

中沢 誠 山崎芳男(千葉工大)

1. まえがき

前回, 一般化調和解析の解析周波数が任意に設定できる点に着目し, 解析周波数を $1/n$ オクターブとして音響信号を分析し高能率符号化を行った結果について報告した²⁾。本稿ではこの $1/n$ オクターブ分析を自動採譜に導入する事を目指し, 採譜において重要な, 標準拍の検出方法としてパワースペクトルの時間変化に着目した一般化調和解析による解析を行ったので報告する。

2. 一般化調和解析

一般化調和解析は N.Wiener により提案された周波数解析の手法である¹⁾。

一般化調和解析は, 観測区間内で原波形からの残差が最小となる純音を抽出し, 残差成分に対しても同様の処理を繰り返すという単純明快な解析手法であり, 現在周波数解析に広く用いられている FFT に比べ計算量は桁違いに多い。しかし, 解析区間の窓幅に関係なく正確な周波数解析が可能であり, またその解析周波数を任意に設定できる等多くの利点を有している。

3. 標準拍の検出

標準拍とはその演奏において4分音符に対応する時間の長さを表すものであり, 演奏の速度を示すものでもある。人間はこの標準拍をいとも簡単に認知することができるが, コンピュータに同様のことを行わせるのは難しい。そこで本稿では標準拍の検出方法として一般化調和解析を導入した。

一般化調和解析は解析区間の窓幅に関係なく正確な周波数解析が可能という特徴から, 正確な拍の周期性を求めることが可能となる。

音響信号を, FFT を用い周波数解析し, それぞれの周波数成分のパワーを求めると, 図 - 1 に示すようにパワースペクトルの時間変化を導き出すことができる。

このパワースペクトルの任意の周波数にお

ける時間変化に着目し, 一般化調和解析を用い音響信号を周波数解析する場合と同様な手法で周波数解析を行うと拍の周期を導き出すことができる。図 - 2 は任意の周波数 440Hz についてそのパワースペクトルが時間的に同変化するか示したものである。この変化を音響信号にみだてて一般化調和解析をおこない, 周期を導き出す。

しかし, 実際に求めようとしている拍が必ずしも大きな振幅を持つとは限らず, 一つの周波数成分の時間変化について解析を行っただけで正確な拍の周期が求められるとは限らない。そこで, 全帯域にわたり周波数のパワースペクトルの時間変化について一般化調和解析を行い, その結果得られる周期の出現頻度や抽出される拍の振幅などを用いて標準拍の周期を導き出す。

FFT を用い 10ms で周波数解析を行った結果について一般化調和解析を用いて拍の検出を行う。その結果 32 分音符に相当する周期を導き出すことができる。

図 - 1 のパワースペクトルの時間変化から一般化調和解析を用いて拍の周期を求めたところ 4 分音符に相当する時間は 31.02s と導き出すことができ, 図 - 3 の縦線で示したような拍を求めることができた。

4. $1/n$ オクターブ分析

人間の聴覚の周波数分解能は指数関数的であると言われる。

前回, 一般化調和解析が解析周波数を任意に設定できる点に着目し, 解析周波数を音階を考慮した $1/n$ オクターブとして高能率符号化を行った²⁾。

本稿では採譜に必要な周波数成分を抽出する際, 音階を考慮した $1/n$ オクターブ分析を用いることで音階成分が抽出しやすくなると考えた。

音階に対応した周波数は次の式で与えられる。

*Automatic musical notation by generalized harmonic analysis. -The detection of beat which paid attention to a change in time of power spectrum-
 By Makoto Nkakazawa and Yoshio Yamasaki(Chiba Institute of Technology).

$$f_n = 440 \cdot 2^{\frac{n}{12}} \quad (n = \dots, -1, 0, 1, 2, 3, \dots)$$

得られる周波数は音符に対応した周波数となる。しかし、音階に対応した1/12オクターブ解析では楽器の特徴を決めると言われる倍音成分のうち、いくつかの倍音成分が抽出できない。

この影響は解析区間長が長くなるほど大きくなってしまいます。そこで1/12オクターブ解析と限られた分解能で解析するのではなくいくつかの分解能で解析を試みたところ、10msの解析では1/36オクターブで一般化調解析と同等の音質を得ることができた。

図-4は一般化調解析による解析、図-5は1/36オクターブによる解析結果である。この解析では一般化調解析と1/36オクターブ分析とでは、図で見る限り明白な周波数の違いは見られない。しかし、解析された周波数は音階に対応しているため採譜時の処理に期待ができると考えられる。

5. むすび

今回、採譜を行う際に必要となる標準拍の検出に、一般化調解析を用いた結果を報告した。

標準拍の判別において、10msでFFTによる周波数解析を行い、一般化調解析を行った結果32分音符に相当する周期を求めることができた。しかし、現在の状態ではまれに判別結果と実際の拍がずれていることがあり、今後さらに精度を向上させる必要がある。

自動採譜においてはまだ解決すべき問題がいくつかあるが、周波数解析に1/nオクターブを導入することで採譜の処理の簡略化が期待できると考えられる。

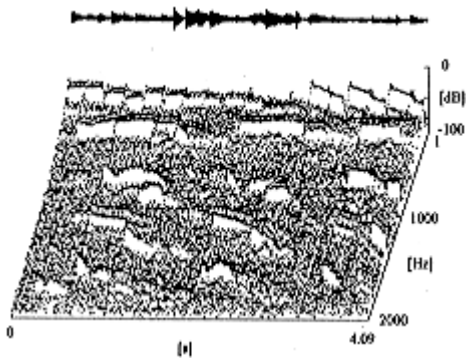


図-1 パワースペクトルの時間変化



図-2 440Hzの周波数成分の
パワースペクトルの時間変化

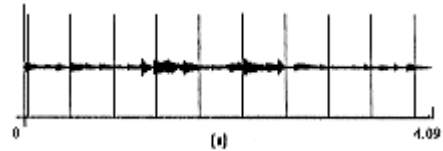


図-3 検出された標準拍

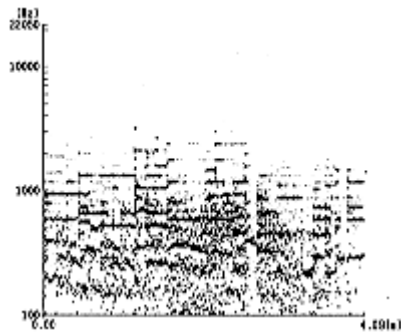


図-4 一般化調解析による
周波数解析の結果

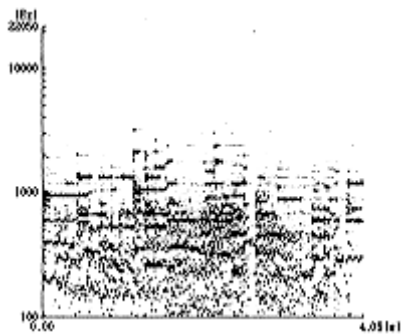


図-5 1/36オクターブ分析による
周波数解析の結果

参考文献

- 1) N.Wiener, "The Fourier Integral and Certain of Applications," Dover Publication Inc.,(1958).
- 2) 中沢誠, 山崎芳男, "音階および聴覚特性を考慮したこう能率符号化," 音響学会講演論文集, pp.435-