

組込み分野のための UML モデル解説書



製品編 P002

電子オルゴール

UMTP 組込み
モデリング部会

2016.5.15 更新

本書は、UML モデルカタログに含まれる「電子オルゴール」のモデルの詳細を記述したものです。モデリングの初心者には教科書や参考書として、モデリングのベテランの方々にはモデルのヒントとして、ぜひともお手元に置いて活用してください。

UMTP は特定非営利活動法人 UML モデリング推進協議会の登録商標です。その他、本書に記載されている会社名、商品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

目次

はじめに	4
要求仕様	4
モデル一覧	16
エンティティに着目したモデル	17
分析モデル	19
PIM 設計モデル	31
参考文献	63
付録：ユースケース記述	64
付録：分析モデルの動的モデル	89
付録：メニュー構成	102
付録：状態遷移表	110
付録：設計モデルの静的モデル	114
付録：設計モデルの動的モデル	125

はじめに

電子オルゴールは、携帯音楽プレーヤーのような音楽再生装置で、曲やプレイリスト¹を再生できます。オルゴールや音楽再生装置という身近なものを考えていますので、分かりやすいモデルです。

本モデルでは、曲やプレイリスト、再生パラメータをリストにまとめて管理する方式を表現しています。これは、データをグルーピングして管理する場合の参考になります。また、ユーザーインターフェースに関しては、設計モデルにデザインパターンを適用したモデルを提示しています。こちらは、小型の画面を持つ機器のユーザーインターフェースの設計に用いることができます。

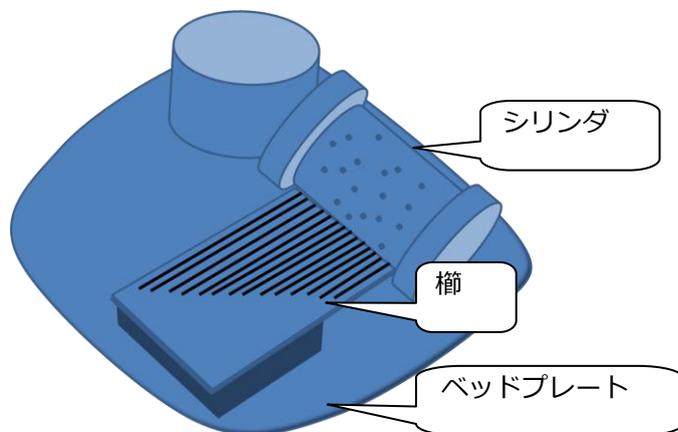
要求仕様

機械式オルゴールは、シリンダやディスク上のピンが、オルゴールの櫛の歯を弾くことによって音楽を奏でます。本カタログで扱う電子オルゴールは、機械式オルゴールの発音操作をソフトウェア制御します。これにより、(通常の機械式オルゴールは1曲の演奏を行います)、複数の曲の再生に対応できるオルゴールとなります。

曲を再生する機器には、携帯音楽プレーヤーがあります。電子オルゴールは、携帯音楽プレーヤーと同様のプレイリストにより複数の曲を再生します。プレイリストについて、携帯音楽プレーヤーとほぼ同様です。反面、携帯音楽プレーヤーは、テンポを変更できませんが(再生速度を変更すると可能ですが、音程も変わってしまいます)、電子オルゴールは、音程を変えずに、テンポを変更できます。これは、オルゴールが楽譜としてシリンダを持っており、それを元に演奏することをソフトウェアで再現しているためです。



機械式オルゴールの解説

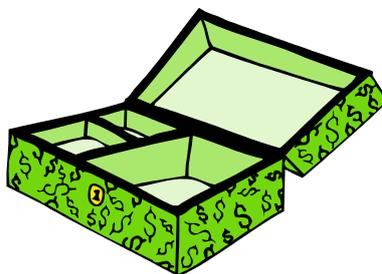


¹ プレイリストは、曲や動画を再生する順番に並べたリスト。携帯音楽プレーヤーやPCの音楽再生ソフトウェアでは、プレイリストを使用して、好みの順番で曲や動画を再生することができる。

シリンダ	オルゴールにとっての「楽譜」。櫛を弾くためのピンが打ち込まれている。シリンダが回転することにより櫛を弾くことで発音する。
櫛(くし)	発音するための金属板(「歯」)が並んでいる。歯の長さにより音程が決まる。
ベッドプレート	鋳物でできた土台。櫛が弾かれた際の音をボックスに伝える。
ボックス	通常は木製の箱。ベッドプレートの振動を反響させる共鳴装置として機能する。

ハードウェア仕様

1. 小型の木製の箱である（発音装置との組み合わせでオルゴールを再現できるもの）
2. 駆動
 - バッテリーで駆動すること
 - ACアダプタ接続により駆動すること
3. インターフェース
 - 小型液晶ディスプレイ
 - 上/下/左/右/中央の5個のキー
 - SD-Card
4. 音源方式
 - ウェーブテーブル SW シンセ



電子オルゴールの基本的な機能

1. プレイリストに曲を登録し、プレイリスト内の曲を再生していくことができます。
2. 調律²、リヴァーブ³、音量の設定を「曲調」として登録しておくことができます。

² 調律は、音階(ドレミファソラシド)の音の高さ(周波数)の決め方。現在、1 オクターブを 12 等分した 12 平均律が一般的であるが、純正律、ミントーンなど、色々な方式が存在する。

³ リヴァーブは、音の響き方。英語 reverberation(残響)より。同じ楽器の音でも、コンサートホールの響きや小さな部屋の響きなど、環境により音が異なる。この場合は、演算処理によりコンサートホールや小さな部屋の残響を再現することを示す。

ユースケース

本カタログモデルのユースケースを示します。図 1 はユースケースをカテゴリ分けしたパッケージ、図 2 以降が個々のユースケースになります。

電子オルゴールのユースケースのパッケージ

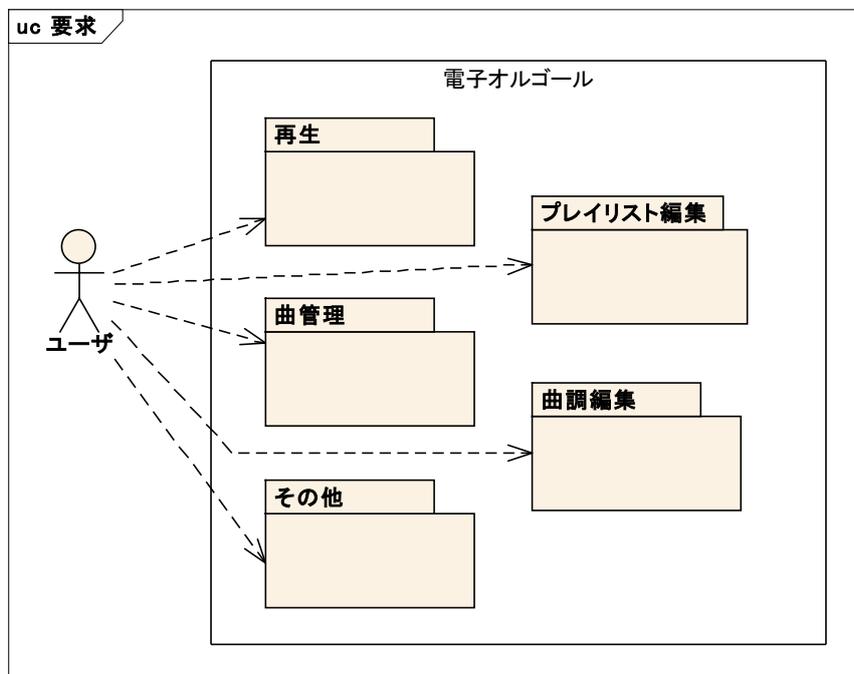


図1

電子オルゴールのユースケース

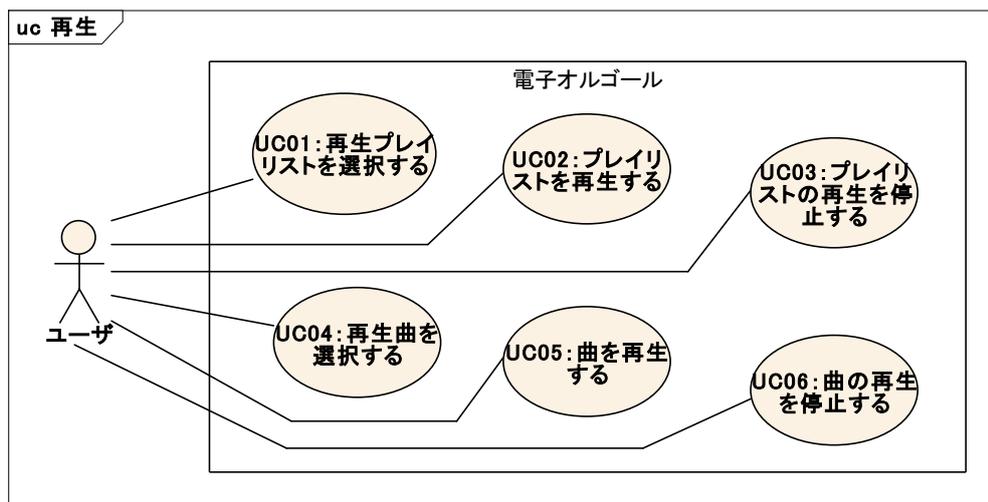


図2

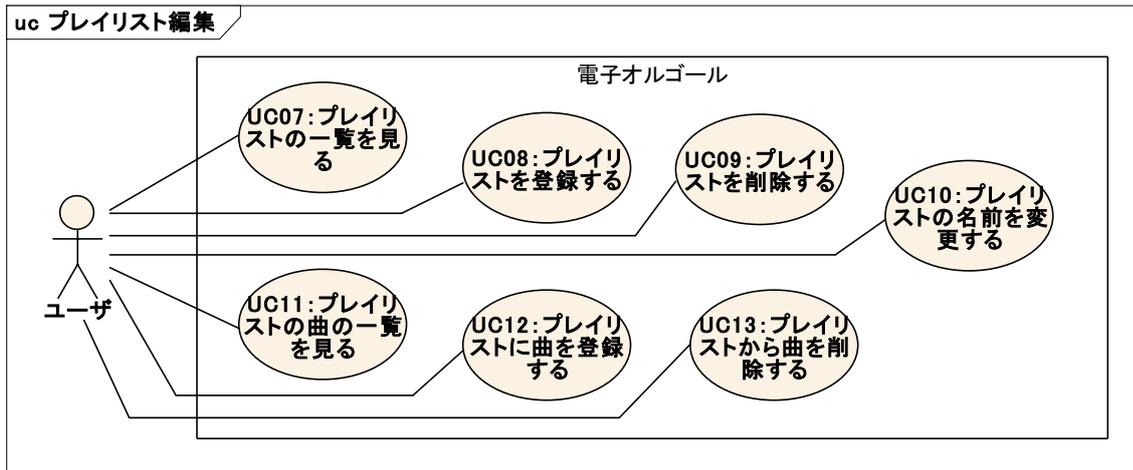


図3

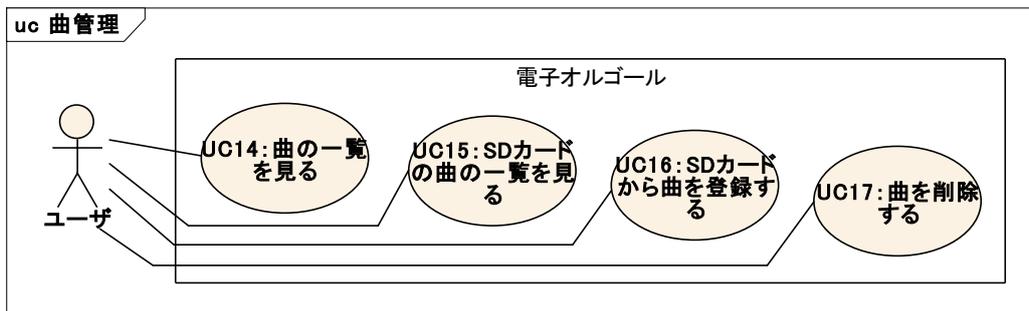


図4

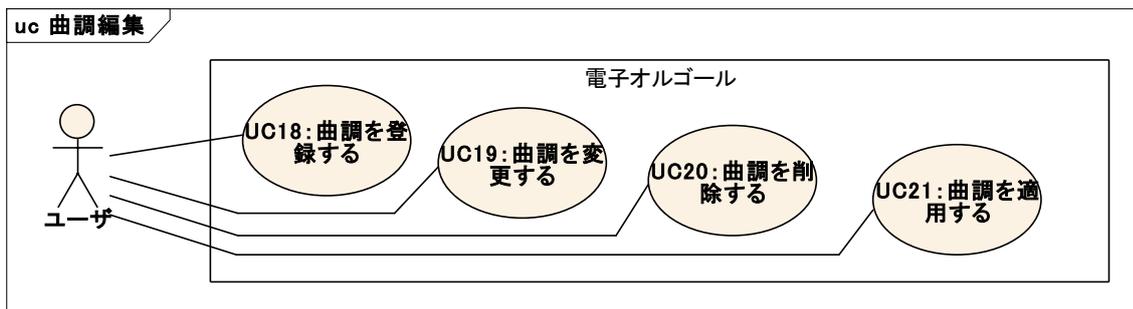


図5

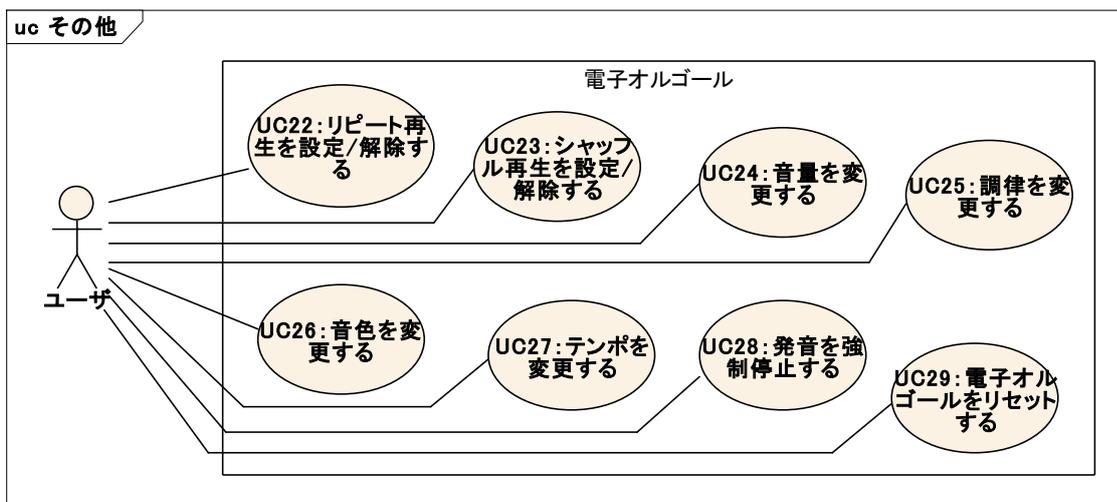


図6

ユースケース一覧

パッケージ	#	ユースケース名	ユースケース記述	分析 動的モデル	PIM 設計 動的モデル
再生	UC01	再生プレイリストを選択する	本文	本文	本文
	UC02	プレイリストを再生する	本文	本文	本文
	UC03	プレイリストの再生を停止する	本文	本文	本文
	UC04	再生曲を選択する	付録	付録	記載なし
	UC05	曲を再生する	付録	付録	記載なし
	UC06	曲の再生を停止する	付録	付録	記載なし
プレイリスト編集	UC07	プレイリストの一覧を見る	付録	付録	記載なし
	UC08	プレイリストを登録する	付録	付録	記載なし
	UC09	プレイリストを削除する	付録	付録	記載なし
	UC10	プレイリストの名前を変更する	付録	付録	記載なし
	UC11	プレイリストの曲の一覧を見る	付録	付録	記載なし
	UC12	プレイリストに曲を登録する	本文	本文	付録
	UC13	プレイリストから曲を削除する	付録	付録	記載なし
曲管理	UC14	曲の一覧を見る	付録	付録	記載なし
	UC15	SD カードの曲の一覧を見る	付録	付録	記載なし
	UC16	SD カードから曲を登録する	付録	付録	記載なし
	UC17	曲を削除する	付録	付録	記載なし
曲調編集	UC18	曲調を登録する	本文	本文	付録
	UC19	曲調を変更する	付録	付録	記載なし
	UC20	曲調を削除する	付録	付録	記載なし
	UC21	曲調を適用する	付録	付録	記載なし
その他	UC22	リピート再生を設定/解除する	付録	付録	記載なし
	UC23	シャッフル再生を設定/解除する	付録	付録	記載なし
	UC24	音量を変更する	付録	付録	記載なし
	UC25	調律を変更する	付録	付録	記載なし
	UC26	音色を変更する	付録	付録	記載なし
	UC27	テンポを変更する	付録	付録	記載なし
	UC28	発音を強制停止する	付録	付録	記載なし
	UC29	電子オルゴールをリセットする	付録	付録	記載なし

ユースケース記述

次ページ以降に、主要なユースケース記述を掲載します。その他は「付録：ユースケース記述」を参照してください。共通補足事項は、各ユースケースで省略している共通な事柄です。

共通補足事項

■メインフロー、代替フロー、例外フロー

- ・特に注記の無い限り、ユーザは、フロー内の任意の操作を中断することができる。
- ・フローを中断した場合、システムの状態は、ユースケース開始時点の状態になる。

■本モデルでのモデル化対象外項目

登録

- ・ システムに登録できる曲の最大件数
- ・ システムに登録できるプレイリストの最大件数
- ・ プレイリストに登録できる曲の最大件数
- ・ プレイリストの名前
 - ・ 使用できる文字
 - ・ 名前の長さ
- ・ 曲調組み合わせの登録最大数

表示

- ・ 同じ名前の曲を複数登録した場合の識別方法
 - ① 特にしない
 - ② 重複している名前の曲を登録する際に曲名に(1)、(2)、…を付けた名前を別名として与える
 - 例：XXXXXXXX(1)
 - ③ 重複している名前の曲を登録する際に曲名に登録した日時を付けた名前を別名として与える
 - 例：XXXXXXXX(10/10 10:10)
- ・ 曲の名前以外に表示するもの：
 - ・ 曲の長さ(時間)

入力

- ・ 音量の変化の段階指定方法

<UC01 : 再生プレイリストを選択する>

■ 概要

再生するプレイリストを選択し、再生する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 件以上の再生可能プレイリストが格納されていること。

■ 事後条件

- ・指定されたプレイリストが再生プレイリストとして指定されていること。
- ・指定されたプレイリストが再生開始されること。
- ・プレイリスト再生中であること。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、再生プレイリストを指定する。
2. システムは、指定されたプレイリストを再生プレイリストとする。
3. システムは、再生開始位置を初期化する。
4. システムは、再生プレイリストを再生する。
5. UC を終了する。

■ 代替フロー

1a. 指定プレイリストと同一のプレイリストを再生中の場合

1a1. UC を終了する。

1b. 指定プレイリストとは別のプレイリストを再生中の場合

1b1. システムは現在再生しているプレイリストの再生を停止する。

1b2. メインフロー2.に遷移する。

1c. 曲を再生中の場合

1c1. システムは現在再生している曲の再生を停止する。

1c2. メインフロー2.に遷移する。

■ 例外フロー

なし

<UC02 : プレイリストを再生する>**■ 概要**

選択されたプレイリストを再生する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・再生プレイリストが指定されていること。
- ・プレイリスト再生停止中であること。

■ 事後条件

- ・指定されたプレイリストが再生開始されること。
- ・プレイリスト再生中であること。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、再生プレイリストの再生を指示する。
2. システムは、再生プレイリストの再生開始曲より、再生を開始する。
3. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

■ 備考

- ・プレイリスト再生中の場合、曲の再生が終了すると、次の曲の再生を開始する。

<UC03 : プレイリストの再生を停止する>

■ 概要

再生中のプレイリストの再生を停止する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・ 指定されたプレイリストを再生中であること。

■ 事後条件

- ・ 指定されたプレイリストが停止中であること。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、再生停止を指示する。
2. システムは、再生プレイリストを再生停止する。
3. システムは、再生開始曲および再生開始位置を保存する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

<UC12 : プレイリストに曲を登録する>

■概要

ユーザが電子オルゴールのプレイリストに曲を登録する。

■アクター

ユーザ

■事前条件

- ・システムに1件以上のプレイリストが登録されている。
- ・システムに1曲以上の曲が登録されている。

■事後条件

- ・アクターが指定したプレイリストに指定した曲が登録されている。

■メインフロー

1. アクターは、システムに、プレイリストに曲を登録することを指示する。
2. アクターは、システムに、プレイリスト、登録する曲、登録する場所(何曲目の前/後)を指示する。
3. システムは、指示通りに曲を登録する。
4. UCを終了する。

■代替フロー

なし

■例外フロー

3a. 指示されたプレイリストが登録されていない場合：

3a1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが登録されていないので、曲を登録できない旨を通知する。

3a2. UCを終了する。

3b. 指示された曲が登録されていない場合：

3b1. システムは、アクターへ、指示された曲が登録されていないので、曲を登録できない旨を通知する。

3b2. UCを終了する。

3c. 指示された登録する場所(何曲目の前/後)が正しくない場合(例：プレイリストは2曲なのに、3曲目の後)：

3c1. システムは、アクターへ、指示された登録する場所が正しくないので、曲を登録できない旨を通知する。

3c2. UCを終了する。

3d. プレイリストに登録できる最大件数の曲が登録されている場合：

3d1. システムは、アクターへ、プレイリストに登録できる最大件数の曲が登録されているので、曲を登録できない旨を通知する。

3d2. UC を終了する。

3e. 指示されたプレイリストが再生中の場合：

3e1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが再生中なので、曲を登録できない旨を通知する。

3e2. UC を終了する。

■備考

- ・プレイリストに登録できる曲は、あらかじめ電子オルゴールに登録しておかなければならない。
- ・同じ曲を同じプレイリストに何回でも登録できる。

<UC18 : 曲調を登録する>**■概要**

ユーザが電子オルゴールに曲調を登録する。

■アクター

ユーザ

■事前条件

なし

■事後条件

- ・システムにアクターが指定した曲調が登録されている。

■メインフロー

1. アクターは、システムに、曲調の登録を指示する。
2. アクターは、システムに、登録する曲調の内容を指示する。
3. システムは、指示された曲調を登録する。
4. UC を終了する。

■代替フロー

なし

■例外フロー

2a. 登録できる最大件数の曲調が登録されている場合 :

2a1. システムは、アクターへ、登録できる最大件数の曲調が登録されているので、これ以上登録できない旨を通知する。

2a2. UC を終了する。

3a. 指示された曲調の内容が正しくない場合 :

3a1. システムは、アクターへ、指示された曲調の内容が正しくないので、登録できない旨を通知する。

3a2. UC を終了する。

■備考

- ・曲調は、調律、リヴァーブ、音量の組み合わせとする。
- ・調律の種類は、「<UC25 : 調律を変更する>」参照。
- ・リヴァーブの種類は、ROOM、HALL、PLATE、とする。

モデル一覧

モデル名	概要	ポイント
機能に着目したモデル	なし	
エンティティに着目したモデル	要求仕様の内容をエンティティ中心に分析し、オルゴールの部分と曲を順番に再生する音楽再生装置の2面から考えました。	オルゴールや音楽再生装置という身近なものを考えていますので、分かりやすいモデルです。 また、応用例も考えやすいと思います。
状態に着目したモデル	なし	
メタファを使ったモデル	なし	

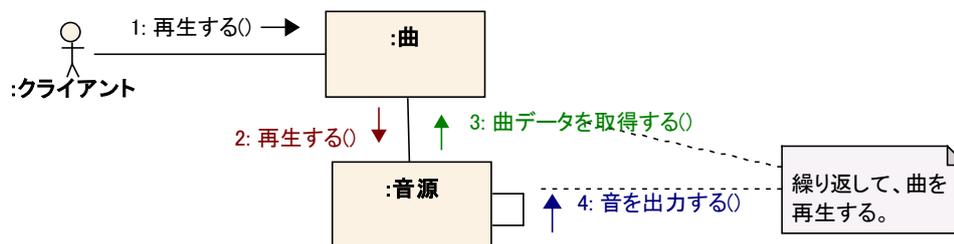
エンティティに着目したモデル

モデリングのコンセプト

(1) 電子オルゴールをモデリングするにあたり、機械式オルゴールを以下のようにとらえなおしています。

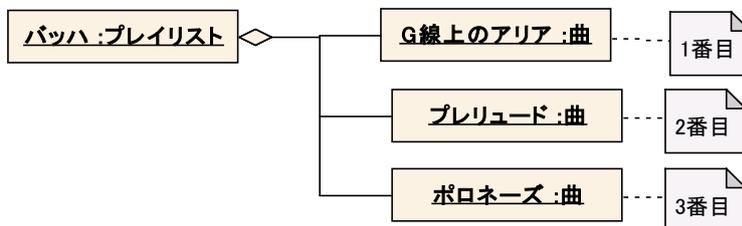
機械式オルゴール	電子オルゴール
シリンダ :	曲 : 機械式オルゴールのシリンダを抽象化している。
櫛 ベッドプレート ボックス	音源 : 機械式オルゴールの櫛、ベッドプレート、ボックスに対応している。

シリンダを曲、櫛などを音源ととらえ、曲と音源が協調して、曲を再生します。

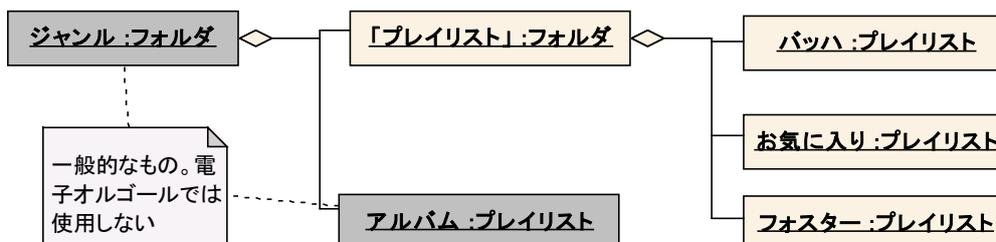


(2) 「電子オルゴール」を一般的な「曲を順番に再生する音楽再生装置」として捉えます。

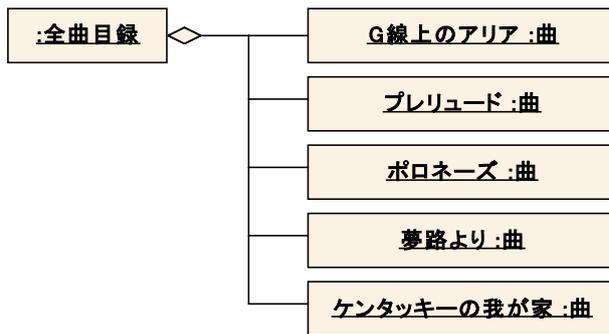
(2a) プレイリストは曲を順番に再生するので、プレイリストは曲を集約します。



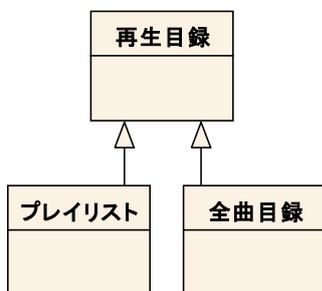
(2b) 一般的に音楽再生装置のメニューはフォルダのような階層があり、プレイリストを選択します(フォルダはフォルダまたはプレイリストを集約します)。電子オルゴールには階層はなく、フォルダはプレイリストを集約します。



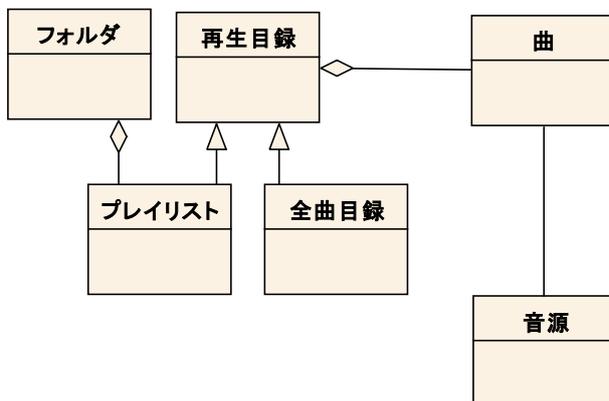
(2c) 電子オルゴールのすべての曲を管理するものが必要で、全曲目録とします。



(2d) プレイリストと全曲目録は、曲を集約し、再生する責務を持つことが共通しています。共通部分を再生目録として汎化させます。



以上をまとめた、電子オルゴールの主要なクラスを次に示します。



分析モデル

前述の電子オルゴールの主要なクラスに、ユースケースの実行に必要なユーザーインターフェース、曲調、曲調マネージャー、外部メディアを追加し、分析モデルを作成しました。また、クラス数が増えたため、ユーザーインターフェース、曲、曲調、デバイスのパッケージに分割しました。

静的モデル

本電子オルゴールは、液晶ディスプレイを用いたユーザーインターフェースやデバイスの制御など抽象度の異なる部分から成り立ちます。抽象度をそろえて扱うため、以下の3層のレイヤー構造を全体構造としました。

- ◆ ユーザーインターフェース層：仕様変更が起きやすいユーザとのインターフェースを司ります。
- ◆ アプリケーション層：アプリケーション固有の機能を提供します。
- ◆ デバイス層：アプリケーション固有ではないデバイスに関連する部分になります。

アプリケーション層は前述の音楽再生装置の主要なクラスに相当する部分を曲パッケージ、曲調に関連する部分を曲調パッケージに分割しました。これは、曲を連続して再生するという音楽再生装置として主要な部分と音の味付けのように要求仕様により内容が大きく変動する部分(曲調)に分割し、主要な部分(曲)の(再)利用を可能にするためです。

ユーザーインターフェース層とデバイス層は、そのままユーザーインターフェースパッケージとデバイスパッケージとしました。前述の音楽再生装置の主要なクラスのうち、音源はハードウェアに依存する部分なので、デバイスパッケージに置くことにします。

電子オルゴールの全体構造

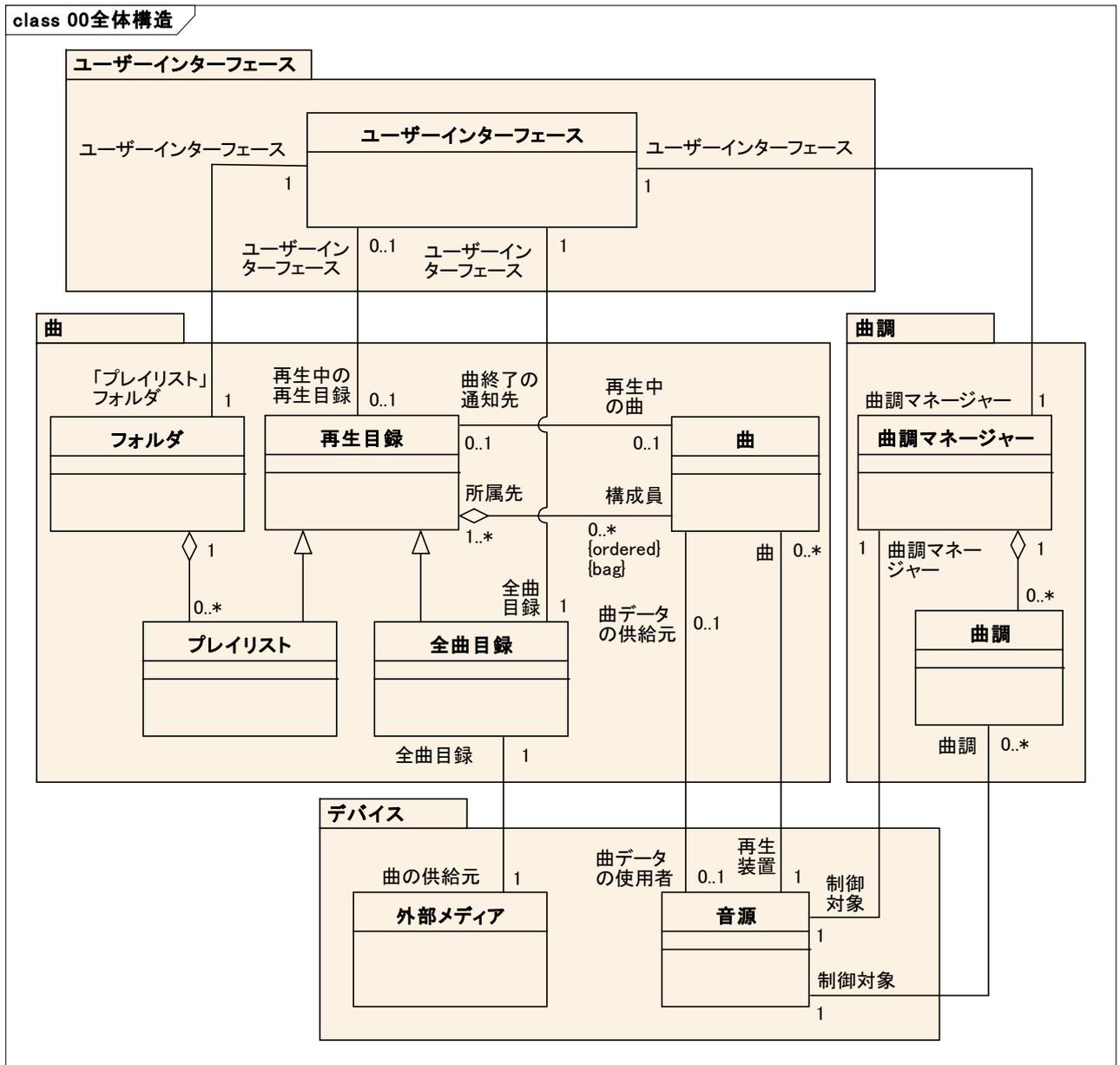


図7

曲パッケージは、曲やプレイリストなど、曲を連続して再生するという音楽再生装置として主要な部分になります。Ordered と bag については後述します。

ユーザーインターフェースパッケージはユーザとのインターフェースを司ります。

曲調パッケージは、本カタログの要求仕様の曲調を実現する部分です。要求仕様により内容が大きく変動する部分です。

デバイスパッケージは、電子オルゴールのデバイスをまとめたものです。

各クラスについては後述します。

「曲」パッケージのクラス構造

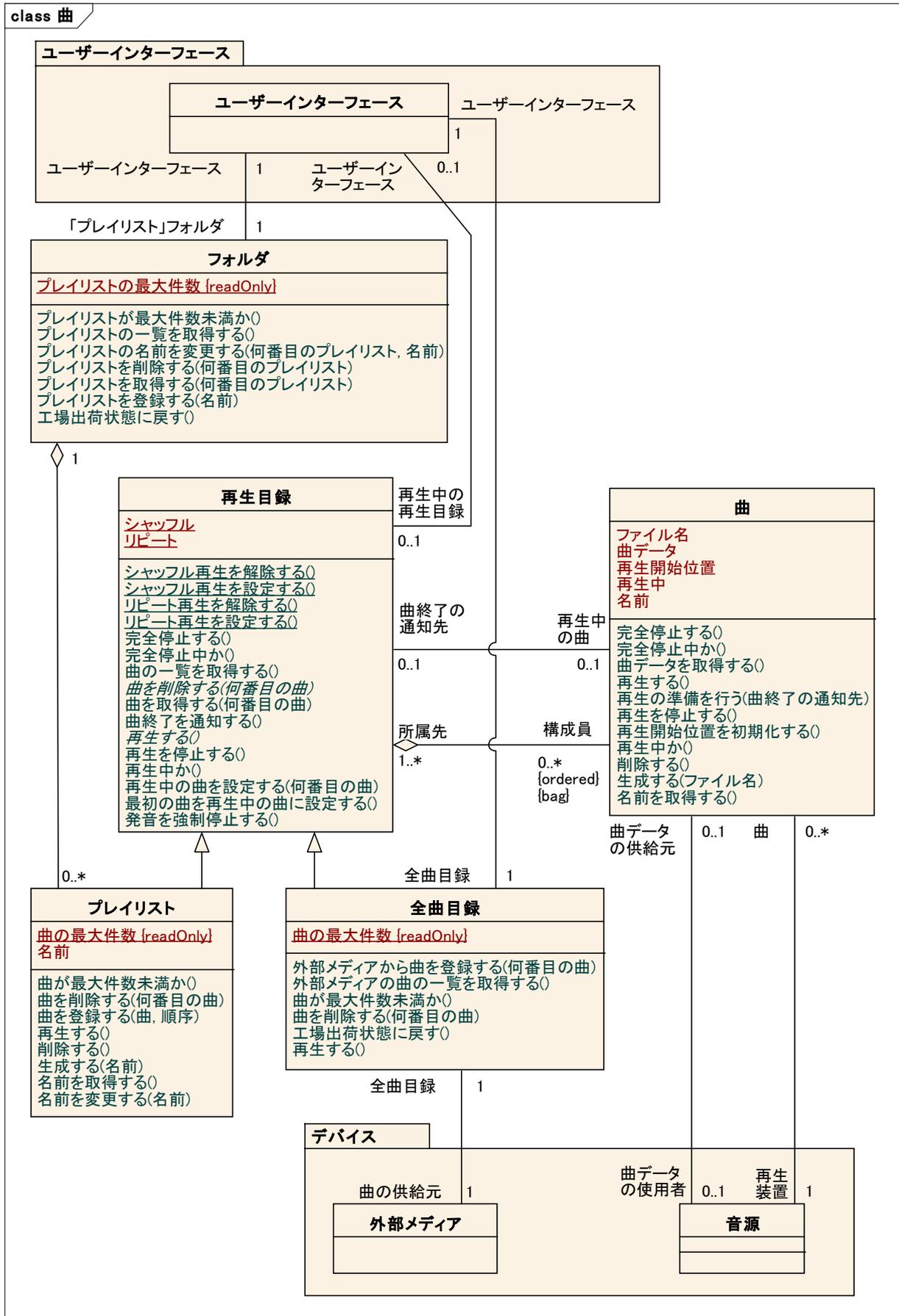


図8

曲パッケージは、曲やプレイリストなど、曲を連続して再生するという音楽再生装置として主要な部分になります。

曲は、電子オルゴールの楽曲そのものです。デバイスパッケージの音源と共同で 1 曲毎の再生を行います。曲は、(対応するファイルからデータを読み出し)音源にデータを供給します。後述の動的モデルに、曲の状態遷移を記載しました。参照してください。

プレイリストは、曲を再生する順番に並べたものです。曲を順番に再生する責務を負います。一般的にプレイリストと呼ばれているものや音楽再生装置のアルバムも該当します。

フォルダは、プレイリストの集まりです。メニューでプレイリストの表示(選択)や、登録・削除などのプレイリストの管理を行います。本カタログの要求仕様では、「プレイリスト」を表示(選択)するフォルダだけですが、「ジャンル」や「アーティスト」、「アルバム」などのフォルダなども実現できます。また、フォルダが自身も集約するように変更すると、フォルダを階層化する拡張が実現できます。

全曲目録は、電子オルゴールのすべての曲を持ち、(外部メディアからの)局の登録・削除などの曲の管理を行います。また、1 個の曲を選択/再生する責務も持ちます。

再生目録は、プレイリストと全曲目録の上位概念です。曲を集約し管理する責務と曲を順番に再生する責務を持ちます(リピート再生やシャッフル再生も含まれます)。

全曲目録と曲の集約関係に付いている「ordered」は、順序付けがあることを示し、全曲目録は順番に並んだ曲を管理しています。また、「bag」は多重集合を示し、同じ要素を複数持つことができます。全曲目録を特化したプレイリストは同じ曲を複数回持つことができるので、bag を付加しています。

ユーザーインターフェースは、この再生目録と「再生中の再生目録」という関連端名で関連を持ちます。この関連は、ユースケース<UC02 : プレイリストを再生する>の実行中には、プレイリストと関連し、ユースケース<UC05 : 曲を再生する>の実行中には、全曲目録と関連します。このように、上位概念の再生目録によって、どちらでも同じように扱うことができます。

「曲調」パッケージのクラス構造

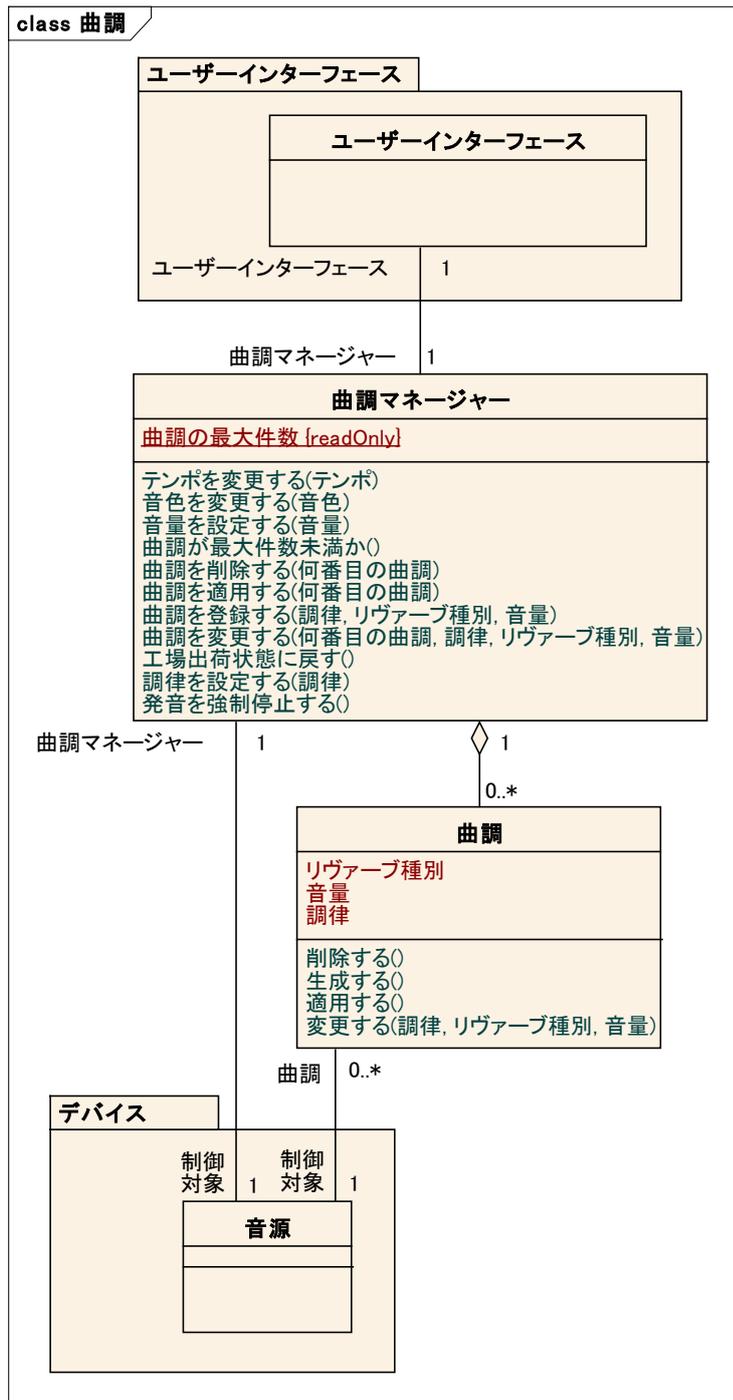


図9

曲調パッケージは、本カタログの要求仕様の曲調を実現する部分です。要求仕様により内容が大きく変動する部分です。

曲調は、音量や調律など(曲調)のパラメータ群です。パラメータ値を保持する責務と適用(その値に変更)する責務を負います。

曲調マネージャーは、登録・削除などの曲調の管理を行います。また、テンポや音色の変更も行います。

「ユーザーインターフェース」パッケージのクラス構造

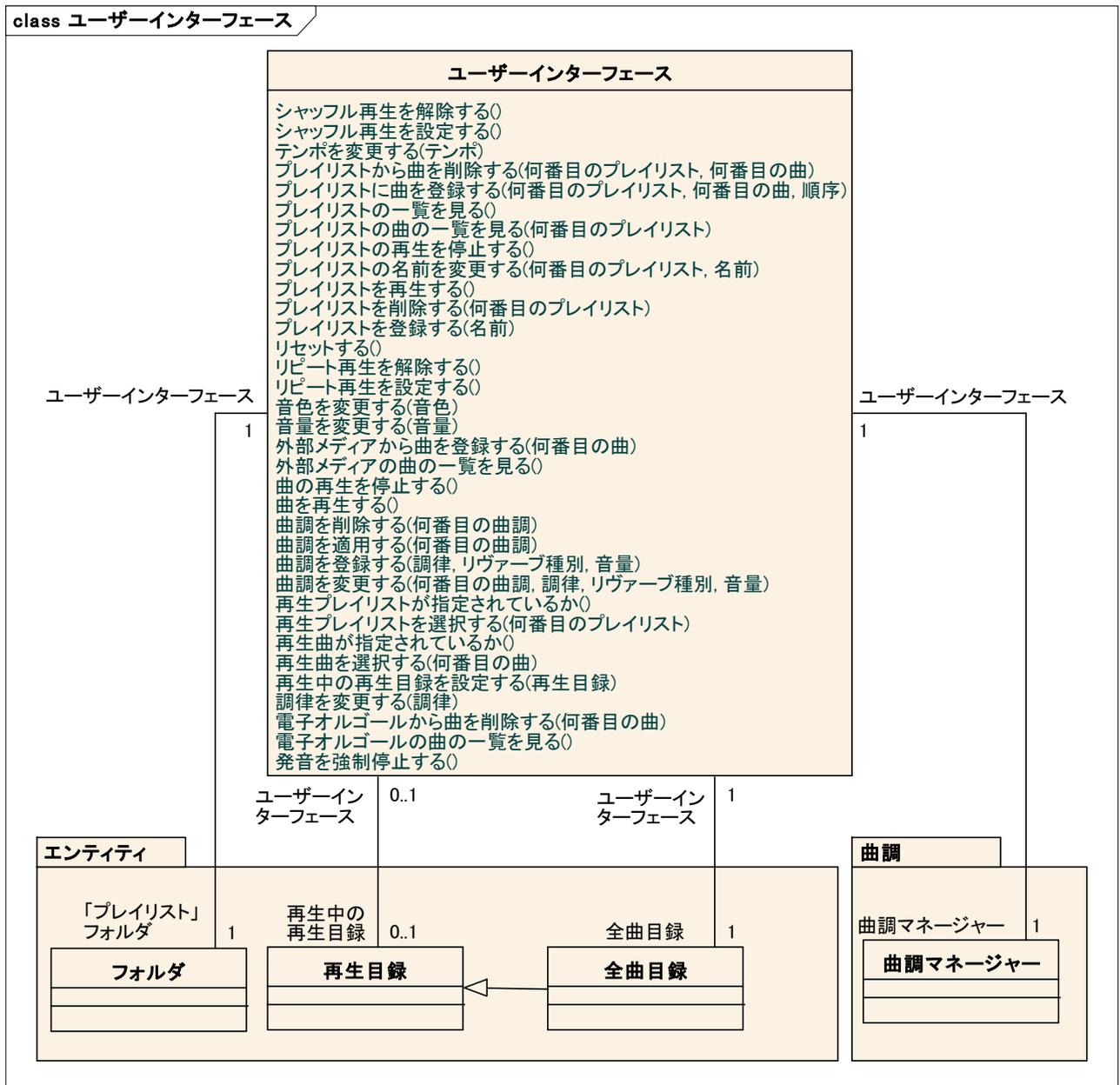


図10

ユーザーインターフェースパッケージは、ユーザとのインターフェースを司ります。

ユーザーインターフェースは、ユーザとのインターフェースを司ります。ユーザからの指示を曲パッケージや曲調パッケージへ伝え、曲パッケージや曲調パッケージからのレスポンスをユーザへ伝えます。

電子オルゴールは、ハードウェア仕様にありますように、キーが5個で、タッチパネルではない小型液晶ディスプレイです。ですから、リッチなUIではなく、簡素なUIとなります。簡素なUIであれば、設計で詳細化すれば十分と考えられますので、分析レベルでは、必要な操作のリストアップだけ行うこととし、これ以上は設計で検討します。

「デバイス」パッケージのクラス構造

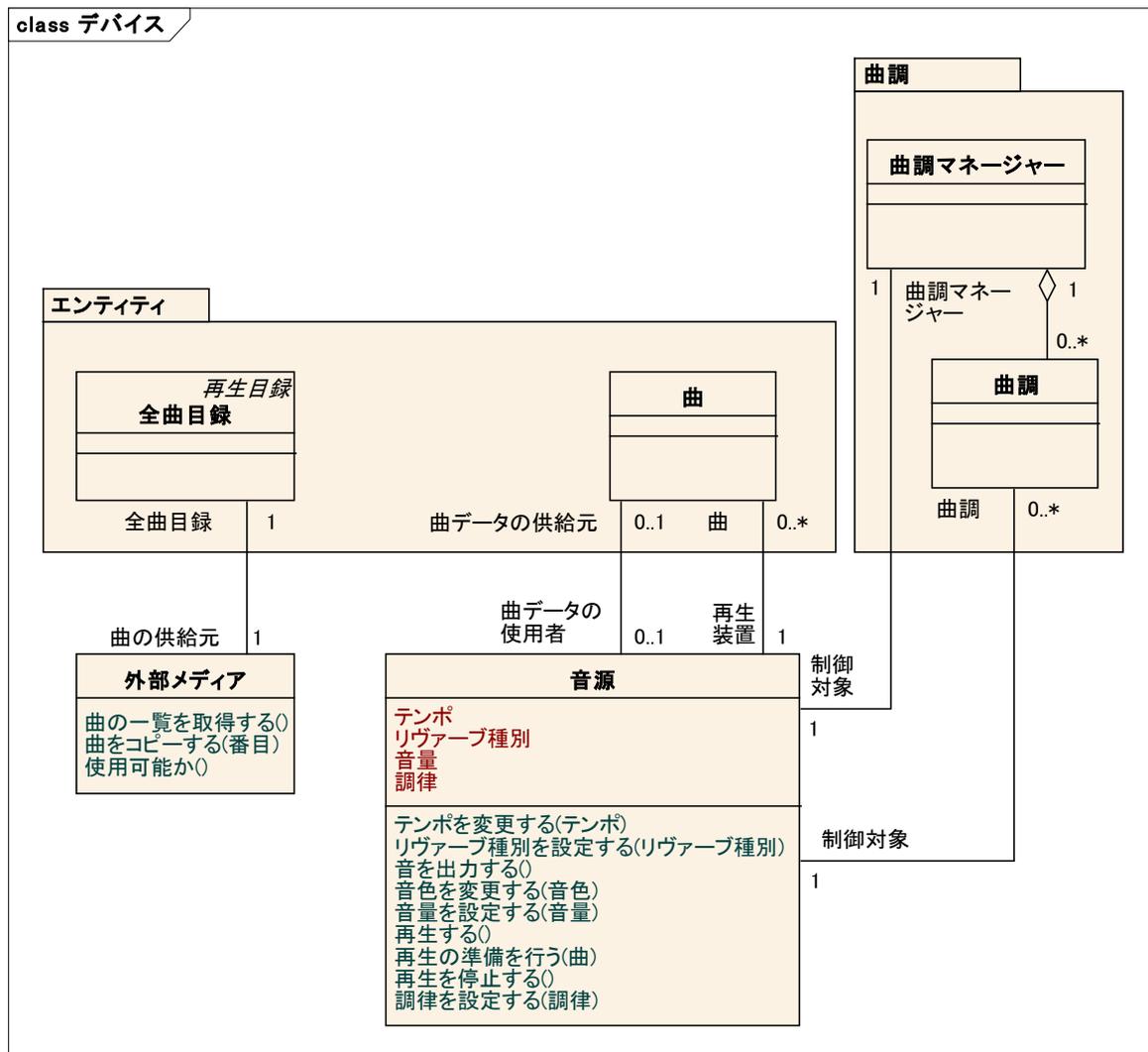


図11

デバイスパッケージは、電子オルゴールのデバイスをまとめたものです。

音源は、音を出す責務を持ちます。曲パッケージの曲と共同で1曲毎の再生を行います。曲からデータを供給してもらい、電子オルゴールの楽曲の音を出します。

外部メディアは、電子オルゴールに楽曲を入れるために用いるメディアです。実際には、SDカード(など)になります。

電子オルゴールの初期状態のオブジェクトを示します。この時点では、曲やプレイリスト、曲調が登録されていないため、それらのオブジェクトが存在しません。

初期状態のオブジェクト

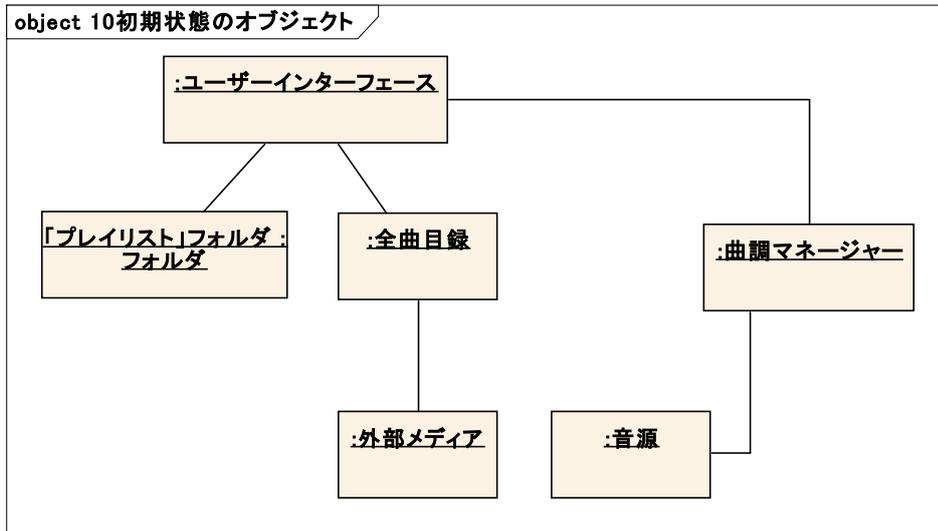


図12

曲の登録(UC16)、プレイリストの登録(UC08)、プレイリストへの曲の登録(UC12)を行った後のオブジェクトを示します。なお、追加された曲やプレイリストとそれらに関連するオブジェクトのみを図示します。

曲とプレイリストを追加した場合のオブジェクト

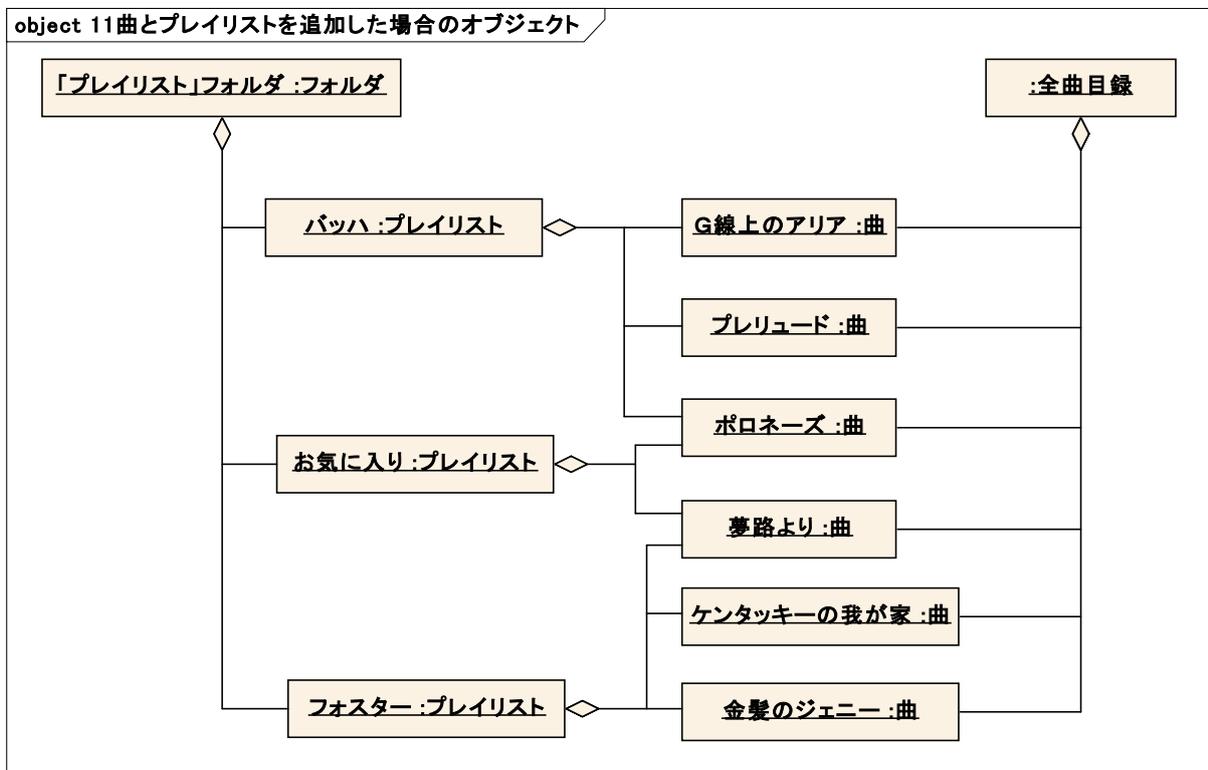


図13

動的モデル

操作の検討と実現性の確認のため、相互作用図を作成しました。ここでは主要なユースケースのみを掲載します。その他は「付録：分析モデルの動的モデル」を参照してください。

分析モデルの動的モデルは、修正が容易なので、コミュニケーション図を使用します。ただし、コミュニケーション図では、生成、消滅、複合フラグメントが描けないので、シーケンス図を使用します。

ユースケース<UC01：再生プレイリストを選択する>の相互作用

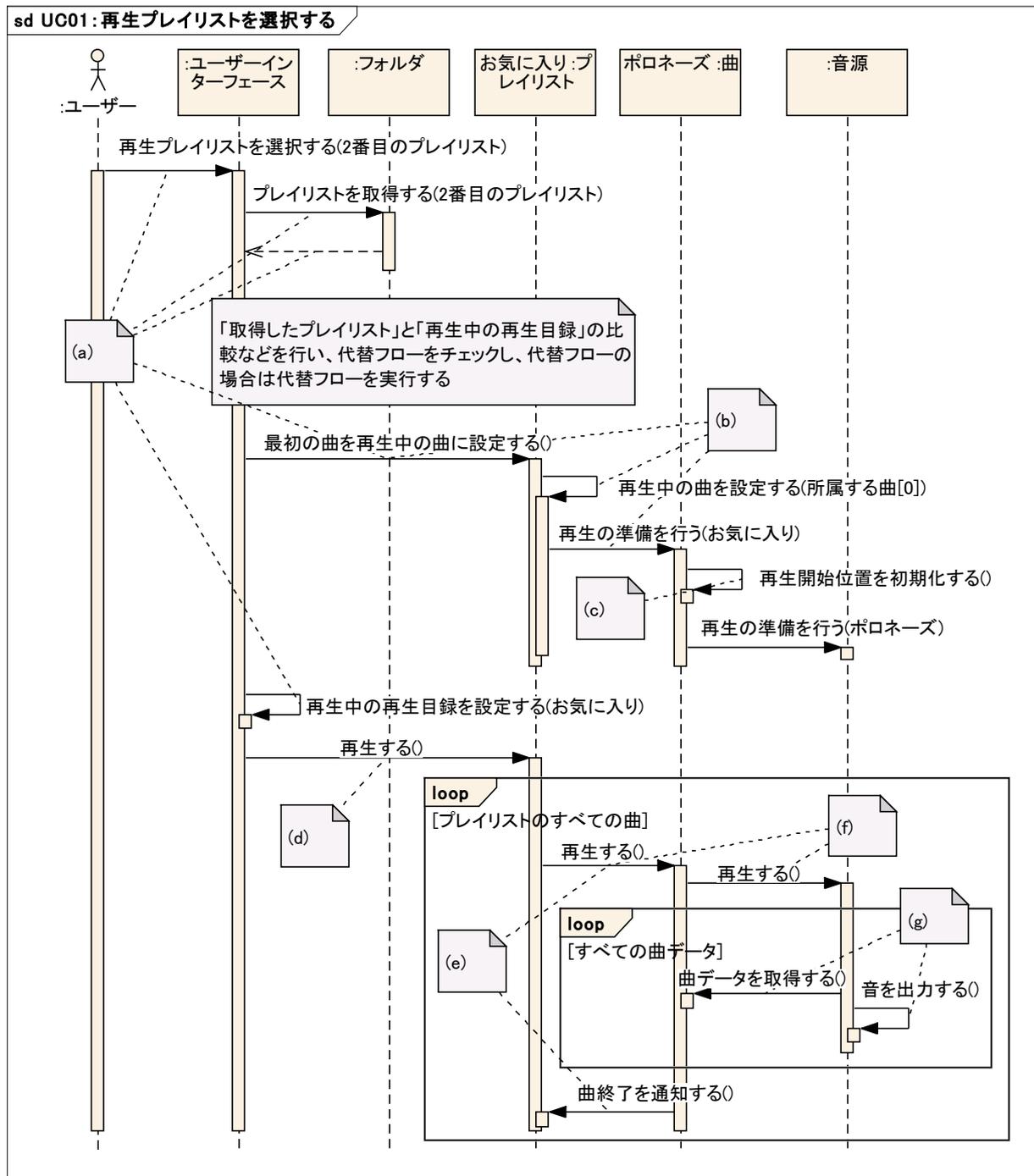


図14

(a) アクターから「再生プレイリストを選択する」指示を受けると、ユーザーインターフェースは以下を行います。

- ・フォルダから指定されたプレイリストを取得します。
 - ・指定されたプレイリストと「再生中の再生目録」の比較などを行い、代替フローをチェックし、代替フローの場合は代替フローを実行します。
 - ・指定されたプレイリストに最初の曲を再生中の曲に設定するように指示します。
 - ・指定されたプレイリストを再生中の再生目録に設定します。
- (b) 最初の曲を再生中の曲に設定するように指示されると、プレイリストは、自身の持っている最初の曲を再生中の曲に設定します。具体的には最初の曲に再生の準備を指示します。
- (c) 最初の曲は、再生開始位置を初期化し、音源に再生の準備を指示します。この際に自身を渡して音源からメッセージを取得できるようにします。
- ここまでが純粋な「再生プレイリストを選択する」です。以降が再生になります。
- (d) ユーザーインターフェースは、指定されたプレイリストに再生を指示します。
- (e) プレイリストは、曲に再生の指示を出して、再生終了を受け取ります。これをすべての曲に行います。
- (f) 曲は、再生の指示を受けると、音源に再生の指示を出します。
- (g) 音源は、再生の指示を受けると、曲からデータを取得し、音を出力します。これを曲のデータすべてに繰り返します。

ユースケース<UC02 : プレイリストを再生する>の相互作用

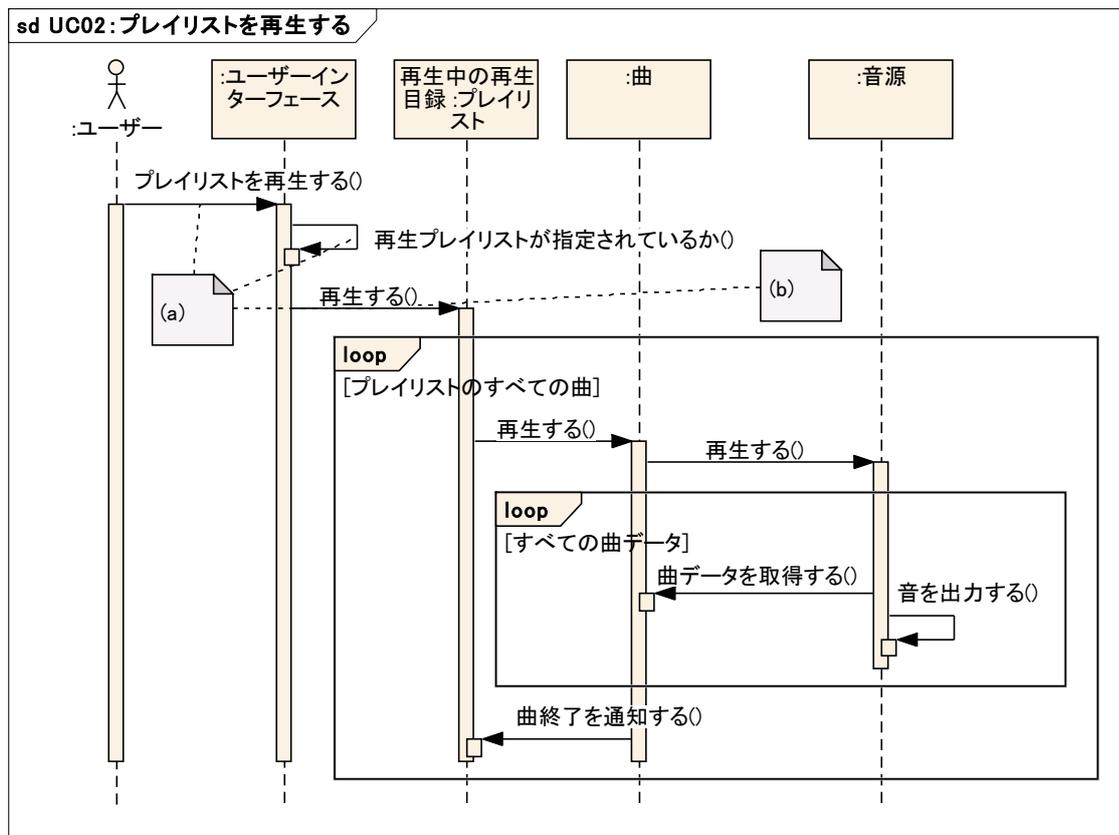


図15

- (a) アクターから「曲を再生する」指示を受けると、ユーザーインターフェースは、再生プレイリストが指定されていることを確認し、再生中の再生目録に再生を指示します。
- (b) 以降は「ユースケース<UC01 : 再生プレイリストを選択する>の相互作用」の(d)以降と同じです。

ユースケース<UC03 : プレイリストの再生を停止する>の相互作用

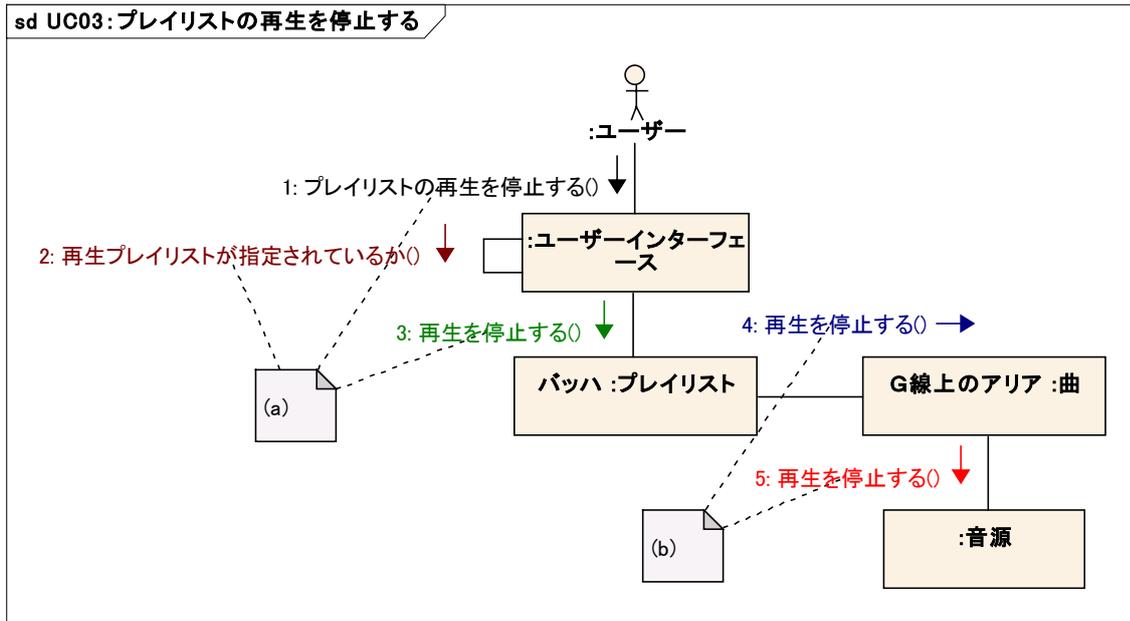


図16

- (a) アクターから「プレイリストの再生を停止する」指示を受けると、ユーザーインターフェースは、再生プレイリストが指定されていることを確認し、再生中の再生目録(この場合「バッハ」プレイリスト)に再生の停止を指示します。
- (b) プレイリストは曲に再生の停止を指示し、曲は音源に再生の停止を指示します。

ユースケース<UC12 : プレイリストに曲を登録する>の相互作用

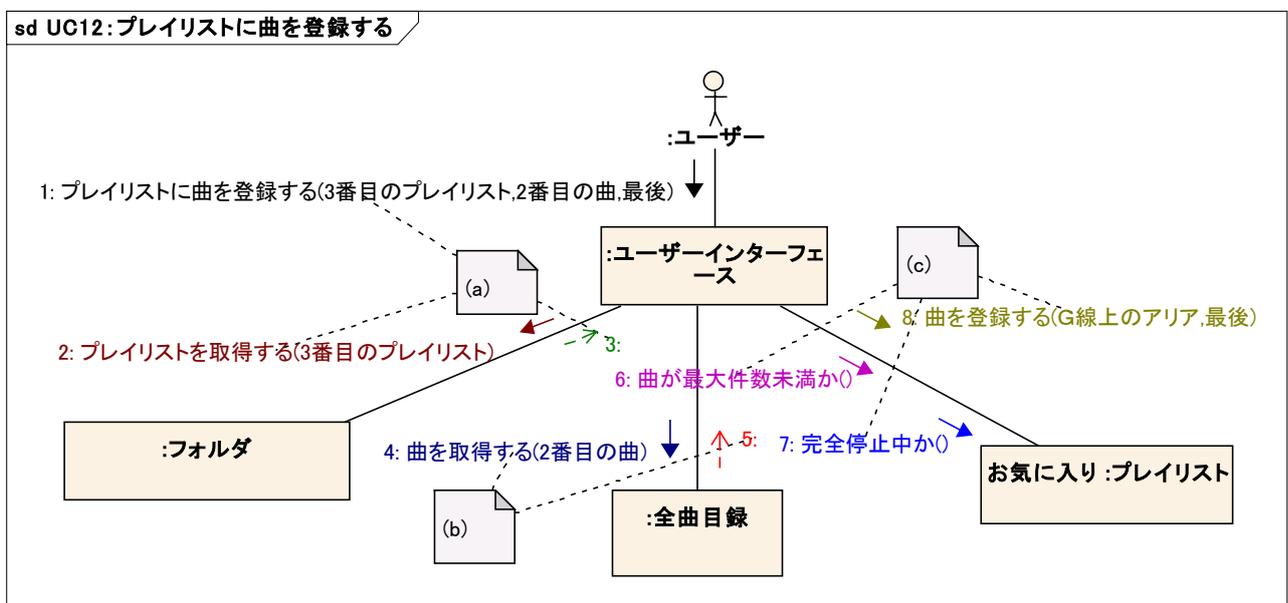


図17

- (a) アクターから「プレイリストに曲を登録する」指示を受けると、ユーザーインターフェースは、フォルダから指定されたプレイリストを取得します。
- (b) ユーザーインターフェースは、全曲目録から指定された曲を取得します。
- (c) ユーザーインターフェースは、曲が最大件数未満なこととプレイリストが再生中ではないことを確認し、プレイリストに曲を登録するように指示します。

ユースケース<UC18 : 曲調を登録する>の相互作用

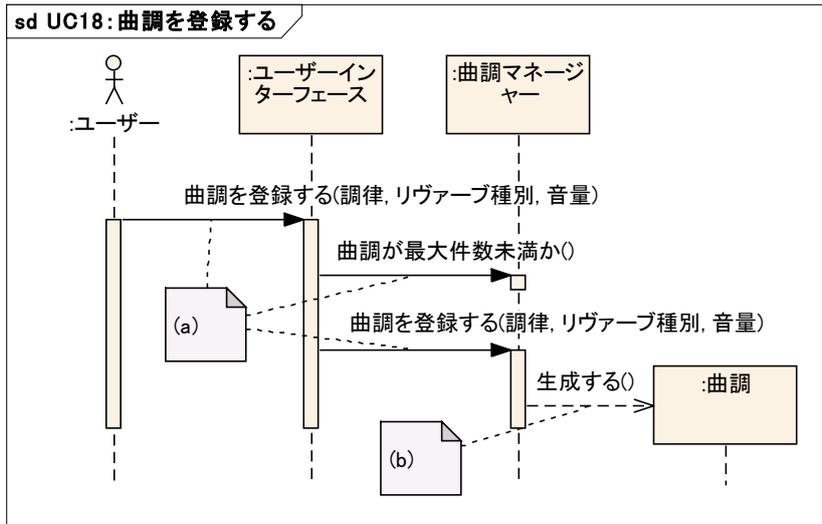


図18

- (a) アクターから「曲調を登録する」指示を受けると、ユーザーインターフェースは、曲調が最大件数未満なことを確認し、曲調マネージャーに曲調を登録するように指示します。
- (b) 曲調マネージャーは、指定された曲調を作成し、登録します。

曲の状態遷移

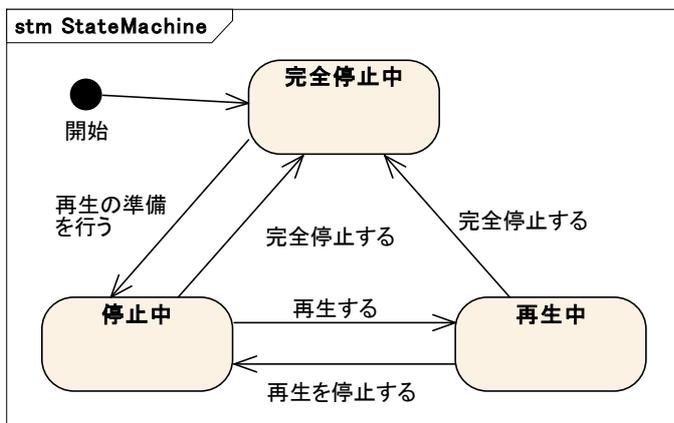


図19

曲の状態遷移は、上記ようになります。

完全停止中：音源ヘータを提供できない(曲データの供給元の関連がない)、再生ができない状態です。

停止中：音源ヘータを提供できる(曲データの供給元の関連がある)が、再生していない状態です。

再生中は：音源ヘータを提供でき(曲データの供給元の関連がある)、再生している状態です。

基本的にCDプレーヤーなどと同じですが、ユースケース記述に合わせて、状態の名前を、完全停止中、停止中、再生中としました。CDプレーヤーでは、停止中、一時停止中、再生中の名前が用いられます。

また、プレイリストの状態遷移も、曲の状態遷移とほぼ同じです。違いは、「再生の準備を行う」というトリガーが「再生中の曲を設定する」または「最初の曲を再生中の曲に設定する」となっていることです。

PIM 設計モデル

前提条件

プラットフォームに依存しない PIM 設計モデルですが、必要な事柄がありますので、以下に列挙します。

- ・文字や線、円、矩形などの基本図形を描画するグラフィックスライブラリを搭載している。
- ・ファイルシステムを搭載し、ファイルの読み書きができるライブラリ(例 : iostream、stdio)またはシステムコール(read/write)を搭載している。外部メディアの SD カードや曲などを格納する内部ストレージの読み書きに使用します。
- ・マルチスレッドをサポートしている。各オブジェクトが個別に動作することを可能とします。UML 上では非同期メッセージを送信することで、発信元と送信先それぞれのオブジェクトが個別に動作することを表します。
- ・音源の制御の詳細は検討しません。音源として DSP またはソフトウェアで実装されていたり、割り込みまたはポーリングを使用したり、色々なことが考えられますが、ここでは検討しません。分析モデルの粒度で設計します。

設計方針

近年、組み込み機器も画面を持ち、GUI を備えるものが増えました。GUI の作成は、手間がかかり、遷移などの間違いを起こしがちです。そこで、設計課題を次のように設定します。

設計課題 : GUI を間違いがなく、容易(定型的)に作成すること

この設計課題を解決するため、以下の手法を用います。

- (i) GUI は、シンプルなりスト形式のメニュー(画面)を基本とします。
- (ii) 各メニュー(画面)を UI の状態に見立てて、状態遷移表を作成することで間違いを防止します。
- (iii) 実装にはデザインパターンの State パターンを適用し、容易に(定型的に)作成します。

また、分析モデルをベースにするため、大きな構造はレイヤー構造になります。単純に設計すると、上層(ユーザーインターフェース)から下層(曲)への各種の呼び出しと、下層(デバイスから)から上層(ユーザーインターフェース)へのキー押下の情報など受け渡し、すなわち呼び出しが発生します。これでは、双方向の依存性がある、密結合となってしまいます。これを解消するために(疎結合を実現するため)、以下の手法を用います。

- (iv) 上層から下層へは呼び出しを使用し、下層から上層へはイベントを使用します。

ただし、曲と音源の間は、やり取りが多く発生するので、後述の「曲データインターフェース」を使用します。

さらに一般的な以下の手法を用います。

- (v) 誘導可能性の明示など、設計モデルとして詳細化します。

以降、それぞれを説明します。

メニュー

前述の「(i) GUI は、シンプルなりスト形式のメニュー(画面)を基本とします。」についてです。

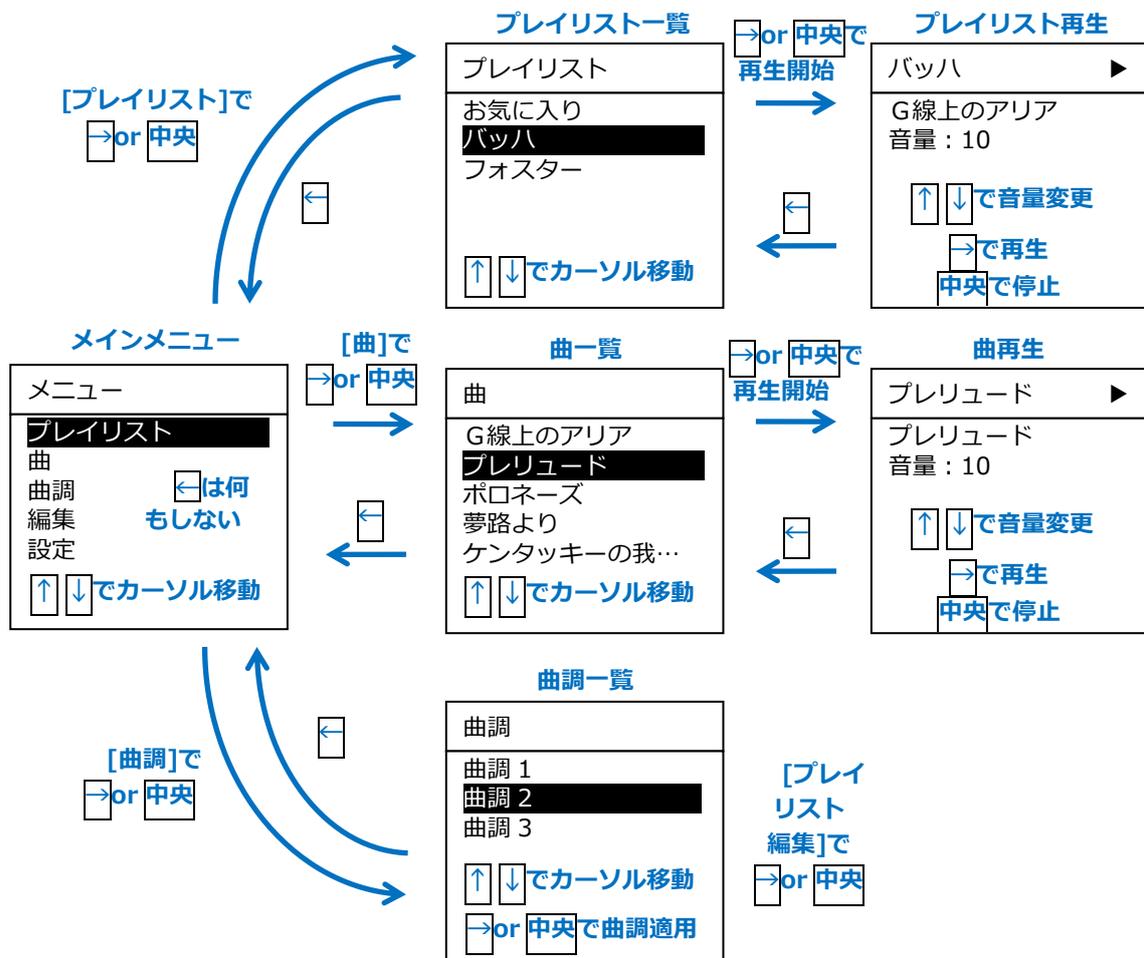
メニュー(画面)は、小さな画面やキーの数も少ないことも考慮し、以下の方針でメニューを構成します。

- ・項目を上下方向に並べ、上キーと下キーでカーソルを上下に動かす。
- ・右キー/中央キーでカーソルのある行の画面に遷移する。
- ・左キーで前の画面に戻る。
- ・上部にタイトルを表示する。

このようにできることを制限し、シンプルにすることで、(遷移の)間違いを防止します。また、既存の機器の GUI と類似していますので、操作に迷うことも少なくなります。

メニューおよびメニューの遷移の一部を示します。全体は「付録：メニュー構成」を参照ください。

メニュー構成(説明用抜粋)



状態遷移表

前述の「(ii) 各メニュー(画面)をUIの状態に見立てて、状態遷移表を作成することで間違いを防止します。」についてです。

各メニュー(画面)をユーザーインターフェースの状態に見立てて、状態遷移図を作成しました。

メニュー(画面)をUIの状態に見立てたステートマシン図

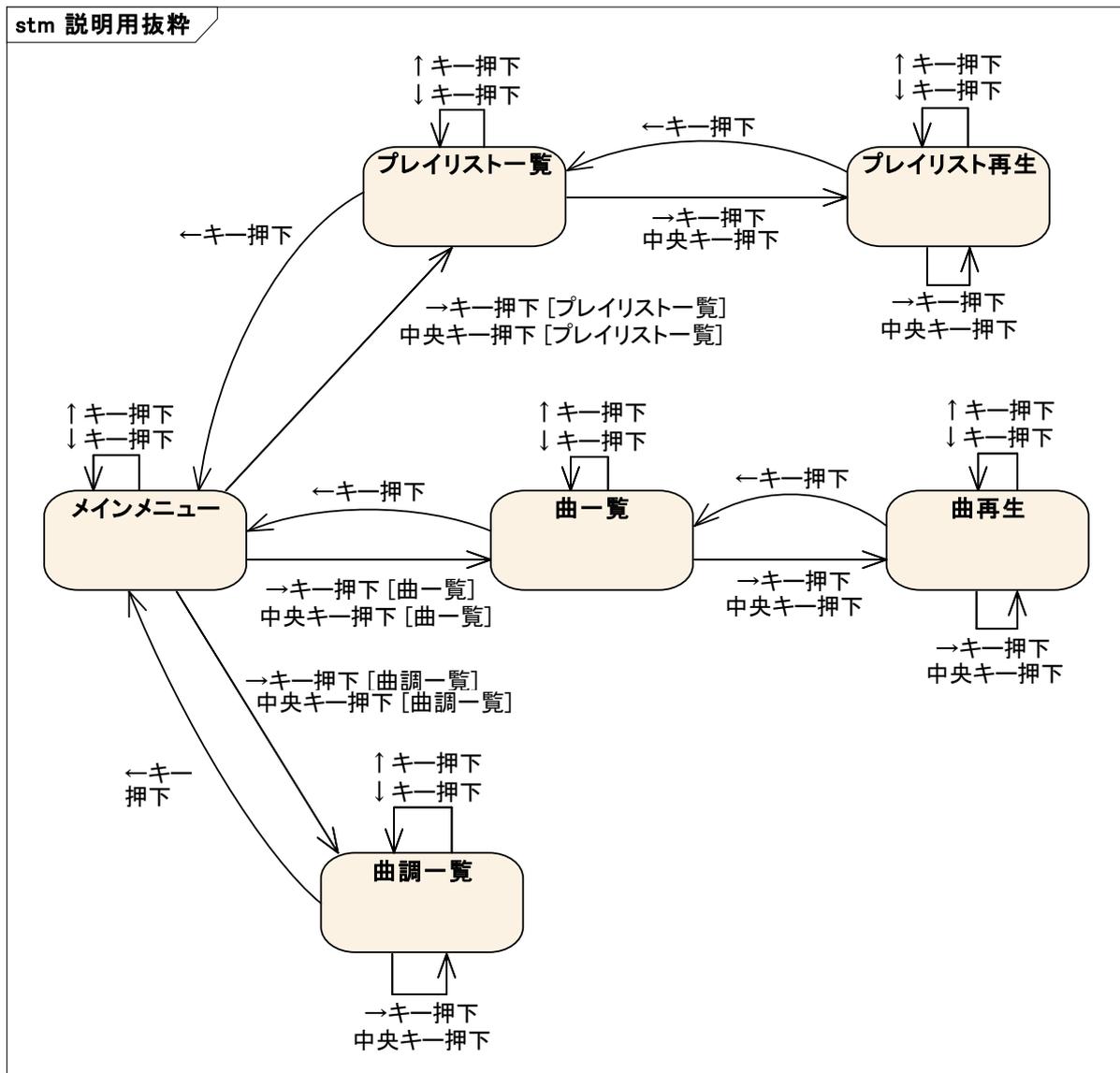


図20

この状態遷移図から状態遷移表を作成しました。すべての欄がきちんと埋まっていることを確認し、又ケや間違いを防止しました。全体は「付録：状態遷移表」を参照してください。なお、全体の状態遷移図は非常に複雑なため、作成していません。

メニュー(画面)を UI の状態に見立てた状態遷移表(「メインメニュー」関連部分)

		→キー押下	中央キー押下	↑キー押下	↓キー押下	←キー押下
		E0	E1	E2	E3	E4
メインメニュー	S0	[プレイリスト一覧] /S1	[プレイリスト一覧] /S1	S0	S0	無視
		[曲一覧]/S3	[曲一覧]/S3			
		[曲調一覧]/S5	[曲調一覧]/S5			
		[編集]/S7	[編集]/S7			
		[設定]/S9	[設定]/S9			
プレイリスト一覧	S1	S2	S2	S1	S1	S0
プレイリスト再生	S2	S2	S2	S2	S2	S1
曲一覧	S3	S4	S4	S3	S3	S0
曲再生	S4	S4	S4	S4	S4	S3
曲調一覧	S5	S5	S5	S5	S5	S0

State パターンの適用

前述の「(iii) 実装にはデザインパターンの State パターンを適用し、容易に(定型的に)作成します。」についてです。

state パターンは、各クラスが各状態に相当します。本モデルでは、各クラスが各メニュー(画面)に相当するので、分かりやすい構成となります。また、メニューの変更は起こりがちですが、その場合は、

- ・メニュー(画面)の追加は、クラスの追加
- ・遷移先の変更は、特定の操作の変更

と限られた範囲での変更となり、修正が容易となります。

状態遷移図から State パターンを適用し、次のクラス図を作成しました。State パターンについては、参考文献『ソフトウェアパターン』や『オブジェクト指向における再利用のためのデザインパターン』を参照してください。

State パターンを適用したメニューのクラス構造

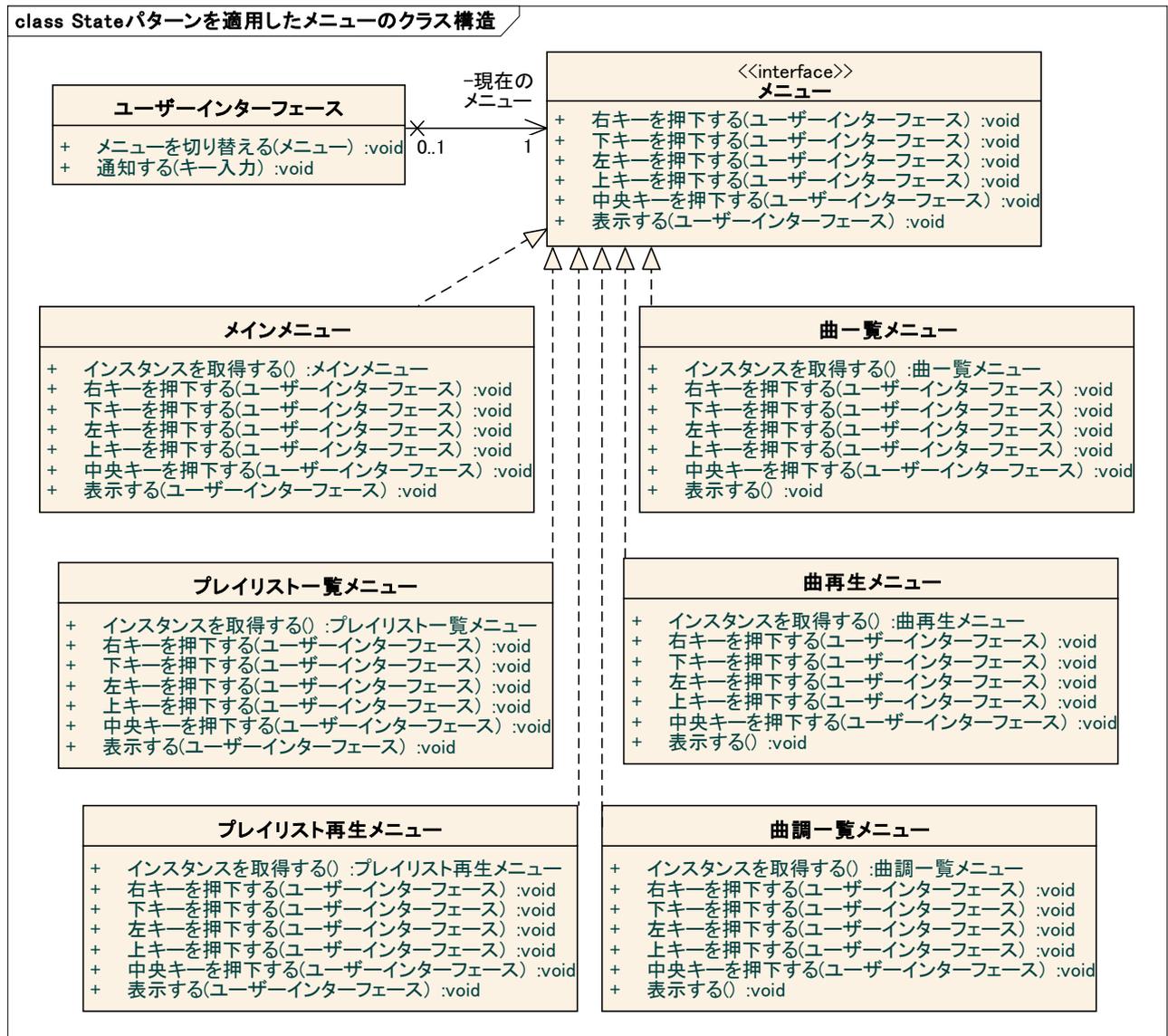


図21

ユーザーインターフェースは、分析モデルのユーザーインターフェースですが、メニューの表示やキーが押下された際の振る舞いを各メニューのクラスへ委譲しています。

メニューインターフェースは、各メニューが持たなければならない操作を規定しています。具体的には各キーが押下された場合の操作とメニューを表示する操作です。メニューを表示は、グラフィックスライブラリを用いておこないますが、PIM 設計モデルでは、具体的な詳細は検討せず、PSM 設計モデルで規定します。

メインメニュー、プレイリスト一覧メニュー、プレイリスト再生メニュー、曲一覧メニュー、曲再生メニュー、曲調一覧メニューは、それぞれのメニューです。詳細は省略していますが、これらのメニューは Singleton パターンを採用しています。採用の理由はメニューを切り替える毎の個々のインスタンスを生成/削除の繰り返しを避けるためです。

メニューの基本的な動作

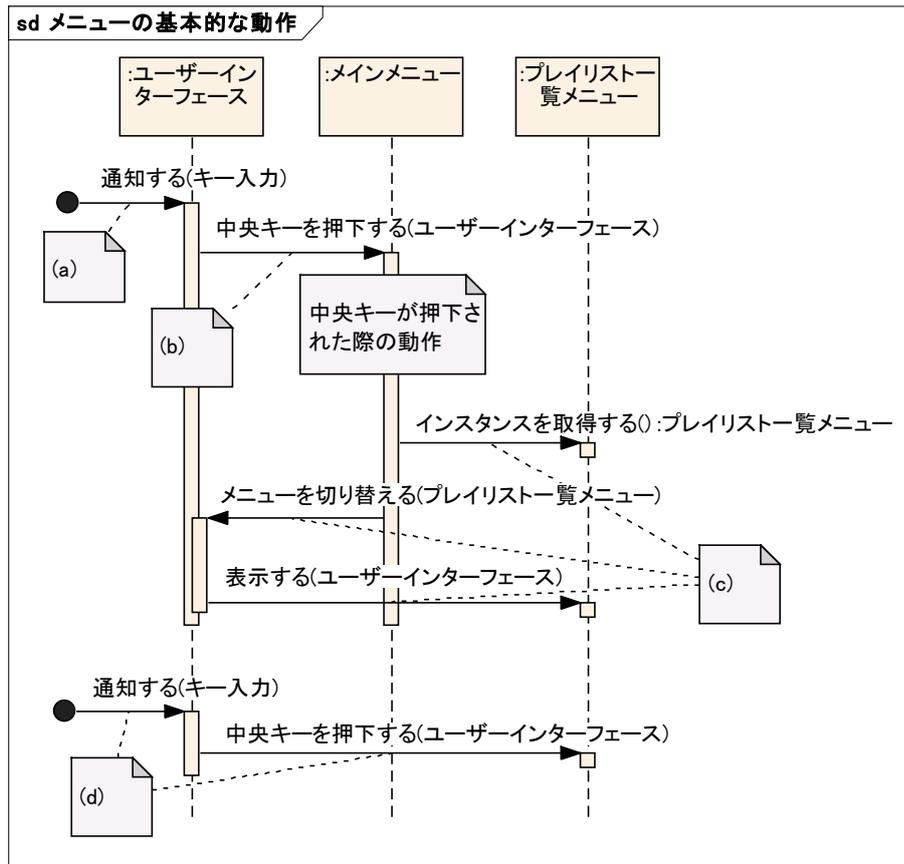


図22

- (a) ユーザーインターフェイスは、キー入力の通知を受けます。
- (b) ユーザーインターフェイスは、現在のメニューへ該当するキー入力のメッセージを送信します。現在のメニューは、「現在のメニュー」関連で示されるメニューで、常に1個あります。
- (c) 現在のメニュー(上図ではメインメニュー)は、キー入力のメッセージを受信し、メッセージに応じた動作を行います。上図ではプレイリスト一覧メニューに切り替えます。プレイリスト一覧メニューは Singleton のため、インスタンスを取得し、ユーザーインターフェイスにメニューを切り替えさせます。この操作で「現在のメニュー」が切り替わります。また、画面を更新するため、プレイリスト一覧メニューに表示させます。
- (d) 次のキー入力の通知を受けた場合も、上記と同様になります。ただし、「現在のメニュー」はプレイリスト一覧メニューになっていますので、ユーザーインターフェイスは、プレイリスト一覧メニューに該当するキー入力のメッセージを送信します。以降は省略します。

イベント

前述の「(iv) 上層から下層へは呼び出しを使用し、下層から上層へはイベントを使用します。」についてです。

分析では「ユーザーインターフェース」クラスがユーザとの入出力を行っていましたが、設計では「キー」クラスが入力を行い、前述の「メニュー」クラスがグラフィックスライブラリを使用して、画面に出力を行います。ここでは、入力側のキーについて検討します。

キーは受動的なデバイスですので、「キー」クラスはキーの読み取りだけを行い、スレッドで動作し、キーを読み出す「キー監視」クラスも導入することにします。まとめると、以下のクラス構成となります。

キー入力に関する構造

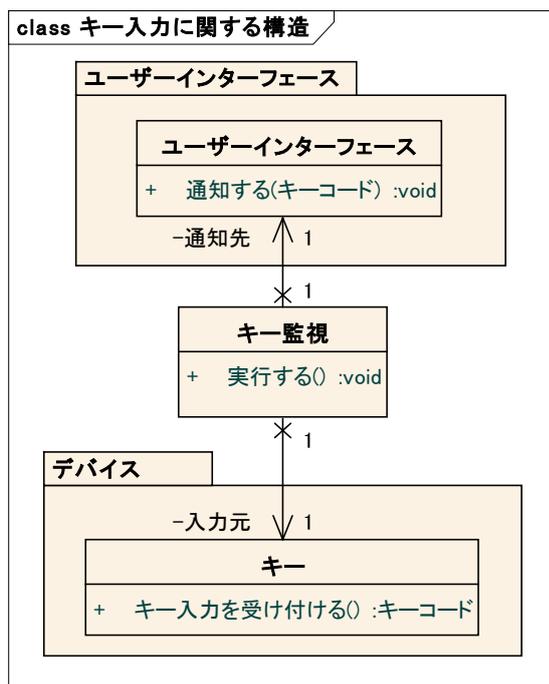


図23

キー入力の相互作用

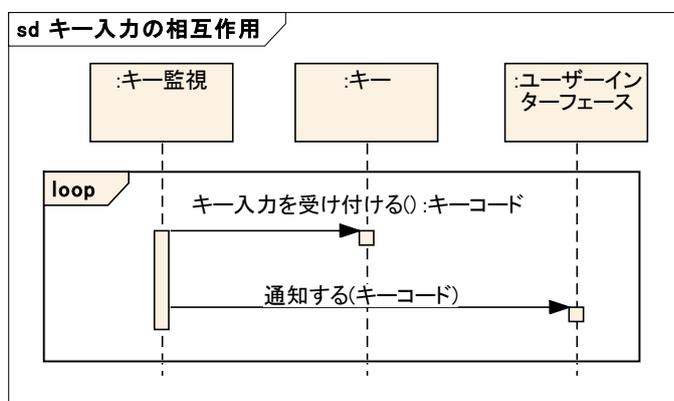


図24

キー監視はスレッドで動作し、キーからキー入力を受け付け、そのキーコードをユーザーインターフェースへ通知する、を繰り返します。

このように設計すると、キー監視からユーザーインターフェースへの依存となります。ユーザーインターフェースからの呼び出しは多くの場合に発生しますので、キー監視のパッケージと相互依存になることが予想されます。また、この依存方向は他のユーザーインターフェースと曲パッケージと逆ですので、分かりにくい構造になります。

これを解決するために、Java でイベントリスナーモデルと呼ばれている仕組みを導入します。

イベント導入後のキー入力に関する構造

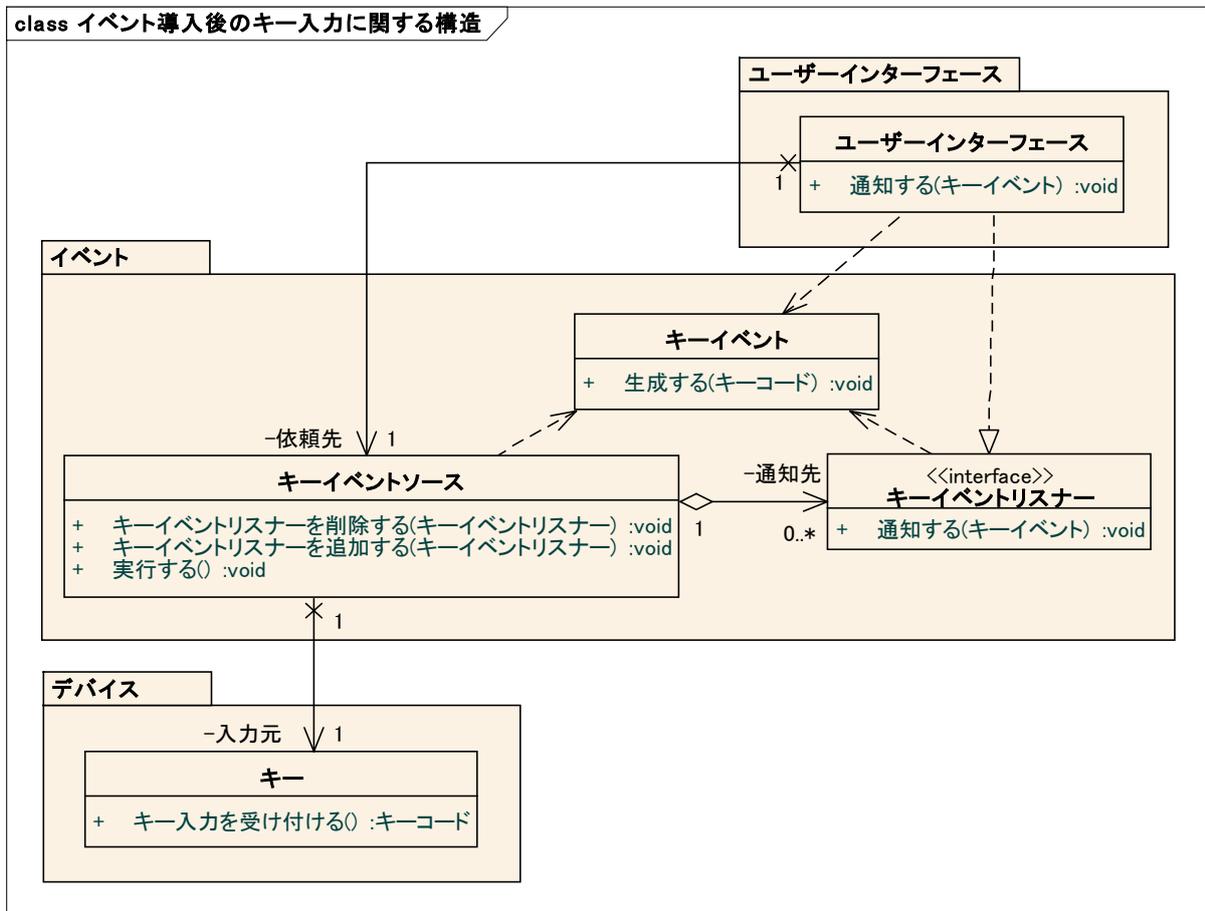


図25

キーは、分析モデルと同じです。

ユーザーインターフェースは、キーイベントリスナーを実現するようになりましたが、その他は変わりません。

キー監視は、キーイベントソースと名前が変わりました。キーイベントを扱うように動作は変わりましたが、責務は変わりません。

キーイベントは、内部にどのキーが押下されたのかキーの種別を示すキーコードを持ち、キー入力の出来事を伝えるものです。

キーイベントリスナーは、キーイベントソースがキーイベントを通知するために実装しなければならないインターフェースです。このインターフェースにより、依存方向が導入前と逆に方向になり、前述の(iv)を実現しています。

イベント導入後のキー入力の相互作用

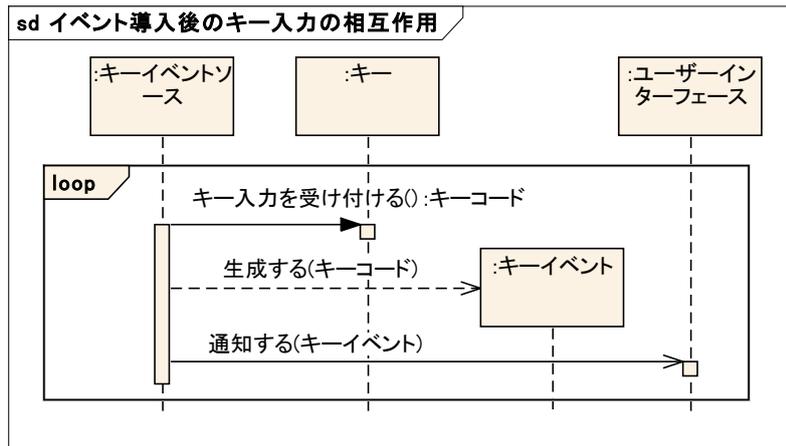


図26

キーイベントソース(導入前のキー監視)はスレッドで動作し、キーからキー入力を受け付け、キーイベントを生成し、そのキーイベントをユーザーインターフェースへ渡す(通知する)、を繰り返します。

なお、メモリリークを起こさないように、ユーザーインターフェースは、もらったキーイベントをきちんと破棄します。

イベントリスナーモデルについては、参考文献『デザインパターンによる進化的設計』を参照してください。

静的モデル

全体の構造

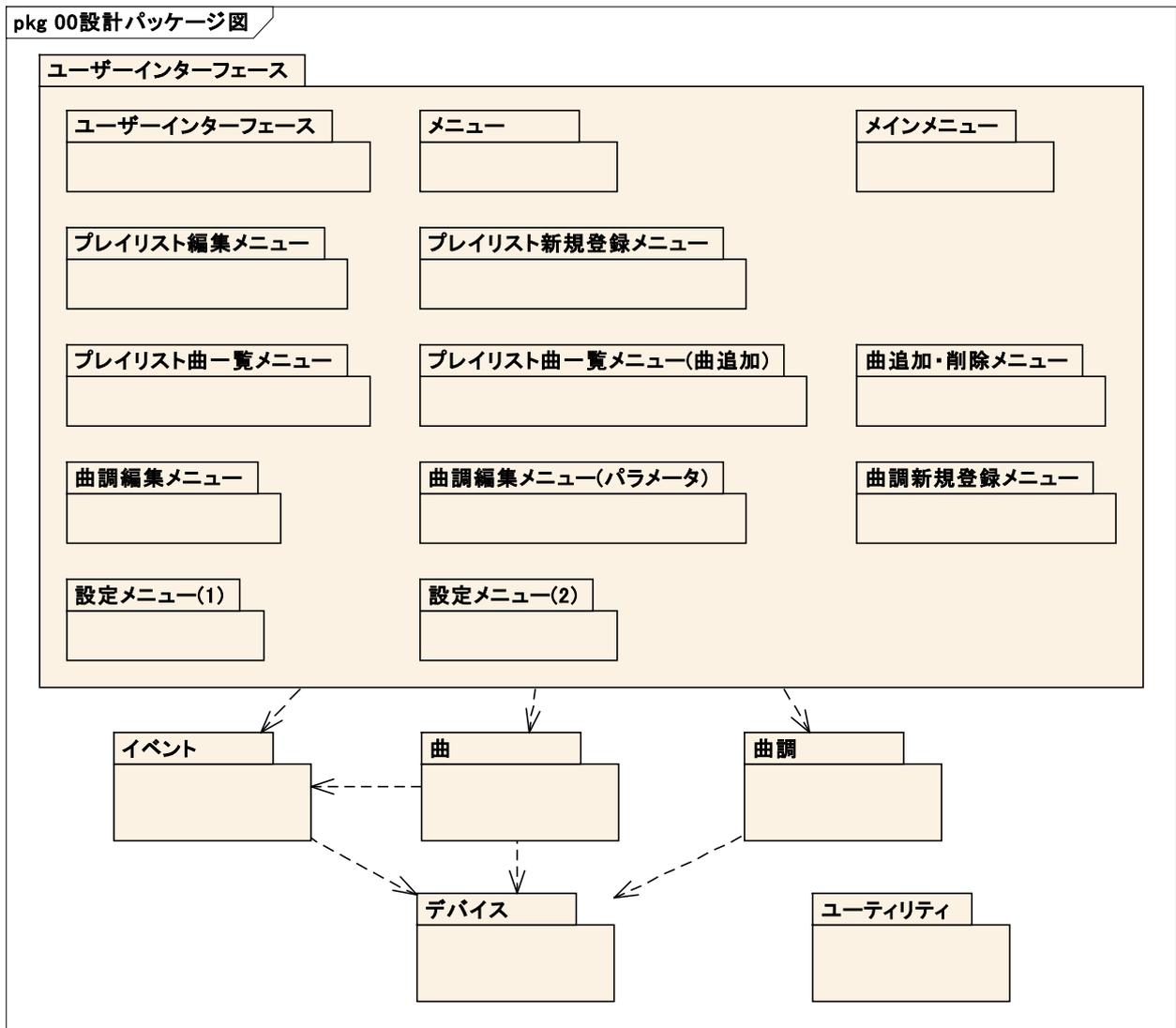


図27

曲パッケージ、曲調パッケージ、デバイスパッケージは、分析モデルを詳細化しました。大きな変化はありません。

曲パッケージは、曲やプレイリストなど、曲を連続して再生するという音楽再生装置として主要な部分になります。

曲調パッケージは、本カタログの要求仕様の曲調を実現する部分です。要求仕様により内容が大きく変動する部分です。

デバイスパッケージは、電子オルゴールのデバイスをまとめたものです。

ユーザーインターフェースパッケージは、ユーザとのインターフェースを司る責務は変わりません。メニューを導入し、クラスが非常に増えたため、サブパッケージに分割しました。これは描画が困難なため、サブパッケージにあまり論理的な意味はありません。

イベントパッケージとユーティリティは、PIM 設計モデルで導入しました。

イベントパッケージは、下層から上層へ通知を行うイベントを実現するための部分です。

ユーティリティは、スレッドなどを実現する汎用的なライブラリです。

「曲」パッケージのクラス図

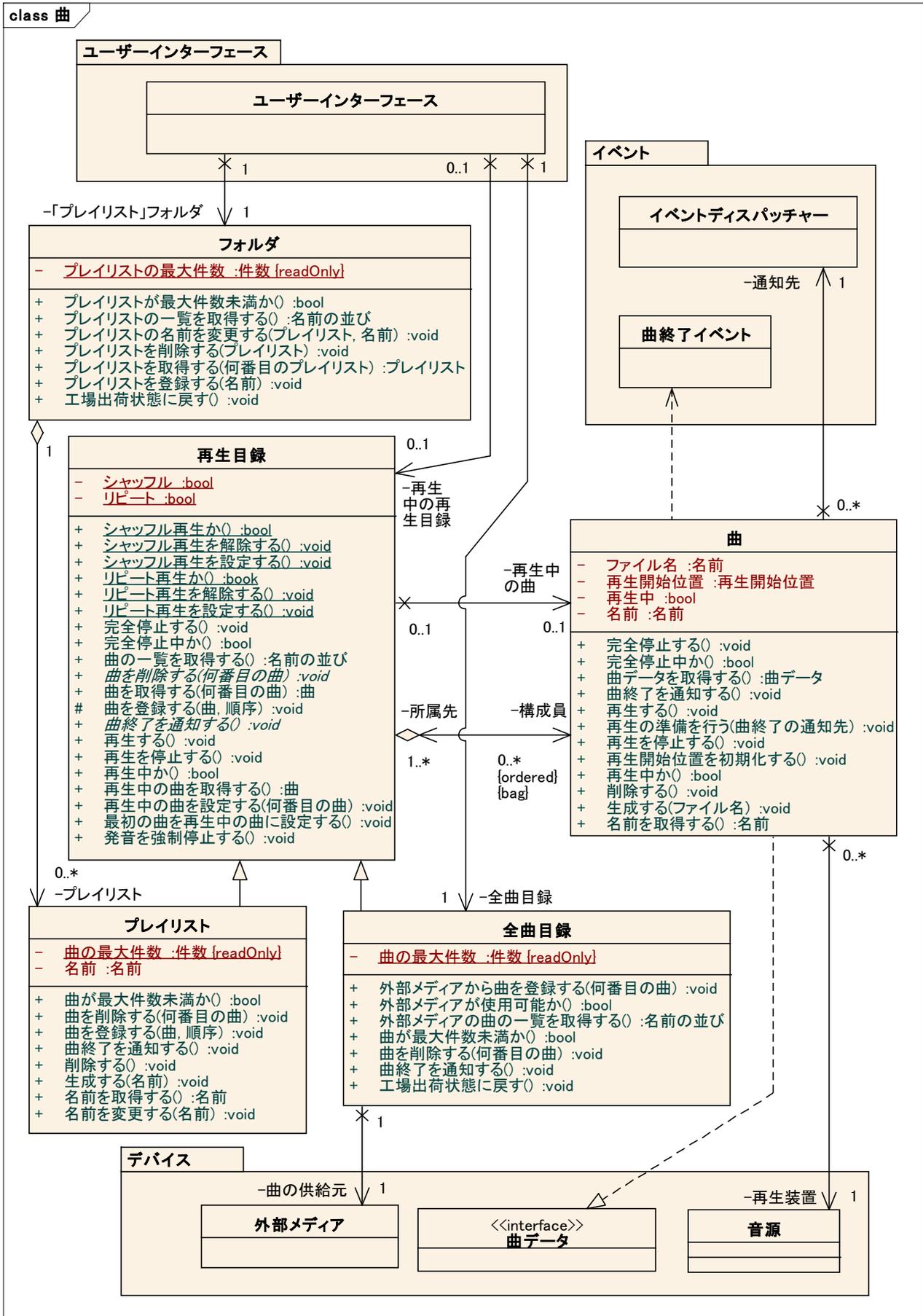


図28

曲パッケージは、曲やプレイリストなど、曲を連続して再生するという音楽再生装置として主要な部分になります。PIM 設計モデルでは、分析モデルを詳細化しました。大きな変化はありません。

曲は、電子オルゴールの楽曲そのものです。デバイスパッケージの音源と共同で 1 曲毎の再生を行います。曲は、(対応するファイルからデータを読み出し)音源にデータを供給します。供給のために、分析モデルでは、曲と音源の関連がありましたが、依存関係を一方向にするため、以下のように変更しました。

- ・曲は曲データインターフェースを実現します。
- ・曲が再生の準備を行う際に、曲自身を音源に渡し、曲データインターフェースとして保持します。
- ・保持した曲データインターフェースを利用して、曲から曲データを取得します。

また、曲が終了した際に再生目録に通知を行います。分析モデルでは、曲が再生目録へ直接メッセージを送信していましたが、前述のように曲終了イベントを配信するようにしました。

なお、曲からのデータが必要な際にイベントを送出する方法もできますが、データ供給は、頻度が高く、イベントは手間がかかるため、前述の方法を用いています。

プレイリストは、曲を再生する順番に並べたものです。曲を順番に再生する責務を負います。一般的にプレイリストと呼ばれているものや音楽再生装置ではアルバムと呼ばれているものも該当します。

フォルダは、プレイリストの集まりです。メニューでプレイリストを選択(表示)したり、登録・削除などのプレイリストの管理を行います。本カタログの要求仕様では、「プレイリスト」を選択(表示)するフォルダだけですが、「ジャンル」や「アーティスト」、「アルバム」などプレイリストを分類するフォルダなどが実現できます。また、フォルダが自身を集約するように変更すると、フォルダを階層化する拡張が実現できます。

全曲目録は、電子オルゴールのすべての曲を持ち、(外部メディアからの)局の登録・削除などの曲の管理を行います。また、1 個の曲を選択/再生する責務も持ちます。

再生目録は、プレイリストと全曲目録の上位概念です。曲を集約し管理する責務と曲を順番に再生する責務を持ちます(リピート再生やシャッフル再生も含まれます)。

「曲調」パッケージのクラス構造

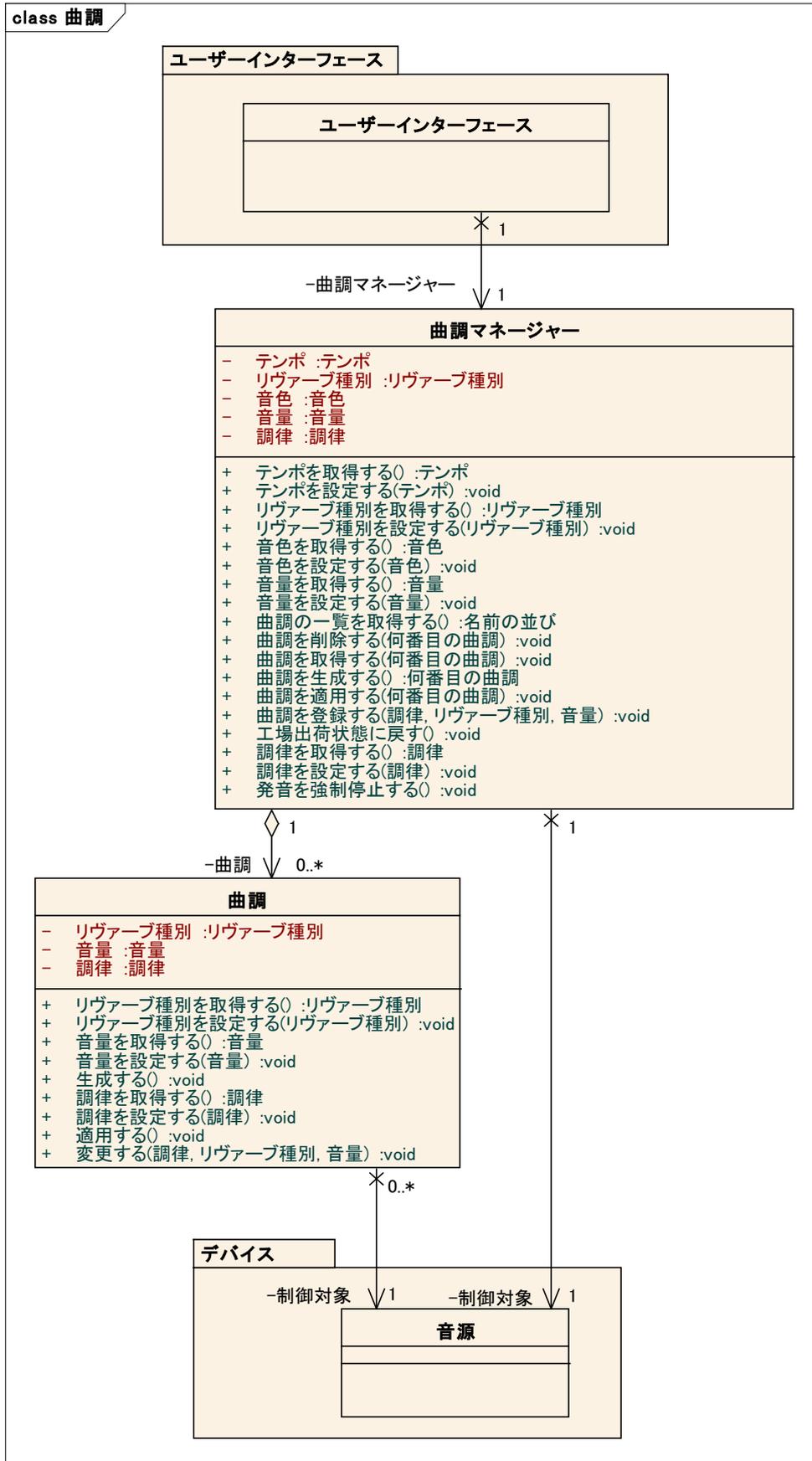


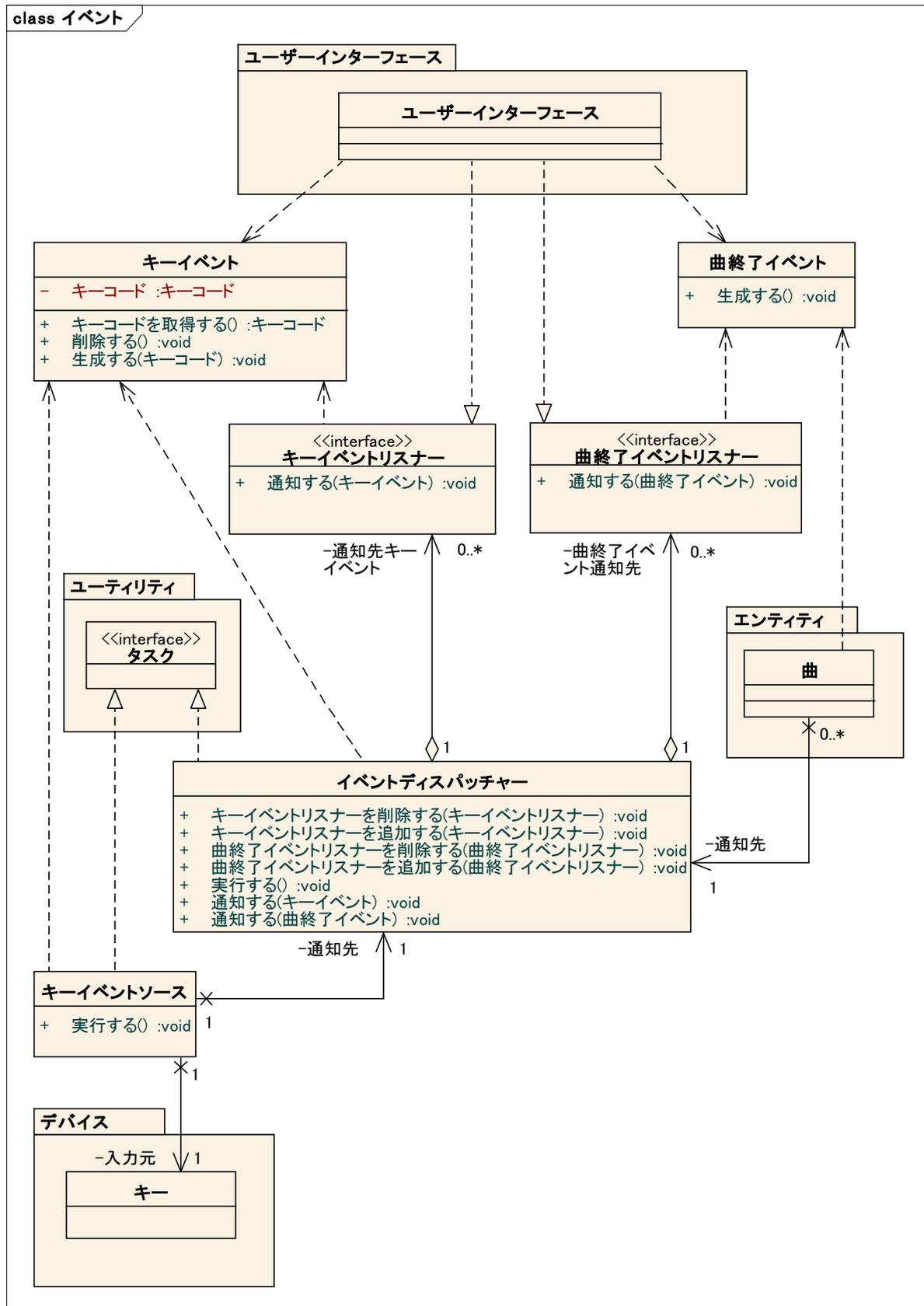
図29

曲調パッケージは、本カタログの要求仕様の曲調を実現する部分です。要求仕様により内容が大きく変動する部分です。PIM 設計モデルでは、分析モデルを詳細化しました。大きな変化はありません。

曲調は、音量や調律など(曲調)のパラメータ群です。パラメータ値を保持する責務と適用(その値に変更)する責務を負います。

曲調マネージャーは、登録・削除などの曲調の管理を行います。また、テンポや音色の変更も行います。

「イベント」パッケージのクラス構造



イベントパッケージは、下層から上層へ通知を行うイベントを実現するための部分です。イベントパッケージは、PIM 設計モデルで導入しました。

キーイベントは、キー入力の出来事を伝えるものです。内部にどのキーが押下されたのかキーの種別を示すキーコードを持ちます。

キーイベントリスナーインターフェースは、キーイベントを受け取りたい場合に、実装すべきインターフェースを定義します。このインターフェースを実装したクラスがキーイベントを配信してくれるクラス(本モデルではイベントディスパッチャー)に「キーイベントリスナーを追加する」メッセージを送信すると、キーイベントを配信してくれるクラスがキーイベントを配信してくれます。

キーイベントソースは、キーイベントを発行するモノです。キーを監視して、キー入力を受け付けると、イベントを発行します。

イベントディスパッチャーは、イベント(キーイベントや曲終了イベント)を配信します。前述のイベントの説明(図 25 や図 26)では、イベントディスパッチャーはありませんでしたが、キーイベントソースにキーイベントリスナーインターフェースを登録する方法もありますが、イベント配信を一箇所にまとめるように、作成しました。

また、イベントディスパッチャーは、後述のタスクインターフェースを実現して独自のスレッドを持ちます。イベントは、イベントの発生源から非同期メッセージでイベントディスパッチャーへ送られ、イベントディスパッチャーのスレッドで逐次的に処理されます。

曲終了イベントは、曲が終了したことを伝えるモノです。

曲終了イベントリスナーインターフェースは、曲終了イベントを受け取りたい場合に、実装すべきインターフェースを定義します。このインターフェースを実装したクラスがキーイベントを配信してくれるクラス(本モデルではイベントディスパッチャー)に「曲終了イベントリスナーを追加する」メッセージを送信すると、キーイベントを配信してくれるクラスが曲終了イベントを配信してくれます。

曲が曲終了イベントを発行するのに対して、キーはキーイベントを発行しません。キーは受動的なデバイスですので、能動的な動きはしないようにして、キーを監視するキーイベントソースを用いるようにしました。

「ユーザーインターフェース」サブパッケージのクラス構造

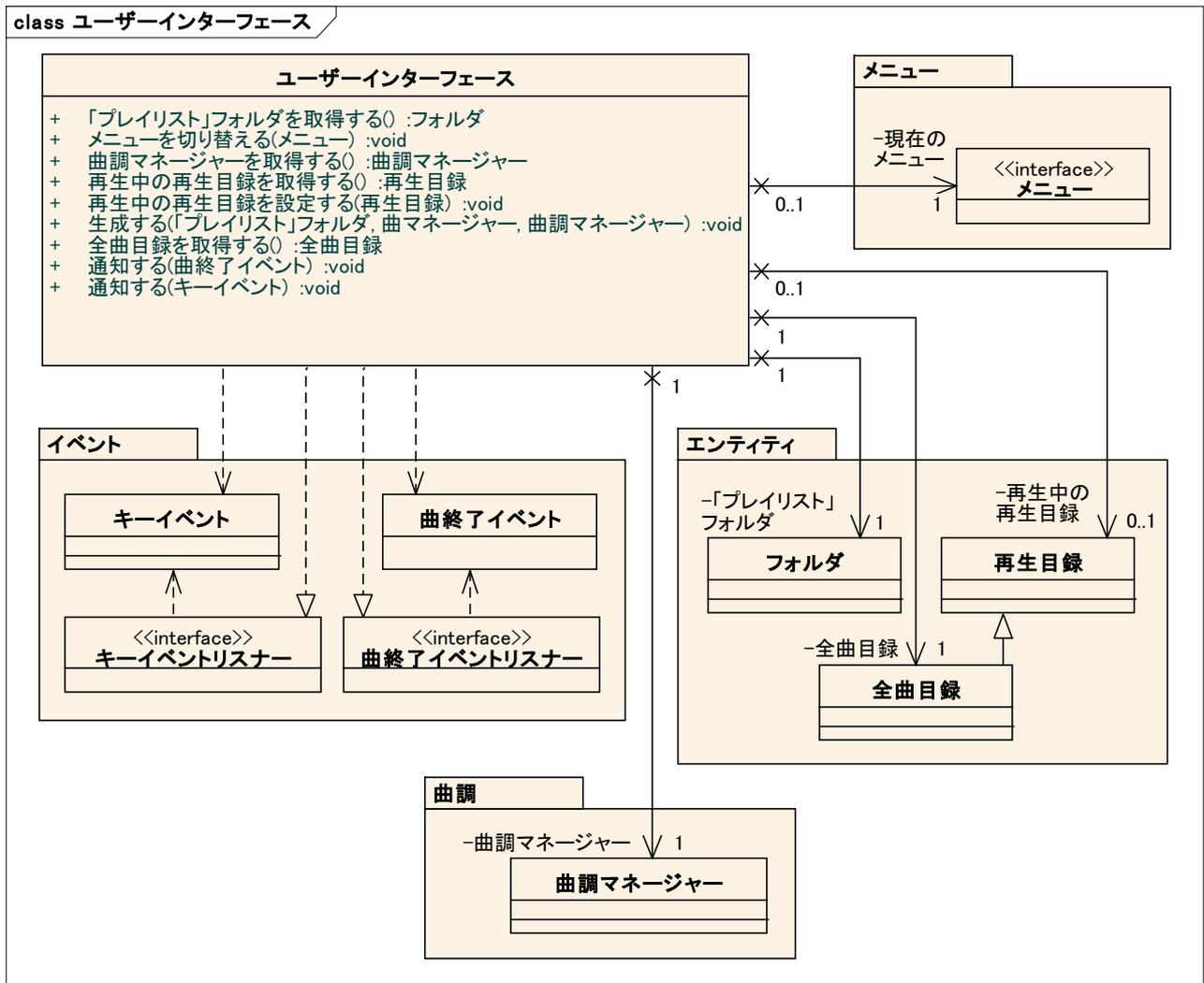


図31

ユーザーインターフェースパッケージは、ユーザとのインターフェースを司ります。前述の通り、ユーザーインターフェースのサブパッケージには、あまり論理的な意味はありません。

ユーザーインターフェースサブパッケージは、ユーザーインターフェースクラスを格納するためのものです。

ユーザーインターフェースは、ユーザとのインターフェースを司ります。ユーザからの指示を曲パッケージや曲調パッケージへ伝え、曲パッケージや曲調パッケージからのレスポンスをユーザへ伝えます。

ユーザーインターフェースは、State パターンの Context クラスに相当します。状態を保持するように後述のメニュークラスを保持し、外部からのメッセージをメニュークラスに委譲し、実際の動作を行います。

また、「全曲目録を取得する」のような、メニュークラスから曲パッケージや曲調パッケージのクラスへメッセージを送信するための補助的な操作を持ちます。

「メニュー」サブパッケージのクラス構造

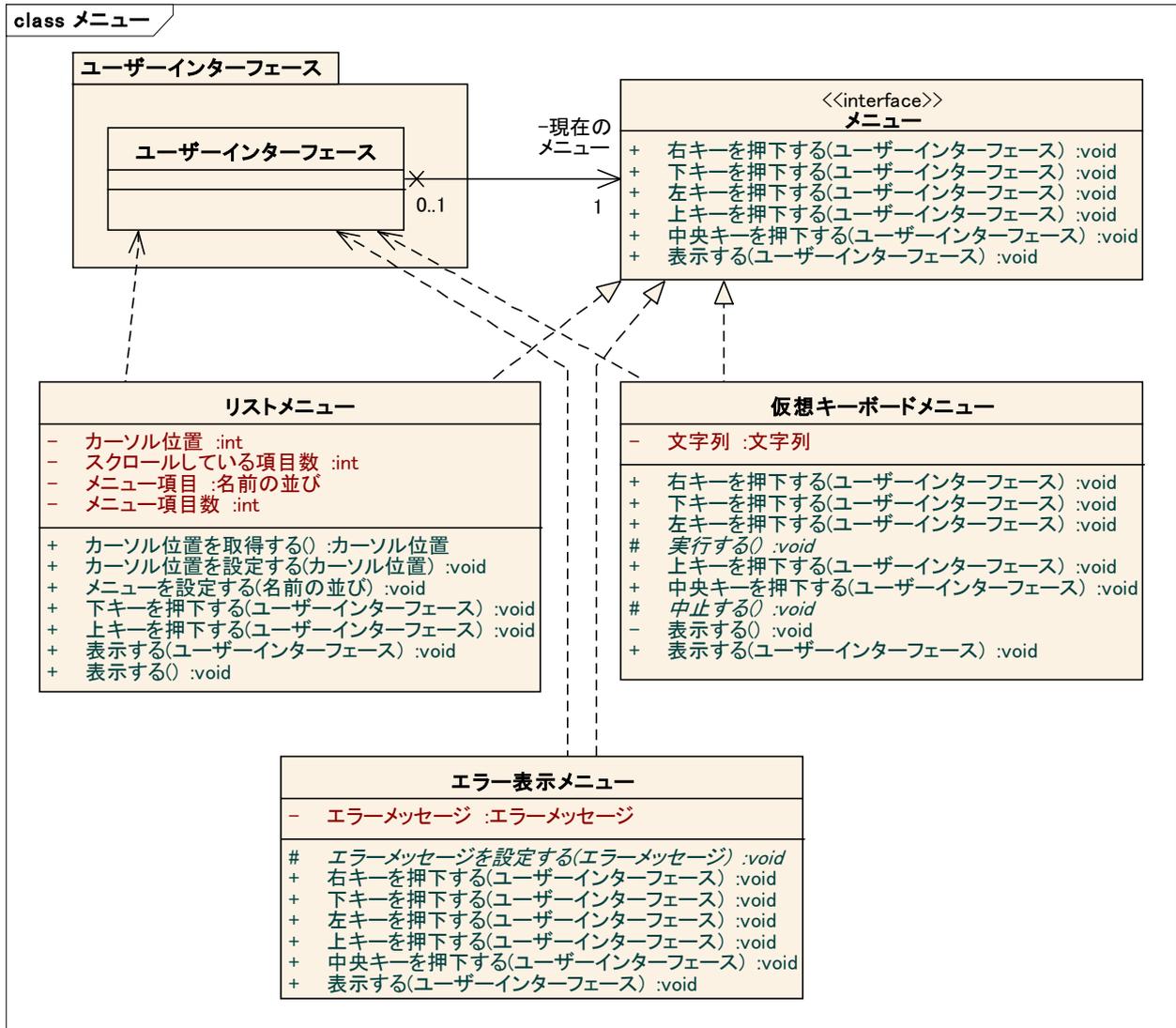


図32

メニューサブパッケージは、メニューインターフェースと、メニュークラスで共通となるような3個のスーパークラスを格納します。

メニューインターフェースは、State パターンの State クラスに相当します。各メニュー(状態)が、備えるべきインターフェースを規定します。

リストメニューは、メニューで多く用いているリストメニューの共通の振る舞い、メニューの表示や上下キーによるカーソルの移動を提供します。

仮想キーボードメニューは、仮想キーボードを実現します。

エラー表示メニューは、エラー発生時にエラーを表示する画面です。

「メインメニュー」サブパッケージのクラス構造

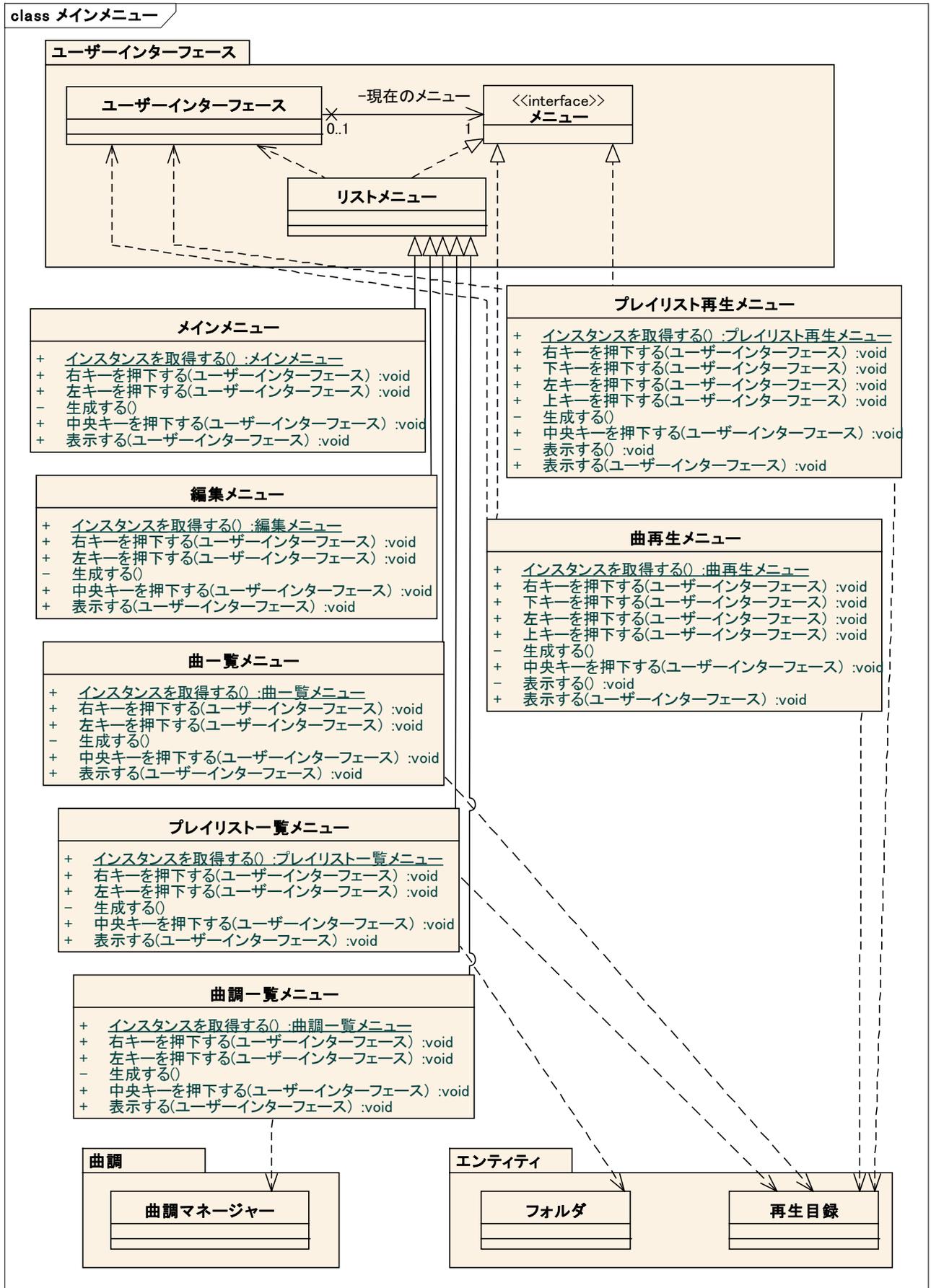


図33

メインメニューサブパッケージは、メインメニューとメインメニューに関連したメニューのクラスを格納します。

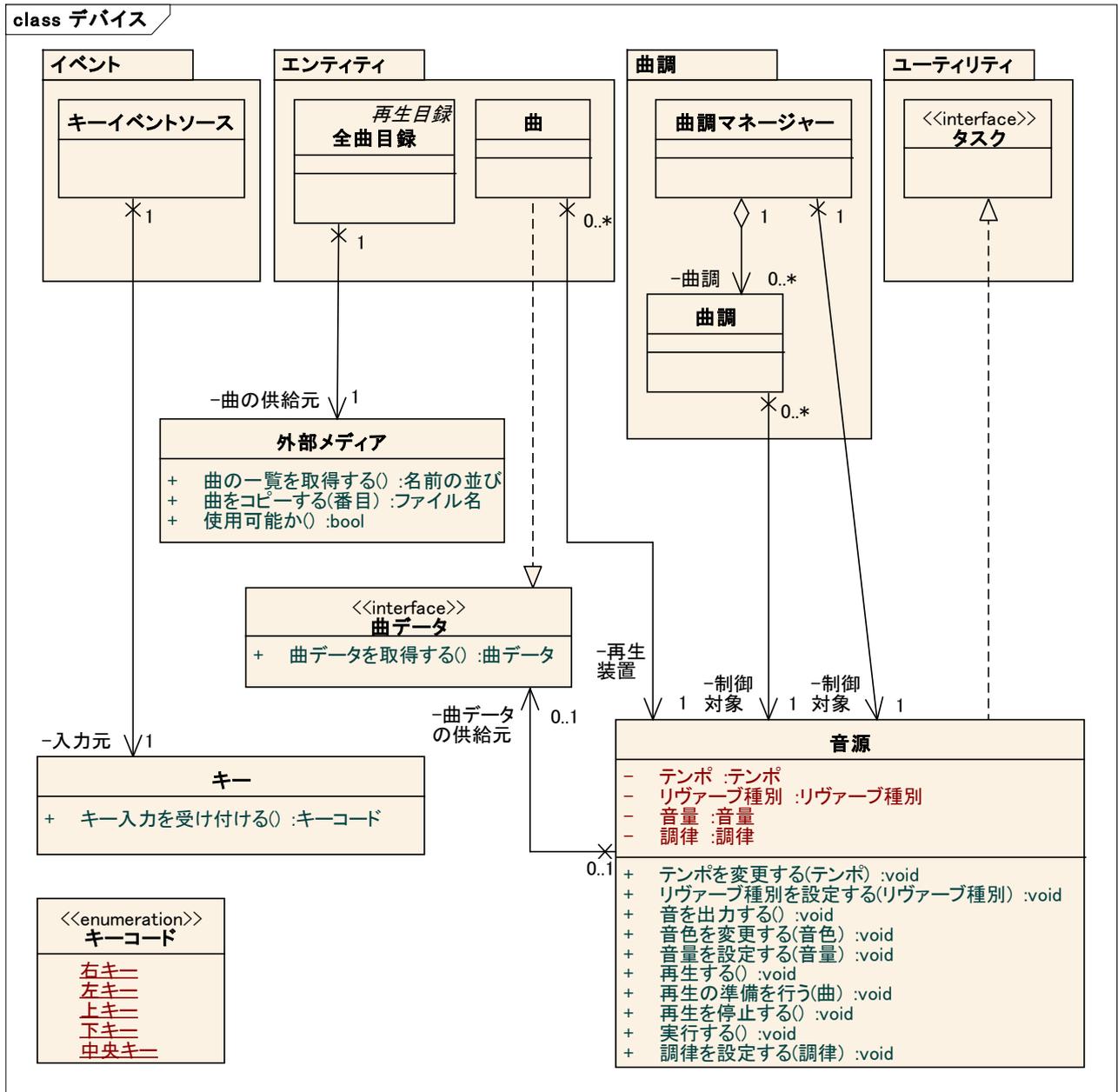
各クラスは同じ名前のメニューを実現しています。State パターンの ConcreteState クラスに相当します。

ここで挙げた以外のサブパッケージ(ユーザーインターフェースパッケージのユーザーインターフェースサブパッケージ、メニューサブパッケージ以外のサブパッケージ)は、サブパッケージの名前と同じメニューと関連したメニューのクラスを格納します。

各クラスは同じ名前のメニューを実現しています。State パターンの ConcreteState クラスに相当します。

ここで挙げた以外のサブパッケージおよびクラスは、「付録：設計モデルの静的モデル」を参照してください。

「デバイス」パッケージのクラス構造



デバイスパッケージは、電子オルゴールのデバイスをまとめたものです。PIM 設計モデルでは、詳細化に伴いクラスが増えています。

音源は、音を出す責務を持ちます。曲パッケージの曲と共同で 1 曲毎の再生を行います。曲からデータを供給してもらい、電子オルゴールの楽曲の音を出します。

曲データインターフェースは、曲データを取得するために実装すべきインターフェースを定義します。このインターフェースを実装したクラス(本モデルでは曲)が、「再生の準備を行う」メッセージを音源に送信すると、音源が曲データインターフェースを保持し、データが必要な場合、音源が「曲データを取得する」メッセージを送信し、データを取得します。

外部メディアは、電子オルゴールに楽曲を入れるために用いるメディアです。実際には、SD カード(など)になります。

「ユーティリティ」パッケージのクラス図

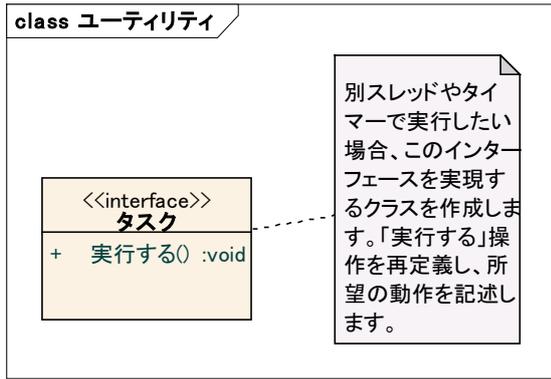


図35

ユーティリティは、スレッドなどを実現する汎用的なライブラリです。ユーティリティは、PIM 設計モデルで導入しました。

タスクインターフェースは、別スレッドやタイマーで実行するために実装すべきインターフェースを定義します。別スレッドやタイマーで実行したい場合、このインターフェースを実現するクラスを作成します。「実行する」操作を再定義し、所望の動作を記述します。詳細は、PSM 設計モデルで規定する内容になります。

電子オルゴールの初期状態のオブジェクトを示します。この時点では、曲やプレイリスト、曲調が登録されていないため、それらのオブジェクトが存在しません。

初期状態のオブジェクト

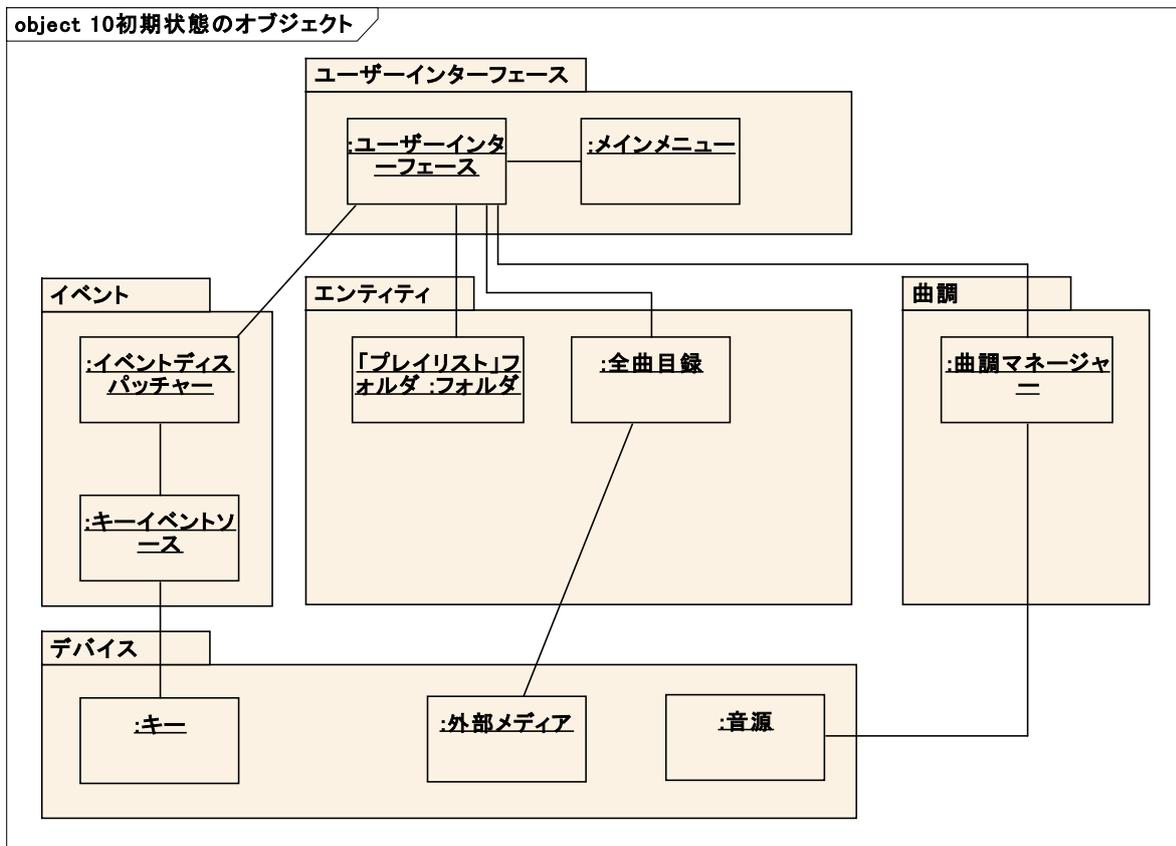


図36

動的モデル

PIM 設計モデルのクラス図を踏まえ、再度動的モデルを作成します。なお、PIM 設計モデルではメニューを導入したので、ユースケース記述と 1 対 1 に対応しないところがあります。例えば、「UC07：プレイリストの一覧を見る」は、「UC01：再生プレイリストを選択する」に含まれます。

PIM 設計モデルの動的モデルは、シーケンス図を使用します。

曲やプレイリストの状態遷移は、分析モデルと同じですので、分析モデルを参照してください。

リストメニューの基本的な動作

個別のユースケースの前に、次ページのイベントシステムとリストメニューの動作を説明します。

リストメニューの基本的な相互作用

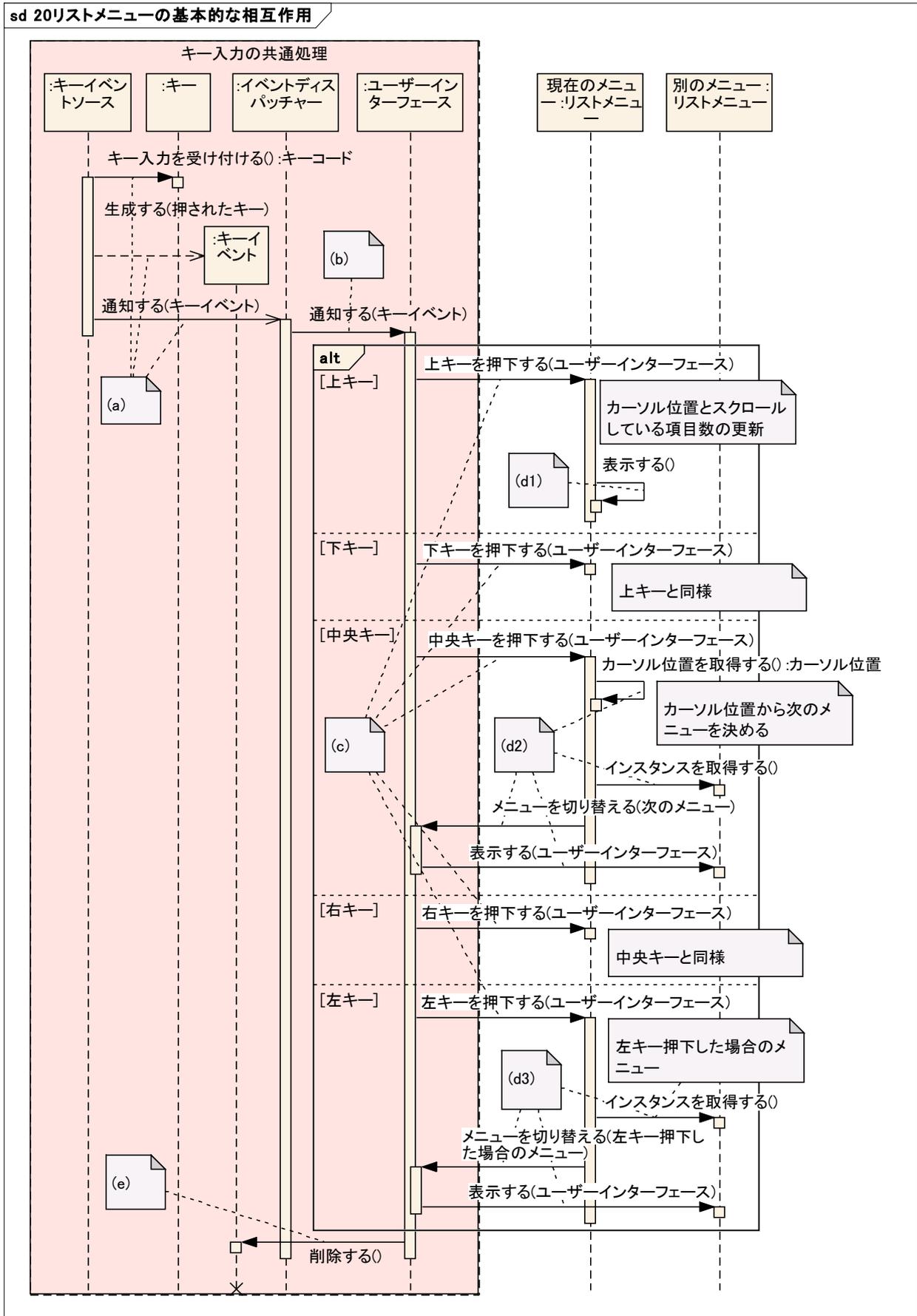
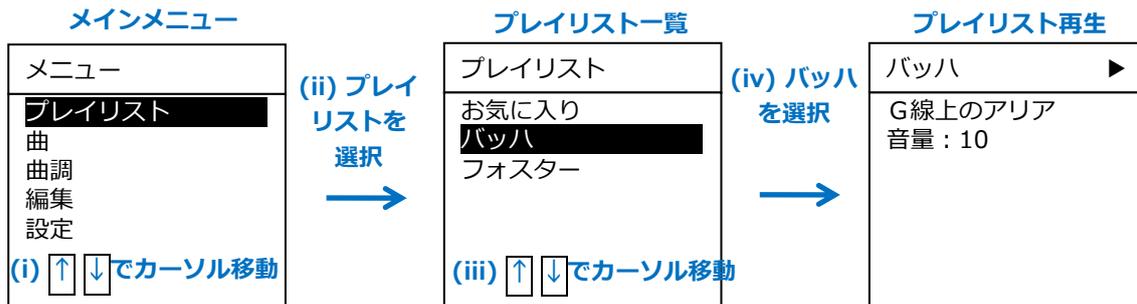


図37

- (a) キーイベントソースは、キーを監視していて、キー入力を受け付けると、イベントを生成し、発行します(イベントディスパッチャーへ生成したイベントを通知します)。
- (b) 通知を受けると、イベントディスパッチャーは、キーイベントを配信します。予めユーザーインターフェースは、キーイベントを受け取れるように(「キーイベントリスナーを追加する」メッセージを送信)してあるので、イベントディスパッチャーは、ユーザーインターフェースへキーイベントを通知します。
- (c) キーイベントを受けると、ユーザーインターフェースは、キーイベントのキーコード(キーの種別)を判別して、それぞれのキーを押下するメッセージを現在のメニューへ送信します。キーが押下された際の動作は、ユーザーインターフェースではなく、それぞれのメニューが行います。
- (d1) 上キー(もしくは下キー)を押下した場合、リストメニューは、カーソル位置とスクロールしている項目数の更新し、表示(更新)します。
- (d2) 中央キー(もしくは右キー)を押下した場合、カーソル位置から次のメニューを決定し、ユーザーインターフェースへメニューを切り替えさせます。メニューの切り替える際には、切り替えるメニューを引数としますが、メニューはシングルトンなので、その都度インスタンスを取得します。ユーザーインターフェースは、現在のメニューを更新し、切り替えるメニューに表示させます。
- (d3) 左キーを押下した場合は、遷移するメニューが決まっていることを除いて、中央キー(もしくは右キー)と同じです。
- (e) ユーザーインターフェースは、配信されたイベントを削除します。
- (a)から(c)と(e)は、キー入力における共通処理なので、以降の図では両略します。

ユースケース<UC01 : 再生プレイリストを選択する>



ユースケース<UC01 : 再生プレイリストを選択する>の相互作用を示します。上記のように、(i)メインメニューでプレイリストへカーソルを移動する、(ii)プレイリストを選択し、プレイリスト一覧メニューを表示させる、(iii)プレイリスト一覧メニューで再生するプレイリストへカーソルを移動する、(iv)バッハを選択し、プレイリスト再生メニューを表示させ、プレイリストを再生する、を行う場合です。

ユースケース<UC01 : 再生プレイリストを選択する>の相互作用

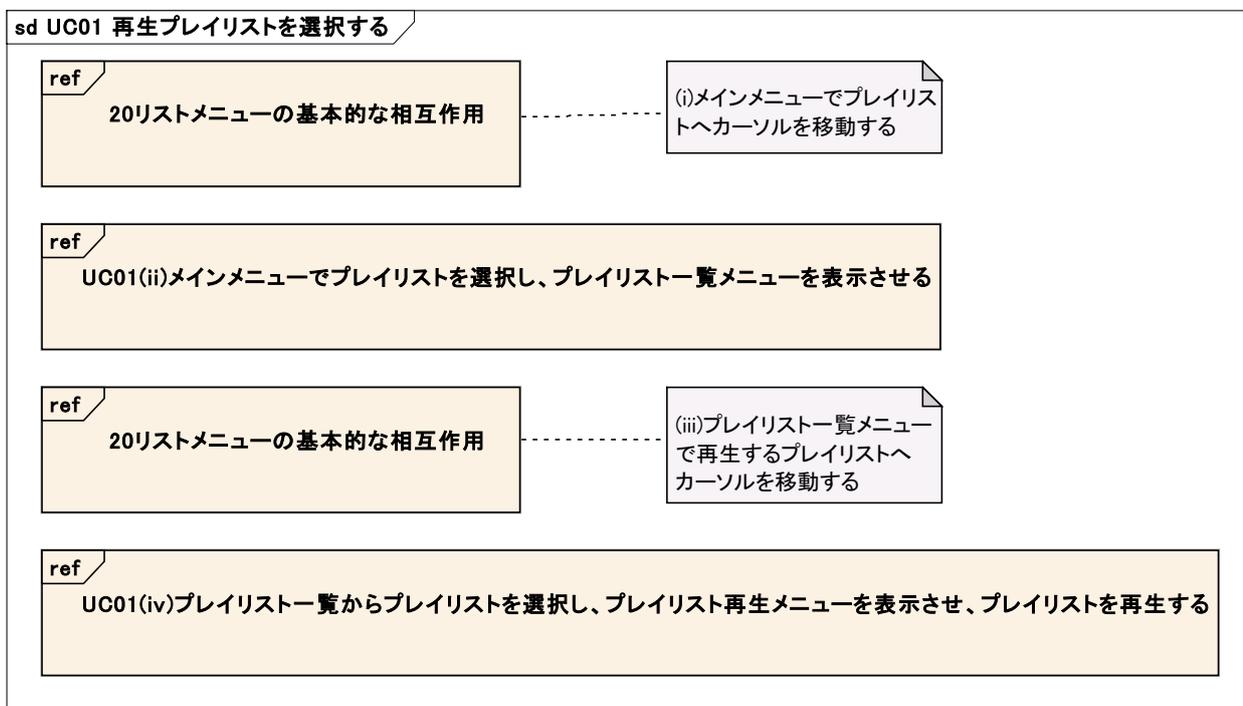


図38

以下に詳細な相互作用を示します。

「UC01(ii)メインメニューでプレイリストを選択し、プレイリスト一覧メニューを表示させる」の相互作用

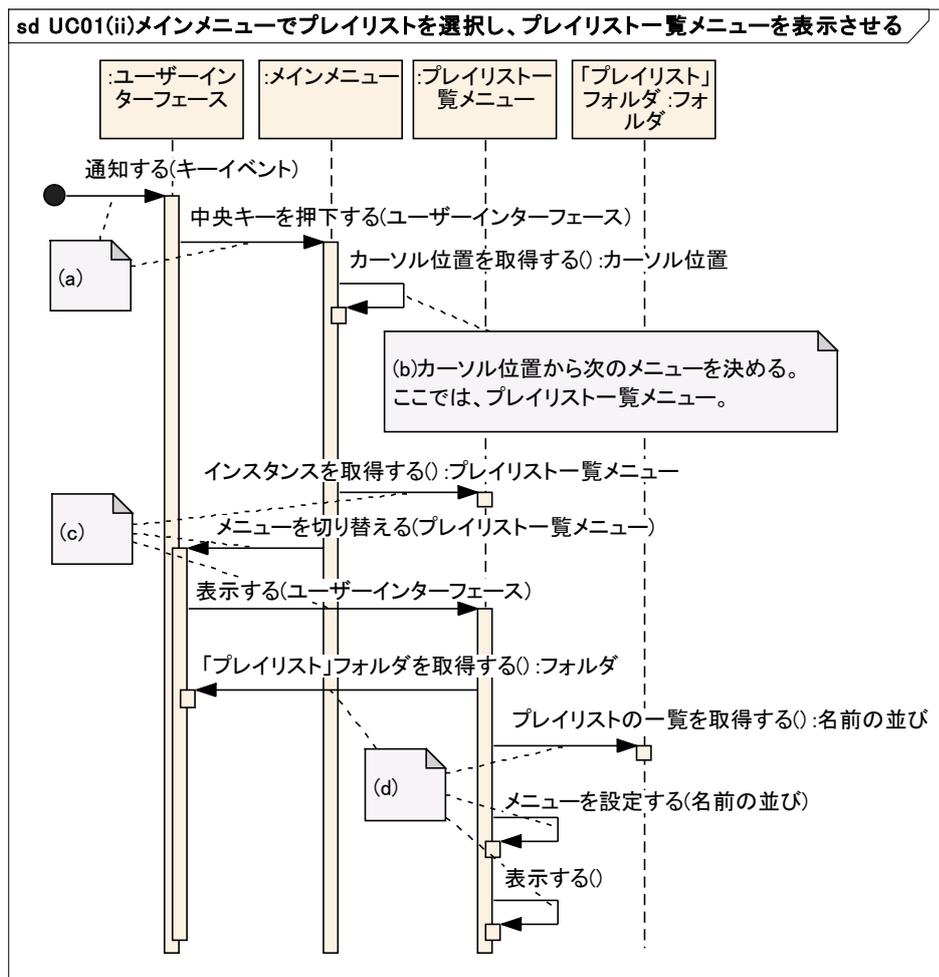


図39

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) カーソル位置から次のメニューを決めます。ここでは、プレイリスト一覧メニューとなります。
- (c) メインメニューは、ユーザーインターフェースへメニューを切り替えさせます。
- (d) プレイリスト一覧メニューは、「プレイリスト」フォルダを取得し、「プレイリスト」フォルダからプレイリストの一覧を取得し、メニューを表示します。

「UC01(iv)プレイリスト一覧からプレイリストを選択し、プレイリスト再生メニューを表示させ、プレイリストを再生する」の相互作用

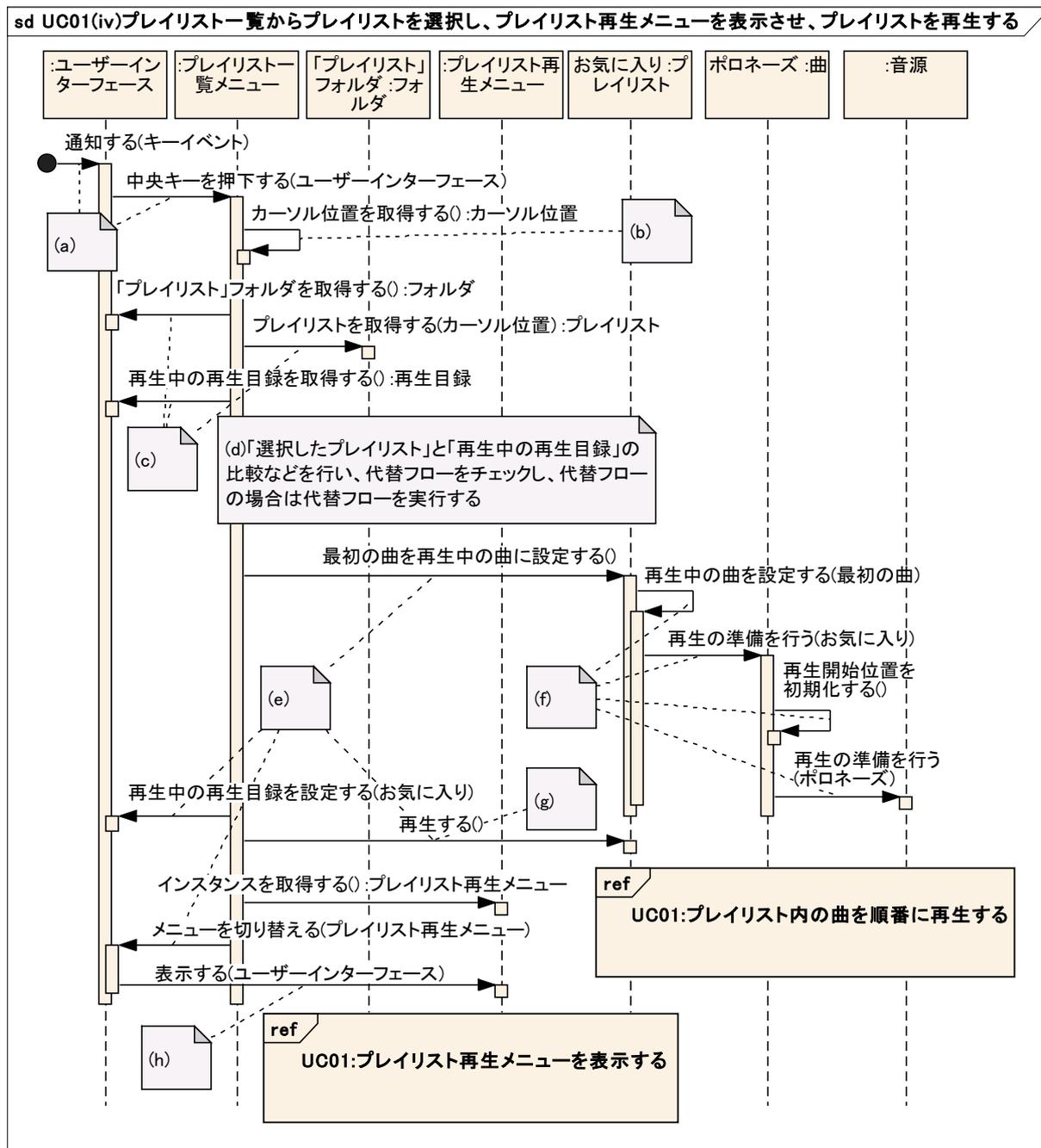


図40

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、プレイリスト一覧メニューは、カーソル位置から選択するプレイリストを決定します。
- (c) 選択するプレイリストと再生中の再生目録を取得します。
- (d) 「選択するプレイリスト」と「再生中の再生目録」の比較などを行い、代替フローをチェックして、代替フローの場合は代替フローを実行します。ここでは、メインフローの場合なので、何もありません。
- (e) プレイリスト一覧メニューは、プレイリストに最初の曲を再生中の曲に設定させ、ユーザーインターフェースに再生中の再生目録を設定させ、プレイリストに再生させ、ユーザーインターフェースにプレイリスト再生メニューに切り替えさせます。

(f) プレイリストは、最初の曲を再生中の曲に設定し、曲に再生の準備を行わせます。すると、曲は再生開始位置を初期化し、音源に再生の準備を行わせます。この時に曲は、音源が曲データを取得できるように、自身を引数として渡しています。

(g) この部分は、「UC01:プレイリスト内の曲を順番に再生する」の相互作用を参照してください。この内部では、別スレッドで非同期に動作するため、次の(h)と同時に動作します。

(h) この部分は、「UC01:プレイリスト再生メニューを表示する」の相互作用を参照してください。

「UC01:プレイリスト内の曲を順番に再生する」の相互作用

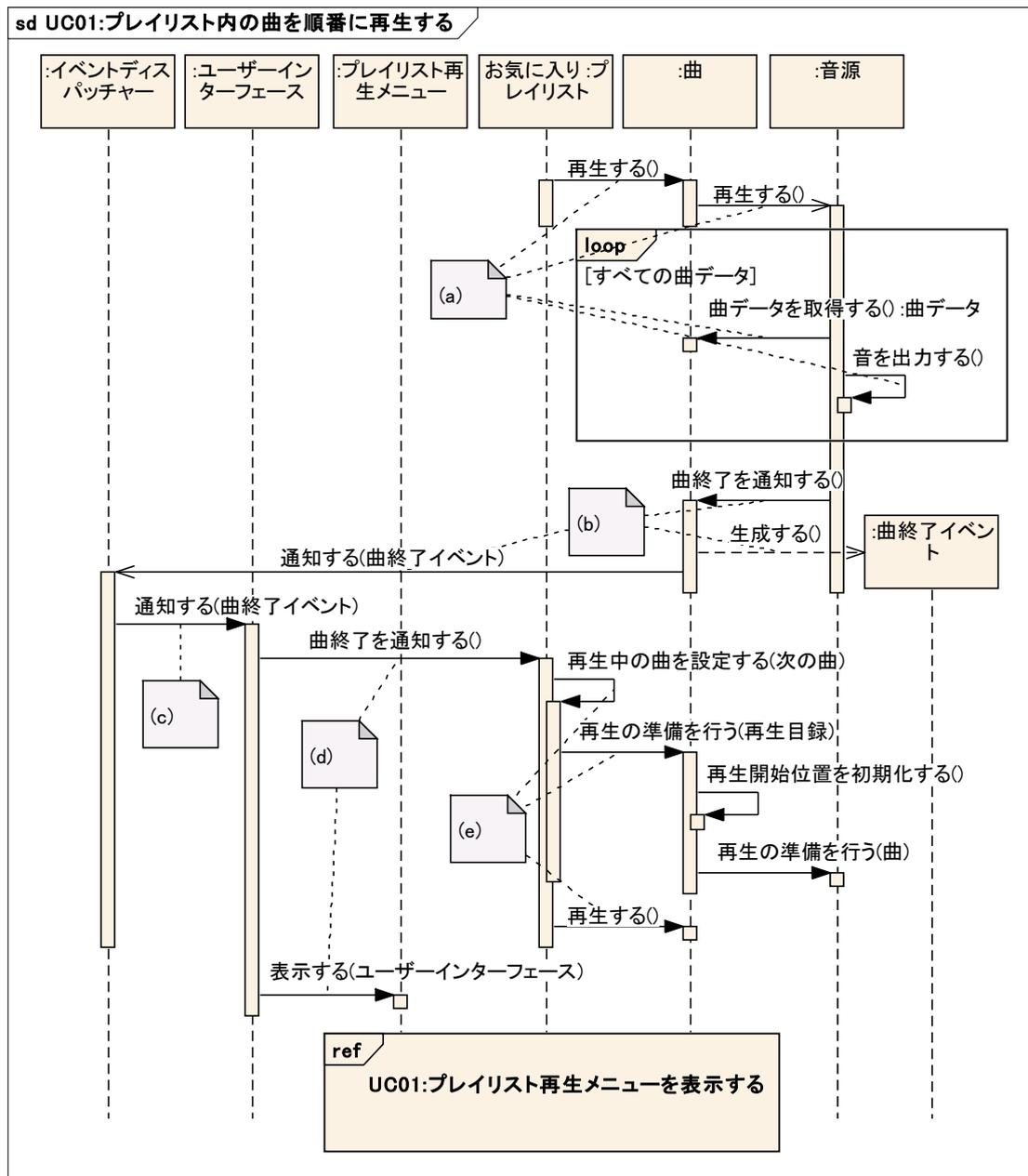


図41

- (a) プレイリストは曲に再生を開始させ、曲は音源に再生を開始させます。音源は曲から曲データを取得し、音を出力します。これを繰り返します。
- (b) 曲の再生が終了すると、音源は、曲に曲終了を通知します。曲は、曲終了イベントを生成し、発行します(イベントディスパッチャーへ生成したイベントを通知します)。

- (c) 通知を受けると、イベントディスパッチャーは、曲終了イベントを配信します。予めユーザーインターフェイスは、曲終了イベントを受け取れるように(「曲終了イベントリスナーを追加する」メッセージを送信)してあるので、イベントディスパッチャーは、ユーザーインターフェイスへ曲終了イベントを通知します。
- (d) 曲終了イベントを受けると、ユーザーインターフェイスは、再生中の再生目録(この場合はプレイリスト)へ曲終了を通知し、メニューを表示(更新)します。
- (e) 曲終了の通知を受けると、プレイリストは、次の曲を再生中の曲に設定し、曲に再生の準備を行わせ、再生させます。ここから先は(a)と同じなので、省略します。

「UC01:プレイリスト再生メニューを表示する」の相互作用

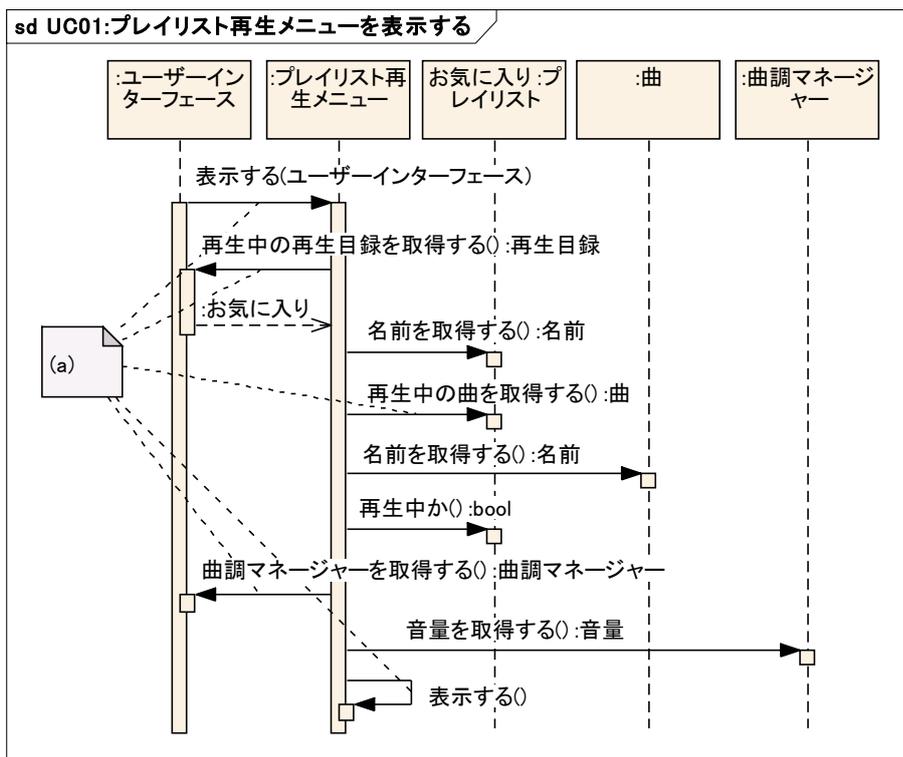
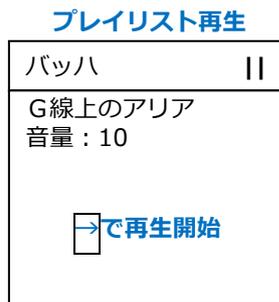


図42

- (a) 「表示する」メッセージを受け取ると、プレイリスト再生メニューは、ユーザーインターフェイスから再生中の再生目録を取得し、その再生目録から曲を取得し、ユーザーインターフェイスから曲調マネージャーを取得し、それらから表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※プレイリストから名前、曲から名前、再生目録から再生中かどうか、曲調マネージャーから音量

ユースケース<UC02 : プレイリストを再生する>



ユースケース<UC02 : プレイリストを再生する>の相互作用を示します。これは、上記のプレイリスト再生メニューで、プレイリスト再生停止中に▶キーで再生を開始する場合です。なお、ユースケース<UC01 : 再生プレイリストを選択する>では、選択後にプレイリストの再生を行うため、後半部分が本相互作用とほぼ同じです。

ユースケース<UC02 : プレイリストを再生する>の相互作用

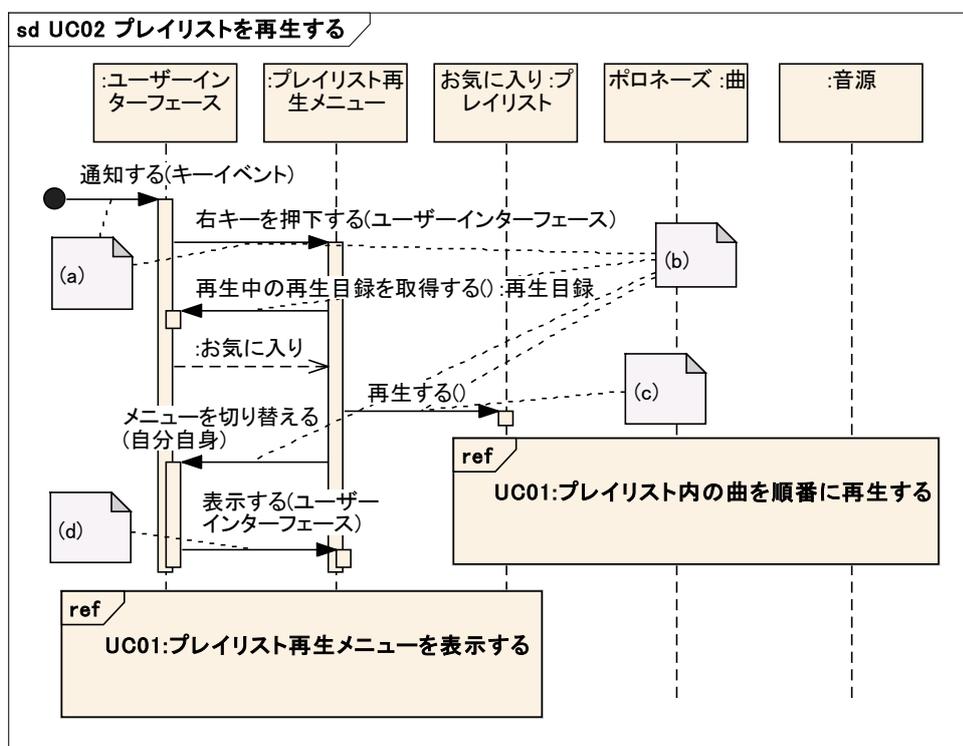
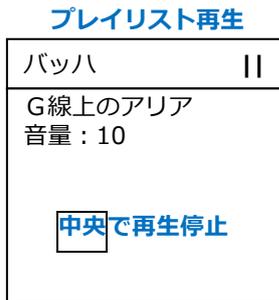


図43

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「右キーを押下する」メッセージを受け取ると、プレイリスト再生メニューは、ユーザーインターフェースから再生中の再生目録を取得し、その再生目録を再生させ、ユーザーインターフェースにプレイリスト再生メニュー(自分自身)にメニューを切り替えさせます。メニューの切り替えは新しい状態でメニューを再表示させるためです。
- (c) この部分は、「「UC01:プレイリスト内の曲を順番に再生する」の相互作用」を参照してください。この内部では、別スレッドで非同期に動作するため、次の(d)と同時に動作します。
- (d) この部分は、「「UC01:プレイリスト再生メニューを表示する」の相互作用」を参照してください。

ユースケース<UC03:プレイリストの再生を停止する>



ユースケース<UC03 :プレイリストの再生を停止する>の相互作用を示します。これは、上記のプレイリスト再生メニューで、プレイリスト再生中に中央キーで再生を停止する場合です。

ユースケース<UC03 :プレイリストの再生を停止する>の相互作用

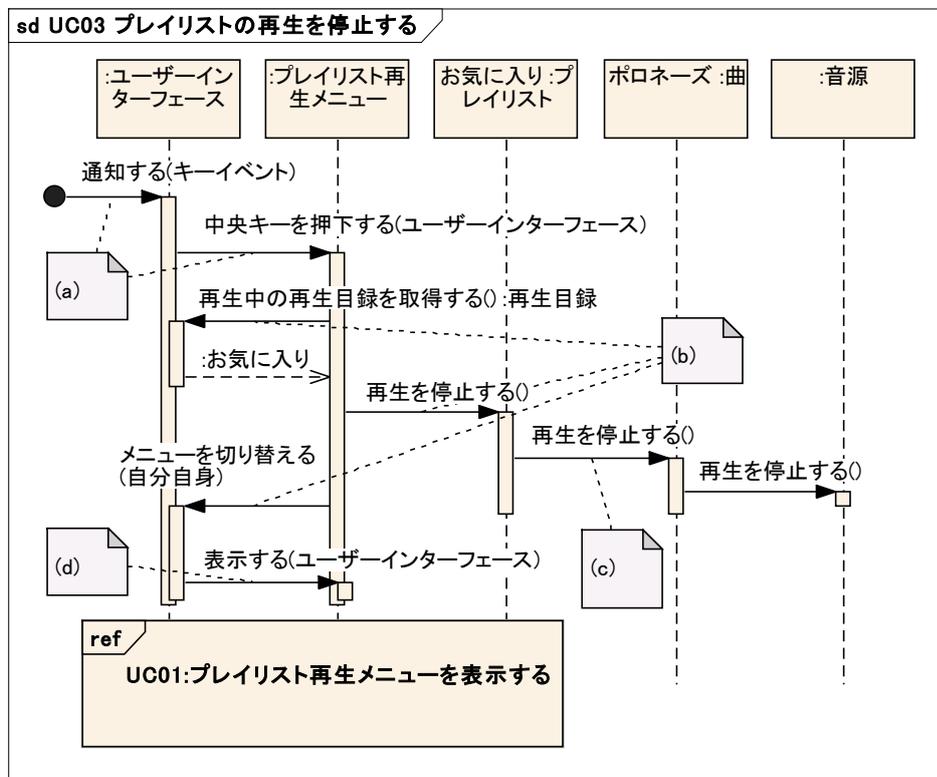


図44

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、プレイリスト再生メニューは、ユーザーインターフェースから再生中の再生目録を取得し、その再生目録の再生を停止させ、ユーザーインターフェースにプレイリスト再生メニュー(自分自身)にメニューを切り替えさせます。メニューの切り替えは新しい状態でメニューを再表示させるためです。
- (c) 「再生を停止する」メッセージを受け取ると、プレイリストは再生中の曲に「再生を停止する」メッセージを送信し、曲は音源に「再生を停止する」メッセージを送信します。
- (d) この部分は、「UC01:プレイリスト再生メニューを表示する」の相互作用を参照してください。

参考文献

- ◆ 『ソフトウェアパターン—パターン指向の実践ソフトウェア開発』 鷲崎 弘宜 [ほか] 著、近代科学社、2007
- ◆ 『オブジェクト指向における再利用のためのデザインパターン』 Erich Gamma [ほか] 著、ソフトバンクパブリッシング、1999
- ◆ 平鍋 健児、『デザインパターンによる進化的設計』、
<http://objectclub.jp/technicaldoc/pattern/eDWP>
- ◆ 『月刊 たくさんのふしぎ 2009年07月号』、名村義人・文/風間憲二・写真、福音館書店、2009
- ◆ 『オルゴール:聴いてみたいアンティークの音色(京都書院アーツコレクション:Music(26))』、田中 健、京都書院、1998

付録：ユースケース記述

<UC04：再生曲を選択する>

■概要

再生する曲を選択し、再生する。

■アクター

ユーザ

■事前条件

- ・システムに 1 曲以上の再生可能曲が格納されていること。

■事後条件

- ・再生曲が、指定された曲になっていること。
- ・再生開始位置が指定されていること。

■メインフロー

1. アクターは、システムに、再生曲を指定する。
2. システムは、指定された曲を再生曲とする。
3. システムは、再生開始位置を初期化する。
4. システムは、再生曲を再生する。
5. UC を終了する。

■代替フロー

1a. 指定曲と同一の曲を再生中の場合

1a1. UC を終了する。

1b. 指定曲と別の曲を再生中の場合

1b1. システムは、現在再生している曲の再生を停止する。

1b2. メインフロー2.に遷移する。

1c. プレイリストを再生中の場合

1c1. システムは、現在再生しているプレイリストの再生を停止する。

1c2. メインフロー2.に遷移する。

■例外フロー

なし

<UC05 : 曲を再生する>**■ 概要**

選択された曲を再生する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・再生曲が指定されていること。
- ・曲再生停止中であること。

■ 事後条件

- ・指定された曲が再生開始されること。
- ・曲再生中であること。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに再生曲の再生を指示する。
2. システムは、再生曲の再生開始位置より、再生を開始する。
3. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

<UC06 : 曲の再生を停止する>

■ 概要

再生中の曲の再生を停止する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・ 指定された曲を再生中であること。

■ 事後条件

- ・ 指定された曲が停止中であること。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、再生停止を指示する。
2. システムは、再生曲を再生停止する。
3. システムは、再生開始位置を保存する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

<UC07 : プレイリストの一覧を見る>**■ 概要**

ユーザが電子オルゴールのプレイリストの一覧を見る。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・アクターがシステムのプレイリストの一覧を見ている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、プレイリストの一覧表示を指示する。
2. システムは、アクターへ、プレイリストの一覧を提示する。
3. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

■ 備考

- ・システムにプレイリストが登録されていない場合、プレイリストが空で表示されるだけで、特別なメッセージは出さない。

<UC08 : プレイリストを登録する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールにプレイリストを登録する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・システムにアクターが指定したプレイリストが登録されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、プレイリストの登録を指示する。
2. アクターは、システムに、登録するプレイリストの名前を指示する。
3. システムは、指示されたプレイリストを登録する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

- 2a. 登録できる最大件数のプレイリストが登録されている場合 :
- 2a1. システムは、アクターへ、登録できる最大件数のプレイリストが登録されているので、これ以上登録できない旨を通知する。
 - 2a2. UC を終了する。
- 3a. 指示された名前のプレイリストが登録されている場合 :
- 3a1. システムは、アクターへ、指示された名前のプレイリストが登録されているので、登録できない旨を通知する。
 - 3a2. UC を終了する。

■ 備考

- ・同じ名前のプレイリストは複数登録できない。

<UC09 : プレイリストを削除する>**■ 概要**

ユーザが電子オルゴールのプレイリストを削除する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 件以上のプレイリストが登録されている。

■ 事後条件

- ・アクターが指定したプレイリストがシステムから削除されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、プレイリストの削除を指示する。
2. アクターは、システムに、削除するプレイリストを指示する。
3. システムは、指示されたプレイリストを削除する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

3a. 指示されたプレイリストが登録されていない場合 :

3a1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが登録されていないので、削除できない旨を通知する。

3a2. UC を終了する。

3b. 指示されたプレイリストが再生中の場合 :

3b1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが再生中なので、削除できない旨を通知する。

3b2. UC を終了する。

<UC10 : プレイリストの名前を変更する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールのプレイリストの名前を変更する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 件以上のプレイリストが登録されている。

■ 事後条件

- ・アクターが指定したプレイリストの名前が変更されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、プレイリストの名前を変更することを指示する。
2. アクターは、システムに、名前を変更するプレイリストと新しい名前を指示する。
3. システムは、指示されたプレイリストの名前を新しい名前に変更する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

3a. 指示されたプレイリストが登録されていない場合 :

3a1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが登録されていないので、名前を変更できない旨を通知する。

3a2. UC を終了する。

3b. 新しい名前のプレイリストが存在する場合 :

3b1. システムは、アクターへ、指示された名前のプレイリストが登録されているので、名前を変更できない旨を通知する。

3b2. UC を終了する。

3c. 指示されたプレイリストが再生中の場合 :

3c1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが再生中なので、名前を変更できない旨を通知する。

3c2. UC を終了する。

<UC11 : プレイリストの曲の一覧を見る>

■概要

ユーザが電子オルゴールのプレイリストの曲の一覧を見る。

■アクター

ユーザ

■事前条件

- ・システムに1件以上のプレイリストが登録されている。

■事後条件

- ・アクターが指定したプレイリストの曲の一覧を見ている。

■メインフロー

1. アクターは、システムに、プレイリストの曲の一覧表示を指示する。
2. アクターは、システムに、曲の一覧を見るプレイリストを指示する。
3. システムは、指示されたプレイリストの曲の一覧を提示する。
4. UCを終了する。

■代替フロー

なし

■例外フロー

3a. 指示されたプレイリストが登録されていない場合：

3a1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが登録されていないので、曲の一覧を提示できない旨を通知する。

3a2. UCを終了する。

■備考

- ・指示されたプレイリストに曲が登録されていない場合、曲が空で表示されるだけで、特別なメッセージは出さない。

<UC13 : プレイリストから曲を削除する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールのプレイリストから曲を削除する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 曲以上の曲を含む 1 件以上のプレイリストが登録されている。

■ 事後条件

- ・プレイリストからアクターが指定した曲が削除されている

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、プレイリストから曲を削除することを指示する
2. アクターは、システムに、プレイリスト、削除する曲を指示する。
3. システムは、指示通りにプレイリストから曲を削除する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

3a. 指示されたプレイリストが登録されていない場合 :

3a1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが登録されていないので、曲を削除できない旨を通知する。

3a2. UC を終了する。

3b. 指示された曲が登録されていない場合 :

3b1. システムは、アクターへ、指示された曲が登録されていないので、曲を削除できない旨を通知する。

3b2. UC を終了する。

3c. 指示されたプレイリストが再生中の場合 :

3c1. システムは、アクターへ、指示されたプレイリストが再生中なので、曲を削除できない旨を通知する。

3c2. UC を終了する。

<UC14 : 曲の一覧を見る>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールの曲の一覧を見る。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・アクターが電子オルゴールの曲の一覧を見ている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、曲の一覧表示を指示する。
2. システムは、アクターへ、曲の一覧を提示する。
3. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

■ 備考

- ・システムに曲が登録されていない場合、曲が空で表示されるだけで、特別なメッセージは出さない。

<UC15 : SD カードの曲の一覧を見る>

■ 概要

ユーザが SD カードの曲の一覧を見る。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・アクターが SD カードの曲の一覧を見ている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、SD カードを入れる。
2. アクターは、システムに、SD カードの曲の一覧表示を指示する。
3. システムは、アクターへ、SD カードの曲の一覧を提示する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

- 1a. アクターがシステムに SD カードを入れない場合 :
- 1a1. アクターは、システムに、SD カードから曲を追加することを指示する。
 - 1a2. システムは、アクターへ、SD カードが入っていないので、曲の一覧を見られない旨を通知する。
 - 1b3. UC を終了する。

■ 備考

- ・SD カードに曲が登録されていない場合、曲が空で表示されるだけで、特別なメッセージは出さない。

<UC16 : SD カードから曲を登録する>**■概要**

ユーザが SD カードから電子オルゴールに曲を登録する。

■アクター

ユーザ

■事前条件

なし

■事後条件

- ・システムにアクターが指定した曲が登録されている。

■メインフロー

1. アクターは、システムに、SD カードを入れる。
2. アクターは、システムに、SD カードからシステムに曲を登録することを指示する。
3. アクターは、システムに、登録する曲(SD カードにあるファイル)を指示する。
4. システムは、指示された曲をシステムに登録する。
5. UC を終了する。

■代替フロー

なし

■例外フロー

1a. アクターがシステムに SD カードを入れない場合 :

- 1a1. アクターは、システムに、SD カードから曲を追加することを指示する。
- 1a2. システムは、アクターへ、SD カードが入っていないので、曲を登録できない旨を通知する。
- 1b3. UC を終了する。

3a. システムに登録できる最大件数の曲が登録されている場合 :

- 3a1. システムは、アクターへ、システムに登録できる最大件数の曲が登録されているので、曲を登録できない旨を通知する。
- 3a2. UC を終了する。

4a. 指示された曲が SD カードに保存されていない場合 :

- 4a1. システムは、アクターへ、SD カードに指示された曲が保存されていないので、曲を登録できない旨を通知する。
- 4a2. UC を終了する。

■ 備考

- ・ 同じファイル名の曲を複数登録できる。
- ・ 同じ名前の曲を複数登録できる
- ・ 曲の名前はファイル中のシーケンス名とする。
- ・ 曲を登録しても、SD カードへ書き込みは行わず、SD カードの内容はそのままとする。

<UC17 : 曲を削除する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールから曲を削除する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 曲以上の曲が登録されている。

■ 事後条件

- ・システムからアクターが指定した曲が削除されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、曲を削除することを指示する。
2. アクターは、システムに、削除する曲を指示する。
3. システムは、指示された曲をシステムから削除する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

3a. アクターが指定した曲が存在しない場合

3a1. システムは、アクターへ、指示された曲が存在しないので、削除できない旨を通知する。

3a2. UC を終了する。

3b. 指示された曲が再生中の場合 :

3b1. システムは、アクターへ、指示された曲が再生中なので、削除できない旨を通知する。

3b2. UC を終了する。

■ 備考

- ・undo はできない。
- ・曲が削除されると、その曲は、その曲を登録しているプレイリストからも削除される。

<UC19 : 曲調を変更する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールの曲調を変更する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 件以上の曲調が登録されている。

■ 事後条件

- ・アクターが指定した曲調が変更されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、曲調の変更を指示する。
2. アクターは、システムに、変更する曲調と変更する曲調の内容を指示する。
3. システムは、指示された曲調を変更する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

3a. 指示された曲調が登録されていない場合 :

- 3a1. システムは、アクターへ、指示された曲調が登録されていないので、変更できない旨を通知する。
- 3a2. UC を終了する。

3b. 指示された曲調の内容が正しくない場合 :

- 3b1. システムは、アクターへ、指示された曲調の内容が正しくないので、変更できない旨を通知する。
- 3b2. UC を終了する。

<UC20 : 曲調を削除する>**■ 概要**

ユーザが電子オルゴールの曲調を削除する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 件以上の曲調が登録されている。

■ 事後条件

- ・アクターが指定した曲調がシステムから削除されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、曲調の削除を指示する。
2. アクターは、システムに、削除する曲調を指示する。
3. システムは、指示された曲調を削除する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

3a. 指示された曲調が登録されていない場合 :

- 3a1. システムは、アクターへ、指示された曲調が登録されていないので、削除できない旨を通知する。
- 3a2. UC を終了する。

<UC21 : 曲調を適用する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールに曲調を適用する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

- ・システムに 1 件以上の曲調が登録されている。

■ 事後条件

- ・システムにアクターが指定した曲調が適用されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、曲調の適用を指示する。
2. アクターは、システムに、適用する曲調を指示する。
3. システムは、指示された曲調を適用する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

3a. 指示された曲調が登録されていない場合 :

- 3a1. システムは、アクターへ、指示された曲調が登録されていないので、適用できない旨を通知する。
- 3a2. UC を終了する。

■ 備考

- ・変更時にシステムが再生中であれば、変更時点から指示された曲調での鳴動となる。
- ・変更時にシステムが停止中であれば、次回再生時から指示された曲調での鳴動となる。

<UC22 : リピート再生を設定/解除する>**■概要**

ユーザがプレイリストのリピート再生を設定/解除する。

■アクター

ユーザ

■事前条件

なし

■事後条件

- ・システムのリピート再生が設定/解除されている。

■メインフロー

1. アクターは、システムに、電子オルゴールのリピート再生を設定/解除を指示する。
2. システムは、電子オルゴールのリピート再生を設定/解除する。
3. UC を終了する。

■代替フロー

なし

■例外フロー

なし

■備考

- ・リピートが設定されている場合、プレイリストを再生すると、プレイリストの再生を終了するとまた最初から再生する。
- ・リピートが設定されていても、曲を再生する場合、リピートが設定されていないときと変わらない。

<UC23 : シャッフル再生を設定/解除する>

■ 概要

ユーザがプレイリストのシャッフル再生を設定/解除する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・システムのシャッフル再生が設定/解除されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、電子オルゴールのシャッフル再生を設定/解除を指示する。
2. システムは、電子オルゴールのシャッフル再生を設定/解除する。
3. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

■ 備考

- ・シャッフルが設定されている場合、プレイリストを再生すると、プレイリスト内の曲をランダムな順番で再生する。
- ・シャッフルが設定されていても、曲を再生する場合、シャッフルが設定されていないときと変わらない。

<UC24 : 音量を変更する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールの音量を変更する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・システムの音量が変更されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、音量変更を指示する。
2. システムは、音量を変更する。
3. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

<UC25 : 調律を変更する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールの調律を変更する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

・なし

■ 事後条件

・システムの調律が変更されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、調律の変更を指示する。
2. アクターは、システムに、変更する調律を指示する。
3. システムは、音源の調律を変更する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

■ 備考

・調律の種類は、12 平均律、純正律、ミーントーン、とする。

<UC26 : 音色を変更する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールの音色を変更する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・システムの音色が変更されている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、音色の変更を指示する。
2. アクターは、システムに、変更する音色を指示する。
3. システムは、音源の音色を変更する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

■ 備考

- ・音色の種類は、音色 1、音色 2、音色 3、とする。
- ・変更時にシステムが再生中であれば、変更時点から指示された音色での鳴動となる。
- ・変更時にシステムが停止中であれば、次回再生時から指示された音色での鳴動となる。

<UC27 : テンポを変更する>

■ 概要

ユーザが電子オルゴールのテンポを変更する。

■ アクター

ユーザ

■ 事前条件

なし

■ 事後条件

- ・システムの調律が再生テンポされている。

■ メインフロー

1. アクターは、システムに、テンポの変更を指示する。
2. アクターは、システムに、変更するテンポを指示する。
3. システムは、音源のテンポを変更する。
4. UC を終了する。

■ 代替フロー

なし

■ 例外フロー

なし

■ 備考

- ・テンポの種類は、ゆっくり、ややゆっくり、通常、やや速く、速く、とする。
- ・本ユースケースは、楽曲データが有しているテンポ情報の更新ではない。

<UC28 : 発音を強制停止する>

■概要

再生を停止し、発音停止した状態にする。

■アクター

ユーザ

■事前条件

なし

■事後条件

- ・再生停止状態になっていること。
- ・発音音量が0になっていること。

■メインフロー

1. アクターは、システムに、電子オルゴールの発音の強制停止を指示する。
2. システムは(再生プレイリストおよび再生曲の)再生を停止する。
3. システムは発音音量を0にする。
4. UCを終了する。

■代替フロー

なし

■例外フロー

なし

<UC29 : 電子オルゴールをリセットする>

■概要

電子オルゴールの設定を工場出荷状態に戻す。

■アクター

ユーザ

■事前条件

なし

■事後条件

- ・設定情報が工場出荷状態になっていること。
- ・曲データが消去されていること。
- ・再生停止状態になっていること。
- ・発音音量が 0 になっていること。

■メインフロー

1. アクターは、システムに電子オルゴールのリセットを指示する。
2. システムは(再生プレイリストおよび再生曲の)再生を停止する。
3. システムは発音音量を 0 にする。
4. システムは曲データを消去する。
5. システムは、設定情報を工場出荷状態に設定する。
6. UC を終了する。

■代替フロー

なし

■例外フロー

なし

付録：分析モデルの動的モデル

ユースケース<UC04：再生曲を選択する>の相互作用

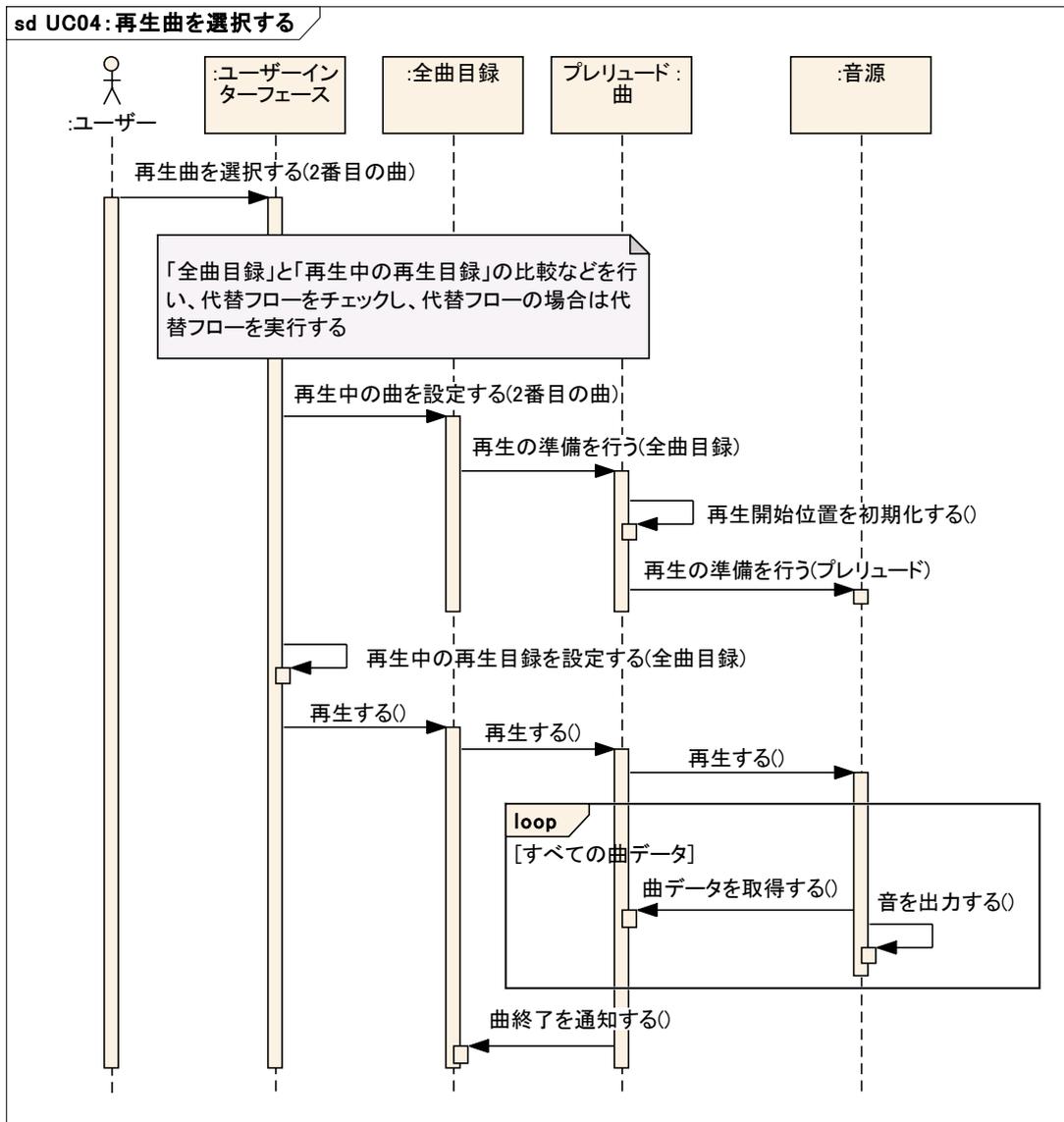


図45

ユースケース<UC05 : 曲を再生する>の相互作用

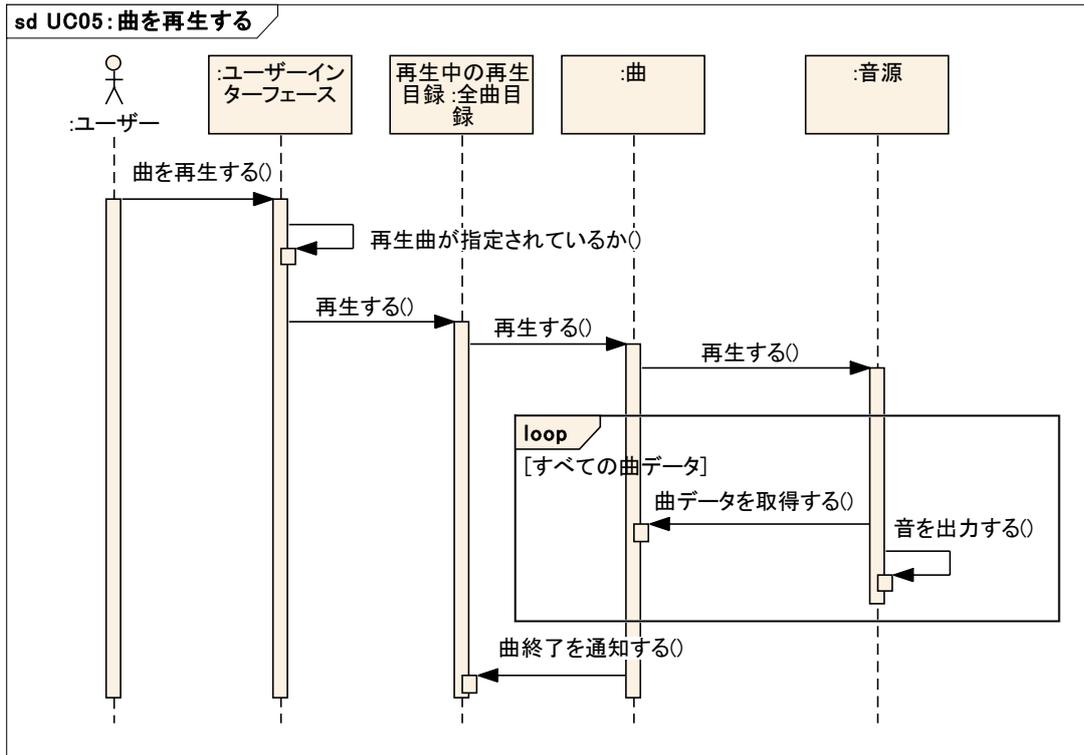


図46

ユースケース<UC06 : 曲の再生を停止する>の相互作用

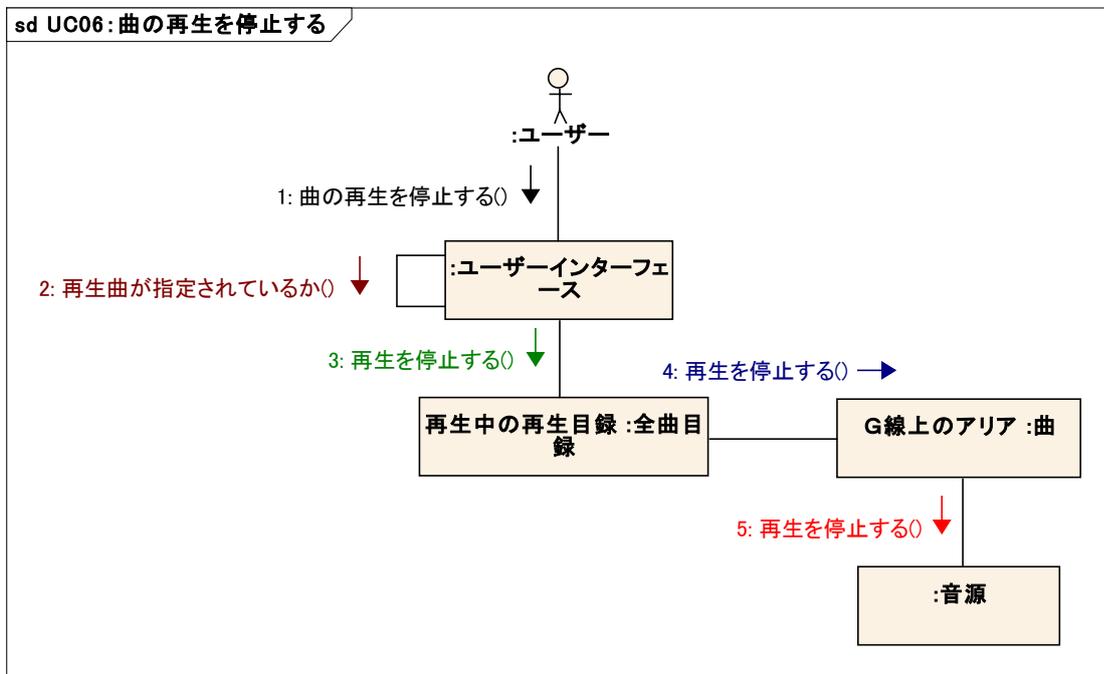


図47

ユースケース<UC07 : プレイリストの一覧を見る>の相互作用

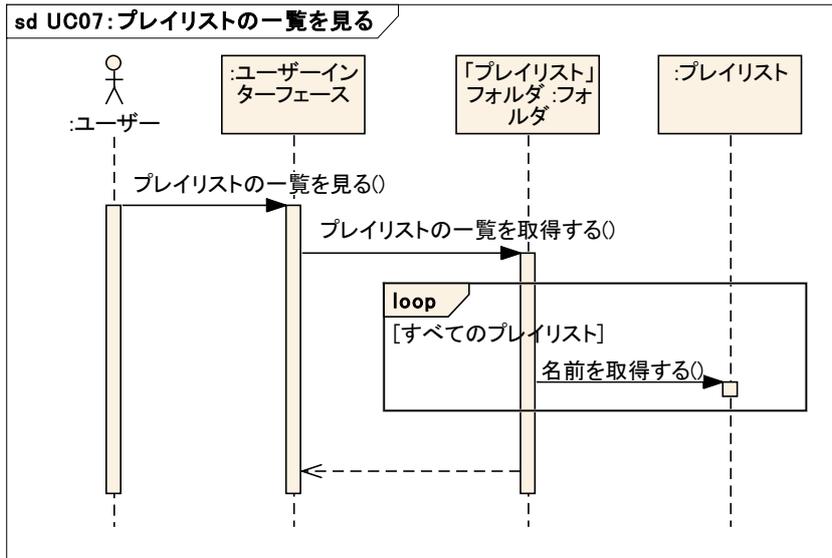


図48

ユースケース<UC08 : プレイリストを登録する>の相互作用

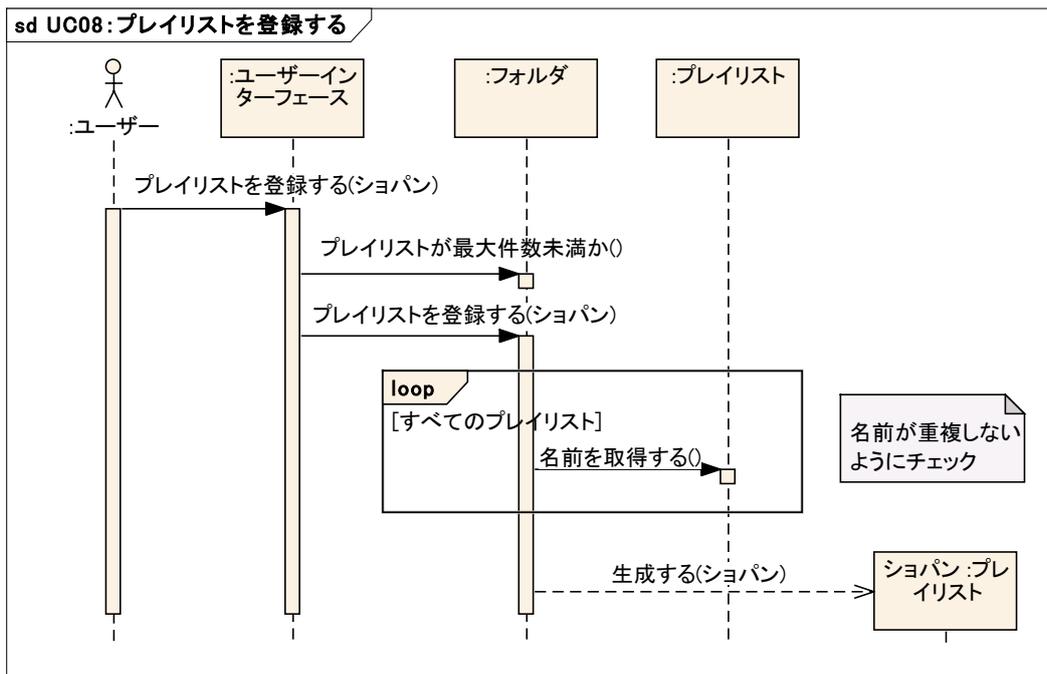


図49

ユースケース<UC09 : プレイリストを削除する>の相互作用

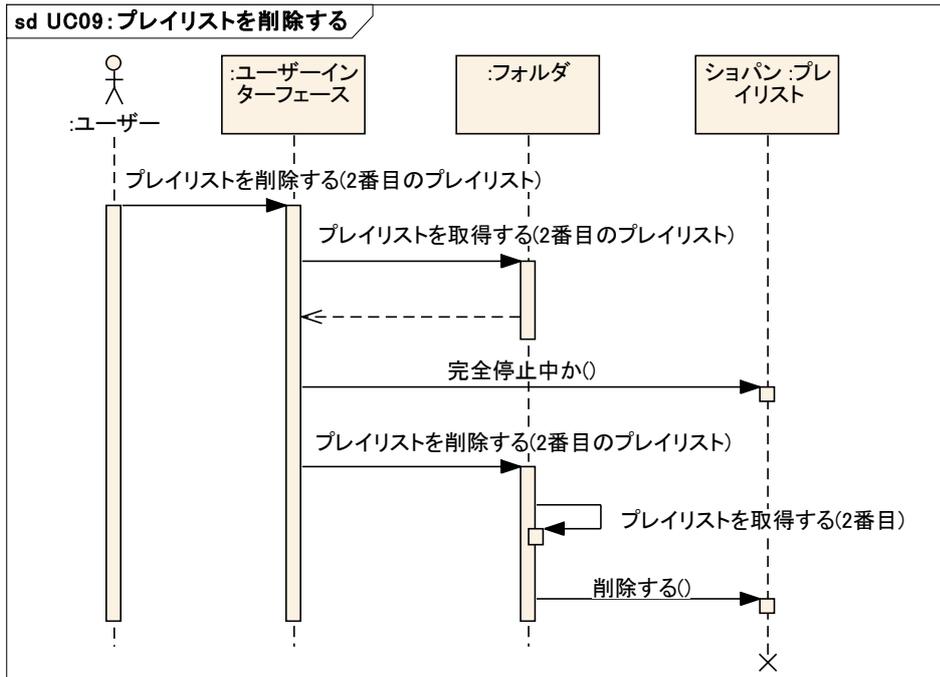


図50

ユースケース<UC10 : プレイリストの名前を変更する>の相互作用

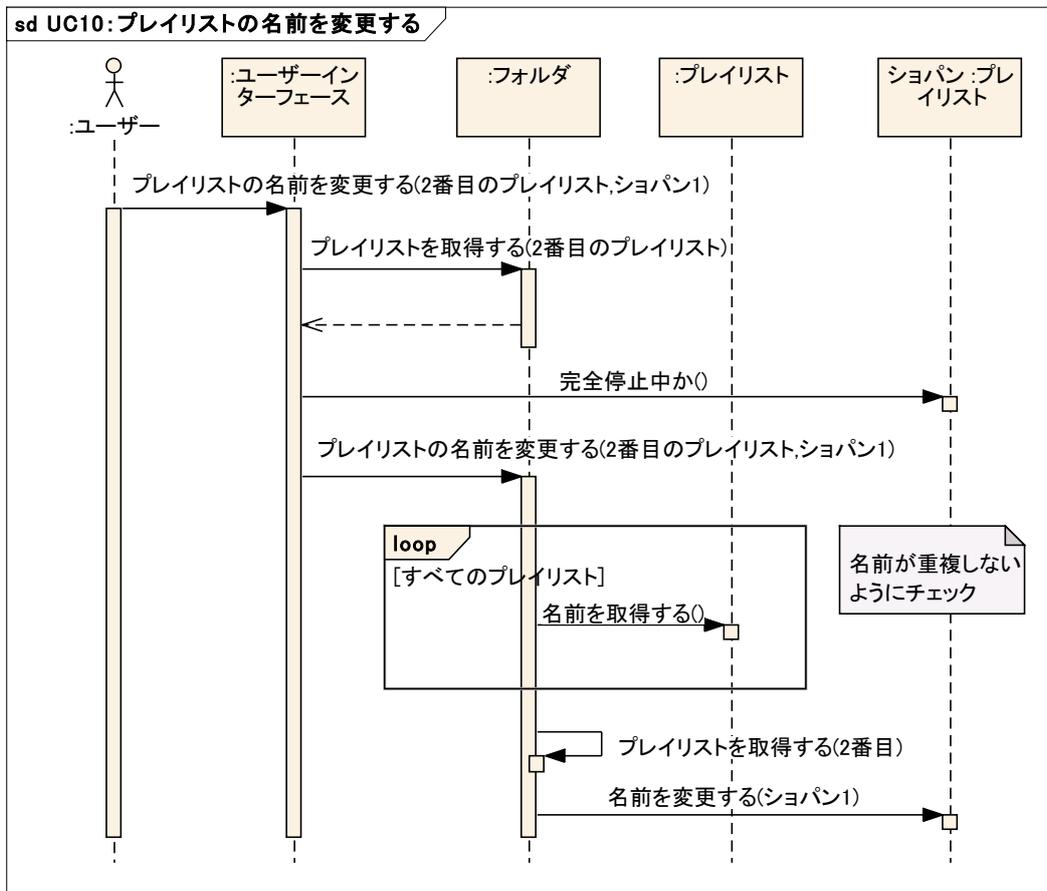


図51

ユースケース<UC11 : プレイリストの曲の一覧を見る>の相互作用

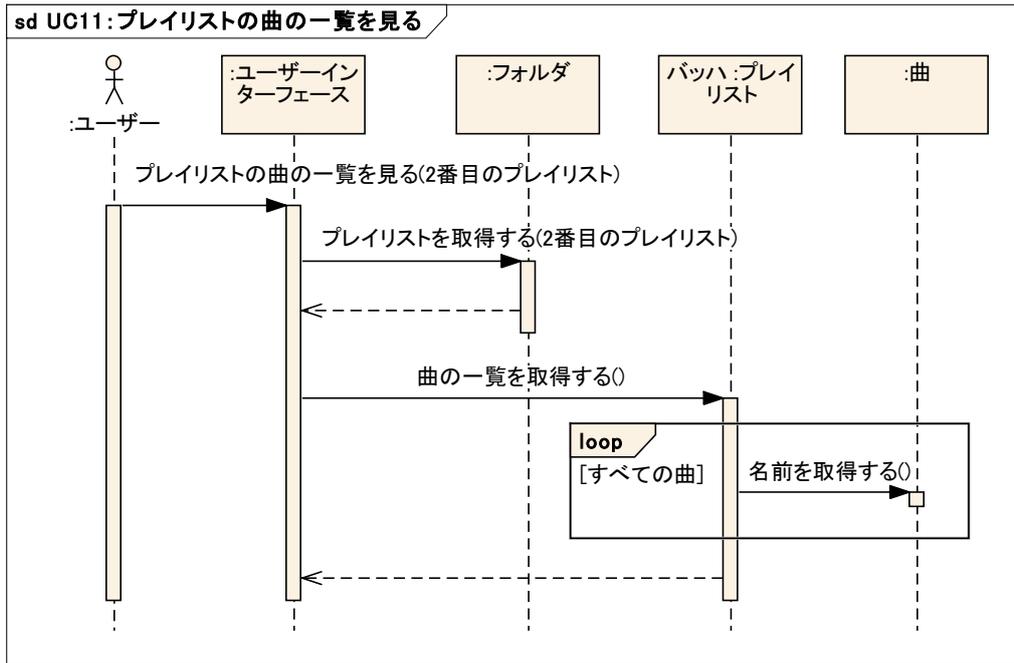


図52

ユースケース<UC13 : プレイリストから曲を削除する>の相互作用

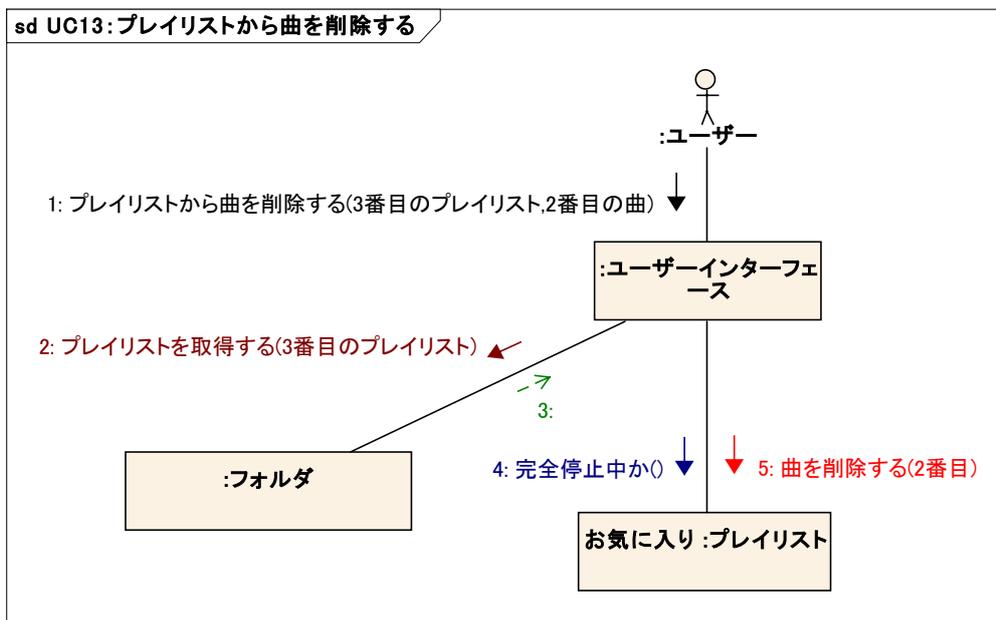


図53

ユースケース<UC14 : 曲の一覧を見る>の相互作用

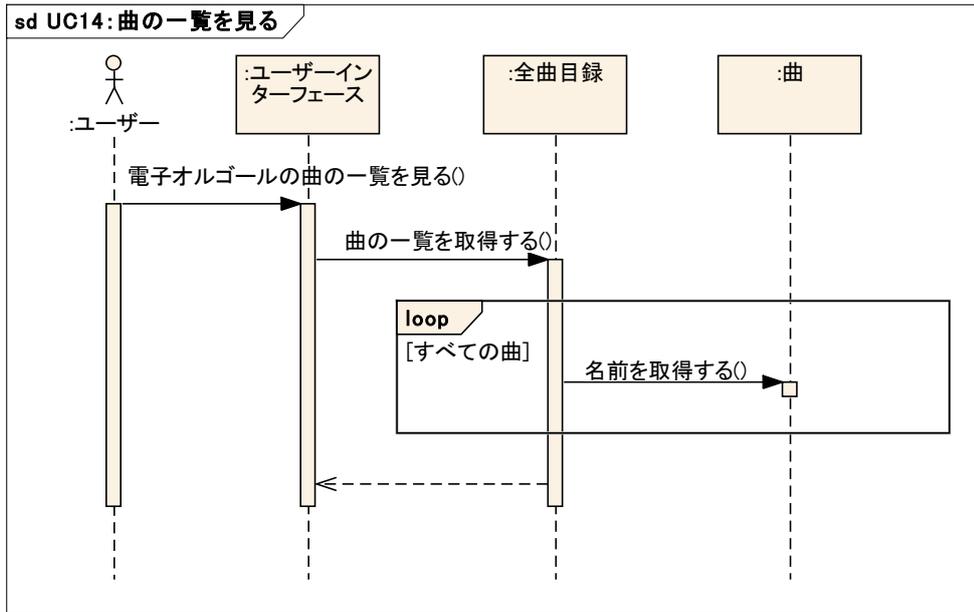


図54

ユースケース<UC15 : SDカードの曲の一覧を見る>の相互作用

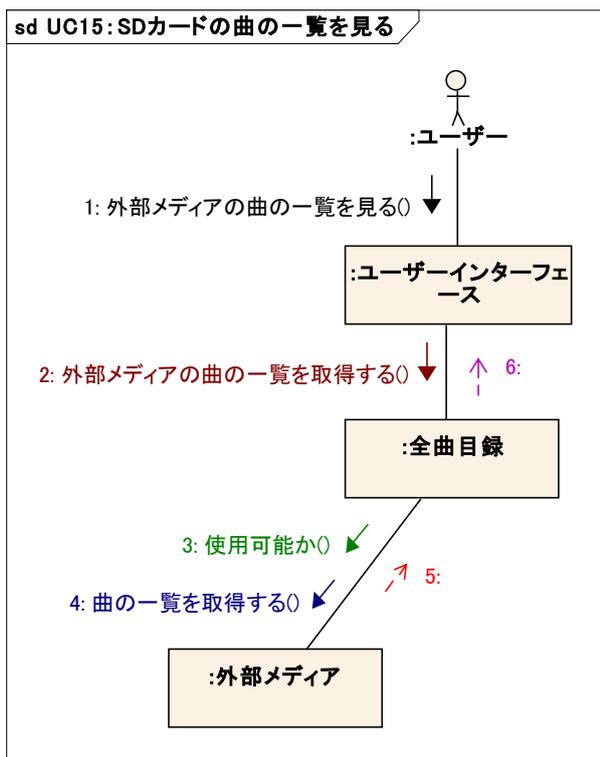


図55

ユースケース<UC16 : SD カードから曲を登録する>の相互作用

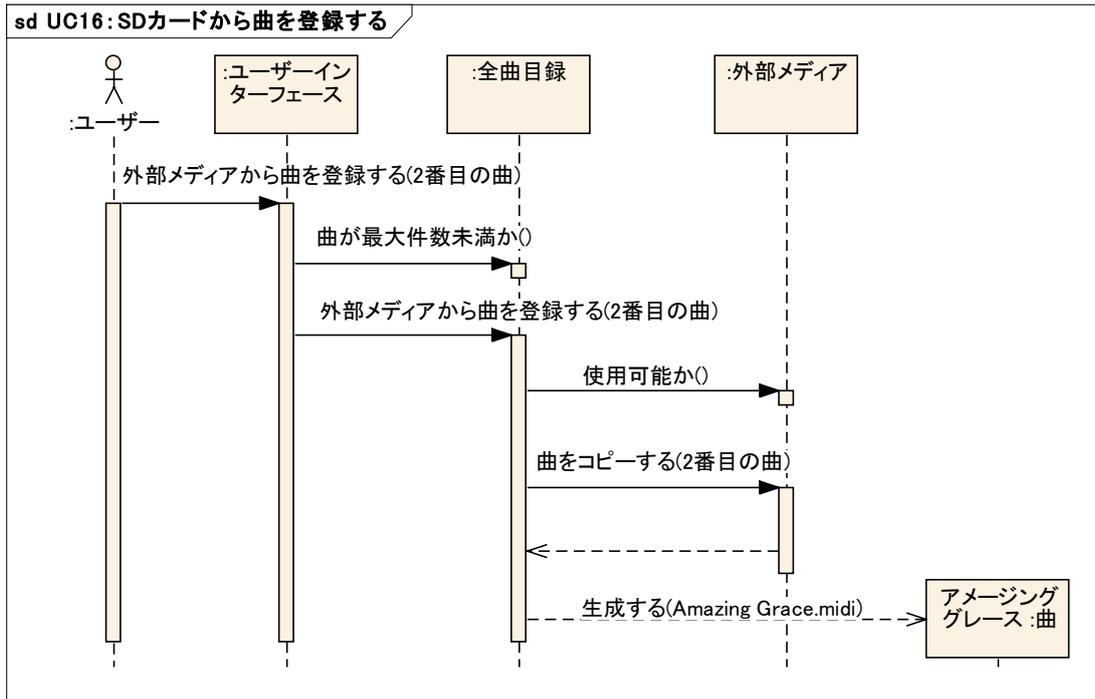


図56

ユースケース<UC17 : 曲を削除する>の相互作用

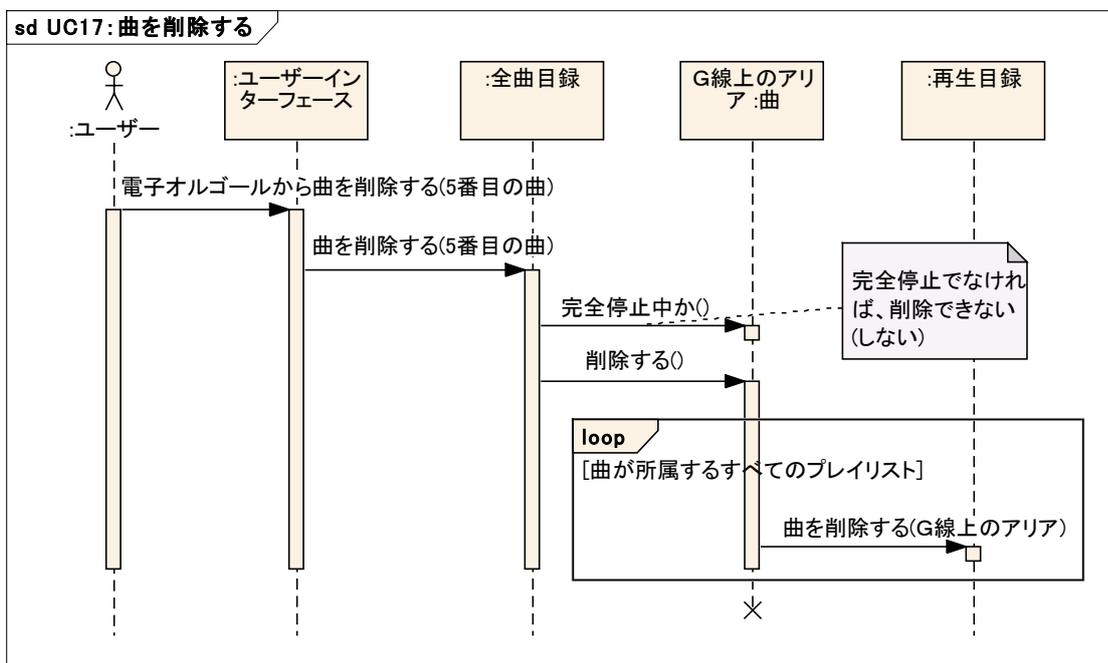


図57

ユースケース<UC19 : 曲調を変更する>の相互作用

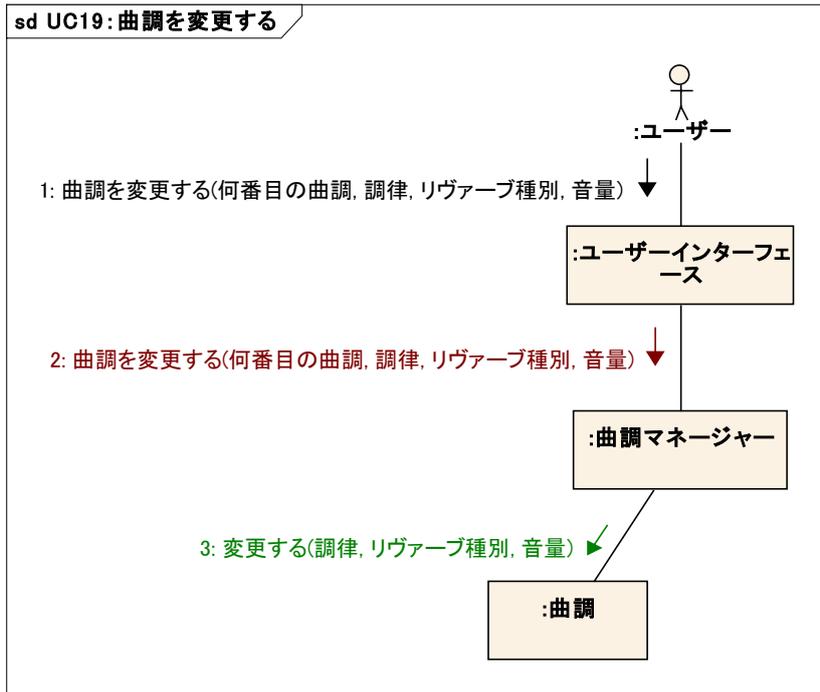


図58

ユースケース<UC20 : 曲調を削除する>の相互作用

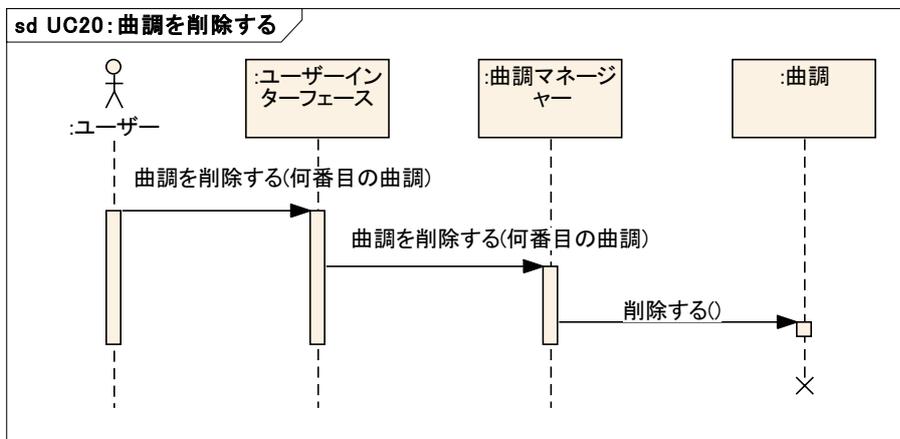


図59

ユースケース<UC21 : 曲調を適用する>の相互作用

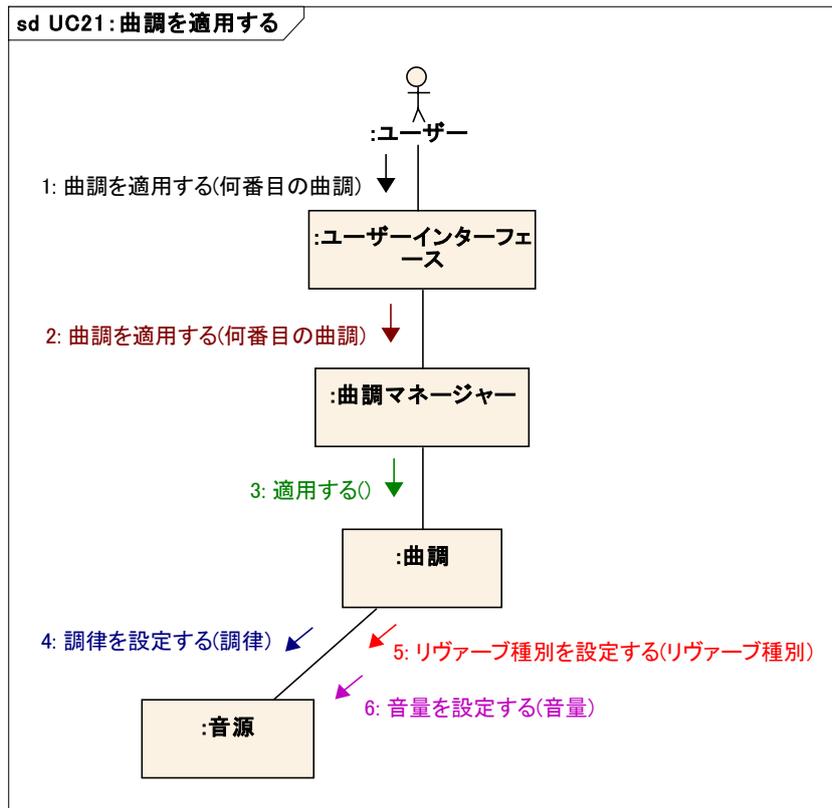


図60

ユースケース<UC22 : リピート再生を設定/解除する>の相互作用

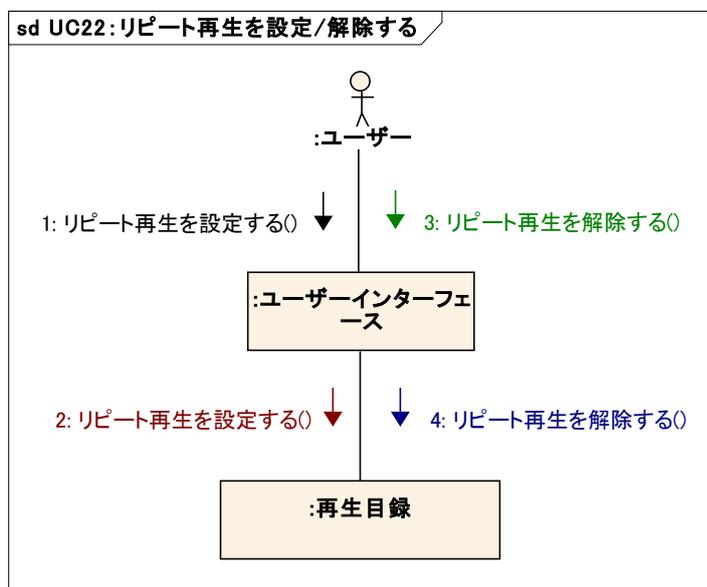


図61

ユースケース<UC23 : シャッフル再生を設定/解除する>の相互作用

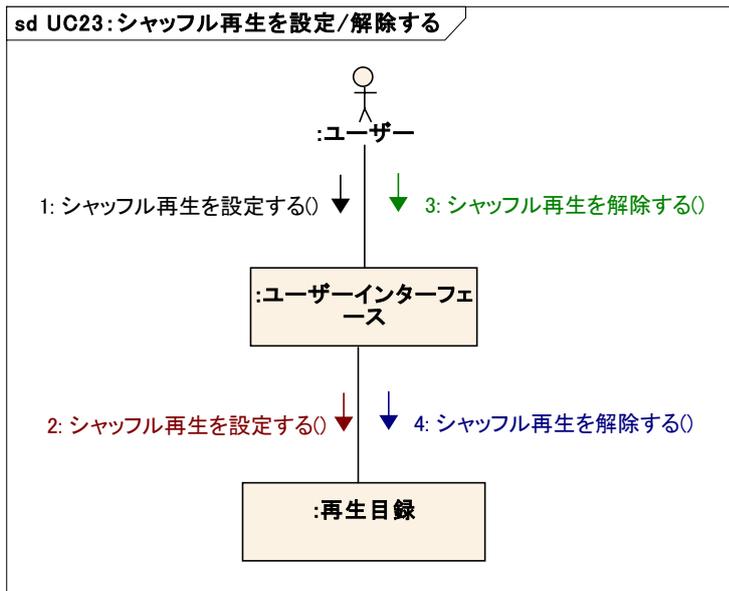


図62

ユースケース<UC24 : 音量を変更する>の相互作用

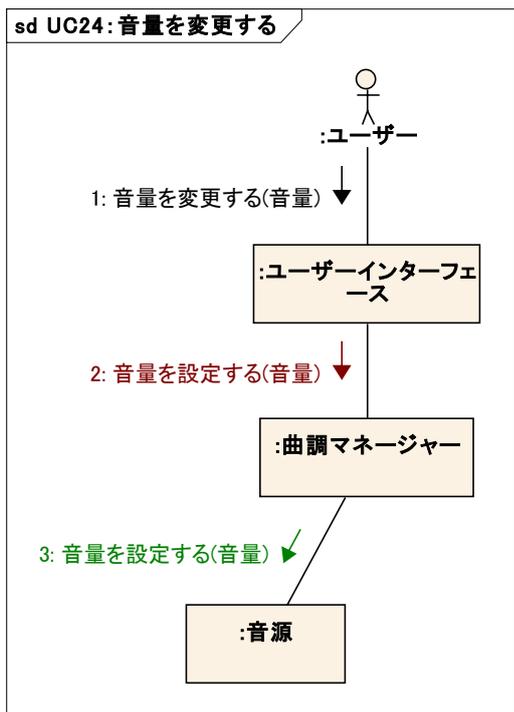


図63

ユースケース<UC25 : 調律を変更する>の相互作用

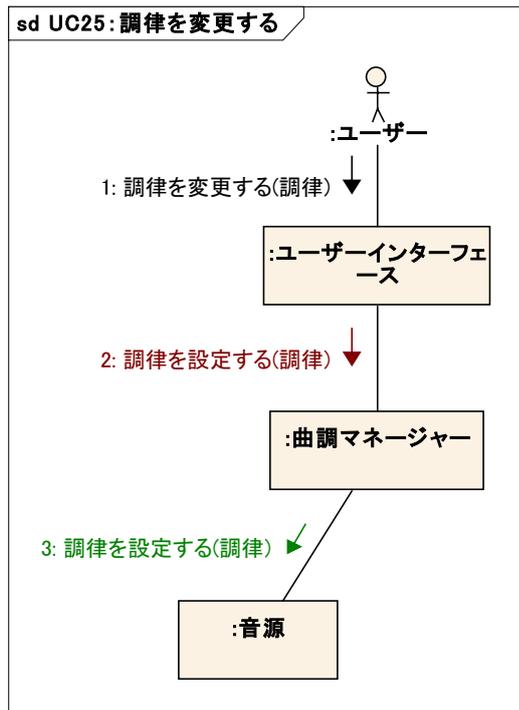


図64

ユースケース<UC26 : 音色を変更する>の相互作用

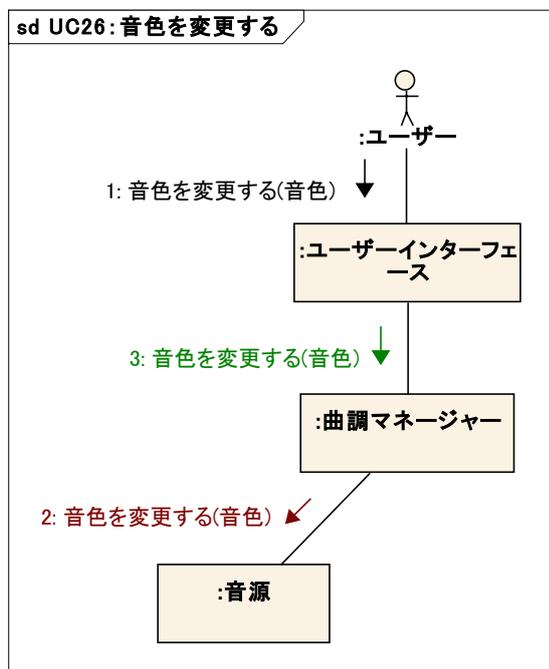


図65

ユースケース<UC29 : テンポを変更する>の相互作用

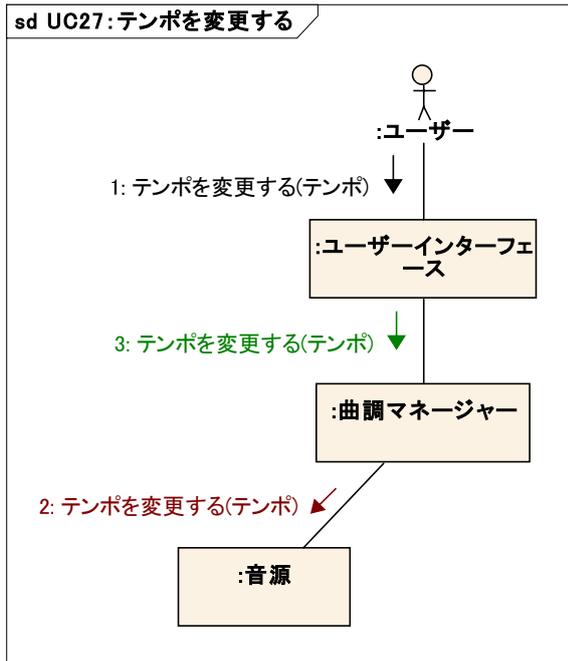


図66

ユースケース<UC28 : 発音を強制停止する>の相互作用

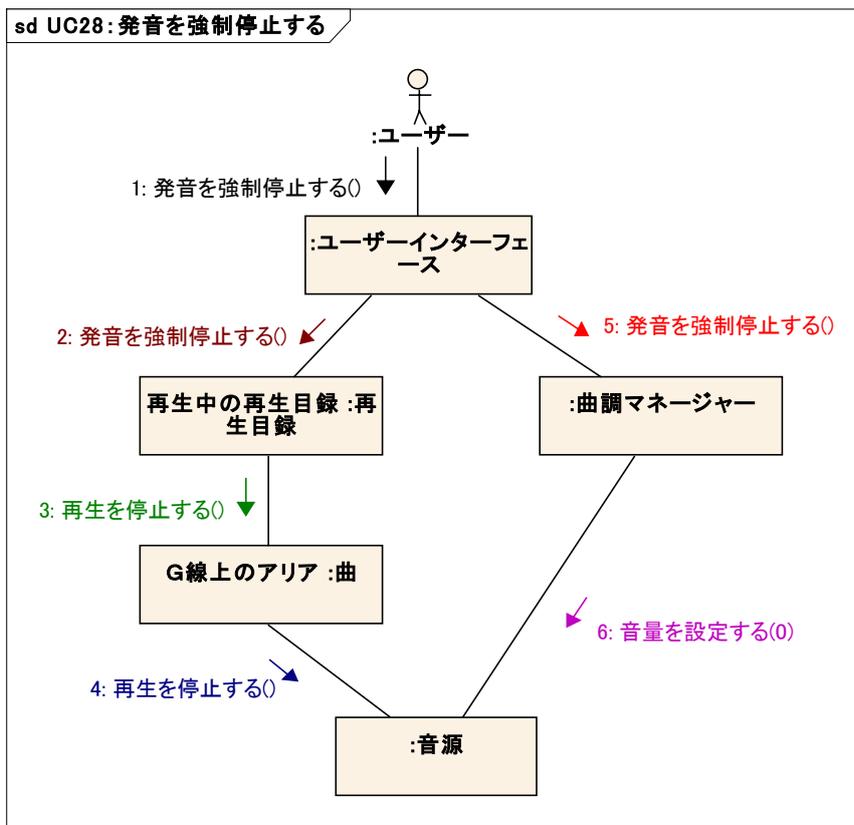
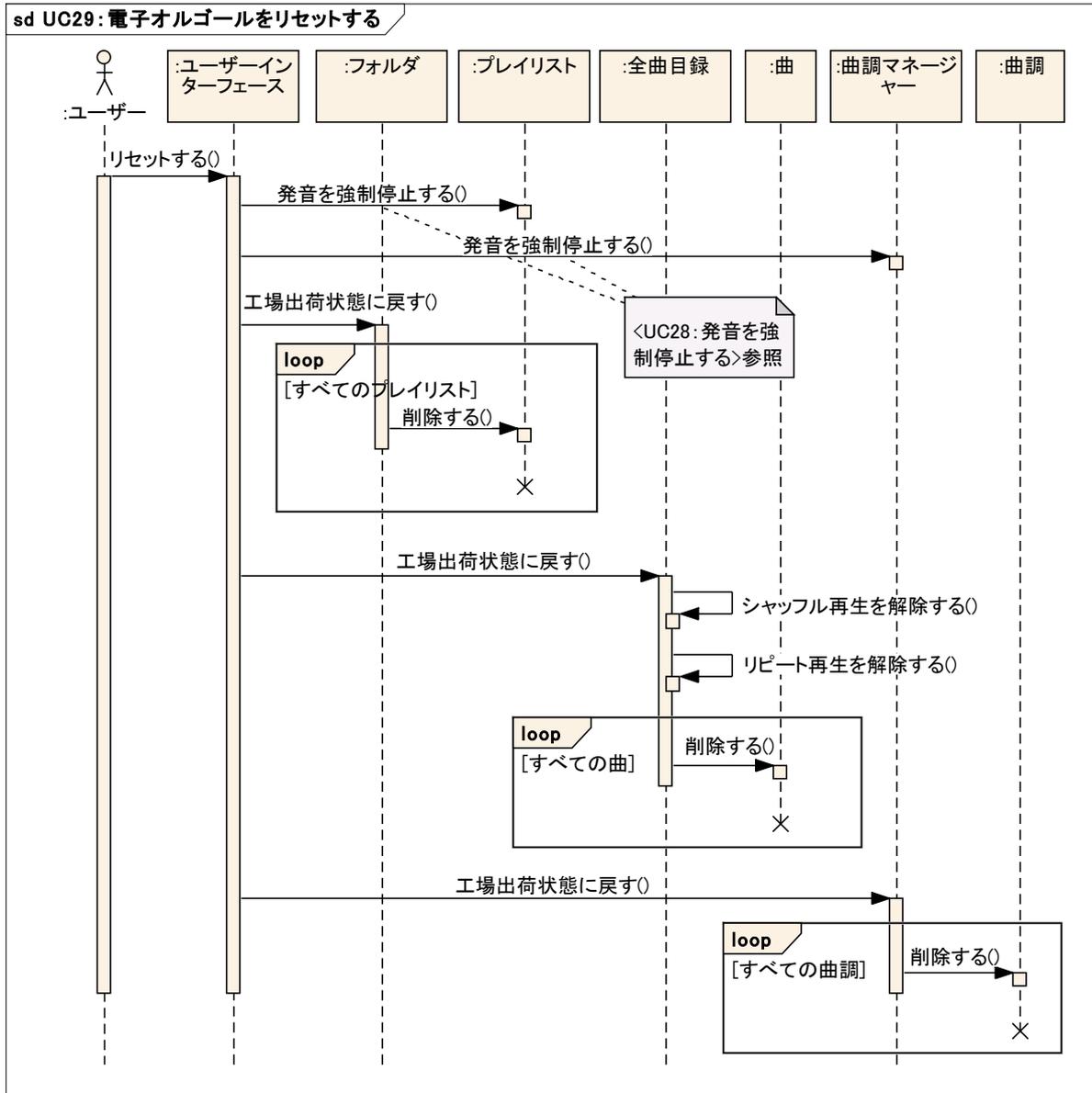


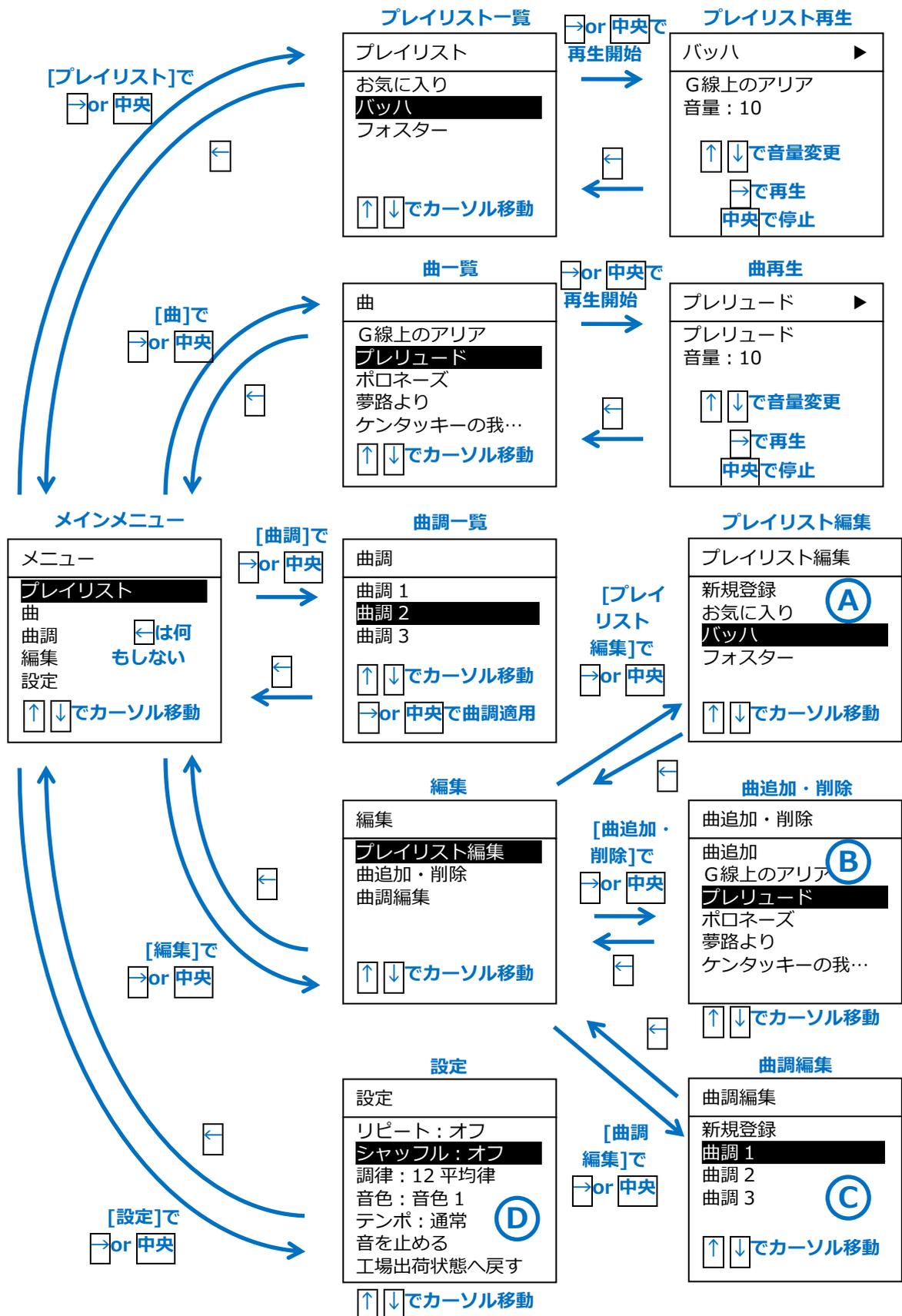
図67

ユースケース<UC29 : 電子オルゴールをリセットする>の相互作用

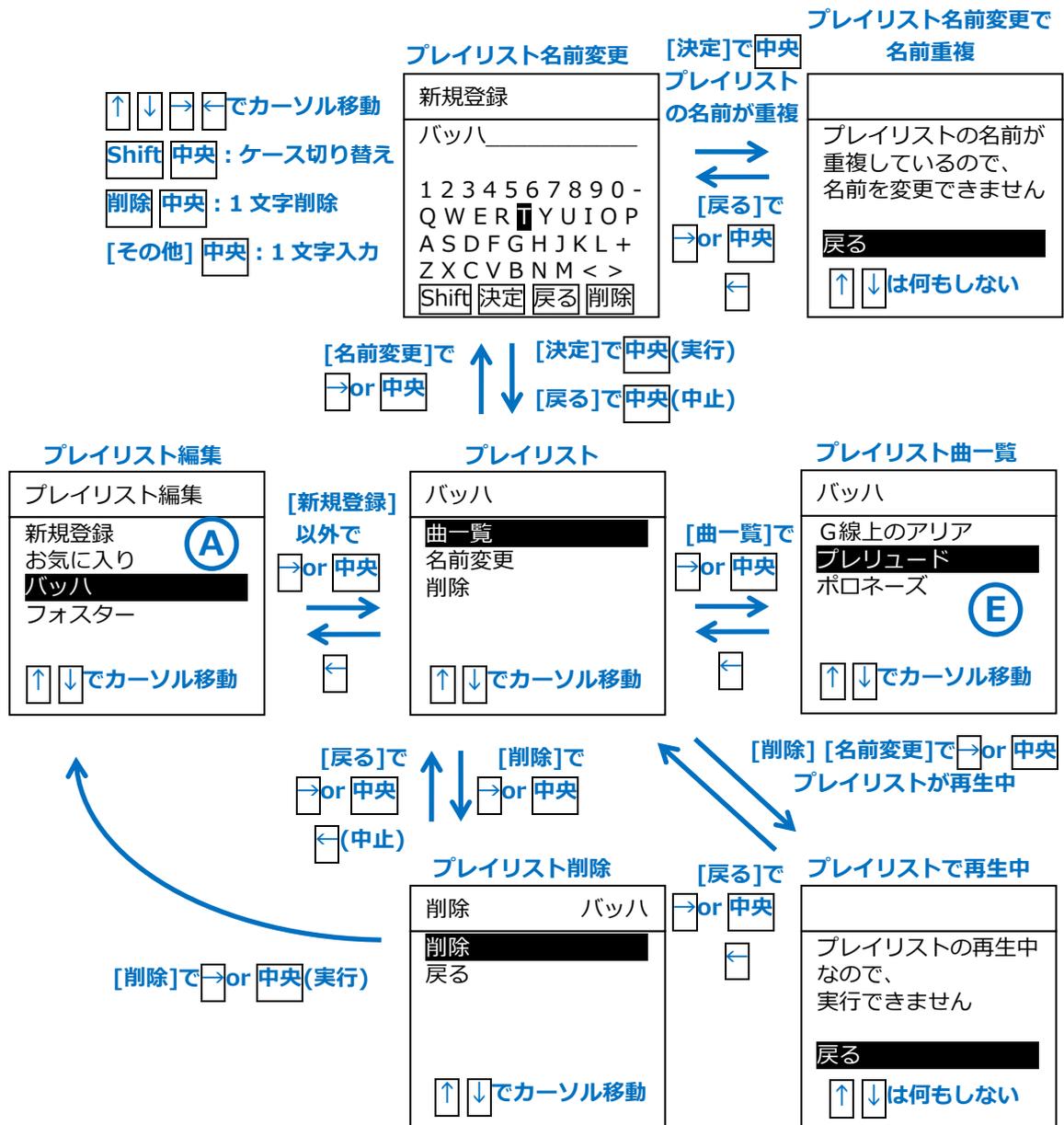


付録：メニュー構成

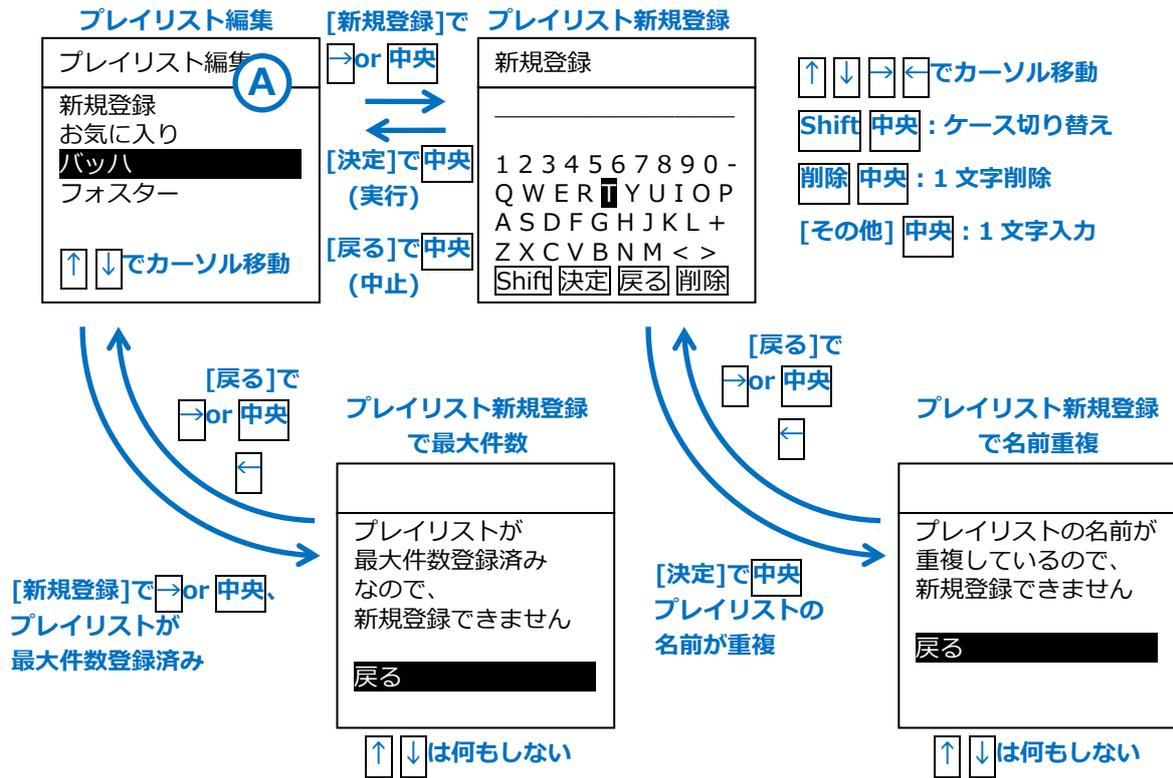
「メインメニュー」のメニュー構成



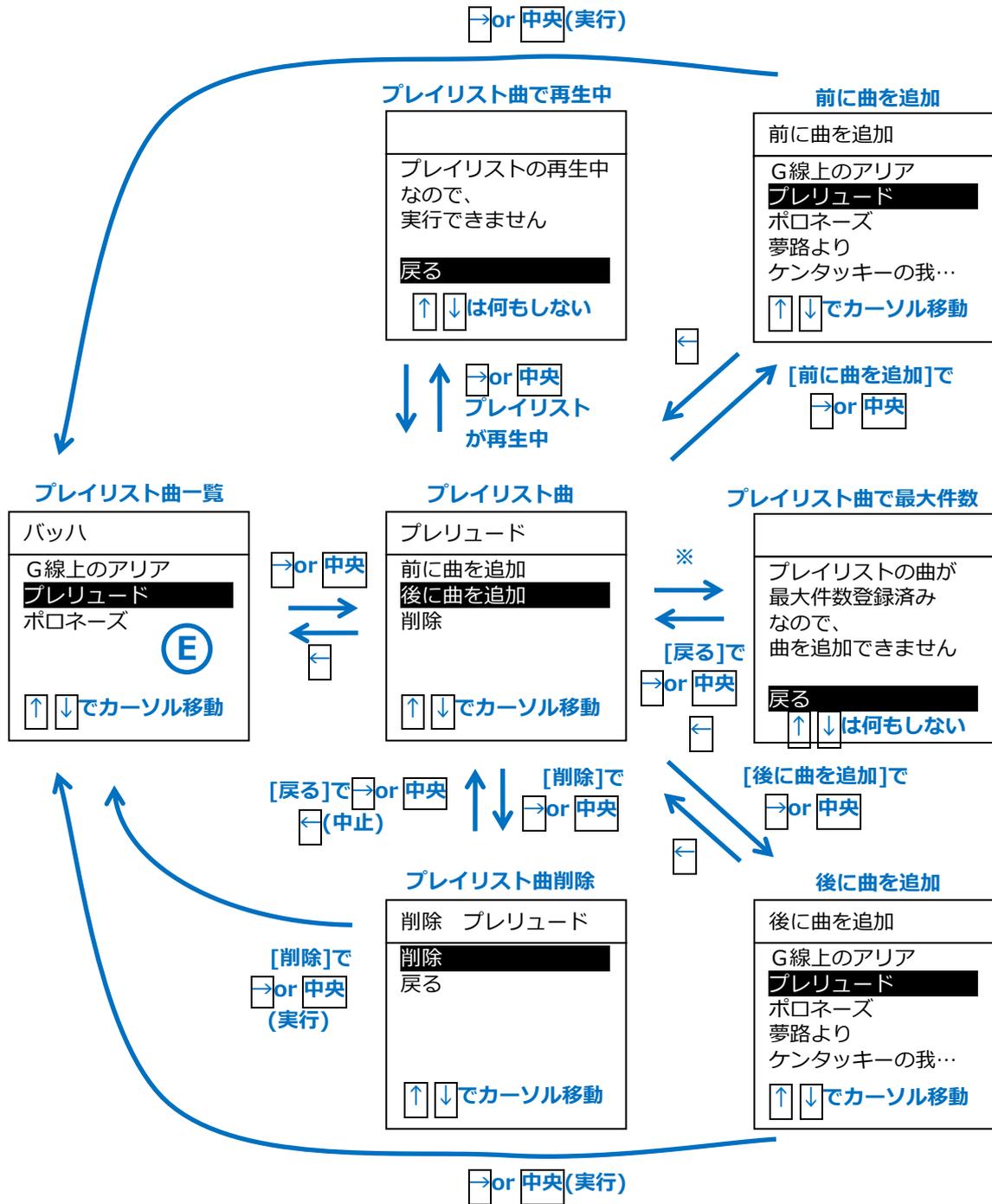
「プレイリスト編集」のメニュー構成



「プレイリスト新規登録」のメニュー構成

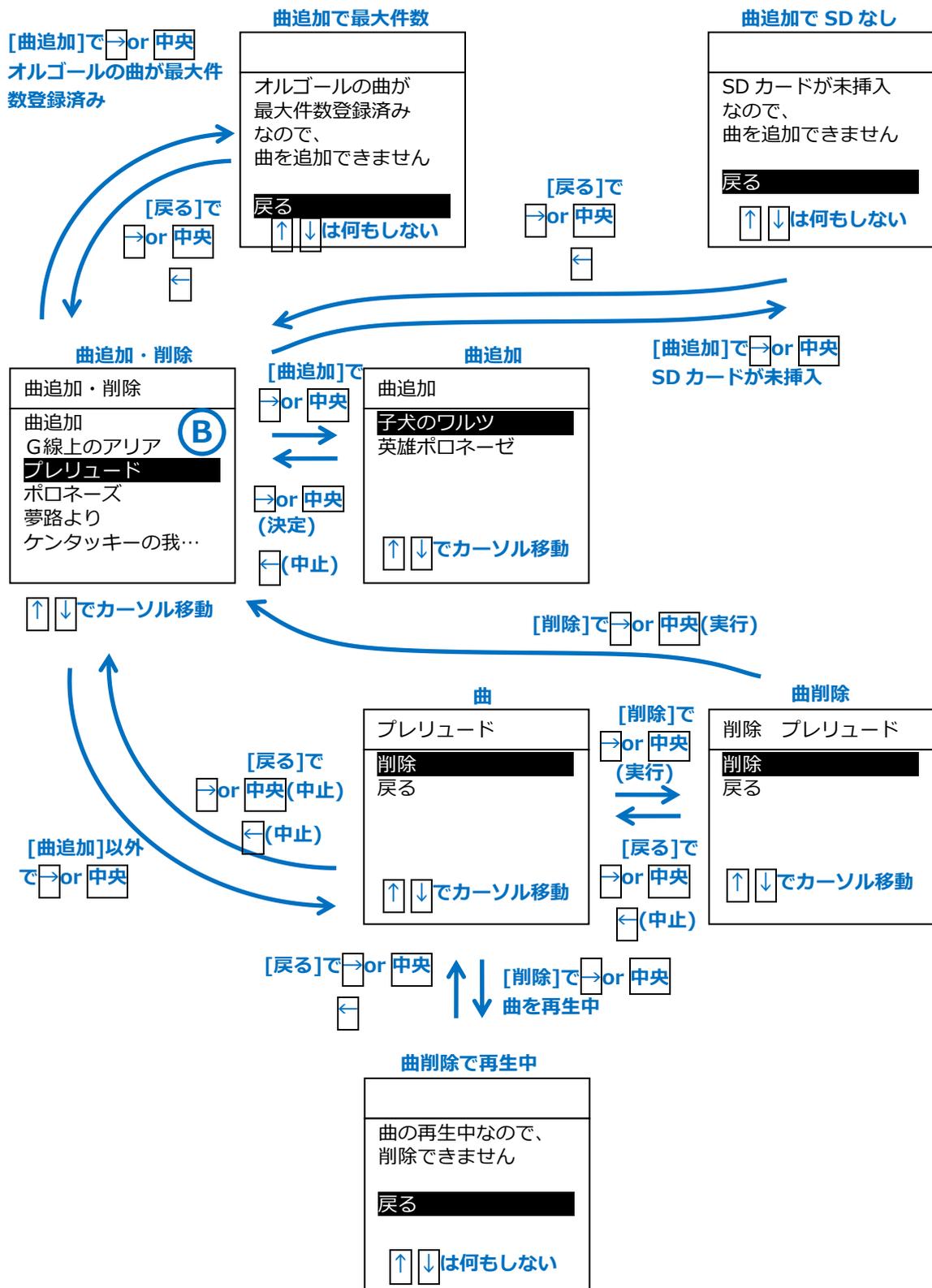


「プレイリスト曲一覧」のメニュー構成

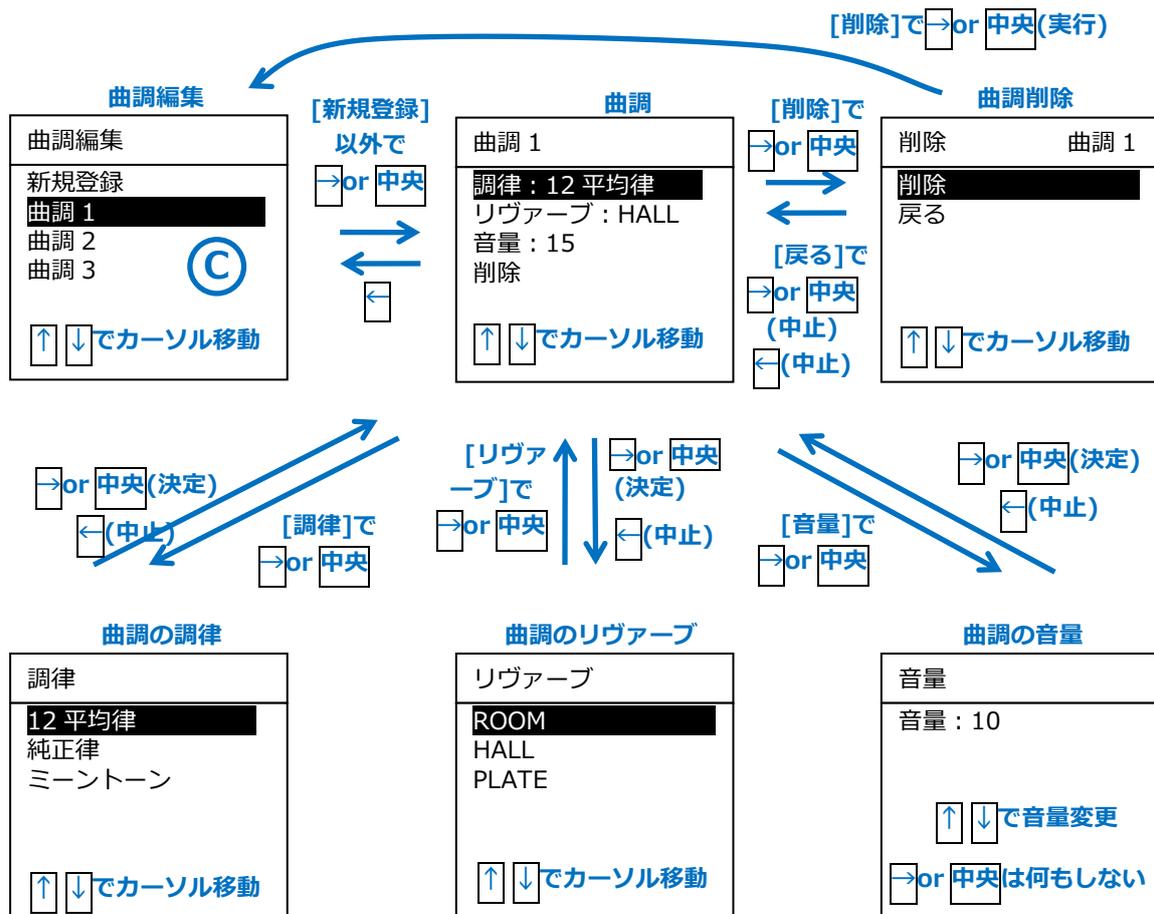


※ [前に曲を追加] [後に曲を追加]で [Home] or [Play/Pause]
プレイリストの曲が最大件数登録済み

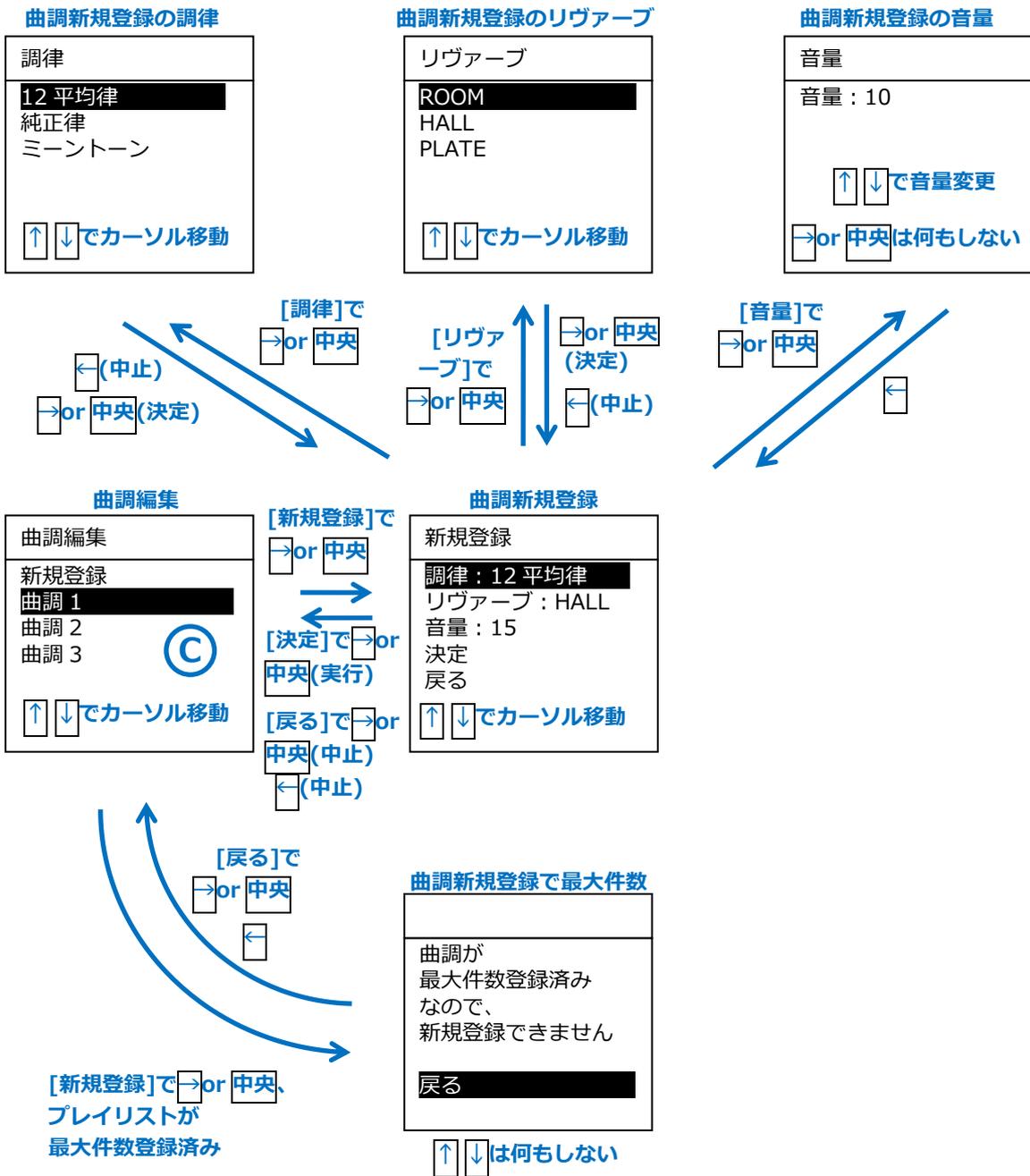
「曲追加・削除」のメニュー構成



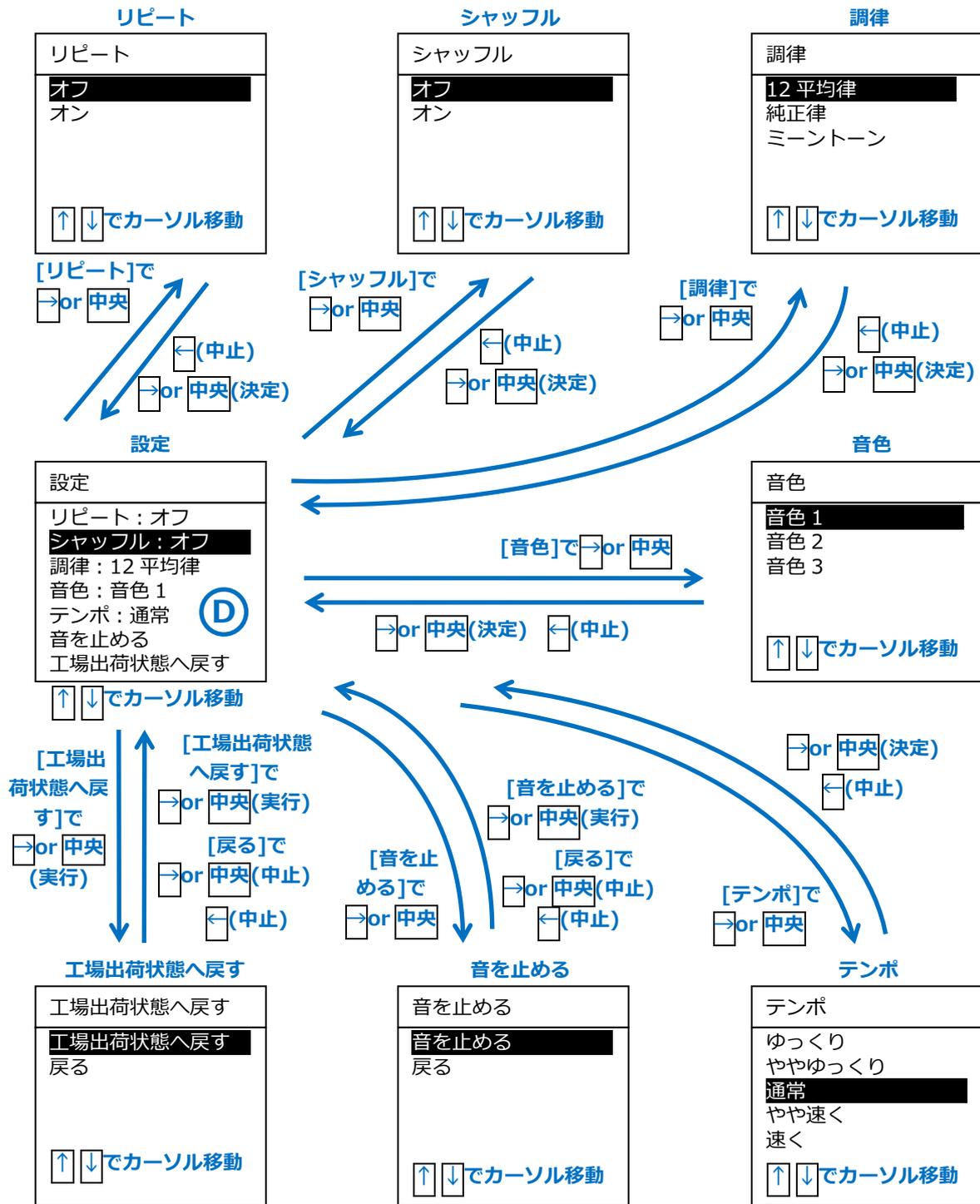
「曲調編集」のメニュー構成



「曲調新規登録」のメニュー構成



「設定」のメニュー構成



付録：状態遷移表

メニュー(画面)を UI の状態に見立てた状態遷移表

		→キー押下	中央キー押下	↑キー押下	↓キー押下	←キー押下
		E0	E1	E2	E3	E4
メインメニュー	S0	[プレイリスト一覧]/S1	[プレイリスト一覧]/S1	S0	S0	無視
		[曲一覧]/S3	[曲一覧]/S3			
		[曲調一覧]/S5	[曲調一覧]/S5			
		[編集]/S6	[編集]/S6			
		[設定]/S9	[設定]/S9			
プレイリスト一覧	S1	S2	S2	S1	S1	S0
プレイリスト再生	S2	S2	S2	S2	S2	S1
曲一覧	S3	S4	S4	S3	S3	S0
曲再生	S4	S4	S4	S4	S4	S3
曲調一覧	S5	S5	S5	S5	S5	S0
編集	S6	[プレイリスト編集]/S7	[プレイリスト編集]/S7	S6	S6	S0
		[曲追加・削除]/S8	[曲追加・削除]/S8			
		[曲調編集]/S10	[曲調編集]/S10			
プレイリスト編集	S7	[新規登録]/S17	[新規登録]/S17	S7	S7	S6
		[新規登録以外]/S11	[新規登録以外]/S11			
		[新規登録 & プレイリストが最大件数登録済み]/S18	[新規登録 & プレイリストが最大件数登録済み]/S18			
曲追加・削除	S8	[曲追加]/S26	[曲追加]/S26	S8	S8	S6
		[曲追加以外]/S29	[曲追加以外]/S29			
		[曲追加 & オルゴールの曲が最大件数登録済み]/S27	[曲追加 & オルゴールの曲が最大件数登録済み]/S27			
		[曲追加 & SD カードが未挿入]/S28	[曲追加 & SD カードが未挿入]/S28			
設定	S9	[リピート]/S42	[リピート]/S42	S9	S9	S0
		[シャッフル]/S43	[シャッフル]/S43			
		[調律]/S44	[調律]/S44			
		[音色]/S45	[音色]/S45			
		[テンポ]/S48	[テンポ]/S48			
		[音を止める]/S47	[音を止める]/S47			
		[工場出荷状態へ戻す]/S46	[工場出荷状態へ戻す]/S46			

曲調編集	S10	[新規登録]/S32	[新規登録]/S32	S10	S10	S6
		[新規登録以外]/S37	[新規登録以外]/S37			
		[新規登録 & プレイリストが最大件数登録済み]/S33	[新規登録 & プレイリストが最大件数登録済み]/S33			
プレイリスト	S11	[曲一覧]/S14	[曲一覧]/S14	S11	S11	S7
		[名前変更]/S12	[名前変更]/S12			
		[削除]/S15	[削除]/S15			
		[(名前変更 削除) & プレイリストが再生中]/S16	[(名前変更 削除) & プレイリストが再生中]/S16			
プレイリスト名前変更	S12	S12	[中止]/S11	S12	S12	S12
			[決定]/S11			
			[Shift]/S12			
			[削除]/S12			
			[その他]/S12			
			[決定 & プレイリストの名前が重複]/S13			
プレイリスト名前変更で名前重複	S13	S12	S12	無視	無視	S12
プレイリスト曲一覧	S14	S20	S20	S14	S14	S11
プレイリスト削除	S15	[戻る]/S11	[戻る]/S11	S15	S15	S11
		[削除]/S7	[削除]/S7			
プレイリストで再生中	S16	S11	S11	無視	無視	S11
プレイリスト新規登録	S17	S17	[決定]/S7	S17	S17	S17
			[中止]/S7			
			[Shift]/S17			
			[削除]/S17			
			[その他]/S17			
			[決定 & プレイリストの名前が重複]/S19			
プレイリスト新規登録で最大件数	S18	S7	S7	無視	無視	S7
プレイリスト新規登録で名前重複	S19	S17	S17	無視	無視	S17
プレイリスト曲	S20	[前に曲を追加]/S23	[削除]/S15	S20	S20	S14
		[後に曲を追加]/S24	[前に曲を追加]/S23			

		[削除]/S15	[後に曲を追加]/S24			
		[(前に曲を追加 後に曲を追加) & レイリストの曲が最大件数登録済み]/S21	[(前に曲を追加 後に曲を追加) & レイリストの曲が最大件数登録済み]/S21			
		[プレイリストが再生中]/S22	[プレイリストが再生中]/S22			
プレイリスト曲で最大件数	S21	S20	S20	無視	無視	S20
プレイリスト曲で再生中	S22	S20	S20	無視	無視	S20
前に曲を追加	S23	S14	S14	S23	S23	S20
後に曲を追加	S24	S14	S14	S24	S24	S20
プレイリスト曲削除	S25	[戻る]/S20	[削除]/S14	S25	S25	S20
		[削除]/S14	[戻る]/S20			
曲追加	S26	S8	S8	S26	S26	S8
曲追加で最大件数	S27	S8	S8	無視	無視	S8
曲追加で SD なし	S28	S8	S8	無視	無視	S8
曲	S29	[戻る]/S8	[戻る]/S8	S29	S29	S8
		[削除]/S30	[削除]/S30			
		[削除 & 曲を再生中]/S31	[削除 & 曲を再生中]/S31			
曲削除	S30	[戻る]/S29	[削除]/S8	S30	S30	S29
		[削除]/S8	[戻る]/S29			
曲削除で再生中	S31	S29	S29	無視	無視	S29
曲調新規登録	S32	[調律]/S34	[調律]/S34	S32	S32	S10
		[リヴァーブ]/S35	[リヴァーブ]/S35			
		[音量]/S36	[音量]/S36			
		[決定]/S10	[決定]/S10			
		[戻る]/S10	[戻る]/S10			
曲調新規登録で最大件数	S33	S10	S10	無視	無視	S10
曲調新規登録 調律	S34	S32	S32	S34	S34	S32
曲調新規登録 リヴァーブ	S35	S32	S32	S35	S35	S32
曲調新規登録 音量	S36	無視	無視	S36	S36	S32
曲調	S37	[削除]/S41	[削除]/S41	S37	S37	S10
		[調律]/S38	[調律]/S38			
		[リヴァーブ]/S39	[リヴァーブ]/S39			
		[音量]/S40	[音量]/S40			

曲調 調律	S38	S37	S37	S38	S38	S37
曲調 リヴァーブ	S39	S37	S37	S39	S39	S37
曲調 音量	S40	無視	無視	S40	S40	S37
曲調削除	S41	[戻る]/S37	[戻る]/S37	S41	S41	S37
		[削除]/S10	[削除]/S10			
リピート	S42	S9	S9	S42	S42	S9
シャッフル	S43	S9	S9	S43	S43	S9
調律	S44	S9	S9	S44	S44	S9
音色	S45	S9	S9	S45	S45	S9
工場出荷状態へ戻す	S46	[戻る]/S9	[戻る]/S9	S46	S46	S9
		[工場出荷状態へ戻す]/S9	[工場出荷状態へ戻す]/S9			
音を止める	S47	[戻る]/S9	[戻る]/S9	S47	S47	S9
		[音を止める]/S9	[音を止める]/S9			
テンポ	S48	S9	S9	S48	S48	S9

付録：設計モデルの静的モデル

本文で省略したユーザーインターフェースパッケージのサブパッケージのクラス構造を示します。
各クラスは、それぞれ同じ名前のメニューとなりますので、個々に説明しません。

「プレイリスト編集メニュー」サブパッケージのクラス構造

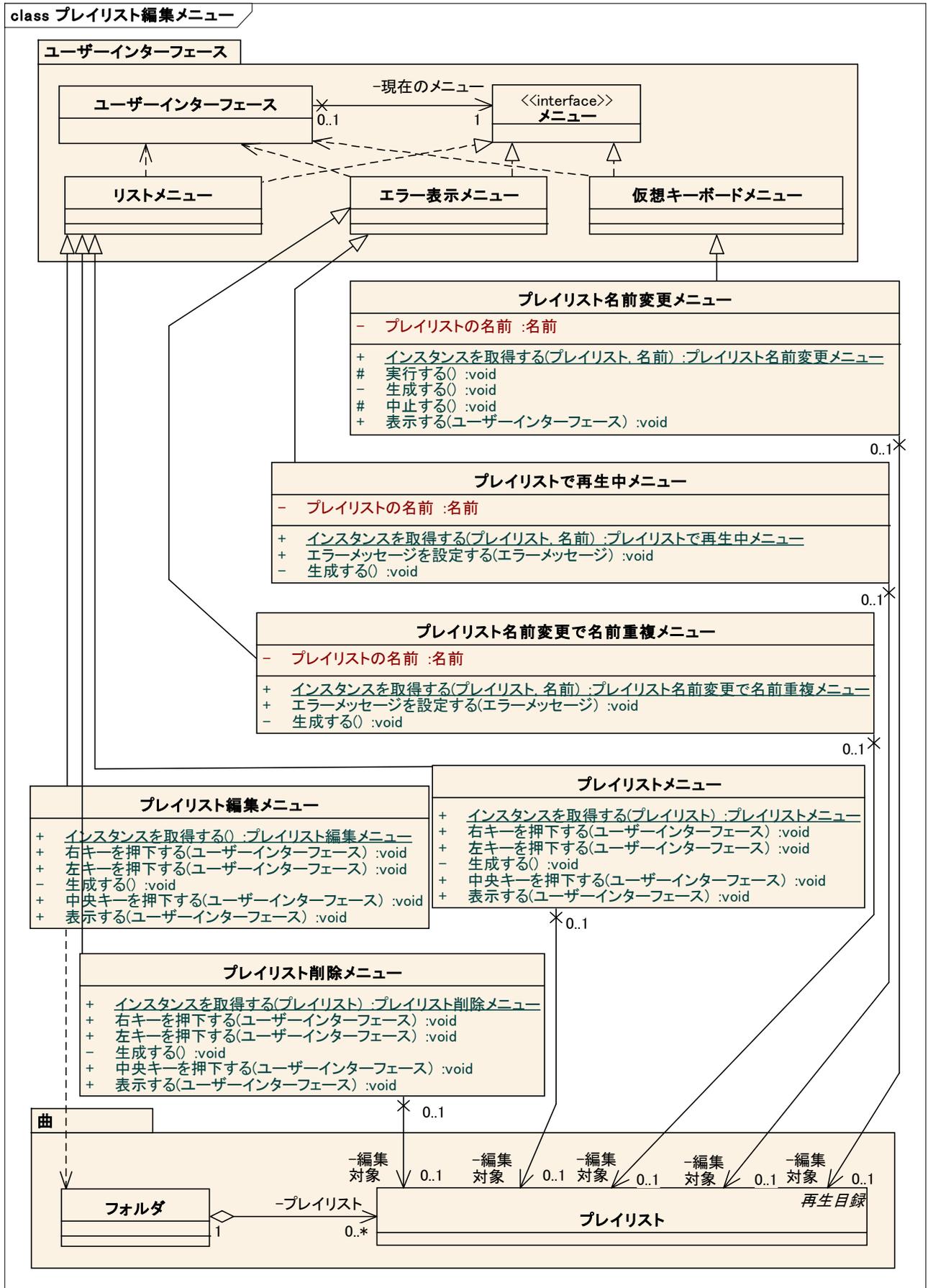


図69

「プレイリスト曲一覧メニュー(曲追加)」サブパッケージのクラス構造

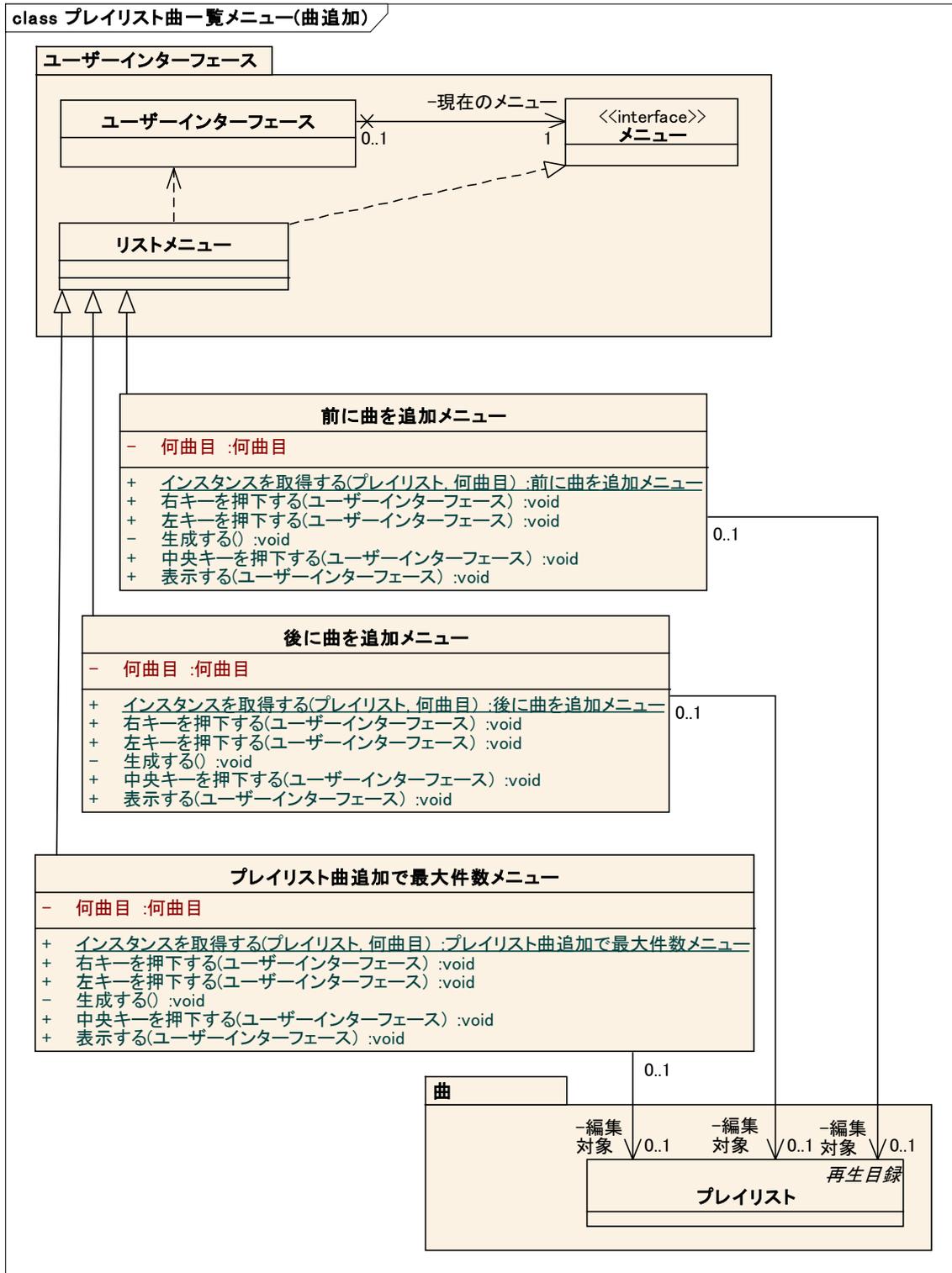


図72

「曲追加・削除メニュー」サブパッケージのクラス構造

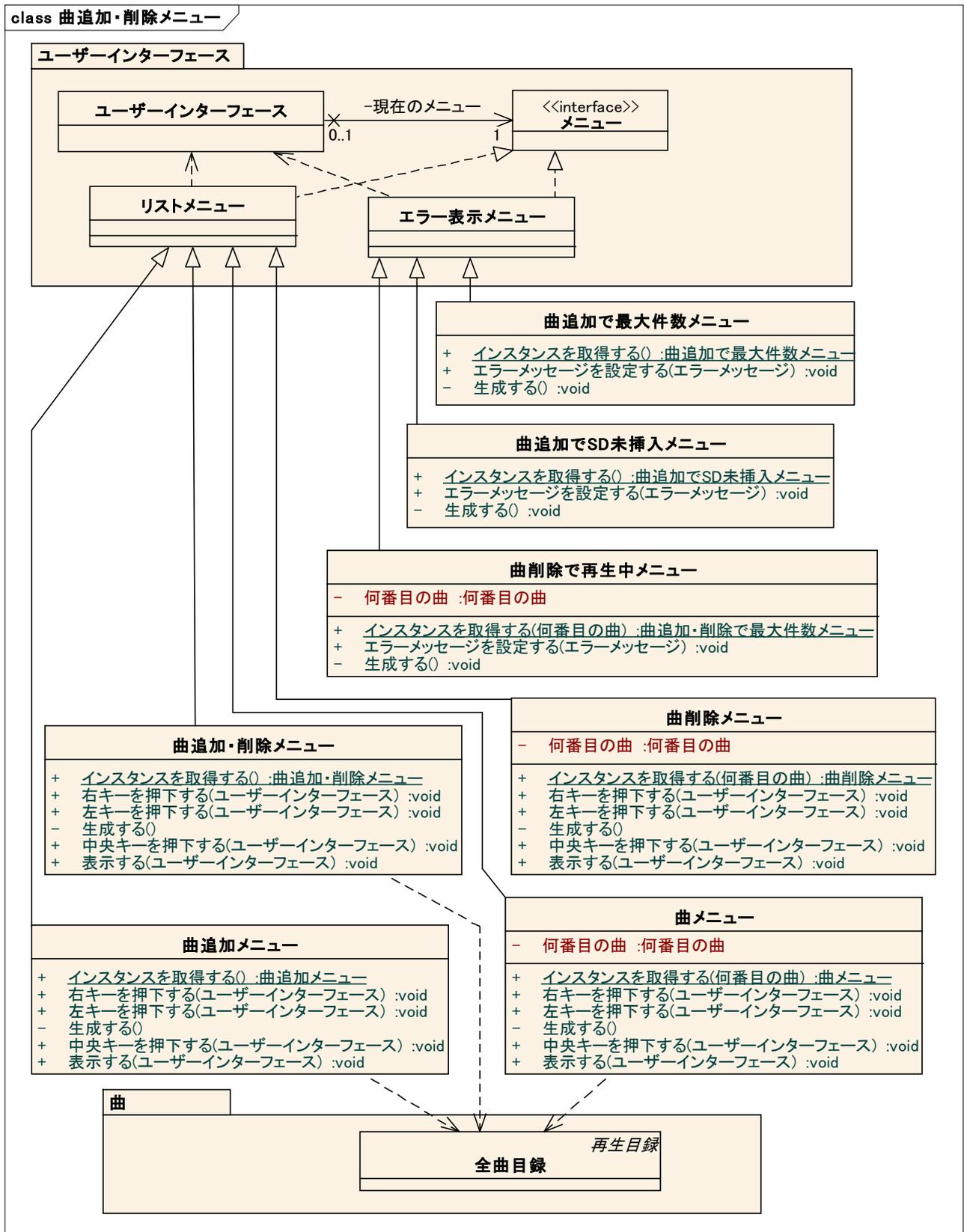


図73

「設定メニュー(1)」サブパッケージのクラス構造

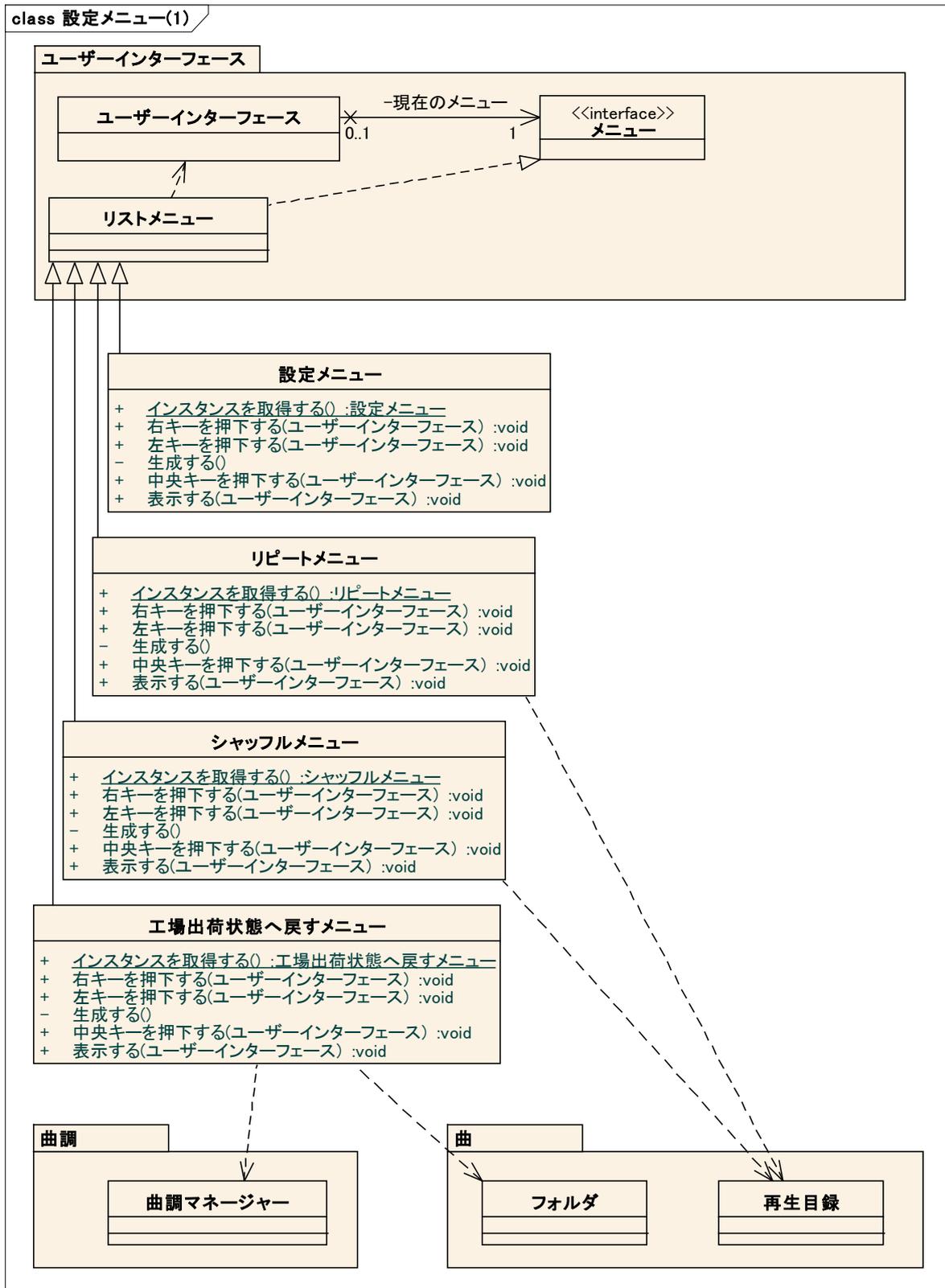


図77

「設定メニュー(2)」サブパッケージのクラス構造

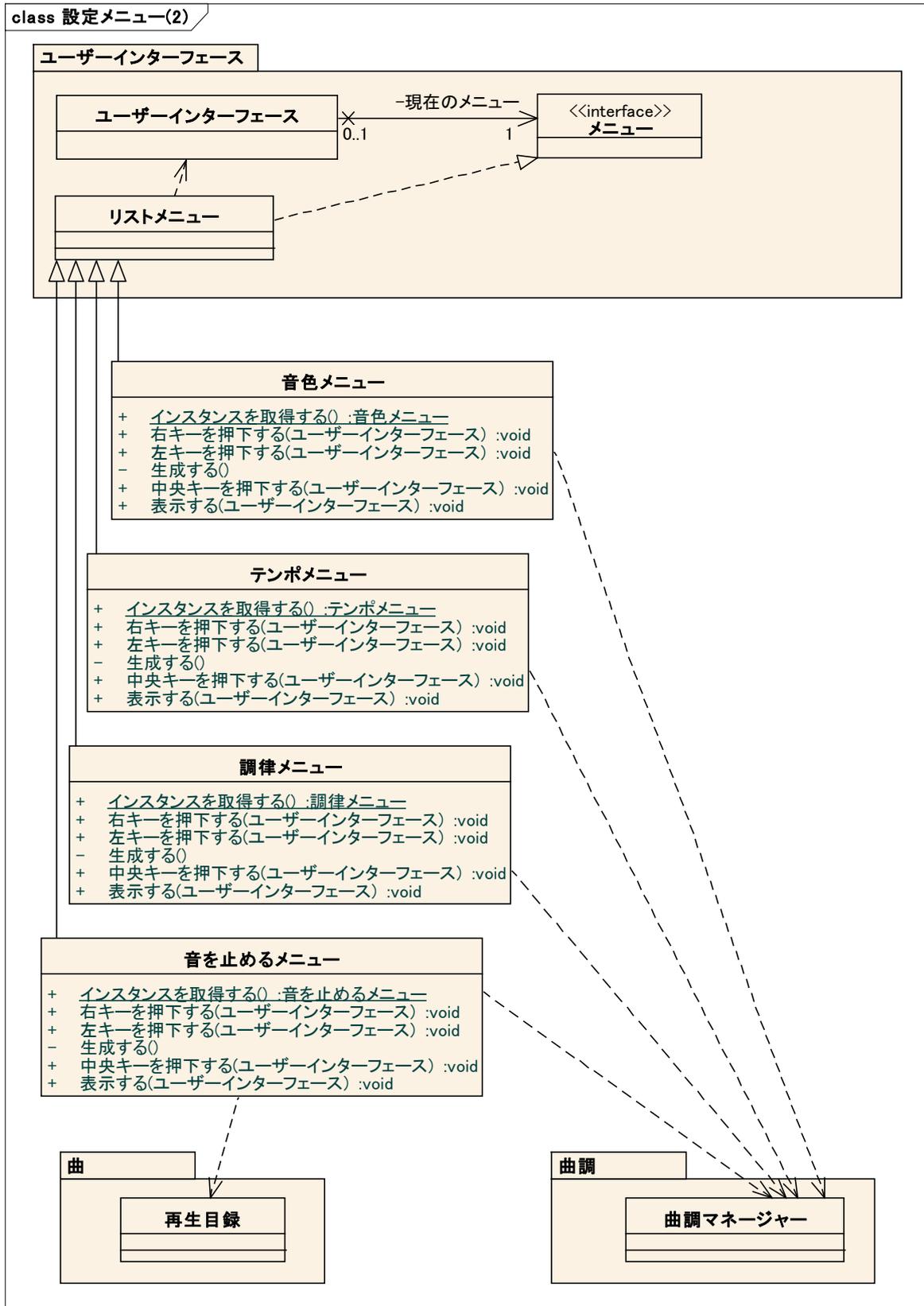
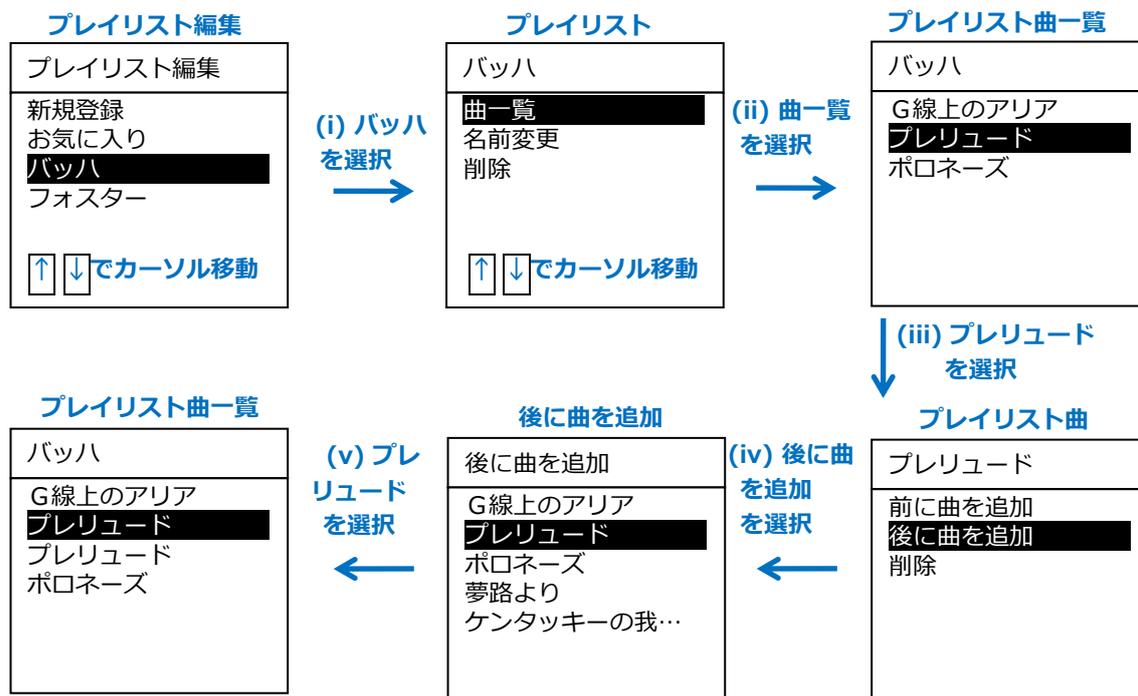


図78

付録：設計モデルの動的モデル

ユースケース<UC12：プレイリストに曲を登録する>



ユースケース< UC12：プレイリストに曲を登録する>の相互作用を示します。これは、上記のように、(i) プレイリスト編集メニューでプレイリストを選択し、プレイリストメニューを表示させる、(ii) プレイリストメニューで曲一覧を選択し、プレイリスト曲一覧メニューを表示させる、(iii) プレイリスト曲一覧メニューで曲を選択し、プレイリスト曲メニューを表示させる、(iv) プレイリスト曲メニューで後に曲を追加を選択し、後に曲を追加メニューを表示させる、(v) 後に曲を追加メニューで曲を選択し、プレイリスト曲一覧メニューへ戻る、を行う場合です。なお、各メニューでのカーソルの移動は省略します。選択の前に該当項目へカーソルを移動していると考えてください。

ユースケース<UC12 :プレイリストに曲を登録する>の相互作用

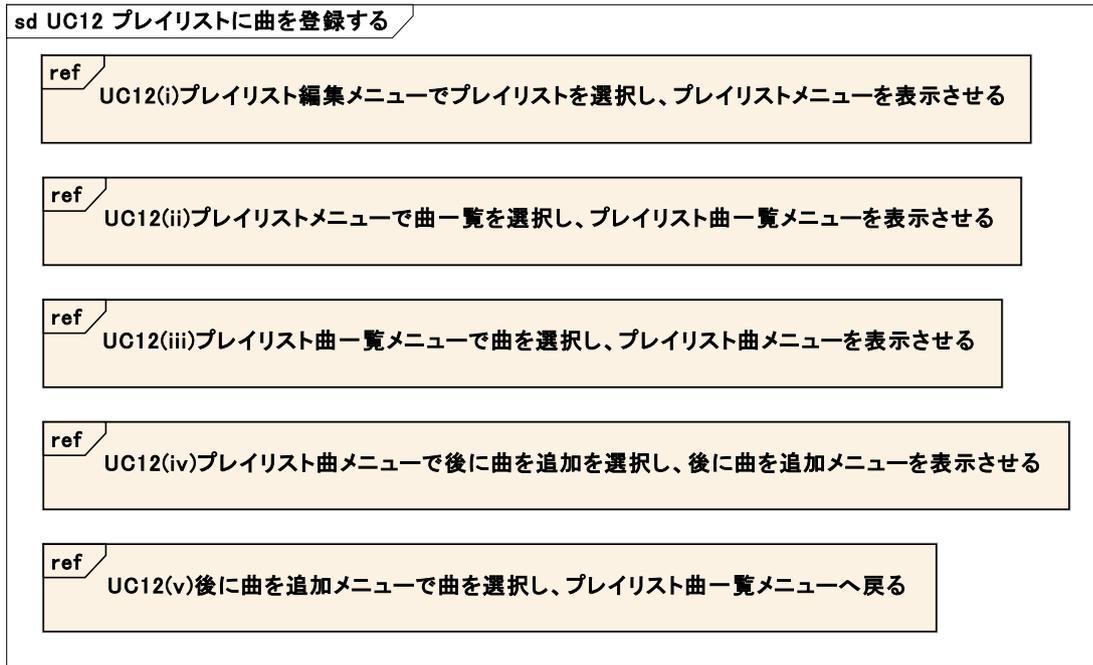


図79

「UC12(i)プレイリスト編集メニューでプレイリストを選択し、プレイリストメニューを表示させる」の相互作用

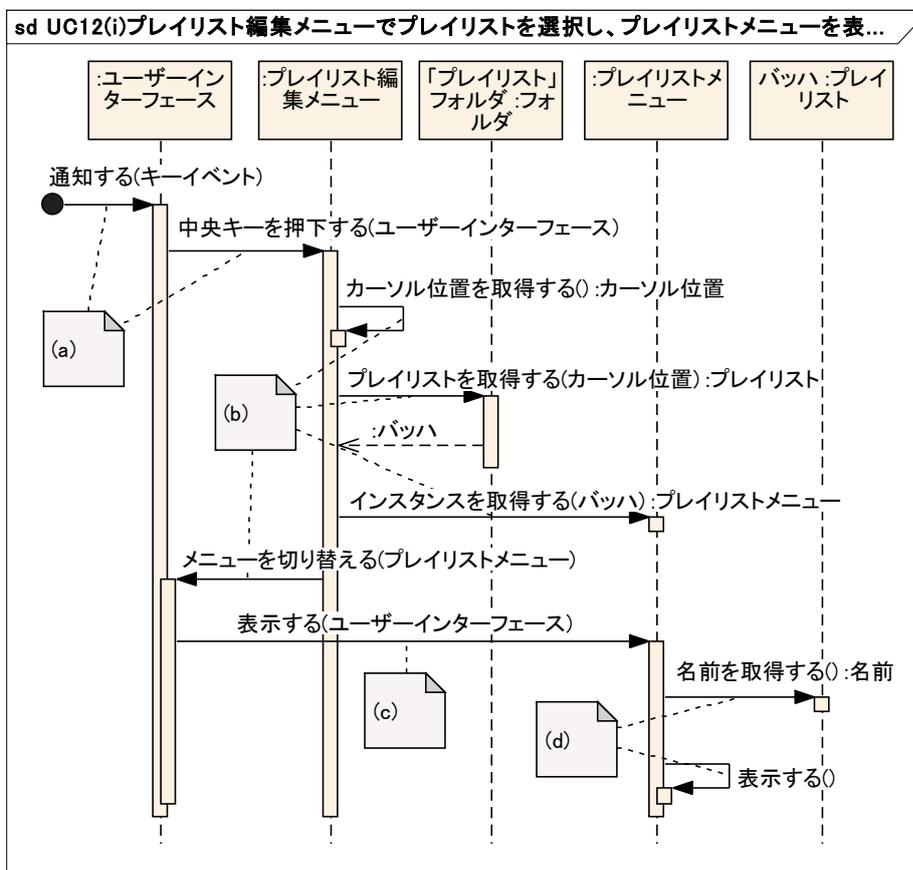


図80

(a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。

- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、プレイリスト編集メニューは、カーソル位置から判断し、プレイリストメニューへ切り替えます(プレイリストメニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへプレイリストメニューに切り替えさせます)。プレイリストメニューのインスタンスを取得する際に、指定されたプレイリストを渡しておきます。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを指定されたメニューに更新し、指定されたメニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、プレイリストメニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※渡されたプレイリストから名前

「UC12(ii)プレイリストメニューで曲一覧を選択し、プレイリスト曲一覧メニューを表示させる」の相互作用

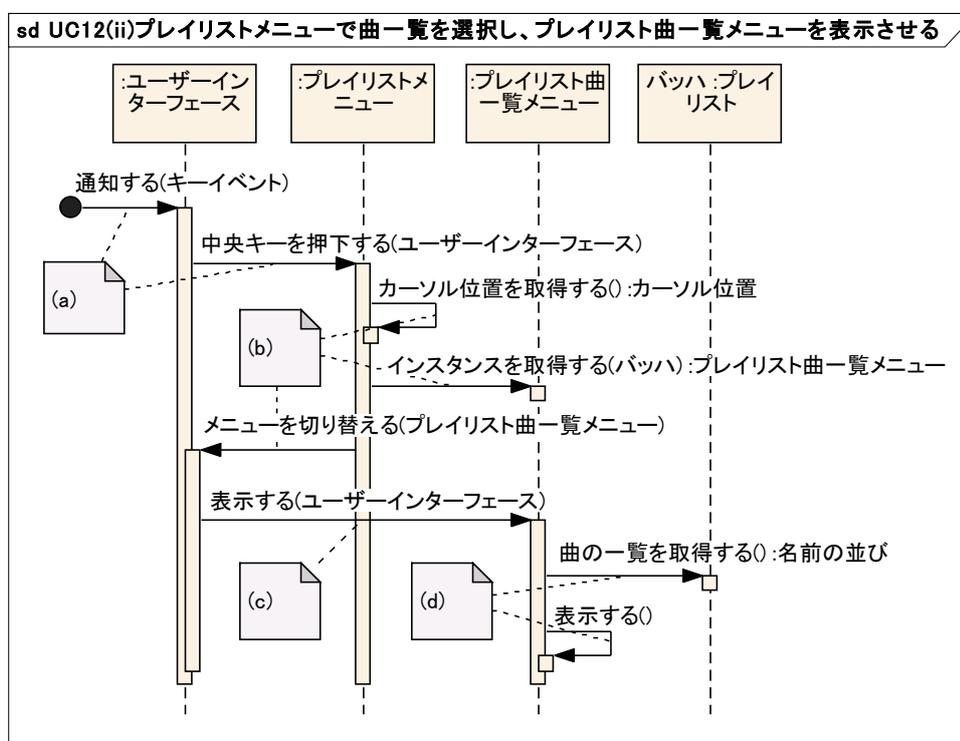


図81

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、プレイリストメニューは、カーソル位置から判断し、プレイリスト曲一覧メニューへ切り替えます(プレイリスト曲一覧メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへプレイリスト曲一覧メニューに切り替えさせます)。プレイリスト曲一覧メニューのインスタンスを取得する際に、プレイリストを渡しておきます。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを指定されたメニューに更新し、指定されたメニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、プレイリスト曲一覧メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※渡されたプレイリストから曲の一覧

「UC12(iii)プレイリスト曲一覧メニューで曲を選択し、プレイリスト曲メニューを表示させる」の相互作用

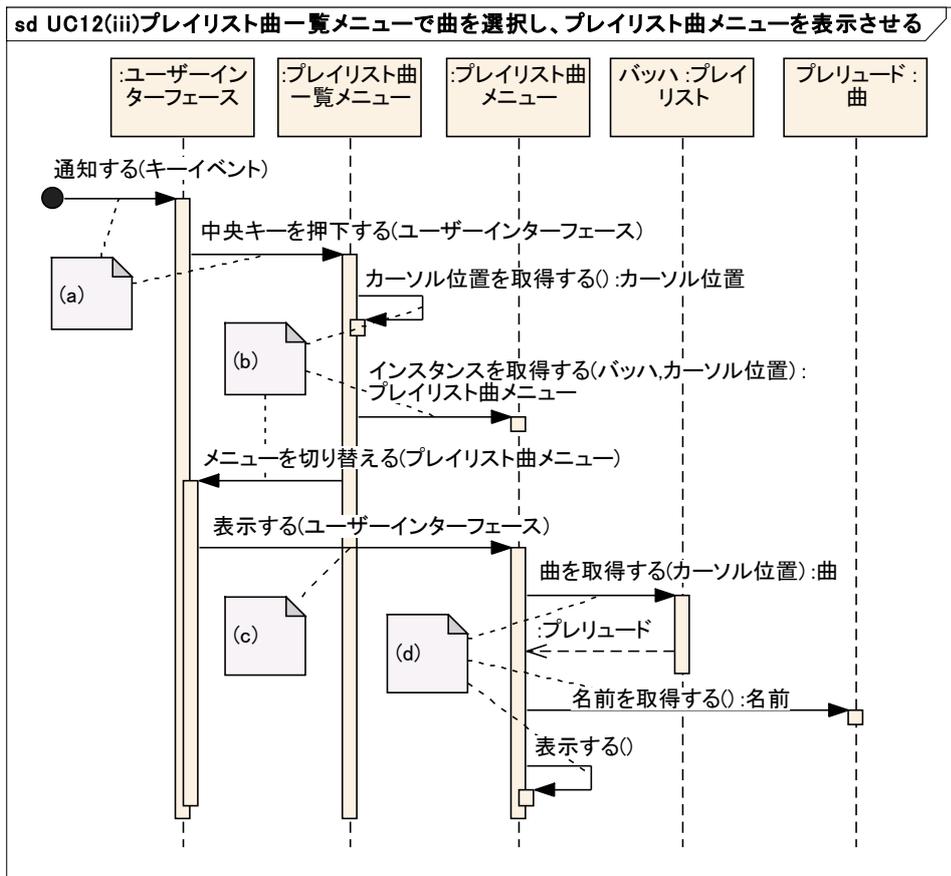


図82

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、プレイリスト曲一覧メニューは、カーソル位置から判断し、プレイリスト曲メニューへ切り替えます(プレイリスト曲メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェイスへプレイリスト曲メニューに切り替えさせます)。プレイリスト曲メニューのインスタンスを取得する際に、プレイリストとカーソル位置(何番目の曲)を渡しておきます。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェイスは、現在のメニューを指定されたメニューに更新し、指定されたメニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、プレイリスト曲メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※プレイリストから曲、曲から名前

「UC12(iv)プレイリスト曲メニューで後に曲を追加を選択し、後に曲を追加メニューを表示させる」の相互作用

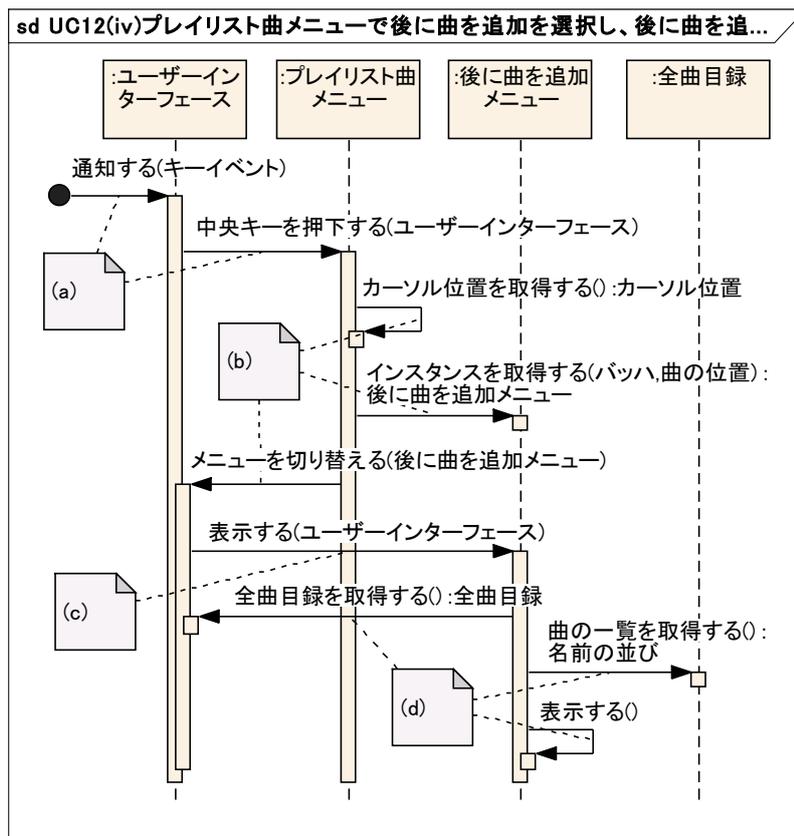


図83

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、プレイリスト曲メニューは、カーソル位置から判断し、後に曲を追加メニューへ切り替えます(後に曲を追加メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへ後に曲を追加メニューに切り替えさせます)。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを指定されたメニューに更新し、指定されたメニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、後に曲を追加メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※ユーザーインターフェースから全曲目録、全曲目録から曲の一覧

「UC12(v)後に曲を追加メニューで曲を選択し、プレイリスト曲一覧メニューへ戻る」の相互作用

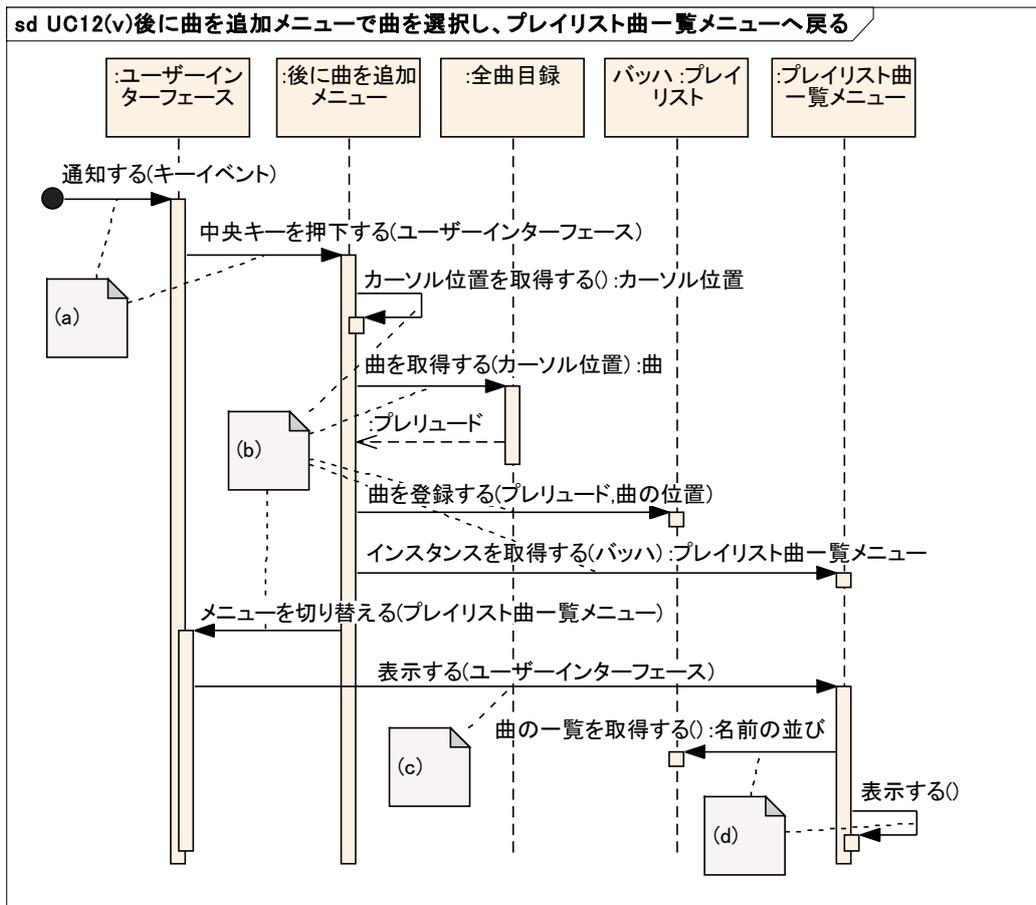


図84

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、後に曲を追加メニューは、カーソル位置から判断し、指定された曲をプレイリストへ登録し、プレイリスト曲一覧メニューへ切り替えます(プレイリスト曲一覧メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへプレイリスト曲一覧メニューに切り替えさせます)。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを指定されたメニューに更新し、指定されたメニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、プレイリスト曲一覧メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※プレイリスト曲から曲の一覧

ユースケース<UC18 : 曲調を登録する>



ユースケース< UC18 : 曲調を登録する>の相互作用を示します。これは、上記のように、(i) 編集メニューで曲調編集を選択し、曲調編集メニューを表示させる、(ii) 曲調編集メニューで新規登録を選択し、曲調新規登録メニューを表示させる、(iii) 曲調新規登録メニューで調律を選択し、曲調新規登録の調律メニューを表示させる、(iv) 曲調新規登録の調律メニューで純正律を選択し、曲調新規登録メニューへ戻る、(v) 曲調新規登録メニューで決定を選択し、曲調編集メニューへ戻る、を行う場合です。なお、各メニューでのカーソルの移動は省略します。選択の前に該当項目へカーソルを移動していると考えてください。

ユースケース<UC18 : 曲調を登録する>の相互作用

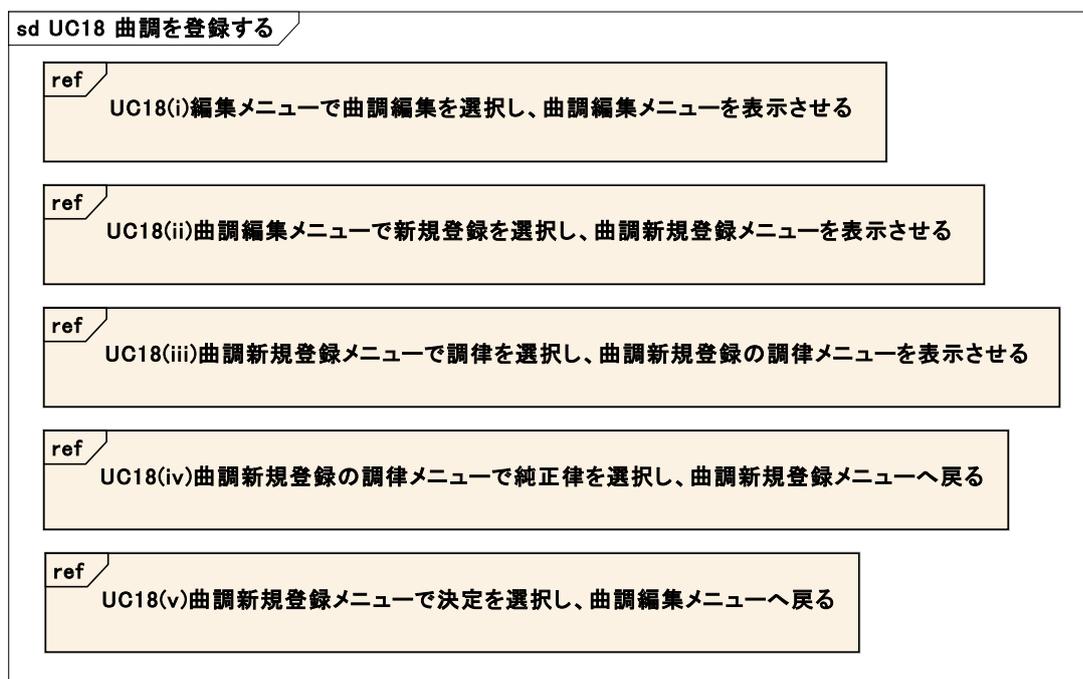


図85

「UC18(i)編集メニューで曲調編集を選択し、曲調編集メニューを表示させる」の相互作用

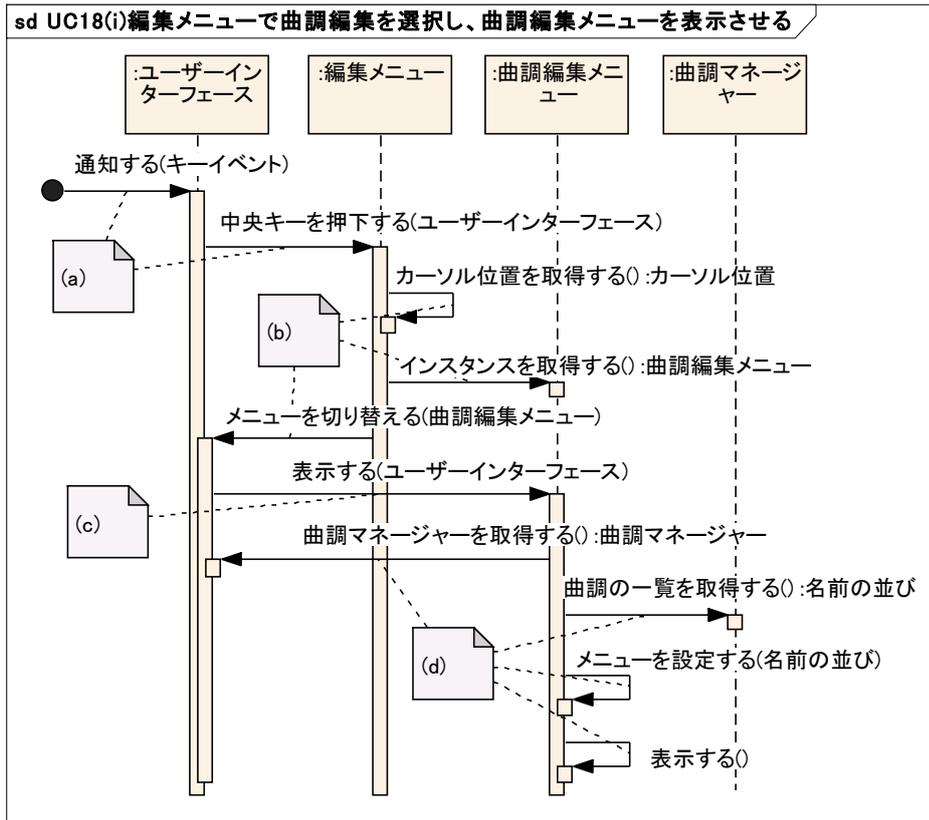


図86

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、編集メニューは、カーソル位置から判断し、曲調編集メニューへ切り替えます(曲調編集メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへ曲調編集メニューに切り替えさせます)。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを曲調編集メニューに更新し、曲調編集メニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、曲調編集メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※ユーザーインターフェースから曲調マネージャー、曲調マネージャーから曲調の一覧

「UC18(ii)曲調編集メニューで新規登録を選択し、曲調新規登録メニューを表示させる」の相互作用

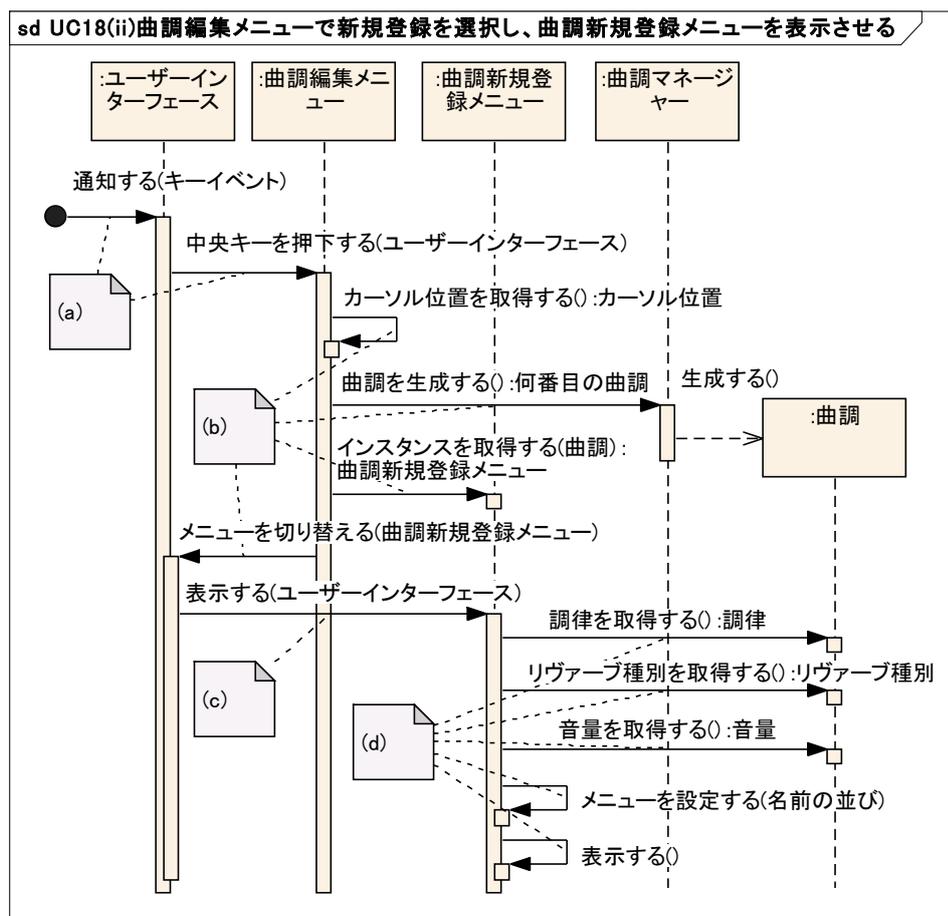


図87

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、編集メニューは、カーソル位置から判断し、曲調マネージャーに新しい曲調を生成させ、曲調新規登録メニューへ切り替えます(曲調新規登録メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェイスへ曲調新規登録メニューに切り替えさせます)。曲調新規登録メニューのインスタンスを取得する際に、生成させた曲調を渡しておきます。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェイスは、現在のメニューを曲調新規登録メニューに更新し、曲調新規登録メニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、曲調新規登録メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※渡された曲調から調律/リヴァーブ種別/音量

「UC18(iii)曲調新規登録メニューで調律を選択し、曲調新規登録の調律メニューを表示させる」の相互作用

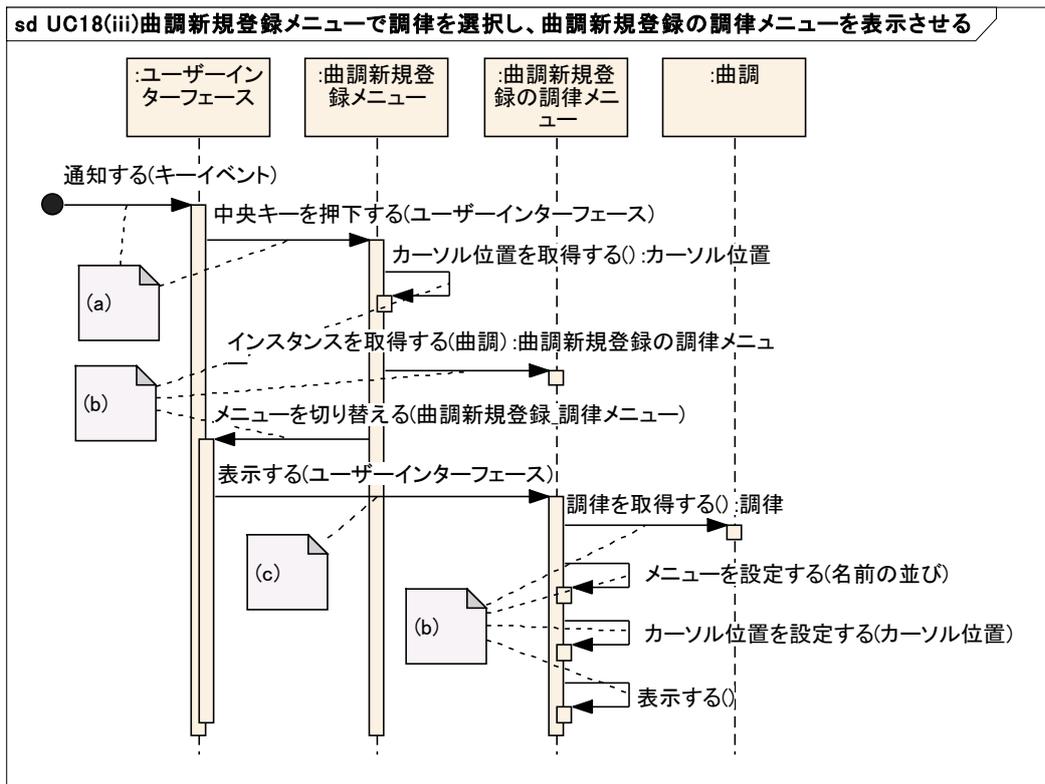


図88

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、曲調新規登録メニューは、カーソル位置から判断し、動作します。この場合は、調律の変更なので、曲調新規登録の調律メニューへ切り替えます(曲調新規登録の調律メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへ曲調新規登録の調律メニューへ切り替えさせます)。曲調新規登録の調律メニューのインスタンスを取得する際に、渡された曲調を渡しておきます。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを曲調新規登録の調律メニューに更新し、曲調新規登録の調律メニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、曲調新規登録メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※渡された曲調から調律

「UC18(iv)曲調新規登録の調律メニューで純正律を選択し、曲調新規登録メニューへ戻る」の相互作用

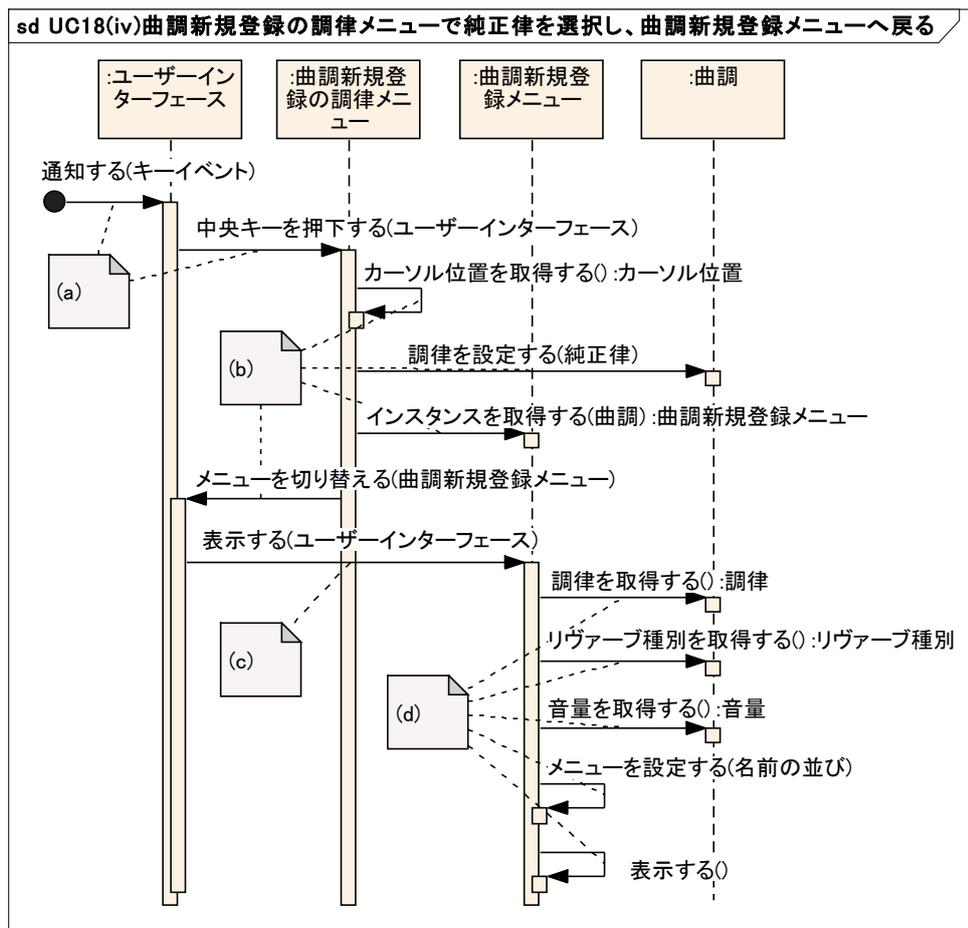


図89

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、調律が決定されたので、曲調新規登録の調律メニューは、カーソル位置から判断し、調律を渡された曲調へ設定し、曲調新規登録メニューへ戻ります(曲調新規登録メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへ曲調新規登録メニューに切り替えさせます)。曲調新規登録メニューのインスタンスを取得する際に、渡された曲調を返します。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを曲調新規登録メニューに更新し、曲調新規登録メニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、曲調新規登録メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※渡された曲調から調律/リヴァーブ種別/音量

「UC18(v)曲調新規登録メニューで決定を選択し、曲調編集メニューへ戻る」の相互作用

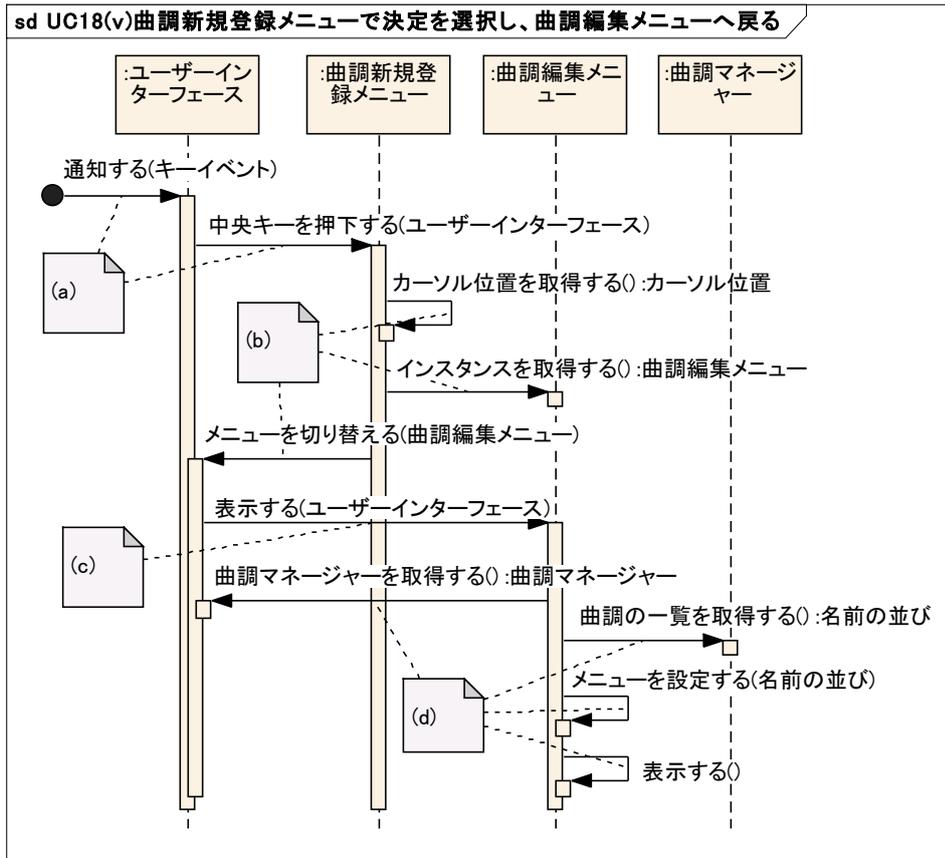


図90

- (a) ここ以前は、「リストメニューの基本的な相互作用」の「キー入力の共通処理」を参照してください。
- (b) 「中央キーを押下する」メッセージを受け取ると、曲調新規登録メニューは、カーソル位置から判断し、動作します。この場合は、決定なので、曲調編集メニューへ切り替えます(曲調新規登録の調律メニューのインスタンスを取得し、ユーザーインターフェースへ曲調新規登録の調律メニューへ切り替えさせます)。なお、新規登録の曲調は、生成/登録済みなので、曲調については何もしません。
- (c) 「メニューを切り替える」メッセージを受け取ると、ユーザーインターフェースは、現在のメニューを曲調編集メニューに更新し、曲調編集メニューに表示させます。
- (d) 「表示する」メッセージを受け取ると、曲調編集メニューは、表示に必要な情報※を取得し、表示します。

※ユーザーインターフェースから曲調マネージャー、曲調マネージャーから曲調の一覧

組込み分野のための UML モデル解説書
「電子オルゴール」

初版発行 2012年（平成24年）5月17日
発行者 UMTJ, Japan
編著 組込みモデリング部会
印刷

UMTP, Japan
東京都渋谷区代々木1丁目22番1号
<http://www.umtp-japan.org/>