

音声構造論から考える

シャドーイング

～音色のうねりと音韻表象～

---

峯松 信明

東京大学大学院情報理工学系研究科



# まずは変な問いかけから



## 喉が音色を作る／声帯が音高を作る

- 喉形状を変えると音色が色々変わる
- 声帯の締め具合を変えると音高が色々変わる

あおいえをおう  
(青い家を負う)

## 人によって喉形状も声帯の長さ・重さも異なる

- 音色：太い声／細い声      音高：低い声／高い声
- だから声を聞いて話者が分かる
- 例えば音色を変えてみる
- 峯松の「あ」→峯松の「い」      峯松の「あ」→門田先生の「あ」

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

## 感覚受容器が受け取る情報は容易に変貌する

### 見えの変化

- 視点を变えて見た犬
- 対象との距離を変えて見た像



### 色みの変化

- 朝日の花と夕焼け空の花
- 異なる色眼鏡を通して見た像

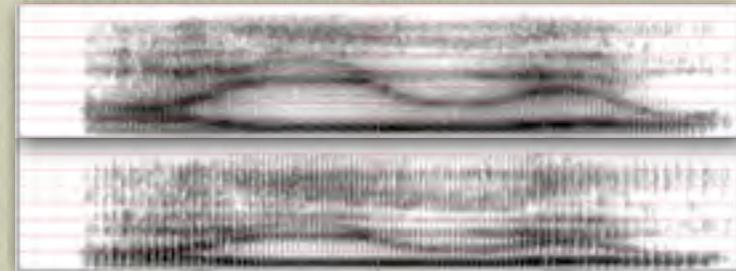
### 音高の変化

- 男性のハミングと女性のハミング
- カラオケでのキーの上げ下げ



### 音色の変化

- 男性のおはよう！と女性のおはよう！
- 大人のおはよう！と子供のおはよう！



でも、我々は容易に「同一性」を認知できる

# 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

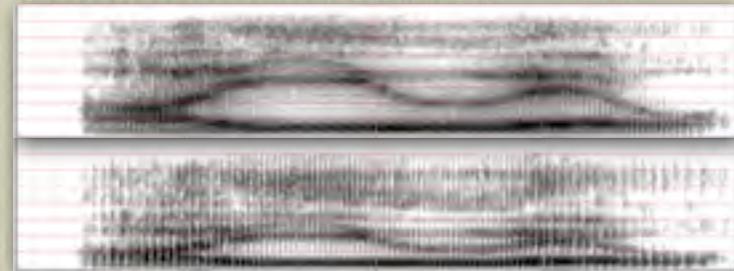
## 感覚受容器が受け取る情報は容易に変貌する

- 見えの変化
  - 視点を変えて見た犬
  - 対象との距離を変えて見た像
- 色みの変化



## 静的偏差による刺激変形と 刺激変形に不変な認知様式

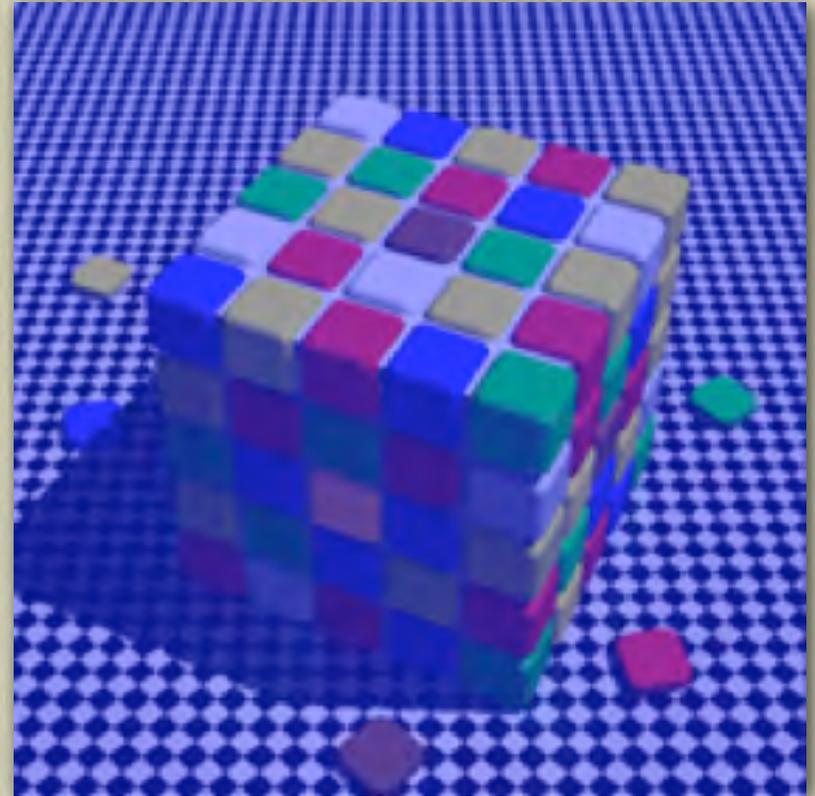
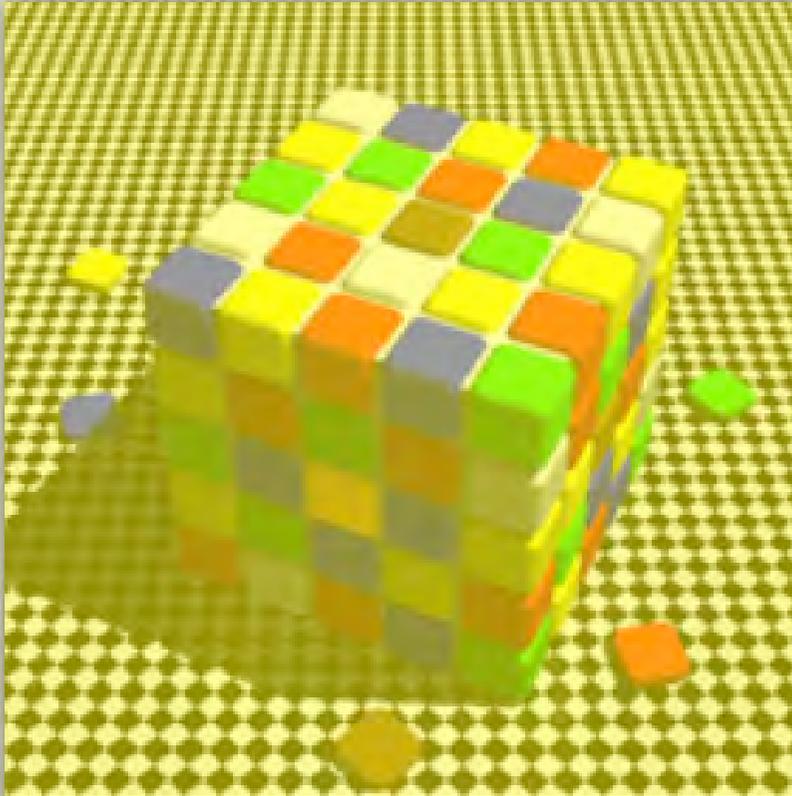
- カラオケでのキーの上げ下げ
- 音色の変化
  - 男性のおはよう！と女性のおはよう！
  - 大人のおはよう！と子供のおはよう！



でも、我々は容易に「同一性」を認知できる

# 色みの偏差とその認知的不変性

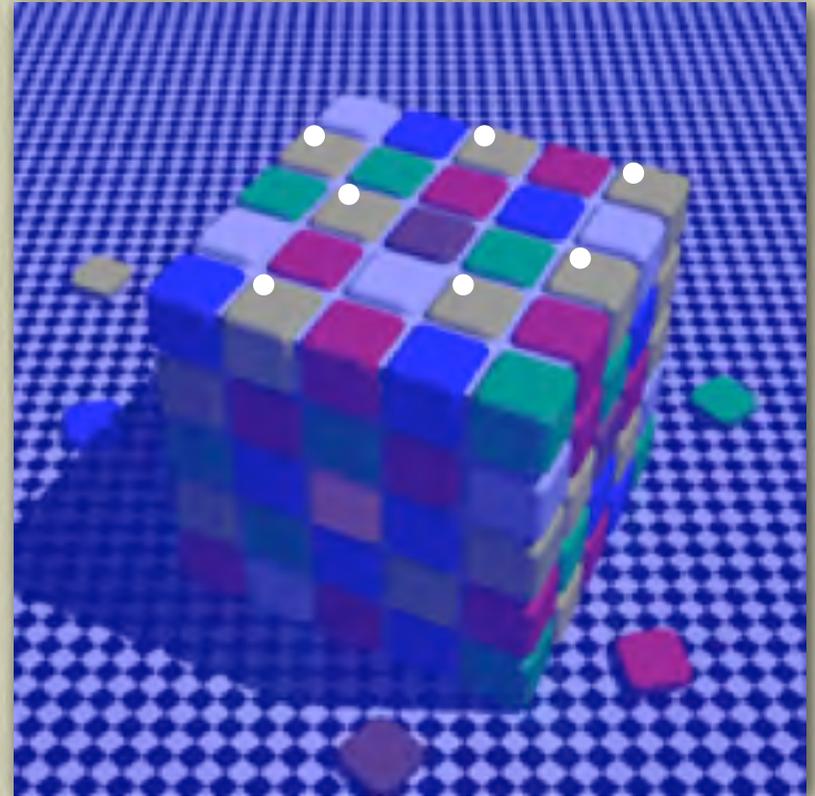
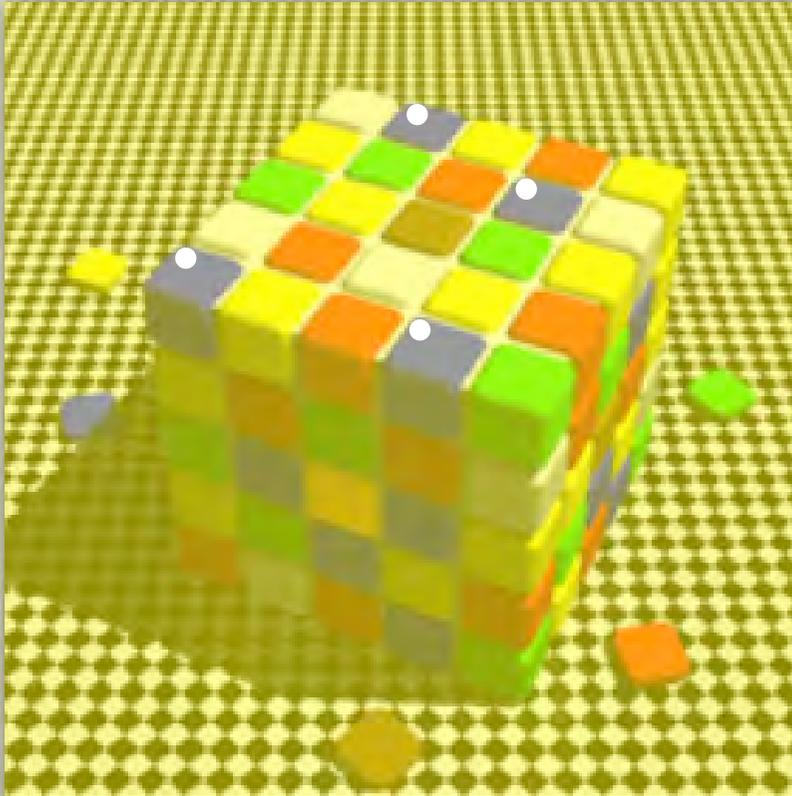
## 黄・青眼鏡を通して眺めるルービックキューブ[1,2]



- 両者が同一のキューブであることは容易に認知可能
- 異なる色を同一と主張し，同一の色を異なると主張する。
- 各パッチが持つ波長（絶対量）だけではなく，各パッチが他のパッチ群とどのようなコントラストを持つのか，が非常に重要

# 色みの偏差とその認知的不変性

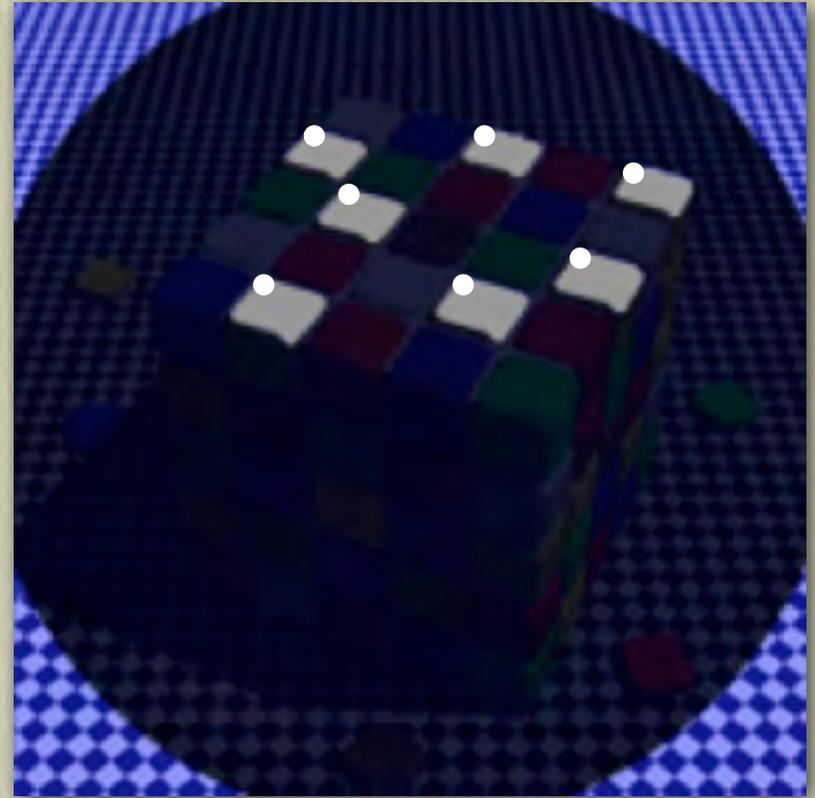
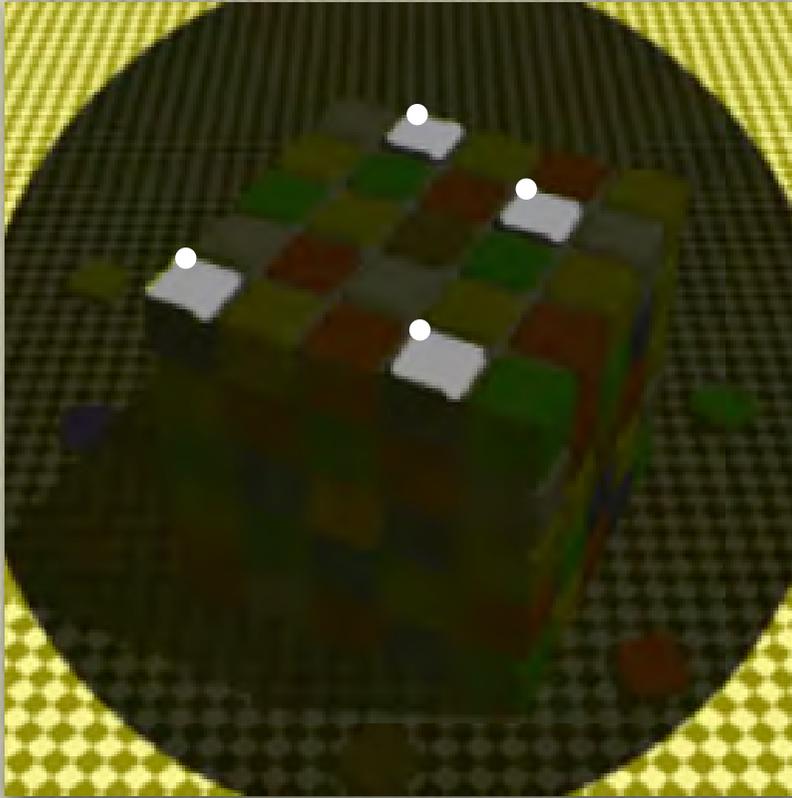
## 黄・青眼鏡を通して眺めるルービックキューブ[1,2]



- 両者が同一のキューブであることは容易に認知可能
- 異なる色を同一と主張し，同一の色を異なると主張する。
- 各パッチが持つ波長（絶対量）だけではなく，各パッチが他のパッチ群とどのようなコントラストを持つのか，が非常に重要

# 色みの偏差とその認知的不変性

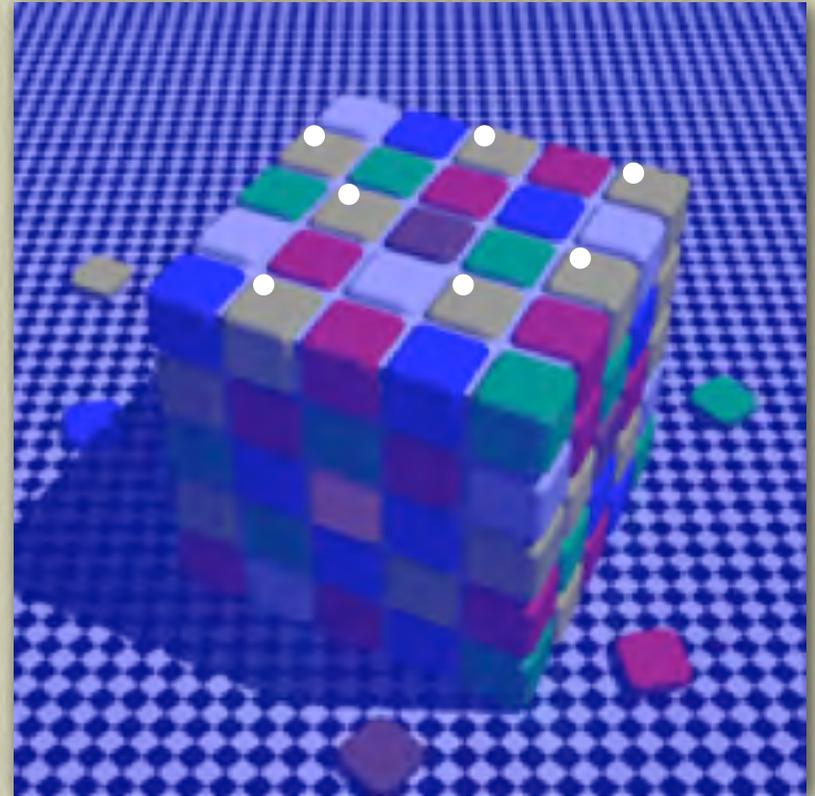
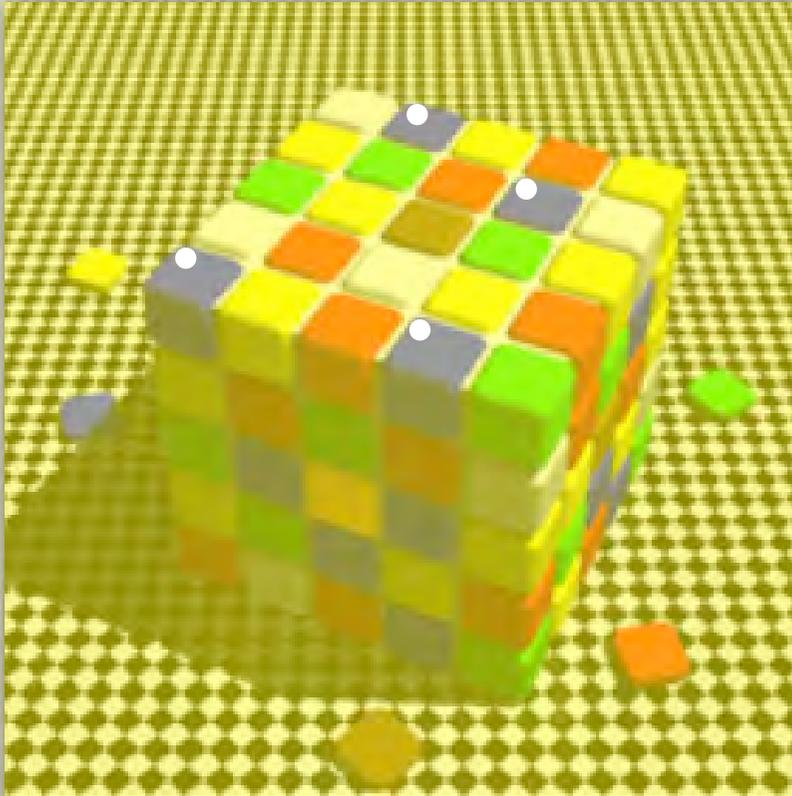
## 黄・青眼鏡を通して眺めるルービックキューブ[1,2]



- 両者が同一のキューブであることは容易に認知可能
- 異なる色を同一と主張し，同一の色を異なると主張する。
- 各パッチが持つ波長（絶対量）だけではなく，各パッチが他のパッチ群とどのようなコントラストを持つのか，が非常に重要

# 色みの偏差とその認知的不変性

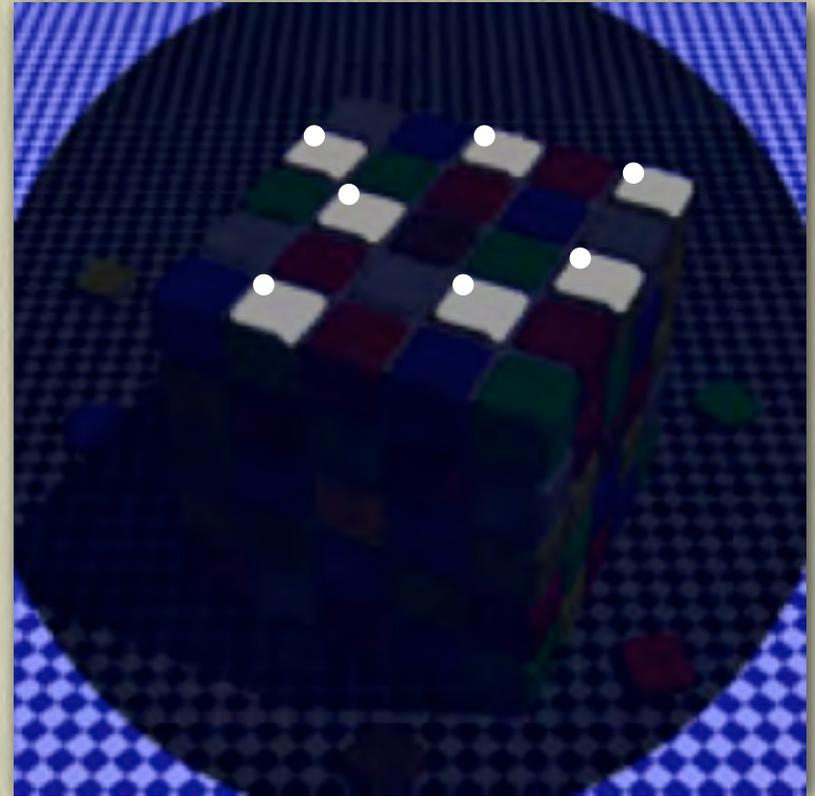
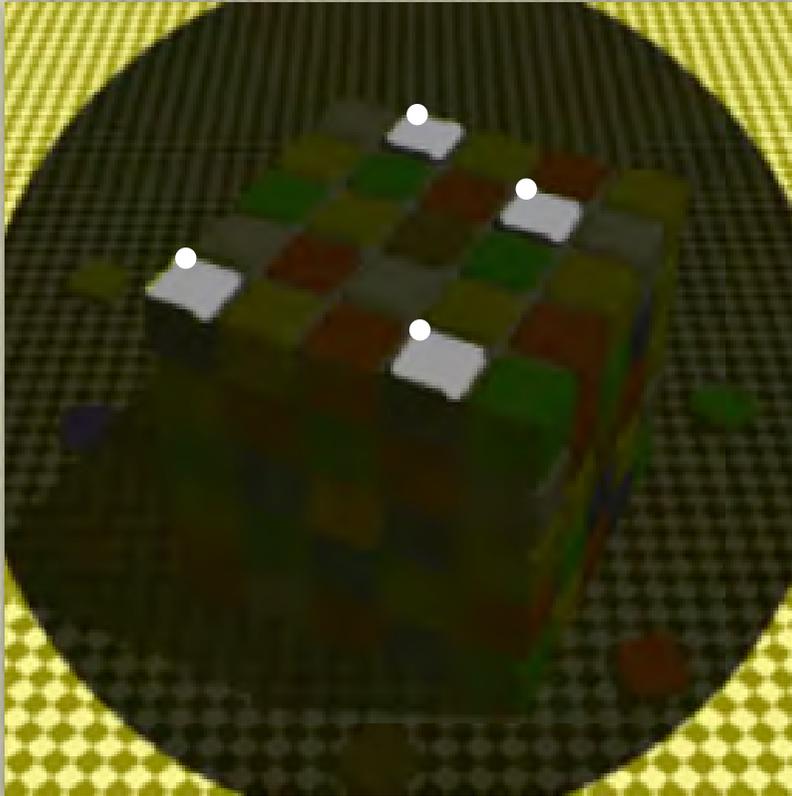
## 黄・青眼鏡を通して眺めるルービックキューブ[1,2]



- 両者が同一のキューブであることは容易に認知可能
- 異なる色を同一と主張し，同一の色を異なると主張する。
- 各パッチが持つ波長（絶対量）だけではなく，各パッチが他のパッチ群とどのようなコントラストを持つのか，が非常に重要

# 色みの偏差とその認知的不変性

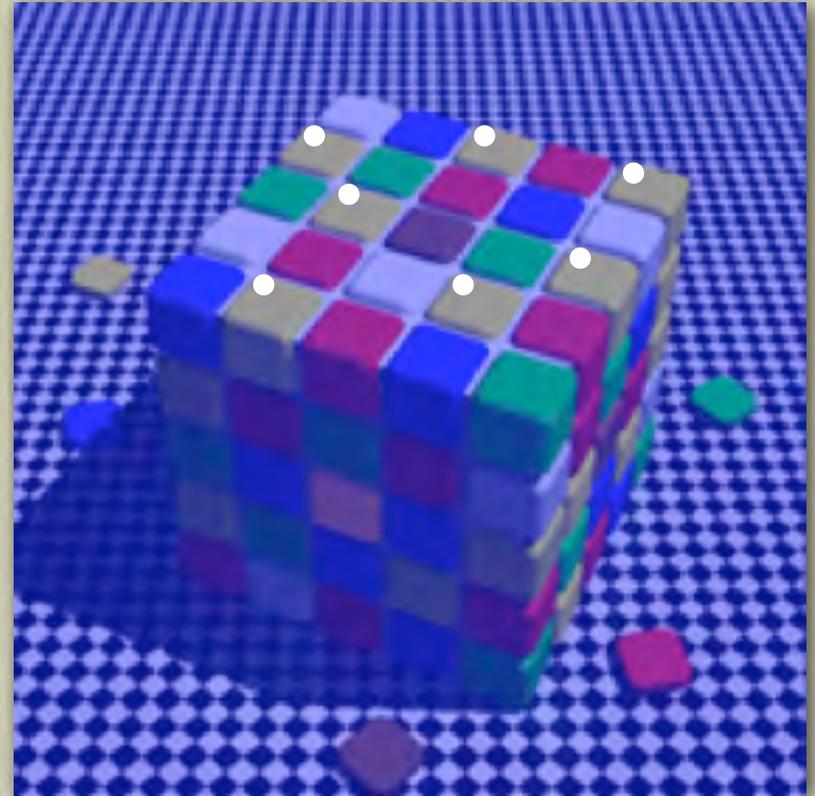
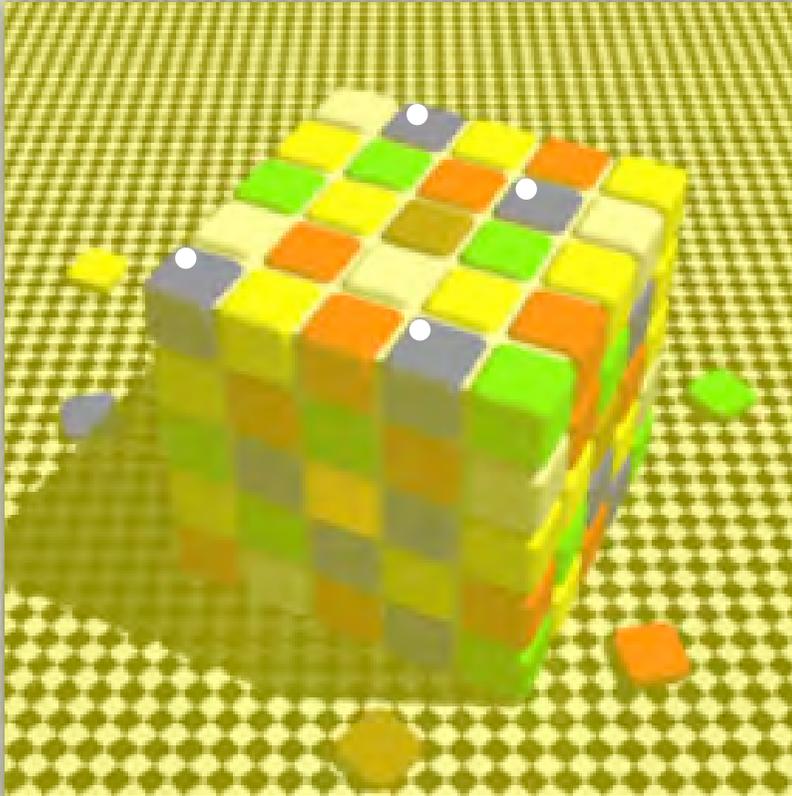
## 黄・青眼鏡を通して眺めるルービックキューブ[1,2]



- 両者が同一のキューブであることは容易に認知可能
- 異なる色を同一と主張し，同一の色を異なると主張する。
- 各パッチが持つ波長（絶対量）だけではなく，各パッチが他のパッチ群とどのようなコントラストを持つのか，が非常に重要

# 色みの偏差とその認知的不変性

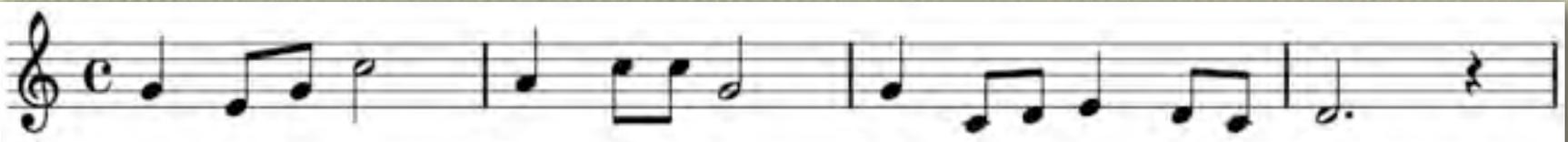
## 黄・青眼鏡を通して眺めるルービックキューブ[1,2]



- 両者が同一のキューブであることは容易に認知可能
- 異なる色を同一と主張し，同一の色を異なると主張する。
- 各パッチが持つ波長（絶対量）だけではなく，各パッチが他のパッチ群とどのようなコントラストを持つのか，が非常に重要

# 音高の偏差とその認知的不変性

## カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]

1 

2 

- 絶対音感者（ドレミは音名）

- 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = レーシレソーミーソソレー

- 言語化可能な相対音感者（ドレミは階名）

- 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = ソーミソドーラードドソー

- 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

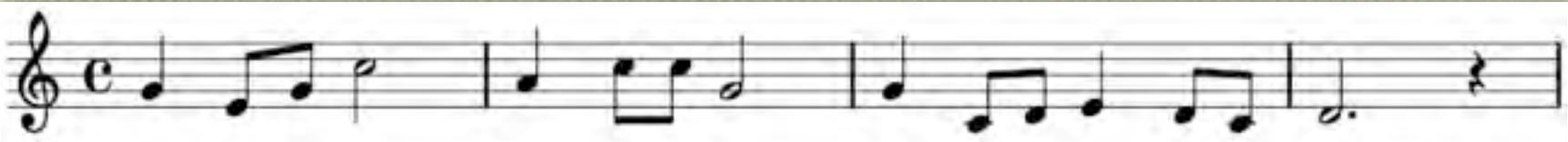
- 1 = ラーラララーラーララー, 2 = ラーラララーラーララー

- 異なる音を同一と主張し, 同一の音を異なると主張する。

- 各音を持つ基本周波数（絶対量）ではなく, 各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか, のみによって決定

# 音高の偏差とその認知的不変性

## カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]

1 

2 

- 絶対音感者（ドレミは音名）

- 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = レーシレソーミーソソレー

- 言語化可能な相対音感者（ドレミは階名）

- 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = ソーミソドーラードドソー

- 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

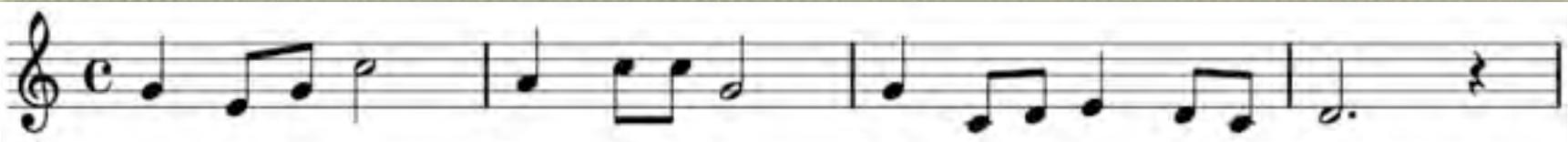
- 1 = ラーラララーラーララー, 2 = ラーラララーラーララー

- 異なる音を同一と主張し, 同一の音を異なると主張する。

- 各音が持つ基本周波数（絶対量）ではなく, 各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか, のみによって決定

# 音高の偏差とその認知的不変性

## カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]

1 

2 

- 絶対音感者（ドレミは音名）

- 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = レーシレソーミーソソレー

- 言語化可能な相対音感者（ドレミは階名）

- 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = ソーミソドーラードドソー

- 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

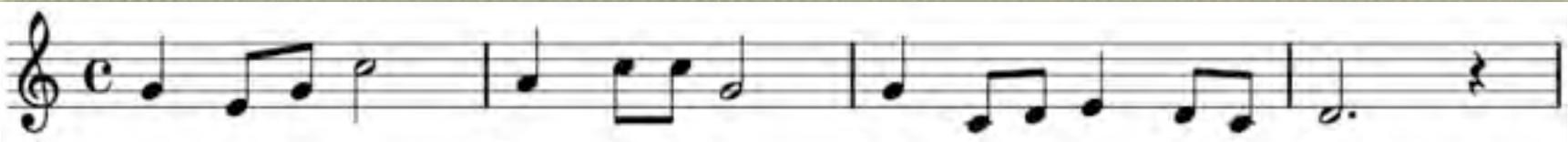
- 1 = ラーラララーラーララー, 2 = ラーラララーラーララー

- 異なる音を同一と主張し, 同一の音を異なると主張する。

- 各音を持つ基本周波数（絶対量）ではなく, 各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか, のみによって決定

# 音高の偏差とその認知的不変性

## カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]

1 

2 

● 絶対音感者（ドレミは音名）

● 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = レーシレソーミーソソレー

● 言語化可能な相対音感者（ドレミは階名）

● 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = ソーミソドーラードドソー

● 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

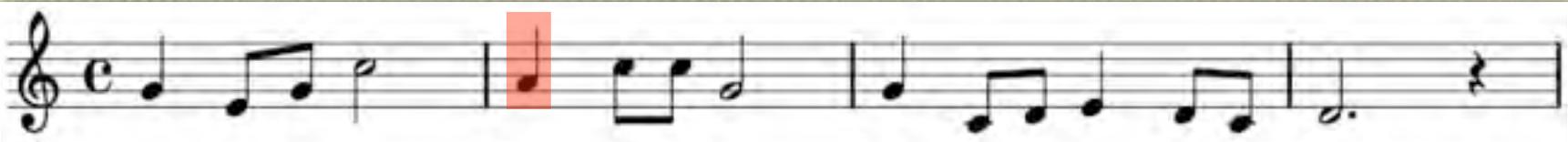
● 1 = ラーラララーラーララー, 2 = ラーラララーラーララー

● 異なる音を同一と主張し, 同一の音を異なると主張する。

● 各音を持つ基本周波数（絶対量）ではなく, 各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか, のみによって決定

# 音高の偏差とその認知的不変性

## カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]

1 

2 

● 絶対音感者（ドレミは音名）

● 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = レーシレソーミーソソレー

● 言語化可能な相対音感者（ドレミは階名）

● 1 = ソーミソドーラードドソー, 2 = ソーミソドーラードドソー

● 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

● 1 = ラーラララーラーラララー, 2 = ラーラララーラーラララー

● 異なる音を同一と主張し, 同一の音を異なると主張する。

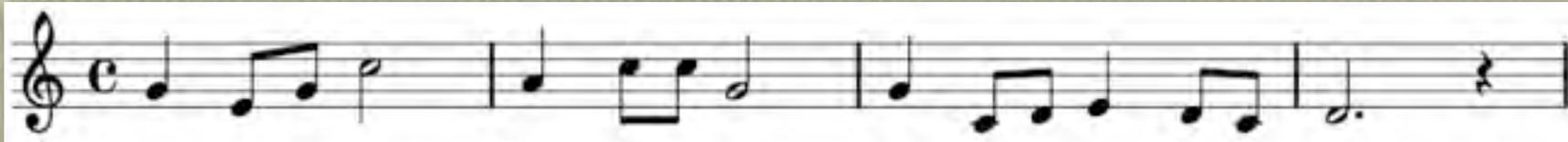
● 各音を持つ基本周波数（絶対量）ではなく, 各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか, のみによって決定



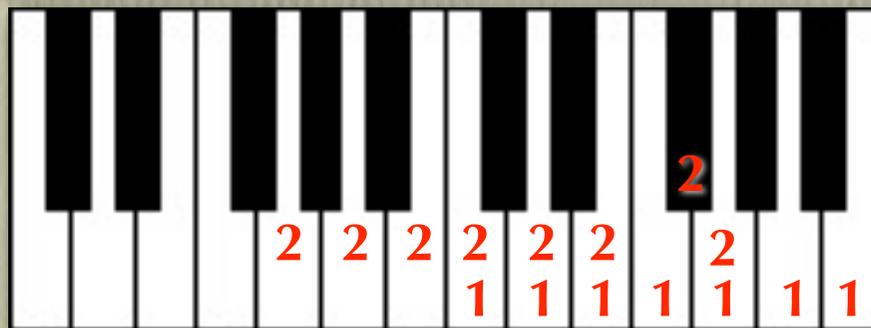
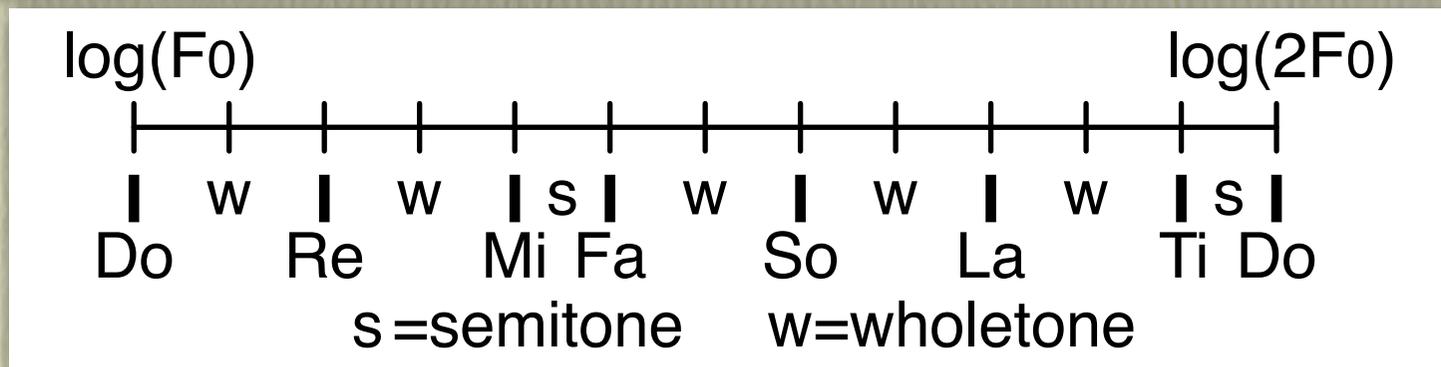
# 音高の偏差とその認知的不変性

カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]

1



2

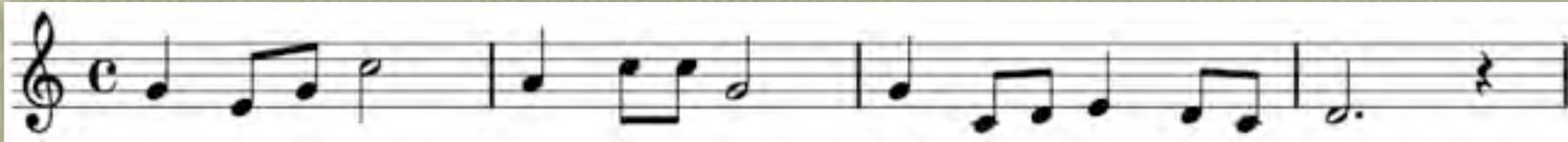


- 各音が持つ基本周波数（絶対量）ではなく、各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか、のみによって決定

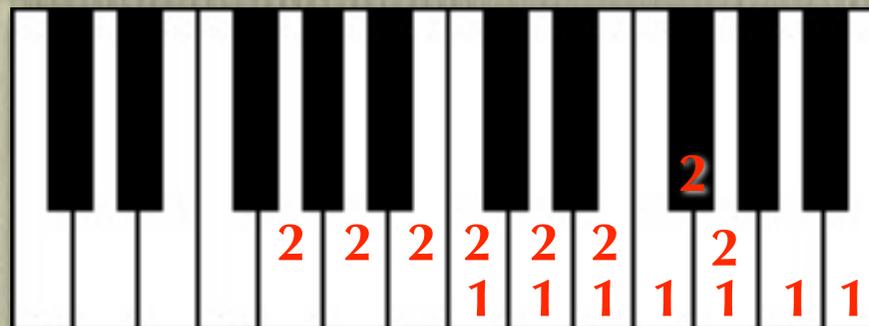
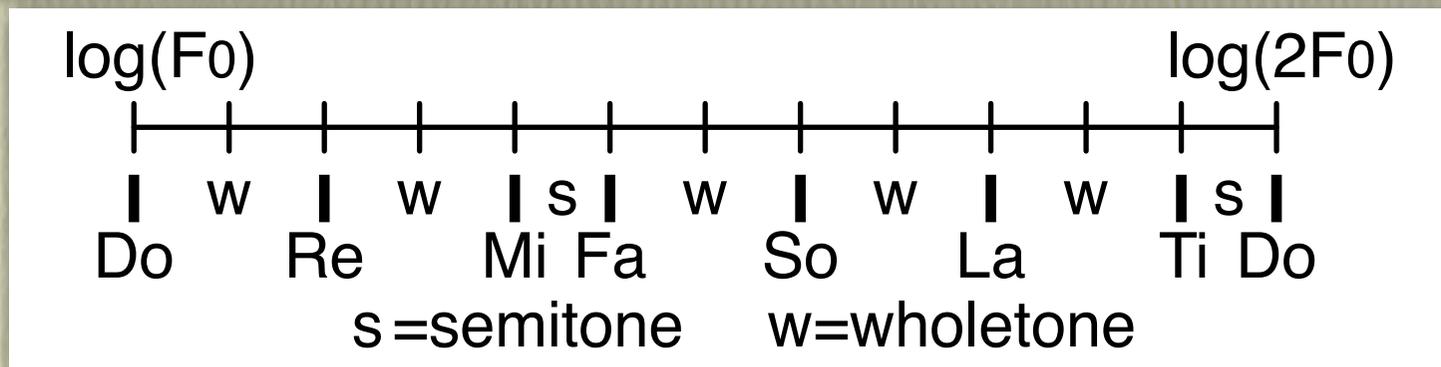
# 音高の偏差とその認知的不変性

カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]

1



2



- 各音が持つ基本周波数（絶対量）ではなく、各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか、のみによって決定

# 音高の偏差とその認知的不変性

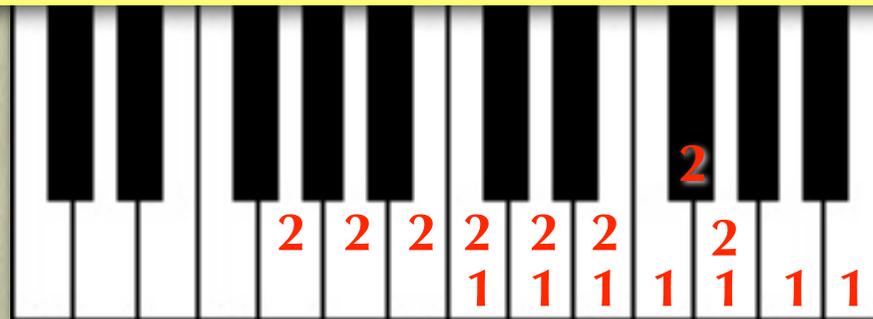
カラオケでキーを上げ下げして曲を聞く [3,4]



$\log(F_0)$

$\log(2F_0)$

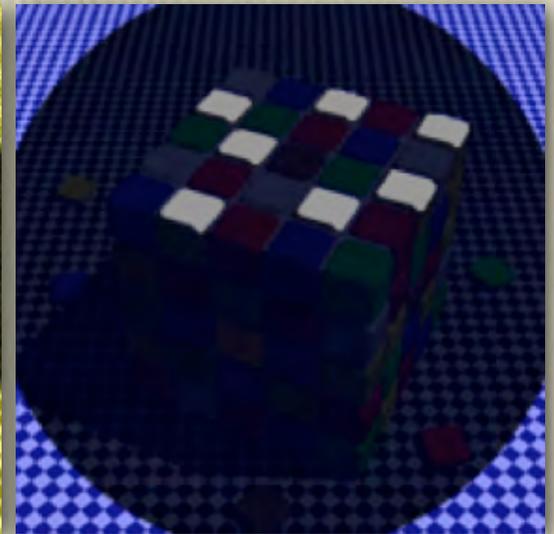
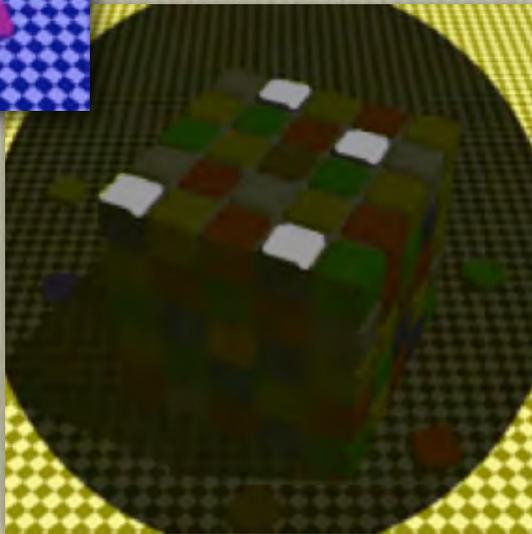
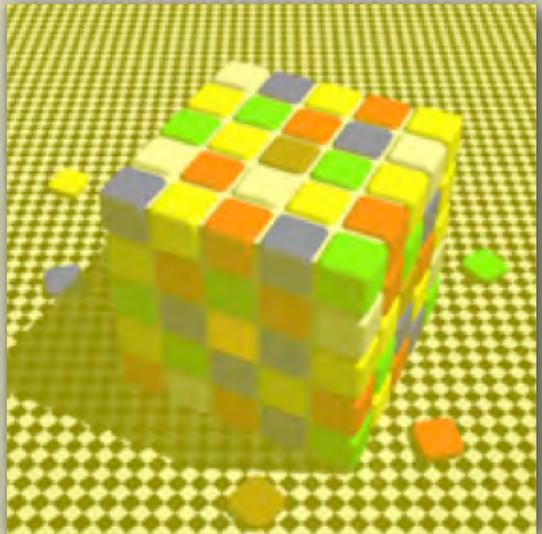
但し，孤立音の同定は不可能  
そこにはコントラストが無いから



- 各音が持つ基本周波数（絶対量）ではなく，各音が他の音群とどのようなコントラストを持つのか，のみによって決定

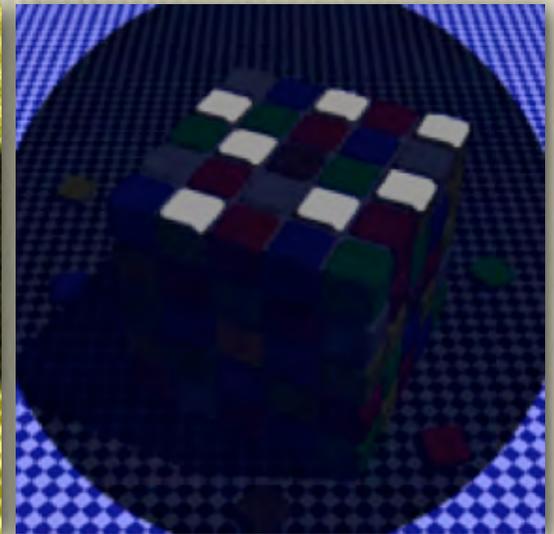
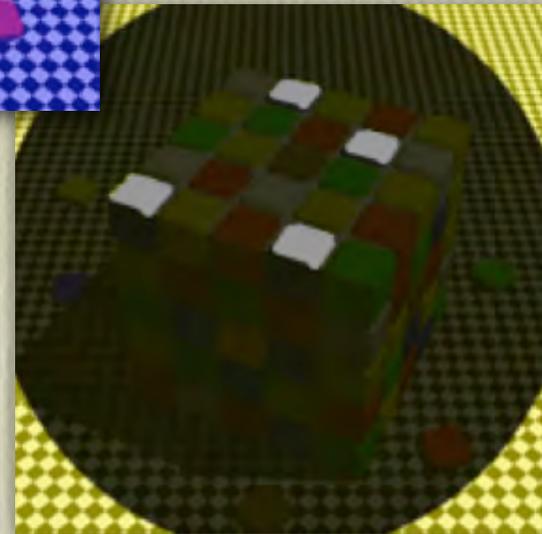
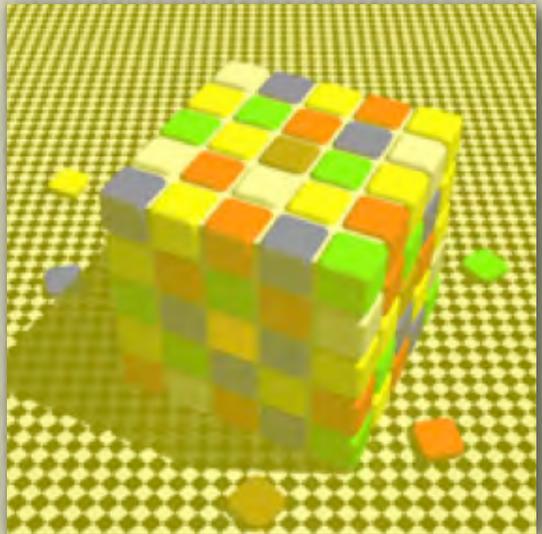
# 生物が獲得した静的バイアス除去術

色の恒常的・不変的認知はどこまで遡れるのか？ [5]



# 生物が獲得した静的バイアス除去術

色の恒常的・不変的認知はどこまで遡れるのか？ [5]



# 生物が獲得した静的バイアス除去術

音高の恒常的・不変的認知はどこまで遡れるのか？ [6]

1



2

$$1 = 2$$



# 生物が獲得した静的バイアス除去術

音高の恒常的・不変的認知はどこまで遡れるのか？ [6]

1 

2 

$$1 = 2$$



# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



(写真提供ATR)

# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



身長236cm



身長73cm

(推測イメージ)

# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



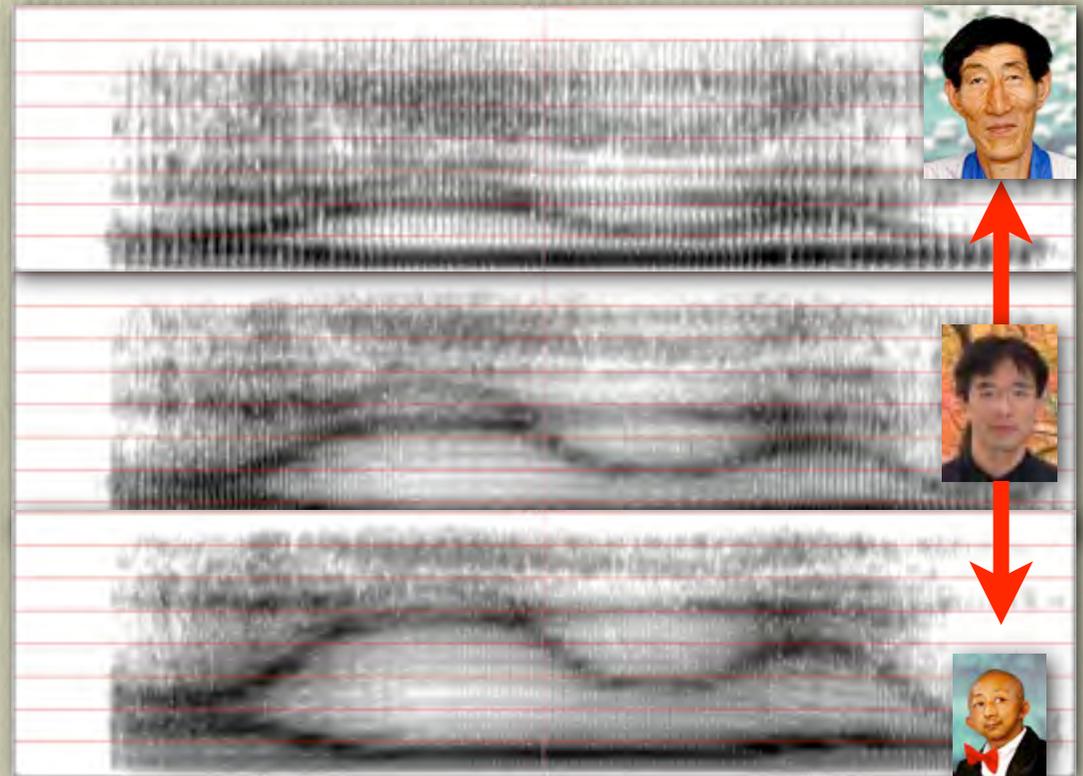
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



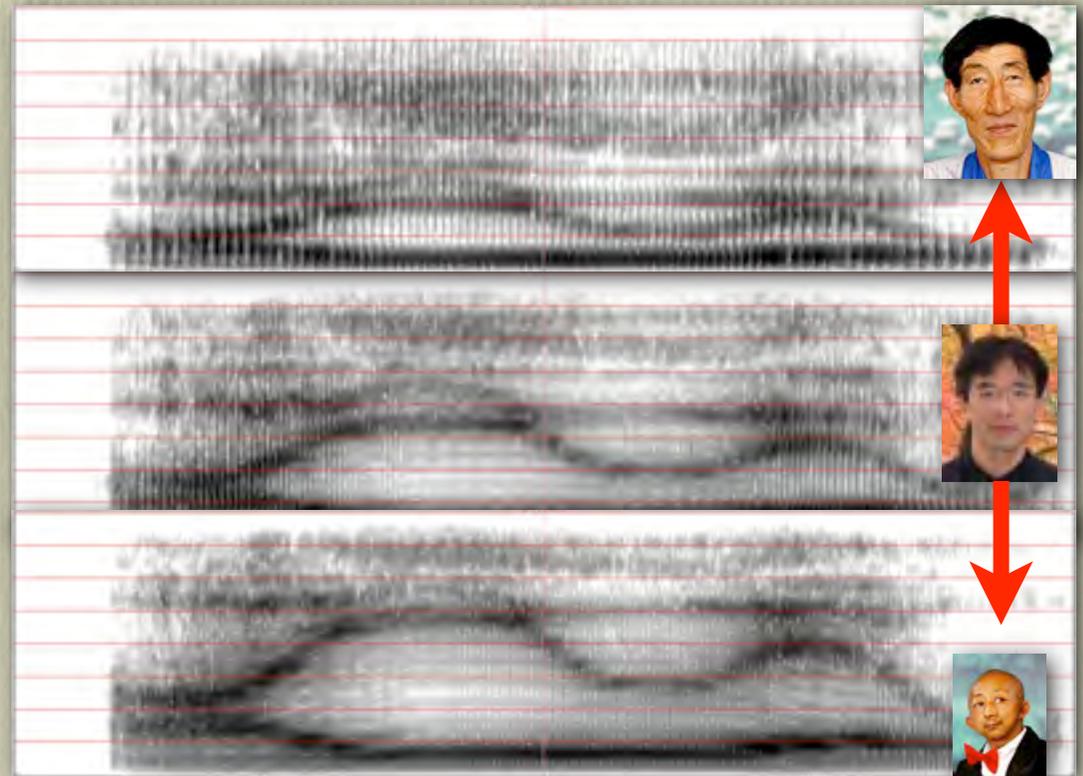
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



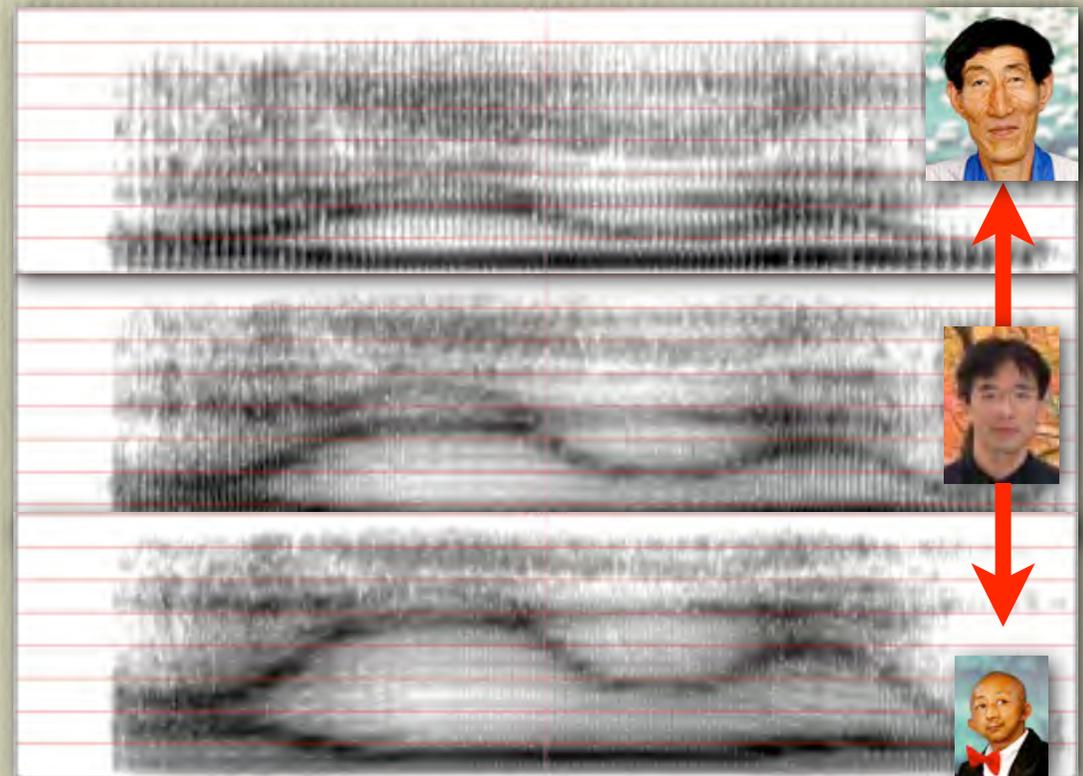
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



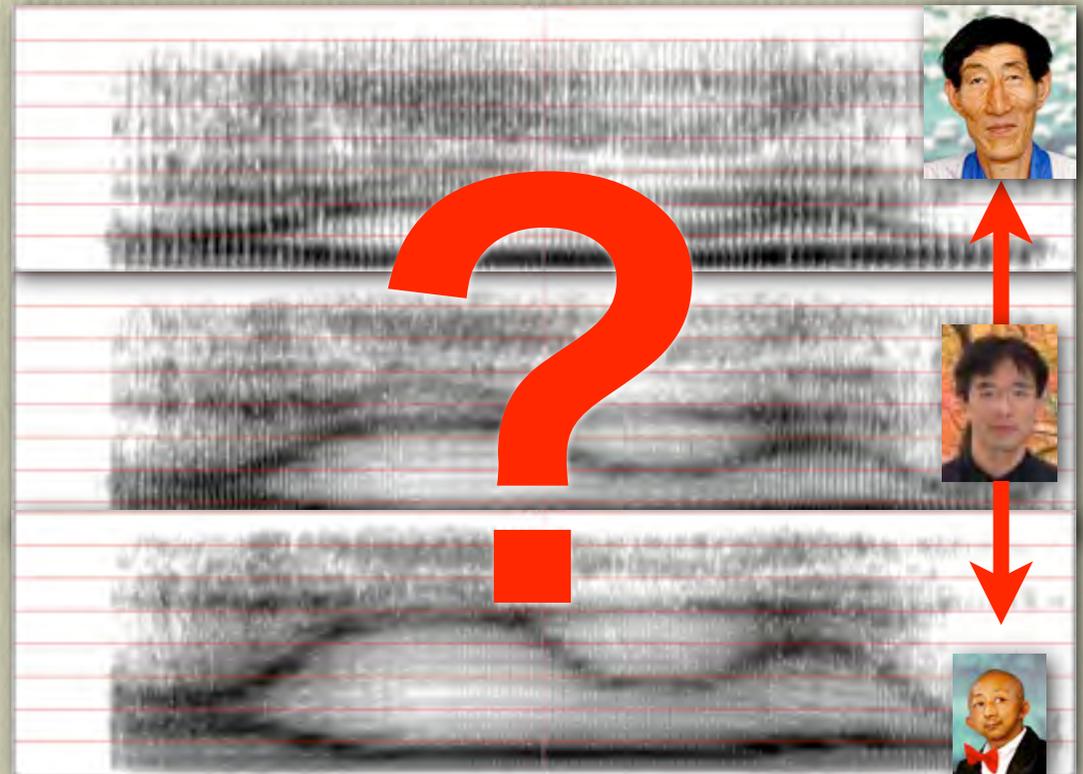
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



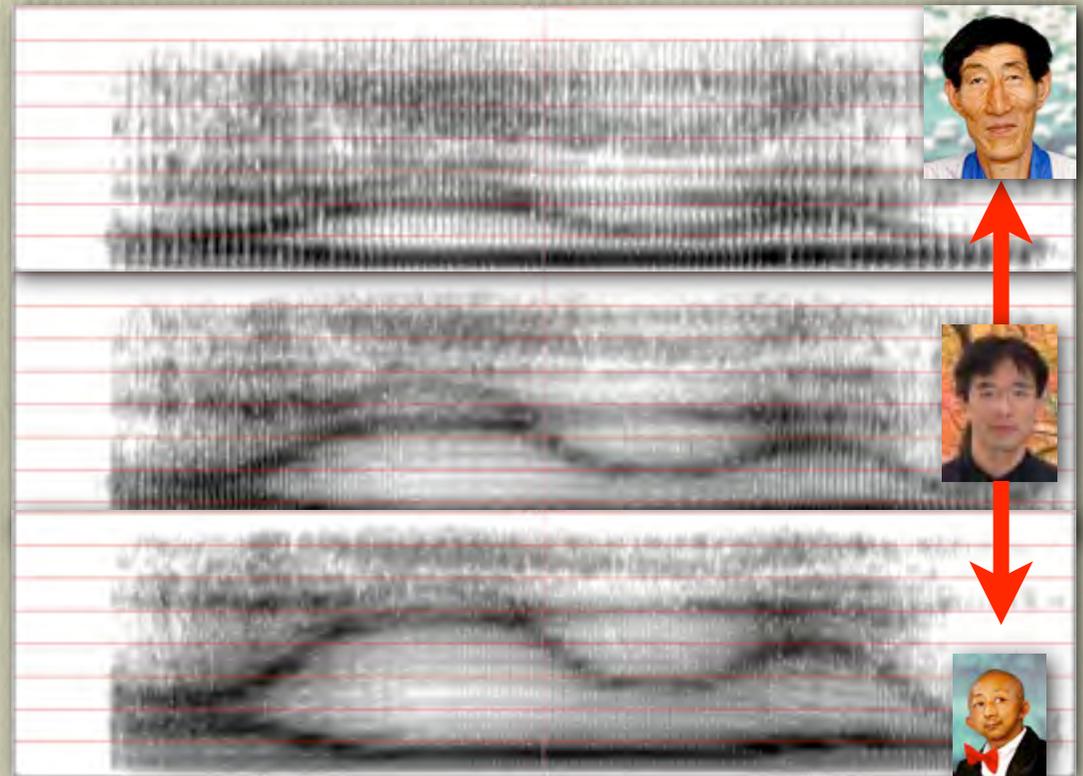
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



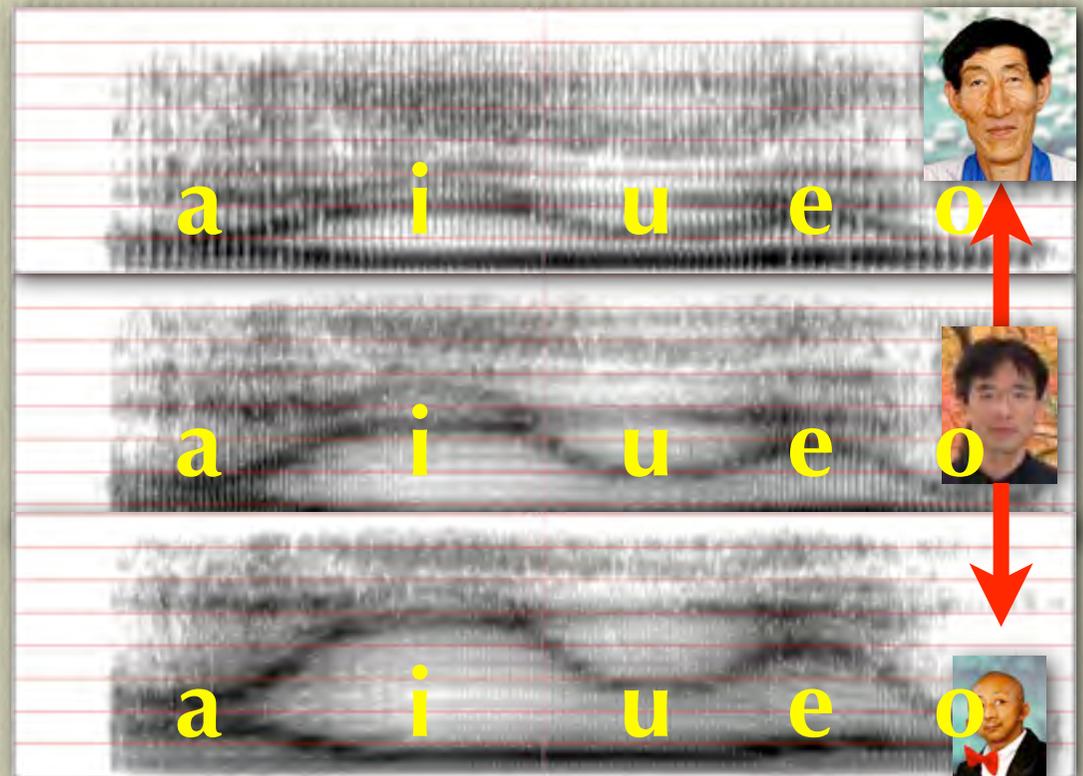
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



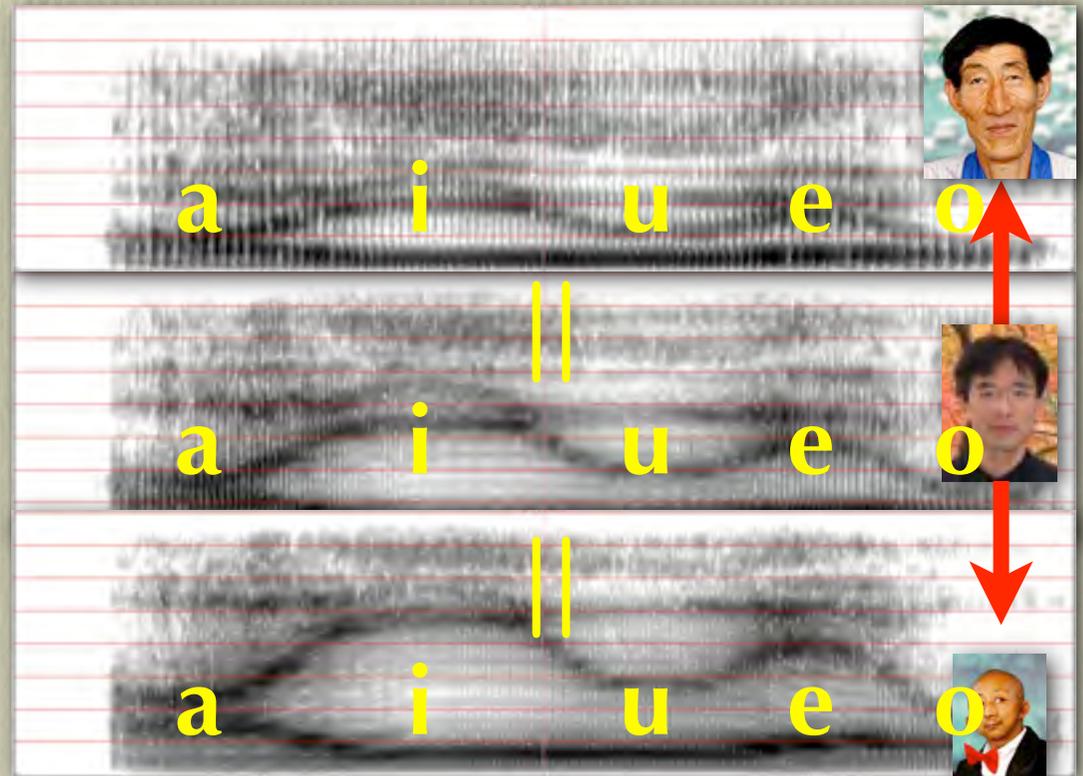
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



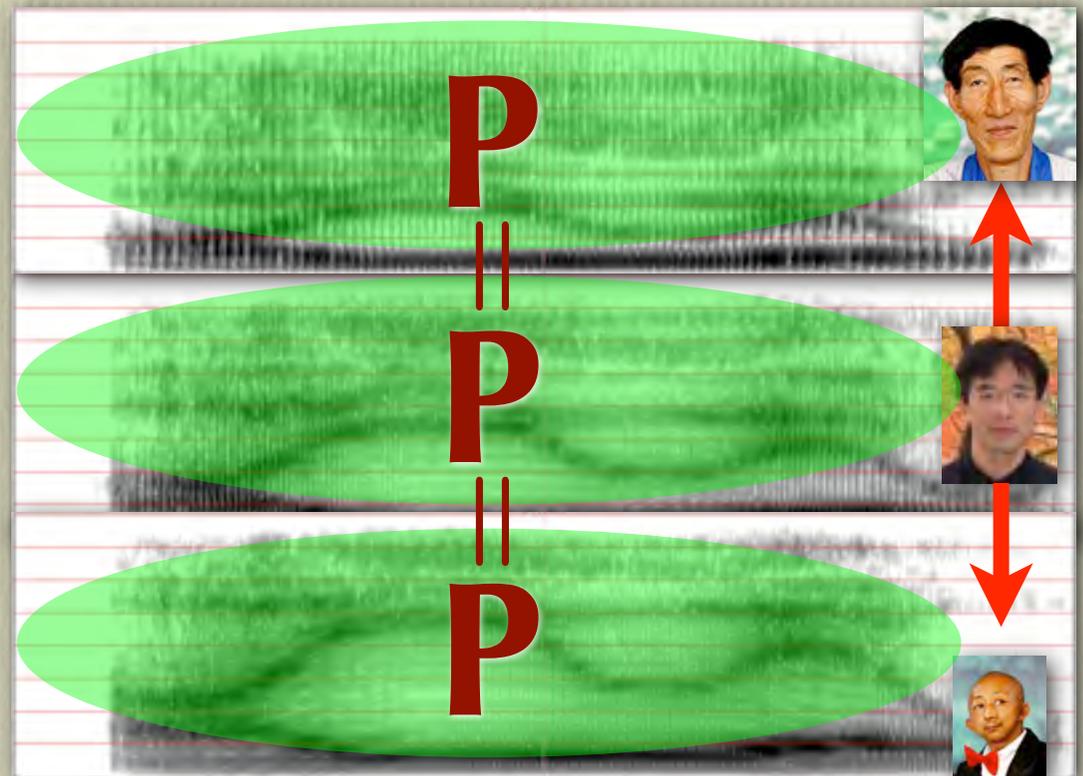
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



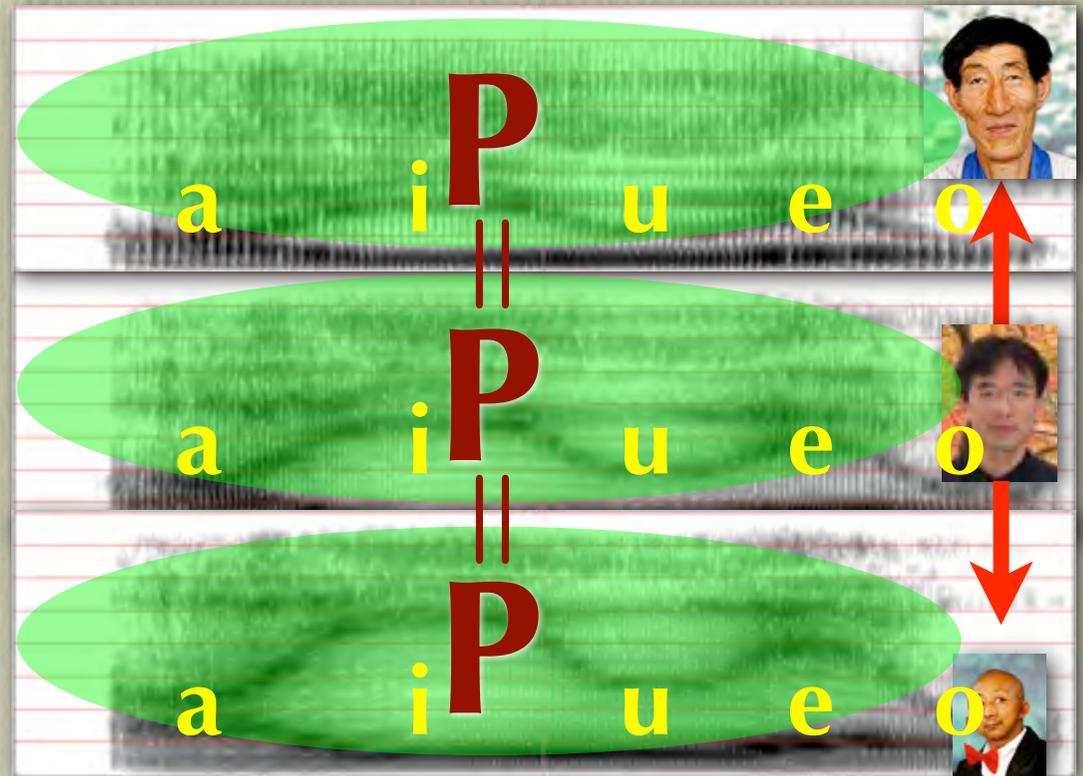
# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音高の静的偏差を生み出す要因

● 男女の音高偏差 = 声帯の長さ・重さの性差

## 音色の静的偏差を生み出す要因

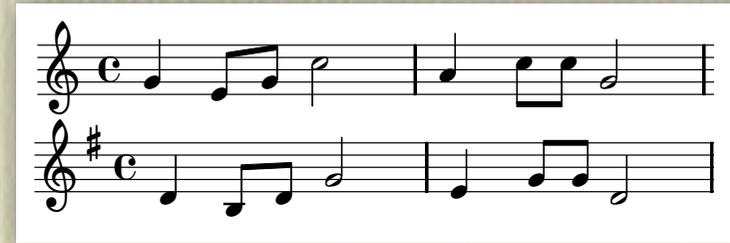
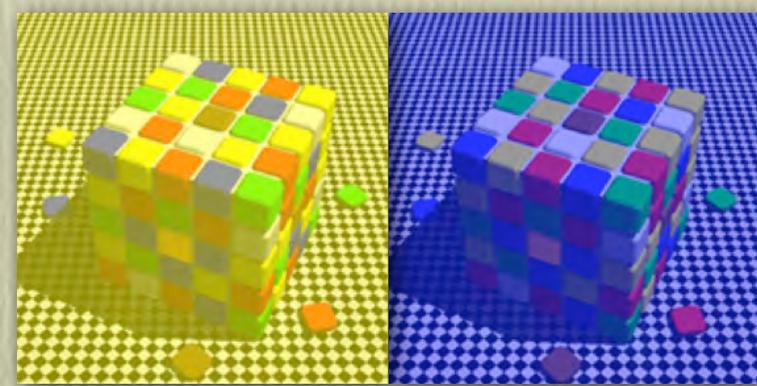
● 男女の音色偏差 = 声道の形状（主に長さ）の性差



# 音色の偏差とその認知的不変性

## 色み・音高の恒常・不変的認知

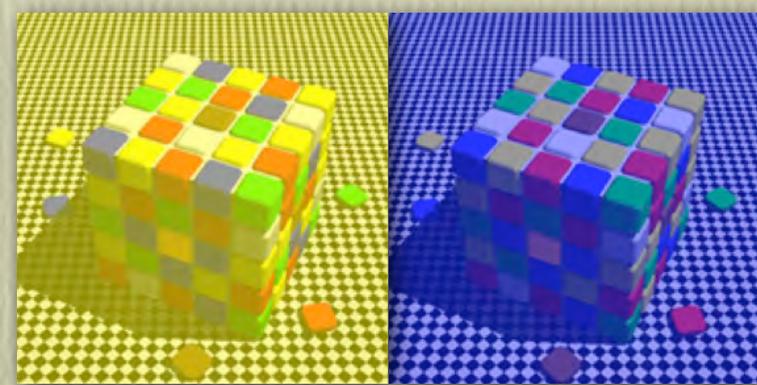
- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

## 色み・音高の恒常・不変的認知

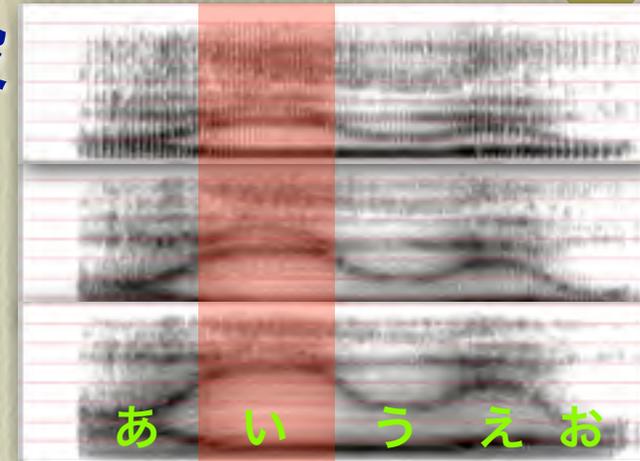
- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音色の偏差に対する工学的な常套手段

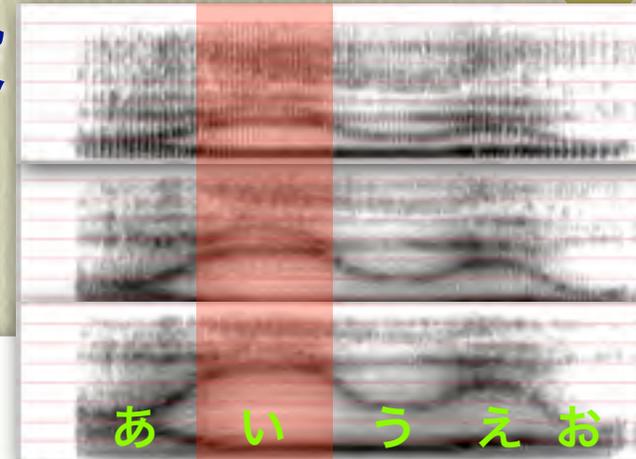
- 音声ストリームを要素列として表象し、
- 個々の要素の統計モデルを作る。



# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音色の偏差に対する工学的な常套手段

- 音声ストリームを要素列として表象し、
- 個々の要素の統計モデルを作る。

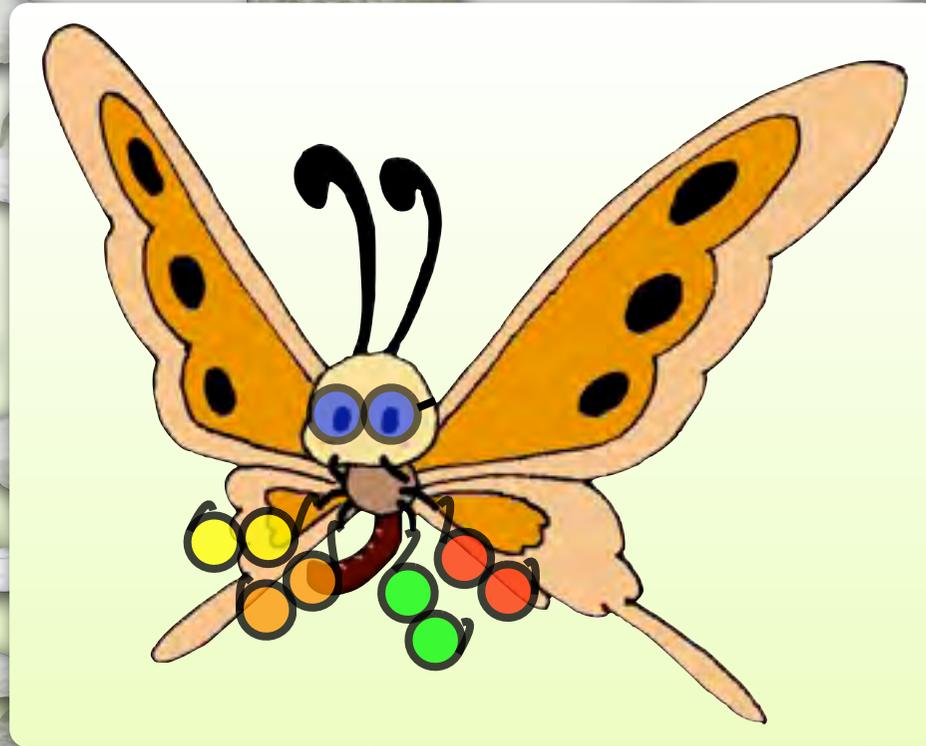
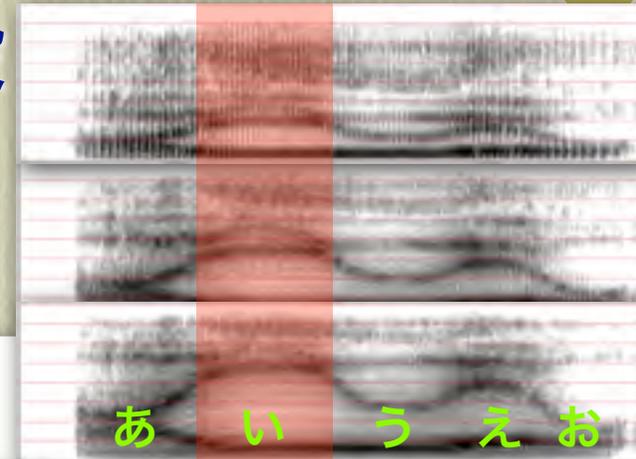


数千～数十万

# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音色の偏差に対する工学的な常套手段

- 音声ストリームを要素列として表象し、
- 個々の要素の統計モデルを作る。

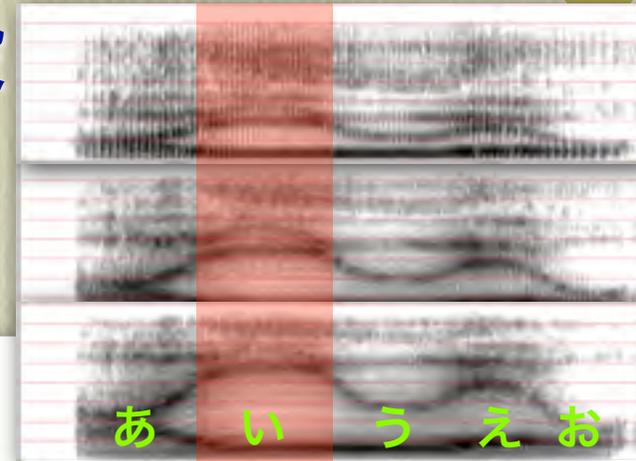


数千～数十万

# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音色の偏差に対する工学的な常套手段

- 音声ストリームを要素列として表象し、
- 個々の要素の統計モデルを作る。

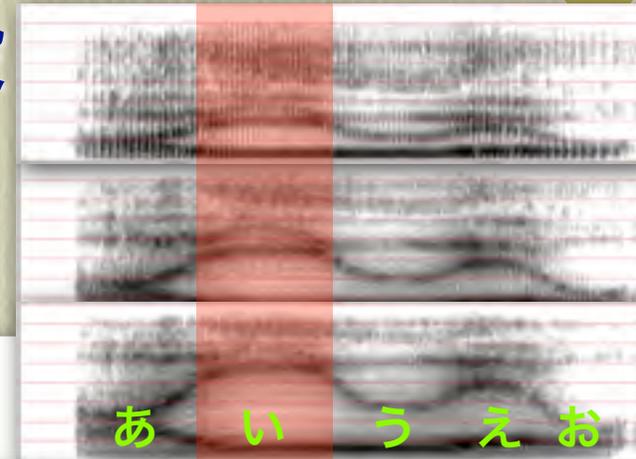


数千～数十万

# 音色の偏差とその認知的不変性

## 音色の偏差に対する工学的な常套手段

- 音声ストリームを要素列として表象し、
- 個々の要素の統計モデルを作る。



二、二、万

# 幼児の言語獲得と音声模倣

**音声模倣 = 親の発声行為を子が積極的に模倣する行為**

- これを通して幼児は言語を獲得する[7]
- 動物学的には非常に稀な行為。霊長類では人間だけ[8]
- 他の動物では小鳥, クジラ, イルカくらいか[10]

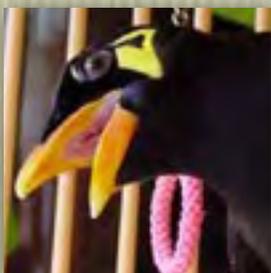
**動物の模倣 = 声帯模写, ヒトの音声模倣 ≠ 声帯模写**

● 九官鳥の音声模倣[9]

- 車, ドア, 椅子, 犬, 猫, 音を真似る。人の声も音でしかない。
- 良い九官鳥を聞くと, 飼い主が分かる。

● 幼児の音声模倣

- 動物学的には**奇妙な**模倣行為[10]
- いくら良い子でも, 声から父親を割り出せずにお巡りさんは困る。



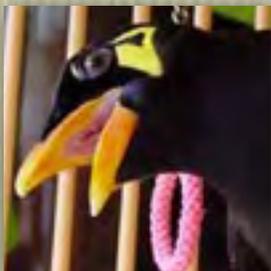
# 幼児の言語獲得と音声模倣

**音声模倣 = 親の発声行為を子が積極的に模倣する行為**

- これを通して幼児は言語を獲得する[7]
- 動物学的には非常に稀な行為。霊長類では人間だけ[8]
- 他の動物では小鳥, クジラ, イルカくらいか[10]

**動物の模倣 = 声帯模写, ヒトの音声模倣 ≠ 声帯模写**

- 九官鳥の音声模倣[9]
  - 車, ドア, 椅子, 犬, 猫, 音を真似る。人の声も音でしかない。
  - 良い九官鳥を聞くと, 飼い主が分かる。
- 幼児の音声模倣
  - 動物学的には**奇妙な**模倣行為[10]
  - いくら良い子でも, 声から父親を割り出せずにお巡りさんは困る。



# 幼児の言語獲得と音声模倣

親の発声 → 音韻同定 → 音韻列 → 個々の音韻を発声



→ /おはよう/ →



- 音韻意識が希薄 / しり取りも出来ない。

## 発達心理学からの回答

- 幼児は語全体の語形・音形・枠組み・ゲシュタルトを獲得し、その後、個々の分節音を獲得する[7,12,13]
- 語ゲシュタルトには話者の情報は含まれない。話者不変量
  - if not, 幼児は動物のように音声模倣をすることになる。
- 語ゲシュタルトの物理的・音響的定義は何か？
  - 峯松が問いかけた心理学者で答えた者はいない。

# 幼児の言語獲得と音声模倣

親の発声 → 音韻同定 → 音韻列 → 個々の音韻を発声



/おはよう/



- 音韻意識が希薄 / しり取りも出来ない。

## 発達心理学からの回答

- 幼児は語全体の語形・音形・枠組み・ゲシュタルトを獲得し、その後、個々の分節音を獲得する[7,12,13]
- 語ゲシュタルトには話者の情報は含まれない。話者不変量
  - if not, 幼児は動物のように音声模倣をすることになる。
- 語ゲシュタルトの物理的・音響的定義は何か？
  - 峯松が問いかけた心理学者で答えた者はいない。

# 幼児の言語獲得と音声模倣

親の発声 → 音韻同定 → 音韻列 → 個々の音韻を発声



- 音韻意識が希薄 / しり取りも出来ない。

## 発達心理学からの回答

- 幼児は語全体の語形・音形・枠組み・ゲシュタルトを獲得し、その後、個々の分節音を獲得する[7,12,13]
- 語ゲシュタルトには話者の情報は含まれない。話者不変量
  - if not, 幼児は動物のように音声模倣をすることになる。
- 語ゲシュタルトの物理的・音響的定義は何か？
  - 峯松が問いかけた心理学者で答えた者はいない。

# 幼児の言語獲得と音声模倣

親の発声 → 音韻同定 → 音韻列 → 個々の音韻を発声



- 音韻意識が希薄 / しり取りも出来ない。

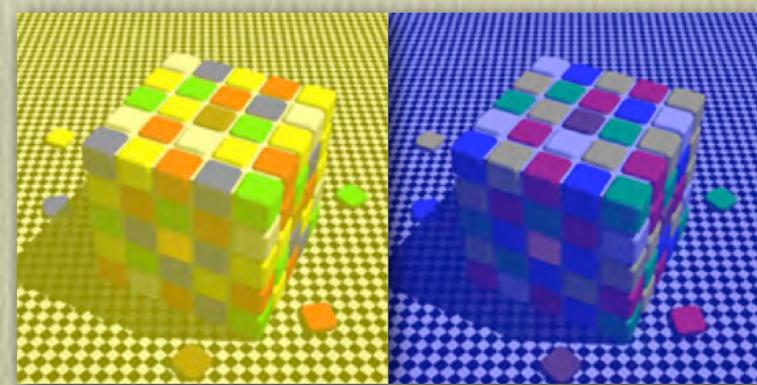
## 発達心理学からの回答

- 幼児は語全体の語形・音形・枠組み・ゲシュタルトを獲得し、その後、個々の分節音を獲得する[7,12,13]
- 語ゲシュタルトには話者の情報は含まれない。話者不変量
  - if not, 幼児は動物のように音声模倣をすることになる。
- 語ゲシュタルトの物理的・音響的定義は何か？
  - 峯松が問いかけた心理学者で答えた者はいない。

# 音色の偏差とその認知的不変性

## 色み・音高の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

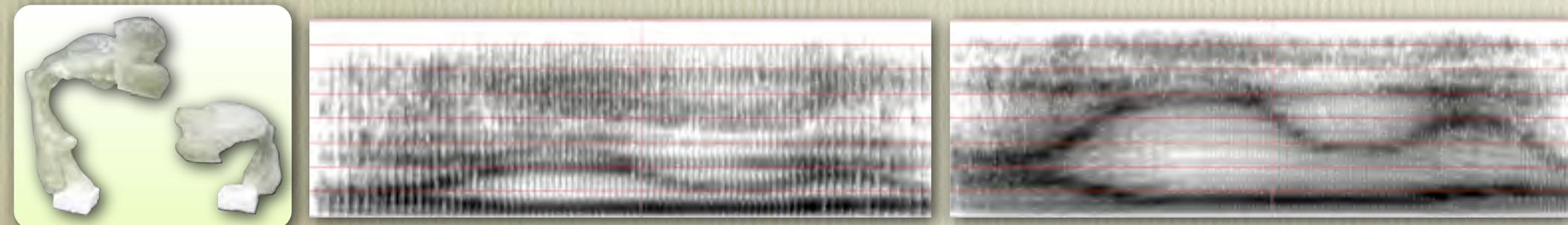
## 色み・音高の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



## 音色の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

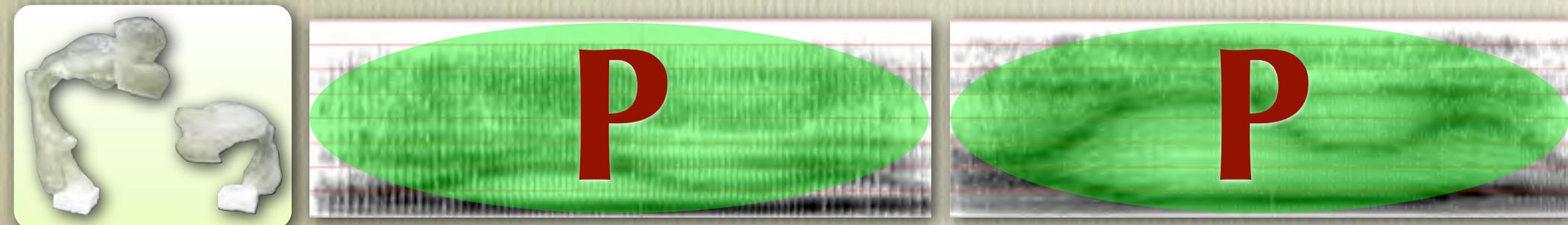
## 色み・音高の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



## 音色の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

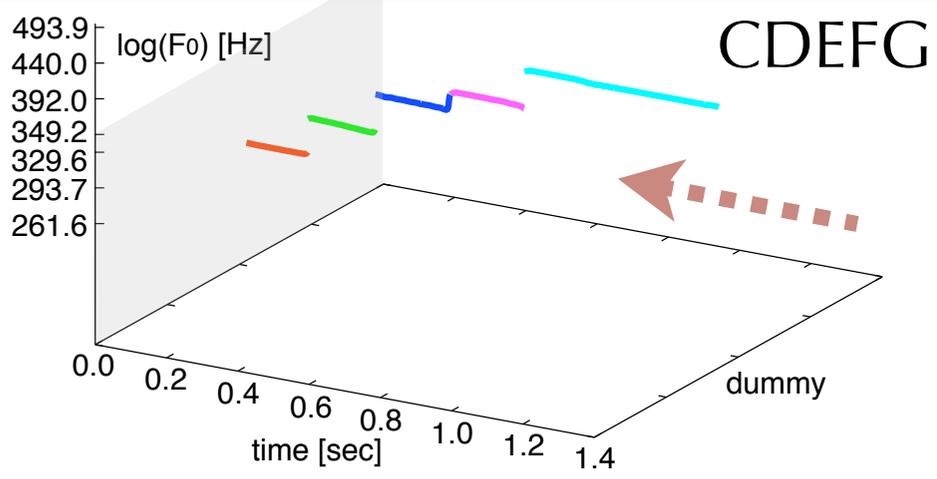
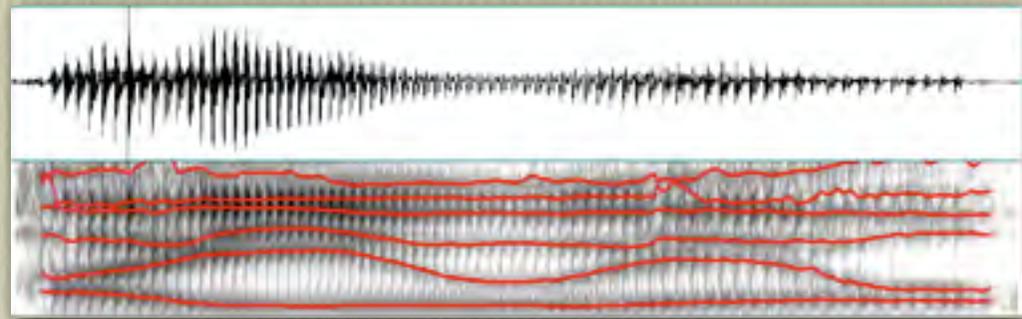
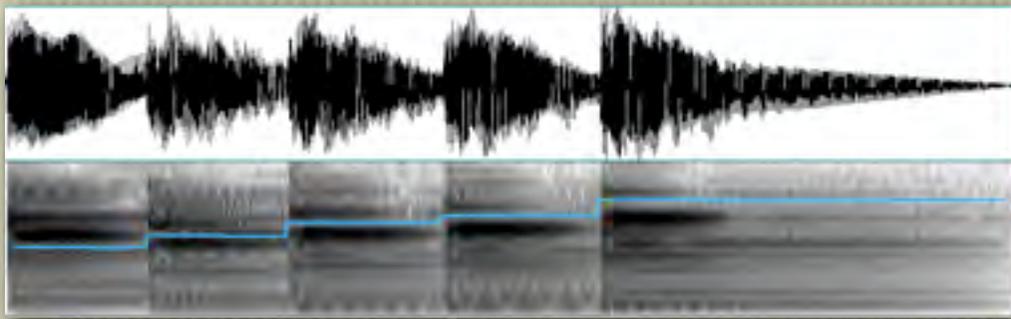
## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

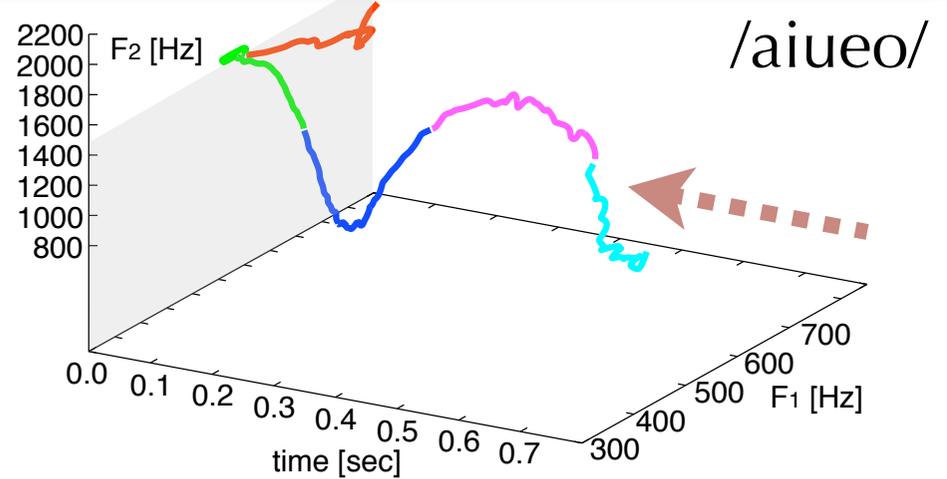
## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

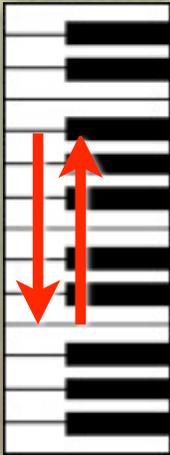
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感



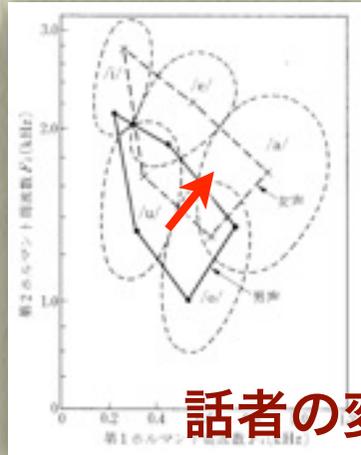
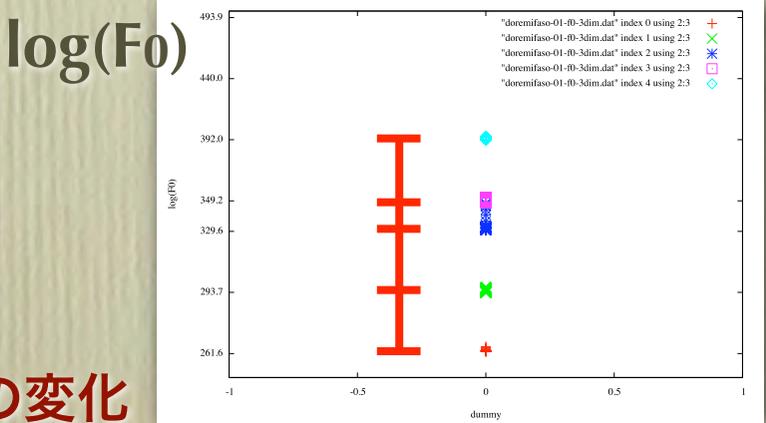
音高の動的変化パターン



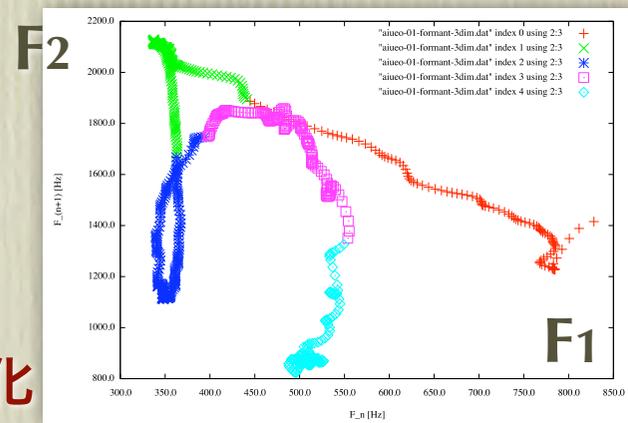
音色の動的変化パターン



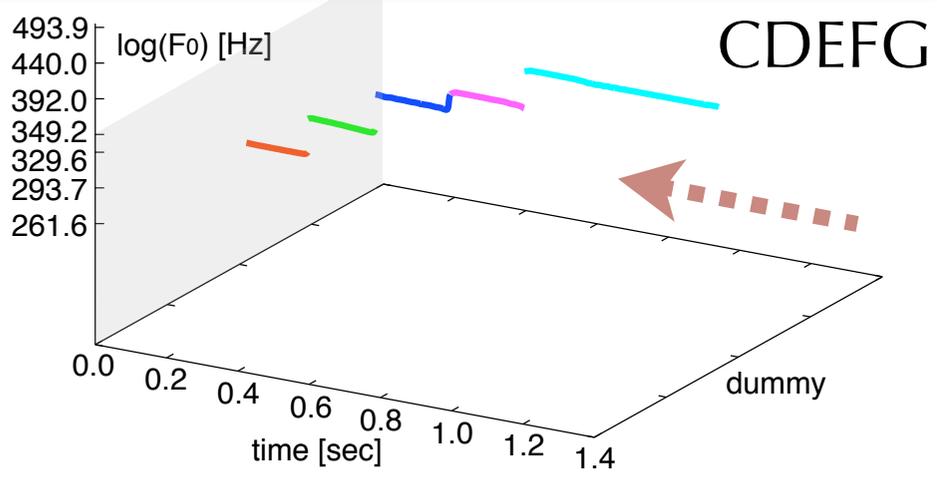
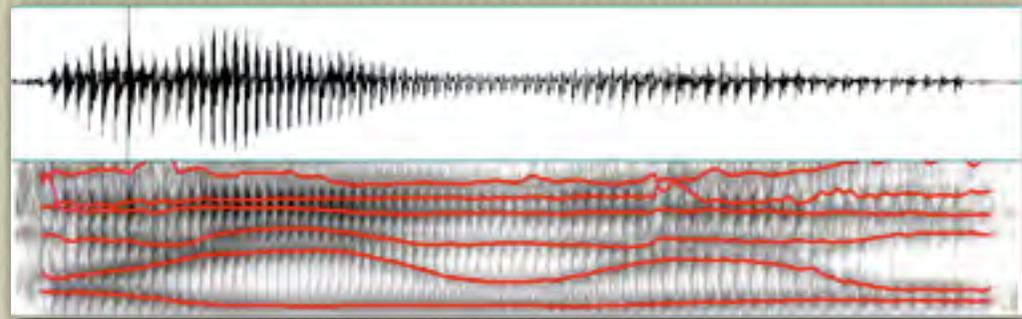
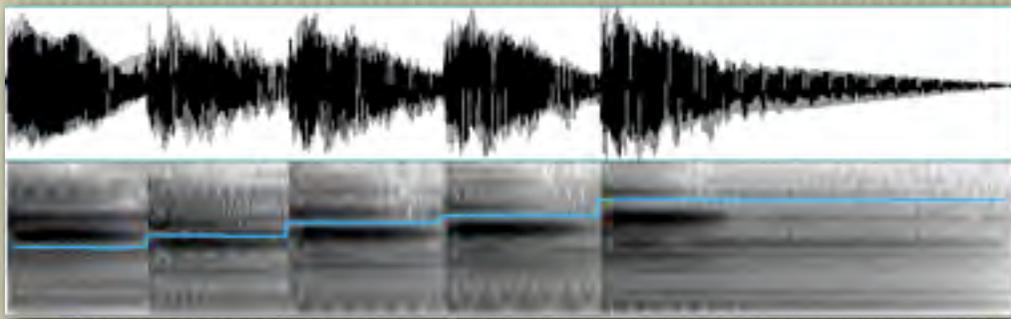
調の変化



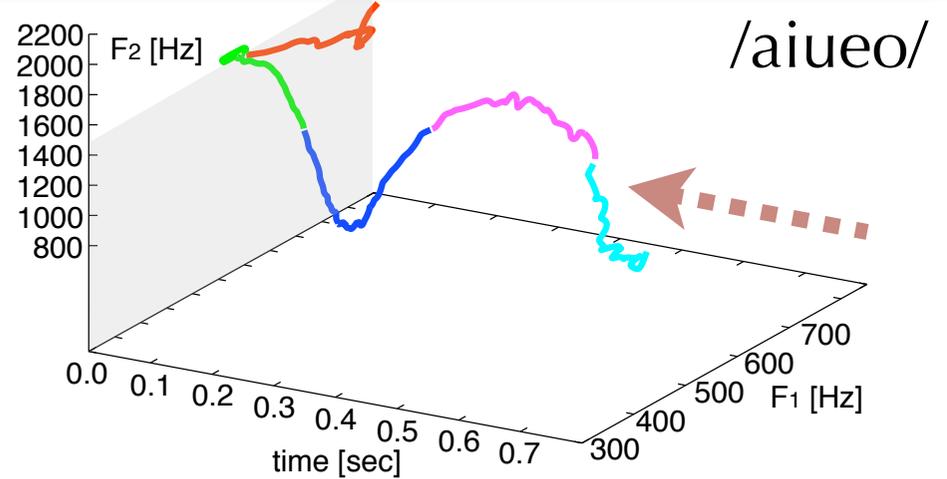
話者の変化



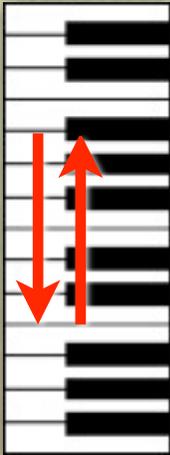
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感



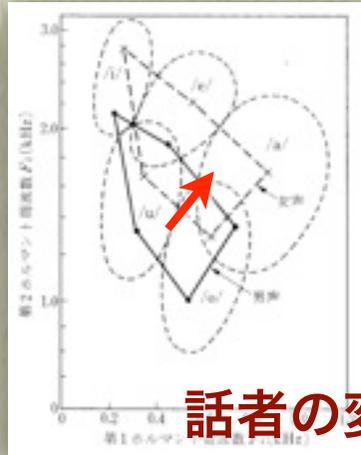
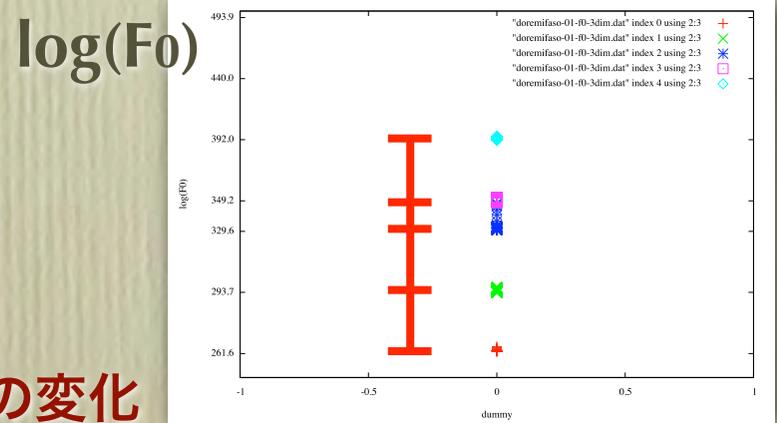
音高の動的変化パターン



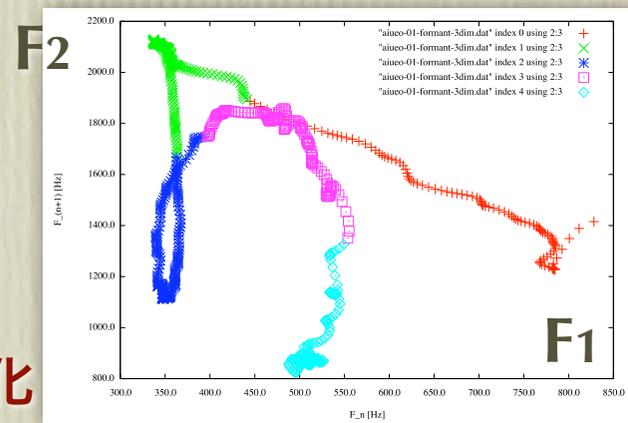
音色の動的変化パターン



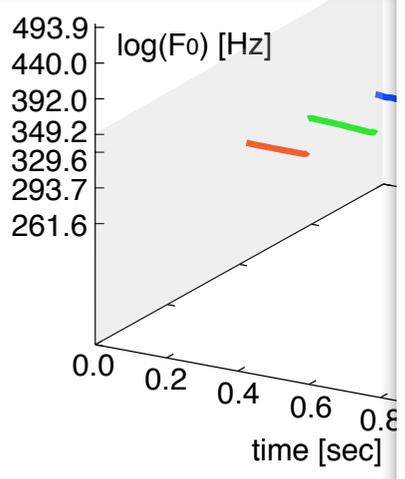
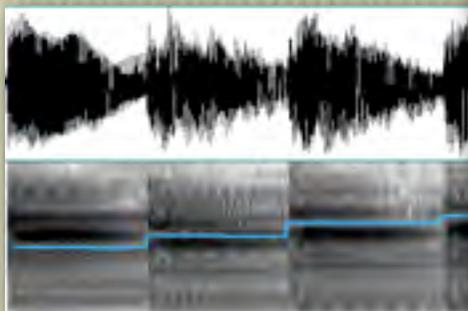
調の変化



話者の変化



# 音声の構造的な特色 / 文脈の相対音感

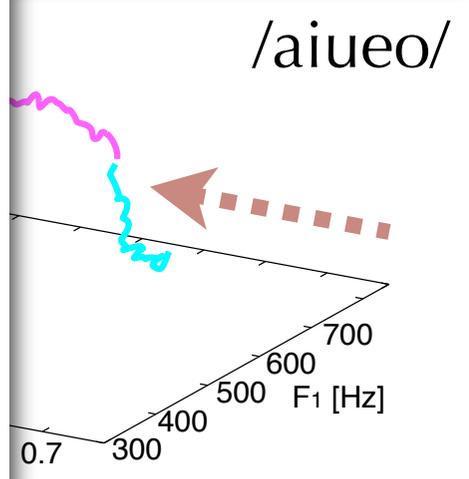
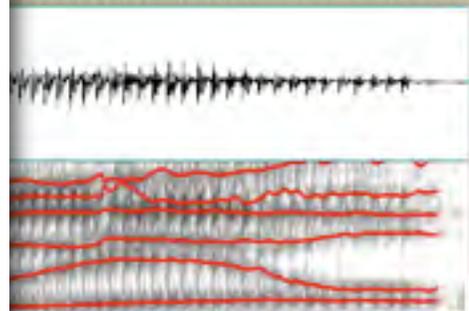
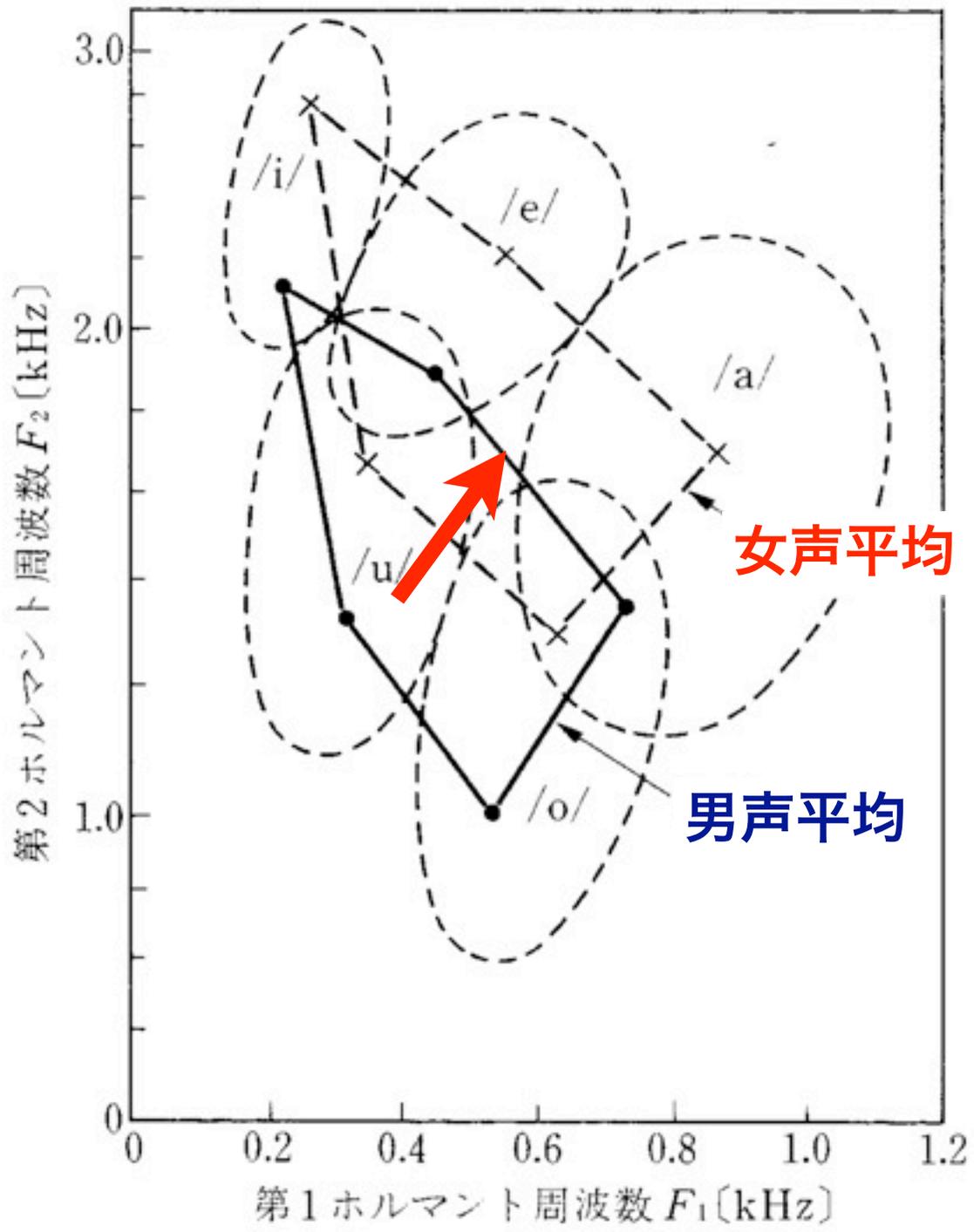


音高

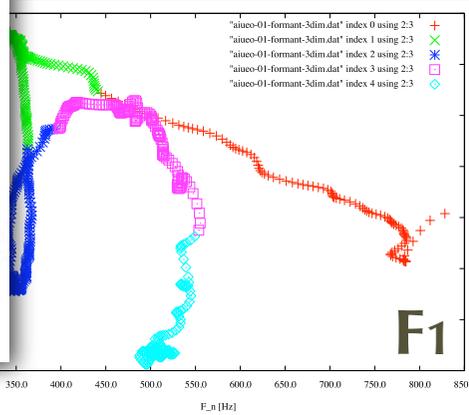
$\log(F_0)$



調の変化

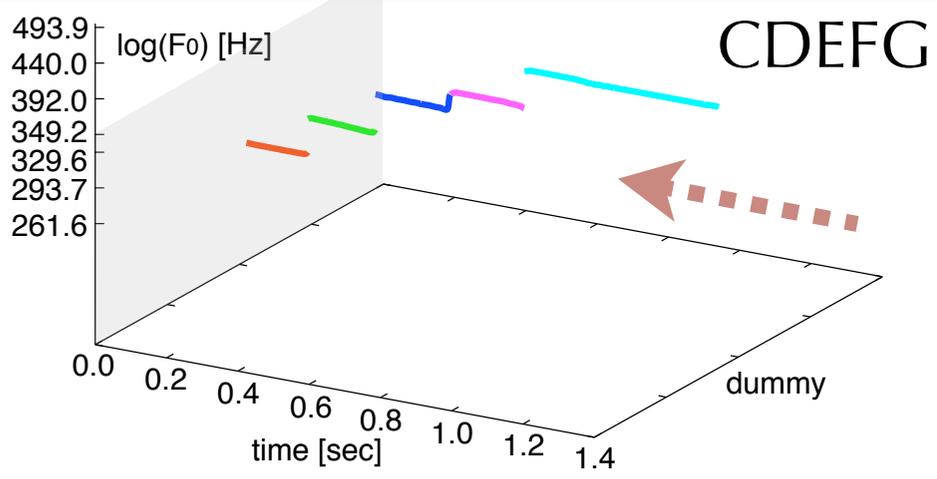
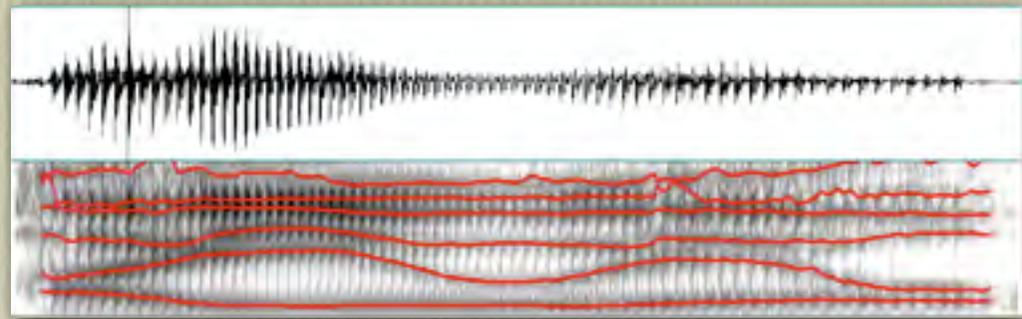
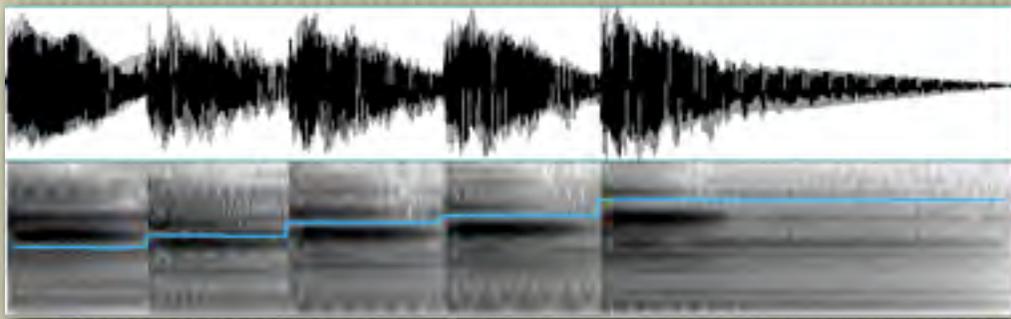


動的変化パターン

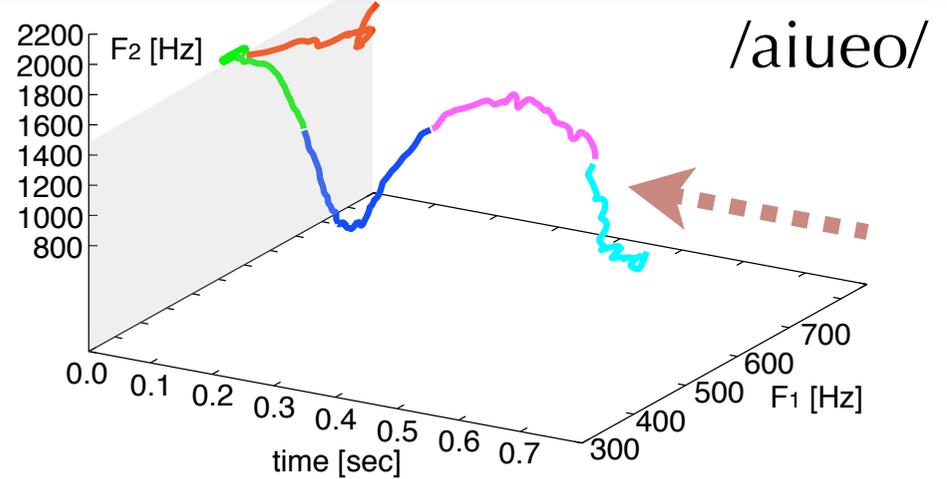


話者の変化

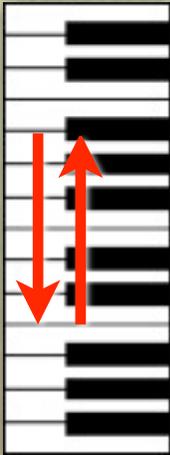
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感



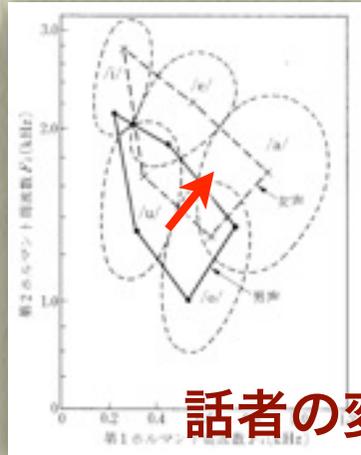
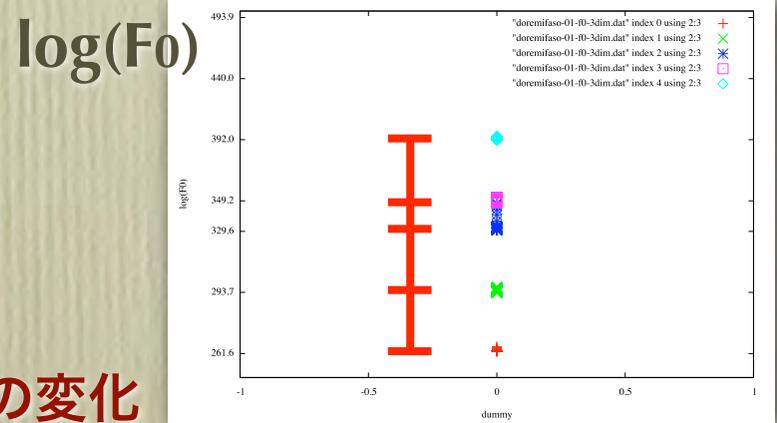
音高の動的変化パターン



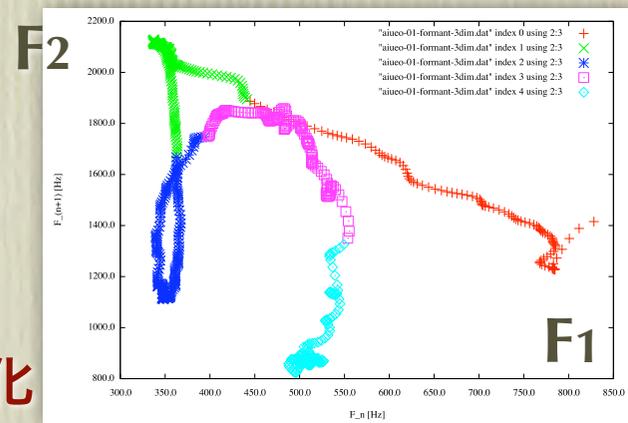
音色の動的変化パターン



調の変化



話者の変化

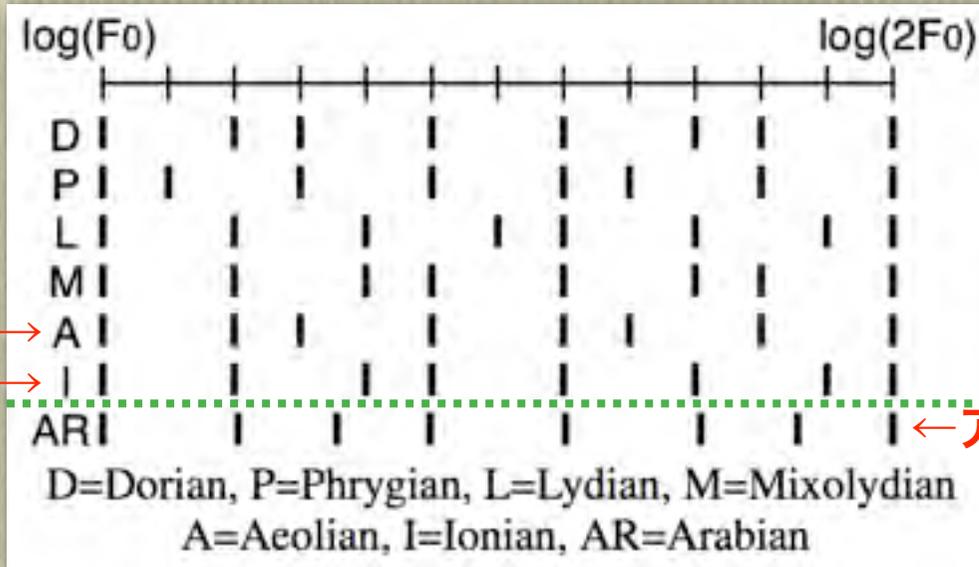






# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 音楽における調不変の音配置とその変種

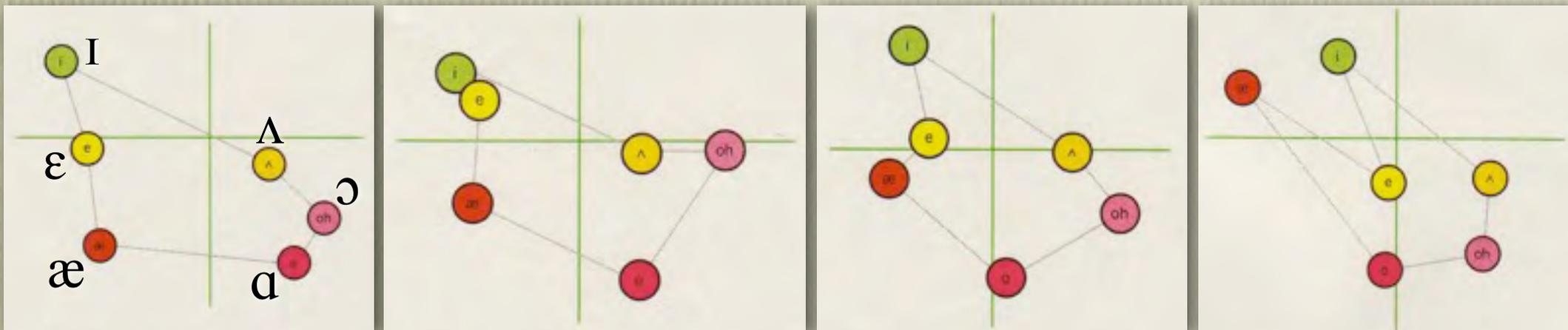


- 西洋音楽 = 5全音 + 2半音
- 種々の配置 = 教会音楽
- 民族音楽には半音以外の配置

短調 →  
 長調 →

← アラビア音階

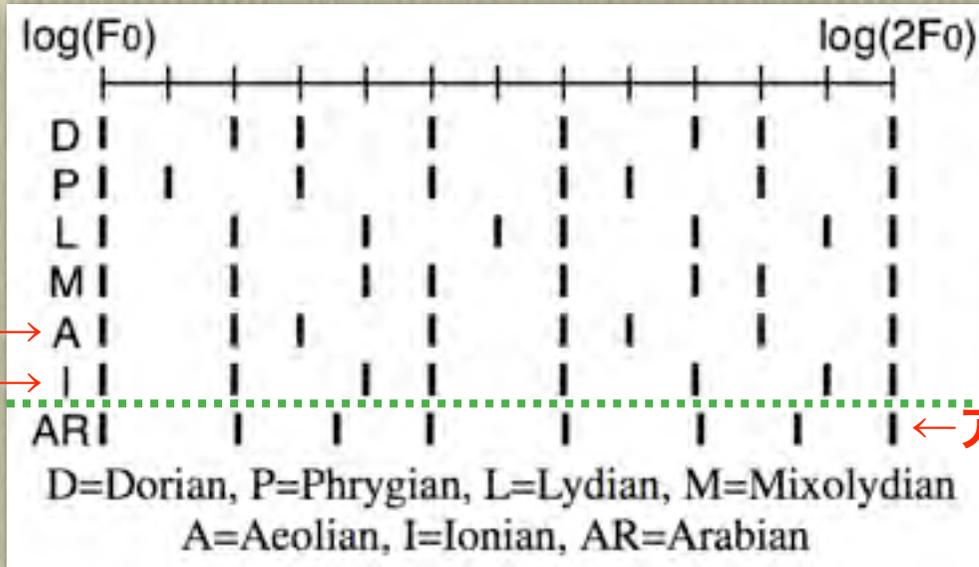
## 音声における話者不変の音配置とその変種





# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 音楽における調不変の音配置とその変種



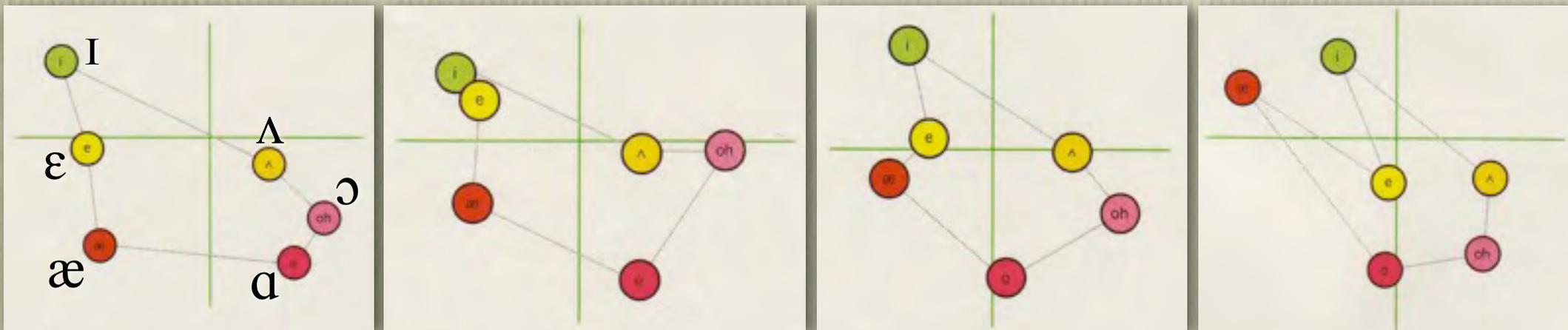
- 西洋音楽 = 5全音 + 2半音
- 種々の配置 = 教会音楽
- 民族音楽には半音以外の配置



短調 →  
長調 →

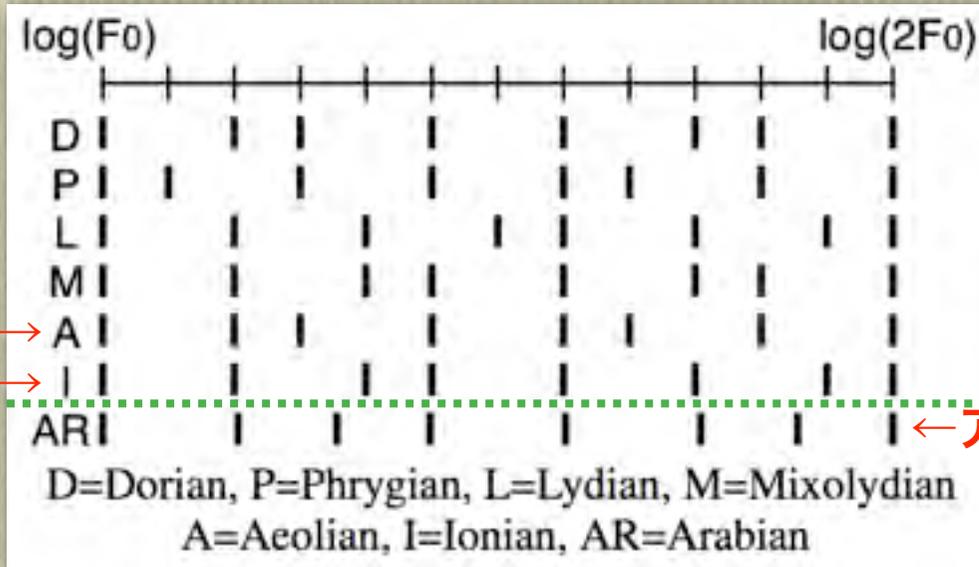
← アラビア音階

## 音声における話者不変の音配置とその変種



# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 音楽における調不変の音配置とその変種



短調 →  
長調 →

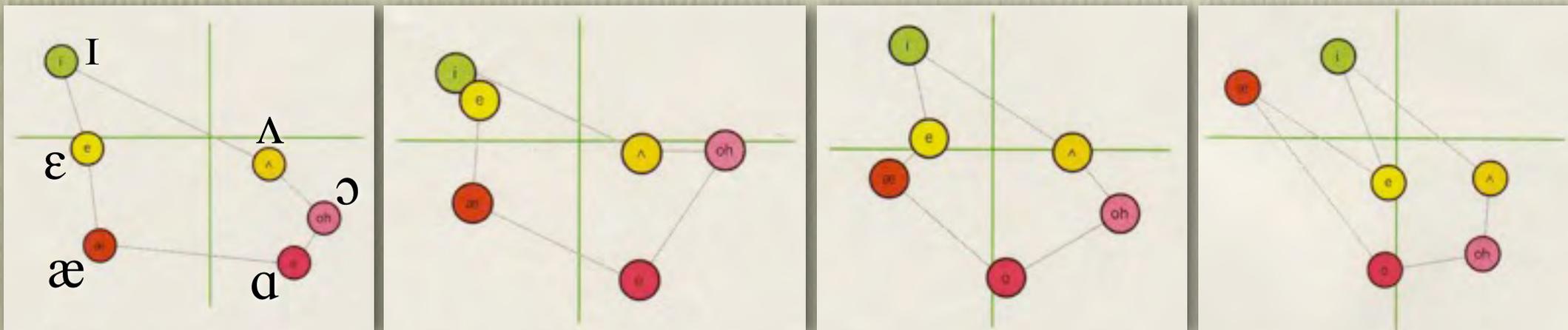
← アラビア音階

- 西洋音楽 = 5全音 + 2半音
- 種々の配置 = 教会音楽
- 民族音楽には半音以外の配置

أهلاً وسهلاً

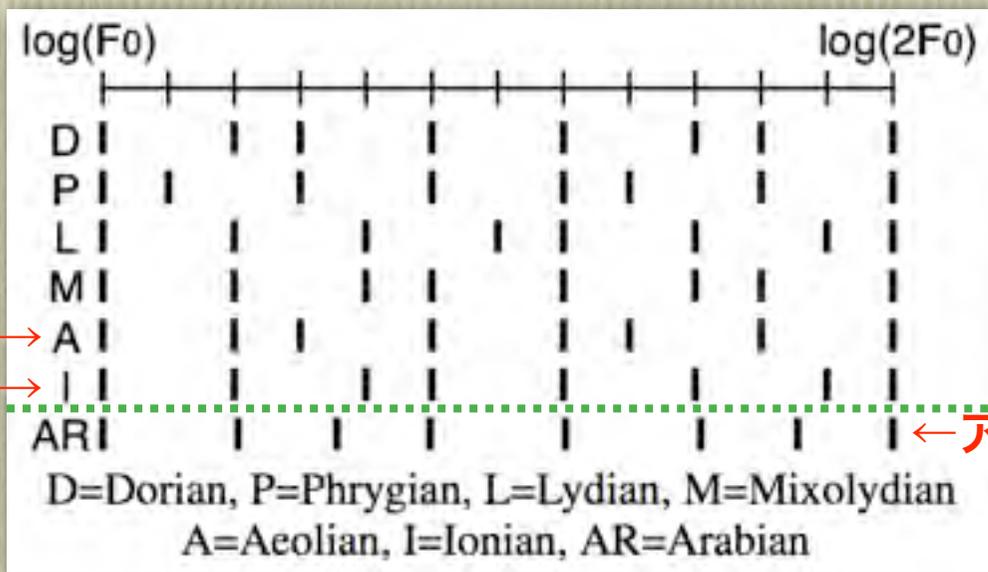


## 音声における話者不変の音配置とその変種



# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 音楽における調不変の音配置とその変種



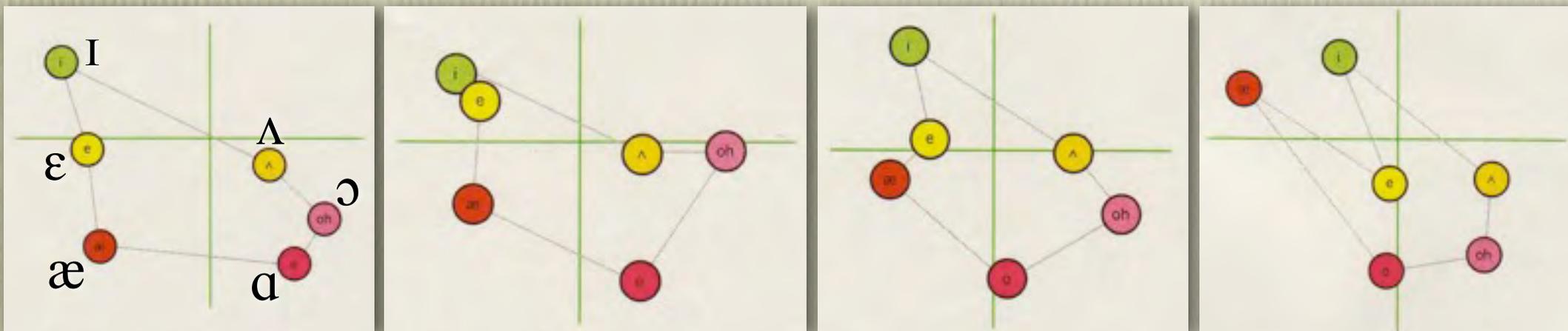
短調 →  
 長調 →

- 西洋音楽 = 5全音 + 2半音
- 種々の配置 = 教会音楽
- 民族音楽には半音以外の配置

← アラビア音階

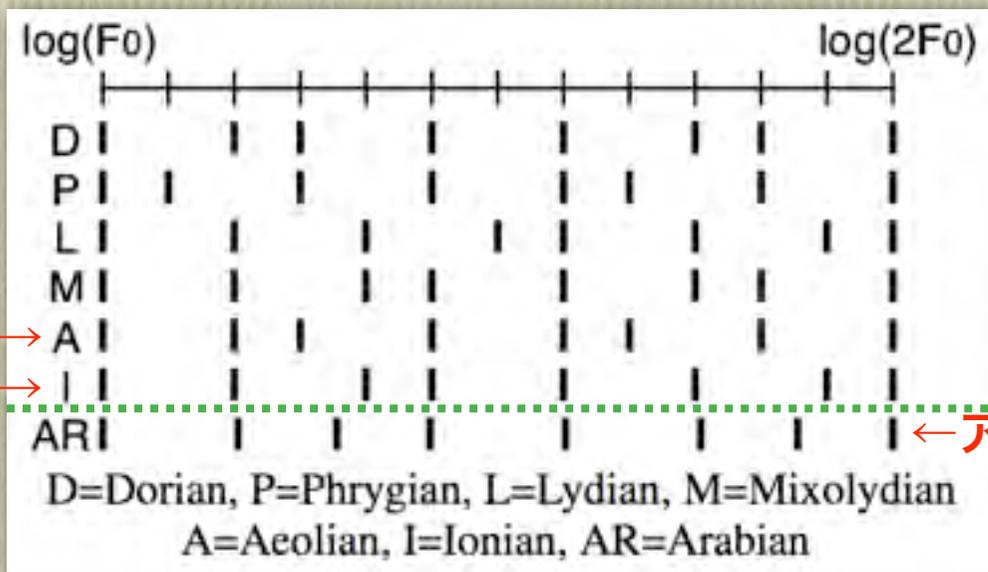


## 音声における話者不変の音配置とその変種



# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 音楽における調不変の音配置とその変種



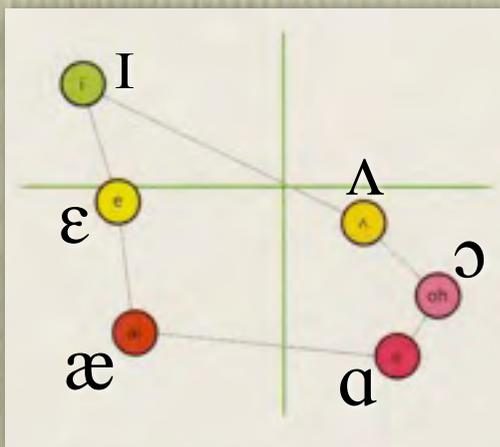
短調 →  
長調 →

- 西洋音楽 = 5全音 + 2半音
- 種々の配置 = 教会音楽
- 民族音楽には半音以外の配置

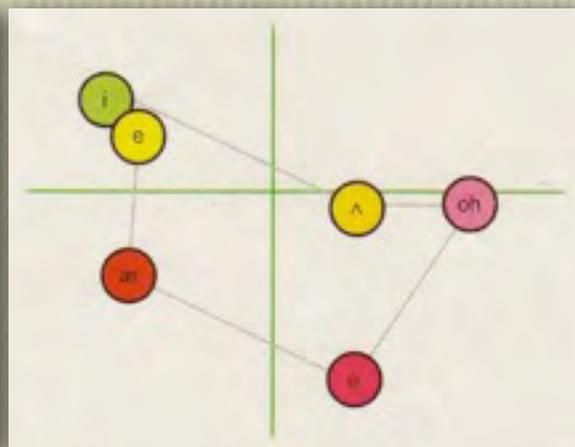
← アラビア音階



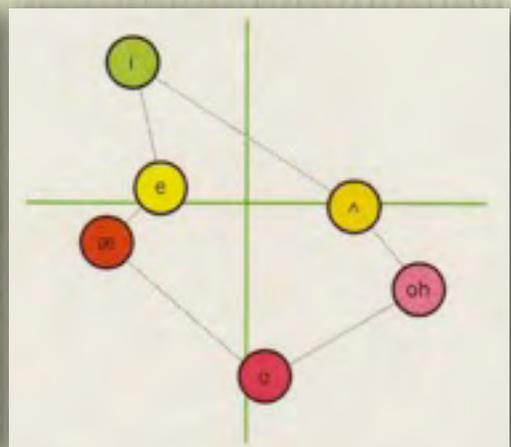
## 音声における話者不変の音配置とその変種



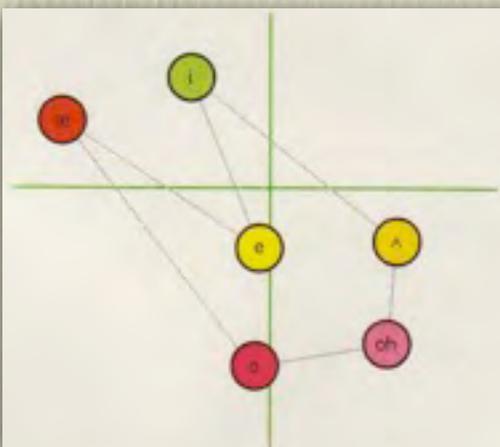
Williamsport, PA



Chicago, IL



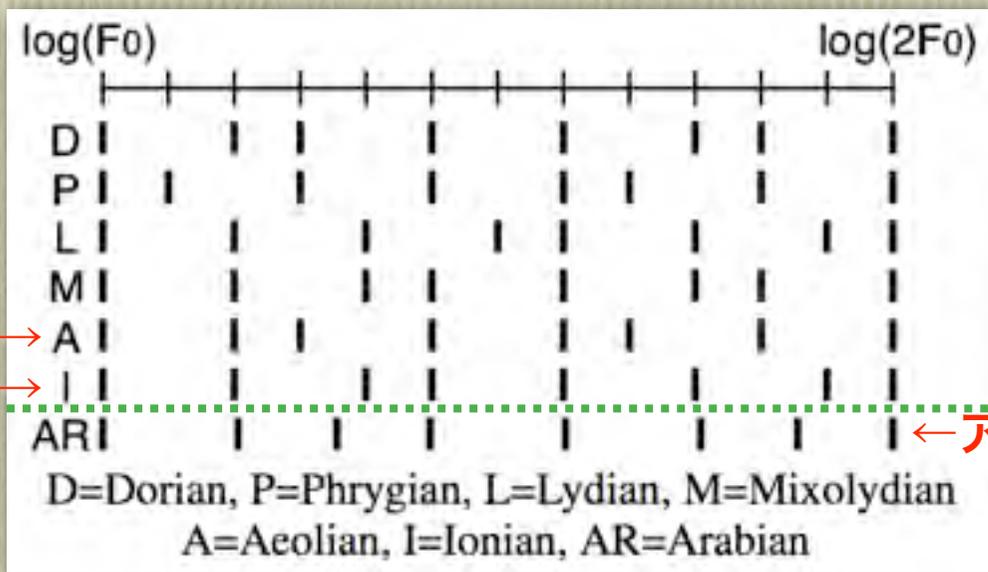
Ann Arbor, MI



Rochester, NY

# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 音楽における調不変の音配置とその変種



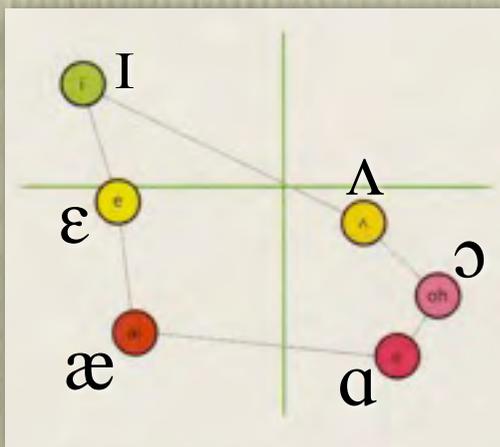
短調 →  
長調 →

← アラビア音階

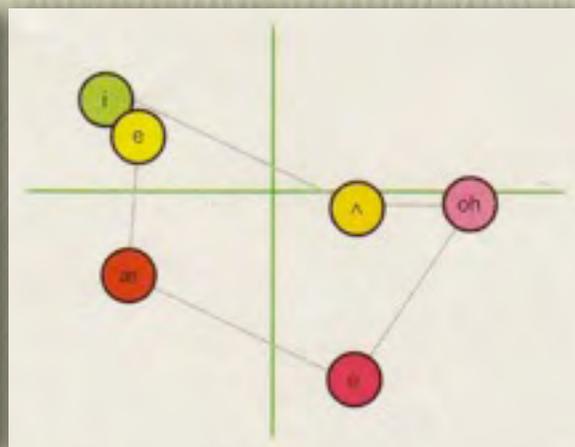
- 西洋音楽 = 5全音 + 2半音
- 種々の配置 = 教会音楽
- 民族音楽には半音以外の配置



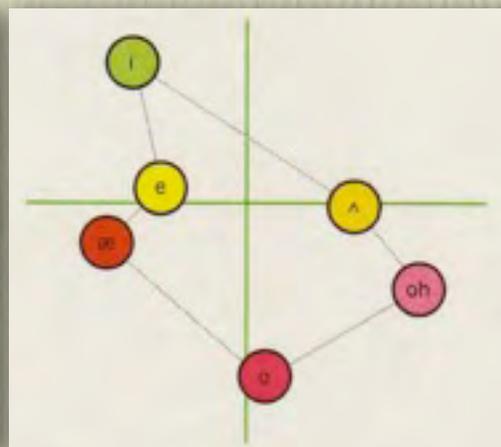
## 音声における話者不変の音配置とその変種 = 欧米の方言



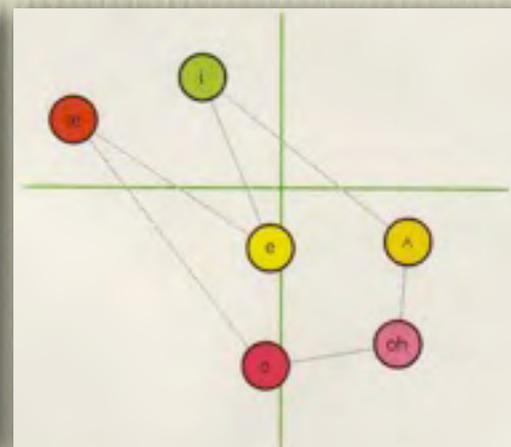
Williamsport, PA



Chicago, IL



Ann Arbor, MI



Rochester, NY

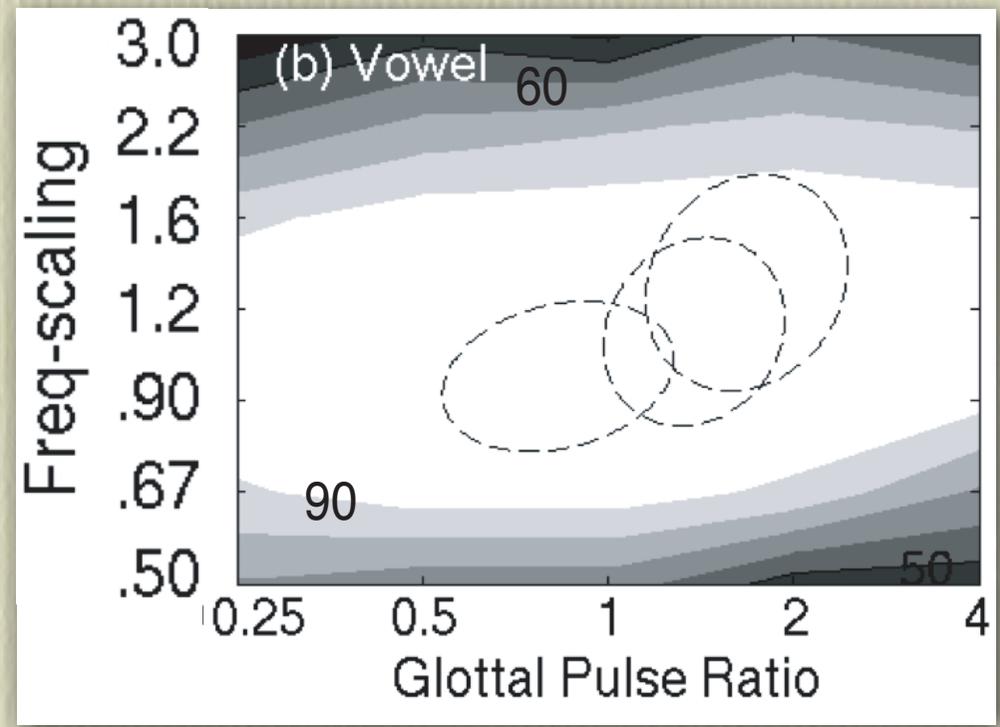
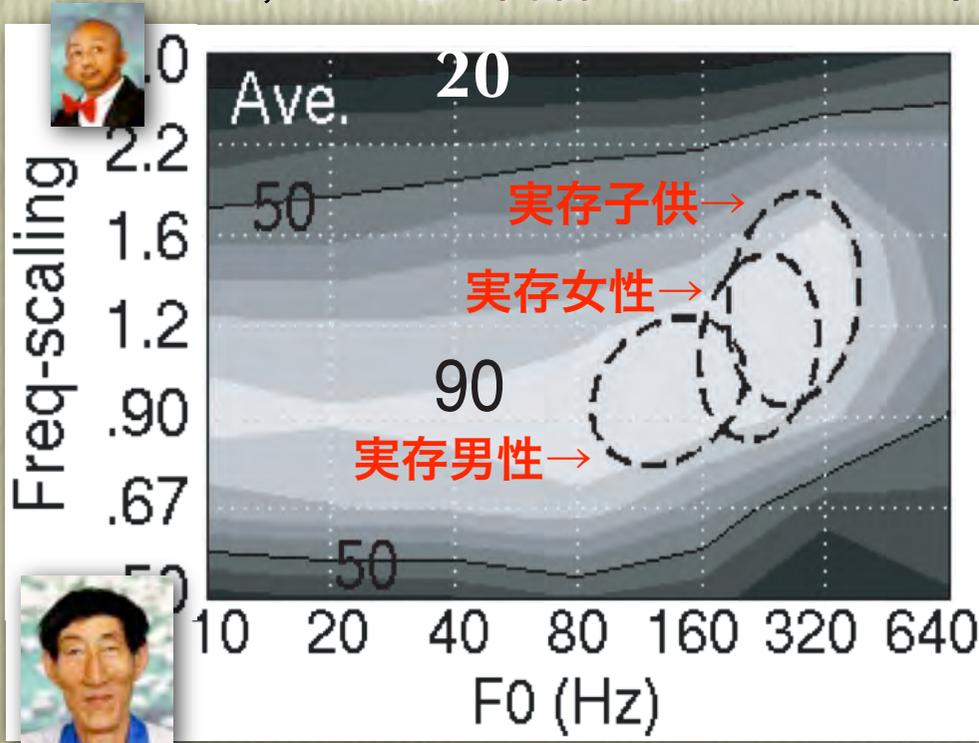
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化できる相対音感者が出来ないこと

- 孤立的に提示された音をドレミ同定することは出来ない。
- 孤立的に提示された音を母音同定できない人などいるのか？

## 巨人&小人の音声を使った母音同定・単語同定実験

- 孤立母音の同定は困難になる[18]
- でも、無意味語でよいので単語音声にすると書き起こせる[19]



# 音声の構造的表現 / 音色の相対音感

## 言語化できる相対音感

- 孤立的に提示された音
- 孤立的に提示された音

## 巨人&小人の音感

- 孤立母音の同定は
- でも、無意味語で

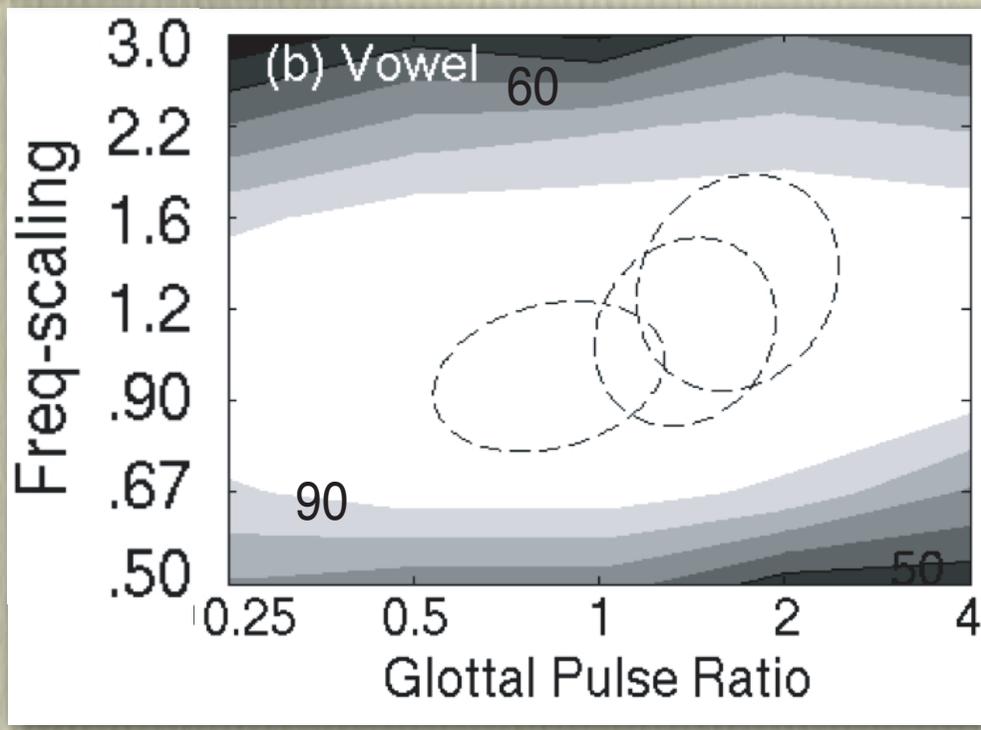
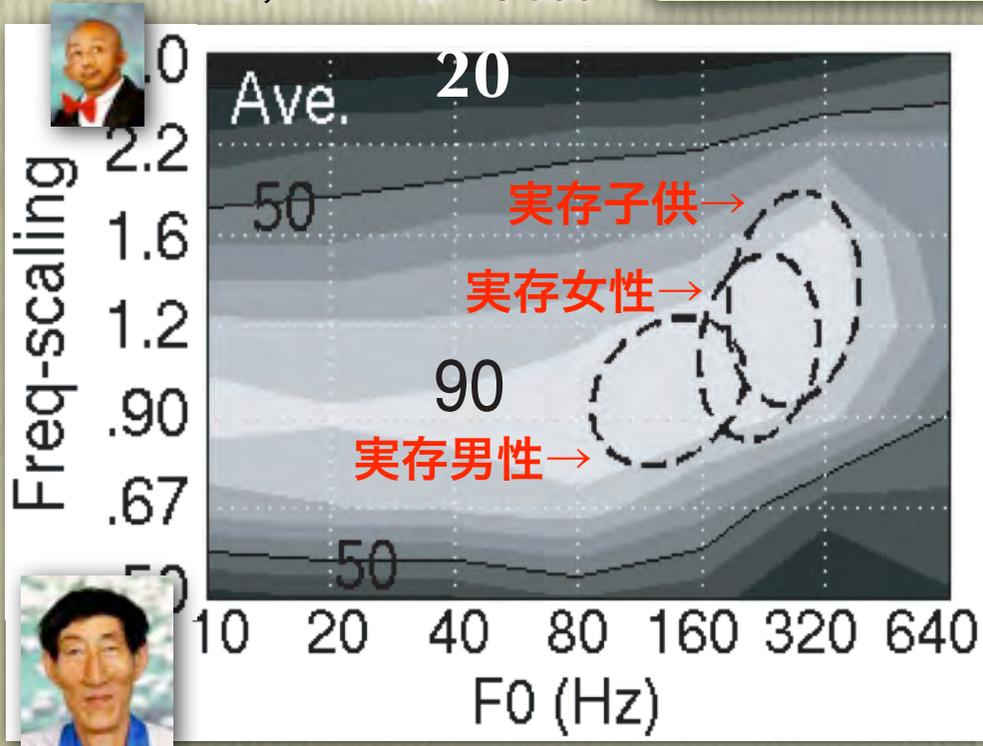


## こと

とは出来ない。  
人などいるのか？

## 単語同定実験

と書き起こせる[19]



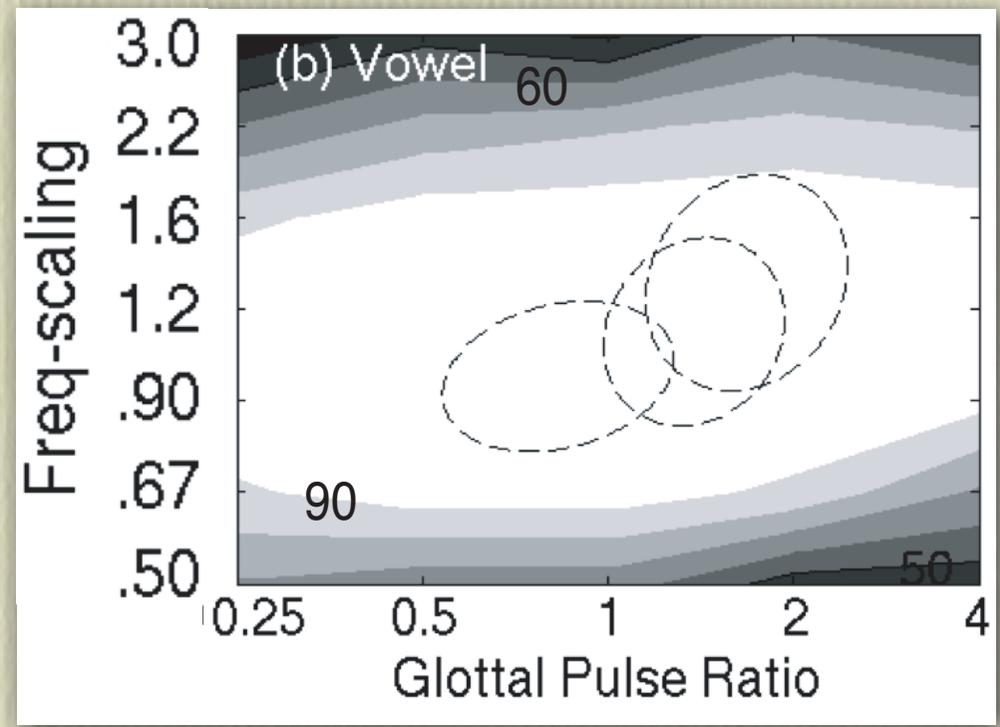
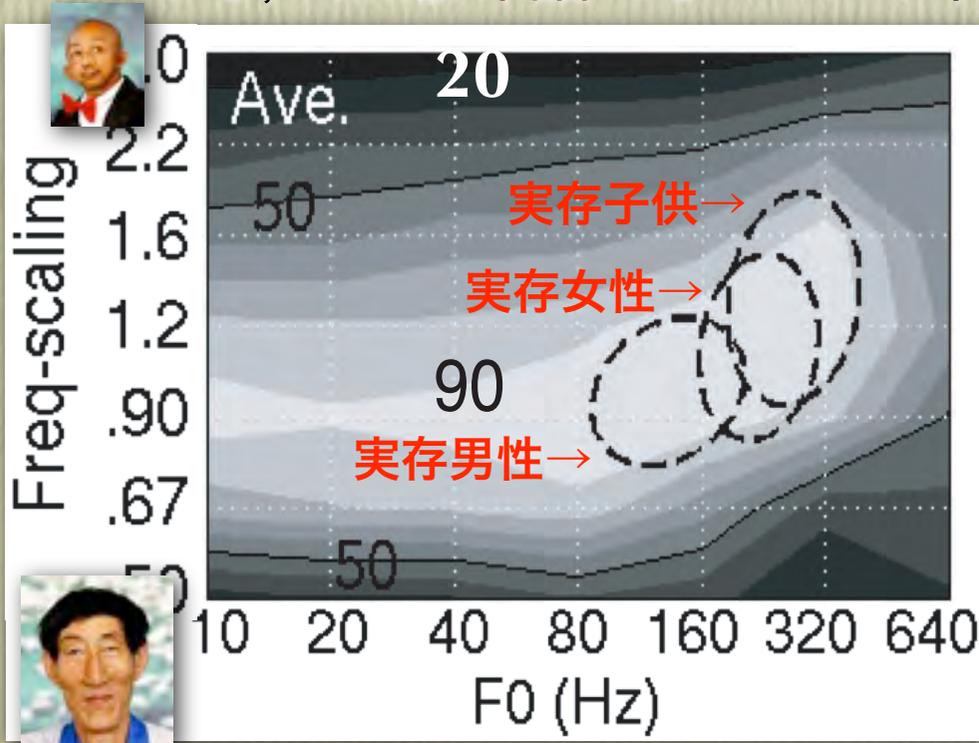
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化できる相対音感者が出来ないこと

- 孤立的に提示された音をドレミ同定することは出来ない。
- 孤立的に提示された音を母音同定できない人などいるのか？

## 巨人&小人の音声を使った母音同定・単語同定実験

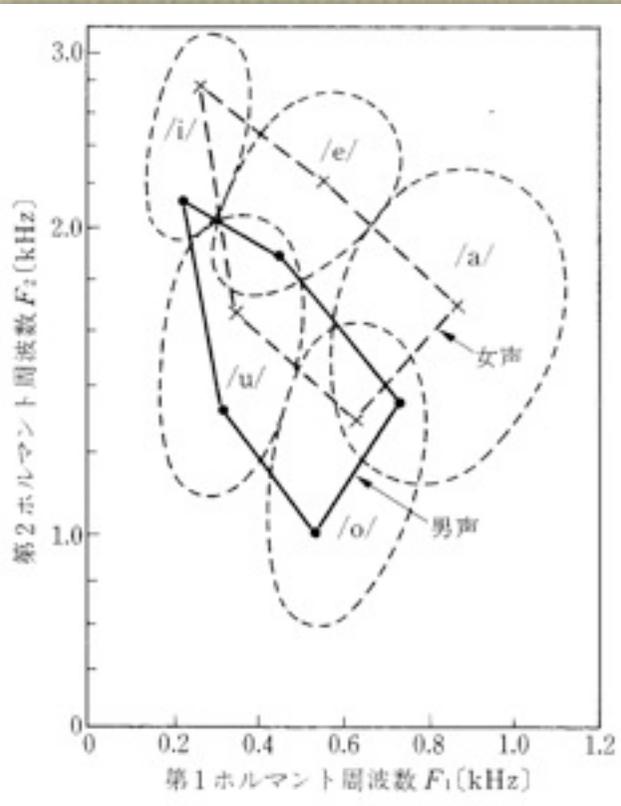
- 孤立母音の同定は困難になる[18]
- でも、無意味語でよいので単語音声にすると書き起こせる[19]



# 音声の構造

## 言語化できる相対

- 孤立的に提示された
- 孤立的に提示された
- 巨人&小人の音声
- 孤立母音の同定は困
- でも、無意味語でよ



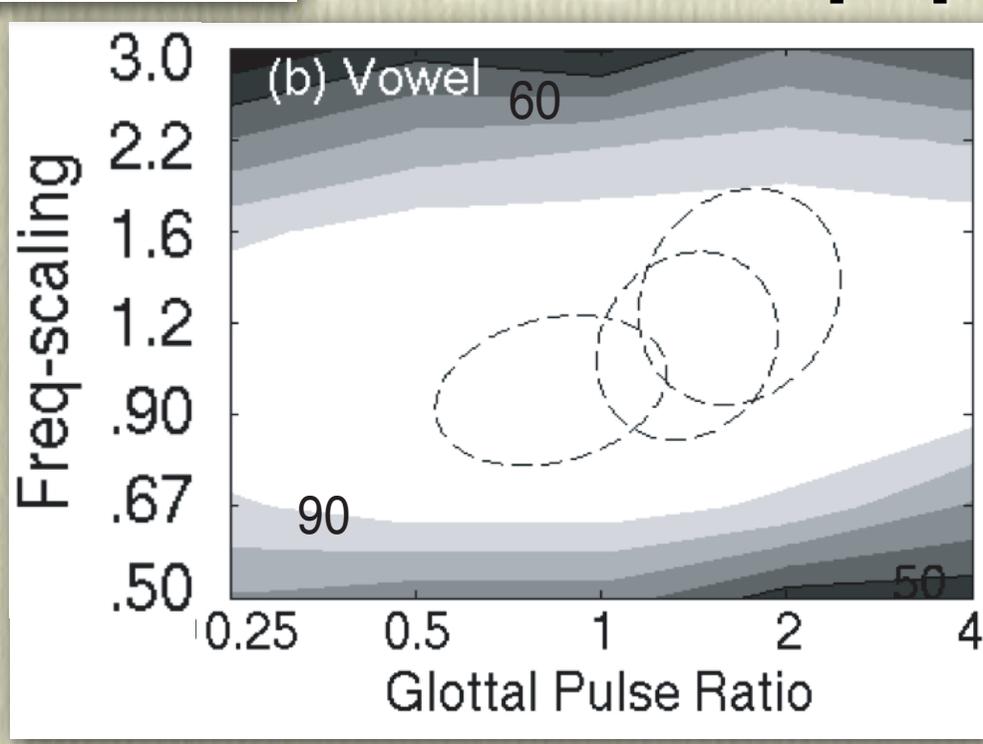
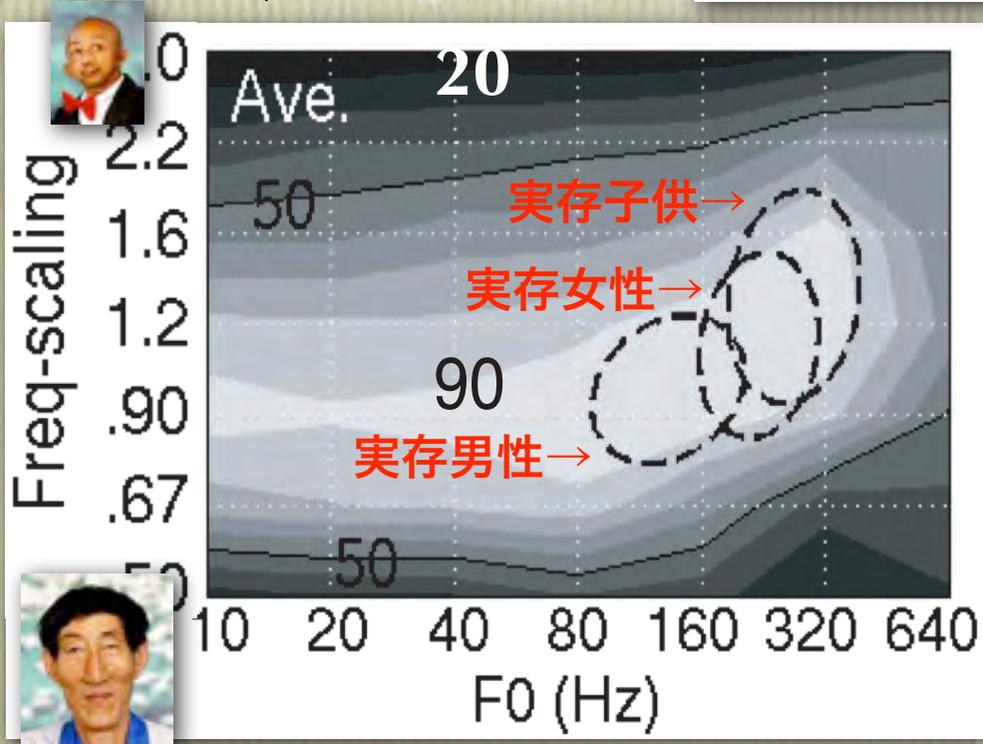
# の相対音感

## こと

ことは出来ない。  
い人などいるのか？

## ● 単語同定実験

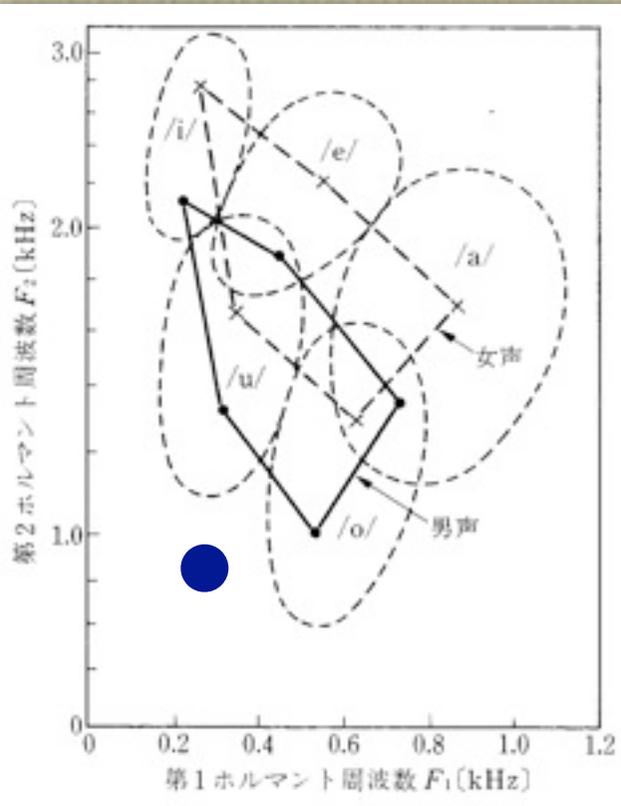
ると書き起こせる[19]



# 音声の構造

## 言語化できる相対

- 孤立的に提示された
- 孤立的に提示された
- 巨人&小人の音声
- 孤立母音の同定は困難
- でも、無意味語でよ



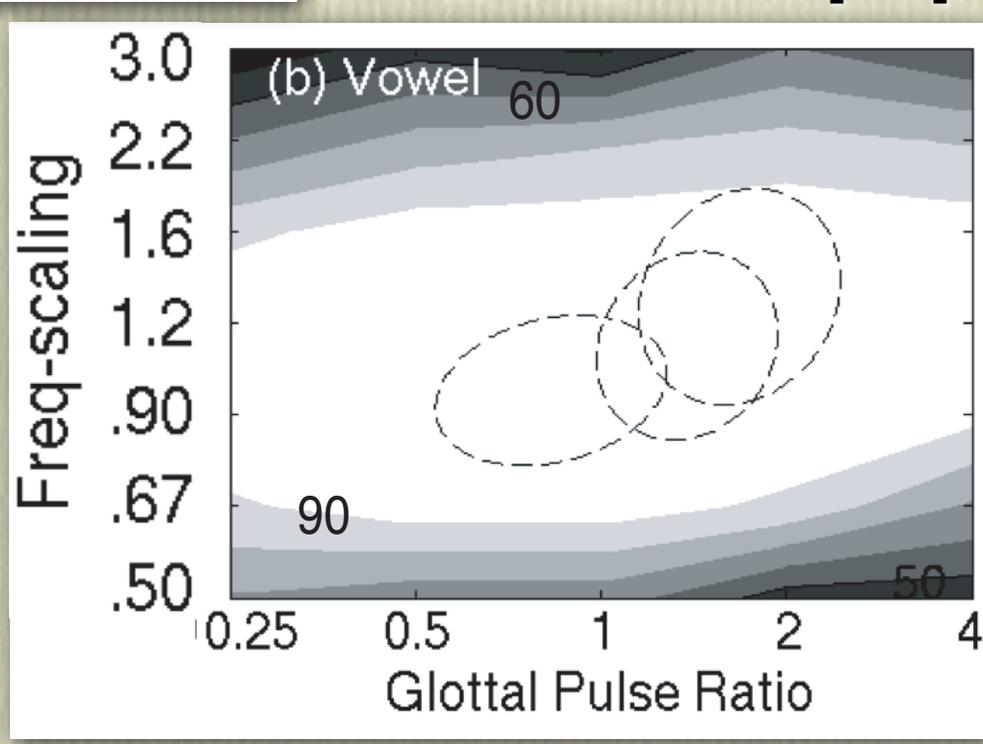
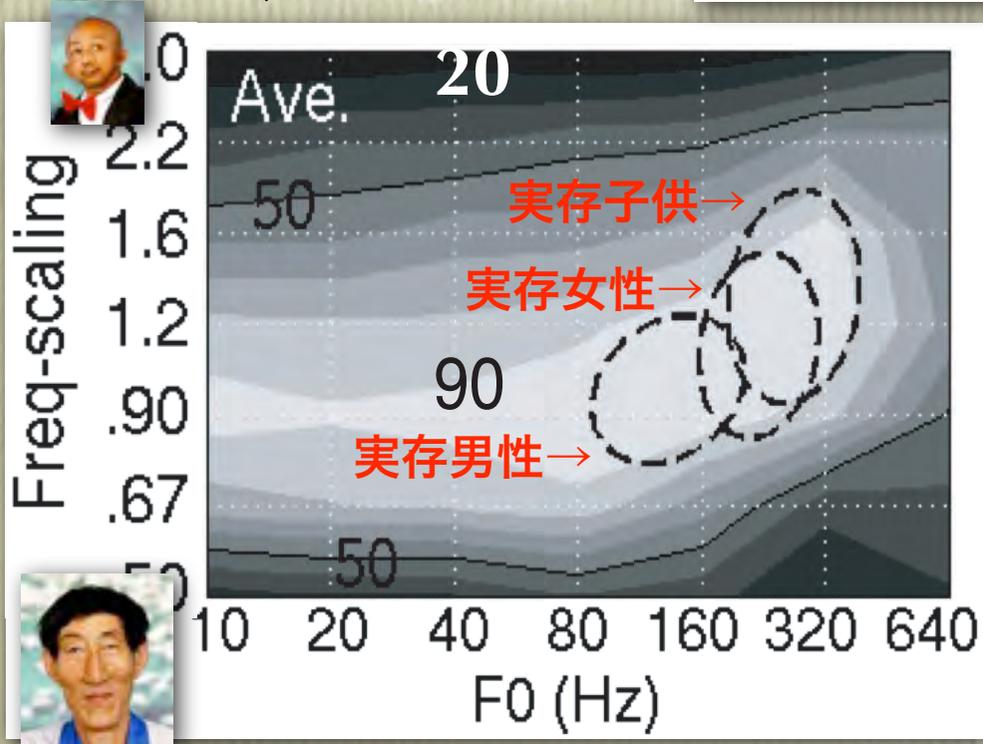
# の相対音感

## こと

ことは出来ない。  
い人などいるのか？

## ● 単語同定実験

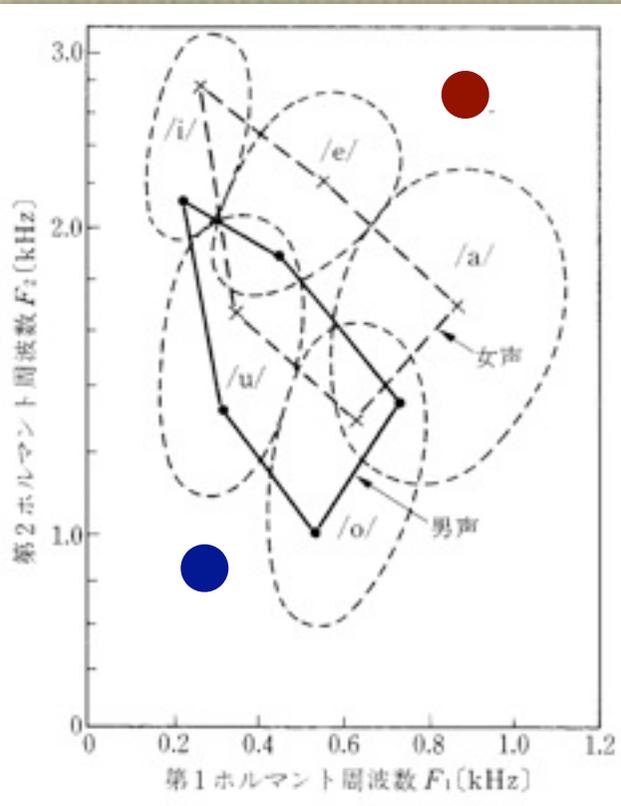
ると書き起こせる [19]



# 音声の構造

## 言語化できる相対

- 孤立的に提示された
- 孤立的に提示された
- 巨人&小人の音声
- 孤立母音の同定は困難
- でも、無意味語でよ



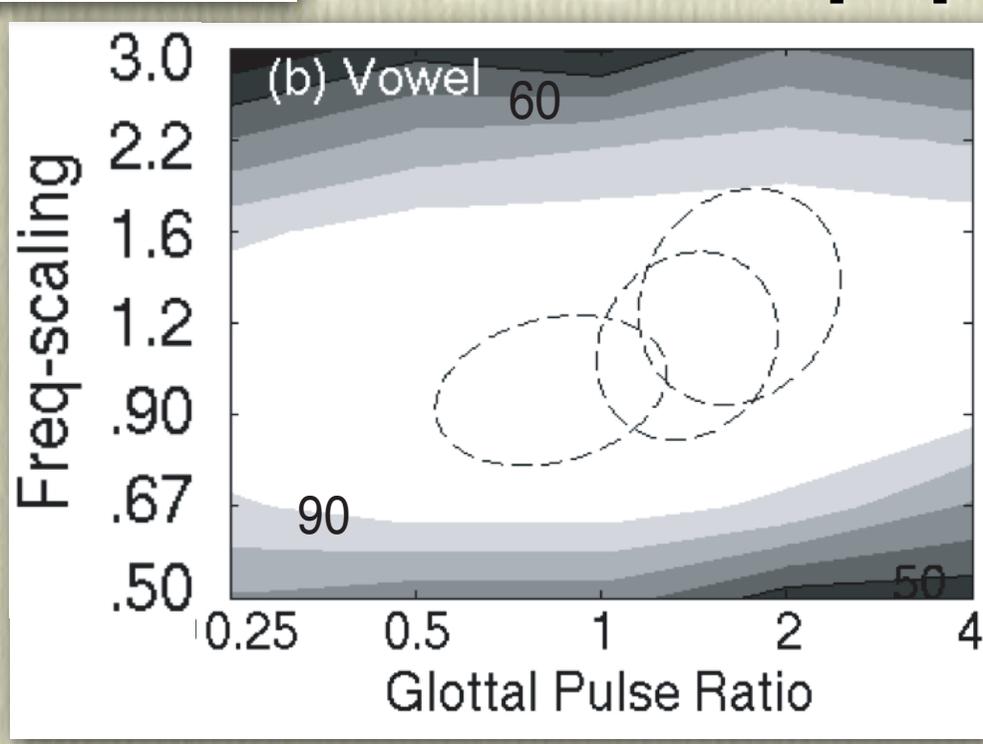
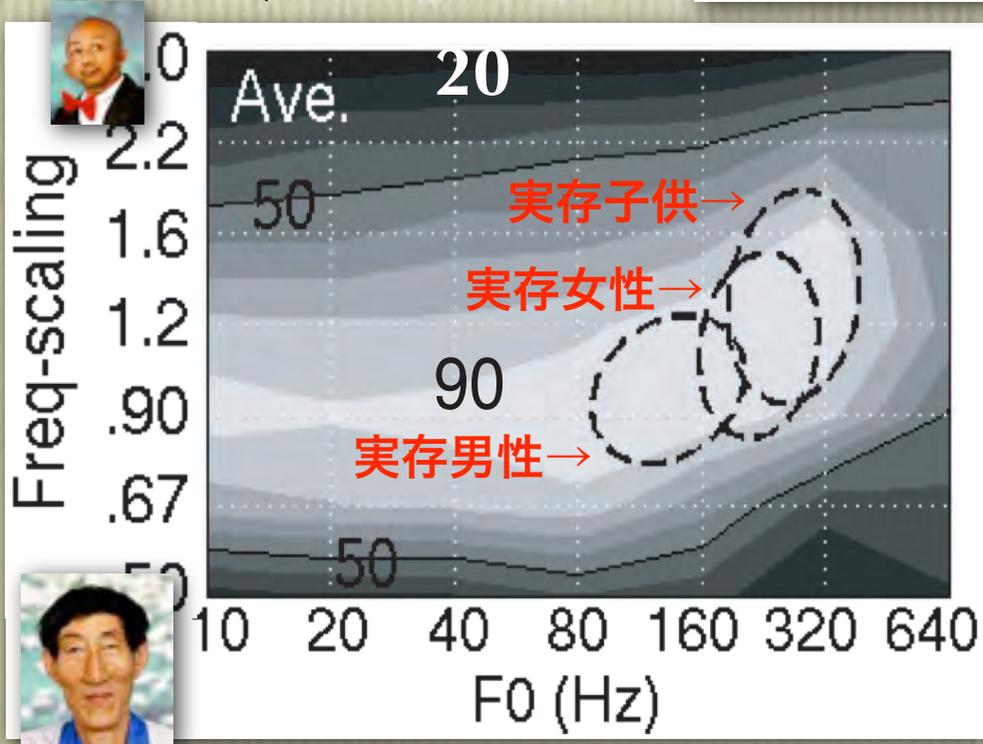
# の相対音感

## こと

ことは出来ない。  
い人などいるのか？

## ● 単語同定実験

ると書き起こせる [19]



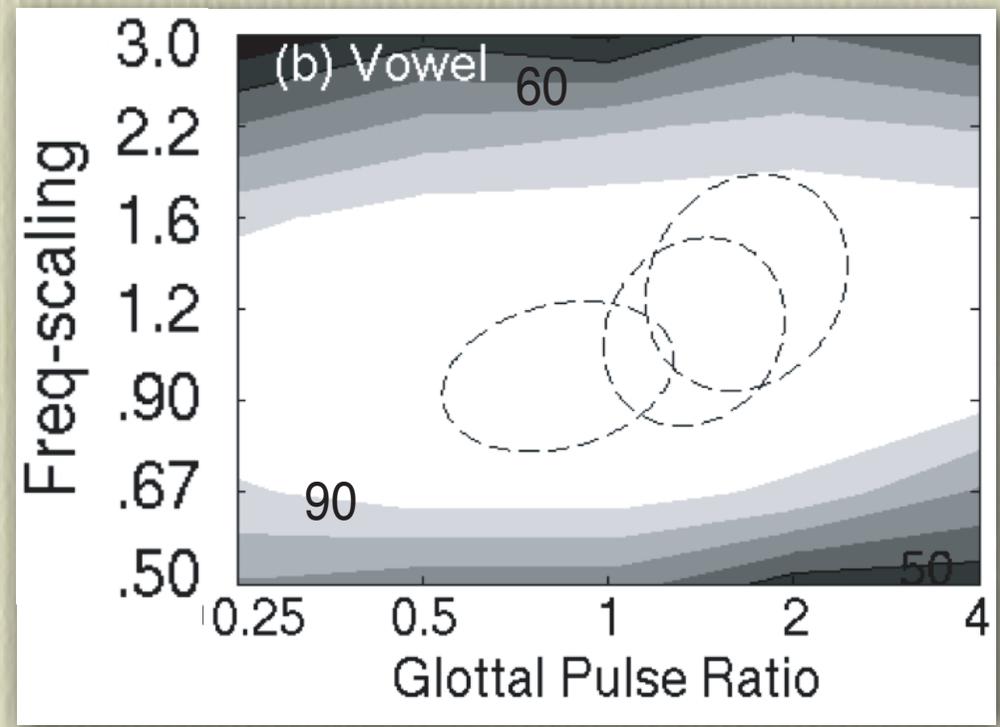
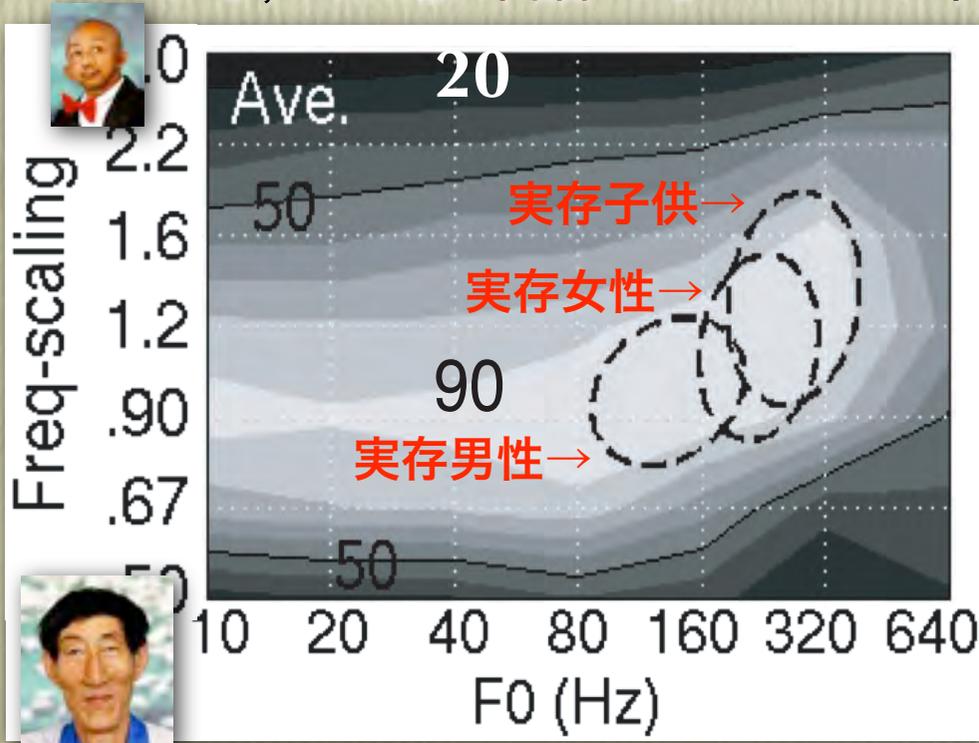
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化できる相対音感者が出来ないこと

- 孤立的に提示された音をドレミ同定することは出来ない。
- 孤立的に提示された音を母音同定できない人などいるのか？

## 巨人&小人の音声を使った母音同定・単語同定実験

- 孤立母音の同定は困難になる[18]
- でも、無意味語でよいので単語音声にすると書き起こせる[19]



# 音声の構造的表現 / 音色の相対音感

## 言語化できる相対音感

- 孤立的に提示された音声
- 孤立的に提示された音声

## 巨人&小人の音感

- 孤立母音の同定は
- でも、無意味語で

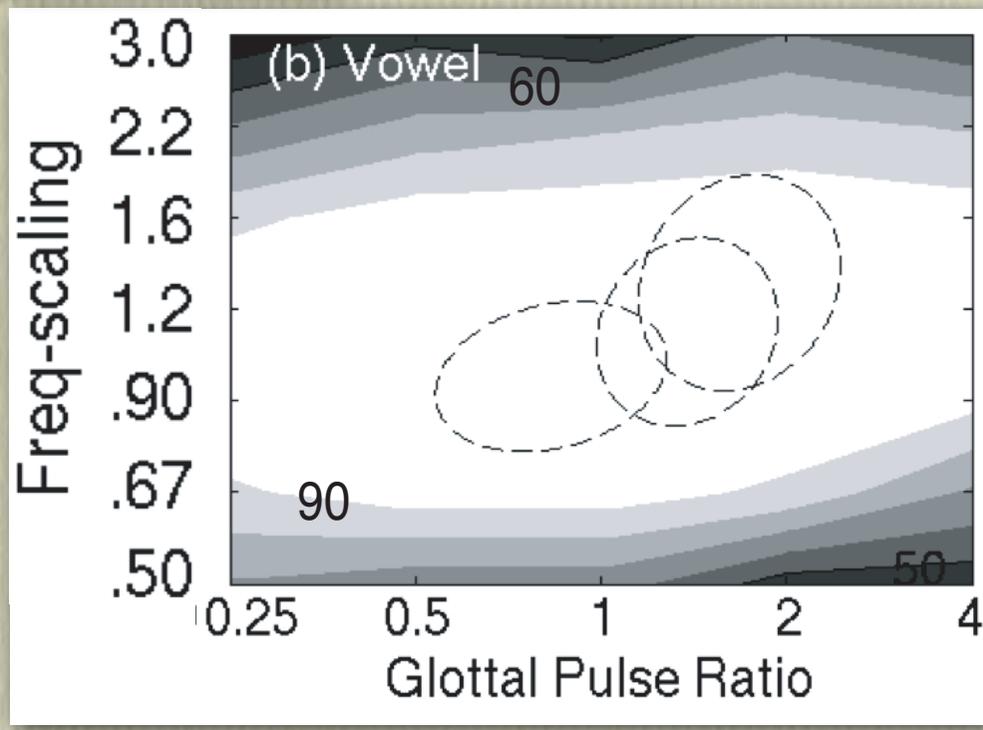
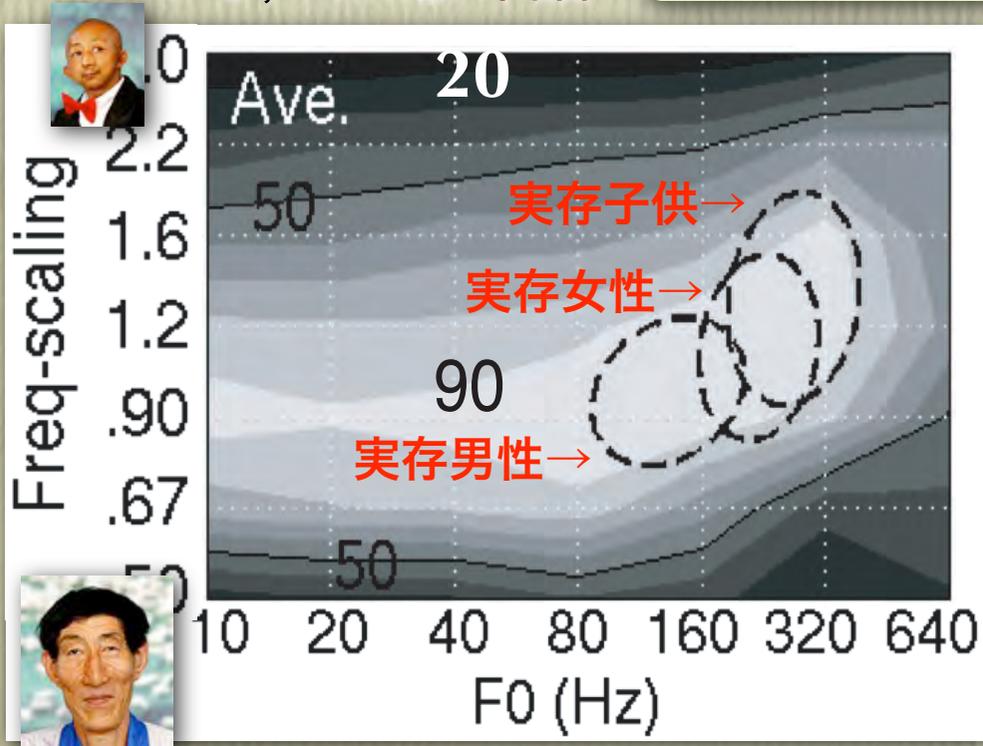


## こと

とは出来ない。  
人などいるのか？

## 単語同定実験

と書き起こせる[19]



# 音声の構造的差異 / 音色の相対音感

## 言語化できる相対音感

- 孤立的に提示された音
- 孤立的に提示された音

## 巨人&小人の音

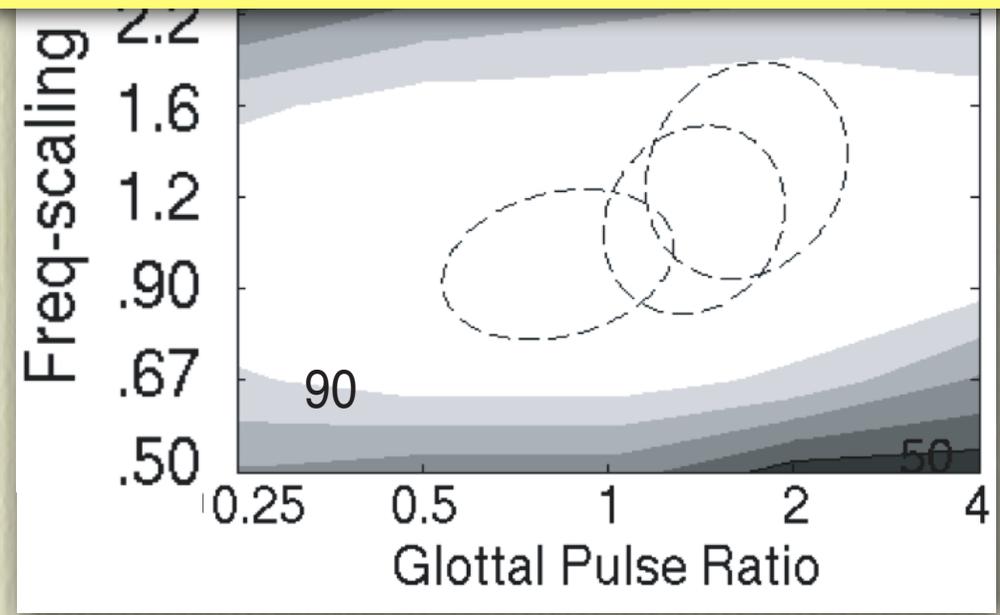
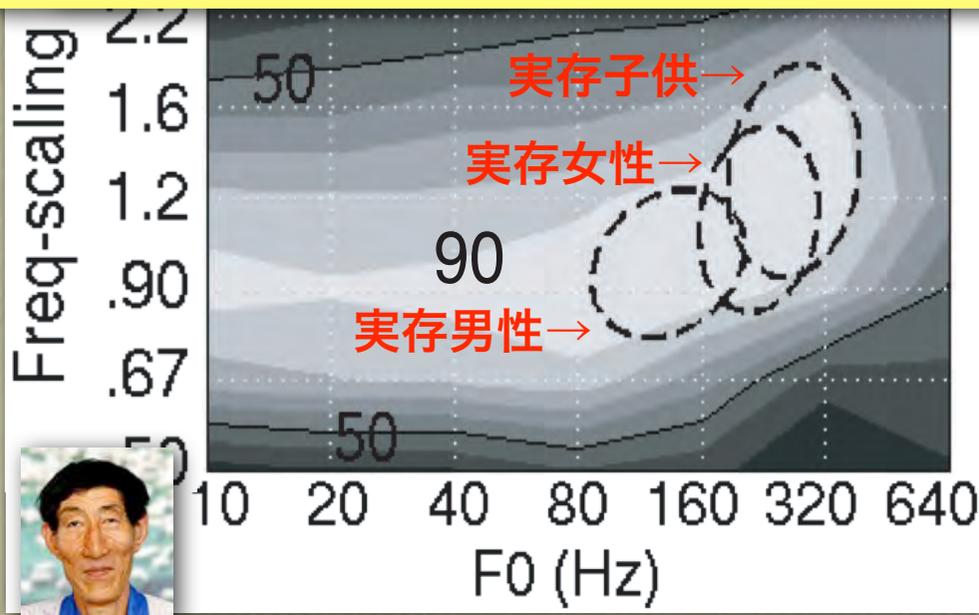


## こと

とは出来ない。  
人などいるのか？

## 単語同定実験

孤立提示された音を音韻同定する能力は  
音声言語運用には不要なのかもしれない



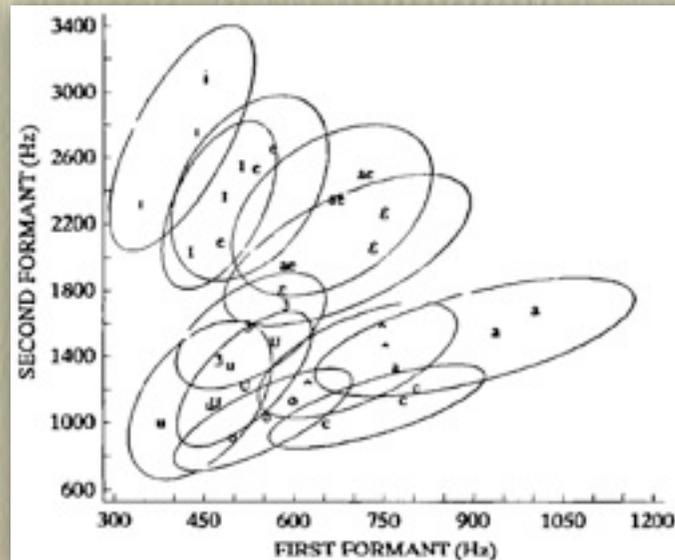
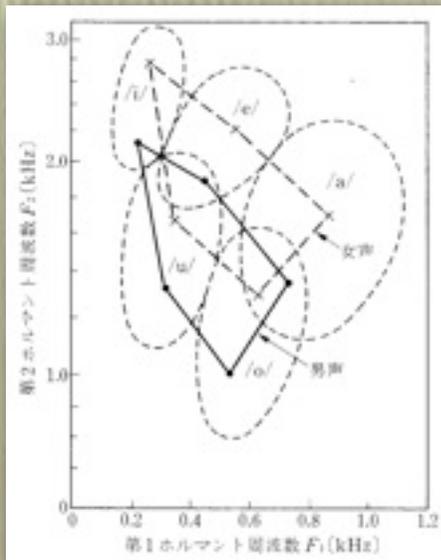
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

- 次に示すメロディーの3番目の音を覚えて下さい。その後、別のメロディーを提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- メロディーをシンボル列に変換できないので、困難な問いとなる。

## 言語化困難な**音声**の相対音感者（幼児的な成人？）

- 次に示す発声の3番目の音を覚えて下さい。その後、別の発声を提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- 発声をシンボル列（音韻列）に変換できなければ、困難な問いとなる



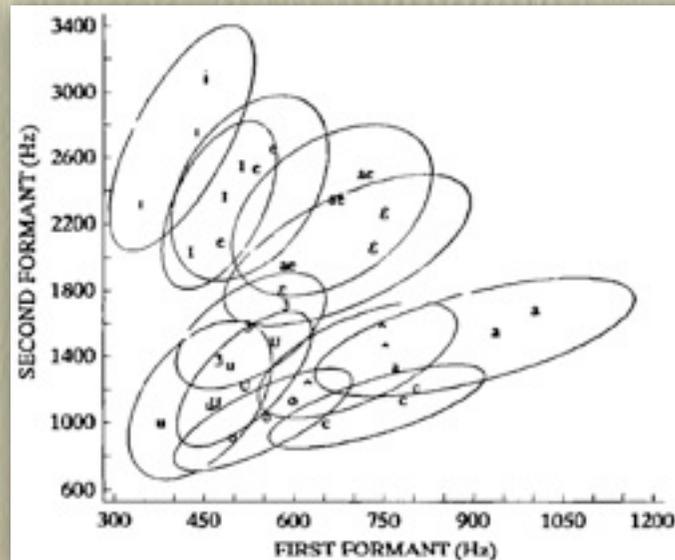
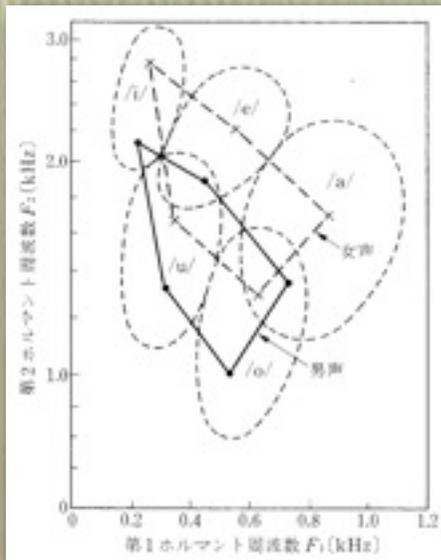
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

- 次に示すメロディーの3番目の音を覚えて下さい。その後、別のメロディーを提示します。同じ音が出て来たら挙手して下さい。
- メロディーをシンボル列に変換できないので、困難な問いとなる。

## 言語化困難な音声の相対音感者（幼児的な成人？）

- 次に示す発声の3番目の音を覚えて下さい。その後、別の発声を提示します。同じ音が出て来たら挙手して下さい。
- 発声をシンボル列（音韻列）に変換できなければ、困難な問いとなる



英語圏には十分な教育を受けているが、読み書きに苦勞する人が多く存在しなければならない？

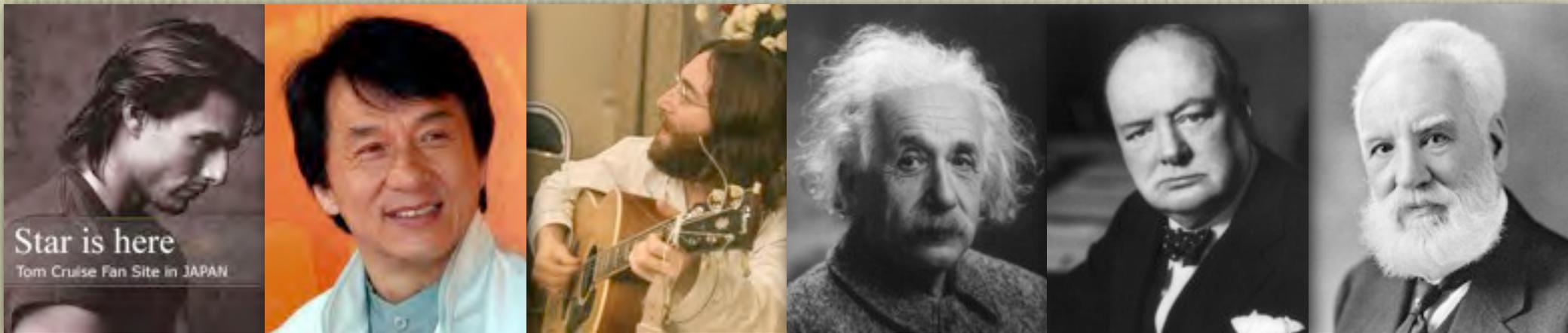
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

- 次に示すメロディーの3番目の音を覚えて下さい。その後、別のメロディーを提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- メロディーをシンボル列に変換できないので、困難な問いとなる。

## 言語化困難な**音声**の相対音感者（幼児的な成人？）

- 次に示す発話の3番目の音を覚えて下さい。その後、別の発話を提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- 発話をシンボル列（音韻列）に変換できなければ、困難な問いとなる



ディスレクシア（読字障害・難読症）

# 音声の構造

# の相対音感

## 言語化困難な相対音感

- 次に示すメロディーを提示し、別のメロディーを提示し、同じメロディーをシンボル列で示します。
- メロディーをシンボル列で示します。

## 言語化困難な音声

- 次に示す発話の3つを提示し、別の発話を提示します。同じ発話をシンボル列で示します。
- 発話をシンボル列で示します。

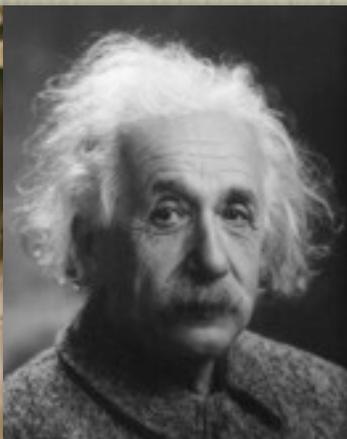


## 感者)

て下さい。その後、別の発話を示します。来たら挙手しなさい。同じ発話をシンボル列で示します。困難な問いとなる。

## 児的な成人?)

い。その後、別の発話を提示します。示しなさい。同じ発話をシンボル列で示せば、困難な問いとなる



ディスレクシア (読字障害・難読症)

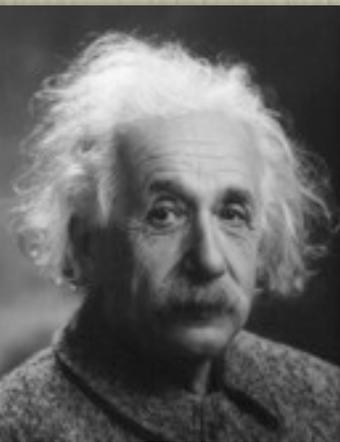
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

- 次に示すメロディーの3番目の音を覚えて下さい。その後、別のメロディーを提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- メロディーをシンボル列に変換できないので、困難な問いとなる。

## 言語化困難な音声の相対音感者（幼児的な成人?）

- 次に示す発話の3番目を覚えて下さい。その後、別の発話を提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- 発話をシンボル列（音韻論的記号）に変換できないと、困難な問いとなる。



ディスレクシア（読字障害・難読症）

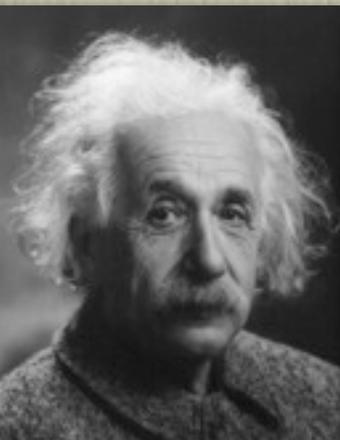
# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

- 次に示すメロディーの3番目の音を覚えて下さい。その後、別のメロディーを提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- メロディーをナンバリング列に変換できないので、困難な問いとなる。

## 言語化困難な発話の相対音感者（幼児的な成人?）

- 次に示す発話の3番目の音を覚えて下さい。その後、別の発話を提示します。同じ音が出て来たら挙手しなさい。
- 発話中の音韻的構造を把握できないと、困難な問いとなる。



ディスレクシア（読字障害・難読症）

# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化困難な相対音感者（ラーラ音感者）

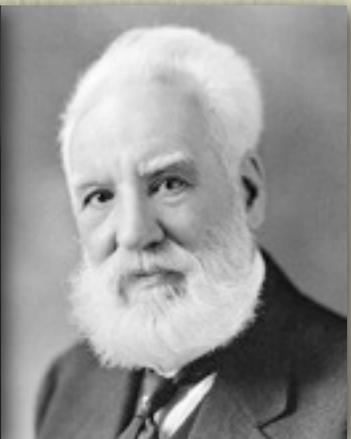
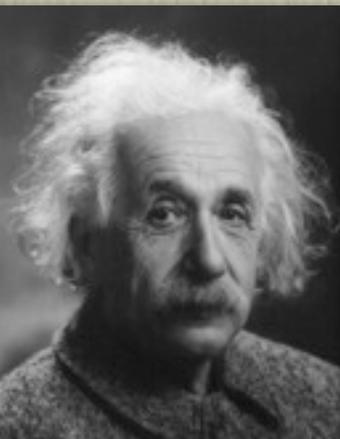
次に示すメロディーの3番目の音を覚えて下さい。その後、別のメロディーを提示します。同じ音が出て来たら挙手して下さい。

メロディーをナンバリング列に変換できないので、困難な問いとなる。

## 言語化

次に示すメロディーの3番目の音を覚えて下さい。その後、別の発話を提示します。同じ音が出て来たら挙手して下さい。

発話をナンバリング列に変換できないので、困難な問いとなる。



ディスレクシア（読字障害・難読症）

# 音声の構造的表象 / 音色の相対音感

## 言語化困難な相対音感者 (ラーラ音)

- 次に示すメロディーの3番目の音を覚えてください。別のメロディーを提示します。同じ音が出ていますか？
- メロディーをナンバリング列に変換できないので、困難な問いとなる。



の後, 別のメロディーを提示します。同じ音が出ていますか？

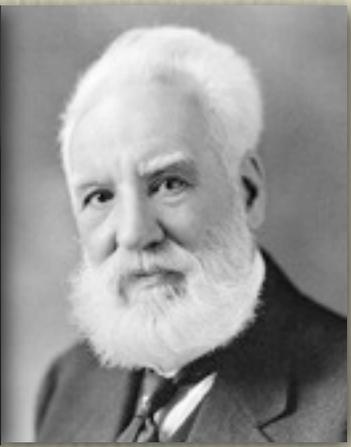
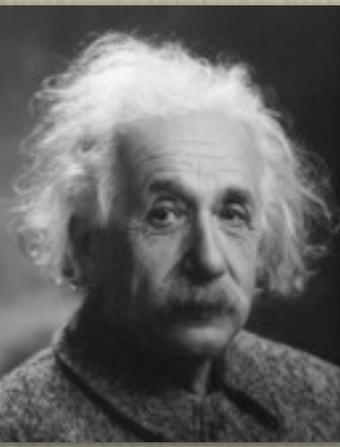
## 言語化困難な相対音感者 (タタ音)

- 次に示すメロディーの3番目の音を覚えてください。別のメロディーを提示します。同じ音が出ていますか？
- メロディーをナンバリング列に変換できないので、困難な問いとなる。



別の発話

問いとなる



## ディスレクシア (読字障害・難読症)

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

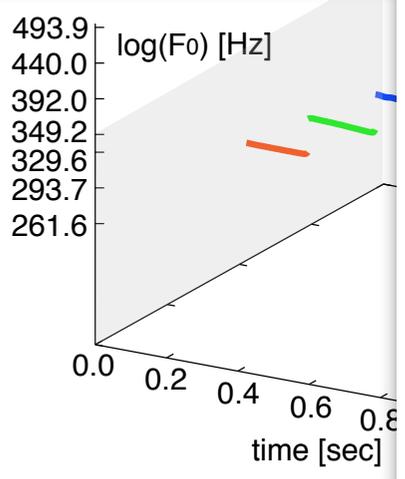
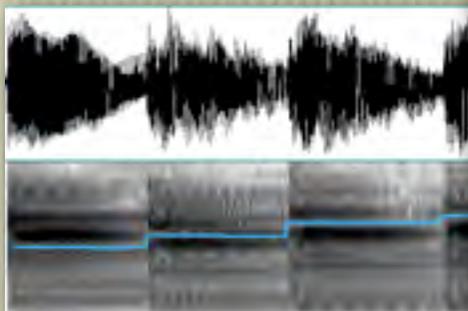
## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 音声の構造的な特色 / 文脈の相対音感

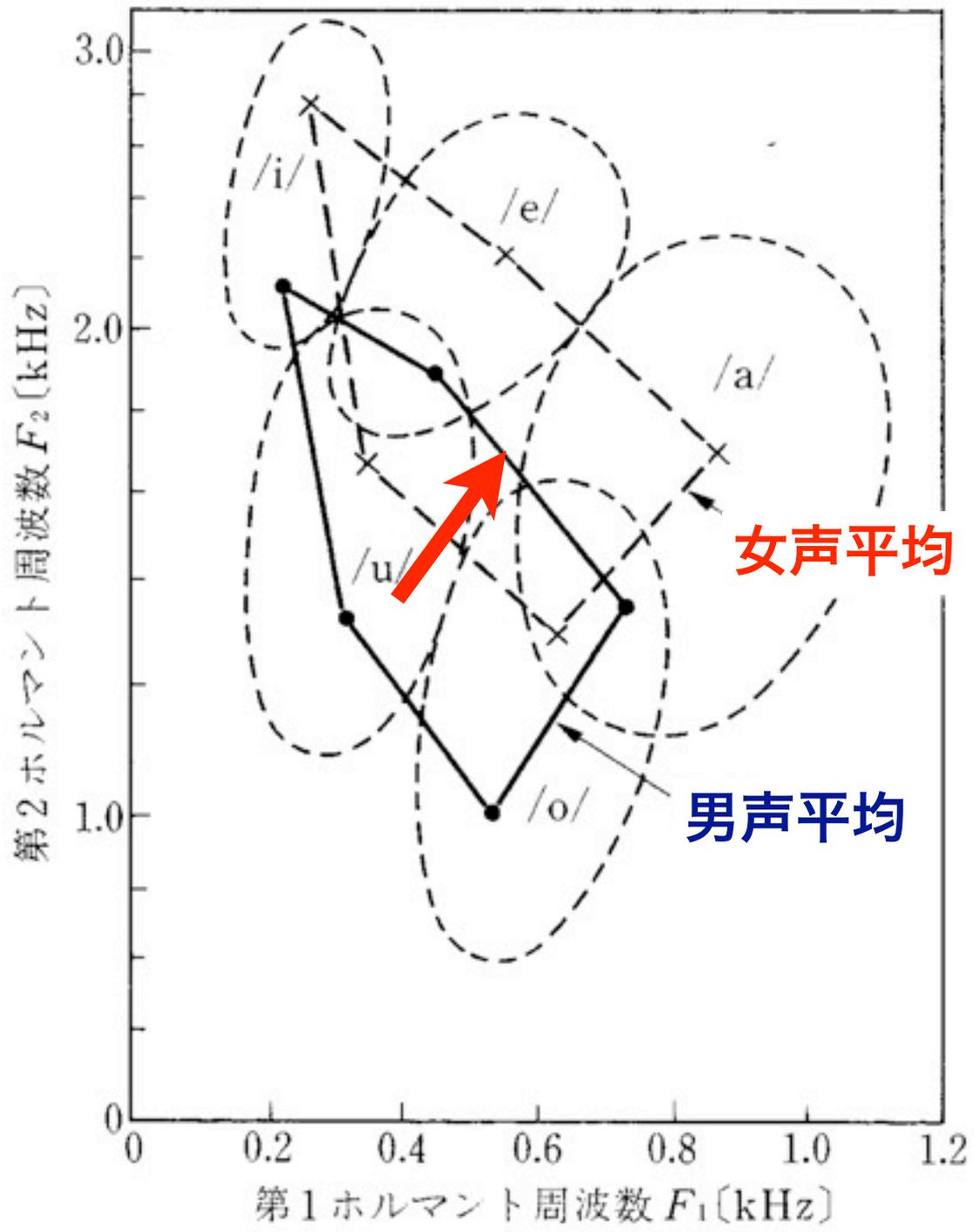


音高

$\log(F_0)$



調の変化

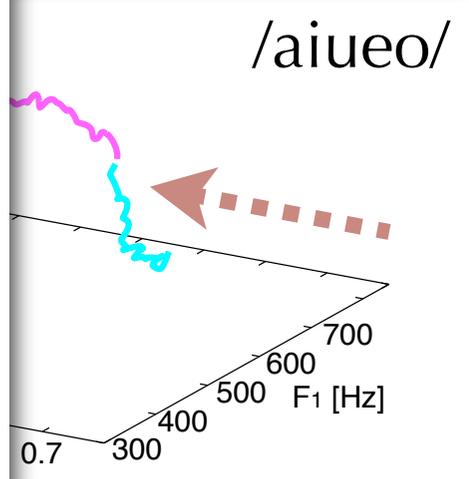
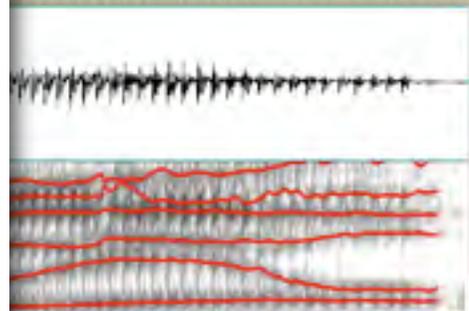


第2ホルマント周波数  $F_2$  [kHz]

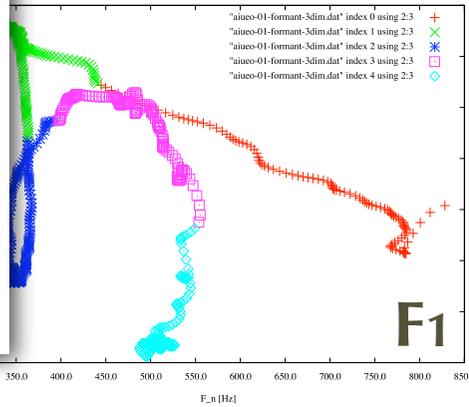
第1ホルマント周波数  $F_1$  [kHz]

女声平均

男声平均

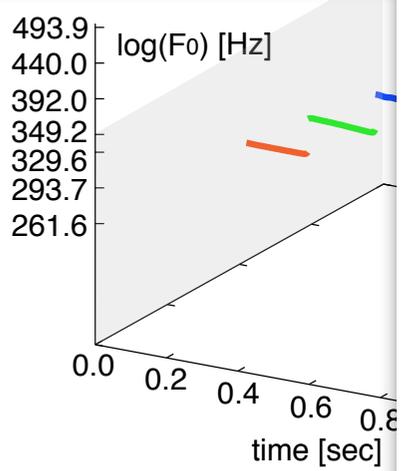
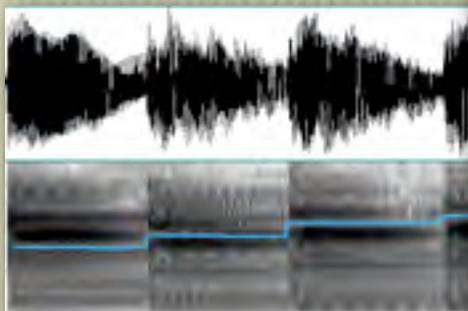


動的変化パターン



話者の変化

# 音声の構造的な特色 / 文句の相対音感



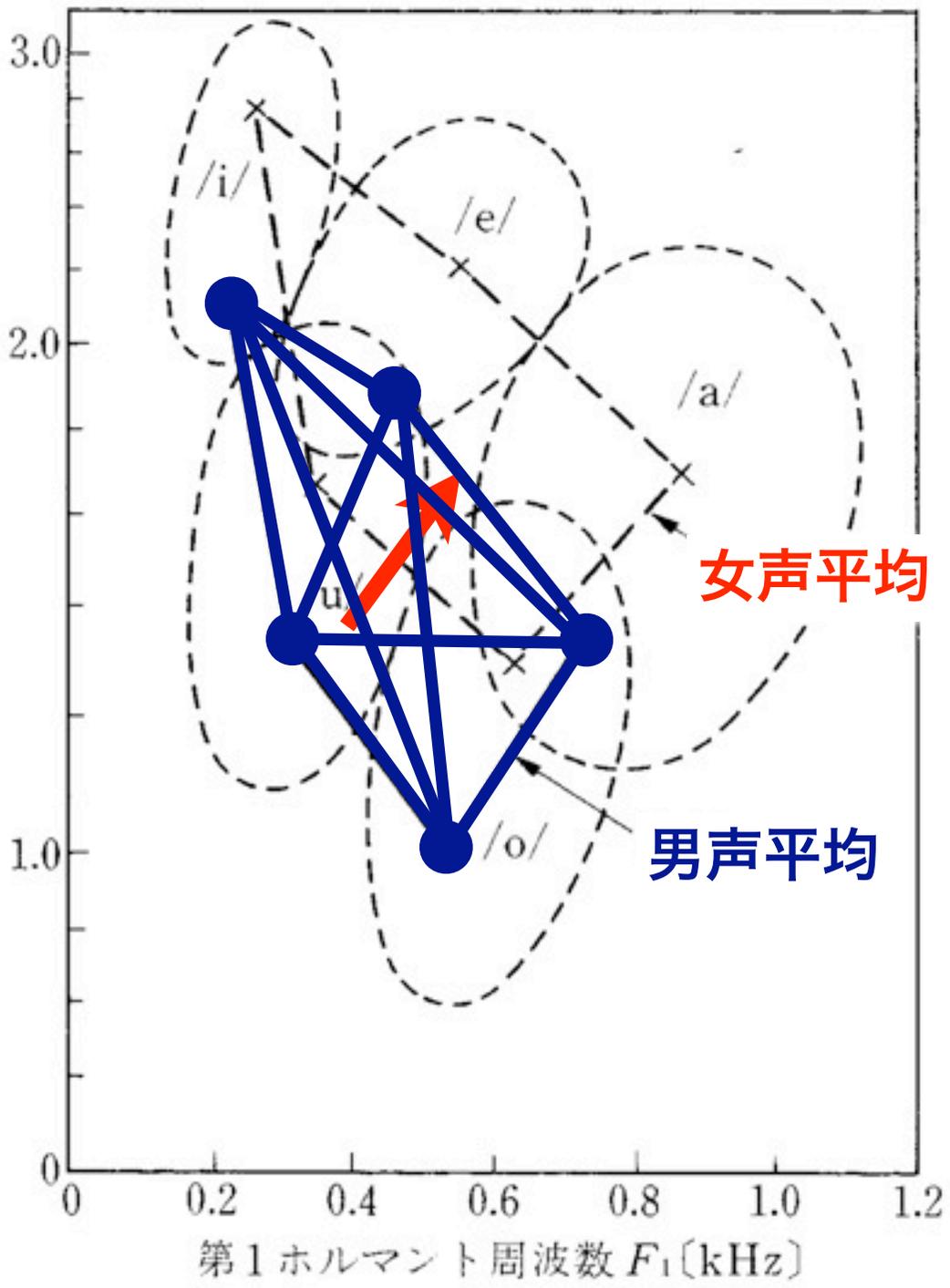
音高

$\log(F_0)$



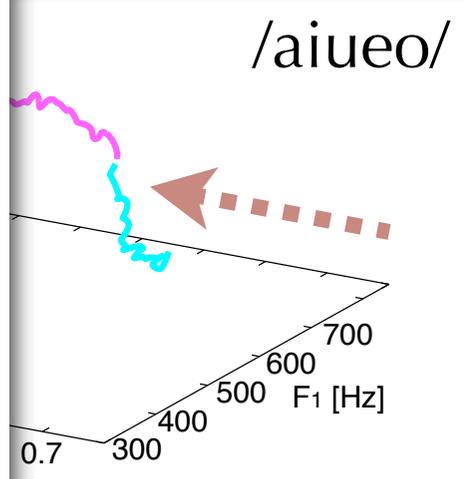
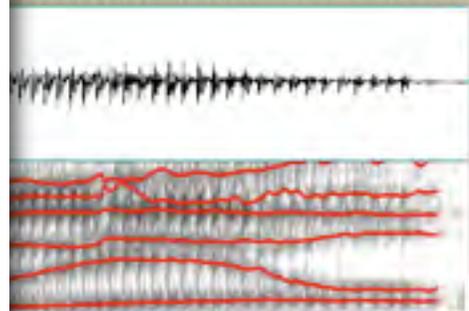
調の変化

第2ホルマント周波数  $F_2$  [kHz]

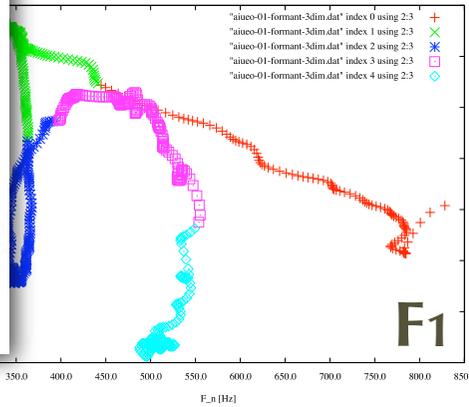


女声平均

男声平均



動的変化パターン

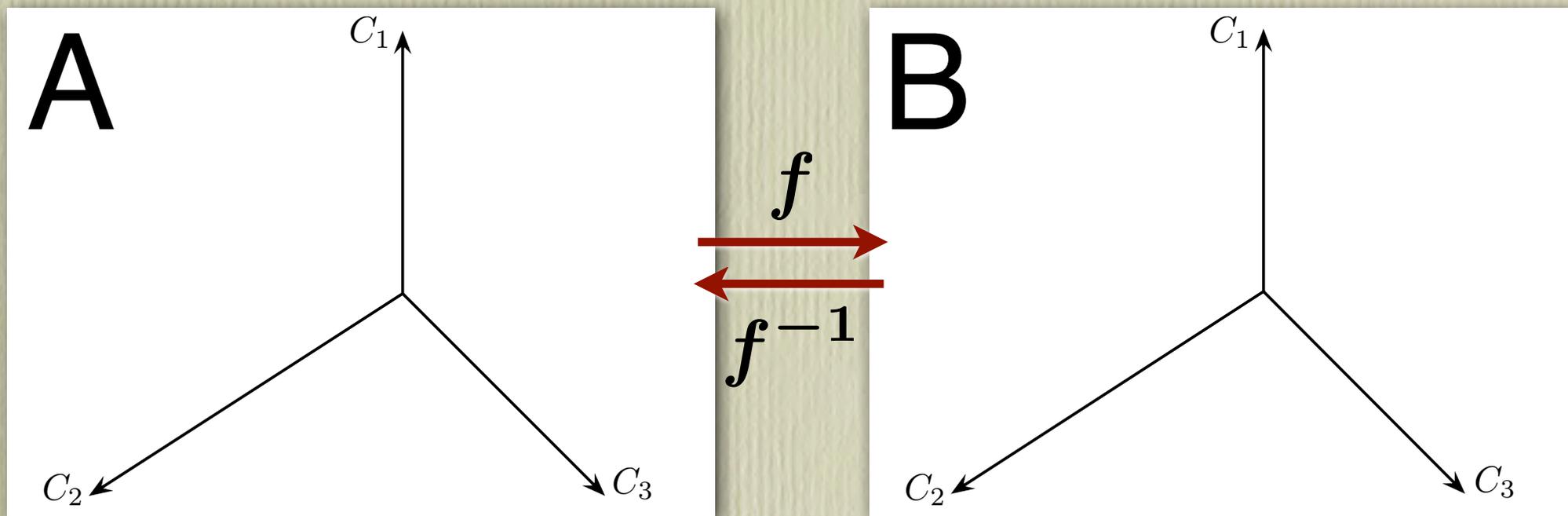


話者の変化

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 話者の違い = 空間写像 (話者・声質変換)

● 話者 A の音響空間  $\leftrightarrow$  話者 B の音響空間



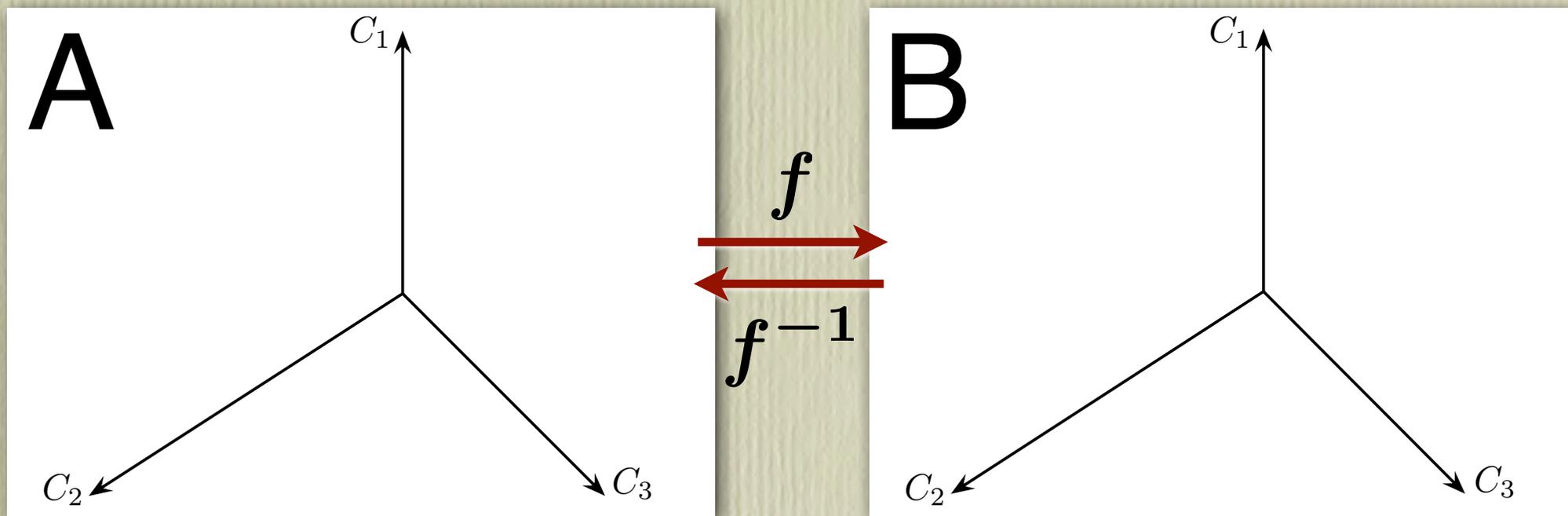
## 話者 A の声を 65 億全ての話者の声へ変形する

- 65 億  $\times$  65 億 の写像関数が定義可能
- 話者不変のコントラスト = 写像不変のコントラスト
- 任意の写像に対して不変なるコントラスト量は存在するのか？

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 話者の違い = 空間写像 (話者・声質変換)

● 話者 A の音響空間  $\leftrightarrow$  話者 B の音響空間



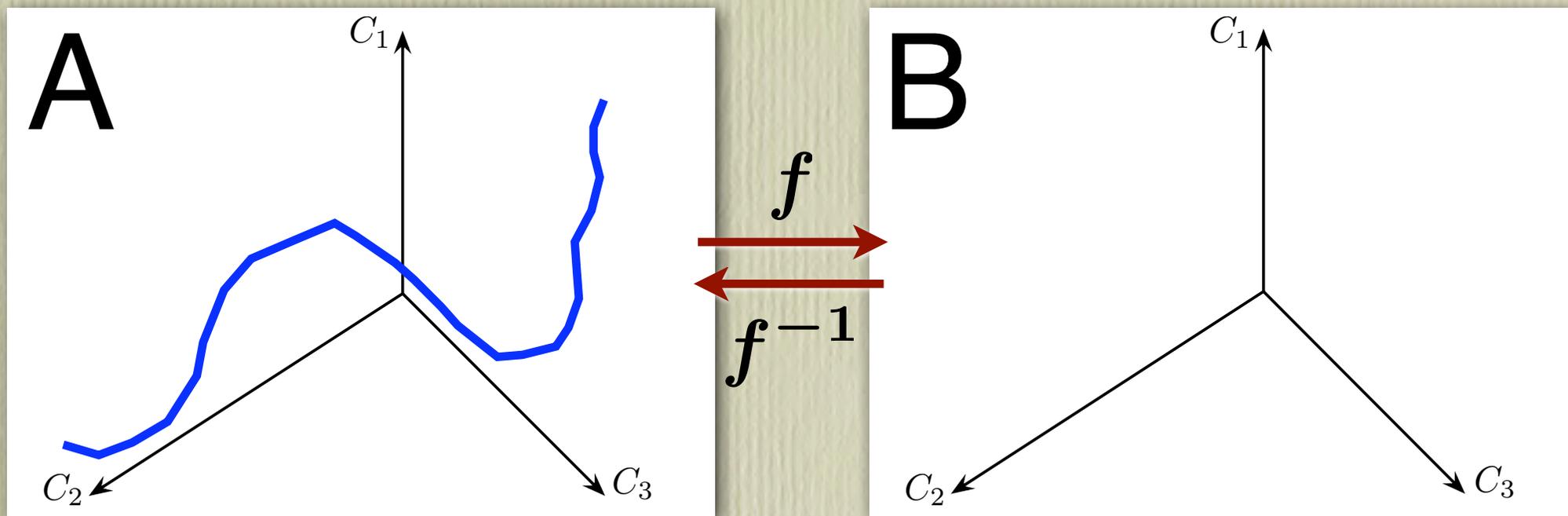
## 話者 A の声を 65 億全ての話者の声へ変形する

- 65 億  $\times$  65 億 の写像関数が定義可能
- 話者不変のコントラスト = 写像不変のコントラスト
- 任意の写像に対して不変なるコントラスト量は存在するのか？

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 話者の違い = 空間写像 (話者・声質変換)

● 話者 A の音響空間  $\leftrightarrow$  話者 B の音響空間



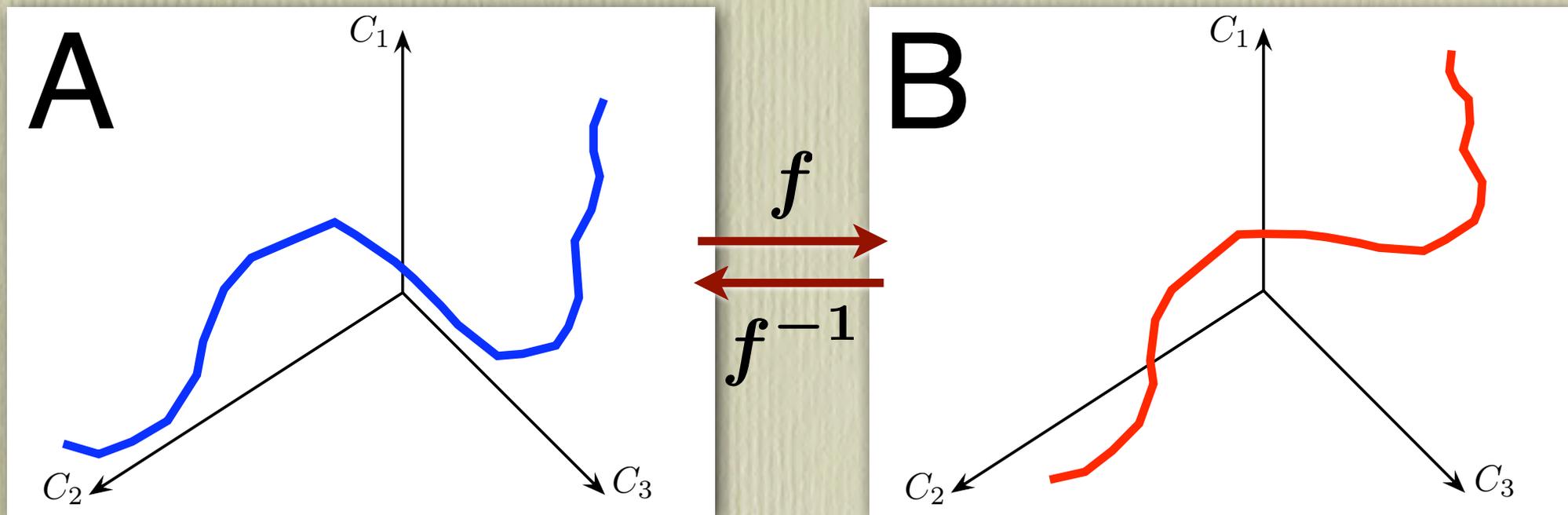
## 話者 A の声を 65 億全ての話者の声へ変形する

- 65 億 x 65 億 の写像関数が定義可能
- 話者不変のコントラスト = 写像不変のコントラスト
- 任意の写像に対して不変なるコントラスト量は存在するのか？

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 話者の違い = 空間写像 (話者・声質変換)

話者 A の音響空間  $\leftrightarrow$  話者 B の音響空間



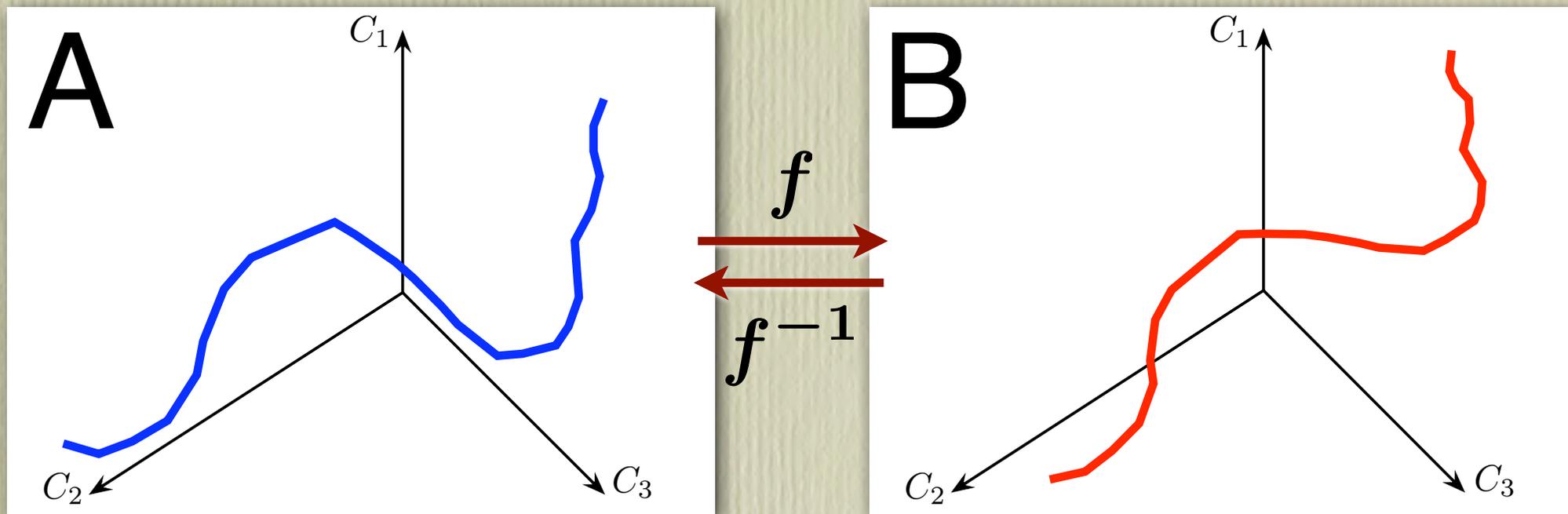
## 話者 A の声を 65 億全ての話者の声へ変形する

- 65 億  $\times$  65 億 の写像関数が定義可能
- 話者不変のコントラスト = 写像不変のコントラスト
  - 任意の写像に対して不変なるコントラスト量は存在するのか？

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 話者の違い = 空間写像 (話者・声質変換)

話者 A の音響空間  $\leftrightarrow$  話者 B の音響空間



## 話者 A の声を 65 億全ての話者の声へ変形する

- 65 億  $\times$  65 億 の写像関数が定義可能
- 話者不変のコントラスト = 写像不変のコントラスト
  - 任意の写像に対して不変なるコントラスト量は存在するのか？

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

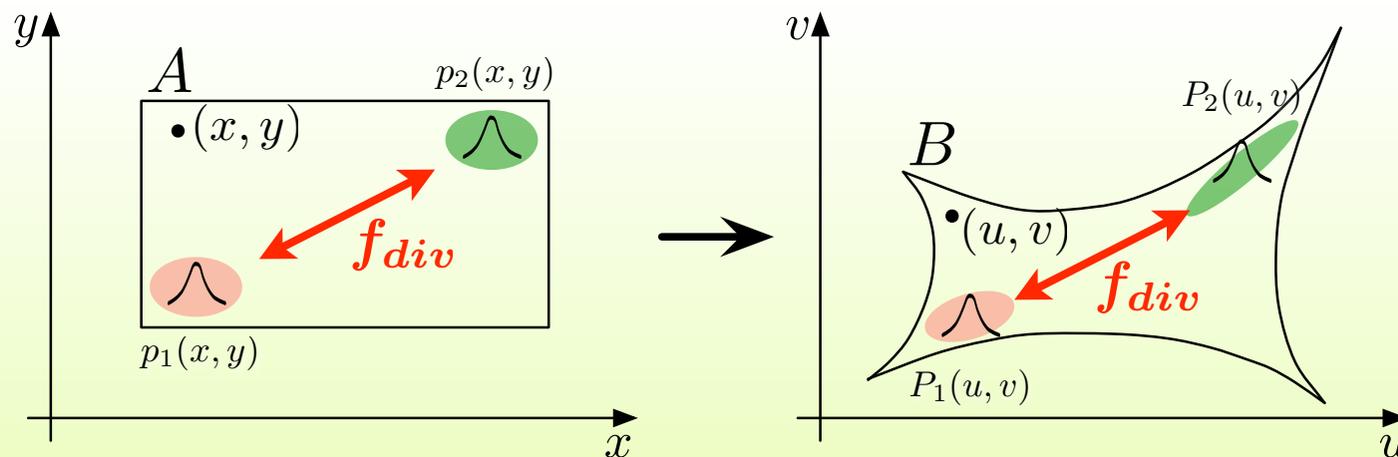
## 話者の違い=空間写像 (話者・声質変換)

- 写像・変換不変量のみで音声を表象すればよい。
- 従来の変量は周波数の線形変換 ( $\hat{f} = \alpha f$ ) を仮定[22-25]
  - 個人性を表現するモデルとしては不十分 / 音そのものの不変性を議論
- 連続かつ可逆な全変換に対するコントラスト不変量: f-div. [26]

$$\bullet f_{div}(p_1(\mathbf{x}), p_2(\mathbf{x})) = \oint p_2(\mathbf{x}) g \left( \frac{p_1(\mathbf{x})}{p_2(\mathbf{x})} \right) d\mathbf{x}$$

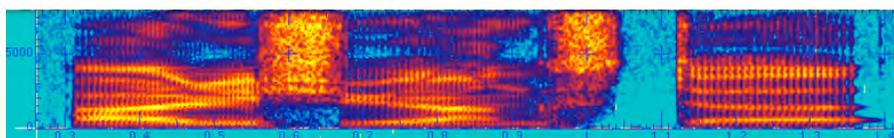
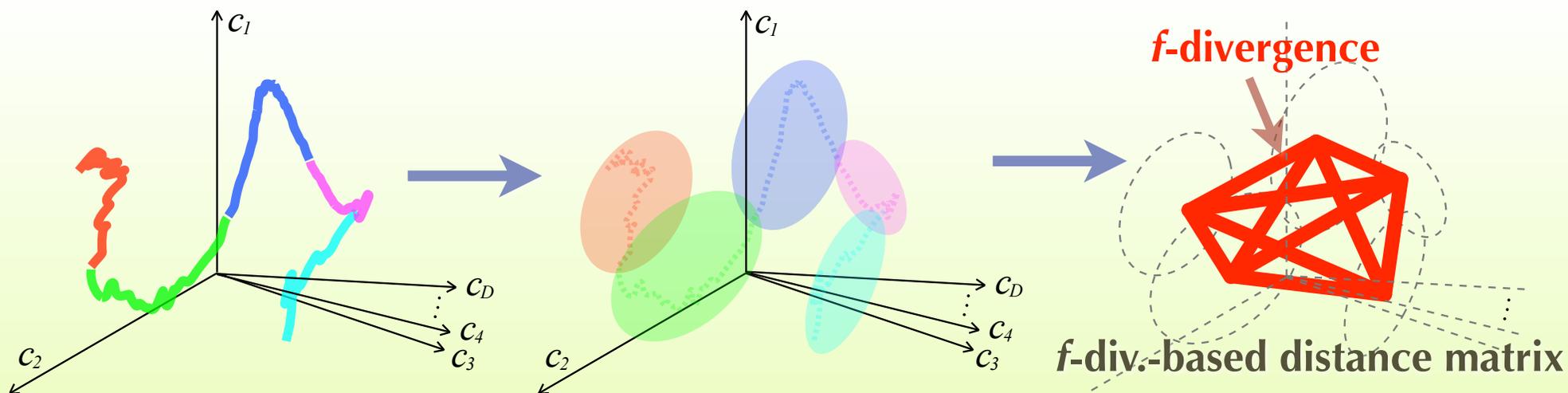
$$\bullet f_{div}(p_1(\mathbf{x}), p_2(\mathbf{x})) \equiv f_{div}(P_1(\mathbf{u}), P_2(\mathbf{u})) \quad (\text{十分性})$$

$$\bullet \oint M(p_1(\mathbf{x}), p_2(\mathbf{x})) d\mathbf{x} \text{ が不変} \rightarrow M = p_2(\mathbf{x}) g \left( \frac{p_1(\mathbf{x})}{p_2(\mathbf{x})} \right) \quad (\text{必要性})$$

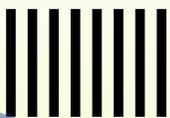


# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## f-div. に基づく一発声の構造化



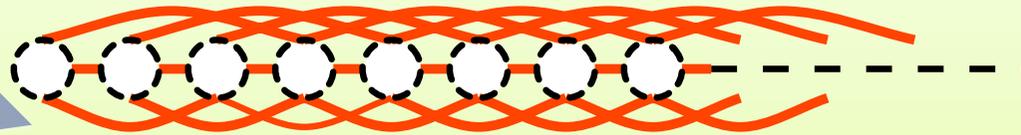
spectrogram (spectrum slice sequence)



cepstrum vector sequence

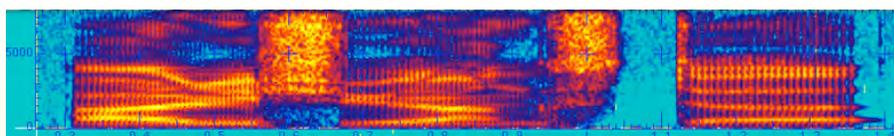
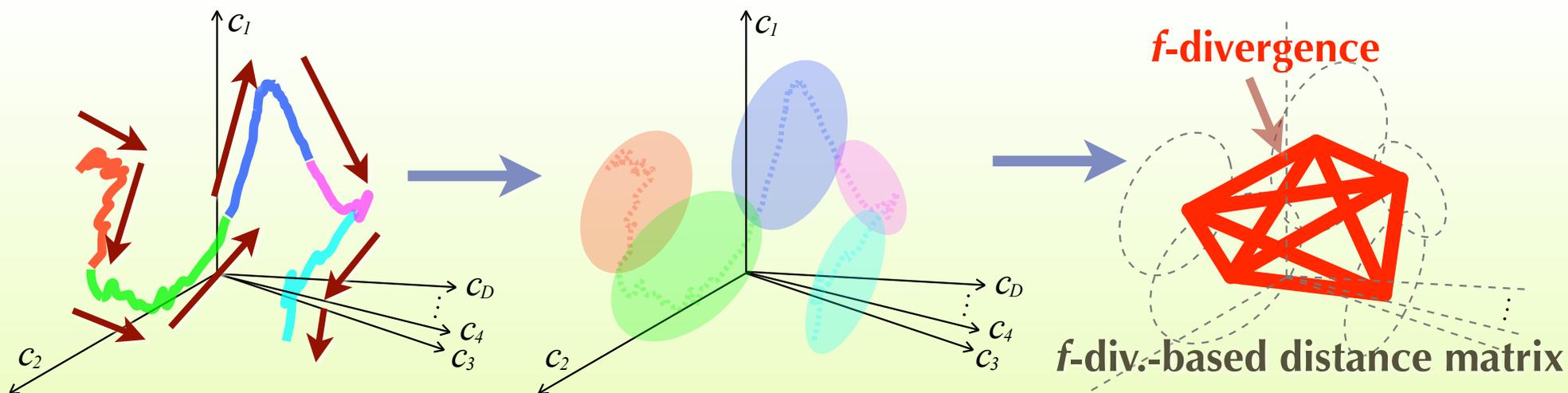


distribution sequence



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## f-div. に基づく一発声の構造化



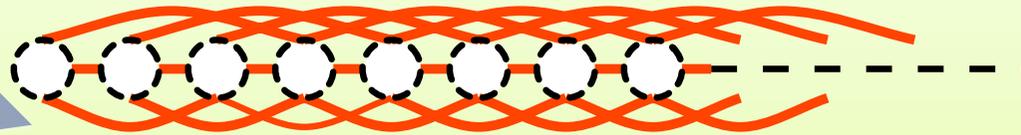
spectrogram (spectrum slice sequence)



cepstrum vector sequence

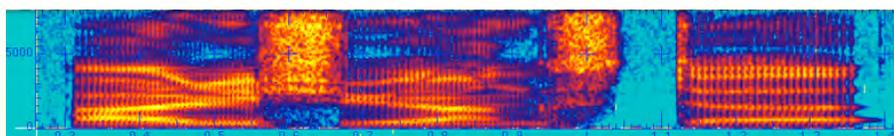
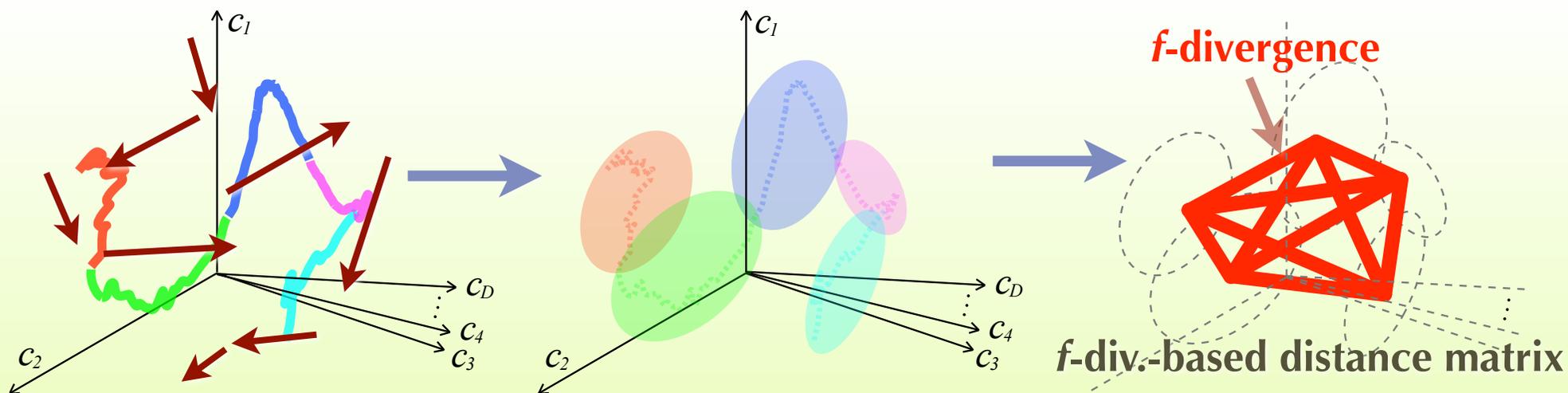


distribution sequence



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## f-div. に基づく一発声の構造化



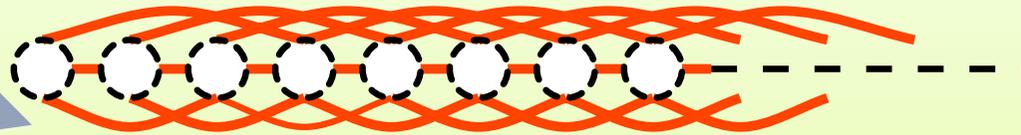
spectrogram (spectrum slice sequence)



cepstrum vector sequence

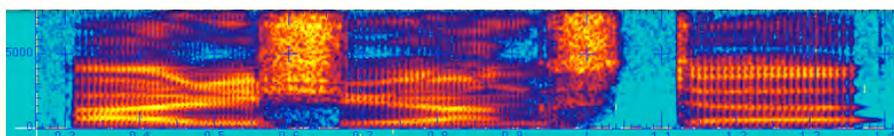
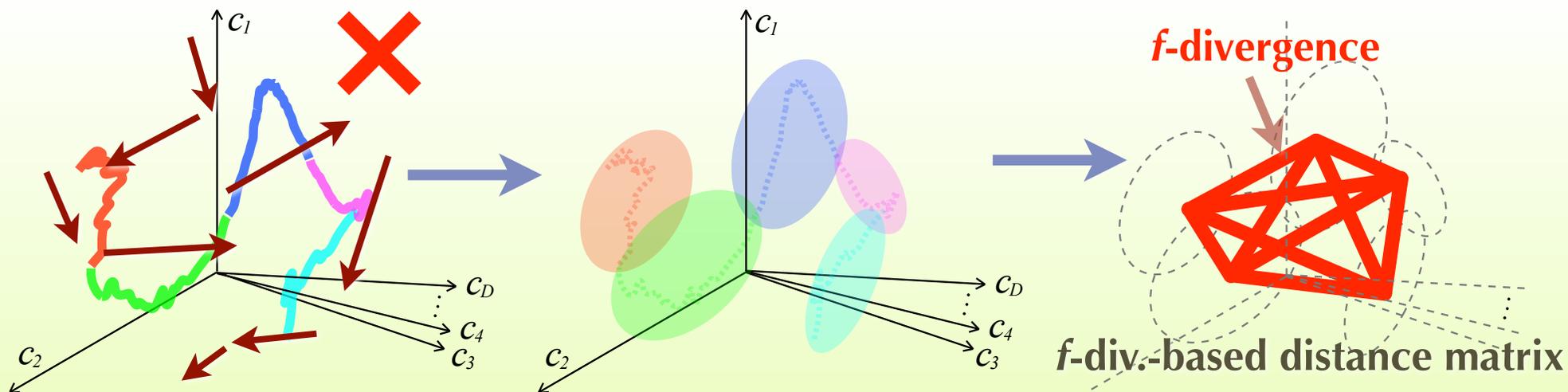


distribution sequence



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## f-div. に基づく一発声の構造化



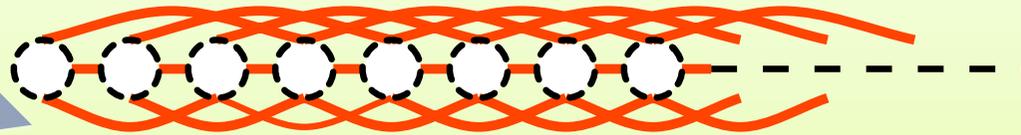
spectrogram (spectrum slice sequence)



cepstrum vector sequence



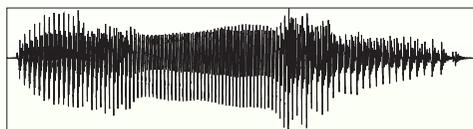
distribution sequence



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

孤立単語発声を入力し，N個の候補のどれかを当てる

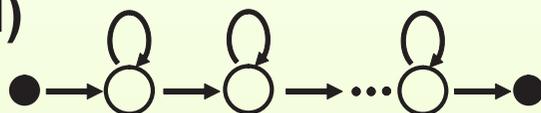
Speech signal



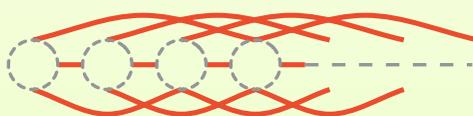
Cepstrum vector sequence



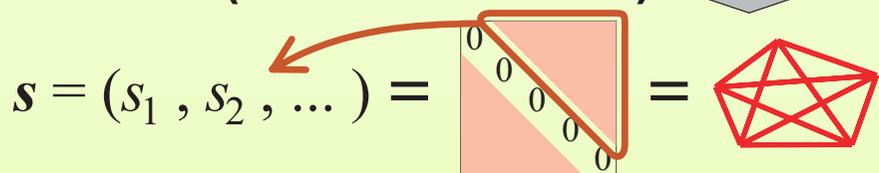
Cepstrum distribution sequence (HMM)



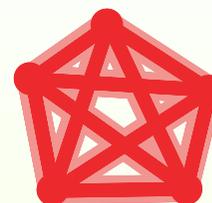
Distances of distributions



Structure (distance matrix)



Statistical structure model



Word 1

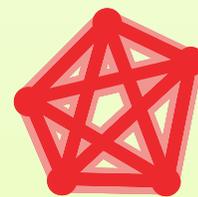


Word 2

⋮

⋮

⋮



Word N

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 孤立単語音声の認識実験

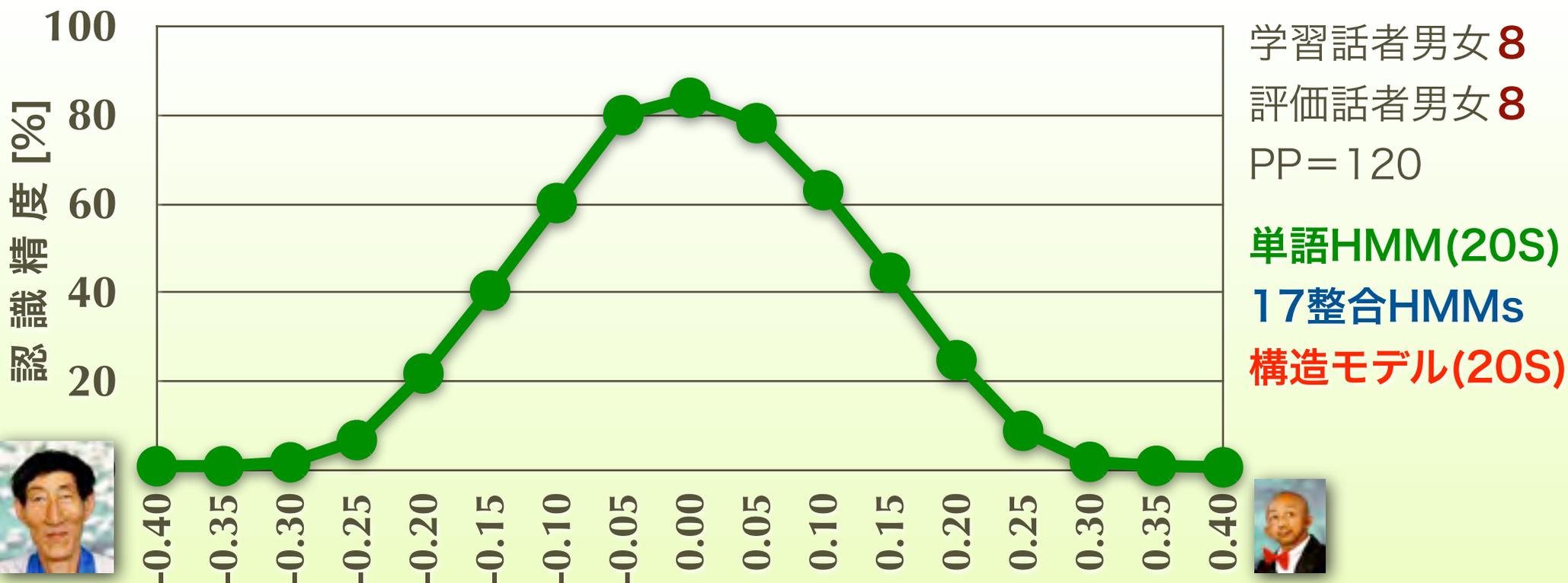
- 二つの問題とその解決
  - 強すぎる不変性 → マルチストリーム構造化による都合のよい不変性へ
  - 高すぎる次元数 → 線形判別分析 (LDA) による次元数削減
- 孤立単語認識実験による提案手法の評価
  - 日本語五母音を並び替えて作成される120単語の孤立単語認識



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 孤立単語音声の認識実験

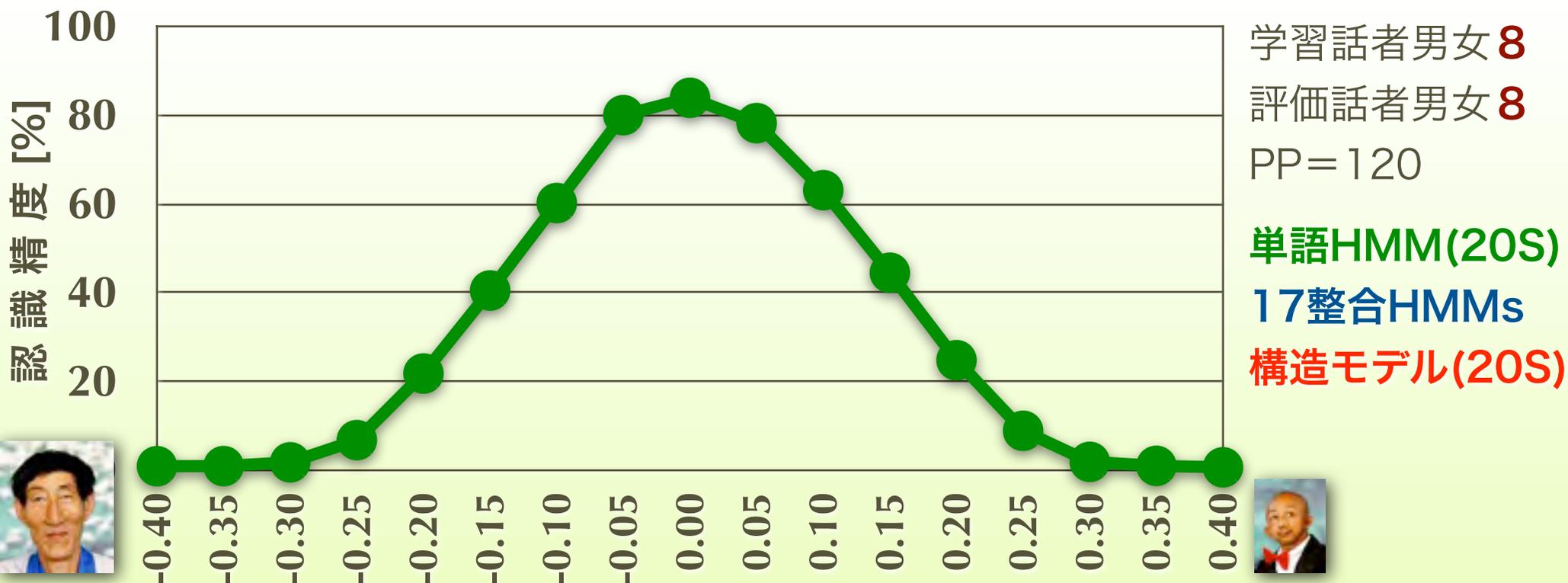
- 二つの問題とその解決
  - 強すぎる不変性 → マルチストリーム構造化による都合のよい不変性へ
  - 高すぎる次元数 → 線形判別分析 (LDA) による次元数削減
- 孤立単語認識実験による提案手法の評価
  - 日本語五母音を並び替えて作成される120単語の孤立単語認識



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 孤立単語音声の認識実験

- 二つの問題とその解決
  - 強すぎる不変性 → マルチストリーム構造化による都合のよい不変性へ
  - 高すぎる次元数 → 線形判別分析 (LDA) による次元数削減
- 孤立単語認識実験による提案手法の評価
  - 日本語五母音を並び替えて作成される120単語の孤立単語認識



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 孤立単語音声の認識実験

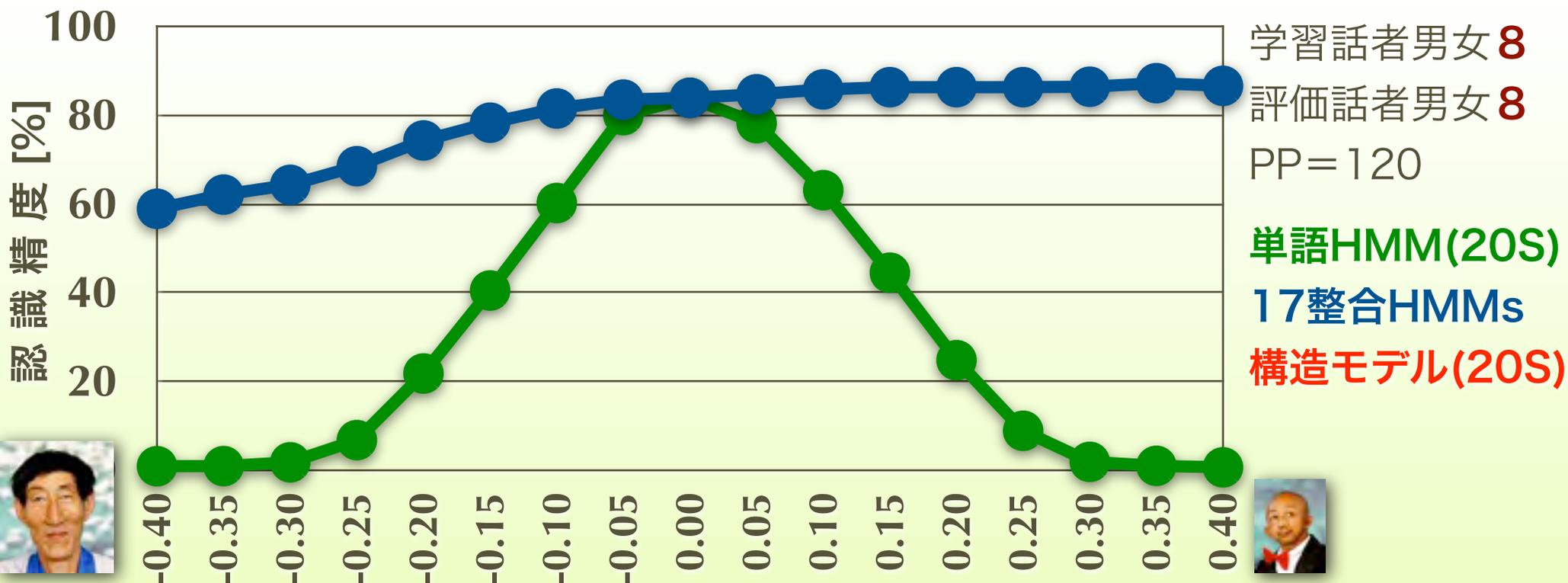
- 二つの問題とその解決
  - 強すぎる不変性 → マルチストリーム構造化による都合のよい不変性へ
  - 高すぎる次元数 → 線形判別分析 (LDA) による次元数削減
- 孤立単語認識実験による提案手法の評価
  - 日本語五母音を並び替えて作成される120単語の孤立単語認識



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 孤立単語音声の認識実験

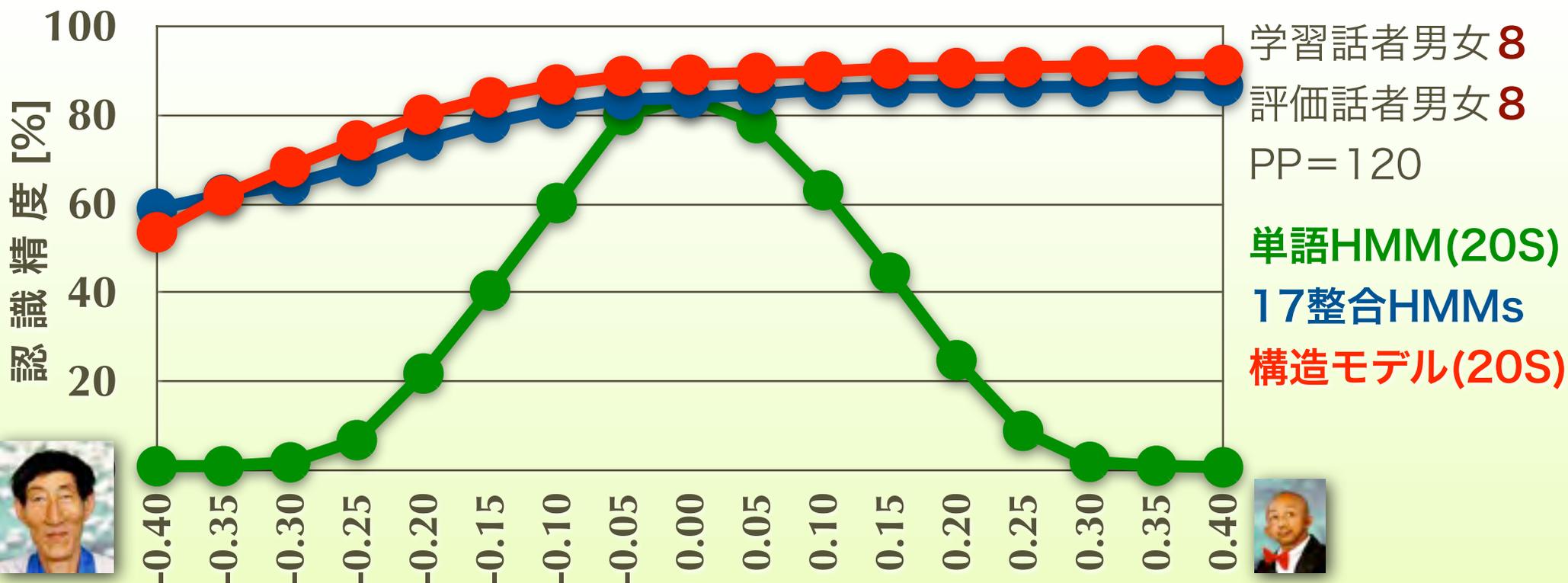
- 二つの問題とその解決
  - 強すぎる不変性→マルチストリーム構造化による都合のよい不変性へ
  - 高すぎる次元数→線形判別分析 (LDA) による次元数削減
- 孤立単語認識実験による提案手法の評価
  - 日本語五母音を並び替えて作成される120単語の孤立単語認識



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 孤立単語音声の認識実験

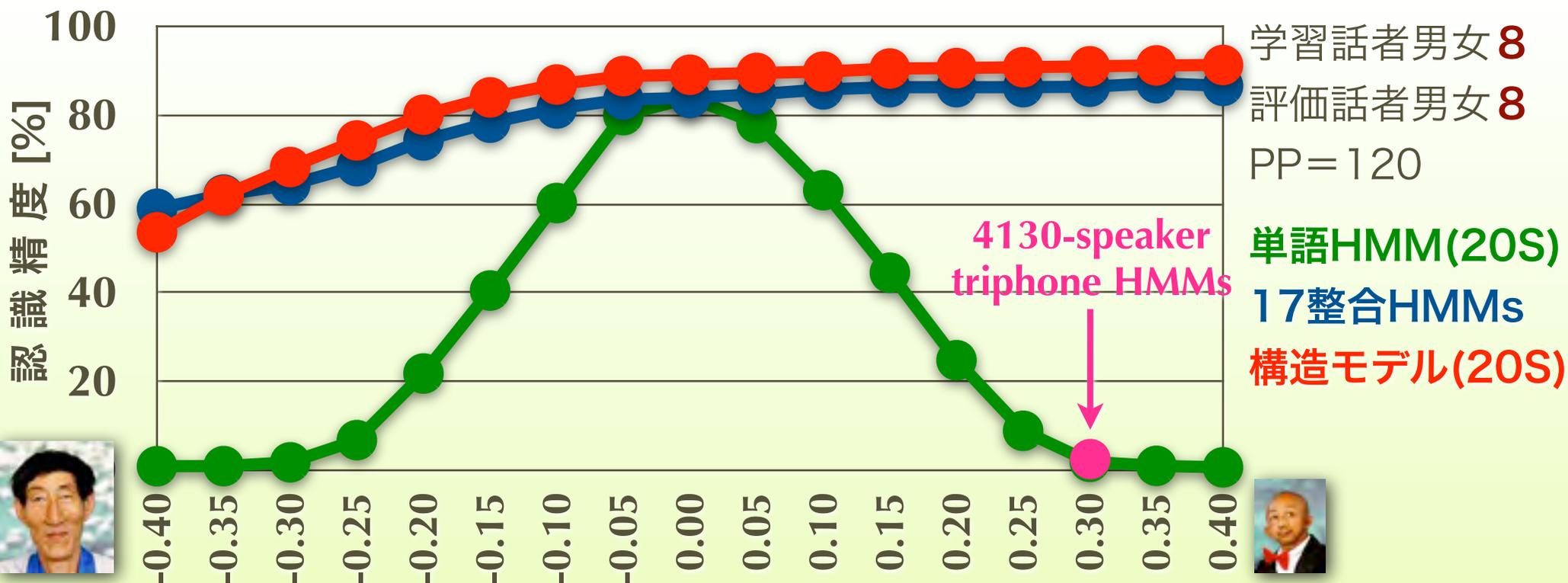
- 二つの問題とその解決
  - 強すぎる不変性→マルチストリーム構造化による都合のよい不変性へ
  - 高すぎる次元数→線形判別分析 (LDA) による次元数削減
- 孤立単語認識実験による提案手法の評価
  - 日本語五母音を並び替えて作成される120単語の孤立単語認識



# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## 孤立単語音声の認識実験

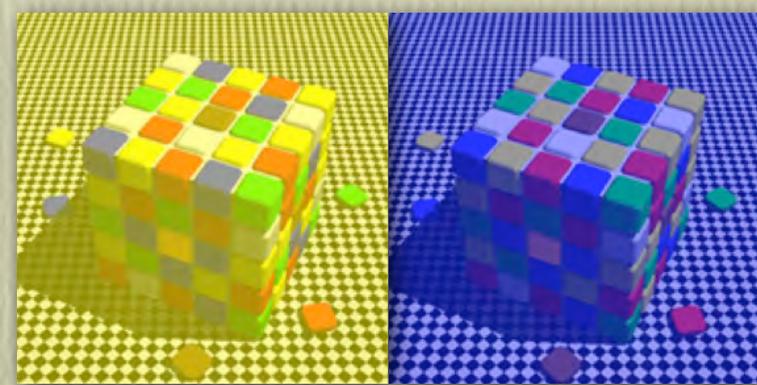
- 二つの問題とその解決
  - 強すぎる不変性→マルチストリーム構造化による都合のよい不変性へ
  - 高すぎる次元数→線形判別分析 (LDA) による次元数削減
- 孤立単語認識実験による提案手法の評価
  - 日本語五母音を並び替えて作成される120単語の孤立単語認識



# 音色の偏差とその認知的不変性

## 色み・音高の恒常・不変的認知

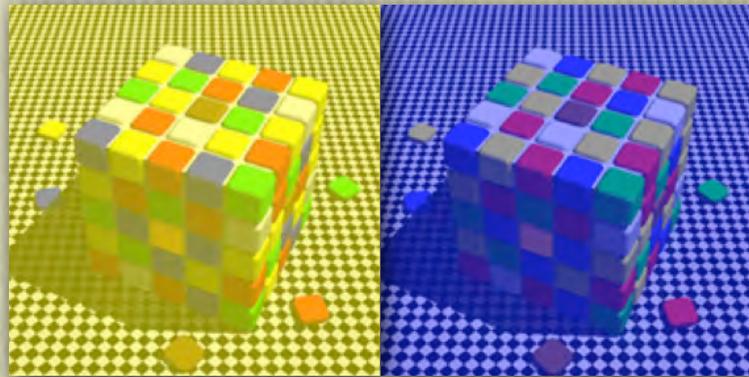
- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

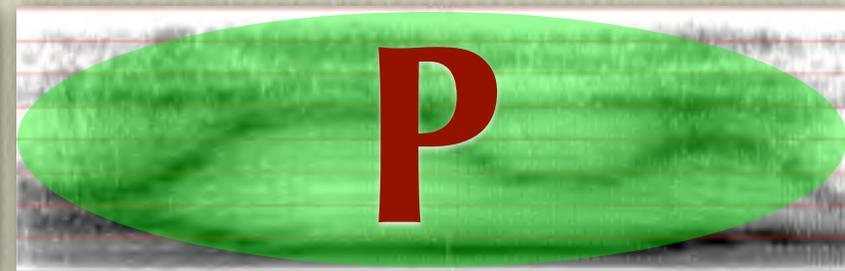
## 色み・音高の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



## 音色の恒常・不変的認知

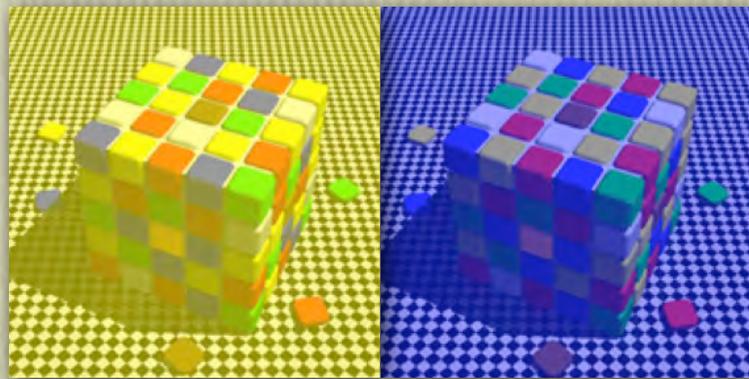
- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

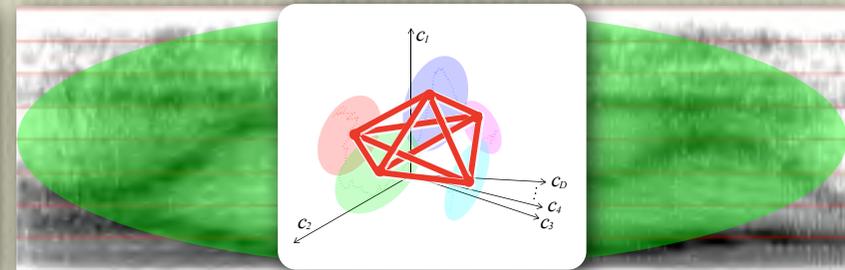
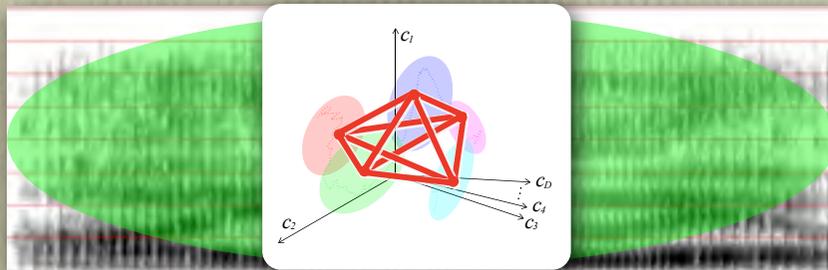
## 色み・音高の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



## 音色の恒常・不変的認知

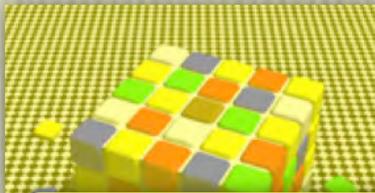
- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

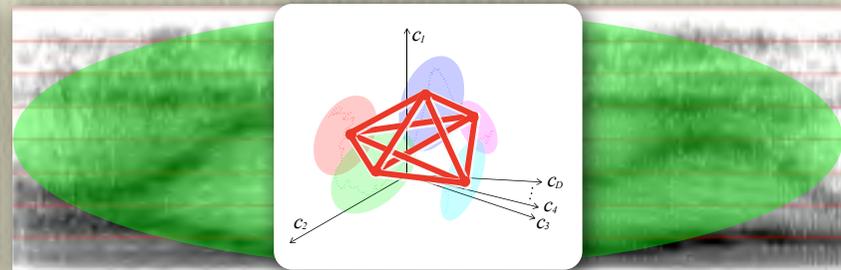
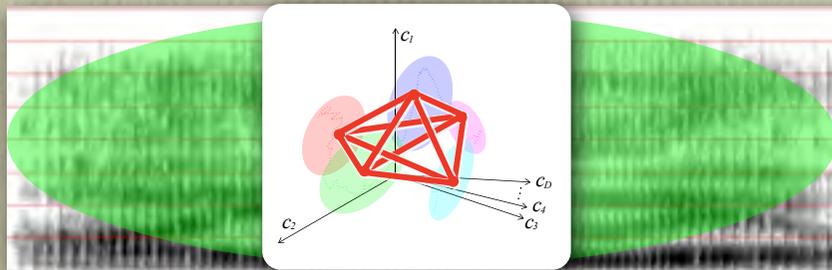
## 色み・音高の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



但し，孤立音の同定は不可能  
そこにはコントラストが無いから

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 音色の偏差とその認知的不変性

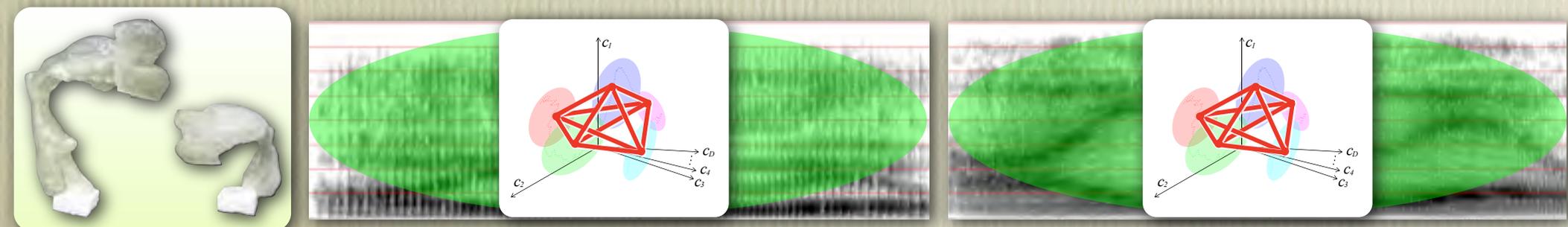
## 色み・音高の恒常・不変的認知

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



孤立提示された音を音韻同定する能力は  
音声言語運用には不要なのかもしれない

- コントラスト情報に基づく処理が重要
- コントラスト群から成る全体的パターン処理が要素同定を可能に



# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

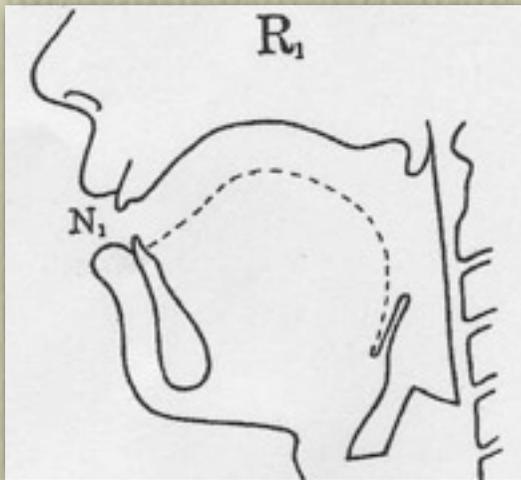
## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

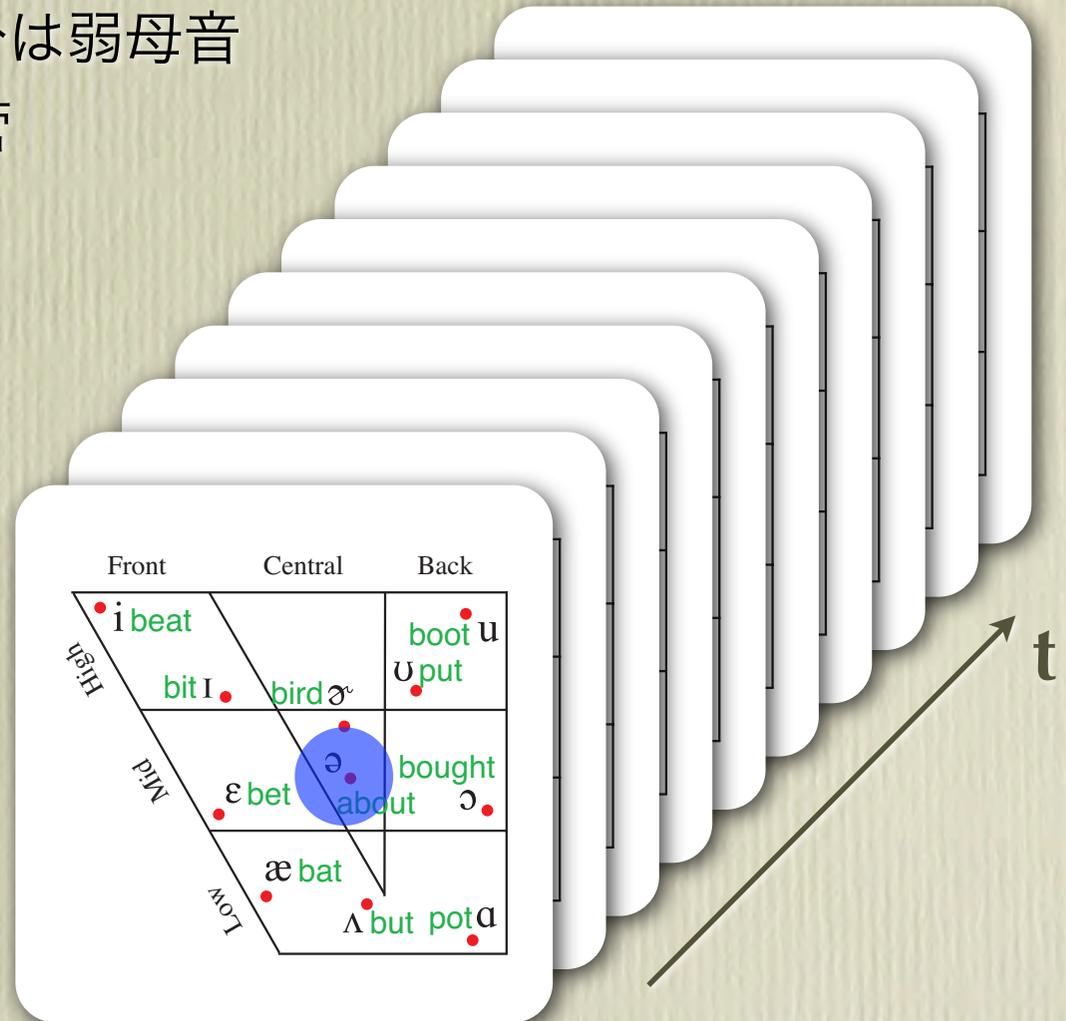
# 音声 = 音色のうねり (共鳴音だけなら)

## 音声のどこに言語情報は「埋め込まれている」のか？

- 「舌の位置」をあれこれ動かして音韻列を音響的に生成する
  - ホームポジションはどこ？
  - 英語の場合, 出現母音の半分は弱母音
    - 中心位置 = 断面積一定の管



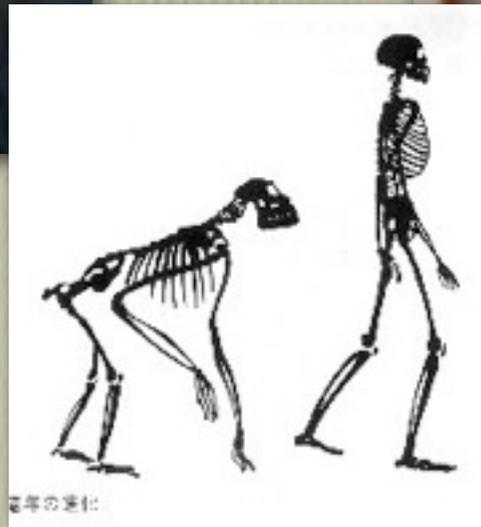
- 音色の動き・うねり
  - = 舌位置の動き・うねり
  - = スペクトル動き・うねり



# サルからヒトへ ～直立二足歩行の偉業～

## 様々な声を出すための身体的・物理的必要条件

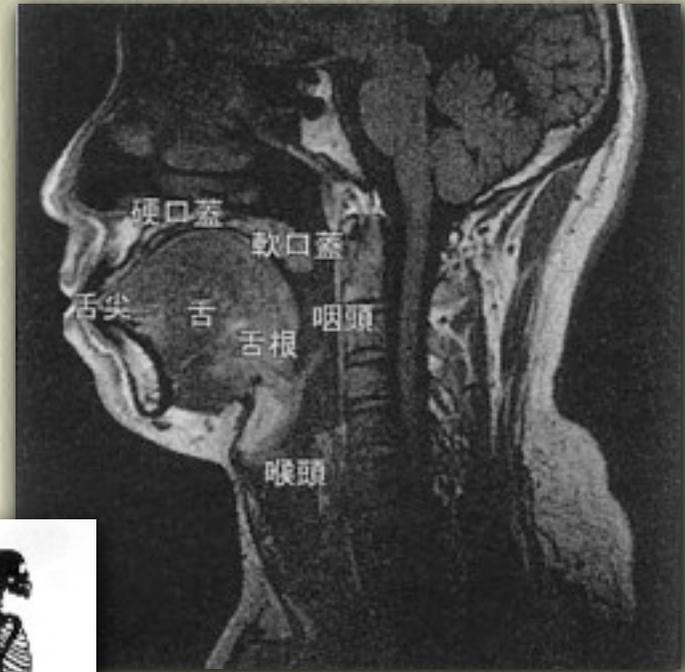
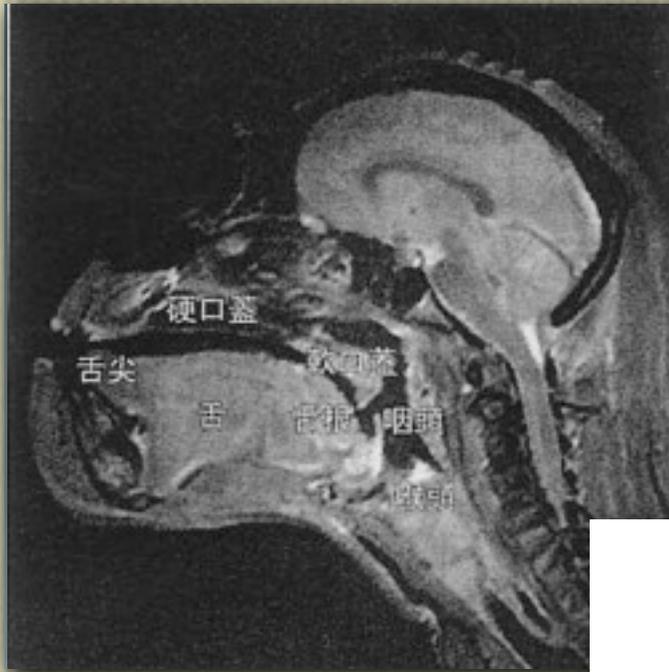
- 口腔の形状がダイナミックに変形できる口が絶対的な必要条件
- 直立二足歩行による喉頭の下落が絶対的な必要条件



# サルからヒトへ ～直立二足歩行の偉業～

## 様々な声を出すための身体的・物理的必要条件

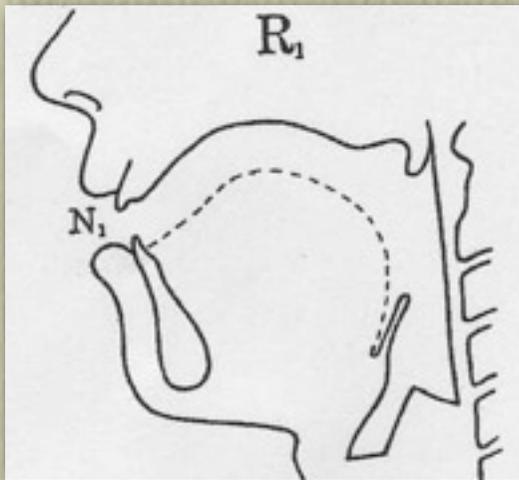
- 口腔の形状がダイナミックに変形できる口が絶対的な必要条件
- 直立二足歩行による喉頭の下落が絶対的な必要条件



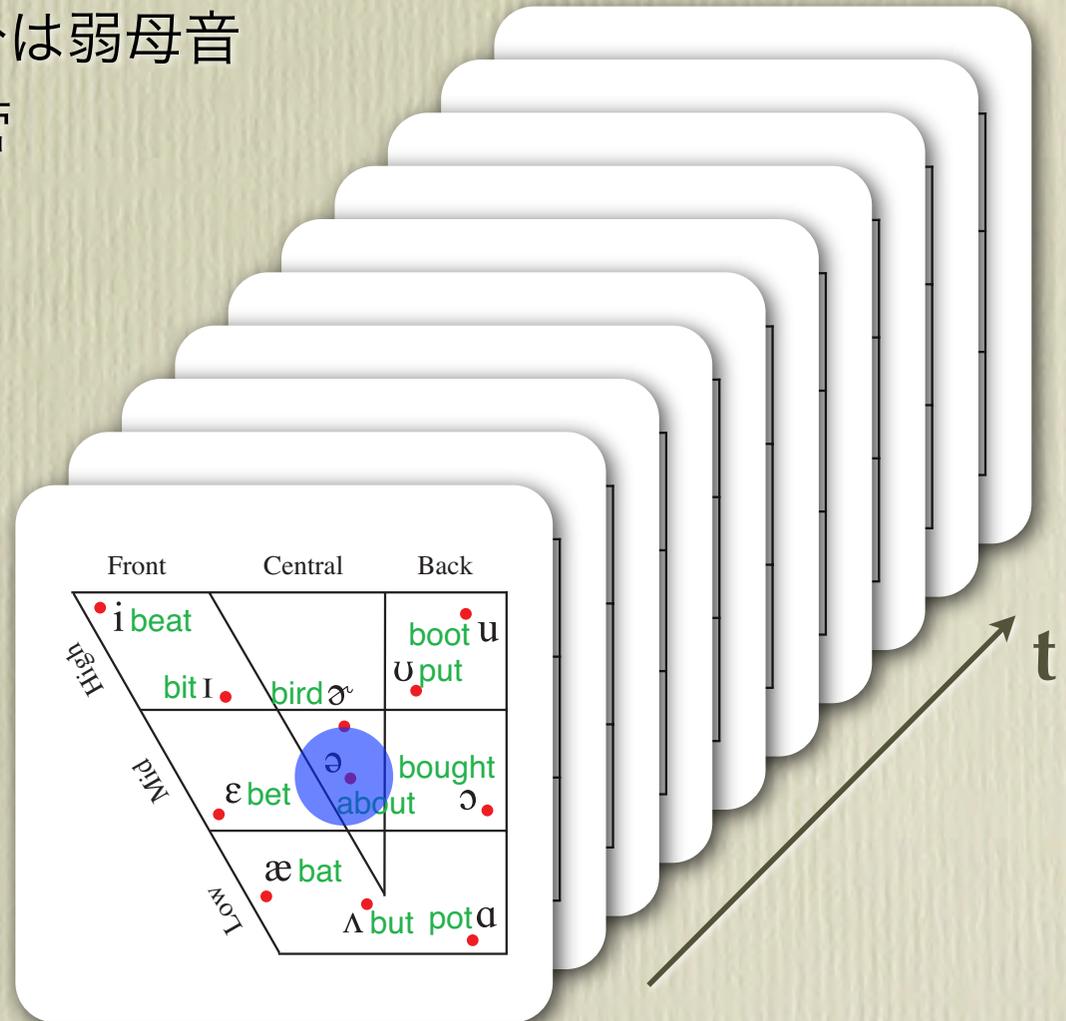
# 音声 = 音色のうねり (共鳴音だけなら)

## 音声のどこに言語情報は「埋め込まれている」のか？

- 「舌の位置」をあれこれ動かして音韻列を音響的に生成する
  - ホームポジションはどこ？
  - 英語の場合, 出現母音の半分は弱母音
    - 中心位置 = 断面積一定の管



- 音色の動き・うねり
  - = 舌位置の動き・うねり
  - = スペクトル動き・うねり

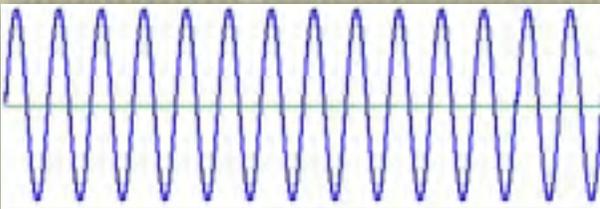


# 電波による情報の伝達 ～ラジオ～

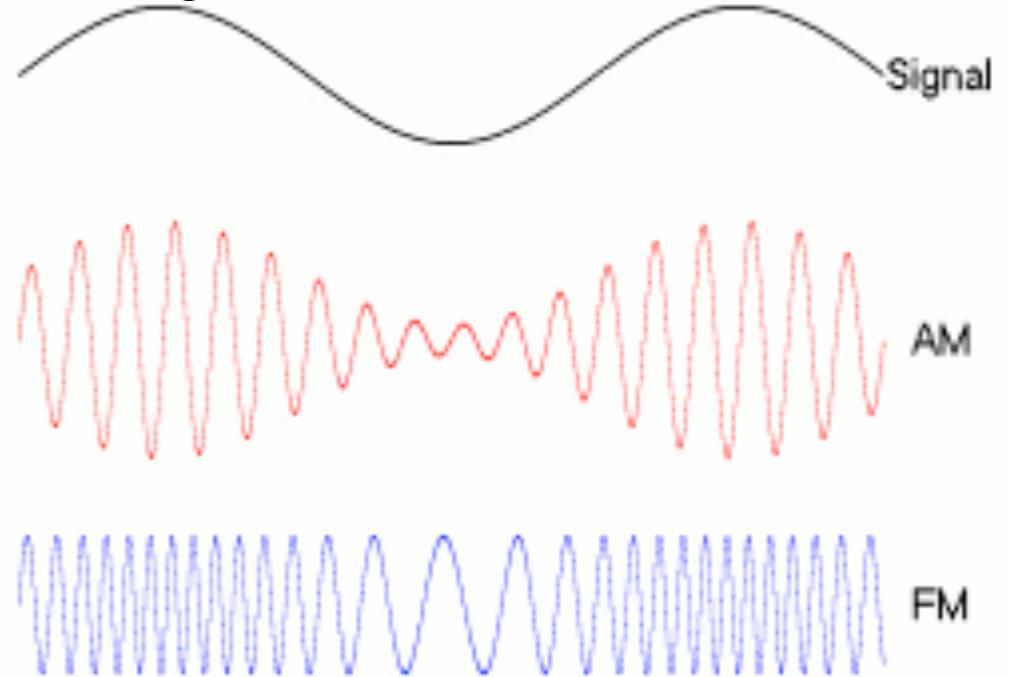
## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**

Carrier signals



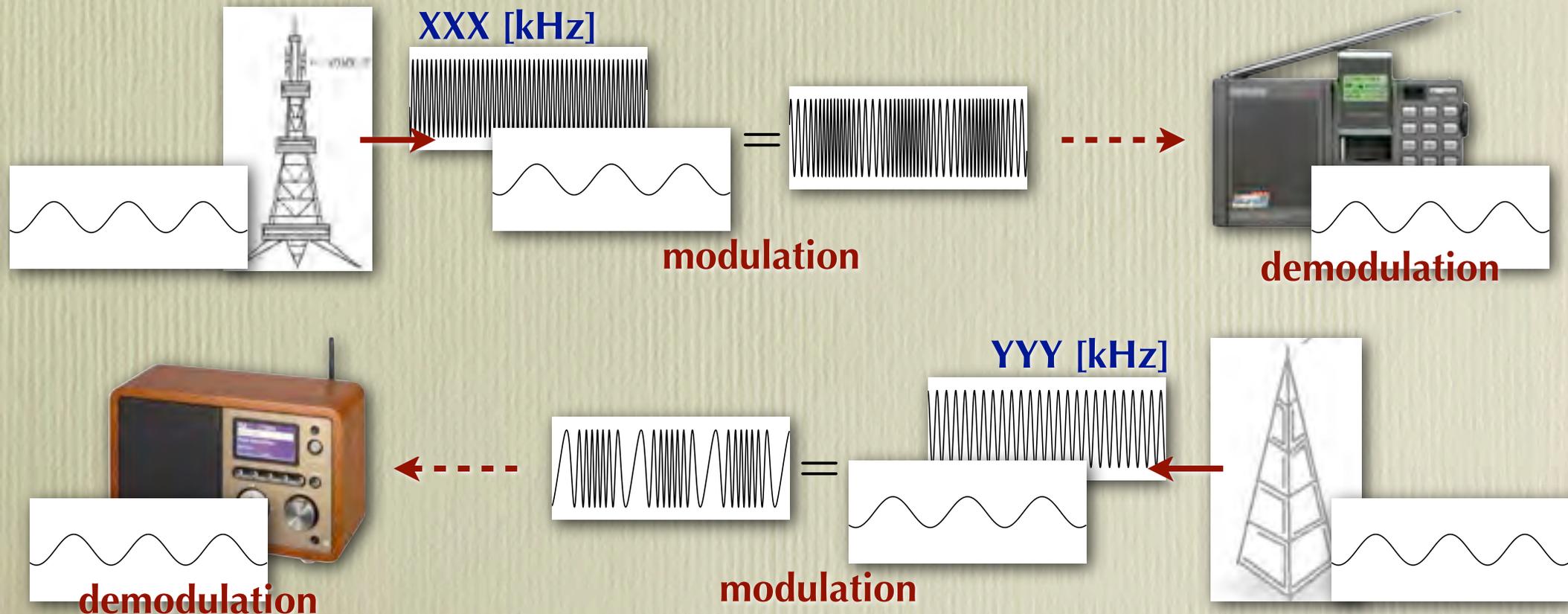
Messages



# 電波による情報の伝達 ～ラジオ～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

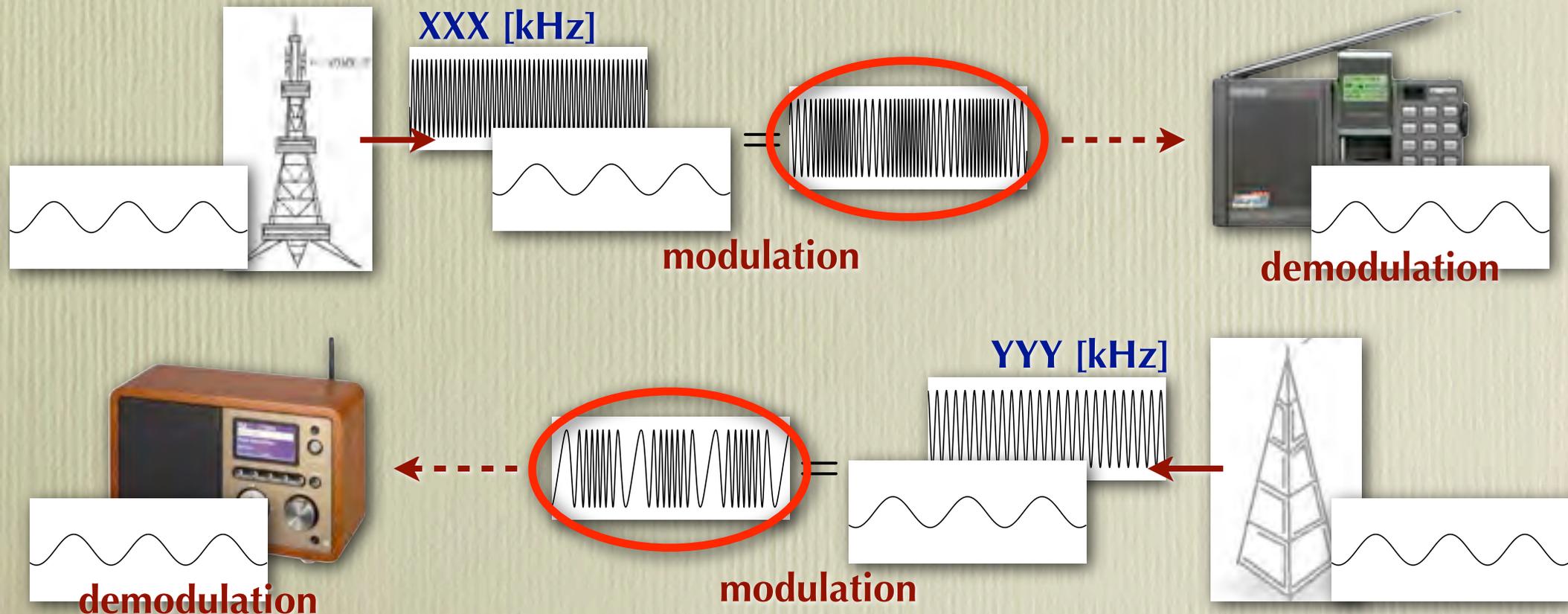
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**



# 電波による情報の伝達 ～ラジオ～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

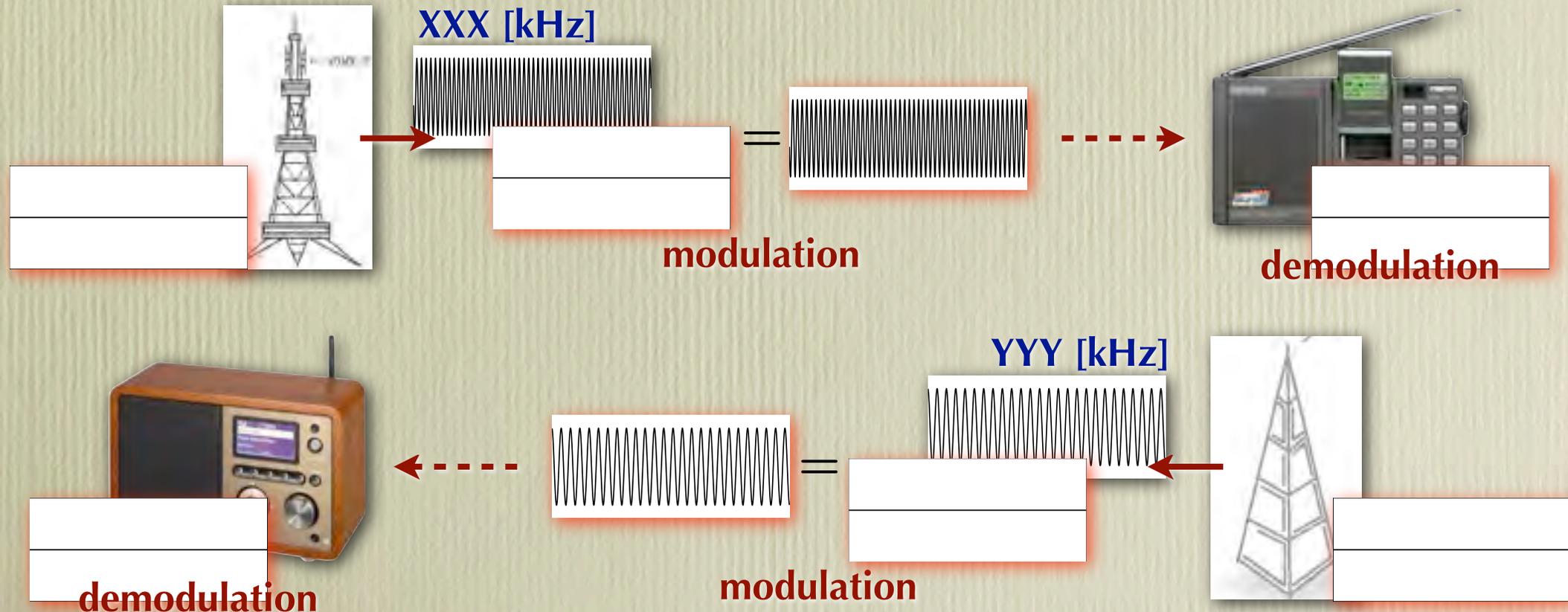
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**



# 電波による情報の伝達 ～ラジオ～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

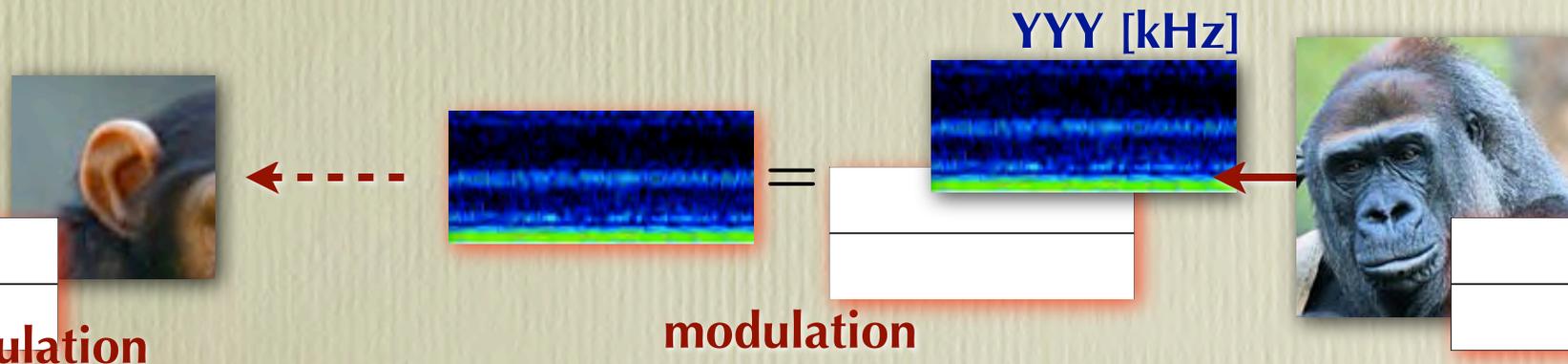
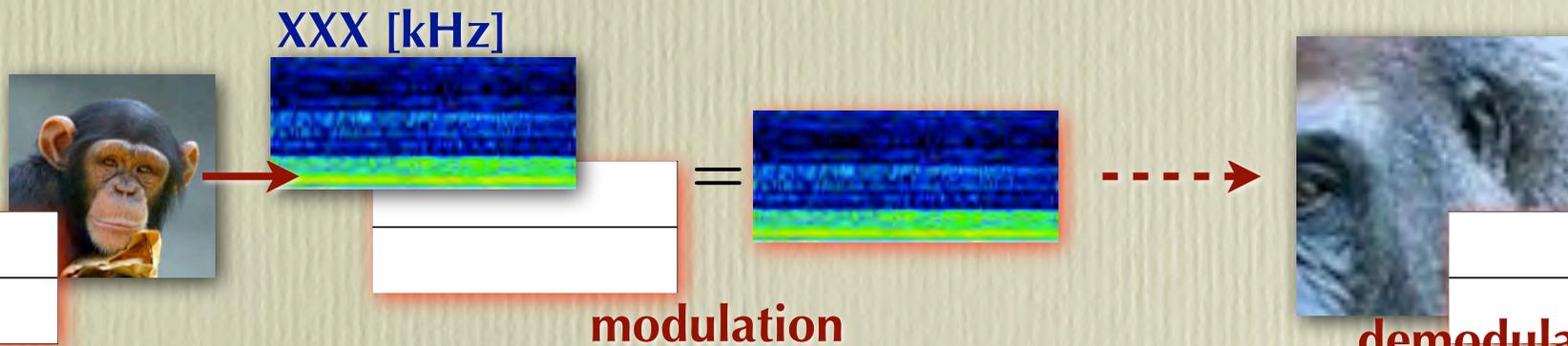
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**

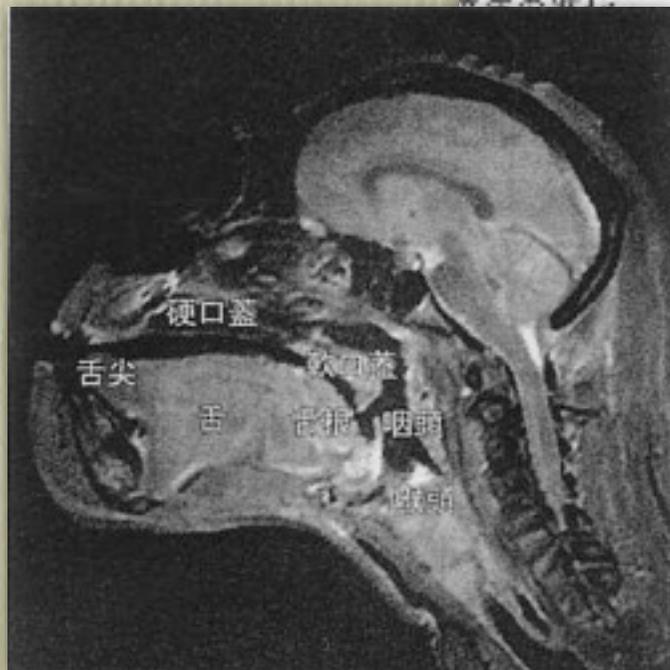


# 音波による情報の伝達 ～音声～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **TM** : **T**imber (音色) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**
  - これを復調する場合, **音色の相対音感**が必要不可欠と考えられる。

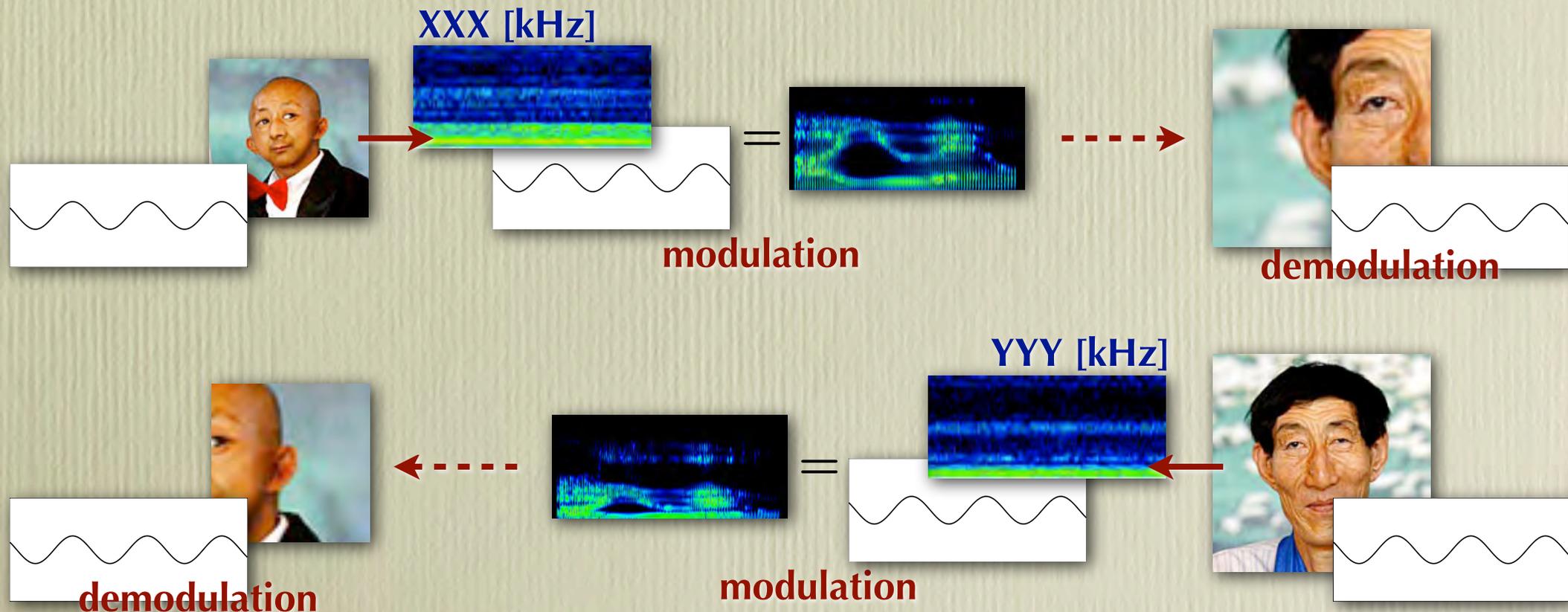




# 音波による情報の伝達 ～音声～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

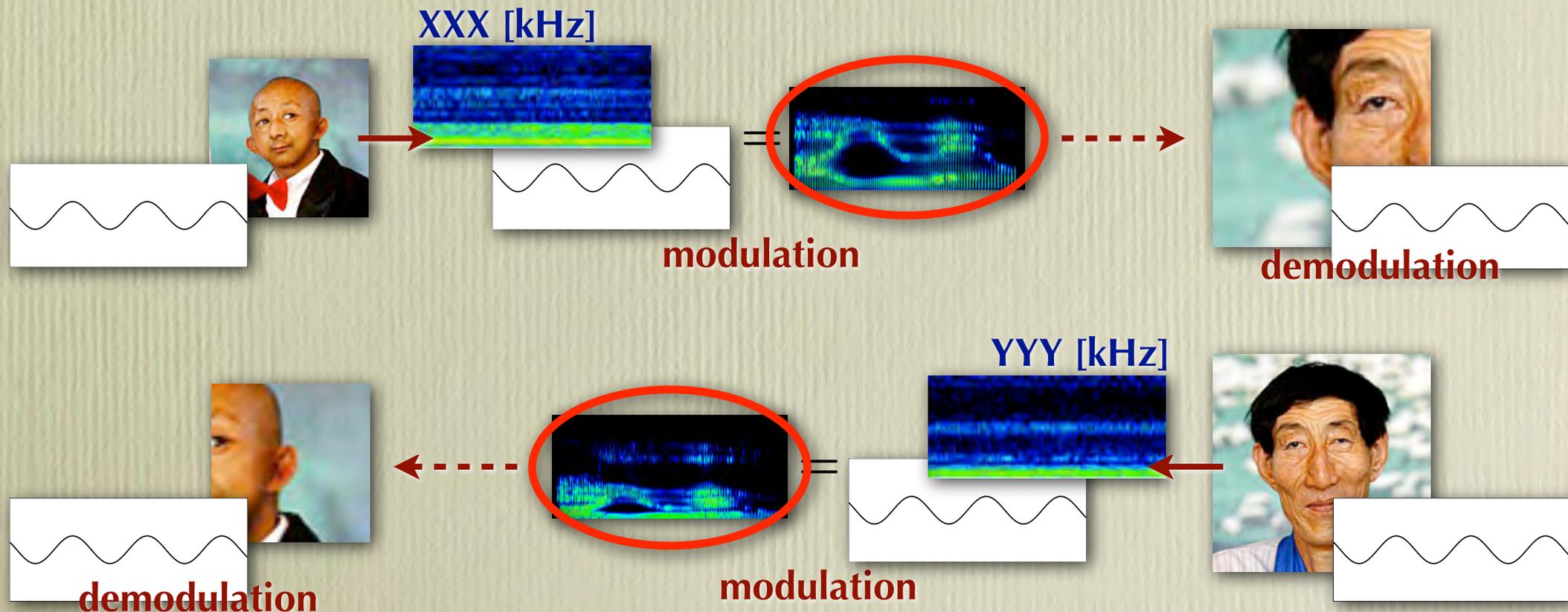
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **TM** : **T**imber (音色) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**
  - これを復調する場合, **音色の相対音感**が必要不可欠と考えられる。



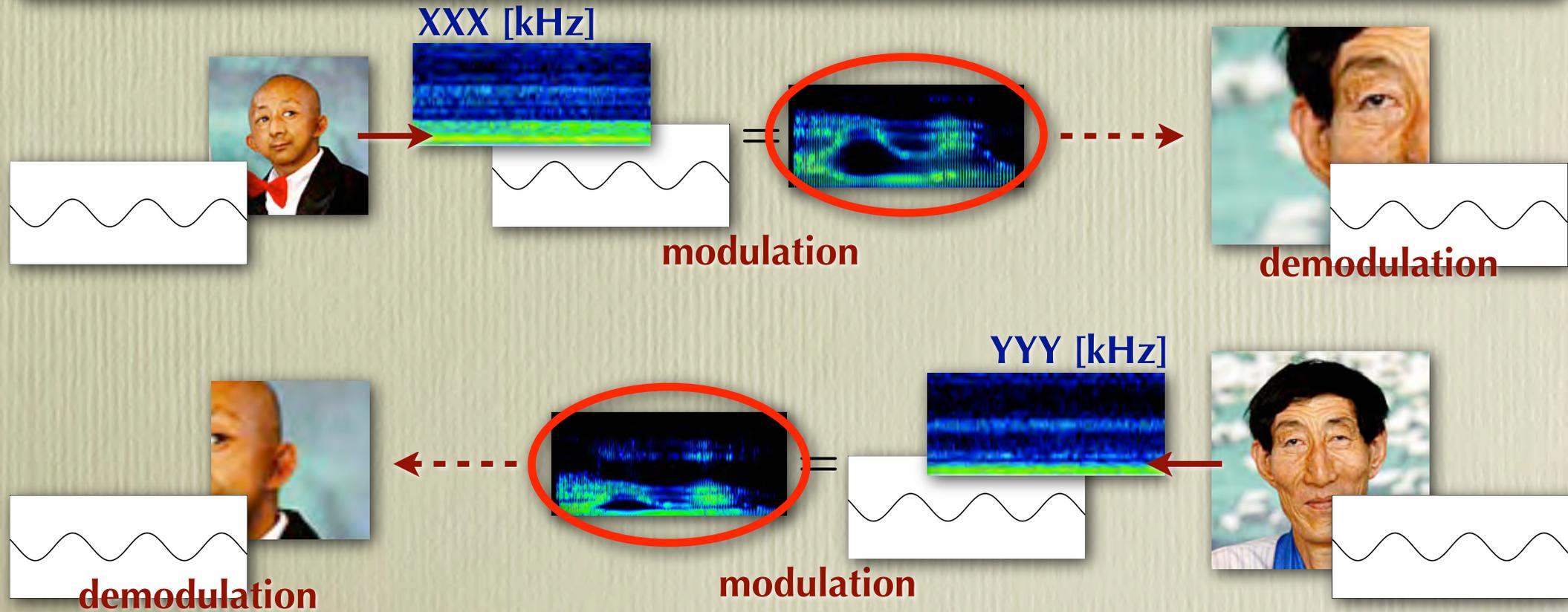
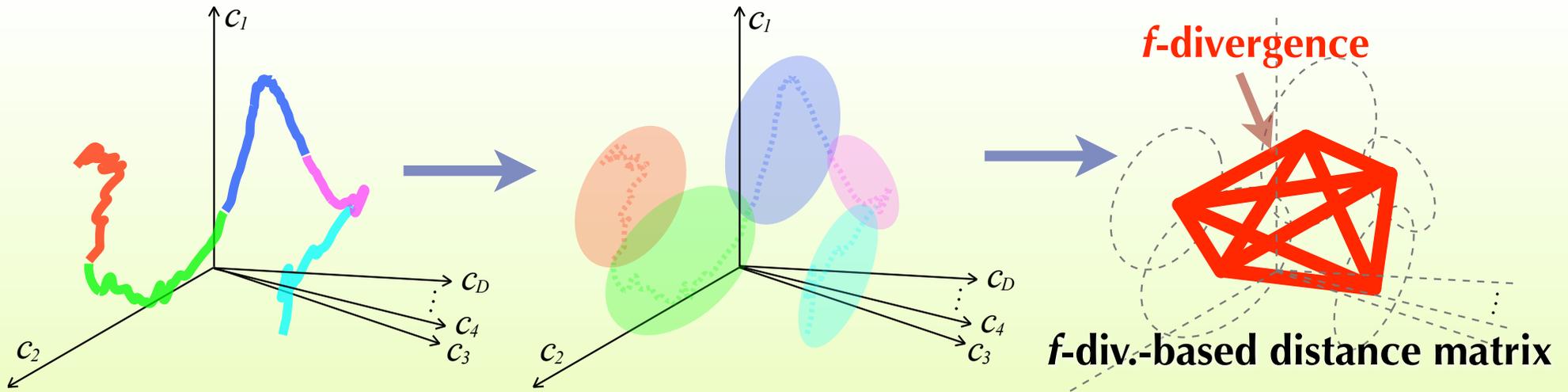
# 音波による情報の伝達 ～音声～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **TM** : **T**imber (音色) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**
  - これを復調する場合, **音色の相対音感**が必要不可欠と考えられる。



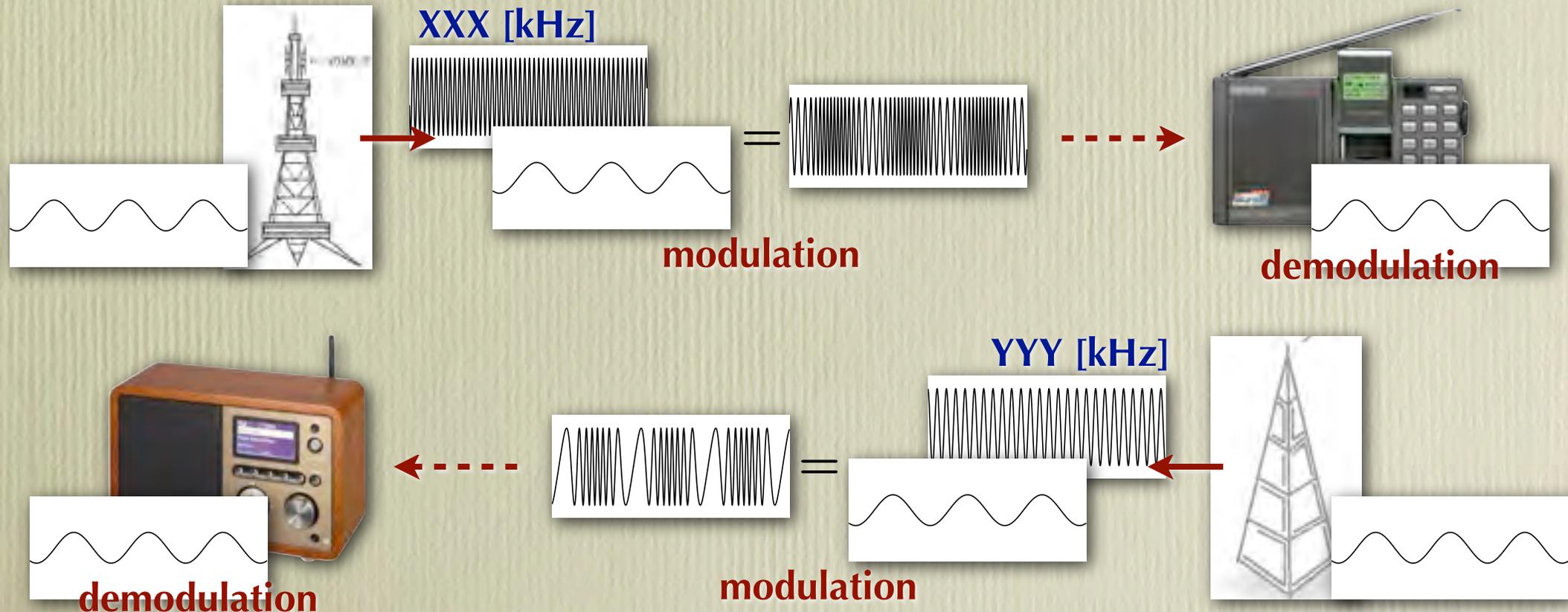
# 音波による情報の伝達 ~音声~



# 電波による情報の伝達 ～ラジオ～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

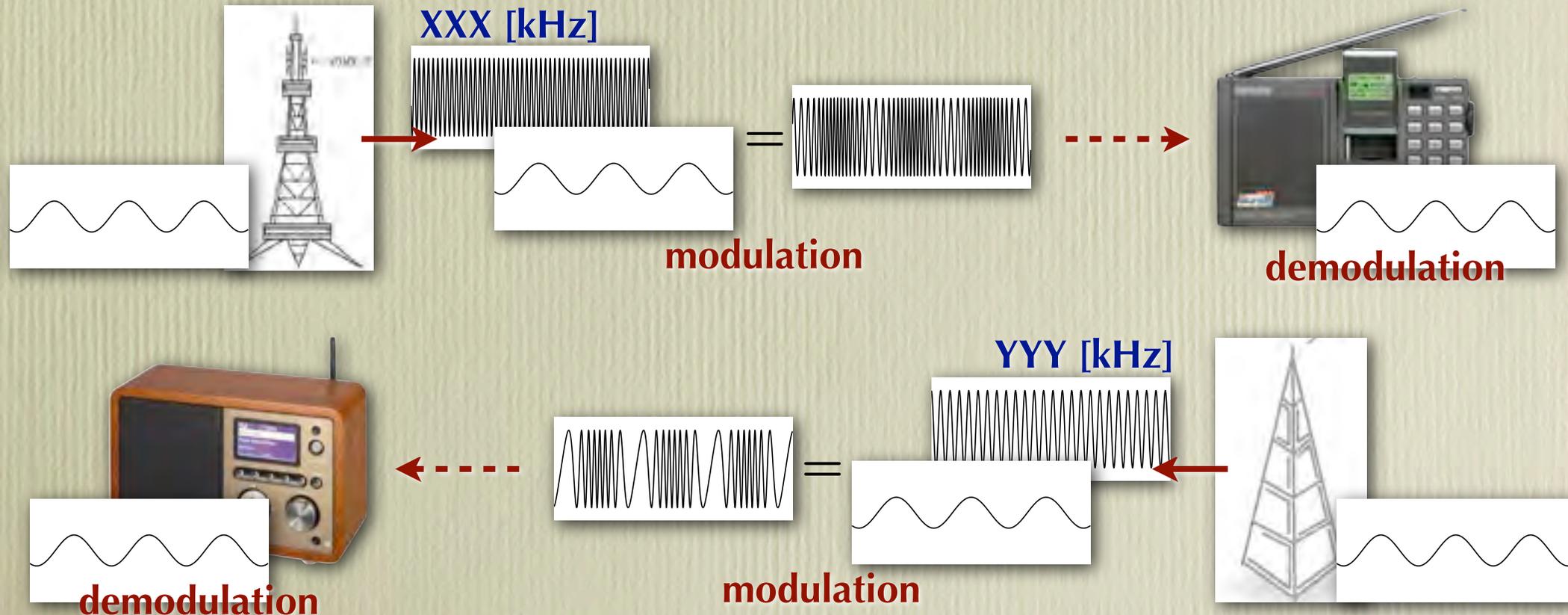
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**



# Communication

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

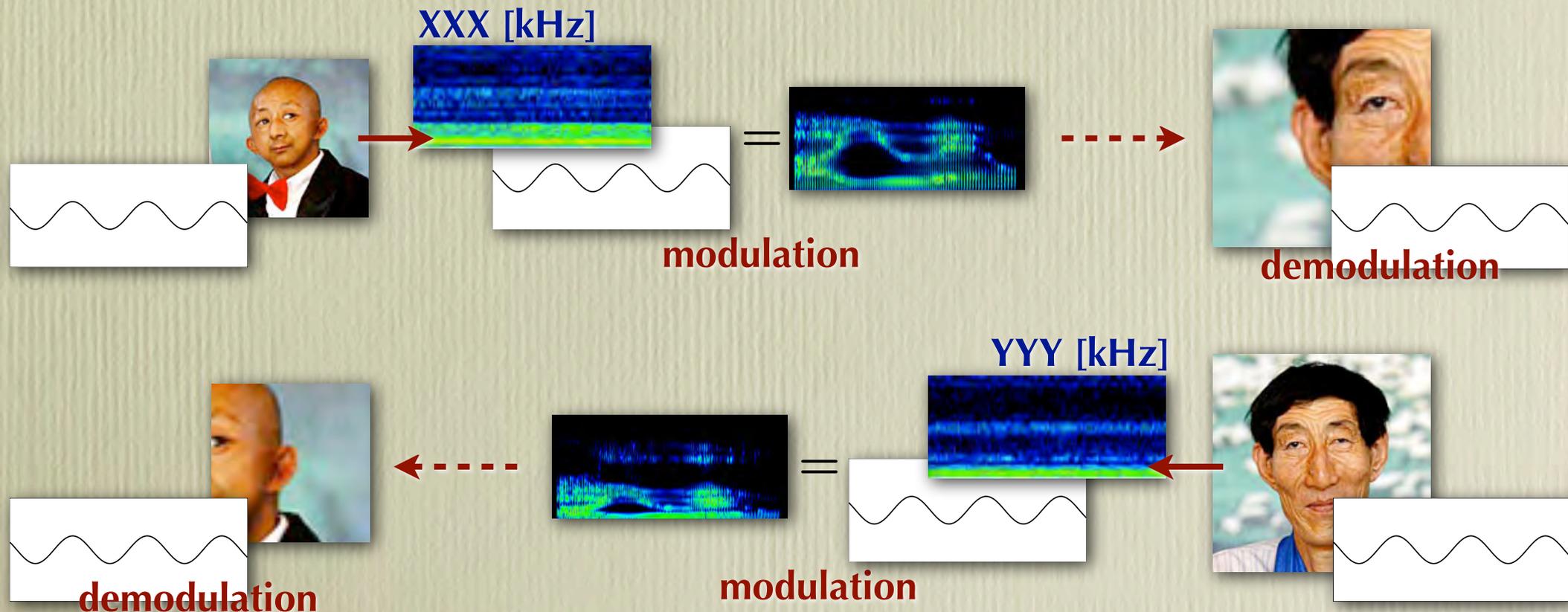
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**



# 音波による情報の伝達 ～音声～

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

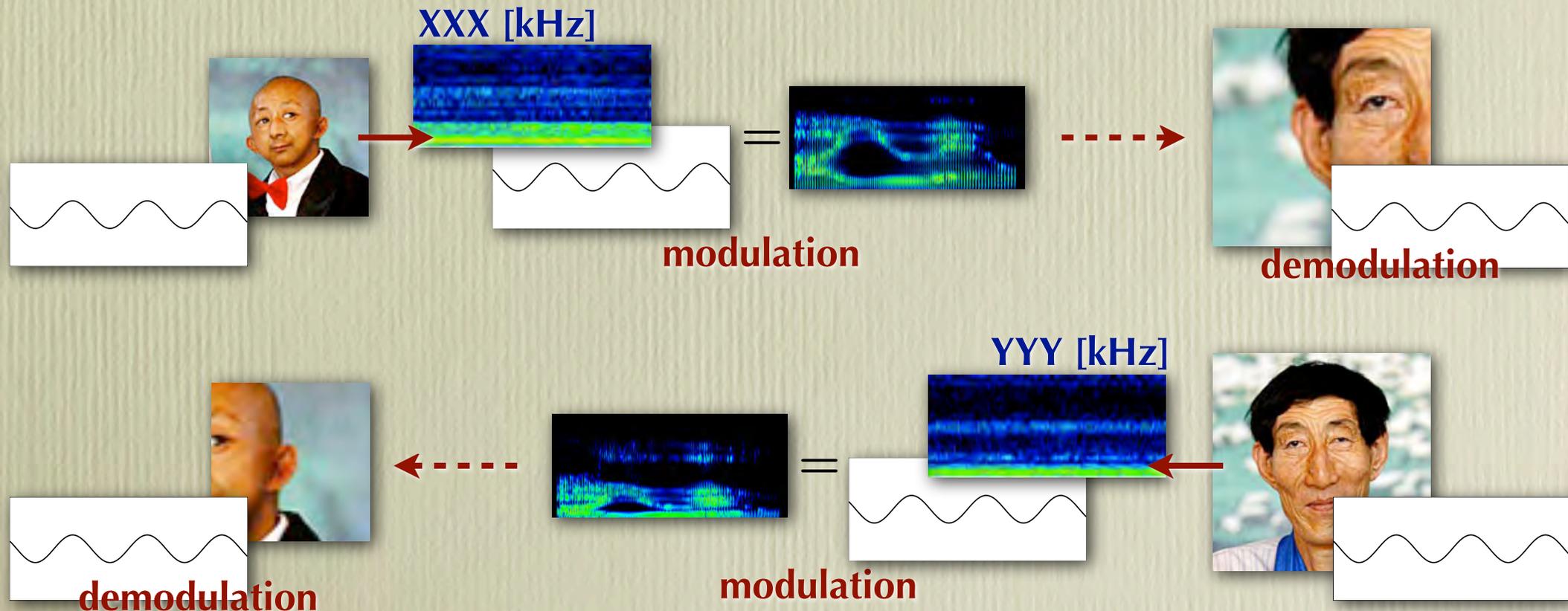
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **TM** : **T**imber (音色) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**
  - これを復調する場合, **音色の相対音感**が必要不可欠と考えられる。



# Communication

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

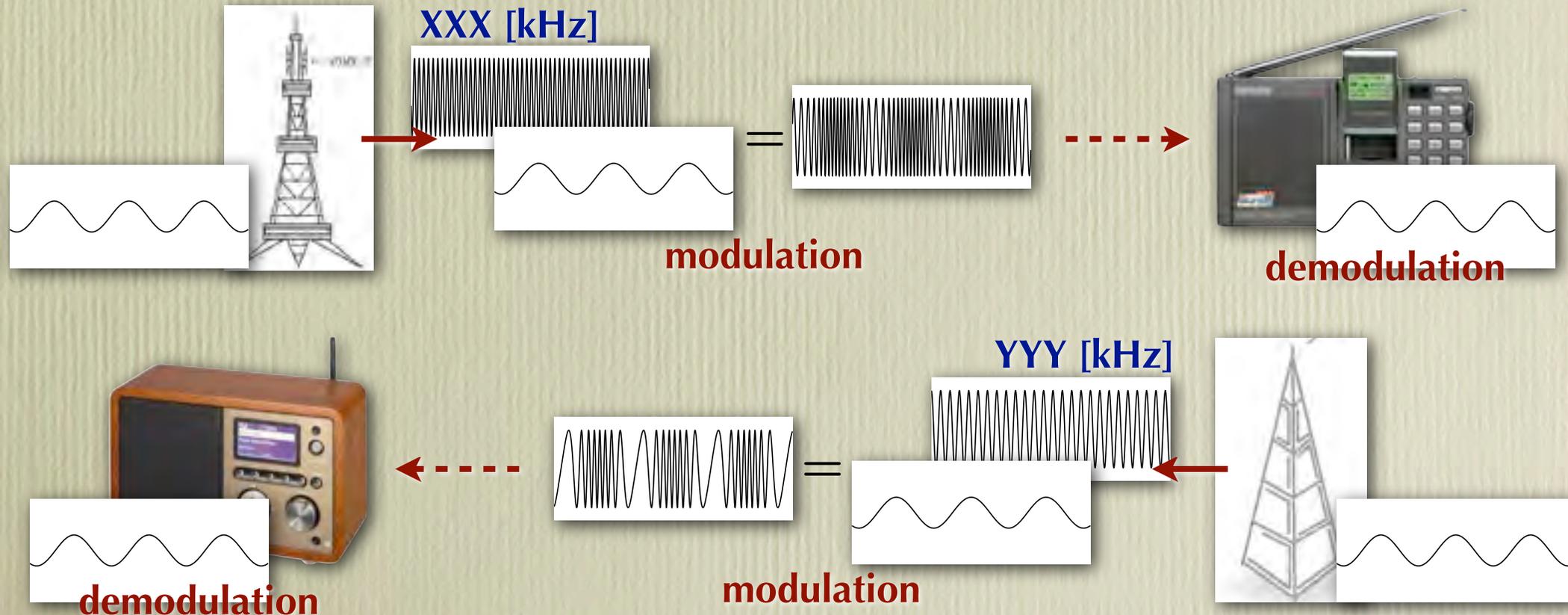
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **TM** : **T**imber (音色) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**
  - これを復調する場合, **音色の相対音感**が必要不可欠と考えられる。



# Communication

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

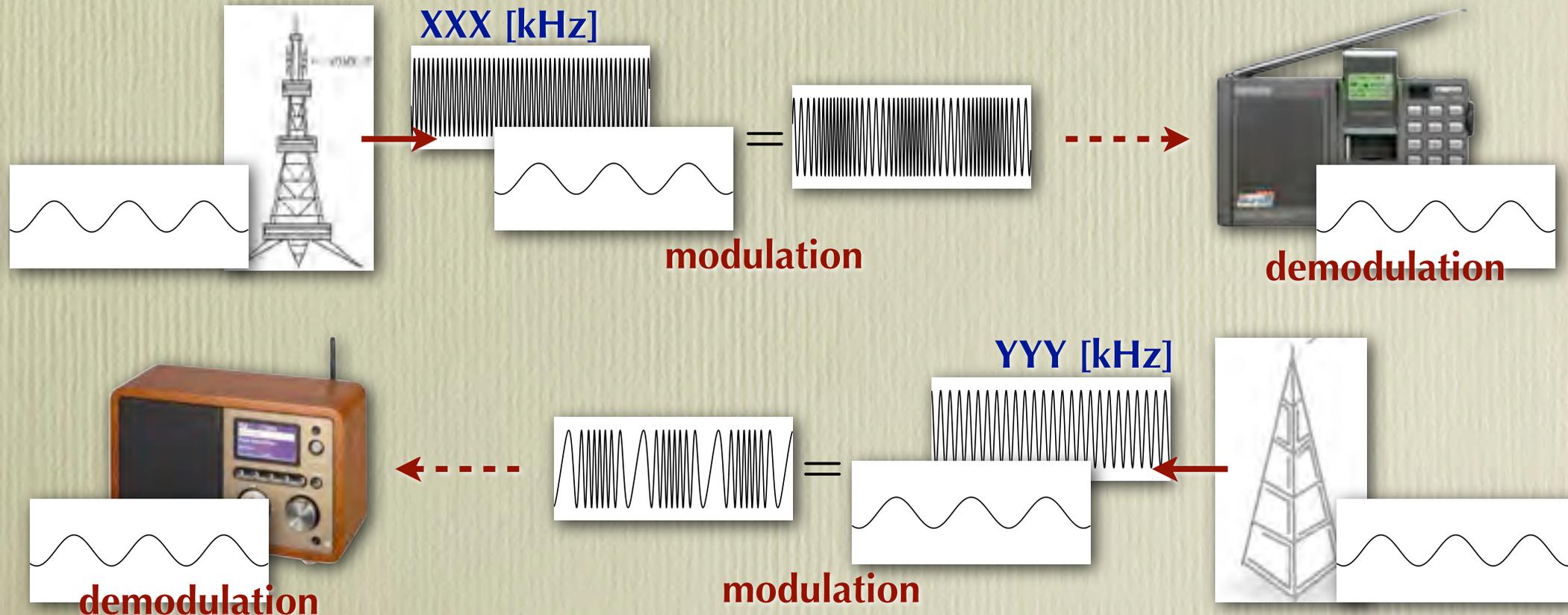
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**



# Communication

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

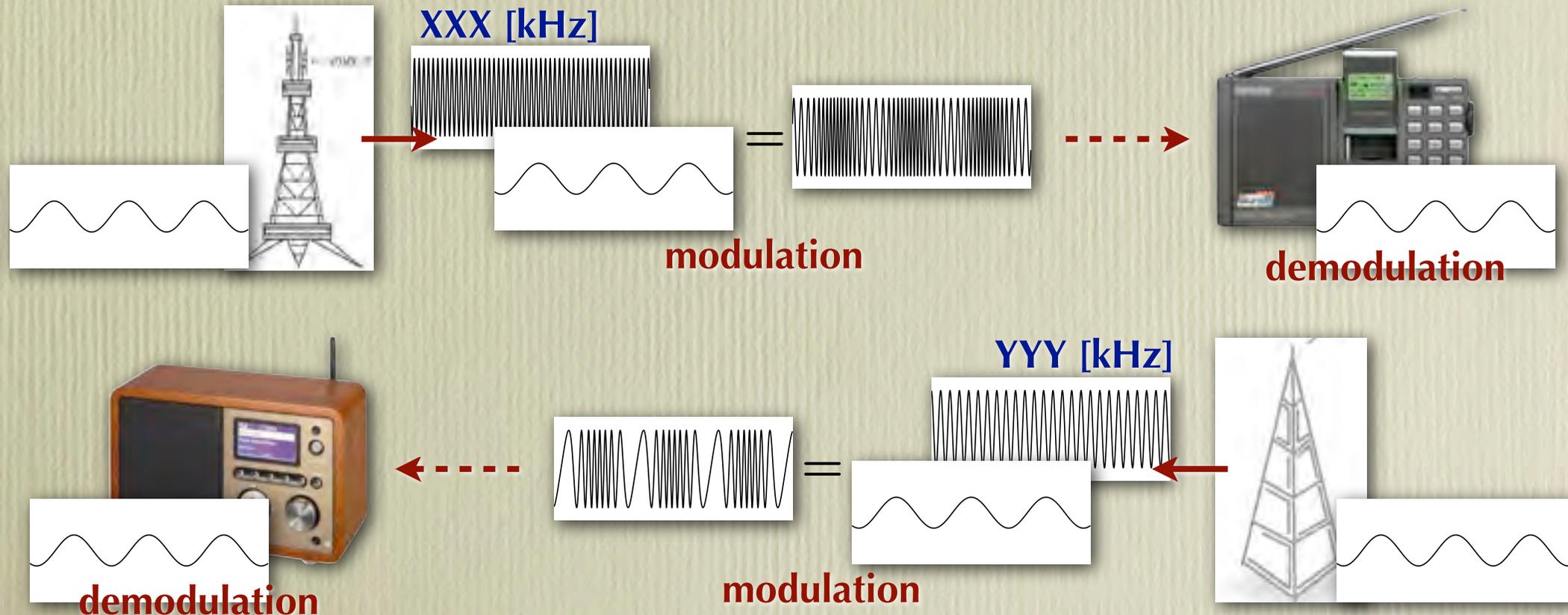
- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**



# Communication

## キャリア信号のどの側面に情報を「埋め込む」のか？

- 送信する**情報**に基づいてキャリア信号を変調させること埋め込む
  - **AM** : **A**mplitude (振幅) を **M**odulate (変調) する。
  - **FM** : **F**requency (周波数) を **M**odulate (変調) する。
  - キャリア信号の「ある側面」が時間的に変化する→これが**情報**



# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 音韻・音素って何だ？

## 二種類の定義 (H. A. Gleason'61)

- A phoneme is a class of sounds that are phonetically (acoustically or articulatorily) similar and show certain characteristic patterns of distribution in the language or dialect under consideration.
  - →音韻の絶対的定義
- A phoneme is one element in the sound system of a language, having a characteristic set of interrelations with each of the other elements in that system.
  - →音韻の相対的定義

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性

## 100年前の言語学者の主張

Language is a system of only conceptual differences and phonic differences.

What defines a linguistic element, conceptual or phonic, is the relation in which it stands to the other elements in the linguistic system.

The important thing in the word is not the sound alone but the phonic differences that make it possible to distinguish this word from the others.



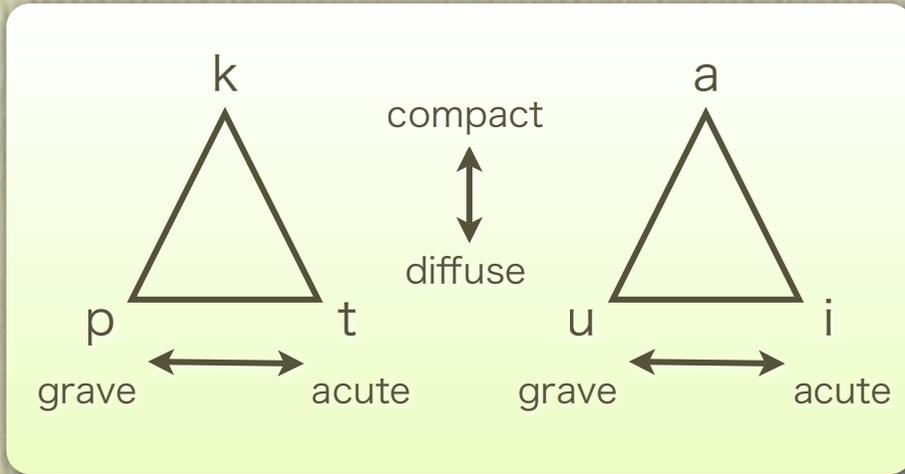
**F. d. Saussure**

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性



## R. Jakobsonの構造音韻論[46,47]

- Language is a system of phonic differences.
  - 音と音の差異とは何だろうか？
  - Theory of relational invariance (Distinctive feature theory)



	p	b	m	f	v	θ	ð	t	d	n	s
<b>Back</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>High</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Coronal</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<b>Anterior</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Labial</b>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<b>Continuant</b>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<b>Lateral</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Nasal</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Sonorant</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Strident</b>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Voiced</b>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性

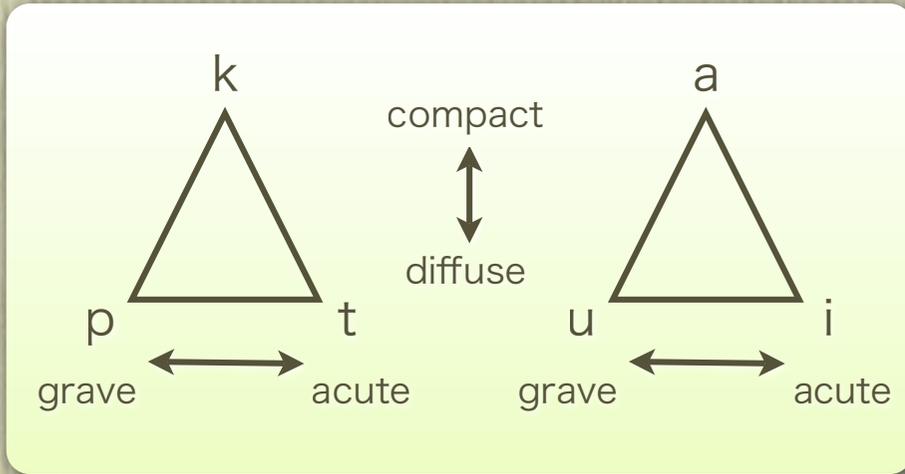


## R. Jakobsonの構造音韻論[46,47]

● Language is a system of phonic differences.

● 音と音の差異とは何だろうか？

● Theory of relational invariance (Distinctive feature theory)



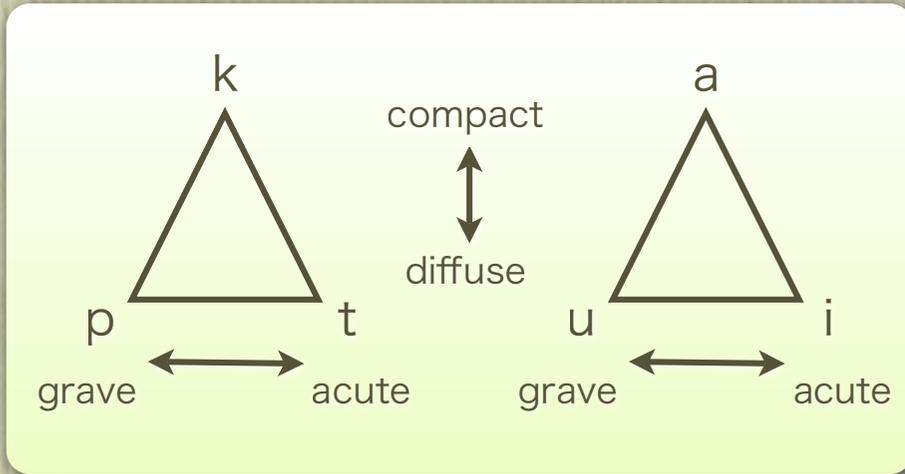
	p	b	m	f	v	θ	ð	t	d	n	s
<b>Back</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>High</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Coronal</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<b>Anterior</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Labial</b>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<b>Continuant</b>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<b>Lateral</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Nasal</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Sonorant</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Strident</b>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Voiced</b>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性



## R. Jakobsonの構造音韻論[46,47]

- Language is a system of phonic differences.
  - 音と音の差異とは何だろうか？
  - Theory of relational invariance (Distinctive feature theory)



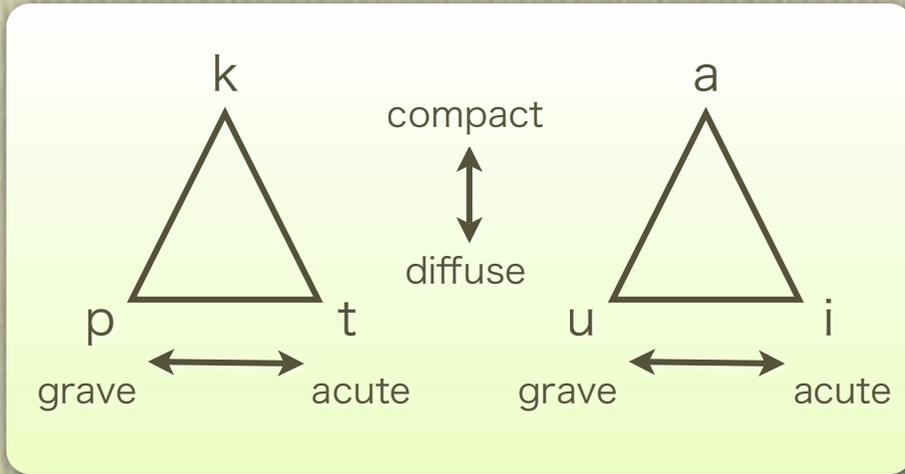
	p	b	m	f	v	θ	ð	t	d	n	s
<b>Back</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>High</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Coronal</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<b>Anterior</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Labial</b>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<b>Continuant</b>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<b>Lateral</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Nasal</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Sonorant</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Strident</b>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Voiced</b>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性



## R. Jakobsonの構造音韻論[46,47]

- Language is a system of phonic differences.
  - 音と音の差異とは何だろうか？
  - Theory of relational invariance (Distinctive feature theory)



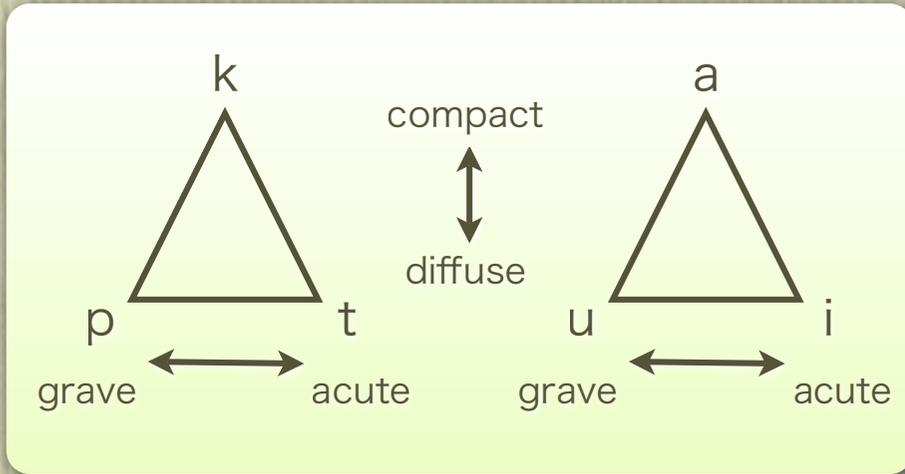
	p	b	m	f	v	θ	ð	t	d	n	s
<b>Back</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>High</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Coronal</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<b>Anterior</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Labial</b>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<b>Continuant</b>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<b>Lateral</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Nasal</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Sonorant</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Strident</b>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Voiced</b>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性



## R. Jakobsonの構造音韻論[46,47]

- Language is a system of phonic differences.
  - 音と音の差異とは何だろうか？
  - Theory of relational invariance (Distinctive feature theory)



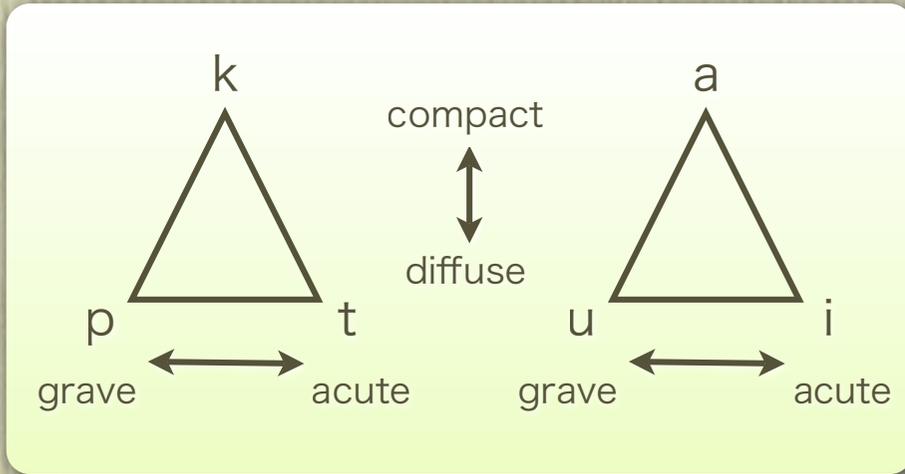
	p	b	m	f	v	θ	ð	t	d	n	s
<b>Back</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>High</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Coronal</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<b>Anterior</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Labial</b>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<b>Continuant</b>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<b>Lateral</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Nasal</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Sonorant</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Strident</b>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Voiced</b>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性



## R. Jakobsonの構造音韻論[46,47]

- Language is a system of phonic differences.
  - 音と音の差異とは何だろうか？
  - Theory of relational invariance (Distinctive feature theory)



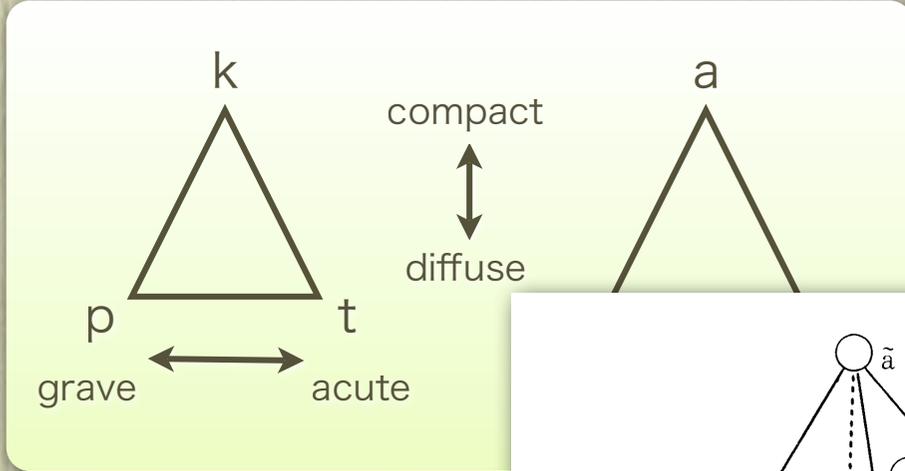
	p	b	m	f	v	θ	ð	t	d	n	s
<b>Back</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>High</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Coronal</b>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<b>Anterior</b>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Labial</b>	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
<b>Continuant</b>	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
<b>Lateral</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Nasal</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Sonorant</b>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
<b>Strident</b>	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<b>Voiced</b>	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-

# 音声の構造的表象の言語学的妥当性

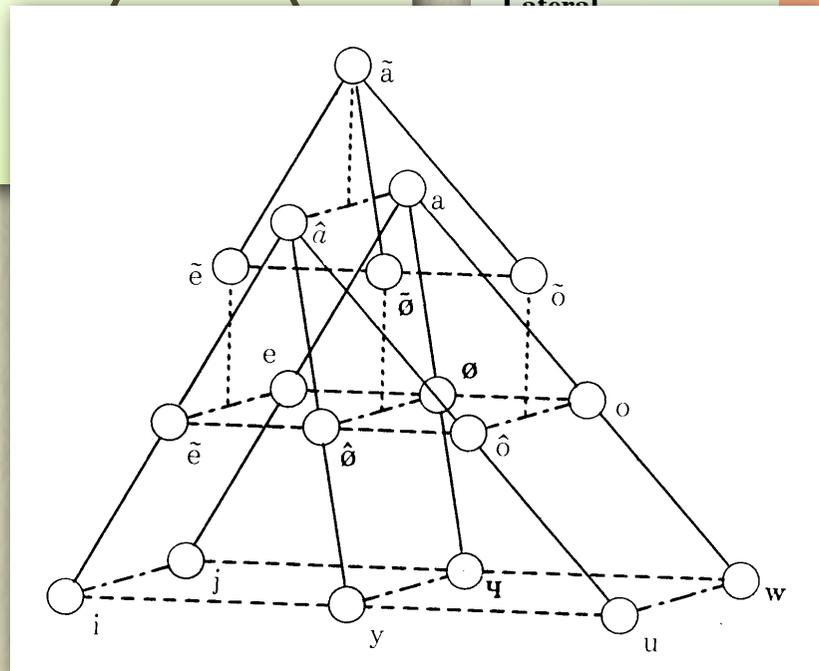
## R. Jakobsonの構造音韻論[46,47]



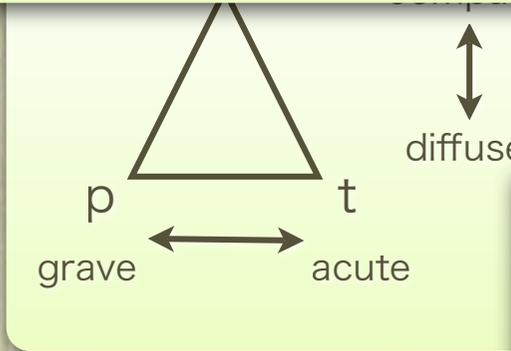
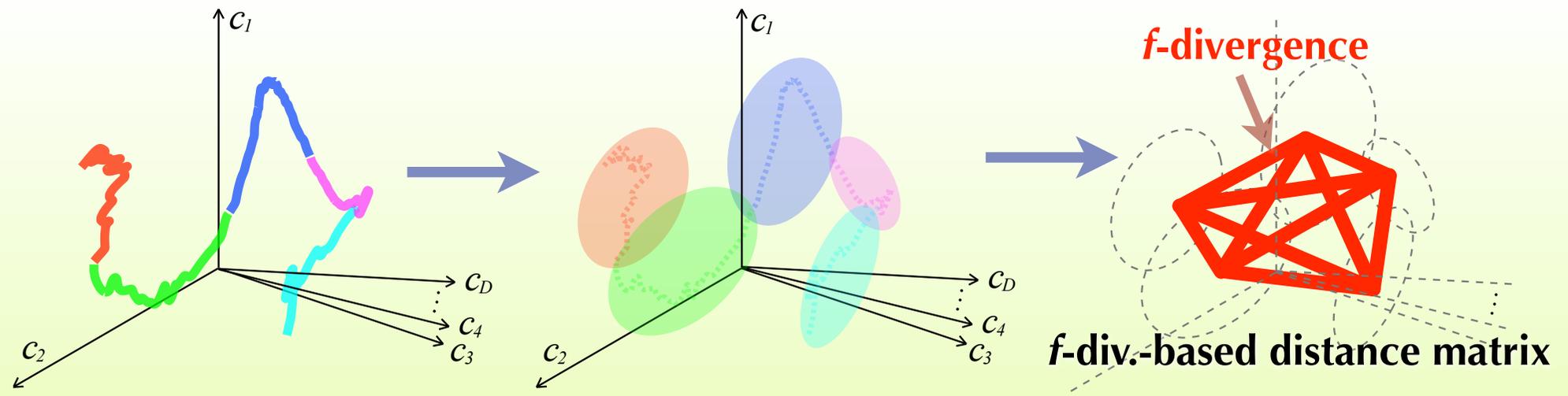
- Language is a system of phonic differences.
  - 音と音の差異とは何だろうか？
  - Theory of relational invariance (Distinctive feature theory)



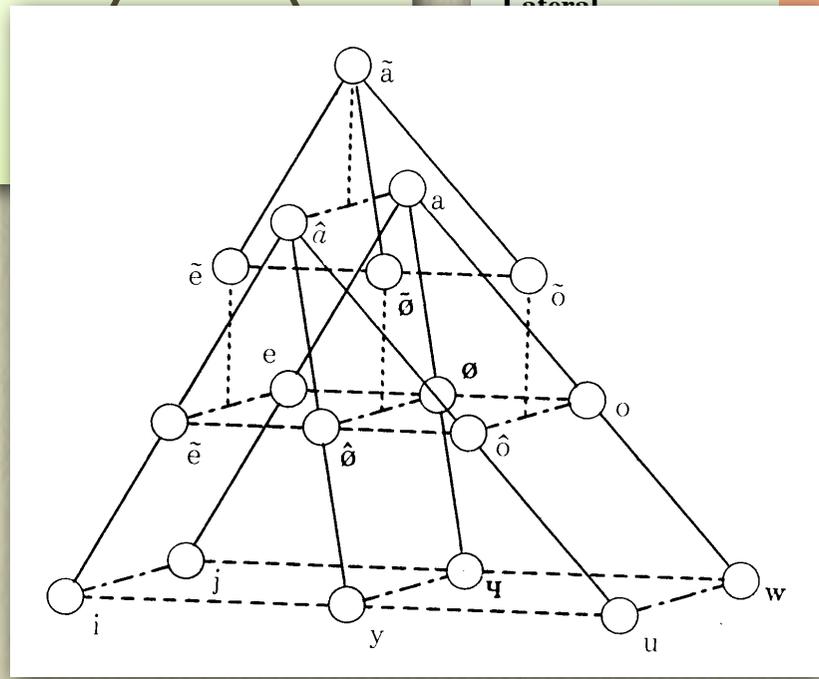
	p	b	m	f	v	θ	ð	t	d	n	s
Back	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
High	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coronal	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Anterior	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Labial	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Continuant	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+
Lateral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



# 音声の構造的表象の言語学的妥当性



High	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Coronal	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Anterior	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Labial	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Continuant	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+
Lateral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 本発表の流れ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

# 再度変な問いかけに戻る？



## 喉が音色を作る／声帯が音高を作る

- 喉形状を変えると音色が色々変わる
- 声帯の締め具合を変えると音高が色々変わる

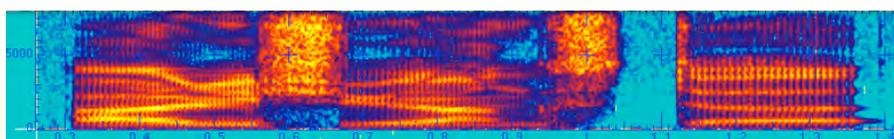
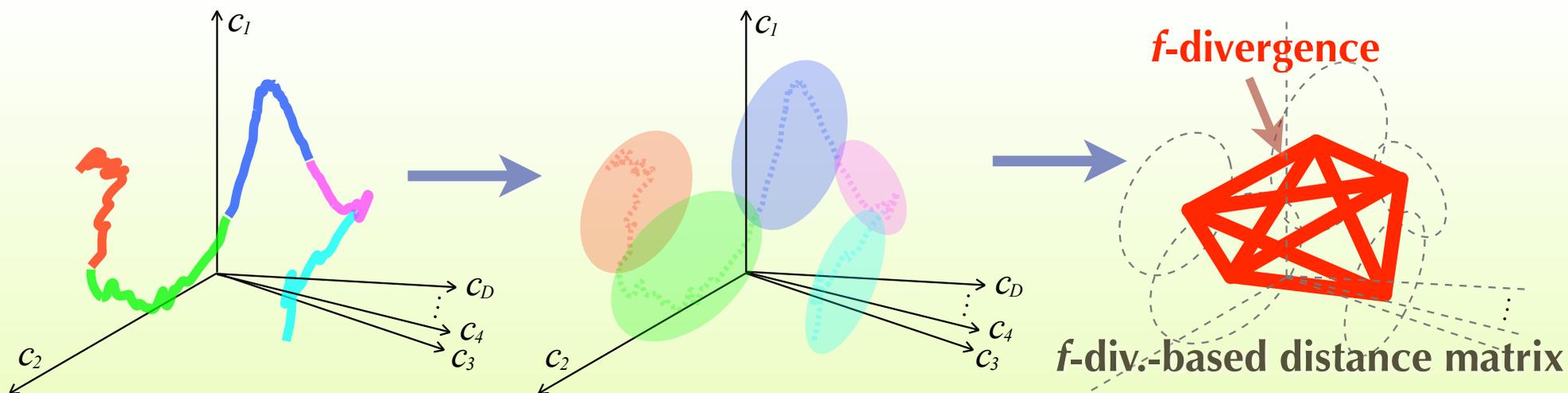
あおいえをおう  
(青い家を負う)

## 人によって喉形状も声帯の長さ・重さも異なる

- 音色：太い声／細い声      音高：低い声／高い声
- だから声を聞いて話者が分かる
- 例えば音色を変えてみる
- 峯松の「あ」→峯松の「い」      峯松の「あ」→門田先生の「あ」

# 音声の構造的表象の工学的・実験的検証

## f-div. に基づく一発声の構造化



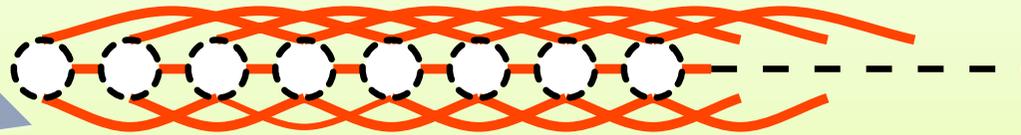
spectrogram (spectrum slice sequence)



cepstrum vector sequence



distribution sequence



# 再度変な問いかけに戻る？



## 喉が音色を作る／声帯が音高を作る

- 喉形状を変えると音色が色々変わる
- 声帯の締め具合を変えると音高が色々変わる

あおいえをおう

## 人によって喉形状も声帯の長さ・重さも異なる

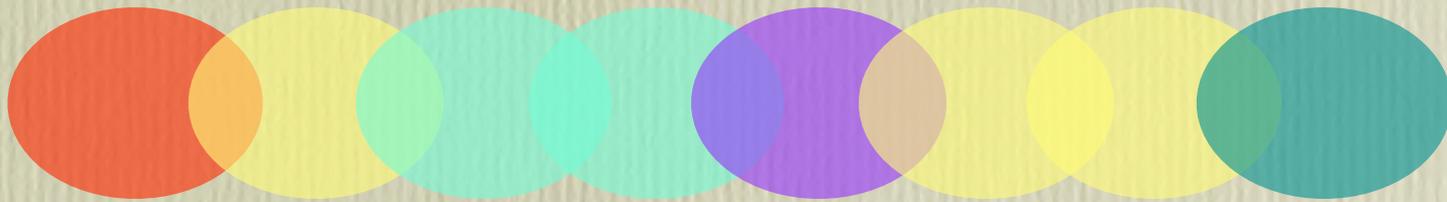
- 音色：太い声／細い声      音高：低い声／高い声
  - だから声を聞いて話者が分かる
- 例えば音色を変えてみる
  - 峯松の「あ」→峯松の「い」      峯松の「あ」→門田先生の「あ」

# 再度変な問いかけに戻る？



## 喉が音色を作る／声帯が音高を作る

- 喉形状を変えると音色が色々変わる
- 声帯の締め具合を変えると音高が色々変わる



## 人によって喉形状も声帯の長さ・重さも異なる

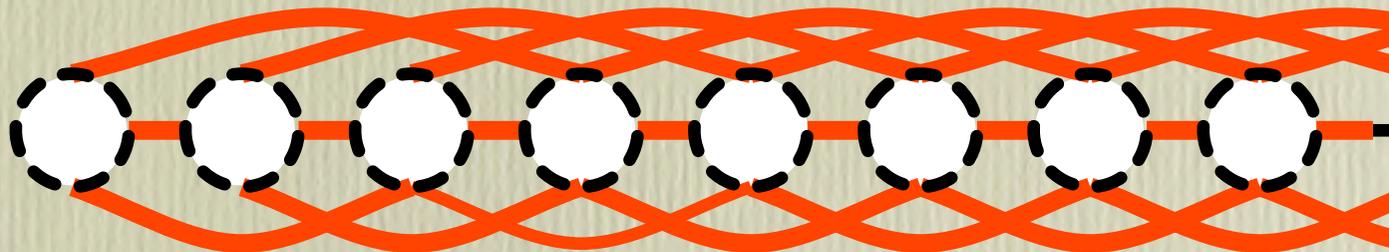
- 音色：太い声／細い声      音高：低い声／高い声
  - だから声を聞いて話者が分かる
- 例えば音色を変えてみる
  - 峯松の「あ」→峯松の「い」      峯松の「あ」→門田先生の「あ」

# 再度変な問いかけに戻る？



## 喉が音色を作る / 声帯が音高を作る

- 喉形状を変えると音色が色々変わる
- 声帯の締め具合を変えると音高が色々変わる



## 人によって喉形状も声帯の長さ・重さも異なる

- 音色：太い声 / 細い声      音高：低い声 / 高い声
  - だから声を聞いて話者が分かる
- 例えば音色を変えてみる
  - 峯松の「あ」 → 峯松の「い」      峯松の「あ」 → 門田先生の「あ」

# 再度変な問いかけに戻る？



## 喉が音色を作る／声帯が音高を作る

- 喉形状を変えると音色が色々変わる
- 声帯の締め具合を変えると音高が色々変わる

あおいえをおう

## 人によって喉形状も声帯の長さ・重さも異なる

- 音色：太い声／細い声      音高：低い声／高い声
  - だから声を聞いて話者が分かる
- 例えば音色を変えてみる
  - 峯松の「あ」→峯松の「い」      峯松の「あ」→門田先生の「あ」

# シャドーイングの何が興味深いのか？

## 文字列表象から離れて音声言語と遭遇できるのでは？

- 某の認知タスクをかけ、文字列を追いかける姿勢を抑制する
  - 音の流れに身を任せさせる一つの方法論
    - 音色のプロソディックシャドーイング？
  - だらしなく身を任せるのではなく、しっかり流れに乗れるように！
    - メリハリのついた流れ・うねりを自分の口から生成することが目標
- 認知タスクをかければ、シャドーである必要は無い？
  - 速聴教材？ シャドーイングと比較して発声を伴わない。
  - 視覚障害者に対する音声提示：極めて話速を高くした合成音声
    - 健常者が聞いてもさっぱり分からないほど速い音声
    - その速度での孤立音同定は可能なのか？
    - 連続音声になって始めて理解が可能になる？

# 本発表のまとめ

## 刺激の物理的多様性とその認知的不変性

- 見え／色み／音高の多様性と自然・進化が編み出した解決方法

## 音声の物理的多様性とその認知的不変性

- 音色の多様性と工学者が編み出した解決方法

## 音声の構造的表象とその工学的・実験的検証

- 常識を覆すことで、音色知覚の恒常性を解明する。

## 音声の構造的表象とFMラジオと古典的言語学

- はてさて、その心は？

## 音声構造論を通して考えるシャドーイング

- シャドーイングの何が興味深いのか？
- 音色のうねりと音韻表象／そもそも音韻とは何なのか？

**ご静聴, 有り難うございました**



ご静聴, 有り難うございました

