
放送システム委員会ケーブルテレビ
UHDTV作業班(第2回)
「ケーブルテレビにおける
超高精細度テレビジョン放送の導入に関する
伝送方式の高度化提案」

2014年9月5日

(一社)日本CATV技術協会
規格・標準化委員会

内容

- 基本的な考え方
- 有線一般放送方式の高度化検討範囲
- 適用する周波数
- 提案概要
 - 高度なデジタル有線テレビジョン放送方式(J.382)
 - 複数搬送波伝送方式(J.183拡張)

基本的な考え方

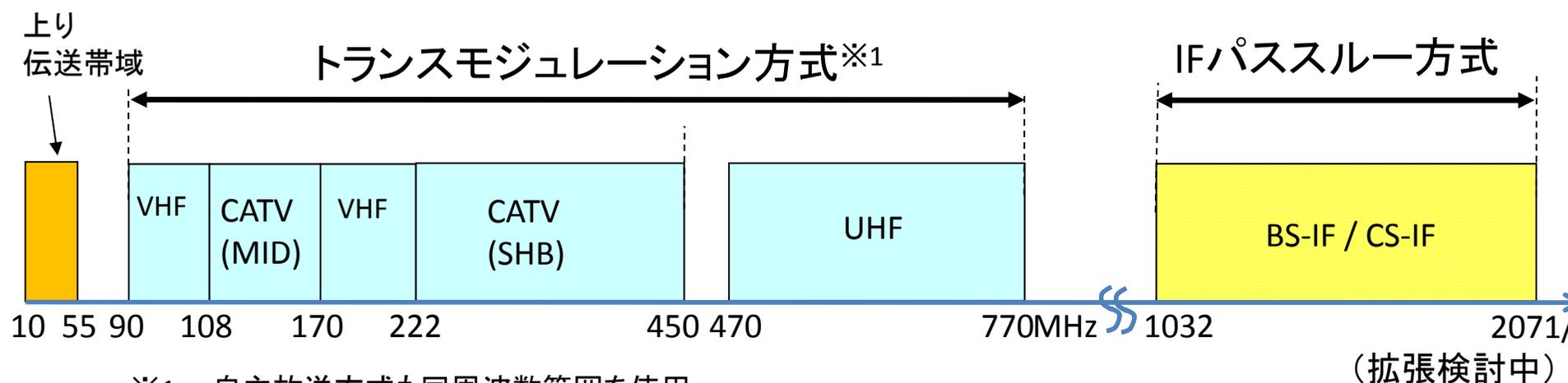
- 放送サービスの高度化に対応
 - 電波法施行規則の一部を改正する省令である“衛星基幹放送および衛星一般放送における超高精細度テレビジョン放送に関する技術的条件に係る省令・告示の改正（平成26年7月）”に示される内容に準拠。
 - 上記を満たす情報源符号化方式、多重化方式（MMT/TLVならびにMPEG-2 TS）、限定受信方式によるサービスを想定。
 - HDTV（2K）を超える高画質サービスである超高精細度テレビジョン（4K・8K）に対応。
- 有線一般放送方式の高度化
 - ケーブルテレビ事業者等による上記サービスの再放送、または自主放送を行うための新たな伝送方式の規格。

有線一般放送方式の高度化

方式種別	衛星放送	衛星放送のケーブルテレビ再放送	
	直接受信	IFパススルー	トランスモジュレーション
映像符号化	HEVC, MPEG-4/AVC, MPEG-2	(* : 衛星放送方式に準拠)	
音声符号化	MPEG-4 AAC(22.2ch) MPEG-2 AAC (5.1ch)	(*)	
データ符号化	HTML5, BML	(*)	
PSI/SI	TLV-SI, MMT-SI	(*)	NIT書換
CAS	3重鍵、MULTI2又は AES/Camellia選択	(*)	
多重化	MMT・TLV, MPEG-2 TS	(*)	(*)+J.382又はJ.183拡張
物理層	16APSK 等	BS/CS-IFの パススルー 伝送	J.83又はJ.382

適用する周波数範囲

衛星によるUHDTV放送(情報量:約100Mbps)を
ケーブルテレビで再放送する場合の周波数範囲



※1: 自主放送方式も同周波数範囲を使用

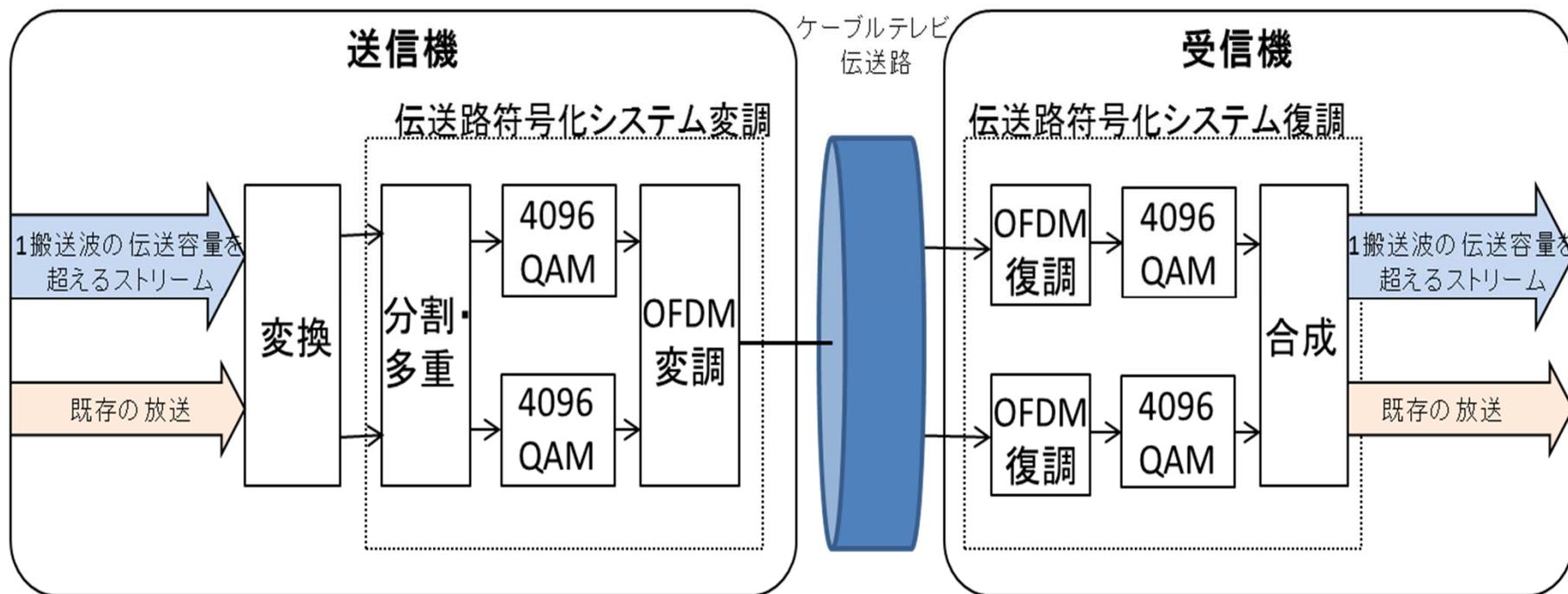
トランスモジュレーション方式(概説)

- トランスモジュレーション方式として以下の2方式を検討
 - 高度なデジタル有線テレビジョン放送方式
 - J.382方式
 - J.382の特徴
 - キャリア伝送方式: OFDM変調
 - 誤り訂正方式: LDPC符号
 - 帯域有効利用方式: データスライス、ノッチ
 - ストリーム多重方式: Multiple PLP, PLP Bundling
 - 追加規定項目
 - 受信機選局用の記述子
 - TLV入力変換方法
 - 緊急警報指示信号の多重方式
 - 複数搬送波伝送方式
 - J.183(複数TS伝送フレーム)を拡張し、複数搬送波で分割伝送するフレームを定義
 - 特徴
 - 大容量の信号を64QAMまたは256QAMの複数チャンネルに分割して伝送
 - ITU-T J.83 Annex Cをベースとして現行のケーブル施設の性能でUHDTV伝送可能
 - 現行方式と互換性(バックワードコンパチブル)を有するため、運用中の設備を利用可能
 - 追加規定項目
 - 送信側で大容量信号を分割して複数の搬送波(64または256QAM)で伝送し、受信側で同期合成できるフレーム構成(スーパーフレーム)
 - 受信機選局用の有線複数搬送波伝送分配システム記述子(仮称)
 - TLVパケットを分割してフレームに多重化・分離合成する形式

トランスモジュレーション方式:技術的条件1

高度なデジタル有線テレビジョン放送方式

高度なデジタル有線テレビジョン放送方式(概要)



技術基準策定項目

- 伝送路符号化システム
 - J.382方式
- 追加規定項目
 - 受信機選局用の記述子
 - TLV入力変換
 - 緊急警報指示信号の多重方式

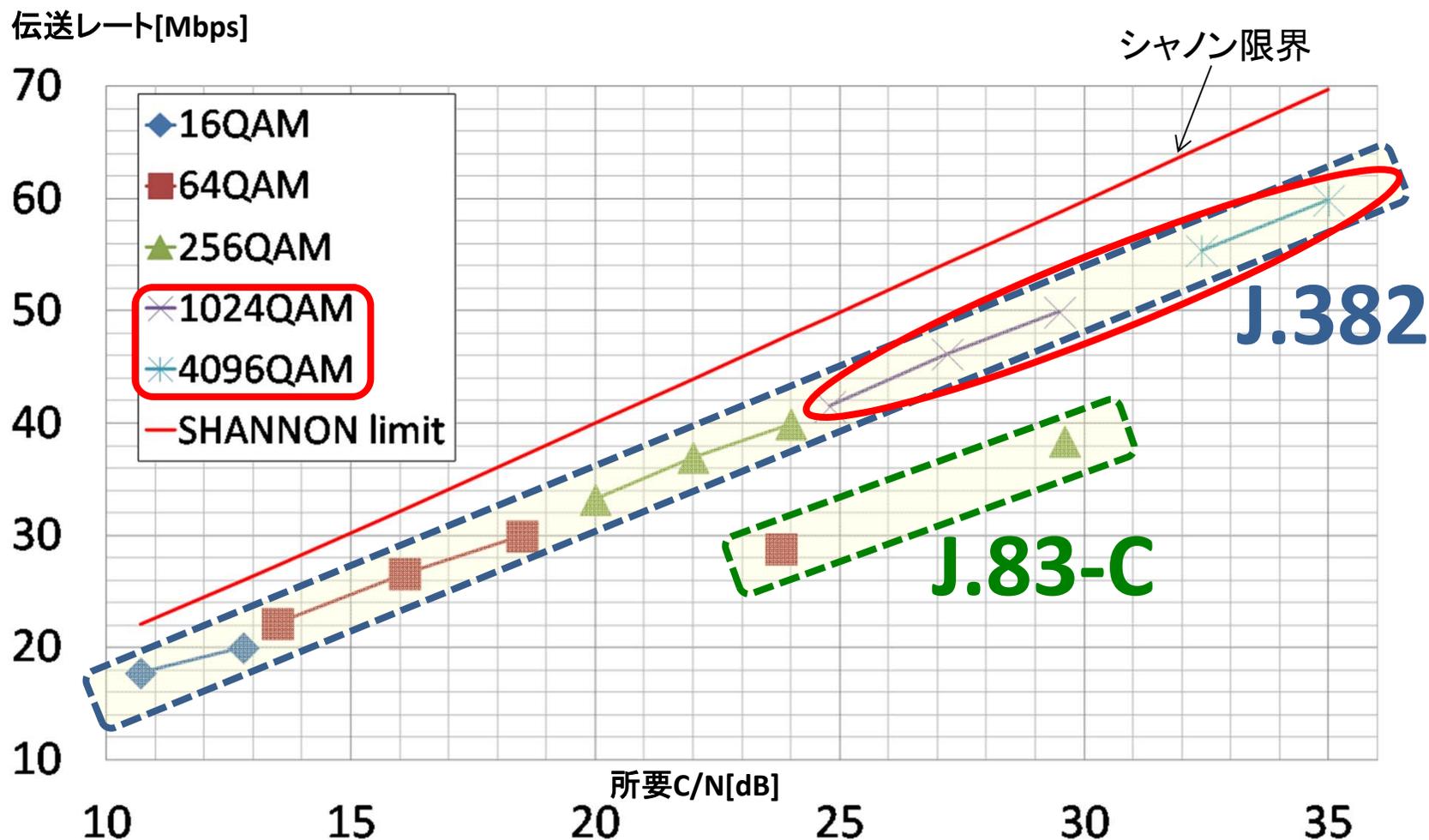
高度なデジタル有線テレビジョン放送方式 (特徴)

- ITU-T J.382(2014年1月 国際標準勧告)
- J.382の特徴
 - キャリア伝送方式: OFDM変調
 - 誤り訂正方式: LDPC符号
 - 帯域有効利用方式: 連結送信・ノッチ
 - ストリーム多重方式: Multiple PLP, PLP Bundling
- 追加規定項目
 - 受信機選局用の記述子
 - TLV入力変換
 - 緊急警報指示信号の多重方式

従来方式との比較

		J.83 Annex C	J.83 Annex A	J.382		
誤り訂正技術	外符号	RS符号 (204,188)	RS符号 (204,188)	BCH符号		
	内符号	なし	なし	LDPC符号		
	符号化率	-	-	2/3, 3/4, 4/5, 5/6,9/10		
変調方式		64QAM, 256QAM	16QAM, 32QAM,64QAM 128QAM, 256QAM	16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM		
Interleaving		Byte	Byte	Bit, 時間、周波数		
キャリア伝送方式	Single Carrier		Single Carrier		OFDM	
	ロールオフ率	13%	ロールオフ率	15%	FFT size	4K
					GI長	1/64, 1/128
					Pilot	Scattered, continual and edge-pilots
					PAPR低減	Tone Reservation
					Symbol長	448μs or 597μs
Signalling		なし	なし	FEC Frame Header, L1-part2		
Stream種		TS	TS	MPEG-TS, GSE		
Stream多重		なし	なし	Multiple PLP		
Frame長		なし	なし	448 data symbols		
信号帯域幅		6MHz	規定なし	5.71MHz以下任意 or 7.61MHz以下任意 (3408 carrier以下)		
帯域有効利用方式				Data Slice / Notch		

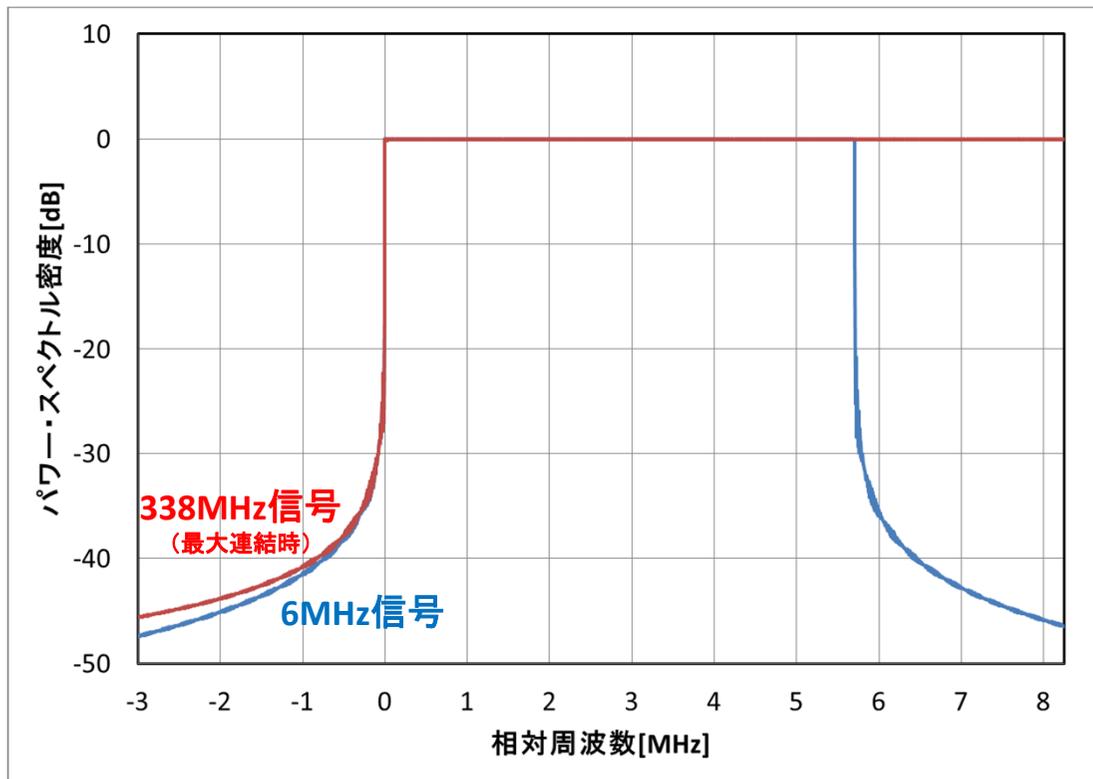
伝送効率の向上



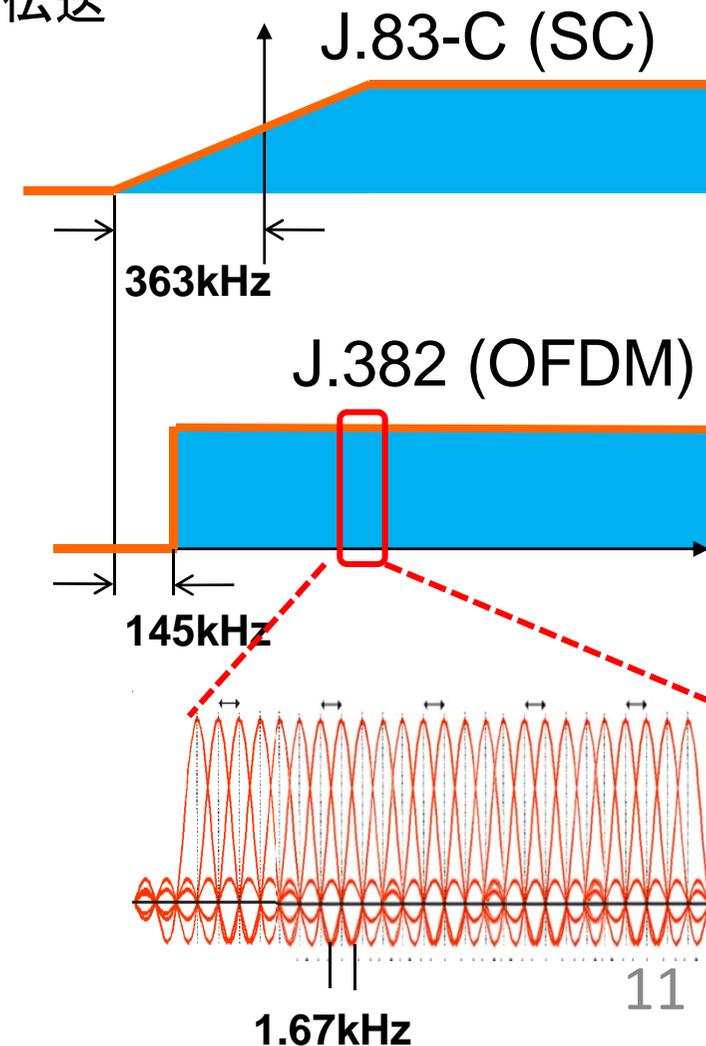
- ◆ 現行規格 256QAMと同じ所要C/Nで**29%伝送容量増** (38.88Mbps→49.97Mbps)
- ◆ 現行規格256QAMと同じ伝送効率で**7dBの符号化利得** (29dB→22dB)

キャリア伝送方式: OFDM

- Single Carrier(SC) : 周波数利用効率はroll-off率に依存
- Multi Carrier (OFDM) : 直交したsub-carrierを密に伝送



J.382のスペクトル理論値



誤り訂正方式: LDPC符号

- ◆ 理論限界を達成する高性能な方式
- ◆ 低密度なパリティ検査行列により定義

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

1の数: $dv=3$

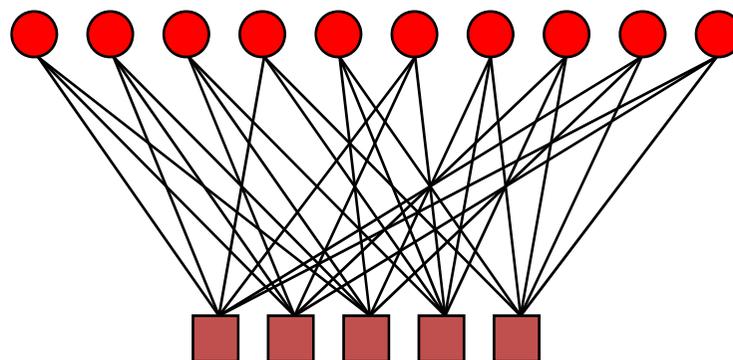
符号長に比して少ない、つまり
“Low-Density”

1の数: $dc=6$

- ◆ タナ-グラフに沿った確率伝搬により復号 (belief propagation)

変数ノード
(code bits)

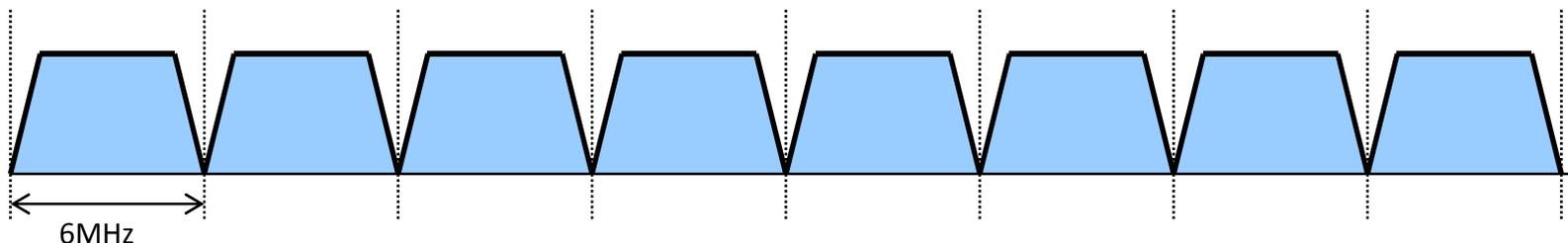
検査ノード
(constraints)



Belief Propagation

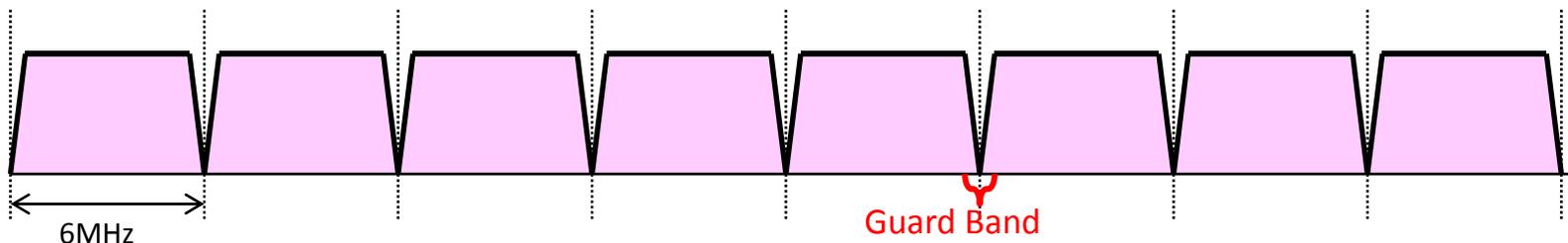
帯域有効利用方式①: 連結送信

J.83 Annex C : 38.88Mbps @ 5.274MHz/6MHz : 256QAM



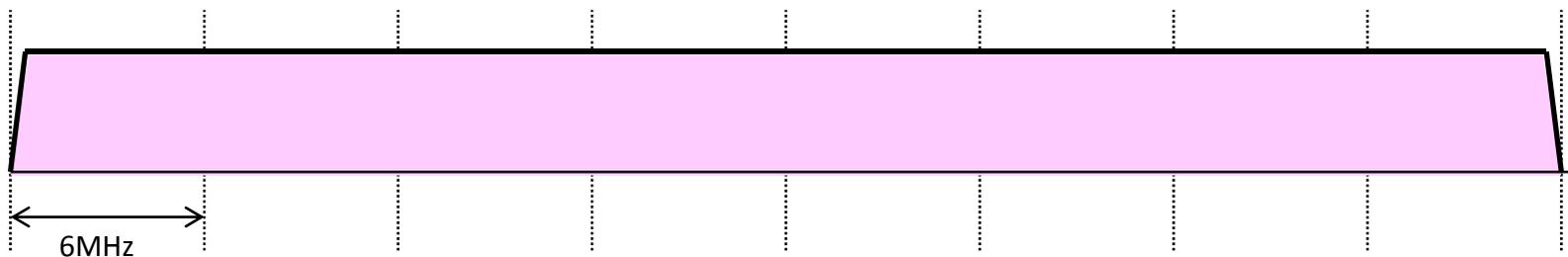
29%増

J.382 : 49.97Mbps @ 5.71MHz/6MHz : 1024QAM 9/10



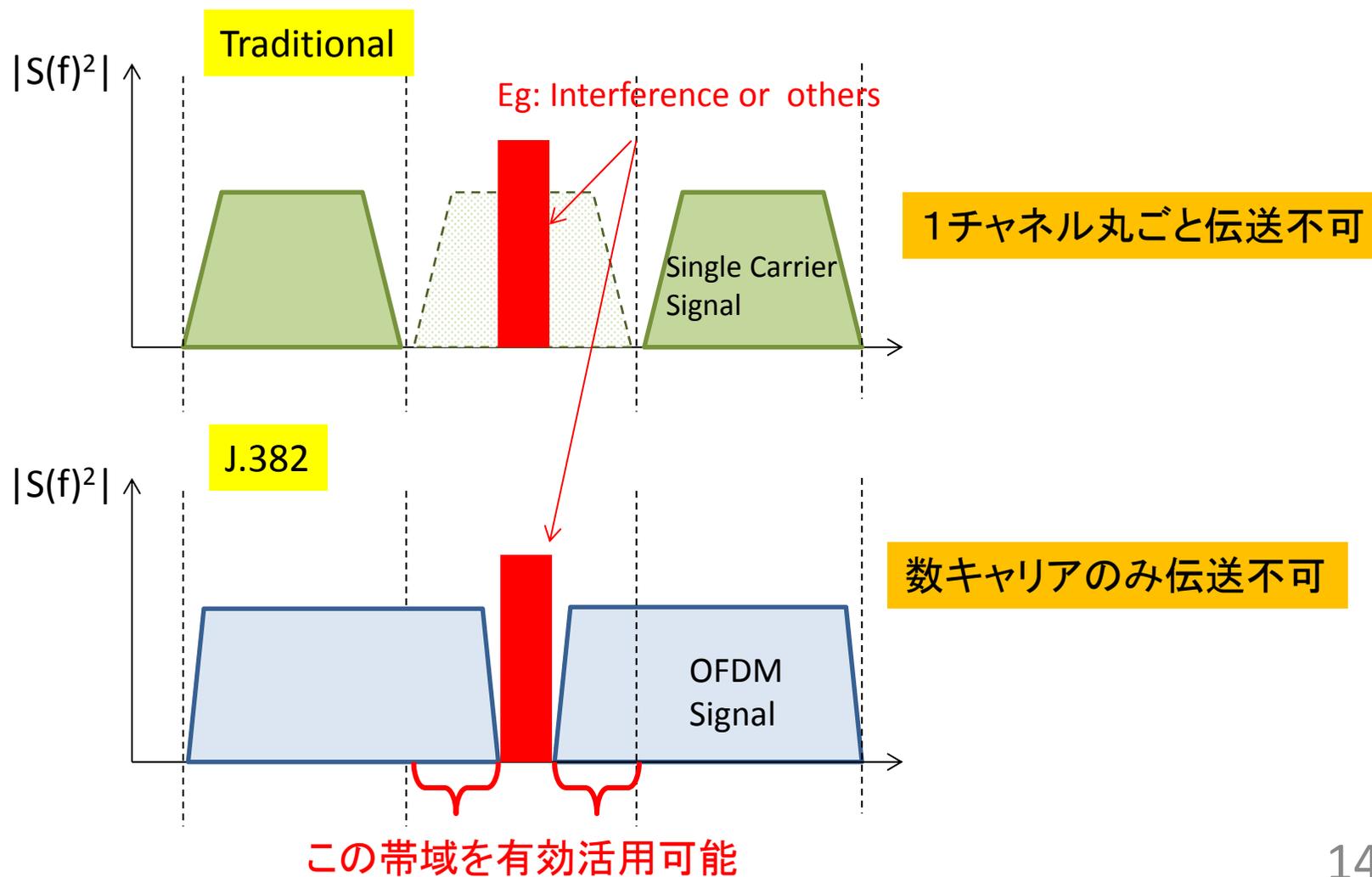
34%増

J.382 : 52.21 × 8 Mbps @ 47.71MHz/48MHz(連結送信) : 1024QAM 9/10



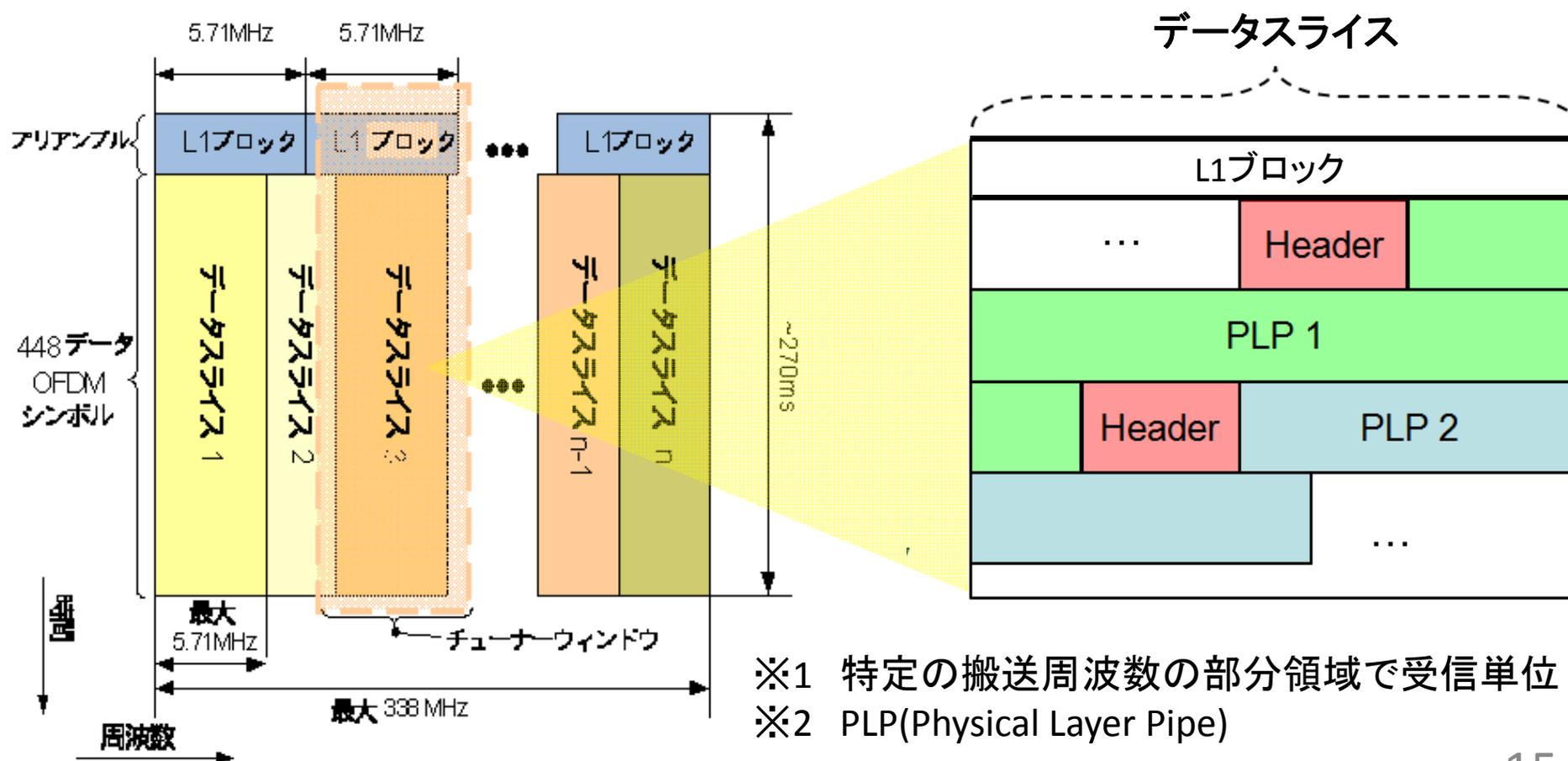
帯域有効利用方式②：ノッチ

- 連結された帯域の一部にデータを伝送しない仕組み



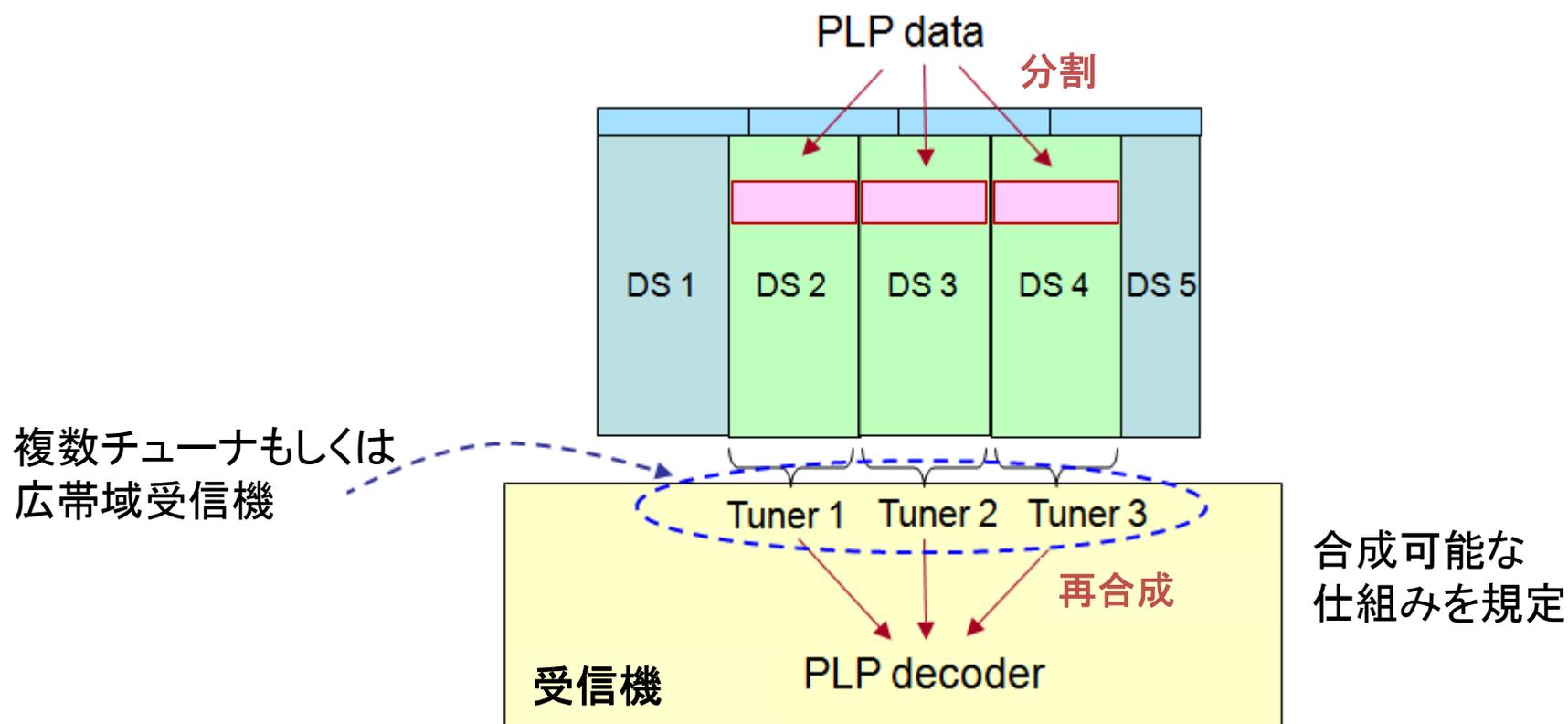
ストリーム多重方式①: Multiple PLP

- 1 データスライス※¹内に複数のPLP※²(ストリーム)を多重

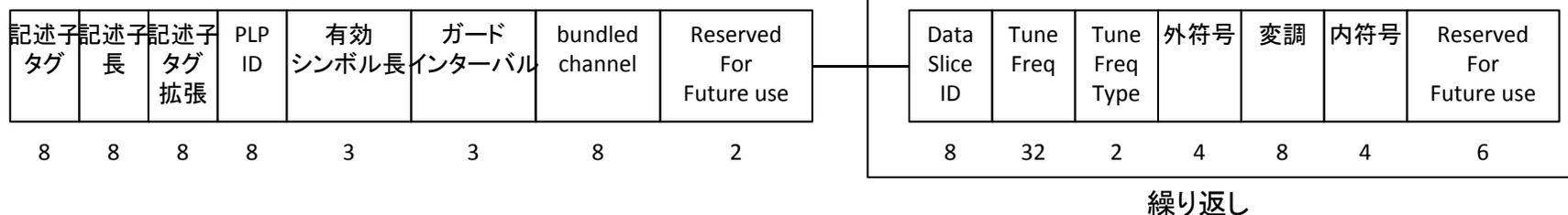


ストリーム多重方式②: PLP Bundling

- 大容量データ伝送方法
 - PLPを複数データスライスに分割
 - チューナでそれぞれのデータスライスを受信
 - チューナの出カストリームを再合成



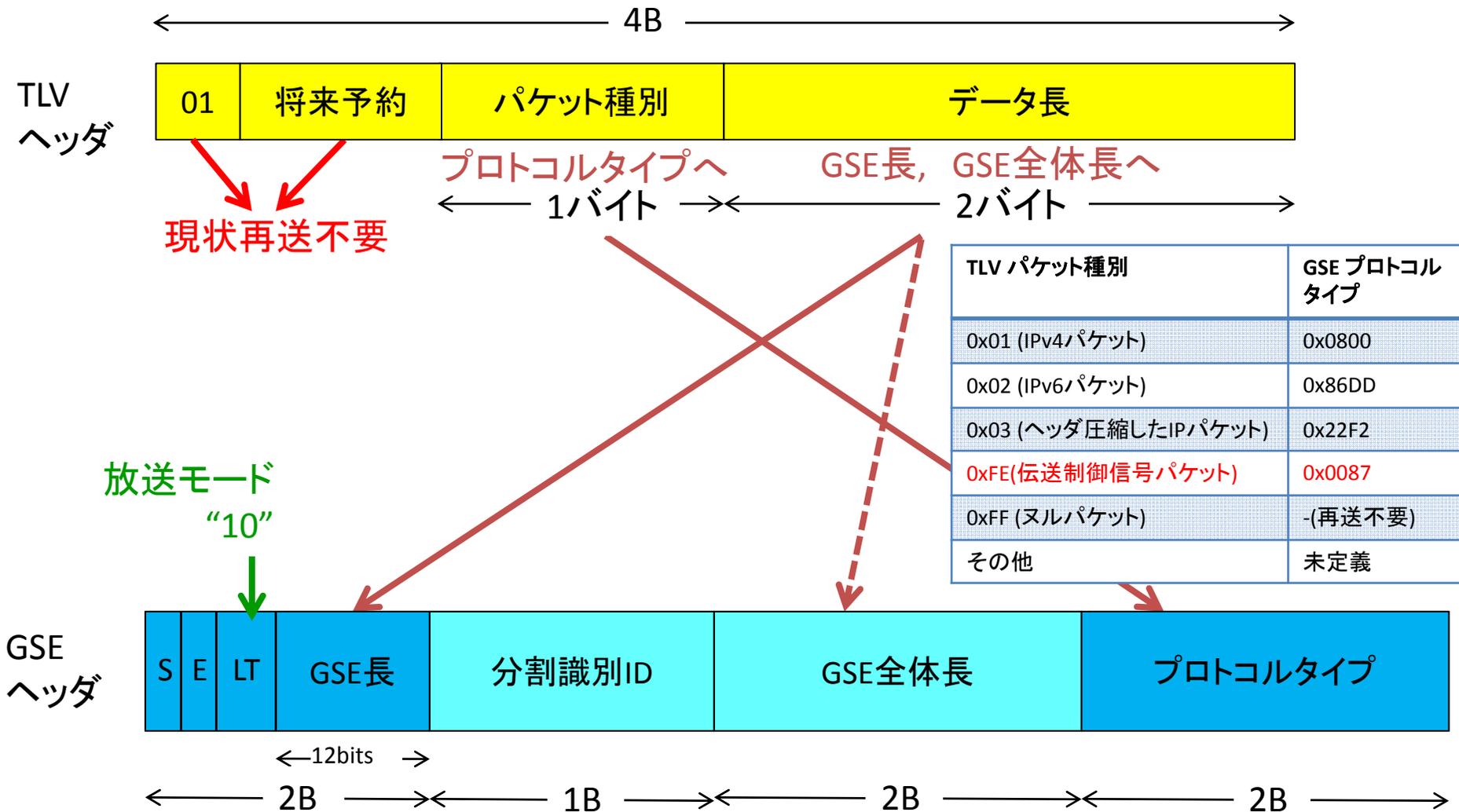
NITに追加規定する選局用の記述子



構成要素	内容
記述子タグ	記述子を識別するための値, 現行 0x44に対応(未定義)
記述子長	記述子の長さをバイト単位で指定
記述子タグ拡張	同一の記述子タグだが異なる記述子を使用するために使用する値
PLP ID	PLPのIDを示す値
有効シンボル長	OFDMの有効シンボル長
ガードインターバル	ガードインターバル000 : 1/128 001 : 1/64 その他 : reserved
bundled channel	PLP IDで指定されたPLPを送るために必要なData Sliceの数
Data Slice ID	Data SliceのIDを示す値
Tune Freq	Tune Freq typeに基づいたチューニング周波数をHz単位で指定
Tune Freq Type	チューニング周波数の種類を定義する
外符号	ケーブルシステムの伝送で使用される外符号の情報
変調	ケーブルシステムの伝送で使用される変調方式の情報
内符号	ケーブルシステムの伝送で使用される内符号の情報

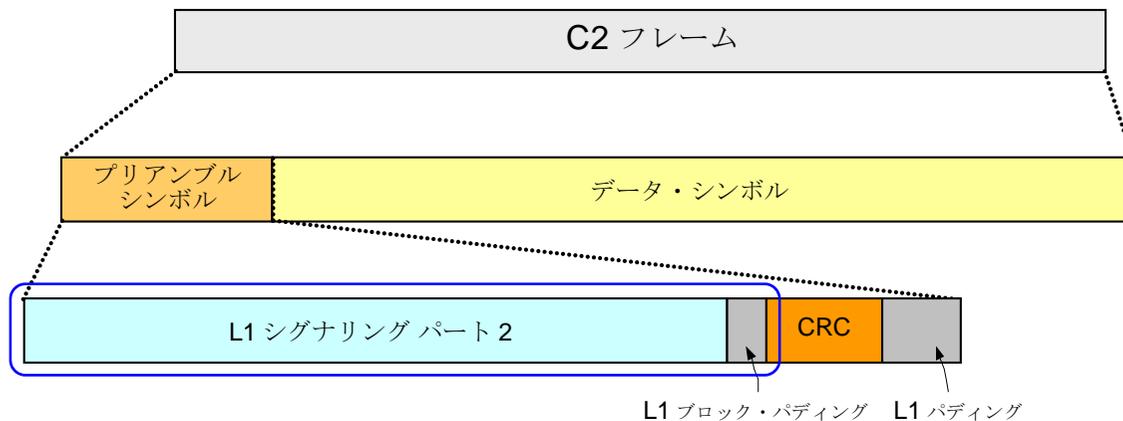
TLV入力変換仕様

- TLV方式をJ.382で規定されたGSE方式に変換



緊急警報指示信号の多重方式

J.382 L1 signaling part2 予約領域に
緊急警報指示信号を追加



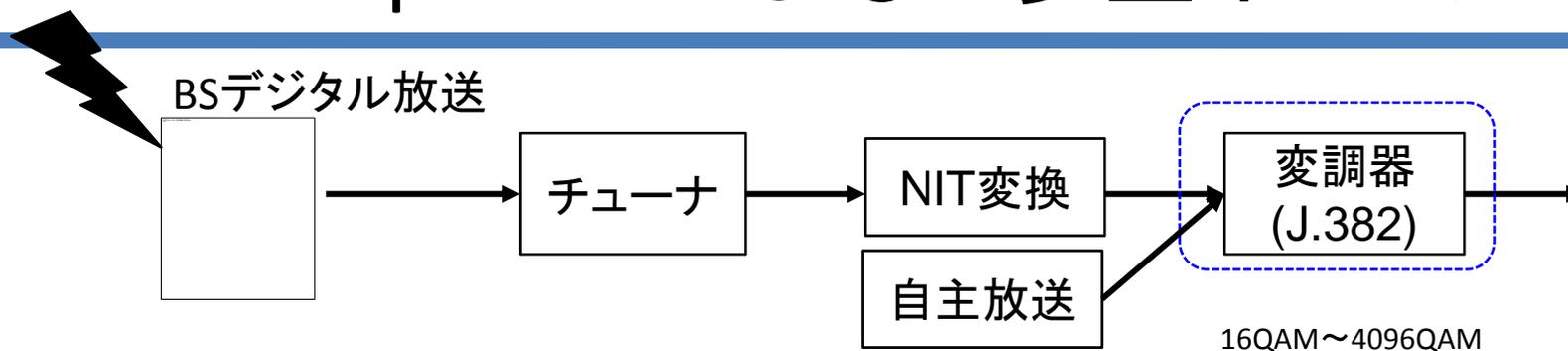
緊急警報指示信号を以下のように配置

Field	Size(bits)
EMERGENCY_INDICATOR	1
RESERVED_4	15

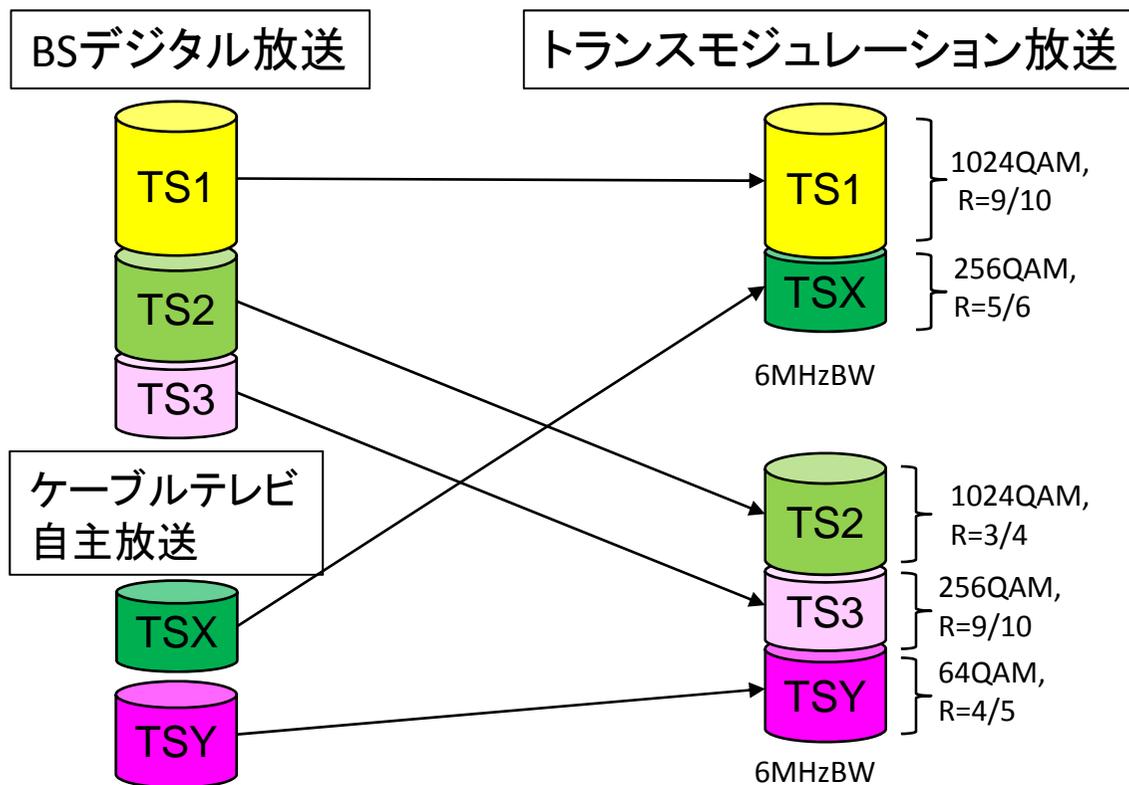
J.382 L1 signalingの表

Field	Size(bits)
EMERGENCY_INDICATOR	1
RESERVED_4	15

Multiple PLPによるTS多重イメージ



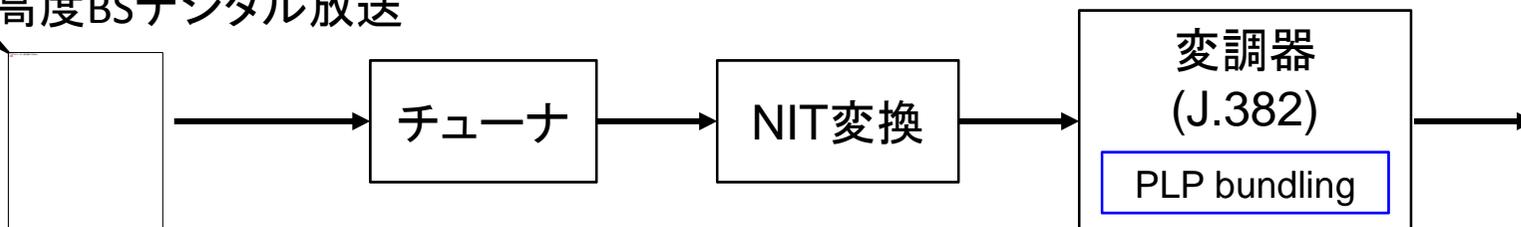
運用例1



TS毎に変調方式、符号化率を選択可能

UHDTV放送の再放送イメージ①

高度BSデジタル放送

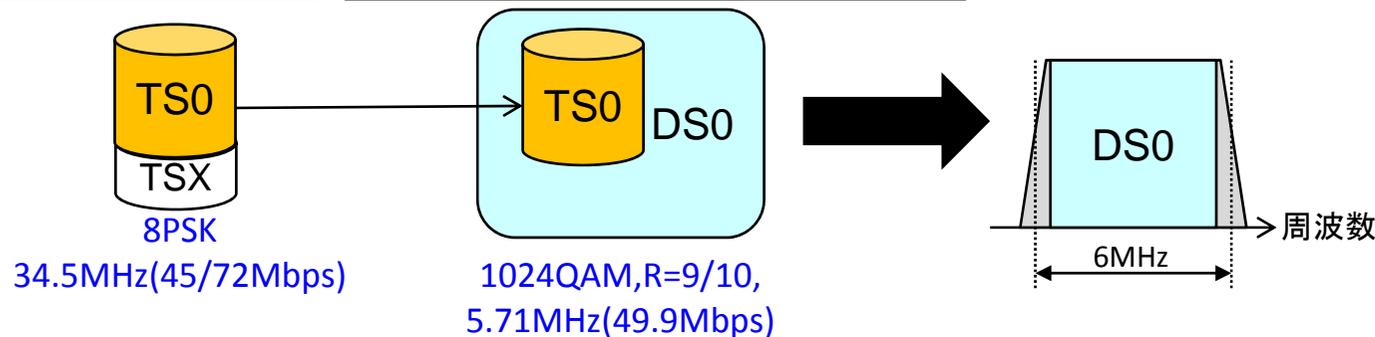


高度BSデジタル放送

トランスモジュレーション放送

運用例2

4K想定

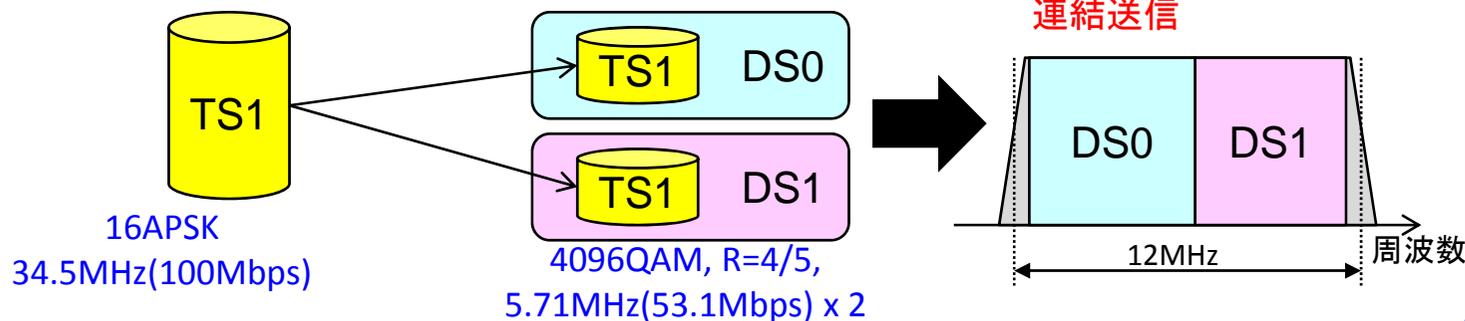


高度BSデジタル放送

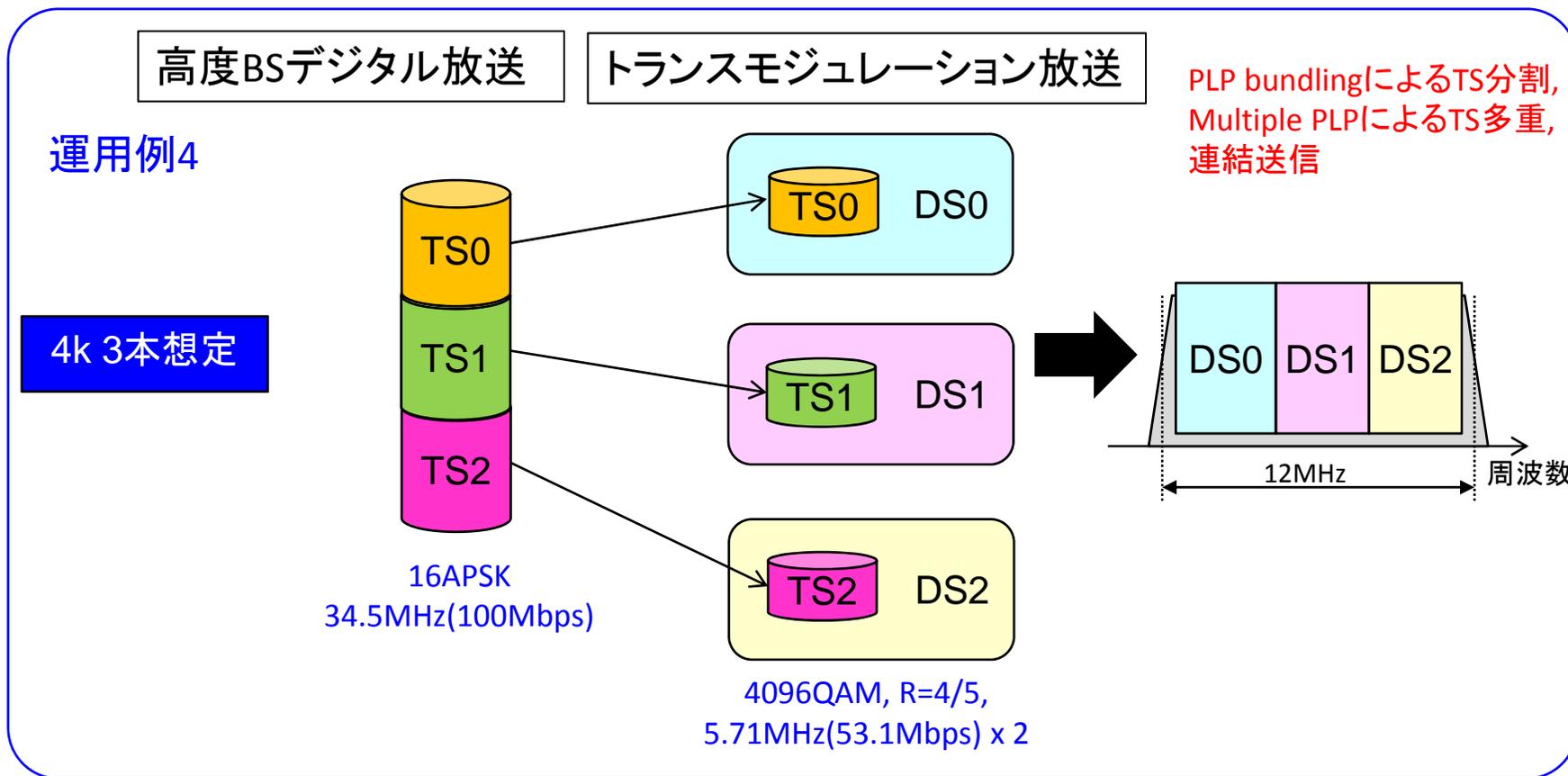
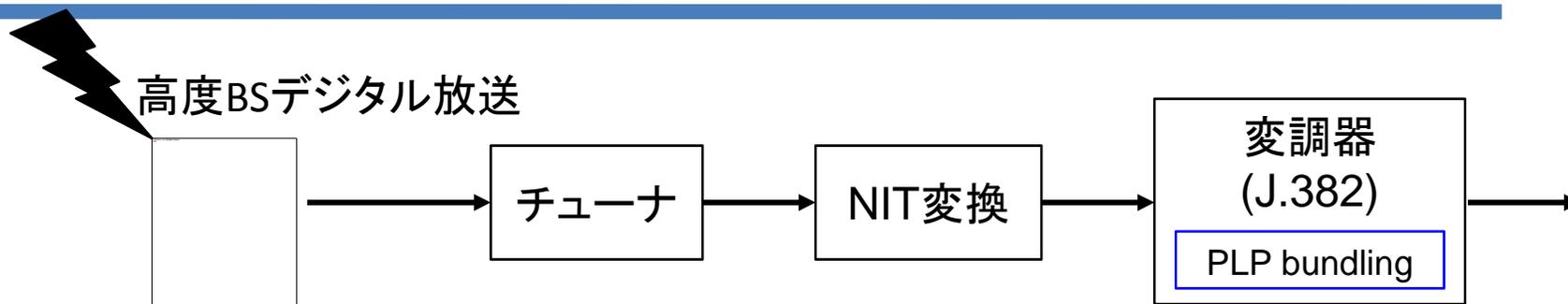
トランスモジュレーション放送

運用例3

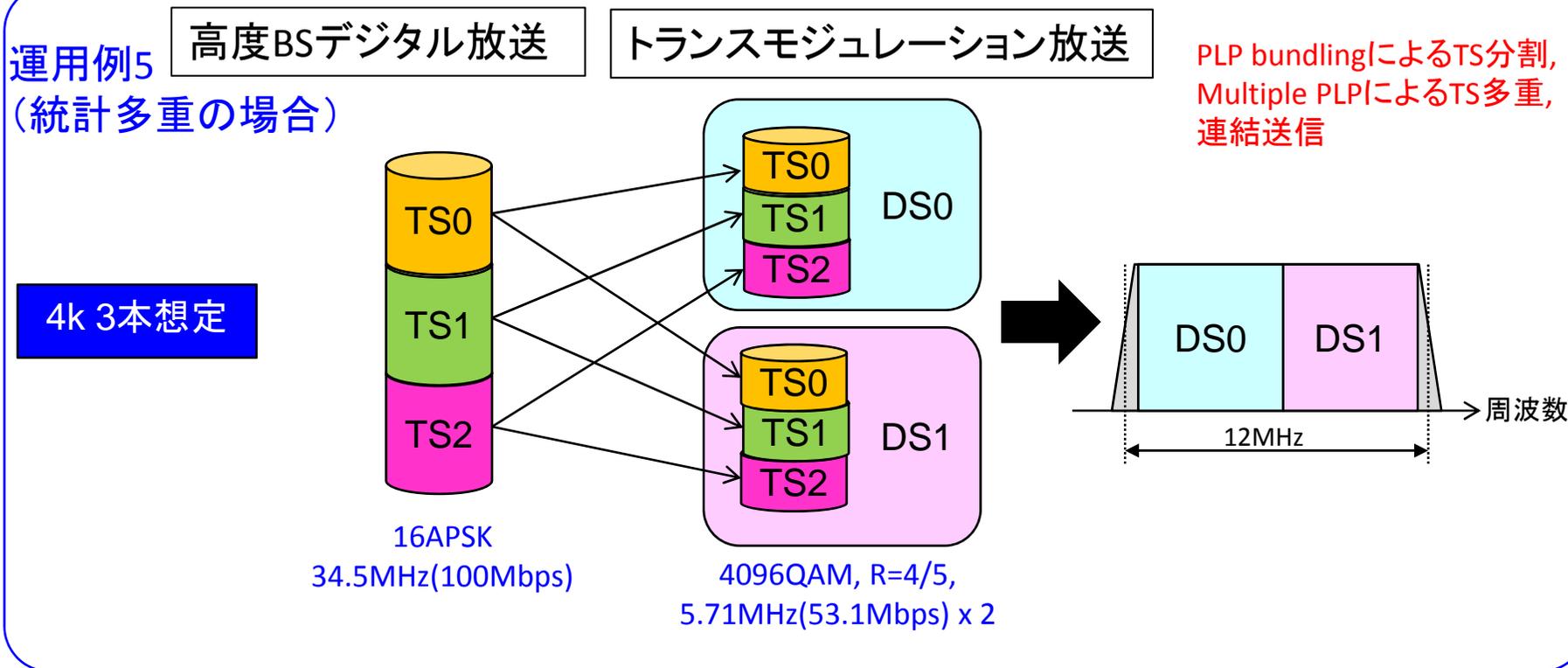
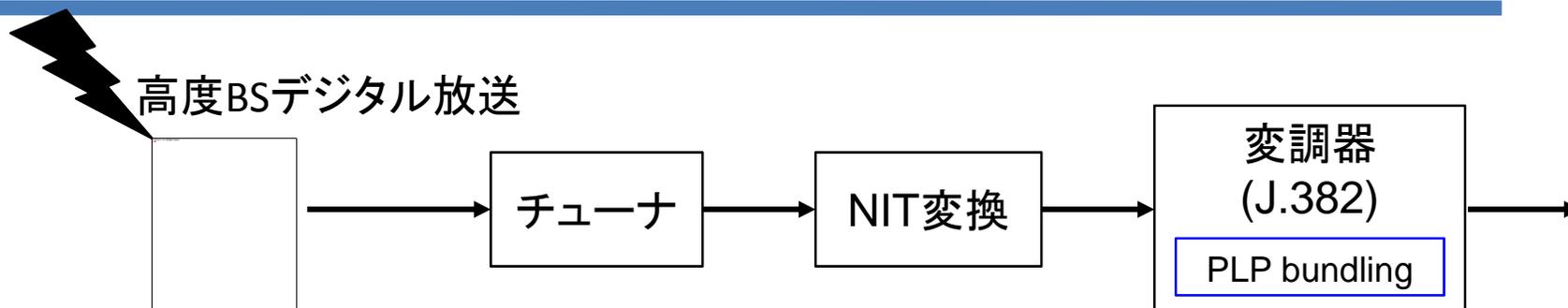
8K想定



UHDTV放送の再放送イメージ②



UHDTV放送の再放送イメージ③

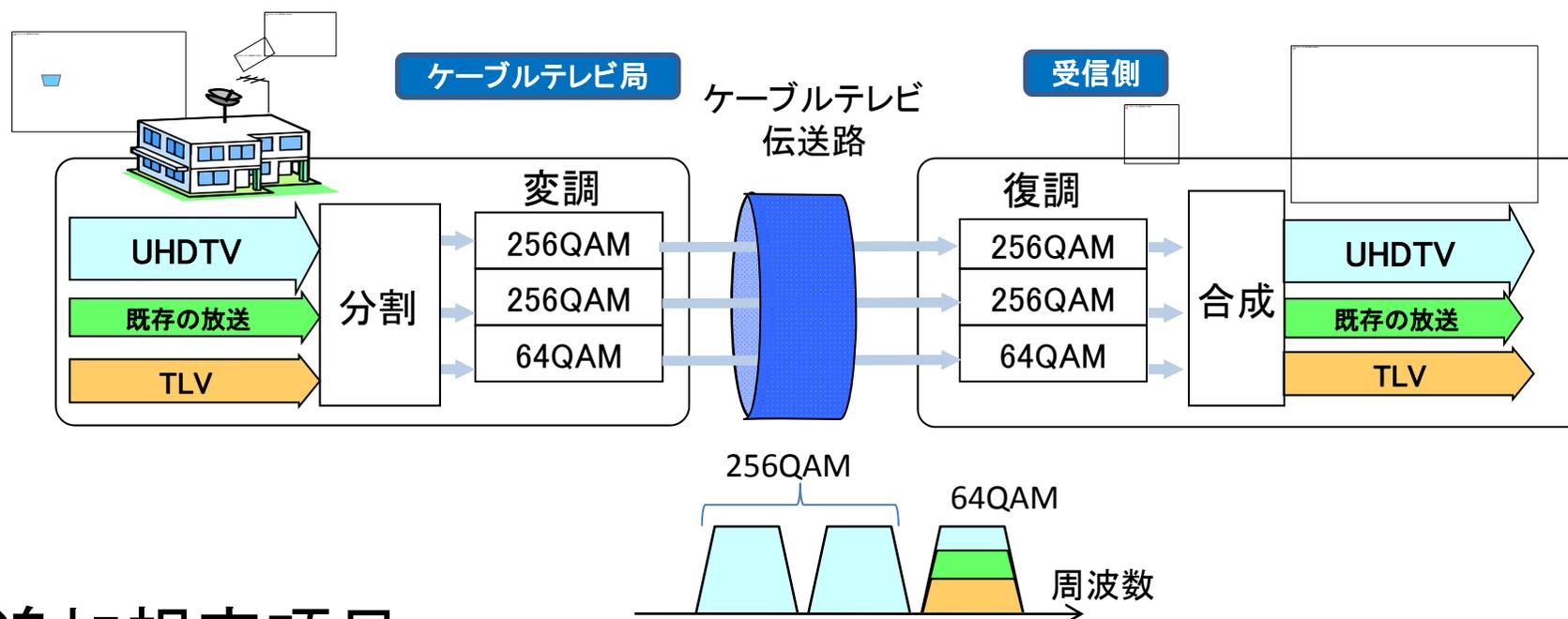


統計多重による効率化が可能

トランスモジュレーション方式:技術的条件2

複数搬送波伝送方式

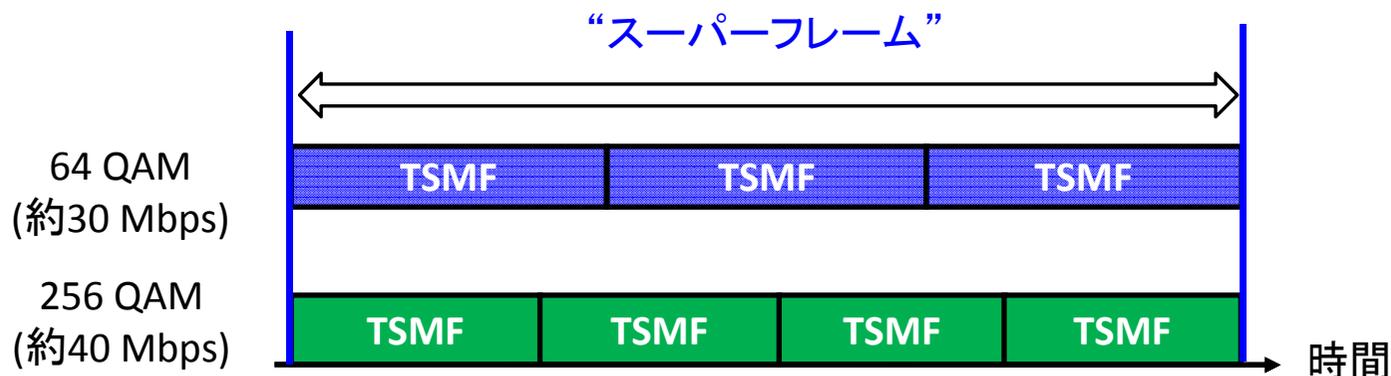
複数搬送波伝送方式(概要)



追加規定項目

- ① 送信側で大容量信号を分割して複数の搬送波(64QAMまたは256QAM)で伝送し、受信側で同期合成できるフレーム構成
- ② 受信機選局用の複数搬送波伝送用記述子(仮称)
- ③ TLVパッケージを分割してフレームに多重化・合成する形式

複数搬送波伝送用のフレーム



図： 2つの搬送波で約70MbpsのTSを分割伝送し、受信機で合成する例

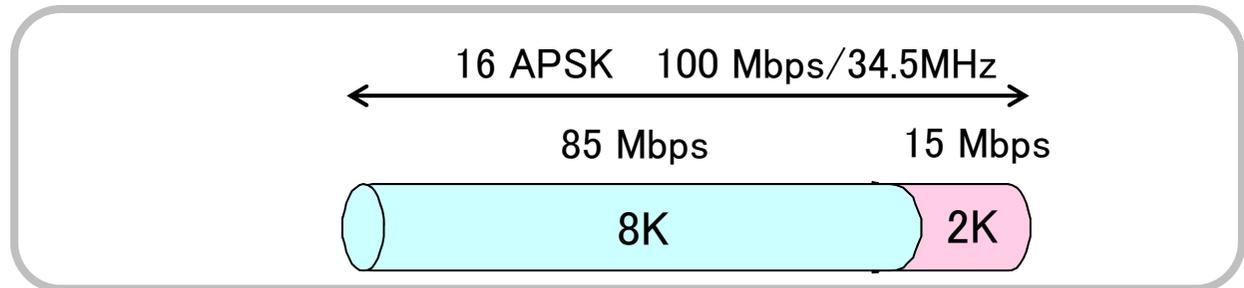
- 既存デジタル放送のトランスモジュレーション方式で実用化されている複数TS伝送フレーム (TSMF: ITU-T J.183) を拡張
- シンボルレートが等しいので、64QAMと256QAMの伝送速度の比は3:4となる
- 分割伝送している複数波の復調出力をスーパーフレーム単位で同期合成することができる

複数搬送波伝送方式(特徴)

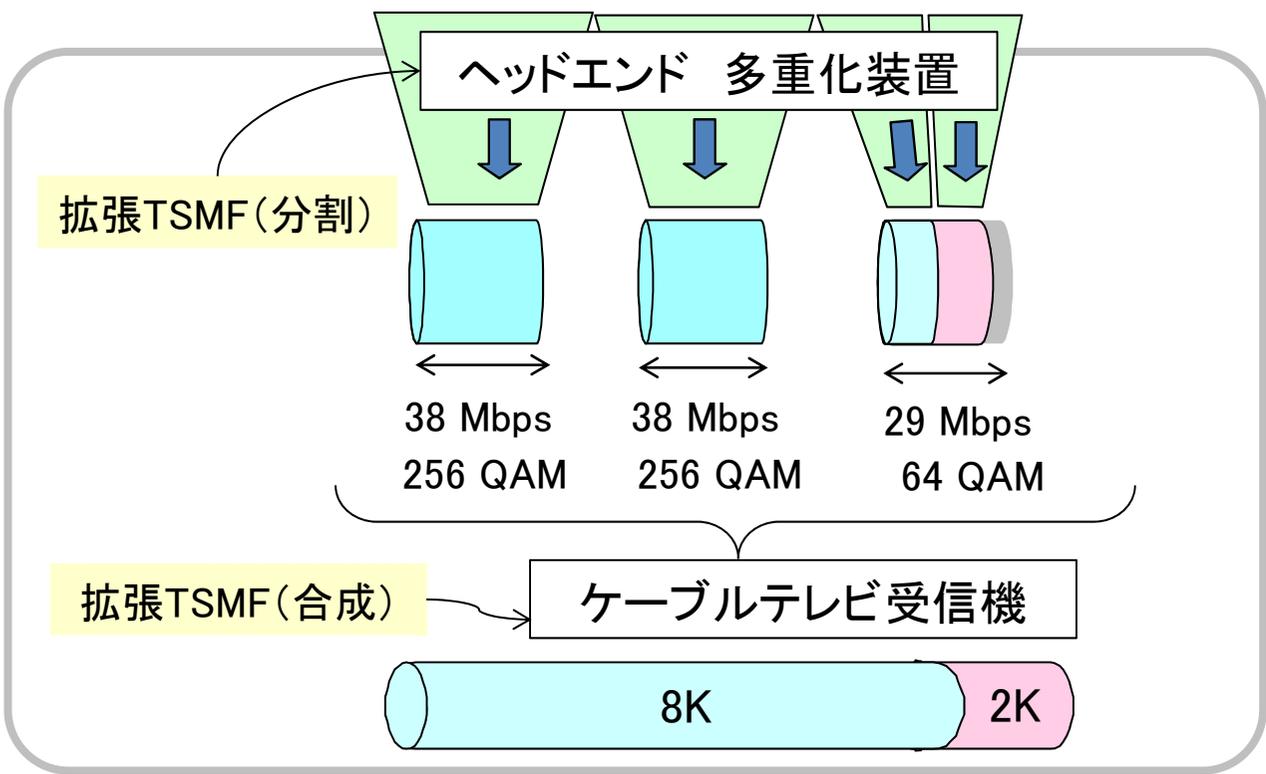
- 衛星放送と同じサービスをケーブルテレビで提供
 - 64QAM(29Mbps)と256QAM(38Mbps)の任意のチャンネルで分割伝送
 - MMT・TLVおよびMPEG-2 TSの双方に対応可
- 既存のケーブルテレビ設備の性能でUHDTV伝送が可能
 - ITU-T J.83 Annex Cがベース
 - 搬送波を束ねる方式により大容量伝送を実現
 - 既存の放送の空きスロットを有効活用可能
 - 例えば地デジ(トラモジ)の空きスロットを束ねて4K伝送、など
 - 現行方式と後方互換性を有する(バックワードコンパチブル)
 - 実際のケーブルテレビ設備で実証実験に成功
 - 日本ネットワークサービス、山梨県(2013年2月)
 - ジュピターテレコム、東京都(2014年5月)

UHDTV衛星放送のケーブル再放送イメージ①

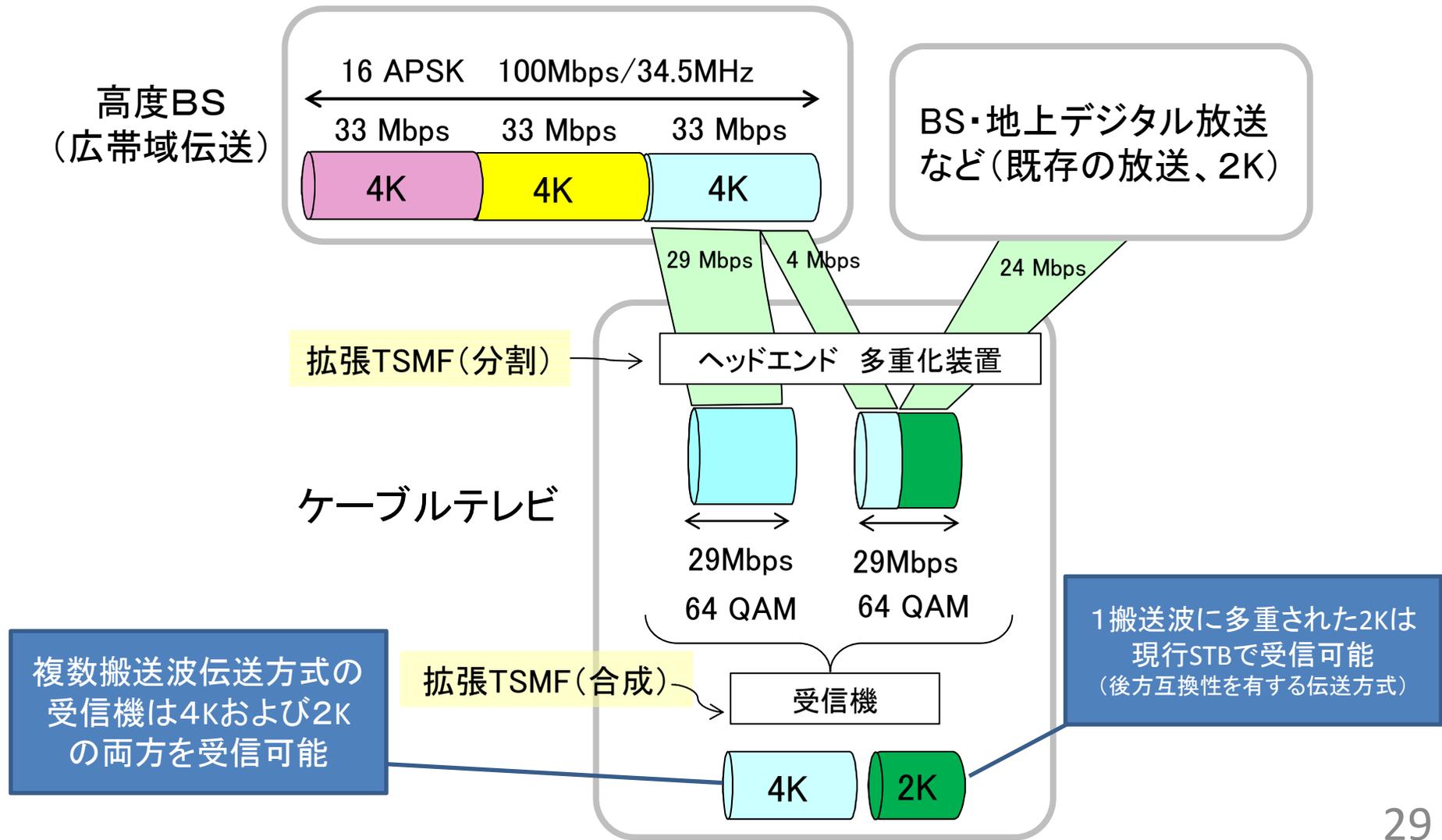
高度BS
(広帯域伝送)



ケーブルテレビ



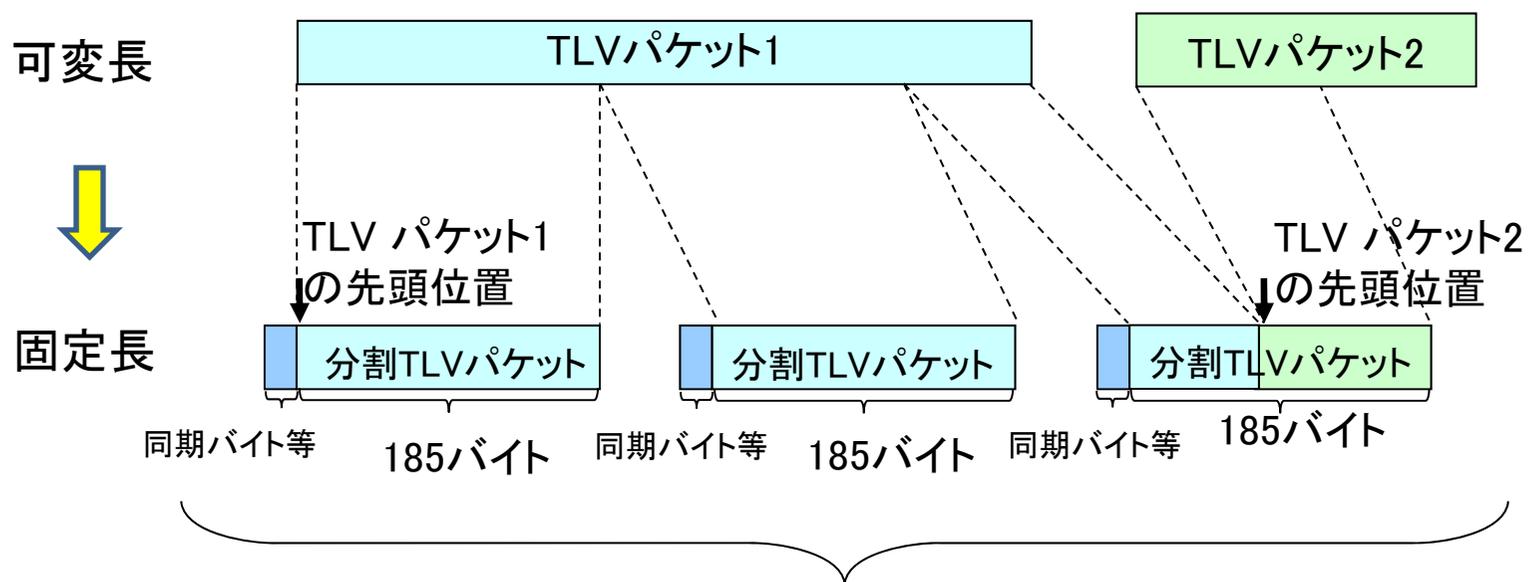
UHDTV衛星放送のケーブル再放送イメージ②



TLVパケットの分割と固定長パケットへのカプセル化

可変長のTLVパケットを拡張TSMFに格納するために

- TLVパケットを185バイト単位に分割する
- 先頭に同期バイト0x47、続いてTLVパケットの先頭位置を示す情報を付加して分割TLVパケット(188バイト)とする



拡張TSMFに格納できるようになる

参考資料

関連規格

- (1) 電気通信技術審議会答申 諮問第74号「デジタル放送方式に係る技術的条件」のうち、有線テレビジョン放送におけるデジタル放送方式の技術的条件(平成8年5月)
- (2) 電気通信技術審議会答申 諮問第74号「デジタル放送方式に係る技術的条件」のうち、地上デジタルテレビジョン放送方式の技術的条件(平成11年5月)
- (3) 電気通信技術審議会答申 諮問第74号「デジタル放送方式に係る技術的条件」のうち、デジタル有線テレビジョン放送における高精細度テレビジョン放送等の導入のための技術的条件(平成12年5月)
- (4) 平成23年総務省令第95号 「有線一般放送の品質に関する技術基準を定める省令」(平成23年6月)
- (5) 平成23年総務省令第311号 「デジタル有線テレビジョン放送方式に関する多重フレームヘッダ情報の構成を定める件」(平成23年6月)
- (6) 平成23年総務省令第87号 「標準テレビジョン放送等のうちデジタル放送に関する送信の標準方式」(平成23年6月)
- (7) 一般社団法人 日本CATV技術協会標準規格 JCTEA STD-007
デジタル有線放送テレビジョン放送 デジタルケーブルテレビジョン受信装置
- (8) ITU-T J.83, “Digital multi-program systems for television, sound and data services for cable distribution“
- (9) ITU-T J.183, “Time-division multiplexing of multiple MPEG-2 transport streams over cable television systems“
- (10) ITU-T J.382, “Advanced digital downstream transmission systems for television, sound and data services for cable distribution“

複数搬送波伝送方式(公表資料)

- [1] 袴田, 他, “ケーブルテレビにおける可変長パケットの伝送方式”, 電子情報通信学会通信ソサイエティ大会, B-8-34, (Sep. 2011)
- [2] Y. Hakamada, et al, “An UHDTV Cable Television Distribution in Combinations of Multiple 64 and 256 QAM Channels”, IEEE ICCE2013 vol.2, pp.488-489, (Jan. 2013)
- [3] 木下, 他, “ケーブルテレビでのスーパーハイビジョンのVOD伝送実験”, 映像情報メディア学会年次大会, ITE Annual convention, 7-1-1 (Aug. 2013)
- [4] Y. Hakamada, N. Nakamura, T. Kurakake, T. Kusakabe, and K. Oyamada: “UHDTV (8K) Distribution Technology and Field Trial on Cable Television Networks”, ITE Trans. on MTA, 2, 1, pp. 2-7(Jan. 2014)
- [5] 袴田, 他, “大規模ケーブルテレビ商用回線での8K・スーパーハイビジョン伝送実験”, 映像情報メディア学会年次大会, ITE Annual convention, To-be-published (Aug. 2014)

END