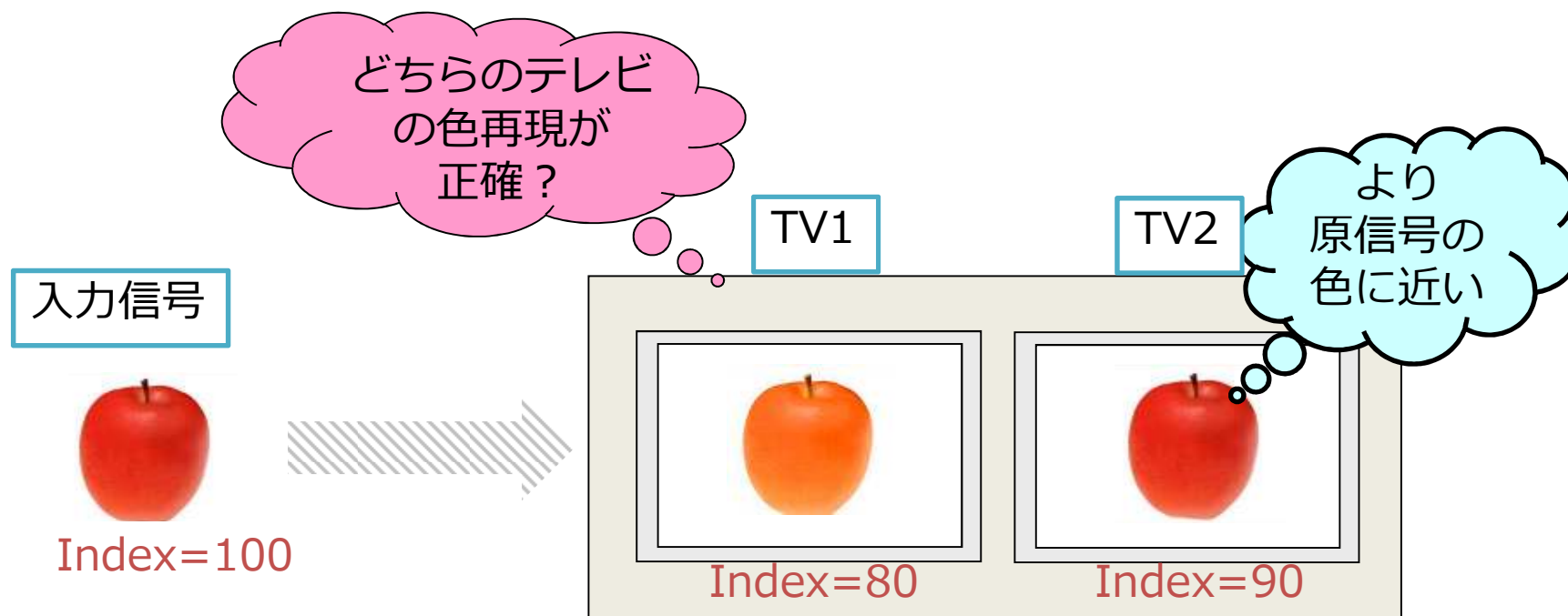


# 高色再現評価数の開発と、視野角評価への適用

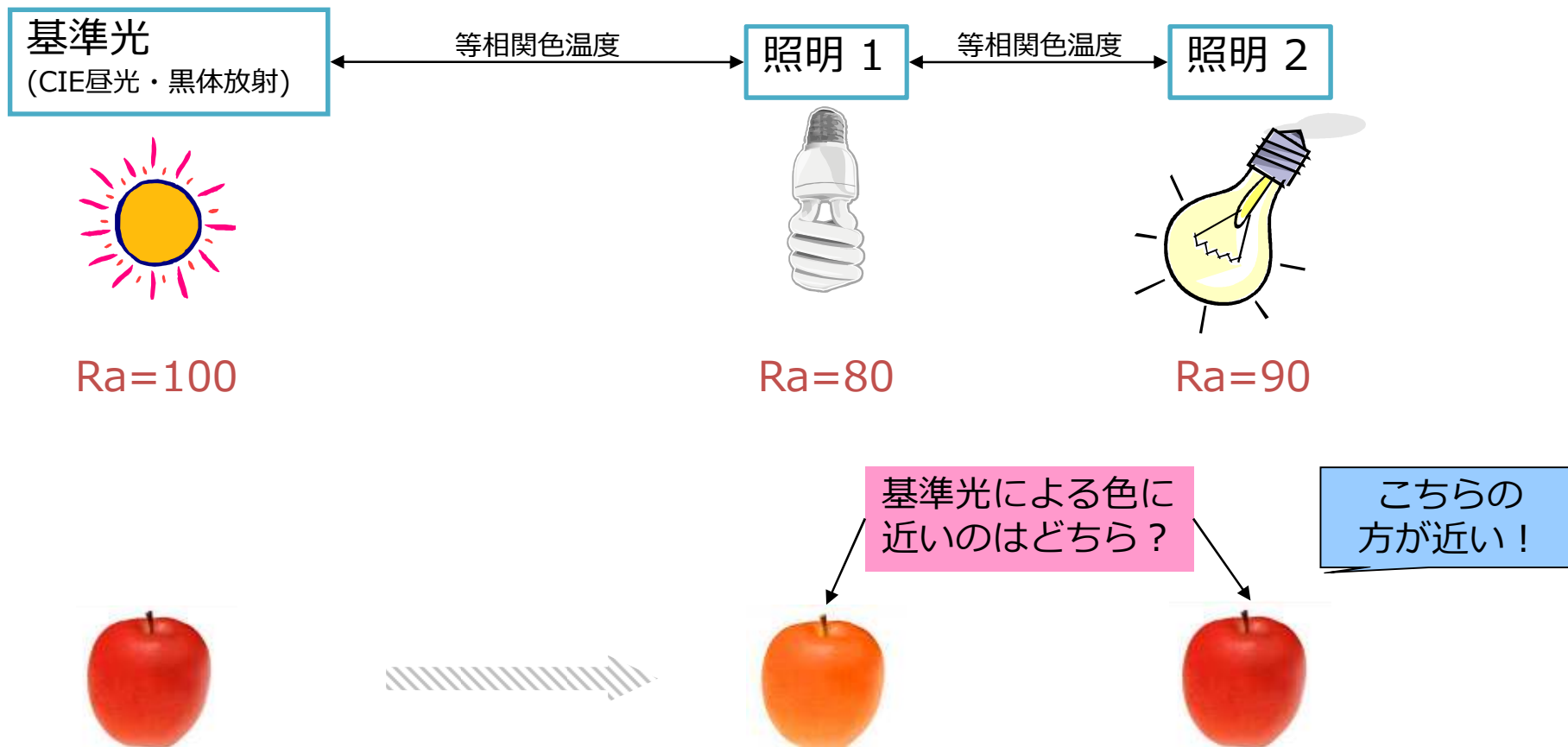
中枝 武弘、芳賀 秀一、松本 達彦  
ソニー株式会社  
コアデバイス開発本部  
高周波伝送・映像システム開発部門

- テレビの色再現評価
- 照明の色再現評価
  - 演色評価数( $Ra$ )
- テレビの色再現の正確さの評価指数の提案
  - 高色再現評価数(HR)のイメージと計算式
  - 検知限色差と主観評価実験による測定
  - 計算例、色別比較
- 視野角評価への適用
  - 視野角の評価実験,テレビの観視位置の実態
  - 高色再現評価数の視野角変化
- まとめ

- テレビの色再現の目標  
→ 「正確な色再現」か「好ましい色再現」
- テレビの色再現の正確さを表す指標は？



- 照明によって見える色が違う (太陽光、電灯、蛍光灯...)
- 演色評価数 (Ra) → 評価照明下で見える色と、基準光下で見える色の近さの程度



- 評価色は下の15色

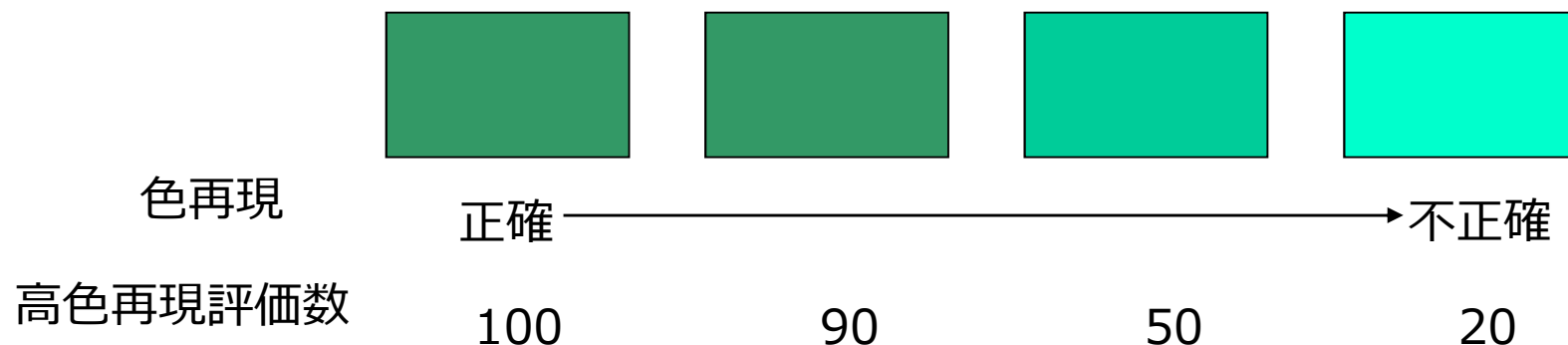


- 評価照明下の色と、基準光下の色の色差から次式で算出

$$Ra_i = 100 - 4.6 \times \Delta E_i^*$$

- 4.6は規格策定当時の蛍光灯が50になるように設定
- 演色評価数をテレビ評価に応用した場合の問題点
  - 評価色(i)：彩度が低い。近年、業界ではマクベスカラーチェッカーを用いた評価も良く行われる
  - 色差計算( $\Delta E$ )： CIE 1964  $U^*V^*W^*$ 色空間で現在一般的でない

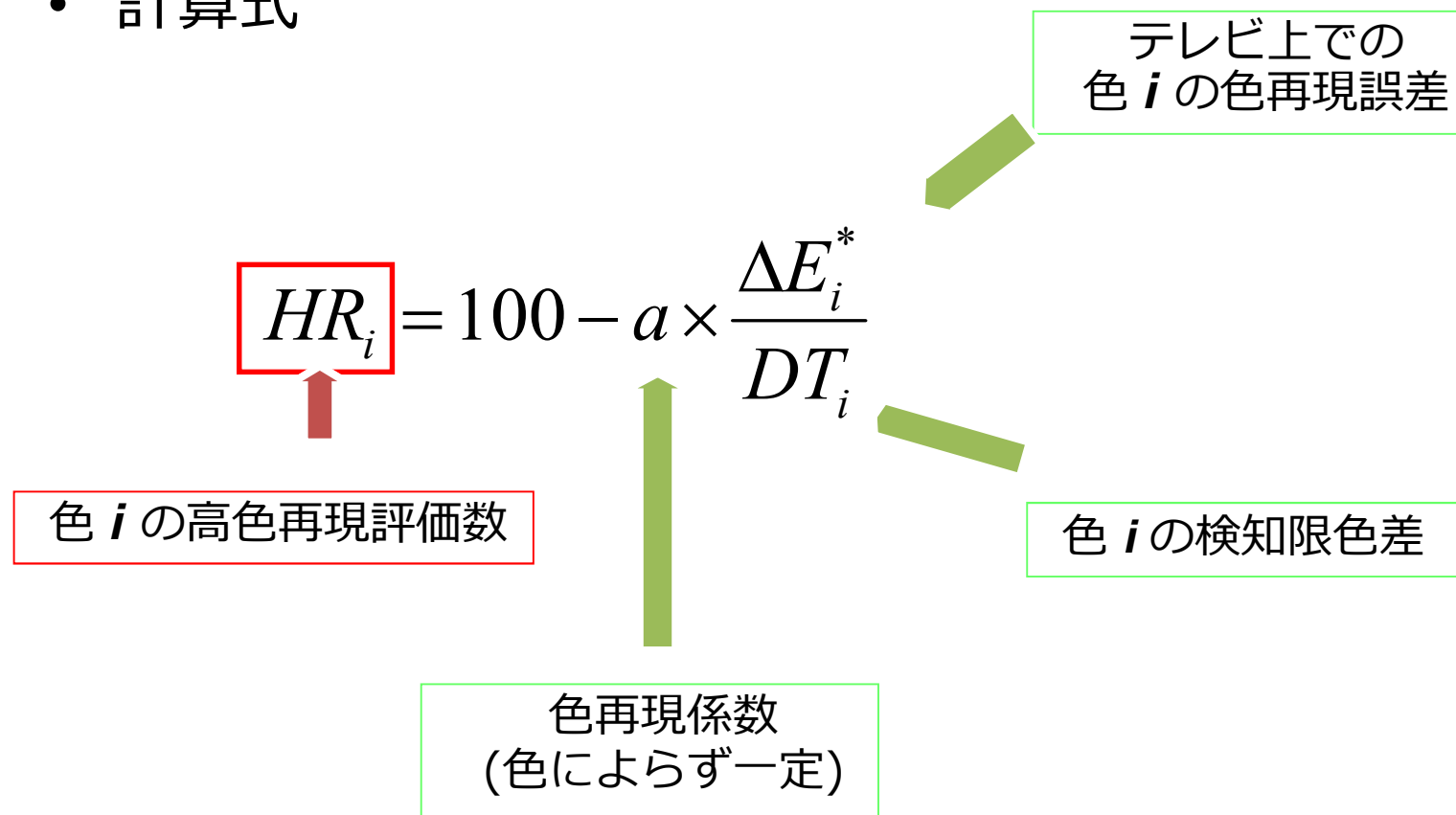
- 高色再現評価数(HR)のイメージ



- 演色評価数からの変更点

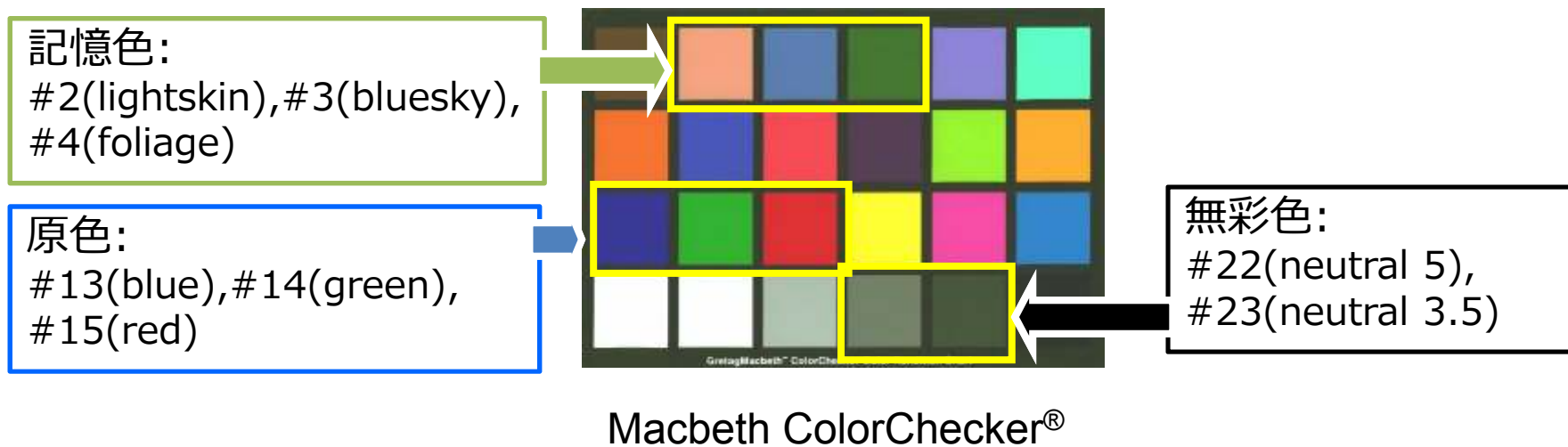
- 評価色(i) : マクベス カラーチェッカーから選択  
テレビなので無彩色も評価
- 色差計算( $\Delta E$ ) : CIE 1976 L\*a\*b\*色空間で評価  
さらに各色の検知限色差で色差量を補正

- 計算式



- マクベス カラーチェッカーから8色選択

$$HR_i = 100 - a \times \frac{\Delta E_i^*}{DT_i}$$





- 目的

- 色空間が実際には均一で無く、  
各評価色で色差が等価で無いので、補正する

$$HR_i = 100 - a \times \frac{\Delta E_i^*}{DT_i}$$

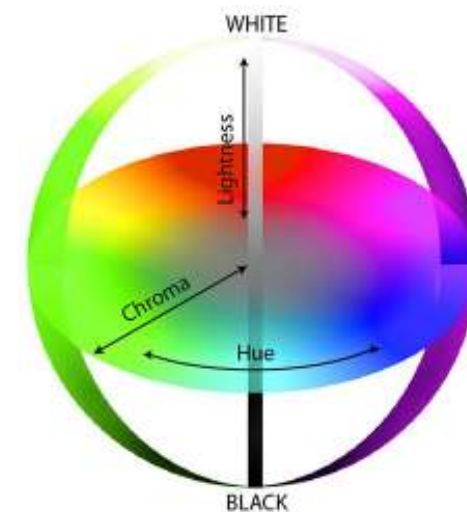
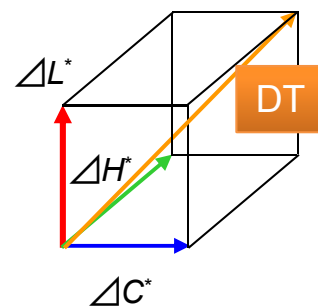
- 計算式

$$DT_i = \sqrt{(\Delta L_i^*)^2 + (\Delta C_i^*)^2 + (\Delta H_i^*)^2}$$

明度方向  
閾値

クロマ方向  
閾値

色相差方向  
閾値



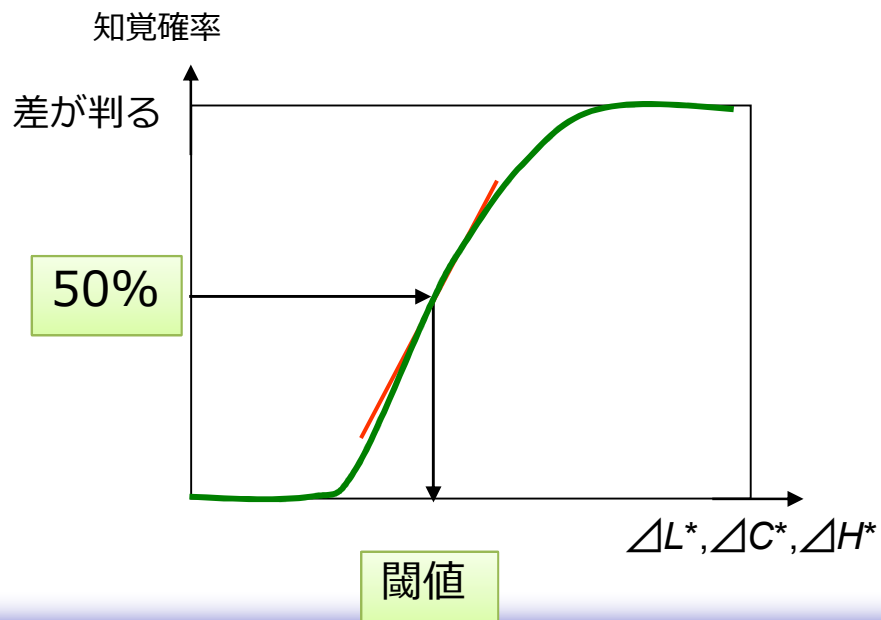
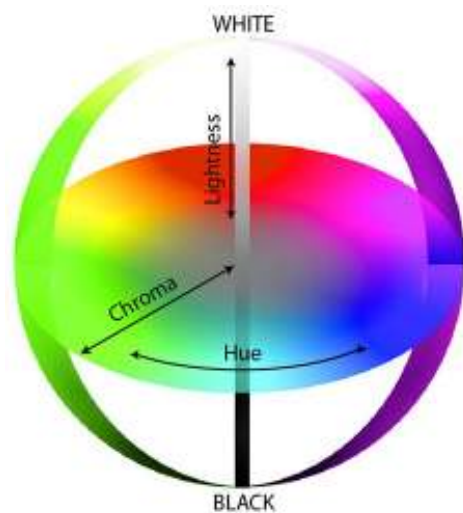
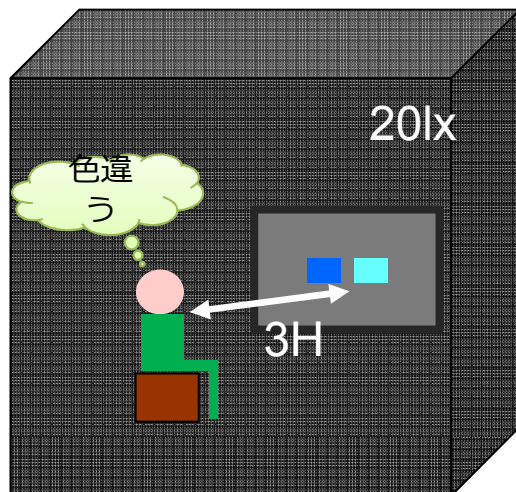
# $\Delta L^*$ 、 $\Delta C^*$ 、 $\Delta H^*$ 測定の主観評価実験

- 実験は恒常法で、左右が「同じ」か「違う」を回答する
- 刺激は二重上下法で変化する

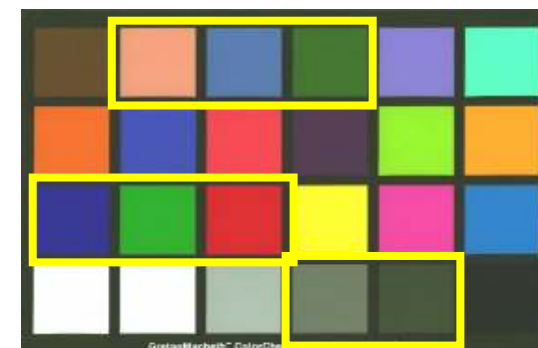
- 被験者:8名 男性 (20代~50代)

## 実験条件

- 46inch 液晶テレビ
- 白色輝度: 50cd/m<sup>2</sup>
- 周辺照度: 20lx
- 背景デジタル値 :64(8bit)
- パッチサイズ: 20%
- パッチ間隔: 5%
- 視距離: 3H



	$\Delta L^*$	$\Delta C^*$	$\Delta H^*$	DT
#2	1.60	1.10	1.08	2.2
#3	1.78	1.40	1.55	2.7
#4	1.16	1.20	0.60	1.8
#13	1.45	1.50	1.40	2.5
#14	1.55	2.39	1.10	3.1
#15	1.10	2.00	1.40	2.7
#22	1.70	0.60		1.8
#23	1.20	1.06		1.6

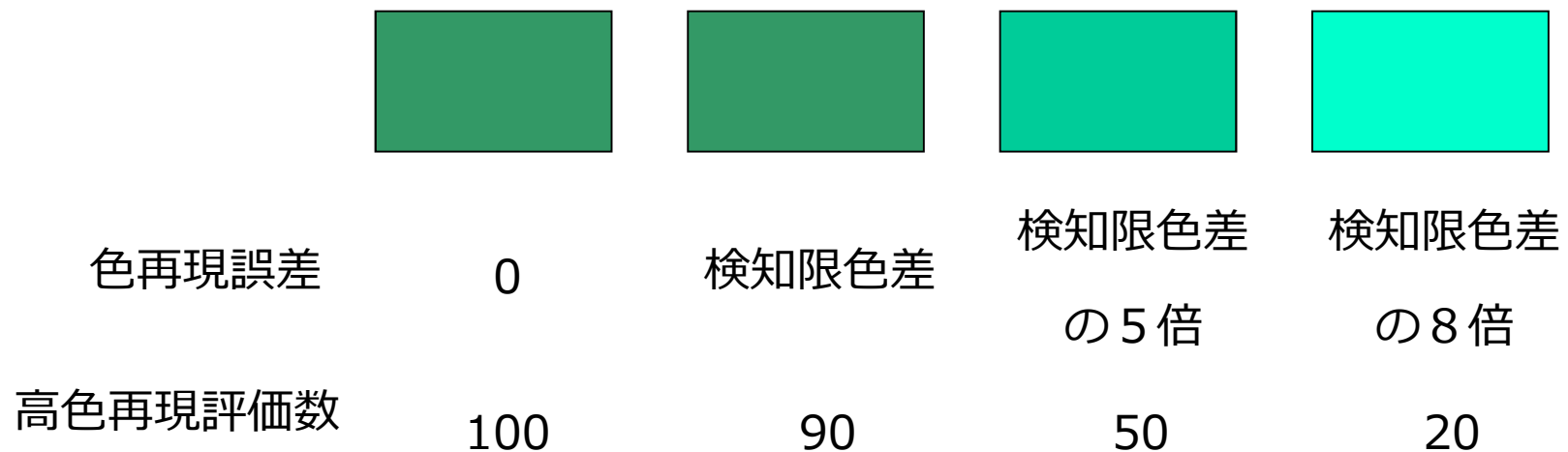


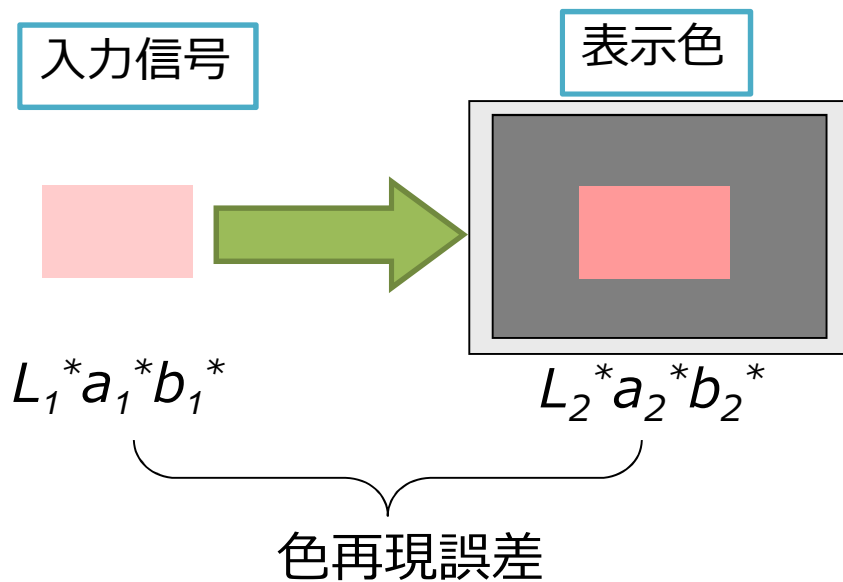
検知限色差は色毎に異なる

$$DT_i = \sqrt{(\Delta L_i^*)^2 + (\Delta C_i^*)^2 + (\Delta H_i^*)^2}$$

- 現行の上位機種の高色再現評価数(HR)の平均値が80になるようにa=10に設定

$$HR_i = 100 - a \times \frac{\Delta E_i^*}{DT_i}$$





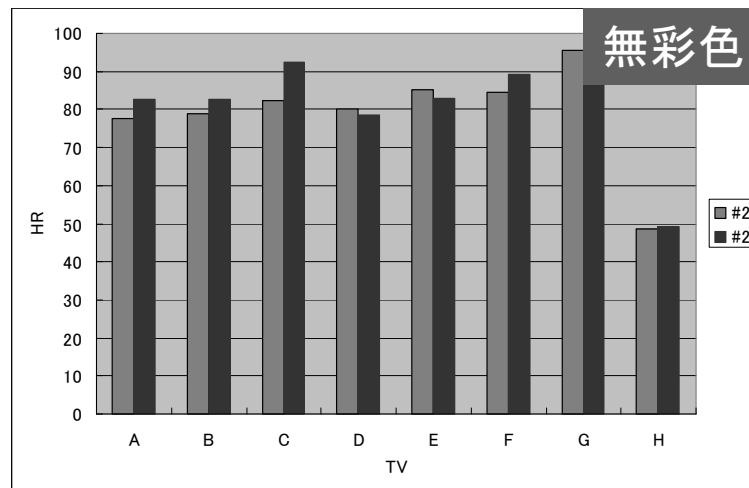
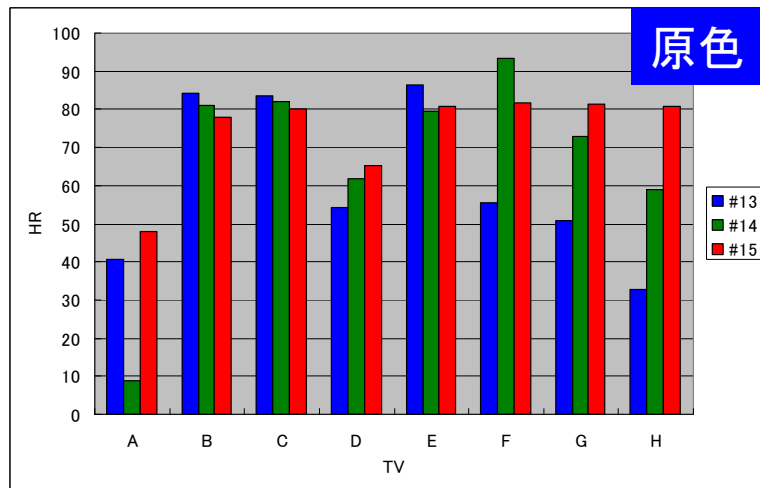
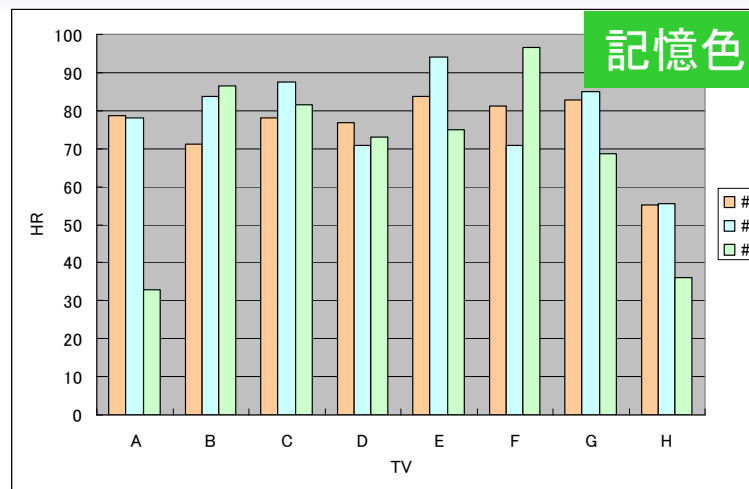
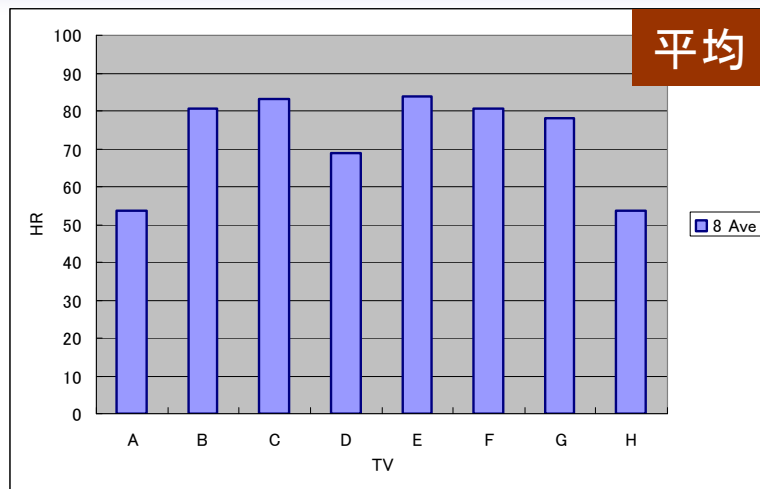
TV機種	色再現誤差( $\Delta E$ )							
	A	B	C	D	E	F	G	H
#2	4.8	6.5	5.0	5.2	3.7	4.2	3.9	10.1
#3	6.0	4.4	3.4	8.0	1.6	8.0	4.1	12.1
#4	11.9	2.4	3.2	4.8	4.4	0.6	5.5	11.3
#13	15.1	4.0	4.1	11.6	3.5	11.3	12.5	17.1
#14	25.6	5.3	5.0	10.7	5.8	1.9	7.6	11.5
#15	14.6	6.2	5.5	9.7	5.4	5.2	5.2	5.4
#22	4.1	3.8	3.2	3.6	2.7	2.8	0.8	9.3
#23	2.8	2.8	1.2	3.5	2.8	1.7	0.7	8.2

- 測定条件
  - テレビ：2007年度発売 各社上級37-50inch 液晶・PDP
  - モード：シネマ / カスタムモード

TV 機種	色再現誤差( $\Delta E$ )								検知限 色差( $DT$ )	高色再現評価数( $HR$ )							
	A	B	C	D	E	F	G	H		A	B	C	D	E	F	G	H
#2	4.8	6.5	5.0	5.2	3.7	4.2	3.9	10.1	2.2	78	71	77	77	83	81	82	55
#3	6.0	4.4	3.4	8.0	1.6	8.0	4.1	12.1	2.7	78	84	88	71	94	71	85	56
#4	11.9	2.4	3.2	4.8	4.4	0.6	5.5	11.3	1.8	33	86	82	73	75	97	69	36
#13	15.1	4.0	4.1	11.6	3.5	11.3	12.5	17.1	2.5	40	84	84	54	86	55	50	32
#14	25.6	5.3	5.0	10.7	5.8	1.9	7.6	11.5	3.1	16	83	84	65	81	94	75	62
#15	14.6	6.2	5.5	9.7	5.4	5.2	5.2	5.4	2.7	45	77	79	64	80	81	81	80
#22	4.1	3.8	3.2	3.6	2.7	2.8	0.8	9.3	1.8	77	79	82	80	85	84	96	48
#23	2.8	2.8	1.2	3.5	2.8	1.7	0.7	8.2	1.6	83	83	93	78	83	89	96	49
									平均	56	81	84	70	83	81	79	52

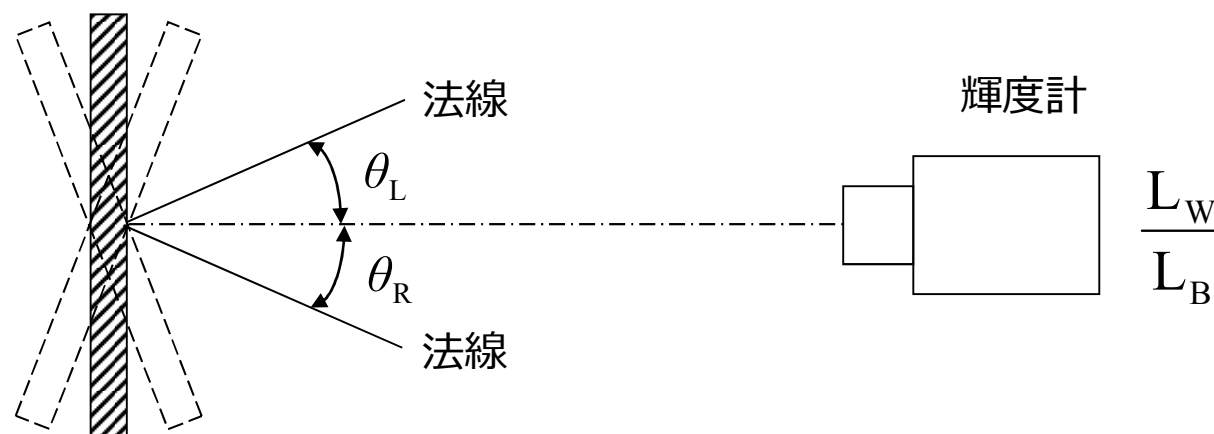
$$HR_i = 100 - a \times \frac{\Delta E_i^*}{DT_i}$$

次ページグラフ表示



- 高色再現評価数は、色再現全体のみならず個別の色についても容易に比較できる

- 視野角の定義
  - EIAJ ED-2522 マトリックス型液晶表示モジュール測定方法  
1995年3月制定
    - 5.7 水平視野角の測定方法
      - コントラスト条件：（2,3,4,5及び10の中から選択）
- 問題点
  - 現在のテレビは高性能すぎて、機種間の差が見つからない





- Acceptable Ranges of Observation Angles for Moving Images
  - Kiyo MORIGUCHI and Ryoji YOSHITAKE
  - User Experience Design Center, IBM Japan Ltd.
  - Proceedings of the IEA 2003

– 実験条件

- ディスプレイ
  - 9.2",18.2",19.6",34.2"
- 視距離 : 3H,8H
- 中心照度 : 50-75lx
- 被験者数 ?
- 映像 : The Sound of music
- 5段階評価
  - 5:Imperceptible(Perfect)
  - 4:Perceptible,but not annoying (Acceptable)
  - 3:Slightly annoying(Tolerable)
  - 2:Annoying
  - 1:Very annoying

– 視野角の結論

- 快適な領域 :  $\pm 10^\circ$
- 実用的な領域 :  $\pm 40-45^\circ$
- 不選択の領域 :  $\pm 60^\circ$ 以上

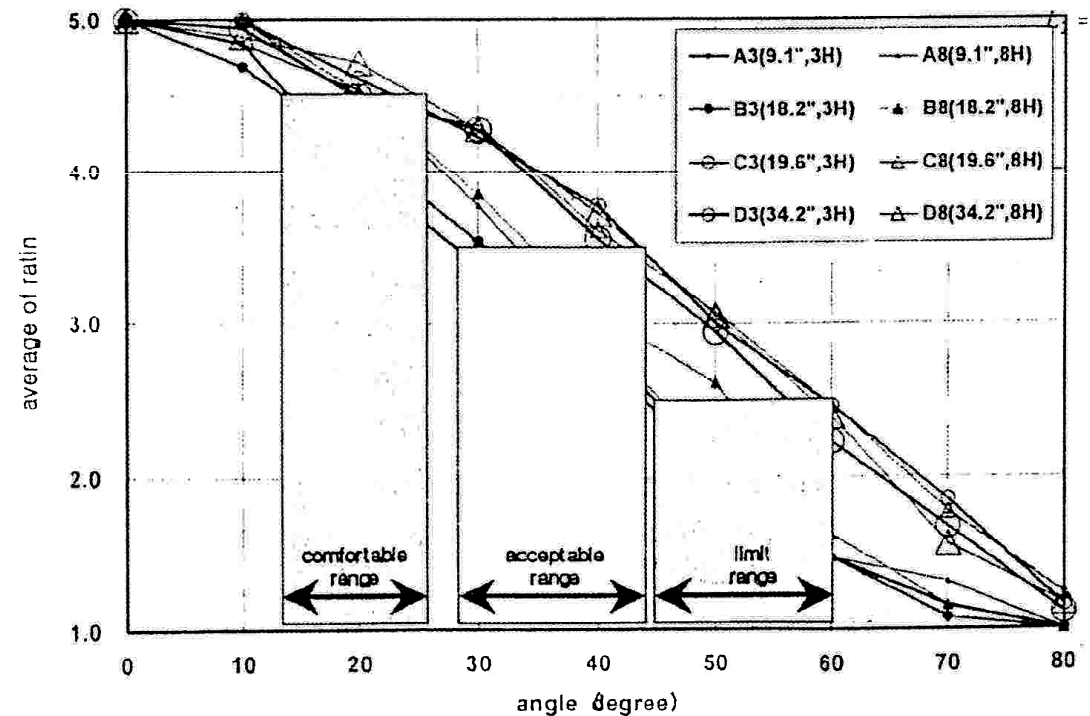
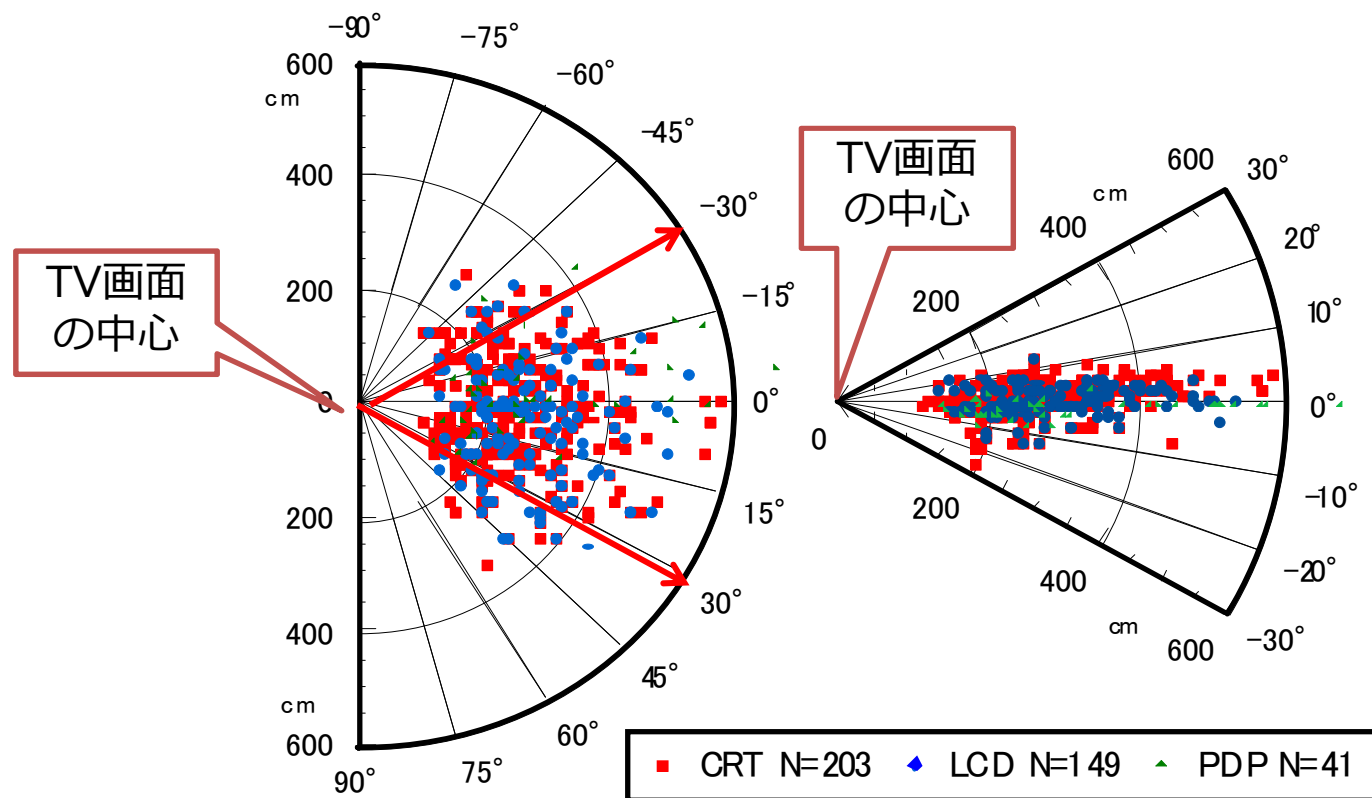


Figure 2. Average rating scores

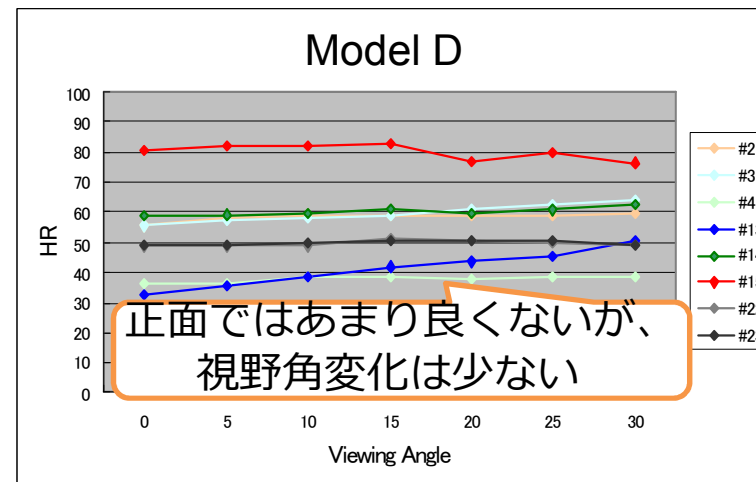
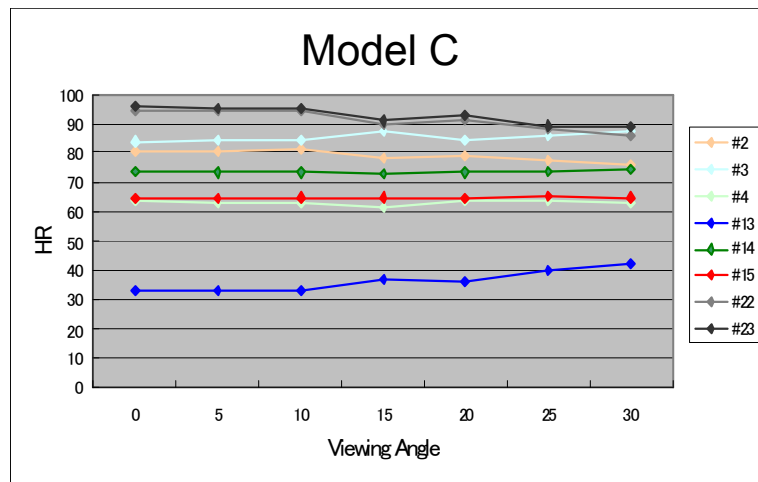
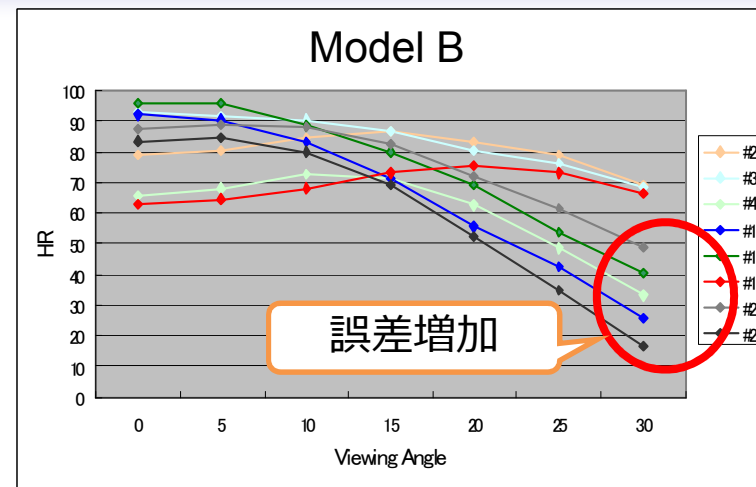
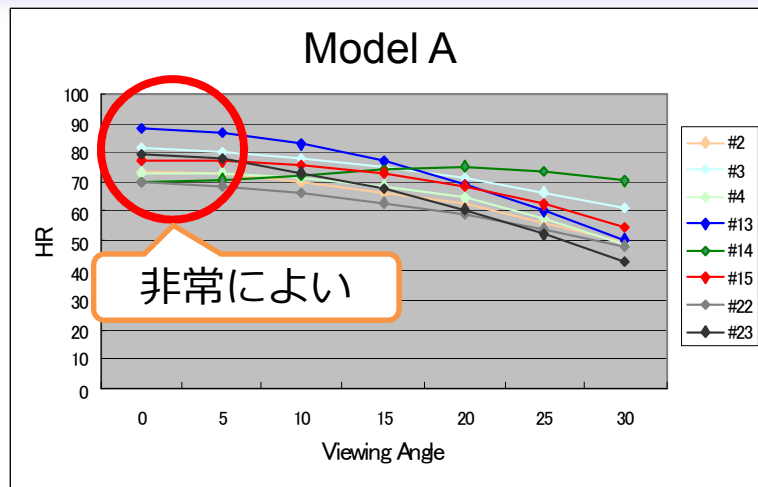
Top View

Side View

83世帯 N=393



- 84%以上の人々が  $\pm 30^\circ$ 以内の角度から見ている
- FPDの人間工学シンポジウム 2010：「消費電力の低減と視覚疲労の軽減のためのハイビジョン液晶テレビの適正視聴条件」成蹊大学 窪田教授



- 前掲2種類の調査より、視野角30°まで評価
- 色再現の正確さの視野角変化が容易に理解できる

- 新しいテレビの色再現の正確さ評価の方法として、高色再現評価数(HR)を開発した
  - 正確さ、詳細さ、測定の容易さのバランスが取れている
- 高色再現評価数(HR)は視野角評価に有用である
  - 実用的な視野角に適した新しい評価基準が必要である

- 本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)の支援の下に行われています