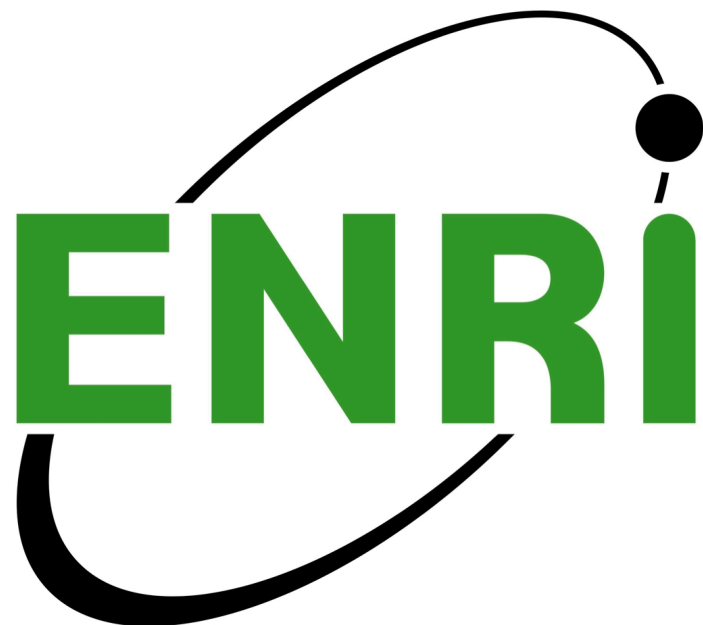


2/13/2009

第9回CNS / ATMシンポジウム

# 電子航法研究所における トラジェクトリ管理の研究計画



独立行政法人 電子航法研究所  
航空交通管理領域

蔭山 康太

# 内容

## トラジェクトリ管理（今後の基盤テーマ）

- ❧ 背景

- ❧ 概念

- ❧ 電子航法研究所における研究

- ❧ 現在までに実施してきた関連項目

- ❧ 今後の実施を予定する項目

# トラジェクトリ管理の背景

# ATMの課題

- ✧安全の確保
- ✧処理容量の拡大
- ✧運航の効率向上
  - ✧ 定時性の確保
- ✧ 環境
  - ✧ 燃料消費量・CO2排出量・騒音の低減
- ✧（運航者の希望経路の実現）

# ATMの重要分野

## ICAO：KPA(Key Performance Areas)の定義

### ♪運用上のパフォーマンス

♪ 容量・効率・柔軟性・予測性・費用効果

### ♪社会に対する影響

♪ 安全性・セキュリティ・環境

### ♪パフォーマンスの成功因子

♪ ユーザ間の公平性・ユーザ参加度・相互運用性

# トラジェクトリ管理の期待

- ✧ KPA（効率・予測性・環境）の向上
- ✧ ATMの戦略的ビジョンの実現
  - ✧ ICAO "Global Air Navigation Plan" (Doc. 9750)
    - ✧ 計画値に近い出発・到着時刻
    - ✧ 希望する飛行経路
    - ✧ 安全レベルの規定値

# トラジェクトリ管理の概念



# トラジェクトリ管理の概念

## ✧ 航空機の軌道

- ✧ 3次元の位置＋時刻による表現（4次元）

- ✧ フライトプラン（飛行計画経路）の詳細化

## ✧ 航空機の飛行管理システム（FMS）の活用

- ✧ トラジェクトリ作成機能

- ✧ 飛行条件（重量・高度・風・飛行経路・高度制限）

- ✧ 燃料効率を最適とする速度などの算出

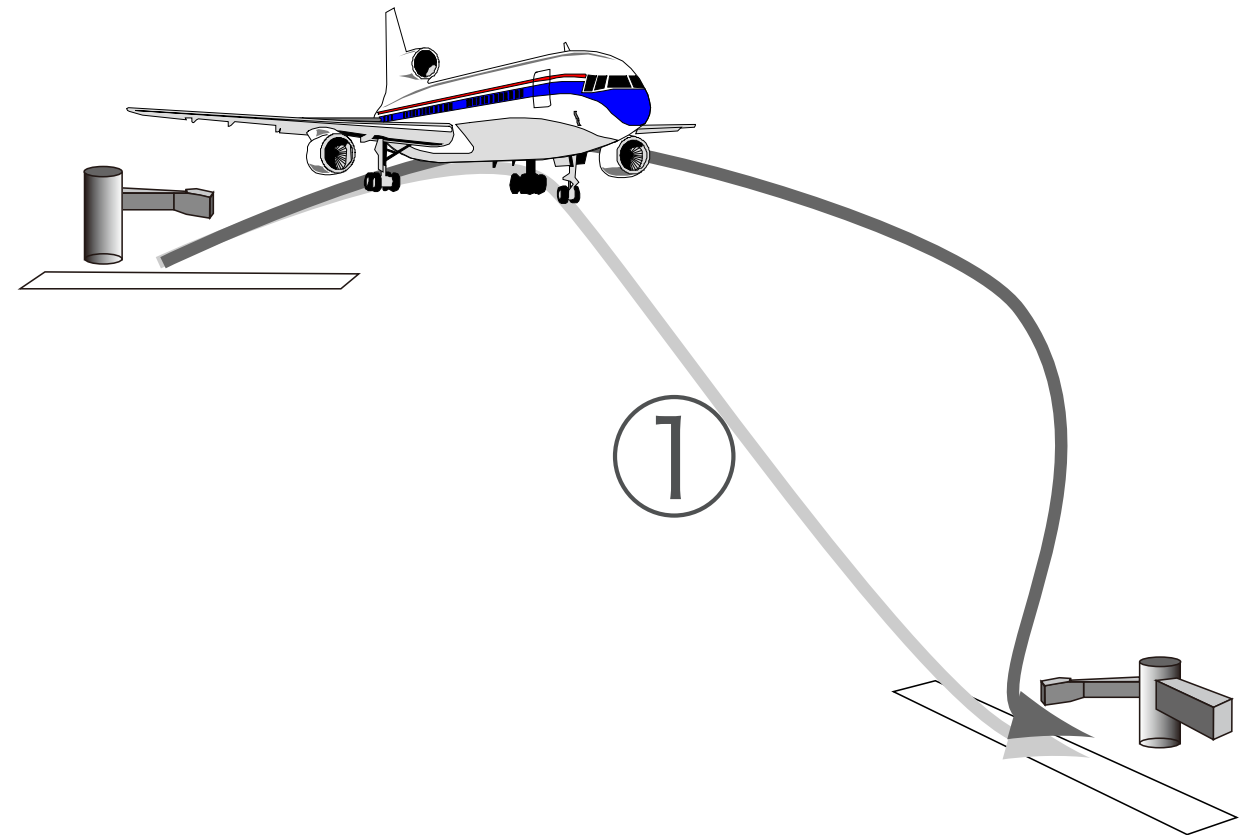
- ✧ 各地点の通過時刻の実現：RTA（Required Time of Arrival）



# トラジェクトリ管理の手順

## ①希望トラジェクトリ

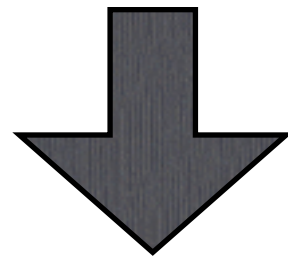
- ・ 運航者の希望に基づく



# トラジェクトリ管理の手順

## ①希望トラジェクトリ

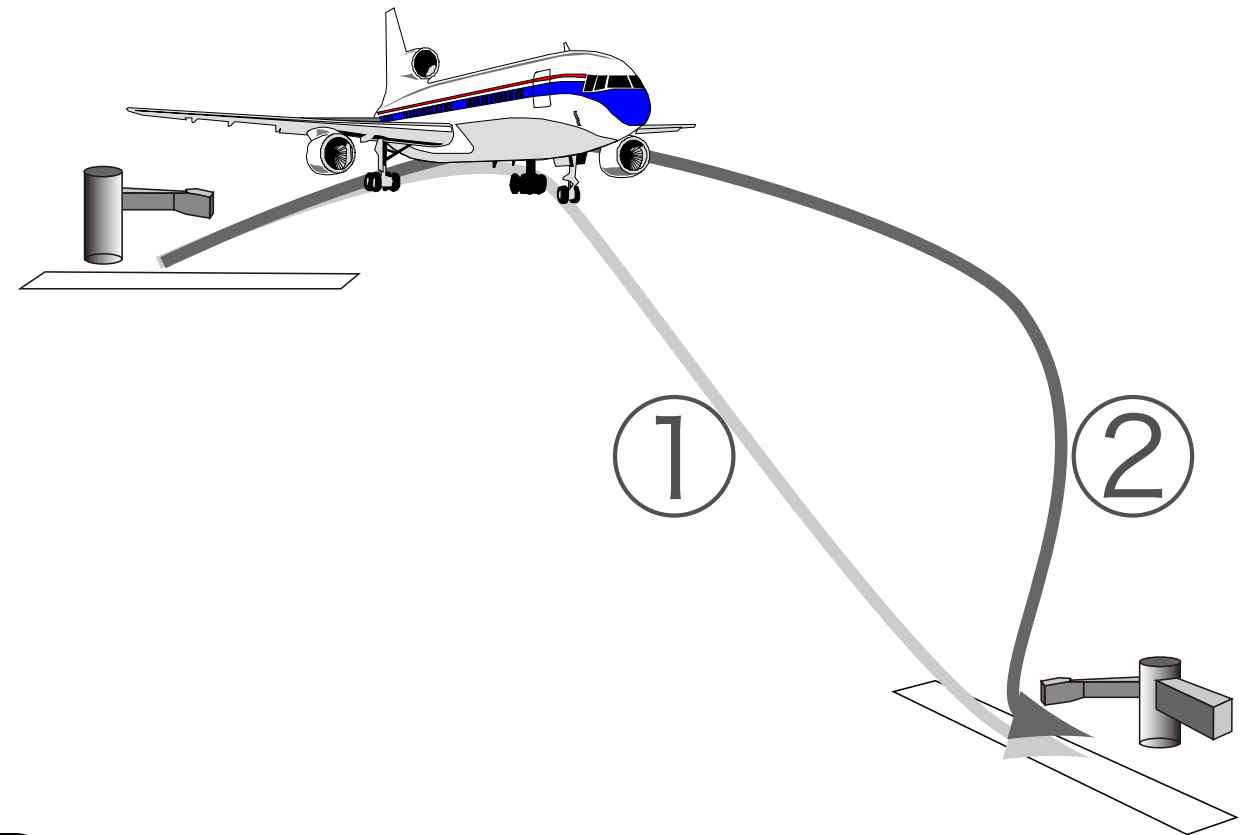
- ・ 運航者の希望に基づく



## ②調整トラジェクトリ

- ・ 安全間隔の確保
- ・ 希望トラジェクトリの変更
- ・ 関連者間の共有

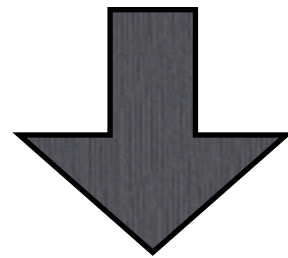
(運航中の継続した調整)



# トラジェクトリ管理の手順

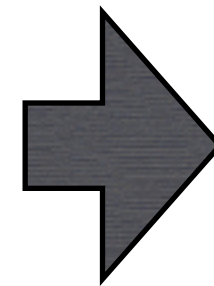
## ①希望トラジェクトリ

- ・ 運航者の希望に基づく



## ②調整トラジェクトリ

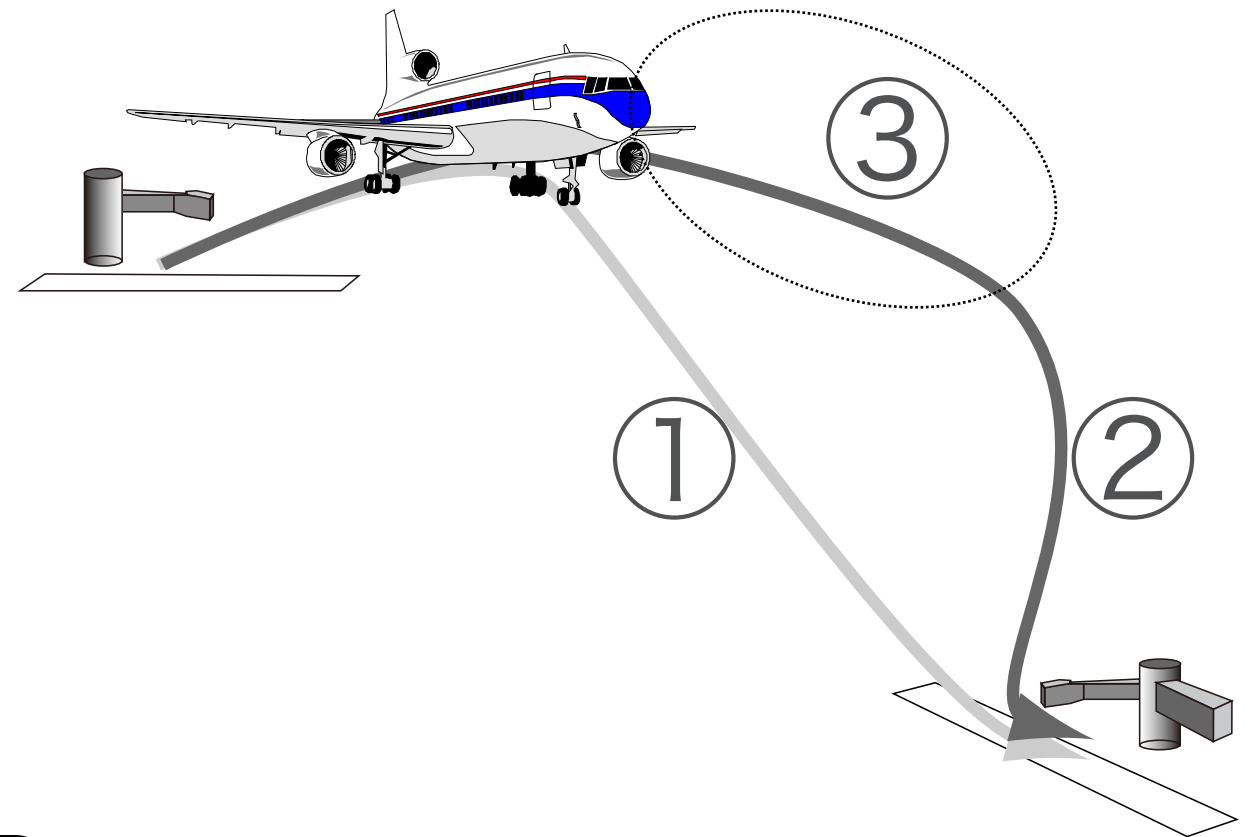
- ・ 安全間隔の確保
- ・ 希望トラジェクトリの変更
- ・ 関連者間の共有



## ③承認トラジェクトリ

- ・ 現在から短時間の範囲
- ・ 確度の高い予想

(運航中の継続した調整)



# トラジェクトリによるKPA向上

広域的・早期からの  
航空交通流形成

予測性

レーダ誘導などの低減  
FMS機能

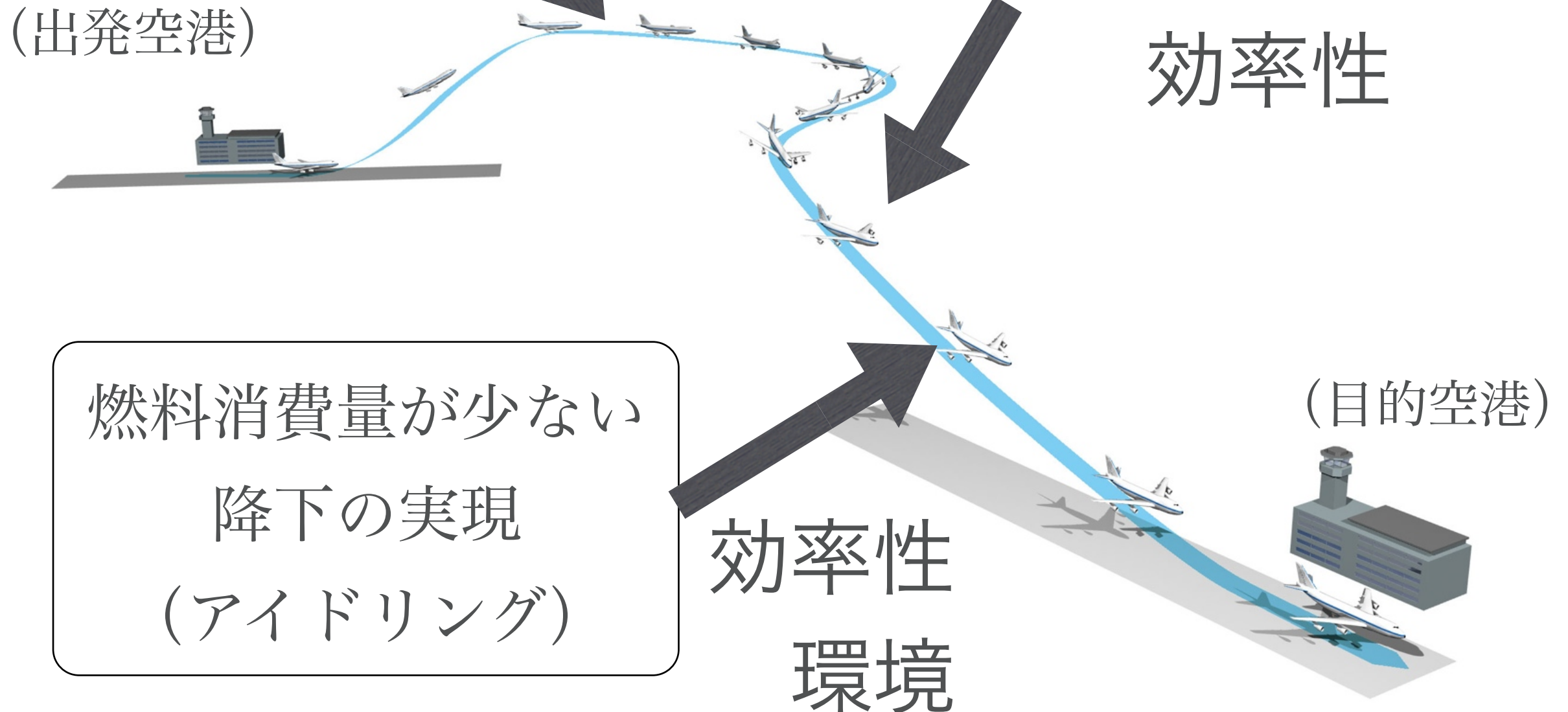
(出発空港)

効率性

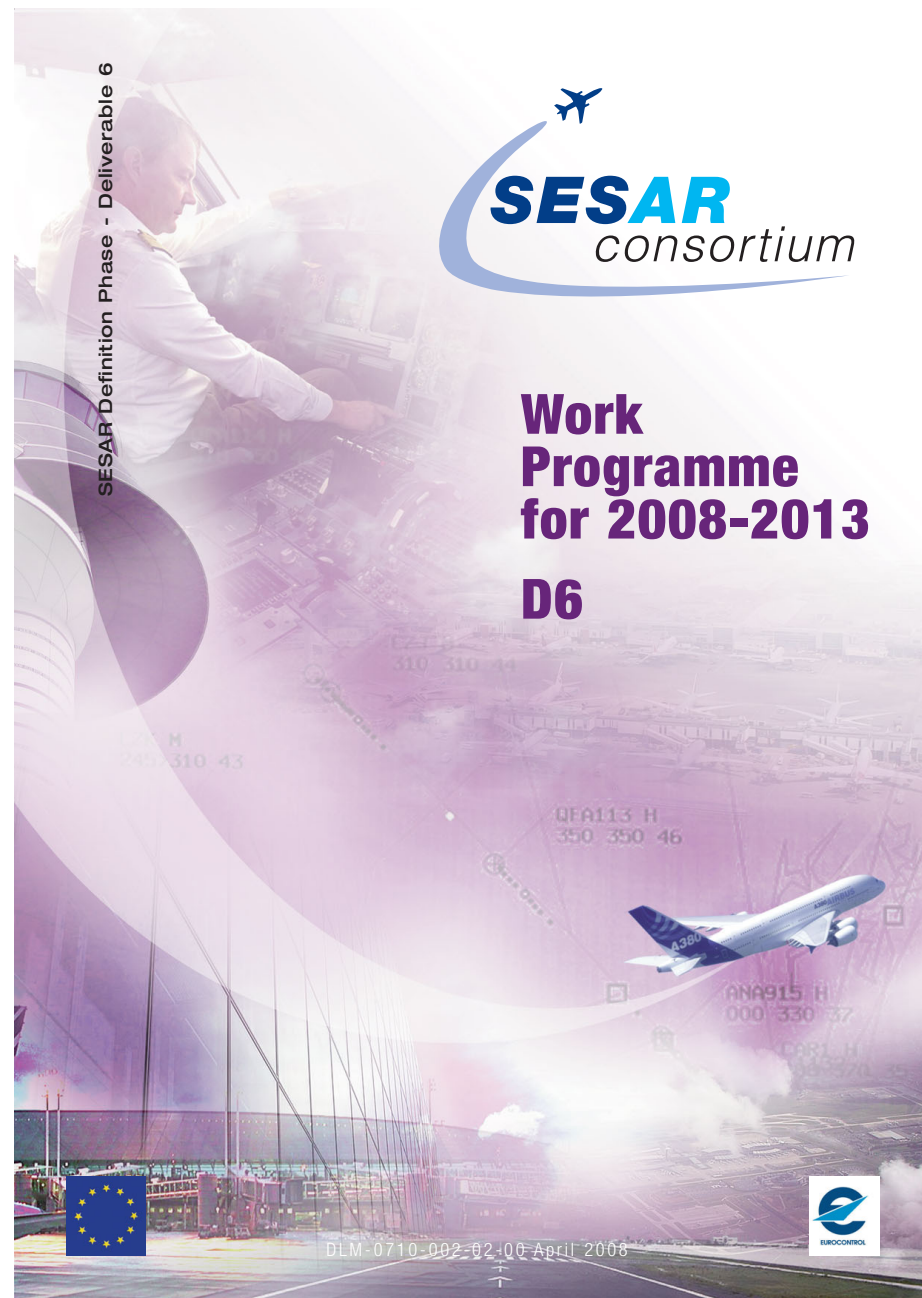
燃料消費量が少ない  
降下の実現  
(アイドリング)

効率性  
環境

(目的空港)



# 諸外国の将来ATM構想



“Trajectory-Based Operation”

# 電子航法研究所における研究

# 電子航法研究所の長期ビジョン

- ❧ 「電子航法研究所の研究長期ビジョン」
- ❧ [www.enri.go.jp/news/osirase/pdf/choki\\_ver1.pdf](http://www.enri.go.jp/news/osirase/pdf/choki_ver1.pdf)
- ❧ 今後の研究の方向性の確立
- ❧ トラジェクトリ管理
  - ❧ 今後の研究テーマの基盤



# 現在までの関連研究項目の例

- ❧ “洋上空域の経路生成”

- ❧ 高層風の影響を考慮した可変経路

- ❧ “動態情報を利用するコンフリクト検出手法”

- ❧ FMSデータのダウンリンク

- ❧ “時間管理機能”

- ❧ フィックス通過時刻の予測

- ❧ “トラジェクトリ予測”

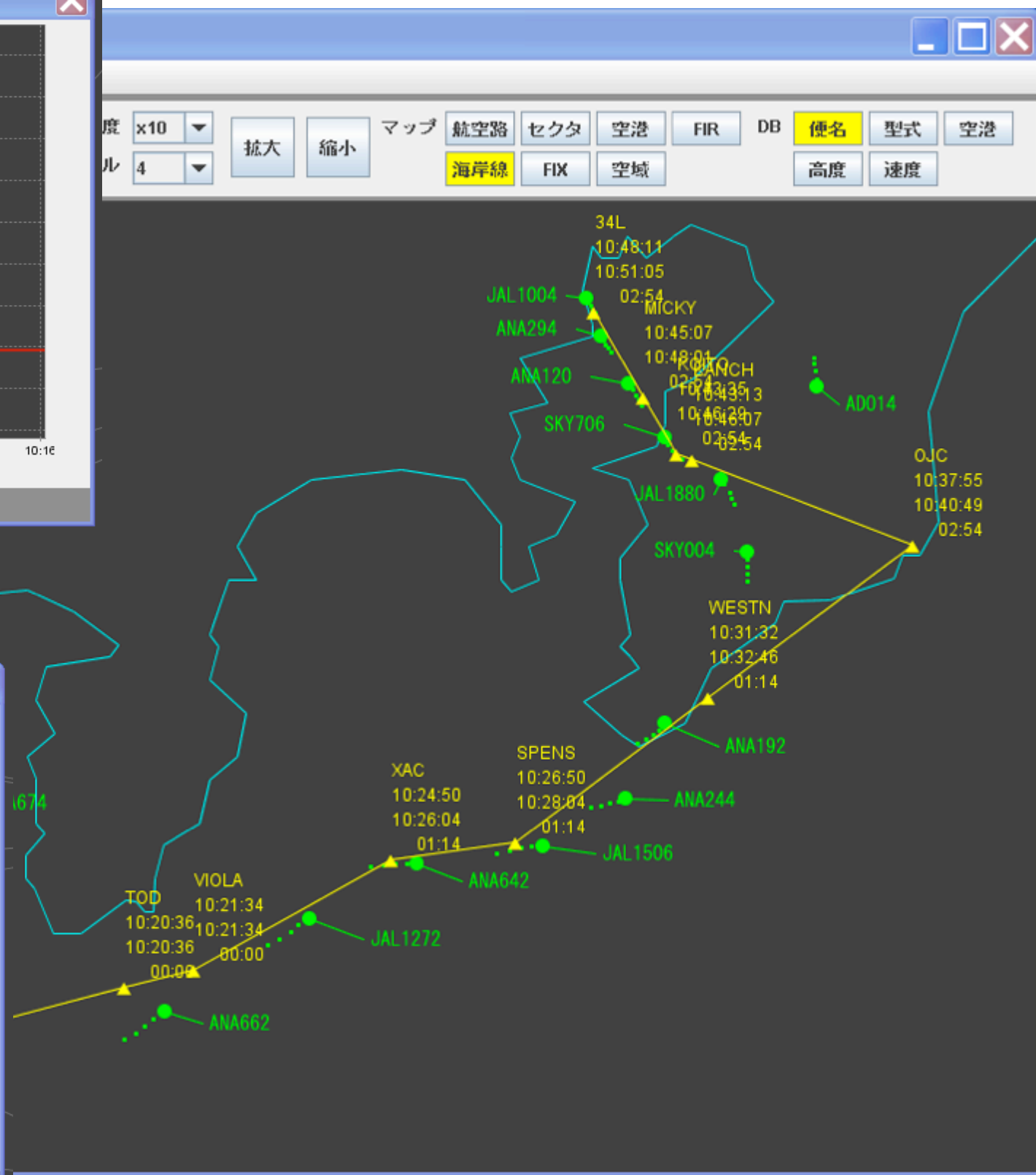
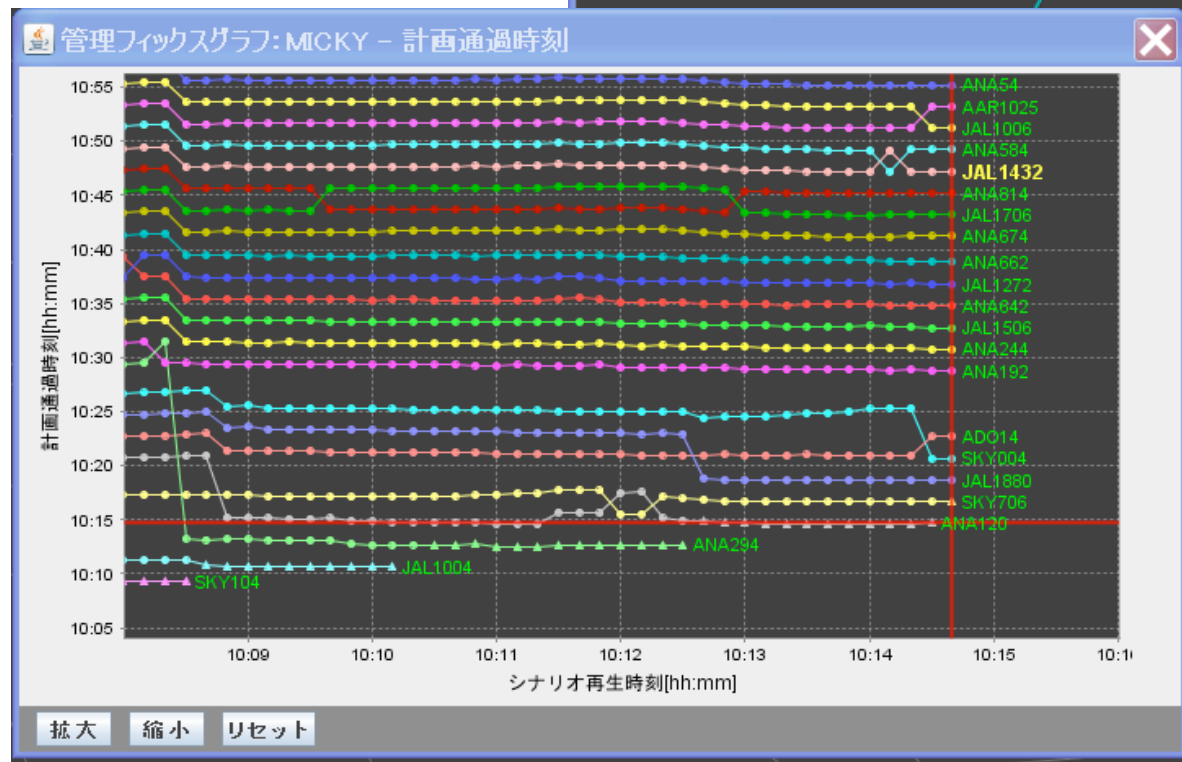
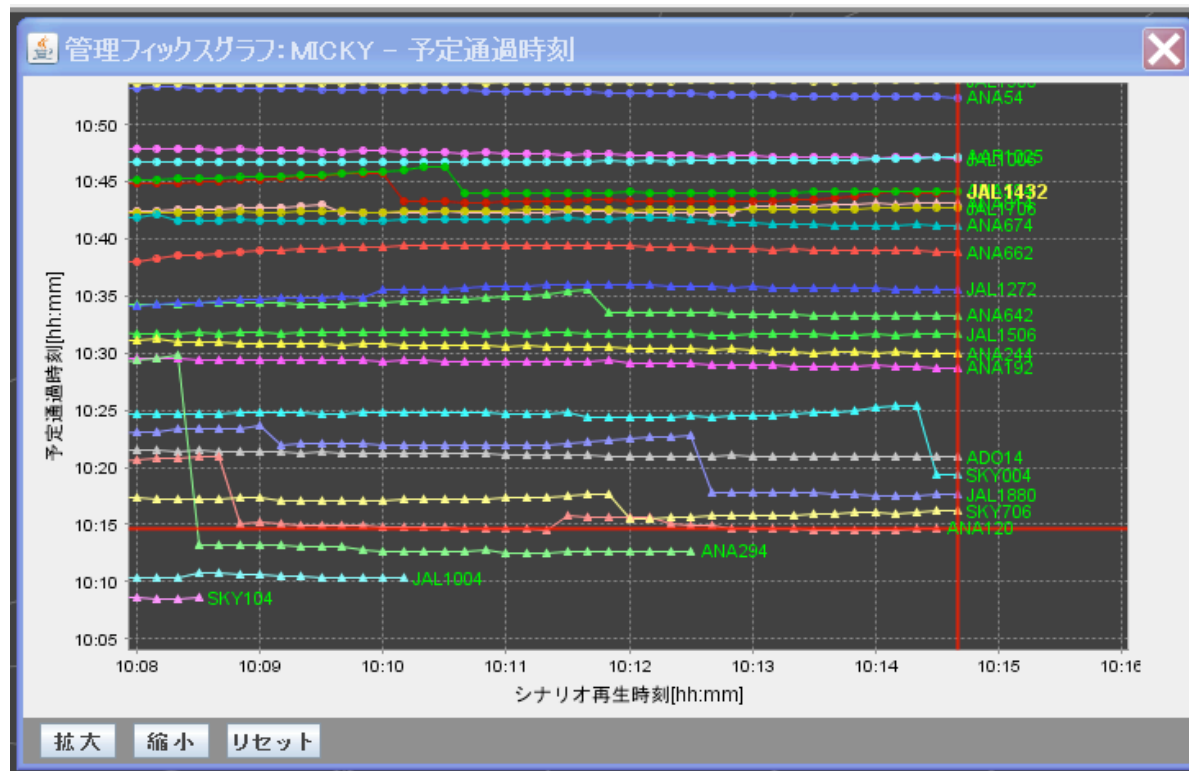
- ❧ 通過時刻予測の精度向上



# 時間管理機能の研究

- ✧ ターミナル空域への適用を想定
- ✧ 管理フィックスにおける各航空機の通過時刻の予測
  - ✧ 管理フィックス：最終進入フィックスなど
  - ✧ 飛行計画経路に基づいた経路予測
  - ✧ 関連機との時間間隔確保の検査
    - ✧ 間隔確保に必要な時刻の算出

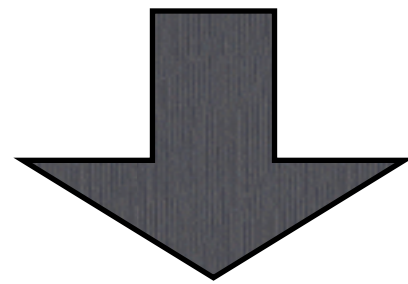
# 時間管理機能評価ツール



# トラジェクトリ予測の研究

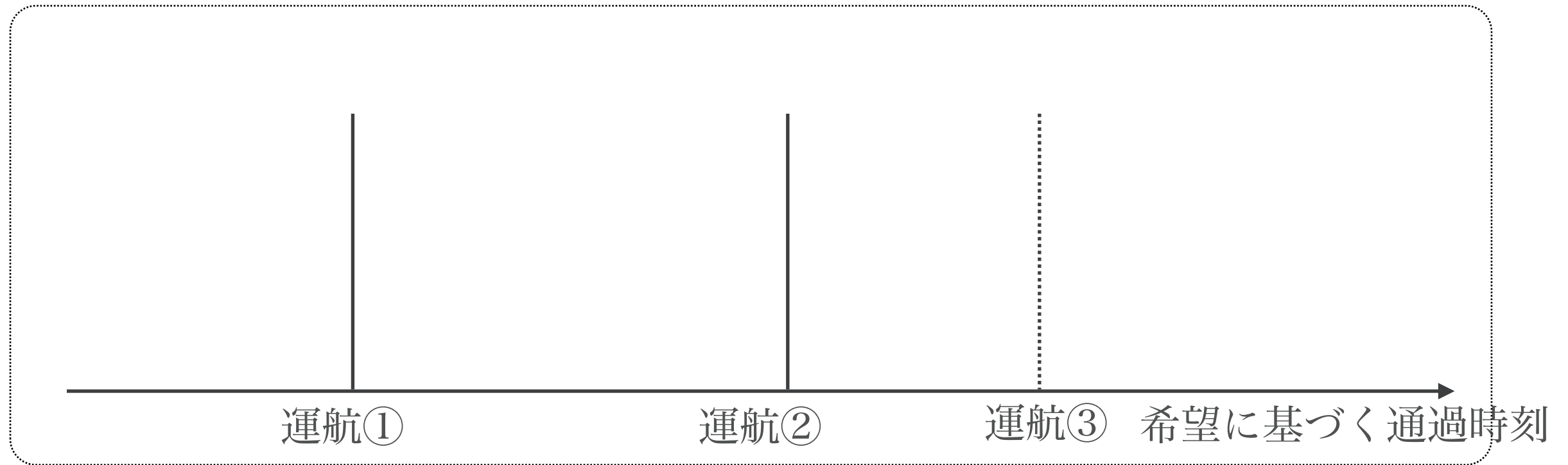
## トラジェクトリ予測手法の検討

- ✧ 高精度
- ✧ 運航中の任意の時点

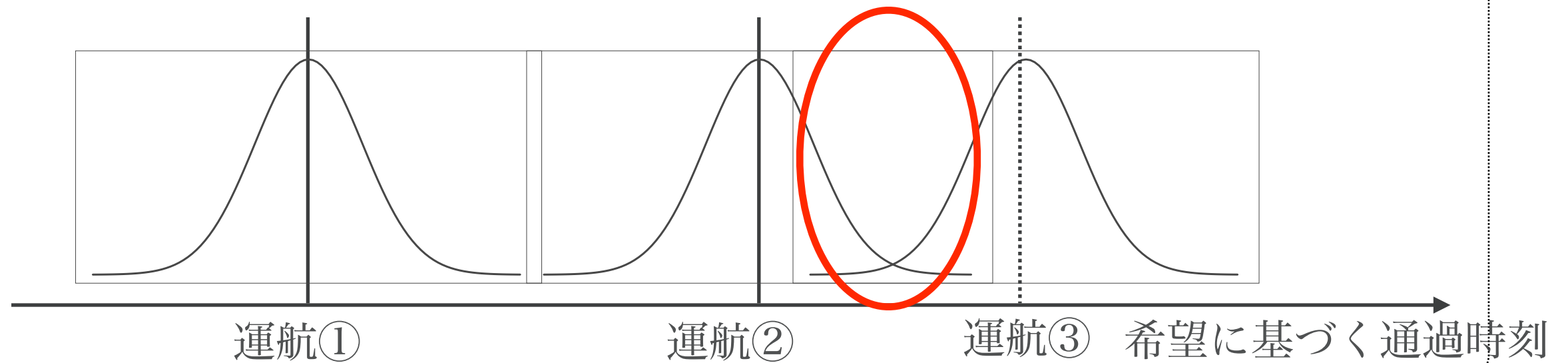


トラジェクトリ・モデルの構築

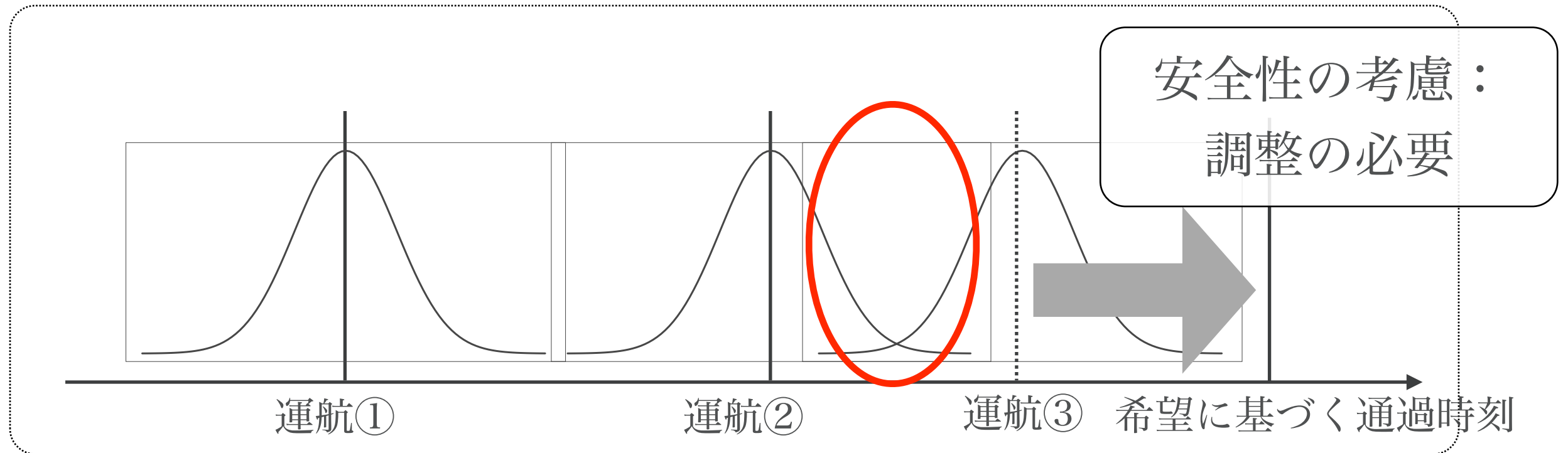
# トラジェクトリ予測精度の向上



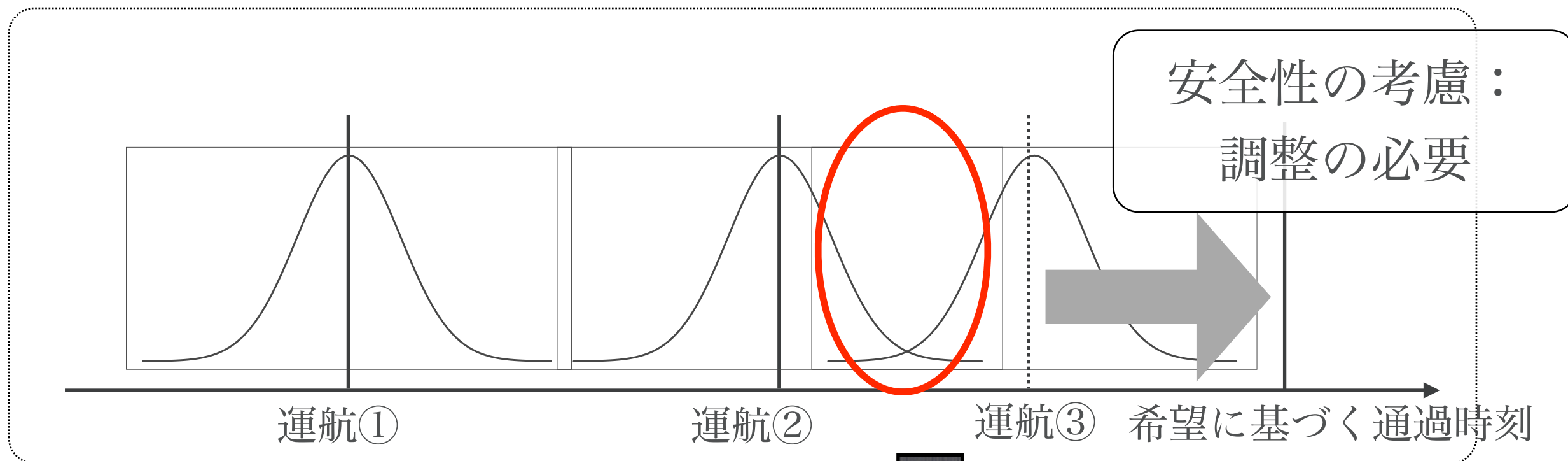
# トラジェクトリ予測精度の向上



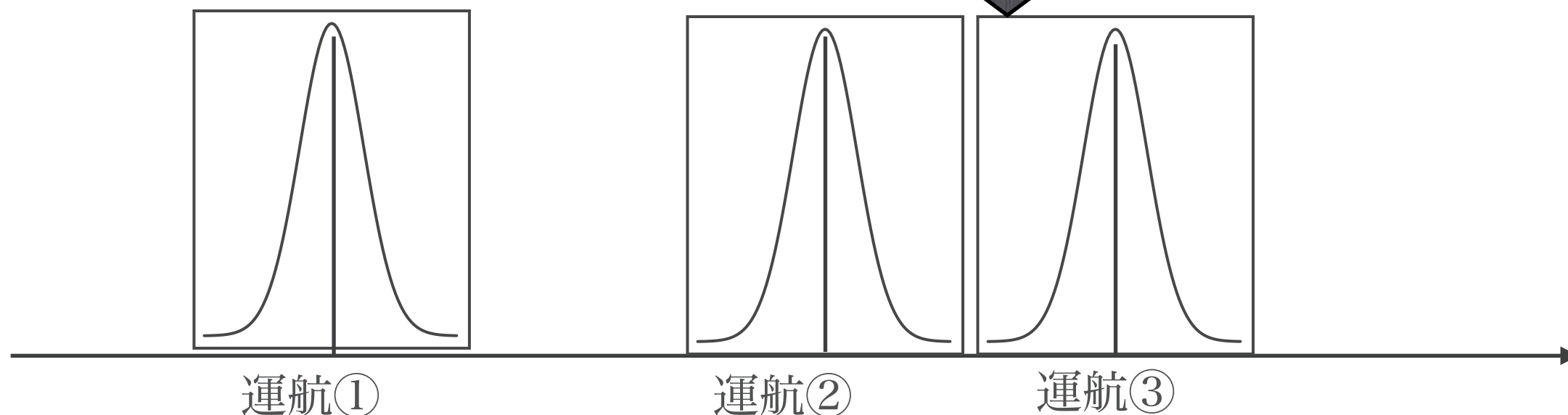
# トラジェクトリ予測精度の向上



# トラジェクトリ予測精度の向上



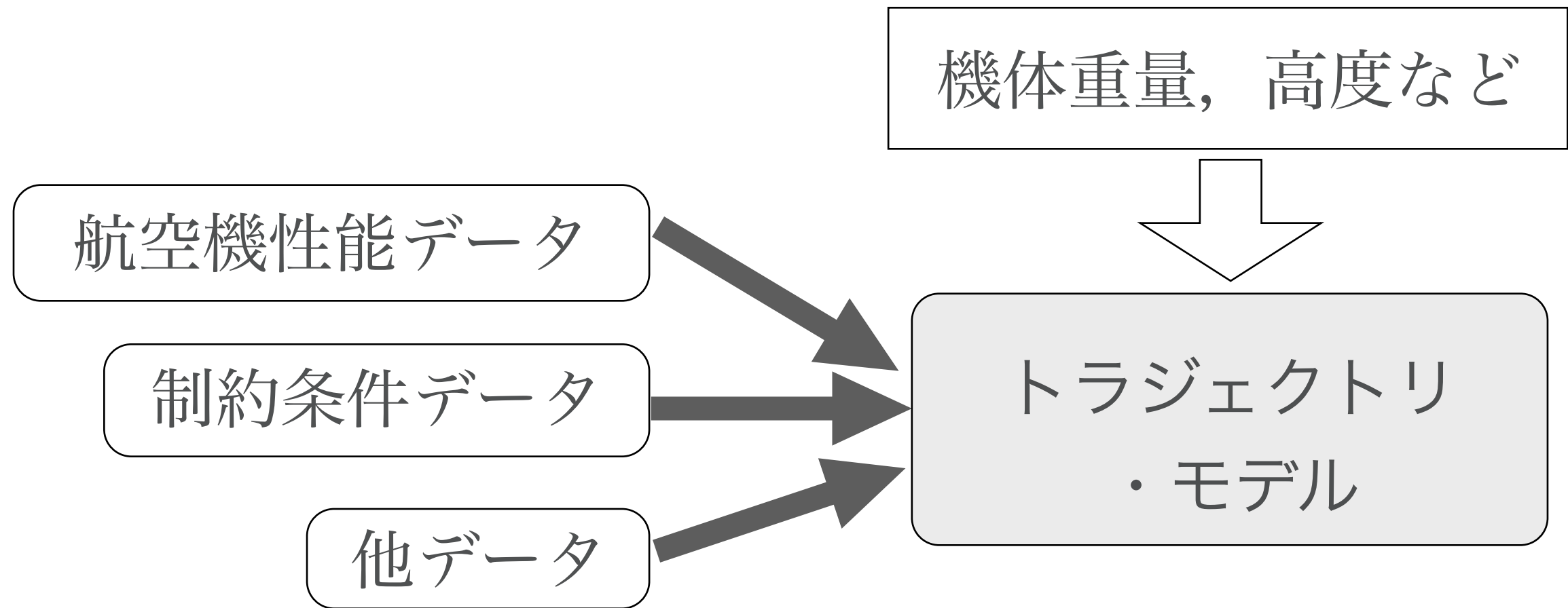
## 予測精度の向上



希望トラジェクトリ実現可能性の増大

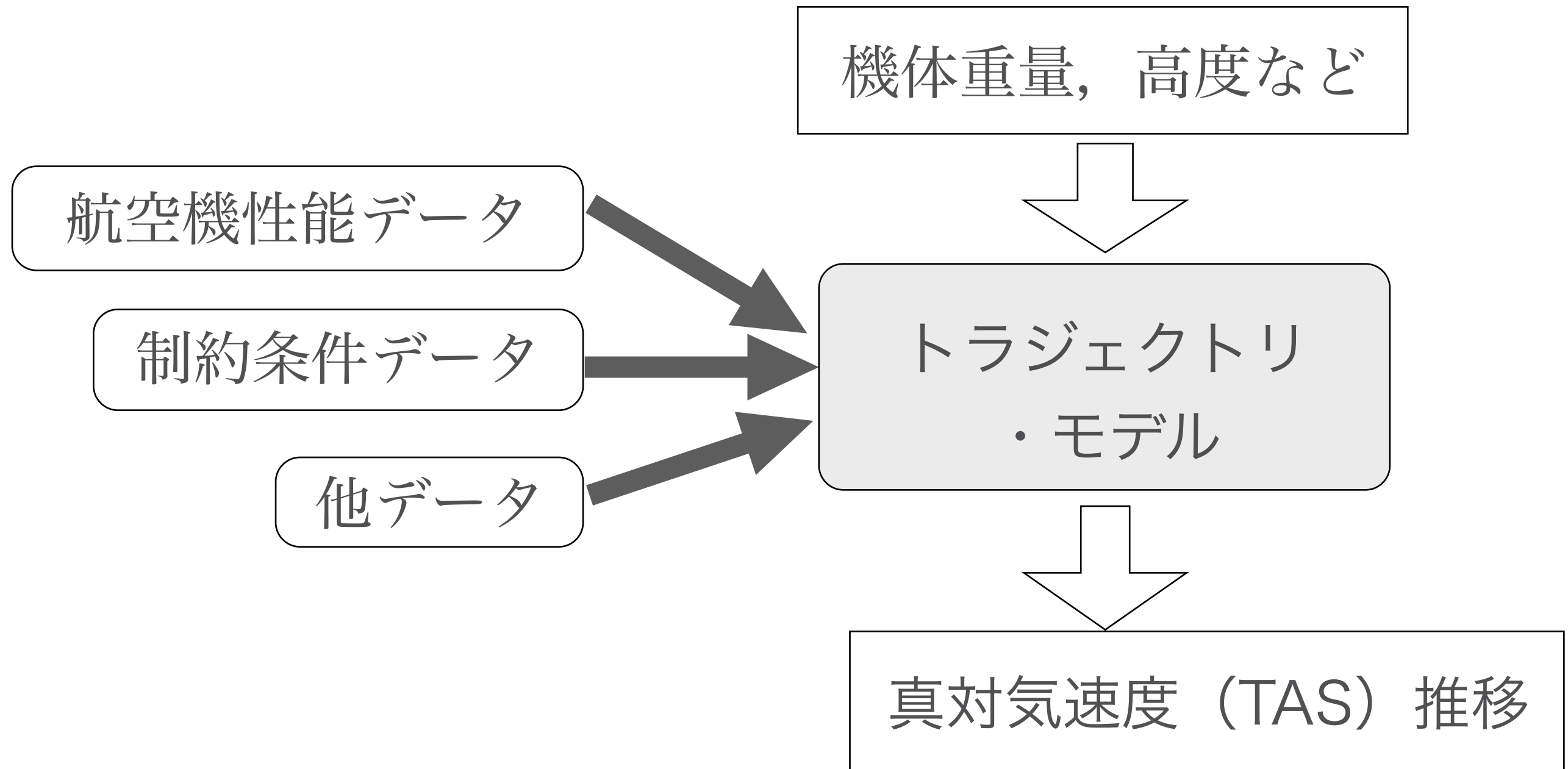


# トラジェクトリのモデル化

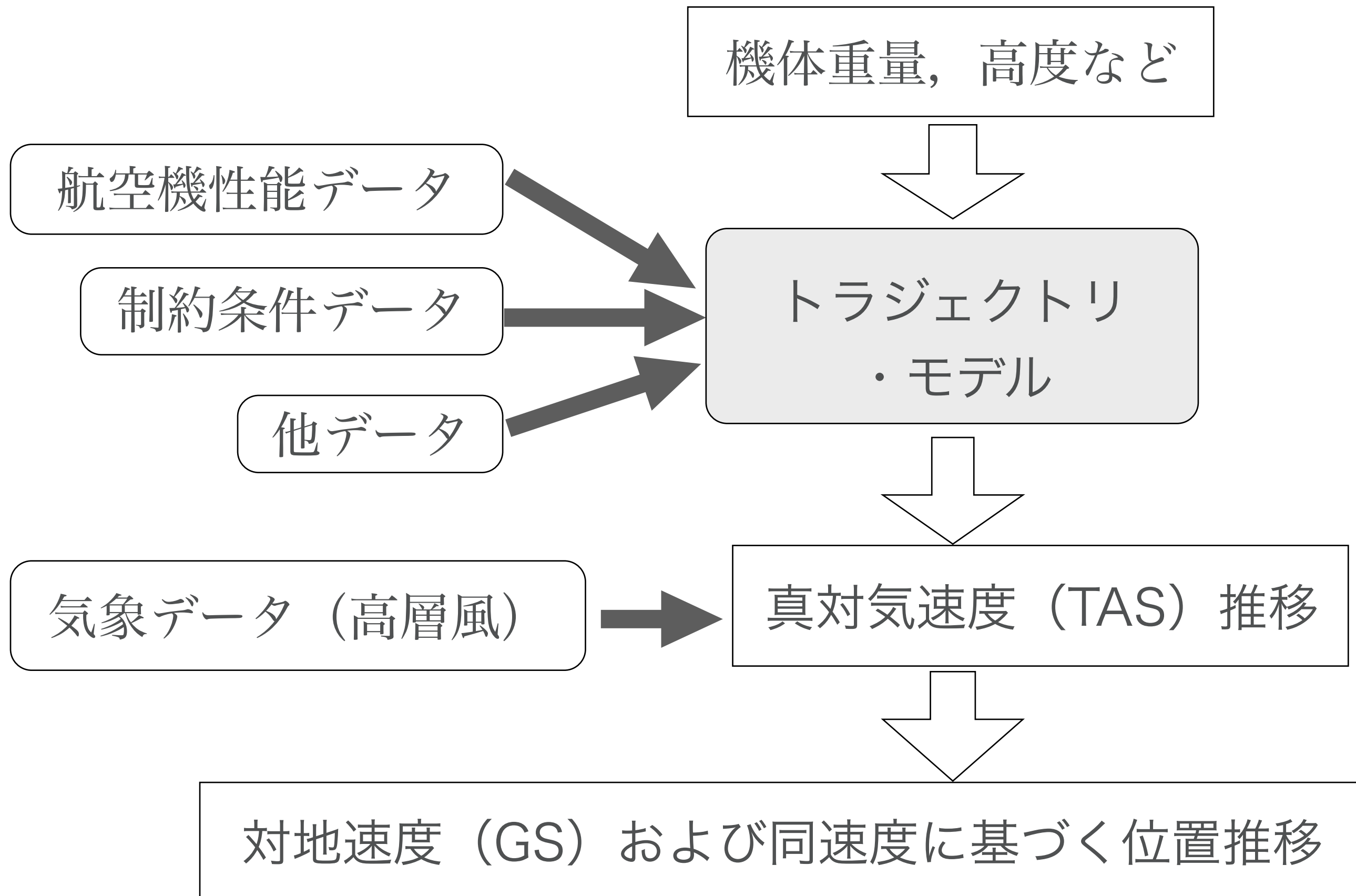




# トラジェクトリのモデル化

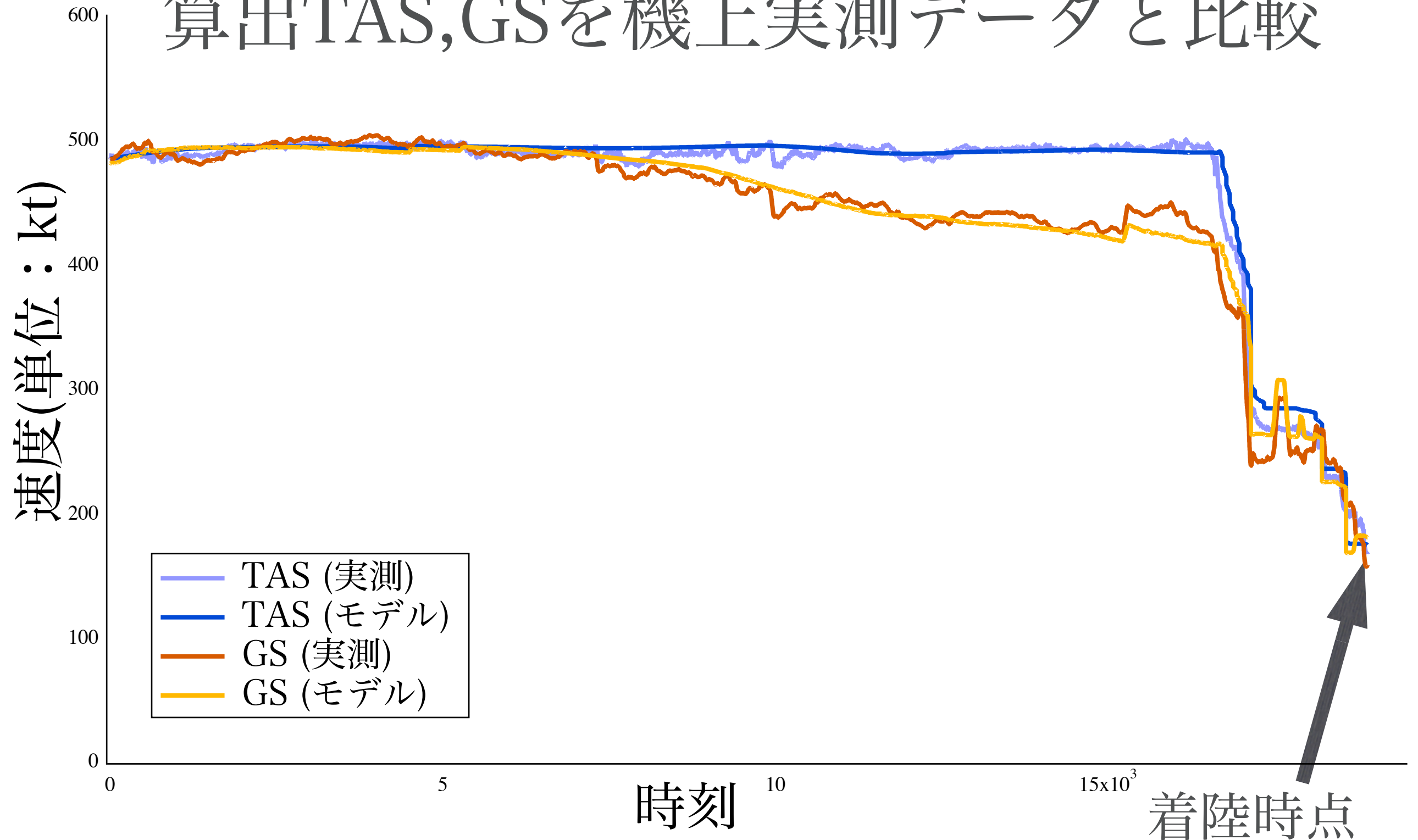


# トラジェクトリのモデル化



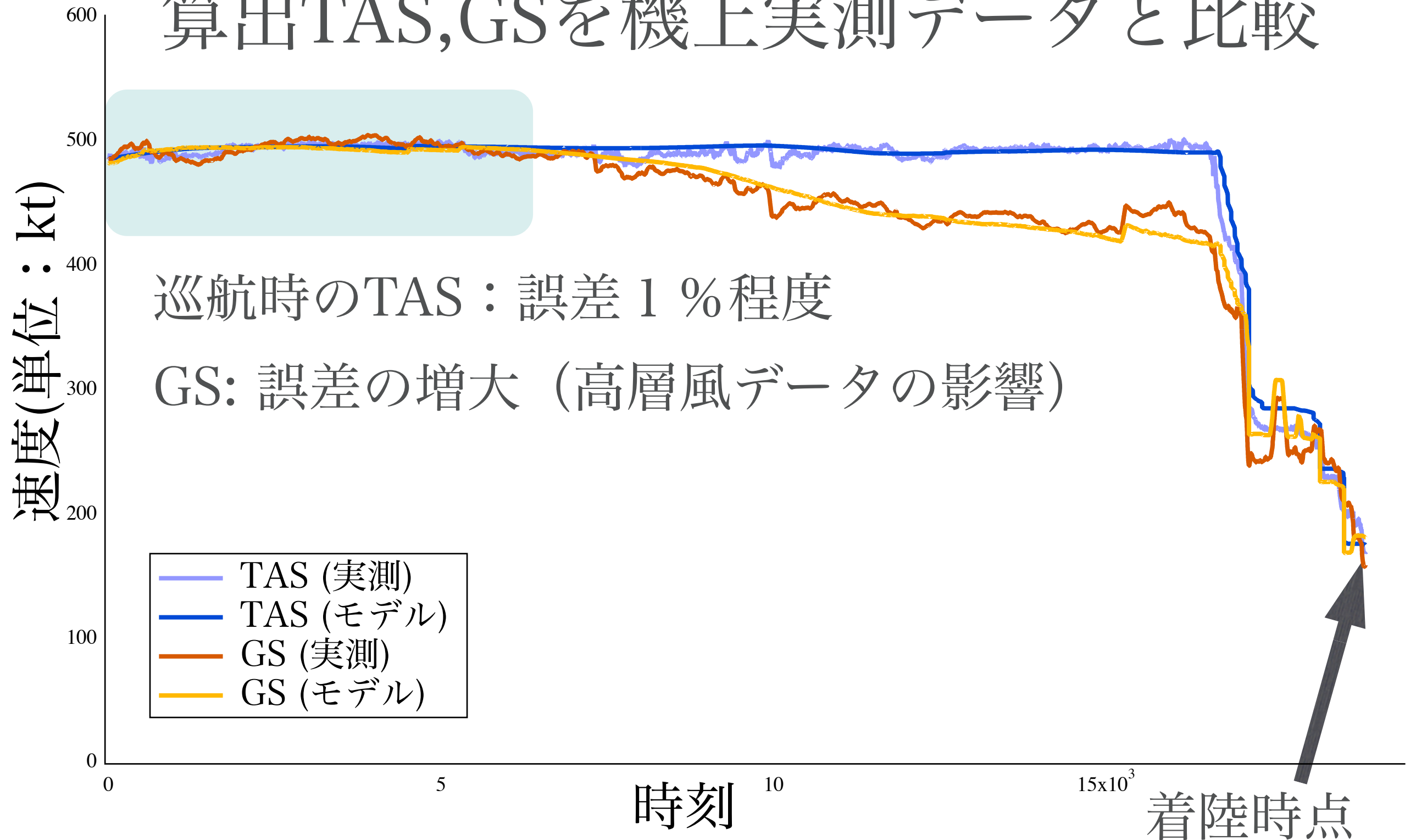
# モデルによる算出結果の検証

算出TAS,GSを機上実測データと比較



# モデルによる算出結果の検証

## 算出TAS,GSを機上実測データと比較



# 今後の予定研究項目

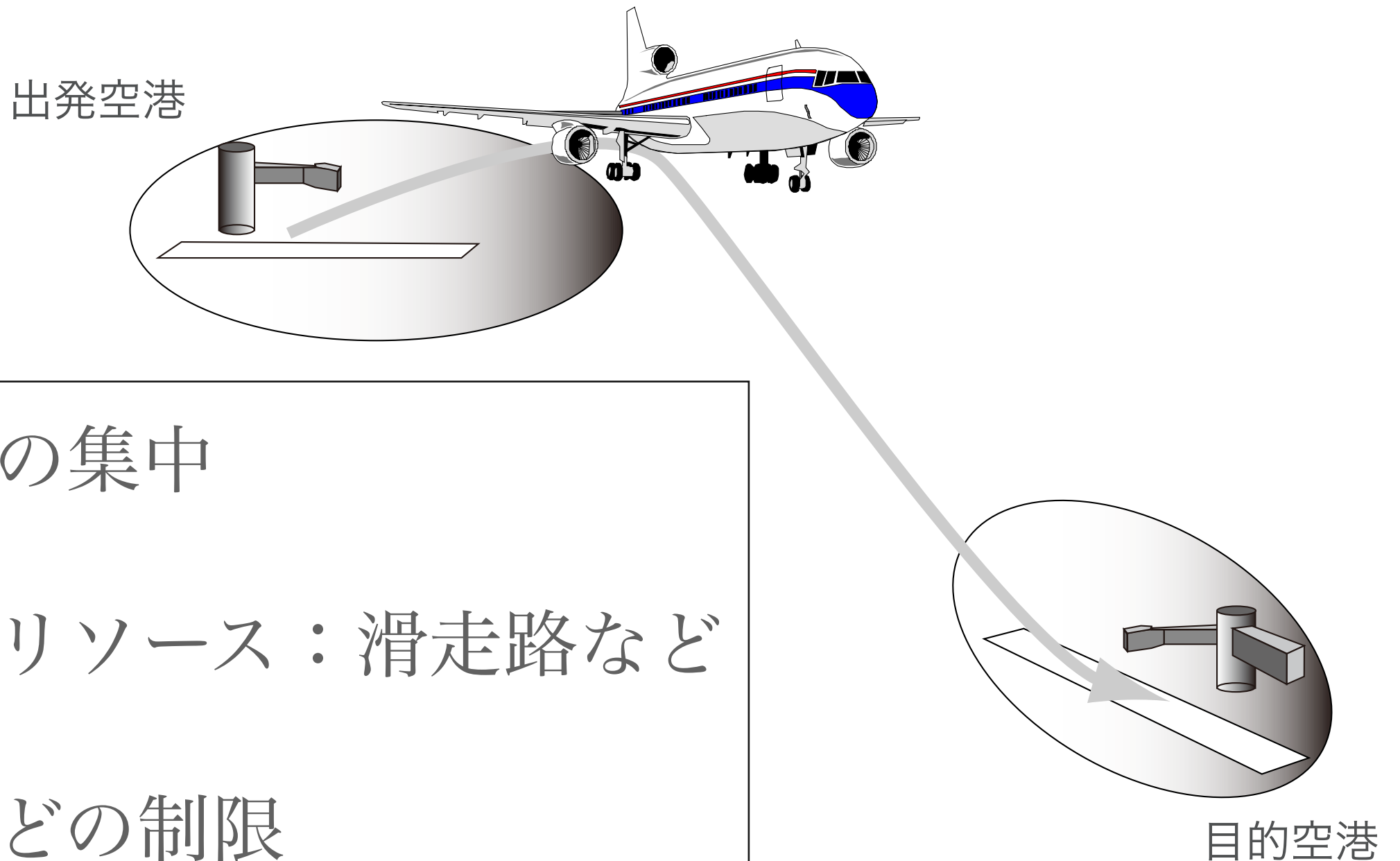
# トラジェクトリ管理機能

## トラジェクトリ・プランナ

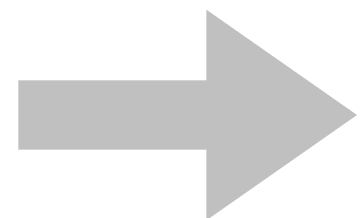
全般的な管理機能

- ✧ トラジェクトリ予測の精度向上
- ✧ トラジェクトリ調整
  - ✧ 安全間隔を確保した希望トラジェクトリの変更
    - ✧ 協調的意思決定 (CDM)
- ✧ FMSとの連携

# 出発・目的空港



- ✧ 交通流の集中
- ✧ 有限なリソース：滑走路など
- ✧ 騒音などの制限



空港毎の局所的トラジェクトリ調整



# 出発空港のトラジェクトリ管理

## DMAN (Departure Manager)

特化した管理機能

- ✧ 離陸スケジューリング
  - ✧ 離陸滑走路の最大限の活用
  - ✧ 地上走行時間の予測
- ✧ グリーン・デパーチャ
  - ✧ 運航毎の柔軟な出発経路の設定
  - ✧ トラジェクトリ予測の活用



# 目的空港のトラジェクトリ管理

## AMAN (Arrival Manager)

特化した管理機能

- ✧ 着陸スケジューリング
  - ✧ 着陸滑走路の最大限の活用
- ✧ グリーン・アライバル
  - ✧ 降下（アイドリング）
    - ✧ 低高度における水平飛行の低減

# 局面毎のトラジェクトリ管理

(トラジェクトリ管理機能)

トラジェクトリ・プランナ

調整トラジェクトリ

更新

調整トラジェクトリ

DMAN

AMAN

トラジェクトリの再調整

トラジェクトリの再調整

サービス上の調整・情報交換

運航者の計画・実行

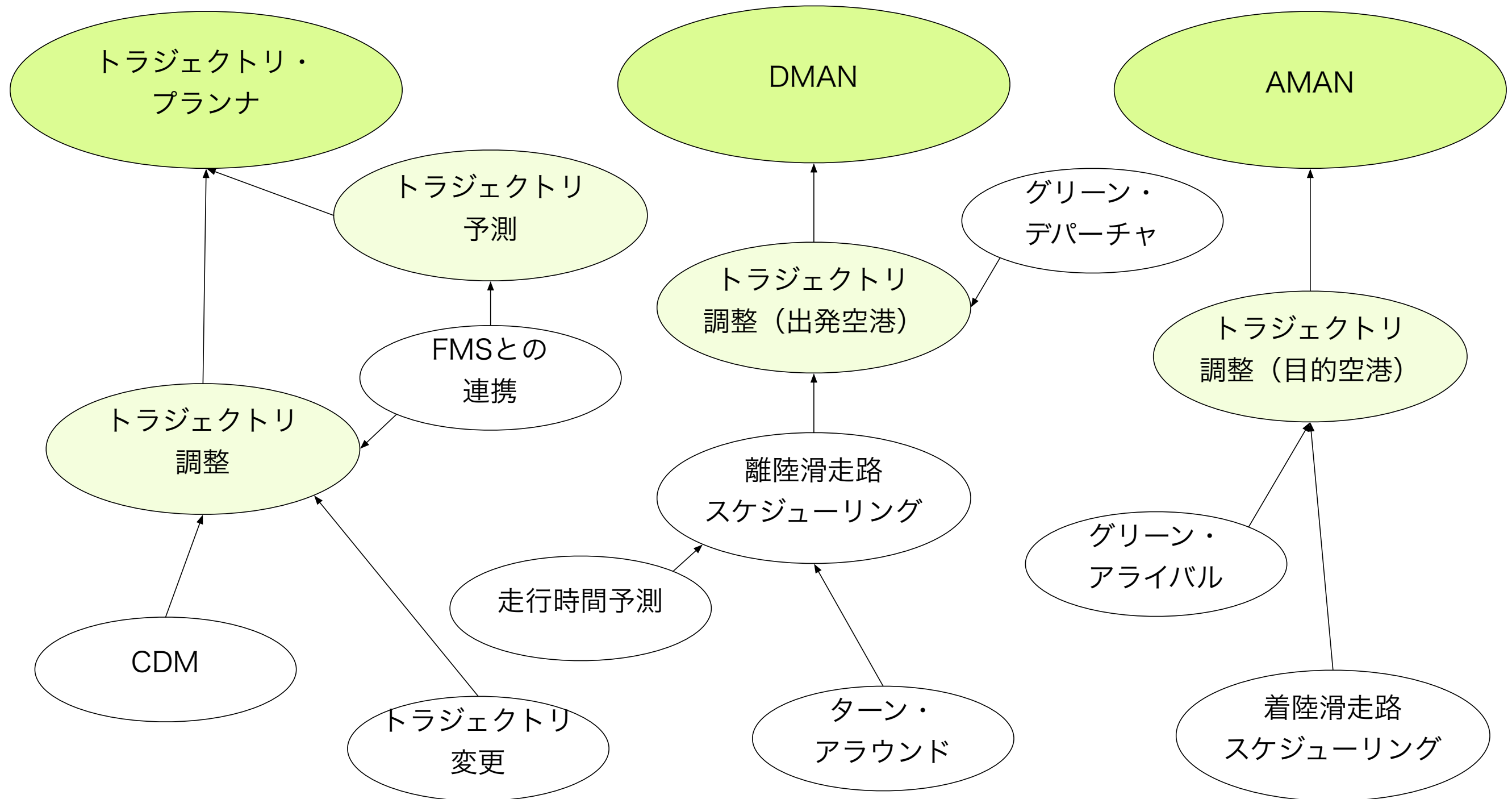
(時間軸)

数時間前

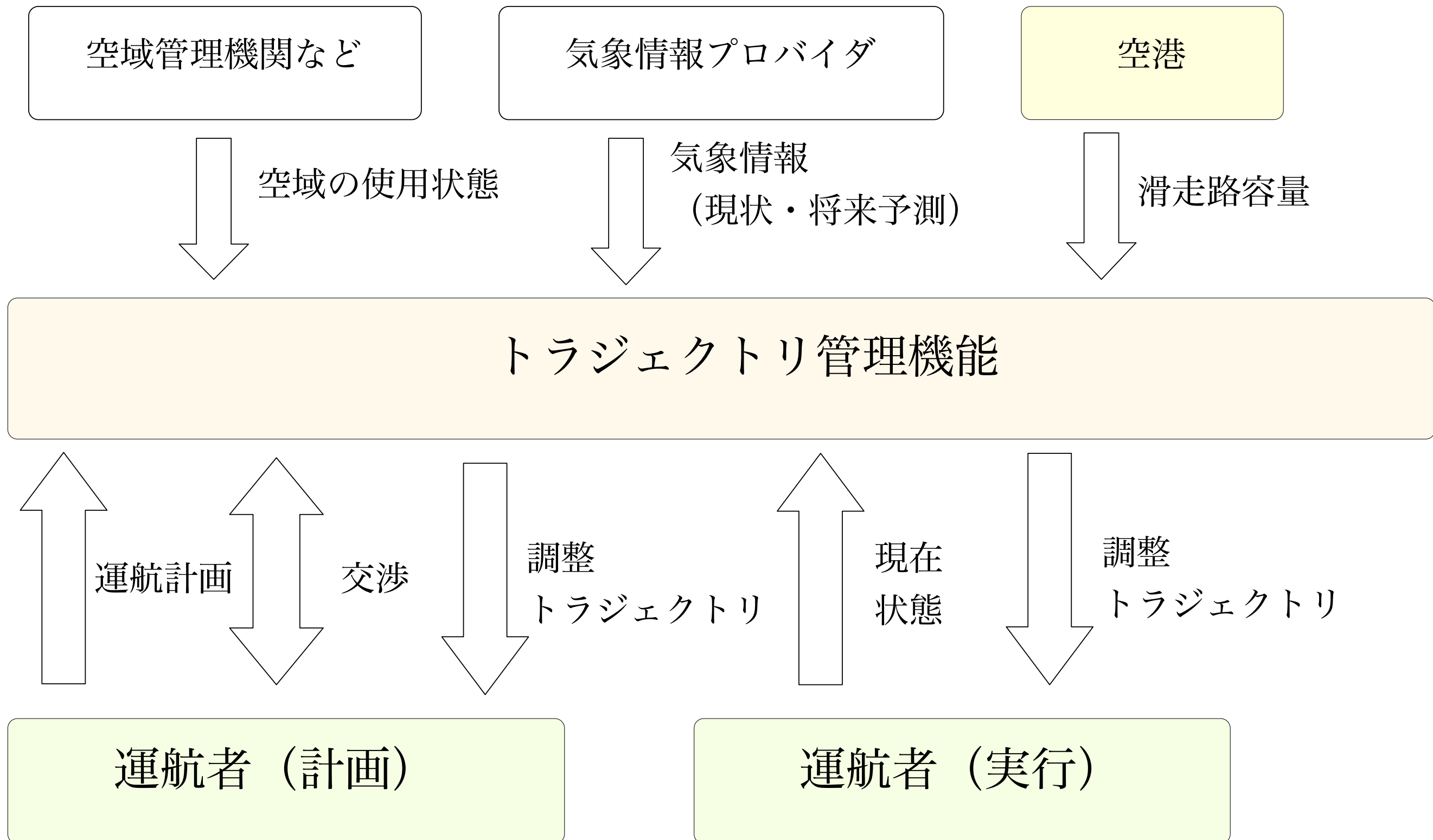
出発

到着

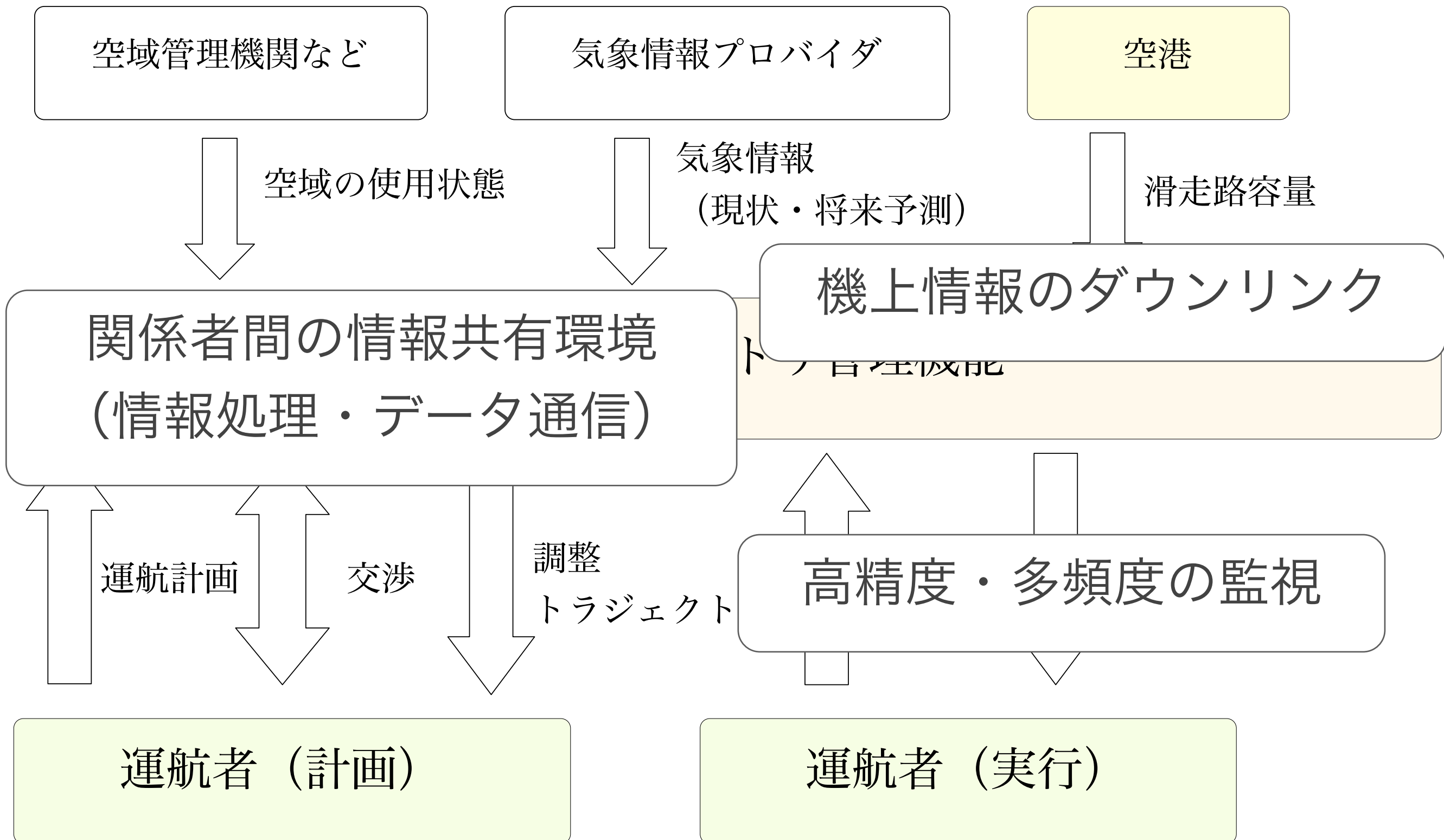
# 研究項目間の関連



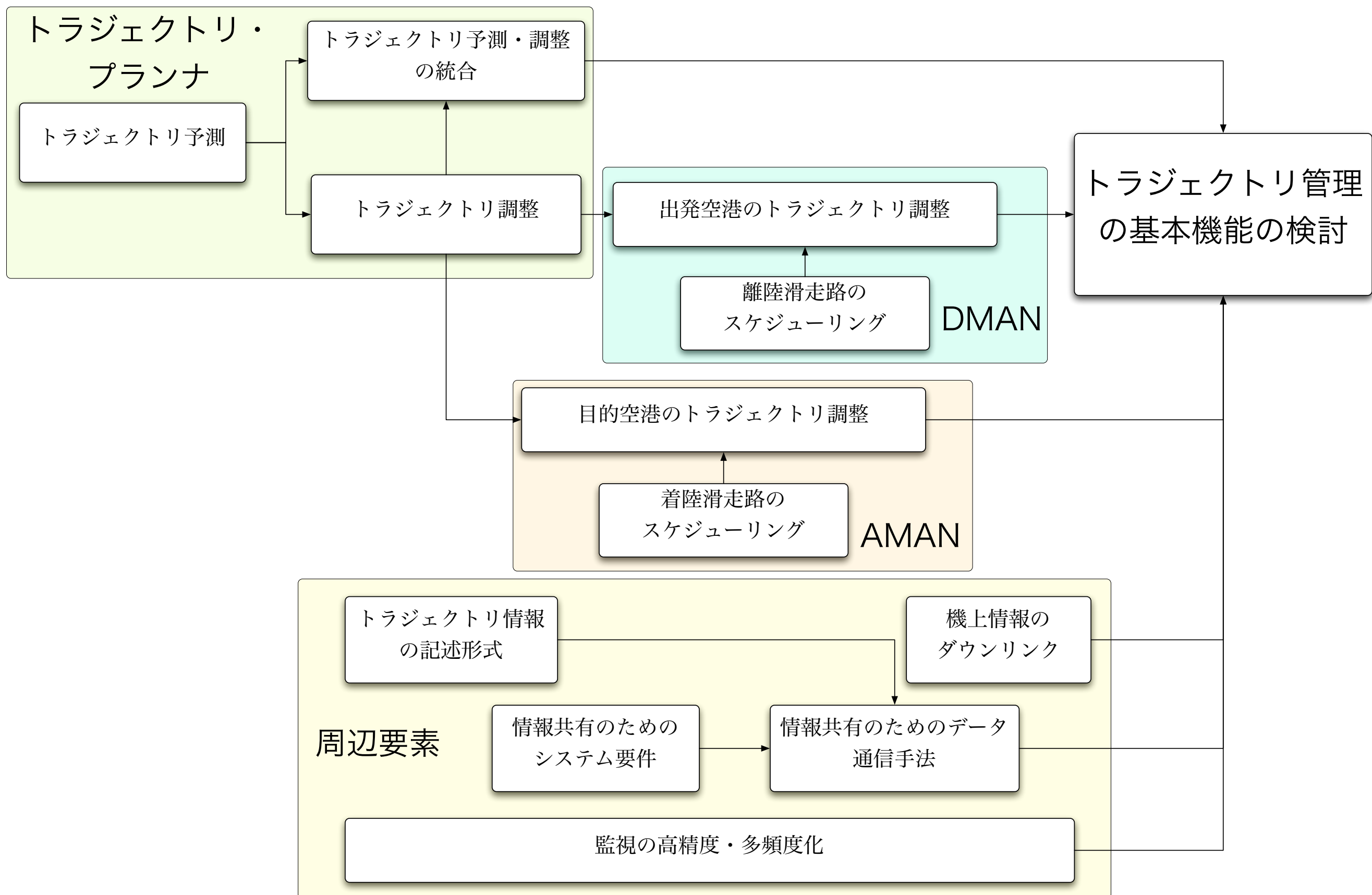
# トラジェクトリ管理の周辺要素



# トラジェクトリ管理の周辺要素



# 研究項目の流れ



# まとめ

- ❧ トラジェクトリ管理の背景・概念
- ❧ 電子航法研究所における研究
  - ❧ 現在までに実施してきた関連項目
    - ❧ 時間管理機能
    - ❧ トラジェクトリ予測
  - ❧ 今後の実施を予定する項目



ご静聴ありがとうございました