

## Computer Music 2

### - 第7回 -

担当：小林良穂

Computer Music 2

## 本日の内容

- さまざまな波形
- ノコギリ波／矩形波／三角波
- 減算合成
- 減算合成法とは
- アナログシンセサイザーのシミュレーション

Computer Music 2

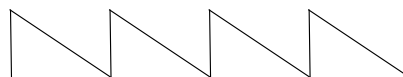
## さまざまな波形

Computer Music 2

## ノコギリ波

- 徐々に直線的に上がって急激に下がる

$$y = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin kx}{k}$$

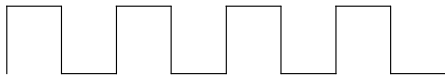


Computer Music 2

## 矩形波

- 2つの値の間を瞬間的に切り替わる四角形の波
- 奇数倍音のみを含んでいる

$$y = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin((2k-1)x)}{2k-1}$$



Computer Music 2

## 三角波

- 直線的な上下動を繰り返す三角形の波
- 奇数倍音のみを含む

$$y = \sum_{k=1}^{\infty} \sin\left(\frac{k\pi}{2}\right) \frac{\sin kx}{k^2}$$



Computer Music 2

## ノコギリ波／矩形波／三角波の特徴

- 理論的には**無限個の倍音**を含む
  - ノコギリ波は**全ての整数倍音**を含む
  - 矩形波／三角波は**全ての奇数倍音**を含む

Computer Music 2

## 減算合成

Computer Music 2

## 減算合成法とは

- 多くの倍音を含んだ音から周波数成分を**引いて**音色を作る
  - フィルタリング**  
特定の周波数成分を取り除く/抽出する操作
  - フィルター**  
フィルタリングに使われる機材または計算処理

Computer Music 2

## アナログシンセサイザー

- 減算合成は**アナログシンセサイザー**の合成手法として広く使われている



Computer Music 2

## アナログシンセサイザー

- 基本的なアナログシンセサイザーの構成

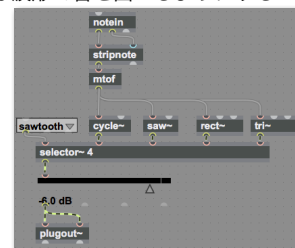


- **VCO** : 発振器(オシレーター)、素材になる音を生成
- **VCF** : フィルター、倍音を削って音色を作る
- **VCA** : 振幅(音量)やエンベロープの調整

Computer Music 2

## step1. オシレーターを作る

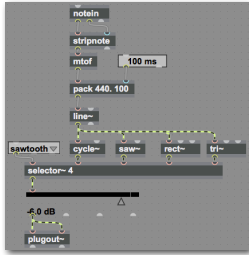
- 基本的な波形で音を出せるようにする



Computer Music 2

## step2. ポルタメントを適用

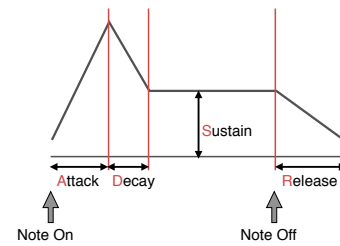
- **line~** を使って音の高さを連続的に変化させる



Computer Music 2

## ADSR

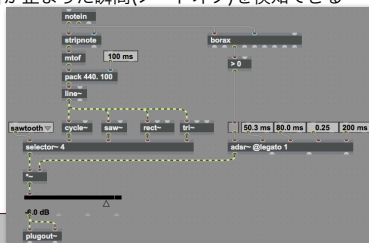
- アンプリチュード・エンベロープの設定に多く使われる



Computer Music 2

## step3. ADSRエンベロープ

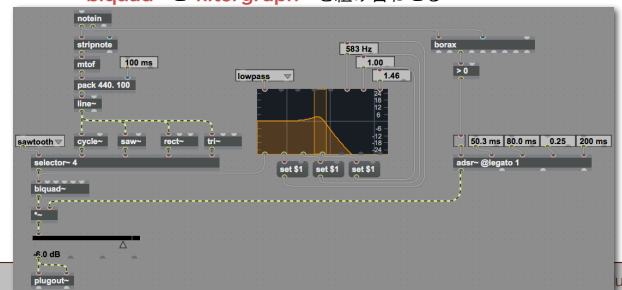
- **adsr~** で設定(1で駆動、0で停止)
- **borax** で鳴っている音の数が分かる  
→ 音が止まった瞬間(ノートオフ)を検知できる



Computer Music 2

## step4. フィルターの適用

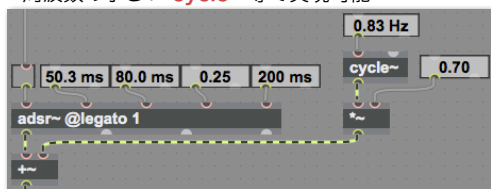
- **biquad~** と **filtergraph~** を組み合わせる



Computer Music 2

## step5. LFO

- **Low Frequency Oscillator** の略
- 音にゆらぎを加える
- 周波数の小さい **cycle~** 等で実現可能



Computer Music 2

## step5. LFO

- **filtergraph~** の設定はシグナルを受け付けない
- **filtercoeff~** を連動させる  
→ カットオフをLFOやエンベロープで動かせる

Computer Music 2

## 第7回課題

### • 減算合成による表現

- 2つのMIDIトラックを用意して下記のパートに割り当てる
  1. リズム
  2. メロディ
- 曲は1分以内に収める

### ヒント：

シンセサイザーを用いた電子音楽を広く参照してください。  
直接のヒントが得やすいのは初期のシンセポップ、フィルターの使い方  
についてはフィルターハウスといったジャンルが参考になると思います。

Computer Music 2

## 第7回課題

### <提出方法>

Liveのファイルを“**cm2-07\_学籍番号.als**”で保存  
プロジェクトフォルダを**ZIPで圧縮**して提出

### <提出期限>

11月28日(火) 23:59

### <質問>

[ryoho@sfc.keio.ac.jp](mailto:ryoho@sfc.keio.ac.jp)

Computer Music 2