

平成30年度(第18回) 電子航法研究所発表会

浅い降下角の中間セグメントを伴う RNP to xLS進入方式の設計条件



Electronic Navigation
Research Institute

航法システム領域

※福島荘之介, 齊藤真二

航空交通管理領域

森亮太

内容

1. 背景
2. 方式設計の課題
3. 設計手法
4. フライトシミュレータ検証
5. 最大降下角の計算結果
6. まとめ

衛星航法による進入と将来

GNSS航法 安全性・アクセス性向上, 柔軟な経路

ABAS → RNAV/RNP進入 RNP AR

SBAS → LPV進入: 小型機・RJが牽引

GBAS → 精密進入(GLS): B737/A320以上

GNSSを活用した将来運航

高角度進入

滑走路端オフセット

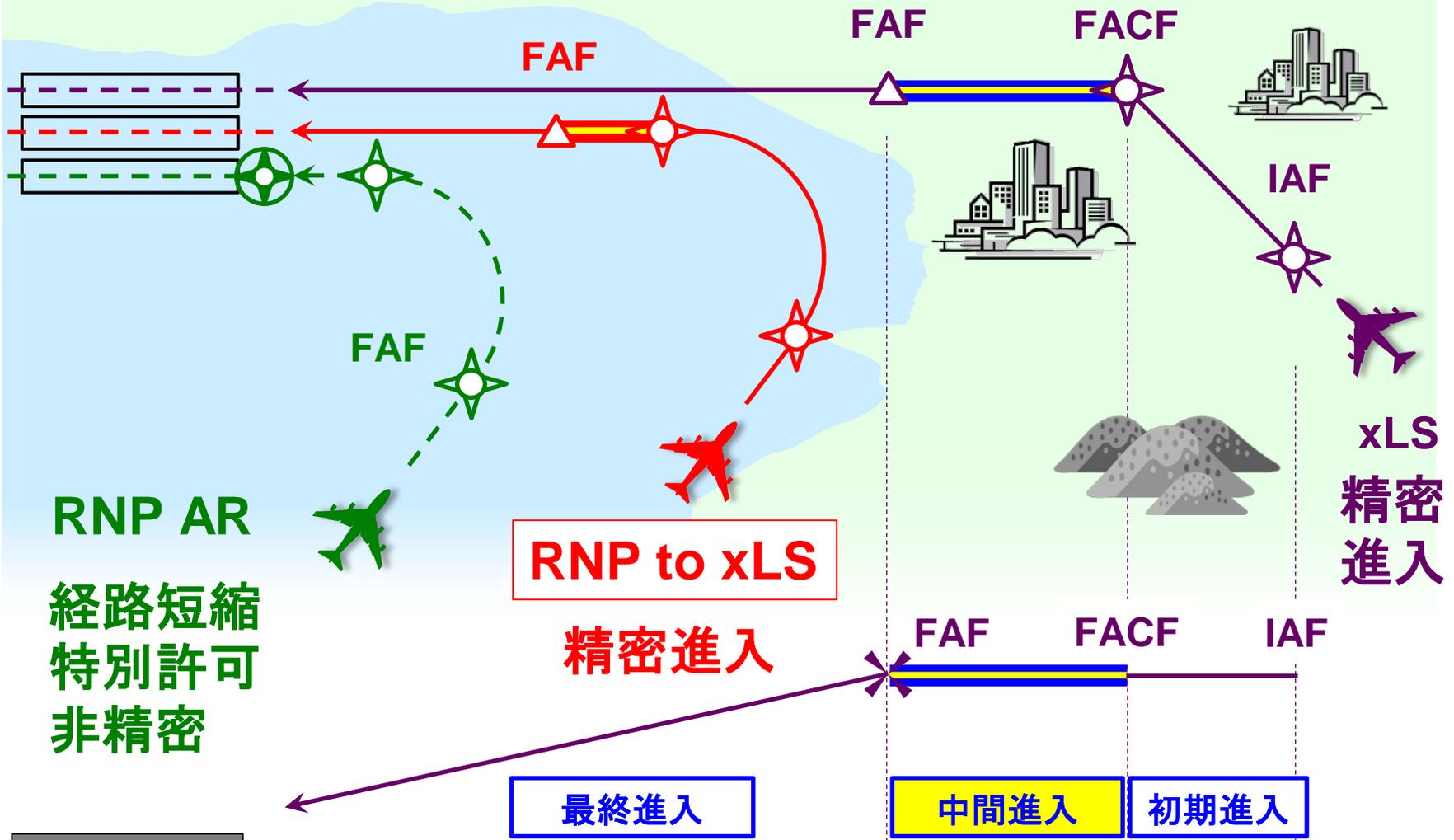
曲線 < GBAS-TAP

RNP to xLS

飛行方式

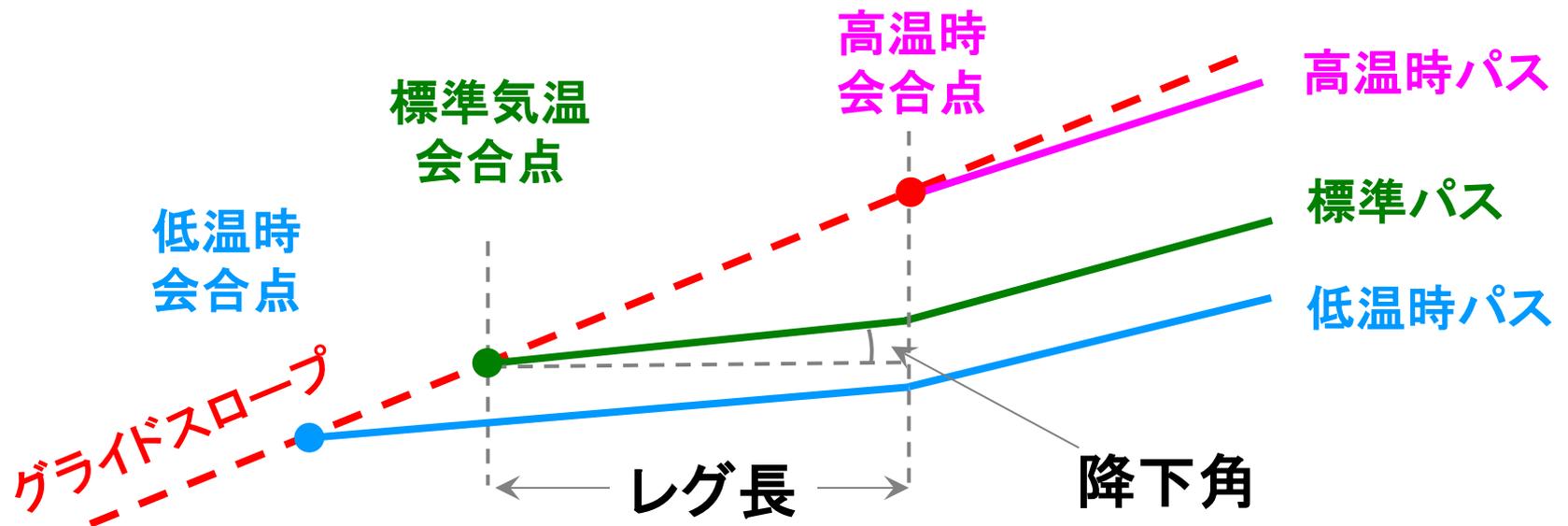
Flight Procedure

RNP to xLS進入



浅い降下角の中間セグメントの提案

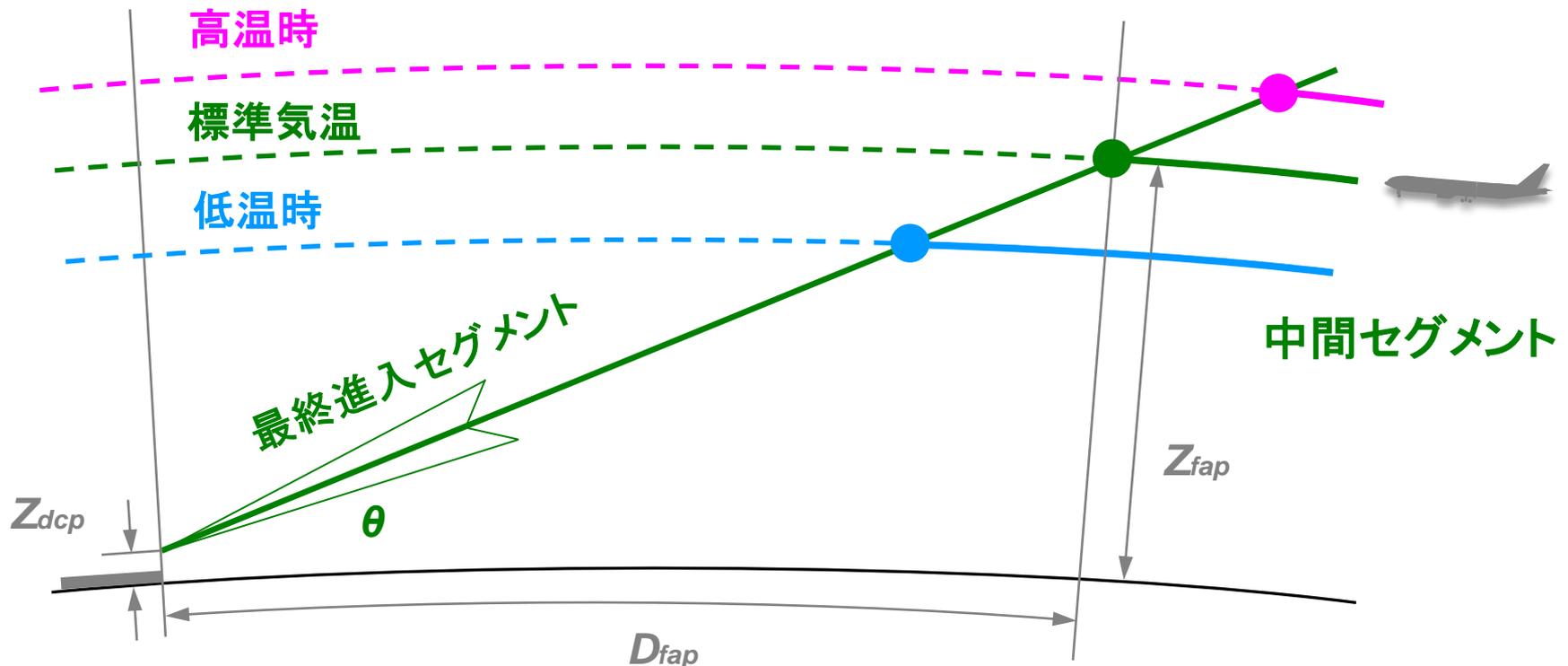
- FAA PARC (Performance-based Operations Aviation Rulemaking Committee) : 諮問機関(産業会で構成)
- 浅い降下角のキャプチャレグ ➡ 燃料消費・環境負荷削減



経路設計の手法を確立する必要がある

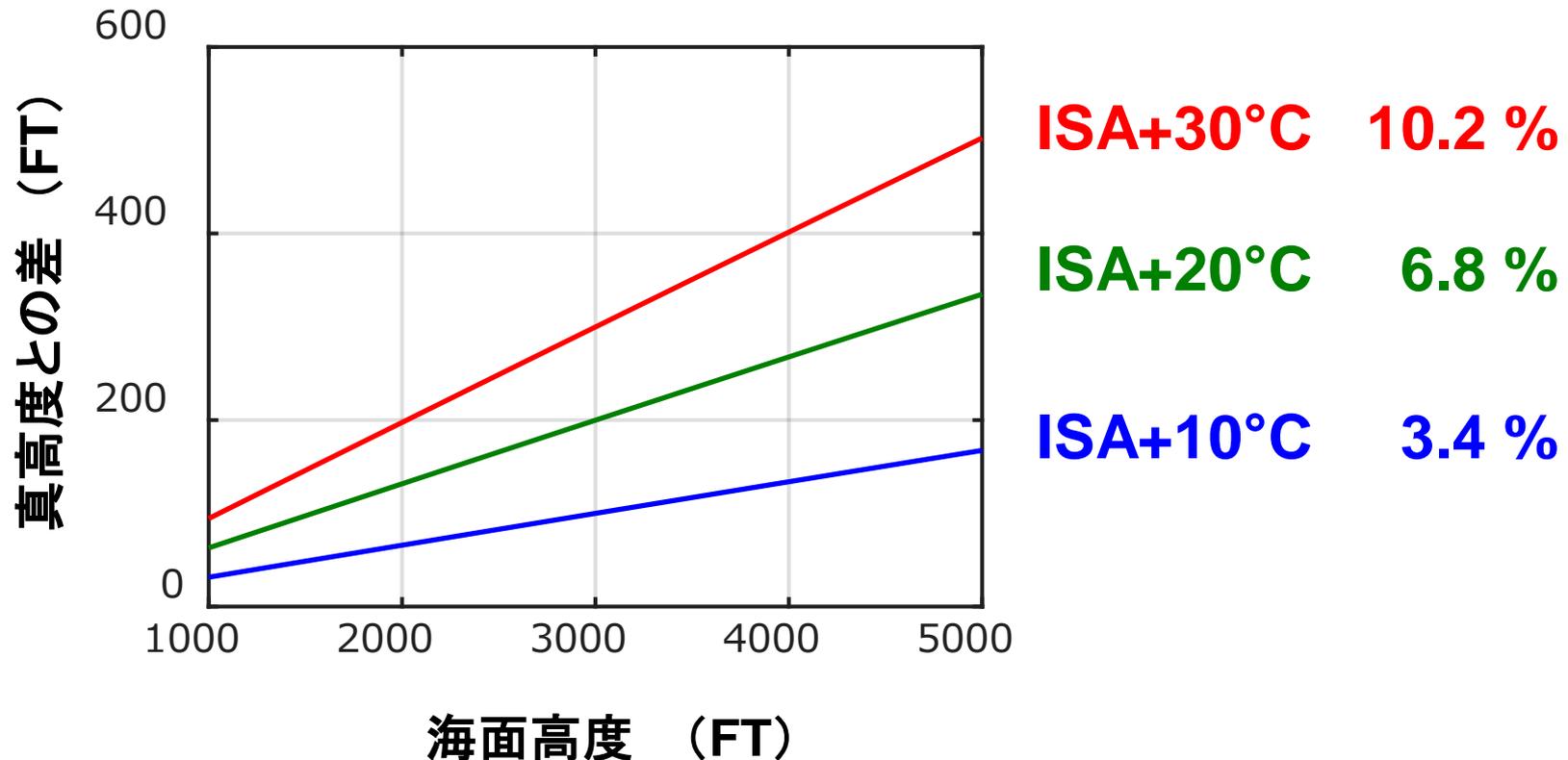
グライドスロープへの会合高度

- 中間セグメント上を飛行する航空機は気圧高度を利用
- 地上気温に依存して、飛行高度(真高度)が異なり、会合点の位置が異なる



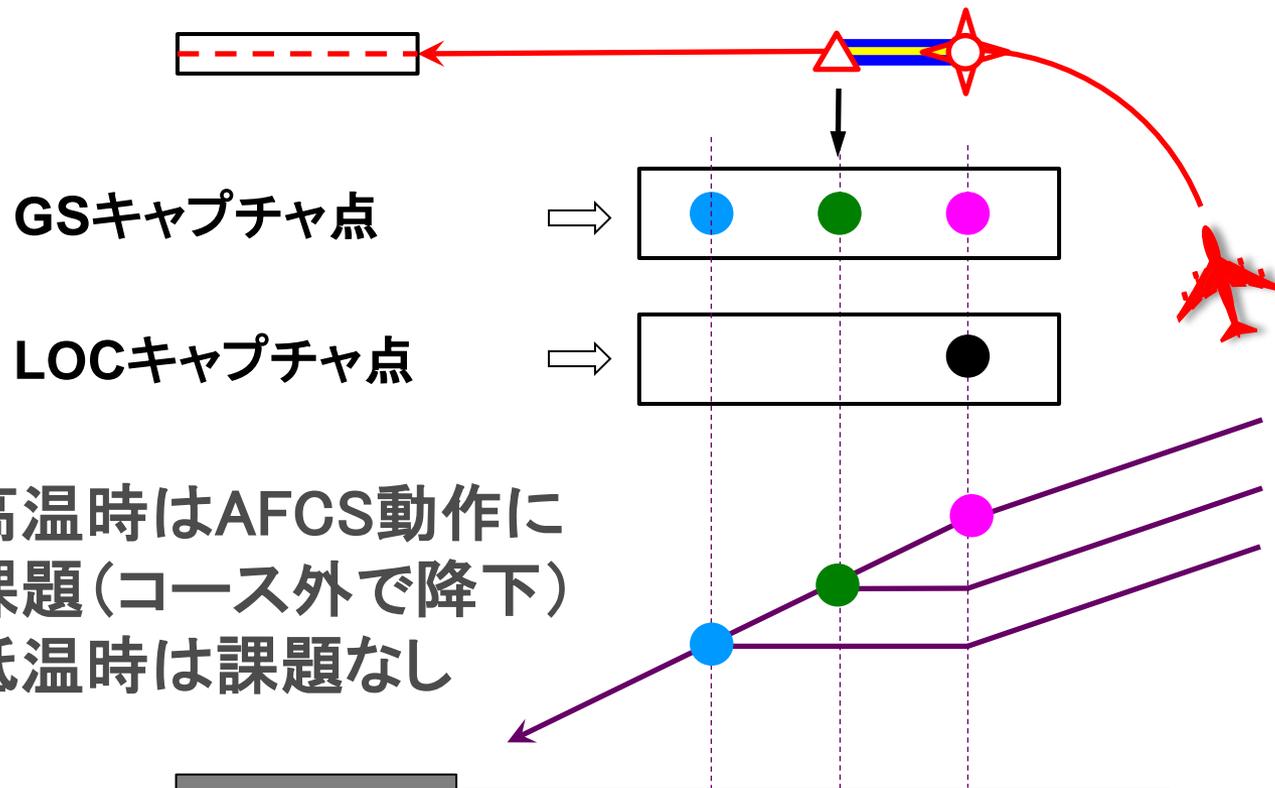
気温と高度差

国際標準大気：ISA, International Standard Atmosphere
(海面気温 15°C, 気温減率 $\sim -2^{\circ}\text{C}/1,000\text{ ft}$)



RNP to xLS設計の課題

- GSへのキャプチャレグが短い場合, 高温時にAFCS(自動飛行制御)がLOCよりGSが先にキャプチャ(捕捉)する可能性(降下角にも依存)



- 高温時はAFCS動作に課題(コース外で降下)
- 低温時は課題なし

方式設計の前提条件(1/2)

1. ARINC 424(航法システムのデータベース仕様)

424-19 (2008)

- すべての進入方式は, **FACF**で始めること
- GLS進入方式は, LOCコーディングと同等

424-20 (2011)

- **GLS**の最終進入コーディングにおいては, **FACF**ウェイポイントを要求しない

ARINC **424-19** 仕様を前提とする

現在, ほとんどの航空機がARINC 424-20に未対応

2. 高温日の最高気温 \Rightarrow **ISA+30°C** 45°C 海面

方式設計の前提条件(2/2)

3. LOCの後にGSがキャプチャすること

タイプ A 航空機:
LOCより先のGSキャプ
チャが**可能**

タイプ B 航空機:
LOCより先のGSキャプ
チャを**禁止**

タイプ A 航空機を前提とする

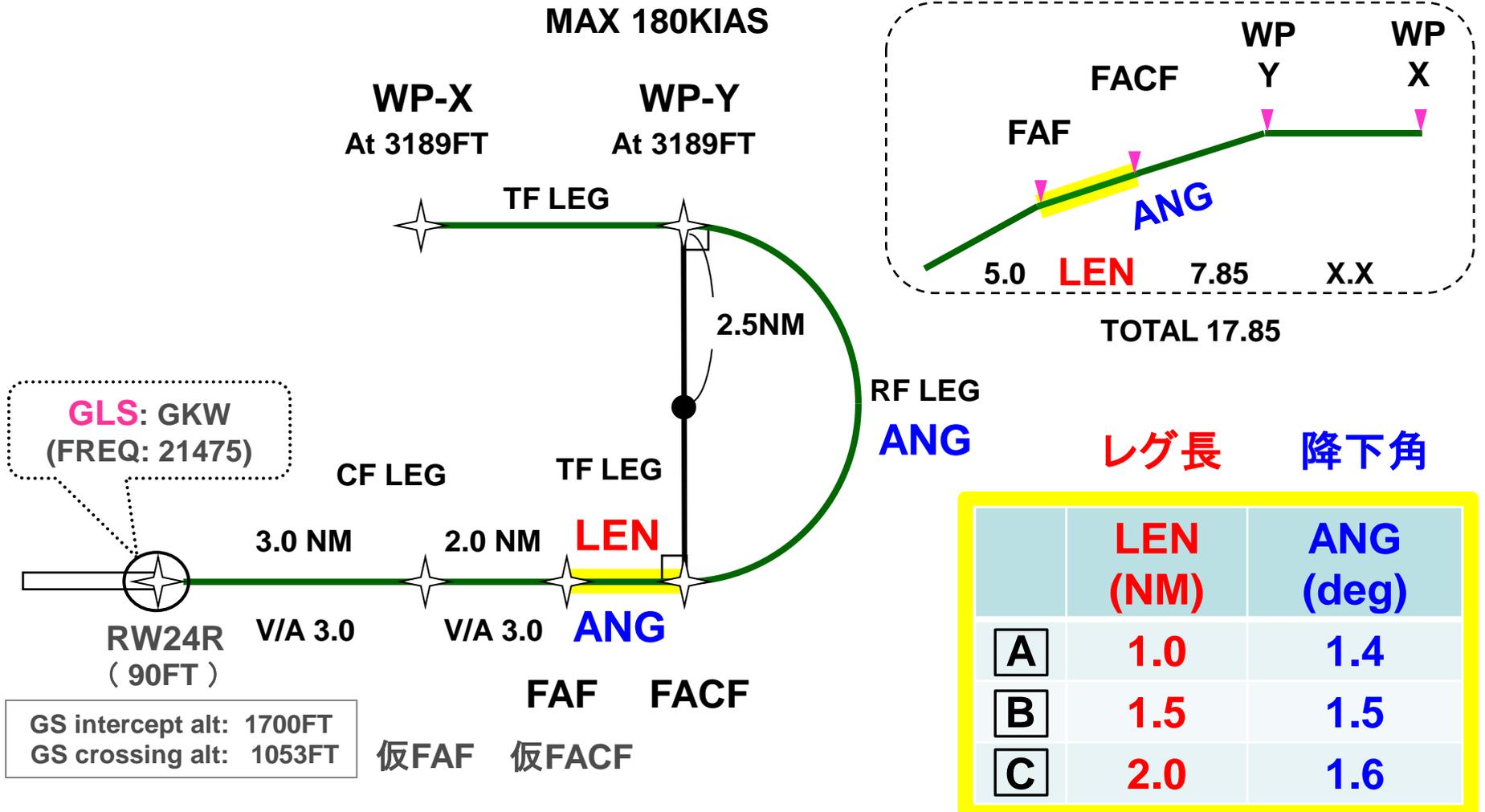
4. GSポインタが **1 DOT**を越えること

操縦士がAPPスイッチを押すための余裕

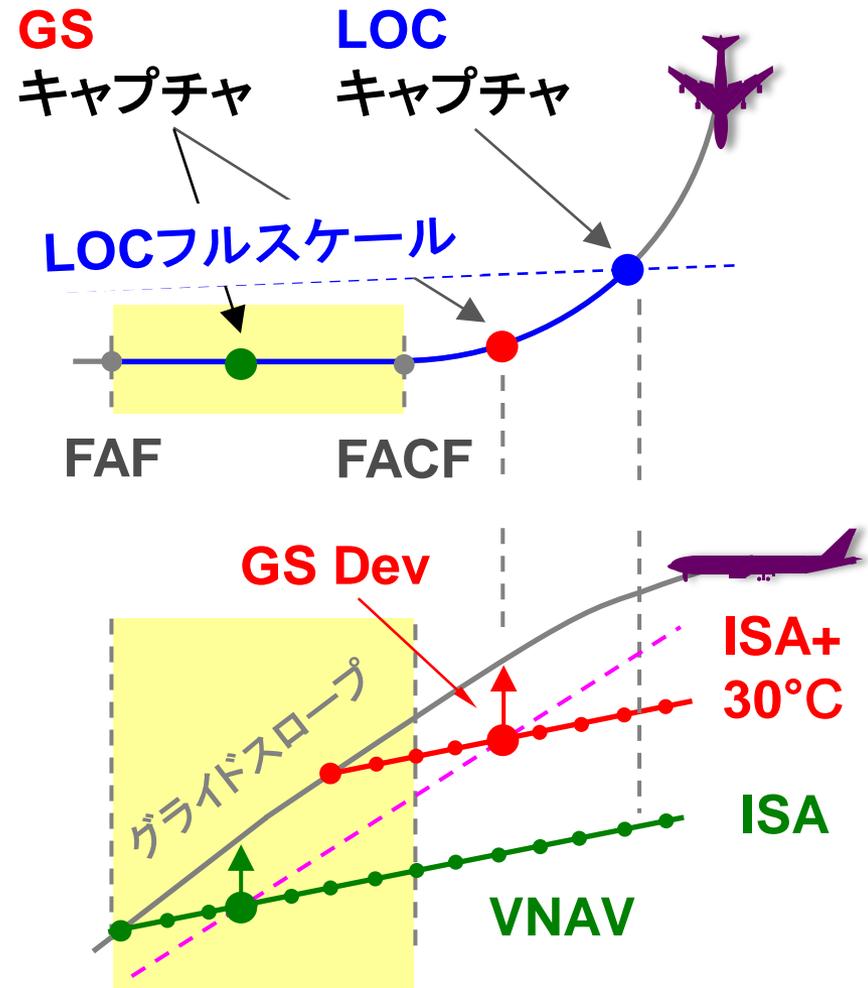
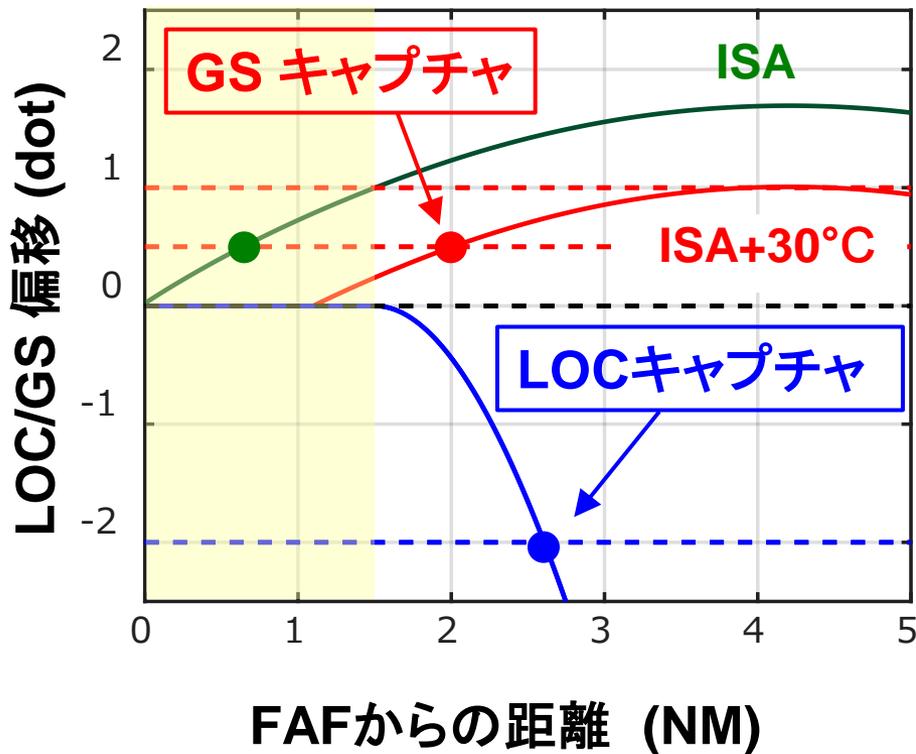


5. GSがキャプチャする境界 ⇒ **1/2 DOT**

標準的な方式設計



LOC/GS 偏移とキャプチャ位置



最大降下角 (ANG) の計算法

反復法

LEN等のパラメータを与える

$$ANG = ANG + \Delta$$

計算



FAA ORDER 8260.58A, PANS-OPS

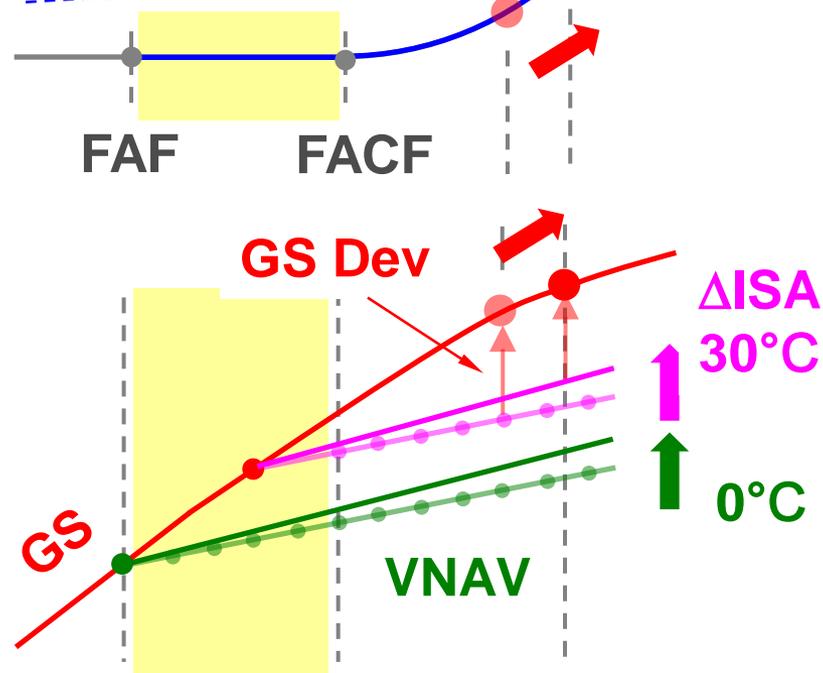
IF 距離 ● < 距離 ●
& 最大GS偏移 > 1.0 dot

ANGを出力する

距離 ● : RF 経路に沿ったFAFから ● までの距離

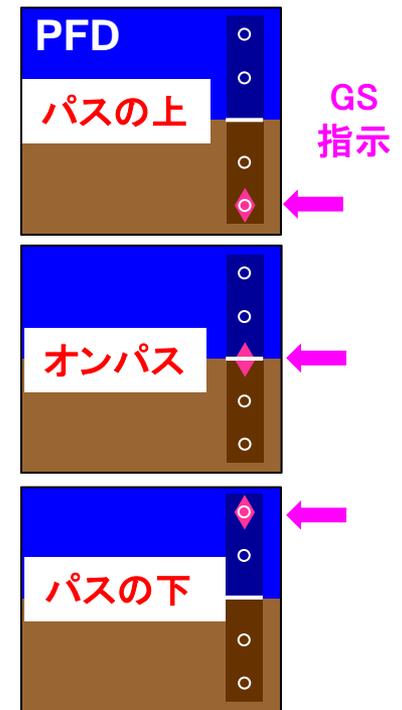
GSキャプチャ ● がLOCキャプチャ ● に近づく

LOCフルスケール



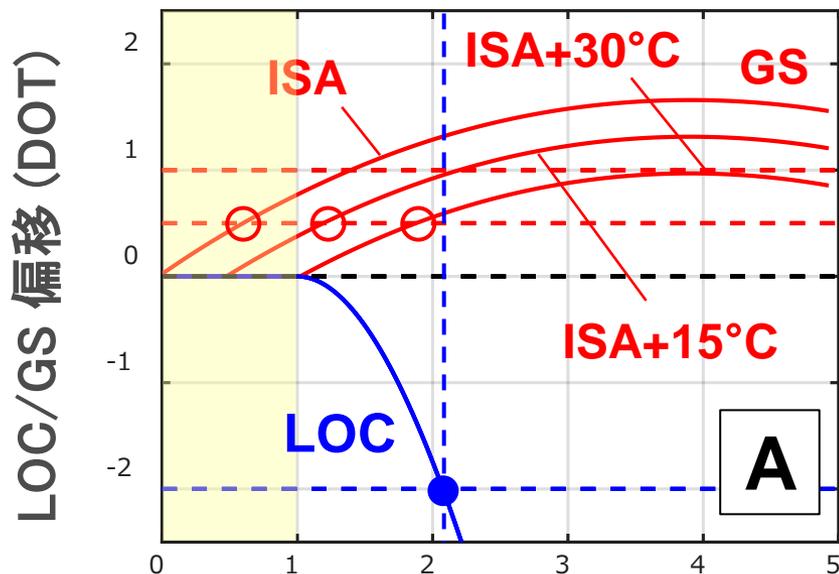
シミュレータ検証

- テイラード航法データベース (ARINC 424) をコーディング
- 品質チェックとFMSでロード可能なファイルへの変換
- ANA訓練センターでフライトシミュレータ検証を実施
 - 海面気温を可変, 各種データ収集

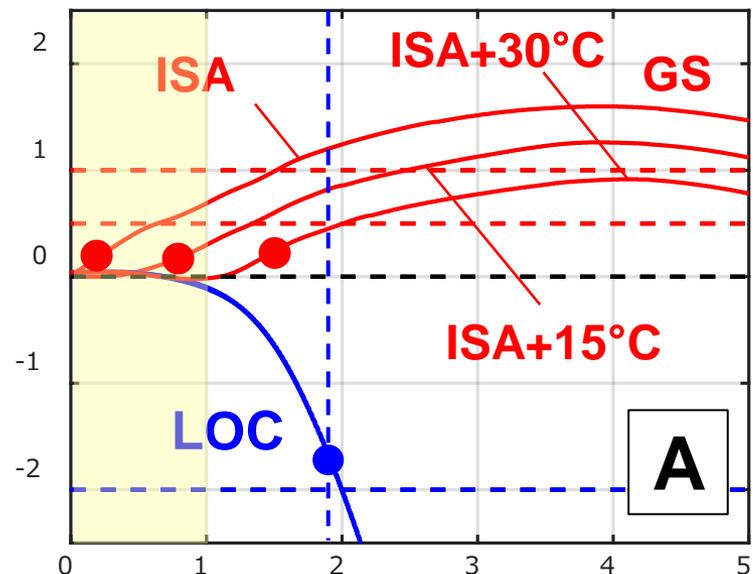


計算とシミュレータの比較

計算値



シミュレータ



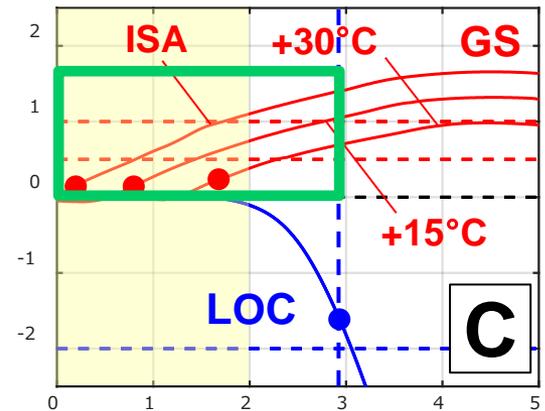
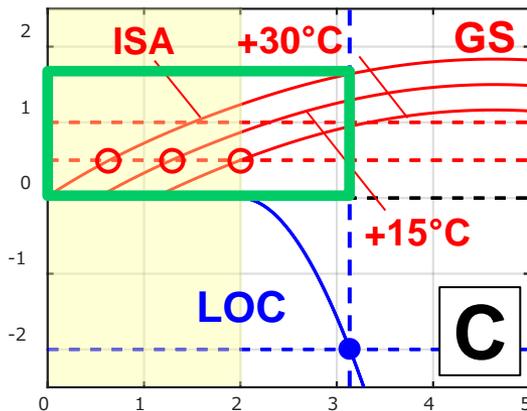
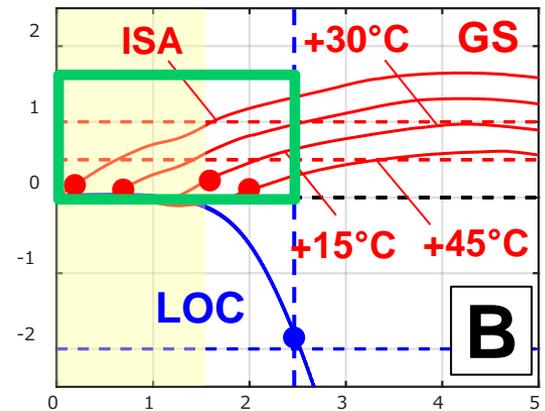
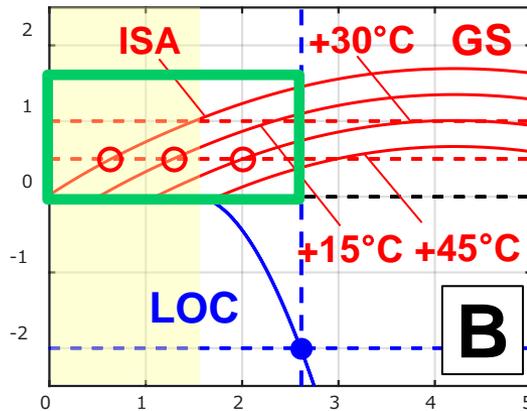
RFコースに沿ったFAFからの水平距離 (NM)

計算とシミュレータの比較

計算値

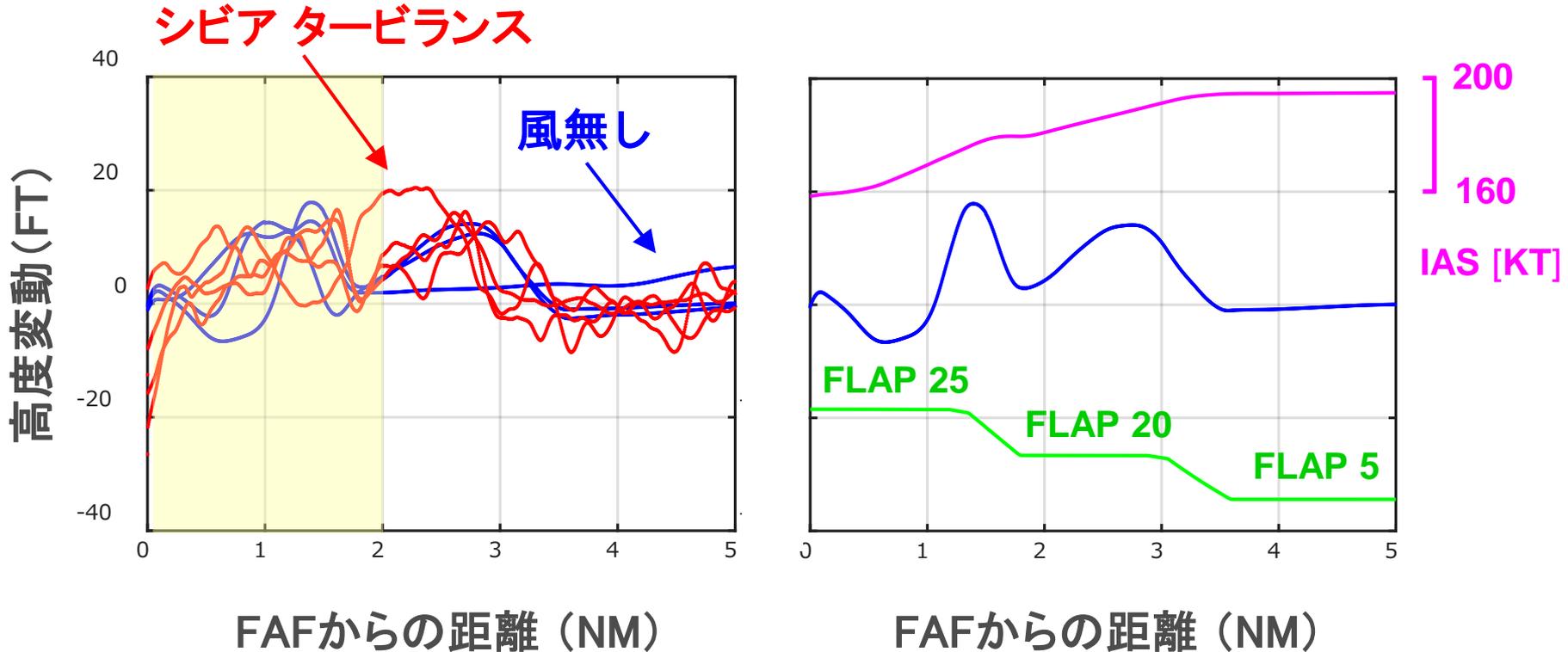
シミュレータ

LOC/GS 偏移 (DOT)



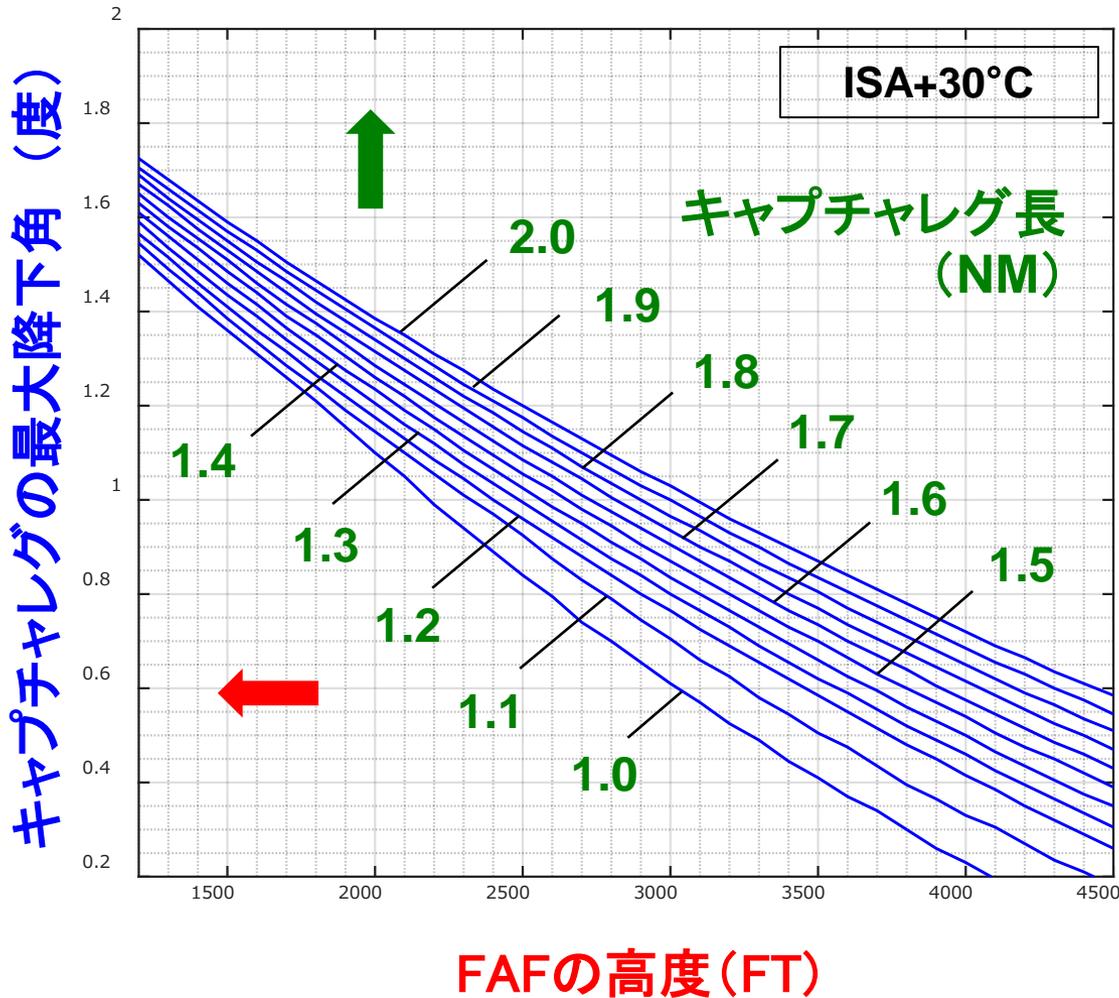
RFコースに沿ったFAFからの水平距離 (NM)

FAFの前の高度変動



- フラップやギアによる高度変動が存在
- シビアタービランスにおいても、最大+20FT

中間セグメント設計のパラメータ計算



高度変動の条件
を追加

+50FT (20FT + Margin)

キャプチャレグが長く

FAF高度が低い

キャプチャレグの
最大降下角を
大きくできる

まとめ

- ICAO飛行方式設計パネルで検討されているRNP to xLS方式(浅い降下角の中間セグメント)設計条件と手法を検討
- 設計条件を仮定し, 反復法で最大降下角を求める方法を提案
- フライトシミュレータ検証実験により, 計算した設計パラメータが妥当であることを確認
- この結果, LOC/GSキャプチャに関する課題を解決し, 飛行方式設計者がRNP to xLS方式を設計可能とした

謝 辞

シミュレータ検証実験にあたり, ご支援・
ご助言頂いた関係各位に深く感謝致します