



# White Paper

## EyeCare 調光機能について

### CONTENTS

1. はじめに.....	2
2. 蛍光灯や LED の明るさ制御方式.....	3
2-1. PWM 調光方式.....	3
2-2. DC 調光方式.....	5
3. 当社が開発した EyeCare 調光機能について.....	5
4. 北里大学医療衛生学部様による評価.....	6
4-1. 評価対象、方法、条件.....	6
4-2. 評価結果.....	6
4-3. 評価いただいた、北里大学医療衛生学部 魚里教授のコメント.....	8
5. まとめ.....	8

No.12-003 Revision A

作成：2012年10月

株式会社ナナオ 企画部 商品技術課

## 1. はじめに

当社は従来から、「眼に優しいモニター」を目指してモニター開発を行ってきた。近年、照明の世界では、省電力や、有害物質(水銀)を含まないことなどにより、「LED」が非常に注目を浴びている。これは液晶モニターバックライト(光源)も例外ではなく、これまでの CCFL(冷陰極管:蛍光灯タイプ)から、LED 光源への切り替わりが次々とおこなわれている。

LED は上記にも述べたように、省電力の実現、有害物質を含まないなど良い事尽くめではあるが、液晶モニターの光源として使われる際に、一部には「まぶしい」とか、「チラつく」などの声も聞かれる。

当 WhitePaper では、LED を使用したモニターの特性と、その弱点を改善した新しい輝度調節機能(EyeCare 調光)に的を絞って説明する。



FlexScan EV2436W-FS

図1: EyeCare調光機能を搭載したFlexScan EV2436W

## 2. 蛍光灯や LED の明るさ制御方式

照明や液晶モニター、液晶 TV 等に使われている光源である白熱電球(照明のみ)、蛍光灯(モニターの場合は CCFL)や LED の明るさを変動させる際には、大きく 2 種類の方法が存在する。この項では、その 2 種類の方法について概要の説明を行う。

### 2-1. PWM 調光方式

PWM 調光方式とは、発光素子が点滅する時間を制御することで、見た目の明るさを変える方法である。例としては、減光タイプの蛍光灯、輝度調整ができる液晶モニター(CCFL/LED)が挙げられる。

この方式は、発光素子の ON と OFF との時間の割合を変化(伸ばしたり、縮めたり)させることで見た目の明るさを変えている、その ON と OFF の周波数はモニターでは一般的に 200Hz 程度で動作させている。

PWM 調光方式は、制御できる(明るさの可変範囲)範囲が広いこと、および回路設計・制御が容易であることがメリットであるため、多くの液晶モニターで使用されている。一方、デメリットは、画面が比較的高速で点滅(約 200Hz)しているものの、人によっては、まれにチラつきが気になるということである。これは、輝度が低くなるほど、PWM の波形が下図 2 のように細くなり、モニターがいかにも連続点滅しているように目に知覚されるからではないか、と考えている。

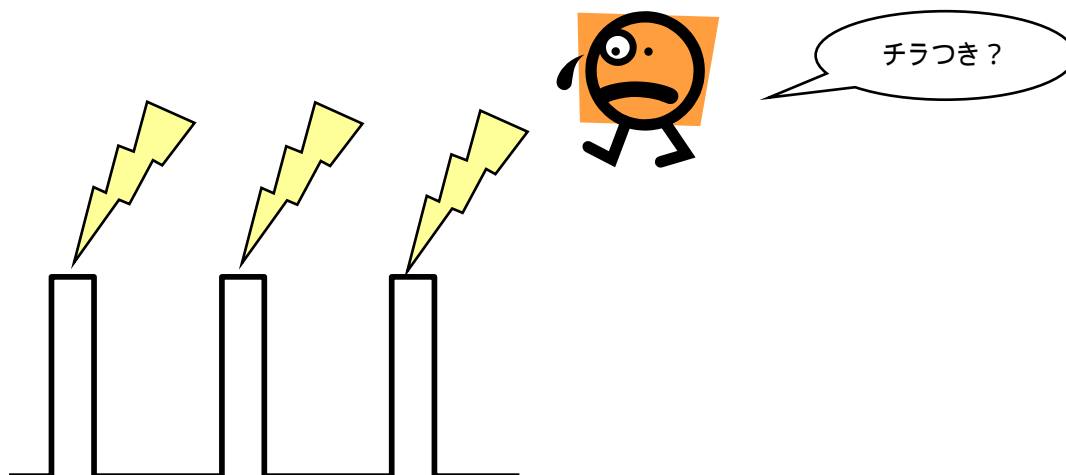


図2: PWM調光によるチラつき現象(イメージ)

### 2-1-1. CCFL(蛍光管)タイプによる PWM 調光の見え方

ここでは、受光センサーを用いて、CCFL(蛍光管)光源による PWM 調光と、LED 光源による PWM 調光での見え方を比較した結果を述べる。

下記図3は、CCFL 光源の PWM の波形を、光学センサーで測定したものである。図でも分かる通り、元の矩形波が、かなりなまった状態で検出されている。この状態でモニターの画面を見た場合は、ほとんどフリッカーなどのチラつきは感じないものと思われる。CCFL は残光時間が長い(OFF してもすぐには光が消えない)ため、明るさの時間的な変化(凹凸)が少ないことが原因と考えている。

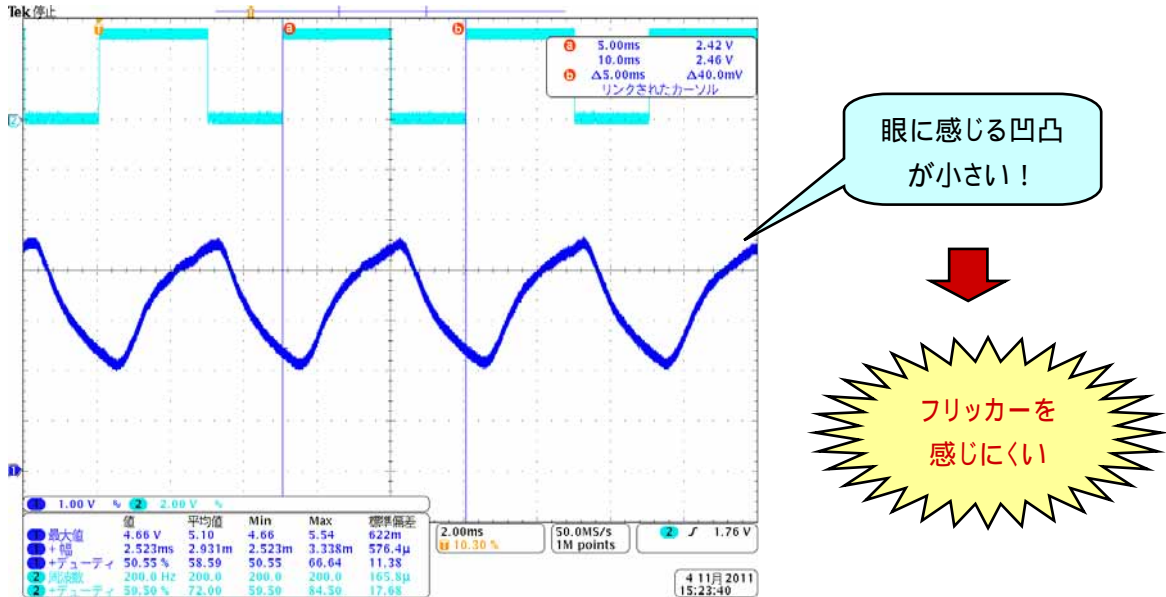


図3: CCFLでの光の測定結果(調光周波数 約200Hz、約50%Duty)

### 2-1-2. LED タイプによる PWM 調光の見え方

一方、LED タイプによる PWM 調光の見え方は図3の通りである。LED は残光時間が短いため、明るさの時間的な変化が大きい。これにより、眼にはフリッカーとして知覚される可能性があると考えられる。

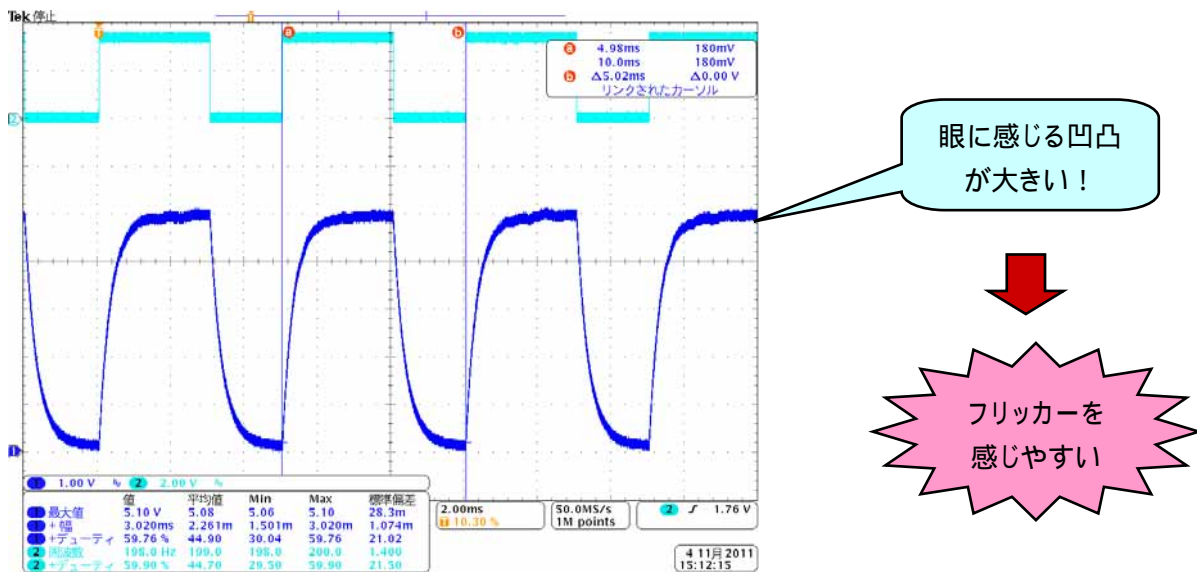


図3: LEDでの光の測定結果(調光周波数 約200Hz、約50%Duty)

## 2-2. DC 調光方式

DC 調光方式とは、発光素子に連続的に流す電流値そのものを直接変えることで、見た目の明るさを変える方法である。代表的な例としては、昔ながらの白熱電球が挙げられる。

DC 調光方式をモニターに応用した場合のメリットとしては、発光素子が原理上点滅していないので、光の点滅(フリッカー)をほぼなくすることができることである。

一方、デメリットは、まず CCFL ではこの方式が原理上使えないことが挙げられる。また、LED であっても、回路構成が PWM と比較して複雑になる、LED では低い輝度(電流値)での色再現性が悪くなるなどの問題などにより、モニターではほとんど使われていない。

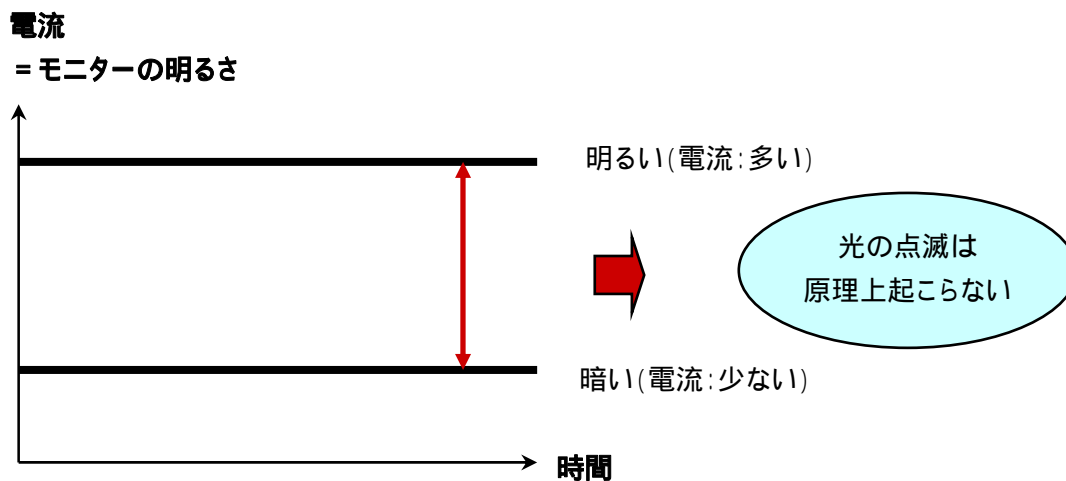


図4: DC調光による明るさの制御

## 3. 当社が開発した EyeCare 調光機能について

2項で述べたように、光源の輝度を調整する方式である PWM と DC にはそれぞれメリット、デメリットが存在する。これらを一覧にまとめたものが下図 5 となる。

調光方式	メリット	デメリット
PWM 調光方式	輝度の調整範囲が広い 設計・制御が容易	人によってはフリッカーを感じる
DC 調光方式	原理上フリッカーなし	低輝度での色再現性に難あり 回路構成が複雑

図5: PWM調光とDC調光の比較表

今回、当社はこれら PWM 調光、DC 調光を融合して、各々のデメリットを補った EyeCare 調光機能を開発した。具体的には、高い輝度の範囲では DC 調光にて LED 独特のチラつきを抑え、低い輝度の範囲では PWM 調光にて、色の変化を少なくし、かつ約  $1[\text{cd}/\text{m}^2]$  の超低輝度をも実現した。

これにより、LED モニターであってもチラつきがなく、また暗い環境で使う場合に必要となる低輝度にも対応した広範囲な調光機能を持ったモニターを実現・製品化することができた。

ちなみに、調光方式の変化点(DC から PWM)は約 20%で、この時点で PWM の波高値はかなり低くなっている。よって、PWM 独特のチラつき感も他の LED モニターより少なくなっている。

## 4. 北里大学医療衛生学部様による評価

今回、EyeCare 調光機能を搭載するにあたり、その効果を北里大学医衛生学部様に評価いただいた。その評価結果について概要を述べる。

### 4-1. 評価対象、方法、条件

評価対象、方法および条件は以下のとおり。計測項目としてわかりづらいものについては下記に説明を追加した。条件は、PWM 調光の調光周波数を変えたもの 2 種類、および DC 調光について評価を行った。

#### < 対象 >

- ・ 健常青年 10 名 10 眼 (21.3 ± 0.9 歳)
- ・ 矯正視力 1.2 以上

#### < 計測項目 >

**CFF (Critical Flicker Frequency)** . . . どの程度の周波数のフリッカーまで認識できるか

**眼球球面収差** . . . 眼の球面収差に変化がないかどうか

**眼屈折度** . . . 眼の屈折度の変化がないかどうか

**調節近点** . . . どの程度近くのものまでピント合わせが出来るか

**調節微動解析** . . . 対象物の距離を変化させた場合に、調節の微動(ふるえ)に変化がないかどうか

**自覚的疲労度および見やすさアンケート**

#### < 条件 >

- ・ 条件 1. PWM 調光方式 (調光周波数: 200Hz)、環境照度 250 lx
- ・ 条件 2. PWM 調光方式 (調光周波数: 100Hz)、環境照度 250 lx
- ・ 条件 3. DC 調光方式、環境照度 250 lx
- ・ 視作業内容 (条件 1 ~ 3)

文字打ち込み 1 時間を 3 セット (休憩 15 分を間に挟む)

### 4-2. 評価結果

結果として、条件 1 ~ 3 においては、計測値上の有意差は残念ながら見られない結果となった。しかしながら、自覚的疲労度および見やすさアンケートでは、DC 調光の方が PWM 調光より疲労が少ないという結果が得られた。

#### < 計測評価 >

CFF、眼球球面収差、眼屈折度、調節近点、調節微動解析

- 数値上の有意差は見られなかった

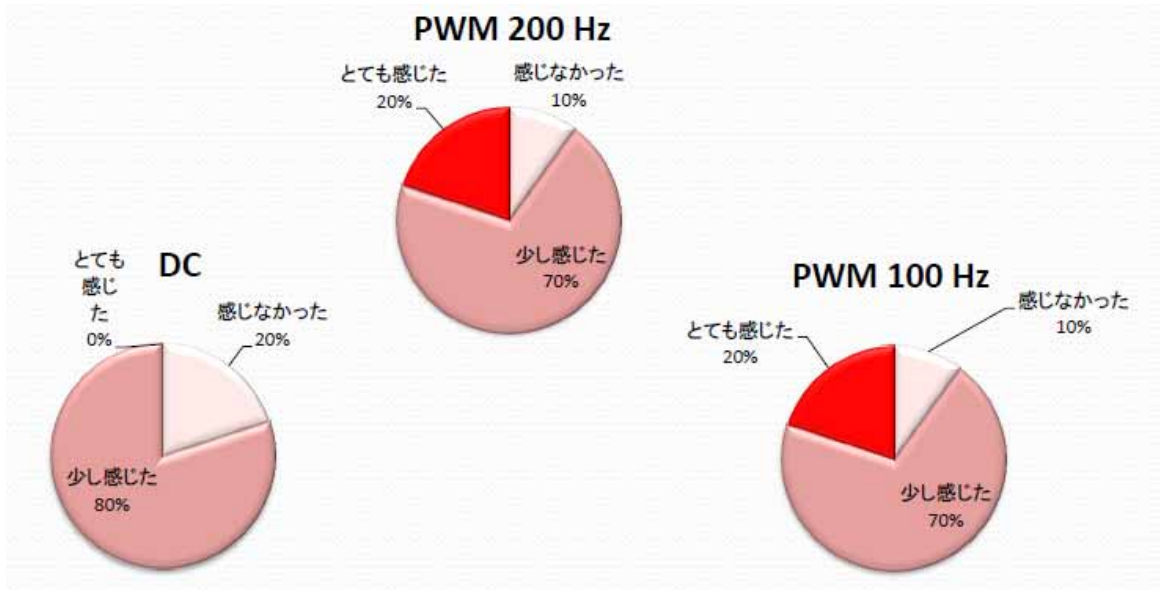
#### < 自覚的疲労度および見やすさアンケート >

- DC 調光方式ではチラツキ、疲労度を感じにくい傾向があった
- DC 調光方式が、最も見やすく、集中しやすい傾向があった
- PWM 調光方式では、調光周波数は 200Hz の方が 100Hz よりも疲労を感じにくく、見やすい傾向があった

< 自覚的疲労度および見やすさアンケート詳細 >

・ちらつきを感じたかどうか

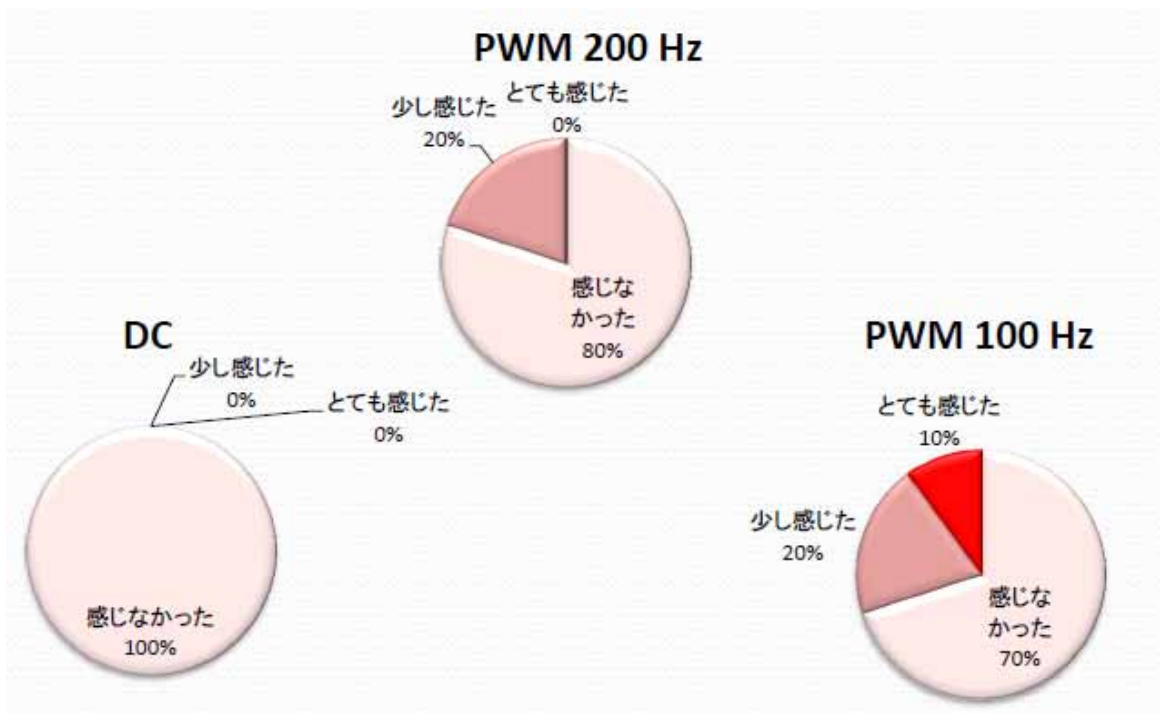
DC 調光が最もちらつきを感じにくい。



北里大学医療衛生学部様による評価結果

・自覚疲労度

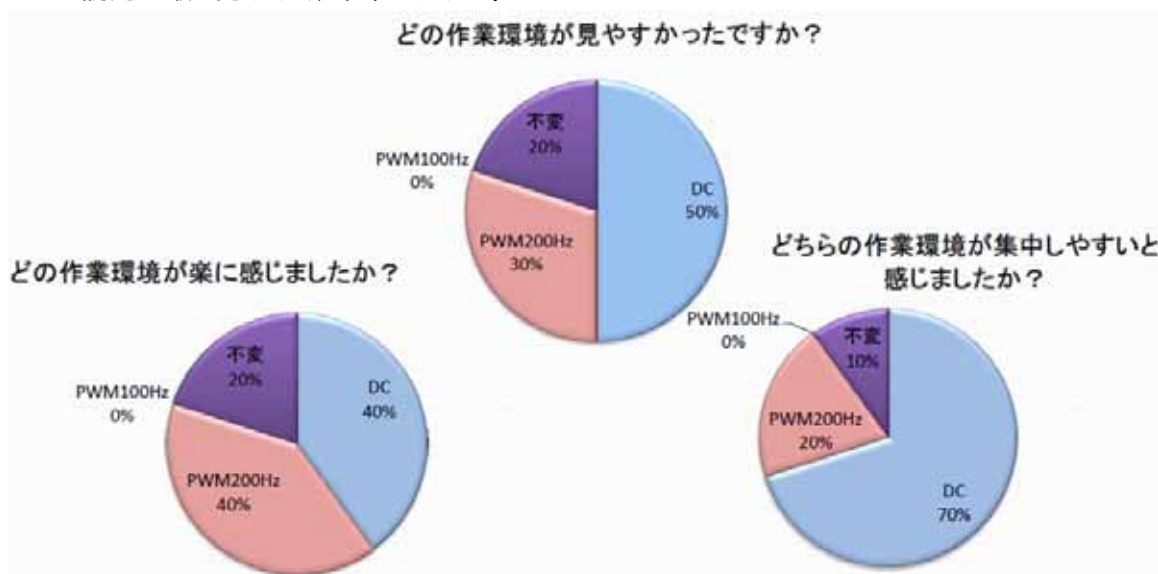
DC 調光が最も疲労を感じにくい。



北里大学医療衛生学部様による評価結果

## ・見やすさ等についての比較

DC 調光が最も見やすく、集中しやすい。



北里大学医療衛生学部様による評価結果

### 4-3. 評価いただいた、北里大学医療衛生学部 魚里教授のコメント

ちらつき感の限界はおおよそ40～50Hzです。今回、PWM調光による明るさ制御方式のメリットは大きいのですが、PWMの高い周波数でもごくまれにチラつきを感じる方がいます。

眼球特性や視覚情報処理系の影響が考えられますが、チラつきや点滅はない方が望ましいでしょう。

北里大学医療衛生学部  
リハビリテーション学科  
視覚機能療法学教授  
魚里 博 先生



## 5. まとめ

今回開発した EyeCare 調光機能は、LEDのデメリットではないかと考えられているフリッカーの低減を、実用的な輝度可変範囲や色再現性を損なうことなく実現することが可能となった。これにより、数は少ないものの、LEDモニターでフリッカーを感じていたユーザーの不満を解消することが可能であると考えている。

今後も、当社では目に優しく、かつ見やすいモニターの開発を継続していく。