

航空重大インシデント調査報告書

I	長	崎	県	警	察	本	部	所	属	J A 6 1 1 4				
II	エ	ア	ー	ニ	ッ	ポ	ン	株	式	会	社	所	属	J A 8 5 9 6
III	個		人			所			属	J A 3 0 H T				
IV	個		人			所			属	J A 2 4 2 3				

平成19年11月30日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、本件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 後藤 昇 弘

Ⅱ エアーニッポン株式会社所属 JA8596

航空重大インシデント調査報告書

所 属 エアーニッポン株式会社
型 式 ボーイング式737-500型
登録記号 JA8596
発生日時 平成18年11月20日 21時16分ごろ
発生場所 新千歳空港

平成19年10月26日

航空・鉄道事故調査委員会（航空部会）議決

委 員 長	後 藤 昇 弘 (部会長)
委 員	楠 木 行 雄
委 員	遠 藤 信 介
委 員	豊 岡 昇
委 員	首 藤 由 紀
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10号に規定された「発動機防火区域内における火炎の発生」に準ずる事態（同条16号）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。

エアーニッポン株式会社所属ボーイング式737-500型JA8596は、平成18年11月20日（月）、同機による運航の共同引き受けをしていた全日本空輸株式会社の定期729便として仙台空港を離陸し、21時13分に新千歳空港に着陸した。スポットに向けて地上走行を開始し、補助動力装置を始動した後の21時16分ごろ、補助動力装置に火災が発生したことを示す計器表示があったため、機体を停止させて消火装置を作動させた。同計器表示が消灯し、客室内及び機体外部に火炎又は煙がないことを確認した上で地上走行を再開し、予定していたスポットに到着した。点検の結果、補助動力装置のタービン部に燃焼室を取り付けている金具が破断し、燃焼室が外れて、その位置がずれていた。

同機には、機長ほか乗務員 4 名及び乗客 53 名の計 58 名が搭乗していたが、負傷者はなかった。

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 18 年 11 月 21 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。

また、同年 11 月 27 日、航空事故調査官 1 名を追加指名した。

1.2.2 外国の代表

本重大インシデント機の設計・製造国である米国に本重大インシデントの通知をしたが、その代表の指名はなかった。

1.2.3 調査の実施時期

平成 18 年 11 月 21 日及び 22 日	口述聴取及び機体調査
平成 18 年 11 月 28 日	補助動力装置の調査
平成 19 年 1 月 15 日～ 3 月 30 日	補助動力装置の燃焼室取付金具の破断面解析調査（独立行政法人宇宙航空研究開発機構の協力を得て行った。）

1.2.4 航空局への情報提供

平成 18 年 12 月 15 日、航空局に対し、事実調査で得られた情報として、燃焼室取付金具が破断していたという事実を提供した。

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。

2 認定した事実

2.1 飛行の経過

エアーニッポン株式会社（以下「同社」という。）所属ボーイング式 737-500 型 JA8596（以下「同機」という。）は、平成 18 年 11 月 20 日、同機による運航の共同引き受けをしていた全日本空輸株式会社の定期 729 便として、仙台空港から新千歳空港（以下「同空港」という。）に向けて飛行し、同日 21 時 13 分に同

空港に着陸した。

仙台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：仙台空港、移動開始時刻：20時10分、巡航速度：436kt、巡航高度：FL310、経路：SDE（仙台VOR/DME）～TAKRA（位置通報点）～YTE（山形VOR/DME）～V11（航空路）～CHE（千歳VOR/DME）、目的地：新千歳空港、所要時間：0時間57分、持久時間で表された燃料搭載量：3時間43分、代替飛行場：東京国際空港

本重大インシデント発生時、同機の操縦室には、機長昇格訓練中である副操縦士が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、機長が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。

飛行記録装置（以下「DFDR」という。）及び操縦室用音声記録装置（以下「CVR」という。）の記録並びに乗務員及び管制員の口述によれば、航空重大インシデントの発生状況は、概略次のとおりであった。

2.1.1 着陸後の経過

- 21時13分ごろ、同空港滑走路01Rに着陸し、スポットに向けて地上走行（以下「タクシー」という。）を開始した。
- 同 15分ごろ、誘導路D3上で補助動力装置（以下「APU」という。）を始動した。
- 同 16分19秒 誘導路D2上にて「MASTER CAUTION」及びAPUの「LOW OIL PRESSURE」の注意灯が点灯した。
- 同 30秒 「APU FIRE」のインジケータが点灯して警報が鳴動し、誘導路D2上で機体を停止させた。
- 同 42秒 APUファイアー・ワーニング・スイッチを引いて回し、消火装置を作動させた。
- 同 43秒 「APU FIRE」のインジケータが消灯した。
- 同 46秒 客室乗務員（以下「CA」という。）が、機体は一旦停止をしたが未到着である旨の機内アナウンスをした。
- 同 51秒 千歳飛行場管制所の地上管制席（以下「グラウンド」という。）に火災又は煙の有無について外観の確認を依頼した。
- 21時17分23秒 グラウンドは機体外部に火災又は煙は確認できない旨の連絡をした。
- 同 53秒 CAに機内での火災事象の確認を依頼した。
- 同 18分ごろ タクシーを再開した。
- 同 19分14秒 CAは、機内及び窓外に火災がない旨及びゴンという音が

- 聞こえたことを機長に報告した。
- 2 1 時 2 1 分ごろ 2 番スポットに到着した。
- 同 2 4 分ごろ 乗客が降機を開始し、整備担当者はAPUの点検を始めた。
- 2 3 時 3 0 分ごろ 整備担当者が、APU燃焼室取付金具（以下「カップリング」という。）が破断して、燃焼室が外れて位置がずれている状態を発見した。

2.1.2 乗務員及び管制員の口述

(1) 機長

新千歳、中部、仙台、新千歳空港というルートで、機長昇格訓練のため右席に私が乗り、左席で訓練生がPFを担当したが、いずれの着陸も非常にスムーズな接地だった。全ての便でAPUを使用した。新千歳空港着陸後に使用するまでは不具合やその兆候はなかった。

新千歳に着陸してから滑走路01Lを横切って誘導路Dに入り、直線になってから着陸後の手順を開始してAPUを始動した。その後、約1分位してD2誘導路あたりで「MASTER CAUTION」、APUの「LOW OIL PRESSURE」が点灯した。訓練生が「APUスタート失敗ですか」と言った直後に火災警報ベルが鳴って「APU FIRE」が点灯した。私がAPUファイアー・ワーニング・スイッチを「プル」と言って引き、回して消火剤を噴射したら消灯した。私はグラウンドに後部から火が出ていないか確認を依頼したところ、火や煙は確認できないとの返答だった。その後、CAに状況を伝えて後ろの確認を依頼したが、異常はないとの返答だったのでタクシーを再開して予定のスポットに入った。

(2) 副操縦士

当該フライト以前の3フライトではAPUに関して特別な表示はなく、異常は認められなかった。私が訓練のため左席に着座して操縦を担当していた。

APUの始動はPNFの業務であり、新千歳空港では着陸後のタクシー中にPNFがAPUを始動した。

直線から曲線に曲がり始める誘導路D2でAPUの注意灯が点灯した。「LOW OIL PRESSURE」ライトを確認してマスターコーションをリセットした直後に火災警報が発生し、機体を停止させた。「APU FIRE」の点灯を確認し消火剤を散布する操作をコックピット内で行った。消火装置の操作はPNFである右席機長が行い、火災警報は消灯した。グラウンドとの連絡で機体外部に火や煙は発生していないと判断し、CAに客室の確認をしたところ臭いや機体内外の異変はなかった。「さきほどゴトンという音がした」との報告が

あったが消火剤を噴出した時の音ではないかと思い、鎮火はしているものと判断した。スポットに入ってから地上電源を繋ぐまでに少々時間が掛かったため、その時点で私が「電源関係の不具合のため、しばらくお待ちください」という内容の機内アナウンスをした。

降りてからの外部点検では、APUの空気取入口及び排気口の部分には特に普段と変わった様子はなかった。

(3) CA

誘導路上で機体が止まり、一旦停止についての機内アナウンスがなされる直前に、前席は気付かなかったが、後席では貨物室が閉じる時よりは小さい「ゴン」という鈍い音が後ろの方から聞こえた。機長から「APUの火災表示が出たので離席して状態を見るように」との指示があり、客室内全体を確認したところ臭いも煙も全くなく、窓外にも明るい感じはなかったことと、タクシー中にそのような音を聞くのは初めてなので、音のことを報告した。

(4) 管制員

同機は指示した走行経路を若干ゆっくりとした速度でタクシーしていた。誘導路D2に誘導路H3が交差する付近で同機は停止して、パイロットから「APU火災警報が表示されたが、煙か何か見えないか」という送信があったので主任とグラウンドの2人で確認した。同機は目視で見える場所にいた。暗かったので炎があれば見えるとしても煙は分かりにくいと思い、ターミナルビルの影になる箇所を監視するカメラのズームを利用して、もう一人は双眼鏡を使って同機を見た。大量の煙でなければ分からないのかもしれないが、異常は認められなかったので「火や煙は確認できない」と伝えた。

その後、再度スポットへのタクシーの要求があり、それを許可した。

本重大インシデント発生場所は同空港の誘導路D2上（北緯42度47分20秒、東経141度41分07秒）で、発生時刻は21時16分ごろであった。

2.2 人の負傷

負傷者はなかった。

2.3 航空機の損壊に関する情報

- (1) APUの燃焼室を固定するカップリングの破断
- (2) APU防火区域内の一部が変色

2.4 航空機乗組員等に関する情報

- (1) 機長 男性 40歳

定期運送用操縦士技能証明書（飛行機）	平成16年6月24日
限定事項　ボーイング式737型	平成11年6月10日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成18年12月9日
総飛行時間	5,890時間48分
最近30日間の飛行時間	29時間35分
同型式機による飛行時間	3,636時間51分
最近30日間の飛行時間	29時間35分

(2) 副操縦士　　男性　35歳

定期運送用操縦士技能証明書（飛行機）	平成18年9月26日
限定事項　ボーイング式737型	平成12年3月31日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成19年2月27日
総飛行時間	4,596時間15分
最近30日間の飛行時間	22時間13分
同型式機による飛行時間	4,311時間22分
最近30日間の飛行時間	22時間13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737-500型
製造番号	28462
製造年月日	平成9年2月4日
耐空証明書	第大-10-651号
有効期限	平成11年1月26日から整備規程（エアーニッポン株式会社）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	22,145時間18分
定期点検(A07CHECK検査、平成18年11月6日実施)後の飛行時間	22時間25分

2.5.2 APU

同機のAPUは地上又は飛行中において電力及び圧縮空気を供給するための動力装置である。

製造会社	ギャレット
型　　式	GTC P85

部品番号	380428-10-1
製造番号	P34874C
総使用時間（装備されていた機体の飛行時間の計）	50,474.1時間
総サイクル数（装備されていた機体のサイクル数の計）	53,472回
オーバーホール後の使用時間	268.4時間

時間・回数は機体の飛行時間・サイクル数で管理しており、APUの実使用时间・実サイクル数の記録はない。

破断したカップリングは、前回のオーバーホールでは交換されておらず、それ以前のオーバーホール記録は残されていないため、使用時間等は不明である。

2.5.3 重量及び重心位置

重大インシデント当時、同機の重量は93,600lb、重心位置は13.8%MACと推定され、いずれも許容範囲（最大着陸重量110,000lb、インシデント当時の重量に対応する重心範囲8.6～28.5%MAC）内にあったものと推定される。

2.5.4 燃料及び潤滑油

燃料は航空用ジェットA-1、潤滑油はBP02380であった。

2.6 気象に関する情報

新千歳空港の重大インシデント関連時間帯の航空気象観測値は、次のとおりであった。

21時00分	風向 080°、風速 2kt、卓越視程 20km、 現在天気 弱雨、雲 雲量 1/8 雲形 積雲 雲底の高さ 3,000ft、雲量 7/8 雲形 高積雲 雲底の高さ 8,000ft、気温 7℃、露点温度 3℃、 高度計規正值（QNH） 30.03 inHg
21時30分	風向 140°、風速 2kt、卓越視程 20km、 現在天気 弱雨、雲 雲量 1/8 雲形 積雲 雲底の高さ 3,000ft、雲量 7/8 雲形 高積雲 雲底の高さ 8,000ft、気温 6℃、露点温度 3℃、 高度計規正值（QNH） 30.03 inHg

2.7 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（型式名：F1000）及び米国

L3コミュニケーション社製CVR（型式名：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。

2.8 損壊の細部状況

胴体の尾部に、上側と下側のチタニウム製防火覆いで防火区域が形成されている。この防火区域にあるAPUのタービン部に、キャップに結合された燃焼室が斜め上向きに挿入されているが、キャップのフランジをAPUタービン部に固定するカップリングが破断して、キャップは外れて燃焼室と共に下方にずれていた。同キャップは燃料ホース及び点火系統の導線でAPU胴体部と繋がったままで、これらにより、落下することなく下方にずれた位置に止まっていた。

(1) カップリング（部品番号：17952C872M）

直径約22cmのフランジの円周を締め付ける、18-8ステンレス製幅約22mm、厚さ約1mmのベルト状のカップリングは、締め付け金具を取り付けるため、両端が折り返されて各4箇所ですポット溶接^{*1}されている。スポット溶接部を含む一箇所で破断していた。

(2) APU防火区域内の変色

下側防火覆いの内側で、キャップが外れた位置の周囲及び同位置至近に配管されていた燃料ホースの一部に、煤の付着による黒色の箇所及び熱によるものと認められる変色箇所があった。

（付図3及び写真1、2、3、4、5参照）

2.9 火災及び消防に関する情報

乗務員及び管制員が火炎及び煙を認めなかったため、機長から消防機関の出動要請はなかった。

2.10 作動したAPUの探知機能

(1) LOW OIL PRESSURE注意灯の点灯

APUが起動し、油圧が55psig以上に達した後に45psigに下がった場合、「LOW OIL PRESSURE」の注意灯が点灯し、APUの運転が自動的に停止する。

(2) APUの火災警報装置

*1 スポット溶接とは、2枚の金属板を、銅合金の電極の間にはさんで圧力を加えながら通電すると、接触面が熔融凝固することで接合する方法。

A P Uの下側、排気管及び排気装置の覆いの三箇所において、それぞれ400°F(204°C)、750°F(398°C)及び360°F(182°C)のいずれかの温度を感知すると、「FIRE WARN」及びA P Uファイアー・ワーニング・スイッチの赤い警告灯が点灯し、操縦室のベルが鳴る。

2.11 A P Uの圧縮空気

A P Uが運転される際、燃焼室に入る圧縮空気は、最高圧力が98.44psigであり、最高温度は449°F(231°C)である。

2.12 A P U燃焼室関連作業の経歴

平成18年7月8日	他機より取卸し整備会社にてオーバーホール(5,000時間毎)を実施
同9月28日	同機への取り付け
同11月6日	定期点検(A07CHECK検査)において、整備規程に基づき(1,200時間毎)、燃焼室を取り外しての目視点検を実施

2.13 カップリングの製造

破断したカップリングは、製造図面のとおり加工されているが、溶接の詳細については、記載がなく、作業記録も得られなかった。

2.14 事実を認定するための試験及び研究

同機のカップリングの破断の原因、経緯を推定するため、宇宙航空研究開発機構にて実施した、破断したカップリングの破面解析結果の概要は次のとおりであった。

2.14.1 C C D (Charge Coupled Device) カメラによる観察

カップリング外側のスポット溶接部両脇近くを中心とした縞模様が見られ、縞模様の広がる方向にき裂が進展したと考えられる。溶接部及びその近傍において、破面の色に違いが見られることから破壊は一度の負荷により生じたものでないと認められる。また、溶接部から遠い側は、板厚が薄くなっていることから塑性変形を伴っていると考えられ、最終破壊により生じた破面部であると認められる。破面中央から板厚の薄い部にかけては、板厚減少は見られないが、破面の凹凸が激しい。よって、スポット溶接部周囲にき裂が発生し、これを起点としてき裂は進展し、最終破壊に至ったと推定される。

(写真5、6参照)

2.14.2 SEM (Scanning Electron Microscope) による観察

破面の4箇所(以下それぞれをa～d部という。)の部位について高倍率で様相を観察した。

(1) a部

疲労によって破面上に形成される縞状の模様が見られる。CCD観察によりスポット溶接部周囲のき裂発生後にき裂が進展したと認められた部位であり、これらのピッチは必ずしも均一でないことから、破断したカップリングに作用した荷重は振幅が異なる繰り返し荷重と考えられる。

(2) b部

スポット溶接部の破面であり、ここにも縞状の模様が見られ、繰り返し荷重によるものと考えられる。

(3) c部

スポット溶接部周囲のき裂進展の後、b部からき裂が進展したことにより形成された破面である。一部に平坦な様相が見られ、CCD観察において変色がみられたこれらの破面は火炎等にあぶられた、又は熱により溶けた異物が付着したと考えられる。

(4) d部

CCD観察により最終破壊を生じたと考えられた部位であり、顕著なくぼみが見られ、延性破壊を生じていることがわかる。平坦な様相は見られず、火炎等の影響を受けていないことがわかる。また、一部に異物との接触によるスクラッチの跡が見られるが、破壊後のカップリングの取り外しの際に他の部品との接触により生じたと考えられる。

(写真7、8、9、10、11参照)

2.14.3 カップリング非破断側の観察

参考のため、カップリングの非破断側のスポット溶接部を切り出し、CCDカメラによる観察を行った。切り出し位置は、破断した箇所と荷重条件が同じと考えられるストラップが2枚から1枚に変わる直前のスポット溶接位置とした。

この断面のスポット溶接部先端にはき裂が発生していたのが確認された。このき裂は、破断した箇所のき裂の起点及び進展方向と同様の傾向を示している。

(写真12、13参照)

2.15 その他必要な事項

チェックリスト

同社の飛行機運用規程に定められているAPU FIREのチェックリストは、次のとおり。

APU Fire Warning Switch PULL, ROTATE & HOLD PNF

[止まるまでRotateしてから、1秒間保持する。]

APU Switch OFF PNF

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、所定の整備及び点検が行われていた。また、乗組員及び管制員の口述並びに同機の整備記録から、本重大インシデント発生まで機体に異常はなかったものと推定される。

3.3 当時の気象状態は、本重大インシデントの発生に関係しなかったものと推定される。

3.4 火災警報点灯に至る経緯

2.1.1に記述したとおり、DFDR等の記録によれば同機が、新千歳空港に着陸し、誘導路をタクシー中にAPUを起動した直後の21時16分19秒にAPU「LOW OIL PRESSURE」注意灯が点灯し、同16分30秒に火災警報装置が作動した。

「LOW OIL PRESSURE」の点灯については、2.10(1)に記述したとおり、APUは起動を始めて油圧が55psig以上に達したものの、カップリングが破断したことにより燃焼室が外れ、タービンの回転が下がり、油圧が低下したことによるものと考えられる。

火災警報装置の作動については、防火区域内において、燃焼室が外れたこと、及び2.8(2)に記述した防火区域内の変色痕から、燃焼室内の圧縮空気や燃焼ガスが防火区域内に噴出したことにより、火災警報装置が、熱を感知したものと推定される。

3.5 カップリングの破断

き裂の発生原因は、溶接時の状況を確認できなかったことから特定することはできなかったが、発生箇所及び経緯については、2.14に述べた破面の観察から、き裂はスポット溶接部周囲に発生し、進展は振幅が異なる繰り返し荷重によるものと考え

られること、また、熱を帯びた形跡があることから、スポット溶接部近くで発生したき裂が長期にわたって進展し、破断に至ったものと推定される。

4 原因

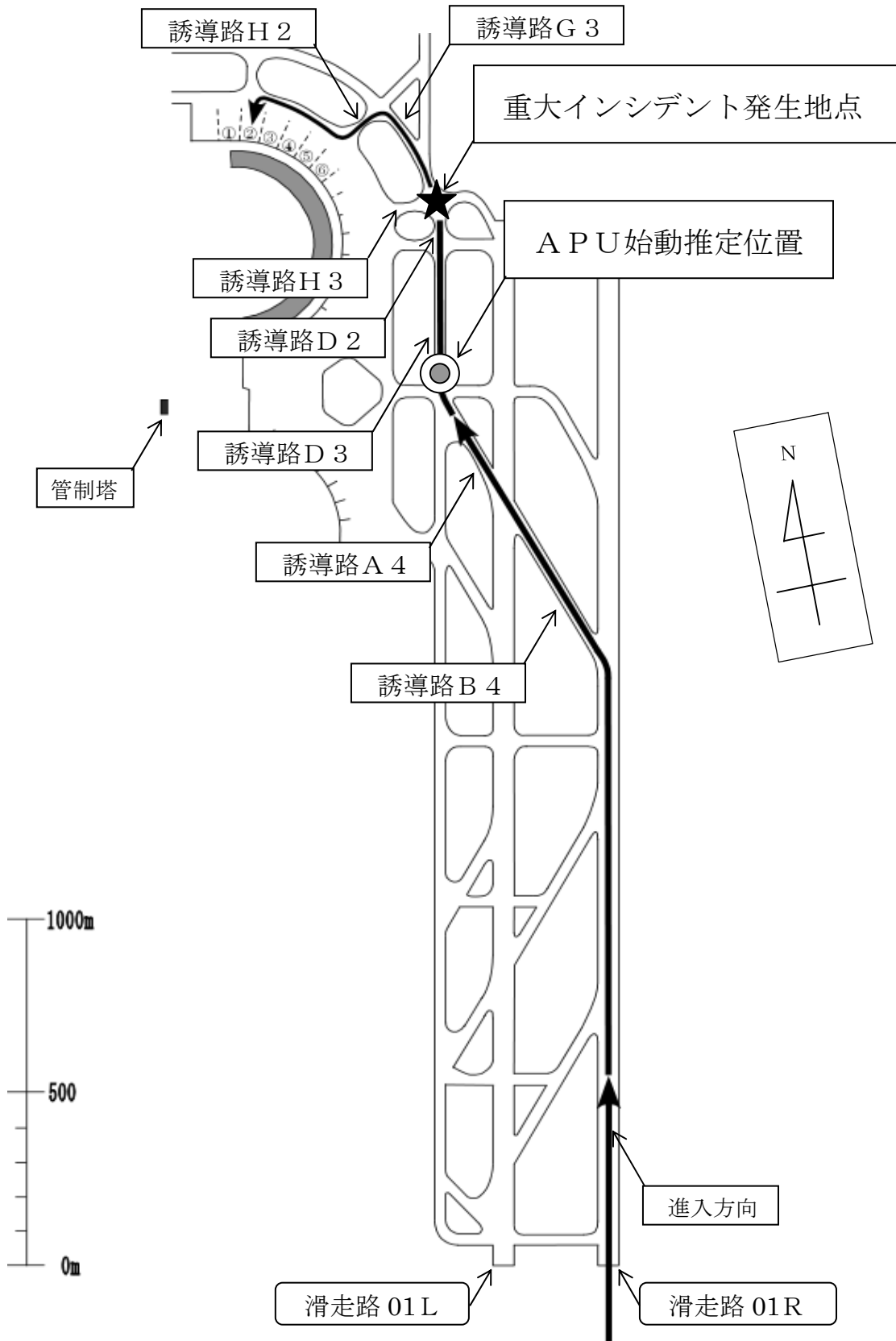
本重大インシデントは、同機が新千歳空港へ着陸後にAPUを作動させた際、APUの燃焼室を固定するカップリングが破断したことにより燃焼室が外れたため、燃焼室内にあった圧縮空気及び燃焼ガスが防火区域内に噴出し、APUの火災警報装置が作動し、「発動機防火区域内における火炎の発生」に準ずる事態となったことによるものと推定される。

5 参考事項

同社の対応

- (1) 同社は当航空重大インシデントの発生後、他機に装備されている同型式APUのカップリング27個の全てを交換した。取り卸ろしたカップリングについて、蛍光浸透探傷法による非破壊検査を実施したが、異常は認められなかった。
- (2) 同社は整備会社との協議により、平成19年2月5日より5,000時間毎のAPUのオーバーホールの際には、同型カップリングに対して蛍光浸透探傷法を用いた非破壊検査を行うこととした。

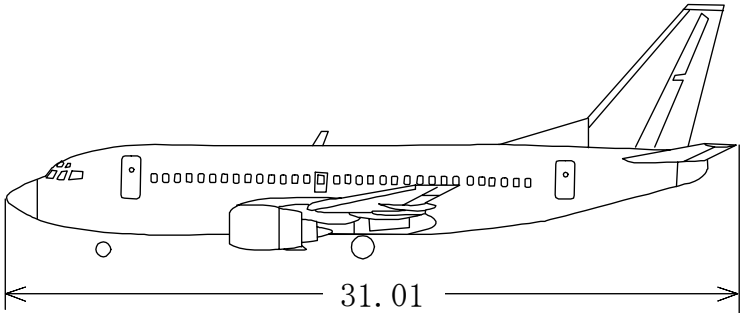
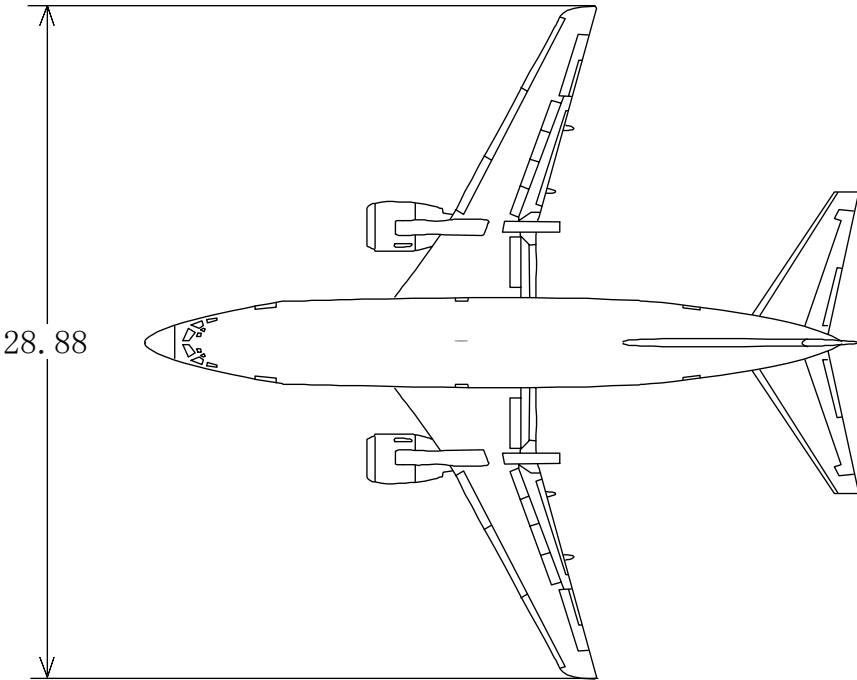
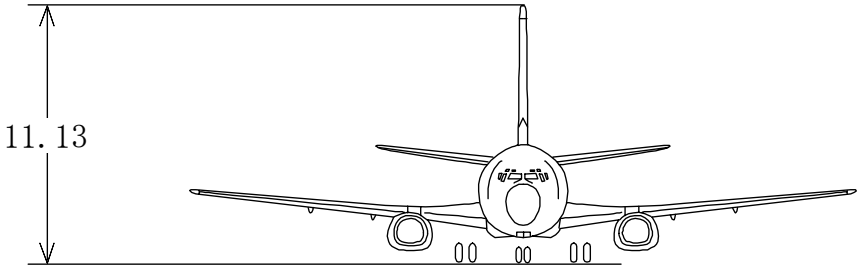
付図1 進入経路及び走行経路図



新千歳空港図 (ターミナルビル及び滑走路01を示す)

付図2 ボーイング式737-500型 三面

単位：m



付図 3 APU 燃焼室

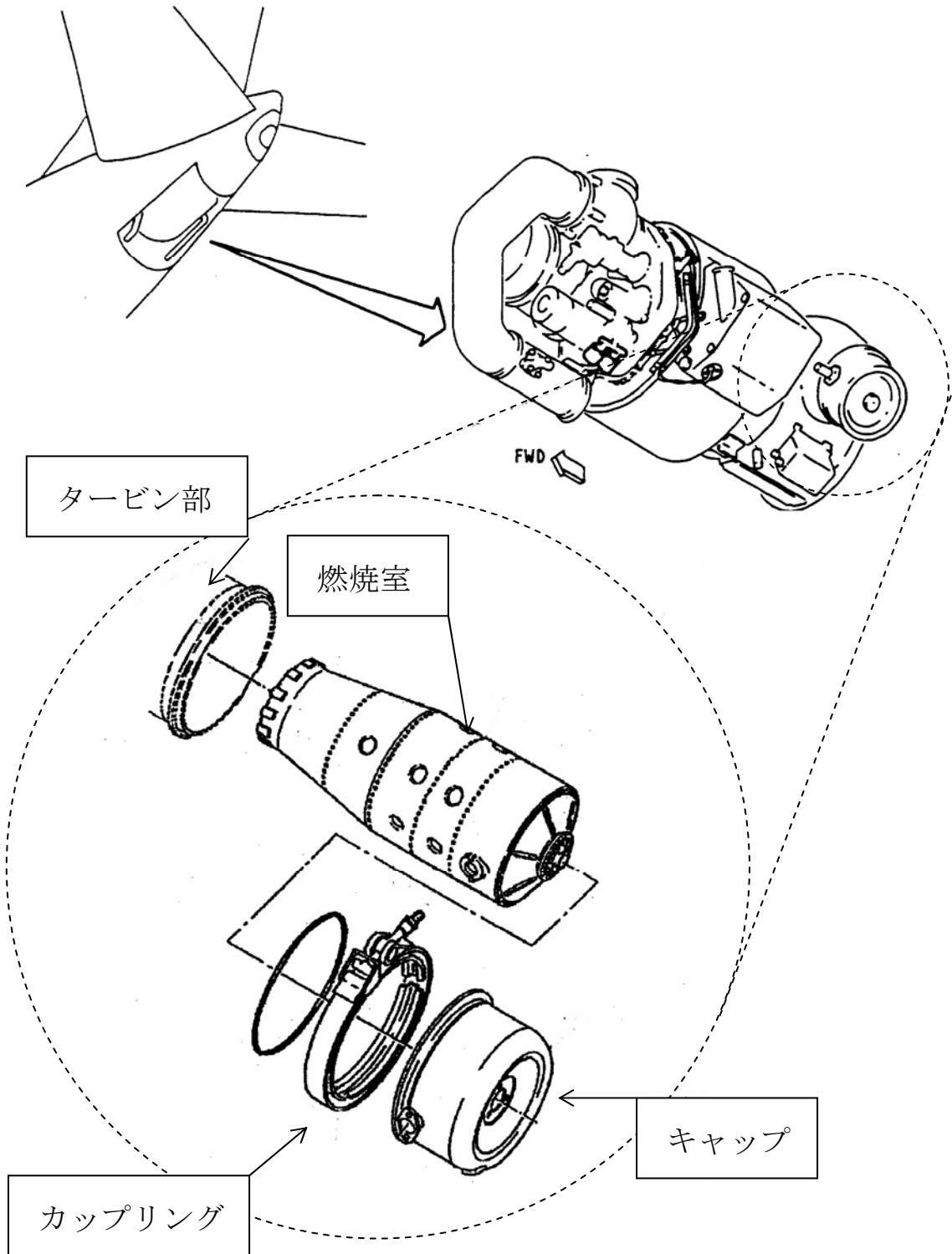


写真1 重大インシデント発生機



写真2 外れた燃烧室

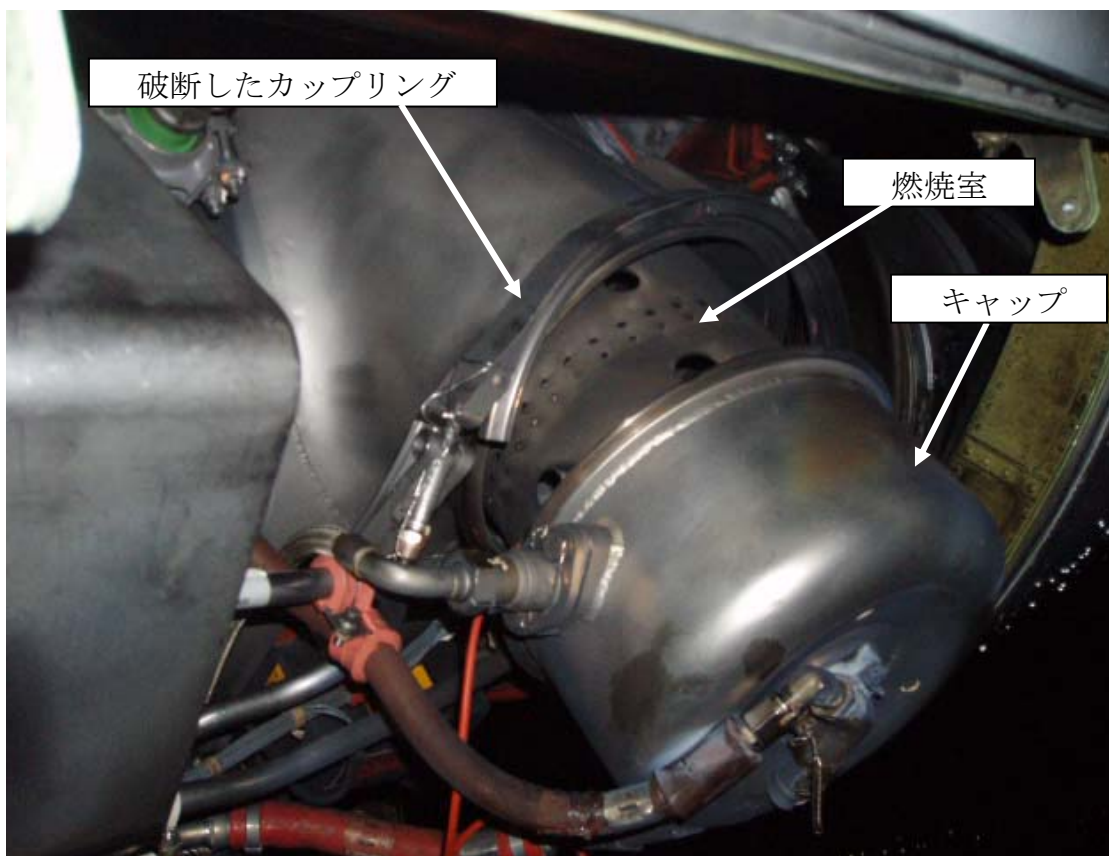


写真3 APU下側防火覆い



写真4 APU下側防火覆い変色箇所

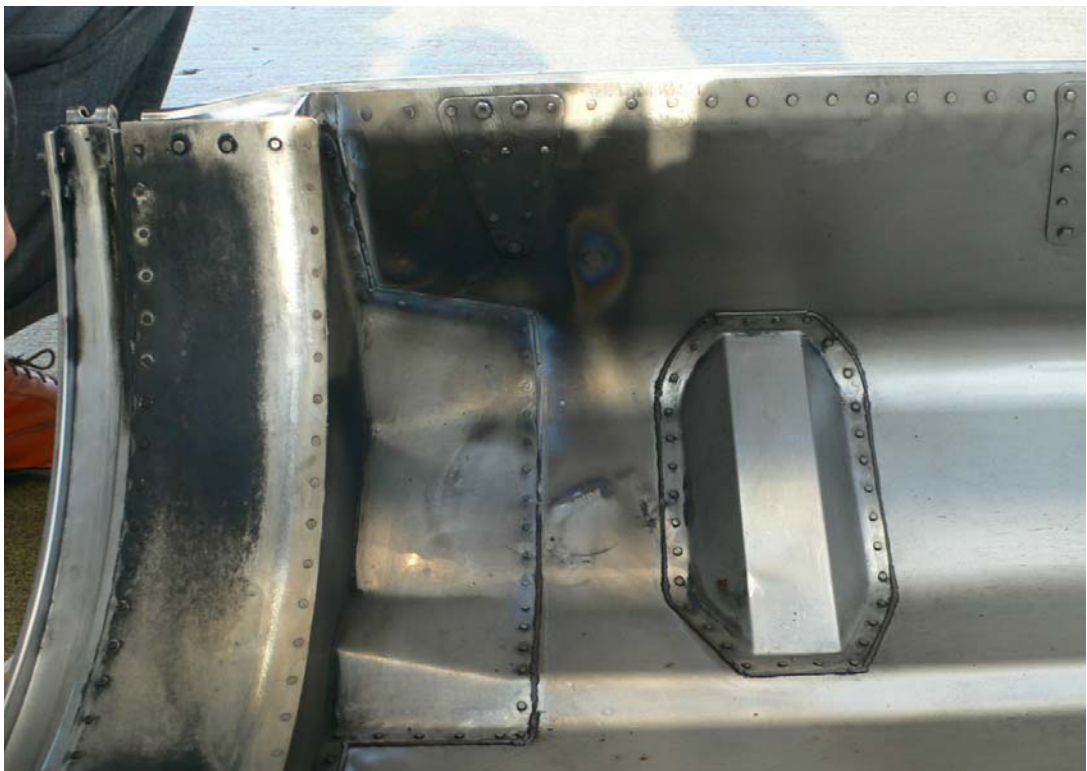


写真5 カップリング

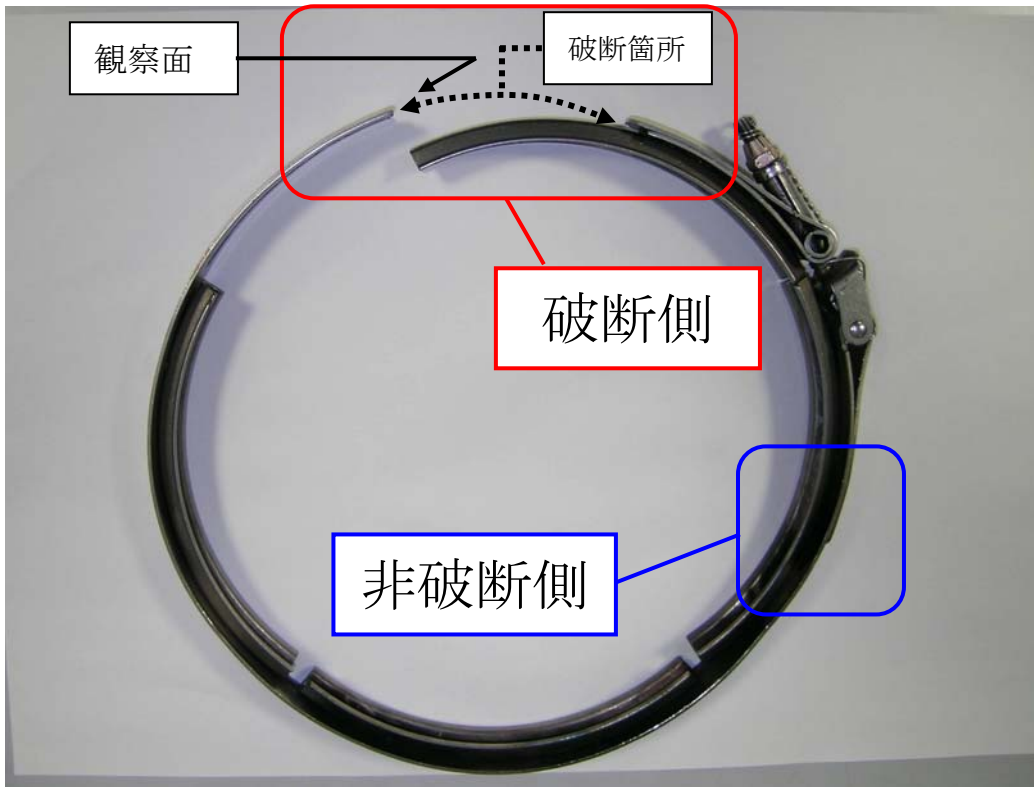


写真6 CCDカメラによる破面観察

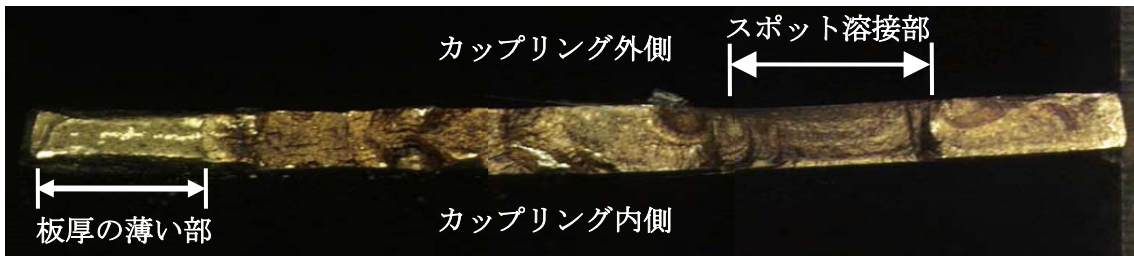
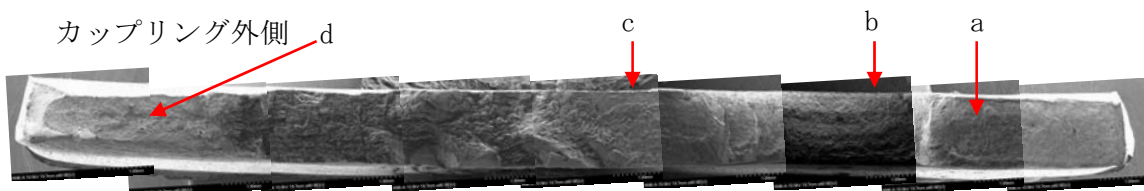


写真7 SEMによる観察



カップリング内側

a, b, c, d, は、写真8～11の詳細写真部位を示す

写真8 a部詳細

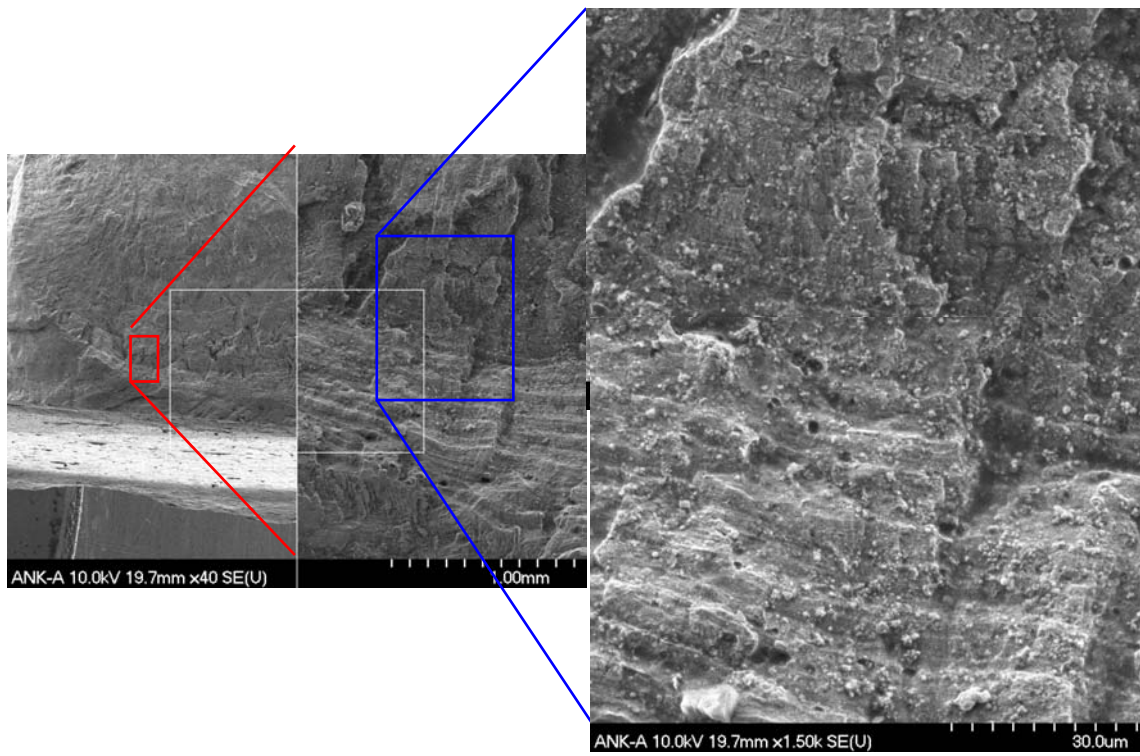


写真9 b部詳細

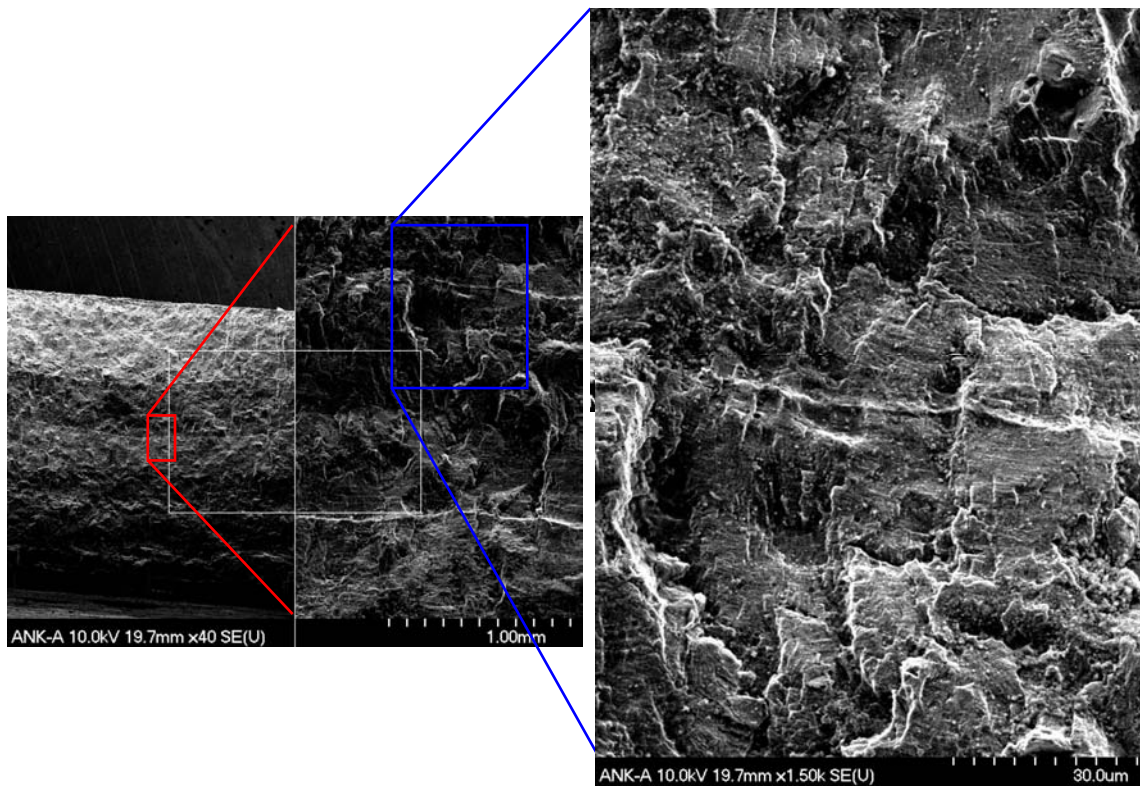


写真 1 0 c 部詳細

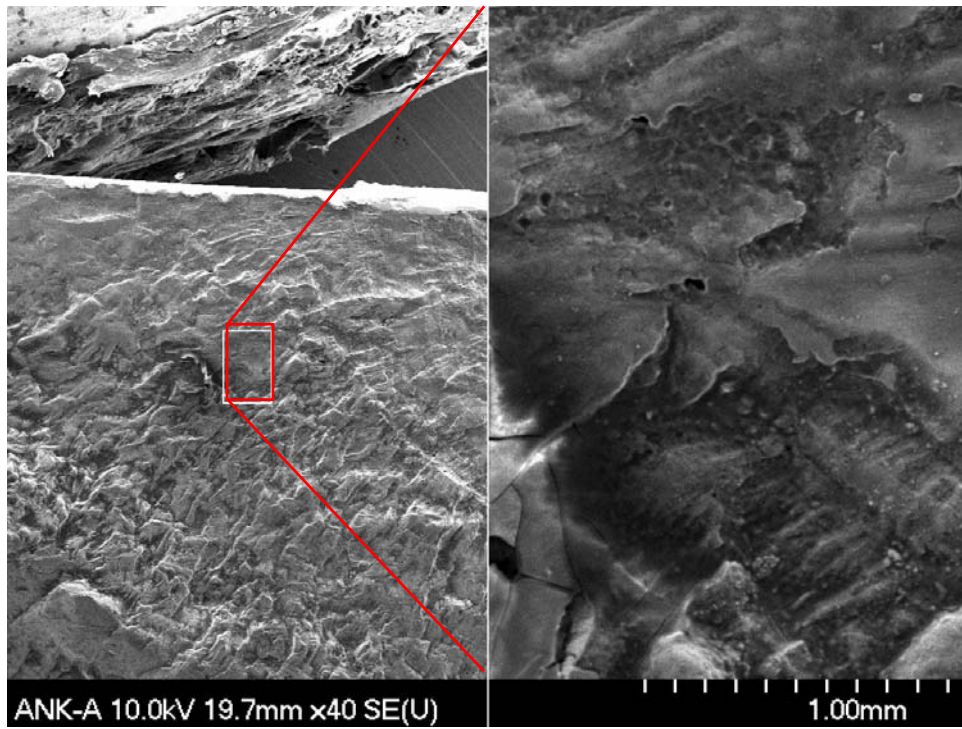


写真 1 1 d 部詳細

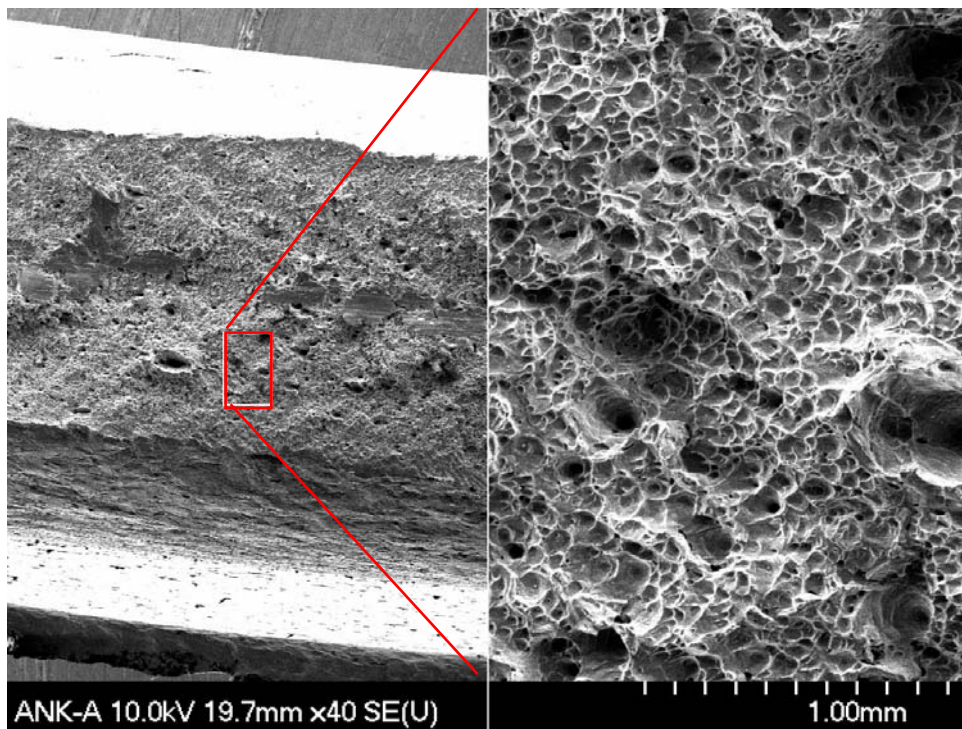


写真 1 2 非破断側の切り出し位置

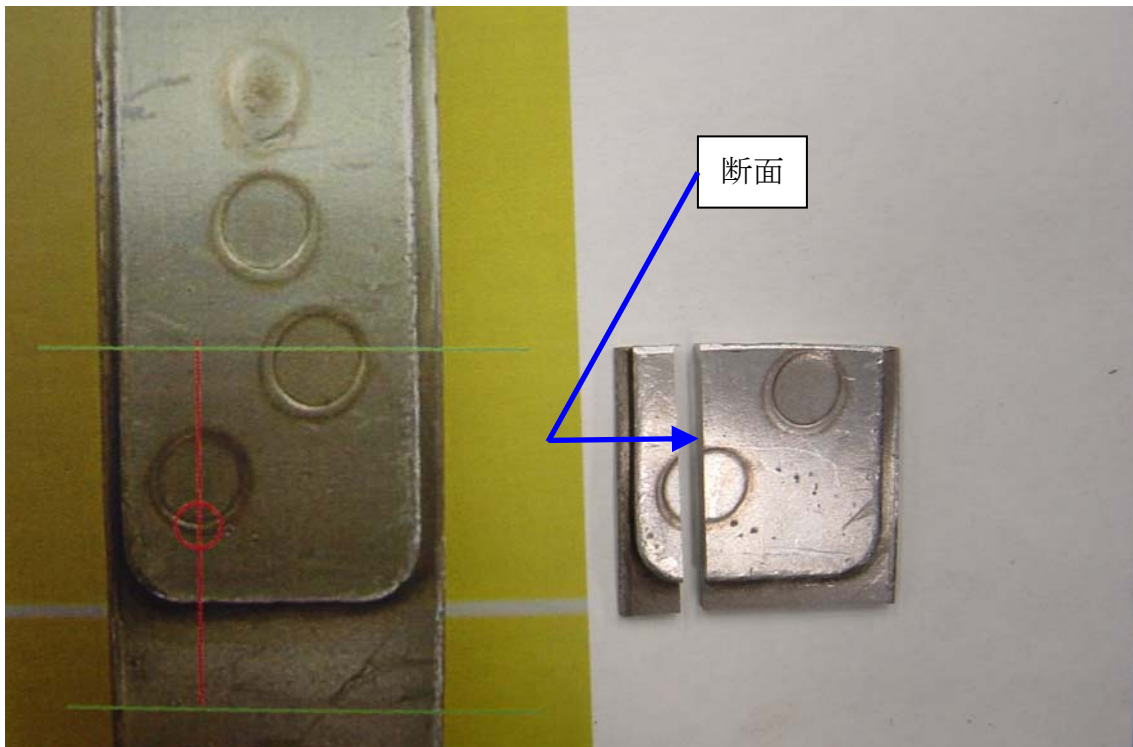
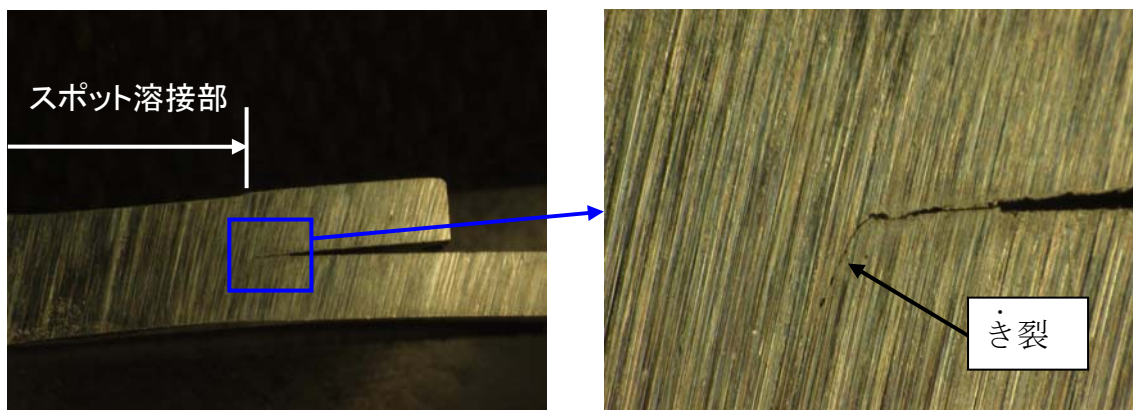


写真 1 3 非破断側の断面



《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。

①断定できる場合

・・・「認められる」

②断定できないが、ほぼ間違いない場合

・・・「推定される」

③可能性が高い場合

・・・「考えられる」

④可能性がある場合

・・・「可能性が考えられる」