

「放送システムの技術的条件」のうち「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」のうち「超高精細度テレビジョン放送のための1. 2GHz帯及び2. 3GHz帯を使用する放送事業用無線局（FPU）の技術的条件」に関する検討開始について

1. 検討の背景

超高精細度テレビジョン放送（4K・8K放送）については、「4K・8Kロードマップに関するフォローアップ会合」（座長：伊東 晋 東京理科大学理工学部教授）において、4K・8Kの推進に関するロードマップの具体化等について検討がなされ、「2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会の数多くの中継が4K・8Kで放送されている。」ことなどが目標として示された。

このような状況の中、放送番組素材中継に必要となる無線システムであるFPU（Field Pickup Unit）についても、4K・8K品質の大容量に対応した伝送技術の導入が求められており、固定的利用に適したマイクロ波帯（5.9GHz帯～13GHz帯）FPUについては、平成29年7月に4K・8Kに対応するための制度整備を行ったところである。

今般、マラソン等の移動中継に適した1.2GHz帯又は2.3GHz帯の周波数を使用するFPUについても、現行の2K品質に加えて4K・8K品質での伝送が可能となるような高度化を図るため、必要な技術的条件の検討を行うものである。

2. 検討内容

平成18年9月28日付け諮問第2023号「放送システムの技術的条件」のうち「放送事業用無線局の高度化のための技術的条件」のうち「超高精細度テレビジョン放送のための1.2GHz帯及び2.3GHz帯を使用する放送事業用無線局（FPU）の技術的条件」

3. 検討体制

放送システム委員会（主査：伊丹 誠 東京理科大学基礎工学部教授）において検討を行う。

4. 一部答申を予定する時期

平成31年5月頃

5. 一部答申後の行政上の措置

関係省令等の改正に資する。

**超高精細度テレビジョン放送のための
1.2GHz帯及び2.3GHz帯を使用する
放送事業用無線局（FPU）の技術的条件
の検討開始について**

平成30年6月22日

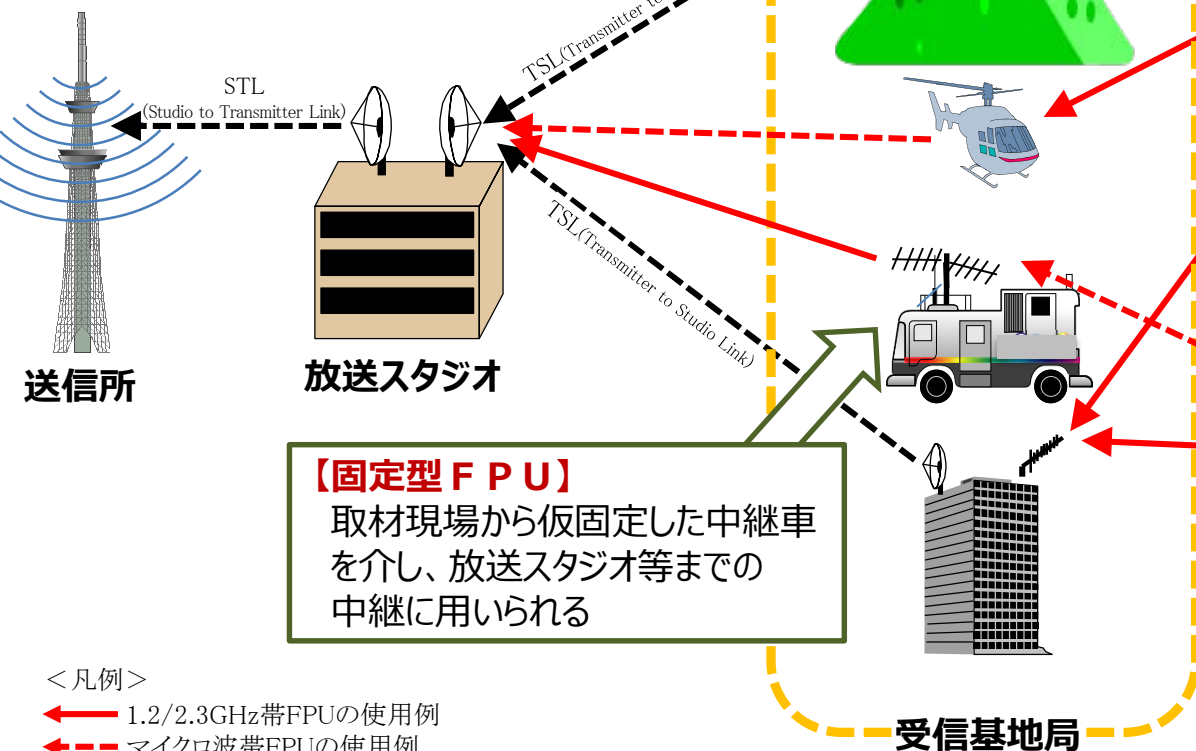
放送事業用無線局 (FPU)

放送事業用無線局 (FPU : Field Pick-up Unit)

放送番組の映像・音声を取材現場 (報道中継等) から受信基地局等へ伝送するシステム

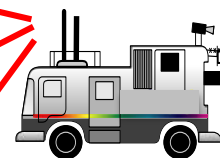
FPU周波数	使用用途	4K・8K対応
1.2/2.3 GHz帯	移動中継や見通し外伝送	今回の対象 (現行はHD品質)
マイクロ波帯 (5~13GHz)	見通し内伝送で固定的利用	平成29年7月に技術基準の策定済

※超高速伝送が可能なミリ波帯(42/55/120GHz帯)も存在



【移動型FPU】

主に、移動する番組素材を中継する場合に使用



(マラソン・駅伝中継)

【車載型FPU】

主に、マラソン等のロードレース中継に使用



(火災現場中継)

【ハンディ型FPU】

主に、報道やゴルフ中継等に使用

<凡例>

← 1.2/2.3GHz帯FPUの使用例

← マイクロ波帯FPUの使用例

← 無線局(固定局)等による伝送

(参考) FPUで使用する周波数帯

今回の検討対象

周波数帯の呼称		周波数帯 [帯域幅]		局数 H30.6.1時点	周波数幅 (代表値)	伝送容量 (代表値)	固定利用 伝送距離	移動利用 伝送距離	見通し外 伝送可
1.2GHz帯 2.3GHz帯		1240-1300 MHz 2330-2370 MHz	[60MHz] [40MHz]	117局	18MHz	44Mbps	50km	10km	伝送可
マイクロ波帯	Bバンド(6GHz帯)	5.850-5.925 GHz	[75MHz]	322局	18MHz	300Mbps	50km	4km	伝送不可
	Cバンド(6.4GHz帯)	6.425-6.570 GHz	[145MHz]	2,492局					
	Dバンド(7GHz帯)	6.870-7.125 GHz	[255MHz]	3,064局					
	Eバンド(10GHz帯)	10.25-10.45 GHz	[200MHz]	2,191局					
	Fバンド(10.5GHz帯)	10.55-10.68 GHz	[130MHz]	1,299局					
	Gバンド(13GHz帯)	12.95-13.25 GHz	[300MHz]	5局			7km	3km	
ミリ波帯	42GHz帯	41-42 GHz	[1GHz]	4局	125MHz	210Mbps	3-5km	50-100m	伝送不可
	55GHz帯	54.27-55.27 GHz	[1GHz]	3局					
	120GHz帯	116-134 GHz	[18GHz]	0局	18GHz	12Gbps	0.5-1km	-	

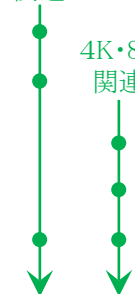
ロードレールス中継に必要

技術的条件の検討状況

一部答申時期	制度整備時期	周波数帯	実施内容
平成19年1月	平成20年2月	42/55GHz帯	H Dの非圧縮映像を伝送できるよう制度化
平成25年1月	平成25年4月	1.2/2.3GHz帯	800MHz帯からの周波数移行先として制度化 (SISO方式のみ)
平成25年7月	平成26年1月	1.2/2.3GHz帯	安定的な伝送が出来るよう高度化 (MIMO方式)
平成25年7月	平成26年1月	120GHz帯	4 K・8 Kの非圧縮映像を伝送できるよう制度化
平成29年3月	平成29年7月	マイクロ波帯	4 K・8 K映像を伝送できるよう高度化 (多値化・偏波MIMO等)
平成31年予定	平成31年予定	1.2/2.3GHz帯	4 K・8 K映像を伝送できるよう高度化 (双方向MIMO方式)

1.2/2.3
GHz帯
関連

4K・8K
関連



検討の背景

- ✓ 超高精細度テレビジョン放送（4K・8K放送）は、本年12月から衛星による実用放送が開始予定。また、**2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会でも4K・8Kによる放送**が見込まれる。
- ✓ マラソン等の移動中継に適した**1.2/2.3GHz帯FPU**については、現状HD（2K）品質までの伝送で、**4K・8K品質での伝送ができないため、FPUシステムの高度化が必要。**

高度化技術の導入

- ✓ 総務省では**平成26～29年度にかけて**、「次世代映像素材伝送の実現に向けた高効率周波数利用技術に関する**研究開発**」を実施し、新たな伝送技術を開発。
- ✓ 新たに開発した**伝送技術を導入し、1.2/2.3GHz帯FPUの高度化を図るため、必要な検討を行う。**

主な検討内容

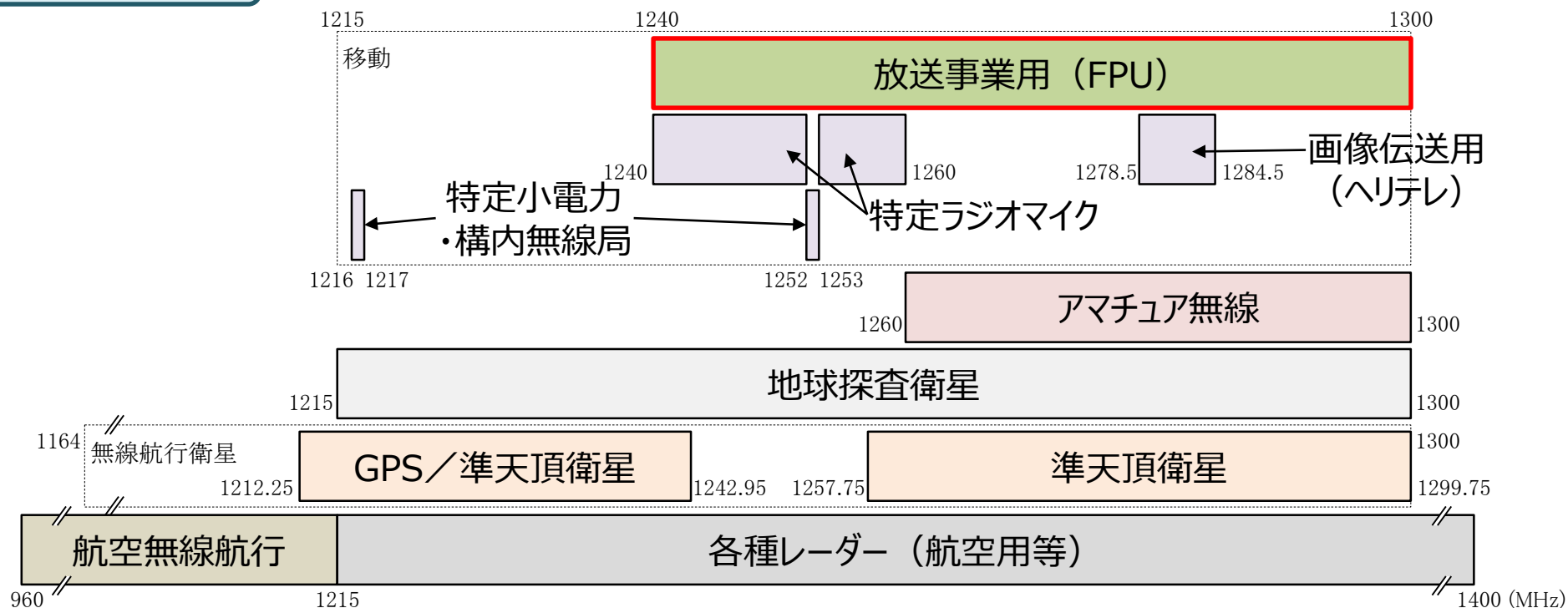
- ✓ 4K・8K放送を行うために必要な**1.2/2.3GHz帯FPUの技術的条件**
- ✓ 1.2/2.3GHz帯FPUと同一/近接の周波数を使用する**他の無線システムとの共用条件**（被干渉・与干渉）

検討体制等

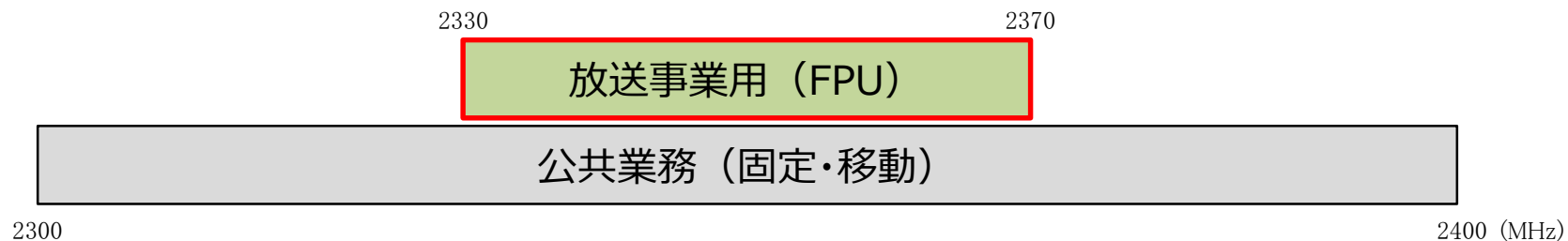
- ✓ 放送システム委員会において検討。
（「**1.2/2.3GHz帯FPU高度化作業班**」を新たに設置）
- ✓ **平成31年5月頃の一部答申**を予定。
（答申を踏まえ、関係省令等の改正を実施予定）

(参考) 1.2/2.3GHz帯の周波数の使用状況

1.2GHz帯



2.3GHz帯

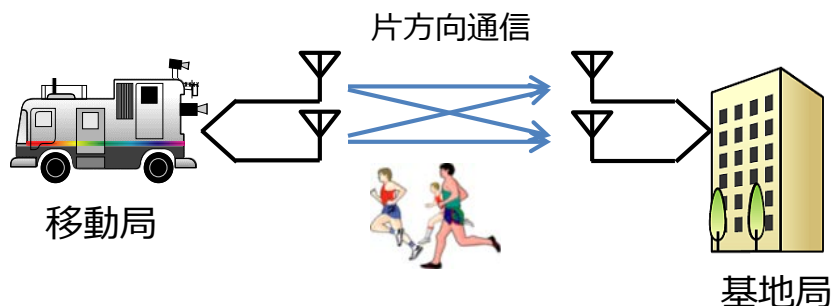


1.2/2.3GHz帯FPUの高度化技術

- ✓ **占有周波数帯幅及び空中線電力を既存システムと同等***に抑えたまま、伝送容量を増やすため、FPUを双方向化し、伝搬環境の変動に応じて動的に伝送パラメータを変更する仕組みを導入予定。

※占有周波数帯幅:17.5MHz幅/空中線電力:25W(1.2GHz帯)40W(2.3GHz帯)

従来方式



- **最大44Mbps**でHD (2 K) 品質を伝送可能

- **2送信2受信 MIMO**

※STTC-MIMO方式(SISO方式も別途規定)

- **移動局から基地局への片方向通信**

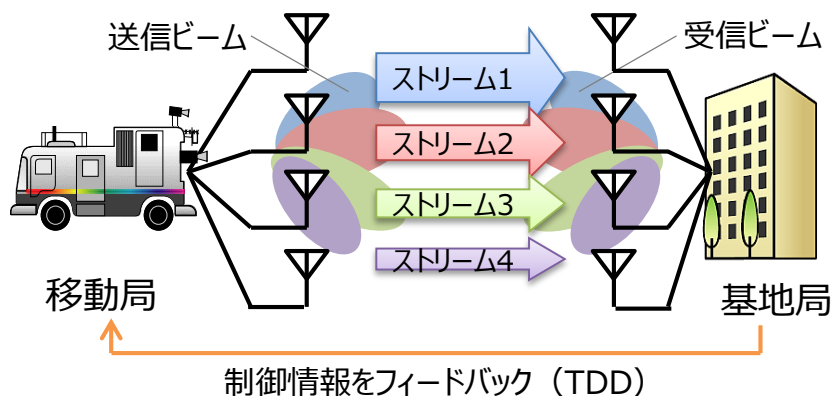
※受信側からの伝搬環境フィードバックはない

- **変調方式や符号化率は固定**

※伝搬環境の変化を見越し最悪条件を想定

※MIMO時は16QAMまで

高度化方式 (新方式)



- **最大145Mbps**で8 K 品質を伝送可能

- **4送信4受信 MIMO**

※SVD-MIMO方式

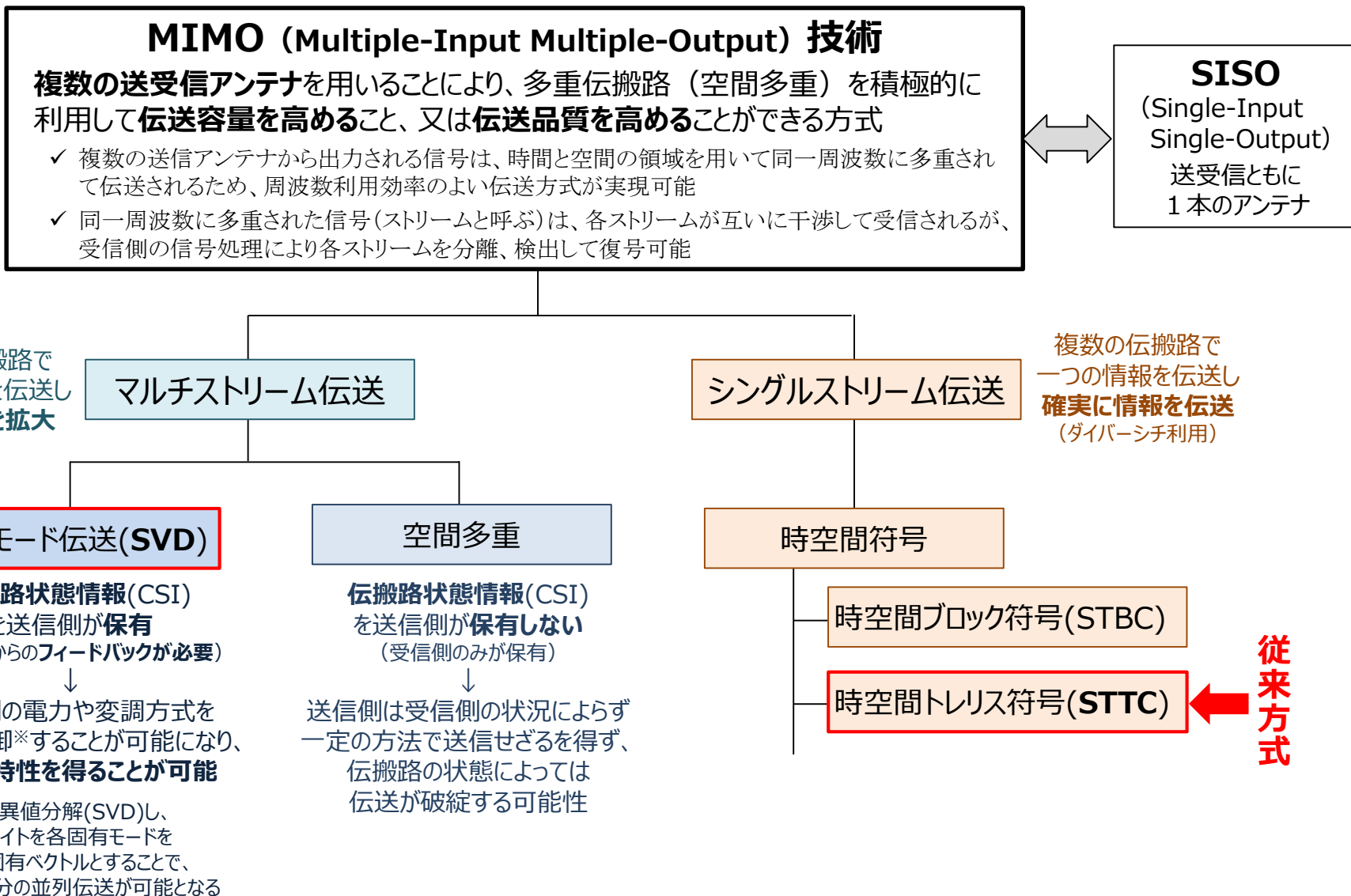
- **移動局と基地局の通信を双方向化**

※時分割復信(TDD)方式により伝搬環境をフィードバック

- **変調方式や符号化率を可変**

※伝搬環境に応じて適応的に送信を制御

※最大1024QAMまで多値化



CSI : Channel State Information
SVD : Singular Value Decomposition
STBC : Space-Time Block Code
STTC : Space-Time Trellis Code

高度化技術①：適応送信制御SVD-MIMO

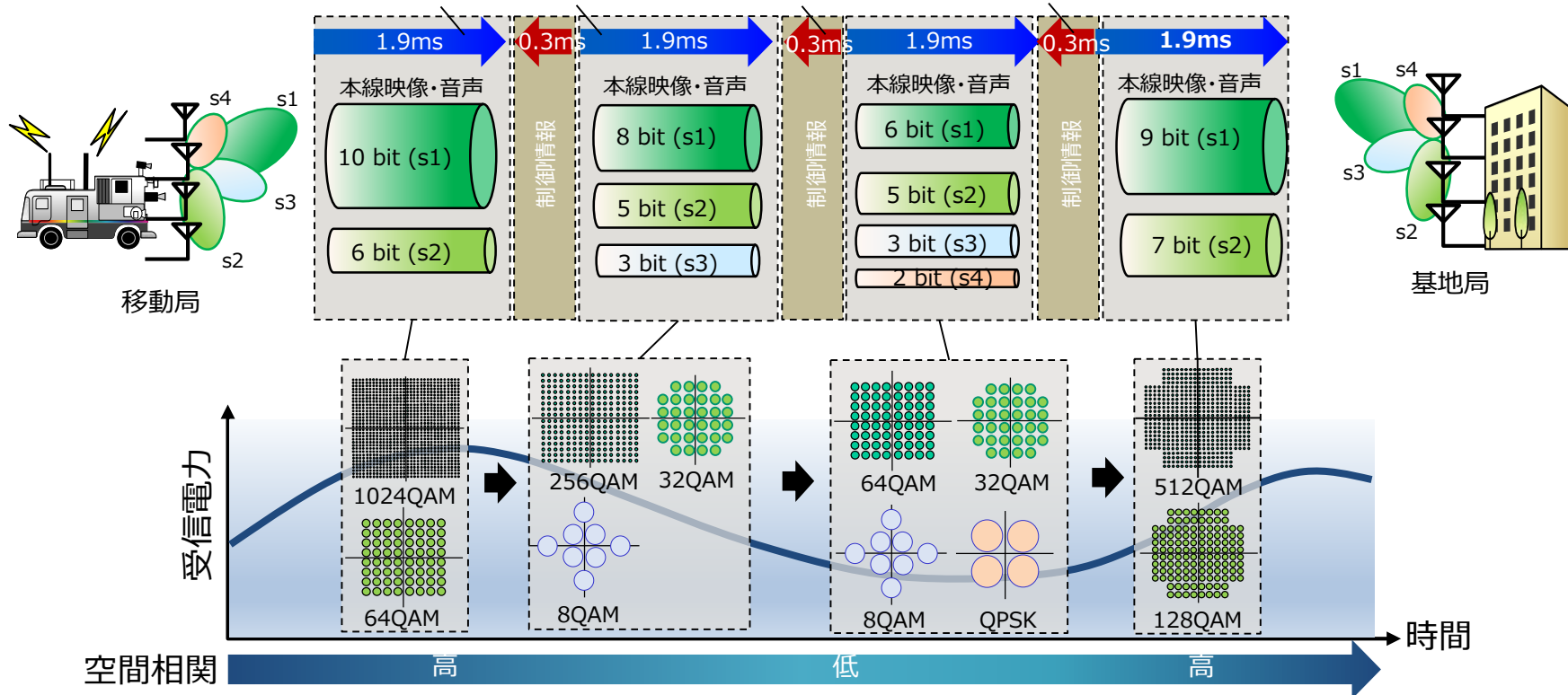
SVD：特異値分解(Singular Value Decomposition)

- 伝搬路状況のフィードバックを受けるため、時分割復信（TDD）による双方向伝送を導入
- 変動する伝搬路に応じてMIMOストリーム数や変調多値数等の伝送パラメータを適応的に変更

※伝搬環境が見通しの場合は、少ないMIMOストリームにビット数を集中し、
伝搬環境が反射波の多い場合は、多数のMIMOストリームに変調ビット数を分散

→ 瞬時瞬時の伝搬路状況に適した伝送パラメータを選択することで、無駄なく大容量伝送を実現

4×4 SVD-MIMO（上り回線） 2×4 STTC-MIMO（下り回線）



※見通しがよい場合は空間相関は高い、逆に反射波が多い場合は空間相関は低い

➤ 伝搬路に応じて誤り訂正符号の符号化率を適応制御（レートマッチング）

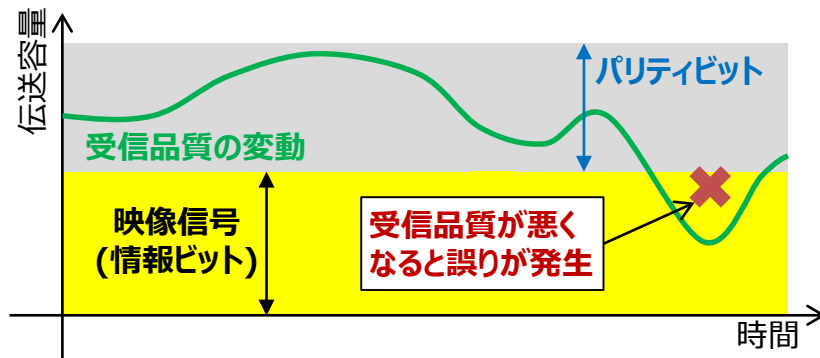
※伝搬環境が良い場合、符号化率を高くする（伝送マージンを極力減らし伝送容量を増大）

伝搬環境が悪い場合、符号化率を低くする（伝送容量は下がるが、誤り耐性を高め映像伝送を継続）

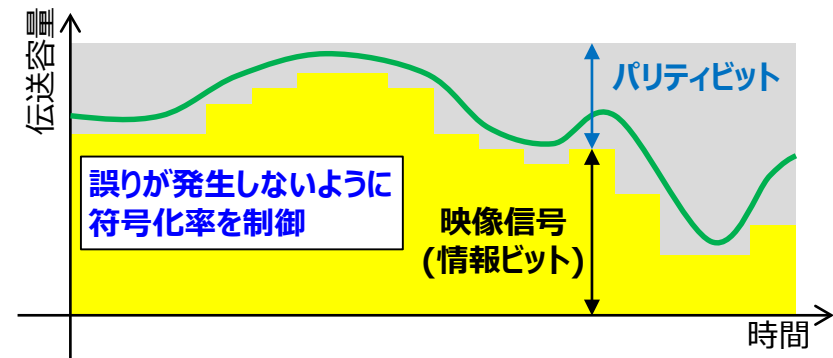
※誤り訂正符号は、内符号（ターボ符号）の符号化率を、 $R=0.92\sim 0.33$ で制御（52～145Mbpsで可変）

→ 状況に応じてビットレートを制御し（レートマッチング）途切れのない映像伝送を実現

符号化率を固定する場合



レートマッチングで符号化率を制御する場合



(参考) 想定システム諸元

	従来方式	高度化方式（新方式）の想定	
		上り回線（映像情報）	下り回線（制御情報）
無線周波数帯	1.2GHz帯（1240-1300MHz）／2.3GHz帯（2330-2370MHz）		
通信方式	単向通信方式	複信方式：時分割複信（TDD）	
サブフレーム長	—	<1Kモード> 1.5ms／1.9ms <2Kモード> 3.0ms／3.8ms	<1Kモード> 0.3ms／0.5ms <2Kモード> 0.6ms／1.0ms
電波の型式	X 7 W		
多重化方式	直交周波数分割多重（OFDM）方式		
キャリア変調方式	BPSK／QPSK／8PSK／16QAM ／32QAM／64QAM* ¹	BPSK／QPSK／8QAM／16QAM ／32QAM／64QAM／128QAM ／256QAM／512QAM／1024QAM	QPSK／16QAM
空間多重方式	SISO／2x2 STTC-MIMO	4x4 SVD-MIMO (受信ウェイト：最小平均二乗誤差(MMSE))	2x4 STTC-MIMO
占有周波数帯幅	17.5MHz以下* ³		
誤り訂正：外符号	RS(204,166)* ⁴ ／RS(204,188)	RS(204,188)	RS(211, 195)
誤り訂正：内符号	以下を基本とする <SISO> 畳込み符号 (R= 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8* ⁵) <MIMO> STTC(R=0.5)	ターボ符号 (1632bit、R=0.33～ 0.92の12種類でレートマッチング)	STTC(R=0.5)
空中線電力	<1.2GHz帯> 25W* ⁶ ／<2.3GHz帯> 40W* ⁶ （送信部出力の総和）		
実用伝送速度* ⁷	44Mbps	最大145Mbps	10Mbps

*1) MIMO時での32QAM・64QAMはARIB標準では規定なし

*2) FFTサイズが、1Kモードでは1024、2Kモードでは2048

*3) 従来方式では、ハーフモード（8.5MHz以下）も存在

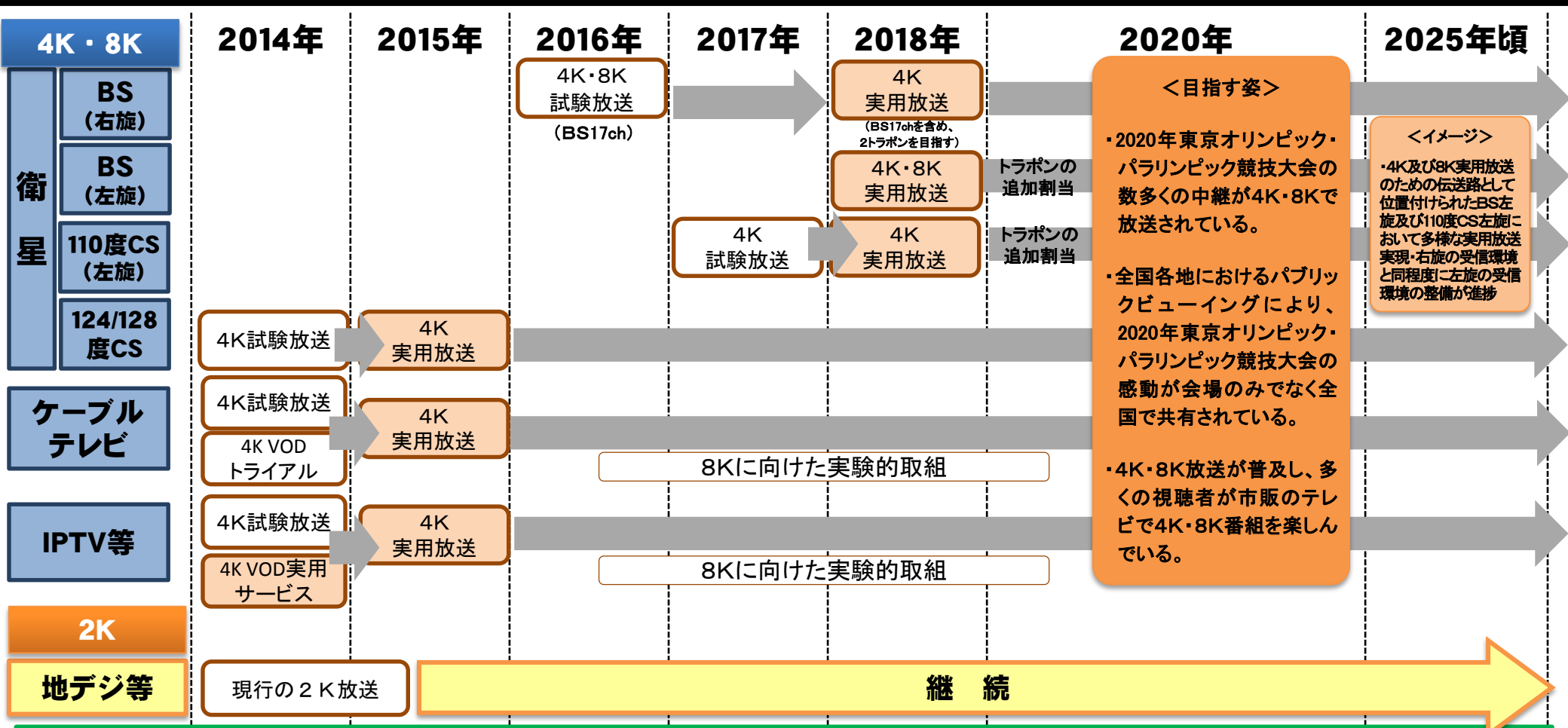
*4) MIMO時のみ

*5) ARIB標準ではR=7/8は規定なし

*6) 従来方式のハーフモードの場合は、それぞれ12.5W及び20W

*7) TS(188バイト)ビットレート

(参考) 4K・8K推進のためのロードマップ



4K・8Kの普及に向けた基本的な考え方 ~ 2K・4K・8Kの関係

- 新たに高精細・高機能な放送サービスを求めない者に対しては、そうした機器の買い換えなどの負担を強いることは避ける必要がある
- 高精細・高機能な放送サービスを無理なく段階的に導入することとし、その後、2K・4K・8Kが視聴者のニーズに応じて併存することを前提し、無理のない形で円滑な普及を図ることが適切

(注1) ケーブルテレビ事業者がIP方式で行う放送は「ケーブルテレビ」に分類することとする。
 (注2) 「ケーブルテレビ」以外の有線一般放送は「IPTV等」に分類することとする。
 (注3) BS右旋での4K実用放送については、4K及び8K試験放送に使用する1トランスポンダ(BS17ch)を含め2018年時点で割当て可能なトランスポンダにより実施する。この際、周波数使用状況、技術進展、参入希望等を踏まえ、使用可能なトランスポンダ数を超えるトランスポンダ数が必要となる場合には、BS17chを含め2トランスポンダを目指して拡張し、BS右旋の帯域再編により4K実用放送の割当てに必要なトランスポンダを確保する。
 (注4) BS左旋及び110度CS左旋については、そのIFによる既存無線局との干渉についての検証状況、技術進展、参入希望等を踏まえ、2018年又は2020年のそれぞれの時点において割当て可能なトランスポンダにより、4K及び8K実用放送を実施する。
 (注5) 2020年頃のBS左旋における4K及び8K実用放送拡充のうち8K実用放送拡充については、受信機の普及、技術進展、参入希望等を踏まえ、検討する。