

# 静けさと美しい音

琉球大学名誉教授 工学博士  
高良富夫

- (1)「閑さや...」の音
- (2)バリトンの歌声の音色の美しさ
- (3)和音の美しさ
- (4)エコーの効いた音の良さ

# 沖縄コンベンションセンターの エコー(1)

平成27年3月  
長女卒業式



平成23年度

平成23年度 琉球大学卒業式・大学院修了式

平成24年度  
次女入学式



平成23～26年度  
工学部長



# 沖縄コンベンションセンターの エコー(2)

平成27年3月  
長女卒業式

エコー:大



平成31年3月  
次女卒業式

エコー:小



↑  
↑  
↑  
↑  
参考 2

⇒ ⇒ ⇒  
参考 3

# 残響(リバーブ)・残響時間

⇔ 反射音(エコー)

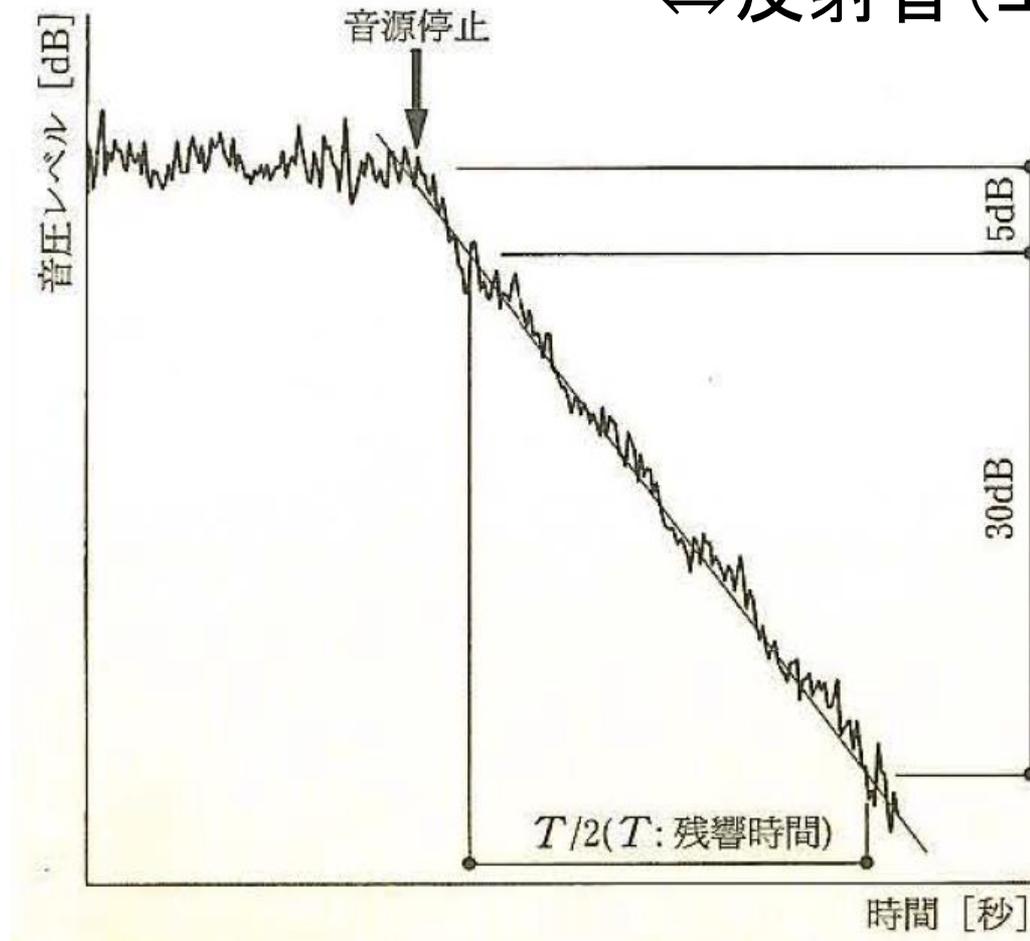


図 7・39 残響時間

# 最適残響時間

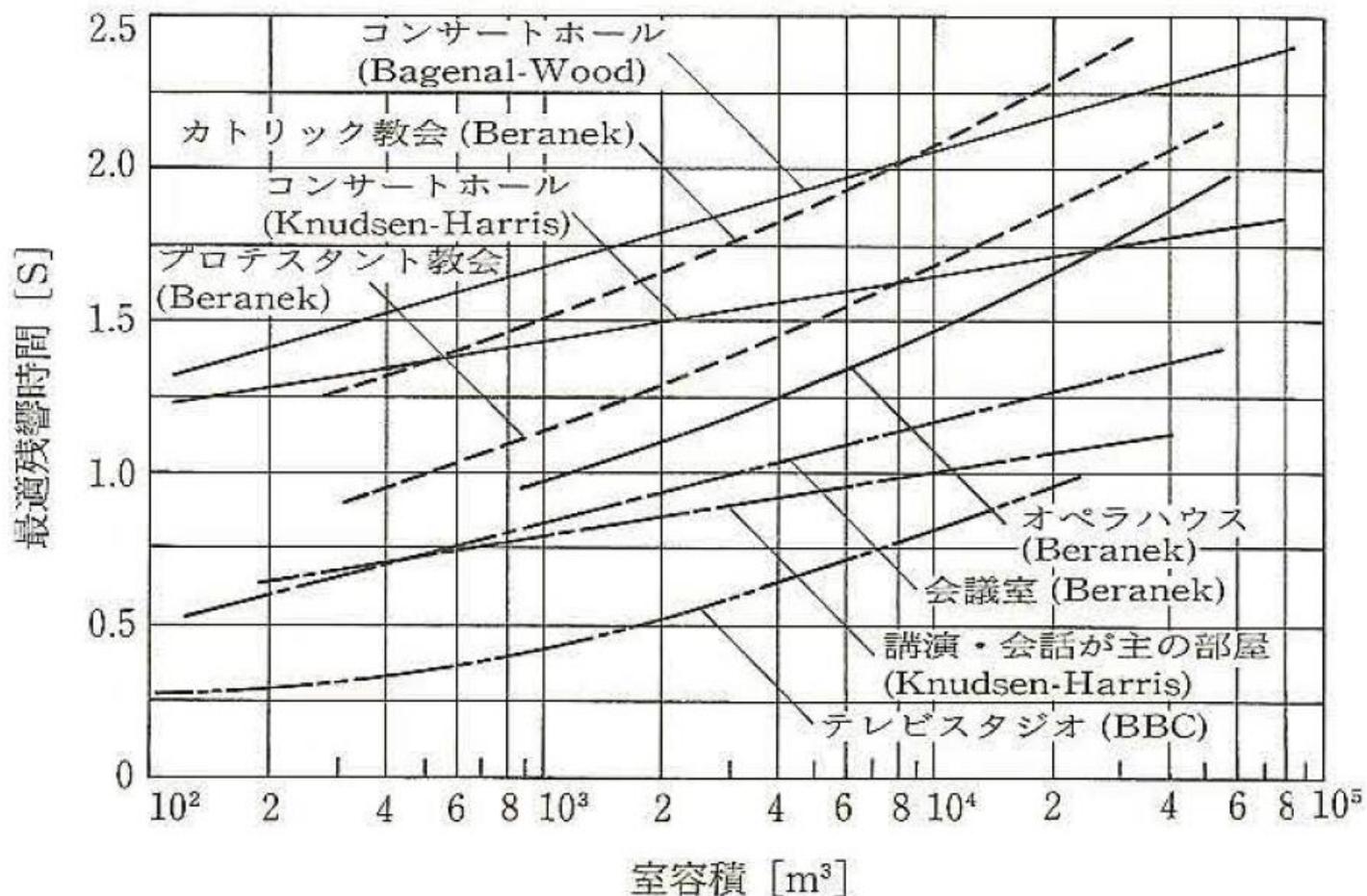


図 7・41 500Hz の最適残響時間と室容積 (社)日本建築学会編『設計計画パンフレット 4 建築の音環境設計』彰国社による)

# 音節明瞭度

表 7・21 単音節明瞭度試験の音表の例

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1行目	キ	バ	リュ	ム	ヘ	ニ	ゾ	ソ	チャ	ショ
2行目	ヒヤ	タ	ザ	ツ	マ	リヤ	ゼ	フ	エ	ゴ
3行目	シャ	オ	ベ	ケ	ダ	コ	ニュ	チ	ミヨ	ド
4行目	デ	ヨ	ウ	ジャ	ギョ	ワ	ギユ	リ	キュ	ビヤ
5行目	ネ	カ	ビユ	ビ	ホ	ロ	ポ	ビヤ	チュ	ビョ
6行目	キョ	ス	パ	ブ	イ	シュ	ト	ギヤ	メ	ブ
7行目	ジュ	ロ	ラ	ミ	ズ	シ	ニヤ	ジョ	ピユ	テ
8行目	レ	ク	ル	ノ	ヒ	ジ	ヌ	ヒユ	ユ	ナ
9行目	ミュ	ベ	ア	ガ	ハ	ニョ	ポ	モ	ミヨ	チョ
10行目	サ	セ	グ	ヤ	キャ	ゲ	ギ	ピョ	ピ	ミヤ

# (1) 閑さや岩に染み入る蝉の声

- 岩に染み入る音  
→ 反射せず空間に  
吸収



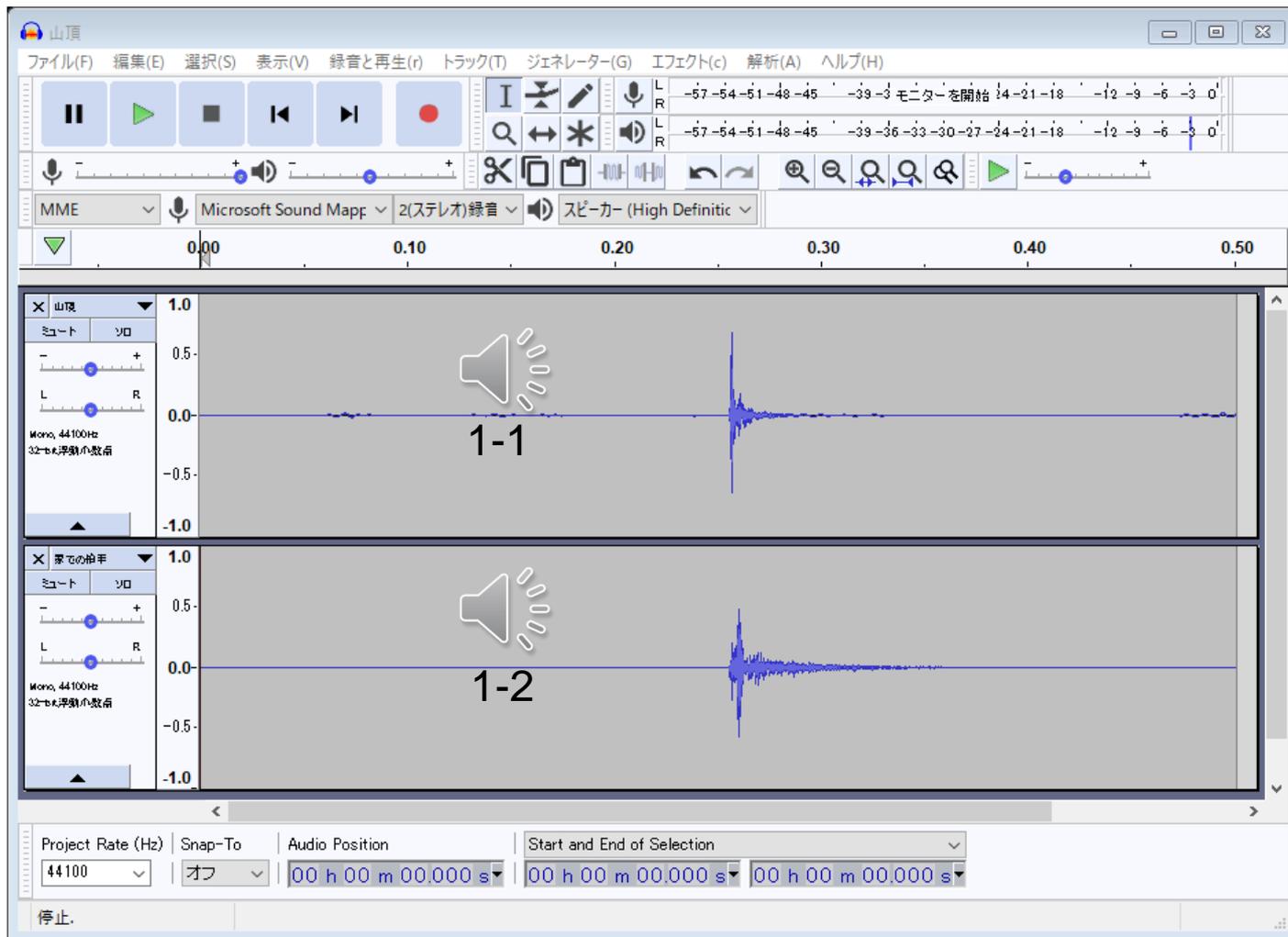
# 立石寺



# 図1-8 伊江島タッチユウ(城山)



# 図1-9 伊江島タッチュウの頂上での拍手音(上)と室内での拍手音(下)



# (1) 閑さや岩に染み入る蝉の声

• 静かなときの「シーン」

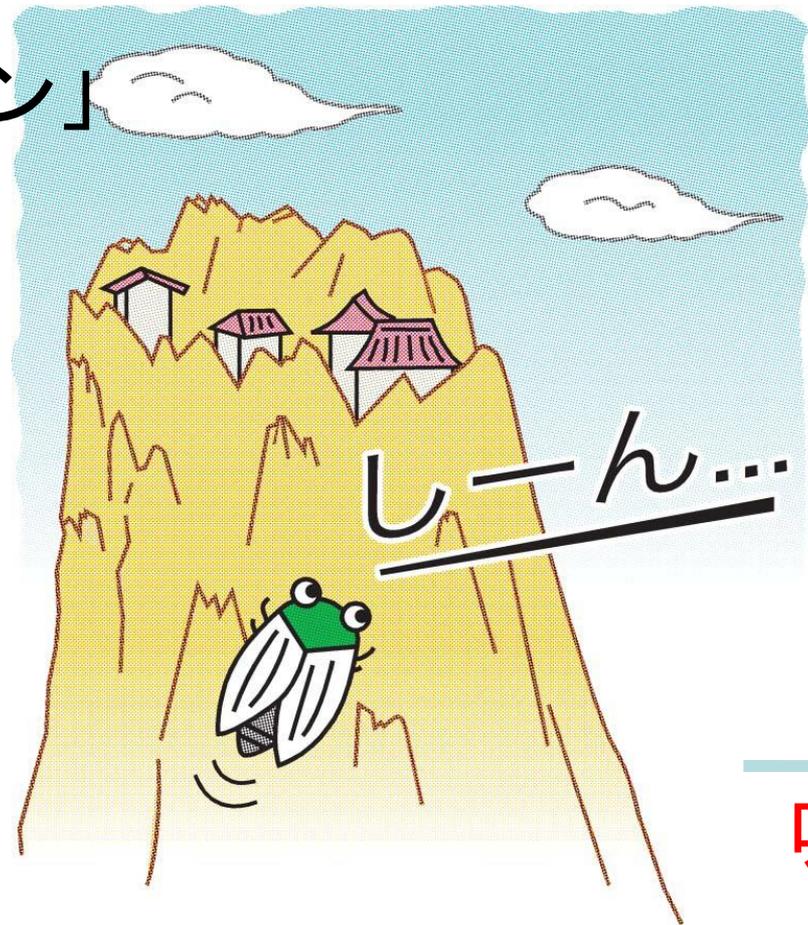
という音

→ 弱い耳鳴り

普段はマスキング

により聴こえない。

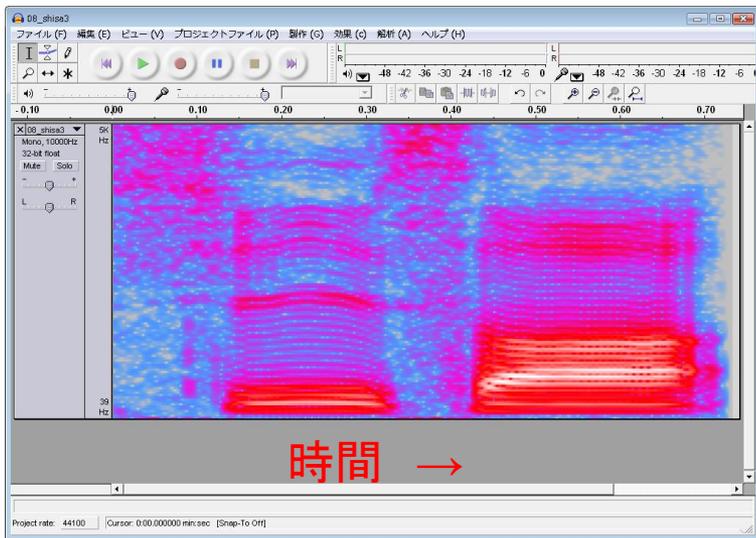
生理的な音。



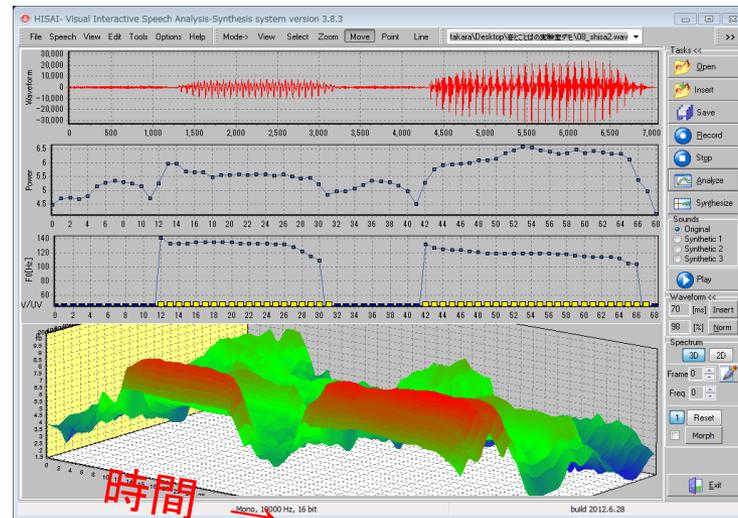
吸収

# サウンドスペクトログラム

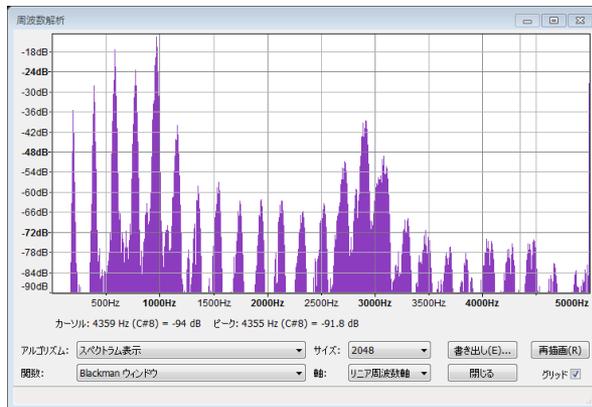
## Audacity



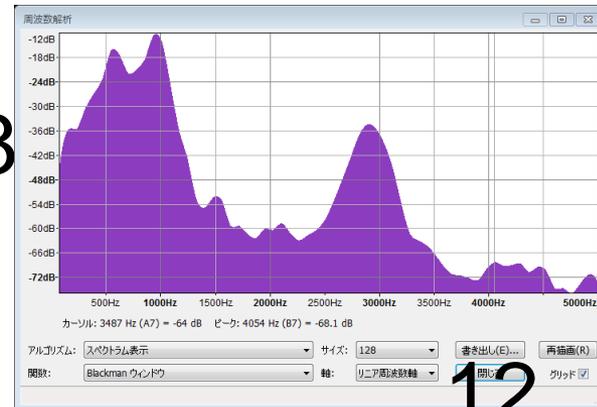
## HISAIシステム



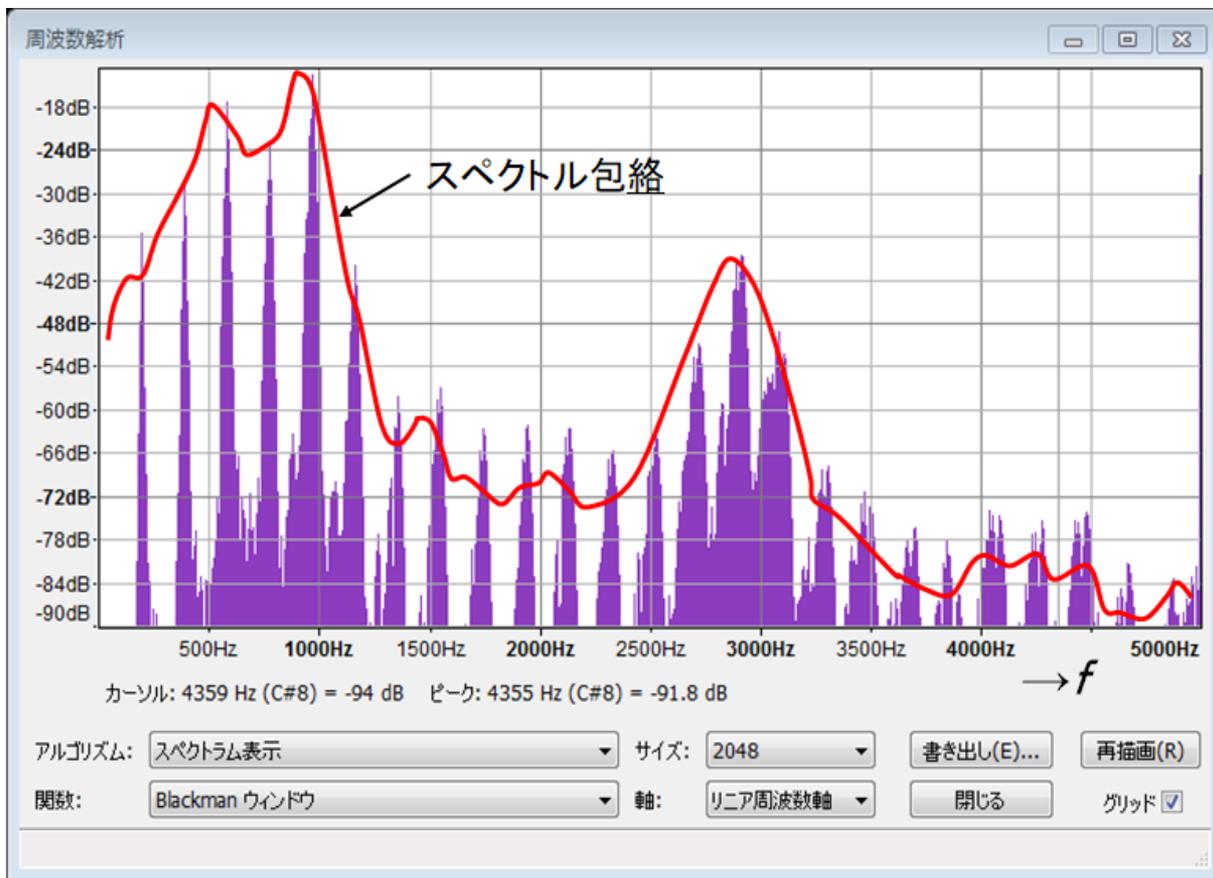
時間窓長  
1024



128



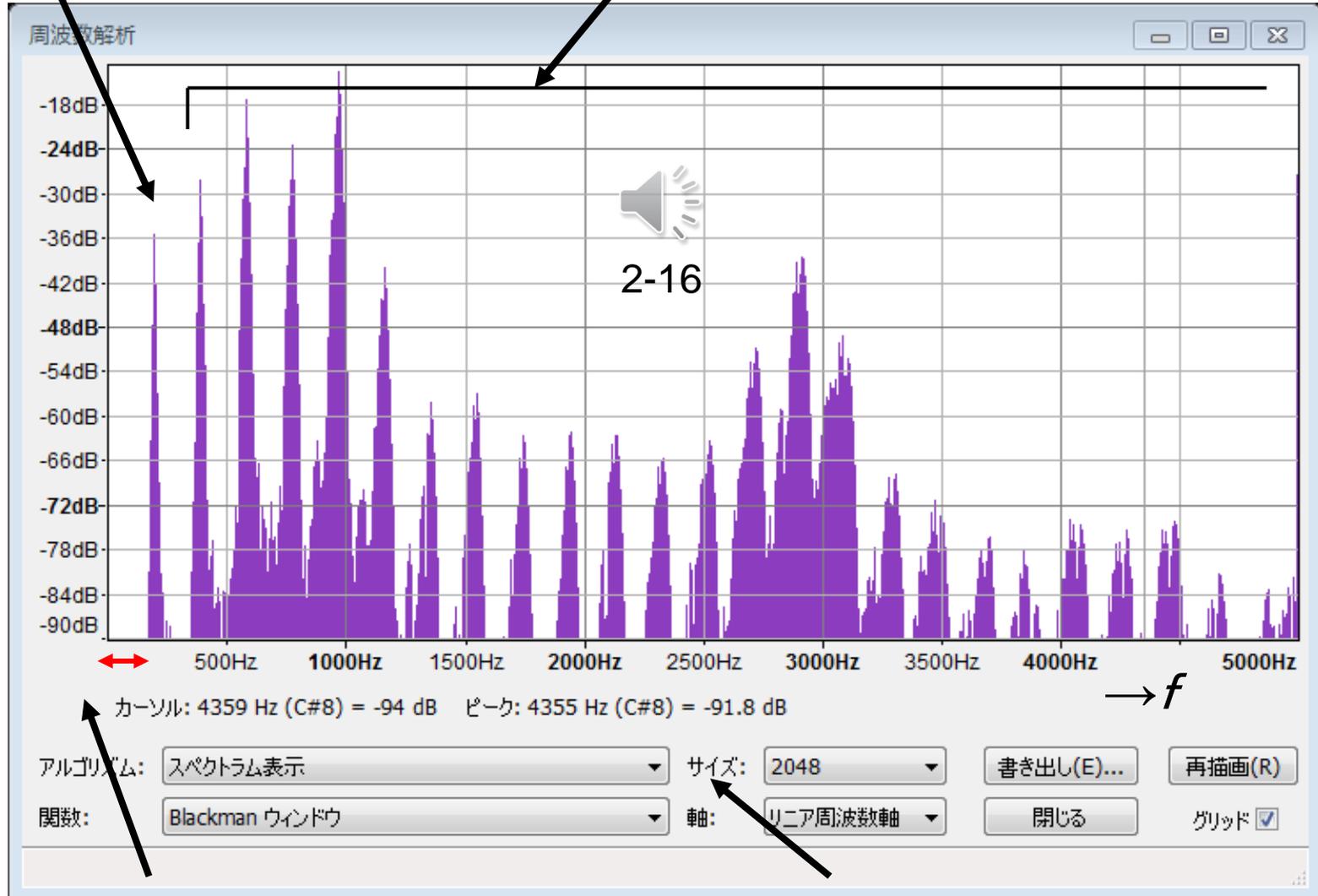
# スペクトル包絡



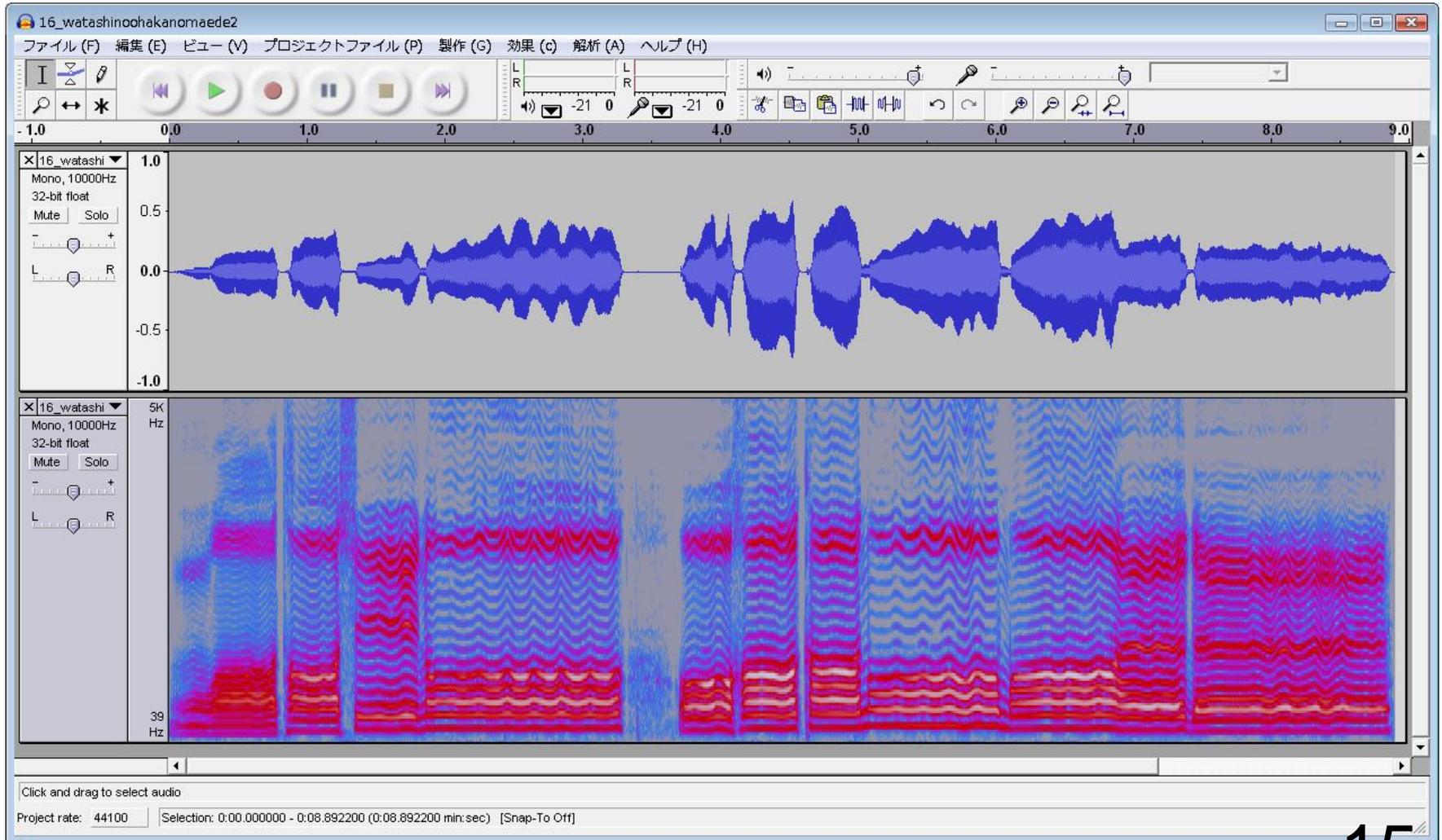
# 図2-12 母音「あ」の振幅スペクトル

基本周波数成分

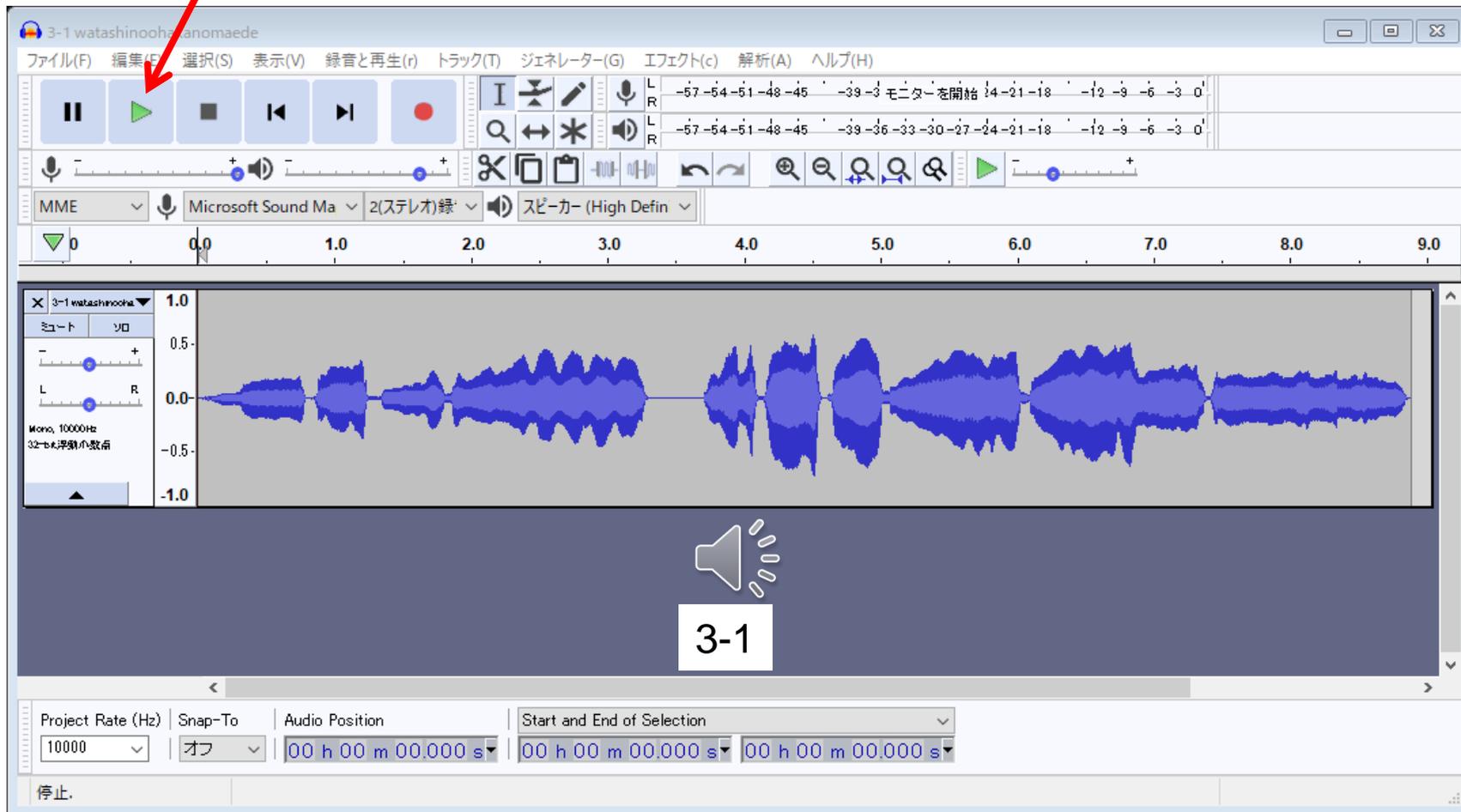
倍音(高調波)成分



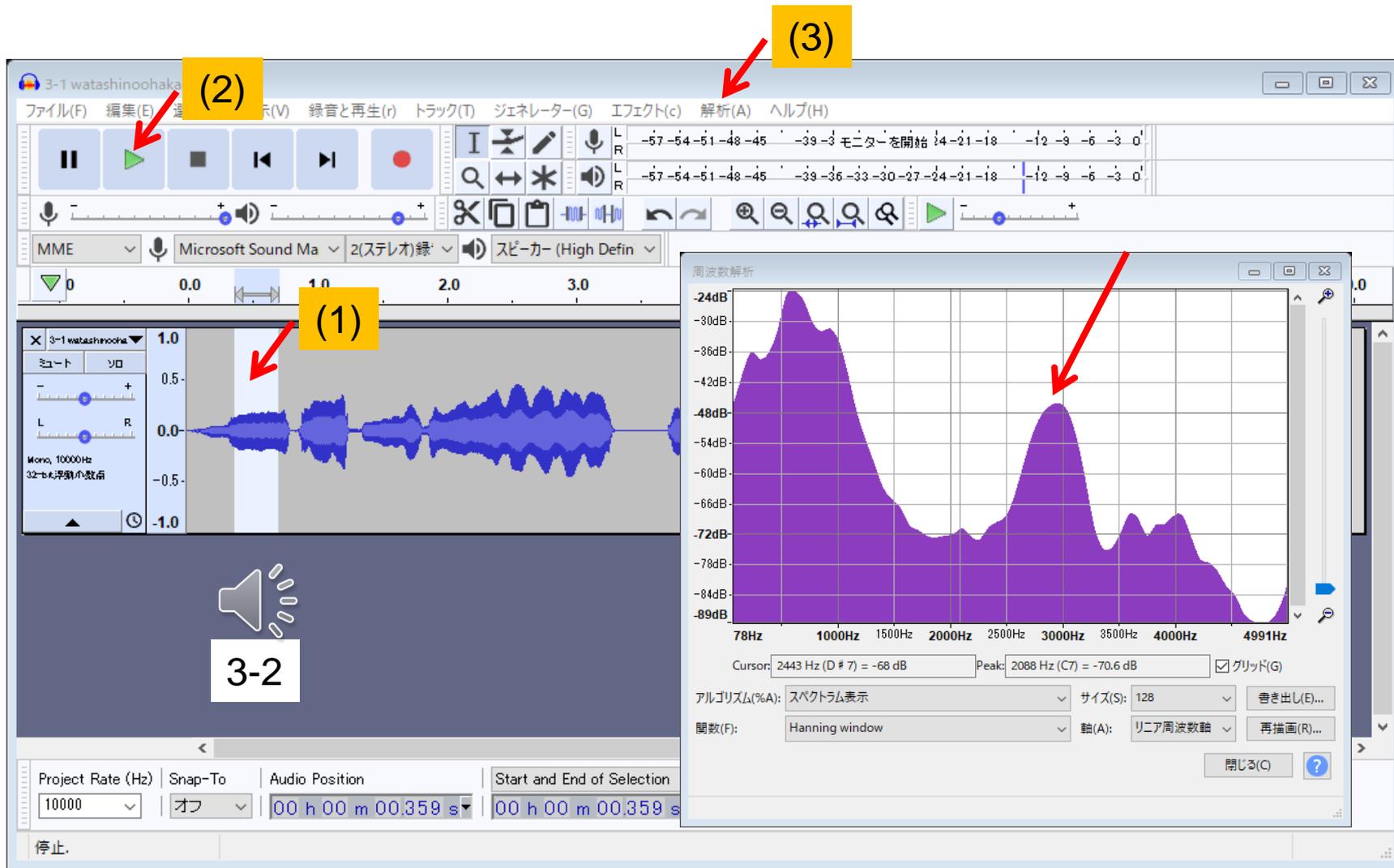
# (2) バリトンの歌声の音色の美しさ



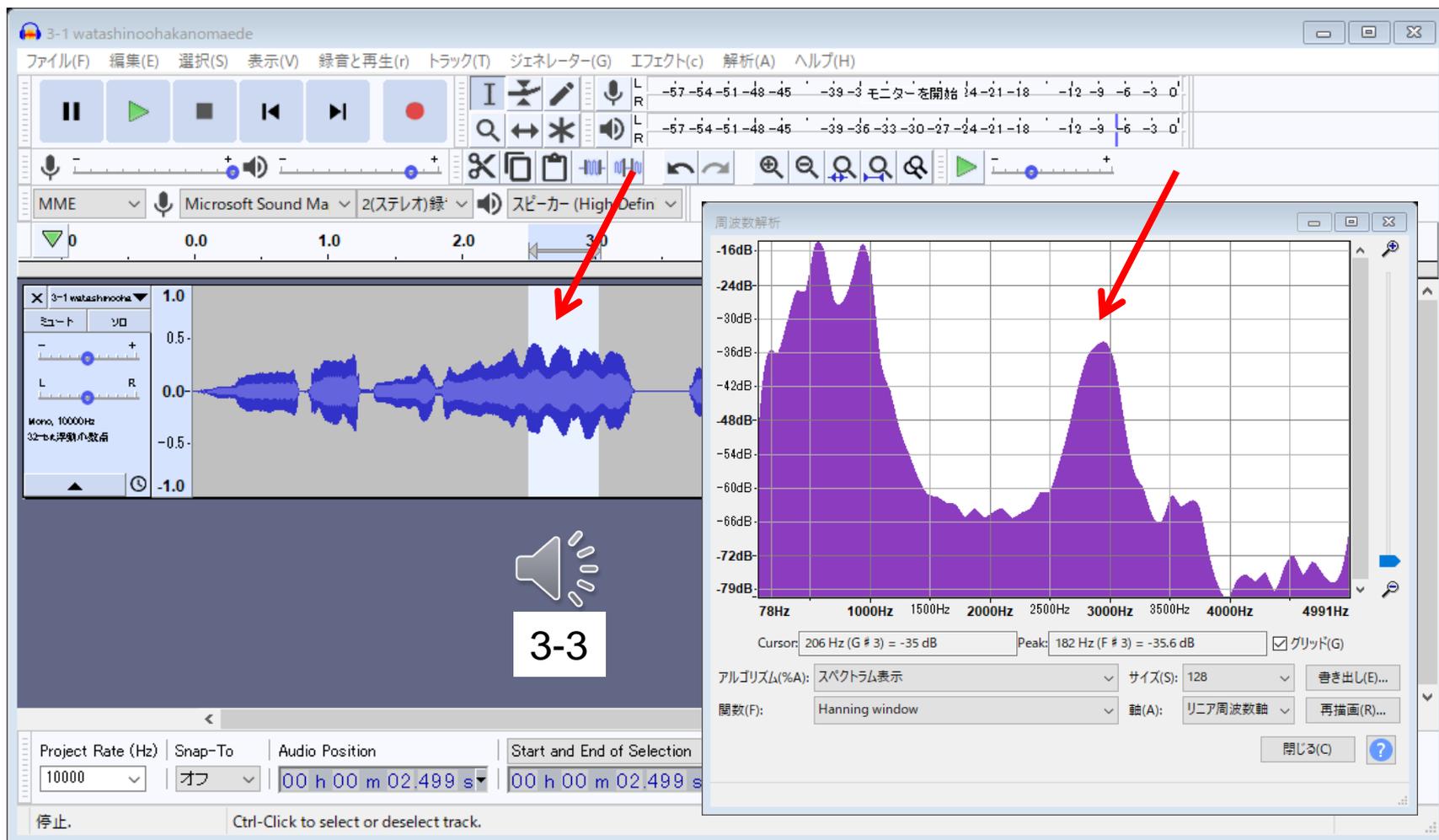
# 図3-5 「千の風になって」の歌声



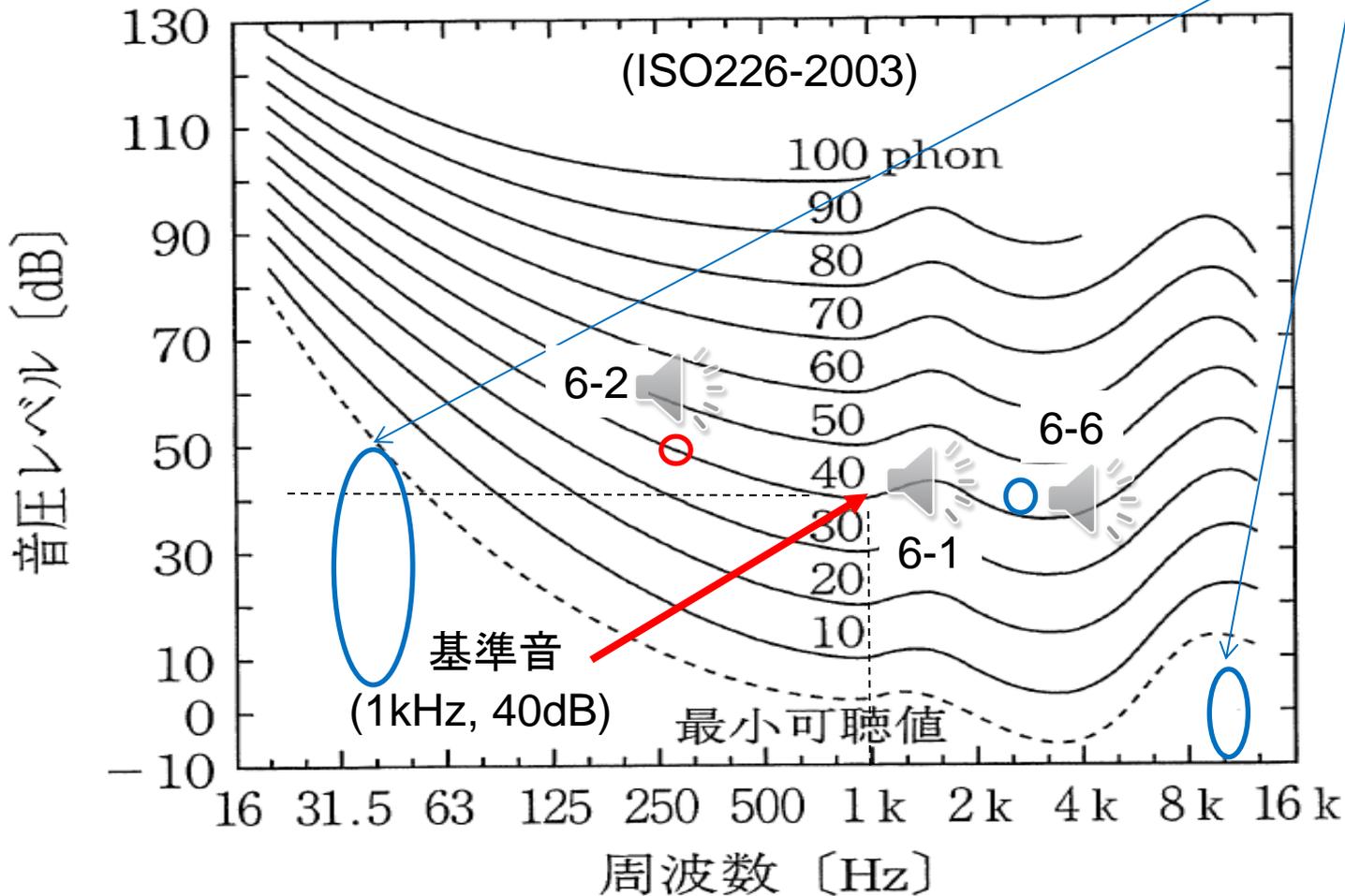
# 図3-6 /a/の歌手のフォルマント



# 図3-7 /o/の歌手のフォルマント



# 図6-1 等ラウドネス曲線

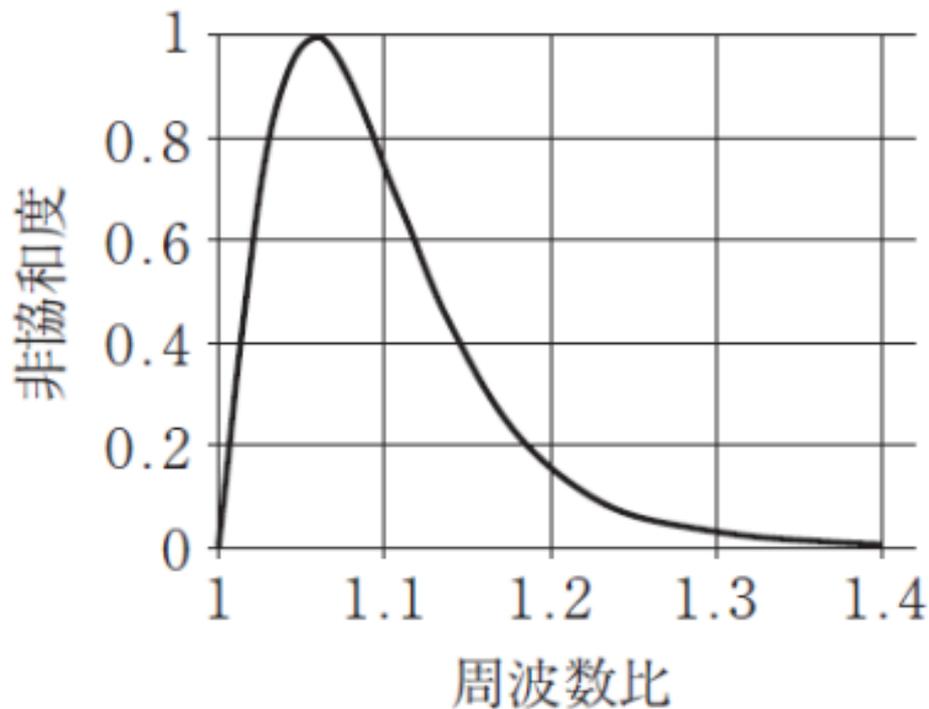


感度悪い



オーディオ補正:  
ラウドネス

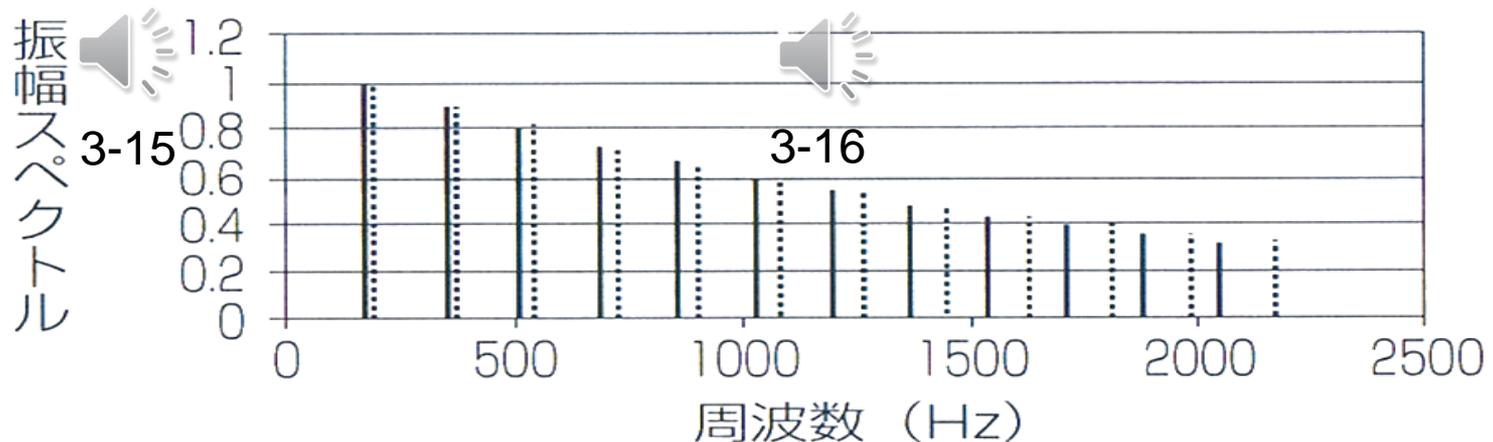
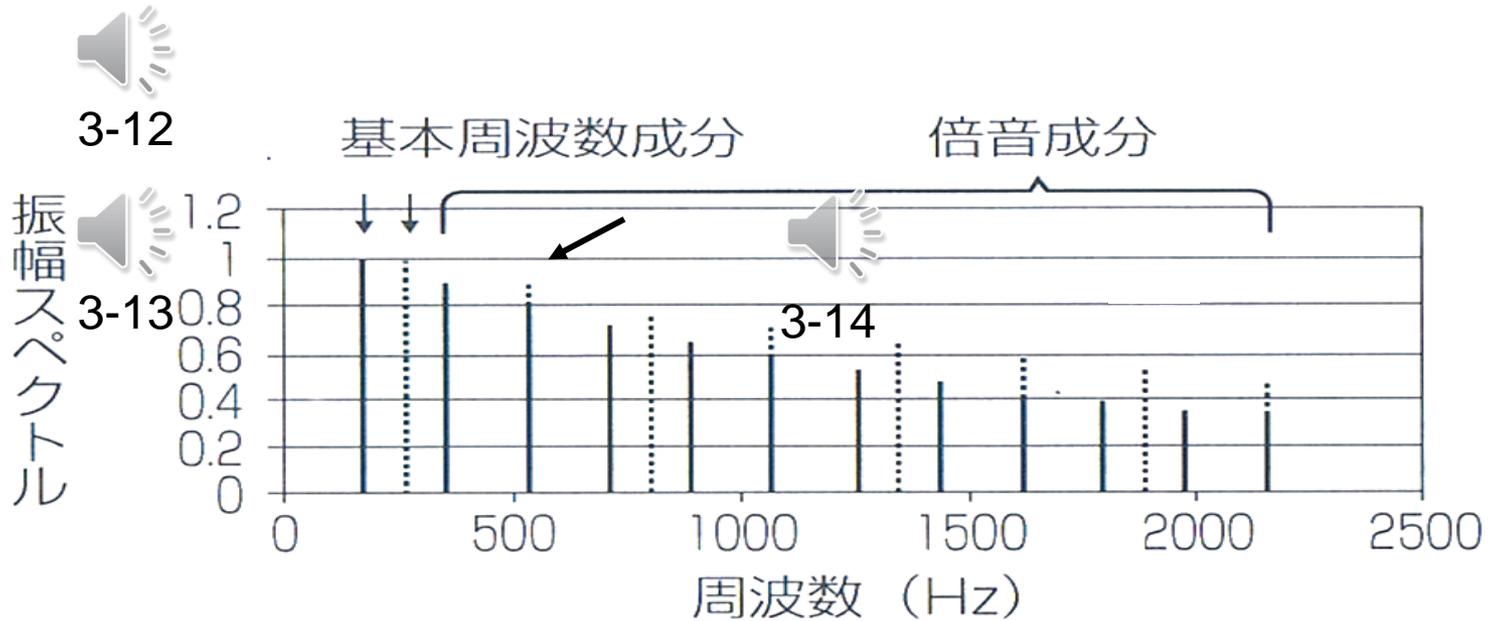
# 図3-8 純音の協和度



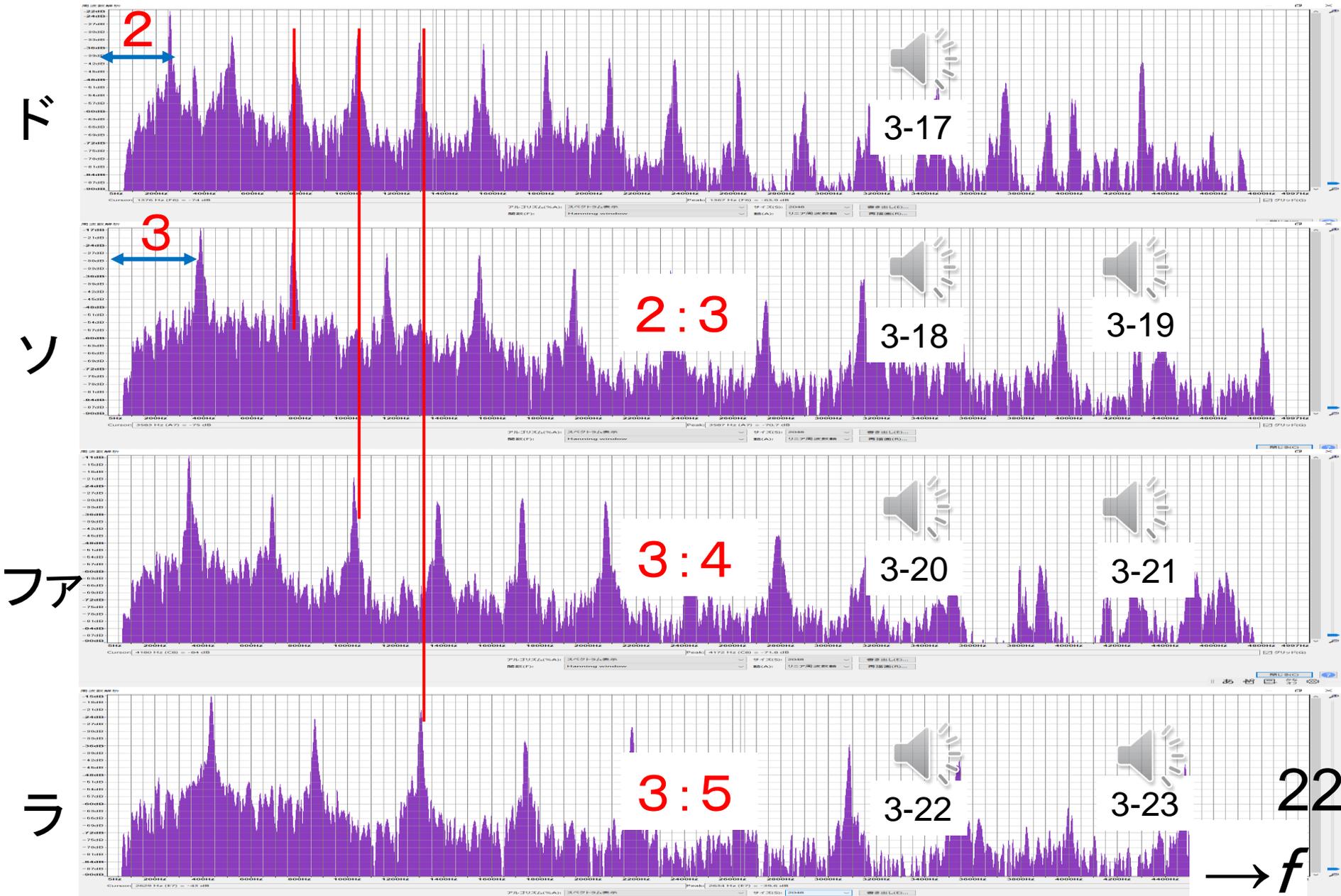
(3) 和音の  
美しさ

周波数比	1	1.02	1.06	1.1	1.15	1.2	1.3	1.4
音	 3-4	 3-5	 3-6	 3-7	 3-8	 3-9	 3-10	 3-11

# 図3-9 複合音の場合： スペクトルと協和度



# 図3-10 音階の作り方



# 図3-11 琉球音階と日本音階

## 琉球音階

3-24 



## 律音階

3-25 



## 陽音階

3-26 



## 陰音階

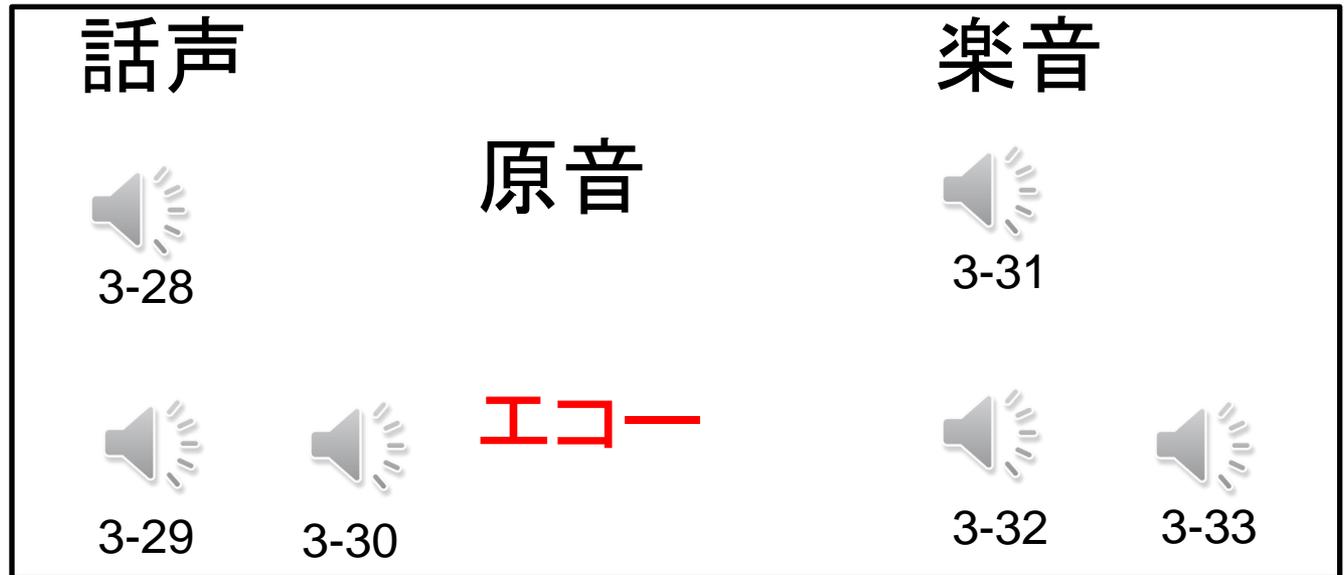
3-27 



# (4) エコーの効いた音の良さ

## 図3-12 エコーのついた音

言葉はエコーで聞き取りにくいですが、音楽はエコーがあったほうがいい。



楽音は重なりがあってもにごりにくい高さになっているから。

# 図3-13 話し声と歌声のエコー

3-28 

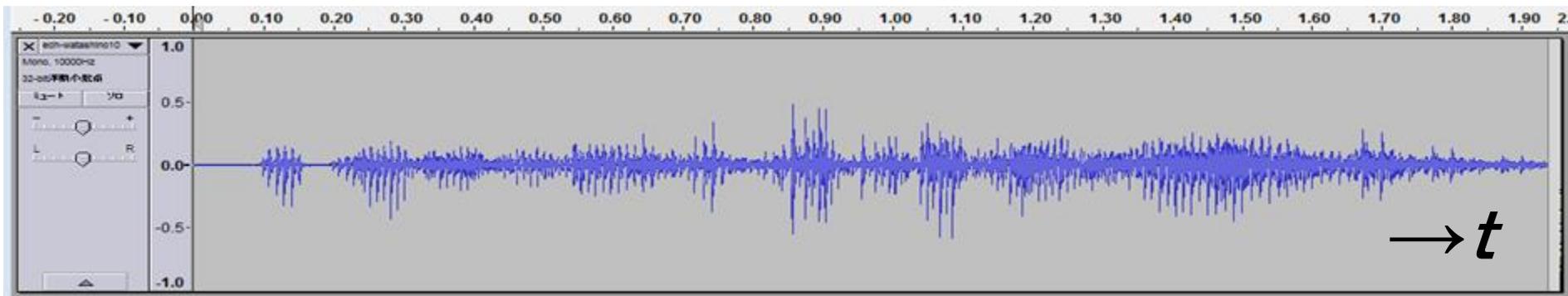
話し声

3-29 

コンサートホール

3-30 

展示棟



3-34 

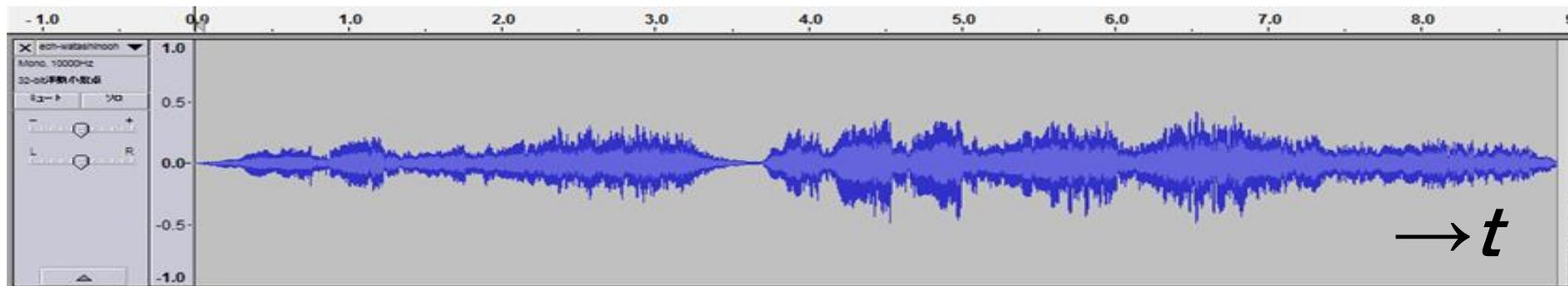
歌声

3-35 

コンサートホール

3-36 

展示棟



# まとめ

- (1) 松尾芭蕉の「岩に染み入る蝉の声」は、岩でなく**空間に吸収**された音と考えられる。
- (2) バリトンの歌声の音色の美しさは **歌手のフォルマント**による。
- (3) 世界の民族音楽の音階の各音は互いに**協和度**が高い。
- (4) 音楽で **エコー** が心地いいのは音階の各音が重なっているからと考えられる。

# m 3-1 美しい音の物理学

※図をクリックして動作／停止

## 美しい音の物理学



タカラ・トミーを