

医療用モノクロディスプレイとカラーディスプレイの 検出能の比較検討

要旨

医療用の2メガピクセル (mega-pixel: MP) モノクロディスプレイ (TOTOKU 社製 ME-6, 以下モノクロ) と医療用の2MP カラーディスプレイ (TOTOKU 社製 CCL252is, 以下モノクロ) のコントラスト分解能を低コントラストパターンの視覚的検出率試験により比較検討する。専用プログラムにより、低コントラスト円形パターンを表示して、視覚的検出能を6人で行った。低コントラストパターンには、一様な円形信号と横縞、縦縞模様の円形信号の3種類を用い、縞模様には、1pixel幅と2pixel幅のものを使用した。検出率は、ランダム位置にパターンを表示して、その位置を正しく指示した割合とした。一様な円形信号では、コントラスト1のとき、モノクロ93%、カラー80%となった。縞模様のパターンでは、横縞の2pixel幅でそれぞれ83%、29%となり、縦縞の2pixel幅ではそれぞれ70%、33%となった。これより、カラーがモノクロより有意に低い検出率を示した。また検出率だけでなく縞模様の認識において、カラーが著しく劣ることが判明した。

I. 緒言

現在、医療用ディスプレイにはモノクロディスプレイだけでなく、カラーディスプレイも普及している。そこで、モノクロとカラーにおいて描出能に違いがあるか、両ディスプレイのコントラスト分解能を、視覚的検出率試験を行うことで比較検討した。

II. 使用機器

医療用2MP カラーディスプレイとして、TOTOKU 社製 CCL252is を、医療用2MP モノクロディスプレイとして、同社 ME-6 を用いた。輝度計には、LS-110 (KONICA MINOLTA 社製) を用い、性能試験のために日本画像医療システム工業会のガイドラインである JESRA X-0093 (以下 JESRA) のテストパターン、TG18-UNL80, TG18-LN8-01 ~ TG18-LN8-18 を用いた。輝度条件は、条件1として、モノクロ、カラーそれぞれ、最高輝度を $470\text{cd}/\text{c m}^2$ と $198\text{cd}/\text{c m}^2$ に設定し、条件2として、モノクロの最高輝度をカラーと同一 ($198\text{cd}/\text{c m}^2$) に調整した。

III. 方法

1) 品質管理試験(2機種)の品質評価)

JESRA に従い輝度均一性試験、コントラスト応答試験をおこない、最大輝度、輝度比はこれらの測定値から算出した。

2) 物理特性測定

解像特性の指標である MTF 測定は、一眼レフタイプデジタルカメラで専用のバーパターン (図1) を撮影し、各周波数のパターンをフーリエ変換にて解析して求めた。

ノイズ特性である NPS は信号レベル50%の一様画像を表示し撮影し、仮想スリットによる一次元プロファイルをフーリエ変換し解析した。

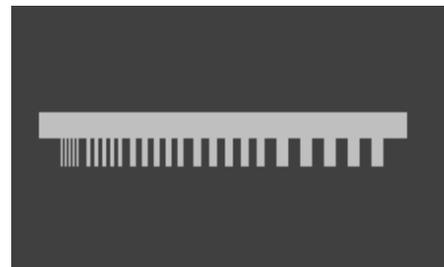


図1. MTFの専用バーパターン

3) 視覚的検出率試験

専用ソフトウェアにより、均一な画面上の任意の位置に低コントラスト円形信号を表示し、観察者はその信号を探してクリックし、その正答率を検出率とした。1つの条件につき画像は50枚表示した。円形信号の直径は5mmとして、表示時間は5秒間、画像間のブランクは1秒間に設定した。観察者は当研究室の学生6人であり、観察条件は照度70~100lx程度で、見やすい観察距離で行った。用いた低コントラスト円形信号パターンは、表1の通りである。縞模様パターンノイズの影響が推測されたためである。

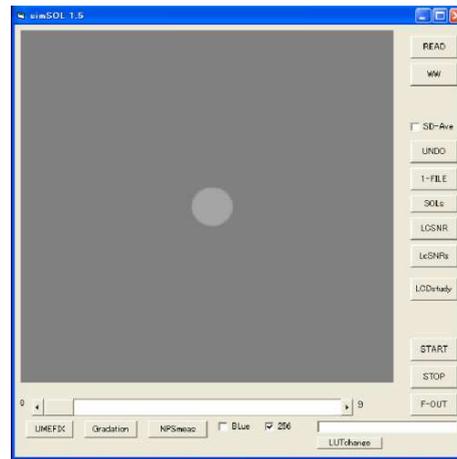


図2 検出率試験のコンピュータ画面

表1. 円形信号パターンとそれぞれのコントラスト条件

	一様円形信号	横じま模様円形信号		縦じま模様円形信号	
		1pixel幅	2pixel幅	1pixel幅	2pixel幅
コントラスト(階調)	1~3階調	1~3階調		3~5階調	1~2階調

III. 結果

表2に品質管理試験の結果を示した。モノクロ、カラー共にそれぞれのテストパターンでグレード1の基準を満たした。

表2. 2機種種の品質管理試験の結果

	テストパターン	基準値 (グレード1)	測定値 (カラー)	測定値 (モノクロ)	測定値 (同一化)
輝度均一性	TG18-UNL80	$\leq 30\%$	11.56	10.5	
コントラスト応答		$\leq \pm 15\%$	3.59	-3.07	8.57
最大輝度	TG18-LN	≥ 170 cd/m ²	190.80	461.7	197.80
輝度比		≥ 250	346.91	388	227.4

1) 物理特性

図3にMTFの結果を示す。カラー、モノクロともほぼ同じ値を示した。図4、5にNPSの結果を示す。垂直方向、水平方向ともカラーのほうが劣る結果となった。

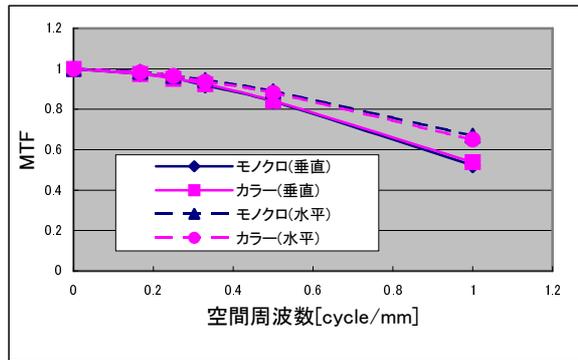


図 3. MTF の結果

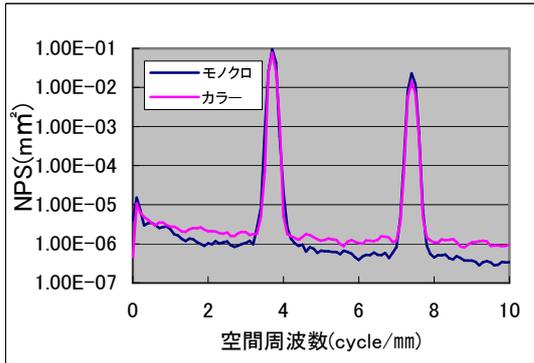


図 4. NPS の垂直方向の結果

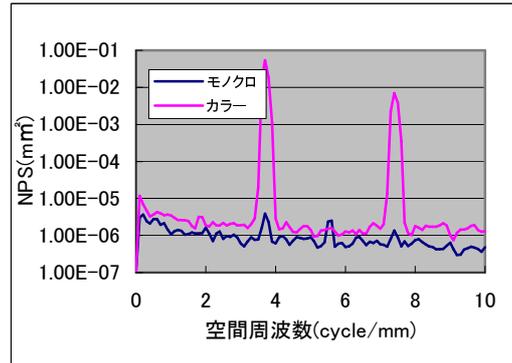


図 5. NPS の水平方向の結果

2) コントラスト分解能

図 6 に一様円形信号の検出率の結果を示す. 1 階調のとき, カラーの検出率はモノクロよりやや劣った. 図 7 に輝度同一化の検出率の結果を示す. 同一化してもモノクロの検出率のほうがやや高かった. 図 8, 9 に横縞模様円形信号の検出率の結果を示す. *印は 5% 以下の有意水準で優位差ありを示している. 1pixel 幅と 2pixel 幅の横縞模様において, カラーとモノクロの検出率に顕著な差が出た. 図 10, 11 に縦縞模様円形信号の検出率の結果を示す. 低い階調ではカラーはモノクロより劣った. いずれも高い階調になると検出率が 100% 近くなり差は現れなかった.

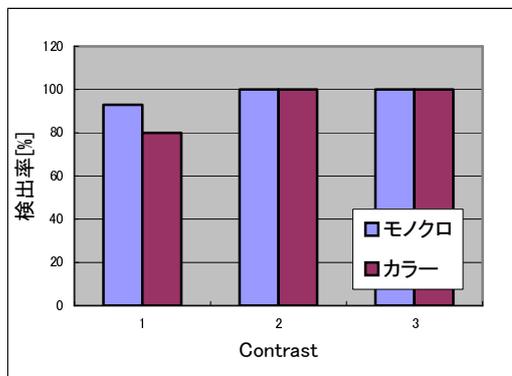


図 6. 一様円形信号の結果

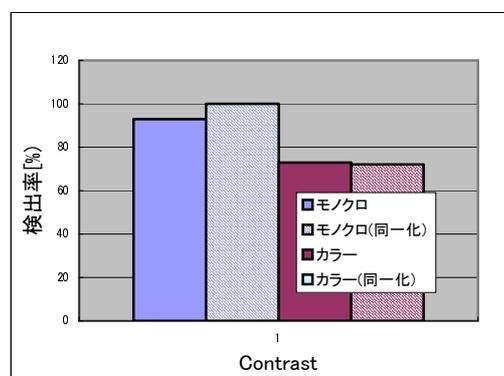


図 7. 輝度同一化(一様円形信号)

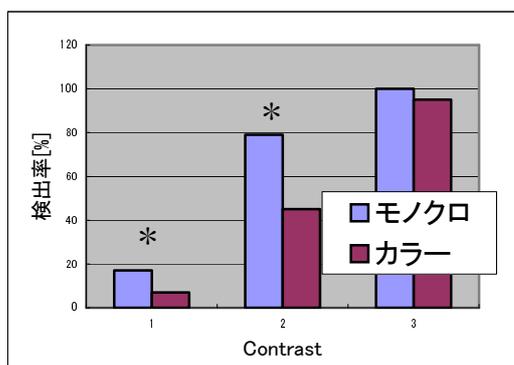


図 8. 横縞模様(1pixel 幅)

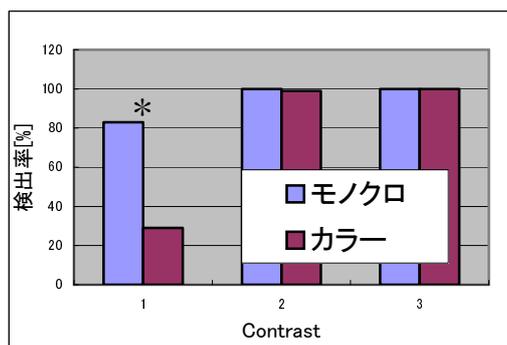


図 9. 横縞模様(2pixel 幅)

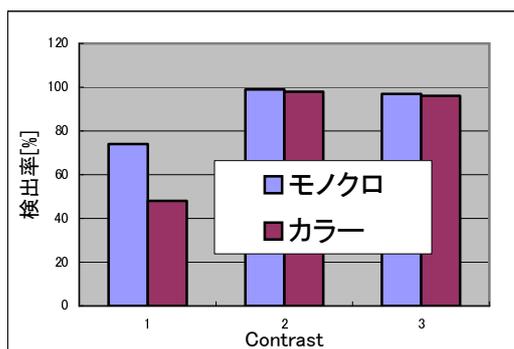


図 10. 縦縞模様(1pixel 幅)

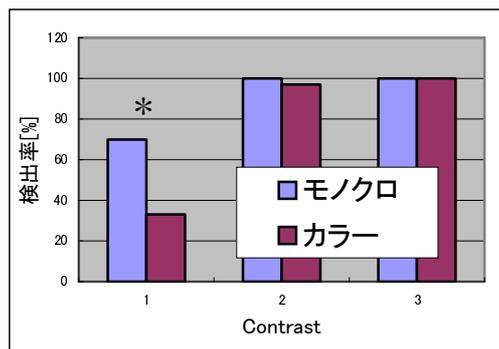


図 11. 縦縞模様(2pixel 幅)

V. 考察

2 機種 の 品質 管理 試験 につい ては 共に、JESRA のグ レード 1 の 基準 を 満 た した。物 理 特 性 は、MTF はカ ラー、モノ クロ どちら も ほぼ 等 しい が、NPS ではカ ラー の ほう が 劣 った。視 覚 的 検 出 率 試 験 では、一 様 円 形 信 号 の 1 階 調 の と き、カ ラー は モノ クロ よ り や や 劣 っ た。横 縞 模 様 円 形 信 号 の 1 と 2pixel 幅 で 低 階 調 の と き、カ ラー と モノ クロ の 検 出 率 で 顕 著 な 差 が 見 ら れ、モノ クロ の 優 位 性 が 示 さ れ た。縦 縞 模 様 円 形 信 号 の と き、低 い 階 調 で は モノ クロ の 優 位 差 を 示 した。横 縞 模 様 は、RGB サ ブ ピク セ ル の 周 期 パ ター ン と 並 び と 同 じ で あ り、こ の RGB パ ター ン は、NPS の 測 定 に お い て も カ ラー が 顕 著 に 高 い 値 を 示 した。よ っ て、こ の RGB パ ター ン ノ イ ズ の 影 響 に よ り、縞 模 様 の 描 出 が 影 響 さ れ 検 出 率 に 差 が 出 た も の と 考 え ら れ た。縦 縞 に お い て も、RGB パ ター ン ノ イ ズ と な ん ら か の 干 渉 が あ り、そ れ が 影 響 した と 推 測 した。

VI. ま と め

低 コ ン ト ラ ス ト の パ ター ン に 一 様 パ ター ン と 縞 模 様 パ ター ン を 用 い て、2MP 医 療 用 デ ィ ス プ レ イ の モ ノ ク ロ と カ ラー の 検 出 率 を 比 較 した。そ の 結 果、カ ラー は、縞 模 様 パ ター ン で 明 ら か コ ン ト ラ ス ト 分 解 能 が 劣 る こ と が 判 明 し、こ れ は カ ラー の ノ イ ズ 特 性 に よ る も の と 考 え ら れ た。