

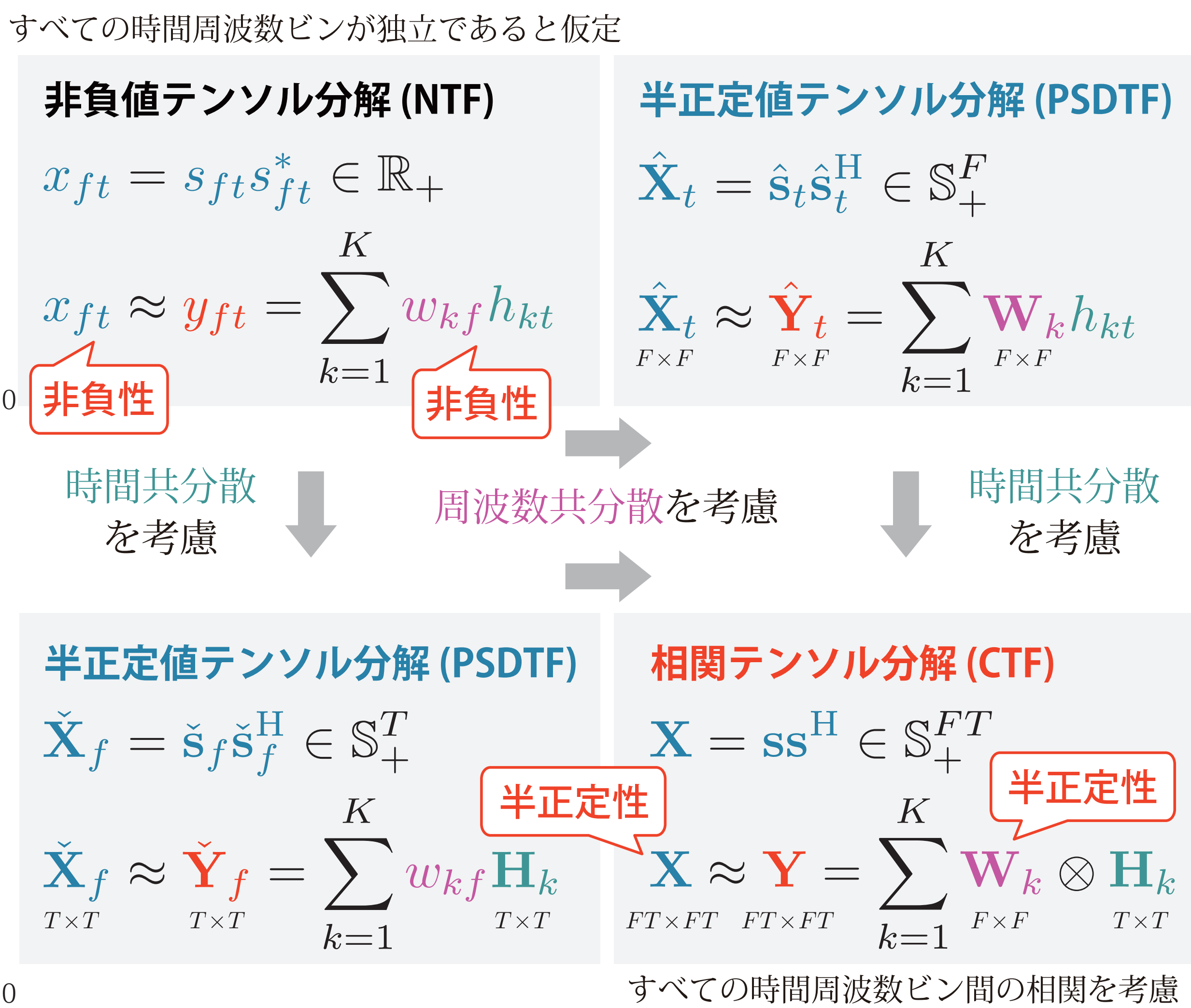
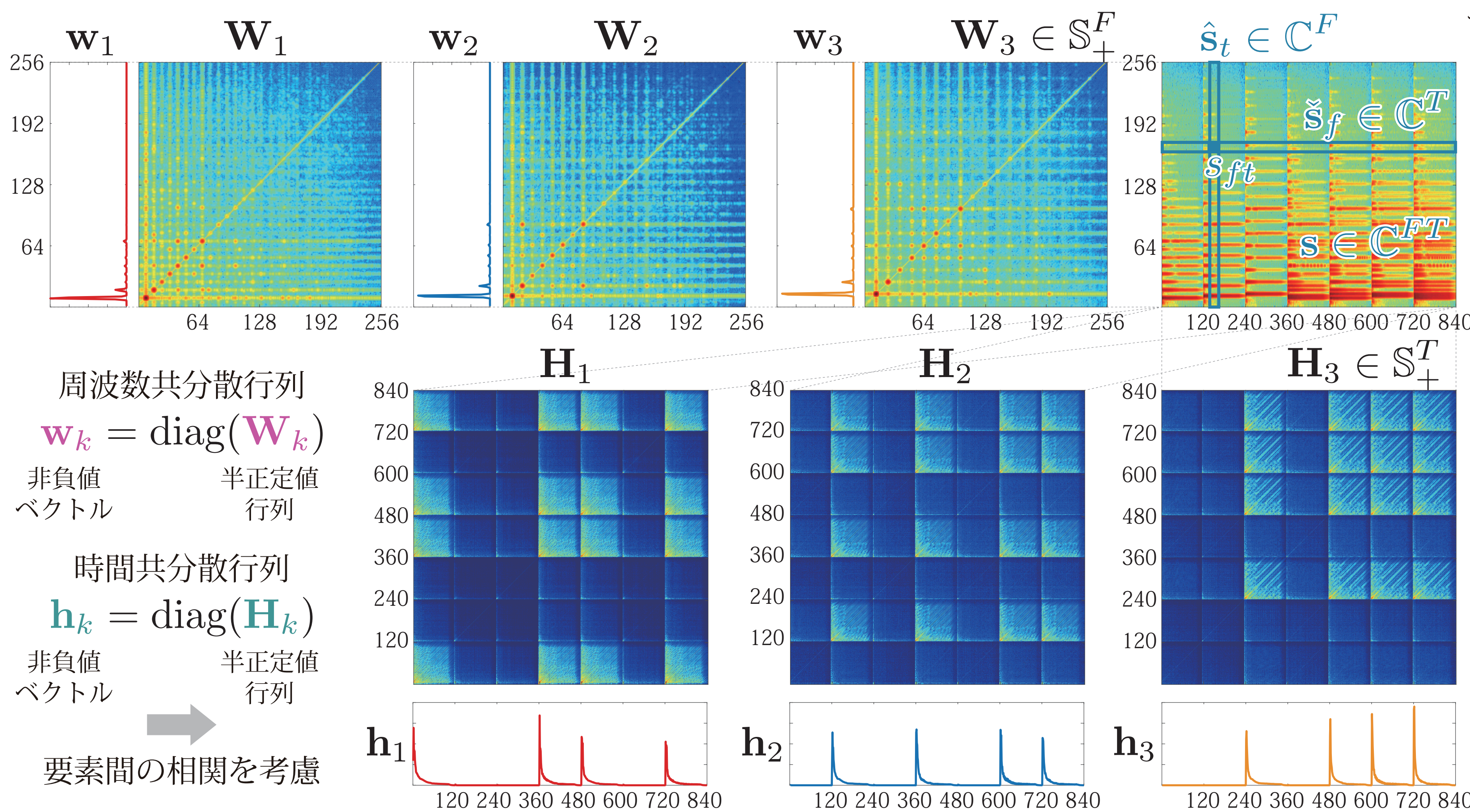
独立低ランクテンソル分析

非負値性・低ランク性・独立性に基づくブラインド音源分離の統一理論

吉井 和佳 (京大/理研 AIP) 佐藤 寛之 (京大白眉センター) 坂東 宜昭 (京大/産総研) 中村 栄太 (京大) 河原 達也 (京大)

従来法：相関テンソル分解 (Correlated Tensor Factorization: CTF) [Yoshii 2017]

全要素が相関をもつテンソル (例：周波数・時間・チャンネル軸) に対する非負性/半正定性に基づく低ランク分解の究極形



多変量複素ガウス分布の最尤推定

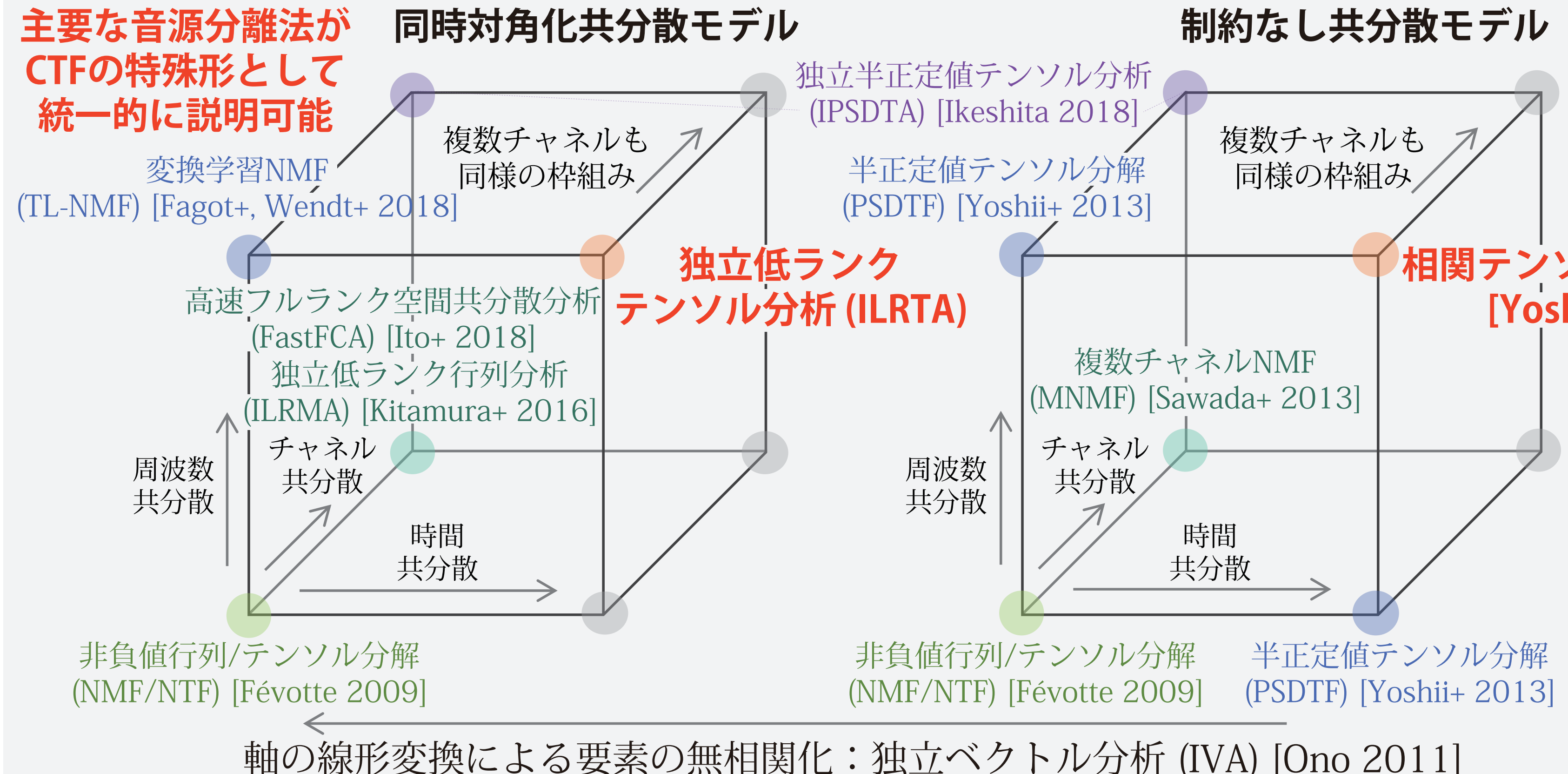
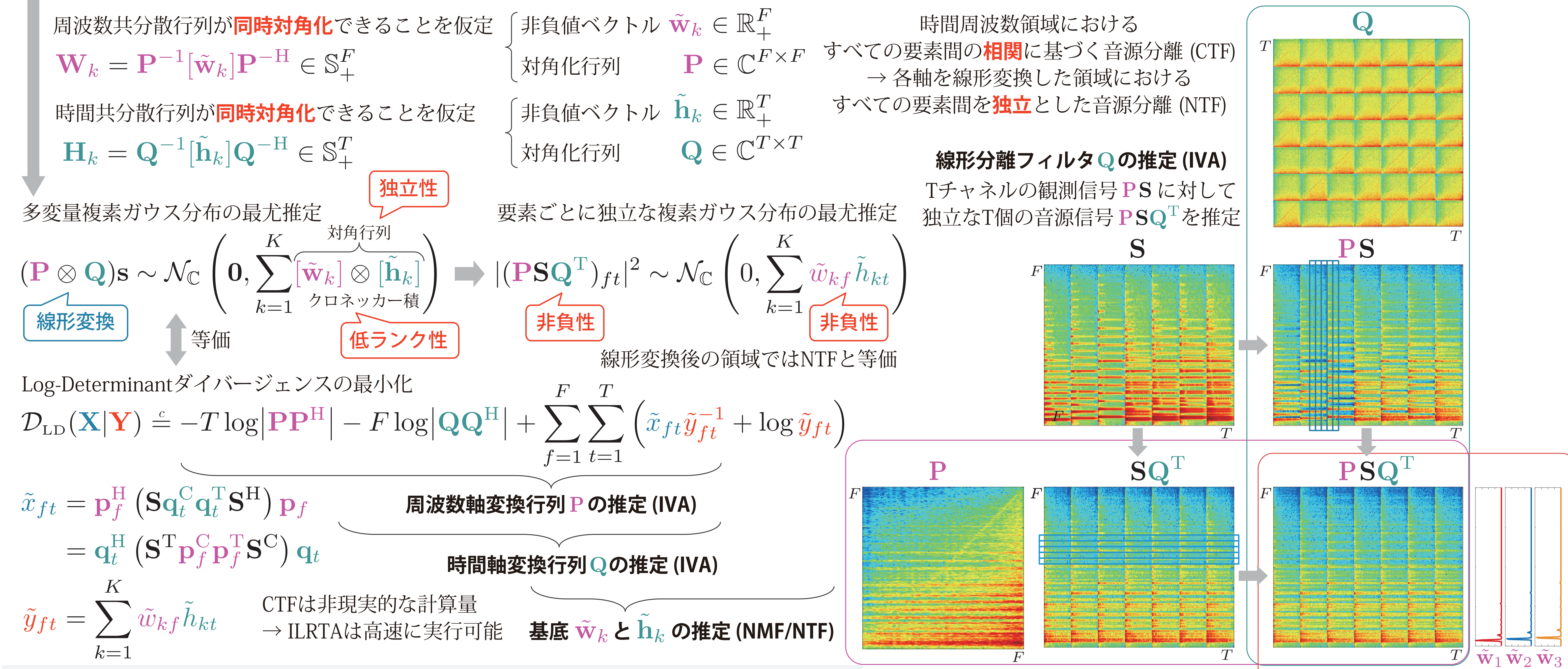
$$\mathbf{s} \sim \mathcal{N}_{\mathbb{C}} \left(\mathbf{0}, \sum_{k=1}^K \mathbf{W}_k \otimes \mathbf{H}_k \right)$$

Log-Determinant ダイバージェンスの最小化

$$\mathcal{D}_{LD}(\mathbf{X}|\mathbf{Y}) = -\log |\mathbf{X}\mathbf{Y}^{-1}| + \text{tr}(\mathbf{X}\mathbf{Y}^{-1}) - FT$$

提案法：独立低ランクテンソル分析 (Independent Low-Rank Tensor Analysis: ILRTA)

CTFの特殊形：各軸の要素を独立化する線形変換 (IVA) + 全要素が独立となるテンソルに対する低ランク分解 (NTF)



線形分離フィルタ \mathbf{P} の推定 (IVA)

Fチャンネルの観測信号 $\mathbf{S}\mathbf{Q}^T$ に対して独立なF個の音源信号 $\mathbf{P}\mathbf{S}\mathbf{Q}^T$ を推定

基底 $\tilde{\mathbf{w}}_k$ と $\tilde{\mathbf{h}}_k$ の推定 (NTF)

全ての要素が独立であるテンソル $\mathbf{P}\mathbf{S}\mathbf{Q}^T$ に対して低ランク分解

ピアノ音を用いて C4, E4, G4, C4+E4, C4+G4, E4+G4, C4+E4+G4 を連結した合成音を作成 (16 [kHz], 1.2 [s]*7 = 8.4 [s], F=256, T=840)

[dB]	SDR	SIR	SAR	自由度を適切に制限することで
NMF	18.9	24.2	20.4	高速化&精度
PSDTF	22.8	28.5	24.2	向上の可能性
ILRTA (高速版PSDTF)	24.3	31.4	25.2	

F < T の場合、ランク落ちのため、分離行列 \mathbf{Q} を求めることができない → ユニタリ制約+複素シュティーフエル多様体上の最適化 [Sato 2017]