

航空交通流制御の高度化 に向けた分析手法の検討

航空交通管理領域 青山 久枝

狩川 大輔

公益財団法人 労働科学研究所 飯田 裕康

第13回電子航法研究所発表会
平成25年6月7日

内容

- 背景・目的
 - 人間と機械の共存
 - 航空交通状況・適合性
- シミュレーション実験
 - 手法
 - 評価の指標
 - 実験内容
 - 結果
- 考察
- まとめ

背景

- 航空管制業務
 - 自動化へ⇒人間と機械の共存
 - コンピュータ・・・人為的ミスをしな分、安全性が高い
 - 新しいこと、想定外のことが次々と発生する専門性の高い職業(医師、弁護士など)についてはコンピュータでの対応は難しい
 - 管制官への業務依存
- 航空交通管理

効率化

目的

- 航空交通流制御では
 - 航空交通量の時間的な分散

交通状況をつくる

- 交通状況と管制官による管制処理について
 - 管制官のパフォーマンスを効果的に利用
 - 適合性の分析および評価

管制処理

航空機

管制処理

- 管制間隔の設定と維持
- 管制指示による航空機の状態変化を監視
- 管制処理規程を満足する
- 処理上、干渉する航空機を回避

入域

処理過程

出域

航空機毎に異なる
タスク数や難易度

タスク数や難易度の変化
注意配分が変化

引き継ぎ可能な
航空機の状態を確保

評価指標

●タスクレベル(Lv.)

- 交通状況に基づく管制処理

タスクの分類

- 管制官の主観的なタスクの困難度

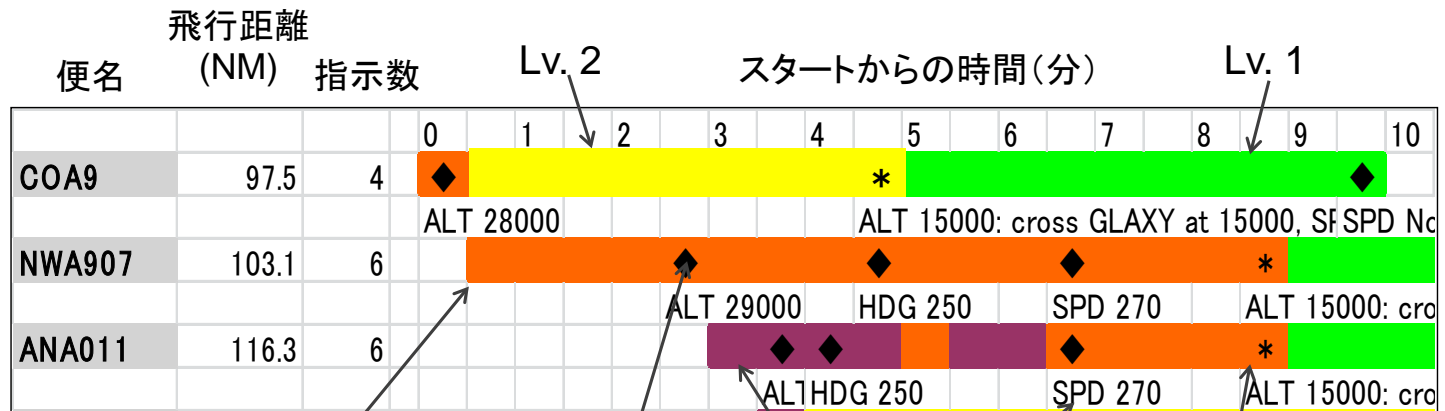
- RPD model (G. Klein)

●CAPS

- 航空機毎のタスクレベルを時系列的に表記した状態遷移図

タスクレベルの定義

タスクレベル	色	必要な処理
1	緑	パイロットからの要求への対応以外に必要な指示なし
2	黄	定型的な処理
3	橙	定型的な処理+干渉する航空機1機に対する処理
3*	紫	定型的な処理+干渉する航空機複数機に対する処理
4	赤	タスクレベル3および3*の中で、時間的な制約を多く受ける



CAPSの例

Lv. 3

航空機の状態に変化を与えた指示

Lv. 3+

指示内容

1回の通信で複数の指示

シミュレーション実験

- シナリオ

- ▶3種類(東京航空交通管制部 旧関東北セクター)

- 処理方法

- ▶有資格管制官によるシミュレーション実験結果に基づく処理方法(2通り)

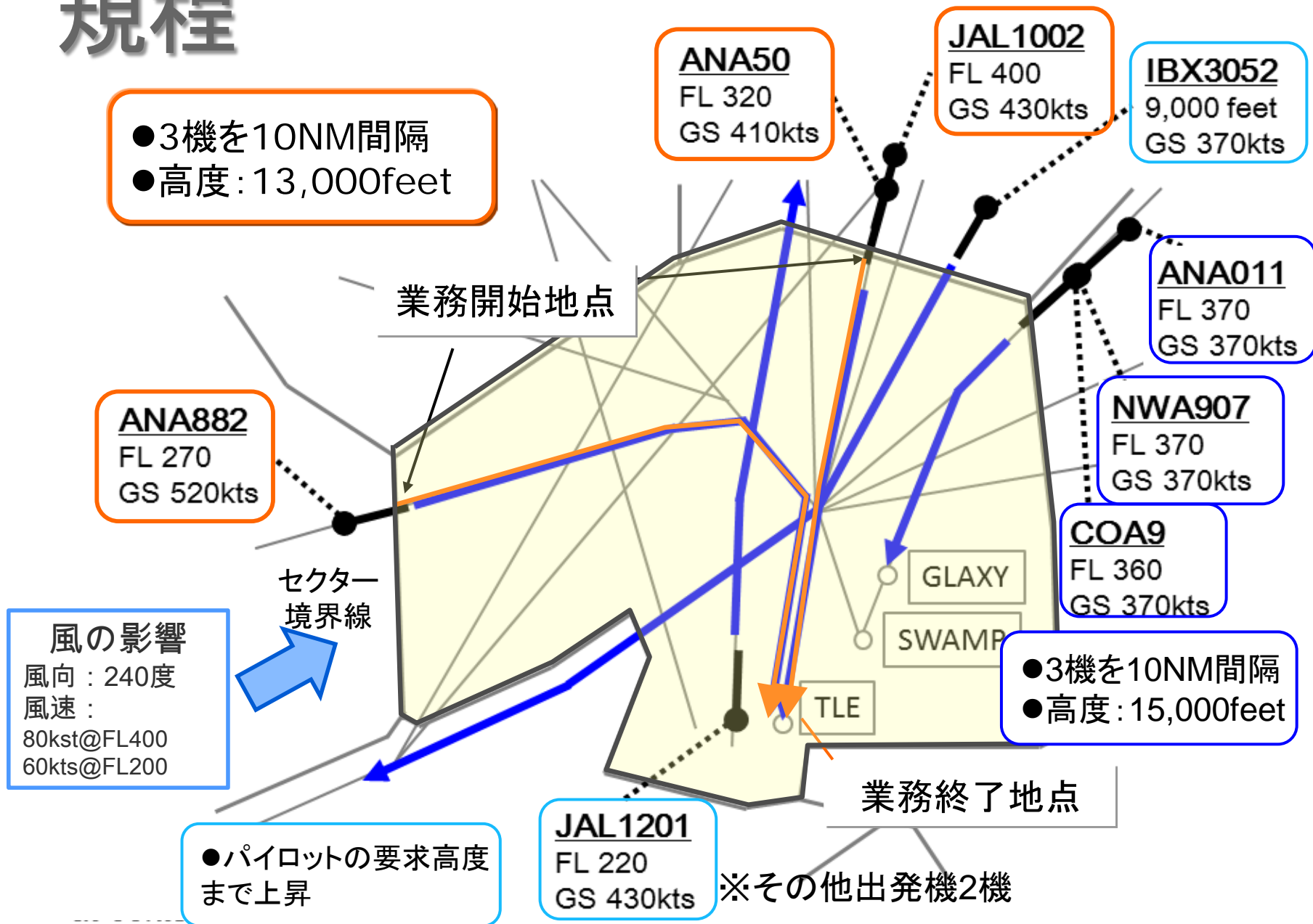
- 条件

- ▶規程等および風の影響は同じとする

- 評価対象

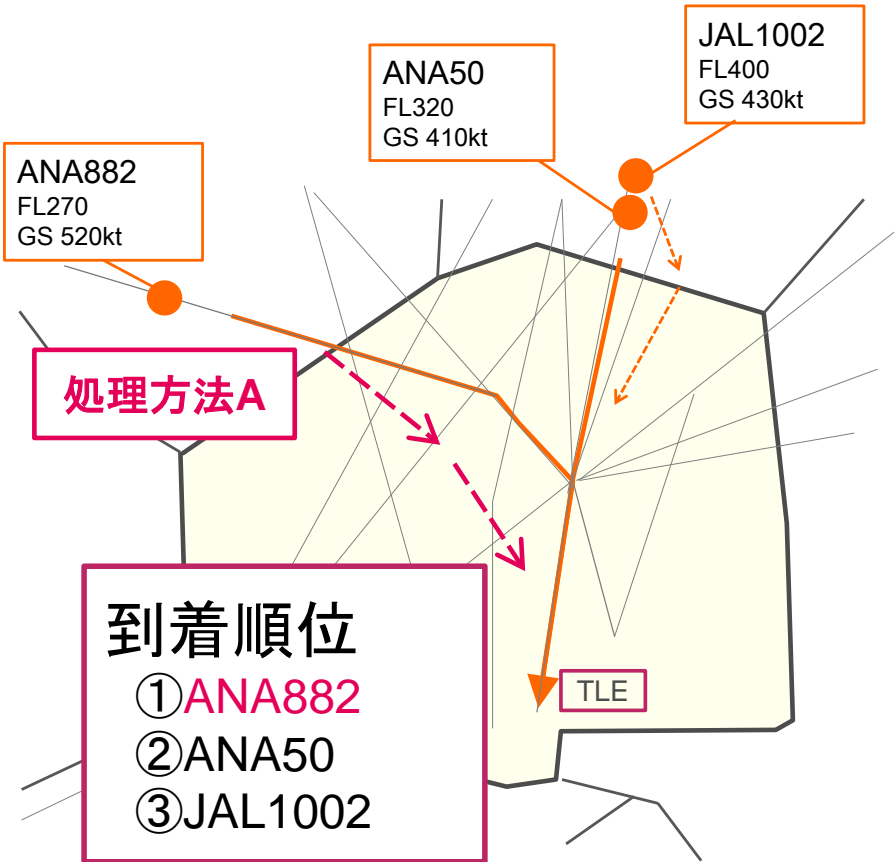
- ▶羽田空港到着機3機

規程

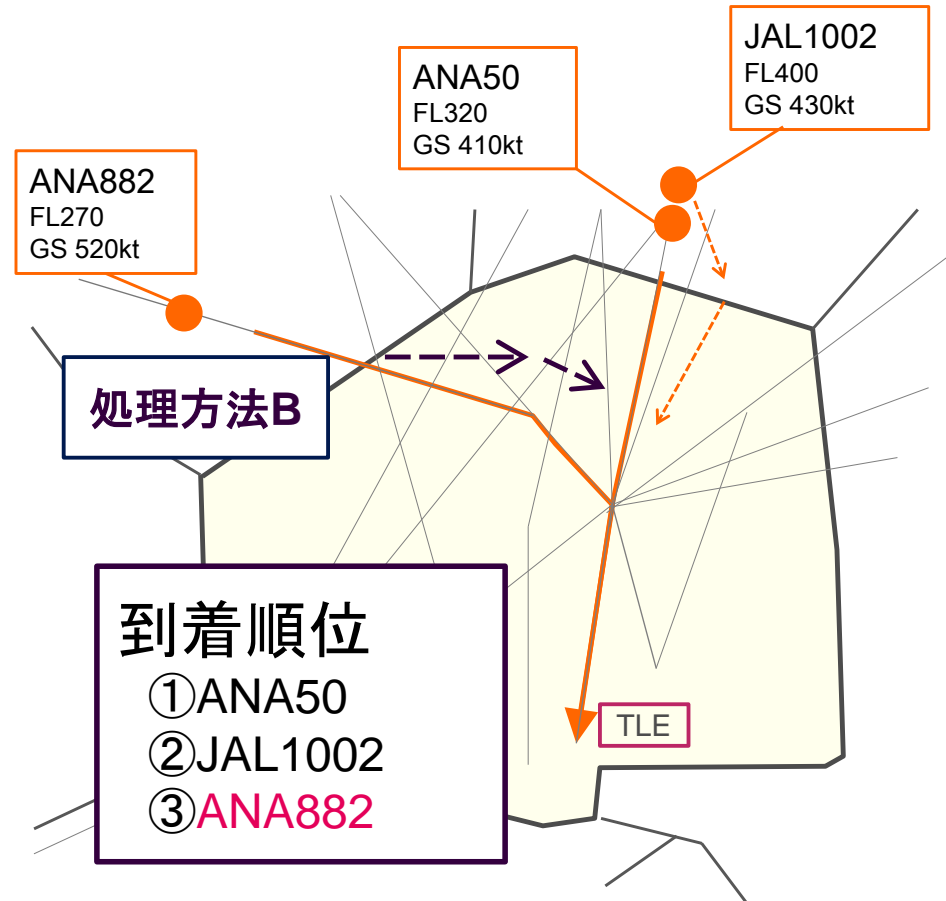


処理方法の違い

● 処理方法A

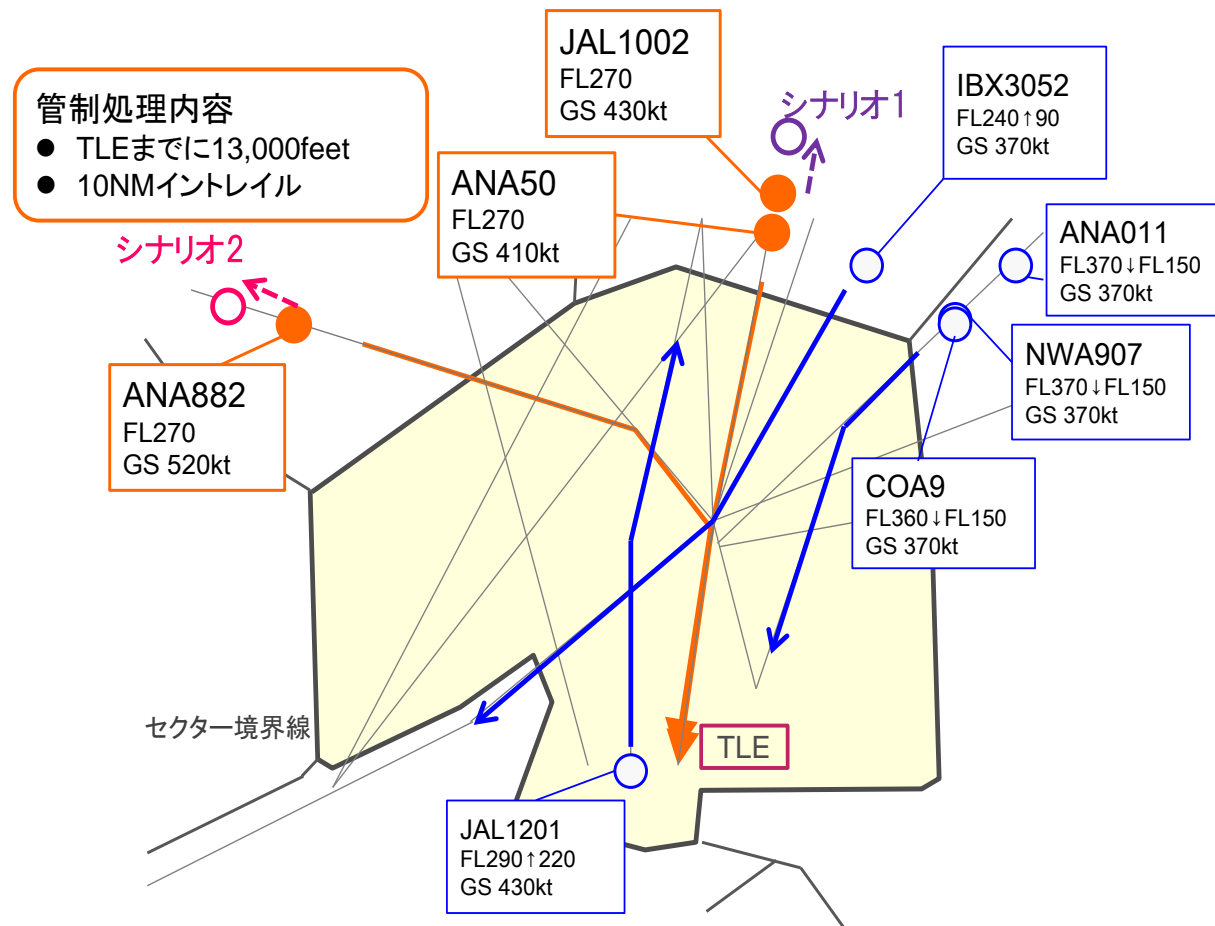


● 処理方法B



シナリオの違い

- 基準シナリオ
- シナリオ1:
基準シナリオに対して
JAL1002を5NM(約1分)後方へ
- シナリオ2:
基準シナリオに対して
ANA882を5NM(約1分)後方へ



結果: 基準シナリオ

● 処理方法A

飛行距離 (NM)	指示数	経過時間					
		5分後	10分後	15分後			
COA9	97.4	4	ALT 28000	SPD 320, ALT 15000: cross GLAXY	SPD Normal		
NWA907	103.3	6	ALT 29000	HDG 270, SPD 270	DIRECT SWAMP, ALT 15000: SPD Normal		
ANA011	114.7	6	ALT 28000	HDG 250, SPD 270	ALT 15000: cross 15NM SWAMP at 1 SPD Normal		
ANA882	145.3	8	HDG 140, SPD 320	ALT 25000	ALT 21000	ALT 13000	DIRECT TLE, ALT SPD Normal
ANA50	125.9	6		ALT SPD 270	ALT 27000	SPD Normal, ALT 13000: cross SPI	
JAL1002	128.3	8		HDG 170, ALT 20000	HDG 210, ALT 18000	DIRECT GOC, ALT 18000	SPD 250
IBX3052	108.2	1		DIRECT CHINO			
JAL1201	97.9	0					
JAL3047	124.3	2		DIF DIRECT MWE			
ADO11	92.8	2			ALT 25000		ALT 37000

● 処理方法B

便名	飛行距離 (NM)	指示数	経過時間				
			5分後	10分後	15分後		
COA9	94.7	7	HDG 250	ALT 30000	ALT 25000	DIRECT SWAMP, ALT 15000: cross 15NM SWAMP at 15000	SPD Normal
NWA907	97.5	3		ALT 15000: cross GLAXY	SPD 310	SPD Normal	
ANA011	111.8	7	HDG 250	ALT 28000	HDG DIRECT SWAMP, ALT 15000: cross 15NM	SPD 250	SPD Normal
ANA882	144.9	6		SPD 270	HDG 90	HDG 110, HDIRECT GOC	ALT 13000
ANA50	126.8	3			ALT 26000	ALT 13000: cross TLE	SPD No
JAL1002	125.9	7					
IBX3052	109.9	1		DIRECT CHINO			
JAL1201	98.1	0					
JAL3047	127.1	1		ALT 29000			
ADO11	102.4	2			ALT 25000		ALT 37000

結果:シナリオ1

●処理方法A

便名	飛行距離 (NM)	指示数	経過時間											
			5分後				10分後				15分後			
COA9	97.4	4	ALT 28000 SPD 320, ALT 15000: cross GLAXY ε SPD Normal											
NWA907	103.3	6	ALT 29000 HDG 2 SPD 270 ALT 15000: cross 15NM SWA SPD Normal											
ANA011	114.7	6	ALT 28 HDG 250 SPD 270 ALT 15000: cross 15NM SWAMP at 1 SPD Normal											
ANA882	145.3	8	HDG 140, SPD 320 ALT 25000 ALT 21000 ALT 13000 DIRECT TLE, ALT SPD Normal											
ANA50	125.9	6	ALT SPD 270 ALT 27000 SPD Normal, ALT 13000: cross SPI											
JAL1002	129.5	8	HDG 170, ALT ALT 30000 HDG 240 DIRECT GOC, ALT SPD 260 SPD											
JAL1201	97.9	0	DIRECT CHINO											
JAL3047	124.3	2	DIF DIRECT MWE											
ADO11	92.7	2	ALT 25000 ALT 37000											

●処理方法B

便名	飛行距離 (NM)	指示数	経過時間											
			5分後				10分後				15分後			
COA9	94.7	7	HDG 250 ALT 30000 ALT 25000 DIRECT SWAMI ALT 15000: cross 15NM SWAMP at 15000 SPD Normal											
NWA907	97.5	3	ALT 15000: cross GLAXY SPD 310 SPD Normal											
ANA011	111.7	7	HDG 250 ALT 28000 HDG ALT 15000: cross 15NM SWAMP at 15000 SPD 250 SPD Normal											
ANA882	144.8	6	SPD 270 HDG 90 HDG 110, HDIRECT GOC ALT 130											
ANA50	126.8	3	ALT 26000 ALT 13000: cross TLE ε SPD No											
JAL1002	126.1	7	ALT 34 HDG 17 HDG DIRECT GC ALT 28000 ALT 13000: cross T SPD No											
JAL1201	98.1	0	DIRECT CHINO											
JAL3047	127.1	1	ALT 29000											
ADO11	102.3	2	ALT 25000 ALT 37000											

結果:シナリオ2

●処理方法A

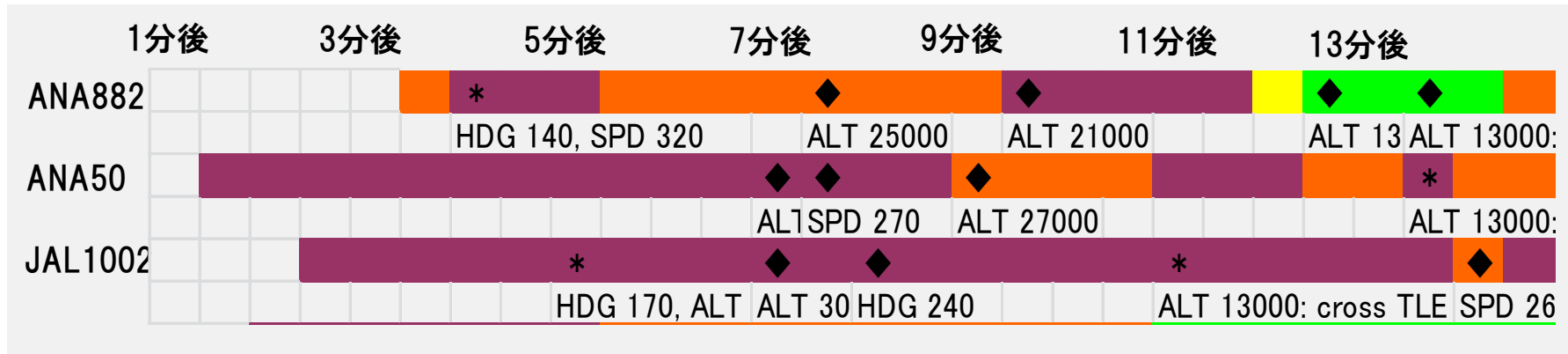
	飛行距離 (NM)	指示数	5分後	10分後	15分後
COA9	97.4	4	◆ ALT 28000	* ALT 15000: cross GLAXY at 15000, SPD Normal	
NWA907	103.3	6	◆ ALT 29000	◆ HDG 270	* ALT 15000: cross 15NM SWA SPD Normal
ANA011	115	6	◆ ALT 29000	◆ HDG 270	* DIRECT SWAMP ALT 15000 SPD Normal
ANA882	150.5	8	* HDG 140, SPD 320	◆ ALT 25000	◆ ALT 21000
ANA50	126.3	6		◆ ALT SPD 270	◆ ALT 27000
JAL1002	128.6	8	* HDG 170	◆ ALT 30000	◆ HDG 240
IBX3052	108.6	1	◆ DIRECT CHINO		
JAL1201	97.9	0			
JAL3047	124.3	2	◆ DIF DIRECT MWE		
ADO11	93.2	2		◆ ALT 25000	◆ ALT 37000

●処理方法B

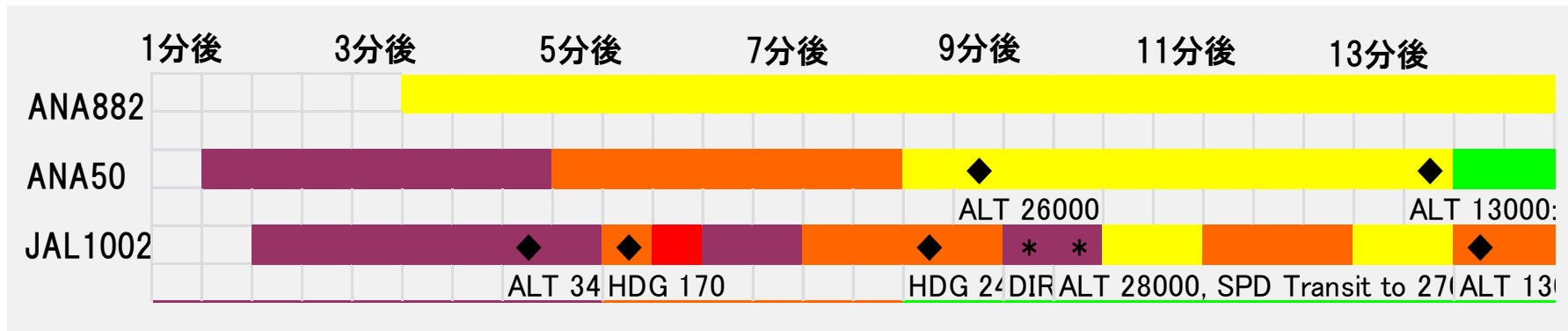
便名	飛行距離 (NM)	指示数	5分後	10分後	15分後
COA9	94.7	7	◆ HDG 250	◆ ALT 30000	◆ ALT 25000
NWA907	97.5	3	◆ ALT 15000: cross GLAXY	◆ SPD 310	
ANA011	111.7	7	◆ HDG 270	◆ ALT 30000	◆ HDG DIRECT SWAMP ALT 15000 SPD Normal
ANA882	146	6	◆ SPD 270	◆ HDG 90	* HDG 110, HDIRECT GOC
ANA50	126.8	3		◆ ALT 26000	◆ ALT 13000: cross TLE
JAL1002	125.9	7	◆ ALT 34000	◆ HDG 170	◆ HD(DIRECT ALT 28000)
IBX3052	109.8	1	◆ DIRECT CHINO		
JAL1201	98.1	0			
JAL3047	127.1	1	◆ ALT 29000		
ADO11	102.3	2		◆ ALT 25000	◆ ALT 37000

参考：風向による違い(基準シナリオ)

●処理方法A



●処理方法B



考察

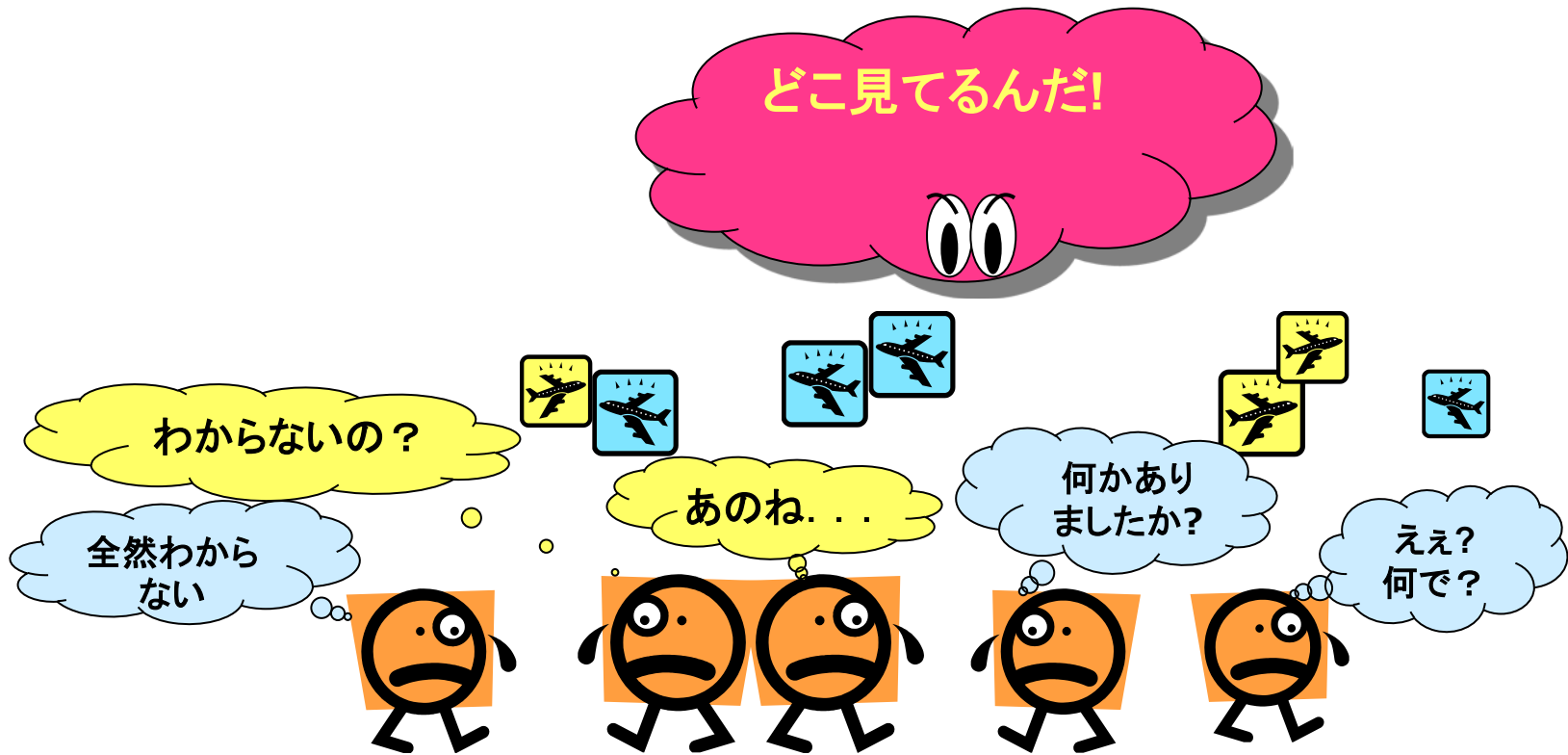
- 同じ処理方法でも交通状況によってCAPSに違い
 - 処理方法Aより処理方法Bの方が状況の違いに対してより高い適応性
 - 交通状況によって処理方法を選択
- 管制官：複数の処理方法に対応できるスキルが必要
 - 訓練
- 交通流制御：制御パターン、精度を検討する必要
 - 管制官の処理方法を調査
 - 適合した制御⇒効率化

まとめ

- 交通状況の違いと管制官の処理方法の組み合わせについて検討
- COMPASiを用いたシミュレーションを行い、CAPSによる比較
- 交通状況の違いによって、処理方法の効果に違い
- 交通状況と管制官の処理方法の適合性評価を検討していくことが必要
- より効率的な航空交通管理
- ◆ 様々な空域における対応
 - 関東南セクターおよび湘南セクター
 - 航空保安大学校岩沼研修センター

謝辞

本研究は、独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」、および科学研究費補助金(課題番号: 21310103)の支援により実施された。



ご清聴ありがとうございました