

ENRI International Workshop on ATM/CNS

トラジェクトリ予測モデルについて
Study on Trajectory Prediction Model

March 6, 2009

福田 豊、白川 昌之、瀬之口 敦
電子航法研究所

Y. Fukuda, M. Shirakawa, and A. Senoguchi
Electronic Navigation Research Institute

発表内容 Contents

- ◆ 背景 Background
- ◆ トラjectory管理 Trajectory Management
- ◆ 予測モデル Trajectory Prediction Model
- ◆ 実測値比較 Comparison with Measured Data
- ◆ まとめ Summary

航空交通管理 Air Traffic Management

- ◆ 航空交通と空域の動的かつ統合的な管理
- ◆ Dynamic, integrated management of Air Traffic and Airspace
 - 安全、経済的かつ効率的
 - Safely, Economically, and Efficiently

需要と容量の均衡
Demand/Capacity
Balancing

交通同期
Traffic Synchronization

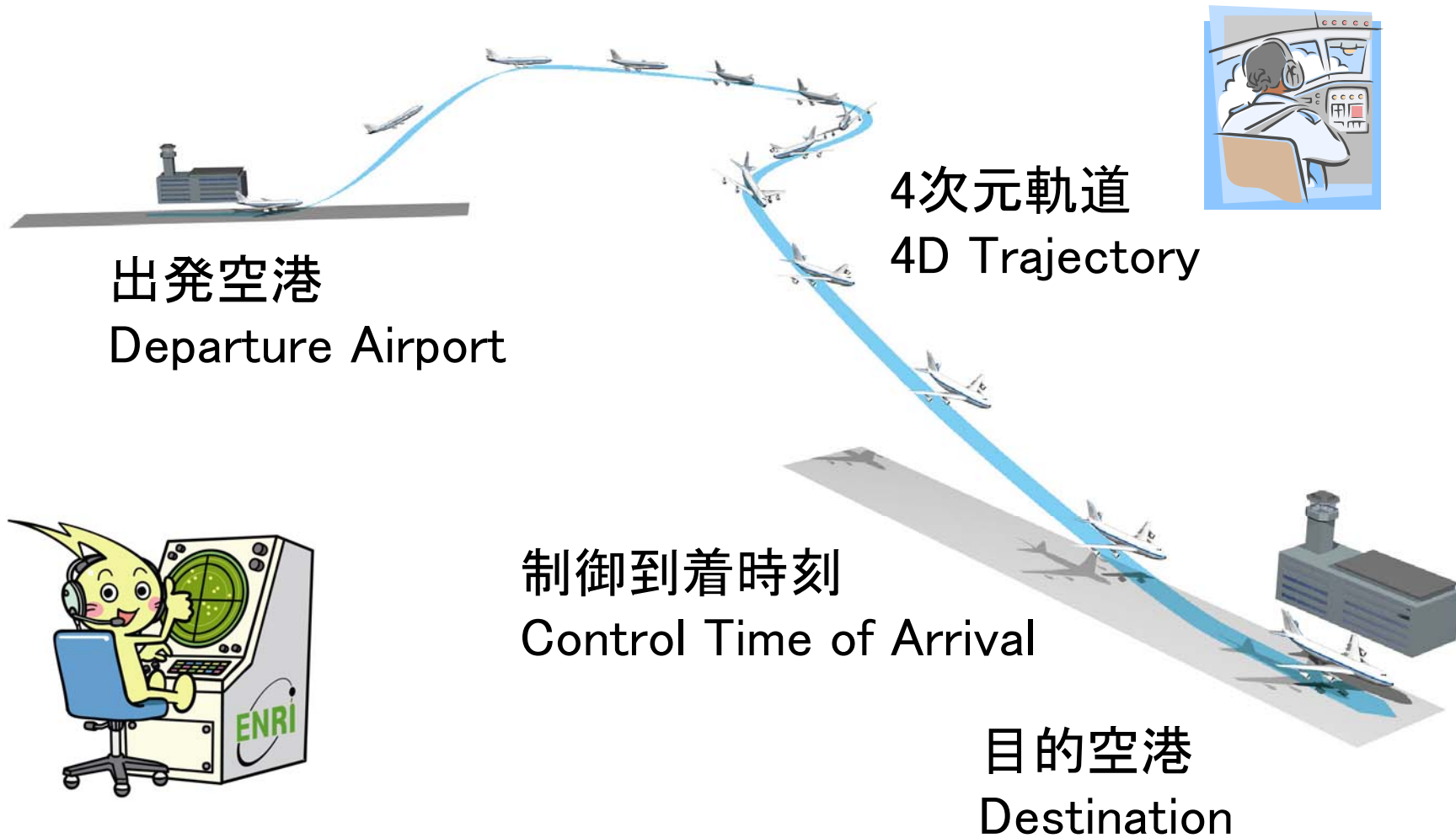
コンフリクト管理
Conflict Management

などの7要素
7 Components

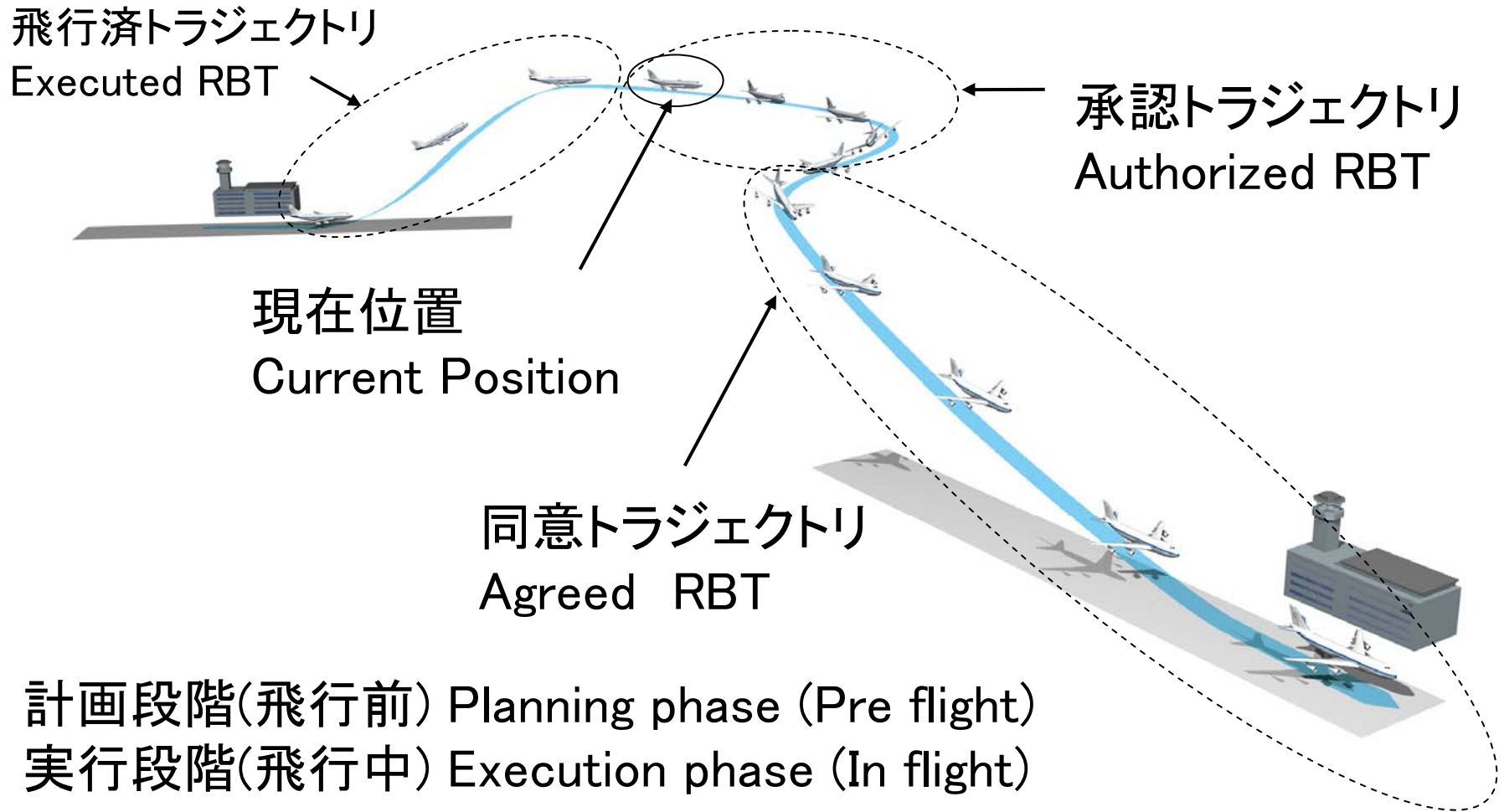
将来計画 Future Vision

- ◆ トrajekトリ管理
- ◆ Trajectory-based operation
- ◆ Global ATM operational concept (ICAO)
- ◆ NextGen (USA)
- ◆ SESAR (EUROCONTROL)
- ◆ 研究長期ビジョン Long term research vision
(電子航法研究所 ENRI)

トラジェクトリ管理 Trajectory Management



実現方法例 Operation Example



RBT: Reference Business Trajectory

便益 Benefits

◆ 主要パフォーマンス Key Performance Areas

分野

- 予測性 Predictability
- 安全性 Safety
- 容量 Capacity
- 効率 Efficiency
- 環境 Environment

技術開発 Technology

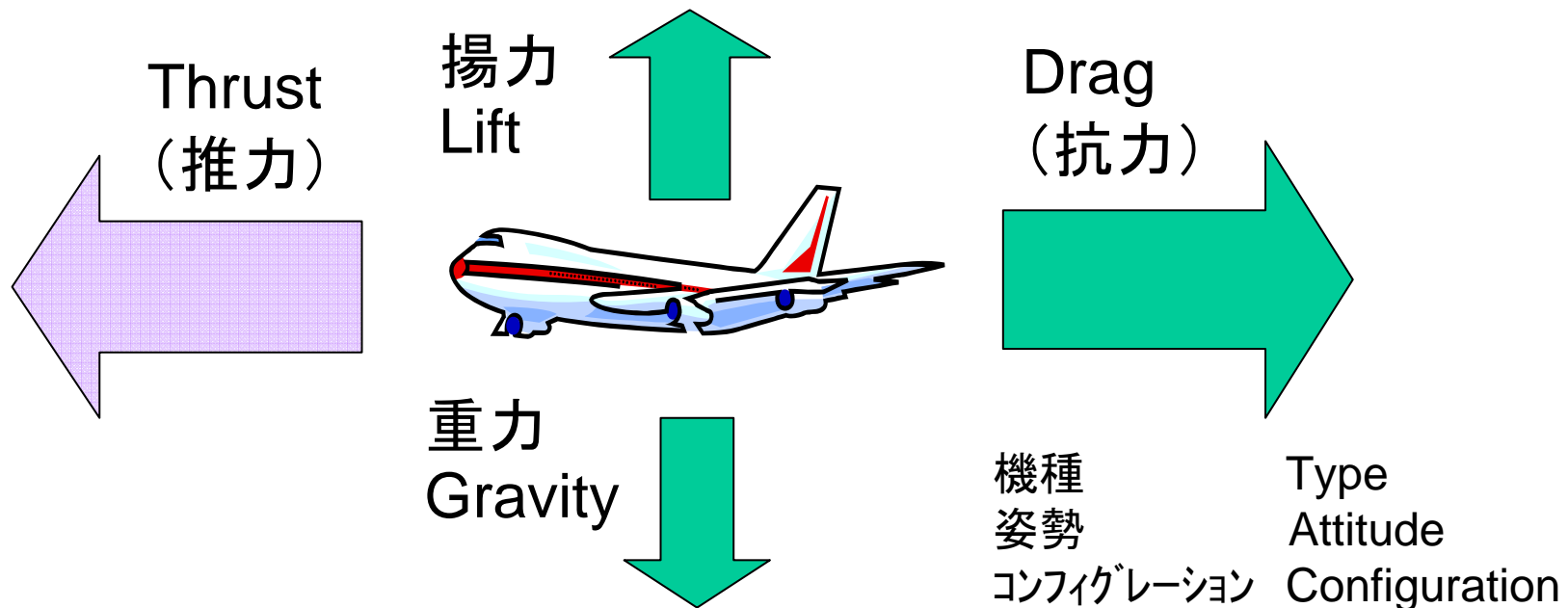
- ◆ 航空機の運航最適化 Optimization of Flight
 - 飛行管理システム FMS (Flight Management System)
 - 飛行時間、燃料消費量 Flight Time, Fuel
- ◆ 全体的な最適化 Optimization for all
 - 全航空機のトラジェクトリを調整する地上ベースシステムが必要
 - Ground based coordination system is required for all aircraft.

不確定性 Uncertainties

- ◆ 航空機の種類が多数 Aircraft type
 - ◆ フライト毎の設定 Flight condition
 - ◆ パイロットの操縦 Operation by Pilot
 - ◆ 管制による指示 Instructions of ATC
 - ◆ 気象条件 Meteorological conditions
-
- ◆ 情報共有などにより予測精度向上
 - ◆ Uncertainties can be reduced by information sharing.

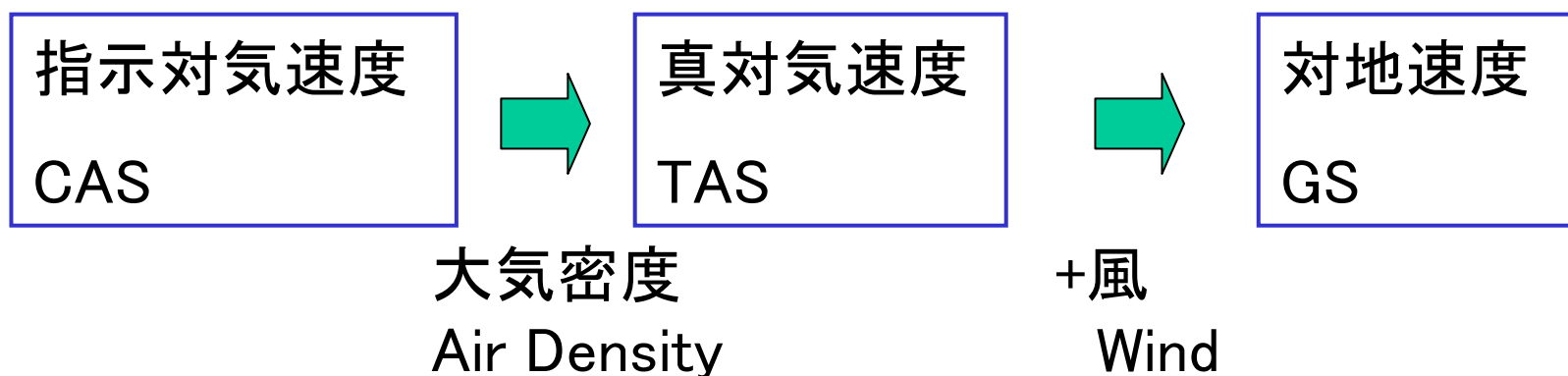
予測モデル Prediction Model

- ◆ 質点モデル、エネルギー保存式
- ◆ Mass Point Model, Conservation of Energy



予測方法 Prediction Method

- ◆ 通過時刻予測には速度推定が重要
- ◆ Speed estimation is important for time prediction.



- ◆ 速度以外の要素 Other parameters
 - 高度変化 Vertical Movement
 - 燃料消費量 Fuel Consumption

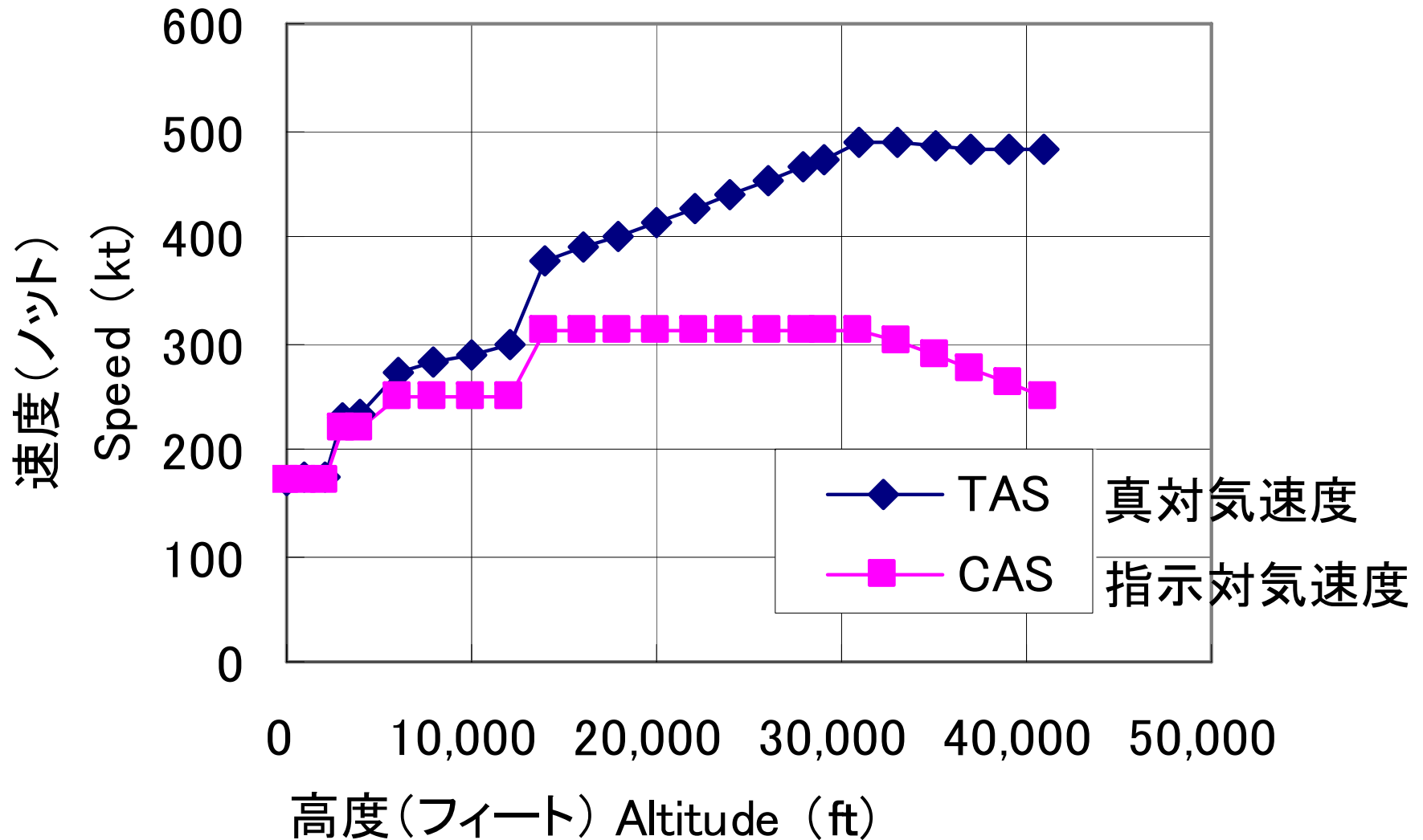
性能モデル Performance Model

- ◆ ユーロコントロールのBADA (Base of Aircraft Data)の利用
- ◆ Based on BADA by EUROCONTROL
 - 飛行の関係式 Equations (Total-energy, atmosphere etc.)
 - 性能データ Operations Performance
 - 運航データ Airline Procedure

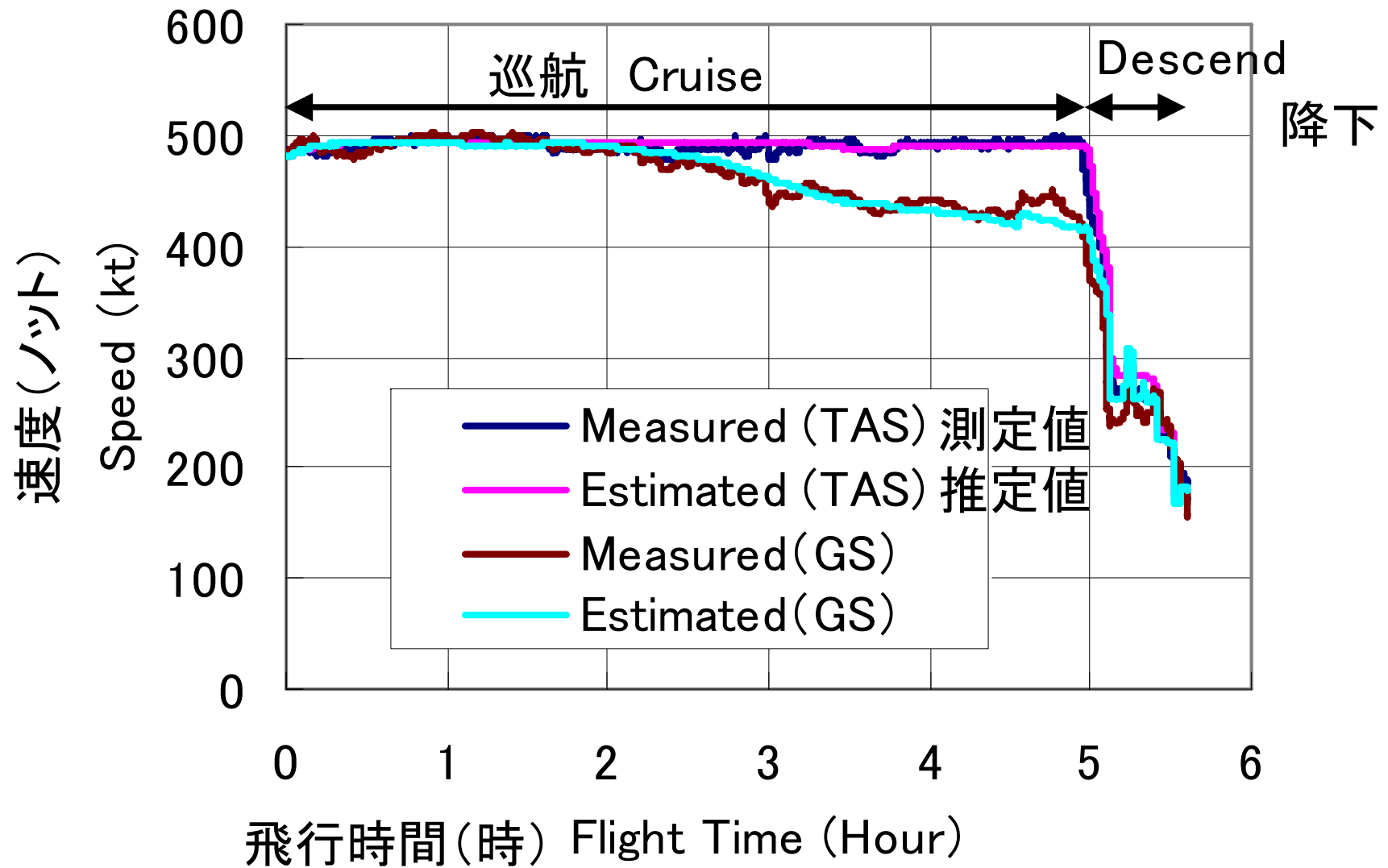
実測値との比較 Comparison

- ◆ 速度、時刻、燃料消費量を推定し、航空機の実測値と比較した。
- ◆ Estimated values are compared with measured values by aircraft in speed, time, and fuel consumption.
 - 水平位置と高度は実飛行と同様とした。
 - Positions (route and altitude) are assumed to be given.
 - 高層風：気象庁全球客観解析データ
 - Wind data : Analysis data of Japan Meteorological Agency

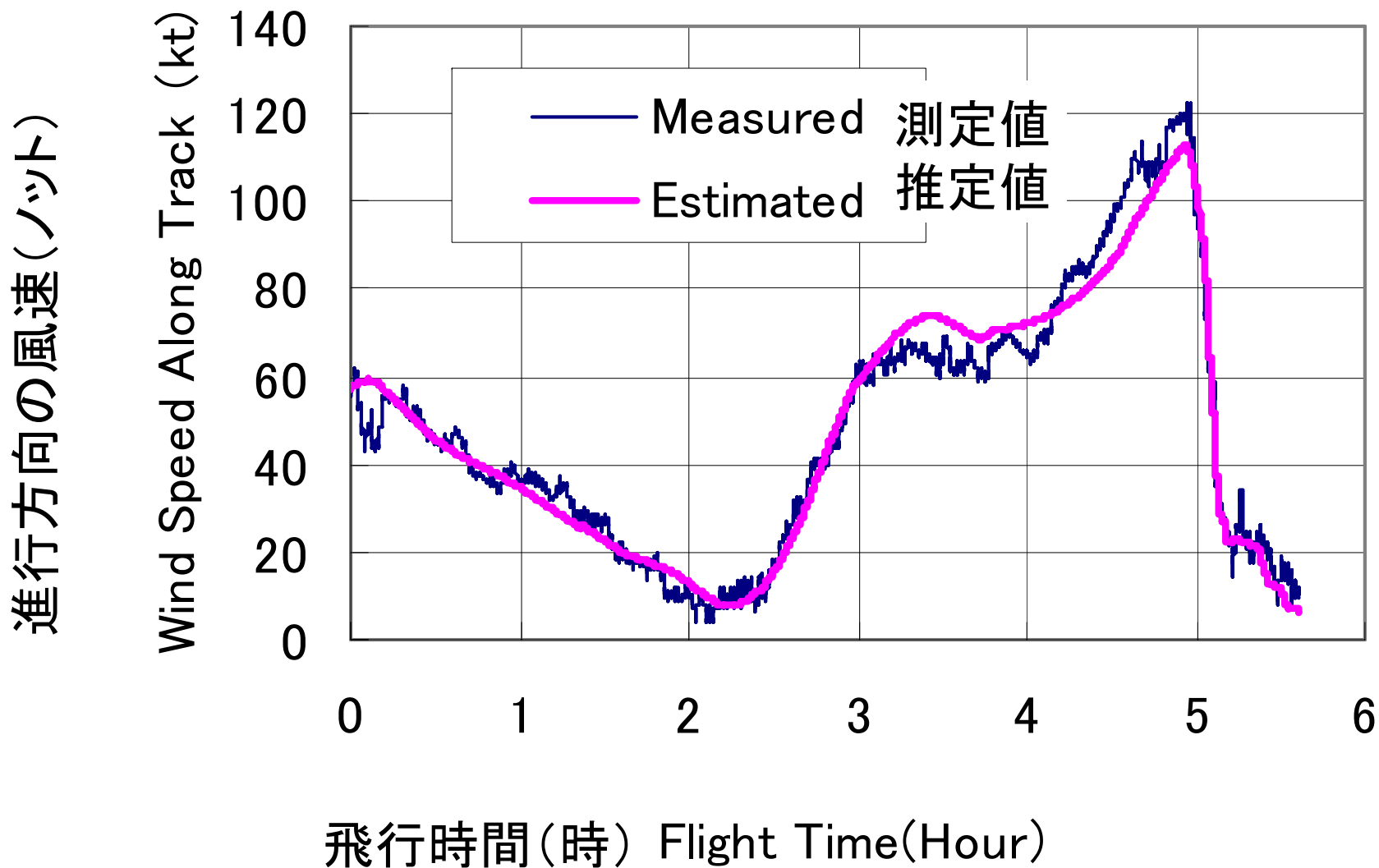
飛行速度 Air Speed



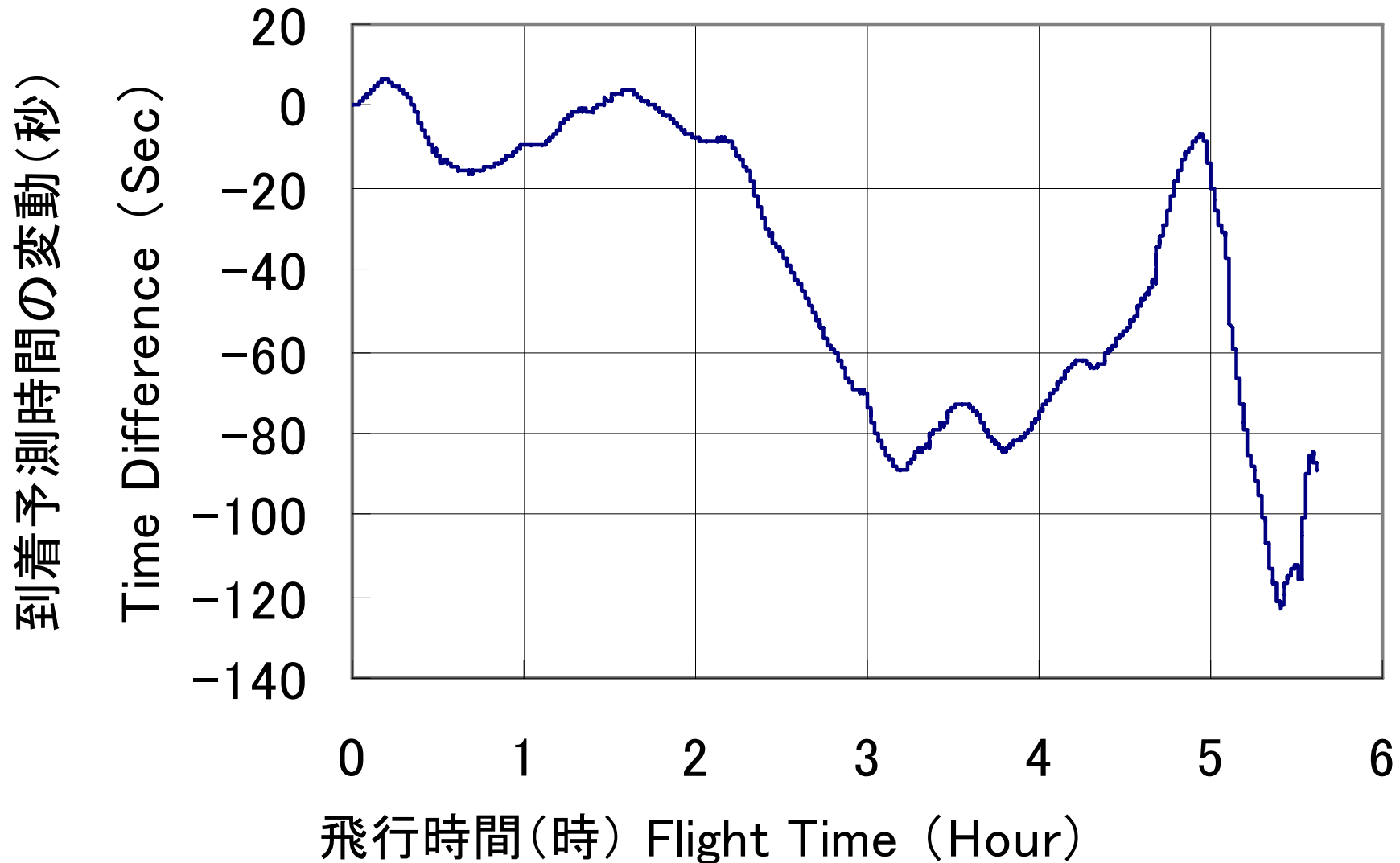
速度比較 Comparisons of Speed



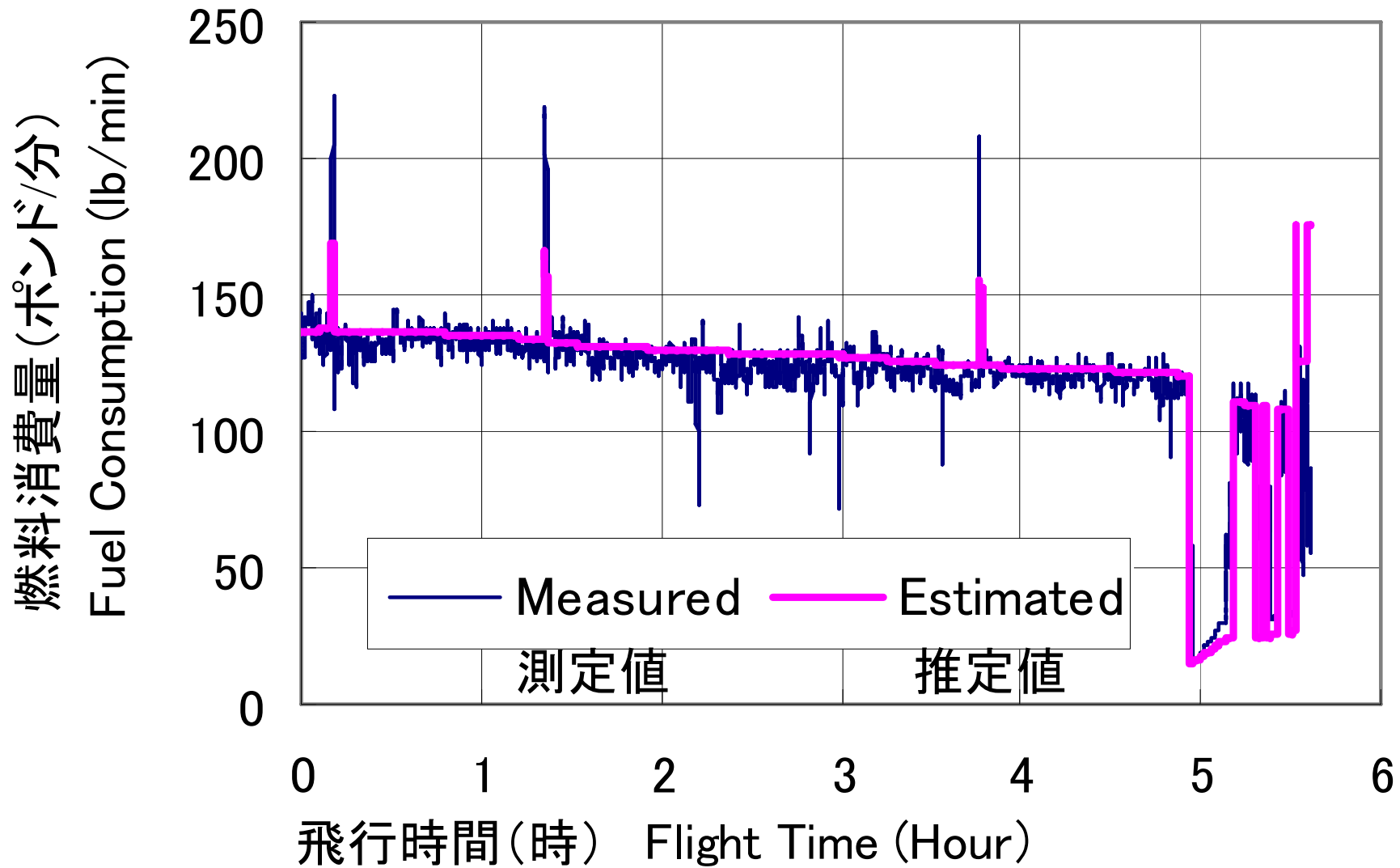
風速比較 Comparisons of Wind Speed



到着予測時刻の変動 Variation of ETA



燃料消費量 Fuel Consumption



まとめ Summary

- ◆ トラジェクトリ管理のための予測モデルを開発している。
- ◆ A prediction model is being developed for trajectory management.
- ◆ 航空機の実測値との比較では、時間予測精度は1%以下であった。
- ◆ An estimated trajectory was compared with flight data measured by aircraft. It showed less than 1% difference along flight time.