

# 動画ぼやけ測定方法MPRTと 知覚された動画ぼやけの相関について

染谷 潤

三菱電機(株) 先端技術総合研究所

大画面ディスプレイ開発プロジェクトグループ

2007/3/9

FPD人間工学シンポジウム2007

1

## 表示特性

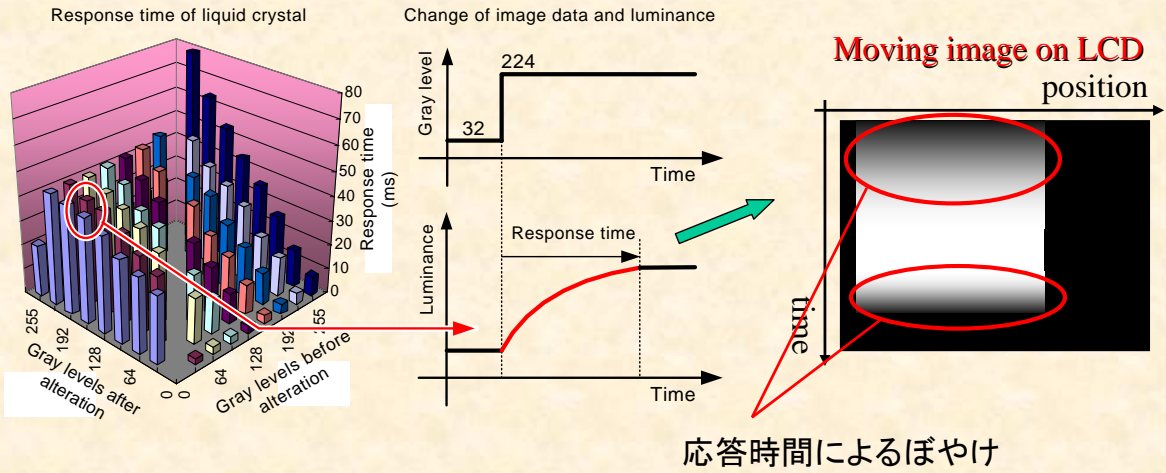
- 静的な表示特性
  - 輝度, コントラスト, 視野角, ムラ, 色再現範囲....
- 動的な表示特性
  - フリッカー, 動画偽輪郭, 色割れ, 動きぼやけ
  - 動いているときしか発生しない → 比較・測定が難しい
- 液晶パネルのMotion Artifact
  - 動きぼやけ
    - 改善技術の開発と実用化
    - 液晶の動きぼやけの客観的な測定・評価方法が必要

2007/3/9

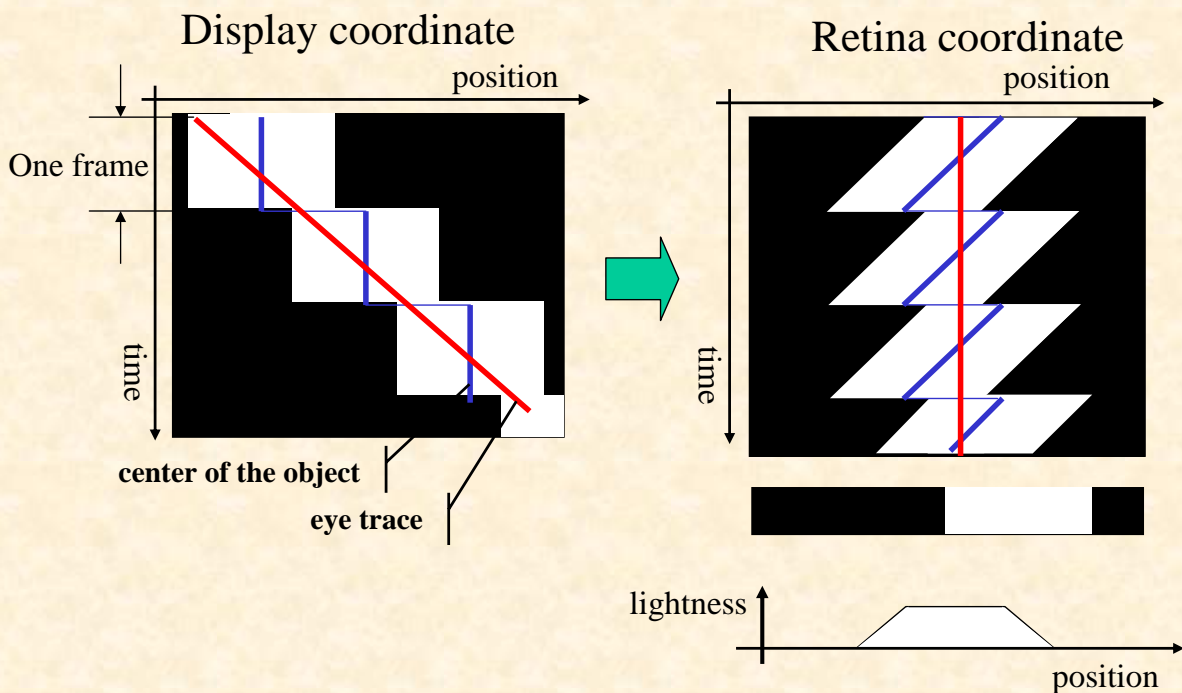
FPD人間工学シンポジウム2007

2

# 液晶の応答時間とぼやけ

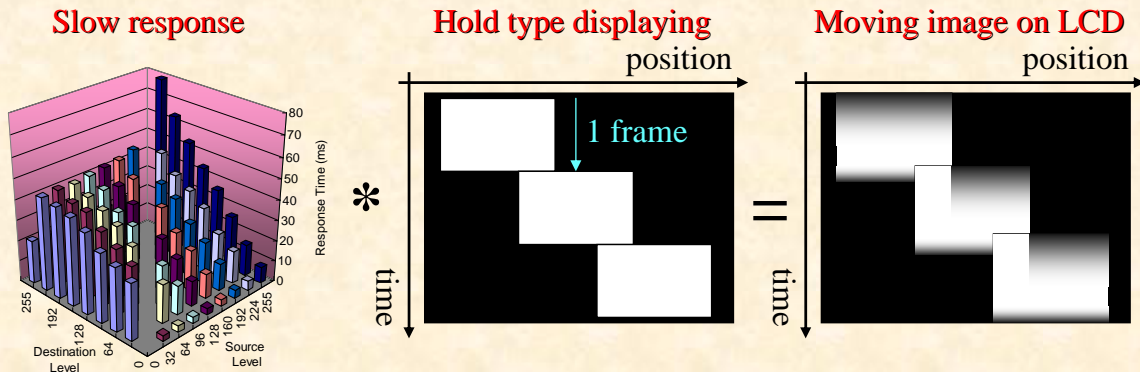


# 理想的ホールド型表示と動きぼやけ



## 液晶の動きぼやけ

- 動きぼやけの発生原因
  - 液晶の応答時間の遅さ
  - ホールド型表示と視線追従の関係



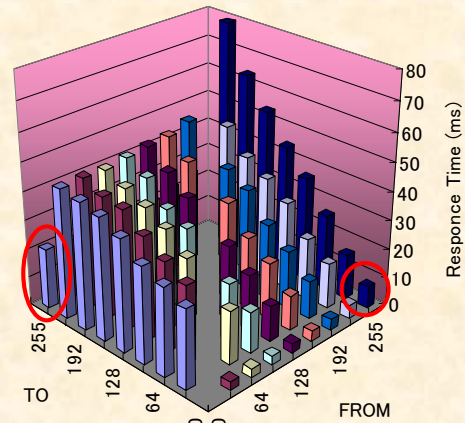
- 液晶の動きぼやけ評価
  - 中間階調の応答特性とホールド効果を考慮

## 動きぼやけに関する研究発表

- 液晶の動画に関する報告
  - 2000年頃から改善技術、評価技術の発表が活発化
- 動画改善技術
  - 高速応答技術
    - 材料、パネル、オーバードライブ
  - インパルス表示
    - 点滅バックライト、スクロールバックライト、黒挿入
- 動きぼやけの評価方法
  - 固定式・高速シャッターによる画像積分
  - 回転カメラによる動画追従
  - 画像シミュレーションによる動きぼやけの再現方法

## 液晶の応答時間と動画表示性能

- 液晶の応答時間の定義
    - 応答時間 =  $T_r + T_f$
    - 中間調の応答時間が表現されていない
    - ODや黒挿入、点滅バックライトなど動画改善効果が現れない
  - 動きぼやけ
    - 動いている時しか発生しない
    - 評価・比較がしにくい
- ↓
- 動画ぼやけを数値化できないか
- ↓
- 数社が独自に評価方法を研究



## 液晶の応答時間と動画表示品質

- 液晶の応答時間
    - Liquid Crystal Response Time (LCRT)
  - Gray to Gray (GtoG)
    - normal panel
    - overdrive
    - overdrive & blinking backlight
- normal panel

overdrive

overdrive & blinking backlight

同じ値

↑

LCRT

↑

G to G

↑
- 液晶の動画評価
    - ホールド型表示に伴う網膜積分効果を考慮する必要がある



## 近年の動画評価方法

- 視線追従を基本とした評価方法
  - Moving Picture Response Time (MPRT)
  - Visual Intensity of Edge Width / Visual Intensity of Contour by Compaction
  - Dynamic Contrast, using MTF...
- **Moving Picture Response Time (MPRT)**
  - 参加十数社で検討
  - VESAに提案
    - VESA: Video Electronics Standard Association
    - FPDM2: Flat Panel Display Measurement

## 動画評価技術の検討

- 動画評価の検討開始
  - '01/10: 動画表示性能の評価方法検討に関する打診
  - '01/11: 評価方法のディスカッションを開始
- 動画評価技術検討会の発足
  - '02/4: 3社で原案検討開始
    - SIDで動画改善技術、評価技術を発表
  - 動画応答時間を定義
    - MPRT ( **M**otion **P**icture **R**esponse **T**ime )

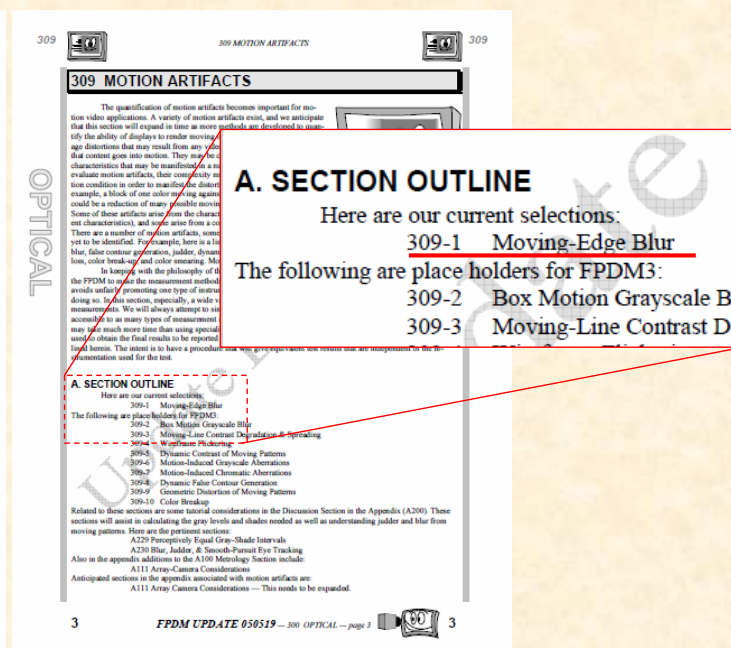
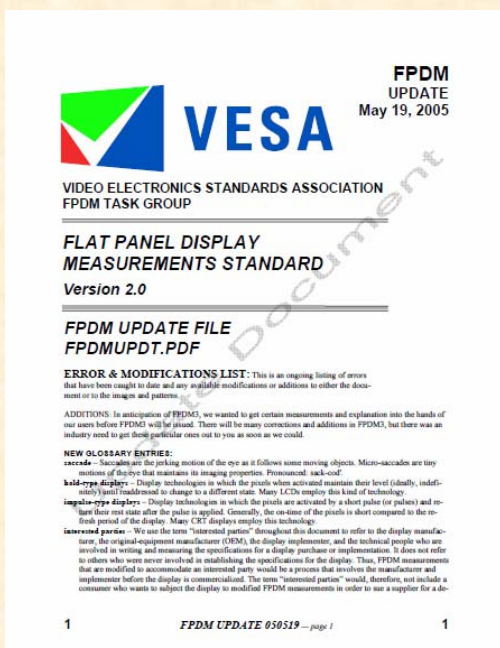
 後にMovingに変更

# VESA FPDM2

- Video Electronics Standard Association (VESA)
  - MBM task group / Japan Committee
    - Gray Scale Motion Blur Measurement Proposed Standard
  - FPDM task group / Display Device Committee (US)
    - Flat Panel Display Measurement Ver.2 (FPDM2)をアップデート版が公開(2005/5)
    - FPDM3の開発へ
- FPDM UPDATE FILE
  - FPDM3にMotion artifactsのための新しい章を追加
  - 準備段階としてFPDM2のUPDATE FILEを発行
  - Motion-Edge Blur
    - MPRTを基本とした測定方法

# FPDM UPDATE FILE

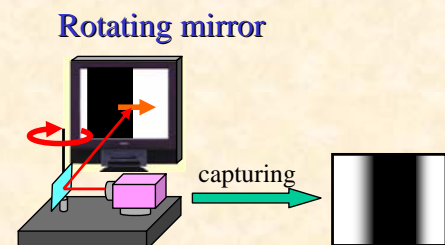
## 5/19 FPDM UPDATE FILEが公開



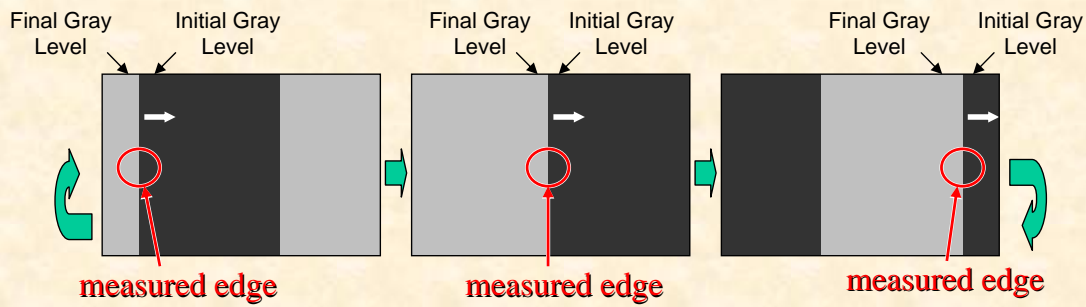
# MPRT測定方法

## Moving Picture Response Time (MPRT)

- 一般的なCCDカメラによる測定のための定義
  - Smooth pursuit eye tracking (SPET) condition
  - Simple temporal summation
- 追従カメラシステム
  - Time-based image integration
  - Rotating camera
  - Fixed camera with rotating mirror
- **単位に「時間(ms)」を使う理由**
  - 様々な条件・仕様で測定されても比較可能
    - 画面サイズ, 解像度, 移動速度, 垂直周波数など



## MPRT測定に用いる測定パターン



- 2つの明るさエッジ部分を測定
- 42組の画像を測定
  - 7階調の組み合わせ
  - 全白と全黒を6分割

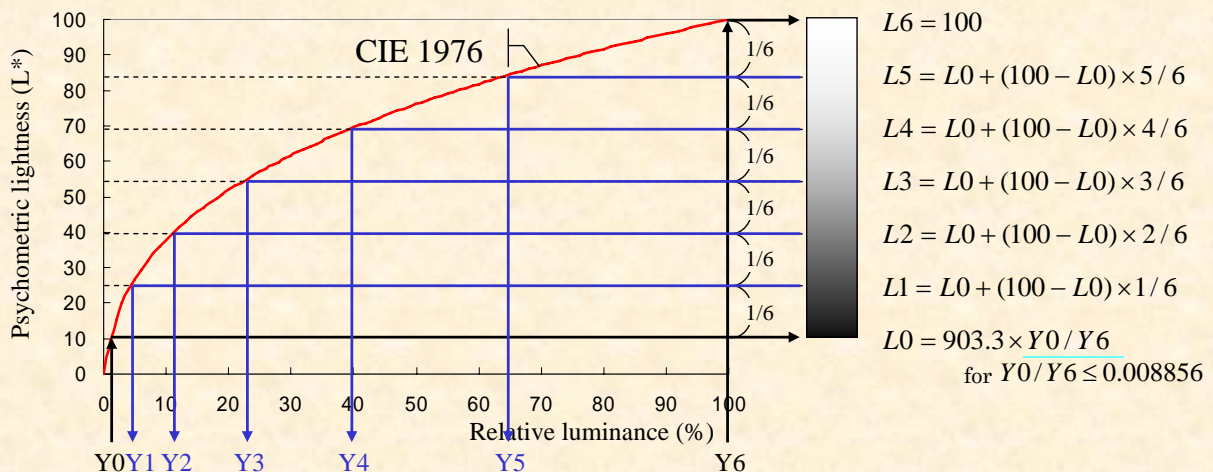
開始階調

	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Y0		■	■	■	■	■	■
Y1	■		■	■	■	■	■
Y2	■	■		■	■	■	■
Y3	■	■	■		■	■	■
Y4	■	■	■	■		■	■
Y5	■	■	■	■	■		■
Y6	■	■	■	■	■	■	

到達階調

## 測定階調の求め方

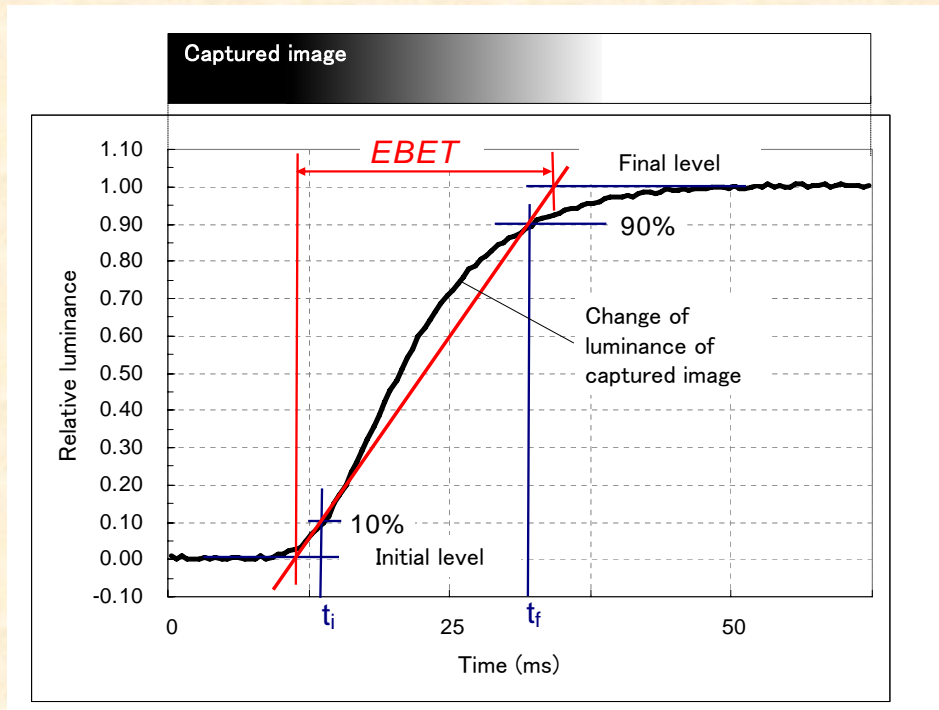
- 明度(L\*:CIE1976)軸上で均等に分割
  - パネルの特性に依存しない主観的に等距離な明るさ
  - 異なるγカーブでも同じ明るさで測定(最小・最大輝度が同じ場合)



Y1からY5を表示する階調数は、測定により求められる



## Extended Blurred Edge Time (EBET)



2007/3/9

FPD人間工学シンポジウム2007

17

## MPRT測定方法のまとめ

- 測定階調の決定
  - 白、黒の輝度を測定して求める
- 42組の評価パターンを測定(撮影)
  - 追従カメラを用いて撮影
- MPRTの計算
  - 42枚の画像ごとにEBETを計算
  - $MPRT(ms) = \sum_{n=42} EBET_n / 42$
- その他
  - オーバーシュートがある場合の測定方法
    - FPDM UPDATE FILEに考え方を記載

2007/3/9

FPD人間工学シンポジウム2007

18

# 動きぼやけと主観評価実験

2007/3/9

FPD人間工学シンポジウム2007

19

# 動きぼやけに関する主観評価実験

- 主観評価実験
  - 実際に見えている動きぼやけの幅を測定
  - CRTと液晶を用いた調整法
- 目的
  - 主観評価結果とMPRTを比較
  - MPRTの測定結果の妥当性を検証

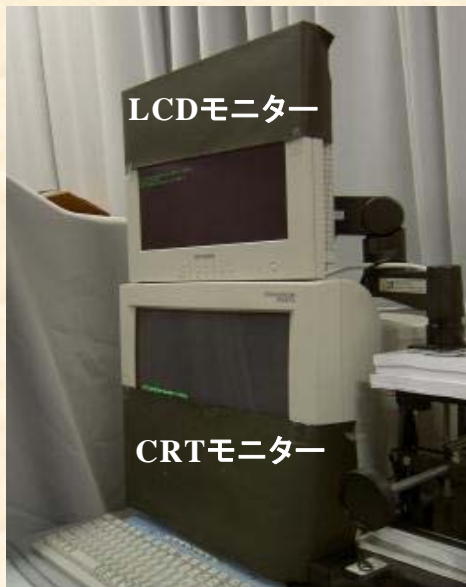
2007/3/9

FPD人間工学シンポジウム2007

20

## 主観評価装置

### 調整法



LCDモニターへの入力画像



CRTモニターへの入力画像



水平スクロール

LCDモニター上の表示画像



V

||

^

CRTモニター上の表示画像

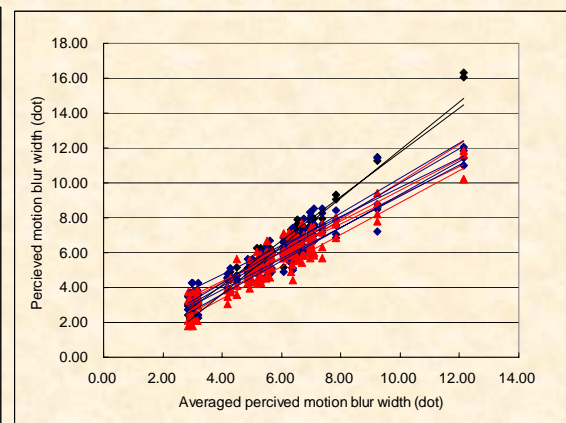
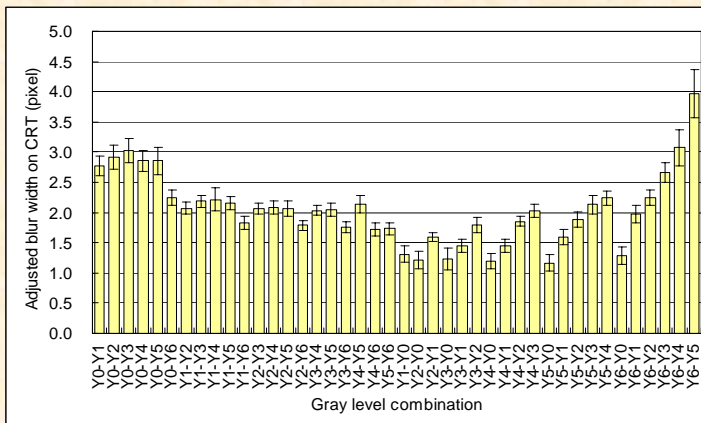
## 主観評価実験

### 被験者間の相関

移動速度: 7.6 deg/s (視距離: 600mm)

被験者: 11名 (20代から30代、男性: 7名、女性: 4名)

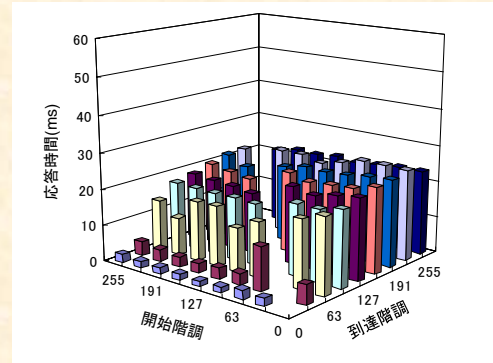
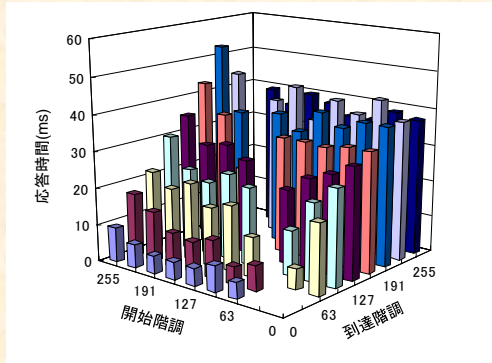
実験回数: 3回



# 主観評価の概要

**実験1**  
 液晶モニタ: RDT153A(三菱電機)  
 CRTモニタ: RDS17X(三菱電機)  
 被験者: 11名(男性:7/女性4)  
 20代~30代

**実験2**  
 液晶モニタ: RDT179V(三菱電機)  
 CRTモニタ: RDS173X(三菱電機)  
 被験者: 17名(男性:12/女性5)  
 20代~50代



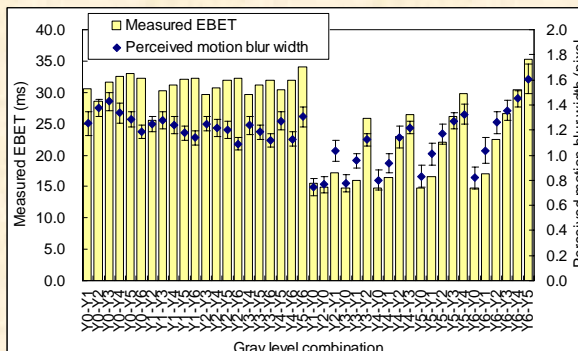
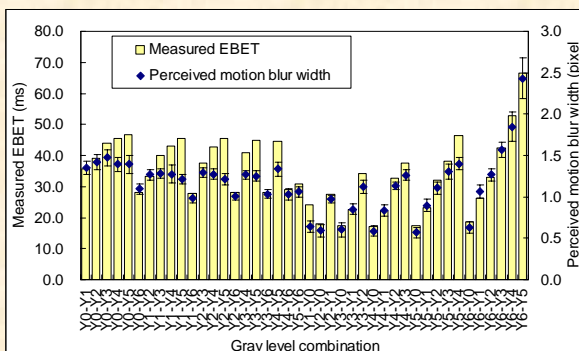
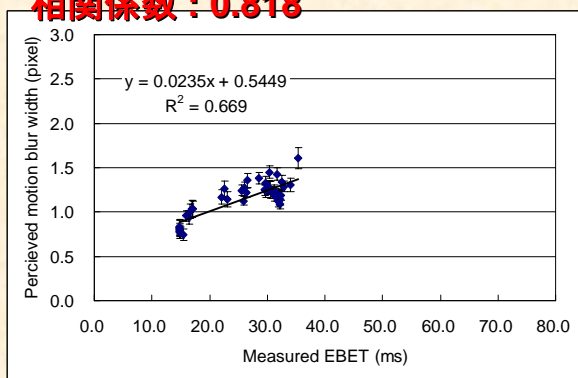
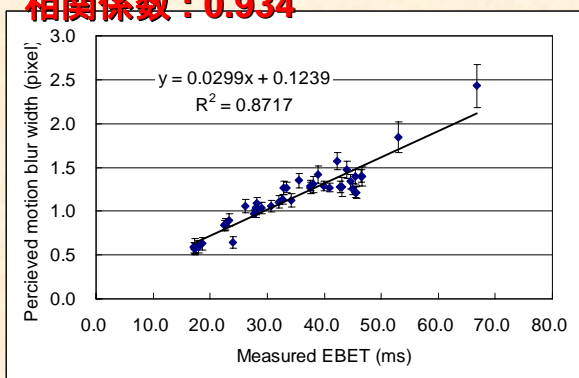
LCRT 46.8ms  
 平均 26.1ms

LCRT 25.6ms  
 平均 16.6ms

# 主観評価結果とEBETの比較

相関係数: 0.934

相関係数: 0.818

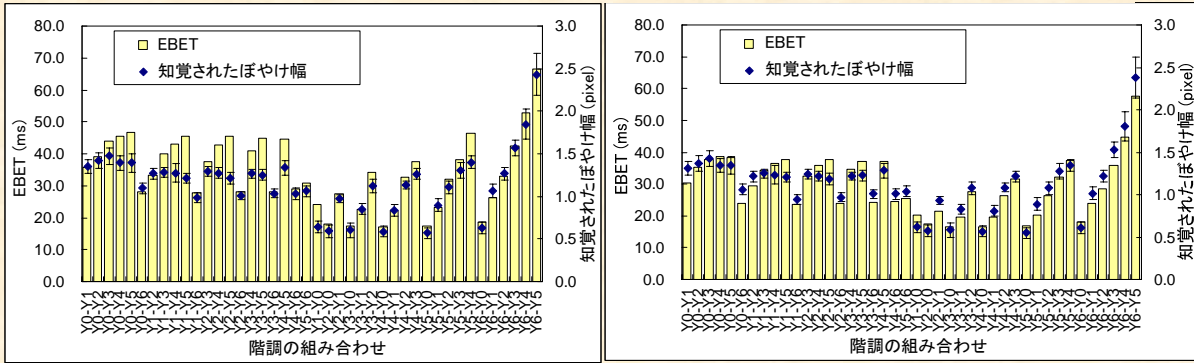




# 閾値による相関の変化

閾値10%-90%、相関係数：0.934

閾値10%-80%、相関係数：0.943



閾値	10%-95%	10%-90%	10%-85%	10%-80%	10%-75%	10%-70%
RDT153A	0.831	0.934	0.943	0.943	0.940	0.942
RDT179V	0.476	0.818	0.881	0.910	0.913	0.899

# 主観評価のまとめ

- MPRT測定結果と主観評価結果に強い相関
  - MPRTは、我々が感じる動きぼやけの量を表現
  - 現在の閾値(10%-90%)で評価可能
- 動向
  - VESAの規格として採用
  - 液晶パネルの動画評価手法として普及
  - 動画評価手法の研究が活性化
- 今後の課題
  - 一部の階調で「測定結果 > 主観評価結果」
  - 閾値、あるいは数値化方法の見直しにより、さらに相関の高い評価方法になる可能性がある

