

# シーンリニアワークフロー／ACESと アーカイブにおけるその展望

2017/1/27

株式会社ロゴスコープ 代表取締役/テクニカルアーティスト 亀村文彦  
kame@logoscope.co.jp

Logoscope

# 本日の進行

Part 1 . シーンリニアワークフロー/ACES の成り立ち

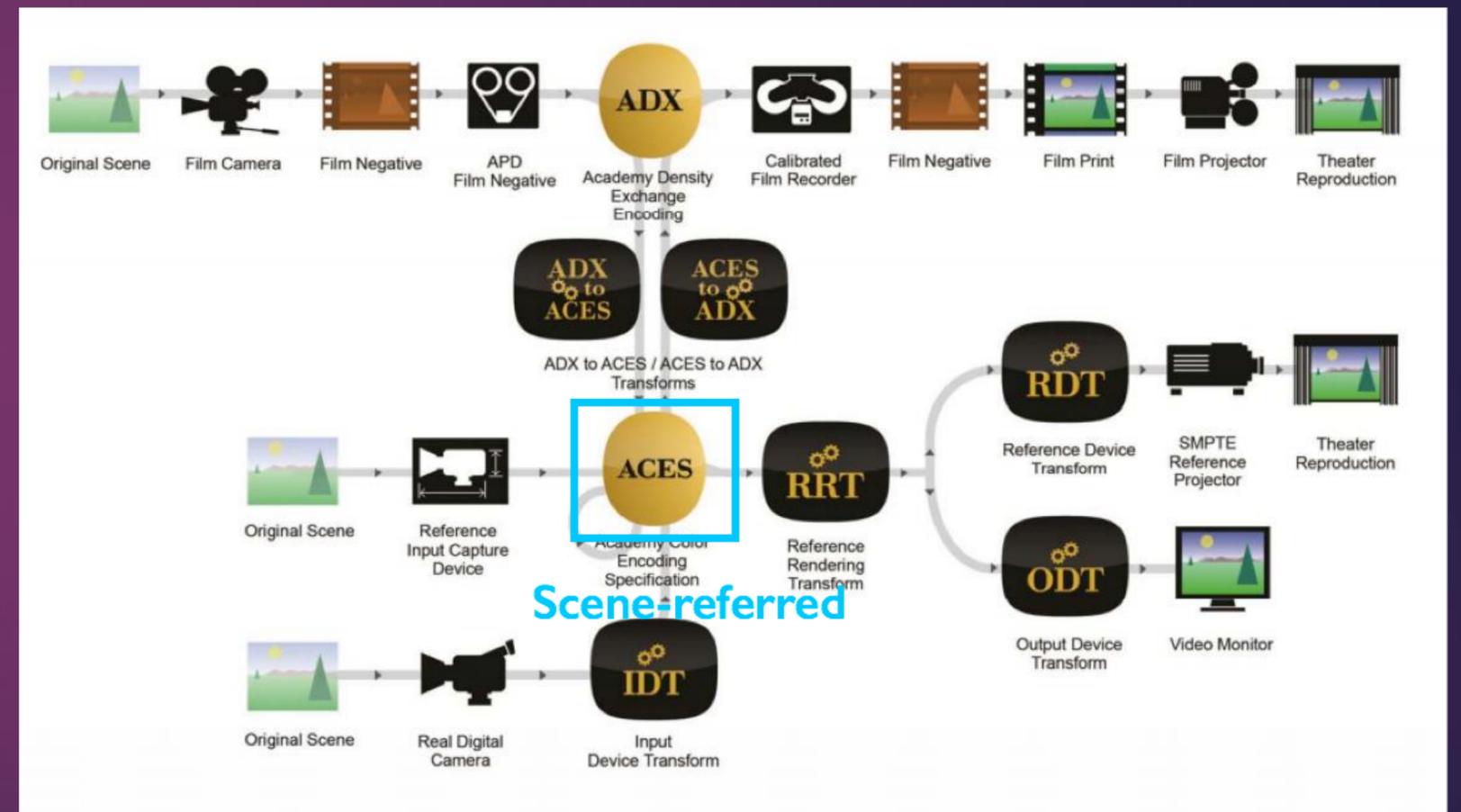
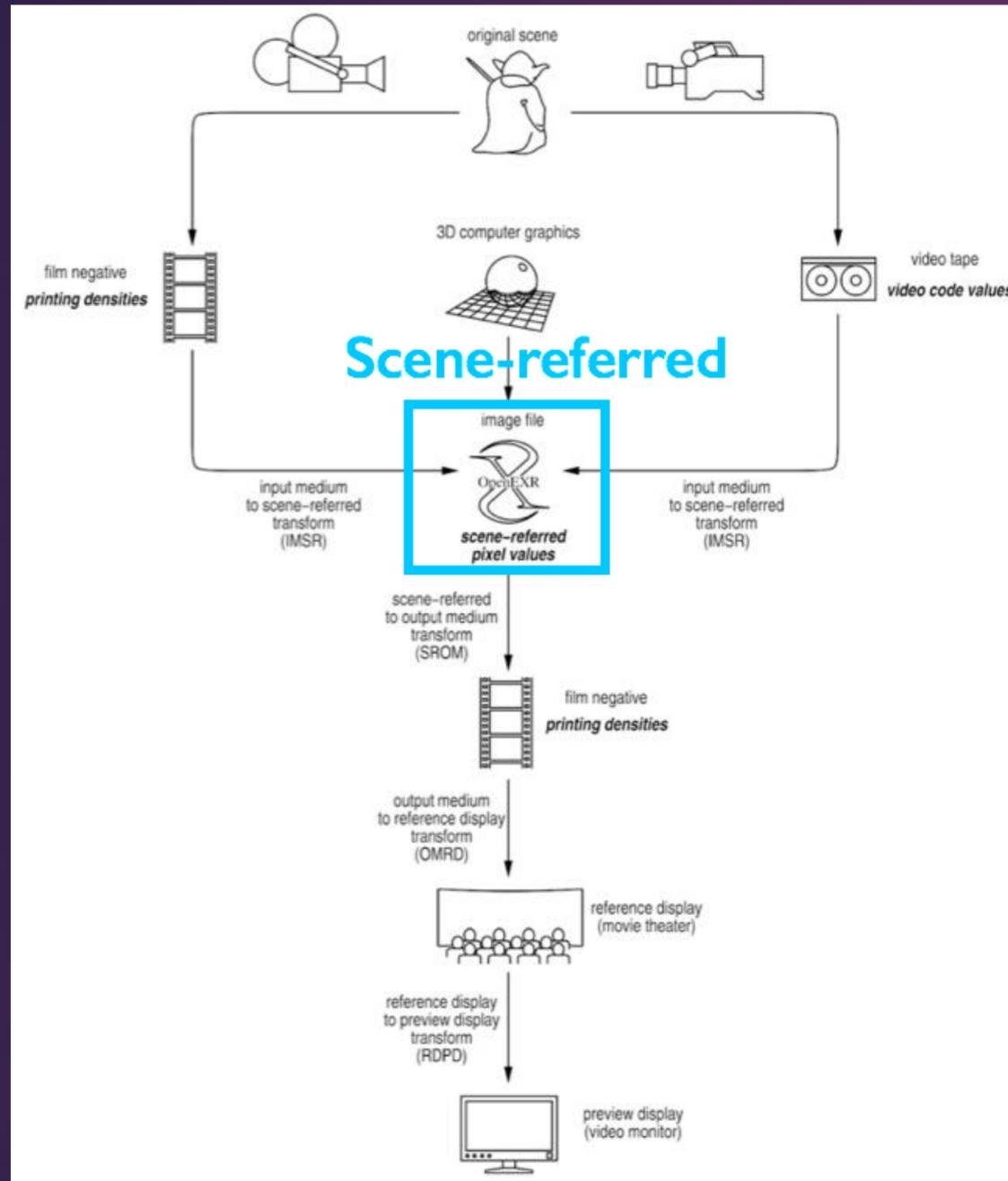
Part 2 . ACES 規格の技術概要

Part 3 . ACES のメタデータ、アーカイブの側面

Part 4 . ACES の展望と他規格との連携

Part 5 . まとめ

# シーンリニアワークフロー/ACESの始まり



Kainz, F. Industrial Light & Magic.  
 「A Proposal for OpenEXR Color Management」 SIGGRAPH 2004.

AMPAS が提案する、ACESを用いたカラーパイプライン図, 2013  
<http://www.oscars.org/science-technology/council/projects/pdf/ACESOverview.pdf>

# ACES の成り立ち

2004年：SIGGRAPH 2004の出会いをきっかけにAMPAS主導の共同プロジェクト開始

2007年：色変換言語 CTL(Color Transformation Language) のSMPTE規格発行

[SMPTE RDD 15-2007 Software Scripting Language for Pixel-Based Color Transformations](#)

2012年：ACES 色空間（三原色など）を定めたSMPTE規格発行

[SMPTE ST 2065-1:2012 Academy Color Encoding Specification \(ACES\)](#)

[SMPTE ST 2065-2:2012 Academy Printing Density \(APD\) — Spectral Responsivities, Reference Measurement Device and Spectral Calculation](#)

[SMPTE ST 2065-3:2012 Academy Density Exchange Encoding \(ADX\) — Encoding Academy Printing Density \(APD\) Values](#)

2013年：ACES色空間 のファイルフォーマット規格をSMPTEから発行

[SMPTE ST 2065-4:2013 ACES Image Container File Layout](#)

2014年：AMPASからACESバージョン1.0の正式リリース

ACESバージョン1.0の普及が進行中

# シーンリニアワークフロー/ACESとは

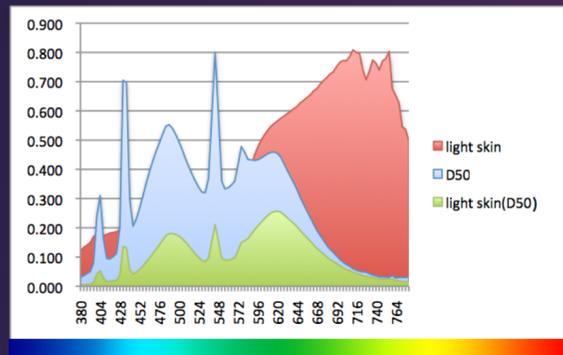
映像制作では、現実世界の光をカメラで捉えて、ディスプレイに映し出すことで映像を見る  
高品質映像制作のための5つの要素を実現するのがシーンリニアワークフロー/ACES

1. **シーンリファード**：現実世界（シーン）の物体の明るさや物体の色みを、カメラで忠実に保存。
2. **カラーマネージメント**：カメラで記録された色や光のデータを、適切な変換によりディスプレイで確認。
3. **ポストプロセス**：映像制作ソフトウェアで、シーンに忠実な色や光を適切に処理。
4. **VFX**：現実世界と見紛うフォトリアル CGI と実写映像による VFX 制作。
5. **長期アーカイブフォーマット**：高品質な映像制作カラーパイプラインとアーカイブのためのフォーマットを定義。



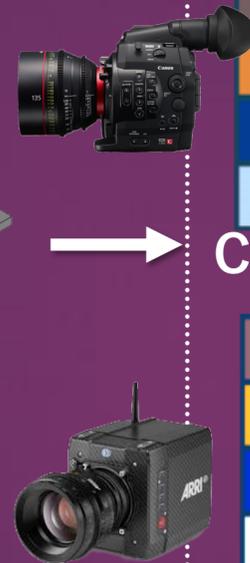
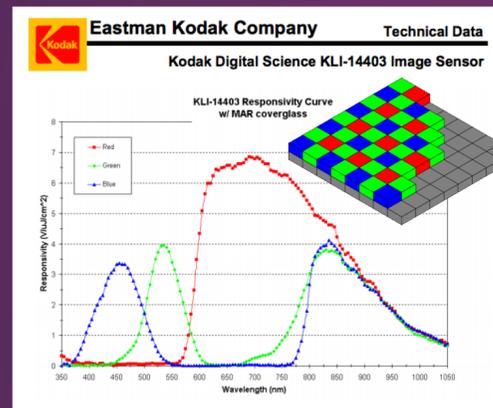
# シーンリファード： RICD(Reference Image Capture Device)とACES色空間

被写体からカメラへ届く  
光の分光分布



分光測色器で測定

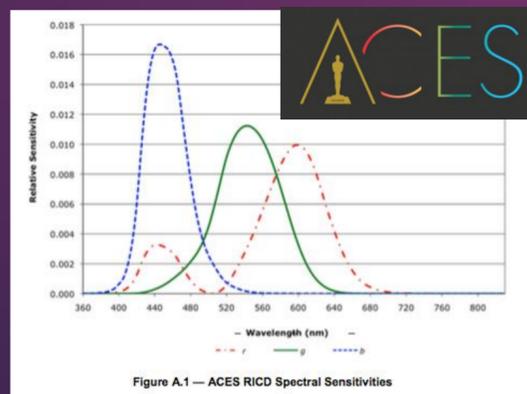
カメラ毎に異なる分光感度



Camera A - RGB

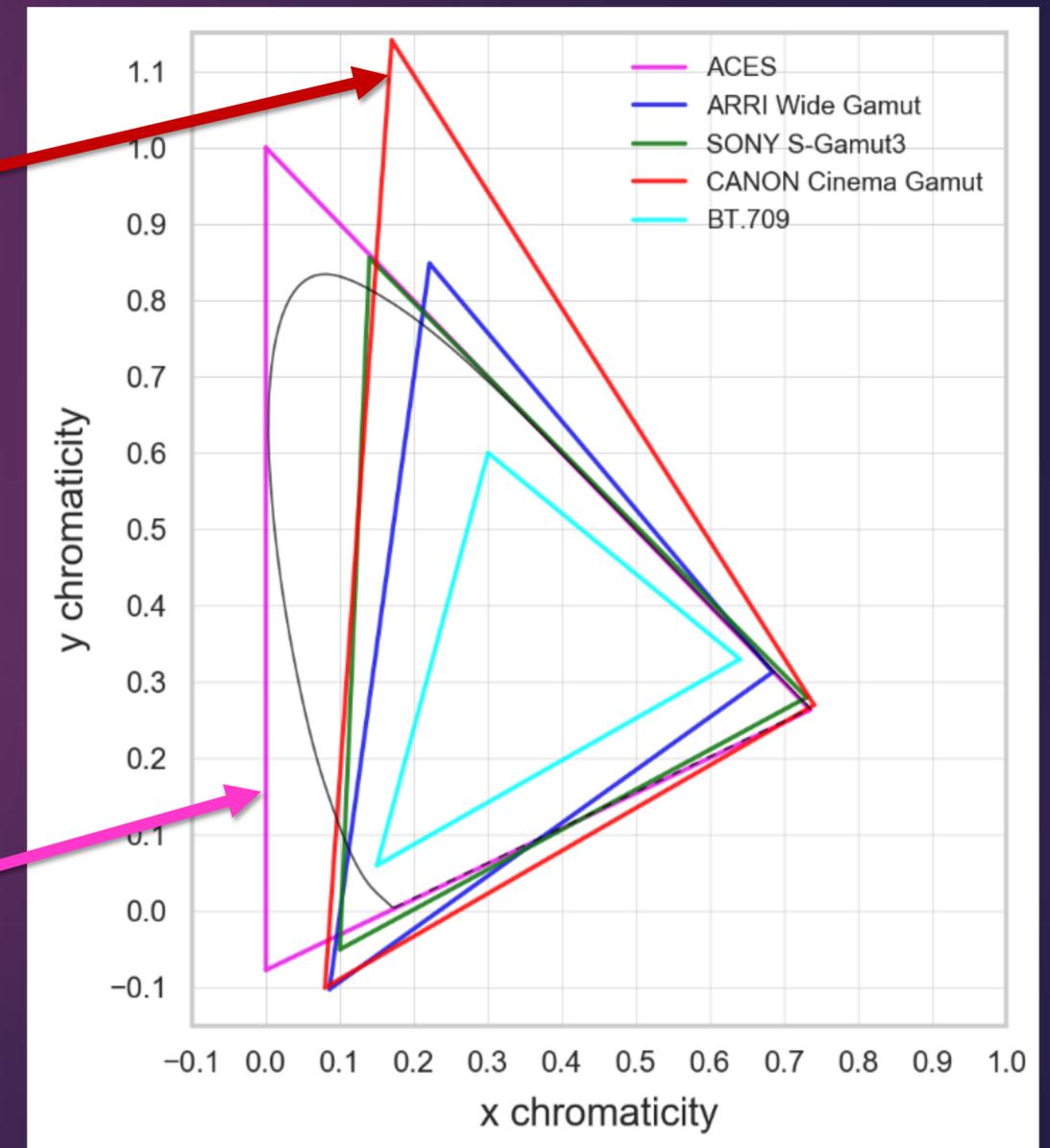
Camera B - RGB

ACES RICDの分光感度



ACES 色空間 - RGB

馬蹄形を持つ人間の可視範囲  
を含有する ACES 色空間



Eastman Kodak Company Technical Data Kodak Digital Science KLI-14403 Image Sensor

[https://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_filter\\_array](https://en.wikipedia.org/wiki/Color_filter_array)

# シーンリファード画像のカラーマネージメント： IDT(Input Device Transform)

シーン(cd/m<sup>2</sup>)

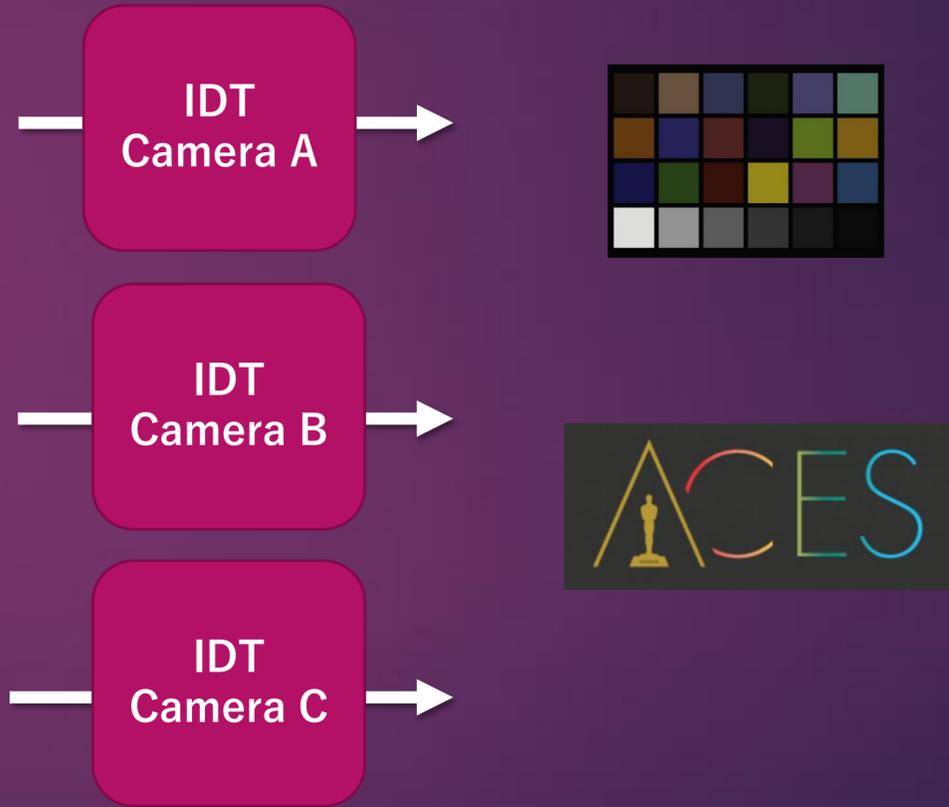


シーン輝度  
(絶対値)

Digital Cinema Camera RGB



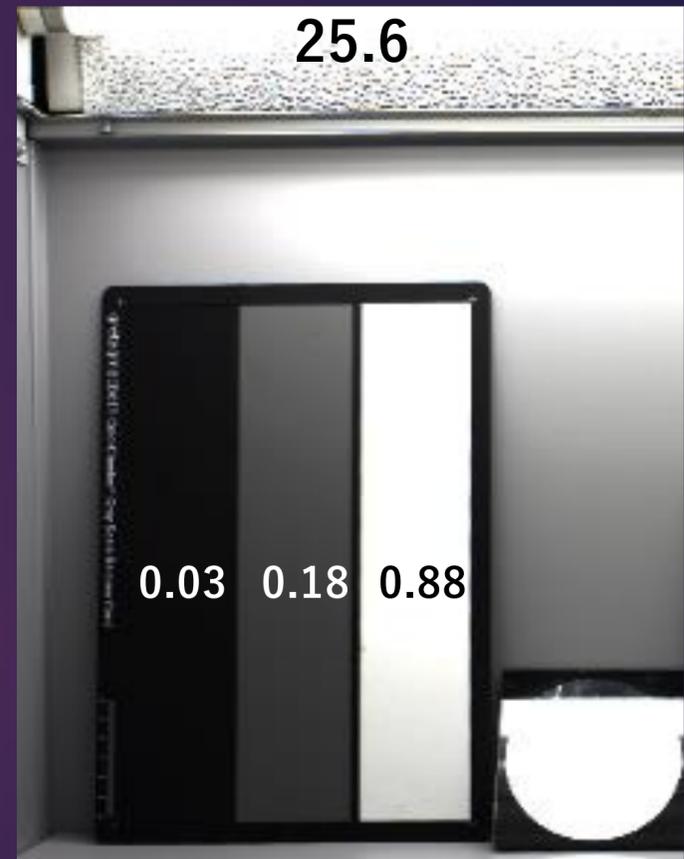
カメラ依存特性



IDT

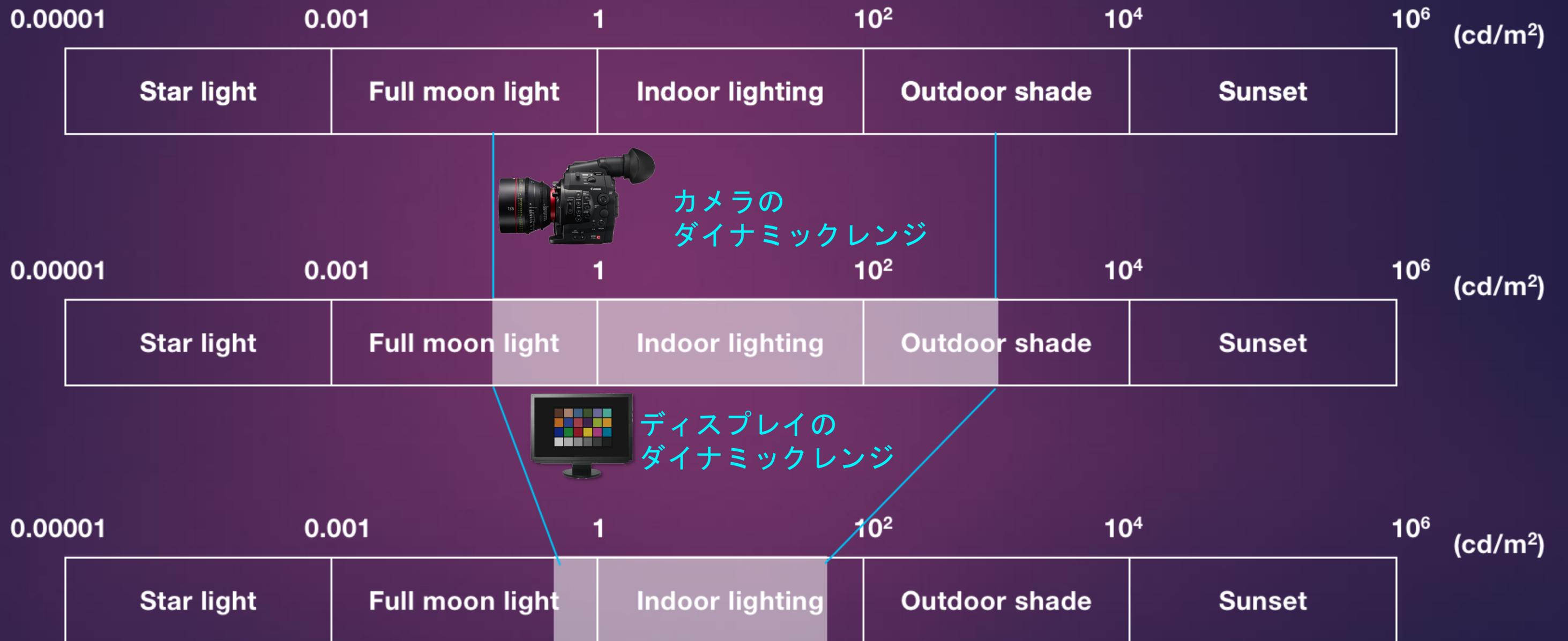
- Log to Linear
- Exposure & White balance
- 3x3 Color Matrix

ACES RGB



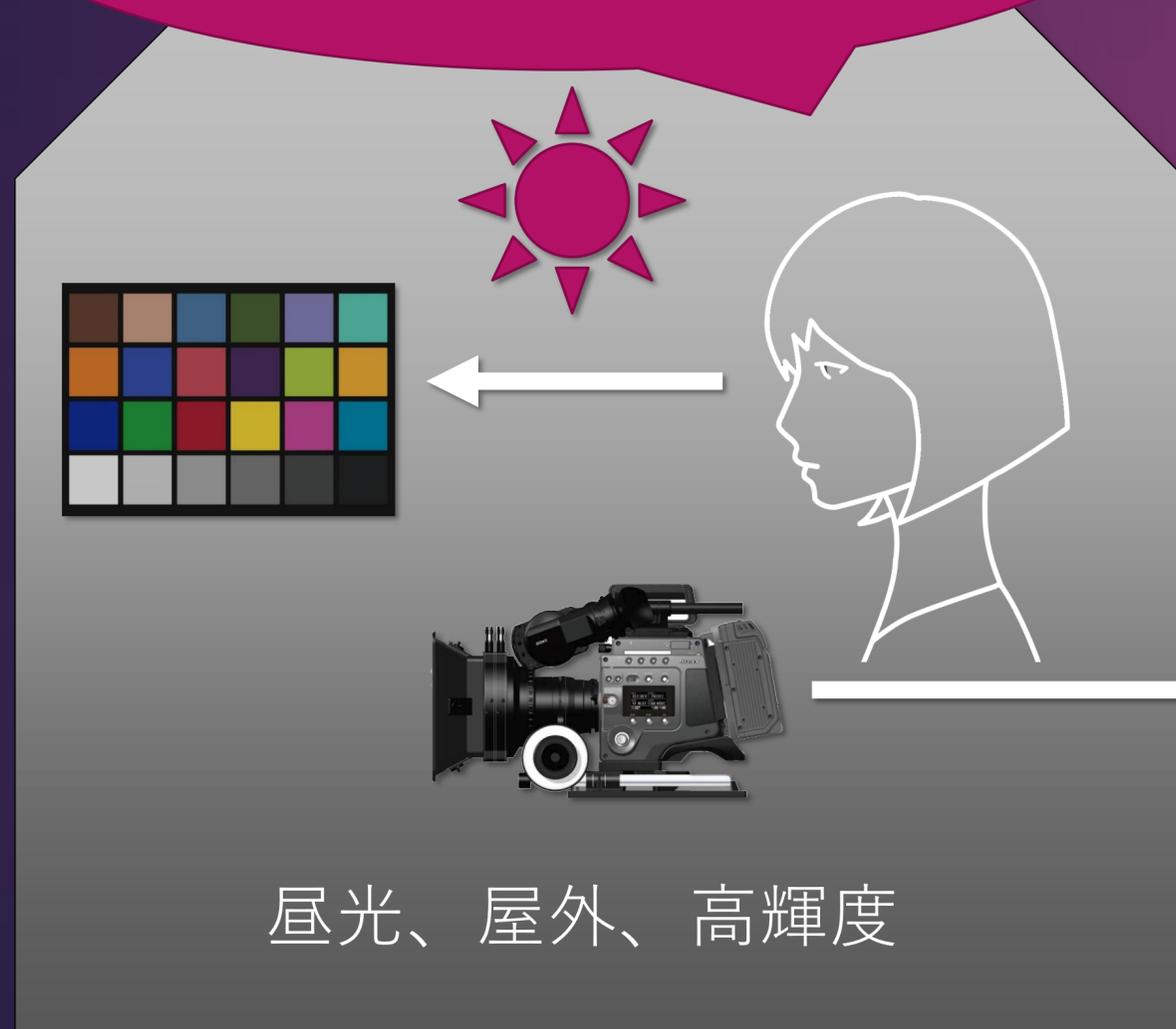
シーン輝度  
(相対値)

# シーン輝度とダイナミックレンジ

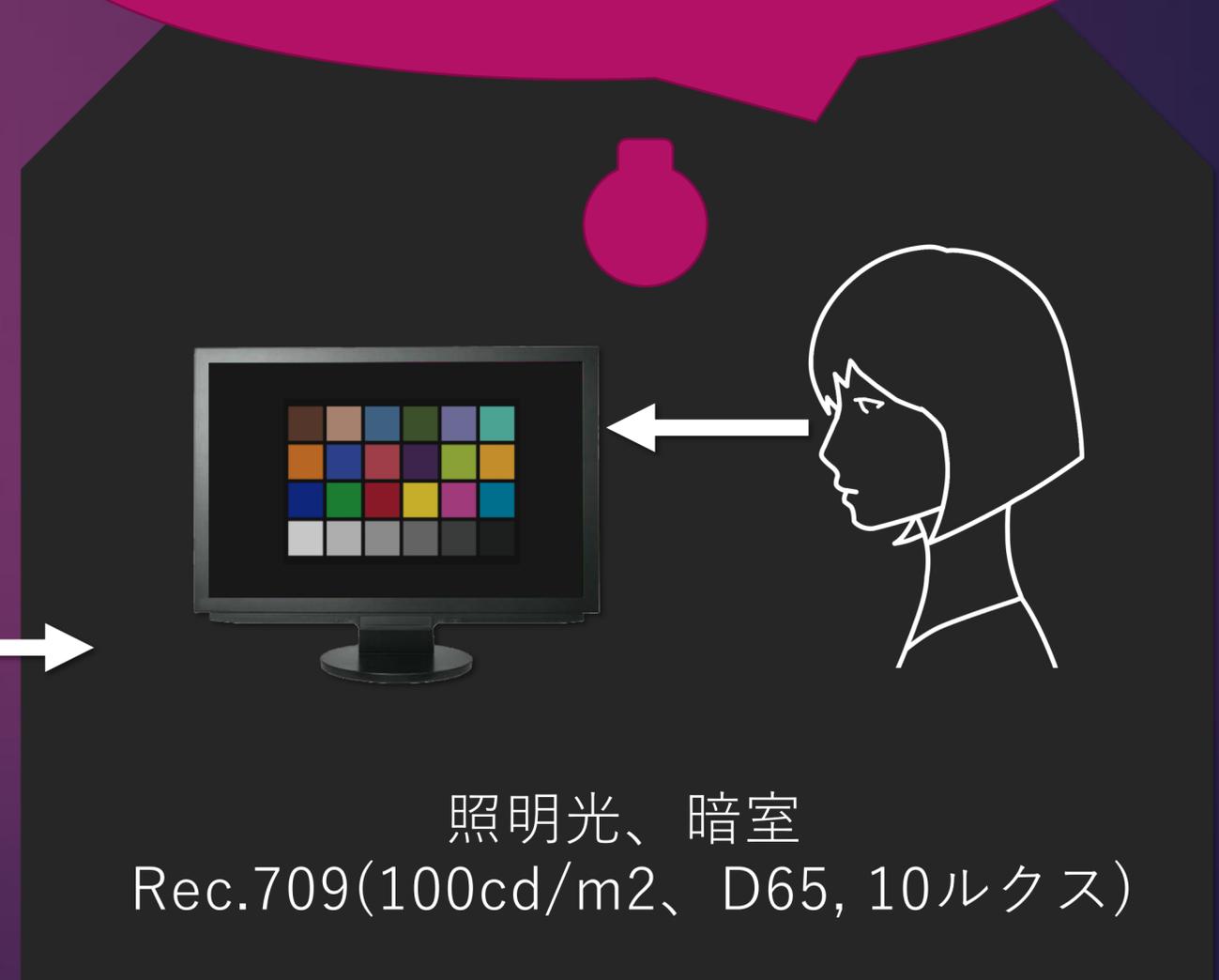


# 撮影環境と視聴環境

高コントラスト、高彩度の見え



低コントラスト、低彩度の見え



# カラーマネージメント： RRT(Reference Rendering Transform)

屋外、高輝度の現実シーン

高コントラスト、高彩度の見え

低コントラスト、低彩度の見え



シーンリニア画像



忠実色再現



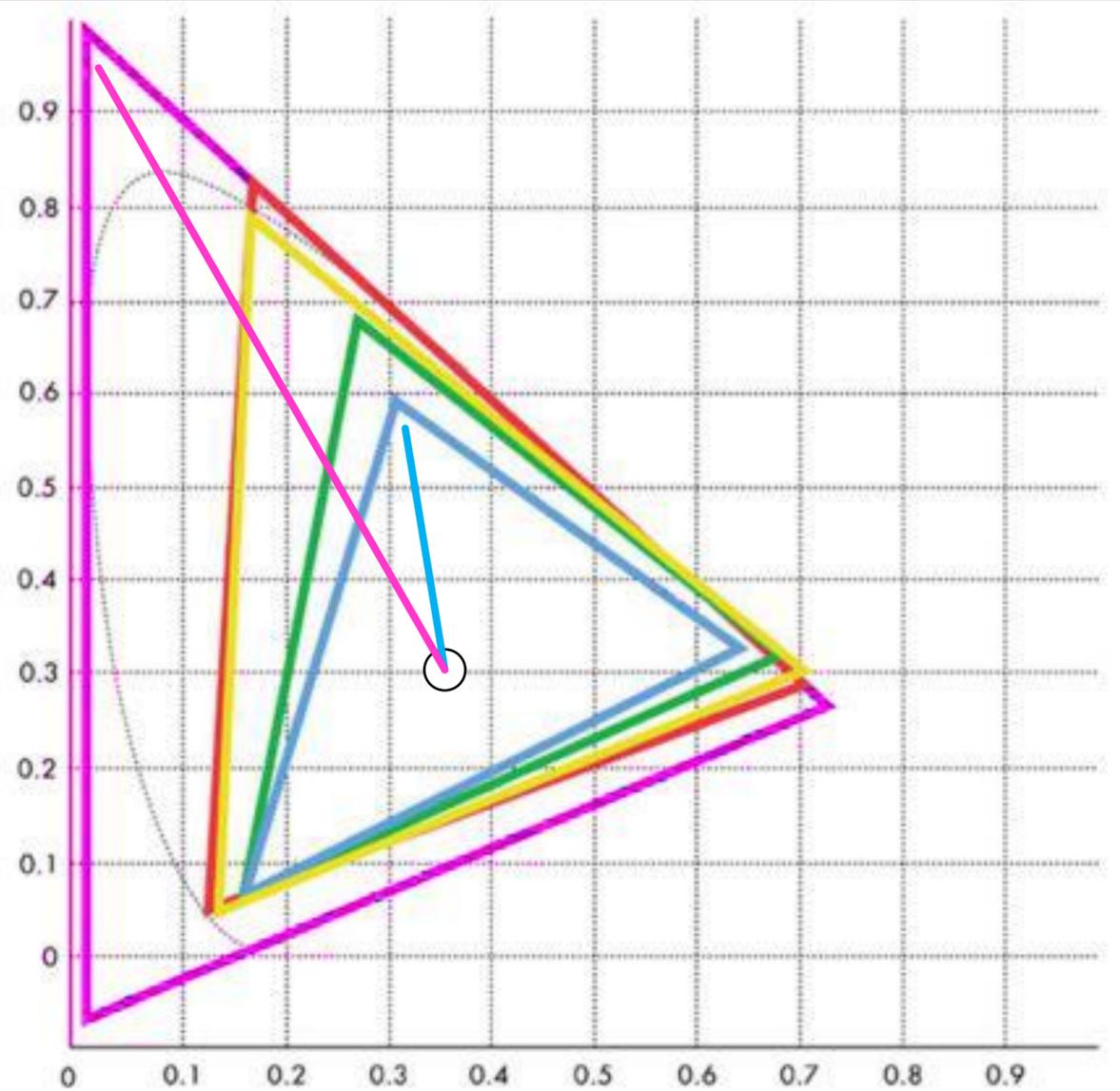
デバイス毎の  
カラーマネージメント



シーンリニア画像の見え（カラーアピアランス）の  
一貫性を担保するのがRRTとODTの役割

# ポストプロセス： ワーキングカラースペース

三原色の頂点をモニタの色空間に近づけることにより、  
アーティストの作業効率を改善



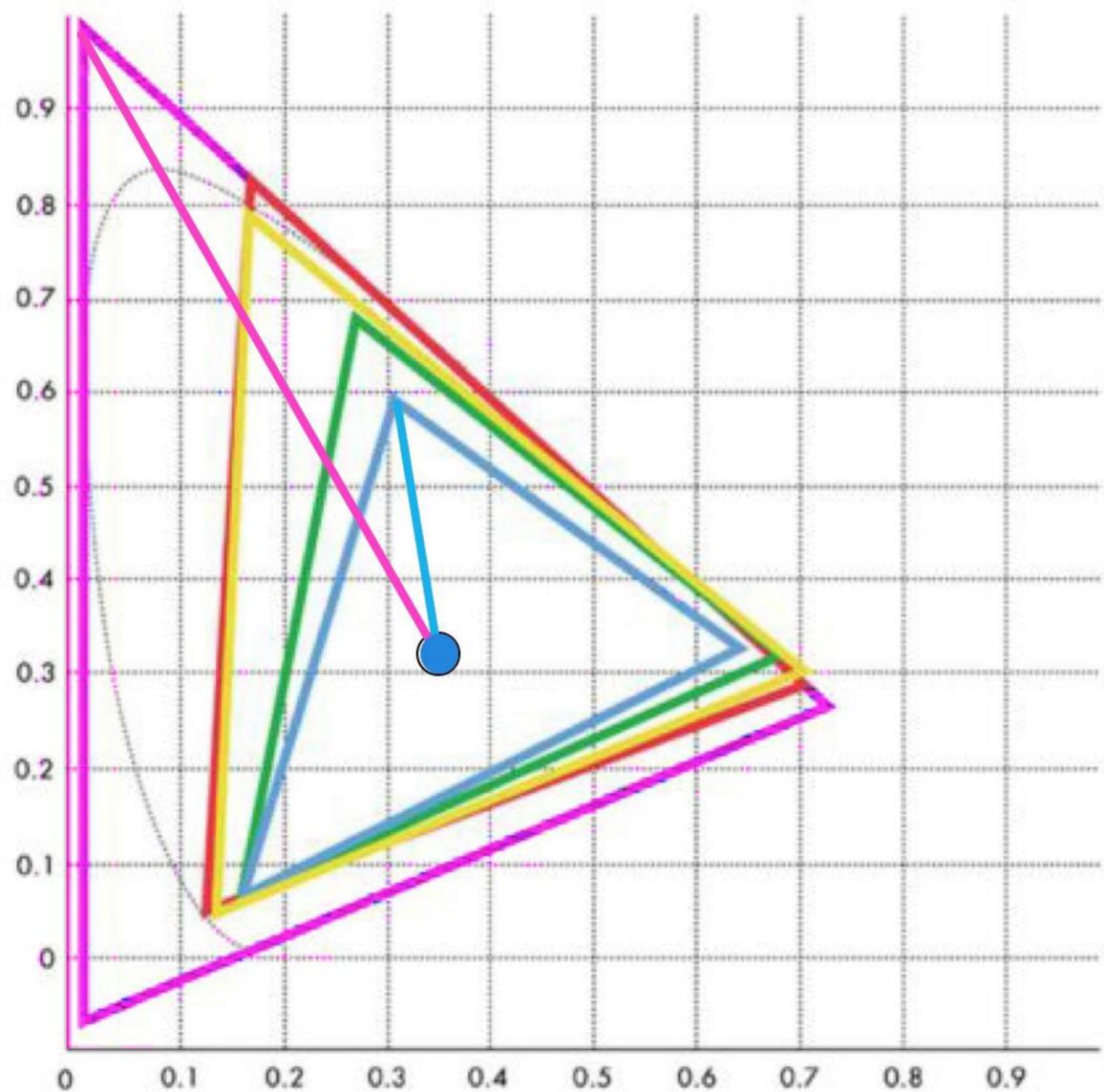
1. デジタル・マスター：**ACES**
2. オンセット（撮影現場での映像信号）：**ACESproxy**
3. カラーグレーディング：**ACEScc, or ACEScct**
4. CGレンダリング及びコンポジット：**ACEScg**

**AP1 = ACEScc, ACEScg, ACESproxy**

# ポストプロセス： ワーキングカラースペース

三原色の頂点をモニタの色空間に近づけることにより、  
アーティストの作業効率を改善

G: 0



1. デジタル・マスター： **ACES**
2. オンセット（撮影現場での映像信号）： **ACESproxy**
3. カラーグレーディング： **ACEScc, or ACEScct**
4. CGレンダリング及びコンポジット： **ACEScg**

**AP1 = ACEScc, ACEScg, ACESproxy**

# ポストプロセス： フォトリアルなポストエフェクト

シーンリニア画像へのポストエフェクトによりフォトリアルなレンズのボケ効果を得る

シーンリニア画像

通常の写真



Organic character modeling, sculpting, texturing, hair, fur, rig, lighting, look-dev, rendering and compositing by  
Yuka Ishikawa and Teruyuki Ishikawa <http://www.telyuka.com/>

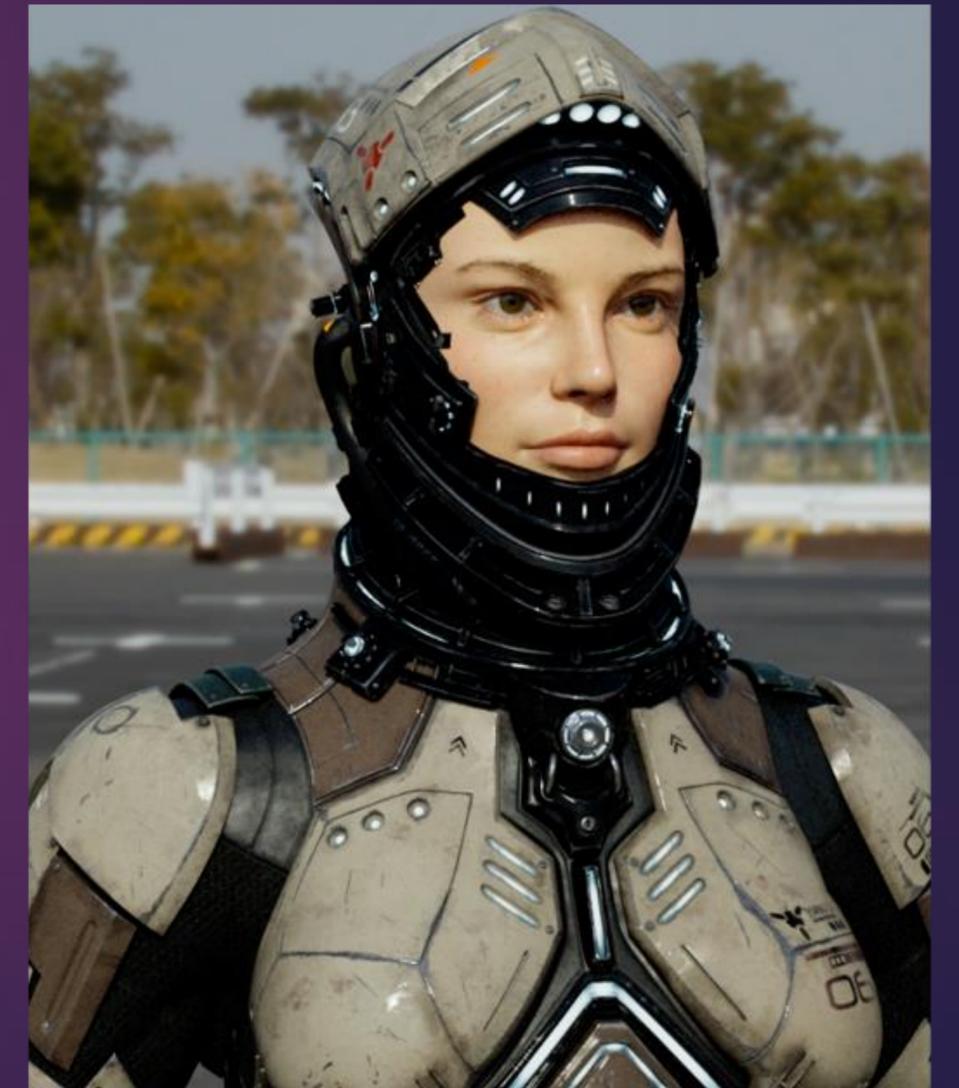
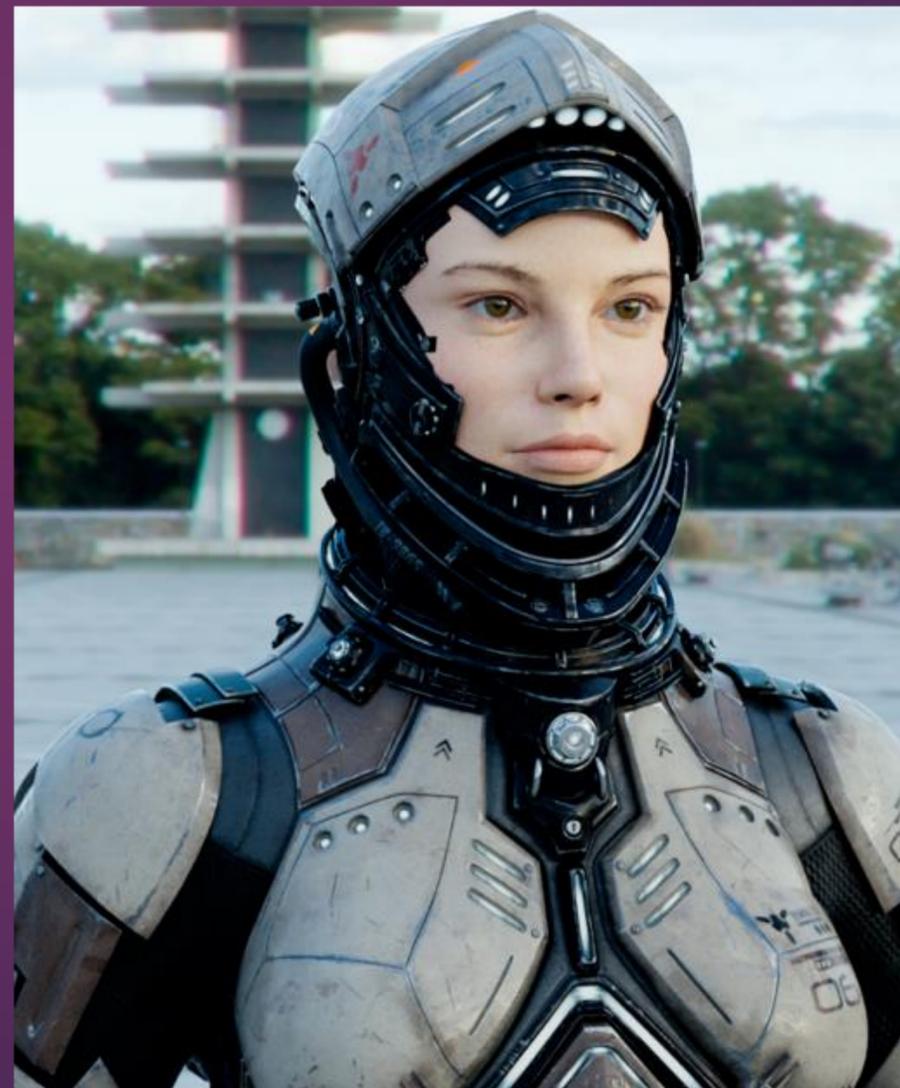
# VFX : シーンリニア/ACES によるCGルック開発環境

低コントラストの朝の曇り空のシーン



低コントラストの朝の曇り空のシーン

高コントラストの日中晴天の駐車場のシーン



高コントラストの日中晴天の駐車場のシーン

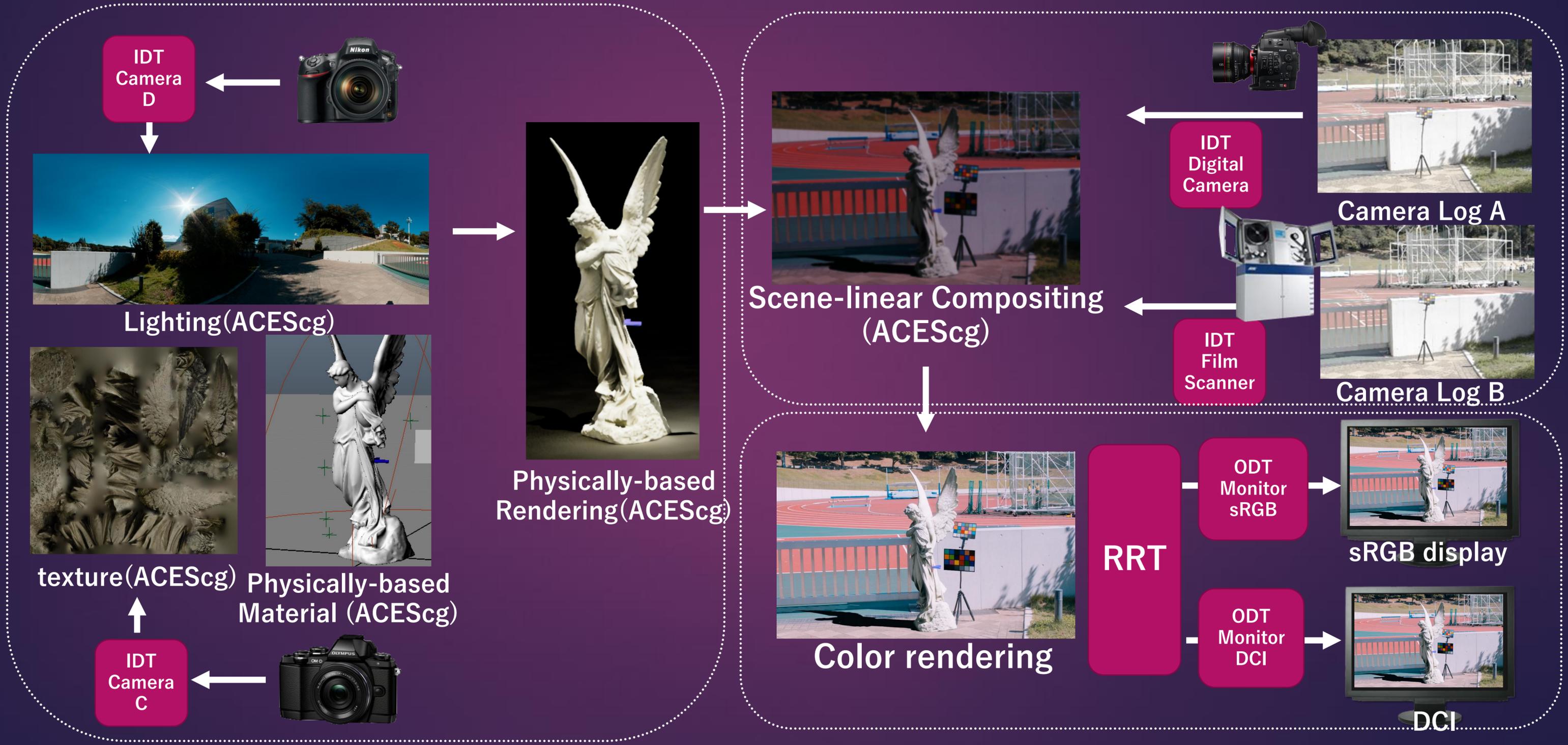


Rendered by V-Ray 3.0 for Maya

Organic character modeling, sculpting, texturing, hair, fur, rig, lighting, look-dev, rendering and compositing by  
Yuka Ishikawa and Teruyuki Ishikawa

<http://www.telyuka.com/>

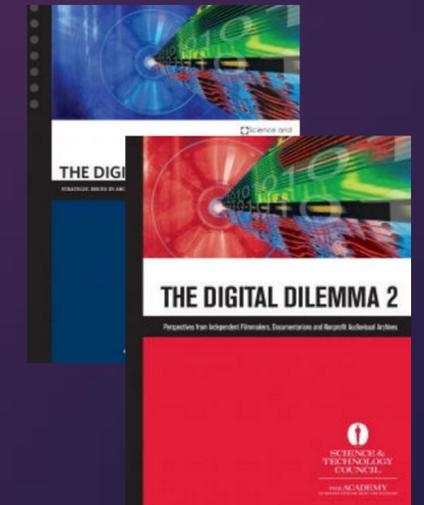
# VFX : シーンリニア/ACESのワークフロー



# AMPAS SCI-TECH COUNCIL(科学技術部門)



1. AMPASが2003年に再建したAMPAS科学技術部門の初代且つ現ディレクターがアンディ・モルツ氏
2. モルツ氏は、AMPASのアーカイブ白書『デジタル・ジレンマ』 『デジタル・ジレンマ2』の共著者
3. モルツ氏は、AMPASが推進する『ACES Academy Color Encoding System』のプロジェクトディレクター
4. ACESは長期保存に適した標準ファイルフォーマットを定義するために、デジタルジレンマの1側面として取り組む意図があった
5. モルツ氏の調査によると、SMPTEの398の映像規格のうち、332がフィルム規格、66がデジタル規格。
6. モルツ氏は、デジタル規格の大半は上映やセキュリティに関する規格（DCI etc）で、映像制作、ポストプロダクションに関する規格は7つしかないこと危惧
7. 『ACES』プロジェクトの当初、映像制作、ポストプロダクションに関わる部分を重視。
8. 高品質で高精度で長期保存に向けたアーカイブフォーマットの定義
9. AMPASからのACES1.0正式リリースはACESの一般層への普及が狙い



# ACESのファイルフォーマット：OpenEXR

- 2013年にACES色空間のファイルフォーマット規格をSMPTEから発行  
SMPTE ST 2065-4:2013 ACES Image Container File Layout
- ILMが開発して広く普及したOpenEXRフォーマットを採用（拡張子 .exr）
- シーンリニアで30ストップのダイナミックレンジ保持 (16bit-half float)
- 非圧縮、可逆圧縮のため、複雑なポストプロセスでの劣化を最小限に
- イメージシーケンスのため、単一フレームの読み書き可能
- ディスプレイウィンドウとデータウィンドウ
- ステレオ画像にも対応

データウィンドウ  
(例：アカデミーサイズのゲート)

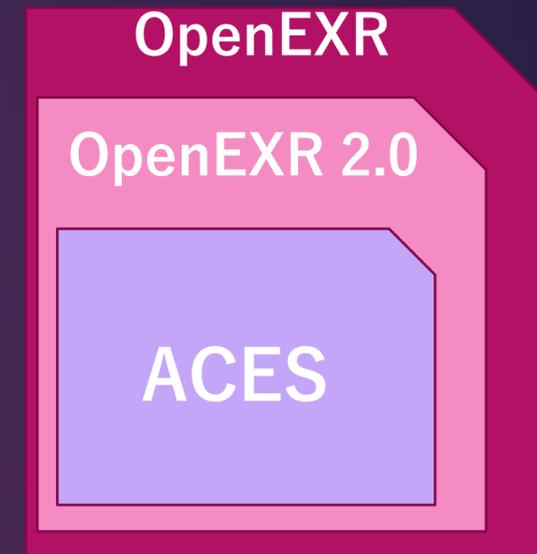


ディスプレイウィンドウ  
(例：カメラのグランドグラス)

# ACES-OpenEXRのメタデータ規格

ACES-OpenEXRメタデータ:

- SMPTE ST 2065-4:2013 で定義
- メタデータにOpenEXRのバージョンを記載 (ACES はOpenEXR 2.0に対応)



必須のメタデータ例:

- `acesImageContainerFlag`: ACES 規格 OpenEXR であることを見分けるためのフラグ
- `Chromaticities`: OpenEXR 画像ファイルの持つ色空間の三原色値 →

Field	Data type
<code>red.x</code>	float
<code>red.y</code>	float
<code>green.x</code>	float
<code>green.y</code>	float
<code>blue.x</code>	float
<code>blue.y</code>	float
<code>white.x</code>	float
<code>white.y</code>	float

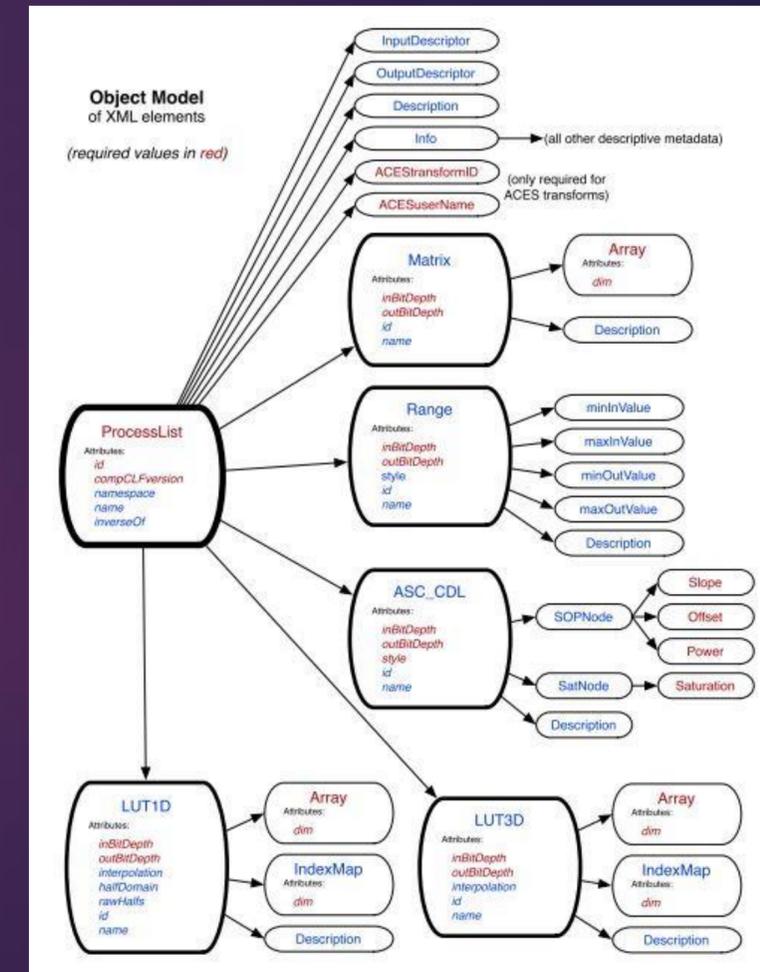
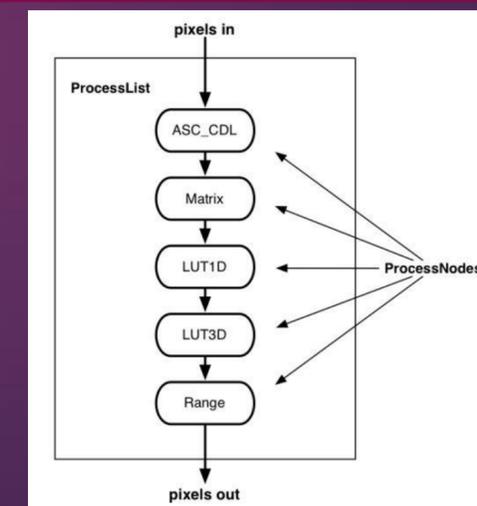
事前定義されたメタデータ例:

- `keyCode`: ACES 規格 OpenEXR であることを見分けるためのフラグ
- `Camera`: カメラの内部 (センサーサイズ、焦点距離など) 及び外部パラメータ (ヨー、ピッチ、ロールなど)

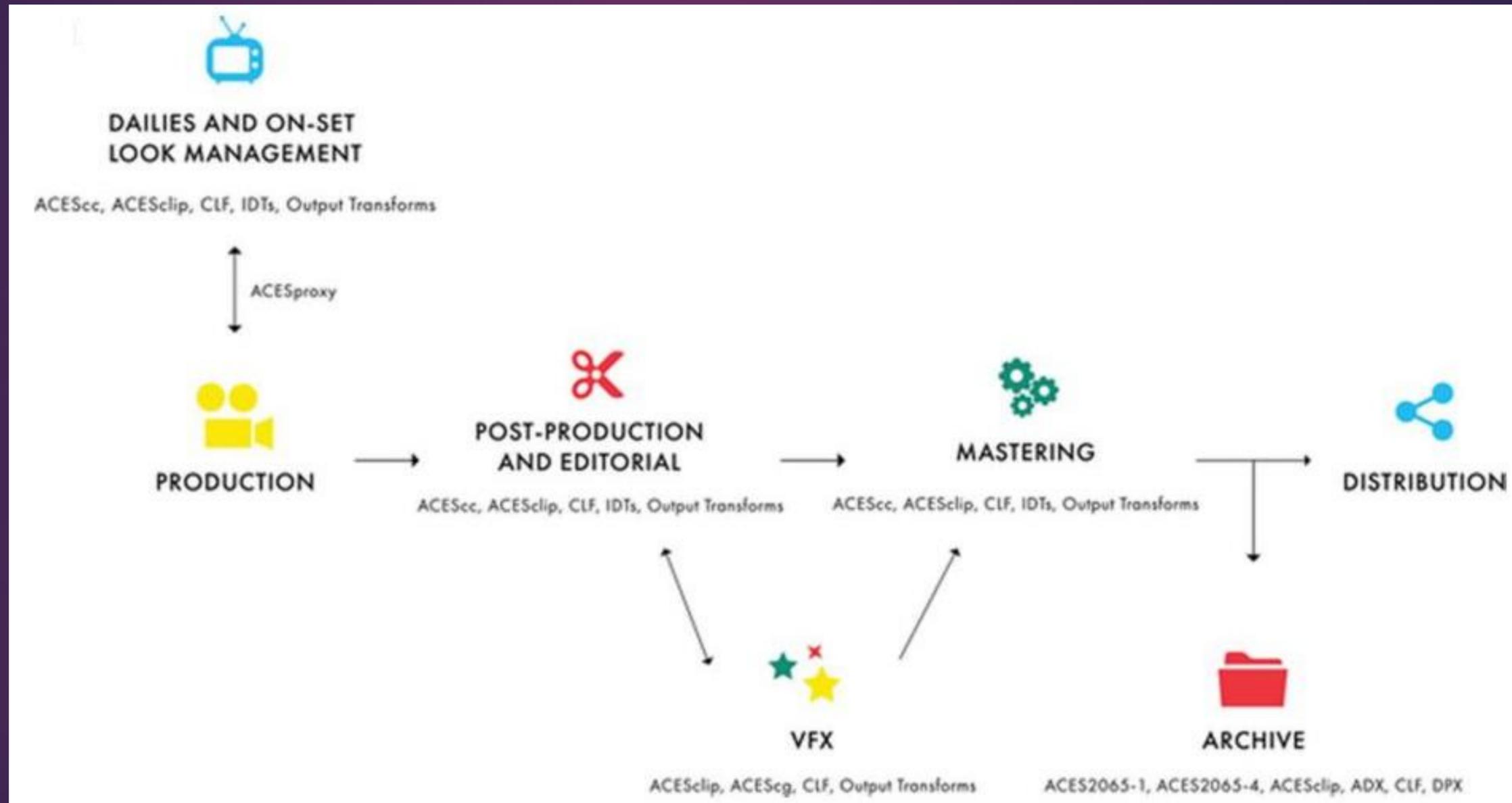
Field	Data type	Interpretation	Value range
<code>filmMfcCode</code>	int	film manufacturer code	0 – 99
<code>filmType</code>	int	film type code	0 – 99
<code>prefix</code>	int	prefix to identify film roll	0 – 999999
<code>count</code>	int	count, increments once every <code>perfsPerCount</code> perforations	0 – 9999
<code>perfOffset</code>	int	offset of frame, in perforations, from the zero-frame reference mark	1 - 119
<code>perfsPerFrame</code>	int	number of perforations per frame	1 – 15  Note: typical values include 1 for 16mm film, 3, 4 or 8 for 35 mm film, 5, 8 or 15 for 65mm film.
<code>perfsPerCount</code>	int	number of perforations per count	20 – 120  Note: typical values include 20 for 16mm film, 64 for 35mm film, 80 or 120 for 65mm film.

# ACESclip & CLF (Common LUT Format)

- ACESclip (ACES Clip-level Metadata File) は、ACESのビューイングパイプラインを記録したXML サイドカーファイル
- CLF (Common LUT File Format) は、XMLで記述された複数の色変換を (LUT含む) 取り扱うフォーマット



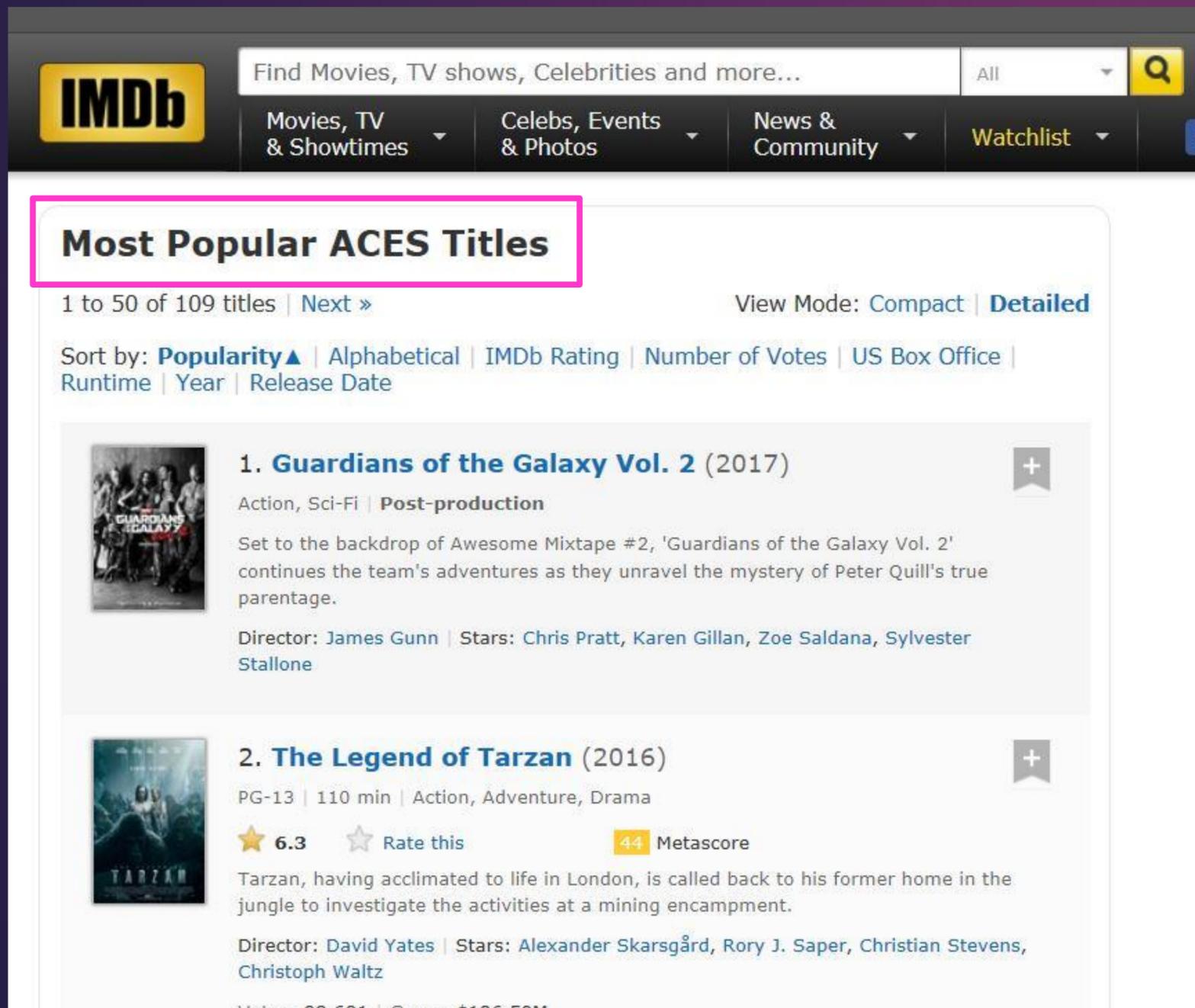
# VFX、映像制作、そしてアーカイブのための色空間



# ACESで制作された作品群

IMDb - Internet Movie Database

<http://www.imdb.com/search/title?colors=aces>



The screenshot shows the IMDb website interface. At the top, there is a search bar with the text "Find Movies, TV shows, Celebrities and more...". Below the search bar, there are navigation tabs for "Movies, TV & Showtimes", "Celebs, Events & Photos", "News & Community", and "Watchlist". The main content area is titled "Most Popular ACES Titles" and lists the top 50 titles. The first two titles are highlighted:

- 1. Guardians of the Galaxy Vol. 2 (2017)**  
Action, Sci-Fi | Post-production  
Set to the backdrop of Awesome Mixtape #2, 'Guardians of the Galaxy Vol. 2' continues the team's adventures as they unravel the mystery of Peter Quill's true parentage.  
Director: James Gunn | Stars: Chris Pratt, Karen Gillan, Zoe Saldana, Sylvester Stallone
- 2. The Legend of Tarzan (2016)**  
PG-13 | 110 min | Action, Adventure, Drama  
★ 6.3 ☆ Rate this 44 Metascore  
Tarzan, having acclimated to life in London, is called back to his former home in the jungle to investigate the activities at a mining encampment.  
Director: David Yates | Stars: Alexander Skarsgård, Rory J. Saper, Christian Stevens, Christoph Waltz

- IMDbでは109タイトルのACES作品が検索にヒットした（2017年1月時点）
- 日本においても、CM、映画などACESのワークフローによる作品が増えてきている。
- 女子高生CGキャラクター“Saya”も、ACESワークフローで制作されている。



Organic character modeling, sculpting, texturing, hair, fur, rig, lighting, look-dev, rendering and compositing by  
Yuka Ishikawa and Teruyuki Ishikawa  
<http://www.telyuka.com/>

# まとめ

1. シーンリニアワークフロー/ACESは、ハリウッドのVFX映画の制作ノウハウが凝縮された効率的な映像制作技法
2. ACESは現実シーンと画像、画像とディスプレイでの見え方の対応関係を記録・再現可能なため、デジタルソースマスターに適している
3. ACESメタデータやACESclipを活用することで、画像に付随する有用な情報を保存できる
4. ACES1.0でワークフロー構造の複雑さを隠蔽してシンプルにし、一般の映像ソフトウェアへの統合も進み、今後、一層の普及が見込まれる
5. 今後、ACESファイルは MXF でのラッピングやIMFを用いたサウンドやメタデータのパッケージ化が検討されている



- シーンリニアワークフロー/ACESでの映像制作の活発化とAMPASへのフィードバック (<http://acescentral.com/>)
- 積極的なACESメタデータの活用 (カメラ機器、ポストプロダクション、アーカイブなど)