

Title	音楽的音高知覚に関わる時間情報の優位性に関する研究
Author(s)	長谷川, 勝巳
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/1540">http://hdl.handle.net/10119/1540</a>
Rights	
Description	Supervisor:赤木 正人, 情報科学研究科, 修士

# 音楽的音高知覚に関わる 時間情報の優位性に関する研究

長谷川 勝巳 (010086)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2002年2月15日

キーワード: 音楽的音高知覚, 旋律, 時間情報, 反復リプル雑音.

## 1 はじめに

音には、高さ (pitch), 大きさ (loudness), 音色 (timbre, tone color) という3つの属性がある。音の高さの知覚には、基底膜振動のピーク位置 (場所情報 (周波数情報)) と聴神経における発火の周期性 (時間情報) という両情報が関わっているといわれている。単音における音楽的音高は、ピッチに対応するもの (height) とオクターブごとに循環する同一音名 (chroma) で説明されており、音楽的音高の知覚にも場所情報と時間情報が利用されている。それでは、単音ではなく、旋律を知覚する場合、人が両情報をどのように利用するかということや、単音を知覚するときとは知覚の仕方が異なるかどうかは明らかにされていない。そこで本研究では、旋律の音楽的音高知覚には時間情報が場所情報よりも優位であるという仮説をたて、聴取実験により検証することを目的とする。

## 2 本研究の背景 (藤崎・柏野研究)

藤崎・柏野は音楽経験や絶対音感の有無により場所情報、時間情報の利用に違いがみられるかを、それぞれの情報を操作した刺激音を用いて検討した。被験者を絶対音感群、非絶対音感群のグループに分け、絶対音感群に対し、各刺激音で作成した C2(65.4 [Hz]) ~ B6(1975 [Hz]) の5オクターブ60音との絶対音高課題を行った。非絶対音感群に対し、ターゲット音を呈示する前に中央の C(261.6 [Hz]) を基準として与える相対音高同定課題を行った。同定課題の聴取実験により Chroma の同定には場所情報よりも時間情報が優位であることが示されている。Height の判断には、絶対音感保持者の場合も、非保持者の場合も場所情報が重要であることを示した。

### 3 刺激音

ここでは、実験で用いる刺激音について述べる。刺激音の高さは 12 平均律に従っており、 $C$  (261.63 [Hz]),  $D$  (293.66 [Hz]),  $E$  (329.63 [Hz]),  $F$  (349.23 [Hz]),  $G$  (392.00 [Hz]),  $A$  (440.00 [Hz]),  $B$  (493.88 [Hz]) という西洋音楽に基づいたそれぞれの音名に相当する。

#### 3.1 狭帯域雑音

場所情報は明確であるが、時間情報が曖昧である刺激音として狭帯域雑音 (Narrow Band Noise:NBN) を用いた。帯域幅は、それぞれの音名に対応する周波数 ( $A$  ならば 440 [Hz]) を中心に 50 [cent] とした。以下に狭帯域雑音の作成方法を示す。

$$x(t) = \sum_{m=lf}^{hf} \sin(2\pi mt + \theta(m)) \quad (1)$$

$$\theta(m) = \pi m(m-1)/(hf-lf+1) \quad (2)$$

1 式の  $hf, lf$  は帯域幅の上限、下限の周波数を示している。図 1 は 440 [Hz] を中心に 50 [cent] で帯域制限したものである。周波数で考えると、約 434Hz ~ 446Hz で帯域制限することになる。刺激音の継続時間は 1 [s]、サンプリング周波数は 48 [kHz] とした。た、刺激音の立ち上がり、立ち下がりに 10 [ms] の taper をかけた。

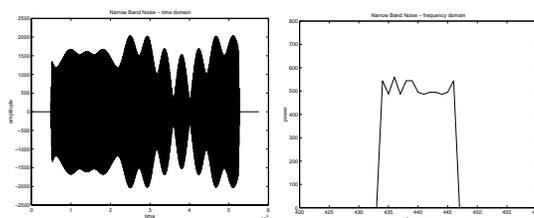


図 1: 狭帯域雑音の波形とスペクトル

### 3.2 反復リップル雑音

時間情報のみ利用可能な刺激音として、反復リップル雑音 (Iterated Rippled Noise:IRN) を用いた。以下に反復リップル雑音の作成方法を示す。まず、3式を用いて、帯域幅 3000 [Hz](2000 ~ 5000 [Hz]) の帯域雑音を作成した。遅延  $d$  [ms] ごとに帯域雑音を加算した。図3での加算回数は512回である。この遅延  $d$  は刺激音の高さに対応する周波数  $f$  の逆数、すなわち  $d = 1/f$  と表すことができる。A (440.00 [Hz]) の反復リップル雑音を作成するのであれば  $d$  は約 2.3 [ms] となる。 $d$  利得  $g$  は  $g = 1.0$  とした。刺激音の継続時間は1 [s]、サンプリング周波数は 48 [kHz] とした。刺激音の立ち上がり、に 10 [ms] の taper をかけた。

$$x(t) = \sum_{m=2000}^{5000} \{ \sin 2\pi(mt + \theta) + \cos 2\pi(mt + \theta) \} \quad (3)$$

( $\theta$ は (0.0, 1.0) の一様乱数を使用)

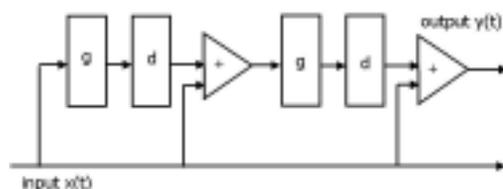


図 2: 反復リップル雑音のブロック図

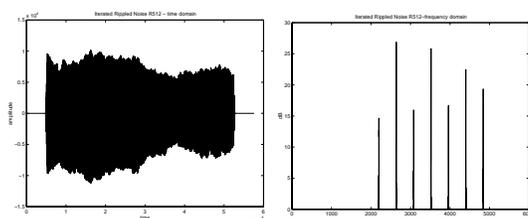


図 3: 反復リップル雑音の波形とスペクトル - 加算回数 512 回

## 4 旋律、単音の実験結果の比較

### 目的

ここでは、単音の実験で得られたグラフに旋律の実験で得られたグラフを照らし合わせ、旋律のグラフがどこに位置するかで旋律の音楽的音高知覚に優位である情報を調べるのが目的である。

### 被験者

正常聴力を有する大学院生 7 名。音楽経験は問わなかった。

### 実験方法

図 4 で見られるように 2 種類の旋律を実験で用いた。音楽経験を問わずに被験者を集めたので、実験の参加のしやすさ、被験者への負担の軽減を考慮して、容易に判断できるような短めかつ音数の少ない旋律にした。その旋律を構成する単音の組、(低音, 高音) = (D(293.66 [Hz]), B(493.88 [Hz])), (E(329.63 [Hz]), A(440.00 [Hz])), (F(249.23 [Hz]), G(392.00 [Hz])) にそれぞれ分けたものを単音の実験で用いた。音圧による知覚の差が生じないように、表 1 に見られるように音圧レベルを操作した。(D, B) の組を用いて表 1 を説明する。まず、No.1 ~ 7 は低音の音 D を反復リプル雑音 (IRN)、高音の音 B を狭帯域雑音 (NBN) としている。NBN は音圧レベルを 42 [dB] ~ 60 [dB] を 3 [dB] 刻み 7 段階変化させたいずれかのものを、IRN は 7 段階の中央にあたる 51 [dB] を同時に呈示する。No.8 ~ 14 は刺激音をそのままにし、音圧レベルを動かすものと固定するものとを反対にしたものである。No.15 ~ 21 は、No.1 ~ 7 の刺激音を反対にしたもの、No.22 ~ 28 は No.8 ~ 14 を反対にしたものである。この 4 パターンと実験結果のグラフ (a),(b),(c),(d) が対応している。呈示する刺激音の数は表 1 に見られる 28 音を 3 回繰り返し、1 組計 84 音となる。刺激音の呈示時間は 1 [s]、呈示する間隔は前に呈示された音をなるべく忘れさせるために、5 [s] とした。呈示する順序はランダムである。(E, A)、(F, G) の組、旋律も同様である。この実験を 1 組につき 3 セット行う。被験者は、どちらの刺激音がよく聞こえたかを図 5 の感覚的に等間隔とされる 7 段階の間隔尺度を用いて解答してもらった。平均したスコアを実験結果として以下に載せる。(被験者 1, 2, 3)

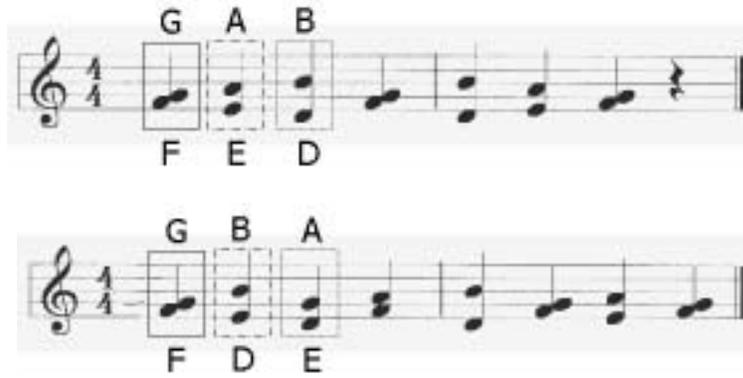


図 4: 旋律を構成する単音の組分け

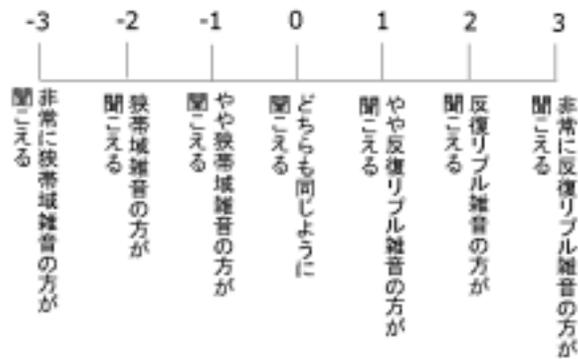


図 5: 間隔尺度

No	note:D, E, F	note:B, A, G
1	IRN - 51 [dB]	NBN - 42 [dB]
2	IRN - 51 [dB]	NBN - 45 [dB]
3	IRN - 51 [dB]	NBN - 48 [dB]
4	IRN - 51 [dB]	NBN - 51 [dB]
5	IRN - 51 [dB]	NBN - 54 [dB]
6	IRN - 51 [dB]	NBN - 57 [dB]
7	IRN - 51 [dB]	NBN - 60 [dB]
8	IRN - 42 [dB]	NBN - 51 [dB]
9	IRN - 45 [dB]	NBN - 51 [dB]
10	IRN - 48 [dB]	NBN - 51 [dB]
11	IRN - 51 [dB]	NBN - 51 [dB]
12	IRN - 54 [dB]	NBN - 51 [dB]
13	IRN - 57 [dB]	NBN - 51 [dB]
14	IRN - 60 [dB]	NBN - 51 [dB]

No	note:D, E, F	note:B, A, G
15	NBN - 51 [dB]	IRN - 42 [dB]
16	NBN - 51 [dB]	IRN - 45 [dB]
17	NBN - 51 [dB]	IRN - 48 [dB]
18	NBN - 51 [dB]	IRN - 51 [dB]
19	NBN - 51 [dB]	IRN - 54 [dB]
20	NBN - 51 [dB]	IRN - 57 [dB]
21	NBN - 51 [dB]	IRN - 60 [dB]
22	NBN - 42 [dB]	IRN - 51 [dB]
23	NBN - 45 [dB]	IRN - 51 [dB]
24	NBN - 48 [dB]	IRN - 51 [dB]
25	NBN - 51 [dB]	IRN - 51 [dB]
26	NBN - 54 [dB]	IRN - 51 [dB]
27	NBN - 57 [dB]	IRN - 51 [dB]
28	NBN - 60 [dB]	IRN - 51 [dB]

表 1: 呈示する刺激音の音圧レベル表

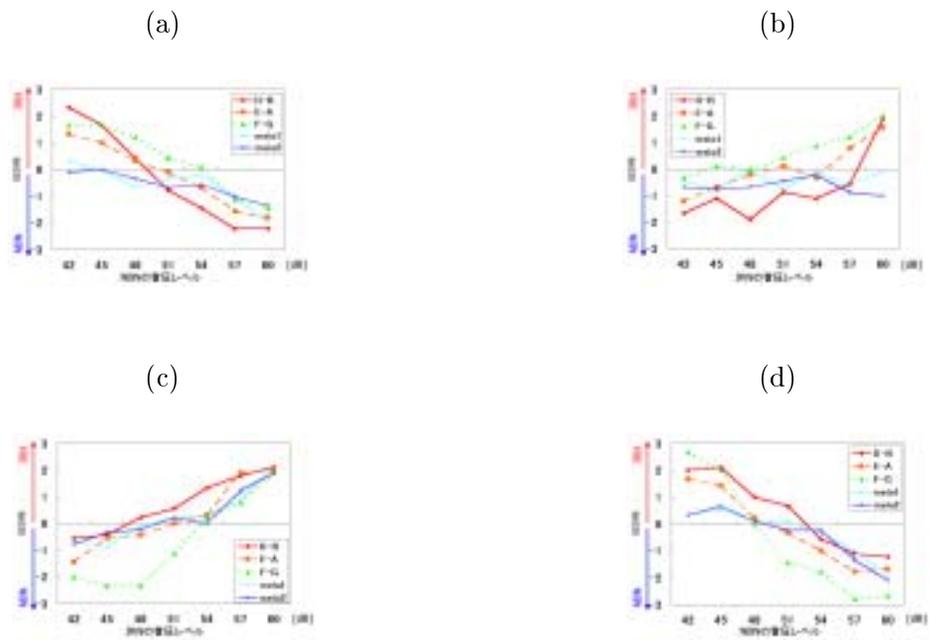


図 6: 被験者 1 の実験結果

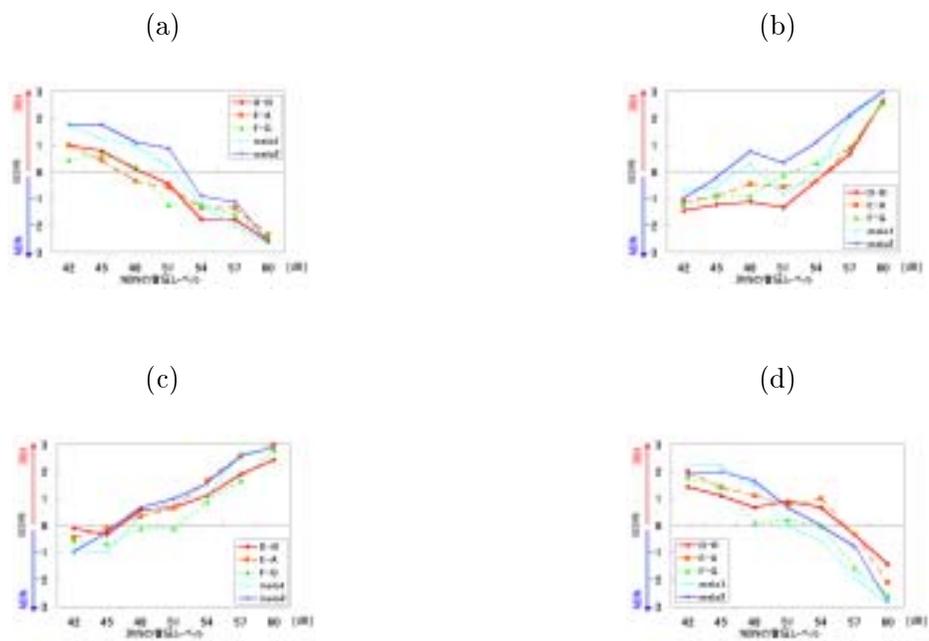


図 7: 被験者 2 の実験結果

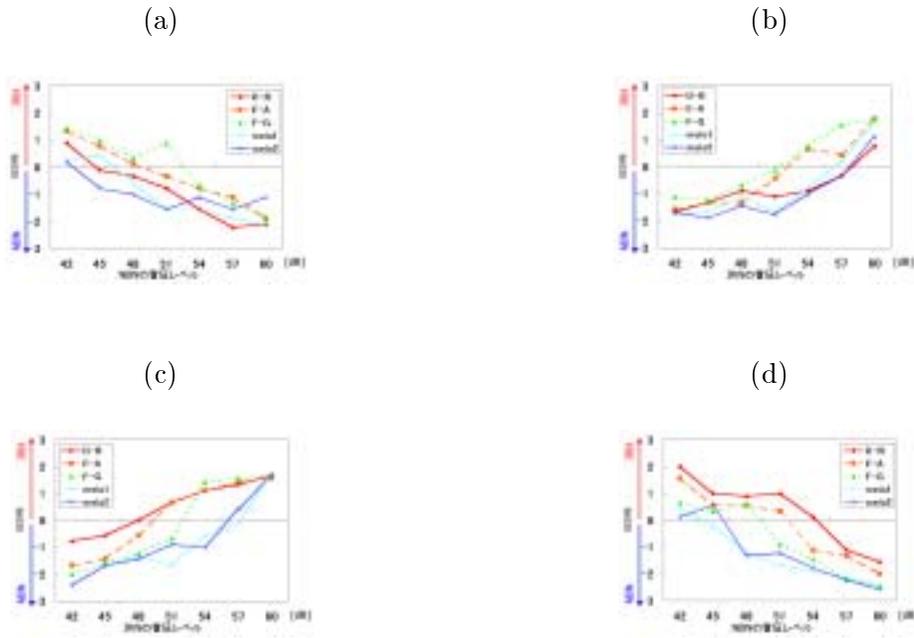


図 8: 被験者 3 の実験結果

## 5 考察

刺激音の高さや音圧レベルにかかわらず、旋律のグラフが単音のグラフよりも反復リプル雑音側、あるいは狭帯域雑音側に動いた被験者がいた。反復リプル雑音側にグラフが動いた被験者は、旋律を聞くときには単音を聞くときよりも時間情報をよく利用している可能性があると考えられる(被験者 2, 5。以下、この被験者群を時間情報群とする)。また、狭帯域雑音側にグラフが動いた被験者は、単音のときよりも場所情報を利用する可能性があると考えられる(被験者 3, 4。以下、この被験者群を場所情報群とする)。旋律のグラフが単音のグラフと同じ場所に位置した被験者は、旋律を聞くときに、単音のときよりもどちらかの情報をより利用しようとするのではないということが考えられる(被験者 1, 6, 7。以下、この被験者群を無変化群とする)。

## 6 結論

今回の実験では、旋律における音楽的音高知覚には場所情報よりも時間情報が優位であるという仮説を検証できなかった。検証できなかった原因としては、仮説をたてる段階、被験者、実験方法などが挙げられる。仮説通りの被験者群と他の被験者群とに音楽経験の差があったことから、音楽経験豊富な被験者であれば、この仮説を検証できる可能性がある。

## 参考文献

- [1] 藤崎和香, 柏野牧夫, 絶対音感保持者の音高知覚特性, 日本音響学会誌, Vol.57, No.12, pp.759-767, 2001.
- [2] 宮崎謙一, 音楽的高さの問題をめぐって, 聴覚研究会資料, H-89-50, 1989.
- [3] B. C. J. ムーア 著, 大串健吾 監訳, 聴覚心理学概論, 誠信書房, 1994.