

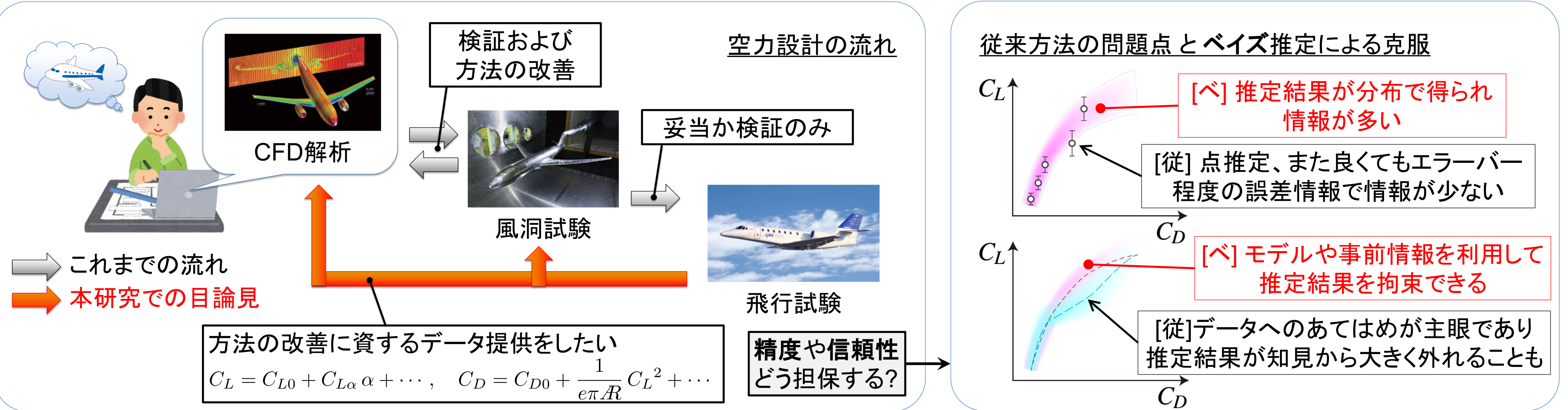
飛行試験データへのベイズ推定の適用による空力特性解析



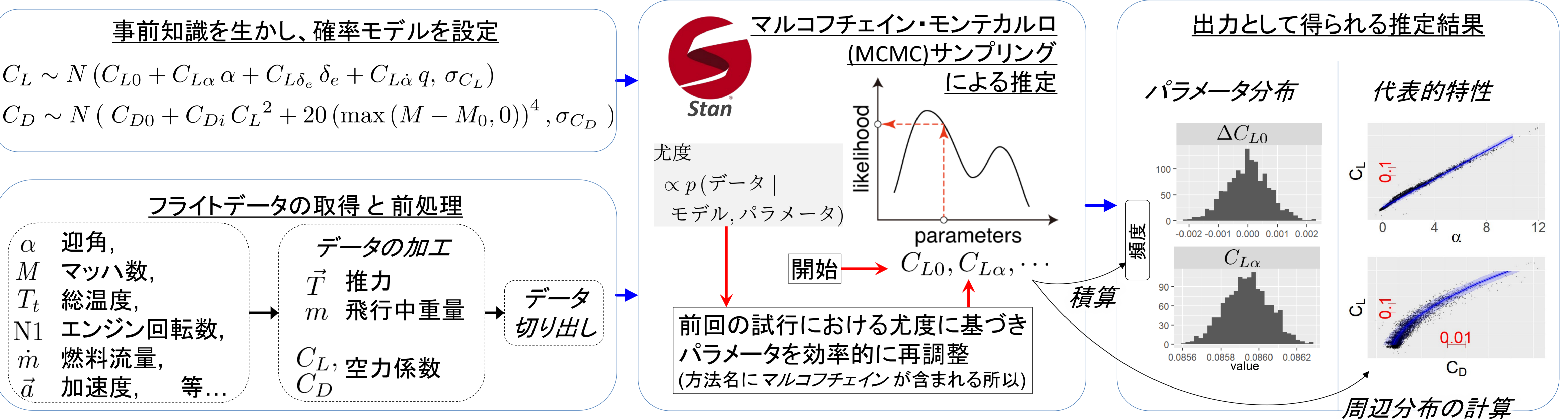
飛行技術研究ユニット
○成岡 優、二宮 哲次郎

研究の目的と課題

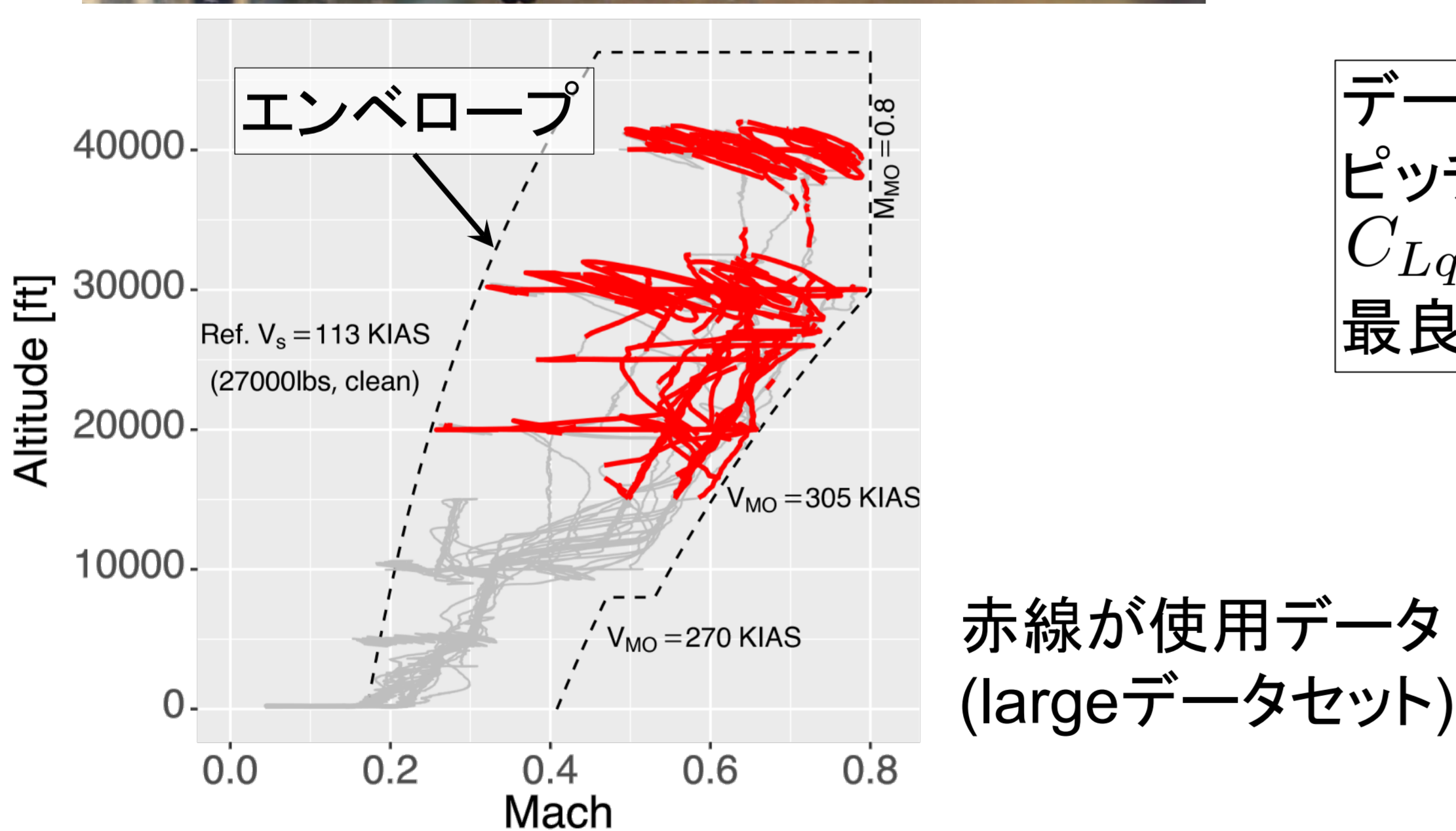
- 設計ツールが現実を完全に予測できれば、設計高速化とコスト低減につながる
- 空力設計におけるCFDや風洞試験をより良くするために、飛行試験からの貧弱なフィードバックを改善する
- 計測条件の自由度が低く、また外乱が多い飛行試験から、どのように得られる結果の精度や信頼性を担保するかが課題



[キー技術1] ベイズ推定による空力係数モデルの推定



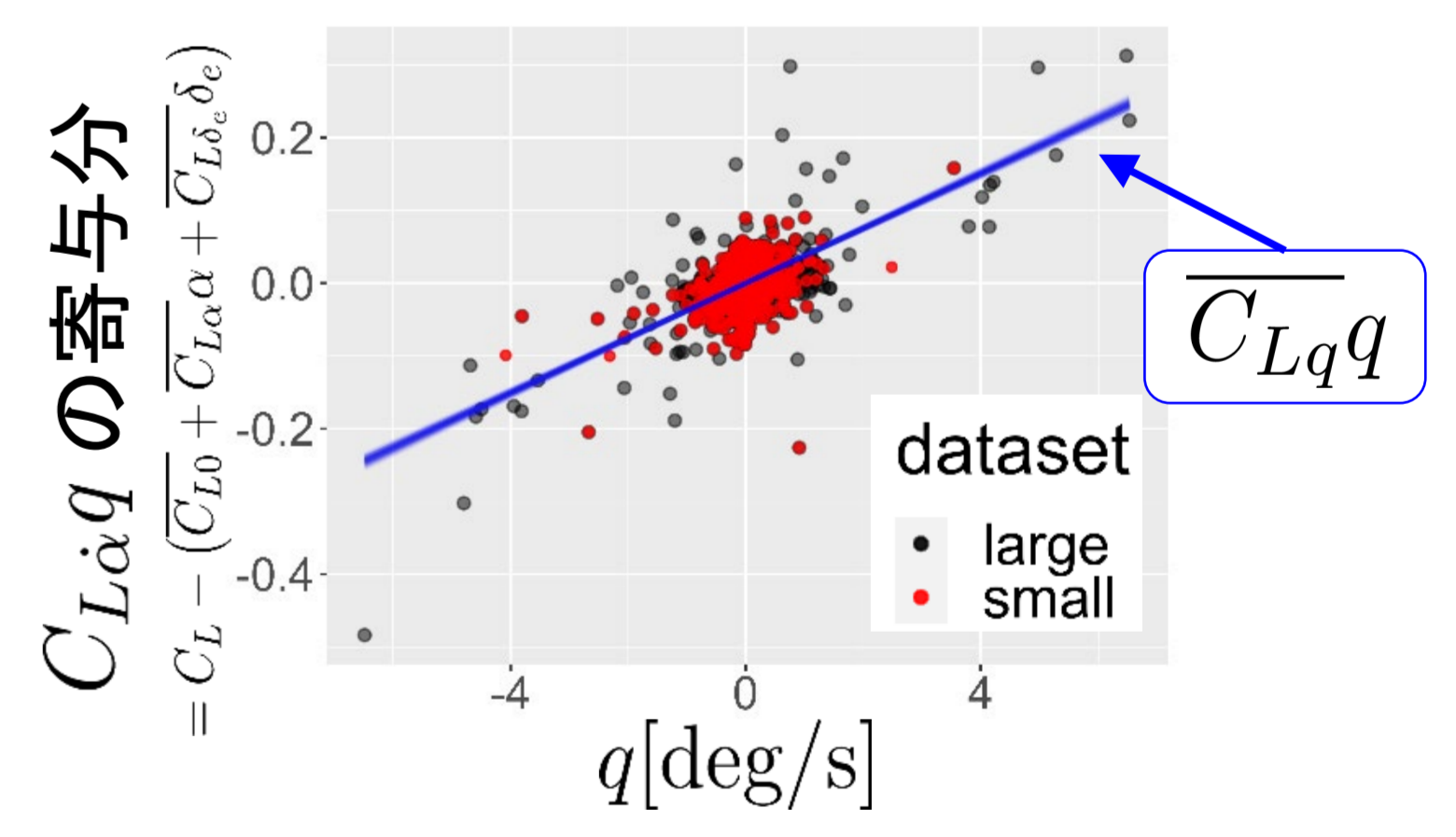
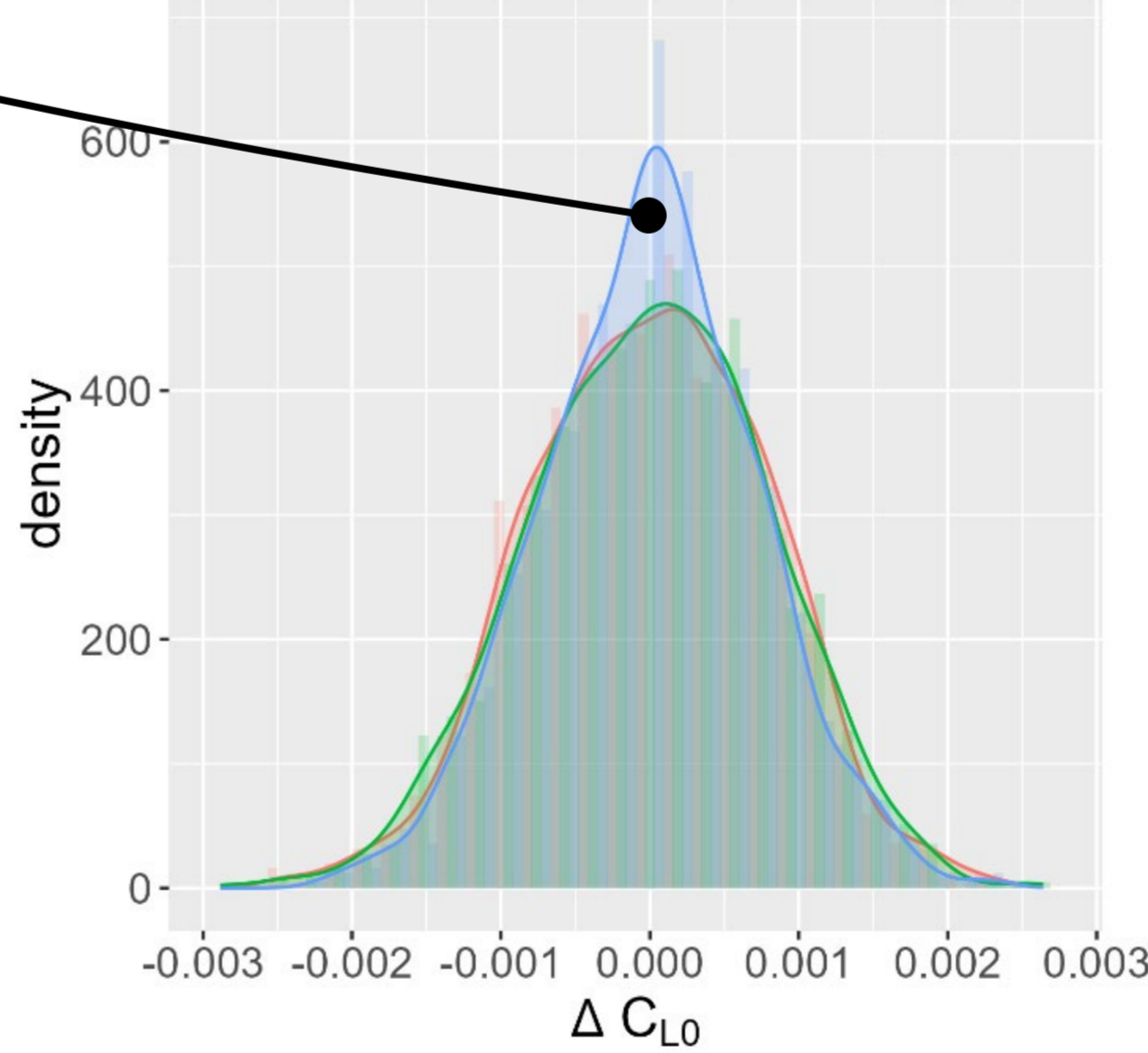
JAXA実験用航空機『飛翔』(Cessna 680)へ適用



大量のデータと確率モデルの工夫により、パラメータを急峻に推定することに成功

- Large (9040 samples) + $C_L \sim N(C_{L0} + C_{L\alpha} \alpha + C_{L\delta_e} \delta_e + C_{Lq} q, \sigma_{C_L})$
- Large + $C_L \sim N(C_{L0} + C_{L\alpha} \alpha + C_{L\delta_e} \delta_e + C_{Lq} q, \sigma_{C_L})$
- Small (732 samples) + $C_L \sim N(C_{L0} + C_{L\alpha} \alpha + C_{L\delta_e} \delta_e + C_{Lq} q, \sigma_{C_L})$

データを厳選せずピッチ角速度の効果 $C_{Lq} q$ も考慮することで最良の結果が得られた



実際largeデータセットにピッチ角速度 q が大きいデータが含まれていた

[キー技術2] 区間推定を用いた空力係数の比較

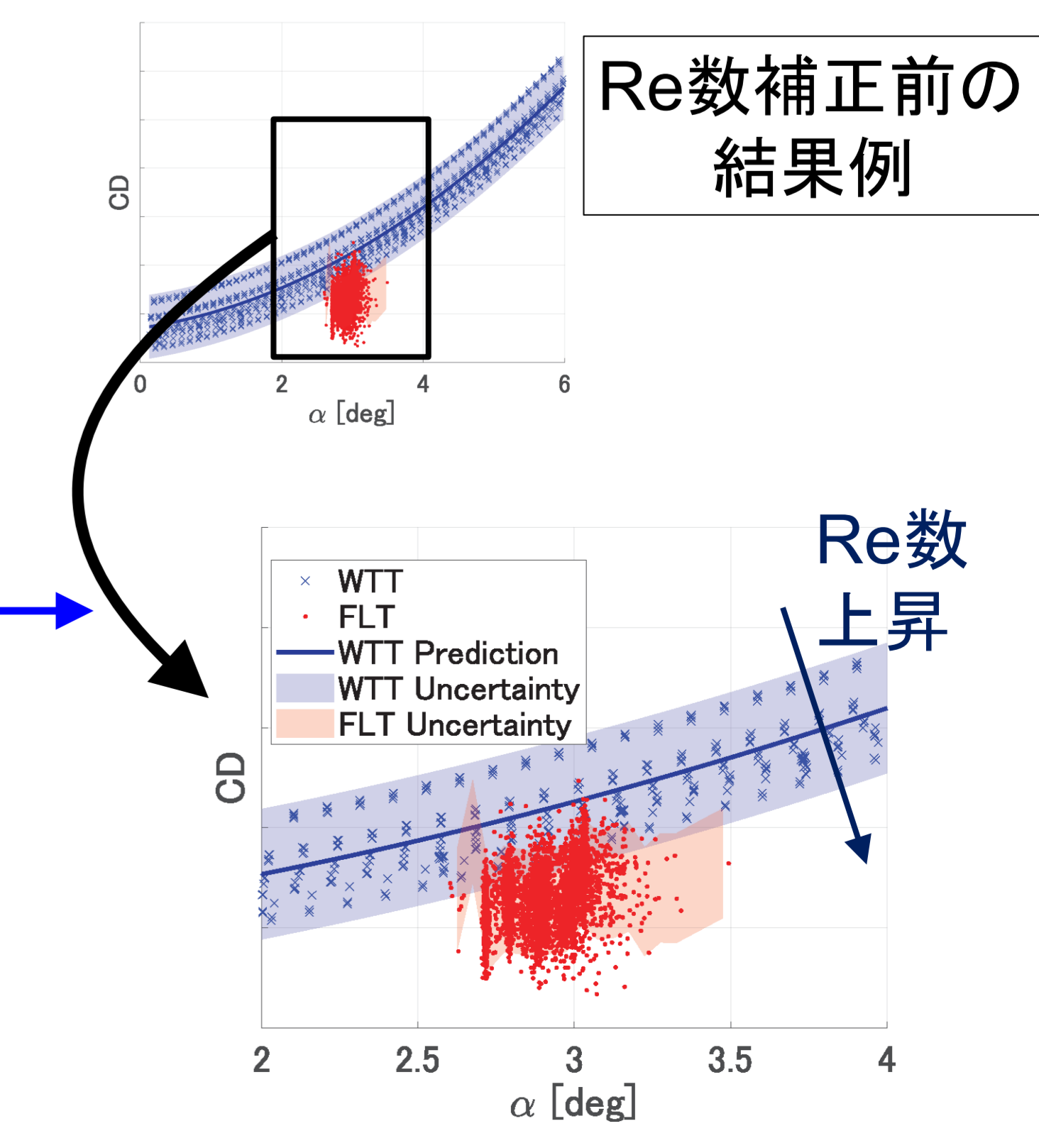
- 地上試験と飛行試験の比較における問題点
- 様々な条件が異なっている
 - (多くは)経験に基づき補正

地上試験と飛行試験の条件を調整

	CFD	補正	飛行試験	補正	風洞試験
迎角	飛行試験に合わせる	←	出来高	→	飛行試験に合わせる
マッハ数	飛行試験に合わせる	←	一定	→	飛行試験に合わせる
舵角	飛行試験に合わせる	←	模型と同じ舵角	←	模型の舵角
Re	飛行試験に合わせる	←	一定	×	合わせられない
その他	飛行試験に合わせる				壁干渉補正, 支持干渉補正, 温度補正など 壁面の影響など

- 風試結果をGPRでモデル化
- 飛行試験と近い条件のデータを選択
 - ガウス過程回帰(GPR)でモデル化
 - ベイズ的な考え方による回帰手法
 - 線形回帰を包含する
 - 不確かさの範囲を算出可能

- 飛行試験結果の不確かさを算出
- ISOで定められた「不確かさ」を採用
 - 計測の不確かさ
 - 算出式に基づく不確かさの伝搬



※本研究はJSPS科研費JP21381031の助成を受けたものです。