

Logoscope

CGWORLD vol.189
2014年5月号



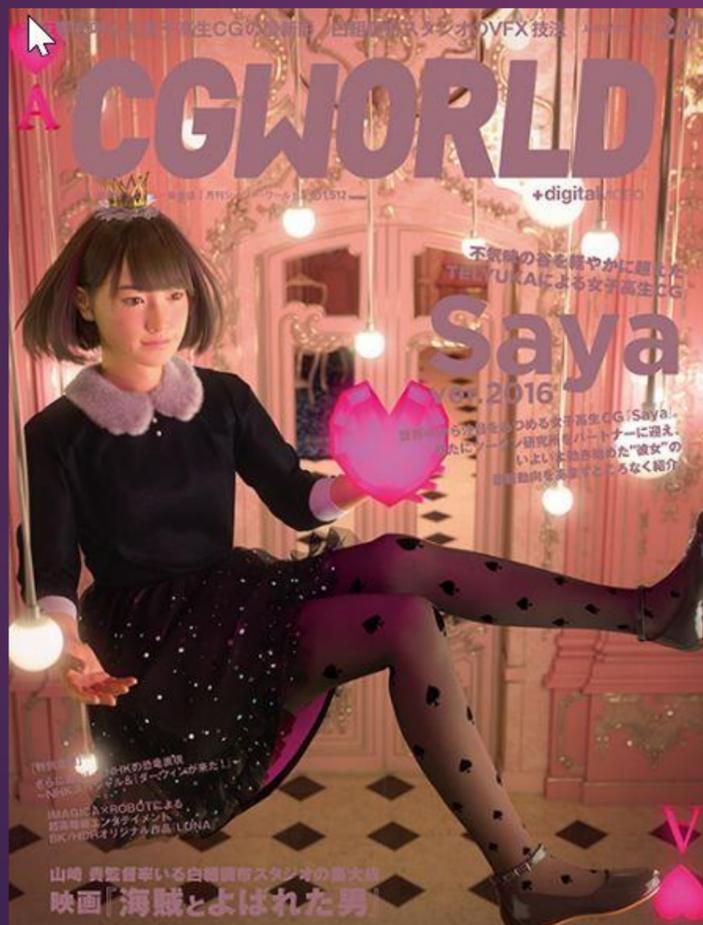
第一特集：36ページ 『実践シーンリニアワークフロー』

									22	Case Study 01 シーンリニア素材のマットペイント
									24	Case Study 02 実写合成&フルCGでのACESワークフロー
									30	Case Study 03 オンセットシーンリニアコンポジットと 機材やソフトウェアに依存しない シーンリニアワークフロー
									36	Special Case Study シーンリニアワークフロー 導入教育実例
									40	Technical 01 V-Ray 3.0の新機能
									42	Technical 02 デジタルシネマカメラの比較撮影
									46	Technical 03 LEDによるシーンリニアライティング Solid-state lightingへの取り組み

Logoscope

CGWORLD vol.221
2016年10月号

第一特集：
『Saya』 ver.2016



Workflow

実際のHDRコンテンツのシーン

CEATECでの展示では、青いドレスをまとったSayaが麗に描かれた美術館で振り返り向くシーンの8K+HDR映像が上映された。制作に先立って、商業のため石川大樹らといくつかの美術陣に意見を求め、その美術陣はSayaのいる美術館に、用途に大きな差がある自然光を再現する建築だった。建築は壁のあるよく似た目に行われた。自然採光の展示空間に基き、屋外の光の変化が印象的だった。また、意外線を描くガラスの窓が、美術館の白壁はうす暗く、隣壁になるとSDRの最大輝度の約半分の400cd/m²程度であった。HDR表示を効果的に示すには、高輝度と低輝度の両方が必要になる。これはHDRによる輝度変化やガラスの透過率でも再現可能である。このシーンでは、晴天の空に太陽が雲がかるような演出の照明 (IBLシーケンス) を用いることにした。

Sayaの背景にくる大窓の外は、空に浮かぶ白い雲と青い海が広がっている。通常、このような夏の晴天の空の輝度は、1000cd/m²を超えるような明るさだ (約10)。シーンリアリティアップでは、絶対に現実世界に近しい画像であるが、HDRディスプレイの輝度は有限であるため、このような自然なハイライトは、表示のクランプをまねくことになる。そこで、通常のSDR 2084のワークフローの代わりにRRT+ODT (ST 2084 1000cd/m²) を用いたところ、ハイライト効果が改善された。このワークフローの最終として、HDRモニターの場合も、ODTをSDR用に切り替えるだけで、見た目に美しい表示がSDRモニター上で行えることになった。

Workflow

実際のHDRコンテンツのシーン

本プロジェクトでは、1. 物理ベースのCGシステム、2. カメラモジュールを備えたレンダリング、3. RGBのディスプレイの特性を考慮したレンダリング、4. 人間の視覚特性を考慮したディスプレイを用いて、『Saya』がそこにいるかのようなリアリティの構築を目的とした。その際、映像における高リアリティの要素の「ラメータ」(下記) が満たされてしまわないように考慮した (モーションキャッチャーおよびアニメーションは別のチームで制作されている)。ここに挙げた要素は、ベースレイアウト、照明、フレームレートなどは、技術的にはシンプルなものだが、しかし、人がどのように感じるかという観点について踏み込むと、難易度の高い課題が生まれる。また、巨大な高輝度かつ高解像度のディスプレイを多くで実際に見ると、鮮明さや鮮やかさのつかないものもある。しかし、このような環境でCGキャラクターのリアリティを評価し、造形プロポーション、アニメーションに磨きをかけることは、今後求められるべき重要な世界においても、一歩進んでリアリティを可能にするにちがいない。

Summary

まとめ

高リアリティ映像の要素

解像度 (4K, 8K)
フレームレート (24FPS, 30FPS, 60FPS)
色再現 (sRGB, 色域、コントラストなど)
パースペクティブ (point of view)
視野角 (FOV)
HDR
DCI-P3
ST 2084
Rec.709
Rec.2020
EOTF (ST 2084)
EOTF (Rec.709)
EOTF (Rec.2020)

※1 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※2 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※3 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※4 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※5 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※6 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※7 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※8 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※9 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。
※10 本誌掲載のCGキャラクターは、山崎真監督率いる白組都市スタジオの最大作映画『海賊とよばれた男』のCGキャラクターです。

Logoscope

株式会社ロゴスコープは、デジタルシネマ映像制作における撮影・編集・VFX・上映に関するワークフロー構築およびコンサルティングを行っている。とりわけ ACES 規格に準拠したシーンリニアワークフロー、BT.2020 規格を土台とした認知に基づく映像の高リアリティ化を進めている。最近では 360 度映像を代表とする、一人称視点映像におけるストーリーテリングである Virtual Reality Cinema の表現基盤を形作り始めている。また設立以来、博物館における収蔵品のデジタル化・デジタル情報の可視化にも取り組んでいる。

1. Scene-linear Workflow/ACES

2. BT.2020 / UHD TV in Reality

3. Narratives on VR

4. Virtual Human Projects

PROJECTS

Virtual Human Projects



人間のバーチャルな再現を主軸におきながら、新たなメディア（表現媒体）でのコンテンツ制作に魅力を感じるアーティストやエンジニアが集うオープンでフラットな関係のコラボレーションを目指します。

Narratives on VR



一人称視点のストーリーテリングに必要な基礎技術とビジュアルエフェクトの探求をおこないながら、バーチャルリアリティ上での映画の表現基盤を作ります。

Reality in BT.2020/UHDTV



視覚と映像の心理物理実験に基づいて決定された次世代の放送規格 [BT.2020] の枠組みの中で、心理物理学や生理学と映像体験との関係を探求するスペシャリストと連携しながら、リアリティの高い映像制作の実現を目指しています。

Scene-linear Workflow/ACES



実写とコンピュータグラフィックスが複雑に絡み合う VFX において有用なシーンリニアワークフロー/ACESの普及、検証とそのフィードバック、ビジュアルエフェクトの探求など、ACESを軸とする次世代映像制作を見据えた様々な活動を展開していきます。

VFXにおけるHDRI作成と利活用

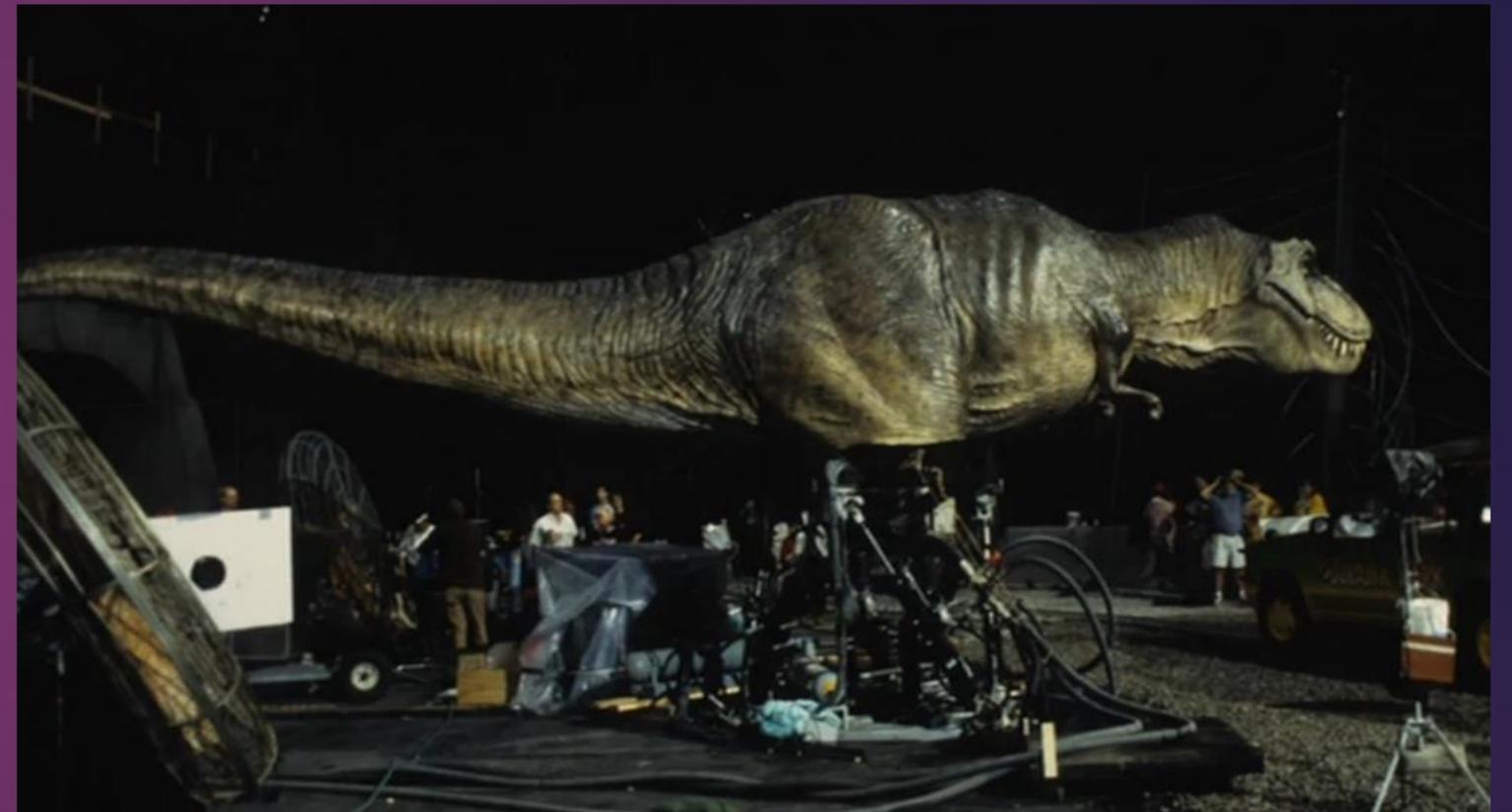
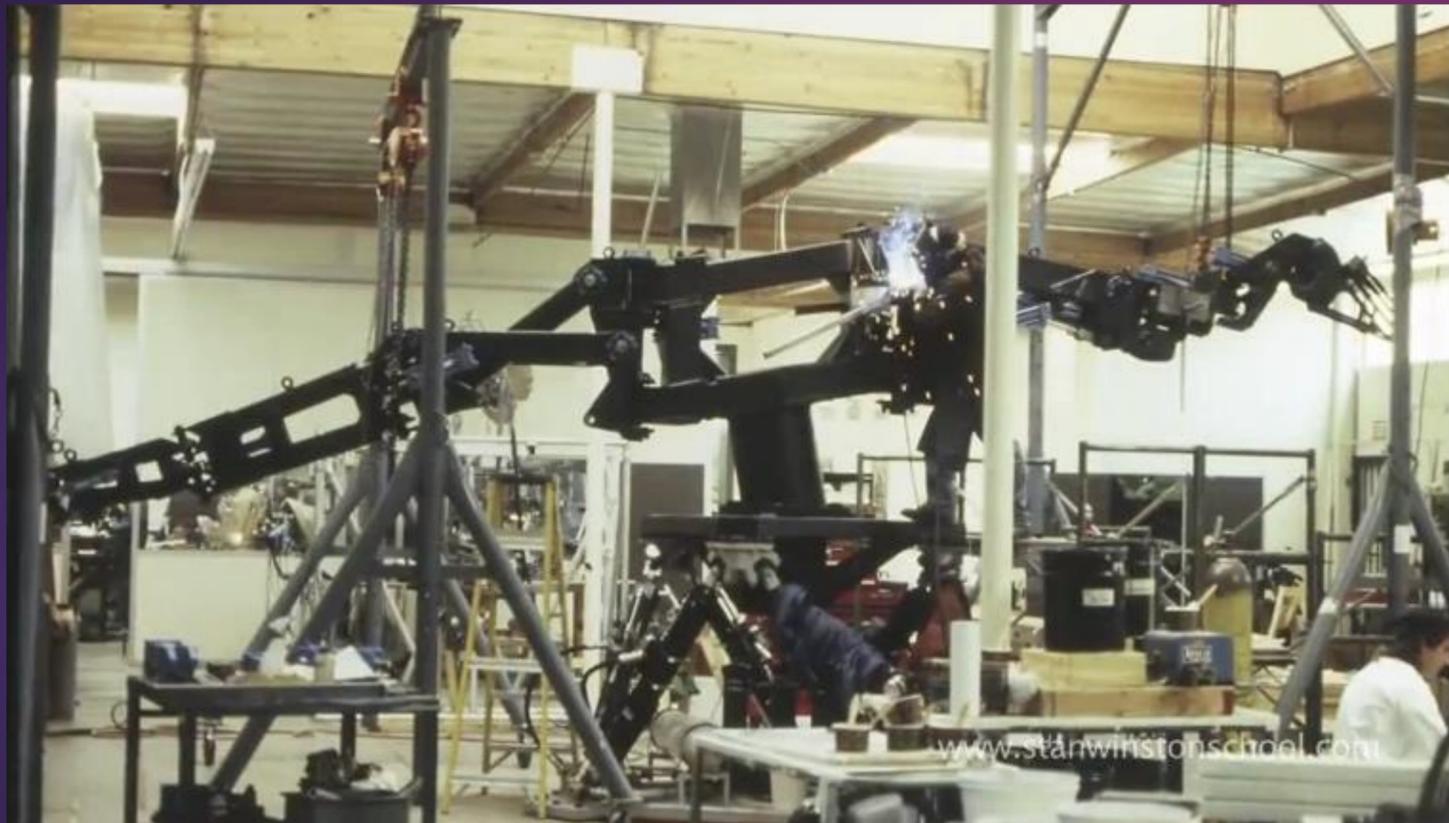
株式会社ロゴスコープ 代表取締役/テクニカル・アーティスト 亀村文彦
2018/03/02 JEITA 電子ディスプレイの人間工学シンポジウム2018

Logoscope

本日の内容

- VFXにおけるHDRIの使用法のデモ (IBL - Image Based Lighting)
- HDRI撮影レンズや露出
- ポストプロダクション (シーンリニアワークフロー/ACES)
- IBLに使うHDRI精度
- 360度ビデオへの応用 (作例紹介)

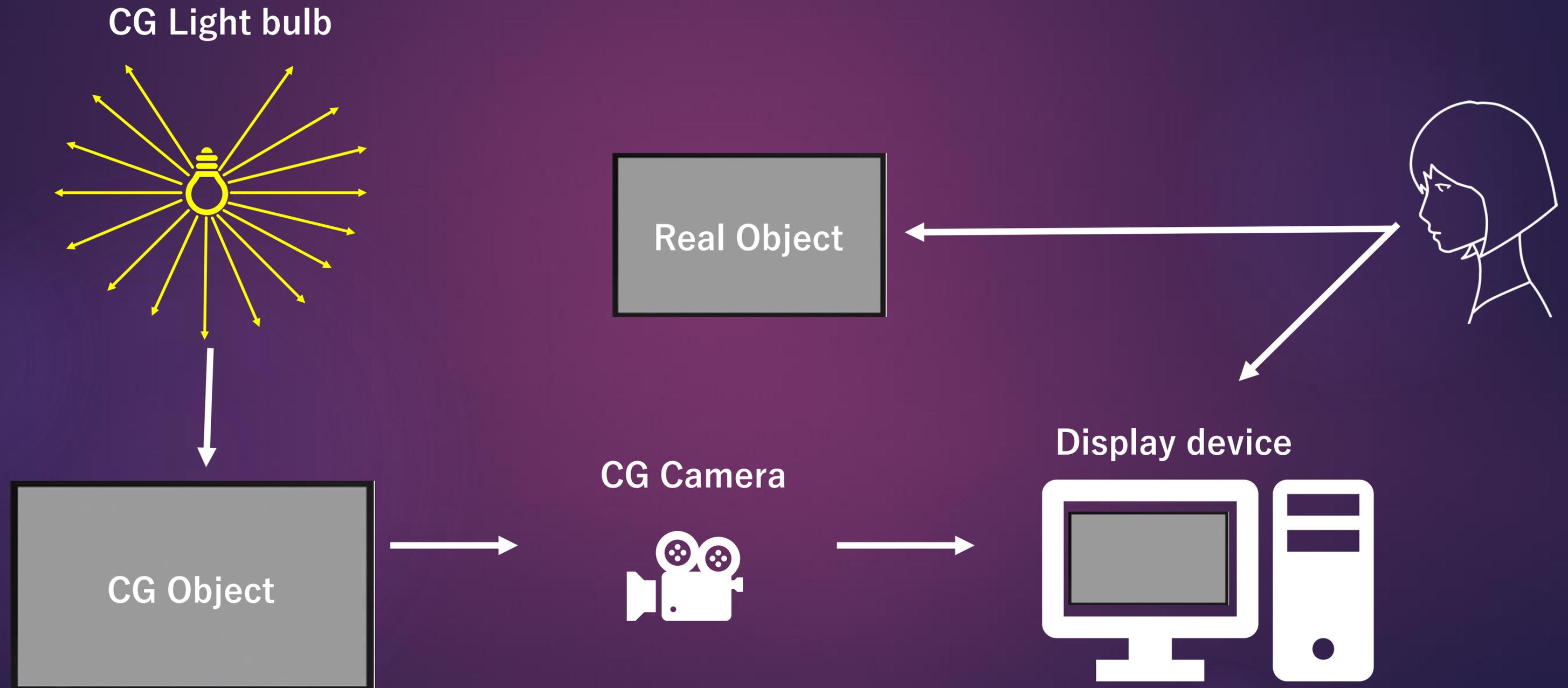
VFX - Visual Effects and SFX - Special Effects



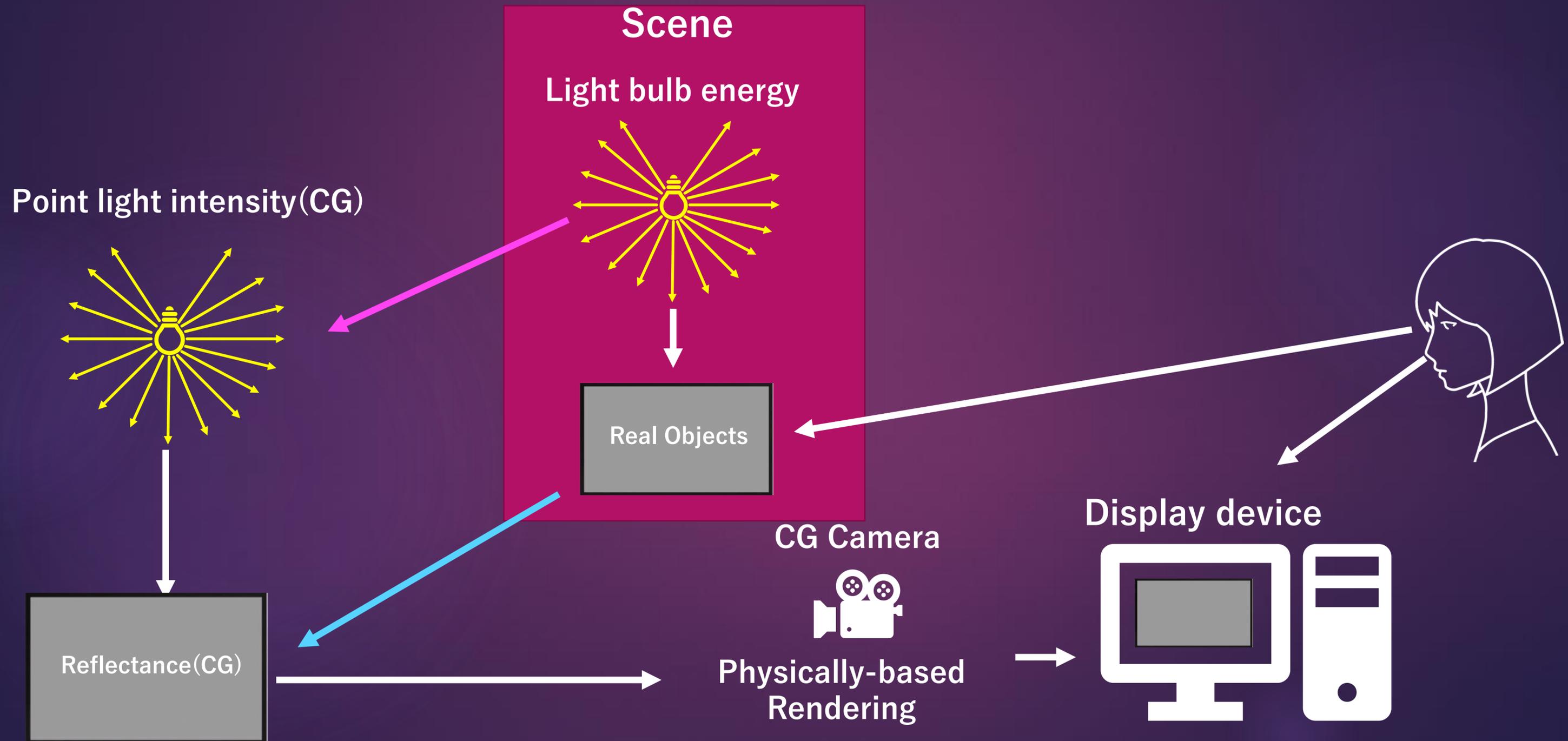
Jurassic Park Wiki: Jurassic Park Tyrannosaurus rex Animatronics より転載

http://jurassicpark.wikia.com/wiki/Jurassic_Park_Tyrannosaurus_rex_Animatronics

Photorealistic Images



Scene-referred VFX Workflow



VFXにおけるHDRIの使用法 (IBL - Image Based Lighting)

太陽の輝度を含んだHDRI



HDRIと同シーンの背景画像

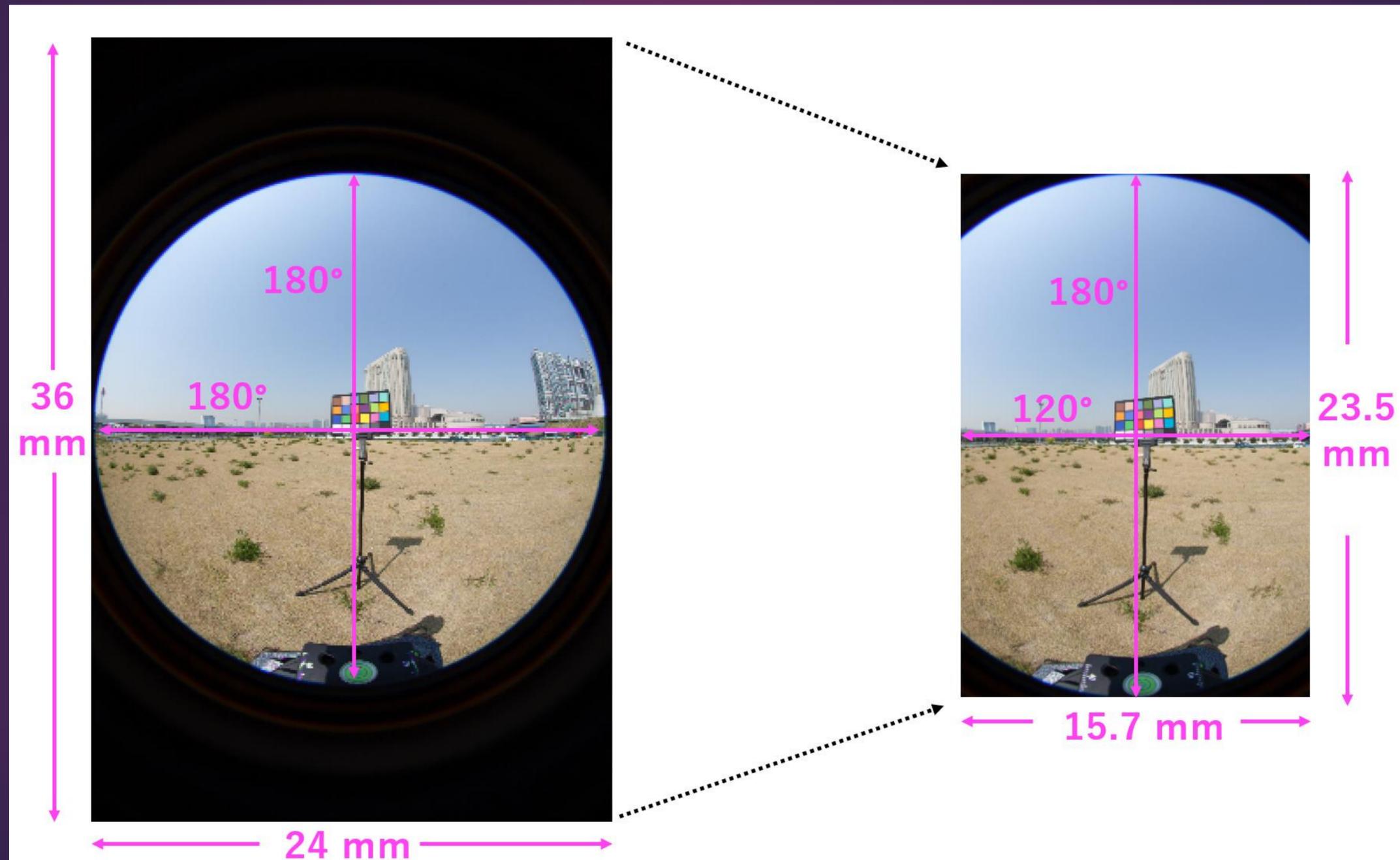


左のHDRIでレンダーされたCGと背景画像の合成結果

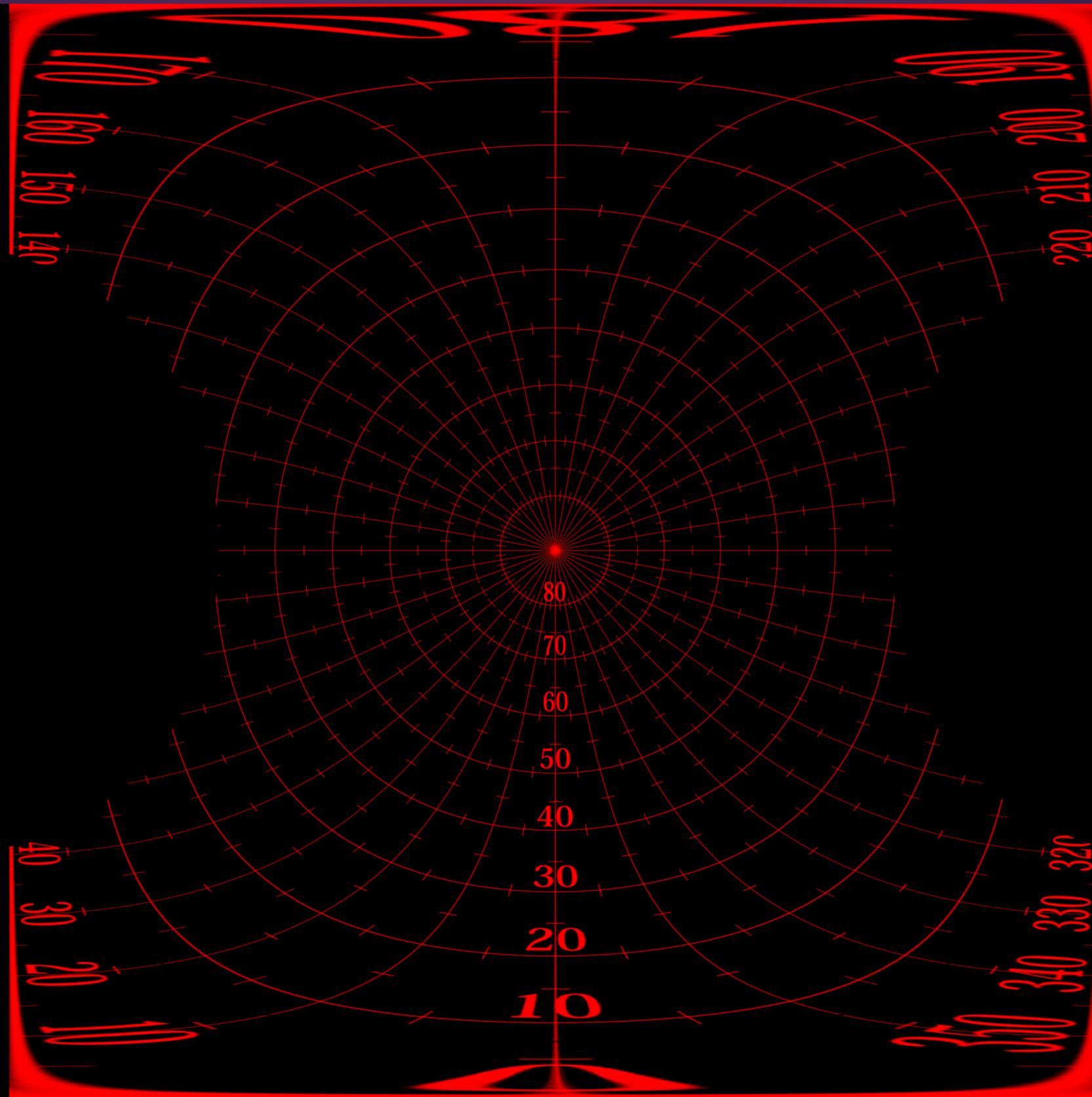


HDR摄影

魚眼レンズとセンサーサイズ



120°の撮影画角



ノーダルポイント

手前から奥に連なるビル群の遮蔽関係



現実世界の輝度範囲

様々なシーンごとの輝度測定結果 (cd/m²)

日陰



3000:1

日中



250:1

夜



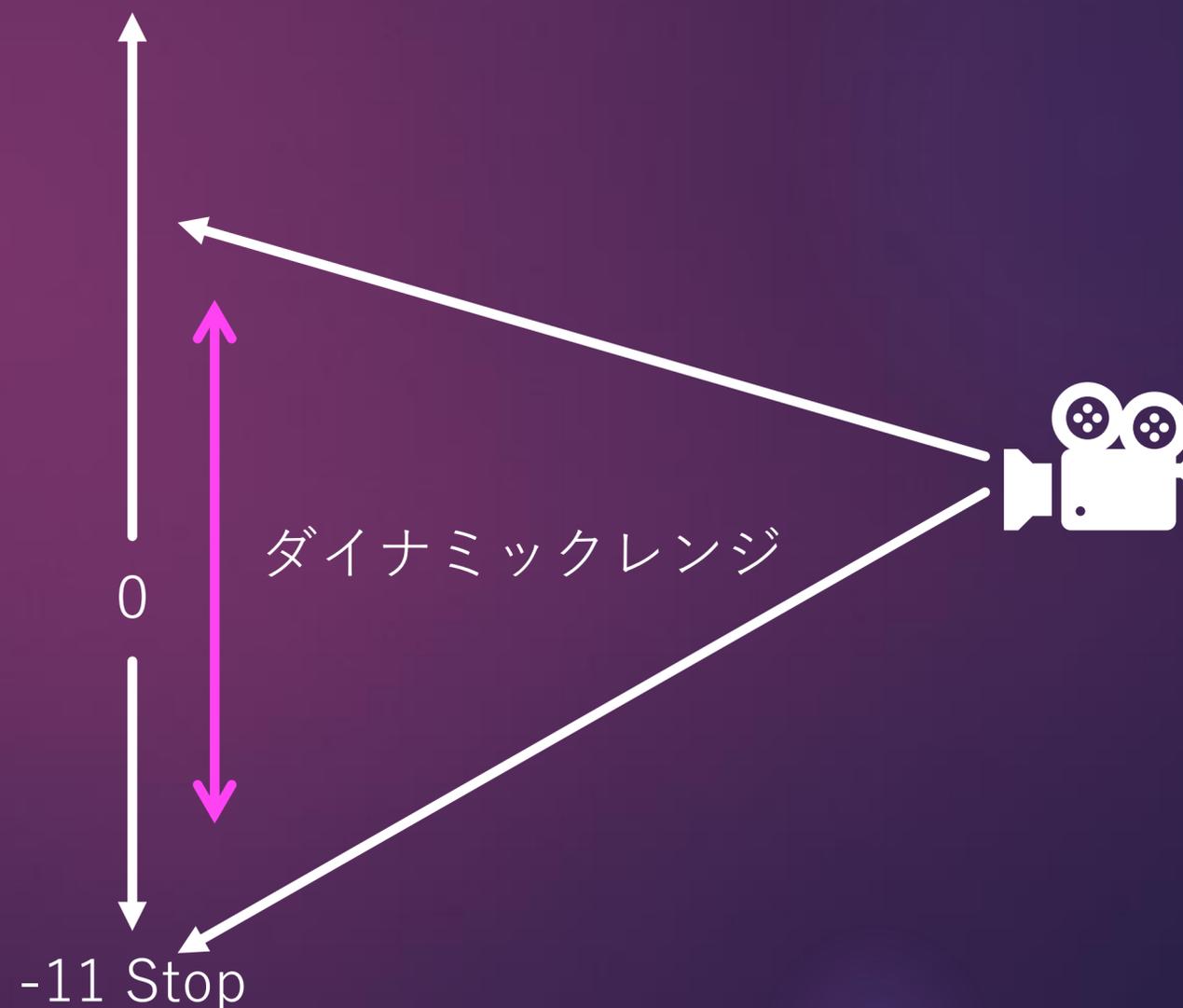
1700000:1

カメラのダイナミックレンジ

$$\text{Stop} = \log_2 N - \text{offset}$$

シーン	場所	輝度 (cd/m2)	Stop (log2)
日中	白塔 (右側面)	14500	11.3
夜	街灯 (中央)	5200	9.8
日中	青空	2400	8.7
日陰	青空	2400	8.7
日中	トラック塀 (白)	1750	8.3
日中	グラウンド	1150	7.7
日中	芝生	920	7.3
日陰	木の葉 (緑)	360	6.0
日中	日陰の枯れた芝生	210	5.2
日中	木の陰の部分	60	3.4
日陰	落ち葉	27	2.3
日陰	小枝	13.5	1.3
日陰	葉っぱ (緑)	7.5	0.4
日陰	木の幹	5.5	0.0
日陰	小枝の陰	0.78	-2.9
夜	階段	0.45	-3.7
夜	夜空	0.125	-5.5
夜	トラック塀 (白)	0.045	-7.0
夜	芝生	0.008	-9.5
夜	木の葉 (緑)	0.007	-9.7
夜	木の影	0.003	-10.9

+11 Stop

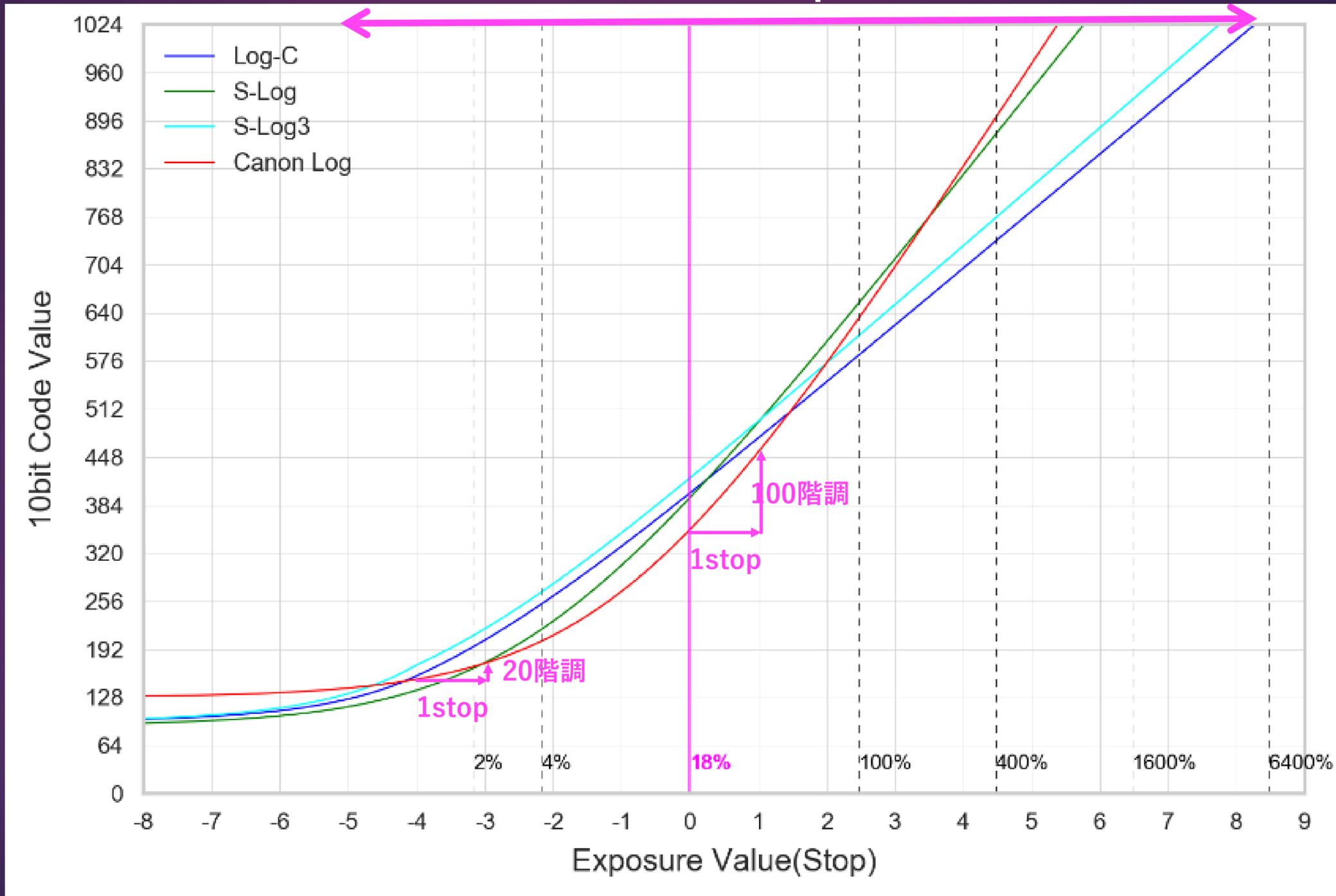


0

-11 Stop

カメラのダイナミックレンジ

9~13 Stop

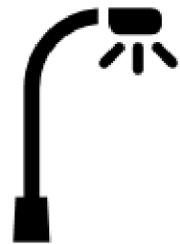


カメラの露出



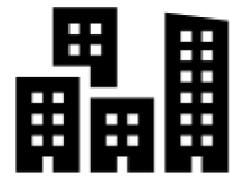
2^{-11}

夜の街灯の元の
グラウンドの芝生



2^{-9}

夜空



2^{-6}

雑木林の
小枝の陰



2^{-3}

雑木林の
木の幹

2^0

雑木林の
落ち葉

2^3



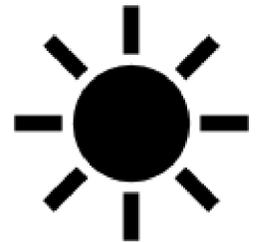
2^6

木の葉 (緑)



2^9

青空



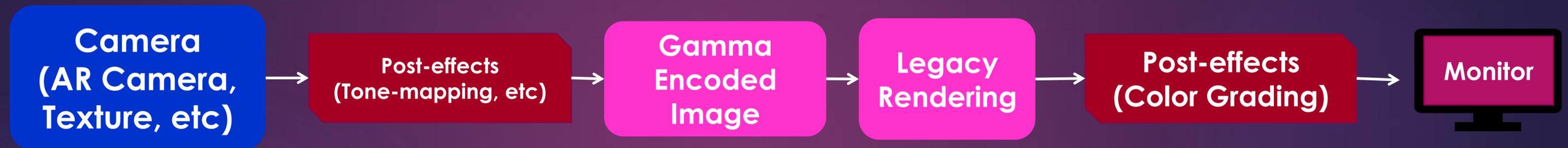
2^{11}

日中の白塔

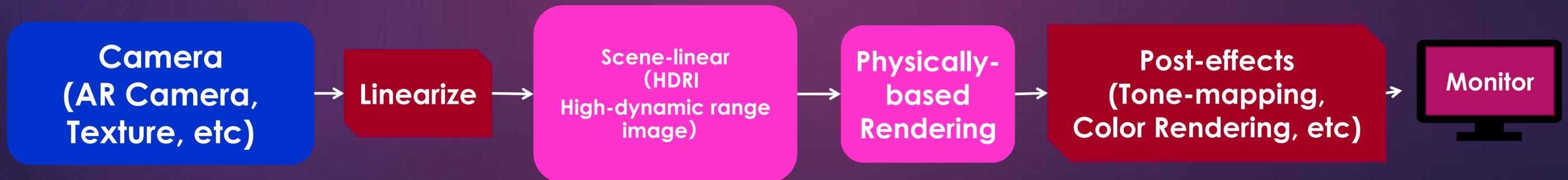
ポストプロダクション

VFXワークフローの現状

Current Workflow



Scene-linear Workflow



シーンリニアワークフロー/ACESとは

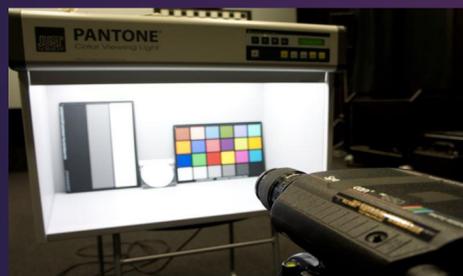
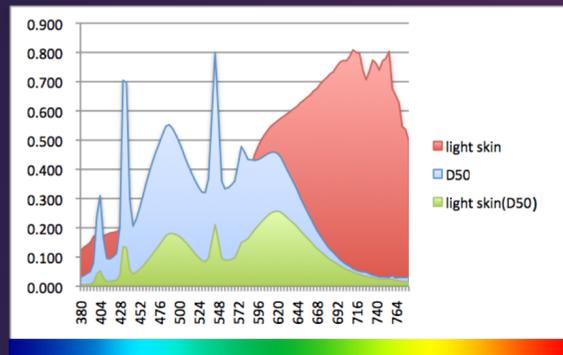
映像制作では、現実世界の光をカメラで捉えて、ディスプレイに映し出すことで映像を見る
高品質映像制作のための5つの要素を実現するのがシーンリニアワークフロー/ACES

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。



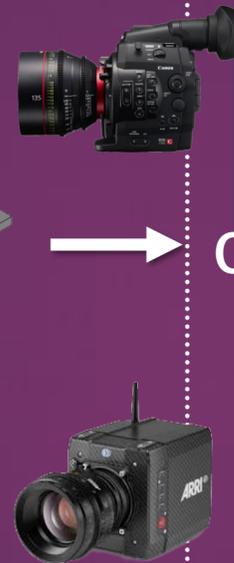
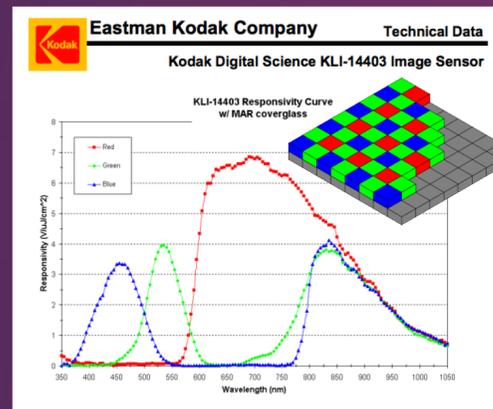
シーンリニア画像： RICD(Reference Image Capture Device)とACES色空間

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

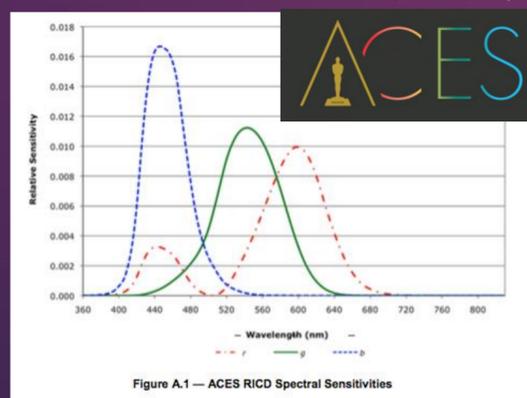
カメラ毎に異なる分光感度



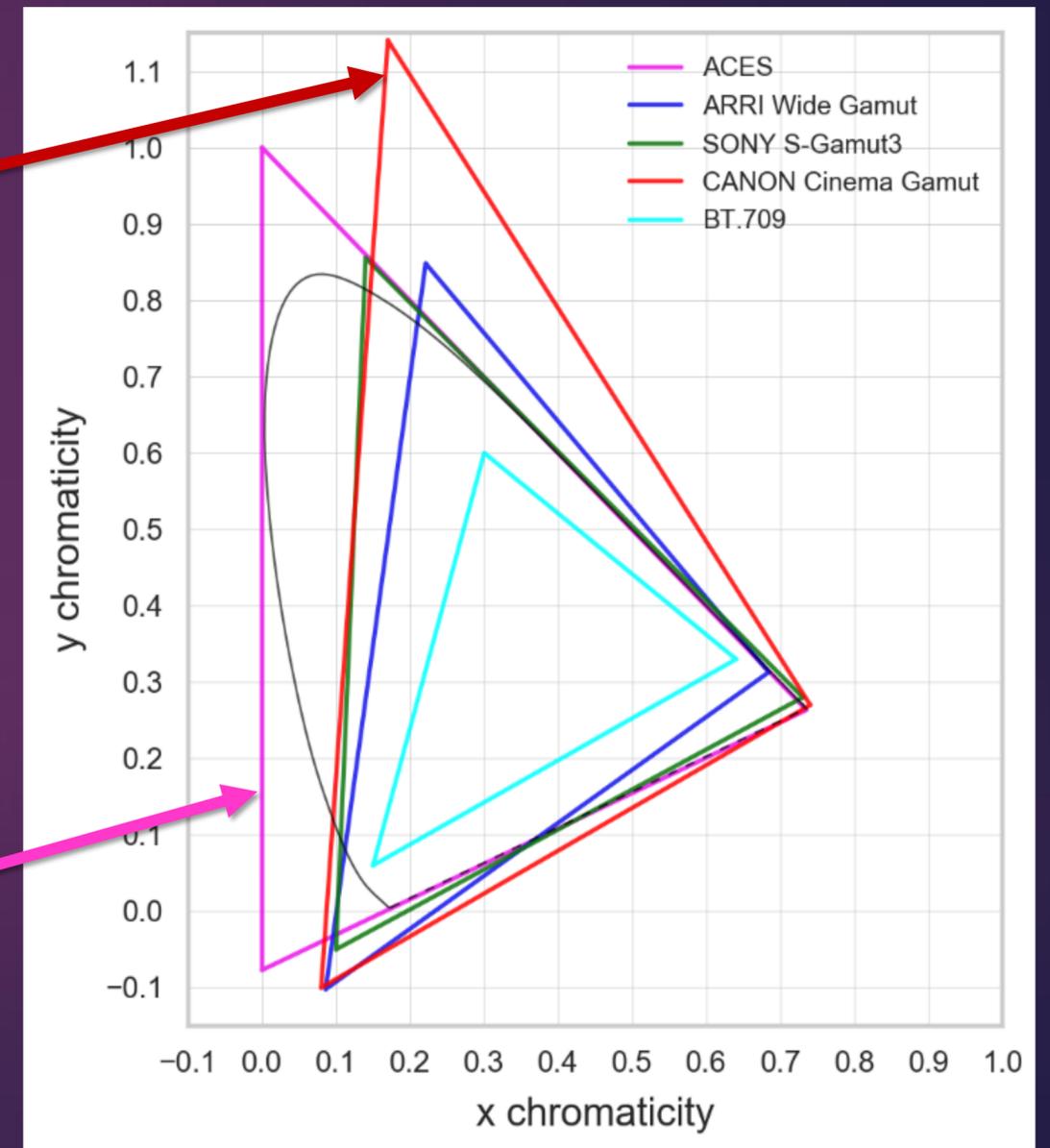
Camera A - RGB

Camera B - RGB

ACES RICDの分光感度



ACES 色空間 - RGB



シーンリニア画像： IDT(Input Device Transform)

シーン(cd/m²)

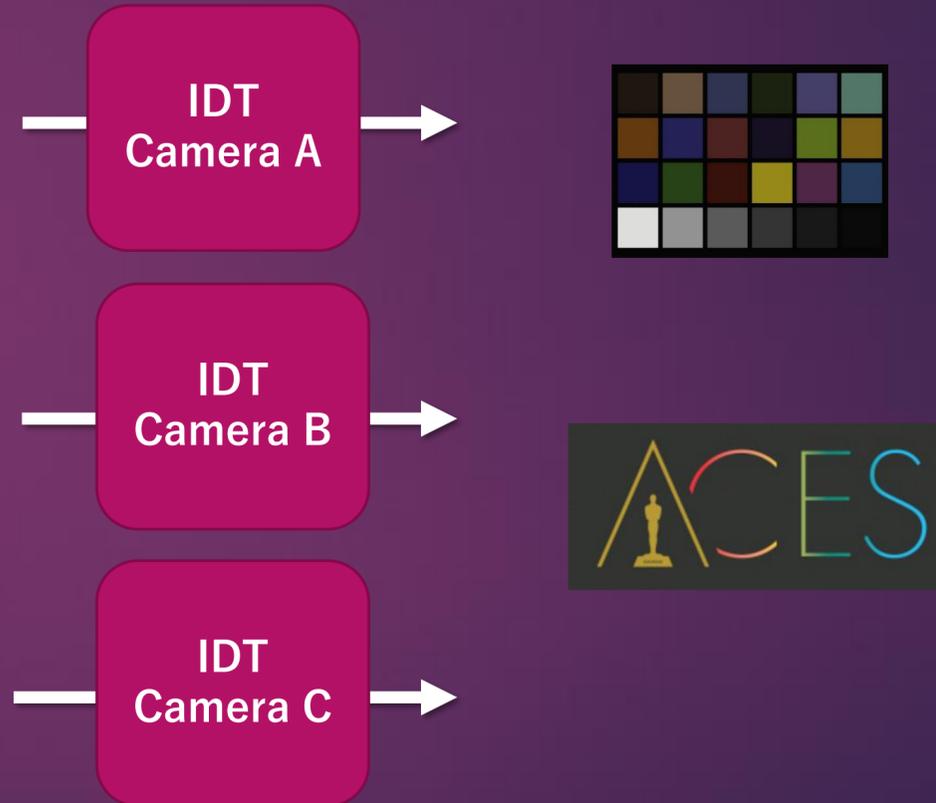


シーン輝度
(絶対値)

Digital Cinema Camera RGB



カメラ依存特性



IDT

Log to Linear

Exposure & White balance

3x3 Color Matrix

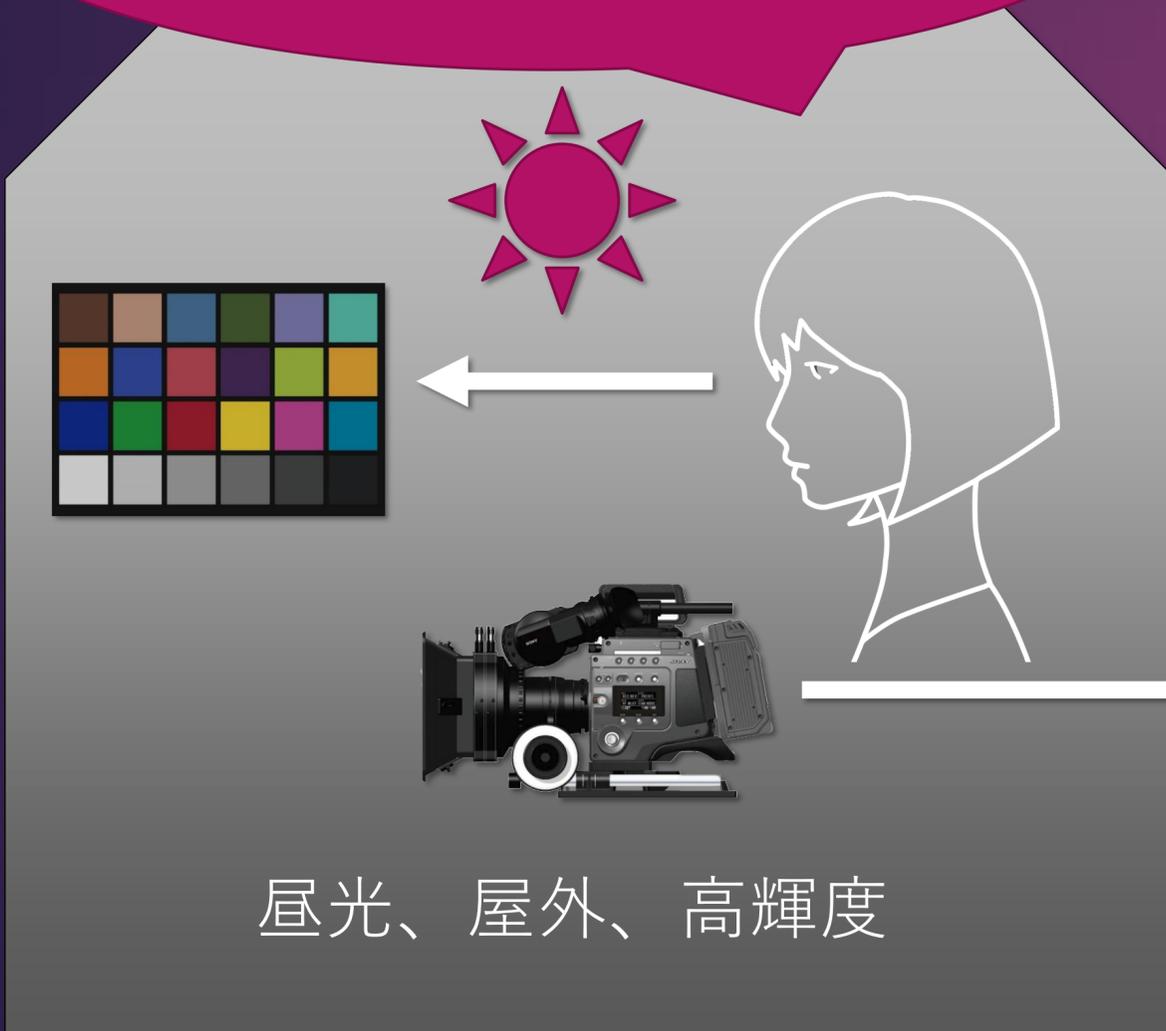
ACES RGB



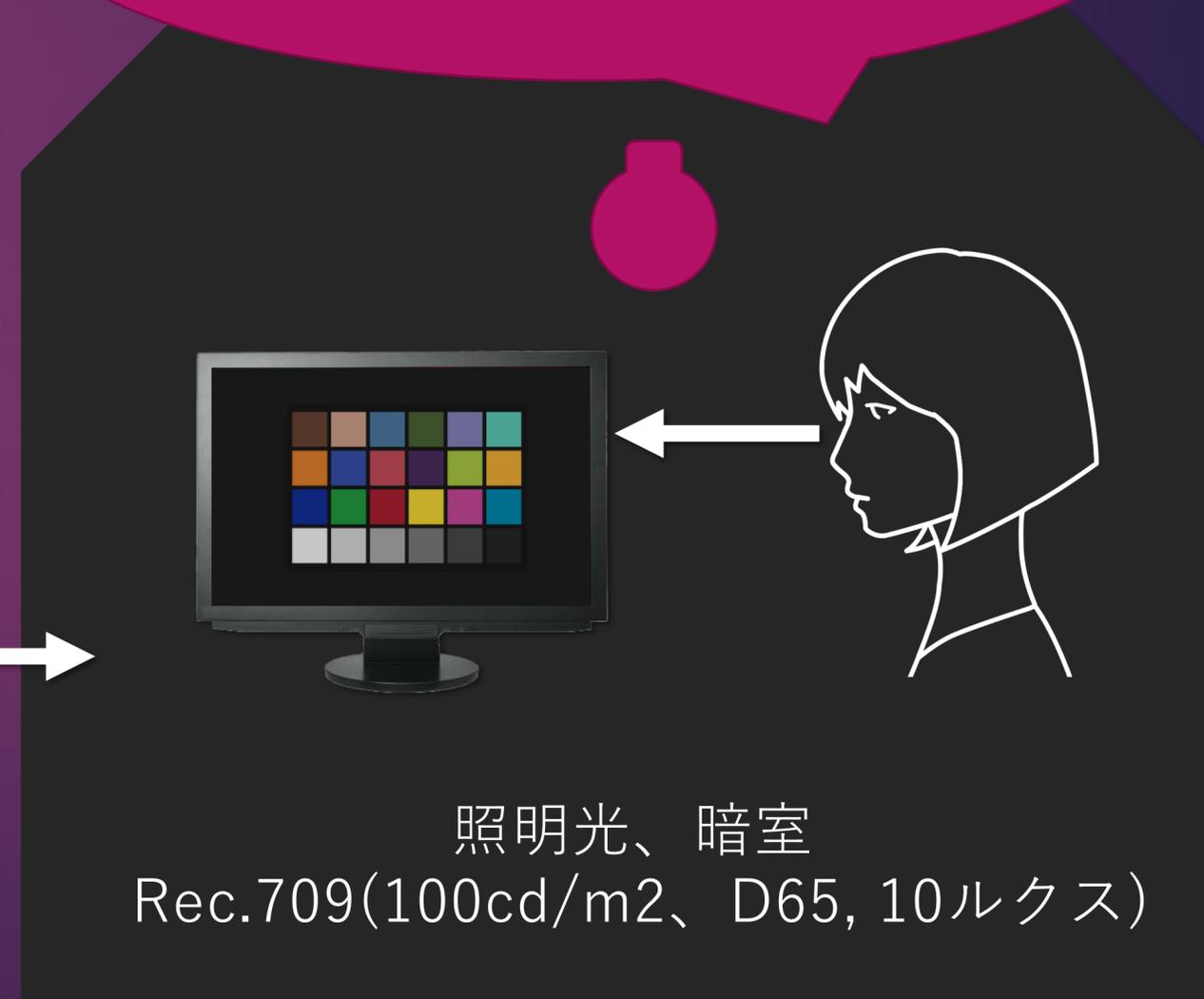
シーン輝度
(相対値)

撮影環境と視聴環境

高コントラスト、高彩度の見え



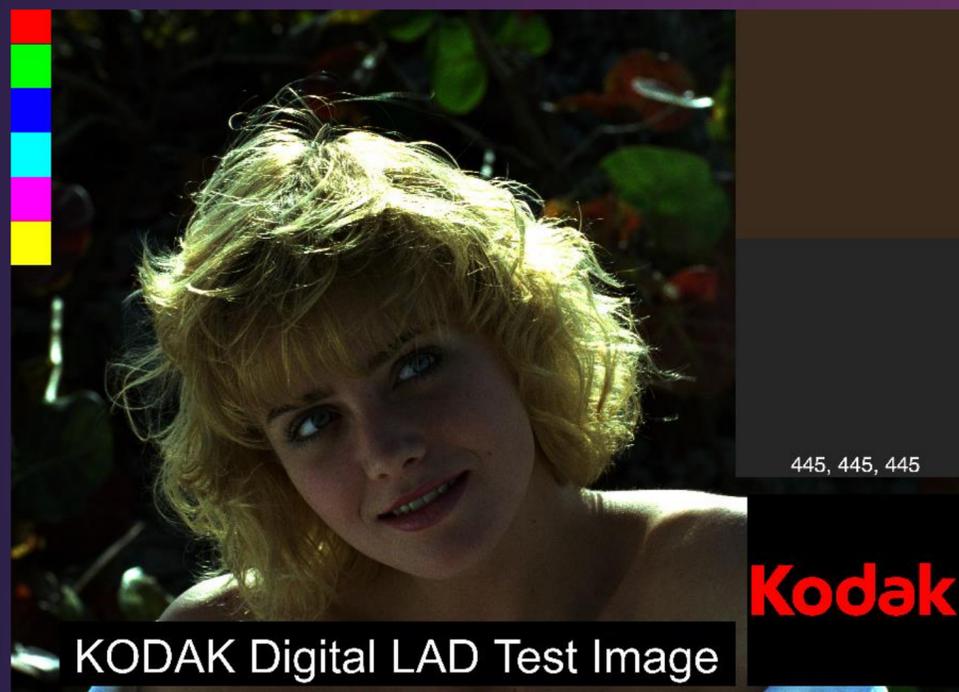
低コントラスト、低彩度の見え



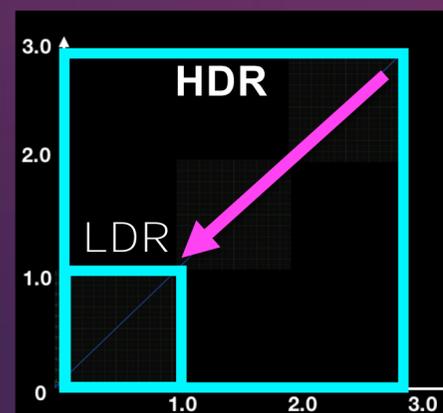
Post-Effects : RRT(Reference Rendering Transform)

シーンリニア画像のカラーアピランスの一貫性を担保する

屋外、高輝度の現実シーン



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



The KODAK Digital LAD Test Image

Post-Effects : ボケ効果

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

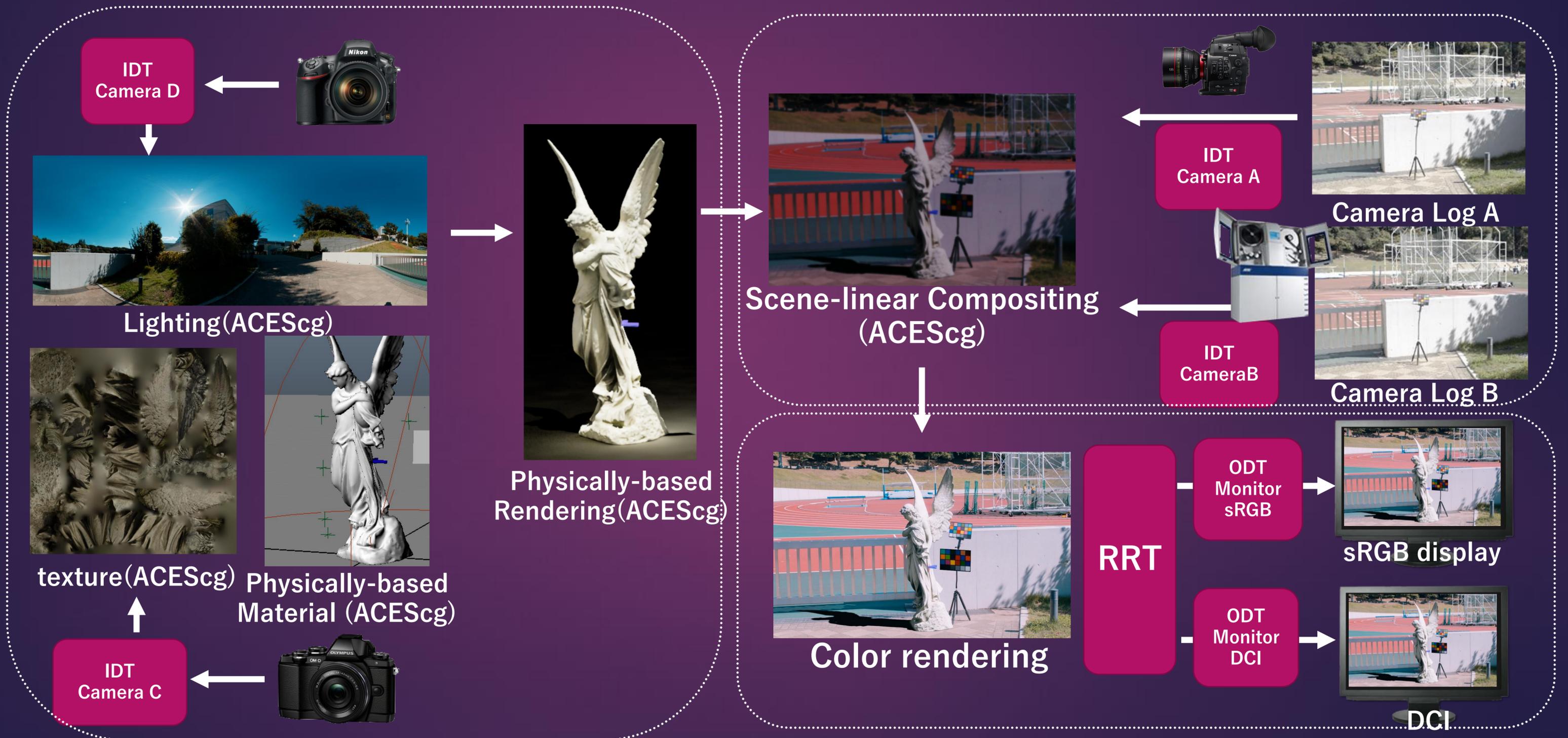
シーンリニア画像

通常の画像



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

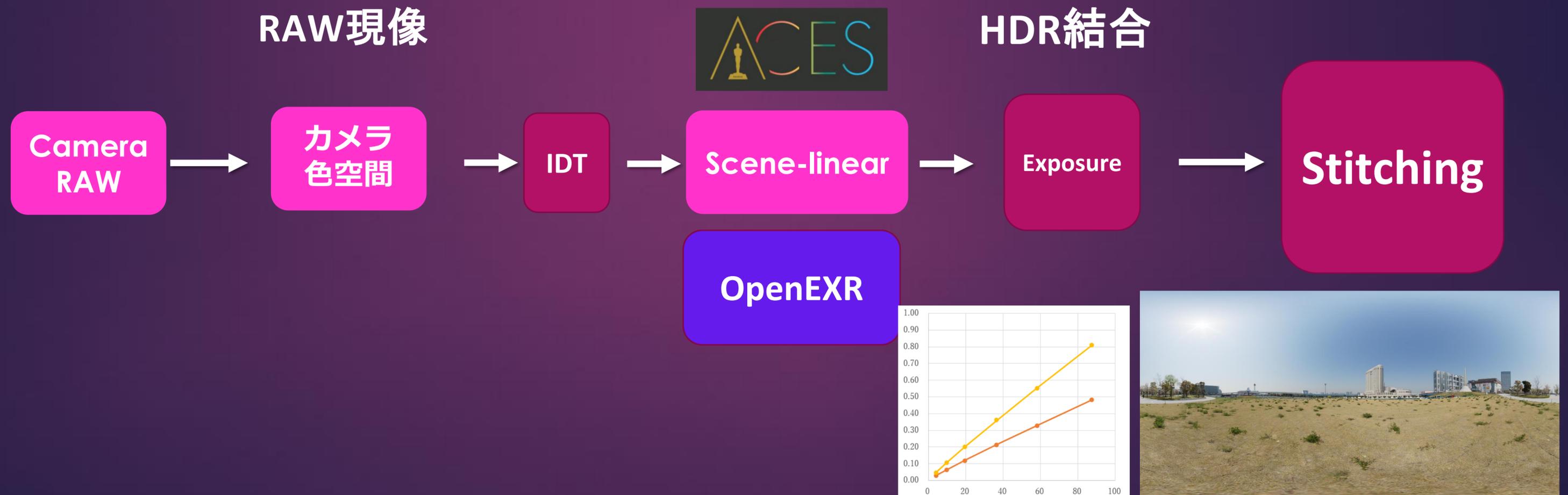
シーンリニア/ACESのワークフロー



HDR結合とパノラマステッチ

HDR結合は線形空間でおこなう

露出違いで撮影した画像にゲイン調整したのち閾値で合成する



IBL用HDRI精度の影響

IBLに使うHDRI精度の影響

太陽輝度の精度が不足したHDR



太陽輝度を補正したHDR



既知の反射率を持つ物体：

X-Riteカラーチェッカーの反射率をもったCGマテリアル



レンダリングに用いる カラーチェッカー

表面反射と拡散反射を含んだ反射率としてマテリアルに適用



Specification
S-2008-001

Academy Color Encoding Specification (ACES)

Stimulus	ACES R	ACES G	ACES B
Spectrally non-selective 18% reflecting diffuser	0.18000	0.18000	0.18000
Perfect reflecting diffuser	0.97784	0.97784	0.97784
ColorChecker Dark Skin	0.11877	0.08709	0.05895
ColorChecker Light Skin	0.40003	0.31916	0.23737
ColorChecker Blue Sky	0.18476	0.20398	0.31311
ColorChecker Foliage	0.10901	0.13511	0.06493
ColorChecker Blue Flower	0.26684	0.24604	0.40932
ColorChecker Bluish Green	0.32283	0.46208	0.40606
ColorChecker Orange	0.38607	0.22744	0.05777
ColorChecker Purplish Blue	0.13822	0.13037	0.33703
ColorChecker Moderate Red	0.30203	0.13752	0.12758
ColorChecker Purple	0.09310	0.06347	0.13525
ColorChecker Yellow Green	0.34877	0.43655	0.10613
ColorChecker Orange Yellow	0.48657	0.36686	0.08061
ColorChecker Blue	0.08731	0.07443	0.27274
ColorChecker Green	0.15366	0.25692	0.09071
ColorChecker Red	0.21743	0.07070	0.05130
ColorChecker Yellow	0.58921	0.53944	0.09157
ColorChecker Magenta	0.30904	0.14818	0.27426
ColorChecker Cyan	0.14900	0.23377	0.35939
ColorChecker White	0.86653	0.86792	0.85818
ColorChecker Neutral 8	0.57356	0.57256	0.57169
ColorChecker Neutral 6.5	0.35346	0.35337	0.35391
ColorChecker Neutral 5	0.20253	0.20243	0.20287
ColorChecker Neutral 3.5	0.09467	0.09520	0.09637
ColorChecker Black	0.03745	0.03766	0.03895

STC S-2008-001
Academy Color Encoding Specification
(ACES)

SMPTE ST 2065-1:2012

SMPTE STANDARD
Academy Color Encoding
Specification (ACES)



Table D.1 — Color chart ACES values

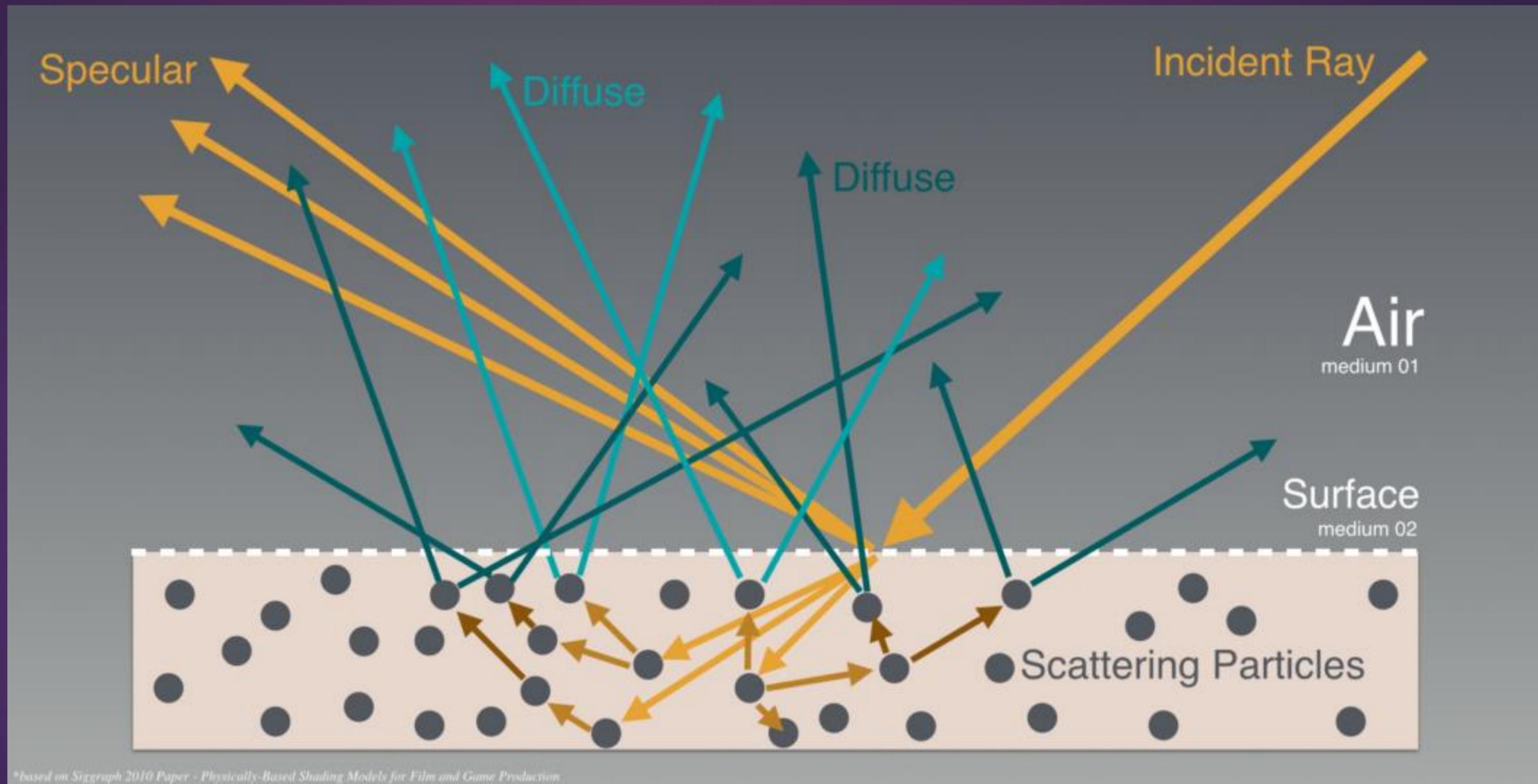
Stimulus	ACES R	ACES G	ACES B
Spectrally non-selective 18% reflecting diffuser	0.18000	0.18000	0.18000
Perfect reflecting diffuser	0.97784	0.97784	0.97784
ISO 17321-1 C.2 Patch 1	0.11877	0.08709	0.05895
ISO 17321-1 C.2 Patch 2	0.40003	0.31916	0.23737
ISO 17321-1 C.2 Patch 3	0.18476	0.20398	0.31311
ISO 17321-1 C.2 Patch 4	0.10901	0.13511	0.06493
ISO 17321-1 C.2 Patch 5	0.26684	0.24604	0.40932
ISO 17321-1 C.2 Patch 6	0.32283	0.46208	0.40606
ISO 17321-1 C.2 Patch 7	0.38607	0.22744	0.05777
ISO 17321-1 C.2 Patch 8	0.13822	0.13037	0.33703
ISO 17321-1 C.2 Patch 9	0.30203	0.13752	0.12758
ISO 17321-1 C.2 Patch 10	0.09310	0.06347	0.13525
ISO 17321-1 C.2 Patch 11	0.34877	0.43655	0.10613
ISO 17321-1 C.2 Patch 12	0.48657	0.36686	0.08061
ISO 17321-1 C.3 Patch 13	0.08731	0.07443	0.27274
ISO 17321-1 C.3 Patch 14	0.15366	0.25692	0.09071
ISO 17321-1 C.3 Patch 15	0.21743	0.07070	0.05130
ISO 17321-1 C.3 Patch 16	0.58921	0.53944	0.09157
ISO 17321-1 C.3 Patch 17	0.30904	0.14818	0.27426
ISO 17321-1 C.3 Patch 18	0.14900	0.23377	0.35939
ISO 17321-1 C.3 Patch 19	0.86653	0.86792	0.85818
ISO 17321-1 C.3 Patch 20	0.57356	0.57256	0.57169
ISO 17321-1 C.3 Patch 21	0.35346	0.35337	0.35391
ISO 17321-1 C.3 Patch 22	0.20253	0.20243	0.20287
ISO 17321-1 C.3 Patch 23	0.09467	0.09520	0.09637
ISO 17321-1 C.3 Patch 24	0.03745	0.03766	0.03895

SMPTE ST 2065-1:2012
Academy Color Encoding Specification
(ACES)

カラーチェッカーのACESRGB値は、
ISO国際標準 (ISO 17321-1) の値を変換したもの



表面反射と拡散反射



A light ray traveling from one medium to another, scattering inside the object
The Comprehensive PBR Guide – vol.1

IBLに使うHDRI精度の影響

太陽輝度を補正したHDRでレンダーした画像



精度不足のHDRIでレンダーした画像



IBLライティングの精度とシェーディング



ホワイトバランス固定の効果

意図的なホワイトのずれによる効果



“early-morning”
AM6:00
contrast-low
blueish white



“daytime-parking”
PM2:30
contrast-middle
neutral white



“evening-glow”
PM4:00
contrast-high
reddish white



ルックデベロップメント環境

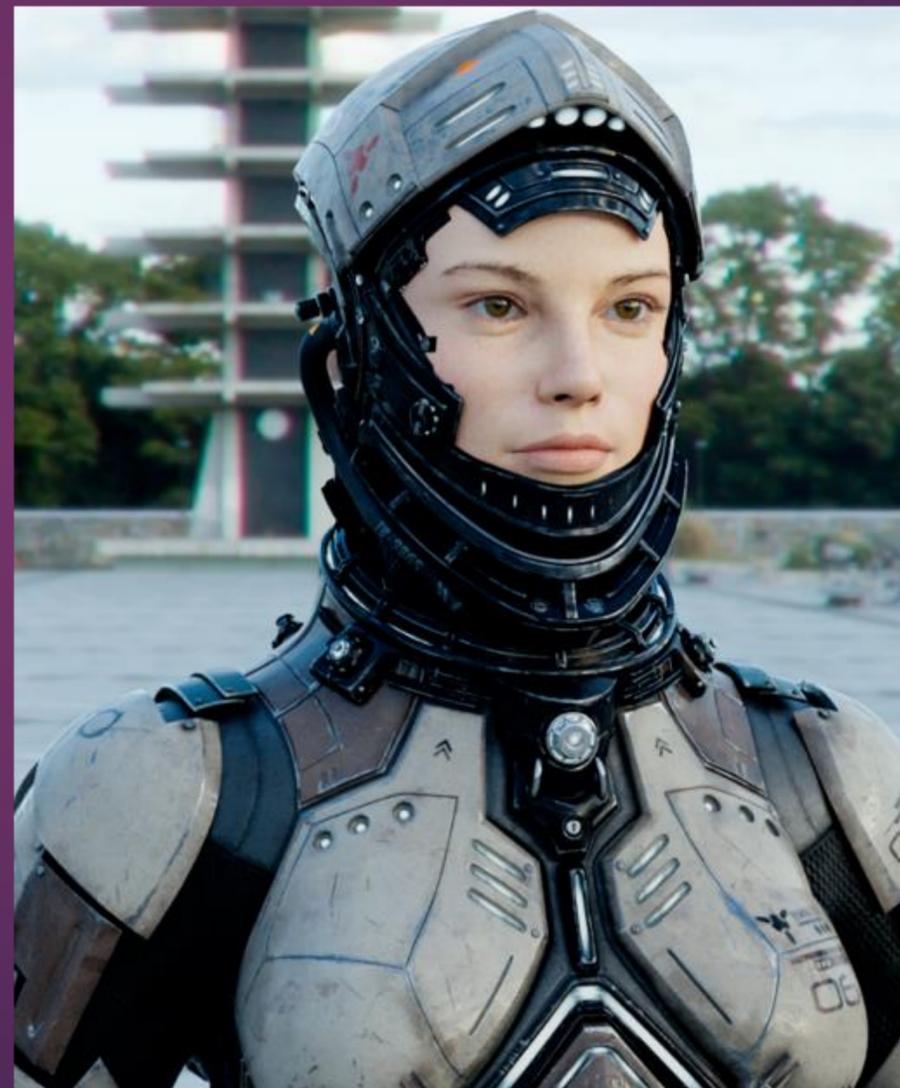
低コントラストの朝の曇り空のシーン



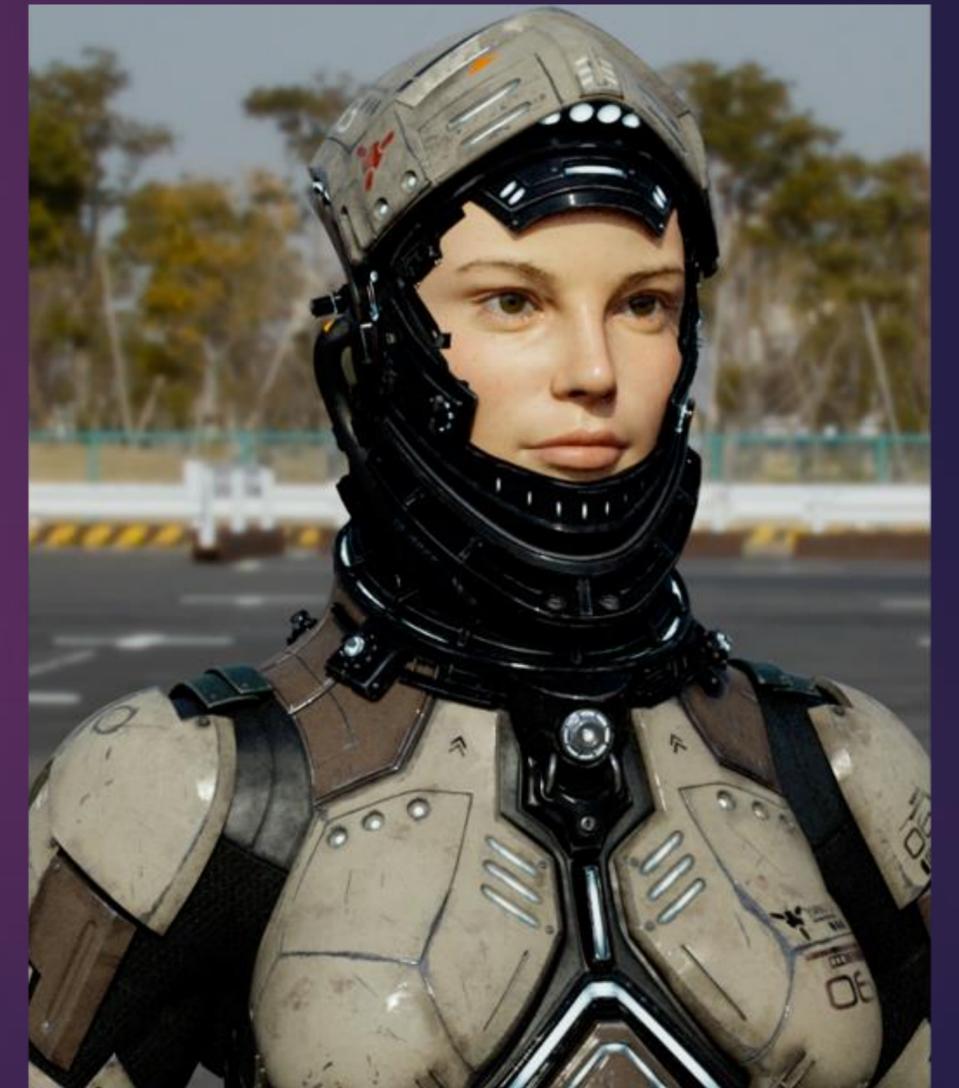
高コントラストの日中晴天の駐車場のシーン



低コントラストの朝の曇り空のシーン



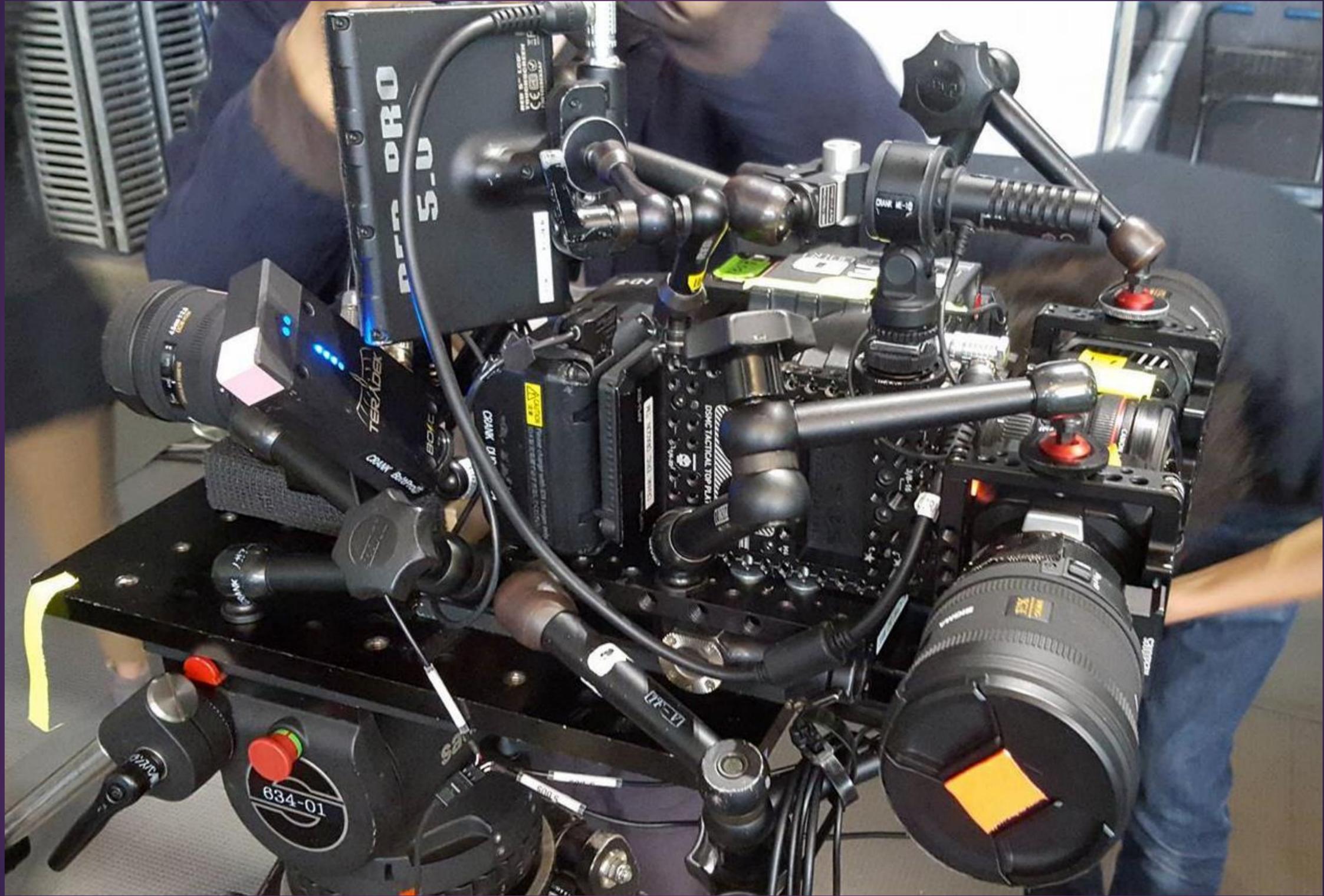
高コントラストの日中晴天の駐車場のシーン



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/>



360°ビデオ

- 異なるカメラのACES上でのマッチング及びステッチング

Digital Camera RGB



IDT
3x3
Matrix

IDT
3x3
Matrix

Scene-linear ACES RGB



Exposure

White
balance

De-noise

Stitching

The central 'Stitching' block is a large, vertical, rounded rectangle, indicating the core process of combining multiple camera views into a single 360-degree video.

CG Software

OpenEXR

OpenEXR is the final software component used for rendering and outputting the 360-degree video data.

まとめ

- ・ 撮影時は線形性の高いRAW画像で収録
- ・ シーン輝度を忠実に表すHDRI画像が望ましい
- ・ 高精度なシーンリニアのHDRI画像がVFXに多大なるメリットをもたらす。
- ・ 太陽輝度はカメラで収録することができないため、ポストプロセスで補完する。
- ・ HDRI作成時のフォーマットは、シーンリニア/ACESを用いる
- ・ 今後の需要が見込まれる360度ビデオの作成には、HDRI作成および編集と同様の技術が必要となる