

デジタル画質評価映像“CoSME”について

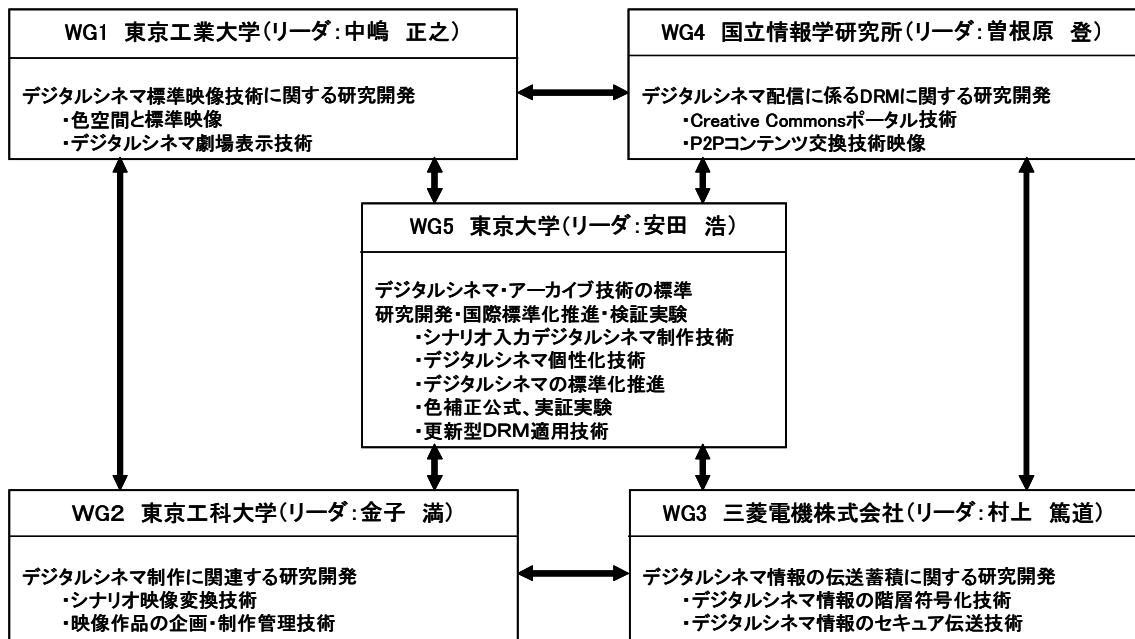
東京工業大学大学院情報理工学研究所

秋山 雅和

映画が誕生して 110 年、テレビの誕生からも既に 60 年が経過した現在、映像業界も他の産業界と同様にデジタルテクノロジーに席卷されようとしている。デジタルによる映像の制作・上映システムは、20 世紀のフィルム技術をベースとした映画の仕組みやアナログ技術に支えられてきたディスプレイ環境を大きく変革させた。『デジタル映像制作技術の出現により映像制作の障壁が低くなり、誰でもが手軽にデジタルコンテンツを制作できるようになった』とは巷間よく言われているが、そんな時代だからこそ『プロのこだわり』がより重要であると言える。

一方、ブロードバンドネットワークの本格的な普及により、何時でも何処でも大容量のコンテンツを容易に入手し鑑賞できる環境が出来上がろうとしている。また、各種デバイスによる様々なディスプレイ装置が次々と実用化され、家庭でも大画面で高精細度な映像を鑑賞できる状況をつくり出した。21 世紀に於ける、映画のマルチウィンドー戦略は、従来の映画館という閉ざされた特殊な環境下での鑑賞だけではなく、多様な視聴環境と多様な視聴スタイルで鑑賞されることを前提に展開されなければならない。そして、コンテンツの視聴環境の多様化は、上映品質が一定にならないという状況を惹き起こしてしまった。このことは、映画製作者(クリエイター)の意図した映像が、正しく鑑賞者に伝わっていない恐れのあることを意味している。これは映画の世界だけでなく、CRT 方式のモニターを基準としてきたテレビの世界でも同じことが言えるだろう。これは、クリエイターが発信した映像情報を伝達するための統一された方法が確立されていないためである。従って、デジタルシネマの普及のためにも、制作から上映までの一貫した基準を設けて運用していくことが重要であると考えた。

平成 16 年度の文部科学省科学技術振興調整費による委託事業として、東京大学安田浩教授をプロジェクト委員長に、5 つのワーキンググループ(図 1 参照)を結成してデジタル映像の制作から上映までの各工程における情報をメタデータとして付与し、映像情報を伝達するための統一したデジタル技術の共通仕様の開発を目指し「デジタルシネマの標準化技術に関する研究開発・(デジタル映像の“ものさし”)づくり」がスタートした。



東京工業大学の中嶋正之教授をリーダーとするWG1では、特に色情報伝達の重要性に着目し、デジタルシネマの制作から上映に至る全工程を貫く色空間の共通仕様化に取り組んできた。クリエイターの創作した映像を、その意図通りに上映するためには色調と諧調の再現を正確に行うことが必須の条件です。即ち、色空間(色調再現)のコントロールが最も重要な要素としてあげられます。従来、上映される映像の色彩調整は、色彩の責任者が目視で主観的に行ってききました。フィルムの世界ではラボでの仕上がりが全てで、上映時のコントロール範囲は限られていましたが、電子映像系では変動要素が多く、一旦決定された色調を維持することは困難でした。しかも、輝度やガンマ、ダイナミックレンジ、色温度などの要素が複合的に色空間範囲に影響を及ぼすので、主観的な評価では変動幅も大きくなる恐れがあります。従って、主観的な評価だけではなくて定量的(数値で)に評価する必要があると考え、デジタル画質の「ものさし」づくりを目指しました。

「ものさし」をつくるにあたって、目盛をどうするか、どの様に刻むかが重要です。真っ先にすべきことは、常に同じ条件で測定できる環境を整えることです。そのため、メタデータを持つ評価用映像とコントロールされた上映環境を準備することにしました。蒲田の日本工学院専門学校内に、上映環境の仕様を正確に定めた「デジタルシネマ標準シアター(デジタルシネマ・テストベッド)」を設置し、デジタルシネマにおける画質評価を行うために、画質に影響を及ぼす諸要素を盛り込んだ映像を、フルHD、RGB4:4:4非圧縮収録で制作することにした。

評価映像はWG1での研究利用のみならず(プロジェクトだけの財産ではない)、ワールドワイドで利活用して頂くことが重要ですので、研究目的を十分に理解した上で、作品としての芸術性・娯楽性も備えながら、研究目的のための定量的な測定を可能とする欲張った

画作りが求められる。また、オールジャパンとして取り組みたいとの気持ちから、日本撮影監督協会(JSC)の全面的な協力を仰ぐことにした。評価用映像の制作意図やデジタル映像の画質を決定する要素として何を取り上げるべきか、その要素をどの様に盛り込んで映像を構成していくかなど、数ヶ月に及ぶ討議を重ねると共にデジタルシネマに最適な撮影条件を決定するためにテスト撮影を行って本番に臨んだ。なお、通常映像制作には演出家が絡むが、今回は我々の意志がストレートに画作りに反映されることが重要であり、撮影現場での混乱を避けるためにも撮影監督に演出監督も兼務してもらうことにした。

使用機材

HD カメラ : SONY HDC-F950 w/HDCU-F950

モニター : SONY BVM-D24 (6500°K に設定)

レンズ : FUJINON 単焦点シリーズ&10倍ズーム (但しズーム使用はなし)

レコーダー : 計測技術研究所 UDR-2E (4:4:4 非圧縮 RGB 記録)

バックアップ : SRW-1 4:4:4 HDCAM-SR(RGB)

照明 : ARRI HMI (野外)、3200°K (スタジオ)

カメラの設定条件

カメラの設定は、撮影条件の再現性や標準性を考慮し、ITU-R709 を基本とすることにし、テスト撮影の結果、80%までは ITU-R709 のカーブを使用、ニーポイント 80%から圧縮をかけ、400% (2 絞り開け) を 105% に設定した。

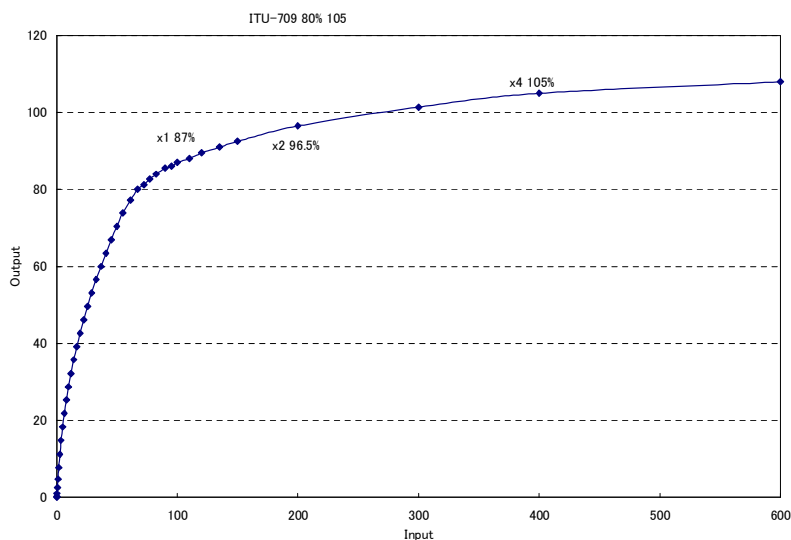


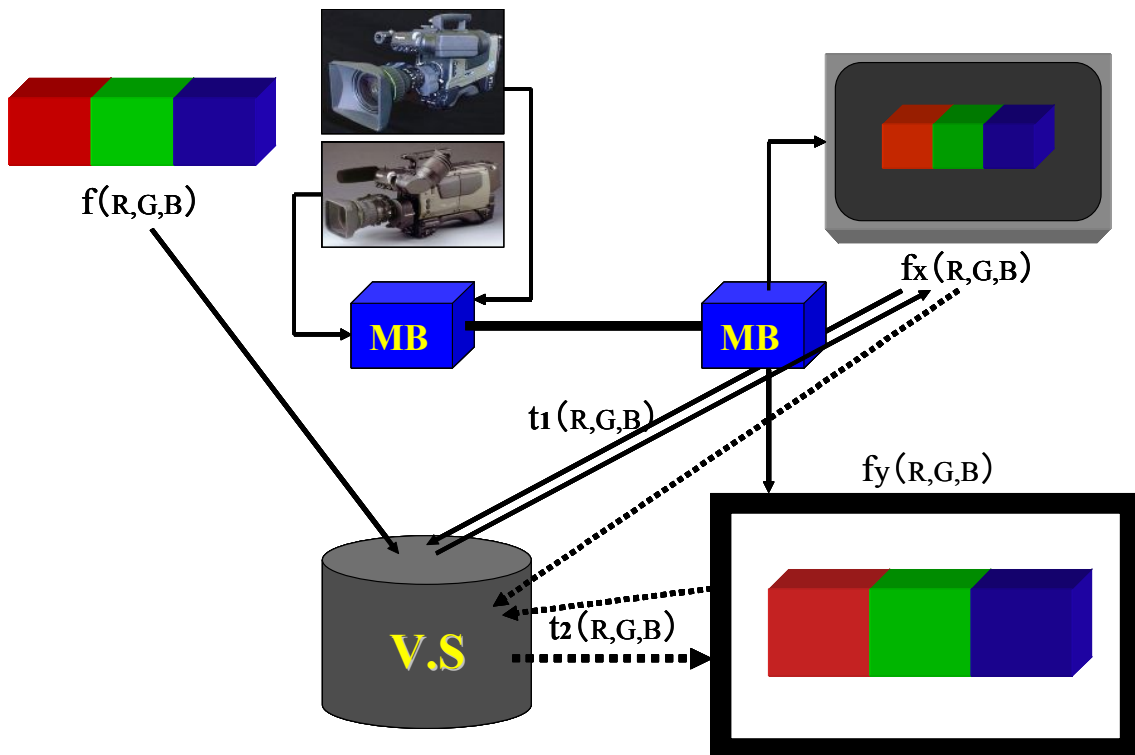
図2 ガンマカーブ

10 ビット記録

10 ビット非圧縮で収録するが、1024 階調のうち 4~1019 階調を使用し、0%黒レベルを 64 階調に、100%白を 940 階調に割り当てた。最大は 1019 階調となり 109%でクリップすることになる。結果的に暗部の描写に強さを発揮した。

色再現

今回の映像制作では色再現が大変重要なのですが、厳密に言うると使用するカメラやレンズ、モニターによって色調は異なってしまいます。プロジェクトの最終ゴールとしては、これらの変動要素を補正して一定の色再現を確約する方程式(図 3 参照)を見付けることですが、今回は撮影時の変動を考慮しなくて済むように、全ての撮影機材を特定することで再現可能なデータを確保し、規格化された ITU-R709 標準定数を使用することにした。



色温度

通常のフィルムによる映画撮影で標準とされている野外撮影では 5600°Kに室内撮影では 3200°Kを基本設定とした。HDC-F950 には 5600°Kの色温度変換フィルターが内蔵されていないので、内蔵フィルターディスクのAポジションを 5600°Kの変換フィルターに変更した。

感度設定

HDC-F950 の標準感度は、ASA640 相当ですが、今回は 24p 収録のため 1/48(180°開角度)の電子シャッターをいれて、フィルムと同じ露光時間にしましたので、感度は 1 絞りアンダーの ASA320 が基本となりました。

レンズによる色味の違い

レンズの光学特性やコーティングの状態で微妙に色味が異なってしまいます。数の豊富なフィルム撮影では事前のテストで色味をそろえている。用意したフジノンの単焦点レンズシリーズを事前チェックしたところ、ビデオレベルで 2～3% のバラツキがあった。実用上は問題のないレベルであるが、定量的な測定を求められる今回の映像制作では無視できないレベルなので、カメラ側にこの誤差を吸収し補正するためのファイルをメモリーさせた。

色シェーディング (色むら)

プリズムを使用した分解光学系では、レンズの射出瞳位置によって縦方向の色シェーディング (色むら) が発生する。事前チェックで認められたので、誤差を 1% 以内に調整してレンズファイルにメモリーして使用した。

黒レベル

黒レベルの変動は絶対に避けなければいけないので、ヒートラン後本番直前に必ず黒レベルを確認することを励行した。レンズクローズ時 (絶対黒) のブラックを波形上で 2% に設定した。本来の HD 規格では 0% とするが、野外撮影などカメラの温度特性や他の変動のため信号がクリップしないよう少し余裕を見る必要があるからである。

ディテール補正

通常、HD カメラでは CCD の画素とのモアレ防止のフィルターやレンズの MTF の低下を補正するため補正回路使用しているが、今回は余分な信号処理を避けるため、使用レンズの解像度状態も考慮してディテール補正はオフとした。

モニター環境

デジタルシネマの評価映像であり、映画と同じ暗い環境での上映が前提となっている。この条件では暗部の再現性が大変重要になると同時に、暗部表現を効果的に使用することができる。しかし、撮影現場でのモニターの監視環境が明るいと正確な露出を決める事が出来ないので、24 インチモニターを置いたモニター車とカメラベースの 24 インチモニターと波形モニターを設置してある収録車は、内部に黒幕を張って遮光し暗室状態にして映像管理を行った。

デジタル画質評価映像 “CoSME”の概要

“CoSME”とは、色空間管理用標準映像素材の英語訳「Color Space Management Evaluation Material」から抽出した愛称です。

デジタルシネマの標準仕様に関しては、ハリウッドの7大スタジオが結成した DCI (Digital Cinema Initiatives) が、フィルムで撮影された映像のデジタル上映を想定したデジタルシネマの評価映像素材 (Standard Evaluation Material : StEM) を ASC(American Society of Cinematographers)と協同で制作している。一方、放送規格としては、現行 HDTV 規格となっている ITU-R BT Rec.709 がある。しかし、デジタル撮影による劇場環境での上映に関する最適仕様の研究提案はなされていない状況である。

完成したデジタル画質評価映像は、実写部分と計算式で作成されたテストパターンから構成されているので、この評価映像とデジタルシネマ標準シアターを組み合わせることによって、プロジェクター、映写レンズ、スクリーンなどの特性や迷光の影響などによる色空間の変化などを主観的な評価だけでなく、客観的に測定することが出来る。

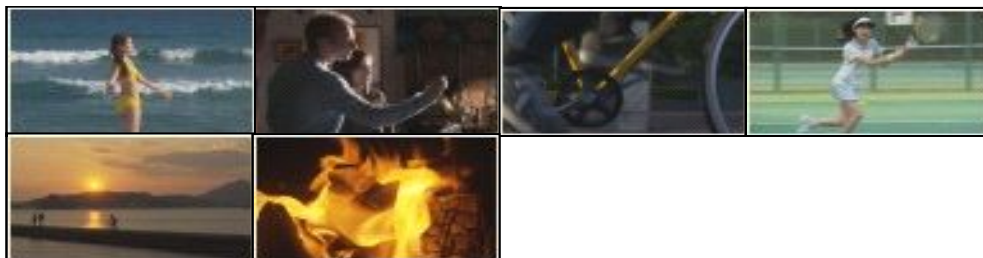
異なった環境でも同じ状態で上映できるように、また、定量的な画質評価を可能にするために、撮影時のデータと監督が画調を決定したときのマスモニ上での XYZ 値、テストベットの上映（色再現）データをメタデータとして付加している。また、ポストプロダクション工程などでの加工を一切排除して、撮影時の生データが直接手元に届けられるようになっている。

前記したように、“CoSME”には、デジタル画質を左右する要因を多く含んだ映像構成であるので、各種デバイスやディスプレイの開発、画像処理のハード、ソフト開発などに幅広く活用できる。また、撮影から上映までのトータルデジタルによる映画製作の標準化に資するものと思われる。

“CoSME” のシーン構成

・ A Day in SHIMODA 撮影監督：藤石 修

夜明け前から日中、日没後までの刻々と色温度が変化していく自然光の屋外で色彩豊かな、動きの早い被写体と補助ライトを用いた屋内での陰影からなり、色再現や動きの再現を評価する。



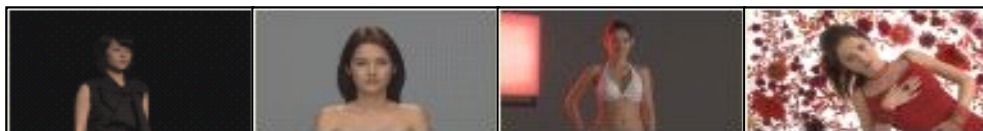
・ 和 (NAGOMI) 撮影監督：磯貝 均

数寄屋造りの室内と日本庭園を舞台に、和の色調（記憶職を意識して）や微妙なテクスチャーでの再現、特にシズル感の再現を評価する。



・ Color and Tone 撮影監督：千葉 真一

スタジオに於ける計算されたライティングの下で、微妙に異なる同系色での色解像度やダイナミックレンジの評価を定量を行うことを目的としたシーンで構成



・ 資料映像 撮影監督：荒井 滋

数値的測定のためのチャート類と画像圧縮による歪を検出する映像構成



“CoSME” の色空間関連計測データ例

撮影条件の再現を可能とするために、CoSME の各カットには使用機材（カメラ・レンズ・計測機器）及び撮影条件（カメラの設定条件・レンズのミリ数・絞り（T値）・色温度・フィルター）、ライティング状況（ライトの数と位置と種類・ワット数）、カメラ位置、また、屋外撮影では日時・天候などの状態を克明に記録するとともに、ディスプレイ時の再現性を評価するために、被写体の主要部分のLV値をメタデータとした。

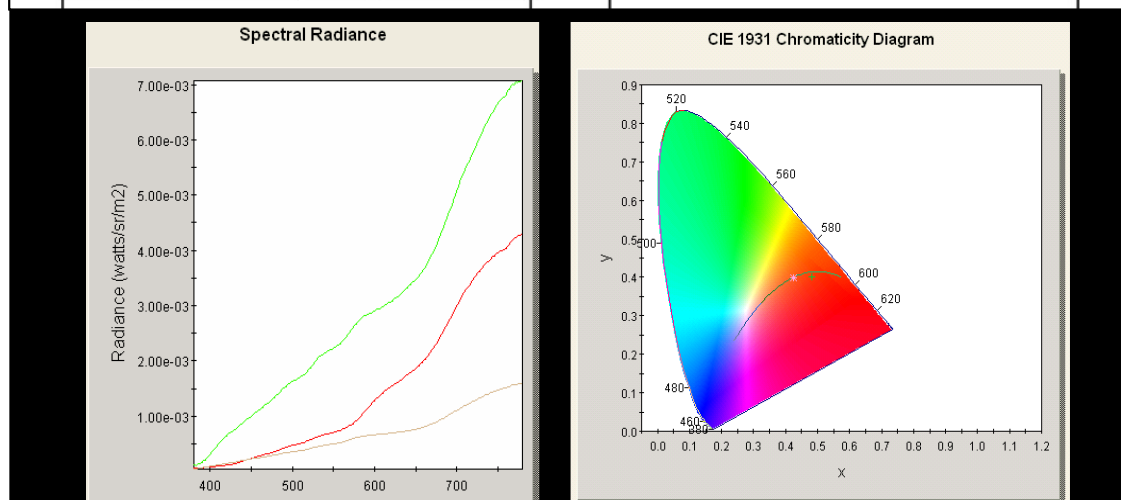
LENS: 20mm	Filters	in-CC:3200k	in-MD:1/	OUT-MD:	
感度設定ASA:320					
主光源: SUN・dayLight (NW)・dayLight (INFLO)・TUNGSTEN				特殊機材:	
	絞り T	色温度	KEY/Light	FILL/Light	Distance
1	T-4	3200K	F _o	F _o	10.8 feet

略画と計測値

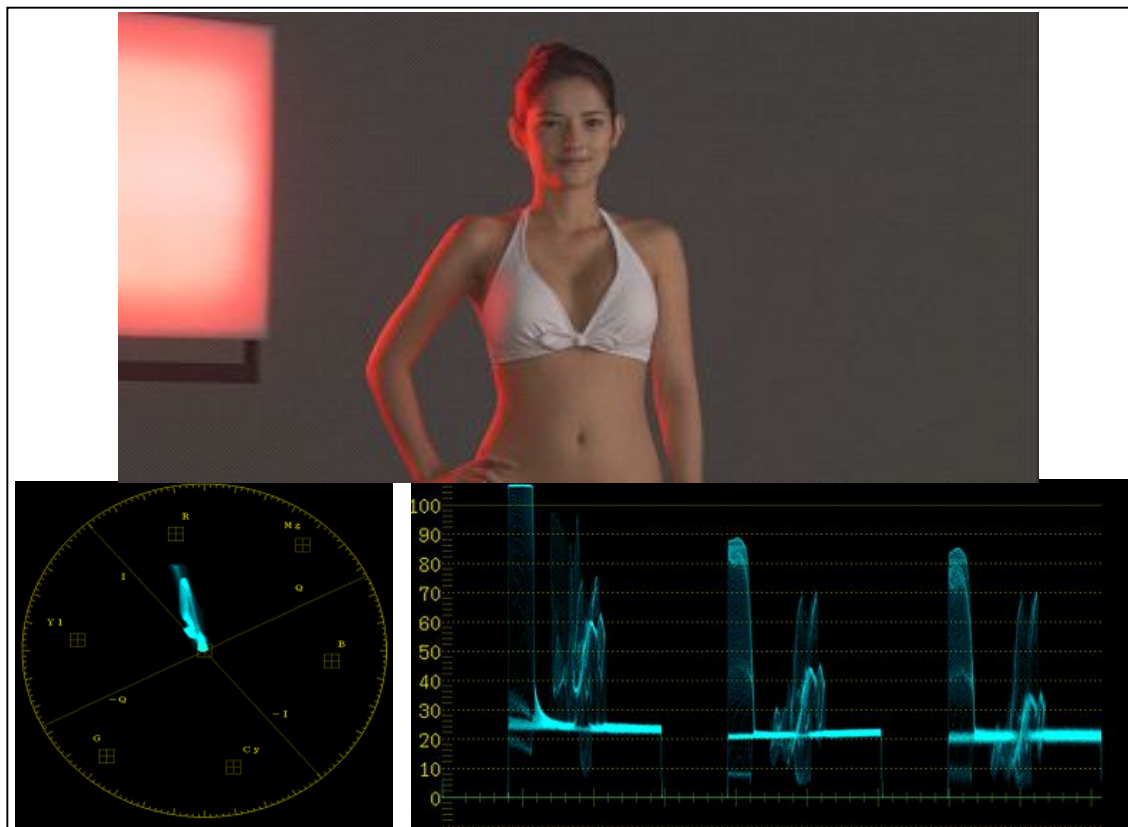
計測値:			
1	×6	13	×2.5
2	×2.5	14	1/2
3	×1.25	15	1/5
4	1/1.5	16	
5	1/3	17	
6	1/6	18	
7	×2.5	19	
8	×2.5	20	
9	1/2.5	21	
10	×2	22	
11	×2.5	23	
12	×1.5	24	

照明略画

備考:



さらに、映像制作統括と監督とで「OK 出し」したときの、波形モニター及びベクトルスコープの出力をその映像カットと共に記録した。



デジタル画質評価映像“CoSME”は、HDTV をベースとする高精細映像技術分野における標準映像として幅広く利活用してもらうために、財団法人デジタルコンテンツ協会を窓口として使用料フリーで配布される。