

情報通信審議会 情報通信技術分科会
放送システム委員会報告
概要

「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」のうち、
「120GHz帯を使用する放送事業用無線局の技術的条件」について

平成25年7月24日
放送システム委員会

1. 検討事項

放送システム委員会は、諮問第2023号「放送システムに関する技術的条件」(平成18年9月28日諮問)のうち「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」の検討を行った。

2. 検討経過

(1) 放送システム委員会

- ・第34回(平成25年1月18日)

委員会の運営方法、審議方針、検討項目及び審議スケジュール等について検討を行った。120GHz帯放送事業用無線局検討作業班を設置し、検討を行うこととした。

- ・第36回(平成25年6月11日)

検討作業班の報告を受け、委員会報告(案)の検討を行った。

- ・第37回(平成25年7月16日)

パブリックコメントの結果を踏まえ、検討を行い、報告書を取りまとめた。

(2) 120GHz帯放送事業用無線局検討作業班

- ・計3回の検討作業班を開催し、120GHz帯を使用する放送事業用無線局の技術的条件等の調査・検討を行った。

(平成25年3月8日、5月20日、6月3日)

スーパーハイビジョンについて

1 検討条件

ITU-R勧告 BT.2020などを参考に、下記の4条件を選定した。

	条件1 (4:2:2、60i)	条件2 (4:2:2、60p)	条件3 (フルスペック)	条件4 (Dual Green※1)
サンプリング構造	4:2:2※2	4:2:2※2	4:4:4※2	G1,G2,B,R
フレーム周波数	60i	60p	120p	60p
階調	10bit	10bit	12bit	10bit

※1 ベイヤー配列(各素子の画素位置をずらし、視覚の解像度に大きく寄与するG信号のサンプル点を2倍にすることで等価的に解像度を確保するもの)を利用したスーパーハイビジョンの方式。

※2 「4:2:2」は、輝度Yはそのままにして、色差UとVについてそれぞれ水平方向を半分の間引きを行うことによって情報量を減らしたもの。「4:4:4」は、間引きを行わないもの。

2 映像情報量※3

注:現実の使用が想定されていないケースは、()で示した。

画素数	条件1	条件2	条件3	条件4
1920×1080	1.24 Gbps	2.49 Gbps	(8.96 Gbps)	(1.24 Gbps)
3840×2160 (4K)	(4.98 Gbps)	9.95 Gbps	35.8 Gbps 圧縮技術等により、条件2 の際の帯域で伝送が可能	(4.98 Gbps)
7680×4320 (8K)	(19.9 Gbps)	39.8 Gbps	143.3 Gbps	19.9 Gbps
		圧縮技術等により、条件4の際の帯域で伝送が可能		

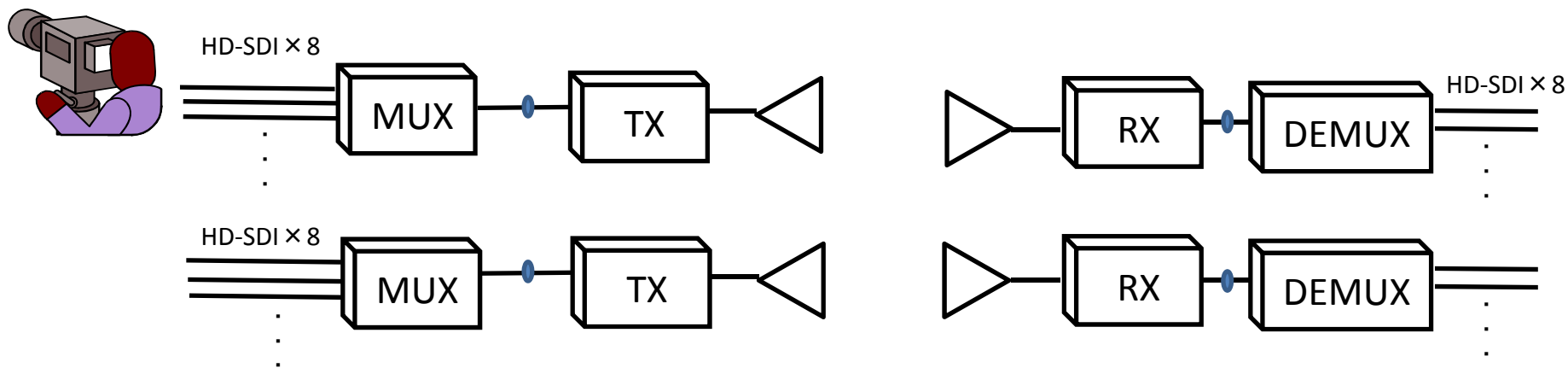
※3 FPUでは、映像情報の他に音声データや制御信号が付加される。

スーパーハイビジョンの伝送速度及び伝送方式

現在の8Kスーパーハイビジョンのカメラは、非圧縮でも情報量が限られるDual Green方式で撮影され、16本のHD-SDI信号に変換し、伝送しようとするものである。

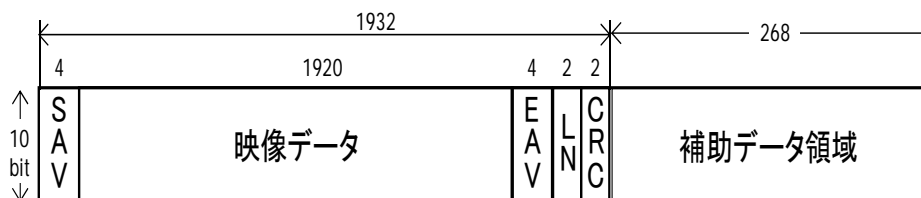
HD-SDI信号の伝送ビットレートは1.485Gbpsであり、全体として24Gbpsの伝送容量を確保する必要がある。

このため、HD-SDI信号を8本ずつ多重化し、送信機に入力すれば、1つの送受信機で少なくとも12Gbpsの情報が伝送でき、2つの送受信機による電波伝送路を確保することで、24Gbpsの8Kのスーパーハイビジョン信号の無線伝送が可能となる。



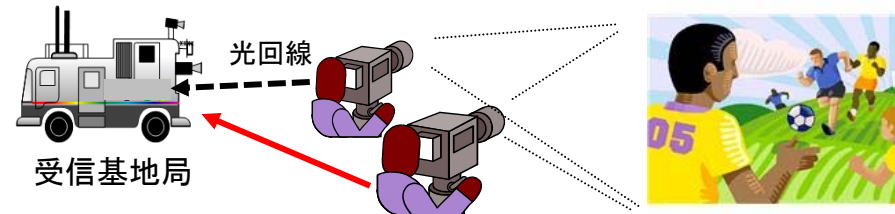
※HD-SDI信号: 下図のとおり1ライン22kbitで構成され、一画面当たり1125ライン、輝度信号(Y)と色差信号(CB/CR)を60iで伝送。伝送ビットレートは、1.485Gbps。輝度信号(Y)と色差信号(CB/CR)は、「映像データ」領域に格納され、音声等のデータは「補助データ領域」に格納される。

HD-SDI (High Definition - Serial Digital Interface)

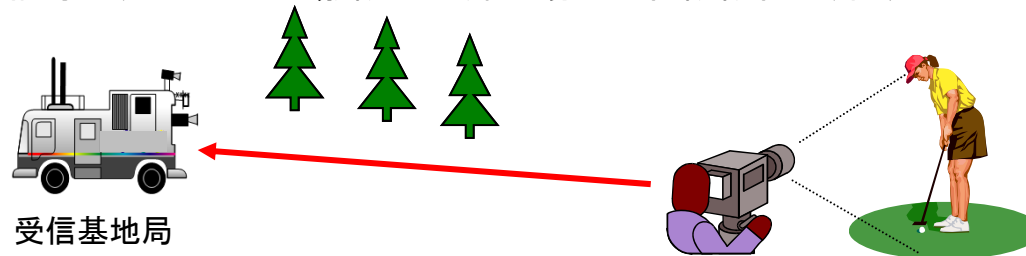


想定される利用イメージ

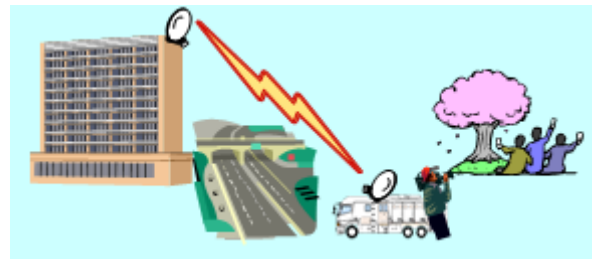
- 1 競技場やホール等で、ケーブルの敷設が困難な場合に仮設設置し、固定して利用(伝送距離:250m程度)



- 2 ゴルフ中継等で、ケーブルの敷設が困難な場合に仮設設置し、固定して利用(伝送距離:1km程度)



- 3 道路、川などのケーブルの敷設が困難な場合に仮設設置し、固定して利用(伝送距離:4km程度)



- 1 競技場やホール等からの固定中継を想定し、短距離仮設型として運用する(移動中継は困難)。
- 2 伝搬距離は、
 - ①競技場などで使用される場合については、雨の中での競技もあり、1時間雨量60mmにおいて250m程度とすることを目標
 - ②ゴルフ中継などで使用される場合については、1km程度とすることを目標
 - ③河川横断等で使用される場合には、4km程度とすることを目標とする。
- 3 伝送にあたっては、最大HD-SDI信号16本分を2つの無線回線を使って伝送する。

1 通信方式

取材等で得た映像情報を一方向に伝送するもので、既存のFPUと同様の使用方法が想定されることから、既存のFPUと同様に「単向通信方式」とすることが適当である。

2 変調方式

想定される伝送容量が大きく、また、使用する周波数が120GHzと高いため、変調方式は比較的簡易な方式から選択すべきで、本件では、ASK方式、BPSK方式、QPSK方式で検討を行った。

3 伝送容量

現在の8Kスーパーハイビジョンのカメラは、非圧縮でも情報量が限られるDual Green方式で撮影され、16本のHD-SDI信号に変換される。

HD-SDI信号はシリアルデジタル信号であり、伝送ビットレートは1.485Gbpsであり、8Kスーパーハイビジョンが16本のHD-SDI信号で構成されていることから、24Gbpsの伝送容量が必要となる。

占有周波数帯幅の許容値

8Kスーパーハイビジョン(24Gbps)を伝送するには、以下の周波数帯幅等が必要となる。

変調方式	周波数帯域幅		備考
	変調速度(24Gbps)	変調速度(12Gbps)	
ASK	48GHz	24GHz	2系統の電波回線が必要
BPSK	48GHz	24GHz	
QPSK	24GHz	12GHz	1系統の電波回線が必要

占有周波数帯幅の許容値は、上記、24GHzの周波数帯幅をフィルタにより帯域制限を行った場合において、所要C/Nの劣化が2dB程度となる、以下の値とした。

変調方式	最大伝送容量	占有周波数帯幅
ASK方式	12Gbps	17.5GHz
BPSK方式	12Gbps	17.5GHz
QPSK方式	24Gbps	17.5GHz

最大空中線電力

要求条件の利用シーン(降雨時、晴天時)を例に、回線設計から伝送距離を検討したところ、以下の表に示す空中線電力で回線が構成可能。

最大空中線電力は利用シーンの中で最も伝送距離が長い「河川横断などで使用される場合(晴天時)」から得られる1Wを採用。

なお、1Wの空中線電力で雨天時には1km程度の伝送距離が確保。

変調方式	必要な空中線電力(mW)			
	降雨時		晴天時	
	伝送距離 (250m)	伝送距離 (1km)	伝送距離 (450m)	伝送距離 (4.4km)
ASK	17.5	1000	17.5	1000
BPSK	4.4	250	4.4	250
QPSK	13.6	770	13.6	770

2 河川横断などで使用される場合(雨天時)

項目	記号	単位	数値	備考
送信周波数	f	GHz	125	
波長	λ	mm	2.40	
帯域幅	B	GHz	17.5	
送信電力	w	mW	1000.0	
送信電力	W	dBm	30.0	
送信給電損	Lt	dB	1.0	
送信アンテナ利得	Gt	dBi	51.0	
送信EIPR	WGt/Lt	dBm	80.0	W-Lt+Gt
伝送距離	d	km	1.0	
大気吸収損	Lo	dB	3.0	3dB/km
降雨損	Lra	dB	23.0	1分間降雨強度=60mm/h
自由空間伝搬損	Ld	dB	134.4	
受信アンテナ利得	Gr	dBi	51.0	
受信給電損	Lr	dB	1.0	
受信電力	Ci	dBm	-30.4	(WGt/Lt)-(Lo+Lra+Ld)+Gr-Lr
雑音指数	F	dB	10.0	
ボルツマン定数	k	dBm/(Hz·K)	-198.6	k=1.38E-23
標準温度	T ₀	dBK	24.8	T ₀ =300
帯域幅	B	dBHz	102.4	
雑音電力	Ni	dBm	-61.4	Ni=kT ₀ BF
受信C/N	C/N	dB	31.0	
所要C/N		dB	25.0	
伝送マージン		dB	6.0	

回線設計例(ASK変調、降雨時)

他の無線システムとの干渉検討

同一／隣接周波数帯において、実際に使用されている無線システムとの干渉検討を行った結果は、以下のとおり。

無線システム	使用周波数帯 (GHz)		使用状況	FPUから見て検討する干渉関係	離隔距離	共用条件
電波天文	同一周波数帯	123-130 130-134	受信設備の指定無し	与干渉	見通し内: 60km以上 見通し外: 20km以上	離隔距離内で使用する場合には、事前に運用調整※
	隣接周波数帯	105-116	指定受信設備: 2 (長野、鹿児島)	与干渉	見通し内: 10km以上 見通し外: 500m以上	
アマチュア無線	同一周波数帯	134-136	約150局	与干渉/ 被干渉	20m/50m	共用可能※
地球探査衛星(受動)	同一周波数帯	116-122.25	AURA (非静止、米国)	与干渉	—	共用可能※

※ 周波数が120GHz帯であることから、アンテナ利得が大きく、ビーム幅が0.4度と細く、干渉局と正対する可能性が低いため、運用調整などにより共用が可能

	検討項目	技術的条件
1	無線周波数帯	116GHzから134GHz
2	通信方式	単向通信方式
3	電波の型式	A7W(ASK)又はG7W(BPSK、QPSK)
4	伝送容量	最大24Gbps
5	変調方式	ASK、BPSK又はQPSK
6	周波数の許容偏差	200×10^{-6}
7	占有周波数帯幅	17.5GHz以下
8	所要C/N	25.0 dB (ASK) 19.0 dB (BPSK) 23.9 dB (QPSK)
9	空中線電力	1W以下
10	空中線電力の許容値	上限、下限:いずれも50%以内
11	不要発射の強度	帯域外領域: $100 \mu W$ スプリアス領域: $50 \mu W$
12	偏波	水平、垂直、円偏波
13	電波防護指針への適合性	適合
14	他の無線システムとの干渉検討	共用可能
15	測定法	以下の項目について検討 1 空中線電力 2 周波数の偏差 3 帯域外領域における不要発射の強度 4 スプリアス領域における不要発射の強度 5 占有周波数帯幅 6 副次的に発する電波等の強度

放送システム委員会 構成員

	氏 名	主 要 現 職
主 査	伊東 晋	東京理科大学 理工学部 教授
主査代理	都竹 愛一郎	名城大学 理工学部 教授
委 員	相澤 彰子	国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授
専門委員	浅見 洋	一般社団法人日本CATV技術協会 理事・審議役
〃	井家上 哲史	明治大学 理工学部 教授
〃	伊丹 誠	東京理科大学 基礎工学部 教授
〃	甲藤 二郎	早稲田大学 理工学部 教授
〃	門脇 直人	独立行政法人情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター長
〃	佐藤 明雄	東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 教授
〃	関根 かをり	明治大学 理工学部 教授
〃	高田 潤一	東京工業大学大学院 理工学研究科 教授
〃	丹 康雄	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
〃	野田 勉	一般社団法人日本ケーブルラボ 実用化開発グループ長
〃	松井 房樹	一般社団法人電波産業会 常務理事研究開発本部長
〃	村山 優子	岩手県立大学 ソフトウェア情報学部 教授
〃	山田 孝子	関西学院大学 総合政策学部 教授

120GHz帯放送事業用無線局検討作業班 構成員

氏名	主要現職	備考
高田 潤一	東京工業大学 大学院理工学研究科 国際開発工学専攻 教授	主任
泉本 貴広	日本放送協会 技術局 計画部 チーフエンジニア	副主任
亀谷 收	国立天文台水沢VLBI観測所 電波天文周波数小委員会 副委員長	
佐藤 誠	日本テレビ放送網株式会社 技術統括局技術開発部 専門部長	
島貫 靖	NTTアドバンステクノロジー株式会社 ネットワークシステム事業本部 システム開発ビジネスユニット電波設計チーム 担当課長代理	
杉之下 文康	日本放送協会 放送技術研究所 放送ネットワーク研究部 主任研究員	
立澤 加一	国立天文台電波天文周波数小委員会 事務局長	
中川 永伸	一般財団法人テレコムエンジニアリングセンター 技術グループ 部長	
能見 正	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 周波数管理室長	
野路 幸男	池上通信機株式会社 開発本部 マーケティング部 技監	
枚田 明彦	日本電信電話株式会社 マイクロシステムインテグレーション研究所 スマートデバイス研究部 主幹研究員	
福田 正人	株式会社テレビ朝日 技術局 技術統括部	
保科 徹	日本電気株式会社 放送映像事業部 第一技術部 プロジェクトディレクター	
宮下 敦	株式会社日立国際電気 映像・通信事業部 製品設計統括本部 通信装置設計本部 放送設備設計部 部長	
宮本 大太郎	株式会社テレビ東京 技術局 回線技術部	
森本 聡	株式会社フジテレビジョン 技術開発局技術開発室開発推進部 副部長	
山本 善尚	株式会社TBSテレビ 技術局放送設備計画部	