

# 航空重大インシデント調査報告書

全日本空輸株式会社所属	JA8099
ノースウエスト航空会社所属	N645NW
航空自衛隊第2輸送航空隊第402飛行隊所属	78-1025
個人所属	JA4060
	(接近)
個人所属	JA3828

平成18年3月31日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、全日本空輸株式会社所属JA8099他3件の航空重大インシデントに関し、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附属書に従い、航空・鉄道事故調査委員会により、航空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、本事案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

全日本空輸株式会社所属 JA8099

# 航空重大インシデント調査報告書

所 属 全日本空輸株式会社  
型 式 ボーイング式 747 - 400D 型  
登録記号 JA8099  
発生日時 平成16年7月15日 15時56分ごろ  
発生場所 大阪国際空港

平成18年3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 楠 木 行 雄  
委 員 加 藤 晋  
委 員 垣 本 由紀子  
委 員 松 尾 亜紀子

## 1 航空重大インシデント調査の経過

### 1.1 航空重大インシデントの概要

本件は、航空法施行規則第166条の4第9号に規定された「航空機内における火炎又は煙の発生及び発動機防火区域内における火炎の発生」に該当し、航空重大インシデントとして取り扱われることとなったものである。

全日本空輸株式会社所属ボーイング式747 - 400D型JA8099は、平成16年7月15日(木)、同社の定期31便として、東京国際空港を離陸し、15時54分に大阪国際空港に着陸した。その後、補助動力装置を始動して、スポット・イン後、キャビン後方の客室乗務員より、異臭が報告された。点検の結果、機体後方貨物搭載室左側面の汚水タンク裏側で、14本の電線の焼損が発見された。

搭乗者の負傷 なし  
航空機の損壊 機体 小破 火炎発生あり

### 1.2 航空重大インシデント調査の概要

### 1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成16年7月16日、本重大インシデントの調査を担当する主管調査官ほか1名の航空事故調査官を指名した。

### 1.2.2 外国の代表、顧問

本調査には、重大インシデント機の設計・製造国である米国の代表が参加した。

### 1.2.3 調査の実施時期

平成16年7月16日	現場調査及び口述聴取
平成16年7月20日	口述聴取
平成16年8月3日	口述聴取
平成16年8月4日	口述聴取
平成16年8月9日	口述聴取
平成16年9月16日	現場調査
平成16年10月13日	現場調査
平成17年4月21日	クランプ及び電線の調査

### 1.2.4 経過報告

平成17年7月29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い公表した。

### 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。

### 1.2.6 調査参加国への意見照会

調査参加国に対し意見照会を行った。

## 2 認定した事実

### 2.1 飛行の経過

全日本空輸株式会社（以下「同社」という。）所属ボーイング式747-400D型JA8099（以下「同機」という。）は、平成16年7月15日、同社の定期31便として、東京国際空港から大阪国際空港（以下「同空港」という。）に向けて飛行

し、同日15時54分に同空港に着陸した。

東京空港事務所に通報された飛行計画の概要は、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、移動開始時刻：15時00分、巡航速度：475kt、巡航高度：FL220、経路：KZE（木更津VOR/DME）～TAURA（位置通報点）～HYE（横須賀VOR/DME）～LHE（浜松VOR/DME）～V17（航空路）～XMC（河和VORTAC）～OHDAI（位置通報点）～YAMAT（位置通報点）～IKOMA（位置通報点）、目的地：大阪国際空港、所要時間：0時間39分、代替飛行場：関西国際空港、持久時間で表された燃料搭載量：2時間18分

同機には、機長ほか乗務員13名、乗客266名、計280名が搭乗し、同機の操縦室には、機長がPF（主として操縦業務を担当する操縦士）として左操縦席に、副操縦士がPNF（主として操縦以外の業務を担当する操縦士）として右操縦席に着座していた。

飛行の経過は、飛行記録装置（以下「DFDR」という。）操縦室用音声記録装置（以下「CVR」という。）及び航空機状態監視システム（以下「ACMS」という。）並びに乗務員及び担当整備士の口述によれば、概略次のとおりであった。

#### 2.1.1 DFDR、CVR及びACMSの記録並びに関係者の口述による着陸後の経過

15時53分59秒、同空港滑走路32Lに着陸した。

15時55分53秒、同空港A-2誘導路上で、補助動力装置（以下「APU」という。）を始動させた。

15時56分ごろ、機長がEICAS<sup>（注1）</sup>で“ELEC UTIL BUS L”アドバイザリー・メッセージ<sup>（注2）</sup>（以下“UTIL BUS L”メッセージ」という。）を確認した。

15時57分06秒、9番スポットへ、スポット・インを完了した。

15時58分19秒、機長より同機便担当整備士<sup>（注3）</sup>へ不具合を連絡した。

15時59分ごろ、乗客が降機を始めた。

16時01分ごろ、機内最後方で客室乗務員（以下「CA」という。）が異臭を感じた。

16時03分36秒、客室最後方左側ドア（以下「L-5」という。）担当CAより、機長へ異臭の報告を行った。

16時07分ごろ、乗客が降機を完了した。

16時19分ごろ、EICAS上でBAT CHARGER APU<sup>（注4）</sup>及びBAT CHARGER MAIN<sup>（注5）</sup>ステータス・メッセージを便担当整備士が確認

した。

16時28分ごろ、 便担当整備士が、APUを停止させた。

16時45分ごろ、 機体電源を停止させた。

22時25分ごろ、 焼損箇所を発見した。

(注1) E I C A S (Engine Indication and Crew Alerting System) とは、エンジン及び機体のシステムの作動状態を表示するとともに、各種システムの状態をコンピューターが自動的にモニターし、異常状態の発生を視覚的かつ聴覚的にパイロットに知らせる機能を統合したシステムである。

(注2) “ELEC UTIL BUS L” アドバイザリー・メッセージとは、左側UTIL BUS電気系統またはGalley Bus電気系統の不具合をE L C U (Electrical Load Control Units) が検知し、UtilityまたはGalley Busに電力供給を停止した場合、E I C A Sに表示される。

電力供給停止条件は、A P U始動後に三相電力供給ラインで、三相間の位相差が許容値を超えた場合、三相電流値の差が許容値を超えた場合及び過電流になった場合である。

(注3) 便担当整備士とは、航空機の到着から出発までの飛行間における定例的な整備作業や航空機送り出し業務を行うために、便毎に指名される整備士と同社では定めている。

(注4) “BAT CHARGER APU” とは、APU BAT CHARGER サーキット・ブレーカー（以下「CB」という。）より下流へ電力供給が停止された場合等に表示されるステータス・メッセージで、同社の飛行機運用規程では、Engine Start前に当該メッセージが発出された場合、運航できないとされている。

(注5) “BAT CHARGER MAIN” とは、MAIN BAT CHARGER CBより下流へ電力供給が停止された場合等に表示されるステータス・メッセージで、同社の飛行機運用規程では、Engine Start前に当該メッセージが発出された場合、運航できないとされている。

## 2.1.2 乗務員及び担当整備士の口述

### (1) 機長及び副操縦士

当日は、通常どおりの運航で、飛行中気になるような揺れや雷などもなかった。同空港の滑走路32Lに着陸後、A-2誘導路の辺りに来た時点で、着陸後点検を実施し、問題はなかった。APUをA-2誘導路付近で始動させ、その後、E-3誘導路を通り、9番スポットの少し手前付近で、E I C A Sに“UTIL BUS L”メッセージが表示された。オーバー・ヘッド・パネルを確認したら、“UTIL BUS L” OFF注意灯（注6）（以下「“UTIL BUS-L” OFF

ライト」という。)も点灯していた。スポットまで約1分くらいの距離であったので、そのまま9番スポットにスポット・インした。この時、APU関係の不具合メッセージ等は表示されていなかった。

スポット・イン後、機上インターホンで、地上にいる便担当整備士にEICASメッセージが表示されたことと、“UTIL BUS L”OFFライトが点灯している旨、連絡した。すべての乗客の降機が終わる前に、CAから、客室最後方付近で異臭がある旨、連絡があった。それから、乗客降機完了の報告があった。降機の際、客室中央左側ドアや客室最前方左側ドア(以下「L-1」という。)付近でも、かすかに異臭がした。

(2) L-5担当CA

同空港での着陸は、いつもよりは衝撃が大きかった。乗客が降機を始め、最後方客室の乗客がいなくなった旨、前方のCAに報告した後、客室最後方右側ドア担当のCAから「何かにおわないか」と問われて、自分でも異臭を確認し、L-1に出向き、L-1担当チーフ・パーサーに対し、スポットイン後、電熱線が焦げたような異臭が客室後方で発生しており、その異臭が徐々に前方キャビンに広がっていることを伝えた。

そしてL-1のインターホンを使って、機長に状況を報告した。

(3) 便担当整備士

スポット・イン後、乗務員より機上インターホンで、「着陸して、APUを始動後、EICASの“UTIL BUS L”メッセージが表示され、現在も表示されている」旨と、着陸後、「後方キャビンにて異臭が発生している」旨の連絡があり、同内容を無線で事務所に連絡した。

乗客の降機後、操縦室に行き、EICASで表示されたメッセージを確認している時に、EICASに“BAT CHARGER APU”と“BAT CHARGER MAIN”というステータス・メッセージが現れた。このメッセージを詳しく調べるため、更にCMC(注7)を参照すると、“APU BATTERY CHARGER FAIL”及び“MAIN BATTERY CHARGER FAIL”のメッセージが表示されていた。

再度、無線で事務所に連絡し、外部電源を接続し、機体電源を外部電源に切り替えた後、APUをシャットダウンした。そして、機長に状況を説明し、約5分後に再度操縦室に行ってCMCメッセージを印刷後、16時45分ごろ機体電源をOFFにした。

(4) 不具合担当整備士(注8)

同機に不具合が発生したようなので、状況を確認の上、整備処置をとるよう、ライン・マネージャーから指示があり、同機へ向かった。

スポット・イン後、乗客が降機中にMEC(Main Equipment Center)に

あるCMCで状況を確認した。そこには、“#2 Galley Not Powered”が表示されており、便担当整備士から無線で受けていた内容と合致していた。

乗客が降機後、操縦室に行って確認したところ、EICASに“UTIL BUS L”メッセージが表示され、オーバー・ヘッド・パネルの“UTIL BUS L”OFFライトが点灯していた。すぐにMECにあるCBパネルで、ギャレー及びユーティリティー関連のCBが正常に入っていることを確認したが、この時、同じP180CBパネルにある“DC1 Distribution”CB(15A)が抜けていることを発見し、リセットしようとしたが、すぐに抜け出しリセットできなかった。

便担当整備士からは、着陸後、異臭がしたようだという話を聞いていたので、L-5付近に行き、確認したところ、電線の焦げたような臭いがした。APUは乗務員が着陸後始動させ、ずっと作動させたままであったが、便担当整備士がCMCで、“APU BATTERY CHAGER FAIL”及び“MAIN BATTERY CHAGER FAIL”のメッセージを確認したことから、この時に機体電源の供給をAPUから外部電源に切り替えていた。外部電源に切り替えてから、異臭が減ったか否かについての確認はしなかった。その後、詳細な点検を実施し、同日22時25分ごろ、後方貨物搭載室(以下「バルク・カーゴ」という。)横の後方汚水タンク裏側で、電線束の焼損を含む火炎痕が発見された。さらに、詳細点検を実施したところ、MEC内P514CBパネルで、“AC 1-GSB”CB(50A)が抜けているのが発見された。

本重大インシデントの発生場所は、同空港のA-2誘導路上であった。発生時刻は、15時56分ごろであった。

(注6)“UTIL BUS-L”OFF注意灯は、UTIL BUS L保護回路により、左側ELCUが、電力供給を停止しているときに点灯する。

(注7)CMCとは、Central Maintenance Computerの略で、主な機能としては、装備品の故障情報を記録・表示するなどがある。

(注8)不具合担当整備士とは、発生した不具合の処置のため、不具合内容に応じて便担当整備士とは別に指名される整備士。

(付図1、3、4及び写真1、2参照)

## 2.2 人の負傷 なし

## 2.3 航空機の損壊に関する情報

(1) バルク・カーゴ横のストリンガー34Lと交差するステーション(以下

「STA」という。) 2120の胴体フレーム付近で、14本をまとめ一つに束ねられた電線束の焼損、断線及び断熱材の一部に焼損が生じていた。

- (2) 電線束を機体に固定していた金具(以下「クランプ」という。)が損傷し、一部が溶融していた。
- (3) (1)、(2)の焼損付近にある、フレーム部材間を接続する継ぎ板の一部及びクランプ取付け用金具(以下「ブラケット」という。)の一部が溶融していた。
- (4) (1)の焼損部分から機首方向に約40cmの位置で、電線束の内9本の電線が焼損し、破断していた。

(付図3及び写真2、3、4、5、6参照)

## 2.4 航空機乗組員等に関する情報

- (1) 機長 男性 51歳

定期運送用操縦士技能証明書(飛行機)	平成7年2月14日
限定事項 ボーイング式747-400型	平成16年5月25日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成17年1月16日
総飛行時間	13,436時間26分
最近30日間の飛行時間	56時間52分
同型式機による飛行時間	91時間02分
最近30日間の飛行時間	56時間52分
- (2) 副操縦士 男性 36歳

定期運送用操縦士技能証明書(飛行機)	平成15年2月21日
限定事項 ボーイング式747-400型	平成11年11月22日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成16年7月29日
総飛行時間	5,672時間57分
最近30日間の飛行時間	18時間09分
同型式機による飛行時間	2,433時間30分
最近30日間の飛行時間	18時間09分

## 2.5 航空機に関する情報

### 2.5.1 航空機

型 式	ボーイング式747-400D型
製造番号	25292
製造年月日	平成3年11月14日

耐空証明書

第 98 - 025 号

有効期限

平成 10 年 11 月 27 日から整備規程（全日本空輸株式会社）の適用を受けている期間

耐空類別

飛行機輸送 T

総飛行時間

30,241 時間 04 分

定時点検(C整備<sup>(注9)</sup> 平成 16 年 7 月 11 日実施)後の飛行時間

22 時間 04 分

(注 9) C 整備とは、運航を数日間中止して行われる整備で、その内容は、諸系統の配管、エンジン、着陸装置などについて入念な点検が実施されるほか、機体構造の検査、各部の給油、装備品の時間交換などが行われる。同社では、同型機の場合、6000 飛行時間又は 18 ヶ月いずれか早いほうの間隔で C 整備を行うと定めている。

(付図 2 及び写真 1 参照)

## 2.5.2 重量及び重心位置

重大インシデント当時、同機の重量は 464,000 lb、重心位置は 19.3% MAC と推算され、いずれも許容範囲（最大着陸重量 584,000 lb、インシデント当時の重量に対応する重心範囲 16.1 ~ 26.8% MAC）内にあったものと推定される。

## 2.5.3 燃料及び潤滑油

燃料は航空燃料ジェット A - 1、潤滑油は B P ターボ・オイル 2197 であった。

## 2.6 DFDR 及び CVR に関する情報

同機には、米国フェアチャイルド社製 DFDR（モデルナンバー：Model F800）及び米国 L - 3 コミュニケーション社製 CVR（モデルナンバー：FA2100）が装備されていた。

DFDR 及び CVR には、重大インシデントに関連のあるデータや音声記録されていた。

## 2.7 損壊の細部状況等

### 2.7.1 同機の電線焼損に至るまでの不具合経歴

同機は、米国ボーイング社で 1991 年に新規製造され、1992 年 1 月 14 日に登録後は同社にて運航されており、現在に至るまで今回焼損した電線束について交換等が実施された記録はない。

また、同機の航空日誌を確認したところ、今回の重大インシデント直近のC整備が行われる前の約1年間では、運航中に“ELEC UTIL BUS”に関連する不具合は発生していないが、C整備実施翌日の平成16年7月12日以降、本重大インシデント発生までの4日間で合計19便運航され、うち9便で電気系統の不具合が発生していた。

当該航空日誌によると、不具合内容は、いずれも地上において、EICASの“UTIL BUS L”メッセージが表示されたというものであり、9便すべてでAPU始動後に当該メッセージが表示されたというものであった。

同社の飛行機運用規程においては、一度だけユーティリティー・パワー・スイッチをいったんOFFとし、再度ON(以下「リセット」という。)することは許容されており、これら表示されたメッセージは、いずれも当該リセットにより消えていた。

また、同社はFIM<sup>(注10)</sup>に規定された手順に従って関連ユニット交換などの整備処置を施したことにより、当該メッセージはその都度復旧していた。しかしながら類似不具合の発生が続き、同社は監視事項として監視を継続しながら同機の運航を行っていた。

(注10) FIM (Fault Isolation Manual) とは、整備士が、操縦室に表示されたメッセージ、整備用のブラックボックスのメッセージ及び不具合コード等からフローチャート式手順に従い故障の原因を探求する手順を記したものである。

## 2.7.2 本重大インシデント時、焼損を受けた電線について

電線束の内訳は、以下のとおりである。

- (1) 電線番号 W4812-001/-002/-003/-004 の4本はいずれも銅製24番線<sup>(注11)</sup>である。TRU(Transformer Rectifier Unit)を通し、APUスターターへの電力線に流れる電流をモニターする為のピックアップラインである。電流測定器(以下「CT」という。)からELCUに至る。
- (2) 電線番号 W4812-005/-006/-007 の3本はいずれも銅製8番線である。TRUを通してAPUスターターへの3相交流による電力線である。TRU上流にあるCBよりも上流で焼損し、最も焼損が進んでいた。
- (3) 電線番号 W4812-008 は銅製10番線の単相交流ラインである。TRUを通してAPUを始動する際、電源監視を行うための検知ラインである。
- (4) 電線番号 W4812-009/-011 はそれぞれ銅製20番線の直流ラインである。TRUを通してAPUを始動する際、TRU冷却ファン・リレーをコントロールするためのライン及びGALLEY PWR/TRUの電力ライン切換コントロール・ラインである。

- (5) 電線番号 W4817-001/-002/-003 はアルミニウム製4番線の3相交流ラインであり、APUバッテリーの充電器に至る。最上流には50アンペアのCBがあり、今回焼損した電線の中では最も直径が大きい。
- (6) 電線番号 W4817-004 は銅製10番線の直流ラインである。汚水タンクのブLOWER及びトイレ水洗のコントロール・ラインである。
- (注11) 番線とは、電線の太さを表す単位の一つで、最も太い線を1番線とし、番手が大きくなると細くなる。
- (付図4及び写真3参照)

### 2.7.3 本重大インシデント時における電線その他焼損の詳細状況

- (1) 2.3で記述したとおり、焼損した電線束は、バルク・カーゴ左側面にある汚水タンク裏側のSTA2120、ストリンガー34L付近で、胴体フレームに取付けられたアルミニウム製ブラケットにゴム製のカバーの付いたステンレス製クランプで束ね、固定されていた。

焼損した電線束は、当該クランプの約8cm後方から機首方向へ約40cmの間、ほとんどの電線に焼損があり、うち電線番号W4812-001/-002/-004/-005/-006/-008/-009/-011及びW4817-002/-003/-004の合計11本が当該クランプの中で焼損し、破断していた。

ステンレス製クランプの金属部の一部は溶融していた。溶融部を覆っていたゴムは焼失し、その周りのゴム部は内側で極端に薄くなっていた。

また、STA2120、ストリンガー34L付近から機首方向に約32cmの位置で、電線番号W4812-003/-005/-006/-007/-009/-011及びW4817-001/-003/-004の合計9本の電線が焼損し、破断していた。

- (2) STA2120、ストリンガー34L付近にある、フレーム部材間を接続する継ぎ板の一部及びクランプ取付け用アルミニウム製ブラケットの一部が熱によって溶融していた。
- (3) STA2120のフレーム前方付近断熱材(中綿:BMS 8-48 type , grade A、カバー:BMS 8-142 type 1)が約30cm×50cmにわたり焼損していた。

(写真3、4、6参照)

### 2.7.4 CBの状況

次のCBが作動していた。

- (1) MEC内P514CBパネル: AC 1-GSB
- (2) MEC内P180CBパネル: DC1 Distribution

### 2.7.5 クランプ及びブラケットの焼損状況

ステンレス製クランプは、ブラケットに固定された状態で、約2cm下方方向に押し曲げられており、溶融したブラケットとほぼ同じ位置で、クランプの金属部分が、溶融していた。

(写真8-1、8-2参照)

### 2.7.6 クランプ内での電線結束状況

STA2120部位での電線結束状況は焼損していたため不明であるが、当該部位をはさむSTA2100及びSTA2140におけるクランプ内電線結束状況では、クランプの溶融位置に最も近い電線はW4812-005/-006/-007であった。

## 2.8 火災及び消防に関する情報

火災が発生したが、自然に鎮火し消火活動は行われなかった。

## 2.9 事実を認定するための試験及び研究

### 2.9.1 電線の焼損痕について

焼損した電線のうち、電線番号W4812-005/-006/-007及びW4817-001/-002/-003の焼損痕について詳細に調査した結果、次のことが認められた。

- (1) 電線W4812-005及び-006の負荷側の焼損部には、半断線<sup>(注12)</sup>を示す焼損痕があった。また、電線4812-005の電源側の焼損部には、熱痕<sup>(注13)</sup>があった。
- (2) 電線W4817-001の焼損部には、2次痕<sup>(注14)</sup>があった。
- (3) 電線W4817-002及び-003の負荷側の焼損部には、熱痕があった。

(注12) 半断線とは、電線が絶縁被膜内で断線し、この部分で「断」「続」を繰り返す状態、又は完全に断線しないまでも素線の一部が残っている状態。半断線コードでは断線側の線の負荷側線端には、必ずしも短絡痕が生ずるとは限らない。

(注13) 熱痕とは、火災熱によってできる溶痕で、短絡<sup>(注15)</sup>によるものでないため光沢がないのはもちろん、溶断箇所丸みがなく、溶融範囲が広く、溶滴の垂れ下がりなども顕著である。

(注14) 2次痕とは、火災熱等外部からの熱により絶縁破壊し、短絡することによって出来た溶痕。表面形態は、形状が球形でないか、光沢がないか、すべすべしていない。

(注15) 短絡とは、電線の絶縁被覆が損傷して、電線相互が直接接触した場合や

釘等の金属を介して電線相互がつながった場合等をいう。抵抗が非常に小さいため大電流が流れ、接触部分には溶痕ができる。

(注12～15)は、火災発生原因調査要領(電気火災編)財団法人消防科学総合センターより抜粋

#### 2.9.2 機体から取り卸された装備品の点検結果について

本重大インシデント発生に関連し、同機から取り卸された装備品について、点検を実施し、結果は以下のとおりであった。

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| (1) APU BATTERY CHARGER | 異常なし             |
| (2) APU BATTERY         | 異常なし             |
| (3) APU TRU             | 異常なし             |
| (4) ELCU-GALLEY FEEDER2 | サーキット・カード等の部品が焼損 |

#### 2.9.3 焼損したクランプ及び電線の詳細調査

本重大インシデントで焼損した電線及びクランプを同機の設計・製造会社へ送り、米国事故調査当局係官立ち会いの下、設計・製造会社の設備を使用して原因解析を行った。結果は、以下のとおりであった。

- (1) 焼損は、絶縁の破れた電線とブラケットが干渉したことにより、短絡が起こり、その際の高熱で火炎が発生した。
- (2) 電線束とブラケットがいつ頃から干渉したのかは、明らかにできなかった。
- (3) クランプが変形したことについては、何か曲げるような力が働いたことによる。

また、同社は、本重大インシデントに類する事例は過去に経験しておらず、同機の設計・製造会社に対し、他オペレーターから本重大インシデントと同様な、又は類似した事例の報告を受けたことがあるかどうかの照会を行ったが、「報告は受けていない」旨の回答があった。

### 2.10 その他必要な事項

#### 2.10.1 同機の最近の定期整備実施状況

同社の整備規程に基づく同機の直近の定期整備として、平成16年6月18日から7月11日まで、同機は、C整備及び腐食防止対策に係る構造検査を同社機体メンテナンスセンター(東京国際空港内)で実施されていた。このC整備の中で、今回電線束の焼損があったバルク・カーゴ左側側面の汚水タンク裏側のSTA2120付近において直接実施された整備作業はなかったが、STA2120近傍の整備現場に出入りするために、当該焼損にかかる場所に整備作業者が立入る事例が、電装

整備1件及び構造整備1件、計2件あった。

2.10.2 当該焼損にかかる場所に立入った整備関係者の口述は以下のとおりであった。

(1) 電装整備担当整備士

温度センサーが外れているという不具合を解消するための作業であった。作業場所は、後方汚水タンクの裏であった。共同作業者が、タンク後方の支柱と支柱の間から入り、立ち上がる余裕は全くなかったため、中に体を横向きにしながら這うようにして、所定の作業を実施し、同じ姿勢で出てきた。

私が作業リーダーだったので、共同作業者の後ろからいろいろとサポートし、状況を見守った。後ろから見ていた範囲では、作業者が出たあとも電線に特に異常は認められなかった。

(2) 構造整備担当整備士

STA1840から2100、ストリンガー29Lから34Lの間のフレームに対する構造の目視点検を実施した。

構造検査はストリンガーに足をかけて検査を行った。入ったのは、タンクの横からであった。前方からは狭くて入れなかった。出るときも同じタンクの横からであった。立ったままでは入ることが出来なくて、最初から横になって入った。目立つ電線なので、当然あることは認識し、踏んだりして傷つけないように気をつけていた。断熱材の取り外し、取り付けをしている間も体重をかけないように気をつけていた。しかし、全くさわらないようにというのは無理だと思う。整備実施後、出て来た後も電線の状態を再度点検し、異常のないことを確認した。

2.10.3 その他の情報

(1) 同社は、本重大インシデント直後、同社が使用する同機と同型式の機体(747-400を含む)全22機(重大インシデント機を除く)について、STA2120近傍及びその周辺を通る電線の状態点検を実施したが、不具合は発見されなかった。

その後、更にクランプの変形に注意し、同部位の詳細な点検を行ったところ、電線に不具合のあったものが1機、電線とブラケットが干渉しているものが3機、クランプ変形などの不具合があったものが14機あった。

不具合が電線にまで至っていたものは、クランプが外圧により下側に変形した結果、クランプのラバー部分をブラケットの鋭利な部分が貫通し、クランプ内を通る電線外皮の絶縁体に損傷を与えたものであった。

- (2) 現在、同型式機に係る同部位の電線の状態点検は、同社の整備規程に基づく整備要目として規定されていない。

(写真7参照)

### 3 事実を認定した理由

3.1 機長及び副操縦士は、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。

3.2 同機は、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。

3.3 東京国際空港から、同空港において、APUを始動させるまでの飛行については、機長及び副操縦士が口述しているように、通常どおりの運航であったと推定される。

3.4 クランプ内の電線束の配置について

2.8.6から、STA 2120におけるクランプ内での各電線配置で、クランプの溶融した金属部分に最も接近していた電線は、W4812-005/006/007であったと推定される。

3.5 電線焼損へ至る経緯

- (1) 2.7.1、2.10.2(1)、2.10.2(2)及び2.10.3(1)に記述したとおり、火炎が発生した場所は非常に狭いが、整備作業によっては出入りすることもある場所である。適当な足をかける場所もなく、中央付近には電線束が通っていたことから、ここを出入りする整備作業者は、電線束に十分注意していたとしても、無意識に足が当たるなどして、徐々にクランプが下方に押し曲げられ、ブラケットがクランプに損傷を与えていた可能性が考えられるが、直近のC整備作業時までは“ELEC UTIL BUS”に関連するような不具合は、発生していなかったと考えられる。又、2.10.1に記述したとおり、直近のC整備作業又はその準備において、ブラケットがクランプのゴム部分を貫通する不具合に進展した可能性が考えられる。

(2) C整備実施後の“UTIL BUS L”メッセージ表示について

2.7.1に記述したとおり、定期整備実施後、同機はAPU始動後に“UTIL

BUS L”メッセージを9回表示していた。

これは、2.9.1、3.4及び上記(1)に記述したとおり、W4812-005若しくは-006の芯線が半断線状態となり、APU始動時にそこを流れる三相電流値の差が許容値を超えたこと、又は、電流の位相差が許容値を超えたことにより、ELCUが電力供給を停止したため、その結果、Utility又はGalley Busに電力が供給されずに、“UTIL BUS L”メッセージが表示された可能性が考えられる。

APUは、APU始動時に必要な電力供給をELCUが切断しても、自動的にAPUバッテリーから始動に必要な電力供給を受けることができるため、APUが始動し、操縦室からリセットを行ったときは、RLY GALY TRU XFR (GALLEY TRU TRANSFER RELAY)の接点が正常な別の回路の方に切り替わるため、リセットが可能になり、通常の表示をしていた可能性が考えられる。

(3) 本重大インシデント時の“UTIL BUS L”メッセージ表示について

2.7.4、2.7.5、2.9.1、2.10.3(1)、3.4及び上記(2)に記述したとおり、ブラケットと電線が接触又は、半断線していたことで電線が発熱し、電線外皮の絶縁体は、損傷を拡大していた可能性が考えられる。また同機は、同空港着陸時の振動等により、絶縁体の破れたW4812-005又は-006の電線とブラケットが接触し、電氣的短絡状態になり、APU始動時に短絡電流又は離れる際のアーク放電<sup>(注16)</sup>により、電線、クランプ及びブラケットの金属部の一部が溶融したと推定される。この際に、W4817-004が焼損し、かつ上流側の電線が機体と短絡したため、MEC内P180パネルで、“DC1 Distribution”CB(15A)が作動したものと考えられる。

また、この電氣的短絡状態によって当該部から火炎が発生し、この火炎は付近の断熱材や埃に燃え移ったと考えられる。

2.9.2に記述したとおり、この時の短絡電流は、ELCU-GALLEY FEEDER2の内部の回路やサーキット・カード等部品に焼損を与えたと考えられる。

操縦室からリセットを行ったとしても、既にELCU-GALLEY FEEDER2が損傷しており、ELCU-GALLEY FEEDER2の下流へ電力が供給されずに、メッセージを発生し続けたと考えられる。

(4) 本重大インシデント時の“BAT CHARGER APU”メッセージ等表示について

2.1.1、2.1.2(3)、2.7.2、2.7.4、2.9.1及び上記(3)に記述したとおり、電氣的短絡状態による火花又は断熱材若しくは埃に燃え移った火炎が、STA 2120より約32cm機首よりの電線絶縁体の外皮を焼損させたため、当日16時19分ごろ、W4817-001等が同じ電線束内の他の電線との間で、2度目の短絡が起こり、そのため、MEC内P514CBパネルで、“AC 1-GSB”CB

(50A) が作動し、下流のMAIN BAT CHARGERやAPU BAT CHARGERに電力が供給されなくなったため、“BAT CHARGER APU”及び“BAT CHARGER MAIN”メッセージが表示されたと考えられる。

(注16) アーク放電では、数アンペア程度の電流が流れ、非常に高温(数千)の火花を発する。

(付図4参照)

### 3.6 重大インシデント直前に、同社で行ったC整備実施との関連

2.10.3(1)に記述したとおり、焼損したクランプの状況や、重大インシデント発生後に行われた他機の点検結果などにより、当該周辺のクランプが外圧によって、下側に曲げられていたものが多数あった。

2.10.2に記述したとおり、直近のC整備実施の際に構造及び電装関係整備を行った整備作業者は、立ち入りにあたっては、電線を傷つけることのないように、十分に配慮をしていたと口述している。

しかし、整備作業者が、十分に配慮をしていたとしても、作業場所が大変狭く足の置き場もないような場所であったため、無意識のうちに足が当たるなどして、電線やクランプに外圧が加わり、クランプを変形させたものと考えられる。

また、変形したクランプの曲がりや傷の付き具合などと、当該焼損にかかる部位へ立ち入った回数との関係は明らかにすることはできなかった。

### 3.7 “UTIL BUS L”メッセージに対する処置

2.7.1に記述したとおり、同機では、直近のC整備後に“UTIL BUS L”メッセージが多数回表示されたが、同社はその都度FIMの手順に基づくユーティリティ・パワー・スイッチのリセットや関連ユニットの交換を実施したことにより同メッセージが解消したため、根本的なメッセージ発生の原因をつかめず、ついには火災の発生にまでつながったものと推定される。

同社が本重大インシデント発生前に根本的な原因を特定できなかった要因としては、FIMの手順がAPU始動時の不具合発生を想定していなかったこと、当該メッセージが運航した便すべてで表示されたわけではないこと、及び連続して表示されていなかったことが関与したものと推定される。

“UTIL BUS L”メッセージの表示に係るFIM手順は、APU始動時に表示される場合を想定していないことから、この部分を追加して設定することが適切であると考えられる。

幸い大事に発展することは無かったが、火災の発生位置や時機によっては、重大な事態を招く可能性も考えられる。不具合メッセージの発生に対しては、小さい不具合

の内に原因を見極め、それによる危険度を判断し、適切に不具合解消に努めるべきである。

### 3.8 電線の配線について

3.6 に記述したとおり、本重大インシデントは、作業のためにアクセスが困難なバルクカーゴ左側面のタンク裏付近で、無意識のうちに電線やクランプに足を当てるなどの外圧を長期間にわたり繰り返し整備作業者が加えたことで、ブラケットが電線の外部絶縁体を破壊し、発生したと考えられる。この不具合は、以下の(1)、(2)、(3)の対策のいずれかを行うことによって防止できると考えられる。

- (1) 電線やクランプに外圧が加えられても、ブラケットとクランプ内部の電線が干渉しないように設計を変更すること
- (2) 電線の経路を、踏まれる可能性のない位置に変更すること
- (3) 当該焼損にかかる部位周辺の電線の状態について、クランプの曲がり特に注意し、詳細点検を実施すること。また、当該部位へ立ち入る作業を行う整備作業員に対し、電線などを傷つけるおそれがある旨を、整備作業指示書に記載することなどにより、注意喚起を図ること

## 4 原因

本重大インシデントは、電線のクランプが外圧により変形し、ブラケットがクランプのラバー部を破り、クランプ内を通る電線の被膜を破り、補助動力装置始動時に、被膜の破れた電線とブラケットが電氣的に短絡状態となり、短絡電流又はその離れる際のアーク放電のため、電線及び断熱材を焼損させ、航空機内における火炎の発生となったことによるものと考えられる。

## 5 安全勧告

航空・鉄道事故調査委員会は、本重大インシデントに鑑み、アメリカ合衆国連邦航空局に対して以下のとおり勧告する。

ボーイング社は、B747-400系列型機について、ブラケットとクランプ内部の電線が干渉し、火炎が発生する不具合を防止するため以下の(1)、(2)、(3)の対策の何れかを講じること

- (1) 電線やクランプに外圧が加えられても、ブラケットとクランプ内部の電線が干渉しないように設計を変更すること
- (2) 電線の経路を、踏まれる可能性のない位置に変更すること
- (3) 当該焼損に係る部位周辺の電線の状態について、クランプの曲がりに特に注意し、詳細点検を実施するよう、同型式航空機所有の航空会社に通知すること。また、当該部位へ立ち入る作業を行う整備作業員に対し、電線などを傷つけるおそれがある旨を、整備作業指示書に記載することなどにより、注意喚起を図ること

## 6 所見

本重大インシデントは、作業のためアクセスが困難なバルクカーゴ左側面のタンク裏付近で、無意識のうちに電線やクランプに足を当てるなどの外圧を長期間に亘り繰り返し整備作業員が加えたことが関与しているものと考えられることから、我が国の航空会社は、同型機の当該焼損にかかる部位周辺の電線の状態について、クランプの曲がりに特に注意し、詳細点検を実施する必要がある。また、当該部位へ立ち入る作業を行う整備作業員に対し、電線などを傷つけるおそれがある旨を、整備作業指示書に記載することなどにより、注意喚起を図ること

## 7 参考事項

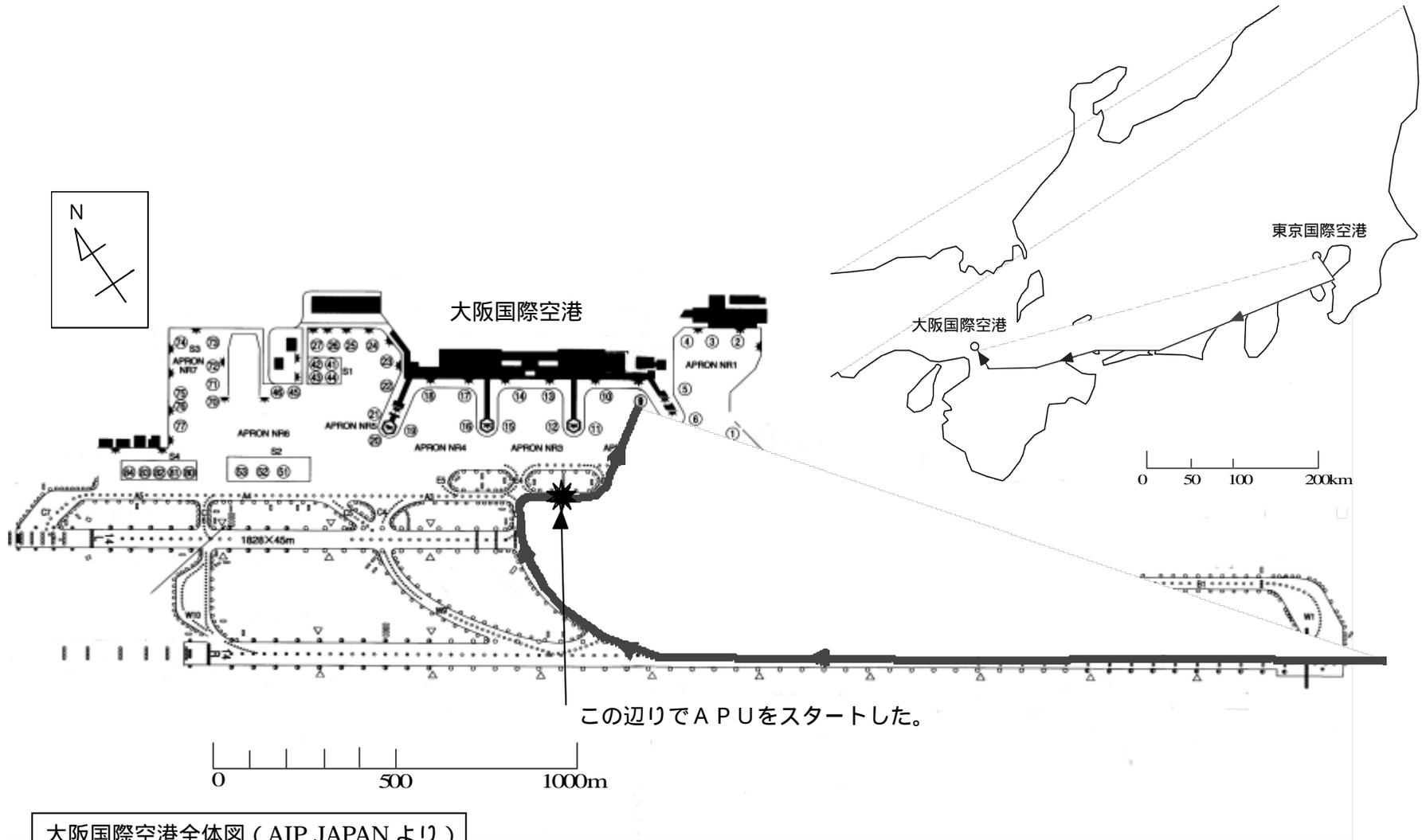
同社が実施した改善措置

- (1) 同社は、整備作業員に品質管理通報による注意喚起を行うとともに、認定作業員共通訓練の資料に、今回の事例を反映した。
- (2) 同社は、同型機において、当該部位及びその前後に位置する同様の不具合が発生する可能性のある部位に対する一斉点検を行い、少しでも曲がりの認められたクランプ全てを交換した。
- (3) 同社は、狭隘部位の作業に使用する電気配線保護カバーを考案し、必要な部門に配置した。
- (4) 同社は、当該EICASメッセージに対するFIMの処置手順に不足点があることをボーイング社に連絡し、改訂要求を行った。また、改訂が実施されるまでの間の対応として、FIM技術通報を発行した。

- (5) 同社は、当該部位へのアクセス・パネルに、作業時における電気配線に対する注意文を貼付した。

付図1 推定飛行経路図及び走行経路図

20

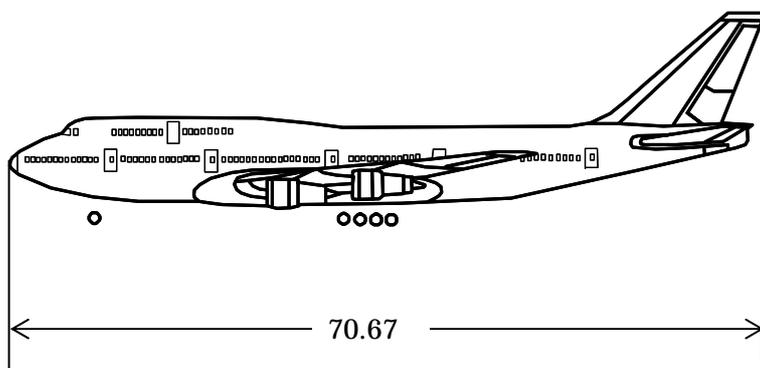
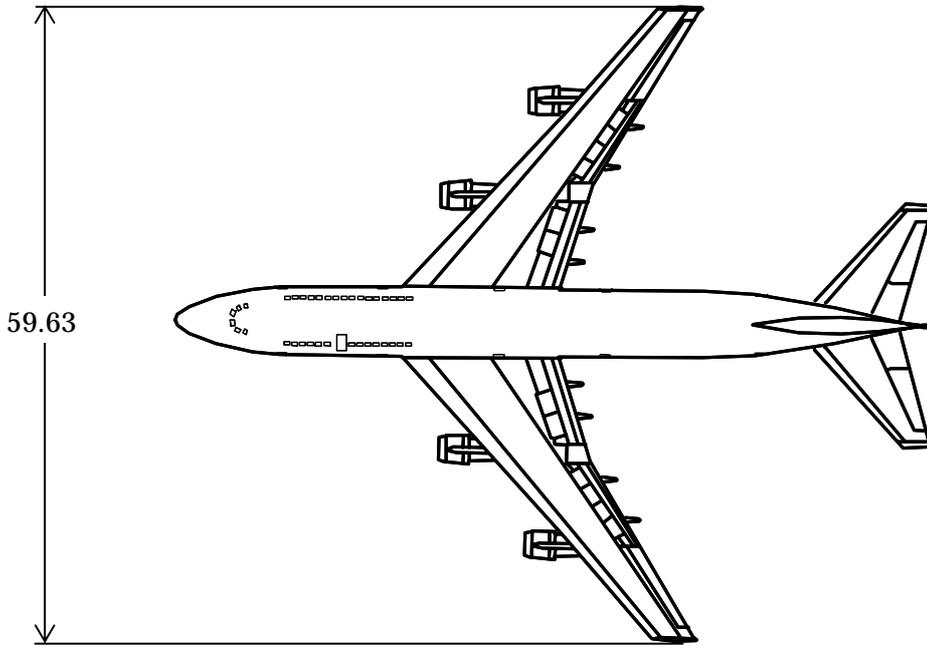
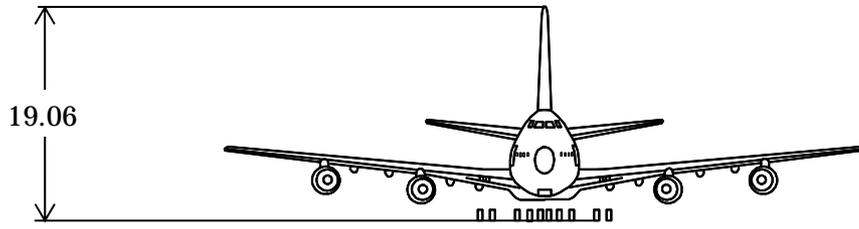


大阪国際空港全体図 (AIP JAPAN より)

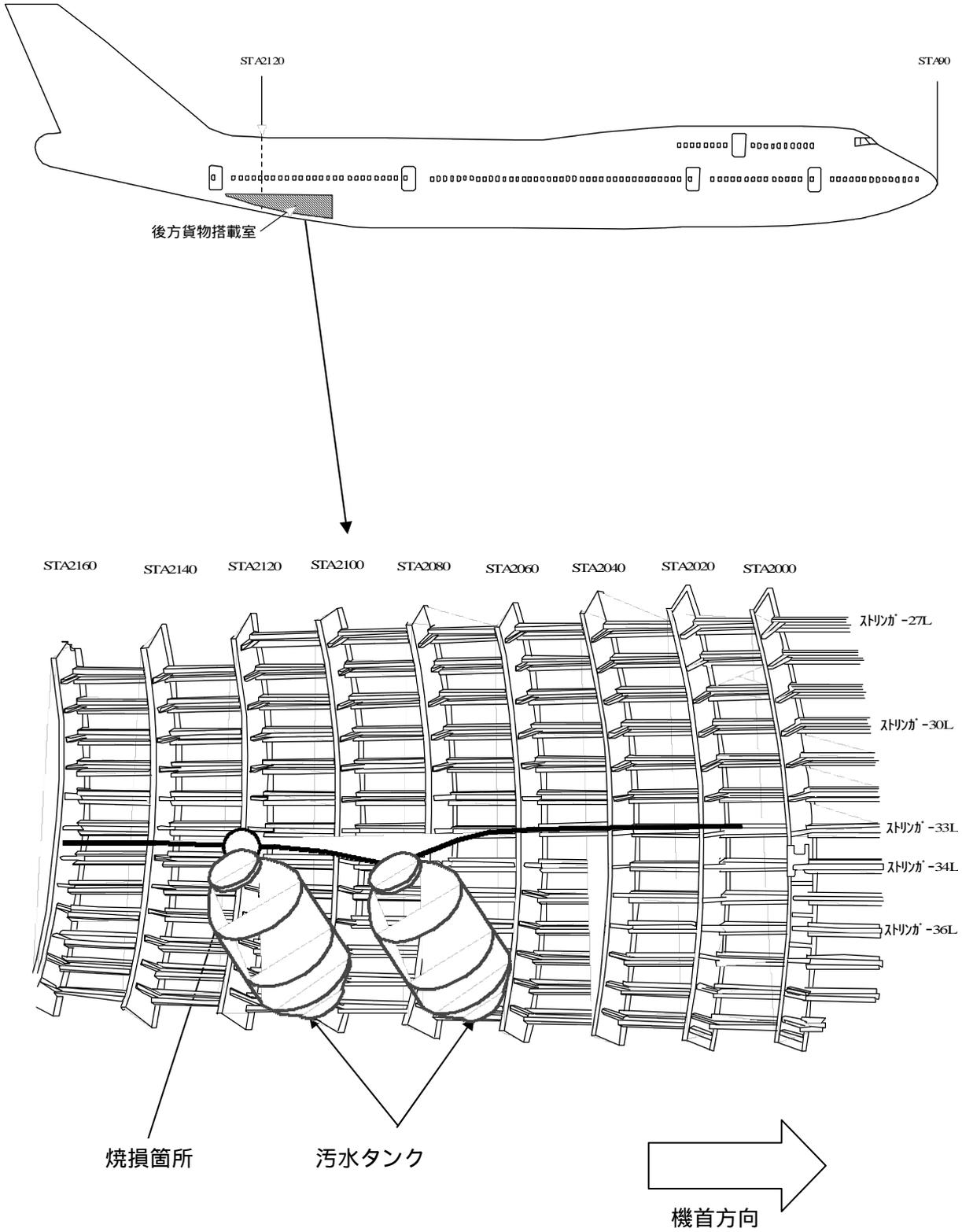
この辺りでAPUをスタートした。

# 付図2 ボーイング式747-400D型三面図

単位：m



### 付図3 焼損箇所詳細図



付図4 電線系統図

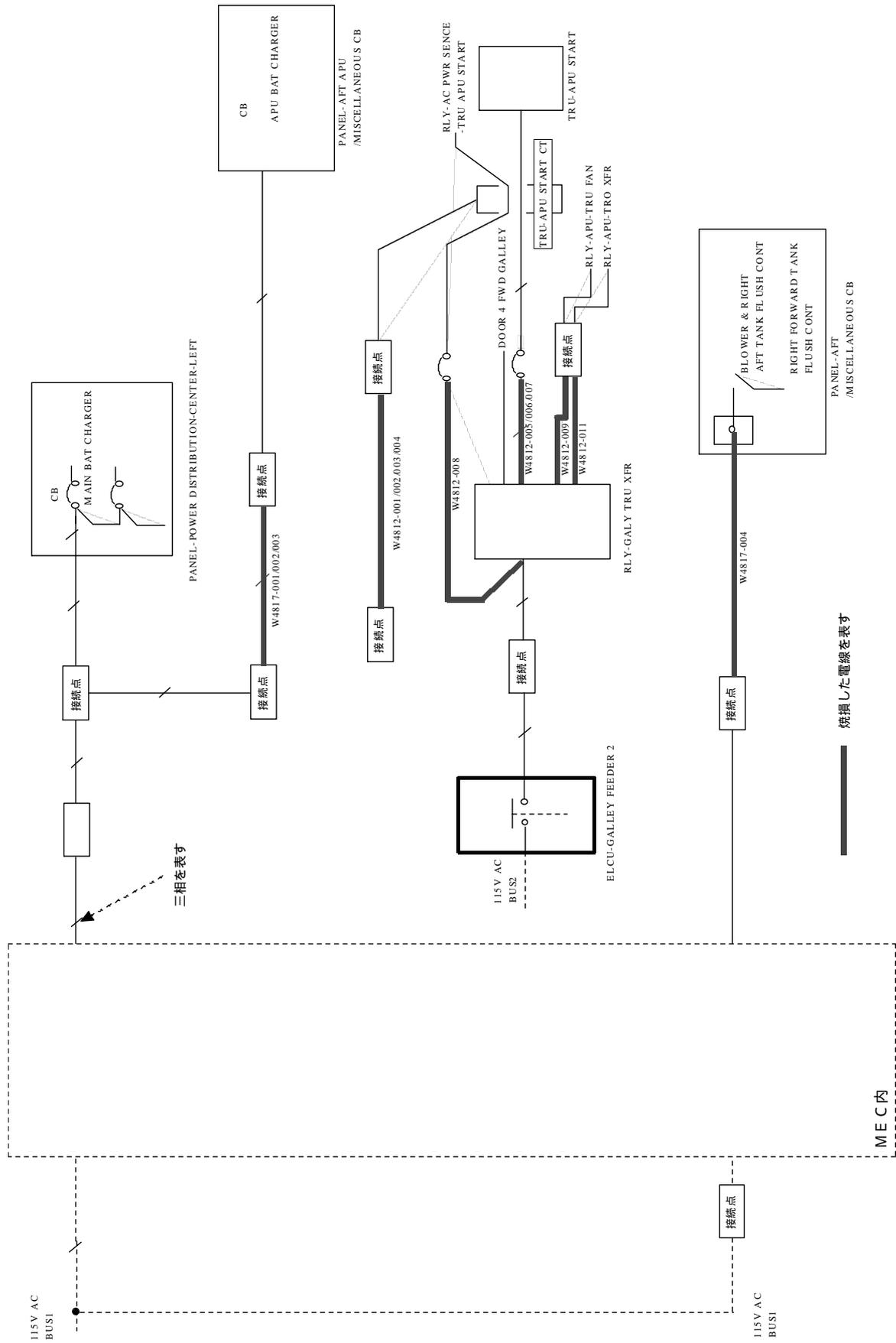


写真1 当該機



写真2 焼損箇所



### 写真3 焼損電線一覽

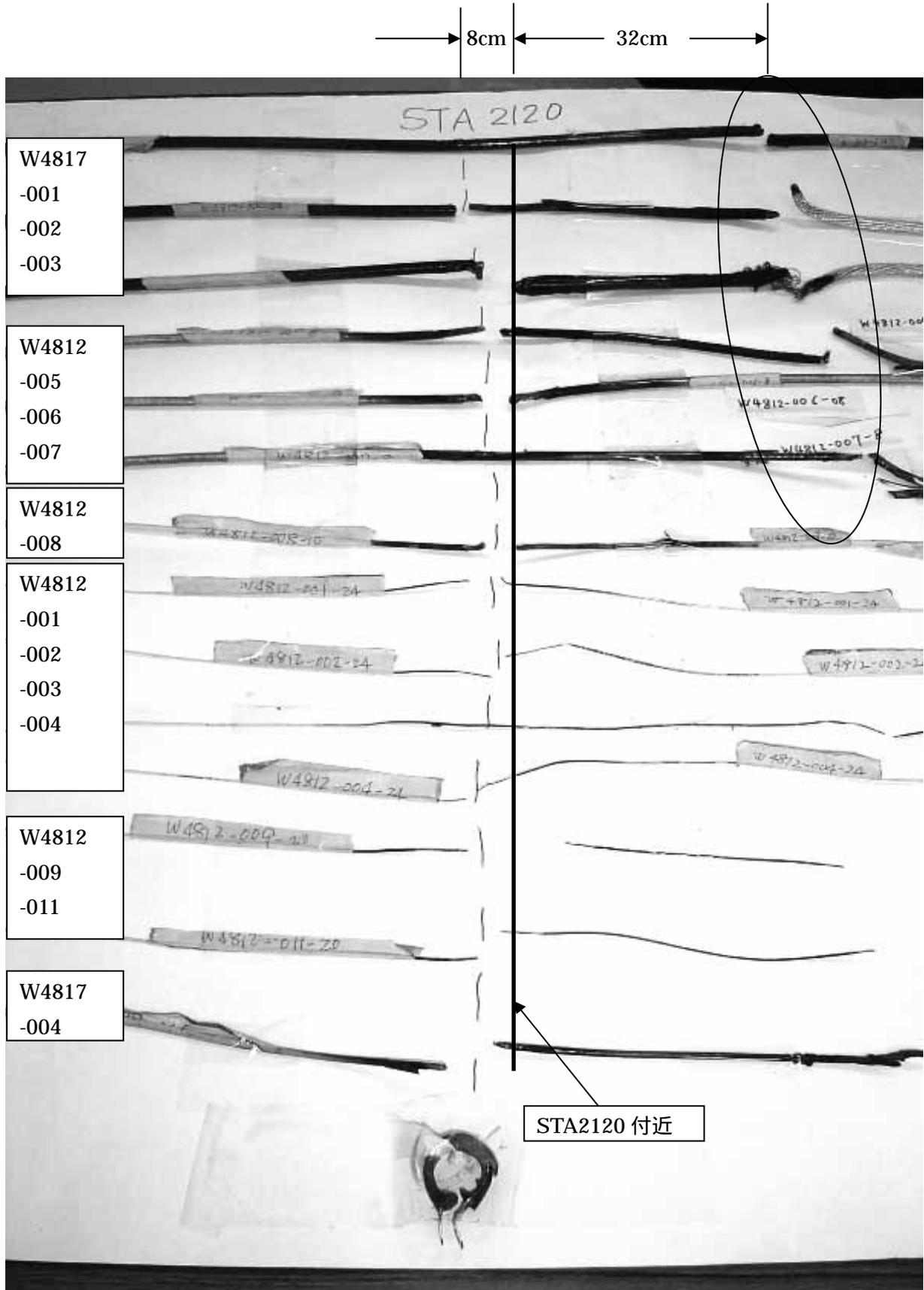


写真4 焼損、溶融したクランプ



写真5 焼損した断熱材



写真6 溶融したブラケットと継ぎ板の一部

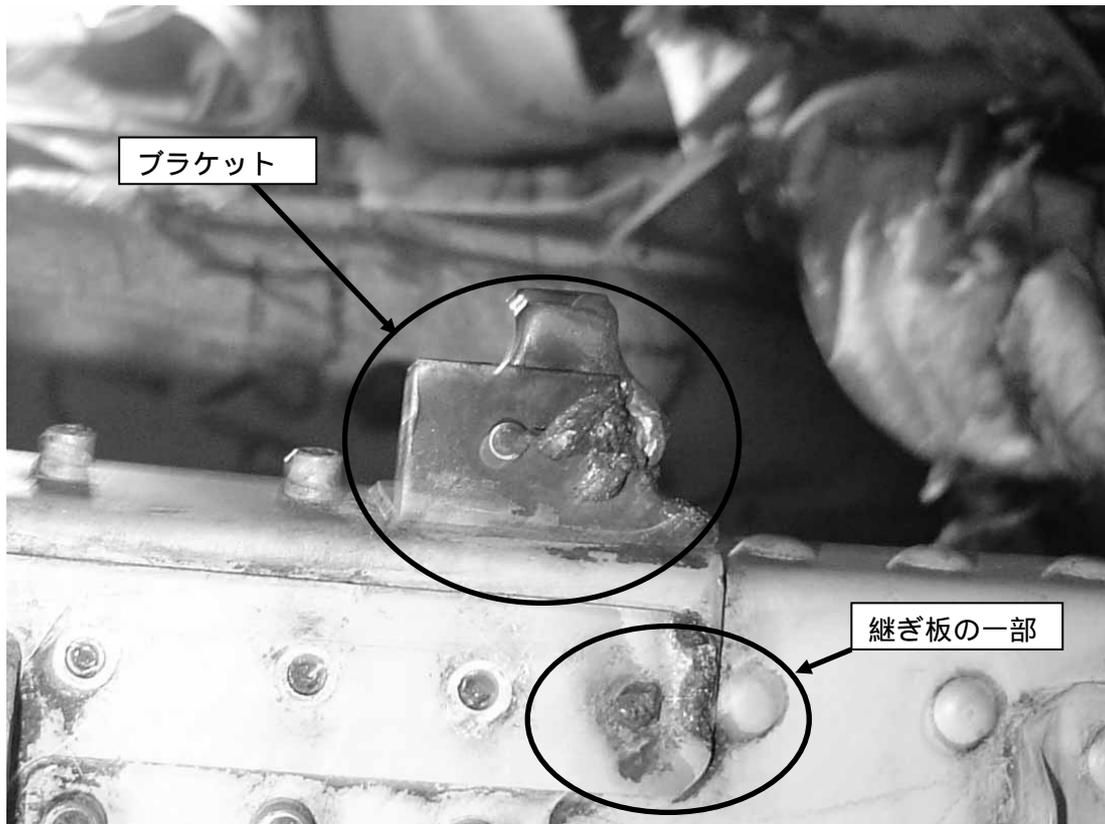


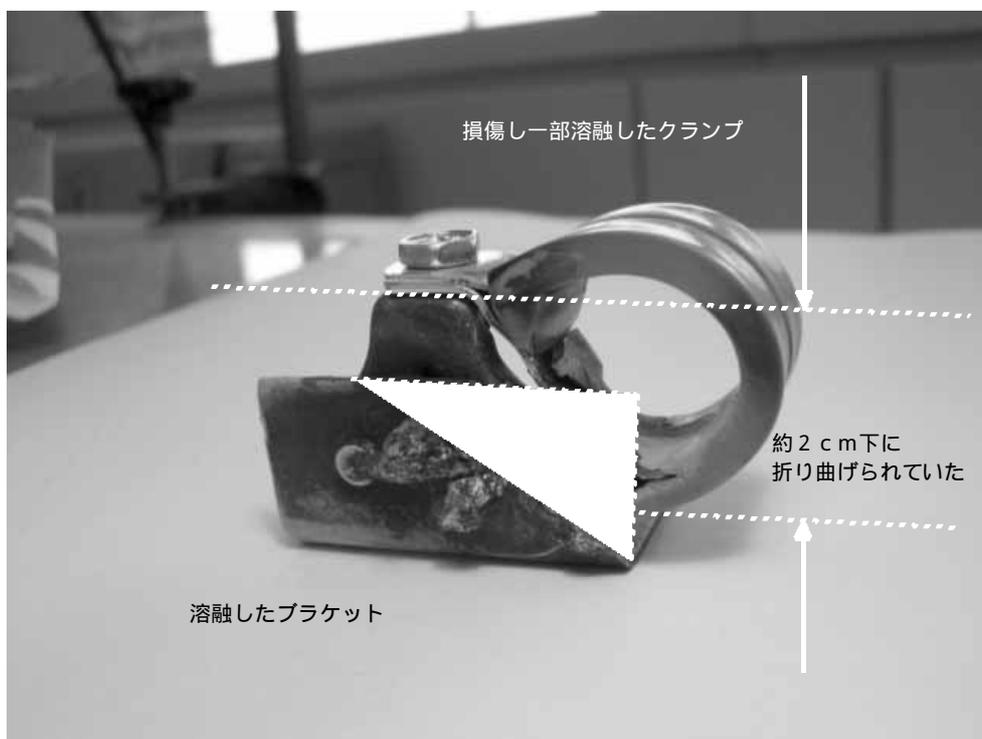
写真7 干渉を受けたクランプ



写真 8 - 1 クランプとブラケットの関係 その 1



写真 8 - 2 クランプとブラケットの関係 その 2



## 参 考

本報告書本文中に用いる解析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 事実を認定した理由」に用いる解析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

断定できる場合

・・・「認められる」

断定できないが、ほぼ間違いない場合

・・・「推定される」

可能性が高い場合

・・・「考えられる」

可能性がある場合

・・・「可能性が考えられる」