カラーTV放送のためのスポーツ照明[†]

—CIE（国際照明委員会）の活動近況—

専門会員 斎藤 辰弥*

わが国では、スポーツのカラーTV放送が最近、非常に多くなってきている。スポーツが終身教育の一つであり、体格・体力の向上、コミュニティ活動、国際交流、趣味の拡大などをはかるため、以前は学生・一部社会人の専有物の感があったものから老若男女の別を問わず、スポーツへの関心が高まっているためであろう。実際にスポーツをやるといってもすべてのスポーツをマスターするわけにはゆかないので、自分ではやれないもの、やれても自分よりレベルの高いものをTVで見るようになるのは自然である。そこでTVによるスポーツ放送が歓迎され、夜間行なわれるスポーツについても放送が行なわれるようになった。したがってCTV放送のための照明は競技関係者もさることながら、TV観戦者にどう見えるかが、重要点の一つである。

CIEでは1983年のアムステルダム大会以前に、それまでのTC（技術委員会）4・4でCTV放送をする際に照明をどうしたらよいかという問題をまず取り上げ、1983年以降のCIE新組織のなかで、Division 5のなかのTC 5-05という技術委員会で、この問題を専門に取り扱ってきた。今回はその経過、現状、将来について報告する。

TC 5-05のTerm of reference（活動範囲）は“CIE Publication No. 28（1975）——CTV放送のためのスポーツ照明——を最近の技術の進歩を採り入れて改訂すること”である。TCの委員長はZieseniss氏（西独）でアムステルダム大会以後、8名の委員でスタートし、過去2年間に2回の委員会を開いた。結果として改訂案を作成、第4次ドラフト（案）はTC 5-05内で承認され、投票のためDiv. 5およびCIE Council（理事会）へ送られることになっている。

この新しい表題は“Guide for the Lighting of Sports Events for Colour TV and Film Systems”となり、TVとフィルムの技術、照明に対する必要事項、CTV放送に必要な光源、屋内施設に対する特別な事項の4章で成り立っている。目新しい点では、放送の観点からスポーツを

そのスピードと視対象物によって三つのグループに分けたこと、推奨照度値を鉛直面照度としたこと、主カメラが固定した場合（単独あるいは複数台で）および移動カメラの場合の鉛直面のとり方を決めたこと、均斉度のとり方などである。また、TC 5-05では、測定についてすでに1986年にCIE Technical Reportが出版されているのでこの分野は取り扱わないことにした。

TCの終わりのころになって、この新しいドラフトの審議中に英国からスポーツの種類によってそれぞれ特別の必要事項があり、それを解析してドラフト内容を修正することが必要ではないかという提案があった。いろいろなスポーツについて基本的なカメラ位置を調査研究すべきであり、各種スポーツに対して特別の照明の必要項目が与えられるべきであるというのである。TC 5-05はこの提案に賛同し、現在準備されているドラフトは理論部分として正確なものであるから、新しいPublicationの第1部とした。次に第2部として設計部分を完成することになり、このために照明設計者を何名か加えて新しいTCを設けることとなった。日本からは吉川孝治郎氏を推薦してある。新しい委員長にはDivision 5のセレクトリーであったHargroves氏（英国）になる。

改訂する目的でのドラフト作成に寄与したメンバーは次の8氏であった。

Zieseniss（西独）	van Bommel（オランダ）
Horvath（ハンガリー）	Kaufmann（西独）
Lemons（米）	Potter（英）
Schnor（東独）	Wittwer（スイス）

以下、ドラフトの主な内容を記す。

1. テレビとフィルムの技術

1.1 カラー画面

画面の質と照明下の撮影能力とに分けて考える。

1.1.1 画 質

画面の色が真実に近い印象を与える場合とノイズが入っていない場合にカラー画面は良質といえる。CTVについてのノイズのイメージはいわゆるS/N比(Signal-to-Noise ratio)で、S/N比が小さいほど画面は貧弱になる。S/N比に関する限り画質はすざましいばかりに向上していて、

[†] The Lighting of Sports Events for Colour Television and Film Systems.

* (株)アイ・ライティング・システム

Tatsuya Saito

スポーツの生中継の場合、60年代はS/N比が約37 dBであったものが今日では45から50以上となった。

1.1.2 撮影の可能性

視対象物のスピードが速かったり、ボールなどのように形が小さかったり、視対象物とその背景の対比が小さかったりすると良い画質は得られない。視対象物はカメラ視野を横断する場合と視線に沿って運動する場合とがあるから被写界深度の深いこと、いいかえれば絞りの小さいことが必要とされる。視対象物の見掛けの大きさは撮影距離と視対象物の実際の大きさとを組み合わせて決まり、見掛けの大きさが小さいほど望遠撮影しなければならない。ズームレンズは比較的小口径で広角時の $f:2$ から望遠時の $f:8$ にまでなる。視野拡大レンズはズームレンズと組み合わせれば同様の効果が得られる。絞ったカメラへ届く光量は小さいからそれを補償するため、絞りの必要場合は照度を高くする必要が生じる。そこでスポーツの種類すなわち、視対象物のスピード、形の大きさ、撮影距離によって照度を変えなければならない。

1.1.3 TVプログラムの必要事項

主なスポーツの照明に加えてその他の照明についての要求がある。たとえば、

- 試合中あるいは必要に応じ、観客席の全部あるいは一部。
- 当初は2、3のコートを使い、決勝には1コートを使用するテニスやバドミントン、また時間帯別に異なった練習を照明する体育館などのように試合場所、使用場所が変化するもの。
- 簡単な記録だけとか、背景にスポーツを使うだけとかの場合にはそれなりの低い照度を考えてよい。
- 電氣的に主カメラから独立し、録画も別個に行なうカメラにはそれぞれ画面あるいはクローズアップを得るために特別の照明が必要。

したがって、照明設計と施設のなかに、高度の弾力性のある考えを導入しておく必要がある。

1.2 CTVカメラ

この10年間にCTVカメラは大きさ、重量、便利さ、特性について著しい進歩を見せた。感光層(Photo-layer)感度の改良がなかったにもかかわらず、新しいカメラは正確なS/N比をもって低信号電流を本質的に取り扱うことができるようになった。形、撮像管径、レンズ、センサ面積がそれぞれ小さくなった反面、効果的な感度をそれなりに相殺することにもなった。現在、数種のカメラとソリッドステートのイメージセンサが使用されており、等被写界撮影するには鋭直角度度に対しての複雑な表をもたらしことになった。したがって、ある絞りあるいは f ナンバーに対してカメラの感度を指定することは実際的ではなく、等価感度数(Sensitivity figures)を指示することによってフィルムのISO/DINの値と同じようにすべての型式のカメラに共通の値を与えることになった。

S/N比が50 dB以上で100/21-160/23(良質でノイズの

ない画質)

S/N比が35 dBまで下り、ラグ効果が増大して、400/27-500/28(画質はわるくなる)

スローモーション撮影のための追加的な照明はいらなくなっている。

一般にCTVカメラは色温度3,200 Kに調整されていて、色温度が変わっている場合には、カラーフィルムに比べると同じく変換フィルタが使用される。この感度ロスは明るい昼光下では絞りを大きくすることによって補償されるから問題はない。照度が低い場合は、赤と青のチャンネルの増幅を変えてCTVカメラをニュートラルに調整することが望ましい。このエレクトロニックな調整によってカメラの感度は本質的に変化せず、色温度には無関係になる。赤と青のチャンネルのカラーノイズとラグはこれらの調整により変化する。もちろん、エレクトロニックとフィルタ調整の組み合わせによる方法も可能である。

現在、世界的にひろまっているTVの基準(625線/50 Hz, 525線/60 Hz)はこのレポートの基盤となっている。新しい発展があれば照明の必要項目に影響するかもしれないが、それはその時に対応し得るものである。

1.3 フィルムカメラ

カラーフィルム撮影の条件はフィルム材料の感度(あるいは“速さ”)、露出時間、絞りで決定されるが、絞りに影響する効果と様相は原理的にCTVカメラと同様であるが、CTVカメラの場合と違って品質を落とすことなく感度が著しく上昇している。10年前に比べると5倍にもなりISO/DINで400/27-1000/31にまでなっている。カラーフィルムは3,200 K(人工光・タングステン)と5,600 K(屋光)の二つの色温度に対して製造されている。フィルムの色温度とその照明の色温度とが明らかに違う場合には、良いカラー画質を得ようと思ったら色補正フィルタを使用する。

フィルム感度と絞りとは別に、フィルムの露出を決定するのはカメラのスピード(シャッター)による。秒間24か25コマのカメラスピードでは露出時間は約1/50秒である。スローモーションに対しては少なくとも1/100秒に減る。ISO/DINで400/27-500/28といった現在のフィルムでは、スローモーション撮影のためには感度は200/24-250/25になる。色変換フィルタを使用することを考慮する際でも、新しいフィルム材料の有効感度は良い画質(ISO/DINで100/21-150/23)に対応する等価CTVカメラ感度よりも良いか等しい。このことは照明がCTVに対して正確であるように設計された時に、支障のあるフリッカがないとしても、その照明がカラーフィルムに対しても正確であるべきであることを意味している。

2. 照明の必要事項

2.1 鉛直面照度の定義

その鉛直面が見える視対象物をよく照度が必要で、カメラが見るプレイヤーの側面は鉛直面と見なしでよい。それ

図 1 主カメラ移動範囲に隣接しているサイドラインに対する各点の鉛直面 (点数は図の 9 点とは限っていない)

で、地表面に垂直な面上の鉛直面照度は照明の必要事項の基礎となるものである。地表面の一点の鉛直面の方向は今の場合、カメラの位置に左右される。主カメラの位置が固定されず、競技場のあるサイドラインの近傍域内にある場合には、そのサイドラインに面している鉛直面照度 (図 1) が照度値の要求を満たすことになる。2.2、2.3.1 で規定される均斉度に対しても同様である。また、カメラの位置が制限されない場合には、四つのサイドラインの各々に対しての面の鉛直面照度が考えられなければならない。主カメラの位置が固定されている場合には 2.2、2.3.1 の要求が満たされる鉛直面が主カメラの位置に向くようにする (図 2)。

図 2 固定主カメラに対する各点の鉛直面 (点数は 9 点とは限っていない)

2.2 鉛直面照度の値

スポーツを、写しやすさ、撮影距離の 2 点から A、B、C の 3 グループに分けた。カメラで撮影中に起こる運動の連続の速さによったものであるが、新しい考え方である。

グループ A : たとえば陸上競技、カーリング、障害 (馬)、競馬、柔道、ビリヤード、水泳、レスリング。

グループ B : たとえば、バドミントン、野球、バスケットボール、ボーリング、クリケット、ホッケー、体操、ハンドボール、アイススケート、スキージャンプ、サッカー、フットボール、ソフトボール、競走 (自転車・オートバイ・自動車・犬)、ラクビー、テニス、バレーボール、スピードスケート、インド

アホッケー。

グループ C : たとえば、ボクシング、アイスホッケー、飛込、フェンシング、スカッシュ、卓球。
平均鉛直面照度として次の値を定める。ただし、 n = すべての測定点数。

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E v_i \quad (lx)$$

表 1 撮影距離と照度

最大撮影距離 (m)*		25	75	150
スポーツのグループ	A	500	700	1000
	B	700	1000	1400
	C	1000	1400	—

*この表で与えられていない撮影距離に対する照度は 2 次挿入で求められる。

実際の設計に当たっては、光源・反射鏡・前面ガラスの動程中の経時変化や汚れを考慮して保守率を乗じなければならないが、保守率の値はその場所の環境による。S/N 比を 50 dB とした場合、照度は汚れのために 80 % 以下になつてはいけない。

2.3 鉛直面照度の均斉度

2.3.1 サイドラインあるいは固定主カメラ方向への均斉度

競技場の各点の鉛直照度がいろいろと異なるとカメラをパンするとき、それもスピードのある競技では特に支障を来すから、図 1 に示すように主カメラの移動がサイドライン近傍に限定されている場合、あるいは図 2 のように主カメラが固定されている場合、それらに対する面の鉛直面照度の均斉度は次の値より大きくあるべきである。

$$E_{vmin} : E_{vmax} = 0.4$$

2.3.2 1 点の鉛直面の均斉度

図 3 各点において、4 サイドラインに対する鉛直面 (4 面) の均斉度は 2.3.2 に規定されている (点数は 9 点とは限っていない)。

図 3 に示すように、ある 1 点において 4 サイドラインに対する 4 面の鉛直面照度の均斉度は次の値より大きくあるべきである。

$$E_{vmin} : E_{vmax} = 0.3$$

主カメラが単数あるいは複数個ある場合、この値が満たされれば実際のカメラ位置に対する面の照度は十分、高くなるだろう。また、このことは、競技面からあまり離れていない周囲から第 2 カメラが撮影することも可能にする。

競技場のプレイヤーのモデリングも十分によることにもなる。

2.4 水平面照度と鉛直面照度との関係

カメラの視界の大部分は照明された競技面だから、適切な水平面照度が重要である。水平面照度とは鉛直面照度は、バランスのとれた良い照明であるために、次の関係が必要である。

0.5 < $\frac{E_{hav}}{E_{vav}}$ < 2.0

2.5 水平面照度の均斉度

カメラの調整作業を避けるため水平面照度の均斉度は重要である。その均斉度は次の値より大きくなくてはならない。

$E_{hmin} : E_{hmax} = 0.5$

2.6 フリッカの減少

放電灯を使用する場合、フィルムカメラあるいはTVカメラの撮影が照明用電源周波数と異なった周波数で行なわれるときには、インターフェアーを可能な限り小さくするために3相交流電源を使用し、光のフリッカを小さくすべきである。したがって、競技面の各点にはそれぞれに、三相分によって生じる照度が公平に与えられなければならない。このことは主カメラの周波数とTVの現地の周波数が異なる（たとえば50 Hz, 60 Hz）の場合にはきわめて重要なことである。

2.7 照明の色温度

昼間も使用される屋内外の施設で昼間から薄暮にかけて投光照明が行なわれる所では、人工照明の色温度は4,000 Kから6,000 Kの間でなければならない。これは光源のうちの一つ、すなわち昼光が色温度をどんどん変えていくとき、視野内の見かけの色変化を最小にするためである。設備内では色温度は± 500 以上、平均値から離れてはいけない。もちろん、許容値は限界値から出てもいけない。昼光のはいらない屋内の施設では照明の色温度は前記の値か、あるいは2,800~4,000 Kの範囲内にすべきで、平均値から± 200 K 以上離れてはいけない。

2.8 照明の演色性

Ra は全く十分な尺度ではないということを心にとめて、

最高の、可能な演色評価数は、この場合、視覚評価とフィルム、TV画面の差が最も低いように指向すべきである。経験上、下限はRa=65 である。

2.9 観客席の照度

たとえば、観客席スタンドのように競技面に近接している部分は、ある程度すなわち競技面の平均鉛直面照度の0.25 倍の平均鉛直面照度を与えたほうが撮影に対してはつづがよい。

3. CTV 放送用の光源

フィルムカメラ、CTV カメラの撮影、再生技術、操作方法は主として体育館と屋外競技場のTV放送の場合、光源についての必要条件に頼っている。照明の規模、色温度、演色性から見て、特定の目的に対して適している光源の選択には制限がある。表2 に光源の表を示す。

表 2 体育館・屋外競技場でのCTV放送用の光源

光 源	大きさ(kW) の 上 限	効率(lm W) の上 限(1)	色 温 度 (K)	演色評価数 (Ra, 約)
ハロゲン電球	2	25	2,800-3,200	100
蛍 光 ラ ン プ	0.058	75	3,000-6,000	70-95
メタルハライドランプ	3.5	90	3,000-6,000	65-90
高圧ナトリウムランプ	0.4	92	2,200-2,300	> 65

注：(1) 安定器損を含む。
(2) より高い色温度のランプと併用する場合は、2.7を参照。

4. 体育館の場合の特別な考慮点

カメラが時には、やむをえず窓に面して設置されることがあるが、この場合、カメラは窓の高輝度に対することとなる。このような場合には具合のわるい窓にブラインド、カーテンレールを用いるか、ニュートラルあるいは色補正のフィルタを使用するかして、過剰対比を減少させるとよい。人工光と昼光のカラーマッチングは適切な照明器具、屋根への半透明材料と壁・天井への不飽和色塗装との併用、必要なら色補正フィルタの使用を採用すればよい。

カメラが光源、磨かれた床・水面・氷面の直接反射を直接に撮影すれば具合のわるい過剰露出やレンズ中のフレア効果を起こすことになる。

(受付 1987 年 10 月 6 日)