

## 創作ノート

# 楽器の演奏とライブエレクトロニクスの即興演奏デュオを目的とした オルガン足鍵盤を用いたモジュラーシンセサイザの制御

## Controlling Modular Synthesizer Parameters with Organ Bass Pedal for Improvisation Performance with Live-Electronics

安藤 大地

Daichi ANDO

東京都立大学 学術情報基盤センター

Library and Academic Information Center, Tokyo Metropolitan University

### 概要

モジュラーシンセサイザは一般的に両手を用いて演奏する。そのため、強力なライブエレクトロニクスや伴奏向けアルペジエータのモジュールがあるにも関わらず、楽器の演奏と同時にモジュラーシンセサイザを操作することはできず、モジュラーシンセサイザの操作をしている間、即興演奏に「しらけ」の間ができてしまう。本稿では、両手がふさがる楽器の即興演奏を行う際にモジュラーシンセサイザでライブエレクトロニクスや伴奏を行う際に、特に和声を変化させる目的でCVコントロールを足で行う方法を考察・提案する。考察の結果、CVコントロールをウォリューム・エクスプレッションペダルのような踏み込み量でコントロールするペダルではなく、1~2オクターブのオルガン足鍵盤で行うことで、特に和声の制御に向いた細かいコントロールを行うことが可能であると結論付けた。

このオルガン足鍵盤を用いた4chのアルペジエータシステムとマイク入力によるグラニュラーサンプリング制御により、調性がある即興演奏を行う。

### 1. はじめに

楽器を演奏する時、基本的に両手は楽器の操作のために塞がる。豊かな演奏表情を保ちながら片手で演奏できる楽器はない。一方モジュラーシンセサイザの演奏はノブ操作やボタン操作のために少なくとも片手を使用する。

モジュラーシンセサイザには、グラニュラーサンプリングなどの楽器演奏の伴奏音として用いるのに適したライブエレクトロニクスを行えるモジュールが多く存在する。また、ランダムシーケンサとクォンタイザーなどを組み合わせたアルペジエータなど、即興演奏的

に伴奏を生成するのに適した旋律を容易に生成することができるため、Maxなどのプログラミングの知識がない通常の楽器演奏者が、楽器とライブエレクトロニクスのパフォーマンスを実現をするの向いている。

しかし、楽器とモジュラーシンセサイザの即興演奏を一人で同時に行なうことは、人間の手の数から不可能である。

ソロ楽器とライブエレクトロニクスの即興演奏において曲が進行していることを聴取者に印象付けるためには、楽器の演奏のみで曲が進行していること示すのに比べて、アルペジエータやライブエレクトロニクスを実現しているモジュールのパラメータを手動で操作し和声や音響が変化することを伴うほうが、効果的であると著者は考えている。これらの理由で、著者は両手を使う楽器のソロ楽器の即興演奏を行いながら同時にモジュールのパラメータをいじりたい。これがモチベーションである。

### 2. 提案手法

#### 2.1. モジュラーシンセサイザの CV と使用するモジュール

##### 2.1.1. コントロール電圧 (CV)

モジュラーシンセサイザは電圧を用いて様々な制御を行う。これをコントロール電圧 (Control Voltage, CV) と呼ぶ。一般的にモジュール本体についているパラメータ設定ノブは CV でもコントロールできるようになっている。

通常この CV は 0~5V を取る。実際にどのようなエフェクトパラメータにこの CV が適用されるかはそのモジュールによって異なるが、0~5V の間を線形に制

御できれば大体のモジュールに搭載されたエフェクトや音響生成パラメータは制御できることになる。

本提案では、2つのモジュールセット、グラニュラーサンプリングモジュールによるライブエレクトロニクスと、ランダムシーケンサとクォンタイザーを組み合わせた伴奏用アルペジエータの2つをコントロールすることを考える。

### 2.1.2. グラニュラーサンプリングモジュール

グラニュラーサンプリングモジュールは、Mutable Instruments の Clouds<sup>1</sup> もしくはそのクローン<sup>2</sup>を用いる。

Mutable Instruments の Clouds は、グラニュラーサンプリングの再生位置 (Pos)、1つのグレインの大きさ (Size)、1つのグレインの再生速度 (Pitch, V/OCT)、グレイン再生頻度 (Density)などをノブと CV の両方でコントロール可能である。

### 2.1.3. アルペジエータ

伴奏用アルペジエータは、ピッチ用信号とパーカッション用発音信号（つまり Gate ではなく Trigger 信号）を出力するランダムシーケンサの Mutable Instruments Marbles<sup>3</sup> もしくはそのクローン、クォンタイザーの Shakmat Modular Bard Quartet<sup>4</sup> の組み合わせを用いる。ただし、ここではランダムシーケンサのパラメータはリアルタイムでは操作せず、クォンタイザーのみを操作することを考える。

Shakmat Modular Bard Quartet は、入力したピッチ用電圧信号 (0~5V、1V を 12 で割った値が 12 平均律にそれぞれマッピングされる) を、指定したピッチ配列の電圧にクォンタイズするモジュールである。8つのプリセットを持ち、1つのプリセットに対して 12 平均律の任意の音名を任意の数割り当てることができる。例えば、プリセットに C, E, G, B をセットし、2~3V の振幅、周波数 2Hz の正弦波を入力した時、単純に 1 秒間に 2 回上昇下降する「C3, E3, G3, B3, C4, B3, G3, E3, C3, E3, G3, B3, C4, B3, G3, E3, C3」のピッチ用電圧信号が出力される（入力が正弦波なので音価は同一ではない）。

Shakmat Modular Bard Quartet は、この 8 つのプリセット切り替えを CV でコントロールすることができる。

<sup>1</sup> 日本語解説 <https://clockfacemodular.com/products/immutable-instruments-clouds>

<sup>2</sup> Mutable Instruments は製品をオープンソース化しており、様々なメーカーがクローン製品を生産している。現在 Mutable Instruments は廃業しているため、新品で手に入るものはクローン製品しかない。

<sup>3</sup> 日本語解説 <https://clockfacemodular.com/products/immutable-instruments-marbles>

<sup>4</sup> 日本語解説 <https://clockfacemodular.com/products/shakmat-modular-bard-quartet>

る。つまり 0~5V の CV 信号を 8 段階に量子化した電圧により、任意のプリセットを呼び出すことができる。これにより任意の和声構成音を設定したアルペジエータとして用いることが可能である。通常はこの 8 つのプリセットの切り替えは本体ノブで行う。

## 2.2. MIDI エクスプレッションペダルと踏み込み量調節の難しさ

CV をペダルで制御する方法としては、踏み込み型の MIDI エクスプレッションペダル（ボリュームペダル）を使う方法が一番容易である。MIDI 信号→CV 信号へ変換を行う多くのモジュールは、0~127 の MIDI CC 信号を 0~5V の CV に変換する能力を持っているため、何らかの MIDI デバイス、例えば MIDI キーボードに MIDI エクスプレッションペダルをつないで、その MIDI キーボードの MIDI 出力を MIDI→CV 変換モジュールに入れれば、MIDI や CV による知識がほほない楽器演奏者でもペダルによる CV の制御を容易に実現できる。

この手の、踏み込み量により MIDI CC 信号を制御するためのペダルは、例えばエレキギターのエフェクタではワウペダルとして使われることが多い事実が示すように、1 秒未満の時間で最小から最大まで踏んで戻すなどの、短時間で値を大きく動かすに向いている。

つまり、ピッチをペンドさせたり、バンドパスフィルタの周波数や q 値を動かすことに適用するのには向いていると考えるのが妥当である。今回想定するモジュールであれば、グラニュラーサンプリングの再生ポジションを変更する<sup>5</sup>、再生速度をコントロールするなどの CV に適用するのに向いている。そのため、前述のグラニュラーサンプリングモジュール Clouds の再生位置もしくは再生速度を制御するのに用いるのが効果的であると著者は考えた。

一方、任意の範囲の CV 値を 1 動作で取り出すことは非常に難しい。実際にギターエフェクトとしてのワウペダルなどのエフェクト制御では、踏み込み量を演奏者が聞きながら、かつ踏み込みオーバーシュートを前提にエフェクトが使われている。またピッチペンドなどでもオーバーシュートすることが前提の演奏が実際に行われている。

しかし、前述のクォンタイザーのプリセットを呼び出す、つまり和声を切り替える用途としては、「踏み込みオーバーシュートして戻る」動作になってしまふため、「踏み込み量がオーバーシュートして出したい和声ではない和声にたどり着いてから、出したい和声に戻る」という動作になる可能性が高い。

<sup>5</sup> グラニュラーサンプリングで再生ポジションを急激に動かすことはピッチペンドとして機能する

### 2.3. オルガン足鍵盤の採用による 1 動作で任意の CV 値を取り出す手法

1 回の踏み動作で任意の範囲の CV 値を取り出すことを目的として、著者は、パイプオルガンや電子オルガンで用いる、足で演奏するオルガン足鍵盤に注目した。ベースパートを演奏するための鍵盤なので MIDI のノートナンバーが output される。また、オルガンの演奏に使う鍵盤であることから、足で旋律を演奏する操作性を持っているので、個々の鍵盤を踏み分けることが非常に容易である。

任意の MIDI ノートナンバーを任意の電圧に設定することは、CV 入出力を扱うことができるオーディオインターフェースを用いることができる Max などのプログラミング環境で容易に実現可能である。継続して指定した電圧を出力し続ける CV なので、ノートオフすら考える必要がない。

これにより、踏む量を調整することを考えずに任意の値を取り出すことができ、かつ左から右に向けて値を順番に設定できる。2 オクターブあるベース鍵盤を使えば、立って演奏していても踏むのが容易な白鍵だけでも 15 種類の CV を出すように設定することが可能である。

これにより、1 回の踏む動作で、前述の Shakmat Modular Bard Quartet クォンタイザーの 8 つのプリセットを自在に呼び出すことが可能である。例えば 8 つのプリセットに C-Major スケールのそれぞれディアトニックコードを割り振っておき、オルガンベースペダルの白鍵にそれぞれマッピングしておけば、調性を持つ伴奏を即興的に作り出すことが可能である。

また「直前に入った値と、新たに入った値の間を、任意の時間で補完する」ことも可能である。Max では line オブジェクトを用いる。これにより前述のグラニュラーサンプリングのモジュールの再生ポジションの移動も可能である。しかし「予め設定しておいた時間で移動」ことしかできないため、ピッチベンドとしては表現力が不足していると著者は考えた。

## 3. 即興演奏パフォーマンス

### 4. 即興演奏パフォーマンスの概要と 2 つの目的

前節までに検討したオルガン足鍵盤を用いアルペジエータを制御しながら、バリトンサックスの即興演奏を取り込んで音響生成するグラニュラーサンプリングをライブエレクトロニクスとして用いる。図 1 にパフォーマンスの概要とセッティング図を示す。

本パフォーマンスの目的 1 は、機能和声に沿った即興演奏を行いながら、それに沿ったアルペジエータの制御を即興演奏者自身が行うことの実現、と定める。その目的を実現するため、アルペジエータが出力する

和声やフレーズは調性を感じさせるものに限定する。ランダムシーケンサはリズムにもランダム要素を入れるようにセッティングするため、拍子は無拍子である。すなわち、即興演奏者は、アルペジエータが生成するランダムフレーズを聴きながらそれに沿うような即興演奏を行う。またアルペジエータが生成するランダムフレーズの「切りの良い所」を見つけながら、和声を切り替えていく。

また、機能和声に沿った即興演奏であるため音高選択のみに即興演奏者の意識が向かいがちになることを防ぐために、グラニュラーサンプリングの再生位置移動を即興演奏の音量（正確には VU メータのような挙動）で行う。これにより単一の音高を伸ばしているだけでも様々な音響変化を起こすことができ、ビバップジャズのような「高速で音高選択をする」ことのみではなく、ライブエレクトロニクスとしての側面を強く打ち出す。これを目的 2 とする。

### 4.1. アルペジエータの機能とセッティング

#### 4.1.1. アルペジエータの概要

図 2 に、本パフォーマンスで使用するアルペジエータの概要を示す。4ch の独立したランダムシーケンサと 8 プリセットのクォンタイザ、そしてシンセサイザにより 4 声以上のアルペジエータを使用することが可能である。

#### 4.1.2. 適用する和声と鍵盤型スイッチのアドバンテージ

先に述べた通り、本パフォーマンスの目的は、即興演奏者自身がアルペジエータが演奏するランダムフレーズを聴き、調性・機能和声に沿った即興演奏を行いながら、クォンタイザの和声プリセットを切り替えていく即興演奏形態の実現である。

機能和声に沿った即興演奏であることで、単にスイッチが 8 つある MIDI コントローラに比べて、本提案のオルガン足鍵盤をアルペジエータ・クォンタイザ制御に用いる利点が強くなる。

C Major で機能和声に従った即興演奏をすることを考える。オルガン足鍵盤は当然音高を持ち、例えば C の鍵盤を踏んだ時には C Major のディアトニックコードの中で C を根音とした 4 声の和声、英語での表記は C Major 7th コードが出力されるようにクォンタイザのプリセットを呼び出す。同様に D の鍵盤を踏んだ時には D minor 7th、E の鍵盤を踏んだ時には E minor 7th……といったように、踏んだ鍵盤の音高のディアトニックコードを呼び出すことができる。

単純なスイッチの集合であるフットスイッチは「個々のスイッチと出力される和声」のペアの関係性が即興演奏中に曖昧になってしまうが、それが鍵盤であるこ

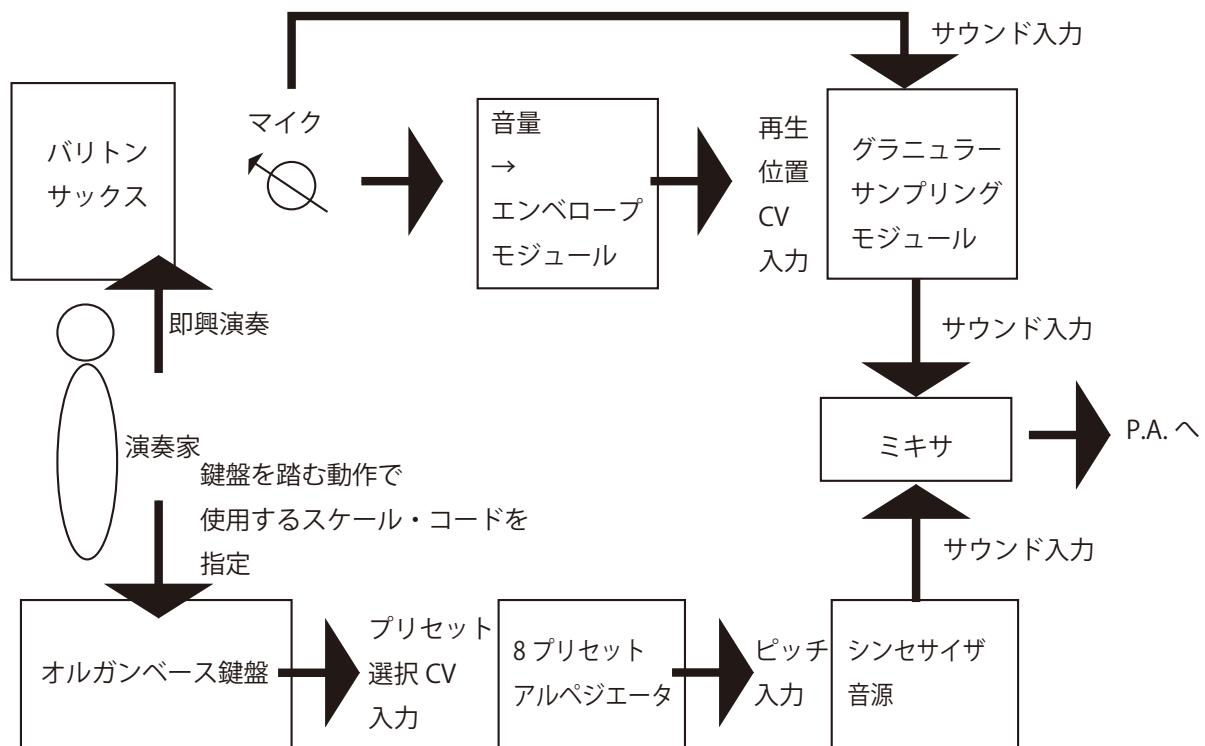


図1: パフォーマンスのセッティング図

とで個々のスイッチの音高（絶対的な位置・位置関係）意味を持ち、きわめて煩雑な即興演奏を行っている際でも踏み間違いのミスが起きづらいと著者は考えた。

今回のパフォーマンスでは、踏み間違いを明確に防ぐことを確かめるために、C-Majorのキーを設定し、白鍵部分にC-Majorのディアトニックコードを一つずつ割り振る。また、今回のパフォーマンスで使用するオルガン足鍵盤は1オクターブ分のみの鍵盤を備えている機種であるため、他のCV制御には使えないが踏み間違いは少なくなる。

さらにC-Majorキーを最大限に活かすために楽器はバリトンサックスを用いる。バリトンサックスの最低音は実音でCなので、C-Majorキーでバリトンサックスの音色的魅力である最低音を活かしやすい。

#### 4.1.3. 使用するランダムシーケンサ・クォンタイザのセッティングとシンセサイザ

使用するランダムシーケンサ・クォンタイザとシンセサイザは、図2に示す通り、4種類の独立した組み合わせチャンネルで構成されている。

「1」の組み合わせチャンネルには、機能和声を強く感じさせる4声の和声の持続音を出力するシンセサイザを用いる。和声が頻繁に変わることを防ぐためにランダムシーケンサのピッチ信号の出力が頻繁に変わ

ることは望ましくなく、クロックに対して16倍もしくは32倍のテンポでピッチ信号を出力するようにセッティングする。クォンタイザの8つのプリセットにはディアトニックスケールの最低音だけを用いる。つまりクォンタイザはベース音しか出力せず、シンセサイザ側でベース音に合わせた和声を出力するようセッティングする。

「2」の組み合わせチャンネルには、持続音のみを出すモノラルシンセサイザを用いる。すなわち「2」の組み合わせではシンセサイザに対してエンベロープを適用しない。「2」の場合のランダムシーケンサもあまり頻繁にピッチ信号の出力を変更せず、4チャンネルの中で一番高いの持続音になるようにセッティングする。音価は「1」と同じく16倍もしくは32倍とする。またランダムシーケンサのピッチと音価は連続的に変化する、すなわち徐々に変化するようにセットする。クォンタイザは和声構成音および白鍵上で表現可能なテンション（すなわちIの場合には、9度、11度、13度）を取るようにセッティングする。

「3」の組み合わせチャンネルには、モジュラーシンセサイザでは定番となっている、弦を弾くタイプのデジタル物理音源をシンセサイザとして用いる。ランダムシーケンサの音価は、大きな値から小さな値まで変化するようにセッティングする。大まかにはクロックに対して1倍～8倍の音価とする。ランダムシーケ

ンサのの出力するピッチは「2」と同じぐらいに設定する。ランダムシーケンサのピッチと音価は大きく跳躍するように変化するようにセットする。クォンタイザは、和声構成音、白鍵上で表現可能なテンションに加え、ドミナントの時にはコンビネーションオブディミニッシュスケールで使用されているピッチ信号を出力できるようにする。このチャンネルには空間系のエフェクトをかける。

「4」の組み合わせチャンネルには、ハーモニクスをコントロールして和声のように聴かせることができる、ADSRの長いリリースエンベロープをセットしたデジタル音源をシンセサイザとして用いる。ランダムシーケンサの音価は8倍～16倍とするが、発音頻度を極端に落とし16クロック～32クロックに1、2回の発音頻度とする。ランダムシーケンサのピッチは「2」や「3」よりも低いが「1」よりは高く設定する。久遠タイザは「2」と同じセッティングとする。

#### 4.2. グラニュラーサンプリングの音量による再生位置の制御

図1に示したように、グラニュラーサンプリングモジュールはバリトンサックスの即興演奏が入力される。図1の「音量→エンベロープモジュール」とは、言わばVUメータの出力をエンベロープ信号にすることができるモジュールであり、ほかのモジュラーシンセサイザと同じように0～5VのCV信号を出力する。これをグラニュラーサンプリングの再生位置CVとして使用することで、音量変化によりピッチベンドのような効果を生むことができ、これをコントロールする。

また、グラニュラーサンプリングに通すことから、例えば、前述の音量コントロールのための单一の音高のロングトーンでも、様々な音色を入力し、それをコントロールすることが可能であるため、その音色変化の演出を楽器そのもの即興演奏で入力することで、多彩な音色を得ることができる。

これにより、アルペジエータがあることによる音高選択のみが重要視される即興演奏から逸脱し、ライブエレクトロニクスの文脈での即興演奏を本パフォーマンスに取り込む。

#### 5. おわりに

本稿では、プログラミングの知識を持たない楽器演奏者が一人でライブエレクトロニクスを伴う即興演奏を行うことを目的として、両手を使う楽器を演奏しながらモジュラーシンセサイザのCV値をコントロールするためのペダルについての考察を行った。

グラニュラーサンプリングの再生ポジション変更によるピッチベンド効果には、短い時間で大きく値を変

化させることができるMIDIエクスプレッションペダルもしくはボリュームペダルを用い、特定のCV値を1動作で取り出す必要があるクォンタイザのプリセット切り替えにはオルガン足鍵盤を用いることを考え、それぞれのペダルの適正について議論を行った。オルガン足鍵盤は、踏み込み量のオーバーシュートが起きず特定の値を取り出す制御つまりプリセットの呼び出しに向いていることを示した。さらに調性がある曲のディアトニックコードの呼び出しに用いることで、複数のスイッチが並んでいるタイプのフットスイッチに比べ、オルガン足鍵盤の音高と用いる和声の紐づけが即興演奏者にとって有利に働くため、有利であることを示した。

パフォーマンスでは本稿で挙げた2種類のエフェクトに、固定したCVやマイクで取得した音量によりCVをコントロールする手法も取り入れながら、ライブエレクトロニクスを用いた即興演奏を行う。

#### 6. 著者プロフィール

##### 安藤 大地 (Daichi ANDO)

国立音楽大学声楽学科を経て音楽デザイン学科卒業。スウェーデン Chalmers University of Technology より MSc. 授与。東京大学大学院新領域創成科学研究科基盤情報学専攻博士課程修了。博士（科学）。現在、東京公立大学准教授。

人間と音楽知識を共有し人間と協働するAI・進化システムを専門とし、作曲やパフォーマンスに応用している。



この作品は、クリエイティブ・コモンズの表示 - 非営利 - 改変禁止 4.0 国際 ライセンスで提供されています。ライセンスの写しをご覧になるには、<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> をご覧頂くか、Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA までお手紙をお送りください。

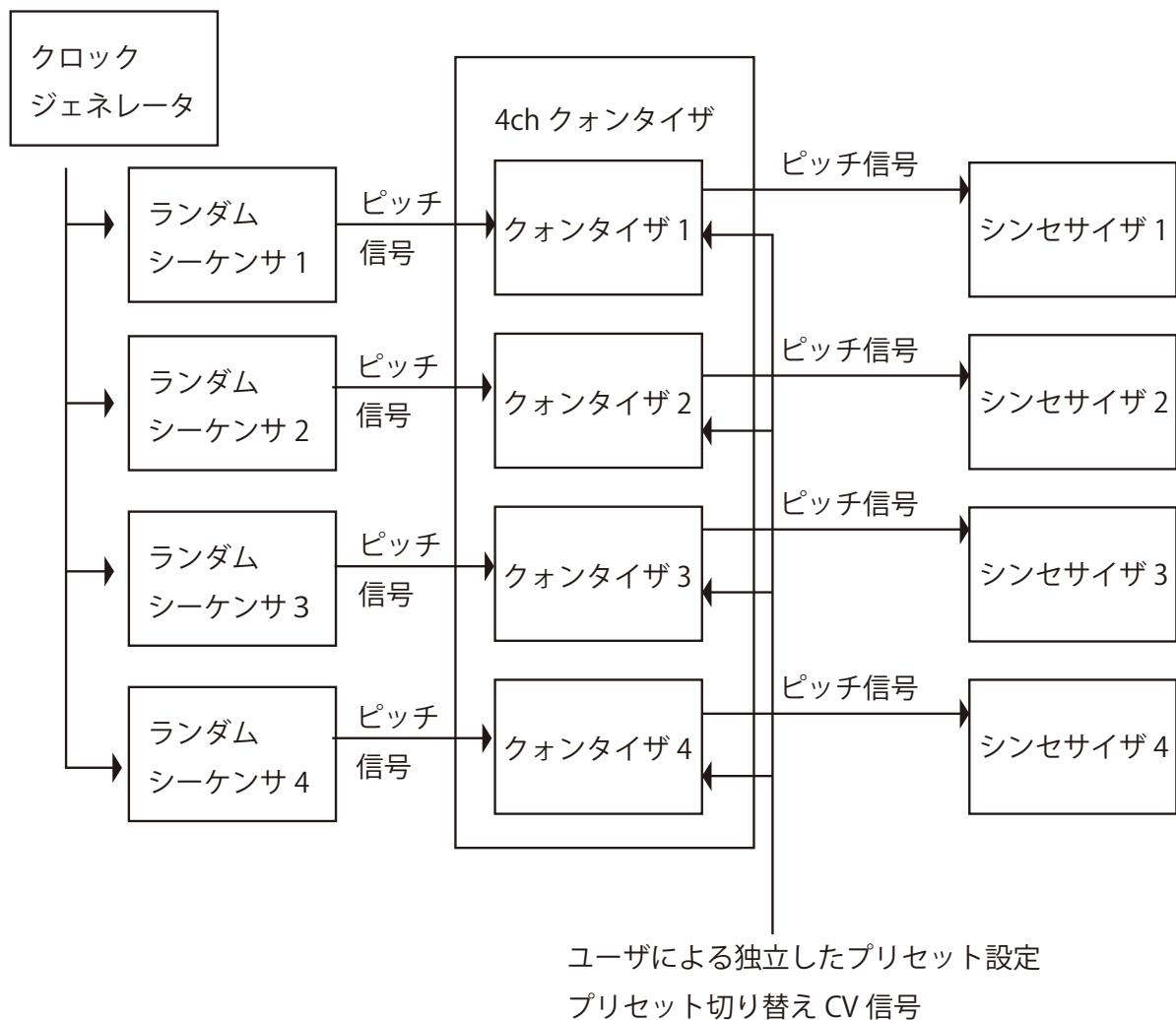


図 2: 8 プリセット 4ch アルペジエータの概念図