

シーンリニア/ACESとBT.2020規格での映像制作： 認知に基づく映像のリアリティ

2016/02/10 JPPAファイルベースワークフロー補間セミナー第5回
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

シーンリニア/ACESとBT.2020規格での映像制作： 認知に基づく映像のリアリティ

講演概要（60分）

前半：シーンリニアワークフロー/ACESの基礎解説

後半：BT.2020規格による高リアリティ映像について、
シャープ株式会社の8K映像ディスプレイを用いた詳解

Why Scene-linear/ACES

何故シーンリニア/ACESが必要とされるのか

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

1. 人が見た現実世界の色や光が忠実にカメラに記録されているのか？
2. 記録された色や光は、忠実にディスプレイに出力されているのか？
3. 映像制作ソフトウェアは、色や光を忠実に扱うことができるのか？
4. 現実世界に忠実なフォトリアル CGI と実写の VFX 制作手法とは？
5. 映像制作ワークフローやコンテンツの保存はどのようにすべきか？



What's Scene-linear/ACES

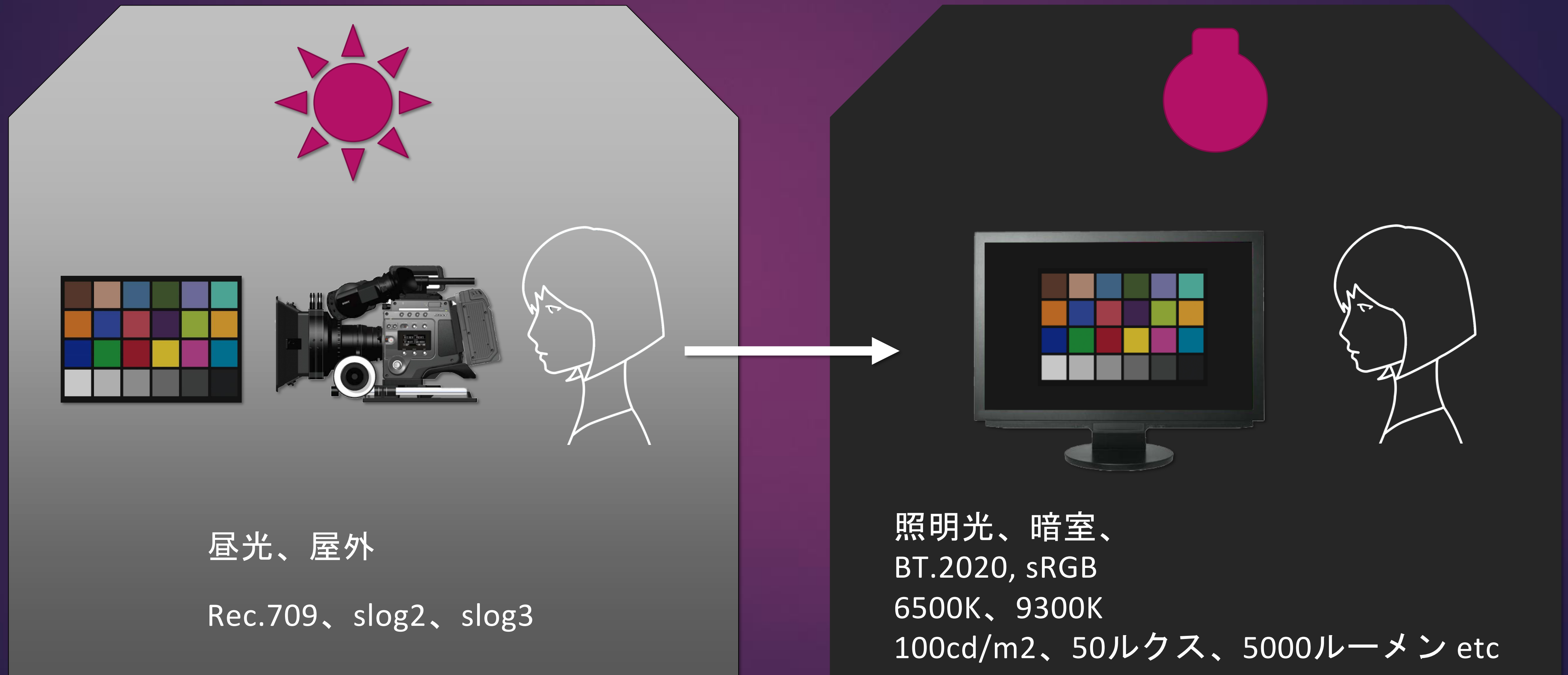
シーンリニアワークフロー/ACESとは？

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

1. 現実世界（シーン）の物体の明るさや、物体の色みを忠実に保存する。
2. 記録された色や光のデータを、適切な変換を元にディスプレイで確認する。
3. 映像制作ソフトウェアで、シーンに忠実な色や光を処理する。
4. 現実世界に忠実なフォトリアル CGI と実写の VFX 制作手法。
5. 理想の映像制作カラーパイプラインとアーカイブフォーマットを定義する。



撮影環境と視聴環境



測光

ルーメン：レイの数

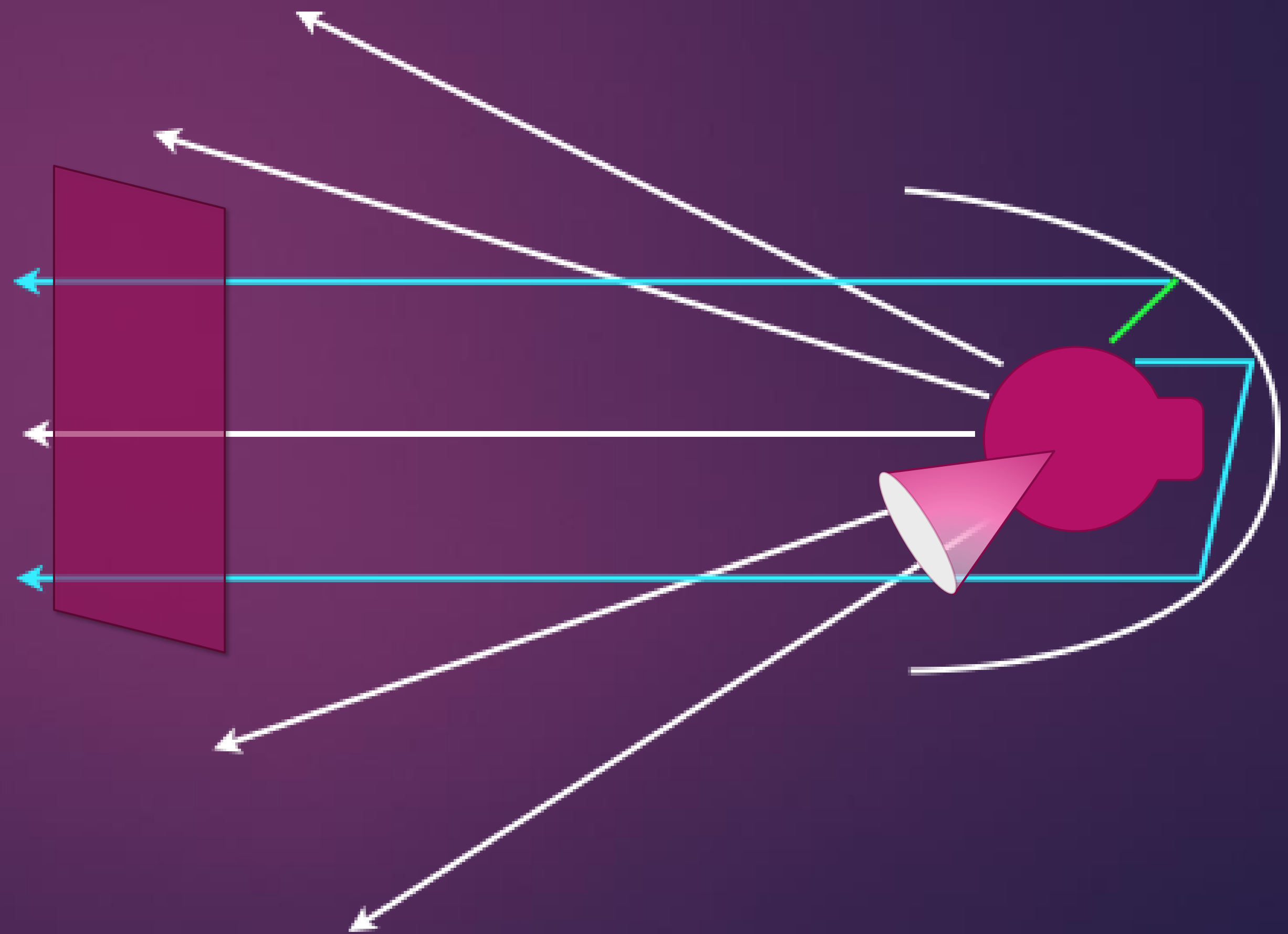
輝度：単位立体角辺りのレイの数

ルクス：単位面積辺りのレイの数

(逆2乗の法則)



測定の様子



測光-分光測定

Pantone Color
Viewing Light
PJC/EC P5



光源 (D50, A光源)

分光測定器

Color Checker

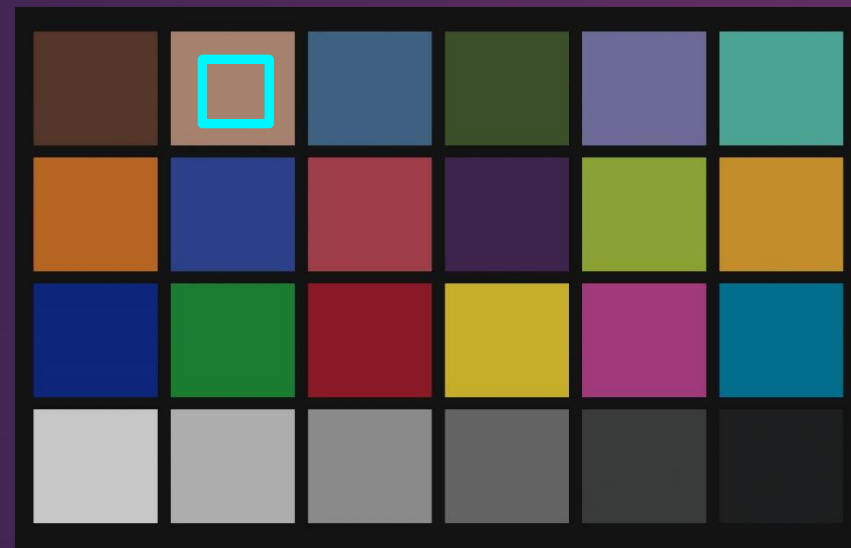
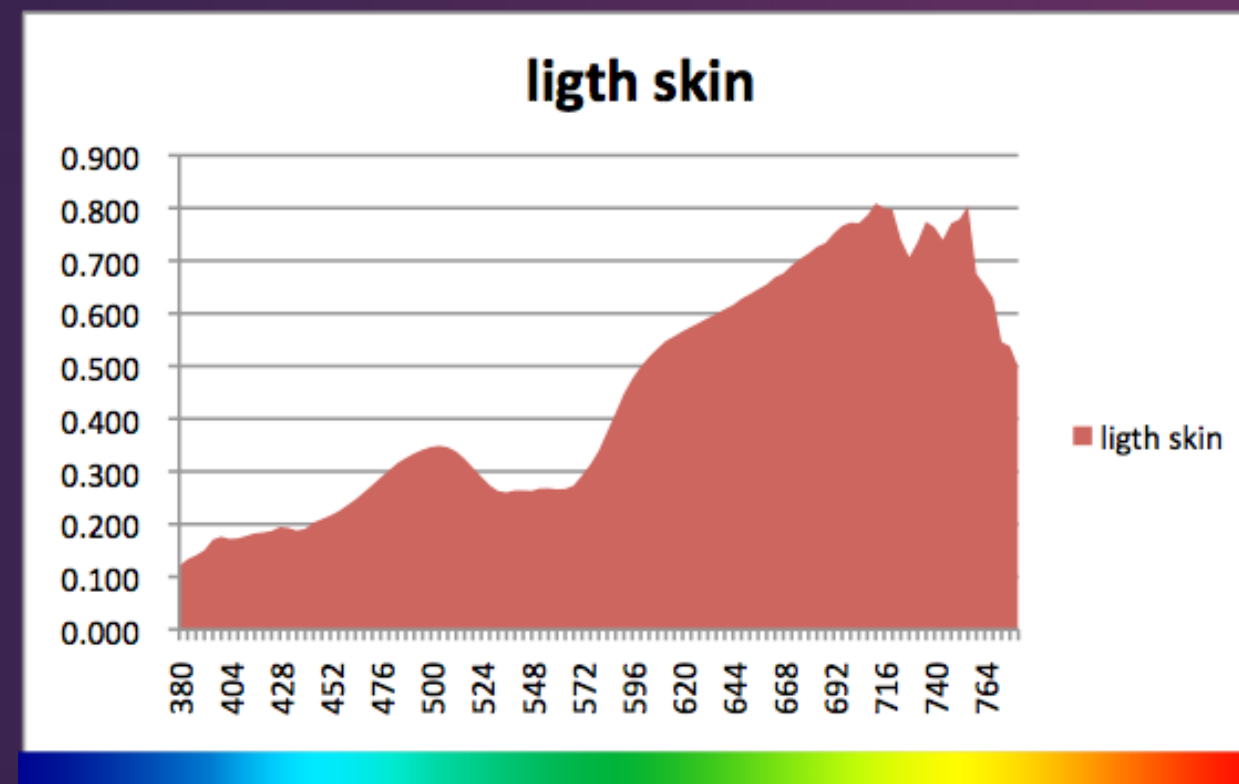
380nm

780nm

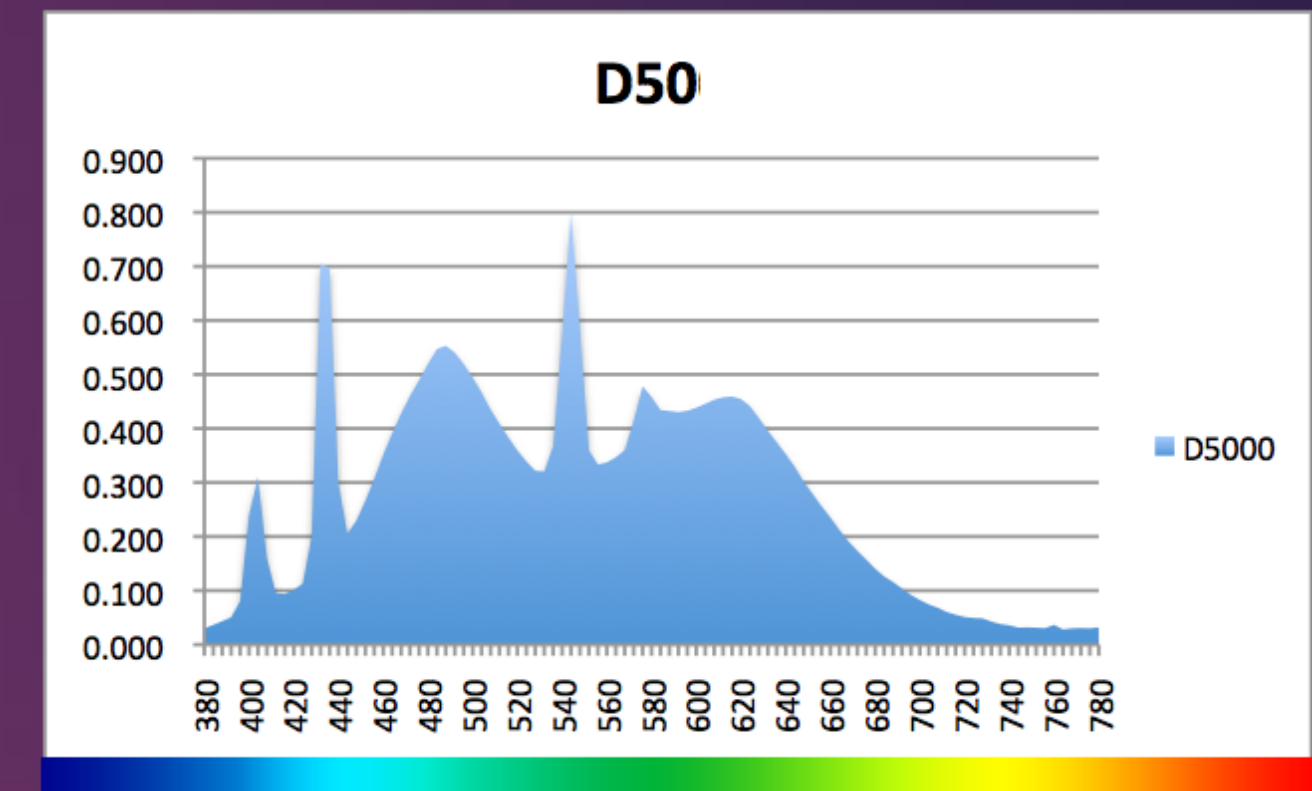
21.neutral6.5	20.Neutral8	19.white	18.cyan	17.magenta	16.yellow	15.Red	14.Green	13.Blue	12.orangeYel	11.yellowGre
1.60E-01	1.72E-01	2.24E-01	1.19E-01	1.42E-01	7.82E-02	5.89E-02	6.61E-02	1.46E-01	7.61E-02	7.27E-02
1.77E-01	1.92E-01	2.30E-01	1.31E-01	1.59E-01	8.00E-02	5.30E-02	6.51E-02	1.58E-01	8.50E-02	9.40E-02
2.01E-01	2.33E-01	2.58E-01	1.45E-01	1.88E-01	8.30E-02	5.25E-02	6.80E-02	1.78E-01	8.46E-02	8.42E-02
2.36E-01	2.88E-01	3.16E-01	1.69E-01	2.28E-01	8.31E-02	5.34E-02	6.87E-02	2.00E-01	7.90E-02	8.26E-02
3.01E-01	3.97E-01	4.37E-01	2.11E-01	3.01E-01	8.03E-02	5.61E-02	6.92E-02	2.36E-01	8.04E-02	8.79E-02
3.34E-01	4.71E-01	5.16E-01	2.34E-01	3.43E-01	7.74E-02	5.56E-02	6.80E-02	2.53E-01	7.75E-02	7.96E-02
3.26E-01	4.65E-01	5.21E-01	2.28E-01	3.36E-01	7.12E-02	5.32E-02	6.48E-02	2.46E-01	7.43E-02	7.47E-02
3.29E-01	4.88E-01	5.76E-01	2.35E-01	3.40E-01	7.15E-02	5.28E-02	6.48E-02	2.47E-01	7.32E-02	7.41E-02
3.50E-01	5.51E-01	7.21E-01	2.57E-01	3.60E-01	7.30E-02	5.38E-02	6.65E-02	2.62E-01	7.61E-02	7.71E-02
3.59E-01	5.79E-01	8.02E-01	2.67E-01	3.69E-01	7.45E-02	5.48E-02	6.78E-02	2.72E-01	7.75E-02	7.82E-02
3.61E-01	5.85E-01	8.37E-01	2.75E-01	3.68E-01	7.23E-02	5.43E-02	6.66E-02	2.77E-01	7.74E-02	7.96E-02
3.63E-01	5.91E-01	8.60E-01	2.85E-01	3.65E-01	7.28E-02	5.41E-02	6.93E-02	2.81E-01	7.74E-02	8.00E-02
3.82E-01	6.19E-01	9.13E-01	3.12E-01	3.71E-01	7.81E-02	5.63E-02	7.29E-02	3.00E-01	8.01E-02	8.52E-02
3.74E-01	6.01E-01	8.93E-01	3.12E-01	3.55E-01	7.33E-02	5.44E-02	7.12E-02	2.96E-01	7.70E-02	8.13E-02
3.54E-01	5.71E-01	8.49E-01	3.00E-01	3.36E-01	7.03E-02	5.19E-02	6.81E-02	2.83E-01	7.38E-02	7.83E-02
3.55E-01	5.71E-01	8.48E-01	3.10E-01	3.28E-01	7.23E-02	5.22E-02	6.97E-02	2.84E-01	7.44E-02	8.08E-02
3.70E-01	5.92E-01	8.84E-01	3.41E-01	3.22E-01	7.67E-02	5.44E-02	7.60E-02	2.94E-01	7.80E-02	8.73E-02
3.73E-01	5.96E-01	8.91E-01	3.58E-01	3.12E-01	7.71E-02	5.48E-02	7.93E-02	2.96E-01	7.91E-02	8.99E-02
3.73E-01	5.95E-01	8.91E-01	3.70E-01	3.01E-01	7.96E-02	5.44E-02	8.25E-02	2.94E-01	7.93E-02	9.35E-02
3.72E-01	5.95E-01	8.94E-01	3.83E-01	2.90E-01	8.20E-02	5.44E-02	8.70E-02	2.91E-01	7.97E-02	9.78E-02
3.72E-01	5.96E-01	8.94E-01	3.99E-01	2.78E-01	8.40E-02	5.40E-02	9.32E-02	2.85E-01	8.00E-02	1.05E-01
3.70E-01	5.94E-01	8.95E-01	4.13E-01	2.68E-01	8.71E-02	5.37E-02	1.00E-01	2.77E-01	8.05E-02	1.11E-01
3.69E-01	5.93E-01	8.97E-01	4.25E-01	2.57E-01	9.18E-02	5.33E-02	1.09E-01	2.67E-01	8.09E-02	1.20E-01
3.68E-01	5.92E-01	8.97E-01	4.34E-01	2.46E-01	9.72E-02	5.30E-02	1.20E-01	2.54E-01	8.13E-02	1.32E-01
3.67E-01	5.91E-01	8.98E-01	4.39E-01	2.35E-01	1.04E-01	5.28E-02	1.32E-01	2.40E-01	8.19E-02	1.44E-01
3.66E-01	5.90E-01	8.99E-01	4.43E-01	2.22E-01	1.12E-01	5.26E-02	1.47E-01	2.23E-01	8.26E-02	1.59E-01
3.66E-01	5.90E-01	9.00E-01	4.43E-01	2.09E-01	1.27E-01	5.27E-02	1.65E-01	2.03E-01	8.40E-02	1.80E-01
3.65E-01	5.88E-01	8.99E-01	4.39E-01	1.98E-01	1.43E-01	5.26E-02	1.83E-01	1.85E-01	8.56E-02	2.01E-01
3.65E-01	5.88E-01	8.98E-01	4.34E-01	1.88E-01	1.64E-01	5.29E-02	2.03E-01	1.67E-01	8.79E-02	2.27E-01
3.65E-01	5.88E-01	8.98E-01	4.25E-01	1.80E-01	1.92E-01	5.35E-02	2.28E-01	1.49E-01	9.16E-02	2.58E-01
3.65E-01	5.88E-01	8.98E-01	4.15E-01	1.73E-01	2.27E-01	5.45E-02	2.51E-01	1.33E-01	9.80E-02	2.95E-01
3.65E-01	5.87E-01	8.96E-01	4.01E-01	1.67E-01	2.70E-01	5.61E-02	2.77E-01	1.18E-01	1.09E-01	3.36E-01
3.66E-01	5.87E-01	8.96E-01	3.85E-01	1.59E-01	3.23E-01	5.83E-02	3.04E-01	1.04E-01	1.30E-01	3.67E-01
3.67E-01	5.87E-01	8.95E-01	3.68E-01	1.51E-01	3.79E-01	6.02E-02	3.25E-01	9.32E-02	1.57E-01	4.32E-01
3.67E-01	5.87E-01	8.93E-01	3.49E-01	1.42E-01	4.34E-01	6.16E-02	3.39E-01	8.41E-02	1.81E-01	4.72E-01
3.68E-01	5.86E-01	8.93E-01	3.30E-01	1.31E-01	4.85E-01	6.25E-02	3.48E-01	7.66E-02	2.35E-01	5.04E-01
3.69E-01	5.87E-01	8.91E-01	3.10E-01	1.22E-01	5.30E-01	6.30E-02	3.52E-01	7.07E-02	2.78E-01	5.29E-01
3.71E-01	5.88E-01	8.92E-01	2.89E-01	1.14E-01	5.68E-01	6.30E-02	3.52E-01	6.59E-02	3.23E-01	5.47E-01
3.71E-01	5.90E-01	8.96E-01	2.67E-01	1.09E-01	6.00E-01	6.33E-02	3.48E-01	6.18E-02	3.62E-01	5.58E-01
3.76E-01	5.97E-01	9.08E-01	2.48E-01	1.08E-01	6.29E-01	6.36E-02	3.45E-01	5.88E-02	3.98E-01	5.69E-01
3.82E-01	6.07E-01	9.24E-01	2.28E-01	1.10E-01	6.59E-01	6.37E-02	3.39E-01	5.65E-02	4.29E-01	5.79E-01
3.76E-01	5.97E-01	9.10E-01	2.12E-01	1.09E-01	6.57E-01	6.24E-02	3.27E-01	5.42E-02	4.37E-01	5.71E-01
3.67E-01	5.83E-01	8.90E-01	1.96E-01	1.09E-01	6.49E-01	6.11E-02	3.14E-01	5.23E-02	4.33E-01	5.57E-01
3.70E-01	5.87E-01	9.03E-01	1.78E-01	1.12E-01	6.66E-01	6.20E-02	3.01E-01	5.12E-02	4.51E-01	5.53E-01
3.72E-01	5.91E-01	9.10E-01	1.62E-01	1.13E-01	6.81E-01	6.31E-02	2.89E-01	4.93E-02	4.61E-01	5.48E-01
3.73E-01	5.91E-01	9.10E-01	1.49E-01	1.12E-01	6.86E-01	6.49E-02	2.76E-01	4.95E-02	4.81E-01	5.40E-01
3.73E-01	5.92E-01	9.11E-01	1.37E-01	1.13E-01	6.92E-01	6.72E-02	2.63E-01	4.87E-02	4.96E-01	5.30E-01
3.73E-01	5.94E-01	9.11E-01	1.28E-01	1.17E-01	6.98E-01	7.07E-02	2.50E-01	4.83E-02	5.12E-01	5.19E-01
3.76E-01	5.96E-01	9.17E-01	1.18E-01	1.28E-01	7.07E-01	7.64E-02	2.33E-01	4.78E-02	5.37E-01	5.07E-01
3.75E-01	5.94E-01	9.13E-01	1.12E-01	1.40E-01	7.09E-01	8.12E-02	2.19E-01	4.73E-02	5.51E-01	4.93E-01
3.72E-01	5.90E-01	9.09E-01	1.07E-01	1.57E-01	7.09E-01	8.91E-02	2.04E-01	4.67E-02	5.64E-01	4.76E-01
3.72E-01	5.90E-01	9.11E-01	1.03E-01	1.83E-01	7.13E-01	1.04E-01	1.88E-01	4.65E-02	5.80E-01	4.60E-01
3.72E-01	5.90E-01	9.11E-01	9.89E-02	2.12E-01	7.16E-01	1.25E-01	1.73E-01	4.62E-02	5.94E-01	4.42E-01
3.71E-01	5.89E-01	9.11E-01	9.48E-02	2.50E-01	7.19E-01	1.59E-01	1.58E-01	4.64E-02	6.08E-01	4.19E-01
3.70E-01	5.89E-01	9.11E-01	9.19E-02	2.86E-01	7.21E-01	1.98E-01	1.46E-01	4.64E-02	6.18E-01	4.02E-01
3.70E-01	5.88E-01	9.11E-01	8.90E-02	3.25E-01	7.23E-01	2.45E-01	1.36E-01	4.59E-02	6.25E-01	3.86E-01
3.68E-01	5.87E-01	9.10E-01	8.62E-02	3.68E-01	7.25E-01	2.97E-01	1.28E-01	4.62E-02	6.29E-01	3.71E-01

測光-分光測定

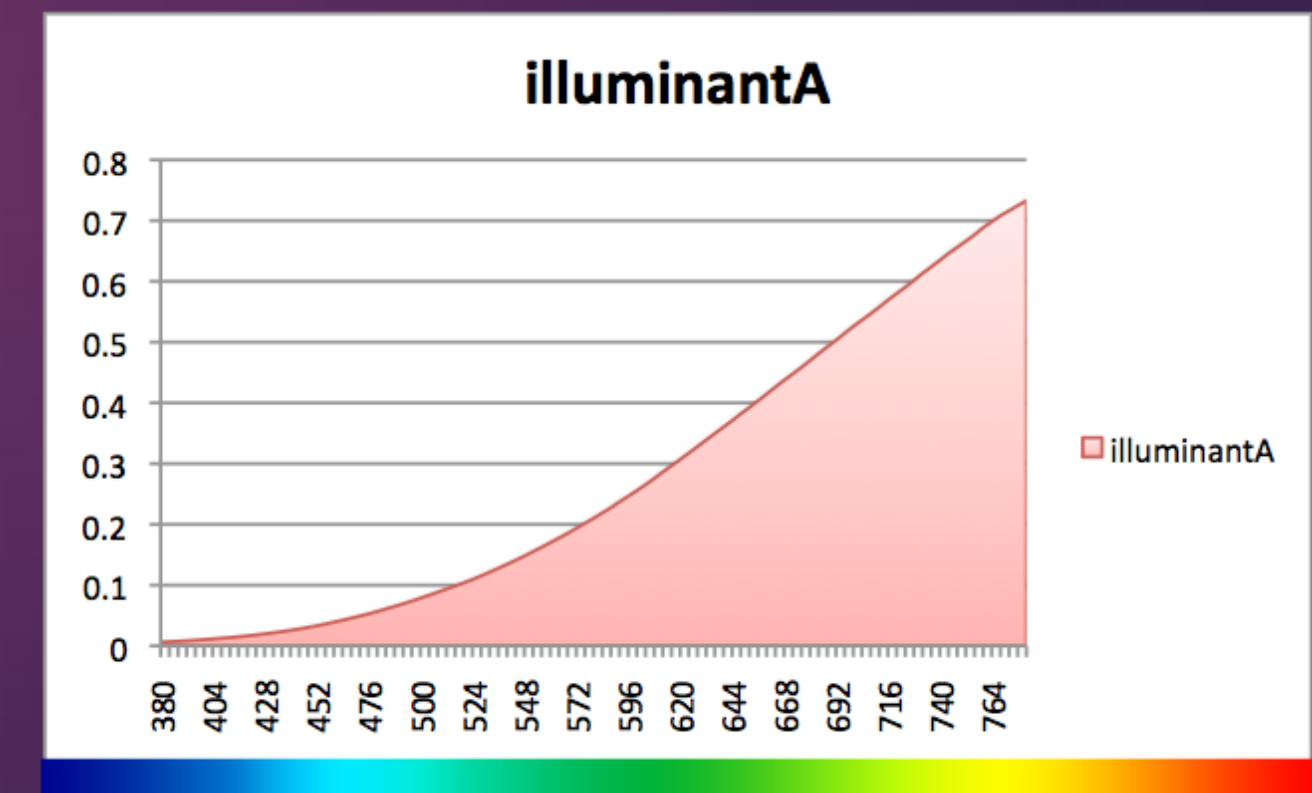
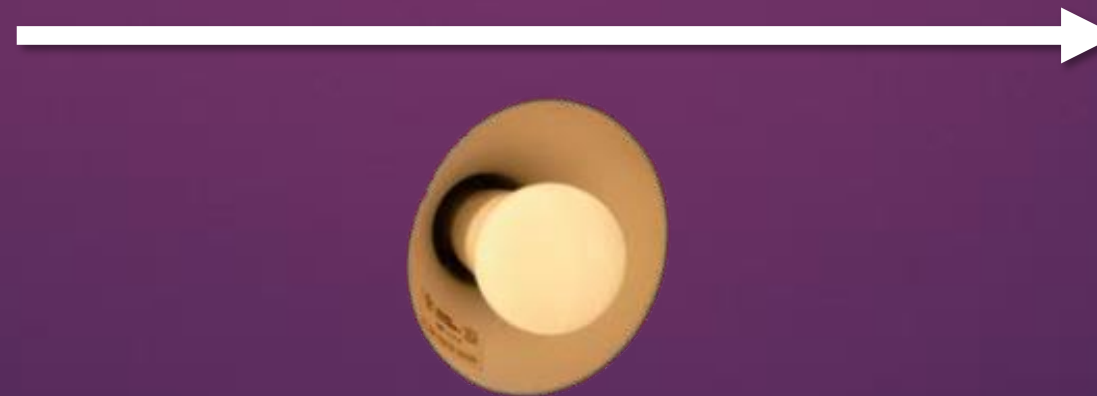
分光反射率 (light skin)



デイトライト (D50) 光源で照明

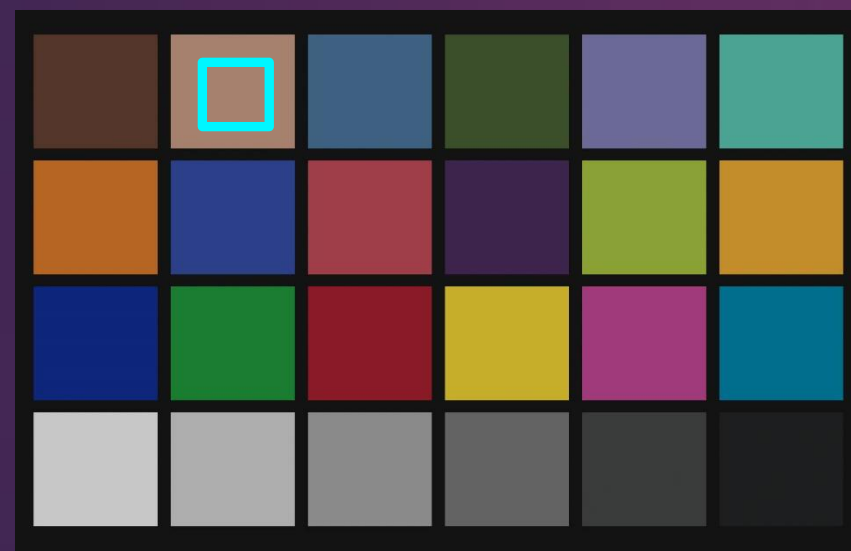
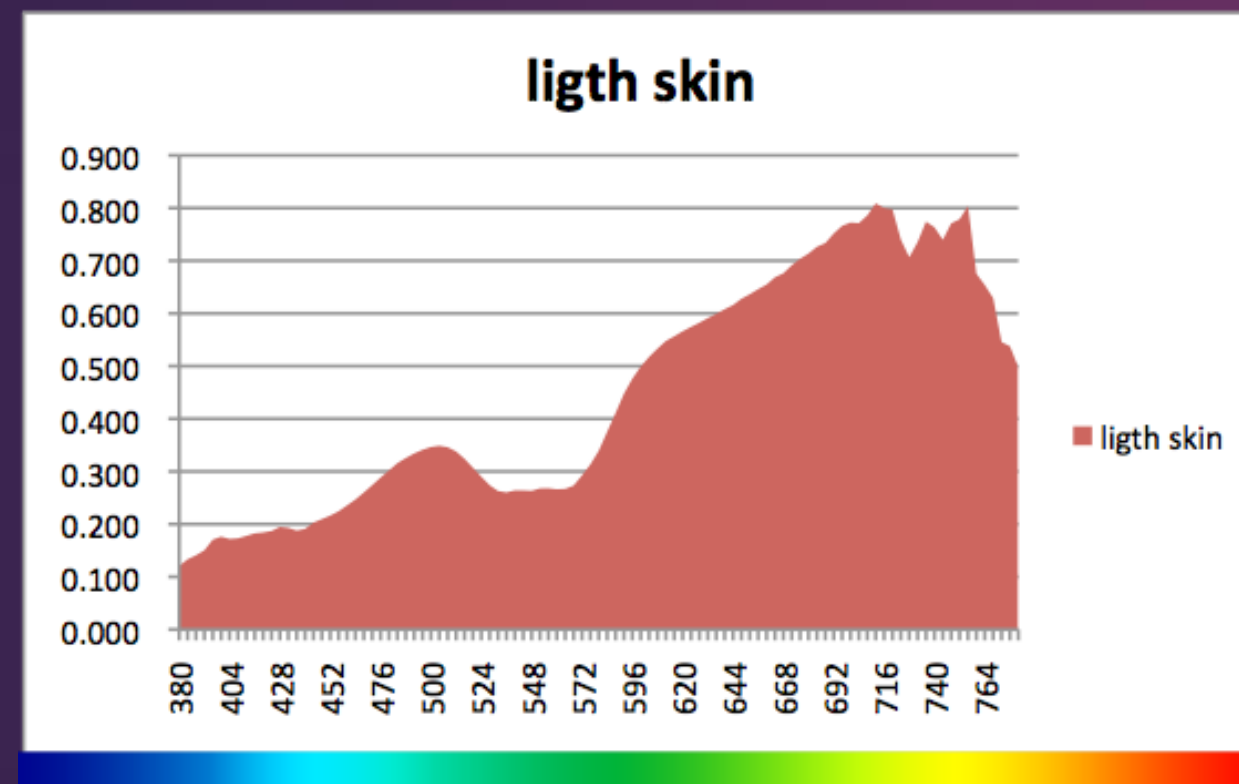


A光源で照明

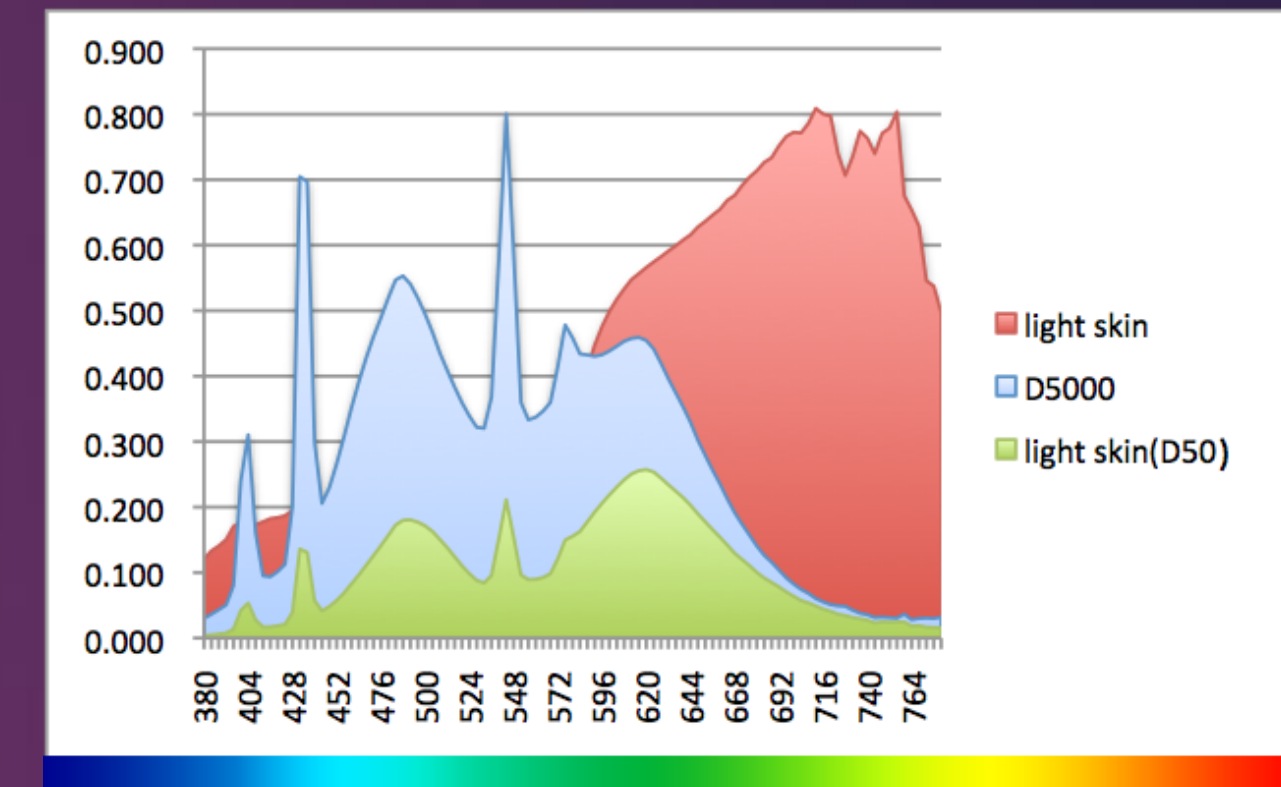


測光-分光測定

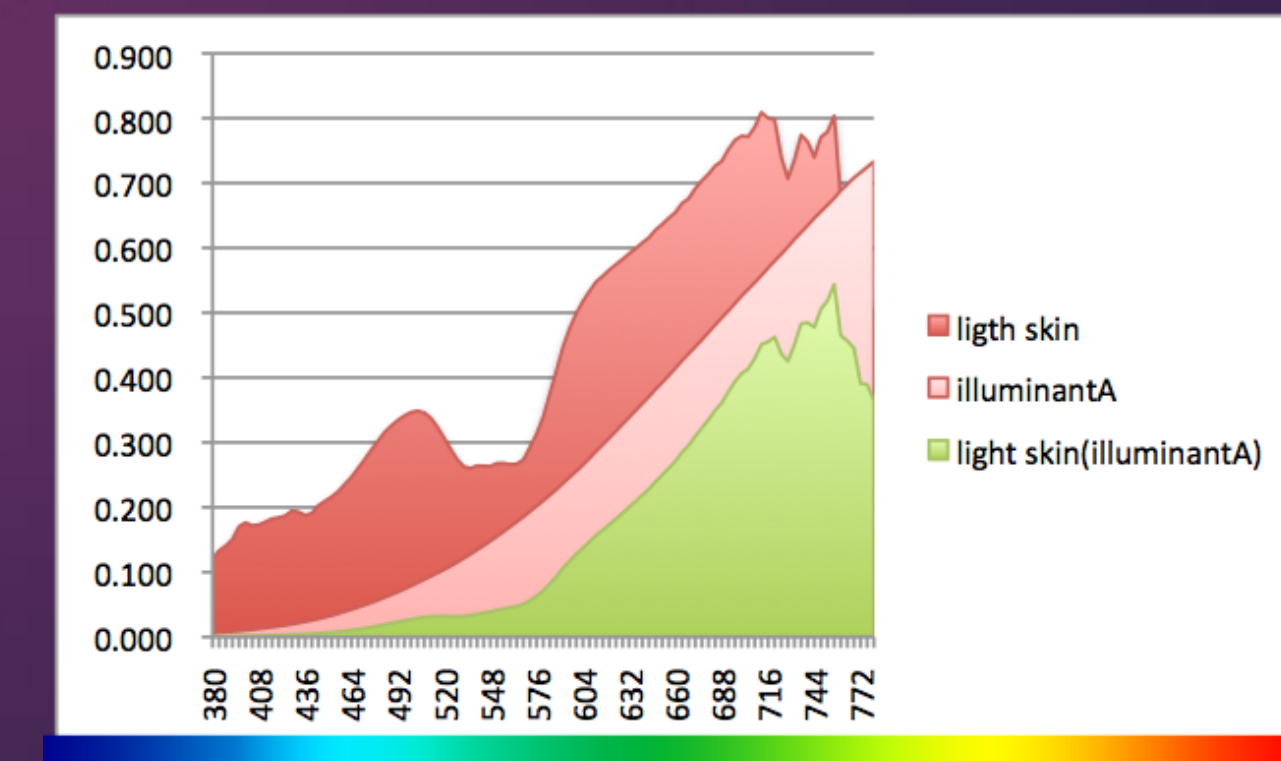
分光反射率 (light skin)



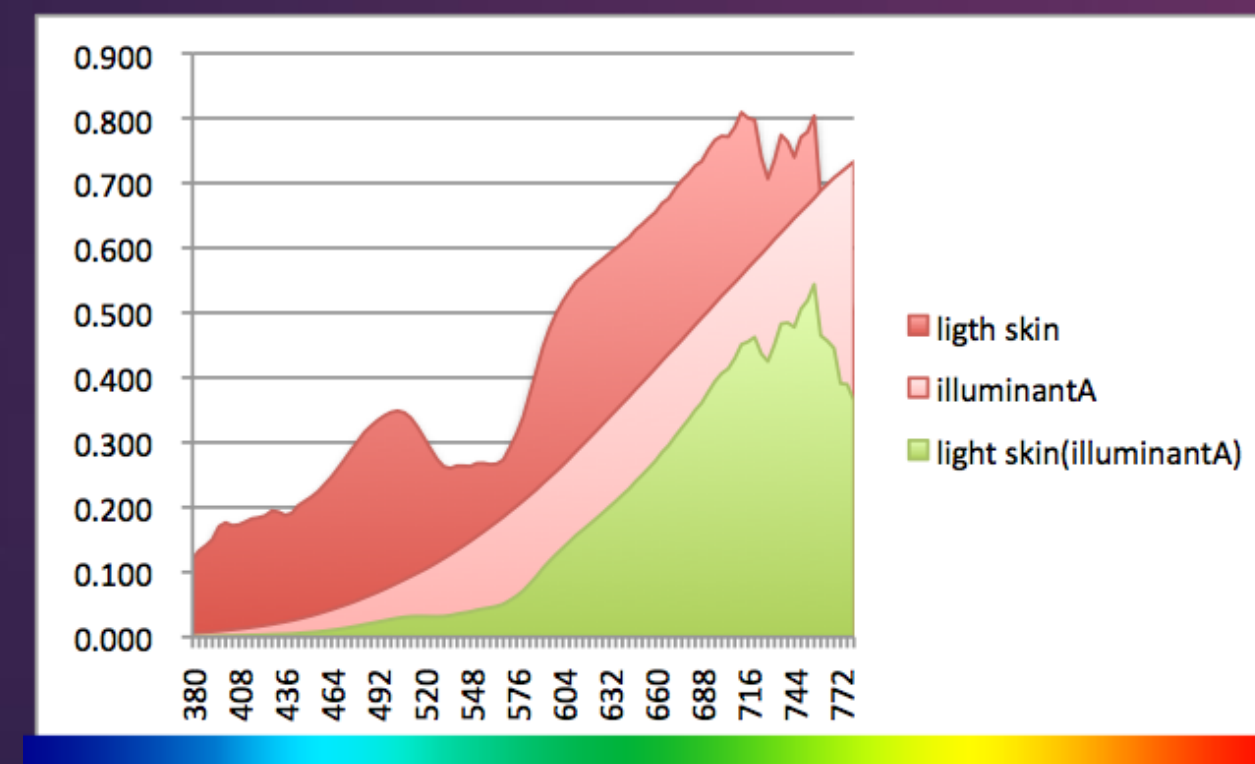
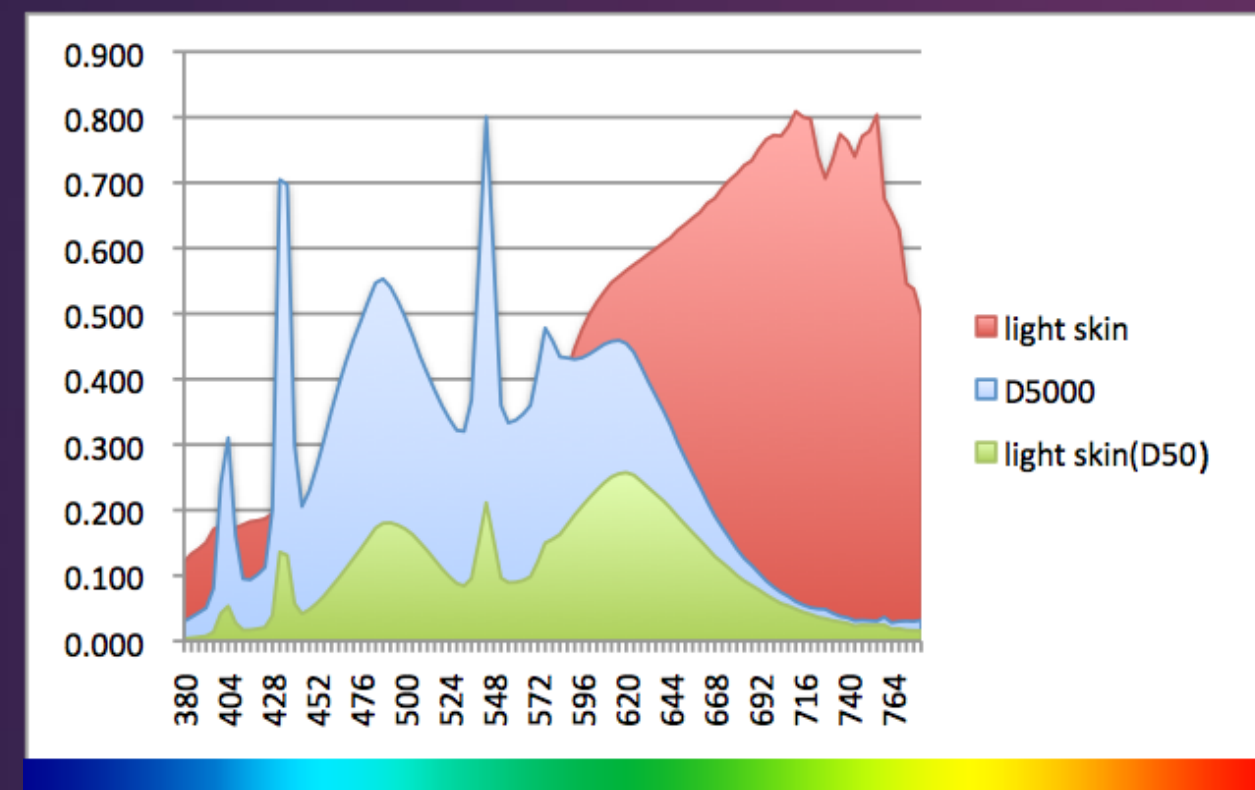
デイルイト (D50) 光源で照明



A光源で照明



測光-分光測定



CIE-XYZ等色関数

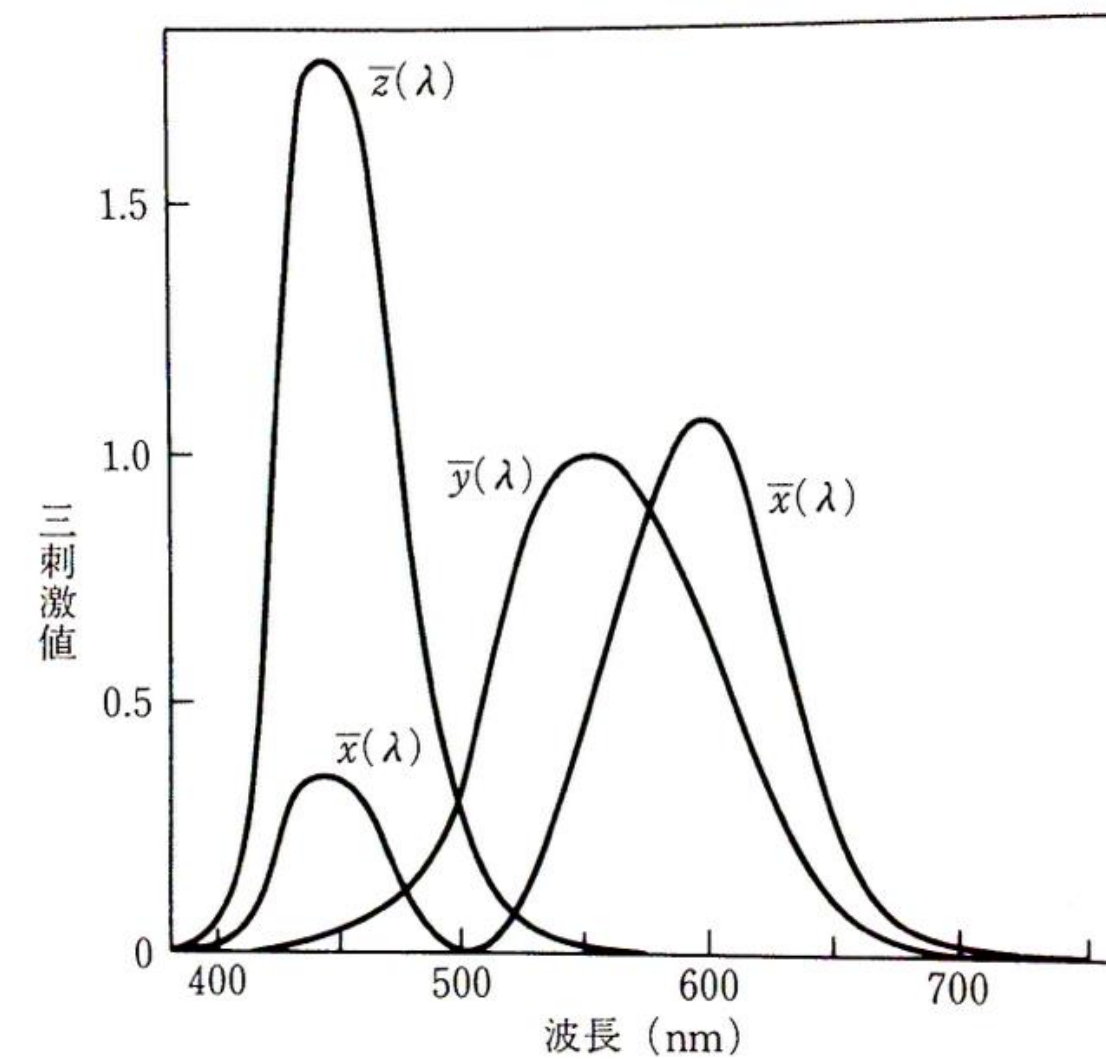


図 1 (3.2) XYZ 表色系の等色関数 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$

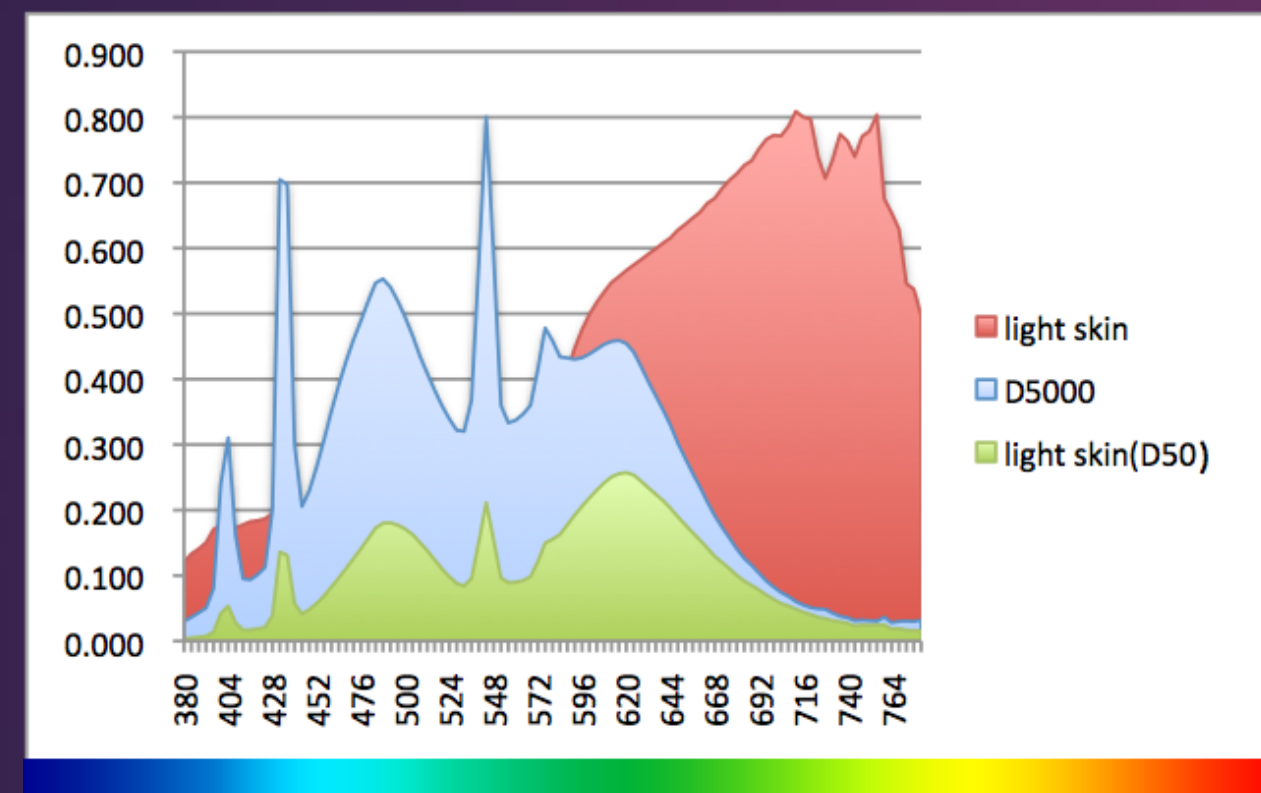
色彩工学. 1993. 大田登. p68



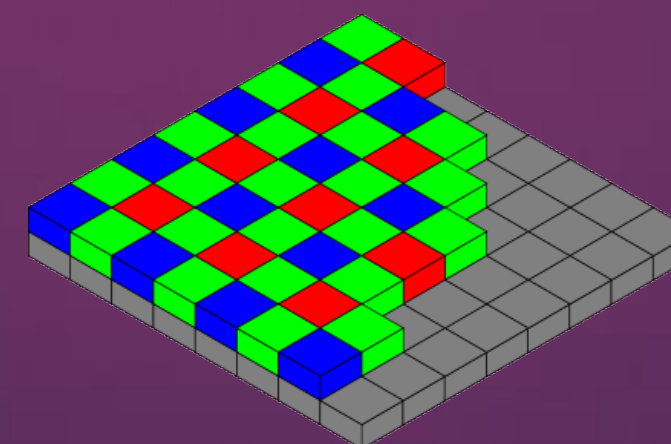
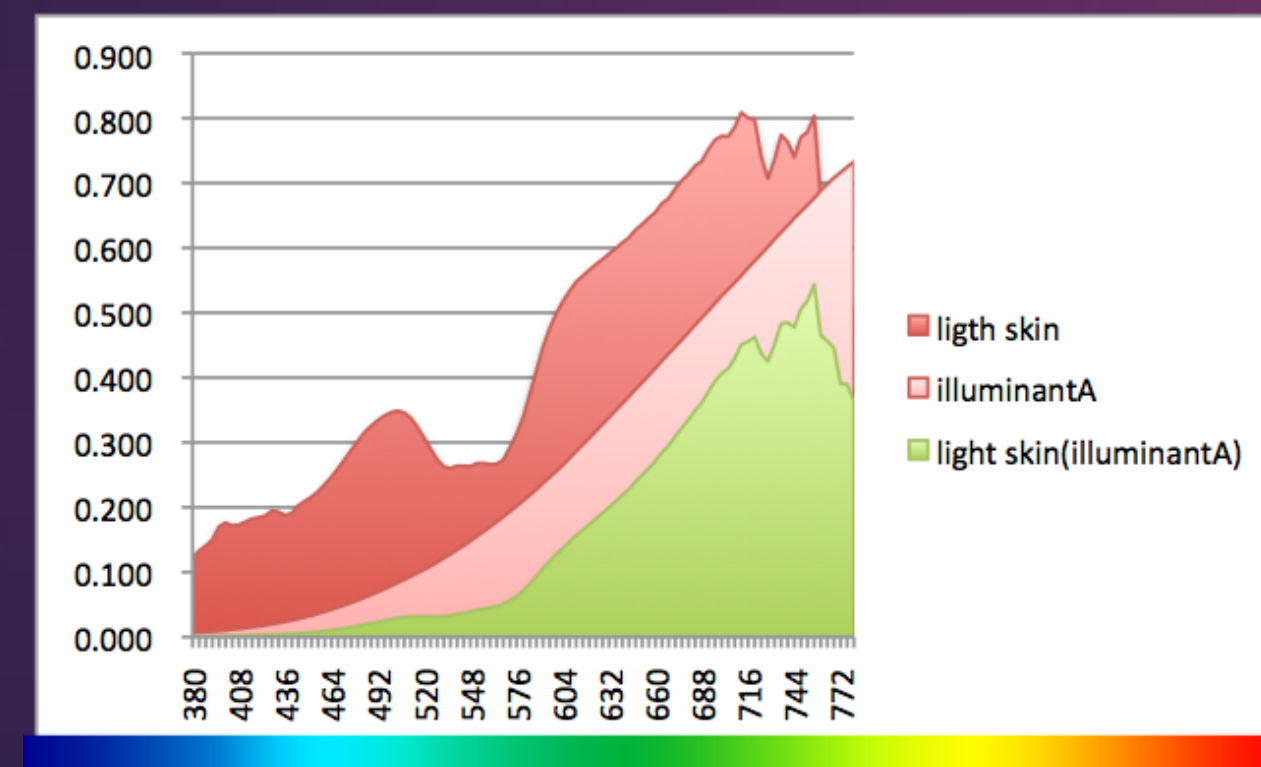
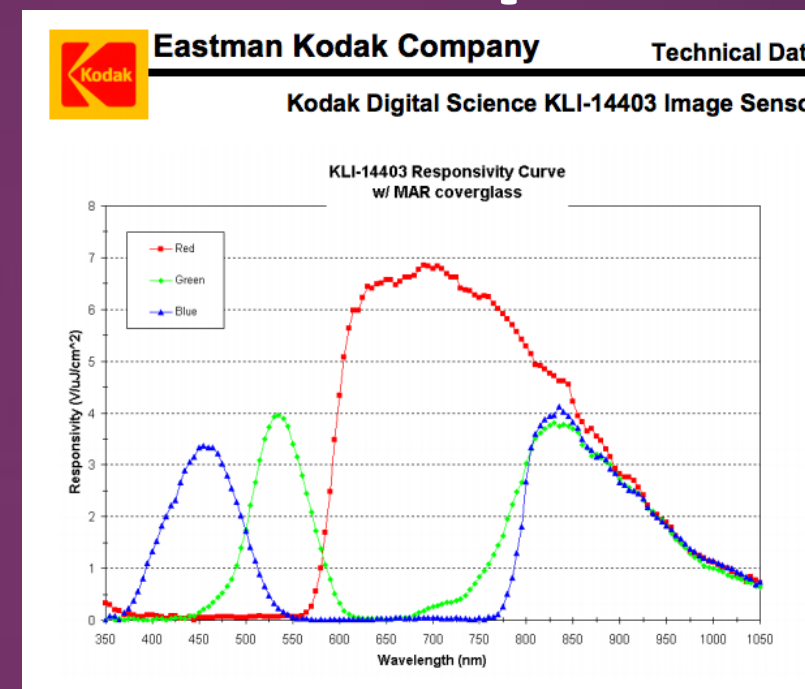
CIE-XYZ



測光-分光測定



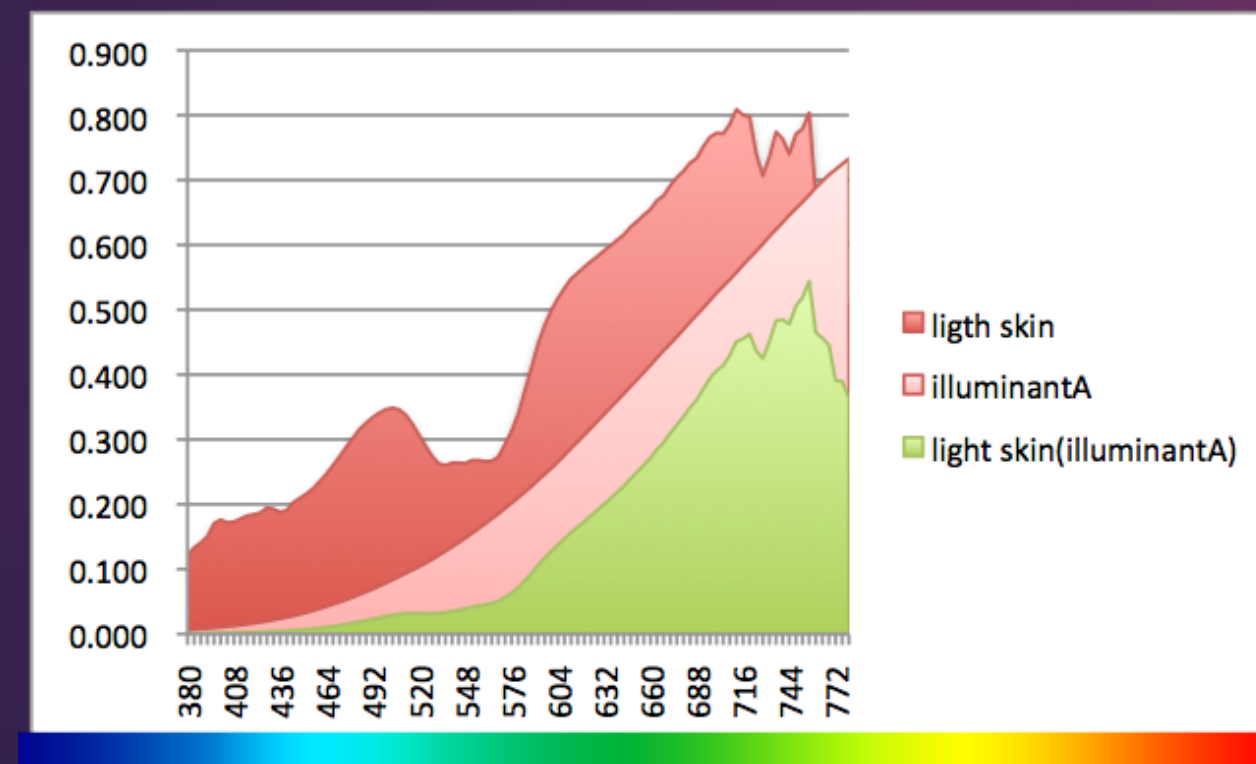
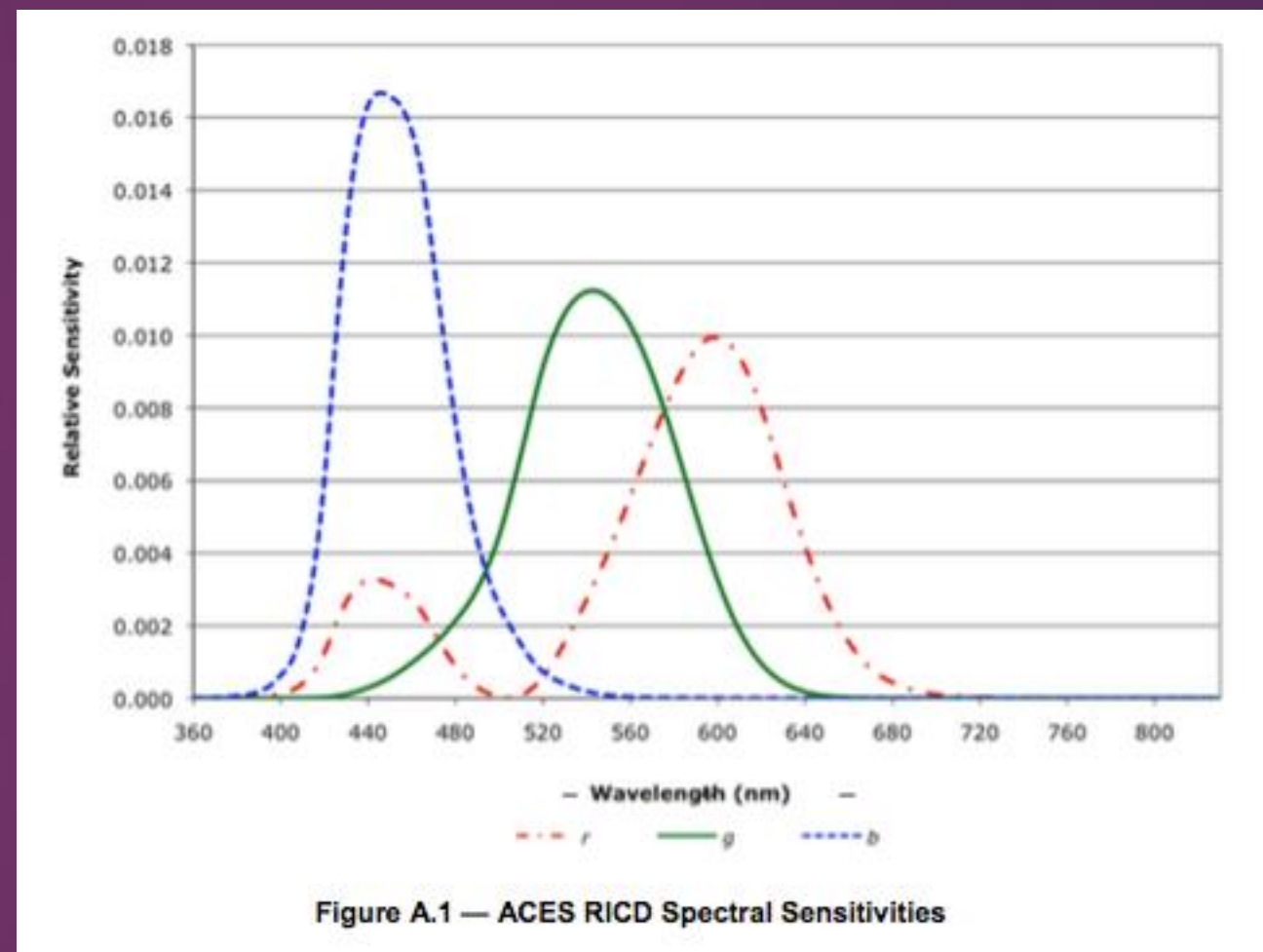
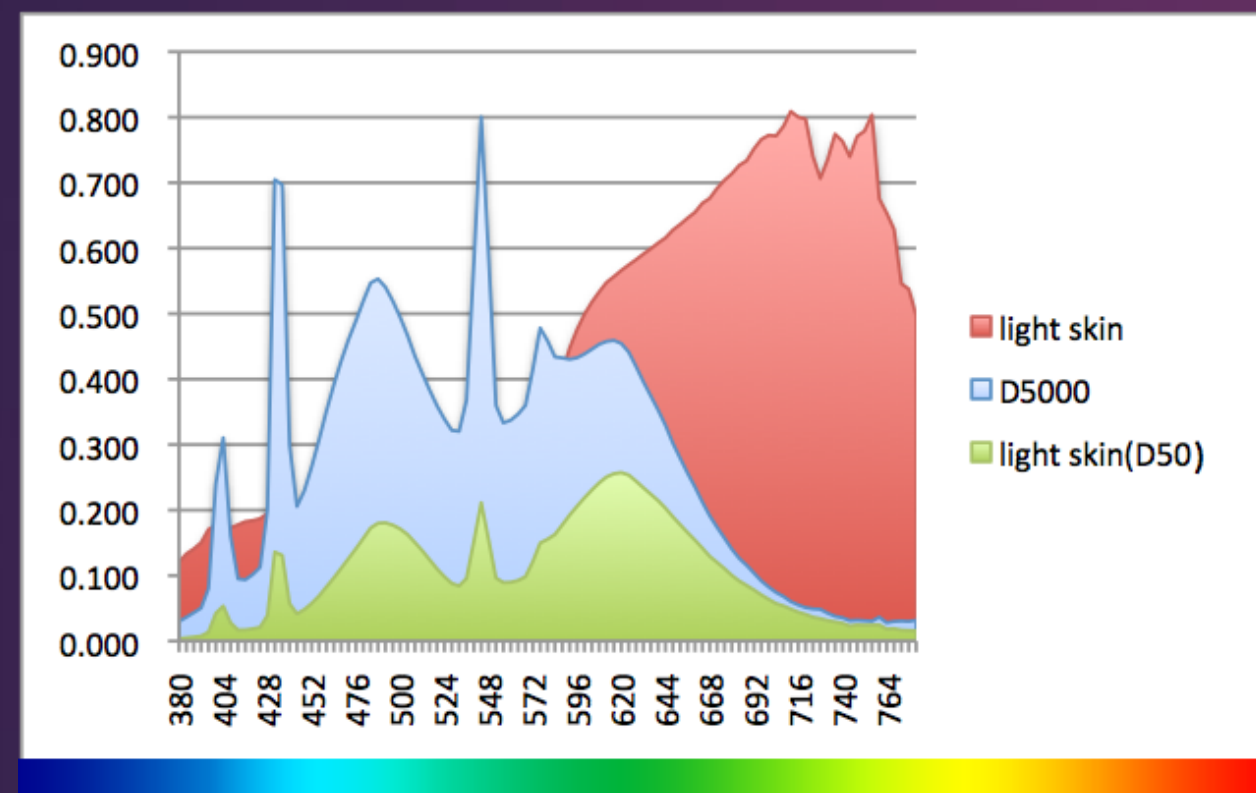
example



カメラ毎に異なる分光感度



ACES RICD(Reference Image Capture Device)



ACES Reference Image
Capture Device Spectral
Sensitivities

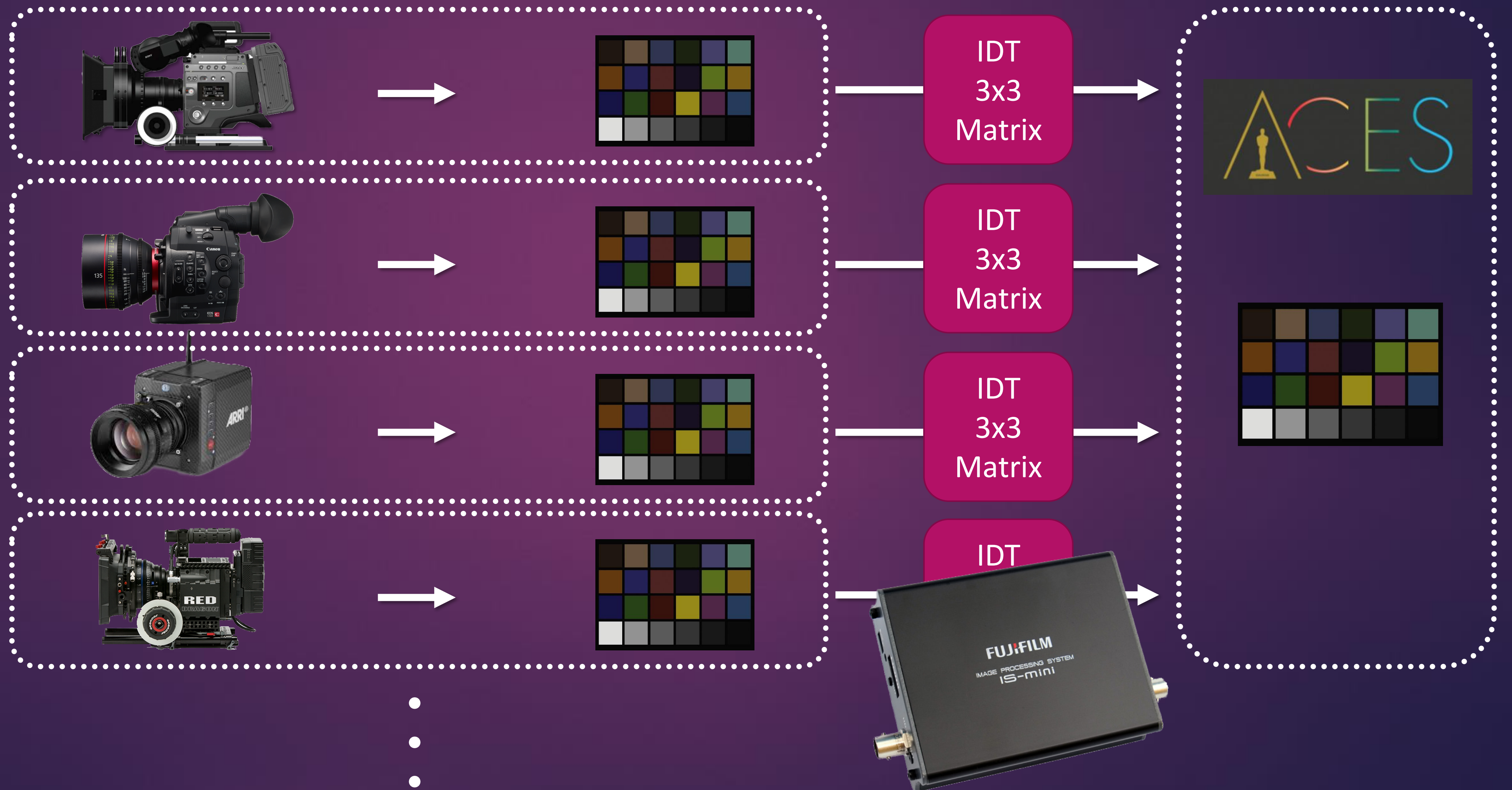


ACES
RGB

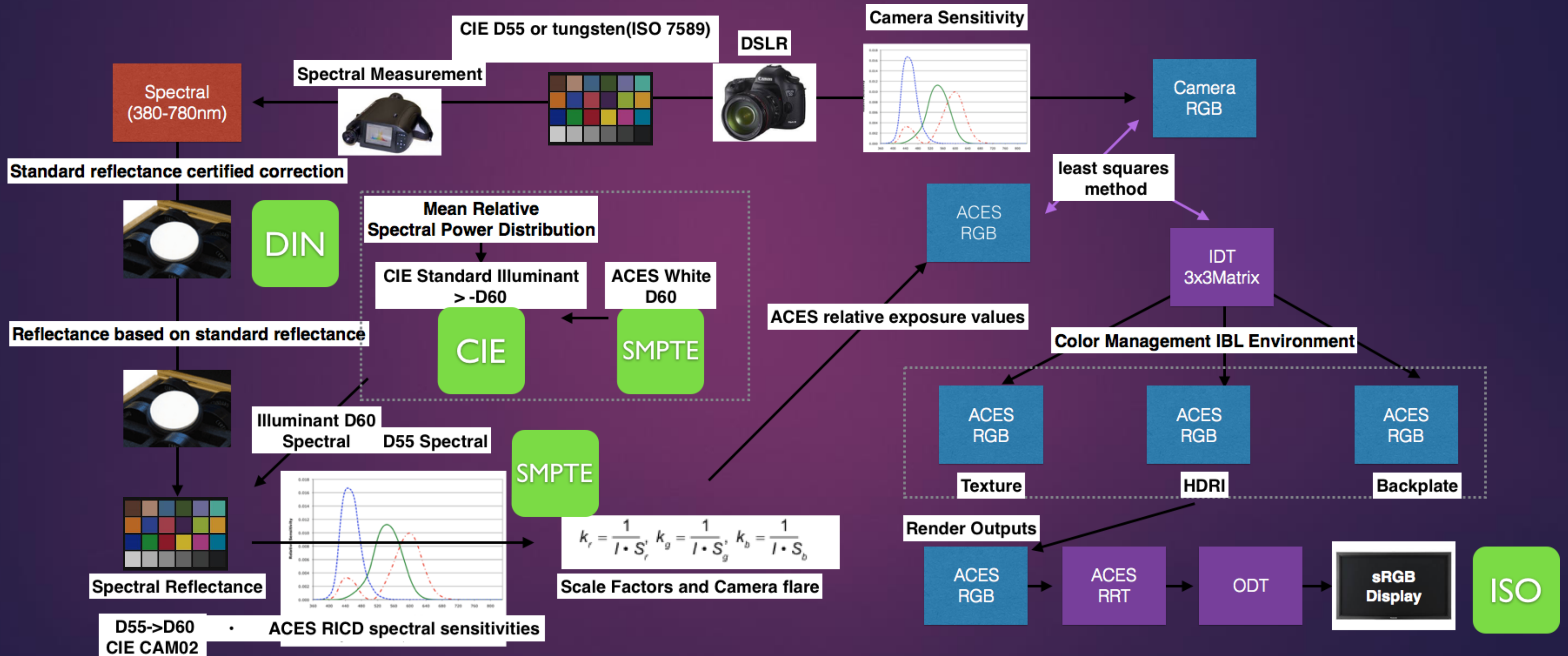
IDTの役割

Digital Cinema Camera
Camera RGB

ACES RGB



IDT作成の手順例



シーン輝度とカメラのダイナミックレンジ

測定点の輝度 Nelson(1977)

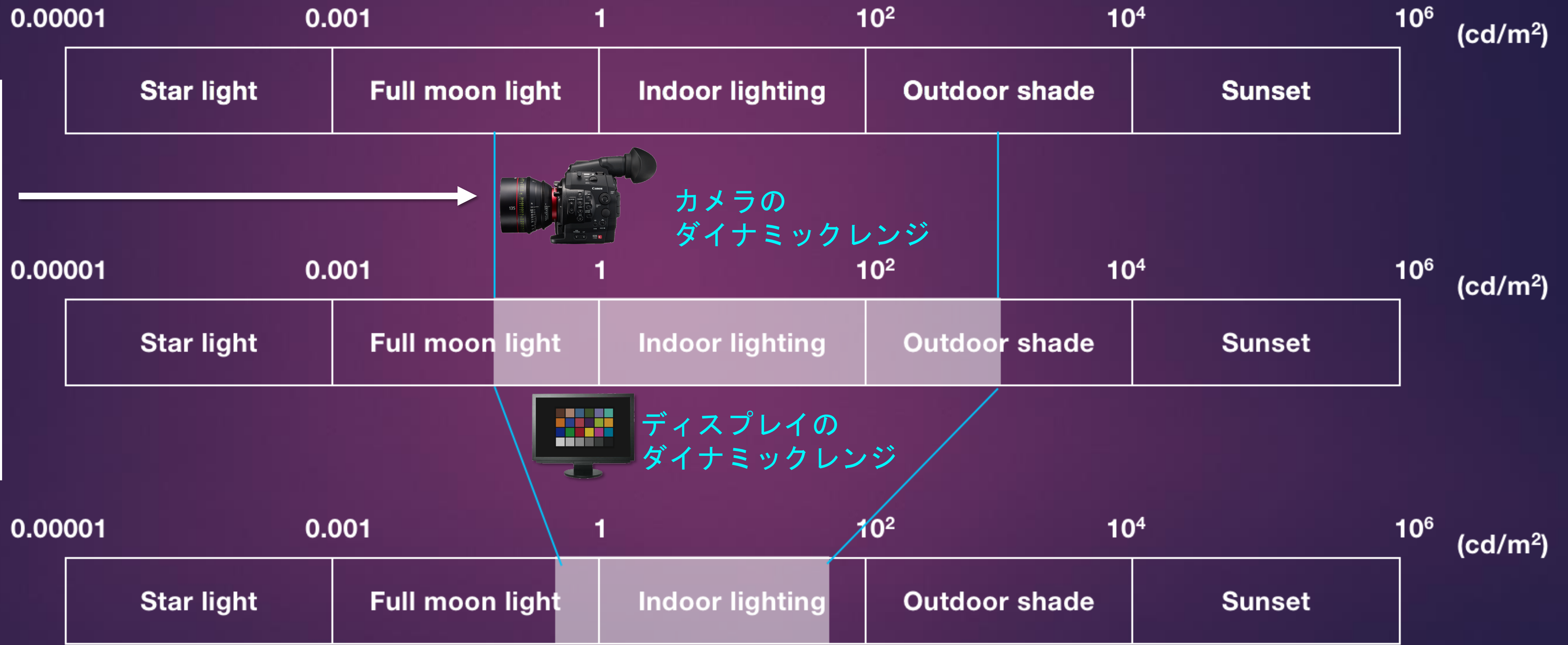
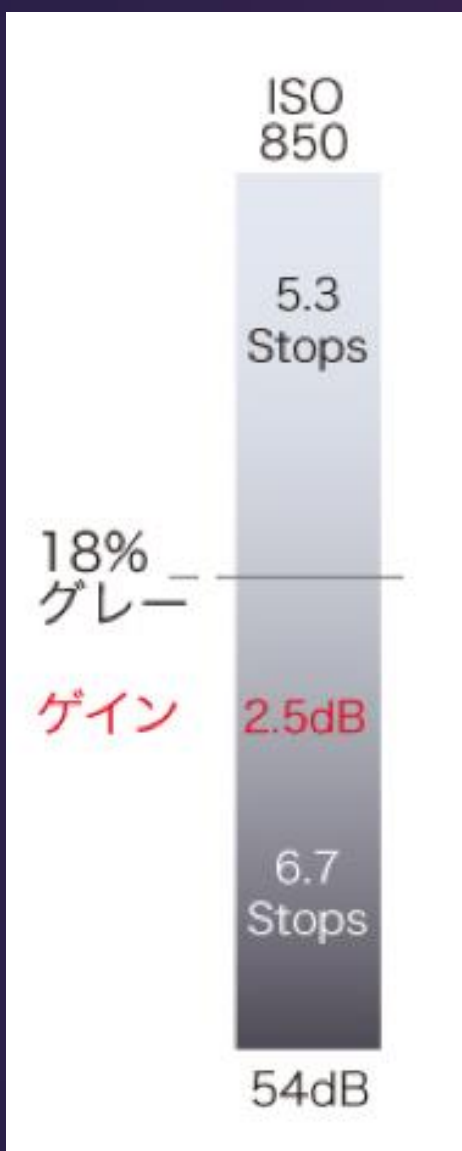


※出典：太田登 色再現工学の基礎

測定点の輝度 Nelson(1977)

被写体	輝度(cd/m2)
白い雲	12400
青空	4600
草色	3420
ひなたの橋	2730
明るい日陰の橋	1030
暗い日陰の橋	335
木の陰の部分	64

シーン輝度とカメラのダイナミックレンジ

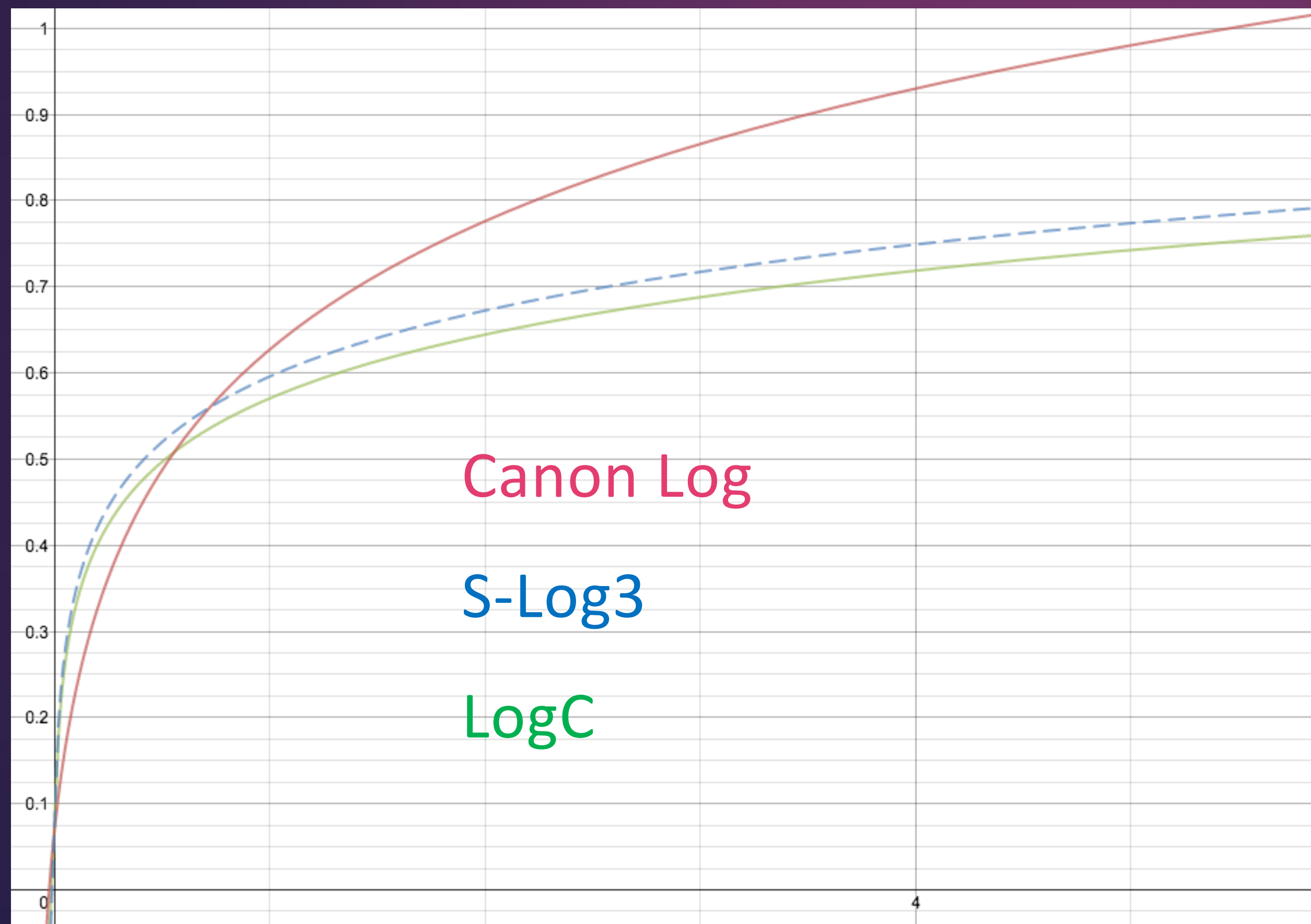


12ストップの再現域

cweb.canon.jp/cinema-eos/lineup/digitalcamera/c500/feature-

ログエンコーディング- 10bit 伝送

カメラのダイナミックレンジを10bitで効率よく伝送するために
シーンリニアデータをログエンコーディング



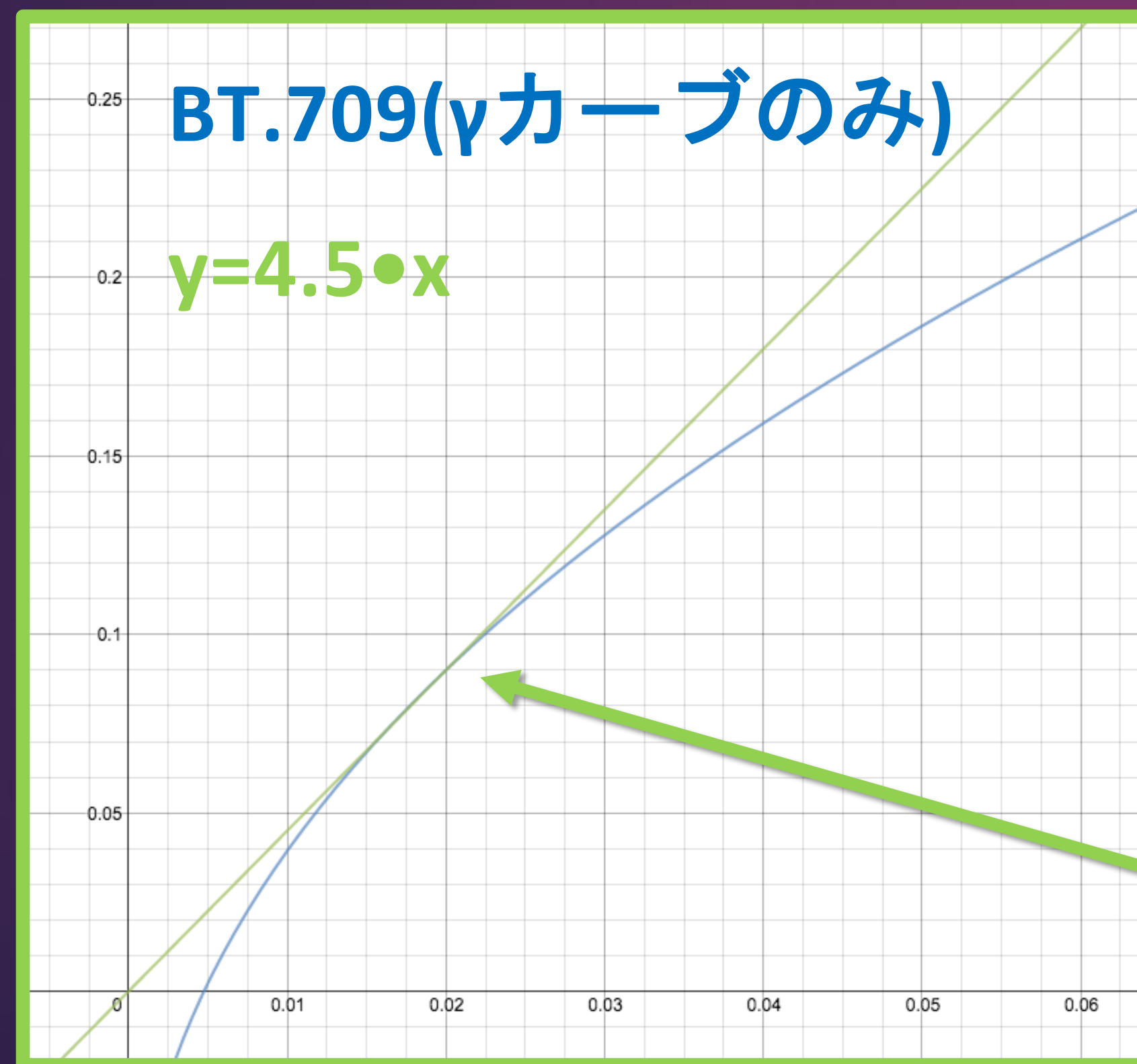
ディスプレイに出力するとコントラストが浅く見える



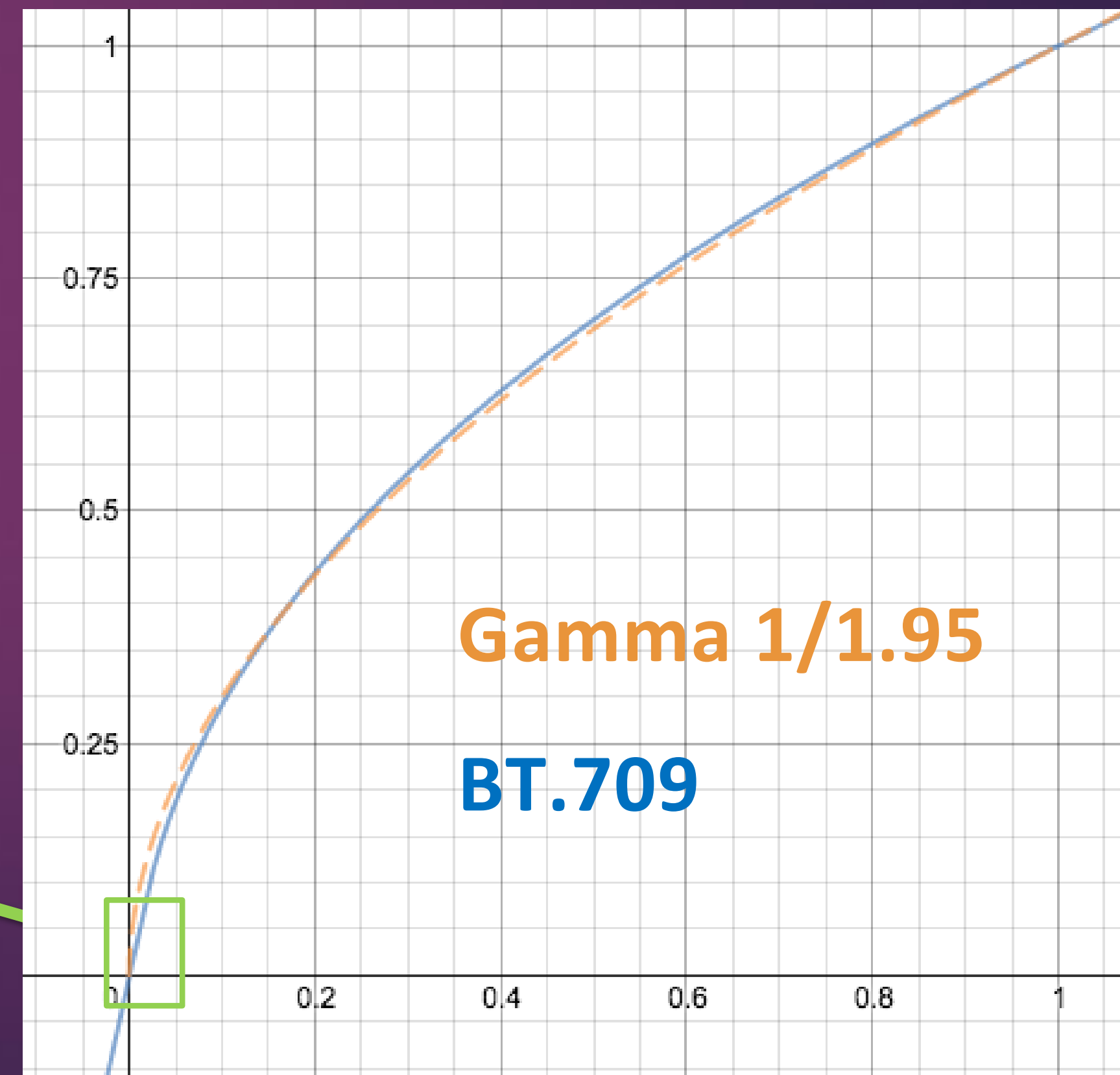
OETF(Optical-Erectro Transfer Function光電変換) ITU-R BT.709

シーンリニアデータをモニタ上で視覚に基づいたビューイングするための規格

暗部はリニアの特性を持つ

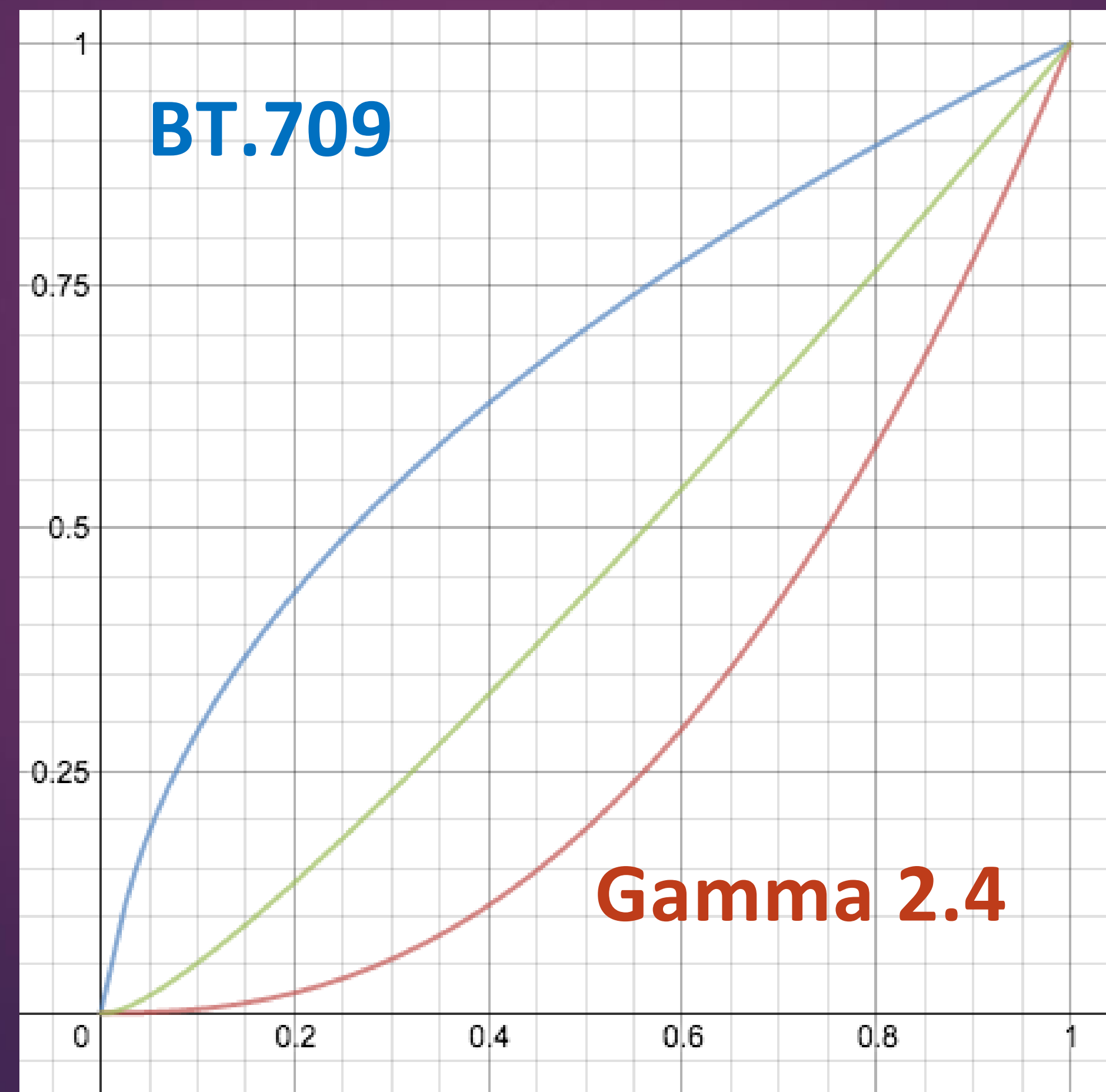


BT.709はGamma(1/1.95)と近い曲線



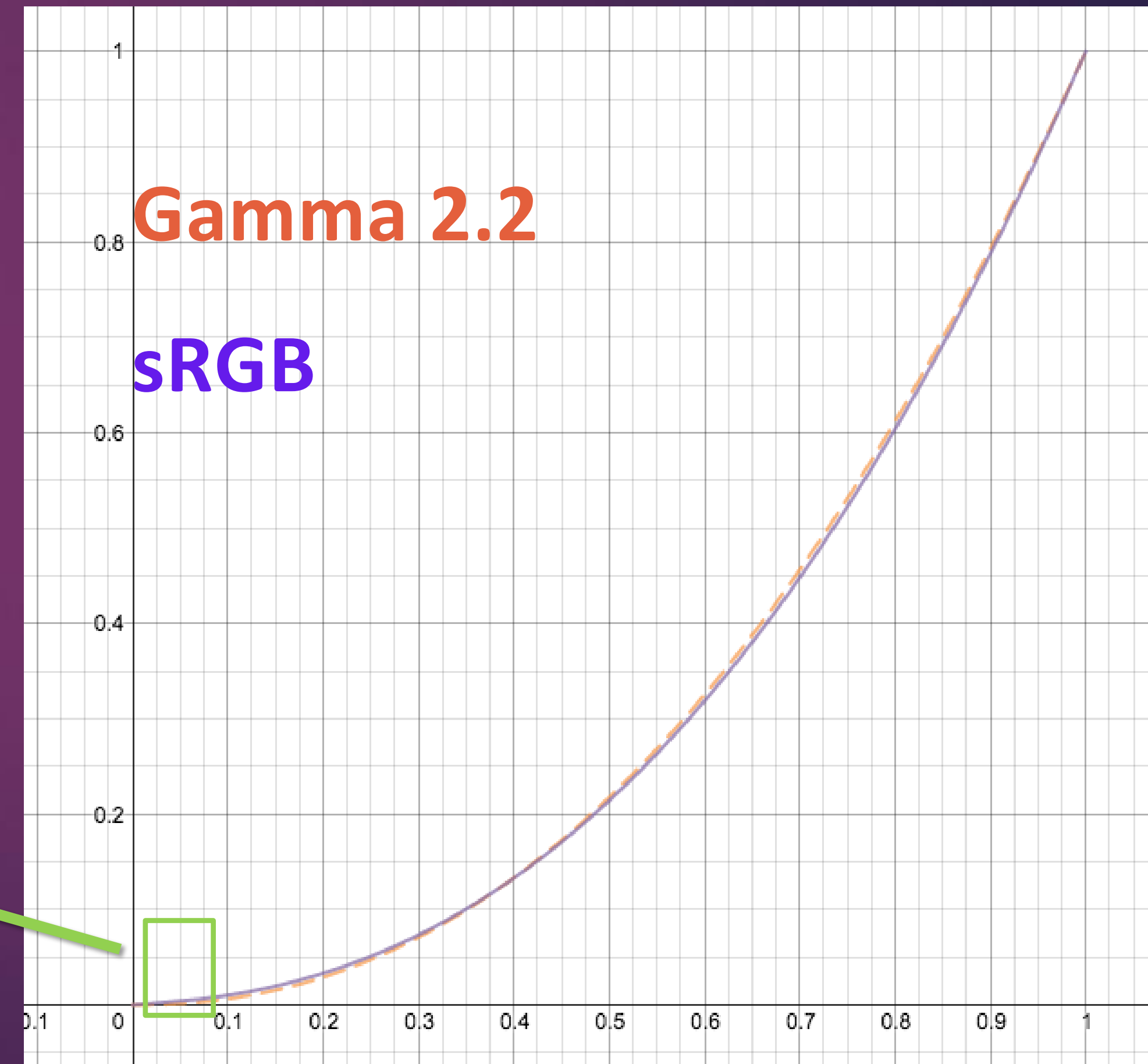
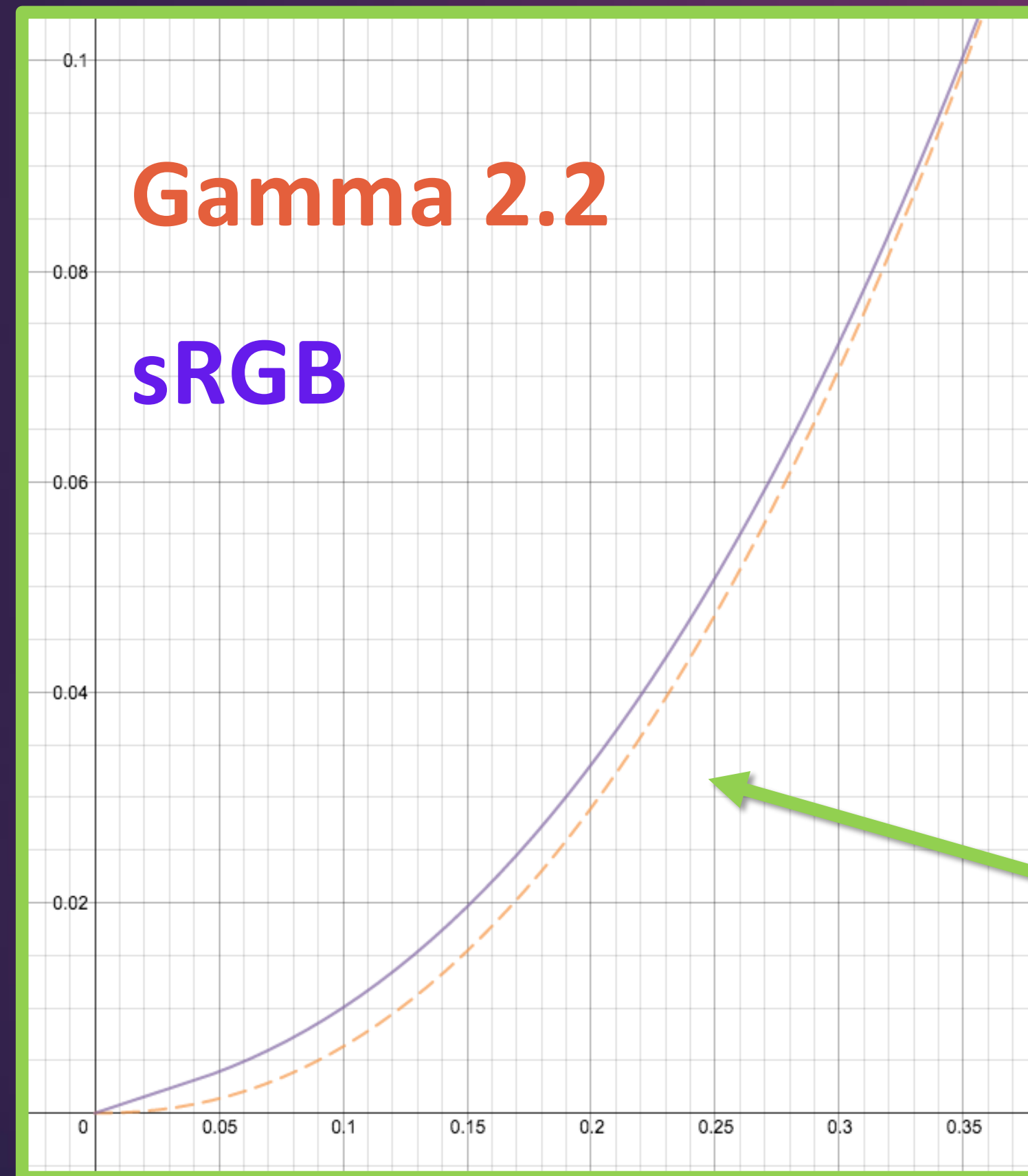
EOTF(Electro-Optical Transfer Function電光変換) ITU-R BT.1886

CRTモニタの特性に基づいた規格（Gamma2.4）
リファレンス視聴環境はBT.2035に記載



sRGB

ディスプレイリファードで作成した画像をXYZに変換するための規格
Gamma2.2に近似しているがシャドウ部はつぶれを防ぐためなだらかなカーブ
リファレンス視聴環境はガンマ2.2



IDT, RRT, ODTを含んだACES

カメラデバイスからシーンリニアを取り出すIDT

フィルムに基づいて開発されたシーンリニアデータをレンダリングするRRT

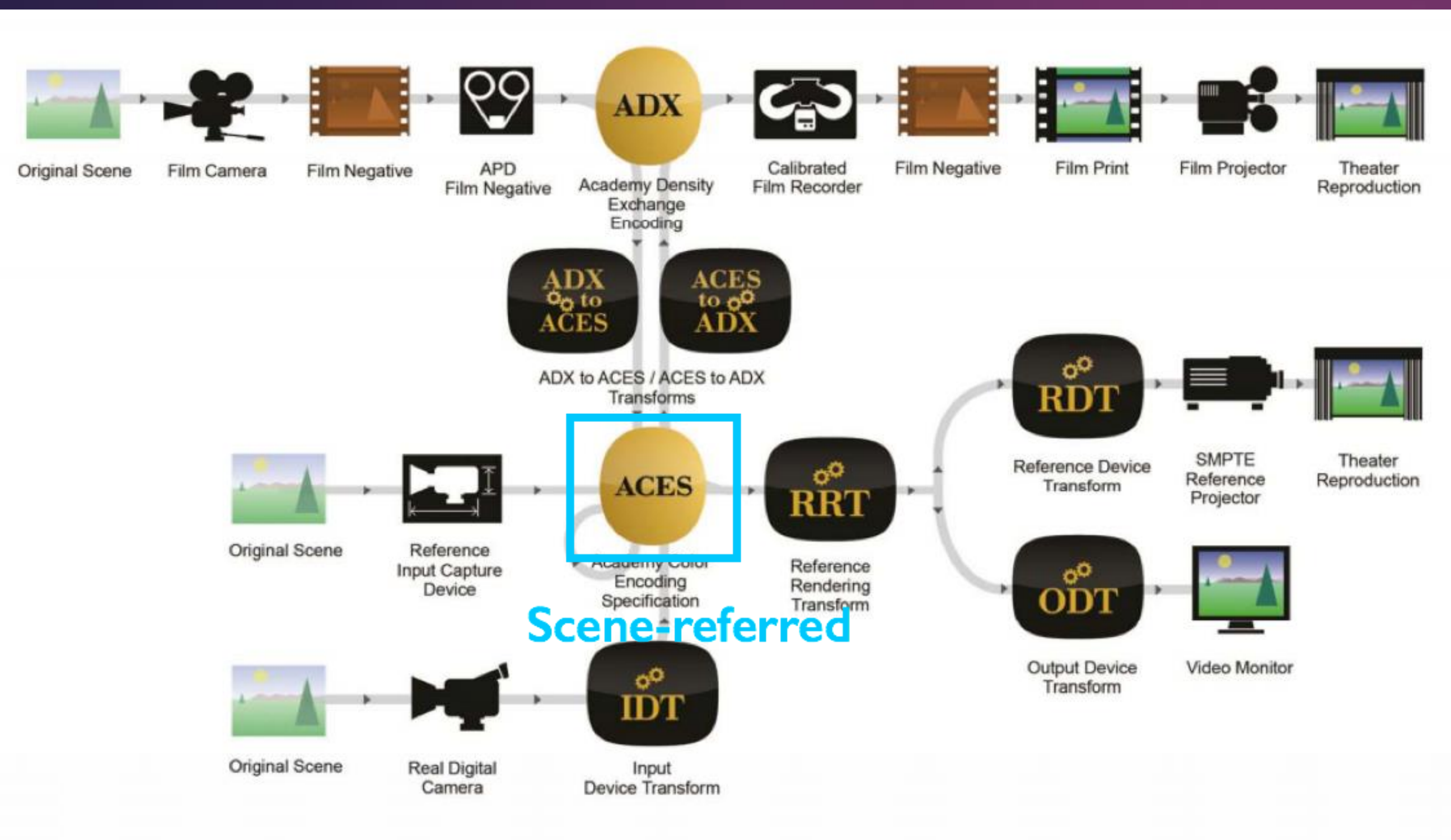
多様なディスプレイデバイスに合わせた変換をおこなうODT

Reference Rendering Transform

富士フィルムと RRT - フィルムルックの継承と展開

• スキントーン、自然の緑、青空などに重みをおいた色相別色再現のコントロールにより、欠点を補いつつ好ましい色再現を実現したバージョンは、富士フィルム内田氏の貢献の高さから、RRTut3.3 (Uchida Tune) と命名されている。

• 逆変換適正及び色相保存のアルゴリズムを取り入れて、2014年2月時点では RRTv0.7.1



シーンリニアワークフロー/ACES

Computer Graphics

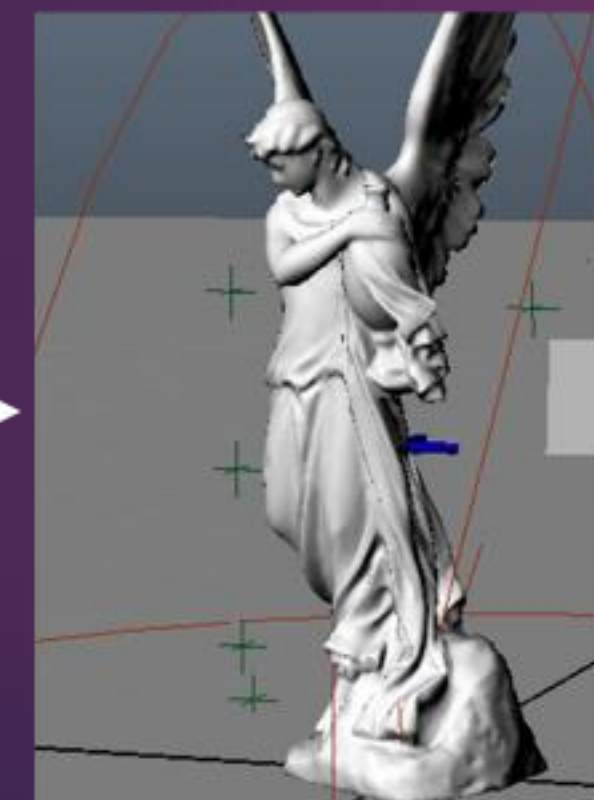


Lighting(ACES)



テクスチャ
(sRGB)

IDT



Physically-based
Material



Physically-based
Rendered Image
(ACEScg)

Photographic Plates (Film and Video)



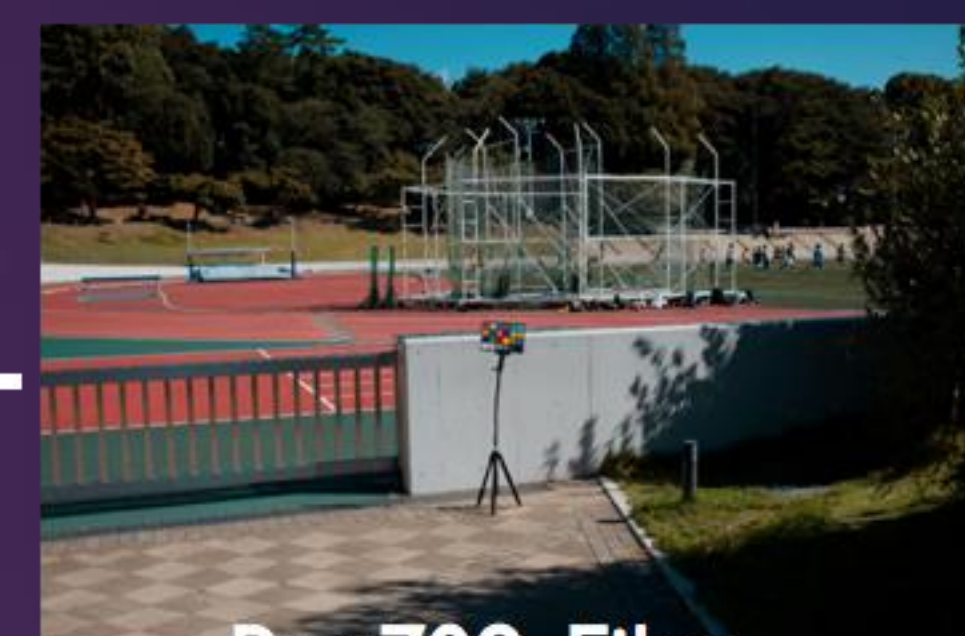
Scene-linear
Compositing

ACEScg

Color Rendering
RRT
Film Emulation

ODT

Rec709
ST2084



IDT

Rec709, Film,
Camera Log, etc

Display Setting



BT.1886
ST.2084

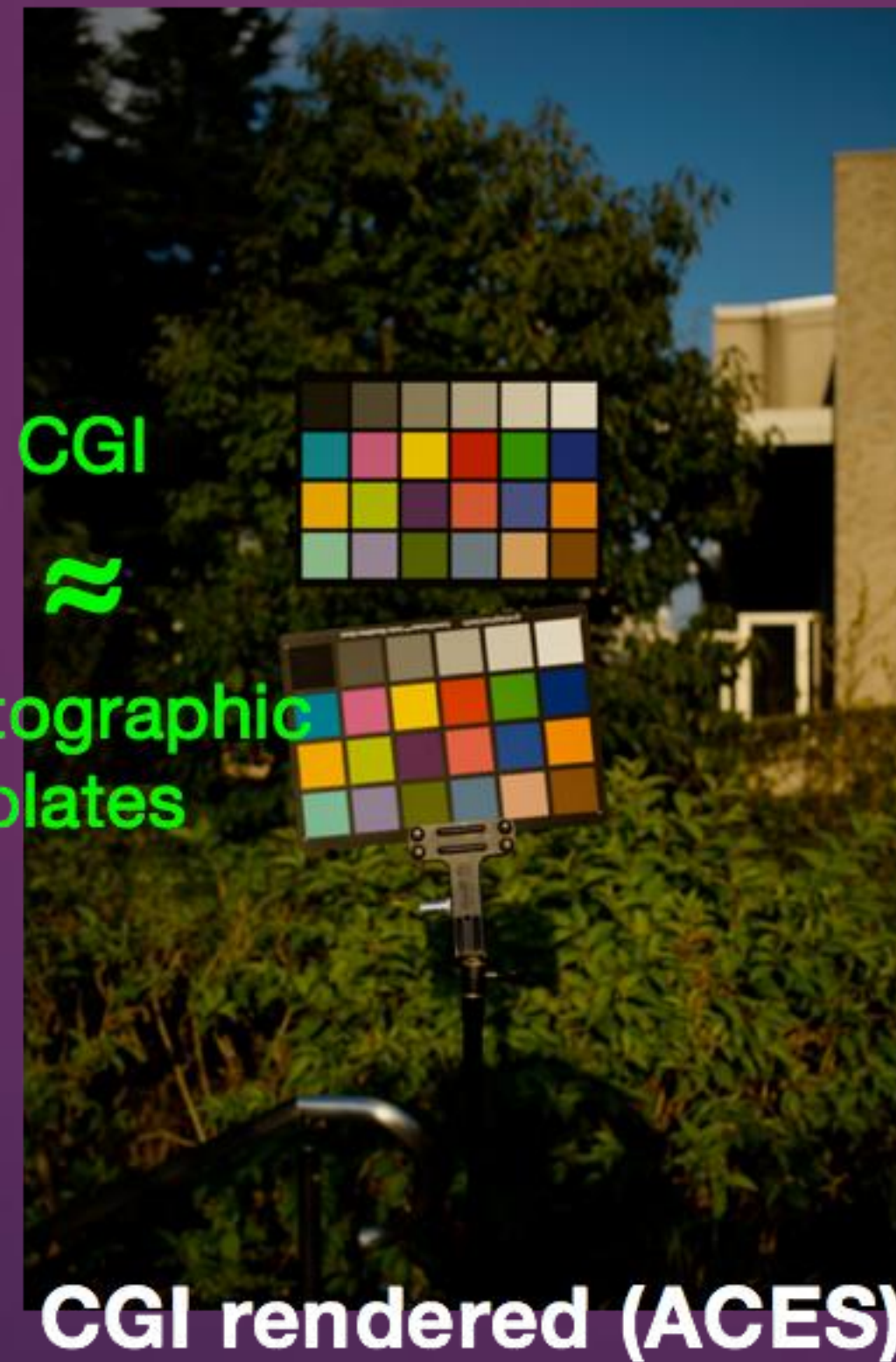
Look Development Environment on Scene-linear / ACES

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

Create textures and materials



look-dev environment (ACES)
“evening-glow”



CGI

≈

photographic
plates

CGI rendered (ACES)



Table D.1 — Color chart ACES values			
Stimulus	ACES R	ACES G	ACES B
Specialty non-reflective 18% reflecting diffuser	0.18000	0.18000	0.18000
Perfect reflecting diffuser	0.87784	0.87784	0.87784
D50 Illuminant, 2° observer	0.11077	0.08796	0.05965
D50 Illuminant, 2° observer	0.40000	0.31000	0.21000
D50 Illuminant, 2° observer	0.18476	0.20398	0.31310
D50 Illuminant, 2° observer	0.19601	0.13111	0.06493
D50 Illuminant, 2° observer	0.24064	0.24064	0.40932
D50 Illuminant, 2° observer	0.32283	0.45208	0.40906
D50 Illuminant, 2° observer	0.38657	0.22144	0.06777
D50 Illuminant, 2° observer	0.13922	0.13922	0.33703
D50 Illuminant, 2° observer	0.30203	0.13792	0.12708
D50 Illuminant, 2° observer	0.06810	0.06810	0.15605
D50 Illuminant, 2° observer	0.54877	0.43605	0.15613
D50 Illuminant, 2° observer	0.48057	0.36686	0.08561
D50 Illuminant, 2° observer	0.34731	0.07443	0.27274
D50 Illuminant, 2° observer	0.15386	0.25680	0.06071
D50 Illuminant, 2° observer	0.21743	0.07070	0.01130
D50 Illuminant, 2° observer	0.18851	0.03844	0.01157
D50 Illuminant, 2° observer	0.30904	0.14818	0.27426
D50 Illuminant, 2° observer	0.14920	0.23377	0.20038
D50 Illuminant, 2° observer	0.88653	0.88792	0.88618
D50 Illuminant, 2° observer	0.57396	0.57296	0.57169
D50 Illuminant, 2° observer	0.35346	0.35337	0.35301
D50 Illuminant, 2° observer	0.20253	0.20243	0.20207
D50 Illuminant, 2° observer	0.08467	0.08425	0.08337
D50 Illuminant, 2° observer	0.01743	0.01706	0.01686

Texture
(SMPTE ST 2065-1)



CGI rendered (ACES)



reference (ACES)

Look Development Environment on Scene-linear / ACES

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

Yuka Ishikawa and Teruyuki Ishikawa

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



**“early-morning”
blueish white
low contrast**



**“daytime-parking”
neutral white
middle contrast**

Rendered by V-Ray 3.0 for Maya

ACES Color Rendering and Enhancement

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

Scene-linear / ACES
(radiometrically-linear)



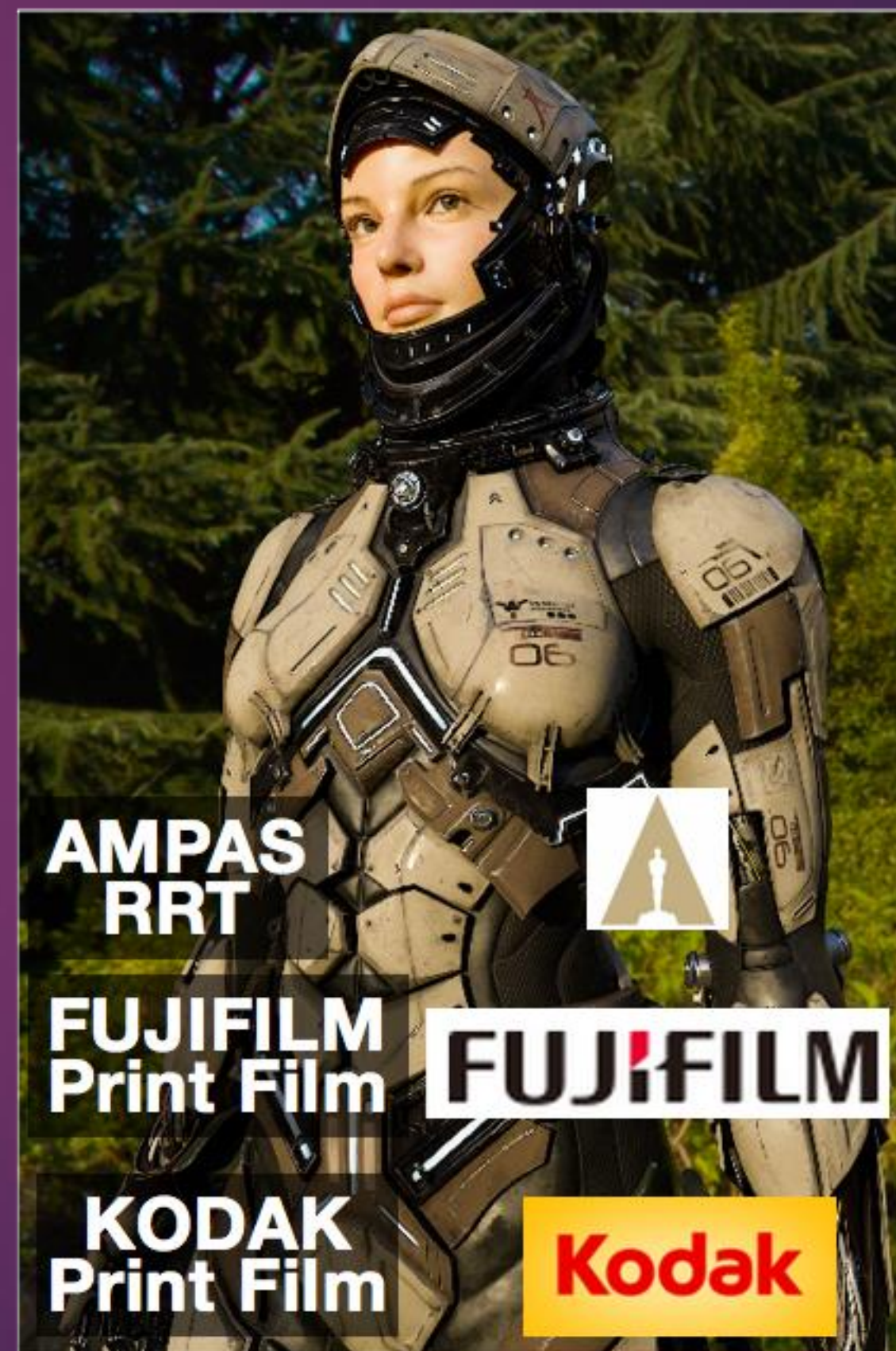
One-source (ACES)

Color Enhancement (Grading)
Negative film emulation



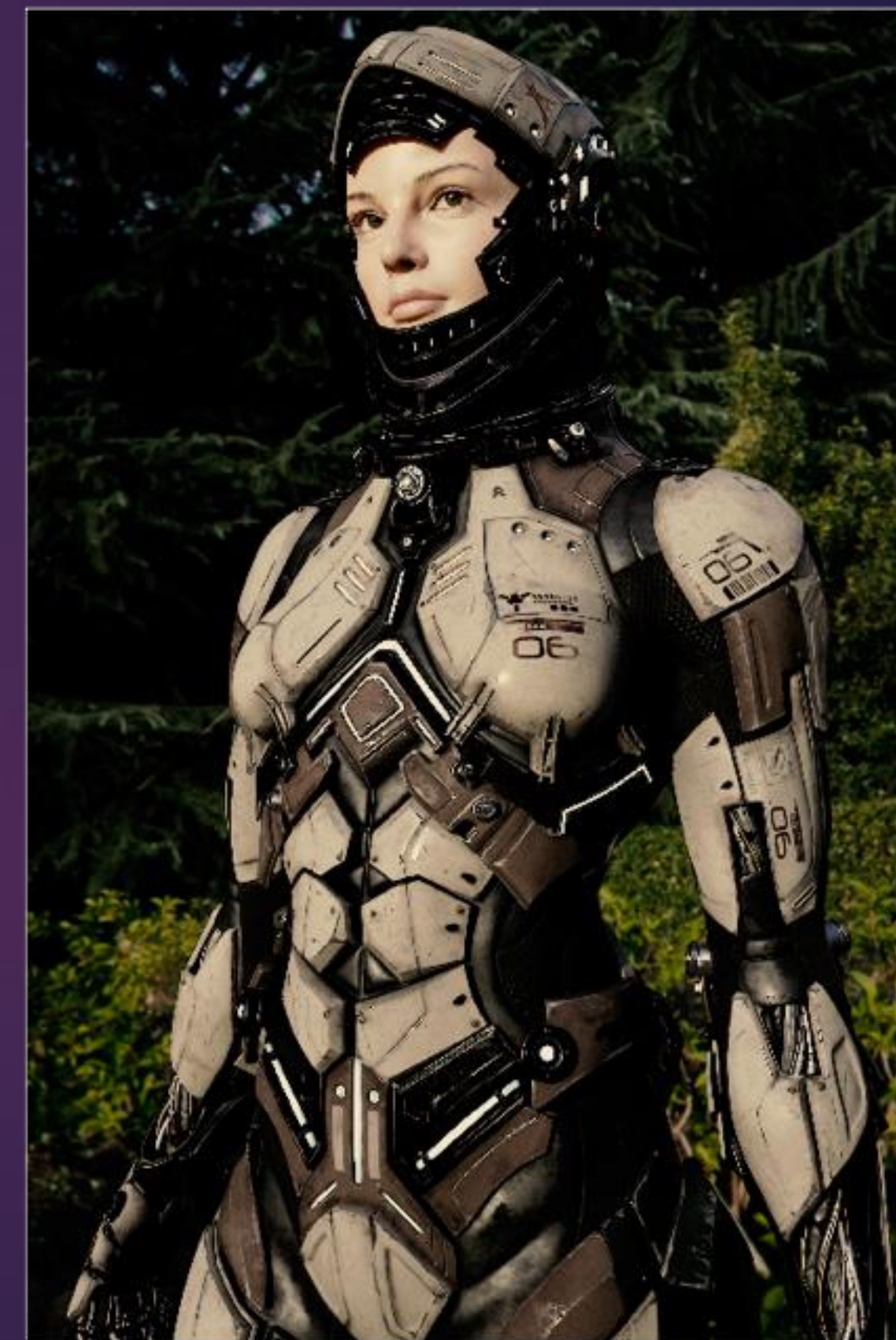
16 kinds of Film-look

Color Rendering



3 kinds of Rendering

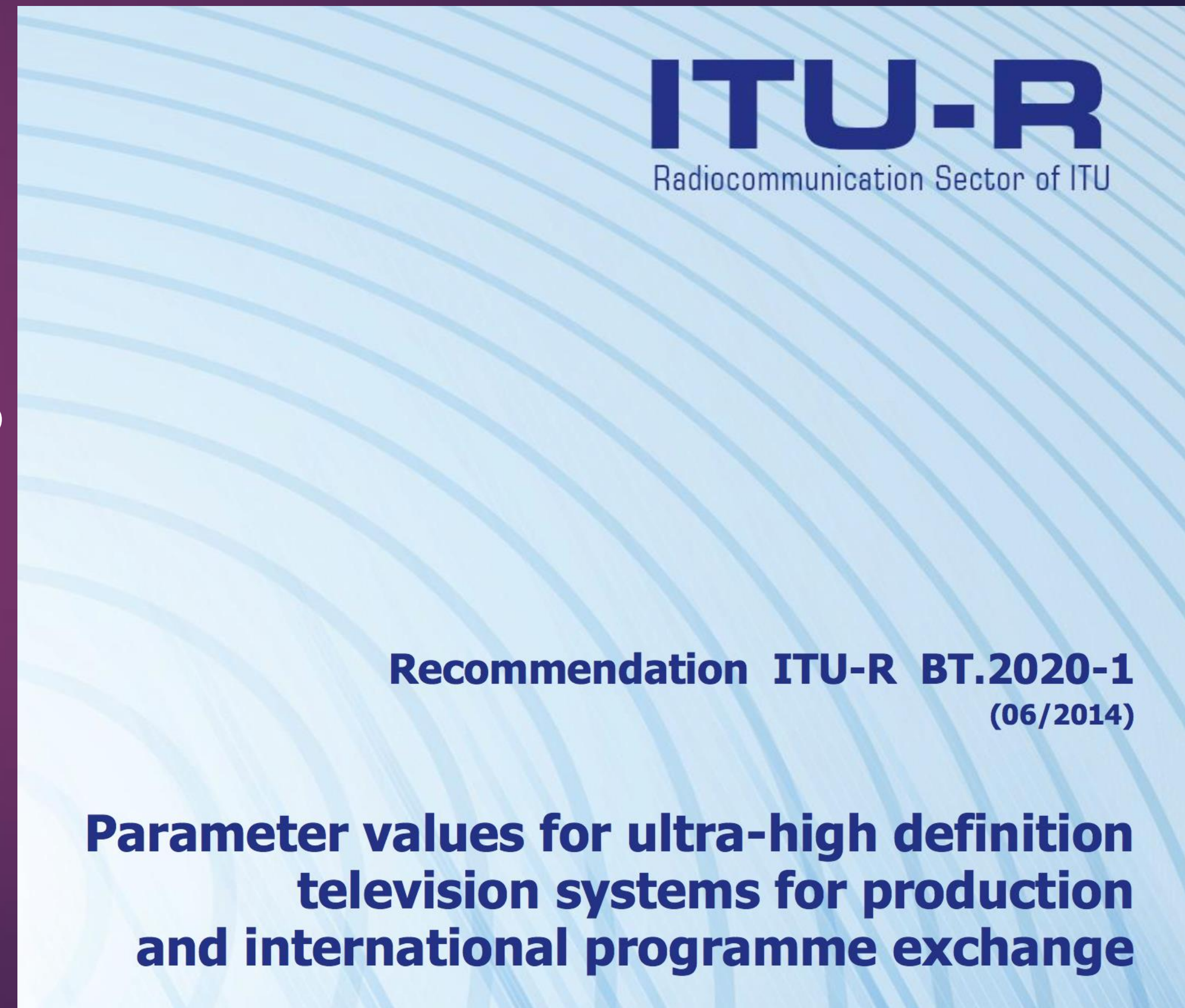
Color Rendered Image



48 kinds of Look

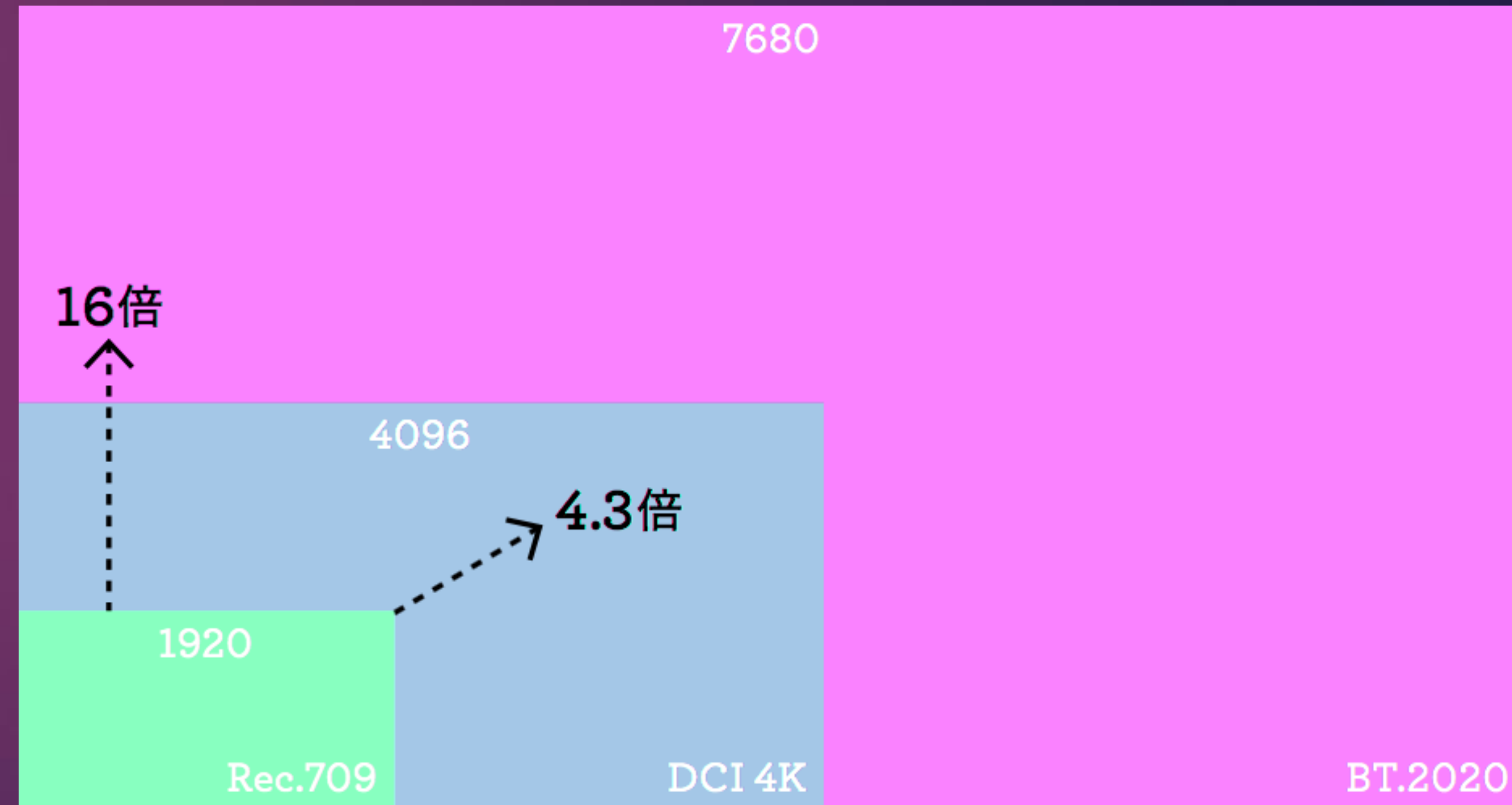
What's BT.2020

- 2012年にITU-Rによって制定された国際的な放送方式の規格



デジタルシネマ(DCI)と放送規格(BT.2020)

	X	Y	bit	3D	Hz	Gb/s
BT.2020 8K	7680	4320	12	1	120	143.3
BT.2020 4K	3840	2160	12	1	120	35.8
DCI 4K(proposal)	4096	2160	12	1	60	19.1
DCI 2K 3D(proposal)	2048	1080	12	2	60	9.5
DCI 2K(proposal)	2048	1080	12	1	120	9.5
DCI 4K	4096	2160	12	1	24	7.6
Rec.709	1920	1080	10	1	60	3.7



デジタルシネマ(DCI)と放送規格(BT.2020)

従来の59.94Hzとの整合性を取るため、119.88Hz がBT.2020規格にコメントとして記載

Frame frequency(Hz)	120, 60, 60/1.001, 50, 30, 30/1.001, 25, 24, 24/1.001
Scan mode	Progressive

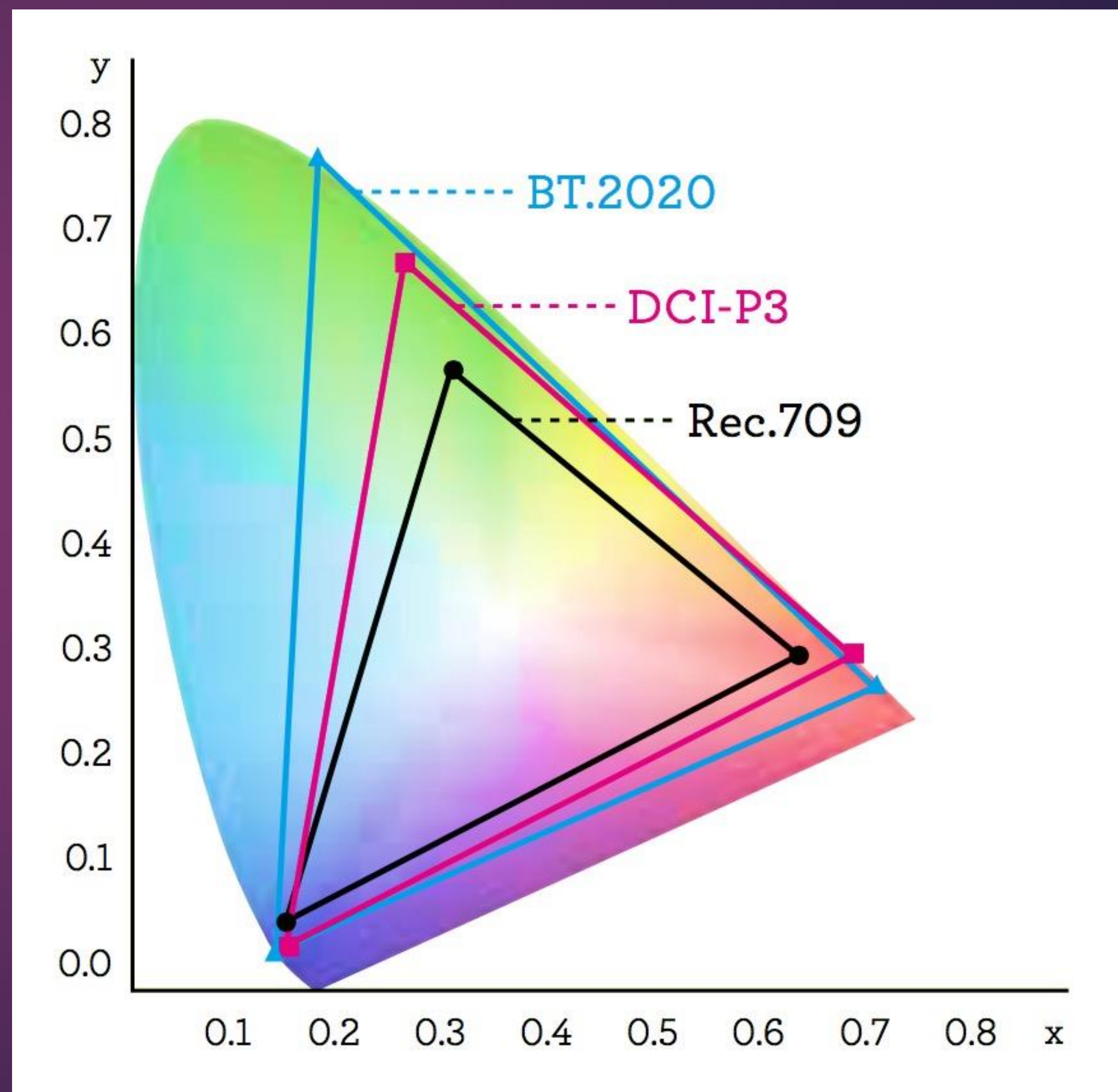
Frame Rates (DCSS 1.2 [X], Proposed [P])			
EU/sec	2K2D	2K3D	4K2D
24	X	X	X
48	X	P	P
60	P	P	P
72	P		
96	P		
120	P		

デジタルシネマ(DCI)と放送規格(BT.2020)

BT.2020	x	y
Red	0.70800	0.29200
Green	0.17000	0.79700
Blue	0.13100	0.04600
white(D60)	0.31270	0.32900

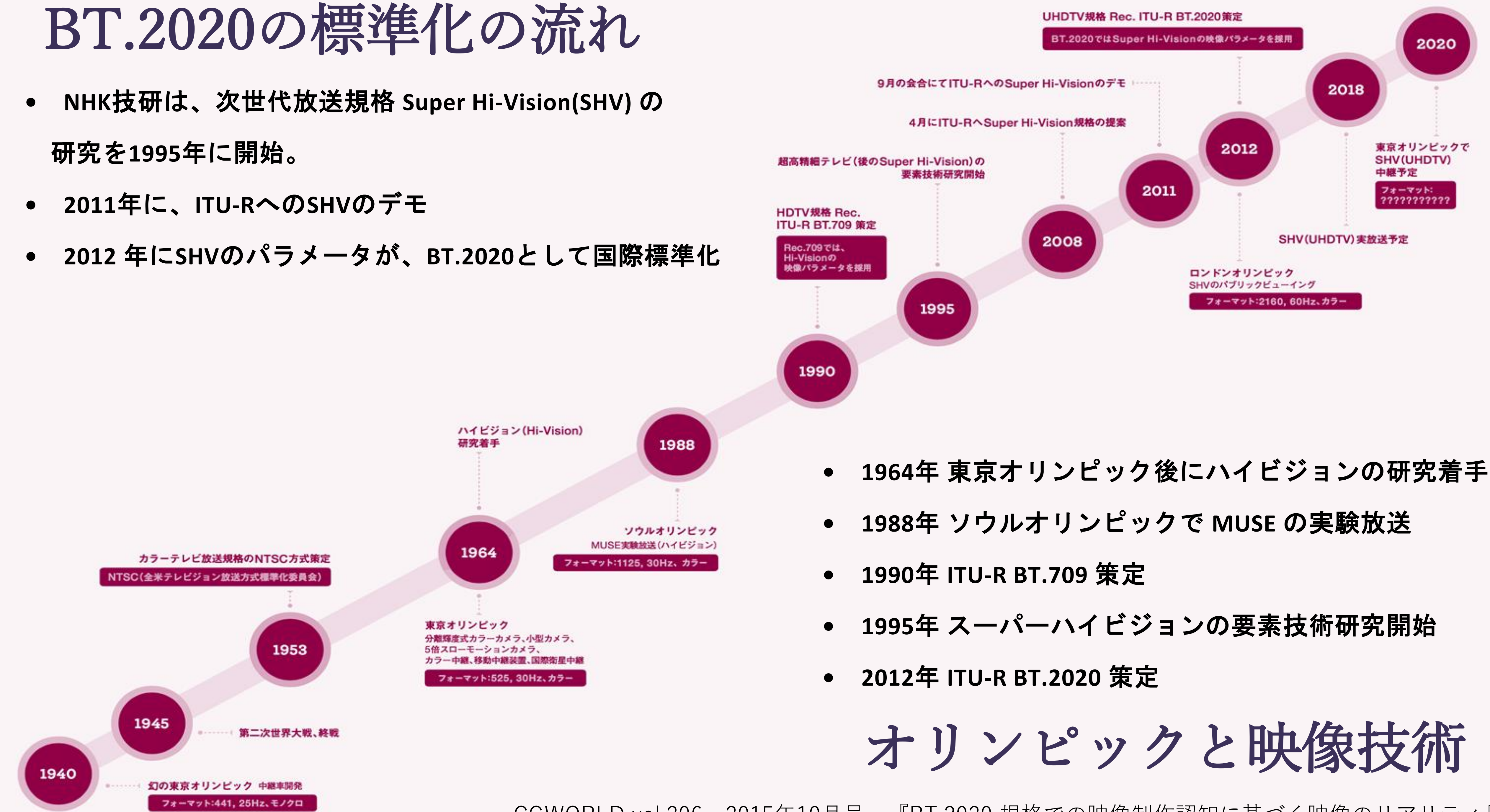
DCI-P3	x	y
Red	0.68000	0.32000
Green	0.26500	0.69000
Blue	0.15000	0.06000
white(D60)	0.31400	0.35100

Rec.709	x	y
Red	0.64000	0.33000
Green	0.30000	0.60000
Blue	0.15000	0.06000
white(D65)	0.31270	0.32900



BT.2020の標準化の流れ

- NHK技研は、次世代放送規格 Super Hi-Vision(SHV) の研究を1995年に開始。
- 2011年に、ITU-RへのSHVのデモ
- 2012年にSHVのパラメータが、BT.2020として国際標準化



- 1964年 東京オリンピック後にハイビジョンの研究着手
- 1988年 ソウルオリンピックで MUSE の実験放送
- 1990年 ITU-R BT.709 策定
- 1995年 スーパーハイビジョンの要素技術研究開始
- 2012年 ITU-R BT.2020 策定

オリンピックと映像技術

Reality

UHD: Ultra High Definition

HFR: High Frame Rate

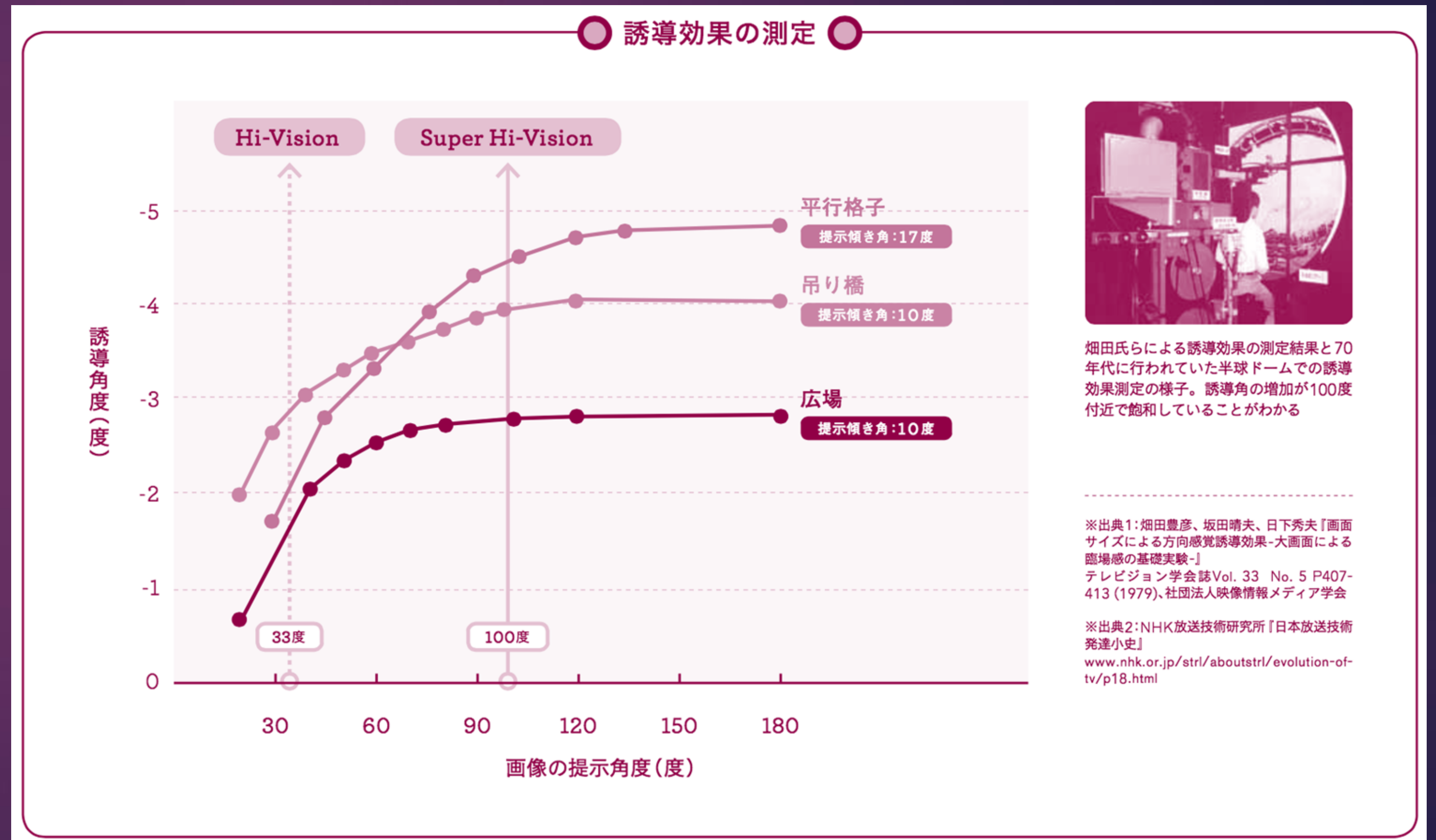
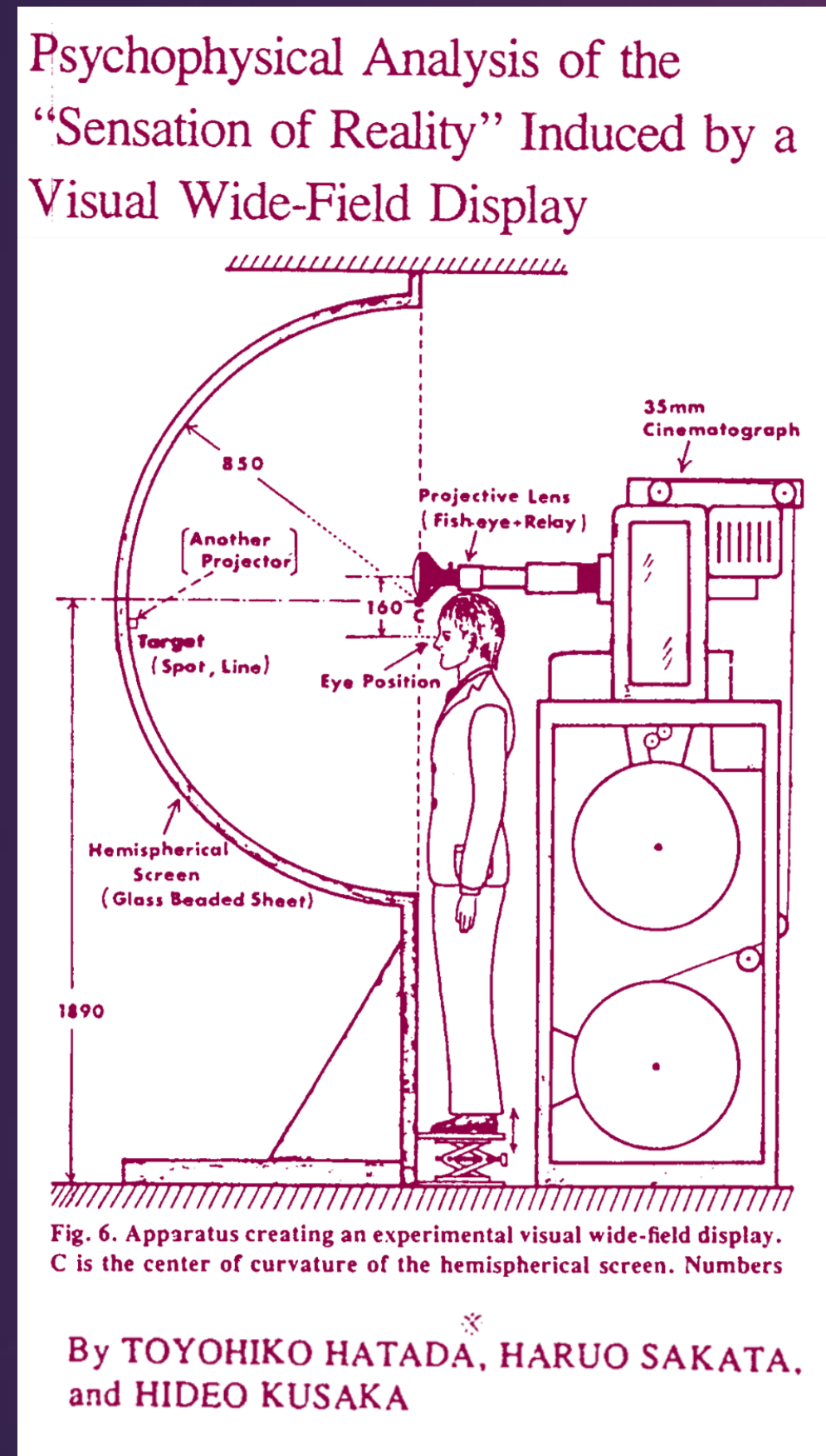
WCG: Wide Color Gamut

HDR: High Dynamic Range

臨場感

Sensation of Reality and Sense of “Being There”

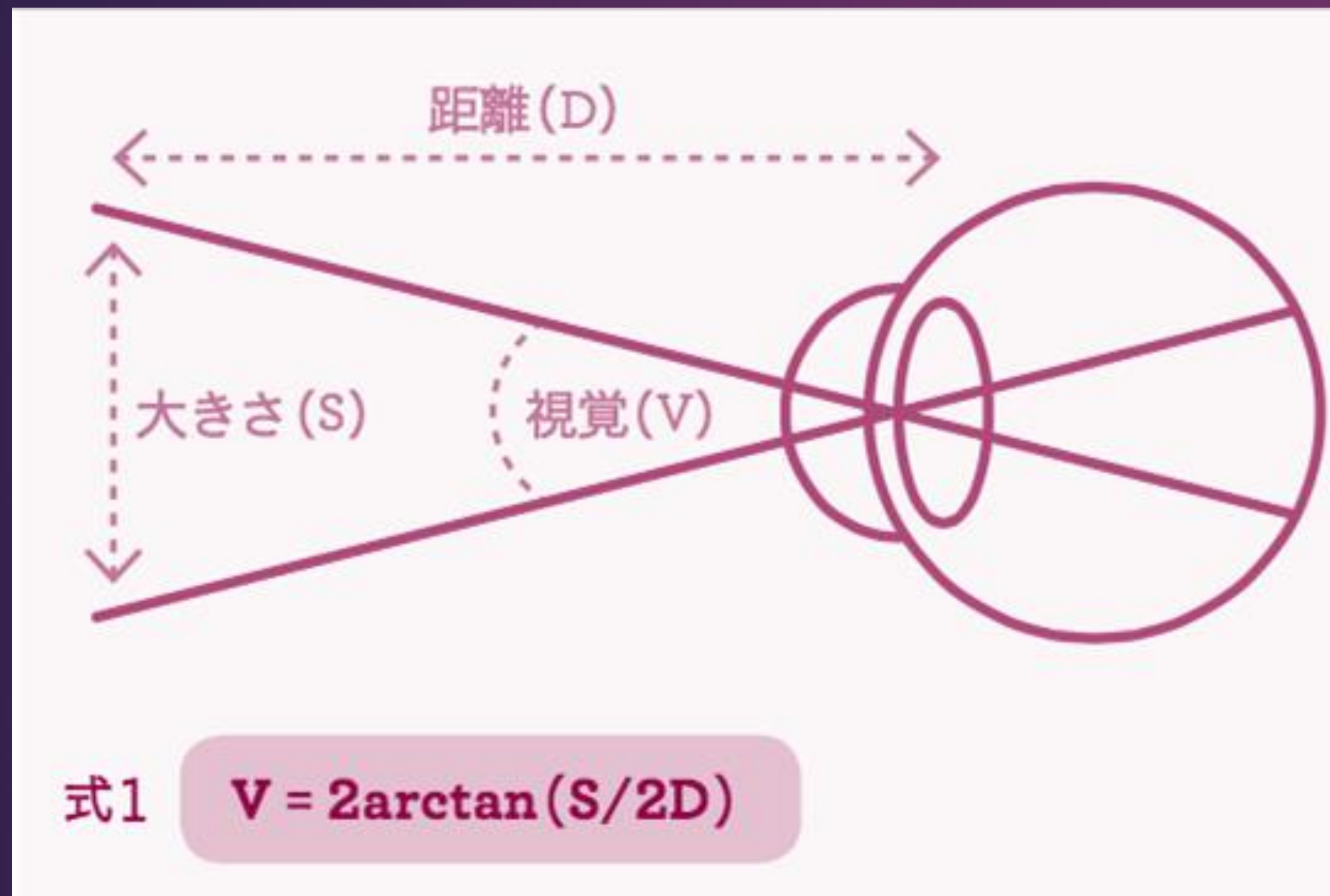
1981年 SMPTE Journal Award 受賞



※出典1: 畑田豊彦、坂田晴夫、日下秀夫『画面サイズによる方向感覚誘導効果-大画面による臨場感の基礎実験-』
テレビジョン学会誌Vol.33No.5P407-413(1979)、社団法人映像情報メディア学会

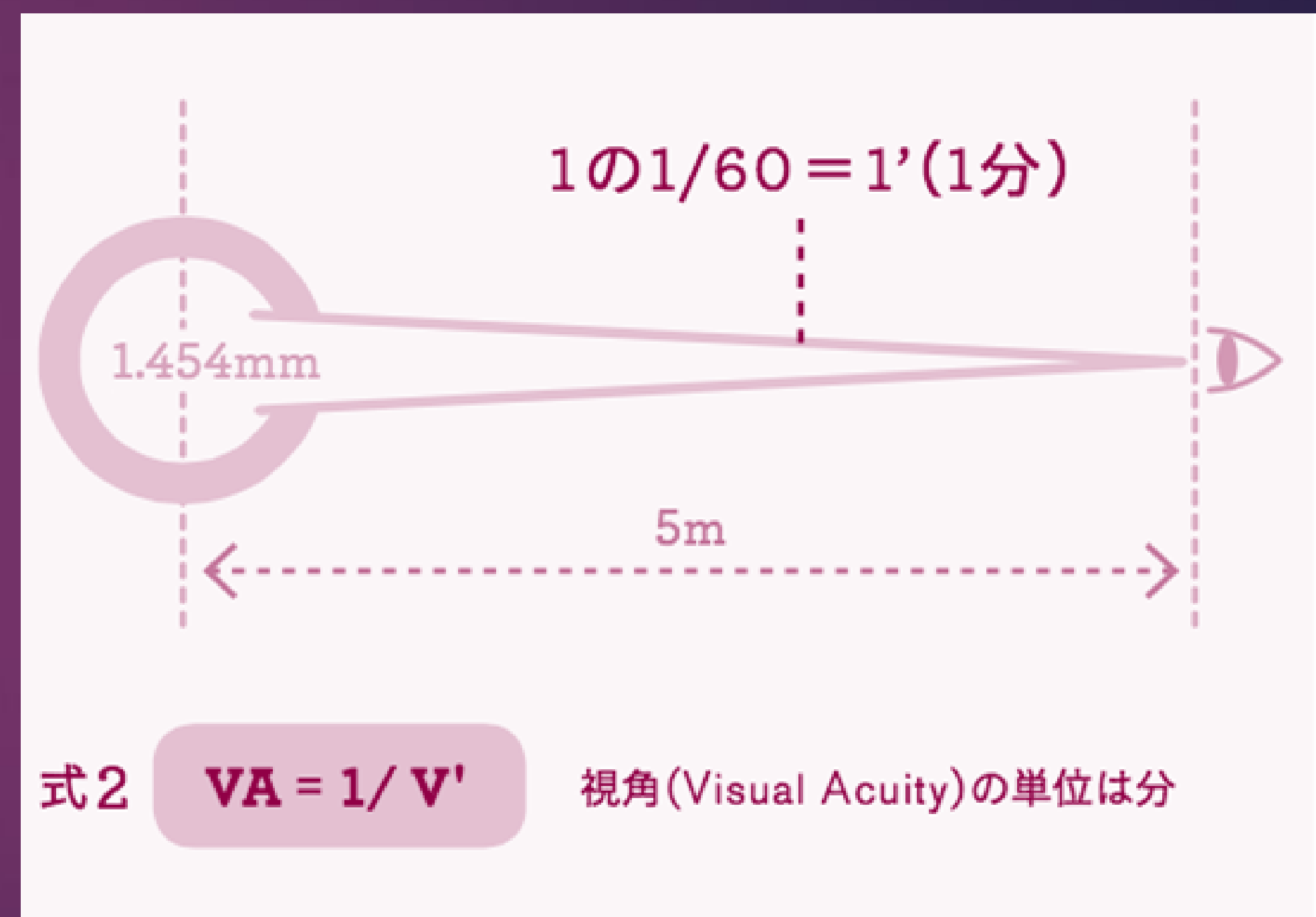
解像度と視覚の関係

視角 (Visual angle)



目に投影される物体がなす角度

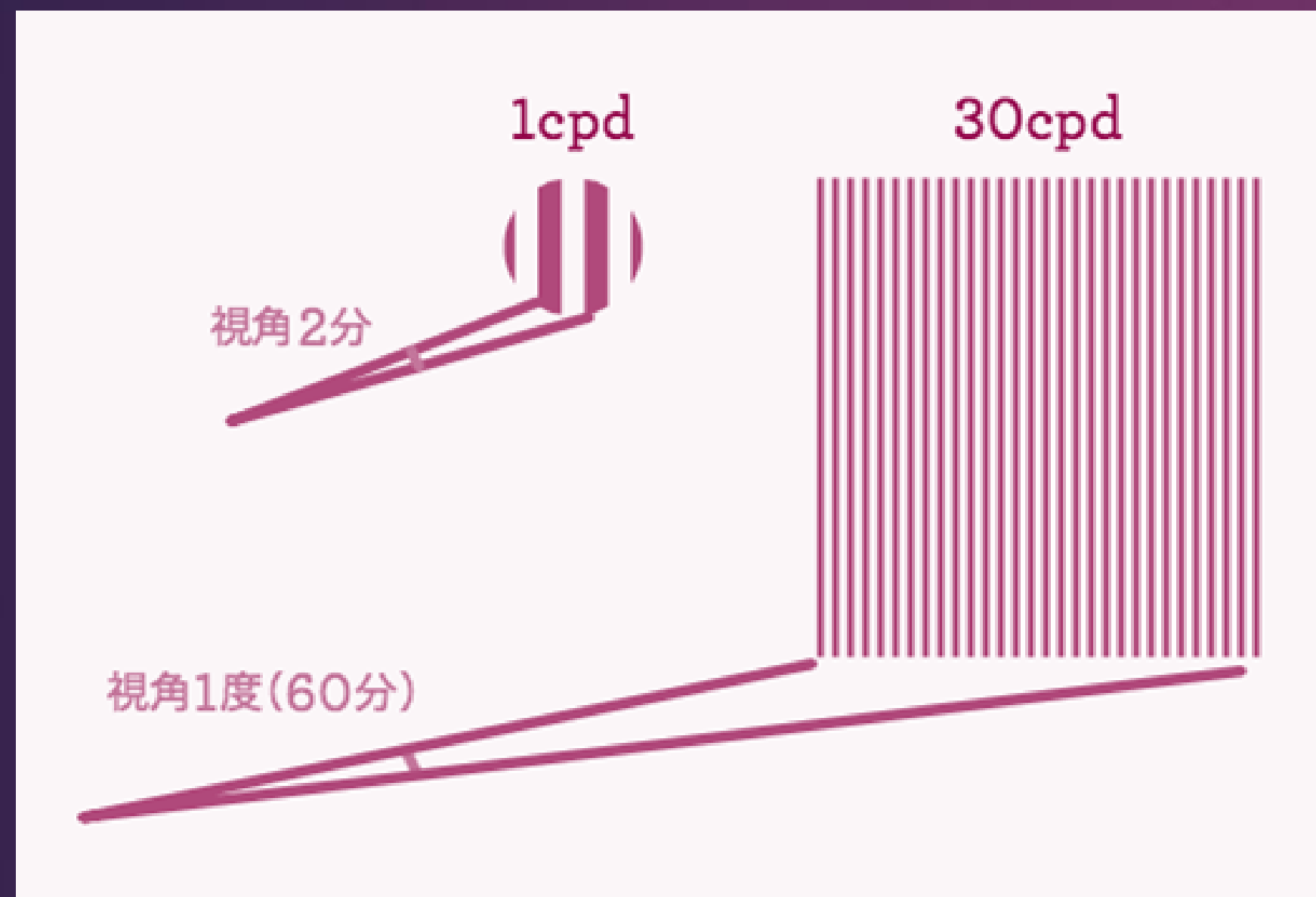
視力 (Visual acuity)



目および対象物が静止している場合の視力

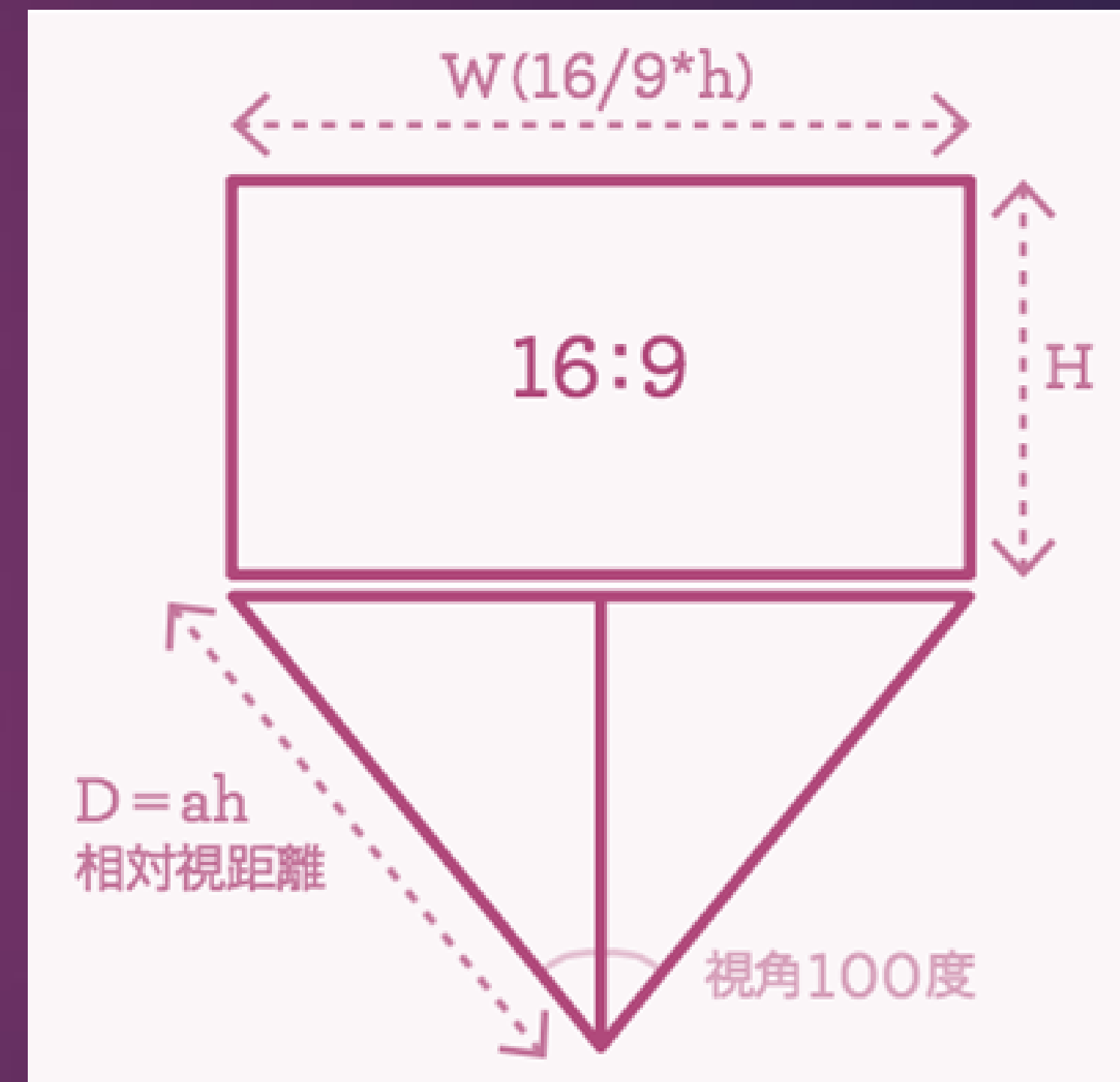
解像度と視覚の関係

CPD(Cycles per degree)
PPD(Pixel per degree)



視角1度あたりの縞数
(視力1.0で60ppd)

相対視距離



ディスプレイサイズとその係数で表す鑑賞距離

解像度と鑑賞距離

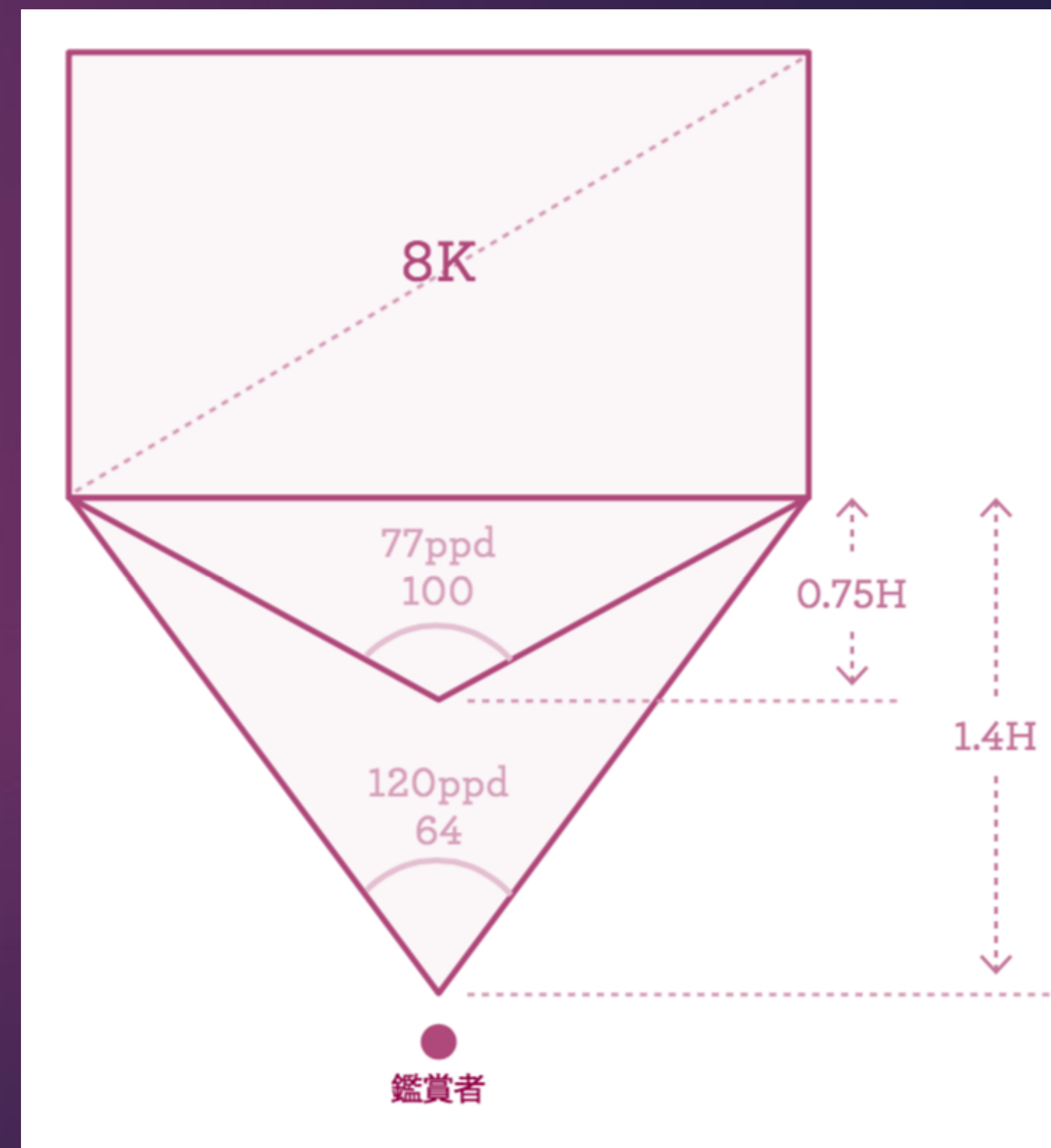


協力：バーチャルヒューマンプロジェクト
石川晃之、石川友香 様 (www.telyuka.com)

機材協力：SHARP株式会社 8K映像ディスプレイ LV-85001

CGWORLD vol.206 2015年10月号

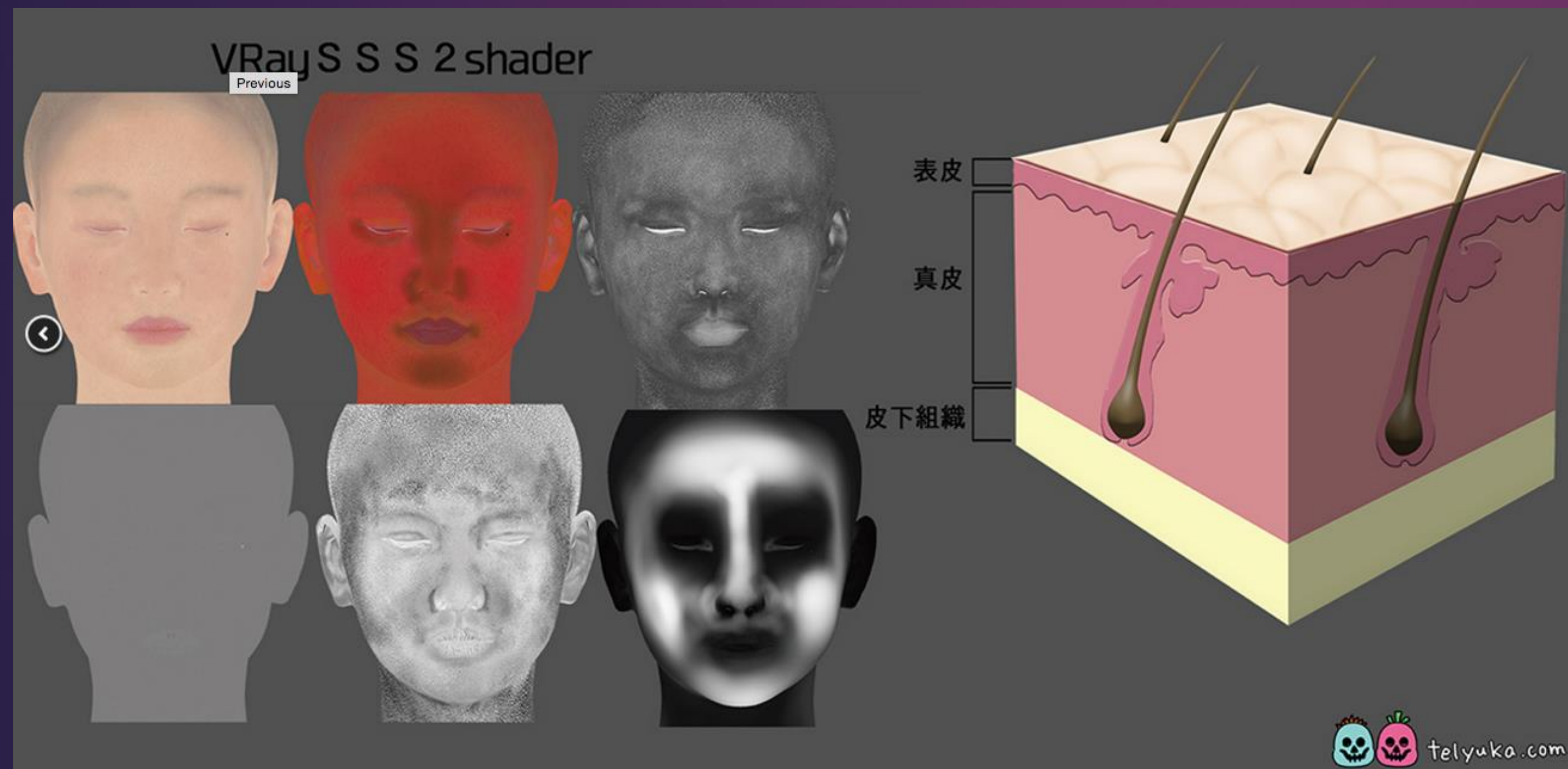
7680x4320(HDTVの整数倍)



『BT.2020 規格での映像制作認知に基づく映像のリアリティ』

実世界の解像度

実物に近い反射率を持ったスキンシェーダー
(ACESWorkflow、物理ベースシェーダ)



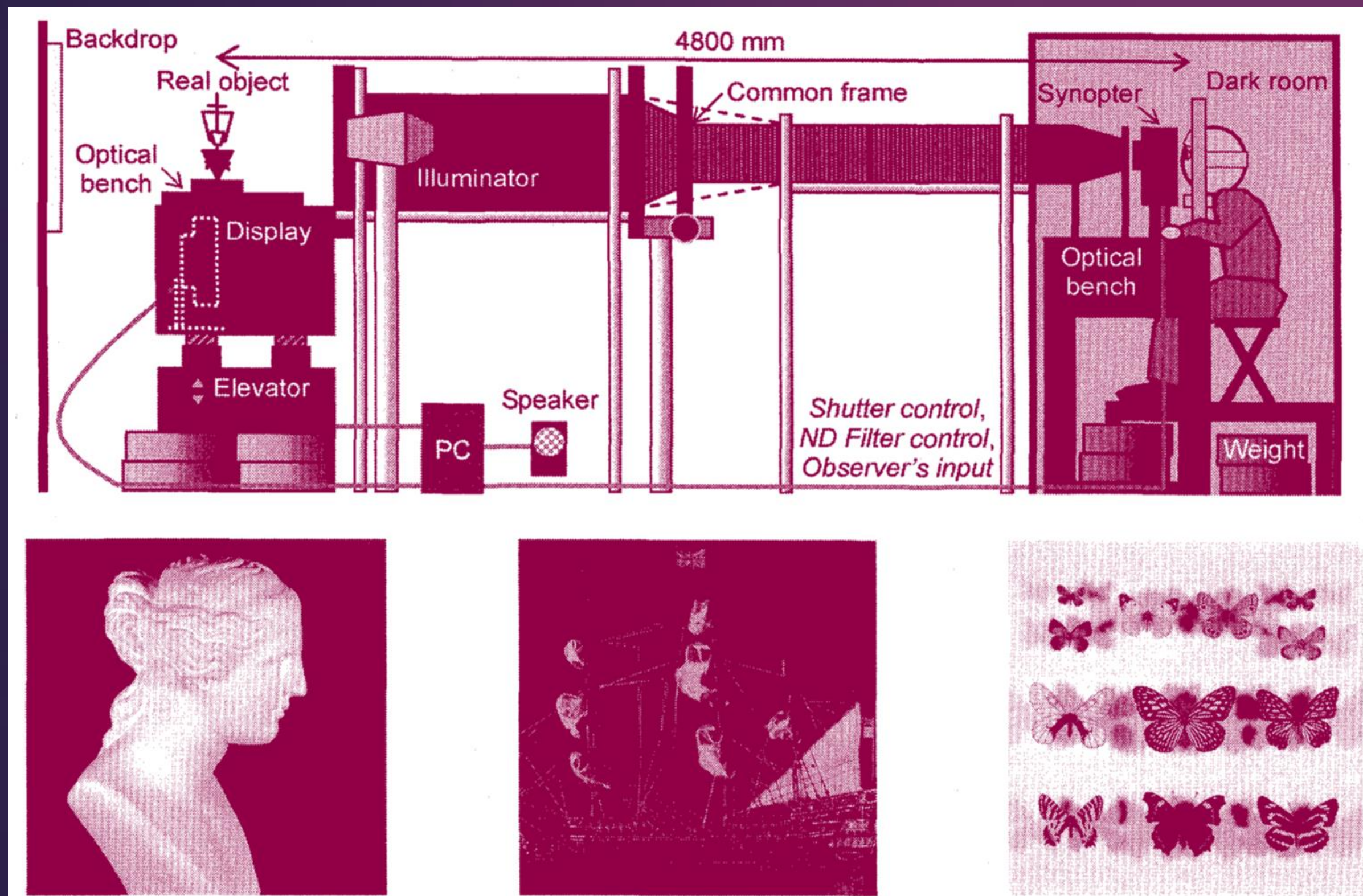
実世界に近い環境ライト (ACESWorkflow)



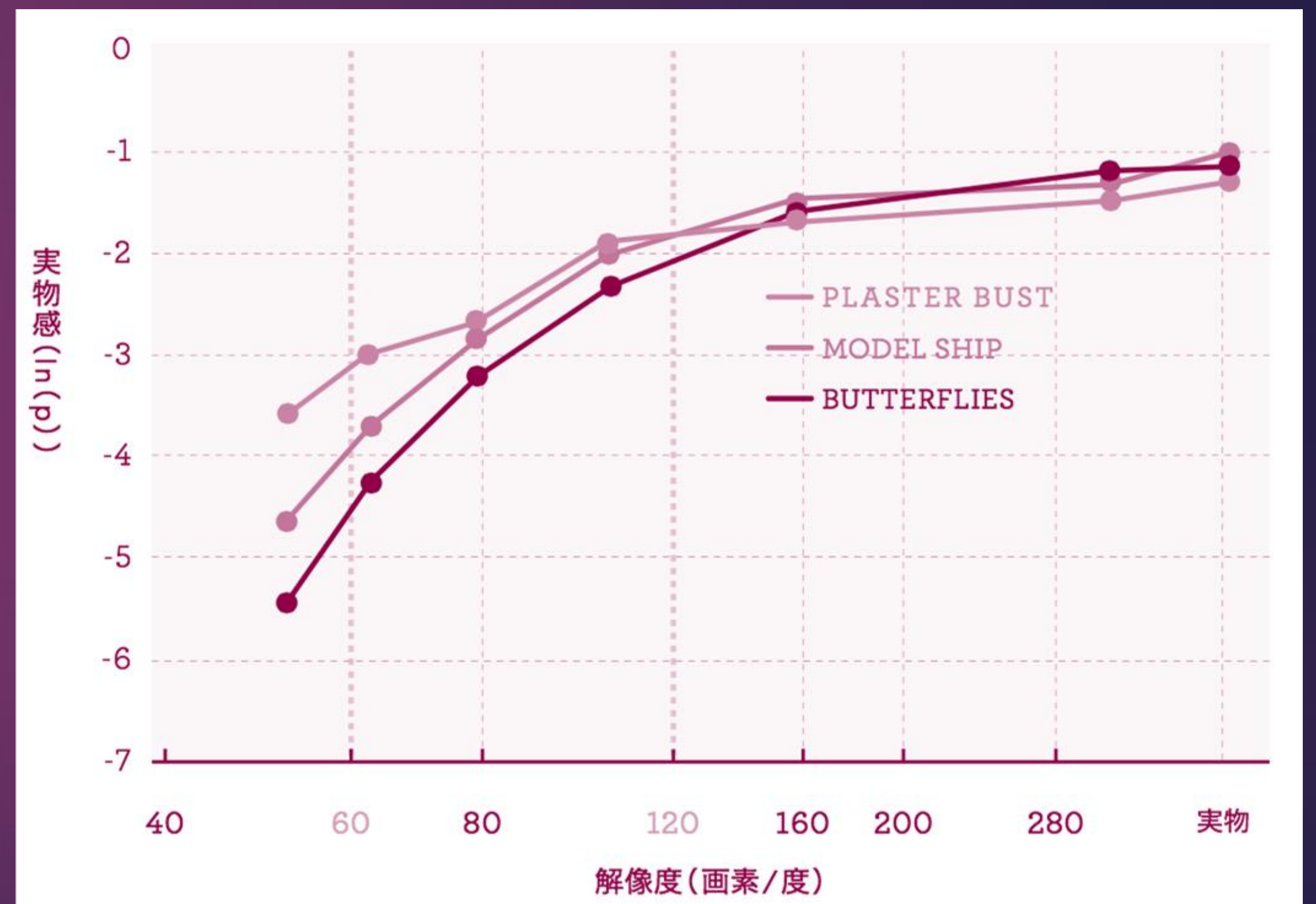
実世界に近い解像度とは???

解像度と実物感の関係 Sensation of Realness

NHK技研による画像解像度と実物感を調査する実験



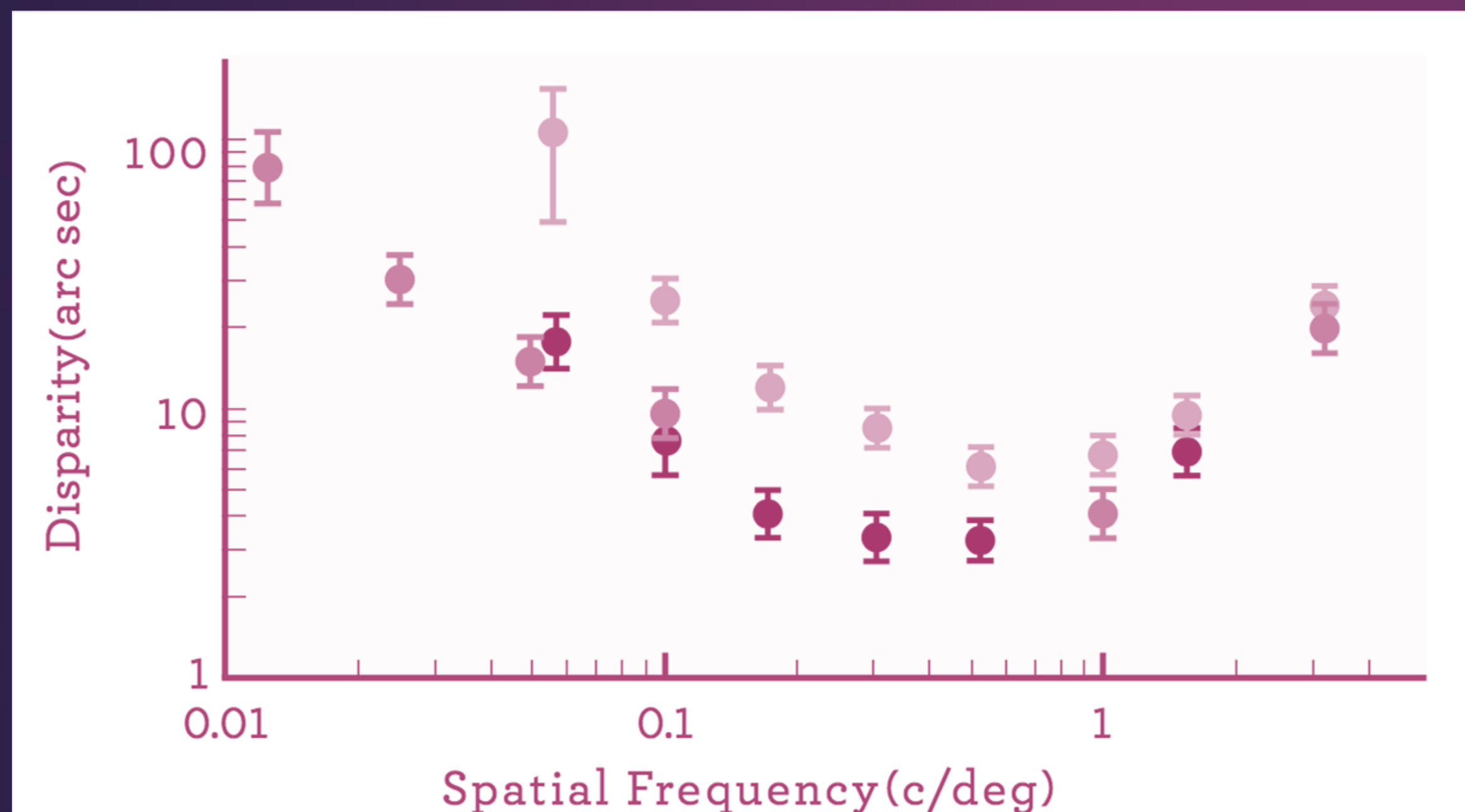
解像度と実物感の関係



※出典1:正岡顕一郎、西田幸博、菅原正幸、中須英輔『実物との比較による高解像度画像の実物感』映像情報メディア学会技術報告 Vol.35No.16, (2011)

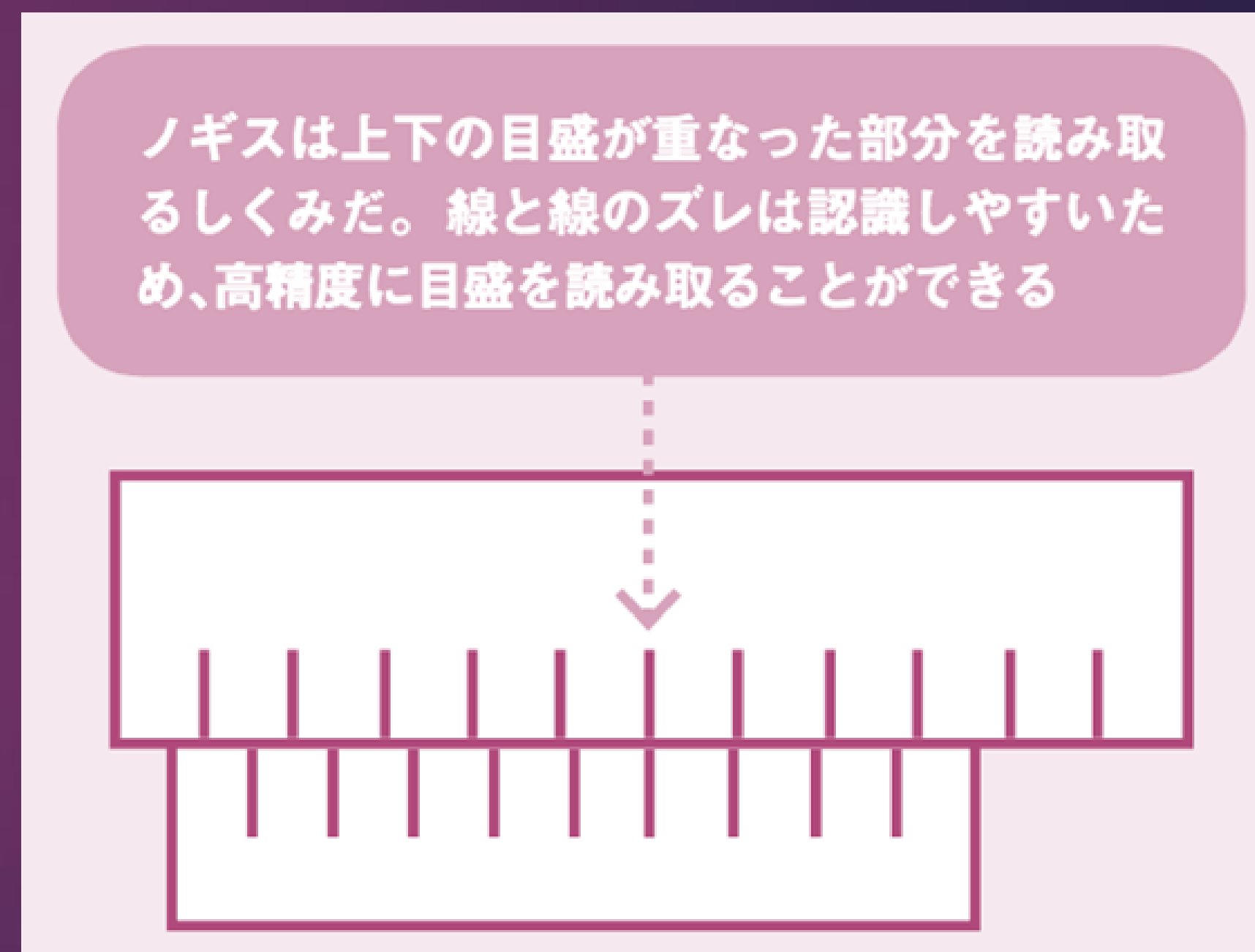
ハイパーアクイティ (Hyper acuity)

両眼視で奥行きを感じる感度

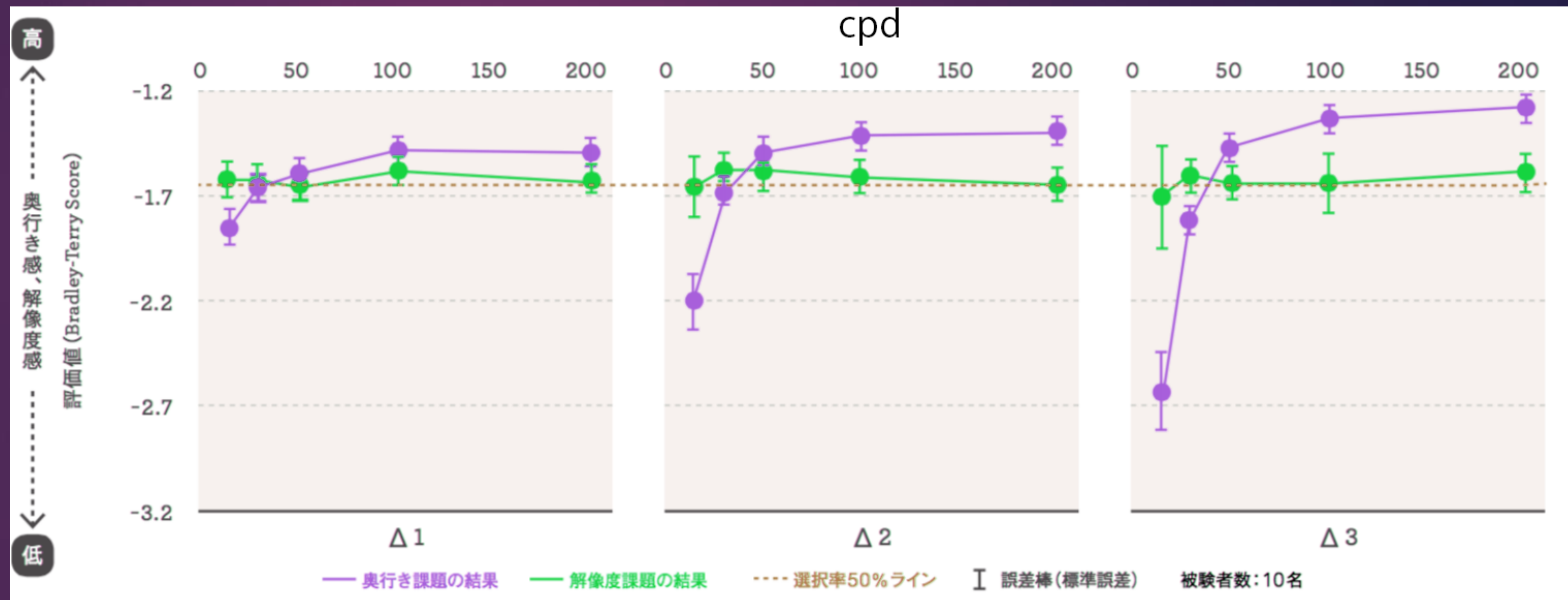
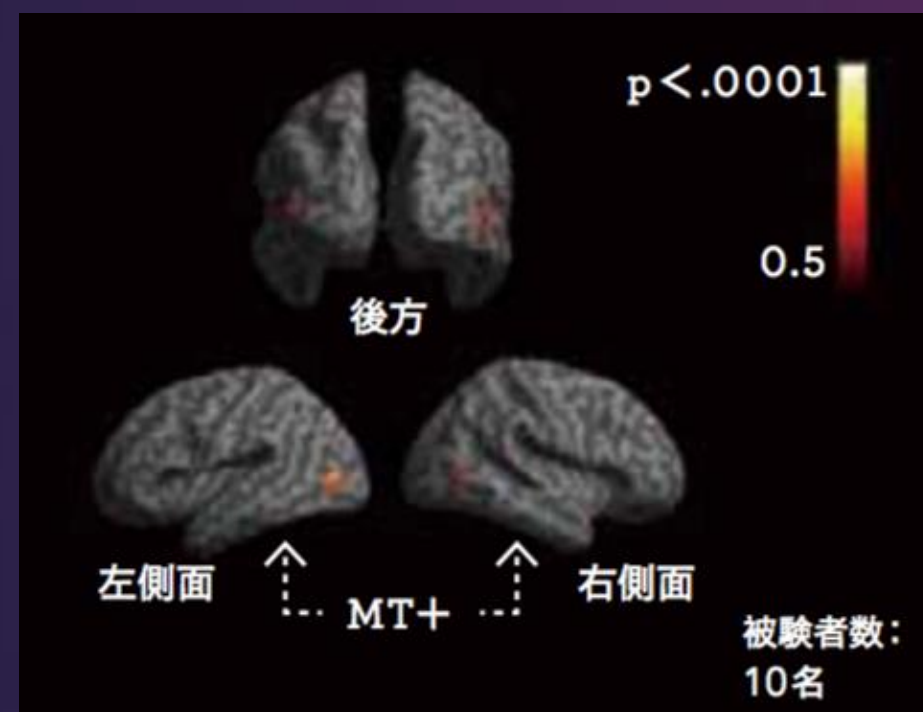
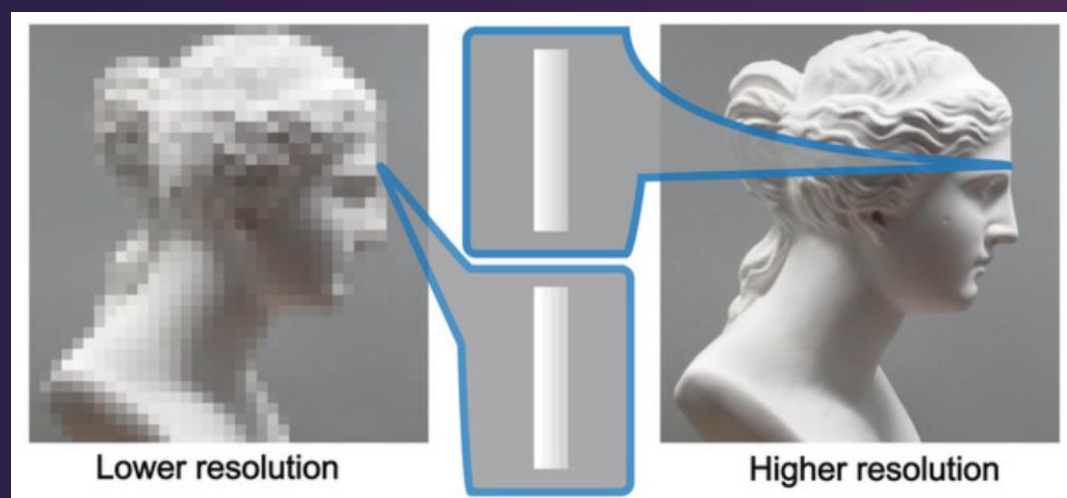


※出典1: Mark F. Bradshaw, Brian J Rogers, Vision Research,
“Sensitivity to horizontal and vertical corrugations defined by binocular disparity”, (1999)

バーニア視力



奥行き感

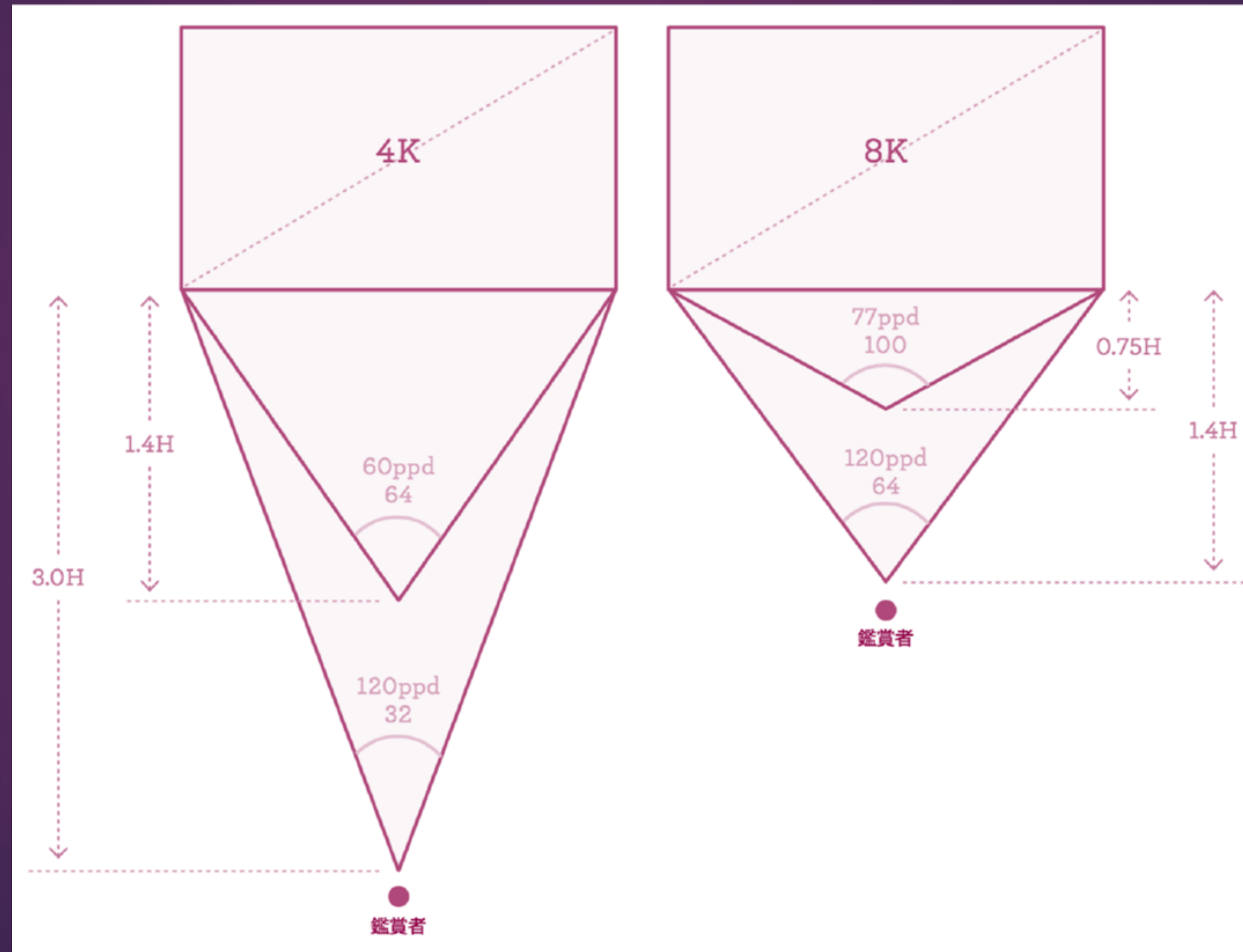


※出典：Yoshiaki Tsushima, Kazuteru Komine, Yasuhito Sawahata & Nobuyuki Hiruma ,
 “Higher resolution stimulus facilitates depth perception: MT+ plays a significant role in *monocular* depth perception”,
 Scientific Reports(2014)

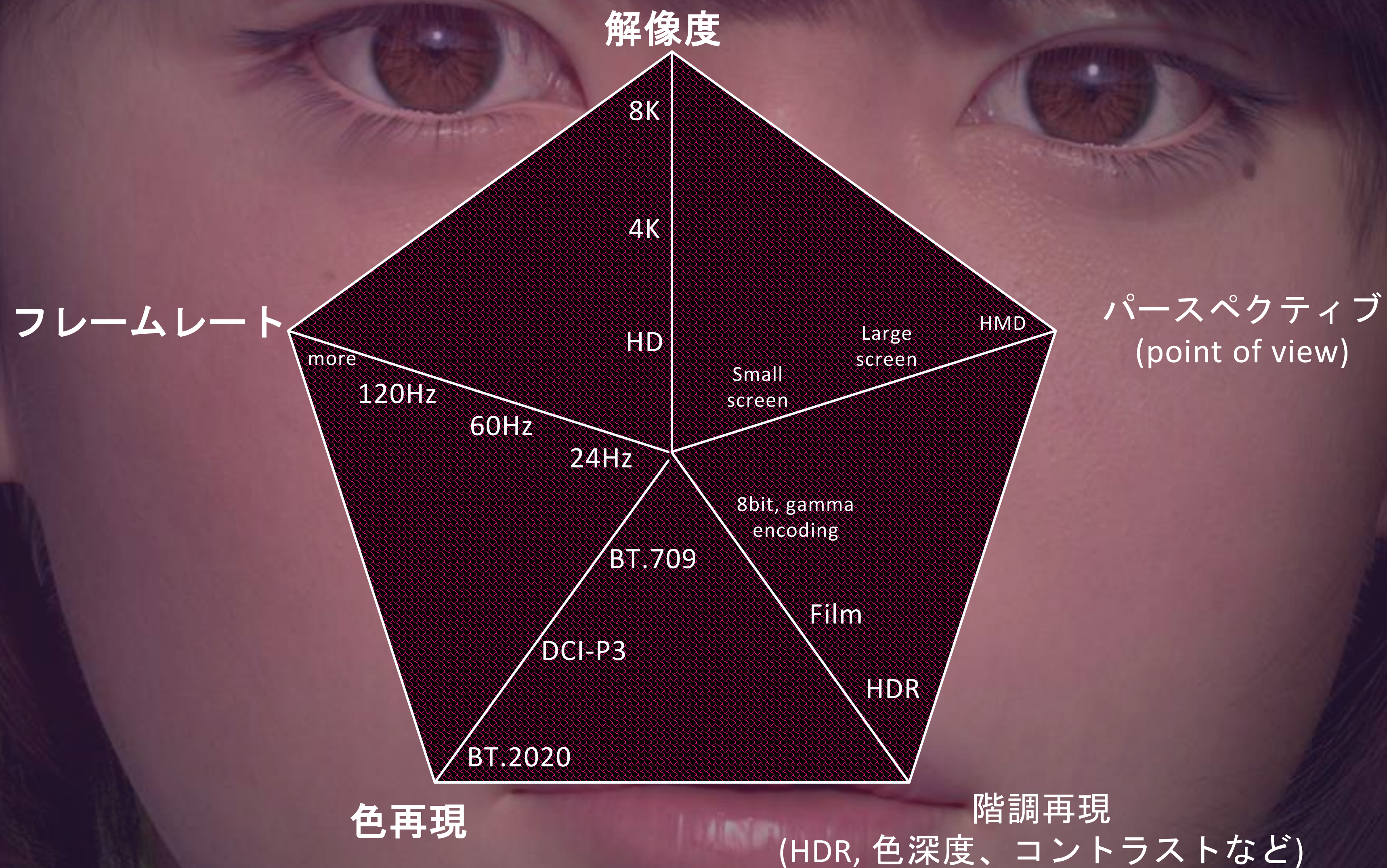
臨場感と実物感

Sense of “Being There” and Sense of Realness

4kと8Kの推奨の相対視距離とその効果



高リアリティ映像の要素



A close-up, high-resolution image of a person's face, focusing on the eyes and nose. The image has a strong purple color cast, giving it a digital or ethereal feel. The person's eyes are looking directly at the camera.

Logoscope

Virtual Human Projects

近年、映画制作において長年の課題であった、デジタル上にフォトリアルな人間を生み出すデジタル・ヒューマンの技術は、コンピュータグラフィックスを中心とする研究者の尽力により大きく発展しています。ここで取り上げる「SAYA」(TELYUKA、2015)を始めとするデジタル・ヒューマンは、そうした最先端のコンピュータグラフィックスを表現媒体としながらも、CGアーティストによる人体の精細な観察によるドローイングとスカルプティングから生まれています。人間が人間という現実(リアル)を観察、触知、体験し、現実(リアル)から得たエッセンスをデジタルデバイス上に少しずつ再現する。そういった人間の認知と深く関わる複雑なプロセスが、デジタル・ヒューマンを生み出す難しさとなっています。そのような複雑さを経て生み出された、デジタル・ヒューマンは、現実(リアル)では決してないのですが、現実(リアル)のエッセンスを持ったバーチャルな存在となっています。

一方で、私たちが現実の対象を観察することと、現実(リアル)をバーチャルに再現した対象を見ることの違いは、デバイスという表現媒体(メディア)が必ず介在することです。表現媒体の中で現実(リアル)から得たエッセンスを再現するため、アーティストの力と共にこの表現媒体が重要であることがわかります。アーティストが表現媒体を使いこなすことで、そのメディアの特性がわかる。その結果、以前は表現できなかったものが、新たなデバイス上で表現できるようになり、より豊かな魅力あるコンテンツの創出が期待されます。

このプロジェクトでは、人間のバーチャルな再現を主軸とおきながら、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。

UHD: Ultra High Definition

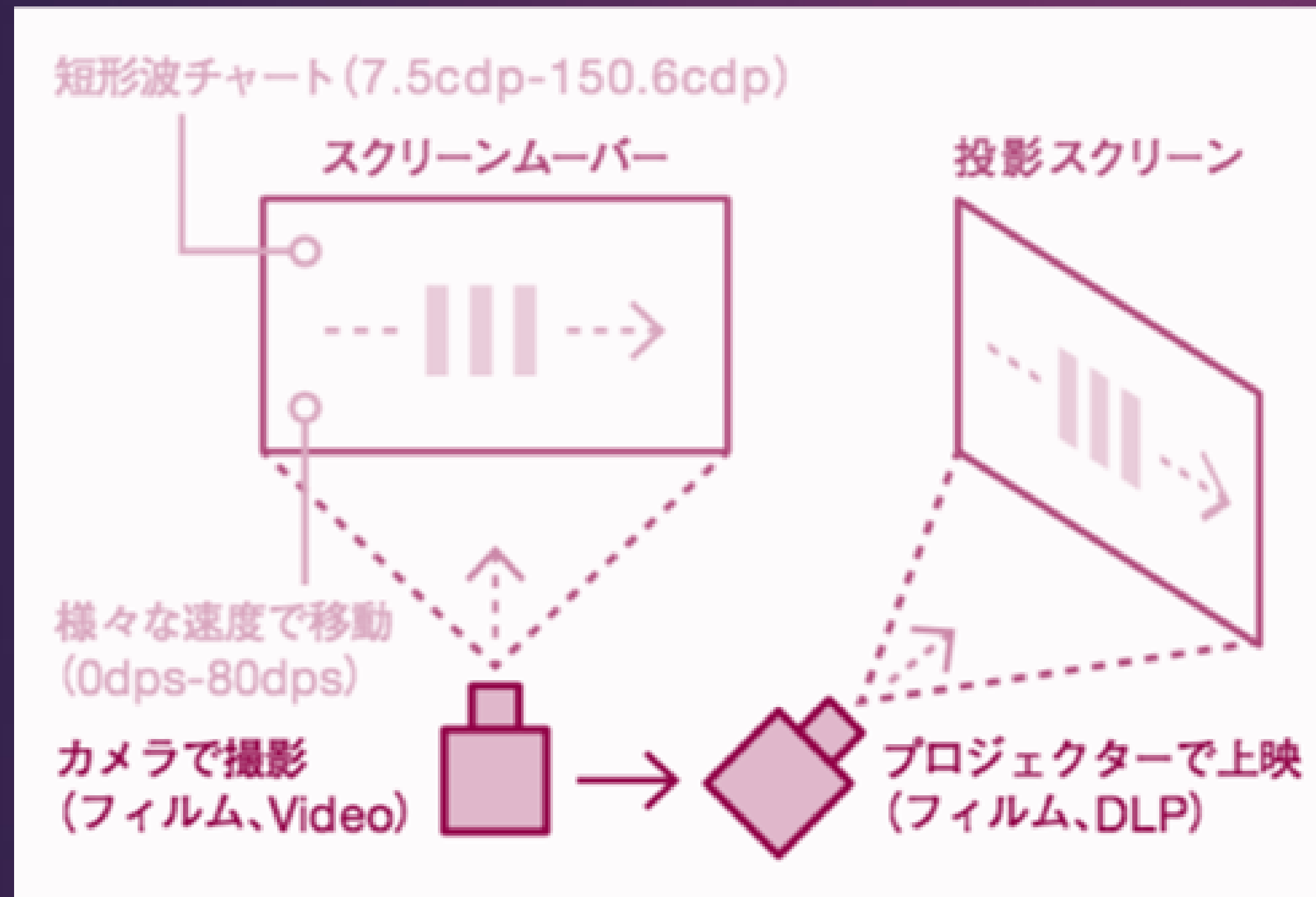
HFR: High Frame Rate

WCG: Wide Color Gamut

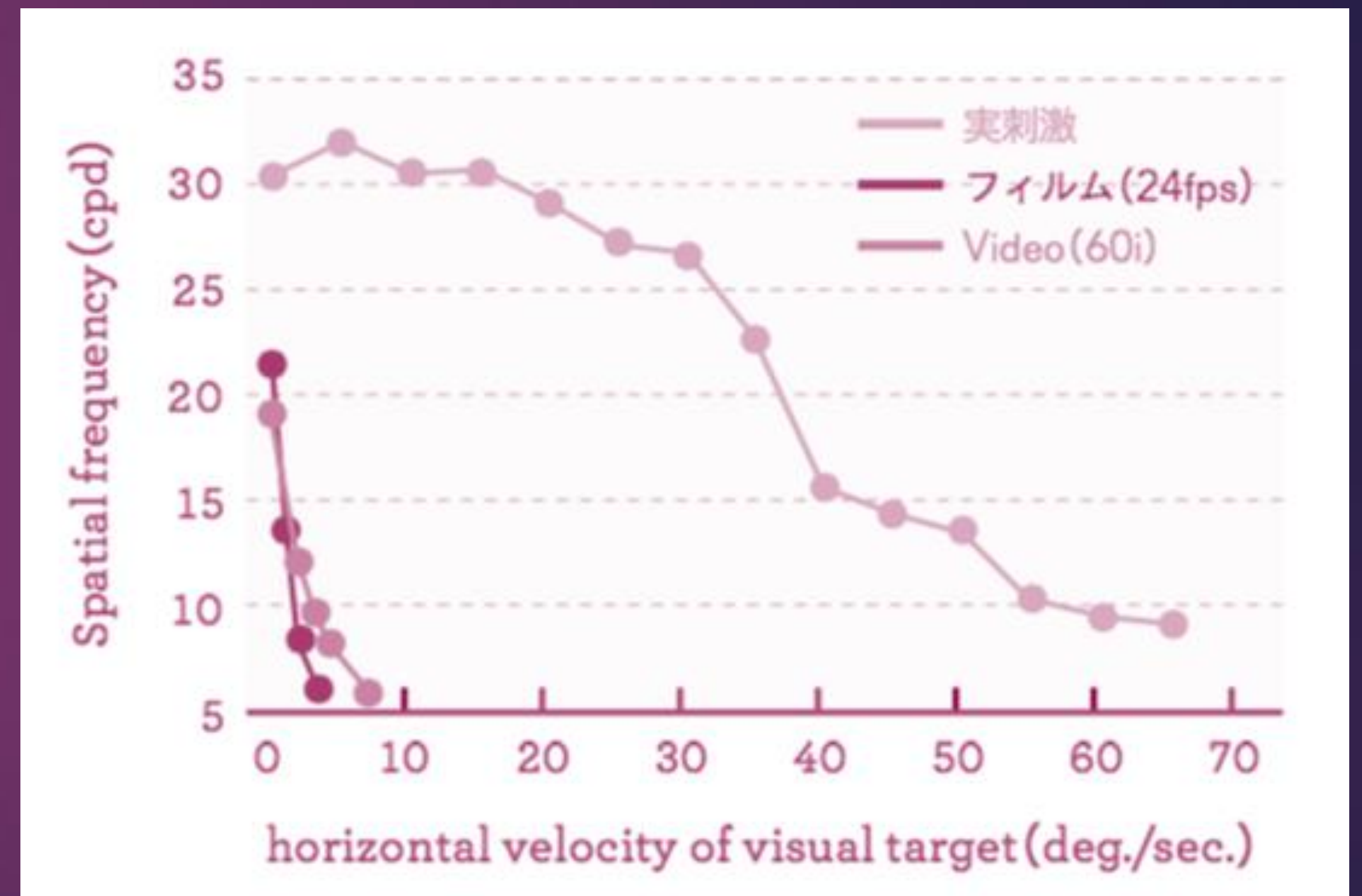
HDR: High Dynamic Range

動画質とフレームレート

スクリーンムーバーと投影スクリーンによる実験のしくみ



横移動速度 (dps) と分解能 (cpd) の関係



※出典：Y. Kuroki, T. Nishi, S. Kobayashi, H. Oyaizu, S. Yoshimura,
“A psychophysical study of improvements in motion-image quality by using high frame rates”, Journal of SID Vol. 15, 2007

フレームレートと関連する技術用語

Flicker

Jerkiness
(Strobing)

Judder

Motion blur

Smearing
(Display
motionblur)

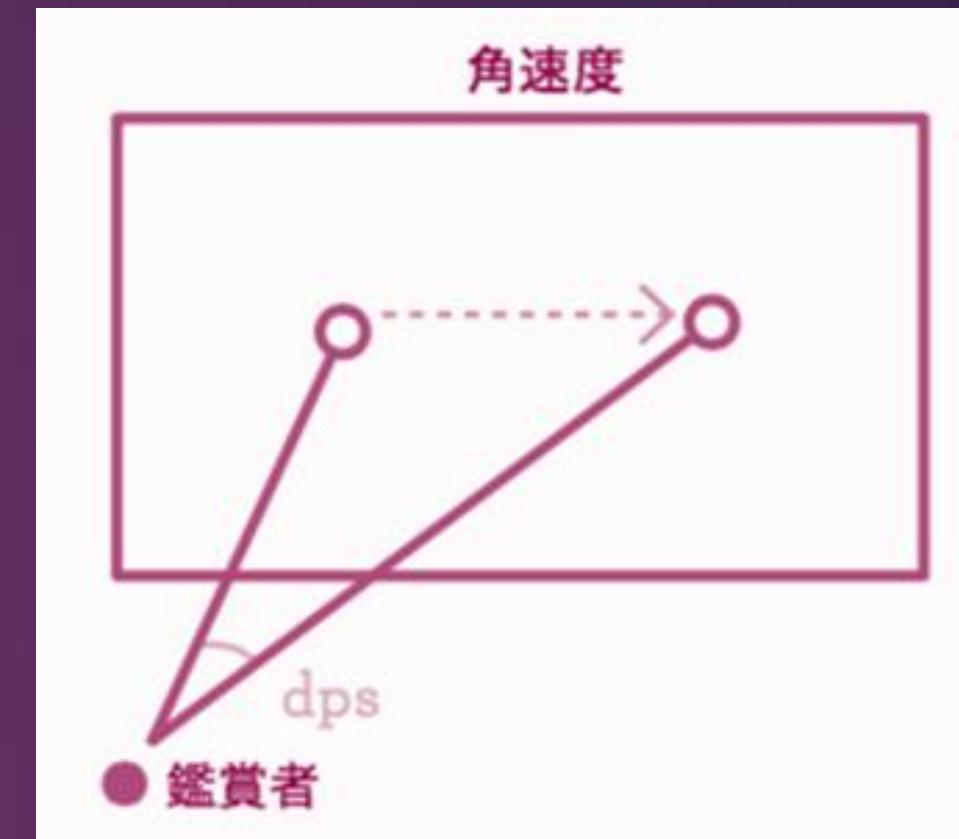
Cinematic look
or
Realistic look

HFR評価マテリアル： 4K, HDR, HFR(120fps)

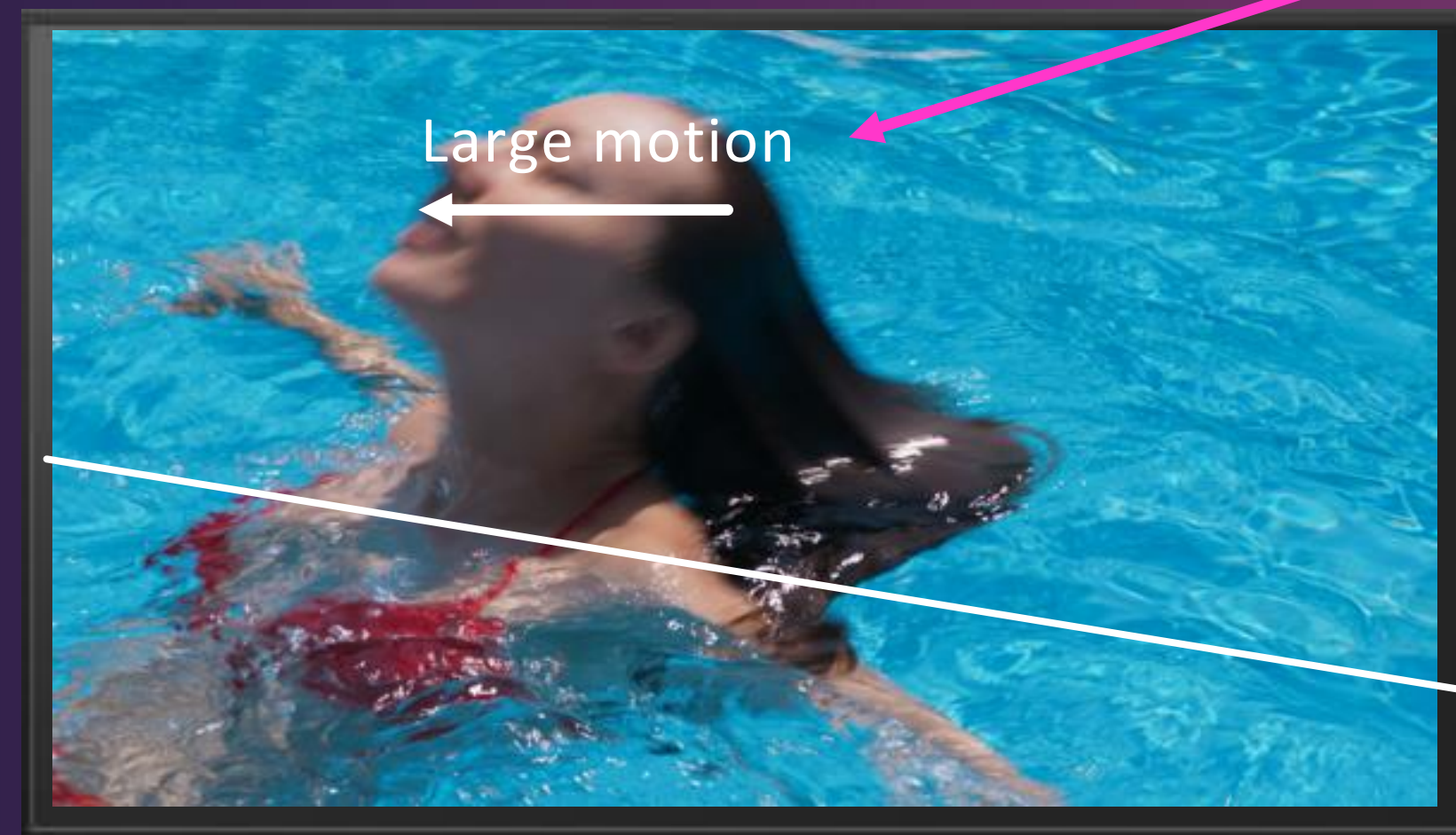


2015年7月素材撮影（230 Cut）
企画制作：株式会社パラダイス・カフェ
撮影技術：株式会社レイ
撮影監督：中堀正夫
技術監修：株式会社ロゴスコープ

角速度



角速度 (dps - degree per sec)



Large display

Wide visual angle

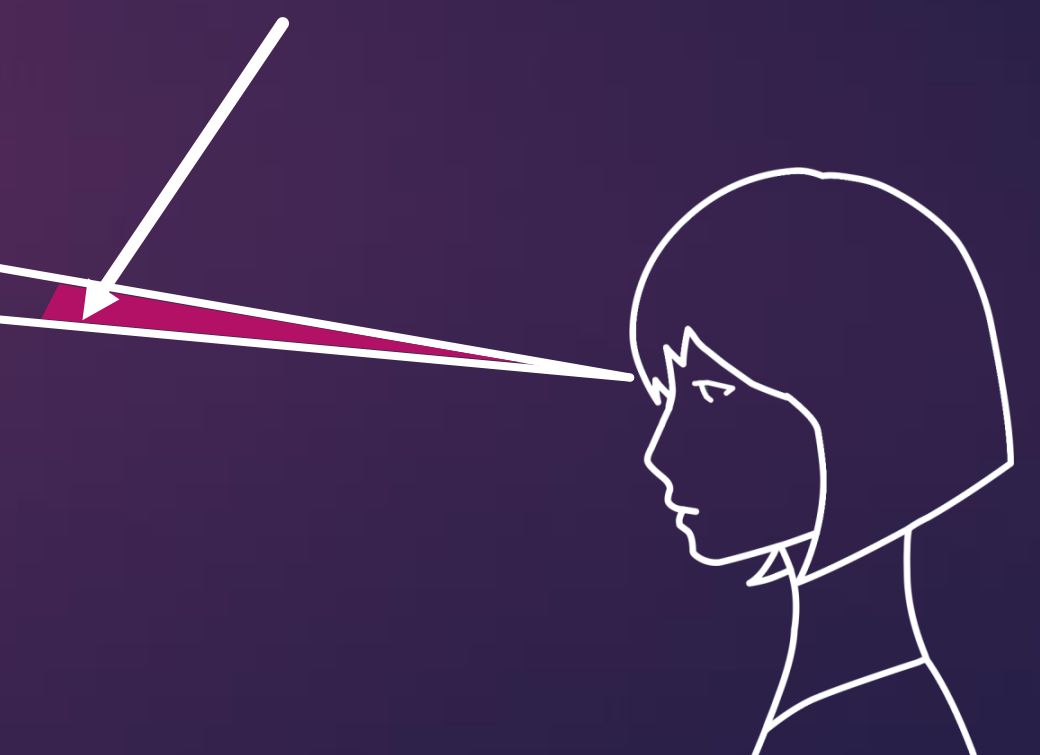


Short viewing distance



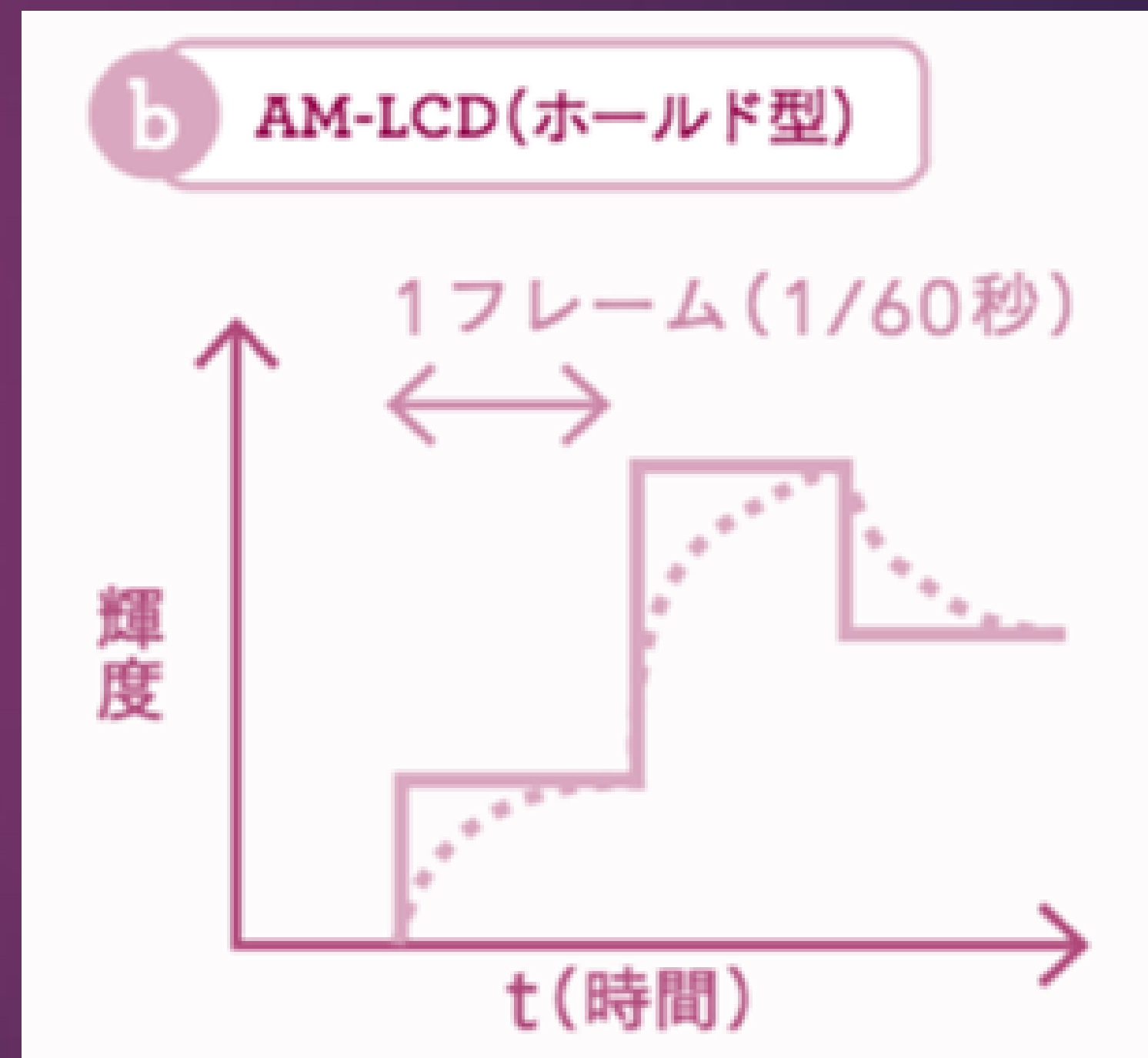
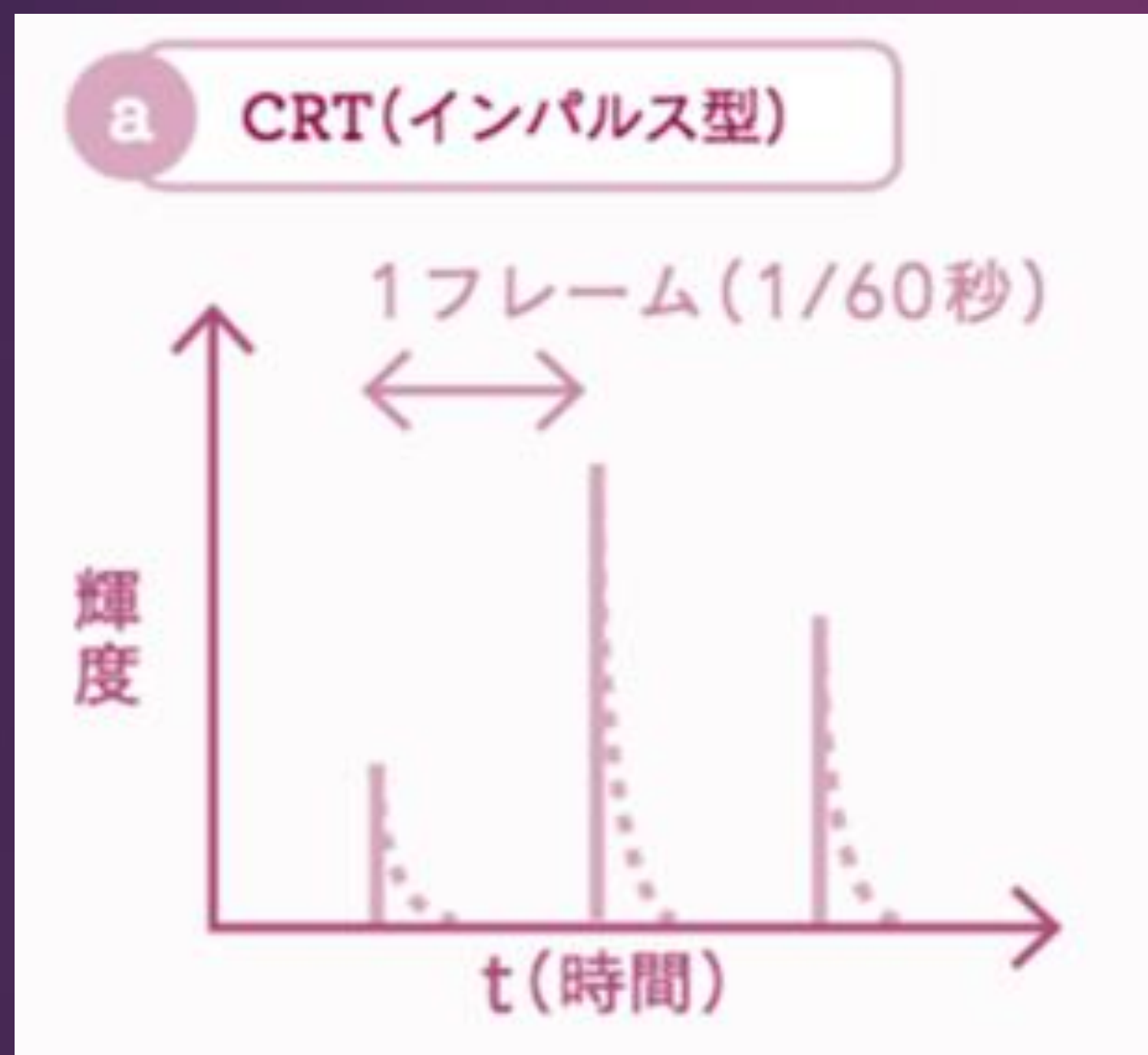
Small display

Narrow visual angle



Long viewing distance

インパルス型とホールド型ディスプレイ



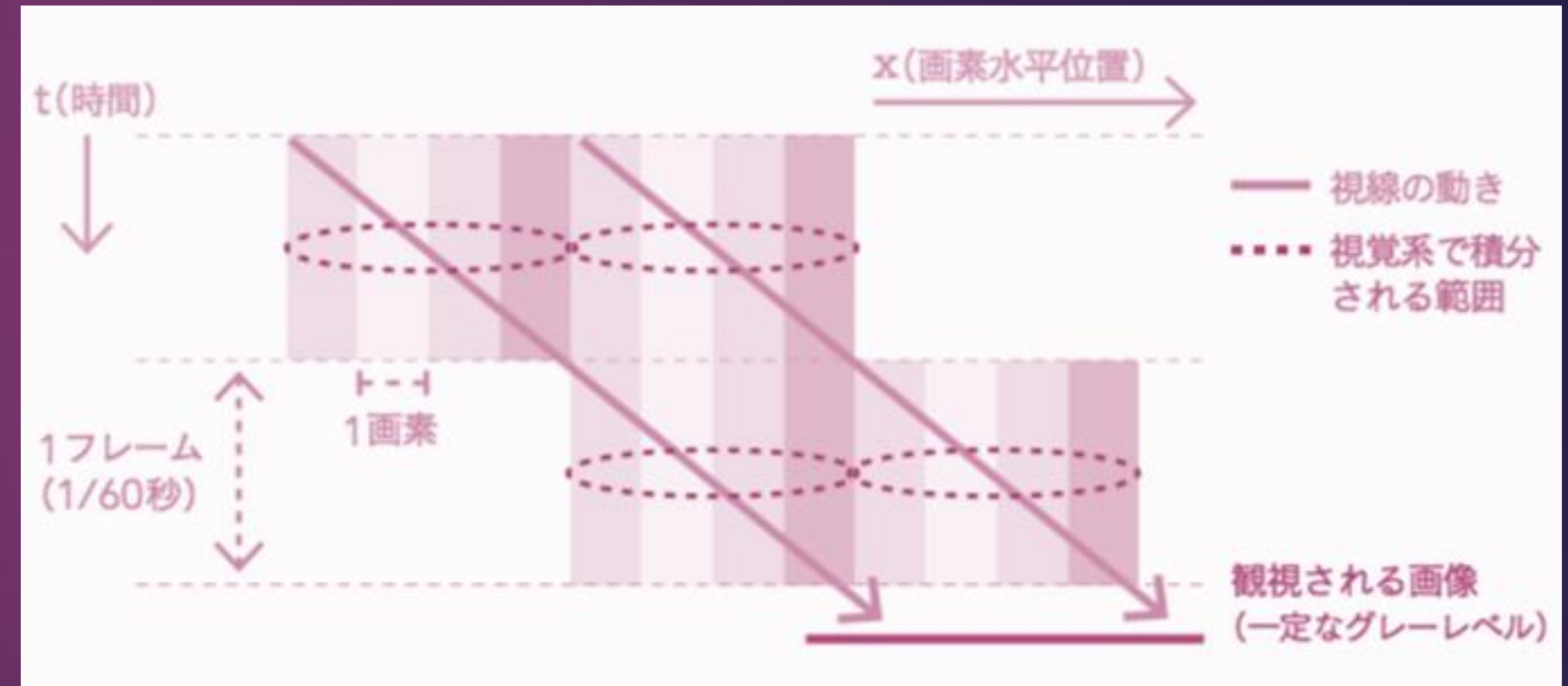
※出典：栗田泰市郎、『ホールド型ディスプレイを用いる映像システムの動画質改善に関する一検討』
映像情報メディア学会誌 Vol. 64, No. 7(2010)

モーションブラーとスミアリング

モーションブラー(24fps 216° Shutter)
カメラセンサーでの積算による動きぼやけ



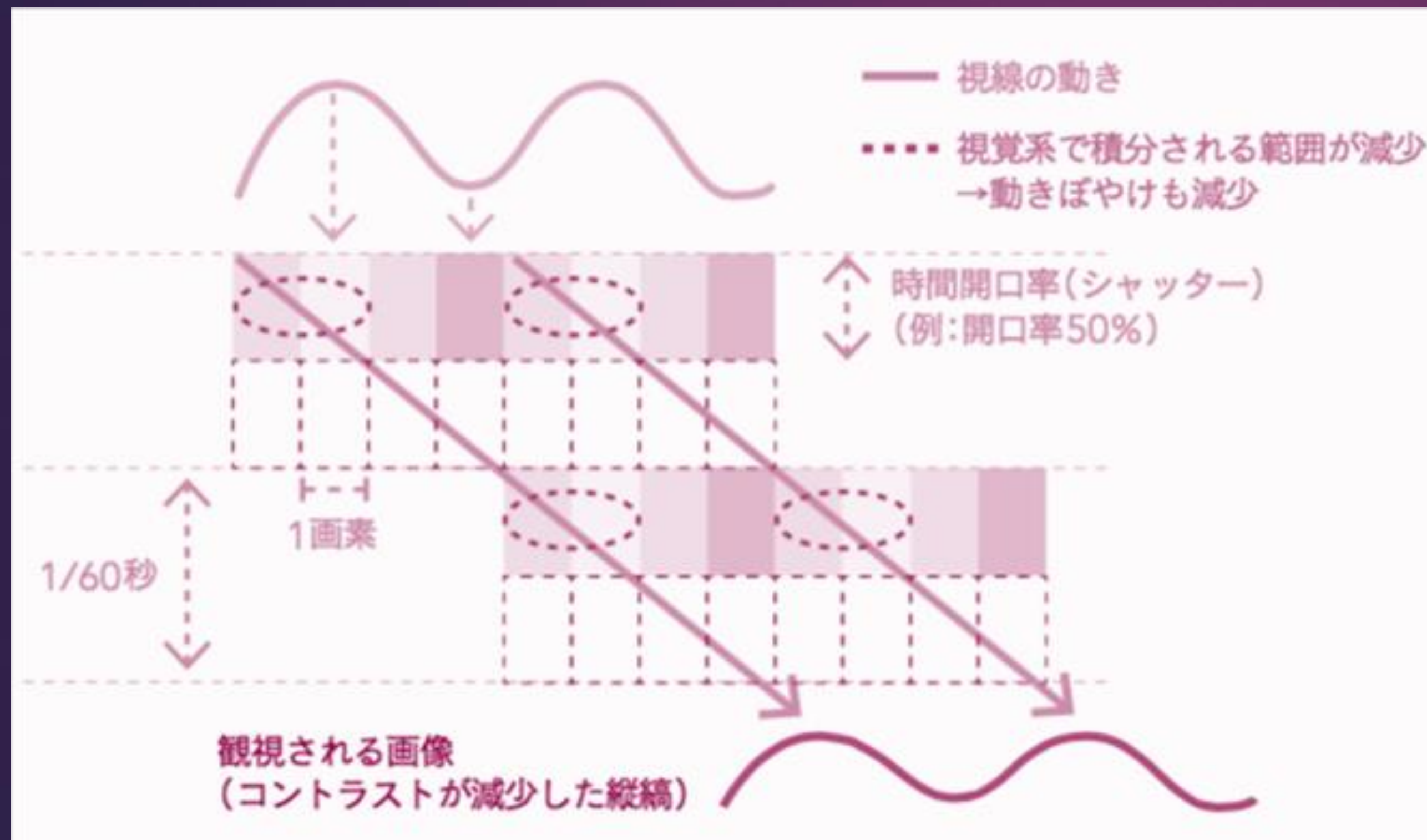
スミアリング
視線追従積分により動きぼやけを知覚するしくみ



※出典：栗田泰市郎『ディスプレイの時間応答と動画表示画質』、VISION Vol. 24, No. 4、P154~163(2012)、日本視覚学会

バックライト点滅

時間開口率によるスミアリングが軽減されるしくみ

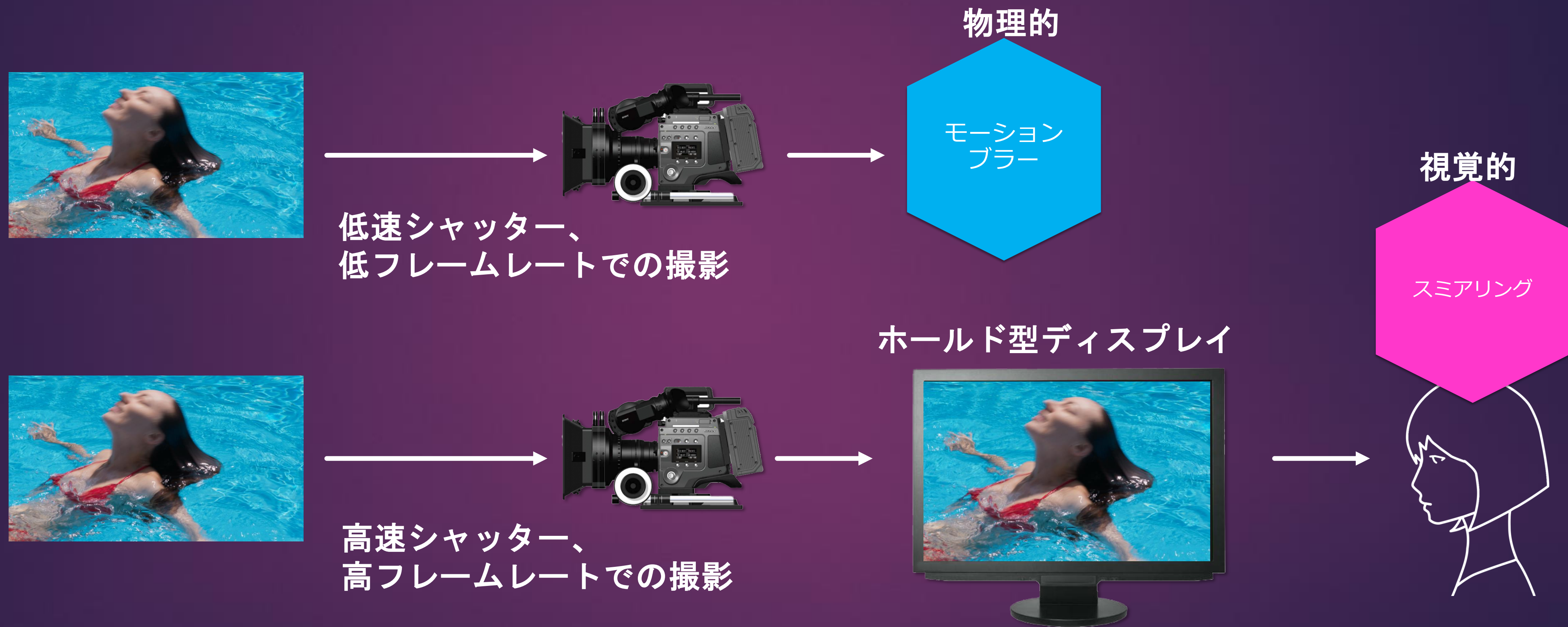


時間開口率と動画質改善の関係

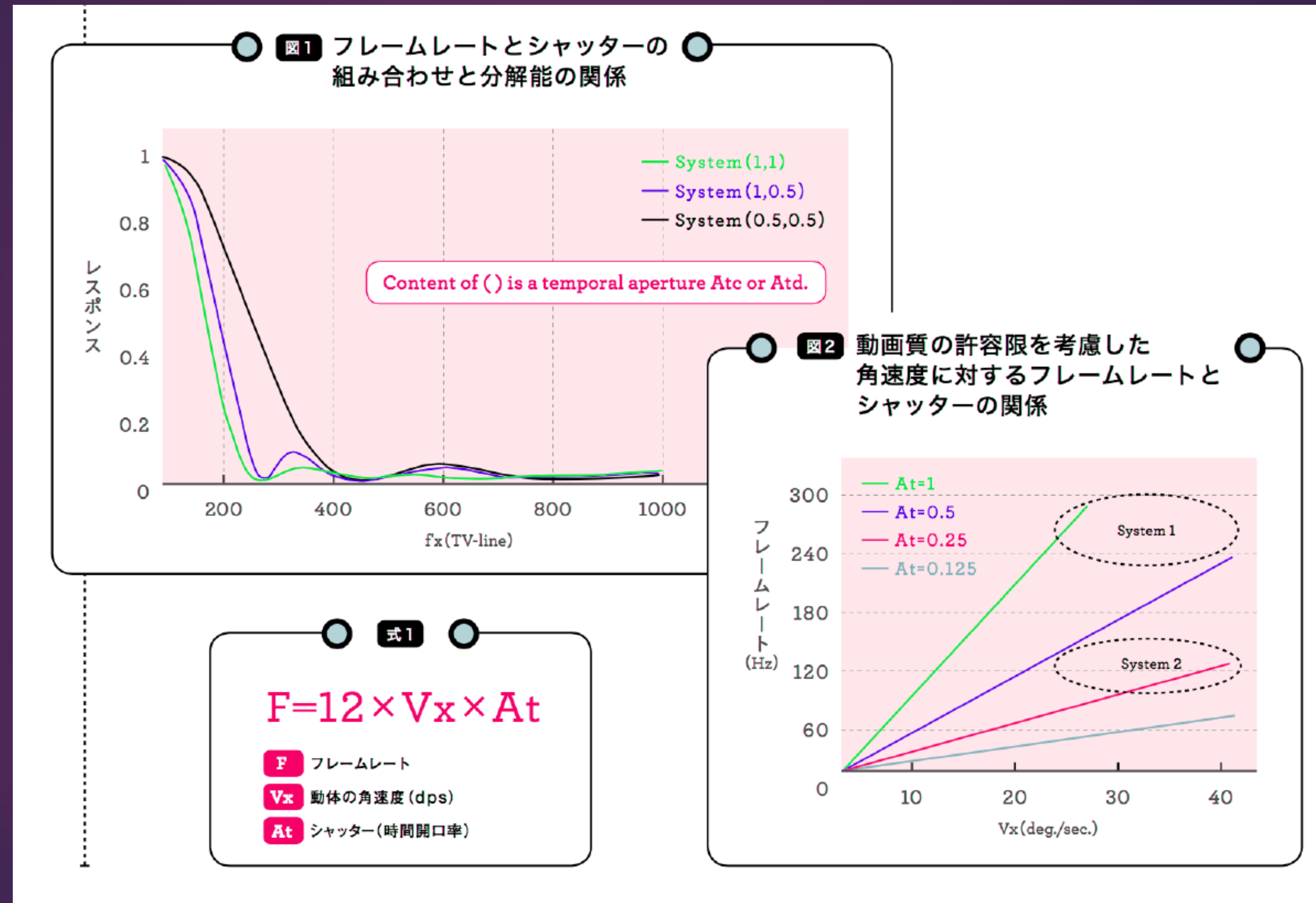


※出典：栗田泰市郎『ディスプレイの時間応答と動画表示画質』、VISION Vol. 24, No. 4、P154~163(2012)、日本視覚学会

モーションブラーとスミアリング

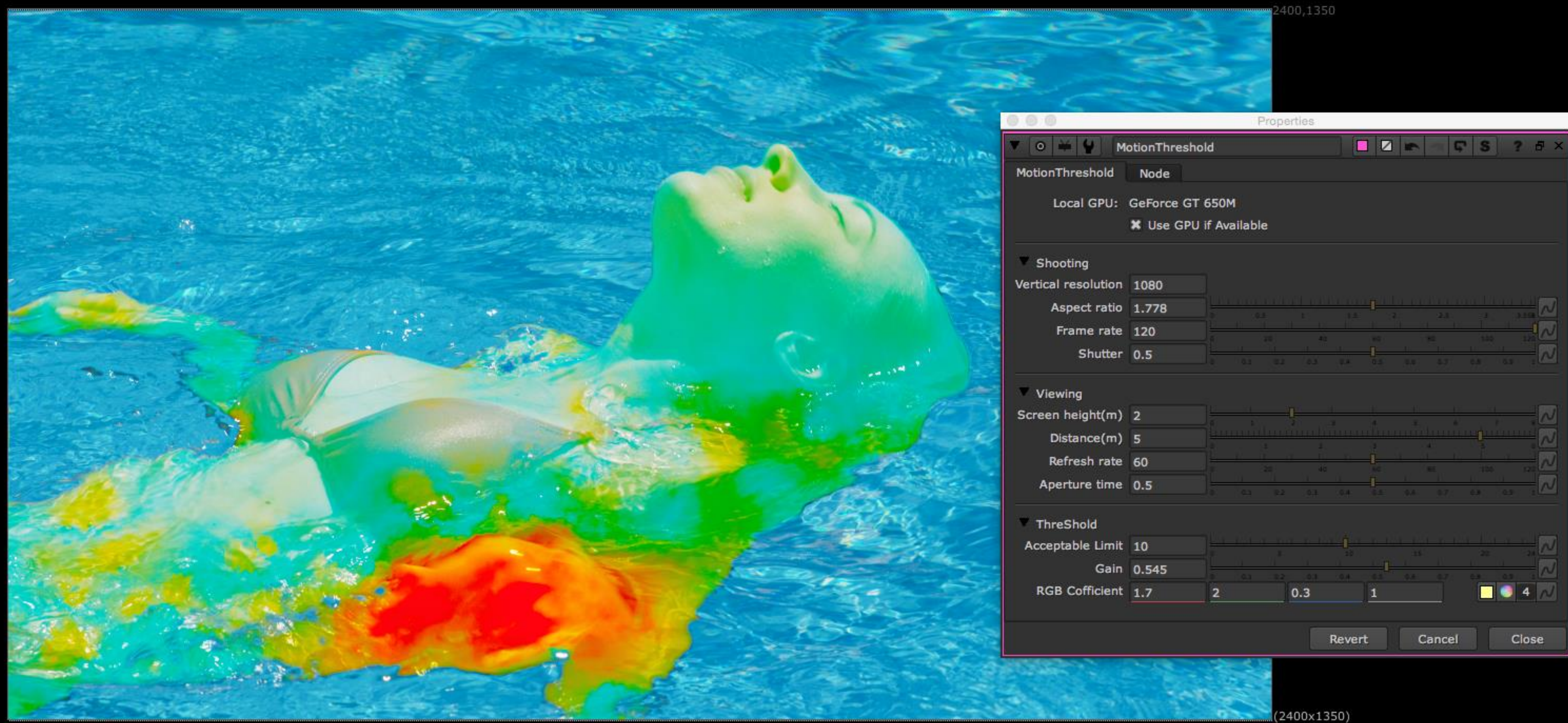


画質劣化とフレームレート及びシャッターの関係



※出典：栗田泰市郎、『ホールド型ディスプレイを用いる映像システムの動画質改善に関する一検討』
映像情報メディア学会誌 Vol. 64, No. 7(2010)

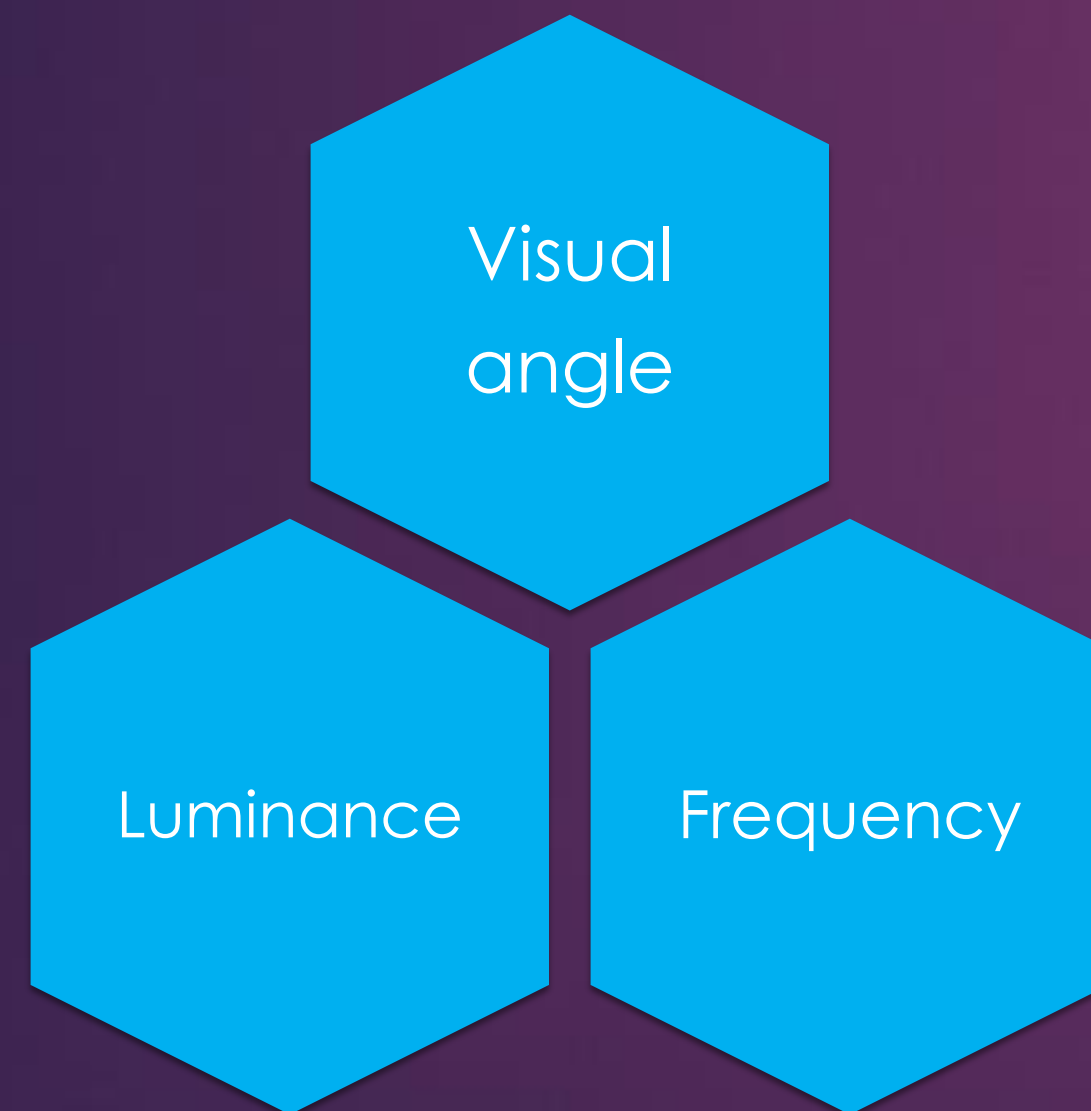
MotionThreshold Plug-ins (C++)



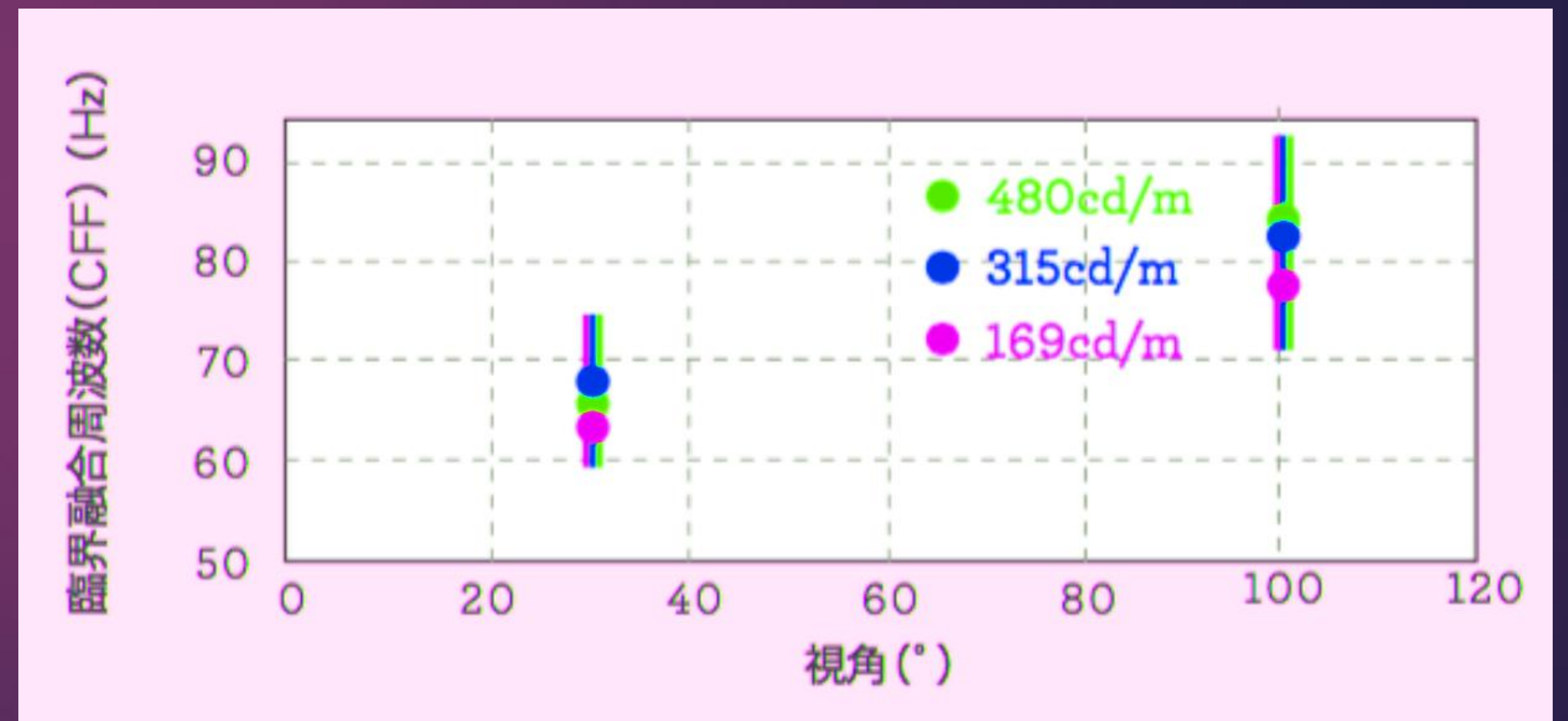
フリッカー

Flicker:

光の点滅を観察したときに知覚するちらつきのこと



視角と臨界融合周波数（CFF）の関係



※出典：西田幸博『スーパーハイビジョンの映像パラメーターと国際標準化』NHK技研 R&D, No.137(2013)、NHK放送技術研究所

ジャダーとジャーキネス

ジャーキネス (Jerkiness) :

もともとスムーズであった動きが離散的 (スナップショット) に感じる現象のこと



24 fps 72° Shutter

jerkiness: Motion that was originally smooth and continuous is perceived as a series of distinct "snapshots".

※出典：ANSI T1.801.02.1996

ジャダーとジャーキネス

ジャーキネス（Jerkiness）：

もともとスムーズであった動きが離散的（スナップショット）に感じる現象のこと

ジャダー（Judder）：

もともとスムーズであった動きが、カメラのシャッター、及びフレームレートが原因で離散的に収録されて、表示の際にジャーキネスを感じる現象のこと

CINEPHOTOGRAPHY TOOLS

Use these to better understand how various camera settings will impact your footage.

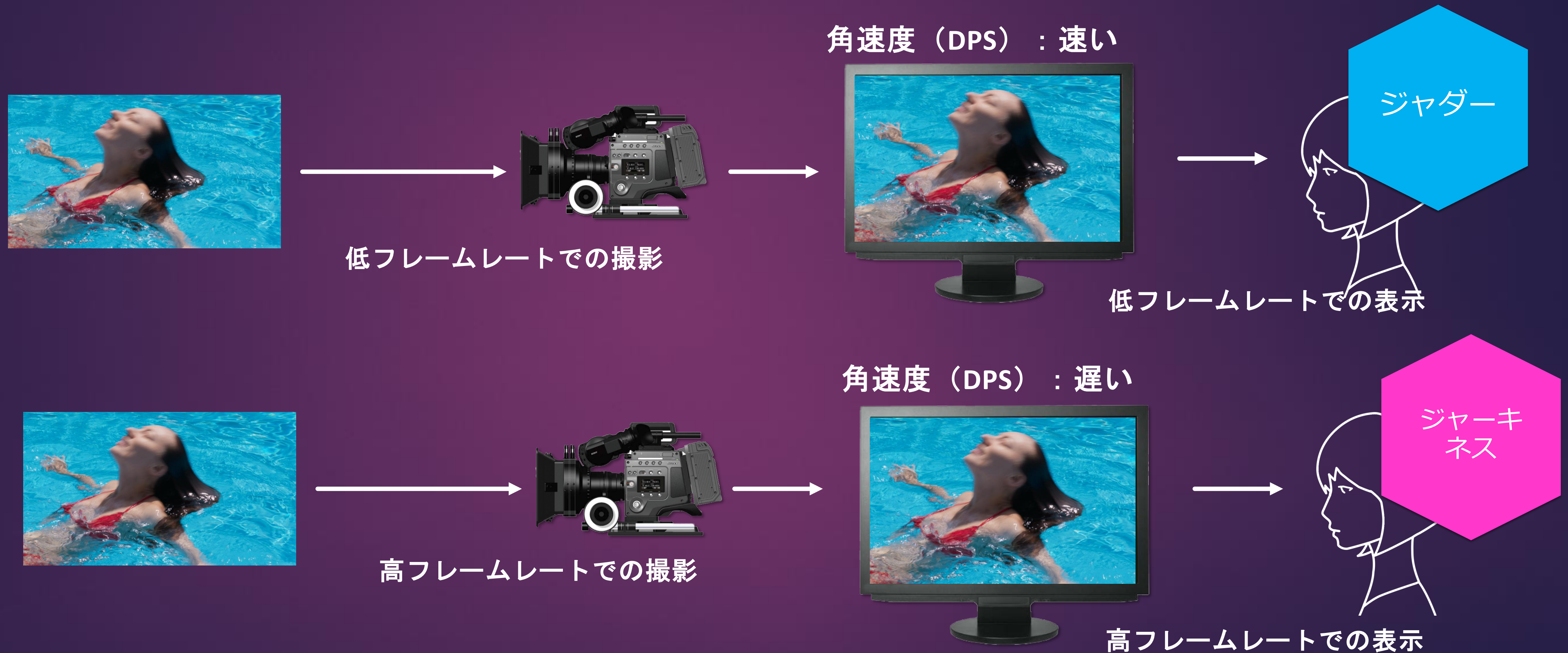
CROP FACTOR	Resolution Setting	RED Mysterium-X at 5K
RECORDING TIME	Focal Length	50 mm
FLICKER-FREE VIDEO	Frame Rate	24 fps
DEPTH OF FIELD	Total Panning Angle	90 degrees
PANNING SPEED		
EXPOSURE		

CALCULATE

Suggested Panning Duration: **20 sec**

Suggested Panning Speed: **4.4°/sec**

ジャダーとジャーキネス



※Judderの定義において明確なものはないが、ここでは、便宜上Judder とJerkiness を使い分けたい。

映画的なルックと高リアリティ映像



※フレームレートに起因するルックの定義において明確なものはないが、ここでは、便宜上CinematicとRealisticを使いたい。

HFR効果の検証



BT.2020の評価映像
4K, HDR, HFR(120fps)

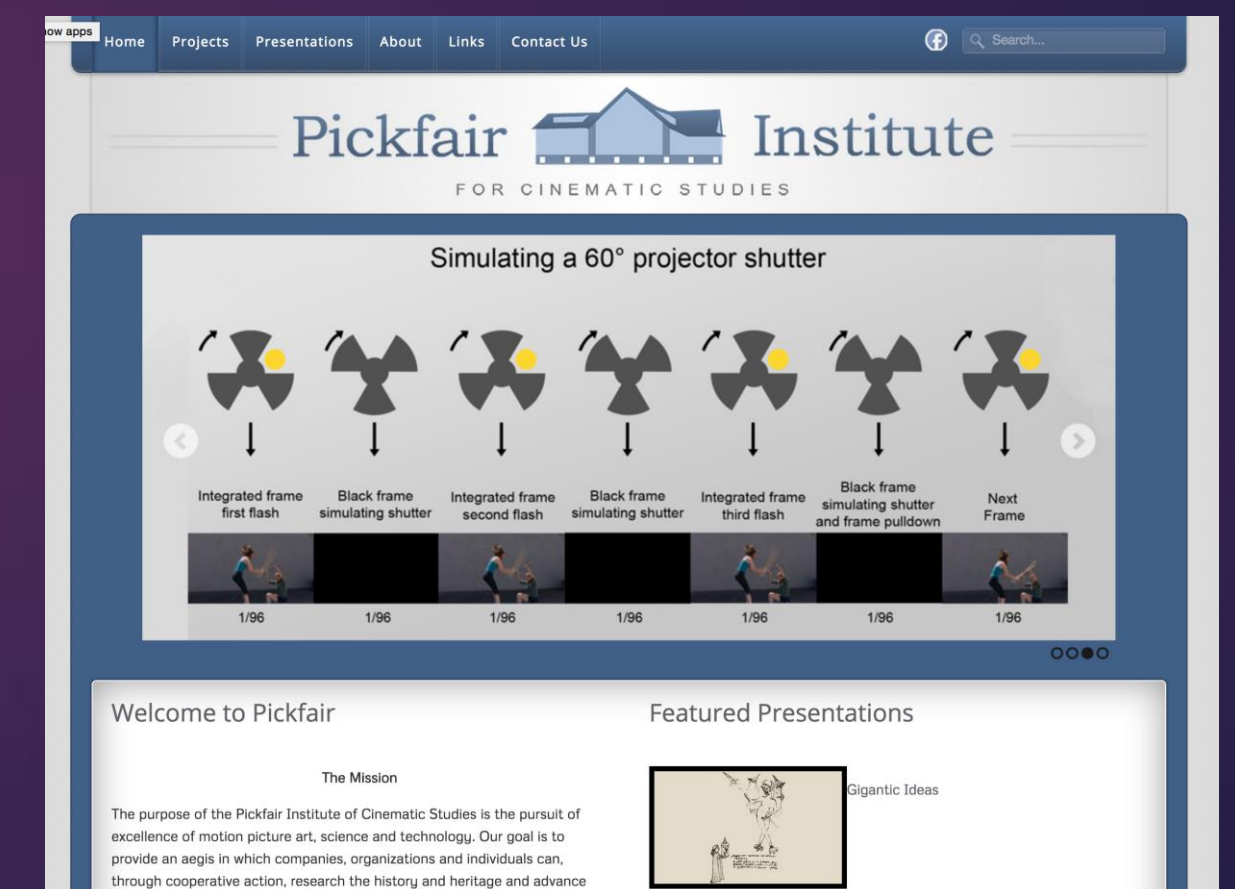
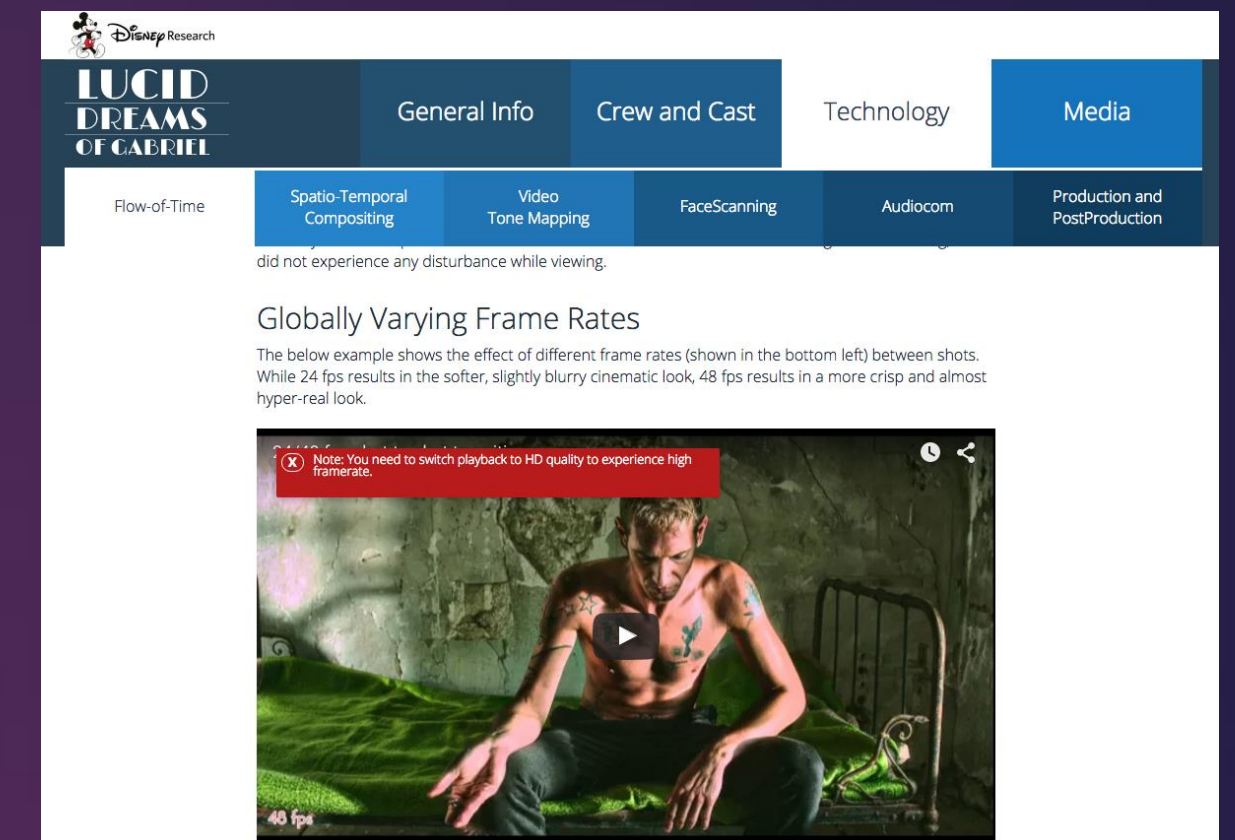
2015年7月素材撮影（230 Cut）

企画制作：株式会社パラダイス・カフェ

撮影技術：株式会社レイ

撮影監督：中堀正夫

技術監修：株式会社ロゴスコープ



※URL：<http://www.disneyresearch.com/luciddreamsofgabriel/>
<http://www.pickfairinstitute.org/>

UHD: Ultra High Definition

HFR: High Frame Rate

WCG: Wide Color Gamut

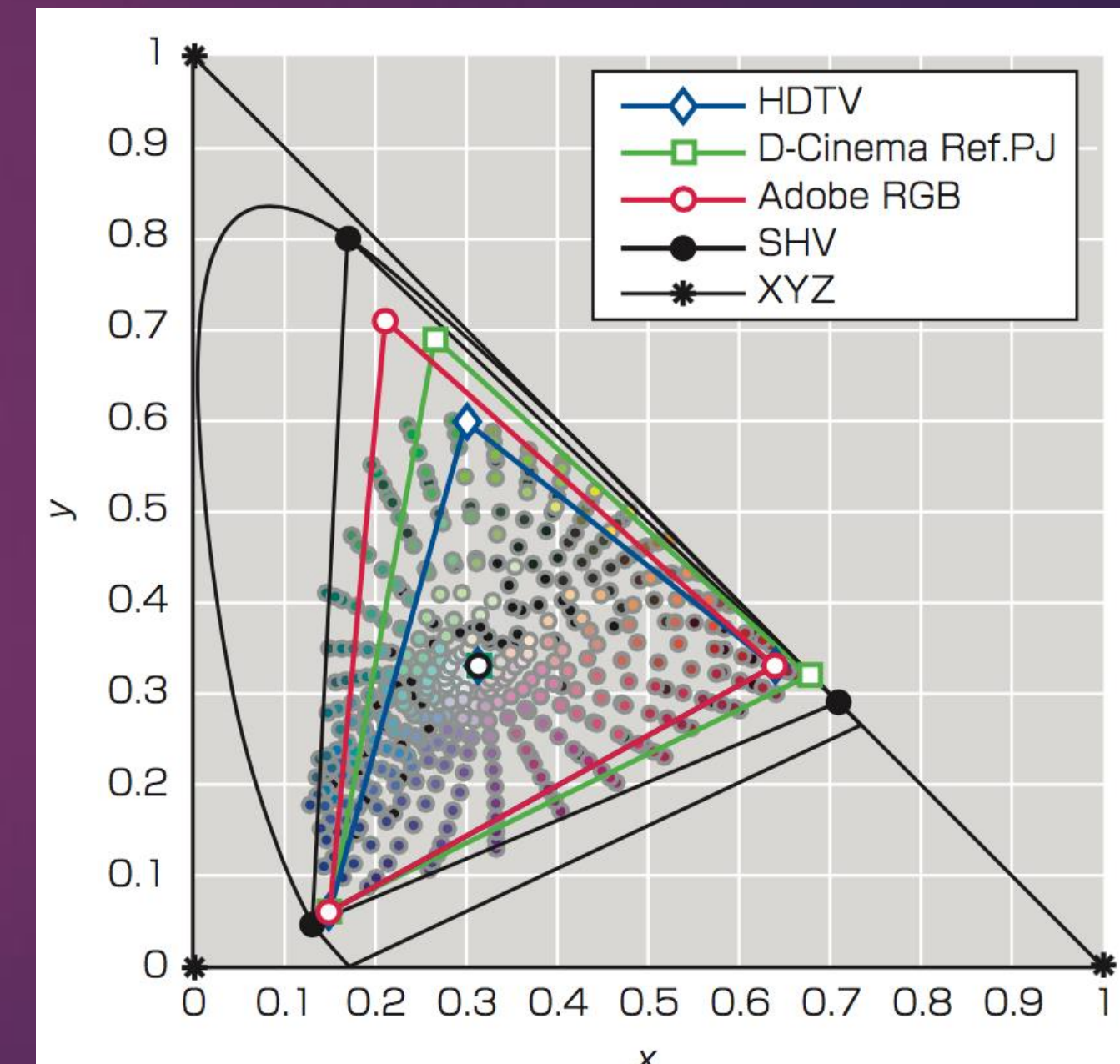
HDR: High Dynamic Range

WCG and Pointer Color

- HDTV,D-Cinemaなど主要の色域も包含し,実在する物体色をできるだけ包含する要求条件で開発されたのがSHVの色域
- NHK技研からITU-RへのSHVの提案後、サムスンの提案で赤だけ若干の修正が入り、2012年に標準化したのがBT.2020の色域

	ポインターカラー (%)	最明色 (%)
HDTV	74.4 %	35.9%
Adobe RGB	90.3%	52.1%
D-Cinema Ref.PJ	91.4%	53.6%
SHV	99.9%	75.8%

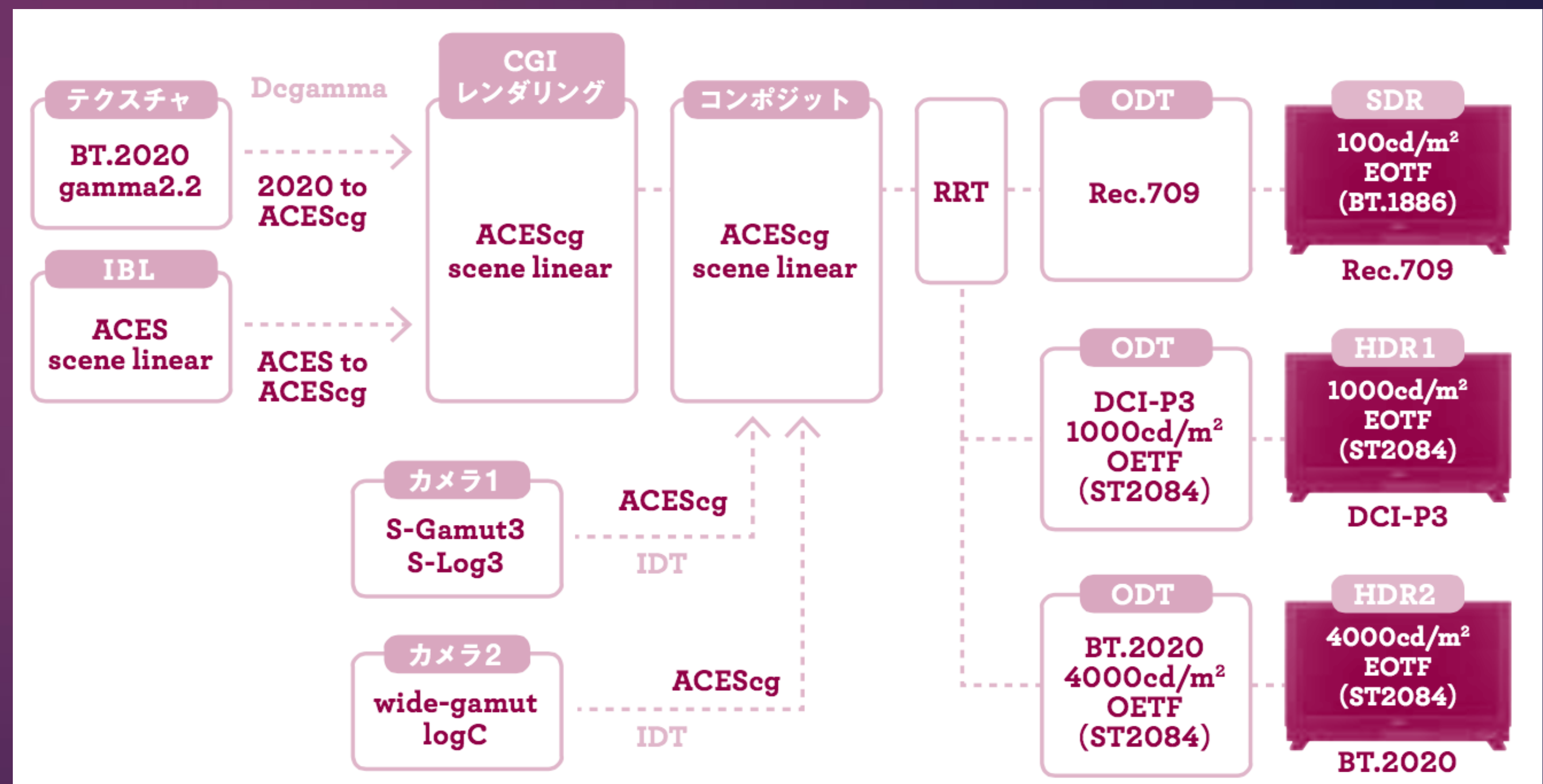
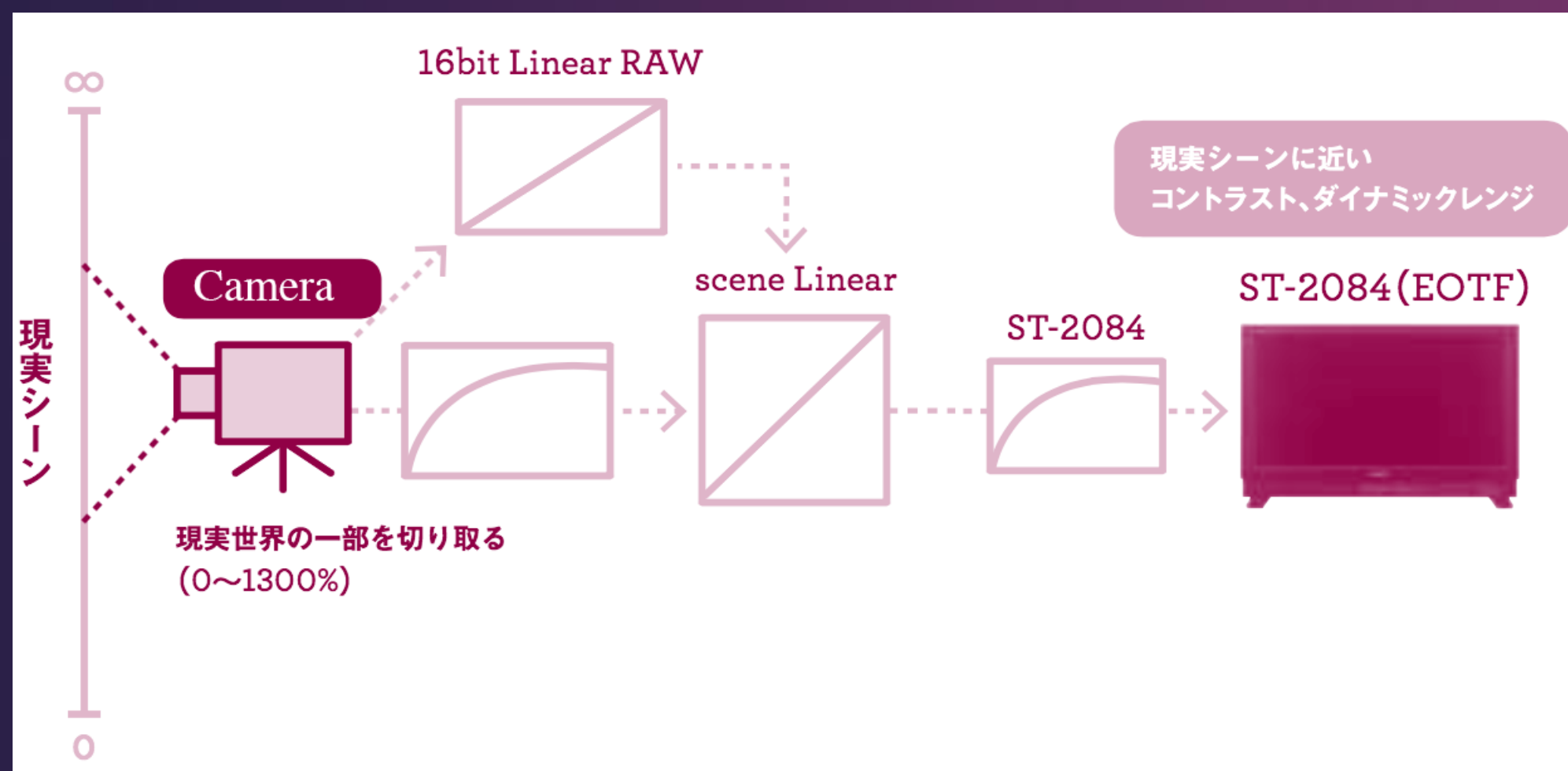
ポインターカラーと最明色の包含率



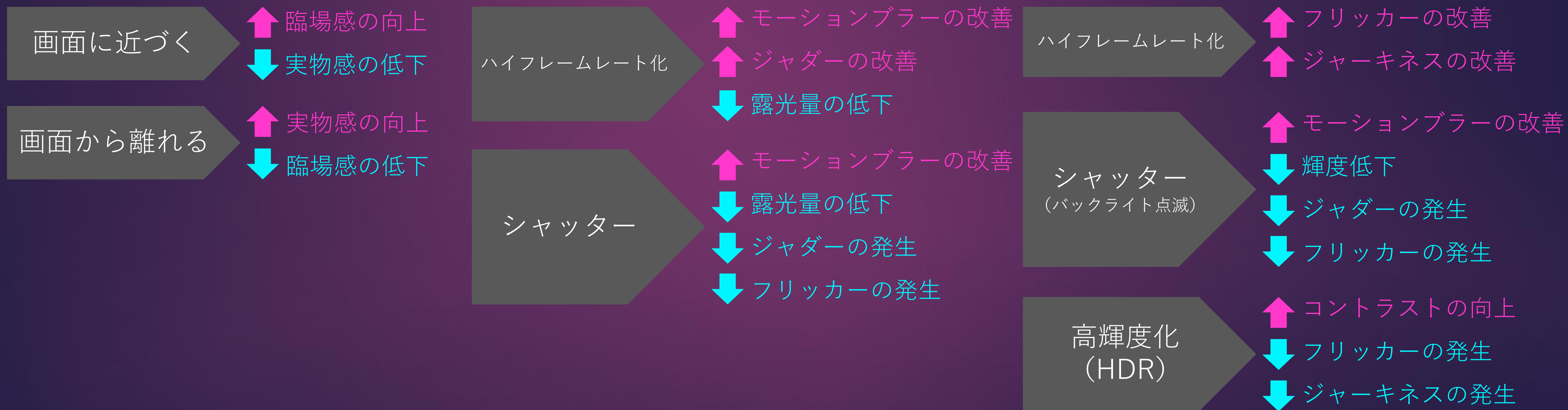
ポインターカラーと各種の映像システムの三原色

※引用：西田幸博『スーパーハイビジョンの映像パラメーターと国際標準化』、NHK技研R&D、No.137(2013)、NHK放送技術研究所、9図と2表

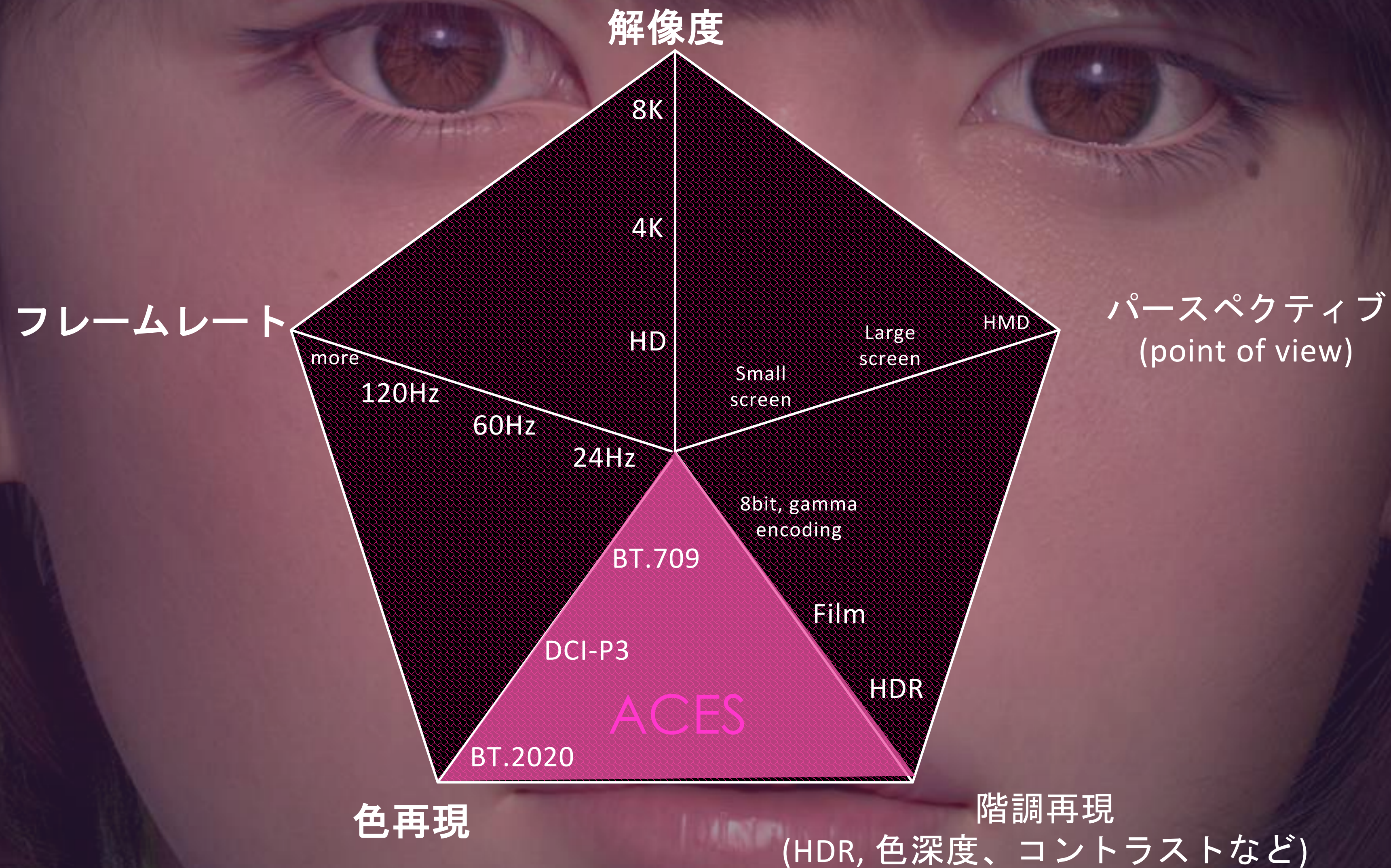
WCG と HDRでのシーンリニアワークフロー/ACES



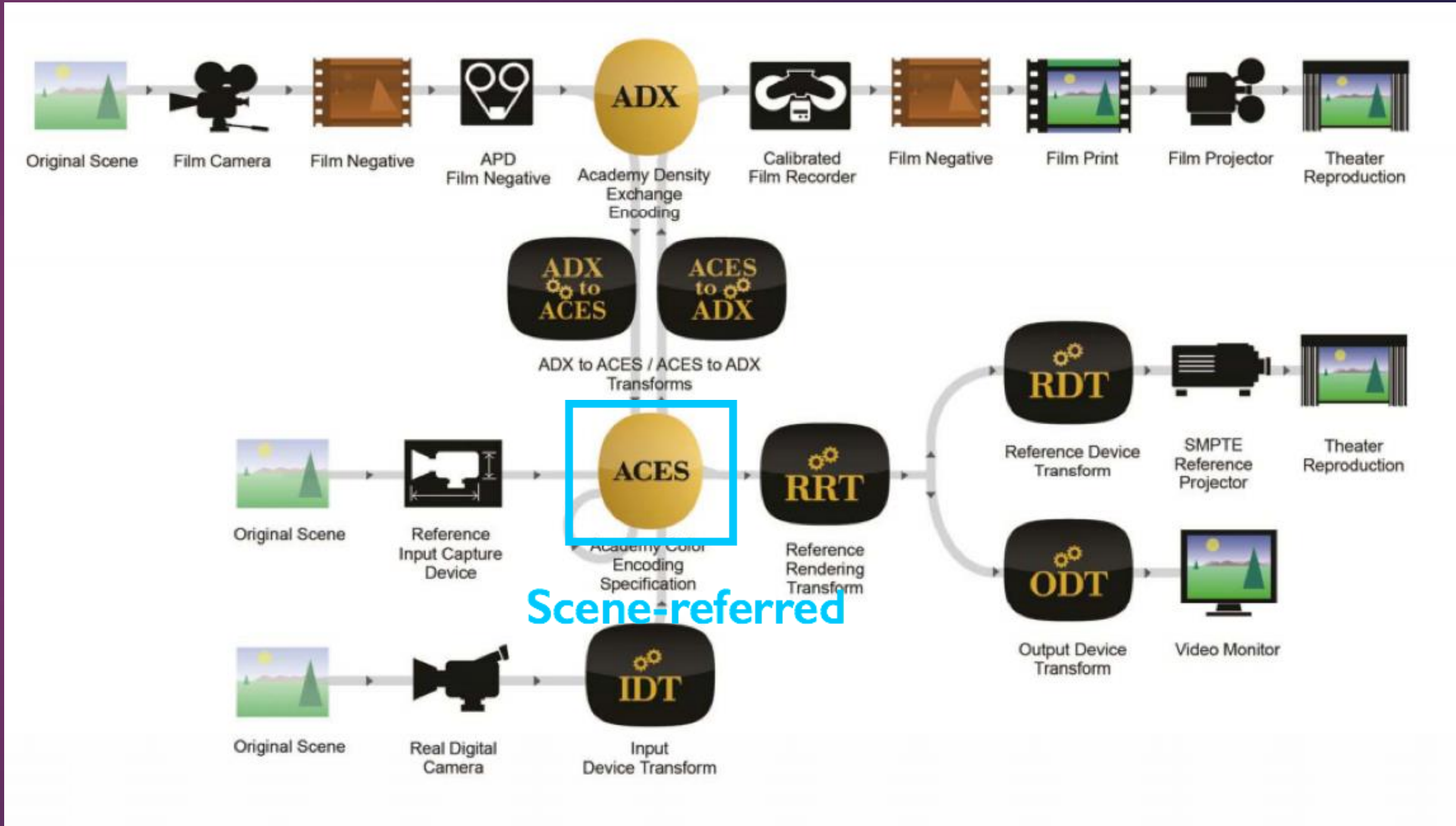
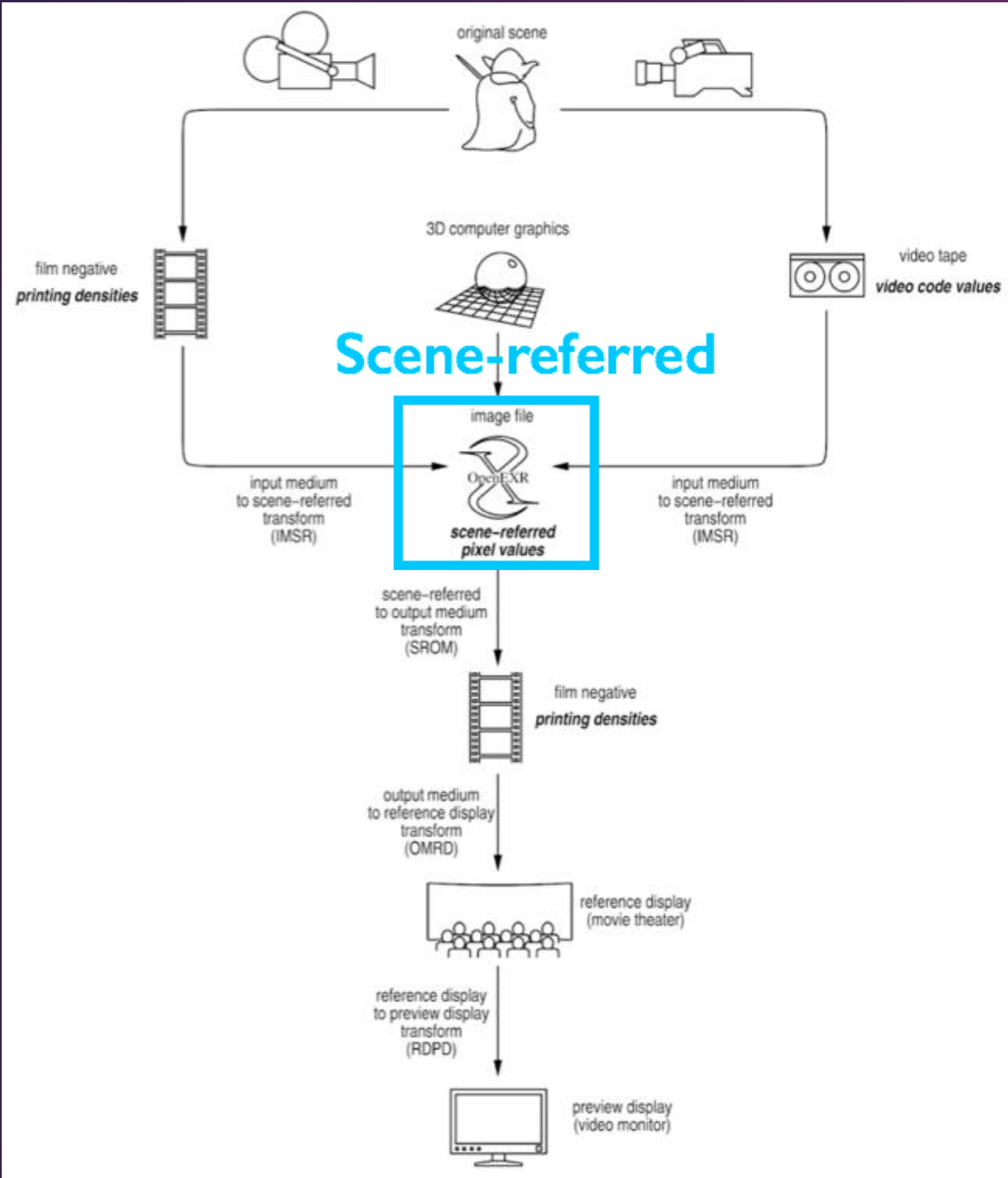
BT.2020規格とその効果の相関図



高リアリティ映像の要素



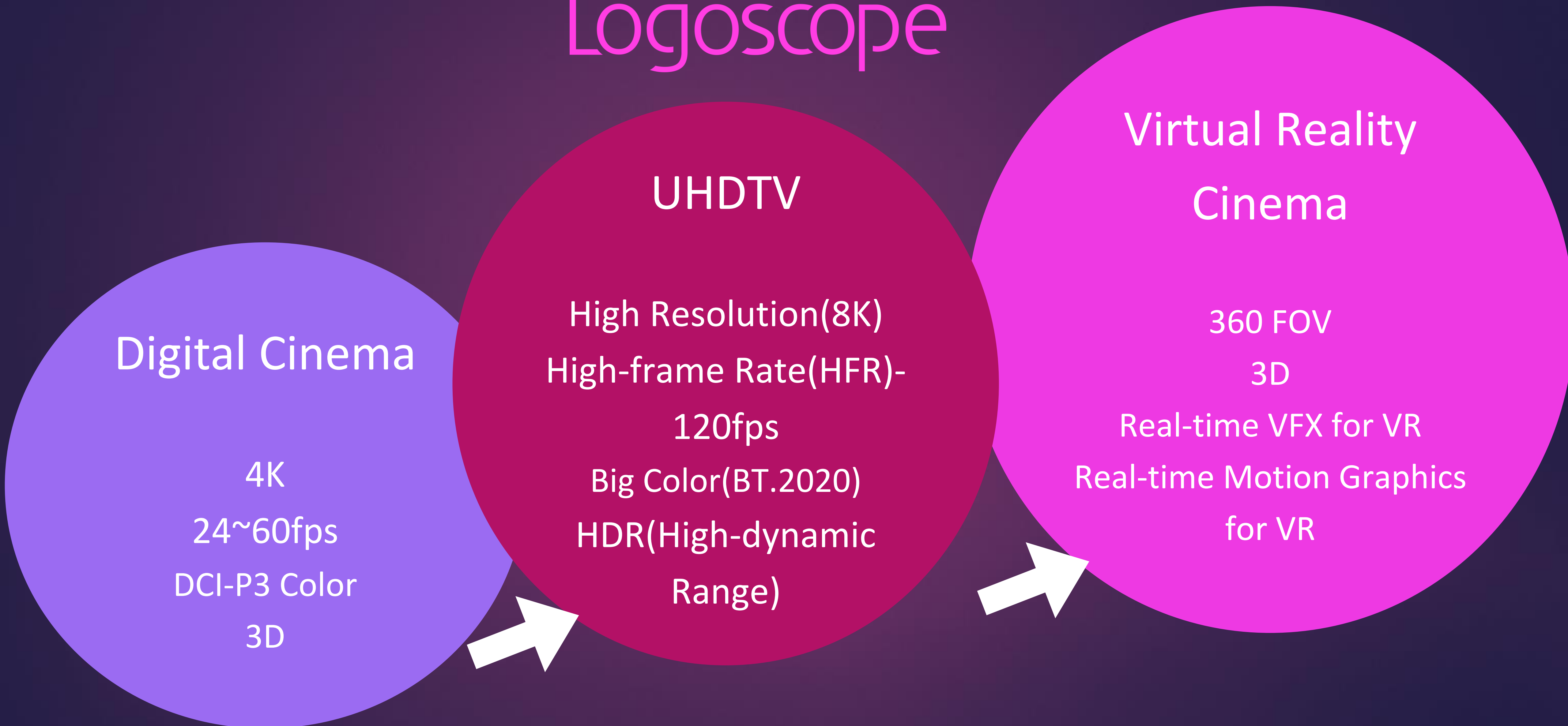
シーンリアワークフロー/ACES



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>

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

Logoscope



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.Virtual Reality Cinema

4.Virtual Human Projects

Logoscope

映像制作の現場がまだ自覚していない問題を見つけ出し、新たな問題として提起した上で、それぞれの現場の実情に合わせた解決策を提示します。すでに定まった問題をクリアするのではなく、現場と一緒に考え、現場ごとにカスタマイズされたワークフローやパイプラインを構築・提供します。

- 自動車産業、電機メーカーインハウスのCG映像制作ワークフロー構築
- 案件毎に最適化した（長編映画、CM制作）カラーパイプライン構築
- 撮影及びビューイングシステム構築
- CG及びポストプロダクション内でのシーンリニアワークフロー構築
- シーンリニア/ACES 及び高リアリティ/BT.2020の社内基礎教育
- 分光測定器を用いたカメラの測定及びカラーマッチング
- 分光測定器を用いたモニタの測定及びキャリブレーション
- 映像及び3DCG制作ソフトウェア間のカラーマネージメント
- 高精度シーンリニア/ACES HDRI 撮影及び生成
- 国際映像規格（Digital Cinema, ACES, BT.2020 etc）の映像制作ワークフロー実装
- 360度 VR 映像の撮影及びポストプロダクションワークフロー構築
- BT.2020対応次世代ディスプレイ（UHD, HDR, HFR, WCG etc）用コンテンツの技術プロデュース

Logoscope

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