

①概要

当機構では動画投稿サイトなどにおける無許諾アップロードされた映像コンテンツを探索する技術として現状はフィンガープリント技術を利用しインターネット上の侵害コンテンツの対応を継続実施している。フィンガープリント技術は配信されたコンテンツを検索する事を前提としている。一方、配信される前のコンテンツに施術する事を前提としている技術として電子透かし技術がある。

本年度は、この電子透かしについての基礎調査を行う事とした。本基礎調査では、国内で利用可能な電子透かし技術について、実際のオンラインでの侵害事案を想定し、コンテンツ探索や流出元把握について技術検証を実施した。

また、本事業は株式会社クロスワープを再委託先として選定した。

②用語集

用語	説明
エンコード	デジタルデータを、一定の規則に従って別の形式のデータに変換すること。本実験では主にデジタル動画データの変換をいう。元に戻す処理はデコードという。
トレードオフ	一方の結果を優先すると他方の結果が犠牲になること。
デジタルシネマ	デジタルデータで撮影、編集、上映までを行う映画。
ビット	コンピュータが扱うデータの最小単位。英数字 1 文字は 8 ビットで表すことができる。
開発用ライブラリ	コンピュータプログラムを作成する上で参照することのできる汎用性の高いプログラム。
コマンドラインアプリケーション	文字によって入力、出力を行うプログラム。
pixel	ピクセル。コンピュータで画像を扱う最小単位。
フレーム	動画を構成する静止画 1 枚分。コマ。一般的なテレビ放送では 1 秒間 29.97 フレームを使う。
フィンガープリント	一般的には指紋の意味であるが、本報告書では動画のデジタルデータの内容を処理し特徴データを抽出することにより、特徴データを用いて動画データを識別する技術を指す。
セットトップボックス	ケーブルテレビ放送や衛星放送、IP 放送などを受信して一般のテレビで視聴できるようにする装置。
ワークステーション	パーソナルコンピュータの中で業務用に特化した高性能なコンピュータ。
SDI	Serial Digital Interface の略。ビデオ信号伝送規格の一

	つ。主に業務用ビデオ機器に利用されている。
GUI	Graphical User Interface の略。いわゆる WindowsOS、MacOS 等のインターフェース。グラフィックスとポインティングデバイスを用いて利用する。
画角	一般的にはカメラで撮影される範囲の角度を表すが、本報告書ではフレームサイズの事を指す。
コーデック	エンコードやデコードで使う一定の規則。
非圧縮 mov 形式	データ圧縮を行わない mov 形式（アップル社が開発した拡張子。Mov は movie の略称）の動画データ。
V210 コーデック	動画コーデックの一つ。
h. 264 コーデック	動画圧縮規格の一つ。
MP4 形式	MPEG4 規格で規定されている形式。
SSD	Solid State Drive の略。記憶装置として半導体メモリを使ったもの。従来のハードディスクドライブに比べて高速な読込が可能となる。
SSD レコーダー	Solid State Drive を使った録画装置。
1080p, 720p	動画の解像度で用いられる用語で、垂直方向の解像度が 1080pixel のものを 1080p、720pixel のものは 720p と表記する。
パラメータ	エンコードなどのプログラムで設定する値。この値を変えることにより、画質などの詳細な設定ができる。
ラウドネス処理	人間の耳の特性に合わせるため、音の大きさを周波数ごとに最適値に変更する処理。
ハーディングチェック	視聴者の健康に悪影響を及ぼさないようにテレビ放送局で規定された基準が守られているかのチェックをすること。
トランスコード	デジタル映像をアナログ信号に戻さずデジタルデータのままエンコードする技術を指すこともあるが、本報告書では動画形式の変更やエンコードの変更などを指す。
クローズドキャプション	表示・非表示を切り替えることのできる字幕。
ワールドトラックス	株式会社ワールド・メディア・トラックスジャパンが提供している CM 素材ナンバーで、電子透かしとして CM に挿入されている。

③電子透かし技術についての基礎調査

本検証を行うに当たり、電子透かし技術についての基礎的な調査を行った。

電子透かし技術（デジタルウォーターマークとも呼ばれる）は、何らかの情報を、一般的な視聴等では覚知できない方式でデジタルデータに挿入する技術である。挿入される情報は作品名や個別 ID など多様で、その情報はデータの真正性確認や権利情報の確認等に利用される。対象とするデータは映像、画像、音声、テキスト等があり、それぞれに違った技術が用いられている。本検証では動画投稿サイト等における無許諾アップロード対策への利用可能性を検証するため、映像の電子透かし技術について調査を行った。

映像の電子透かし技術は、映像データの中に映像とは無関係の情報を電子透かしとして挿入する技術であり、オリジナルの映像データを一部変更して挿入するため、程度の差はあれ、映像の品質に劣化を生じる。この品質劣化は、電子透かし技術を実際に利用する上では問題となる。また、電子透かし入りの映像データは、エンコードや縮小等の改変を受けると、電子透かしそのものが取り出せなくなる（検出できなくなる）場合がある。この電子透かしの改変に対する耐性も、電子透かし技術を実際に利用する上では問題となる。

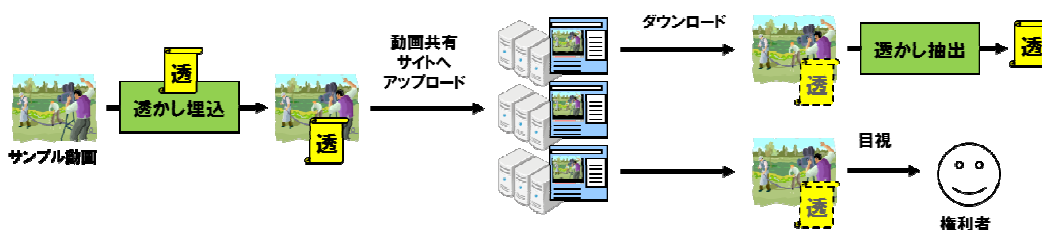
上記の 2 つの問題はトレードオフの関係にあり、一般的に、耐性が高くなるほど映像の劣化が大きくなるという関係にある。このため、いかに映像の劣化を少なく抑えつつ、耐性を高くするかという点が、電子透かし技術開発のポイントとなっており、規格等で言及される指標となっている。例えば、デジタルシネマの規格である DCI（Digital Cinema Initiative, LLC）の「Digital Cinema System Specification」では、5分間の映像ごとに 35 ビットの電子透かしデータを挿入することを要求しており、対応する技術は、これを実現しつつ映像の品質を劣化させないようにする必要がある。

④検証手法の検討

電子透かし技術の技術検証を行うに当たっては、この技術の 2 つのポイントである、オリジナル映像の品質劣化の度合い及び改変に対しての耐性の度合いを評価することが妥当だと考えられる。このため、以下の 2 点の試験を想定した。

- ・映像コンテンツに対して電子透かしを挿入し、オンラインでの侵害事案を想定した改変と流通（動画投稿サイトへアップロード等）を行った上で、電子透かし取り出しを試行する耐性試験
- ・映像コンテンツに対して電子透かしを挿入し、映像コンテンツの権利者自身に視聴してもらい、映像の劣化を確認する品質試験

以下に検証のイメージを図示する。



また、電子透かし技術はその利用目的から、映像が流通する前の過程で挿入処理を行う必要があるため、実運用時には既存の映像作成業務に影響を及ぼす可能性がある。このため、映像制作会社へのヒアリングを行い、電子透かし技術を導入する場合の運用フローへの影響など、現実的な課題についても確認することとした。

⑤現在利用可能な技術の調査

試験に先立ち、評価に利用する技術を検討することとした。具体的には文献及びインターネット上に公開されている情報を用いて、以下の各社が開発・提供する電子透かし技術について、調査を行った。

- ・国内技術会社 (A)
- ・国内技術会社 (B)
- ・国内技術会社 (C)
- ・国内技術会社 (D)
- ・海外技術会社 (E)
- ・海外技術会社 (F)
- ・海外技術会社 (G)

この調査の過程では、以下の通り、映像の電子透かし技術の利用事例が数例確認できた。

- ・映画の映像に電子透かしとして挿入された情報により、劇場で盗撮された映像から映画館を特定することに利用
- ・サンプル版として複製・配布された映像に電子透かしとして挿入された情報により、漏出者の特定に利用
- ・放送番組に電子透かしとして挿入された情報により、視聴率や契約外利用の調査に利用

利用事例及び各社の技術紹介内容から見ると、現状では映像の電子透かしは流出経路の特定のための利用に重きが置かれているようであった。つまり、本検証での目的である、動画投稿サイトにおける侵害検出やフィルタリングなどの侵害コンテンツ探索については、直ちに技術が利用可能かどうかは確認できない状況であった。ただし、同時に、電子透かしは既に商用化された技術として利用されており、実績もあることも判明したため、想定通り検証を実施することとした。

⑥実証実験

⑥-1 対象技術

事前調査を行った 7 社の中から、映像の侵害対策で実際に利用することを想定し、日本国内での商用利用が可能な、以下の 3 社を選定した。

- ・国内技術会社（A）
- ・国内技術会社（B）
- ・海外技術会社（F）

それぞれの技術概要、仕様について以下に示す。

⑥-1.1 国内技術会社（A）

概要

画像用の電子透かしとして開発された技術。静止画電子透かしでは国内での多くの導入実績があり、オンライン侵害の刑事事件でも証拠として採用された実績がある。本技術は、これを映像に対応させたものである。

技術の提供形態

本技術は Windows アプリケーションで動作する開発用ライブラリとして提供されるため、電子透かしの利用形態に合わせて、利用者側でシステムを開発することが可能である。このライブラリを動作させるプラットフォームに必要なスペックは、以下の通り。

項目	内容	備考
CPU	1.0GHz 以上	3.0GHz 以上推奨
RAM	512MB 以上	2GB 以上推奨
OS	Windows XP Pro Windows Server 2003 (32bit)	

なお、本検証では、この開発用ライブラリにサンプルとして添付されていたコマン

ドラインアプリケーションを用いた。

技術仕様について

本技術の主な仕様は以下の通りである。

挿入時の画角	1920x1080pixel~320x240 (ただしリアルタイムに電子透かしを挿入する場合は 320x240pixel まで)
検出時の画角	1920x1080pixel~128x96
挿入できる情報量	64bit (半角 8 文字) までの半角英文字/数字/符号
検出に必要な映像の長さ	1 秒以上 (16 フレーム以上)

価格

電子透かしの挿入処理、検出処理を行うために最低限必要なソフトウェアの費用は以下の通りである。

初年度ソフトウェア費用	400 万円
次年度以降ソフトウェア費用	80 万円

別途ソフトを動作させるワークステーション PC 等が必要

⑥-1.2 海外技術会社 (F)

概要

提供社は電子透かしとフィンガープリントの世界大手であり、本技術はデジタルシネマにおける盗撮対応用電子透かし等として、国内外で多くの導入実績がある。

技術の提供形態

本技術は、利用用途に合わせて様々な形態で提供されている。実績として例示されたのは以下の通り。

電子透かし挿入処理

- ・ サンプル版 DVD に電子透かしを挿入するための Windows アプリケーションの開発
- ・ 劇場映画の映写時に電子透かしを挿入するためのデジタルシネマ映写機への挿入機能追加
- ・ ケーブルテレビサービスの VOD (Video On Demand) 配信で電子透かしを挿入するためのセットトップボックスへの挿入機能追加

電子透かし検出処理

- ・提供社が運営する Web サイト（Detection Portal）で提供される電子透かし検出サービスの提供
- ・ファイルを読み込んで電子透かしを検出する Windows アプリケーションの開発

本検証は、ベンダから、電子透かし挿入に利用するアプリケーションを動作させるためのサーバの貸与を受けて実施した。以下にサーバのスペックを示す。

項目	内容
CPU	3GHz
RAM	2GB
HDD	36GB x2 (RAID1)
光学ドライブ	DVD-ROM Drive
OS	Windows XP SP2 Multilingual

本検証での電子透かし検出処理には、前述の「Detection Portal」を用いた。

技術仕様について

本技術の主な仕様は以下の通り。

挿入時の画角	1920x1080pixel~640x480
検出時の画角	1920x1080pixel~640x480
挿入できる情報量	提供社により独自管理される ID（長さ不明）
検出に必要な映像の長さ	5 秒以上（150 フレーム以上）

価格

電子透かしの挿入処理、検出処理を行うために最低限必要なソフトウェアの費用は、以下の通り。（ただし、「Detection Portal」ではなく、利用者自身が検出を実施する想定とする。）

初年度ソフトウェア費用	€59,500
次年度以降ソフトウェア費用	€13,100

別途ソフトを動作させるワークステーション PC 等が必要

⑥-1.3 国内技術会社（B）

概要

電機会社と放送局の研究所が共同で開発した技術。開発当初は劇場での映画盗撮に対応し、後にテレビ番組用に変更された。特に映像の劣化を抑制することを主眼として開発されている。

技術の提供形態

本技術は放送番組の映像に対して、放送と同時に電子透かしを挿入することを想定しており、テレビ放送で映像データを処理する際に利用される SDI インターフェースでの入出力を行う。操作は Windows のアプリケーション (GUI もしくはコマンドライン) で行う。

本検証はベンダから、SDI インターフェースを備えたワークステーション 2 台の貸与を受けて実施した。以下にワークステーションのスペックを示す。

項目	内容
CPU	3.5GHz
RAM	8GB
HDD	2TBB
OS	Windows7Professional 64bi
グラフィックボード	高速な並列演算処理に適した GPU を搭載したグラフィックボード

以下に貸与を受けたワークステーションの写真を示す。



技術仕様について

本技術の主な仕様は以下の通りである。

挿入時の画角	1920x1080pixel 固定
検出時の画角	1920x1080pixel 固定
電子透かし情報	200bit(半角 25 文字) までの任意の文字列
検出に必要な映像の長さ	30 秒以上 (100 フレーム以上)

価格

電子透かしの挿入処理、検出処理を行うために最低限必要なソフトウェアの費用は以下の通りである。

初年度ソフトウェア費用	90 万円
次年度以降ソフトウェア費用	90 万円

その他運用機材として電子透かし検出用、及び電子透かし抽出用の高速なワークステーション PC が 2 台必要

⑦対象コンテンツの選定

本検証では CODA の会員企業 4 社からアニメと実写の映像作品を 2 つずつ、計 4 作品を提供頂き、検証を実施した。以下に一覧を示す。

ジャンル	権利者名	タイトル
アニメ	アニメ会社 (A)	アニメ作品 (A)
アニメ	アニメ会社 (B)	アニメ作品 (B)
実写	実写会社 (C)	実写作品 (C)
実写	実写会社 (D)	実写作品 (D)

⑦-1 映像の改変と流通について

電子透かしを挿入した映像について、実際の侵害を想定して以下の改変を加えた映像をそれぞれ用意することとした。

- ・ 画角の変更
- ・ 字幕の挿入
- ・ 縦横比の変更 (16:9→4:3)
- ・ 映像の上下カット

また、映像の流通先としては、動画投稿サイトのうち、最も著名で広く使われている「YouTube」を利用することとした。なお YouTube では、映像をアップロードすると、当該映像は YouTube 側で自動的に各種の画角に変更され複製・蔵置されるため、画角の変更の検証には、YouTube 側で自動的に作成する映像データをそのまま使うこととした。

⑦-2 実施手順

⑦-2.1 電子透かし挿入前処理

各権利者から提供を受けた映像データは、それぞれ動画形式やコーデック及び画角が違っていたため、前処理として映像の形式を統一するための変換を行った。この変換には「ffmpeg」(※ 後述)を利用し、統一的に、非圧縮 mov 形式(v210 コーデック)の 1920x1080pixel の画角のファイルを作成した。

※ffmpeg とは、映像と音声を様々な動画形式に変換できるフリーソフトウェア。

⑦-2.2 電子透かしの挿入

電子透かしの挿入手順は、以下の通り。

⑦-2.2.1 国内技術会社 (A)

- i. 前処理で作成した非圧縮 mov 形式の映像ファイルを、国内技術会社 (A) の電子透かし挿入ツール(「Acuagraphy Moviemark EXE(HD)版」(以下 AMMEXE))で読み込み可能な h.264 コーデックの MP4 形式のファイルに変換する
- ii. 作業用 WindowsPC (Windows7 Professional 64bit) を用意し、ローカルハードディスクに上述の MP4 形式のファイルを複製する
- iii. 電子透かしとして挿入する情報として「12345678」の半角文字列を設定し、AMMEXE を起動して電子透かしの挿入を行う。以下にコマンドラインの実行オプションを示す

```
amm.exe -i [入力ファイル.mp4] -wm 1 -wmi "12345678" -wmr 5 -o [出力ファイル.mp4]
```

wm オプションは 1 が電子透かし挿入処理であり、wmi オプションに電子透かしとして挿入する情報を指定、wmr オプションは電子透かしの強度(1~5。5 が最も強度が強い)である。

- iv. オプションで指定した出力ファイルに電子透かし入りファイルが保存される

⑦-2.2.2 海外技術会社（F）

- i. 前処理で作成した非圧縮の mov 形式の映像ファイルを、オリジナルデータ用 SSD（※ HyperDeck Shuttle。後述）に複製する
- ii. オリジナルデータ用 SSD と空の電子透かし入りデータ用 SSD の 2 基それぞれを、2 台の SSD レコーダーに挿入する
- iii. 「NexGuard」電子透かし機器の SDI インターフェース（入力）にオリジナルデータが入った SSD レコーダーの SDI インターフェース（出力）を接続する
- iv. 電子透かし挿入用機材の挿入プログラム「NexGuard Pre-Release Manager」を起動し、Tape Duplication を選択し、電子透かしを挿入できる状態にする
- v. オリジナル側 HyperDeck Shuttle の再生ボタンと録画側 HyperDeck Shuttle の録画ボタンを同時に押す
- vi. 再生の終了と同時に録画側 HyperDeck Shuttle の停止ボタンを押す
- vii. 録画側 HyperDeck Shuttle から SSD を取り出し、保存された電子透かし入りファイルを取り出す

※国内技術会社（A）のインターフェース用再生機器として SSD レコーダーである「Blackmagicdesign」社の「HyperDeck Shuttle 2」を採用した。本機器は SSD のデータを再生、及び SSD に録画（非圧縮 mov 形式）できる。再生用の映像データ、及び録画した映像データを SSD として PC と接続し利用できる。

参考 URL）<http://www.blackmagicdesign.com/jp/products/hyperdeckshuttle/>

以下に HyperDeck Shuttle の画像を示す。





⑦-2.2.3 国内技術会社 (B)

- i. 前処理で作成した非圧縮の mov 形式の映像ファイルを、オリジナルデータ用 SSD (※ HyperDeck Shuttle。先述) に複製する
- ii. オリジナルデータ用 SSD と空の電子透かし入りデータ用 SSD の 2 基それぞれを、2 台の SSD レコーダーに挿入する
- iii. 国内技術会社 (B) の電子透かし挿入機器の SDI インターフェース (入力) に、オリジナルデータが入った SSD レコーダーの SDI インターフェース (出力) を接続する
- iv. 電子透かし挿入プログラムを起動し、電子透かしとして挿入する情報として「12345678」の半角文字列を設定する
- v. オリジナル側 SSD レコーダーの再生ボタンと録画側 SSD レコーダーの録画ボタンを同時に押す
- vi. 再生の終了と同時に録画側 SSD レコーダーの停止ボタンを押す
- vii. 録画側 SSD レコーダーから SSD を取り出し、保存された電子透かし入りファイルを取り出す

⑧侵害を想定した映像の加工処理

本検証では実際に起こり得る侵害を想定して、電子透かしが挿入された映像に対して以下の加工を行った。この加工では全て、入力是非圧縮 mov 形式の映像を用いて、出力は、Youtube がアップロードを受け付けている 4Mbps 程度の、h. 264 コーデックの mp4 形式のファイルを作成した。

i. 画角の変更

映像の違法アップロードでは、行為者がそれぞれ任意の画角の映像を利用することを想定し、画角の変更を実施した。加工はこの工程では実際には行わず、Youtube にア

アップロードした後に Youtube 側で自動的に様々な画角の映像が作成される事を利用した。

ii. 字幕の挿入

アニメーション映像等では、第三者による字幕が付加されて動画投稿サイトに違法アップロードされる事例が多いことを想定し、字幕を挿入した。加工には「Aviutil」（※後述）の拡張編集 Plugin を利用した。Aviutil の設定から拡張編集の設定をチェック。「メディアオブジェクト」の追加からテキストを選択し「レイヤー」に設定することにより文字列を挿入することが可能となる。本検証では映像下部に白文字の日本語文字列を挿入した。

iii. 縦横比の変更（16:9→4:3）

動画投稿サイトによっては、縦横比 16:9 の映像をアップロードした場合、強制的に縦横比 4:3 の映像に変更されることがあることを想定し、縦横比の変更を実施した。この加工には Aviutil の標準機能を利用し、「設定」から「サイズの設定」で 1440x1080 を指定した。

iv. 上下のカット

映像の違法アップロード行為者が、放送局ロゴやタイムコードを削除するため、上もしくは下の一定画素数をカットして映像をアップロードすることを想定し、上下カットを実施した。この加工には Aviutil の標準機能を利用し、設定からクリッピング & リサイズの設定で映像の上端、下端のそれぞれ 10pixel を削除した。

※「AviUtil」とは、AVI ファイルに各種の変更を加えることができるフリーソフトウェア。プラグインを使って AVI 形式以外のファイルを扱うことができる。本検証では、非圧縮 mov 形式から h.264 形式への変換、映像のサイズ変更、一部の切り取り、字幕の挿入などに利用した。

⑨ Youtube へのアップロード

⑨-1 Youtube への映像のアップロードの手順を以下に示す。

- i. 権利者ごとに Google アカウントを作成
- ii. 作成した Google アカウントを用いて Youtube にログイン
- iii. 各ベンダの電子透かし入りの 4 種類（加工なし、字幕の挿入、縦横比の変更、上下のカット）の映像をアップロード
- iv. 映像のプライバシー設定を非公開に設定（限定的に公開するため）

⑨-2 Youtube からのダウンロード

Youtube にアップロードした映像について、ファイル形式で保存するために「Craving Explorer」（※後述）を利用して、Youtube 側で生成される 1080p, 720p, 360p, 240p, 144p の各画角の映像をダウンロードした。

※「Craving Explorer」とは、YouTube やニコニコ動画などにアップロードされた映像をダウンロードすることができるフリーソフトウェア。AVI / MPEG / MP4 (iPod) / FLV / WAV / MP3 の形式に変換、保存できる。

⑩検出試験

電子透かしの検出手順を以下に示す。

⑩-1 国内技術会社（A）

- i. 作業用 WindowsPC (Windows7 Professional 64bit) を用意し、ローカルハードディスクに Youtube からダウンロードした 1080p, 720p, 360p, 240p, 144p の映像ファイルを複製する
- ii. コマンドラインツールにファイルを入力し、電子透かしの検出を行う。以下にコマンドラインの実行オプションを示す。

```
amm.exe -i [入力ファイル] -wm 2 -log [出力ファイル]
```

wm オプションは 2 が電子透かし検出処理であり、log オプションは抽出結果の出力先ファイルである。

- iii. 出力された結果の中から挿入された電子透か시를正しく検出できたフレーム数を数える。以下に出力結果のサンプルを示す

=====	
AMM DECODE PROCESS REPORT	
2012. 9. 21, 17:54	

AMMSDK Version:	acuagraphy Moviemark SDK (HD) Ver. 1. 0. 0. 1 [2011. 06. 29]
AMMSDK User:	SBI-DEMO
=====	
入力ファイル名:	1080p. mp4
[FNo. 1] 検出した透かし情報:	12345678
[FNo. 7] 検出した透かし情報:	12345678
[FNo. 8] 検出した透かし情報:	12345678
[FNo. 9] 検出した透かし情報:	12345678
[FNo. 15] 検出した透かし情報:	12345678
...	
[FNo. 10783] 検出した透かし情報:	12345678
[FNo. 10785] 検出した透かし情報:	12345678

埋め込んだ透かし回数:	1348
透かし検出回数:	1348
透かしの検出率:	100. 00%
全体処理時間:	0: 4: 56. 00 (h:m:s)
検出処理時間:	0: 3: 52. 00 (h:m:s)

検出

⑩-2 海外技術会社 (F)

- i. Youtube からダウンロードした 1080p, 720p, 360p, 240p, 144p の映像ファイルを「NexGuardPacker」というアプリケーションに入力し、動画データから電子透かし検出に必要な情報だけを抽出する。処理の結果、ファイルサイズは元の動画データに比べてかなり (1/60 程度) 小さくなる
- ii. 海外技術会社 (F) が運営する Detection portal に、事前に提供されたユーザー名、パスワードを用いてログインする
- iii. NexGuardPacker で処理した映像ファイルを、Detection portal サイトへアップロードする
- iv. 電子透かしの情報が海外技術会社 (F) 側で検索され、Detection portal サイト画面上に電子透かし情報の検出、不検出の結果が表示される。

⑩-3 国内技術会社 (B)

- i. 国内技術会社 (B) の電子透かし検出では 1920x1080 の画角による入力が必要なため、ffmpeg を利用し、Youtube からダウンロードした 720p, 360p, 240p, 144p の映像ファイルを全て 1920x1080 の画角の非圧縮 mov 形式 (v210 コーデック) ファイルに変換する
- ii. 上記処理で作成した映像ファイルを検出用 SSD に複製する
- iii. 検出用 SSD を SSD レコーダーに挿入する
- iv. 電子透かし検出機器の SDI インターフェース (入力) に、検出用の映像ファイルが入った SSD レコーダーの SDI インターフェース (出力) を接続する
- v. 電子透かし検出プログラムを起動し、電子透かし検出ボタンと SSD レコーダーの再生ボタンを同時に押す
- vi. 再生の終了と同時に電子透かし検出停止ボタンを押す
- vii. 出力された結果の中から挿入された電子透かしを正しく検出できたフレーム数を数える。以下に出力結果のサンプルを示す

※結果中の各項目の意味

SQQNO: 検出を試行したフレームの連番

STATUS: 0 非検出 1 検出

DBIT: 電子透かしデータ長

DDATA: 電子透かし値

ERASE: 電子透かし証拠可能フラグ 0: 不可能 1: 可能

### 抽出結果ファイル ###	
SEQNO, STATUS, DBIT, DDATA, ERASE	
...	
0000000535, 0, 64, , 1	} 非検出
0000000536, 0, 64, , 1	
0000000537, 0, 64, , 1	
0000000538, 0, 64, , 1	
0000000539, 0, 64, , 1	
0000000540, 0, 64, , 1	
0000000541, 0, 64, , 1	
0000000542, 1, 64, 0x0000000012345678, 1	} 検出
0000000543, 1, 64, 0x0000000012345678, 1	
0000000544, 1, 64, 0x0000000012345678, 1	
0000000545, 1, 64, 0x0000000012345678, 1	

### 抽出結果ファイル ###	
SEQNO, STATUS, DBIT, DDATA, ERASE	
...	
0000000650, 1, 64, 0x0000000032345778, 1	} 誤検出
...	
0000000668, 1, 64, 0x000000001234D778, 1	

⑪品質試験

Youtube にアップロードした映像のうち 720p 及び 360p のものについて、各権利者に電子透かし入り映像と電子透かしが入っていない映像の両方を視聴してもらい、画質の劣化について 5 段階の評価を受けた。なお、目視の機材環境は各権利者の所有する機材に依存しているが、電子透かし入り映像と電子透かしが入っていない映像の両方で同一の視聴環境になるよう依頼の上、視聴してもらった。
各評価項目は以下の通り。

5	劣化が全く認められない
4	劣化が認められるが気にならない
3	劣化がわずかに邪魔になる
2	劣化が邪魔になる
1	劣化が非常に邪魔になる

⑫検証結果

⑫-1 国内技術会社 (A)

検出データのうち、埋め込んだ電子透かし情報を正しく 1 回でも検出した場合は「○」、検出なかった場合は「×」とし、検出率が数%にとどまったものは「△」とした表を以下に示す。ほとんどの映像では 240p で検出できたが、上下カット加工を施した映像はすべて検出できなかった。

コンテンツ	画角 (縦)	加工なし	字幕入り 加工	縦横比変更 加工	上下カット 加工
アニメ作品 (A)	144	×	×	×	×
	240	△	△	△	×
	360	△	△	△	×
	720	○	○	○	×

CODA「平成 24 年度知的財産権ワーキング・グループ等侵害対策強化事業（知的財産権侵害対策強化事業）実施報告書」

別添 2「電子透かし技術の最新情報の収集・調査および検証」

	1080	○	○	○	×
アニメ作品 (B)	144	×	×	×	×
	240	△	△	△	×
	360	△	△	△	×
	720	○	○	○	×
	1080	○	○	○	×
実写作品 (C)	144	×	×	×	×
	240	△	△	△	×
	360	△	△	△	×
	720	○	○	○	×
	1080	○	○	○	×
実写作品 (D)	144	×	×	×	×
	240	△	×	△	×
	360	△	△	△	×
	720	○	○	○	×
	1080	○	○	○	×

参考として、国内技術会社 (A) の電子透かしの仕組みでは、8 文字 (64 ビット) の電子透かし情報は、4 組に分割され 8 フレームに埋め込まれる。そのため検出単位は 8 フレーム毎となる。

検出状況の詳細を以下に示す。表中の検出率 (%) は、以下のように計算されている。

検出率 (%) = 「検出回数」 / 「検出試行の総回数」

「検出試行の総回数」 ……全フレーム数/8

「検出回数」 ……8 フレーム毎の電子透かしの検出回数

コンテンツ	画角 (縦)	加工なし	字幕入り 加工	縦横比変更 加工	上下カット 加工
アニメ作品 (A)	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	240	6.03%	1.90%	3.06%	0.00%
	360	3.48%	2.64%	2.32%	0.00%
	720	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
	1080	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
アニメ作品 (B)	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

CODA「平成 24 年度知的財産権ワーキング・グループ等侵害対策強化事業（知的財産権侵害対策強化事業）実施報告書」

別添 2「電子透かし技術の最新情報の収集・調査および検証」

	240	6.38. %	5.79%	2.45%	0.00%
	360	5.42%	4.60%	6.23%	0.00%
	720	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
	1080	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
実写作品 (C)	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	240	4.87%	0.36%	0.72%	0.00%
	360	1.08%	0.90%	1.26%	0.00%
	720	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
	1080	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%
実写作品 (D)	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	240	0.27%	0.00%	0.18%	0.00%
	360	0.81%	0.45%	0.18%	0.00%
	720	30.91%	21.29%	34.50%	0.00%
	1080	51.84%	44.03%	55.26%	0.00%

特徴として、720p 以上では高確率での検出が行われるが、360p になると極端に検出率が落ちることが分かる。また、実写会社 (D) の「実写作品 (D)」については、検出されているものの、他の映像と比較すると 1080p・加工なしの状態でも検出率が低い。

⑫-2 海外技術会社 (F)

海外技術会社 (F) の検出ポータルサイト Detection portal で検出した場合は「○」、検出しなかった場合は「×」として表としてまとめた。

なお、本検証では、Detection Portal サイトでの検出試行は回数制限（16 回まで）があったため、検出限界の閾値と思われる映像を中心に検出試行を行った。

240p での検出は確実にされ、アニメ作品 (A) においては 144p でも検出がされた。また上下カット加工した映像にも対応していることが分かる。

コンテンツ	画角 (縦)	加工なし	字幕入り 加工	縦横比変更 加工	上下カット 加工
アニメ作品 (A)	144	○	○	○	
	240				
	360				
	720				
	1080				
アニメ作品 (B)	144	×			

CODA「平成 24 年度知的財産権ワーキング・グループ等侵害対策強化事業（知的財産権侵害対策強化事業）実施報告書」

別添 2「電子透かし技術の最新情報の収集・調査および検証」

	240	○	○	○	○
	360				
	720				
	1080				
実写作品 (C)	144	×			
	240	○		○	
	360				
	720				
	1080				○
実写作品 (D)	144	×			
	240	○	○		○
	360				
	720				
	1080				

⑫-3 国内技術会社 (B)

検出データのうち、埋め込んだ電子透かし情報を正しく 1 回でも検出した場合は「○」、検出しなかった場合は「×」とし、検出率が数%にとどまったものは「△」とした表を以下に示す。多くは 720p で検出できたが、アニメ作品 (A) においては 240p でも検出が行われた。また、アニメ作品 (B) については極端に検出率が悪かった。上下カット加工を施した映像はすべて検出ができなかった。

コンテンツ	画角 (縦)	加工なし	字幕入り 加工	縦横比変更 加工	上下カット 加工
アニメ作品 (A)	144	×	×	-	×
	240	△	×	△	×
	360	△	△	△	×
	720	○	○	○	×
	1080	○	○	○	×
アニメ作品 (B)	144	×	×	×	×
	240	×	×	×	×
	360	×	×	×	×
	720	△	×	×	×
	1080	△	△	×	×

CODA「平成 24 年度知的財産権ワーキング・グループ等侵害対策強化事業（知的財産権侵害対策強化事業）実施報告書」

別添 2「電子透かし技術の最新情報の収集・調査および検証」

実写作品 (C)	144	×	×	×	×
	240	×	×	×	×
	360	△	×	△	×
	720	○	○	○	×
	1080	○	○	○	×
実写作品 (D)	144	×	×	×	×
	240	×	×	×	×
	360	×	×	×	×
	720	△	△	△	×
	1080	○	○	○	×

参考として、検出状況の詳細を以下に示す。表中の検出状況は、以下のように計算されている。

検出率(%) = 「検出回数」 / 「検出試行の総回数」

「検出試行の総回数」 ……全フレーム数

「検出回数」 ……電子透かしを検出できたフレーム数

コンテンツ	画角 (縦)	加工なし	字幕入り 加工	縦横比変更 加工	上下カット 加工
アニメ作品 (A)	144	0.00%	0.00%	-	0.00%
	240	1.00%	0.00%	1.29%	0.00%
	360	2.58%	0.47%	1.67%	0.00%
	720	36.68%	16.17%	29.00%	0.00%
	1080	58.56%	31.84%	49.94%	0.00%
アニメ作品 (B)	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	240	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	360	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	720	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%
	1080	0.92%	0.64%	0.00%	0.00%
実写作品 (C)	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	240	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	360	1.68%	0.00%	0.45%	0.00%
	720	43.64%	23.89%	27.48%	0.00%
	1080	68.08%	57.96%	57.86%	0.00%

実写作品 (D)	144	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	240	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	360	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	720	6.12%	3.13%	5.34%	0.00%
	1080	22.98%	10.92%	16.12%	0.00%

特徴として、720p 以上では高確率での検出が行われるが、360p になると極端に検出率が低下し、アニメ作品 (B) と実写作品 (D) でその現象が顕著に現れる。特にアニメ作品 (B) の検出率が極端に悪く、1080p の映像でも 1%未満となっている。ベンダによると、この現象は、アニメ作品 (B) の映像は、キャラクターの口しか動いていない等、動きが少ないことから、電子透かし挿入プログラム側の判断電子透かしの挿入が行われなかった個所が多くなったとのことである。

また、同様に実写作品 (D) で検出率が悪かった原因は、対象動画で利用されていた H.264 の圧縮パラメータが、技術側で対応しにくいものだったとのことであった (H.264 の圧縮パラメータによって検出率が大きく変わること)。ただし Youtube 側のパラメータ設定は不明であるため、確実な原因の特定はできなかった。

⑬-1 検出試験 (時間)

⑬-1.1 国内技術会社 (A)

検出に要した時間は、CPU が 3.3GHz の PC で 1 分の映像を処理した場合、画角 144 で約 2 秒、画角 1080 で約 1 分であった。(利用するハードウェアの性能に依存すると考えられる。)

⑬-1.2 海外技術会社 (F)

検出に要した時間は、CPU が 3.3GHz の PC で 10 分の映像を処理した場合、画角 1080 で事前処理は約 1 分程度、アップロード処理後は約 1 分程度であった。(利用するハードウェアの性能に依存すると考えられる。)

⑬-1.3 国内技術会社 (B)

検出に要した時間は、映像の実再生時間と同等であった。

⑬-2 品質試験

品質試験の結果を以下に示す。

ベンダ	画角 (縦)	アニメ会社 (A)	アニメ会社 (B)	実写会社 (C)	実写会社 (D)
国内技術会社 (A)	720	4	5	5	5
	360	4	5	4	5
海外技術会社 (F)	720	5	5	5	5
	360	5	5	4	5
国内技術会社 (B)	720	5	5	5	5
	360	5	5	4	5

画質に関しては、3社とも高い評価を得た。海外技術会社 (F) 及び国内技術会社 (B) では、720p の映像については満点を得ている。なお各社とも、720p に比べて 360p に若干の劣化が認められるとの回答を得た。

所見として、実写会社 (D) からは、すべてのベンダに対して「劣化や変化など見受けられませんでした」という意見があり、アニメ会社 (B) からは、国内技術会社 (B) の電子透かし入り映像に対して「若干、色が違う様に見えるのですがモニターの違い等によるものである可能性があり劣化ではないと思います」との意見があった。

⑭結果サマリ

検証結果のまとめを以下に示す。

		国内技術会社 (A)	海外技術会社 (F)	国内技術会社 (B)
技術の特徴		画像ファイルの電子透かしでは国内で多くの実績があり、ACCS による刑事事件でも利用されたことがある	電子透かしとフィンガープリントの世界大手。デジタルシネマの電子透かしで国内外で多くの実績がある	国内技術会社 (B) と放送局が共同開発し、特に劣化が少なくなるように技術開発されたもの。国内技術会社 (B) がビジネス化を行っている
電子透かし挿入	動画サイズ	1920x1080～320x240	1920x1080、640x480 等複数	1920x1080 固定
	挿入方法	コマンドラインツールの実行による動画ファイルへの挿入（基本はライブラリ提供）	GUI による様々な方法を用意（リアルタイム挿入、ファイル挿入、DVD 複製時挿入等）	SDI インターフェースを経由したリアルタイム挿入
	電子透かし情報	半角 8 文字 (64bit 固定) の任意の文字列	独自管理 ID (長さ不明)	半角 25 文字まで (1～200bit) の任意の文字列

電子透かし 検出	動画サイズ	1920x1080～128x96	1920x1080、640x480 等 複数	1920x1080 固定
	検出方法	コマンドラインツールの実行による動画ファイルの C 社 WEB サイトからの抽出（基本はライブラリ提供）	事前処理した結果ファイルへのアップロード	SDI インターフェースを経由したリアルタイム抽出
	検出時間	ハードのパフォーマンスに依存（参考値:Win7 3.3GHz で 1 分の動画を処理した場合、画角縦 144 で約 2 秒、画角縦 1080 で約 1 分）	ハードのパフォーマンスに依存（参考値:Win7 3.3GHz で 10 分の動画を処理した場合、画角縦 1080 縦で事前処理約 1 分程度）その後アップロード処理後約 1 分程度	実再生時間
画質劣化	権利者による評価	劣化が認められるが気にならない	劣化が認められるが気にならない	劣化が全く認められない

⑮コンテンツ制作関連事業者等へのヒアリング

⑮-1 ポストプロダクション（映像、音楽の編集や放送や DVD 等のパッケージデータを作成する会社）

検証の結果を踏まえてポストプロダクション 2 社へ、電子透かしの運用を想定したヒアリングを行ったところ、以下のような意見が得られた。

現状

- ・電子透かし技術は、実際に運用するまでには至っていない
- ・運用に向けての調査、検討を行っている
- ・海賊版対策の一環として、流出元を特定する技術として利用することが適切かは、検討していく必要がある。現状、権利者にはフィンガープリントサービスの利用を勧めている
- ・一部のブルーレイディスク用の映像素材には、海外技術会社（G）電子透かし技術が利用されている。無断複製されたものを再生すると、途中で停止する仕掛けになっている

運用について

- ・現在、顧客への納品前に必要な共通処理（ラウドネス処理、ハーディングチェック）をサービスとして提供しているが、電子透かしの挿入も同様の共通処理の一環として運用することを想定している
- ・音声吹き替え等の作業時用の映像データでは、低品質のものを使ったり、作業者名を可視画像として挿入したりするが、この管理にも電子透かしを使うことができるだろう
- ・挿入する ID や識別情報等は媒体や作品ごとに変えなくてはならないため、その管理方法の検討が必要
- ・電子透かしとして挿入する ID や識別情報等は、業界横断的な仕組みがあるのはいか
- ・川上（撮影カメラ等）から川下（配信、放送等）の、どの段階で電子透かしを入れるのが良いか。配信の場合は、配信事業者側でエンコードするためこちらでコントロールできない
- ・配信の場合は、契約終了後の他社での再配信など、納品ファイルの転用がありうる。また、PC、携帯、タブレット等の多デバイス対応のため、配信業者側もサイズ変更や画質変更のためにエンコードを実施する。電子透かしは配信事業者側で入れるしかないのではないか
- ・アウトプットの各所で電子透かしを入れると、管理、作業、コスト共に増える。ポストプロダクションで入れるなら、納品前のエンコード時に入れるのが限界
- ・トランスコードでかかる時間に加え、電子透かしを入れる時間が追加されるならば、そのコストや業務について考慮が必要

効果について

- ・真贋判定だけであればマスタ映像に入れればよいが、流出経路の特定のためには納品前の最終出力時に入れるしかない（DVD 等のパッケージならカッティングマスタと呼ばれる最終データ形式など）。かつ、それらを個別に管理する必要がある
- ・ポストプロダクションで入れたとしても、「どの経路から流出したか」程度が特定できるだけであり、実用性は無いのではないか

劣化について

- ・アーティストやユーザの画質に対する目は厳しい。画質劣化が一番のネックとなるだろう
- ・DVD 等のパッケージは、最も高品質が求められる。劇場はある程度の品質でよい。DCP ばかりではなくブルーレイ上映もある。何を重視するかで導入する技術を変えても良いのではないか

技術上の要請について

- ・配信、放送、パッケージではそれぞれ別の納品データを作る。画質も画角もさまざまなので、技術上、これらすべてに対応する必要がある
- ・もともと電子透かしが入っている映像に、更に別の電子透かしを入れることも起きそう。その場合、技術的に耐えられるのか
- ・トランスコード時に電子透かしを挿入するソフトウェアであれば、トランスコード機器のベンダは数多くあるため、それぞれに対応する必要があるだろう

コスト

- ・権利者側のメリットがどれだけあるかで、コスト負担の考え方は変わるだろう
- ・処理すべきコンテンツ量が多いので、量に応じた費用感が必要ではないか。単純に横並びでコストを見ると、コスト感が独り歩きする可能性がある

その他

- ・クローズドキャプションのような他の情報挿入手段との連携なども考えても良いのではないか
- ・CMには 10 ケタのワールドトラックスの情報が含まれているはず。このような他の情報挿入手段もある

⑩コンテンツ・ポータルサイト運営協議会

2013 年 1 月 25 日に開かれた「コンテンツ・ポータルサイト運営協議会」（※後述）で本検証の結果説明を行ったところ、以下のような意見が得られた。

- ・電子透かしの挿入は映像を改変するということだが、ノイズの入り方を知りたい
- ・電子透かしを挿入した映像をネット上で探すには別途探索技術が必須になると思うが、その費用や負担を知りたい
- ・フィンガープリント技術と電子透かし技術はどちらが侵害対策において有用なのかを知りたい

※コンテンツ・ポータルサイト運営協議会とは、2006 年に日本経団連エンターテインメント・コンテンツ産業部会による決議に基づいて設立され、主要テレビ局、映画会社、権利者団体、経産省、総務省等が参加する協議体。活動の一環として、日本のテレビ番組・映画・アニメを中心とした良質なコンテンツを海外にプロモーションするポータルサイト「JAPACON（ジャパコン）」（<http://www.japancontent.jp>）の運営や、コンテンツバイヤー向け展示会でのプロモーション活動等の多面的な情報発信活動を非営利で実施している。

①結果から得られた知見と考察

以上の結果から得られた知見および考察を以下に示す。

映像の劣化の程度

電子透かし入りの映像を各権利者に確認してもらった限りでは、Youtube の配信品質では問題となる程度の劣化は発生しなかった。ただし、ポストプロダクションへのヒアリングでは、一般に、配信については品質の要求が低いとのことであり、一方で、媒体の場合は高品質の映像が求められるほか、一般ユーザやアーティストの目はシビアであり、評価が厳しいという声も聞かれた。

このため、実際に運用を検討する際には、配信、パッケージ、放送等の流通手法ごとに電子透かしの強度を変えて品質劣化の程度を変えることや、一般のファンや制作者による評価を行い、現実的に許容できる電子透かしの強度を決めること等が必要になると見込まれる。

また、映像の品質要求が非常に高い場合は、原理上映像の劣化が起きない音声への電子透かし挿入技術を検討する事も考えられる。

検出精度

1024pixel、720pixel の画角ではほとんどの映像で問題なく電子透かしの検出が可能であったが、360pixel 以下ではサービスごとの優劣があった。これは、サイズ変更には耐性があるものの、一定サイズ以下には対応できないことを示すものと考えられる。この 360pixel は、一般的な動画投稿サイトで採用されている画角であり、これに対応できないと、電子透かしを侵害動画の検出技術として利用することは難しい。今後の精度向上が望まれる。

また、字幕付加や縦横比変更の加工については、どの技術も比較的影響を受けなかったが、映像の上下をカットした場合には海外技術会社（F）しか対応できなかった。国内技術会社（A）社と国内技術会社（B）は、動画内の座標が変わってしまうような加工を想定していないためだが、侵害動画における加工として一部切り取りは一般的であるため、対応が望まれる。

各ベンダの目的、想定する用途による違い

国内技術会社（B）の技術は、劣化を最小限にするために、映像として動きの少ない個所には電子透かしを入れないような工夫がされており、その結果、アニメ作品（B）で見られたように、電子透かしが入らない＝検出ができないという結果も生じた。

海外技術会社（F）は、3 社のうち唯一、映像の上下をカットした場合にも電子透か

しの抽出ができたが、抽出処理の手間が多いほか抽出数にも制限があった。

国内技術会社（A）は、3 社中で唯一、開発ライブラリを提供しており、他システムへの組み込みが容易であろうと考えられた。

このように、製品、サービスごとに注力する分野や想定する利用状況が異なるために「得意不得意」が存在した。実際の利用時は、これらを踏まえた上でサービスを選択するか、利用法に合わせてサービス側をカスタマイズする必要がある。

電子透かしの導入（運用フロー）について

ヒアリングを通じては、利用用途に応じて、電子透かしの導入ポイント及び導入作業の実務者が違ってくることが判明した。つまり、撮影時やポストプロダクションに納品される映像素材等の「映像マスタ」に近いような、映像流通の「川上」で電子透かしを挿入すればその導入はシンプルになる。ただし、「川上」での導入では、複製、配信、放送等、流通経路が多岐にわたる場合でも「同一」の電子透かしが入った映像を流通させざるを得ず、映像の真正性確認が用途の限界となる。一方で、配信業者等の流通の「川下」の段階で挿入するならば、個人の特特定など、より具体的な流通経路の特定が可能になるが、電子透かし導入の作業回数が増加し情報管理も複雑になるため、コストの上昇が予想できる。

このように、電子透かしの導入は利用用途を踏まえて導入のポイントを考えなければならない。また、電子透かし導入の実施者とは別に、コストの負担についても利用用途を踏まえて考える必要がある。

以上