



委23-1



# 超高速インターネット衛星「きずな」(WINDS)による 実験結果について

平成21年8月5日

国立天文台 天文データセンター  
日本放送協会 放送技術研究所  
宇宙航空研究開発機構

助教 大江 将史  
研究主幹 正源 和義  
執行役 道浦 俊夫



# 目次



1. 「きずな」による皆既日食および木もれ日観察映像伝送実験  
(基本実験・利用実験: 国立天文台、NICT、JAXA )
  1. 1 「きずな」による硫黄島からの皆既日食中継報告(国立天文台)
  1. 2 「きずな」による木もれ日観察映像伝送実験(JAXA)
  1. 3 JAXA内部ライブ映像2元中継(硫黄島・父島)(JAXA)
  
2. スーパーハイビジョン(SHV)衛星伝送実験  
(基本実験:NHK、NICT)
  
3. 世界放送連合国際衛星運用委員会(WBU-ISOG)定期会合  
における「きずな」の公開実験(基本実験:NHK、JAXA )
  
4. 「きずな」を利用した被災地映像等伝送実証実験  
(基本実験: 国土地理院、JAXA )

# 1.1「きずな」による硫黄島からの 皆既日食中継報告



## 本中継の成果

皆既日食映像を硫黄島から「きずな」を利用して実験伝送

### 本台の成果目標

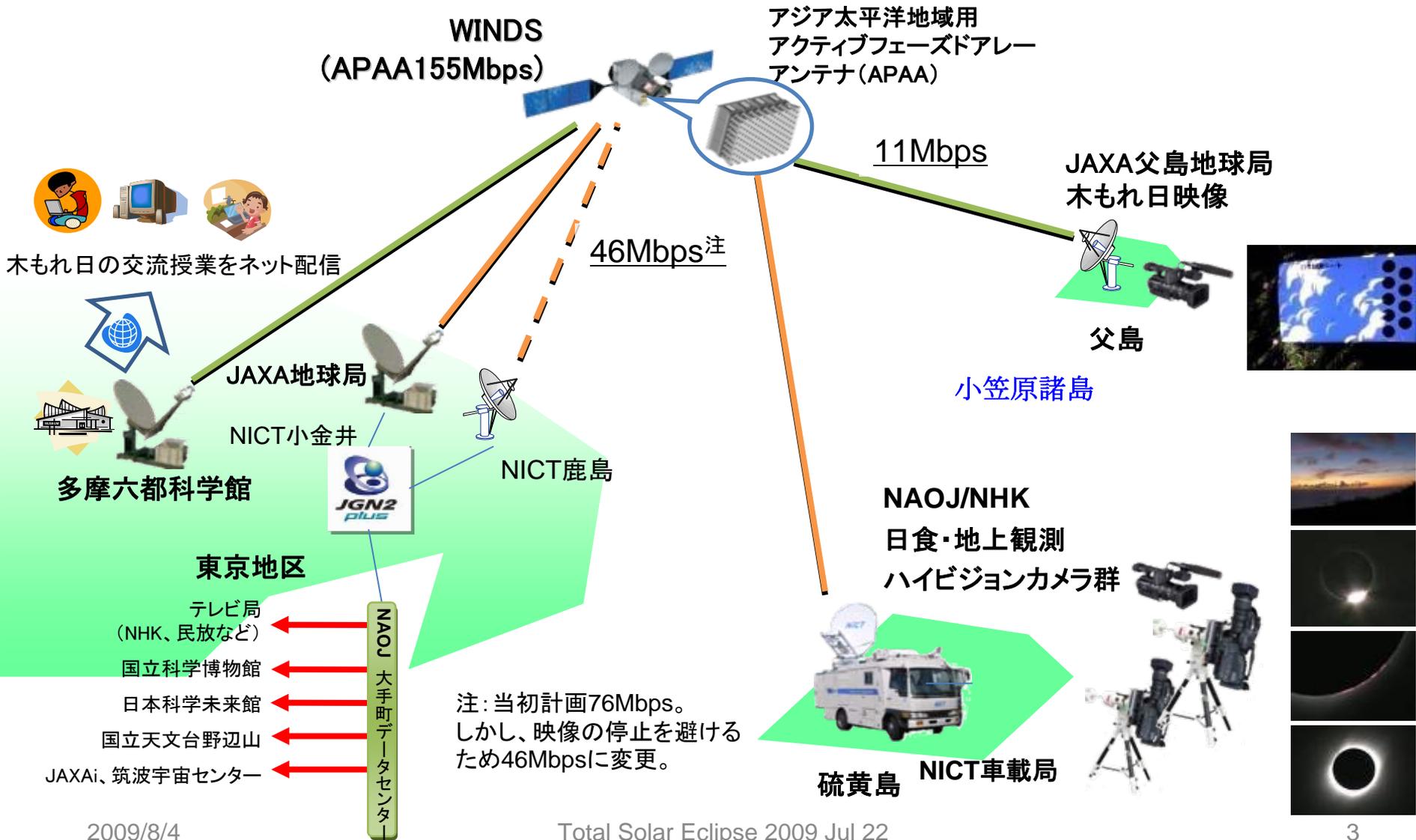
2009.7.22 国内で46年ぶりの皆既日食を通じて、

- NHK・民放・科学館などへ映像を伝送し、皆既日食という自然現象を多くの人たちと共有する。
- 科学館と連携して、国民の科学リテラシーの向上をはかる。

→ 総じて成功

(きずなにより中継された映像による成果の紹介)

# 映像伝送のシステム構成



# NAOJからの主たる直接配信先

映像配信先		提供形態	利用目的	
放送局	NHK、日本テレビ、テレビ朝日、TBS、 フジテレビ、テレビ東京	HD-SDI形式 (業務用のハイビジョン映像向けインター フェース)	日食番組・ ニュース素材に 利用	
	朝日放送(+独立U局)			
通信社	共同通信		ニュース素材	
科学館	国立科学博物館		一般公開	
	日本科学未来館		一般公開	
イベント	企業系イベント		一般公開	
	NAOJ野辺山観測所		一般公開	
	NICT		一般公開	
	JAXA		ハイビジョン品質でのWindows Media Video形式 (インターネット経由での提供)	一般公開
	科学館多数 (30以上)			一般公開

※静止画での利用や、写真の提供は含まず。

※NHK,民放合わせて、75番組で「きずな」による日食中継映像が利用された。

# 当初目標と成果

- 利用実験(天文学)としては、**総じて**成功。
  - 科学館、放送局から国立天文台へ多数の感動や謝辞が届く。
  - 各種メディアを通じて皆既日食が織りなす荘厳さを国民に伝えるとともに科学リテラシー向上に貢献できた。
- 「きずな」の特徴であるAPAAアンテナを用い、2地点(硫黄島、父島)において、同時に高速データ伝送の実現に成功。
- エラーの少ない伝送路を維持できない点が課題。

項目	実験内容	評価	
きずなによる皆既日食映像の中継	きずなの広帯域を利用した多チャンネルHD映像の伝送	○	映像品質が、当初予定品質より低い点、NHK生放送中にエラーの影響と思われる映像フリーズが発生。
	映像の無償提供	◎	多数のメディアで利用
観測地と教育の場をダイレクトにつなぐ	硫黄島にて観測する科学者と上野国立科学博物館の子供達を双方向で結び、日食レクチャーや疑問質問に答える。	評価できず	当初、安定した映像伝送ができていたにも関わらず、途中から不安定となったため、テレビ会議を中止することにより、映像伝送の安定化を図った。
	科学館と連携して、科学リテラシーの向上をはかる。	○	多数の科学館からのイベント成功の報告



# 1.2 「きずな」による木もれ日観察映像伝送実験



## ➤ 木もれ日観察による遠隔地交流授業

1. 実施日:平成21年7月 22日(水)10:00~12:15
2. 場 所:小笠原村立小笠原小学校(東京都小笠原村)、多摩六都科学館(東京都西東京市)
3. 内 容: JAXA宇宙教育センター、日本宇宙少年団、子ども・宇宙・未来の会で共催の「みんなで木もれ日を撮ろう」キャンペーン\*の一環として、日食を題材とした木もれ日の観察及び撮影を小笠原村(父島)の小笠原小学校と多摩六都科学館間で、「きずな」を使ったハイビジョン映像とテレビ会議システムにより、参加者同士が撮影した写真を見ながらの交流授業を実施。授業の様子は宇宙教育センターが提供するインターネット番組(宇宙教育テレビ)により生配信。



多摩六都科学館



小笠原小学校

—木もれ日のできる日食観察—  
木もれ日は、葉と葉の間の小さな隙間が自然のピンホールとなり、地面に太陽の像を映している。そのため、日食により太陽の形が欠けるにしたがって、木もれ日も同じ形にかけていく現象が見られる。

4. 結 果:小笠原小学校47名  
多摩六都科学館約1,300名  
ネットアクセス数6,928



今回小笠原で撮影された木もれ日が欠けていく様子

\* キャンペーンサイトへの木もれ日画像投稿件数は、**248件**(8月4日12時現在、うち海外からの投稿10件)であり、今後投稿画像を使った教育現場向け教材を開発予定。



# 1. 3 JAXA内部ライブ映像2元中継(硫黄島・父島)上映会



1. 実施日:平成21年7月 22日(水)10:00~12:15
2. 場 所:JAXAiミニシアター、筑波宇宙センター(4会場)
3. 結 果:JAXAiミニシアター約300名、筑波宇宙センター約570名、  
両会場とも非常に大盛況で立ち見も多数、会場から人があふれていた。



JAXAiミニシアター



筑波宇宙センター



## 2. スーパーハイビジョン (SHV)衛星伝送実験

○NICTとNHK放送技術研究所は共同で、平成21年5月13日～15日に、ハイビジョンの16倍の画素数を持つスーパーハイビジョン記録画像のKa帯衛星伝送実験に成功。

○5月21日～24日のNHK技術研究所公開においては、スーパーハイビジョンカメラ映像及び22.2ch音響のリアルタイム中継及び多チャンネル伝送(3チャンネル)に世界で初めて成功。

きすな (WINDS)



28GHz帯

衛星伝送

18GHz帯

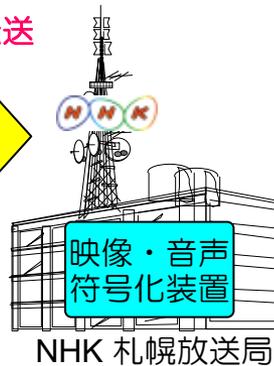


22.2chマイクロフォンアレイとSHVカメラ

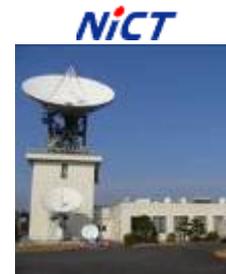
地上90m展望台

光伝送

IP伝送



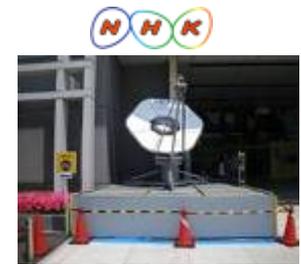
生中継



あらかじめ収録した番組の再生



SHV ストリーマー



視聴会場



さっぽろテレビ塔  
(北海道札幌市)

NICT鹿島宇宙技術センター  
(茨城県鹿嶋市)

NHK 技術研究所  
(東京都世田谷区)





# SHV衛星伝送実験パラメータ

	きずな(WINDS)伝送実験	参考 BSデジタル放送
変調方式	QPSK/8PSK	トレリスコード8PSKなど
シンボルレート	250Mbaud	28.86Mbaud
情報ビットレート	370Mbps (QPSK 3/4) 500Mbps (8PSK 2/3)	52Mbps
ロールオフ率	0.2	0.35
伝送帯域幅	300MHz	34.5MHz
誤り訂正方式	LDPC+BCH	畳み込み+RS
圧縮後のSHV情報量	100Mbps	—
SHV信号多重方式	時分割多重	—

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying、4位相偏移変調) : デジタル変調方式の一つ。一度に(1シンボルで)4値(2ビット)の情報を送受信できる。

8PSK (8-Phase Shift Keying、8位相偏移変調) : デジタル変調方式の一つ。一度に(1シンボルで)8値(3ビット)の情報を送受信できる。

シンボルレート : デジタル変調において情報を伝送する速度を表すもので、単位はBaud (Mbaud(メガボー)は100万Baud)。1シンボルで伝送できる伝送量はQPSKでは2ビット、8PSKで3ビット。8PSKで250Mbaudなら、1秒間で750Mbpsの伝送量(情報と誤り訂正を含む)となる。

情報ビットレート : 誤り訂正符号などを除いた情報量を表す。単位はbpsで1秒あたりの情報ビット数を表す。

ロールオフ率 : デジタル変調において変調信号波形を整形するフィルタの特性を表す係数。この値が小さいほど伝送効率がよくなる。

LDPC (low Density Parity Check、低密度パリティ検査) : 従来の誤り訂正法と比べて、より少ない訂正符号で効率よく誤りを訂正できる。

BCH : 誤り訂正方式の一つ。BCHは発明者3名の頭文字。ごくわずかに残された誤りをほぼなくすような訂正に使われる。

畳み込み符号 : 従来、最もよく使われてきた誤り訂正方式。

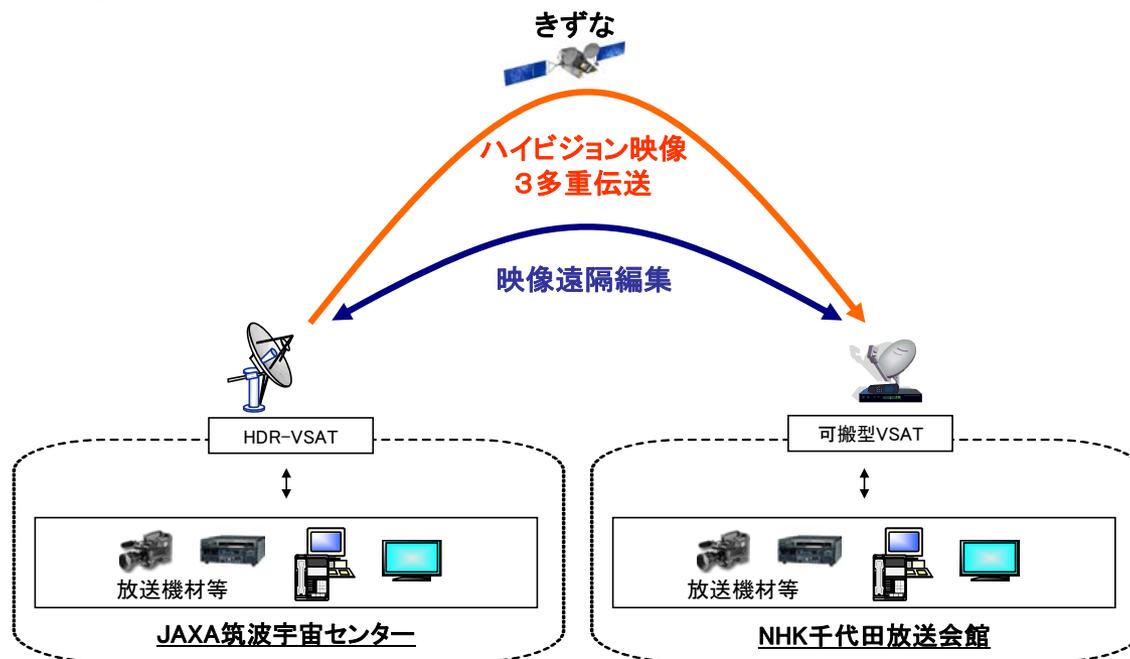
RS (Reed-Solomon) : BCHと同じく、ごくわずかに残された誤りをほぼなくすような訂正に使われる。



### 3. 世界放送連联合国際衛星運用委員会(WBU-ISOG)定期会合 における「きずな」の公開実験



1. 実施日:平成21年5月14日(木)
2. 場 所:千代田放送会館(定期会合参加者:BBC,CBS,CNNなど約100名)
3. 結 果:千代田放送会館に地球局(可搬型VSAT)を1台設置し、筑波宇宙センターに常設してある地球局(HDR-VSAT)との間で以下の公開実験を実施した。
  - (1)ハイビジョン映像3多重伝送:3チャンネルのハイビジョンを多重し、80Mbpsで同時伝送することができた。
  - (2)映像遠隔編集:映像編集用アプリケーションを使用し、「きずな」の双方向大容量回線を利用することで、遠隔からの映像編集(放送素材を自在に加工・編集)が良好に実施できた。
 北京オリンピックでの実証実験に引き続き、技術実証され、本結果は皆既日食や木もれ日観察映像伝送実験で適用された。



HV映像3多重伝送  
(上段2ch、下段左1ch)



## 4. 「きずな」を利用した被災地映像等伝送実証実験 国土交通省国土地理院との共同実験



1. 実施日:平成21年5月25日(月)から27日(水)
2. 場 所:海上自衛隊 徳島航空基地、筑波宇宙センター
3. 背景・目的

災害発災時に国土地理院が、測量用航空機を用いて緊急撮影する空中写真の大容量写真データを基地となる飛行場からWINDS通信網実験システムを利用して伝送し、従来の陸送と比較し大幅な時間短縮が可能となることを実証する。また、国土地理院職員によるアンテナ組立から写真データ伝送までの運用を実施・評価した。

### 4. 結 果

空中写真画像ファイル伝送:実際に空中写真を撮影し、航空機が着陸してから2時間以内に画像の送信が開始できた。最終的には、約700kmの遠隔地に撮影基地がおかれた場合に、過去の実績に比べ5~6時間程度の時間短縮が可能であることが実証され、関係機関への被災地画像提供の迅速化が図れる見込みを得た。今後、災害が発生した場合に実用実証実験を実施する。

