

薄型テレビの視聴における視覚疲労と消費電力の低減のための適正観視条件

— 観視画角と表示輝度の好適条件 —

本報告はNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の助成事業の成果に基づくものであり, 既発表の成果の一部をまとめたものである. 当該プロジェクトは下記メンバーによって遂行されている.

窪田 悟(成蹊大学)
岸本和之, 山根康邦(シャープ株式会社)
五十嵐陽一(株式会社日立ディスプレイズ)
芳賀秀一, 中枝武弘(ソニー株式会社)

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

カタログスペック競争から人間工学へ

大型化・高画質化

高輝度, 高コントラスト, 広色域, 高速応答(動画質),
広視野角etc. 個々のスペックの向上

薄型化・低消費電力

カタログスペック競争の終焉



環境適応・個人適応・コンテンツ適応 = 人間工学の課題

低消費電力化と視覚疲労の軽減に寄与する

利用段階での究極の省エネ

小さな画面, 近視距離, 暗い部屋, 低輝度

メーカーの思惑とユーザー要求との乖離

演繹的な研究はありえず帰納的なデータの積み重ねしかない

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好適表示輝度

(1) 観視画角, 視聴者の年齢, 映像の平均輝度レベルとの関係

(2) 照明環境, 観視画角, 映像の平均輝度レベルとの関係

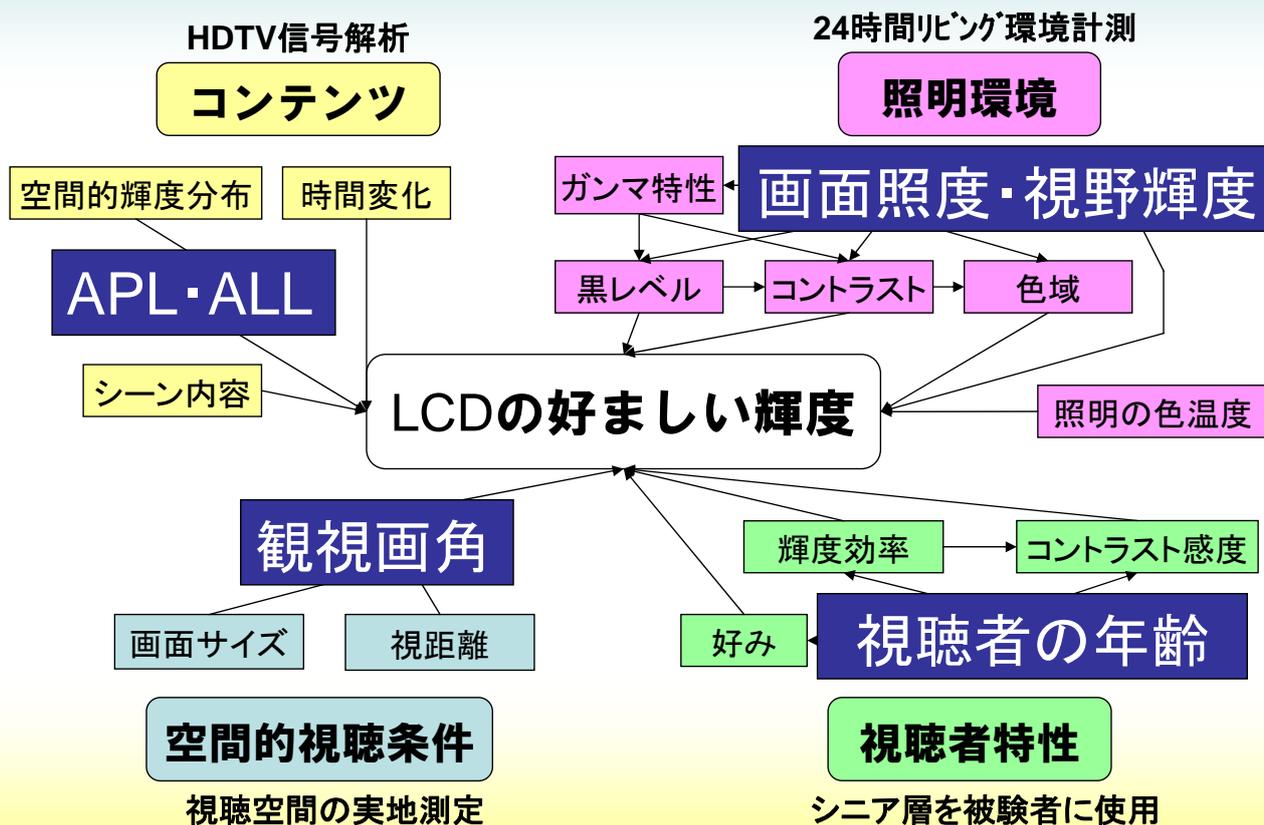
液晶テレビの好ましい視距離(観視画角)

(1) 観視画角がHDTV映像の心理評価に及ぼす影響

(2) 画面サイズと表示輝度の影響

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

LCDの好ましい輝度に及ぼす要因



JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

実験変数

実験変数

- ① 被験者の年齢(2条件): 若年者と高齢者
- ② 表示映像の輝度レベル(25条件): HDTV動画
- ③ 観視距離(観視画角)(4条件): 0.75H~6H (100° ~17°)

従属変数 調整法による好ましい表示輝度

方法

ディスプレイ 65型 液晶HDTV 画面照度100 lxで使用
コントラスト(画面照度100 lxでバックライトmax) 1900:1
黒レベル(画面照度100 lxでバックライトmax) 0.26 cd/m²
光電変換特性 γ 値で約2.2

① 被験者

若年者 26名 (平均:23歳)
高齢者 26名 (平均:71歳 63~79歳)

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

② 実験に用いた25種類のHD映像

APLがほぼ一定の5~20秒のシーンをリピート再生した

ARIBによるジャンル	画像数	ALLの範囲
ニュース/報道	3	18.9~51.2
情報/ワイドショー	4	39.1~92.4
ドラマ	5	7.8~25.1
バラエティ	5	17.2~51.6
ドキュメンタリー/教養	7	1.9~26.0
アニメ/特撮	1	37.9
	平均	29.7



すべてBSと地デジのハイビジョン放送

(ALL: Average Luminance Level)

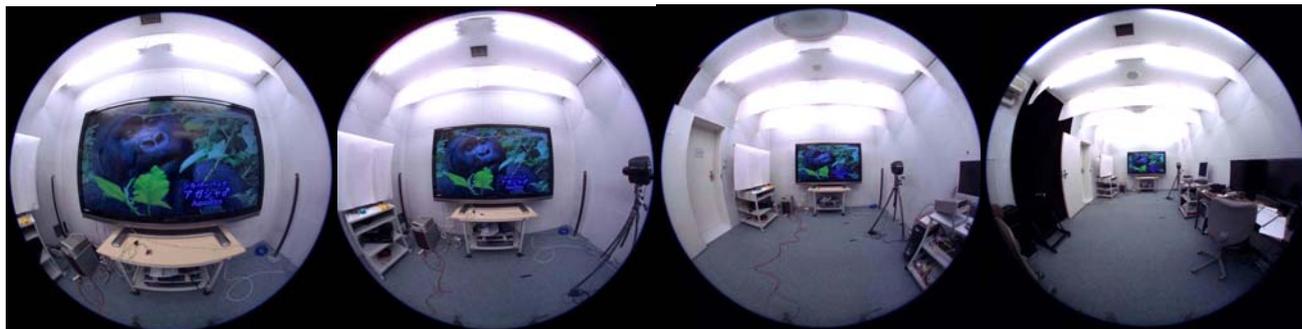
画素ごとに信号レベル R' , G' , B' を逆ガンマ変換(2.2乗)した値を R , G , B として、画素ごとの輝度 L を以下により求めフレームで平均し、全白を100とする相対値で表現した値

$$L = 0.2126 R + 0.7152 G + 0.0722 B$$

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

③ 観視画角の条件

画面照度100 lx, 視野の平均輝度は約15cd/m²で一定



0.75H (100°)

1.5H (62°)

3H (33°)

6H (17°)



手続き

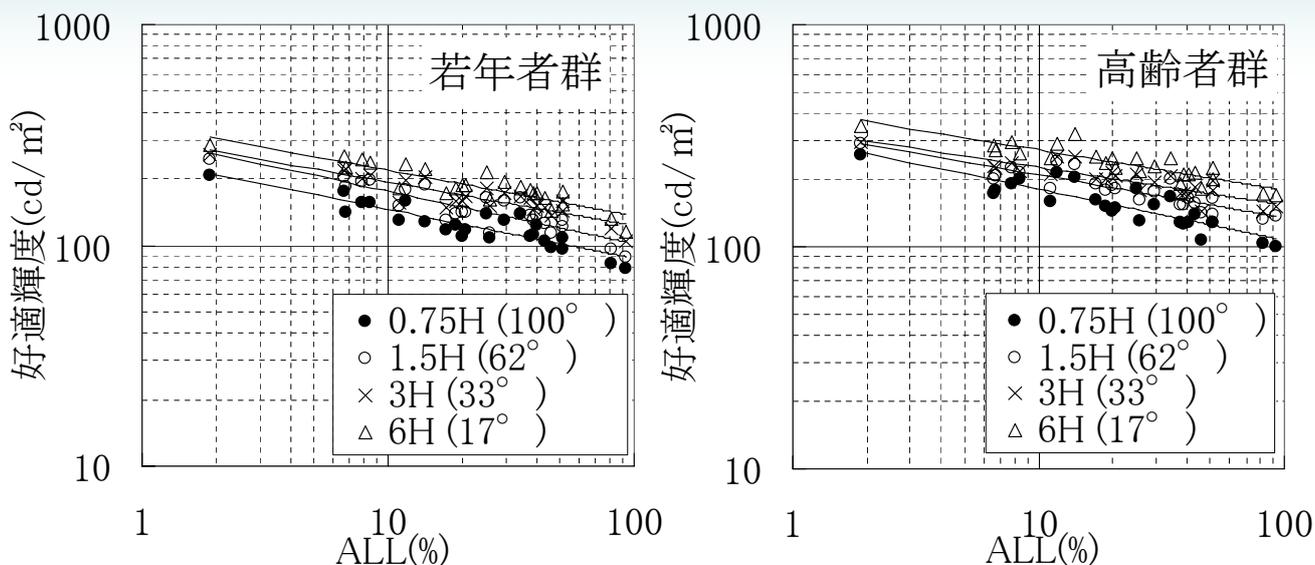
バックライトの調整法(上昇法)

手元の可変抵抗で25~450 cd/m²(ピーク白)

輝度はバックライト光を光ファイバーで導出してフォトダイオードで計測, あらかじめ表示輝度と相関をとってある

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

結果: ALLと観視画角に対する好ましい輝度



三元配置の分散分析

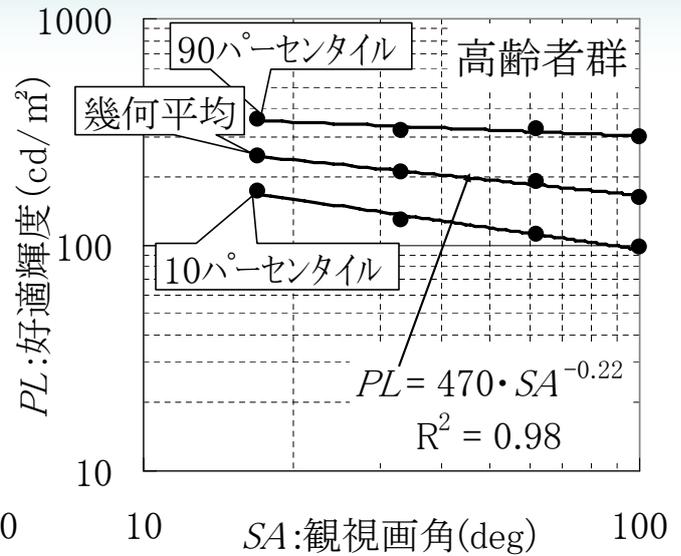
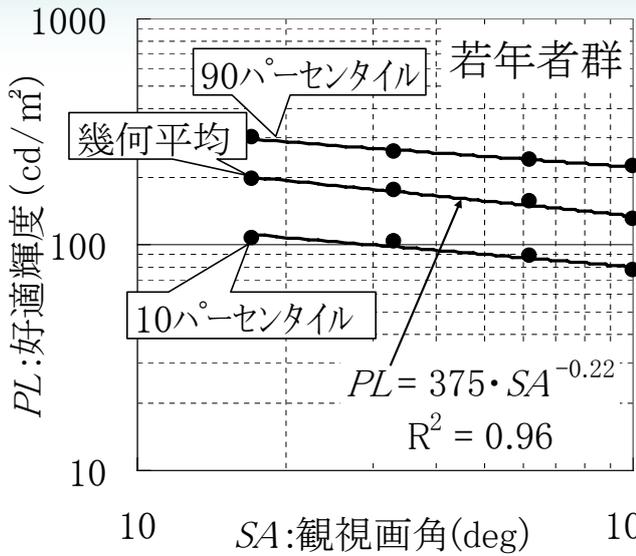
被験者の年齢 F(1,50)=5.15, p<0.05

観視画角 F(3,150)=61.7, p<0.0001

映像のALL F(24,1200)=76.0, p<0.0001

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

観視画角と好ましい輝度



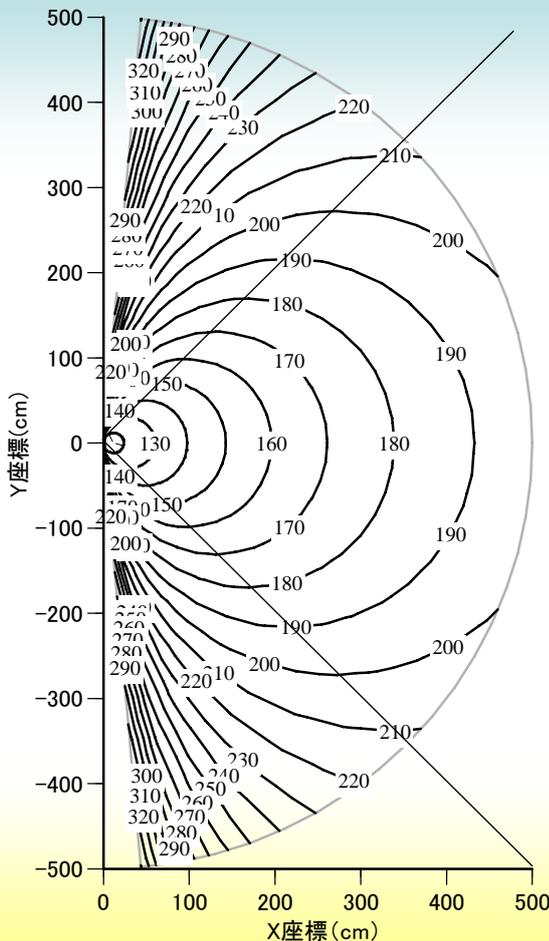
$$PL = k \cdot SA^{-0.22}$$

PL: 好ましい輝度 (cd/m²) 25種類の映像の平均値

SA: ディスプレイの水平画角

k: 高齢者と若年者の違い

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6



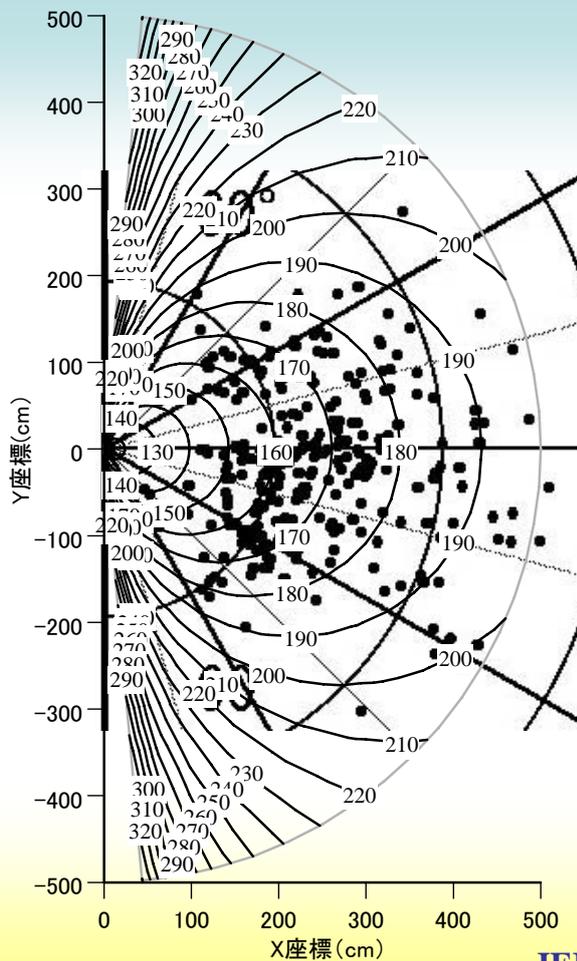
65型ディスプレイに対する 好ましい輝度の観視位置 依存性

若年者における各種ALL画像
の平均値から求めた

観視画角は観視位置に依存する
ために左図が描ける

ただし、画面の面積による影響と
考えると多少違う図となる

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

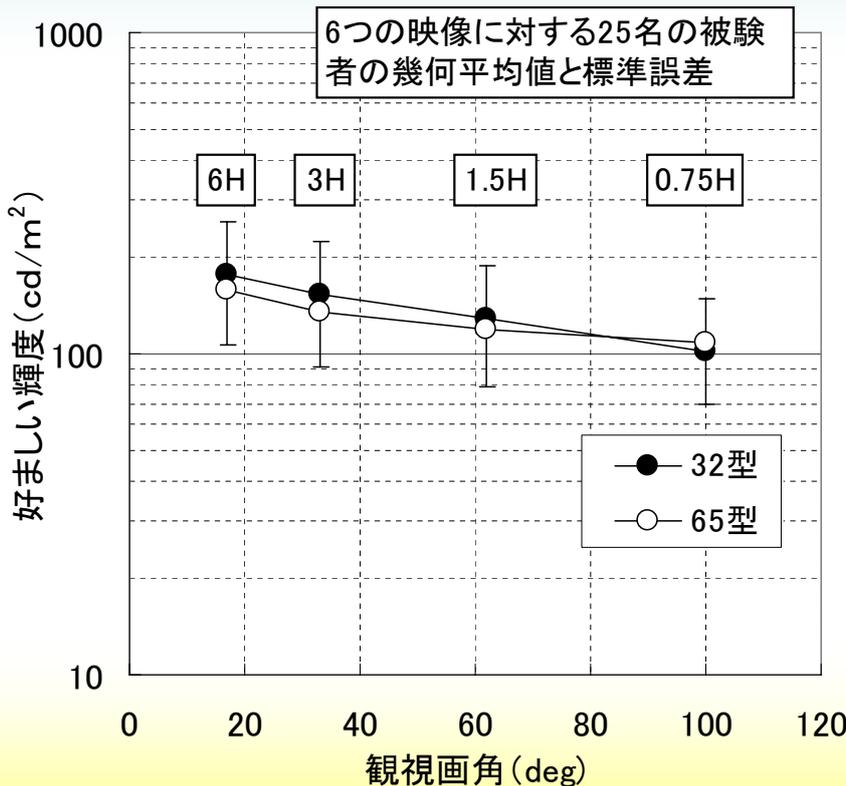


リビングにおける実際の視聴位置との関係

視聴位置は2004年の調査結果, 50世帯 N=275の結果

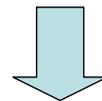
JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

32型による同様の実験との比較



- ・ディスプレイ **N.S.**
F(1,24)=1.09, p=0.306)
- ・観視画角 **有意**
(F(3,72)=84.1, p<0.001)

32型と65型で
有意差無し



好ましい輝度は画面サイズではなく観視画角に依存する

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好適表示輝度

(1) 観視画角, 視聴者の年齢, 映像の平均輝度レベルとの関係

(2) 照明環境, 観視画角, 映像の平均輝度レベルとの関係

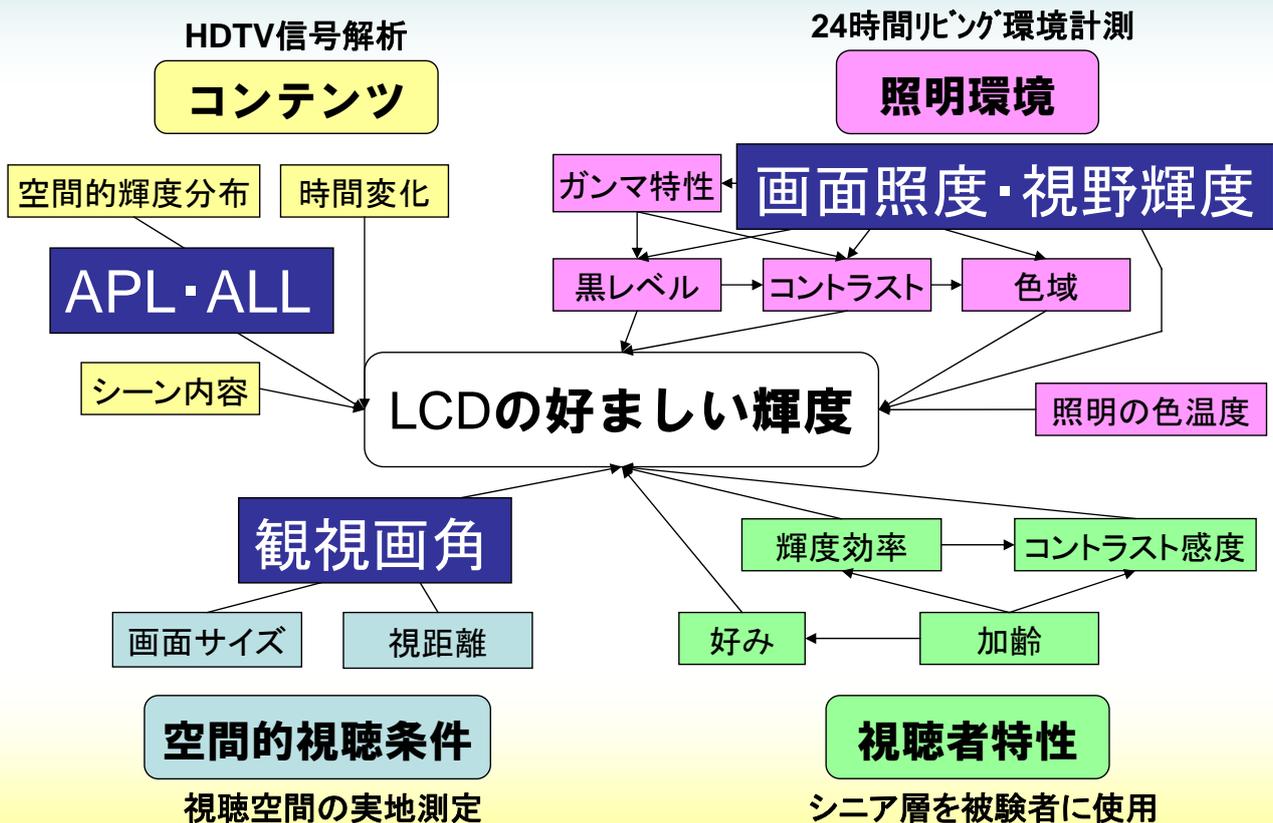
液晶テレビの好ましい視距離(観視画角)

(1) 観視画角がHDTV映像の心理評価に及ぼす影響

(2) 画面サイズと表示輝度の影響

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

LCDの好ましい輝度に及ぼす要因



JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

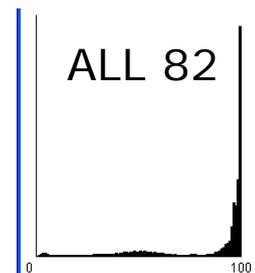
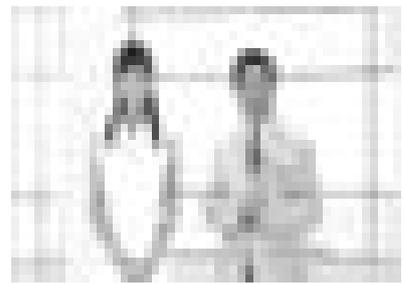
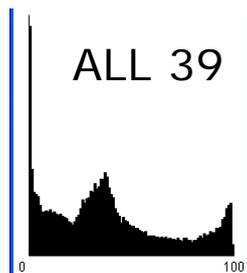
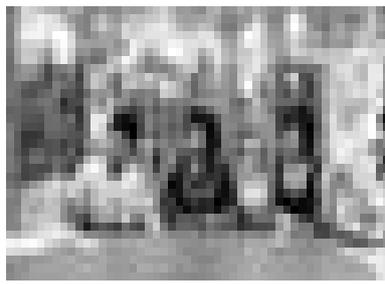
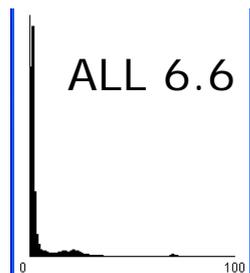
実験方法

- **ディスプレイ** フルスペックハイビジョン液晶テレビ(42型)
- **輝度調整範囲** 25~700 cd/m²
- **白色点** 約13,500K
- **画面照度** 30 lx , 100 lx , 300 lx
(視野輝度) (5cd/m²), (17cd/m²), (50cd/m²)
コントラスト比 [1000~2000], [400~1500], [150~800]
黒レベル 0.09~0.33, 0.22~0.46, 0.58~0.82 (cd/m²)
コントラスト比と黒レベルはバックライトの調節レベルに依存するので
上記の値はバックライトを最高と最低にした場合の値, この範囲では
好ましい輝度にコントラストはほとんど影響しなかった
- **観視画角** 観視画角(相対視距離H) 実視距離cm
62deg(1.5H) 79 cm
33deg(3H) 158 cm
17deg(6H) 315 cm

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

• 表示映像(ALLがほぼ一定のシーンの繰り返し再生)

注:ここでは彩度、解像度を下げて表示している



ALL5~40%で一般的なテレビ放送の輝度レベル約90%包含する
(平均は25%程度)

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

実験方法

・実験条件

画面照度(3条件) × 観視画角(3条件)
× 表示映像のALL(3条件) = 合計 27条件

・被験者

視力正常な学生 24名(男性:16名、女性:8名)
(20歳~24歳、平均年齢 21.6歳)

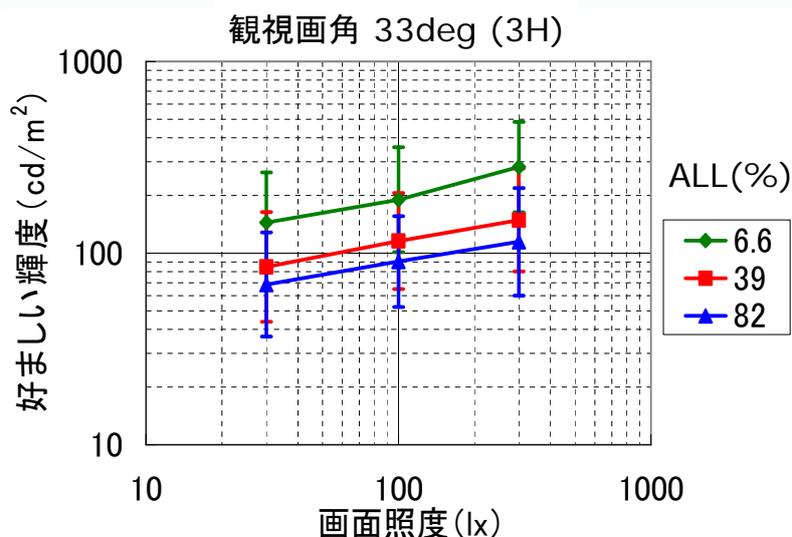
・手続き

- ・調整法(上昇法)により好ましい輝度に調節
- ・調整基準は「最も見やすく、画質が良く、かつ長時間見ても疲れにくい明るさ」
- ・画面照度を変えるときは数分間の順応時間を設けた

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

実験結果

画面照度, ALLと好ましい輝度との関係
(24名の幾何平均値と標準偏差)



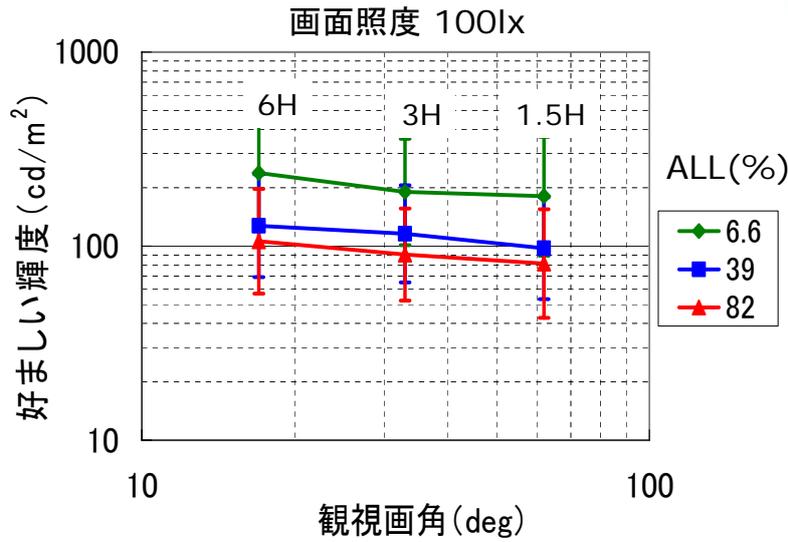
三元配置の分散分析

画面照度 $F(2,46)=53.4, p<0.001$ ***
観視画角 $F(2,46)=57.4, p<0.001$ ***
ALL $F(2,46)=146.6, p<0.001$ ***

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

実験結果

観視画角, ALLと好ましい輝度との関係
(24名の幾何平均値と標準偏差)



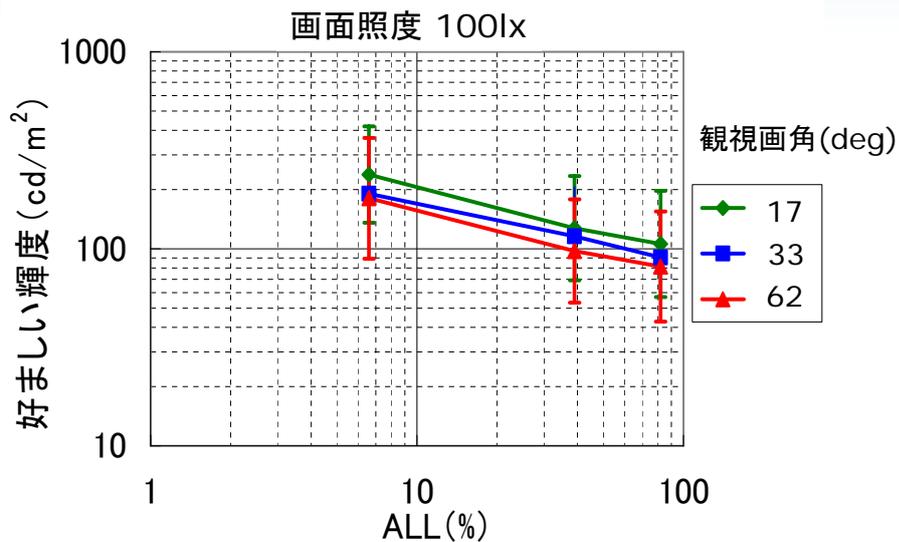
三元配置の分散分析

画面照度	$F(2,46) = 53.4, p < 0.001$	***
観視画角	$F(2,46) = 57.4, p < 0.001$	***
ALL	$F(2,46) = 146.6, p < 0.001$	***

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

実験結果

ALL, 観視画角と好ましい輝度との関係
(24名の幾何平均値と標準偏差)



三元配置の分散分析

画面照度	$F(2,46) = 53.4, p < 0.001$	***
観視画角	$F(2,46) = 57.4, p < 0.001$	***
ALL	$F(2,46) = 146.6, p < 0.001$	***

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

重回帰分析

目的変量

説明変量

好ましい輝度



画面照度
観視画角
表示映像のALL

$$\log(\text{好ましい輝度}) = a \times \log(\text{画面照度}) + b \times \log(\text{観視画角}) + c \times \log(\text{ALL}) + d$$

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

得られた重回帰式

$$\log PL = 0.27 \log E - 0.22 \log SA - 0.32 \log ALL + 2.4$$

PL : 好ましい輝度 (cd/m²)

E : 画面照度 (lx)

SA : 観視画角 (deg)

ALL : 画像の平均輝度レベル (%)

モデルの有意性
(24名の平均値を用いた場合)

F(3, 26)=1097, p<0.001,
R²=0.99

(個々の被験者のデータを用いた
場合)

F(3, 647)=118, p<0.001,
R²=0.35

各変量の標準偏回帰係数(24名の平均値を用いた場合)

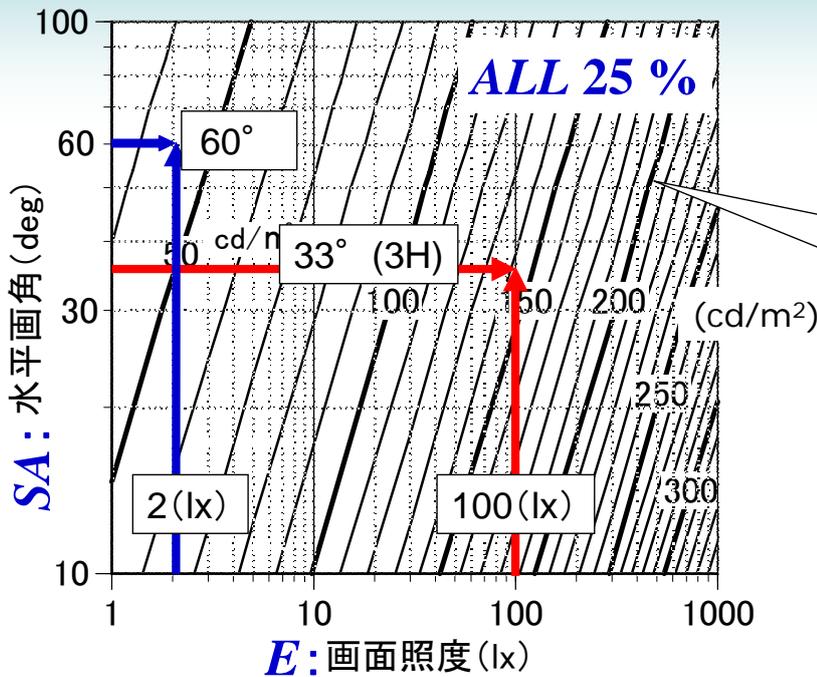
①画面照度 : **0.58**

②観視画角 : **-0.27**

③画像のALL : **-0.77**

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

画面照度と観視画角に対する好適輝度 (ALL 25%)



平均的映像レベル
に対する結果

等高線は好ましい輝
度 (cd/m²) *PL* を表す

下記のモデルを
等高線図で表現

若年者24名の実験結果
から求めた回帰式

$$\log PL = 0.27 \log E - 0.22 \log SA - 0.32 \log ALL + 2.4$$

好適輝度 (cd/m²)

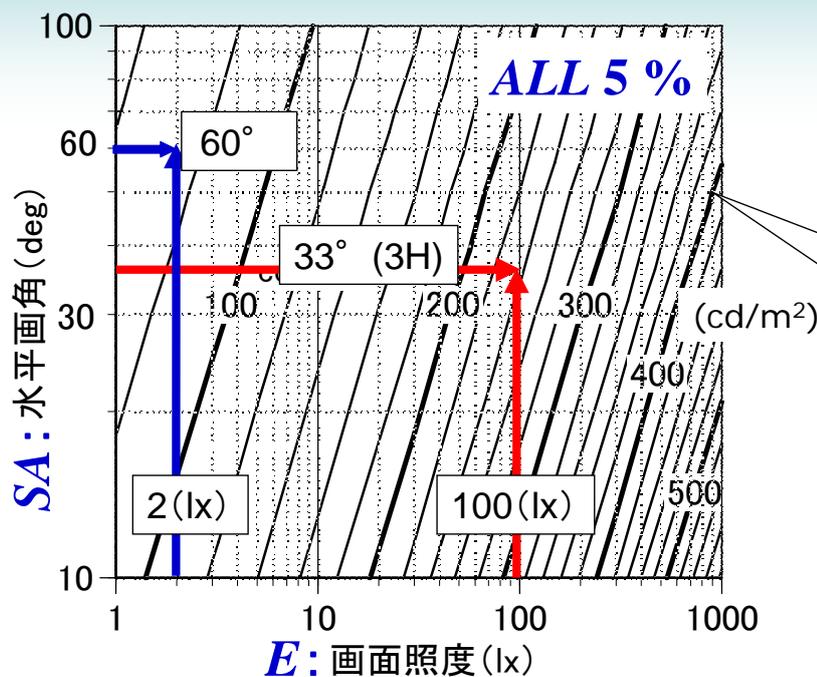
画面照度 (lx)

観視角度 (deg)

ALL (%)

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

画面照度と観視画角に対する好適輝度 (ALL 5%)



映像レベル
10パーセント

等高線は好ましい輝
度 (cd/m²) *PL* を表す

下記のモデルを
等高線図で表現

若年者24名の実験結果
から求めた回帰式

$$\log PL = 0.27 \log E - 0.22 \log SA - 0.32 \log ALL + 2.4$$

好適輝度 (cd/m²)

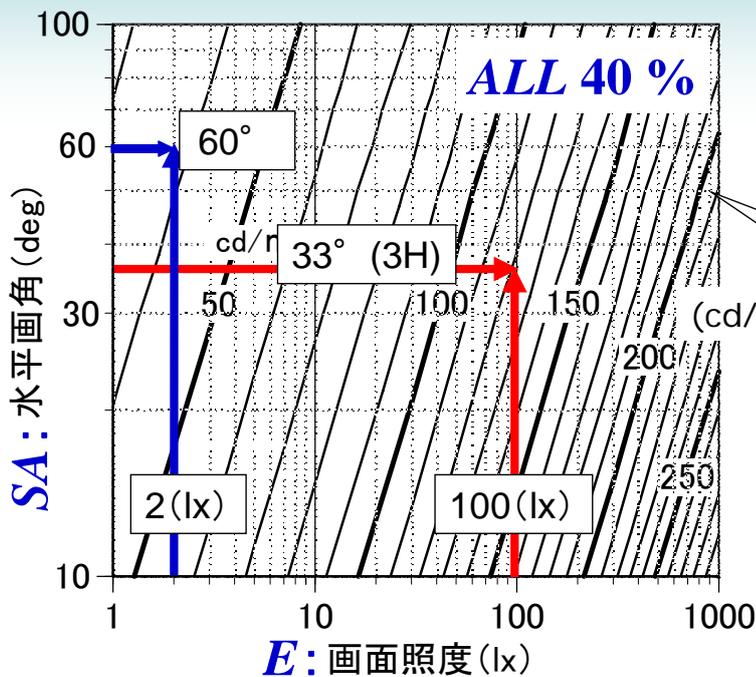
画面照度 (lx)

観視角度 (deg)

ALL (%)

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

画面照度と観視角度に対する好適輝度 (ALL 40%)



映像レベル
90パーセント

等高線は好ましい輝度 (cd/m²) **PL**を表す

下記のモデルを
等高線図で表現

若年者24名の実験結果
から求めた回帰式

$$\log PL = 0.27 \log E - 0.22 \log SA - 0.32 \log ALL + 2.4$$

好適輝度 (cd/m²)

画面照度 (lx)

観視角度 (deg)

ALL (%)

82世帯で実測したTV画面の輝度

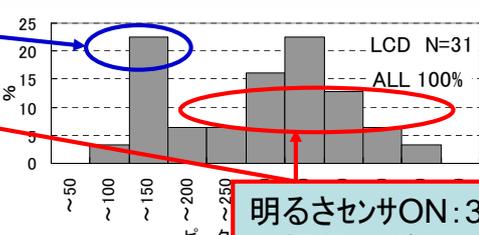
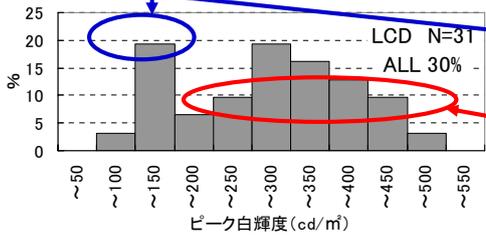
(外光反射輝度含むピーク白輝度)

明るさセンサON: 86%,
標準モード: 70%

APL 30%

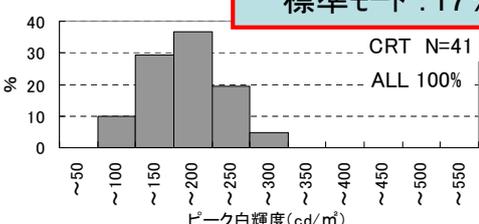
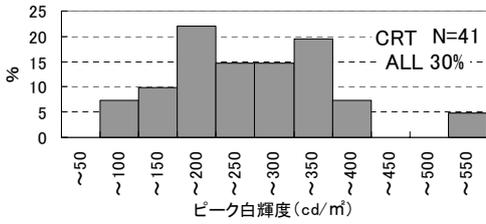
APL 100%

LCD
N=31

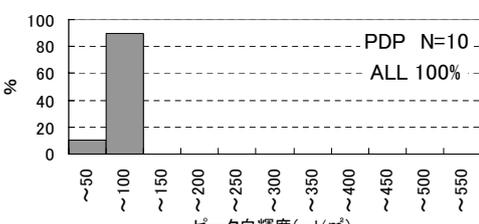
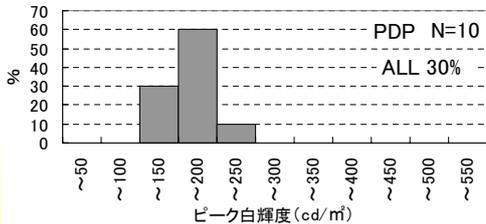


明るさセンサON: 33%,
標準モード: 17%

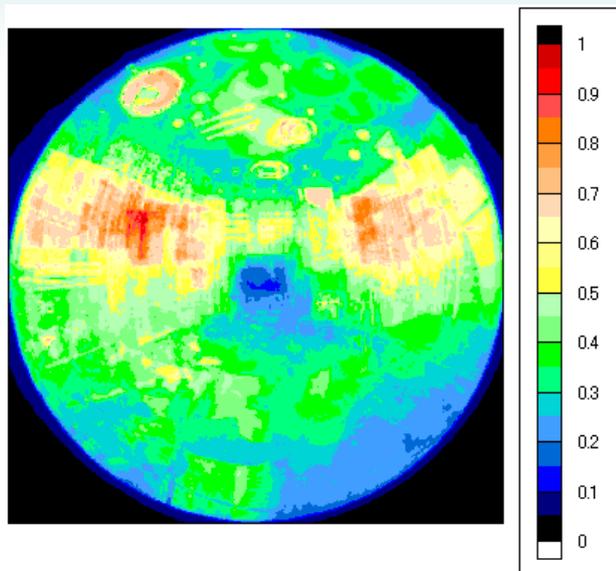
CRT
N=41



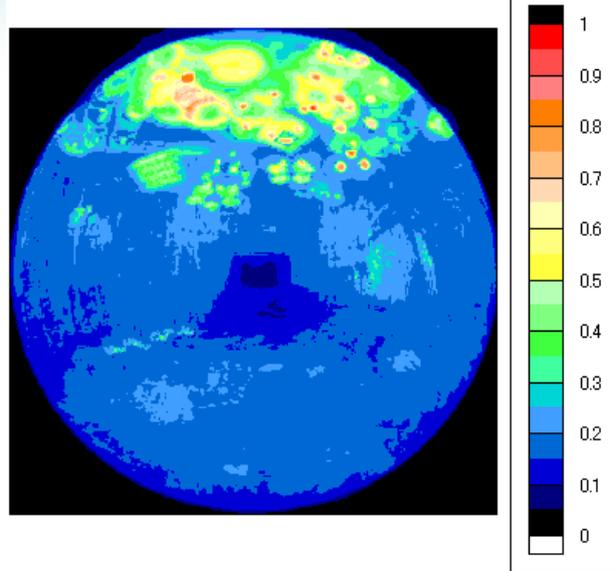
PDP
N=10



昼間 77世帯の輝度分布



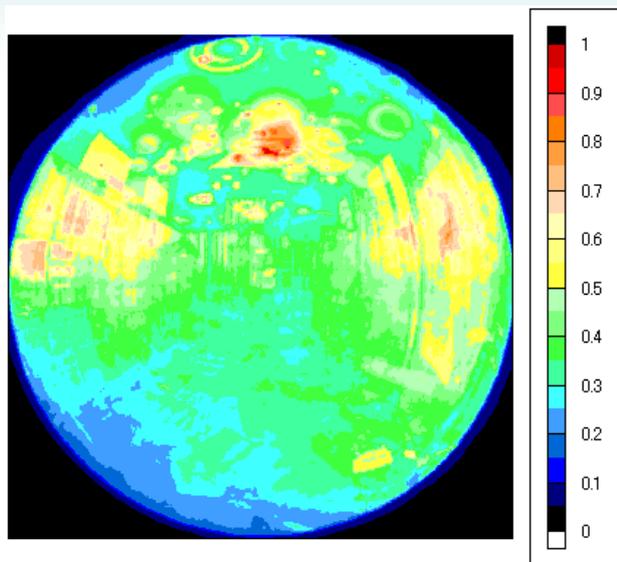
夜間 38世帯の輝度分布



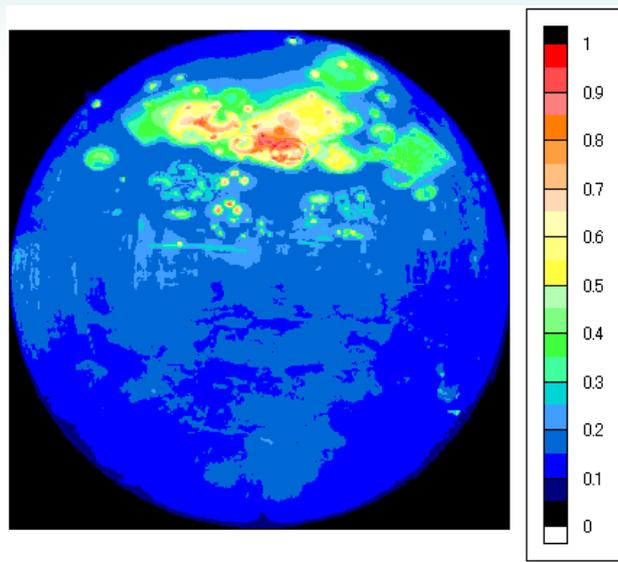
テレビ視聴者の180° 視野の輝度分布(中央がテレビ画面)
昼間は窓からの自然光, 夜間は天井の照明光が主となり光の方向性が異なる. 画面照度は視野輝度とは必ずしも一致しない. 視野輝度に合わせて輝度制御が必要になる.

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

昼間 77世帯の輝度分布



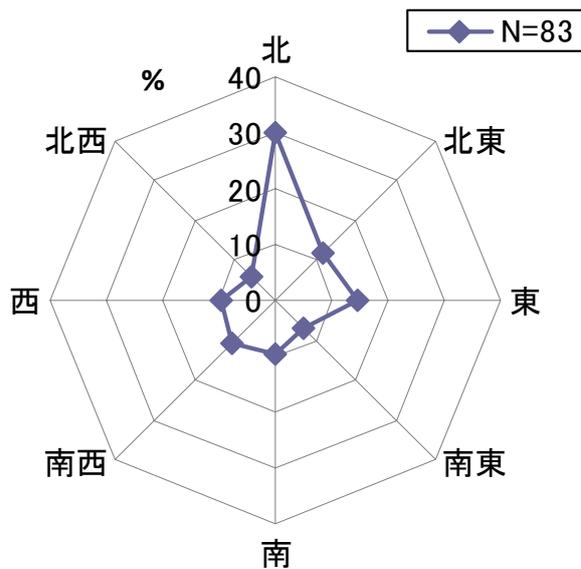
夜間 38世帯の輝度分布



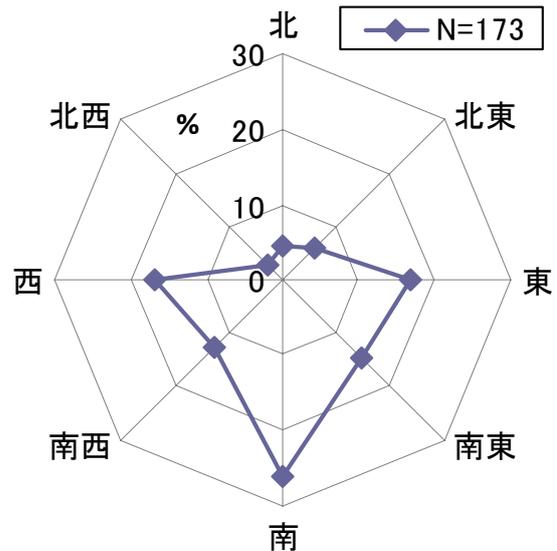
テレビ画面側から視聴者方向を見た180° 視野の輝度分布
画面と窓が対向することはほとんどない.

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

テレビ画面の向き



窓の向き



83世帯のリビングにおけるテレビ画面と窓の方位

我国では窓は南向き、テレビは北向きなることが圧倒的に多い。
さて壁掛けテレビはどのように設置するのだろうか。

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

LCDの好適輝度条件のまとめ

- 別途実施した液晶テレビの輝度の実地計測結果と対比すると、本研究で提案したモデルを適用すれば、相当な省電力が実現できると考えられる
- 本研究で提案したモデルは多くの被験者の平均値に基づくものであり、個人適応という課題が残されているが、平均的な要求レベルを予測するには十分な精度があるといえる
- 高すぎる表示輝度にはすぐに順応するが、低すぎる場合の不満は解消できないために適正輝度には非対称性が生じる。このことが高輝度側での使用に繋がり、省エネや視覚負担の軽減を阻害していると考えられる
- 家庭環境でダイナミックモードが意味なく多用されている。ユーザーに適切な設定を促すインターフェースが必要である。

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

- 映像のAPLや輝度ヒストグラムをパラメータとした輝度制御は、省エネと視覚疲労の軽減という点からも、今後さらに重要になると考えられる
- 視聴者の輝度順応レベルに適合させた表示輝度制御を行う場合、一般的な画面入射照度をセンスする表示輝度制御は必ずしも適切ではない
- 壁掛TVの普及に際しては環境要因を検討しておく必要がある

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好適表示輝度

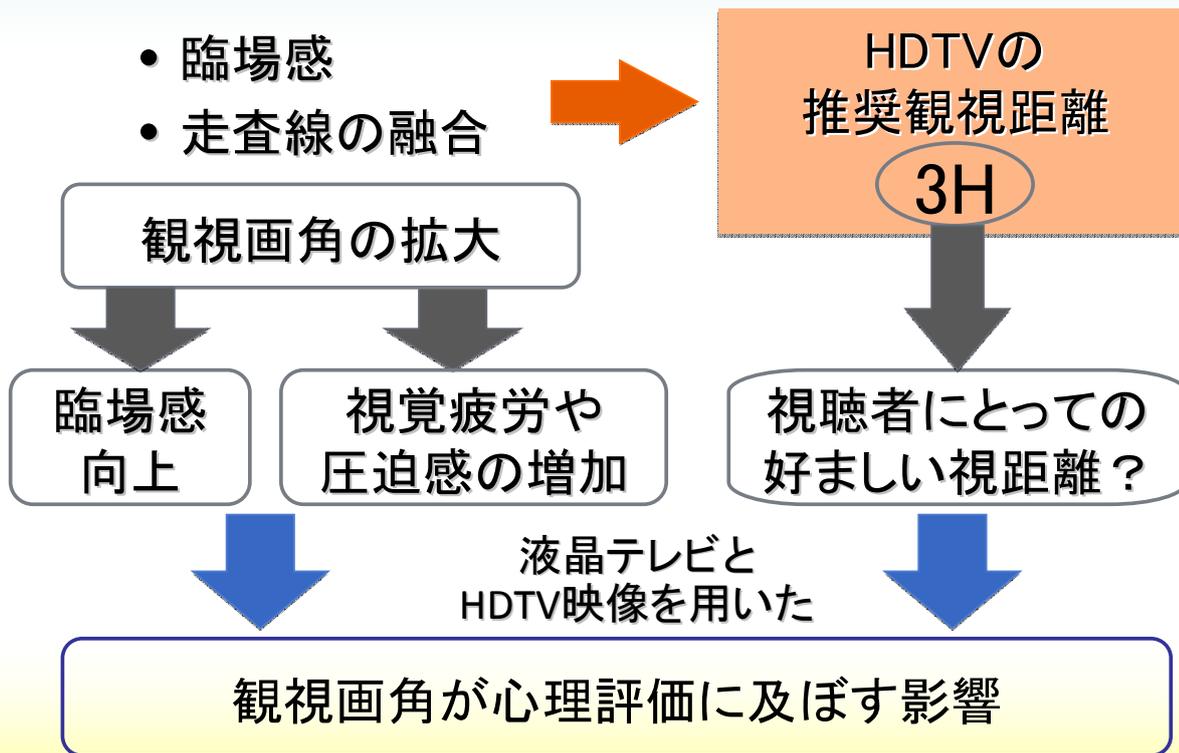
- (1) 観視画角, 視聴者の年齢, 映像の平均輝度レベルとの関係
- (2) 照明環境, 観視画角, 映像の平均輝度レベルとの関係

液晶テレビの好ましい視距離(観視画角)

- (1) 観視画角がHDTV映像の心理評価に及ぼす影響
- (2) 画面サイズと表示輝度の影響

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

観視画角がHDTV映像の心理評価に及ぼす影響



JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

実験方法

- **ディスプレイ**: 液晶テレビ32, 65型
- **部屋の照度**: 画面照度100 lx(昼白色4600K)
- **画面設定**: 映像モード”映画”, 明るさセンサー”オフ”, 表示輝度(ピーク白輝度) 150 cd/m²
- **映像**
 - Hi-Definition Reference Software QT-1000series (Qtec製) より「都庁」, 「料理」
 - 一般のHDTV放送の「サッカー」

使用映像



JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

実験方法

- **被験者**: 学生29名
(男性:21名,女性:8名,年齢:20~27歳)

- **視距離**

相対視距離	2H	3H	4H	5H	6H
観視画角	48°	33°	25°	20°	17°

- **評価方法**: 7つの評価項目を9段階の評価尺度で評価



実験風景

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

評価項目

- **臨場感**: 実際にその場にいるように感じるか
- **精細感**: あらが見えず細かいところまで綺麗に見えるか
- **圧迫感**: 圧迫を感じるか
- **快適感**: 心身に不快を感じず, こちよく感じるか
- **疲労感**: 長時間見たら、疲れを感じるか
- **明るさ感**: 画面の明るさはちょうどいいか
- **視距離の丁度良さ**: テレビを視聴する視距離としてちょうどいいか

各評価項目に一貫性をもって評価する

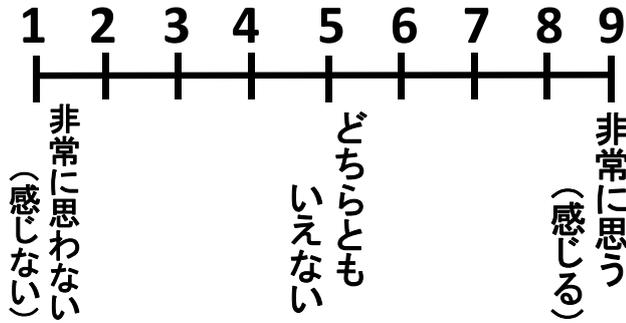
JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

評価尺度

評価尺度

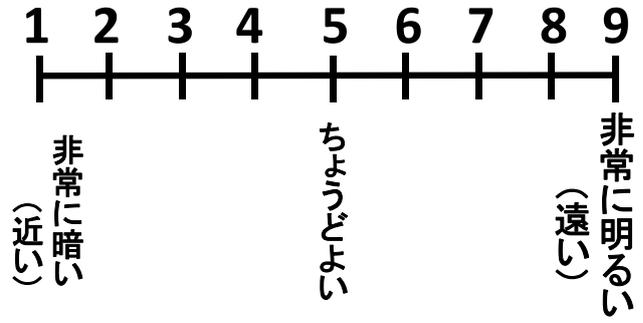
臨場感
圧迫感
疲労感

精細感
快適感



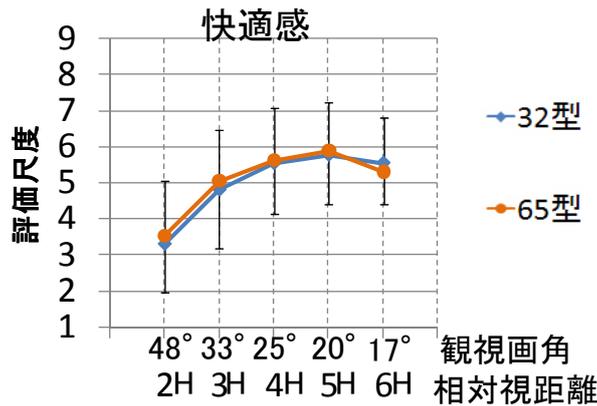
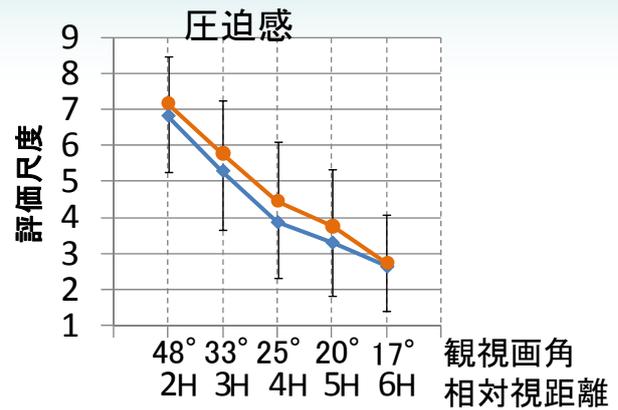
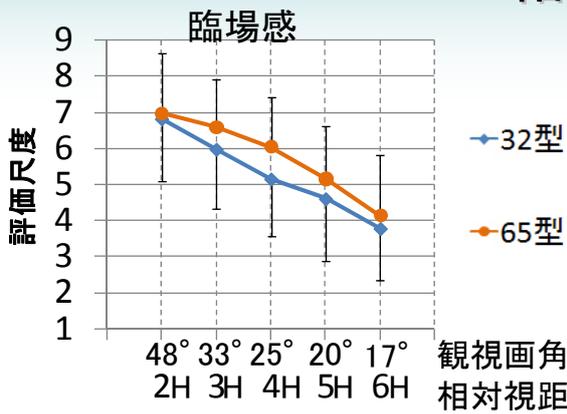
評価尺度

明るさ感
視距離



JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

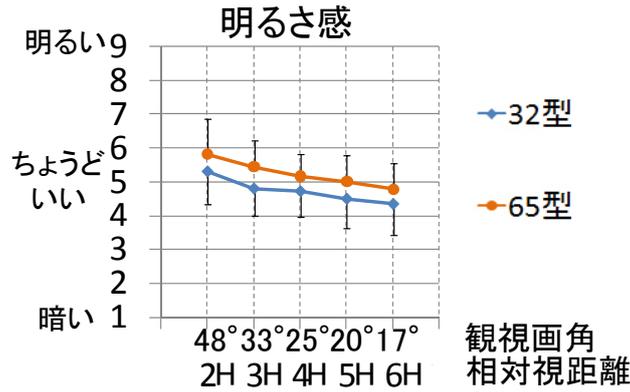
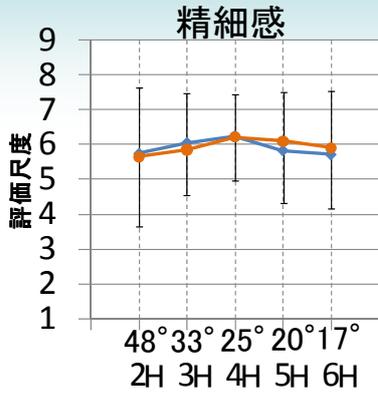
結果



29名の平均と
標準偏差

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

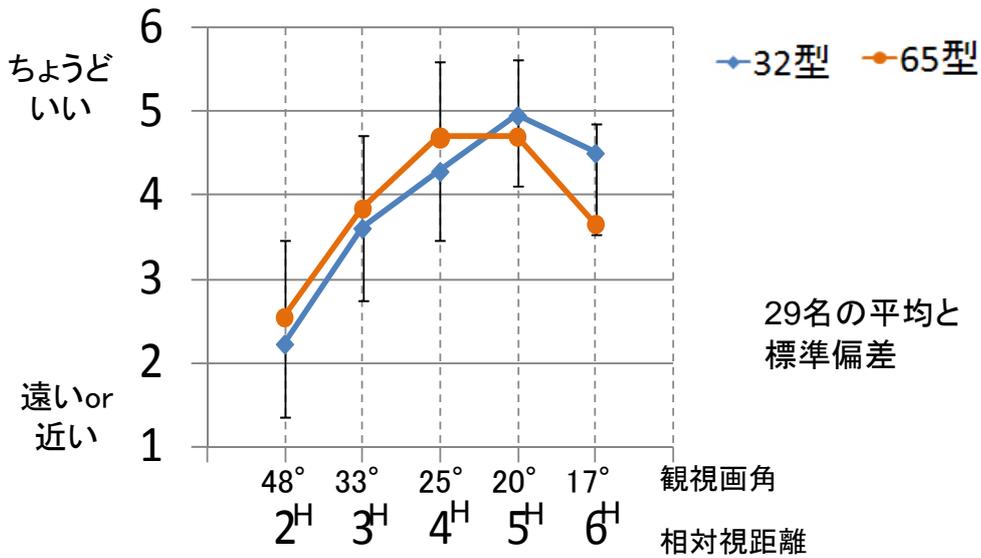
結果



29名の平均と標準偏差

結果

視距離の丁度良さ
(評価5を最高)



29名の平均と標準偏差

重回帰分析

- 目的変量: 視距離の丁度良さ
- 説明変数: 臨場感・精細感・圧迫感・快適感・疲労感・明るさ感
- 方法: ステップワイズ(変数増減法 $F > 2.0$ で変数投入, $F < 1.9$ で変数除去)

$$PVD = 0.1A - 0.12B - 0.17C + 0.41D + 2.57$$

PVD : 視距離の丁度良さ

A : 臨場感

B : 精細感

C : 圧迫感

D : 快適感

$R^2=0.59$ $F(4,285)=100.7$ $p<0.001$

各説明変量に対する標準偏回帰係数

快適感: 0.59

圧迫感: -0.34

精細感: -0.16

臨場感: 0.17

絶対値の降順

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好適表示輝度

- (1) 観視画角, 視聴者の年齢, 映像の平均輝度レベルとの関係
- (2) 照明環境, 観視画角, 映像の平均輝度レベルとの関係

液晶テレビの好ましい視距離(観視画角)

- (1) 観視画角がHDTV映像の心理評価に及ぼす影響

- (2) 画面サイズと表示輝度の影響

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好ましい視距離

- 臨場感
- 走査線の融合
(画素構造の不可視化)



HDTVの
推奨観視距離
3H

観視画角の拡大

臨場感
向上

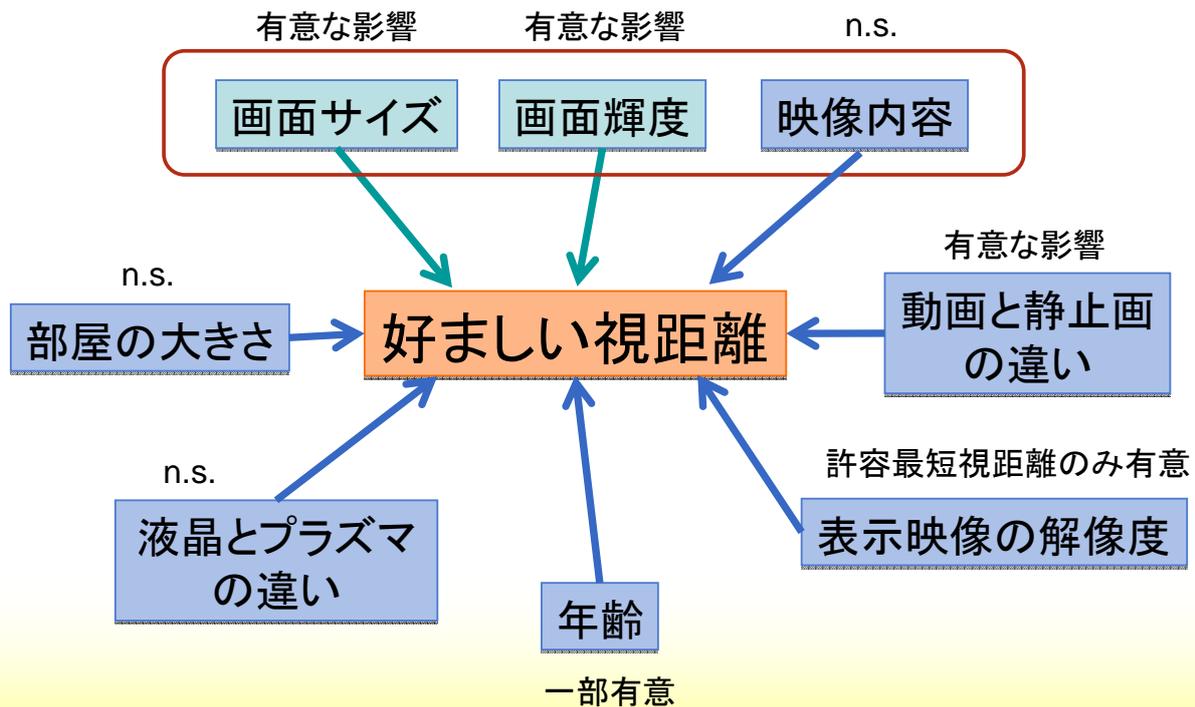
視覚疲労や
圧迫感の増加

視聴者にとっての
好ましい視距離？

液晶テレビと
HDTV映像を用いた

好ましい視距離(適正観視画角)

液晶テレビの好ましい視距離



実験条件

- **ディスプレイ**: 液晶モニター 24型、
(画素度1920×1200)
液晶テレビ 32, 42, 52, 65型
(画素度1920×1080)
- **部屋の照度**: 画面照度100 lx(昼白色4600K)
- **ディスプレイの設定**: 映像モード”映画”
明るさセンサー”オフ”
表示輝度 100, 300cd/m²
(ピーク白輝度)

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

- **映像**: 画質評価用Blu-ray Disk
『Hi-Definition Reference Software QT-1000series』



都庁



ビーチ



料理

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

● 実験手続

- 好適視距離:「長時間見たとしても疲れず、最も見やすい位置」
近方から遠ざかる方法と遠方から近づく方法の2回
- 下限視距離:「長時間見たとしても耐えうる最短視距離」
遠方から近づく方法のみ

● 測定方法

- 超音波距離計を用い
視距離調整終了ごとに測定

● 被験者: 大学生27名

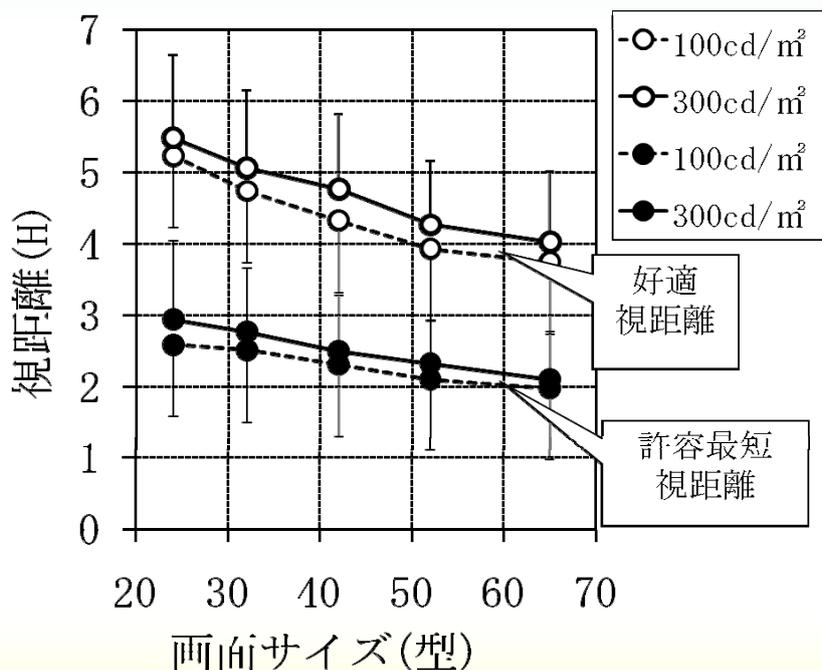
(男性:18名,女性:9名,年齢:20~24歳)



JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好ましい視距離

- 画面サイズと表示輝度の影響 -



三元配置分散分析
画面サイズ(5) × 表示輝度(2) × 映像(3)
好適視距離

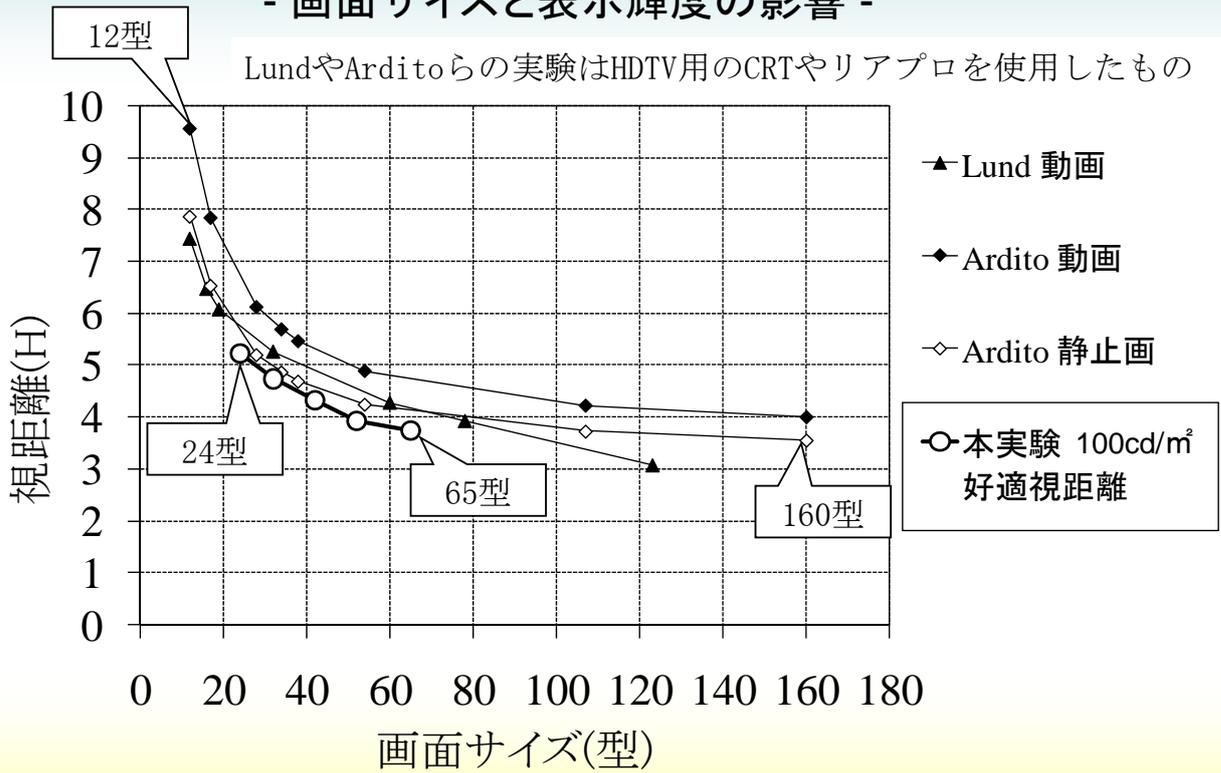
画面サイズ
 $F(4,116)=107$ $p<0.001$
表示輝度
 $F(1,29)=38$ $p<0.001$
映像
 $F(2,58)=0.8$ N.S

各画面サイズ、表示輝度に対する27名の平均値と標準偏差

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好ましい視距離 - 画面サイズと表示輝度の影響 -

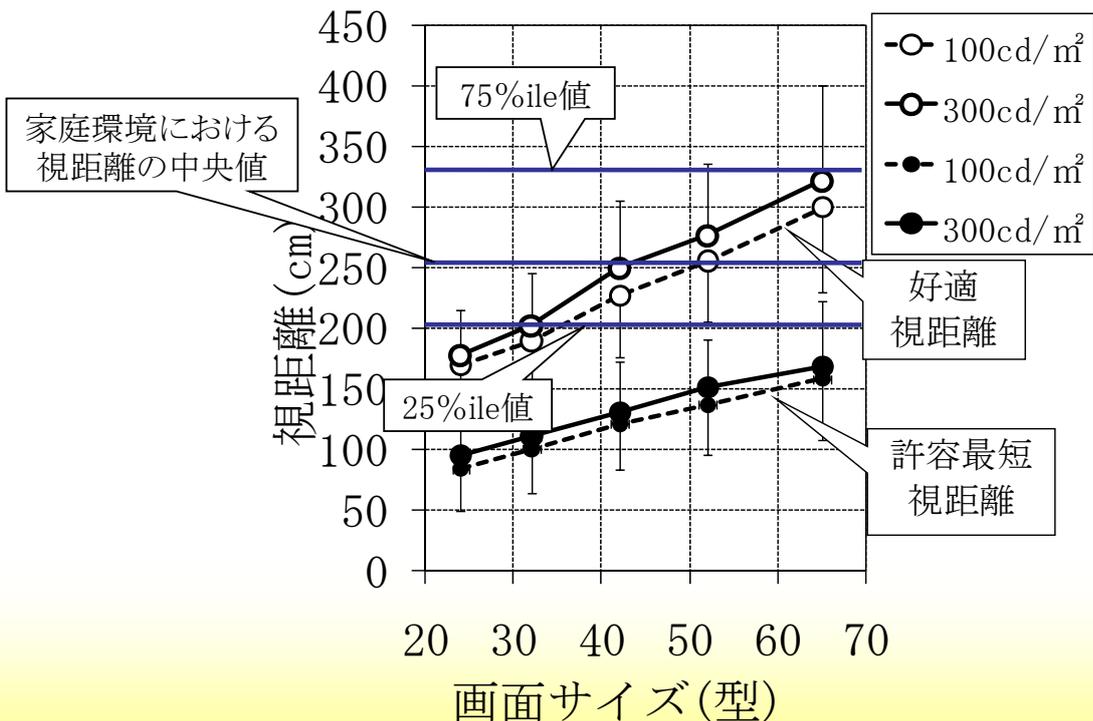
LundやArditoらの実験はHDTV用のCRTやリアプロを使用したもの



LundやArditoらの好ましい視距離の研究結果と類似している

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好ましい視距離 - 画面サイズと表示輝度の影響 -



JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

液晶テレビの好ましい視距離のまとめ

- 本研究では、画面サイズ、表示輝度、映像内容を実験変数として、好ましい視距離を調整法により求めた

好ましい視距離は画面の実寸によって異なり、24型では約5.5H, 65型では約4Hであった

好ましい視距離は表示輝度の影響を受け、100cd/m²と比較して300cd/m²では約10%遠くなった

- 好ましい視距離という点から、我が国の平均的な視聴距離2.5mでは40～50型を4.5H前後の視距離で視聴するのが中心的な条件となり得る

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

- 金科玉条のごとく扱われているHDTVの設計視距離（もしくは標準視距離あるいは最適視距離）としての3Hは、視聴者が好ましいとする視距離とは必ずしも一致しない
- 画面サイズの関数として適正な視距離を設定する必要がある
- 最新のハイビジョン液晶テレビを用いた心理評価実験の結果を見る限り、視聴者が好ましいとする視距離に関しては、臨場感や画面の精細度の要因は比較的影響度が低かった

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6



参考文献

窪田 悟, 小野石樹, 小林雄二, 岸本和之, 山根康邦, 五十嵐陽一, 芳賀秀一, 中枝武弘: 液晶テレビの好適表示輝度に関する研究 (1), 映像情報メディア学会冬季大会, 2008.12.9

鈴木将高, 窪田 悟, 岸本和之, 山根康邦, 五十嵐陽一, 芳賀秀一, 中枝武弘: 液晶テレビの好適表示輝度に関する研究 (2), 映像情報メディア学会冬季大会, 2008.12.9

馬野由美 大木亮子 窪田 悟 岸本和之 山根康邦 五十嵐陽一 芳賀秀一 中枝武弘: 液晶テレビの好ましい視距離 (1), 映像情報メディア学会冬季大会, 2008.12.9

小林雄二, 小野石樹, 窪田 悟, 岸本和之, 山根康邦, 五十嵐陽一, 芳賀秀一, 中枝武弘: 液晶テレビの好ましい視距離 (2), 映像情報メディア学会冬季大会, 2008.12.9

窪田 悟, 嶋田 淳, 岡田 想, 中村芳知, 城戸恵美子: 家庭におけるテレビの観視条件, 映像情報メディア学会誌, 60巻, 4号, 2006.4

窪田 悟, 羽原 亮, 中村 芳知, 野本 弘平, 山川 正樹: 画像の平均輝度レベル, 観視者の年齢, 照明環境を考慮した液晶ディスプレイの輝度制御, 映像情報メディア学会誌, 62巻, 6号, 2008.6

窪田 悟, 岸本和之, 植木 俊, 山根康邦: 液晶ディスプレイに要求される黒レベルの輝度, 映像情報メディア学会誌, 63巻, 3号, 2009.3

窪田 悟,小林雄二,久保田雄大,三澤優貴,岸本和之,山根康邦,五十嵐陽一,芳賀秀一,中枝武弘:薄型テレビの大画面化と照明器具の映り込み,電子情報通信学会2009年総合大会,2009.3.18

岸本和之,窪田 悟,小野石樹,久保田雄大,三澤優貴,山根康邦,五十嵐陽一,芳賀秀一,中枝武弘:視聴環境を考慮した液晶テレビの輝度制御,電子情報通信学会2009年総合大会,2009.3.18

小林雄二,小野石樹,窪田 悟,岸本和之,山根康邦,五十嵐陽一,芳賀秀一,中枝武弘:液晶テレビの全黒画面に要求される黒レベルの輝度,電子情報通信学会2009年総合大会,2009.3.18

小野石樹,羽原 亮,小林雄二,窪田 悟,岸本和之,山根康邦,五十嵐陽一,芳賀秀一,中枝武弘:液晶ディスプレイの好ましい色温度に及ぼす照明光の色温度の影響,電子情報通信学会2009年総合大会,2009.3.18

Ardito,M.:Studies of the Influence of Display Size and Picture Brightness on the Preferred Viewing Distance for HDTV Programs,SMPTE J,103,8,517-522,1994

Ardito,M.,Gunetti,M.,Visca,M.:Influence of Display Parameters on Perceived HDTV Quality,IEEE Trans Consum Electron,42,1,1996

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6

Lund,A.M.:The Influence of Video Image Size and Resolution on Viewing -Distance Preferences,SMPTE J.,102,5,406-415,1993

成田長人,金澤勝,岡野文男:超高精細・大画面映像の鑑賞に適した画面サイズと観視距離に関する考察,映像情報メディア学会誌,55,5,2001

成田長人,金澤勝:画面サイズと観視距離が広視野映像の心理効果に及ぼす影響の検討,電子情報通信学会技術研究報告,99,401,1999

畑田,坂田,日下: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,33,5,1979

三橋哲雄:テレビジョンにおけるヒューマンインターフェース—ハイビジョンのヒューマンファクタを中心として—,テレビジョン学会誌,44,8,1990

藤尾孝:HDTV(ハイビジョン)開発の経緯,テレビジョン学会誌,42,6,1988

最後に,本プロジェクトは成蹊大学 理工学部 認知工学研究室の大学院生と研究補助員の協力を得て実施されている。以下に記して感謝の意を表します。

馬野由美,鈴木将高,羽原 亮,小野石樹,小林雄二,大木亮子,久保田雄大,関根 豪,三澤優貴,鈴木瑞穂(研究補助員) 以上,敬称略

JEITA主催 FPDの人間工学シンポジウム 2009.3.6