

## 安全性と利便性からみた DRM 方式の比較評価に関する一考察

関 亜紀子<sup>†</sup> 飯田 陽一<sup>†</sup>

デジタルコンテンツの流通環境および利用形態の多様化に伴い、今日までに多種多様な DRM 方式が研究開発されている。各 DRM 方式の開発目的は、コンテンツ流通の安全面の強化や、利活用・流通面の強化など様々である。このため、各 DRM 方式の違いを単純に比較評価することができない。そこで、本稿では、コンテンツの観賞時に使用する機器が備える機能の違いと、DRM による各機能の制限に着目し、コンテンツ流通の利便性と安全性に与える影響を比較評価するための定量化を試みている。また、権利者が意図するコンテンツ流通を実現するための DRM 技術の取捨選択手法について考察している。

### A Study on Comparative Assessment of DRM System Seen from Safety and Convenience

Akiko Seki<sup>†</sup> and Youichi Handa<sup>†</sup>

In this paper, we propose to quantify the safety and convenience of content distribution. With the growing diversity of media, a wide variety of Digital Rights Management System and technology have been proposed. In general, these development objectives are different. Therefore, the assessment can not simply compare the differences of each method. In this paper, in terms of device functionality and rights condition, we propose a method to quantify the safety and convenience for content distribution.

#### 1. はじめに

公正で安全なデジタルコンテンツ流通の実現に必須とされる技術として、DRM (Digital Rights Management) がある。DRM とは、コンテンツの権利者の意図に沿った利用方法を遵守させるための、制御・管理技術の総称である。コンテンツ制作者の創作意欲や、コンテンツ配給者の事業意欲、コンテンツ消費者の消費意欲などを共に満足するコンテンツ流通環境の確立に不可欠とされている[1]。コンテンツや録音再生機器のデジタル化、パソコンや携帯電話による利用機会の増加、高速大容量のネットワークを介したコンテンツ配信など、流通や観賞に利用されるメディアの多様化と共に、コンテンツ流通における DRM の役割は多様化している。

DRM 技術の研究開発の動向の関係を示したものが図 1 である。コンテンツのデジタルコピーに専用機器を必要としていた 1990 年代前半までは、流通方法（流通メディア）と視聴機器（提示メディア）が限定的であり、CD や VHS などのコンテンツを記録したメディアの販売管理によりコンテンツの流通管理が行われていた。また、有料放送向けには、コンテンツをスクランブル化し、正規の契約者だけが視聴できる仕組みが開発された。その後、1990 年代半ばの DVD の登場頃からは、アナログ信号経由の不正コピーを防止するコピーガード技術が開発されている。さらに、2000 年代に入り、パソコンやネットワークの普及により簡易なデジタルコピー環境が広がると、不正にコピーされたコンテンツを取得しても再生・視聴できないようにする技術や、ユーザ認証や機器認証などにより利用や流通を管理するアクセスコントロール技術が開発されている。さらに、用途が多様化している今日では、権利の保護だけでなく、迅速かつ円滑にコンテンツを利用するための権利処理管理手法や、異なる DRM 方式間の相互運用の研究開発が行われている[1,2]。

このようにメディアの多様化と利用形態の変化に連れて、多種多様な DRM 技術が開発されているが、その開発コストはふくらむ一方とされている[3]。その一方で、コピーガードやアクセスコントロールなどの DRM 手法は、全てのコンテンツ流通において必ずしも必要とするわけではない。例えば、コンテンツ消費者による自由な複製を禁止する必要のない権利者にとっては、コピーガード技術が不要である。また、携帯電話のように、全端末に DRM の機能が搭載されていることが明らかであり、かつそれにより流通制御ができる場合は、指定された仕様に沿って著作権保護情報を設定するだけで、その他の DRM 制御を考慮する必要はない。このように、権利者が考えるコンテンツ流通形態の違いや使用するメディアに応じて、必要とする DRM

<sup>†</sup> 日本大学生産工学部  
College of Industrial Technology, Nihon University

要素技術は異なる。各権利者の用途に応じて適切な DRM 要素技術を取捨選択することにより、安全面だけでなく利便性やコストの面でも満足できる DRM が実現すると考えられる。そこで、本稿では、コンテンツ流通における安全性と利便性について、提示メディアの特性に着目して定量化を行い、DRM 技術の取捨選択において比較評価に用いる手法を検討する。

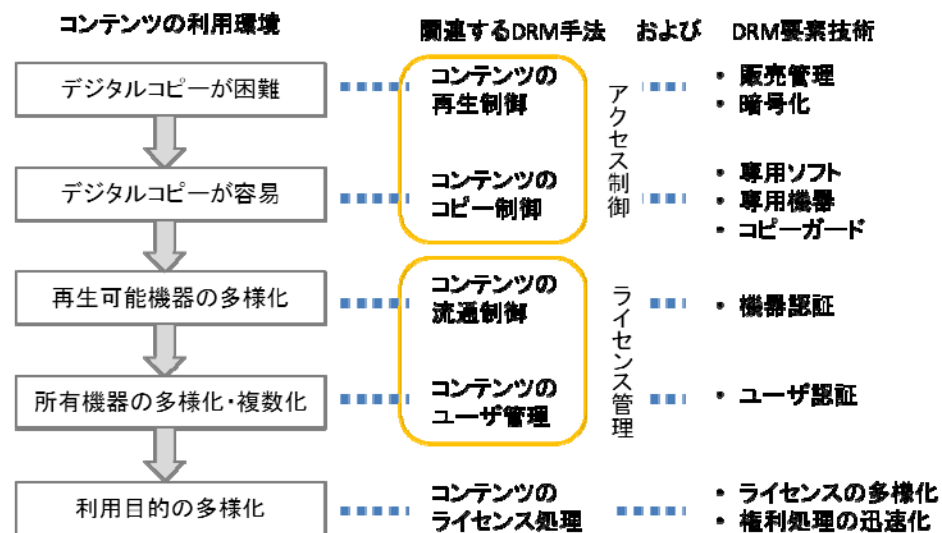


図 1 コンテンツの利用環境と DRM の役割の変化

## 2. 安全性からみた DRM

コンテンツ流通の安全性の強化を目的とした DRM 技術は、1) 有料著作物の無秩序な流通や利用を防止することを目的とする不正防止技術と、2) コンテンツの不正使用や不正流通を未然に防ぎ、健全なコンテンツ流通を促進することを目的とする不正抑止技術の 2 つに分類することができる。各技術の特徴を以下に述べる。

### 2.1 不正防止技術

不正防止技術としては、コンテンツを暗号化し、復号鍵を含むライセンスを入手しないと視聴できないようにするコンテンツ保護技術と、制作者や配信者の意図に反した複製を防止するためのコピーガード技術、意図に反した利用を防止するためのアクセスコントロール技術が代表的である[4]。

コピーガード技術としては、専用機器や専用ソフトを用いて複製機能を制限してコピーを出来なくする技術と、マクロビジョンや CPRM/CPM のように複製したとしても正常に再生できなくする技術や、正規の機器以外では再生できなくする技術がある。

アクセスコントロール技術としては、提示メディアの機能を制限するものと、認証により利用可能なユーザや機器を制御する技術がある。機能制限としては、専用機器や専用ソフトにより再生・複製・移動・保存・編集などの機能を制限する方法がある。認証によるものは、コンプライアントな機器や経路に対してのみ、流通や利用を認める方法がある。また、サーバなどを介してユーザ認証を行い、正規の購入者の場合にのみ利用できるようにする方法がある。さらに、利用条件を示すライセンス情報をコンテンツと共に配布し、利用条件に従って利用機器の動作制御や、利用者ごとに許諾する内容を変えた動作制御を行う方法がある。

### 2.2 不正抑止技術

不正抑止技術としては、電子透かしを使った不正流通コンテンツを検出する技術[5]と、不正使用や不正流通をトレースする技術が代表的である[6]。これらに利用される電子透かしは、それ自体に不正利用を防止する機能はなく、不正が行われた後の対処措置となる。コンテンツやユーザに固有の ID を埋め込むことで、正規のコンテンツと不正に編集されたコンテンツ（不正版）の識別や不正利用者の特定が可能であり、不正利用や不正流通の抑止効果が期待されている。複製されるのは構わないが、改変されては困る、もしくは改変されたことが分かるようにしたい場合に電子透かしは意義があるとされている。

また、利用者側の環境で不正なコンテンツを監視する方式[7]や、コンテンツの特徴量やタイトル、概要などのメタデータを活用することで、不正コンテンツの検出から削除依頼までを自動化する技術などが提案されている[8,9]。こうした技術を活用することで、不正を抑止するだけでなく、模倣品や海賊版を意に反して利用する恐れのない、より安心で安全なコンテンツ流通を実現できる可能性がある。

### 3. 利便性からみた DRM

コンテンツ流通の利便性は、鑑賞時に使用する提示メディアが備える機能と、DRMによるその機能制限により決まると考えられる。以下では、コンテンツ流通の利便性を、再生、停止、早送り、巻き戻し、編集など、どれだけ多くの提示方法を利用できるかという活用性と、どれだけ多くの提示メディアでコンテンツを移動し利用できるかという流通性の面から考察する。

#### 3.1 コンテンツの活用性

コンテンツの活用性は、提示メディアが備える機能が多機能になるほど高くなると考えられる。コンテンツの提示に関する基本機能を以下の3機能に分類する場合、1, 2, 3の順に機能が増えるごとに活用の幅が広がる。

活用性を決める基本機能

1. 再生 / 停止のみ (録音録画機能がない放送・ストリーミングなどの場合)
2. トリックプレイ (スキップ/リプレイ/一時停止/倍速など)
3. 編集 (部分編集, 総編集を含む)

コンテンツの活用性は、これらの機能に加えて、コンテンツの移動性が高い場合にさらに高くなる。コンテンツの活用方法や活用範囲を制限したい場合は、利用を許可できる回数や期間、どんな提示メディアでの利用を認めるかなどを明示する必要がある。また、編集が可能な場合は、編集により派生する二次的コンテンツの著作権の扱いを考慮する必要がある。

#### 3.2 コンテンツの流通性と利用制限

コンテンツの流通性は、コンテンツの流通方法と、流通先となる提示メディアの機能により変化する。提示メディアの自由度と、関係する機能について示したものが図2である。ここでは、提示メディアの自由度として、利用可能な提示メディアの数と種類の面から以下の6つの型に分類している。

- ・ メディア一体型 : 提示メディアとコンテンツが一体化されて販売されるもの
- ・ 単一メディア型 : 購入した機器でのみ利用できるもの
- ・ 同種異メディア型 : 同一提示メディア間での移動が可能なもの

- ・ 同種複数メディア型 : 同種の提示メディアへの複製が可能なもの
- ・ 異種メディア型 : 異なる種類の提示メディアに対して移動可能なもの
- ・ 異種複数メディア型 : 異なる種類の提示メディアに対して複製可能なもの

メディア一体型としては、キーチェーンゲームがある。メディア一体型で利用できる機能は、提示メディアが備える基本機能のみであり、かつその提示メディアでの利用のみに限られている。よって、利便性を最も利便性を低くしている。単一メディア型としては、初期の第3世代携帯電話での音楽コンテンツの管理方法などがある。利用可能な機能は提示メディアが備える機能に限られるが、どの提示メディアで購入するかは選択できることから、メディア一体型よりも利便性を高く位置づけている。同種複数メディア型と異種メディア型の自由度の違いは、個人の利用を考えた場合、同機種間の複製ができることよりも、異なる機器への移動ができる方が高いと考え、この順序にしている。

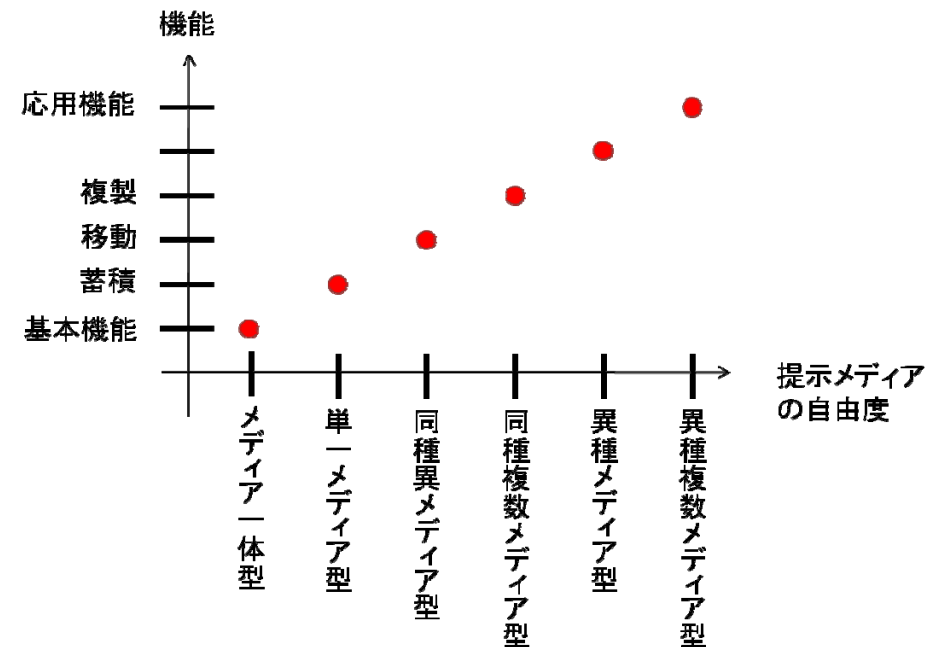


図2 端末の自由度と機能

提示メディアの自由度が大きくなるほど、流通面のコンテンツの利便性が高くなる。一方で、意図しない機能を持つ提示メディアでの利用や、コンテンツ共有など想定範囲を超えたコンテンツの流通が行われる可能性がある。より安全なコンテンツ流通を望む場合は、コンテンツの移動に用いる伝達メディアと移動先となる提示メディアを認証し、コンプライアントなメディアにのみ流通を許可する制御や、複製回数、同時利用可能なコンテンツ数などを制御するコピーガード技術や、アクセスコントロール技術が必要になる。

### 3.3 コンテンツ流通の利便性

コンテンツ流通の利便性が高いとは、いつでもどこでも誰でも希望する方法でコンテンツを利用できる場合と考えられる。コンテンツの視聴に利用する提示メディアが多機能であっても、その機能の利用がライセンスとして許諾されていないと、利便性が高いとはいえない。よって、コンテンツ流通の利便性 (C) を、活用の柔軟性 (U) と流通の柔軟性 (D) によって、式(1)で表現する。

$$C = (U + D) / 2 \quad (1)$$

活用の柔軟性(U)は、コンテンツを観賞する提示メディアで利用できる機能の多様性を示すものである。提示メディアが備える機能が多く、かつ、コンテンツのライセンスとしてその機能の利用が許諾されているとき、活用の柔軟性は高いと考えられる。そこで、コンテンツの活用の柔軟性を式(2)で表現し、2節で挙げた3機能の有無と、各機能 (F<sub>i</sub>)に対する回数制限(T<sub>i</sub>)と期間制限(P<sub>i</sub>)の制限レベルから計算する。

$$U = (F_1, F_2, F_3) (T_1+P_1, T_2+P_2, T_3+P_3) / 3 \quad (2)$$

ここで、U は、何も制限がなく全ての機能が利用できる状態のときに 100、全てが禁止されている状態のときに 0 になるものとする。F<sub>i</sub> は提示メディアの機能の有無を示し、機能がある場合は 1 を、ない場合は 0 とする。回数制限 T<sub>i</sub> と期間制限 P<sub>i</sub> は、それぞれ図 3 に示す基準で 9 段階に等分割し、それぞれ制限が全くない状態が 1、許可されていない状態が 0 になるようにする。例えば、端末に編集機能があるが、ライセンスで許諾されていない場合は、編集に関する計算結果は 0 となる。編集を除く全ての機能の利用が許可されているが、再生回数が 3 回までと制限されている場合は、活用の柔軟性は 0.5625 (= (1, 1, 1) (11/16, 1, 9) / 3 ) となる。

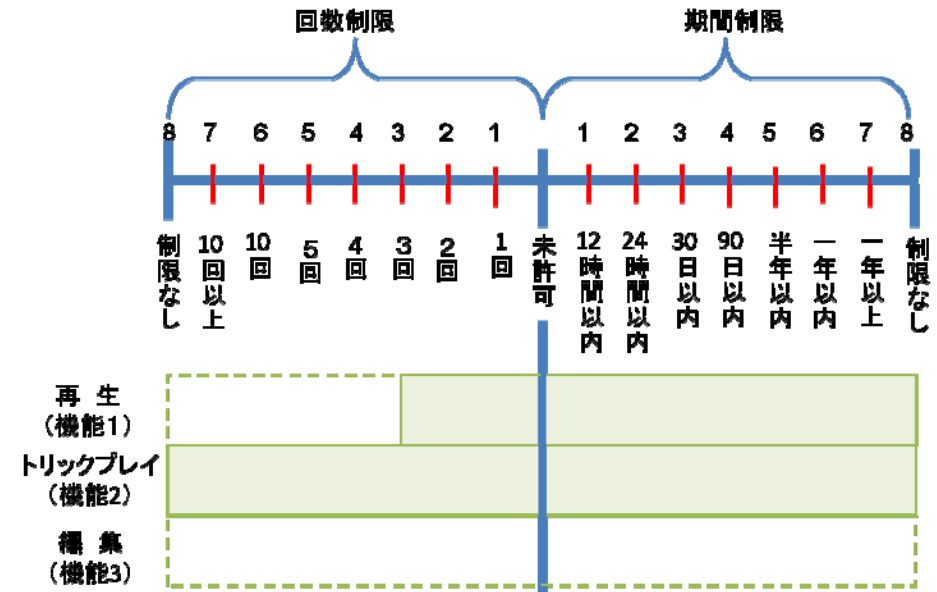


図 3 基本機能の機能制限レベルの段階分け

流通の柔軟性 (D) は、コンテンツの移動しやすさ、ならびに、移動したコンテンツの利用しやすさを示すものである。これは、提示メディアの流通性に関わる蓄積・移動・複製の3機能の有無と、それらの機能の利用において対象メディアや実行回数などの制限の有無で変化する。そこで、流通の柔軟性を、メディアの自由度を示すベクトル (M) と流通制限レベルを示すベクトル (R) の積として、式(3)のように表現する。

$$D = MR / 3 \quad (3)$$

メディア自由度 M は、移動に関する3機能 (蓄積, 移動, 複製) の有無を示す列ベクトルであり、機能が有る場合は 1、無い場合は 0 とする。流通制限レベル R は、各機能の制限レベルを示す蓄積制限度 R<sub>1</sub>、移動制限度 R<sub>2</sub>、複製制限度 R<sub>3</sub> で構成する行ベクトルである。R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> は、蓄積・移動・複製が許可されている回数および期間の制限度合いを示す x と y、流通が許可されている提示メディアの種類が多様性を示す z の

積  $xyz$  で計算する。複製制限度  $R_3$  は、これらに加えて、複製したコンテンツを同時利用できるコンテンツ数の制限度合いを示す  $w$  を掛けて計算する。なお、 $x, y, w$  は、許諾されている回数に応じて図 3 と同様の 9 段階で等区分する。メディア制限  $z$  は、次の 5 段階で等区分し、最も制限の強い場合が 0、全て無制限で最も自由度の高い状態が 1 になるように与える。

メディア制限 ( $z$ )

- ① 蓄積および移動の利用が禁止されている場合 (0)
- ② 同一機種に限定されている場合 (0.25)
- ③ 同種の機器に限定されている場合 (0.5)
- ④ 異種を含む指定機器が決められている場合 (0.75)
- ⑤ 制限が無い場合 (1)

例えば、回数や期間の制限がなく、同種の提示メディアへの蓄積および移動が許可されている場合の流通の柔軟性は、次のように計算できる。

$$\text{流通の柔軟性 } D = (1, 1, 0)(2/4, 2/4, 0)^T / 3 = 0.3333$$

また、複製に関してメディアの制限はないが、複製回数は 10 回以下、同時利用回数が 2 回までの場合は、次のように計算できる。

$$\text{流通の柔軟性 } D = (1, 1, 1)(1, 1, 0.75 * 0.25 * 1)^T / 3 = 0.7292$$

#### 4. 考察

コンテンツ流通の利便性は、流過程で使用する提示メディアの活用の柔軟性と流通の柔軟性が高くなるほど高くなる。また、この二つの値が低いほど、DRM による利用制御が容易になり、権利者の意図に沿ったコンテンツ流通管理を実現できる。しかし、コンテンツ流通の安全性という点では、必ずしも利便性の低いものが安全とはいえない。利便性が同じでも、ある権利者にとっては安全なシステムであっても、別の権利者にとっても意図に反した利用がされる可能性の高いシステムである場合がある。権利者にとって安全性が高く、かつ、利便性の高いコンテンツ流通を実現するには、権利者が意図する流通形態を明らかにした上で、必要な DRM の要素技術を取捨選択することが有効であると考えられる。具体的には、図 4 に示す手順により行う。

まず、権利者のニーズとして、想定する提示メディアを明らかにし、表 1 に示す許容できる流通条件と活用条件の各レベルを明確化する。次に、想定する提示メディアが保有する流通機能と基本機能を特定し、権利者が想定する流通形態と活用形態との差分を明らかにする。提示メディアを特定しない場合は、既存の提示メディアの中から最も多機能なものについて分析する。この結果、想定する流通環境の現状の流通の利便性が、理想とする利便性よりも低い場合は、必要以上の機能制限または利用制限が行われている可能性があることを示す。この場合は、利用を円滑にする DRM 技術の選択が有効であり、必要に応じて緩和した機能に対する利用制限を実現する DRM 技術が必要になる。一方、理想値の利便性の方が低い場合は、現状の DRM が不十分である可能性が高く、安全性を強化する DRM 技術の導入の必要性があることを示すと考えられる。

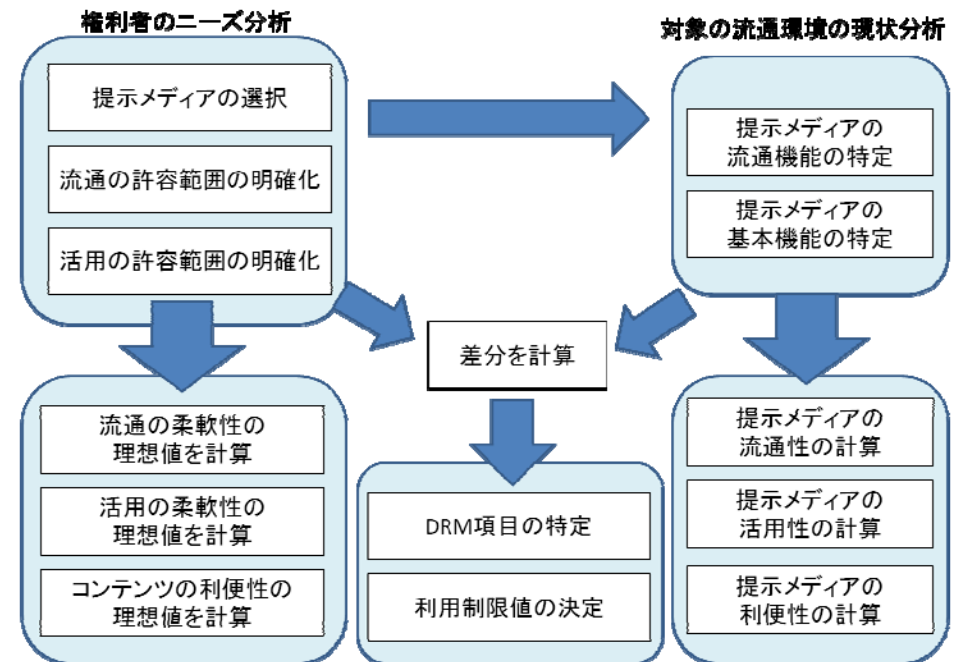


図 4 DRM の比較評価の流れ

表 1 流通条件および活用条件の許容レベル

	流通条件			活用条件		
	保存、蓄積	移動	複製	再生、停止	トリックプレイ	編集
機能制限	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1	0, 1
回数制限	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8
期間制限	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8	0 ~ 8
メディア制限	0 ~ 4	0 ~ 4	0 ~ 4	——	——	——
同時利用制限	——	——	0 ~ 8	——	——	——

注) 表中の各値は、3節で説明した段階分けに基づく

## 5. まとめと今後の課題

本稿では、コンテンツ流通で利用する提示メディアの持つ機能と、DRMによる機能制限が、コンテンツ流通の利便性に与える影響を比較評価するための定量化を試みた。ここでは、利便性を定義する変数として、流通のしやすさを示す流通性と、活用のしやすさを示す活用性に分けて検討を行った。今回は、全ての機能の有無や利用制限の違いによる影響を等分として計算しているが、どの機能および利用制限が流通性と活用性に影響しているかを比較評価することはできると考えている。また、これらの2つの観点から、権利者がコンテンツ流通で許容できる内容と、実際にコンテンツ流通で使用しようとするメディアの状況を分析することで、現状のDRMの過不足部分を数値化できると考えている。

今後は、複数のコンテンツ流通環境について、流通性、活用性、利便性の定量化を行い、本手法について検証したい。また、コンテンツ流通の利便性の評価を自動化するシステムを構築したい。さらに、DRM技術を加えることによるコンテンツ流通への影響を数値化することで、各DRM方式の比較評価を定量的に行えるようにしたい。

## 参考文献

- 1) 安田 浩, 小暮 拓世: 解説 DRM の技術動向, 電子情報通信学会誌, Vol. 91, No. 3, pp. 225-236 (2008)
- 2) 芳西 崇, 山下 博之, 山本 隆: ニコンテンツ管理技術の動向, 映像情報メディア学会誌, Vol. 58, No. 2, pp. 167-170 (2004)
- 3) ITmedia 「作り手を“やる気”にさせる著作権とは」  
[http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0801/28/news012\\_3.html](http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0801/28/news012_3.html)
- 4) 関祥行: 小特集「著作権とコンテンツ流通」—コンテンツ保護技術(RMP), 映像情報メディア学会誌, Vol. 64, No. 7, pp. 936-939 (2010)
- 5) 佐藤証, 上條浩一: 再生履歴情報を利用した不正コンテンツ検出方式, 情報処理学会, DICOMO 2004 (2004)
- 6) 二星 賢次, 加藤 弘一, 勅使河原 可海: コンテンツ流通管理サービスを想定した埋込型ファイルトレースシステムの検討, 情報処理学会, DICOMO 2010, pp. 666 - 672 (2010)
- 7) 松本哲也, 西垣正勝, 曾我正和, 田窪昭夫, 中村逸一: Web上の著作コンテンツを監視する方式の比較検討 — 賞金稼ぎの仕組みを利用したデジタル著作物の監視方式の有効性 —, 情報処理学会研究報告 CSEC, Vol. 2002, No. 68, pp. 53-60 (2002)
- 8) 山田昭雄: KEYWORD 違法コピー動画を高速かつ露バスとに検知できる映像識別技術, 著作権情報センター, コピライト, Vol. 50, No. 594, pp. 53-57 (2010)
- 9) NTT DATA, 「動画共有サイトへの不正投稿を自動的に検知するサービスを開始」  
<http://www.nttdata.co.jp/release/2010/081600.html>