

# 携帯端末向けサービス「ワンセグ」の映像符号化技術

境田 慎一

NHK 放送技術研究所

2006年4月1日より、29都府県の放送局で地上デジタル放送の携帯端末向けサービス「ワンセグ」が開始される。ワンセグは、地上デジタル放送の13セグメントのうちの1セグメントを用い、映像・音声・データが移動中でも鮮明に受信できるようになる放送サービスである。ワンセグの映像圧縮符号化には、最新の国際標準方式であるH.264/AVCが採用されている。本稿では、ワンセグを始めとして実用化が広がっているH.264/AVCのアプリケーションを概観した上で、ワンセグでH.264/AVCを運用するための規定を概説する。

## Video Coding Scheme of Digital Terrestrial Broadcasting for Mobile Reception “One Seg”

Shinichi Sakaida

NHK Science & Technical Research Laboratories

On April 1, 2006, digital terrestrial broadcasting for mobile reception “One Seg” will start in 29 prefectures in Japan. One Seg is a broadcasting service using one of the 13 segments which compose bandwidth of one terrestrial broadcasting channel. It is possible to receive clear video, audio and data broadcasting on receivers such as mobile phones anytime and anywhere, even while on the go. In One Seg, the latest international standard H.264/AVC is used as the video coding scheme. This paper reviews the status of deployment of H.264/AVC, and describes the regulations of video coding for broadcasting of One Seg.

### 1. はじめに

2006年4月1日(土)、東京、大阪、名古屋の3大都市を含む29の都府県の放送局で地上デジタル放送の携帯端末向けサービス「ワンセグ」が開始される。ワンセグは、移動中でも映像・音声・データ放送が乱れることなく受信可能な放送サービスである。また携帯端末の通信機能を使ってインタラクティブなサービスも可能となり、通信と連携した新たな放送サービスとしても期待されている[1]。

「ワンセグ」の名称は、図1に示すように地上デジタル放送の周波数帯域6MHzを13のセグメ

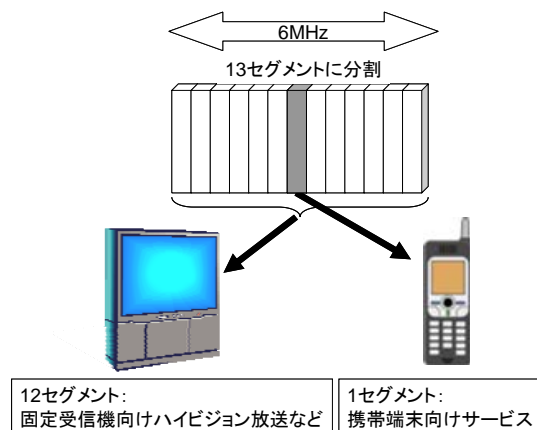


図1 地上デジタル放送の13セグメント

ントに分割したうちの 1 つを用いて放送することからつけられている。

地上デジタル放送は、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 直交周波数分割多重)方式により伝送されるが、ワンセグの各搬送波の変調方式には妨害に強く移動体受信に適した QPSK (Quadrature Phase Shift Keying : 4 相偏移変調)あるいは 16QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation : 16 値直交振幅変調)のいずれかが利用可能である。実際の運用では表 1 に示すパラメータ例のうち、QPSK(符号化率 2/3)が利用される予定である。

表 1 ワンセグの変調方式の例

変調方式	符号化率	情報ビットレート
QPSK	2/3	416kbps
QPSK	1/2	312kbps
16QAM	1/2	624kbps

映像の符号化方式には H.264/AVC 方式[2]、音声の符号化方式には MPEG-2 AAC が用いられる。音声のサンプリングレートは 48kHz と 24kHz が規定され、モノラル、ステレオ、2ヶ国語放送が可能である。また、オプションで SBR(Spectral Band Replication)[3]が運用可能

である。

データ放送はデジタル放送で利用されている BML(Broadcast Markup Language)で記述されるが、携帯電話など小型受信機の性能を考慮し、新たにプロファイルが作成されている。

ワンセグのサービスは、地上デジタル放送の補完放送の位置付けであるため、映像・音声は地上デジタル放送と同一内容のサイマル放送となる。2006年4月1日より放送が開始される地域は図 2 に示すとおりであり[4]、順次全国へ拡大する。

## 2. H.264/AVC 符号化方式

ワンセグの映像符号化方式として採用された H.264/AVC 方式[2]は、次世代 DVD や欧米の HDTV 放送などにも採用され、現在最も注目されている国際標準の映像符号化方式である。方式の詳細は教科書などの解説書[5][6]に譲り、ここでは概要と実用化されているアプリケーションを紹介する。

### 2.1 H.264/AVC の概要

H.264/AVC 方式の符号化処理は MPEG-2 などと同様、動き補償と直交変換を組み合わせたハイ

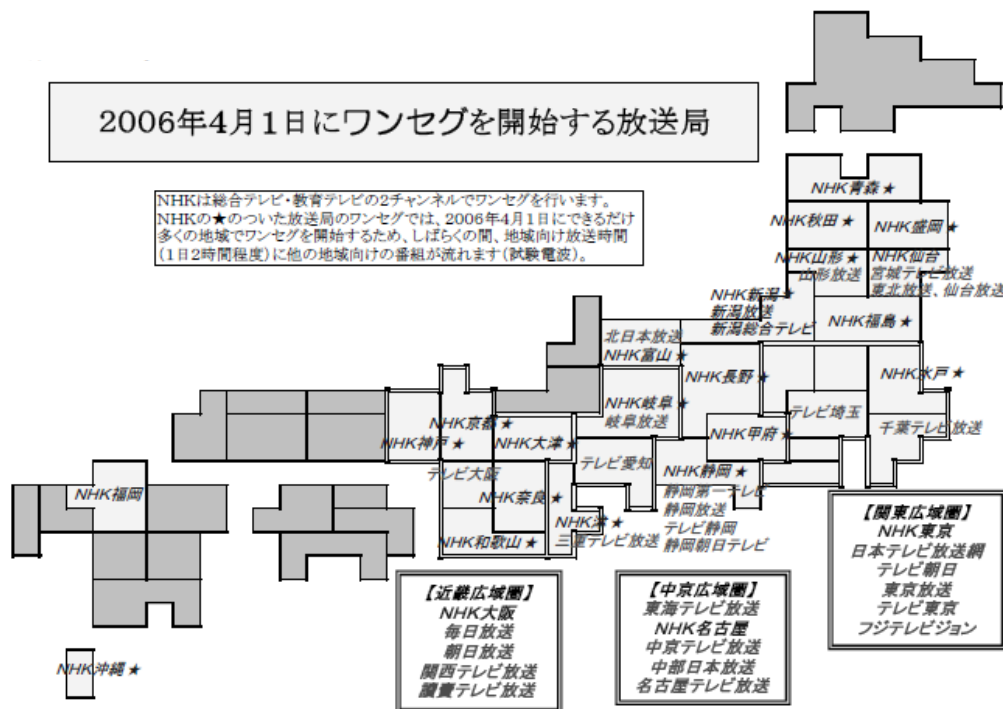


図 2 ワンセグを開始する放送局[4]

ブリッド符号化方式であり、以下に示すさまざまなツールを組み合わせることにより、MPEG-2の約2倍の符号化性能を達成している。

- (1) 画面内予測
- (2) 可変ブロックサイズによる動き補償
- (3) 複数の参照画像による動き補償
- (4) 4×4 および 8×8 サイズの整数直交変換
- (5) 周辺状況に応じたエントロピー符号化
- (6) ブロックノイズ低減フィルター

プロファイルは7種類定義されており、用途に応じて使い分ける。ワンセグでは Baseline Profile が使用される。

## 2.2 H.264/AVC の実用例

現時点で実用化あるいは予定されているサービスや製品について、文献[7]や公表されている資料を元に紹介する。

### 2.2.1 放送サービス

#### (1) モバイル向け

携帯端末や移動体向けの H.264/AVC を用いた放送サービスが、ワンセグ以外にも既に実施、あるいは予定されている。日本では、ワンセグと同様に地上波を用いたデジタルラジオ[8]や 2.6GHz 帯の衛星を利用したモバイル放送[9]がある。また、韓国では DMB (Digital Multimedia Broadcast) が始まっており、欧州でも DVB-H[10]の仕様に基づいたサービスが試験的に始まっている。

#### (2) HDTV 放送

衛星による HDTV 放送が表2に示すように欧米を中心に計画されている。

表2 衛星 HDTV 放送

事業者	国	時期
DirecTV	米	2005
Echostar	米	2006年
BSkyB	英	2006年
Premiere	独	2005年11月
TPS	仏	2006年
CANAL+	仏	2006年

日本でも JSAT がスカイパーフェク TV と共同で通信衛星を使った実験を開始している。

### (3) 機器

欧米での放送計画にあわせ、HDTV のエンコーダ、デコーダが開発されている(表3)。

表3 HDTV 装置

種別	社名	内容
エンコーダ	Tandberg TV	
	Modulus Video	
	Scientific Atlanta	
	Harmonic / Divicom	
デコーダ	Broadcom	チップ, STB
	Conexant	チップ, STB
	Sigma Designs	チップ
	ST Microelectronics	チップ
	Humax	STB

### 2.2.2 通信による配信サービス

#### ・MediaFLO[11]

米 QUALCOMM 社のモバイル向け配信技術。日本国内では KDDI、ソフトバンクがサービス検討中。

#### ・iTunesMusicStore[12]

米 Apple 社の iPod を利用したポッドキャスト配信によるコンテンツ配信。

#### ・Portable TV(p-TV)[13]

ソニー・コンピュータエンタテインメント社の PSP を利用したコンテンツ配信。

### 2.2.3 蓄積メディア

#### ・次世代 DVD

HD-DVD[14], Blu-rayDisc[15]の双方とも MPEG-2 および VC-1 との併記で H.264/AVC を採用。

#### ・UMD (Universal Media Disc)[16]

PSP 専用のパッケージメディア。

## 3. ワンセグの映像符号化方式

ワンセグの映像符号化方式は、デジタル放送のデータ放送の一部の範疇として位置づけられ、ARIB 標準規格 STD-B24[17]において仕様が定められている。ここで定められた仕様は、ワンセグに限らず衛星など他のメディアでも横断的に使用できる自由度の高い規格となっている。そのため、ワンセグで用いるための仕様は地上デジタル放送の「運用規定」である ARIB TR-B14[18]

において制限されている。図 3 にこれらの関係を示す。

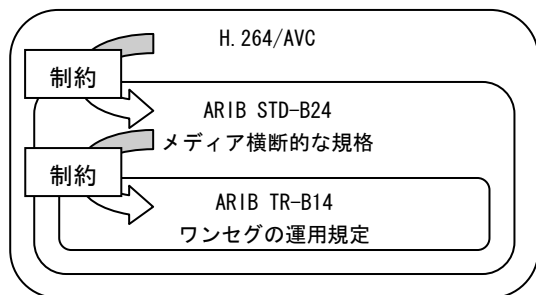


図 3 H.264/AVC と運用規定の関係

### 3.1 運用規定の概要

H.264/AVC は、ワンセグのような低ビットレートから HDTV やデジタルシネマのような高解像度の高ビットレートまでを扱うため、さまざまな機能を有している。しかし、ワンセグのみの用途に限れば H.264/AVC の一部の機能で十分であり、携帯端末のように処理能力のそれほど高くない受信機に向けて放送する場合には、できるだけ機能を限定することが望まれる。そこで、運用規定では、受信機の性能や情報ビットレートを考慮して必要最小限の符号化ツールに留める制限をしている。表 4 に運用規定の概要を示す。

使用するプロファイルは、受信機の性能と実装のコストのバランスの良い Baseline としている。ただし、エラー耐性のツールは使用しない。レベルは 1.2 である。映像フォーマットは QVGA サイズで、画面のアスペクト比が 4:3 の場合は 320×240、16:9 の場合は 320×180 とする。フレー

表 4 ワンセグの映像符号化運用規定

項目	仕様
符号化方式	H.264/AVC
プロファイル	Baseline
レベル	1.2
映像フォーマット	320×240 (4:3) 320×180 (16:9)
画素アスペクト	1:1
フレームレート	最大 15fps
IDR イントラピクチャの挿入周期	通常 2 秒 (最大 5 秒)
参照フレームの枚数	最大 3 枚
動きベクトル探索範囲	最大±128 画素 (水平・垂直とも)
エラー耐性ツール	使用しない

ムレートは最大で 15fps とし、再生の開始が可能な IDR (Instantaneous Decoder Refresh) イントラピクチャは、受信機の電源投入やチャンネル切り替えからできるだけ早く再生開始するために通常 2 秒、最大でも 5 秒に 1 回挿入しなければならない。

### 3.2 ビットストリームの構成

ビットストリームの復号単位であるアクセスユニット(AU)は、圧縮されたデータや復号に必要な制御情報である複数の NAL (Network Abstraction Layer) ユニットで構成される。

AU を構成する NAL の種類、順序が運用規定で定められている (図 4)。AU の境界がわかりやすくなるように AU の先頭には AU デリミッタ NAL ユニットの必ず付加する。また、IDR ピクチャを含んだ IDR-AU では、ビットストリームの再生に必要な SPS (Sequence Parameter Set) および PPS (Picture Parameter Set) の設定が必須である。映像の表示時刻などの制御に用いる SEI (Supplemental Enhancement Information) や、Filler data、End of sequence の各 NAL の挿入は任意であるが、SEI については 3.3.4 節に示すように挿入できる種類が限定されている。

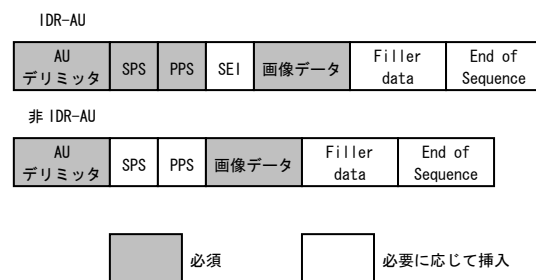


図 4 アクセスユニットの構成

### 3.3 シンタックス上の制約

H.264/AVC のシンタックス上での制約のうち、主なものについて示す。

#### 3.3.1 SPS における制約

IDR ピクチャを先頭とするシーケンス全体のパラメータを設定する SPS は、ID を付与するこ

とによりピクチャごとに変更が可能であるが、チャンネル切り替え時の再生開始を容易にするために同時運用する SPS は 1 つに限定している。

POC (Picture Order Count)は、復号順序と表示順序は同一となるタイプ 2 とする。

H.264/AVC では動き補償時の参照フレーム数を複数に設定できるが、ワンセグの運用規定ではフレームメモリの容量等を考慮し制限をしている。放送映像でしばしば見られるフラッシュシーンでの予測効率を考慮して最大 3 枚としている。

### 3.3.2 VUI パラメータにおける制約

VUI (Video Usability Information)パラメータは SPS に付随し、IDR-AU に必ず挿入される。VUI パラメータは復号処理には必須ではないが、映像表示の際に必要な情報を設定する。

カラリメトリ (色に関する規定)については HDTV と同じ ITU-R BT. 709[19]に準拠としている。

フレームレートは固定・可変の両方に対応とし、放送映像が対象であることから時間の単位を 29.97Hz あるいは映画素材時の 23.98Hz の両方に対応可能である。

### 3.3.3 PPS における制約

各ピクチャのパラメータを設定する PPS は、ピクチャあるいはスライスごとに切り替えて設定することが可能である。PPS では、Baseline Profile かつエラー耐性ツール未使用の条件で自動的に定まるシンタックス要素や、量子化パラメータの初期値、デブロッキングフィルタの ON/OFF などを設定する。

### 3.3.4 SEI に関する制約

3.2 節で述べたように、SEI の挿入は任意であるが、ワンセグでは使用できる SEI の種類を必要最小限に制限している。下記に使用可能な 4 種類の SEI を記す。

#### (1)バッファリング期間 SEI

受信バッファのアンダーフローを避けるため

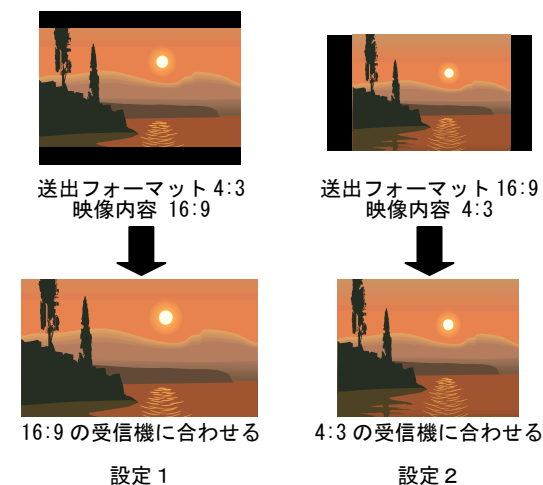
の初期遅延を 1.5 秒以内とすることを推奨している。

#### (2)ピクチャタイミング SEI

バッファリング期間 SEI と組み合わせて、可変フレームレート時の表示時刻を計算する。

#### (3)パンスキャン SEI

放送では画面アスペクト比 4:3 と 16:9 の映像が混在するが、いわゆる「額縁表示」を防ぎ、受信機のアスペクト比にちょうど合うように映像の一部を切り取るための位置情報を 2 通りに限り設定可能としている(図 5)。



#### (4)フィラーペイロード SEI

ビットレートの調整を行なうためのダミーデータである。

### 3.4 システム関連の規定

ワンセグでは映像と音声の多重化のため、MPEG-2 システムの TS (Transport Stream)を用いる[20][21]。運用規定では PES (Packetized Elementary Stream)パケット化に関して定められている。

#### 3.4.1 PES パケット化の規定

PES パケットのヘッダには必ず表示時刻情報 PTS (Presentation Time Stamp)が付与され、IDR-AU は必ず PES パケットの先頭に配置される。これにより、デコーダは IDR-AU の検出が

容易になる。また、PES パケットには複数の AU を格納することが可能で、1AU=1PES とする場合に比べオーバーヘッドが少なくなるため、低ビットレート符号化時の効率が改善される。ただし、この場合次に示すように2番目以降のAUの表示時刻を別途計算する必要がある。

### 3.4.2 表示時刻の計算方法

#### (1) 固定フレームレートの場合

表示時刻は等間隔であるため、VUI パラメータで定めた時間単位の情報から計算する。

#### (2) 可変フレームレートの場合

バッファリング期間 SEI とピクチャタイミング SEI を各 AU に含めることが必須とされている。VUI パラメータの時間単位をベースに、ピクチャタイミング SEI の `cpb_removal_delay` 値により表示時刻を計算する。

図 6 にそれぞれの場合の表示時刻の計算方法を示す。

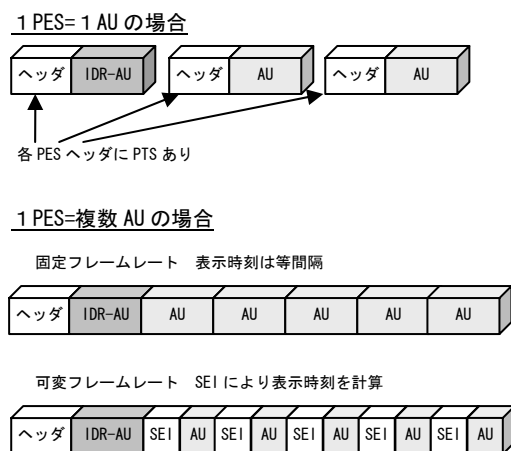


図 6 表示時刻の計算方法

## 4. まとめ

2006 年 4 月 1 日よりサービスが開始されるワンセグの映像符号化方式 H.264/AVC の運用規定について概説した。ワンセグサービスは開始当初は 29 都府県であるが、NHK では 2006 年内に全国の都道府県の放送局でサービスを開始する予定である[22]。ワンセグにより移動中でも番組を楽しむことができ、さらに携帯端末の通信機能を

使ったインタラクティブなサービスも実現する。ワンセグが地上デジタル放送を真のユビキタス・メディアに変えるインフラとなることが期待される。

### 【参考文献】

- [1]羽鳥光俊監修, 1セグ放送教科書, インプレス, 2005
- [2]ITU-T Recommendation H.264, “Advanced Video Coding for generic audiovisual services” | ISO/IEC 14496-10 AVC, “Information technology, Coding of audio-visual objects - part10: Advanced Video Coding”, 2003
- [3]ISO/IEC 14496-3:2001, “Information technology Coding of audio-visual objects - part3: Audio, AMD1: Bandwidth extensions”, 2003
- [4]<http://www.d-pa.org/lseg/index.html>
- [5]大久保榮監修, H.264/AVC 教科書, インプレス, 2004
- [6]A. Luthra et.al. (Eds.), “Special issue on the H.264/AVC video coding standard,” IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol.13, 7, 2003
- [7]Gary J. Sullivan, “The H.264/MPEG-4 AVC video coding standard and its deployment status,” VCIP2005, pp.709-719, 2005
- [8]<http://www.d-radio.jp/top.html>
- [9]<http://www.mbc.co.jp/>
- [10]<http://www.dvb-h-online.org/>
- [11]<http://www.qualcomm.com/mediaflo/index.shtml>
- [12]<http://www.apple.com/jp/itunes/>
- [13]<http://www.p-tv.jp/>
- [14]<http://www.dvdforum.org/forum.shtml>
- [15]<http://www.blu-raydisc.com/>
- [16]<http://www.playstation.jp/psp/umdvideo/index.html>
- [17]ARIB STD-B24, デジタル放送におけるデータ放送符号化方式と伝送方式(4.3 版), 社団法人電波産業会, 2005
- [18]ARIB TR-B14, 地上デジタルテレビジョン放送運用規定(2.5 版), 社団法人電波産業会, 2005
- [19]ITU-R Recommendation 709-5, “Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange”, 2002
- [20]ISO/IEC 13818-1, “Information technology, Generic coding of moving pictures and associated audio information - part 1: Systems”, 2000
- [21]ISO/IEC 13818-1, “Information technology, Generic coding of moving pictures and associated audio information - part 1: Systems/Amendment 3: Transport of AVC video data over ITU-T H.222.0 | ISO/IEC 13818-1 streams”, 2004
- [22]<http://www.nhk.or.jp/digital/future/index.html>