

# 周波数ひっ迫対策のための技術試験事務 平成20年度実施概要

「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」

平成21年4月22日

# 成果目標等

## 成果目標

広域災害時等において迅速な情報収集を可能とするヘリコプター衛星通信システムにおいて、高画質の映像伝送を可能とする高速大容量伝送技術に関する検討を行い、技術基準案を策定することを目標とする。

## 必要性及び背景

- 災害時においては、災害現場の迅速な情報収集が重要
  - 地上インフラの被災の影響を受けず、機動性の高いヘリコプターによる上空からの情報収集が有効
- 現在は、類似システムとしてヘリテレが存在
  - サービスエリアが地上の無線局の通信範囲内に制限、地上の無線局が被災する場合もあり
- 近年のデジタル放送の普及等に伴い、高画質映像伝送に対する需要が増大
  - ヘリコプター衛星通信システムについて、伝送効率の一層の向上、周波数の有効利用が必要

# 実施概要

平成20年度

## ○ 理論検討

以下の項目について理論検討を実施

- ブロッキング率に応じた送信バースト長/符号化率可変技術
- ヘリコプターのローターブレードによる干渉予測
- バーストデータの最適パラメータ
- システムの基本設計、試験方法等

## ○ 機能確認

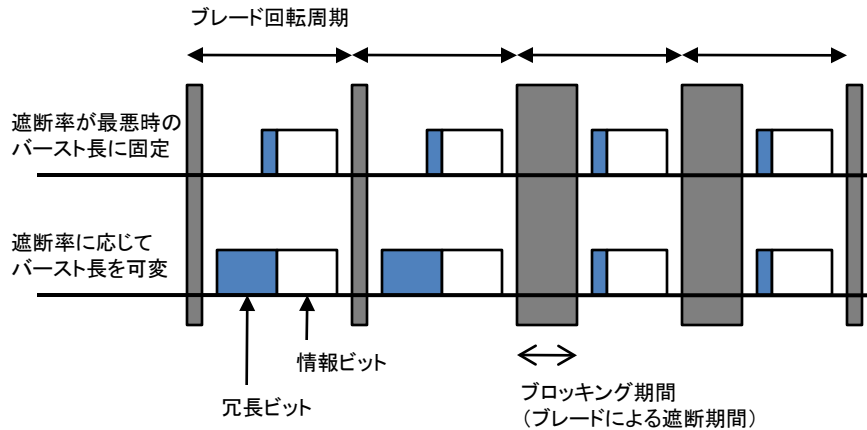
理論検討に基づき、以下の項目について機能確認を実施

- モデム単体試験
- 送信系－受信系の組合せ試験
- 衛星システムによる電波伝送試験

# 平成20年度の成果

## 理論検討①

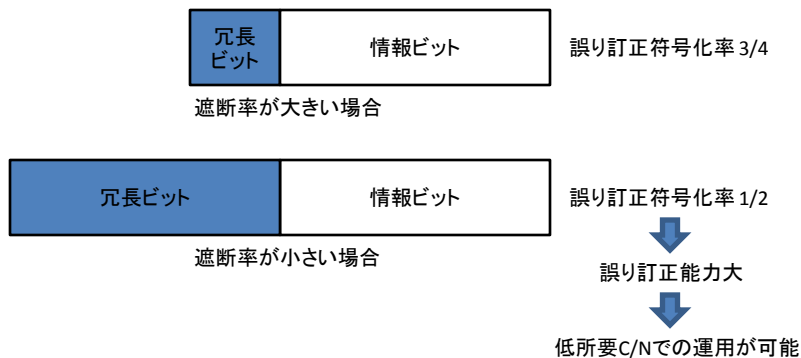
### ○ ブロッキング率に応じた送信バースト長/符号化率可変技術



遮断率に閾値を設け、遮断率が閾値よりも改善される場合は遮断がない時間に誤り訂正符号を増加させることにより、誤り訂正能力を高めることができる。

検討の一例として、誤り訂正符号化率 $1/2$ と $3/4$ を遮断率に応じて切り替えた場合の検討を行い、誤り訂正符号化率を $3/4$ に固定にする場合に比べ、遮断率が小さい場合は所要 $C/N$ を下げる事ができる。

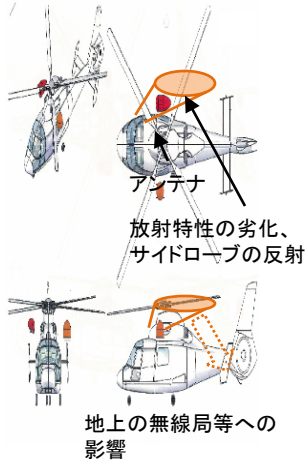
※ 固定ビットレートの映像伝送を前提に、符号化率の可変させて検討。情報レートを可変して、バースト長を可変させることも有効。



# 平成20年度の成果

## 理論検討②

### ○ ヘリコプターのローターブレードによる干渉予測

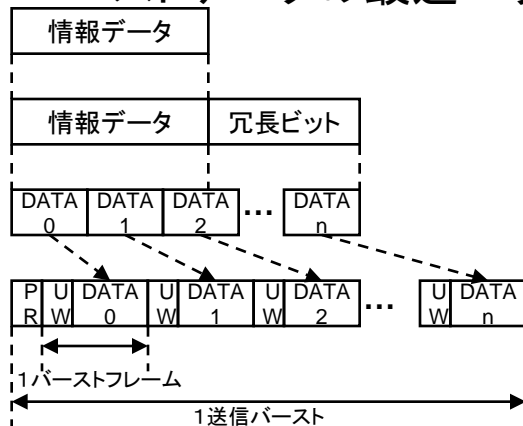


アンテナはヘリコプターの側面に装備されることから、特定の方位・仰角の範囲内ではヘリコプターのブレードがアンテナの指向方向を遮蔽することとなり、この範囲で電波を送信した場合、電波の反射・散乱を生じ、アンテナ放射特性の劣化を生じる恐れがある。

ブレードによる反射波が地上系システムに干渉し障害を引き起こす可能性があるが、情報通信審議会答申「標準画質レベルの動画及び音声の伝送が可能なシステムの技術的条件(平成21年1月)」において、ITU-R勧告S.728-1の規定値以下の軸外EIRPが地上へ放射されるレベルを検討し、フィルタで抑圧することによりITU-R勧告M.1643の周波数共用条件を満足できることが示されている。このことから、本システムでも同様の軸外放射電力のレベルを満足することにより、地上の無線局等と共用は可能である。

- ITU-R勧告S.728-1: VSAT地球局からの最大軸外EIRP密度の許容値
- ITU-R勧告M.1643: 14-14.5 GHzにおける固定衛星網の中継器を使用する航空移動衛星業務の地球局に関する技術及び運用要件

### ○ バーストデータの最適パラメータ



HD伝送を実現するためには、SD伝送に比べ送信データ量を増加する必要があり、送信可能な時間の有効利用が望まれる。

本検討では、以下の項目を検討した。

- ① バーストフレームにおけるPR長とUW長の最適化
- ② 1送信バースト長の最適化

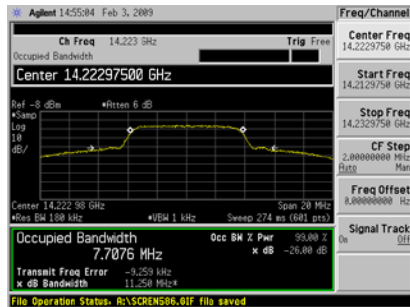
比較的発生頻度の高い遮断率5%~40%において①、②を検討した結果、1送信バーストに含まれるバーストフレームは10~25であることがわかった。

# 平成20年度の成果

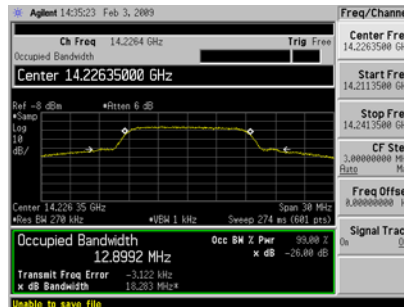
## 局内折り返しによる機能確認試験①

### ○ モデム単体試験

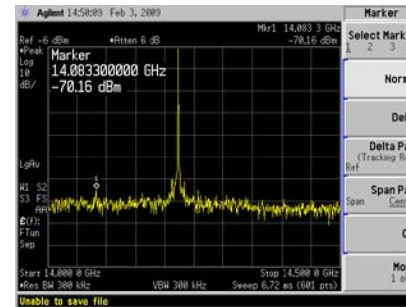
占有周波数帯域幅、スプリアスを測定し、技術基準策定に向けたデータの取得を行った。



占有周波数帯幅  
(6.144Mbps)



占有周波数帯幅  
(10.368Mbps)

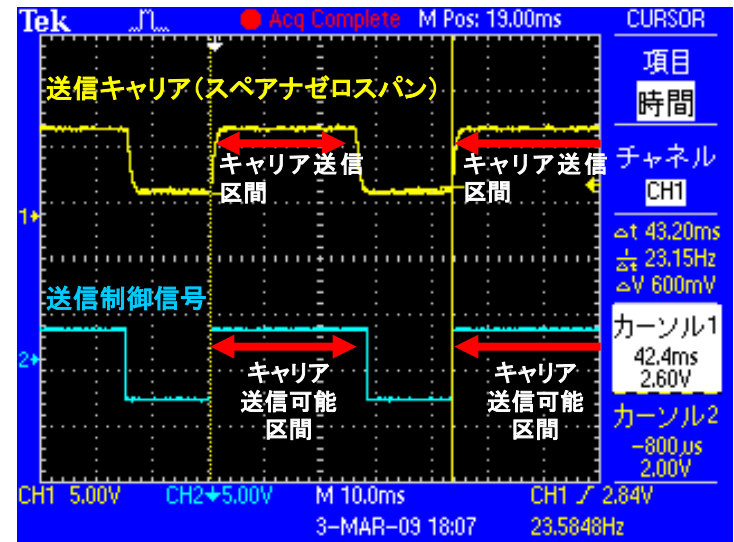


スプリアス

変調器にブレードによる擬似遮断タイミング信号(送信制御信号)を与え、遮断タイミングに同期して間欠送信が行われ、復調器で間欠信号を復調することを以下の条件にて確認した。また、遮断率100%時には信号が送信されないことを確認した。

遮断率:0%/20%/35%/100%,  
ブレード回転周期:306rpm/348rpm/391rpm,  
情報速度:6.144Mbps/10.368Mbps

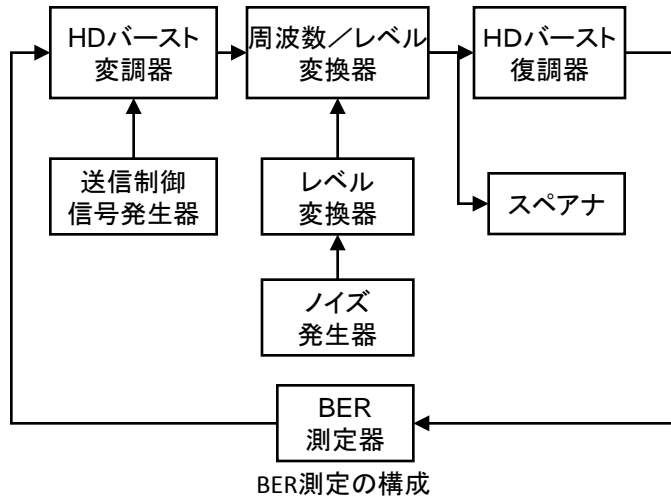
右図は遮断率20%、ブレード回転周期348rpm、情報速度10.368Mbpsの場合の送信制御信号と送信キャリアの関係である。送信制御信号と送信キャリアが同期していることが確認できる。



# 平成20年度の成果

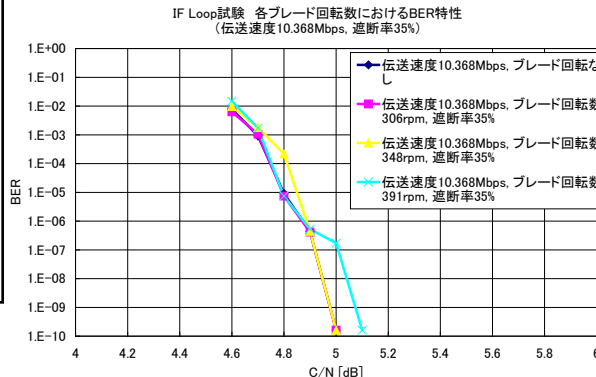
## 局内折り返しによる機能確認試験②

### ○ 送信系－受信系の組合せ試験



送信系－受信系の組み合わせ試験として以下の試験を行った

- ①ブレード回転数(306, 348, 391rpm)、遮断率(20%, 35%)をパラメータとしたBER特性
- ②レベル偏差(±10dB)を与えた場合のBER特性
- ③周波数偏差(±30kHz)を与えた場合のBER特性
- ④標準方式(DVB-S)のBER特性との比較

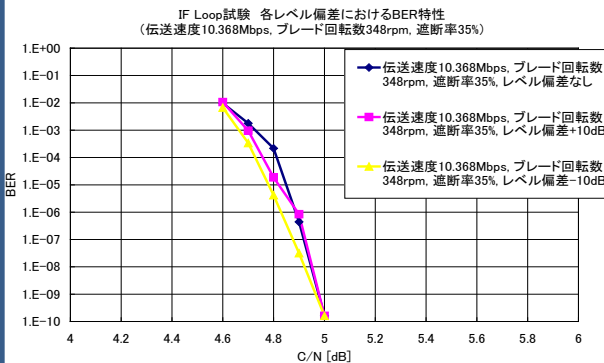


ブレード回転数、遮断率、レベル偏差、周波数偏差に関わらずBER特性は設計目標値 (BER=1E-7 @ C/N=5.6dB) に対して約0.7dBのマージンが確保されており、良好なBER特性となった。

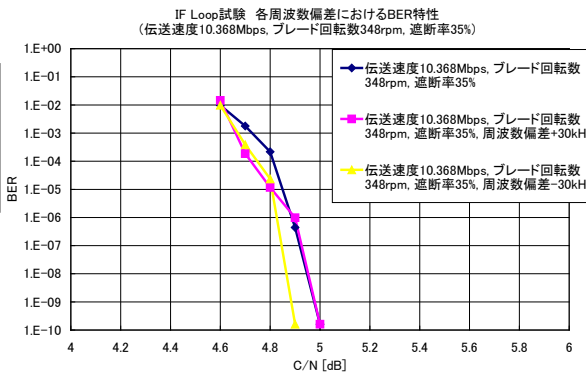
また、標準方式との比較では特性がDVB-Sと同等であることが確認できた。

①ブレード回転数をパラメータとしたBER特性(遮断率35%)

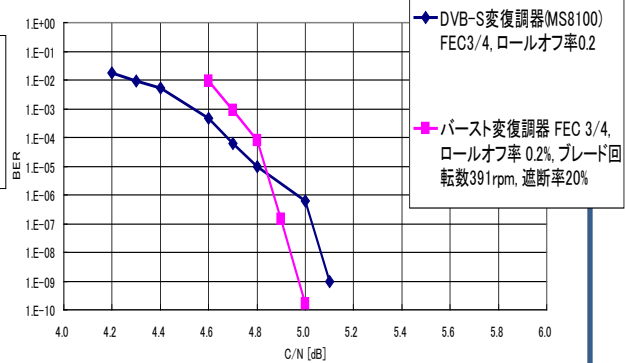
標準方式変復調器(DVB-S)との比較



②レベル偏差±10dBにおけるBER特性



③周波数偏差±30kHzにおけるBER特性

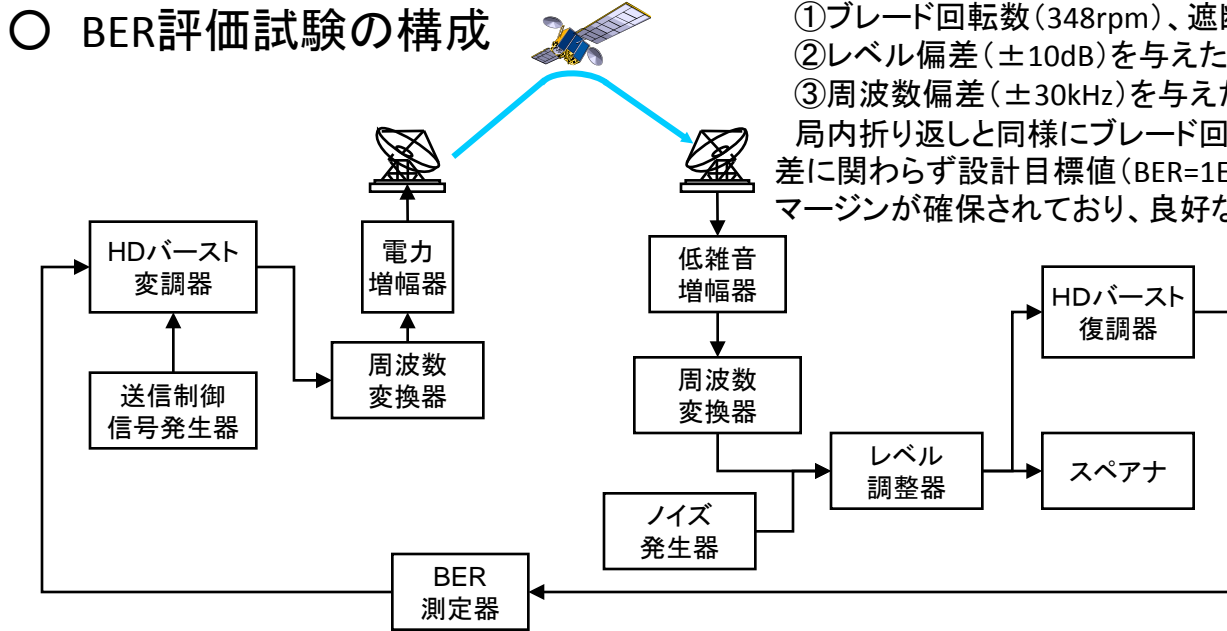


④標準方式(DVB-S)のBER特性との比較

# 平成20年度の成果

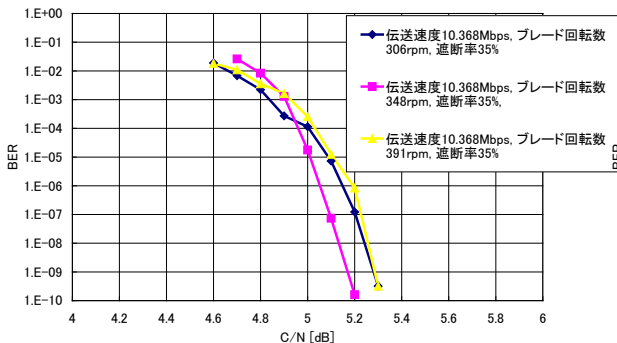
## 衛星システムによる電波伝送試験①

### ○ BER評価試験の構成



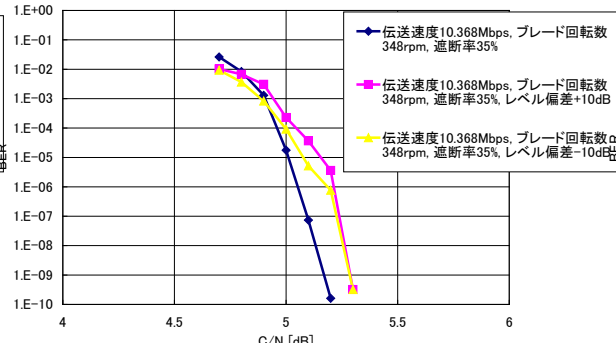
衛星システムによる電波伝送試験としてBER評価試験を行った  
 ①ブレード回転数(348rpm)、遮断率(35%)をパラメータとしたBER特性  
 ②レベル偏差(±10dB)を与えた場合のBER特性  
 ③周波数偏差(±30kHz)を与えた場合のBER特性  
 局内折り返しと同様にブレード回転数、遮断率、レベル偏差、周波数偏差に関わらず設計目標値(BER=1E-7@C/N=5.6dB)に対して約0.4dBのマージンが確保されており、良好なBER特性となった。

衛星伝送試験 各ブレード回転数におけるBER特性  
(伝送速度10.368Mbps, 遮断率35%)



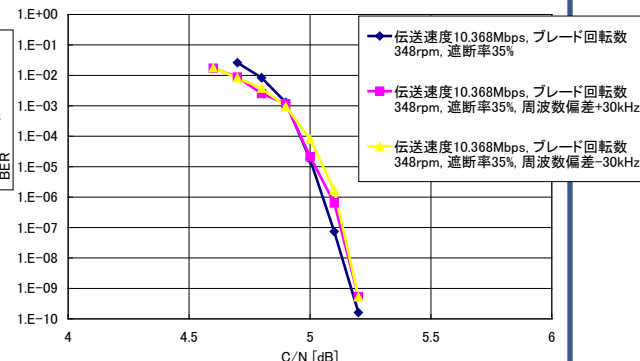
①ブレード回転数をパラメータとしたBER特性(遮断率35%)

衛星伝送試験 各レベル偏差におけるBER特性  
(伝送速度10.368Mbps, ブレード回転数348rpm, 遮断率35%)



②レベル偏差±10dBにおけるBER特性

衛星伝送試験 各周波数偏差におけるBER特性  
(伝送速度10.368Mbps, ブレード回転数348rpm, 遮断率35%)



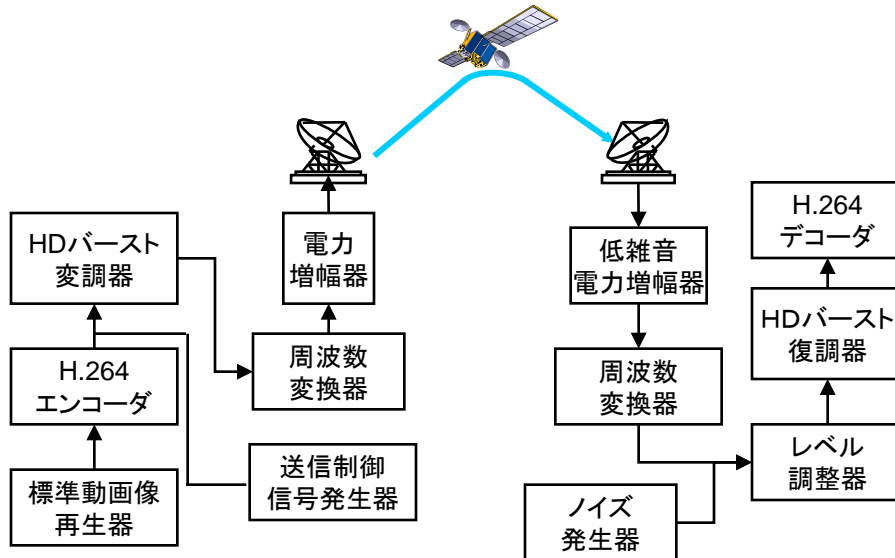
③周波数偏差±30kHzにおけるBER特性



# 平成20年度の成果

## 衛星システムによる電波伝送試験②

### ○ 映像伝送試験の構成



衛星システムによる電波伝送試験として映像伝送試験を行った。試験パラメータは以下の通りである。

遮断率:0%/20%/35%

ブレード回転周期:306rpm/348rpm/391rpm,

情報速度:6.144Mbps/10.368Mbps

下の図は、デコーダ後の動画像をキャプチャしたものである。C/N=5.1dBでは(右図)、ブロックノイズが発生しているが、設計目標であるC/N=5.6dB (BER=1E-7)では(左図)、ブロックノイズがないことが確認できる。

動画像にはITE標準動画像Sequence No,16 Whale Showを使用した。



C/N=5.6dB 伝送速度10.368Mbps ブレード回転数348rpm  
遮断率35%(ブロックノイズなし)



C/N=5.1dB 伝送速度10.368Mbps ブレード回転数348rpm  
遮断率35%(ブロックノイズあり)