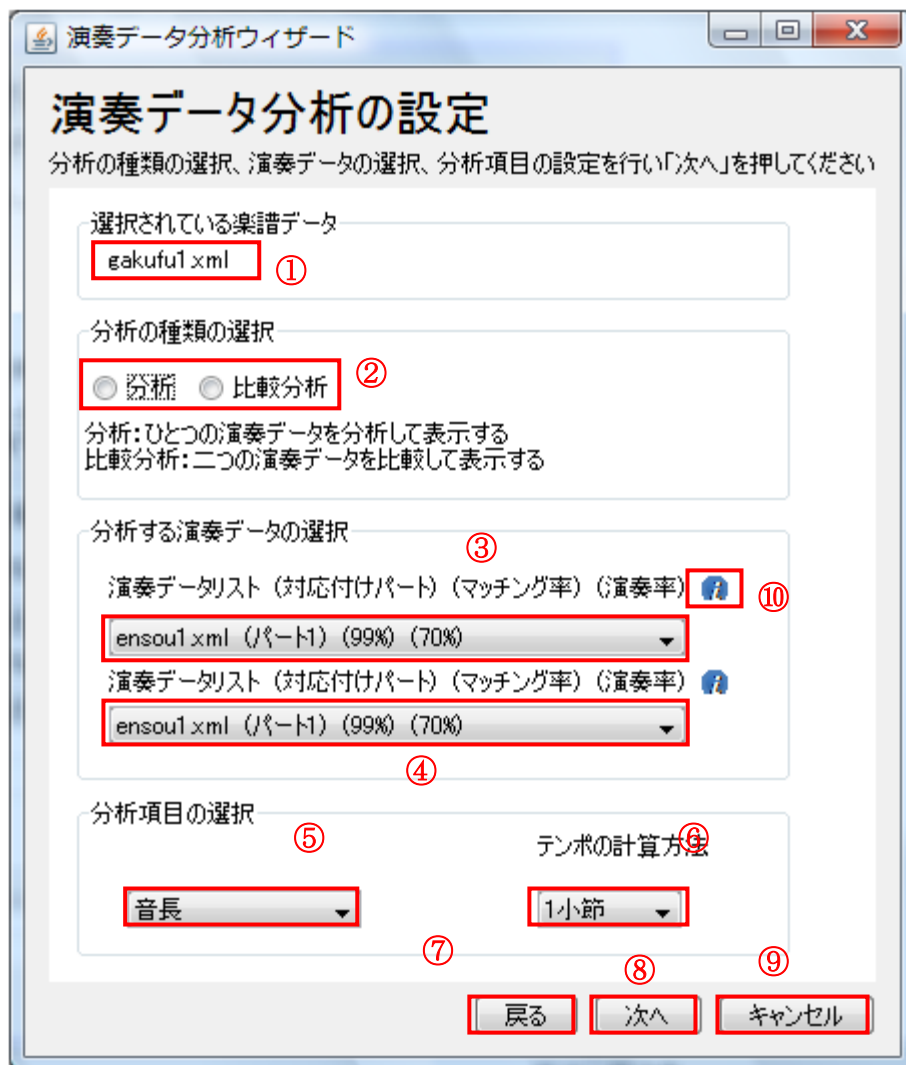
画面項目番号	項目名	項目種別	有効となる条件	備考
1	楽譜データ・アーカイブデータの選択	テキストボックス	-	
2	参照	ボタン	-	
3	次へ	ボタン	-	
4	キャンセル	ボタン	-	

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		

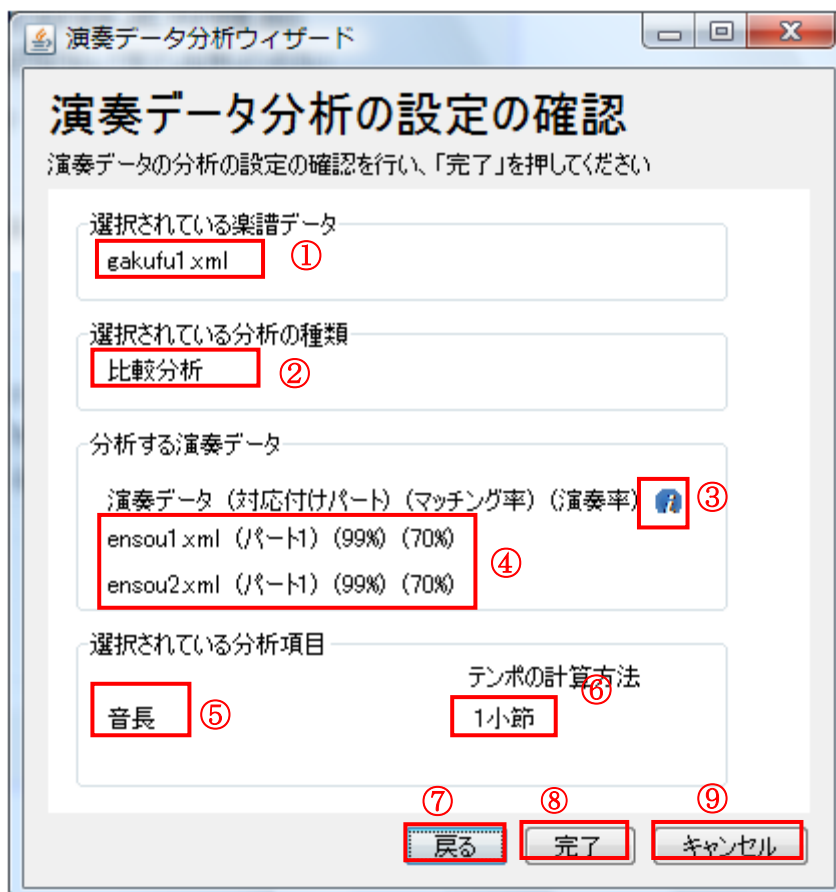
※1

- ②分析の種類の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分析の種類の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

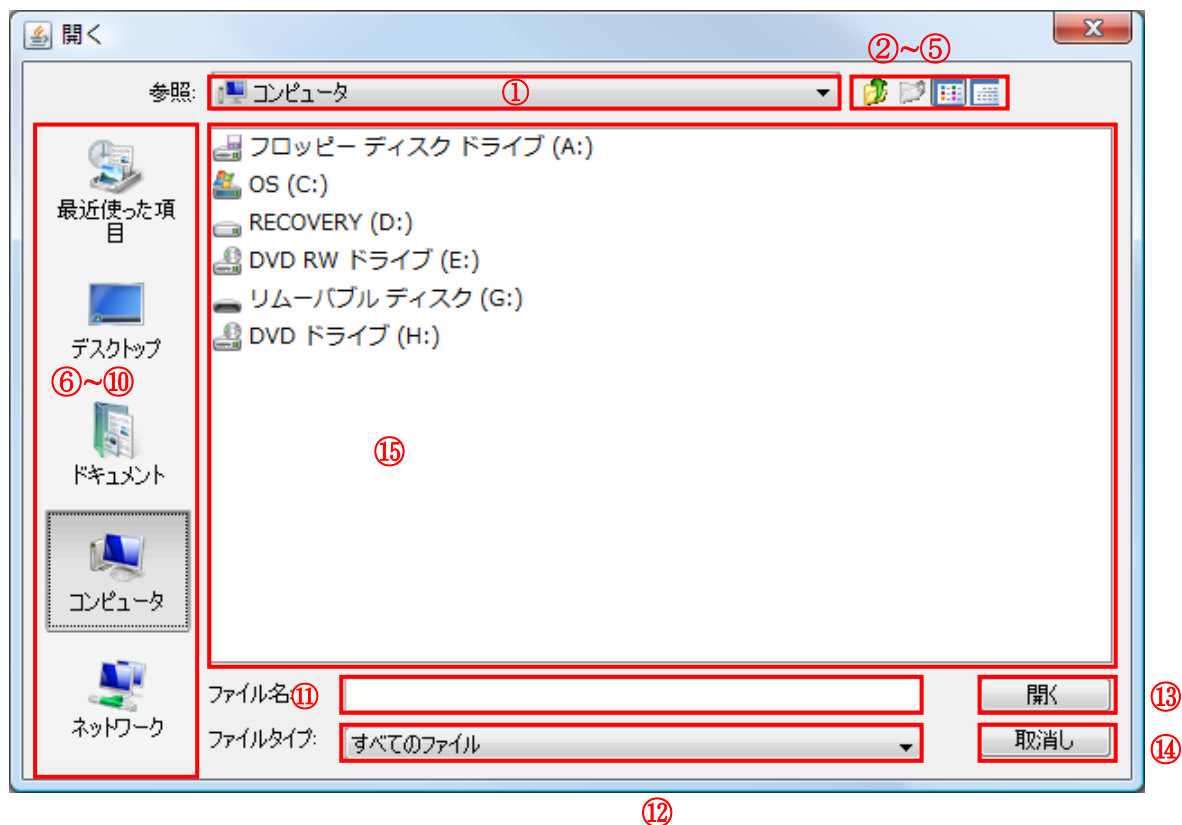
- ②分析の種類の選択ラジオボタンで「分析」が選択されている場合
 - ⑤分析項目の選択ラジオボタンで「テンポ」が選択されている場合
コンボボックスの選択肢は「音」「拍」「小節」
 - その他の場合
コンボボックスは無効状態
- ②分析の種類の選択ラジオボタンで「比較分析」が選択されている場合
 -
 - ⑤分析項目の選択ラジオボタンで「音長」、「インターバル」が選択されている場合
コンボボックスの選択肢は「正規化なし」「1小節」「2小節」「4小節」
 - その他の場合
コンボボックスは無効状態

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	-	

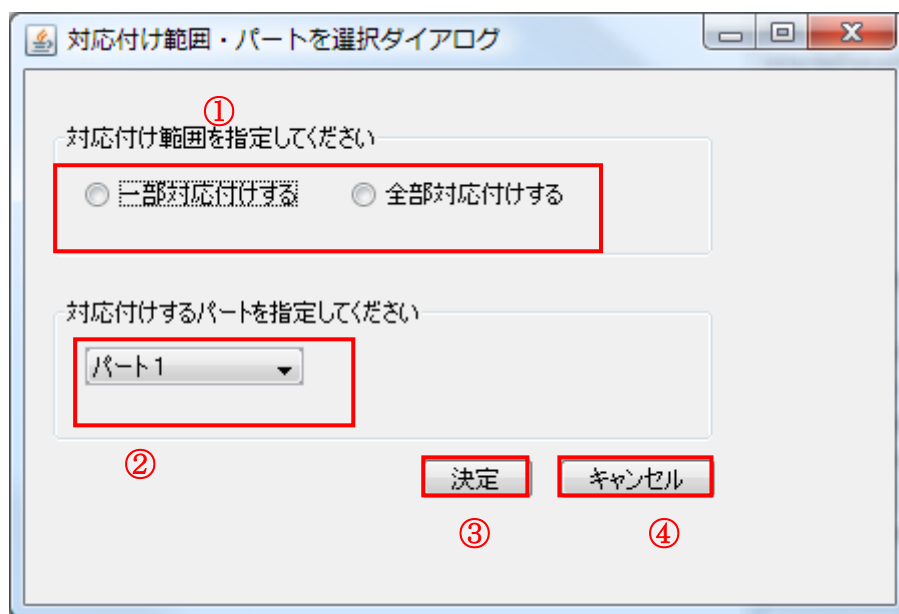
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI005	画面名	楽譜・アーカイブデータ選択ダイアログ
画面 ID	BDI006	画面名	演奏・アーカイブデータ選択ダイアログ



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

演奏開始・終了位置指定

対応付け位置を選択してください

開始位置 終了位置

小節番号: ② 小節番号: ③

音符位置: ② 音符位置: ④

更新 ⑤

⑥

エリーゼのために

Piano

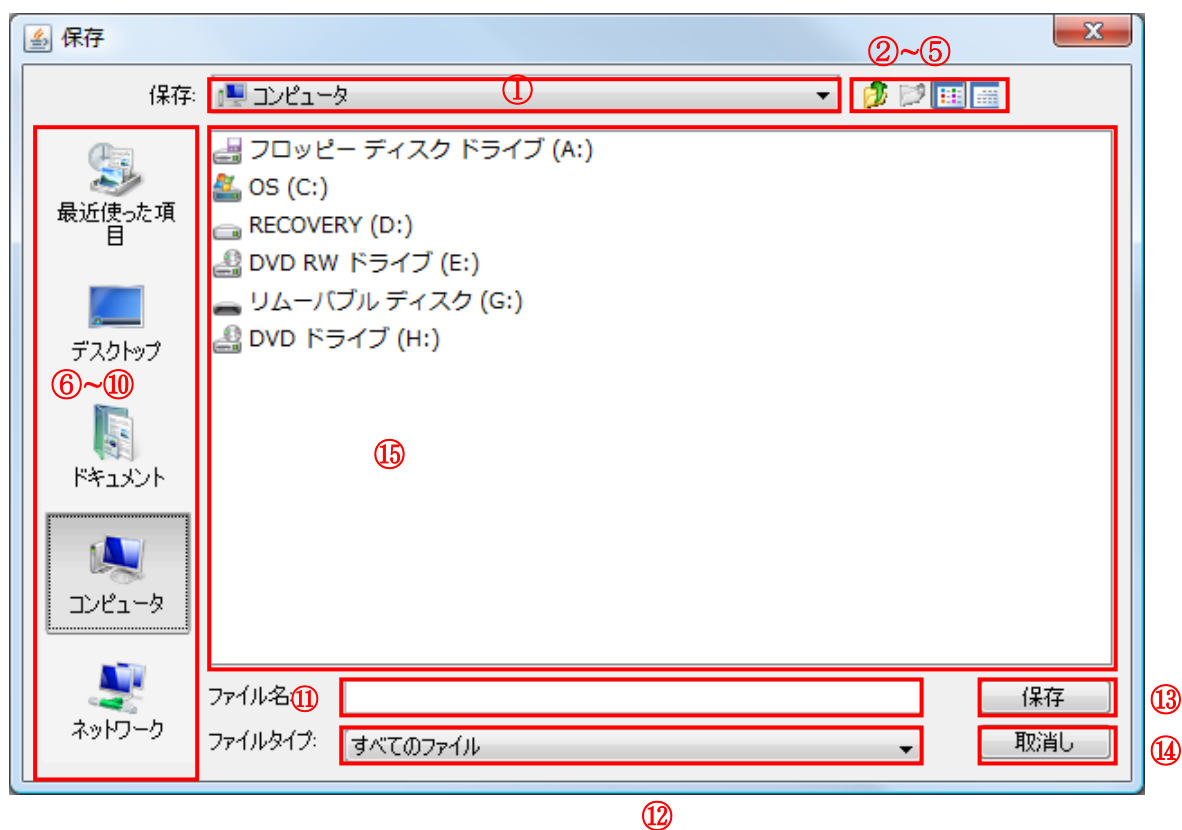
6 1 2

12

決定 ⑦ ⑧ キャンセル

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		

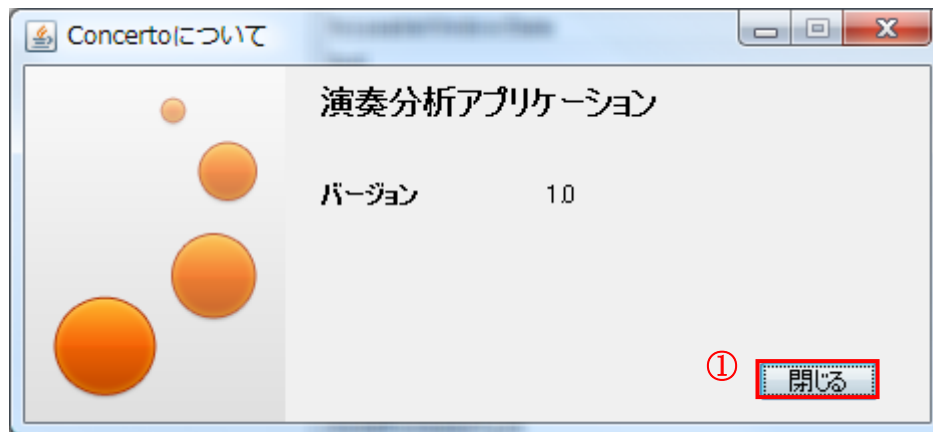
アプリケーション	演奏分析アプリケーション		
画面 ID	BDI009	画面名	分析結果保存ダイアログ



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
TUC004	演奏開始位置と終了位置を指定する	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。

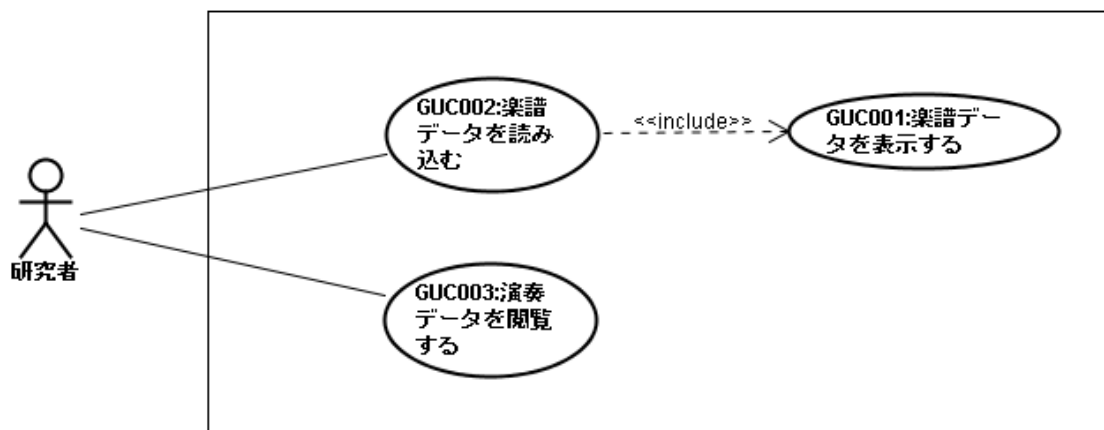


図 5-1 楽譜表示コンポーネントのユースケース図

5.2.2. 演奏編集コンポーネント

図 5-25.2.2 に演奏編集コンポーネントのユースケース図を示す。

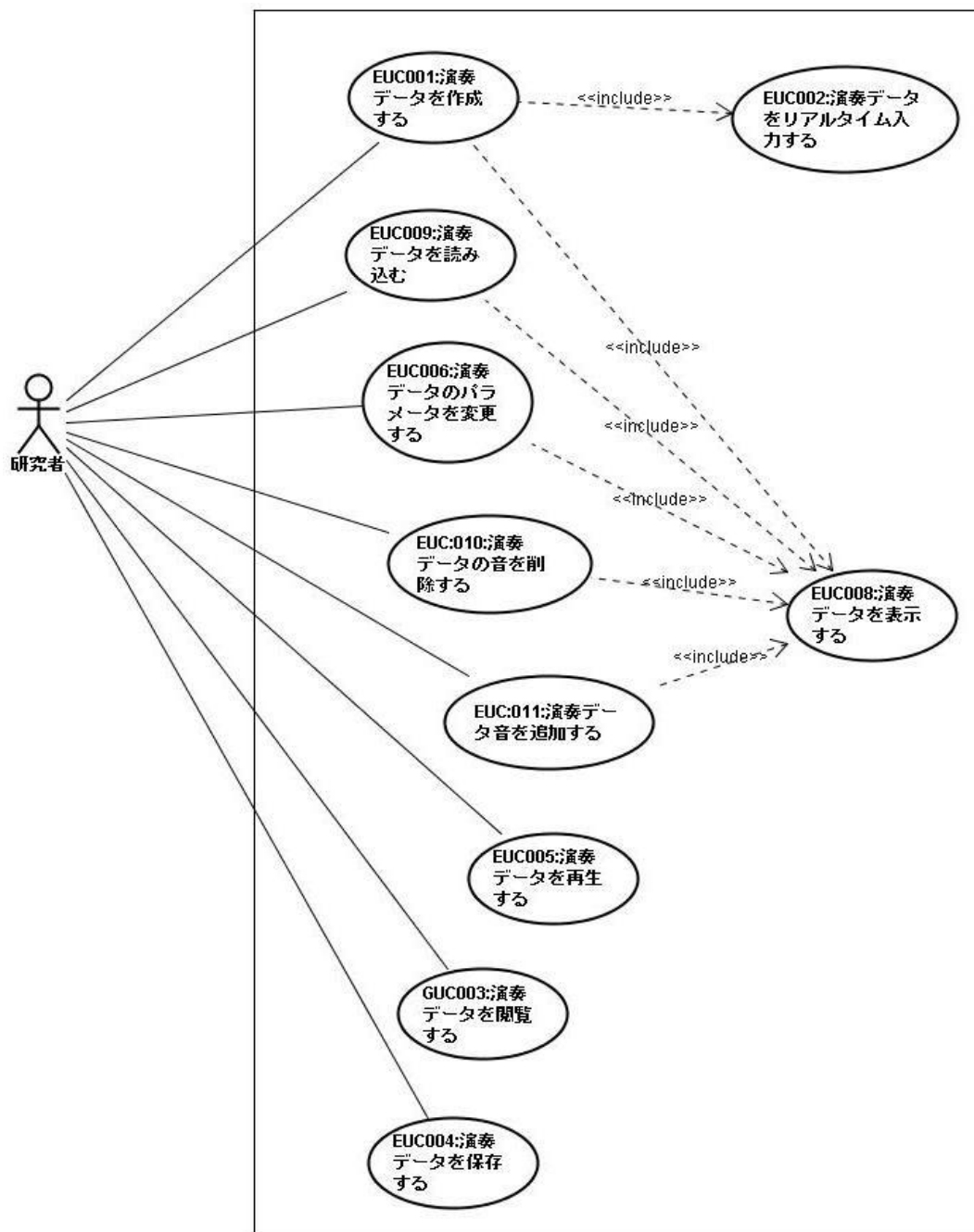


図 5-2 演奏編集コンポーネントのユースケース図

5.2.3. 対応付けコンポーネント

図 5-3 エラー! 参照元が見つかりません。に対応付けコンポーネントのユースケース図を示す。

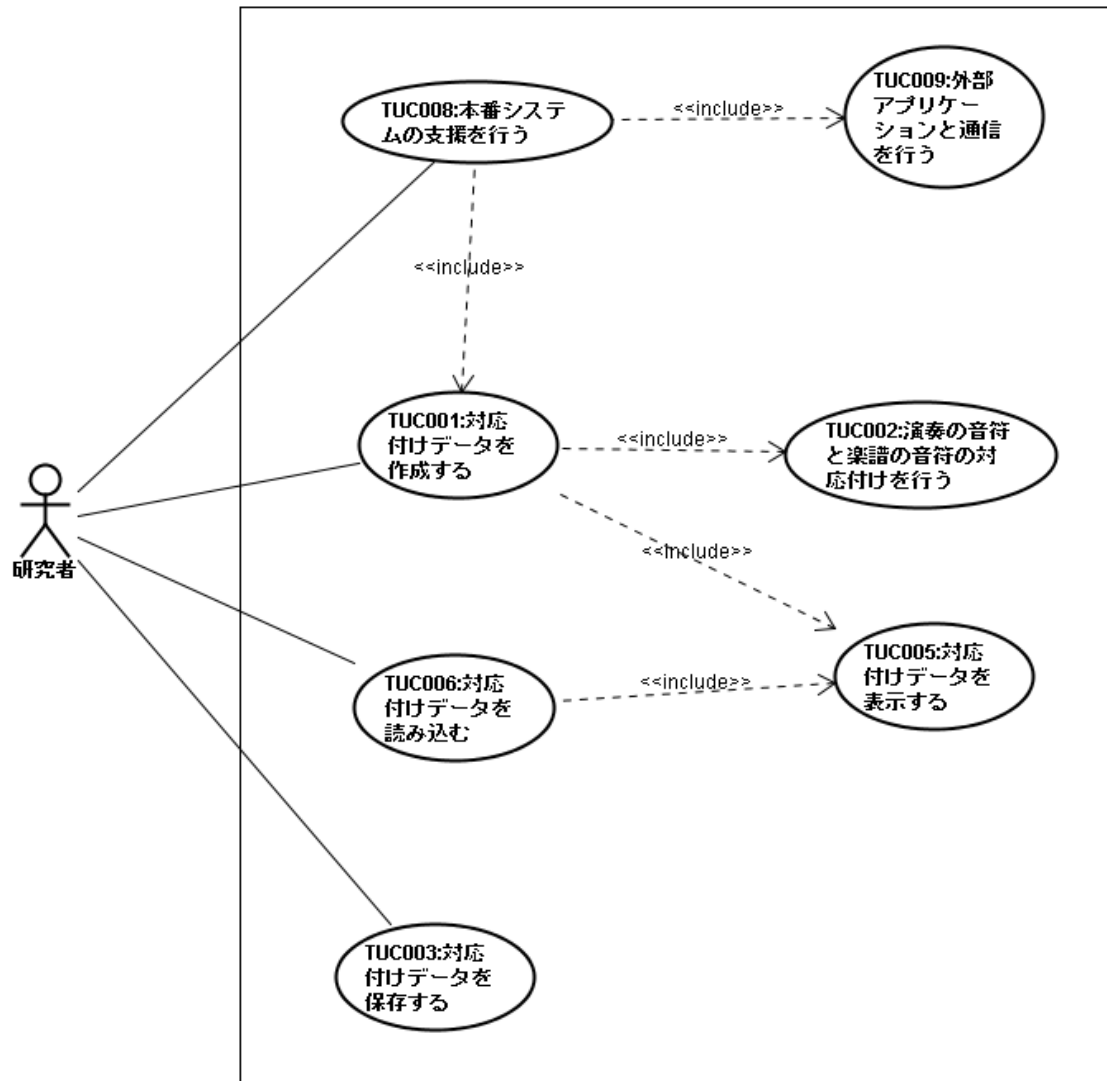


図 5-3 対応付けコンポーネントのユースケース図

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。

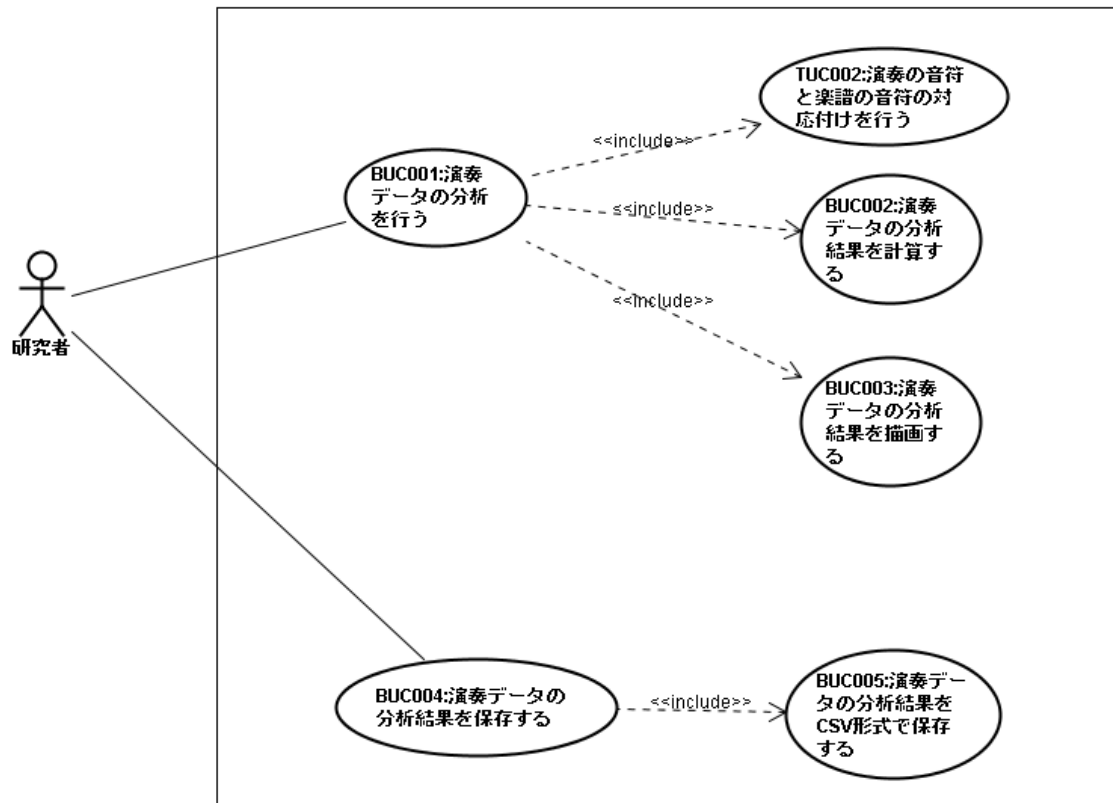


図 5-4 演奏分析コンポーネントのユースケース図

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	1.システムは「楽譜データ選択ダイアログ」を表示する 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 [入力情報]楽譜データ 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 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 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 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			
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	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	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	1.システムは「演奏データ保存ダイアログ」を表示する 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 [入力情報]演奏データ 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 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。 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			
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	1.システムは読み込まれている演奏データを再生する。 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 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			
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	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	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。 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 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			

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	1.システムは「演奏データ選択ダイアログ」を表示する 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 [入力情報]演奏データ 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 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 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 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 [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		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	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	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	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 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 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 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 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 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			
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	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。 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。 [入力情報]対応付け範囲、パート 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 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。 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。 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。 [入力情報]演奏開始・終了位置 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 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 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 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。 [出力情報]対応付けデータ 7.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	2009/9/16
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	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	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 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 2.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	2009/9/16
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	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。 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。 [入力情報]対応付けデータ 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。 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。 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 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 [出力情報]対応付けデータ			
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	<ol style="list-style-type: none"> 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 2.アクターは「参照ボタン」を押下する 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 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 [入力情報]楽譜データ 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 6.アクターは「決定ボタン」を押下する 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 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 8.アクターは「主旋律演奏データ参照ボタン」を押下する 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 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 [入力情報]主旋律演奏データ 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 12.アクターは「伴奏演奏データ参照ボタン」を押下する 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 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 [入力情報]伴奏演奏データ 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 16.アクターは「決定ボタン」を押下する 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 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 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 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 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 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。 [入力情報]演奏開始・終了位置 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>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	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	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 ・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を押下した時、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	1.システムは「分析結果保存ダイアログ」を表示する 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 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 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			
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

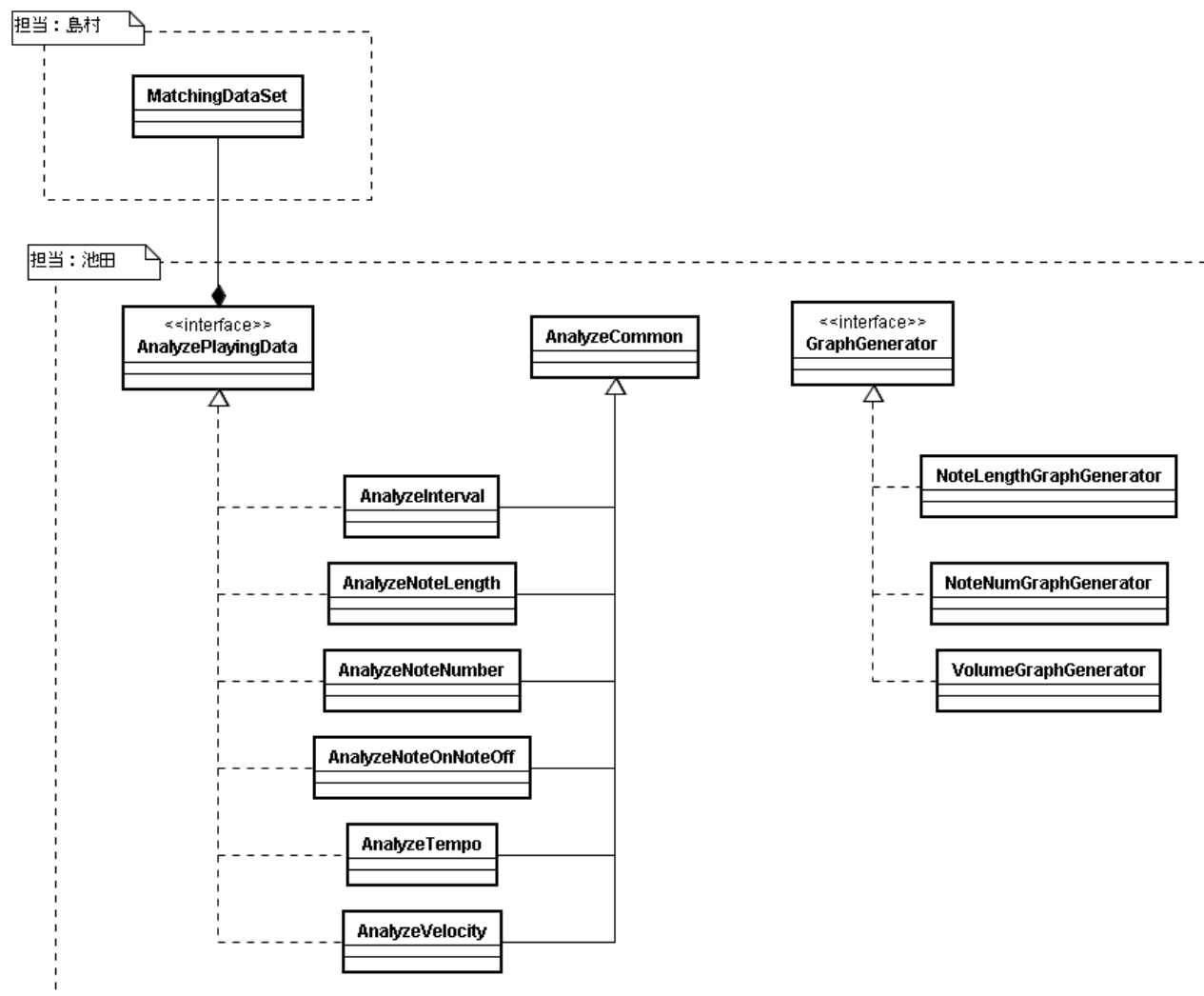
メッセージ ID	メッセージ名	内容	備考
EMS001	楽譜データ読み込みエラー	楽譜データを読み込むことが出来ませんでした。	GUC002 参照
EMS002	演奏データ読み込みエラー	演奏データを読み込むことが出来ませんでした。	EUC009 参照
EMS003	対応付けデータ読み込みエラー	対応付けデータを読み込むことが出来ませんでした。	TUC006 参照
EMS004	入力値エラー	入力値が入力可能範囲を超えています。	EUC006 参照

6.3. インフォメーションメッセージ

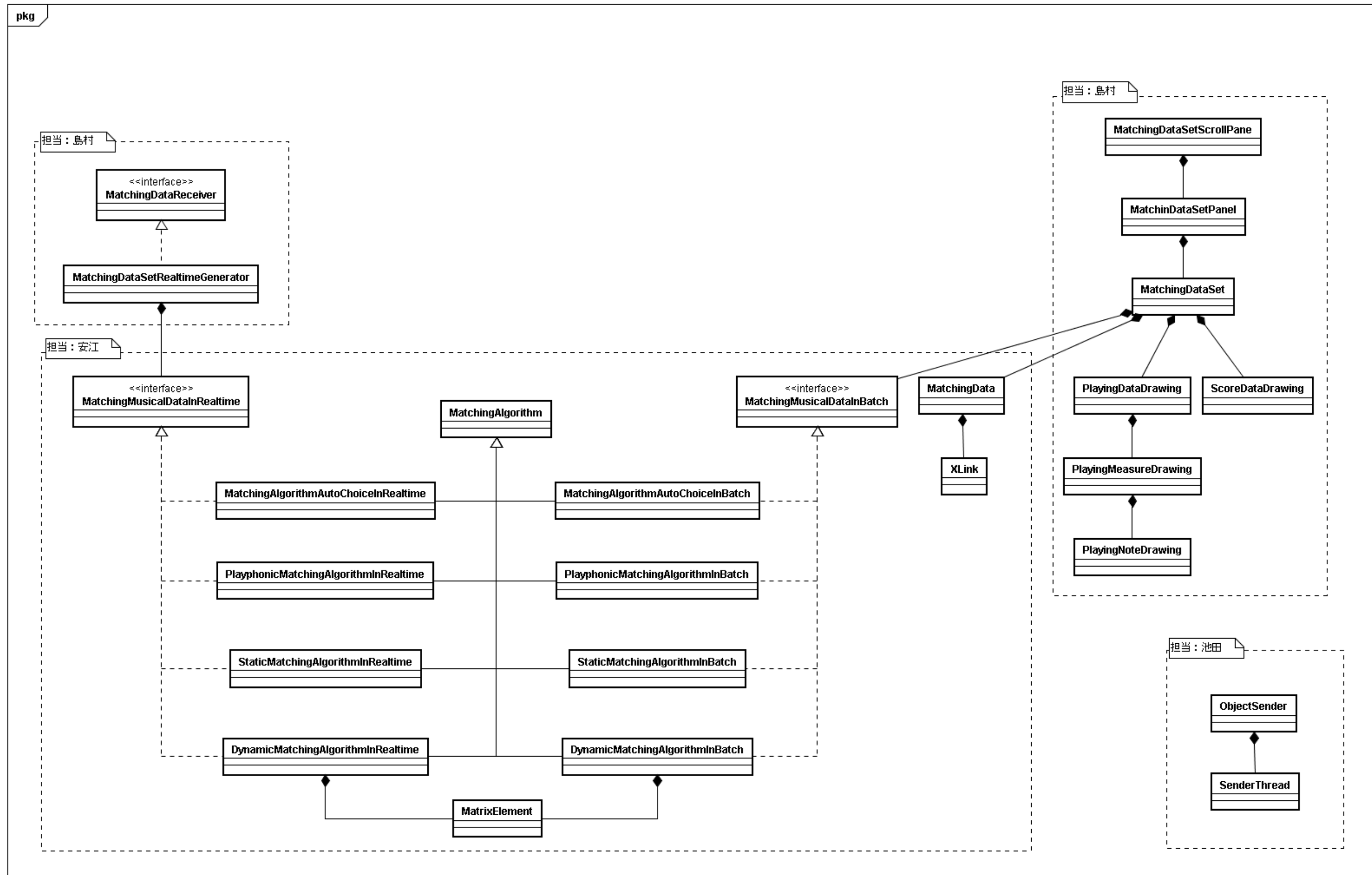
メッセージ ID	メッセージ名	内容	備考
IMS001	ファイル保存完了	ファイルを保存しました。	EUC004,TUC003 参照
IMS002	分析結果出力完了	分析結果の CSV 出力が完了しました。	BUC004 参照

クラス図

- 演奏分析コンポーネント



● 対応付けコンポーネント



演奏分析評価実験手順書

演奏分析アプリケーションの評価実験概要

- 実験内容

手作業および演奏分析アプリケーションでの演奏データの分析とグラフへの描画を行い、それぞれの作業時間を記録する。

- 実験の進行について

所要時間：全体で1時間半を見込んでいます

- ① 実験についての説明(10分)
- ② 手作業での演奏データの分析の練習(30分)
- ③ 手作業での分析の実験(30分)
- ④ 演奏分析アプリケーションを用いての演奏データの分析の練習(10分)
- ⑤ 演奏分析アプリケーションでの分析の実験(10分)
- ⑥ アンケート

- 対象データなどについて

- 分析の対象データ

評価実験の対象データには8小節、単旋律の楽曲を用います。

楽譜データ×1, 演奏データ×2(xlsx形式:手作業, MIDI-XML形式:演奏分析アプリケーション使用時)

- ◇ 練習時

曲目:エリーゼのために

- ◇ 本実験時

曲目: ユーモレスク

- 評価項目:インターバル

- 分析の種類:比較分析

- グラフ作成時に二つの演奏データのグラフを重ね合わせるときに用いる正規化の方法:4小節ごとのテンポの平均を用いた正規化

- 記録する項目:分析作業の開始からグラフの描画を行い、分析結果を保存するまでの所要時間

- 各実験での作業内容

1. 演奏情報の分析

- 1.1. 楽譜と演奏データ 1 の対応付けを行う
- 1.2. 演奏データ 1 の拍あたり時間を求める
- 1.3. 楽譜と演奏データ 2 の対応付けを行う
- 1.4. 演奏データ 2 の拍あたり時間を求める
- 1.5. 演奏データ 1 と演奏データ 2 の指定されたパラメータを 1.2, 1.4 で求めた拍あたり時間の値を用いて正規化する

2. 分析結果のグラフ化

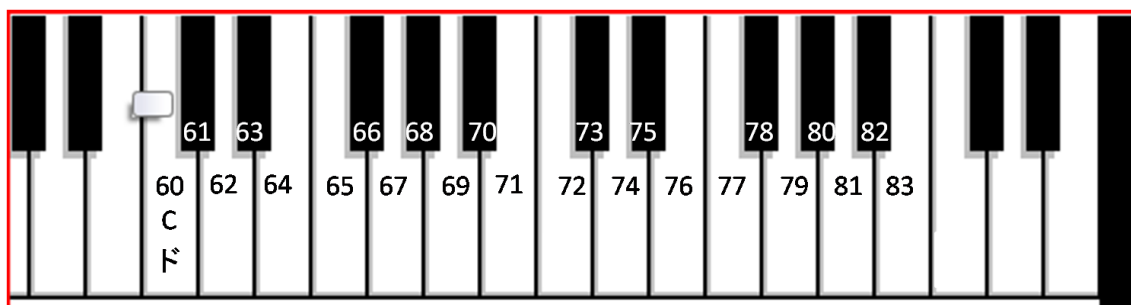
- 2.1. 1.での分析結果をグラフにする

1, 2 の作業を通して行った作業の処理時間を, Excel を用いた場合と演奏分析アプリケーションを用いた場合の両方に対してそれぞれ記録する. 各作業の詳細については別の文書にマニュアルとしてまとめている.

- 用語の説明

- 音高

キーボードの中央の C を 60 とした。音の高さ。



手作業による演奏分析作業の手順

1. 対応付け（1）

楽譜と演奏データ（Excel ファイル）の各音符の対応付けを行う。

【練習時】

楽譜：エリーゼのために（紙にプリントアウトしたものを用いる）

演奏データ：エリーゼのために 1.xlsx , エリーゼのために 2.xlsx

【本実験】

楽譜：ユーモレスク（紙にプリントアウトしたものを用いる）

演奏データ：ユーモレスク 1.xlsx , ユーモレスク 2.xlsx

を使用します。

- 演奏データのファイルを開く

各ファイルはデスクトップの「演奏データ」フォルダに保存されています。

練習時：エリーゼのために 1.xlsx

本実験時：ユーモレスク 1.xlsx

のファイルを開きます。

- 「小節番号」、「テンポ」の列を追加する

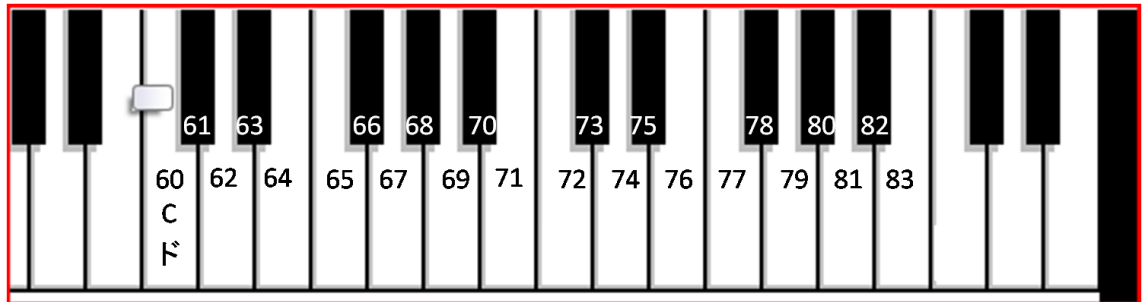
	A	B	C	D	E	F
1	小節番号	インターバル	音高	音量	音長	テンポ
2		2532	76	61	328	
3		280	75	59	400	
4		368	76	61	348	
5		308	75	59	388	
6		356	76	61	348	
7		308	71	58	428	
8		400	74	61	380	
9		340	72	60	488	
10		380	69	53	468	
11		976	60	58	468	
12		428	64	58	428	
13		388	69	59	436	

1. 対応付け（2）

楽譜と演奏データを突き合わせて対応付けを行う。演奏データの音高の値と、演奏データは時系列で並んでいることを利用して対応付けをする。

➤ 音高

キーボードの中央の C を 60 とした。音の高さ。



- 演奏データの各行に対して、対応する楽譜の音符を探す。
- 対応する音符を見つけたら、その音符が楽譜の先頭から何番目の小節にあるかを小節番号の列に記入する。

	A	B	C	D	E	F
1	小節番号	インターバル	音高	音量	音長	テンポ
2	1	2532	76	61	328	
3	1	280	75	59	400	
4	2	368	76	61	348	
5	2	308	75	59	388	
6	2	356	76	61	348	
7	2	308	71	58	428	
8	2	400	74	61	380	
9	2	340	72	60	488	
10	3	380	69	53	468	
11	3	976	60	58	468	
12	3	428	64	58	428	
13	3	388	69	59	436	

2. 演奏データの比較グラフ用の正規化（1）

- テンポを求める

4小節ごとにテンポを求める

- 1～4小節のテンポを求める

☆ 1小節目の2番目のインターバルから5小節目の1番目のインターバルを足しあわせて、1～4小節の間の拍数（エリーゼのためにのとき10、ユーモレスクのとき8）で割る

- 5～8小節のテンポを求める

☆ 5小節目の2番目のインターバルから8小節目の最後のインターバルと8小節目の最後の音長を足しあわせて、5～8小節の間の拍数で割る（エリーゼのためにのとき12、ユーモレスクのとき8）

	A	B	C	D	E	F	G
1	小節番号	インターバル	音高	音量	音長	テンポ	
2	1	2532	76	61	328	=SUM(B\$3:B\$18)/10	
3	1	280	75	59	400	SUM(数値1, [数値2], ...)	
4	2	368	76	61	348	702.4	
5	2	308	75	59	388	702.4	
6	2	356	76	61	348	702.4	
7	2	308	71	58	428	702.4	
8	2	400	74	61	380	702.4	
9	2	340	72	60	488	702.4	
10	3	380	69	53	468	702.4	
11	3	976	60	58	468	702.4	
12	3	428	64	58	428	702.4	
13	3	388	69	59	436	702.4	
14	4	400	71	58	488	702.4	
15	4	1056	64	54	340	702.4	
16	4	300	68	58	428	702.4	
17	4	376	71	59	428	702.4	
18	5	360	72	55	408	685.3333	

ここまでの作業内容をファイルを上書きして保存し、今度は

練習時：エリーゼのために 2.xlsx

本実験時：ユーモレスク 2.xlsx

の演奏データを開き、1. 対応付け（1）より、再度行います。

2. 演奏データの比較グラフ用の正規化 (2)

- 新規に Excel ファイルを作成し、先程までのデータを下の図のようにまとめる

	A	B	C	D	E
1	小節番号	インターバル1	テンポ1	インターバル2	テンポ2
2	1	2532	702.4	2144	612.4
3	1	280	702.4	308	612.4
4	2	368	702.4	268	612.4
5	2	308	702.4	288	612.4
6	2	356	702.4	248	612.4
7	2	308	702.4	280	612.4
8	2	400	702.4	268	612.4
9	2	340	702.4	268	612.4
10	3	380	702.4	428	612.4
11	3	976	702.4	1028	612.4
12	3	428	702.4	300	612.4
13	3	388	702.4	268	612.4
14	4	400	702.4	380	612.4
15	4	1056	702.4	956	612.4
16	4	300	702.4	240	612.4
17	4	376	702.4	248	612.4

- テンポ1 とテンポ2 の平均をとる

F2		fx =AVERAGE(C2,E2)				
	A	B	C	D	E	F
1	小節番号	インターバル1	テンポ1	インターバル2	テンポ2	テンポ1とテンポ2の 平均
2	1	2532	702.4	2144	612.4	657.4
3	1	280	702.4	308	612.4	657.4
4	2	368	702.4	268	612.4	657.4
5	2	308	702.4	288	612.4	657.4
6	2	356	702.4	248	612.4	657.4
7	2	308	702.4	280	612.4	657.4
8	2	400	702.4	268	612.4	657.4
9	2	340	702.4	268	612.4	657.4
10	3	380	702.4	428	612.4	657.4
11	3	976	702.4	1028	612.4	657.4
12	3	428	702.4	300	612.4	657.4
13	3	388	702.4	268	612.4	657.4
14	4	400	702.4	380	612.4	657.4
15	4	1056	702.4	956	612.4	657.4
16	4	300	702.4	240	612.4	657.4
17	4	376	702.4	248	612.4	657.4

2. 演奏データの比較グラフ用の正規化（3）

- 各演奏データのインターバルに次のものを掛けて、正規化インターバルとする
 - 「正規化インターバル 1」 = 「インターバル 1」 × (「テンポ 1 とテンポ 2 の平均」 / テンポ 1)
 - 「正規化インターバル 2」 = 「インターバル 2」 × (「テンポ 1 とテンポ 2 の平均」 / テンポ 2)

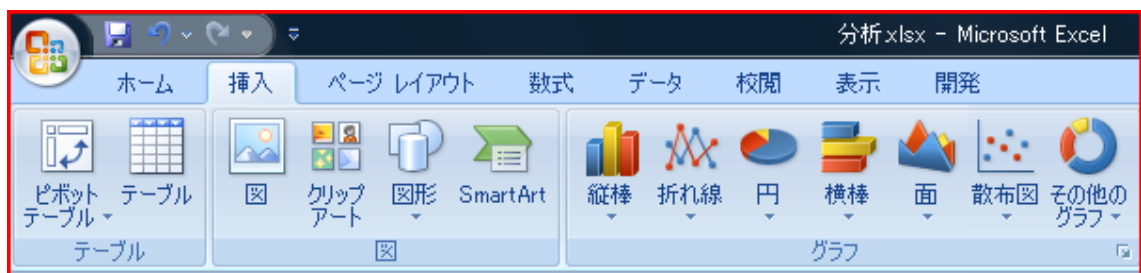
SUMIF ✕ ✓ f_x =B2*(F2/C2)								
	A	B	C	D	E	F	G	
1	小節番号	インターバル1	テンポ1	インターバル2	テンポ2	テンポ1とテンポ2の平均	正規化1	正規化2
2	1	2532	702.4	2144	612.4	657.4	=B2*(F2/C2)	
3	1	280	702.4	308	612.4	657.4	262.0615	33
4	2	368	702.4	268	612.4	657.4	344.4237	2
5	2	308	702.4	288	612.4	657.4	288.2677	30
6	2	356	702.4	248	612.4	657.4	333.1925	26
7	2	308	702.4	280	612.4	657.4	288.2677	30
8	2	400	702.4	268	612.4	657.4	374.3736	2
9	2	340	702.4	268	612.4	657.4	318.2175	2
10	3	380	702.4	428	612.4	657.4	355.6549	
11	3	976	702.4	1028	612.4	657.4	913.4715	11
12	3	428	702.4	300	612.4	657.4	400.5797	32
13	3	388	702.4	268	612.4	657.4	363.1424	2
14	4	400	702.4	380	612.4	657.4	374.3736	40
15	4	1056	702.4	956	612.4	657.4	988.3462	10
16	4	300	702.4	240	612.4	657.4	280.7802	25
17	4	376	702.4	248	612.4	657.4	351.9112	26

3. グラフの描画（1）

- 正規化1と正規化2の列を選択する

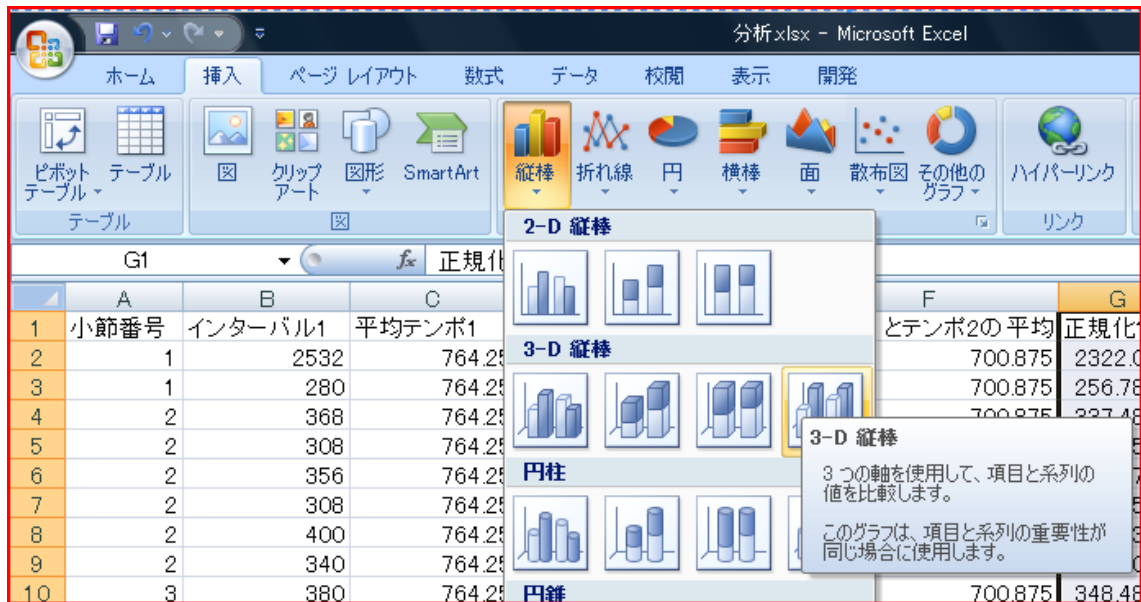
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	小節番号	インターバル1	平均テンポ1	インターバル2	平均テンポ2	テンポ1とテンポ2の平均	正規化1	正規化2
2	1	2532	764.25	2144	637.5	700.875	2322.035	2357.139
3	1	280	764.25	308	637.5	700.875	256.7812	338.6188
4	2	368	764.25	268	637.5	700.875	337.4838	294.6424
5	2	308	764.25	288	637.5	700.875	282.4593	316.6306
6	2	356	764.25	248	637.5	700.875	326.4789	272.6541
7	2	308	764.25	280	637.5	700.875	282.4593	307.8353
8	2	400	764.25	268	637.5	700.875	366.8302	294.6424
9	2	340	764.25	268	637.5	700.875	311.8057	294.6424
10	3	380	764.25	428	637.5	700.875	348.4887	470.5482
11	3	976	764.25	1028	637.5	700.875	895.0658	1130.195
12	3	428	764.25	300	637.5	700.875	392.5083	329.8235
13	3	388	764.25	268	637.5	700.875	355.8253	294.6424
14	4	400	764.25	380	637.5	700.875	366.8302	417.7765
15	4	1056	764.25	956	637.5	700.875	968.4318	1051.038
16	4	300	764.25	240	637.5	700.875	275.1227	263.8588
17	4	376	764.25	248	637.5	700.875	344.8204	272.6541

- 「挿入」タブの「縦棒」グラフを選択する

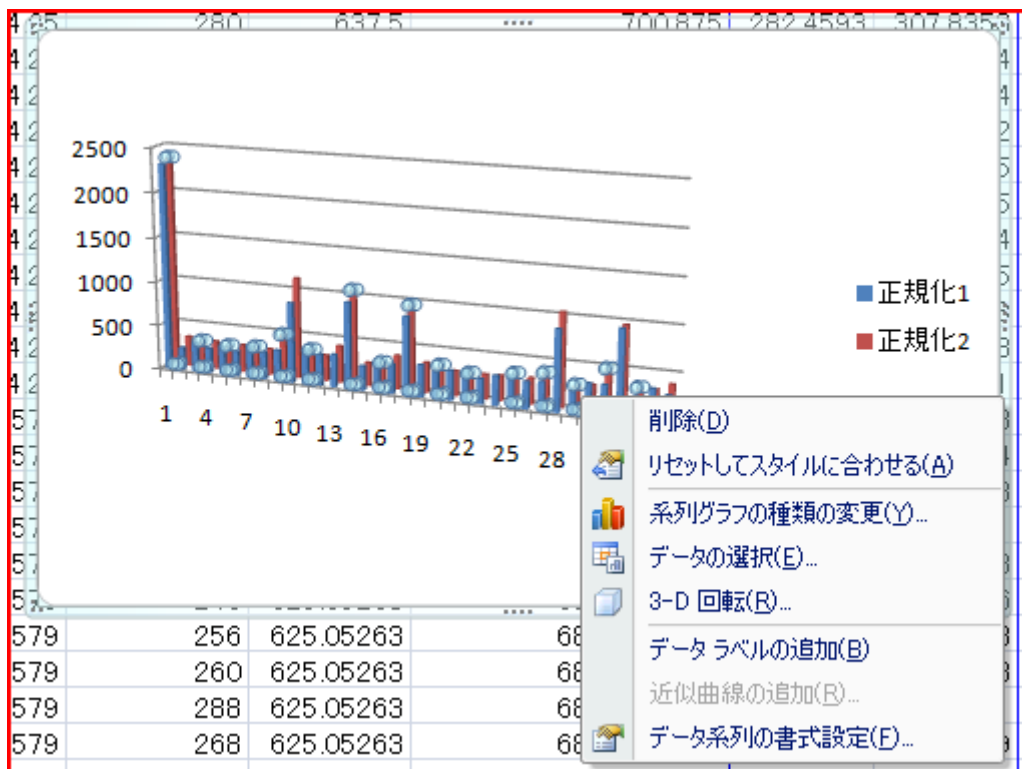


3. グラフの描画（2）

- 「3D 縦棒」を選択する

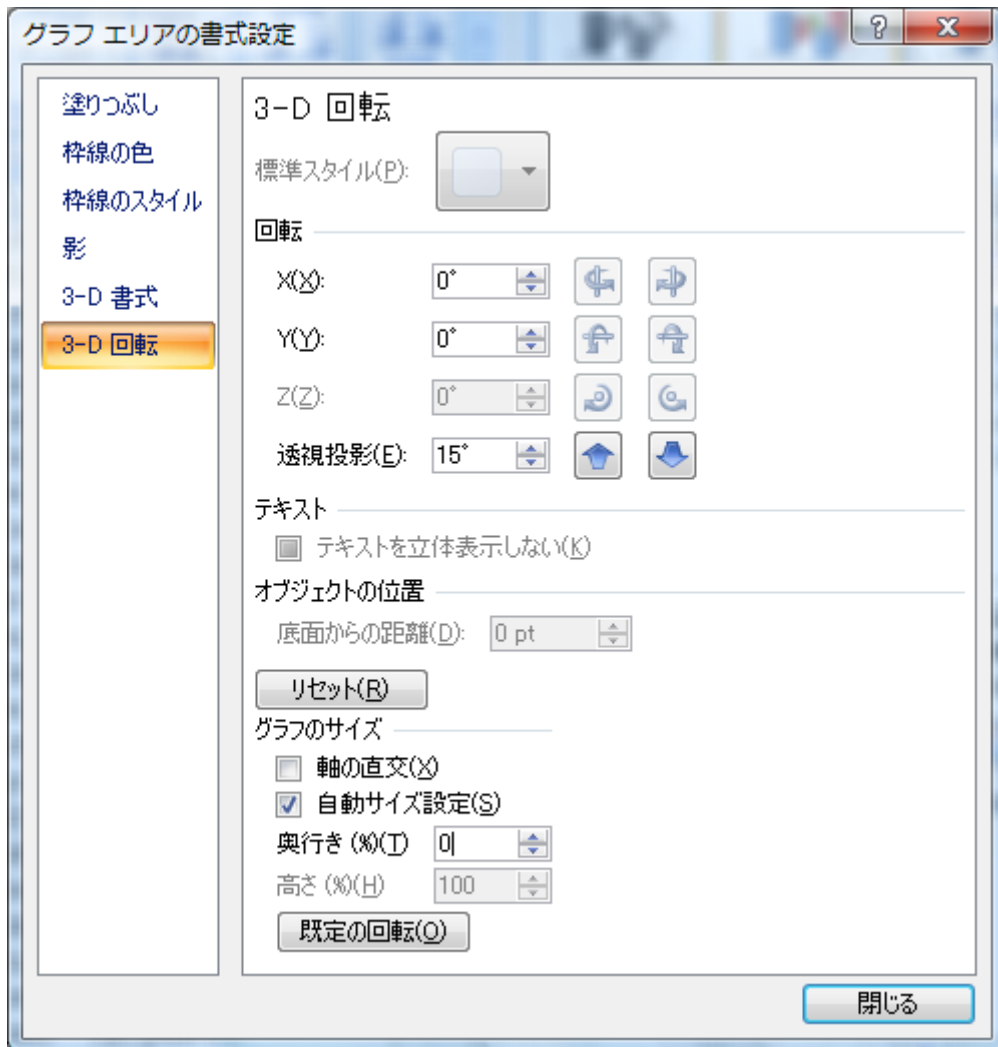


- グラフの向きの修正
- グラフを右クリックして「3D-回転」を選択する

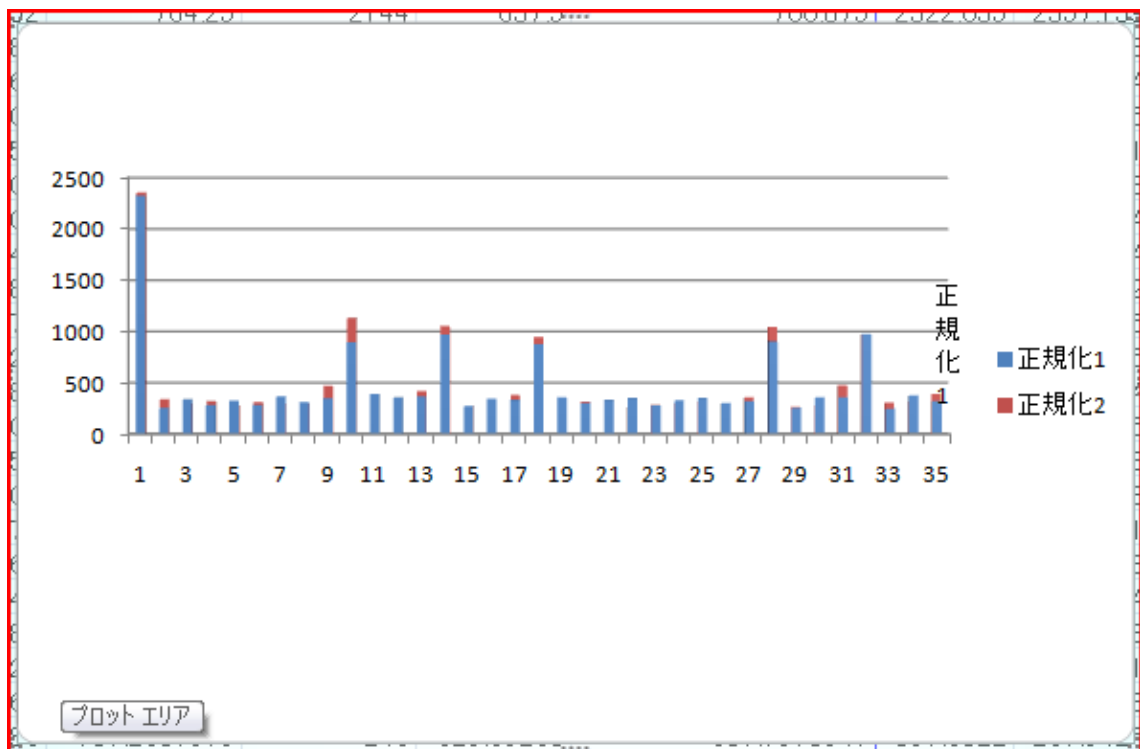


3. グラフの描画 (3)

- 「X」, 「Y」, 「奥行き」を「0」にして、「閉じる」ボタンを押下する



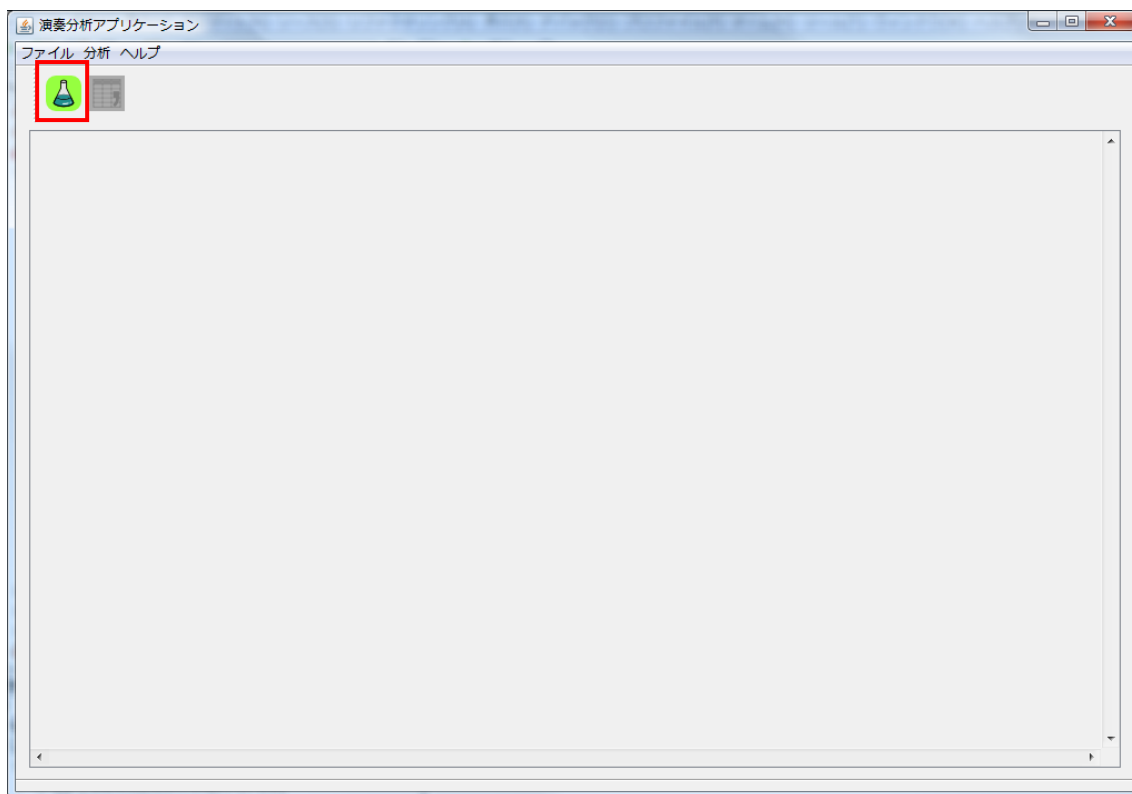
3. グラフの描画（4）



以上で手作業による演奏分析は完了です。

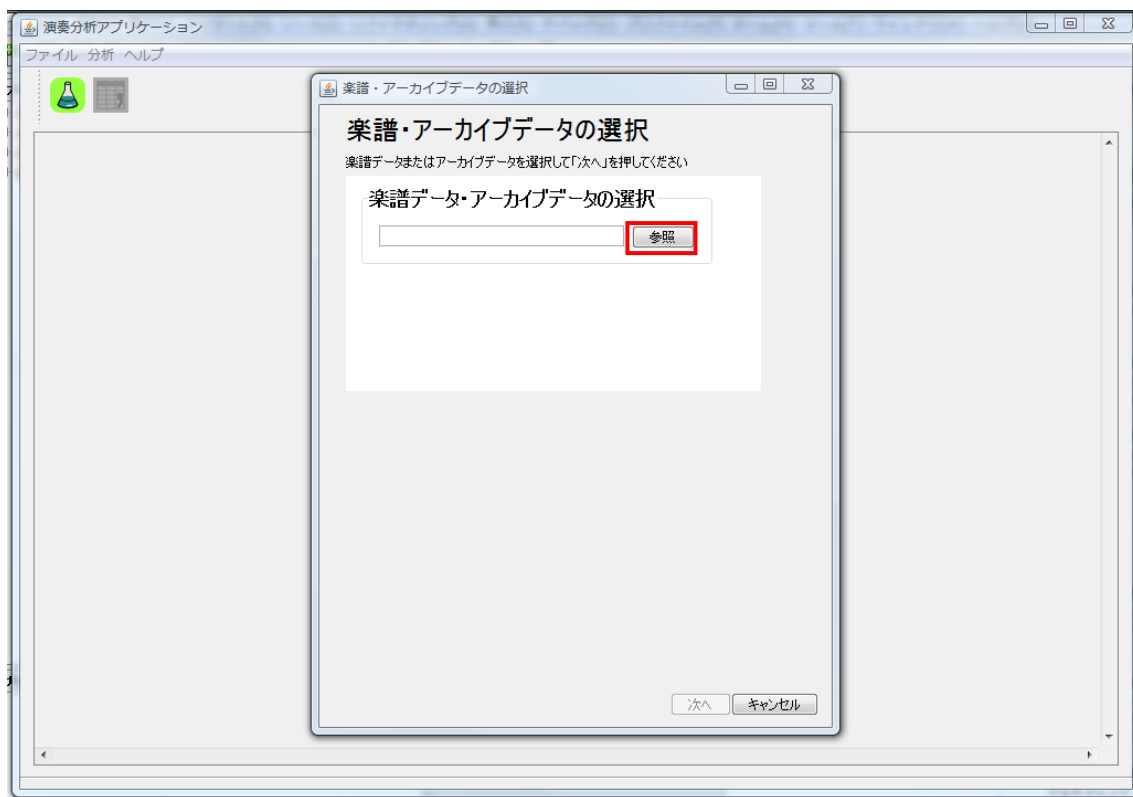
演奏分析作業手順（演奏分析アプリケーション）

1. 演奏分析の開始



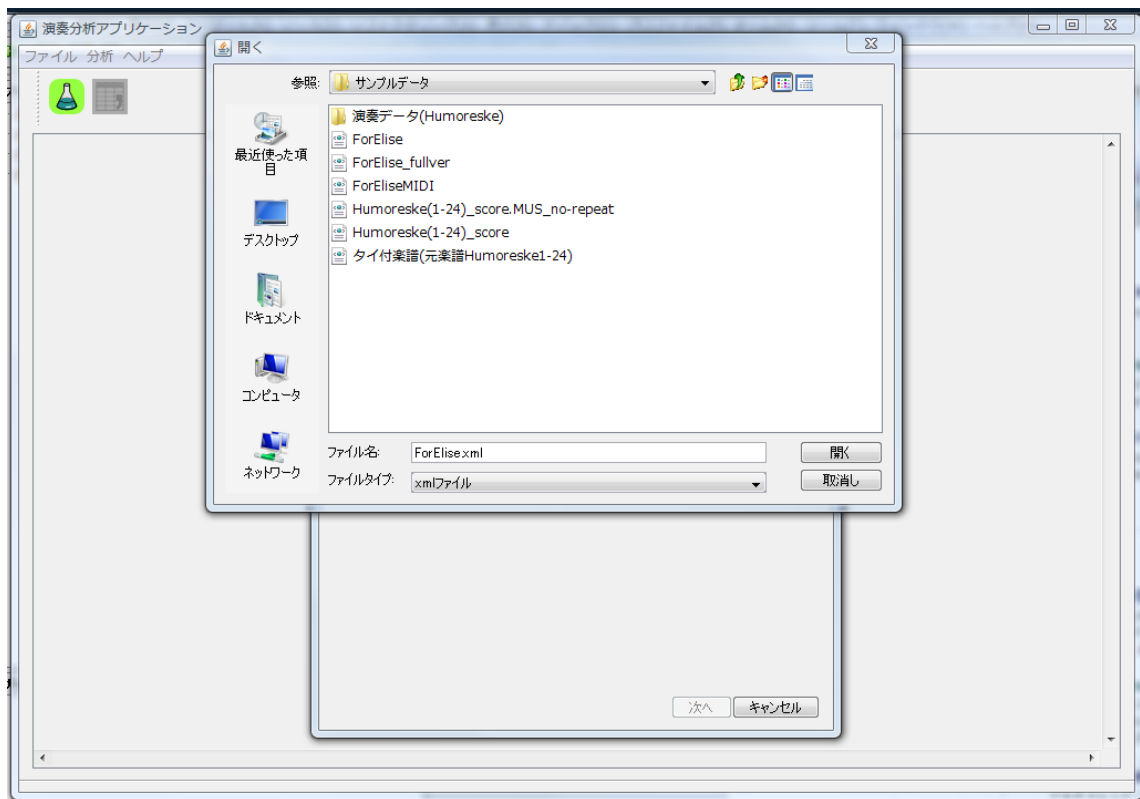
赤枠部のボタンを押下します。

2. 楽譜データの指定（1）



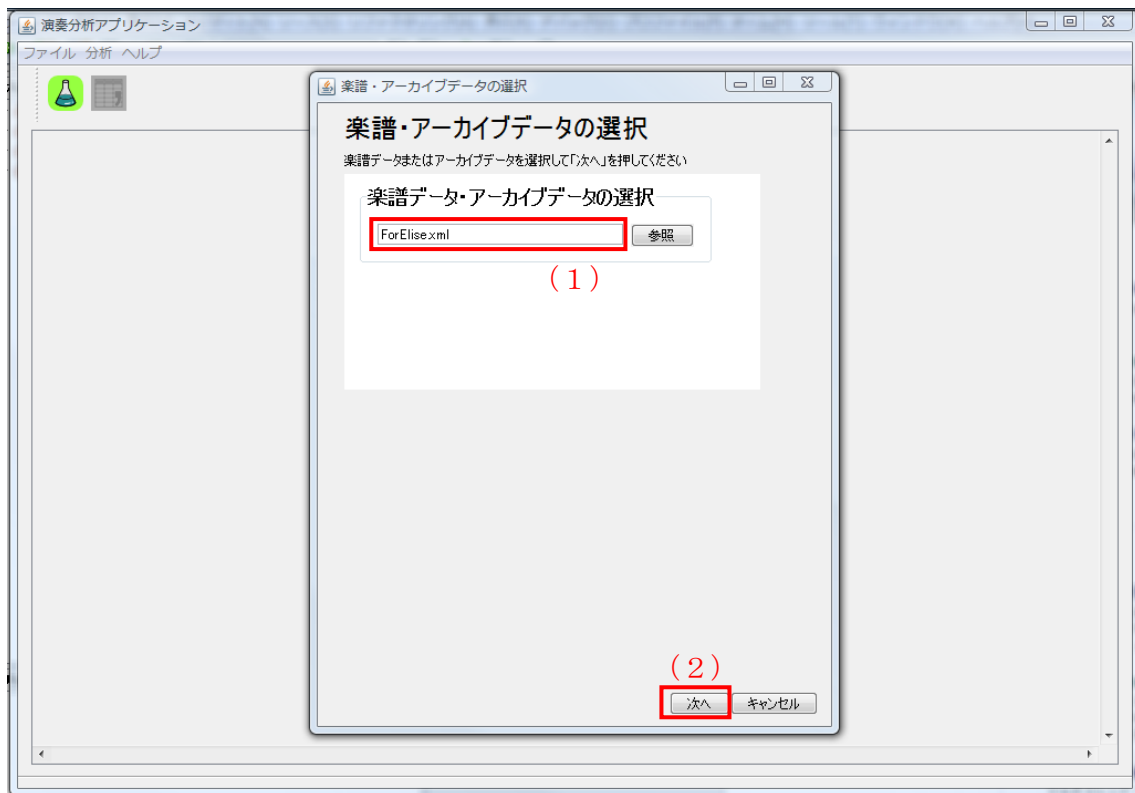
赤枠部，「参照ボタンを押下します」

2. 楽譜データの指定 (2)



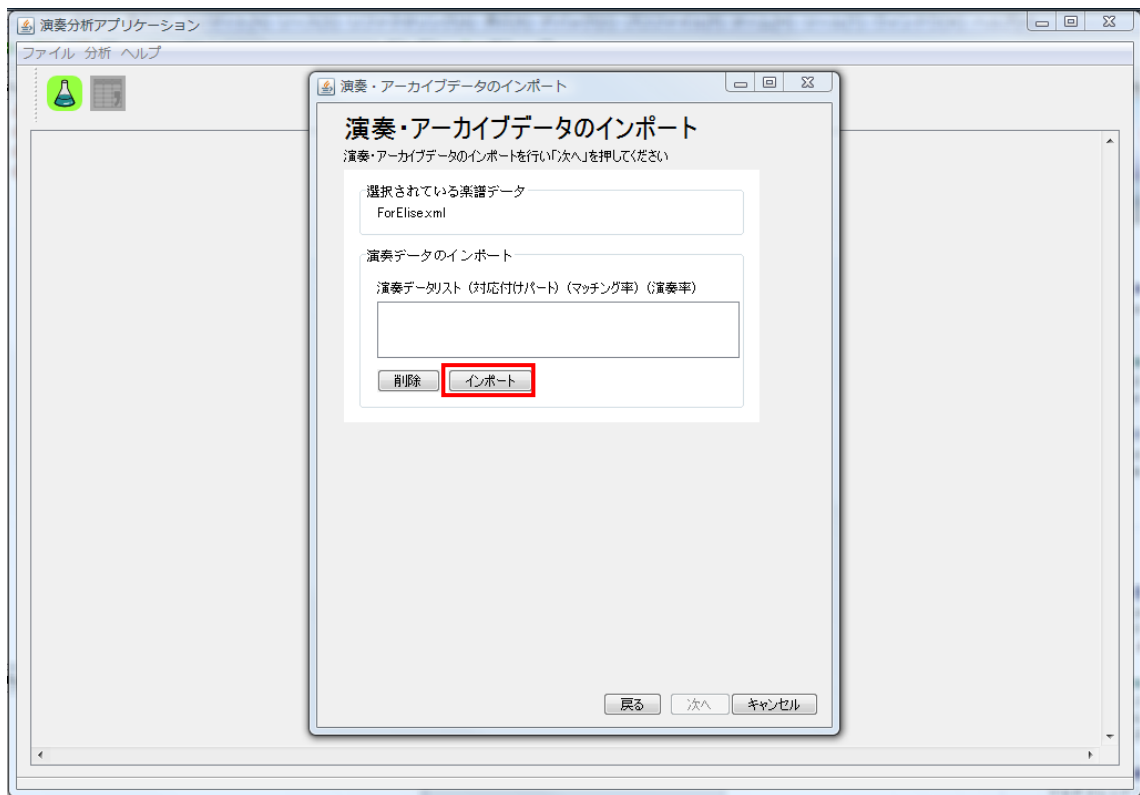
- ダイアログからファイルを指定して, 「開く」ボタンを押下します.
練習時: 「デスクトップ¥楽譜データ¥エリーゼのために」
本実験: 「デスクトップ¥楽譜データ¥ユーモレスク」

2. 楽譜データの指定 (3)



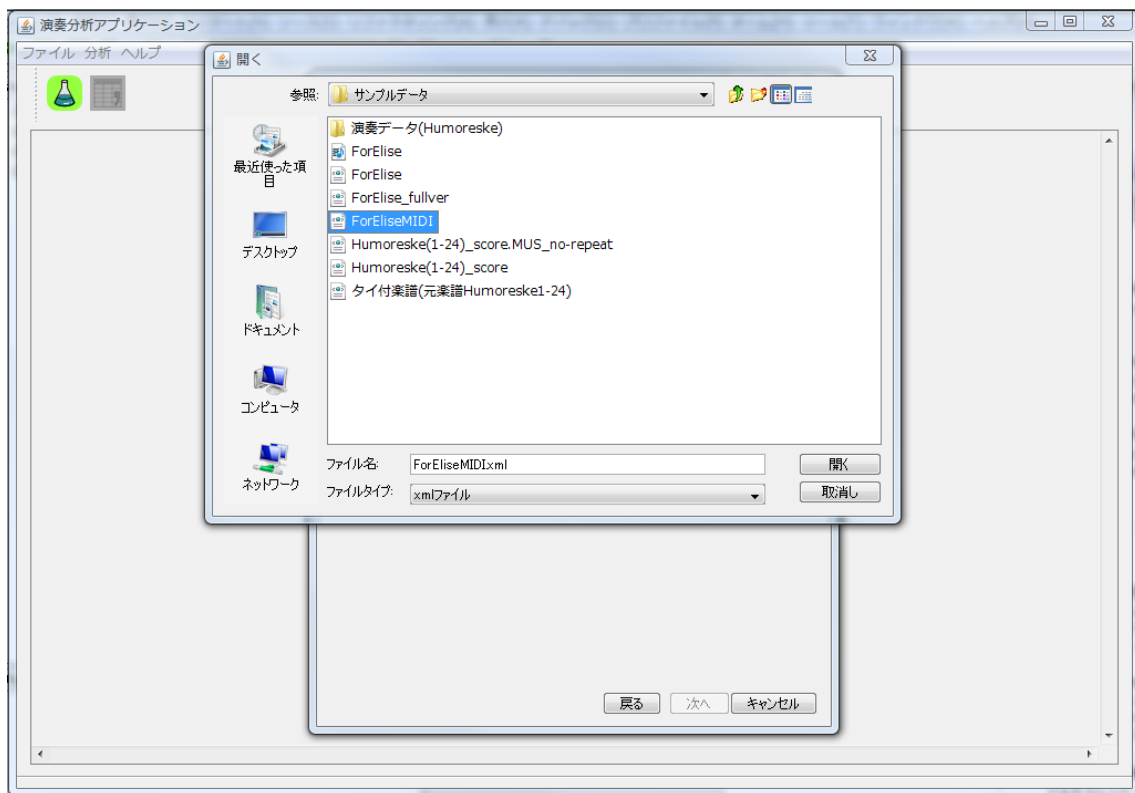
- 2. 楽譜データの指定 (2) で選択したファイルの名前が赤枠部 (1) に表示されていることを確認する.
- 赤枠部 (2) の「次へ」ボタンを押下する.

3. 演奏データのインポート（1）



- 赤枠部「インポート」ボタンを押下します。

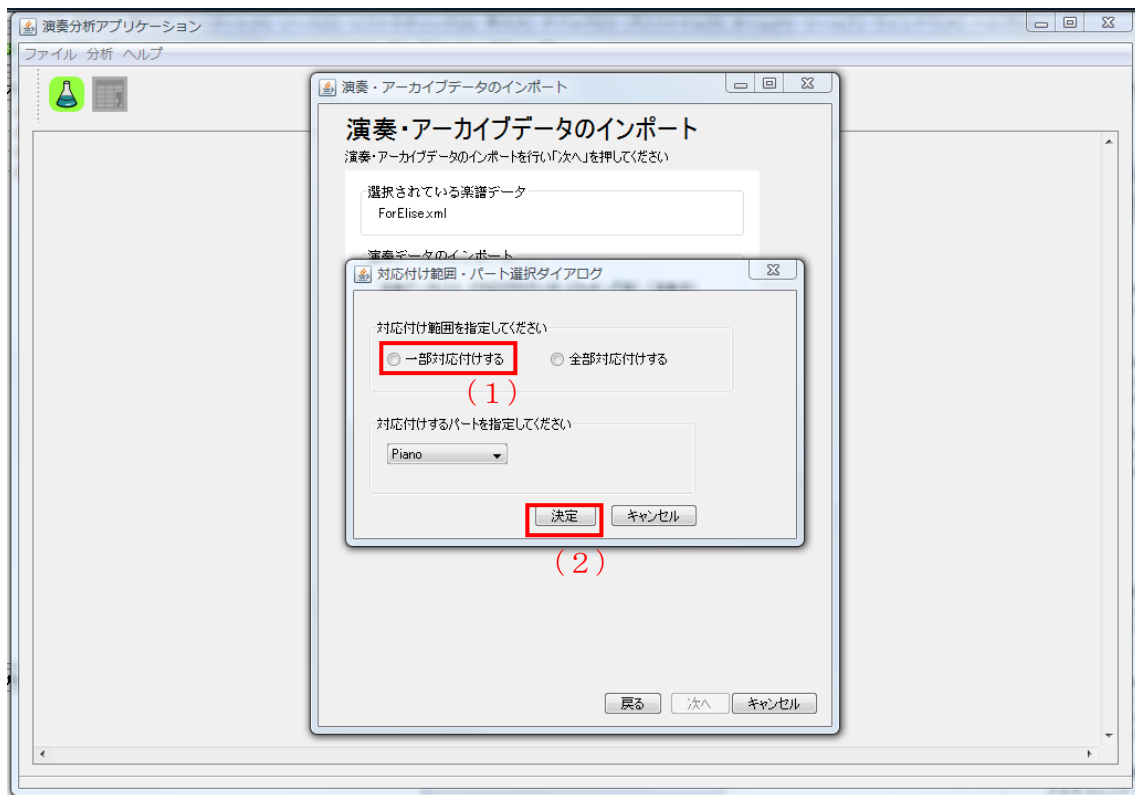
3. 演奏データのインポート（2）



- ダイアログからファイルを指定して、「開く」ボタンを押下します。
練習時：「デスクトップ¥演奏データ¥エリーゼのために 1」

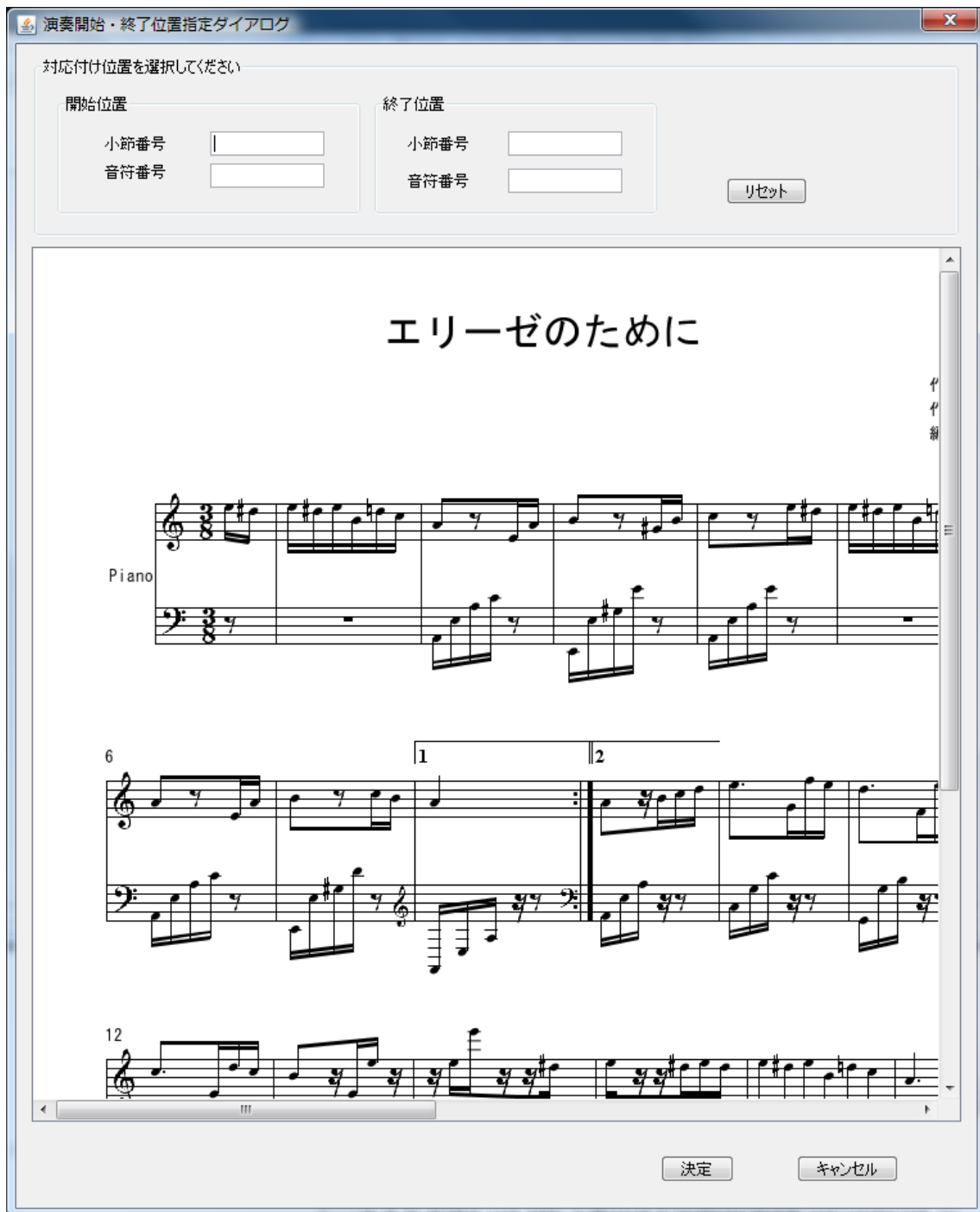
本実験：「デスクトップ¥演奏データ¥ユーモレスク 1」

3. 演奏データのインポート (3)



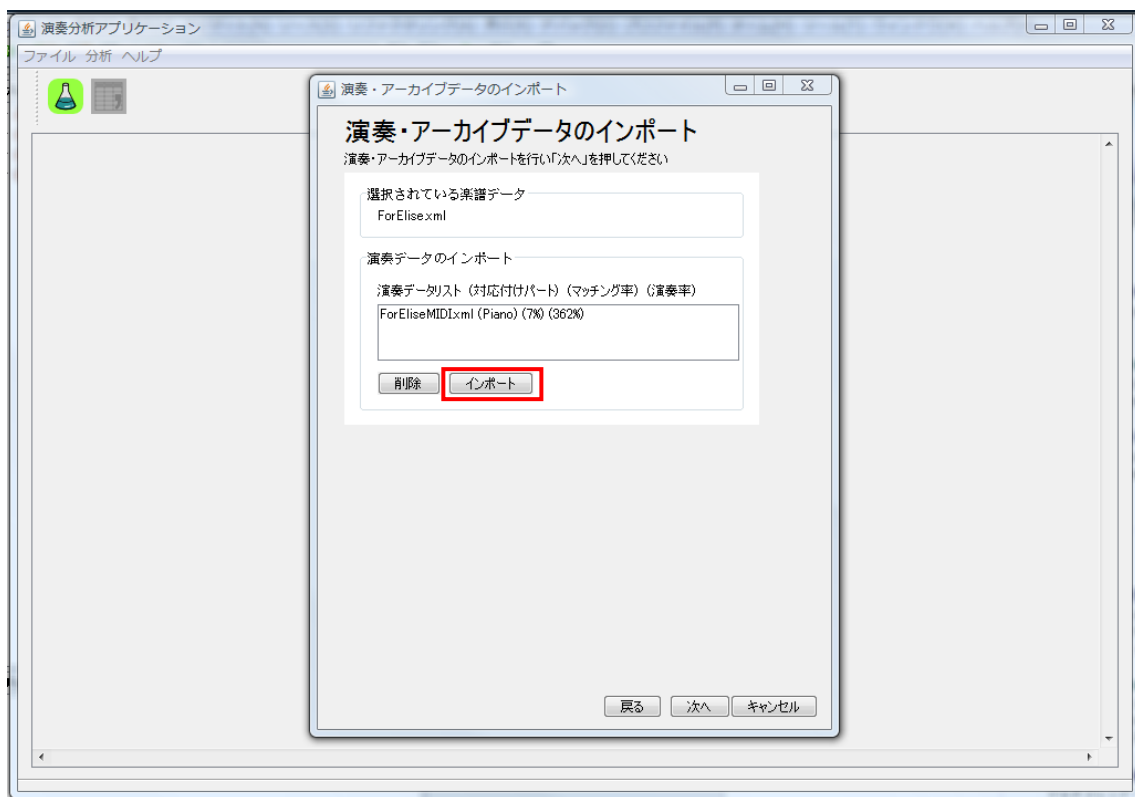
- 赤枠部 (1) の「一部対応付けする」を選択します。
- 赤枠部 (2) の「決定」ボタンを押下します。

3. 演奏データのインポート（4）



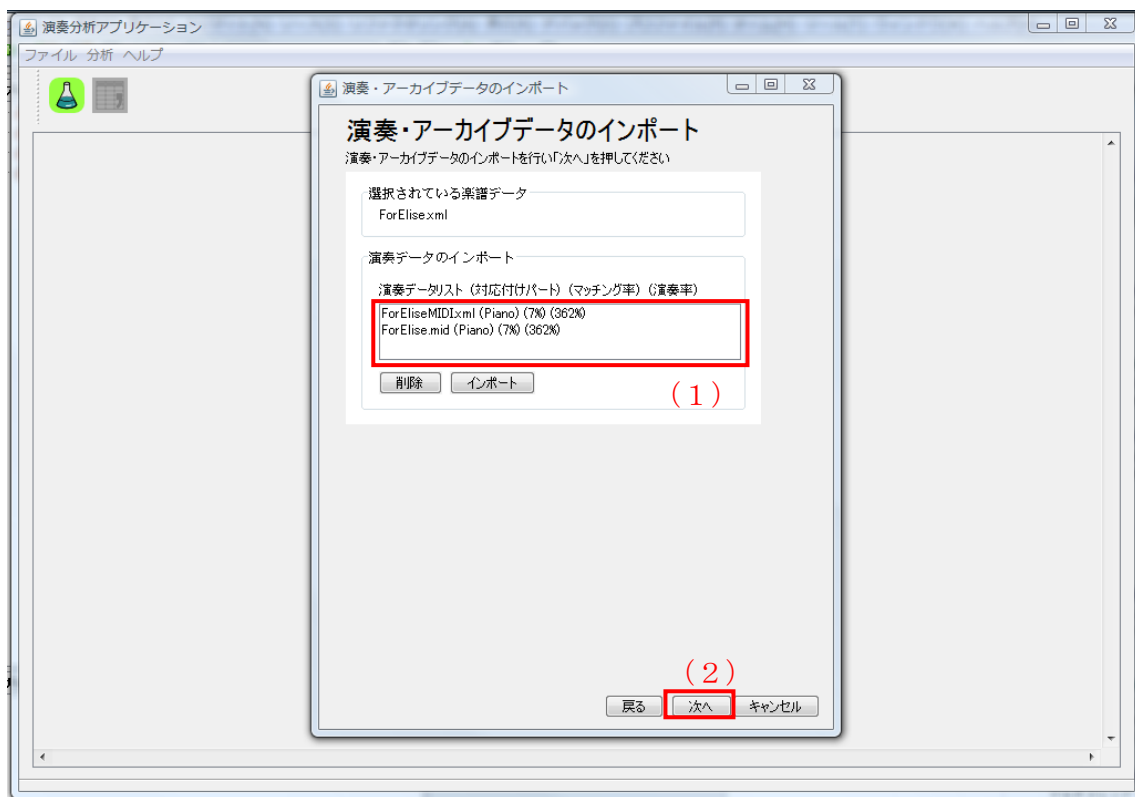
- 開始位置の小節番号に「0」音符番号に「1」を入力します。（半角）
本実験のときは小節番号に「1」を入力する。
- 終了位置の小節番号に「8」音符番号に「1」を入力します。（半角）
- 「決定」ボタンを押下します。

3. 演奏データのインポート（5）



- 演奏データリストに3. 演奏データのインポート（2）で選択したファイルが表示されていることを確認します。
- 再度、赤枠部「インポート」ボタンを押下し、今度は次のファイルをインポートします。
- 練習時：「デスクトップ¥演奏データ¥エリーゼのために 2」
- 本実験：「デスクトップ¥演奏データ¥ユーモレスク 2」

3. 演奏データのインポート（6）

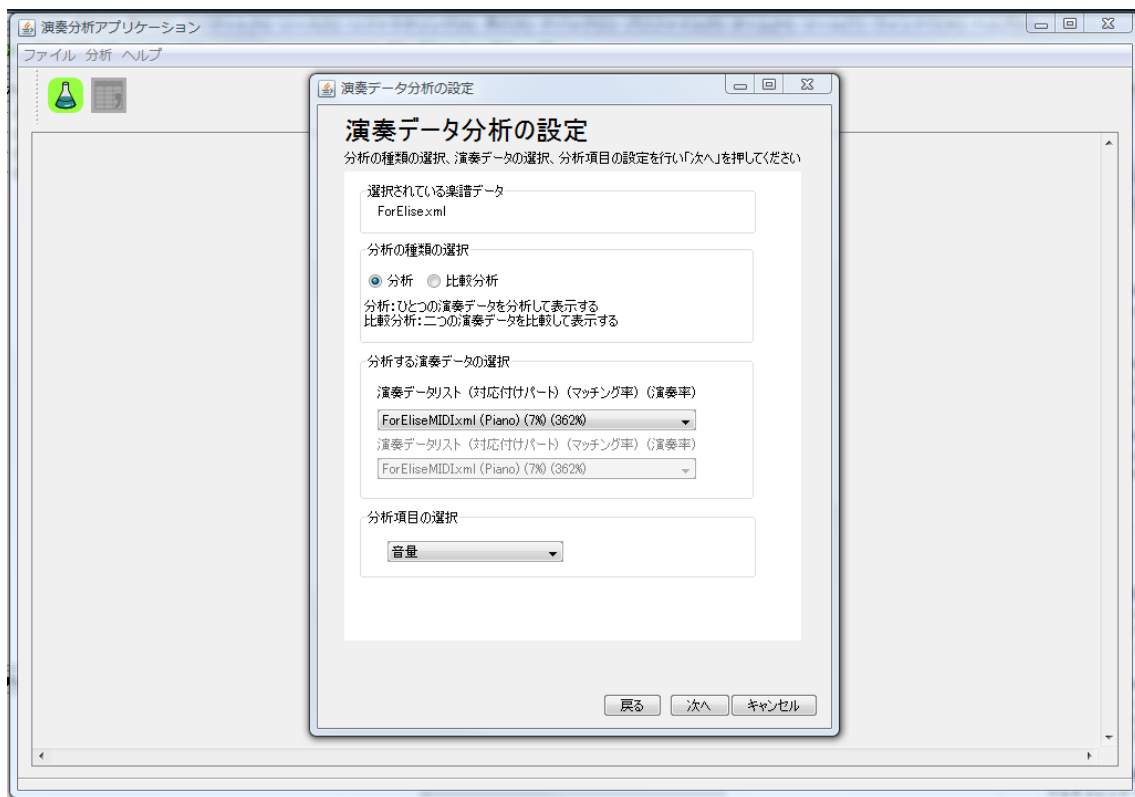


- 赤枠部（1）に「エリーゼのために 1」と「エリーゼのために 2」が表示されていることを確認します。

※本実験のときは「ユーモレスク 1」と「ユーモレスク 2」

- 赤枠部（2）「次へ」ボタンを押下します。

4. 演奏データ分析の設定（1）



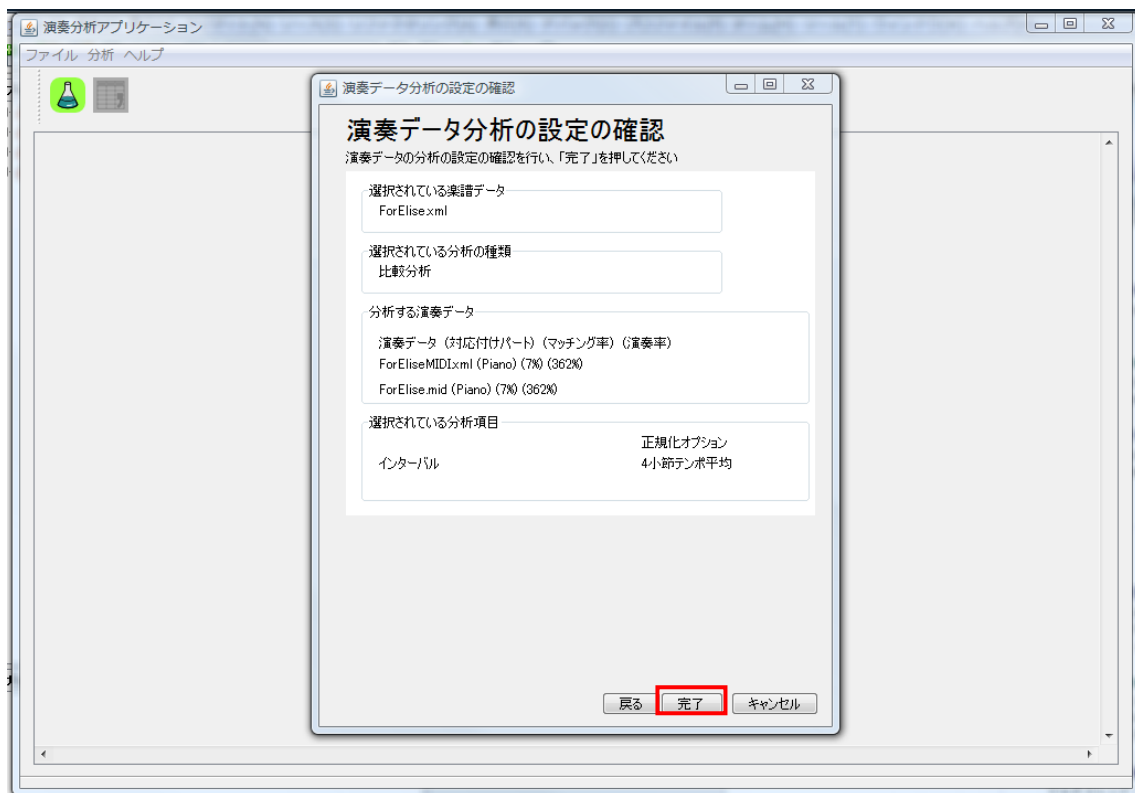
- 分析の種類の選択の「比較分析」を選択します。

4. 演奏データ分析の設定（2）



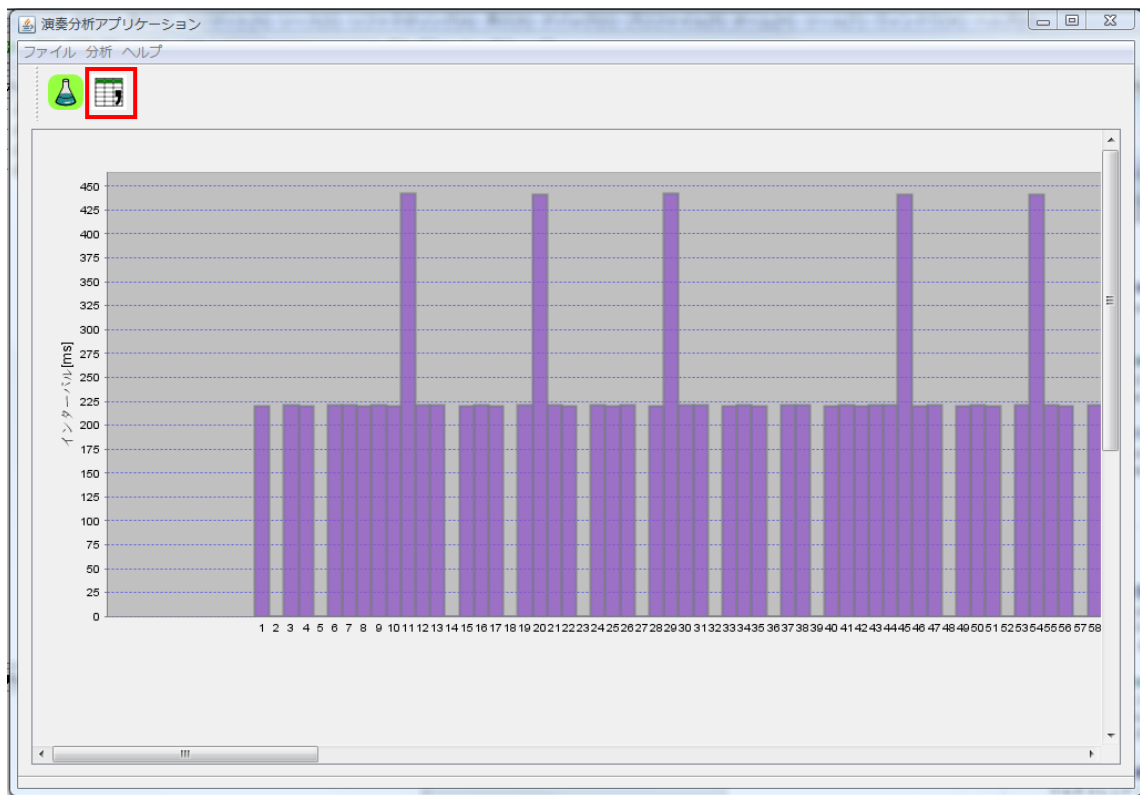
- 演奏データリストから「」と「」を選択します。
- 分析項目の選択から「インターバル」を選択します。
- 正規化オプションから「4 小節テンポ平均」を選択します。
- 赤枠部の「次へ」ボタンを押下します。

4. 演奏データ分析の設定の確認



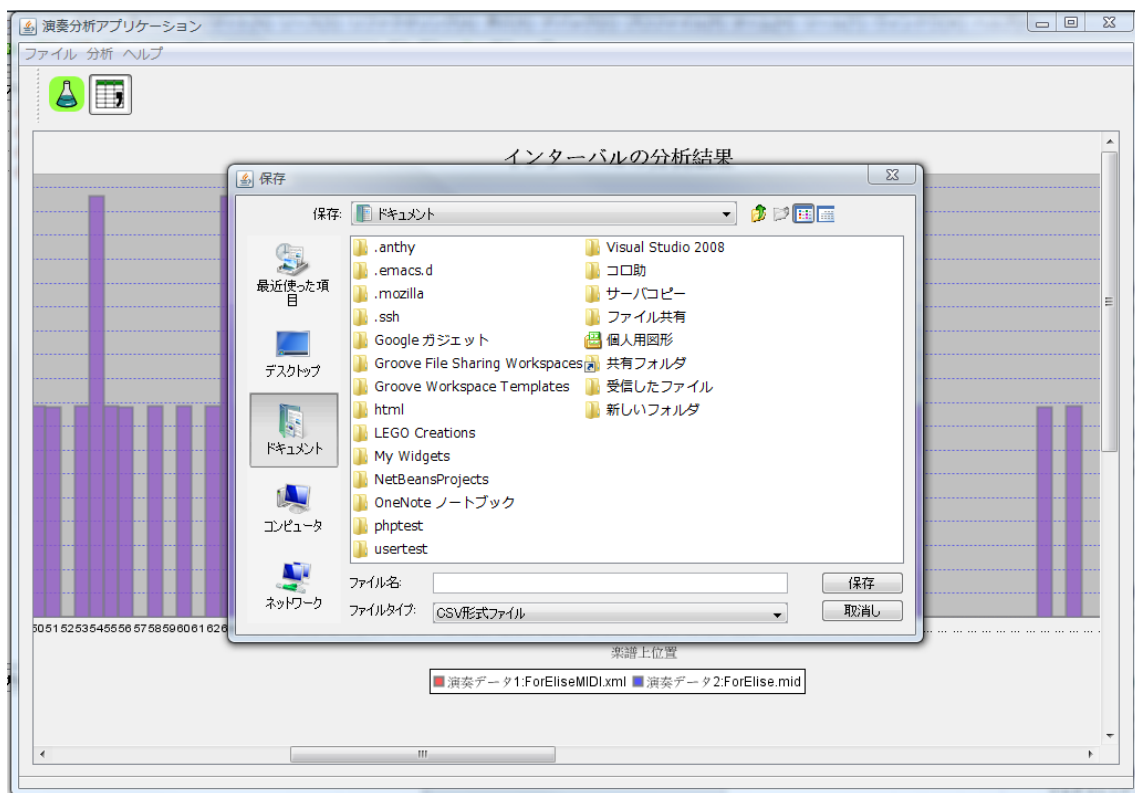
- 赤枠部「完了」ボタンを押下します。
- しばらくすると画面にグラフが表示されます。

5. 分析結果の保存（1）



- 赤枠部のボタンを押下します。

5. 分析結果の保存（2）



- ダイアログからを選択し、ファイル名に「interval.csv」と入力して、「保存」ボタンを押下してください。

以上で、演奏分析アプリケーションを用いた演奏分析の作業は終了です。