

ヘリコプター衛星通信システム “デュアルアンテナヘリサットシステム”

福井貴之*
佐藤勇人*

Helicopter Satellite Communication System "Dual Antenna Helisat System"

Takayuki Fukui, Hayato Sato

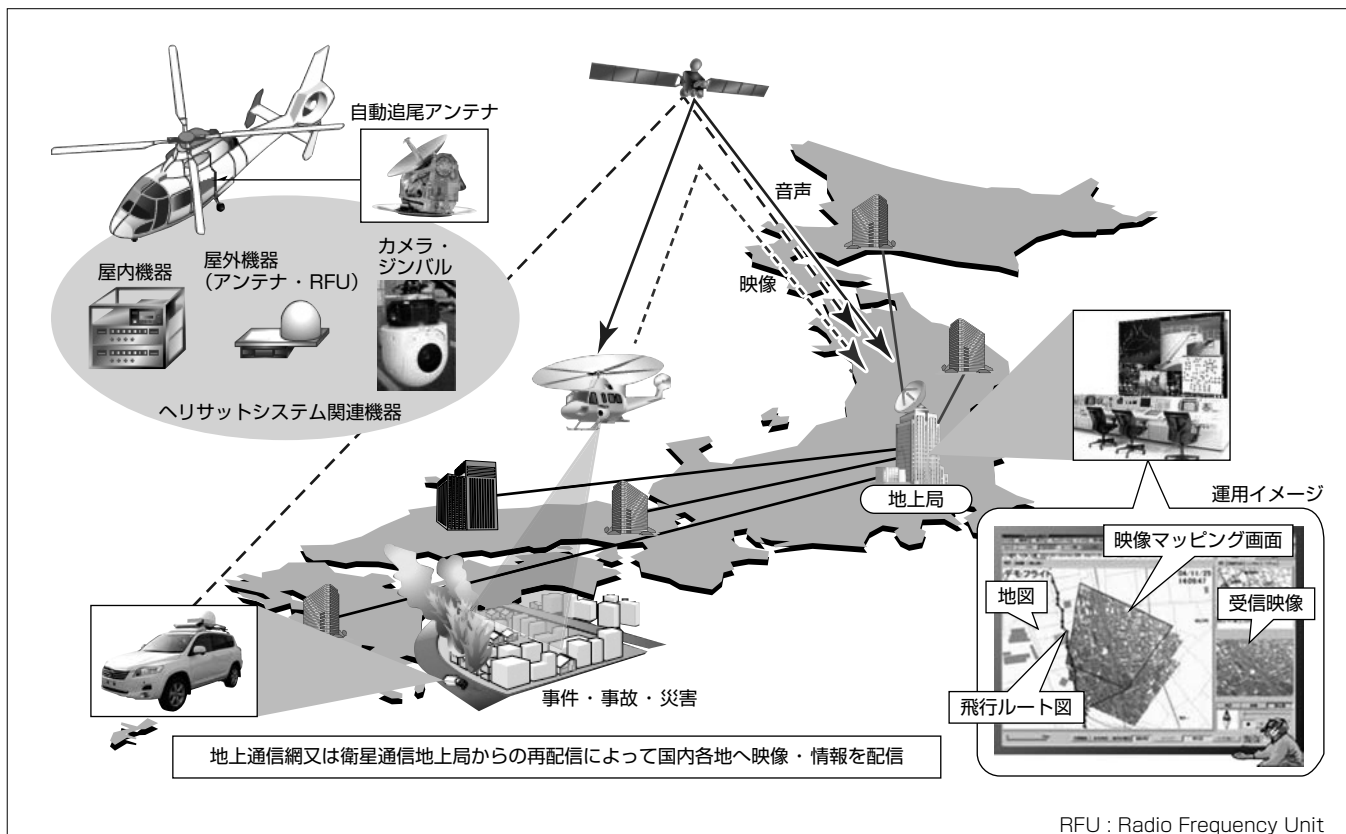
要 旨

従来、被災地での空撮映像の伝送には地上で整備した中継局を経由して伝送を行う“ヘリコプターテレビ伝送システム(ヘリテレシステム)”が用いられていた。しかし、東日本大震災のような巨大地震や津波では地上の中継局が被災し、情報収集に時間を要するなどの課題が発生していた。

このような状況を改善するため、三菱電機では、他社に先駆けて2013年3月にヘリコプターから通信衛星を介して直接情報を伝送する“ヘリコプター衛星通信システム(ヘリサットシステム)”の市場投入を行った。これまでのヘリサットシステムの運用事例として、2014年の広島県土砂災害と御嶽山噴火、2015年の口永良部島噴火と鬼怒川氾濫、2016年の熊本地震等があり、広域災害時の迅速な情報収集手段として活用されている。

ヘリサットシステムは通信衛星を介して直接通信を行うため、運用地域、飛行高度に依存せずリアルタイムで情報収集が可能である。一方、飛行姿勢によっては、ブロッキング(アンテナ装置が機体の方向に指向した場合、自動的に電波の送信を停止する機能)によって映像の伝送が中断してしまうという課題が残されている。

この課題を解決するために、当社では、ヘリサットシステムの機能向上としてアンテナ装置を2台装備する“デュアルアンテナヘリサットシステム”を開発した。2台のアンテナ装置を全天がカバーできる位置に装備し、電波を送信中のアンテナ装置がブロッキングとなる前に別のアンテナ装置に切り替えることでブロッキングを解消する。



RFU : Radio Frequency Unit

ヘリコプター及び小型車載用衛星通信システムの利用イメージ

衛星通信の広域性と移動体の機動性を活用し、使用衛星のサービスエリア内からリアルタイムに情報を伝送することで、広域災害、事件、事故の発生時に、被災地の情報を迅速かつ的確に収集できる。

1. ま え が き

災害・危機管理の分野では、迅速かつ的確に情報を収集・整理し、情報通信基盤を通じて住民や関係機関に伝達することによって、被害や事故の件数の軽減、質的な改善が見込まれる。このため、情報通信技術が国民の被害を適切に回避するための大きな役割を果たすことが期待されている。

従来、被災地での空撮映像の伝送には地上で整備した中継局を経由して伝送を行う“ヘリコプターテレビ伝送システム(ヘリテレシステム)”が用いられていた。しかし、東日本大震災のような巨大地震や津波では地上の中継局が被災し、情報収集に時間を要するなどの課題が発生していた。

このような状況を改善するため、当社では、他社に先駆けて2013年3月にヘリコプターから通信衛星を介して直接情報を伝送する“ヘリコプター衛星通信システム(ヘリサットシステム)”の市場投入を行った。現在、このシステムは地震や大雨による河川の氾濫、火山の噴火等、広域災害時に迅速な情報収集手段として活用されている。

ヘリサットシステムは通信衛星を介して直接通信を行うため、運用地域、飛行高度に依存せずリアルタイムで情報収集が可能である。一方で、飛行姿勢によっては、ブロッキング(機体に電波を送信しないようにアンテナ装置が機体の方向に指向した場合、自動的に電波の送信を停止する機能)によって映像の伝送が中断してしまうという課題が残されている。

この課題を解決するために、当社では、アンテナ装置を2台装備するデュアルアンテナヘリサットシステムを開発した。

本稿では、ヘリサットシステムの概要、運用事例、デュアルアンテナヘリサットシステム開発における開発課題及び解決手法について述べる。

2. ヘリサットシステム

2.1 システムの構成と導入効果

このシステムは要旨の図に示すようにヘリコプターから直接通信衛星を経由し、撮影した被災地等の動画像情報及び撮影位置情報等を地上局へ伝送する機能とヘリコプターと地上局間の双方向音声通信を実現する機能を持つ。ヘリコプターに搭載される装置は衛星通信用自動追尾アンテナ装置、送受信機(RFU)、屋内機器(変復調装置、アンテナ制御装置)、映像装置(カメラ・ジンバル)等から構成され、地上には通常の衛星通信用アンテナ・送受信設備にこのシステム用の復調装置と映像装置を追加した構成である。次にこのシステムの導入効果を述べる。

- (1) 地上中継局を必要とせず、地上局1局で広域をカバー可能(広域性)
- (2) 自動衛星捕捉、追尾機能のアンテナ装置を適用するこ

とによって、通信対象局をマニュアル指向する手間を削減(操作性)

- (3) 山岳や高層建築物の影響を受けず近接撮影、谷あい等でも安定な伝送が可能(耐環境性)
- (4) 複数受信局で同報受信することによって各拠点で同時にリアルタイムに情報共有が可能(同報性)
- (5) 災害等によって道路等が破壊された場合でも伝送が可能(抗堪(こうたん)性)
- (6) 双方向音声通信によって常時連絡回線が確保でき、地上局からヘリコプターへ撮影箇所の指示等が可能(利便性)
- (7) 地上中継局が不要なので、管轄区域が広範囲なほどコストパフォーマンスに優れる(低コスト)

2.2 主要技術

2.2.1 間欠送信方式

ヘリコプターが衛星と通信する際、通信路にヘリコプターのブレード(回転翼)があるため、データ伝送の妨げ、及びブレードでの電波の反射による他のシステムへの干渉が起り得る。これらの対策として回転するブレードの間隙を狙って送信する間欠送信方式を採用している。この間欠送信のタイミングは、ヘリコプターの姿勢、衛星の位置及びブレードが回転するタイミングによって決定され、フライト姿勢によって時々刻々と変化するため、正確かつ動的なタイミング制御が求められる。また、ブレードによるブロッキングの時間率も送信ビームの方向によって変化する。

この方式では送信データを適当な長さのバーストに分割し、このバースト単位で送信ON/OFF制御を行っている。また、ブレードの回転タイミングはヘリコプターの標準的なセンサ(磁的に回転を検出するマグネティックピックアップセンサ等)から1回転に1回出力される信号を用い、ヘリコプターの姿勢と衛星の位置から決定されるビーム方向とブレードが重なるタイミングを演算し、送信のON/OFF制御を行う(図1)。

2.2.2 追尾方式

Ku帯を用いた衛星通信装置では、衛星追尾での追尾誤差による回線品質の劣化を防止するだけでなく隣接衛星への干渉に配慮する必要があり、厳しい追尾精度が要求される。

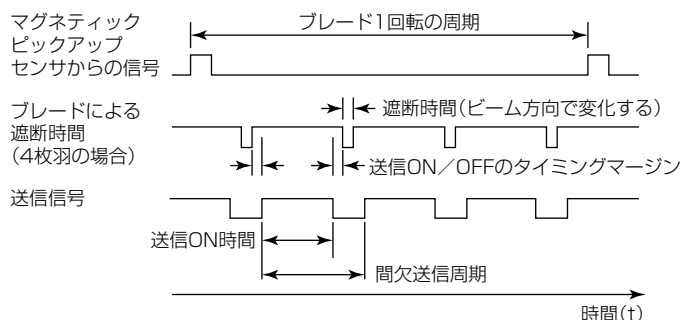


図1. 間欠送信方式による送信のON/OFF制御

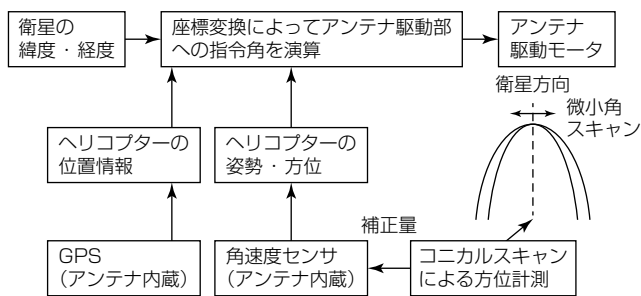


図2. 追尾制御方式の動作

近年、移動体(航空機、船舶)向けに衛星通信を利用したブロードバンドサービスが開始されているが、ヘリサットシステムではこれらのアンテナで標準的に用いられる追尾方式と同じコニカルスキャン方式を採用している。この方式は、衛星方向を中心にビームを微小角ずらし、円を描くようにスキャンすることで、受信電力が最大になる方向を検出し、高精度追尾を実現している。

なお、システム起動時の衛星初期捕捉は、GPS(Global Positioning System)アンテナで検出したヘリコプターの位置・方位情報とアンテナに内蔵された角速度センサによる姿勢情報によって衛星の指向方向を演算し、この方向を中心に衛星を探す(図2)。

3. 運用事例

3.1 従来システムとの画質の比較

従来のヘリテレシステムとヘリサットシステムの画質性能比較を図3に示す。

従来システムではリアルタイムで映像が伝送できなかった地域に、ヘリサットシステムを適用することによってリアルタイムで映像が伝送できている。また、画質面でもヘリサットシステムで伝送した映像は鮮明であり、被災地の細部まで情報収集が可能である。

3.2 運用事例

2013年3月のヘリサットシステム市場投入後の運用事例を表1に示す。土砂災害、火山の噴火、地震等の広域災害時にヘリコプターの機動性を活用した初期の情報収集に貢献している。また、長野、岐阜県の御嶽山、鹿児島県の口永良部島の噴火での情報収集の際も、ヘリサットシステムはリアルタイムでの情報収集に貢献している。従来のシステムではリアルタイムに情報収集ができない地域での災害であったため、これらの事例で改めてこのシステムの有効性を示すことができた。

4. デュアルアンテナによる機能向上

4.1 ブロッキング

電波法では、電波を送信する際、物理的に電磁干渉を発生させてはならないことが定められている。ヘリサットシステムでは電波法を遵守するため、機外に搭載されたアン

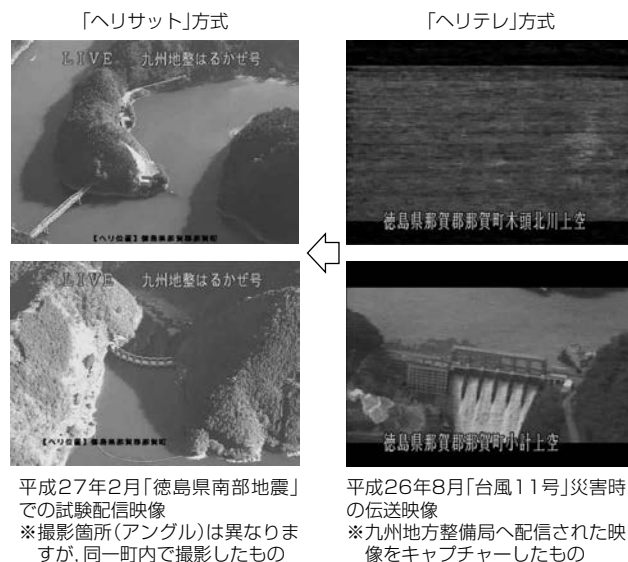


図3. ヘリテレシステムとヘリサットシステムの画質性能比較

出典：国土交通省九州地方整備局記者発表(2015年2月24日)

表1. ヘリサットシステムの運用事例

時期	場所	災害内容	運用内容
2014年8月	広島県	土砂災害	初期被害の情報収集及び収集した情報による救急隊員の人員配置の計画
2014年9月	長野、岐阜県	御嶽山噴火	初期被害の情報収集、火山活動の経過観察
2015年5月	鹿児島県	口永良部島噴火	初期被害の情報収集、火山活動の経過観察
2015年9月	茨城県	鬼怒川氾濫	初期被害の情報収集、浸水状況の経過観察、収集した情報による排水車の配置の計画
2016年4月	熊本県	大地震	初期被害の情報収集及び収集した情報による救急隊員の人員配置の計画

テナ装置が機体の動揺によって機体の方向に指向した際、自動的に電波の送信を停止する機能がある。この電波の送信を停止する状態をブロッキングと呼び、ブロッキング状態では映像・音声は地上に伝送できない状態になる(図4)。ヘリコプターは運用中に姿勢が変化(ロール、ピッチともに±30°程度動揺)するため、ヘリコプターの片側にアンテナ装置を搭載する現行のヘリサットシステムではブロッキングが発生してしまうという課題がある。

ヘリコプターのブレードより上部にアンテナ装置を機装(ぎそう)することでブロッキングを解消することができるが、ヘリコプターへの取付け部分強度不足や改造範囲が非常に大きくなるといった課題があるためブレードよりも下部にアンテナ装置を機装する必要がある。

4.2 デュアルアンテナヘリサットシステム

ブロッキングの課題を解決するために、今回、デュアルアンテナヘリサットシステムの開発を行った。デュアルアンテナヘリサットシステムは、アンテナ装置2台でシステムを構築する。2台のアンテナ装置を全天がカバーできる位置(機体の左右)に装備し、電波を送信中のアンテナ装置が機体の動揺などでブロッキングとなる前に電波を送信するアンテナ装置の切替えを行うことでブロッキングとなる姿勢をなくしてブロッキングを解消することが可能になる(図5)。

4.3 デュアルアンテナヘリサットシステムの開発

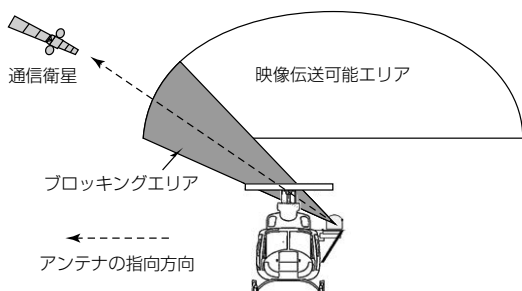


図4. 現行のヘリサットシステムでのブロッキング

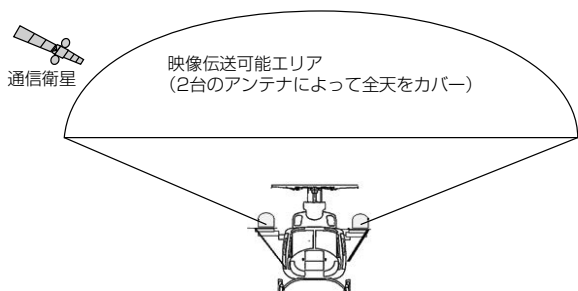


図5. デュアルアンテナによるブロッキングの解消

4.3.1 開発課題

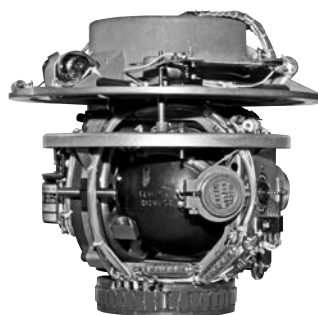
デュアルアンテナヘリサットシステムでは機体の動揺に応じてアンテナ装置の切替えを瞬時に行う必要があるため、常時2台のアンテナ装置が衛星方向を指向している必要がある。しかし、ヘリサットシステムでは、2.2.2項の追尾方式で述べたとおり、コニカルスキャン方式(衛星からの受信波の受信強度を用いた追尾方式)を用いて衛星追尾を行っているため、ブロッキング状態で衛星からの受信波が受けられないアンテナ装置は受信波の強度が判定できず、衛星追尾ができないという問題点があった。

この問題点はコニカルスキャン方式による追尾の代わりに、航空機の管制に用いられる高精度の姿勢センサ(図6)を適用し、姿勢センサの情報だけを用いて衛星追尾を行う“プログラム追尾”に方式変更することで解決できる。しかし、高精度の姿勢センサは寸法・質量が大きく、非常に高額であるため、現行のヘリサットシステムと比較し、質量、寸法、コストが大幅に増加してしまうという課題がある。

4.3.2 解決手法

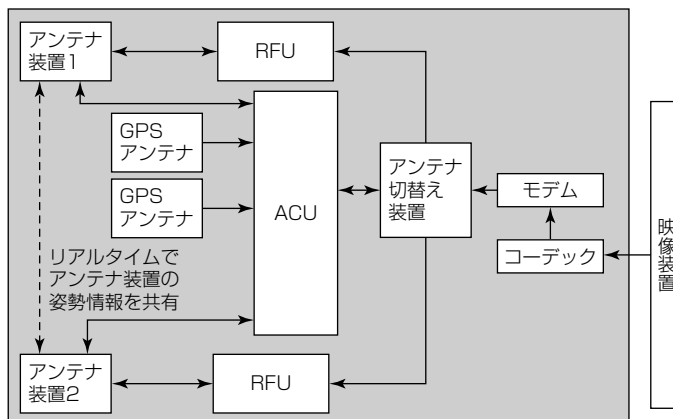
問題点と課題を解決するための、デュアルアンテナヘリサットシステムでは、コニカルスキャン方式で高精度の衛星追尾を行っているアンテナ装置の姿勢の情報をブロッキング状態のアンテナ装置と共有することにした。衛星追尾を行っているアンテナ装置の姿勢の情報を共有することで、ブロッキング状態のアンテナ装置は高精度の姿勢情報を取得し、姿勢センサを用いず擬似的に“プログラム追尾”を行うことが可能になる(図7)。

この手法を適用することで、2台のアンテナ装置が常に高精度で衛星方向を指向できる。それによって、機体の動揺に応じて瞬時に電波を送信するアンテナ装置の切替えが



出典 : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/Gyroscope_hg.jpg
Photo by Hannes Grobe(2005)/Adapted.
CC-BY-SA-2.5(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>)

図6. 航空管制用の高精度の姿勢センサ



ACU : Antenna Control Unit

図7. デュアルアンテナヘリサットシステムの構成

可能になり、ブロッキングを解消するデュアルアンテナヘリサットシステムを実現した。

5. むすび

災害・危機管理・報道分野で次世代システムとして活躍しているヘリコプター衛星通信システム(ヘリサットシステム)の運用事例と機能向上について述べた。

ヘリサットシステムの有用性は運用事例からも明らかである。このシステムが、災害・危機管理・報道の各分野に普及し、威力を発揮することを期待する。また、今後も最新技術を適用し、システムの機能向上を継続していく。

参考文献

- (1) 総務省消防庁 防災情報室：ヘリコプターによる被災地情報収集の在り方検討会報告書(2007)
- (2) 総務省消防庁 防災情報室：消防防災ヘリコプターに搭載する直接衛星通信システムの実用化に向けた共通仕様書策定等に関する検討会報告書(2008)
- (3) スカパーJSAT(株)：ヘリコプターからのHDTV伝送(高画質伝送)のための衛星通信技術に関する調査検討報告書(2009)
- (4) スカパーJSAT(株)：移動体衛星通信(ヘリサットシステム)における高速大容量伝送技術の検討報告書(2010)