

# DCI におけるデジタルシネマ技術の 標準化動向に係る調査

---

慶應義塾大学 DMC 研究センター

2015/03/30

## 内容

1 DCI 仕様と SMPTE DCP .....	3
1-1 DCI 仕様とは .....	4
1-2 DCI 仕様と SMPTE 仕様 .....	5
1-3 DCP の分類 .....	6
1-4 Interop DCP と SMPTE DCP .....	8
1-5 SMPTE DCP とは.....	10
2 SMPTE DCP の利用の可否について .....	11
2-1 移行プラン .....	12
2-2 DCI CTP(DCI コンプライアンステスト) .....	12
2-3 テストラボ(認証機関)の立ち位置 .....	13
2-4 認証テストの対象/非対象 .....	14
2-5 認証テストの例 .....	15
2-6 テスト素材.....	16
2-7 認証済み機材リスト .....	16
2-8 DCI 認証済シネマ機器はデュアルスタック .....	17
3 SMPTE DCP の将来展望.....	19
3-1 今後の機能拡張について .....	20
3-2 DCI 仕様の高機能化(≠現 DCI 仕様) .....	20
3-3 例 : DCI CTP v1.2 .....	21
3-4 SMPTE DCP の新機能利用 .....	22
4 SMPTE DCP の現状.....	23
4-1 SMPTE DCP の上映検証.....	24
4-2 サブタイトルの仕様 .....	24
4-3 サブタイトルつき DCP .....	25
4-4 DCI 以外が作成した DCP .....	25
4-5 SMPTE DCP と KDM .....	25
5 JDCF について .....	27
5-1 JDCF.....	28
5-2 ISDCF.....	29
5-3 SMPTE DCP に対する JDCF の認識 .....	29
5-4 SMPTE DCP に対する JDCF の活動 .....	30

# 1 DCI 仕様と SMPTE DCP

## 1-1 DCI 仕様とは

デジタルデータによる制作、流通、上映を基本とするデジタルシネマの普及において、コンテンツや機材に関する規格統一が重要であることは改めて言うまでもないだろう。世界中で流通するデジタルシネマコンテンツの規格を統一することで、制作コスト・流通コストを削減することができ、また、デジタルシネマコンテンツを上映する機材の規格を統一することにより、機材の製造コストを下げるのが可能となる。さらにそれは今後の技術を統一環境下で発展させることで技術革新を集約的に実現し、新たな技術開発の促進も可能になる。

一方で現実はどうであろうか。デジタルシネマの黎明期においては、デジタルシネマコンテンツの規格や上映する機材の規格は統一されておらず、さまざまなヴァリエーションが存在し、メーカ各社ごとの規格が乱立した。もっともこの最初期におけるデジタルシネマとはまだ実験的試みの要素が強く、アナログフィルム映画に及ぶものではなかったため、規格統一に対する意識が希薄であったのはやむを得ないとも言える。しかし、結果としてその後のデジタルシネマも、この黎明期の規格環境の上に発展することになり、規格統一が達成されぬまま現在に至ることとなっている。

だが、35mm フィルムの出現がそれまでのフィルム映画黎明期に多数存在した各種のフィルム規格を収束させ、その後のフィルム映画の世界的流通を促す事実を経験した映画産業は、規格統一の重要性を認識している。世界中に流通するデジタルシネマの規格を統一することは、デジタルシネマの普及にとっての鍵なのである。

そこでこれまで別々のデジタルシネマを展開していた各社(ハリウッド 7 大スタジオ)<sup>1</sup>がデジタルシネマにおける規格統一へ向けて要求仕様を発することになり、2002 年に結成した joint venture が、DCI (Digital Cinema Initiatives) であり、DCI による要求仕様は DCI 仕様<sup>2</sup>である。

DCI による要求仕様は、最初の成果である 2005 年の v1.0 を皮切りに、その後 v1.1 が 2007 年、v1.2 が 2008 年と改訂を続けながら現在に至る。

内容は大きく、コンテンツ(DCP<sup>3</sup>)に関するものと、シネマ機器(サーバ、プロジェクタ等)に関するものとに二分される。

前者、コンテンツ(DCP)に関する仕様では、例えば 1 つの DCP で全てのスクリーン(例：2K/4K, 48kHz/96kHz)に対応させること等、コンテンツ制作のコスト低減を目的に仕様の統一を掲げる。後者、シネマ機器(サーバ、プロジェクタ)に関するものとしては、仕様の統一によるシネマ機器開発コストの低減や基本機能であるところの上映品質、信頼性、セキュリティ強度等の統一等がある。

かつてアナログフィルム映画の発展の背後には、アナログメディアである 35mm フィルムの存在があった。たしかにそれはアナログであることであらゆるコストや制約を生じ、そこからの解放への希求こそがその後のデジタルシネマ時代を招聘することになるのだが、だがしかし、結果としてそのアナログメディアが持つ物的存在が故に生じた規格の統一は、一方でアナログフィルム映画の安定な成長と発展を保障する文化の基盤となったことは紛れもない事実だろう。

規格の統一がアナログフィルム映画の隆盛をもたらし、映画を時代の一大産業へと築き上げたように、DCI とは、将来におけるデジタルシネマの普及と発展を実現する、新たな

---

<sup>1</sup> Sony Pictures entertainment、Disney、Warner、Universal、20th Century FOX、Paramount、Metro-Goldwyn-Mayer (2005 年の仕様策定以前に消滅)

<sup>2</sup> Digital Cinema System Specification

<sup>3</sup> DCP : Digital Cinema Package の略 ; デジタルシネマの上映用データファイル一式のパッケージ

規格の統一を目指すものなのである。

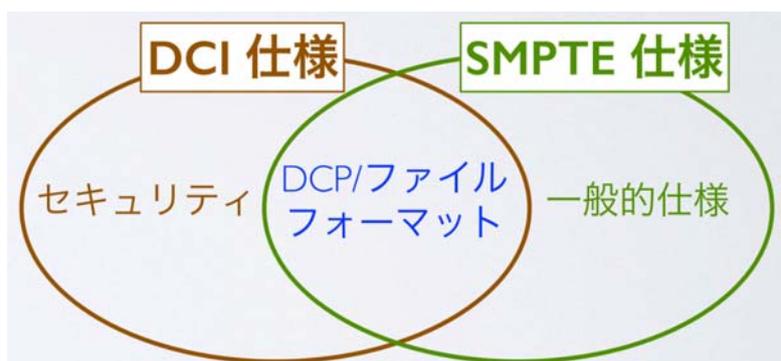
## 1-2 DCI 仕様と SMPTE 仕様

当初、デジタルシネマ黎明期に関係者へ広まった規格化への関心は、まず全米映画テレビジョン技術者協会(以下 SMPTE<sup>4</sup>)での議論を 2000 年に開始させる。そこで判明したことは、規格化を進行するためには映画界の要求、すなわち要求仕様がまず必要であり、規格はそれを実現するために作られるという事実であった。

しかし、SMPTE は規格化、標準化機関であり要求仕様を出すことはできない。そこで、結成されたのが DCI であり、DCI による要求仕様が DCI 仕様なのである。

SMPTE はこの DCI からの要求仕様に基づき規格化を行うのだが、DCI の要求仕様には映画業界が故の一般化出来ない点、例えばビジネス的な要素といった、いわば業界独自の要求も含まれており、その全てを規格に反映することは難しい。SMPTE は標準化機関であるため、より広い要求にも対応する必要があったのである。

そこで、最終的に SMPTE で標準化された仕様は、DCI からの要求仕様の一部と、これをより一般化したものから構成されることになり、一方、DCI 仕様は、標準化機関である SMPTE で標準化された SMPTE 仕様との重複部分に、DCI 独自の仕様を追加した存在となった。



DCI 仕様と SMPTE 仕様との関係を表したのが上図である。

- DCI 仕様と SMPTE 仕様の重複部分
  - DCI 仕様は、SMPTE 仕様の一部を実際の運用に合わせて利用
    - 例 (重複部分) : セキュリティログ・DCP 等のフォーマット
    - 例 (一般化) : フレームレート
  - DCI 仕様の一部は SMPTE 文書の策定に伴い SMPTE 文書を参照
- DCI の独自仕様部分
  - SMPTE 仕様の使い方の定義
  - 完全独立部分
    - 例 : セキュリティ性能の定義
    - 例 : Forensic Marking (劇場用電子透かし) の情報

<sup>4</sup> SMPTE : Society of Motion Picture & Television Engineers の略 ; 全米映画テレビジョン技術者協会

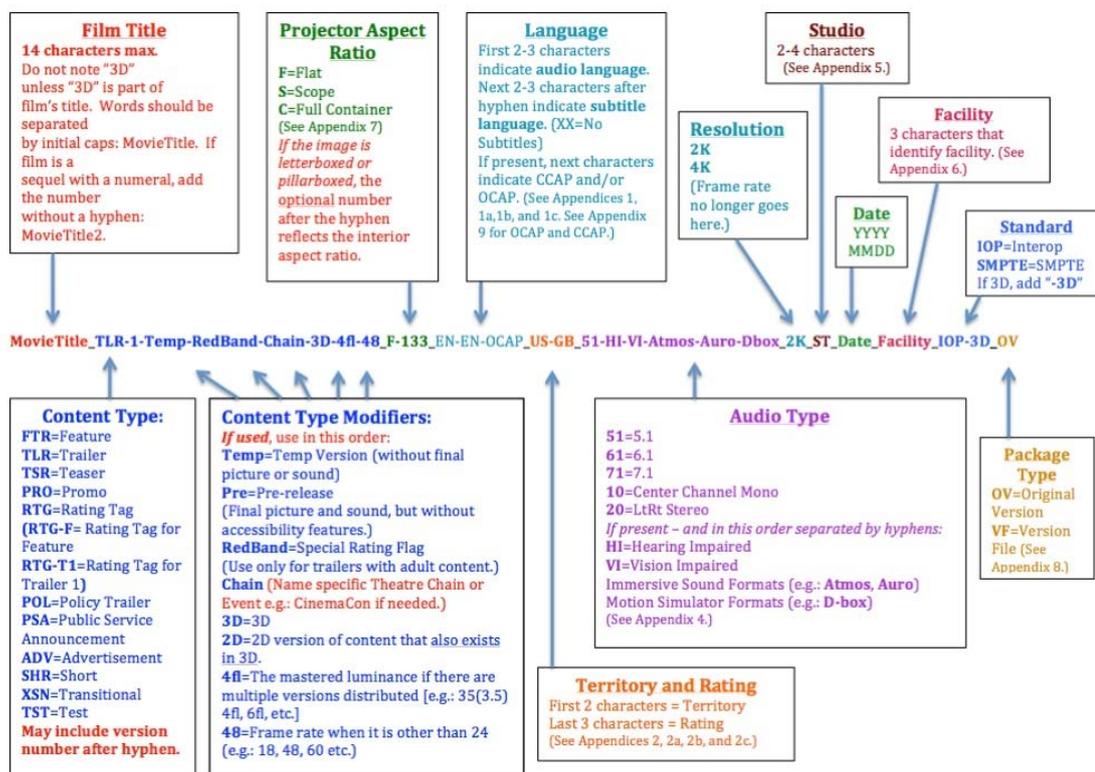
なお、DCI仕様と SMPTE仕様は互いに独立した存在である。DCI仕様が SMPTE仕様完全に取込まれ一体化することも、反対に SMPTE仕様が DCI仕様に取り込まれて一体化することもない。

## 1-3 DCP の分類

DCPとはデジタルシネマコンテンツの上映用データファイルのことである。サーバを使いプロジェクタによってスクリーンに映写するための複数のデータファイル一式がパッケージされているものを指す。

現在流通している DCP は、Interop DCP とよばれ、単一のフォーマットを指すものではなく、デジタルシネマ黎明期に誕生したメーカ各社のフォーマットの延長線上に発展した技術規格を屋上屋に積み上げた規格である。結果としてヴァリエーションも多く、文書化された明示的なスタンダードが存在しないため、非合理的な規格の修正がままたらなばかりか、互換性にも問題が多かった。これまで、ISDCF (Inter-Society Digital Cinema Forum)が中心となってヴァリエーションが上映において混乱を招かないようにパッケージやファイルへの名前付けに関するルール決めを行い、その周知に努めてきた。現時点の名前付けのルールを図に示す。さまざまな技術用語をファイル名に縮退させているため複雑で、将来の技術の発展性に乏しい。

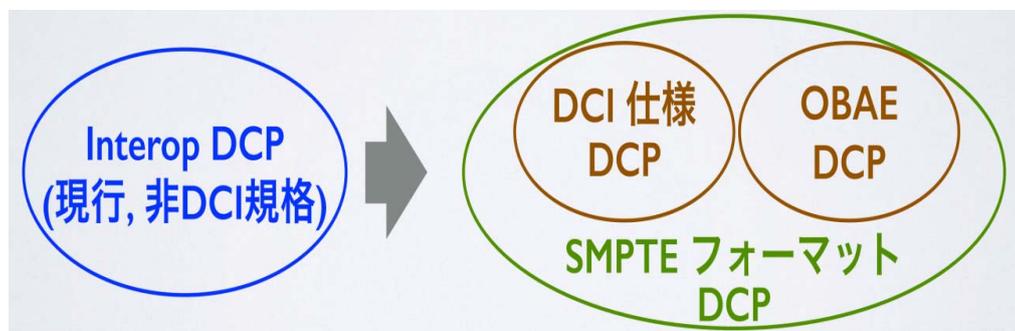
DIGITAL CINEMA NAMING CONVENTION V.9  
August 14, 2013



ISDCF が周知している名前付けのルール

一方で、DCI が主導しようとしている世界統一的な枠組み、統一規格が SMPTE において標準化された SMPTE フォーマット DCP (以下 SMPTE DCP) である。今後は、各社の

異なるフォーマットが混在した Interop DCP ではなく SMPTE DCP 上で全ての機能拡張を行い、そこへ全ての開発エネルギーを注いでいくというのが DCI のコンセプトである。近年出現した Object-Based Audio を組み込んだコンテンツが SMPTE フォーマットの DCP で流通が開始されているのはそうした機能拡張の実装、実現の一例といえる。



Interop DCP と SMPTE DCP との関係を表したのが上図である。

- 現行 DCP (Interop DCP) = 非 SMPTE DCP
  - 黎明期フォーマットに屋上屋を重ねたもの
  - 非 DCI 規格
  
- SMPTE DCP
  - DCI 仕様に記載された DCP
  - 最新機能搭載の DCP
    - 例 : HFR(High frame rate), OBAE(Object-Based Audio)

## 1-4 Interop DCP と SMPTE DCP

Interop DCP と SMPTE DCP との違いは、それぞれの仕様書を比較することでより明らかである。

Specification	Document	Comments
Sound & Picture Track File	mpeg_ii_track.doc (v2.7)	Some ULs are not listed in any Registry. Only two partitions allowed. Undocumented change from MPEG to JPEG encoding.
Track File Encryption	mpeg_ii_track_file_encryption.doc (v5)	Key indicating encrypted essence in KLV triplet is not registered. Files may not have proper MIC value.
Constraints	mpeg_ii_pack_constraints.doc (v2.6)	
Key Delivery Message	SMPTE 430-1	Some fields required by DCI are not populated or are ignored upon playback. Note that the ContentAuthenticator field is not used. see ISDCF Document 5 (Guideline formulations Interop and SMPTE-KDM) for additional guidelines.
Certificate	SMPTE 430-2	Certificate rules may not be enforced.
Extra-theater messages	SMPTE 430-3	
Asset Map	mpeg_ii_am_spec.doc (v3.4)	Filename is ASSETMAP
Composition Playlist	mpeg_ii_cpl_spec.doc (v2.4)	
Subtitles	TI_sub-titling_2504760b.pdf	Subtitle track file is an XML file that cannot be encrypted. Requires special directory structure to deliver.
Sound	S382M-GC-aesbwf-20040808.zip	Supports only a single, fixed channel mapping. See ISDCF Document 4 - Audio Channel Assignments.
JPEG 2000 Wrapping	MXF J2K-v3e 200509231.doc	JPEG Subdescriptor UL is not registered.
JPEG 2000 D-Cinema Constraints	MXF JPEG 2000 Application for D- Cinema (SMPTE 3285B)	Very similar to final SMPTE specification.
Packing List	mpeg_ii_pkl_spec.doc (v2.4)	
Stereoscopic Picture Track File	3D_Interop_Single_File_2007_18_05_v1_5.doc	Similar to SMPTE 429-10, but uses Digicine namespace for CPL and uses unregistered JPEG subdescriptor UL.
Closed Captions	ClosedCaption_Interop_2007_11_16_v1_9 (clean).pdf	

Interop DCP が採用している仕様一覧

Specification	Document	Comments
Sound & Picture Track File	SMPTE 429-3	Three partitions required.
Track File Encryption	SMPTE 429-6	Similar to JPEG Interop but uses correct encrypted essence key and MIC value.
Constraints	SMPTE 429-2	Additional constraints such as: <ul style="list-style-type: none"> <li>All Reels must have picture and sound</li> <li>Picture size constraints</li> <li>Timed text rate</li> <li>Hash element is required for encrypted track</li> </ul>
Key Delivery Message	SMPTE 430-1	All elements required by the SMPTE spec and by DCI must be present and validated for playback to take place. In particular, DCI adds a selective audio forensic marking flag to those listed in Section 5.2.9.1 of ST 430-1:2006. See also ISDCF Document 5 (Guideline formulations of Interop and SMPTE KDM) for additional guidelines
Certificate	SMPTE 430-2	DCI requirements must be met. In particular, DCI defines roles not included in Annex A of 430-2 and specifies minimal sets of device roles.
Extra-theater messages	SMPTE 430-3	
Asset Map	SMPTE 429-9	Filename is ASSETMAP.xml
Composition Playlist	SMPTE 429-7	Uses SMPTE namespace.
Subtitles	SMPTE 429-5 and SMPTE 428-7	Change to XML source format. Subtitle track file is now an MXF file that encapsulates XML source and aux data and supports encryption. No special packaging directory structure needed.
Sound	SMPTE 382M	ChannelAssignment label allows multiple channel assignments to be used.
JPEG 2000 Wrapping	SMPTE 422M	JPEG subdescriptor UL is now correct.
JPEG 2000 D-Cinema Application	SMPTE 429-4	
Packing List	SMPTE 429-8	The GroupID element was added to support delivery of "Asset Packages."
Stereoscopic Picture Track File	SMPTE 429-10	StereoscopicPicture Sub Descriptor added to identify stereo essence.
Closed Captions	SMPTE 429-12 and SMPTE 428-10	

#### SMPTE DCP が採用している仕様一覧

- Interop DCP は、SMPTE 標準化文章を参照する項目が存在する一方、ある項目、例えば「Subtitles」では TI (米 Texas Instruments 社) の仕様を参照するなど、企業専有なフォーマットも流用して内容が構成されている。注意が必要なのはこれらのドキュメントは標準化されたものではなく、社内文書や概要を示すにとどまっているものも多く十分な情報が開示されていない場合も多いこと、また互換性は各メーカーの開発努力によって実現されている点である。

- Key Delivery Message : [SMPTE 430-1](#)
- Subtitles : [TI\\_sub-titling\\_2504760b.pdf](#)

- 一方、SMPTE DCP では、仕様書が参照する全てのドキュメントは SMPTE 標準化文章である

- Key Delivery Message : SMPTE 430-1
- Subtitles : SMPTE 429-5 and SMPTE 428-7

## 1-5 SMPTE DCP とは

SMPTE DCP とは、フィルムが万国共通の映画のアナログ流通フォーマットであったように、DCI を推進役として万国共通の映画のデジタル流通フォーマットとなることで、コンテンツ流通の標準化を目指す統一規格である。

標準化機関である SMPTE で標準化されたオープンな仕様の SMPTE DCP が、映画のデジタル流通フォーマットとなることは、多くのメリットをもたらす。例えば、上映時に生じてきたトラブルに対しては以下のようなよう。

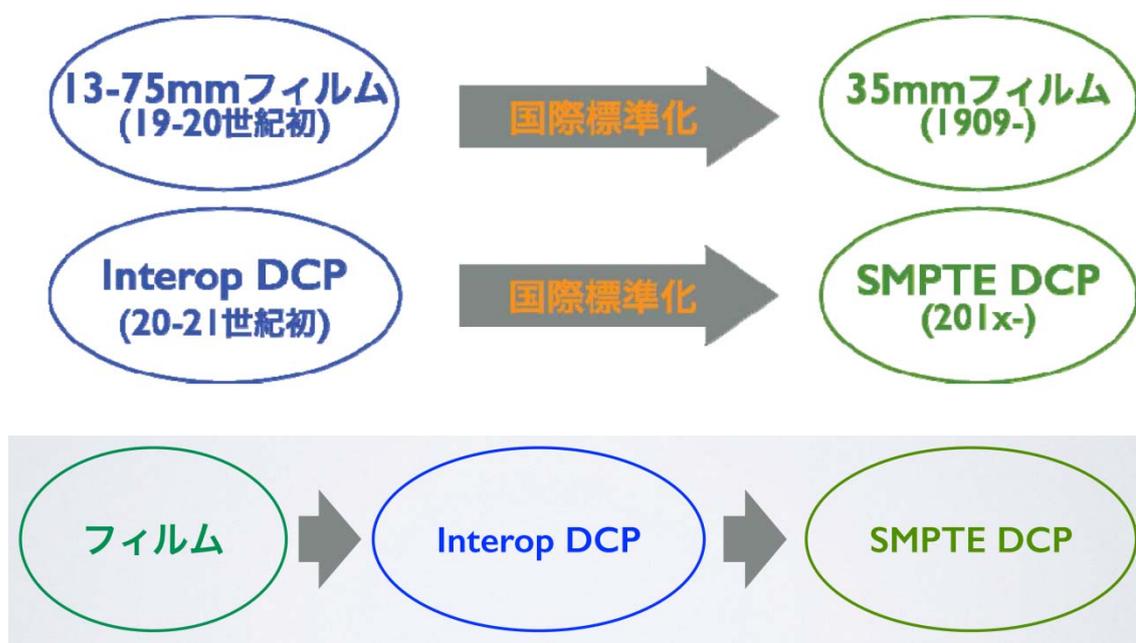
これまでの Interop DCP によるデジタルシネマ上映時に生じるトラブルでは、仕様の詳細を参照できないが故に、原因追究は困難であった。結果として根本的な問題解決を放置することになり、それが上映トラブルの再発を招いてきたのだが、SMPTE DCP の導入により仕様が標準化されることで、誰もが仕様の内容を参照可能となり、トラブル発生時の原因究明が容易になる。それによって根本的な問題解決が進み、上映トラブルの再発を防ぐことが可能となるのである。

- アナログ映画の歴史

13-75mm フィルム → 35mm フィルムまで : アナログ時代の標準化の流れの到達点

- デジタル映画の歴史

Interop DCP → SMPTE DCP → : デジタル時代の標準化の流れの出発点



## 2 SMPTE DCP の利用の可否について

## 2-1 移行プラン

各社各様のデジタルシネマ技術から、標準文章に基づいた統一デジタルシネマ技術への移行プランはDCIによって考案されている。

移行プランは4つの期間、黎明期、移行準備期、移行期、移行完了期に区分けされ、移行はまず再生環境から開始される。

	黎明期	移行準備期 (2010-)	移行期 (2014-)	移行完了
DCP	Interop	Interop	Interop/ DCI(SMPTE)	DCI(SMPTE) /(Interop)
再生環境	Interop	Interop/DCI	Interop/DCI	DCI/(Interop)

↑ DCI CTP + VPF      ↑ 今

黎明期は再生環境も DCP も Interop（各社各様）である。その後、2010 年を境に、VPF<sup>5</sup> 契約の導入や DCI 仕様の機材使用開始により、まず再生環境側が DCI 仕様への移行準備期に入った。

しかし一方で、流通するコンテンツは依然 Interop DCP のままである。これは再生環境側での SMPTE DCP の受入れ体制の確立、環境の DCI 仕様への移行完了後にコンテンツを SMPTE DCP へ移行しようとする発想による。

実際、DCI が最初に行なったのは、DCI CTP（DCI コンプライアンステスト）<sup>6</sup> + VPF を用いながら再生環境にある機材の DCI 仕様への置換であった。それが完了、もしくはある程度達成されたのでコンテンツの切り替えを開始する、というのが現在の状況である。

再生環境の DCI 仕様への移行が完了した段階で、Interop DCP の再生保証は無くなる。移行完了後に出現する機材では SMPTE DCP しか再生できない可能性が高く、少なくともコスト等を考えると、ダブルスタンダードを許容するメーカーの活動は縮小し、Interop DCP と SMPTE DCP の両方を再生できる製品は減少していくと考えられる。したがって、保存、アーカイブしてきた映画が Interop DCP フォーマットの場合、近い将来上映できなくなる可能性が高い。

## 2-2 DCI CTP(DCI コンプライアンステスト)

DCI 仕様の再生環境が成立するためには、そこで用いられる各機材、機器がそれぞれ DCI の標準仕様書に基づき、DCI 仕様として求められる各項目の条件を満たす必要がある。

<sup>5</sup> VPF : Virtual Print Fee (バーチャル・プリント・フィー) の略 ; デジタルシネマ機器の普及促進を理念とするスキームであり、映画館のデジタル化に伴う興行サイドの機材コストを配給サイドも負担することや、映画館の機材に関して DCI の規格に準拠させる契約などが含まれる。

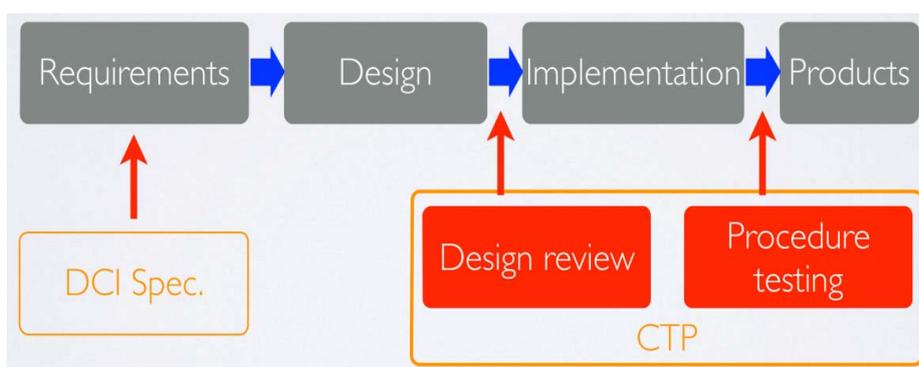
<sup>6</sup> 詳細は後述

その確認ために、デジタルシネマの上映に必要な各機材、機器やコンテンツ(DCP)に対して行われるコンプライアンス状況を確認するテストが DCI CTP (DCI コンプライアンステスト) である。

CTP とは Compliance Test Plan の略であり、2009 年の 5 月に version1.1 がリリースされて以降、現在は 2012 年の 10 月に version1.2 がリリースされている。

DCI CTP で達成度のチェック対象項目となるのは、DCI 仕様の中の重要項目とされるものであり、これには、SMPTE 仕様と DCI 独自仕様の両方の部分が含まれる。すなわち、基本的な映像・音声品質の確認とセキュリティの確認である。条件をクリアした機材、機器に対して DCI 認証が与えられ、結果は DCI の web サイトに掲載される。

テスト対象は主に、サーバ、IMB (Integrated Media Block)、プロジェクタ等の各シネマ機器、コンテンツから成り、テストは Design review (デザインレビュー)、Procedure testing (プロシジャーテスト) の二つの段階に分けて実施される。



1 Design review (デザインレビュー) : セキュリティに関して、機材、機器を問わずその設計自体が DCI の方針に沿っているかを確認するものである。この設計に基づき、各機材、機器メーカーでの実装へと移る。

2 Procedure testing (プロシジャーテスト) : 機材、機器メーカーでの実装後、実際に DCI によって作られた素材 (テストマテリアル) を用いて行うテストである。この段階をパスすることで DCI の認証を得ることができる。

2011 年に最初の認証済シネマ機器が世に出て以降、その後の時間経過とともに DCI コンプライアントの機材、機器の普及は進み、統一デジタルシネマ環境への移行は着実に進展している。

## 2-3 テストラボ(認証機関)の立ち位置

DCI CTP は、DCI とのライセンス契約に基づき、認証機関であるテストラボによって実施される。

DCI CTP 開始直後はヨーロッパにもテストラボが存在したのだが、2 年ほどでテストから撤退することになった。その後、3 ヶ所 (日米欧) → 2 ヶ所 (日米) という変遷を経て、現在の体制である世界 3 カ所に存在する認証機関となった。そのうちの 2 ヶ所は米国、バーバンクに位置する CineCert、およびマウンテンビューに位置する Aegisolve であり、残る唯一の米国外の機関となるのが、慶應義塾大学 DMC 研究センターである。

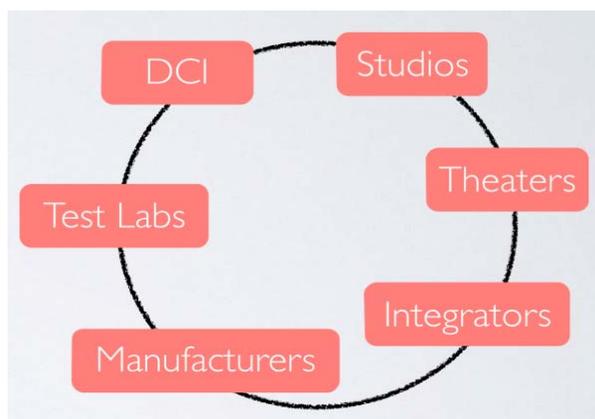
DCI CTP 実施における一連の流れは下記の通りである。

1. DCI がライセンスを発行してテストラボに DCI CTP を委託
2. デジタルシネマ機器製造者が機器をライセンスを持ったテストラボに持ち込む
3. テストラボでテストを実施
4. 特に問題点が発見されなければ、テストラボが DCI に報告
5. DCI は、テストをパスしたデジタルシネマ機器をウェブサイトに掲載

当初、デジタルシネマの機材、機器メーカー自らが積極的にこの DCI CTP を受けることに対して疑問が持たれていたが、興行会社と配給会社間で結ばれる VPF 契約により状況は一変する。VPF 契約の目的には一方で、デジタルシネマ化による興行側の設備投資負担の軽減があるのだが、もう一方の目的には、興行側でのデジタルシネマ機器の DCI 仕様への移行促進にもあった。

VPF 契約の中には、上映機材が DCI 認証を pass した DCI 仕様であることが盛り込まれており、契約を結んだ各劇場は DCI 仕様の機材を選択、導入せざるを得ない。一方メーカーにしてみれば DCI CTP をパスし、DCI の web サイトに掲載される DCI 仕様の機材、機器を製造しない限り、販路が絶たれることになる。

こうした VPF 契約による状況が結果として DCI CTP に対する各機材、機器メーカーのモチベーションを変化させたのである。



## 2-4 認証テストの対象/非対象

認証テストの対象は CTP (Compliance Test Plan) に記載されている。

- CTP に記載されるテスト対象機器
  - デジタルシネマ機器
    - サーバ (再生機)
    - プロジェクタ
    - 再生機能付き (IMB) プロジェクタ
  - デジタルシネマコンテンツ
    - DCP
- テスト非対象機器
  - シアターシステム
    - カーテン、照明

- 3D システム
  - 3D 用眼鏡
  
- ODS 用システム

メーカーが送り出すモデルごとのテストであるが、各モデルの全リリースバージョンをテストするわけではない。また、発売される機材一つ一つをテストするのではなく、1モデルにつき1台のテストを実施する。

テストをパスし結果が web にて公開された後、バージョンアップがあった際には、ルールに基づき必要に応じて再度テストが実施される。

- - - 
    - 
    -
  - -
- - -
  - -
  -

## 2-5 認証テストの例

認証テストは実用性を重視し、以下の例に挙げたような各項目に対して試験が実施される。

- プロジェクタの場合
  - 投影色の測定
  
- MB (Media Block) の場合
  - 色、絵の再現性
  - 全フレーム再生の確認
  - 音の遅延調整機能
  - SRC (Sample Rate Conversion) 機能 (48kHz - 96kHz)
    - 例えば、劇場が 96kHz のシステムを導入していた際に、48kHz のソースが再生できるかの確認
  - 外部制御 (GPIO) の動作
    - 例えば、カーテン等の制御が可能かの確認
  - FM (Forensic Marking) の動作
    - 電子透かしが入っているかの確認

- ログ機能
  - ログの出力に問題がないことの確認

\*なおサブタイトルには注意が必要である<sup>7</sup>



## 2-6 テスト素材

テスト素材には、カラーパターンなど DCI 仕様で定められた SMPTE DCP を使用する。

現状において、おおむね正しいコンテンツが正しく再生できることは達成されている。このため、

- 壊れているコンテンツがどのように再生されるのか
- KDM<sup>8</sup>が不完全な場合にコンテンツが再生不可になるかどうか

といったイレギュラーなケースも想定した認証テストが実施されている。



## 2-7 認証済み機材リスト

機材が認証テストをパスし、DCI認証となると Digital Cinema Initiatives サイトにあるリスト COMPLIANT EQUIPMENT ([http://www.dcimovies.com/compliant\\_equipme](http://www.dcimovies.com/compliant_equipme))

<sup>7</sup> 詳細は後述

<sup>8</sup> KDM: Key Delivery Message の略；不正利用を防止するために暗号化された DCP を復号する鍵情報。詳細は後述。

nt/)に掲載される。これによって誰もが所有、使用する機材がDCI認証済であるか、確認可能になる。



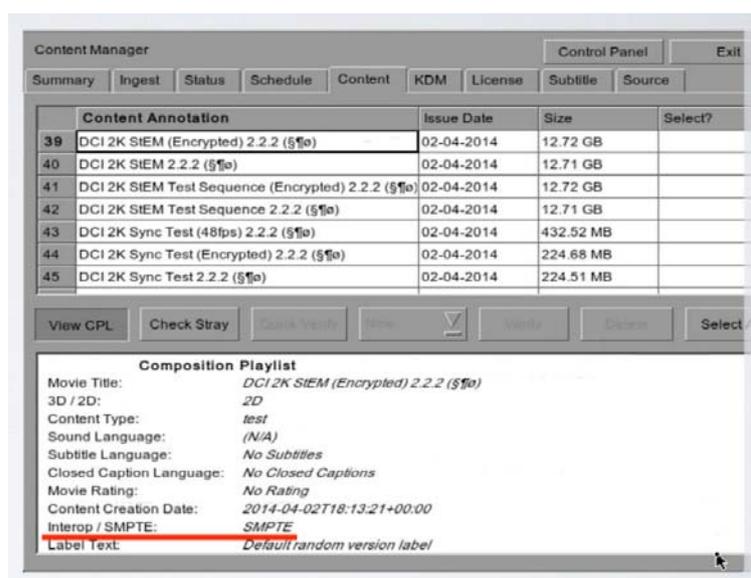
- 掲載内容は認証された機材の下記内容についてである。
  - モデル表記
  - テスト機のバージョン
    - ソフトウェア
    - ハードウェア
  
- 検証しているのは下記のルールに従う。
  - 1テスト機のみ
    - 記載バージョンのみ
  
- 古いモデルは、software update が必要となるが、そうした場合に備え Confidence Retest (再チェック) も規定されており、実施の結果は他と同様にリストへ掲載される。

## 2-8 DCI 認証済シネマ機器はデュアルスタック

DCI CTP の導入により再生環境が着実に DCI 仕様へと置き換わっていることに対し、目下、切替えのタイミングであるコンテンツ (DCP) においては、未だ Interop DCP と SMPTE DCP とが混在して流通している。

幸いなことに各デジタルシネマ機器メーカーはこの現実を考慮し、自社の DCI 仕様の機器において Interop DCP と SMPTE DCP という 2つの異なった仕様に対応した実装を行い、デュアルスタックを組むことで対処している。これにより、コンテンツ (DCP) での仕様の違いを意識させないスムーズな再生が実現する。

つまり、DCI CTP をパスした DCI 仕様の機器ならば、Interop DCP と SMPTE DCP とを自動認識し、再起動や特殊な設定なしに両者のシームレスな併用が可能なのである。



ただし、Interop DCP と SMPTE DCP という 2 つの異なった仕様への対応は、あくまで各デジタルシネマ機器メーカーの善意と努力の結果に過ぎないことには注意を払う必要がある。DCI CTP では、併用のシームレスな動作はチェックの対象ではなく、ましてや DCI 認証が動作保障するものではない。あくまでコンテンツ（DCP）移行期の仕様混在状況に対する、メーカーによる自発的な対応に過ぎない。

したがって、過酷なコンプライアンステストである DCI CTP をパスし、DCI 認証されたモデルについて確実に言えることは、「少なくとも SMPTE DCP のコンテンツは再生可能である」という事実のみ、である。

### 3 SMPTE DCP の将来展望

### 3-1 今後の機能拡張について

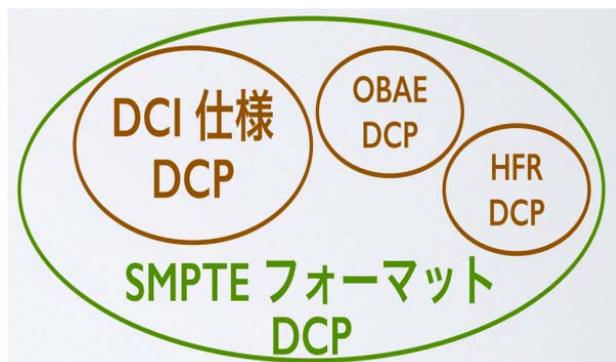
デジタル技術の発達はアナログ環境下では不可能であった新たな機能を実現することで、デジタルシネマにさらなる表現の可能性を与える。

- ・ハイフレームレート (HFR)
- ・ Object-Based Audio Essence (OBAE)

などの映像や音声における新しい機能の提案や導入はその具体例であり、技術発展とともに今後、さらに多彩な機能や表現をデジタルシネマは獲得していくだろう。

一方で、新たなデジタルコンテンツの制作、それに応じた機材や機器の開発、製造コストの低減などを考えると、出来るだけ仕様を統一し、標準化された環境が望ましい。新機能は各社各様の Interop DCP ではなく、標準化された仕様である SMPTE DCP で実現すると思われる。また、機能拡張に対応するフォーマット変更の議論はオープンな標準化団体である SMPTE で行われることになるだろう。

今後の拡張機能が SMPTE DCP で行われるとするならば、改めて DCI DCP と SMPTE DCP との違いを確認することが重要になる。先述と重複するが、以下に DCI DCP と SMPTE DCP、OBAE DCP や HFR DCP との関係を表した図を記す。



DCI DCP と SMPTE DCP の違いの第 1 は、全ての SMPTE DCP が DCI DCP を満たすわけではない、ということである。図の包含関係が示すように、DCI DCP はあくまで SMPTE DCP の一部分であり当然、SMPTE DCP ではあるが DCI DCP ではないものも存在する。図では OBAE DCP や HFR DCP がそれにあたる。

違いの第 2 は、DCI 認証済み機器が再生を保証するコンテンツは、DCI DCP であるという点である。DCI CTP がテストするのはあくまで DCI DCP を対象としているものであり、図における SMPTE DCP ではあるが DCI DCP の外にある OBAE DCP や HFR DCP などの再生は保障されない。

違いの第 3 は、DCI CTP にはバージョンアップにより機能が追加されることである。DCI の意図は新しい技術を使い、新しいコンテンツを作り、流通させることにある。よって今後出現する新機能はまず SMPTE DCP へ乗り、その後 DCI CTP へ取り込まれていく。これが、DCI CTP への機能の追加、高機能化の流れである。

### 3-2 DCI 仕様の高機能化(≠現 DCI 仕様)

DCI 仕様の高機能化を捉える際に、DCI 仕様と SMPTE 仕様との機能の相違に着目する必要がある。

ハイフレームレートを例にとると、

Frame Rates (DCSS 1.2 [X], <b>Proposed [P]</b> )			
EU/sec	2K2D	2K3D	4K2D
24	X	X	X
48	X	<b>P</b>	<b>P</b>
60	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
96	<b>P</b>		
120	<b>P</b>		

Table 1

- DCI 仕様のフレームレート(ST428-1)では
  - 表中の X = 2K(24), 2K(48), 2K3D(24), 4K(24) だけが、現在の DCI 仕様である。
- 一方で、SMPTE 仕様の追加フレームレート(ST428-11)では
  - 2K(25), 2K(30), 2K(50), 2K(60), 4K(25), 4K(30) などがある。
- そこへ、昨今のハイフレームレートの動きを意識した、DCI が推奨する追加フレームレート(未仕様化=DCI 推奨案)が存在する。
  - 表中の **P** = 2K2D(60), 2K2D(96), 2K2D(120), 2K3D(48), 2K3D(60), 4K2D(48), 4K2D(60) である。

DCI 仕様の高機能化は、DCI 推奨案の提示から始まり、DCI 仕様/SMPTE 仕様への追記、DCI CTP への追記（コンプライアンステストへの盛り込み）、という流れで達成される。

### 3-3 例 : DCI CTP v1.2

DCI 仕様の高機能化は、DCI 推奨案の提示から始まり、DCI 仕様/SMPTE 仕様への追記、DCI CTP への追記、という流れで達成された後に、DCI コンプライアンステストを通してデジタルシネマ機器に反映される。CTP v1.2 を例に見た場合、CTP v1.1 に新たな項目が追加された CTP v1.2 がリリースされるとともに、DCI コンプライアンステストでは CTP v1.1 での新規テストが終了し、以降は CTP v1.2 が採用されテストが行われる。このような流れをとることで、デジタルシネマ機器が、高機能化した DCI 仕様に適合したものであるか確認されることになる。

CTP v1.1 から CTP v1.2 へのバージョンアップでの変更点、追加項目とは、ASM (Server, Projector 分離モデルでの通信方式) を使ったプロジェクタ認証情報の取得、オーディオチャンネルにおける各チャンネルごとの電子透かし機能の確認、サブタイトルテストの拡張、ソフトウェアアップデート後の再確認(Confidence)テスト(ソフトウェアアップデート毎の再確認テストの実施)の追加などである。

なお、バージョンアップに伴って、これまで規格化されていたものが、規格から外れるということは現時点では発生していない。

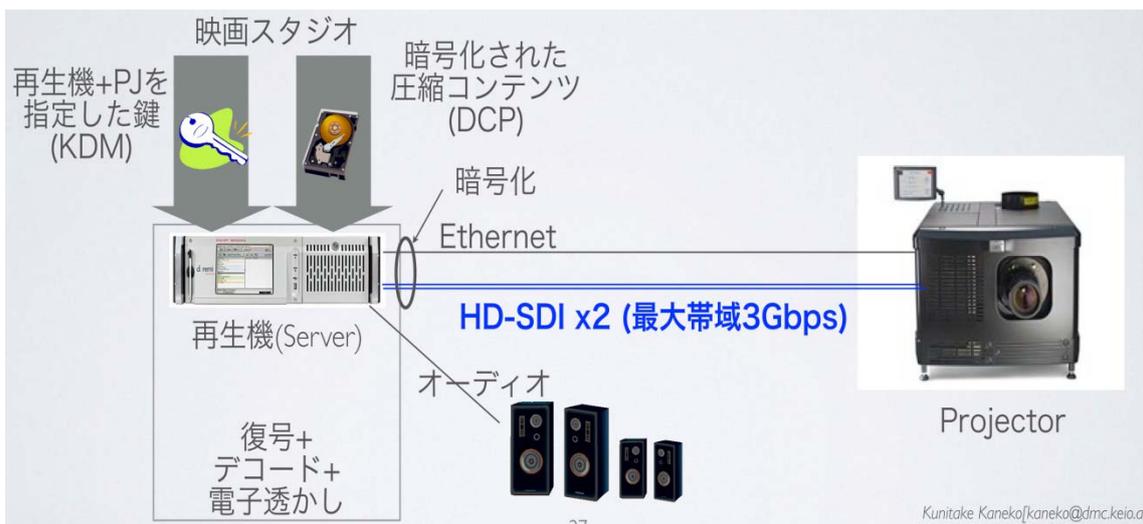
- CTP v1.1 から CTP v1.2 へ
  - DCI コンプライアンステストは CTP v1.1 で開始
  - 2012/10: CTP v1.2 がリリース
  - 2013/2/8: CTP v1.1 での新規テストの終了（これ以降のテストでは、v1.2 が用いられる）
- CTP v1.2 の特徴（どのような追加項目があるか）
  - ASM（Server, Projector 分離モデルでの通信方式）を使ったプロジェクト認証情報の取得
  - オーディオのチャンネルごとの電子透かし動作のチェック
  - サブタイトルテストの拡張(実用的にはまだ十分ではない)
  - ソフトウェアアップデート後の再確認(Confidence)テストの追加

### 3-4 SMPTE DCP の新機能利用

SMPTE DCP の新機能全てが、ソフトウェアのアップデートによって利用可能となるわけではない。DCI で仕様化されているもの、例えばフレームレートであれば、2K(24), 2K(48), 4K(24)の再生ができるのは当然であるが、それを越えた範囲にある SMPTE DCP の再生はできない。

また、その他ハードウェアの性能に依存する部分などで、そのままでは新機能の利用が無理な場合、出費が伴う可能性がある。

例えば、分離型システム(Server, Projector)では、HD-SDI×2 で 4K を伝送できないため、4K/HFR (ハイフレームレート) の再生は不可能である。この場合、組み込み型 MB (Media Block) 購入による移行が必要となる。



## 4 SMPTE DCP の現状

## 4-1 SMPTE DCP の上映検証

今後、実際に SMPTE DCP が流通フォーマットとして普及し、その日本での上映が現実的なものになったと仮定した場合、現時点における課題について述べる。DCI 認証テストにおける集中検証の内容を確認し、何が検証の余地を残しているのかを明らかにすることで、潜在的な問題の所在を追求することにつながる。

DCI 認証テスト自体は非常にハードな内容ではあるのだが、その集中検証の内容には以下の特徴がある。

- DCI が構成した単一のパッケージシステムで作成されたテストマテリアルを使用している点
- コンテンツは DCI 仕様の 24FPS(2K/4K), 48FPS(2K)でしかテストをしていない点
- サブタイトルテストは限定的である点
  - (米国視点であるがゆえに、日本での使用に多くの注意が払われていない)

よって今後、日本で SMPTE DCP を使っていく際には、集中検証の内容では見逃してしまうような点、また特に米国視点からでは明らかにならないであろう点について、日本という環境からの独自の検証が必要となる。以下のような点が検証余地と考えられる。

- 認証テストを実施したものとは異なる未認証バージョンの機材
  - 劇場におけるトラブル対応として新しいソフトウェアリリースが行われる
- サブタイトルのついた DCP を日本視点から検証すること
  - 日本でよく使うようなサブタイトルがうまく表示されるか否か
- DCI 以外で作成した DCI 仕様の DCP が上映できるか
  - メジャーなパッケージシステムが SMPTE の仕様に対応しているか
- DCI 仕様から外れた SMPTE DCP が上映できるか
- 劇場側でのオーディオのチャンネルルーティングの可否

これらの問題は、実際の劇場での上映における課題にとどまらず、アーカイヴコンテンツの上映においても留意する必要がある。

## 4-2 サブタイトルの仕様

SMPTE DCP の日本での上映を想定する際に、更なる検証を要するものとしてサブタイトルのついた DCP について、すなわち、日本でよく使われるようなサブタイトル表示が正しくなされるのか、についての検証がある。

SMPTE DCP のサブタイトル表示に関しては、SMPTE 仕様(ST428-7)がその標準文書とされる。初出は 2007 年であったが、その後、2010 年、2014 年とアップデートを重ねて現在に至っている。

そのうち 2010 仕様(ST428-7-2010)におけるサブタイトルの表示方法の記述には大きな問題があった。それは人によって解釈が割れてしまうような曖昧な記述であり、結果とし

て表示が一様でなくなったり、機材が変わるごとに表示が変わるような、実用に耐えがたいものだった。

DCI CTP での一連の作業のなかで、こうした曖昧さは看過出来なかったため、3D サブタイトルの実現とともに、2014/04 に大幅な更新 (ST428-7-2014) を行い、どの機材でも同じサブタイトル表示になるような 2014 仕様へと改訂を行った。

ただし、2014 仕様への改訂は 2010 仕様を持つ表示の曖昧さ解決へ向けての前進ではあったのだが、結果として SMPTE DCP を 2010 仕様と 2014 仕様との 2 種にしてしまうことで、新たな問題を引き起こすこととなった。

それは、2010 仕様と 2014 仕様の違いを意識しない機材を使用して上映した場合、同じサブタイトル表現でも、機材によって異なる場所に表示されるなどの、意図しない結果を生じる可能性である。2010 仕様と 2014 仕様の違いを認識できる機材であれば回避できるこの問題は、2010 仕様と 2014 仕様とでは表示位置の計算方式 (アルゴリズム) が異なる点に起因する。

### 4-3 サブタイトルつき DCP

現行の DCI CTP v1.2 におけるサブタイトルテストでは、2014 仕様でも 2010 仕様でもテストを PASS できることになっている。よってテストを通過した機材には 2014 年、2010 年の両仕様が混在しており、結果として現在は表示が一意に定まることを保証できない状態である。またそこには、縦書きなどのテストは含まれていない。

DCI 自身はこの事実の重大さを認識しており、2014 年 7 月、前例のない異例の強さを持って、最新のサブタイトル仕様 (ST428-7-2014) による実装を各機材メーカーに推奨した。

機材メーカー各社との対話から実感できるのは、メーカーはこの問題を解決したいと前向きに取り組んでおり、また実際に 2014 年仕様の実装は進んでいて、一定の期間経過後には 2014 年仕様に揃う形で字幕が表示されるのではないかと考えられる。

同時に、各機材メーカーが 2014 年仕様に則って機材を開発、生産するためにはその過程で 2014 年仕様であることを検証するための、検証用 DCP が必要となる。さらにサブタイトル機能を必要とする国内ではそれらに対する検証の必要も発生し、検証用 DCP も独自のものが要求される。そこで、JDCF ではポストプロダクション各社の協力のもと検証用 DCP の作成を行っているのが現状である。

### 4-4 DCI 以外が作成した DCP

サブタイトル以外の、更なる検証が必要な対象の一つに、DCI 以外が作成した DCI 仕様の DCP がある。

DCI の認証テストのテスト素材で用いられている DCP 作成ツールは、DCI コンプライアンステストを行っている機関である米国 CineCert 社のツールである。

一方で、現在各社が SMPTE DCP に「対応」した DCP 作成ツールを発売中である。もっともそれらが正しいコンテンツを出力するとは限らず、実際これまでテストを行った対象の中には正しい SMPTE DCP を出力するものもあれば、不完全なものも存在した。各ツールが出力する DCP が DCI 仕様を満たしているかは未検証であり、目下 JDCF が、状況把握を行っている状況である。

### 4-5 SMPTE DCP と KDM

KDM とは (Key Delivery Message) の略であり、不正利用を防止するために暗号化された DCP を復号する鍵情報である。

上映用の画や音は暗号化された DCP として各劇場などに送られ、受け取った各劇場は、復号化用の鍵を利用し DCP を復号した後に上映をおこなう。その際に、この復号化用の鍵がそのまま各劇場へ送付されるのは安全上好ましくない。鍵による復号化を限定するための何らかの措置が必要となる。

そこで一層の安全を確保するために行われるのが、DCP 復号化用の鍵をさらに暗号化することであり、そこで暗号化されたデータが KDM なのである。KDM 作成には上映機材のデジタル証明書 (cert ファイル) が暗号化のための鍵として利用され、復号は再生サーバの中にだけ保管されている秘密鍵によっておこなわれる。

KDM が再生サーバ内の秘密鍵によって復号されることは、再生におけるサーバを特定することになり、それは再生サーバと対になる再生プロジェクトを指定することにもなる。ただし、当然これは再生サーバとプロジェクトが一体型のケースであり、再生サーバとプロジェクトが分離型の場合、KDM の機能を有効にするために CTP v1.2 での認証が必要となる。

KDM の製作は再生サーバとプロジェクトのペアで行うことになったため、コンテンツをどこに出すのかをペアで決定する必要があり、厳密な公開鍵の管理が必要となった。機器のシリアル番号と鍵の対応付けなどと合わせてポストプロダクションによる公開鍵管理の重要性も増している。

#### ■ KDM

- 暗号化された DCP を復号する鍵情報である
- 上映するデジタルシネマ機器毎に鍵を暗号化
  - 再生サーバの秘密鍵で復号
  - 再生プロジェクトも指定
    - ◇ サーバ・プロジェクト分離型の場合、CTP v1.2 の機能が必要

#### ■ ポストプロダクションにおける公開鍵管理が必要

- 再生サーバとプロジェクトのペア
- 機器のシリアル番号と鍵の対応付け

## 5 JDCF について

## 5-1 JDCF

JDCF: Japan Digital Cinema Forum とは、デジタルシネマの技術的<sup>9</sup>課題とその解決策をボランティアベースで議論する団体である。米国の ISDCF<sup>10</sup>、欧州の EDCF<sup>11</sup>などを参考にして、慶應義塾大学 DMC 研究センターの金子が発起人となり結成された。

主な参加者は、ポストプロダクション、興行会社、機器メーカ、保守会社、VPF 会社他であり、月 1 回の会合を持つ。

発足のきっかけは、発起人である DMC の金子が 2013 年 2 月に米国で開催された HPA (Hollywood Post Alliance) での会議に参加したことによる。会議での議論が、字幕、特に SMPTE 仕様(ST428-7)に関するものへ差しかかった際、ルビや縦書きといった日本特有の要求についてのコメントを、日本代表として求められることになった。しかし当時は、特に当時は国内の映画を取り巻く状況などは意識せずに、一認証機関の人間として DCI コンプライアンステストを続けていたにすぎず、その過程でのハリウッドの映画人と交換される主な情報にしても、海外のデジタルシネマに関する情報が主たるものでしかないのが実際であった。

そこで同席していた日本のポストプロダクションを通じて具体的な日本国内での状況を調べたところ、日本国内でのデジタルシネマの上映においては、字幕表示に関してだけでなく、非常に多くの問題が現場で発生していることが判明したのである。

字幕に関すれば、当時、日本国内で流通する DCP は Interop DCP であり、そのうえで表示に関する多数の混乱が生じていた。この状況を踏まえると、もし今後、何らかの対策を行わずに現状のまま将来日本へ SMPTE DCP が導入され、SMPTE 仕様(ST428-7)が策定された暁には、さらなる大きな混乱や問題が現場に生じるであろうことは想像に難しくない。

こうした危機感から、その後、関係者に対し現状の字幕に関する問題点について直接ヒヤリングを行うことになるのだが、そこで明らかになったことは、これまで頻出してきた字幕問題のみならず、他の多くの問題に対しての以下の事実であったのである。

- 興行、メーカ、インテグレータそれぞれが、問題における責任の所在を互いに曖昧にしてきたこと
- 毎回、その場限りの対応で、本質的な解決に結びつかぬまま、問題が放置されてきたこと

こうした状況を改善するためには、業種間連携が不可欠である。字幕問題に限定せず、デジタルシネマにはアナログ映画以上に流通を視野に入れた議論が必要なのであり、そのためにも、業種間連携やそのコミュニケーションの重要性は、従来に増して一層の高くなる。しかし、当時の日本にはそれを実現できるテーブルが存在しなかったのである。

そこで、今後の日本におけるデジタルシネマのさらなる発展のために、日本国内でデジタルシネマに関わる全ての人間の、立場を超えての自由な議論、意見交換の場が成立するような願いを込めて、慶應義塾大学 DMC 研究センターの金子が呼びかけ、賛同いただいた各機関によって発足したのが JDCF なのである。

---

<sup>9</sup>ビジネス要素を除く

<sup>10</sup> ISDCF : Inter-Society Digital Cinema Forum の略 ; 詳細は後述

<sup>11</sup> EDCF : European Digital Cinema Forum の略

## 5-2 ISDCF

JDCFの成り立ちを理解する上で参考となるのが、設立の際の手本としたISDCFである。ISDCF: Inter-Society Digital Cinema Forumとは、デジタルシネマにおける課題の議論や情報交換する場を提供する目的で、米国において組織された団体である。

業種を跨いだ各所属機関(Studios, Exhibitors, Integrators, Equipment Manufacturers, Consultants, and other committees)からの250名以上の参加者により構成され、月例会合、メーリングリストによる情報提供、Plug Fest (テスト素材の各メーカーへの配布)などの活動を紳士協定に基づき行っている。

ISDCF成立の背景には、デジタルシネマの発展のためには、デジタルシネマに関わる全ての人間の立場を超えての自由な議論、意見交換が不可欠である、とする関係者の共通認識がある。ISDCFはそのためのコミュニケーションの場作りを担っており、実際に非常に優れた機能を果たしている。

## 5-3 SMPTE DCP に対する JDCF の認識

現状での日本国内における SMPTE DCP に対する、JDCF の認識は以下の3点である。

第1に、日本国内における情報の展開が不十分な点である。残念ながら、現時点では業種間に SMPTE DCP についての十分な認識が浸透しているとは言い難い。これは JDCF 発足の背景にあったように、従来国内において SMPTE DCP についての議論の場が不在であったことに原因がある。

こうした状況に対し、業種間連携と議論の場を提供することで、SMPTE DCP に関する情報の十分な展開を目指そうとするのが JDCF の活動である。

認識の第2として、SMPTE DCP の位置づけの議論が不十分な点である。

あたかも眼前に突如出現した SMPTE DCP なるものに、乗る、乗らないかの二者択一を迫られているかに捉えがちだが、しかし、それは早急である。まず、考えるべきことは、以下のようなことになろう。

- SMPTE DCP とは何ものであるかを理解すること
- 国内映画業界にどう位置づくのか、を十分に議論すること
- なぜ、SMPTE DCP に対応しなければならないのか、を考えること
- そうすることで、我々に一体何が返ってくるのか、を考えること

具体例の一つをアーカイブに見出せる。Interop DCP であることを意識せずにコンテンツを作成し、アーカイブした場合、10年後にコンテンツを取り出し、再生しようとする際に環境が SMPTE DCP へ移行していたとしたら、コンテンツの再生は不可能でありアーカイブは成立しない。

別の例として、海外へのコンテンツ流通を考えた際にはどうであろうか。DCP が Interop DCP で行われていることを、コンテンツの作製国が意識しないでいたとすると、輸出先の再生環境が SMPTE DCP であったときに再生は不可能となる。これはコンテンツ国際流通の阻害要因になる問題である。SMPTE DCP を理解した上で、今後の映画業界で活用できるような前向きな態度が国内映画業界に必要とされている。

SMPTE DCP に対する JDCF による国内状況の認識、第3は、現時点では SMPTE DCP をすぐに国内導入できる状況ではないことがある。

これは、実際問題として回避できるはずのトラブルに対処する体制がないことであり、例えば SMPTE DCP への移行を決定するのであれば、事前テスト等の準備が必要になるが、それらが不十分であるといった点である。

以上が、現状での日本国内における SMPTE DCP に対する、JDCF の認識である。

## 5-4 SMPTE DCP に対する JDCF の活動

SMPTE DCP に対する JDCF の活動としては以下の 5 つを挙げることができる。

- JDCF の ISDCF に対する発信 (2014/06/25) として、国内の体制が整うまで SMPTE DCP の日本での流通の抑止を依頼
  - 少なくとも現時点の日本は、SMPTE DCP を受け入れられる状況ではない
  - ただし、抑止の解除決定や ISDCF への発信は映画関係者である
- SMPTE サブタイトル標準(ST428-7-2014)へのフィードバック
- SMPTE DCP のサブタイトル検証用 DCP の作成・表示検証
- SMPTE DCP 作成ツールの検証
  - 他のパッケージャーを使用した場合、どのような DCP が生成されるのかの確認
- 移行を視野にいれた場合の各種検証、スケジュール等の立案
  - 本来は映画関係者の自発的な対応が求められる点

以上が、SMPTE DCP に対する JDCF の活動である。