

階層ディリクレ過程に基づく無限潜在的調波配分法

吉井和佳 後藤真孝 (産業技術総合研究所)



問題とアプローチ

音楽音響信号に含まれる複数の基本周波数(F0)を各時刻ごとに推定したい

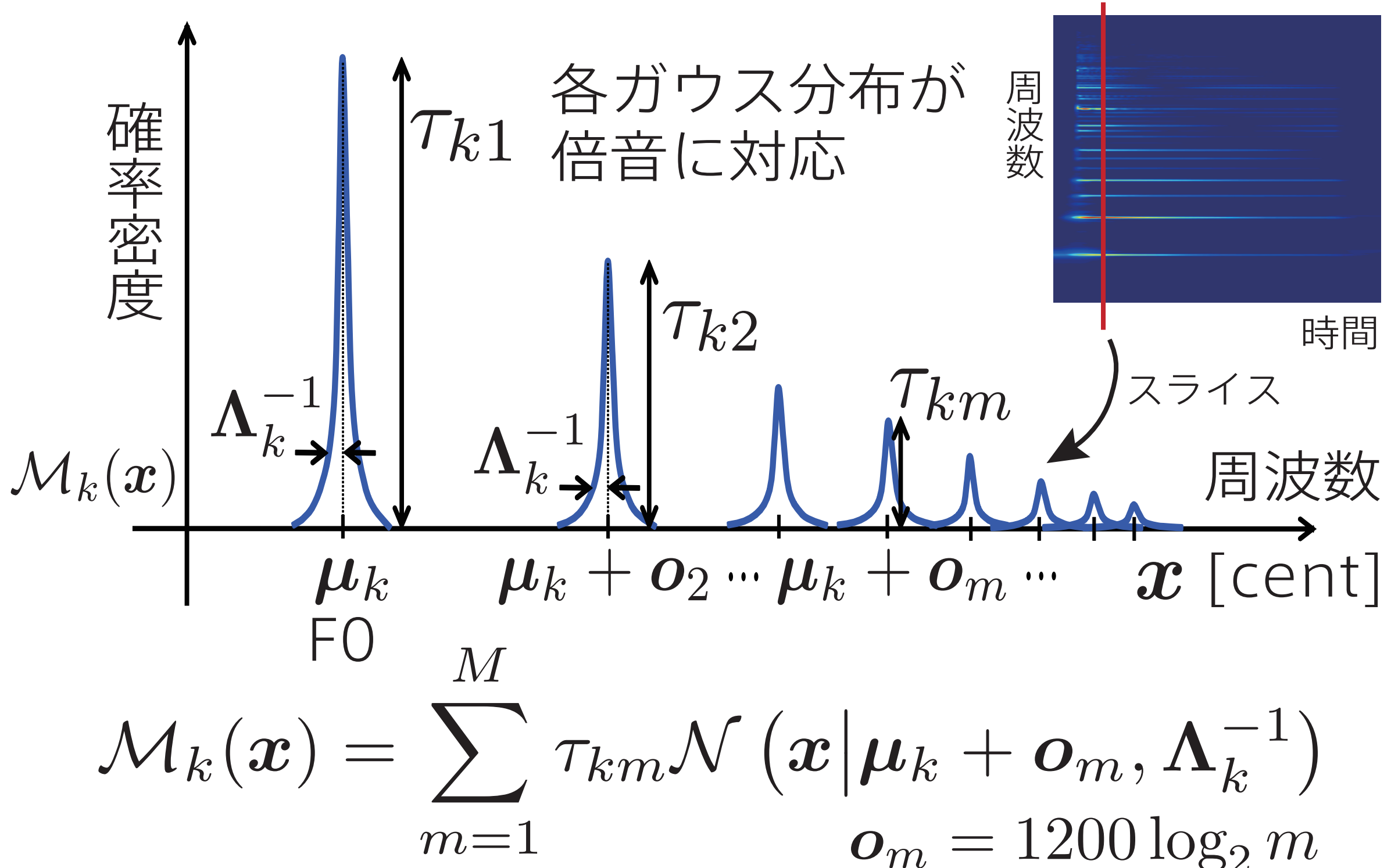
- 1. 基本周波数の値は未知
- 2. 基本周波数の個数・倍音の個数は未知
- 3. これらに対する事前分布も未知

これら未知の事象に関する不確実性を扱える枠組みが必要

- 1. ベイズモデルの定式化
- 2. ノンパラメトリックベイズ化
- 3. 階層ベイズ化

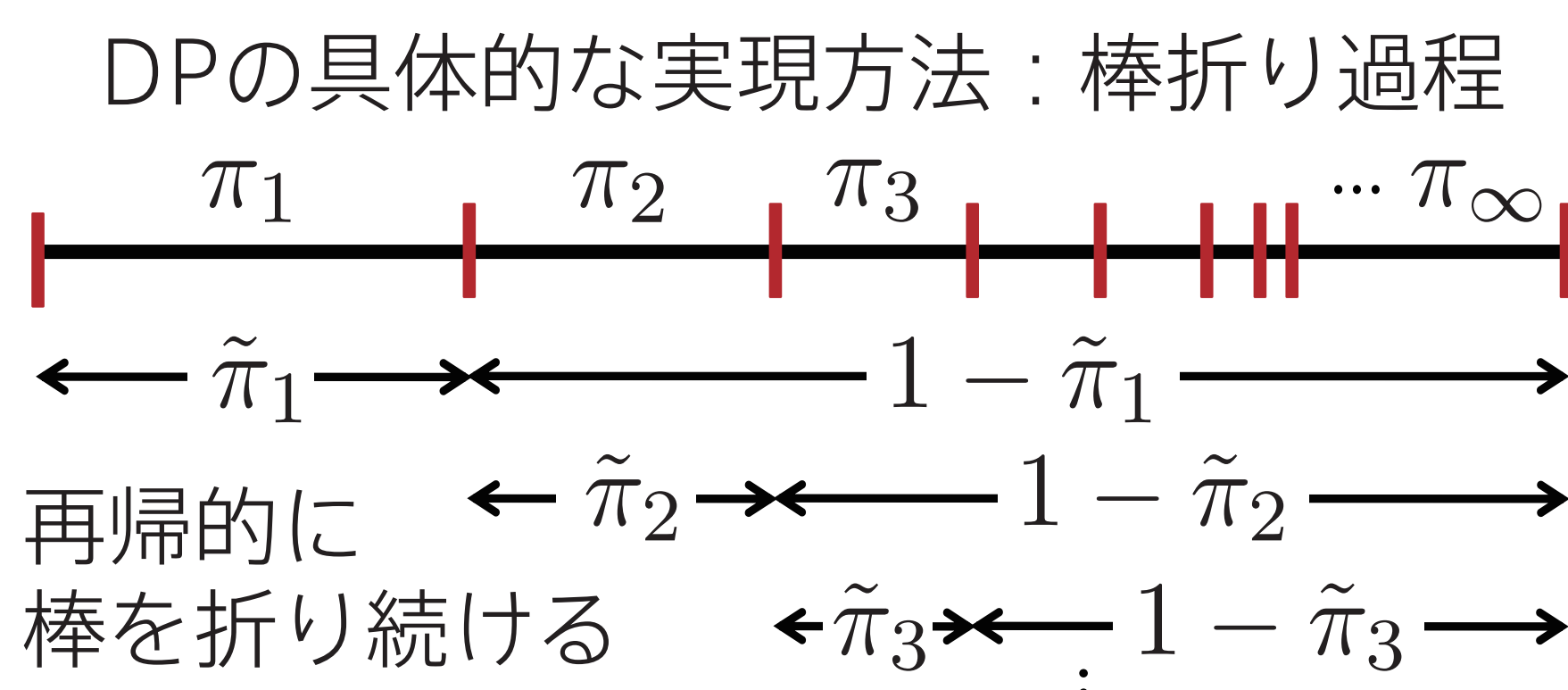
階層ノンパラメトリックベイズモデルの定式化

単一音の周波数スペクトルに対する有限混合ガウスモデル [後藤1999, 亀岡2004]



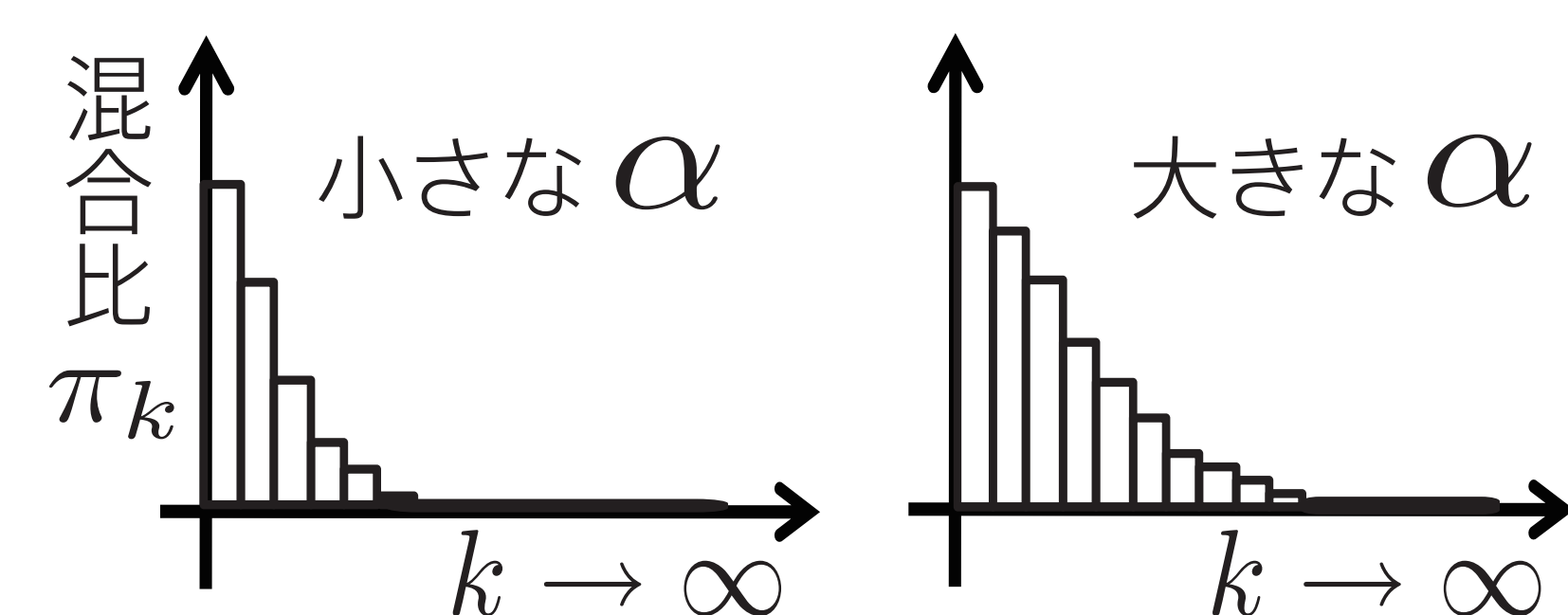
ノンパラメトリックベイズ化

無限個の音源の混合比を生成したい
混合比がスパースになるよう誘導したい



⇒ ディリクレ過程 (DP)

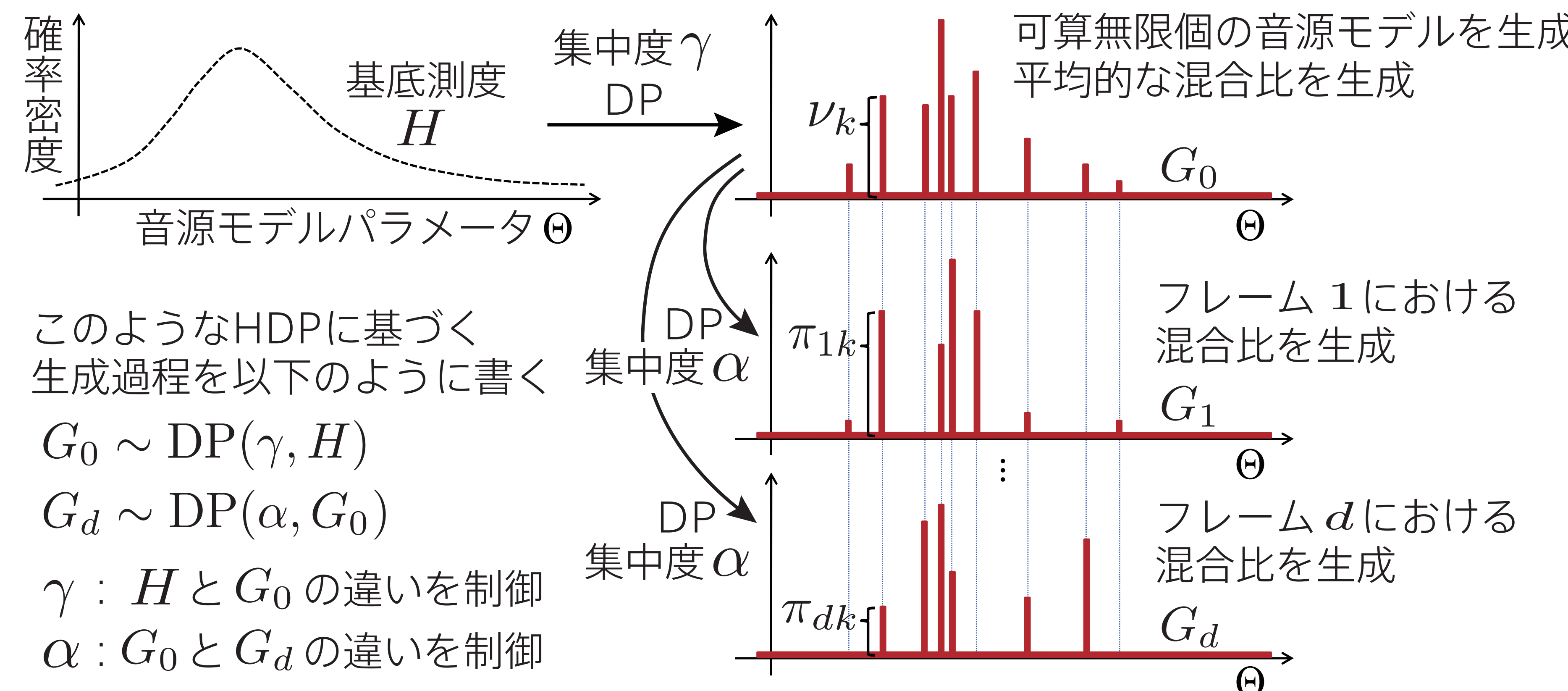
ほとんどの混合比がほぼ0



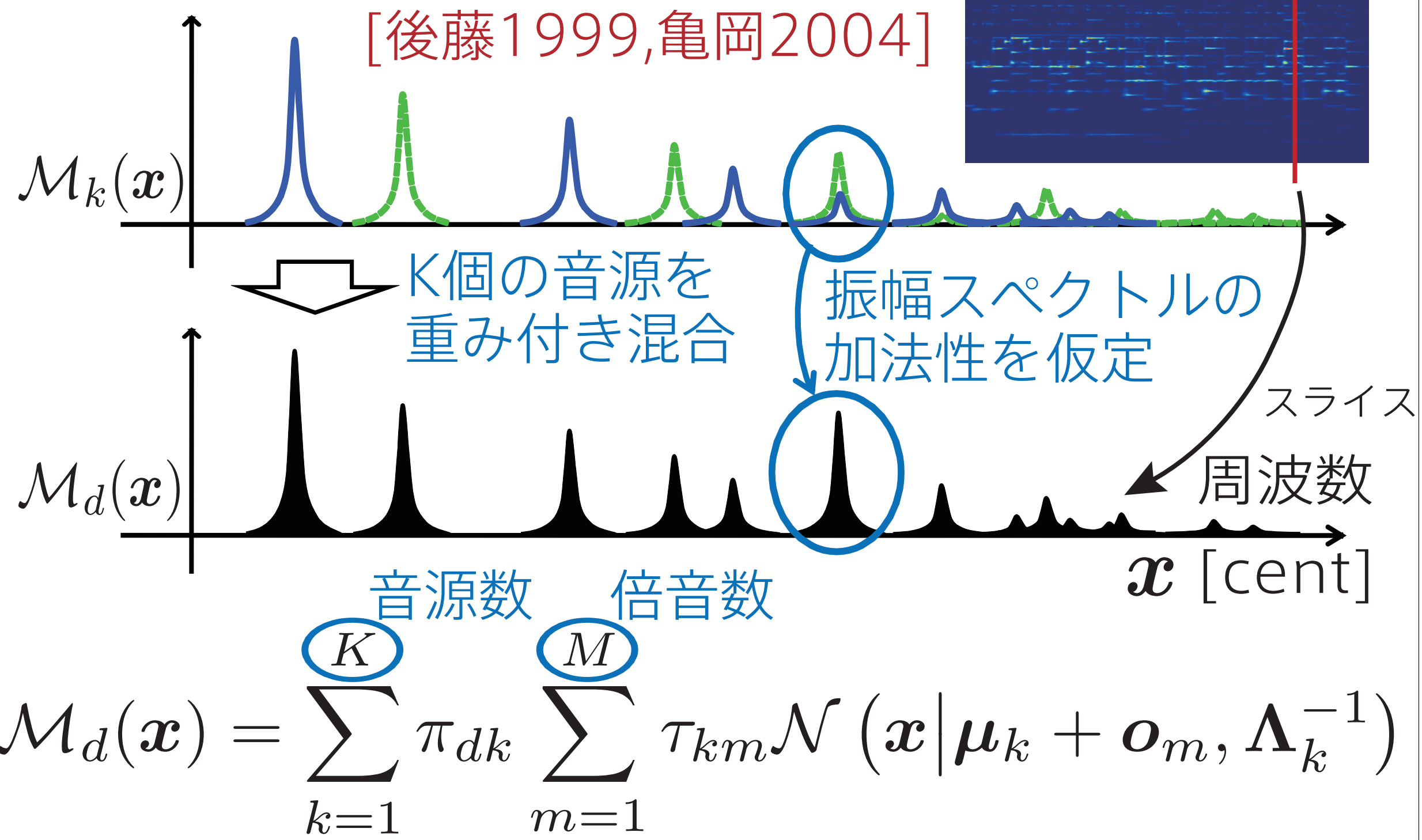
全フレームで音源モデルを共有したい
その混合比だけが異なるようにしたい

⇒ 階層ディリクレ過程 (HDP)

DPの性質：基底測度が連続分布であっても、そこからサンプルされる測度は離散分布



混合音の周波数スペクトルに対するネスト型混合ガウスモデル [後藤1999, 亀岡2004]



混合音の周波数スペクトルに対するネスト型「無限」混合ガウスモデル [本研究]

$$\mathcal{M}_d(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \pi_{dk} \sum_{m=1}^{\infty} \tau_{km} \mathcal{N}(x | \mu_k + o_m, \Lambda_k^{-1})$$

音源数・倍音数ともに無限大に発散させた場合を考える

階層ベイズ化

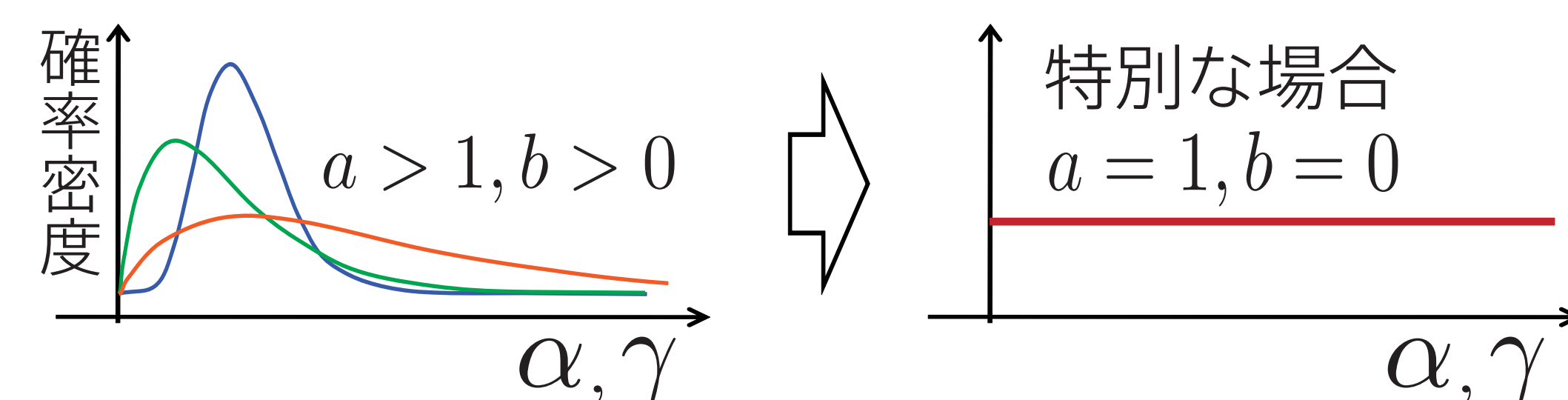
HDPの2つの集中度は未知であるので不確実性をベイズ的に取り扱いたい

⇒ 無情報超事前分布の導入

超事前分布:

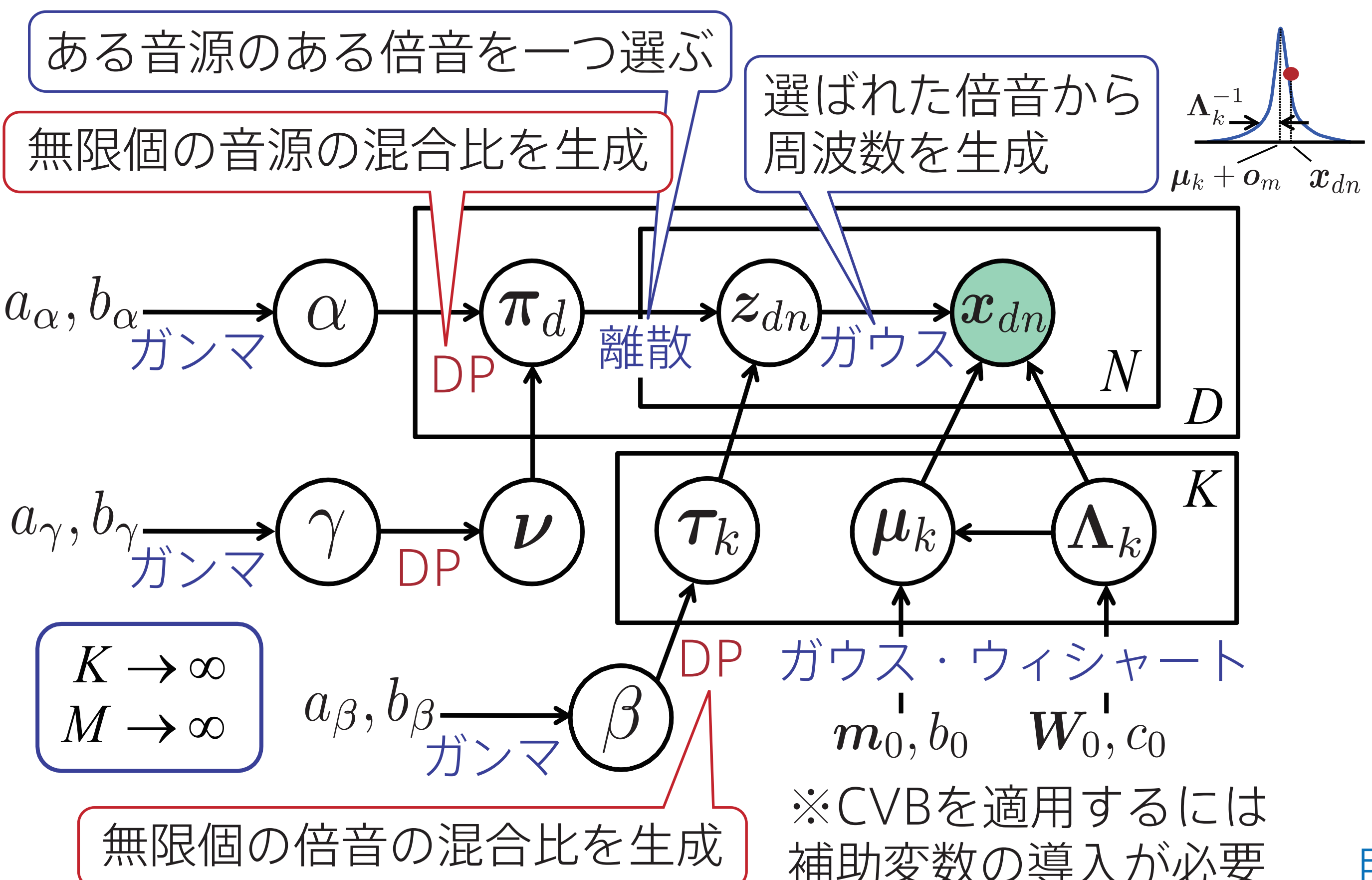
$\alpha \sim \text{Gamma}(a_\alpha, b_\alpha)$
 $\gamma \sim \text{Gamma}(a_\gamma, b_\gamma)$

集中度に関して知識がないことを自然に表現



無限潜在的調波配分法 (iLHA)

周辺化変分ベイズ法(CVB)による事後分布計算



評価実験

使用データ：ピアノ・ギターのソロ演奏の音響信号

RWC-MDB-J-2001から6曲 冒頭23秒間

RWC-MDB-C-2001から2曲 ガボールウェーブレット変換(16msシフト)

フレームレベルのF値で評価

	PreFEst	HTC	LHA	iLHA
J No.1	75.8	79.0	70.7	82.2
J No.2	78.5	78.0	69.1	77.9
J No.6	70.4	78.3	49.8	71.2
J No.7	83.0	86.0	70.2	85.5
J No.8	85.7	84.4	55.9	84.6
J No.9	85.9	89.5	68.9	84.7
C No.30	76.0	83.6	81.4	81.6
C No.35	72.8	76.0	58.9	79.6
Total	79.4	82.0	65.8	81.7

PreFEst [後藤1999]: フレームごとに独立して推定
チューンした事前分布+MAP推定

HTC [亀岡2005]: 音源モデルを時間方向に拡張
チューンした事前分布+MAP推定

LHA [本研究]: 全フレームを一度に推定
無情報事前分布+ベイズ推定

iLHA [本研究(提案手法)]: 上記を階層ノンパラメトリック化
無情報超事前分布+ベイズ推定

自動化されているにもかかわらずチューンした従来手法と同等レベルの性能を達成