

2014年度JEITA講座

電子透かしによる著作権保護への取り組み

～ 健全なコンテンツ流通のための基盤構築を目指して ～

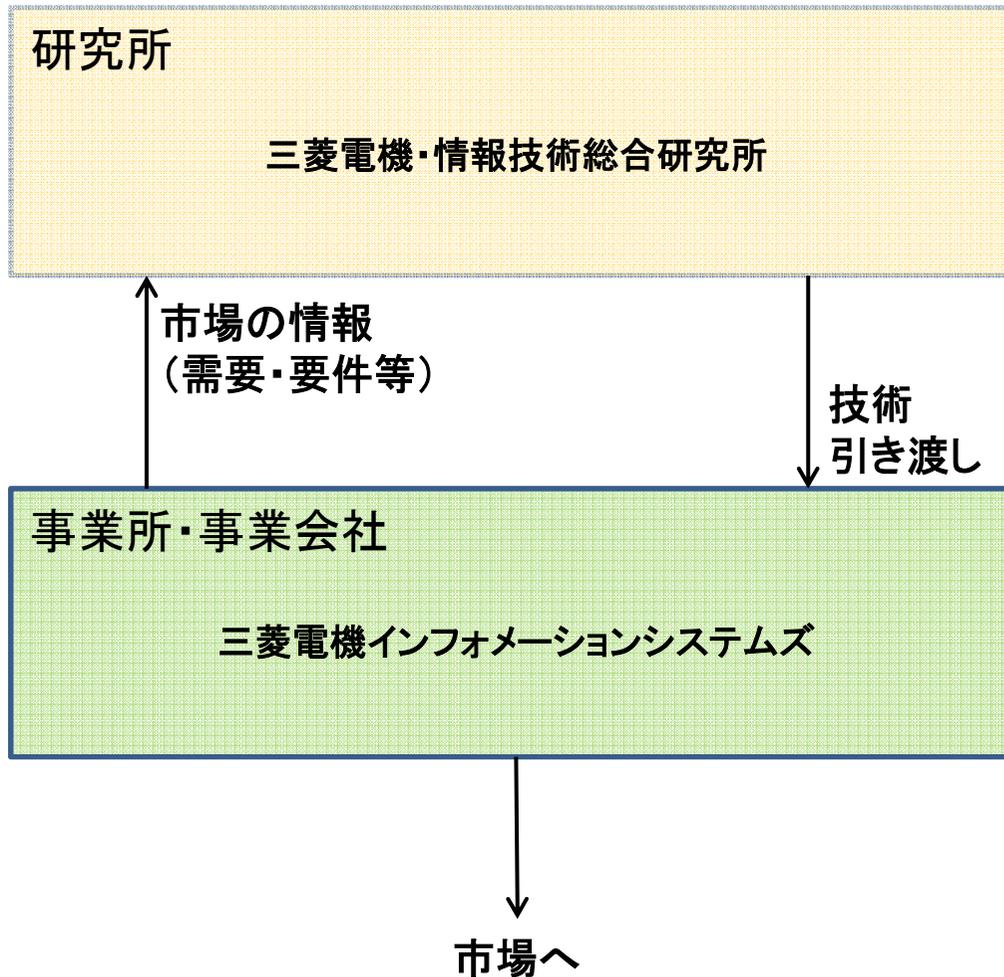
2015年1月6日 (Rev.2.2)
三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社
小林 敦

映像コンテンツの流通は放送波の他、DVDの販売やオンラインでのストリーミング配信など様々な形態があり、一方でインターネット上の動画配信サイトへの違法アップロードなど不正利用が後を絶たない。

その中で近年、コンテンツの著作権保護の仕組みの1つとして、電子透かしによる、いわゆる「ソーシャルDRM」が使われるようになってきた。三菱電機でも、日本放送協会(NHK)と共同開発した「ハイビジョン映像用電子透かし」を著作権保護の社会インフラとして普及すべく取り組んでおり、実際の映像素材や番組の販売等への導入も始まっている。

本講義では映像用電子透かし技術の動向と共に、映像流通市場への導入・普及に向けた課題と対策を解説する。違法行為に対するコンテンツホルダ、権利管理会社、配信プラットフォーム事業者らの取り組みの中で、電子透かしの今後の可能性を示す。

新しい技術を世に送り出す、事業化のプロセスを中心にお話します。



市場や競合他社の状況を踏まえて、どのように研究所を導くか。
また、研究所の成果をどのように製品として纏め上げ、実用化にこぎつけるか。
⇒今回のテーマ

小林 敦 (Atsushi KOBAYASHI)

1986年、三菱電機株式会社に入社、コンピュータシステム製作所(鎌倉市)に所属。以降、コンピュータ製作所、情報システム製作所、情報通信システム開発センターを経て現在、分社化された三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社(MDIS)にて通信・ネットワーク営業部長。

初期には、UNIX[®]応用システム開発技術、ORACLE[®]応用システム開発技術を担当。その後、国際海底ケーブル網監視システム、IP電話サービス監視システム、インターネット接続サービス監視システム、映像ストリーミング配信システム、大規模Webサービスプラットフォームなど、通信・放送分野のシステム構築に従事。

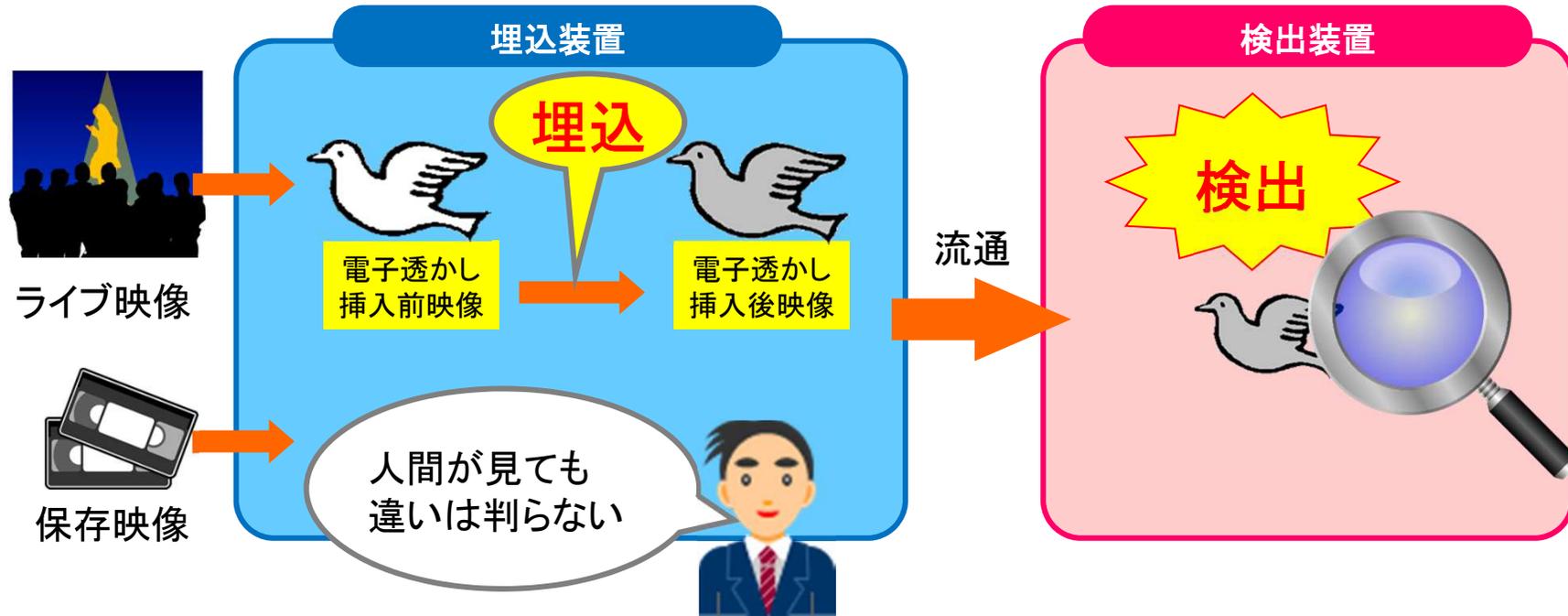
早稲田大学工学部卒、一橋大学大学院商学研究科修了、
技術士(情報工学部門)、ITコーディネータ、
高度情報処理技術者(システムアナリスト、アプリケーションエンジニア)、
情報処理学会正会員、
日本OSS推進フォーラム、OSSコンソーシアムメンバー、
iOSSコンソーシアム・流通サービスWGリーダー

最近は、革新的な情報システム・サービスがどのようにして生まれるか等
MoIT: Management of Information Technology に関心を持っています。

1. 電子透かし技術
2. B2B市場への導入
3. 他の応用例(参考)
4. B2C市場に向けた検討
5. B2Cの導入障壁
6. 今後の取り組み

※ 本書に記載されている会社名、製品名は
それぞれの会社の商標又は登録商標（商標出願中）です。

1. 電子透かし技術



画像、映像、音声等のコンテンツそのものに、人が識別できない程度の微小な変化を与えて、情報を埋め込む技術。

- ・コンテンツとは不可分(常にコンテンツに付いて廻る)
- ・目に見えず、どこに埋め込まれているかは解らない(紙幣の透かしとは異なる)

2011年国際放送機器展(Inter BEE)

映像の専門家が見ても、
画質の変化は判らない。

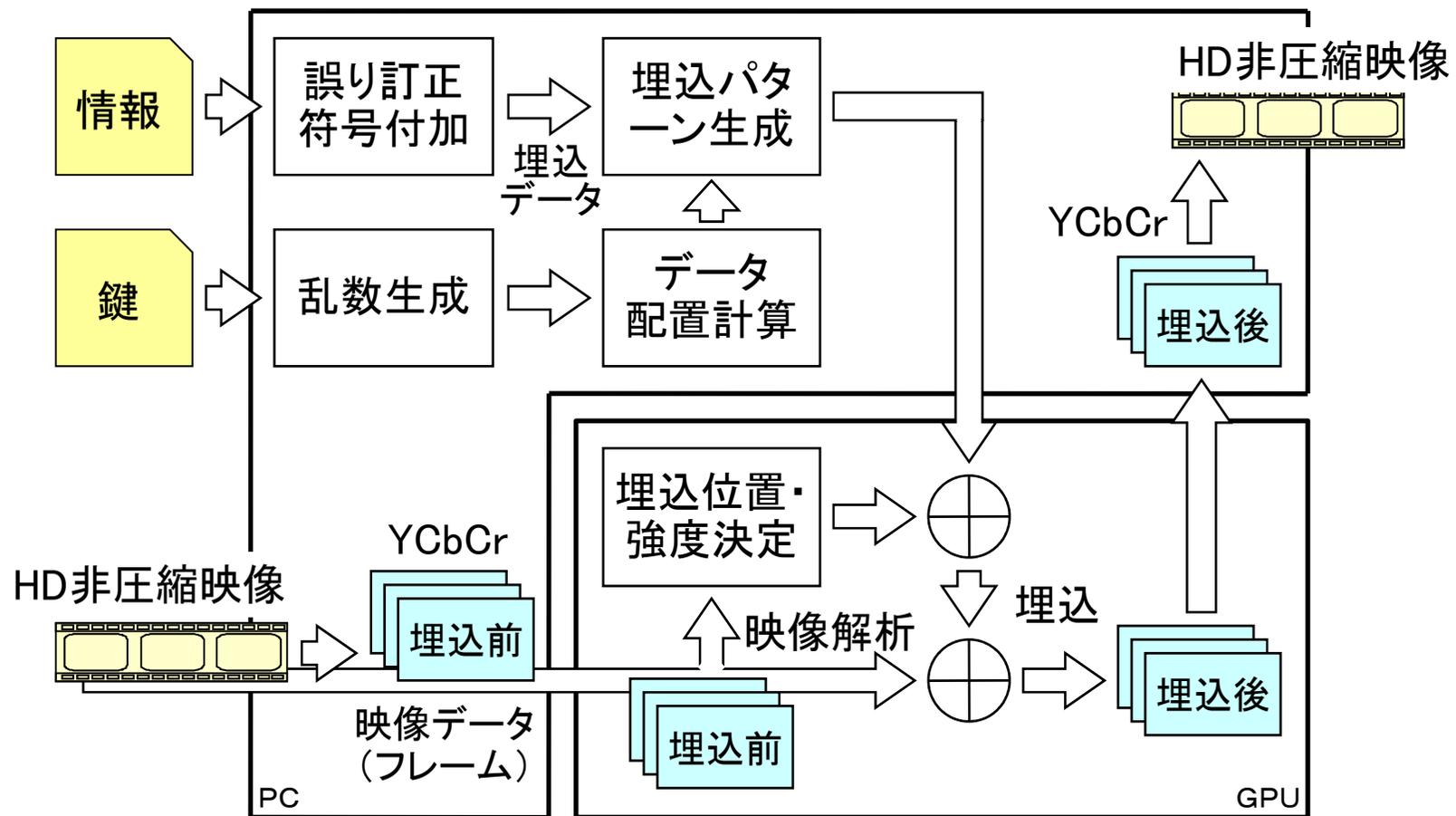
埋め込み前
映像
(非圧縮)

埋め込み後
映像
(非圧縮)

検出用映像
(符号化後)



日本放送協会（NHK）と三菱電機の共同開発。
 入力映像の特徴を解析することにより、電子透かしが映像品質に与える影響を推定し、適切な埋め込み位置・埋め込み強度を決定。



(1) 限られた人しか電子透かしの埋め込み、削除が出来ないこと。

アルゴリズムを非公開とした上で、さらに映像用電子透かしの場合は、画面上の埋め込み部位が分かると、そこを破壊される恐れがあるので、埋め込み部位を分散させるためのハッシュキー(鍵)を、埋め込み側と検出側であらかじめ申し合わせる等。

(2) コンテンツの品質(画質や音質)への影響が最低限であること。

電子透かしを埋め込む際に、主役であるコンテンツが電子透かしによって損なわれて価値が低下してしまつては、電子透かしで保護する意味がない。

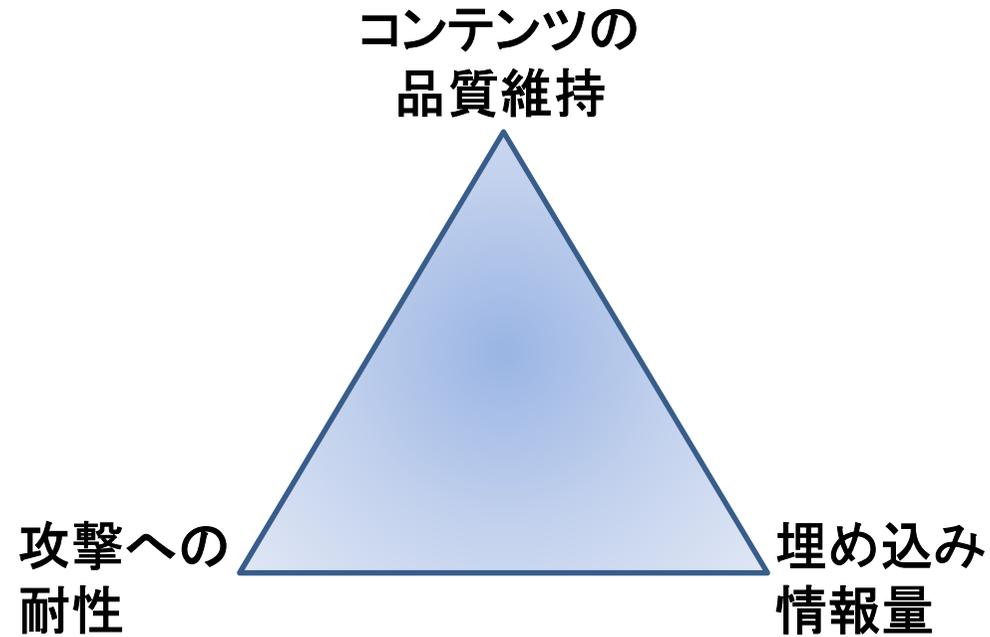
(3) コンテンツに対する様々な加工において、電子透かしが消えないこと。

著作権保護の目的では、どのような編集や圧縮、変換が行われても、コンテンツに価値がある限りは電子透かしが有効である必要がある。

(4) 必要十分な情報量が電子透かしとして埋め込めること。

利用目的に即した情報量が必要。また、法的な証拠力を高めるために、単なるフラグのような情報ではなく、意味のある情報を埋め込む必要がある。

通常、(2)(3)(4) はトレードオフ関係にある。



目的・用途に応じて、
各社技術・製品で重みを置くところは異なる。

出所：社団法人電子情報技術産業協会「電子透かし技術に関する調査報告書」、2001年3月

電子透かし技術は暗号やデジタル署名とも組み合わせて使われることが多いので、注意する必要があります。例えば、デジタル署名の内容を電子透かしで埋め込んだり、電子透かしを埋め込んだコンテンツを暗号化するなどである。その意味で、電子透かし技術は、暗号やデジタル署名等の情報セキュリティ技術を補完する技術であり、代替するものではない。

数学的理論によってセキュリティ強度を保証することが暗号に比較して困難であるため、実質的に強度を確保するための手段としてアルゴリズムを非公開とする場合が多い。

⇒客観的にセキュリティ強度を評価する必要があるが、それによりアルゴリズムが暴かれる恐れもある。(ジレンマ)

⇒アルゴリズム公開可能な電子透かしという研究もある。

複製制御用のように電子透かしの機能を装置に組み込む必要がある場合など、用途によってはそのアルゴリズムを標準化することが必要な場合もある。一方、ネット上で不正複製物を検出する場合などのように、コンテンツ提供者の方針と要求条件によって多様な電子透かし技術を用いる場合は独自の非公開アルゴリズムを用いる場合もある。

⇒方式互換性は必須ではない。

但し、市場への導入促進のために、デファクトスタンダードはあっても良い。

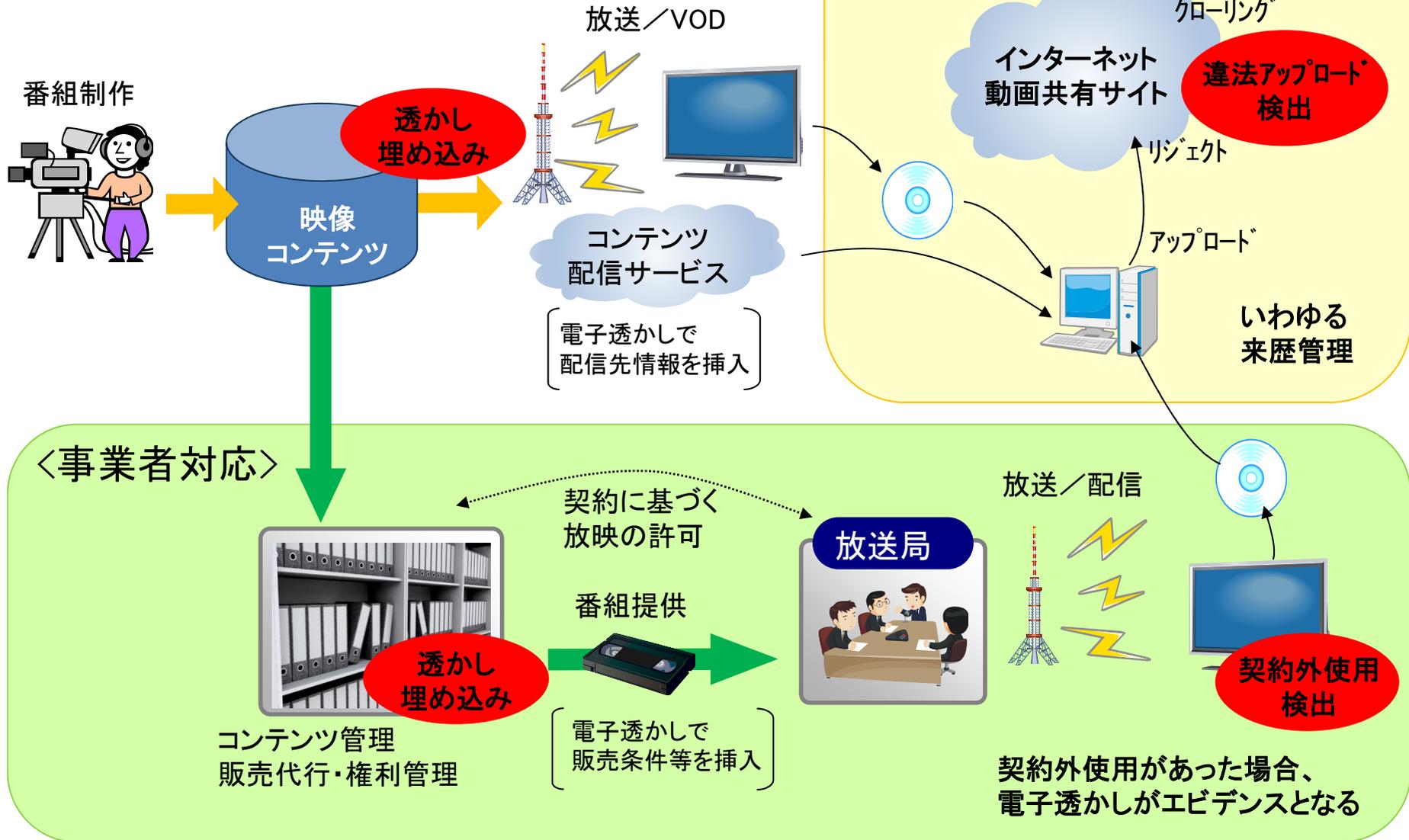
⇒電子透かしが埋め込まれたコンテンツの流通量増加に従って、埋込検出設備の共用化を通じてネットワーク外部性が生じる。

	フィンガー プリント	AR (マーカ型)	AR (マーカレス型)	電子透かし
概要	コンテンツの 特徴量を 数値化して照合	コンテンツに マーカとなる絵柄 を書き込む	コンテンツ中に 含まれる絵柄を マーカに見立てる	コンテンツ そのものに 情報を埋め込む
コンテンツ品質 への影響	無し	影響大	無し	影響小 (人間には 解らない)
演算処理量	大	小	大	中
検出サイドへの 登録要否	あらかじめ 特徴量を登録要	あらかじめ マーカを登録要	あらかじめ マーカを登録要	不要
制約事項	精度不十分 登録数は有限		精度不十分 登録数は有限	これが導入メリットと なっていない恐れも (後述)

AR: Augmented Reality

利用目的	用途
著作権主張モデル	不正利用の心理的抑制 不正利用の監視 著作権明示、及びサンプル画像の配布
原本性確認モデル	写真画像の改ざん検知 デジタル画像の改ざん位置検出 ホームページの真正性確認、情報の復元 (ファイル名に依存しないコンテンツ実体管理)
付属情報付加モデル	撮影情報付加、説明付加、字幕付加、吹き替え音声付加 CM付加、立体情報付加 議事録発言付加、個人情報付加
機器制御モデル	コピープロテクション、有害コンテンツのフィルタリング メタ電子透かし
メディアリンクモデル	商品の販売促進 (O2Oなど)
秘密通信モデル	第三者に気付かれない情報伝達 (ステガノグラフィ)

映像流通市場に2方面でアプローチ。



2. B2B市場への導入

ハイビジョン映像用電子透かしの技術開発、及び製品化を発表。
埋め込み・検出アルゴリズムの成熟に加えて、下記2点が事業化のきっかけに。

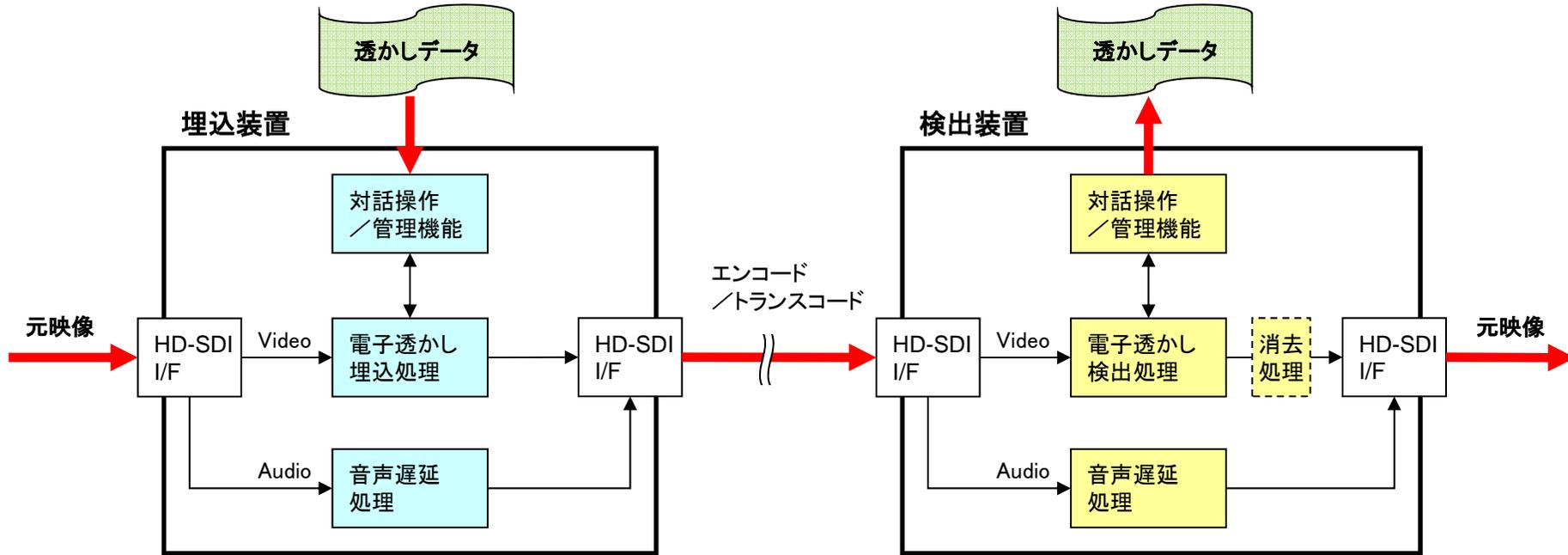
(1) 処理速度の向上

ライブ映像へのリアルタイム処理を実現。(ハイビジョンのライブ映像にリアルタイムに埋め込み、検出するためには、1フレーム当たり33ms以下で処理要)

更に、ファイルへの高速バッチ処理により、実時間以下での処理が可能。
放送局のテープレス時代(番組素材をファイルとして扱う)に対応。

(2) コストの低減

上記の処理速度を実現する埋め込み・検出装置を、安価なパソコンベースで(汎用製品のみで)構成。



- ・市販の産業用パソコン(組込みOS使用)に、グラフィックボードとHD-SDIビデオインタフェースボードを搭載。
- ・埋め込み・検出処理は、ソフトウェアライブラリとして実装。

実際に販売されるハイビジョン映像を使用して実証実験を開始。

① 画質・検出性能評価

電子透かし挿入後の画質を評価。

また、低解像度トランスコード後も検出できることを確認。

② 運用操作性の検討

実際の利用現場に即した効率的なユーザインターフェイス(画面・操作)を作り込み。

③ メディアワークフローの最適化

コンテンツの編集、切り出し(インジェスト)～トランスコード、及びデリバリーの一連のプロセスの中に電子透かしの埋め込み作業を組み入れ。

④ 証拠力を高めるための検討

電子透かし挿入コンテンツの違法利用の告発時の証拠力について検討。

実証実験の結果を踏まえて、本格的に運用を開始。
どこに提供した映像であるかの証跡(エビデンス)を残すために使用。

(1) NHKエンタープライズ(2013年5月～)

- ・NHKアーカイブスから映像素材を切り出して外部事業者にライセンス提供する「素材提供事業」において、Web試写・提供システムで提供する映像素材全てに電子透かしを埋め込み。
- ・NHKアーカイブスに保管されている81万本の番組映像と、573万項目以上のニュース映像が提供対象。歌番組、ドラマ、日本ニュース等を中心に、番組制作プロダクション、民放などに提供中。

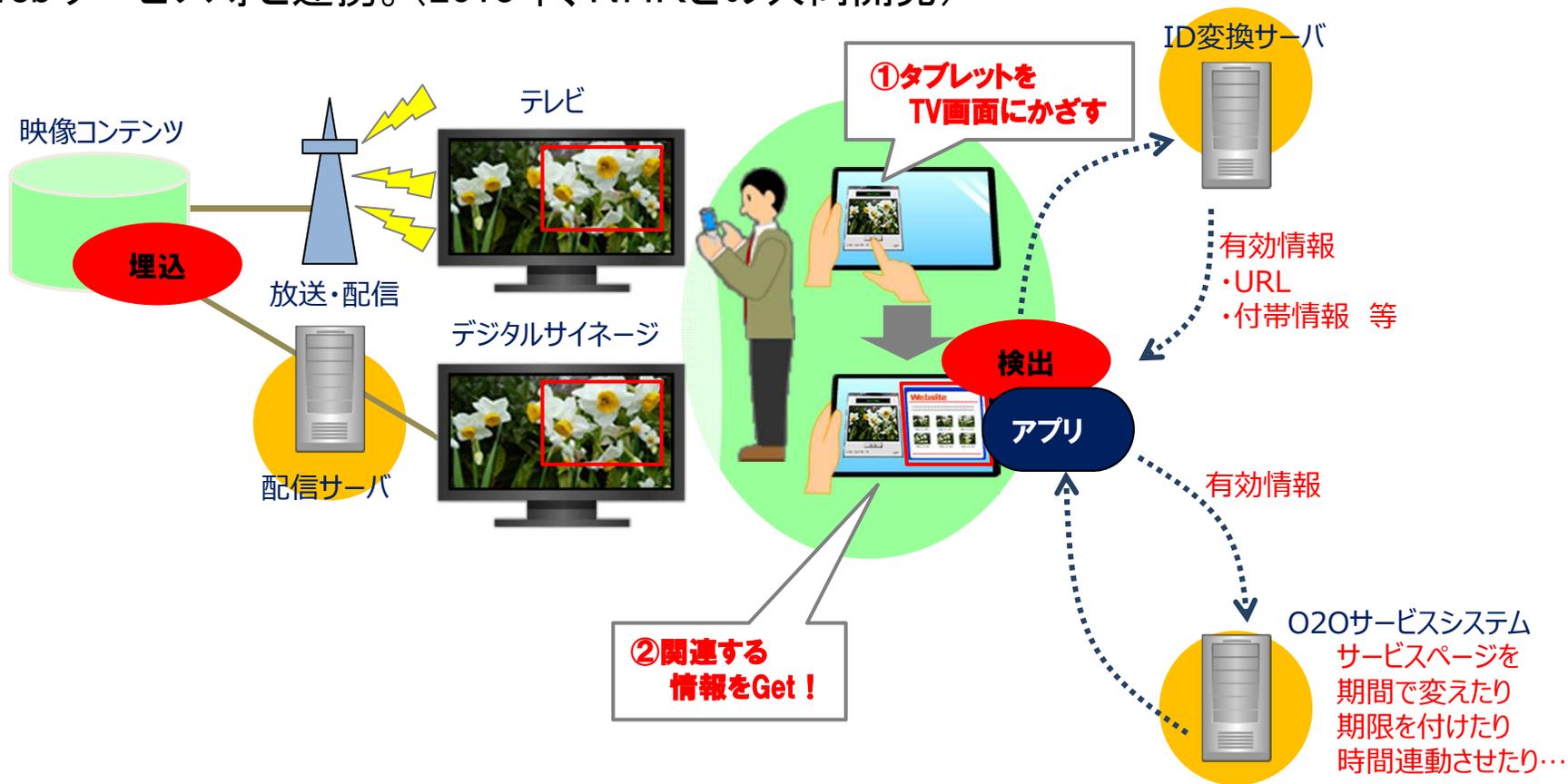
(2) NHKインターナショナル(2013年6月～)

- ・NHK VIDEO BANKで提供する映像素材全てと、同社が運営を行ったJapan TV Program Showcase 2013の番組コンテンツに電子透かしを埋め込み。
- ・震災映像や日本の風景、伝統文化を紹介する映像などを中心に、海外の放送局や映像制作会社のほか、企業プロモーション向けにも提供中。

放送局から放送局への番組素材販売など、B2Bでは商用導入にたどり着いた。

3. 他の応用例(参考)

タブレット端末のカメラでテレビ番組を撮影すると、電子透かしを抽出して、関連するWebサービス等と連携。(2013年、NHKとの共同開発)

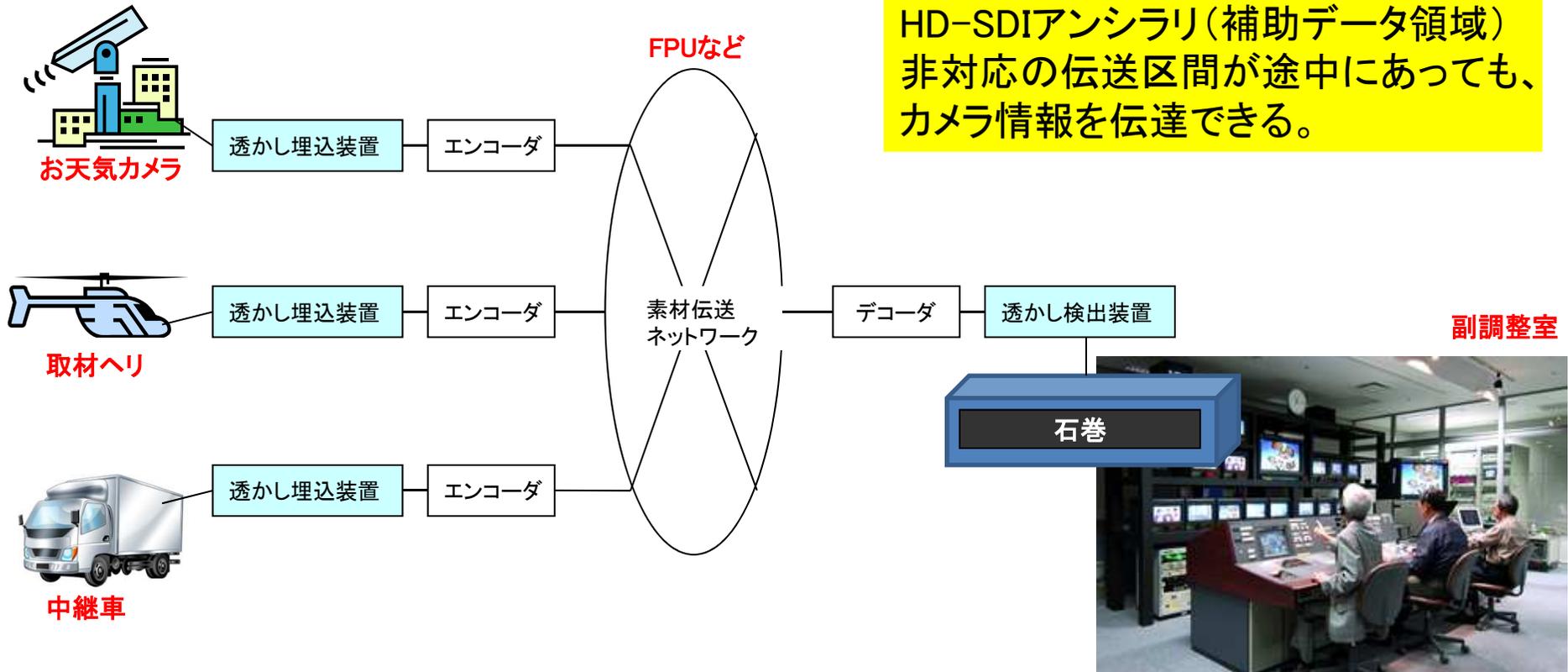


- 旅行の予約
- 周辺の店舗情報を取得
- クーポンを取得
- 買い物番組で商品購入



オーロラビジョン
デジタルサイネージ
トレインビジョン
など映像デバイス事業との
連携も検討。





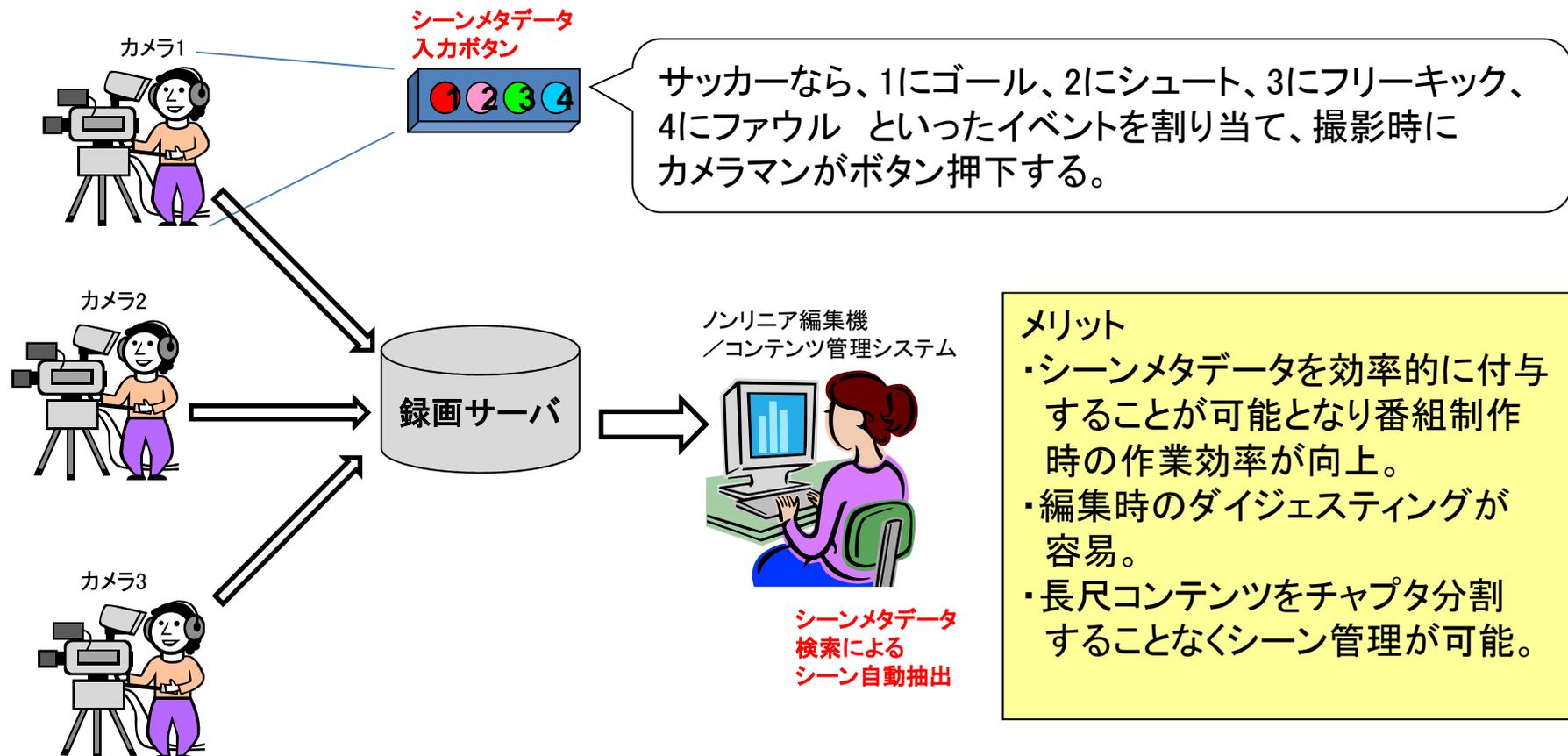
HD-SDIアンシラリ(補助データ領域)
非対応の伝送区間が途中にあっても、
カメラ情報を伝達できる。

各カメラの画像に撮影情報を電子透かしとして埋め込み。地名・場所、時間、位置、温度、風向等。
多くの場所から送られてくる中継映像のソースを識別できるようになり、副調整室の作業効率を向上。

出所: <http://www.nhk-cti.jp/guide/hivision.html>

入力の手間がかかるゴールシーン、ホームランシーンといったライブ映像でのシーンメタデータ(セグメントメタデータ)を、カメラマンが電子透かしとして挿入。

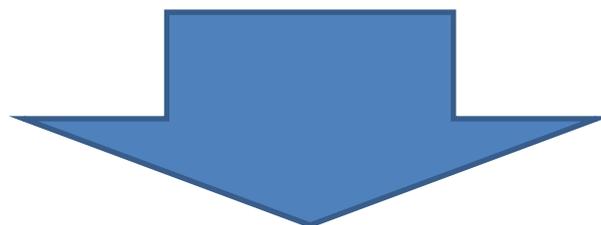
伝送・編集処理過程でも消えないメタデータ。



4. B2C市場に向けた検討

課題

コンテンツダウンロードサイト等で、コンテンツ購入者ごとに異なる電子透かしを埋め込むことで、「誰に提供したコンテンツか」を識別したい。
しかし、長尺の映像コンテンツ全体に電子透かしを埋め込むには処理時間がかかり、購入時(ダウンロード時)に即時対応できない。

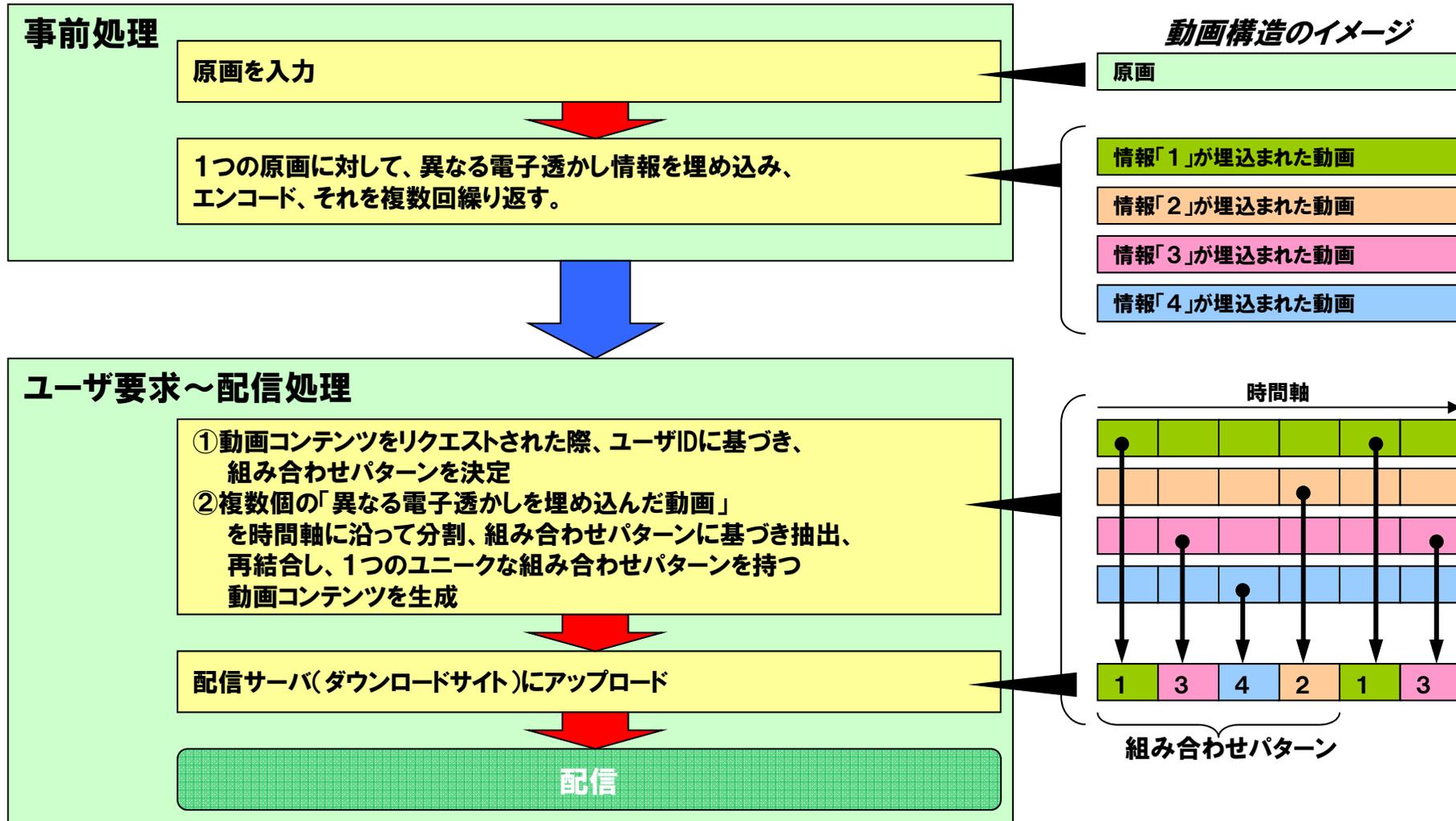


組み合わせ型電子透かし(株式会社KDDI研究所との共同開発)

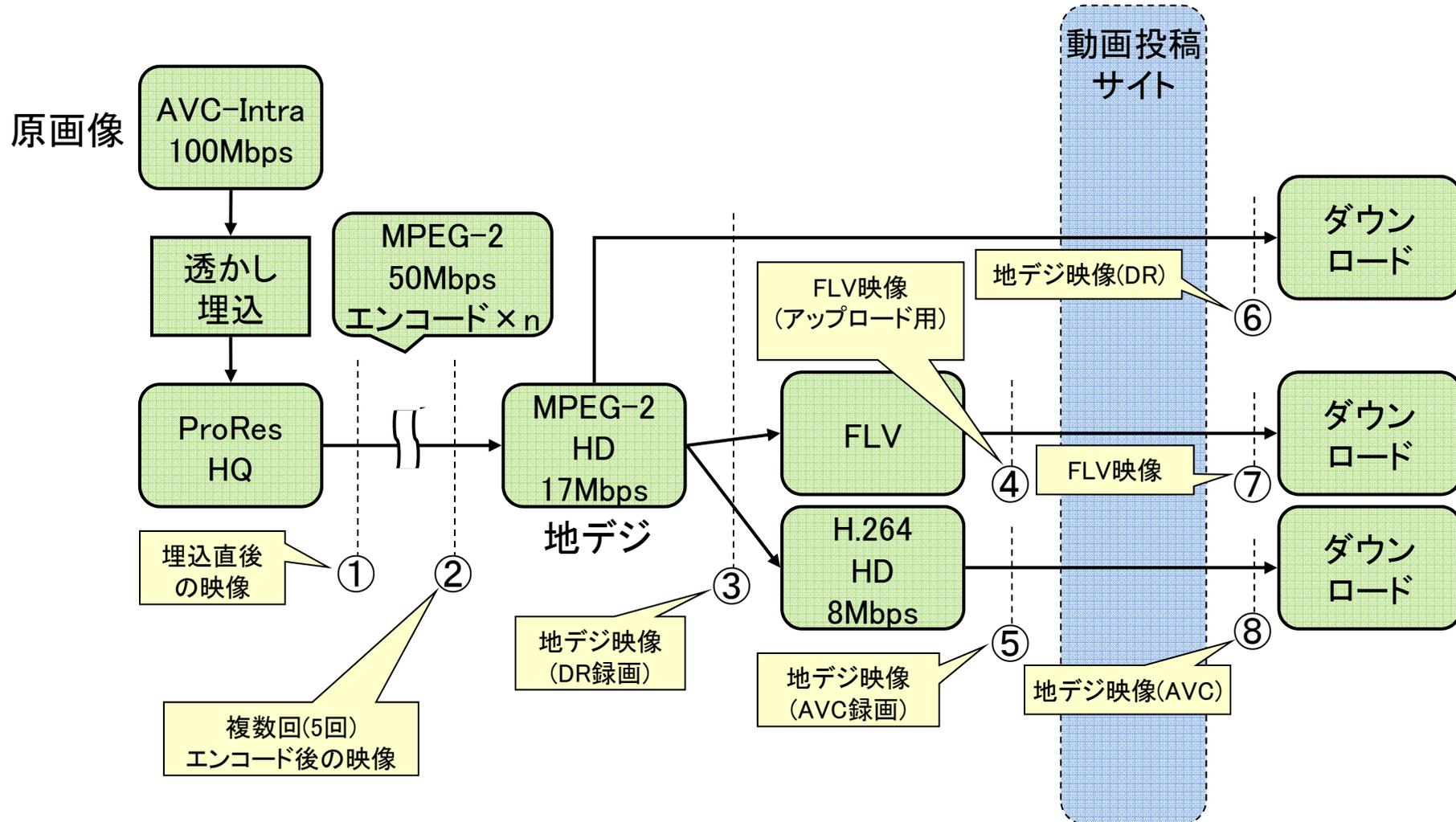
コンテンツ購入者ごとに異なる電子透かしを埋め込んだ映像コンテンツを高速に生成する技術を開発。これにより、動画が違法利用された際に、行為者を特定可能に。

埋め込む情報の例: ログインID、メールアドレス、電話番号、
クレジットカード番号、STB識別子、DVD媒体番号など

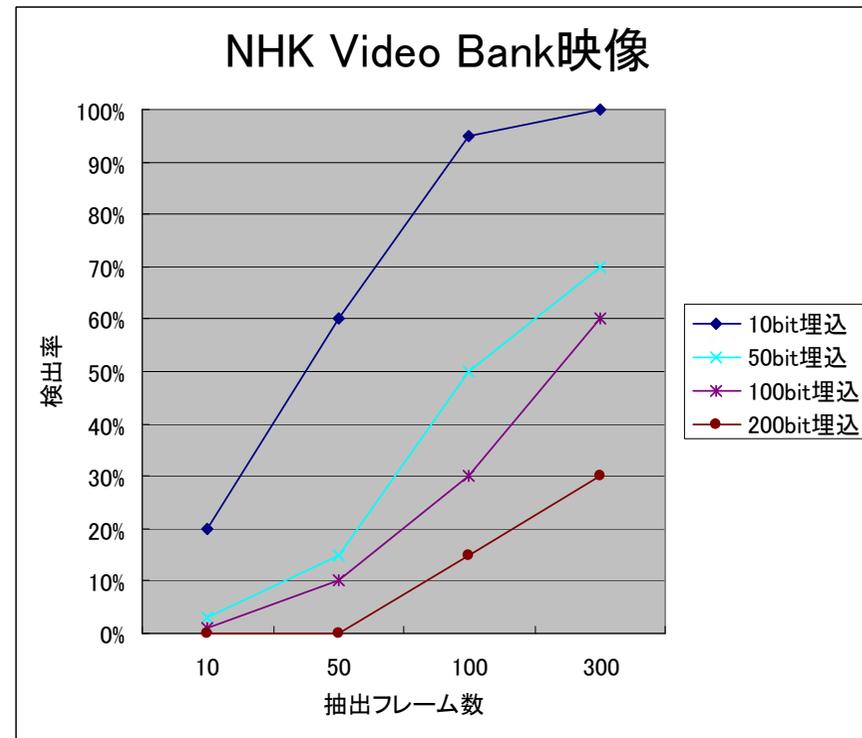
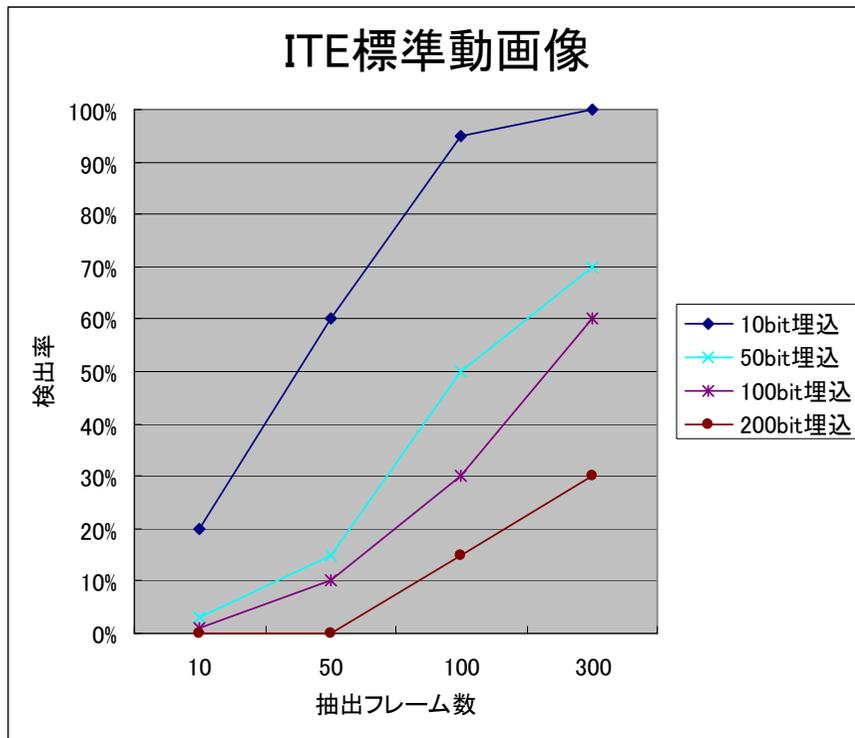
1つの動画に対し、異なる電子透かしを埋め込んだ動画を予め用意しておき、動画配信時に購入者情報に基づいて組み合わせパターンを決定、分割／抽出、再結合した動画を高速で生成する。



個人が動画投稿サイトにコンテンツを不正アップロードすることを想定して、動画投稿サイト経由での透かし検出能力を検証。



埋込ビット長別の抽出フレーム数と検出率の関係。(一例)



例えば、許諾コード方式 (DRPC: Digital Rights Permission Code)

<許諾コードを構成する4要素>

- ①コンテンツID ...対象コンテンツを特定
- ②ホルダーID (From ID) ...コンテンツの権利を保有する者を特定
- ③ユーザID (To ID) ...コンテンツを利用する者を特定
- ④許諾条件コード ...コンテンツIDに対する2者間の利用許諾条件

Content ID	From ID	To ID	許諾条件コード
------------	---------	-------	---------

電通が提唱。

2008年の国際電機技術標準化会議において、

IEC62227として認定された。

国際的コンテンツID管理ソリューション RII (Rights Information Interoperability) でも使用。

RIIは、2013年3月に、国際電気通信連合ITU-T H.751 及び国際電気標準会議IEC 62698 として、共通標準規格として発行された。

許諾のコード化(例)

- ・公開区分: **オープン許諾**
- ・目的区分: **営利許諾**
- ・課金区分: **無料**
- ・スポンサー区分: **広告モデル**
- ・請求区分: **個別**
- ・申請区分: **個別**
- ・テリトリー区分: **日本**
- ・使用区分: **ダウンロード許諾**
- ・CMの視聴制御方式: **時間同時視聴**
- ・有効期限: **2010年2月23日**
- ・利用開始: **2010年2月20日**
- ・利用終了: **2010年2月23日**
- ・利用開始 (相対): **0**
- ・利用期間: **1週間**
- ・再生制御: **3回**

出所:

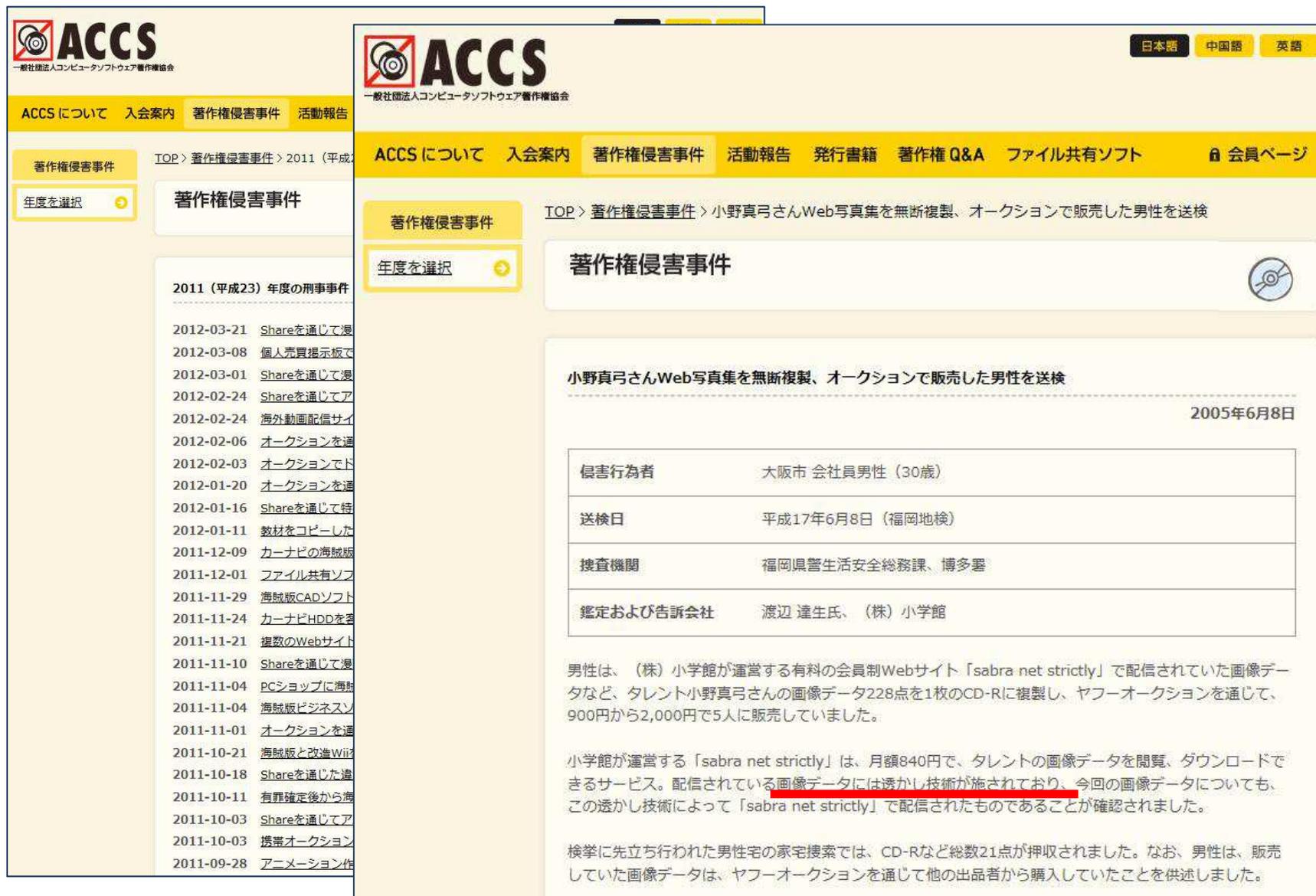
文部科学省「国際技術標準許諾コード方式について」http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/bunka/gijiroku/010/08030406/003.pdf

コンテンツIDフォーラム <http://www.npo-ba.org/cid/cIDf2.html>

デジタル時代の著作権協議会 <http://www.ccd.gr.jp/>

電通報 <http://dentsu-ho.com/articles/833>

株式会社電通 飯田尚一氏、木下信幸氏「DRPCプラットフォームソリューションご紹介資料」(2012年)



The screenshot shows the ACCS (All Japan Copyright Clearance Center) website. The main content is a report titled "小野真弓さんWeb写真集を無断複製、オークションで販売した男性を送検" (Prosecution of a man who copied and sold on auction without permission). The report is dated June 8, 2015.

侵害行為者	大阪市 会社員男性 (30歳)
送検日	平成17年6月8日 (福岡地検)
捜査機関	福岡県警生活安全総務課、博多署
鑑定および告訴会社	渡辺 達生氏、(株)小学館

男性は、(株)小学館が運営する有料の会員制Webサイト「sabra net strictly」で配信されていた画像データなど、タレント小野真弓さんの画像データ228点を1枚のCD-Rに複製し、ヤフーオークションを通じて、900円から2,000円で5人に販売していました。

小学館が運営する「sabra net strictly」は、月額840円で、タレントの画像データを閲覧、ダウンロードできるサービス。配信されている画像データには透かし技術が施されており、今回の画像データについても、この透かし技術によって「sabra net strictly」で配信されたものであることが確認されました。

検挙に先立ち行われた男性宅の家宅捜索では、CD-Rなど総数21点が押収されました。なお、男性は、販売していた画像データは、ヤフーオークションを通じて他の出品者から購入していたことを供述しました。

著作権侵害事件の件数推移



出所：一般社団法人コンピュータソフトウェア著作権協会
<http://www2.accsjp.or.jp/criminal/>

<著作権法>

第14条

著作物の原作品に、又は著作物の公衆への提供若しくは提示の際に、その氏名若しくは名称(以下「実名」という。)又はその雅号、筆名、略称その他実名に代えて用いられるもの(以下「変名」という。)として周知のものが著作者名として通常の方法により表示されている者は、その著作物の著作者と推定する。

⇒出版のような有形的な場合だけでなく、放送のような無形的な場合も著作者としての推定は働くと考えられる。

第113条第3項

次に掲げる行為は、当該権利管理情報に係る著作者人格権、著作権、実演家人格権又は著作隣接権を侵害する行為とみなす。

- 一 権利管理情報として虚偽の情報を故意に付加する行為
- 二 権利管理情報を故意に除去し、又は改変する行為(記録又は送信の方式の変換に伴う技術的な制約による場合その他の著作物又は実演等の利用の目的及び態様に照らしやむを得ないと認められる場合を除く。)
- 三 前二号の行為が行われた著作物若しくは実演等の複製物を、情を知って、頒布し、若しくは頒布の目的をもって輸入し、若しくは所持し、又は当該著作物若しくは実演等を情を知って公衆送信し、若しくは送信可能化する行為

⇒著作物に付された電子透かしを不正に除去、改変することは、著作権の侵害と見なされる。

「他者は、当事者の電子透かしを埋め込み・改変・除去することが出来ない」ことの立証に備える。

①電子透かしアルゴリズムの正当性(技術的証明)

「埋め込んだ電子透かしが正しく検出できること」の立証方法を確立。

②電子透かしの改ざん不可(技術的証明)

「埋め込んだ電子透かしを別の電子透かしに書き換えることが不可能であること」の立証方法を確立。

③鍵管理の正当性

他者は当事者が用いる鍵の値を使って、電子透かしの埋込／検出をすることは出来ない前提として、鍵を正當に管理していることを立証できるようにしておく。鍵管理マニュアルに従った運用など。

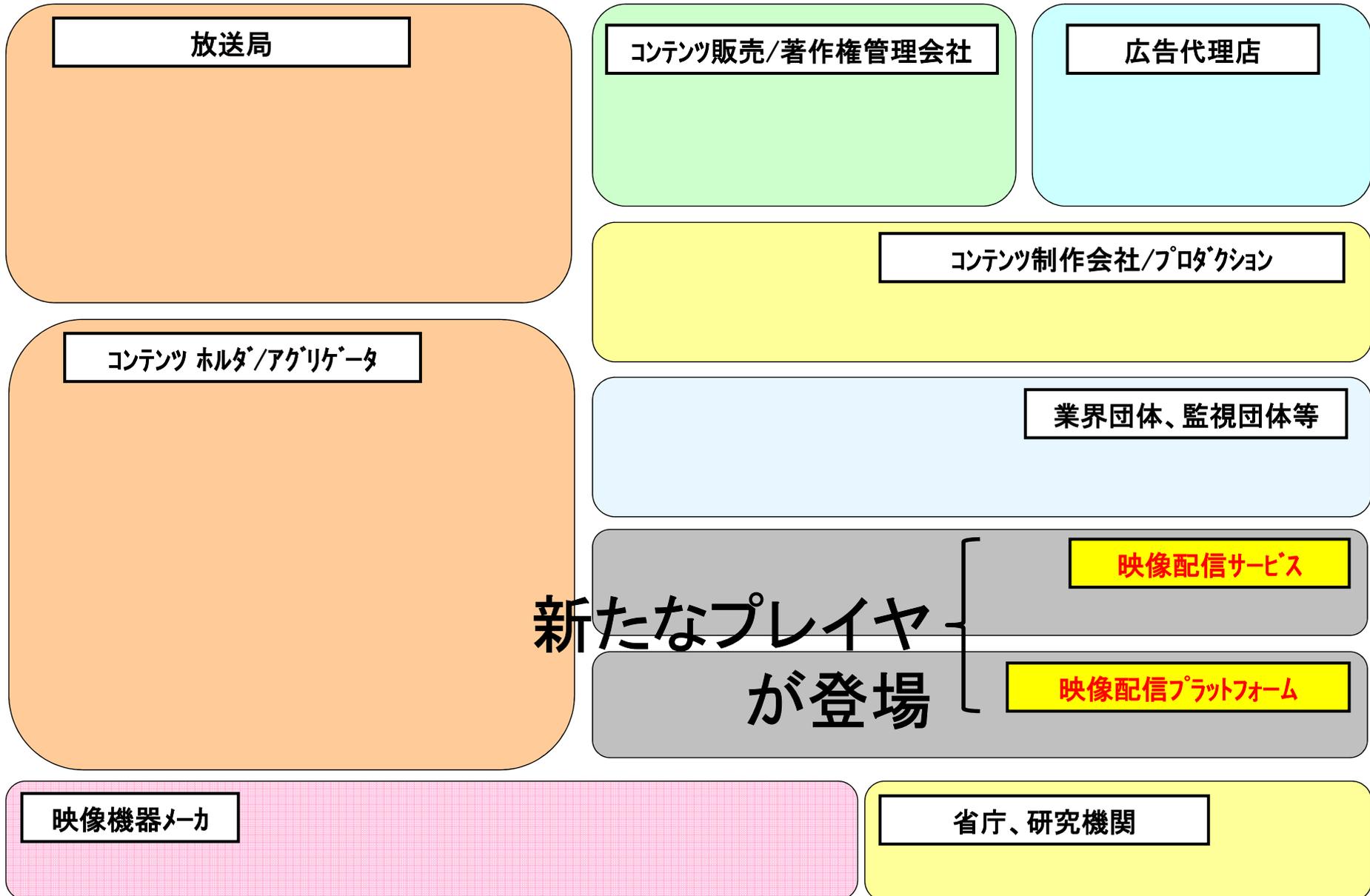
④埋め込みマシン管理の正当性

マシン保管場所のセキュリティ(入退室管理等)や設備管理を正當に実施していることを立証できるようにしておく。設備管理マニュアルに従った運用など。

⑤データベースの改ざん不実施

埋め込んだ電子透かしの内容を記録しているデータベースを、後から別の内容に書き換えていないことを立証できるようにしておく。データベース管理マニュアルに従った運用など。

5. B2Cの導入障壁



映像配信サービス・プラットフォームという新たなプレイヤーが登場。
 DRM機能を含めて、必要な機能がパッケージングされた統合サービス・プラットフォーム。



加入者(視聴者)が集まり、優良なコンテンツも集まり、業界内での交渉力を高めている。

動画投稿サイトへの不正アップロードのケースを考える。

抑止力の競争

- ・DRM: 厳格な仕組みにより権限を制御
- ・ソーシャルDRM(電子透かし): 流出後の追跡能力により牽制効果で不正を抑止

(他方、DRMの仕組みの中で電子透かし技術を応用する方法もある。例えば、電子透かしで権限を制御、もしくは暗号化キーを電子透かしで渡す等。)

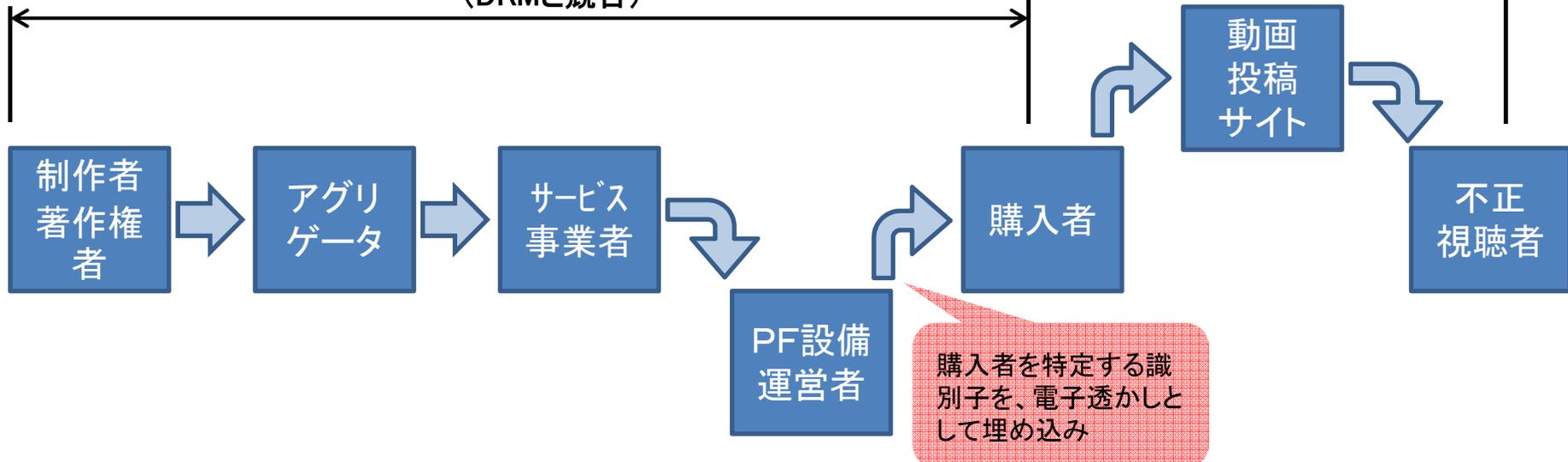
不正流出を未然防止する局面
(DRMと競争)

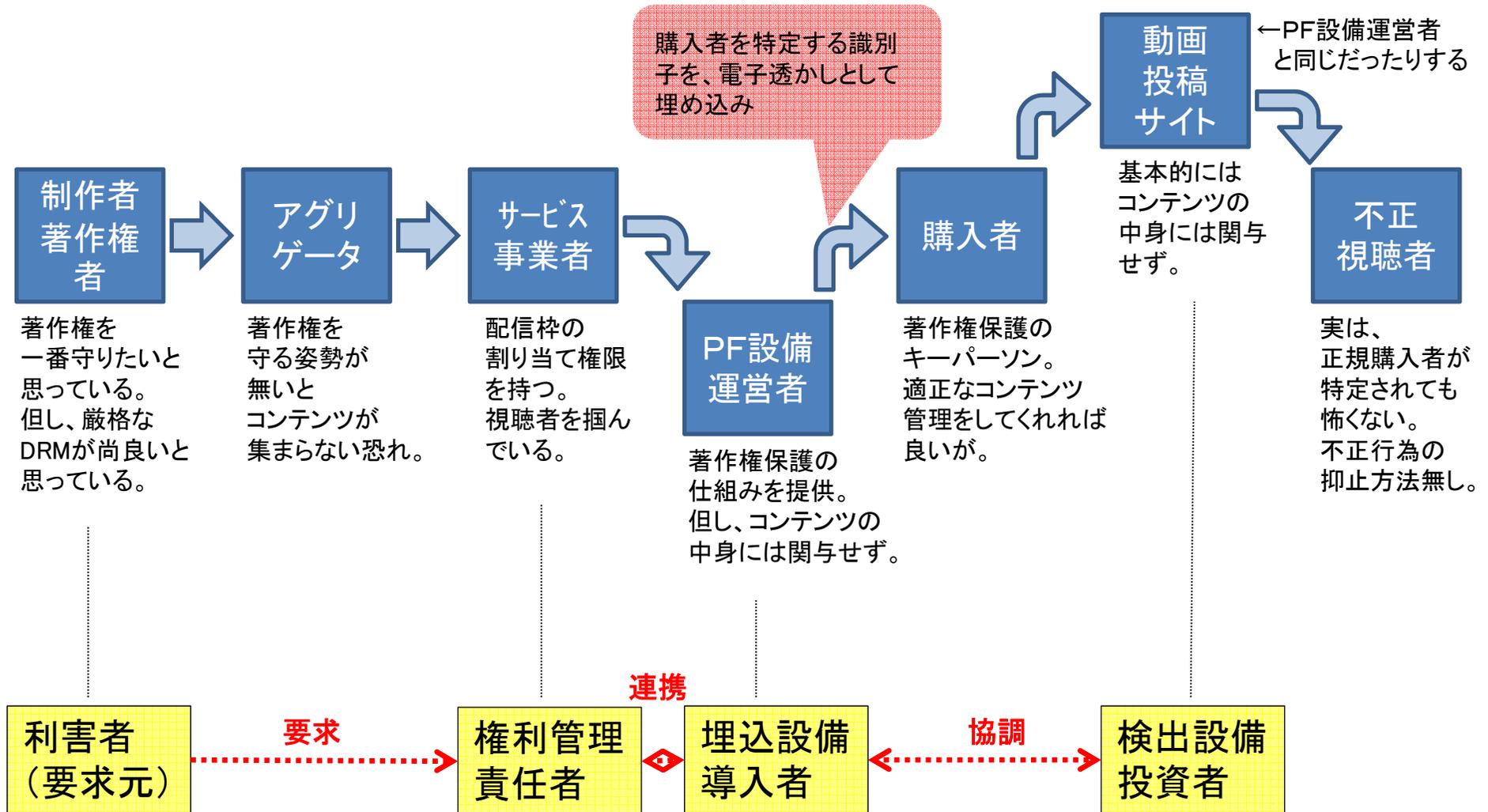
検出精度・コスト等の競争

流出元を特定する局面
(競争無し)

検知する局面
(フィンガープリントと競争)

不正アップロードをリジェクト





電子透かしの導入に向けて、誰を動かせば、周りが付いてくるか。

(1) 競合技術の存在

- ・不正流出の防止では、厳格なDRM技術が先行。(流出後の追跡&罰則よりも、まずは未然防止)
- ・不正流出の検知では、動画投稿サイト主導でフィンガープリント技術が先行。(動画投稿サイトの運営事業者にとっては、不正検出を有償サービスとするために、事前登録制が好ましい。一方、電子透かしのメリットは、事前登録不要な点)

(2) インセンティブのズレと主体の不在

1つのコンテンツに、複数の著作権者(制作委員会)、アグリゲータ、配給会社、配信サービス事業者など多数の事業者が関係する複雑な業界。

(3) 不透明な牽制効果

現在、流出後の追跡は補完的事項となっているため、不正行為者の特定手段が無い状態で流出している。そのため、罰則適用の事例が増えず、電子透かしの牽制効果が定まらないため、導入機運が高まらない。

(1) アルゴリズムの秘匿性を維持しながらの事業展開

結託攻撃の懸念があり「売れば売るほど脆弱性が高まる」とも言える。また、無償アプリ配布、オープンソース化などの施策は、将来コントロール不能となる恐れがある。

(2) 収益を生み出さない「守りの投資」

著作権保護自体は、収益を生み出さない「守りの投資」であり、単独の民間企業の判断では、どうしても積極的になれない。

(3) 限られる検出ポイント

コンテンツの流通経路上の全ての事象を検知するのは困難。闇取引サイトのように表面化しない場もありうる。特に映像コンテンツの場合には、性能的、コスト的にクローリングの限界もある。

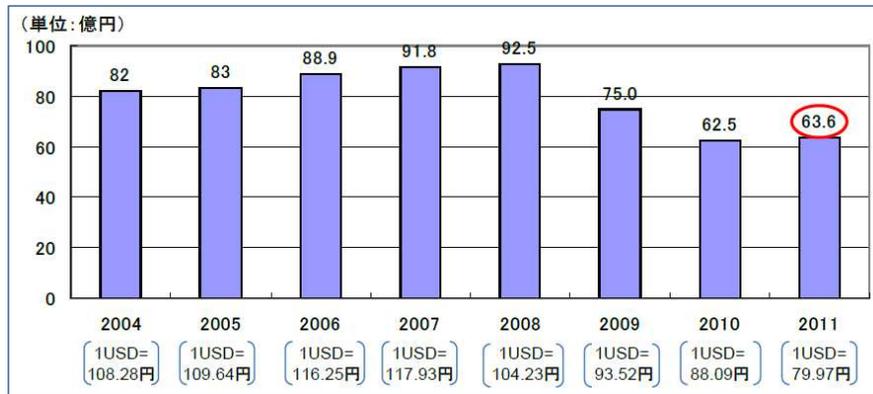
(4) 鍵の扱いに関する議論不十分

電子透かしの埋め込みに使用する鍵と検出に使用する鍵が同一であり、電子透かしの安全性は鍵の管理・運用に依存するが、議論が進んでいない。

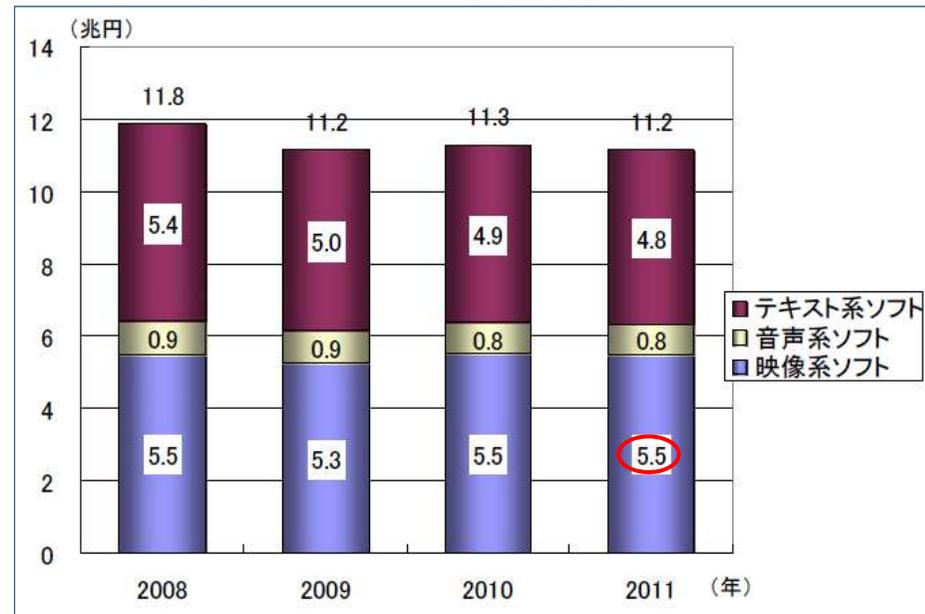
6. 今後の取り組み

国内外の映像コンテンツ流通市場への貢献。
 そのための、著作権保護の社会インフラ構築。(安心してコンテンツを委ねられる社会へ)
 そして、コンテンツ流通の促進。(日本の優良コンテンツを世界へ)

日本の地上波テレビ番組の輸出金額



日本のコンテンツ市場規模



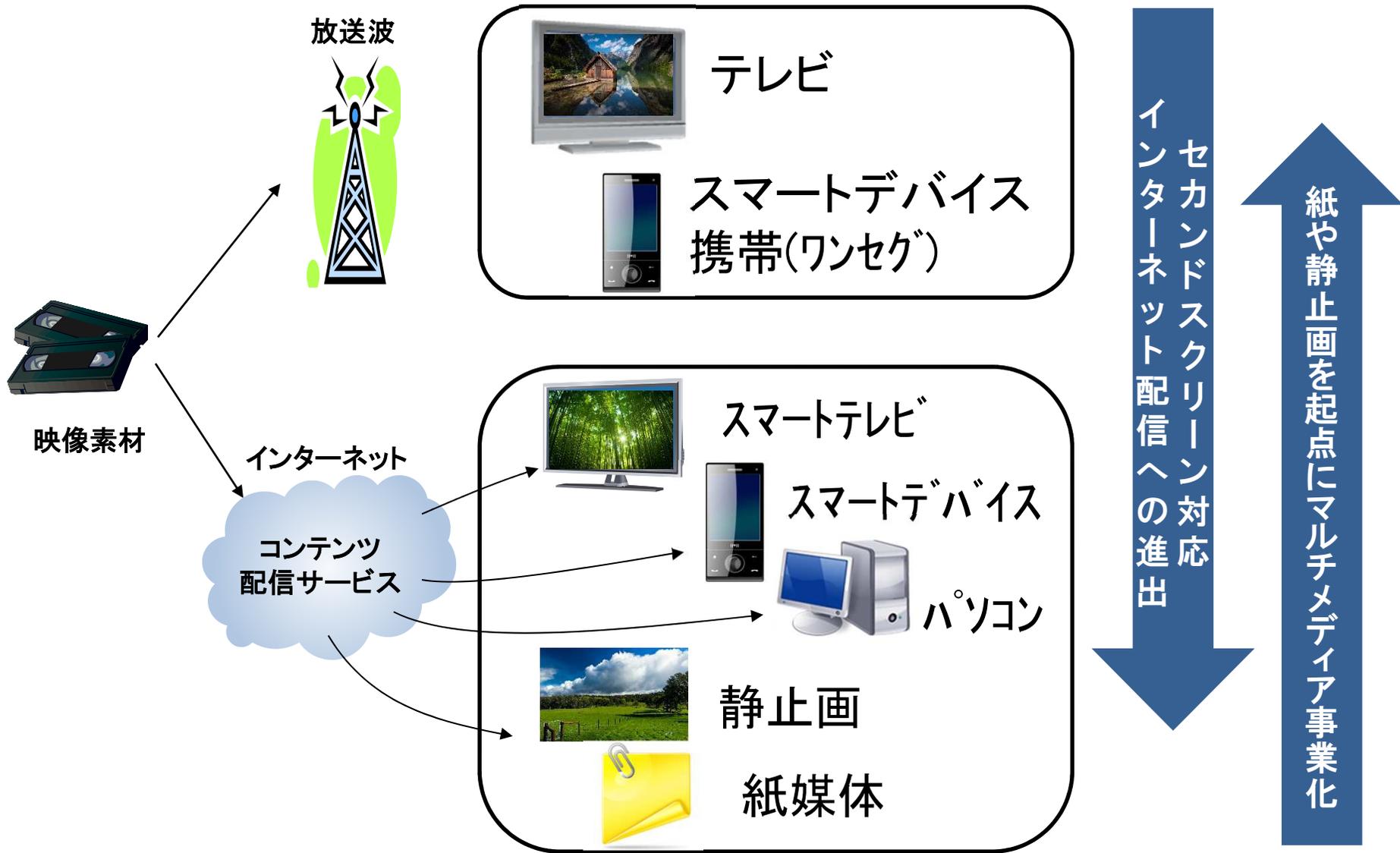
**市場が伸びていない。技術をもって市場の拡大に貢献せねば。
 価値あるコンテンツが、正当に取引される市場であるべき。**

現在の映像コンテンツ流通市場は、厳格なDRMの仕組みで不正流出を未然に防止することに注力している状況。

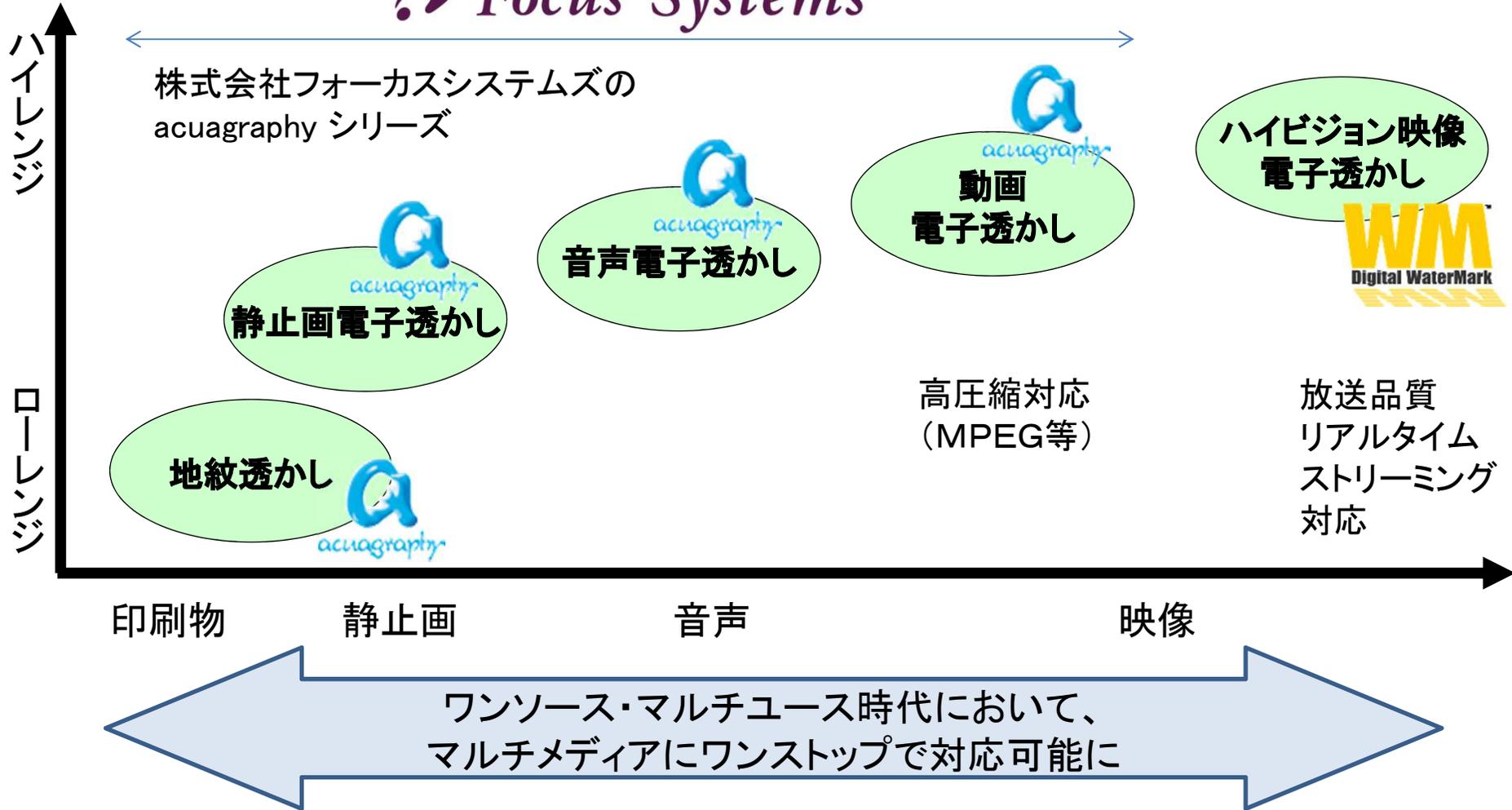
- ⇒しかし、DRMの仕組みを破って、不正が行われる恐れがある。
(行為者を特定する仕組みが導入されていないため、後が絶えない)
- ⇒また、端末・OSやビューアなど閲覧プラットフォームのバージョンアップに伴い、DRMの仕組みを常に追従させてゆくことが負担となっている。
(プラットフォームの多様化、進化の急速化)
- ⇒そもそも、DRMの厳格な制御が利便性を阻害し、利用者中心のサービスになっていない恐れもある。(正規に購入したコンテンツなのに自分の自由にならない)
- ⇒各事業者が利用者の困り込みを図っており、別々のDRMの仕組みを採用している。また、事業者のサービス撤退により、購入済コンテンツが利用不可となる事態も発生している。

**DRMと電子透かしは補完関係(流出防止と流出後追跡)でもある。
今後、電子透かし導入の機運が高まる可能性はある。**

- 来歴管理の需要の高まり。特定事業者の方式に依存しないインフラによって、コンテンツ全数を来歴管理することの検討。
- 映像配信サービス・プラットフォーム事業者の新規参入。業界内のM&A、再編の活発化。
- 放送局のネット利用。
(ワンソース・マルチユース、セカンドスクリーン、O2O)
- ハイブリッドキャストサービス。
(テレビとモバイルデバイスの連携)
- メディアのリッチ化(静止画⇒Web動画⇒高精細動画)と、それに伴うコンテンツ価値の増大。
- 従来は映像加工の困難さゆえ、静止画のアイコンの脅威のような状況は無かった。今後、模造映像が容易に作成できるようになると、対策が必要となる。



Focus Systems



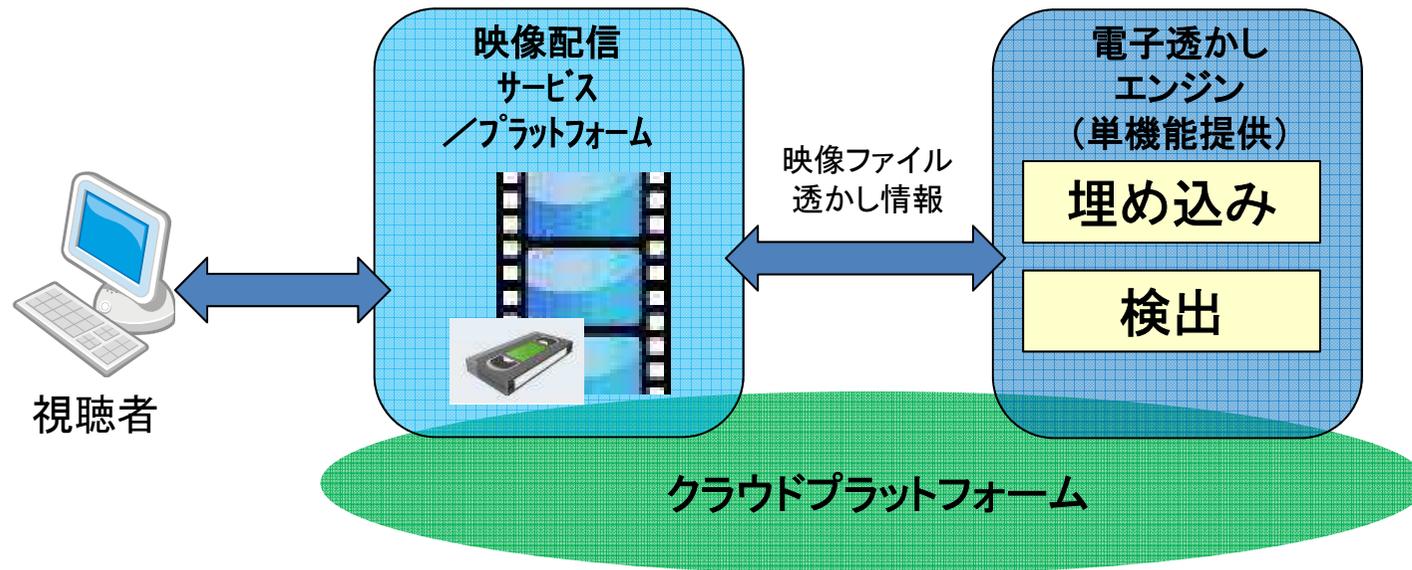
事業カバー範囲を拡大して、案件獲得の機会を増やす。

■従量課金制の検討

現在: システム一括購入: 〇〇百万円

⇒今後: 埋め込み1分間当たり料金〇〇円(初期費用ゼロ)

■サービス型提供の検討



試行導入～採用検討の対象に挙げ易くする。

- 基本は、優れた技術を信じて、
事業の枠組みを作り上げるべく、立ち止まらずに動き続ける。
(どこでどのような出会いがあるか分からない。機会を増やして確度を高める)
- 業界内を動き続けることで、事業勘を養う。
多様な情報が集まり、潜在顧客や他社状況も見えてくる。
その中に、自社事業のヒントがある。
- 局面は常に変化する。技術も進歩するし、法制度も変わる。事業者の
方針転換もありうる。変化を待ちながら、着々と備える。

世の中に役立つ技術であれば、市場に需要があり、事業性はある。
「電子透かしの三菱電機」もまた、諦めない。



Digital WaterMarkロゴは、三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社の登録商標です。