

薄型テレビの人間中心設計

成蹊大学 窪田 悟

CEATEC JAPAN 2013

JEITA ディスプレイデバイスフォーラム
～スマート社会における高精"彩"ディスプレイの期待～

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

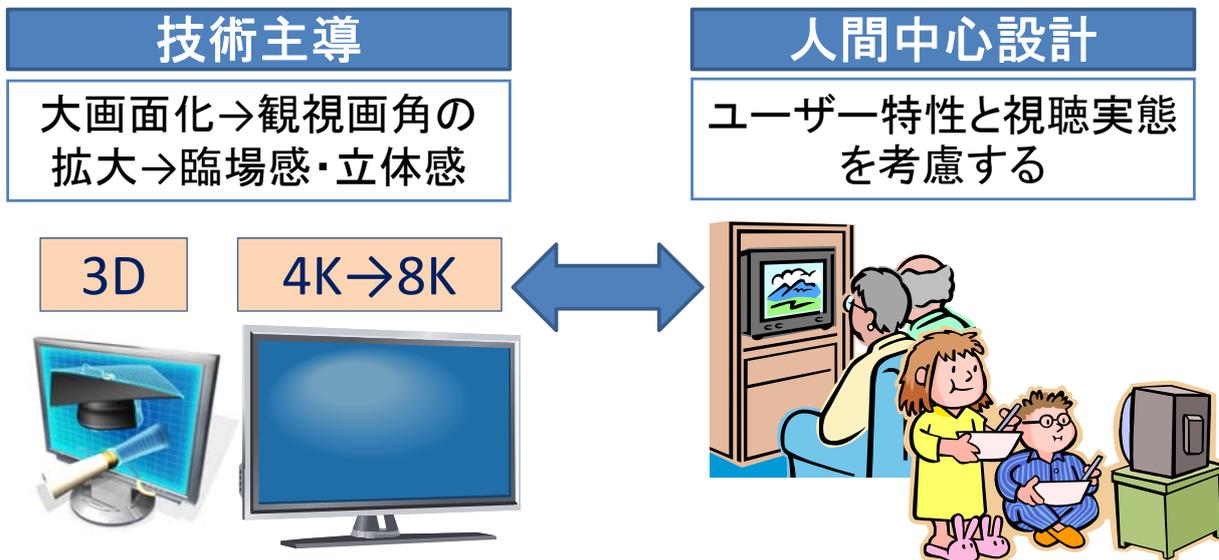
薄型テレビの人間中心設計

1. はじめに
2. 一般視聴者による液晶テレビの画質評価
 - 非専門家による画質評価の意義
 - 高齢者による評価
3. 視聴者の視点から見た3Dと4K
 - 3Dテレビの視聴による視覚疲労
 - 4Kテレビの視距離と画角
4. まとめに代えて

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

はじめに

技術主導による単線的、一元的な技術の発展と、生身のユーザーが現場で遭遇している現実との乖離を埋めるために人間中心設計が必要になる。細分化した技術に対して、技術者が一人のユーザーとしての感覚を持ち続けることの重要性を指摘したい。



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

薄型テレビの人間中心設計

1. はじめに

2. 一般視聴者による液晶テレビの画質評価

非専門家による画質評価の意義

高齢者による評価

3. 視聴者の視点から見た3Dと4K

3Dテレビの視聴による視覚疲労

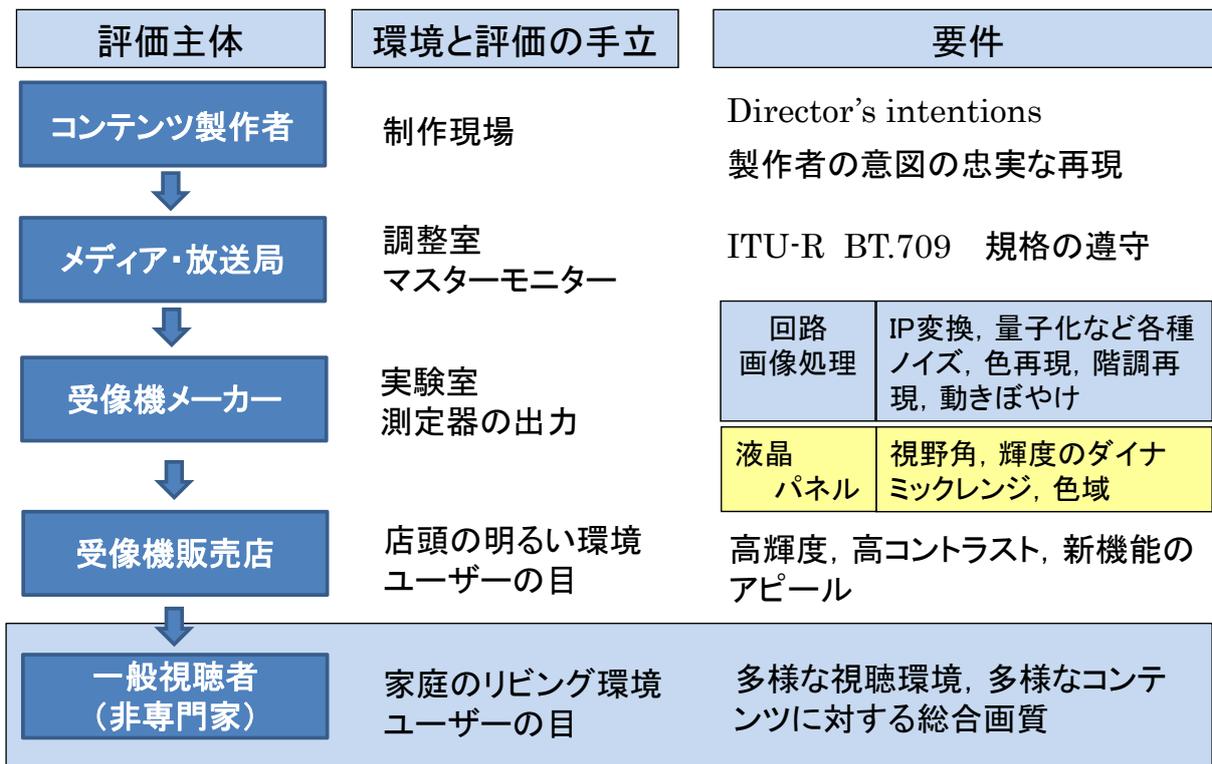
4Kテレビの視距離と画角

4. まとめに代えて

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

一般視聴者による液晶テレビの画質評価

誰のためのテレビ？ 構造主義的画質評価論



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

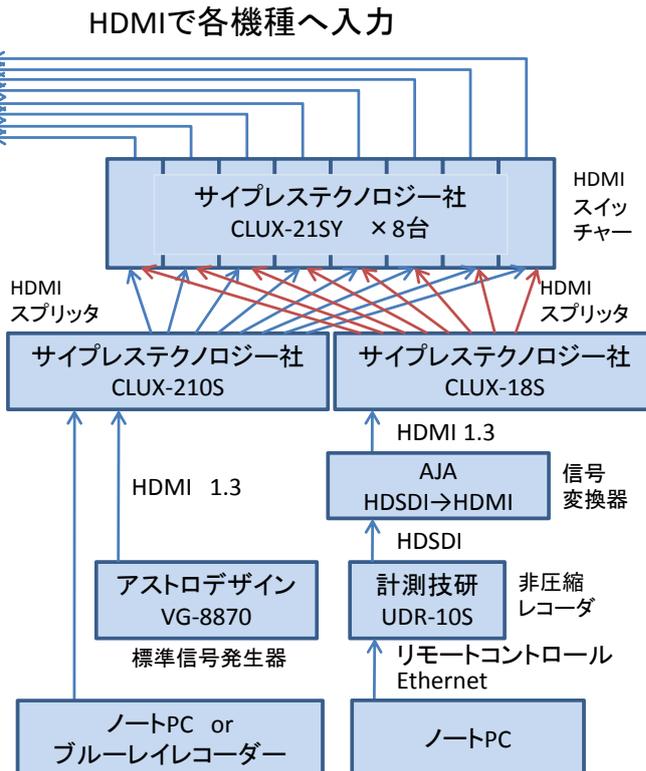
画質評価システム

最終製品の画質を評価する規定の方法は存在しないため
評価方法から検討した.

40~42型の最大8機種を
凹球面上に配置



- 複数機種に評価映像を同時に表示
- 全パネルを法線方向から3Hで観視
- フレームを隠したブラインドテスト



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

一対比較による画質評価

シエツフェの一対比較：中屋の変法

比較する2機種を指示し、以下の
評価尺度で全28対(8×7/2)を評価

ひとつの映像で若齢者平均5-6
分間、高齢者平均10分間程度

評価終了後には評価基準につい
て内省報告を聴取



評価尺度



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

評価条件

- 画面照度： 100 lx（家庭のリビング平均レベル）
- 照明の色温度： 6500 K（D65蛍光灯）
- 画面輝度： 約200 cd/m²（白輝度） APL40%時
- 明るさセンサ： オフ
- 映像モード： スタANDARD（デフォルト設定）
- 視距離： 150 cm（約3H）
- 参加者：
 1. 若年者 20名（20～23歳）
 2. 高齢者 20名（65～79歳） 高齢者実験
 3. 中国人 20名（18～28歳） 中国人実験
（ここでは2までの結果を示す）

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

評価機種

メーカーごとの特徴, および, その特徴が機種依存ではないことを明確にするため, できるだけ各社2機種のサンプルを準備した

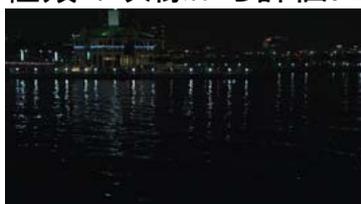
No.	メーカー	サイズ	型式	方式	バックライト	製造年
1	HITACHI	42	UT42-XP800(B)	IPS	CCFL	2010
2	HITACHI	42	L42-ZP05	IPS	エリア駆動LED	2011
3	LG	42	42LE8500-JA	IPS	LED	2011
4	MITSUBISHI	40	LCD-H40MZW300	VA	CCFL	2010
5	MITSUBISHI	40	LCD-40MDR1	VA	LED	2010
6	Panasonic	42	TH-L42G3	IPS	LED	2011
7	SAMSUNG	40	LN40B650T1F	VA	CCFL	2009
8	SAMSUNG	40	UN40D6500VF	VA	LED	2011
9	SHARP	40	LC-40LX3	VA	LED	2010
10	SHARP	40	LC-40LX1	VA	LED	2009
11	SONY	40	KDL-40HX800	VA	LED	2010
12	SONY	25	BVM-F250	OLED		2011
13	TOSHIBA	42	42Z8000	IPS	CCFL	2009
14	TOSHIBA	42	42ZG1	IPS	LED	2011

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

評価用映像

APLが低い順に配置

20種類の映像から評価に適した8種類を抽出(佐藤ほか:映情学技報 36(40),2011)



船着場の夜景(非圧縮)
ITE標準画像第2版



オーケストラ(BD)
NHKエンタープライズ:小澤・ベルリン



オペラ座の怪人(BD)
ギャガ・コミュニケーションズ



女性と港(非圧縮)
ITE標準画像第2版



コスモス畑(非圧縮)
ITE標準画像第2版



銀杏並木(非圧縮)
ITE標準画像第2版



海(BD)
TBS, アニプレックス:ベストオブ世界遺産

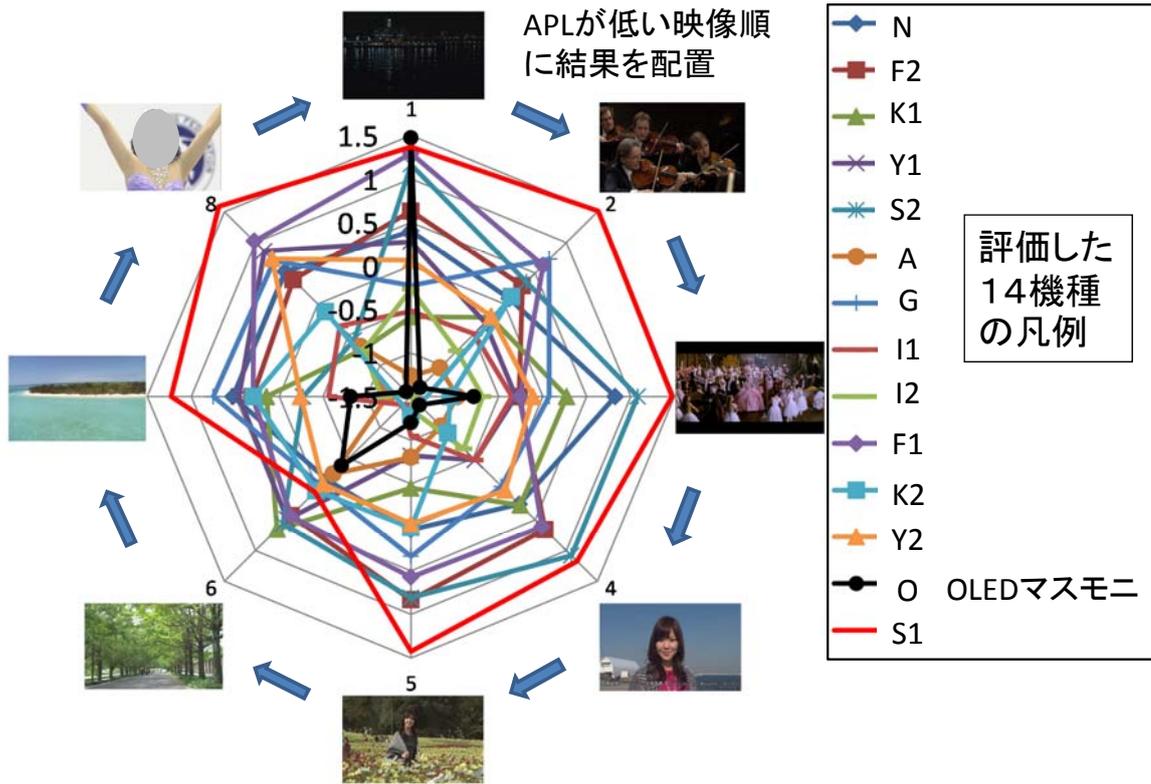


フィギュアスケート(BS)
NHK-BS放送

約15秒のシーンの
繰り返し再生
20種類の評価結果
から8映像に集約

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

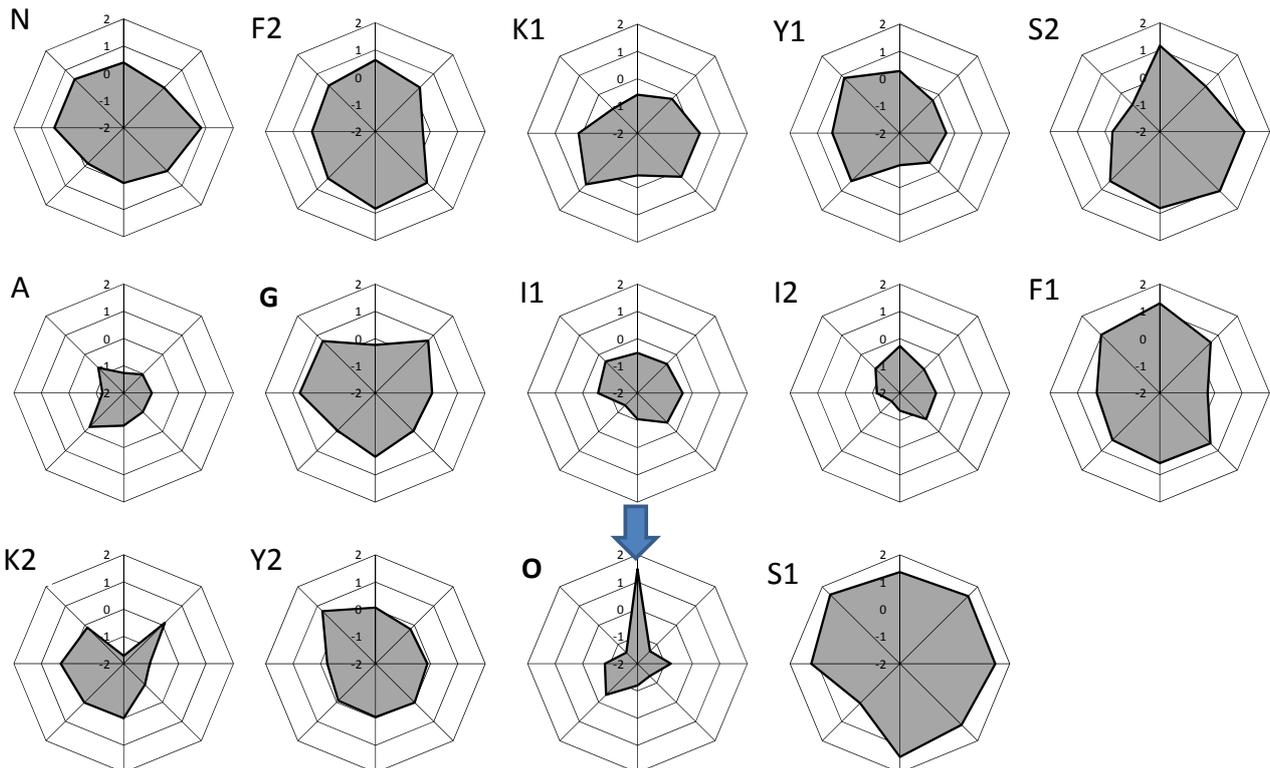
8映像による総合画質評価結果(14機種の結果)



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

8映像による総合画質評価結果(14機種の結果)

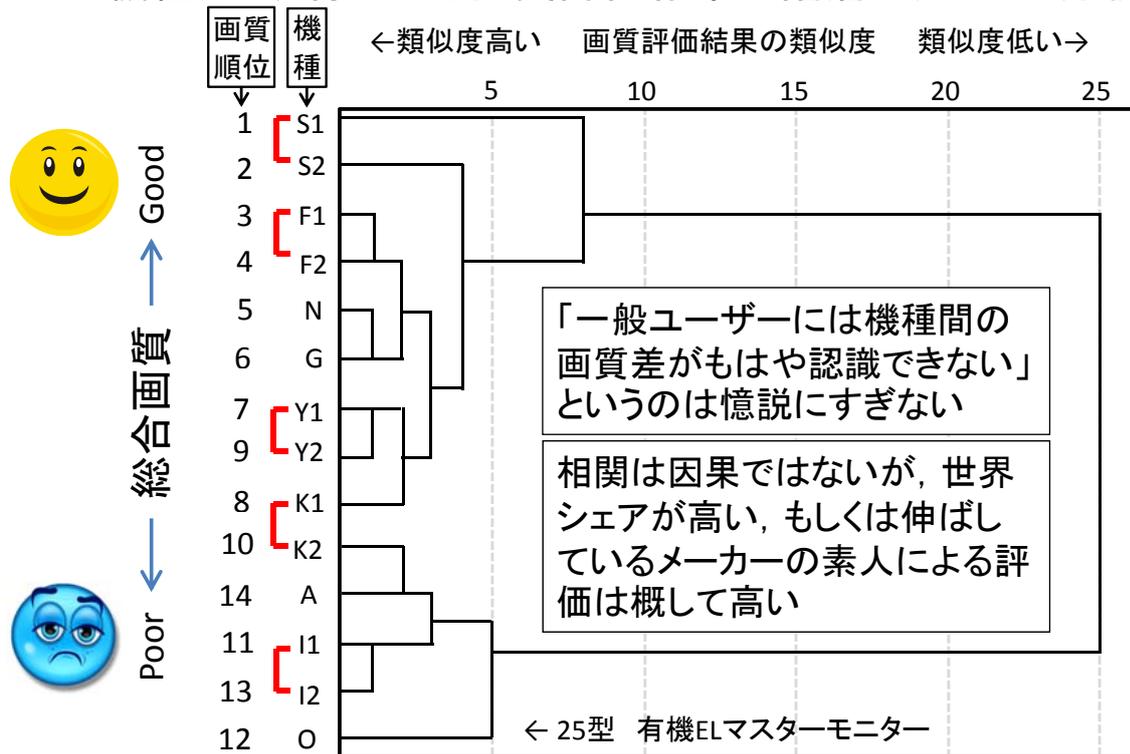
前図の結果を機種ごとに展開



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

各機種種の総合画質の評価結果とその類似性

14機種種の8映像による画質評価結果の階層クラスター分析



[] は同じメーカーを示す

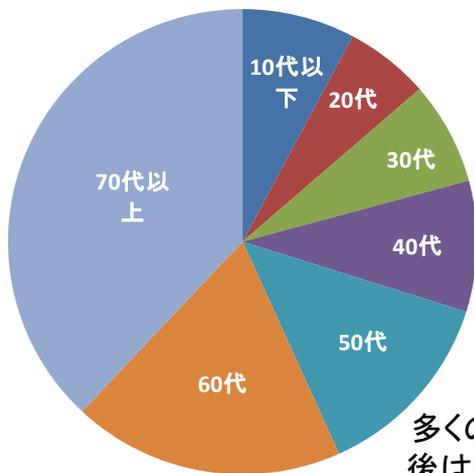
CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

高齢者による評価

2035年にテレビ視聴者は60歳以上が57%になる

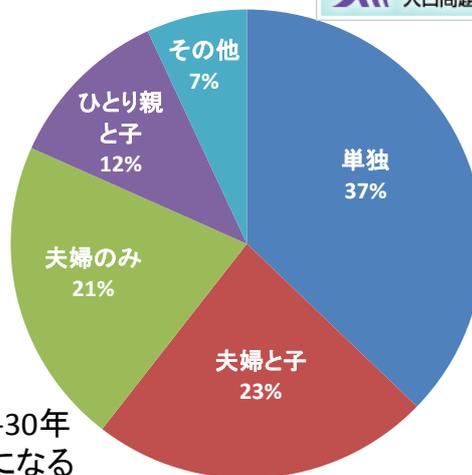
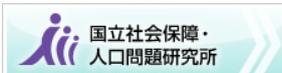
人口問題研究所の年代別人口割合とNHK放送文化研究所の年代別視聴時間より算出した. 2035年時点の実質的なテレビ視聴者の年齢層

60代以上が57%を占める



多くの国で20-30年後は同じようになる

視聴時間を考慮した2035年の
テレビ視聴者の年齢層

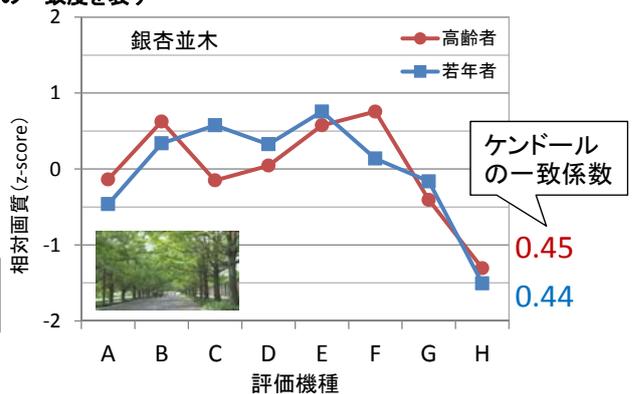
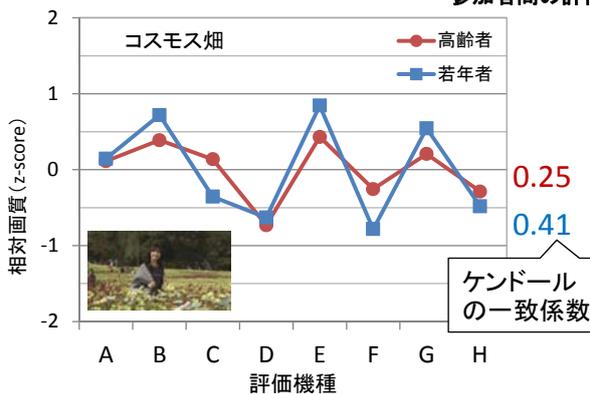
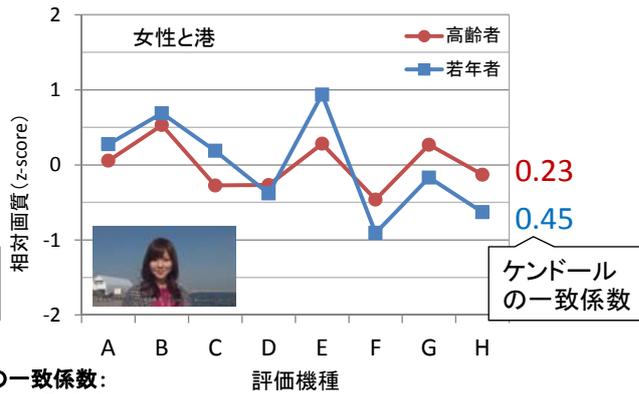
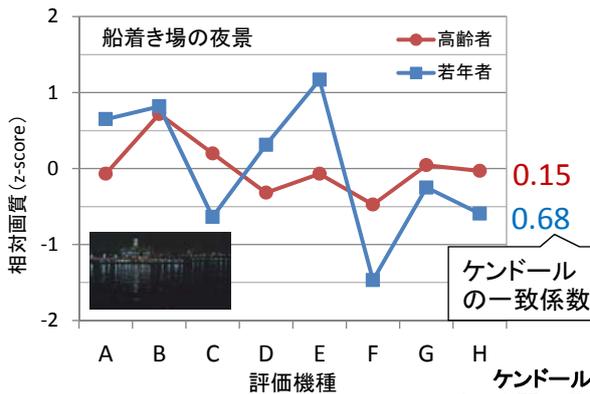


2035年の家族類型別の
世帯割合

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

高齢者と若年者の各機種の画質評価結果

若年者 20名(20~23歳) vs 高齢者 20名(65~79歳)

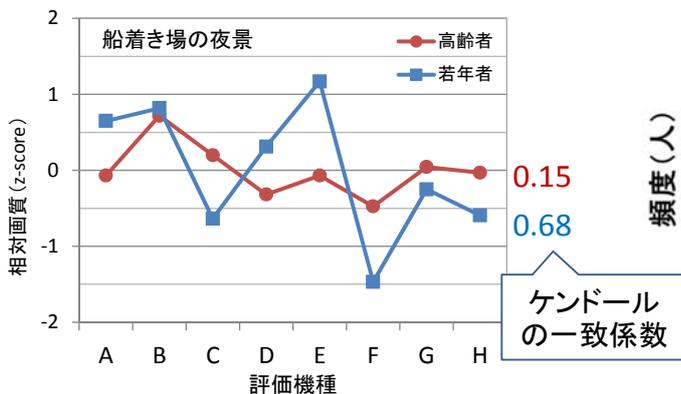


ケンドールの一致係数:
参加者間の評価の一致度を表す

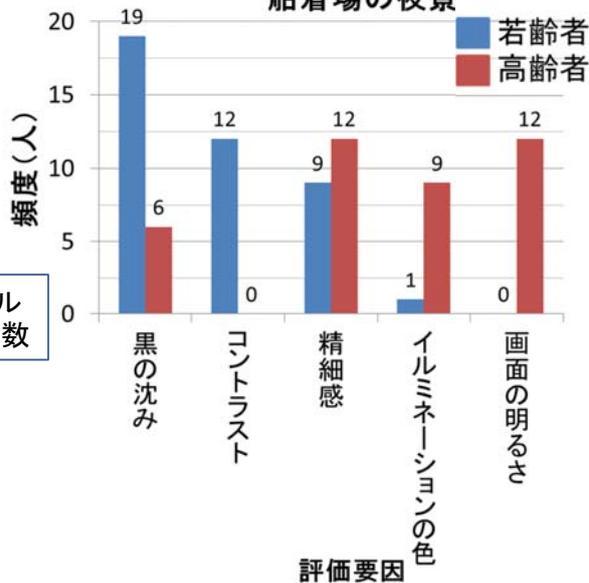
CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

船着場の夜景

高齢者と若年者の各機種
に対する評価結果

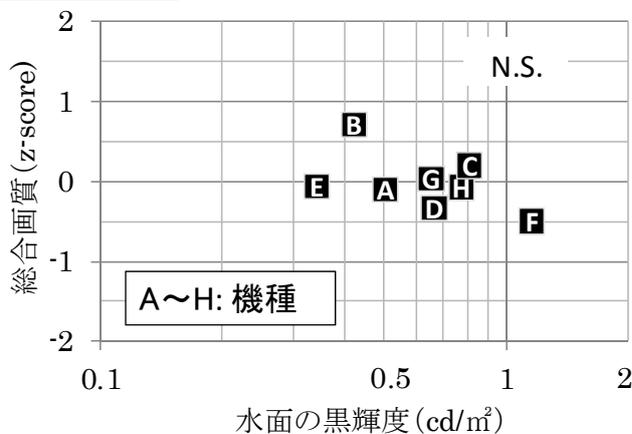
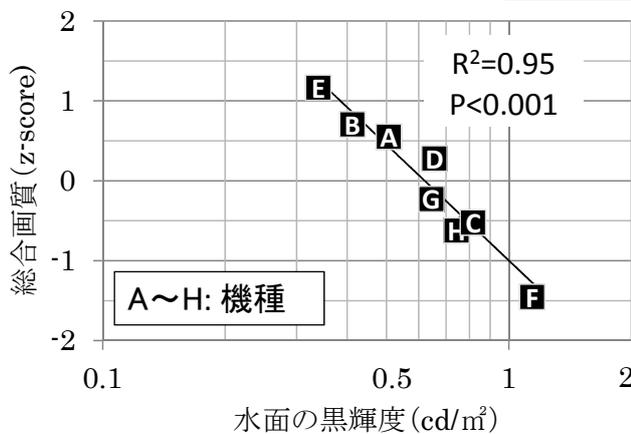


評価後の内省報告
評価にあたっての注目点
船着場の夜景



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

総合画質と黒輝度との関係



高齢者は黒輝度の機種間の差が検知できていない

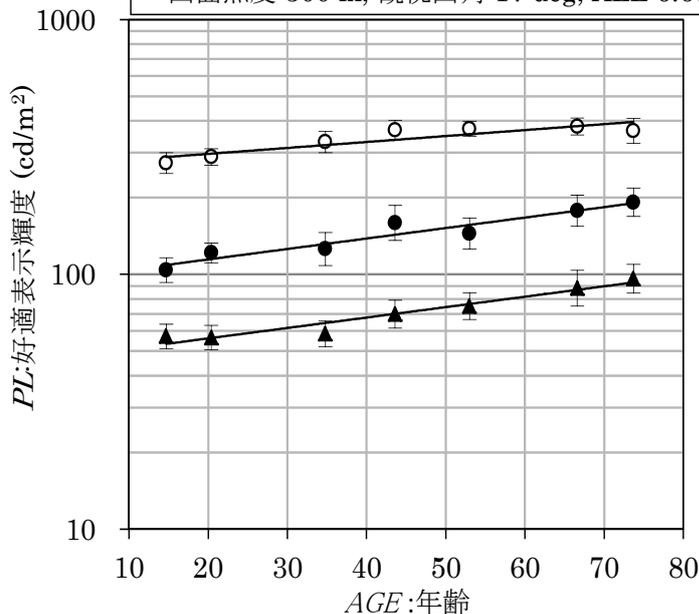
OLEDの黒の価値が高齢者には判らない？

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

最適表示輝度の年齢依存性

- ▲ 画面照度 30 lx, 観視画角 62 deg, ALL 82%
- 画面照度 100 lx, 観視画角 33 deg, ALL 39%
- 画面照度 300 lx, 観視画角 17 deg, ALL 6.6%

各年齢層の参加者に調整法によりテレビの表示輝度を好ましいレベルに設定させた実験の結果



$$\log PL = 0.0023AGE + 2.43$$

$$R^2 = 0.80$$

$$\log PL = 0.0041AGE + 1.98$$

$$R^2 = 0.91$$

$$\log PL = 0.0041AGE + 1.67$$

$$R^2 = 0.94$$

PL: 好適表示輝度 (白輝度) cd/m²

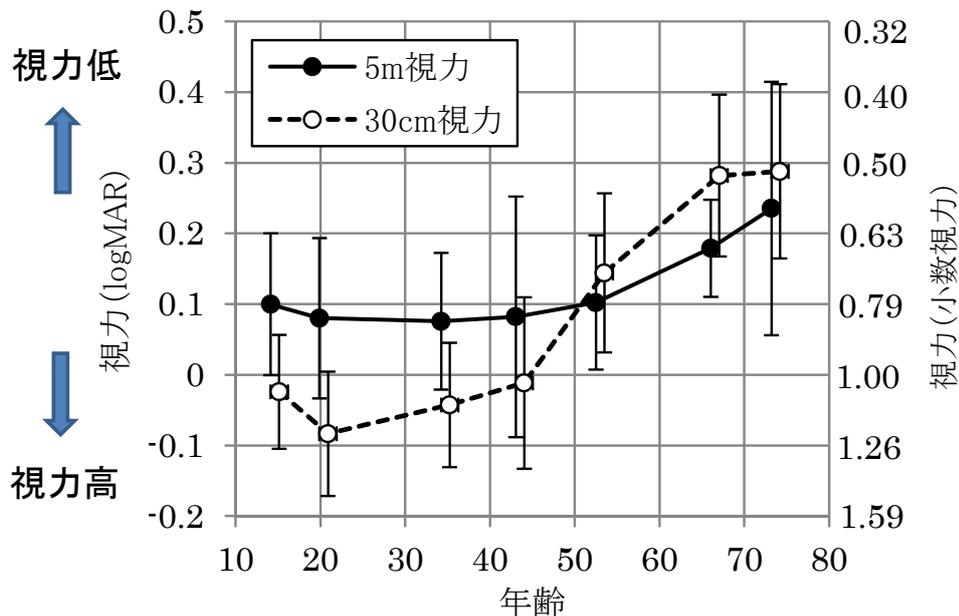
AGE: 観視者の年齢

加齢に伴う好適表示輝度の変化
各年代20名の幾何平均値と±1標準誤差

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

参加者の年代別の視力

近距離視力の年代別測定結果は、テレビよりモバイルディスプレイの高齢化対応の重要性を示している



5m視力はテレビを見る場合、30cm視力は本を読む場合の矯正状態の視力をBaush & Lomb製のオーソレータで測定した



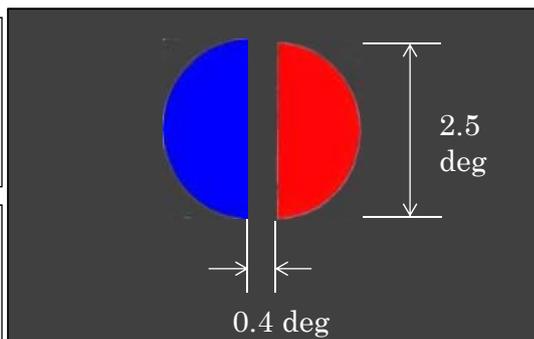
logMAR視力の各年代20名の平均値と±1標準偏差

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

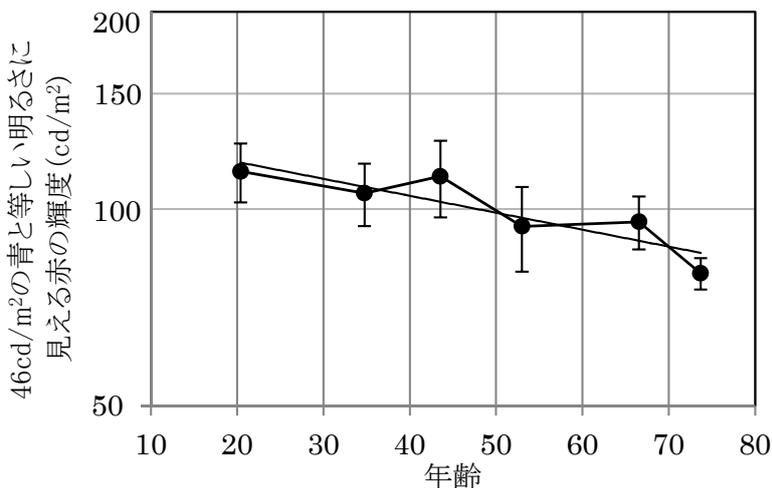
加齢に伴う視界黄変化(透光体の透過率低下)の簡易測定

青
(基準刺激)
 $u' = 0.174$
 $v' = 0.152$
 46 cd/m^2

赤
(調整刺激)
 $u' = 0.468$
 $v' = 0.522$



基準の青色と同じ明るさに見えるように赤色の輝度を調整した。赤の輝度値から加齢に伴う短波長域の感度低下を推定した。



好適表示輝度の年齢依存とほぼ対応している

各年代20名の幾何平均値と±1標準誤差

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

薄型テレビの人間中心設計

1. はじめに

2. 一般視聴者による液晶テレビの画質評価

非専門家による画質評価の意義

高齢者による評価

3. 視聴者の視点から見た3Dと4K

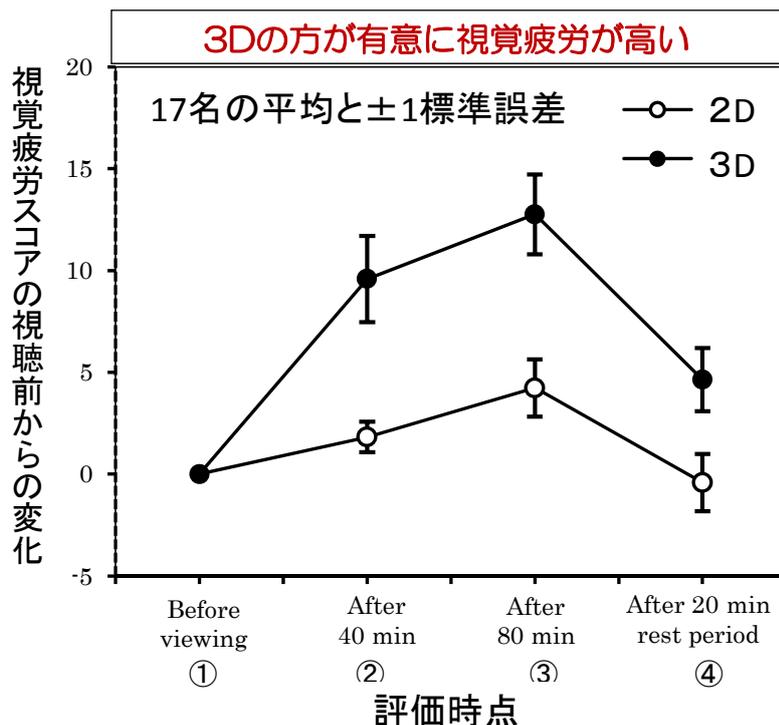
3Dテレビの視聴による視覚疲労

4Kテレビの視距離と画角

4. まとめに代えて

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

3Dテレビの視聴による視覚疲労



50型アクティブシャッター眼鏡方式PDP3Dテレビを異なる日に2Dと3Dで視聴した結果

コンテンツ: アバター

視覚疲労スコア: 自覚症状20項目の7段階評定値の合計

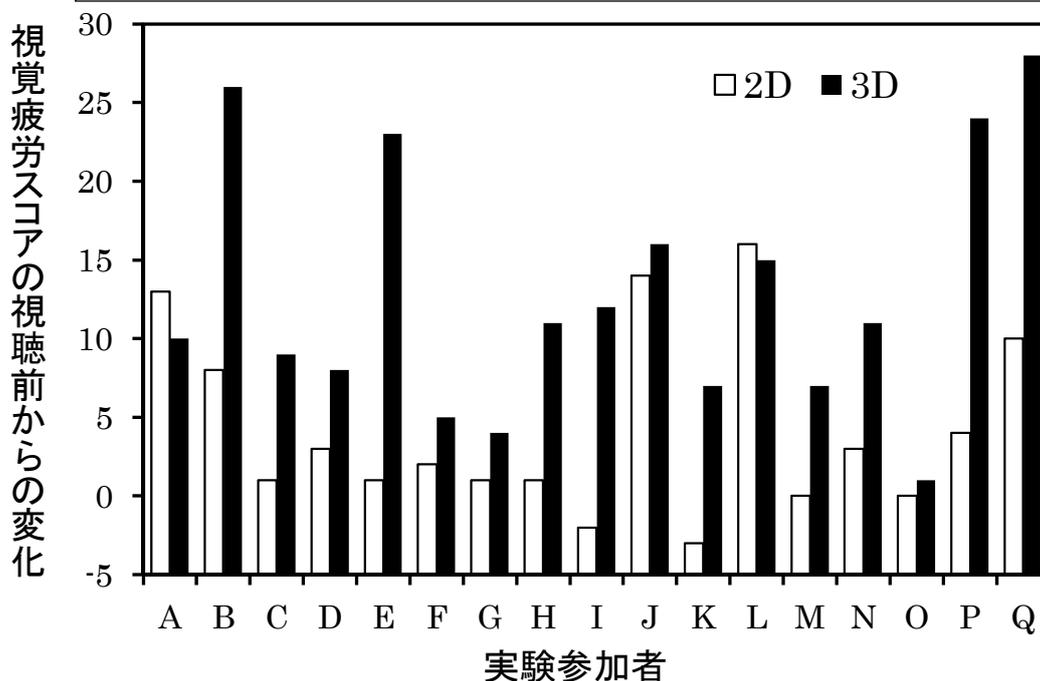
窪田ほか: 映像情報メディア学会誌, 67巻, 7号, 2013.7より

2Dと3D条件における視聴前からの視覚疲労スコアの変化

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

視覚疲労スコアの視聴前からの変化(80分間視聴後の比較)

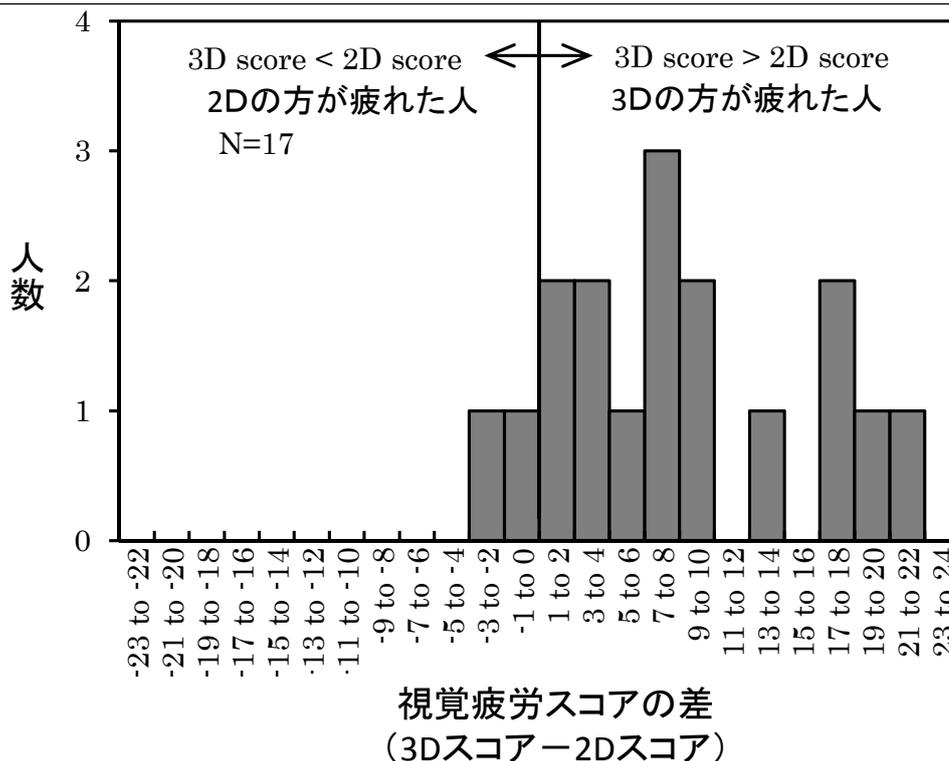
3D特有の視覚疲労を検討するには2Dとの差に着目する必要がある。視覚疲労に対する感度は個人差が大きいので、2D条件は統制条件の意味合いをもつ。



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

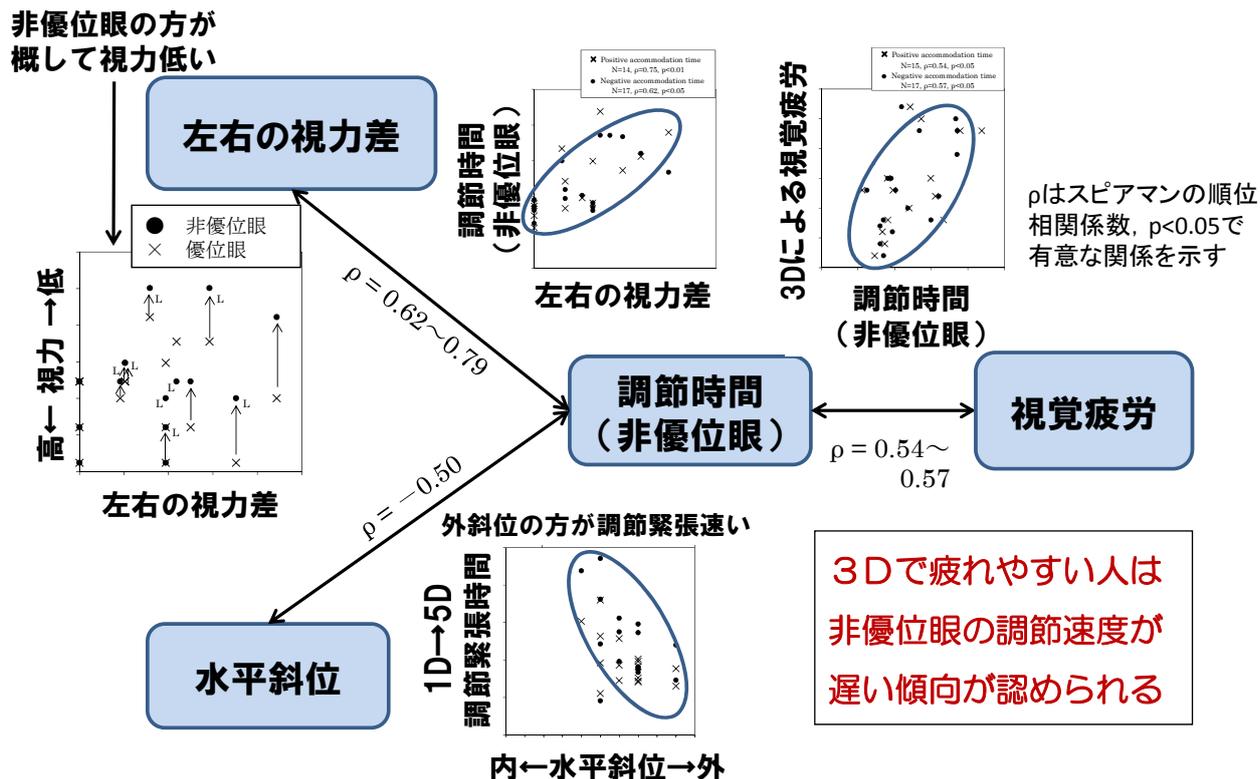
2Dと3Dで80分間視聴後の視覚疲労スコアの差の分布

2Dと3Dで差がない人もいる。このばらつきが個人の視機能と関係している。



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

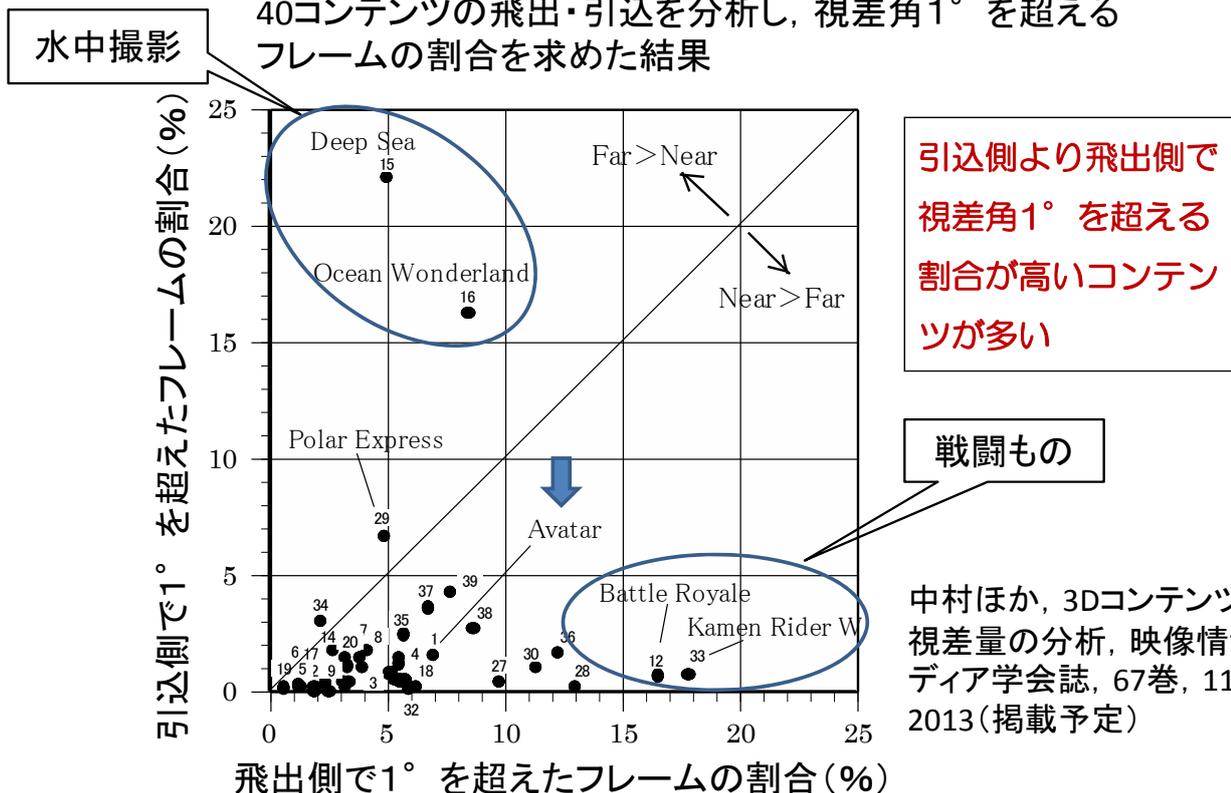
3Dによる視覚疲労と視機能との関係



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

3Dコンテンツの視差角の分析結果

40コンテンツの飛出・引込を分析し、視差角 1° を超えるフレームの割合を求めた結果



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

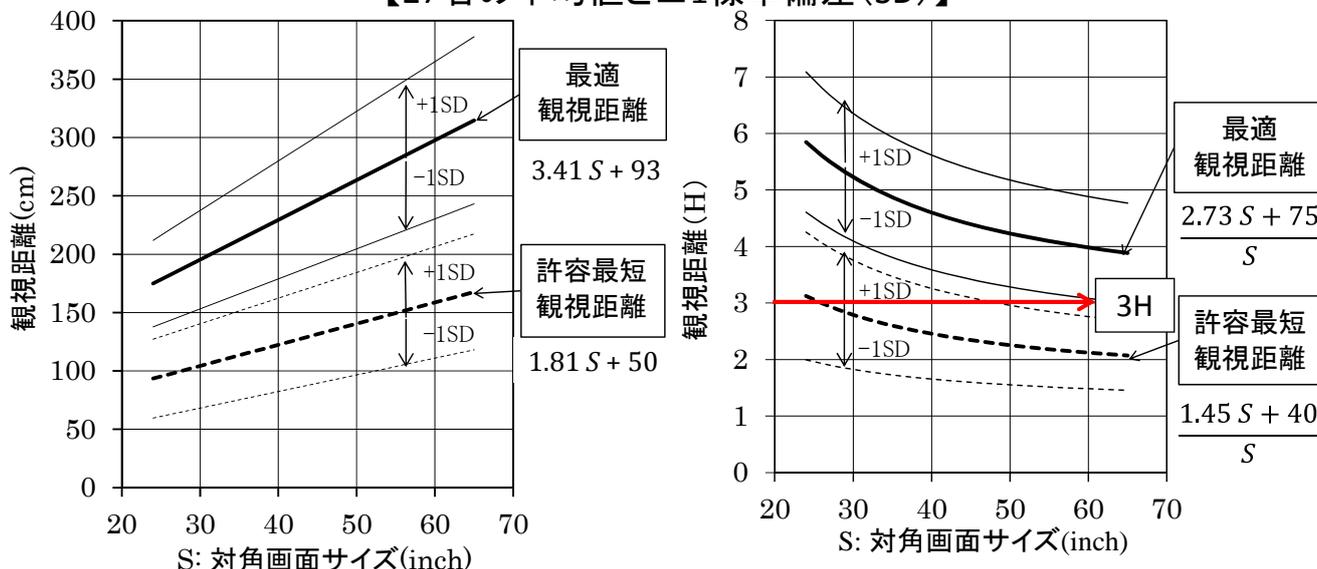
4Kテレビの視距離と画角

2Kにおける画面サイズと最適観視距離

好ましい視距離は画素の可視・不可視の臨界点ではない

24型～65型のHDTVに表示されたHD映像を観視しながら調整法により「長時間見たとしても疲れず、最も見やすい視距離」に設定した結果

【27名の平均値と±1標準偏差(SD)】



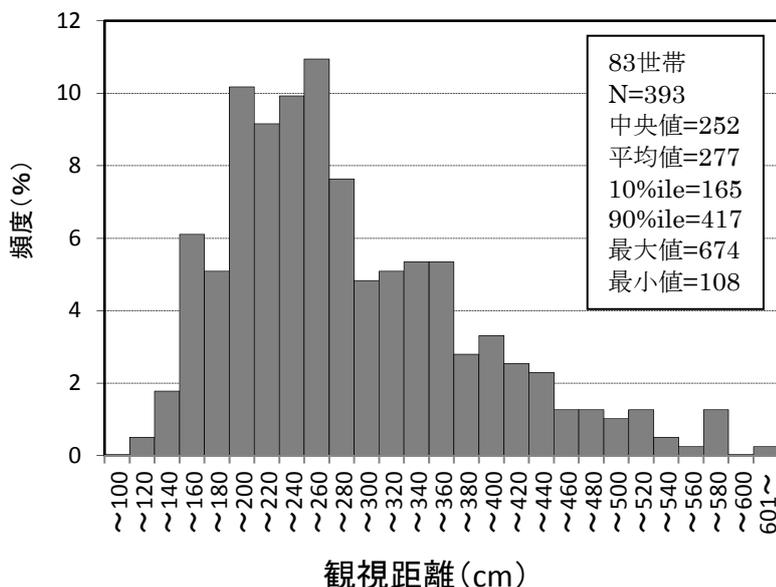
窪田ほか,映像情報メディア学会誌, 65巻, 8号, 2011.8より

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

テレビの観視距離の実態

83世帯のリビングにおける393名の測定結果

5パーセンタイル:150cm, 中央値:252cm



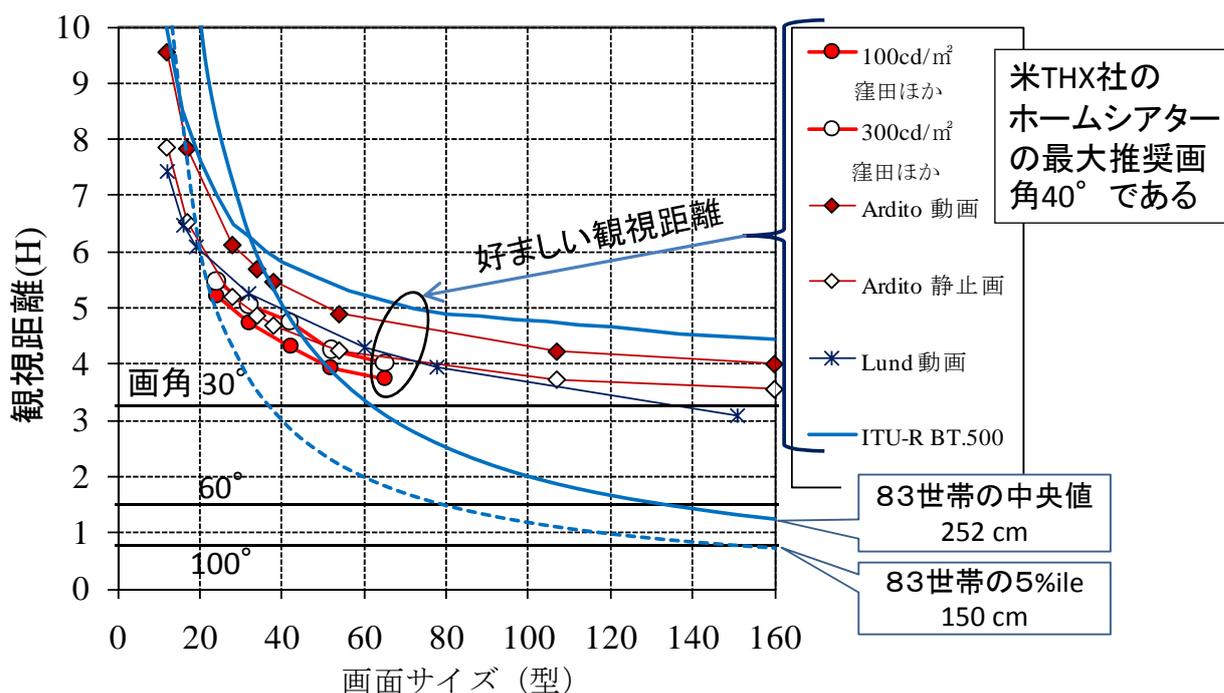
テレビの視聴距離を決めている支配的要因は、ソファや椅子などの家具の位置である。画面サイズや部屋の大きさはほとんど寄与していない。

日本人間工学会:薄型テレビの人間工学設計ガイドライン, 2012より

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

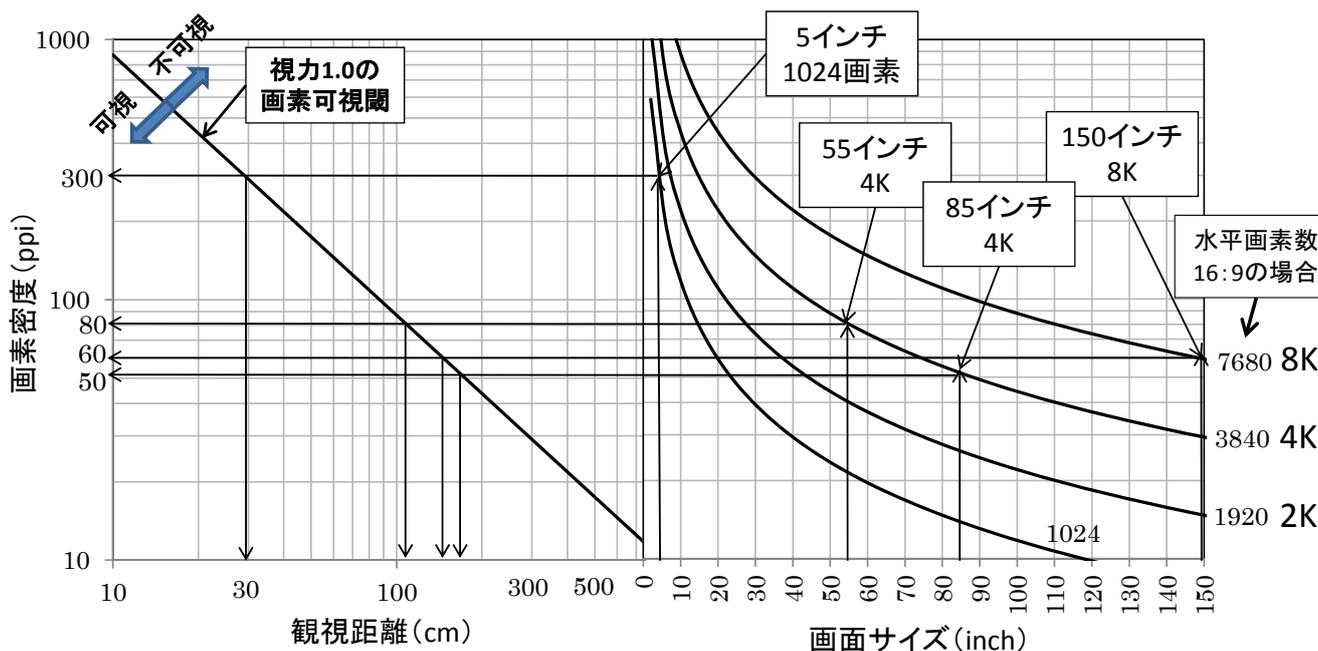
画面サイズと好ましい観視距離, および視距離の実態

LundやArditoらの実験はHDTV用のCRTやリアプロを使用したもの



4Kになっても開発者が目論むほどに視聴画角は拡大しないかもしれない
4Kになって1.5H, 60° で観たいと思う視聴者はどのくらい存在するだろうか?

画素の可視性からみた画面サイズと画素密度の要件



ディスプレイ業界としては、デジタルサイネージからモバイルまで、コンテンツ、環境、観視者を考慮した統一的な考え方が必要である

まとめに代えて

3D→4K→8K

大画面化→観視画角の拡大→臨場感・立体感

技術主導による単線的、一元的な技術の発展と、生身のユーザーが現場で遭遇している現実との乖離を埋める必要がある



人間中心設計

ユーザー特性と視聴実態を考慮する

たとえば,

- 高齢ユーザーの特性とその視聴実態に注意を向ける.
- テレビだけでなくサイネージからモバイルまで一貫したユーザー視点を展開する.



CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

最後に

人間中心設計には機械論だけでなく、
有機体論的な発想も必要になる

機械論と有機体論の対比

中山茂著「20・21世紀の科学史」より

	機械論	有機体論
態度	テクノ中心	人間中心
対象	無機物	有機物
支配領域	理工系中心	生物・社会系
扱うもの	単純なもの	複雑なもの
方法	実験	観察
時系列	不変	進化
典型学問	物理学	生態学
発想	還元主義	ネットワーク

CEATEC JAPAN 2013. 10. 2

ご清聴有難うございました

