

次世代映像符号化方式AV1の VVCとの性能比較調査について

2021年3月11日

一般社団法人 放送サービス高度化推進協会

1

AV1の概要

1.1. AV1の概要

- AV1は、現行の主流な映像符号化規格であるAVCの後継規格HEVCの権利関係の複雑さや不確実性、ライセンス料の高騰を背景として、2015年9月に設立されたコンソーシアムAOMediaが開発した次世代映像符号化規格。インターネット映像配信向けの次世代映像符号化規格として開発・普及が期待されている。
- オープンソースで、ロイヤルティフリー（ライセンス料無償）のコンソーシアム標準。
- 2018年3月に仕様が一般公開され、その後も修正やリファレンス実装の検証が続いている（<https://github.com/AOMediaCodec/av1-spec>）。
- エンコーディングやデコーディングの処理時間については、今後、高速化した実装の開発が期待されている。

AV1: AOMedia Video 1

AOMedia: Alliance for Open Media

AVC: Advanced Video Coding, H.264, ISO/IEC 14496-10

HEVC: High Efficiency Video Coding, H.265, ISO/IEC 23008-2

1.2. 映像符号化規格の普及状況

- インターネット映像配信においては、現在の主流はAVC、HEVCの普及は遅れている。
- AVCは2003年に、HEVCは2013年に規格の第1版が発行。
- 従来からのデジタルテレビ放送は、DVDでも使用されている、AVCの前の、MPEG-2を採用。
- AVCは、ワンセグ放送、地デジIP再放送におけるトランスコーディング、日本のデジタル放送規格をベースに規格化された南米諸国やフィリピンのデジタル放送、Blu-ray等でも採用。
- HEVCは、4K8K衛星放送、ケーブル4K、UHD Blu-ray等で採用されている他、インターネットによる映像配信でも、Netflix、Amazonビデオ等で活用。
- なお、VP9はGoogleがHEVCの対抗規格として開発した、オープンソースで、ロイヤルティフリーの映像符号化規格。GoogleはVP9の後継規格としてVP10を開発していたが、AV1に組み入れられた(※1)。

【インターネット映像配信における映像符号化規格のシェア】

| 映像符号化規格 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---------|------|------|------|------|
| AVC | 72% | 79% | 81% | 82% |
| HEVC | 6% | 3% | 9% | 12% |
| VP9 | — | 11% | 6% | 5% |

(出典)encoding.com(2016~2019)「Global Media Formats Report」

※1: XDA Developers(モバイル端末開発者向けのニュースメディア)(2017)「Google's Royalty-Free Answer to HEVC: A Look at AV1 and the Future of Video Codecs」

MPEG-2: Moving Picture Experts Group phase 2, H.262, ISO/IEC 13818-2

2

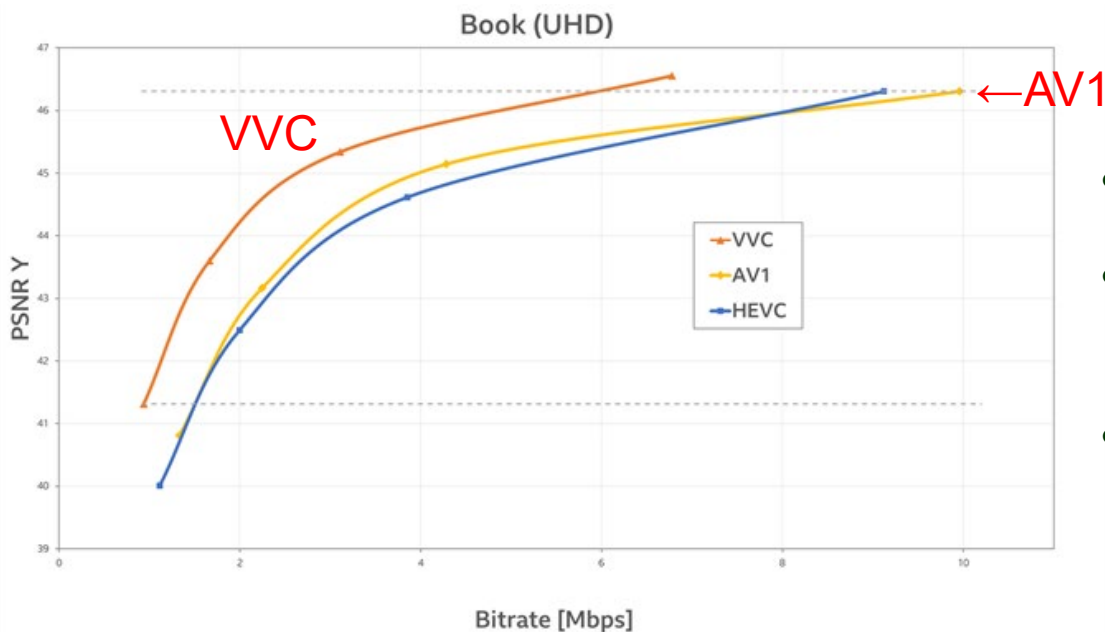
AV1とVVCの性能等の比較

2.1. 圧縮率・処理時間 (1/4)

- **AV1とHEVCはほぼ同じビット量になる圧縮結果、VVCはHEVCより30%程度減のビット量になる圧縮結果を得ている。**
- **デコードした際に同じ客観画質を得るために、AV1とHEVCはほぼ同じ程度のビットレートを要するが、VVCはHEVCやAV1より低いビットレートで足りている。**

性能比較では、極力、HEVC、AV1、VVCを同じ条件で一括して比較検証したデータを調査

【 HEVCと比較したAV1とVVCの圧縮率(ビットレートと客観画質:PSNR Yの関係) (2019)】



- BBC R&D(イギリス)が、典型的な放送用コンテンツとして、UHD、50fps、10secの映像サンプルを用いて実施。
- VVCについては、リファレンス実装VTM v4.0(VVC Test Model)、HEVCについてはHM 16.10、AV1については2018年のv 1.0.0が用いられている(v 1.0.0-1376-g6e8b4d9)。
- 基準となる画質の指標には、輝度(Y)に関するPSNR (Peak Signal to Noise Ratio、ピーク信号対雑音比)を用いている。PSNRが大きい方が客観画質の高いことを示す。

2.1. 圧縮率・処理時間 (2/4)

- 複数の映像サンプルを用いた平均で、同じ輝度に関するPSNRを実現するのに必要なビットレートを比較すると、**AV1はHEVCとほぼ同じビット量となる圧縮結果、VVCはHEVCより30%程度減のビット量となる圧縮結果**を得ている。
- その場合の**エンコーディング時間**は、**AV1はHEVCの約3倍、VVCはHEVCの約6倍長い**。**デコーディング時間**は、**AV1はHEVCとほぼ同じ、VVCはHEVCの約1.4倍**となっている。

【HEVCと比較したAV1とVVCの圧縮率と処理時間(2019、AV1は1パス法)】

| 規格 | 解像度 | PSNR Y | PSNR U | PSNR V | エンコーディング時間 | デコーディング時間 |
|-----|-----|---------|---------|---------|------------|-----------|
| AV1 | UHD | -1.31% | -19.91% | -16.95% | 293% | 90% |
| | HD | 2.50% | -6.75% | -5.84% | 400% | 93% |
| | 全体 | 0.59% | -13.33% | -11.40% | 342% | 92% |
| VVC | UHD | -35.28% | -50.63% | -48.48% | 498% | 141% |
| | HD | -26.70% | -39.22% | -35.82% | 706% | 143% |
| | 全体 | -30.99% | -44.92% | -42.15% | 593% | 142% |

(出典)BBC R&D(2019)「Testing AV1 and VVC」「AV1 and VVC Performance Evaluation」

- BBC R&D(イギリス)が、典型的な放送用コンテンツとして、解像度:HD、UHD、フレームレート:25fps、50fps、60fps、長さ:10secの10種類の映像サンプルを用いて実施。
- VVCについては、リファレンス実装VTM v4.0、HEVCについてはHM 16.10、AV1については2019年のv 1.0.0が用いられている(v 1.0.0-1376-g6e8b4d9)。
- AV1の試験用ソフトウェアの運用として、1パス法と2パス法があるが、**ライブ放送やストリーミングに適した条件に合わせるため、1パス法を選択**している。2パス法では、1度目の前処理で映像の統計情報を取得し、2度目の本処理で実際に映像のエンコーディングを行う。1パス法では2パス法より、圧縮率が低く、処理時間は短くなる。

2.1. 圧縮率・処理時間 (3/4)

- 別の比較試験によると、複数の映像サンプルを用いた平均で、同じ輝度に関するPSNRを実現するのに必要なビットレートを比較すると、**AV1はHEVCより20%程度減、VVCは30%程度減のビット量となる圧縮結果**を得ている。
- その場合の**エンコーディング時間**は、**AV1はHEVCの約7倍、VVCはHEVCの約9倍長い**。**デコーディング時間**は、**AV1はHEVCの約3倍、VVCはHEVCの約1.3倍**となっている。

【HEVCと比較したAV1とVVCの圧縮率と処理時間(2019、AV1は2パス法)】

| 規格 | PSNR Y | PSNR U | PSNR V | エンコーディング時間 | デコーディング時間 |
|-----|---------|---------|---------|------------|-----------|
| AV1 | -18.72% | -27.52% | -26.79% | 732% | 304% |
| VVC | -29.32% | -28.69% | -29.08% | 855% | 131% |
| EVC | -16.63% | -7.64% | -8.69% | 443% | 136% |

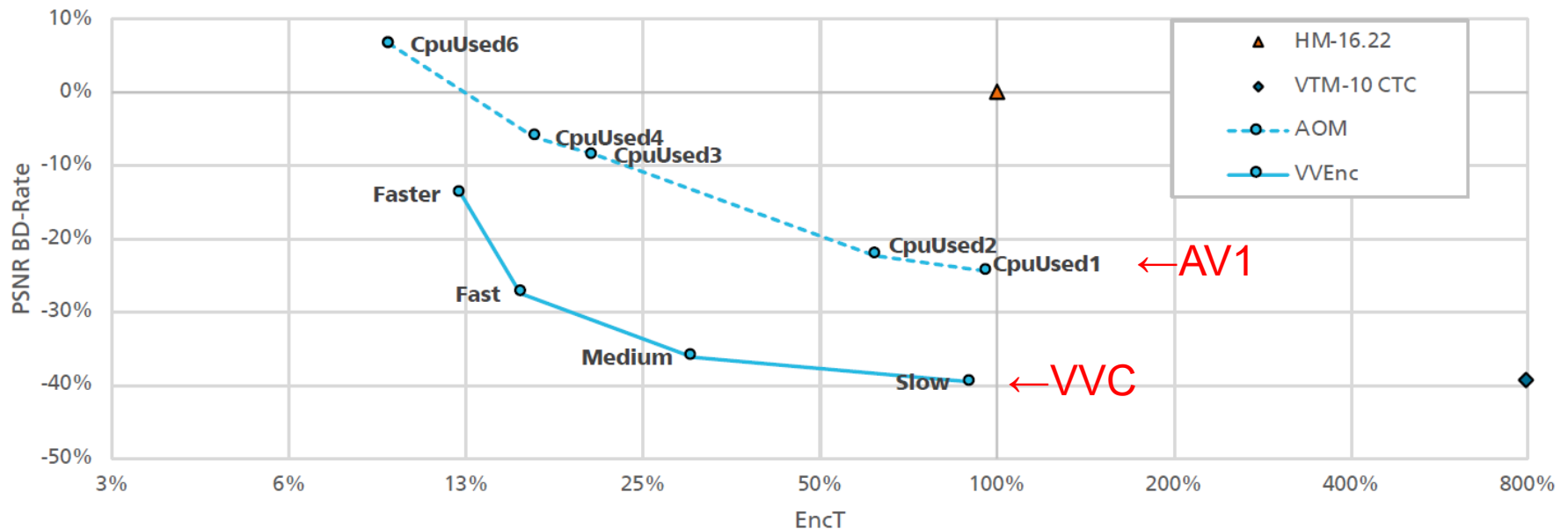
(出典)BITMOVIN(2019)「AV1/VVC – An update」、Technicolor(2019)「Comparative study of video coding solutions VVC, AV1, EVC versus HEVC」JVET-N0605r1

- Technicolor(フランス)が、典型的な放送用コンテンツとして、解像度:HD、UHD、WVGA、WQVGA、フレームレート:30fps、50fps、60fps、長さ:5sec、6sec、10sec、ビット深度:8bit、10bitの19種類の映像サンプルを用いて実施。
- VVCについては、リファレンス実装VTM v4.0、HEVCについてはHM 16.18、AV1については2019年のv 1.0.0が用いられている(Commit 52ea88f)。
- AV1の試験用ソフトウェアの運用として、1パス法と2パス法を比較し、**圧縮性能の良い2パス法を選択**している。2パス法では、1度目の前処理で映像の統計情報を取得し、2度目の本処理で実際に映像のエンコーディングを行う。そのため、圧縮率が向上し、処理時間は長くなる。
- なお、EVC(Essential Video Coding)は、ライセンス・フレンドリな映像符号化規格として、JTC1のMPEG-WG単独で標準化されているもので、ISO/IEC 23094-1として、2020年9月30日に発行手続きに入っている。ベースツールは特許の切れた技術、又は、無償利用可能宣言された技術のみで構成し、拡張ツールも個別に有効/無効を切り換えられるようにして、権利関係を明確化しつつ、HEVCに匹敵する圧縮性能を目指している。

2.1. 圧縮率・処理時間 (4/4)

- 別の比較試験によると、HDとUHDの複数の典型的な放送用映像サンプルを用いた平均で、同じPSNRを実現するのに必要なビットレートとエンコーディング時間をHEVCと相対比較して下図のような結果を得ている。
- **圧縮率とエンコーディング時間はトレードオフの関係**になるが、AV1とVVCで比較すると、VVCの方が20%程度減のビット量となる圧縮結果が得られる。

【HEVCと比較したAV1とVVCの圧縮結果と処理時間(2020、AV1は2パス法)】



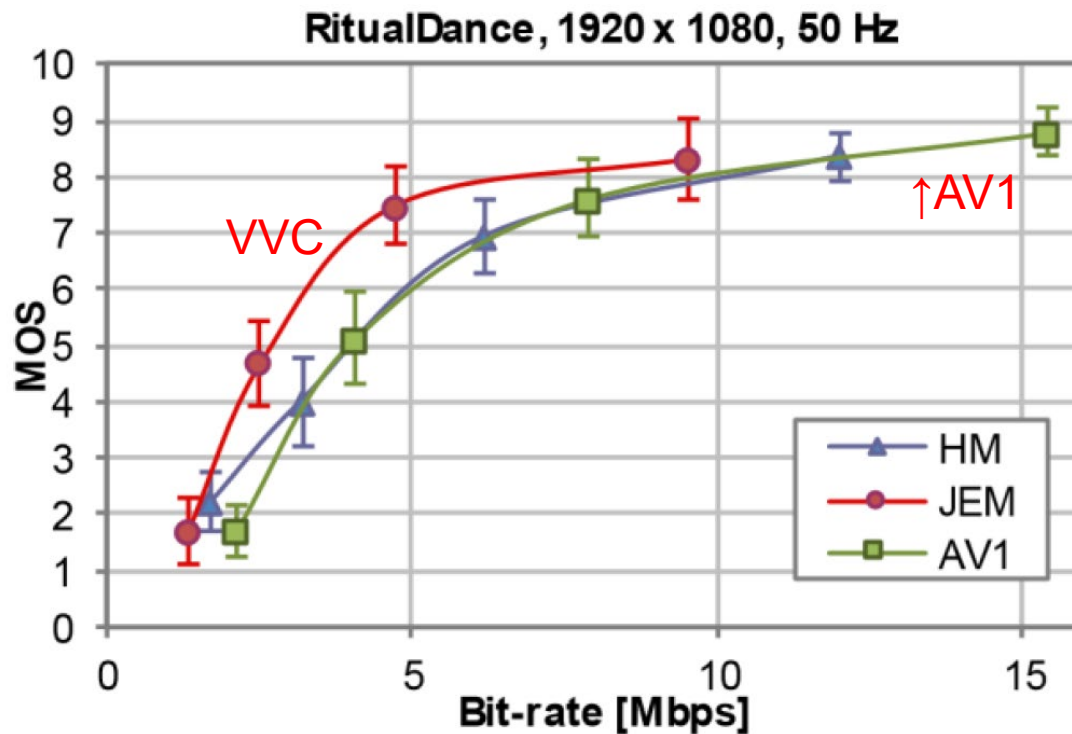
(出典) [Fraunhofer \(2020\)](http://phenix.it-sudparis.eu/jvet/) 「Open optimized VVC encoder (VVenC) and decoder (VVdeC) implementations」JVET-T0099 (<http://phenix.it-sudparis.eu/jvet/>)

- VVCについては、Fraunhoferが、**ソフトウェア技術も使い、高速化を図ったテスト実装VVenC**を試作し、評価に用いている。HEVCについてはHM 16.22、AV1については2020年のv 2.0.0が用いられている (<https://aomedia.google.com/aom/+refs/tags/v2.0.0>)。

2.2. 主観画質 (1/2)

- **AV1とHEVCはほぼ同じ主観画質、VVCは、特に低ビットレート領域で、AV1やHEVCより高い主観画質を得ている。**

【 HEVCと比較したAV1とVVCの主観画質(MOS) (2018、AV1は1パス法) 】



- BBC R&D(イギリス)が、典型的な放送用コンテンツとして、HD、50fps、10sec、ビット深度10bit、色フォーマット4:2:2の映像サンプルを用いて実施。
- VVCについては、HEVCの開発に使われたリファレンス実装を基に作られた、JVETにおける探索フェーズ(exploration phase)で使われたモデル:JEM(Joint Exploration Model)を用いている(JEM 7.1)。HMIはHEVCのリファレンス実装である(HM 16.10)。AV1のリファレンス実装は2018年1月時点のものが使われている(Commit 5f4f73)。
- AV1の試験用ソフトウェアの運用として、1パス法と2パス法があるが、HEVCやVVCと運用を合わせるため、1パス法を選択している。2パス法では、1度目の前処理で映像の統計情報を取得し、2度目の本処理で実際に映像のエンコーディングを行う。1パス法では2パス法より、圧縮率が低く、処理時間は短くなる。
- 主観画質評価試験は、ITU-R BT.500-13に従い、MOS(Mean Opinion Score)の評価を行っている。評価のスケールは、0(主観画質が低い)~10(主観画質が高い)である。

(出典)BBC R&D(2018)「An overview of recent video coding developments in MPEG and AOMedia」IBC(通信・放送関係の国際展示会)

2.2. 主観画質 (2/2)

- 複数の映像サンプルを用いた平均で、同じMOSを実現するのに必要なビットレートを比較すると、**AV1はHEVCとほぼ同じ圧縮率、VVCはHEVCより30%程度高い圧縮率**を得ている。
- その場合のエンコーディング時間は、AV1はHEVCの約11倍、VVCはHEVCの約5倍長い。デコーディング時間は、AV1、VVCともHEVCの約5倍となっている。

【 HEVCと比較したAV1とVVCの圧縮率と処理時間(2018、AV1は1パス法)】

| 規格 | PSNR Y | PSNR Cb | PSNR Cr | MOS | エンコーディング時間 | デコーディング時間 |
|-----|--------|---------|---------|------|------------|-----------|
| AV1 | 5% | -10% | -16% | -4% | 106倍 | 5倍 |
| VVC | -32% | -47% | -44% | -30% | 4倍 | 5倍 |

(出典)BBC R&D(2018)「An overview of recent video coding developments in MPEG and AOMedia」IBC(通信・放送関係の国際展示会)

- BBC R&D(イギリス)が、典型的な放送用コンテンツとして、解像度:HD、UHD、フレームレート:25fps、50fps、60fps、長さ:10sec、ビット深度:8bit、10bit、色フォーマット:4:2:2の10種類の映像サンプルを用いて実施。
- VVCについては、HEVCの開発に使われたリファレンス実装を基に作られた、JVETにおける探索フェーズ(exploration phase)で使われたモデル:JEM (Joint Exploration Model)を用いている(JEM 7.1)。HMIはHEVCのリファレンス実装である(HM 16.10)。AV1のリファレンス実装は2018年1月時点のものが使われている(Commit 5f4f73)。
- AV1の試験用ソフトウェアの運用として、1パス法と2パス法があるが、HEVCやVVCと運用を合わせるため、1パス法を選択している。2パス法では、1度目の前処理で映像の統計情報を取得し、2度目の本処理で実際に映像のエンコーディングを行う。1パス法では2パス法より、圧縮率が低く、処理時間は短くなる。

2.3. 性能等の比較一覧(1/3)

| 性能等比較項目 | | 放送方式における要件 | AV1 | VVC |
|---------|----|---|--|---|
| 放送品質 | 画質 | ・放送サービスに応じて映像のフォーマットやビットレートを変更できること(※)。 | ○ ・解像度:HD、UHD、WVGA、WQVGAやビットレート:1Mbps~60Mbpsなどで比較評価もなされており、特に問題ないといえる。 ・時間・空間スケーラブル機能は、AV1が主たるターゲットとするインターネット配信では、規格というよりサービスとして実現されている。 | ○ ・解像度:HD、UHD、WVGA、WQVGAやビットレート:1Mbps~60Mbpsなどで比較評価もなされており、特に問題ないといえる。 ・時間・空間スケーラブル機能が仕様化されている。 |
| | | ・UHDTV(HDR映像)サービスが望まれることを考慮し、できるだけ高い画質を保つこと(※)。 | ○ ・AV1とHEVCはほぼ同じ主観画質(出典:BBC R&D(2018)) | ◎ ・VVCは、特に低ビットレート領域で、AV1やHEVCより高い主観画質(出典:BBC R&D(2018)) |
| | | ・情報源符号化による画質劣化の時間率ができるだけ小さいこと(※)。 | ○ | ◎ |
| | | ・HDR信号の所要ビットレートがSDR信号と同等であること(※)。 | ○ | ○ |
| | | | <p>・前の画像との差分データだけでは、伝送エラーで画像が劣化すると戻すことができなくなってしまう。そこで一定間隔でイントラピクチャーを入れる。短い間隔で入れると劣化は防止できるが、データ量が大きくなり、圧縮率は下がる。圧縮率を高めようとする、ある程度間隔を空けることになる。VVCなどMPEG系、放送系では0.5秒や1秒で入れるようになっている。規格としては、AV1でもVVCでも対応できる。ただし、圧縮率とトレードオフになるので、インターネット配信では2秒くらいで入れるようになっている(有識者ヒアリング)。</p> <p>・HDRとSDRのビットレートデータは現状ではなく、よく分からない状況(有識者ヒアリング)。 ・AV1もVVCも規格としては対応でき、差があるとは思えない(有識者ヒアリング)。 ・今後、精査が必要。</p> | |

2.3. 性能等の比較一覧(2/3)

(前ページから続く)

| 性能等比較項目 | | 放送方式における意義 | AV1 | VVC |
|---------|-------------------|--|---|---|
| 技術方式 | 映像入力フォーマット及び符号化方式 | <ul style="list-style-type: none"> ・UHDTVを考慮した映像入力フォーマット及び高効率かつ高画質な符号化方式であること(※)。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ ・AV1とHEVCはほぼ同じ圧縮率(出典:BBC R&D(2019、2018)) ・AV1はHEVCより同じPSNRを実現するのに20%程度減のビット量で圧縮可(出典:BITMOVIN(2019)) | <ul style="list-style-type: none"> ◎ ・VVCはHEVCより同じPSNRを実現するのに30%程度減のビット量で圧縮可(出典:BBC R&D(2019、2018)、BITMOVIN(2019)) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・将来の拡張性を考慮した符号化方式であること(※)。 | <ul style="list-style-type: none"> ◎ ・AOMediaが推進母体となって引き続き改定の検討をしており、将来の拡張性を考慮した符号化方式といえる。 ・スマホやテレビのチップなどハードの投資回収期間の考慮も必要なため、3年～5年程度の期間はとるが、最新技術に基づいた仕様を迅速に採用し、随時更新していくことを念頭においている。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ ・ITU-T及びJTC1で引き続き改定の検討をしており、将来の拡張性を考慮した符号化方式といえる。 ・次世代規格も、デジュールの場で、多くの利害関係者の合意形成を図りながら進められることになる。 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・国際標準と整合した方式を用いること(※)。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ ・グローバルな主要プレイヤーが結成したAOMediaが推進母体となって策定した規格であり、国際標準である。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ ・ITU-T及びJTC1で結成した統合専門家チームJVETで策定した規格であり、国際標準である。 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・放送サービス要件、現行設備や受信機への負担等を考慮して選定される種々の映像入力フォーマットに適用できること(※)。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ ・解像度:HD、UHD、WVGA、WQVGAやビットレート:1Mbps～60Mbpsなどで比較評価もなされており、特に問題ないといえる。 ・時間・空間スケーラブル機能は、AV1が主たるターゲットとするインターネット配信では、規格というよりサービスとして実現されている。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ ・解像度:HD、UHD、WVGA、WQVGAやビットレート:1Mbps～60Mbpsなどで比較評価もなされており、特に問題ないといえる。 ・時間・空間スケーラブル機能が仕様化されている。 |

(次ページに続く)

※「地上デジタル放送方式の高度化の要求条件」(第3回参考資料)から抽出

2.3. 性能等の比較一覧(3/3)

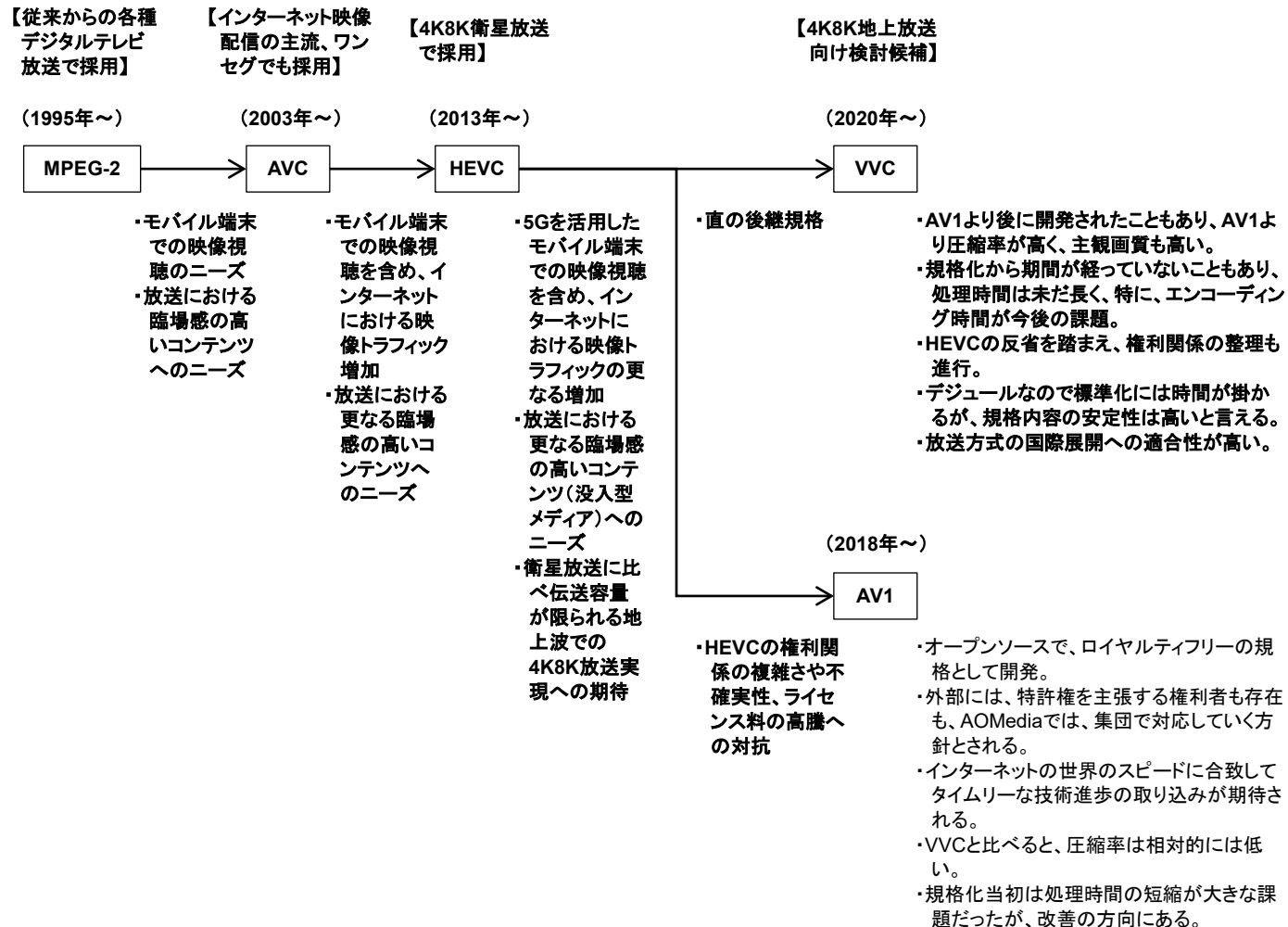
(前ページから続く)

| 性能等比較項目 | | 放送方式における意義 | AV1 | VVC |
|---------|-------------------|---|--|--|
| 技術方式 | 映像入力フォーマット及び符号化方式 | <ul style="list-style-type: none"> ・SDR信号(マルチメディアコンテンツを含む)とHDR信号の併用、識別及び切替ができること(※)。 | <p>○</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AV1では、SDR/HDRの併用や切替については必ずしも議論が多くはない。規格としてというより、サービスとして実現することになる。対応は可能であり、例えば、Netflixなどでは、ユーザーにコンテンツを明示的に選択させるようになっている。動的に切り替えるようなことはあまり想定されていない。放送では、例えば、CMIはHDR、番組はSDRなどとなっている場合があり、同じチャンネルで併用して、動的に切り替えるというニーズがある。インターネット配信でもCM挿入があるが、ストリームに切り替えデータが入っている訳ではなく、アプリケーションでストリーム自体を切り替えている(有識者ヒアリング)。 | <p>◎</p> <ul style="list-style-type: none"> ・VVCは、規格としてSDR信号とHDR信号の併用・切替等のためのシンタックスを組み込んでいる。例えば、1つの符号化データで複数の映像レイヤの伝送や蓄積が可能なマルチレイヤ符号化を実現しており、また、VUI(Video usability Information)を用いて、映像や映像変換のパラメータを伝送することができ、併用、識別、切替ができるようになっている。 ・VVCでは、ガンマカーブとして、絶対輝度方式のPQではSEI(Supplemental Enhancement Information)によって輝度調整や輝度補正が実現され、モニタに適した表示が可能になっている。また、輝度補正を必要としないHLG方式もサポートしている。 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・HDR信号とSDR信号のシームレスな切替・表示ができること(※)。 | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・視聴環境やディスプレイ性能に応じた輝度調整が容易であること(※)。 | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・受信される映像信号に対して、受信機側での動的な輝度補正を必要としないこと(※)。 | | |

※「地上デジタル放送方式の高度化の要求条件」(第3回参考資料)から抽出

3. まとめ

- インターネット映像配信向けの次世代映像符号化規格としては、AV1の普及が期待。
- 4K8K地上放送等を念頭においた次世代放送向けには、圧縮性能、規格内容の安定性、放送方式の国際展開への適合性などの観点から、VVCの活用が期待。



特に次世代放送での活用が期待

特にインターネット映像配信での普及が期待

参考資料

参考(1) AV1の標準化が行われた背景とVVCとの関係

■ AV1の標準化の背景には、現行の主流な映像符号化規格であるAVCの後継規格HEVCの権利関係の複雑さや不確実性、ライセンス料の高騰がある。

- HEVCの実装に対して、少なくとも3つのパテントプール (HEVC Advance、MPEG LA、Velos media) と1つの企業 (InterDigital) が特許権行使を主張しており、また、特許権を有すると見られるが現時点では権利行使の態度を明らかにしていない企業も存在 (NICT、KDDI、AT&T(米国)、Broadcom(米国)、Cisco(米国)、Disney(米国)、Intel(米国)、Microsoft(米国)、Nokia(フィンランド) 等) (※1)。
- また、HEVC AdvanceとMPEG LAからは具体的な対象特許リストが公開されているが、Velos media及びInterDigital社は対象特許リストを公開しておらず、その点でも権利関係が不確実な状況。
- VVCは、HEVCの直の後継規格で、ITU-TのSG16/Q6 (VCEG-WG) とISO/IEC JTC1のSC29/WG11 (MPEG-WG) の統合専門家チーム JVET により2018年4月から開発が進められ、2020年8月にITU-Tから発行された(※2)。ISO/IEC JTC1側では、発行承認まで手続きが完了すれば、ISO/IEC 23090-3となる予定(※3)。

※1: MRI (2020)「AV1の動向について」、Huawei (中国) はHEVC-Advanceに加盟したため挙げていない

※2: ITU-T Recommendation H.266) (<https://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=H>)

※3: ISO/IEC 23090-3 (<https://www.iso.org/committee/45316/x/catalogue/p/0/u/1/w/0/d/0>)

VVC: Versatile Video Coding, H.266

HEVC Advance: <https://www.hevcadvance.com/licensors/>

MPEG LA: <https://www.mpegla.com/programs/hevc/patent-list/>

ITU-T/SG16 (Multimedia)/Q6 (VCEG-WG (Video Coding Experts Group))

ISO/IEC JTC1/SC29 (Coding of audio, picture, multimedia and hypermedia information)/WG11 (MPEG-WG (Moving Picture Experts Group))

JVET: Joint Video Experts Team

参考(2) AV1の標準化参加メンバーとVVCとの関係

- AOMediaには、
放送、映像配信サービス・動画配信プラットフォーム、映像配信ソフトウェア・ツール、
映像制作・配信用機器、Webブラウザ・OS、半導体などのカテゴリーから
主要なプレイヤーが集まって、最新技術に基づいた仕様を迅速に採用し、
タイムリーに更新していけるようにしている。

【AOMediaの参加メンバー】

| カテゴリ | 参加メンバー |
|-----------------------|--|
| 放送 | BBC R&D(イギリス)、CableLabs(米国) |
| 映像配信サービス・動画配信プラットフォーム | Amazon(米国)、Facebook(米国)、Netflix(米国)、hulu(米国)、Vimeo(米国)、gfyca(米国)、Tencent(中国)、Alibaba(中国)、iQIYI(中国) |
| 映像配信ソフトウェア・ツール | Adobe(米国)、Bitmovin(米国)、CoSMo Software(米国)、ViCue Soft(米国)、Ittiam(米国)、Argon Design(イギリス)、VideoLAN(フランス)、Agora.io(中国)、Kingsoft(中国)、Visionular(中国) |
| 映像制作・配信用機器 | NGCodec(米国)、Cisco(米国)、Vidyo(米国)、Polycom(米国)、Allegro DVT(フランス)、Ateme(フランス) |
| Webブラウザ・OS | Google(米国)、Apple(米国)、Microsoft(米国)、Mozilla(米国) |
| 半導体 | ソシオネクスト、Intel(米国)、NVIDIA(米国)、AMD(米国)、XILINX(米国)、Broadcom(米国)、Amlogic(米国)、V-Silicon(米国)、VeriSilicon(米国)、ARM(イギリス)、Samsung Electronics(韓国)、Chips&Media(韓国)、Realtek(台湾) |

- VVCの標準化には、インターネット映像配信の主要プレイヤーのみならず、NHKやCableLabs(米国)、MovieLabs(米国)、BBCなどの放送業界のプレイヤーが参加し、また、デジュールとして政府当局や多様な利害関係者が参加し、丁寧な議論を重ねている。

【VVC標準化の参加メンバー例】

| カテゴリ | 参加メンバー |
|--|--|
| JVETの議長 | Microsoft(米国)、アーヘン工科大学(ドイツ) |
| Q6のラポーター・アソシエートラポーター | Microsoft(米国)、Intel(米国)、Fraunhofer(ドイツ) |
| H.266関係のエディター | KDDI、シャープ、Microsoft(米国)、Intel(米国)、Qualcomm(米国)、Broadcom(米国)、Dolby(米国)、Fraunhofer(ドイツ)、Tencent(中国)、Huawei(中国) |
| その他主要な提案者 (JVETにおける主要な寄書提案者) | NHK、ソニー、キヤノン、パナソニック、富士通、ソシオネクスト、CableLabs(米国)、MovieLabs(米国)、Apple(米国)、Netflix(米国)、InterDigital(米国)、Ittiam(米国)、Futurewei(米国)、FastVDO(米国)、Ubilinx(米国)、ARRIS(米国)、Synopsys(米国)、GoPro(米国)、OwlII(米国)、BBC(イギリス)、ARM(イギリス)、VITEC(イギリス)、ブリストル大学(イギリス)、Deutsche Telekom(ドイツ)、フリードリヒ・アレクサンダー大学エアランゲン＝ニュルンベルク(ドイツ)、イルメナウ工科大学(ドイツ)、Orange(フランス)、bcom(フランス)、Ateme(フランス)、Technicolor(フランス)、Ericsson(スウェーデン)、Divideon(スウェーデン)、Nokia(フィンランド)、TNO(オランダ)、Alibaba(中国)、OPPO(中国)、ZTE(中国)、ByteDance(中国)、Kwai(中国)、DJI(中国)、Dahua(中国)、Hikvision(中国)、HiSilicon(中国)、Owl Reality(中国)、LetinVR(中国)、北京大学(中国)、中国科学技術大学(中国)、電子科技大学(中国)、浙江大学(中国)、西北工業大学(中国)、西安電子科技大学(中国)、同濟大学(中国)、Samsung Electronics(韓国)、LG Electronics(韓国)、ETRI(韓国)、Humax(韓国)、WILUS(韓国)、Xris(韓国)、KAONMEDIA(韓国)、慶熙大学校(韓国)、成均館大学校(韓国)、世宗大学校(韓国)、漢陽大学校(韓国)、韓国航空大学校(韓国)、Realtek(台湾)、MediaTek(台湾)、Foxconn(台湾)、ITRI(台湾) |
| その他の標準化参加者 (ITU-T/SG16 や JTC1/SC29参加者) | 日本、米国、EU、イギリス、ドイツ、フランス、イタリア、スペイン、スウェーデン、フィンランド、ノルウェー、スイス、ベルギー、ルーマニア、スロヴェニア、ボスニア・ヘルツェゴビナ、中国、韓国、マレーシア、タイ、インド、オーストラリア、イスラエル、イラン、アフガニスタン、エジプト、チュニジア、ベナン、ソマリア、中央アフリカ、コンゴ民主共和国、ケニア、セネガル、モーリタニア、ガーナ、カナダ、ブラジル、ハイチなどの政府当局 三菱電機、NEC、NTT、沖電気、NICT、Cisco(米国)、ADA Innovation Lab(イギリス)、Baidu(中国)、China Mobile(中国)、China Telecommunications(中国)、China Unicom(中国)、Beijing Qihu Keji(中国)、Dahua Technology(中国)、KT(韓国)、Multiregional Transit Telecom(ロシア)、BlackBerry(カナダ) 等 |

(出典) JVET (<https://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2017-2020/16/Pages/video/jvet.aspx>)

- AV1に基づくソフトウェア利用は、特許ライセンスについて、以下のように(※1)、ライセンスフリーの内容を規定。
 - ライセンサーは、ライセンシーに、再実施権を許諾することはできないが、永久的な、全世界で使用可能な、非排他的な、無償の、解除不能なライセンスを付与する。
 - ライセンシーは、この条件に従った実装の製造、販売、流通、使用において、このライセンスを複製し、この条件を付けて製造、販売、流通、使用しなければならない。
 - 実装には、デコーダーのみならず、エンコーダーも含まれ、また、リファレンス実装(AOMediaから最終成果物としてリリースされるエンコーダー、デコーダー)も含まれる。
 - 侵害訴訟を起こしたり、参加したりした者やその関連会社に対しては、即時にこのライセンスが解除される。
- AV1は、映像符号化規格に係る権利関係の複雑さ等に対抗して、オープンで無料の映像符号化規格として開発されたものであるが、一方でその方針に**逆行した動き**も出ている。
 - 電気通信分野の知的財産権の管理会社**Sisvel**は、AV1を利用するのに必要な**1,050の特許リストを作成**し、特許権者からの委託を受け、**パテントプールとして、ライセンス料を求める方針**を打ち出している。Sisvelの趣旨は、個別にライセンスを得るよりまとめて得られるように便宜を図ることである(※2)。

※1: Alliance for Open Media Patent License 1.0(<https://aomedio.org/license/>)

※2: CNET (2020)「Streaming video could be saddled with a new patent licensing cost -- Sisvel begins selling licenses for more than 1,050 patents for AV1, a video technology that's supposed to be free」(特許権者には、NTT、NTTドコモ、東芝、JVCケンウッド、三菱電機、IP Bridge(日本)、Dolby(米国)、GE(米国)、InterDigital(米国)、Orange(フランス)、Ericsson(スウェーデン)、Philips(オランダ)、SK Telecom(韓国)、ETRI(韓国)などが含まれる(<https://www.sisvel.com/licensing-programs/audio-and-video-coding-decoding/video-coding-platform/patent-owners/>))

- HEVC実装のためのライセンス問題と同じような状況に陥るリスク軽減のため^(※1)、ライセンスなど、技術以外の、VVCの市場展開に関する協議を行うMC-IFが設立され、2020年9月からパテントプール形成を目指した活動を行っている。

【VVC標準化の参加メンバー例】

| カテゴリ | 参加メンバー |
|-----------------------|--|
| 映像配信サービス・動画配信プラットフォーム | CableLabs(米国)、Nokia(フィンランド)、Orange(フランス)、Tencent(中国) |
| 映像配信ソフトウェア・ツール | NTT、Dolby(米国)、Beamr(米国)、V-Nova(イギリス)、Ericsson(スウェーデン)、Divideon(スウェーデン) |
| 映像制作・配信用機器 | ソニー、三菱電機、キヤノン、JVCケンウッド、Ateme(フランス)、b<>com(フランス)、NETINT(カナダ) |
| 映像受信機(チューナー、携帯端末等) | マクセル、OPPO(中国) |
| Webブラウザ・OS | Apple(米国) |
| 半導体 | Intel(米国) |
| 研究機関 | Fraunhofer(ドイツ)、ETRI(韓国) |
| 知的財産管理 | InterDigital(米国)、Unified Patents(米国)、Sisvel(ルクセンブルク)、Adminius(オランダ) |
| パテントプール | HEVC Advance、MPEG LA、Velos media |
| 法律家 | Helikon.net(米国) |

(出典)MC-IF(<https://www.mc-if.org/>)(2020.9)

※1: Streaming Media(通信・放送関係のニュースメディア)(2019)「A Video Codec Licensing Update」

MC-IF: Media Coding Industry Forum