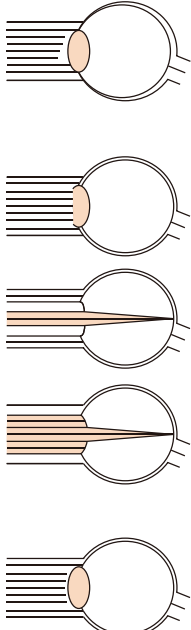


## ■ レーザ光の危険性

レーザーは人工的に作られた特殊な光で、自然光とは全く性質が異なります。指向性があり、単色性の作用はレンズの集光作用によりパワーが集中し、高密度になります。なかには一瞬で金属も溶かしてしまうほどのパワーになることもあります。よって、レーザー作業従事者がこれらの特徴を知りながらも、リスク管理としての予防対策を怠ると、災害が発生する可能性が高くなります。特に眼に対しては低出力でも波長によっては水晶体の集光作用により、網膜が予想以上のダメージを受けるということも指摘されています。災害が眼に及んだ場合は、永続的な機能障害に悩まされることも大きな問題とされています。

図1 光の波長における眼への影響

| 眼球における吸収概要   | CIEの波長領域 (nm)                     | 眼に対する作用、障害  |
|--|-----------------------------------|---|
|  | UV<br>紫外線<br>UV-C<br>UV-B<br>UV-A | 光化学作用、熱作用による<br>角膜、結膜の激痛を伴う炎症<br><br>熱作用による<br>水晶体混濁（白内障） |
|  | 可視部<br>IR-A<br>IR-B<br>IR-C       | 780<br>1,400<br>3,000<br>10 <sup>6</sup>                  |

CIEは、Commission International de Eniuminure (国際照明委員会)の略 図:過度のレーザー光線にさらされた場合の眼に対する影響

人体からの保護の対象になるレーザーは、波長180nmから1mmまでの範囲に規定 (JIS C 6802) されていますが、眼は図1で示すように光の波長域により傷害の部位が異なります。

紫外線域 (400nm以下) では大部分が角膜の表面で吸収され、一部透過した部分が水晶体で吸収されます。高出力の紫外線レーザーが曝露されると光化学作用により組織が損傷され、短期的には角膜の炎症 (火傷) が起こり、長期の曝露では光化学作用により白内障になる場合もあるといわれています。

可視光域 (400-700nm) については、すぐに眩しさを感じ、瞬きによる防御反応を示します。但し、これには時間的な限界があり、危険を感じて防御反応に出る約0.25秒の間には眼にレーザーが入ってしまいます。ここで、この時間内に眼に入ってもほぼ安全と思われるレーザーは、おおむね1mW以下の出力が目安になります。それ以上の出力では熱作用と集光により網膜が局部的に損傷を受け、永久的な傷害を与えるといわれています。

近赤外線域 (700-1400nm) では可視光域同様に網膜までレーザーが達します。特に注意すべき点は非可視域である為、損害を受けるまで気がつかず、眼にとって非常に危険な波長域といわれています。

### 後遺症の問題 (視力低下)

レーザーによる事故の場合、記録されている事故例のほとんどが近赤外線域のものである。これは近赤外線域のみの安全対策で十分であるということを示唆したのではなく、装置普及率などの要素も加味されたものと考えべきである。報告された事故例で重要なことは網膜傷害の場合、視力低下に影響が及ぶことである。この場合、基本的に視力回復が望めないということが大きな問題である。

## ■ レーザのクラス別分類 (IEC60825-1)

この各クラス分類は、被ばく放出限界 (AEL Accessible Emission Limit: 該当レーザークラスで許容されるレーザー発光レベルの上限) を用いて定義されています。

表1 レーザのクラス別分類

|       |  |
|-------|--|
| クラス1  | 低パワーレベル: 従来と変化なしの予知できる条件では安全。<br>組み込み形レーザー: 通常運転ではレーザーにアクセスしない安全なレーザーであるが、組み込まれたレーザーにより、インターロックが外され、又は、サービス中は危険性が内蔵されたレーザーによっては発生する可能性がある。                                 |
| クラス1M | 低パワーレベル、平行大口径ビーム、又は広がりビーム<br>裸眼では安全、光学機器を用いてレーザーを観察すると危険である。   |
| クラス2  | 低パワーの可視光 従来と同じ可視光レーザーで、瞬き、回避の行動により安全である。<br>長時間観察は眼に障害を発生する可能性があり、特に青光は長時間観察は危険。   |
| クラス2M | 低パワーの可視光、平行大口径ビーム、又は広がりビーム<br>可視レーザーに適応され、裸眼では瞬き回避応答が出来れば安全である。光学機器を用いて観察すると危険。  |
| クラス3R | これらのレーザーはレーザーが不可視の場合は100秒間、可視光であれば0.25秒の露光の間、最大許容レベルを超えて人間がアクセスすることが出来る。これらの全体の出力はクラス2 (可視レーザーの場合) 又はクラス1 (不可視の波長域の場合) のアクセス放射限界の5倍を超えない範囲のレーザー、偶発の露光は通常危険でない、意図的ビーム凝視は危険。 |
| クラス3B | ビーム内観察は危険。拡散反射の観察は通常安全である。   |
| クラス4  | 拡散反射も危険。クラス3BのAELを超えるもの。   |

使用されるレーザーの各クラスを確認し、障害防止対策を行うことが大切です。

## ■ レーザーのクラス別障害防止対策

厚生労働省通達「レーザー光線による障害の防止対策について」では、レーザーを用いた作業における安全予防対策の具体的内容をクラス1、クラス2以外のレーザー機器を対象に定めています。以下にそのクラスの別措置基準を示します。(基発第0325002号)

表2 レーザ機器のクラス別処置基準

| 措置内容(項目のみ)                     |                 | レーザー機器のクラス     |    |                 |                 |                 |
|--------------------------------|-----------------|----------------|----|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                |                 | 4              | 3B | 3R              | 2M・1M           |                 |
| レーザー機器管理者の選任                   |                 | ○              | ○  | ○ <sup>※1</sup> |                 |                 |
| 管理区域(標識、立入禁止)                  |                 | ○              | ○  |                 |                 |                 |
| レーザー機器                         | レーザー光路          | 光路の位置          | ○  | ○               | ○               |                 |
|                                |                 | 光路の適切な設計・遮へい   | ○  | ○               | ○ <sup>※1</sup> |                 |
|                                |                 | 適切な終端          | ○  | ○               | ○ <sup>※1</sup> | ○ <sup>※2</sup> |
|                                | キーコントロール        |                | ○  | ○               |                 |                 |
|                                | 緊急停止スイッチ等       | 緊急停止スイッチ       | ○  | ○               |                 |                 |
|                                |                 | 警報装置           | ○  | ○               | ○ <sup>※1</sup> |                 |
| インターロックシステム等                   |                 | ○              | ○  |                 |                 |                 |
| 放出口の表示                         |                 | ○              | ○  | ○               |                 |                 |
| 作業管理・健康管理等                     | 操作位置            |                | ○  |                 |                 |                 |
|                                | 光学系調整時の措置       |                | ○  | ○               | ○               | ○               |
|                                | 保護具             | 保護めがね          | ○  | ○               | ○ <sup>※1</sup> |                 |
|                                |                 | 皮膚の露出の少ない作業衣   | ○  | ○               |                 |                 |
|                                |                 | 難燃性素材の使用       | ○  |                 |                 |                 |
|                                | 点検・整備           |                | ○  | ○               | ○               | ○               |
| 安全衛生教育                         |                 | ○              | ○  | ○               | ○               |                 |
| 健康管理                           | 前眼部(角膜、水晶体)検査   | ○              | ○  | ○ <sup>※1</sup> |                 |                 |
|                                | 眼底検査            | ○              |    |                 |                 |                 |
| その他                            | 掲示              | レーザー機器管理者      | ○  | ○               | ○ <sup>※1</sup> |                 |
|                                |                 | 危険性・有害性、取扱注意事項 | ○  | ○               | ○               |                 |
|                                |                 | レーザー機器の設置の表示   | ○  | ○               |                 |                 |
|                                | レーザー機器の高電圧部分の表示 |                | ○  | ○               | ○               | ○               |
|                                | 危険物の持ち込み禁止      |                | ○  | ○               |                 |                 |
| 有害ガス、粉じん等への措置                  |                 | ○              | ○  |                 |                 |                 |
| レーザー光線による障害の疑いのある者に対する医師の診察、処置 |                 | ○              | ○  | ○               | ○               |                 |

※1 400nm~700nm波長域外のレーザー光線を放出するレーザー機器について措置が必要である。

※2 JIS規格4.8に掲げるレーザー機器にあっては、レーザー光路の末端について措置が必要である。

## ■ レーザ保護めがねの使用

厚生労働省通達「レーザー光線による障害の防止対策について」では、クラス3R以上のレーザーを用いた作業における安全予防措置のうち作業管理等の部分において「レーザーの種類に応じた適切なレーザー保護めがねの着用」を規定しています。