

題 目： 人工光源からの光の人体に対する安全性の評価に関する最近の話題

第 25 回 CIE（国際照明委員会）サンディエゴ大会における議論から

株式会社 テクノログ
河本 康太郎

1．はじめに

本年 6 月 25 日（水）より 7 月 02 日（水）までの 1 週間、アメリカのサンディエゴ市において、CIE（国際照明委員会）の大会が行われました。CIE は、光と照明の技術分野における、唯一の全世界を対象とした国際組織で、4 年に 1 回、世界の諸都市で輪番に開催される大会には、この分野の世界のトップ技術者たちが集まり、世界最先端の議論が闘わされます。

報告者は、今回のサンディエゴ大会に、日本代表の一員として参画し、色々な技術問題について、種々の議論を行いました。それらの議論の中から、弊社の事業や製品に関連の深い光〔注〕本稿では、“光”という用語を、可視放射（目で見える光）だけでなく、可視放射のとなりの紫外放射、赤外放射を含めた総称に対して使用しています。専門用語的には、この総称のことを“光放射”といいます。〕の安全性と人体に対する傷害リスクの評価方法についての内容を、以下にご紹介します。

2．地球上の光環境と光の作用

2.1 光環境と光の機能

人間の生活環境である地球上の光環境の重要構成要素の 1 つは光です。私たちは、光が無ければ生きていくことは出来ません。地球において、この光は、太陽などの自然光源および各種の人工光源により環境に放射されています。環境におけるこれらの光は、元来、人間の視覚や視作業を支援することを第 1 義としていますから、太陽を始めとする各種の光源から放射されている光は、可視放射が主な構成要素になっていますが、実際に環境における光の全てが可視放射だけで構成されていることは無く、視覚支援には全く寄与しない紫外放射や赤外放射が不可分的に構成要素の一部となっています。したがって、人間が人工光源や太陽光の下で視作業をする（何か物を見る）と、人体が、これら紫外放射や赤外放射の照射を不可分的に受けてしまうことになります。

また、光環境の要素としてだけでなく、医療やいろいろな産業分野において、光の視覚以外への応用開発が進みました。例えば、弊社の事業である水処理設備や環境浄化設備、乾燥装置などには、色々な種類の紫外放射源や赤外放射源が使用されています。また、同じく弊社の事業である各種の O A 機器にも、情報処理のメディア用として、可視放射源や赤外放射源が使用されています。

これらの一般照明用以外の光源（光化学産業用光源、O A 機器用光源の他、医療用光源、コピー用の光源、印刷用の光源、耐候性試験用光源、溶接用アークなど）の利用分野の拡大に伴い、視覚以外に使用される光が人間と共存する機会が増えてきています。これらの光にも紫外放射や赤外放射が含まれていることは、光環境の場合と全く同様です。むしろ利用分野によっては、始めから紫外放射や赤外放射を主要放射波長としている放射源も利用されており、人間が紫外放射や赤外放射の照射を受ける機会が従来以上に多くなってきているということが出来ます。

紫外放射や赤外放射が、人間が照射を受けても、毒にも薬にもならなければ別に問題にはならない訳ですが、良く知られているように、光には視覚以外にいろいろな作用があります。表 1 に、その光の作用や機能をまとめたものを示します。

表 1 光の作用や機能，および関連する光源

区 分	内 容	機能・作用効果の例	関連の光源
1. 視覚・視作業支援のための環境要素	生活環境における視覚・視作業（視覚器官を通じての、周辺環境からの情報収集など）を支援するために不可欠な基本要素。 [この要素（光）が存在する環境のことを光環境という。]	人間の視覚支援， 動物の視覚支援	太陽光， 各種白色人工光源 (白熱電球，蛍光灯，HID ランプ，白色 LED，EL など)
2. エネルギーの一様態	放射の様態により移動・伝達されるエネルギーの実体。太陽から地球へのエネルギーの伝達は、この様態に拠っている。エネルギーの実体としての放射が生物・生体や物質に供与され、吸収されると、そのエネルギーの大きさに対応して、色々な作用効果を及ぼす。	(植物の) 光合成，紅斑，日焼け，変退色，光重合，光架橋，光解離，光分解，光電離，蛍光，加熱・乾燥，光加工，光治療，など	太陽光， 白熱電球，蛍光灯， HID ランプ，各種特殊光源 UV 光源，(遠) 赤外光源， レーザー，LED，O-LED， など
3. 情報処理のメディア	人間や動物の視覚情報，動植物の受光器官への情報，および情報伝達，情報処理（情報の記録，保管，読み出し，など），情報の加工，などのメディア。および，人間が動植物に対して応用する技術。	光周性，概日リズム，屈光性，走光性，光通信，光ディスク，写真，光複写，光コンピュータ，視覚信号，標識，標示，ディスプレイ，視覚情報端末，発光形商業広告，など	レーザー，LED，O-LED， LCD + バックライト， プラズマ・ディスプレイ， CRT 管，白熱電球， 特殊蛍光灯，EL など
4. 光アート	光の持つ属性を活かした芸術，および芸術作品。	ライトアップ，ライトトリー，蛍光材料，レーザー・アート，ホログラフィー，利用壁画ディスプレイ（バックライト利用），光ファイバー利用装飾 LED 応用ディスプレイ，など	レーザー，LED，特殊電球 蛍光材料 + UV 光源， ホログラム材料 + 光源 など

表 1 に示しましたように，光はエネルギー（の 1 様態）ですから，人体が光の照射を受け，吸収すると，このエネルギーによりいろいろな作用を生じることになります。中でも，波長の短い紫外放射は，光子（フォトン）のエネルギーが大きく，人体に吸収されると，何らかの光生物的作用効果，時には光生物的作用効果を及ぼす可能性があります¹⁾。これらの諸作用についても十分な注意を払い，必要があれば適切な管理をすることが重要となってくることになります。

そこで，光源からの光について，人間に対する光生物的作用発生のリスクの可能性を適確に予測し，必要に応じて適切な安全対策を講じることが必要となりました。このような状況に対応して，国際的議論が高まり，1998 年に，CIE と電気技術に関する国際組織である IEC（国際電気標準会議）とが共同で，光の人体へに対するリスク評価の方法を国際規格化するための作業を開始しました。そして，2002 年に，総則の部分の原案作成が完了し，先ず，CIE の加盟各国の国内委員会の投票に掛けられ，承認され，CIE 規格として発行されました²⁾。次いで IEC へ回付され，IEC の方の加盟国の投票に掛けられましたが，IEC 加盟国の一部から意見が出され，現在継続検討中です。

報告者は，この原案作成を担当した IEC-CIE ワーキング・グループ (WG) の日本代表委員として，作成のための国際討議に，最初から加わり，日本の意見も数多く主張し，原案に反映してきました。

2.2 光の生物・生体への作用

前項で述べた光の諸作用の中で，生物・生体への作用は特に重要です。表 2 に，現在までに生理学的に，機構や作用波長，作用の閾値などが明らかになっている光の作用についてまとめたものを示します。これらの各作用の詳細については，別の資料³⁾⁻⁵⁾ をご参照下さい。

表 2 光の生物・生体への作用

区 分	内 容	関連波長域 [nm]	関連光放射源	
生体 関連	紫外性眼炎	光放射（紫外放射）の照射により、人間の眼の角膜または結膜に急性の炎症を生じ、光過敏（眼を開けていられなくなる状態）、流涙、霧視などが起り、一時的に視機能が低下すること。	200～320	オゾンランプ、石英水銀ランプ、殺菌ランプ、キセノンランプ、溶接アーク
	殺 菌	光放射を照射して、細菌や微生物を死滅させたり、増殖しないよう不活性化すること。	200～320	殺菌ランプ、石英水銀ランプ
	紅 斑	光放射の照射により、表皮中の毛細血管が炎症的に拡張し、皮膚の色調が赤色（紅色）へと変化すること。	250～330	太陽光、健康線用蛍光ランプ、医療用UV-B蛍光ランプ
	ビタミンD生成	光放射の照射により、体内のエルゴステロールをビタミンDに変換すること。	220～340	太陽光、健康線用蛍光ランプ
	直接色素沈着	光放射の照射により、表皮や真皮内にメラニン色素が生成・沈着され、皮膚の色が褐色味を帯びて見えるようになること。 上記の紅斑に引き続いて、色素沈着が生じるが、こちらは「第2次色素沈着」と呼んで区別する。紅斑+色素沈着をまとめて「日焼け」と言うことが多い。	320～440	UV-A蛍光ランプ、UV-AHIDランプ
	青色光網膜傷害	輝度の高い短波長可視放射源を直視した時に生じる網膜の光化学的傷害。過度の場合、網膜剥離の原因となる。	400～520	太陽光、溶接アーク、キセノン短アークランプ、LED、レーザー
	視 覚	光環境の重要構成要素としての光放射により、人間の視作業（視器官を通じての情報収集など）の円滑な推進を支援すること。	380～760	白熱電球、ハロゲン電球、蛍光ランプ、HIDランプ（一般照明用）
温 熱 感	光放射の照射によって温熱感覚（暖かく感じられること）が得られること。	800～10μm	赤外電球、石英管ヒーター、遠赤外ヒーター	
生物 関連	(植物の) 光合成	植物が（太陽などの）光放射により、水と二酸化炭素から炭水化物を合成すること。	400～830	白色蛍光ランプ、白色HIDランプ、LED
	光形態形成	植物が（太陽などの）光放射の照射条件によって、細胞や組織の生長、分化、発達などの制御を行うこと。	400～830	白色蛍光ランプ、白色HIDランプ
	光周性	明暗が周期的に交代する場にある生物が、その暗期の長さの変化に反応する性質。	500～850	太陽光、白熱電球、白色蛍光ランプ
	屈光性	植物が光放射による刺激に対して、自らの状態・状況を変化させる性質。	400～500	太陽光
	概日リズム	約 24 時間を 1 周期とする生体のリズム。血液中へのメラトニン・ホルモンの分泌量の周期的変化 による睡眠-覚醒のリズムはその一例である。	400～700	太陽光、白色蛍光ランプ、三波長形蛍光ランプ、自然昼光蛍光ランプ
	眼精疲労	短時間の周期の脈動（チラツキ）のある光の下での視作業による眼の疲労。	400～700	ブラウン管ディスプレイの脈動画面
	走光性	自由に運動できる生物が、光放射の照射を受けて、光放射源の方向と一定の関係がある方向に運動する性質。	300～550	UV-A蛍光ランプ、青色蛍光ランプ、メタルハライドランプ

3. 光の安全性と人体への傷害のリスクの評価方法の考え方

3.1 定量評価の必要性

光を使用する場合において、光の安全性や傷害リスクを適切に考慮した上で設備や装置の設計を行うには、光の、特に人体への影響度を定量的に把握しておくことが必要です。以下に、この定量評価するための必要要素について述べます。

3.2 作用波長域と作用スペクトル

光の人体への作用の度合は、波長（光子のエネルギー）によって変化します。また、太陽放射や各種の人工放射源の放射束の波長密度は、関連波長域に亘り一定ではありません。したがって、作用の度合は、光放射が照射された部位における放射照度や放射エネルギー量が判ただけでは正確に定量評価することは出来ません。その作用の度合の波長特性（作用スペクトル）が明らかになっている必要があります。分りやすい例として、傷害作用ではありませんが、人間の視感覚の感度の波長特性（通称、視感度曲線）が上げられます。視感度曲線は、この作用スペクトルの一例です。

ここで得られた定量評価値が有用であるためには、関係者の間で（できれば国際的に）整合がとれている必要があります。人間の視感度曲線は、前述の国際機構：CIE により、国際統合化が取られており（CIE 標準比視感度）、広く産業の発展に貢献しているのはご承知の通りです。

人体の光が照射された部位における放射源の分光放射照度分布（網膜の場合は、放射輝度分布）に上記作用スペクトルで重み付けをして積分することにより、その作用を促進させる光の放射照度（または放射輝度） 有効放射照度（輝度）を求めることができます。この値（または、この値に照射時間を積算した値）により、影響の度合を定量評価することが可能となります。

3.3 作用の閾値または限度となる照射量

定量評価のために、次に必要な要素は、その作用の閾値または傷害の限度となる照射量です。ただし、対象が人体の場合は、人種、性別、年齢、それまでの光を受けた履歴、その時の人体の健康状態などによって異なる場合がありますので、実際の適用に当っては十分な調査が必要です。

更に、生体には傷害の修復作用があるため、相反則が成立する照射量の範囲が限定される場合が多いので、極端に小さい、または大きい有効照射照度に対しては、閾値となる照射量の設定に、十分な調査と注意が必要です。

3.4 網膜への作用

前項までには、光が人体に照射された時、その被照射部位が直接的に光を受けた場合の作用について述べてきましたが、もともと光には、人間の視覚や視作業を支援するという重要な機能があります。この場合、光は視器官である眼の水晶体という光学機器（レンズ）を通じて網膜上に焦点を合わせて投影されます。視野内に（例えば裸で点灯している光源のような）特に輝度の高い部分があると、それが投影された網膜上の部分に、特に照度の高い部分ができることになり、この部分の網膜に傷害が生じる危険性が出てきます。（スポット的な光源でなくても、広い面積の赤外放射源を長時間見ており、網膜上に投影し続けるような場合でも網膜傷害が生じる可能性があります。）

これが光による網膜への傷害的作用であり、青色光網膜傷害はその代表的な実例です。この場合は、光が水晶体を通じて網膜上に投影されるため、評価には光源の輝度の値が必要となります。

通常の健常人の場合には、水晶体の透過波長域は、400 nm ~ 1400 nm であり、紫外放射は網膜には到達しません。しかし、白内障の治療のため、水晶体の全摘手術を行ったり（無水晶体眼）や摘出後に人工水晶体を挿入したような場合には、一部の紫外放射が網膜に到達する可能性があり、紫外放射による網膜傷害のリスクが生じるので、注意が必要です。

4 光による傷害リスクの定量評価の考え方

前項までに述べた、各傷害の作用スペクトルと閾値が明確になれば、光を受けた場合において、放射源の（傷害的）影響を定量評価することが可能となります。

即ち、実際に注目する光の存在する場において、光の照射を受ける人と光放射源との相対位置関係より、その人の顔面や体表面における光放射源による分光放射照度（または、その人から見た光放射源の分光放射輝度）を求め、注目する傷害作用の作用スペクトルによる重み付けをした積分量（有効放射照度または有効放射輝度）を求めます。その傷害の閾値をこの量（有効放射照度または有効放射輝度）で除することによって、その場における滞留時間（アクセス時間）の最大値を求めることができます。この結果により、その照射条件の下で、その場における滞留（アクセス）可能持続時間を推定したり、その場の光環境設計上、必要なリスク回避の手段の参考資料とすることができます。

また、実際の光を利用する場における評価の他に、光源そのものの評価が必要な場合があります。これに対しては、光源を利用するある一般的な標準照明条件を定め、この条件下でリスク評価を行い、この結果により元の光源をクラス分けするという考え方です。

2.1 項で述べました国際規格は、この考え方を基本としています。

5．国際規格の内容

5.1 対象とする光の人体に対する傷害の種類と関連の光放射の波長域および作用スペクトル

光による人体への生体的傷害作用については、現在まで 10 種類の傷害が臨床的に知られていますので、国際規格では、この 10 種類の傷害を対象とすることとし、それぞれについて、作用波長域、傷害の閾値を決めるために基準とするの物理量およびその単位などをまとめました。それを表 3 に示します。

ただし、実際の評価に当っては、水晶体摘出手術をした人の目（いわゆる無水晶体眼）の網膜に対する傷害は対象外とし、通常の条件で生じる可能性のある残りの 8 種類に絞りました。

5.2 許容露光量

前項の各傷害に対する許容露光量は、傷害の種類により放射照度または放射輝度で評価する必要があります。光の人体に対する傷害の許容露光量（Exposure Limit）については、過去に制定された国家規格やそれに準ずる規格を調査すると、次の 3 つがあります。

- (1) ICNIRP (International Commission on Non-ionizing Radiation Protection)'97 のガイドライン
- (2) ACGIH の TLV
- (3) ANSI / IESNA (RP-27 シリーズ)

CIE 国際規格は、これらの中で、ANSI (アメリカ規格) に準ずることとしています。

5.3 光源の光生物的傷害度を基準にしたクラス分け（リスク・グループ区分）

CIE 国際規格では、光源を 4 項の最大アクセス時間に応じて、4 クラス（4 グループ）に区分することとしています。区分は、あくまで“傷害を生じる可能性がある（potential hazard）”，という考え方で区分しています。“必ずこの傷害が生じる”ということではありません。

表 4 に、国際規格で標準化されましたリスク・グループ区分と区分のコンセプトを示します。なお、表 3 には、各傷害に対するリスク・グループを区分する物理量の基準値を示してあります。

表 4 光源安全基準のリスク・グループ区分と区分のコンセプト

グループ区分	区分のコンセプト
リスク免除 (Exempt Group)	原則的考え方としては、結果的にどのような光生物的傷害も誘起する可能性の無い光源。具体的必要基準としては、例えば 8 時間の照射を受けても、目や皮膚に急性の傷害を与えることが無く、10,000 秒（2.8 時間）見つめても、青色光網膜傷害を生じることの無いような光源は、このグループ区分になる。
リスクグループ 1 [低リスク] (RG-1)	原則的考え方としては、通常の一般的行動条件での照射範囲内では、光生物的傷害を生じる可能性の無い光源。具体的必要基準としては、リスク免除グループのレベルは越えるが、例えば、10,000 秒（2.8 時間）の照射を受けても、目や皮膚に急性の傷害を与えることが無く、100 秒間見つめても、青色光網膜傷害を生じることの無いような光源は、このグループ区分になる。
リスクグループ 2 [中リスク] (RG-2)	原則的考え方としては、高輝度に起因する嫌悪感や熱的不快感が無い場合でも傷害を与える可能性のある光源。具体的必要条件としては、RG-1 のレベルは越えるが、例えば、1,000 秒の照射を受けても、目や皮膚に急性の傷害を与えることが無く、0.25 秒間見つめても、青色光網膜傷害を生じることの無いような光源は、このグループ区分になる。
リスクグループ 3 [高リスク] (RG-3)	原則的考え方としては、瞬間的な、あるいは非常に短時間の照射を受けても（あるいは見つめても）光生物的傷害を生じる危険性のある光源。RG-2 のレベルを越える光源は、このグループ区分になる。

表 2 光源安全基準の対象となる光放射の人体に対する傷害の種類および提案されているリスク・グループ区分と区分の閾値

No.	傷害の種類	波長域(nm)	作用スペクトル	基準となる物理量	単位	リスク・グループ区分と区分の閾値		
						リスク免除	R G - 1	R G - 2
○ 1.	皮膚と目の角・結膜に対する急性の傷害	200~400	S (λ)	有効放射照度	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$	0.1	0.3	3.0
○ 2.	UV-Aによる白内障	320~400	なし	放射照度	mW/cm^2	1.0	3.3	10
○ 3.	可視放射と赤外放射による網膜傷害	400~1400	R (λ)	有効放射輝度	$\text{W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$	$2.8/\alpha$	$2.8/\alpha$	$7.1/\alpha$
○ 4.	青色光網膜傷害	400~700	B (λ)	有効放射輝度	$\text{W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$	0.01	1.0	400
○ 5.	青色点光源による網膜傷害 ($\alpha \leq 0.011$ [rad])	400~700	B (λ)	有効放射照度	W/cm^2	80	100	4×10^4
6.	無水晶体眼に対する網膜傷害	305~700	A (λ)	有効放射輝度	$\text{W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$			
7.	点光源による無水晶体眼に対する網膜傷害 ($\alpha \leq 0.011$ [rad])	305~700	A (λ)	有効放射照度	W/cm^2			
○ 8.	赤外放射による水晶体および角膜の傷害	770~3000	なし	放射照度	W/cm^2	10	57	320
○ 9.	赤外放射 (可視放射のほとんど無い) による網膜傷害	770~1400	なし	放射輝度	$\text{W}/(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$	$0.6/\alpha$	$0.6/\alpha$	$0.6/\alpha$
○ 10.	皮膚の熱的傷害	400~3000	なし	放射照度	W/cm^2 [t: 曝露時間 (s)] ($1 < t \leq 10$)	$2[\text{J}/\text{cm}^2]$ 2 [J/cm^2]	$2[\text{J}/\text{cm}^2]$ 2 [J/cm^2]	$2[\text{J}/\text{cm}^2]$ 2 [J/cm^2]

(注) 1. ANS I および D. E. Sloney の CIE TC6-38 の報告によると、光放射による人体への生体的傷害は、現在まで上記 10 種類の傷害が臨床的に知られている。ただし、光源の安全基準の対象として、ANS I では通常の使用条件で生じる可能性の高い 8 つに絞った (○) ことが説明され、I E C 規格についても同じ考えを適用したいと提案されている。

2. 4. 項と 5. 項は、光源の大きさ (見込角 = α) によっていづれかを適用する。 ($\alpha > 0.011$ [rad] の時は、4. 項を適用し、 $\alpha \leq 0.011$ [rad] の場合は、5. 項を適用する) (6. 項と 7. 項についても同じ。)

3. 4. 項と 9. 項は、リスク・グループ区分の閾値に、傷害評価位置における光源の見込角 (= α) が入るので、 α も測定する必要がある。

4. 9. 項は、一般照明用でない光源に適用する。

5. 10. 項は、照射時間 (= t) によって ($0 < t \leq 1$, $1 < t \leq 10$)、閾値が異なる。

6. 作用スペクトル: S (λ), R (λ), B (λ), A (λ) の詳細な波長特性については、ANS I RP-27.1~3 参照。

5.4 国際規格の評価の対象とする光源の種類

国際規格の評価の対象とする光源としては、次のような人工光源を対象とするものとしています。
(波長域としては、200 nm ~ 3,000 nm としています。)

- ハロゲン電球と加熱用放射源を含む白熱フィラメント電球
- 低圧放電ランプ
- 高輝度放電ランプ (HIDランプ)
- 短アーク・ランプ, カーボンアーク・ランプ
- ELランプ
- LED (但し, 光ファイバーと組合せて使用されるものは除く)

なお, レーザーについては, その光放射の空間分布が特異的であり, リスク評価が複雑になることと, 用途的にも上記各光源とは著しく異なっているため, 今回の国際規格には, 対象として含めないこととしました。

((注) 本国際規格とは別に, IEC国際規格: レーザー安全基準 が制定されています⁵⁾。)

5.5 光源のクラス分けを行うための照明条件

光源のクラス分けを行うための条件として, 次の条件を定めました。

- 一般照明用光源の場合
 - 照度 = 500 lx となる点か, または
 - 照度 = 500 lx となる点が, 外管から 20 cm 以下となる場合は, 外管の表面から 20 cm の点。
- 一般照明用でない光源の場合
 - 外管の表面から 20 cm の点。(いろいろな使用条件があり, 評価条件の特定が困難であるが, 可能性のある最悪の条件として, 実行的放射面から 20 cm の点で評価するとした。)

なお, ここに述べられている “一般照明用光源 (原文: GLS General lighting source)” については, CIE 国際規格では, 以下のような定義となっています。

[国際規格における “一般照明用光源” の定義]

“一般照明用光源” とは, 人間によって占有されたり, 眺められたりする空間を照明するための光源に対して使用される用語。例えば, オフィス, 学校, 家庭, 工場, 道路, または自動車用として使用される光源のこと。フィルム映写用, 複写機用, いわゆる “日焼け用”, 産業用, 医療用, およびサーチライトは含んでいない。(一般照明用でない条件でリスク評価を行う。) また, 外管に, UV - B (波長域: 280 nm ~ 315 nm) および UV - C (波長域: 100 nm ~ 280 nm) を遮断するためのドーパ剤を添加していない石英ガラスを使用していないランプも含んでいない。

6. 実際の照明用光源のリスクグループ区分の例

6.1 評価対象光源の種類

最後に, CIE 国際規格による実際の光源に対する安全性クラス分け (リスクグループ区分) の例をご紹介します。対象としては, 現在市販されている一般照明用光源 7 種類としました。表 5 に, 評価した対象光源の一覧表を示します。

6.2 リスク評価結果

表 6 に, CIE 国際規格により, 表 5 の光源に適用してクラス分けした結果をまとめたものを示しま

す。白熱電球，一般蛍光ランプ，コンパクト形蛍光ランプについては，提案されている対象の光生物的傷害に対しては，全て“リスク免除”グループに区分され，通常の使用条件下では，傷害リスクの問題無しに使用できると評価されることが確認されました。

表5 リスクの調査対象光源一覧表

No.	光源の種類	形名	ランプ電力 [W]
1	白熱電球	JD110V85W	85
2	ハロゲン電球	J110V500W	500
3	蛍光ランプ	FL40SSD / 37	40
4	コンパクト形蛍光ランプ	FPL36EXD	37
5	高圧水銀ランプ	H400	400
6	高圧ナトリウムランプ	NH360L	360
7	コンパクト形メタルハライドランプ	MQD150W	150

表6 市販の照明用光源に対する光生物的傷害リスクの評価結果例

傷害の種類	光源の種類						
	JD110V85W	J110V500W	FL40SSD	FPL36EXD	H400	NH360	MQD150W
条件	500 lx	at 20 cm	500 lx	500 lx	500 lx	500 lx	500 lx
1.	リスク免除	RG-3	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	RG-3
2.	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除
3.	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除
4.	リスク免除	RG-1	リスク免除	リスク免除	RG-1	RG-1	RG-1
8.	リスク免除	RG-2	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除
9.	リスク免除	RG-3	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除
10.	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除	リスク免除

7. まとめ

以上，光の安全性リスク評価方法並びに，光源の光生物的傷害リスクによるクラス分けに関する国際規格化の動向，および実際の一般照明用光源についてのクラス分けの評価結果をご紹介してきました。近年世界的に，一般照明用を中心とした人工光源の使用数量が，飛躍的に増大してきており，人間が人工光源からの光放射の照射を受ける機会も格段に多くなってきています。

人工光源を実用するに当たって，実際の使用上問題がないことを十分に確認することは重要なことであり，この確認の一助となる適切な評価方法，および安全基準の制定は，今後人工光源の一層の普及拡大を図っていく上でも必要なことと認識しています。

現在クラス分けの規格が制定されているのは，光源単体についてですが，引き続き，IECにおいて，クラス分け評価の対象を照明器具，および照明システムへと拡大・展開していく計画となっています。

弊社は，現在は光源を自社では製造していませんが，弊社製品の重要基幹部品として，多くの種類の光源（多くは視覚以外に利用される光源）を多数，内外の光源メーカーから購入使用しています。中には，傷害リスクの大きい紫外放射源も多数使用していますので，上で述べた CIE 国際規格に従って，光源のクラス分けをキチンと実行するなど，安全上の問題でお客様にご心配やご迷惑をお掛けすることの無いよう，万全の体制をとるよう，光源購入先各社と調整中です。

本文でも述べたように，紫外放射や赤外放射は光環境の重要構成要素である太陽放射や人工光源からの放射に不可分的に含まれており，人間はその生活環境において日常的に某かの紫外放射や

赤外放射の照射を受けています。したがって、これらの人体への影響について、十分な知識を持ち、その事を考慮した環境設計・装置設計を行うことは重要なことと考えられます。以上述べてきた内容が、そのことの一助となり、お客様における良好な生活環境や業務環境の設計・造出の実現に繋がることを願っています。

参考文献

- 1) 照明学会誌・UV特集号, 87-3, pp.118-125, (1993)
- 2) CIE S 009/E : Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems, (2002)
- 3) 照明普及会編：光放射の応用, , 照明学会, (1985)
- 4) 照明学会編：ライティングハンドブック, オーム社, (1987)
- 5) IESNA 編：IES LIGHTING HADBOOK 8th Ed., IESNA, (1998)
- 6) IEC 60825-1 : Safety of laser products, (1993)
- 7) 河本 康太郎：光源安全基準の国際規格化（IEC & CIE 標準化）の動向, 第12回日本照明委員会大会予稿集, (1998)
- 8) Kohmoto, K. : Evaluation of Actual Light Sources with Proposed Photobiological Lamp Safety Standard and its Applicability to Guide on Lighted Environment , CIE Compte Rendu, 24th Session, pp305-309 (1999)
- 9) Kohmoto, K. et al : Risk Evaluation of LEDs with CIE Photobiological Lamp Safety Standard , CIE Compte Rendu, 25th Session, p D6-22 - D6-25 (2003)