

～事故等調査事例の紹介と分析～

運輸安全委員会ダイジェスト



JTSB (Japan Transport Safety Board) DIGESTS

第42号 (令和5(2023)年8月発行)



航空事故分析集

小型飛行機等の事故防止に向けて

～簡易型飛行記録装置 (FDM) をご存じですか～

第1章	はじめに	1
第2章	最近の航空事故の発生状況	2
第3章	簡易型飛行記録装置 (FDM) とは	5
第4章	運航者における FDM 情報の安全運航への活用	7
第5章	事故調査から見る客観的情報の重要性	8
第6章	事故分析における情報の有用性	12
第7章	海外調査機関の動向	16
第8章	まとめ	17

第1章 はじめに

航空事故の発生件数は全体としてやや減少傾向にありますが、過去10年間(2013年1月～2022年12月)に航空事故は162件発生しています。このうち、小型飛行機、ヘリコプター及び滑空機(但し、超軽量動力機等に類するものを除く、以下「小型飛行機等」という。)の事故は100件であり、全体に占める割合は6割を超えています。小型飛行機等でも近年の事故発生件数は減少傾向にありますが、全体に占める割合は高く、また、事故が発生しなかったという年はありません。

通常エアラインの機体を始めとする大型機の場合は、飛行記録装置(FDR)や操縦室用音声記録装置(CVR)の装備が義務付けられており、事故等調査においては、これらの装置(以下「フライトレコーダー」という。)から取得したデータが活用されています。ところが、小型飛行機等には、航空運送事業に使用される等の一部の機体を除き搭載義務はなく、多くの機体には装備されていません。しかし、最近



図1 FDM

では軽量、小型、安価ながら飛行中の航空機の位置、高度等の情報や操縦室内の音声、映像等を記録することができる簡易型飛行記録装置（以下「FDM」という、図1参照）が開発され、事故調査だけでなく、運航者においても安全リスク軽減等のために活用されることが期待されています。

また、国土交通省航空局が定期的で開催している「小型航空機等に係る安全推進委員会」においても、安全対策の一つとして諸外国でも実績のあるFDMの活用について取り上げられており、数年にわたる実証調査（運航データの収集・分析及び機器の評価等）の結果、小型航空機の安全性向上に資すると判断され、導入促進が図られることになりました。

そこで今回のダイジェストは、FDMから得られる情報が、訓練を始めとする操縦士の技量向上や日常の運航でのヒヤリ・ハットの抽出等によるリスク管理等の面から、航空機の安全な運航にどのように役立つのかをご紹介します。また、過去に公表された事故調査報告書を基に、当委員会が調査報告書を作成するに当たり、どのような情報を収集しどのように活用しているのかを紹介して客観的情報の重要性を示すとともに、多くの航空機にFDMが搭載され客観的情報が充実することで、どのように事故の再発防止に寄与できるのかを説明していきます。

第2章 最近の航空事故の発生状況

1. 航空事故の発生状況

過去10年間に発生した航空事故162件を年別に示したものです。

小型飛行機等の事故は、年により4~20件とばらつきがあります。（図2参照）

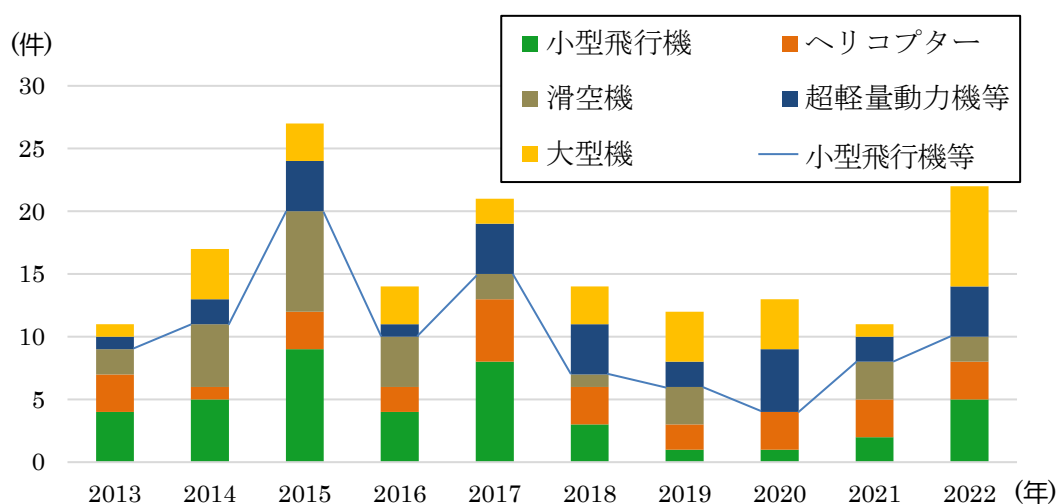


図2 年別航空事故発生件数（2013～2022年）

次は過去 10 年間の事故発生件数を航空機種類別に示したものです。小型飛行機等の事故件数は合計 100 件と全体の約 6 割を占めています。(図 3 参照)

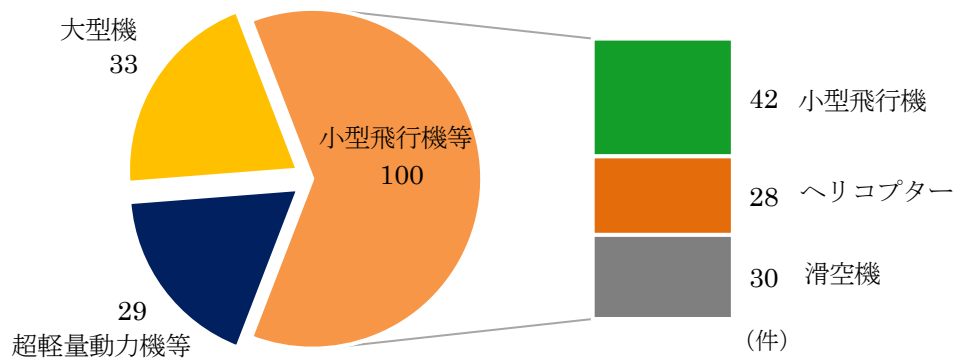


図 3 航空機種類別航空事故発生件数 (2013~2022 年)

2. 死亡事故の発生状況

過去 10 年間に発生した死亡事故件数は 31 件、死亡者数は 70 名でした。このうち、大型機による死亡事故は発生していないのに対し、小型飛行機等は、31 件中 24 件 (77%) となっています。また、死亡者数は 70 名中 61 名 (87%) と大多数を占めています。死亡者数が特に多いのがヘリコプターで、9 件 (29%) の事故で 30 名 (43%) が死亡しており、うち 2 件は防災関係の大型ヘリコプターによるもので、それぞれ 9 名の搭乗者が死亡しています。また、小型飛行機は 7 件 (約 23%) で 19 名 (27%)、滑空機は 8 件 (26%) で 12 名 (17%) が死亡しています。(図 4 参照)

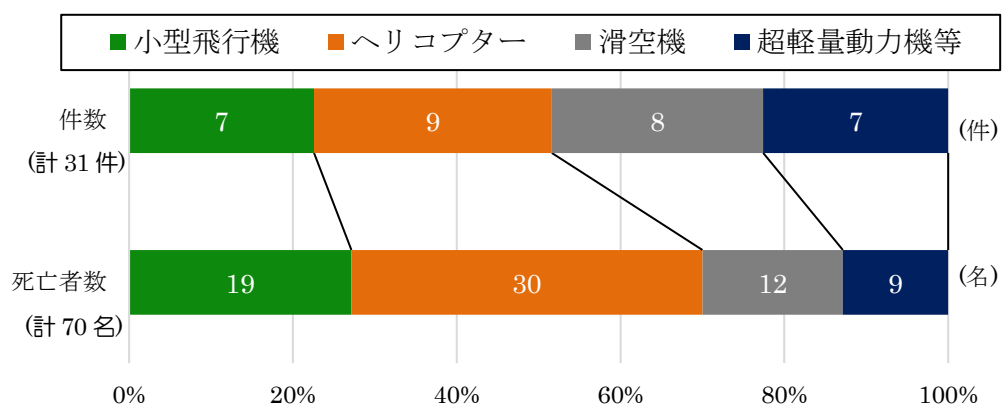


図 4 航空機種類別死亡事故件数及び死亡者数

したがって、小型飛行機等の事故を減らすことが航空事故による犠牲者を減らすことに直結することになり、その対策が重要となります。

3. 発生要因別事故発生状況

次のグラフは、過去10年間（2013年1月～2022年12月）に公表した小型飛行機等の事故調査報告書の事故原因を要因別に区分したものです。最も多いのは操縦士等の操作が関係する人的要因（ヒューマンファクター）によるもので、95件中37件（39%）となっています。次に多いのが人的要因に環境的要因（気象状態等）が関係するものが25件（26%）で、この2つで65%となります。更に、人的要因に機械的要因（機材故障等）、組織的要因（安全管理体制等）が関係するものを含めると合計83件と人的要因が関係するものは8割以上になっています。（図5参照）

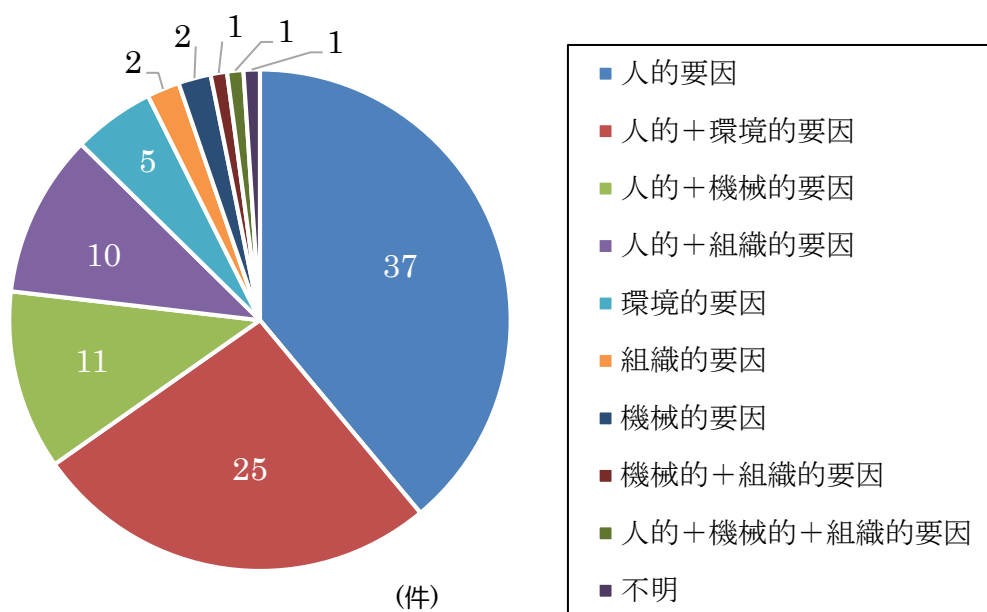


図5 発生要因別事故件数

これを見る限り、人的要因が関係する事故がいかに多いかがわかります。また、更に人的要因が関係する事故を詳細に見ていくと、有視界飛行方式での飛行中に雲中飛行となってしまった、樹木や送電線などを視認できずに衝突した、必要な知識・技量がなく適切な操縦ができなかった、必要な安全確認行為を省略したなど、適切なリスク管理によって事故が避けられたのではないかとと思われる事例が多く見られます。

このような傾向を示す小型飛行機等の事故防止対策としては、当委員会が公表している調査報告書等から、発生した事故の原因及び被害発生の要因を把握し、類似事故の再発防止につなげることはもちろんですが、ヒヤリ・ハットや自分では気付かない標準的な手順からの逸脱など普段の運航の中から事故の兆候をつかみ、それを基にリスク管理を行い、安全性を向上させる未然防止的な取組みを行うことも重要となります。このように不安全事象（要素）を多く収集し、その予防措置

を講じることにより事故防止を図るというリスク管理の手法は、航空機の運航に限らず幅広く行われています。

このようにして集められたリスクを事故防止につなげるためには、事故原因の究明と同様に、客観的飛行データから不安全事象発生時の航空機の状況を正確に把握することがまず重要です。得られた客観的飛行データを分析することで何が起こったのかが明確になれば、より有効な再発防止策や有効な未然防止的な取組みを行うことができます。

次の章では、未然防止的な対策による安全リスク低減のために必要な運航データを収集するとともに、そのデータを操縦者の訓練や技量維持等に活用するための機能を有する簡易型飛行記録装置（FDM）について紹介をしていきます。

第3章 簡易型飛行記録装置(FDM)とは

簡易型飛行記録装置（FDM）とは、フライト・データ・モニタリング(Flight Data Monitoring)*¹の目的で飛行中の航空機の位置、高度等の情報や操縦室内の音声、映像等を記録できる簡易型の飛行記録装置の総称であり、本ダイジェストにおいては、航空法の規定により搭載が義務付けられているフライトレコーダー（図 6 参照）以外の飛行の状態を記録する目的で搭載されている装置全般を指しています。フライトレコーダーは事故調査の目的で搭載されているものであり、また厳しい耐衝撃性、耐火性、耐水圧性が求められており、現実的には運航者自ら記録されたデータを飛行状態の解析等のために容易に利用できるものではありません。一方、FDM はフライトレコーダーと比べると耐衝撃性等は劣るものの、記録された客観的情報（データ）を運航者自ら様々な目的で利用することができます。（記録できるデータについては表 1 参照）

なお、エアラインを始めとする大型機には、FDM と同様に運航者が利用可能なデータを収集するため、FDR より幅広いデータを記録できる QAR（クイック・アクセス・レコーダー）が搭載されています。運航者では、QAR のデータを利用して日常から航空機の運航状況をモニタリングすることにより、リスク管理を行うなど安全運航に活用されています。



図 6 フライトレコーダー（左：FDR、右：CVR）

*1 「フライト・データ・モニタリング」とは、

航空機の飛行中のデータや操縦室内の映像を記録し、これを解析することにより、運航中の不安全要素（運航上のリスク）を見付け出し、事故が発生する前に対策を講じるための仕組みです。日常の運航をモニターして、改善、安全につなげていこうという考え方です。この飛行中のデータ等を取得するための装置である FDM は、操縦室内の映像や音声を記録するとともに、GPS 及び内蔵する加速度計により機体の位置、高度、対地速度、3 軸角速度、3 軸加速度、針路等を記録します。また、この取得したデータをアニメーション化するためのソフトウェアを使用し、機体の動きと操縦室内の映像を合わせて、日常の運航の振り返りとして利用することができます。

表 1 FDM とフライトレコーダーの比較

	FDM	簡易型 FDM	FDR	QAR
外観				
記録データ	<ul style="list-style-type: none"> 緯度、経度、GPS 高度、3 軸角速度、3 軸加速度、上記の計測データより計算した値として、対地速度、昇降率、進行方向、ピッチ角、ロール角（14 パラメータ：内部センサ + GPS） 操縦室内の映像及び音声を記録 	<ul style="list-style-type: none"> 緯度、経度、GPS 高度、気圧高度、3 軸角速度、3 軸加速度、3 軸磁場（13 パラメータ：内部センサ） 操縦室内の映像及び音声を記録 	<ul style="list-style-type: none"> 位置、高度、速度、姿勢、加速度、舵の操作、エンジン等の機器の状況、警報などを直接記録（78 パラメータ（タイプ IA）） 	<ul style="list-style-type: none"> 2,000 以上のパラメータを記録 FDR より短い間隔でデータ取得が可能で記録時間が長い 操縦室内の映像及び音声は記録されない
備考	<ul style="list-style-type: none"> 電源：機体電源から供給 耐衝撃性：航空機搭載機器の衝撃・衝突時の安全基準に適合 耐火性：客室内の装備品等に求められる基準に適合 	<ul style="list-style-type: none"> 電源：独自バッテリー駆動 	<ul style="list-style-type: none"> 耐衝撃性、耐火性、耐水圧性は事故の過酷な状況でも耐えられるよう設計 	<ul style="list-style-type: none"> 耐衝撃性、耐火性、耐水圧性は FDR に比べると低い

（掲載の FDM 機器については、一例であり、必ずしもこれと同一の製品の使用を推奨するものではありません。

また、国土交通省航空局作成の「小型航空機用 FDM 導入ガイドライン」もあわせて参照願います。）

第4章 運航者における FDM 情報の安全運航への活用

FDM から得られる客観的情報の活用による運航者側でのメリットとして、振り返りによる操縦士の技量維持向上、日常運航における効率的なリスク管理等、主として以下の活用策が考えられます。

① 操縦士の技量維持向上への活用

飛行後の振り返りとして、航跡記録を操縦者の過去の航跡記録や標準的な飛行経路と比較し、また、操縦室内の映像を再生することにより、各運航形態に応じた個々の操縦士の操作手順や自分では気付かない癖等を効果的に把握することができます。また、必要に応じ訓練教官等からアドバイスを受けることにより、個人の技量の向上を図ることで飛行の安全性を高め、事故の防止につなげることができます。

なお、その際にデータを可視化する解析ツールを活用することにより、航空機の動きを外部の視点から視覚的に把握することができる等、自身の飛行への理解がより深まる等のメリットが考えられます。



操縦室内の再生映像



運航データの可視化

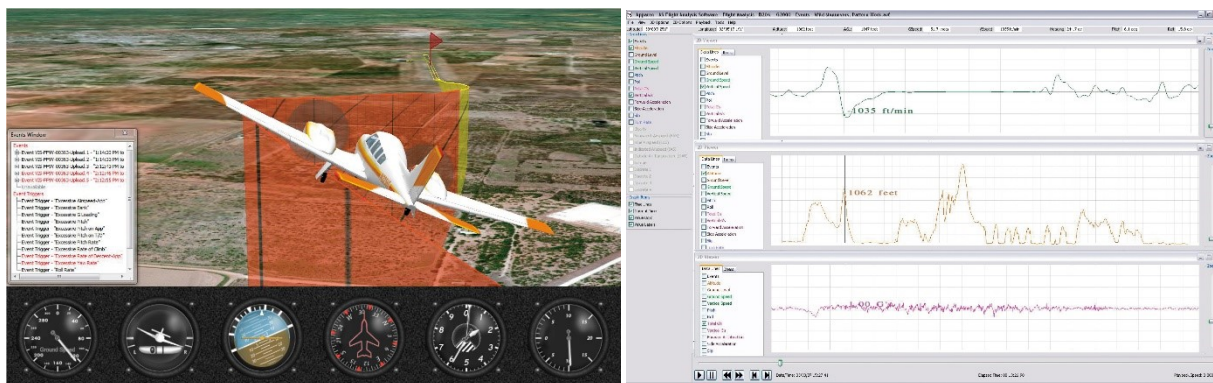
② 運航のモニタリングでの活用

航空運送事業者では、航空機の運航を運航管理者のもとで管理することになっています。大型機を運航する事業者では、航空機の出発準備から到着後の運航状況の報告まで、事業者として管理が行われ、何か不具合等があれば関係者に情報が共有され安全が確保されています。一方、そのような体制の確保が難しい事業者や個人の運航者においては、個々の飛行状況については、把握されていないのが実情ではないでしょうか。

このような体制の中では、標準的な手順からの逸脱があっても、それを把握するのは困難であり、また、リスクのある飛行に操縦者自身が気付いていない可能性もあります。このような場合、FDM のデータを活用することで自らの反省材料にする等、個々の飛行状況の確認・検証の結果を基に、指導者が操縦者にアドバイスを行うことも可能となります。

また、事業者としてのヒヤリ・ハット事案等の原因究明においても、このデータを活用することで、より迅速に適切な再発防止策を策定することができます。更には、解析ツールを用いて日常の運航の中でのヒヤリ・ハット等のリスク要因を抽出することにより、将来発生するかもしれない事故の芽を摘み取るとともに、事業者の安全管理システム（SMS）への組み込みにより効率的に安全管理機能を発揮させることが可能となります。

なお、日頃のリスク管理においては、操縦者等の責任追及に陥らず、非懲罰環境の中で、個々の飛行リスクへの対応を図り、運航の安全性を向上させることが重要であり、そのためには客観的な情報の取得と分析が可能となる FDM は非常に有用です。



解析ツールの応用（航跡表示）

各種データの分析機能

③ 機体不具合等のモニタリングにおける活用

記録された各種データにより航空機の状態を把握し、不具合の防止に活用することが可能となります。

第5章 事故調査から見る客観的情報の重要性

航空事故が発生すると航空事故調査官が事故現場等に派遣され、原因調査に必要な情報の収集を行います。この時、大型機であれば「ブラックボックス」とも呼ばれるフライトレコーダーの発見が報道機関等の注目となるところですが、小型飛行機等にこれらの機器が搭載されていることはまれです。しかしながら、小型飛行機等でも第3章で説明したような FDM が設置されていれば、内部センサ等による 10 数種のパラメータを入手でき、フライトレコーダーと比較すると数は少ないものの原因調査に大変有用な情報を利用できます。また、フライトレコーダーには通常含まれていない操縦室内の映像が記録されていれば、機器の操作状況や外部の状況等の情報の入手が可能となり、事故調査において非常に有用です。

そこで当委員会の事故調査報告書で利用されているデータ入手元をご紹介します、FDM から得られる客観的情報が安全の向上にどのように活用できるのかを考えます。

1. 小型飛行機等事故における FDR、FDM 等の搭載状況

次のグラフは、過去 10 年間（2013 年 1 月～2022 年 12 月）に公表した小型飛行機等に係る調査報告書の作成に当たり、FDR 又は FDM のデータを利用できた機数を示しています。

小型飛行機等の事故 95 件（機数は 97 機）のうち、FDR が搭載されていた機体は 3 機、FDM が搭載されていた機体は 1 機でした。（図 7 参照）

特に操縦者が死亡に至った事故の 20 機に限って見ると、これらの機器が搭載されていた機体はありませんでした。

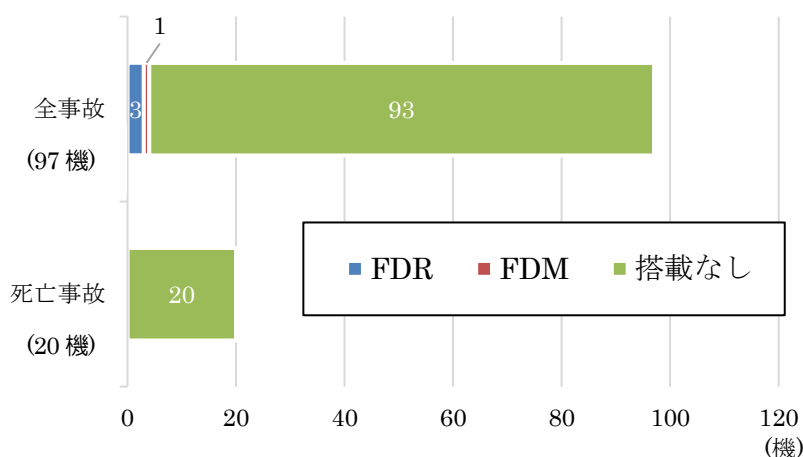
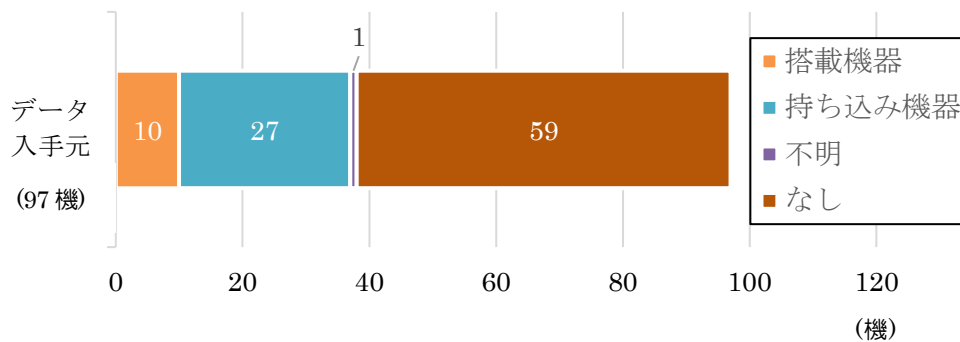


図 7 小型飛行機等事故における FDR・FDM の搭載状況

2. 航空機の位置・高度等に関する情報

小型飛行機等では、耐空証明や型式証明を受けた時期や人・物を有償で運ぶ機体かどうかにもよりますが、フライトレコーダーの搭載義務がなく、上述したように実際にも搭載されていない機体が多いのが実情です。そのため、事故調査においては、FDM や、航空機の運航のための各種航法装置、送電線監視等の特殊業務のために使用される機器等、航空機に搭載されている様々な装置に航空機の位置等の情報が記録されていないかを確認し、データが残されているものがあればそれを利用しています。また、操縦士等が運航の補助的使用のため持ち込んだ携帯型 GPS 受信機、業務又は個人使用のビデオカメラ、スマートフォン等の機器がある場合にも、所持者のご協力の下、積極的にデータを入手し活用しています。

次のグラフは、事故調査において航空機の位置等の確認のために、機上データが利用できた機数です。調査を行った 97 機のうち、航空機に搭載されていた機器からデータを入手できたものは 10 機（10%）で、携帯型 GPS 受信機等の持ち込み機器を合わせても、何らかの機器が利用できたのは 37 機（38%）であり、全体の約 6 割は航空機の位置情報等を入手できていないのが実情です。（図 8 参照）



※「なし」には、機器が搭載されていても記録されていなかった等により利用できなかったものを含む

図8 小型飛行機等の位置情報等入手状況

なお、実際の事故調査では、機上データに加え、地上施設等に記録された情報等を活用して航空機の位置を特定しています。

例えば、地上施設としては、航空管制用レーダーから得られる位置・高度等の情報、空港内外に設置されている各種監視カメラの映像、空港業務用車両や一般の自動車のドライブレコーダーに記録された映像等がこれにあたります。特に多いのが航空管制用レーダーの情報であり、調査報告書の約5分の1でこの情報が利用されていますが、航空機の姿勢等は確認できません。

当委員会がFDR、FDM以外に活用しているデータの具体的内容及び利用例は下記のとおりです。入手可能な情報の中から必要と思われる情報を選択して調査報告書を作成しています。

統合型計器

航空機の運航のために搭載されている航法計器や機体、エンジン等の制御、表示を行う各種システムの中で、記録されている情報があれば抽出し活用している。

特殊業務用機器

特定の業務のために搭載されている各種機器であり、その中に記録されているデータを入手し活用している。一例として以下のようなシステムがある。

- 動態管理システム（救難業務等のため、ヘリコプター等に搭載したGPS装置で取得した位置情報を人工衛星経由で送信することで地上側がその位置をリアルタイムに把握するとともに、機上機器との間で情報を共有できる）
- 送電線ルートマッピングシステム（送電線パトロールのために使用されるもので、位置、高度等の情報が1秒ごとに記録されている）
- 空撮画像伝送システム（撮影した可視カメラ映像にGPS装置の位置情報を付加して地上に送信し記録されている）

携帯型 GPS 受信機

操縦者等が業務や航空機の運航の参考等のために持ち込んだ携帯型の GPS 受信機等であるが、装置により位置精度、記録方法等は種々様々である。

ビデオカメラ

操縦者等が業務又は個人使用の目的で持ち込んだビデオカメラで撮影された映像及び音声記録

その他の機上機器

操縦者等が機内に持ち込んだスマートフォンの GPS 情報
訓練等の目的で持ち込まれた IC レコーダーの音声記録

航空管制用レーダー

国土交通省や防衛省が所管する航空管制のために用いるレーダー等からの情報で、航空機の位置、高度、航跡等の情報が入手可能。ただし、レーダーから発射された電波の反射（応答）波を利用してはいるため山影になる場所や低高度の場合は情報が得られない。

空港監視カメラ等

空港内に設置されている滑走路、駐機場等の監視カメラ、一般に様々な目的で設置されている各種監視カメラ、目撃者等から提供を受けた映像

ドライブレコーダー

空港内業務車両や一般車両等のドライブレコーダーの映像

3. 航空機の操縦室内の状況に関する情報

次のグラフは、操縦室内の状況確認のために機上データが使用できた機数です（図 9 参照）。操縦室用音声記録装置（CVR）が搭載されていれば、操縦室内の会話、管制機関等との交信、機器の操作音、作動音、警告音、周囲の音響等は記録されていますが、操縦室内の画像については、大型機であっても一部の機体を除き記録されていないのが現状です。その一方で、FDM は操縦室内の計器表示や外部の景色を記録する機能を有しています。これらの機器が搭載されていない場合であっても、機内に搭載されている業務用カメラ等の映像等が記録される機器や個人的に持ち込んだビデオカメラ等による映像記録があれば、事故原因調査のため積極的に入手し解析を行っています。

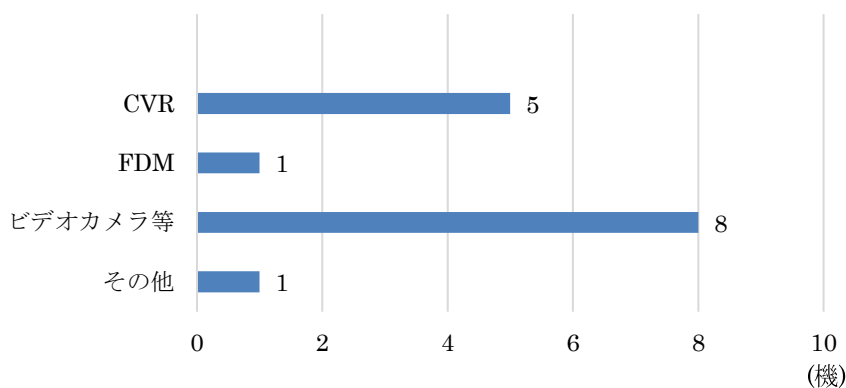


図 9 小型飛行機等の操縦室内の状況把握のために利用した情報

4. FDMの客観的データの活用とその効果

事故等調査のためには、まず利用可能なあらゆる客観的な情報を集めることが大切です。これまで見てきたように、フライトレコーダーを始めとする機上機器だけでなく、ドライブレコーダーやスマートフォンまで様々な装置に記録された情報を基に調査を行っています。あらゆる情報をかき集めることが的確な原因究明の第一歩であり、これは的確な再発防止の第一歩でもあります。

特に操縦士を含む搭乗者が死亡した事故の場合には、事故に至るまでの状況についての口述が得られないことから、航空機に搭載されている機器に残されている各種データが事故原因の究明に非常に重要となります。調査においては、必ずしも航空管制用レーダーによる位置情報を入手できたり、また目撃者がいるとは限りません。特に山岳地帯での墜落となると、位置情報等がなければ、飛行の経過の特定が難しくなり、事故調査官を悩ますこととなります。そのような場合には、FDMのような客観的なデータを収集・記録できる装置は極めて有用です。これにより事故原因が明らかになり、再発防止策を小型飛行機等の運航者全体で共有することにより、更なる安全性の向上が図られることとなります。

また、これは航空事業者におけるヒヤリ・ハット情報の収集・分析といった安全管理活動などにおいても同様です。特にこのような活動では地上施設等からの情報収集は現実的ではありません。しかし、FDMなどの装置が搭載されていれば、記録された客観的な情報を基に分析・評価が可能となり、安全管理の質の向上に役立つと考えられます。また個人機の場合でも、ヒヤリ・ハットを経験した場面等の飛行経過などを客観的に振り返ることができますので、ご自身の技量向上につなげて飛行の安全を高められます。

第6章 事故分析における情報の有用性

それでは、これまでの内容を踏まえて、FDMが搭載されていた機体の事故を例に、どのような情報を活用して調査報告書が作成されているのか、分析に使用できた客観的情報により発生した事象や事故に至る経過、発生原因や関与要因などをどのように推定していくのかを見てみましょう。

1. 搭載されていたFDMにより分析を行った事例

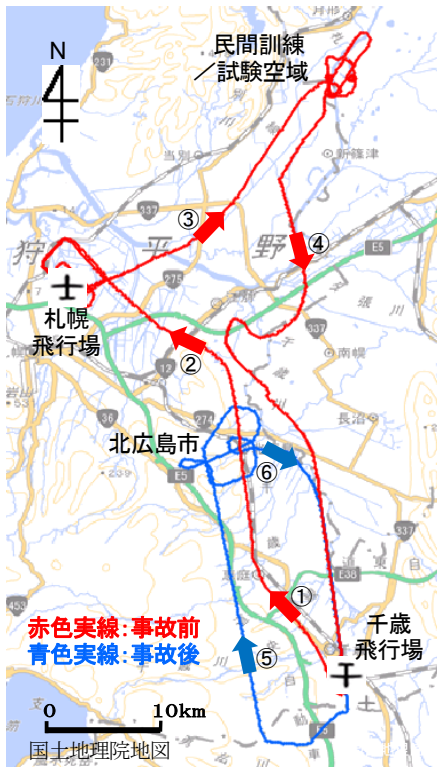
発生日時 2018年（平成30年）8月21日（火）13時22分ごろ
型式 テキストロン・アビエーション式172S型
事故概要 同機は操縦士技能証明の限定変更に伴う操縦士実地試験のため、千歳飛行場を離陸し、札幌飛行場、民間訓練・試験空域において試験科目を実施した後帰投し、千歳飛行場に着陸した際、強い衝撃を伴う接地となり機体を損傷した。

事故機及び同機に搭載されていたFDM

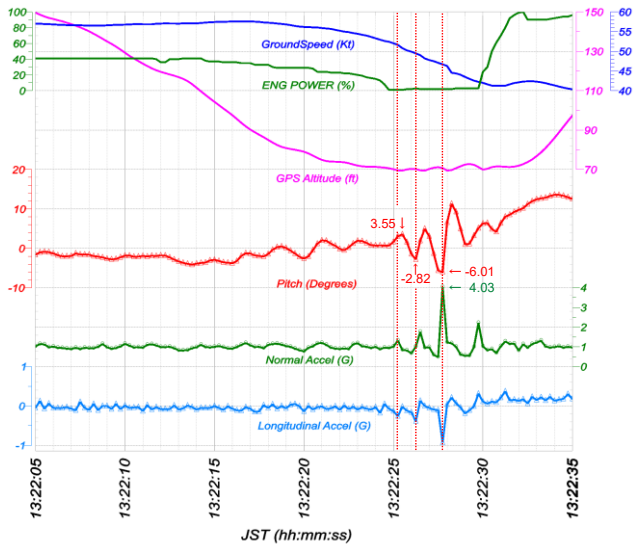


FDM による記録

推定飛行経路図



高度、速度等の各種飛行データ



FDM の飛行記録から高度、速度、ピッチ角、加速度、エンジン出力等を分析した

FDM の飛行記録から航空機の飛行経路を分析

調査報告書において飛行状態の分析に利用した記録

FDM データ → 事故時の航空機の動き及び操縦操作等機内の状況
接地音、エンジン出力の状況

教官及び受験者等の口述 → 受験者の心理状況を含む操縦操作の対応

業務用車両のドライブレコーダーの記録 → 接地時の機体バウンドの状況

上記の記録をもとに、左の状況が判明し、右の解析につなげた。

事故発生に至る経緯

事故要因の解析

技能証明の限定変更に伴う実地試験のため、訓練空域等において試験を実施した後、千歳飛行場の滑走路 18L に進入し、気圧高度 1,500ft から進入角 2.7° で降下して、高度約 500ft で滑走路を視認し、滑走路末端を対気速度約 72kt、フラップフルダウンの状態でも通過した。

滑走路末端を対気速度約 72kt で通過しピッチ角が安定しないまま降下していたものと推定される。

第 1 回目の接地
エンジン出力を残し気味に、スロットルを絞るタイミングをいつもより遅くし、フレアー操作を行い、対気速度約 62kt で主脚から接地したが、接地後にバウンドした。

接地する 3 秒前からピッチ角が上昇し始めたが、約 2 秒前からピッチ角が減少し、約 0.5 秒前から再度ピッチ角が上昇し始め、対気速度約 62kt で接地していることから、接地の直前になって急に着陸姿勢まで起こそうとし速度も大きいまま接地したため、バウンドしたものと推定される。

第 2 回目の接地
機首が跳ね上がったが、跳ね上がりは収まると考え、着陸を継続した。

ピッチ角が 3.55° から -2.82° に変化していることから、下がる機首を適切に支えられず、2 回目の接地において前脚から接地し着陸を継続したため、バウンドが繰り返されるポーポイズ状態（機体が接地と再浮揚を繰り返すような状態）になったものと推定される。

第 3 回目の接地
機首が 2 回目より強く跳ね上がったので、ゴーアラウンドを実施し、エンジンをフルパワーにして上昇姿勢を作り、フラップを上げた。

3 回目の接地時においてピッチ角が -6.01°、垂直加速度が +4.03G 及び大きな脚の接地音が記録されていることから、この時にピッチダウン姿勢（航空機の機首が水平面より下向きとなる姿勢）で前脚から強く接地したため、機体を損傷したものと推定される。

管制機関にレーダー誘導を要求し、その指示により、上空で待機したのち、滑走路 18L に進入し、13 時 58 分千歳飛行場に着陸した。

事故原因

本事故は、同機が最初の接地でバウンドした後ポーポイズ状態となり、3 回目の接地時にピッチダウン姿勢で前脚から強く接地したため、機体を損傷したものと推定される。

当該機には FDM が搭載されており、航空機の位置、高度、速度、姿勢等の客観的データが入手できたことから、上記のとおり比較的細かく事故時の状況が解析できています。なお、分析の中で FDM データから本事故発生時とゴーアラウンド後（の着陸時）の状況を比較して示すことで、機体損傷時の特異な状況が理解しやすくなっています。また、FDM が搭載されていれば、運航者においても上述の調査報告書作成に使用したものと同一のデータを入手可能となることから、そのデータを基に他の飛行事例を比較研究し、その結果を操縦者と情報共有することにより将来の事故防止につながられるものと考えられます。

なお、同調査報告書の第 3 章分析の中でも、以下のとおり FDM の有効性を示しています。

事故機には FDM が搭載されていたが、FDM の記録は、本調査において事故機の飛行状況を詳細に解析するために有用であった。FDM には、各種の飛行データ並びに操縦室内の音声及び映像記録が保存されるが、これらのデータを分析することによって日常運航中の不安全要素の抽出や、訓練効果の確認等を効果的に行うことができるものと考えられる。小型航空機運航者は積極的に FDM の導入を進め安全性向上のため有効活用することが望まれる。

また、FDM が搭載されていなかった航空機の事故調査報告書（平成 29 年 3 月長野県でヘリコプターが山の斜面に墜落）においても、以下のように簡易型を含めたフライトレコーダーの客観的情報の重要性と装備の必要性を述べているものもあります。

同機は、フライトレコーダーを装備する義務がなく装備していなかった。本事故においては、搭乗者が全員死亡したものの、救助隊員が撮影していたビデオカメラの映像を、事実情報を確認する客観的データとして原因の分析に役立てることができたが、それがなかった場合、科学的な分析は極めて限られた範囲にとどまったものと考えられる。消防防災を始め、人命救助等の厳しい気象条件や低高度での飛行といった安全上のマージンが少ない状態で飛行することが求められている航空機にあっては、簡易型も含めたフライトレコーダーを装備し活用することで、普段から実際の業務時の飛行状況を分析、評価し、特殊な運航を行う場合の航空機の特長や操縦操作方法について理解を深めることが可能となり、これらの運航の安全性の向上に大きな効果が期待できるとともに、万が一、インシデントや事故が発生した場合には、的確な原因究明や有効な再発防止策の構築に寄与することとなる。

したがって、これらの航空機にフライトレコーダー等を装備することの優先度は高いと考えられ、このことの実現と促進について、関係者が協力して検討を開始することが望まれる。

2. 事故等調査における FDM の有用性

現状においても、事故等調査において、飛行に関する客観的データが不足するケースもあります。そのようなケースをできるだけ排除し、科学的な分析からよりの確な原因究明を可能とすることは運航の安全性を高めていくことにつながります。この点で FDM は非常に有用な装置であり、その普及が期待されるところです。

第7章 海外調査機関の動向

海外の事故調査機関も FDM 等の装備に関心を寄せています。ここでは、NTSB（米国国家運輸安全委員会）、ATSB（オーストラリア運輸安全局）の動向について紹介します。両組織とも、フライトレコーダーの搭載義務のない航空機にも飛行データ、映像等を記録できる装置を装備することによって将来の事故防止に役立てられるということを述べており、この点においては、本ダイジェストの主旨とも一致するものです。

各調査機関ホームページ

NTSB <https://www.nts.gov/advocacy/mwl/Pages/default.aspx>

ATSB <https://www.atsb.gov.au/safety-issues/AO-2017-118-SI-03>

NTSB（米国）2021-2022 MOST WANTED LIST

NTSB は FAA（米国連邦航空局）に対し旅客輸送を行う小型飛行機等にも飛行状況等を記録する装置の装備等を求めていることを、「MOST WANTED LIST」の中で公表しています。また、参考例としている個別の調査報告書においても FDM の有用性についての記述があります。（一部抜粋、仮訳すると以下ようになります。）

NTSB の要求	NTSB はチャーター便や遊覧飛行など旅客を輸送する商用航空機にも、データ、音声、画像を記録する装置を装備する必要があると考えており、運航者はこれらから得られるデータを分析するプログラムも準備する必要があります。これらは事故調査に役立つだけでなく、乗務員の行動を定期的に評価できるようにすることで、航空機の運航者による事故防止対策に役立てることができそうです。
	将来の事故防止における耐衝撃性のあるフライトレコーダーの有用性について

関連報告書 (AAR-21-01) の中での記述 例	事故の経緯において、悪天候に関連する視覚的な手がかりや雲に入り込み IMC となった後の操縦室でのパイロットの注意の焦点などについては、最終的に特定することはできませんでした。音声と画像を取り込むことができる飛行記録システムは、この貴重な情報を提供し、追加の安全上の問題を特定し、同様の事故を防ぐための安全上の推奨事項を見付け出せる可能性があります。
-------------------------------------	---

ATSB（豪州）Aviation Safety Issues and Actions

ATSB は小型飛行機等への記録装置の設置について航空当局に勧告を行っています。（一部抜粋、仮訳すると以下ようになります。）

ATSB の勧告	オーストラリア民間航空規則では最大離陸重量 5.7 トン以下の旅客輸送を行う航空機にはフライトレコーダーの設置を義務付けてはいません。その結果、飛行に関する記録データの不足のため、当該事故やその他の事故に影響を与えるであろう要因の特定は十分行えていません。これにより、安全性の問題が特定されなくなった可能性があり、現在及び将来の旅客輸送に危険をもたらし続けています。このことに対し、航空当局から安全上の行動がとられなかったことから、以下の勧告を行いました。
	「民間航空安全当局は、最大離陸重量が 5.7 トン以下の旅客輸送を行う航空機にフライトレコーダーの装備を義務付けることを検討すること」

第8章 まとめ

今回の運輸安全委員会ダイジェストは、「簡易型飛行記録装置（FDM）」について取り上げました。取り上げた FDM を搭載すること自体が、小型飛行機等の事故を直接防止することができるというものではありません。しかしながら、FDM が普及しその装置から得られるデータを容易に活用できるようになれば、以下の観点から航空の安全性の向上が期待できます。

操縦士の技量維持向上への活用

操縦者が飛行後、取得したデータをもとに可視化ツール等を使用し、自分の飛行を振り返ることで効果的な技量維持、向上による事故の防止が図れます。

運航のモニタリングへの活用

運航会社は、高度な分析手法により自社の訓練、審査への活用を図るとともに、基準からの逸脱等の運航のリスクを抽出することで、事故の未然防止が図れます。

機体不具合等のモニタリングへの活用

記録されたデータにより航空機の状態を把握し、不具合の予防等に活用することが可能となります。

航空事故調査への活用

得られる客観的情報の活用による的確な原因究明及び再発防止策の策定が可能となります。

なお、FDM の装備及びこれから得られる情報の取扱いについては、以下の点を考慮する必要があります。

航空機への適正な装備

FDM を含め航空機に取付け又は機内に持ち込まれる機器は、関係法令及び関係当局の搭載機器の安全基準に従って、航空機の運航の安全に影響を与えないよう使用されるのは当然のことであり、基準に合致しないものをむやみに取付け及び持ち込むことは認められるものではありません。

得られた情報の取扱い

FDM 等から得られる映像情報等にはプライバシーに関するものも含んでいることから、その情報源の保護の観点から情報の取扱いには慎重を期する必要があります。同情報を取り扱うことになる事業者においても、データを秘匿化する、取扱範囲を限定する等の対応が必要となります。

事業者における FDM の情報活用では、社員の監視や責任追及に使われるのではないかと懸念も予想されることです。このため、情報は安全管理目的以外に使用することはなく、非懲罰を原則として運用することを明確に示し、情報活用への社員等の心理的安全性を確保することも大切です。

FDM は単なる記録装置ではあるものの、そのデータを活用することで航空の安全を周りから支える環境作りのための重要なツールとなり得るものです。

このダイジェストを参考にその有用性をご認識いただくことで、小型飛行機等を始めとする多くの機体へ幅広い搭載が望まれるところです。

なお、国土交通省航空局では、FDM の搭載に当たっての注意点や実際の搭載例、取得データの活用方法等を記載した「小型航空機用 FDM 導入ガイドライン」を公表しておりますので、あわせてご参照ください。 https://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000095.html

事故防止分析室長のひとこと

事故の原因となる要因を調べてみると、思い込み、確認不足、判断の誤り、不適切な操縦操作等の人的要因が関係する割合が8割以上となっています。一方で、自然現象や組織体制といった他の要因についても複合的に関与して事故が発生しているケースも多く見受けられます。このように複雑化する事故調査において、一番重要となるのは事故発生時の状況を裏付ける航空機の位置、高度等の動静に関する情報を始めとする客観的データです。特に小型飛行機等においてはフライトレコーダー等の装備義務がなく、また、パイロットが目視で自機の位置を判断しながら飛ぶ有視界飛行が中心であり、途中の経路上においても地上から管制等のサービスを受けていないことも多いことから、飛行経過を示す客観的な情報が不足している傾向があります。この解決策の一つとして有用と考えられ、また運航者にとってもメリットが多いFDMについて今回は取り上げました。本ダイジェストをご覧いただき、操縦士自身の技能向上はもとより、リスク分析による安全管理活動等におけるFDMの有効性についてあらためてご認識いただき、多くの小型飛行機等にFDMが搭載されていくことを期待いたします。

航空事故の防止には

このダイジェスト以外でも、運輸安全委員会で公表している事故や重大インシデントの調査報告書を、事例研究などに是非ご活用ください。また、航空局でも今回のFDM導入のガイドラインを始め、小型航空機の安全に関する情報発信を行っていますので、以下に掲載されている資料も、あわせてご参照ください。

国土交通省 小型航空機の安全情報

https://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000061.html

〒160-0004
東京都新宿区四谷1丁目6番1号
四谷タワー15F
国土交通省運輸安全委員会事務局
担当：総務課事故防止分析室

TEL : 03-5367-5026
URL : <https://www.mlit.go.jp/jtsb/index.html>
e-mail : hqt-jtsb_bunseki@gxb.mlit.go.jp

「運輸安全委員会ダイジェスト」に関するご意見や、出前講座のご依頼をお待ちしております。



