

2002-5

航空事故調査報告書

日本航空株式会社所属 JA8904
(同社所属 JA8546 との接近)

平成14年 7月12日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、日本航空株式会社所属ボーイング式747-400 D型JA8904（同社所属JA8546との接近）の航空事故に関し、航空・鉄道事故調査委員会設置法及び国際民間航空条約第13付属書にしたがい、航空・鉄道事故調査委員会により、航空事故の原因を究明し、事故の防止に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

航空・鉄道事故調査委員会
委員長 佐藤 淳 造

日本航空株式会社所属ボーイング式747-400D型
JA8904
(同社所属 JA8546との接近)

[略号]

本報告書で用いた略号等は、次のとおりである。

A C	:	Advisory Circular
A C A R S	:	Aircraft Communication Addressing and Reporting System
A C A S	:	Airborne Collision Avoidance System
A C C	:	Area Control Center
A C M S	:	Aircraft Condition Monitoring System
A F M	:	Airplane Flight Manual
A I C	:	Aeronautical Information Circular
A I D S	:	Aircraft Integrated Data System
A I P	:	Aeronautical Information Publication
A N O	:	Air Navigation Order
A O M	:	Aircraft Operating Manual
A / P	:	Auto Pilot
A T C	:	Air Traffic Control
A V T	:	Audio Visual Tutor
B K N	:	Broken
C A	:	Cabin Attendant
C A P	:	Civil Aviation Authority Publication
C A S	:	Computed Airspeed
C B T	:	Computer Based Training
C L R C F T	:	Clear of Conflict
C N F	:	Conflict Alert
C P	:	Chief Purser
C R M	:	Crew Resource Management
C V R	:	Cockpit Voice Recorder
D F D R	:	Digital Flight Data Recorder
E E C	:	Electronic Engine Control
E N G	:	Engine
F A A	:	Federal Aviation Administration
F A R	:	Federal Aviation Regulations
F L	:	Flight Level

UTC	: Coordinated Universal Time
VHF	: Very High Frequency
VNAV	: Vertical Navigation
VOR	: VHF Omni-Directional Radio Range
VORTAC	: VOR and TACAN (UHF Tactical Air Navigation aid) combination
VSI	: Vertical Speed Indicator

[用語使用上の注釈]

- (1) 方位は、相対方位を除き、磁方位による。ただし、付図 1、9 及び 10 に記載の方位記号 N は真方位による。
- (2) 「進路」は、「磁航路」と同義で使用した。
- (3) 「機首方位」は、「磁針路」、「針路」又は「マグネティック・ヘディング」と同義で使用した。
- (4) 「バンク角」については、DFDR の「ロール角」の値から引用する場合には、「ロール角」という用語によることとした。
- (5) 「TCAS」については、Traffic Alert and Collision Avoidance System の略である。「ACAS」については、Airborne Collision Avoidance System の略である。いずれも、航空機衝突防止装置のことを意味している。「ACAS」の用語については、ICAO の規程、航空局発行のAIC 及びヨーロッパの規程で用いられている。「TCAS」の用語については、管制機関、運航者の規程類等及び米国の規程で用いられている。

本報告書においては、原則として「TCAS」の用語を用い、ICAO の規程、航空局発行のAIC 及びヨーロッパの規程の引用文については、「ACAS」の用語を用いて記載している。

[空白]

[目次]

1	航空事故調査の経過	1
1.1	航空事故の概要	1
1.2	航空事故調査の概要	2
1.2.1	調査組織	2
1.2.2	調査の実施時期	2
1.2.3	経過報告及び建議	3
1.2.4	意見聴取会	3
1.2.5	原因関係者からの意見聴取	3
2	認定した事実	4
2.1	飛行の経過	4
2.1.1	飛行記録装置の記録、管制交信記録等による飛行の経過	4
2.1.2	飛行の経過に関する運航乗務員の口述	10
2.1.2.1	A機の機長	10
2.1.2.2	A機の副操縦士昇格訓練中の訓練生	12
2.1.2.3	A機の副操縦士	13
2.1.2.4	B機の右席の機長	14
2.1.2.5	B機の左席で機長昇格訓練中の副操縦士	15
2.1.3	航空管制官の口述	16
2.1.3.1	訓練中の航空管制官	16
2.1.3.2	訓練監督者	17
2.1.3.3	レーダー調整席の航空管制官	18
2.1.4	事故時の客室内状況	18
2.1.4.1	A機のCP及びCAの口述	18
2.1.4.2	A機の乗客の口述	19
2.2	人の負傷に関する情報	21
2.3	航空機の損壊に関する情報	21
2.4	航空機乗組員、航空管制官等に関する情報	22
2.4.1	運航乗務員	22
2.4.1.1	A機の運航乗務員	22
2.4.1.2	B機の運航乗務員	24
2.4.2	A機の客室乗務員	25
2.4.3	航空管制官	26

2.5	航空機に関する情報	28
2.5.1	A機	28
2.5.2	B機	28
2.5.3	重量及び重心位置	29
2.5.4	燃料及び潤滑油	29
2.6	気象に関する情報	29
2.6.1	天気概況	29
2.6.2	アジア太平洋地区の雲解析情報図	29
2.6.3	高層気象観測値	30
2.6.4	静浜飛行場の航空気象観測値	30
2.7	航空保安施設に関する情報	30
2.8	通信に関する情報	31
2.8.1	通信設備の作動状況	31
2.8.2	管制交信記録のバックグラウンド・ノイズ・レベルの連続性	31
2.9	CVR、DFDR等に関する情報	31
2.9.1	CVR記録	31
2.9.2	DFDR、ACMS及びAIDSの記録	31
2.9.3	各データの時刻補正	32
2.10	医学に関する情報	34
2.10.1	乗客及び乗務員の負傷者数	34
2.10.2	重傷者の負傷状況	34
2.10.3	軽傷者の負傷状況	35
2.11	人の生存、死亡又は負傷に係りのある捜索、救難及び避難等に 関する情報	37
2.11.1	事故発生後のA機の客室内の状況	37
2.11.2	地上における日本航空(株)及び関係機関の対応	39
2.12	事実を認定するための試験及び研究	40
2.12.1	航空機の調査	40
2.12.1.1	航空機の関連系統及び装備品の試験	40
2.12.1.2	ギャレーカートによるA機の客室内の破損に関する調査	41
2.12.2	TICASの作動に関する調査	42
2.12.2.1	TICASの概要	42
2.12.2.2	TICASの作動状況の解析	43

2.12.3	フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験等	45
2.12.3.1	スラストレバー操作とエンジン推力の追従性	45
2.12.3.2	フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験	46
2.12.4	航空管制機器等に関する調査	50
2.12.4.1	航空路レーダー情報処理システム	50
2.12.4.2	CNF（異常接近警報）	51
2.12.4.3	レーダー・ハンドオフ	52
2.13	組織及び管理に関する情報	53
2.13.1	事故当時の運航乗務員の業務	53
2.13.1.1	両機の運航乗務員の基本配置	53
2.13.1.2	事故当時の運航乗務員の配置及び業務分担	54
2.13.1.3	運航乗務員の資格要件	54
2.13.2	事故当時の航空路管制業務	55
2.13.2.1	関東南Cセクターの概要	55
2.13.2.2	管制席の配置及び業務分担	56
2.13.2.3	航空管制官の資格要件	57
2.13.2.4	訓練監督者に関する要件	58
2.14	その他の情報	59
2.14.1	T C A S の運用に係る規程	59
2.14.1.1	我が国の規程	59
2.14.1.2	国際民間航空機関の規程	60
2.14.1.3	A機の規程	63
2.14.1.4	B機の規程	66
2.14.1.5	航空交通管制の規程	68
2.14.1.6	米国の規程	68
2.14.1.7	ヨーロッパの規程	70
2.14.2	T C A S に係る教育訓練	72
2.14.2.1	運航乗務員の教育訓練	72
2.14.2.2	航空管制官の教育訓練	74
2.14.2.3	航空機製造会社が作成した研修資料	76
3	事実を認定した理由	77
3.1	一般事項	77
3.1.1	航空従事者技能証明及び航空身体検査証明	77

3.1.2	耐空証明	77
3.1.3	気象の状況	77
3.2	解析	77
3.2.1	事故発生の経過	77
3.2.2	航空交通管制に係る解析	79
3.2.2.1	A機及びB機の運航票と事前予測	79
3.2.2.2	A機に対するFL390への上昇指示	80
3.2.2.3	B機のレーダー・ハンドオフ、運航票への記載及び通信設定	81
3.2.2.4	訓練中の航空管制官によるB機の失念	82
3.2.2.5	訓練監督者によるB機の失念	84
3.2.2.6	訓練監督者が訓練中の航空管制官に解説を行っていた時機	85
3.2.2.7	CNFが作動した時機	85
3.2.2.8	A機をB機と取り違えた、A機に対するFL350への降下指示	86
3.2.2.9	B機への針路変更指示	89
3.2.2.10	存在しない日本航空957便への降下指示	90
3.2.2.11	A機への上昇指示	91
3.2.3	A機の操縦に係る解析	91
3.2.3.1	A機の飛行経路	91
3.2.3.2	A機のY A I Z U付近での左旋回	92
3.2.3.3	A機のT C A SにおけるT Aの作動	93
3.2.3.4	A機の降下開始	93
3.2.3.5	A機のR Aと飛行経過の分析	94
3.2.3.6	A機への管制指示とR Aに対する降下の判断	96
3.2.3.7	A機の高々度における上昇への移行	99
3.2.3.8	R Aに反したA機の降下の継続と機長の判断	105
3.2.3.9	A機の衝突回避の操縦操作	107
3.2.4	B機の操縦に係る解析	109
3.2.4.1	B機のT C A SにおけるT Aの作動	109
3.2.4.2	B機のR Aに従った降下操作	109
3.2.4.3	東京A C CからのB機への針路変更指示に対するB機からの応答	110
3.2.4.4	B機の衝突回避の操縦操作	111

3.2.5	高々度における相手機の視認と回避操作	112
3.2.5.1	TA作動以前の遠方からの両機の相互視認	113
3.2.5.2	TA作動以後から最接近直前までの両機の相互視認	114
3.2.5.3	接近の各段階における回避操作	116
3.2.6	両機の最接近距離及び高度差	123
3.2.6.1	電子研における総合的な解析	123
3.2.6.2	運航乗務員の口述による検証	124
3.2.7	運航乗務員の連携	125
3.2.7.1	A機の運航乗務員の連携	125
3.2.7.2	B機の運航乗務員の連携	127
3.2.8	航空管制官の連携	128
3.2.8.1	訓練中の航空管制官と訓練監督者の連携	128
3.2.8.2	同一セクター内の航空管制官の連携	128
3.2.8.3	隣接セクターとの連携	129
3.2.9	運航乗務員と航空管制官の間の連携	130
3.2.9.1	本事故における情報伝達の経緯	130
3.2.9.2	本事故における情報伝達の解析	131
3.2.9.3	本事故における情報伝達の問題点	135
3.2.9.4	運航乗務員と航空管制官の連携の増進	137
3.2.10	T C A S 関連の規程類の分析	137
3.2.10.1	規程類についての分析のポイント	137
3.2.10.2	我が国の規程	138
3.2.10.3	I C A O の規程	138
3.2.10.4	運航者の規程	139
3.2.10.5	航空交通管制の規程	142
3.2.10.6	米国の規程	143
3.2.10.7	ヨーロッパの規程	144
3.2.10.8	本事故に関係するT C A S 関連規程の問題点	146
3.2.11	運航乗務員に対するT C A S 関係の教育訓練	148
3.2.11.1	RAに従う回避操作の判断についての教育訓練	148
3.2.11.2	T C A S に関する座学の教育訓練	148
3.2.11.3	T C A S に関するフライト・シミュレーターを利用した教育訓練	149

3.2.12	航空管制官に対する教育訓練	151
3.2.12.1	航空管制官のOJT	151
3.2.12.2	訓練監督者に対する教育訓練	152
3.2.12.3	航空管制官の連携に関する教育訓練	152
3.2.12.4	CNF作動時の対応に関する教育訓練	153
3.2.12.5	航空管制官に対するTCAS関係の教育訓練	153
3.2.13	負傷に至る経緯	154
3.2.13.1	乗客の負傷及びシートベルトの着用状況	154
3.2.13.2	CAの負傷及び機内サービスの実施状況	155
3.2.14	救急活動	156
3.2.14.1	客室内における救急活動	156
3.2.14.2	地上における救急活動	157
3.2.15	ギャレーカートによる客室の破損と安全対策	158
3.2.15.1	客室の破損	158
3.2.15.2	ギャレーカートの浮揚、転倒	158
3.2.15.3	天井裏のギャレーカート	158
3.2.15.4	ギャレーカートの安全対策	159
4	原因	160
5	参考事項	163
5.1	本事故の調査の経過報告及び建議に対し国土交通省航空局が講じた措置	163
5.1.1	管制機関と航空機との間の意思疎通の改善	163
5.1.2	管制機関と航空機との間の連携向上のための教育訓練の改善	163
5.1.3	TCASのRAが作動した場合の対応に係る実態の調査・分析及び改善	163
5.2	国土交通省航空局による本事故の再発防止のための安全対策	163
5.2.1	訓練・研修体制の充実	164
5.2.2	適性検査等の充実	164
5.2.3	業務環境等の改善	164
5.2.4	パイロット等との交流の充実	164
5.2.5	管制支援システム等の整備	164
5.2.6	空域・航空路の抜本的再編	165
5.2.7	航空機便名の識別の改善	165

[空白]

航空事故調査報告書

所 属 日本航空株式会社
型 式 ボーイング式747-400D型
登録記号 JA8904
(同社所属 ダグラス式DC-10-40型 JA8546との接近)
発生場所 静岡県焼津市付近海上上空
発生日時 平成13年1月31日 15時55分ごろ

平成14年7月8日

航空・鉄道事故調査委員会（航空部会）議決

委 員 長	佐 藤 淳 造 (部会長)
委 員	勝 野 良 平
委 員	加 藤 晋
委 員	松 浦 純 雄
委 員	垣 本 由 紀 子
委 員	山 根 皓 三 郎

1 航空事故調査の経過

1.1 航空事故の概要

日本航空株式会社所属ボーイング式747-400D型、JA8904は、平成13年1月31日（水）、同社の定期907便（東京国際空港 - 那覇空港）として、東京国際空港を離陸し、東京航空交通管制部の上昇指示に従って、高度約37,000ft付近を上昇飛行中、同管制部からの指示により高度35,000ftへ降下を開始した。また、同社所属ダグラス式DC-10-40型、JA8546は、同日、同社の定期958便（釜山国際空港 - 新東京国際空港）として釜山国際空港を離陸し、飛行計画に従って高度37,000ftで愛知県知多半島の河和VORTACを通過し、大島VORTACへ向けて巡航中であった。両機は、同日15時55分ごろ静岡県にある焼津NDBの南約7nm（約13km）の海上上空約35,500ft～35,700ft付近で、異常に接近し、双方が回避操作を行ったが、907便において、回避操作によ

る機体の動揺により、乗客及び客室乗務員が負傷した。

907便には、機長ほか乗務員15名、乗客411名計427名が搭乗しており、乗客7名及び客室乗務員2名が重傷を負い、乗客81名及び客室乗務員10名が軽傷を負った。

907便は、機体が動揺した際、機内の一部が小破したが、火災は発生しなかった。

一方、958便には、機長ほか乗務員12名、乗客237名計250名が搭乗していたが、負傷者はなかった。

958便には、機体の損傷はなかった。

1.2 航空事故調査の概要

1.2.1 調査組織

1.2.1.1 航空事故調査委員会は、平成13年1月31日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか6名の航空事故調査官を指名した。

平成13年7月1日、航空事故調査官2名を追加指名した。

人事異動に伴い、平成13年10月1日、主管調査官を、平成14年1月1日、航空事故調査官を、及び同年4月1日、航空事故調査官を、それぞれ新たに指名した。

1.2.1.2 本事故に関する航空機衝突防止装置の作動状況及び航空管制用レーダー記録の解析のため、独立行政法人 電子航法研究所 電子航法開発部機器研究室の協力を得た。

1.2.2 調査の実施時期

平成13年1月31日～8月7日 実機調査

平成13年2月1日～平成14年6月6日

口述聴取（907便及び958便の乗務員）

平成13年2月2日～平成14年2月4日 口述聴取（航空管制官）

平成13年2月8日～6月11日 口述聴取（乗客）

平成13年2月1日～6月15日 負傷者に関する調査

平成13年2月1日～8月31日 飛行記録装置の記録データに関する解析

平成13年2月1日～9月20日 航空機衝突防止装置の記録及び航空管制レーダー記録に関する調査及び解析

平成13年2月19日 無線通信機器の台上性能試験

平成13年3月6日～平成14年2月5日

フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験

平成13年4月17日～5月9日 実機による航空機衝突防止装置の機能試験

1.2.3 経過報告及び建議

平成13年6月22日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通大臣に対して経過報告を行うとともに、当面改善すべき事項について建議し、公表した。

(建議については、別添6参照)

1.2.4 意見聴取会

平成13年12月14日「事実調査に関する報告書の案」を公表し、平成14年1月17日、意見聴取会を開催して、公述人9名から意見を聴取した。

- (1) 開催日時 平成14年1月17日 10時から16時15分
- (2) 開催場所 東京都千代田区霞が関2丁目1番3号 中央合同庁舎第3号館
国土交通省共用大会議室
- (3) 主宰者 航空・鉄道事故調査委員会事務局長 茅野泰幸
- (4) 公述人 (公述順に記載)

当委員会から公述を委嘱した参考人

黒田 勲	日本ヒューマンファクター研究所所長
水町 守志	芝浦工業大学教授
鈴木 英明	(社)日本航空機操縦士協会専務理事
中野 秀夫	(財)航空交通管制協会専務理事

公述の申し出があった公述人

河野龍太郎	東京電力(株)原子力研究所 ヒューマンファクターグループ主管研究員
小林 宏之	日本航空(株)運航安全推進部長 747-400機長
大野 則行	航空安全推進連絡会議議長
林田 幹男	日本乗員組合連絡会議議長
武田 修	全運輸労働組合中央執行委員

- (5) 概要及び委員会側出席者 「航空事故に関する意見聴取会の記録」
(平成14年1月)に記載

1.2.5 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

2.1.1 飛行記録装置の記録、管制交信記録等による飛行の経過

平成13年1月31日、日本航空株式会社（以下「日本航空(株)」という。）所属ボーイング式747-400D型JA8904（以下「A機」という。）は、同社の定期907便として、東京国際空港を15時36分（日本標準時。以下同じ。）に離陸し、飛行計画に従って、那覇空港へ向け、計器飛行方式（航空管制の指示に常時従って行う飛行の方式）により飛行していた。

A機の操縦室には、左前席に機長、右前席に副操縦士昇格訓練中の訓練生、オブザーバー席には左側に副操縦士、同右側に副操縦士昇格訓練中の訓練生の計4名が搭乗していた。

国土交通省東京空港事務所に通報された飛行計画は、次のとおりであった。

飛行方式：計器飛行方式、出発地：東京国際空港、移動開始予定時刻：15時25分、巡航速度：497kt、巡航高度：FL390（標準大気における高度39,000ft）、経路：KZE URAGA OCEAN YZ CELLO SAKAK W28 TAPOP G581 ONC NHC、目的地：那覇空港、所要時間：2時間22分、持久時間で表された燃料搭載量：3時間52分、搭乗者数：415名

事故発生地点付近における飛行経過は、飛行記録装置（以下「DFDR」という。）の記録、管制交信記録、航空管制用レーダー記録、ACMS及びAIDSに記録された航空機衝突防止装置（以下「TCAS」という。）の記録等によれば、概略次のとおりであった。

当時、東京航空交通管制部（以下「東京ACC」という。）の関東南Cセクターの管制卓には、レーダー対空席に訓練中の航空管制官と訓練監督者、レーダー調整席に航空管制官の計3名の航空管制官が配置されていた。

15時41分16秒、東京ACCに対してA機は、11,000ftを通過してFL390へ向かう旨を通報し、東京ACCの訓練中の航空管制官は、これを了承した。

同42分12秒、及び同44分33秒、訓練中の航空管制官はA機に対し、焼津NDBに向けて針路をとるための指示を与え、A機は、これに従う旨応答した。

同45分25秒、訓練中の航空管制官はA機に対し、通報があるまでFL350を維持するよう指示した。A機はこれを復唱した。なお、このころFL390において伊豆大島近傍から和歌山県串本に向け、アメリカン航空157便（以下「C機」

という。)が飛行していた。

同46分38秒、FL216付近を上昇中であったA機は、訓練中の航空管制官からFL390へ上昇するよう指示を受け、同46分41秒、A機は、FL390まで上昇する旨、東京ACCに応答した。

同46分51秒、隣接セクターが、日本航空(株)所属ダグラス式DC-10-40型JA8546(同社の定期958便。以下「B機」という。)の管制移管のための操作を行った結果、関東南Cセクターのレーダー表示画面上の同機のデータブロックに「HND」の文字が表示され、点滅を開始した。

同47分02秒、訓練中の航空管制官はC機に対し、他機がいるためFL350まで降下するように指示したが、C機からの応答はなかった。

同47分14秒、日本航空952便(以下「D機」という。)は新東京国際空港近傍のフィクスへの直行許可を東京ACCに求め、訓練中の航空管制官は要求を保留する旨応答した。

同47分47秒、関東南Cセクターの管制卓では、B機の業務移管を受けるためのコンピューター操作が行われた。

同47分56秒、訓練中の航空管制官は再びC機を呼び出したが、C機からの応答はなかった。

同48分08秒、訓練中の航空管制官はD機に対して、新東京国際空港ターミナル管制所との交信を指示し、D機は同48分12秒これを了解した。

同48分14秒、A機の西方向において、FL370で新東京国際空港へ向け、計器飛行方式により飛行中のB機から東京ACCに対し、FL370である旨の通報があり、同48分18秒、訓練中の航空管制官は、これを了解した。

訓練中の航空管制官は、引き続き他の航空機との交信を行った。

なお、B機の操縦室には、右前席に機長、左前席に機長昇格訓練中の副操縦士、及び航空機関士の計3名が搭乗していた。

同48分22秒、それまでC機と交信していた関東南Bセクターの航空管制官が、C機に対し関東南Cセクターへの周波数変更を指示した。

同48分37秒、C機からFL390である旨、関東南Cセクターに通報があった。そのため、訓練中の航空管制官は、再びC機に対し、関連航空機がいるためFL350まで降下するように指示した。C機は、これを復唱するとともに、FL390を離脱する旨応答した。

同43分00秒～52分00秒の9分間に、訓練中の航空管制官は、訓練監督者の指導のもとに最大14機の航空機を管制しており、計37回の送信を行っていた。そのうち18回の送信には管制指示が含まれていた。この間における15秒以上の交信の空白は3回で、1分当たりの送信回数は4～5回であった。同52分

00秒から、事故に関連する一連の交信が開始された同54分22秒にかけては、3機に対して計4回の送信を行っており、そのうち出された指示は1回であった。

同53分50秒、それまで機首方位270°で上昇を続けていたA機は、このころから左旋回を開始し、程なく25°程度のロール角を維持しながら上昇を続けた。

同54分00秒には、B機は、事故発生地点の西方向において、FL370、機首方位095°、対地速度568ktで飛行中であった。また、そのころ、B機のTCAS情報を表示する計器（以下「TCAS情報表示器」という。）に表示されたA機のシンボルマークの横には、A機が上昇中であることを示す上向きの矢印が表示されていた。

同54分15秒、東京ACCの関東南Cセクターのレーダー表示画面に異常接近警報（コンフリクト・アラート、以下「CNF」という。）が作動した。その時のレーダー表示画面には、A機のFLは367、B機のFLは370と表示されていた。

同54分18秒、B機のTCASにおいて、接近する航空機があることを示すトラフィック・アドバイザリー（以下「TA」という。）が作動した。

同54分19秒、A機のTCASにおいてTAが作動した。A機は、FL369で左旋回を続けながら上昇中であり、レーダー表示画面にもFLは369と表示されていた。

なお、TAが作動すると、TCAS情報表示器上に対象機が黄色で表示されるとともに、「TRAFFIC, TRAFFIC」の音声はTCASにより操縦室内に向けて発せられる。

同54分26秒～29秒の間に、それまでエンゲージされていたB機のオート・スロットルがオフとなった。

同54分27秒～32秒の間、訓練中の航空管制官は、A機に対して、FL350まで降下すること、及び関連航空機があるので降下を開始することを指示した。

同54分32秒、それまでエンゲージされていたA機のオート・パイロットがオフとなった。

同54分33秒、A機の燃料流量が減少し始めた。

同54分33秒～38秒の間、FL371付近を上昇中であったA機は、訓練中の航空管制官からのFL350までの降下指示に従い、FL350まで降下すること及び関連航空機を視認している旨を応答した。なお、管制交信記録によれば、同54分35秒～38秒の間、A機からの送信の中に「CLIMB, CLIMB, CLIMB」の音声は記録されていた。

同54分34秒、A機のピッチ角が減少し始めた。

同 5 4 分 3 4 秒、B 機の T C A S は、回避を指示するレゾリューション・アドバイザー（以下「R A」という。）が作動し、- 1,5 0 0 ft/minの降下を指示した。同 5 4 分 3 5 秒に A 機も R A が作動し、1,5 0 0 ft/minの上昇を指示した。

このころ、A 機は、旋回しながら F L 3 7 1 付近を上昇中であり、B 機は、機首方位 0 9 5° で F L 3 7 0 を巡航中であつた。

なお、T A が R A に変わると、T C A S 情報表示器上の対象機の表示が、黄色から赤色に変わるとともに、上昇の回避指示の場合は、計器上に上昇率の指示が表示され、かつ「CLIMB, CLIMB, CLIMB」の音声は T C A S により操縦室内に向けて発せられる。降下の回避指示の場合は、計器に降下率の指示が表示され、かつ、「DESCEND, DESCEND, DESCEND」の音声は T C A S により操縦室内に向けて発せられる。

同 5 4 分 3 7 秒、減少していた A 機のピッチ角が、一瞬わずかに増加したが、その後減少を続けた。

同 5 4 分 3 8 秒、A 機のオート・スロットルがオフとなった。

同 5 4 分 3 8 秒 ~ 4 1 秒の間、訓練中の航空管制官は、B 機に対し、間隔設定のため 1 3 0° の方向へ針路変更するよう指示した。これに対する B 機からの応答はなかった。

同 5 4 分 3 9 秒 ~ 4 3 秒の間、A 機のエンジンの燃料流量が、一時的に上昇したが、その後減少を続けた。

同 5 4 分 3 9 秒、それまでエンゲージされていた B 機のオート・パイロットがオフとなった。

同 5 4 分 4 0 秒、A 機は、左旋回を続けながら上昇の頂点（F L 3 7 2）に達し、その後、高度が低下し始めた。

同 5 4 分 4 3 秒、B 機の高度が低下し始めた。

同 5 4 分 4 6 秒、A 機のロール角が、一時的に左 3 0° を超えるまで増加、この後、浅くなり始めた。このころ A 機は、既にロールアウトを開始しており、機首方位が徐々に 2 0 7° の方向に向き始めた。

同 5 4 分 4 9 秒、B 機の R A はインクリース（- 2,5 0 0 ft/minの降下指示）となった。この時、B 機は F L 3 6 9 を降下中であり、A 機は F L 3 7 0 を降下中であつた。このころ、A 機の R A は、1,5 0 0 ft/minの上昇を指示していた。

なお、R A がインクリースになると、降下の回避指示の場合は、T C A S 情報表示器に降下率の増加が指示されるとともに「INCREASE DESCENT, INCREASE DESCENT」の音声は T C A S により操縦室内に向けて発せられる。

同 5 4 分 4 9 秒 ~ 5 2 秒の間、訓練中の航空管制官は、B 機に対して、間隔設定

のため140°の方向へ針路変更するよう指示した。これに対し、B機からの応答はなかった。このころ、B機はFL369付近を降下中であり、A機はFL370～369を降下中であった。

同54分51秒～55分12秒の間、A機とB機のフライトレベルは、次のとおり変化している。（注：下記の高度データは、誤差を含むものである。同55分11秒ごろの最接近時の高度差については、3.2.6項を参照）

時刻（15時）	A機のFL	B機のFL
54分51秒	369	369
52秒	369	369
53秒	368	368
54秒	368	368
55秒	367	368
56秒	367	367
57秒	366	367
58秒	366	366
59秒	366	366
55分00秒	365	365
01秒	365	365
02秒	365	364
03秒	364	363
04秒	363	363
05秒	363	362
06秒	362	361
07秒	362	360
08秒	360	359
09秒	358	358
10秒	357	358
11秒	355	357
12秒	354	357

同54分54秒、A機のTCAS情報表示器上に、B機が降下中であることが表示された。この表示は、B機のシンボルの脇に下向きの矢印で表示される。

同54分55秒～57秒の間、東京ACCでは訓練中の航空管制官から訓練監督者に交代し、訓練監督者は日本航空957便に対して、降下を開始するよう指示し

たが、付近に該当する航空機はなかった。

同55分02秒～05秒の間、訓練監督者は、A機に対してFL390まで上昇するよう指示した。これに対するA機からの応答はなかった。このころA機のRAは、1,500ft/minの上昇を指示しており、B機のRAは、-2,500ft/minの降下を指示していた。

同55分05秒、A機の降下のピッチ角が更に大きくなり始めた。B機は、FL362付近を降下中であつたが、同機の操縦桿の角度が機首下げ側から機首上げ側に変化した。なお、B機のRAは、-2,500ft/minの降下を指示していた。

同55分06秒、A機がFL362まで降下していた時、A機のRAはインクリース(2,500ft/minの上昇指示)となった。A機のCASは、284ktで、降下中においてほぼこの付近で安定していたが、このころから増加し始めた。

なお、RAがインクリースになると、上昇の回避指示の場合は、TCAS情報表示器に上昇率の増加が指示されるとともに、「INCREASE CLIMB, INCREASE CLIMB」の音声はTCASにより操縦室内に向けて発せられる。

同55分07秒、A機のピッチ角がこの降下中、機首下げ側で最大-10.8°となった。同機のピッチ角は、この後、徐々に機首上げの方向に戻された。

同55分08秒ごろ、A機の燃料流量は、アイドル付近の値に低下していた。このころA機は、FL360付近を降下中であつた。

同55分09秒、B機のTCAS記録ではインクリースRAがTAとなった。これは、A機の情報を受信できない状態が連続したためであり、その結果、同時刻にTCAS装置からデータが削除されるトラック・ドロップとなり、B機のTCAS情報表示器上からA機のシンボル表示は消え、TAは表示されなかった。

同55分10秒、B機のTCASにおいて、A機の情報再受信され、A機のシンボルは再表示されたが、受信直後であつたため、回避指示は出なかった。

同55分11秒ごろ、A機とB機が最接近した。

同55分13秒、A機は、FL353付近を降下中において、CASが本降下中最大の299ktに達した。この時、A機の燃料流量は、アイドル付近の値となっており、ピッチ角は-5.5°まで戻されていた。

この時B機は、FL356付近を降下中であつた。

同55分15秒、2,500ft/minでの上昇を指示し続けていたA機のRAがTAとなり、CLR CFTとなった。

同55分18秒、A機は、FL348付近まで降下していたが、このころから、A機のピッチ角が正の値となり始めた。

同55分20秒、A機は、FL348付近となり、同55分21秒から上昇に移り始めた。

同55分21秒～27秒の間、東京ACCに対し、RAが作動したこと、現在降下していること、及び再び上昇するとの通報があった。この通報は、便名は含んでいなかったが、調査の結果、B機からのものであった。この間、B機は、FL353付近まで降下していたが、同55分26秒ごろには上昇し始めていた。

同55分29秒、東京ACCの訓練監督者は、「日本航空90・・・8便、了解」と応答した。付近には該当する航空機はなかった。

同55分32秒～34秒の間、A機は、東京ACCに対し、関連航空機は解消した旨通報し、同55分36秒～37秒の間、訓練監督者は、これを了解した旨、A機に応答した。

A機が降下中の同55分00秒ごろから、再び上昇し始めた同55分21秒ごろまでの間に、顕著な垂直加速度の変化があり、同55分06秒には-0.55G、同17秒には+1.59Gが発生した。なお、垂直加速度は、機体の重心位置付近の値を示す。

A機は、オート・パイロット及びオート・スロットルを再エンゲージした。さらに、東京ACCに対し、「DC-10型機とのニアミス」があった旨を通報し、その後、負傷者が発生しているため東京国際空港へ引き返すことを要求し、了承された。

A機は、16時44分、同空港に着陸した。

なお、B機は、A機を回避後、オート・パイロット及びオート・スロットルを再エンゲージして飛行を続け、16時32分、新東京国際空港に着陸した。

(付図1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、別添1及び2参照)

2.1.2 飛行の経過に関する運航乗務員の口述

2.1.2.1 A機の機長

A機の飛行の経過は、機長によれば、概略次のとおりであった。

東京国際空港を滑走路34Rから15時35分に離陸した。エンジン、機体とも異常はなかった。高度約5,000ft、250ktに加速した時点で、オート・パイロットを入れた。MIURAポイントの手前でヘディングを右に振るよう指示があり「DIRECT Y A I Z U」のクリアランスがきた。

Y A I Z Uポイントに向けFL390へ上昇中、11時の方向に飛行機雲を引いて飛行しているトラフィックを確認した。私達の位置からの距離は40nm程度で高い高度だった。そのトラフィックについて、どの程度の距離になったらND(航法指示計器)上に表示されるかについて、訓練生と話し合った。トラフィックが、25nmの位置になった時に、ND上にTCASによる表示が現れた。TCAS表示高度は、FL370だった。クルー間で

「あのトラフィック気になるね」という話はした。

焼津付近でコース207°へ乗るように左旋回を開始した。旋回終了後、FL370に近づきつつあったころ、東京ACCから「DESCEND FL350」の指示があり、これはトラフィックとの距離を保つためのものだと理解したが、まだ差し迫った状況ではなく、我々にトラフィックの下を行かせるのだなと思った。多くのトラフィックを総合的にコントロールしている管制の指示に従い降下した。

上昇中の降下指示だったのでオート・パイロット、オート・スロットルをオフとし、パワーをアイドルにして降下を開始した。実際には慣性によりFL371あたりまで上昇した。

機体が降下し始めたころ、TCASのTAである「TRAFFIC, TRAFFIC」が発せられた。

その直後、TCASのRAである「CLIMB, CLIMB, CLIMB」が発せられた。

その時、相手機はほぼ同高度で右前方に近づいていたが、既に降下の操作をしており、衝突を回避するには、この高度では、TCASの指示に従うよりは降下を続ける方が最良と判断しFL350への降下を続けた。また、不十分なスラストのままピッチアップすると、ストールしてしまう危険性があり、更に危険な状況となってしまうとの考えもあった。

相手機は、FL370をほぼ水平飛行しているように見えた。

相手機との相対位置が変化しなかったため、このままだと衝突すると思い、更なるピッチダウン操作を行った結果、その後相手機は目線の高さを右から左に通過していくように見えた。

機長報告書には、相手機との最接近距離は、垂直距離10m程度と表現したが、DC-10の下をかいくぐるように操作しているなかで、DC-10が前方の窓いっぱいに見え、衝突を回避できた。その時の高度は、FL368～FL368.5であったと書いた記憶がある。

FL350でレベルオフ操作を行い、ピッチ、スラストレバーを安定させた後、オート・パイロットをエンゲージした。レベルオフ後、東京ACCに対して異常接近の報告を行った。

CP（前任客室乗務員）からインターホンで連絡を受け、乗客及びCA（客室乗務員）の数名が負傷しているとのことだった。羽田への引き返しを決心し、クリアランスをもらい、16時44分羽田空港に着陸した。

（注）同機長からは、2.1.2.3項(注)にある、本事故調査の最終段階における副操縦士の「キャプテンD(C)10降りてます」との助言については、「認識できなかった」との口述があった。

2.1.2.2 A機の副操縦士昇格訓練中の訓練生

A機の飛行の経過は、右前席に着座していた副操縦士昇格訓練中の訓練生によれば、概略次のとおりであった。

東京国際空港を15時35分、滑走路34Rから離陸した。離陸後、東京ディパーチャーにコンタクトしたら、すぐに「VECTOR TO MIURA」、高度はFL390まで上昇の指示であった。

その後再び「VECTOR TO YAIZU」、そして「DIRECT YAIZU」と指示があった。

天候は非常に良好であり、視程、気流ともすべて問題はなかった。

はるか彼方の10時～11時の方向に、結果的にはそれがB機のものだったのだが、飛行機雲が見えた。トラフィックがあるということで、クルーで共通の認識を持った。

その後、ND上にトラフィックの表示が出た。30～40nmの距離で高度はFL370を示していた。

焼津NDB上空付近で左旋回をし、南に向いたときには、かなりトラフィックが近いことを認識していた。

上昇中、FL365～370くらいの時に、ATCから「JAL907 DESCEND AND MAINTAIN FL350」といわれた。我々は既に目視しているトラフィックによるものと判断し、キャプテンは、オート・パイロット、オート・スロットルを外し、マニュアルで降下を開始した。結果的に、慣性の影響でFL372くらいまで上昇し、その後下がり始めた。

その降下の操作中にTCASが作動し、TA「TRAFFIC, TRAFFIC」が発せられた。

その後RA「CLIMB, CLIMB, CLIMB」が発せられたが、キャプテンは、ATCから言われたこともあって、「このまま降下するから」と降下を続けた。ピッチダウンのみで、バンクはとっていない。(注)

結果的に目の前か、目の前から若干上をB機が通過するような感じで、このまま行くと衝突すると思った。キャプテンは更にピッチダウンし、その時、体が浮き上がる感じがした。

その後、ATCから「CLIMB AND MAINTAIN FL390」という指示がきた。それに従って上昇を開始し、上昇中、機体が安定した状態でオート・パイロットを入れた。

ジャンプシートに座っていたFO(副操縦士)が、機体の損傷、客室の状況を確認し、けが人がいるということなので羽田に戻る決心をした。

戻る途中、後席の2名はカンパニーとの連絡及び客室の状況の確認を行った。

16時44分に東京国際空港の滑走路34Lに着陸した。

(注) 同訓練生からは、本事故調査の最終段階において、「副操縦士は外部視認により、『キャプテン、向こうも降りています』と言った」との意見の提出があった。

2.1.2.3 A機の副操縦士

A機の飛行の経過は、左後席に着座していた副操縦士によれば、概略次のとおりであった。

管制からの「DESCEND FL350」という指示はスマートではないが、あり得る指示と思った。相手機を視認していたのでそれを避けるためであると思った。時間間隔は定かではないが、TAの後に、RAの「CLIMB, CLIMB, CLIMB」が発せられた。しかしながら、この時点で「DESCEND FL350」に従って降下のための操作がされており、スラストレバー・クローズ、かつピッチも既に降下のための姿勢をとっていたため、機長は「もう降りているので、降ります」と言いながら、更に降下する操作を続けた。この時点でTCASのRA指示に従うように、再度マックスパワーをアプライし、ピッチアップをRAのコマンドに従ってするということは、高々度の37,000ft近辺であったと思うが、非常に危険であった。

この数十秒間、後席に着座していた私には、計器は見えなかった。右前方1時か2時くらいの方向に相手機を視認し続けていたため、TCASのオーラル・アナウンスーションを耳で聞きながら目で相手機を捉えていた。この間の機長の操作は、何の違和感もなく、私にとっては、すべてにタイムリーな処置がされていたと思う。(注)

TCASのインクリースRAは聞いていない。ATCは何か言っていたようだが、それどころではなかった。また、最接近時の距離は相手機の胴体から10メートルぐらいと感じた。

その後、けが人がいるとのことで、機長の許可を得て客室内を一周し、対応処置を行った。

(注) 同副操縦士からは、本事故調査の最終段階において、同副操縦士は「RA発生の前後に、すでに航空管制官からの指示により降下をしていた時、『キャプテンD(C)10降りてます』という趣旨の言葉で伝えた」との意見の提出があった。

2.1.2.4 B機の右席の機長

B機の飛行の経過は、機長によれば、概略次のとおりであった。

当日は、成田、釜山そして成田の日帰りパターンだった。

副操縦士の機長昇格のためのOJT中で、彼が往復とも左席でPF（操縦中の操縦士）をしていた。PIC（機長）は私です。それまで、管制機関に対する周波数の変更は、通常どおりに行われてきた。

XMC（河和VORTAC）を出て、XMCとXAC（大島VORTAC）の中間より手前くらいで、PFが「10～11時の方向にトラフィックがいます。」ということで、飛行機雲を引いていたので確認できた。TCAS画面上でも10nmアークの外側の約12～13nmくらいの位置に表示されていた。

相手機が、YAIZUの上空で旋回しているのを見たとき、距離は約10nm、FL370でTCASのRA「TRAFFIC, TRAFFIC」が出てきた。相手機の高度もFL370を表示していた。PFはRAに備え、オート・スロットルを解除した。

ほどなく、TCASのRA「DESCEND, DESCEND, DESCEND」が作動してPFがオート・パイロットをオフとし、パワーをアイドルにしノーズを徐々に下げた。この時の降下率は1,000ft/min弱だったので「もっと、さげて下さい。」とアドバイスしながら、私が操縦桿を手で押した形になった。

ほどなく、「INCREASE DESCENT, INCREASE DESCENT」のTCASが出た。私は、これは早く降りなければいけないと思い、「スピード・ブレーキを引きます。」と言ってスピード・ブレーキをフルまで引いた。PFはノーズを更に下げた。シートベルトサインをオンにした。その時に外を見ると相手機が同じ見え方で、左前方から近づいてくるのが見えた。最終的にはどんどん近づいて来るという形だった。降下の仕方も我々と同じように見え、胴体上面が目視でき、降下率を増そうとしていると判断できたので、これは非常に危険だと感じた。PFも同じような感じだとは思ったが、会話などしている暇はなく、ほぼ同時に二人で操縦桿を引き上げた。

パワーはPFがパワーアップした。ここからは、外を見ながらの回避だった。スピード・ブレーキをフルに引いたままだったので、バフェットが発生した。バフェットを感じながらも操縦桿を引いたままにして、緩めないでいたところ、瞬間的に大きな機体が下を抜けていった。

交差した時は前というよりも横の方という感じだった。10時半より10時寄りかなという感じだった。ノーズ・ダウンしているなというのは分かった。相手機の背中が見えたからだ。高度は一緒について来る感じで、かなり

ノーズ・ダウンしているなという印象だった。それを見たので、これは引くしかないという判断をした。

私の記憶では管制機関からは何の指示もなかった。

T C A Sのウォーニングが「INCREASE DESCENT, INCREASE DESCENT」と頭の上から言われるように聞こえ、管制機関からは何もなかった。私自身は何も聞いていない。その後、F L 3 7 0に戻りながら、管制機関に「T C A Sが発生して降下した。現在上昇中で、F L 3 7 0に向け35,500ft通過中。」と通報したが、これがすれ違った後、管制機関に最初に発したものである。管制機関からは確か「ラジャー」だけだった。

F L 3 7 0に達し、907便が管制機関に対し行った「ニアミスがありました・・・」との内容の日本語による通報を聞き、あれは907便だったのだなと認識した。

その後、無事に成田に着陸した。

2.1.2.5 B機の左席で機長昇格訓練中の副操縦士

B機の飛行の経過は、左席で操縦していた機長昇格訓練中の副操縦士によれば、概略次のとおりであった。

釜山国際空港を出発し、F L 3 7 0で新東京国際空港に向け飛行を続した。2回高度をおさえられたため、F L 3 7 0に達したのはJ E C (美保V O R T A C)の手前だったと思う。

その後、X M Cの前後で124.55MHzだったと思うが、無線機の周波数を東京A C Cにチェンジし、通信設定は終了した。

X M CからX A Cに向けて飛行中、R Aが作動の前後だが、かなり小さな声で、「907」か「957」かどちらかはっきりしないが、「降下して下さい。」というのを聞いた。

その後だと思うのだが、T C A S表示器上12～13nmにF L 3 7 0の上昇降下の矢印なしのトラフィックを確認した。同時に目視でも10～11時の方向にトラフィックを確認した。なぜ同高度にトラフィックがいるのかと疑問に思った。

そうこうするうちに、T C A SのT A「TRAFFIC, TRAFFIC」が発生した。R Aに備えてオート・スロットルをオフとした。

その後、R A「DESCEND, DESCEND, DESCEND」が作動した。私は、オート・パイロットをオフとして、スロットルを絞り、降下態勢にしたが、降下率が少なくてキャプテンから指摘を受けた。降下中も、トラフィックは、斜め上方10～11時の方向にチラチラと見えていた。

その後、R A「INCREASE DESCENT, INCREASE DESCENT」が作動した。キャプテンは、スピード・ブレーキをフルにし、ベルト着用サインをオンにした。

計器を見る余裕がなく、同じ方向から、相手機がどんどんこちらに突進してくる感じで、T C A Sに従って降下しているのに何故という疑問をもった。その後更に相手機が大きくなって、ちょうど自機の左翼の突端か、少し中にはいった所あたりで、機首を下げているのが見受けられた。あの時点であの姿勢では、相手機は、機首を 10° ～ 15° 前後下げていたので、相手機も同高度で降下していると思い、とっさにパワーを入れホイールを引いた。相手機のテールの部分が引かかるのではと思うほど近かった。相手機の機影が見えなくなってしばらくして、抜けたと思った。

その後、しばらくしてキャプテンが東京A C Cに対して、T C A Sによるディセントをしたこと、今から元の高度に戻ることを通報していた。それに対する答えは、「ラジャー」のみで、男性の声だったように記憶している。

C Pがコックピットに入ってきて、キャビンには異常がないとの報告を受けた。

その後、予定どおり新東京国際空港に着陸した。

2.1.3 航空管制官の口述

2.1.3.1 訓練中の航空管制官

関東南Cセクターのレーダー対空席でA機及びB機を航空交通管制していた訓練中の航空管制官の口述は、概略次のとおりであった。

12時30分に出勤し、同35分から約1時間、事故当時指導を受けていた航空管制官からシミュレーターを用いた関東南Cセクターの訓練を受けた。

14時30分に、当直チーム交代のため管制室に入り、同40分から関東南Cセクターのレーダー対空席に着席し、実地訓練を受けていた。私の現在の技量は、山登りに例えると4合目付近だと思う。実地訓練を受けていた当時の交通量は、なんとか処理できる程度のものだった。

新東京国際空港に到着する航空機があったので、A機に対して、磁針路 240° で飛行させた後、Y A I Z Uに直行する指示を出した。さらに、A機にはF L 3 5 0を暫定維持高度として指定した。これは、太平洋上で交差する可能性のあるC機がF L 3 9 0で飛行していたためである。

その後、C機が指示に従ってF L 3 9 0からF L 3 5 0に降下を始めたので、A機に対して希望高度であるF L 3 9 0に上昇する指示を出した。

B機については、隣接セクターからの業務継承及び通信設定をいつ行ったか覚えていない。

CNFが作動し、A機とB機のデータブロックに「CNF」の文字が点滅表示されて、はじめて、B機の存在に気付いた。私はB機を降下させることが、適切だと判断してFL350に降下する指示を出したが、A機に指示を出した意識はなかった。

今までにもCNFが作動した経験はあるが、今回はB機の存在を意識していなかったため、びっくりしてしまった。

B機が降下を開始しないので、同機に対して磁針路130°を指示した。

その後、同機からの応答がないので磁針路140°を指示した。

その直後に管制卓における交信は訓練監督者と交代した。

2.1.3.2 訓練監督者

関東南Cセクターのレーダー対空席でA機及びB機を航空交通管制していた訓練中の航空管制官を監督していた訓練監督者の口述は、概略次のとおりであった。

12時30分に出勤し、35分から約1時間にわたり当該訓練生に対し、シミュレーターを用いて関東南Cセクターの訓練を行った。以前に実施したことのある訓練問題であったので、そつなく処理できたと思う。15時15分、レーダー対空席で指導監督していた航空管制官と交代して当該訓練生の指導監督を引き継いだ。

A機と太平洋上で交差する可能性のあるC機が、FL390で飛行していた。私は訓練生に対して、A機にFL350を暫定維持高度として指定するように指導した。

隣接セクターと調整が行われた結果、訓練生はA機に希望高度であるFL390に上昇する指示を出した。航空交通の流れが整えられたので、A機とC機が交差する位置や両機に出した指示、それ以外の両機に対する措置の仕方を説明した。その他の航空機についても、それまでの交通状況、訓練生が行った一連の指示及び他の措置の方法について説明をしていた。

その説明が終わるころに、A機とB機のデータブロックに「CNF」の文字が点滅表示された。B機の存在を失念していたので、あわててしまった。この時点では、B機を降下させることが最も良い判断だと思っていたので、訓練生がA機を降下させたにも拘わらず、B機に対する指示が出されたと思い込んでしまった。訓練生が降下指示を発出し、それがA機であることは後で分かったことだが、A機が復唱している時に、バックに何か警報のような音

が聞こえてきた。

B機の高度が変わらないので、訓練生は、磁針路130°への変針を指示したが、これは訓練生の判断だった。高度間隔を設定するための措置が先決だとは思ったが、あえて修正する必要はないと思った。

B機の高度もコースも変わらないので、訓練生が再度、磁針路140°への変針を指示した後、私が交信を替わった。

2.1.3.3 レーダー調整席の航空管制官

関東南Cセクターのレーダー調整席の航空管制官の口述は、概略次のとおりであった。

15時15分ごろから、レーダー調整席に着いた。私は、A機が磁針路240°からY A I Z Uに直行指示を受けたころ、当該機の高度は確認している。高度は覚えていないが、その時の高度は、Y A I Z Uに達するまでに承認高度のF L 3 9 0まで到達可能な高度になっていたと思った。

B機の存在はレーダー表示画面上で確認しており、両機の位置関係からA機には、その時点でS A K A Kに直行指示を出してもよいと思ったが、C機があり、その関係でY A I Z U経由で飛行させているものと思った。

その後、A機は、C機との関連でF L 3 5 0が暫定維持高度として指定されたが、関東南BセクターからF L 3 9 0へ上昇させてよい旨の調整があり、私がそれをレーダー対空席に伝えた。

A機とB機のデータブロックに「C N F」が表示されたときに、自分もそのことに気が付いた。両機の関係からはB機を降下させるのが普通だが、A機を降下させても高度間隔は設定できると思った。最接近直前のA機の高度は確認できなかったが、B機のデータブロック上の表示はF L 3 6 9であった。

両機がすれ違った後の16時00分ごろ、レーダー対空席に着席していた訓練監督者に交代を勧め、業務引継が完了した後、自分もレーダー調整席の業務を替わってもらった。

2.1.4 事故時の客室内状況

2.1.4.1 A機のC P及びC Aの口述

A機の事故時の客室内の状況は、C P及びC Aの口述によれば、概略次のとおりであった。

離陸して約10分後、シートベルト着用サインが消灯後、機内テレビジョンにニュースの放映を開始した。しかし、その後も気流による通常の揺れがあ

り、ギャレー内で飲み物の準備をしながら、サービス可能な状況になるまで、約5分待っていた。サービスが開始されて約5分後に、上昇中のはずなのに「フワー」と沈むような嫌な揺れが数回あって、その直後に急降下した。

「急降下」当時の状況は、前方客室、後方客室及び2階客室ごとに要約すると、次のとおりであった。

(1) 前方客室（コンパートメントA～C）

「身体が機体前方に引っ張られるような感じの揺れ」、あるいは「フワフワと2回ほど通常の縦揺れ」の直後に、急降下があり、スローモーションで（約2～3秒）身体が浮き上がった。ギャレーカートは、握ったり押さえたりしたが、身体と一緒に浮き上がり、落下した。

その揺れは、CAが天井で背中や頭を打ち、ギャレーカートが落下時に横転するほどであったが、5台中2台のギャレーカートは、元の位置に立っていた。

(2) 後方客室（コンパートメントD～E）

「ゆっくりした上下の揺れが2～3回あり、おかしいと感じた」、あるいは「足が床から離れない程度の揺れがあり、タービュランスと思った」その瞬間に、機体が急降下した。その時、ほとんどのCAは、とっさに何かにしごみつこうとしたものの、ギャレーカートを押さえるのが精一杯の状態に浮揚し、身体が天井パネルに、それを突き破るほどの衝撃で当たって急激に床にたたき落とされた。この状況は、「気が付いたら真っ暗な天井裏で横転していた」、また、「自分の側にいた別のCAと一緒に浮いていた」といったような、一瞬の出来事であった。

1台のギャレーカートは、天井裏に跳ね上げられ、横転していた。その他のギャレーカートは、通路に落下、あるいは横転し、中には損傷したものもあった。

(3) 2階客室（アップパー・デッキ）

「2回、スーと沈んだ」直後、ギャレーカートが浮き上がってきたので必死で押さえつけたが、足が離れ、乗客の頭の高さくらいまで浮いた。

その後、ギャレーカートと一緒に元の位置に立っていた。

2.1.4.2 A機の乗客の口述

事故時の客室内状況について、面接、電話又は書面等によりA機の乗客から得た口述によれば、概略次のとおりであった。

急な降下をしたのは、「シートベルト着用サインが消灯した直後からCAに

よる飲み物のサービスが開始されて、約5分経過したころ」、「右側窓から富士山が見え、リラックスし始めたころ」あるいは「最初に2回ほどグラグラと横揺れを感じた直後」であった。

急な降下当時の状況について、前方客室、後方客室及び2階客室ごとに要約すると次のとおりであった。

(1) 前方客室

「突然、フワーとエアポケットに入った」、「ジェット・コースターに乗ったよう」、「フリーフォールの着地時のような衝撃があった」、「ドンと下がり、コップが浮いた」、あるいは「機首が急にガタンと下りた」など、感じ方は様々であったが、シートベルト非着用の者は浮揚し、天井等に当たり、落下した。

(2) 後方客室

前方客室と同様、「エアポケット」、「フリーフォール」、又は「ジェット・コースターのような感じ」と感じた者が多かったが、「機首が真っ逆さまになる感じ」、あるいは「ゆっくり数えて10程度の垂直降下だった」などの表現もあり、シートベルトを着用していても身体が持ち上がり、非着用者にあってはいきなり天井にぶつかったなどであった。

(3) 2階客室

「ジェット・コースターのような感じ」、「急に前に突っ込むように、機首が下がり、真っ逆さまに降下した」、あるいは「降下、横揺れ、更に軽く降下後に、いきなり落ちた」等であった。

また、客室内の全般的状況としては、「パンフレット、靴、バッグなどが後方に飛んだ」、「客室乗務員が宇宙遊泳のように浮かんでいた」、「飲み物が天井をつたわって降りかかった」、「悲鳴が聞こえた」などと表現されるような状況であった。

乗客が聞いた機内アナウンスには、急な降下の約10分後にあった降下の説明として、「気流の変化」、「管制からの指示」、「他の航空機との回避操作」など様々なものがあった。さらに、ドクターコールの時には「お医者さんか看護婦さんはいませんか」、しばらくして、「けが人が出たので引き返します。到着予定は16時45分ごろです」などの機内アナウンスがあった。

なお、前方客室の男性からは、「左窓から、左後方を少し見上げる感じで、500～600m程度の距離に航空機が見えた」との口述があった。

2.2 人の負傷に関する情報

日本航空(株)、関係機関及び当委員会の調査結果を総合すると、A機における負傷者数は、以下のとおりであった。なお、軽傷者については、本人の口述(電話又は書面)のみによるものも含む。

重傷：	乗客	7名、	CA	2名、	合計	9名
軽傷：	乗客	81名、	CA	10名、	合計	91名
負傷者計：	乗客	88名、	CA	12名、	合計	100名

B機については、負傷者はなかった。

(付図14参照)

2.3 航空機の損壊に関する情報

事故後、A機とB機を調査した結果、両機の機体外部に損傷は認められなかったが、A機の客室の一部が破損していた。

各部の破損状況の詳細は、以下のとおりであった。

(1) 座席

破損の結果、交換した座席を列記する。()内は付図15の位置番号を示す。

座席19G席の右アームレスト部が破損していた。()

座席31H席の左アームレスト部が破損していた。()

座席32H席の左アームレスト部が破損していた。()

座席33G席の右アームレスト部が破損していた。()

座席35H席の左アームレスト部が破損していた。()

座席41G席の右アームレスト部が破損していた。()

座席44C席の右アームレスト部が破損していた。()

座席45C席の右アームレスト部が破損していた。()

座席32BC席のテーブル部が破損していた。()

(2) 天井板

左側通路付近

座席32付近の天井板の一部に打痕があり、曲がっていた。

座席33付近の天井板の一部に亀裂があった。

座席41付近の天井板は亀裂があり、床に落下していた。

座席42付近の天井板の一部に亀裂があった。

座席48付近の天井板の一部に亀裂があった。

座席51付近の天井板の一部に打痕があった。

右側通路付近

座席26付近の天井板の一部に亀裂があった。

座席 3 2 ~ 3 3 付近の天井板の一部に亀裂があった。

座席 4 5 ~ 4 8 付近の天井板の一部に亀裂があった。

(3) 床板

座席 3 4 G と座席 3 4 H 間の右側通路床板に打痕と亀裂があった。

座席 4 6 G と座席 4 6 H 間の右側通路床板に打痕と亀裂があった。

(4) ギャレーカート

乗客サービス用ギャレーカート 5 台が破損していた。そのうちの 1 台が、座席 4 7 E F 付近の天井裏に乗っていた。

(5) ダクト

座席 3 2 ~ 3 4 C 付近の天井裏に配管されていた空調用ダクトに孔があいていた。

座席 3 2 ~ 3 4 H 付近の天井裏に配管されていた空調用ダクトに孔があいていた。

座席 4 5 ~ 4 7 H 付近の天井裏に配管されていた空調用ダクトの一部に亀裂があった。

座席 4 6 ~ 4 8 E F 付近の天井裏に配管されていた空調用ダクトにギャレーカートが乗っており、同ダクトの当該部分がややつぶれていた。

(6) その他

1 階客室は、前方客室の右側通路付近、中央客室の左側通路付近、後方客室の左右通路付近が、飲み物等により汚れていた。

2 階客室は、前方及び後方の通路付近が飲み物等で汚れていた。

前方ギャレー左側のカーテンが飲み物等で汚れていた。

乗客案内用のスピーカーや灯火の一部が破損していた。

(付図 1 5、写真 1、2、3、4、5、6、7 及び 8 参照)

2.4 航空機乗組員、航空管制官等に関する情報

2.4.1 運航乗務員

2.4.1.1 A 機の運航乗務員

(1) 機長 男性 40 歳

定期運送用操縦士技能証明書 (飛行機)

第 4 6 0 2 号

平成 6 年 1 2 月 7 日

限定事項 陸上多発機

昭和 5 7 年 1 月 2 7 日

ボーイング式 7 4 7 - 4 0 0 型

平成 3 年 1 1 月 7 日

第 1 種航空身体検査証明書

第 1 1 7 1 4 1 6 7 号

有効期限

平成 1 3 年 4 月 1 7 日

総飛行時間	7,446時間30分
最近30日間の飛行時間	45時間10分
同型式機による飛行時間	3,758時間25分
最近30日間の飛行時間	45時間10分
同型式機機長発令	平成9年1月27日
ライトシート・アプルーブ機長発令	平成9年11月17日
(2) 副操縦士 男性 28歳	
事業用操縦士技能証明書(飛行機)	第A316357号 平成10年4月9日
限定事項 陸上多発機	平成10年9月16日
ボーイング式747-400型	平成11年12月24日
計器飛行証明	第7978号 平成10年12月25日
第1種航空身体検査証明書	第11721667号
有効期限	平成13年8月1日
総飛行時間	569時間53分
最近30日間の飛行時間	30時間32分
同型式機による飛行時間	288時間55分
最近30日間の飛行時間	30時間32分
同型式機副操縦士発令	平成12年6月19日
(3) 前席右側の訓練生 男性 26歳	
事業用操縦士技能証明書(飛行機)	第A316824号 平成10年12月25日
限定事項 陸上多発機	平成11年8月5日
ボーイング式747-400型	平成12年11月2日
計器飛行証明	第8179号 平成11年11月2日
第1種航空身体検査証明書	第11721425号
有効期限	平成13年5月7日
総飛行時間	303時間21分
最近30日間の飛行時間	11時間46分
同型式機による飛行時間	29時間36分
最近30日間の飛行時間	11時間46分

2.4.1.2 B機の運航乗務員

(1) 機長 男性 45歳

定期運送用操縦士技能証明書（飛行機）	第4392号
	平成6年1月18日
限定事項 陸上多発機	昭和53年1月25日
ダグラス式DC-10型	昭和60年7月22日
第1種航空身体検査証明書	第11722338号
有効期限	平成13年6月19日
総飛行時間	6,584時間18分
最近30日間の飛行時間	41時間44分
同型式機による飛行時間	5,689時間50分
最近30日間の飛行時間	41時間44分
同型式機機長発令	平成8年3月14日
レフトシート・アプルーブ機長発令	平成12年9月25日

(2) 副操縦士 男性 49歳

定期運送用操縦士技能証明書（飛行機）	第A105371号
	平成10年10月26日
限定事項 陸上多発機	平成3年8月21日
ダグラス式DC-10型	平成4年10月30日
第1種航空身体検査証明書	第11714845号
有効期限	平成13年8月15日
総飛行時間	4,333時間20分
最近30日間の飛行時間	39時間56分
同型式機による飛行時間	3,873時間59分
最近30日間の飛行時間	39時間56分
副操縦士発令	平成5年1月1日

(3) 航空機関士 男性 43歳

航空機関士技能証明書（飛行機）	第2292号
	昭和58年4月11日
限定事項 陸上多発機	
ダグラス式DC-10型	昭和58年4月11日
第1種航空身体検査証明書	第11712814号
有効期限	平成13年3月22日
総飛行時間	8,336時間33分
最近30日間の飛行時間	33時間23分
同型式機による飛行時間	8,336時間33分
最近30日間の飛行時間	33時間23分
航空機関士発令	昭和58年5月9日

2.4.2 A機の客室乗務員

- | | | | | |
|-----|---------|----|-----|---------------|
| (1) | 前任客室乗務員 | 女性 | 57歳 | |
| | 乗務配置 | | | L 1 コンパートメントA |
| | 入社年月日 | | | 昭和38年5月14日 |
| | 総乗務時間 | | | 14,520時間 |
| (2) | 客室乗務員 | 女性 | 42歳 | |
| | 乗務配置 | | | LU アッパー・デッキ |
| | 入社年月日 | | | 昭和57年11月11日 |
| | 総乗務時間 | | | 12,238時間 |
| (3) | 客室乗務員 | 女性 | 35歳 | |
| | 乗務配置 | | | L 4 コンパートメントD |
| | 入社年月日 | | | 昭和62年4月1日 |
| | 総乗務時間 | | | 10,127時間 |
| (4) | 客室乗務員 | 女性 | 35歳 | |
| | 乗務配置 | | | L 2 コンパートメントB |
| | 入社年月日 | | | 昭和63年7月1日 |
| | 総乗務時間 | | | 5,298時間 |
| (5) | 客室乗務員 | 女性 | 24歳 | |
| | 乗務配置 | | | L 5 コンパートメントE |
| | 入社年月日 | | | 平成11年5月28日 |
| | 総乗務時間 | | | 1,014時間 |
| (6) | 客室乗務員 | 女性 | 24歳 | |
| | 乗務配置 | | | R 1 コンパートメントB |
| | 入社年月日 | | | 平成11年5月28日 |
| | 総乗務時間 | | | 1,021時間 |
| (7) | 客室乗務員 | 女性 | 24歳 | |
| | 乗務配置 | | | R 5 コンパートメントE |
| | 入社年月日 | | | 平成11年5月28日 |
| | 総乗務時間 | | | 982時間 |
| (8) | 客室乗務員 | 女性 | 24歳 | |
| | 乗務配置 | | | R 4 コンパートメントE |
| | 入社年月日 | | | 平成11年5月28日 |
| | 総乗務時間 | | | 1,011時間 |

(9)	客室乗務員	女性	24歳		
	乗務配置			RU	アッパー・デッキ
	入社年月日				平成11年6月4日
	総乗務時間				984時間
(10)	客室乗務員	女性	24歳		
	乗務配置			L3	コンパートメントC
	入社年月日				平成11年6月14日
	総乗務時間				974時間
(11)	客室乗務員	女性	24歳		
	乗務配置			R3	コンパートメントD
	入社年月日				平成11年6月14日
	総乗務時間				983時間
(12)	客室乗務員	女性	24歳		
	乗務配置			R2	コンパートメントC
	入社年月日				平成11年6月22日
	総乗務時間				942時間

2.4.3 航空管制官

(1)	訓練中の航空管制官	男性	26歳		
	基礎試験合格証明書				第2282号
	航空管制技能証明書				第3125号
	業務範囲				
	航空路管制業務				第1581号
					平成10年4月1日
	進入管制業務				第1581号
					平成10年4月1日
	航空路レーダー管制業務				第1491号
	西関東セクター				平成12年5月2日
	身体検査合格書				第1770号
	有効期限				平成13年6月30日
	事故当日の事故発生時までの管制業務時間				1時間15分
	事故当日の直近の休息から事故発生時までの管制業務時間				1時間15分

- (2) 訓練監督者 女性 32歳
- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 基礎試験合格証明書 | 第1826号 |
| 航空管制技能証明書 | 第2936号 |
| 業務範囲 | |
| 航空路管制業務 | 第1283号
平成3年10月1日 |
| 進入管制業務 | 第1283号
平成3年10月1日 |
| 航空路レーダー管制業務 | 第1200号 |
| 西関東セクター | 平成5年11月1日 |
| 南関東セクター | 平成6年10月30日 |
| 身体検査合格書 | 第1441号 |
| 有効期限 | 平成13年6月30日 |
| 事故当日の事故発生時までの管制業務時間 | 40分 |
| 事故当日の直近の休息から事故発生時までの管制業務時間 | 40分 |
- (3) レーダー調整席の航空管制官 男性 46歳
- | | |
|----------------------------|---------------------|
| 基礎試験合格証明書 | 第1191号 |
| 航空管制技能証明書 | 第693号 |
| 業務範囲 | |
| 航空路管制業務 | 第693号
昭和51年10月1日 |
| 進入管制業務 | 第693号
昭和51年10月1日 |
| 航空路レーダー管制業務 | 第556号 |
| (東京航空交通管制部全セクター有効) | 昭和54年9月1日 |
| 西関東セクター(認定) | 平成12年11月2日 |
| 南関東セクター(認定) | 平成12年11月2日 |
| 身体検査合格書 | 第586号 |
| 有効期限 | 平成13年6月30日 |
| 事故当日の事故発生時までの管制業務時間 | 1時間25分 |
| 事故当日の直近の休息から事故発生時までの管制業務時間 | 1時間25分 |

2.5 航空機に関する情報

2.5.1 A機

(1) 航空機

型 式	ボーイング式747-400D型
製造番号	26348
製造年月日	平成4年9月22日
耐空証明書 有効期限	第東-10-851号 平成11年1月20日から整備規程(日本航空(株))の適用を受けている期間

総飛行時間	18,563時間02分
定期点検(C整備、平成11年11月20日実施)後の飛行時間	2,746時間50分

(2) エンジン

型式	ジェネラル・エレクトリック式CF6-80C2B1F型			
	No.1	No.2	No.3	No.4
製造番号	702554	704533	703117	703119
製造年月日	平成2年7月18日	平成8年5月16日	平成2年2月7日	平成2年2月7日
総使用時間	24,055時間58分	7,376時間16分	21,875時間32分	33,163時間29分

(付図5参照)

2.5.2 B機

(1) 航空機

型 式	ダグラス式DC-10-40型
製造番号	47855
製造年月日	昭和56年1月15日
耐空証明書 有効期限	第99-104号 平成11年5月13日から整備規程(日本航空(株))又は本航空機を日本航空(株)との共通事業機として使用するその他の航空運送事業者)の適用を受けている期間

総飛行時間	42,985時間59分
定期点検(C整備、平成12年5月29日実施)後の飛行時間	951時間24分

(2) エンジン

型 式	プラット・アンド・ホイットニー式JT9D-59A型		
	No.1	No.2	No.3
製造番号	P688888	P688906	P688909
製造年月日	昭和53年12月30日	昭和60年7月1日	昭和60年7月29日
総使用時間	48,457時間30分	45,956時間30分	44,066時間12分

(付図7参照)

2.5.3 重量及び重心位置

(1) A機

事故当時、同機の重量は550,360 lb、重心位置は19.1%MACと推定され、いずれも許容範囲(最大離陸重量595,000 lb、事故当時の重量に対応する重心範囲11.0~33.0%MAC)内にあったものと推定される。

(2) B機

事故当時、同機の重量は376,000 lb、重心位置は15.1%MACと推定され、いずれも許容範囲(最大離陸重量434,000 lb、事故当時の重量に対応する重心範囲6.3~29.0%MAC)内にあったものと推定される。

2.5.4 燃料及び潤滑油

(1) A機

燃料は、航空燃料ジェットA-1、潤滑油はモービル・ジェットオイルであった。

(2) B機

燃料は、航空燃料ジェットA-1、潤滑油はモービル・ジェットオイルであった。

2.6 気象に関する情報

2.6.1 天気概況

事故当日の17時00分に東京管区静岡地方気象台が発表した東海地方の天気概況は、次のとおりであった。

高気圧は東海上に抜け、気圧の谷が西日本に接近しています。このため、東海地方は沿岸部で晴れている他は曇りとなっています。

静岡県の今夜は、気圧の谷の接近で全般に曇りでしょう。

2.6.2 アジア太平洋地区の雲解析情報図

平成13年1月31日15時00分の雲解析情報図によれば、日本列島の陸岸部においては、ほとんど上層雲域のみとなっていた。

また、伊豆半島上空及び大井川付近上空にも若干の積雲域のエコーが見られた。

(付図16参照)

2.6.3 高層気象観測値

平成13年1月31日15時00分に発表された、事故発生高度付近の高層気象観測値は、以下のとおりであった。

(1) 館野高層気象台

気圧175hPa 高度12,404m 風向269° 風速49m/s

(2) 八丈島測候所

気圧200hPa 高度11,693m 風向272° 風速71m/s

(3) 輪島測候所

気圧175hPa 高度12,316m 風向268° 風速52m/s

(4) 潮岬測候所

気圧175hPa 高度12,542m 風向267° 風速65m/s

なお、平成13年1月31日21時00分の250hPa面天気図を付図17に示す。

2.6.4 静浜飛行場の航空気象観測値

事故発生地点から北北東約13kmに位置する静浜飛行場観測の航空気象観測値は、次のとおりであった。

観測 時刻(時:分)	15:00	16:00
風向(°)	240	240
風速(kt)	12	13
視程	10km以上	10km以上
雲量	1/8	1/8
雲形	積雲	積雲
雲底の高さ(ft)	2,500	2,500
雲量	6/8	7/8
雲形	巻雲	巻雲
雲底の高さ(ft)	23,000	23,000
気温(°)	11	10
露点温度(°)	-7	-4
気圧(inHg)	30.06	30.09

2.7 航空保安施設に関する情報

事故当時、A機及びB機の飛行に関連する航空保安無線施設、航空管制用レーダー施設及び航空無線通信施設は、いずれも正常に運用されていた。

2.8 通信に関する情報

2.8.1 通信設備の作動状況

A機及びB機は、事故発生前、VHF周波数124.55MHzにより東京ACCと通信設定を行い、事故後も両機は東京ACCと通常どおり通信しており、通信設備は、正常に作動していたものと推定される。

2.8.2 管制交信記録のバックグラウンド・ノイズ・レベルの連続性

東京ACCにおける管制交信の録音装置は、連続して録音状態にあった。当該録音テープを再生して詳細に調査した結果、東京ACCと航空機との間の通信状態に関しては、音声レベル及びノイズ・レベルは、規定レベル内であり、かつ連続性があり、正常なものであった。

さらに、東京ACCと遠隔地にある対空通信施設との間の伝送回線についても、調査の結果、異常は認められなかった。

2.9 CVR、DFDR等に関する情報

A機には、米国フェアチャイルド（ロラル）社製CVR（部品番号93-A100-80）及び米国アライド・シグナル社製DFDR（部品番号980-4700-003）が装備されていた。

また、B機には、米国コリンズ社製CVR（部品番号522-4057-010）及び米国サンドストランド社製DFDR（部品番号980-4100-BXUS）が装備されていた。

いずれの装置も、着陸後、機体から取り降ろされた。

2.9.1 CVR記録

A機及びB機のCVRは、装置が停止するまでの30分間の音声を記録するエンドレス・テープとなっている。両機のCVRには、A機が東京国際空港、B機が新東京国際空港に着陸後、駐機場に停止した時からさかのぼって30分前までの音声が記録されていたが、それ以前の記録は上書き消去されていたため、事故発生時の音声記録は、残されていなかった。

2.9.2 DFDR、ACMS及びAIDSの記録

A機のDFDRには、同機が東京国際空港の駐機場から移動を開始し離陸後、再度東京国際空港へ着陸し、駐機場に停止するまでのすべての記録が残されていた。

B機のDFDRには、同機が釜山国際空港の駐機場から移動を開始し離陸後、新

東京国際空港に着陸し、駐機場場に停止するまでのすべての記録が残されていた。

記録されていたパラメーター数は、A機が306、B機が129であった。本報告書において使用したパラメーターのうち、TCAS情報は、RA情報等や相対距離情報等を含んでいる。TCAS情報は、DFDR記録に含まれていなかったため、A機についてはACMSに記録されているTCASデータを使用し、B機についてはAIDSに記録されているTCASデータを使用した。

また、B機のDFDR記録においては、気圧高度のデータは、副操縦士席の気圧高度計に対応したものが記録されており、TCAS及び航空管制用レーダーに応答する機長席の気圧高度計のデータが記録されていなかった。そのため、B機の気圧高度情報については、機長席の気圧高度計のデータが含まれているAIDSのデータを使用した。

2.9.3 各データの時刻補正

A機及びB機のDFDR時刻の特定については、DFDRに管制機関との交信時のVHF送信キーの作動データが記録されているので、これと管制交信記録の音声とを照合し、さらに管制交信記録に同時に記録されている時報と照合することによって行うことができる。特に、本事故における交信では、最接近の報告のために、両機はそれぞれ、20秒近い比較的時間の長い送信を行うなど、通常の管制交信にはない特徴があったため、VHF送信キー作動と管制交信を特定する作業は比較的容易であった。VHF送信キーの作動データは1秒1回のサンプリングによりオン/オフが記録されているのに対し、交信記録は音声記録されているため、キーの押下と発声にずれがあること及び発声終了とキー解放にも同様のずれがあることから、VHFキーのオン/オフによる時刻の特定は最大で±1.5秒程度のばらつきがあったが、A機のDFDR記録にあつては22秒前後、B機のDFDR記録にあつては2秒前後の時刻補正を行えばよいことが判明した。

また、B機のDFDRとAIDSは、同一時刻におけるデータを分配する方式であるため、これらの記録装置間の時刻補正は不要であったが、A機のDFDRとACMSは、それぞれの記録装置が独立して作動している上に、時刻データの記録方式も異なることから、DFDRとACMS間における時刻補正も必要であった。

そこで、A機のDFDRとACMS装置間における時刻補正と、両機のVHFキーによるばらつきの補正のために、両機のDFDR、ACMS及びAIDSに記録されている高度データに注目し、両機のそれぞれの高度データを同じ時間軸で記録している航空管制用レーダーデータと厳密に比較照合することにより、DFDRとACMS及びAIDSとの記録時刻のずれを特定した。

しかしながら、B機のAIDSにおいて、記録された全てのTCAS情報の記録

と他のA I D Sデータの記録に時間的なずれがあることが判明した。このずれについては、B機のT C A Sは機体製造後に搭載を義務付けられたことにより、後から搭載されたため、当初設計されていたものと記録方式が異なったことに起因して生じることが判明した。

したがって、B機のA I D SにあってはT C A S関連データの記録時刻と、その他のA I D Sデータの記録時刻の間でも補正が必要となった。この記録タイミングのずれによる補正值は以下の方法により特定した。

まず、B機のA I D Sユニット単体を、テスターを使用し、関連データを同時に発生させ記録させたところ、A I D Sユニット単体としてはT C A Sに関するデータのみが他のデータよりも2秒早く記録されることが判明した。さらに、A I D Sユニットを航空機に搭載した状態での誤差を調べるため、B機と同型式機を使用し、T C A Sテスターとエア・データ・テスターを用いて、高度の変化、T C A SテスターによるT C A S作動状況、機上時計の作動状況、V H Fキー等各種キーの押下状況、操縦系統の作動状況、等々、各種フライトの状況を設定した試験を行い、試験状況を記録したビデオテープと、試験後出力したA I D Sの記録について詳細に分析した結果、上記のユニット単体試験時における2秒を含め、実機搭載条件の違いと、機体の電源立ち上げタイミングによる各ユニット立ち上がり時間の微妙な違いによると考えられる同期誤差等により、約2.5秒から3.5秒の差が生じることが判明した。しかし、B機における事故当時の記録がどの程度の誤差を含んでいるのかを特定することはできなかった。

そこで、独立行政法人 電子航法研究所（以下「電子研」という。）の協力を得て、B機のA I D Sに記録されていたT C A S距離データを基に、実機搭載T C A Sの距離算出プログラムと同じ処理機能を持つコンピューターで試算した結果と比較したところ、T C A Sに関する記録のずれは約3秒であることが判明した。

なお、念のため、A機についても上記同様T C A Sテスター等を使用した試験を行い、分析した結果、A C M SにはT C A S関連情報の記録のずれは見られず、また、T A、R A等が記録された時刻と、T C A S情報表示器における表示及び警報音声の発生時刻とにほとんど差を生じないことも判明した。

以上を総合し、かつ、管制交信記録に記録されていたA機のT C A Sの警報音声「CLIMB, CLIMB, CLIMB」の発生時刻と、A機のA C M SにおけるT C A SのR A記録時刻と照合することで両機の各記録データの最終的な時刻補正を行った。

これらから、本報告書においては、詳細な分析が必要なケースを除き、便宜上1秒未満を切り捨て、A機のA C M Sにおいては2.4秒、A機のD F D Rにおいては2.2秒、B機のD F D R及びT C A S以外のA I D Sにおいては1秒、B機のA I D SのT C A S情報においては4秒の補正值で補正した時刻を用いている。

これらの結果から、事故発生前後におけるDFDR、TCASデータを含むACMS及びAIDSの主要な記録をグラフ化したものを付図に示す。

(付図11、12及び13参照)

2.10 医学に関する情報

2.10.1 乗客及び乗務員の負傷者数

A機の乗客411名及び乗務員16名計427名中、乗客7名及びCA2名計9名が重傷を負い、乗客81名及びCA10名計91名が軽傷を負った。

なお、事故発生の翌日以後において、当日診察を受けなかった乗客から、日本航空(株)羽田空港支店の旅客部に開設したコールセンターに、捻挫及び打撲の訴えがあり、多数の受診相談が寄せられた。これら受診相談者に対して、当委員会において、約1ヶ月半の期間を設定し、口頭又は書面による聞き取り調査を実施した結果、負傷者数は事故当日に確認された42名のほかに、新たに確認された58名を加えたものとなった。

B機については、負傷者はなかった。

2.10.2 重傷者の負傷状況

重傷を負った乗客7名及びCA2名の負傷の部位、程度及び負傷時の状況は、本人及び関係者の口述によると、概略次のとおりであった。

- (1) 乗客 男性 29歳 座席番号21H
負傷時の状況 : 着席、シートベルト着用状況不明
(本人、知人等からの口述が得られなかったため詳細は不明。なお、入院及び病状については、病院から確認した。)
負傷部位、程度 : 頸部捻挫、腰背部及び右大腿部打撲
- (2) 乗客 女性 72歳 座席番号23F
負傷時の状況 : 着席、シートベルト非着用
(飲み物を受け取る際にベルトを外したため、天井で頭を打ち、ひじ掛けで背中を打撲。)
負傷部位、程度 : 頸椎捻挫、腰背部及び頭部打撲
- (3) 乗客 女性 50歳 座席番号23G
負傷時の状況 : 着席、シートベルト非着用
(飲み物を受け取る際にベルトを外したため、天井で頭を打ち、前方通路に落下。)
負傷部位・程度 : 頸部捻挫、頭部打撲

- (4) 乗客 女性 60歳 座席番号40G
 負傷時の状況 : 着席、シートベルト着用
 (身体が浮いた時、頭部左側が他の乗客の頭とぶつかった。)
 負傷部位、程度 : 頸部及び左頭部打撲
- (5) 乗客 女性 56歳 座席番号41F
 負傷時の状況 : 着席、シートベルト非着用
 (天井で頭を打ち、前席の後部で頭を打って脳震とうを起こし、ひじ掛けで脇腹を打撲。)
 負傷部位、程度 : 肋骨骨折
- (6) 乗客 女性 54歳 座席番号42C
 負傷時の状況 : 着席、シートベルト非着用
 (天井のスピーカーに身体をぶつけ、通路へ落下時、腰から下がひじ掛けに当たった。)
 負傷部位、程度 : 第一腰椎圧迫骨折、右足関節脱臼骨折
- (7) 乗客 男性 63歳 座席番号45D
 負傷時の状況 : 着席、シートベルト着用
 (CAが左肩に落下してきた。)
 負傷部位・程度 : 頸椎捻挫、左肩打撲
- (8) CA 女性 35歳 コンパートメントD担当
 負傷時の状況 : 座席番号33C付近の通路上で業務中
 (ギャレーカートを左手で押さえた状態で天井を突き破り、一瞬天井の中を見たと思った瞬間、急激に床にたたき付けられた。)
 負傷部位、程度 : 頸部震とう及び外傷性頸部症候群
- (9) CA 女性 24歳 コンパートメントE担当
 負傷時の状況 : 座席番号45C付近の通路上で業務中
 (近くのひじ掛けにつかまっていたが、手が引きはがされ、背中から天井に当たり、通路に落下。)
 負傷部位、程度 : 顔面切創及び腰部打撲挫傷

2.10.3 軽傷者の負傷状況

A機において軽傷を負った乗客81名及びCA10名の負傷状況は、乗客及びCAの口述を総合すると、概略次のとおりであった。

なお、軽傷者に関する診断病名については、本人及び担当医師の口述によれば、頸椎等の捻挫が一番多く56名（軽傷者全体を100%とし、そのうちの約62%、1人で2種類以上の負傷をしている場合は、重複して集計しているため、内訳の合計は、100%を超えることとなる。以下同じ。）、次いで打撲が43名（約47%）となっており、その他に、擦過、切創、震とう、火傷、精神的ダメージ、血圧不安定、目及び耳等の異常に関する症状の者が17名（約21%）いた。

(1) 乗客

軽傷を負った乗客のシートベルト着用状況は、着用者が51名、非着用者が14名及び着用状況不明が16名であった。

シートベルト非着用者の負傷は、身体が浮いて天井に激突し、落下したことによるものであった。

シートベルト非着用者の負傷内容は、ほぼ全員が頭部及び背中等の打撲及び頸椎等の捻挫と診断され、顔面等の切創、火傷及び精神的ダメージを負った者が数名いた。

なお、非着用者の中にも、ひじ掛けにつかまったり、浮揚又は落下時に手足で衝撃を吸収する体勢をとったことにより、負傷を免れたケースがあった。

一方、シートベルト着用者51名については、内8名の者がシートベルトの着用が緩かった旨の口述をしており、さらにその他に、「尻が座席から離れた」、「身体が座席に吊り下げられたような感じがして、大腿部前側にシートベルトによる擦り傷ができた」及び「身体が持ち上げられた時に前席の背当てに前頭部が当たり、その反動で自席の背当てで後頭部を打った」などの口述から判断し、シートベルトの着用方法が不適切であった者が多かった。

そのため、シートベルト着用者の負傷内容としては、シートベルトで拘束されていたとはいえ、激しい上昇及び降下時に身体が前後に激しく揺り動かされ、32名が頸椎の捻挫又は挫創と診断されたほか、19名が頭、腰、背中及び肘等に打撲を負っていた。（ただし、1人で2種類以上の負傷をしている者は、重複して数えている。）特に、シートベルトの着用が緩かった者等にあっては、大腿部前側及び下肢に擦過（あざ）が認められた。

また、シートベルト着用者の中には、シートベルト着用状況とは関係のない、次のような負傷をした者がいた。

すなわち、サービス用ギャレーカートに積載されていた飲み物等をはじめ、ハンドバッグ、アタッシュケース、靴及び雑誌類などの飛散等により、大腿部等の火傷、及び頭や首の打撲が認められた。さらに、耳の痛み、

鼻血、血圧不安定、精神不安定等と診断された者がいた。

これらシートベルト着用状況とは関係のない原因により負傷を受けた負傷者の人数は、上記の頸椎捻挫等の負傷者との重複を含めると13名を数えた。

なお、シートベルト着用者の中で、シートベルト着用状況に関係のない負傷のみの負傷者は、耳の痛みの症状がある者などの3名のみであった。

(2) C A

C Aの全員は、機内サービス中であった。そのため、C Aは、機体が急な降下をした際、ギャレーカートを押さえきれず、ギャレーカートと一緒に浮揚後落下して、負傷した。

その負傷程度は、機体前方部（コンパートメントA～C及び2階客室）よりも、機体後方部（コンパートメントD～E）の方が激しかった。すなわち、前方部のC Aは天井パネルに当たる程度の浮揚であったのに対し、後方部のC Aは、当たった天井パネルが外れたり、又は損傷するほど激しく浮揚し、内1名については天井裏で横倒しになっていた。

軽傷を負ったC Aの負傷の内容は、頸椎捻挫、並びに頭、腰、胸、肩、大腿部などの打撲及び挫傷が最も多かった。

（付図14及び15参照）

2.1.1 人の生存、死亡又は負傷に関係のある捜索、救難及び避難等に関する情報

2.11.1 事故発生後のA機の客室内の状況

事故発生後における客室内の状況は、A機の機長をはじめとする運航乗務員、客室乗務員及び乗客の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 運航乗務員の口述（機長の口述を主に、他の運航乗務員の口述で補足した。）

回避操作を終えて、Y A I Z Uから207°へ乗った10nm付近で、東京A C Cに異常接近の報告をし、当初予定のF L 3 9 0を要求して承認を得たので上昇していた。

その後、C Pからインターホンで数名の乗客及びC Aが負傷していること、後部の機内天井にギャレーカートが当たって一部破損している旨の第一報を受け、けが人が出るほどの揺れがあったことを認識した。

それから、日本語と英語で「こちらは操縦席の機長です。管制の指示により、降下しましたが、他の航空機との衝突のおそれがあったため回避操作を行いました。その際、急激な動きが起こり、お客様、客室乗務員が数名負傷しました。」といった内容の機内アナウンスを行った。

機長は、客室状況の確認を副操縦士に指示した。その結果の報告は、けがをしていたり、飲み物が天井パネル、さらに乗客にもかかり、火傷をしているお客様がいるとのことであった。

また、第一報を受けた時、最寄りの空港へ向かうか、羽田への引き返しかを考えていたが、状況確認の結果により、当時の飛行位置及び医療体制等について総合的に判断し、引き返しを決断した。

引き返し飛行のための情報整理、準備及びブリーフィングを行い、16時10分ごろに管制承認を受領した。

その後、CPから得た客室状況に関する情報によると、ひどい状態のけが人が2名（乗客及びCA各1名計2名）いること、天井パネルを突き破って天井裏に上がったままのギャレーカートがあるとのことであったため、後席の訓練生を確認に向かわせた。

副操縦士が、東京空港支店に対し社内用無線で、焼津の南でニアミスによる急降下をした時、けが人が出た旨を報告し、スポットの確保及び救急車2台の出動を要請した。

けが人のことを考慮し、ハイスピードで引き返す計画をした。しかし、着陸時に天井に上がったギャレーカートが客席に落下する危険性があったため、同ギャレーカート付近の乗客を移動するための時間が必要であった。

その後、東京ACCに10,000ft以下の高速降下及び優先着陸を要求し、承認を受けた。羽田到着予定時刻が16時45分ごろである旨をCAに伝え、乗客には、到着の約25分前に機内アナウンスで知らせた。

着陸時刻は16時44分、指示された8番スポットへのブロック・インは16時47分であった。

同スポットには、救急車は見えなかったが、救急隊員はいた。

(2) CA及び乗客の口述

事故直後に、CPから「シートベルトは常時着用して下さい」と及び「けがや火傷をされた方は申し出て下さい」との客室アナウンスがあった。

なお、その後、ドクターコールを行ったが、医師及び看護婦等は搭乗していなかった。

アップパー・デッキのCAは、コーヒーがかかった人、及び鼻筋をけがした人の湿布によるケアを手分けして行い、その後、後方客室が大変と思い応援に向かった。

前方客室のCAは、首を痛がっている人のケアをするとともに、シートベルト非着用だったため、天井に当たって、1名は座席、もう1名は前方の床に落下した人計2名のケアをした。その後、後方客室に向かった。

後方客室では、シートベルト非着用であったため、天井のスピーカーに当たって通路に落下し、腰を痛めた人、C Aが乗客の左肩に落下したためけがをした人をはじめ、数名の人が苦痛を訴えていた。

また、C Aが天井パネルを突き破り、床に叩きつけられた衝撃で、気絶状態となっていたが、救護を手伝ってくれた乗客に助けられ、着陸まで横になっていた。

Eコンパートメント右側通路にいたC Aは、天井裏に跳ね上げられ、反対の通路側の天井裏に横倒しになっていたが、負傷の程度は軽傷で、近くの乗客が手伝って降された。

しかし、天井裏に跳ね上げられたギャレーカートが中央座席47番付近の上にあることが判明し、落下の危険性があったため、着陸前にその周辺にいた乗客を前方及びアップパー・デッキの空席に移動する措置を実施した。

けがの状況は、打ち身や捻挫の人が多かったので湿布薬や滅菌ペーパー等のメディカル・キットで手当し、飲み物をかぶった乗客には、おしぼりを配った。また、ギャレーカートをはじめ、散乱物の片づけ等で大変であった。機長からは、着陸3分前を告げる機内アナウンスがあり、スムーズに着陸した。症状の重い人から先に搬出したが、既に、ボーディング・ブリッジ内に救急隊及び担架3台が待機していた。

2.11.2 地上における日本航空(株)及び関係機関の対応

日本航空(株)羽田空港支店の旅客部は、16時19分ごろ、A機から、他機との回避操作時に負傷者が発生したこと、及び東京国際空港に引き返す旨の情報を入手した。同旅客部は、まだ、負傷者の状況や人数把握ができず、到着スポットも未定だったが、16時20分ごろに119番通報し、とりあえず救急車1台の出動を要請して西旅客ターミナルビル前で待機するよう調整した。

一方、東京消防庁によれば、16時24分ごろ上記通報を受け、本通報に基づき、蒲田指揮隊、空港救急隊及び蒲田救急隊が出動し、指定場所に16時40分ごろに到着した。そこで負傷者が6名であること、A機の到着予定時刻が16時49分ごろで、8番スポットに駐機する旨の情報を得たため、同救急隊は、救急車が不足と判断し、応援出動要請を行った。

A機が、予定どおり8番スポットに到着したので、同救急隊は、日本航空(株)の関係者に誘導され、16時50分ごろから機内に入り救助活動を開始したところ、歩行不能となった負傷者3名(乗客1名、C A2名)及び歩行可能な負傷者3名(乗客2名、C A1名)が確認された。歩行不能となった負傷者については、機内で確認及び応急処置後、担架で機外に搬出、病院に搬送した。また、歩行可能者に

については、航空会社関係者に、西旅客ターミナルビル前に待機している救急車まで誘導を依頼し、病院に搬送した。

また、同救急隊は、初期に判明した上記6名以外に、多数の負傷者がいると判断し、再度救急車の応援出動要請を行った。さらに、機内放送及び消防隊の呼びかけに応じて、8番ゲートの2階待合室に設置された現場救護所に集合した負傷者を同救急隊が確認したところ、新たに計28名（乗客27名、CA1名）の負傷者が判明した。これらの負傷者のうち3名は現場救護所における医師等により処置を済ませたが、25名については同救護所で応急処置後、待機させていた救急車で病院に搬送した。

当日出動した救急活動車両は、救急車を含め計43台で、出動隊員数は155名に及んだ。

上記の負傷者の病院への搬送は、17時20分ごろ開始し、19時00分ごろ終了した。この間に、負傷者は、救急車17台で9か所の病院に分散収容された。

なお、負傷者のうち機内で救護業務に従事していたCA8名は、別途、同社が病院への搬送をしたため、事故当日に病院に収容された負傷者数は計39名であった。

2.1.2 事実を認定するための試験及び研究

2.12.1 航空機の調査

2.12.1.1 航空機の関連系統及び装備品の試験

地上において、A機及びB機の本事故に関連する系統及び装備品について機能試験を実施した。

(1) 実機で行った機能試験

以下について機能試験を実施した結果、事故の要因となる異常は認められなかった。

高度計系統及び速度計系統に関連したピトー静圧系統

VHF無線通信機器

エアー・データ・コンピューター

T C A S

(2) 装備品台上試験

以下の装備品を台上試験した結果、事故の要因となる異常は認められなかった。

A T C トランスポンダー

V H F 無線通信機器

エアー・データ・コンピューター

T C A S

2.12.1.2 ギャレーカートによるA機の客室内の破損に関する調査

事故当時、客室では合計10台のギャレーカートが、CAにより機内サービスに使用されていた。事故時は、そのすべてが浮揚し、内5台が破損し、内1台が天井裏に跳ね上げられた。破損したギャレーカートを取り扱っていたCA全員は、身体が空中に浮揚し、ギャレーカートも同時に浮揚したと述べている。破損したギャレーカート5台のうちの4台は、キャスター、ブレーキ等が破損していた。

各ギャレーカート及び客室内の破損状況は、概ね次のとおりであった。

コンパートメントAでは、ギャレーカート1台が使用されていたが、浮揚し、床に転倒していた。

コンパートメントB～Cでは、ギャレーカート4台が使用されていたが、浮揚した後に元の位置へ戻ったり、床へ転倒した。そのうちの1台が破損した。付近では天井の一部が破損していた。

コンパートメントDでは、ギャレーカート2台が使用されていたが、浮揚した後に床へ落下して2台とも破損した。付近では座席、天井、空調ダクトなどが破損していた。

コンパートメントEでは、ギャレーカート2台が使用されていた。左側通路にあったギャレーカート1台が浮揚後に落下し、破損した。その付近では座席、天井などが破損していた。右側通路の1台は、座席47付近の天井を跳ね上げ、胴体中央付近の天井裏に飛び込み、そこに前後方向に設置してある梁と空調ダクトの上に乗って、ギャレーカート上部を左側に向けて破損し、停止していた。付近では、床、天井、空調ダクトなどが破損していた。天井裏に跳ね上げられたギャレーカートを飛行中に降ろすことは不可能であったため、着陸するまで天井裏に置かれたままであった。その位置は、床から約2.7mの高さであった。同ギャレーカートは、高さ101cm、巾30cm、奥行き43cmで、重量(天井裏に散乱した搭載物約4.5kgを含む)は約39kgであった。

参考のため、同型式のギャレーカートを使って、標準搭載状態にして重量を実測したところ約51kgであった。

2階客室では、ギャレーカートは1台使用されていた。浮揚したが、その後元の位置に戻った。

ギャレー内に収納していたギャレーカートは、破損していなかった。

なお、A機のL3、R3、L5及びR5のドア付近にはギャレーカートを床面に固定する設備が施されていたが、事故当時は使用されていなかった。

2.12.2 TCASの作動に関する調査

2.12.2.1 TCASの概要

TCASは、衝突の危険が生ずる可能性のある航空機の接近を検知し、操縦士に対して、その航空機の位置情報であるTAや衝突を回避するためのRAを提供するものである。

航空機に装備されたTCASは、送受信したトランスポンダーの信号から、相手機との間の距離と高度情報を得て、装置内の演算回路で算出された相対速度と高度変化率を基に、一定時間後の相手機との間隔及び高度差を評価し、衝突の脅威の有無を判定する。TCASが衝突の脅威があると判断した時、相手機と通信できる場合は、回避方向が同一にならないように相互に調整して上方又は下方への回避方法を合成音声によって知らせるとともにTCAS情報表示器上に表示する。また、回避のための高度差も最小限で安全間隔が確保されるように設計されている。なお、飛行高度に対して感度レベルを2～7とした6段階の安全間隔を設定している。(注)

A機及びB機が装備しているTCASの型式はVer. 6.04 A仕様で、基本的には共通であり、システムの名称はコリンズ社製TTR-920 TCAS システムである。

当該システムは、TCASコンピューター、ATCモードSトランスポンダー、TCAS/ATCトランスポンダー・コントロール・パネル、ディレクショナル・アンテナ、モードSアンテナ及び表示器で構成されている。

両機に搭載されている表示器は異なり、A機はPFD及びNDを使用し、B機はトラフィック/ウェザーレーダー・インディケーター及びTCAS RA/VSIを使用している。

(注) 感度レベル2は、高度が1,000ft以下の設定であり、しきい値も最も小さく設定し、保護領域を狭くして不必要な警報の低減を図っている。これにより、航空交通が輻輳する空港付近での警報を軽減する。また、RAは作動させない。感度レベル3以上は高度は1,000ft以上で、RAが作動するようになり、しきい値を高度とともに徐々に大きく設定し、保護される領域を広げることで、高々度ほど早めに警報が出て、高速で飛行している場合でもゆとりを持って回避できるように設計されている。感度レベル7はFL300以上(Ver. 6.04 A)の高度に対応している。

(付図6及び8参照)

2.12.2.2 TCASの作動状況の解析

両機のTCAS作動状況は、A機のACMS及びB機のAIDSに記録されており、この記録から、両機の接近の状況を解析した。解析の際、時刻は、DFDR、ACMS、AIDS、航空管制用レーダー及び管制交信記録との間で2.9.3項で述べたように、相互に補正を行い整合を確認している。この解析は、電子研の協力を得て実施した。

解析結果は次のとおりである。

(1) 作動条件

両機の接近は、TCASの感度レベルが7になるFL300以上の高度で起きており、TA及びRAの作動条件は次のとおりであった。

TA及びRAの作動条件（感度レベル7の場合）

	保護領域半径 (nm)	高度しきい値 (ft)	接近時間しきい値 (秒)
TA	約1.3	1,200	4.8
RA	1.1	800	3.5
インクリースRA	(略)	200	2.6

(注) しきい値とは、TCASが相手機との衝突の脅威の評価を行う際の判断基準としてあらかじめ設定された値のことである。最接近点が保護領域半径及び高度しきい値内にあると判断された場合、最接近時刻の接近時間しきい値(TAにあっては4.8秒)前に作動する。

(2) 最接近までの作動状況の概要

最接近までのTCASの作動状況は次のとおりである。()内に示す距離、高度差は、TCASが算出した値を示す。

なお、参考のため、DFDR記録等に基づく、A機及びB機の飛行状況を[]で併記する。

また、両機の接近から回避までの航跡は、付図9のとおりであった。

15:54:18 B機にTA作動(A機との距離、高度差、相対速度: 12.4~12.8nm、-100ft(A機が低い)、約910kt)

15:54:19 A機は、上昇飛行中にTA作動(B機との距離、高度差、相対速度: 12.38~12.63nm、0ft(ほぼ同高度)、約910kt)

[15:54:33~38 A機、東京ACCに降下する旨を応答]

15:54:34 B機に降下-1,500ft/minのRAが作動(A機

	との距離、高度差、相対速度：8.5～8.7nm、 100ft（A機が高い）、約910kt）
15：54：35	A機に上昇1,500ft/minのRAが作動（B機との距離、高度差、相対速度：8.38～8.63nm、 -100ft（B機が低い）、約910kt）
[15：54：36	A機は上昇を緩和]
[15：54：40	A機は降下に転ず]
[15：54：41	B機は緩やかに降下を開始]
15：54：49	B機は、インクリースRA（-2,500ft/min） 作動（A機との距離、高度差、：4.9nm、100ft （A機が高い））
[15：55：00	A機は旋回しながら接近、左バンク2.5°に一時的に戻し。]
15：55：03	B機のTCAS記録で、A機のトラック欠落が始まり、表示器でのトラック表示は、線形予測位置で継続
[15：55：05	A機は左バンク11.6°、B機は右バンク9.4°]
15：55：06	A機は、インクリースRA（2,500ft/min）作動 （B機との距離、高度差：1.25nm、0ft（ほぼ同高度））
	[A機は、左バンク15.6°]
[15：55：06～07	A機に負のGが発生]
[15：55：06～08	B機に大きな正のGが発生]
[15：55：07	A機はピッチ-10.9°（B機との距離、高度差 ：1.06nm、-100ft（B機が低い））]
[15：55：08	A機は左バンク19.3°]
15：55：09	B機のTCAS情報表示器でA機の表示消失
[15：55：11	両機最接近（距離：両機のアンテナ間、0.19nm 以下）、最接近場所は、北緯34度43分、東経 138度15分付近]

(3) 作動解析の結果の解説

TCASの作動解析の結果から、TCASは、両機の飛行高度がFL300以上、感度レベル7に対応した(1)の条件で作動しており、その作動に異常は認められなかった。

各項目ごとの作動結果は次のとおりである。

両機のT Aが作動した時の相対距離及び高度差の絶対値は、それぞれ12.38～12.80nm及び0～100ftであった。両機のT Aが作動した時刻は、最接近時刻からさかのぼって53秒前（誤差±1秒）であった。T Aがしきい値である48秒前よりも早く作動したのは、T C A Sの予測が自機と関連機の双方が直線運動を行ったと仮定して行われるためである。即ち、両機の飛行経路は、B機は直線飛行を行っていたが、A機が旋回しながらB機の経路と交差することになったため、T A作動後の相対速度がT A作動時に比べて小さくなり、最接近までの時間が、T A作動時にT C A Sが予測した時間より、結果的に長くなったことによるものである。

両機のR Aが作動した時の相対距離及び高度差の絶対値は、それぞれ8.38～8.80nm及び100ftであった。両機のR A作動時刻は、最接近時刻からさかのぼって36秒前（誤差±1秒）であった。

衝突回避指示は、A機が上昇、B機が降下を指示しており、両機とも回避の相補調整機能に異常はなかったものと推定される。

衝突まで26秒のしきい値に割り込んで、残り21秒に、B機にインクリースR Aが作動したことについては、B機が、R Aが指示する降下率-1,500ft/minに従っていても、A機との間に、200ft以上の高度差を取れないとT C A Sが計算したためと推定される。

A機のインクリースR Aが、しきい値26秒を割り込んで、残り5秒まで遅延したことについては、A機がそれまでのR Aが指示する上昇率1,500ft/minに従わずに降下をしていたため、R Aに従って上昇すれば、B機との間に、200ft以上の高度差を達成できる状況が継続したためであると推定される。

B機側のT C A S記録において、A機のトラックが欠落したのは、両機が接近した際に、相互に反対方向にロールしたため、B機のT C A S受信アンテナがA機の送信電波を受信できない状態が数秒間継続したことによる可能性が考えられる。このことにより、B機のT C A S記録上では、インクリースR AがT Aとなったが、同時にトラック・ドロップとなり、T Aの状態がT C A S情報表示器上に表示されることはなかった。

2.12.3 フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験等

2.12.3.1 スラストレバー操作とエンジン推力の追従性

A機と同型式機の場合に、高度37,000ftを飛行中にエンジン推力がアイドルの状態からM C Tに達するまでの変化を示す航空機製造会社作成の資料によれば、スラストレバーを操作してからエンジン推力が上昇するまでに要する時間は

約 5 秒、推力が増加し始めてから M C T に達するまでに約 2 0 秒の時間が必要であることが示されていた。

また、降下から上昇へ移行するためのエンジン推力の応答特性を確認するため、A 機の A C M S に記録されていた事故発生前後の N 1、N 2 及びスラストレバー位置の時間変化をグラフ化したものを付図 1 9 に示す。

(注) N 1 は、低圧タービン回転数で、A 機のエンジンでは 3, 2 8 0 R P M を 1 0 0 とした時の割合を % で表す。推力を設定する場合の指標としている。

(注) N 2 は、高圧タービン回転数で、A 機のエンジンでは 9, 8 2 7 R P M を 1 0 0 とした時の割合を % で表す。

2.12.3.2 フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験

事故発生前の A 機の対応の可能性及び T C A S 指示に対する飛行の実施可能性について、フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験を行った。

なお、試験に使用したフライト・シミュレーターは、第 1 種模擬飛行装置で、高度なビジュアル装置及びモーション装置を有し、最も模擬の程度が高いフェイズ 3 の装置として国土交通省航空局が認定している機材であった。

ただし、A 機はボーイング式 7 4 7 - 4 0 0 D 型であったが、当該型式のフライト・シミュレーターはないため、ボーイング式 7 4 7 - 4 0 0 型のものを用いて試験を行った。両型式機の相違については、外形は翼端のウイングレットの有無であり、航空機の性能上の相違については日本航空(株)の A O M SUPPLEMENT に詳細に記載されているが、両型式間には、本事故調査におけるフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験結果に影響するような顕著な差はないと考えられる。また、本事故調査におけるフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験は、飛行性能に関する厳密な定量的データの取得を目的としたものではなく、A 機の飛行方法の可能性の検討や、定性的な飛行状態の把握のため、航空機製造者の性能に関する資料や、A F M 等の記述と比較しながら行ったものである。

(1) A 機に対し降下の管制指示がなかった場合の上昇

この試験は、東京 A C C から A 機に対し、F L 3 5 0 への降下指示がなかったと仮定した場合に相当し、事故時の最接近地点付近の位置では、高度は約 3 8, 1 0 0 f t に達することとなった。

[実施内容]

A 機の上昇性能等の設定は、事故時と同様とした。また、直線での上昇率を約 1, 0 0 0 f t / m i n、Y A I Z U 付近からの旋回においては、約 2 5 ° の左バンク角をとり実施した。風向風速は事故時とほぼ同様とした。

[結果]

A機は、巡航高度のFL390まで継続的に上昇した場合、事故時の最接近地点付近の位置では、高度約38,100ftを通過した。Y A I Z U付近では旋回中であるため、上昇率は、1,000ft/min程度の値から400ft/min~800ft/min程度の値まで減少した。この試験結果については、3.2.3.4項(4)で言及する。

(付図18参照)

(2) 上昇推力回復時間

この試験は、オート・スロットル使用時におけるアイドル位置から上昇推力位置への推力の追従性に関するものである。

[実施内容]

手動による操作ではデータにばらつきがでることから、オート・スロットルを用いて試験を行うこととし、オート・スロットル使用時における、推力のスラストレバーに対する追従性を確認するため、上昇推力(事故時の高度ではMCTの値と同じ)への回復時間の計測を行った。上昇形態で、VNAV SPEEDモードの状態から、スラストレバーをアイドル位置まで手動で動かし、同位置で5秒間保持した後(約73%N1)、同位置からスラストレバーと燃料流量が上昇推力位置に戻るまでに要する時間を計測した。

[結果]

スラストレバーは、アイドル位置から上昇推力位置に戻るのに、約5秒を要し、燃料流量は、上昇推力まで戻るのに、約10秒を要した。

これらの時間を要することは、エンジンのフレーム・アウト等を防止するため、ゆっくりとした燃料供給操作をEECが行うためと考えられる。この試験結果については、3.2.3.7項(1)で言及する。

(3) A機のRAに従う上昇

この試験は、A機においてRAの上昇指示が作動し、A機がこれに従って上昇したと仮定した場合に相当し、事故時の最接近地点付近の位置では、高度は約37,800ftに達することとなった。

[実施内容]

FL371付近での上昇中における、燃料流量、約7,600lb/hrから、ゆっくりスラストレバーを操作してアイドル位置にし、約5秒後(燃料流量が約5,400lb/hrになった時)、再び上昇するため、スラストレバーを前進させ、機首を引き起こした後、上昇率が1,500ft/min以上に達するまでの間の高度低下、降下率の変化、機体の安定性等について調査した。

[結果]

スラストレバーをゆっくりアイドル位置にして推力を減少させた時点での上昇率については、昇降計の計器指示値は最大で - 1 2 0 ft/minにまで下がったが、高度はF L 3 7 2に約9秒間留まり、その後、次第に上昇に転じ、最接近のころには、3 7 , 8 0 0 ftに達した。この間、機体の安定性について異常は認められなかった。この試験結果については、3.2.3.5(2)並びに3.2.3.7項(1)及び(4)で言及する。

(付図18参照)

(4) T C A S 情報表示器の利用

この試験は、A機がT C A S 情報表示器上でB機の降下を確認して上昇に移行したと仮定した場合に相当し、事故時の最接近地点付近の位置では、高度は約3 6 , 2 0 0 ftとなった。

[実施内容]

上昇途中からスラストレバーをアイドル推力位置にして降下を開始し、その状態から20秒経過後に、再び上昇推力に戻し、上昇姿勢をとった場合において上昇に移行するまでの必要時間、及びその間の高度低下の状況を調査した。

[結果]

上昇推力再設定時の高度から、最も降下した時までの高度低下は3 2 0 ftで、最接近のころの高度は、3 6 , 2 0 0 ftとなり、最初にアイドル推力にした高度まで戻るのには、約3 6 秒を要した。この試験結果については、3.2.3.8項(2)で言及する。

(付図18参照)

(5) 失速までのマージン

この試験は、A機にR A が作動した状況での失速に対する余裕に関するものであり、 の試験ではスラストレバーをアイドル位置にした場合、速度が低下しバフェットは約1 0 5 秒後に発生した。また、 の試験では、毎秒1 ° でピッチ姿勢を上昇側に操作した場合、約1 7 秒後にバフェットが発生したが、その間に高度は約1 , 4 0 0 ft上昇していた。

[実施内容]

高度3 7 , 0 0 0 ft、速度2 8 0 ktの水平飛行の状態から行った。スラストレバーをゆっくりアイドル位置にした時点から高度、針路を保持し、速度の減少状態、失速警報のシェイカー作動までの時間等を計測した。

[結果]

バフェットは約1 0 5 秒後に発生し、この時の指示対気速度は2 1 5 ktであった。

[実施内容]

スラストレバーをゆっくりアイドル位置にし、5秒後、スラストレバーを93%N1までアドバンスしながら、機体のピッチ姿勢を毎秒1°と毎秒2°の割合で上昇側に操作し、30秒以内に獲得できる高度と、バフェットの発生やシェイカー作動に至る状況を確認した。

[結果]

毎秒1°でピッチ姿勢を上昇側に操作をし続けた場合、ピッチ操作開始から、約17秒後にバフェットが発生し、この時の速度約230kt、ピッチ角約+17°でこの間に約1,400ftの高度を獲得することができた。

毎秒2°でピッチ姿勢を上昇側に操作した場合、ピッチ操作開始から、約5～6秒後にバフェットが発生し、期待できるほどの高度は獲得できなかった。

これらの試験結果については、3.2.3.7項(2)及び(4)で言及する。

(6) エンジンの加速性能

この試験は、高々度における高度を保持した状態でのエンジンの加速性能に関するものであり、N1がアイドル状態からMCTまで回復するのに要する時間は、30,000ftでは約18秒、40,000ftでは約24秒であった。

[実施内容]

30,000ft及び40,000ftそれぞれの高度を保持した状態において、280ktの巡航状態からスラストレバーをアイドル位置にし、N1が完全にアイドル状態で安定してから、スラストレバーを上昇推力位置まで進めてエンジンの加速性能を確認した。

[結果]

30,000ftの場合

加速性能は、スラストレバー操作開始の約10秒後からN1が増加し始め、速度は最小255ktから増加し、N1はスラストレバー操作開始から約18秒後にはMCTのN1まで回復した。

40,000ftの場合

加速性能は、スラストレバー操作開始の約18秒後からN1が増加し始め、速度は最小230ktから増加し、N1はスラストレバー操作開始から約24秒後にはMCTのN1まで回復した。

これらの試験結果については、3.2.3.7項(1)で言及する。

(7) 最高運用高度付近における上昇性能

この試験は、A機の最高運用高度付近において、RAの上昇指示に従った上昇性能を確認するものである。A機と同型式の航空機の実際の運用におい

て、最高運用高度付近で本試験のような飛行が行われることはほとんど考えられないが、最も厳しい条件での試験を行った。その結果、R Aが指示する1,500 ft/minの上昇を優先したため速度はいくらか減少したが、1分間に1,300 ftの上昇は可能であった。

[実施内容]

最高運用高度付近と考えられる高度45,000 ft、速度235 kt、重量50万 lbsにおいて、TCASの上昇指示(1,500 ft/min)が出た場合、MCTでTCASの上昇指示に対応した上昇が可能であることを確認した。

[結果]

30秒後には、速度の減少は約10 ktであったが、高度は約650 ft獲得することができ、1分後には、速度は約22 kt減少したが、高度は約1,300 ft獲得することができた。この試験結果については、3.2.3.7項(2)及び(3)で言及する。

2.12.4 航空管制機器等に関する調査

2.12.4.1 航空路レーダー情報処理システム

東京ACCに設置されている、航空路レーダー情報処理システムについて調査した結果、事故当日のハードウェア及びソフトウェアに関する障害は発生しておらず、レーダーデータの受信から管制卓への表示まで、すべて正常に作動していた。

なお、CNF作動直前からA機とB機の最接近直後までの間において、東京ACCの関東南Cセクターの管制卓レーダー表示画面上で、A機とB機のデータが更新された時刻を、表示されたフライトレベルと併せて記載すると、次のとおりとなる。

A機		B機	
データ更新時刻	FL	データ更新時刻	FL
15時54分09秒	367	15時54分14秒	370
(15時54分15秒 レーダー表示画面上の両機にCNF表示)			
15時54分19秒	369	15時54分24秒	370
15時54分29秒	370	15時54分34秒	370
15時54分38秒	372	15時54分43秒	370

1 5 時 5 4 分 4 8 秒 3 7 1	1 5 時 5 4 分 5 3 秒 3 6 9
1 5 時 5 4 分 5 8 秒 3 6 7	1 5 時 5 5 分 0 3 秒 3 6 6
1 5 時 5 5 分 0 8 秒 3 6 2	1 5 時 5 5 分 1 2 秒 3 5 9
1 5 時 5 5 分 2 1 秒 [B] (注)	1 5 時 5 5 分 2 1 秒 3 5 4
1 5 時 5 5 分 3 1 秒 3 4 9	1 5 時 5 5 分 3 1 秒 3 5 3

(注) : [B]とは、レーダー表示画面上にBの文字が表示され、高度情報が無効であることを示す。なお、この時レーダー表示画面上に表示されたA機のデータは、直前まで追尾していたレーダーからの情報が、A機とB機が重なったことにより、読み取り不能となって欠落したため、その前に受信できていた他のレーダーサイトの情報で補完された。しかしながら、データを補完したレーダーサイトは、両機からの距離が遠く、かつ、誤差が出やすい方位に位置していたため、高度情報が欠落した上、レーダー表示画面上の航空機の表示位置も、許容範囲内ではあるが、比較的大きな誤差をもって表示された。

以上のことは、本レーダー・システムの限界に起因することであって、システムの異常ではない。

また、レーダー受信から、表示画面に表示されるまでには伝送時間を含めて2～3秒の処理時間を要するため、表示されたFLはその分遅れた情報となり、DFDRの記録とは必ずしも一致しない。なお、表示位置においては、遅延時間分の補正がなされている。

両機の表示更新時刻が交互に5秒程度ずれているように見えるのは、本事故発生地点付近の空域が複数のレーダーでカバーされており、表示に使用されたレーダーがそれぞれ異なっていたためである。

2.12.4.2 CNF (異常接近警報)

航空機が互いに接近すると予想される場合、航空路管制用のレーダー表示画面に表示されるデータブロック等に「CNF」の文字が赤色で点滅表示される。航空路レーダー情報処理システムにおけるCNFの作動条件については、同システム操作要領(航空局管制情報処理システム室 制定)において、次のように記載されている。

2機の航空機のターゲットがその進行方向において高度的に700フィート（29,000フィート以上のターゲットについては1,600フィート）未満の垂直間隔、平面に5nm未満の水平間隔となることがシステムにおいて予測される時に、当該事態の3分前に表示される。

なお、航空機が旋回して、2機の垂直、水平間隔が減少していく場合、すべての状況下において3分前に「CNF」が表示されることにはならない。今回の事例では最接近点の北約7nmの地点でA機が左に旋回しているため、A機の進行方向の片側5nmの幅の中にB機を捕らえた時点(15時54分15秒)でCNFが規定の時刻よりも約2分以上遅れ作動したと考えられる。

また、航空管制官の業務におけるCNF作動時の対応についての規程等は定められておらず、CNFが作動条件どおり動作しない場合があることについての知識付与も行われていなかった。CNF作動時の特別な訓練は実施されていないが、通常の航空路管制用レーダー・シミュレーター訓練において、しばしばCNFの作動を体験することがある。

(付図4参照)

2.12.4.3 レーダー・ハンドオフ

航空機に関する識別情報(以下「識別」という。)の送り手側航空管制官は、管制下にある航空機が管轄セクター内を通過し、隣接セクターに接近すると、隣接するセクターを担当する受け手側航空管制官に、通信及び識別の移送を伴う業務移管を行う。これをレーダー・ハンドオフという。通常、この行為はレーダー表示画面脇にあるファンクション・キー及びトラック・ボールを操作して行われる。

受け手側航空管制官のレーダー表示画面上には、該当機のデータブロック(個々の航空機の情報表示欄)に「HND」の文字が点滅表示される。受け手側の航空管制官は、送り手側航空管制官と同様のキー操作を行うことによりレーダー・ハンドオフを受け取る。

送り手側航空管制官は、レーダー表示画面上の該当機のデータブロック上に「OVR」の文字が点滅表示されることにより、受け手側航空管制官が航空機の識別を受け取ったことを知る。この後、送り手側航空管制官は該当機に対して次のセクターで使用する無線周波数への切り替えを指示する。

これを受けて該当する航空機の運航乗務員は、隣接するセクターの受け手側航空管制官と通信設定を行う。

受け手側航空管制官は、運航票と呼ばれる航空機の運航に関する情報が書き込まれた紙片に、記憶に留める行為として、識別の継承及び交信が開始された旨を

示すマークを記入し、一連の操作が完了する。

なお、事故当時のB機のレーダー・ハンドオフに関しては、運航票には実施済みのマークが書き込まれていた。

(付図3及び4参照)

2.1.3 組織及び管理に関する情報

2.13.1 事故当時の運航乗務員の業務

2.13.1.1 両機の運航乗務員の基本配置

運航乗務員の基本配置は、A機と同型式機のボーイング式747-400D型機の場合は、機長及び副操縦士各1名からなる2名編成である。

また、B機と同型式機のDC-10-40型機の場合は、機長、副操縦士及び航空機関士各1名からなる3名編成である。

同社のOPERATIONS MANUAL(以下「OM」という。)によれば、機長(PIC)、副操縦士及び航空機関士の責任及び任務は、以下のとおりである。

1. PIC

(1) PICは、運航の実施にかかわる判断および運航全般を通じての指揮、監督の責任を有する。

(2) PICは、飛行中の航空機、搭乗者および搭載物の安全について責任を有する。

(3) PICは、乗員および乗員の実施する業務内容を統括し、的確な指揮をとる。

また、他の乗員の指導、育成に心がける。

(4) PICは、規程類に定めのない事項について、必要がある場合には、各運航乗務員間の業務分担を明確にする。

(5) PICは、自己の責任において、その職務の一部を他に代行させることが出来る。

(6) PICは、操縦室を離れる場合、予測される事項について代行者に必要な指示を与えると同時に、事後速やかに報告を受ける。

(7) 緊急事態に際しては、PICは事態終了までの的確な指示を与える。その場合、PICは、極力自ら操縦にあたるように努める。

2. 副操縦士

副操縦士は、運航の全般にあたりPICを補佐するとともに、PICに不測の事態が生じた場合、直ちにその職務を継承する。

3. 航空機関士

航空機関士は、PICを補佐し、特に、機体、エンジンおよびその他の

諸系統の機能を正常な状態に維持するよう努める。

また、A T C 通信、Flight Path (主として高度) 等のモニターを行い P I C および副操縦士をバックアップする。

2.13.1.2 事故当時の運航乗務員の配置及び業務分担

事故当時、A 機にあっては、機長及び副操縦士以外に 2 名の副操縦士昇格訓練生が搭乗して運航が行われており、B 機にあっては、機長、機長昇格訓練中の副操縦士、航空機関士の 3 名が搭乗して運航が行われていた。それぞれの乗務配置及び任務は、以下のとおりであった。

A 機については、機長は左前席に着座し、P F 業務を行いながら、専任乗員教官として、右前席に着座して P N F (操縦中でない操縦士) 業務を行っている副操縦士昇格訓練生の指導を行っていた。

副操縦士は、左後席に着座し、機長の指導の下に、副操縦士昇格訓練生の指導に当たっていた。

2 名の副操縦士昇格訓練生のうち 1 名は、右前席に着座し、P N F 業務の仕上げ及び計画力・判断力の演練のための業務を行っていた。もう 1 名の訓練生は、右後席に着座していた。

B 機については、機長は右前席に着座し、P N F 業務を行いながら、左前席の機長昇格訓練中の副操縦士の指導を行っていた。

副操縦士は、機長昇格訓練のため左前席に着座し、P F 業務を行っていた。

航空機関士は、所定の席に着座し、航空機関士の業務を行っていた。

2.13.1.3 運航乗務員の資格要件

機長、副操縦士及び航空機関士は、航空法に基づく航空従事者技能証明が必要なほか、航空運送事業に従事するため、航空法令及び関連社内規程により、更なる資格要件、乗務要件等が付加されている。

同社の O M によれば、機長及び副操縦士については、乗務要件の一つとして、T C A S の運用にかかわる個別要件を満足することが求められている。(2.14.2.1 参照)

両機の機長、副操縦士、訓練生ともそれぞれの資格要件を満たしていた。

なお、事故当時に配置されていた運航乗務員の特別の業務に関する資格要件は、同社の社内規程によれば、概略以下のとおりである。

1. 副操縦士初期訓練生
運航乗務員訓練生として副操縦士基礎訓練を終了した訓練生をいう。
2. 機長昇格訓練副操縦士

当該型式機のレフトシート副操縦士として、左席で60回以上の離着陸経験を有する副操縦士の中から、総合評価に基づき候補者を選定し、人物審査を実施の上機長昇格訓練への投入の適否につき、運航乗務員資格審議委員会に上申する。同委員会は、候補者について、技倆・人物にわたり審議のうえ、機長昇格訓練者を決定する。

3. ライン操縦教官

運航乗務員としての資格要件に加え、下記要件を満足していること。

- (1) 訓練を適切に遂行するに足る経験、技倆、識見を有していること。
- (2) 所定の任用訓練を終了していること。
- (3) 特別教官の業務については65歳をもって上限とする。
- (4) 操縦教官およびライン操縦教官については、レフトシート・アブループ機長であること。

4. レフトシート・アブループ機長訓練

レフトシート・アブループ機長（副操縦士に左席操縦を行わせうる機長）として指名する機長については、レフトシート・アブループ機長訓練基準に基づき、地上訓練、シミュレーター訓練、局地飛行訓練を実施する。

5. ライトシート・アブループ機長訓練

ライトシート・アブループ機長（副操縦士に右席操縦を行わせうる機長）として指名する機長については、ライトシート・アブループ機長訓練基準に基づき、地上訓練、シミュレーター訓練、路線訓練を実施する。

6. 専任乗員教官

専任乗員教官は、副操縦士昇格訓練時に当該訓練生に実機訓練を行わせうる教官で、任用訓練を受けた教官。

2.13.2 事故当時の航空路管制業務

2.13.2.1 関東南Cセクターの概要

事故発生地点の航空管制上の管轄区分は、関東南Cセクターであり、東京ACCの管轄区域に含まれている。

当該セクターの空域は、東西約120nm(約220km)、南北約60nm(約110km)であり、三宅島から和歌山県串本を結ぶ航空路の北側で河和(愛知県美浜町、知多半島南端)と伊豆大島を結ぶ航空路のうち、河和の東10nm(約18km)から千葉県御宿近傍(東京国際空港到着機は伊豆大島の東15nm(約28km))までの空域を

飛行する航空機を扱っている。当該セクターが取り扱う航空機は、1日約500機に上るが、東西に飛行するジェット機の場合、当該セクターを巡航高度で通過するのに要する時間は15分程度である。

また、当該セクターは九州や中国、四国地方から東京国際空港へ到着する航空機を主に管制しており、その他に新東京国際空港、米軍横田基地、海上自衛隊厚木基地、下総基地及び航空自衛隊静浜飛行場等へ飛行する航空機も管制している。出発機については、静浜飛行場を離陸する航空機、及び静浜飛行場以外の上記空港等から南若しくは南西方向に向かう出発機を管制している。このセクターで取り扱う航空機は巡航高度のまま通過するものは少なく、上昇又は降下飛行を行うものが多い。

なお、B機の目的地は新東京国際空港であったが、FL370を巡航している場合は、進入のための降下開始点は両機がすれ違った地点よりも東側に約20nm（約37km）の地点となる。近隣諸外国からXMC（河和VORTAC）を経由して新東京国際空港に到着する航空機は1日約30便あり、これらがB機と同様の経路を飛行している。

（付図2参照）

2.13.2.2 管制席の配置及び業務分担

関東南Cセクターには、基本的配置としては、レーダー対空席及びレーダー調整席の2席が配置されている。事故当時、関東南Cセクターのレーダー対空席においては、訓練中の航空管制官が訓練監督者の指導のもとに航空機の管制を実施していた。また、レーダー調整席に1名の航空管制官が配置されていた。

これらの管制席の基本的業務は、「東京航空交通管制部 管制業務運用要領」に記載されており、その内容は次のとおりである。

レーダー対空席は、管轄空域を飛行する航空機と交信を行い、航空機の識別と管制間隔を維持するため、必要に応じて管制承認又は管制指示を発出する。また、レーダー・ハンドオフを、コンピューター・システムによりキーボードを介して行うこととなっている。

レーダー調整席は、レーダー対空席が行う交信の聴取、レーダー表示画面上に表示される航空機の識別の維持等を補完し、隣接するセクターや管制機関との口頭による業務調整を行う。さらに、レーダー調整席は、当該セクターの業務を統括する。

また、東京ACCの「東京航空交通管制部 管制業務運用要領」の下位規程である「管制業務処理要領」によれば、当該セクターのレーダー調整席は、概略、以下の業務を行うこととなっている。

羽田地区空港 / 飛行場、新東京国際空港及び横田地区飛行場から西又は南方に出域する出発機、及び静岡飛行場を出発する航空機に対する管制承認の発出。

横田地区飛行場に到着する航空機及び通過機に関する情報の提供及び口頭による航空機のレーダー・ハンドオフ。

羽田地区飛行場及び新東京国際空港に到着する航空機のうち、口頭での連絡調整を必要とする事項。

隣接する他セクターとの連絡調整。

(付図3参照)

2.13.2.3 航空管制官の資格要件

航空管制官になるためには、人事院の実施する航空管制官採用試験に合格し、航空保安大学校に入学することが必要である。

航空交通管制職員試験規則等によれば、航空管制官は航空保安大学校卒業までに、航空管制官としての基礎的な科目を学習し、基礎試験として航空に関する法規、管制方式等の9科目を受験して、これに合格しなければならない。

卒業後、航空交通管制部に赴任した場合は、地域特性や飛行計画情報処理システム等についての座学を受けた後に、航空管制官の補助的業務を行う副管制席の資格取得のための訓練を6ヶ月間行う。

その後、航空管制業務の資格は、セクターごとに、かつ、レーダーを用いない業務とレーダーを用いる業務とに分けて、取得していく。通常、東京ACCでは最初にレーダーを用いない航空路管制業務として洋上セクターの訓練を受ける。

洋上セクターの資格取得後に行われる国内空域でのレーダーを用いない航空路管制業務の訓練では、担当空域内の航空交通の特性を理解し、当該空域内の空港から出発する航空機への管制承認の発出及び他機関との業務調整が行えることが主眼となる。

通常、国内空域の航空路管制業務のうち、最初に訓練を受けたセクターの資格を取得した後、航空保安大学校岩沼分校(平成14年4月より岩沼研修センターに改組)において、レーダーを用いた航空路管制業務の訓練を実施する。事故当時訓練中であった航空管制官は、この研修を平成11年5月から受講しており、同校でTCASに関する授業を受けている。

また、同校では、レーダー誘導及び速度調整等の基礎的な技術を修得し、その後は、各官署において各セクターごとに、その特性に関する座学及び地域特性に合わせたレーダー・シミュレーターによる訓練を実施する。

その後も、管制卓における実地訓練と平行して、チームごとに配属されている

訓練担当者により、管制業務時間外にレーダー・シミュレーターによる訓練が続けられる。訓練期間はセクターごとの航空交通の特性により異なるが、本事故の発生した、関東南セクター（資格取得上は、関東南Aセクター、同Bセクター、同Cセクターを一括して、関東南セクターとして取り扱っている）ではレーダーによる航空路管制業務の資格取得までに約11ヶ月の訓練期間を要している。事故当時訓練中であった航空管制官は、関東西セクターの航空路レーダー管制業務の資格を平成12年5月に取得した。その後、関東南セクターの航空路管制業務（非レーダー管制業務）の資格を同年9月に取得し、当該セクターのレーダーを用いた航空路管制業務の訓練開始から約4ヶ月が経過していた。

また、事故当時東京ACCで勤務に就いていたチームでは、各々の訓練中の航空管制官に対して訓練担当者が決まっており、レーダー・シミュレーターを用いた訓練を行っている。

（付図20参照）

2.13.2.4 訓練監督者に関する要件

事故当時、訓練監督者になるための研修や資格について明文化されたものはなかった。必須ではないものの、訓練監督者の研修としては、航空保安大学校岩沼分校や米国FAAアカデミーにおける研修コースが設けられているが、同訓練監督者は受講していなかった。

東京ACCで編纂された「インストラクターズ・ハンドブック」には、OJTを実施する際の基本的留意事項が記述されているが、実施した業務の解説を行う場合の留意事項についての記載はされていない。また、訓練の方法については、東京ACCで規定されている管制業務処理要領、「技能証明未取得者に対する訓練について(第7-6号)」において以下の記述がある。

（抜粋）

技能証明未取得者（以下「訓練生」という。）に対し管制席において訓練を行う場合には、次に掲げる事項を遵守して訓練を実施するものとする。

運用次席は、技能証明を有する管制官のうちから、技量その他を配慮のうえ監督者を指名する。

監督者は、訓練生に対し全面的な責任をもって訓練を実施する。

監督者は、訓練に適当な交通状況において訓練を実施するものとし、交通が訓練生の管制能力の限界をこえると判断した場合は、直ちに訓練を中止する。

監督者は、常時適当な助言又は指示を与え、場合によっては自ら管制席につくものとする。

監督者は訓練生を着席させる前に、15分間以上のモニターを行わせ、かつ訓練上の留意事項等を与える。

管制承認または指示の発出、業務移管、位置通報の記入、運航票の取り外し等については、特に監督者と訓練生との間の連絡指導を密にし、正確、適切を期すものとする。

2.14 その他の情報

2.14.1 TCASの運用に係る規程

2.14.1.1 我が国の規程

(1) 航空法第96条第1項

航空機は、航空交通管制区又は航空交通管制圏においては、国土交通大臣が航空交通の安全を考慮して、(中略)飛行の方法について与える指示に従って航行しなければならない。

(2) 航空法施行規則第147条(抜粋)

航空法第60条の規定により、航空運送事業の用に供する航空機に装備しなければならない装置は、次の各号に掲げる装置であつて、当該数量以上のものとする。

(一～四 略)

五 垂直方向に回避指示を表示する航空機衝突防止装置(客席数が30又は最大離陸重量が15,000キログラムを超え、かつ、タービン発動機を装備した飛行機に限る。) 1

(この号の規定は、平成13年1月4日施行)

(3) AIC(航空情報サーキュラー)

TCASの運用に関して航空局からAICが発行されており、RAによる回避操作については、次の記述がある。(抜粋)

(別添3参照)

4. パイロットがとるべき措置

(1)b. パイロットがRAにより回避操作を実施する場合には、衝突のおそれのある航空機の目視確認に努めるとともに自機が変更しようとする方向の外部監視も行うこと。

(1)c. RAにより高度を変更する場合、その変更は必要最小限にとどめること。

(1)d. RAによりパイロットが管制指示高度を逸脱し、その後衝突の危険が回避された場合には、直ちに所定の管制指示高度に復帰すること。また、無線電話により管制機関へ可及的速やかにその旨

の報告をすること。なお、管制機関への連絡に当たっては、以下の用語例に従うこと。

状況	用語例
A C A S R A に従って高度変更を行った場合	TCAS CLIMB (or DESCENT)
A C A S R A に応答後、「Clear of Conflict」 となったとき	RETURNING TO (assigned clearance)
A C A S R A に応答後、R A が消失したとき	TCAS CLIMB (or DESCENT), RETURNING TO (assigned clearance)
A C A S R A に応答後、現行の管制承認に 復帰したとき	TCAS CLIMB (or DESCENT), COMPLETED (assigned clearance) RESUMED
A C A S R A に従うため、管制承認 / 指示に 従えないとき	UNABLE TO COMPLY, TCAS RA

(注) 管制用語として使用する場合のみ “ A C A S ” に替え “ T C A S ” を使用する。

5. 運航者がとるべき措置。

(1) 運航者は、詳細な操作手順を運航規程に規定すること

6. パイロットの責任

R A により管制指示高度から逸脱を行う場合、パイロットは航空法第96条第1項の違反には問われない。

7. 管制官の責任

航空機が R A により管制指示高度から逸脱している間、管制官は当該機と回避操作により影響を受ける他の航空機との間における管制間隔の設定について責任を有しない。

管制官の管制間隔設定の責任は、次の場合に再び生ずる。

(1) 航空機が回避を終了し、指示高度に復帰したとき。

(2) 航空機から回避を終了した旨の通報があり、当該機と他の航空機との間に管制間隔が設定されていることが管制官に確認されたとき。

2.14.1.2 国際民間航空機関の規程

国際民間航空機関（以下「 I C A O 」という。）の関連資料は以下のとおりである。

(1) 国際民間航空条約第6附属書

国際民間航空条約第6附属書第1部6.18項には、次の記載がある。

(抜粋)

(仮訳)

6.18.1 2003年1月1日から最大離陸重量15,000kg又は、乗客数30人を超える、すべてのタービン発動機の飛行機は、ACASの航空機衝突防止装置を装備しなければならない。

6.18.4 航空機衝突防止装置は、第10附属書第4巻の該当する規定に従って運用されなければならない。

(2) PANS - OPS

第6附属書補足編であるPANS - OPS、第1巻パート 第3章ACAS装置の運用には以下の記載がある。

なお、原文については別添4参照

(仮訳)

3.1 概説

3.1.1 航空機衝突防止装置 (ACAS) によって与えられる情報が意図するところは、航空機の安全運航のために操縦士を手助けすることである。

3.1.2 以下の3.2に明記された手順は、いずれも機長が、交通上の障害を解決するためにとるべき最良の手順を選択する際に、最良の判断と全幅の権限を行使することを妨げるものではない。

3.2 航空機衝突防止装置の指示の用法

航空機衝突防止装置の指示が意図するところは、脅威機を操縦士が活発に探索かつ視認し、更に衝突のおそれを回避するのを手助けすることである。航空機衝突防止装置が作動したときの指示を操縦士が活用する場合には、以下の安全上の配慮に従わなければならない。

a) 操縦士は、TAのみに従って航空機を操作してはならない。

Note 1. - TAが意図するのは、脅威機の視認を手助けすること、及びRAの可能性のあることを操縦士に警報することである。

Note 2. - TAを活用する際の上記の制限は、方位精度に限界があること、及び表示された交通情報から高度の変化率を読み取るのが困難であることによるものである。

b) 飛行経路を変化させるRAが作動した時には、脅威機の探索は、自機が飛行していくかもしれない空域を目視で監視 (スキャン) することを含むこと。

c) 飛行経路の変更は、R Aに従うために必要な最小範囲に限ること。

d) R Aに応答して航空交通管制の指示又はクリアランスから逸脱する操縦士は、衝突の危険が解消された場合には、当該指示又はクリアランスで伝達されたことに即座に復帰すること、及び適切な管制機関に対して、実施可能な限り速やかに、飛行方向や逸脱がいつ終了したかを含め、逸脱について通報すること。

Note. - R Aに応答しての機体の回避運動について通報するために使用する専門用語は、P A N S - R A C、パートXの3.1.2に記述されている。

(3) 国際民間航空条約 第10 附属書

国際民間航空条約 第10 附属書第4 巻第4 章 航空機衝突防止装置 付録A
ガイダンス・マテリアルに操縦士の逆反応について以下の記載がある。

(抜粋)

(仮訳)

3.5.8.10.3 操縦士の逆反応

R Aの指示と逆の回避飛行は、脅威機との垂直間隔を縮めることになるので、必ず避けなければならない。このことは特にA C A S対A C A Sの空対空調整された遭遇の場合にあてはまる。

(4) P A N S - R A C

第2 及び第1 1 附属書補足編であるP A N S - R A C パート において、航空機衝突防止装置と航空管制の関係について以下の記載(抜粋)がある。原文については別添5 参照。ただし、P A N S - R A Cは2 0 0 1年1 1月から、P A N S - A T Mとして改訂されている。また、P A N S - R A CパートX 3.1.2 の用語については、P A N S - A T M第1 2 章 12.3.1.2に記載されている。

(仮訳)

19.1 A C A S 装備機に対して適用する航空管制の方式は、A C A S 非装備機に対するものと同じでなければならない。特に、衝突の防止、適切な間隔の設定並びに脅威機及び取り得る回避操作に関連して提供される情報は、通常の航空交通業務における方式と一致しなければならない。A C A S を装備していることによる航空機の能力を排除したものでなければならない。

19.2 操縦士がA C A S のR Aに基づいた機体運動を行った旨の報告をした場合は、航空管制官は、現在の管制指示又は管制承認への復帰

を操縦士が通報してくるまで、航空機の飛行経路を修正しようとしてはならず、その代わり、適宜交通情報を提供するようにしなければならない。

Note 1.-航空機のACASの能力については、通常は航空管制官には知らされていない。

Note 2.-ACASの運用手順については、PANS-OPS第1巻、パート 第3章に含まれている。

Note 3.-航空管制官と操縦士との間で用いられるべき用語について PANS-RAC パートX 3.1.2 に記載されている。

2.14.1.3 A機の規程

(1) OM SUPPLEMENT

航空法第104条に基づき日本航空(株)の運航規程が定められており、運航規程に基づき設定された Operations Manual の付属書であるOM SUPPLEMENT には、以下の記載がある。(抜粋)

1. TCASのRAが発生した場合は、機長がRAに従って操作を行うことが危険と判断した場合を除き、RAに直ちに従うこと。尚、RAにより高度を変更する場合、その変更は必要最小限にとどめること。

また、必要な操作が完了した後に可及的速やかに管制官へRAに従った旨報告すること。

2. 「Clear of Conflict」Advisory が出た場合は、ATCから別途指示がない限り、ATCから当初指示のあった高度に速やかにもどること。

また、必要な操作が完了した後に可及的速やかに管制官へその旨の報告をすること。

(2) Operations Order

同社の Operations Order には以下の記載がある。(抜粋)

TCASの運用について

1. TCASの運用については、衝突防止に有効であることを重視し、空域によらずTA/RAモードとする。

3. RAが発生した場合の処置

TA/RAモードを使用してRAが発生した場合は、必要な操作が完了した後に所定の用語を用いて速やかに管制機関にその旨を通知するとともに、飛行終了後に機種毎に発行されている Operations Order に従ってコメント・シートを提出する。

TCASの運用データの収集について

4. その他

- (2) RAが発生した場合は、必要な操作が完了した後、以下の用語を用いて管制機関にその旨を通知する。（適宜平文にて補足説明を行う。）

なお、管制機関への報告義務はATC指示高度からの逸脱時に限定されており、Preventive RA発生時の報告は原則として不要である。

状況	用語
RAに従って高度変更を行った場合	TCAS CLIMB (or DESCENT)
RAに対応後、「Clear of Conflict」となった場合	RETURNING TO (assigned clearance)
RAに対応後、RAが消失した場合	TCAS CLIMB (or DESCENT), RETURNING TO (assigned clearance)
RAに対応後、現行のクリアランスに復帰した場合	TCAS CLIMB (or DESCENT), COMPLETED (assigned clearance) RESUMED
RAに従うため、管制承認・指示に従えない場合	UNABLE TO COMPLY, TCAS RA

- (3) 飛行規程 (AIRPLANE FLIGHT MANUAL)

A機の飛行規程（以下「AFM」という。）には以下の記載がある。

（抜粋）

CERTIFICATE LIMITATIONS

TRAFFIC ALERT AND COLLISION AVOIDANCE SYSTEM
(TCAS) (If installed)

Pilots are authorized to deviate from their current ATC clearance to the extent necessary to comply with a TCAS resolution advisory.

NORMAL PROCEDURES

Compliance with a TCAS resolution advisory (RA) is necessary unless the pilot considers it unsafe to do so, or unless the pilot has better information about the cause of the RA and can maintain safe separation from a nearby aircraft, obvious TCAS system failure, etc.

CAUTION: Once an RA has been issued, safe separation could be compromised if current vertical speed is changed, except as necessary to comply with the RA. This is because TCAS-to-TCAS coordination may be in progress with the intruder aircraft, and any change in vertical speed that does not comply with the RA may negate the effectiveness of the other aircraft's compliance with the RA

NOTE: The consequences of not following an RA may result in additional RAs in which aural alert and visual annunciations may not agree with each other.

The pilot should not initiate evasive maneuvers using information from the traffic display only or on a traffic advisory (TA) only without visually sighting the traffic.

(4) 航空機運用規程 (Aircraft Operating Manual)

運航規程の付属書であり、航空機の型式ごとに定められ、運航乗務員が日常的に使用する航空機運用規程 (以下「AOM」という。)には以下の記載がある。(抜粋)

Operating Limitations

Pilot は T C A S Resolution advisory (RA) に従うために必要な範囲でその時の ATC 承認高度から逸脱することが認められている。

Non-Normal Maneuvers

T C A S Traffic Advisory (TA) あるいは、Resolution Advisory (RA) が発生した場合には、迅速に以下の操作を実施すること。

Note : 回避操作中に Stick Shaker の作動あるいは Initial Buffet が発生した場合には、迅速に Approach to Stall Recovery の操作を実施する。

Note : 回避操作中に High Speed Buffet が発生した場合には、 Buffet を低減させるために必要に応じて Pitch Force を緩め、回避操作を継続する。

For R A (except CLIMB RA in Landing Configuration) :

P F	P N F
回避操作が必要な場合、Autopilot を Disengage し、RA の指示を満たすように Pitch 及び Thrust を調整する。	
相手機の視認に努める。相手機が視認できた場合には、その旨 Call する。	

(5) A O M SUPPLEMENT

A O M SUPPLEMENT Procedures and Techniques の Warning System、「T C A S R A 発生時の垂直回避操作について」の項に以下の記載がある。(抜粋)

- ・ Autopilot を Disengage する。
- ・ P F D 上の R A Pitch Guidance Command に従い Airplane Symbol が Red Line のすぐ外側へくるよう機体を操作する。
- ・ R A の間、P F の第 1 の注意は、P F D の R A 回避指示に注がれるべきであり、Cockpit の他の Crew は、「Clear of Conflict」が Announce されるまで、Traffic 表示を参照しつつ（可能ならば）外部監視に努める。

ただし外部確認で目視された相手機が脅威機であるとは限らない場合や、それ 1 機のみが T C A S が反応しようとしている脅威機でない場合もある得ることを考慮しなければならない。

また、諸系統に関する説明の「TCAS Vertical Guidance on PFD」の項に T C A S の相手機との相補調整機能について、次のような記述がある。(抜粋)

相手機の T C A S も作動している場合、T C A S Vertical Guidance は相手機と Coordinate をとる。

2.14.1.4 B 機の規程

(1) O M SUPPLEMENT 及び Operations Order は A 機と共通規程であり、省略する。

(2) A F M について

B 機の A F M には以下の記載がある。(抜粋)

第 章 限界事項

Flight Crew は TCAS Resolution Advisory (RA) に従うために必要な範囲でその時の ATC 承認高度から逸脱することを認められている。

第 章 通常操作

RA に従うことにより安全性が損なわれると Pilot が判断する場合、または明白な TCAS System の故障等、RA の原因について Pilot がより良い情報を得られ近傍の航空機から安全な間隔を維持できる場合を除き、TCAS Resolution Advisory (RA) に従うことが必要である。

注意：一旦RAが発生したら、RAに従うために必要なもの以外の垂直方向の速度変化は安全な間隔を危うくすることがある。これは、TCAS -TCAS Coordinationが相手機との間で進行中であるかもしれず、RAに従わない垂直方向の速度変化は他機がRAに従うことの有効性をなくす可能性があるためである。

Note：RAに従わない結果、音声警報と表示の一致しない付随的なRAが発生する場合がある。

なお、B機のAFMには一般事項として、次の記述がある。

TCAS は "SEE-AND-AVOID" の原則とATC Radarによる管制のBackupと考えられる。

(3) B機のAOM について

B機のAOMに次の記述がある。(抜粋)

RAが発生した場合

(1) RA / VSIの指示に従い迅速かつSmoothに回避操作を実施する。

(2) Traffic Displayをもとに相手機の目視確認に努める。

注(1) Maneuver を必要とする場合は、Autopilot を Disengage する。この時 FD の Pitch Command を使用してはならない。

(4) B機のAOM SUPPLEMENTについて

B機のAOM SUPPLEMENT に次の記述がある。(抜粋)

1. TCAS

(1) 一般

相手機がTCAS(TAのみ発するTCAS-1を除く)を装備していれば、お互いのMode-S Transponderを介しRA発生のための事前調整を自動的に実施し、互いに反対方向(上下)へ回避するようなRAが選択される。

(2) TCAS Operationの補足説明

b. RAが発生した場合

- ・PFは回避操作を行う旨を他の乗員に伝達し、A/PをDisengageした上で必要な回避操作を実施する。
- ・PNFはTraffic Displayを参照しつつ、目視確認による相手機の位置確認に努めるとともに、RAで指示されるVertical Rateを満足していることを確認する。

2.14.1.5 航空交通管制の規程

「航空保安業務処理規程 第5 管制業務処理規程 管制方式基準」は、航空管制官が業務を実施する上での準拠すべき方式、最低基準、用語等を定めたものである。

T C A Sに関連する記述は、空制第4 1 2号(平成7年1 2月2 7日改正)において、以下の内容が追加された。(抜粋)

回避アドバイザーに係る措置

航空機からR Aに従い飛行中である旨の通報を受けた場合は、次のいずれかの状態を確認したのちに、管制指示を発出することができる。この場合、実施可能な範囲において、当該機及び関連航空機に対し交通情報を提供するものとする。

- a 当該機が回避を終了し、指示高度に復帰したこと。
- b 当該機から回避が終了した旨の通報があり、当該機と他の航空機との間に管制間隔が確保されていること。

なお、T C A Sとは直接関連していないが、上記の他、機器の作動状況、航空交通量及び通信量を考慮した上、実施可能な範囲において行うものと規定された「補足業務」の中で、航空機同士が接近した場合の措置について次の記述がある。(抜粋)

(1) ターゲット接触のおそれがある時の措置

航空機(空中待機中のものを除く。)がスコープ上において他のターゲットと接触のおそれがある場合は、当該機と他のターゲットとの間に最低基準値を超える垂直間隔が設定されていることが明白である場合を除き、当該機に対し他のターゲットに係る交通情報を発出するものとする。

(2) 回避措置

レーダー交通情報を受けた航空機が関係ターゲットからの回避措置を要求した場合は、当該機が関係ターゲットと接触しないよう誘導するものとする。ただし、当該要求に応じられない場合は、当該機に対してその旨通報するものとする。

2.14.1.6 米国の規程

米国では、世界に先駆けて1 9 9 3年の1 2月末から、米国連邦航空規則(F A R)によりT C A Sの装備が義務化されている。米国連邦航空局は、T C A Sの導入に当たり、また、その後の経験を踏まえ、同規則に基づくT C A Sの運用について記述したアドバイザー・サーキュラー1 2 0 - 5 5 A 「AIR CARRIER OPERATIONAL

APPROVAL AND USE OF TCAS 」(以下、本項においては「AC」という。)を発行している。

ACには、TCASの運用承認、運用方法、TCASに関する運航乗務員の教育訓練、TCASの整備、RA作動報告等、TCASについて広範にわたり詳細に記述されている。

ACにおける、「11. TCAS OPERATIONAL USE」中のc.「The Potential Consequences of Improperly Maneuvering the Aircraft in Response to an RA Include:」の項に次の記載がある。(抜粋)

(3) ATC may not know when TCAS issues RA's. It is possible for ATC to unknowingly issue instructions that are contrary (opposite) to the TCAS RA indications. Safe vertical separation may be lost during TCAS coordination when one aircraft maneuvers opposite the vertical direction indicated by TCAS and the other aircraft maneuvers as indicated by TCAS.

As a result, both aircraft may experience excessive altitude excursions in "vertical chase" scenarios due to the aircraft maneuvering in the same vertical direction.

Accordingly, during an RA, do not maneuver contrary to the RA based on ATC instructions.

(仮訳)

(3) 管制機関は、いつTCASがRAを発出したか知らないかもしれない。TCASのRAの指示とは反対の指示を、管制機関が知らずに発出することがあり得る。一方の航空機がTCASによって指示された垂直方向とは逆に運動をし、もう一方の航空機がTCASによって指示されたとおりに運動をした場合には、TCASの連係動作中に安全な垂直間隔が失われるかもしれない。

結果として、当該航空機が同一の垂直方向に運動していることにより、両機は、「垂直方向の追いかけあい」を起こし、過度の高度逸脱に遭遇するかもしれない。

したがって、RAが出ている間は、管制機関の指示に基づいてRAと反対の運動をするようなことは、してはならない。

また、同「11. TCAS OPERATIONAL USE」中のb.「Pilot Responsibilities」の項に、RA作動時のPNFの対応、及びRAに基づく回避操作時の管制機関への通報について、それぞれ次のような記述がある。

(5) The non flying pilot should advise the pilot flying when there is a deviation from the vertical flightpath indicated by TCAS. The non flying pilot, and any

onboard observers, also, will assist in the visual search for the intruder, and continue to cross-check the TCAS displayed information with other available traffic information to ensure the RA response is being flown correctly.

- (10) … In responding to a TCAS RA that directs a deviation from assigned altitude, communicate with ATC as soon as practicable after responding to the RA.

(仮訳)

- (5) PNFは、TCASが指示した垂直方向の飛行経路から逸脱している時には、PFに対して助言すべきである。また、PNF及び他の同乗者は、脅威機を視認する助けとなるとともに、RAに対する反応が正しく行われていることを確認するため、TCASが表示する情報を他の利用可能な交通情報とともに相互に確認し続ける。

- (10) …。指定高度からの逸脱を指示するTCASのRAに対応する場合は、RAに反応後、実施可能な範囲で速やかに管制機関と連絡をとること。

2.14.1.7 ヨーロッパの規程

- (1) ヨーロッパ共同航空局の規程

ヨーロッパ諸国が共同して設立しているヨーロッパ共同航空局(JAA)では、航空機に関するヨーロッパ共同航空規則(JAR)を制定している。

各JAA加盟国は、このJARに基づく基準や方式の内容をそれぞれの国内法に取り入れ、この基準や方式を適用して整備や運航を行う。

JARの中で、航空機の運航方式に係る規則がJAR-OPSである。JAR-OPSにおいて、2000年1月1日以降は、客席数が30又は最大離陸重量が15,000kgを超え、かつタービン発動機を装備した飛行機について、TCASの装備を義務付けている。また、JAR-OPS 1.398項 Use of ACASの中で、TCASに関し、次のように記述されている。

An operator shall establish procedures to ensure that:

- (a) When ACAS is installed and serviceable, it shall be used in flight in a mode that enables Resolution Advisories (RA) to be produced unless to do so would not be appropriate for conditions existing at the time.
- (b) When undue proximity to another aircraft (RA) is detected by ACAS, the commander or the pilot to whom conduct of the flight has been delegated shall ensure that corrective action is initiated immediately to

establish safe separation unless the intruder has been visually identified and has been determined not to be a threat.

(仮訳)

運航者は、以下を確実にする手順を定めなければならない。

- (a) 航空機衝突防止装置が装備され、かつ、使用可能であるときは、飛行中、その使用が不適切である場合を除き、回避指示がなされるようなモードで使用しなければならない。
- (b) 機長又はPFは、RAが作動した場合に、相手機が視認でき、かつ危険がないと判断した場合を除き、安全間隔を確保するため、直ちに回避操作を開始すること。

(2) 英国の規程

JAA加盟国は、上記(1)の共同航空規則(JAR)をもとに各国ごとに航空規則を設定することとしている。

その加盟国である英国では、英国航空法(ANO)にJAAと同じ内容でTCASの装備義務を定めている。

TCASの運用に関して英国航空法(ANO)のガイダンス・マテリアルとしてCAP579を発行しており、その6.2.2項、及び6.2.4項には次のように記述されている。

6.2.2 Pilots are to initiate the required manoeuvre immediately, adjusting flight path, aircraft power and trim accordingly. Crew members not involved in executing this manoeuvre should confirm that the sky ahead is clear of other traffic and continue the visual search for the established threat. They are to inform ATC as soon as possible of any deviation from an air traffic control clearance.

(仮訳)

(RAが作動した場合)操縦士は、飛行経路、推力、トリムを調整することにより、必要な回避操作を直ちに開始すべきである。この回避操作の担当者以外の運航乗務員は、飛行方向に他のトラフィックがないことを確認するとともに、相手機がどこにいるか目視により探さなければならない。操縦士は、管制機関に対しできる限り速やかに、管制指示からの逸脱について通報すべきである。

6.2.4 Manoeuvres should never be made in a direction opposite to that given in an RA; this is because the sense may have been determined following an exchange of data with the established threat. For this reason;

- (a) RAs may be disregarded only when pilots visually identify the potentially conflicting traffic and decide that no deviation from the current flight path is needed.
- (b) If pilots receive simultaneously an instruction to manoeuvre from ATC and an RA, and both conflict, the advice given by ACAS should be followed.

(仮訳)

RAによる回避指示に対し反対の方向への回避操作は、決して行ってはならない。これは、回避の方向が相手機とのデータ交換によって決められているからである。このため、

- (a) 操縦士が相手機を視認し、現在の飛行経路から逸脱する必要がないと判断した場合に限り、当該RAを無視してもよい。
- (b) 操縦士が、管制機関からの操作の指示及びACASの回避指示を同時に受け取った場合、かつ、これらが矛盾しているときは、ACASの回避指示に従うべきである。

2.14.2 TCASに係る教育訓練

2.14.2.1 運航乗務員の教育訓練

日本航空(株)では、OMの「実施要領(細則)5-7 TCASを運用する場合の機長及び副操縦士の要件」において、TCASを運用する場合は、機長及び副操縦士が共に所定のTCAS訓練を終了していなければならない旨、定めている。

さらに、同社のQM「9-7 TCAS Operationに関する訓練」において認定訓練及び定期訓練を充足しなければならないことを定めている。

(1) 認定訓練の内容及び実施状況

訓練内容

QMによれば、認定訓練の内容は、概略次のようになっている。

- a システムの説明(構成機器、操作方法、ディスプレイの内容、音声警報の内容、限界、他システムとの関係)
- b TCASの指示への対応
- c 関連事項(TCASの指示(RA)と目視による判断との関連、飛行規定に記載されている限界事項、TCAS作動時のATCとのコミュニケーション及びその後のATCクリアランスへの復帰等)
- d 実運航環境下での作動状況
- e クイズ(知識の確認を行う。)

教材及び訓練時間は、上記a~cについては、スライド及びシステム

スタディガイドにより60分、dについては、CBT又はビデオ(注)により50分、eについては、CBT又はAVT(注)により50分となっている。

(注) B767、B747-400の訓練に適用する。

このTCAS認定訓練を、A機及びB機の運航乗務員(訓練生を含む、航空機関士は除く)はすべて受けていた。

(2) 定期訓練の内容及び実施状況

訓練内容

QMによれば、定期訓練の内容は、概略次のようになっている。

- a 実運航における事例
- b システムの変更点
- c 操作方法及び操作手順の変更点

上記訓練の実施課程は、定期地上訓練の場で行い、また、知識の確認は定期飛行訓練の場で行うこととされている。

この定期訓練の内容については、概ね次のとおりであった。

なお、TCAS装備機同士の遭遇訓練についても行われていたが、RAに従わなかった場合の危険性についての具体的な教育訓練内容はなかった。

- a A機の運航乗務員の訓練は、TCAS模擬装置が装備されているシミュレーターにより実施されていた。訓練の概要は以下のとおりである。

(a) ブリーフィング

- ・飛行科目に沿って教官がブリーフィングを行う。
- ・TCASについては操縦操作を中心にブリーフィングを行う。

(b) シミュレーター訓練

- ・Pilot Flight Training Guide に設定されている飛行の山型パターンに沿って同訓練を実施する。
- ・シミュレーターにプログラムされている「他機の接近」を利用してTCASを作動させ、回避操作を行わせる。
- ・低高度での操縦操作あるいは高い高度(5,000ft又は11,000ft)での操縦操作のどちらを行うかは、教官の裁量で決められる。

- b B機の運航乗務員の訓練は、TCAS模擬装置が装備されていないシミュレーターにより行われていた。訓練の概要は以下のとおりである。

(a) ブリーフィング

- ・TCASに関する教材ビデオ(自社製)を見せる。
- その他の内容については、次のとおりであった。

- ・ T C A S 関連数値の確認 (T A / R A の作動条件、操縦操作をするまでの反応時間、G、Pitch Rate、R A Inhibit の条件)
- ・ 標準操作の実例 (8 , 0 0 0 ft で水平飛行中に、正面下方から相手機が接近し、Climb R A に従って回避する。)

(b) シミュレーター訓練

- ・ Pilot Flight Training Guide に設定されている飛行の山型パターンに沿って同訓練を実施する。
- ・ T A / R A の音声を流し、それに従って回避操作を行わせる。
- ・ 低高度での操縦操作あるいは高い高度 (3 3 , 0 0 0 ft) での操縦操作のどちらを行うかは、教官の裁量で決められる。

実施状況

これらの定期地上訓練に関し、A機及びB機の機長及び副操縦士は、事故発生前の1年以内に、シミュレーター定期訓練により、T C A S に関する回避操作の訓練を受けていた。

A機の副操縦士昇格訓練中の訓練生については、C B T 及びビデオ視聴による教育を受けていた。

(3) ビデオによる T C A S に関する講習

日本航空(株)では、定期訓練の中で、毎年テーマを変えて実施する研修として、平成10年度に限りT C A S に関するビデオを用いた講習を実施していた。そのビデオでは、T C A S に関する以下の事項等について、具体的に詳細な説明が行われていた。

概要、装備義務

航空局発行のA I C の記載内容

相補調整機能

管制指示に従ってR A 指示に対する逆操作を行うことの危険性

過去の具体的回避事例

標準操作

A機の機長並びにB機の機長及び副操縦士は、この時期に当該講習を受講する機会があった。

2.14.2.2 航空管制官の教育訓練

(1) 航空管制官に対する T C A S 訓練の現状

航空管制官に対する T C A S の教育訓練は、管制方式基準に T C A S に関する記述が追加されたことにより、航空保安大学校及び同岩沼分校において、T C A S 装置の機能、性能及び航空管制業務とのかかわりについての講

義が行われることとなった。

航空保安大学校は、新規に採用した者に対し座学及び実技研修を実施しており、平成10年度以降、航空管制官基礎研修及び本科航空管制科課程において座学を1時間行っている。

航空保安大学校岩沼分校は、配属された官署において所定の資格を取得した者に対して研修を実施しており、平成7年度以降、航空路レーダー管制専門研修及びターミナル・レーダー管制専門研修の各研修コースの中で1.5時間の座学が行われている。

(2) 航空管制官に対する訓練実績

事故当時、訓練中であった航空管制官は、航空保安大学校岩沼分校で実施された航空路レーダー研修において、TCASに関する同校の講義(1.5時間)の中で、TCASの概略説明を受け、紹介ビデオ(2.14.2.3項参照)を見ている。

訓練監督者及びレーダー調整席の航空管制官については、専門誌のTCASに関する記事に接する機会はあったものの、配属官署においては、TCASに関するブリーフィング等も行われていなかった。

(3) 米国における教育訓練の現状

米国連邦航空局(FAA)が発行したTCASに関する小冊子の中で、航空管制官に対するTCASに関する教育、訓練の内容については、次のように記載されている。

Controller Training Programs

While controllers do not use TCAS , they need to be aware of its presence, capabilities, and limitations while performing their responsibilities. The controller training should be similar to the classroom training provided to pilots, but supplemented with material that demonstrates advisories that have had both positive and negative impacts on the control and traffic situation.

(仮訳)

航空管制官訓練プログラム

航空管制官はTCAS を使用する側ではないが、管制業務を遂行する上で、その存在と性能及び限界について知っておく必要がある。

座学の内容は、パイロットに対して行われるものと同じようなものであるべきであるが、航空管制及び交通状況に対し、有利な影響と不利な影響を与えたアドバイザリーを示す資料で補足されるべきである。

2.14.2.3 航空機製造会社が作成した研修資料

運航乗務員は、航空機製造会社作成によるTCAS紹介用のビデオ (Flight crew briefing: 1993) を見ることになっている。

また、航空保安大学校では平成10年度以降、同岩沼分校では平成7年度以降に在学した航空管制官は、同ビデオで学習している。

同ビデオには概略、次の内容が盛り込まれている。

- (1) TCASの目的及び開発の経緯
- (2) TCAS関連の機器操作及び関連機の表示
- (3) TCASに対応した操縦操作
- (4) 運用上の留意点

また、説明の中で今回の事例に関連すると思われる事項として、映像とともに以下の内容が述べられている。

- (1) TCASは関連機の視認及び管制間隔の維持機能の補完をするものである。
- (2) TCASコンピューターは、他のトランスポンダー搭載機と連絡を取り合っている。
- (3) TCASは複数の航空機に対しても対応することが可能である。各々の航空機同士では、データ交換が行われており、必要な場合には相互に調整がなされたRAの指示が出される。
- (4) 旋回中にRAが出ることもあるが、TCASの指示はピッチ操作のみであり、それまでの飛行経路を変更する必要はない。

3 事実を認定した理由

3.1 一般事項

3.1.1 航空従事者技能証明及び航空身体検査証明

- (1) 両機の機長、副操縦士、航空機関士及び訓練中の操縦士は、適法な航空従事者技能証明及び有効な航空身体検査証明を有していた。
- (2) 訓練中の航空管制官、訓練監督者及びレーダー調整席の航空管制官は、必要な航空管制技能証明及び有効な身体検査合格書を有していた。

3.1.2 耐空証明

両機は、有効な耐空証明を有しており、所定の整備及び点検が行われていた。

3.1.3 気象の状況

事故当時の気象は、有視界気象状態であり、視程は良好で、両機は互いに相手機を目視できる状態であったものと推定される。

3.2 解析

3.2.1 事故発生の経過

D F D R 記録、A C M S 記録、A I D S 記録、T C A S 記録、管制交信記録及び航空管制用レーダー記録並びに運航乗務員、客室乗務員及び航空管制官の口述によれば、事故発生の経過は、以下のとおりであったものと推定される。

平成13年1月31日、A機は、日本航空(株)の定期907便として、那覇空港へ向け、東京国際空港を離陸した。離陸後、A機は、計器飛行方式によりY A I Z U に向け飛行を続け、東京A C C の上昇指示に従い、F L 3 9 0 までの上昇を続けていた。A機の操縦室には、機長、副操縦士及び副操縦士昇格訓練中の2名の操縦士、計4名が搭乗していた。

B機は、A機の西方において、同社の定期958便としてF L 3 7 0 を計器飛行方式により新東京国際空港へ向け、巡航していた。なお、B機の操縦室には、機長、機長昇格訓練中の副操縦士及び航空機関士、計3名が搭乗していた。

東京A C C の関東南Cセクターの管制卓においては、レーダー対空席に訓練中の航空管制官と訓練監督者、レーダー調整席に1名の航空管制官、計3名の航空管制官が配置され、業務を実施していた。

15時47分47秒ごろ、関東南Cセクターと隣接セクターとの間で、B機のレーダー・ハンドオフが行われた。また、同48分14秒にB機から関東南Cセクター

に対して通信設定のための呼びかけがあり、同 4 8 分 1 8 秒に、同セクターは応答を行った。

このころ、C機は、A機に指定されている巡航予定高度の F L 3 9 0 と同高度で A機の南方を西方に向け飛行していたが、C機とA機の飛行予定経路は交差しており、そのまま飛行すればA機とC機は接近する可能性があった。このため、訓練中の航空管制官は、既にレーダー・ハンドオフが終了していたC機に対して、同 4 7 分 0 2 秒と同 4 7 分 5 6 秒の 2 度にわたり呼び出しを行ったが、同セクターとの通信設定を完了していなかったC機からの応答はなかった。その後、同 4 8 分 2 2 秒、それまでC機と交信していた関東南 B セクターの航空管制官が、C機に対し関東南 C セクターへの周波数変更を指示した。

同 4 8 分 3 7 秒に、C機から関東南 C セクターへ F L 3 9 0 である旨の通報があり、訓練中の航空管制官は、C機に F L 3 5 0 への降下指示を行った。

同 5 3 分 5 0 秒ごろ、A機は、焼津市付近の海上上空で緩やかに左旋回を開始していた。東京 A C C では、訓練監督者が訓練中の航空管制官に対し、それまでに実施した業務について解説を行い、これが終了するころであった。

以上の状況下、同 5 4 分 1 5 秒、東京 A C C のレーダー表示画面上で、航空機同士の接近を警報する C N F が作動した。

同 5 4 分 1 8 秒、B機の T C A S において、接近する航空機があることを示す T A が作動した。

同 5 4 分 1 9 秒、A機の T C A S において、T A が作動した。

同 5 4 分 2 7 秒～3 2 秒の間、東京 A C C は、B機に指示を出すつもりで、便名を取り違えてA機に対して、F L 3 5 0 まで降下すること、及び関連航空機があるので降下を開始することを指示した。

これに対するA機の応答の中でA機は便名を呼称していたが、訓練中の航空管制官と訓練監督者はこれをA機のものとして認識することができなかった。

同 5 4 分 3 4 秒、B機の T C A S において、T A が降下を指示する R A に変わった。

A機が降下のための操作を開始した直後の同 5 4 分 3 5 秒、A機の T C A S において T A が上昇を指示する R A に変わった。

同 5 4 分 3 8 秒～4 1 秒の間、訓練中の航空管制官は、B機に対し、1 3 0 ° の方向へ針路変更するように指示した。これに対するB機からの応答はなかった。

同 5 4 分 4 0 秒ごろ、A機は上昇の頂点となり、同 5 4 分 4 1 秒ごろから高度が低下しはじめた。

同 5 4 分 4 9 秒、B機の T C A S において降下のインクリース R A が作動した。また、この時、B機の T C A S 情報表示器上において、A機のシンボルの脇に、A機が降下中であることを示す下向きの矢印が表示された。

同 5 4 分 4 9 秒 ~ 5 2 秒の間、訓練中の航空管制官は B 機から応答がなかったため、同機に対して、140° の方向へ針路変更するよう指示した。これに対する B 機からの応答はなかった。

同 5 4 分 5 4 秒、A 機の、TCAS 情報表示器上において、B 機のシンボルの脇に、B 機が降下中であることを示す下向きの矢印が表示された。

同 5 4 分 5 5 秒、訓練監督者は、訓練中の航空管制官をオーバーライドして、日本航空 9 5 7 便に対し、降下の指示を行ったが、付近に該当する航空機はなかった。

A 機と B 機は、ほぼ同高度で降下を続け、接近していった。

両機がすれ違う前の同 5 5 分 0 2 秒 ~ 0 5 秒の間、訓練監督者は、A 機に対して新たに FL 3 9 0 への上昇を指示した。これに対する A 機からの応答はなかった。

同 5 5 分 0 6 秒、A 機の TCAS において、上昇指示のインクリース RA が作動したが、A 機は降下を続けた。

B 機は、すれ違う直前の 5 5 分 0 5 秒ごろから、操縦桿の角度が機首下げ側から機首上げ側に変化し、降下が抑えられた。最接近時刻は、15 時 5 5 分 1 1 秒ごろで、A 機は、B 機の下側を通過してすれ違った。最接近の場所は、焼津 NDB の南約 7 nm (約 13 km) の海上上空約 35,500 ft ~ 35,700 ft 付近であった。

両機がすれ違う際に、A 機は機首を下げ、その後機首が戻ったことにより、機体にマイナス側及びプラス側に振れる垂直加速度の顕著な変化が生じ、人や物が跳ね上げられて落下し、多数の負傷者が出るとともに、客室内の天井パネル等が破損した。なお、B 機にはプラス側にやや大きめの垂直加速度が生じたが、マイナス側には発生しなかったため人や物が跳ね上げられることはなく、負傷者や客室内の破損は発生しなかった。

A 機は、すれ違った後、東京 ACC に対し、関連航空機は解消した旨の通報を行った。その後、A 機は東京 ACC へ、負傷者が発生したため東京国際空港へ引き返す旨通報し、承認を得て引き返した。

B 機は、すれ違った後、東京 ACC に対し、RA が作動したこと、現在降下していること、再び上昇することを通報した。その後 B 機は、新東京国際空港に着陸した。

(飛行経過の詳細については、別添 2 参照)

3.2.2 航空交通管制に係る解析

3.2.2.1 A 機及び B 機の運航票と事前予測

A 機及び B 機は、東京 ACC の関東南 C セクターの航空管制官により管制を受けて飛行していた。

各セクターの管制席では、通常、航空機が離陸するとプリンターにより運航票が出力され、管制卓のボード上に配置される。新しく出力された運航票が、既に

ボード上に配置された他の運航票の間に挿入された時点で、運航票に記入された位置通報点(フィックス)の通過予定時刻及び飛行高度等の情報と、他の航空機の運航票に記入された情報とを比較することにより、当該機と他の航空機が接近する可能性をある程度判断することが可能であると考えられる。

ボードへの運航票の挿入(ポスティング)はレーダー調整席が行っており、A機とB機についても、A機の運航票をボードに挿入した時点で、B機の運航票と比較して、両機の接近の可能性を判断することも有効な手段であったと考えられる。レーダー調整席の航空管制官は、運航票にマーキング(注意喚起を行うための印付け)を行うことにより、レーダー対空席に対して事前の注意喚起を行うことが可能であったと考えられるが、これらの作業は手順として規定されておらず、実際にも行われていなかったものと推定される。

(付図3参照)

3.2.2.2 A機に対するFL390への上昇指示

2.1.1項のとおり、A機は管制承認発出時にFL390を巡航高度として指定されていたが、訓練中の航空管制官は15時45分25秒に、この高度に向けて上昇中のA機に対して、FL350を暫定維持高度として指定した。

そのころ、関東南Cセクターのレーダー表示画面にはC機のデータブロックが表示されており、レーダー・ポイントアウト(通信設定が行われないレーダー識別の移送)が行われた状態であった。

C機の飛行計画は、関東南Cセクターを通過することなく、同セクターの南側に位置する三宅島を經由し和歌山県串本の南方海上から関西国際空港に向かう経路となっていたが、関東南Bセクターを飛行中に串本への直行指示が出され、これにより当初の経路に比べ北よりの大島の南約10nmを通り串本へ向かう経路をとり、関東南Cセクターを通過することとなった。なお、三宅島の噴火以前は、短縮経路を指示する場合であっても三宅島から串本へ直行し、関西国際空港に至る経路が指示されていたため、関東南Cセクターを通過することはなかった。

C機がレーダー・ポイントアウトとなったのは、当初FL390を飛行していたC機と関連する航空機はなかったためであると考えられる。A機が同36分に東京国際空港を離陸した後に、C機との関連が発生すると考えられたため、訓練中の航空管制官は、A機に対してFL350を指定したものと推定される。

訓練中の航空管制官は、口述で、C機が降下を開始したためA機に対してFL390への上昇指示を行ったと述べているが、訓練中の航空管制官は、同46分38秒に、C機への降下指示が行われない状態のまま、A機に対してFL390への上昇を指示したものと推定される。このことについては、A機とC機の関係につい

て、レーダー調整席の航空管制官と関東南Bセクターとの間で、A機をFL390まで上昇させてもよい旨の調整が行われたことによって、訓練中の航空管制官は、A機を上昇させることが可能になったと判断したものと考えられる。直通回線を含めた管制卓の交信記録にはA機を上昇させる旨の調整が行われた記録は残されていなかったが、レーダー調整席の航空管制官は、関東南Bセクターから、このような調整があり、これをレーダー対空席に伝えた旨の口述をしていることから、この業務調整は隣接セクターとの間で直接対話により行われたものと推定される。

しかし、実際にはこのころ、C機は高度変更せずにFL390において巡航を続けていた。そのため、訓練中の航空管制官は、3.2.2.4項で記述するように、このころは、既にレーダー・ポイントアウトからレーダー・ハンドオフとなっていたC機と通信設定を行って降下をさせる必要性に迫られていた。また、この時B機は、まだ、関東南Cセクターの空域外にあったものと推定される。

3.2.2.3 B機のレーダー・ハンドオフ、運航票への記載及び通信設定

(1) 15時46分51秒、隣接セクターが、B機のレーダー・ハンドオフのための操作を行った結果、関東南Cセクターのレーダー表示画面上のB機のデータブロックに「HND」の文字が表示され、点滅を開始した。同47分47秒、関東南Cセクターは、B機のレーダー・ハンドオフを受けるためにコンピューターの操作を行った。この操作によりデータ・ブロックに表示されていた「HND」の表示が「OVR」となり、その後、当該表示は消えた。なお、B機のレーダー・ハンドオフを受けたこと及び下記の(2)で述べる通信設定が行われたことについては、手書きにより運航票にも記録されていた。

一般に、レーダー・ハンドオフが行われるころ、若しくは航空機との通信設定が行われるころ、航空管制官は数分後に飛行経路上を交差する可能性のある他の航空機との関係を、レーダー表示画面上で検討している。航空管制官は、通常、同時に10数機の航空機を取り扱っており、この段階で接近の可能性を予見できず、その後において再度他機との接近を検討する時間的余裕が取れない場合、関連機があると判断されなかった航空機に対しては注意が低下することが考えられる。

(2) 管制交信記録及び航空管制用レーダー記録によれば、同48分14秒、B機は関東南Cセクターとの通信設定のための呼びかけを行い、同48分18秒に関東南Cセクターはこれに回答して通信設定が行われた。この時、B機はA機と最接近した地点から約75nm(約140km)西の地点をFL370で東に向かって飛行していた。

このころ、A機はB機と最接近した地点から約50nm(約90km)東北東においてFL230付近を西に向かって上昇飛行していた。この時の両機の位置関係からは、航空管制官がB機を認識していた場合には、A機とB機が関連するとの予測は可能であったが、異常に接近すると判断することはできなかったものと推定される。

3.2.2.4 訓練中の航空管制官によるB機の失念

一般に、レーダー・ハンドオフは、航空管制官にとって操作自体は単純で習慣化した機械的操作であるが、この時にレーダー・ハンドオフを受けた航空機の経路や目的地等を確認し、他機との関連を検討することにより意識への定着が図られる。さらに、レーダー・ハンドオフに引き続く相手機からの通信設定のための呼びかけに応答する時機にも他機との関連を検討する機会があり、当該機の実在について意識への定着がさらに確実になるものと考えられる。

訓練中の航空管制官がCNF作動までB機の実在を失念していたことについては、B機のレーダー・ハンドオフ、B機との通信設定及びその後の管制業務において、次のことが関与した可能性が考えられる。

通常、航空管制官は、自分の管轄するセクターに入域する航空機に対する意識への定着をレーダー・ハンドオフ及び通信設定のころに行っている。レーダー・ハンドオフの操作は機械的な操作により行われており、航空管制官にとっては、業務中に頻繁に行う習慣化された操作であり、訓練中の航空管制官は操作時にB機の位置等を意識して確認しなかったため、B機の実在が記憶に定着しなかった。

B機のレーダー・ハンドオフ及び通信設定が行われたことがB機の運航票に記入されており、B機の呼びかけに対しても訓練中の航空管制官は適切な応答を行っていた。

しかし、3.2.2.2項で述べたように、訓練中の航空管制官は、この前にA機に対してFL390への上昇指示を出したが、C機は引き続きFL390のまま巡航を続けていた。このため、このころは、既にレーダー・ポイントアウトからレーダー・ハンドオフとなっていたC機との通信設定を行って降下をさせる必要に迫られていた。

訓練中の航空管制官は、既にレーダー・ハンドオフが終了していたC機に対する降下指示を15時47分02秒に行い、同47分56秒に再びC機を呼び出したが、通信設定は未了であったため、いずれもC機からの応答は得られなかった。その後、同48分22秒、それまでC機と交信していた関東南Bセクターの航空管制官が、C機に対し関東南Cセクターへの周波数変更

を指示した。これにより、同48分37秒になってC機からの呼び出しにより通信設定が行われたので、訓練中の航空管制官は直ちにC機に対してFL350へ降下を指示し、C機はこれを了解した。

このように、B機とのレーダー・ハンドオフとB機との通信設定は、訓練中の航空管制官がA機に対しFL390への上昇指示を行った後で、C機への通信設定を行って同機への降下指示を行うまでの間に行われたため、訓練中の航空管制官は、A機と関連するC機に注意が向けられ、レーダー表示画面上でB機の位置を確実に把握し関連機の有無を検討することに対する注意が不十分となった。

訓練中の航空管制官は、B機との通信設定を行う直前まで、B機（日本航空958便）とよく似た便名のD機（日本航空952便）と交信を行っていた。D機が関東南Cセクターの空域を約20分間にわたり飛行した後、訓練中の航空管制官は成田アプローチと交信を行うように指示を出し、その直後にB機が関東南Cセクターとの通信設定のための呼びかけを行った。そのため、訓練中の航空管制官は、B機の呼びかけを受けた時にD機と便名を混同して、B機が存在を意識できなかった。

B機からの呼びかけを受け、これに応答した直後に、他機から通信設定のための呼びかけがあり、その結果、レーダー表示画面上でのB機の位置確認を行う十分な余裕がなかった。

このころ、訓練中の航空管制官は1分間に10回の送受信を行っていた。関連機の有無を検討するような判断を伴う行為は交信の空白の時間帯に行われることとなるが、B機との通信設定時にB機と関連する航空機の検討を行うことは難しかった。

ただし、その後は5～10秒程度の交信の空白時間帯が何カ所もあったこと、及び訓練中の航空管制官は、既に西関東セクターの航空路レーダー管制業務の資格を有していたことから判断すると、B機のレーダー・ハンドオフ及びB機との通信設定時の状況は、訓練監督者の監督のもとに業務を行っている訓練中の航空管制官の管制処理能力を超えたものではなかったものと考えられる。

3.2.2.6項で述べるように、その後、航空機との交信回数が減ってきたころ、訓練監督者により、それまでに実施した業務の解説が行われたため、訓練中の航空管制官は、レーダー表示画面上で航空交通の状況を再確認することに対し、十分な注意を向けることができなかった。

3.2.2.5 訓練監督者によるB機の失念

3.2.2.2項で述べたとおり、A機はC機との管制間隔が欠如するおそれ大きいと判断され、FL350を暫定維持高度として指定されていたが、関東南Cセクターのレーダー調整席の航空管制官と、関東南Cセクターの東側及び南側の空域を担当する関東南Bセクターの航空管制官との間で、A機をFL390まで上昇させてもよい旨の調整が行われ、訓練中の航空管制官はA機に対して15時46分38秒にFL390への上昇指示を行ったものと考えられる。

しかし、管制交信記録等によれば、その後もC機は高度を変更しないまま飛行を続けており、一方、レーダー調整席はこのころ他機関との業務調整を数多く行っていた。このため、訓練監督者はC機に対して降下指示を行うために、関東南Bセクターとの間で、C機をレーダー・ポイントアウトからレーダー・ハンドオフに変更する調整を自ら行っていた可能性が考えられる。C機のレーダー・ハンドオフについて調整した記録は管制交信記録に残されていなかったが、関東南Cセクターの管制卓に向かって右隣に、C機がそれまで交信を行っていた関東南Bセクターの管制卓があるため、この調整は直通回線を使用せず直接対話で行われていたものと考えられる。

訓練中の航空管制官がFL390を飛行していたC機に対してFL350への最初の降下指示を行った同47分02秒には、関東南CセクターはC機のレーダー・ハンドオフを既に受けていた。しかし、C機が関東南Cセクターとの通信設定を行うために交信したのは同48分37秒であった。これは関東南Bセクターにおいて、C機に対する関東南Cセクターへの周波数の変更指示が同48分22秒まで遅れたことによるものと推定される。

一方、C機についてこのような管制業務が行われている間に、関東南Cセクターの西側に隣接するセクターから、同46分51秒、関東南Cセクターに対してB機のレーダー・ハンドオフの操作が行われ、関東南Cセクターは同47分47秒にB機の業務移管を受けるための操作を行った。また、B機が関東南Cセクターとの通信設定のための呼びかけを行ったのは同48分14秒であった。訓練監督者が、関東南Bセクターとの間でC機に関する連絡調整を行う必要性に迫られていた中で、B機のレーダー・ハンドオフ及びB機との通信設定が行われた結果、レーダー表示画面及び管制交信から注意が離れ、B機を失念するに至ったことが考えられる。

また、3.2.2.6項で述べるように、その後航空機との交信回数が減ってきたころ、訓練監督者は、訓練中の航空管制官に対し、それまでに実施した業務について解説を行ったが、訓練監督者は、この間、航空交通の状況の再確認をレーダー画面上で行わなかったため、B機について失念したままの状態となったものと推定される。

3.2.2.6 訓練監督者が訓練中の航空管制官に解説を行っていた時機

管制交信記録によれば、15時52分ごろから交信回数が減っており、訓練監督者の口述によれば、「航空交通の流れが整ったところに訓練生に対して説明を行った」と述べていることから、このころには、航空交通の流れが一応整えられたものと推定される。同52分からCNFが作動する同54分過ぎにかけても計4回の管制交信が行われているが、これらの交信の合間に、それまで実施した業務についての解説が行われたものと推定される。

訓練監督者は、この時機に、訓練中の航空管制官とともに、レーダー表示画面上で航空交通の状況の再確認を行うことにより、新たに航空交通の状況把握に努め、関連機の有無を検討することが可能であったが、これを行わなかったため、B機について失念したままの状態が続いたものと推定される。

なお、航空管制に関する規定等には、訓練監督者が訓練中の航空管制官に対してOJT中に解説を行うことの是非、解説を行える交通状況の条件、解説時の留意事項、解説の手法等については記載されていない。

3.2.2.7 CNFが作動した時機

訓練中の航空管制官は、口述で、レーダー表示画面上のCNFの作動で初めてB機の存在に気づき、A機とB機が接近しつつあることを知ったと述べている。

CNFが作動した15時54分15秒に、DFDR記録等によれば、A機はFL369を上昇中で、B機はFL370で水平飛行を行っていた。

規定の5nmの管制間隔が失われた時刻は15時54分49秒ごろと推定され、CNFの作動は、規定値では接近する航空機間の管制間隔が失われるような事態の3分前とされているので、通常であれば、同51分50秒ごろまでの作動が期待されるものであった。CNFの作動が規定値より約2分30秒遅れたのは、A機が焼津NDB手前から左旋回を行ったことにより、航空路レーダー情報処理システムが計算したA機とB機の予想航跡の接近値が、この時はじめて2.12.4.2項に記載された値未満となったためであった。

管制交信に要する時間と運航乗務員の操縦操作に機体が反応する時間等を考慮すれば、CNFが作動した時点では、既に規定の管制間隔(水平距離5nm又は高度差2,000ft)を保持することが極めて困難な状況であった。このため、B機の存在を失念していた訓練中の航空管制官は、切迫した状況下で心理的に動揺した可能性が考えられる。

管制交信記録によれば、同54分22秒に訓練中の航空管制官はいったんA機を呼び出そうとしている。CNFの作動からこの時刻までに約7秒の時間が経過

しているが、B機が存在を認識していなかった訓練中の航空管制官は、A機とB機の相対高度、位置関係及び進行方向を判断して回避の方法を選択する必要がある、これには4～5秒の時間が必要と考えられる。これから逆算すると、訓練中の航空管制官はC N F作動の遅くとも2～3秒後にはレーダー表示画面上のC N Fの表示に気付き、C N F作動に対応していたものと考えられる。

(付図10参照)

3.2.2.8 A機をB機と取り違えた、A機に対するF L 3 5 0への降下指示

訓練中の航空管制官が口述でA機とB機の便名を取り違えてA機に対し降下指示を行ったと述べたことについては、航空交通が輻輳している関東南Cセクターを管制していた訓練中の航空管制官が、C N Fが作動した際、切迫した状況下で、心理的に動揺し、便名を取り違えてA機に対し降下指示を行ったと考えられる。また、訓練監督者も心理的に動揺したことにより、訓練中の航空管制官による便名を取り違えた降下指示に気付かなかったこと、及びA機からこの降下指示に対する復唱があったときに、両者とも意図していた便名と復唱した便名の違いに気付かなかったと考えられる。なお、レーダー調整席の航空管制官はA機を降下させる選択肢もあると考えたため、便名の言い間違いとは認識していなかったと考えられる。

これら一連の航空管制官の対応について考察する。

- (1) 2.12.4.1項に示したとおり、C N Fが作動した15時54分15秒に、レーダー表示画面上に表示されていたA機の高度はF L 3 6 7であった。そのため、訓練中の航空管制官が同54分22秒にA機への呼びかけを行おうとした際にはA機を降下させようと考えたが、上昇旋回中であったA機の高度が同54分19秒からはF L 3 6 9を示していたために、B機を降下させようと考え直し、A機に対する通信を取り消した可能性が考えられる。
- (2) 訓練中の航空管制官は、口述によれば、同54分27秒に出したF L 3 5 0への降下指示は、B機を降下させることが適切だと判断して出した指示で、A機に指示を出した意識はなかったと述べている。

当時の状況は、A機及びB機はともにF L 3 7 0付近を飛行しており、A機はF L 3 9 0へ向けて上昇中であり、B機は水平飛行中であった。上昇中のA機を降下させるよりも水平飛行中のB機を降下させることが容易であること、及びA機と交差する可能性のあったC機は既にF L 3 5 0に到達していたことから、B機を降下させることが適切であったと考えられる。したがって、A機への降下指示は、口述のとおり、意図した便名と指示した便名が相違したものとなったと考えられる。

このように便名を言い間違えたことについては、緊急に回避することが必要となったことから心理的に動揺したこと、及び切迫した状況の中で訓練中の航空管制官がA機とB機のレーダー情報を見比べながら判断を下す際、両機の便名と実際の航空機のレーダー情報が交錯してしまったことによると考えられる。また、航空機の位置を示すターゲット・シンボルとデータブロックをつなぐリーダーが交差し、A機とB機の判別がしにくい状態となっていた可能性も考えられる。

この管制指示に対しA機が便名を名乗って応答してきた際に、意図した航空機からの応答ではないことに気付いて、指示や便名を訂正する機会があったものと推定される。しかし、訓練中の航空管制官は両機の接近が迫ってくる中で、心理的に動揺しており、続いて出す管制指示のことを考え、これに気を取られていたため、A機からの応答をB機ものと思い込みA機の認識することができなかったものと考えられる。

なお、A機からの復唱の中で、TCASの発したRA音声は管制交信記録に記録されていたが、乗員の応答の背後にある音声警報であり、訓練中の航空管制官及び訓練監督者は、これをRA音声と判断することはできなかったものと推定される。

- (3) 一方、訓練中の航空管制官が当該セクターにおける訓練開始後4ヶ月を経過した状態であったことを考慮すれば、本事故の場合、訓練監督者は、CNF作動後は関連航空機に対する指示を訓練中の航空管制官に任せず、自ら行うことが適切であったと考えられる。なお、東京ACCの「管制業務処理要領」の中に、「監督者は、常時適当な助言又は指示を与え、場合によっては自ら管制席につくものとする。」との規定がある。ただし、CNF作動時には、訓練監督者自身もB機の存在を失念していたため、心理的に動揺し、直ちに訓練中の航空管制官をオーバーライドできなかった可能性がある。
- (4) 口述によれば、訓練監督者は、訓練中の航空管制官がA機をB機と取り違えて降下指示を行ったことを認識することができなかったと述べている。このことについては、訓練監督者はB機を降下させるべきであると考えていた状況において、訓練中の航空管制官はいったんA機を呼び出したもののすぐにこれを取り消しており、直後に取り消した便名と同じ便名に対して再度指示を行うことはまれであるため、訓練監督者は、訓練中の航空管制官がB機に対して指示を出しているものと思い込んだこと等によるものと考えられる。
- (5) A機が応答した際に、訓練監督者も便名の違いに気付き、これに対応する機会があったものと考えられるが、予期せぬ状況でCNFが作動したことにより訓練監督者自身も心理的に動揺していたこともあって、A機からの応答を

B機からのものと思ひ込み、便名の違いに気付かなかったものと考えられる。

- (6) レーダー調整席の航空管制官もC N Fの作動によりA機とB機との接近を知ったが、レーダー調整席の航空管制官は、「B機を降下させるのが普通だが、A機を降下させても高度間隔は設定できると思った。」と述べている。

レーダー調整席の航空管制官は、レーダー表示画面を常時モニターしていれば、レーダー対空席に対して適切な助言が行える可能性があったものと考えられる。レーダー調整席の航空管制官の業務には、2.13.2.2項で述べたとおり、レーダー表示画面上に表示される航空機の識別を補完し、当該セクターを統括すると記述されている。

しかし、レーダー調整席の航空管制官の主な業務は、同じく2.13.2.2項で述べたとおり、東京A C Cの「管制業務処理要領」に記載されている隣接セクターや空港との連絡調整であり、常時レーダー表示画面をモニターすることは求められていない。また、本事故が発生した前後の時間帯も、しばしば、直通回線を用いて他の管制機関と業務調整を実施していたものと推定される。また、飛行計画情報処理システムの表示端末に出力される、自セクターに入域予定の航空機の変更情報等の運航票への転記、新規に出力された運航票のポスティング等の措置を行っていた可能性も考えられる。これらのことから、C N Fの作動に気付いたレーダー調整席の航空管制官は、A機の現在の上昇率がどの程度であるかを判断できなかつたものと考えられ、訓練中の航空管制官がA機に対して降下指示を行ったことに特に問題があるとは思わなかつたものと考えられる。

なお、東京A C Cの「管制業務処理要領」の上位規程である「東京航空交通管制部 管制業務運用要領」に「レーダー調整席の航空管制官は当該セクターを統括する」との記述があるが、上に述べた業務を行う必要があり、統括業務の内容は事故、ハイジャック等の緊急状態に陥った航空機の取り扱い方法を決定し関係機関との連絡調整を行うこと、航空機からの高度や経路の変更要求に対して当該セクターとしての対応を決定することにあると考えられる。

- (7) レーダー調整席の航空管制官は、常時レーダー表示画面をモニターすることは求められていないものの、B機の存在を認識しており、C N Fが作動する30秒～1分前にA機とB機の間隔をレーダー表示画面上で確認する機会があれば、両機が接近して5 nmの管制間隔が欠如する前に規定の高度間隔が設定できなくなることを認識できたと考えられる。C N Fが作動する30秒～1分前には、A機とB機の相対距離は約20～27 nm（約37～50 km）であったが、A機の高度はF L 350以上となっていたことから、F L 370を水平飛行中のB機との間で、規定の管制間隔（水平距離5 nm又は高度差

2,000ft)が維持できなくなることを理解できたと考えられるためである。その場合には、レーダー調整席の航空管制官は、レーダー対空席の航空管制官に対して注意喚起を行うことができたと考えられる。しかし、このころもレーダー調整席は上記(6)で述べた自セクターに入域予定の航空機の変更情報等の運航票への転記、新規に出力された運航票のポスティング等の措置を行っていた可能性があり、レーダー表示画面をモニターすることができなかったと考えられる。

3.2.2.9 B機への針路変更指示

- (1) 管制交信記録によれば、15時54分27秒～38秒の間に、訓練中の航空管制官はA機に対して降下を指示し、これに対するA機からの応答があった。

通常の交信では相手の応答終了を確認した後に次の送信を行うが、訓練中の航空管制官は、A機からの応答が終了した直後の同54分38秒～41秒の間、B機に対して磁針路130°で飛行するように指示を出している。

A機に対する降下指示とA機の応答が行われた同54分27秒～38秒の間に、レーダー表示画面上に表示されたA、B両機の高度は共にFL370を示しており、相対距離が縮小してきていたことから、B機に対して降下指示を行ったと思っていた訓練中の航空管制官は、高度の指示だけでは不十分であると判断し、針路変更の指示を出した可能性が考えられる。なお、管制交信記録によれば、訓練中の航空管制官による130°への針路の変更指示は、A機が応答終了後も1～2秒間送信キーを押した状態が続いたため、B機の便名のうち運航者名の始めの部分が欠けた状態で記録されていたが、数字の部分は明瞭に聞き取れる状態であった。

なお、B機のRAは、訓練中の航空管制官が行った130°への針路変更指示の前に作動していたが、訓練中の航空管制官はこれを知ることができなかった。

- (2) RAの指示は垂直方向の回避となっており、航空管制官が指示を行ってもこれと競合することのない水平方向の回避の可能性について検証することとした。

まず、B機のDFDRに記録されている風向風速、航空機の磁針路及び対気速度をもとに、130°への針路変更指示が出された2秒後の同54分43秒にオート・パイロットで25°バンクによる旋回を行った場合の試算結果では、A機の飛行経路の前方をB機が横切る時の相対距離が0.67nm(約1,240m)となった。この場合、A機の経路をB機が横切った時点では、B機は130°の磁針路に達していない。

また、針路変更の指示が出された同54分38秒にはすでにオート・パイロットがオフとなっていたため、手動により同54分41秒に水平状態から毎秒3°の割合でロール角を変化させ、通常の運航で使用できると考えられる最大のロール角30°を維持して旋回を行った後に再びロール角を戻し、130°の磁針路で飛行したと仮定して航空機の運動を試算した結果では、A機の飛行経路の前方をB機が横切る時の相対距離は1.01nm(約1,870m)となった。

(付図21参照)

- (3) 訓練中の航空管制官は130°で飛行するよう指示したがB機からの応答がないため、同54分49秒～52秒の間に、B機に対し磁針路140°で飛行するよう指示したと推定される。しかし、この時点では、すれ違うまで残り約20秒まで接近してきており、旋回のための操作を開始してから1°以上磁針路が変化するまでに約5秒、旋回における標準的なロール角25°に達するまでには約9秒が必要であると推定されることから、この時点での針路の変更指示は、指示どおり実行に移されたとしても、両機の間隔を確保するには十分な効果はなかったものと推定される。

なお、東京ACCからのB機への130°及び140°への針路変更指示に対し、B機からの応答はなかったが、このことについては3.2.4.3項で述べる。

3.2.2.10 存在しない日本航空957便への降下指示

管制交信記録及び航空管制用レーダー記録によれば、CNFの作動から40秒後の15時54分55秒～57秒の間に、東京ACCでは、訓練監督者が訓練中の航空管制官をオーバーライドし、日本航空957便に対し「BEGIN DESCENT」と指示したが、当該空域周辺には該当する航空機はなく、どの機からも応答はなかった。そのころは、すでにA機及びB機が最接近する約15秒前となっており、訓練監督者は切迫した状況下で心理的に動揺した状態でA機とB機のレーダー情報を見比べながら判断を下していたため、A機の日本航空907便とB機の日本航空958便の便名を頭の中で混同してしまったと考えられる。

同54分55秒ごろ、2.12.4.1項に記述したとおり、レーダー表示画面上に表示されていたA機の高度はFL371、B機の高度はFL369であり、B機はA機に対して下方に位置しているように表示されていた。訓練監督者は、訓練中の航空管制官がB機に対して既に降下指示を行っていたと考えており、B機が顕著な降下を示していなかったため、B機に対して再度降下指示を行うことを意図していたと考えられ、A機及びB機の便名と類似した実際には存在しない日本航空957便に対し、間違いに気付かないまま指示したものと推定される。

3.2.2.11 A機への上昇指示

管制交信記録によれば、訓練監督者によるA機への上昇指示は15時55分02秒～05秒の間に行われていた。2.12.4.1項に記述したとおり、同55分02秒ごろのレーダー表示画面に表示されたA機の高度はFL367で、B機の表示高度はFL369であったが、B機の表示高度は同55分03秒にFL366に変化しており、共に降下を示していた。

口述によれば、訓練監督者は、B機に対して降下の指示が出されたと考え、A機は上昇するものと思っていた。このため、A機に対してFL390への上昇指示を出そうとしたと考えられる。

このころのA機の操縦については、3.2.3.8(5)項で記述する。

3.2.3 A機の操縦に係る解析

3.2.3.1 A機の飛行経路

A機が東京国際空港を離陸する前に東京ACCから同空港の航空管制官を經由して伝達された管制承認では、同空港の標準出発経路は、URAGA FIVE Departure OCEAN Transition であり、Y A I Z U (焼津NDB) 付近で左旋回し、他の航空路と交差することとなっていた。まず、A機の出発経路の設定における他機との高度間隔の確保の観点から考察する。

航空局が編集するAIPの小型版であるINSTRUMENT APPROACH CHARTS, VISUAL LANDING CHARTS AND STANDARD INSTRUMENT DEPARTURE 誌には、OCEAN Transitionの経路上であるY A I Z U通過時の高度制限は設定されておらず、A機の運航乗務員の口述及び管制交信記録等によれば、事故当時、A機には、このY A I Z Uを管制の指示した高度で通過すること等の制限は発出されていなかったと推定される。このトランジション経路上のY A I Z UからS A K A Kへの航路については、B機が飛行したX M C (河和VORTAC) からX A C (大島VORTAC) へ向かうG 5 9 7や、その他にもL H E (浜松VOR) からX A Cへ向かうV 1 7などの航空路が、直角に近い形で交差している。したがって、Y A I Z Uを管制機関から承認された巡航高度で通過すること等の高度制限が設定されていれば、Y A I Z U通過以後、他の航空機との間で、高度差が確実に確保できたものと推定される。

また、本事故においては、訓練中の航空管制官が、A機をレーダーベクターでY A I Z Uへ誘導していた。AIPに、Y A I Z Uを承認された巡航高度で通過すべき旨が記載されていたならば、A機の運航乗務員は、離陸後の時点で、速度を犠牲にしてその代わり上昇率を大きくするか、あるいは上昇推力を事故当日使用

していたものより大きくし、上昇率を大きくすることにより、レーダーベクターであっても、Y A I Z Uを巡航高度であるF L 3 9 0で通過することは十分可能であり、したがって、F L 3 7 0で飛行しているB機との間で高度の管制間隔が欠如する可能性が生じることはなかったものと推定される。

3.2.3.2 A機のY A I Z U付近での左旋回

A機のD F D R記録、A C M S記録、運航乗務員の口述、及び管制交信記録等によれば15時44分33秒に、東京A C CからY A I Z Uへの直行を許可されたところ、A機は、オート・パイロットにより、磁針路約270°、磁航路約271°、向かい風のため対地速度は約400kt程度で、上昇飛行していたものと推定される。

D F D R記録によれば、A機は、同53分50秒ごろ、Y A I Z Uの手前約3.5nm付近の高度約36,500ftを通過中に、自動操縦装置により、約25°程度のロール角を確立しながら、次の磁航路207°へのリード・ターン（旋回半径を考慮し、航空路を大きく外れずに、次の磁航路への安定したトラッキングを行うための旋回）を開始したものと推定される。

A機の次のコースである磁航路207°への変針角は、左へ64°である。この時の上層風は、275°の方向から風速82kt程度であったと記録されており、この風に対する、A機の機首方位の修正角は右約10°となる。したがって、自動操縦であれば磁針路約218°でロールアウトするものと考えられる。

しかし、A機は、この上昇旋回の途中で管制機関からの降下指示を受け、自動操縦装置を解除したため、手動による降下の操作を行いながらロールアウトの操作を行い、かつ、接近中のB機も視認しなければならない状態となっていたものと推定される。このため、機長の飛行姿勢に対する注意配分が難しくなって上層風に対する偏流を考える余裕がなくなり、ロールアウトした時の磁針路は207°付近の値となったと考えられる。

A機が旋回していた間は、A機の磁針路が常に変化しているため、A機から見るB機の相対角度は常に変化しており、A機の運航乗務員は、B機との間で、相手機との相対角が変化せず、そのまま飛行すれば相手機と衝突することとなる、いわゆるコリジョンコースに入りつつあることの認識は持てなかったものと推定される。ロールアウトが終了した後は、A機から見るB機の角度はほぼ一定となり、A機の運航乗務員は、B機との間で、コリジョンコースに入ったことが認識できる相対位置関係になったものと推定される。

3.2.3.3 A機のTCASにおけるTAの作動

TCASの記録によれば、A機が上昇旋回中で、東京ACCでCNFが作動を開始した約4秒後の、15時54分19秒に、A機のTAが作動した。この時、A機のTCAS情報表示器上に対象機が黄色で表示されるとともに、「TRAFFIC, TRAFFIC」の音声はTCASにより発せられ、A機の運航乗務員は、B機との高度差が、それまでは自機の方が低い高度であったが、このころから、ほぼ同高度のFL370付近となったことを、TCAS情報表示器上及び高度計で確認できたものと推定される。また、TCASの記録によれば、TCAS情報表示器に表示されたB機のシンボルには、B機が一定高度で飛行していたため、上昇中又は降下中を示す矢印は表示されていなかったものと推定される。

管制交信記録及びTCAS記録によれば、A機のTA作動時に、A機から東京ACCに対し、航空局発行のAICでは確認することが望ましいと記載されているTAにかかわる交通情報を確認するための要求は、行われなかった。このことについては、TA作動が終了して1秒後に、東京ACCが「Hem, Japan air niner zero seven, corre . . . Disregard .」の通報が行われ、この通報終了の1秒後にA機に対する降下指示があったことが関与した可能性が考えられる。

運航乗務員の口述によれば、東京ACCからのFL350までの降下指示の後でTAが作動したと述べている。しかし、TCAS記録、DFDR記録及び管制交信記録による解析を行ったところ、発生順はTAの作動、管制の指示、RA作動の順であった。TA音声の終了と東京ACCからの「Disregard」の管制通信の始まりの部分がほぼ同時であったため、思い違いを生じた可能性が考えられる。

3.2.3.4 A機の降下開始

- (1) DFDR記録、管制交信記録及び機長の口述によれば、15時54分27秒～32秒の間に東京ACCからFL350までの降下指示を受けたA機は、同54分32秒に、機長が迅速に対応するため、オート・パイロットを解除したと推定される。これは、オート・パイロットによる操縦であれば乗客に大きな荷重変化をかけることを避けるようなGコントロール・フライトが行われ、ゆっくりとした操縦となることから、迅速な対応を必要とするときにはオート・パイロットによる飛行は適さないため、解除したものと推定される。この後、同54分33秒～38秒の間にA機は東京ACCに対して、自機の便名とともにFL350まで降下すること及び関連航空機を視認している旨を応答した。また、管制交信記録によれば、A機が応答中の同54分35秒～38秒の間に、TCASの発したRA音声（「CLIMB, CLIMB, CLIMB」）が、応答の音声とともに同時に記録されていた。

(2) D F D R記録によれば、R A作動前の同5 4分3 2秒～3 4秒の間、スラストレバーがエンジン推力を減少させる方向に動かされた。同5 4分3 3秒ごろA機のエンジン燃料流量が減少し始めた。同5 4分3 4秒、同機のピッチ角が減少し始めた。これは、航空管制官の指示に基づき、機長が手動により降下の操作を開始して、操縦桿を前方に押し、スラストレバーをオート・スロットルがオンのまま、手動でオーバーライドして推力を減少させたか、あるいは、機長が操縦桿を前方に押したことにより、機速が増加し、これによりオート・スロットルが、推力を減少させたことによるものと推定される。

(3) D F D R記録によれば、R A作動時の同5 4分3 5秒～3 8秒の間、スラストレバーはエンジン推力を増加させる方向に動いている。これは、R Aが作動したため、機長が一時的に推力を増加させたか、あるいは、この時、機体のピッチ角がわずかに上がったことと、機長が手動によるオーバーライドで推力を減少させる方向に引いていたスラストレバーから手を離れたか緩めたことで、オート・スロットルが推力増加の方向に自動的に作動したことによるものかが考えられるが、いずれによるものかを特定することはできなかった。

D F D R記録によれば、同5 4分3 5秒までA機のオート・スロットルのモードは、「V N A V」となっていたが、同5 4分3 6秒～3 9秒の間のいずれかの時刻にいずれのモードでもない状態となった。また、それまでオート・スロットルのアナウンシエーターは「T H R R E F」を示していたが、同5 4分3 8秒に、同アナウンシエーターはいずれのモードでもない状態であることを示した。これは、機長がオート・スロットルをオフとし、手動によるエンジン操作に移行したことによると推定される。

(4) 2.12.3.2項(1)に記載したとおり、管制の降下指示がなかった場合を想定したフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験では、A機は上昇を続け、本事故においてB機と最接近したところには、3 8, 1 0 0 ftまで上昇できたと推定される。この場合、B機が降下の回避操作をしないと仮定した場合には、計器飛行方式で必要とされている2, 0 0 0 ftの垂直管制間隔は確保されないものの1, 0 0 0 ftの垂直間隔は確保でき、事故時のような接近状態とはならなかったと考えられる。

3.2.3.5 A機のR Aと飛行経過の分析

(1) T C A S記録によれば、降下のための操作を行っている間、T Aの作動から1 6秒後の1 5時5 4分3 5秒に、A機のT C A SがT AからR Aに変わり、T C A S情報表示器上の相手機の表示が黄色から赤色に変わるとともに、「CLIMB, CLIMB, CLIMB」の音声がT C A Sにより発せられたと推定される。

D F D R 記録によれば、その時点での昇降率はプラスの値が記録されていることから、降下の操作を行った直後であるが、慣性により依然として機体は上昇中であったと推定される。

- (2) F L 3 7 1 付近を上昇中の状態であったA機は、同54分33秒～38秒の間に、東京ACCに対して、F L 3 5 0 まで降下すること及び関連航空機を視認している旨を応答している。管制交信記録によれば、この応答中の、同54分35秒～38秒の間に「CLIMB, CLIMB, CLIMB」の音声録音されていたことから、同54分35秒に、R A が作動したものと推定される。

なお、管制交信記録によれば、この降下指示に対するA機から東京ACCへの応答の後に、東京ACCからA機に対し、指示や便名の訂正の通報はなかった。

また、D F D R 記録によれば、このころのA機の高度はF L 3 7 2 であり、B機のF L 3 7 0 との差は200ftであった。そのころの燃料流量は、5,500lb/h以上を示しており、2.12.3.2項(3)に記述したフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験及び航空機製造者のエンジンの加速性能に関する資料によれば、この時点で上昇に移ることは十分可能であったと推定される。また、3.2.3.7項で述べるように、パフェットや失速等の危険な状態に陥ることなく上昇は可能であったと考えられる。

- (3) D F D R 記録によれば、同54分40秒、A機は、左旋回を続けながら上昇の頂点(F L 3 7 2)に達し、その後高度が低下し始めた。これは、機長が管制指示に基づき降下操作を開始し、その直後のR A 作動後にも降下の操作を続けたため、慣性力により上昇を続けていた機体が、F L 3 7 2 に達した後、この時点で降下を始めたものと推定される。
- (4) D F D R 記録によれば、同54分44秒ごろ、旋回を終了すべき機首方位に到達したが、旋回はそのまま続けられ、ロール角は次第に大きくなり左に最大33.9°まで傾斜し、その後磁針路207°付近でロールアウトが行われたものと推定される。これは、手動操縦のため、機長が、水平方向の操作であるロールアウト方位の把握と、管制指示に基づく垂直方向の降下操作を同時に処理しなければならず、また、B機の接近を確認するため継続的にB機を視認していたことにより、ロールアウト操作が遅れたためと考えられる。
- (5) A機の左後席に着座していた副操縦士及び右前席に着座していた副操縦士昇格訓練中の訓練生が提出した意見(2.1.2.3項の(注)及び2.1.2.2項の(注)を参照)によれば、既に航空管制官からの指示により降下をしていた時、副操縦士が「キャプテンD10降りてます」との趣旨の助言を行った可能性が考えられる。A機の機長の口述(2.1.2.1項の(注)を参照)によれば、この助

言については、機長は認識できなかった可能性が考えられる。

3.2.3.6 A機への管制指示とRAに対する降下の判断

A機の機長の口述によれば、降下の判断の根拠としているポイントは、次のとおりである。なお、同機長は、非常な短時間のうちに決断を迫られたこともあり、RAに従って上昇操作を行うよりも、管制指示に従い降下を行う方が適切と判断したためであるとも述べている。

最初に管制指示があり、その後にTA、そして、さらにその後にRAが作動したこと。

管制指示は、相手機との管制間隔を保つために発出されていると考えられること。また、航空管制官は管轄空域の飛行状況の全般を見て管制を行っており、相手機以外の他の要因をも考慮した上での降下指示が行われた可能性も考えられること。

相手機を視認し、TCAS情報表示器にも相手機が表示されて認識していたこと。

管制からの降下指示があったとき、TCAS情報表示器上で、相手機の高度よりも自機の高度が低かったこと。

エンジンを、降下のためのアイドル推力から上昇に必要な推力にまで回復させるには相当の時間を要すること。

空気密度の薄い高々度においては失速の速度マージンが少なくなることから、回避操作により上昇を行うと機体が減速し、その結果、失速に陥るおそれがあること。

高速での飛行中において上昇操舵を不用意に行いピッチ角が増加すると、遷音速飛行に起因するパフェットや失速の危険性があること。

以下、本項及び次項において、これらのポイントについて考察する。

なお、上記～は、A機の機長の口述をもとに整理したRAの上昇指示に従わなかった理由であるが、これら以外に次の理由が考えられることから、併せて考察することとする。

A機の機長が、RAに従うことの重要性、及びRAの回避指示に反する操作をすることの危険性について、十分な認識を持っていなかったこと。

(1) 管制指示後にRAが作動したこと

まず、上記の管制指示とTA、RAの順序については、3.2.3.3項でも述べたとおり、実際と口述とが異なっているが、実際には、TAの作動の後に管制指示があった。その直後に行われた、A機から管制機関への復唱中に、RAが作動した。その時すでにA機の機長は、管制機関から発出された降下

指示に従って降下することを決断し、操作を開始していたため、R Aが上昇を指示したが、降下を継続したものと推定される。これは短時間のうちに決断し実行することが求められる切迫した状況において、いったん決めて実行に移し始めたことを変更することが、心理的に難しいことによるものと考えられる。

(2) 管制指示を信頼し、これに従ったこと

A機の機長は、目視とTCAS情報表示器によりB機を確認しているところに、航空管制官から降下指示があったことから、管制の降下指示とR Aの上昇指示のどちらに従うか非常に短時間のうちに決断すべき状況に置かれた中で、航空管制官は自機と相手機の双方の飛行状況を把握した上で、管制間隔を確保するため自機に対し降下指示を発出していると考えて、管制の降下指示に従ったことが考えられる。

さらに、事故当時は視程は良好であったものと推定されるが、A機の機長は、既に視認している相手機以外にも、航空管制官が航空管制用レーダー表示画面で、自機や相手機の周辺を飛行する他の航空交通等の状況も把握した上で、降下指示を発出していることもあり得ると考えた可能性が考えられる。

(3) 相手機を視認しており、またTCAS情報表示器上でも相手機を確認していたこと

A機の機長は、管制指示に従うことに加えて、最終的には目視により回避操作をすることで、R Aの回避指示に従うまでもなく、相手機との接近を回避できると判断したことが考えられる。しかし、3.2.5.2項で述べるとおり、高々度を高速で飛行する航空機において、相手機の動きを目視によりの確に把握することは、距離がかなり接近しない限り、実際には困難であると考えられる。

(4) A機がB機よりも低高度にあったと判断したこと

DFDR記録、管制交信記録及びTCAS記録によれば、TA作動の時点では、A機の機長の口述どおり、A機はB機よりも低い高度にあったと推定される。管制機関によるFL350までの降下指示のあった時点では、両機は、ほぼ同高度であったと推定されるが、A機の機長は、自機の高度が相手機よりも低いとの認識を有していたことから、管制の降下指示に従えば、相手機との接近を容易に回避することができると考えた可能性が考えられる。

(5) 上記 ~ については、R Aに従った上昇の回避操作を行う場合の航空機の性能に関する事項であり、3.2.3.7項で詳述する。

(6) R Aに従うことの重要性及びR Aに対する逆操作の危険性の認識について
日本航空(株)のTCASに関連した規程類には、R Aが作動した場合に

は、原則として、R Aの回避指示に従うべきこと及びその操作方法が規定されていた。特に、A機のA O Mには、R Aの回避指示に従うために必要な範囲で、管制の承認高度からの逸脱が認められていることが記述され、また、A O M SUPPLEMENTには、R Aが作動した場合にはR Aの指示に従った回避操作を行うべきこと及びその操作方法が詳細に記述されていた。また、A機の機長をはじめとする同社の運航乗務員は、T C A Sに関する教育訓練を受け、特に、定期訓練では、フライト・シミュレーターを使用して、他機との接近を想定し、R Aが作動した場合におけるその指示に従った回避操作を体験していた。

しかしながら、T C A S関連の規程類にR Aの回避指示と管制の指示が相違した場合などの特異な状況における判断についての記述がなく、R Aの回避指示に反した垂直方向の高度変化の危険性については、A機のA F Mには英文で記述されているものの、運航乗務員が日常的に使用するA機のA O MやA O M SUPPLEMENTには記述がなかった。

また、フライト・シミュレーターによる定期訓練においては、R Aの回避指示と管制の指示が相違するなどの特異な状況における判断やR Aの回避指示に反する操作を行った場合の危険性については、特に教育訓練が行われていなかった。

これらのことから、A機の機長は、R Aが作動した場合にその回避指示に従うことの重要性、及びR Aの回避指示に反する操作を行うことの危険性について、十分な認識を持っていなかったものと考えられる。

3.2.11.2項で述べるように、同社において、平成10年度に行われたビデオを用いた講習の中には、T C A Sに関し、管制指示に従うことによりR Aに反する操作を行うことの危険性、相手機のT C A Sとの相補調整機能等の内容が含まれており、A機の機長及びB機の運航乗務員は、これらの知識を得る機会があったものと考えられる。しかし、一回限りのビデオによる講習の中で簡単に触れるだけでは、運航乗務員の記憶に定着させるためには不十分であったと考えられる。

なお、O M SUPPLEMENTには、「T C A SのR Aが発生した場合は、機長がR Aに従って操作を行うことが危険と判断した場合を除き、R Aに直ちに「従うこと」と規定されており、「機長がR Aに従って操作を行うことが危険と判断」すれば、R Aに従わなくてよいこととなっている。しかし、機長が「危険と判断」する場合についての具体的な記述はない。

3.2.3.7 A機の高々度における上昇への移行

3.2.3.6項に記述した、A機の機長が管制の指示に従いRAの指示に反して降下を行ったことについての、機長の口述による判断根拠のうち、～ については、高々度を高速で飛行する航空機が上昇を行う場合の航空機の性能に関する懸念であるので、本項においてこれらについて考察する。

(1) 上昇推力（事故時の高度においてはMCTと同じ値）までの回復に要する時間について

アイドル推力からの回復については、A機の機長が過去に乗務したことのある、在来型のボーイング式747型機のAOMには、エンジンのアイドル推力から上昇に必要な推力まで回復させるには、「High Altitudeでは、IdleからCruise ThrustまでのAccelerationは、Normalであっても20～30秒程度、場合によっては1分程度要する」と記載されている。一方、ボーイング式747-400系列型であるA機のAOM SUPPLEMENTでは、エンジンの追従性に関し、「High Altitudeになるほど、Thrust Lever"Advance"に対するResponseも、Low Altitudeよりもかなり遅くなる」と記載されている。

航空機製造者からの情報によれば、エンジンがアイドル推力となり降下状態を確立した後に、エンジン推力を上昇に必要な推力まで回復させるには、約20秒間を要するとされている。したがって、降下を確立した状態から上昇操作を行った場合には、航空機の機体が慣性のある動きをしていることから、機体が上昇に移行するには更に時間を要するものと推定される。

また、フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験として、2.12.3.2項(6)に述べた、アイドル推力から上昇推力までの回復時間に関する試験を行った。その結果、N1が完全にアイドル状態になってから上昇推力まで回復するのに要する時間は、30,000ftでは約18秒、40,000ftでは約24秒であり、本事故における飛行高度付近では、アイドル推力からの回復には約20秒程度の時間を要することが確認された。

高々度においてアイドル推力から上昇推力までの操作を行う場合、気象条件等によってはサージング状態となる可能性が考えられるが、事故機を含む同型式機においては、サージング状態になった場合には、自動的にサージング状態から回復を行うシステムを装備している。

また、AFMやAOM等に記載されたデータや航空機製造者のデータ等と、フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験の結果を比較検討したところ、高々度においても両者間で近い値が得られたことから、模擬飛行試験に使用したフライト・シミュレーターは、実際の機体性能を相当正確に模擬していると考えられる。

エンジン推力が既にアイドルとなっている状態からの上昇推力への移行ではなく、エンジン推力が一時的にやや絞られた状態、すなわちN1が80%程度の状態におけるスラストレバーの操作に対するエンジン推力の追従性について考察すると、次のとおりである。

付図19で示したA機のACMSに記録されたN1とスラストレバー位置のデータによれば、スラストレバーを上昇推力の位置から、推力を減ずる側に絞ったころ、スラストレバーの動きに対応してN1が低下し始めるまでの遅延時間は、約1秒であった。

次に、N1が約87%に減少したころ、いったん推力が増加する側にスラストレバーが押し出されているが、スラストレバーの動きに対応してN1が増加し始めるまでの遅延時間は、約2秒であった。

その後、再びスラストレバーが推力を減ずる側に動いているが、約5秒間上昇推力とアイドル位置の中間付近で留められており、N1は76%程度を示していた。さらにアイドル位置までスラストレバーが引かれているが、この間のスラストレバーの動きに対応してN1が減少し始めるまでの遅延時間は、約2秒であった。

また、スラストレバーの操作と推力の追従性に関し、2.12.3.2項(2)で述べたフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験の結果からは、スラストレバーをアイドル位置で5秒間保持した後、同位置から上昇推力位置まで戻したときのエンジン推力の回復に要した時間は約10秒であることが確認されている。この間、N1の最小値は約73%であった。

これらのことから、スラストレバーを一時的にアイドル位置まで絞った状態、すなわちN1が70%～80%程度の状態から上昇推力に戻る場合におけるスラストレバーの操作に対するエンジンのN1の追従性については、遅れが約10秒程度であると言える。

A機においてRAの上昇指示が作動し、A機がこれに従って上昇したと仮定した場合に、事故時の最接近地点付近の位置での高度は、2.12.3.2項(3)で述べた、フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験の結果では、約37,800ftに達することが確認された。

以上をまとめると、でのN1が完全アイドル推力から上昇推力までの回復に要する時間は約20秒であること、でのN1が70%～80%程度の状態から上昇推力までの回復に要する時間は約10秒であること、での事故当時を模擬したシミュレーターを利用した飛行試験では必要な高度が獲得できることが確認された。これらのことから、RAが作動した際、A機がRAの上昇指示に従う程度の推力は、支障なく得られたものと推定される。

しかし、A機の機長は、それまでに、高々度においてスラストレバーをアイドル位置に設定後、再び短時間のうちに上昇推力の回復を行うような状況を経験していなかったこと、日本航空(株)のTCASに係る教育訓練でも、そのような状況での航空機の性能と操縦については特に知識の付与や操縦訓練が行われていなかったこと等から、上昇までの推力回復に要する時間について懸念を持ったことが考えられる。

(2) 高々度における失速までの速度マージンや、上昇に使用できる機体の運動エネルギーについて

A機の性能表及び2.12.3.2項(5)及び(7)のフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験の結果から、事故時の高度、重量、外気温度状態に対応する釣り合い飛行の失速速度は215kt(CAS、以下この項では同じ)と推定され、これに対し事故当時、同機の降下中における指示対気速度は約280ktであり、前記の失速速度までに多少の減速の余裕はあったものと推定される。この余裕分の速度の運動エネルギーを位置エネルギーとして高度上昇に利用したと仮定すれば、それだけである程度の高度を得ることができると推定される。

さらに、高々度を飛行している最中であつたために、エンジンの余剰推力はかなり減少していた可能性があることから、余剰推力はすべてをピッチ角増加に伴う空気抵抗の増大に対処するために使用して高度上昇には使わないと仮定した上で、飛行速度280ktを失速速度の1.2倍に相当する約260ktまで20kt減速し、それにより余った機体の運動エネルギーを位置エネルギーとして高度上昇に利用したと仮定すれば、それだけで1,000ft以上の高度を得ることができると推定される。(注)

以上のことから、エンジン推力のみに頼ることなく、可能な範囲で運動エネルギーを位置エネルギーとする上昇を併用するなどの工夫により、エンジン推力に余裕の乏しい高々度においても緊急時の上昇可能範囲を拡大することが可能であつたものと考えられる。

また、2.12.3.2項(5)及び(7)のフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験の結果からも、この運動エネルギーを位置エネルギーに利用して上昇を行う飛行により、失速に至らないで、高度を獲得することは可能であるものと考えられる。

(注) 機体の運動エネルギーを位置エネルギーとして高度上昇に利用した場合に1,000フィート以上の高度を得ることができることについての計算過程は次のとおりである。

$$\boxed{\text{機体の運動エネルギー}} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\boxed{\text{機体の位置エネルギー}} = mgh$$

ここで、 m は機体の質量、 v は機体の速度、 g は重力の加速度、 h は高度、添字「 $_1$ 」は上昇前の状態、添字「 $_2$ 」は上昇後の状態を表す。

$$\boxed{\text{全体エネルギー}} = \boxed{\text{機体の運動エネルギー}} + \boxed{\text{機体の位置エネルギー}} = \text{一定}$$

$$\text{すなわち、} \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 = \text{一定}$$

$$\text{ここで } v_1 = 280\text{kt (CAS)} = 491\text{kt (真対気速度)} = 253\text{m/s (真対気速度)}$$

$$v_2 = 260\text{kt (CAS)} = 459\text{kt (真対気速度)} = 236\text{m/s (真対気速度)}$$

$$g = 9.8\text{m/s}^2 \text{、} h_1 = 37,000\text{ft} = 11,300\text{m}$$

以上から、上昇後の高度差 $h = h_2 - h_1$ を求める。

数値を代入して計算すると、

$$h = 424\text{m} = 1,390\text{ft} > 1,000\text{ft} \text{ となる。}$$

(3) 遷音速飛行における不用意な上昇操舵の危険性について

A機の機長は、既に飛行マッハ数が巡航時に近いことにより、ピッチ角の増加を伴う上昇操舵を不用意に行うと遷音速流特有の衝撃波による流れの剥離現象を生じる危険性があり得ることを懸念したものと推定される。

これについて、A機のAOMでは、RAが発生した場合には迅速に操作を実施することとして、回避操作が必要な場合にRAの指示を満たすようにピッチ及びスラストを調整することを求めているが、その場合の注意点として次のような記述がある。(抜粋)

Note: 回避操作中にStick Shakerの作動あるいはInitial Buffetが発生した場合には、迅速にApproach to Stall Recoveryの操作を実施する。

Note: 回避操作中にHigh Speed Buffetが発生した場合には、 Buffetを低減させるために必要に応じてPitch Forceを緩め、回避操作を継続する。

また、TCAS装置を航空機に装備し運用する場合の設計要件を記載した米国のアドバイザリー・サーキュラー (AC - 20 - 131A) では、航空機の性能に関する記述の中で、TCASの承認を得る際は、巡航速度においてバフェットに対し一定の余裕が得られるような高度を指定し、当該高度においてRAに従った上昇の回避操作を行った場合に、失速及びバフェットに対し余裕を持って上昇飛行ができない場合には、上昇を指示するRAの作動を抑制することとされている。

しかしながら、B747-400系列型機は、航空機製造者によるこの要件に関する評価の結果、高々度でも失速及びバフェットに対し余裕をもって上昇が可能とされており、上昇を指示するRAの作動は抑制されていない。

また、2.12.3.2項(7)で述べたフライト・シミュレーターを用いた最高運用高度付近における上昇性能に関する模擬飛行試験の結果から、上昇のための操作を行うことにより、相手機との接近を回避するための十分な高度を獲得でき、またこの間バフェット等の発生もなく、さらに上昇を指示するRAの作動を抑制するような性能上の問題はないと考えられる。

さらに、ICAO第10附属書第4巻第4章付録Aのガイダンス・マテリアルによれば、TCASに対応した回避操作の設定のために、操縦士の反応として5秒間の反応遅延時間があり、航空機には垂直加速度の変動分が1/4Gの範囲にとどまることを前提とし、その上で衝突回避に必要な代表的な高度変化率は1,500ft/minであるとしている。このことから、航空機に作用する垂直加速度の変動分が1/4G程度の緩やかな回避操作を行うことで、RAが指示する1,500ft/minの上昇率又は降下率は得られると考えられる。

操縦士は、RA作動時に、上記の垂直加速度と高度変化率になるように速やかに対応しなければならないが、RAの回避指示は、この操作が基本的には可能となるように設定されている。また、B747-400系列型機であるA機については、高々度においても、上昇を指示するRAの作動が抑制されていないことから、バフェットや失速に陥ることなくRAに従って上昇を行うことが可能であるとされている。ただし、この場合にあっても、RAに従って回避操作を行う際に、必要以上に急激な操舵をすれば、バフェット又はスティック・シェイカーによる失速警報が作動する可能性があることに留意しなければならない。

- (4) 以上、(1)～(3)で述べたように、A機の機長が航空機の性能に関し懸念を抱いたと考えられる点については、実際には、機長がRA作動時点で上昇に移行することを決断した場合には、機長が考えていた時間より短い時間で上昇推力に移行できたと考えられ、また、失速の速度マージンや遷音速飛行に伴う失速やバフェットの危険性についても、それらの可能性に留意して緩やかな操作を行えば、バフェットや失速に陥ることなくRAに従って上昇を行うことが可能であったものと推定される。さらに、2.12.3.2項(3)で述べたフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験結果でも、RA指示に従い上昇することとした場合には、FL372にしばらく留まった後、次第に上昇に転じている。また、2.12.3.2項(5)のフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験の結果では、93%N1の状態ですら1秒に1°の割合で緩やかにピッチ姿勢を上昇側に操作し

た場合であっても、安全に高度を獲得することができた。なお、フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験は、厳密な定量的データの取得を目的とするものではなく、A機がいったん降下を開始した後に上昇の操作を行った場合に、機体の上昇が可能かどうか、その場合概ねどの程度の高度に到達できるか等の飛行方法の可能性の検討や、定性的な飛行状態の把握のために実施したものであり、その目的においては、十分信頼できるものと考えられる。

ICAO第10附属書第4巻第4章付録Aのガイダンス・マテリアルによれば、TCASによる衝突回避を確実にするため、高度誤差に対する余裕や、予測垂直間隔の誤差を考慮して、最接近点における所要の高度間隔の目標値は、高度により300ftから700ftまで、段階的に変化すると記載されている。また、管制指示からの逸脱範囲については、可能な限り最小限であることを要求している。このことから必要な高度の逸脱は300ftから700ft程度でよいと考えられる。さらに、米国連邦航空局のアドバイザリー・サーキュラー（AC-120-55A）によれば、RAによる管制指示高度からの逸脱は、通常300ft～500ft以内とすべきとされており、このことから衝突回避に必要な高度の逸脱は300ft～500ftで十分であると考えられる。

これらのことから、A機の機長がRAの上昇指示に従い上昇のための操作を行った場合には、A機を上昇させることが可能であり、本事故をひき起こしたようなB機との接近は回避されていたものと考えられる。

なお、仮にA機の機長が懸念したようにTCASの指示する上昇率どおりの上昇が困難であったり失速やバフェットの可能性があったとしても、それらの点に留意した上で、緩やかであっても、できる限りRAの上昇指示を尊重して上昇の操作をすることが望ましい。特に、相手機がRAに従って回避操作を行うことを前提とすれば、相手機のTCASとの間で回避方向が相互に調整されていることから、RAの指示に完全には従えない可能性があるとしても、RAと逆の操作をすることは危険性を増大させることになる。

しかしながら、本項において検討した高々度における上昇性能並びにバフェット及び失速の可能性については、A機の機長にとってそれまでに経験したことの無い事態であった。また、日本航空(株)の、AOMやAOM SUPPLEMENTにはRAに従って上昇の操作を行った場合の航空機の性能等について、TCASに関する記述の中には明示されておらず、訓練等においても、これらの高々度におけるTCASに関する操作手順の訓練は行われていなかった。これらのことから、突然このような状況に遭遇したA機の機長が、これまでに述べたような懸念を抱いたことはあり得るものと考えられる。

3.2.3.8 R Aに反したA機の降下の継続と機長の判断

- (1) A機の機長の降下操作に対し、他の運航乗務員から、R Aが上昇を指示しておりこれに従うべきとの助言はなかったものと推定される。

ただし、A機の副操縦士が機長に対し「D 1 0降りてます」との趣旨の助言を行った可能性が考えられる。しかし、この副操縦士の助言については、機長は、そのような助言を認識できなかった可能性が考えられる。助言が行われていたとしても、それが相手に伝達されていない可能性が考えられることから、この副操縦士の助言はその方法において適切なものではなかった可能性が考えられる。また、助言の内容についても、単に相手機の飛行状態を事実として述べるだけでなく、R Aに従って上昇すべき旨を明確に述べることを望ましいと考えられる。このことについては、助言をすべき立場である副操縦士の着座位置が左後席であり、通信等の音声は聞こえるものの相手機の情報把握のための計器が見えにくい位置であったことから、機長に対し上昇に転ずるような明確な助言を行うには情報が乏しいこと、または、副操縦士がR Aが作動した場合にその回避指示に従うことの重要性、及びR Aの回避指示に反する操作を行うことの危険性について、十分な認識を持っていなかったためである可能性が考えられる。

訓練生の運航乗務員が機長に対し助言しなかったことについては、T C A S情報表示器上に表示されたB機の高度変化を見逃していたか、注意が相手機の視認のみに注がれていたため、高度変化を読み取る余裕がなかった可能性が考えられる。また、教官と訓練生という運航経験の違いや年齢構成が関与した可能性も考えられる。A機のA O M SUPPLEMENTにはP N Fはトラフィック表示を参照するとの業務分担が記載されていたが、C R M訓練においてT C A Sに関連した業務分担に関する対応訓練は行われていなかったことが考えられる。

さらに、機長をはじめとする運航乗務員にとって、R Aが相手機との間で相互に調整されていること、及びR Aの回避指示に対し逆操作を行うことの危険性についての認識が不十分であったことが考えられる。これは、運航者の運航に関する規程類の表現が、R Aに対する逆操作を行うことは危険であるとの認識をもたせるには十分でなかったこと、運航乗務員に対するT C A Sに関する教育訓練が十分でなかったことによるものと考えられる。

- (2) A機のD F D R記録及びA C M S記録によれば、15時54分52秒、A機は、F L 3 6 9未満の高度になり、降下率も約2,700ft/minに達していた。このころ、A機のT C A S情報表示器上では、それまでF L 3 7 0を巡航していたB機がA機と同じ高度を示しており、同54分54秒にターゲット・シンボルの横に下向きの矢印が表示された。運航乗務員間の業務分担を考慮

した上で、回避のための十分な訓練が事前に実施されていれば、視認によって相手機の正確な動きを判断することはできないものの、A機の運航乗務員は、TCAS情報表示器上の下向き矢印によりB機も降下状態にあると判断することが可能な状態にあったものと推定される。

しかし、B機が降下状態であることを示す小さな矢印を、相手機の動きを判断することが可能な表示として活用するためには、実践的な業務分担を含むTCASに関するフライト・シミュレーター訓練等を受けている必要があると考えられる。A機の運航乗務員はこのような訓練を受けていなかったと推定され、この矢印からB機の降下状態の判断を行うことは、切迫した状況においては困難であったと考えられる。また、A機の副操縦士が行った可能性が考えられる相手機が降下している旨の助言は目視によるものと考えられ、それ以外には、A機の運航乗務員から機長に対して助言が行われていなかったことから、A機の運航乗務員は、この矢印を確認していなかった可能性が考えられる。

そこで、仮に、このような訓練が行われており、A機の運航乗務員が矢印を確認でき、これによってB機が降下中であることを認識することが可能となった時機に、A機の上昇のための操作を行った場合を想定して、その後の飛行経過を、2.12.3.2項(4)のフライト・シミュレーターによる模擬飛行試験により求めた。その結果、この場合において、最接近したと推定される時刻には、A機はまだ上昇に転じてはいないが、降下しているB機の上方を通過することが可能であったものと推定される。

(付図18参照)

- (3) A機の運航乗務員の口述によれば、A機の機長がRAに反して降下をしている間、他の運航乗務員は、機長に対し、B機の降下に関して適切な助言を行っていなかったと考えられる。A機の副操縦士が行った可能性が考えられる相手機が降下している旨の助言については、目視により相手機の動きを判断して行ったものであって、副操縦士の着座位置からは見えにくい位置にあったTCAS情報表示器を活用したものではないと考えられる。これらのことからA機の運航乗務員は、全員が急速に接近してくるB機に対し、目視により相手機の動きを把握するために注意が向けられていたため、TCAS情報表示器が十分に活用されていなかったと考えられる。
- (4) 3.2.5.2項(3)で述べるように、高々度を高速で接近する相手機の姿勢や針路の把握、特に相手機との高度差の把握は、目視では的確に行えないことが考えられる。

これは、高々度においては背景に地平線等の比較対象とするものがないた

め、自機及び相手機の姿勢、相手機との高度差、距離の判断が難しいこと、及び衝突回避のために必要な相手機の動きの的確な把握は距離が相当接近した後でなければ難しいことによると考えられる。ただし、相手機との距離が接近した場合でも、高速であるため、動きの的確な把握は事実上困難であることが考えられる。

このような状況において、A機の副操縦士が機長に対し相手機の降下について助言を行った可能性があるものの、機長、副操縦士を含むA機の運航乗務員は、相手機との高度差の把握や衝突回避のための相手機の動きの的確な把握ができないまま、相手機を視認していることから最終的に目視による回避操作ができると考えて、降下を続けたと考えられる。

- (5) 管制交信記録によれば、同55分02秒から4秒間、東京ACCはA機に対し「CLIMB AND MAINTAIN FLIGHT LEVEL 390」と指示したが、これに対し同機は応答していなかった。

これは、A機の運航乗務員は、相手機が非常に高速で接近している状態を継続的に視認し、そこに注意が集中したため、この管制指示を聞き取れなかったためと推定される。

仮にこの東京ACCからの管制指示が聞こえていたとしても、相手機が至近に近づいてきていたことから、目視による衝突回避に集中していたことにより、応答する余裕がなかったことが考えられる。

(付図10参照)

- (6) DFD R記録によるとA機は、同55分02秒、磁針路約207°でほぼ旋回を終了していたが、左に約4.7°傾斜した状態であった。

この左にバンク角をとった状態では、A機から見てB機との高度差の判定は難しい状況であったと考えられる。

3.2.3.9 A機の衝突回避の操縦操作

- (1) DFD R記録によれば、15時55分05秒、A機の機長がそれまで降下していた姿勢よりも更に機首を下げる操作を行ったため、ピッチ角が更に大きくなり始め、同55分06秒、垂直加速度は-0.55Gとなり、同55分07秒には、ピッチ角がこの降下中最大の-10.8°となったものと推定される。

TCAS及びDFDR記録によれば、同55分06秒ごろ、A機のRAがインクリース(2,500ft/minの上昇指示)となり、これとともに「INCREASE CLIMB, INCREASE CLIMB」の音声はTCASにより発せられたが、A機は、降下を続けたものと推定される。

A機が、降下中に更に機首下げを行ったことについては、機長の口述では、相手機が近づいてきたことにより、それまでの降下姿勢を続ければ明らかに相手機との衝突が避けられない経路・高度（コリジョンコース）にあることから、相手機との衝突を回避するためには、ゆっくりとした操作では間に合わないととっさに判断し、更に機首を下げたと述べている。

A機の機長が、インクリースRAの作動があった後にも降下を続けたのは、回避操作に集中しインクリースRAの指示を認識できなかったことによるか、またはA機の機長は既にそれまで降下を継続しており、逆の操作に転ずることが心理的に難しかったこと、RAの上昇指示に反する逆操作を行うことの危険性に対する認識が不十分であったこと、B機との高度差の判定が難しい状況において、他の運航乗務員からRAは上昇を指示しており、これに従い、上昇に転ずるべきとの明確な助言がない中で、目視による衝突回避に集中していたことなどにより、降下をやめて上昇に転ずる操作を行うことが適正であるとの判断ができなかったことによるものと考えられる。

- (2) DFD R記録によれば、同55分08秒ごろ、A機のエンジン燃料流量は、ほぼアイドル推力の値まで低下し、A機の降下率は、8,192 ft/minであった。これは、DFDRに記録可能な最大値である。一方、この時のDFDR記録に記録された1秒間の高度計の高度変化は、222 ft（降下率に換算すると、約13,320 ft/minに相当する）であった。このことから、A機はDFDRの降下率記録可能範囲を超える急激な降下を行っていたものと推定される。同55分11秒には、降下率は7,976 ft/minまで減少している。
- (3) DFD R記録によると、同55分05秒ごろに、前方に押されていた操縦桿が約1秒後に更に大きく押され、下げ舵位置としては最も機首下げの位置となり、垂直加速度は-0.55 Gとなった。

同55分08秒ごろにピッチ角が-10.8°から-7.0°まで変化し、垂直加速度は、約+1.33 Gとなりマイナスからプラスとなる大きな垂直加速度の変化があったものと推定される。機内において多数の負傷者が発生したのは、このためと推定される。すなわち、同55分06秒ごろに約-0.55 Gがかかった時、多数の乗客、CA及びギャレーカート等が空中に浮揚し、後方客室にあった1台のギャレーカートが天井裏に跳ね上げられ、引き続いて同55分08秒ごろに、約+1.33 Gがかかった時、浮揚していた乗客、CA等が床面や座席に叩き付けられたものと推定される。

3.2.4 B機の操縦に係る解析

3.2.4.1 B機のTCASにおけるTAの作動

B機のDFDR記録、AIS記録、管制交信記録等によれば、15時54分00秒には、同機は、事故発生地点の西方向において、FL370、機首方位095°、磁航路096°、対地速度568ktで飛行中であったものと推定される。

また、そのころ、B機のTCAS情報表示器上に表示されたA機のシンボルマークの横には、A機が上昇中であることを示す上向きの矢印が表示されていたものと推定される。

同54分18秒、B機のTAが作動し、A機が自機の高度よりも100ft低い高度にあり、次第に上昇して、ほぼ同高度に近づきつつあることが把握できる状況にあったものと推定される。

管制交信記録及びTCAS記録によれば、B機のTA作動時に、B機から東京ACCに対し、航空局発行のAICでは確認することが望ましいと記載されているTAにかかわる交通情報の確認のための要求は行われなかったと推定される。

3.2.4.2 B機のRAに従った降下操作

DFDR記録及びB機の運航乗務員の口述によれば、同54分26秒～29秒の間に、エンゲージされていたB機のオート・スロットルがオフと記録されており、RAに備え、PFである機長昇格訓練中の副操縦士がオフにしたものと推定される。

TCAS記録によれば、同54分34秒、RAが-1,500ft/minの降下を指示し、「DESCEND, DESCEND, DESCEND」の音声はTCASにより発せられたものと推定される。

B機の機長の口述及びDFDR記録によれば、降下指示となったRA作動の5秒後の同54分39秒、それまでエンゲージされていたオート・パイロットがオフとなったのは、PFがRAに従うため、B機のAOM及びAOM SUPPLEMENTに従い、オート・パイロットから手動操縦に切り替えたことによるものと推定される。

同54分43秒ごろ、B機の高度が低下し始めたのは、RAの降下指示に従った操縦操作により、機体が降下を開始したことによるものと推定される。この時、PFが左席で操縦操作を行っていたが、RAに従った降下姿勢のピッチダウン量が少なかったため、機長が操縦桿を更に押し、その後、RAの指示に見合った降下率となったものと推定される。

TCAS記録によれば、同54分49秒、B機のTCAS情報表示器上に、A機のシンボルマークの横にA機が降下中であることを示す矢印が表示されたものと

推定される。

なお、航空局発行のAICによれば、「6.パイロットの責任」として、「RAにより管制指示高度から逸脱を行う場合、パイロットは航空法第96条第1項の違反には問われない。」と記載されている。

3.2.4.3 東京ACCからのB機への針路変更指示に対するB機からの応答

- (1) 管制交信記録によれば、15時54分38秒～41秒の間、東京ACCは、B機に対し、管制間隔設定のため磁針路130°へ飛行するよう指示をしたが、これに対するB機からの応答はなかった。B機の運航乗務員の口述によれば、B機の運航乗務員は、この指示を聞いていない。

このことについては、B機の運航乗務員にとっては、次のことから東京ACCからの自機への呼び出しを聞き取ることが困難であったことによるものと推定される。

管制交信記録、DFDR記録及びTCAS記録によれば、東京ACCからのB機に対する針路変更指示は、B機のTCASによるRAの音声終了直後に発せられていたため、運航乗務員の意識がRAの対応に集中してしまった可能性があること。

機長等の口述から、東京ACCからB機への針路変更指示のあった同54分38秒～41秒の間に、B機においては、RAに従ってPFである副操縦士が降下のための操作をしたものの降下率が十分でないとして機長が判断し、副操縦士に対し降下姿勢等に関する指示を行っていたと考えられること。

この針路変更の管制指示を受けている間に、B機のオート・パイロットがオフとなっており、オート・パイロットがオフとなる時に作動する警報音と、この東京ACCからの指示が重なった可能性も考えられること。

管制交信記録、DFDR記録及びTCAS記録によれば、B機に対する管制指示は、A機に対するFL350までの降下指示に対するA機からの応答後直ちに発出されているが、B機の便名の始まりの部分が欠けていた。これは、A機の東京ACCに対する応答は終了していたものの、マイクのキーイング状態が完全に終了していなかったためと推定される。したがって、B機にとっては、東京ACCの呼びかけがB機に対するものであると判断するための、便名の始まりの部分は聞き取りにくいものであった可能性が考えられること。

- (2) 管制交信記録によれば、同54分49秒～52秒の間、東京ACCは、B機に対して管制間隔設定のため磁針路140°へ飛行するよう指示したが、

これに対する B 機からの東京 A C C への応答はなかった。B 機の運航乗務員の口述によれば、B 機の運航乗務員は、この指示を聞いていない。

このことについては、B 機の運航乗務員が、東京 A C C からの自機への呼び出しを聞き取ることが、次のことから困難であったことによるものと推定される。

T C A S 記録によれば、R A 作動から 1 5 秒後の、同 5 4 分 4 9 秒ごろ、B 機の R A がインクリースとなり、計器上の降下率の指示が増加するとともに、「INCREASE DESCENT, INCREASE DESCENT」の音声は T C A S により発せられたものと推定される。このため、東京 A C C からの管制指示とインクリース R A の音声が重なったと推定されること。

運航乗務員の口述及び D F D R 記録によれば、この時、機長は、インクリース R A に対応するために、スピード・ブレーキを操作し、P F である副操縦士は操縦桿を更に前方に操作したものと推定される。このため、B 機の機長がスピード・ブレーキの操作について発声中であったか、スピード・ブレーキの作動による騒音や振動の増加の影響があったことが考えられること。

B 機の運航乗務員の注意が、接近しつつある A 機とその回避操作に集中していたことにより、東京 A C C からの指示が聞き取れなかった可能性が考えられること。

- (3) 以上のことから、東京 A C C からの磁針路 1 3 0 °、1 4 0 ° の方向への針路変更指示に対して、B 機の運航乗務員は応答していないが、これは、B 機の運航乗務員は R A への対応が優先される状況にあり、R A に対応するための操縦操作に専念し、操縦操作に関する指示等が行われていたこと及び T C A S の音声やスピード・ブレーキの作動に伴う騒音の増加のため東京 A C C の音声聞き取りにくかったこと等が関与したものと考えられる。

3.2.4.4 B 機の衝突回避の操縦操作

- (1) D F D R 記録によれば、A 機と B 機がすれ違う前の 5 秒間、B 機の操縦桿の角度が機首下げ側から機首上げ側に変化しており、特に 1 5 時 5 5 分 0 5 秒と同 0 8 秒に顕著な変化がみられた。これは、「相手機がかなり機首を下げているように見て取れ、機体上面が見えている状態だった」との機長及び P F である副操縦士の口述から、機長と副操縦士の二人が衝突を避けるため上昇するのがよいと判断し、衝突を回避するため、ほぼ同時に操縦桿を引いたことによるものと推定される。垂直加速度もこの付近で約 + 1 . 8 4 G を記録している。

(2) 機長及びPFである副操縦士の口述によれば、バフェットが発生し、そのまま、操縦桿を引き、緩めないでいたところ、直後に大きな機体が下を抜けていったとのことであったことから、この頃、両機が最接近したものと推定される。最接近の時刻については、3.2.1項で述べたとおり、同55分11秒ごろと推定される。

これらの一連の操作の間、B機の垂直加速度は最大+1.84Gで、マイナスGがなかったことから、乗客等の浮揚状態は発生せず、負傷者も発生しなかったものと推定される。

(3) DFD R記録によれば、スピード・ブレーキは、同55分15秒ごろに戻されている。これは、その時点では、急な降下をする必要がなくなったことから、通常のフライト状態とするために戻されたものと推定される。

(4) B機が最接近直前に、上昇操作をしたことは、最終的にはTCASの指示には従わなかったこととなる。しかしながら、このことについては、以下のことが考えられる。

すなわち、B機は、自機のRA降下指示に従って降下していたにもかかわらず、A機が同じように降下を続けることに疑問を持ち、A機の動きを目視で確認し続けながら降下を続けていたものと推定される。

両機が共に降下をしながら接近を続ける状況下、事態が切迫し、B機がA機の急な降下を目視で見極めた後、衝突を回避するため、B機は、上昇する回避操作を行ったものと推定される。その結果、RAとは反対の回避操作とはなったが、この場合におけるRAと反対の上昇操作は、A機との衝突を避けるために適切なものであったと推定される。

(5) 管制交信記録によれば、B機は最接近後に、東京ACCに対し、RAが作動し、降下中であり、今後上昇する旨の通報を行った。

3.2.5 高々度における相手機の視認と回避操作

高々度における相手機の視認特性については、高々度という環境と、高々度における航空機の飛行は高速であるという条件を考慮する必要がある。

高々度においては背景に地平線等の比較対象とする物がないため、自機及び相手機の姿勢、相手機との高度差、距離の判断が難しい。また、気象条件によっては飛行機雲が発生することがあり、その場合、遠方の航空機を、それ自体は見えなくても飛行機雲によって確認することができる。さらに、高速で飛行する航空機は、遠方の段階においては点のように見えても短時間で接近してくる。

本事故においては、両機とも飛行機雲によってお互いを確認していたと考えられ、このことが、その後の、相手機の視認に関与していたと考えられる。

3.2.5.1 T A作動以前の遠方からの両機の相互視認

(1) A機から見たB機

A機の運航乗務員の口述、航空管制用レーダー記録、管制交信記録及びDFDR記録によれば、15時46分ごろ、A機は、東京ACCからFL390へ上昇するよう指示を受け、Y A I Z Uに向け上昇していた。

この上昇中、A機の運航乗務員は11時の方向で約40nmの距離に飛行機雲を引いているトラフィックを視認しており、その後、TCAS情報表示器に当該機の表示が現れ、約25nm付近で、FL370であることを確認していたものと推定される。

(2) B機から見たA機

B機の運航乗務員の口述によれば、B機が大島VORTACに向け飛行中、B機の運航乗務員は、11時の方向に飛行機雲を引いているトラフィックを視認していたものと推定される。

(3) 遠方及び高々度における視認特性

A機及びB機の運航乗務員の口述によれば、本事故においては、通常は目視のみにより相手機を視認することは困難と考えられる遠距離の段階から、相互に相手機の飛行機雲を視認していたことから、相手機の存在は認識できていたと考えられる。その後、TCAS情報表示器の表示により相手機を確認していたと述べており、目視による相手機の視認は相互にできていたと推定される。

本事故においては、このT A作動以前の段階においては、相手機と自機の距離が非常に遠いため、相手機の飛行機雲を見るか、又は相手機は見えたとしても点にしか見えなかったと考えられる。さらに高々度での飛行であるため、周囲に相手機の機体姿勢を把握するための関連物がないこと、地平線等が雲により見えにくい状況であったこと、及びT A作動直前のA機にとっては自機のロール角が変化していたため、視認している相手機の位置が定めにくかったこと等が考えられる。これらのことから、相手機の自機に対する相対的な位置関係を把握するのは、困難な状況であったと考えられる。

特に、相手機と自機との高度差の把握は、T A作動以前のこの段階においては、上記の事由により、視認のみでは相当困難であったと推定される。したがって、TCAS情報表示器を併用しなければ、相手機との高度差の把握は困難であったと推定される。

3.2.5.2 T A作動以後から最接近直前までの両機の相互視認

(1) 運航乗務員の視認と判断

A機及びB機は、互いに視認していたにもかかわらず、結果的には異常な接近状態となった。

この異常な接近に対する、人間の視覚機能による影響について考察する。一般に、視認性は対象物をとらえる視角に比例すると考えられることから、相対接近速度が非常に大きい状態で近づいてくる相手機の動きを、人間の目での確に把握するためには、相手機がある程度の大きさに見える距離まで接近することが必要である。

高速飛行下において、航空機同士が鈍角の交差角で接近する場合は、相手機との接近速度が大きくなるので、回避のためには、相手機が相当遠い距離にある段階で相手機の動きを的確に把握する必要がある。例えば、事故機と同じ速度の航空機が正面向で接近する場合、1分間に約15nmの割合で近づく。

しかし、相手機が遠距離にいる段階で、点のように見える相手機の動きを目視により把握することは困難である。また、相手機の動きが把握できる距離まで近づいた時点以後は、短時間で最接近に至る。

本事故における接近状況の場合、A機とB機との距離が約5nmで、A機から見たB機の視角は約0.3°となる。距離約1.5nmで視角は約1°、距離約0.8nmで視角は約2°となり、その後は急増する。また、A機の機体長がB機より長いこと、B機から見たA機の視角は、A機から見たB機の視角よりも約1.3倍大きく見えることとなる。この時の相対接近速度は約400m/s（約0.22nm/s）であるので、A機から近づいてくるB機を見る視角が約0.3°から約1°に広がるのに約16秒、その後、約1°から約2°に広がるのに約3秒を要し、さらにその後、視角は急増し約4秒ですれ違うことになる。

（注）視角1°は、水平距離6mの位置にある、長さ10cmの対象物を見たときの角度にほぼ等しい。

(2) R A作動以前のA機から見たB機

D F D R記録によれば、A機は、R A作動前は、旋回中であったことにより、B機との接近可能性の判定が難しくなったことや、機首方位が変化していたこと、バンク角の変化によって、相手機の高度判断が困難になったことが考えられる。また、A機は機首を南南西に向け飛行していたので、A機からは、同機の右30°方向から近づくB機は、日出没表によれば、ちょうど太陽から逆光となる位置関係にあった。さらにA機の機長は、操縦室の左側に着座しており、右側から近づくB機の動きは、見えにくい状況にあったと考えられる。これらのことから、相手機との相対方位が変化しなくなり動きが止まって見え

る、いわゆるコリジョンコースに入ったと視覚で判断できるのは旋回終了後であり、それまでは、コリジョンコースに入ったと視覚で判断するのは困難であったと推定される。

(3) R A 作動から最接近までの間の A 機から見た B 機

A 機の機長の口述によれば、A 機において R A が作動したころ、A 機の機長は B 機を視認しており、B 機は A 機とほぼ同高度で右前方に近づいていた。A 機は依然として旋回中であり、B 機との間の相対位置関係がコリジョンコースにあるかを視覚により判断することは困難な状況であったと推定される。A 機の機長は、飛行機雲等で相手機について、視認していることもあり、管制の降下指示に従い、R A の上昇指示には従わず、降下を続けた。A 機の機長のこの判断には、相手機を視認していることから、最終的には目視による回避操作ができると考えていた可能性が考えられる。しかし、(1) で述べたとおり、両機は非常な高速で接近していたため、約 10 秒前でも、相手機との距離は約 4 km (約 2.2 nm) あり、衝突回避のために必要な相手機の的確な動きの把握は、さらに両機が接近した後でなければ、困難であったと推定される。A 機の旋回終了後の機首方位は、右方向から上層風を受け、飛行経路として予定していたルートから、約 10° 程度流される機首方位となった。また、ND 上の相手機の表示からは相手機との接近の予想は難しい状況であったと考えられる。

A 機の機長の口述によれば、その後、降下を続ける中、B 機との最接近直前のころには、A 機から見た B 機は、自機との相対的な位置関係が変化しない状況になっていたため、このままでは衝突するように見えた、と述べている。このことから、この時点で、A 機の機長は、両機はコリジョンコースにあって危険な状態であると判断し、更なるノーズ・ダウンの操作を行うことにより、コリジョンコースから外そうとしたものと考えられる。A 機の機長は、その直後、相手機の下をかいくぐるように操作しているなかで、相手機が前方の窓いっぱいに見え、衝突が避けられたと述べている。

なお、DFDR 記録によれば、A 機の機長が更なるノーズ・ダウンの操作を行った時点では、B 機が A 機より低い高度であったが、両機が高々度を高速で接近していたため、目視によっては相互の高度の関係を的確に把握することができなかったものと考えられる。

(4) R A 作動から最接近までの間の B 機から見た A 機

B 機の DFDR 記録及び A IDS 記録の解析によれば、B 機は、ほぼ直線飛行をしていた関係から、コリジョンコースに入ったことが認識できる時機は、旋回していた A 機よりも早かったと考えられる。B 機の R A が作動した以後には、A 機とのコリジョンコースに入りつつあることが容易に認識でき

る状況になったものと推定される。B機の機長は口述で、A機が同じ見え方で、左前方から近づいてくるのが見えたと述べており、A機が旋回終了以降は、両機がコリジョンコースにあることを視覚的に認識していたと考えられる。

15時55分05秒ごろ、B機から見たA機の視角は約1.7°となり、そのころにはA機の視角が機体の姿勢を判別できるような大きさにまでなっていたと考えられる。B機の運航乗務員の口述によれば、A機の大きなノーズ・ダウンの飛行姿勢を見て、A機が降下率を増そうとしていると判断し、B機は回避のため、とっさに操縦桿を引きながら推力を増加させたと述べている。B機のDFDR記録によれば、同55分06秒に垂直加速度がプラス側に急増しており、この時に操縦桿を引いた効果が現れ、高度低下が著しく減少し、その直後、A機よりも高い位置を通過して衝突が避けられたと考えられる。

3.2.5.3 接近の各段階における回避操作

(1) 航空管制官の指示に従う回避

本事故においては、A機、B機ともTCASを装備した航空機であった。東京ACCのCNF又はA機若しくはB機のTAが作動したころ、A機は東京ACCの指示に従ってFL390へ上昇中であり、B機はFL370付近を水平飛行していた。両機とも、計器飛行方式により飛行していたことから、原則としては、管制機関の指示に従って飛行していれば、両機の安全間隔は確保できる状況にあった。管制機関が正常に計器飛行方式の管制間隔を設定できた場合、水平距離5nm、又は高度差2,000ft以上の間隔が確保されることとなっている。

しかしながら、計器飛行方式により飛行する航空機の機数は、航空交通流管理センターにより管理されてはいるが、気象状況や航空交通の混雑状況等の関係から、一時的に管制間隔の設定に関して原則を超えた管制指示が発出されたり、また、航空交通の状況は刻一刻と変化するため予想を超えて管制間隔の維持が困難となる事態が生じることは、あり得ることである。

管制の指示とは別の針路をとる場合、運航乗務員は管制機関に連絡をとって承認を求める必要がある。しかしながら、本事故においてTAが作動したころには、別の針路をとることが必要となるような事態が発生することを運航乗務員が予想できる状況にはなかったものと考えられる。

(2) TA作動以前の相互視認と進路権に従う回避

本事故においてTAが作動したころ、A機もB機も、運航乗務員は互いに

相手機を目視確認していたものと推定される。しかし、3.2.5.1項及び3.2.5.2項で述べたとおり、目視のみによる安全間隔の判断は困難であると考えられる。また、運航乗務員にとって、相手機の存在は、T C A S 情報表示器上でも確認することができるが、この時点での相手機の情報は方位、高度変化率、飛行経路に関し十分な精度を持つものではない可能性がある。したがって、運航乗務員は、実際には、目視とT C A S 情報表示器上での情報を併用して、相手機の確認に努める必要がある。

進路権に従って回避操作を行う場合について、航空法施行規則第181条では「他の航空機を右に見る航空機が進路を譲らなければならない。」と規定しており、その他、同規則第182条、第186条及び第187条に規定が設けられている。航空機同士が進路権に従って安全に飛行するためには、相互に飛行状況を十分に把握していることが前提となるが、本事故の場合、両機は、比較対照できる物標のない高々度を飛行中であり、さらに相互間の距離が遠いことにより、進路権に従った回避を優先的に実施しなければならない事態であるかどうかを、早い段階で認識するのは、お互いに難しかったことが考えられる。また、T C A S 情報表示器上の相手機の情報によって進路権に従った回避操作を行うべきかを判断するためには、相手機の動きを十分な精度で把握する必要があるが、この段階では、距離が遠いため十分把握できなかつたと考えられる。さらに、A機とB機が接近を続けたとしても、適切な間隔を保つための管制機関からの指示が期待できるとの状況認識が、しばらくの間続いた可能性が考えられる。また、両機はT C A S を搭載しており、事態が進展した場合にはこれによる接近回避を期待する状況が、しばらくの間続いた可能性も考えられる。

仮に、計器飛行方式により飛行中の航空機が、目視及びT C A S 情報表示器上の相手機の情報により管制間隔が不足するおそれがあるという判断をし、管制機関に通報した上で進路権等に基づき衝突回避の動きをしたとすると、航空交通の流れに乱れが生じることとなる。特に本事故が発生したセクターは、巡航から降下に移ったり、離陸から航空路への上昇を続けたりする航空機が多く、運航乗務員が早めに進路権に従って針路を変更することは、針路変更の必要性が相当程度明白となっている状況下でなければ、実施することは難しいものと推定される。

(3) T A 作動後の回避操作

本事故においては、3.2.3.3項で述べたように、A機については、T A が作動した直後に東京A C C からの呼びかけがあった。一方A機の運航乗務員は、東京A C C からの降下指示があった後にT A が作動したと口述してい

る。A機の機長にとって、T Aの作動に対し対応するための時間的余裕がなかったものと考えられる。また、B機については、T A作動後にオート・スロットルがオフとなり、R Aの作動に備えた準備のための操作が行われたと推定される。

T A作動時の相手機の視認とその後の対応に関し、航空局発行のA I Cには、「接近する航空機の目視確認に努めるとともに、管制機関から交通情報の提供がない場合は当該管制機関に対し確認することが望ましい」と記載されている。

また、A I C（英語版）、I C A OのP A N S - O P S、A機及びB機のA F M及びA O M、並びに米国連邦航空局のアドバイザー・サーキュラーには、パイロットはT Aの作動のみで回避操作を行ってはならないこと、T Aが作動した場合には相手機の視認に努めることが記述されている。I C A OのP A N S - O P S、A機及びB機のA F Mにおける記述を総合すると、T Aのみで回避操作を行うべきでないとする理由は、T A作動時点では、相手機の方位精度が必ずしも十分ではなく、また相手機の高度変化率や飛行経路の読み取りが難しいことによるものであり、したがって、T Aは、パイロットに対し、相手機の視認を助けるとともに、R Aの可能性について注意を促すためのものであるとされている。

しかしながら、相手機のトランスポンダーがモードAのみの場合や、自機がT A onlyモードの場合、R Aが作動することなく、接近状態に至る可能性があり、T A作動の段階で目視により相手機の動きが明確に把握できる状況になり、自機と相手機との位置関係がコリジョンコースにあると判断できた場合は、管制機関にその旨連絡し、回避操作を行うことも考えられる。

なお、A機のA F M及びB機のA F Mでは、T Aが作動した状態で、上昇中又は降下中において、T C A S情報表示器上の情報に基づいて垂直方向の速度を緩やかに変化させることは、回避操作とはみなされないとしている。

これらのことから、T A作動時の相手機の視認とその後の対応に関しては、次のように考えられる。

相手機がT C A S情報表示器又は管制機関からの情報に加えて、相手機の動きが目視により確認でき、かつ、自機と相手機がコリジョンコースに入っており、衝突する可能性が予想される場合にあっては、管制機関にその旨を通報して経路の変更を行い、進路権に基づく回避を行うことが考えられる。

通常、T A作動からR A作動までは十数秒間しか時間的余裕がなく、その後、R Aが作動した場合は、速やかにR Aに対応する操作を行う必

要が生じることとなる。このため、 で回避操作を行わない場合は、T Aは、R Aの可能性についての操縦士に対する警報と位置づけ、T A作動時には、R Aの作動に対し警戒と準備を行うことが適当である。これは、相互にT C A Sを装備した航空機では適切な対応である。また、時間的余裕があれば、管制機関に対し関連交通情報の提供を要求することが望ましい。ただし、相手機のトランスポンダーがモードAのみの場合や、自機がT A onlyモードの場合、R Aが作動することなく、接近状態に至る可能性があることを考慮しておかなければならない。

(4) R Aによる回避操作

本事故においては、A機の機長は、R Aの上昇指示とは反対に、降下による回避を行う状況にあると判断して、降下を行った。この判断については、3.2.3.6項で述べたとおりであるが、次の要因がその判断に関与したものと含まれている。

相手機を視認し、T C A S情報表示器にも相手機が表示されて認識していたこと。

管制指示は、相手機との管制間隔を保つために発出されていると考えられること。また、航空管制官は管轄空域の飛行状況の全般を見て管制を行っており、相手機以外の他の要因をも考慮した上での降下指示が行われた可能性も考えられること。

A機の機長が、R Aに従うことの重要性、及びR Aの回避指示に反する操作をすることの危険性について、十分な認識を持っていなかったこと。

上記(1)で述べたように、管制間隔が維持できない事態が生じ得ることから、I C A Oの規程類によれば、所定の管制間隔が概ね十分でなくなる状況に合わせ、航空機に搭載されたT C A Sが自動的にR Aによる回避指示を作動させることとなっている。A機の機長は、相手機を視認しており、またT C A S情報表示器上でも把握していたことから、最終的には目視により回避操作を行うことで、相手機との接近を回避できると判断したことが考えられる。しかし、非常に大きな相対速度で近づく相手機の動きを人間の目で把握することは、高々度においては互いの距離が相当接近しない限り困難なものと考えられること、特に相手機との高度差については、把握が難しいと考えられることから、接近回避のためには、T C A Sの作動とともに、R Aに従うことが有効である。ただし、A I Cによれば、「R Aにより回避操作を実施する場合には衝突するおそれのある航空機の目視確認に努めるとともに・・・」とあり、R Aの指示に機械的に従うことなく相手機の目視確認に

努めることを求めている。

また、本事故においては、管制の降下指示は、便名を言い間違えて発出されたものであったと推定される。さらに、3.2.9.2項(2)でも述べるように、言い間違いによる管制指示以外の場合でも、TCASの回避指示と相反する管制指示が出されることはあり得ることである。例えば、航空路における航空管制用レーダー表示は、航空機のターゲットの動き及び高度情報に2～13秒の時間遅れがあり、航空管制官はこの情報を見て管制を行っていることによることなどが考えられる。

RAと管制指示が相反した場合、TCASが発出しているRAの回避指示は、相手機のTCASと相互に調整されていることを考慮すると、RAの指示に従うことが必要である。また、RAが作動する状況では、既にそれまでの管制指示に従っているには管制間隔が維持できない状況に至っており、航空機にはTCASがそのような場合の航空機同士の衝突や接近を回避するために搭載されていること、また、航空管制用レーダー表示は、2～13秒の遅れがあることも考慮すれば、航空管制に対し、代替的、バックアップ的に安全間隔を確保するためのシステムであるTCASに従って回避操作を行うことが必要である。なお、管制とTCASは安全な間隔を確保するためのシステムであるが、それぞれが独立した別個のシステムであるため、複数の航空機が、一方が管制に従いTCAS指示とは逆の操作を行い、他方がTCASに従った場合、安全が確保されないこととなる。したがって、RAが作動した時には、運航乗務員にあっては、RAの回避指示に従うことの重要性について、十分に認識することが必要である。一方、この間の管制機関の対応としては、管制している航空機からRAに従って回避操作を行っている旨の連絡を受け、当該機がRAに基づき回避操作中であることが把握できた場合には、当該機に対し新たな管制指示を発出しないことを基本とするとともに、必要と考えられる交通情報を実施可能な範囲で提供すべきである。

なお、米国連邦航空局のアドバイザリー・サーキュラー（AC-120-55A）には、「TCASのRAが最新の管制指示の内容と一致しない場合は、RAの指示に従うべきである。なぜなら、TCASは近接するすべてのトランスポンダー搭載機を追尾しており、RAに従うことは脅威機や他のモードC搭載機から安全に回避することになる。」（仮訳）、「管制機関は、いつTCASがRAを発出したかを知らないかもしれない。TCASのRAの指示とは反対の指示を、管制機関が知らずに発出することがあり得る。一方の航空機がTCASによって指示された垂直方向とは逆に運動をし、もう一方の航空機がTCASによって指示されたとおりに運動をした場

合には、TCASの相補調整された作動中に安全な垂直間隔が失われる可能性がある」（仮訳）と記述されている。また、英国民間航空局が発行したTCASに関するガイダンス・マテリアル（CAP579）には、RAが作動したときの操縦士の対応についての記述の中で、「操縦士が管制指示とRAの回避指示を同時に受け、それらが矛盾する場合には、TCASの指示に従うべきである」（仮訳）と記述されている。

運輸省電子航法研究所（当時）の研究報告「航空機衝突防止装置の運用評価結果の解析」（1995年2月）によれば、我が国におけるRAに関するパイロットレポートをもとに、平成4年末から平成6年2月7日までの77件のRAについて解析を行った結果、それらのうち36件のRAが航空路で発生したものであり、それらについて、「航空路ではACASに従ったために高度が近づいてしまったり、あるいは高度差が小さいままであるような危険な遭遇は見当たらなかった」とされている。

(5) 最終段階での回避操作

A機の運航乗務員は、東京ACCからの管制指示に従い、RAの上昇指示とは逆の操作となる降下を行った。一方、B機の運航乗務員は、RAの降下指示に従い、同機を降下させた。両機は共に降下を継続したため、最接近の直前には、互いに目視による回避操作を行う結果となった。最接近直前のA機の急な降下及びB機の機首引き起こし操作は、いずれも衝突を防ぐための最終段階での回避操作であったと考えられる。

結果的に、B機は、A機の急な降下を目視で見極めた後、自らは上昇する回避操作を行ったものと推定され、これは、衝突回避のための適切な操作であったものと推定される。

(6) 計器飛行方式により飛行する航空機の接近回避方法のまとめ

上記(5)で述べたような衝突が差し迫った状態での衝突の防止や最終段階での回避は、本来、事態がそこまで進展することがあってはならないことであり、そのような状況に到達する以前の段階で、余裕を持って接近の回避が行われなければならない。

また、3.2.5.1項や上記(2)で述べたように、高々度を高速で飛行する航空機にとって、相手機の動きを早い時機に目視で把握することは困難である。このことから、高々度を高速で飛行する航空機に対しては、相手機の視認を前提とした進路権に基づく回避操作が適切に実施されることを期待することは難しい。

もとより、計器飛行方式により飛行する航空機は、管制機関の指示に従って飛行している。したがって、上記(1)で述べたように、管制機関の指示に従

うことにより所定の管制間隔が確保されることが、まず必要となる。そのためには、管制機関においては、航空機の接近状況を早期に把握し、的確な指示を行うことが必要である。

しかしながら、管制機関の指示に従っても、なお所定の管制間隔が維持できないような事態が生じ得る。このような場合には、まず上記(2)で述べたように、目視及びTCAS情報表示器を使用して相手機の把握に努めるとともに、管制機関に通報した上で進路権に基づく回避を行うことも考えられる。しかし、この段階で回避を行うことは、相手機が高々度を高速で飛行する場合に、その動きを目視で確認することが難しいこと、また、TCAS情報表示器によっても相手機の動きを的確に把握することが難しいこと、及び計器飛行方式で管制指示に従って飛行している状況において、回避のための通報や操作を行う必要性和その時機の判断が難しいことから、実際には、この段階において回避操作を開始することは、実施が難しいものと考えられる。

次に、上記(3)で述べた、TA作動後からRA作動までの時機については、TCASを装備した航空機同士の場合は次のように考えられる。

TCAS情報表示器上の情報のみからでは、相手機の動きが十分に把握できないことから、TAのみでは回避操作を行わないことが求められており、TAが作動した場合には相手機の視認に努めることが求められている。また、TAは、RA作動の可能性について注意を促し、RAに備えるために出されていると考えられる。しかし、相手機が目視により確認できた場合には、管制機関に通報した上で回避操作を行うことが考えられる。この回避操作を行わない場合には、RA作動までに時間的余裕が少ないこと、TAに引き続き作動することとなるRAの回避指示は、相手機との間で相互に調整されているので、最終的にRAに従い回避操作を行うことが、妥当である。ただし、上記(3)で述べたように、相手機のトランスポンダーがモードAのみの場合や、自機がTA onlyモードの場合、RAが作動することなく、接近状態に至る可能性があることを考慮しておく必要がある。

RAが作動した場合は、上記(4)で述べたように、RAの指示に従い回避操作を行うことが有効であると考えられる。RAについては、接近する航空機同士で回避方向の相補調整が行われるため、双方の航空機がそれぞれのRAに確実に従って回避操作を行うことにより、接近の回避が有効となる。したがって、運航乗務員がRAの回避指示に従うことの必要性について十分な認識を持つことが必要である。

3.2.6 両機の最接近距離及び高度差

3.2.6.1 電子研における総合的な解析

本事故における最接近時のA機とB機の相対距離及び高度差について、航空管制用レーダー記録、及びA機のACMSとB機のAIDSに記録されたTCASデータをもとに、電子研の協力を得て解析した結果、次のとおり推算された。なお、解析手法の概要を下記(1)及び(2)に示す。

	平均値	標準偏差
最接近距離	135 m	30 m
最接近時高度差	130 ft (約40 m)	70 ft (約20 m)

(注) [平均値 ± 標準偏差] を、推算上の誤差範囲とすることができる。

ただし、一般的には、この誤差の範囲内に真の値が存在する確率は68%である。

(1) 最接近距離の解析

航空管制用レーダー記録による解析

航空管制用レーダー記録からは、A機及びB機それぞれについての飛行経路がアンテナの回転に伴う一定時間間隔ごとの離散値で、しかも測位方式の誤差によるばらつきを含む点の連鎖として得られる。そこで、A機、B機それぞれについて、これらの点の連鎖をできるだけ滑らかにつなぐか又は各点の近傍を通過するような連続した近似曲線を推算した。この曲線は、A機及びB機の飛行経路を、それぞれX、Y、Z座標で与え、時々刻々のX、Y、Zの値を時刻tの関数として表すものである。これにより、任意の時刻におけるA機及びB機の3次元空間のX、Y、Z座標の値を求めることが可能となり、最接近距離を特定することが可能となる。

ACMSに記録されていたTCASデータによる精度向上

次に、推算精度を更に上げるため、以下の手法を用いた。

A機のACMSには、TCAS装置が算出したA機から見たB機の方位データと距離データが記録されている。ただし、この距離データは観測された値を基にTCAS装置で予測・平滑化されたものであり、実際の距離を表すものではない。

最接近時におけるA機及びB機の位置については、それぞれX、Y、Z座標で与えられるが、それらは平均値と標準偏差で与えられる分布の母集団の中にあると推定される。そこで、A機の位置のサンプルをA機の位置分布の母集団の中から1つ取り出し、B機の位置のサンプルをB機の位置分布の母集団の中から1つ取り出して、これらをペアとし、このペアについてTCAS

装置が算出した方位データと距離データに整合するかを検証し、整合するものだけを集めることとした。それにより最接近距離を改めて推算し、推算精度を向上させた。その結果、最接近距離は平均値0.073nm(135m)、標準偏差0.017nm(30m)となった。なお、この距離は両機のTCASアンテナ間の距離(斜距離)を示す。

また、最接近に至る直前においては、A機の前方上方をB機が右から左に横切り、そのときの水平投影面上の交差角は約100°であり、飛行速度(対地速度)は、A機が約490kt(約250m/s)、B機が約550kt(約280m/s)であったと推定される。

(2) 高度差の解析

航空管制用レーダー記録による解析

前記(1)で求めた飛行経路から最接近時の高度差を推算した結果は、130ft(約40m)であった。

また、垂直方向について標準偏差を求めた結果、約38ft(12m)となった。高度情報は電波伝搬上の誤差を含まないため、推算の標準偏差は小さく、誤差範囲も小さくなる。

さらにこの値と、両機それぞれの高度計固有誤差を40ftと推定して推算した誤差の標準偏差は70ft(約20m)となった。

ACMSに記録されていたTCASデータによる精度向上

ACMSには、TCAS装置が算出したA機とB機の高度差が100ft単位で記録されていた。しかしながら、この値は、航空機の高度変化を時間的に平均化した滑らかな曲線から得られる高度差の値となっており、最接近時におけるA機及びB機の高度のペアを取り出して整合性を検証したとしても、ほとんどいずれの場合でも該当することとなると考えられ、推算値の精度を向上するための手法として役立たないことが判明した。このため、高度差に関する推算値は上記(2)を、そのまま使用することとした。

(付図22参照)

3.2.6.2 運航乗務員の口述による検証

A機の機長の口述によれば、A機はB機の下をくぐり抜け、その時、B機の機体全体が操縦席前方の窓いっぱいに見えた、と述べている。そこで、最接近時点直前における両機の進行方向(磁航路)及び速度をDFDRに記録されているデータにより推定し、高度差を3.2.6.1項で得られた推算結果の平均値である130ftと仮定した上で、最接近水平距離を変化させることにより、口述によるB機の見え方との関連について解析し、3.2.6.1項で得られた最接近距離の妥当性

について検証した。

- (1) 最接近距離が「平均値 - 標準偏差」に相当する 105 m で高度差が 130 ft の場合、最接近水平距離は約 100 m となる。この場合、A 機の機首正面を B 機が横切った時の水平距離は約 140 m となり、この時の仰角は約 21° であり、最接近時の仰角は約 28° となる。また、A 機の機長席の窓枠を B 機が横切る時間は約 0.36 秒、正面に見えた時の B 機の視野角は約 17°、最も大きく見えたときには約 30° となる。
- (2) 最接近距離が「平均値 + 標準偏差」に相当する 165 m で高度差が 130 ft の場合、最接近水平距離は約 160 m である。この場合、A 機の機首正面を B 機が横切った時の水平距離は約 230 m となり、この時の仰角は約 15° であり、最接近時の仰角は約 20° となる。また、A 機の機長席の窓枠を B 機が横切る時間は約 0.64 秒、正面に見えた時の B 機の視野角は約 12°、最も大きく見えたときには約 18° となる。

上記の解析の結果をもとに、3.2.6.1 項で得られた最接近距離 135 m ± 30 m の妥当性について考察すると、高度差が 130 ft と仮定した上で、最接近距離が 105 m であれば上記 (1) の場合に相当し、また最接近距離が 165 m であれば上記 (2) の場合に相当するが、いずれも「B 機の下をくぐった」及び「機体が前方の窓いっぱいに見えた」といった口述と矛盾しない。また、最接近距離が 105 m よりも更に近づくと、次第に B 機の左翼や胴体の一部が視野に入らない可能性が出てくる。一方、最接近距離が 165 m よりも遠くなると、次第に B 機の下をくぐるような印象は受けなくなると考えられる。これらのことから、3.2.6.1 項の解析結果は口述における最接近時の印象とも整合しているものと考えられる。

(付図 22 参照)

3.2.7 運航乗務員の連携

3.2.7.1 A 機の運航乗務員の連携

A 機では、機長、副操縦士、2 名の副操縦士昇格訓練中の訓練生の 4 名が乗務していた。

日本航空(株)の OM には、「航空機の運航においては、機長が最終的責任を有すること」と記述されている。

また、機長が飛行の安全を守るために必要と判断した場合、各種規程類の定めにかかわらず臨機の措置をとることができること、機長が運航にかかわる判断を下すに当たり、各運航乗務員は積極的に有効な助言を行わなければならないこと等について規定されている。

A 機の運航乗務員の口述によれば、A 機の機長が RA の上昇指示が出た後にも、

降下を継続することを他の運航乗務員に発言した際に、機長が実施している飛行方法について、R Aに従い上昇に転ずるべき旨を内容とし、かつ機長が明確に認識できるような方法によって適切な助言を述べた運航乗務員はいなかったものと推定される。

A機の運航乗務員の口述によれば、その全員が、B機がどのように近づき、どのように通過していったかを、詳細に述べていることから、運航乗務員全員の注意力のほとんどが、回避操作のため、機外に向けられていた可能性が考えられる。このため、PNF業務については、AOM SUPPLEMENTに定められた、PNFはトラフィック表示を参照するとの業務分担が、適切には行われていなかったと考えられる。

A機の操縦室には機長の他3名が乗務しており、機長は機体の姿勢保持と回避のための操縦操作に専念していたが、他の運航乗務員は、A機のAOM SUPPLEMENTに記載されているTCAS情報表示器の表示の確認等を実行することが可能であったはずであり、これにより、操縦操作を行っている機長に対し、B機について、適切な助言が行われていれば、機長の判断も変わった可能性が考えられる。このことについては、右前席と右後席に着座していた訓練生は、教育訓練を受ける立場であり、機長に対して助言をするには運航経験が少な過ぎたことも考えられる。

また、左後席には、副操縦士が、訓練生の操作をアドバイスする立場で搭乗していた。同社のOMによれば、「副操縦士は、運航の全般にあたりPICを補佐するとともに、PICに不測の事態が生じた場合、直ちにその職務を継承する」と規定されている。しかし、A機の運航乗務員の口述によれば、副操縦士の着座位置は機長席の後部で、この位置は座席背もたれや操縦輪等が障害となり、TCAS情報表示器としても機能するNDは見にくい位置であったものと推定される。訓練生が前席で操縦業務を行う場合、副操縦士は、後席に着座したままでも実施可能なPNF業務については必要に応じ訓練生をアシストするとともに、飛行中に訓練生にとって対処が難しいと判断される事態に遭遇したときには、副操縦士ができる限りPNF業務をオーバーライドし、必要に応じ機長に対しいつでも適切な助言を行えるよう、計器表示の見やすい位置にいて訓練生を指導すべきである。しかし、事故当時の着座位置は、運航者の規程類にはこの点に関する記述がないこともあって、このような指導が困難な位置であったと考えられる。

A機の副操縦士から機長に対し相手機が降下している旨の助言が行われた可能性が考えられるが、機長はこれを認識できなかった可能性が考えられること、及び助言の内容が単に相手機の飛行状態を事実として述べているだけであることから、この助言は適切な助言とは言えないと考えられる。この場合の助言には、R Aに従って上昇すべきとの内容が明確に含まれることが望ましい。

このことについては、副操縦士もR A音声を認識していたものの、相手機の動き

を把握するためのTCAS情報表示器が見えにくく、自機が上昇すべきことをTCAS情報表示器上での確に把握することが難しかったことも関与した可能性が考えられる。

機長の操縦に関して、他の運航乗務員がその安全性の程度に疑問を持った時には、率直に適切な助言が行える操縦室の環境、雰囲気を作ることがCRM訓練として行われるべきである。

また、訓練生に対する訓練のために、訓練生が副操縦士席に着座してPNF業務を行い、副操縦士が後席に着座する場合の、副操縦士の役割について整理し、飛行中に訓練生にとって対処が難しいと判断される事態に遭遇した場合には、副操縦士ができる限りPNF業務をオーバーライドできるようにすべきである。

3.2.7.2 B機の運航乗務員の連携

B機では、機長昇格訓練中の副操縦士が操縦しており、通常の運航における機長、副操縦士、航空機関士の組み合わせより高い判断力レベルの運航乗務員編成となっていたものと推定される。

B機の運航乗務員の口述によれば、東京ACCからの通報内容が記憶になかったり、聞き取れなかったことが多く発生している。しかし、降下を指示するRA作動後については、PFである副操縦士の不十分な降下操作に対し、PNFである機長により、「もっと、さげて下さい」とアドバイスが行われ、降下率の適切な修正が行われたり、降下のインクリースRA作動後についても、PNFである機長から「スピード・ブレーキを引きます」と言ってスピード・ブレーキの操作が行われたこと、PNFによりシートベルトサインが点灯されたこと、及びA機が降下を更に大きくした時に副操縦士と二人でほぼ同時に操縦桿を引き上げたことから、時間的に切迫したなかでも、短時間のうちに、適切に操作が行われていたと推定される。この間に、相手機の動きの把握や、降下率について、B機の機長は副操縦士にアドバイスをしていることから、この状況下においては、適切な対応であったものと推定される。また、B機のAOM SUPPLEMENTに定められていたPFやPNFの業務分担は、適切に行われていたものと推定される。

航空機関士に関しては、TCAS作動時の対応等について特段の規定等はない。日本航空(株)のOMによれば、航空機関士の任務について「ATC通信、Flight Path(主として高度)等のモニターを行いPIC及び副操縦士をバックアップする」と記載されている。本事故におけるB機の運航乗務員の連携において、航空機関士は、その役割を果たしていたと考えられる。

3.2.8 航空管制官の連携

3.2.8.1 訓練中の航空管制官と訓練監督者の連携

C N F が作動するまで、訓練中の航空管制官及び訓練監督者は共に B 機 の存在を失念していたものと推定される。訓練中の航空管制官が B 機との通信設定や C 機の呼び出しのための管制交信を行っていたころ、訓練監督者は本来レーダー調整席が行うべき隣接セクターとの業務調整を行っていた可能性が考えられる。また、航空交通の流れが整えられたと判断されたころ、訓練監督者は訓練中の航空管制官に対し、それまでに実施した業務の解説を行ったが、これにより両者は共に解説の内容に意識が向けられ、レーダー表示画面上の航空交通の状況把握が不十分となったと考えられる。

訓練監督者は、訓練中の航空管制官に対して管制席で訓練を実施する際には、訓練生を監督できる状態を維持するとともに、訓練生が担当している管制席の業務及び訓練生の指導監督に専念すべきであり、予期しない C N F の作動や航空機が緊急事態に陥る等、訓練中の航空管制官にとって対処が難しいと判断される事態に遭遇した場合には直ちに訓練中の航空管制官をオーバーライドして対応すべきである。

本事故においては、訓練中の航空管制官と訓練監督者の間で適切な連携が保たれていたとは言えなかったものと考えられる。しかし、訓練監督者のために具体的な訓練の実施方法を記述したり、訓練中の航空管制官と訓練監督者の間の連携について記述した規程類は整備されておらず、また教育訓練も特に行われていなかった。

3.2.8.2 同一セクター内の航空管制官の連携

緊急の場合に、レーダー調整席の航空管制官がレーダー対空席の航空管制官の業務に対して直ちに支援を行うことは難しいが、本事故における C N F 作動以前において、レーダー対空席に対して助言や援助を行うことは可能であったものと考えられる。

レーダー調整席の航空管制官が緊急の場合に直ちに支援を行うことが難しいことについては、2.13.2.2項に述べたとおり、レーダー対空席の航空管制官は直接航空機と交信を行い、時々刻々の航空交通の流れに対応することを主な業務としているのに対し、レーダー調整席の航空管制官は、他の機関との調整や離陸前の航空機に対する管制承認の発出等、比較的長い時間的尺度を持って航空交通の流れを整えることを主な業務としているためであると考えられる。また、切迫した状況において、状況を十分に把握しないまま助言することになれば、逆に混乱を生ずることもあると考えられる。

本事故の場合、C N F 作動以前において、レーダー調整席の航空管制官がレーダー対空席の航空管制官に対して、以下のような助言や援助を行うことは可能であったものと考えられる。

B機の運航票が並べられていた管制卓のボード上に、東京国際空港を15時36分に離陸したA機の運航票を挿入したときに、既にボード上に納められていたB機の運航票と比較し、A機とB機の接近の可能性について検討を行い、レーダー対空席の航空管制官に対して運航票へのマーキング等により注意喚起を行うこと。

隣接セクターとの間で直接対話によって行われたと考えられるC機の管制移管までの手続きは、本来はレーダー調整席の仕事であり、レーダー・ポイントアウトからレーダー・ハンドオフに変更され、通信設定が完了するまでの過程で、隣接セクターと調整する必要が生じた場合には、レーダー調整席が積極的に関与する必要があったものと考えられる。しかし、C機についての必要な調整の多くは訓練監督者によって行われていたと考えられ、このことが訓練監督者がB機との管制交信を聞き逃し、レーダー表示画面でB機への注意を払えなかった要因の一つと考えられる。

レーダー調整席の航空管制官はA機とB機が存在について認識をしていたと推定され、3.2.2.8項(7)で述べたとおり、C N Fが作動する30秒～1分前にレーダー表示画面を注視する機会があれば、A機とB機の間で規定された管制間隔が設定できなくなると認識することが可能であったと考えられ、レーダー対空席の航空管制官に注意喚起を行うことができたと考えられる。その間、レーダー調整席の航空管制官は、他機関との連絡調整の事後処理、新規の運航票のポスティングや航空機の変更情報の運航票への転記等を行っていたため、このような機会がなかった可能性が考えられる。

いずれにしても、航空管制官のヒューマン・エラーを防止するためには、航空管制官同士が協力し、既知のことと思われることでも確認することが必要であり、またそれが容易にできる雰囲気作りが求められる。なお、同一セクター内の航空管制官同士の連携や協力については、特に規定されたものはなく、また教育訓練も行われていなかった。

3.2.8.3 隣接セクターとの連携

本事故に関連して、関東南Cセクターと関東南Bセクターの航空管制官との間でC機の取り扱いに関する意思疎通が円滑に行われなかった可能性が考えられる。訓練監督者は、A機とC機との間に高度間隔が速やかに設定されるべきであり、そのためには、C機が関東南Cセクターと早い時点で通信設定を行う必要が

あると判断していたものと考えられるが、関東南Bセクターのレーダー対空席の航空管制官は、関東南CセクターからA機のレーダー・ハンドオフを受けることにC機の高度変更を行っても、余裕を持って管制間隔を設定できるものと考えていた可能性が考えられる。また、関東南Bセクターの航空管制官は関東南Cセクターに対するC機のレーダー・ハンドオフが終了した後も、C機に対して周波数の変更指示を直ちに行っていなかったものと推定される。

連携を伴う業務を実施する場合、業務調整は適切な時機に短時間のうちに行われなければならないが、その際に、互いに考えている内容が異なることがあってはならない。そのためには、業務調整は簡潔で具体的に行われるべきであり、業務調整に必要な最小限の用語の規定や用語例等の例示が必要である。

また、他のセクターとの間の業務調整は、管制卓が隣接するセクターであっても簡便な直接対話に依存することなく、意思疎通が的確に行われるべきであるとする。直通回線を用いず、直接対話による業務調整は、調整の相手方が航空機や他機関と交信中であるかどうかを確認できず、また、正確な情報伝達と理解が行われない可能性がある。業務調整に直通回線を用いることは簡潔で具体的な業務調整を行う上で有効であるとする。

3.2.9 運航乗務員と航空管制官の間の連携

本事故において、運航乗務員と航空管制官の間の連携が円滑に機能し、必要な情報が正確かつ適切に伝達されることが、航空機の飛行の安全を確保するために、極めて重要であることが改めて明らかになった。そこで、3.2.7項では運航乗務員の連携、3.2.8項では航空管制官の連携について述べたが、本項では、運航乗務員と航空管制官の間の連携として、特に航空機と管制機関の間の情報伝達について考察する。

3.2.9.1 本事故における情報伝達の経緯

管制機関における航空機同士の接近状況の把握、及び航空機と管制機関の間での接近の回避に関連した情報の伝達に着目して、本事故の経過を見ると次のとおりである。（数秒間にわたり継続する事象については、その開始時刻を記載した。以下3.2.9.1項～3.2.9.3項において同じ。）

15時54分15秒、東京ACCの関東南Cセクターのレーダー表示画面上にCNFが表示。（両機が直線飛行する場合は、管制間隔が欠如することとなる約3分前に作動するが、この時は約2分30秒遅れて、両機の最接近の56秒前に作動した。）

同 5 4 分 1 8 秒、B 機において、T A が作動。
同 5 4 分 1 9 秒、A 機において、T A が作動。
同 5 4 分 2 7 秒、東京 A C C は、A 機を B 機と取り違えて、A 機に対し F L 3 5 0 への降下を指示。
同 5 4 分 3 3 秒、A 機は東京 A C C に対し、自機の便名とともに、F L 3 5 0 への降下指示を復唱。
同 5 4 分 3 4 秒、B 機において、R A が作動し、降下による回避を指示。B 機は、この指示に応じ、以後、降下を開始。
同 5 4 分 3 5 秒、A 機において、R A が作動し、上昇による回避を指示。A 機は、管制からの指示に従うが、R A の指示には反して降下。
同 5 4 分 3 8 秒、東京 A C C は、B 機に対し 1 3 0 ° への針路変更を指示。これに対する B 機からの応答なし。
同 5 4 分 4 9 秒、東京 A C C は、B 機に対し 1 4 0 ° への針路変更を指示。これに対する B 機からの応答なし。
同 5 4 分 5 5 秒、東京 A C C は、存在しない日本航空 9 5 7 便に対し降下を指示。
同 5 5 分 0 2 秒、東京 A C C は、A 機に対し F L 3 9 0 への上昇を指示。これに対する A 機からの応答なし。
同 5 5 分 1 1 秒、A 機と B 機が最接近。
同 5 5 分 2 1 秒、B 機は、東京 A C C に対し、R A が作動したこと、降下中であること等を通報
同 5 5 分 3 2 秒、A 機は、東京 A C C に対し、関連機は解消した旨を通報。
同 5 9 分 2 2 秒、A 機は、東京 A C C に対し、D C - 1 0 型機とのニアミスがあった旨を通報。

3.2.9.2 本事故における情報伝達の解析

(1) 東京 A C C における C N F の作動

C N F は、2.12.4.2項で述べたとおり、規定では管制間隔が欠如する 3 分前に作動することとされており、航空機における T C A S とは独立して作動するものであるが、2.12.2.2項で述べたように T A や R A が最接近までの時間的余裕が 1 分以内に迫ってから作動するのに比べ、早い段階で作動するように設定されている。これにより、本来であれば、航空機同士の接近が予想される場合に、航空管制官は時間的余裕を持って関連航空機に対する指示を行うことができる。そして、この C N F の機能により、航空管制官が航空機を

失念していた場合であっても、通常は、適切な時機に管制指示の発出が可能となっている。しかし、何らかの理由で、C N F の作動が遅れ、もはや管制指示の発出によっては管制間隔の確保が極めて困難な事態となるまで、航空管制官が航空機同士の接近に気付かなかった場合には、問題が生じることとなる。

本事故においては、C N F が作動した時機は、規定の3分前より約2分30秒遅いが、これは3.2.2.7項で述べたとおり、A機が焼津N D B手前で旋回をしたため、その時点で初めて航空路レーダー情報処理システムでA機とB機の接近値が規定の値未満となったためである。

この時まで、B機の存在を失念していた訓練中の航空管制官及び訓練監督者は、C N F が作動した以後は、心理的に動揺した状態で、管制指示の発出を行うこととなったものと推定される。

(2) 東京A C CからA機への降下指示

3.2.2.8項で述べたとおり、本事故においては、C N F が作動した後、訓練中の航空管制官は、A機をB機と取り違えて、A機に対しF L 3 5 0への降下を指示したものと推定される。一方、A機においては、R Aが回避のための上昇を指示した。本事故において、東京A C Cでは、航空機におけるR A作動以前にそれとは無関係に、降下の管制指示を出したものと推定される。管制機関の指示と航空機のT C A S指示はそれぞれ独立しており、相互に調整されたものではないため、管制機関が発出した管制指示と、航空機のR Aの回避指示は必ずしも一致しない。

また、2.12.4.1項で述べたとおり、航空路管制用レーダーの画面上に表示される航空機の情報には約10秒ごとに更新されるため、航空管制官は、航空機の高度及び位置の変化を、連続した状態では知ることができない。また、航空路管制用レーダーが航空機の情報を受信してからレーダー表示画面上の航空機の情報を更新するまでに約2～3秒の時間を必要とする。今回の事故におけるように、最接近まで時間的余裕が少ない状況でC N F が作動した場合、2～13秒前の航空機の情報を見ながら適切な高度変更の指示を行うことは、困難であったものと考えられる。

本事故においては、結果的に航空管制官が便名を言い間違えたことにより、管制指示とR Aの回避指示が相反することとなったが、言い間違いによる場合以外でも、R Aと相反する管制指示が出される状況が発生する可能性がある。

一方、東京A C Cから降下指示を受けたA機にあっては、3.2.3.6項で述べたように、管制機関は他の航空機を含む飛行状況の全般をレーダー表示画面

で見た上での判断によって管制を行っているものと考え、これに従ったことが考えられる。

(3) A機から東京ACCへの回避操作の通報

A機は、東京ACCの降下指示に従って降下のための操作をしており、上昇を指示するRAが作動した時、管制指示に従って降下をするつもりであったものと考えられる。また、A機は、東京ACCからの降下指示に対し、これを復唱することによりFL350への降下を通報していた。このため、A機から東京ACCへは、RAに対応した通報は行われていなかった。最接近後にA機は東京ACCに対し、「ニアミス」に関する通報を行った。

A機が東京ACCに対しRAの指示に関する通報を行わなかったのは、自機の飛行に関しては降下する旨を通報していること、及び日本航空(株)のOperations Orderでは、「ATC指示高度からの逸脱時」に管制機関に通知することとされており、また、その際に用いる用語についてもRAに従った操作を行った場合については定められているが、本事故におけるような管制機関の指示に従って飛行し、RAに従っていない場合については、用語例が定められていなかったことによると考えられる。

これらのことから、東京ACCにとっては、A機に対し降下を指示し、A機が、RAに従うのではなく、この管制指示に従うこととした以後は、少なくともA機からはRAの回避指示に関し通報を受ける状況にはなかったものと推定される。また、A機が東京ACCに対し降下指示を復唱した際に、A機は自機の便名を含めて通報したが、東京ACCでは、訓練中の航空管制官と訓練監督者は、いずれも、A機をB機と取り違えA機に対し降下を指示したことに気付かなかったものと推定される。

(4) B機から東京ACCへの回避操作の通報

B機は、RAによる回避指示に従い降下を行ったものと推定される。そして、B機は、東京ACCに対し、A機との最接近を経て衝突回避操作終了後に、RAによる降下を行った旨の通報を行った。

2.14.1.3項で述べたとおり、日本航空(株)のOM SUPPLEMENTには、RAが作動した場合は、「必要な操作が完了した後に可及的速やかに管制官へRAに従った旨報告すること。」と記載されており、またOperations Orderにも同趣旨の記述がある。ここで、「必要な操作が完了した後」がいずれの時点を目指すかは必ずしも明確ではなく、3.2.10.2項でも述べるとおり、この点について、AICでは、衝突の危険が回避された後に行えばよい記述となっている。B機から東京ACCへの回避操作の通報は、以上のことから、同社の規程に従って行われたものと考えられる。管制機関にとっては、RAに従っ

て回避操作を行う航空機から、最接近を経て衝突の危険が回避されるより前のできるだけ早い時点において、R Aの指示が作動しこれに従っている旨の通報がなければ、接近しつつある航空機に対し、混乱を招くおそれのある管制指示を発出しないなどの、適切な対応を行うことが不可能となる。なお、航空機からR Aに従っている旨の通報を受けた場合に、航空管制官が適切に対応するためには、航空管制官に対する体系的なT C A Sに関する教育訓練が行われている必要がある。

このB機からのR Aに従った降下の通報が、仮に、降下開始をした時点で速やかに東京A C Cに通報されていれば、管制指示に基づいて降下をしていたA機の運航乗務員が、同一周波数でこの通報をモニターできた可能性があり、その場合には、A機はR A作動の相手機も降下をしていることをR A作動以後の早い段階で認識できた可能性も考えられる。

(5) 東京A C CからB機への針路変更指示とA機への上昇指示

接近状態の両機に、東京A C Cは15時54分38秒、B機へ130°への針路変更、同54分49秒、B機へ140°への針路変更、及び同55分02秒、A機へF L 390への上昇指示の3回の管制指示を発出した。しかし、いずれも相手機からの応答は得られていない。これらについての解析は、3.2.3.8項(5)及び3.2.4.3項に述べたとおりである。

R Aが作動した場合、運航乗務員はR Aに従って回避操作に集中しているため、航空管制官の指示を聴取できない状況にある可能性が高いと考えられるが、運航乗務員から航空管制官に対してR A作動と回避操作について通報することは、航空管制官が混乱を招きかねないような指示を出すことを避けるために、必要であると考えられる。そのため、R Aが作動した場合には、P N Fは、管制機関に対してR Aによる回避を通報することとし、通報後は相手機の視認やT C A S情報表示器のモニターを続け、必要な場合にはP Fに適切に助言すべきである。

(6) 東京A C Cから存在しない日本航空957便への降下指示

東京A C Cは、同54分55秒に、存在しない日本航空957便に対し降下を指示している。当該空域周辺には、該当する航空機はなく、どの航空機からも応答はなかった。これについての解析は、3.2.2.10項に述べたとおりである。この指示を行った訓練監督者は、心理的に動揺した状態で、A機の日本航空907便とB機の日本航空958便の便名を頭の中で混同し、それにより、本来はB機に対して出すべき指示を、便名を言い間違えて出したものと考えられる。

(7) 航空機における R A 作動後の東京 A C C からの管制指示

東京 A C C が、切迫した状況の中で、B 機への針路変更指示、A 機への上昇指示及び存在しない日本航空 9 5 7 便への降下指示を行ったのは、訓練中の航空管制官及び訓練監督者が、A 機ではなく B 機に対して F L 3 5 0 への降下指示を行ったものと思い込んでいたこと、B 機に対して F L 3 5 0 への降下指示を行ったが高度変更指示のみでは十分な管制間隔が確保できないと考えたことのほかに、B 機から R A に従って回避操作を行っている旨の通報がなかったこと、訓練中の航空管制官と訓練監督者には T C A S に関する十分な知識がなかったことが関与したものと考えられる。2.14.1.5 項で引用した管制方式基準の記述からは、航空機から R A に従い飛行中である旨の通報を受けた場合には、航空管制官は、当該機に対し管制指示を発出することを差し控え、実施可能な範囲で他のターゲットに係る交通情報を発出する等の対応をするものと考えられる。

しかし、管制方式基準には運航乗務員から R A に従った回避の通報を受けた場合の航空管制官の対応についての記述はあるが、航空機が R A に従って回避している旨を通報する用語は A I C に記載されているが管制方式基準には記載されていない。一方、航空機から R A に従っている旨の通報を受けた場合に、航空管制官が適切に対応するためには、航空管制官に対する体系的な T C A S に関する教育訓練が行われる必要がある。

3.2.9.3 本事故における情報伝達の問題点

(1) 切迫した状況下での情報伝達の不確実性

本事故を、航空機と管制機関間の情報伝達の観点から見直してみると、C N F の作動から最接近までの間では、3.2.9.1 項で述べたとおり、A 機と東京 A C C の間の交信は、1 5 時 5 4 分 2 7 秒の東京 A C C から A 機への F L 3 5 0 への降下指示と、同 5 4 分 3 3 秒のこれに対する A 機からの復唱、及び同 5 5 分 0 2 秒の東京 A C C から A 機への F L 3 9 0 への上昇指示の 3 回である。ただし、同 5 4 分 2 7 秒の降下指示は便名を言い間違えたことによるものであり、同 5 4 分 3 3 秒の復唱については、これを受けた航空管制官は便名の違いに気がつかなかったものと考えられる。また、同 5 5 分 0 2 秒の上昇指示に対しては、A 機からの応答はなかった。

B 機と東京 A C C の間の交信は、同 5 4 分 3 8 秒の東京 A C C から B 機への 1 3 0 ° への針路変更指示、同 5 4 分 4 9 秒の同じく 1 4 0 ° への針路変更指示の 2 回である。これら 2 回の指示に対し、いずれも B 機からの応答はなかった。

さらに、同 5 4 分 5 5 秒に、東京 A C C から、存在しない日本航空 9 5 7 便

に対する指示が行われ、これに対する応答はなかった。

ここで引用した交信は計6回であったが、いずれも情報に誤りを含んでいるか又は受領が不完全であった。これらの事実から、C N F や R A が作動するような予期しない切迫した状況においては、情報の伝達の確実性が低下すると考えられる。

(2) R A 作動時の管制機関の対応

航空管制に用いられる交信の手法や用語は、できるだけ短時間に必要な情報を的確に伝えるように設定されている。しかし、他方で、個々の交信については必要最小限のもので、リダンダンシーのないものとなっている。

管制交信は、1つの情報について1回限りの交信（復唱を数えれば2回の交信）によって伝達するリダンダンシーのない方式のため、その時に、情報の内容を間違えたり、伝達が不成立に終わると、重大な影響が生じることとなる。特に、衝突の危険が迫ったような切迫した状況における交信では、落ち着いて間違いを訂正したり、航空機の動きをゆっくり見守って確認することができないので、少しの言い間違いや聞き漏らしにより、管制交信による情報伝達が機能しなくなることがある。

管制方式基準によれば、管制機関は、航空機から R A の指示に従っている旨の通報を受けた場合には、当該機に対し管制指示を出すことを差し控えることとなっている。ただし、実施可能な範囲で関連機についての情報提供を行うこととされている。R A が作動するような切迫した状況においては管制交信による情報伝達の確実性が低下する。そのような状態では管制指示を差し控えることが有効な対策である。しかし、そのためには、まず、管制機関が、航空機に R A の指示が作動した状態であることを知ることが必要となる。

(3) 情報伝達の確実性の確保について

本事故においては、東京 A C C の航空管制官は、言い間違いによる管制指示もあったものの、最接近間際まで、A 機及び B 機に R A が作動していることを知らないまま、回避のための管制指示を何回も出している。

切迫した状況に陥った場合に、情報伝達が適切に行われるためには、情報伝達のリダンダンシーの確保を図ることが有効である。具体的には、次のような方法により、管制機関が航空機における R A の作動に関する情報を収集すること等が考えられる。

航空管制用レーダー等を利用した情報伝達の方法により、レーダー表示画面上に航空機による R A の作動状況を表示できるようにすること。

航空機と管制機関の間の R A 作動に関する交信について更に検討を行い、必要な情報伝達ができるようにすること。

RAは作動しているがこれに従えない航空機からもその旨の通報を受けること。これらのほか、航空機から管制機関に対し、管制指示の確認、RA指示や自機の飛行状況の通報、管制機関への情報提供の要請等を、積極的に行うことが望ましい。

3.2.9.4 運航乗務員と航空管制官の連携の増進

3.2.9.1項～3.2.9.3項では、本事故における状況をもとに航空機と管制機関の間の情報伝達について考察し、その問題点を述べた。それらの情報伝達が、できるだけ円滑かつ適切に行われるためには、運航乗務員と航空管制官がお互いに協力して積極的に飛行の安全を確保して行くという共通の認識のもとに連携を深めていくことが必要である。そのため、通常は管制交信においてのみ接触の機会を有する運航乗務員と航空管制官の間で、平素から相互に相手方の業務実施状況について把握するとともに、情報や意見交換を通じて理解を深め、相互認識の素地を作っておくことが有効である。このため、できるだけ多数の運航乗務員と航空管制官の間で、相互の職場訪問や交流の機会を作ることが、運航乗務員と航空管制官の間の連携の増進に役立つものと期待される。

3.2.10 TCAS関連の規程類の分析

3.2.10.1 規程類についての分析のポイント

本事故において、A機の機長は、管制機関からの降下指示に従って降下を続け、TCASの上昇指示には従わなかった。また、A機の他の運航乗務員も機長と同様に相手機の視認に意識が集中し、機長に対しRAの指示に従うべきことを適切に助言することはなかったものと推定される。また、A機にあっては、RAに従っていないので、TCASに対応した操作について管制機関に通報しておらず、B機にあっては、RAの降下指示に従い降下をしたが、その旨の管制機関への通報は、最接近を経たのちの時点であった。

これらRAに対応した航空機の操作や管制機関への通報について、我が国、ICAO、運航者、管制機関、米国及びヨーロッパの関係規程ではどのように規定されているかを、次の点にポイントを絞って調査した。

RAに従う場合には、管制指示から逸脱してもよいこと

RAには原則として従うべきこと及び管制指示とRAの関係

RAに対する逆操作の危険性

管制機関への通報の用語

管制機関への通報の時機

運航乗務員間の業務分担

3.2.10.2 我が国の規程

2.14.1.1項で述べたとおり、航空法及び同法施行規則に航空機衝突防止装置の装備義務が定められており、その他、T C A Sの運用に関する我が国の規程は、A I Cに取りまとめられている。A I Cにおいては、上記の各ポイントについて、次のように規定されている。

R Aにより管制指示高度から逸脱を行う場合、パイロットは航空法第96条第1項（航空交通の指示）の違反には問われない。ただし、A I C日本語版における「管制指示高度」については、英語版では、これに対応した用語は、「ATC clearance」と記述されている。

R Aに原則として従うべきこと、及び管制指示とR Aの指示が相反した場合にもR Aに従うべきことの記述はない。

特に記述はない。

「A C A S R Aに従って高度変更を行った場合」等の各状況に応じた用語例が記載されている。

「R Aによりパイロットが管制指示高度を逸脱し、その後衝突の危険が回避された場合には、直ちに所定の管制指示高度に復帰すること。また、無線電話により管制機関へ可及的速やかにその旨の報告をすること。・・・」と規定されており、管制機関への報告は衝突の危険が回避された後に行ってもよい記述となっている。ただし、A I C日本語版における「管制指示高度」については、英語版では、これに対応した用語は、「ATC clearance」と記述されている。

特に記述はない。

なお、**、**及びに関する特段の記述はないものの、A I C第5項「運航者が取るべき措置」の中では、「運航者は、詳細な操作手順を運航規程に規定すること」と規定している。

3.2.10.3 I C A Oの規程

2.14.1.2項で述べたとおり、I C A Oの規程では、各締約国に対し拘束力のある規程として、第6附属書で、2003年1月からの航空機衝突防止装置の装備の義務化及び同装置を第10附属書に従って運用すべきことを定め、また、第10附属書で同装置の性能要件について定めている。その他、P A N S - O P S、P A N S - R A C等に、関連する規定が定められている。3.2.10.1項の各ポイントについては、次のように規定されている。

P A N S - O P Sに、R Aに応答して航空交通管制の指示又はクリアランスから逸脱する操縦士の取るべき措置が規定されている。

RAに原則として従うべきこと、及び管制指示とRAの指示が相反した場合にもRAに従うべきことの記述はない。なお、PANS-OPSには、同規程に明記されたTCASの指示に関する手順について、「いずれも機長が、交通上の障害を解決するためにとるべき最良の手順を選択する際に、最良の判断と全幅の権限を行使することを妨げるものではない。」との記述がある。

第10附属書第4巻第4章の付録Aに、操縦士がRAの指示とは逆の回避操作を行う危険性についての記述がある。ただし、この規定がある付録Aは、TCASの技術特性を規定する拘束力のないガイダンス・マテリアルであるとともに、第10附属書そのものがTCAS等の装備品の性能要件を規定したものであることから、運航乗務員をはじめとし航空機を運航する立場の者がこの規定を目にする機会は、必ずしも多くはないものと考えられる。

PANS-RACに、RAに対応した場合における航空管制官と操縦士の間で用いる用語が記載されている。

PANS-OPSに、「RAに応答して航空交通管制の指示又はクリアランスから逸脱する操縦士は、衝突の危険が解消された場合には、当該指示又はクリアランスで伝達されたことに即座に復帰すること、及び適切な管制機関に対して、実施可能な限り速やかに、飛行方向やいつ逸脱が終了したかを含め、逸脱について通報すること」と規定されており、衝突の危険が解消された後に、管制機関に対し通報すればよいとの解釈も可能な記述となっている。

特に記述はない。

(注) PANS-RACは2001年11月から、PANS-ATMとして改訂されている。

3.2.10.4 運航者の規程

A機及びB機を運航する日本航空(株)のTCASの運用に関する規程類は、多くの細分化された規程で構成されている。

まず、運航規程の附属書として各機種共通の事項を定めるOMがあり、さらにOMには、恒常的な内容を記載するOM本体と、その附属書であるOM SUPPLEMENT及び一時的な内容を記載するOperations Orderがある。また、同じく運航規程の附属書として、機種ごとに定められたAOMとその附属書であるAOM SUPPLEMENTがあり、これらの一時的な内容を記載するものとしてAOM Bulletinがある。

さらに、各機種ごとに、航空機の限界事項や操作方法を記載したAFMが定められている。

これらの規程において、3.2.10.1項の各ポイントについては、次のように規定されている。

A機のAOM及びAFM並びにB機のAFMに、「RAに従うために必要な範囲でそのときのATC承認高度から逸脱することが認められている。」等の記述がある。ただし、A機のAFMは、すべて英語で記述されている。

OM SUPPLEMENT、A機及びB機のAFM、AOM及びAOM SUPPLEMENTに、原則としてRAに従うこと、又はRAに従うための具体的な操作方法が規定されている。

OM SUPPLEMENTには、「機長がRAに従って操作を行うことが危険と判断した場合を除き、RAに直ちに従うこと。」と記載されている。ただし、「機長が…危険と判断した場合」についての具体的な記述はない。A機のAOMには、「RAが発生した場合には、迅速に以下の操作を実施すること。」として、PFについて、「回避操作が必要な場合、AutopilotをDisengageし、RAの指示を満たすようにPitch及びThrustを調整する。」ことが規定されている。また、A機のAOM SUPPLEMENTでは、「Flight Pathの変更を要求する Corrective RAが発生した場合、以下の要領にて回避操作を実施する。」として、「PFD上のRA Pitch Guidance Commandに従い Airplane SymbolがRed Lineのすぐ外側へくるよう機体を操作する。」など、RAの指示に従って回避操作を行うための操作方法が具体的に記述されている。

以上のことから、OM SUPPLEMENTでは「機長が…危険と判断した場合を除き…」、A機のAOMでは「回避操作が必要な場合…」というように、機長による判断の余地を残しているが、AOM SUPPLEMENTでは、RAの指示に従って回避操作をすべきことが明確に定められている。

なお、OM SUPPLEMENTの「機長が…危険と判断した場合」に対応する、RAの指示に従う必要のない例外的な場合として、A機のAFMには英語で、B機のAFMには日本語で、RAに従うことにより安全性が損なわれるとパイロットが判断する場合、明白なTCAS システムの故障の場合、RAの原因についてパイロットがよりよい情報を得られ近傍の航空機から安全な間隔を維持できる場合などが列挙されているが、OM SUPPLEMENTやAOMには、これらの記述は必ずしも反映されていない。また、これらの規程には管制指示とRAの指示が相反した場合、RAに原則として従うべきとの記述もない。

A機のAFM及びB機のAFMに、「RAに従うために必要なもの以外の垂直方向の速度変化は安全な間隔を危うくすることがある。これはTCAS -TCAS Coordinationが相手機との間で進行中であるかもしれず、RAに従わない垂直方向の速度変化は他機がRAに従うことの有効性をなくす可能性があるた

めである。」等の記述がある。ただし、A機のAFMは、すべて英語で記述されている。なお、A機、B機とも、AOM及びAOM SUPPLEMENTには、これに対応する記述はない。

また、B機のAOM SUPPLEMENTには、TCASに関する一般的説明の中で、目に付きやすい配置のもとに、RAが相手機との間で相互に調整され互いに反対方向への回避指示となる相補調整機能について記述されている。これに対し、A機のAOM SUPPLEMENTでは、TCASシステムに関する説明で、「相手機のTCASも作動している場合、TCAS Vertical Guidanceは相手機とCoordinateをとる。」との記述はあるものの、これは、数ページにわたるTCASシステムの説明の中で記述されているため比較の見落とししやすい配置であり、また反対方向への回避指示となることは明記されていない。

Operations Orderに、「RAに従って高度変更を行った場合」等の各状況に応じた用語が記載されている。

OM SUPPLEMENT及びOperations Orderに、RAが作動した場合について、「必要な操作が完了した後、可及的速やかに管制官へRAに従った旨報告すること。」等の記述がある。

A機のAOM及びAOM SUPPLEMENT並びにB機のAOM SUPPLEMENTに、RA発生時のPFとPNFの業務分担について記述がある。その中で、PFの操作がRAの回避指示から逸脱している場合におけるPNFからPFへの助言については、同社のOMにおいて一般的な規定として助言すべきことが規定されており、いずれの規程でも、TCASの運用に関し特に具体的に記述はされていない。

また、A機のAOMとAOM SUPPLEMENTにおけるRA発生時のPFとPNFの業務分担の記述は必ずしも一致していない。特に、AOMにある「相手機が視認できた場合には、その旨Callする。」との記述はAOM SUPPLEMENTにはない。また、AOM SUPPLEMENTでは、RAの間、「Cockpitの他のCrewは、・・・Traffic表示を参照しつつ（可能ならば）外部監視に努める。」との記述があるが、AOMでは、PNFについては、相手機の視認に努めるとの記載はあるものの、Traffic表示を参照することについては言及されていない。

さらに、A機のAOM SUPPLEMENTとB機のAOM SUPPLEMENTの記述内容は、後者では、RAが発生した場合、PFは回避操作を行う旨を他の乗務員に伝達することとされているが、前者には該当する記述がないなど、必ずしも一致していない。

なお、同社のTCASの運用に係る規程類は、上記で述べたように、幾つもの規程に分散して規定されていること、長期的に継続すると考えられる内容の

規定が一時的な内容を記載するOperations Orderに記述されていること、AFMの内容が運航乗務員が日常的に参照するAOM又はAOM SUPPLEMENTには必ずしも反映されていないこと、各機種共通と考えられるような基本的な事項であっても、機種により記述の有無や記述内容が相違すること、等の点から運航乗務員にとって必ずしも理解しやすい構成及び記述とはなっていない。

上記、及びで述べたAOMやAOM SUPPLEMENTの記述に関しては、同社がそれらの規程を作成する際に参考とした航空機製造者のマニュアルが同様の記述であったことが影響したことが考えられるが、AFMの記載内容をAOMやAOM SUPPLEMENTにも記載すること、AOMやAOM SUPPLEMENTの記述内容について、他機種を含め規程間の整合性を確保すること、記載上の配置について工夫することについては、運航者においても検討を行い、運航乗務員に対して必要かつ有益な情報を積極的に提供するとともに、運航乗務員にとってわかりやすく、使いやすい規程類の作成に努めるべきである。

3.2.10.5 航空交通管制の規程

航空交通管制に係る規程としては、2.14.1.5項で述べたように、管制方式基準に「回避アドバイザリーにかかる措置」等が定められている。この規程に対応するものとして「航空機衝突防止装置の運用について」との表題でAICが発行されており、RAの通報時機、通報の用語等が記載されている。

3.2.10.1項の各ポイントについては、次のように記載されている。

AICでは、「航空機がRAにより管制指示高度から逸脱している間、管制官は・・・管制間隔の設定について責任を有しない。」と規定している。また、管制方式基準では、航空機がRAに従い飛行中である場合には、管制指示は行わないこととしている。ただし、これは航空機からRAに従う旨の通報があった場合のことであり、通報がない状態では、管制からの指示は出されるが、航空機は自分自身の判断でこの指示から逸脱することとなる。

RAに従うかどうかは航空機側の問題であり、管制側の規程では触れられていない。

RAに対する逆操作の危険性は、航空機側の問題であり、管制側の規程では触れられていない。ただし、接近する両機の間でRAは相互に調整されており、一方の航空機がこれに従わないと安全間隔が確保できないおそれがあることは、航空管制官としても知っておくべき知識と考えられるが、特に記述はない。

TCASに係る管制機関への通報の用語については、AICに記載されているものの、管制方式基準には記載されていない。通報を受けた管制機関

は、交通情報の提供を除き、新たに指示を発出することは想定されていないと考えられることから、応答するための用語は特に記載はされていない。この点は、ICAOの規程においても同様となっている。

航空機から管制機関への通報の時機については、AICに記述があるが、管制方式基準には記述されていない。

運航乗務員間の業務分担は航空機側の問題であり、管制側の規程では触れられていない。

2.14.1.5項で述べた管制方式基準の「回避アドバイザリーにかかる措置」及び「補足業務」の規定と上記～を併せて検討すると、管制機関は、航空機からRAに従い飛行中である旨の通報を受けて、初めて対応が開始される。その内容は管制指示を出さないことである。また、実施可能な範囲で交通情報の提供が行われる。管制方式基準の「補足業務」では、レーダー交通情報を受けた航空機が回避措置を要求した場合に管制機関は当該機を誘導するとされている。

3.2.10.6 米国の規程

米国連邦航空規則（FAR）及びアドバイザリー・サーキュラー120-55A「AIR CARRIER OPERATIONAL APPROVAL AND USE OF TCAS」（以下、本項においては、「AC」という。）には、3.2.10.1項の各ポイントについて、次のように記述されている。（仮訳）

即時の対応を要する飛行中の緊急事態に対し、機長は必要な範囲で、規定から逸脱することができる。（FAR、91.3(b)）

TCASのRAが、進路権、VFR飛行における雲との間隔及びIFR、その他の基準に反する操縦操作を求める場合、パイロットは、差し迫った航空機との接近を解消するために、TCASのRAに従うことが期待される。

航空規則又は管制承認若しくは指示からの逸脱範囲は、TCASのRAを満足するための必要最小にしなければならない。（AC、11b(9)）

RAが作動した場合は、RAに対応した操作が飛行の安全を脅かす場合、若しくは目視で相手機を明瞭に確認できる場合を除き、RAの表示に直接的に注意を払い、直ちにRAに従うべきである。（AC、11b(2)）

TCASのRAへの対応と管制指示を同時に満足することができない場合があり得る。TCASのRAが最新の管制指示の内容と一致しない場合は、RAの指示に従うべきである。（AC、11b(8)）

一方の航空機がTCASによって指示された垂直方向とは逆に運動をし、もう一方の航空機がTCASによって指示されたとおりに運動をした場合には、TCASの相補調整された作動中に安全な垂直間隔が失われる可能性が

ある。結果として、当該航空機が同一の垂直方向に運動していることにより、両機は、「垂直方向の追いかけあい」を起こし、過度の高度逸脱に遭遇するかもしれない。(A C、11c(3))

I C A Oの規程と同様の用語が一部例示されている。(A C、Appendix 5)

航空機の機長は、緊急事態において、又は航空機衝突防止装置の回避指示に対応する場合において、管制承認又は管制指示から逸脱する時は、可能な限り速やかに管制機関にその旨を通報しなければならない。(F A R、91.123(b))

指定高度からの逸脱を指示する T C A Sの R Aに対応する場合は、R Aに反応後、実施可能な限り速やかに管制機関と連絡をとること。(A C、11b(10))

P N Fは、T C A Sが指示した垂直方向の飛行経路から逸脱している時には、P Fに対して助言すべきである。また、P N F及び他の乗務者は、脅威機を視認する助けとなるとともに、R Aに対する反応が正しく行われていることを確認するため、T C A Sが表示する情報を他の利用可能な交通情報とともに相互に確認し続ける。(A C、11b(5))

3.2.10.7 ヨーロッパの規程

(1) ヨーロッパ共同航空局の規程

J A Aでは、J A R - O P Sを制定し、このJ A R - O P SのT C A Sに関するガイダンスとして、リーフレットNo.11、「Guidance for Operators on Training Programmes for the Use of Airborne Collision Avoidance Systems」を発行している。その中で、3.2.10.1項の各ポイントについては、次のように記述されている。(仮訳)

「管制指示とR Aの回避指示を同時に受け、それらが相反する場合には、R Aに従うべきである。」(リーフレットNo.11、3.2.3 b .Note3)、

「R Aの回避指示に従っている時にR Aに反することとなる管制指示を受けた場合には、管制機関へその旨通報すべきである。」(リーフレットNo.11、4.1())との記述があることから、R Aに従う場合は管制指示から逸脱してもよいとの前提であると考えられる。

「機長又はP Fは、R Aが作動した場合に、相手機が視認でき、かつ危険がないと判断した場合を除き、安全間隔を確保するため、直ちに回避操作を開始することとし、運航者はそのための方式を設定すること。」

(JAR-OPS 1.398)

「管制指示とR Aの回避指示を同時に受け、それらが相反する場合には、R Aに従うべきである。」(リーフレットNo.11、3.2.3 b .Note3)

R Aに従わない場合にあっても、R Aが指示する方向に対し反対の方向へ

は垂直方向の速度を変化させてはならない。相手機もTCASを装備している場合には、RAに従わないことが、最接近時の安全間隔を減少させる結果となり得ることに、操縦士は留意すべきである。また、RAに従わないことは、相手機のTCASの有効性を、自機がTCASを装備していない場合よりも、さらに低下させることとなる。(リーフレットNo.11、3.2.3b.Note2)

TCASに関する管制機関への通報のための標準用語として、ICAO PANS - RAC(2001年11月以降はPANS - ATMに改訂)と同様の用語が定められている。(リーフレットNo.11、4.2)

RAが作動した場合には、標準的な用語を用いて、時間と業務量が許す限り速やかに、管制機関に対しRAの作動について通報すべきである。(リーフレットNo.11、3.2.3b.(ix))

回避操作により管制指示から逸脱する時、管制指示に復帰した時、及びRAの回避指示に従っていてRAに反することとなる管制指示を受けた時には、管制機関に対しその旨を迅速に通報すべきである。

(リーフレットNo.11、4.1)

「TCAS CLIMB」又は「TCAS DESCENT」の通報は、実施可能な限り速やかに行うこととされている。(リーフレットNo.11、4.2.1)

PFは、RAの回避指示に従って、必要な操縦操作をし、PNFは、TCAS情報表示器上の相手機の位置及びRAへの対応状況をモニターし、PFに対し相手機の位置に関する最新の情報を提供をすること。

(リーフレットNo.11、3.2.3b.(i))

(2) 英国の規程

英国はJAA加盟国ではあるが、TCASの運用に関しては、英国航空法(ANO)、航空規則(The Rules of the Air Regulations 1996)及びTCASに関するガイダンス・マテリアルとしてCAP579をJAR-OPSに先駆けて発行しており、それらの中で、3.2.10.1項の各ポイントについては、次のように記述されている。(仮訳)

「緊急の危険を避けるために、必要な範囲で航空規則から逸脱することは適法である。」(ANO、パート 84(3))、「管制承認に従った飛行であっても、機長は他の航空機と衝突することのないようにあらゆる可能な手段を講ずる義務を負う。」(航空規則 SECTION , 17(1)(a))

RAが作動した場合、操縦士は、飛行経路、推力、トリムを調整することにより、必要な回避操作を直ちに開始すべきである。(CAP、6.2.2)

操縦士は、管制指示とRAの回避指示を同時に受け、それらが相反する場合には、RAの指示に従うべきである。(CAP、6.2.4(b))

R Aによる回避指示に対し反対の方向への回避操作は、決して行ってはならない。これは、回避の方向が相手機とのデータ交換によって決められているからである。このため、操縦士が相手機を視認し、現在の飛行経路から逸脱する必要がないと判断した場合に限り、当該R Aを無視してもよい。(CAP、6.2.4)

T C A Sに関する管制機関への通報のための標準用語として、I C A O P A N S - R A C (2001年11月以降はP A N S - A T Mに改訂)と同様の用語が定められている。(CAP、7.2.1)

操縦士は、管制機関に対しできる限り速やかに、管制指示からの逸脱について通報すべきである。(CAP、6.2.2)

回避操作により管制指示から逸脱する時、管制指示に復帰した時、及びR Aの回避指示に従っていてR Aに反することとなる管制指示を受けた時は、管制機関に対しその旨を迅速に通報すべきである。(CAP、7.1)

「TCAS CLIMB」又は「TCAS DESCENT」の通報は、実施可能な限り速やかに行うこととされている。(CAP、7.2.1)

回避操作を実施する操縦士以外の運航乗務員は、回避方向に他の航空機がないことを確認するとともに、相手機の目視による探索を続けること。(CAP、6.2.2)

3.2.10.8 本事故に係るT C A S関連規程の問題点

- (1) A機の機長が、R A指示よりも管制指示を優先したことについては、以下の要因が関与したものと考えられる。

日本航空(株)のO M SUPPLEMENTには、「機長がR Aに従って操作を行うことが危険と判断した場合を除き、R Aに直ちに従うこと。」と規定されているが、「危険と判断」してR Aに従わない場合とはどのような場合か、等に関する記述はなく、R Aに従うことの重要性が明確には規定されていないこと。

日本航空(株)のA機のA F Mには、T C A Sの回避指示は相手機との間で相互に調整されていること、及びR Aに従わない垂直方向の速度変化の危険性についての記載があるが、運航乗務員が日常的に使用するA O M又はA O M SUPPLEMENTには、A F Mの前者の内容が明瞭に反映されておらず、また、後者の内容は反映されていないこと。

航空局発行のA I Cには、R Aにより回避操作を実施する場合における必要事項に関する記述はあるが、R Aの回避指示には原則として従うべきこと、R Aに従う必要がないのはどのような場合に限定されているのか、等の

記述がなく、R Aに従うことの重要性及びR Aに従わないことの危険性が記載されていないこと。また、管制指示とR Aの優先順位についても記載されていないこと。

I C A Oの第6附属書及びP A N S - O P Sには、R Aの回避指示には原則として従うべき旨の記述がなく、R Aに従うことの重要性が記載されていないこと。また、R Aの回避指示に対する逆の操作を避けるべきことについては、航空通信に関する規程であるI C A O第10附属書第4巻第4章付録Aのガイダンス・マテリアルに記述があるが、運航者に対する規程である第6附属書やP A N S - O P Sにはこの記載がないこと。

- (2) B機の機長が、R Aに従い回避操作を行ったことを、降下のための操作を終えた時点ではなく、回避操作が完了した最接近後の時点で、管制機関に対し通報を行ったことについては、航空局発行のA I C及び日本航空(株)のO M SUPPLEMENT及びOperations OrderにおけるR Aが作動した場合の管制機関への通報の時機に関する記述が関与したものと考えられる。さらに、これは、I C A OのP A N S - O P Sが、この通報の時機について、衝突の危険が解消された後に、管制機関に対し通報すればよいとの解釈も可能な表現となっていることが、影響したものと考えられる。
- (3) 本事故において、A機は、R Aは作動したものの、これに従った回避操作を行わなかったため、管制機関への通報を行わなかったものと推定される。これは、I C A OのP A N S - R A C、航空局発行のA I C及び日本航空(株)のOperations Order等の関係規程において、R Aの回避指示は出ているがこれに従えない航空機については、R Aが作動している旨を管制機関に対し通報すべきことを規定していないことによるものと考えられる。
- (4) 日本航空(株)のT C A Sに関する規定は、複数の規程類に分散して記載されており、運航乗務員が学習や確認をする場合に見落とす可能性があることを含め、業務を実施する上で理解しやすいものとするために、なお改善の余地がある。

I C A Oの規程類は直接に運航乗務員を拘束するものではなく、また運航乗務員にとって米国をはじめとする諸外国の規程類について承知しておくことは求められておらず、また実際に、通常はこれらの規程類を参照することはない。また、A F Mの記載内容は、通常はA O MやA O M SUPPLEMENTにも同内容が記載されることとなるため、運航乗務員は日常の業務をA O M、A O M SUPPLEMENT等の運航規程の付属書を参照して実施している。したがって、運航乗務員による業務の的確な実施を確保するためには、運航乗務員が日常的に参照する規程類に、必要な情報を記載するとともに、規程類をわか

りやすく、使いやすいものとする必要がある。

- (5) 航空交通管制の規程について、管制機関が、航空機におけるTCASの回避指示の作動状況に関する情報の収集と、航空機に対する他の関連航空機に関する交通情報の提供を適切に行えるようにするため、関係規程の充実を図るとともに、切迫した状況においても管制機関と航空機間の意思疎通が確保できるように、運航者側の規程と連携が図られたものとする必要がある。

3.2.11 運航乗務員に対するTCAS関係の教育訓練

3.2.11.1 RAに従う回避操作の判断についての教育訓練

日本航空(株)のOM SUPPLEMENTには、「機長がRAに従って操作を行うことが危険と判断した場合を除き、RAに直ちに従うこと。」と規定されており、また、A機のAOM及びAOM SUPPLEMENTには、RAに従い回避操作を行う場合の具体的な手順が記載されている。

同社の運航乗務員に対する教育訓練では、座学及びフライト・シミュレーター訓練において、RAが作動した場合の操作方法については、教育訓練が行われていたものの、原則としてRAに従うべきこと、RAに従う場合と従わない場合の区別、RAに対する逆操作の危険性等のRAに従うことの判断については、特に重点を置いた教育訓練は行われていなかったものと推定される。A機の運航乗務員において、RAに従うことの重要性及びRAに従わないことの危険性についての認識が十分でなかったのは、このことが関与したものと考えられる。なお、3.2.10.2項及び3.2.10.8項で述べたとおり、航空局発行のAICにおいても、RAに従うことの重要性及びRAに従わないことの危険性は記載されていない。

運航乗務員がTCASを活用して確実に接近を回避できるようにするためには、まずRAに従って回避を行うことの判断について十分に教育訓練を行う必要があるとあり、その中で、例外的な場合を除きRAには必ず従うべきこと、RAに従う場合及び例外的に従わない場合にはどのような場合があるか、管制指示とRAが相反した場合の対応、RAに対する逆操作の危険性等について、様々な状況を設定して教育訓練すべきである。また、RAに従うために管制指示に従えないときの管制交信の用語例として定められている、「UNABLE TO COMPLY, TCAS RA」を、どのような場合に使用して通報を行うことになるかを、知識の付与とともに、実践的な状況を模擬して教育訓練しておくことが望ましい。

3.2.11.2 TCASに関する座学の教育訓練

座学については、2.14.2.1項に記載した座学が、TCASに関する認定訓練時に行われていたものと推定される。これらの教育訓練に関して、TCASが相手

機との間で相補調整されていることによる R A に対する逆操作の危険性や、R A に従わないで管制指示を優先した場合の危険性について、具体的に例示した教材はなかったものと考えられる。しかし、平成 10 年度に限り、上記の危険性や相補調整等についてビデオを用いた講習が行われ、A 機の機長、及び B 機の運航乗務員は、この知識を得る機会があったものと推定される。しかし、A 機の副操縦士及び副操縦士昇格訓練中の操縦士は、上記のビデオを見る機会はなかったものと推定される。

P F 及び P N F にとっての T C A S 情報表示器の適切な利用方法、T C A S 情報表示器を利用した相手機の動きの確認方法、T C A S に関する管制機関への通報のための用語と通報の実施時機、高々度において T C A S が作動した場合の航空機の性能等の T C A S に関する知識教育が十分であったとは言えないと考えられる。

3.2.11.3 T C A S に関するフライト・シミュレーターを利用した教育訓練

- (1) 日本航空(株)で実施されている T C A S 関連のフライト・シミュレーターを利用した教育訓練は、定期訓練の中で行われている。その方法は、A 機の運航乗務員の場合、T C A S を模擬した装置を装備しているフライト・シミュレーターでこの訓練が実施されており、T C A S 情報表示器上に接近してくる相手機を表示し、まず T A が作動し、次に R A が作動した際に、訓練を受ける運航乗務員が R A の回避指示に従って回避操作を実施するというものであった。また、B 機の運航乗務員の場合、T C A S を模擬した装置を装備していないフライト・シミュレーターであったため、T A / R A の音声を流すことにより回避操作の訓練を行わせていた。しかし、これらの訓練においては、T C A S が作動する際に関連して発生し得る様々な状況や、本事故におけるような逆操作の危険性等についての訓練は、特に実施されていなかったものと推定される。

また、管制指示と R A 指示が相反する場合についてのフライト・シミュレーターを利用した訓練は行われていなかったと推定される。

- (2) 高々度において R A の上昇指示に対応する場合には、回避操作の程度によってはバフェットや失速に陥る可能性があると考えられる。また、運航乗務員は、バフェットや失速に陥らないまでも、最高運用高度付近の高々度において、R A 指示に従って上昇することを、相当困難な操作と判断する可能性が考えられる。

しかし、R A は接近の可能性のある相手機の T C A S と相補調整を行っており、上昇指示に対しては、当該指示を遵守すべきである。3.2.3.7 項(3)で述べたとおり、航空機の性能から上昇できない場合には、T C A S の機能

上、上昇指示は抑制されることとなっているが、A機は上昇指示を抑制されていないので、上昇は可能であったと考えられる。また、3.2.3.7項(2)で述べたとおり、高々度において、RAに従って上昇を行う場合、エンジン推力に余裕がないと考えられる場合でも、運動エネルギーを位置エネルギーに変換することにより一時的な上昇を行って高度を確保することも可能であると考えられる。

一方、A機の定期訓練内容が記載されている同社のPILOT FLIGHT TRAINING GUIDEによれば、TCAS訓練の実施高度は教官の裁量ではあるが、訓練飛行高度と時間経過を線図で示したいいわゆる山型の訓練パターンによれば、高い高度は11,000ft又は5,000ftとなっている。このため、A機の機長は、本事故においてTCASが作動したときの37,000ft付近の高々度を想定したTCASの回避操作については、訓練経験がなかったものと推定される。

また、A機の機長が、RAの指示よりも管制指示を優先したことに関し、定期訓練において、航空機の性能限界に近い高々度におけるバフェットからの回復や、運動エネルギーを位置エネルギーに変換するなどにより上昇を行う等の訓練が実施されていなかったことが関与した可能性が考えられる。

これらのことから、定期訓練等においては、フライト・シミュレーターを使用して、高々度におけるRAに従った回避操作や、この回避操作中の操舵方法によっては発生する可能性のあるバフェットに陥った状態からの回復等に関する訓練を実施し、高々度における操作について経験しておくことが望ましい。

- (3) A機の場合、東京ACCからの指示に従って降下したが、TCASは、この間、正常に作動していた。A機の運航乗務員は、ほとんど全員がB機を回避するため、B機の動きに注意力を集中していたと推定される。

A機の運航乗務員の業務分担については、A機のAOM及びAOM SUPPLEMENTによれば、本来は、PFがPFDにより回避操作を行うが、本事故は、PFが相手機の動きを目視により確認しているため、PNFはAOM SUPPLEMENTに記載されているように、TCAS情報表示器上で相手機の動きの変化を確認し、OMに記載されているように、PFに適切に助言すべきであったと考える。しかし、本事故におけるA機の飛行では、外部監視、TCASの表示変化の確認等の運航乗務員間の業務分担が操縦室内で適切に行われなかったことが考えられる。

TCASの指示に従って回避操作を行っている状況で、AOM及びAOM SUPPLEMENTに記載された運航乗務員間の連携が適切に行われるよう、PF及びPNFの役割と連携についての適切な教育訓練が行われる必要がある。

- (4) フライト・シミュレーター訓練においては、各種の状況設定のもとでTCASによる回避操作を訓練することが必要である。この訓練において、RAに従うことの判断、RAに対する逆操作の危険性、PFとPNFの業務分担、必要な場合における適切な助言、各種状況におけるTCASに関する標準的な用語を用いた管制機関への通報、及び高々度における回避操作について実践的な訓練をすることが必要であり、これらはCRM、LOFT等、実際に模擬した状況のもとで課題を解決することを目指した訓練として行うことが望ましい。

3.2.12 航空管制官に対する教育訓練

3.2.12.1 航空管制官のOJT

本事故は、管制機関において、航空管制官に対する実務を習得させるためのOJTを兼ねて航空管制業務を実施している間に発生したものであり、その際、訓練監督者が訓練中の航空管制官に対し訓練を実施していた。訓練の実施方法については、2.13.2.4項で述べたとおり、東京ACCの管制業務処理要領に「技能証明未取得者に対する訓練について」が定められているが、訓練監督者の資格要件や選定方法、訓練を実施する際の具体的な留意事項等を更に詳述した規程類はない。

本事故では、訓練監督者が訓練中の航空管制官に対し、CNF作動前の時機にそれまでに実施した業務の解説を行っていたが、OJT実施中の指摘事項については、記憶が鮮明なうちに指摘した方が効果的ではあるものの、それに時間を要するとレーダー表示画面上の航空機に対する状況認識が不十分となるおそれがある。OJTの実施に当たっては航空交通管制業務を最優先とし、業務実施中の解説はできるだけ避け、これを行う場合でも最小限とすべきである。

ここで、業務実施中にそれまでに実施した業務に対する解説を行う場合、訓練監督者は、少なくとも次のような事項に留意する必要があると考える。

解説を行うのに適当な時機の把握。

解説を行う前に再度、航空交通の状況について確認すること。この場合、訓練監督者は訓練中の航空管制官との間で相互確認を行うこと。

訓練中の航空管制官は、訓練監督者の解説内容に意識が向けられ、航空交通の把握が疎かになりやすいこと。

運航票等から新たな航空交通の流れを予想しておき、実施した業務についての解説が終了した後は、予想される航空交通を訓練中の航空管制官にブリーフィングすること。

管制交信が必要となった場合には解説を直ちに停止し、交信により必要と

なった措置が完了したと判断されるまで解説を再開しないこと。

詳細な解説が必要と判断される部分については、OJT終了後に解説を行うこと。

また、レーダー表示画面上の航空機の動きの録画記録や管制交信の録音記録を、OJT実施後に再生し、解説を行う方式について検討すべきである。さらに、今後の航空安全のためには、訓練を受けている航空管制官が能力的に限界に達し負担を感じるような交通状況となった場合には、訓練監督者が、オーバーライドして航空管制業務を交代するか、訓練を受けている航空管制官が自ら躊躇することなくそのことを申し出ることができる訓練環境を作り、維持することが必要である。

その他、訓練監督者に関しては、3.2.12.2項に記載する。

3.2.12.2 訓練監督者に対する教育訓練

訓練監督者はOJTを実施する場合には、訓練中の航空管制官の技量を十分に把握しておく必要があり、航空交通の状況により、訓練中の航空管制官の判断に委ねられる状況と自ら管制交信を行う状況とを見極める必要がある。

本事故の場合、訓練監督者は、訓練監督者としての業務以外に、レーダー調整席の業務の一部を行ったと考えられ、このためセクター内の航空交通の状況や訓練中の航空管制官の動向を十分に把握できなかったと考えられる。訓練監督者は、常に管轄区域を飛行中の航空機の動きを把握し、訓練中の航空管制官の繁忙度や管制指示の内容を慎重にモニターすべきであった。

CNF作動前の時機に、訓練監督者は訓練中の航空管制官にそれまでに実施した業務の解説を行っていたが、その場合には3.2.12.1項に述べた事項に留意した上で実施する必要があったと考える。

2.13.2.4項で述べたように、東京ACCの管制業務処理要領では「監督者は、訓練生に対し全面的な責任をもって訓練を実施する。」と記述されているが、訓練監督者に対し、その役割を適正に果たすように期待するためには、訓練監督者に対し訓練実施方法に関する教育訓練を行い、訓練監督者としての知識や能力が身に付いていることを訓練に従事する前に確認しておくことが必要である。

3.2.12.3 航空管制官の連携に関する教育訓練

東京ACCでは同一セクター内で業務に当たる航空管制官の連携や協力について、特に定められた規程はなく、また教育訓練も実施されていない。本事故について、その経過を見直すと、3.2.8.2項で述べたように、レーダー調整席の航空管制官が助言又は協力することが可能であった場面が幾つかあると考えられる。

しかし、他の航空管制官に助言を行うなどの連携や協力は、日常的にそのための教育訓練を行い、連携や協力をしやすい職場環境を作るとともに、個々の航空管制官の意識を高めておくことにより、初めて円滑に行えるものである。

また、本事故においては、隣接セクターとの間の調整で訓練監督者の意識がレーダー表示画面上から離れたことによる要因も考えられることから、セクター間の連携に係る訓練も行われるべきである。

そのためには、運航乗務員が実施しているCRMやLOFTと同様の訓練手法を航空管制官にも取り入れることが有効である。

3.2.12.4 CNF作動時の対応に関する教育訓練

CNF作動時の対応に関して、航空管制官に対する特別の訓練は実施されていないことについては、2.12.4.2項で述べたとおりである。しかし、CNFが作動した場合や、航空管制を行っている航空機においてRAが作動する場合に、航空管制官が適切に対応できるようにするためには、次のような点について、レーダー・シミュレーターによる教育訓練の際やTCASに関する教育訓練の際に、併せてCNF作動時の対応に関する教育訓練も実施すべきである。

CNFは、通常、規定の管制間隔が欠如する3分前に作動するが、航空機が飛行する経路によっては作動開始時機が遅れること、及び管制指示若しくは許可の発出時機によっては管制間隔が欠如する状態で初めて作動することがあり得ることを、具体例を示して教育すること。

意図していなかった航空機相互間でCNFが作動した場合における基本的な対応方法。

CNFの作動時機が規定値より遅れた場合、航空機におけるRA作動までの間の、航空機との交信において留意すべき事項。

3.2.12.5 航空管制官に対するTCAS関係の教育訓練

航空管制官に対するTCASに関する教育訓練は2.14.2.2項で述べたとおり、運航乗務員からRAによる回避の通報があった場合の対応について、管制方式基準において記載されたことを受けて、航空保安大学校では1時間、同岩沼分校では航空路レーダー研修において1.5時間の研修が行われていた。講義の中でTCASに関する概略の説明を行い、TCASの紹介ビデオ等を見せている。航空保安大学校においては平成9年度以前、同岩沼分校においては平成6年度以前にはTCASに関する授業は行われていなかった。このため、年齢の若い訓練中の航空管制官は航空保安大学校岩沼分校においてTCASに関する講義を受講していたが、訓練監督者及びレーダー調整席の航空管制官は受講する機会はなかつ

た。このため2人は、TCASが搭載されている航空機の範囲、TCASの機能と作動条件、相補調整機能、RA作動時の管制機関への通報、RA作動時の管制機関の対応についての十分な知識はなかったものと考えられる。

TCASの紹介ビデオは、操縦士のために用意されたもので、作動原理や一般的なTCAS作動のしきい値等のTCASに関する概略の説明が行われている。特に航空管制官に対するTCASに関する座学では、次のようなものが必要であると考えられる。

TCASの搭載が義務付けられている航空機の範囲。

TCASの回避指示が作動する場合の飛行高度ごとの時間しきい値、及びその時の代表的な関連機相互間の距離との関係。

TCAS 搭載機同士ではRAの作動に際して相補調整が行われること。

RAが作動するような差し迫った状況における管制指示の在り方、及びRAに従った回避操作を支援するような情報提供の在り方。

航空機からRAに従い上昇中又は降下中である旨の通報があった場合は、管制指示を出すことを差し控えることを基本とし、代わりに実施可能な範囲で適切な交通情報を提供すべきこと、及びその場合の対応。

TCASに関連して、諸外国を含めた異常接近報告書等に記載された航空機による衝突回避の実例を収集し、紹介すること。

また、上記の内容を加味したレーダー・シミュレーター等を利用した定期訓練の実施も検討する必要がある。その他、運航乗務員と共に操縦室へ搭乗する機会を増やすことによりTCASの作動環境を知る機会を得ることも必要である。

3.2.13 負傷に至る経緯

3.2.13.1 乗客の負傷及びシートベルトの着用状況

乗客の口述によると、A機は、離陸後約20分が経過したころ、数回の動揺があった直後に急激に降下している。

当時の客室内の状況は、シートベルト着用サインが消灯、CAによるサービス開始から約5分後で、乗客がシートベルトを外したり、また、シートベルトを緩めたりして、くつろぎ始めて間もないころであったものと考えられる。

乗客が負傷に至った状況は、2.10.2項及び2.10.3項に述べたとおり、急激な降下に伴う機体動揺により、身体が浮揚及び落下し、天井、床及び座席等に当たったことによるものが大部分であったが、この動揺で飛んできた乗客の機内持ち込み手荷物等が身体に当たったことによるものもあったと推定される。

シートベルト着用の状況については、乗客全員に関する確認調査は困難であるため、負傷者以外で無作為に抽出した約1割強の乗客から聞き取り調査を行った

結果、シートベルトの着用者が90%を超えていたことから、負傷しなかった乗客323名の90%に当たる291名はシートベルトを着用し、10%に当たる32名はシートベルトを着用していなかったものとして、全乗客のシートベルト着用率、並びにシートベルト着用者及び非着用者別の負傷率を推算した。ただし、負傷者のうち、シートベルト着用状況が不明であった重傷者1名及び軽傷者16名はシートベルト非着用を含めた。

すなわち、負傷者88名の中で着用が判明している者53名と、上記の負傷しなかった着用者291名を合計した344名を着用者の総数とした。全乗客数は411名であるので、全乗客のシートベルト着用率は、約84%と推定される。また、全乗客数411名から着用者の総数344名を差し引くと、非着用者の総数は67名となり、一方、負傷者の総数88名から、そのうちの着用者53名を差し引くと、負傷者のうち非着用者数は35名となる。

上記で求めたシートベルトの非着用者の総数及び着用者の総数を使用し、シートベルトの非着用者及び着用者別に乗客の負傷率を求めたところ、非着用者が約52%、着用者が約15%であった。同じく、乗客の重傷負傷率を求めたところ、非着用者が約7.5%、着用者が約0.6%であった。(下表参照)

乗客の負傷者及び重傷者に対する負傷率

シートベルト区分	乗客数(名)	負傷者数(名)	負傷率	重傷者数(名)	重傷負傷率
非着用者	67	35	52%	5	7.5%
着用者	344	53	15%	2	0.6%
合計	411	88		7	

(注) シートベルトの着用状況が不明なもの(負傷者数のうち17名及び重傷者数のうち1名)は、非着用者を含めた。

これらの数値から考えられることは、明らかに、シートベルト着用者の負傷率が非着用者の負傷率より低く、身体の浮揚を防止するという効果が示されている。

特に、重傷者についてみると、シートベルト着用により負傷の程度を大幅に軽減することができると思われる。

なお、同ベルトを着用していても15%もの負傷率となったのは、ベルトの着用が緩いなど不適切であった者が多数負傷したことが関与したものと考えられる。

3.2.13.2 CAの負傷及び機内サービスの実施状況

CAは、受け持ちのコンパートメント内の乗客に対するサービス及び安全に対する気配りが要求されるという業務上の性格から、同社のOMに記述されたとお

り、基本的には、機長の指示による以外、ハーネスを着用して着席することはないと考えられる。

当時、C Aは機内サービスが開始され、各コンパートメントの前方から2～3列目付近で作業中であったため、全員が、突然の機体の降下に対し、ハーネスを着用できる状況になかった。

したがって、C Aの全員が負傷するに至った状況は、浮揚しようとするギャレーカートを押さえきれず、身体とギャレーカートと一緒に浮揚して、その後落下したことによるものと推定される。

その浮揚及び落下の程度についてみると、客室の前方部ではC Aが天井パネルに当たるほど浮揚したものの、ギャレーカートが元の位置に倒れずに立ったものがあったのに対し、後方部ではC Aがパネルが外れるほど天井に当たり、すべてのカートが横転し、さらに、内1名のC Aと使用中のカートが、天井パネルを突き破り、天井裏に跳ね上げられていた。このことから、客室内における動揺の程度は、機体の前方部（2階客室を含む）に比べ後方部の方が激しかったと考えられる。

C Aは、業務の性格上、ギャレーカート使用の如何にかかわらず、機内移動を余儀なくされており、C Aに対する安全対策が必要である。

その際には、シートベルトを着用していなかった乗客の中にも、ひじ掛けにつかまるなど、手足で衝撃を緩衝したことにより負傷を免れた者がいたことが参考になるものと考えられる。

また、ギャレーカートと一体となって業務をしているC Aは、今回のように急激な機体動揺に遭遇した場合、浮揚すると危険なギャレーカートを反射的に押さえる行動をとっており、ギャレーカートとの関連をも考慮した効果のある安全対策が必要である。

これらのことから、3.2.15.4項で述べるギャレーカートの安全対策に加え、C A及び乗客の客室内の移動時における安全対策として、通路からつかまりやすいハンド・グリップ等の設備の設置を検討する必要がある。

3.2.14 救急活動

3.2.14.1 客室内における救急活動

本事故は、運航乗務員と客室乗務員の相互間において、機体の揺れに関する事前の情報伝達及び連携を取れない状況下で発生したことから、揺れ始める前に何らかの予防的な対応をとることはできなかったものと推定される。

C A及び乗客の口述によると、事故発生後にシートベルト着用サインは点灯しなかったが、C Pによる機内アナウンスにより、乗客に対しシートベルト着用を

徹底したものと推定される。

その後、C Aによる乗客の被害状況に関する客室内の点検は、混乱状況の中、自らの負傷を顧みる暇もないまま実施され、また、操縦に携わらない運航乗務員も応援し、救急活動が実施されていた。この救急活動は、各C Aの担当区分を中心とし、乗客への声掛けによる負傷程度の確認及び負傷者に対するメディカル・キット等による応急処置、また、医師等の助言が得られない状況にあったが、C Aを含む重傷者への措置など、乗務員間の適切な連携による対応が取られていたものと推定される。

しかし、C Aによる負傷者の状況や負傷者数の取りまとめは、時間的制約と混乱の中で、必ずしも十分なものとなっていないまま、運航乗務員に伝達されたものと考えられる。このことについては、C P及びC Aが客室内の救急活動に追われたことにより、客室内の状況を正確に把握することが困難であったことによると考えられる。

一方、当時、副操縦士が社内用無線により、東京空港支店に対し行った乗員乗客の負傷等に関する報告内容は、C V R記録に残されていた16時38分06秒～同39分02秒ごろの記録によると、負傷者が乗客5名及びC A 1名計6名、救急車の要請が2台となっていた。なお、同C V Rには、記録されていた冒頭部分にあたる同25分55秒～57秒に男性の声で「既に、救急車手配してます」との記録も残されていた。

3.2.14.2 地上における救急活動

日本航空(株)の羽田空港支店が、A機から事故発生に関する情報を入手したのは、事故発生の約25分後で到着予定時刻の約25分前、16時19分ごろであった。この時の情報では、負傷者数は不明となっていた。同支店では119番通報をし、とりあえず救急車1台の出動を要請した。

また、東京消防庁は、16時24分ごろに通報を受け、これによって東京国際空港近傍の蒲田救急隊等に出動指令を出した。その後、救急車は、A機が到着する約10分前に空港の指定場所に到着し待機した。

救急車の出動は、当初、1台であったのに対し、救急隊がA機のスポット到着直前に確認できた負傷者が6名、その後、機内における負傷者の確認及び応急処置時、及び現場救護所における応急処置時と、各段階ごとに確認された負傷者数が増加し、そのたびに応援要請が行われた。当日の救急活動に対する出動は、病院搬送用救急車を含む救急活動車両計43台、出動隊員数155名に及んだ。

この結果、負傷者の応急処置には、A機がスポット到着後の16時50分から約30分間、病院への搬送には、17時20分ごろから約1時間半を要すること

となったものと考えられる。

このことについては、上記3.2.14.1項で述べたとおり、事故発生後の時間的制約と混乱の中で客室内の状況を正確に把握することが困難であったと考えられることから、A機からあらかじめ地上に対し、結果的にみると必ずしも正確な情報が伝達されず、同空港到着後における迅速な救急活動に影響したことが考えられる。

3.2.15 ギャレーカートによる客室の破損と安全対策

3.2.15.1 客室の破損

本事故により、A機の客室内の天井パネルが数カ所破損していた。これについては、ギャレーカートを使用して機内サービス中のCAがサービスしていた位置と、破損した天井パネルの位置がほぼ一致している。したがって、天井パネルの破損はCA及びギャレーカートが浮揚した際に当たったことによるものと推定される。

客室内では一部の床板が破損していたが、これはギャレーカートの多くがキャスターなど下部が破損していたことから、ギャレーカートが浮揚した後に落下した際の衝撃によるものと推定される。

3.2.15.2 ギャレーカートの浮揚、転倒

事故発生時、CAは乗客に飲み物などを配る機内サービスを行っていたが、このサービスには多数のギャレーカートが使用されており、すべてが空中に浮揚し、そのうちの後方客室にあった1台は通路の天井を突き上げて天井裏まで跳ね上げられ、付近の空気ダクトを破損し、同ダクトと構造部材の梁の上に乗った状態で停止したものと推定される。

3.2.15.3 天井裏のギャレーカート

天井裏に跳ね上げられたギャレーカートは、客室へ落下したり、航空機の操縦系統その他の系統へ損傷を与えたりする危険性があったが、飛行中に客室の床へ降ろすことは困難であった。このため、周辺の乗客を安全な位置に退避させることにより、天井裏のギャレーカートは着陸までそのままの状態に置かれた。事故発生後、A機は出発空港である東京国際空港に引き返し着陸したが、結果的には、その間に同ギャレーカートが天井裏から落下することはなかったものと認められる。

3.2.15.4 ギャレーカートの安全対策

A機には、2.12.1.2項で述べたように、ギャレーカートを固定する設備が幾つかのドア付近の床面に施されていたが、本事故においては航空機の動揺が予告なしに突然であったため、その使用が間に合わなかったものと推定される。航空機の運航中、CAがギャレーカートを使用している際に、急な降下をしたり、乱気流その他で航空機の姿勢が急激に変化した場合には、ギャレーカートが浮揚し、あるいは転倒し、乗客乗員の身体生命に危害を加え、また航空機の操縦系統及びその他の系統に損傷を与えるおそれがある。そのため、機内サービス中のギャレーカートを固定するなどの方法により、ギャレーカートが浮揚する可能性の低減を図るなどの新たな施策を検討する必要がある。

4 原因

本事故は、次のことにより発生したものと推定される。

東京航空交通管制部は、左旋回をしながら上昇中であったA機（日本航空907便）と巡航中であったB機（日本航空958便）との接近を示すCNF（異常接近警報）が作動した際に、A機とB機の便名を取り違え、上昇中のA機に対し降下指示を発出した。A機は、この管制指示により降下操作を開始し、その直後にTCAS（航空機衝突防止装置）において上昇を指示するRA（回避指示）が作動したが、引き続き管制指示に従って降下操作を継続した。A機とRAに従って降下したB機とは、互いを視認しながらも異常な接近の状態となり、最接近の直前に双方が目視による回避操作を行い、その際、A機は、B機と接近交差する直前にB機の下方を通過しようとして、更に急激な降下をしたため、乗客及びCA（客室乗務員）が浮揚落下して負傷した。

なお、本事故には、以下の要因が関与したものと推定される。

- (1) 東京航空交通管制部がA機とB機の便名を取り違えて上昇中のA機に対し降下指示を行ったことについては、航空交通が輻輳している関東南Cセクターを管制していた訓練中の航空管制官及び訓練監督者がCNFが作動した際に、切迫した状況下で心理的に動揺し、訓練中の航空管制官が言い間違いにより意図した便名と異なる便名を発したこと、訓練監督者も訓練中の航空管制官による便名を取り違えた降下指示に気付かなかったこと、及びA機からこの降下指示に対する復唱があったときに、両者とも意図していた便名と復唱された便名の違いに気が付かなかったこと。
- (2) 訓練中の航空管制官及び訓練監督者がCNFが作動した際に心理的に動揺したことについては、CNFが作動するまでB機を失念していたこと、及びCNFが規定の管制間隔が欠如する3分前に作動せず、約2分30秒遅れて最接近の約1分前に作動したため、管制間隔を維持することが極めて困難となり、接近回避の指示を限られた時間内で緊急に行うことが必要と感じたこと。
- (3) 訓練中の航空管制官がB機を失念していたことについては、B機のレーダー・ハンドオフ及び通信設定を行った時機に、A機の承認高度と同じ高度を飛行し経路が交差するC機（アメリカン航空157便）とA機との管制間隔を確保するため、C機への呼び出しを2回行ったが、C機とは通信設定が終了していなかったため、これらに対する応答がなく、このため意識がC機に向けたままであったこと、B機との通信設定の直前に便名の類似したD機（日本航空952便）との交信があり、また直後にも引き続きこれら以外の航空機との交信があったため、B機の存在について記憶への定着が不十分となったこと、及びその後

訓練監督者からそれまでに実施した業務の解説を受けていた間に、レーダー表示画面上での航空交通の状況の再確認を行わず B 機を失念したままの状態になったこと。

- (4) 訓練監督者が B 機を失念していたことについては、C 機に関し A 機との間隔設定のため隣接セクターとの調整を行っていたこと、C 機への呼び出しに意識が集中していたこと、レーダー表示画面上での航空交通の状況の再確認を行うことを優先すべき時機にこれを行わずに、それまで実施した業務に関して訓練中の航空管制官に対して解説を行い、このため B 機を失念したままの状態になったこと、及び適切な訓練実施方法に関する訓練監督者としての教育訓練を受けていなかったこと。
- (5) C N F が規定の管制間隔が欠如する 3 分前に作動しなかったことについては、航空路レーダー情報処理システムが航空機の旋回による接近について、あらかじめ、その可能性を旋回による経路変化を考慮して探査する機能を有していなかったこと。
- (6) A 機が R A の上昇指示に従わなかったことについては、機長が、R A の作動前に管制機関からの降下指示を受け R A 作動時には降下操作を開始していたことからいったん実行に移し始めたことを変更することが心理的に難しかったこと、管制指示は管轄空域の飛行状況の全般を見て管制間隔を保つために発出されていると考えたこと、B 機を継続して視認できていたこと、A 機の高々度における性能に対する懸念等から再度上昇するよりも降下を継続することが適切なものと判断したこと、さらに、R A に対し逆操作を行うことの危険性について認識が不十分であったこと。
- (7) A 機が降下し続けたことについては、A 機の運航乗務員においては、降下している B 機との高度差や B 機の動きの的確な把握が目視では難しかったこと、R A に対し逆操作を行うことの危険性に対する認識が十分でなかったこと、T C A S 情報表示器を利用した状況認識が十分でなかったこと、及び機長に対し他の運航乗務員から R A に従うべきとの適切な助言がなされなかったこと。
- (8) A 機の機長が R A に対し逆操作を行うことの危険性について認識が不十分であったこと及び R A の上昇指示があったにもかかわらず降下した A 機の機長に対し他の運航乗務員から適切な助言が行われなかったことについては、運航者の運航に関する規程類の表現が R A に対する逆操作を行うことは危険であるとの認識を持たせるには十分でなかったこと、運航乗務員に対する T C A S に関する教育訓練が十分でなかったこと、及び C R M 訓練において T C A S に関連した業務分担に関する対応訓練は行われていなかったこと。

- (9) 運航者の運航に関する規程類の表現が十分でなかったことについては、航空局発行のA I CやI C A Oの運航に関する規程にR Aに従うべきこと及びR Aに対する逆操作を行うことの危険性について、明記されていなかったこと。特に、運航乗務員が管制指示とR Aの回避指示を同時に受け、それらが互いに逆指示となった場合に、R Aに従うべきことが明記されていなかったこと。
- (10) 乗客が負傷したことについては、本事故の発生が、シートベルト着用サインが消灯し、機内サービスが開始されたころであったため、シートベルト非着用者が多数おり、これらの者は、主として機体動揺時に身体が跳ね上げられて落下したこと。また、シートベルト着用者で負傷した者にとっては、主として、その着用状況が不適切であったこと、及び跳ね上げられた者が落下の際に当たったこと。
- (11) C Aが負傷したことについては、機内サービス中であり、機体動揺時にギャレーカートギャレーに戻す等の時間的余裕がなかったため、ギャレーカートを押さえきれずギャレーカートと一緒に浮揚落下したこと、及び突然の機体動揺に対して身体を支える手段がなかったこと。

5 参考事項

5.1 本事故の調査の経過報告及び建議に対し国土交通省航空局が講じた措置

平成13年6月22日に、航空事故調査委員会（当時）が本事故に関する調査の経過報告とともに行った建議に対し、平成13年9月21日付けで国土交通省航空局から、次のような趣旨の回答があった。（建議については、別添6参照）

5.1.1 管制機関と航空機との間の意思疎通の改善

航空機衝突防止装置の回避指示発生状況及び回避指示によるパイロットの回避状況を航空管制官が適切に把握できるよう、飛行中の航空機に搭載されている航空機衝突防止装置が回避指示を発生した場合には、回避指示の指示内容（上下回避指示方向）及び回避指示が終了した旨の情報などの回避指示情報を管制レーダー画面上に表示し、航空管制官に提供するなど、管制機関と航空機との間の意思疎通が迅速かつ確実に出来るような通信手段及び交信方法の構築を図ることとしている。

5.1.2 管制機関と航空機との間の連携向上のための教育訓練の改善

航空機衝突防止装置の回避指示発生状況及び回避指示によるパイロットの回避状況が管制レーダー画面上に表示された場合に、航空管制官が適切に対処できるよう、「回避指示」表示機能を有したレーダー・シミュレーター等を用いた訓練を実施するとともに、航空機搭乗訓練（パイロット側の状況等について理解を深めるため、航空管制官が航空機の操縦室に同乗して行う訓練）の実施機会を増やすなど、管制機関と航空機との間の連携を向上するための教育訓練の充実を図ることとしている。

5.1.3 TCASのRAが作動した場合の対応に係る実態の調査・分析及び改善

航空機衝突防止装置の回避指示が作動した場合の対応については、学識経験者、管制経験者、パイロット、航空機衝突防止装置の研究者、航空局等で構成される検討委員会において、実態について調査分析し、必要に応じ、改善のための方策を検討することとしている。

5.2 国土交通省航空局による本事故の再発防止のための安全対策

国土交通省航空局では、平成13年6月27日に、本事故の再発防止に向けて、5.2.1項から5.2.7項の事項を内容とする安全対策を取りまとめた。なお、5.1項で述べた建議に対する措置についても、この安全対策の中に含まれている。さらに、5.2.8項の対策も講じられている。

5.2.1 訓練・研修体制の充実

- (1) 研修機関の体制強化
- (2) 訓練教官に係る訓練体制の強化
- (3) 訓練監督者に係る訓練体制の強化
- (4) 技量向上のための訓練・研修制度の確立
- (5) 対人関係研修の充実（T R M研修の導入）
- (6) 訓練・研修機器の強化
- (7) 訓練、研修時等における要員不足への対応

5.2.2 適性検査等の充実

- (1) 航空保安大学校における適性試験を中心とした採用試験の見直し
- (2) 航空保安大学校における基礎研修の見直し
- (3) 航空管制官の定期的審査制度の導入
- (4) 業務実施が困難と判断される者への対応方策の確立

5.2.3 業務環境等の改善

- (1) 管制席の役割分担の明確化
- (2) 管制席の着席時間の明確化
- (3) 能力に応じた昇任制度の導入
- (4) 業務、官署の繁忙度及び困難度に応じた処遇の改善
- (5) 安全報告制度の見直し

5.2.4 パイロット等との交流の充実

- (1) 搭乗訓練の充実
- (2) パイロットとの交流会の制度化
- (3) クロストレーニングの充実

5.2.5 管制支援システム等の整備

- (1) コンフリクト機能の強化
- (2) T C A SのR A情報をレーダー画面に表示
- (3) 航空機順位付け機能の追加等次期管制卓システム導入
- (4) 航空情報、気象情報等のグラフィック化

5.2.6 空域・航空路の抜本的再編

- (1) RNAVの活用による経路の複線化、一方通行化の推進
- (2) 航空交通管制部の管轄区域の再編
- (3) 広域レーダー進入管制業務の展開
- (4) 主要ターミナル空域の再編
- (5) 空域管理等の一元化
- (6) 航空交通流管理機能、空域管理機能の強化

5.2.7 航空機便名の識別の改善

5.2.8 標準出発経路の高度制限の追加

平成13年3月22日、東京国際空港の標準出発経路のうち、OCEAN TRANSITIONに関する高度制限を追加。

5.3 国土交通省航空局等における管制機器の整備及び要員の配置に関する計画

本事故に対応して、航空局等では、管制機器の整備や要員の配置に関する計画を策定した。既に実施した内容及び今後の実施計画は以下のとおりとされている。

(1) CNF機能の性能向上

平成13年度 RDPプログラム改修

(2) RA情報の管制卓への表示

表示制御装置の改修

平成15年度 札幌、東京、福岡、那覇管制部
レーダーサイトの更新(モードSへの対応)

平成14年度 山田(千葉)

平成15年度 いわき(福島)、三国山(大阪)

その後、年に約2サイトずつ更新し、約10年後に完備

(3) 航空管制官の教育訓練の充実

再訓練用レーダーシミュレーター(札幌、東京、福岡、那覇航空交通管制部、岩沼研修センター、及び函館空港ほか16空港)

平成14年度 システム設計

平成14～15年度 機器購入

平成15年度 設置工事

平成15年度末 運用

訓練教官の新規配置

平成14年度：15名

釧路、仙台、調布、新潟、八尾、広島、高松、松山、高知、大分、
下地島、帯広、岡山、石垣（以上は空港）、航空交通流管理センター

平成15年度：12名

新東京、関西、福岡、宮崎、鹿児島、青森、宮古（以上は空港）
札幌、東京×2、福岡、那覇（以上は航空交通管制部）

5.4 日本航空(株)が講じた本事故の再発防止措置

本事故後、日本航空(株)が講じた再発防止措置については、以下のとおりである。

- (1) 平成13年2月1日、速報としてOperations Newsで本事故事例を紹介。
- (2) 平成13年2月2日、運航本部長通達により、運航の安全確保のため異常接近防止策の再徹底を指示。
- (3) 平成13年3月5日、T C A Sの運用に関してOperations Order GENE-94を発行。
- (4) 平成13年3月12日、再確認すべき異常接近防止関連の規定・情報類についてOperations Newsで周知。
- (5) 平成13年5月14日、T C A Sに関する補足説明の Operations Information 5を発行。

この内容は、T C A Sによる脅威機の検出原理、相補調整、高々度でも余剰推力と速度エネルギーを上昇率に変換することにより上昇可能なこと等が記載されている。

- (6) 平成13年9月14日、具体的な運用要領を定めたOperations Order GENE-100を発行。

この内容は概ね、T A作動段階における進路権等に基づく衝突予防に対する留意。R A作動後については、R Aに直ちに従うこと。R Aに従って回避操作を行ったにもかかわらず危険性が増大したと機長が判断した場合、他の操作による回避に努めること。その場合でも、R A指示の逆操作は両機の間隔が著しく減少する可能性があること。管制機関に対する通報は、回避操作開始後、可能な限り速やかに行うこと等が記載されている。

6 国土交通大臣への勧告及び建議

航空・鉄道事故調査委員会は、平成13年6月22日に本事故の調査に関する経過報告の際に行った建議を踏まえ、本事故に関する調査の結果に基づき、航空事故の防止を図る上で特に必要と考えられる事項について、以下のとおり勧告する。また、航空事故の防止、航空安全の確保及び事故調査の的確かつ円滑な実施を図るために必要と考えられる事項について、以下のとおり建議する。

勧告

1 航空交通管制業務の確実な実施

航空交通管制業務の確実な実施を図り、航空交通の安全を確保するため、航空管制機器の改良及び航空管制官に対する教育訓練について、次に掲げる措置を講ずる必要がある。

(1) C N F の作動時機の改善

本事故においては、A機（日本航空907便）が旋回飛行をしたことにより、東京航空交通管制部の航空管制官が使用する航空路管制用レーダー画面上において、C N F（異常接近警報）が、A機とB機（日本航空958便）の間の管制間隔が欠如する3分前に作動せず、約2分30秒遅れて作動した。C N F が作動した時には管制間隔の欠如が30数秒後に迫っており、この時点では管制指示の発出により両機の管制間隔を確保することが極めて困難な状況であった。航空交通管制業務の的確な実施のためには、航空管制官が、管制を行っている航空機同士の接近の可能性を時間的余裕を持って把握し、管制指示の発出によって管制間隔を確保することが実施可能な時機に、C N F を作動させる必要がある。

したがって、飛行経路が直線ではなく針路を変えて接近するような場合においても、管制指示の発出により管制間隔を確保することが可能な時機にC N F が作動する機能を追加すること。

(2) 航空路管制用レーダー画面へのR A 情報の表示

本事故においては、航空機にT C A S（航空機衝突防止装置）のR A（回避指示）が作動したことについて、航空機から管制機関へ通報が行われたのは、最接近を経て衝突の危険が回避された後であった。管制機関が、航空機におけるR Aの

作動に適切に対応するためには、できるだけ早い時機にR Aの作動の情報を入手する必要がある。このため、下記第2項(2)で記述する運航乗務員から航空管制官への管制交信による通報に加えて、航空管制官が使用する航空路管制用レーダー画面に、航空機のTCASによるRA情報を表示し、航空管制官が、航空機におけるTCASの作動状況を迅速、確実かつ容易に把握できるようにすること。

(3) 航空管制官に対する教育訓練

本事故において、東京航空交通管制部が、A機に対して便名を言い間違えて降下指示を行うこととなった背景には、訓練監督者による訓練中の航空管制官に対するOJT(オン・ザ・ジョブ・トレーニング)の実施方法が適切でなかったことが考えられる。また、今後の事故防止のためには、航空管制業務における航空管制官の連携を強化するとともに、航空管制官に対しTCASに関する教育訓練を行うことが必要と考えられる。このため、航空管制官に対する教育訓練について、その充実強化のため次の措置を講ずること。

航空管制業務のOJTの実施方法の見直し

航空管制業務のOJTの実施方法を見直し、OJT中においても、航空管制業務の適正な実施が確保されるよう万全を期すること。特に、訓練監督者が訓練生に対し、業務中にその合間を利用して行う既に実施した業務内容の解説については、業務中における航空交通の状況の把握に支障とならないような方法を含め、その実施規定を作成すること。

航空管制業務のOJTにおける訓練監督者の資格要件等

訓練監督者の資格要件を明確化した上で、訓練監督者に対しOJTの実施方法について教育訓練を行い、訓練監督者が必要な知識と技能を身につけていることを確認すること。

航空管制官の連携に関する教育訓練

同一セクター内又は隣接セクターとの間の航空管制官の連携を確保するため、航空管制官に対し、運航乗務員に対して実施されているCRMやLOFTと同様の手法により、実際に模擬した状況において、相互の連携について教育訓練を行うこと。

航空管制官に対するTCAS等に関する教育訓練

航空管制官に対し、TCASに関する知識の付与とRA作動の通報を受けた場合の対応に関する教育訓練の充実を図ること。また、CNFの作動条件及び航空機の飛行経路と作動時機の関係について知識の付与を行うとともに、CNFが作動した場合の対応、特に予期せぬ状況で作動した場合の対応方法についても教育訓練の充実を図ること。

航空管制官に対する定期訓練

航空管制官に対し、定期的な教育訓練を実施し、T C A Sに関する知識や対応方法をはじめとし、常に最新の知識に基づいた航空管制業務を実施できるようにすること。また、航空機の管制間隔が欠如したり、航空機にR Aが作動するなど、日常の航空管制業務では体験することが少ないと考えられる事態について定期的に知識の確認や模擬体験を行い、緊急事態に対する対応能力の維持向上を図ること。

2 航空機の運航におけるT C A S作動への対応

航空機の運航中にT C A SのR Aが作動した場合に、運航乗務員がこれに適切に対応し、また管制機関への通報を迅速に実施することにより、航空交通の安全を確保するため、次の措置を講ずる必要がある。

(1) 航空機におけるT C A Sの回避指示への対応

本事故においては、A機は、T C A SのR Aが上昇を指示したが、航空管制の降下指示に従って降下し、一方、B機はR Aの降下指示に従って降下したため、両機が共に降下し異常に接近することとなった。航空事故調査委員会（当時）は、平成13年6月、航空機でR Aが作動した場合の実態調査と改善方策の検討について建議したが、当委員会におけるその後の検討においては、航空事故の防止のためには、航空機は、他機との接近が予想されるときには、R Aの回避指示には必ず従うという原則のもとに回避操作を行うことが必要と考えられる。これらのことから、平成13年6月の建議に対応した調査及び検討結果を踏まえた上で、特にR Aに従うことが適当でないのはどのような場合に限定されるかについて検討を行い、R Aへの対応に関し、次の事項について対策を講ずること。

R Aが作動したときに運航乗務員が取るべき対応について、次の点に留意して明確化すること。

- a R Aの回避指示には、下記のc又はdに該当する例外的な場合を除き、必ず従うこと。
- b R Aと逆の操作をすることの危険性について明確に述べること。
- c R Aが作動したときに、R Aに従うことが適当でない状況があると考えられる場合には、それらは具体的にどのような状況であるかを、できる限り明示すること。
- d 運航乗務員が管制指示とR Aの回避指示を同時に受け、それらが互いに逆指示となった場合には、原則としてR Aの指示に従うこととし、例外的に管制指示に従うべき場合があれば、それは具体的にどのような場合であるか

を、できる限り明示すること。

上記の結果について、航空局発行のA I Cや、運航者の規程に記載するなどの方法により、関係者に対し周知徹底を図ること。

(2) T C A SのR Aに関する管制機関への通報

本事故において、B機はR Aに従って回避操作を行ったが、管制機関に対するその旨の通報は、最接近を経て衝突の危険が回避された後に行われた。B機によるこの通報は、運航者の社内規程に従って行われたものである。航空事故調査委員会（当時）は、平成13年6月に、管制機関と航空機との間の意思疎通が迅速かつ確実に行えるような通信手段、及び交信方法のあり方についての検討を建議したところであるが、当委員会におけるその後の検討の結果、特に次の点が必要と考える。

管制機関において、航空機にT C A SのR Aが作動していることを把握し、航空管制官がそのような状況において適切に対応するために、次の措置を講ずるとともに関係者に周知徹底すること。

運航乗務員は、R Aの指示に従い回避操作を行う場合は、管制機関に対しその旨を、回避操作の実施等により困難となる場合を除き衝突の危険が回避される以前のできるだけ早い時機に、速やかに通報すべきとすること。

上記について、航空局発行のA I Cや、運航者の規程に記載するなどの方法により、関係者に対し周知徹底を図ること。

(3) T C A Sに関する国際民間航空機関への働きかけ

上記(1)及び(2)に述べた事項についての、本事故発生当時の我が国における対応は、I C A O（国際民間航空機関）が定めたT C A Sに関する規程に基づいて行われていたものと考えられる。このため、我が国において発生した本事故を契機に、T C A Sの有効な運用を図るために、I C A Oに対し、次のように関係規程の改正を行うよう働きかけること。

I C A Oの第6附属書又はP A N S - O P Sを改正し、T C A SのR Aには例外的な場合を除いて必ず従うべきことを記載すること。特に、操縦士が管制指示とR Aの回避指示を同時に受け、それらが互いに逆指示となった場合には、操縦士はR Aの指示に従うべきことを記載すること。

I C A OのP A N S - O P Sを改正し、第10附属書第4巻第4章付録Aのガイダンス・マテリアルにあるR Aに対する逆操作の危険性についての記述を、P A N S - O P Sにも記載すること。

I C A OのP A N S - O P Sを改正し、操縦士は、R Aの指示に従い回避操

作を行う場合は、管制機関に対しその旨を、回避操作の実施等により困難となる場合を除き衝突の危険が回避される以前のできるだけ早い時機に、速やかに通報すべき旨が明瞭となるような記述とすること。

(4) 運航乗務員に対する教育訓練

本事故においては、A機の機長は、TCASのRAが上昇を指示したが、航空管制の降下指示に従って降下し、また、他の運航乗務員は機長に対し、RAが上昇を指示していること及びこれに従うべきことを適切に助言しなかったものと推定される。さらに、A機の機長は、降下を判断するに当たり、高々度における航空機の上昇性能に懸念があったことを理由の一つとして挙げている。運航乗務員がRA作動時に適切に対応できるようにするためには、運航乗務員に対するTCASに関連する教育訓練を、上記(1)及び(2)で指摘した点も踏まえた上で、次の点に留意して充実強化する必要があり、運航者に対する指導を行うこと。

TCASに関する教育訓練においては、単にRAの回避指示に従って行う操作方法だけでなく、RAには例外的な場合を除き必ず従うべきこと、RAに従う場合と従わない場合の区別等の判断方法についても重点をおくこと。特に、管制指示とRAの指示が相反した場合の対応に関し、RAには例外的な場合を除き必ず従うべきこと、例外的に管制指示に従う場合とはどのような場合か、及びRAに従う場合の管制機関への通報について、教育訓練を行うこと。

座学教育においては、RAの回避指示が相手機との間で相補調整されていることやRAに対する逆操作の危険性の他に、PF及びPNFにとってのTCAS情報表示器の利用方法、高々度においてTCASが作動した場合の航空機の性能、RAの作動に関する管制機関への通報等についても、教育を十分に行うこと。

RAに対応した操縦実技の教育訓練については、できる限りフライト・シミュレーターを使用して、例えば本事故におけるような管制指示とRA指示が相反する場合など、運航中に遭遇する可能性のある様々な状況を想定し、実地的な教育訓練を行うとともに、RAに従った回避操作、PFとPNFの業務分担及び管制機関への通報について、運航乗務員間の連携を確保するため、CRM又はLOFTによる教育訓練を行うこと。

3 航空機の乗客のシートベルト着用

本事故における乗客の負傷率を、シートベルトの着用、非着用別に見ると、明らかに非着用者の負傷率が高く、特に重傷者については、その違いが顕著であることが判明した。

航空機が運航中に動揺した場合における搭乗者の安全を確保するためには、シートベルトの着用が不可欠であり、航空事故調査委員会（当時）では、平成11年3月5日に「運航中の航空機におけるシートベルト常時着用の促進に関する建議」を行っているが、今後とも運航者に対し、運航中の航空機における乗客のシートベルトの常時着用について一層の徹底を図るよう、措置を講ずること。

建議

1 航空交通管制業務の改善

航空交通の安全を確保するためには、航空交通管制業務の実施方法、航空管制機器の改良及び航空管制官に対する教育訓練について、次に述べる事項を検討し、所要の措置を講ずることが必要である。

(1) レーダー・ハンドオフと通信設定の確実な実施

本事故においては、B機のレーダー・ハンドオフ及び通信設定の時点において、訓練中の航空管制官の意識の中に、B機の存在が十分に定着しなかったことが考えられる。航空管制業務において、航空機の存在を失念しないためには、レーダー・ハンドオフ及び通信設定の時点において、当該航空機の存在について確実に認識することが基本と考えられる。

このため、航空管制業務におけるレーダー・ハンドオフ及び通信設定の時点における記憶の定着を図り、管制交信の確実な実施を確保するため、更に取り得る対策があるかを検討し、必要に応じ所要の措置を講ずること。

(2) 航空管制業務のOJTにおける録画録音の活用

本事故においては、航空管制業務のOJTにおいて、訓練監督者が訓練中の航空管制官に対し、業務実施中に、既の実施した業務についての解説を行っていた。既の実施した業務についての解説は、記憶が鮮明なうちに行う方が効果的ではあるものの、業務実施中に解説を行い、かつ、これに集中すると、レーダー表示画面上の航空機に対する状況認識が不十分となるおそれがある。

このため、航空管制業務のOJTの適切な実施を図るため、通常の記録用とは別に教育訓練に使用する目的でレーダー表示画面の録画や管制交信の録音を行い、これらの録画録音を活用して、業務終了後に、実施した航空管制業務の解説を行う方法の実施可能性を検討し、必要に応じ所要の措置を講ずること。

(3) 航空管制業務における航空交通の状況認識

本事故においては、訓練中の航空管制官及び訓練監督者は、C N F が作動するまでB機の存在について失念していた。航空管制官が業務中に担当している航空機の存在について失念することを防止するため、上記(1)及び(2)のような措置を講ずることが必要であるが、さらに、このような事態は、常に起こり得るヒューマン・エラーに関する問題として、万全の対策を講じておくことが必要である。

このため、上記の(1)、(2)において指摘した事項以外にも、講じ得る対策を検討し、必要に応じ所要の措置を講ずること。

(4) 航空機と管制機関の間の管制交信

管制機関と航空機との間の意思疎通については、本事故に関連し、航空事故調査委員会（当時）は、平成13年6月に、通信手段及び交信方法のあり方についての検討を建議したところであるが、その後の当委員会における検討において、本事故でのA機とB機の接近時のような切迫した状況のもとでは、航空機と管制機関の間の管制交信の確実性が低下することが判明した。このことから、切迫した状況において必要な管制交信を確実にを行い、異常な接近をできる限り回避するためには、どのような措置を講ずるべきかを検討しておくことが、同種事例の再発防止のために有効であると考えられる。

このため、航空機がR A に従い回避操作を行っている場合について、管制機関における航空機からの当該情報の受領、関連航空機に関する情報の提供等の具体的な対応手順として、異常な接近をできる限り回避する観点から、どのような方法が実施可能かを検討し、必要に応じ所要の措置を講ずること。

(5) 安全報告制度の充実

航空交通管制業務において日常の業務の中で経験した不安全事例を収集し、関係者に周知して航空機の安全運航に資するための安全報告制度が運用されているところである。これについて、多くの事例を収集し、それらの積極的な活用を図るため、制度実施主体の中立性の確保、情報提供者の秘匿性の確保等を含め、安全報告制度の活性化のための見直しを行い、所要の措置を講ずること。

2 T C A S の運用に関する情報の周知

T C A S の運用における留意事項及びT C A S のR A が作動した事例等について、運航乗務員や航空管制官をはじめとする関係者に対し周知を図り、これによりT C A S の適切な運用に資するため、次に掲げる事項について検討し、所要の措置を講ずることが必要である。

(1) T C A S の運用に関するガイダンス・マテリアルの作成

運航乗務員や航空管制官をはじめとする関係者が、T C A S について正しく理解し、T C A S の運用が適正に行われるようにするため、我が国においても、米国のアドバイザリー・サーキュラー（A C - 1 2 1 - 5 5 A、又はその改訂版）や英国のガイダンス・マテリアル（C A P 5 7 9）に相当する内容のT C A S の運用に関するガイダンス・マテリアルを作成するか、又は航空局発行のA I C について内容の充実を図り、T C A S の運用に関する統一された方式を具体的かつ明確に示すこと。

(2) R A レポート制度の有効活用

航空機の運航中に運航乗務員が経験したR A の作動については、航空局に対しR A レポートとして報告されているところである。報告された事例のうち航空交通の安全の向上のために重要と考えられる事例の具体的内容、並びに報告事例全体の集計及び評価結果等を、情報提供者の秘匿に留意した上で、運航乗務員、航空管制官等の関係者間で情報を共有し、安全運航に資するよう有効に活用すること。

3 乗客、乗員の負傷の防止及び救急活動

航空機の運航中に機体が動揺した場合における乗客乗員の負傷の防止、及び負傷者に対する救急活動の円滑な実施を図るため、 勧告の3項で述べた乗客に対するシートベルトの着用の徹底のほかに、次に述べる事項について検討し、所要の措置を講ずることが必要である。

(1) 航空機客室の安全対策

本事故においては、乗客について多数の負傷者が発生するとともに、客室乗務員についても、12名全員が負傷し、うち2名は重傷を負った。事故当時、客室乗務員は全員が機内サービス中であり、身体とギャレーカートと一緒に浮揚して、その後落下し、負傷に至った。特に、客室乗務員1名は使用していたギャレーカートとともに天井裏にまで跳ね上げられた。

これらのことから、航空機の運航中における乗客や客室乗務員の安全を確保し、またギャレーカートの浮揚により、航空機の操縦系統等に損傷を与える危険性をなくすため、次のような航空機客室の安全対策について、その実施可能性を検討し、必要に応じ所要の措置を講ずること。

機内サービス中のギャレーカートを固定するなどの方法により、ギャレーカートが浮揚する可能性の低減を図ること。

乗客及び客室乗務員の客室内の移動時における安全対策として、通路からつかまりやすいハンド・グリップ等の設備を設置すること。

(2) 事故発生時の負傷者発生状況の地上への伝達

本事故においては、事故発生後、A機から空港到着前に通報された負傷者数に比べて、到着後に確認された負傷者数は時間を追うごとに増加し、そのたびに救急車の出動が要請された。A機においては、事故発生後着陸までの時間的制約と混乱の中で客室内の状況を正確に把握することが困難であったと考えられるが、そのような中であっても、客室内の負傷者の状況をできるだけ迅速かつ正確に地上に伝達することが、空港到着後における迅速な救急活動を可能とするためには有効であると考えられる。

このためには、事故発生時の機内の状況を、客室乗務員が確認した後、必ずしも操縦業務等に追われる運航乗務員を介することなく、客室に設置されている衛星電話を利用する等により、客室乗務員から、直接、地上に連絡する方法も、迅速な通報のためには有効と考えられることから、このような情報伝達方法の実施可能性について検討し、必要に応じ所要の措置を講ずること。

4 事故調査のための記録データ

航空事故調査の的確かつ円滑な実施のために、D F D R（飛行記録装置）及びC V R（操縦室音声記録装置）は極めて重要である。このため、D F D R及びC V Rについて、次に述べる措置を講ずる必要がある。

(1) D F D R記録へのT C A Sデータの追加

本事故においては、事故後も航空機の運航には支障を生じなかったことから、A機及びB機の着陸後、D F D Rとは別の記録装置に記録されたT C A Sデータを、それぞれの航空機から取り下ろし取得することができた。しかし、万一空中衝突事故が発生した場合には、衝撃や火災に耐えるように設計されたD F D Rに記録されていない限り、T C A Sデータを回収することは、不可能と考えられ、この場合、両機の接近状況に関する調査に重大な支障が生じることとなる。

一方、I C A O第6附属書では、国際的な標準方式として、2005年1月1日以後に最初の耐空証明がなされる最大離陸重量が5,700kgを超えるすべての飛行機にタイプ A型の飛行記録装置の装備を義務付けており、タイプ A型の飛行記録装置には、飛行機システム又は運航乗務員により当該データが使用され

ている場合との条件付きで、TCASデータを記録することとしている。

これらのことから、我が国においても、DFDRに記録すべきデータとして、事故調査に必要となるTCASデータを追加することとし、ICAO第6附属書の前述の内容を、国内において施行すること。

(2) CVRの記録時間の延長

本事故においては、事故発生後、A機は50分後、B機は37分後にそれぞれ空港に着陸した。CVRの音声記録時間は着陸後、駐機場に停止した時からさかのぼって30分間であるため、事故発生時点及びそれ以前の音声記録は残されていないかった。事故調査のためには、事故発生時の音声記録により、運航乗務員の対応状況、運航乗務員間の指示や助言の実施状況、操縦室内の警報音等を知ることが有益であるが、本事故においては、そのような情報を得ることはできなかった。

一方、ICAO第6附属書では、国際的な標準方式として、2003年1月1日以後に最初の耐空証明がなされる最大離陸重量が5,700kgを超える飛行機に装備されるCVRは、最新の2時間以上の記録を保持できなければならないとされている。また、勧告方式としては、1990年1月1日以後に最初の耐空証明がなされた最大離陸重量が5,700kgを超える飛行機に装備されたCVRについて、これと同様の記録時間とすべきとしている。

これらのことから、我が国においても、事故調査を的確かつ円滑に進めるためには、CVRの記録時間を現行の30分より延長し、ICAOの標準及び勧告方式に従い、ICAO第6附属書の前述の内容を、国内において施行すること。

7 国際民間航空機関への安全勧告

本事故においては、日本航空株式会社所属ボーイング式747-400D型JA8904は航空管制の降下指示に従って降下を開始し、その直後に作動したTCASのRAは上昇を指示したが、同機は降下を続けた。一方、同社所属ダグラス式DC-10-40型JA8546はRAの降下指示に従って降下したため、両機が共に降下し異常な接近に至ることとなった。JA8546がRAに従って回避操作を行ったことについての管制機関への通報は、最接近を経て衝突の危険が回避された後に行われた。両機のこれらの飛行経過については、ICAO（国際民間航空機関）における関係規程の記述が関与していたものと推定されることから、航空・鉄道事故調査委員会は、今後の航空事故の防止及び航空安全の確保のために、当該規定の改正について以下のとおり勧告する。

1 PANS - OPSへのTCASのRA遵守及びRAに対する逆操作の危険性の記載

航空事故の防止のためには、航空機は、他機との接近が予想されるときには、RAの回避指示には必ず従うとの原則のもとに回避操作を行うことが必要である。我が国において発生した本事故の経験を活かし、国際的にTCASの有効な運用を図るためには、ICAOにおいて、次のように関係規程を改正すべきである。

- (1) ICAOの第6附属書、又はPANS - OPS 第1巻 パート 第3章「ACAS装置の運用」を改正し、TCASのRAには例外的な場合を除いて必ず従うべきことを記載すること。特に、操縦士が管制指示とRAの回避指示を同時に受け、それらが互いに逆指示となった場合には、操縦士はRAの指示に従うべきことを記載すること。
- (2) ICAOのPANS - OPS 第1巻 パート 第3章「ACAS装置の運用」を改正し、第10附属書第4巻第4章付録Aのガイダンス・マテリアル 3.5.8.10.3項にあるRAに対する逆操作の危険性についての記述を、PANS - OPSにも記載すること。

2 P A N S - O P S への管制機関への通報時機の記載

管制機関において、航空機にTCASのRAが作動していることを把握し、航空管制官がそのような状況において適切に対応するためには、衝突の危険が回避される前のできるだけ早い時機に、航空機からRAが作動していることの通報を受ける必要がある。このことから、ICAOにおいて、次のように関係規程を改正すべきである。

ICAOのPANS - OPS 第1巻 パート 第3章「ACAS装置の運用」3.2項d)の現在の規定は、「適切な管制機関に対して、実施可能な限り速やかに、飛行方向や逸脱がいつ終了したかを含め、逸脱について通報すること。」と記述されているが、この記述では衝突の危険が解消された後に管制機関に対し通報すればよいとの解釈も可能となる。このため、操縦士は、RAの指示に従い回避操作を行う場合は、管制機関に対しその旨を、回避操作の実施等により困難となる場合を除き衝突の危険が回避される以前のできるだけ早い時機に、速やかに通報すべき旨が明瞭となるような記述とすること。

8 所 見

6章の国土交通大臣への勧告及び建議並びに7章の国際民間航空機関への安全勧告以外にも、航空事故の防止、今後の航空安全の確保等を図るため、より具体的な事項、実施可能性について更に検討を要する事項等として、以下のことが考えられる。

1 航空管制業務のOJT

- (1) 訓練監督者は、常時、航空交通の状況を把握し、訓練生を監督できる状態を維持するとともに、訓練生が担当している管制席の業務及び訓練生の指導監督に専念すべきである。
- (2) 本事故においてそのような状況があったとは特定できないものの、今後の航空安全の確保のためには、管制機関にあっては、航空管制業務のOJT中に、訓練を受けている航空管制官が能力的に限界に達し負担を感じるような交通状況となった場合には、訓練監督者がオーバーライドして航空管制業務を交代するか、又は訓練を受けている航空管制官が自ら躊躇することなく申し出ることができるような職場環境を整備する必要がある。

2 航空管制官の連携

- (1) 同一セクター内の連携においては、各航空管制官の業務状況を相互に的確に把握し、助言や協力が行いやすい職場環境を作る必要がある。
- (2) 他セクターとの調整業務においては、隣接セクターの場合であっても、相手の業務状況を的確に把握し、意思伝達が確実に行える手法について検討する必要がある。

3 運航乗務員と航空管制官の間の連携

航空機と管制機関の間の情報伝達ができるだけ円滑かつ適切に行われるためには、通常は管制交信においてのみ接触の機会を有する運航乗務員と航空管制官の間で、平素から相互に相手方の業務実施状況について把握するとともに、情報や意見交換を通じて理解を深め、相互認識の素地を作っておくことが望ましい。このため、できるだけ多数の運航乗務員と航空管制官の間で、相互の職場訪問や交流の機会を作ることが望ましい。

4 航空管制機器の改良等

- (1) 航空管制機器の整備を行う中で、航空機に R A が作動するような切迫した状況における、管制交信の確実性の低下を補完するため、技術的開発状況を踏まえた上で、管制交信を音声通信のみではなく、データ通信を併用して行うことについて検討の必要がある。
- (2) 航空路管制用レーダー表示画面上に、航空管制官が管制交信を行っている航空機のデータブロックが点滅等により強調表示され、管制交信の相手機が明瞭に把握できるような機能の追加について、技術的開発状況を踏まえ、検討を行うことが望ましい。
- (3) 本事故における C N F の例のように、航空管制機器の機能について、規定どおりに作動しないケースがあり得ることが、設計時点等においてあらかじめ判明している場合には、その旨を機器の使用者である航空管制官に事前に周知しておく必要がある。
- (4) 航空管制機器の改良等に当たっては、それらを使用して業務を行うこととなる航空管制官等の情報処理能力を考慮するとともに、使いやすさ、わかりやすさに留意する必要がある。

5 航空管制業務に係るその他の措置

- (1) 航空管制官がレーダー・ポイントアウトを適切に行い、対象となる航空機を確実に把握するよう、レーダー・ポイントアウトを実施するための条件、及びレーダー・ポイントアウトを受けたターゲットの取扱いについて、規定を定めるなど明確化を図る必要がある。
- (2) 航空路管制用レーダー表示画面の C N F 表示に関し、管制間隔欠如まで十分に余裕のある段階から C N F 表示を行うとともに、管制間隔欠如への時間的余裕に応じて、色分け等による段階的な強調表示を C N F 表示において行い、航空管制官がその切迫度を容易に認識できるようにすることが望ましい。

6 運航乗務員に対する T C A S 関連の教育訓練

- (1) R A に対応した回避操作は、急激な操縦操作によらなくても回避は可能であり、急激な操縦操作を行えば、機内における負傷者の発生を引き起こす可能性があることについて、十分な教育訓練を行う必要がある。
- (2) 高々度において R A が作動した場合における、R A に従った回避操作と航空機の性能の関係について、知識の付与及び操縦操作の訓練を行う必要がある。また、この R A に従った回避訓練中、バフェットが発生した場合の対処訓練に

についても行う必要がある。

- (3) T C A S の訓練において、高々度における相手機の視認の困難さについて知識付与を行う必要がある。
- (4) T C A S 情報表示器上の相手機の上昇又は降下を示す矢印を確認することにより、相手機の動きの把握に努めるように、教育訓練を行う必要がある。

7 運航乗務員の連携

- (1) T A 及び R A の作動時に、これらに適切に対応し運航の安全が確保できるように、運航乗務員の業務分担、助言の在り方を含む連携について、検討を行う必要がある。
- (2) 訓練生が P N F として副操縦士席に着座して副操縦士業務を行っている場合、同乗の副操縦士は後席に着座することとなるが、この場合、飛行中に訓練生にとって対処が難しいと判断される事態に遭遇したときには、副操縦士ができる限り P N F 業務をオーバーライドし、必要に応じ機長に対し適切に助言を行うように、規程の改定等を含め検討を行う必要がある。

8 T C A S に関する航空機から管制機関への通報等

- (1) 航空機から管制機関に対し、管制指示の確認、T C A S の回避指示や自機の飛行状況の通報、管制機関への情報提供の要請等を積極的に行うことが望ましい。
- (2) 航空機が何らかの理由で R A に従えない場合にあっても、航空機に R A が作動していることを可能な限り管制機関に通報することが望ましい。

9 わかりやすく使いやすい体系的な規程類の整備

運航者にとっては、T C A S に関する規程類について、わかりやすさ、使いやすさの観点から見直しを行い、T C A S を使用した操縦操作に関する要件や注意事項が、運航乗務員にとって容易に体系的に把握できるように、必要に応じ、規程の改定を含め、その整備について検討を行うことが必要である。

また、運航乗務員が参照する各機種共通の運用に関する規程と航空機ごとの運用に関する規程について、各規程の特性に応じた体系的な規程の整備が必要である。

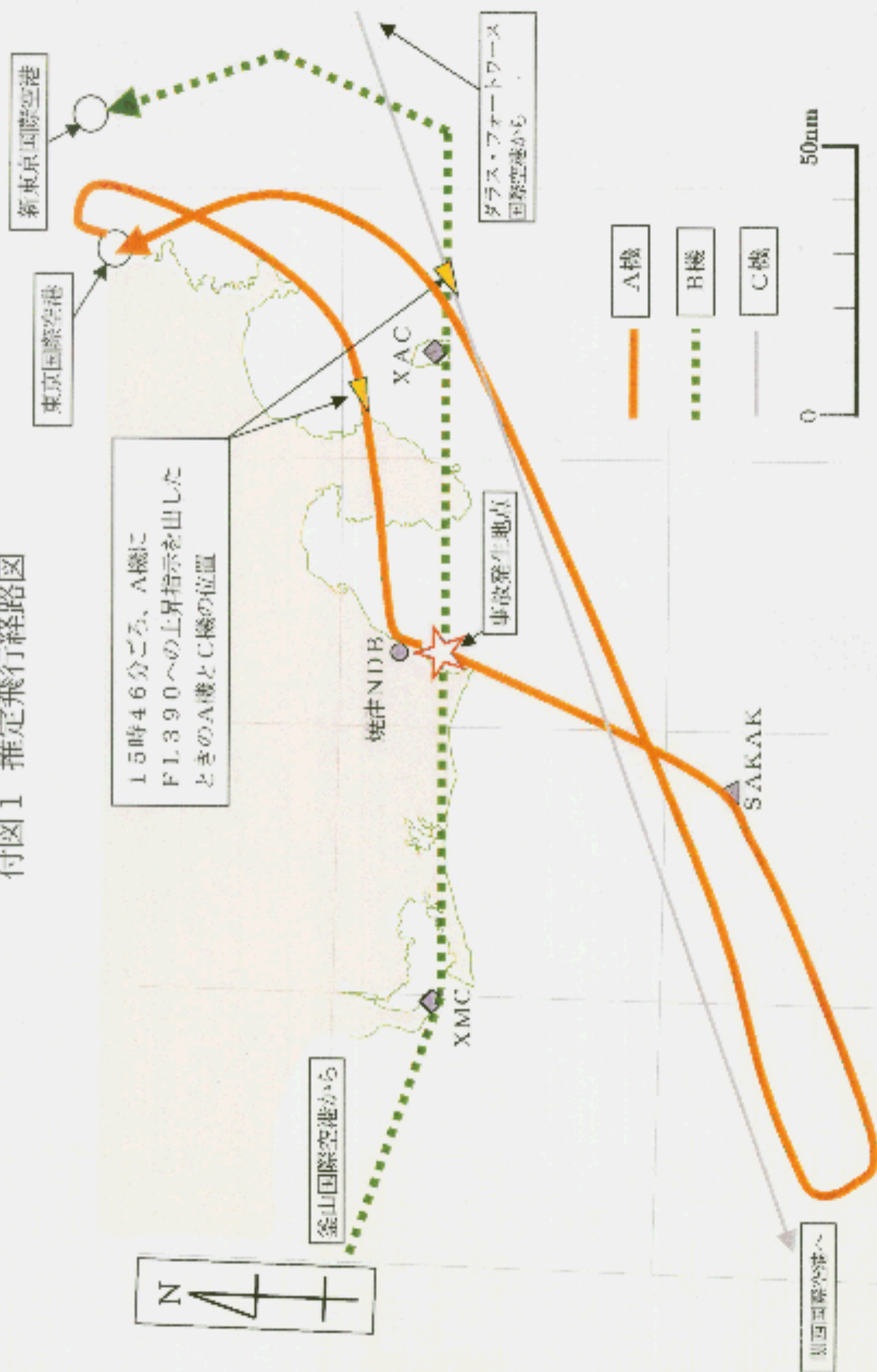
9 付図、写真、別添一覧

付図 1	推定飛行経路図	185
付図 2	東京ACC関東南Cセクター概略図	186
付図 3	管制卓構成図	187
付図 4	レーダー表示画面例及びデータブロック	188
付図 5	ボーイング式747-400D型(A機)三面図	189
付図 6	A機のTCASアンテナの位置及びTCAS情報表示器の説明図	190
付図 7	ダグラス式DC-10-40型(B機)三面図	191
付図 8	B機のTCASアンテナの位置及びTCAS情報表示器の説明図	192
付図 9	事故発生地点付近における飛行状況概略図	193
付図 10	両機の接近状況(平面図)	194
付図 11	A機及びB機の気圧高度変化とTCAS作動状況	195
付図 12	A機のDFDR記録	196
付図 13	B機のDFDR記録	197
付図 14	A機の搭乗者の負傷状況及び座席位置	198
付図 15	A機の損傷状況	199
付図 16	雲解析情報図	200
付図 17	250hPa面天気図.....	201
付図 18	フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験結果における A機の高度変化	202
付図 19	A機のスラストレバーの角度とN1, N2の変化	203
付図 20	航空管制官の資格取得の過程	204
付図 21	B機が磁針路130°で飛行した場合	205
付図 22	最接近距離等の説明図	206
写真 1	A機の天井パネルの損傷状況 1	207
写真 2	A機の天井パネルの損傷状況 2	207
写真 3	A機の天井パネルの損傷状況 3	208
写真 4	A機の天井パネルの損傷状況 4	208
写真 5	A機の天井に跳ね上げられたギャレーカートの状況 1	209
写真 6	A機の天井に跳ね上げられたギャレーカートの状況 2	209
写真 7	A機の座席の損傷状況 1	210
写真 8	A機の座席の損傷状況 2	210

別添 1	管制交信記録	211
別添 2	事故発生の経過（詳細）	224
別添 3	T C A Sの運用に係る関連資料1（A I C）	232
別添 4	T C A Sの運用に係る関連資料2（P A N S - O P S）	234
別添 5	T C A Sの運用に係る関連資料3（P A N S - R A C）	235
別添 6	本事故調査の経過報告時における建議	237

[空白]

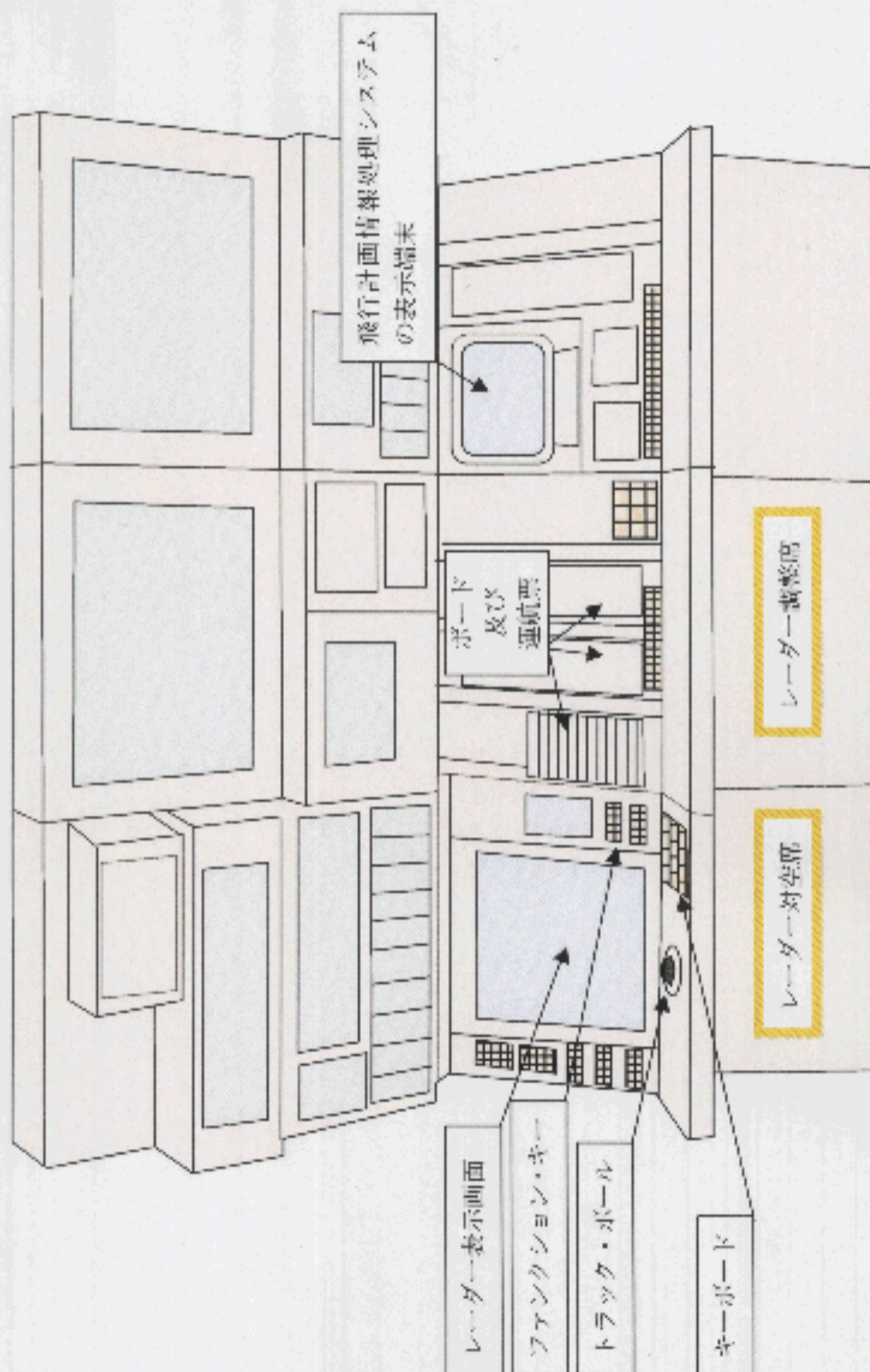
付図1 推定飛行経路図



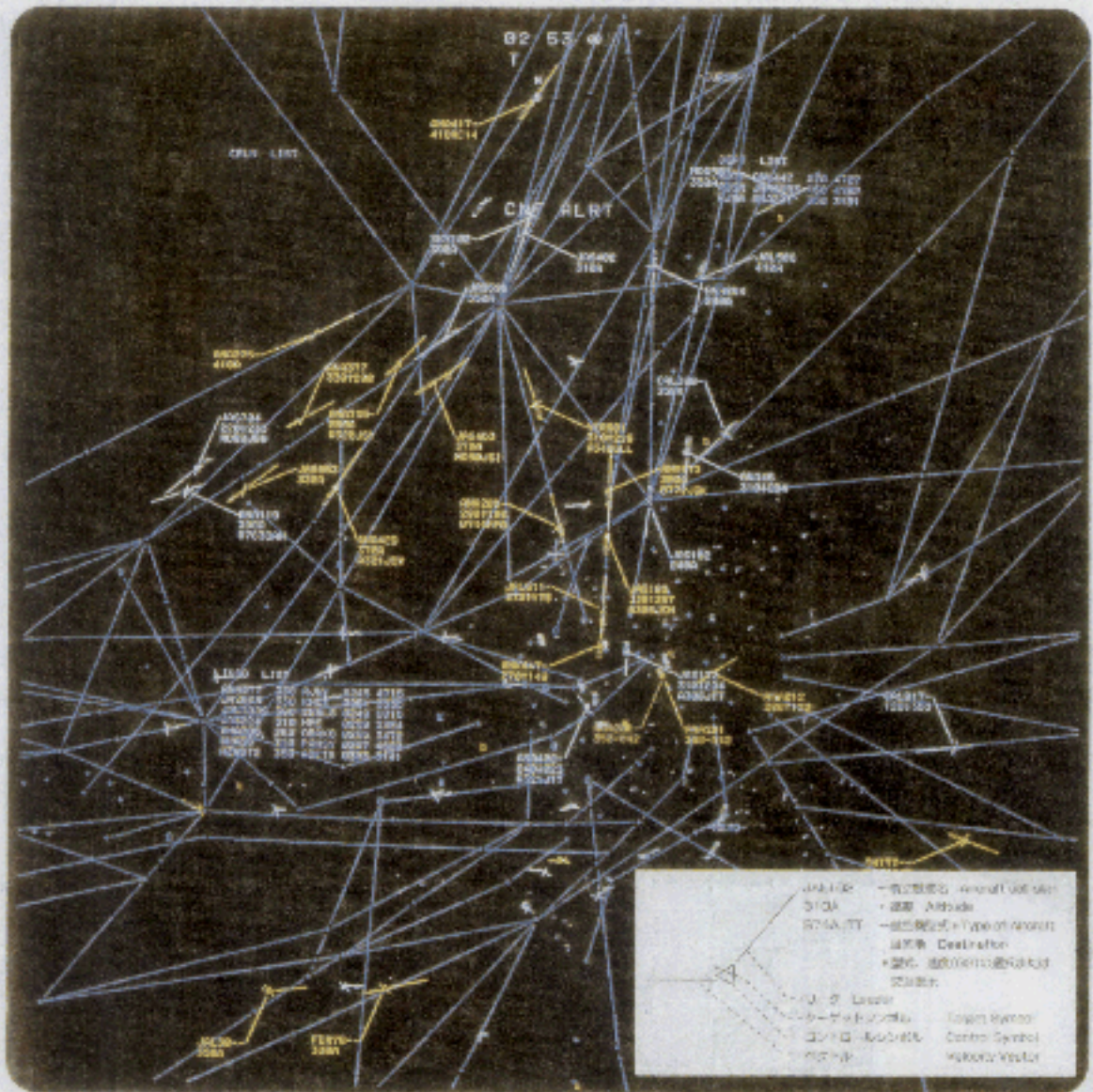
付図2 東京ACC関東南Cセクター概略図



付図3 管制卓構成図



付図4 レーダー表示画面例及びデータブロック



AIM-J (RDPレーダースコープ) を使用

レーダー・ハンドオフ

CNFの表示

送付

JAL102
310A
B74AHND

受領

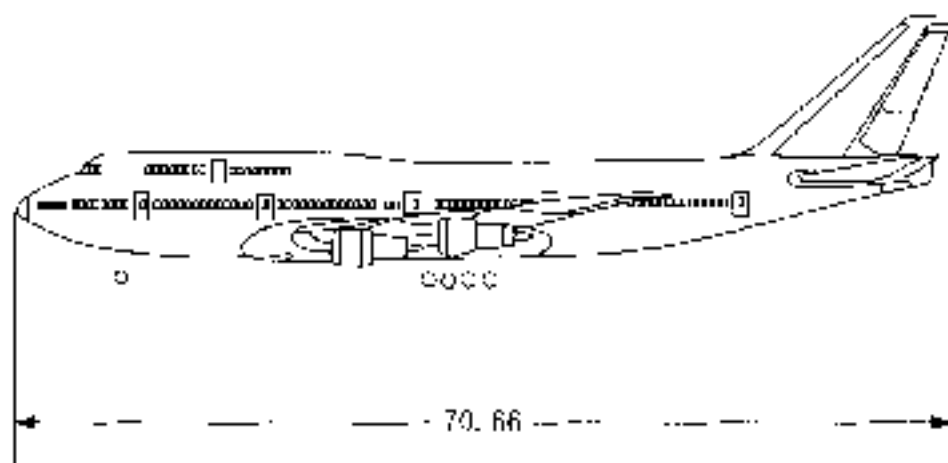
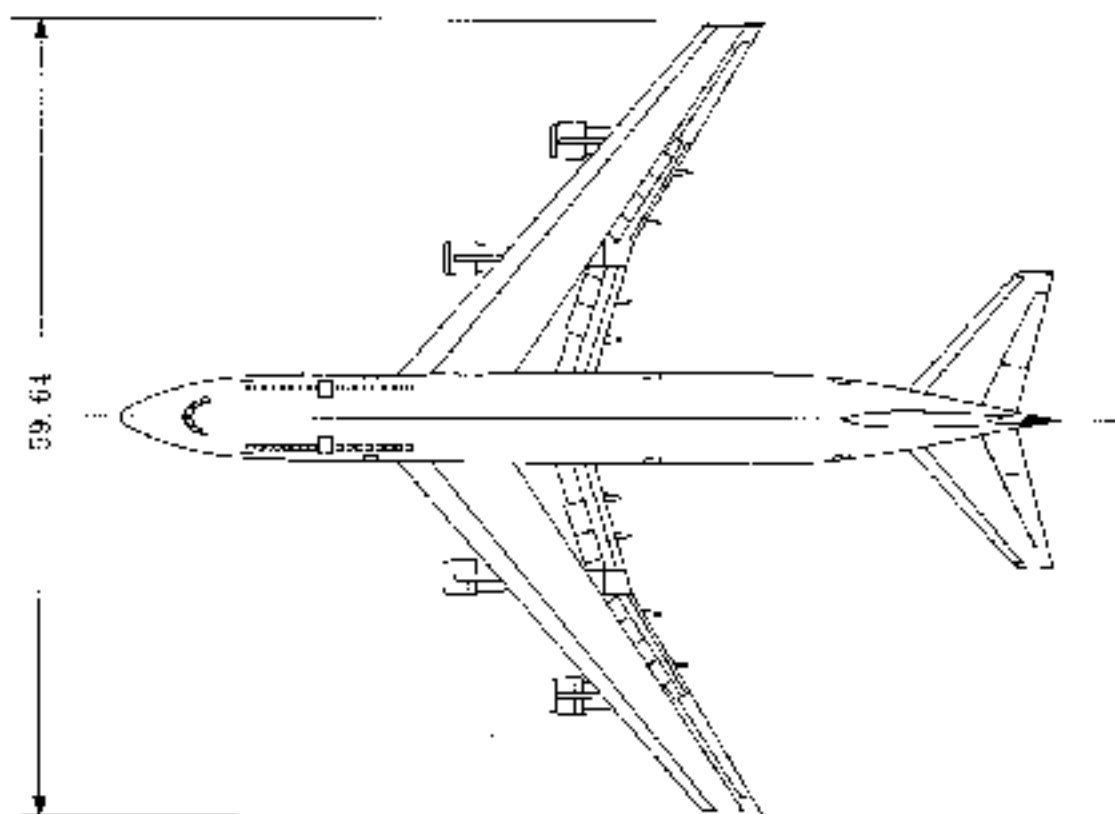
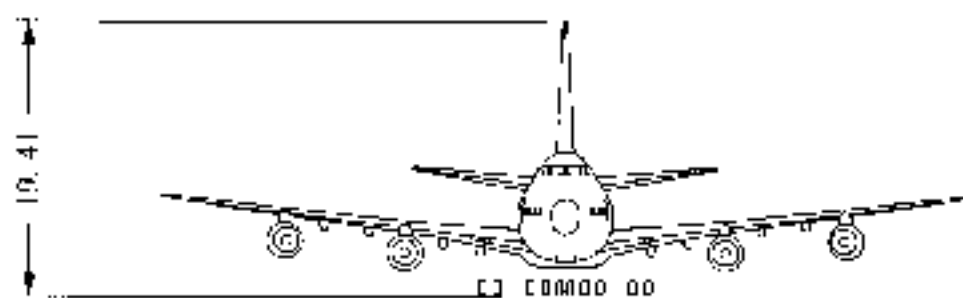
JAL102
310A
B74AOVR

JAL102
310A
B74ACNE

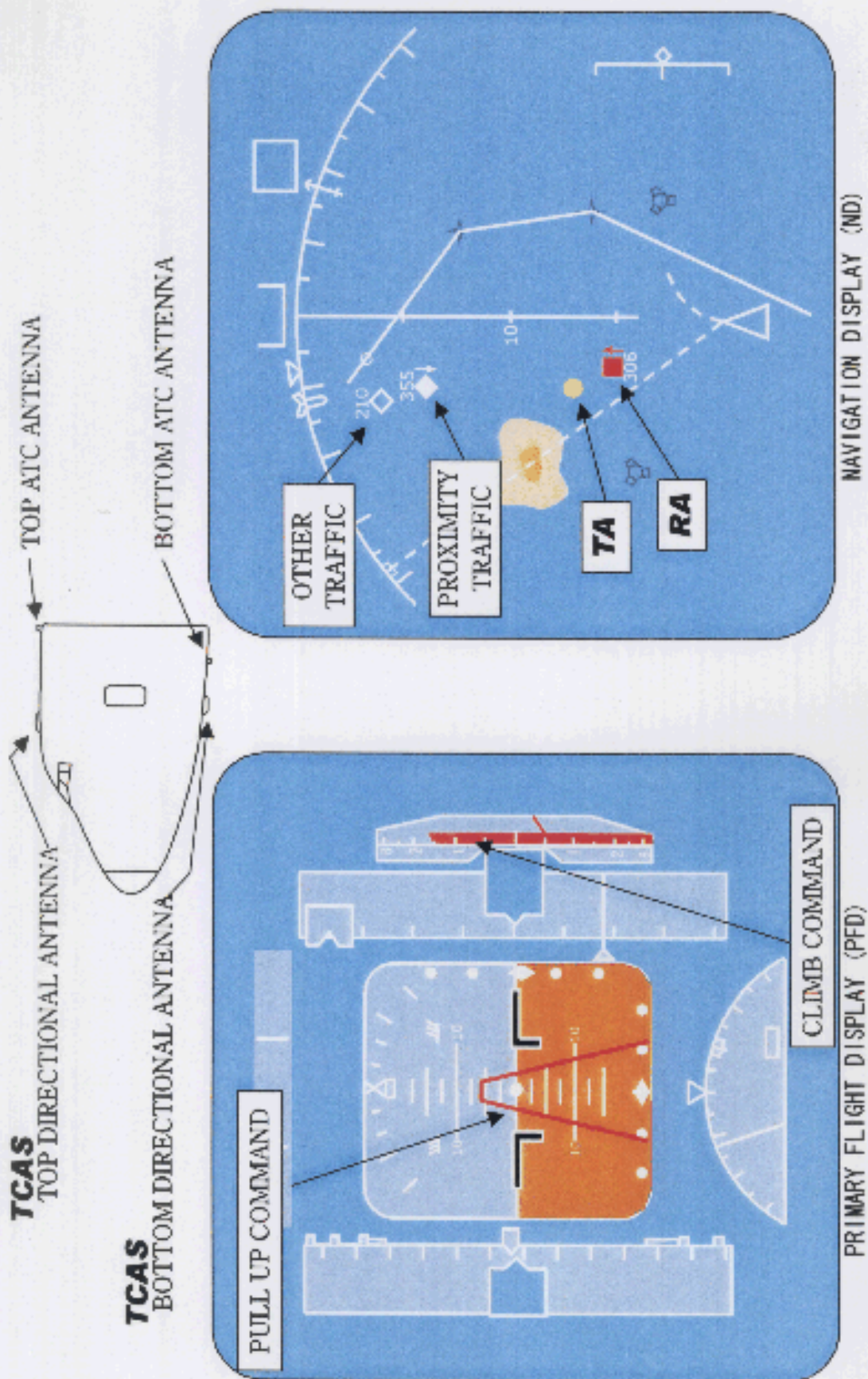
注：上図の英数字で示された部分をデータ・ブロックといい、下線の部分が点滅表示される

付図5 ボーイング式747-400D型 (A機) 三面図

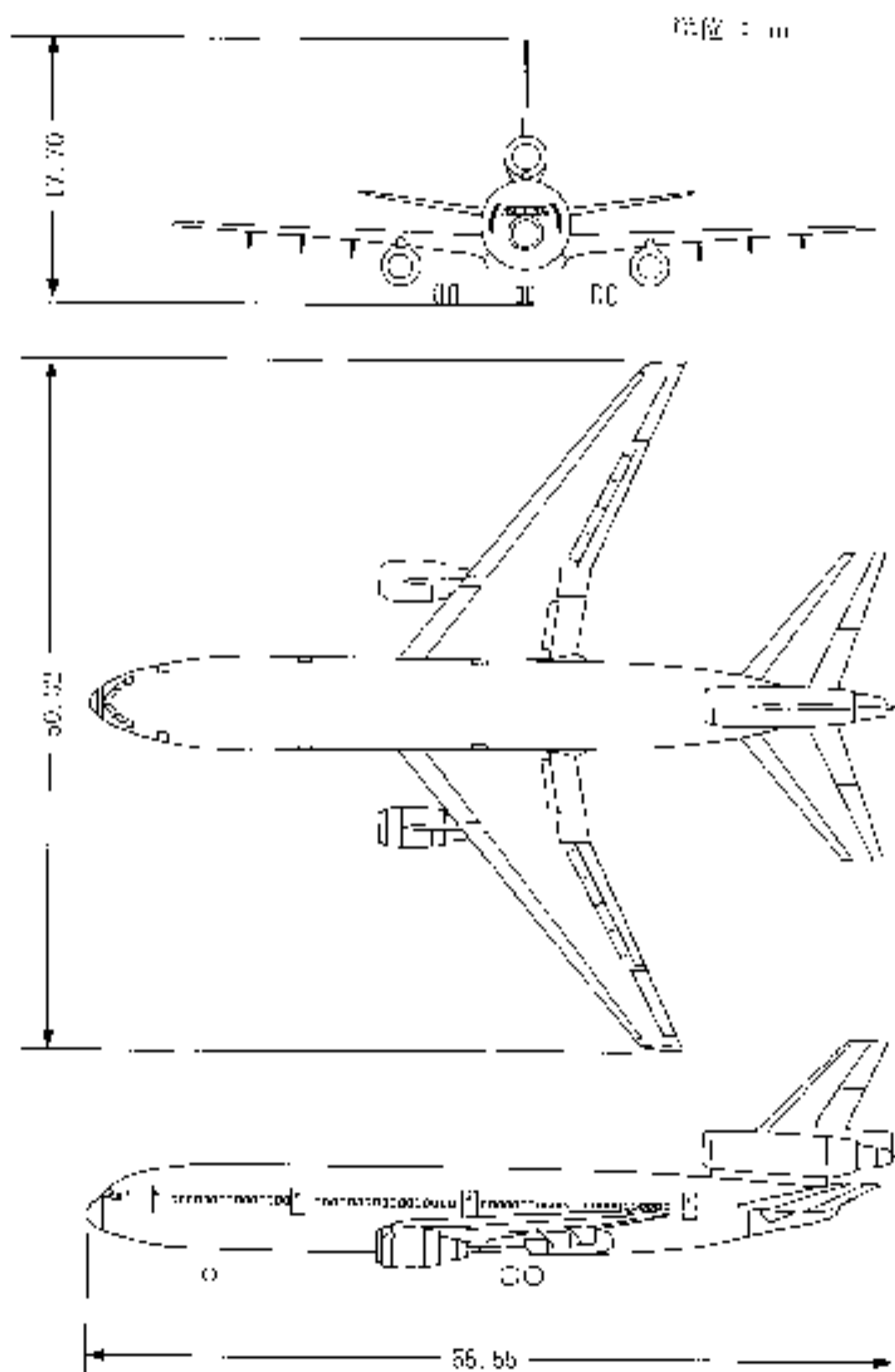
単位: m



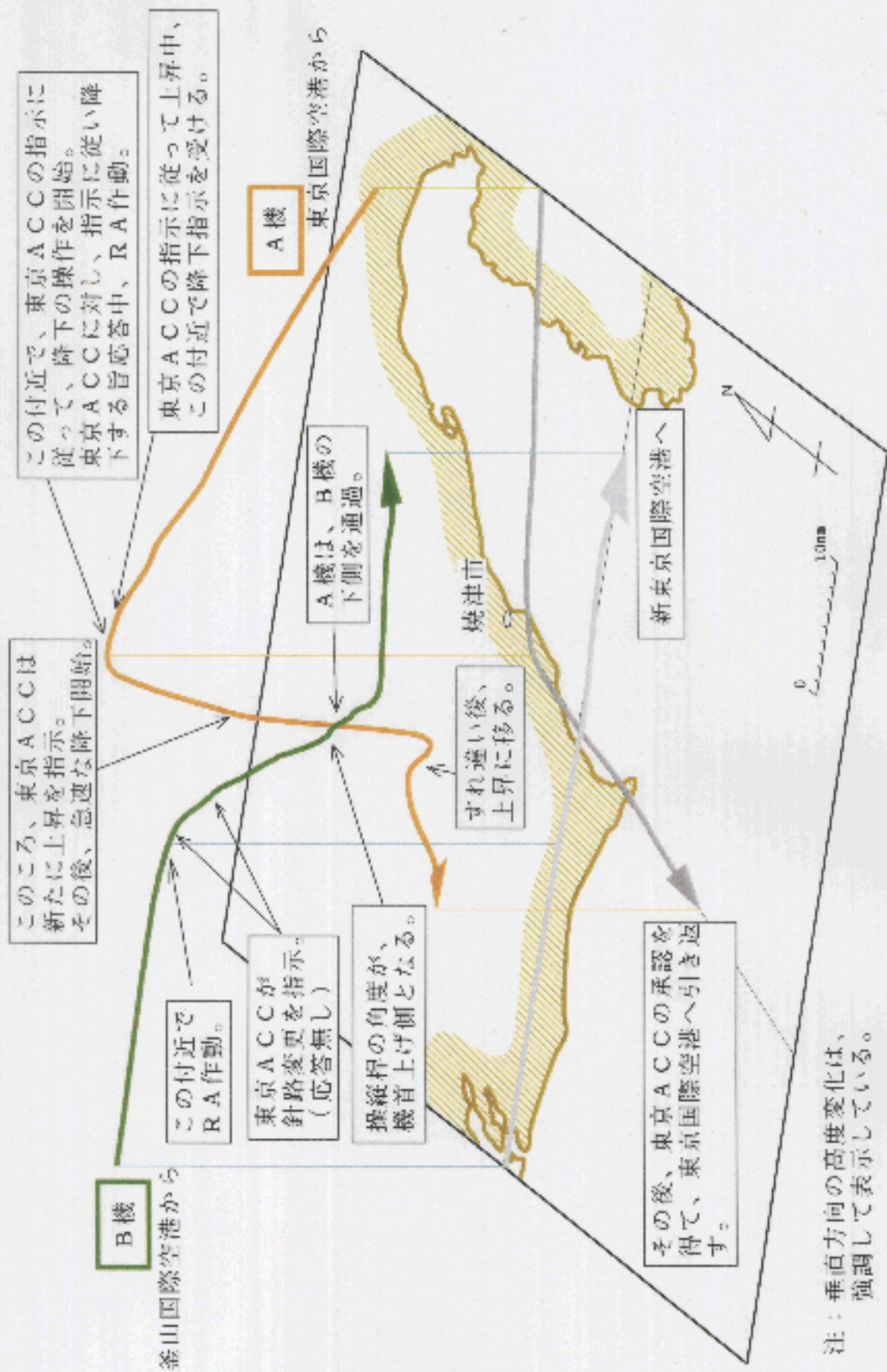
付図6 A機のTCASアンテナの位置及びTCAS情報表示器の説明図



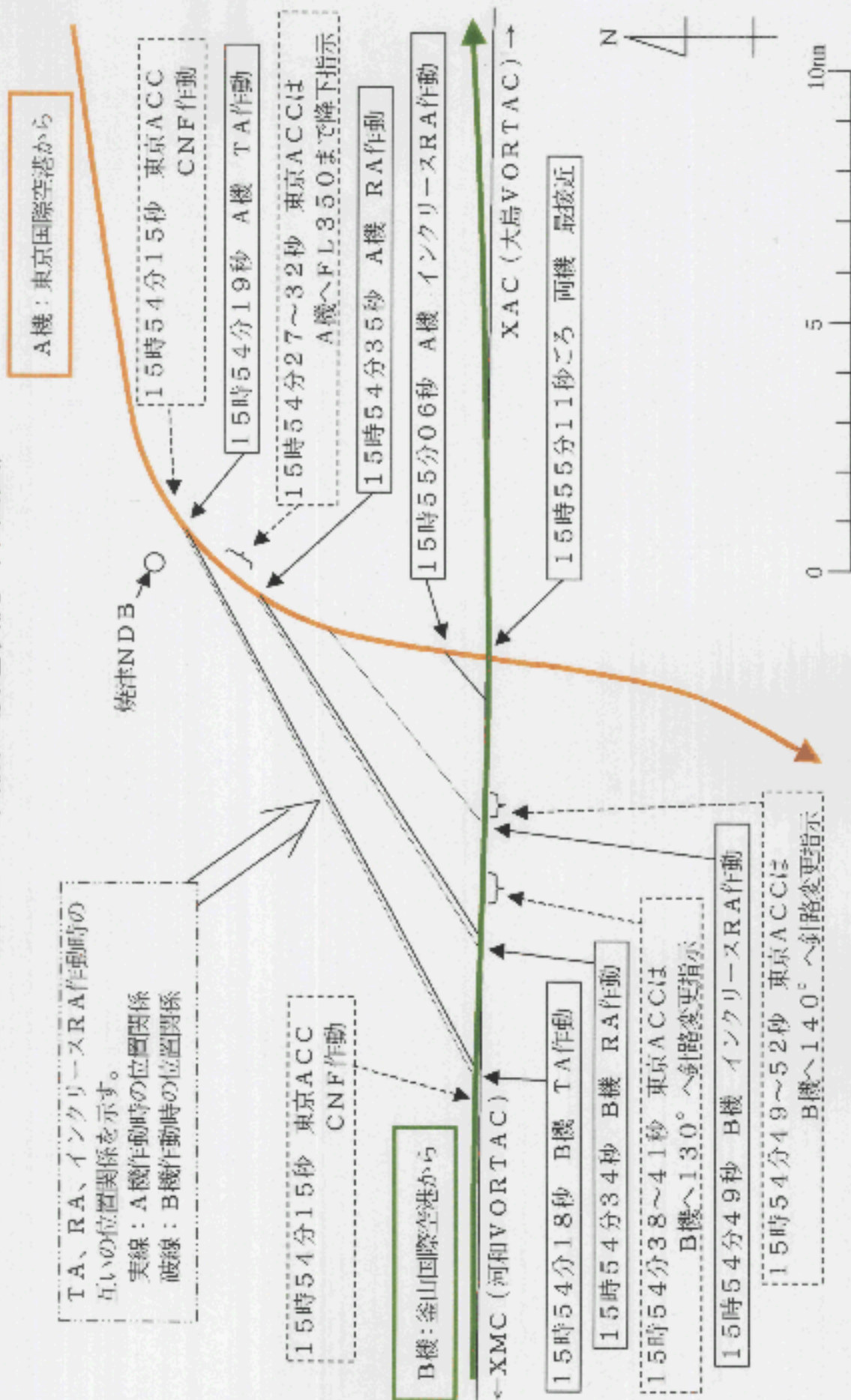
付図7 ダグラス式DC-10-40型 (B機) 三面図



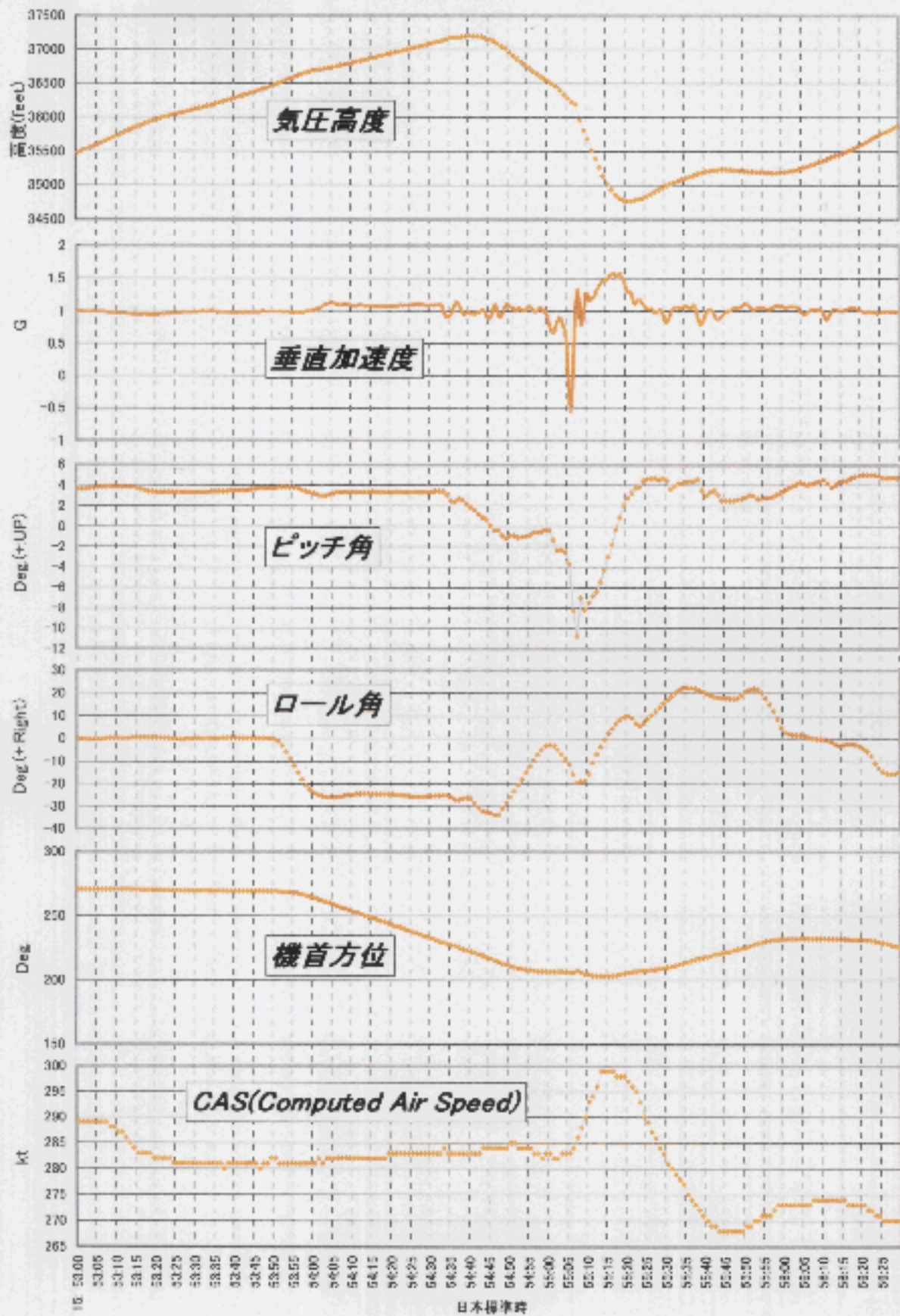
付図9 事故発生地点付近における飛行状況概略図



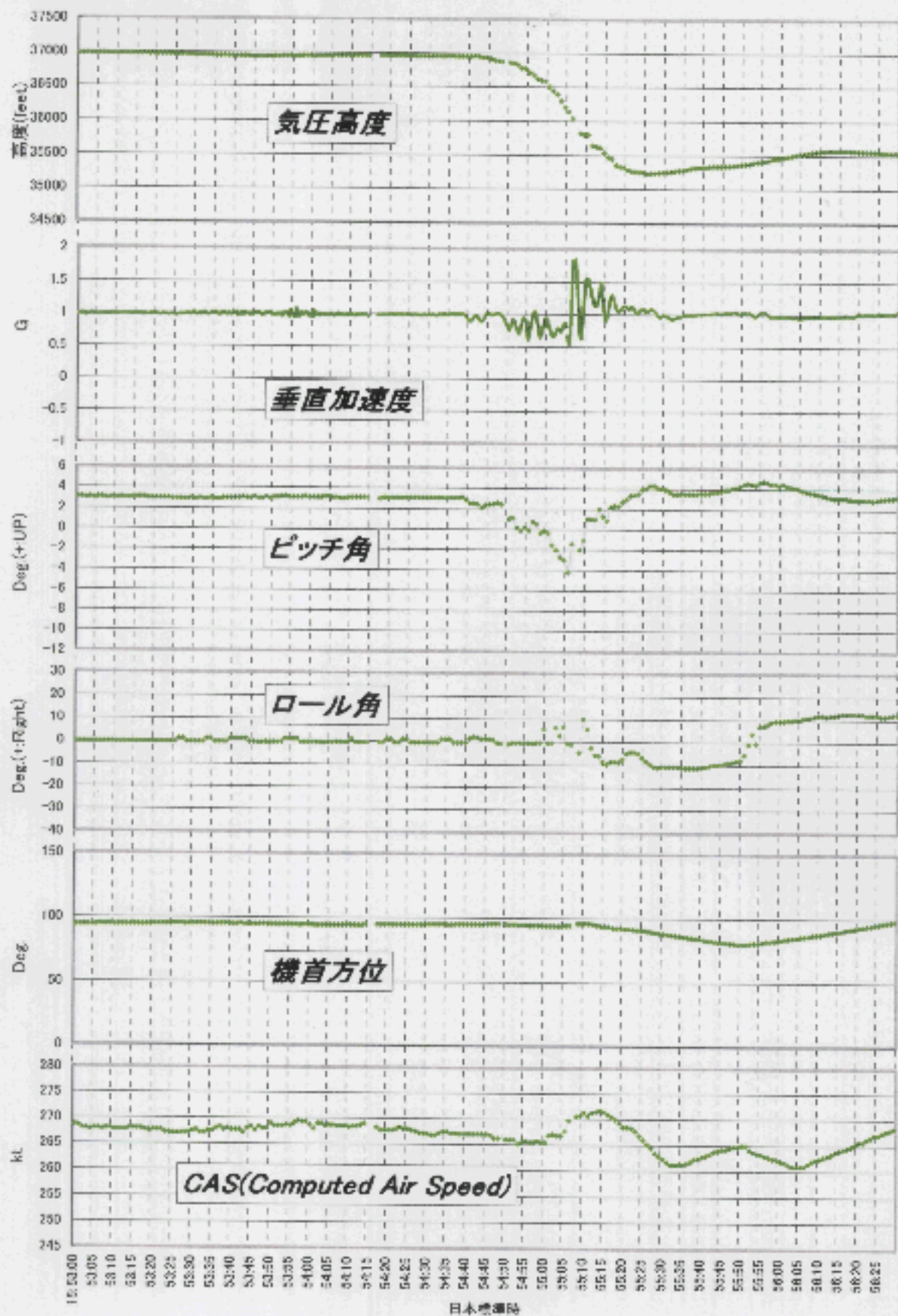
付図10 両機の接近状況 (平面図)



付図12 A機のDFDR記録



付図13 B機のDFDR記録

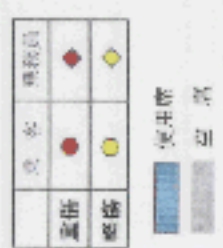


付図1-4 A機の搭乗者の負傷状況及び座席位置

区分	搭乗者		負傷者		負傷者		負傷者	
	乗客	乗務員	乗客	乗務員	乗客	乗務員	乗客	乗務員
A	24	2	22	0	0	0	0	0
B	78	24	54	0	0	0	0	0
C	116	35	81	2	1	0	1	1
D	106	6	98	2	1	0	1	1
E	158	66	90	0	1	0	1	1
F	86	20	66	0	0	0	0	0
計	558	157	411	4	2	1	4	4
乗客	558	157	411	4	2	1	4	4
乗務員	157	157	157	0	0	0	0	0
乗客	558	157	411	4	2	1	4	4
乗務員	157	157	157	0	0	0	0	0
乗客	558	157	411	4	2	1	4	4
乗務員	157	157	157	0	0	0	0	0

注：乗客の定数（ICAO ANNEX 15から抜粋）
 1 乗客した日から7日以内に48時間を超える入院加療を要するもの
 2 骨折（指、足指又は鼻の単純骨折を除く）
 3 大出血又は神経、筋肉若しくは骨の障害を生じさせた状態のあるもの
 4 2～3度の火傷、又は皮膚表面の5%以上の火傷（以下略）

SEAT CONFIGURATION (B747-400D)

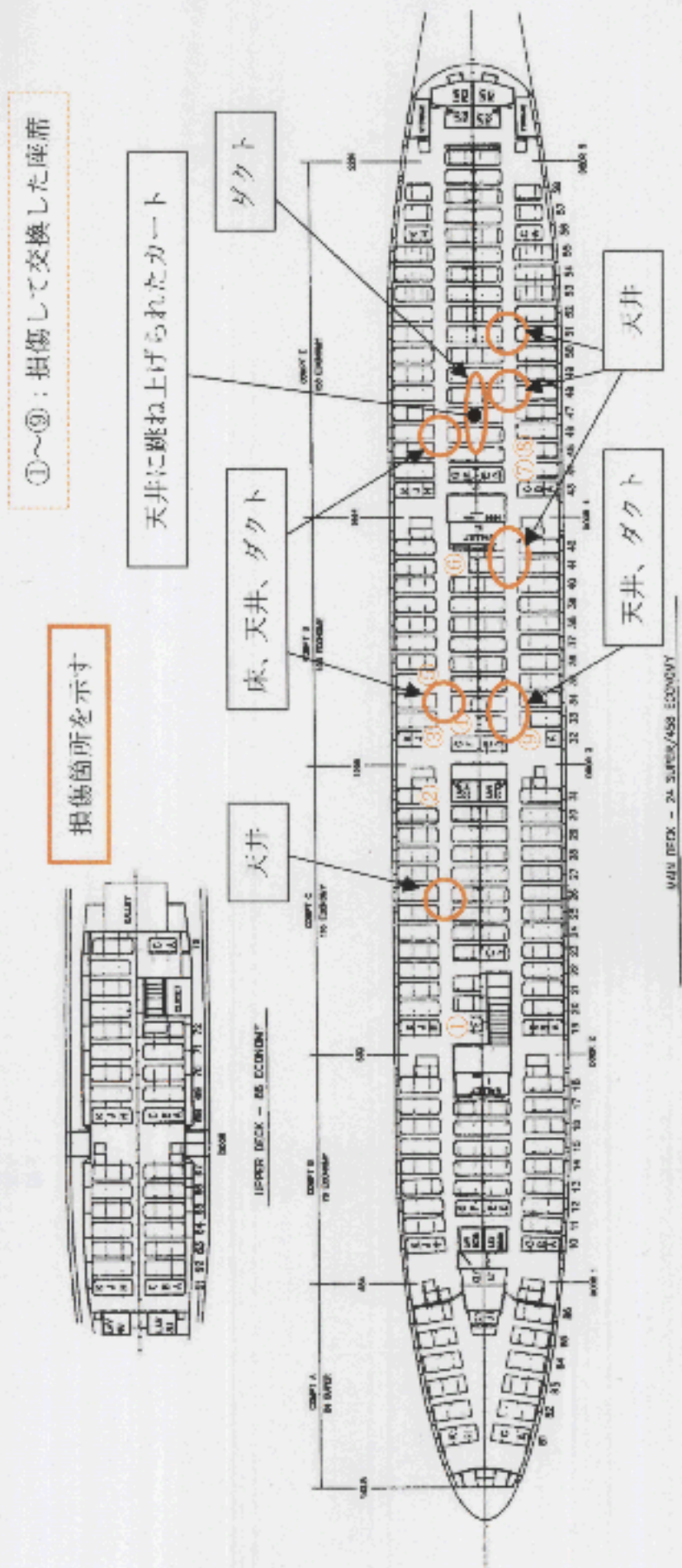


UPPER DECK-86 ECONOMY



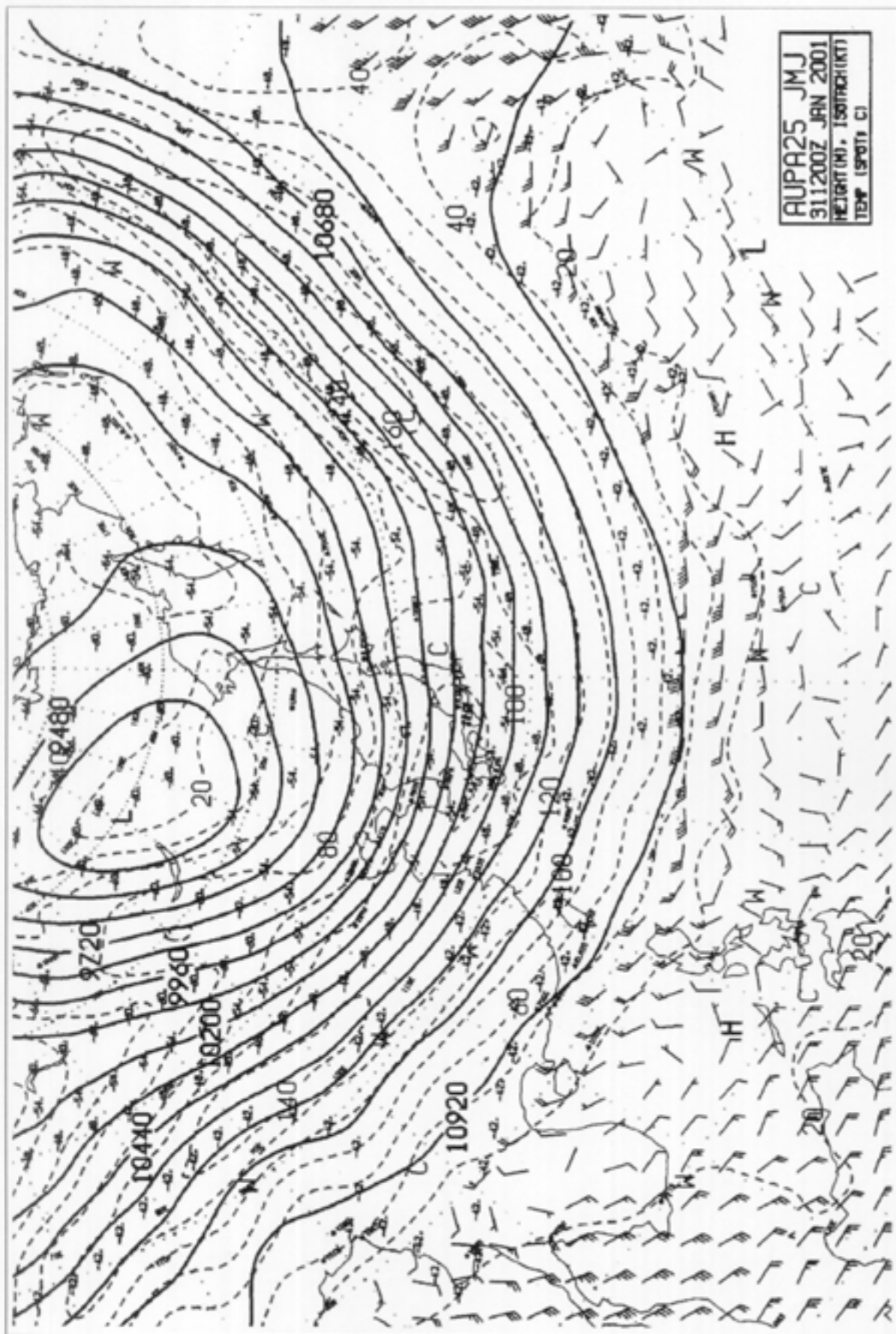
MAIN DECK-24 SUPER/458 ECONOMY

付図 I 5 A機の損傷状況

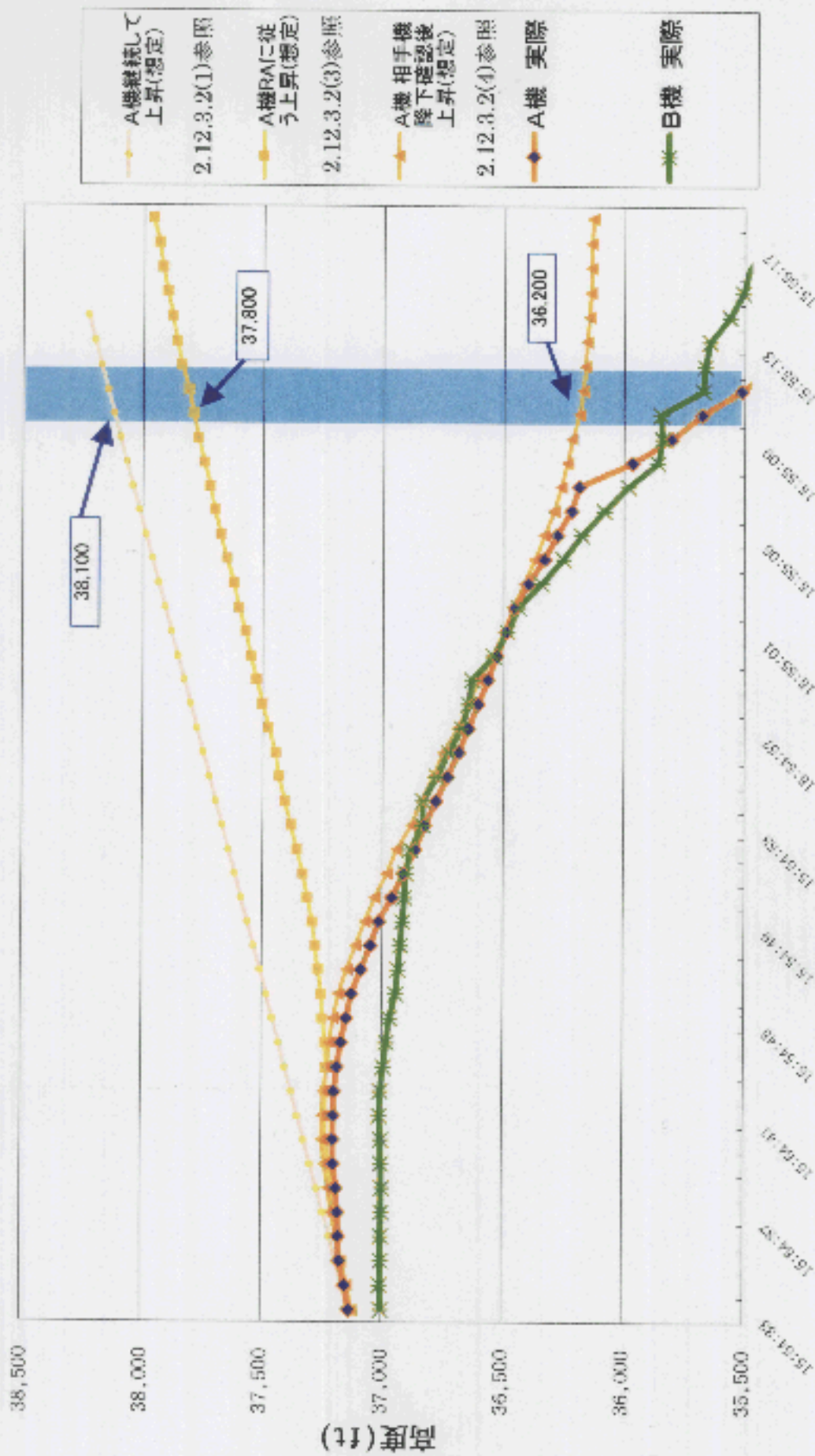


付図17 250hPa面天気図

2001年1月31日21時 (日本時間)

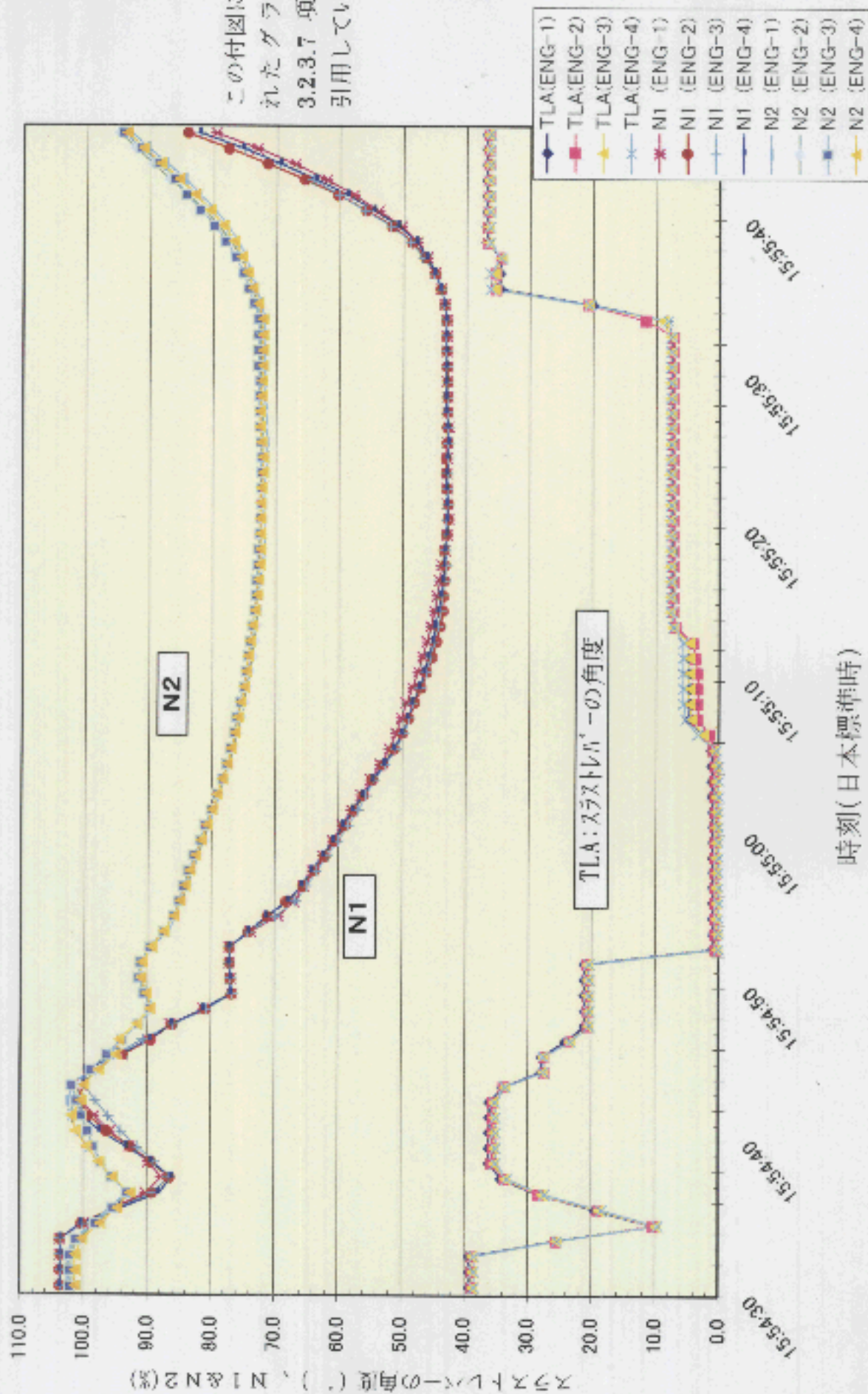


付図18 フライト・シミュレーターによる模擬飛行試験結果におけるA機の高度変化



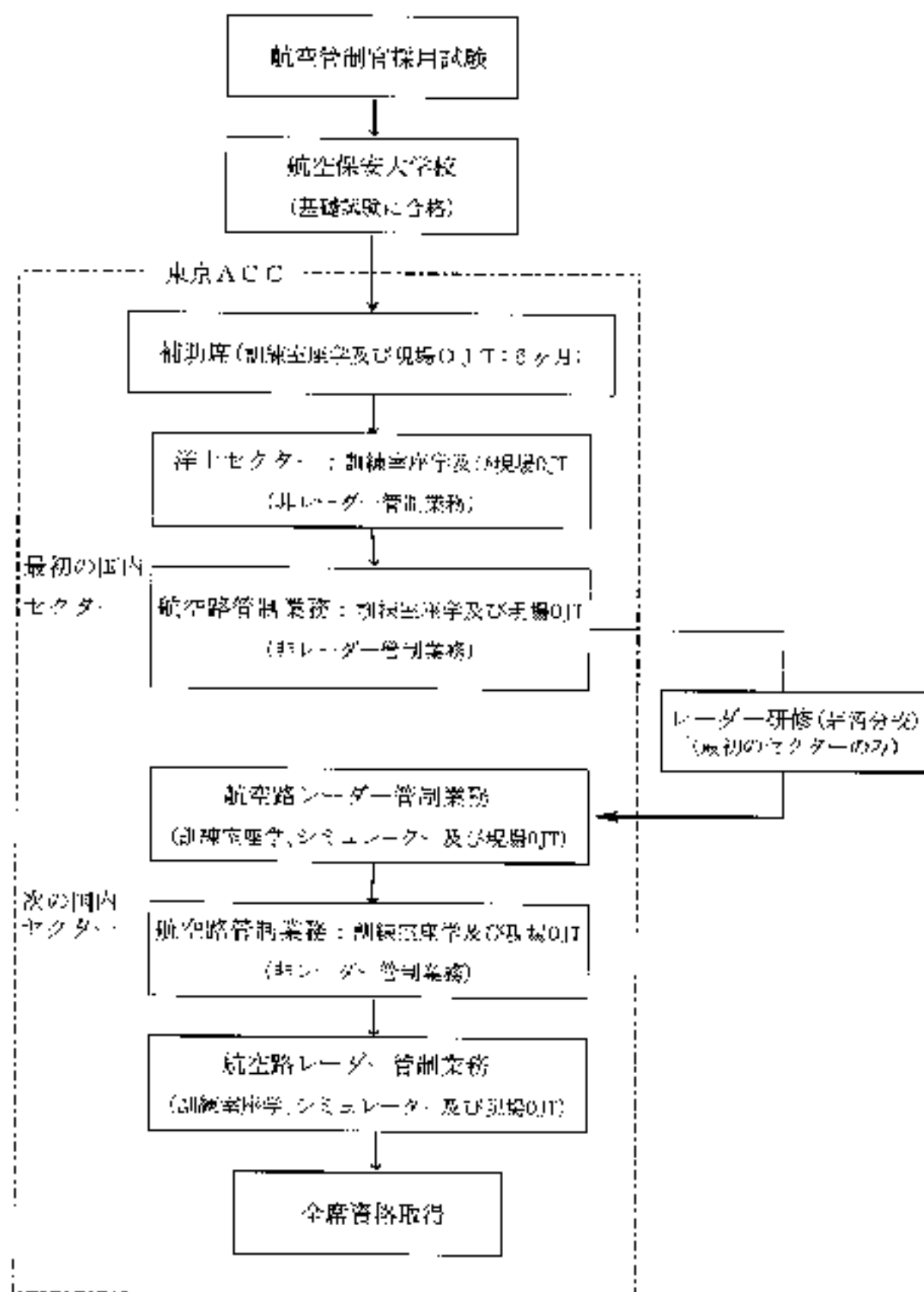
時刻(日本標準時)

付図19 A機のスラストレバーの角度とN1,N2の変化

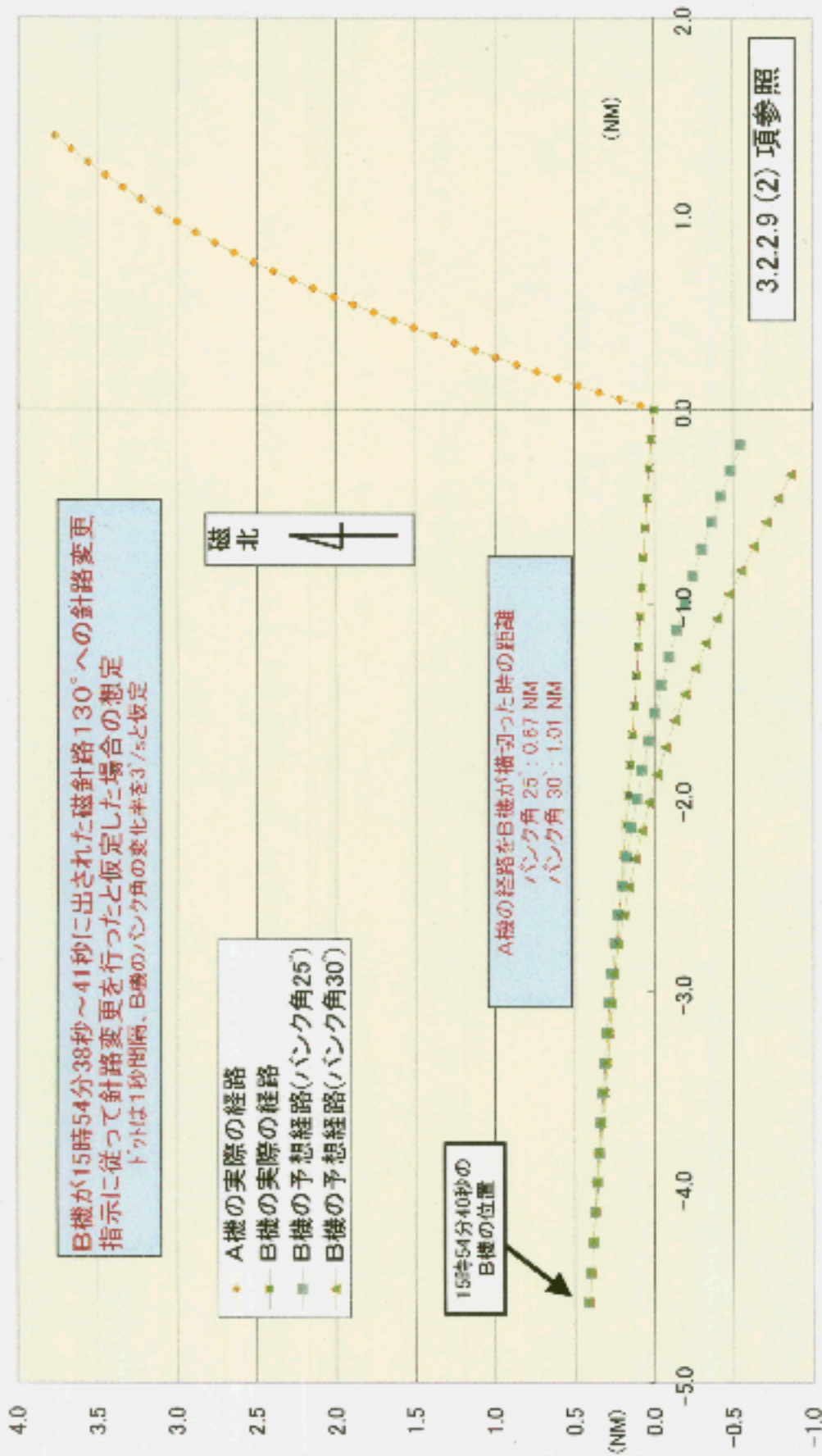


この付図に示されたグラフは3.2.3.7 項(1)で引用している。

付図 2 0 航空管制官の資格取得の過程

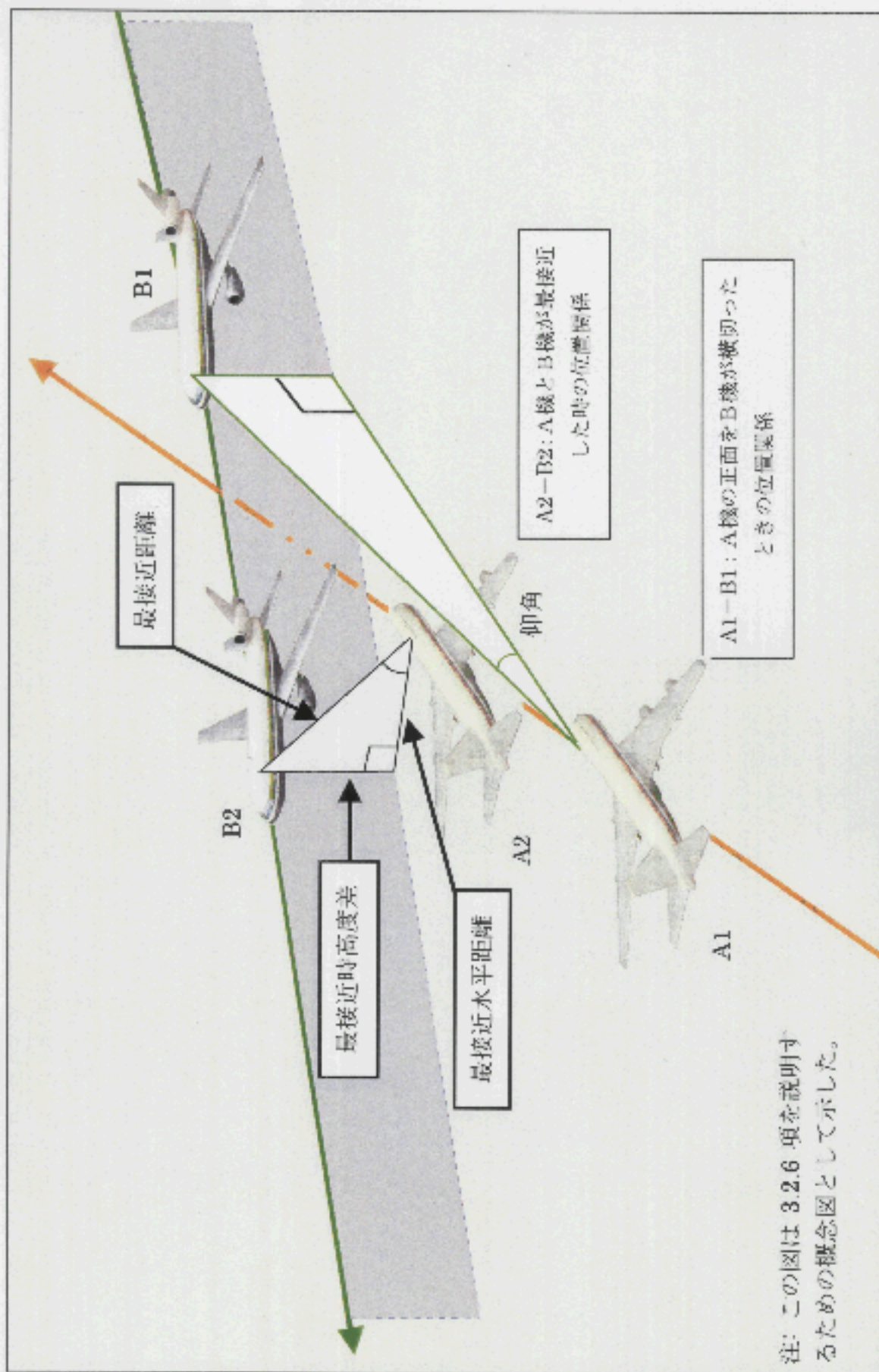


付図 2-1 B機が磁針路130°で飛行した場合



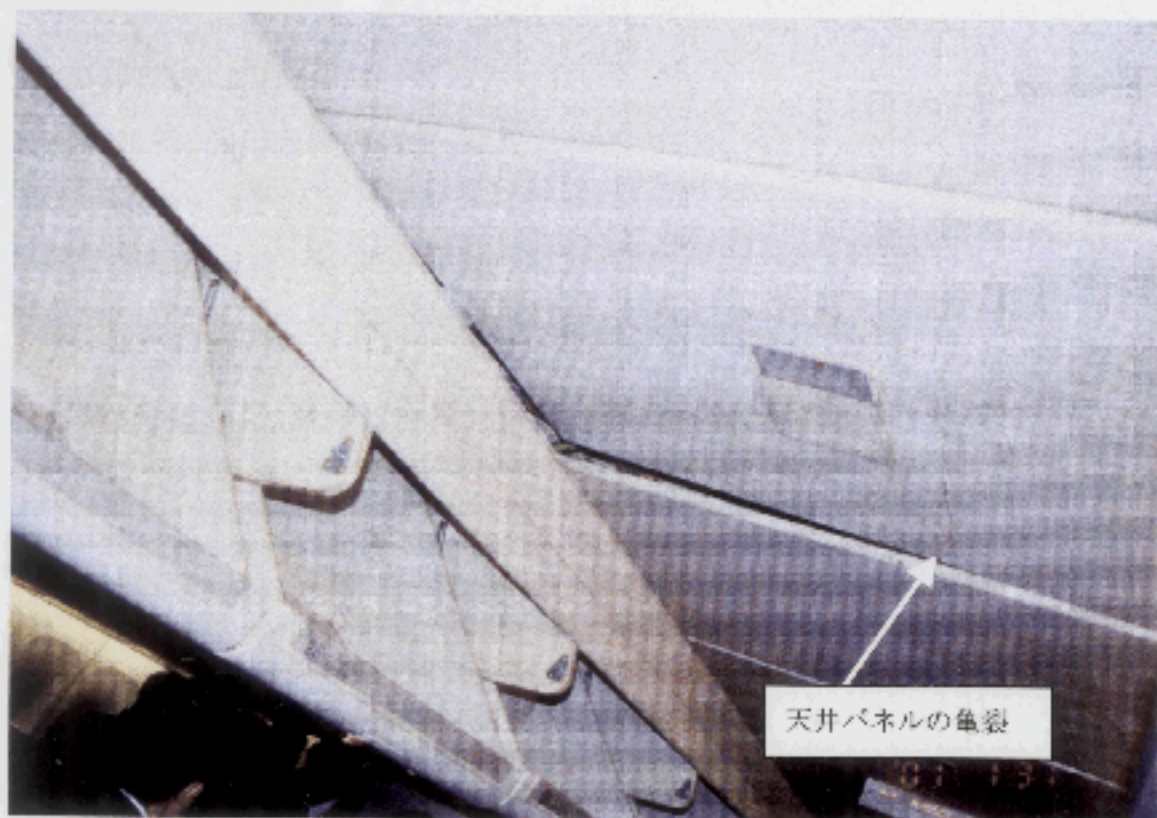
A機とB機の経路が実際に交差した地点を原点とした座標系で示す。

付図 2.2 最接近距離等の説明図



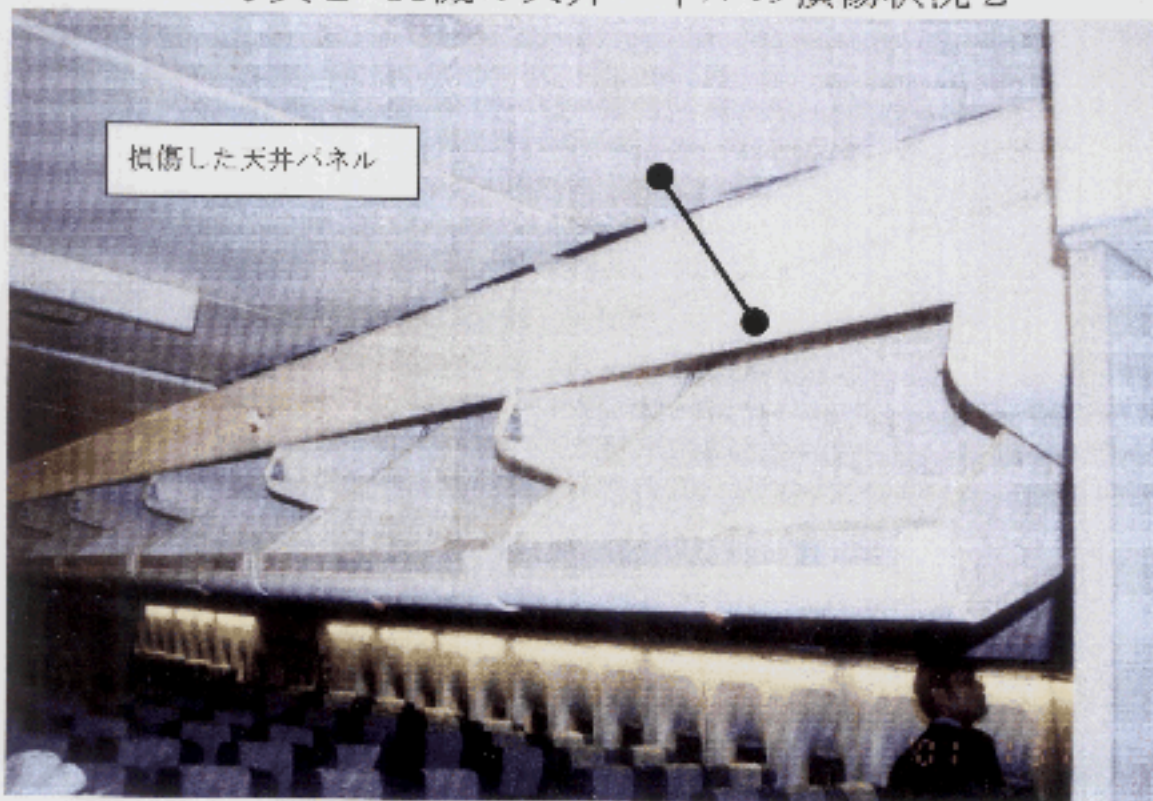
注: この図は 3.2.6 項を説明するための概念図として示した。

写真1 A機の天井パネルの損傷状況1



右側通路座席26付近の上部天井パネルの損傷（機体後方から前方を見る）

写真2 A機の天井パネルの損傷状況2



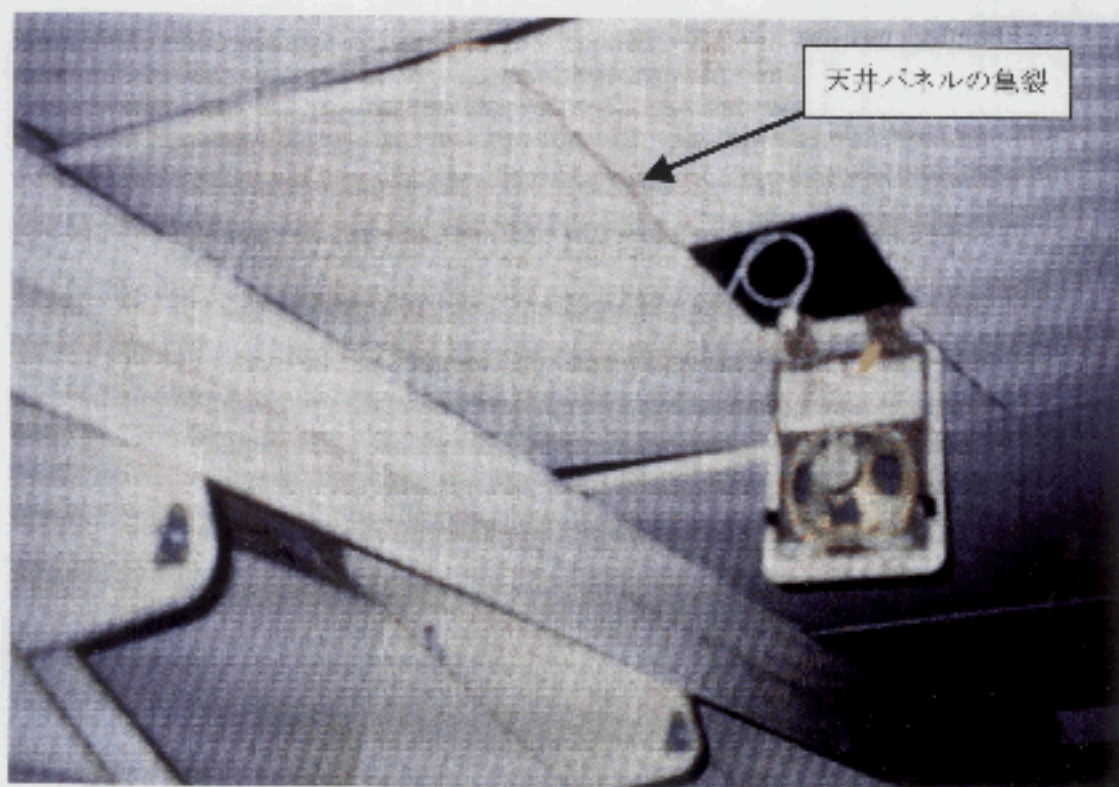
右側通路座席32付近の上部天井パネル取付部損傷（機体前方から後方を見る）

写真3 A機の天井パネルの損傷状況3



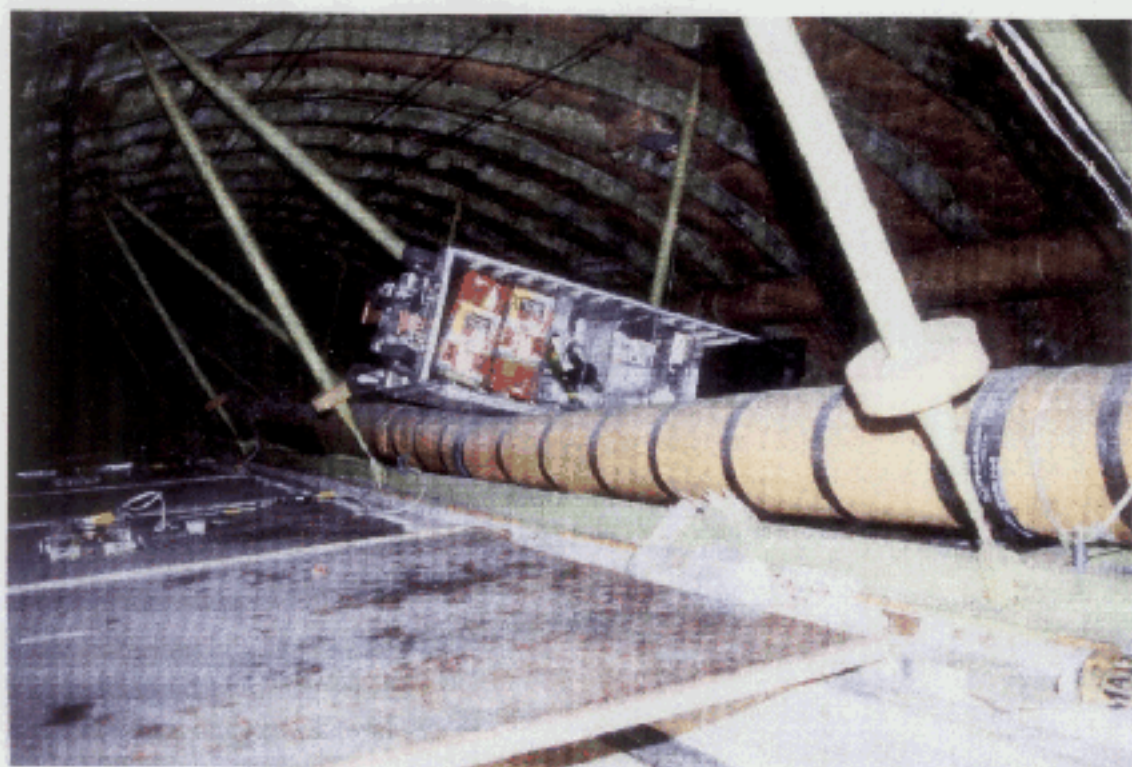
左側通路座席41付近の上部天井パネルの損傷（機体前方から後方を見る）

写真4 A機の天井パネルの損傷状況4



左側通路座席48付近の上部天井パネルの損傷（機体前方から後方を見る）

写真5 A機の天井に跳ね上げられたギャレーカートの状況1



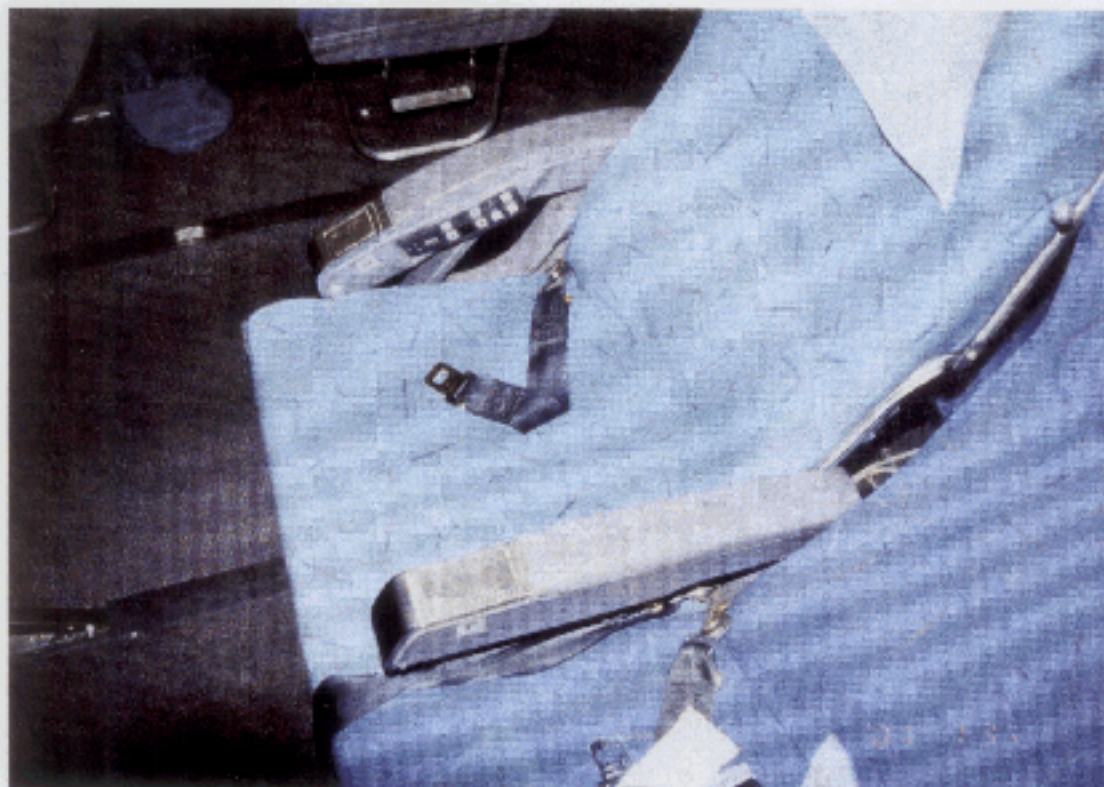
右側通路座席45付近の天井から後方を見る

写真6 A機の天井に跳ね上げられたギャレーカートの状況2



左側通路座席46付近の天井から後方を見る

写真7 A機の座席の損傷状況1



右側通路座席33の通路側肘掛けの損傷

写真8 A機の座席の損傷状況2



右側通路座席35の通路側肘掛けの損傷

管制交信記録

- (1) 東京ACCの航空管制官、日本航空907便(A機)、日本航空958便(B機)の交信記録のみを収録している。ただし、15時47分02秒から、同56分28秒までは全管制交信記録を載せた。
- (2) JAL = 日本航空、ANA = 全日本空輸、JAS = 日本エアシステム、SKY = スカイマークエアラインズ、AAL = アメリカン航空、VV = 米国海軍
 ATCt = 訓練中の航空管制官、ATCs = 訓練監督者の航空管制官、
 ATC = 業務交代後の航空管制官、? = 送信者不明、・・・ = 無発声部分

日本標準時

(時:分:秒)	発声者	内 容
15:42:12~16	ATCt	Japan air niner zero seven, fly heading two four zero for vector to Yaizu.
15:42:17~20	JAL907	Japan air niner zero seven, heading two four zero.
15:44:33~35	ATCt	Japan air niner zero seven, proceed direct Yaizu.
15:44:37~39	JAL907	Japan air niner zero seven, direct Yaizu.
15:45:25~30	ATCt	Japan air niner zero seven, maintain flight level three five zero until further advised.
15:45:31~34	JAL907	Japan air niner zero seven, comfirm altitude, please.
15:45:35~39	ATCt	Japan air niner zero seven, maintain flight level three five zero until further advised.
15:45:40~44	JAL907	Japan air niner zero seven flight level three five .. three five zero.
15:46:38~40	ATCt	Japan air niner zero seven, climb and maintain flight level three niner zero.
15:46:41~45	JAL907	Japan air niner zero seven, climb and maintain flight level three nine zero.
15:47:02 ~ 15:56:28 の間は全管制交信記録を掲載		
15:47:02	ATCt	American one five seven, descend and maintain flight level three five zero, due to traffic.

15:47: 14	JAL952	Tokyo, Japanair nine five two, request direct VENUS.
15:47: 18	ATCt	Japanair niner five two, stand by your request.
15:47: 56	ATCt	American one five seven, Tokyo control.
15:48: 08	ATCt	Japanair nine five two, contact Narita approach, one two five decimal eight, request again please.
15:48: 12	JAL952	Roger.
15:48:14~17	JAL958	Tokyo control, Japan air nine five eight, flight level three seven zero.
15:48:18~20	ATCt	Japan air niner five eight, Tokyo control, roger.
15:48:21	JAS296	Tokyo control, Airsystem two niner six, flight level two three zero.
15:48: 26	ATCt	Airsystem two niner six, Tokyo control, roger.
15:48: 37	AAL157	Good afternoon, Tokyo, American one five seven, flight level three nine zero.
15:48:44	ATCt	American one five seven, Tokyo control, descend and maintain flight level three five zero, due to traffic.
15:48:49	AAL157	Descend to flight level three five zero, due to traffic, leaving flight level three nine zero, American one five seven.
15:48:56	ACcT	Allnippon six five eight, resume normal speed, contact Tokyo approach one one niner decimal one.
15:49:00	ANA658	Allnippon six five eight, normal speed, one one nine decimal one, good day.
15:49:03	ACcT	Good day.
15:49:10	ACcT	Airsystem three one two, contact Tokyo approach one one niner decimal one.
15:49:14	JAS312	One one nine one, Airsystem three one two, good day.
15:49:19	ACcT	Good day.
15:49:33	ACcT	Allnippon five six five, contact Tokyo control one three three decimal five.
15:49:38	ANA565	One three three decimal five, Allnippon five six five.
15:49:42	JAS346	Tokyo control, Airsystem three four six, now reaching flight level two five zero, request further low.
15:49:47	ACcT	Airsystem three four six ··· stand by.
15:49:51	JAS346	Roger, request two one zero, stand by.
15:50:08	ACcT	Airsystem two niner six, confirm, requesting lower altitude ?

15:50:14	JAS296	Airsystem two nine six, negative.
15:50:17	ACcT	Airsystem two niner six, roger.
15:50:19	JAS552	Tokyo control, Airsystem five five two, leaving two one zero.
15:50:25	ACcT	Airsystem five five two, roger.
15:50:38	ACcT	Airsystem three four six, descend and maintain flight level two one zero.
15:50:42	JAS346	Airsystem three four six, leaving two five zero for two one zero, thank you.
15:50:52	ACcT	Airsystem one seven four, descend and maintain flight level one six zero, cross Spens at flight level one six zero.
15:50:58	JAS174	Airsystem one seven four, descend cross Spens one six zero.
15:51:08	ACcT	Airsystem three four six, say speed.
15:51:12	JAS346	Airsystem three four six, indicate three one zero knots.
15:51:15	ACcT	Airsystem three four six, roger, maintain present speed or greater for spacing.
15:51:19	JAS346	Airsystem three four six, maintain present speed or greater.
15:51:23	ACcT	Airsystem two niner six, maintain speed two eight zero knots or less for spacing.
15:51:29	JAS296	Airsystem two nine six, maintain two eight zero or less.
15:51:51	ACcT	Airsystem five five two, contact Tokyo approach, one one niner decimal one.
15:51:54	JAS552	Airsystem five five two, Tokyo approach one one nine one.
15:52:28	JAS206	Tokyo control, Airsystem two zero six, two five zero.
15:52:34	ACcT	Airsystem two zero six, Tokyo control, roger.
15:53:02	VVJT036	Tokyo, Navy juliet tango zero three six.
15:53:09	ACcT	Navy juliet ... , Navy juliet tango zero three six, ... go ahead.
15:53:15	VVJT036	Er just wonder, confirm er routing after Oshima.
15:53:18	ACcT	Navy juliet tango zero three six, after Oshima proceed direct to ... Yankee Uniform then direct.
15:53:24	VVJT036	Roger, after Oshima, Yankee Uniform and direct, thank you.
15:53:52	SKY006	Tokyo control, Skymark zero zero six, maintain flight level three seven zero.
15:53:56	ACcT	Skymark zero zero six, Tokyo control, roger.
A、B両機が接近したころ		
15:54:22~25	ATcT	Hem. Japan air niner zero seven, corre ... Disregard.

15:54:27~32	ATCt	Japan air niner zero seven, descend and maintain flight level three five zero, begin descent due to traffic.
15:54:33~38	JAL907	Japan air niner zero seven, descend and maintain flight level three five zero, ... traffic insight. climb ... climb ... climb. (54:35~38, RA sound in back ground)
15:54:38~41	ATCt	Anair niner five eight, fly heading one three zero for spacing.
15:54:49~52	ATCt	Japan air niner five eight, fly heading one t · one four zero for spacing.
15:54:55~57	ATCs	Japan air niner five seven, begin descent.
15:55:02~05	ATCs	Japan air niner zero seven, climb and maintain flight level three niner zero.
15:55:21~27	JAL958	Tokyo control, we have er RA er actuated now descending and er climbing again.
15:55:29~30	ATCs	Japan air niner zero ·· eight, roger.
15:55:32~35	JAL907	Japan air niner zero seven, clear of traffic.
15:55:36~37	ATCs	Niner zero seven, roger.
15:55:47~48	?	" "
15:55:58 ~56:17	JAL958	Er Tokyo control, Japan air nine five eight, we have a ... er now er climbing to flight level three seven zero and we have RA, descend RA at three seven zero and we observe er Boeing seven four seven reaching from our left side and there also descend away er climb to flight level three seven zero, now leaving three five five.
15:56:17~19	ATCs	Japan air niner zero eight, roger.
15:56:21~24	ATCs	Japan air niner zero seven, now climb and maintain flight level three niner zero.
15:56:25~28	JAL907	Japan air niner zero seven, climb and maintain flight level three nine zero.

この後はA機及びB機と関連する交信記録のみ掲載

15:56:56~58	JAL958	Tokyo control, Japan air nine five eight, request descent.
15:57:01~05	ATCs	Japan air niner five eight, descend and maintain flight level two three, er correction, two five zero.
15:57:06~09	JAL958	Japan air nine five eight, er descend and maintain two five zero.

15:59:15~17	JAL907	Tokyo control, Japan air nine zero seven.
15:59:18~21	ATC	Japan air niner zero seven, Tokyo control, roger・・go ahead.
15:59:22~40	JAL907	Er・・・ Japan air nine zero seven,日本語で申し上げます。先ほど焼津市近辺において、えー、当社DC - 10とのニアリ・・・ニアミスいたしました。大変危険な状態でした。高度差ひゃ、にひゃくフィート有ったか無かったかぐらいです。えー、以上を報告します。
15:59:41~43	ATC	Japan air niner zero seven, roger. 了解いたしました。
16:02:06~10	ATC	Japan air niner zero seven, contact Tokyo control one three three decimal five.
16:02:11~14	JAL907	Er, contact Tokyo control one three three decimal five, Japan air niner zero seven.

A機及びB機管制交信記録（日本語訳）

- (1) 航空管制官、日本航空907便、日本航空958便の交信記録のみを収録している。ただし、15時47分02秒から、同56分28秒までは全管制交信記録を載せた。
- (2) 航空管制官の欄は訓練中の航空管制官を(t)、訓練監督者の航空管制官を(s)、業務継承後に着席した航空管制官は括弧書きはしていない。詳細は先の管制交信記録を参照のこと。? = 送信者不明、・・・ = 無発声部分

交信時刻	航空管制官	JAL907便	JAL958便	その他
15:42:12-16	日本航空907便、磁針路240°で飛行してください。誘導目標は焼津です。(t)			
15:42:17-20		日本航空907便、磁針路240°		
15:44:33-35	日本航空907便、焼津に直行してください。(t)			
15:44:37-39		日本航空907便、焼津に直行。		
15:45:25-30	日本航空907便、追って指示があるまでFL350を維持してください。(t)			
15:45:31-34		日本航空907便、高度を確認します。		
15:45:35-39	日本航空907便、追って指示があるまでFL350を維持してください。(t)			
15:45:40-44		日本航空907便、FL350・・・350。		
15:46:38-40	日本航空907便、FL390まで上昇してください。(t)			
15:46:41-45		日本航空907便、FL390まで上昇。		

交信時刻	航空管制官	J A L 9 0 7 便	J A L 9 5 8 便	その他
15:47:02	アメリカン航空157便、FL350に降下してください。関連機があります。(t)			東京、日本航空952便、ピーナスへの直行を要求します。
15:47:14				
15:47:18	日本航空952便、要求は保留します。(t)			
15:47:56	アメリカン航空157便、東京ACC。(t)			
15:48:08	日本航空952便、125.8 MHzで成田アプローチと交信し、要求を繰り返してください。(t)			了解。
15:48:12				
15:48:14~17			東京ACC 日本航空958便、FL370。	
15:48:18~20	日本航空958便、東京ACC、了解。(t)			東京ACC、エアシステム296便、FL230。
15:48:21				
15:48:26	エアシステム296便、東京ACC、了解(t)			こんにちは、東京、アメリカン航空157便、FL390。
15:48:37				
15:48:44	アメリカン航空157便、東京ACC、関連機があるので、FL350に降下してください。(t)			関連機があるためFL350に降下、FL390を離脱、アメリカン航空157便。
15:48:49				

交信時刻	航空管制官	J A L 9 0 7 便	J A L 9 5 8 便	その他
15:48:56	全日空 6 5 8 便、元の速度に戻し 1 1 9 . 1 MHz で東京アプローチと交信してください。(t)			
15:49:00				全日空 6 5 8 便、元の速度、1 1 9 . 1 MHz、さようなら。
15:49:03	さようなら。(t)			
15:49:10	エアシステム 3 1 2 便、1 1 9 . 1 MHz で東京アプローチと交信してください。(t)			
15:49:14				1 1 9 . 1 MHz、エアシステム 3 1 2 便、さようなら。
15:49:19	さようなら。(t)			
15:49:33	全日空 5 6 5 便、1 3 3 . 5 MHz で東京コントロールと交信してください。(t)			
15:49:38				1 3 3 . 5 MHz、全日空 5 6 5 便。
15:49:42				東京 A C C、エアシステム 3 4 6 便、今 F L 2 5 0 に到達しましたが、さらに低高度を要求します。
15:49:47	エアシステム 3 4 6 便、…少々お待ち下さい。(t)			
15:49:51				了解、F L 2 1 0 を要求し待機します。
15:50:08	エアシステム 2 9 6 便、確認します、低高度を要求しますか？(t)			
15:50:14				エアシステム 2 9 6 便、要求しません。
15:50:17	エアシステム 2 9 6 便、了解。(t)			

交信時刻	航空管制官	J A L 9 0 7 便	J A L 9 5 8 便	その他
15:50:19				東京ACC、エアシステム5 52便、FL210を離脱。
15:50:25	エアシステム552便、了解 エアシステム346便、F L210へ降下してください。 (t)			
15:50:38				
15:50:42				エアシステム346便、FL 250を離脱しFL210へ降 下します。ありがとう。
15:50:52	エアシステム174便、F L160へ降下し、スペン スをFL160で通過してくだ さい。(t)			
15:50:58				エアシステム174便、スペ ンをFL160で通過するよ うに降下。
15:51:08	エアシステム346便、速 度を通報してください。(t)			
15:51:12				エアシステム346便、指示 値は310ノット。
15:51:15	エアシステム346便、了 解、間隔設定のため現在の速 度若しくは、それ以上を維持 してください。(t)			
15:51:19				エアシステム346便、現在 の速度以上を維持。
15:51:23	エアシステム296便、間 隔設定のため280ノット以 下の速度を維持してください。 (t)			
15:51:29				エアシステム296便、28 0ノット以下の速度を維持。

交信時刻	航空管制官	J A L 9 0 7 便	J A L 9 5 8 便	その他
15:51:51	エアシステム 5 5 2 便、 1 1 9 . 1 MHz で東京アプローチと交信してください。(t)			
15:51:54				エアシステム 5 5 2 便、東京アプローチは 1 1 9 . 1 MHz。
15:52:28				東京 A C C、エアシステム 2 0 6 便、 F L 2 5 0 .
15:52:34	エアシステム 2 0 6 便、東京 A C C、了解。(t)			
15:53:02				東京、米海軍 J T 0 3 6。
15:53:09	米海軍 J・・・米海軍 J T 0 3 6、・・・どうぞ。(t)			
15:53:15				えー、大島の後の経路について確認したいのですが？
15:53:18	米海軍 J T 0 3 6、大島の後・・・Y U に直行し、(次に目的地に)直行してください。(t)			
15:53:24				了解、大島の後 Y U、そして直行、ありがとう。
15:53:52				東京 A C C、スカイマーク 0 0 6 便、 F L 3 7 0 を維持。
15:53:56	スカイマーク 0 0 6 便、東京 A C C、了解。(t)			

交信時刻	航空管制官	J A L 9 0 7 便	J A L 9 5 8 便	その他
15:54:22-25	(咳払い)、日本航空907便、訂正・・・取り消します。(t)			
15:54:27-32	日本航空907便、FL350まで降下してください。関連機があるため降下を始めて下さい。(t)			
15:54:33-38		日本航空907便、FL350まで降下、・・・関連機を視認しています。(54:35~38、操縦室内の警報音) クライム・クライム・・・クライム。		
15:54:38-41	日本航空958便、間隔設定のため磁針路130で飛行してください。(t)			
15:54:49-52	日本航空958便、間隔設定のため磁針路10140で飛行してください。(t)			
15:54:55-57	日本航空957便、降下を開始してください。(s)			
15:55:02-05	日本航空907便、FL390まで上昇して下さい。(s)			
15:55:21-27			東京ACC、RAが作動し、今降下中ですが、再び上昇します。	
15:55:29-30	日本航空9008便、了解。(s)			
15:55:32-35		日本航空907便、関連機は解消しました。		
15:55:36-37	907便、了解。(s)			
15:55:47-48			? " "	

交信時刻	航空管制官	J A L 9 0 7 便	J A L 9 5 8 便	その他
15:55:58 ~56:17			えー東京ACC、日本航空958便、我々は..えー、今FL370へ上昇中ですが、RAが作動し..FL370で飛行中に降下のRAが作動しましたが、降下中ずっとボーイング747が我々の左側に張り付いた状態でともに降下して、過ぎ去っていきました。	
15:56:17-19 15:56:21-24	日本航空908便、了解。(s) 日本航空907便、直ちにFL390まで上昇してください。(s)		えー、今FL355を通過して、FL370へ上昇中です。	
15:56:25-28		日本航空907便、FL390まで上昇。		

交信時刻	航空管制官	JAL907便	JAL958便	その他
15:56:56-58			東京ACC 日本航空958便、降下開始を要求します。	
15:57:01-05	日本航空958便、FL23、えー訂正、250まで降下してください。(s)			
15:57:06-09			日本航空958便、えーFL250まで降下します。	
15:59:15-17		東京ACC、日本航空907便。		
15:59:18-21	日本航空907便、東京ACC、了解・どうぞ。			
15:59:22-40		えー・・・日本航空907便、日本語で申し上げます。先ほど焼津市近辺において、えー、当社DC-10とのニアリ・・・ニアミスいたしました。大変危険な状態でした。高度差ひゃ、にひゃくフィート有ったか無かったかぐらいです。えー、以上を報告します。		
15:59:41-43	日本航空907便、ラジャー、了解いたしました。			
16:02:06-10	日本航空907便、周波数133.5MHzで次の東京ACCと交信してください。			
16:02:11-14		えー、133.5MHzで東京ACCと交信。日本航空907便。		

別添 2 事故発生 の経過 (詳細)

注：時刻は、15時を省略し、数秒間にわたる事象はその開始時刻を記載している。残時間は、最接近時刻までの残り時間を記載している。

訓練管制官は訓練中の航空管制官を示し、訓練監督者は訓練中の航空管制官を監督していた航空管制官を示す。

交信等、発声した内容は「 」で示す。なお、必要時以外は自分自身及び相手のコールサインを、省略して記載している。

時刻 残時間	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
	<p>訓練管制官は14時40分ごろ関東南Cセクターのレーダ一対空席に着席し、実地訓練を受けていた。</p> <p>訓練監督者は15時15分ごろから上記訓練生の指導・監督を担当していた。</p>	<p>15時36分、東京国際空港を、那覇へ向け離陸。</p> <p>操縦室： 前席左側に機長 前席右側に副操縦士昇格訓練中の訓練生 オブザーバー席 左側に副操縦士 右側には副操縦士昇格訓練中の訓練生</p>		
41'16" 13'55"	訓練管制官 右記を了承	11,000ftを通過してFL390へ向かう旨をACCへ通報		
42'12" 12'59"	訓練管制官 「A機、磁針路240°で飛行してください。誘導目標は焼津です。」			
42'17" 12'54"		「磁針路240°」		
44'33" 10'38"	訓練管制官 「A機、焼津に直行してください。」			
44'37" 10'34"		「焼津に直行。」		

時刻 残時間	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
45'25"09'46"	訓練管制官 「A機、追って指示があるまでFL350を維持してください。」			このころ、FL390において伊豆大島近傍から和歌山県串本に向け、アメリカン航空157便(C機)が飛行していた。
45'31"09'40"		「高度を確認します。」		
45'35"09'36"	訓練管制官 「A機、追って指示があるまでFL350を維持してください。」			
45'40"09'31"		「FL35・・・350。」		
46'38"08'33"	訓練管制官 「A機、FL390まで上昇してください。」	(FL216付近を上昇中)		関東南Cセクターの隣接セクターが、B機のレーダー・ハンドオフのための操作を実施した。
46'41"08'30"		「FL390まで上昇。」		
46'51"08'20"	関東南Cセクターのレーダー表示画面で、B機のデータブロックに[HND]が表示され、点滅を開始した。			
47'02"08'09"	訓練管制官 C機に対し、他機がいるためFL350まで降下するように指示したが、C機からの応答は無かった。			日本航空952便(D機)は、新東京国際空港近傍のフィクスへの直行許可を東京ACCに求めた。
47'14"07'57"	-----			
47'18"07'53"	訓練管制官 「D機、要求は保留します。」			
47'47"07'24"	関東南Cセクターは、B機の業務移管を受けるためにコンピューター操作を行なった。			
47'56"07'15"	訓練管制官 C機を呼び出したが、C機からの応答は無かった。			

時刻 残時間	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
48'08" 07'03"	訓練管制官 D機に対して、新東京国際空港ターミナル管制所との交信を指示。			
48'12" 06'59"	-----	-----	-----	D機は左記指示を了解。
48'14" 06'57"	-----	-----	「FL370。」 (位置は、A機の西)	
48'18" 06'53"	訓練管制官 「B機、了解。」 訓練管制官 引き続き他の航空機と交信。		操縦室： 前席右側に機長 前席左側に機長昇格訓練中の副操縦士 航空機関士	
48'22" 06'49"	それまでC機と交信していた関東南Bセクターの航空管制官がC機に対し関東南Cセクターへの周波数変更を指示。			
48'37" 06'34"	-----	-----	-----	C機からFL390である旨、関東南Cセクターに通報。
48'44" 06'27"	訓練管制官 「C機、関連機があるので、FL350に降下してください。」			
48'49" 06'22"	-----	-----	-----	C機は、左記を復唱し、FL390を離脱する旨応答。
	<div data-bbox="398 954 808 1209" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>15:43'00" ~ 15:52'00"の間の訓練管制官の管制状況。 最大14機を管制。 計37回の送信。 (内、18回は管制指示) 15秒以上の交信空白 3回 1分あたり送信回数4~5回</p> </div> <div data-bbox="398 1235 808 1394" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>15:52'00" ~ 15:54'22"の間の訓練管制官の管制状況。 3機に対し、計4回の送信。 (内、管制指示は1回)</p> </div>	<div data-bbox="831 1139 1267 1273" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>15時52分ごろ、有視界気象状態の中、B機のトラフィックを確認していた。</p> </div>		

時刻 残時間	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
53'50" 01'21"		それまで磁針路270°で上昇を続けていたA機は、このころから左旋回を開始し、程なく25°程度のロール角を維持しながら上昇を続けた。	15時54分ごろ、A機のトラフィックを確認していた。	
54'15" 00'56"	レーダー表示画面に[CNF]表示。その時、A機のFLは367、B機のFLは370と表示。	このころ、TCAS情報表示器上には、B機のシンボルが表示されていたが、同一高度を巡航中であり、上昇または降下を示す矢印は表示されていなかった。	TCAS情報表示器上にはA機のシンボルが表示され、その脇には、A機が上昇中であることを示す上向き矢印が表示されていた。	
54'18" 00'53"			<u>TCASにおいて、TAが作動。</u> (A機の南西、FL370、磁針路095°で巡航中)	
54'19" 00'52"	A機のFLは369表示。	<u>TCASにおいて、TAが作動。</u> (FL369付近で左旋回を続けながら上昇中)		
54'22" 00'49"	訓練管制官(咳払い)「A機、訂正・・・取り消します。」			
54'26" 00'45" 00'42"			オート・スロットル オフ。 (26秒から29秒までの間どこでオフとなったかは特定できなかった。)	
54'27" 00'44"	訓練管制官「A機、FL350まで降下してください。関連機があるため降下を始めて下さい。」			
	A機をB機と取り違え、A機に対し回避指示を行った。			
54'29" 00'42"	A機のFLは370表示。			
54'32" 00'39"		オート・パイロット オフ。 燃料流量が、減少し始めた。 同33秒「FL350まで降下、・・・関連機を視認しています。」 (この応答は38秒まで続いた)		
54'33" 00'38"				
54'34" 00'37"	B機のFLは370表示。	ピッチ角が、減少し始めた。	<u>TCASにおいて、RAが作動。</u> (-1500ft/minの降下指示)	

時刻 残時間	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
54'35"00'36"		T C A Sにおいて、R Aが作動。 (1500ft/minの上昇指示)		
54'35"~38" 00'36"~33"		「CLIMB, CLIMB, CLIMB」の音声 (旋回しながらF L 3 7 1付近 を慣性により上昇中)	(F L 3 7 0付近を磁針路 0 9 5°で飛行中。)	「CLIMB」の音声は、管 制交信記録の、3 3秒 から始まっているA機 からの送信の中に約3 秒間にわたって記録さ れていた。
54'37"00'34"		減少していたピッチ角が、一瞬わず かに増加したが、その後減少を続け た。		
	下記指示は、A機からの 応答終了直後に行われた。 ↓			
54'38"00'33"	訓練管制官「(B機)、間隔設定の ため磁針路1 3 0で飛行してくだ さい。」 A機のF Lは3 7 2表示。	オート・スロットル オフ。	応答なし。	B機からの応答なし。
54'39"00'32"		燃料流量が、一時的に上昇したが、 その後減少を続けた。	オート・パイロット オフ。	
54'40"00'31"		左旋回を続けながら上昇の頂点(F L 3 7 2)に達し、その後、高度 が低下し始めた。		
54'43"00'28"	B機のF Lは3 7 0表示。		高度が低下し始めた。	
54'46"00'25"		ロール角が、一時的に左3 0°を超 えるまで増加、この後、浅くなりは じめた。既にロールアウトを開始し ており、磁針路が徐々に2 0 7°の 方向に向き始めた。	T C A S情報表示器上で、これま で、A機のシンボルの脇に上昇中 を示していた上向きの矢印が消え た。	・便名の頭の部分が 聞き取りにくい ・R Aの対応、及び 対応に対する指示 ・オート・ロット、羽時の 警報音 等のため、B機の呼 び出しが認識されな かった可能性が考え られる。
54'48"00'23"	A機のF Lは3 7 1表示。			

時刻 残時間	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
54'49"00'22"	訓練管制官「B機、間隔設定のため磁針路10140で飛行してください。」		TCASのRAはインクリース(-2500ft/minの降下指示)となった。	B機からの応答なし。
54'51"00'20"		(FL370を降下中)	TCAS情報表示器上で、A機のシンボル脇に、A機が降下中であることを示す下向きの矢印が表示された。	インクリースRAの音声、その対応、その他シートブレーキ操作とその作動音・振動等によりB機の呼び出しが認識されなかった可能性が考えられる。
54'52"00'19"		(FL369を降下中)	(FL369を降下中)	
54'53"00'18"	B機のFLは369表示。	(FL369を降下中)	(FL369を降下中)	
54'54"00'17"		(FL368を降下中)	(FL368を降下中)	
54'54"00'17"		TCAS情報表示器上でB機のシンボル脇に、降下中であることを示す下向きの矢印が表示された。		
54'55"00'16"	訓練監督者「日本航空957便、降下を開始してください。」	(FL368を降下中)	(FL368を降下中)	日本航空957便はなかった。
54'56"00'15"		(FL367を降下中)	(FL367を降下中)	
54'57"00'14"		(FL366を降下中)	(FL366を降下中)	この間、両機はほぼ同高度を同じような降下率で降下しながら飛行していた。
54'58"00'13"	A機のFLは367表示。	(FL366を降下中)	(FL366を降下中)	
54'59"00'12"		(FL366を降下中)	(FL366を降下中)	
55'00"00'11"		(FL365を降下中)	(FL365を降下中)	
55'01"00'10"		(FL365を降下中)	(FL365を降下中)	
55'02"00'09"	訓練監督者「A機、FL390まで上昇して下さい。」	応答はなかった。	(FL364を降下中)	
55'03"00'08"	B機のFLは366表示。	(FL365を降下中)	(FL364を降下中)	
55'04"00'07"		(FL364を降下中)	(FL363を降下中)	この間の後半ではB機の方がA機より低い高度を飛行していた。
55'05"00'06"		(FL363を降下中)	(FL363を降下中)	
55'05"00'06"		(FL363を降下中)	(FL362を降下中)	

時刻 残時刻	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
55'05" (続き)		降下のピッチ角が更に大きくなり始めた。	操縦桿の角度が機首下げ側から機首上げ側に变化した。	
55'06" 00'05"		T C A SのRAはインクリース(2500ft/minの上昇指示)となった。		
		C A Sは、284ktで、降下中においてほぼこの付近で安定していたが、このころから増加し始めた。	(F L 3 6 1 を降下中)	
		(F L 3 6 2 を降下中)		
55'07" 00'04"		(垂直加速度 : - 0.55 G)		
		ピッチ角がこの降下中、機首下げ側で最大 - 10.8度となった。この後、徐々に機首上げの方向にもどされた。(F L 3 6 2 を降下中)	(F L 3 6 0 を降下中)	
55'08" 00'03"	A機のFLは362表示。	燃料流量は、アイドル付近の値に低下していた。		
		急速な降下となり、本降下中、DFDR記録限度値の8,192ft/minの降下率を示した。		
		(垂直加速度 : + 1.33 G)	(F L 3 5 9 を降下中)	
		(F L 3 6 0 を降下中)	機首が引き上げられたことから、高度の低下率がわずかとなった。	
55'09" 00'02"			T C A S 情報表示器上で、A機のシンボルが消えた。	B機のTCASにおいて、連続してA機からの信号を受信できなかったため、トラックドロップとなり、表示が消えた。
		(F L 3 5 8 を降下中)	(F L 3 5 8 を降下中)	
55'10" 00'01"			A機のシンボルが再表示された。	その後、再受信され、再表示された。
		(F L 3 5 7 を降下中)	(F L 3 5 8 を降下中)	
55'11" 00'00"		B機と最接近した。	A機と最接近した。	
		(F L 3 5 5 を降下中)	(F L 3 5 7 を降下中)	
		(F L 3 5 4 を降下中)	(F L 3 5 7 を降下中)	
55'12"	B機のFLは359表示。	C A S が本降下中最大の299ktに達した。		A機はB機の下側を通過した。
55'13"				

時刻 残時間	東京ACC	A機	B機	その他参考情報
55'13" (続き)		燃料流量は、アイドル付近の値で、ピッチ角は - 5.5° まで戻された。 (FL353を降下中)	(FL356を降下中)	
55'15"		<u>RAがTAとなり、CLR CFT (クリアフライト) となった。</u>		
55'17"		(垂直加速度: +1.59G)		
55'18"		ピッチ角が正の値となり始めた。 (FL348付近まで降下)		
55'20"		(FL348付近を維持)		
55'21"		上昇に移り始めた。	RAが作動したこと、現在降下していること、及び再び上昇するとの通報があった。(この通報は、便名は含んでいなかったが、解析の結果、B機からのものと判明した。)	
55'29"	訓練監督者 「日本航空90・・・8便、了解」	-----	FL353付近まで降下していたが、26秒ごろには上昇し始めた。	908便はなかった。
55'32"		「関連機は解消しました。」		
55'36"	訓練監督者 「A機、了解。」			
その後		オート・パイロット オート・スロットル それぞれ再エンゲージ DC-10型機とのニアミスがあった旨を通報。 負傷者が発生しているため東京国際空港へ引き返すことを要求し、了承された。 16時44分、同空港に着陸した。	オート・パイロット オート・スロットル それぞれ再エンゲージ 16時32分、新東京国際空港に着陸した。	

TCAS の運用に係る関連資料 I (AIC)

006/01

航空機衝突防止装置(ACAS II)の運用について

平成11年1月28日0000JSTから、ACAS IIの運用が以下のとおり実施される。

なお、本AICの発行と同時に、平成13年1月6日付AIC No02/01を取り消す。変更部分は矢印により表示される。

1. ACAS II運用の実施

東京FIR又は那覇FIR内を飛行する全てのACAS II装備機のパイロットは、可能な限り本AICに基づき必要な情報を満たさなければならない。

2. ACAS IIの装備要件

ACAS IIは、国際民間航空条約第10付属書第IV部の規定に適合するものであること。

3. パイロットの要件

ACAS IIの運用を実施するパイロットは、ACAS II訓練を終了していること。

4. パイロットがとるべき措置

(1) パイロットは、以下の手順に従うこと。

- a. パイロットは、トラフィックアドバイザリー（以下、「TA」という。）により自機の回避操作を行ってはならない。なお、接近する航空機の目視確認に努めるとともに、管制機関から交通情報の提供がない場合は、当該管制機関に対し確認することが望ましい。
- b. パイロットがレゾリューションアドバイザリー（以下「RA」という。）により回避操作を実施する場合には、衝突のおそれのある航空機の目視確認に努めるとともに自機が変更しようとする方向の外部監視も行うこと。
- c. RAにより高度を変更する場合、その変更は必要最小限にとどめること。
- d. RAによりパイロットが管制指示高度を逸脱し、その後衝突の危険が回避された場合には、直ちに所定の管制指示高度に復帰すること。また無線電話による管制機関へ可及的速やかにその旨の報告をすること。なお、管制機関への連絡に当たっては、以下の用語例に従うこと。

006/01

Operation of the Airborne Collision Avoidance System(ACAS II)

WEF 1500UTC 27 JAN 1999, ACAS II will be operated as follows.

This AIC supersedes AIC No02/01 dated 6 JAN 2001.

A change is indicated by arrow.

1. Operational use of ACAS II

Pilots shall observe this AIC as possible when they execute operational use of ACAS II in Tokyo FIR or Naha FIR.

2. Requirements for ACAS II equipments

ACAS II equipments shall comply with the requirements as defined by Annex 10, Volume IV to the Convention on International Civil Aviation.

3. Requirements of pilots

Pilots shall not execute operational use of ACAS II unless the training for it has been completed.

4. Procedures to be followed by pilots

(1) Pilots shall comply with the following procedures:

- a. Pilots shall not manoeuvre their aircraft in response to a Traffic Advisory(TA) only. However, pilots shall search for the approaching traffic, and also it will be preferable to make confirmation to the ATC if you don't have ATC traffic information.
- b. In the event of a Resolution Advisory(RA) to alter the flight path, the search for the conflicting traffic shall include a visual scan of the airspace into which own ACAS aircraft might manoeuvre.
- c. The alteration of the flight path shall be limited to the minimum extent necessary to comply with the RA.
- d. Pilots who deviate from an ATC clearance in response to an RA shall promptly return to the terms of the previous ATC instruction or clearance when the conflict is resolved and they shall notify the appropriate ATC unit by the use of the following phraseologies as soon as possible on the radio frequency.

状況(Circumstances)	用語(Phraseologies)
ACAS RAに従って高度変更を行った場合 after modifying vertical speed to comply with an ACAS RA	TCAS CLIMB (or DESCENT)
ACAS RAの応答後「Clear of Conflict」となったとき after ACAS "Clear of Conflict" is announced	RETURNING TO (assigned clearance)
ACAS RAに応答後、RAが消失したとき after the response to an ACAS RA is completed	TCAS CLIMB (or DESCENT), RETURNING TO (assigned clearance)
ACAS RAの応答後、現行の高度承認に戻ったとき after returning to clearance after responding to an ACAS RA	TCAS CLIMB (or DESCENT), COMPLETED (assigned clearance) RESUMED
ACAS RAに答うため、管制承認/指示に従えないとき when unable comply with a clearance because of an ACAS RA	UNABLE TO COMPLY, TCAS RA
(注) 慣用語彙として使用する場合は「ACAS」に替えて「TCAS」を使用する。	NOTICE: "TCAS" should be used as AUC phraseology instead of "ACAS".

- (2) パイロットは、RA発生後に原則として別添の形式の報告書(RAレポート)を所定に提出すること。
- a. 本運用における望みのパイロットは航空会社の安全の向上に役立つための用いられ、情報は保守される。
- b. RAレポートは、異常接近報告とは別個に提出されるべきものである。

5. 運航者がとるべき措置

- (1) 運航者は、詳細な操作手順を型規程に規定すること。
- (2) 運航者は、パイロットから提出されたRAレポートを速やかに下記の住所まで送付すること。
- なお、ACAS IIのソフトウェアバージョン名が既知である場合は、RAレポートにそのバージョン名を加えて送付すること。

T10089-8
 東京都千代田区豊2-1-3
 国土交通省航空局保安課特別課
 TEL (03)5253-8740
 FAX (03)5253-1665

6. パイロットの責任

RAにより管制指示高度から逸脱を行う場合、パイロットは航空法第96条第1項の規定には問われない。

7. 管制官の責任

航空機がRAにより管制指示高度から逸脱している間、管制官は当該機と回避要件により影響を受ける他の航空機との間における管制間隔の設定についての責任を有しない。

管制官の管制間隔設定の責任は、次の場合に再び生ずる。

(1) 航空機が回避を終了し、指示高度に復帰したとき。

(2) 航空機から回避を終了した旨の通報がある、当該機と他の航空機との間に管制間隔が設定されていることが管制官に確認されたとき。

- (2) Pilots shall file RA reports using the attached form or equivalent on each occurrence of an RA
- a. Individual data will be used only for advance of air traffic safety and will be treated as confidential.
- b. RA reports will be used independently of "Near Collision Reports" of which procedures remain unchanged.

5. Aircraft operators involvement

- (1) Operators shall stipulate detailed ACAS II operational procedures in each Airline Operations Manual.
- (2) Operators shall collect all RA reports referred to in 3.(2) above and distribute them as soon as possible to the following address.
- If the version of ACAS II software is known, it shall be added to RA reports.

Air Traffic Control Division, Air Traffic Services Dept.
 Civil Aviation Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport
 2-1-3 Kasumigasaki, Chiyoda-ku Tokyo, Japan 100-8518
 TEL (03)5253-8740
 FAX (03)5253-1665

6. Pilot responsibility

When RA is initiated and pilot deviates from ATC clearance, the pilot is not considered to be violating against the Civil Aeronautics Law, article 96-1.

7. Controller's responsibility during an RA

Once an aircraft departs from an assigned ATC clearance in compliance with an RA, a controller ceases to be responsible for providing ATC separation between that aircraft and other aircraft affected by the direct consequence of that RA manoeuvre. Controller's responsibility for providing separation for all affected aircraft resumes when either:

(1) the aircraft returns to the assigned clearance, or

(2) the pilot reports a controller ATC that RA manoeuvre is completed and the controller confirms that separation is established.

T C A S の運用に係る関連資料 2 (P A N S - O P S)

国際民間航空条約第 6 附属書補足編である P A N S - O P S、第 1 巻 パート 第 3 章 A C A S 装置の運用 (OPERATION OF ACAS EQUIPMENT) には以下の記載がある。

3.1 GENERAL

3.1.1 The information provided by airborne collision avoidance system (ACAS) is intended to assist pilots in the safe operation of aircraft.

3.1.2 Nothing in the procedures specified in 3.2 hereunder shall prevent pilots-in-command from exercising their best judgement and full authority in the choice of the best course of action to resolve a traffic conflict.

3.2 USE OF ACAS INDICATIONS

ACAS indications are intended to assist the pilots in the active search for, and visual acquisition of, the conflicting traffic, and the avoidance of potential collisions. The indications generated by ACAS shall be used by pilots in conformity with the following safety considerations:

- a) pilots shall not manoeuvre their aircraft in response to traffic advisories only;

Note 1. - Traffic advisories are intended to assist in visual acquisition of conflicting traffic and to alert the pilot to the possibility of a resolution advisory.

Note 2. - The above restrictions in the use of traffic advisories is due to the limited bearing accuracy and to the difficulty in interpreting altitude rate from displayed traffic information.

- b) in the event of a resolution advisory to alter the flight path, the search for the conflicting traffic shall include a visual scan of the airspace into which own ACAS aircraft might manoeuvre;
- c) the alteration of the flight path shall be limited to the minimum extent necessary to comply with the resolution advisories;
- d) pilots who deviate from an air traffic control instruction or clearance in response to a resolution advisory shall promptly return to the terms of that instruction or clearance when the conflict is resolved and shall notify the appropriate ATC unit as soon as practicable, of the deviation, including its direction and when the deviation has ended.

Note. - The phraseology to be used for the notification of manoeuvres in response to a resolution advisory is contained in the PANS-ATM (Doc 4444), Chapter 12.

別添 5

T C A S の運用に係る関連資料 3 (P A N S - R A C)

(注) P A N S - R A C は、2001年11月から P A N S - A T M として改訂されている。

(1) 国際民間航空条約第2及び第11附属書補足編である P A N S - R A C パート においては、T C A S と航空管制の関係について以下の記載がある。

(抜粋)

19.1 The procedures to be applied for the provision of air traffic services to aircraft equipped with ACAS shall be identical to those applicable to non-ACAS equipped aircraft. In particular, the prevention of collisions, the establishment of appropriate separation and the information which might be provided in relation to conflicting traffic and to possible avoiding action shall conform with the normal ATS procedures and shall exclude consideration of aircraft capabilities dependent on ACAS equipment.

19.2 When a pilot reports a manoeuvre induced by an ACAS resolution advisory, the controller shall not attempt to modify the aircraft flight path until the pilot reports returning to the terms of the current air traffic control instruction or clearance but shall provide traffic information as appropriate.

Note 1. - The ACAS capability of an aircraft will not normally be known to air traffic controllers.

Note 2. - Operating procedures for use of ACAS are contained in PANS-OPS(Doc 8168), Volume , Part , Chapter 3.

Note 3. - The phraseology to be used by controllers and pilots is contained in Part , 3.1.2.

(2) I C A O P A N S - R A C パートX Phraseologies 3.1.2 に規定されている用語は以下のとおりである。

<i>Circumstances</i>	<i>Phraseologies</i>
...after modifying vertical speed to comply with an ACAS resolution advisory (Pilot and controller interchange)	*TCAS CLIMB(or DESCENT) ; (<i>acknowledgement</i>);
...after ACAS "Clear of Conflict" is annunciated (Pilot and controller interchange)	*RETURNING TO (<i>assigned clearance</i>); (<i>acknowledgement</i>) (<i>or alternative instructions</i>) ;
...after the response to an ACAS resolution advisory is completed (Pilot and controller interchange)	*TCAS CLIMB (or DESCENT), RETURNING TO (<i>assigned clearance</i>) ; (<i>acknowledgement</i>) (<i>or alternative instructions</i>) ;
...after returning to clearance after responding to an ACAS resolution advisory (Pilot and controller interchange)	*TCAS CLIMB(or DESCENT), COMPLETED (<i>assigned clearance</i>) RESUMED; (<i>acknowledgement</i>) (<i>or alternative instructions</i>) ;
...when unable to comply with a clearance because of an ACAS resolution advisory (Pilot and controller interchange)	*UNABLE TO COMPLY, TCAS RESOLUTION ADVISORY ; (<i>acknowledgement</i>) .
	*Denotes pilot transmission.

本事故調査の経過報告時における建議

平成13年6月22日に、国土交通大臣に対し本事故調査の経過報告を行ったが、その際に、以下の建議を併せて行った。

国土交通大臣
扇 千 景 殿

航空事故調査委員会
委員長 佐藤 淳 造

日本航空株式会社所属ボーイング式747-400D型JA8904
の航空事故に係る建議について (建議第14号)

平成13年1月31日、静岡県焼津市南南西18km付近の駿河湾上空で発生した標記の航空事故は、他の航空機との異常な接近が係わって発生したものであり、当委員会としては、事故発生以来、航空交通管制、航空機の運航、航空機衝突防止装置の作動状況を含め、考えられるあらゆる事実情報に関して多角的に調査を行うとともに、鋭意解析を続けているところである。

現在、当委員会においては調査の過程にあることから、個々の事実情報と原因との関連については、予断を排し、今後の慎重な調査に委ねることが不可欠であるが、現時点において推定される事故発生地点付近の主要な飛行状況等を述べると、次のとおりである。

JA8904(以下「同機」という。)は、管制機関の指示に従って上昇中、新たに管制機関により降下するよう指示を受け、これに従って降下するための操縦操作が行われた直後、航空機衝突防止装置の上昇指示が作動した。

その後、同機は、管制機関の指示のとおり降下を継続したが、航空機衝突防止装置の回避指示とは逆の操作を選択したこととなった。

この間、同機は、他機と接近しつつあったが、他機は、航空機衝突防止装置の回避指示に従って降下した。

同機はそのまま降下を続け、他機も降下を続けたため、両機は、ほぼ同高度で降下を続けた状態となって接近していった。

その後、両機がすれ違う直前、同機は急速な降下を行い、他機は機首を上げる操作を行った状態ですれ違った。

また、以上のような状況下において、進路の変更を求めた管制機関からの指示に対する応答がなかったこと等、管制機関と航空機との間の意思疎通が確実に行われなかった点も見られた。

以上の経過に鑑み、今後、同様な事故の発生を防止するため、本事故調査の終了を待つことなく、航空事故調査委員会設置法第22条の規定に基づき、関係当局が早急に検討し、所要の措置を講ずるべき事項として下記のとおり建議する。

記

(意思疎通)

- 1 航空機同士が異常に接近する可能性が予測される場合のように、緊急性が高く、かつ緊張を伴いながら特定の事柄への集中を必要とする場合において、管制機関と航空機との間の意思疎通が迅速かつ確実に行えるような通信手段及び交信方法のあり方について検討すること。

(教育・訓練)

- 2 上記1の検討状況を踏まえ、管制機関と航空機との間の連携を向上するための教育・訓練のあり方について検討し、所要の改善措置を講ずること。

(実態調査)

- 3 航空機が飛行中、航空機衝突防止装置の回避指示が作動した場合の対応の実態について調査し、管制業務、航空機操縦及び航空機衝突防止装置の設計・研究に従事する者の三者の間で分析するとともに、必要に応じ、改善のための方策について検討すること。