

車両走行時におけるCar-SATの通信について

事業振興部 機械課 ○藤井 辰好
 事業振興部 機械課 吉田 茂臣
 事業振興部 機械課 馬場 奈美子

Car-SAT(カーサット)とは、衛星通信回線を利用して、走行中の車両で撮影したリアルタイム映像を送信可能な車両搭載型の衛星通信機器である。

本発表では、走行車両の周囲環境が衛星通信に与える影響について実走試験によって得られた結果より、運用上の注意点を考察したものである。

キーワード：災害情報、衛星通信、リアルタイム映像、Car-SAT

1. はじめに

Car-SAT(Car mounted mobile SATellite communications system)は災害時等において、即時に使える通信手段として、令和2年3月に北海道開発局、各地方整備局及び沖縄総合事務局に各1台、合計10台を配備している。北海道開発局は、暫定車両により導入し、令和2年度にCar-SAT専用車両を整備し、運用している。

本設備は運用を開始してから日が浅いため、実運用の事例が少なく、走行中の衛星通信状態について、データが不足しているのが実態である。本検証では実走試験を実施し、走行車両の周囲環境が衛星通信に与える影響について考察を行うものである。

2. Car-SATについて

Car-SATとは、車両に搭載したカメラで撮影した映像を通信衛星経由で基地局にリアルタイムで伝送するシステムであり、移動中の車両から衛星通信を介して国土交通省独自で整備している通信網へ接続された基地局へ映像/音声/位置情報等を伝送するものである。詳細については国土交通省仕様書によら¹⁾。Car-SATが使用している衛星は「Superbird C2」である。システム構成例を図-1に示す。Car-SAT(図-2)には前後に固定カメラが2台(図-3,4)、ハンドカメラ(図-5)やGPSカーナビゲーション(図-6)等を搭載し、これらの任意の単映像もしくは4つの映像を合成して送信することができる(図-7)。

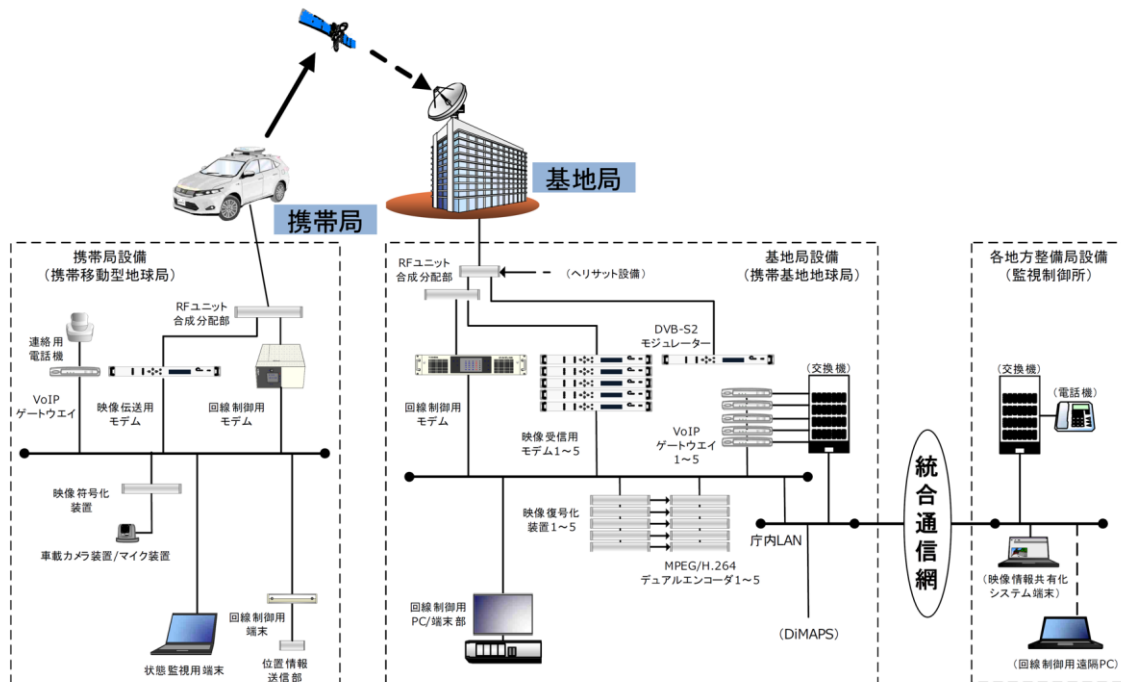


図-1 Car-SATシステム構成例



図-2 Car-SAT 外観



図-3 前方カメラ



図-4 後方カメラ



図-5 ハンドカメラ

3. 衛星通信車との違い

北海道開発局で整備している災害対策車両にはCar-SATと同様に衛星通信が可能な車両として「衛星通信車」(図-8)がある。同じ衛星通信を行うものであるがそれぞれの車両には特徴があるので紹介する。

(1) 衛星通信車の特徴

- a) 車両を停止した状態で衛星通信（映像及びデータの送受信）を行う必要がある
- b) 搭載している発電機から、電源を給電するため、長時間運用ができる
- c) 車両が大型のため、通行や駐車する場所に制限がある
- d) アンテナを立ち上げ、衛星を捕捉する必要があるため、衛星通信の確立に時間がかかる



図-6 GPS カーナビゲーション



図-7 合成映像の例



図-8 衛星通信車外観

(2) Car-SATの特徴

- a) 走行中の車両から衛星通信（映像の送信）を行える
- b) 搭載している機器が省電力であるため、発電機が不要となり、ハイブリッド車の電源で給電することができる
- c) 車両が普通免許で運転可能なサイズのため、通行や駐車する場所の制限が少ない
- d) アンテナを立ち上げる必要がないため、通信衛星車より短時間で衛星通信を確立することが可能である

(3) 各車両の運用方法の違い

衛星通信車はパラボラアンテナであるため、衛星通信を行うには、まず車両のアウトリガーを伸ばし、車両を固定する必要がある。固定後、パラボラアンテナを立ち上げ、衛星を捕捉後に通信可能となる。被災場所が広範囲であるときには、別の被災場所に移動が必要な場合がある。その際には、パラボラアンテナを格納するなど設備を片付けてからでなければ車両を移動することができないため、別の被災場所映像を伝送するには時間を要する。

一方、Car-SATは平面アンテナを採用しているため、アンテナを立ち上げる必要はない(図-9)。そのため、機器の電源を入れると、自動で通信衛星を捕捉することができ、通信が可能となる。移動する場合は、機器を片付ける手間もなく、映像を送信しながら撮影場所の変更ができるため、被災地周辺状況の映像を送信し続けることができる。

運用方法として、衛星通信車は発電機を搭載しているため、長期運用に適しており、Car-SATは短時間で衛星通信が行えるため、初動の際に迅速な対応ができる。各車両で特徴を生かした運用方法としている。

4. 検証方法

検証を行うにあたり、走行ルートを選定する。

本検証では、走行中に周囲の構造物及び環境が衛星通信に影響を及ぼすかに焦点を当てる。そのため、影響を与えている構造物が特定しやすいように、市街地及び郊外を含むルートを選定した。選定は以下のとおり行った。

(1) ルートの選定

札幌道路事務所月寒格納庫を始点とする。ルートは直轄国道を走行することとした。一般国道274号を走行し、「道の駅 マオイの丘公園」(長沼町)を経由する。この区間は、札幌市から郊外に抜けると、周囲には高い建物は少なく、見通しの良い道路となっている。その後、道央圏連絡道路(一般国道337号)を走行する。道央圏連絡

道路は制限速度が70km/hの区間があり、周囲には建物が少ない道路である。千歳市街地を経由後、一般国道36号を走行する。この区間は交通量も多いため、片側2車線の区間が多い。札幌市に近づくと周囲に建物が多くなっていく。その後、始点の月寒格納庫に戻る。このルートを順方向ルートとする。到着後、逆方向のルートで走行する。逆のルートも走行することで、車両が走行する向きによって衛星通信に与える影響があるか比較することが可能であり、より詳細に検証することができるためである。実際のルートは図-10に示す。総走行距離は172kmであった。

(2) 走行条件

- a) 速度は可能な限り一定とすること
- b) 走行車線は基本的に左車線を走行すること
- c) 走行速度の違いが比較できること

(3) 受信映像の確認

Car-SATから送信された映像とCar-SAT側で録画した映像を比較することで、映像が途切れた場所の周辺状況がわかる。映像が途切れた場所周辺の映像を確認し、衛星通信に影響を与えた遮蔽物等を検証する。衛星は南南東方向にあるため、その方向にある遮蔽物等を主に検証する(図-11)。

また、総走行距離のうち、映像が受信できなかった距離を測定した。測定方法はGPSカーナビゲーションを活用し、映像が途切れた場所から映像の受信が再開した場所の間で走行していた距離を測定した。



図-9 Car-SAT付属平面アンテナ



図-10 検証ルートの選定



図-11 Car-SAT システムの衛星通信条件

5. 検証結果

Car-SATから送信された映像とCar-SAT側で録画した映像を検証し、以下のとおり考察した。

(1) 衛星通信に影響を与えた遮蔽物

衛星通信が切断された時の周囲の環境について考察する。通信が切断される際に影響を受けたものは樹木、建物(高層物)、高架橋、鉄塔が多かった。衛星通信が切断されたときの映像を図-12に示す。

(2) 順方向と逆方向のルートによる違い

順方向と逆方向のルートによる受信状況の違いについて考察する。同じ場所でも衛星方向に樹木が並んである場所であり、片側2車線の幅の広い道路という条件があった。その条件で、同じ地点で通信状態を比較した(図-13)。順方向ルートでは、樹木によって衛星を見通すことができないため、衛星通信は切断された。しかし、逆方向ルートでは、樹木から離れることとなり、衛星を見通すことができたため、衛星通信ができた。

地図上では同じ場所でも、走行する車線によって通信が受ける影響は違うことが確認できた。

(3) 受信率の算出

本検証の走行ルートにおいて、衛星通信が切断されずに映像を受信できた受信率を算出する。受信率は全体の走行距離のうち、映像を受信できていた走行距離で算出している。計算式は次の式(a)のとおりである。

$$\text{受信率}[\%] = \frac{\text{映像を受信できた走行距離}[km]}{\text{総走行距離}[km]} \dots (a)$$

総走行距離が172kmのうち、映像を受信できた走行距離は154.3kmであったことから、式(a)により、受信率は約90%という結果となった(図-14)。本検証ルートでは一部区間で最高速度70km/hで走行したが、遮蔽物がない場合であれば、走行速度の違いによる受信状態に大きな

違いは確認できなかった。

6. まとめ

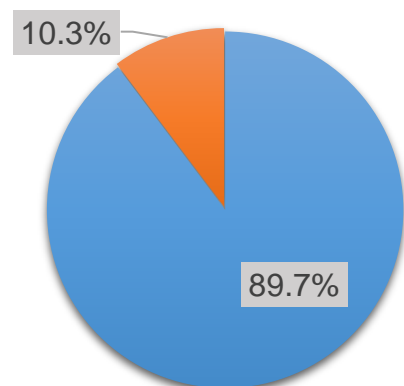
今回走行したルートでは、遮蔽物がある場合には映像が途切れる場面があったが、郊外では比較的連続的に映像を受信し続けることが可能であった。総走行距離の



図-12 衛星通信が切断されたときの映像 (矢印は衛星の方向を示す)



図-13 順方向ルートと逆方向ルートの比較 (矢印は衛星の方向を示す)



■ 受信状態で走行した割合 [%]
 ■ 切断状態で走行した割合 [%]

図-14 受信率の結果

約90%で映像を受信できていることから、災害時においても安定して映像を送信することができると言える。

運用上の注意として、遮蔽物と車両の位置を確認し、衛星を見通せていることが衛星通信において重要であるが、映像が途切れることは少なからずあるということ意識する必要がある。

災害初動時は映像や情報の即時性が重要になる。Car-SAT は災害時に車両で移動しながら衛星回線を維持し

続けることができるため、災害時の初動では迅速に被災地周辺状況の映像を届けることができる。そのため、Car-SAT は災害初動時に運用しやすいと考えられる。

参考文献

- (1) 移動型衛星通信設備(Car-SAT)機器仕様書
令和2年3月 国土交通省
<https://www.mlit.go.jp/tec/it/denki/kikisiyou.html>