

音楽理論に基づいた鼻歌作曲支援システム ''ハミコン''

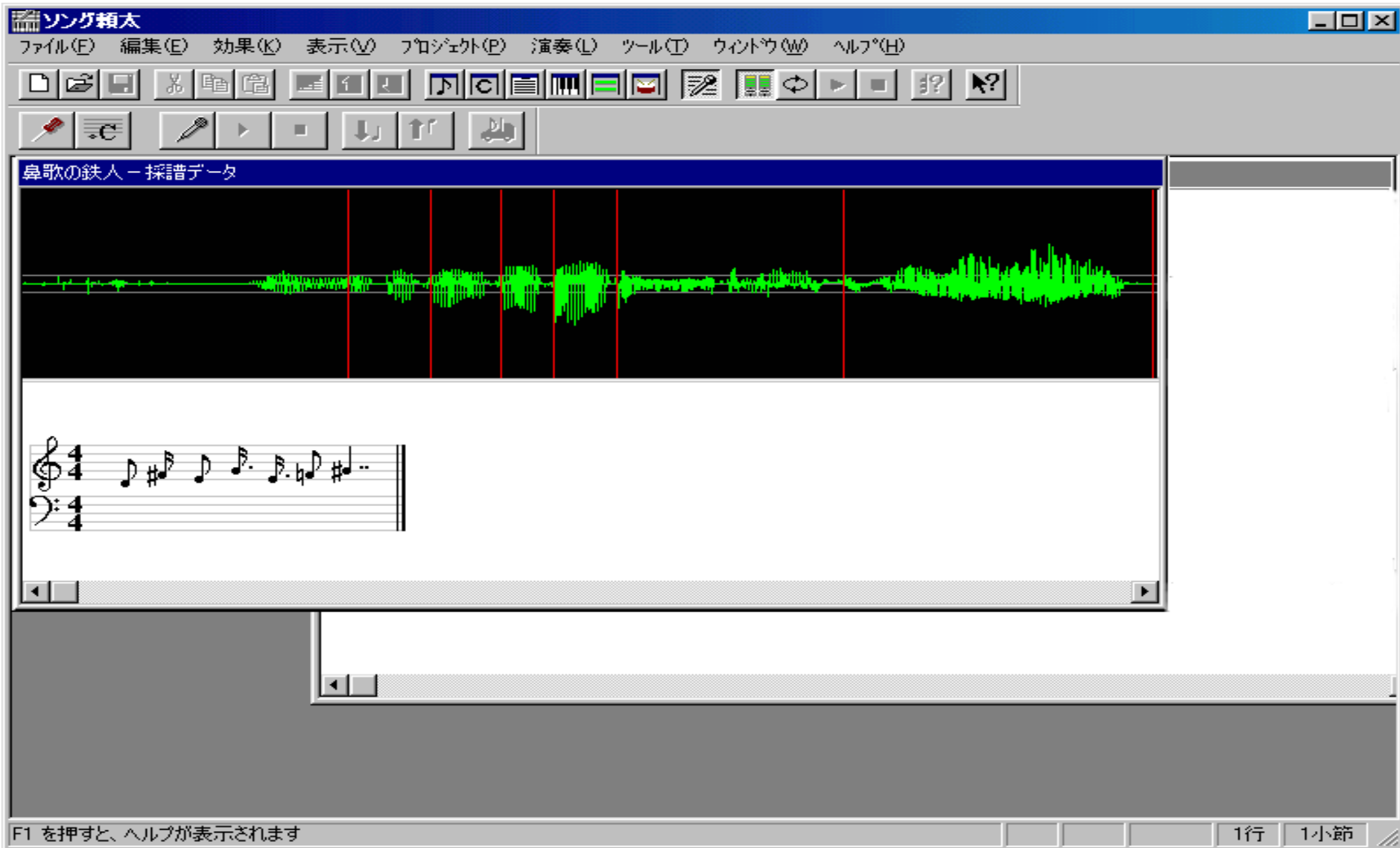
北原研究室

- ・ 木村翔平
- ・ 鈴木智文
- ・ 鈴木優

研究の背景

- ・ 現在、動画サイトなどで自分オリジナルの曲を公開して楽しむということが確立してきている。
- ・ 作曲をするには、音楽理論や楽器も出来ないといけないが、初心者でも鼻歌だけで作曲をすることができればいいのではないか。
- ・ 「ソング頼太」(*1)・「MAISTAMUSIC」(*2)・「鼻歌ミュージシャン2」(*3)という鼻歌で作曲のソフトがある。

ソング頼太とは



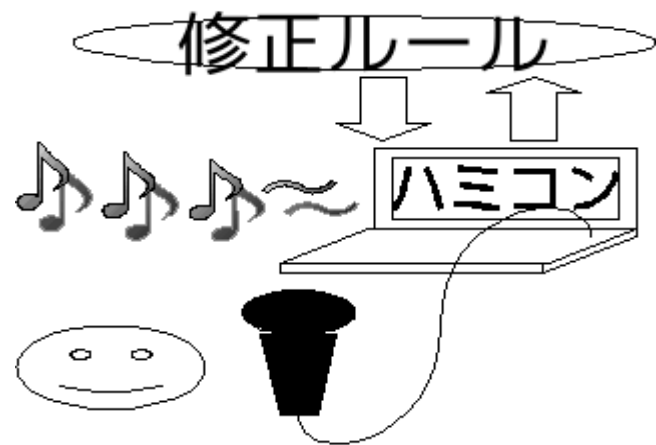
研究の目的

- ・ 既存のソフトではうまく音が認識されなかったり、ユーザが意図しない音高になってしまう。
- ・ メロディも思ったのと違ったメロディ、音楽的に不自然な音高にならないよう音楽的に妥当な曲が出来るようなシステム。
- ・ 作曲の楽しみが味わえるシステム。

提案システムのねらい

- ・ 初心者が歌っても音楽的にありうるメロディに修正される。
- ・ 歌唱をMIDI形式に変換して出力するシステムにする。

※MIDIというのは、計算機上での楽曲表現方式の1つで、ノートオンメッセージとノートオフメッセージの列によってメロディなどを表現するものである。



実現するための課題

素人がメロディを歌った場合、2つの点であいまい性が生じる。

- ・ 音高が安定しないために、音と音の切れ目が明確でなくなる場合がある。
- ・ ユーザが意図する音高を正しく発声できない場合、そのまま単純にノートナンバーに変換すると、音楽的に適切でない値になる

課題の解決法

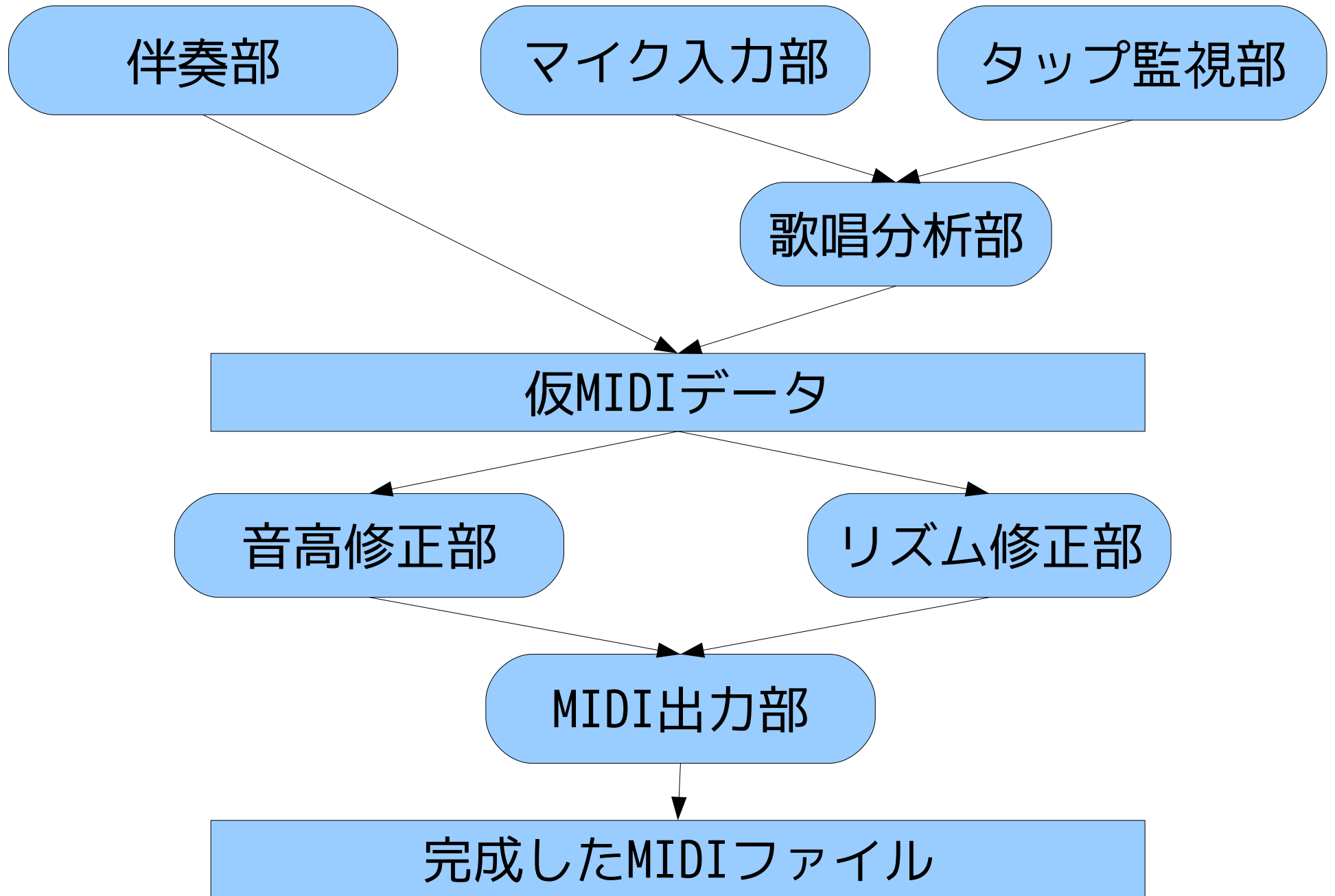
- ・ 音と音の切れ目が明確でない点について
→ タッピングを使い、1音ごとに音の長さを区切るようにする。
- ・ 音高のあいまい性について
→ メロディ修正ルールを作り、音楽的に妥当なメロディに修正する。

システムの仕様

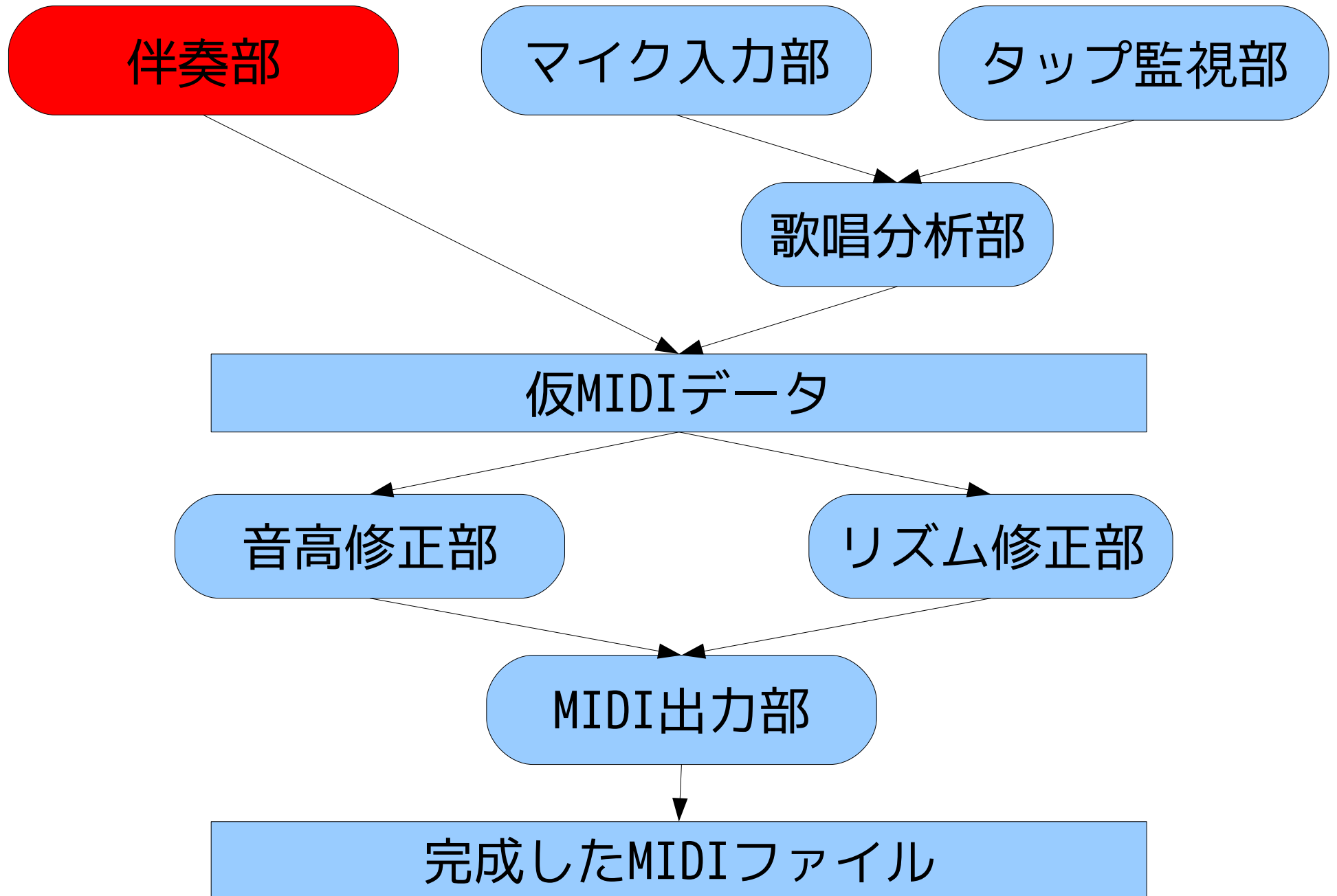
- ・ 入力部分…パソコンの内蔵マイクで行う
- ・ 出力部分…MIDIに変換して出力
- ・ 前提条件…伴奏は決まっているものを流す
伴奏はヘッドホンで聞くものとする。



システムの構成



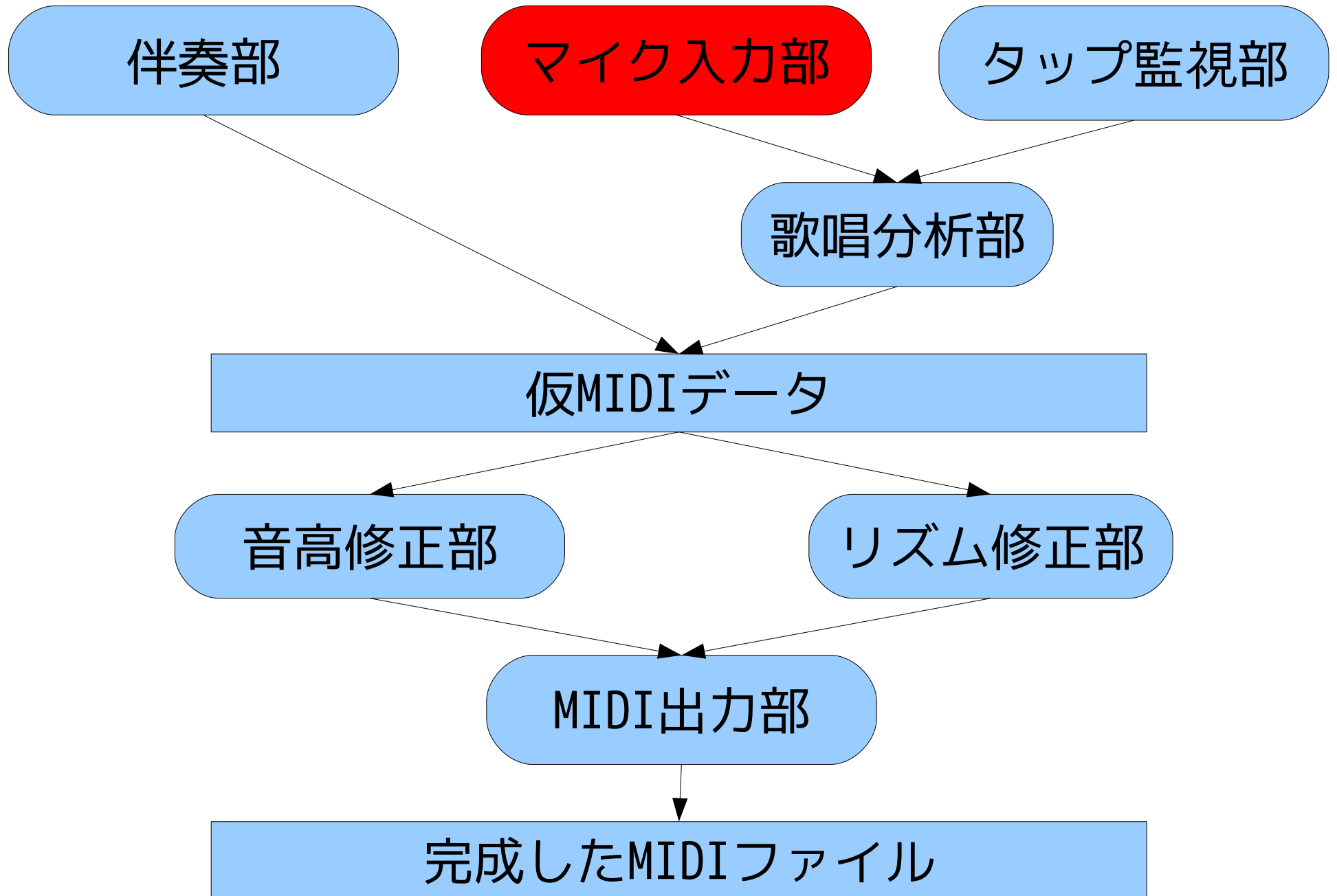
システムの構成



伴奏部

- ・ あらかじめ決まっている伴奏データを流すことにする。
- ・ 伴奏データは8小節分である。
- ・ コード進行は既知とする。

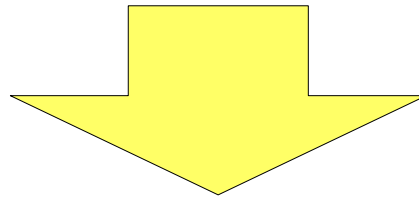
システムの構成



マイク入力部

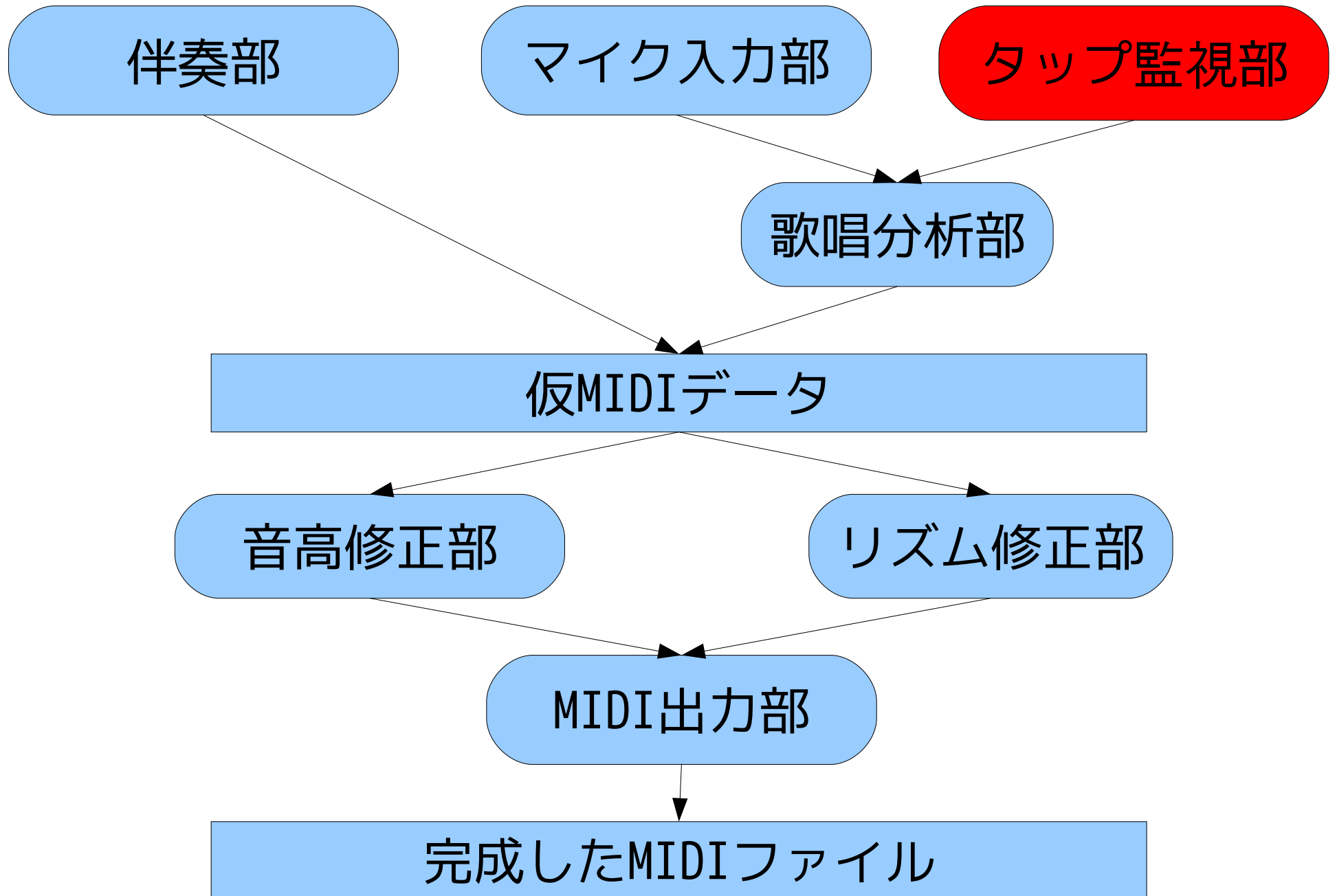
マイクからユーザの歌唱を取得する。

録音時ノイズが入ると歌った音とは違う音で出力されてしまうので、対策する必要がある。



起動して最初の0.1秒で周囲のノイズを採り、その中の最大のノイズの3倍以上の声の大きさをしないと反応しないようにする。

システムの構成



タッピング監視部

スペースキーをタップすることで、タップから
タップまでの長さを1音にすることができる。

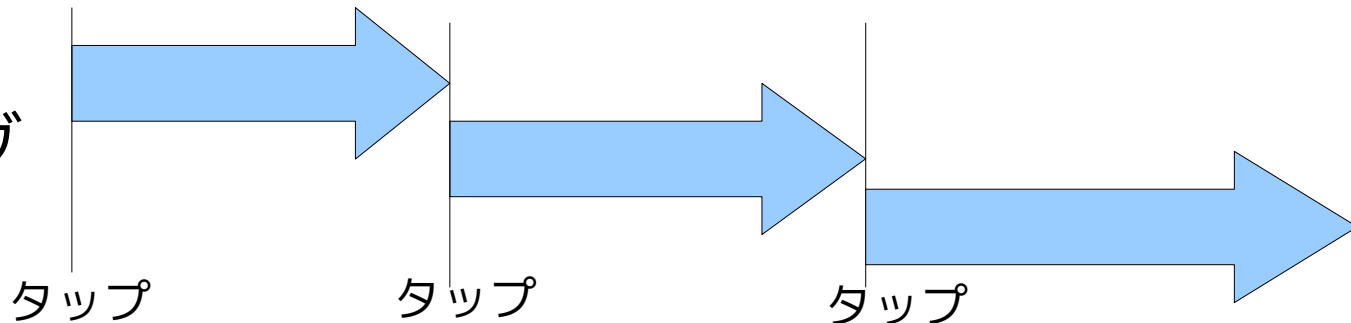
目的

鼻歌だけで1音を判断してしまうとリズムを求める
のが難しいので、タッピングをすることで求めている
リズムの正確性が上がる。

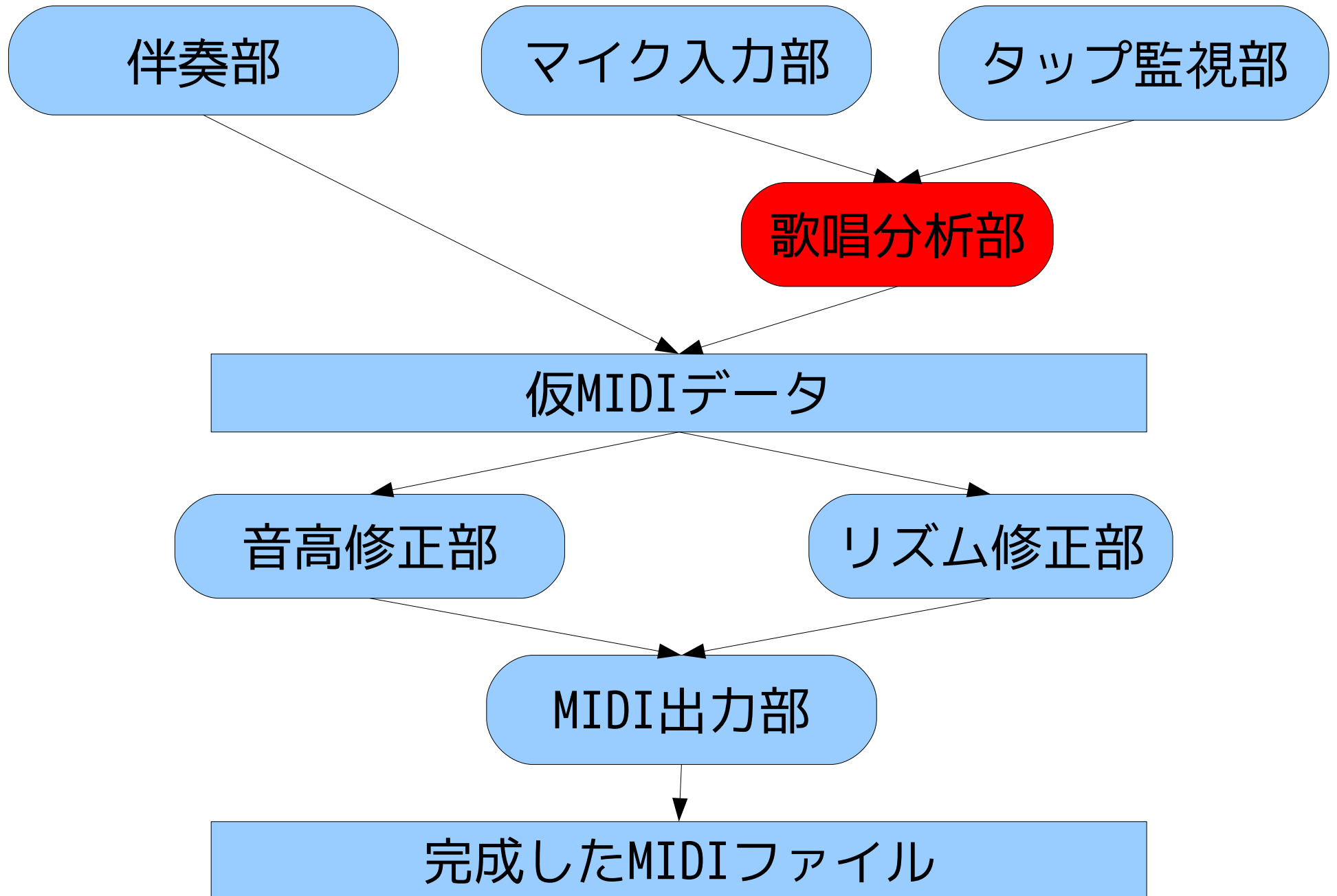
鼻歌



タッピング



システムの構成



歌唱分析部

マイク入力部・タップ監視部を組み合わせ歌唱分析をする。

出力はMIDIなので、ノートナンバーにする



鼻歌を歌う

周波数を計る

ノートナンバー
にする

周波

$$f^{-1}(x) = 12 \log_2 \left(\frac{x}{440} \right) + 69$$

音高の求め方

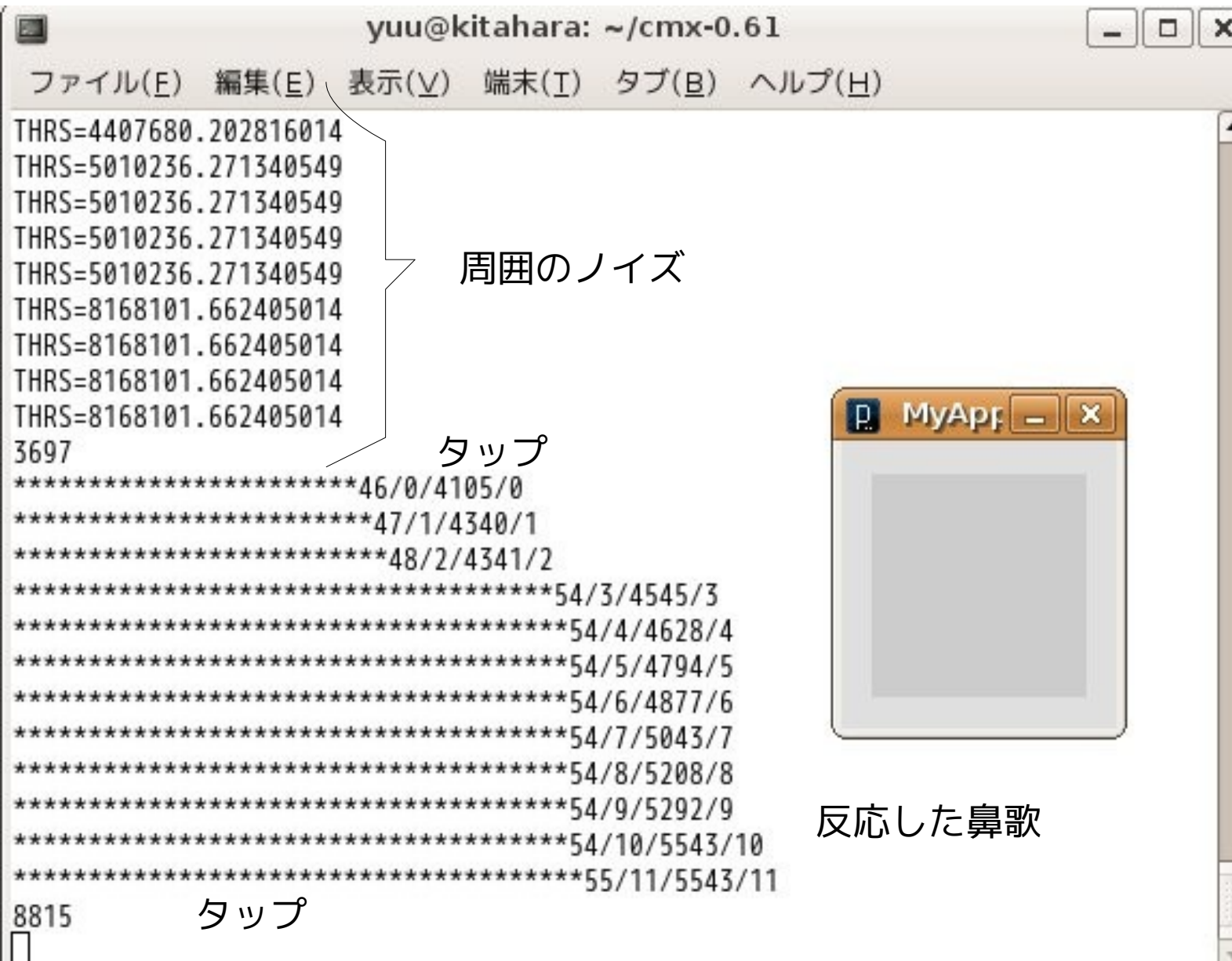
0.01秒ごとに測定された基本周波数をノートナンバーに変換。

タップからタップまでのノートナンバーの中央値を採用する。

なぜ中央値を使うか

平均値では、鼻歌を入力しているとき、ノイズや、意図しない音が1つでも出てしまうと、ユーザが求めたい音と違う音が出てしまうことが多かったため。

中央値



The image shows a terminal window titled 'yuu@kitahara: ~/cmx-0.61'. The terminal displays a list of THRS values, with a callout pointing to the first six lines labeled '周囲のノイズ' (Surrounding noise). Below this, a 'タップ' (Tap) is indicated, followed by a list of values. Another 'タップ' is indicated at the bottom. A smaller window titled 'MyApp' is shown in the foreground, with a callout pointing to it labeled '反応した鼻歌' (Reacted hum).

yuu@kitahara: ~/cmx-0.61

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 端末(T) タブ(B) ヘルプ(H)

THRS=4407680.202816014
THRS=5010236.271340549
THRS=5010236.271340549
THRS=5010236.271340549
THRS=5010236.271340549
THRS=8168101.662405014
THRS=8168101.662405014
THRS=8168101.662405014
THRS=8168101.662405014
3697
*****46/0/4105/0
*****47/1/4340/1
*****48/2/4341/2
*****54/3/4545/3
*****54/4/4628/4
*****54/5/4794/5
*****54/6/4877/6
*****54/7/5043/7
*****54/8/5208/8
*****54/9/5292/9
*****54/10/5543/10
*****55/11/5543/11
8815

周囲のノイズ

タップ

タップ

MyApp

反応した鼻歌

左の図では

平均値だと

5 2 (ミ)

中央値だと

5 4 (ファ#)

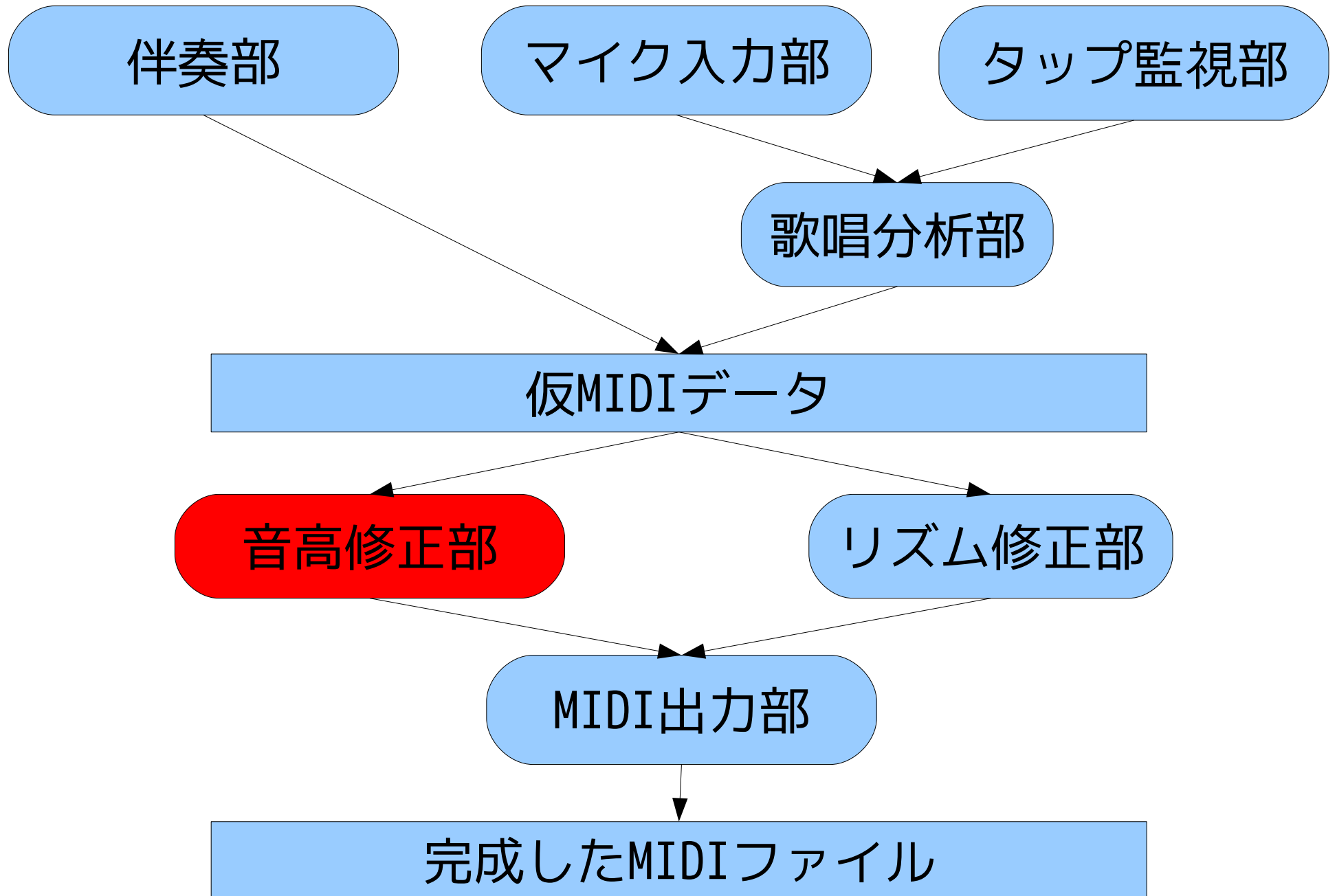
求めたい音は

5 4 (ファ#)

の方が

妥当である。

システムの構成



音高修正部

音楽理論に基づいたルールを作り修正する。

音高の修正について、

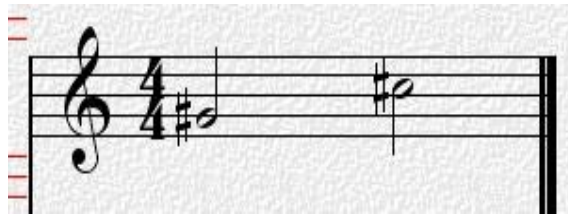
- ・ 隣り合う音の高さが離れすぎなくする。
- ・ 伴奏と不協和にならないメロディにする。

をコンセプトとして考える。

メロディ修正の基本ルール

1、ハ長調の音階に合わない音は、ハ長調の音高にする。

修正前



修正後



2、そのとき(例ではCコードの時)の和音に合わない音は合う音に修正する。

修正前



修正後

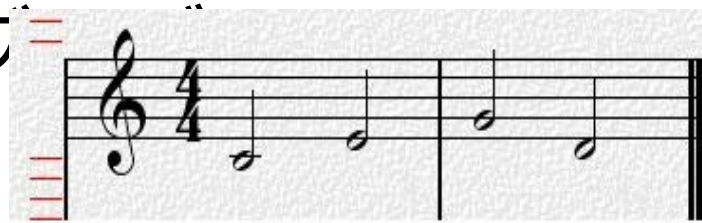


3、前後の音で1オクターブ以上高く離れていた場合は、1オクターブ以下に修正する。

修正前



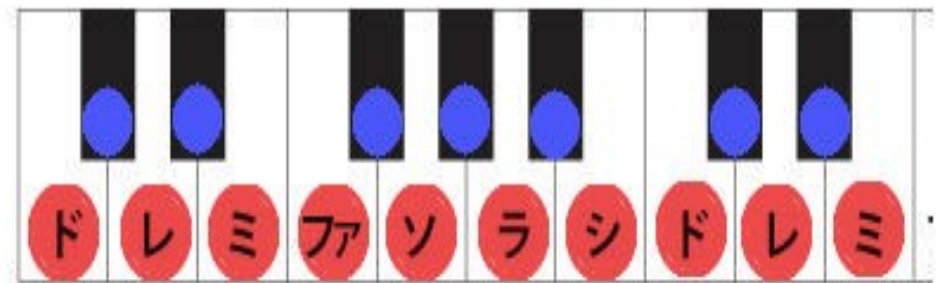
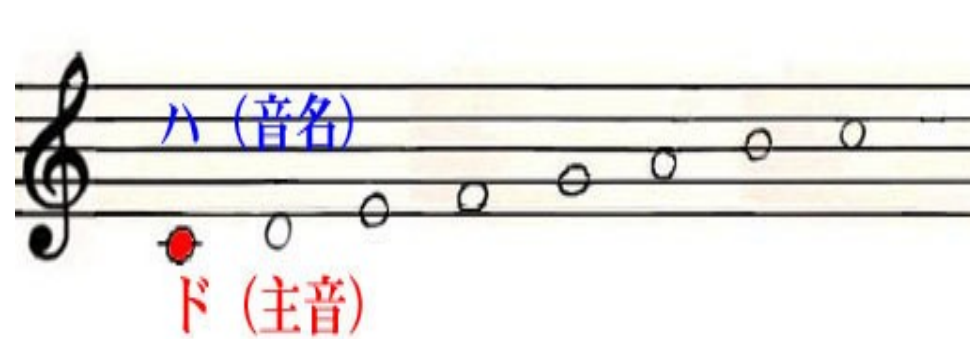
修正後



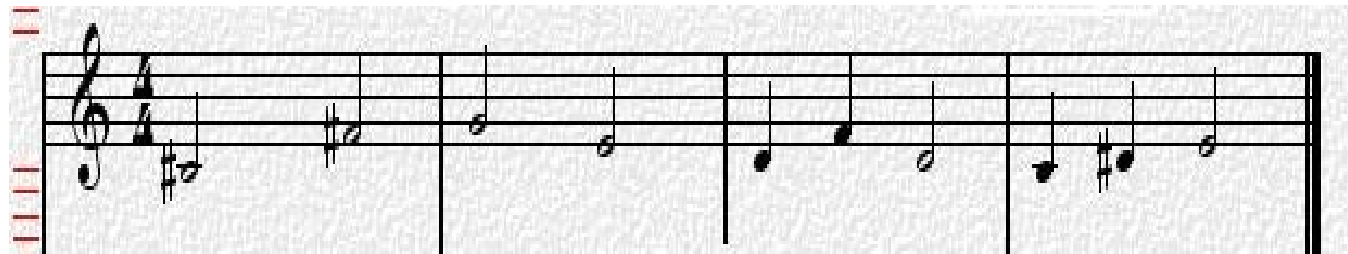
基本ルール 1

- ・ ハ長調とは . . . 黒鍵を使わない音階のこと

ハ長調



黒鍵が入る場合



ハ長調化



基本ルール 2

- その時の和音に合わない音を合うようにする。

例 1 Cコードの時



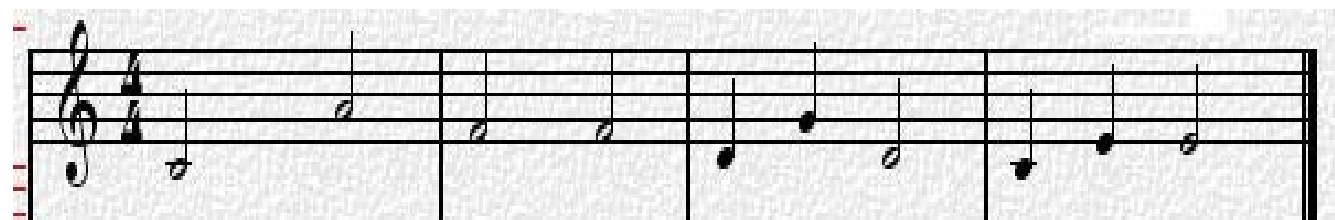
例 2 Amコードの時



ハ長調化



和音適用化



基本ルールの問題点

- ・ ハ長調の音階に合わせるようにすると、和音と合わない音も出力されてしまう。
- ・ すべての和音の音に合わせてしまうと、単調なメロディになってしまう。

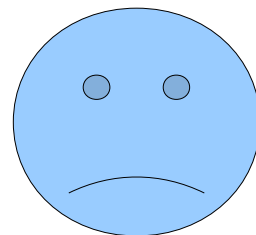
そもそも自然なメロディとは

音楽には和声音・非和声音と呼ばれるものがある。

(コードトーン)

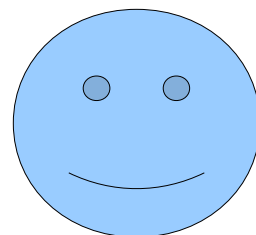
和声音の例

和声音のみのメロディ



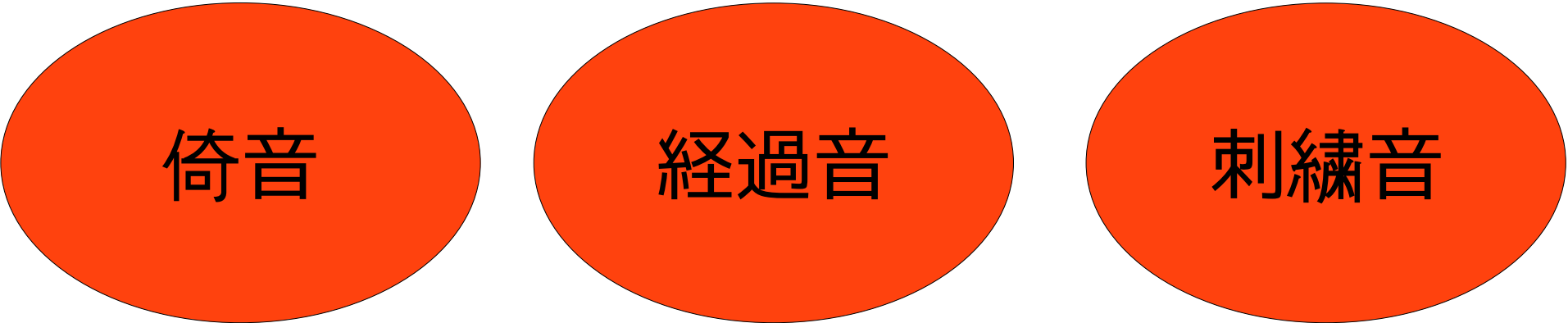
非和声音の例

和声音に非和声音を組み合わせたメロディ



非和声音

本研究では、主な非和声音として



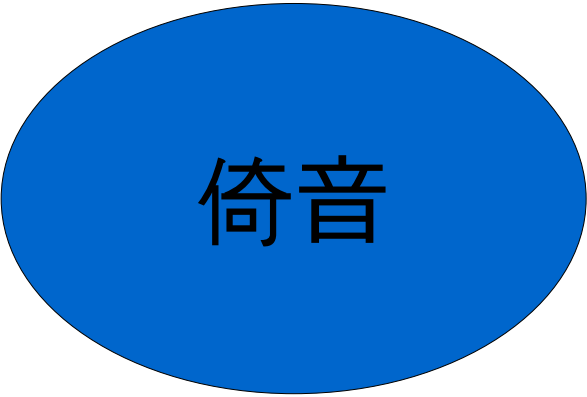
倚音

経過音

刺繍音

を作り出すルールを導入する。
これより許容非和声音と呼ぶ。

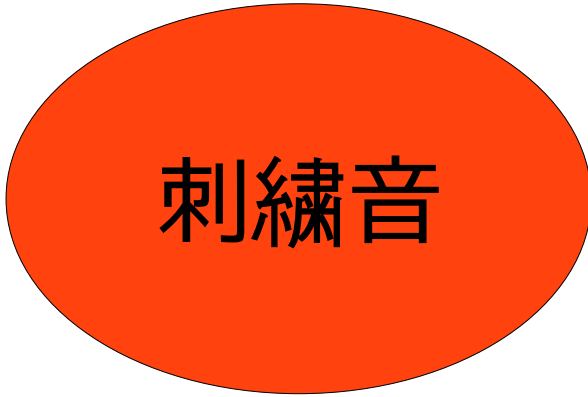
非和声音



倚音



經過音

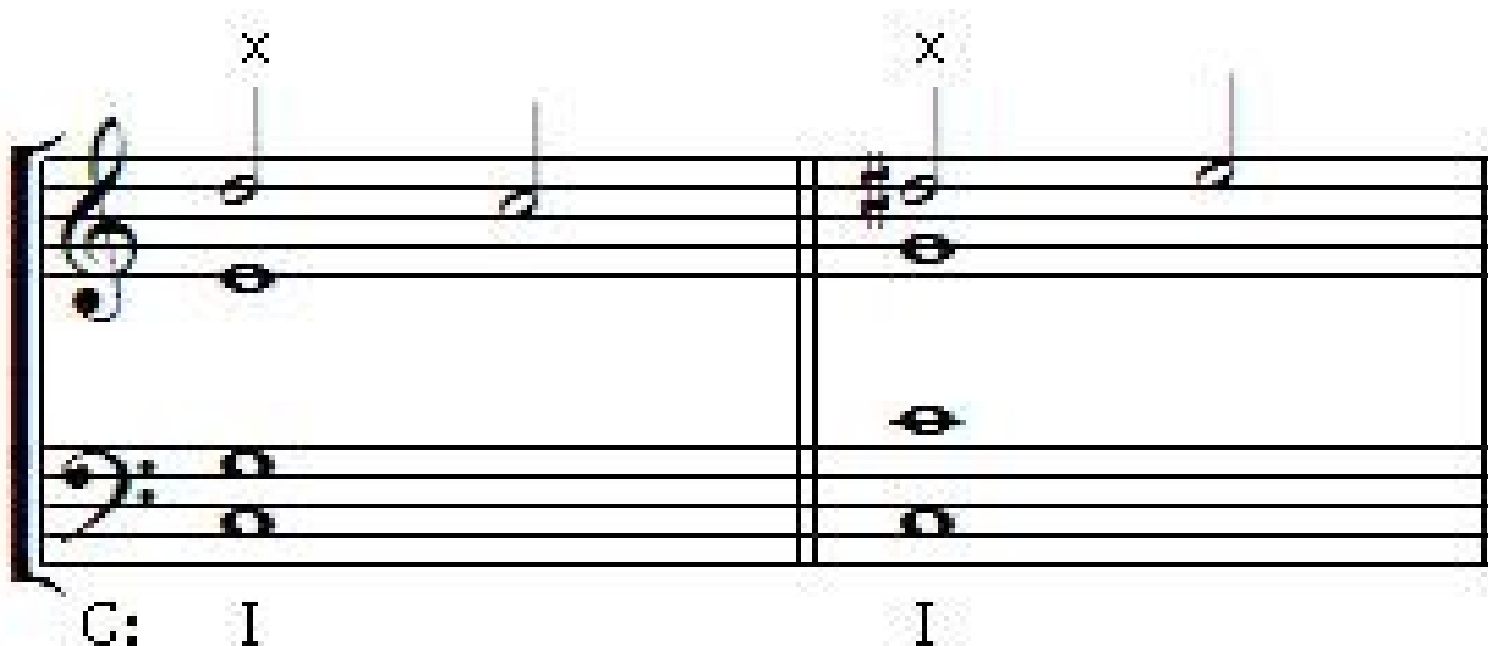


刺繡音

倚音

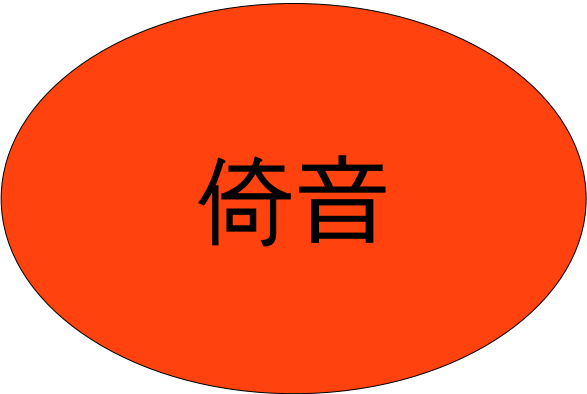
倚音とは…コードの冒頭部分にあらわれる
非和声音のこと。

例) (コードの時 「 **レ** - ド - 」
というメロディーの時の **レ**の事

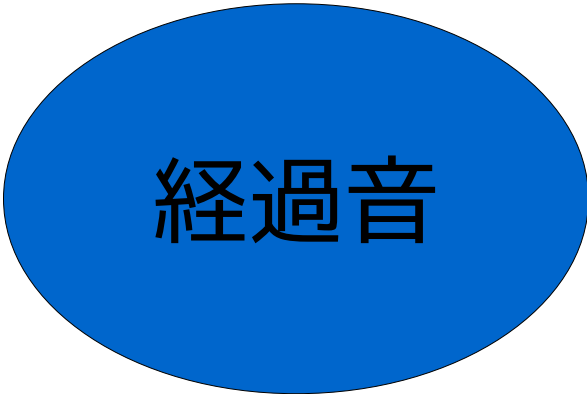


The image shows a musical score with two measures. The first measure is labeled 'C: I' and the second measure is labeled 'I'. In the first measure, the treble clef staff has a C note (middle C) and a D note (D4) marked with an 'x'. The bass clef staff has a C note (C2) and a D note (D3). In the second measure, the treble clef staff has a D note (D4) marked with an 'x' and a C note (C4). The bass clef staff has a D note (D3) and a C note (C2). The 'x' marks indicate the倚音 (non-chord tones) in the melody.

非和声音



倚音



經過音



刺繡音

経過音

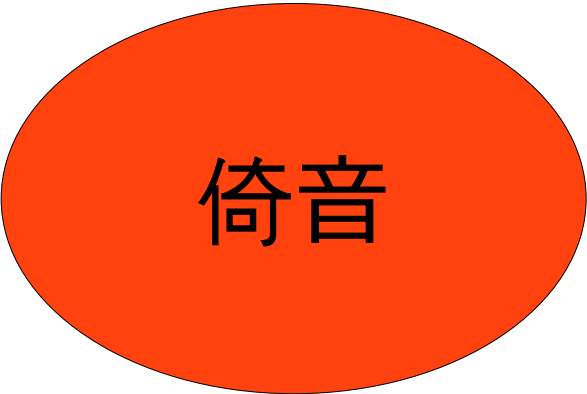
高さの違うコードトーンの間におかれ順次的な
ラインをつくる非和声音

例) Cのコードの場合 「ド レ ミ」
「ソ ファ ミ」

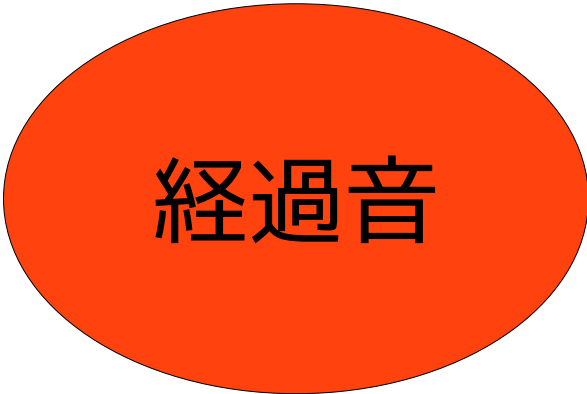
The image shows a musical score for a piano, consisting of two staves (treble and bass clef) and a grand staff. The key signature is C major (one sharp, F#). The first measure is labeled 'C: I' and contains a C major triad (C4, E4, G4) in the treble and a C major triad (C3, E3, G3) in the bass. The second measure is labeled 'V' and contains a G4 note in the treble and a G3 note in the bass. The third measure is labeled 'I' and contains a C4 note in the treble and a C3 note in the bass. The notes in the second and third measures are marked with an 'x' above them, indicating they are passing notes. The notes in the first measure are marked with a 'x' above them, indicating they are the starting notes of the progression.

C: I V I

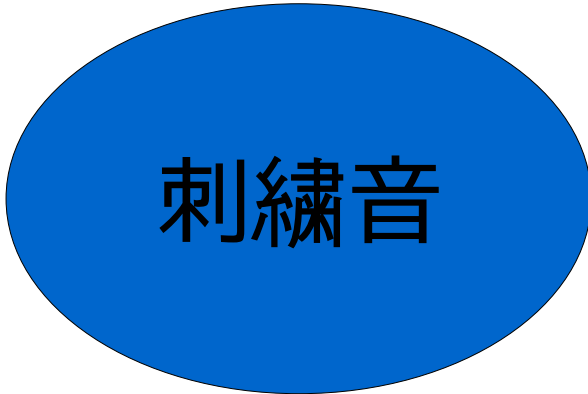
非和声音

An orange oval with a thin black border, containing the text '倚音' in black.

倚音

An orange oval with a thin black border, containing the text '經過音' in black.

經過音

A blue oval with a thin black border, containing the text '刺繡音' in black.

刺繡音

刺繍音

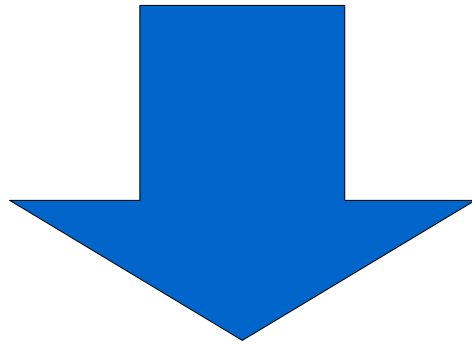
同じ高さのコードトーンの中間におかれ、
上下に2度の動きを示す非和声音

例) (コードの場合 「ド~~シ~~ドー」
「レ~~ミ~~レー」 の赤文字



非和声音

- ・ 非和声音のものをどうルール付けするか。



- ・ 既存の曲によく使われるような非和声音の傾向を調べ、新ルール作成の参考にする。

新ルール作成にあたって

J-POPの楽曲69曲分を集計した結果

- ・ 倚音

倚音の次の音が一番近いコードトーンに動くのは

全倚音214箇所中179パターン

- ・ 経過音について

連続した3つの音が2度の間隔になるのが

全経過音191箇所中188パターン

- ・ 刺繍音について

挟まれた音が上下2度の音に動くのは

全刺繍音257箇所中223パターン

提案する新ルール

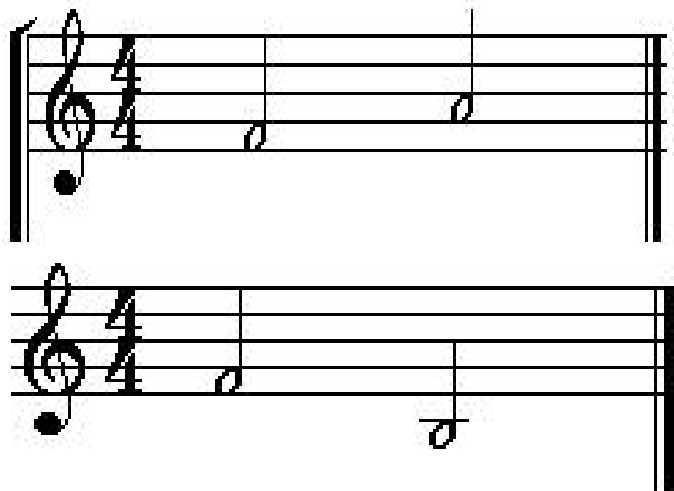
- ・ 倚音

倚音の次の音が高い場合近くの高いコードトーンへ

倚音の次の音が低い場合近くの低いコードトーンへ

修正する。

修正前



修正後

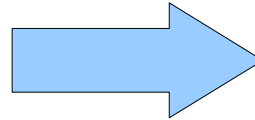


提案する新ルール

- ・ 経過音

コードトーンと3度のコードトーンに挟まれている音高の場合経過音になるようにする。

修正前



修正後

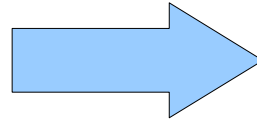


提案する新ルール

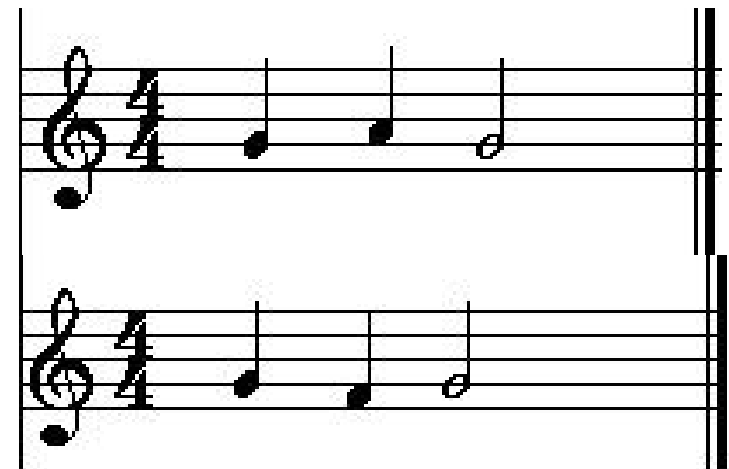
- ・ 刺繍音

連続する3つの音がコードトーンに挟まれている場合、
挟まれている音が低ければ2度下の音
挟まれている音が高ければ2度上の音 に修正する。

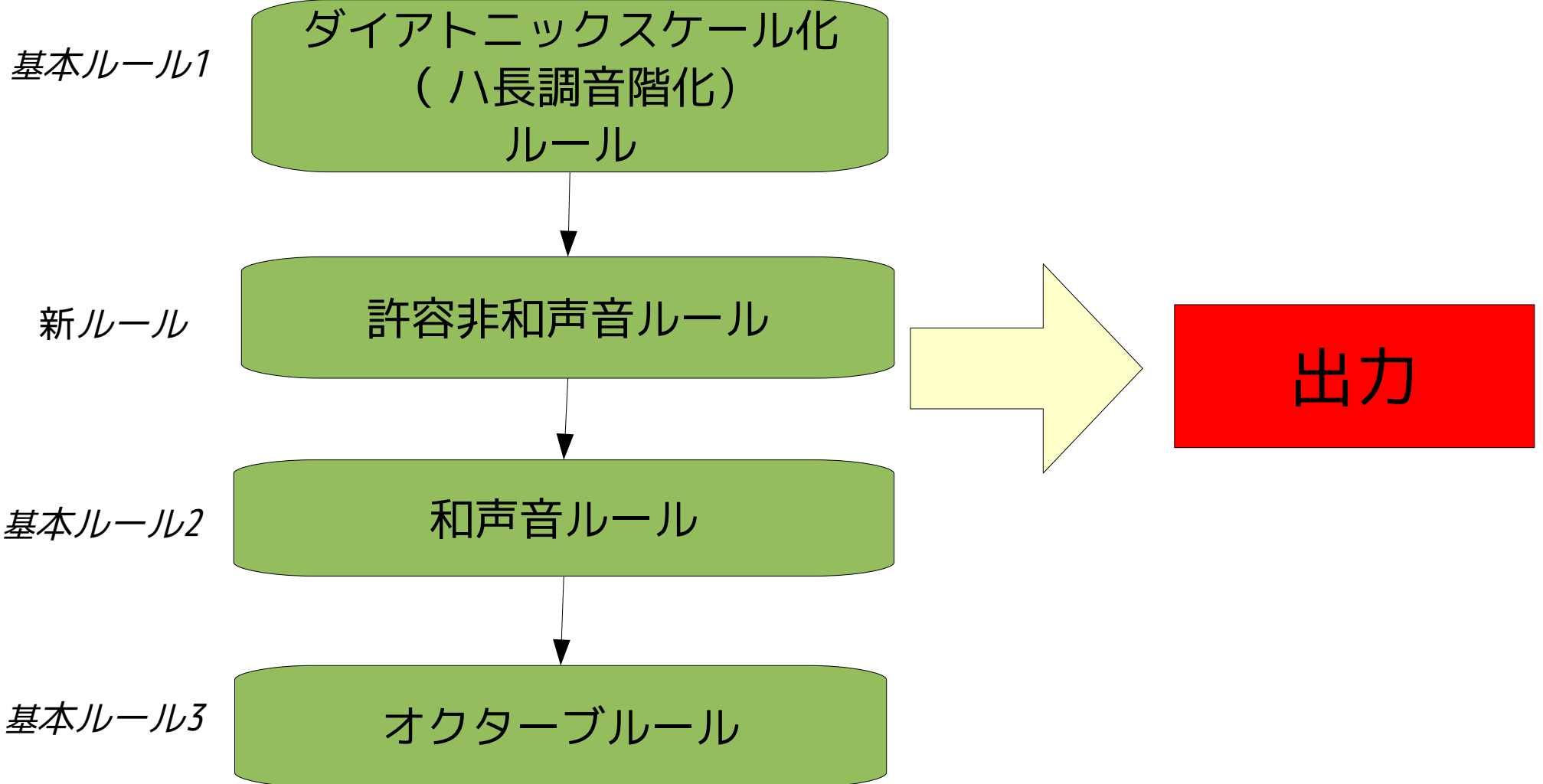
修正前



修正後



ルールのまとめ



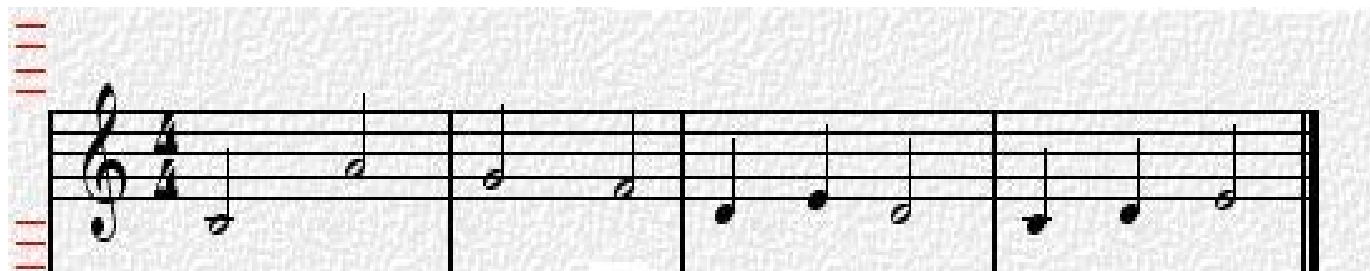
ルールを実装した結果

以上の提案ルールを踏まえた結果が図のようになる。

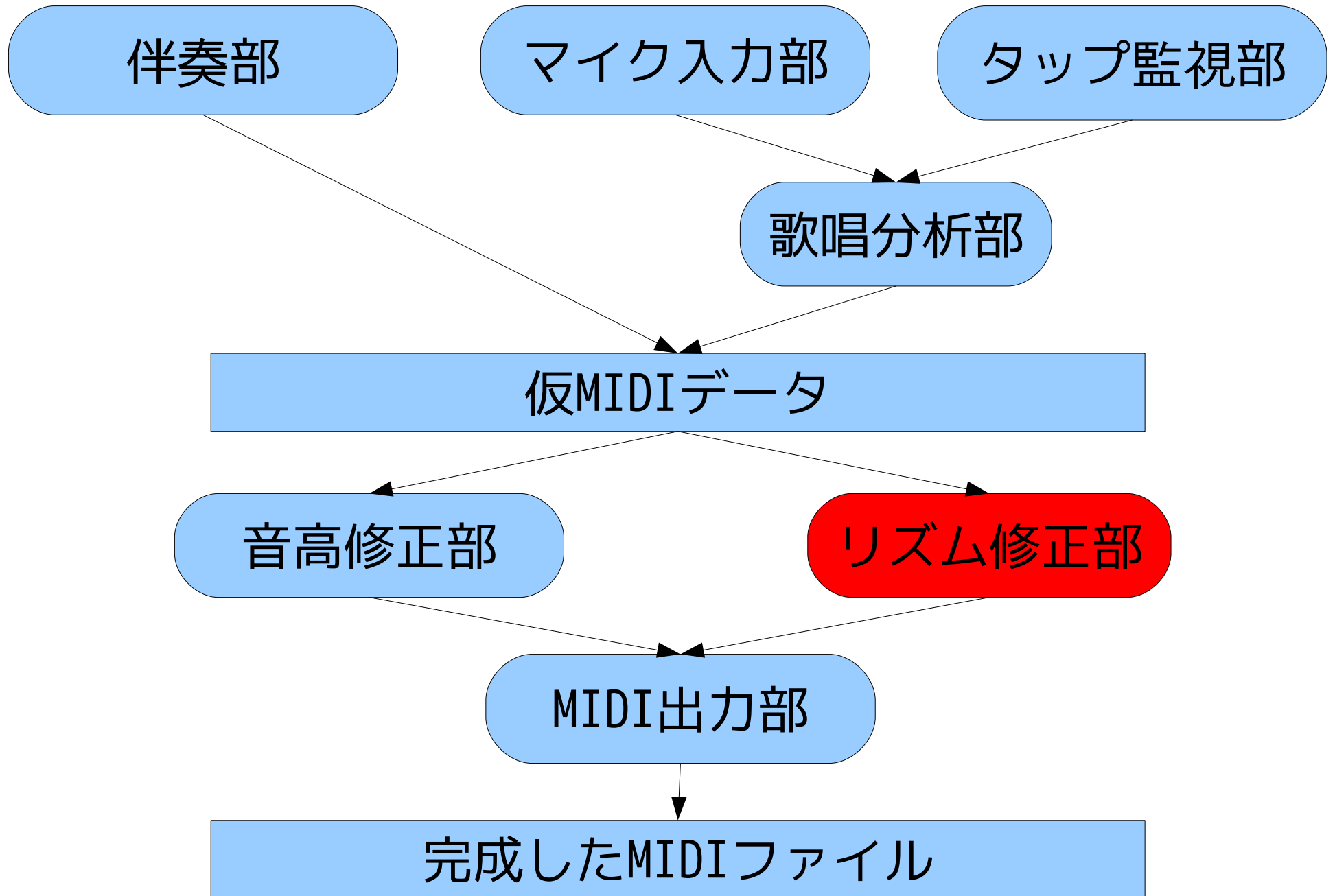
修正前



修正後



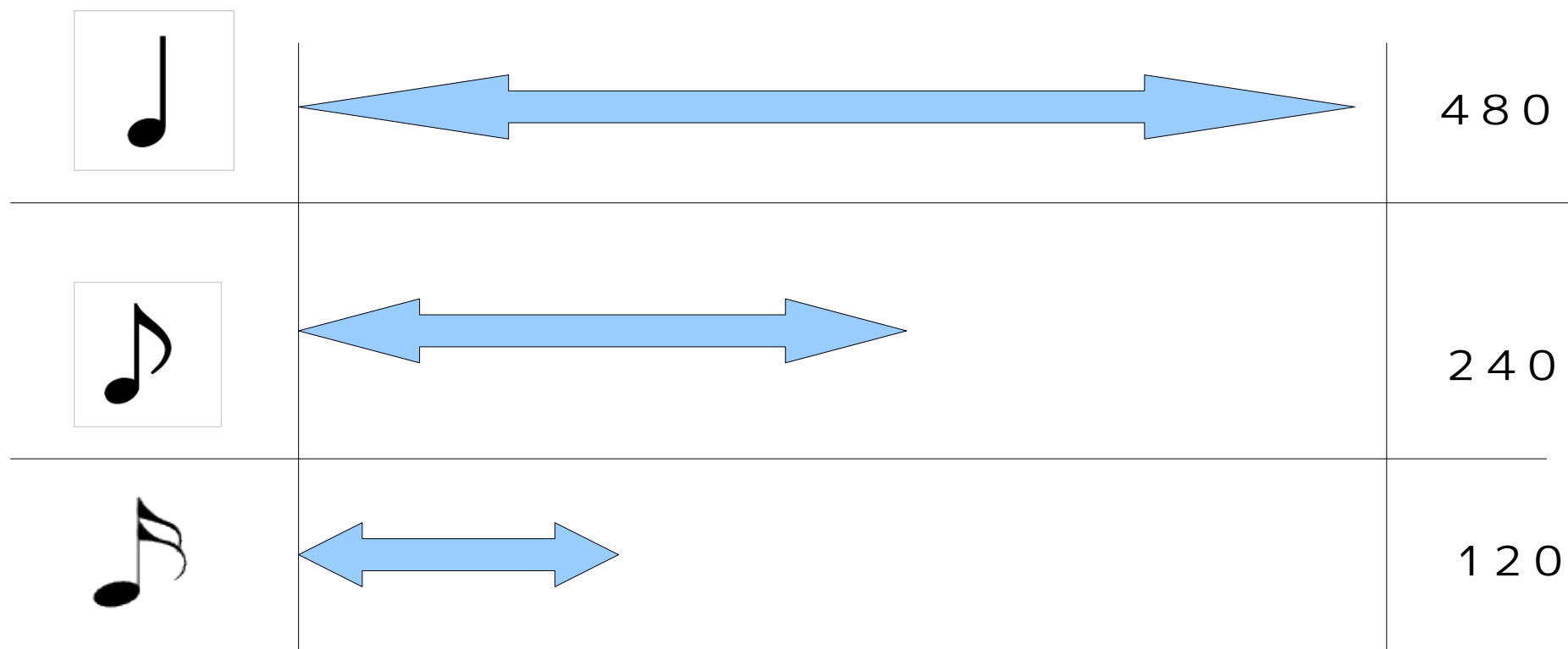
システムの構成



リズム修正部

リズムを妥当なリズムに修正する。

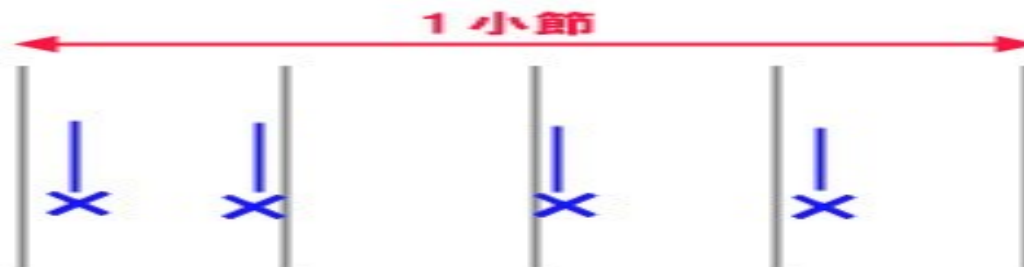
チック…4分音符を480の精度で分解した単位
(MIDIの設定で数値変更できる。)



リズム対策について

- ・ 8分音符より細かいリズムや音の長さになると、聞いたときに不自然になる。
- ・ 8分音符刻みに補正する。
(クオンタイズという。)

録音時のリズム

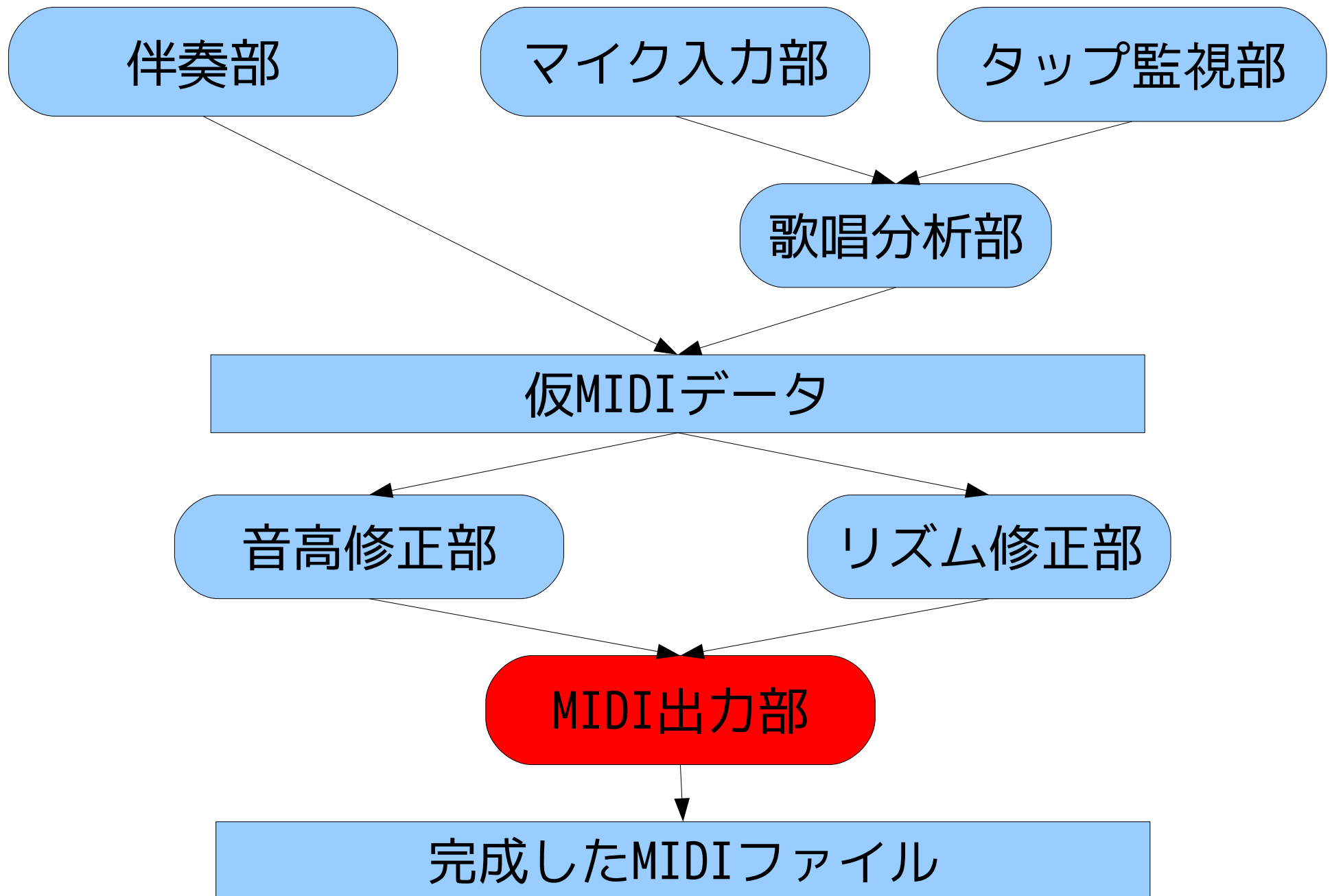


↓クオンタイズすると……

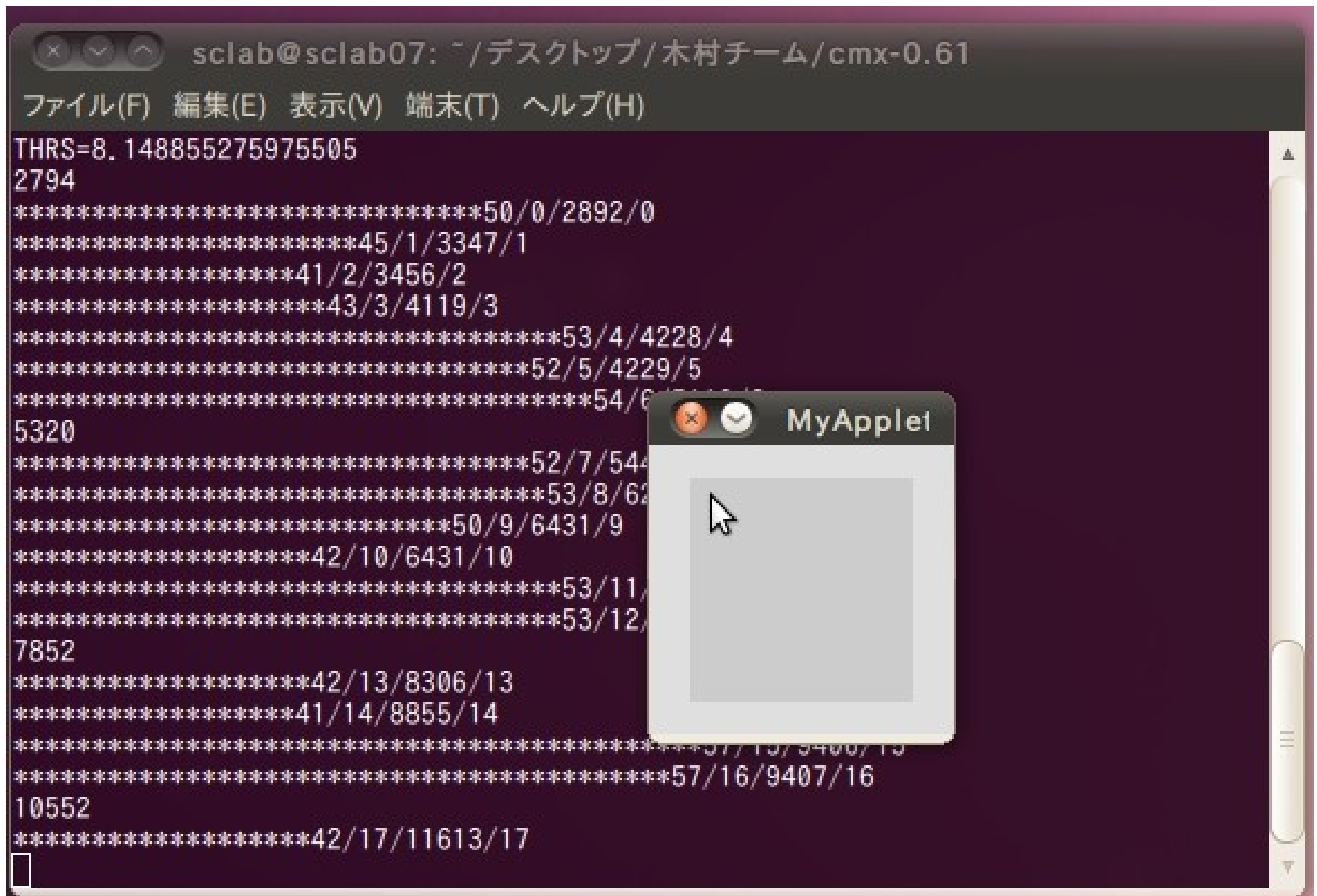
修正後のリズム



システムの構成



ハミコン実装動画



まとめ

今回作ったシステムで、自分たちが目的としていた、ユーザが歌った鼻歌が、音楽的にもっともらしいメロディに修正され、曲らしく出力された。

今後の課題

- ・ 提案した各ルールの有効性を、被験者による評価実験で明らかにしていく
- ・ 伴奏パターンが固定なので、ユーザ自身が自由に選べるようにする。
- ・ 修正後他のソフトに移さずにメロディが調節出来るようにする。

参考資料

*1 . ソング頼太((有)ダイナシシステム)

<http://www.dynasys.co.jp/FreeSoft/Srt/index.html>

*2.MAISTA MUSIC(JOYSOUND)

<http://maistamusic.com/>

*3.鼻歌ミュージシャン2(株式会社メディアナビ)

<http://www.medianavi.co.jp/product/hana2/hana2.html>