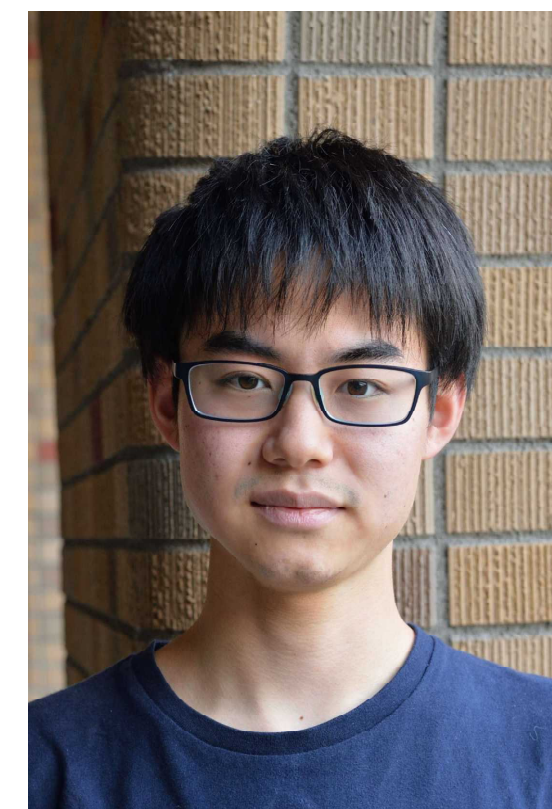


Chebyshev多項式による直交分解を用いた 低遅延高精度微分器に関する研究

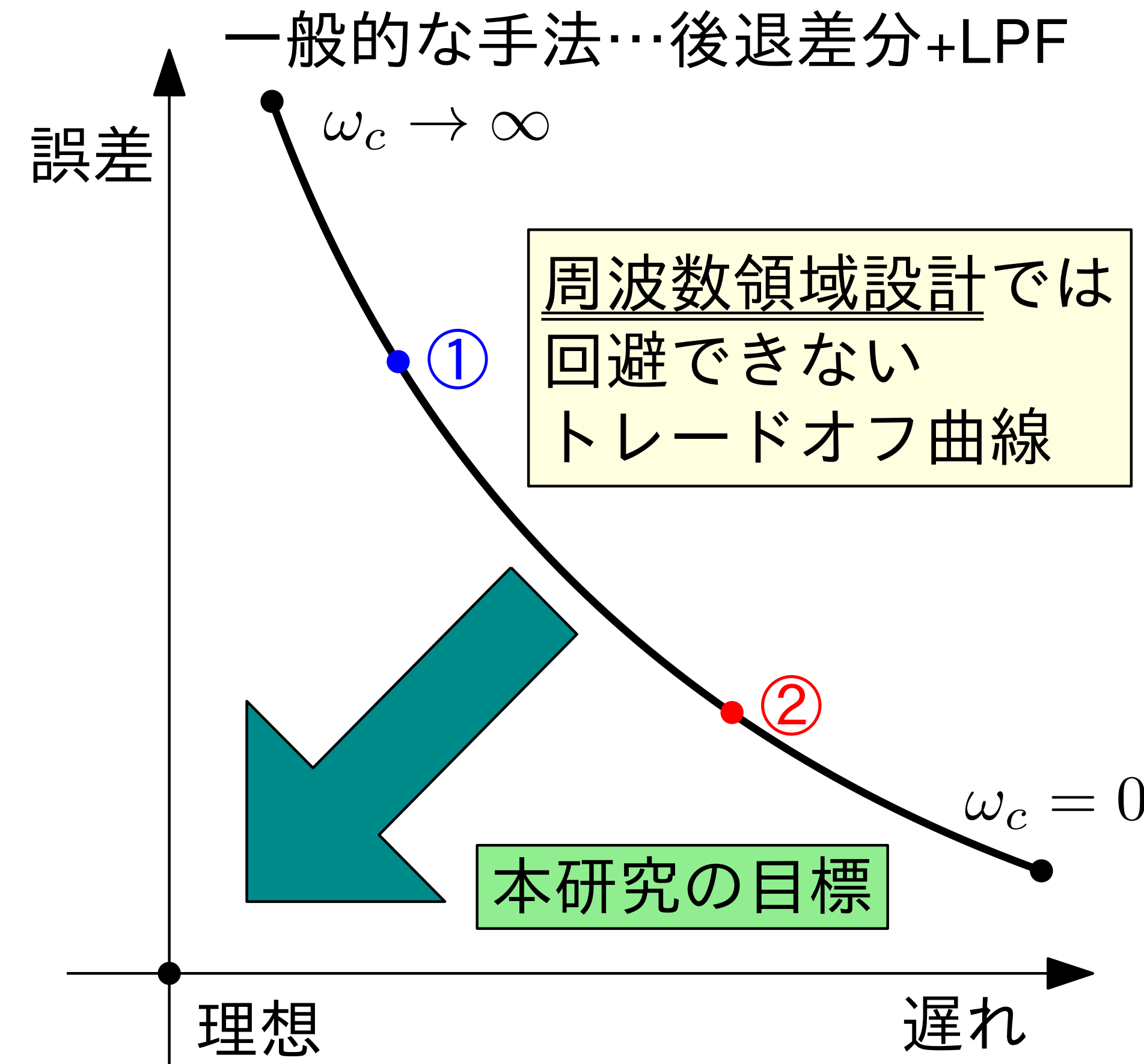
～基底の変更によるセンサからの微分推定性能の向上～



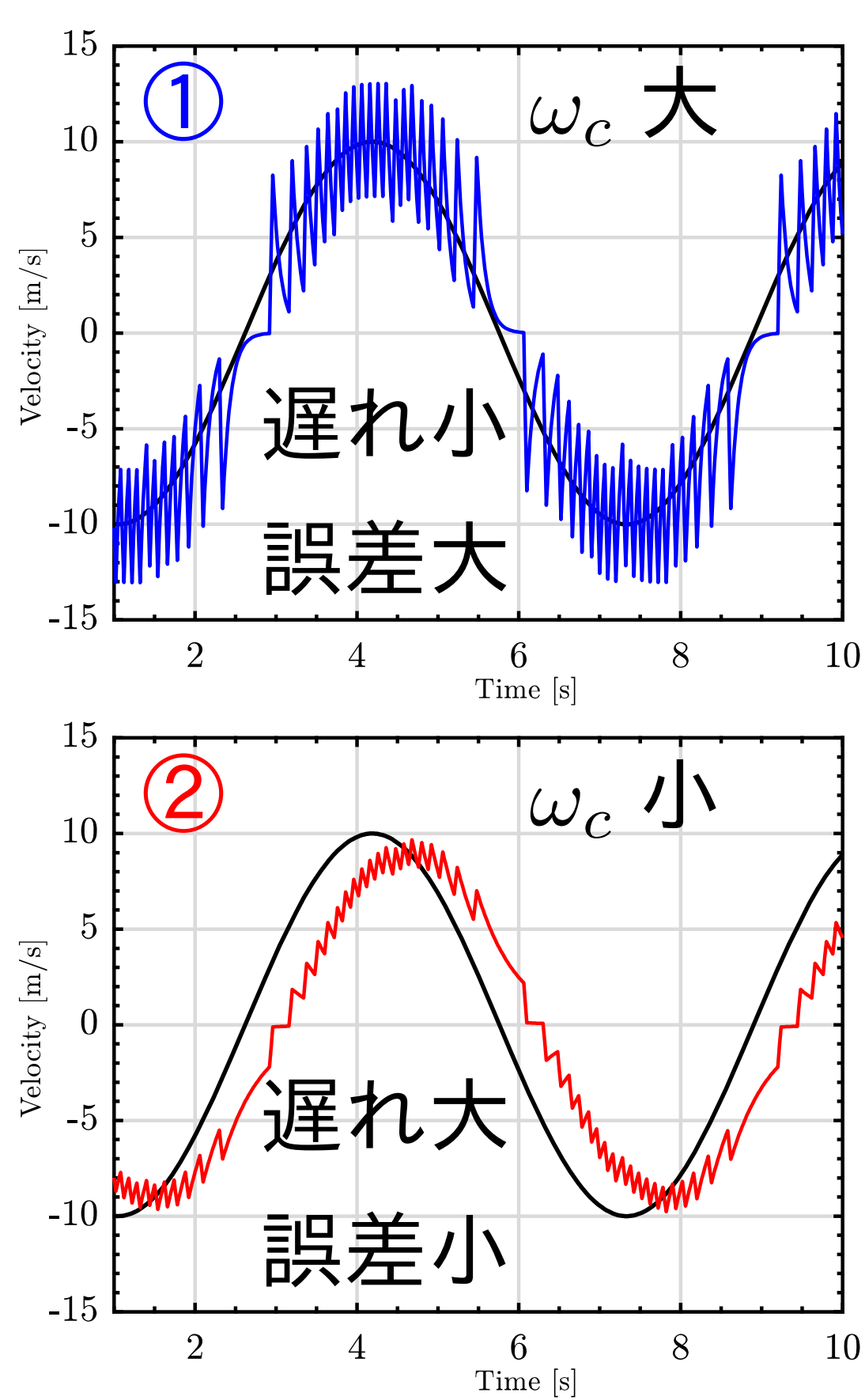
速度推定におけるトレードオフ

エンコーダの出力信号 $\bar{x}(t) = \text{入力信号 } x(t) + \text{量子化ノイズ } e_x(t)$

速度を推定しようとする場合



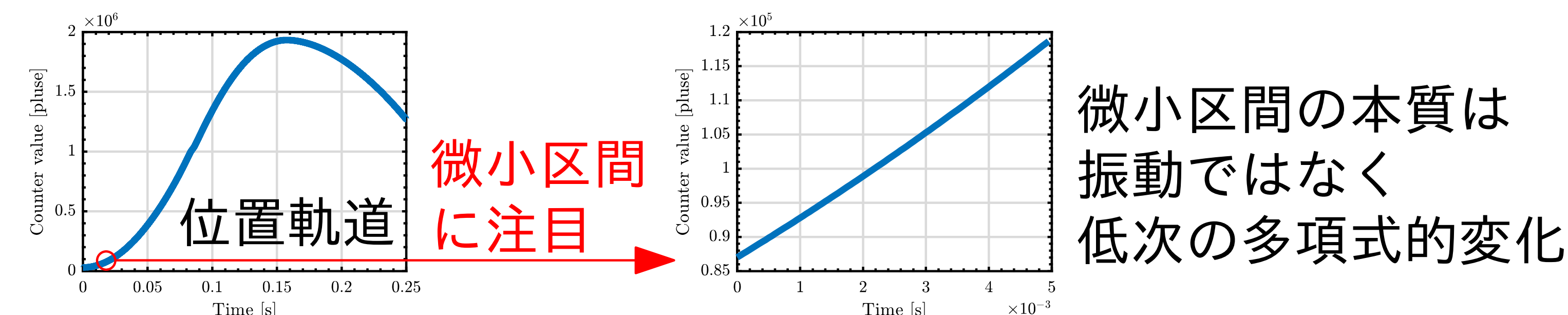
速度推定誤差の原因



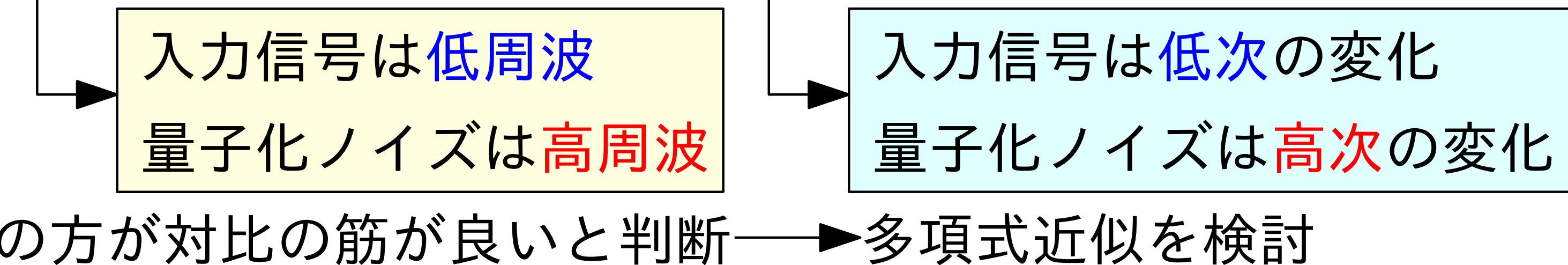
誤差と遅れのトレードオフを解消したい
Chebyshev展開とは

速度推定における多項式近似手法の妥当性

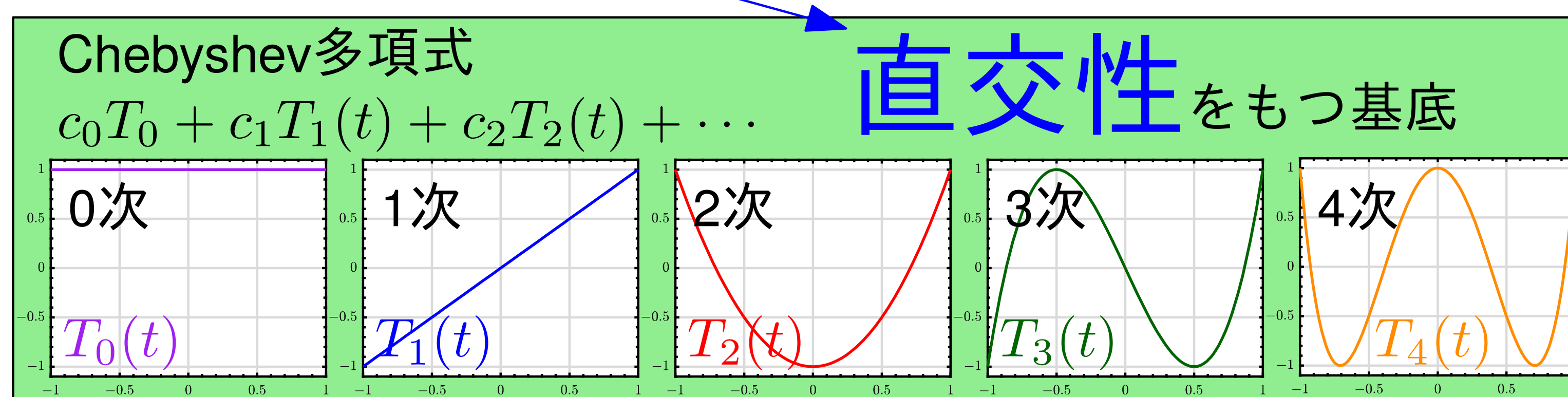
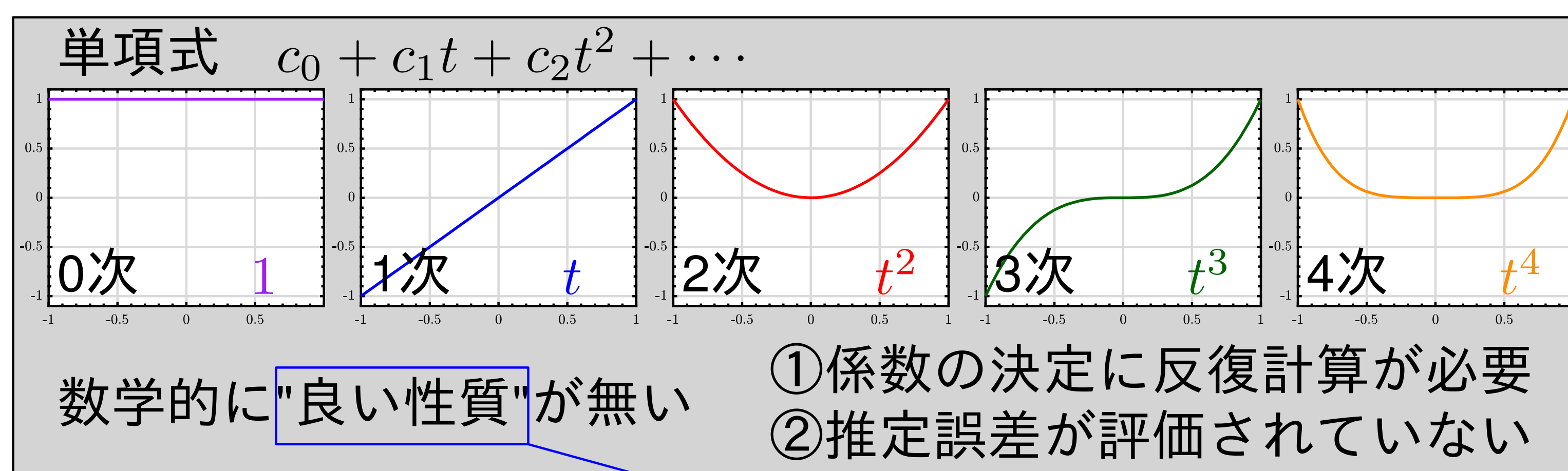
→ 微小区間内の変化



周波数による対比構造より多項式の次数による対比構造

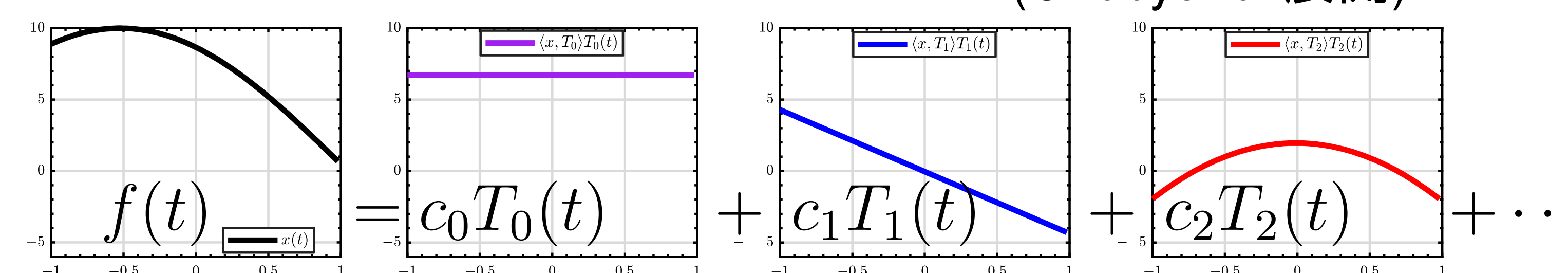


多項式近似における基底



特徴

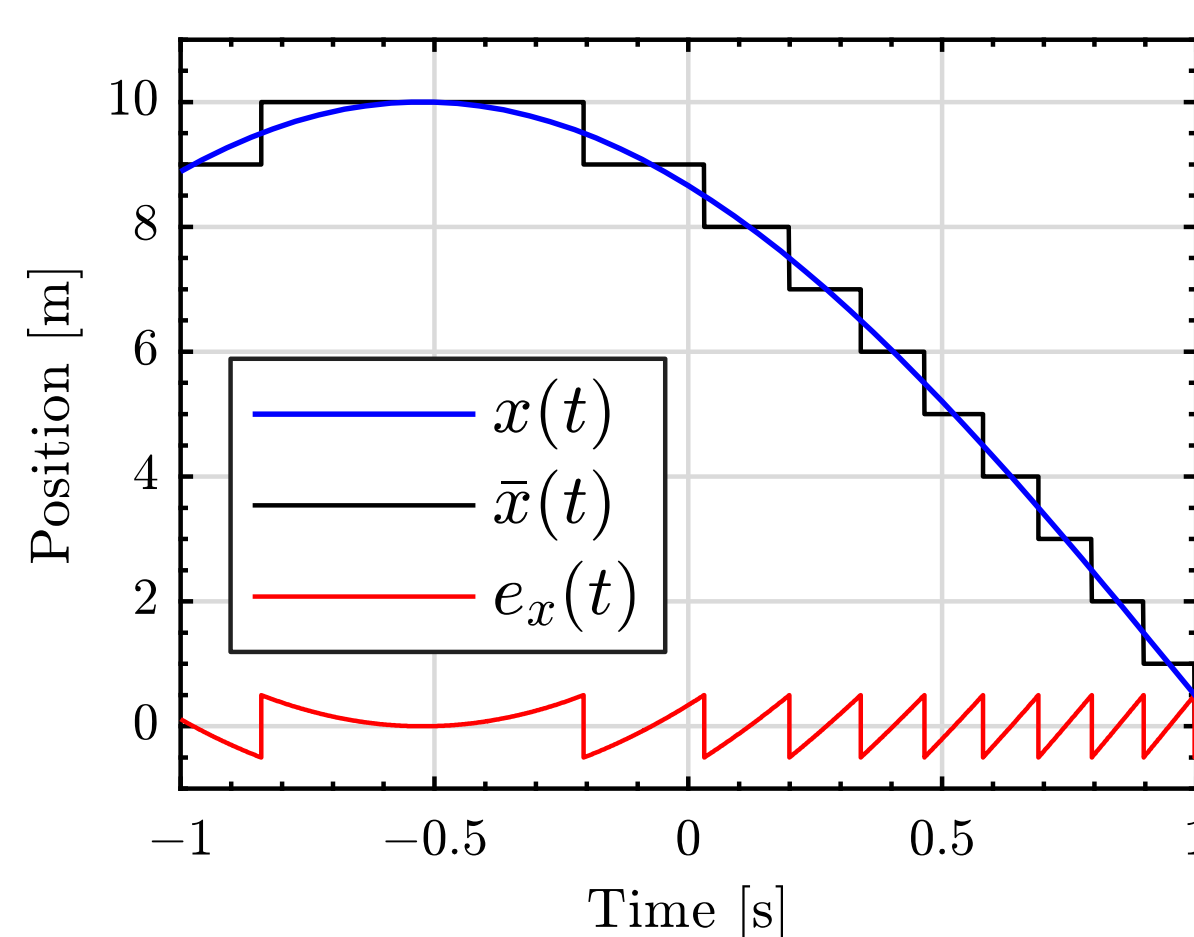
①係数が内積計算 $c_i = \langle f, T_i \rangle$ を使って直接計算可能 (Chebyshev展開)



②周波数領域同様の成分分析が可能 → 推定誤差の評価

Chebyshev展開による次数成分分解

実際の微小区間での変化を模したセンサ入力信号を用意

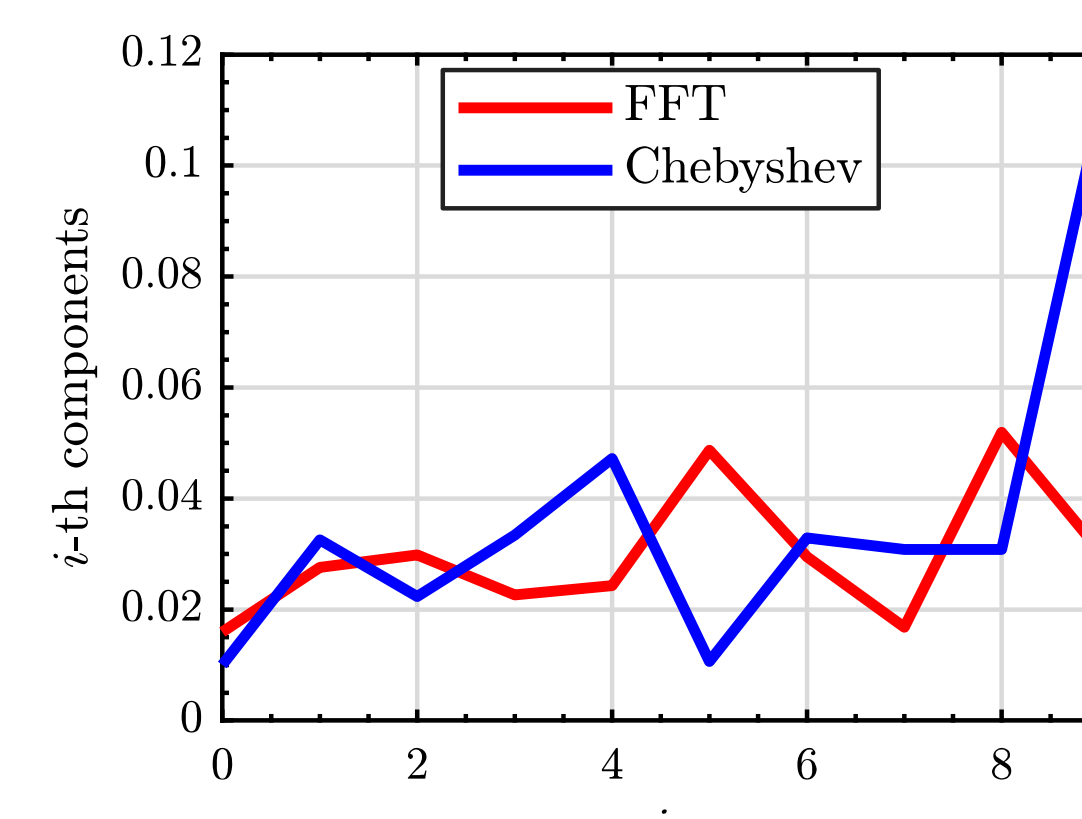


$\bar{x}(t) = x(t) + e_x(t)$
出力信号 入力信号 量子化ノイズ

出力信号の構成要素となる入力信号と量子化ノイズをそれぞれ成分分解し、基底の次数に対する成分の振幅を比較

展開方法	離散Fourier変換 (DFT)	Chebyshev展開
基底の物理的意味	振動の周波数	位置/速度/加速度
入力信号 $x(t)$ の成分分布	裾が重い (次数に対する成分の減衰が緩やか)	裾が軽い (次数に対する成分の減衰が急)
出力信号の高次成分を遮断したとき DFTよりChebyshev展開の方が入力信号が失われにくい!		

量子化ノイズ $e_x(t)$ の成分分布



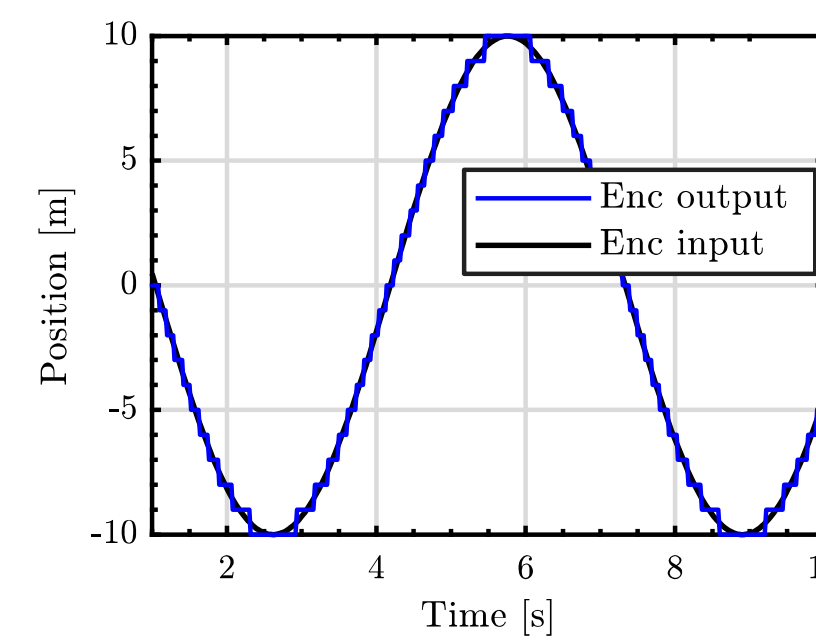
偏り無し 偏り無し

Chebyshev展開でもDFT同様に出力信号を低次で遮断するほどノイズが混入しにくい

微小区間の解析にはChebyshev展開が適する 速度推定実験

推定計算時間 **4us** \ll 50us (PWM周期など)
現実的に利用可能!!

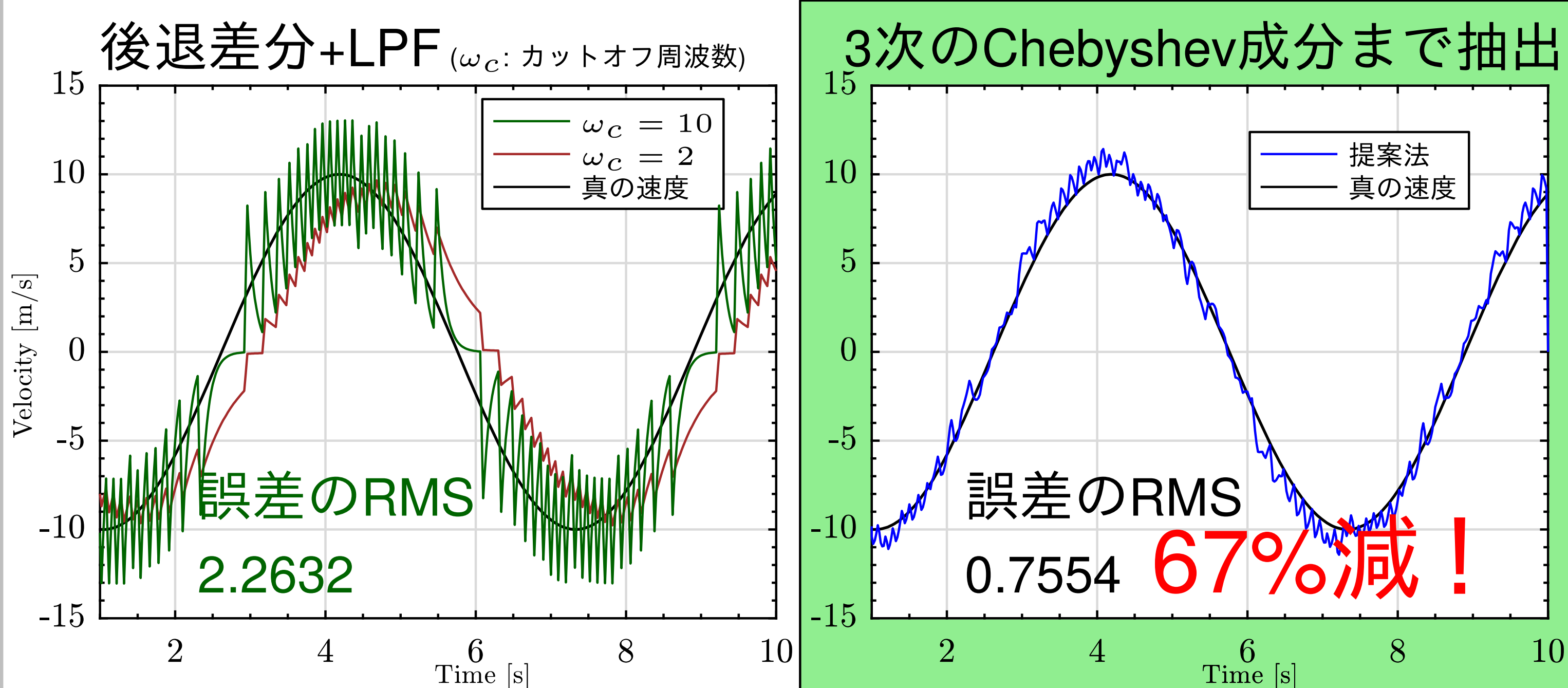
条件



入力信号(位置) 振幅10の正弦波
量子化幅 1

同じ出力信号から速度推定

結果



遅れと誤差のトレードオフを解消!

今後の展望

高度な理論化 多項式近似をする区間の長さの検討
現実的な利用 推定の制御応用