

AI2015-2

# 航空重大インシデント調査報告書

株式会社ジェイエア

ボンバルディア式CL-600-2B19型 JA206J

発動機防火区域内の火炎発生

平成27年2月26日

本報告書の調査は、本件航空重大インシデントに関し、運輸安全委員会設置法及び国際民間航空条約第13附属書に従い、運輸安全委員会により、航空事故等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。

運輸安全委員会  
委員長 後藤 昇 弘

## 《参 考》

本報告書本文中に用いる分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 分 析」に用いる分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」  
・・・「可能性があると考えられる」

株式会社ジェイエア  
ボンバルディア式CL-600-2B19型  
JA206J  
発動機防火区域内の火炎発生

# 航空重大インシデント調査報告書

所 属 株式会社ジェイエア  
型 式 ボンバルディア式CL-600-2B19型  
登 録 記 号 JA206J  
インシデント種類 発動機防火区域内の火炎発生  
発 生 日 時 平成25年5月6日 12時15分ごろ  
発 生 場 所 大阪国際空港 A4誘導路上

平成27年 2 月13日

運輸安全委員会（航空部会）議決

委 員 長 後 藤 昇 弘（部会長）  
委 員 遠 藤 信 介  
委 員 石 川 敏 行  
委 員 田 村 貞 雄  
委 員 首 藤 由 紀  
委 員 田 中 敬 司

## 要 旨

### <概要>

株式会社ジェイエア所属ボンバルディア式CL-600-2B19型JA206Jは、平成25年5月6日（月）、運送の共同引受をしていた日本航空株式会社の定期2362便として、大分空港を離陸し、大阪国際空港の滑走路32Rに着陸した。着陸後に誘導路を自走中、12時15分ごろ、右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが表示された、それに引き続き右エンジン火災の警告メッセージが表示された。同機の乗員は、自走を継続しながらエンジン火災の警告メッセージに対処し、同機はそのまま駐機場へ入った。飛行後の整備作業において、当該発動機の防火区域内に火炎が発生した痕跡が発見された。

同機には、機長ほか2名の乗員及び乗客52名の計55名が搭乗していたが、負傷者はいなかった。

### <原因>

本重大インシデントは、右エンジンのフューエルマニホールド（燃料供給配管）と14番フューエルインジェクター（燃料噴射ノズル）を接続するカップリングナットが緩んだため、その部分から漏れた燃料がエンジンの熱により発火し、発動機防火区域内で火災が発生したものと推定される。

カップリングナットが緩んだことについては、カップリングナットの締付け力が不足していたため、エンジンの振動などにより徐々に緩みが発生した可能性が考えられるが、緩みの原因を特定することはできなかった。

### <勧告>

運輸安全委員会は、本重大インシデントの調査結果を踏まえ、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、株式会社IHI及び株式会社ジェイエアに対し、以下のとおり勧告する。

#### (1) 株式会社IHIへの勧告

エンジンの分解整備時において、インジェクターとマニホールドの接続カップリングナットの締付け等の安全上重要な作業が確実に実施される体制となっているか、再点検を行うこと。

#### (2) 株式会社ジェイエアへの勧告

安全上重要なシステムの機能についての教育訓練を充実すること、及び火災発生時の訓練の内容について見直しを行うこと。

本報告書で用いた略語は、次のとおりである。

AOM	: Aircraft Operating Manual
AMM	: Aircraft Maintenance Manual
ASDE	: Airport Surface Detection Equipment
CVR	: Cockpit Voice Recorder
DCU	: Data Concentrator Unit
DFDR	: Digital Flight Data Recorder
EICAS	: Engine Indication and Crew Alerting System
EM	: Engine Manual
ENG	: Engine
FL	: Flight Level
ITT	: Interturbine Temperature
JST	: Japan Standard Time
L	: Left
L/R	: Left or Right
L (R)	: Left or Right
MAC	: Mean Aerodynamic Chord
Msg	: Message
NTT	: Nippon Telegraph and Telephone Corporation
PF	: Pilot Flying
PM	: Pilot Monitoring
R	: Right
SKC	: Sky Clear
SPM	: Standard Practices Manual
VHF	: Very High Frequency

#### 単位換算表

1 psi	: 0.07031 kg/cm <sup>2</sup>
1 inHg	: 33.86 hPa
1 in	: 2.540 cm
1 mil	: 0.001 in
1 lb	: 0.4536 kg
1 lb·in	: 1.152 kg·cm

1 kg·m : 9.807 N·m  
1 G : 9.807 m/sec<sup>2</sup>  
1 kt : 1.852 km/h



# 1 航空重大インシデント調査の経過

## 1.1 重大インシデントの概要

株式会社ジェイエア所属ボンバルディア式CL-600-2B19型JA206Jは、平成25年5月6日（月）、運送の共同引受をしていた日本航空株式会社の定期2362便として、大分空港を離陸し、大阪国際空港の滑走路32Rに着陸した。着陸後に誘導路を自走中、12時15分ごろ、右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが表示された、それに引き続き右エンジン火災の警告メッセージが表示された。同機の乗員は、自走を継続しながらエンジン火災の警告メッセージに対処し、同機はそのまま駐機場へ入った。飛行後の整備作業において、当該発動機の防火区域内に火災が発生した痕跡が発見された。

同機には、機長ほか2名の乗員及び乗客52名（うち、幼児3名）の計55名が搭乗していたが、負傷者はいなかった。

## 1.2 航空重大インシデント調査の概要

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災の発生」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。

### 1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成25年5月6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2名の航空事故調査官を指名した。

### 1.2.2 関係国の代表、顧問

本調査には、機体及びエンジンの設計・製造国であるカナダ及び米国の代表が参加した。

### 1.2.3 調査の実施時期

平成25年5月7日～8日	口述聴取及び機体調査
平成25年5月14日～15日	エンジン状況調査、整備記録調査及び口述聴取
平成25年5月29日～31日	エンジン製造者の指定工場における各種試験調査
平成25年8月2日	操縦士訓練状況調査

平成25年 8 月 13日～	カップリングナット <sup>*1</sup> の緩みの痕跡調査
11月18日	(独立行政法人宇宙航空研究開発機構に依頼)
平成25年 9 月 4 日	資料収集、実態調査及び口述聴取
平成25年 9 月 6 日	口述聴取

#### 1.2.4 航空局への事実情報の提供

平成25年6月6日、航空局に対し事実調査で得られた事実情報として、フューエルマニホールド<sup>\*2</sup>とフューエルインジェクター<sup>\*3</sup>を接続するカップリングナット付近からの燃料漏れが発見されたこと、当該カップリングナットが緩んでいたこと及び規定トルクで締付けたところ燃料漏れが改善されたことについて情報提供した。

#### 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。

#### 1.2.6 関係国への意見照会

関係国に対し、意見照会を行った。

## 2 事実情報

### 2.1 飛行の経過

株式会社ジェイエア（以下「同社」という。）所属ボンバルディア式CL-600-2B19型JA206J（以下「同機」という。）は、平成25年5月6日、運送の共同引受をしていた日本航空株式会社の定期2362便として、大阪国際空港に向けて11時29分に大分空港を離陸し、12時14分に大阪国際空港の滑走路32Rに着陸した。

同機の飛行計画の概要は、次のとおりであった。

飛行方式：計器飛行方式、出発地：大分空港、移動開始時刻：11時25分、  
 巡航速度：386kt／371kt、巡航高度：FL210／FL190、  
 経路：SPIDE（ウェイポイント）～略～SKE（信太VOR／DME）  
 目的地：大阪国際空港、代替空港：関西国際空港、所要時間：0時間39分、

\*1 「カップリングナット」とは、配管をつなぐ連結用ナットのことであり、「Bナット」とも称される。

\*2 「フューエルマニホールド」とは、燃料を供給するため、エンジン外周に円環状に取り付けられた配管のことをいう。

\*3 「フューエルインジェクター」とは、燃料をエンジン燃焼室に噴射する逆流防止弁付きノズルのことをいう。

持久時間で表された燃料搭載量：2時間23分

同機の着陸後の自走経路は、次のとおりであった。

自走経路：滑走路32R～C6誘導路～A4誘導路～19番駐機場

本重大インシデント発生当時、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PM（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。

本重大インシデントに至るまでの経過は、飛行記録装置（以下「DFDR」という。）の記録、操縦室用音声記録装置（以下「CVR」という。）の記録、機長及び副操縦士（以下「運航乗務員」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

### 2.1.1 DFDR及びCVRの記録による経過

- 12時14分36秒 同機は大阪国際空港滑走路32Rに着陸した。
- 同 14分40秒 逆噴射装置が約19秒間使用された。
- 同 15分29秒 右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが表示され、1回のチャイム音が鳴った。
- 同 15分30秒 運航乗務員は右エンジン火災検知装置故障をコール<sup>\*4</sup>した。
- 同 15分39秒 運航乗務員は両名ともこのようなメッセージは初めて見たと発言した。
- 同 15分42秒 機長は副操縦士に対し、火災検知装置故障に対処するためのチェックリストに基づく対応の実施を要求した。
- 同 16分02秒 右エンジン火災の警告メッセージが表示され、ファイアベル音（火災警報音）が鳴った。
- 同 16分04秒 副操縦士は右エンジン火災をコールした。
- 同 16分05秒 ファイアベル音が停止した。
- 同 16分09秒 機長は「ライトエンジンファイア」と小声で発言した。
- 同 16分17秒 機長は右エンジンの停止を提案し、副操縦士は同意した。
- 同 16分19秒 機長は副操縦士に対し、エンジン火災に対処するためのチェックリストに基づく対応の実施を要求した。
- 同 16分25秒 副操縦士はパーキングブレーキのオンの項目をどうするか問いかけ、機長の返答を待たずに続けて当該エンジンの停止の項目を読み上げた。
- 同 16分39秒 機長は右エンジンの停止を指示した。
- 同 16分42秒 副操縦士は右エンジンの停止操作を行った。

\*4 「コール」とは、航空機運用規程に従い、緊急事態または異常事態を発見した運航乗務員が、ただちにその旨を発声することをいう。

- 1 2時16分43秒 機長は自走を継続する旨の発言をした。
- 同 16分44秒 右エンジンが停止した。
- 同 16分48秒 副操縦士はエンジンファイア・プッシュスイッチ<sup>\*5</sup>のセレクトをどうするのか問いかけた。
- 同 17分14秒 機長は、しばらく判断に迷ったような複数の発言をしたあと、セレクトすることを指示した。
- 同 17分23秒 副操縦士はセレクトするため、右のエンジンファイア・プッシュスイッチを押した。
- 同 17分31秒 副操縦士は手順どおり、両側のフェューエルブーストポンプをオフにした。
- 同 17分44秒 機長及び副操縦士は、消火剤射出の保留について意見を交換した。
- 同 17分57秒 機長は考える時間を要求した。
- 同 17分59秒 機長は右エンジンの火災警報が継続していると発言した。
- 同 18分00秒 同機は19番駐機場に入り停止した。
- 同 18分02秒 この時刻以降、左右のブレーキペダルが踏み込まれた状態で維持され、ブレーキ圧力も昇圧したままパーキングブレーキオンの状態となった。
- 同 18分05秒 機長は消火剤の射出を指示した。
- 同 18分07秒 副操縦士は消火剤が出てしまうがよいかと再確認した。
- 同 18分10秒 機長は、しかたがないと答えた。
- 同 18分12秒 副操縦士は射出すると応じた。
- 同 18分15秒 副操縦士は消火剤を射出した。
- 同 18分16秒 エンジン火災の警告メッセージが消えた。
- 同 18分36秒 機長は左エンジンの停止操作を行った。
- 同 20分14秒 機長は消火剤を射出した後の処理について懸念を示す発言をした。
- 同 20分31秒 機長は同社の地上無線局を通じて運航管理者に、右エンジン火災の警告メッセージが表示したため、誤警報かもしれないが消火剤を射出したことなどを報告した。

---

\*5 「エンジンファイア・プッシュスイッチ」とは、このスイッチを押すことにより、2個の消火ボトルの押した側（右側又は左側）の射出装置（スクイブ）が作動待機状態（アーム）になり、ブリードエア（エンジンコンプレッサーから抽気された高温圧縮空気）、燃料、油圧作動油及び発電電力が遮断されるスイッチのことをいう。

(付図1 DFDR、CVR及びASDE<sup>\*6</sup>による推定自走経路、  
付図2 DFDRの記録 参照)

## 2.1.2 運航乗務員の口述

### (1) 機長

同機は、JAL2362便として大分空港から出発し、大阪国際空港の滑走路32Rに着陸後、C6誘導路から滑走路を離脱した。この間の機体状況は、正常であった。

機長は、同機がC6誘導路からA4誘導路へ右折したところで、EICAS<sup>\*7</sup>上に右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが表示されたと記憶していた。機長は、右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージに対処するためのチェックリストの実施を副操縦士に指示した。なお機長は、火災検知装置故障の注意メッセージが表示されるのは火災検知装置の故障が発生した場合のみであると思っていた。

その後、この注意メッセージの表示が右エンジン火災の警告メッセージに変わったため、それに対処するためのチェックリストの実施を副操縦士に指示した。機長は警告メッセージが変わったときに、トリプルチャイム<sup>\*8</sup>及びファイアベル音を認識できなかったこと、並びに先に右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが表示されたことから、誤警報の可能性もあると思った。

また機長は、駐機場が近いこともあり、このまま自走を継続し駐機場へ入った方が、援助する要員もいるため、非常脱出のときに安全性が高いと判断した。

機長は、チェックリストの手順に従って消火剤を射出したのが、A4誘導路から左折して19番駐機場に入る中間を少し過ぎたぐらいの場所であったと記憶していた。また、火災の警告メッセージが消えたのを確認したのは、駐機場に入り、停止作業を行っているときであったと記憶していた。

### (2) 副操縦士

C6誘導路からA4誘導路に入ったあたりで右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが表示された。副操縦士は2.9.1に後述するとおり、火災検知装置故障の注意メッセージは（エンジン一基につき）2つあるセンシ

\*6 「ASDE」とは、空港面探知レーダーのことをいい、滑走路や誘導路など空港の地表面を移動する航空機や車両などの動きを監視し、移動の安全を図るためのレーダーのことをいう。

\*7 「EICAS」とは、エンジン及び一部のシステムの作動状態を表示するとともに、それらの異常状態の発生を視覚的かつ聴覚的に操縦士に知らせる機能を統合したシステムのことをいう。

\*8 「トリプルチャイム」とは、警告メッセージの表示と同時に発生する3回のチャイム音のことをいう。

グエレメント（以下「エレメント」という。）のうち片方だけ火災を検知した場合も表示されることを知っていたと述べている。副操縦士が機長からの指示に従い、チェックリストを開いて操作を開始しようとしたところ、続けて右エンジン火災の警告メッセージが表示された。副操縦士は、ファイアベル音がなかったと記憶していた。このため、副操縦士はエンジン火災なのか、それとも誤警報なのかの判断は難しいと感じた。副操縦士は機長から当該警告メッセージに対処する指示があったため、指示に従って手順を進めていったと記憶していた。なお、副操縦士は、警告メッセージが表示されたときに火災検知装置故障の注意メッセージへの対応のためチェックリストを開いていた。このため副操縦士は、手順どおりにリコールアイテム<sup>\*9</sup>を記憶で実施するよりもチェックリストを読んだ方が確実であると考え、エンジン火災のチェックリストを読み上げて対応を実施した。

チェックリストには、最初にパーキングブレーキをセットする項目があったが、自走を継続していたため、副操縦士は、その次の手順を優先させた。

副操縦士は、右エンジンを停止させたのち、右エンジンファイア・プッシュスイッチを押した。その後、副操縦士は手順どおり、両側のフェューエルブーストポンプをオフにした。副操縦士は、フェューエルブーストポンプオフから10秒が経過しても警告メッセージが消えなかったため、消火剤を射出させた。副操縦士は駐機場に入る前に消火剤を射出し、ちょうど入るころに警告メッセージが消えたと記憶していた。

なお、副操縦士はファイアベルが鳴ったことは記憶になかったが、マスターワーニング・スイッチライト<sup>\*10</sup>を押したことは記憶していた。また、副操縦士は、管制官への右エンジン火災の警告メッセージに関する通報は行わなかった。

本航空重大インシデントの発生場所は、大阪国際空港のA4誘導路上で、発生日時は平成25年5月6日12時15分ごろであった。

## 2.2 人の負傷

負傷者はいなかった。

---

\*9 「リコールアイテム」とは、緊急事態または異常事態において記憶により実施されるチェックリストに含まれる一部の項目をいう。

\*10 「マスターワーニング・スイッチライト」とは、警告メッセージが表示される状況になったときに同時に点灯するライト付スイッチのことをいう。このスイッチを押すことでスイッチ自体は消灯し、音による警告も停止するが、警告メッセージは状況が改善しない限り表示したままとなる。

## 2.3 航空機の損壊に関する情報

### 2.3.1 損壊の程度

小 破

### 2.3.2 航空機各部の損壊の状況

右エンジンの12番から14番のフューエルインジェクター（以下「インジェクター」という。）につながるフューエルマニホールド（以下「マニホールド」という。）表面などの一部焼損がみられるとともに、すすの付着があった。マニホールド表面に焼損があった部分の真上に位置する上側のカウリング（エンジン覆い）内側にもすすの付着があった。また、14番インジェクターより下部に位置するホース類やフューエル／オイルヒートエクスチェンジャー（燃料とオイルの熱交換器）の表面に、液体が燃えたような変色痕があった。この部分より下方においては、火炎の痕跡はなく、下側のカウリング内側にも痕跡は確認できなかった。また、エンジン外部からは火炎及び煙が発生したような痕跡は見られなかった。

（写真1 重大インシデント機、写真2及び3 火炎が発生した痕跡1, 2 参照）

## 2.4 運航乗務員に関する情報

### (1) 機長 男性 55歳

定期運送用操縦士技能証明書（飛行機）	平成6年7月8日
限定事項 カナデア式CL-65型	平成24年11月7日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成25年6月30日
総飛行時間	16,580時間43分
最近30日間の飛行時間	67時間08分
同型式機による飛行時間	279時間01分
最近30日間の飛行時間	67時間08分

### (2) 副操縦士 男性 40歳

事業用操縦士技能証明書（飛行機）	平成19年3月1日
限定事項 カナデア式CL-65型	平成22年2月16日
計器飛行証明	平成19年10月9日
第1種航空身体検査証明書	
有効期限	平成26年4月8日
総飛行時間	4,374時間16分
最近30日間の飛行時間	78時間22分
同型式機による飛行時間	2,075時間15分

最近30日間の飛行時間

78時間22分

## 2.5 航空機に関する情報

### 2.5.1 航空機

型 式	ボンバルディア式CL-600-2B19型
製造番号	7834
製造年月日	平成15年7月16日
耐空証明書	第大-2012-139号
有効期限	平成25年6月21日
耐空類別	飛行機 輸送T
総飛行時間	23,409時間31分
定期点検(3A整備 <sup>*11</sup> 、平成25年4月21日実施)後の飛行時間	113時間05分

### 2.5.2 エンジン

#### (1) 左エンジン

型 式	ゼネラルエレクトリック式CF34-3B1型
製造番号	GE-E-873376
製造年月日	平成14年2月16日
総飛行時間	23,066時間55分
機体取付年月日	平成22年2月11日
前回分解整備(平成21年9月26日実施)からの飛行時間	7,458時間29分
総使用サイクル	25,998回

#### (2) 右エンジン

型 式	ゼネラルエレクトリック式CF34-3B1型
製造番号	GE-E-873377
製造年月日	平成14年2月16日
総使用時間	23,767時間29分
機体取付年月日	平成21年12月10日
前回分解整備(平成21年7月17日実施)からの飛行時間	7,823時間01分
総使用サイクル	26,617回

### 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43,100lb、重心位置は13.0%MAC

\*11 「3A整備」とは、500時間ごとのA整備の3回目をいう。なお、5,000時間ごとのC整備が実施されると次は1回目のA整備となる。



と推算され、いずれも許容範囲（最大着陸重量47,000lb、重大インシデント当時の許容範囲9～35%MAC）内にあったと推定される。

#### 2.5.4 燃料及びオイル

燃料は航空燃料ジェットA-1、潤滑油はジェットエンジン用モービルジェットオイルIIであった。

なお、当該エンジンのフューエルフィルターとオイルタンク内に残っていた燃料及びオイルの自己発火点<sup>\*12</sup>を分析した結果、燃料は242℃、オイルは417℃であった。

#### 2.5.5 エンジン消火システム

同機のエンジン消火システムは、エンジン火災検知装置とは独立して設置されている。エンジン火災検知装置は運航乗務員に火災などの発生を知らせる。運航乗務員は、エンジン火災警報が作動した場合、その内容を確認した上で、該当するエンジンを停止させ、手動によりエンジン消火システムを作動させる。

同機はエンジン消火システムとして、操縦室の左右に消火の準備<sup>\*13</sup>をするためのエンジンファイア・プッシュスイッチ及び消火剤を射出するための消火ボトル・ディスチャージスイッチを2組設置している。また、同機は胴体後部に2つのエンジン消火ボトルを搭載している。その2つの消火ボトルは、左右どちらの消火ボトル・ディスチャージスイッチを押してもエンジンファイア・プッシュスイッチを押した側のエンジンへ消火剤を射出させる。

同機の消火ボトルは、片方が射出されていた。

## 2.6 気象に関する情報

大阪国際空港の本重大インシデント関連時間帯の特別観測気象報<sup>\*14</sup>は、次のとおりであった。

12時02分 風向 230°、風速 15kt、最大瞬間風速 25kt、  
卓越視程 20km  
雲 雲量 SKC  
気温 23℃、露点温度 3℃  
高度計規正值（QNH） 29.92 inHg

---

\*12 「自己発火点」とは、大気圧において自ら発火して燃焼を始める最低温度のことをいう。

\*13 「消火の準備」とは、エンジンファイア・プッシュスイッチを押した側のエンジンに消火剤を射出するための電気回路を形成することをいう。

\*14 「特別観測気象報」とは、定時観測以外で気象現象に一定の重要な変化があった場合などに実施される観測通報をいう。

## 2.7 DFDR及びCVRに関する情報

同機には、米国L3コミュニケーションズ社製のDFDR（パーツナンバー：2100-4043-00）及びCVR（パーツナンバー：2100-1020-20）が装備されており、本重大インシデント発生当時の記録が残されていた。DFDRの時刻校正は、管制交信記録に記録されたNTTの時報とDFDR及びCVRに記録されたVHF無線機の送信キーイング信号を対応させることにより行った。

## 2.8 火炎の発生に関する情報

### 2.8.1 燃料が漏れた場所の特定

右エンジンをエンジン製造者の指定工場であるIHIに搬入し、試運転台におけるウェットモータリング<sup>\*15</sup>を実施したところ、14番インジェクターとマニホールドを接続するカップリングナット（以下カップリングナットを「Bナット」という。）付近より、少量の燃料漏れが確認された。

また、14番インジェクターを除く、他の17個のインジェクターを接続するBナット付近からは燃料漏れは確認できなかったが、締め付けられていたトルク値を確認したところ、2.8.2に後述する当該型式エンジンの規定値より1箇所（3番）が低く、4箇所（4番、10番、11番及び12番）が高く締め付けられていた。

なお、この確認は、増締めトルク法<sup>\*16</sup>による計測方法で行った。

締め付けられていたトルク値（規定値：135～150 lb・in）						
位置（番号）	1番	2番	3番	4番	5番	6番
トルク値（lb・in）	140	145	<b>125</b>	<b>160</b>	140	150
位置（番号）	7番	8番	9番	10番	11番	12番
トルク値（lb・in）	135	140	150	<b>165</b>	<b>175</b>	<b>155</b>
位置（番号）	13番	14番	15番	16番	17番	18番
トルク値（lb・in）	140	---	150	150	150	140

2分割できるマニホールドのうち、14番インジェクターを含む左半分をエンジンより取り外し、燃料の注入試験を行った。その試験において、燃料の圧力を徐々に増加させていったところ、14番のBナット付近より燃料漏れが生じた。さらに、

\*15 「ウェットモータリング」とは、点火装置を作動させない状態にして、スターターによりエンジンを回転させ、燃料の投入を行う試験のことをいう。

\*16 「増締めトルク法」とは、既に締め付けられているネジにトルクレンチで締め付け方向にトルクを加え、ネジが再び回り始める時のトルク値を測定することをいう。得られたトルク値は、ネジ山の静摩擦に打ち勝つトルク値を測定するため、実際に締め付けられていたトルク値より高い値となる傾向がある。

圧力の増加にともない、漏れる量が増えることが確認された。

なお、14番のBナットの締付けトルク値は、トルクレンチでは測定できないほど緩んでおり、手で回せる程度であった。本重大インシデント発生当時の状態から当該Bナットを最低の規定トルク値である135 lb・inで締め直したところ、円周上で3mm程度回ったことが確認された。締め直したあとに燃料を加圧注入したところ燃料漏れは確認されなかった。

(写真4 燃料漏れの確認 参照)

## 2.8.2 Bナットの締付け

当該型式エンジンのBナットの締付けトルク値は、エンジンマニュアル（以下「EM」という。）により135～150 lb・inと規定されているが、締付け回数は規定されていない。

なお、当該型式エンジンと同シリーズであり、Bナットのネジのサイズが同仕様であるゼネラルエレクトリック式CF34-8型エンジンの締付けトルク値は、142.6～167.4 lb・inと規定されている。また、締付け方法は、3回トルクをかけ直すトリプルトルクプロシージャーにより実施することがEMにおいて以下のように指示されている。

(抜粋)

(6) *Triple torque the fuel manifold injector nuts as follows:*

(a) *Torque each one of the fuel manifold injector nuts to 142.6-167.4 lb in. (16.1-18.9 N.m).*

(b) *Loosen each one of the coupling nuts one-half turn and torque each one of the coupling nuts to 142.6-167.4 lb in. (16.1-18.9 N.m).*

(c) *Torque each one of the coupling nuts one additional time to 142.6-167.4 lb in. (16.1-18.9 N.m).*

仮訳：(6) Bナットに次のとおり3回トルクをかけること：

(a) 142.6-167.4 lb・in. (16.1-18.9 N・m)でBナットにそれぞれトルクをかける。

(b) Bナットを半回転それぞれ緩め、その後142.6-167.4 lb・in. (16.1-18.9 N・m)でBナットにそれぞれトルクをかける。

(c) もう一度142.6-167.4 lb・in. (16.1-18.9 N・m)でBナットにそれぞれトルクをかける。

トリプルトルクプロシージャーはCF34-8型エンジンのサービスブリティッシュ(技術通報)において以下のように記載されている。

(抜粋)

*Safety wire requirement has been eliminated from the fuel half manifolds. Safety wire holes have been eliminated from the B-nuts on the manifold and no longer require safety cable at these fuel half manifold connections to the nozzles and fuel supply line. Triple torque procedure of these connections per the Engine Manual has replaced the requirement for safety wire.*

仮訳：マニホールドのセーフティワイヤーの要件がなくなった。マニホールドのBナットにはセーフティワイヤーをかける穴がなくなり、ノズルと燃料供給ラインへのマニホールドの接続には、セーフティワイヤーを使用しないことになった。代わりにエンジンマニュアルに記載されたトリプルトルクプロシージャを行うことになった。

当該エンジンの製造者が発行したSPM<sup>\*17</sup>には以下のとおり記載されている。

(抜粋)

*(7) Tube, Manifold, and Hose (0.75 in. [19 mm] and smaller in diameter) coupling nuts triple tightening procedure.*

*(a) Tighten the coupling nut to applicable torque identified in Subtask 70-51-00-400-045, Standard Torque Values.*

*(b) Break the torque on the coupling nut and then tighten to the torque value identified above.*

*(c) Break the torque on the coupling nut and then tighten to the torque value identified above.*

仮訳：(7) 直径0.75 in(19mm)以下のチューブ、マニホールド及びホースのBナット・トリプルトルクプロシージャ

(a) サブタスク70-51-00-400-045 (標準トルク値) に記載されたトルクでBナットを締める。

(b) Bナットを緩め、その後に上記のトルク値で締める。

(c) Bナットを緩め、その後に上記のトルク値で締める。

また、当該エンジンの前回分解整備を委託された工場 (以下「同工場」という。) の業務規程には「認定に係わる修理又は改造の実施方法は、当該装備品の設計者の指定する最新の実施方法とする。」と規定されている。

なお、運航者におけるBナットの締付け作業は、目視点検により燃料漏れなどの

---

\*17 「SPM」とは、エンジン製造者が発行した説明書で、エンジン型式に関わらず、基本的な作業手順又は作業方法を記載したものをいう。

不具合が発見されない限り実施されることはなく、当該エンジンにおいても本重大インシデント発生時まで行われていなかった。

### 2.8.3 マニホールドの取付手順

エンジン分解整備において準拠されるEM7 2-00-40に記載されていた手順の概要は、先にマニホールドをクランプ（支持留め金）とブラケット（支持金具）を介してエンジンに取り付けた後、インジェクターとマニホールドを規定のトルクで締め付けるとされている。

一方、機体整備において準拠されるエアクラフトメンテナンスマニュアル（以下「AMM」という。）73-11-09に記載されていた手順の概要は、インジェクターとマニホールドを規定のトルクで締め付けたのち、マニホールドをクランプとブラケットを介してエンジンに取り付けるとされている。

なお、各ブラケットにおいては、クランプと接続する取付け穴が、取付け位置の調整を可能にするため横長の形状となっている。また、ブラケットとクランプの締付けトルクは、38～42 lb・inと規定されている。

（付図5 マニホールド 参照）

### 2.8.4 同工場における作業

同工場においては、分解整備後のエンジン組立ては、作業現場においてEM及びビルドレコード（組立作業検査記録書）を確認しながら、実施されている。実施済みの項目は、その都度作業を行った作業員が作業印をビルドレコードに押印している。なお、18個のインジェクターとBナットの規定トルクによる締め付け作業は、一項目としてまとめられている。インジェクターとマニホールドの締め付け作業を実際に行った作業員（以下「作業実施者」という。）の口述によると、Bナットを規定トルクで締め付ける手順は、初めに18箇所のBナットの潤滑を行い、手締めによりインジェクターへ仮締めする。次に作業実施者は、18個のインジェクターのうち、唯一形状が違う13番インジェクターから順に時計回りに一周して12番インジェクターまでトルクレンチで締め付けるとしている。作業実施者は、この締め付けはSPMに記載されているトリプルトルクプロシージャーに従い実施したと述べている。

検査員は、作業員の締め付け作業後、Bナットを目視又は手回しで検査を実施するが、締め付けトルクの確認までは行っていない。検査員は検査の結果、問題がなければ検査者印を押印している。なお、検査員は作業員の締め付け作業中の立会いは行っていない。ビルドレコードには、検査員の作業は以下のとおり記載されている。

（抜粋）

## 8 Final Inspection.

(1) Visually inspect all exposed area for damages and assembly condition.

(2) Inspect that all build records necessitated in the maintenance work are corrected and all operations are completed.

仮訳：8 最終検査

(1) 損傷の有無及び組立状態について全ての外観を目視検査する。

(2) 整備作業で必要とされる全ての組立記録が正しく、全ての作業が完了していることを検査する。

作業に使用されるトルクレンチの精度管理は、社内規程に基づき実施されており、作業に使用されたトルクレンチの識別は、工具管理記録により行われている。前回、当該エンジンの分解作業に使用されたトルクレンチは精度管理が行われており、本重大インシデント発生後の校正においても基準値内であることが確認されている。

### 2.8.5 航空局による一斉点検の結果

航空局は平成25年6月6日、同型機を運航する航空運送事業者に対し、エンジンのBナットの緩みなどの一斉点検を指示した。その結果、日本国内で運航されている同型機全13機のうち、3機のエンジン3台において1箇所ずつの緩みが発見された。それらの緩んでいたBナットの位置は、3番、13番及び18番と特定の位置には集中していなかった。また、緩みが発見されたエンジン3台の分解整備後の飛行時間と緩みとの関連は確認できなかった。

なお、本重大インシデントを起こしたエンジンを含め、緩みが発見された4台は、全て同じ工場において分解整備されたエンジンであった。

### 2.8.6 火災検知装置

本重大インシデント発生後の初動調査で、同機のファイアベルを含む火災検知装置の作動を確認したが、不具合はなかった。

また、機体製造者によると、エンジン火災の警告メッセージとファイアベルの信号源は共通となっている。この共通の信号はDCU<sup>\*18</sup>に送られ、DCUにおいてメッセージと音の2つの信号に分かれて発信される。同機に搭載されていたDCUを修理会社において点検した結果、不具合は発見されなかった。

操縦室前方にある左右どちらかのマスターワーニング・スイッチライトを押すことでマスターワーニングが停止され、ファイアベル音及びマスターワーニング・

---

\*18 「DCU」とは、各種データを集め、表示装置などへ信号を送る装置をいう。

スイッチライトの点灯を消すことが可能であるが、エンジンファイア・プッシュスイッチの点灯及びEICASに表示された警告メッセージの表示を消すことはできない。

なお、DFDRには、ファイアベル音などを発生させるマスターワーニング及び右エンジン火災の警告メッセージを表示させる右エンジンファイア・ワーニングが同時に記録されており、マスターワーニングは約3秒で停止されたことが記録されていた。

(付図2 DFDRの記録 参照)

#### 2.8.7 エンジンの表面温度

燃焼した痕跡が顕著な範囲のエンジン表面は、断熱用のブランケットで覆われている。エンジン製造者から提供されたエンジン表面温度に関する資料によると、ブランケットの上面温度は運用状態により燃料の自己発火点より高くなることがある。

燃料漏れが発見された14番インジェクター周辺は、構造上の理由により、このブランケットに大きな切欠きが施されている。このため、14番インジェクター周辺は、断熱されていない構造となっている。

なお、エンジン表面のクーリングは、バイパスエアの一部が31箇所の入口孔よりクーリングエアとしてカウリング内に流れ込み、エンジン表面を冷却したのち、4箇所の出口孔より自然に流れ出ることで行われている。

(付図4 クーリングエアの流れ、写真4 燃料漏れの確認、  
写真5 断熱用ブランケットの切欠き 参照)

#### 2.8.8 すずの成分調査

採取した燃料及びエンジンオイルを燃焼させたことにより生じたすず、並びに同機のエンジンに付着していたすずを分析した結果は、次のとおりであった。

燃料の燃焼により生じたすずからは、炭素のみが検出された。また、エンジンオイルの燃焼により生じたすずからは、炭素が主体で、リン、鉄が検出された。

一方、エンジンに付着していたすずからは、炭素が主体で、ケイ素、カルシウムが検出されたが、エンジンオイルに含まれる固有の元素であるリンは検出されなかった。

#### 2.8.9 Bナットの緩みの痕跡の調査

- (1) BナットとBナットが接触するマニホールドのスリーブショルダー部分の間には、異物が混入していた痕跡はなかった。
- (2) 14番インジェクターのインレットフィッティング部（入口結合部）に、摩耗痕及び傷があった。摩耗痕は接触するマニホールドのフレア側（ラップ

状結合部)にもあった。摩耗痕及び傷の表面粗さは、燃料漏れを生じる程度ではなかった。

(3) 14番インジェクターのネジ山に複数の小さな打痕があったが、ナット側にはなかったため、締結時に生じたものではなかったことが判明した。

(4) X線検査により、マニホールドのフレアとスリーブは、頑丈な一体構造であることが判明したため、締結時にフレアが変形する可能性はなかった。

(付図5 マニホールド 参照)

## 2.9 その他必要な事項

### 2.9.1 火災発生の表示

同機に使用されているエンジンの火災検知装置の受感部であるエレメントは、温度が上がるとエレメント内の抵抗値が下がる性質を利用したものである。エレメントは、Aループ及びBループの2本があり、エンジンの円周上に、互いに約1inの間隔を保って、平行に張り巡らされている。通常の作動では、この2本のエレメントが、両方とも設定値以上の熱を検知した場合、エンジン火災の警告メッセージがEICAS上に表示される。また、火災検知装置故障の注意メッセージの表示は、当該装置の故障時及び片方のループのみ火災を感知した場合に表示される。AOMサプリメントには次のように記載されている。

(抜粋)

#### *AOM Supplement*

### *1. FIRE DETECTION AND EXTINGUISHING*

#### *A. Engine*

(略)

*If only one loop detects a fire, when both loops are selected, this is considered a False Fire and a L/R FIRE FAIL caution message will be displayed on the EICAS primary page.*

仮訳：両方のループを選択中に、片方だけのループが火災を感知した場合は、誤警報と考えられ、左又は右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが、EICASに表示される。

なお、システム上、火災検知装置故障とエンジン火災の両方のメッセージが同時に表示されることはないため、エンジン火災の警告メッセージが表示された時点で、火災検知装置故障の注意メッセージは消える。運航乗務員は、火災検知装置故障の注意メッセージの先行表示の有無にかかわらず、エンジン火災の警報メッセージが表示された場合には、実際の火災が発生したものとしてAOMに従って直ちに対処しなければならない。



(付図6 火災検知装置故障チェックリスト、付図7 エンジン火災チェックリスト参照)

## 2.9.2 緊急事態または異常事態における操作手順

同社が規定しているAOMに緊急事態または異常事態における操作手順が次のとおり記載されている。

(抜粋)

(略)

- ・緊急事態または異常事態を発見した運航乗務員は、ただちにその旨Callする。
- ・PFは、適応するRecall Itemの実施を指示する。

Procedure中、Recall Itemは、Box□で囲まれて記載されている。

- ・担当運航乗務員はArea of Responsibilityに従い、記憶でRecall Itemを実施する。

(略)

- ・PFは以下の状況を確認のうえ、EmergencyまたはAbnormal Procedureの実施を指示する。

・Flight PathがControlされている。

・機体がCriticalな飛行状態 (TakeoffまたはLandingなど) でない。

・すべてのRecall Itemが完了している。

- ・PMはEmergencyまたはAbnormal Procedure Titleを読み上げ、表示されたEICAS Messageまたは状況と一致していることを確認した後、Procedureを実施する。

PMはProcedureに従いResponseを含む各項目を読み上げる。

- ・Recall Itemについては、担当運航乗務員は必要な操作が完了していることを確認し、Responseする。

(略)

- ・Recall Item以外の項目は、Procedureを読み上げながら実施する。PMはProcedureに従いResponseを含む各項目を読み上げる。担当運航乗務員は必要な操作を行いResponseする。

- ・Note, Caution, Warningおよびその他のInformationについてもPMが読み上げる。これらに対し、PFは復唱する必要はないが、適切なAcknowledgeを行う。

(略)

(付図7 エンジン火災チェックリスト (地上) 参照)

## 3 分析

### 3.1 運航乗務員の資格等

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 航空機の耐空証明等

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 気象との関連

当時の気象状況は、2.6に記述したとおり、風向230°、風速15kt、最大瞬間風速25ktであった。これは、滑走路に対し左真横からの風であり、C6誘導路及び19番駐機場では背後からの風であった。自走を継続し、19番駐機場に入ったことは、風に正対を試み機体を止めるというエンジン火災チェックリスト（地上）の注意項目に従った対応ではなかったものと考えられる。

### 3.4 火炎発生の経緯

#### 3.4.1 発火物の特定

発火燃焼し易い可燃物としては燃料及びオイルが推定される。2.8.1に記述したとおり、燃料漏れが確認されたこと、及び2.8.8に記述したとおり、採取されたすすの成分には、エンジンオイルに含まれる固有の元素であるリンが検出されなかったことにより、漏れた燃料が発火し、火炎が発生したものと推定される。

#### 3.4.2 燃料漏れの発生

2.8.1に記述したとおり、本重大インシデントにおいては14番インジェクターとマニホールドを接続するBナットが緩み、燃料漏れが発生したと認められる。

2.8.9に記述したようにBナットの緩みの痕跡の調査を行ったが、燃料漏れの原因となった痕跡を発見することはできなかった。

一方、Bナットの締付け力の不足については、2.8.4に記述したように、作業員はSPMに記載されているトリプルトルクプロシージャーに従い、締付け作業を実施したと述べている。さらに、2.8.4に記述したように、ビルドレコードに規定トルクで締め付けたとする作業員印及び検査員印が押印してあった。しかし、作業工程上、作業員の作業中の検査員立会いは行われず、検査員による締付けトルクも確認されない。また、2.8.5に記述したように、本重大インシデントを起こしたエンジンと、同じ工場で分解整備された他の複数の同型エンジンでもBナットの緩み

が発見された。これらにより、各Bナットには前回分解整備時から締付け力にばらつきがあった可能性が考えられるが、14番のBナットの緩みの原因を特定することはできなかった。なお、2.8.4に記述したとおり、検査員は、Bナットの締付け作業に立ち会わずに作業後に目視又は手回しの検査を実施するが、締付けトルクは確認していない。このため、Bナットに施される締付け力は実質的に現場の作業員に一任されている状態であったものと推定される。

また、2.8.3に記述したとおり、EMの手順では先にマニホールドをクランプとブラケットを介してエンジンに固定した後、インジェクターとマニホールドをBナットで締め付ける。このため、マニホールドはBナットが締め込まれた長さだけ引っ張られることにより、Bナットに対する引っ張り応力が生じる可能性が考えられ、このことがエンジン稼働中の振動などにより徐々に緩みが進行したことに関与した可能性が考えられる。

なお、2.3.2に記述したとおり、液体の燃焼痕が下側のカウリングまで達していないため、漏れた燃料は少量であった可能性が考えられる。また、燃料がいつの時点で漏れ始めたかについては明らかにできなかった。

### 3.4.3 漏れた燃料の発火

同機は飛行中に燃料漏れが生じていたとしても、クーリング兼換気用エアの流れによって発火しにくくなっていたものと推定される。地上においては、2.1.1に記述したとおり、同機は着陸直後の12時14分40秒から約19秒間、逆噴射装置を作動している。これによりエンジンの回転数及び内部温度が上昇するとともに、機速の減少により、クーリング兼換気用エアの流量が減少したと推定される。

以上のことから、地上において、エンジンの表面温度は上昇し、漏れた燃料が自己発火したと推定される。

### 3.5 火災検知装置の作動

2.9.1に記述したように、エレメントの温度が上がり、抵抗値が設定値以下まで下がると火災検知装置は火災と検知する。エンジン火災の警告メッセージが表示された場合、運航乗務員は飛行中であってもすぐに当該エンジンを停止させなければならない。

2.9.1に記載したとおり、同機は、2系統のエレメントを配置し、片方のみ検知した場合は、火災検知装置故障の注意メッセージを表示させる。この場合、運航乗務員は付図6に記載したチェックリストにより、火災検知装置の有効性を確認することになっている。2.1.1に記述したとおり、12時15分29秒に右エンジン火災検知装置故障の注意メッセージが表示され、同16分02秒に右エンジン火災の警告メッ

セージが表示されており、注意メッセージ表示から警告メッセージまで33秒が経過した。これは、本件火災発生が小規模であったため、2.9.1に記述したように2本あるエレメントのうち、片方のみが検知し、その後、両方が検知したためと推定される。なお、運航乗務員が火災検知装置故障のチェックリストを実施することにより、火災検知装置の機能が有効か無効かの判断ができるが、このチェックリストを実施できなかったのは、2.1.2(2)の口述のとおり、実施する前にエンジン火災の警告メッセージが表示されたためと推定される。また、副操縦士は2.9.1に記述した注意メッセージの表示される条件を知っていたと述べたが、注意メッセージが表示され、引き続き警告メッセージが表示された後にも機長と消火剤射出の保留について意見を交換しており、火災検知システムの機能を十分に理解していなかった可能性が考えられる。

2.8.6に記述したとおり、火災検知装置は正常であったと推定される。一方、2.1.2に記述したように、右エンジン火災の警告メッセージは表示されたが、ファイアベル音がなかったとの口述があった。しかし、2.1.1及び2.8.6に記述したとおりDFDR及びCVRの記録では、どちらも作動していたことが記録されていた。また、両方の記録ではファイアベル音及びマスターワーニングが約3秒で停止していたことから、この時点で左右いずれかのマスターワーニング・スイッチライトが押されたと推定される。

なお、一般に、操縦士のエンジン火災訓練においては、操縦室内のコミュニケーションを確保し気持ちを落ち着かせるため騒音を取り除く必要があるとして、状況を確認したのち最初にファイアベル音を止めるためにマスターワーニング・スイッチライトを押し、新たな警告メッセージの表示に備えることになっている。同社もこの訓練を取り入れており、同機の運航乗務員は幾度となくこの訓練を受けていたため、本重大インシデントにおいてもエンジン火災をコール後、訓練どおり直ちにマスターワーニング・スイッチライトが押された可能性が考えられる。このため、運航乗務員がファイアベル音が鳴らなかったと思い込んだことについては、短時間でファイアベル音が止まり、故障の表示による誤警報との思い込みから、機長及び副操縦士ともにファイアベル音が鳴ったことが記憶されなかった可能性が考えられる。

### 3.6 運航乗務員の対応

2.1.1に記述したとおり、右エンジン火災の警告メッセージの表示から消火剤を射出するまでに2分13秒を要し、駐機場へ入った後に消火剤が射出されたと推定される。

火災の警告の表示があった場合には、仮に誤警報の可能性があったとしても、安全を最優先として、直ちに2.9.2に記述したAOMに定められた措置を実施しなければならない。しかしながら、本重大インシデントにおいては、警告表示から消火剤射出

まで2分以上を要する結果となった。警告表示に対して直ちにAOMに定められた対応が行われなかったことについては、次のことが関与した可能性が考えられる。

- ・ 運航乗務員が火災検知システムの機能を十分に理解していなかったこと。
- ・ 故障注意メッセージが最初に表示されたことによって運航乗務員に検知装置の故障との認識が形成されたこと。
- ・ 故障注意メッセージから警告メッセージまで33秒が経過し、その間に運航乗務員に故障による誤警報との認識が定着したこと。
- ・ 警告メッセージ及び警報音に対して火災コール及び警報停止操作が機械的に行われ、警報音が運航乗務員の記憶に留まらなかったこと。
- ・ このため、警報の後も運航乗務員は誤警報ではないかと疑い続けたこと。

なお、運航乗務員は、誤警報により不必要な消火剤射出をしてしまう結果となることを懸念するあまり、誤警報である可能性を考えつつ、消火剤射出の決定を先延ばしたものと考えられる。

火災警報に対して機械的な対応が行われたことについては、一般的に実施されており、同社も行っていたエンジン火災の訓練方法が関与した可能性が考えられる。

また、2.1.1に記述したように、消火作業に対する運航乗務員の言動は、迅速に行うべき緊急操作であるチェックリストのリコールアイテムを問いかけながら読み上げたり、判断に迷ったような発言をしている。これらの言動の根底には、運航乗務員の危機意識の低さがあったものと考えられる。

## 4 結 論

### 4.1 原 因

本重大インシデントは、右エンジンのマニホールドと14番インジェクターを接続するBナットが緩んだため、その部分から漏れた燃料がエンジンの熱により発火し、発動機防火区域内で火炎が発生したものと推定される。

Bナットが緩んだことについては、Bナットの締付け力が不足していたため、エンジンの振動などにより徐々に緩みが発生した可能性が考えられるが、緩みの原因を特定することはできなかった。

### 4.2 その他判明した安全に関する事項

本重大インシデントにおいて、運航乗務員は、緊急事態であるエンジン火災の警告メッセージへの対応に時間を要し、エンジン火災の警告メッセージが表示された状態のまま機体を風に正対させず停止させることもなく、駐機場に入ったと認められる。

エンジン火災の警告メッセージへの対応に時間を要したことについては、運航乗務員の両名が警告メッセージに誤警報の疑いを持ったためと考えられる。緊急事態である警告メッセージに対し疑いを持ち対応をちゅうちょすることは、危険を招くことになる。運航乗務員は、規定に従い、危機意識を持ってエンジン火災の警告メッセージへ対応するための措置を最優先で迅速に行うべきであったものと考えられる。

## 5 再発防止策

### 5.1 本重大インシデント後に講じられた事故等防止策

#### 5.1.1 同社により講じられた措置

##### (1) 機体整備に関して講じられた措置

同社は、作業カードを平成25年6月12日付けで制定し、保有する同型機全機のエンジンのBナットにスリップマークを表示し、定期的にマークのずれの有無を確認している。

##### (2) 運航に関して講じられた措置

同社は、本重大インシデントを受けて、平成25年5月13日付けで、常に最悪の状況を想定したオペレーションを実施すること、及び基本操作を忠実に実施することの重要性について記載した文書を作成し全運航乗務員に配布するとともに、平成25年5月から7月にかけて全運航乗務員を対象とした当該文書を周知するための会議を開催し、認識の徹底を行った。また、全運航乗務員を対象とした座学訓練において平成26年4月1日付け制定の資料による防火システムの復習を実施している。

本重大インシデント時の機長及び副操縦士に対しては、安全意識及びリスクマネジメントの向上に関する教育並びに火災検知システムに関する知識の再確認を平成25年5月14日に実施した。

#### 5.1.2 同工場により講じられた措置

同工場は、作業員力量維持教育の資料を平成26年3月17日付けで改訂し、作業員力量維持教育によりトリプルトルクプロシージャは緩み防止として重要なことを改めて全作業員に認識させている。また、同工場はビルドレコードを平成25年11月13日付けで改訂し、Bナット締付け時のトルクの設定値と使用したトルクレンチの番号を記入する欄を追加した。

### 5.1.3 エンジン製造者により講じられた措置

エンジン製造者は、当該型式エンジンについて、EMを変更し、次の内容を追加した。

- (1) トリプルトルクプロシージャーによりBナットを締め付けること。
- (2) 規定トルクで締める前にBナットが干渉されずに手締めにより所定の位置にかみ合うことの確認を注記。
- (3) Bナットをトルクレンチで締め付けるとき、フィッティングを他のレンチで保持することを注記。

### 5.2 今後必要とされる事故等防止策

Bナットの緩みの原因は特定できなかったが、同工場での前回分解整備時において施された締め付け力が不足していた可能性が考えられ、またBナットに施される締め付け力は実質的に現場の作業員に一任されている状態であったものと推定される。このため、同工場は、本調査の結果を踏まえ、エンジンの分解整備時においてBナットの締め付け等の安全上重要な作業が確実に実施される体制となっているか、再点検を行うことが必要である。

また、同機は右エンジン火災の警報メッセージの表示から消火するまでに時間を要した。このことには、運航乗務員が火災検知システムの機能を十分に理解していなかったこと、同社の訓練方法等が関与していた可能性が考えられ、また、その根底には、運航乗務員の危機意識の低さがあったものと考えられる。このため、同社は、本調査の結果を踏まえ、教育訓練の充実及び訓練内容の見直しを行うことが必要である。

## 6 勧告等

### 6.1 勧告

#### 6.1.1 株式会社IHIへの勧告

本重大インシデントにおいて、発動機の防火区域内に火炎が発生した原因は、右エンジンのフェューエルマニホールドと14番フェューエルインジェクターを接続するBナットが緩んだため、その部分から燃料が漏れエンジンの熱により発火し、火炎が発生したものと推定される。Bナットが緩んだことについては、Bナットの締め付け力が不足していたため、エンジンの振動などにより徐々に緩みが発生した可能性が考えられるが、緩みの原因を特定することはできなかった。しかし、本重大インシデント発生後に行った同型式エンジンの一斉点検26台のうち、3台に規定値を外れる緩みが見つかっており、いずれもIHIが分解検査を行ったエンジンであった。

運輸安全委員会は、本重大インシデントの調査結果を踏まえ、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、株式会社IHIに対し、以下のとおり勧告する。

エンジンの分解整備時において、インジェクターとマニホールドの接続Bナットの締付け等の安全上重要な作業が確実に実施される体制となっているか、再点検を行うこと。

#### 6.1.2 株式会社ジェイエアへの勧告

本重大インシデントにおいて機長及び副操縦士は、緊急事態であるエンジン火災の警告メッセージへの対応に時間を要し、エンジン火災の警告メッセージが表示された状態のまま機体を風に正対させず、停止させることもなく駐機場に入ったと認められる。

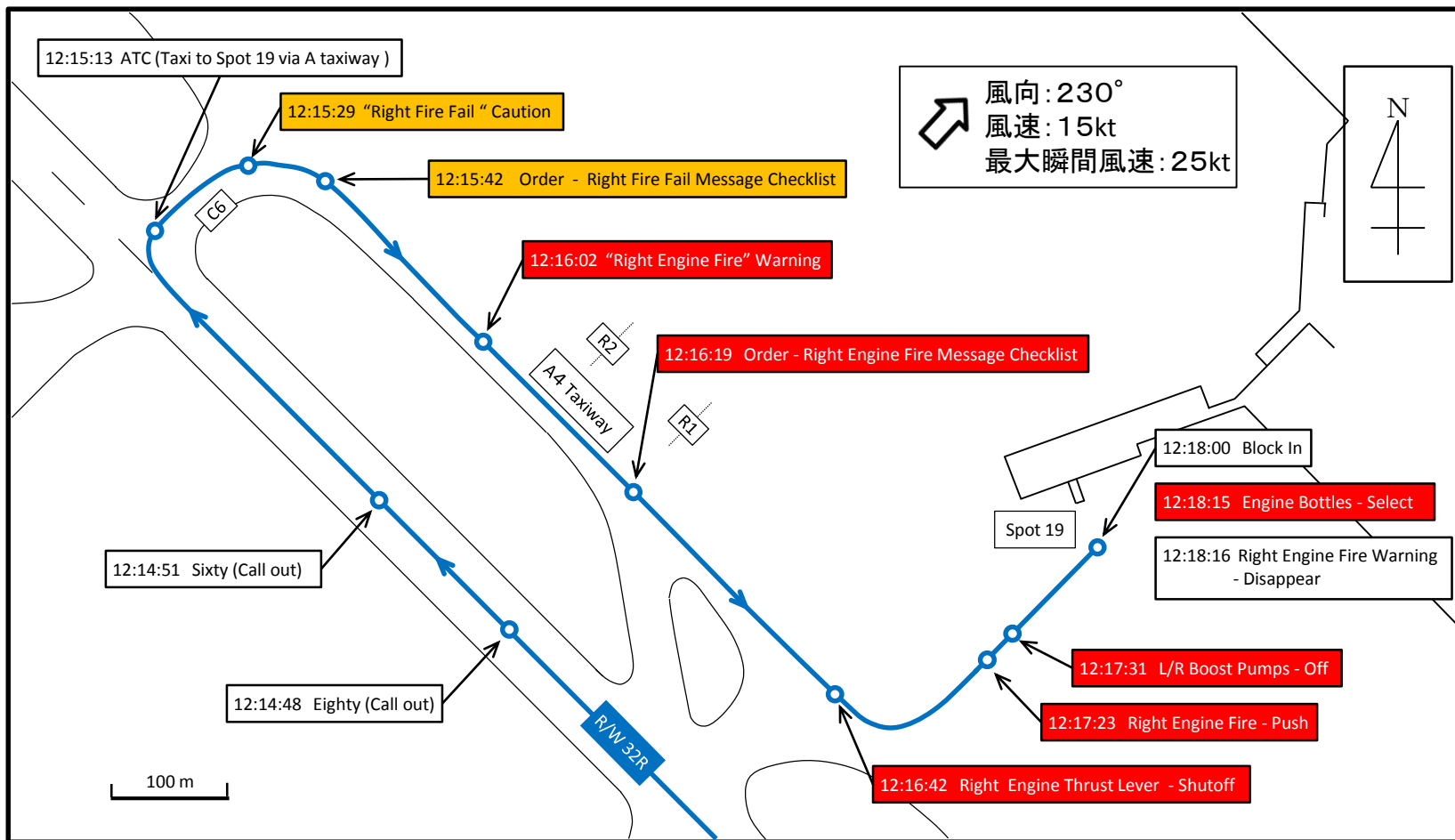
エンジン火災の警告メッセージへの対応に時間を要したことについては機長及び副操縦士が警告メッセージに誤警報の疑いを持ったためと考えられる。しかし、機長及び副操縦士は、規定に従い、危機意識を持ってエンジン火災の警告メッセージへ対応するための措置を最優先で迅速に行うべきであったものと考えられる。

運輸安全委員会は、本重大インシデントの調査結果を踏まえ、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、株式会社ジェイエアに対し、以下のとおり勧告する。

安全上重要なシステムの機能についての教育訓練を充実すること及び火災発生時の訓練の内容について見直しを行うこと。



付図1 DFDR、CVR及びASDEによる推定自走経路

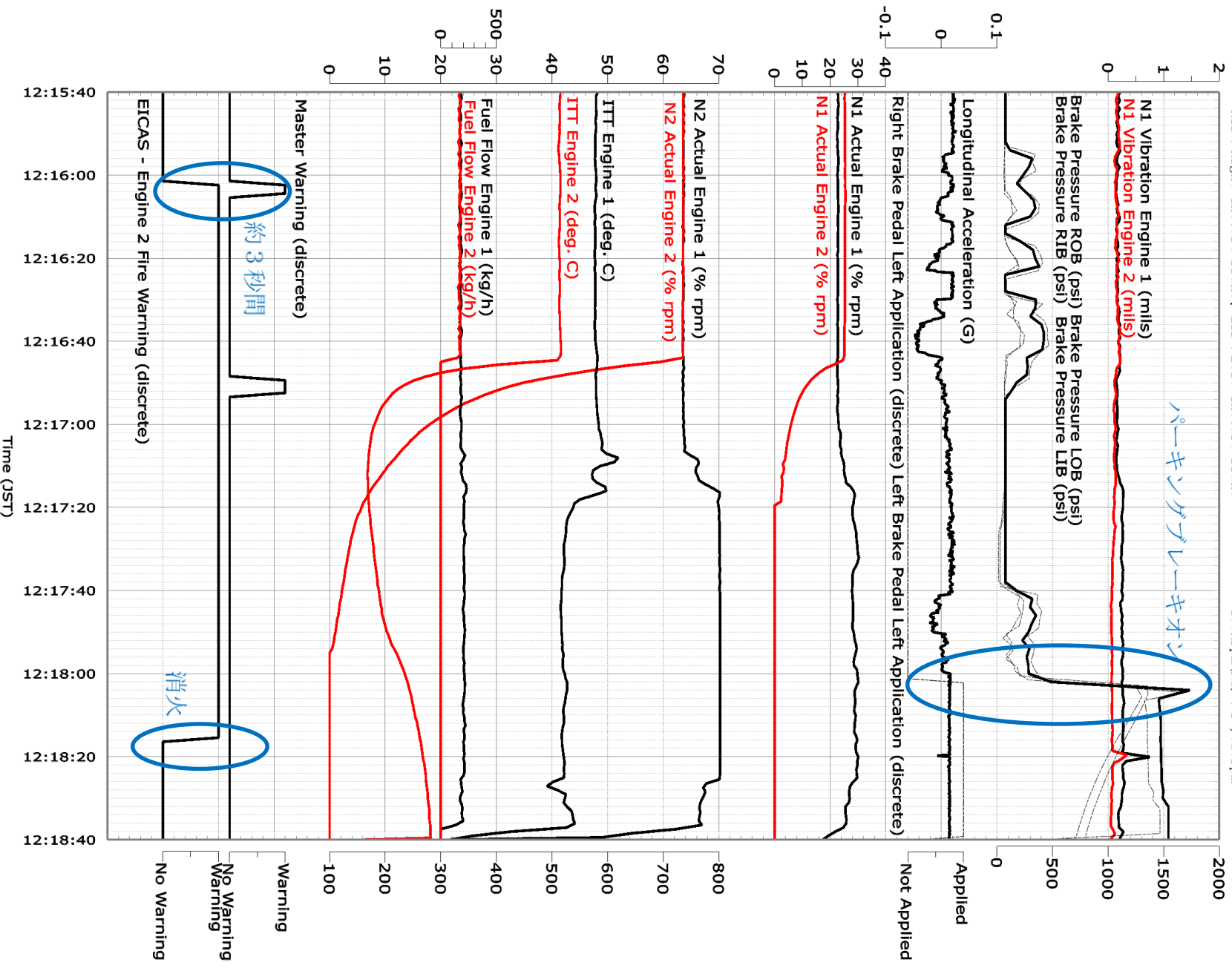


※ 大阪国際空港における磁方位の北は真方位の北より7° 02'西向きである。

## 付図2 DFDRの記録

ROB : Right Outboard Brake, LOB : Left Outboard Brake  
 RIB : Right Inboard Brake, LIB : Left Inboard Brake

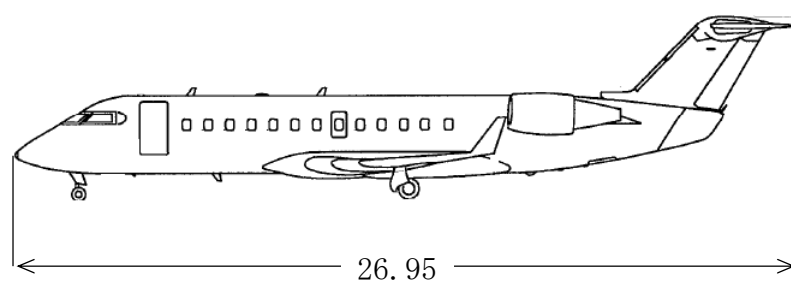
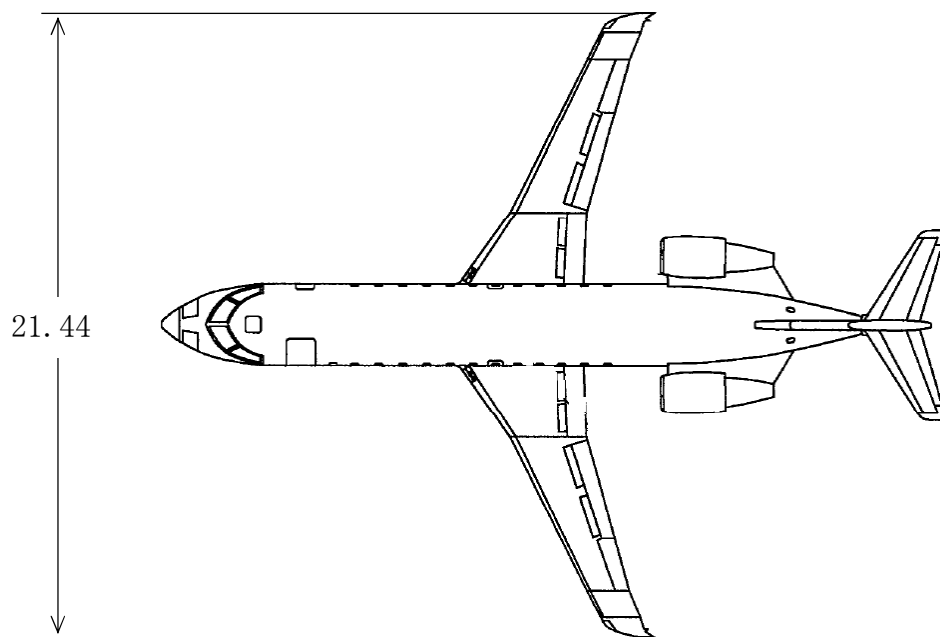
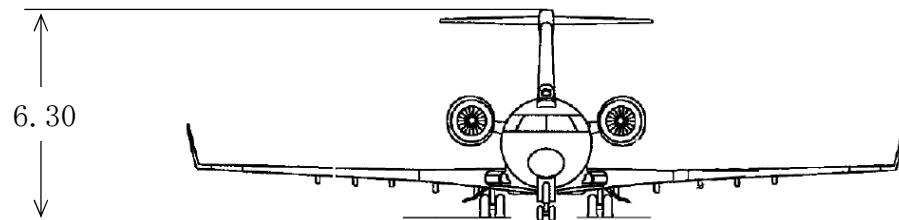
100%rpm (N1) : 7,400rpm  
 100%rpm (N2) : 17,820rpm



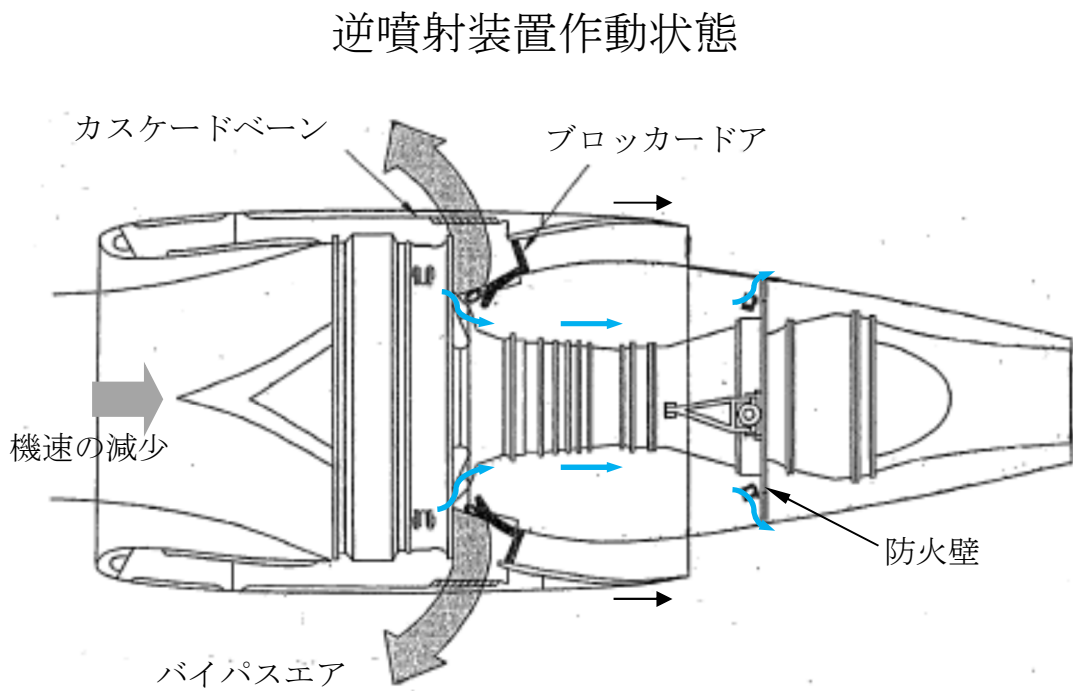
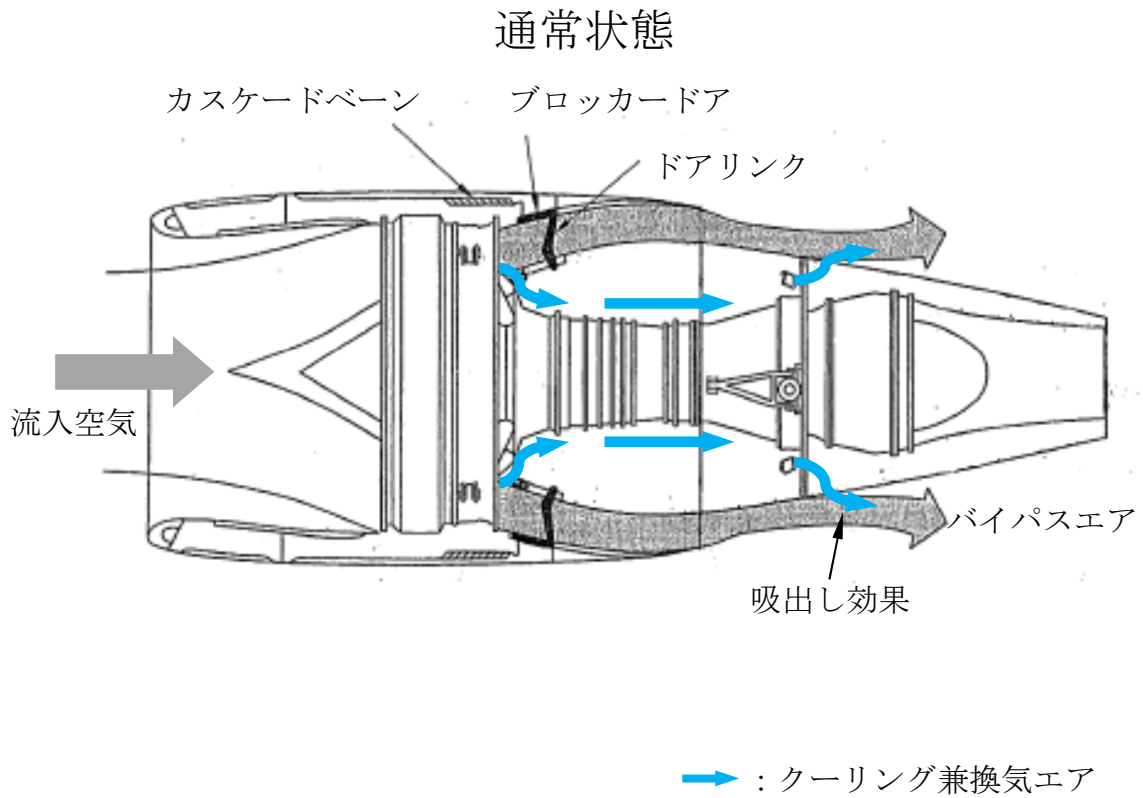
※ N1、N2を除く図中の1又は2は、1が左、2が右を示す。

付図3 ボンバルディア式CL-600-2B19型三面図

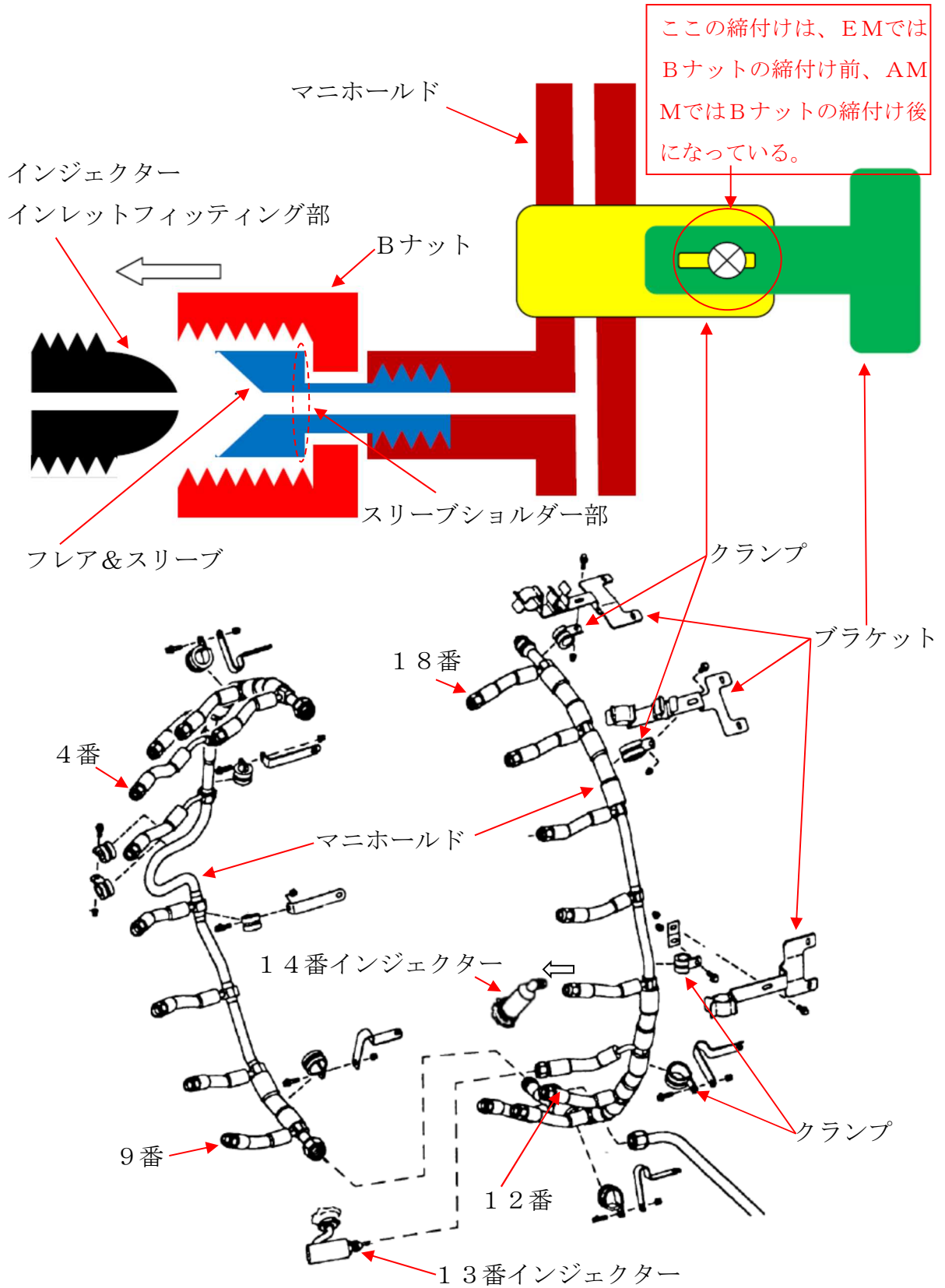
単位：m



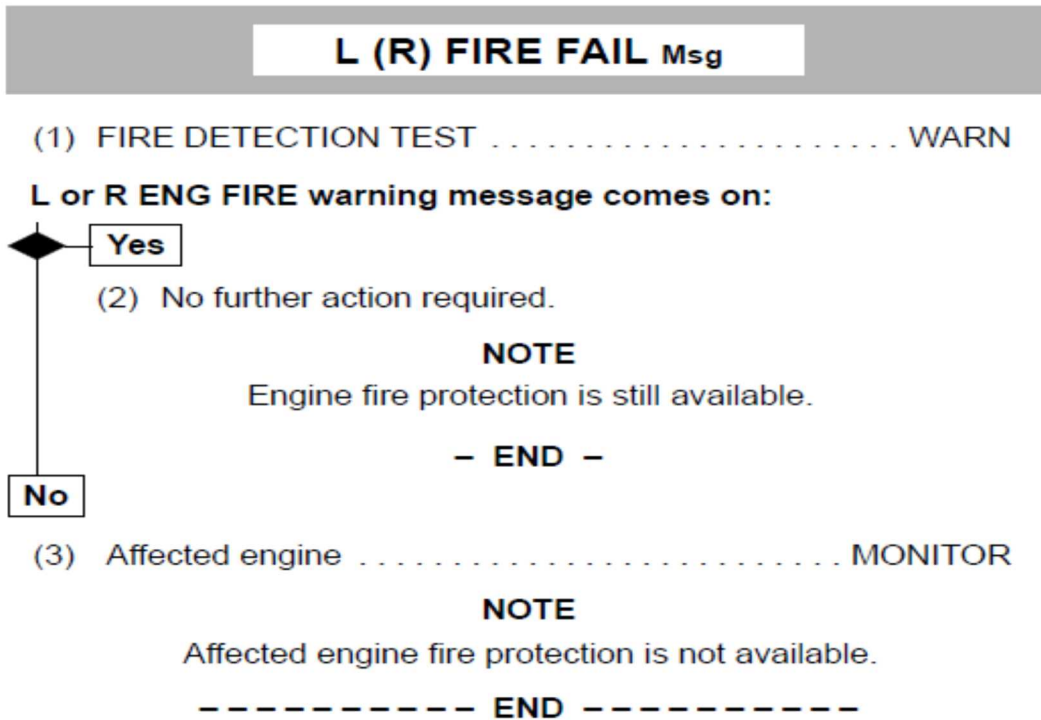
付図4 クーリングエアの流れ



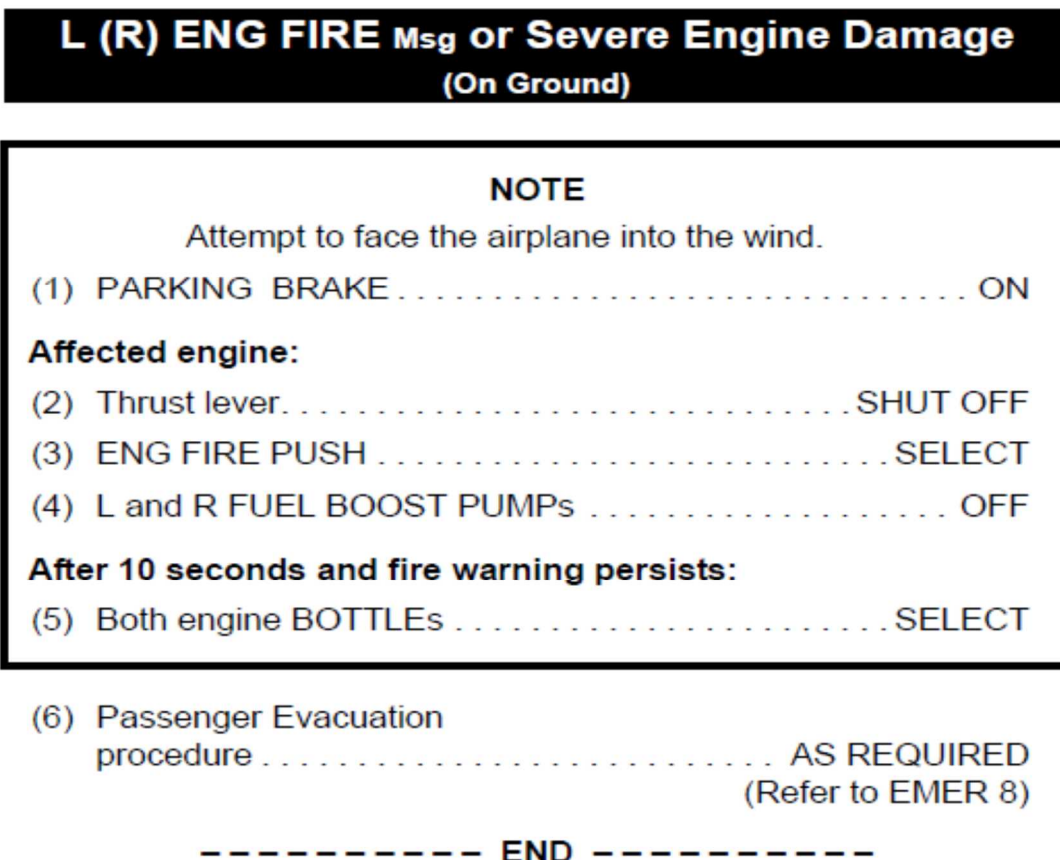
# 付図5 マニホールド



付図6 火災検知装置故障チェックリスト



付図7 エンジン火災チェックリスト (地上)



# 写真1 重大インシデント機

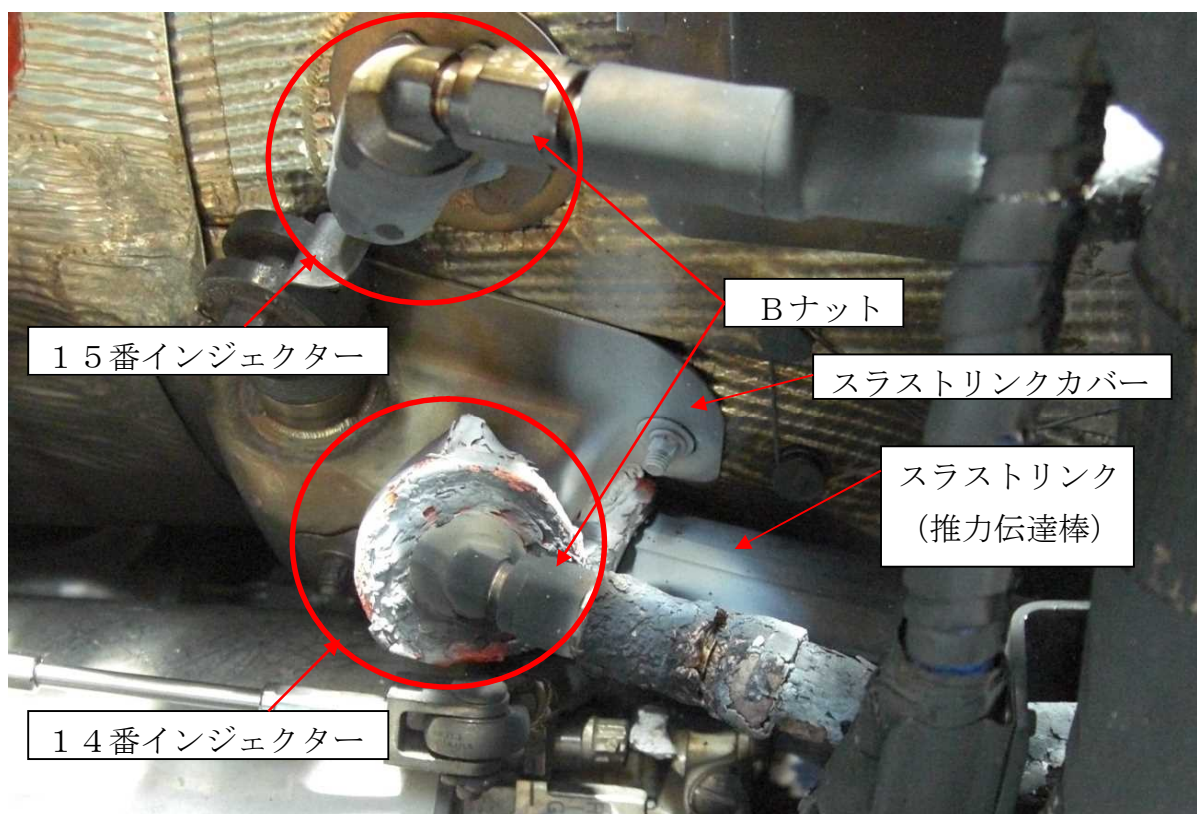
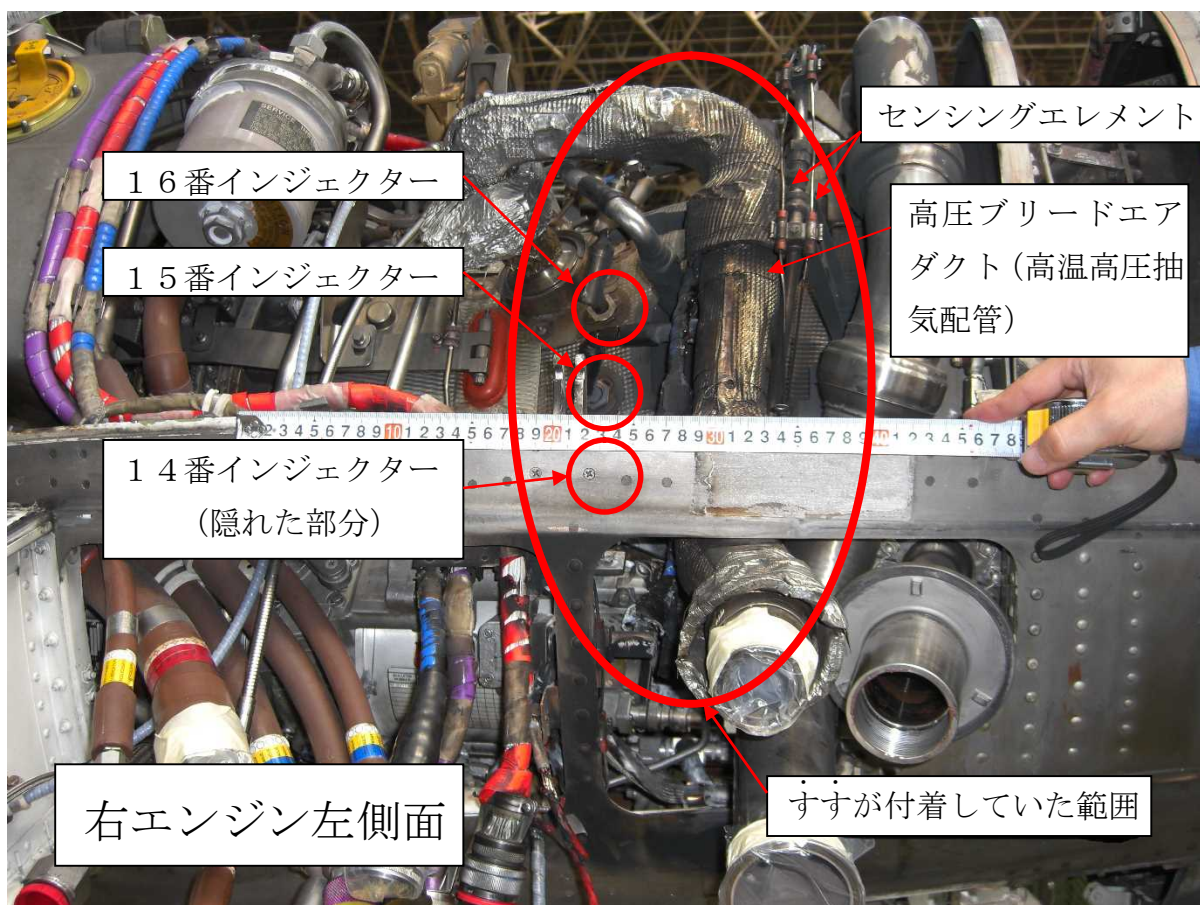
## 全 体



## 右エンジン外観

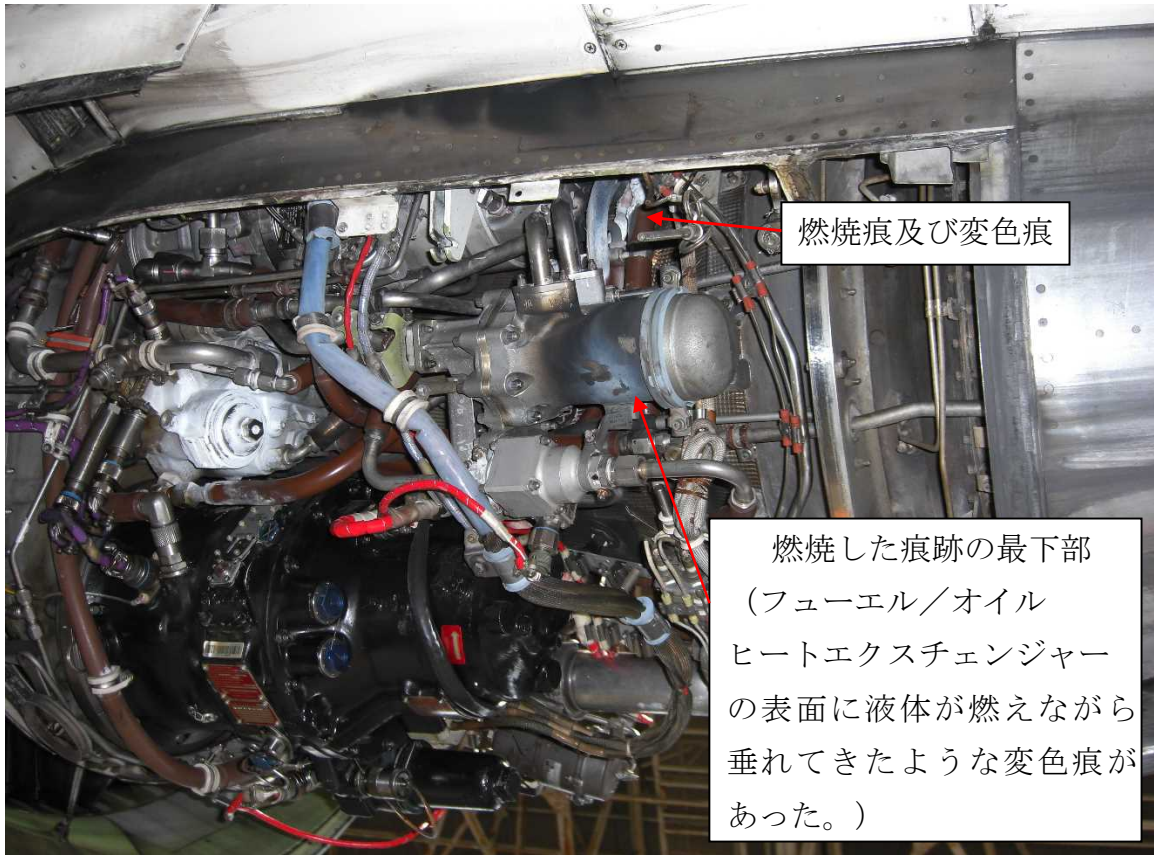


写真2 火炎が発生した痕跡1





### 写真3 火炎が発生した痕跡2

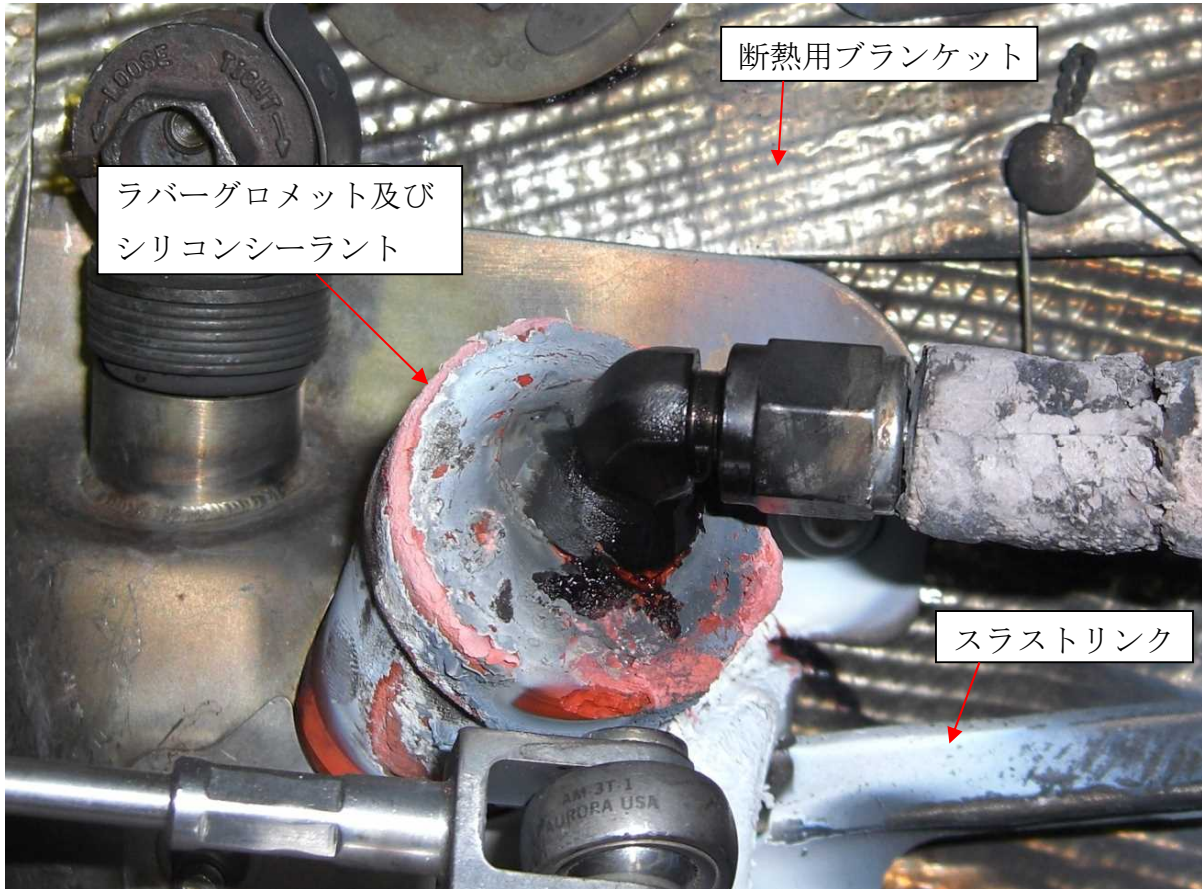


上側のカウリングには火炎が発生した  
真上に位置する箇所にはすすの付着があ  
った。

下側のカウリングには燃焼したよ  
うな痕跡は皆無であった。



写真4 燃料漏れの確認



テストセルにおけるウェットモータリングにより、14番インジェクターとマニホールドを接続するBナットより燃料漏れが確認された。また、このBナットが緩んでいたことも確認された。

なお、ウェットモータリングはスターターによるため、回転数は約30%（アイドル回転数の約半分）、時間は約30秒、及び燃圧は約30psiであった。

写真5 断熱用ブランケットの切欠き

