

イリジウム NEXT 衛星とそのサービス

玉中 宏明*

1. はじめに

航空通信、それは地上と航空機とを結び、様々な情報をやりとりするもので、航空機を運航するためのインフラの中でも非常に重要な役割を果たします。航空機は空を飛ぶ乗り物ですから当然通信媒体は無線ということになりますが、昨今では地上波無線のみによる音声通信から人工衛星を利用した音声/データ通信を併用するケースが増えています。

航空通信を行うための衛星としてはこれまでインマルサットが主流でした。インマルサット衛星は赤道上空に位置する静止衛星で、極地方を除く全世界を4基の衛星でカバーしています。これに対し、近年では低高度を南北に周回するイリジウム衛星を利用した通信が急速に増えてきました。2017年からはイリジウムの次世代衛星となるイリジウム NEXT 衛星の打ち上げも始まり、2019年1月にはすべての衛星の打ち上げが完了してサービスの開始を待つ段階になってまいりました。

本稿ではこのイリジウム NEXT 衛星にスポットを当て、これまでのイリジウム衛星やインマルサット衛星との違い、新しいサービスの内容、さらには将来の可能性などについて述べていきたいと思えます。

2. イリジウム衛星の概要

それではまずイリジウム NEXT の話題に入る前にイリジウム衛星に関する概要をおさらいしておきましょう。

イリジウム衛星は赤道上空で36,000kmの高度に位置する静止衛星よりも大幅に低い780km

* Hiroaki TAMANAKA
ナビコムアビエーション (株)
代表取締役 社長

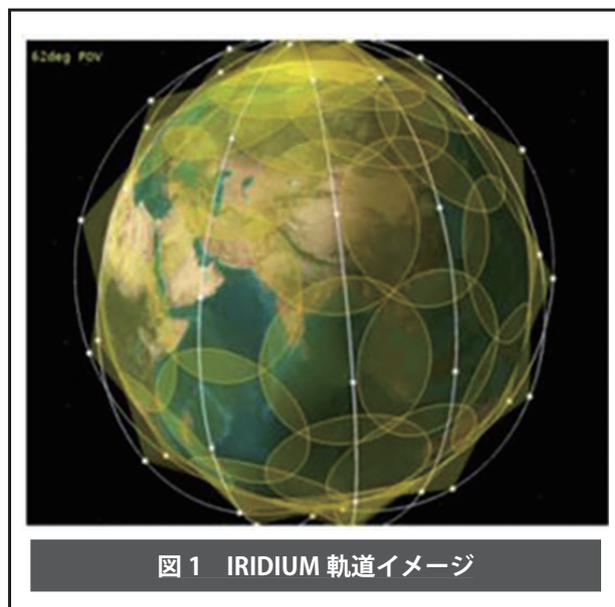


図1 IRIDIUM 軌道イメージ

の高度を周回する衛星で、低軌道周回衛星 (LEO: Low Earth Orbit) と呼ばれています。低い高度に位置するために衛星そのものも小さくて済み、アンテナも含めた通信端末も小型軽量にできるというメリットがあります。逆に低軌道であるがゆえに1基の衛星がカバーできる範囲が狭く、そのため全地球をカバーするのに多くの衛星を必要とします。イリジウムの場合は66基の衛星でネットワークが構成されています。元々は77基の衛星で全地球をカバーする計画だったため77番目の元素の名前をとって「イリジウム」と名付けられました。その後の検討により衛星の必要数は66基で足りるということで、現在は66基の衛星で運用されています(図1)。

イリジウム衛星は南北に周回する6つの軌道で構成され、それぞれの軌道に11基ずつの衛星が配置されています。ゲートウェイは米国アリゾナ州のTempeにあり、地上や航空機上の端末から発信された信号は一番近い衛星が受信し、衛星間通信によってアリゾナのゲートウェイに伝送されます。こ

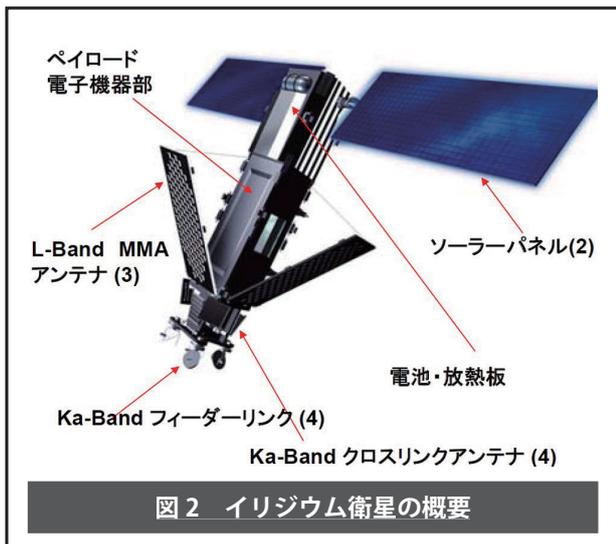


図2 イリジウム衛星の概要

の方式をクロスリンクと呼びます。

各端末と衛星間は 1.6GHz 帯の L バンドが使用されており、衛星間通信は 23GHz 帯、衛星からゲートウェイの間は下りが 19GHz 帯、上りが 29GHz 帯をそれぞれ使用しています (図 2)。

3. イリジウムサービスの概要

イリジウムの通信サービスは 1998 年 11 月からスタートしましたが、衛星打ち上げにより高額な初期投資を行ったことや携帯電話の急速な普及等により初代のイリジウム社 (IRIDIUM LLC) は 1 年も持たず、1999 年 8 月に経営破綻を起こし、サービスは一時停止されてしまいました。その後、新生イリジウム社 (IRIDIUM SATELLITE LLC) が設立され、2000 年 11 月にサービスが再開されます。日本では日本イリジウム社が設立されたものの、本体の経営破綻によりこちらも清算会社となってサービスが停止してしまいますが、2005 年 6 月に KDDI ネットワーク&ソリューションズ社がプロバイダーとなりサービスを再開させました。その後は米国国防省が大顧客として契約するなどして業績は順調に伸びています。

イリジウムのサービスには音声通信とデータ通信があります。音声通信ではプロバイダーにより提供される SIM (Subscriber Identity Module) カードで管理されます。電話番号は「8816」から始まる 12 桁の番号が付与され、地上の固定電話や携帯電話からかける場合は国番号が「8816」の国際電話と同じ扱いになります。このほか音声通信では PTT (Push To Talk) という機能をもつ端末もあ

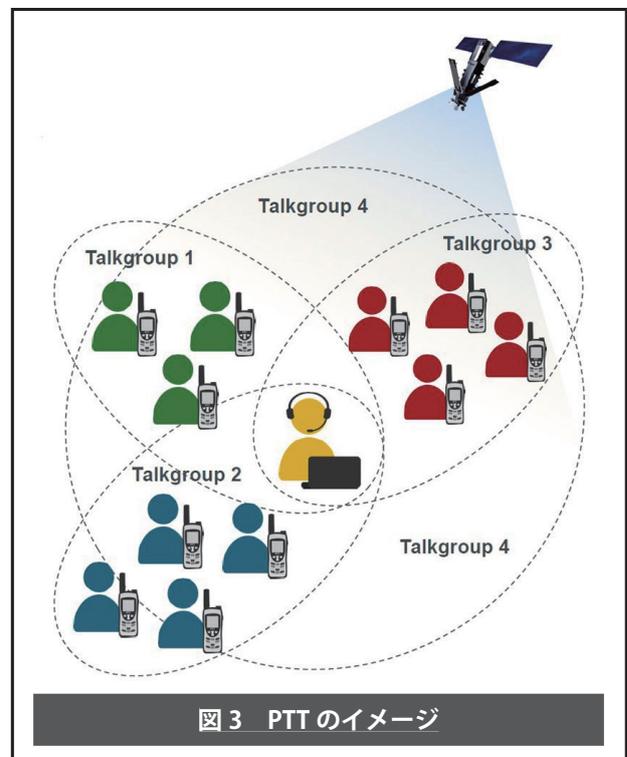


図3 PTT のイメージ

り、これを使えば複数のイリジウム端末をあたかも無線機をつかうような感覚で使用することができます。無線機と大きく違うのはグループ化された端末間でのみの通信が可能になるため、そのグループ以外の端末では会話を傍受できず秘匿性が高いということです。また、衛星通信ですから地球上のどこからでも通信が可能で、日本においても例えば北海道、東京、沖縄間で無線通話のようなやりとりができるため最近では注目されている機能となっています (図 3)。

データ通信に関しては回線交換と SBD (Short Burst Data) の 2 種類の方式があります。回線交換方式は電話回線をつなぎっぱなしにしてデータを連続的に送る方式で、文字通りリアルタイムなデータ伝送が可能な反面、長時間つなぎっぱなししていると時間課金となるため通信料が高くなるという制約があります。SBD 方式はパケット通信の従量課金となるため通信料は回線交換方式に比べて圧倒的に安くなりますが、最短のデータ送信間隔が 20 秒でデータ到達に約 15 秒前後の遅れが生じます。これらの方式はそれぞれの長所を生かした使われ方がされており、大型機の ACARS (Automatic Communications Addressing and Reporting System) には SBD 方式が使われています。また、日本における消防防災ヘリコプターが採用している動態管理システムでも SBD 方式が主流です。



図4 Iridium NEXT 打ち上げ

イリジウムによるデータ通信速度はこれまで2.4kbpsで運用されており、緯度経度情報や少量のテキストメッセージの情報程度しか利用できませんでした。これがイリジウムNEXTの出現により大きく進化することになります。

4. イリジウムNEXT衛星の打ち上げ

人工衛星には当然ながら寿命があります。第一世代のイリジウム衛星もそろそろ寿命を迎えるものが出てくるため、通信サービスを継続させるためには新しい衛星を打ち上げなければなりません。このためイリジウム社は30億ドルを投資したイリジウムNEXT計画をスタートさせました。どうせならパフォーマンスを向上させ、大容量のデータ通信も可能にしたいということで、従来よりもグレードアップしたイリジウムNEXT衛星81基が作られ、Space X社のFalcon 9ロケットにより2017年1月から順次打ち上げが開始されました。低軌道を周回するイリジウムNEXT衛星は小型のため、一度に10基ずつ搭載することが可能であり、6回目の打ち上げで他の衛星とライドシェアしたときを除き、すべて10基ずつの打ち上げとなりました(図4)。

イリジウムNEXT打ち上げは2017年に4回、2018年に3回、そして2019年1月に最後の打ち上げが行われ、合計75基の衛星が軌道に配置されました。イリジウムNEXT衛星は第一世代のイリジウム衛星と同様に6つの軌道に11基ずつ配置され、66基で全地球をカバーします。最終的に打ち上げられた75基のうち、9基は軌道上の予備衛星として配置されています。さらに打ち上

げられなかった残りの6基は地上のスペアとして保管されています。

ロケットによる人工衛星の打ち上げというものは失敗がつきもので、日本における運輸多目的衛星MTSATの1号機打ち上げが失敗したことを覚えておられる方も多いと思いますが、イリジウムNEXTの打ち上げに関しては8回ともすべて成功して順調な滑り出しを見せました。特筆すべきはFalcon 9の1段ロケットに関して再利用が可能になったことです。ロケット打ち上げ後一定の高度に達したら1段ロケットを切り離します。これまでは切り離された1段ロケットは海に落ちてしまいましたが、Space X社ではこれを地上寸前で逆噴射させて軟着陸させ、次の打ち上げに再利用するという離れ業をやったのけました。イリジウムNEXT衛星の4回目と5回目の打ち上げにはこの再利用した1段ロケットが使われています。これによりロケットの打ち上げコストも大きく低減させることが可能になりました。

5. イリジウムNEXT衛星の概要

イリジウムNEXT衛星は重量が約860kg、アンテナ拡張時のスパンが9.4mとなっており、第一世代のイリジウム衛星と比較すると若干ですが大きくなっています(図5)。

フィーダーリンク用kaバンドアンテナや通信用Lバンドアンテナ、それにソーラーパネルなどの組み合わせは従来の衛星と同じですが、大きく違う部分は本来のイリジウム通信に使用する以外のペイロードエリアを確保しているところです。この部分にはADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)受信機が搭載されており、これを利用してAireon社が衛星をベースとした全地球規模のADS-Bネットワークを構築しています。これについては後ほど述べることにします。

イリジウムNEXT衛星の周回軌道は従来と変わらず地上から780kmの高度にあります。衛星が打ち上げられた時はまだ第一世代のイリジウム衛星が同じ780kmの軌道上を周回しています。このためイリジウムNEXT衛星は80kmほど低い高

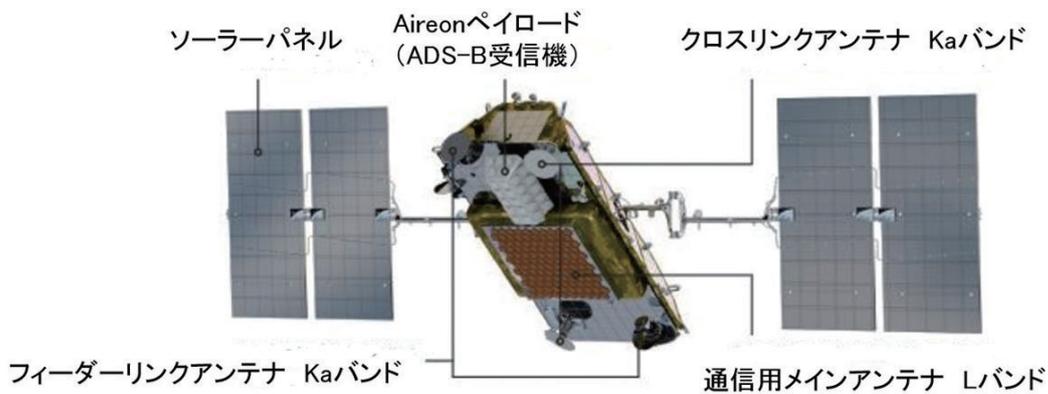


図5 イリジウム NEXT 衛星の概要

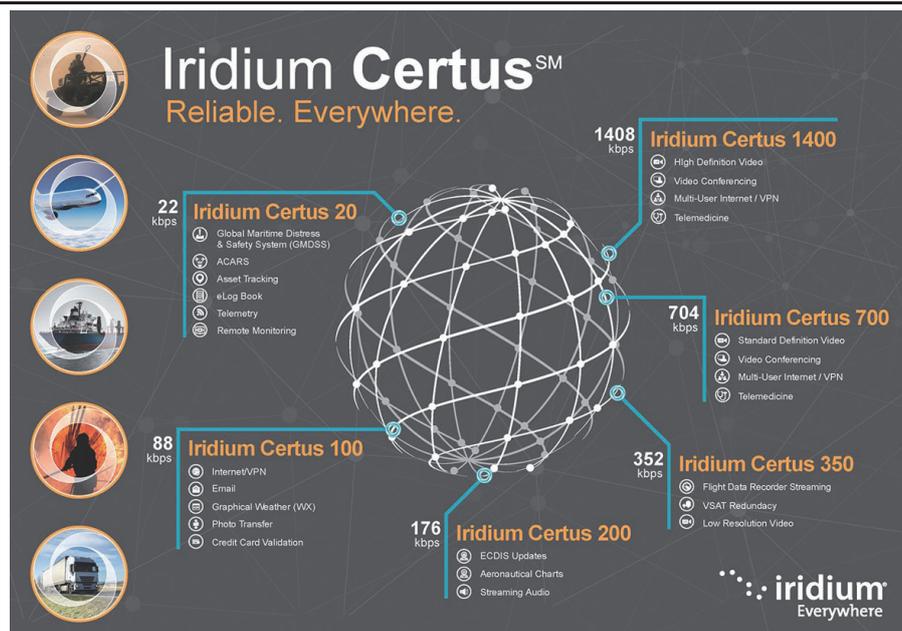


図6 Certus のサービス

度にある保管軌道 (Storage Orbit) に投入され、随時運用軌道 (Operational Orbit) にある従来衛星と置き換えられます。用済みとなった第一世代のイリジウム衛星はというと、順番に大気圏に突入させて燃やしてしまうとのことなのですが、この辺の内容は詳細に発表されていないので、ここでは割愛させていただきます。

6. イリジウム NEXT によるサービス

さて、このあたりからイリジウム NEXT の核心部分に入っていきたいと思います。

イリジウム社はイリジウム NEXT 衛星を使った新しいサービスの概要について発表いたしました、

このサービスを「Certus (サータス)」と呼びます。ここからは新しい衛星の名前を「イリジウム NEXT」、これを使ったサービスを「Certus」と呼ぶことにします。

Certus のサービスの大きな特徴はイリジウム通信のブロードバンド化です。これまでイリジウム衛星を利用したデータ通信では 2.4kbps の速度しか提供できませんでしたが、Certus のサービスでは 88kbps から 1.4Mbps までの大容量通信を選択することができます。最初に提供されるのは Certus350 と呼ばれる 350kbps のサービスで、その後 Certus100、200、700、1400 とサービスの範囲が拡張していきます (図6)。

データ通信においてはバックグラウンド IP (Internet Protocol) と帯域保障を行うストリーミング IP が選択でき、ニーズに合わせて利用が可能です。また従来から利用されている SBD 機能や一部の機器で利用できる PTT 機能なども標準機能として利用が可能になります。もちろんデータ通信のみでなく衛星電話としての音声通信にも利用できますが、音声のクオリティもグレードアップされています。

このように Certus のサービスでは基本的に従来のサービスはすべて踏襲し、さらに新しいサービスを追加しています。よく「イリジウム NEXT 衛星が運用を開始したら従来使用していたイリジウム通信端末は使えなくなるのですか?」という質問を受けることがあります。これについてはイリジウム社が従来の機能については互換性を保証しているので、現在使用しているイリジウム通信端末は従来と同じように使用することができます。もちろん新しいブロードバンドサービスを受けたい場合には通信端末自体を買い替える必要があります。

7. イリジウムの航空機向けサービス

現在のイリジウム通信は陸・海・空で利用されていますが、その中でも航空分野ではどのような使われ方をしているのでしょうか。まず基本は衛星電話としての音声通信です。飛行中の航空機では、無線の到達範囲外の場所から地上と連絡を取りたい場合、衛星通信に頼るしかありません。地上で衛星電話を使う場合は上空が広く空いていて衛星との間に障害物のないことが求められますが、飛行中の航空機ではこの問題はほとんどありません。無線と違って電話として 1 対 1 の会話ができるため第三者から傍受されることもありません。ヘリコプターのように機内の騒音が大きい場合も ICS (Inter Communication System) のオーディオコントロールパネルに接続してヘッドセットでの会話を行うこともできます。航空機搭載用に設計されたイリジウム通信機器は RTCA/DO-160 の環境試験をクリアしているため、他の計器への電磁干渉も心配ありません。

次にデータ通信ですが、これは色々な使われ方があります。まず航空機用のデータリンクといえはやはり ACARS でしょう。ACARS 通信を行うための通信媒体は HF、VHF といった地上波無線、インマルサット衛星通信がありましたが、イリジウム衛星通信も同じように ACARS の通信媒体のひとつとして利用が可能です。これには前述の SBD 方式が使用され、特定のアドレス指定により地上との通信が可能になります。日本のエアラインの中でイリジウム機器を搭載しているのは全日空、春秋航空日本などですが、イリジウムを ACARS に利用しているのは 2019 年 7 月現在では春秋航空日本だけです。ボーイングやエアバスなどの航空機メーカーもイリジウムを標準アイテムとして製造時に搭載するケースが増えつつあり、それに伴って LCC を中心に日本でもイリジウム搭載機が増えつつあります。ではイリジウムは CPDLC (Controller Pilot Data Link Communication) を使った管制通信にも使われているのでしょうか? 実はこの原稿を書いている段階ではまだ日本国籍の航空機でイリジウムによる管制通信を行っているものは 1 機もありません。それはなぜでしょうか?

8. イリジウムによる管制通信

イリジウムを利用した管制通信については 2010 年から FOI (FANS 1/A over Iridium) プロジェクトの中で評価検討のための運用が進められていました。FAA は 2011 年からイリジウムによる FANS 1/A のオペレーションを認めましたが、日本が管轄する福岡 FIR (Flight Information Region) においてはイリジウムによる管制通信は認めるものの 30NM の短縮管制間隔は適用されず、CPDLC のフリーテキストで「FOI」をダウンリンクすることという制限が付けられました。これは AIP 補足版 NR117/12 及び NR137/13 により公示され、2015 年 10 月 15 日まで継続します。その後、該当する AIP 補足版の期限切れと共に付与されていた制限はなくなり、外国の航空機に対してはイリジウムを利用した FANS 1/A オペレーションに関して他の通信媒体と同様に取り扱うことになりました。ところが日本においてはもうひとつ電波法の問題が残っていました。現在のイリジウム通信は電気通信事業者が取得している包括免許によって運用

されていますが、管制通信を行うインマルサットの場合は個別の航空機地球局免許で運用されています。管制通信を行う場合はイリジウムも同様に考えられており、1台ずつ航空機地球局免許を取得することが求められています。しかしながら、現行の電波法ではイリジウムで航空機地球局の免許申請をするために省令の見直しが必要なため、イリジウムによる管制通信は足踏み状態が続いています。既にイリジウム機器を搭載して ACARS の運用を行っている春秋航空日本でも通信内容は AOC (Airline Operational Control) レベルにとどまっております、ATC (Air Traffic Control) までは実現できていません。総務省では 2018 年からイリジウム NEXT の運用開始に向けて省令改正の動きを取っていますが、実はイリジウムの航空機地球局免許付与に関する省令改正も同時並行で進んでいます。いつからイリジウムで管制通信が可能になるか断言はできませんが、2019 年内には何とかなるのではないかと考えられています。

9. 航空機搭載用ハードウェア

日本の航空機にはこれまで 200 台以上のイリジウム通信装置が搭載されてきましたが、その 8 割はヘリコプターです。これは日本ならではの特徴かもしれませんが、イリジウムの小型軽量のアンテナはヘリコプターには搭載しやすく、また無指向性のアンテナはローターの影響もほとんどないためローターシャフトの近くに装備しても良好な通信状態が得られたのも大きな要因だと思います。

イリジウム NEXT 用のハードウェアに関しては既に陸上用と船舶用の製品は販売が開始されています。航空用の製品は技術的な要求内容も厳しく、航空当局の承認取得に時間がかかるため、2019 年 7 月時点ではまだ開発中とのこと。航空用ハードウェアの開発メーカーとしてアサインされているのは Thales、Collins Aerospace、L3、Cobham の 4 社でしたが、Cobham 社は現在のところ開発は保留状態のようです。また、最近になって新たに Satcom Direct 社及び gogo Business Aviation 社が加わり、ハードメーカーは 6 社になりました。gogo 社は旧 Aircell 社であり、同社が開発した初代イリジウム通信装置 ST3100 は日本



図 7 Certus ハードウェア (THALES)

でも多くの航空機に搭載されベストセラーとなっています。gogo 社はイリジウム NEXT 用ハードウェアの開発では後発ながら、これまでの実績を考えると大いに期待が持てます。

これらのハードメーカーの中で一番開発が進んでいるのは Thales 社と Collins 社で、おそらく 2019 年末か 2020 年の初めには製品がリリースされるのではないかと見られています (図 7)。

10. Certus の航空用サービス

さて Certus がサービスを開始したら航空用サービスはどのように変わってくるのでしょうか？

基本的なところは従来のイリジウムサービスをそのまま継承しますので、ACARS などは同様に利用することができます。高速大容量通信が可能になるという利点を活かせば、さらに気象データ、エンジン等機体からの情報データ、チャートのアップデートのような EFB (Electronic Flight Bag) で利用している各種データなども通信サービスのコンテンツとして考えられるようになるでしょう。

イリジウム社ではイリジウム衛星通信のサービスに関して、各地域にサービスプロバイダ (SP) を置き、そこを経由してサービスを提供しますが、Certus のサービスではパーティカルマーケティングという手法を取り、陸上用、船舶用、航空用にそれぞれ個別に契約した Certus SP によって、その専用カテゴリーに特化したサービス提供を行います。ユーザーは使用する機器に Certus SP から供給された SIM カードを挿入し、約款契約によりサー



図 8 動態管理システム



図 9 D-NET

ビスの提供を受けます。航空カテゴリーの SP としては全世界で 7 社が契約していますが、日本においてはナビコムアビエーション株式会社が唯一の Certus SP です。

11. Certus の小型機への応用

小型機分野、特に日本のヘリコプター業界からは Certus のサービスに対して大きな期待が寄せられています。日本における消防・防災ヘリコプターではイリジウムのデータ通信を利用して、緯度経度の位置情報等を地上に伝送し、地上の基地局端末で飛行中のヘリコプターの位置を表示する動態管理システムが実用化されました。現行のイリジウム通信では伝送速度が 2.4kbps しかないため、主として GPS の緯度経度情報や簡易的なテキストメッセージの送受信に利用されています (図 8)。

また、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) では大規模災害時に活躍する消防・防災ヘリや警察ヘリなどを支援するシステム、D-NET (災害救援航空機情報共有ネットワーク) の研究開発を行っており、このシステムにおいても地対空の通信はイリジウムがメインになっています。前述のヘリコプター動態管理システムは D-NET の技術を取り込んで年々進化してきており、有事の際には災害状況のデータや災害対応に特化したメッセージなどの送受信に使われるケースも増えてきました。従来は無線による音声やホワイトボードに手書きベースのヘリコプター管理が主流でしたが、近年になってデータ通信を多用した管理により大幅に処理時間が短縮されるなど、ヘリコプターを対象とした地対空のデータ通信はさらに重要度を増してきています (図 9)。

これらのシステムが運用を始めてからは現場から様々な要望が挙がってきましたが、最も多かったもののひとつは画像や映像の伝送ができないか、というものでした。実際にイリジウム通信で写真画像などを送信することは不可能ではありませんが、100KB 程度の画像データでも 2.4kbps の速度ではかなりの時間がかかってしまいますので、日常的に使用する機能としてはあまり現実的とは言えません。また、報道のみならず警察や消防・防災ヘリコプターでもヘリ TV 伝送システムを搭載しているものも多く、大規模災害時の初動において上空で撮影した動画を地上に生中継するようなミッションも多く見られます。このヘリ TV 伝送システムは主に 15GHz 帯の電波を利用して上空から地上に映像信号を流しますが、電波の到達範囲に限界があるためヘリコプターの行動範囲もそれによって限定されてしまいます。近年衛星を使ってヘリ TV 信号を伝送できるヘリサットシステムというものも開発されましたが、アンテナ、本体機器共に重量もサイズも大きく、価格も高価であるため広く普及するには至っていません。このような背景から、ヘリコプターの運航者がイリジウム NEXT の話を聞いたときにまず考えるのがヘリ TV に応用できないか、ということでした。

ヘリ TV システムも今や HD の動画伝送が主流になってきていますが、Certus ではまず 350kbps の伝送速度によるサービスからスタートします。MAX では 1.4Mbps でのサービスまで提供することが予定されていますが、このレートが動画伝送に十分なのかという問題があります。この伝送速度でしたらどうしても圧縮技術を駆使しなければなりま



図 10 FDM のイメージ

せんが、こちらの技術もかなり発達してきているようで、実際に利用するシーンにおいて解像度を重視するか動きを滑らかにすることを重視するかで最良のチューニングを行えば Certus のサービスで十分にヘリ TV システムの補完、あるいは代替手段として実用化が可能と考えられます。

動画ではなく、静止画の伝送により新しいアプリケーションを開発しようという考え方もできます。大型機では FDR (フライトデータレコーダー) は必須アイテムとして搭載されていますが、高価な装備品のため小型機ではほとんど搭載されていません。小型機分野では既に述べましたように消防・防災ヘリコプターの動態管理システムが実用化されています。緯度経度の位置情報を伝送するのに使用しているイリジウム通信装置が Certus 対応になれば、位置情報と同時にその場所において撮影された静止画を送ることができます。こういった機能をうまく利用したアプリケーションを開発すれば、飛行中の航空機の状態を地上でもより詳しく知ることができる進化した形の FDR が考えられます。また、それに加えてエンジンの状態や残燃料の情報などのデータも送信することにより FDM (フライトデータモニタリング) が構築できるはずで、悪天候の中、山岳地帯で墜落、遭難といった小型機やヘリコプターの事故のニュースを聞いたときに心が痛みますが、このようなシステムがあればより迅速な救助が行われるのではないのでしょうか (図 10)。

Certus は大型機の世界だけではなく、小型機やヘリコプターの運航にも大いに役立つ可能性を秘め

た通信サービスとして期待できます。

12. イリジウム NEXT 衛星による ADS-B

第 5 章でも述べましたが、イリジウム NEXT 衛星にはイリジウム通信以外に利用するための特別なペイロードエリアが確保されており、ここには ADS-B の受信機が搭載されています。

ADS-B は放送型自動従属監視と呼ばれており、トランスポンダ Mode S の拡張スキットを利用して GPS 情報を周囲に発信し、ADS-B 受信機を設置してある地上基地局や他の航空機でその正確な位置を知ることができる次世代の監視インフラです。米国でも 2020 年から ADS-B を出力する機器の装備が義務化される予定です。イリジウム社では衛星の周回軌道が低高度であることから、ADS-B の信号をイリジウム NEXT 衛星で受信し、衛星間通信を利用して全地球上の ADS-B 搭載機の位置情報を管理しようと考えました (図 11)。

このプロジェクトを実行するためにイリジウム社はカナダの ANSP (Air Navigation Service Provider) である NAV CANADA と合併で Aireon という会社を設立いたしました。Aireon 社は既にカナダ以外でもイギリス、イタリア、アイルランド、デンマーク等、多くの国の ANSP と契約を進めています。利用する側からすれば新たに監視レーダーの設備投資が不要となるため大きなメリットがあります。ADS-B による監視を進めるにしても地上で監視するにはやはり何らか

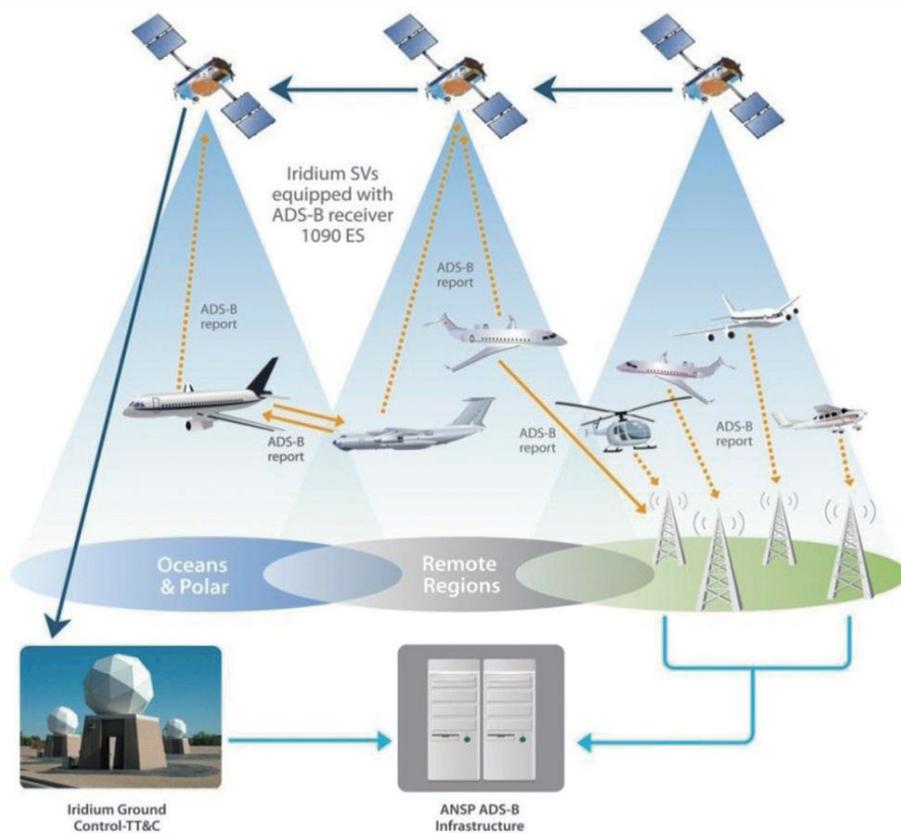


図 11 衛星ベース ADS-B の概念図

の設備が必要になりますが、Aireon 社が提供する衛星ベースの ADS-B 監視システムを採用すれば地上設備が不要になるというメリットがあります。このため、新規に空港を作ろうという発展途上国などからもレーダー設備を設置するコストを削減できるため、大いに注目を集めています。日本ではレーダー監視網が整備され、一部では WAM (Wide Area Multilateration) など利用されているため ADS-B の導入については、はっきりとした計画は立てられておりませんが、CARATS (Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems) の構想の中では ADS-B の利用も検討されているので、将来的に JCAB も Aireon のシステムを採用するということがあるかもしれません。また、ANSP 以外でも独自に Aireon と契約して ADS-B 情報を配信してもらうことを検討しているエアラインもあるので、この衛星ベースの ADS-B という新しいインフラがどの程度認知され定着していくか興味深いところです。

13. おわりに

今回はイリジウムの次世代衛星として間もなく運用が開始されるイリジウム NEXT と、これを使っ

たサービスである Certus を中心に、その概要と将来展開を述べてきました。航空インフラの 3 要素である CNS (Communication, Navigation and Surveillance) の中でも「C: 通信」は非常に重要なものと位置づけられます。地上波無線の覆域外から衛星経由で安定した通信を得る必要性は今後ますます高くなっていくと考えられます。また、データ通信のニーズもさらに増えてくるため、どうしても大容量データの送受信に対応できる機器が必要となってきます。地上と航空機間の通信という非常に制約の多い環境下で小型軽量の機器による安定した大容量データ通信のニーズに応えるためにイリジウム NEXT / Certus はひとつの最適なソリューションになると言えるでしょう。

一般に航空機で使用されているテクノロジーは高度なものであると思い込んでいる人が多いように思いますが、こと IT 技術に関しては地上系より数年遅れています。より早く、安定した使い勝手のよい通信インフラをどうやって航空の世界に取り込んでいくかは今後も大きな課題となります。この先 5 年後、10 年後に航空 IT はどのように進化していくか、楽しみに見守っていきたいと思います。