

## CSS を使用した DVD-Video コンテンツ配信の概要

### Outline of the digital distribution of DVD-Video contents using CSS Managed Recording

清水 晃

Akira Shimizu

**要 旨** DVD プレーヤーで再生可能な形で CSS コンテンツを記録できる記録型 DVD メディアとその記録技術を開発した。

それらを DVD Forum に提案し、DVD-R General のオプションスペック、DVD download disc for CSS Managed Recording, Rev 1.0 として 2007 年 1 月に Part1 物理規格が、同年 2 月に Part2 ファイルシステム規格が承認された。

この規格によって、DVD-Video コンテンツを電子配信し DVD に CSS 記録することができ、世界中に普及した DVD 再生環境を利用できるビジネスの実現が可能となる。

本稿では、CSS を使用した DVD-Video コンテンツ配信の概要として、DVD Download ディスクの構造と CSS Managed Recording の特徴について述べる

**Summary** We have developed new CSS-contents-recordable DVD media for playback on DVD players and the recording system for such. We also have proposed a new disc format using these technologies at DVD Forum. They have been approved as “DVD-R for General Optional Specifications :DVD-Download Disc for CSS Managed Recording ,Part1 Physical specifications,Part2 File System specifications” in February 2007.

This format makes it possible, to distribute DVD-Video contents over the WEB , to record them encrypted with CSS, and to playback on the majority of the all consumer DVD players spread throughout the world because the recorded format is fully compatible with the DVD-Video format.

This paper is described for an outline of the digital distribution of DVD-Video contents encrypted with CSS, more specifically about the structure of DVD-DOWNLOAD disc and methods of CSS Managed Recording.

**キーワード** : コンテンツ配信, DVD-R, CSS 記録, DVD-DOWNLOAD, 規格化, DVD プレーヤー, コンプライアンス・ルール, 再生互換, メディア判別, 2 倍周波数, ウォブル, 記録技術, CPR\_MAI, CP\_SEC, PES\_scrambling\_control, 書き換え, MOD, EST, Qflix<sup>TM</sup>

#### 1. DVD ビデオ配信の規格化の背景

近年のインターネット等の発達によって、電子配信サービスでは音楽に加えて動画を扱っていく動きが盛り上がってきている。

そのような中、2006 年 8 月に DVD CCA (DVD Copy Control Association) から「既存の DVD プレーヤーと再生互換がある、CSS で保護された DVD の作成 (記録) をリテララに対して許可し、後々は一般消費者に対し

でも許可します」という内容の発表が行われた。

これに伴い、CSS のプロシージャル・スペックについての改定検討と承認が DVD CCA の CPAC(Content Protection Advisory Council) によってなされ、DVD CCA の Board メンバーによって承認された。

これがきっかけとなり、CSS Managed Recording の実現に向けて、DVD Forum を中心に規格化作業が開始された。

## 2. CSS Managed Recording

CSS Managed Recording とは、図 1 に示すように、ROM 型の DVD-Video と同じ著作権保護技術 CSS(Content Scramble System) を用いて、商用の AV コンテンツを電子配信によりダウンロードし、新しいタイプの記録型 DVD メディアに記録することを可能にした、新機能のことである。

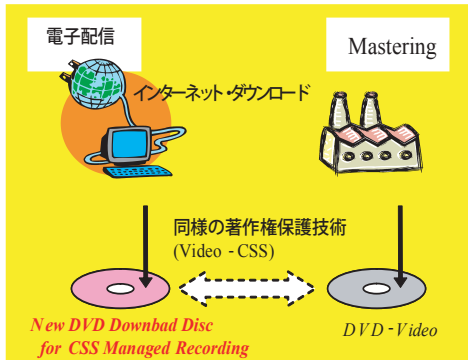


図 1 CSS Managed Recording 機能

## 3. 従来技術の問題点

CSS で暗号化されたビデオコンテンツを記録した通常の DVD-R は再生互換の点で問題がある。これは、挿入されたメディアが記録型ディスクとして認識され、かつそのメディアに CSS ビデオコンテンツが記録されている場合、そのようなディスクが海賊版とみなされるため、図 2 に示すように CSS のコンプライアンス・ルールに則って従来の DVD 再生機器はそのメディアを再生しないように設計されているからである。

このような理由で、既存の DVD プレーヤで高い再生互換を確保するためには CSS 記録後のディスクが記録型ディスクとして認識されないような、即ち ROM 型の DVD-Video ディスクとして扱われるような新しい物理フォーマットの記録型ディスクが必要となる。

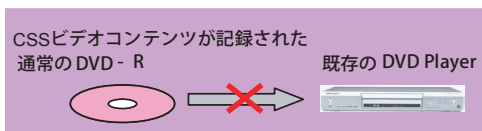


図 2 CSS コンプライアンス・ルールによる再生制限

## 4. 従来機器のメディア判別方法

従来機器が記録型ディスクを判別する代表的な方法に、ウォブル有無の判別が挙げられる。ウォブルとは記録するためのレーザ光を誘導するための案内溝

(グループ)の蛇行のことで、ディスク回転用モータの回転制御や記録クロックの生成のために一定の周波数で形成されている。記録型 DVD ディスクにはウォブルがあるが、ROM 型ディスクにはこれがない。

また、ウォブル周期は DVD-R/RW と DVD+R/RW で異なっており、記録型ディスクの種類を容易に判別する上でも重要な要素となる。

ウォブルの有無を判別する方法として、判別したいディスクのウォブル成分を BPF などでプッシュプル信号から抽出し、周期性や振幅によってウォブルの有無の判別を行う方法などが考えられる。

## 5. 新規ディスクの要求項目

このようなウォブル周期を用いるウォブル有無判別回路で新規ディスクが通常ディスクとして判別されないためには、ウォブル自体をなくすか、検出されないウォブル周期に変更する必要がある。

グループを蛇行させないストレートグループ方式の場合、ディスクの回転制御や記録クロック生成に利用できるウォブルがないため、同期記録できないことや DVD-ROM と同じ最大記憶容量の確保のため実用上新たなメカ精度的仕様が必要となり規格には不適である。

ウォブルの周波数を変える場合は、Land Pre-Pit(LPP) との位置関係が重要となる。LPP には記録タイミングやアドレス情報、記録に必要な情報などが埋め込まれており、ウォブルの頂点に規則的に配置されている。

通常の DVD-R 規格からの変更、およびそのディスクへの対応に必要な従来の記録機器の変更をなるべく少なくするためには、LPP の配置とその規則性を DVD-R と同じにすることが好ましい。

また、LPP が DVD-R と同じ位置のまま、ウォブルの周波数を変更する場合は、既存の記録クロック生成回路の変更を小さくするために整数倍の周波数にするのが好ましい。

具体的なウォブル有無判別回路の例として、記録媒体の種別を判別する回路<sup>(1)</sup>を図 3 に示す。トラッキングオープンで取得したプッシュプル信号  $S_{pp}$  を平滑化して偏芯によるうねり成分を除去し 2 値化処理した後、自己相関値を計算する。この計算は、2 値化処理した信号と、その信号を、判別したい記録メディアのウォブルの半周期分遅延して符号を反転した信号とを乗算して積分値を算出して積分値出力信号  $D_{int}$  を

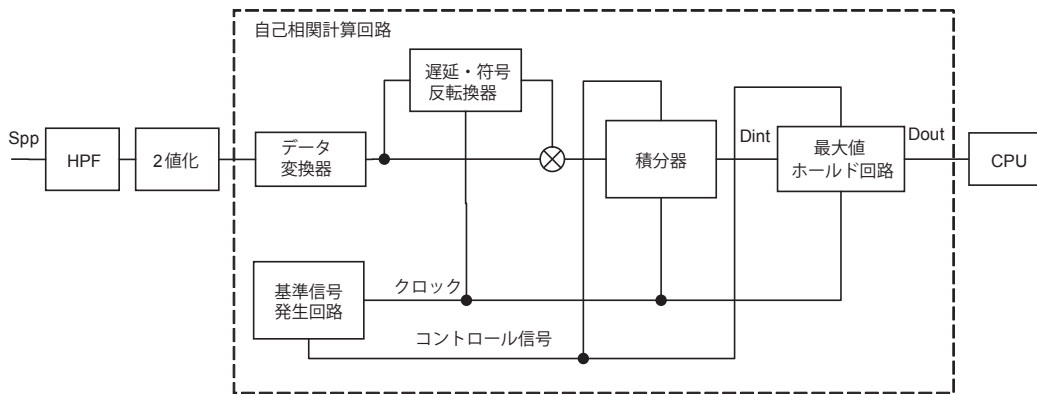


図3 ウォブル自己相関計算回路

出力する。

積分値出力信号 Dint の所定期間における最大値を最大値ホールド回路で算出して最大値出力信号 Dout を出力する。

CPU にて、最大値出力信号 Dout の大きさに基づいて、記録媒体が情報の記録が可能な規格か、読取専用の規格かを判別する。

図3の回路で記録型ディスクと判別されないような新規フォーマットディスクを開発するため、回路の挙動を調査した。

自己相関計算回路に固定周波数信号を入力し、周波数を変化させたときの相関値出力を図4に示す。

①の線が DVD-R の判別の場合、②の線が DVD+R の判別の場合の相関値である。DVD-R の判別を見ると、DVD-R のウォブル周波数に対して、偶数倍の周波数では相関値が小さく奇数倍の周波数では相関値が大きくなるのがわかる。この関係は DVD+R でも同様である。

DVD+R は約 6 倍のウォブル周波数を持つので、

DVD-R の判別を行う際の DVD+R は相関が小さいことがわかる。DVD-R の周波数は DVD+R のウォブル周波数よりも 0 に近いいため DVD+R の判別を行う際の DVD-R の相関は小さいことがわかる。

また、DVD-ROM の場合、記録ピットなどの影響で各判別の場合において最大値と最小値の中間値近傍の相関値をとることが実機で確認されている。

つまり、この回路において新規フォーマットディスクが DVD-R 判別と DVD+R 判別のいずれの場合でも ROM ディスクと判別されるためには、少なくとも中間値よりも小さい相関を示すウォブル周波数であればよい。各場合の相関の特性を見てみると、どちらの判別の場合でも相関が低くなる周波数は DVD-R のウォブル周波数の 0.5 倍あたりよりも小さい場合と、2 倍付近、10 倍付近、12 倍付近であるが、10 倍付近、12 倍付近の周波数はウォブル周波数成分が LPP 成分に近くなってしまうため除外する。

以上の点から、ウォブル周波数を 2 倍にすることが最適と判断しディスクを試作して、改造した市販ド

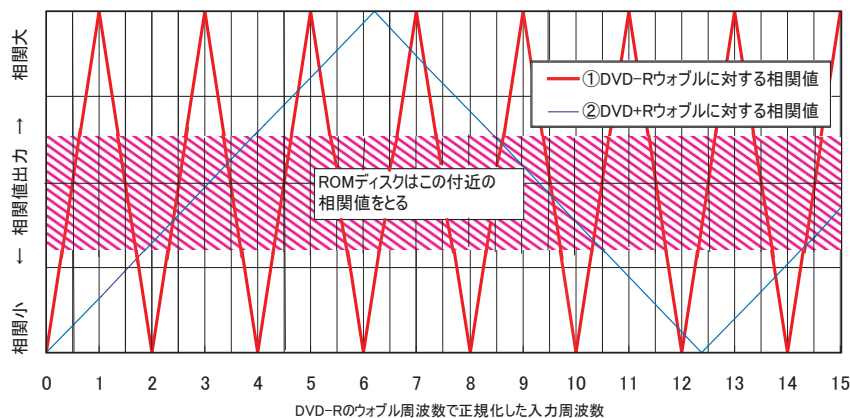


図4 入力周波数と各ディスク判別時の相関値

ライブとホスト PC を用いて CSS コンテンツを記録した。ディスクの記録特性は通常の DVD-R ディスクと同等であることを確認し、従来の再生機器での再生互換の向上を確認した。この結果をもって、DVD Forum に CSS 記録用の新規 DVD-R ディスクとして提案した。

## 6. DVD Forum 規格<sup>(2)</sup>

Optional Specifications: DVD download disc for CSS managed Recordings, Rev 1.0" として Part1(物理規格)と Part2(ファイルシステム規格)が 2007 年 2 月に承認された。Part3(DVD-Video アプリケーション規格)も Supplement として承認された。

CSS Managed Recording 用の新規 DVD-R ディスクである DVD Download 1 層ディスクは電子配信を主な用途とするため、記録速度は最初から高速対応しており、6X と 8X がサポートされている。ただし、民生用システムではスリムドライブを考慮して、2X、4X もサポートされる。

物理スペックのうち、DVD-R と異なる点を説明する。

図 5 に LPP と Wobble の関係を示す。通常の DVD-R ディスクとの比較を見ても分かる通り、Wobble の周波数が 2 倍になっているだけで、Land Pre-pit と Wobble との位置関係は従来通りである。

さらに、DVD-ROM 規格との互換性確保のために記録メディアに特有なエリアである RMA(Recording Management Area) と R-Physical format information zone が削除され、Control data zone 内の Disc ID、Book type は DVD-ROM となっている。このディスクの主な使用目的は、インターネット・ダウンロードによる CSS DVD-Video 記録なので、記録モードは Disc at Once モードだけで十分であり追記モードは必要ないという観点から RMA は削除された。

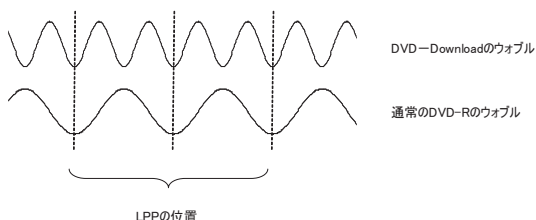


図 5 LPP と Wobble の関係

## 7. CSS Managed Recording 機能

CSS Managed Recording 機能をドライブに実装するときの変更点について説明する。

## 7.1 DVD-Video CSS の概要

まず、CSS のかかった DVD-Video ROM の物理セクタ構造を簡単に解説する。CSS の暗号は、セクタ単位で暗号化することが可能となっており、セクタ単位で暗号化されたりされなかったりする場合は考えられる。各セクタデータが CSS で暗号化されているか否かの情報は、セクタヘッダの CPR\_MAI 領域の先頭バイトにある CP\_SEC と呼ばれるフラグで表されている。Main data の Video packet 内にも同様のフラグとして PES\_scrambling\_control があり、このフラグと CP\_SEC は常に一致している。

## 7.2 CSS 記録と CPR\_MAI 設定

CSS 記録とは、この CSS DVD-Video と同じ構造になるようにディスクに記録することを意味する。ただし、CSS 記録といっても、ドライブが CSS の暗号化を行うわけではない。CSS の暗号化はホスト PC 側で行われるか、或いはインターネット上のコンテンツサーバで行われている。

Mt.Fuji による規定によってホスト PC は 2048 バイト単位の Main data のみをドライブに転送すると定められているため、CP\_SEC を含むセクタヘッダはドライブ本体が付与しなければならない。つまり、ドライブは図 6 に示すようにホスト PC から転送されるデータのどのセクタが CSS で暗号化されているかを適切に把握して記録する必要がある。これを行うためにドライブは記録動作を行いながら、Main data 内の PES\_scrambling\_control field を参照して CP\_SEC をセクタ単位で設定しなければならない。

この処理自体は単純であるが、ドライブに搭載されている CPU の処理能力は高くないため、既存ドライブの F/W をアップデートしてソフトで処理するのは困難である。CSS 記録に対応するためには、ドライブに搭載されている DVD 用 LSI に上記処理を行う機能を追加し、ハードウェアで対応する必要がある。

## 8. まとめ

### 8.1 再生互換の結果

以上の特徴を持つ DVD Download ディスクに CSS Video コンテンツを記録したものを従来の DVD プレーヤで再生したところ、通常の DVD-R に CSS 記録したディスクに比べて再生互換が向上していることを確認した。

### 8.2 CSS Managed Recording のメリット

まず、一般的な電子配信によるメリットとして、無在庫販売によるビジネスリスクの低減、流通コスト



の削減が挙げられる。また、多様なコンテンツの少量出版が可能となる。未だ DVD-Video として発売されていないコンテンツや廃盤になったタイトルを扱うことができるため、消費者のメリットとして購入機会の増加が考えられ、コンテンツ保持者および販売側はロングテール効果によるメリットが考えられる。

CSS Managed Recording 最大のメリットは、全世界に普及している DVD の再生環境をそのまま使用することができるという点である。

## 9. 今後について

### 9.1 ビジネスモデル

CSS Managed Recording で想定されている 2 つのビジネスモデルである MOD と EST の概略を、図 7 に示す。

MOD とは、Manufacturing On Demand の略で

業務用のビジネスモデルを表す。また EST とは、Electronic Sell Through の略で民生用のビジネスモデルを表す。

MOD モデルではコンテンツディストリビュータからネットを経由してダウンロードされたビデオコンテンツを KIOSK 端末や小売店などでディスクに記録を行い、消費者は出来上がったディスクを購入する。MOD モデルの小売店は実際の店舗だけではなく、アマゾンのようなネット上のショップについても対象としている。

一方、EST モデルでは自宅の PC や DVD レコーダを使って、ユーザが購入してきた未記録ディスクにダウンロードしたビデオコンテンツをユーザ自身が記録する。

上記ビジネスを普及させる上で、安定した記録品質や高い再生互換、安全なコンテンツ配信、利便性の高

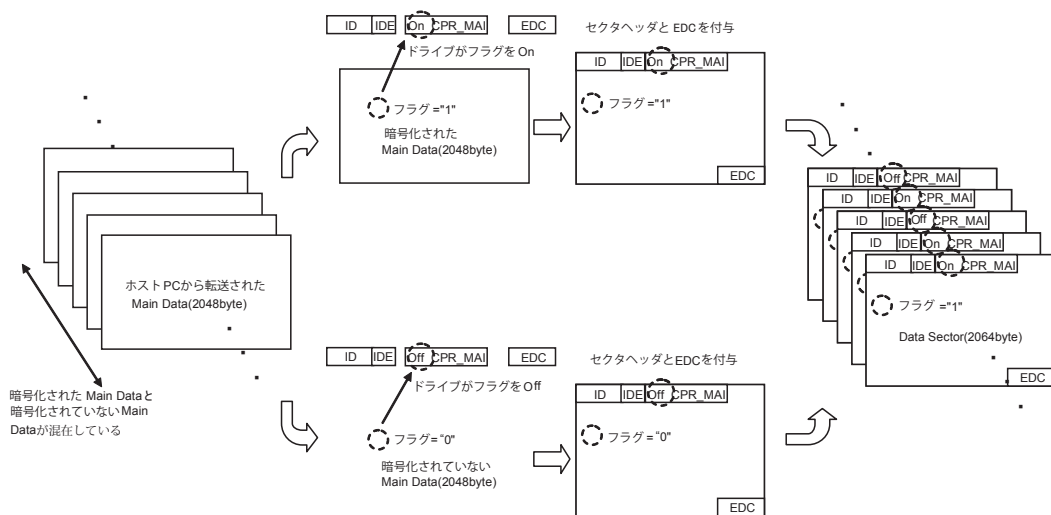


図 6 ドライブによる CPR\_MAI 書き換え処理

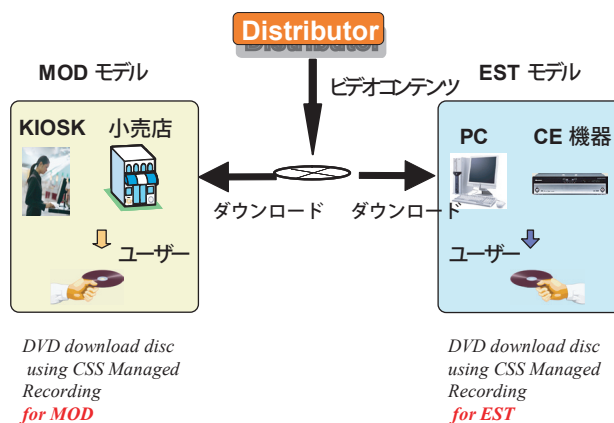


図 7 CSS Managed Recording のビジネスモデル

いソリューションなどが必要不可欠である。これらを提供するため、パイオニアはデジタルメディアソフトウェア企業のソニック・ソリューションズと共同で、Qflix<sup>TM</sup>という名称の世界的な共同ライセンスプログラムを2007年10月に開始した<sup>(3)</sup>。Qflix<sup>TM</sup>はDVD ForumによるDVD for Downloadの仕様、ならびにCSS Managed Recording 規定に準拠しつつ、独自の付加価値を含めたソリューションを提供している。

## 9.2 2層ディスク

現在規格化されているのは1層ディスクのみであるが、DVD-VIDEOのタイトルには2層ディスクも数多くあるため、大容量・高画質のニーズを満たすためにDVD Forumで2層ディスクの規格化が審議されている(原稿執筆時)。

## 10. 謝辞

次世代光ディスク開発部およびコンポーネンツ事業部の関係各位に感謝します。

### 参 考 文 献

- (1)「記録媒体判別装置およびその方法」特開2004-55079
- (2)「DVD-R for General Part 1 Optional Specifications : DVD-Download Disc for CSS Managed Recording」
- (3)Sonic Solutions Press News  
" Pioneer and Sonic Initiate Joint Licensing Program for CSS Recording"

### 筆 者 紹 介

清 水 晃 (しみず あきら)

ホームシステム開発センター 第1開発部