

技術者会議の ハンドブック



公益社団法人 日本照明家協会

はじめに

公益社団法人 日本照明家協会 会長

沢田 祐二

私ども照明家協会は、事業の中心に「舞台照明技術者会議」を置いています。これは協会員ひとりひとりが、深い知識と、高い技術を身につけ、「ものづくり手」としての強い意識をもち「照明家」としての「個」の能力を高めることを目的としています。そして平成 23 年度から、我々照明家の永遠のテーマである「創造と技術の両立にむけて」をキーとして「舞台照明技術者会議」を新たな構想で立ち上げました。

この「ハンドブック」はその「舞台照明技術者会議」の全記録です。

新たに立ち上げたこの技術者会議は、平成 23 年度から 24 年度までの 2 年間、協会支部所在地全国 9 カ所を巡回して行われ、参加者は延べ 2 千名を越え、その概要は協会誌を通して報告されましたが、この度「法人認可 40 周年特別企画」として会議の内容を一冊のテキストとして編集し、ひとりひとりの協会員の知的財産になるようにと発行いたしました。また照明家の社会的認知はまだまだ低く、照明家がどんな仕事をしているのかわかって貰えないのが実情です。この「ハンドブック」発行を契機として私達の仕事を少しでも理解して貰えればと思います。

発行にあたり企画委員長服部基氏を中心とした企画委員の皆さま、そしてご執筆くださった方々のご努力に感謝致します。

また、ご支援いただいた文化庁に対し心よりお礼申し上げます。

目 次

はじめに

基礎編

1. 西洋の劇場史	3
2. 日本の劇場史	9
3. 現代の劇場	14
4. 光の性質 A	18
5. 光の性質 B	24
6. 光の三原色	30
7. フィルター	36
8. スポット	42
9. 知っておきたい電気理論	50
10. 調光器の歴史	59
11. 「安全」な作業	72

補助編

1. フォロースポット（ピンスポット）	79
2. コード・コンセント	84
3. アクセサリー	94
4. 仮設電源について	99
5. 用語集	108
6. フィルター対比表	122

中級編

1. 放電灯について	133
2. 舞台照明の制御信号	141
3. ムービングライト	151
4. 制御の概念 A	162
5. 制御の概念 B ムービングライトの制御の仕方 —ムービングライトを動かすための技術、概念に関して—	168
6. ムービングライト操作卓	172
7. シミュレーションソフト	181
8. 映像機器の歴史	191

上級編

1. LED の開発史	197
2. LED の調光システム	203
3. LED の球の種類、演色性	207
4. 現在の LED スポット	215
5. LED これから	221
6. 映像機器の種類と用途	226
索引	233

基礎編

1. 西洋の劇場史

1.1 劇場の不思議

時代時代に特有の劇場が生まれ、さまざまな舞台活動が催されてきた。そこで生まれた活動・建築空間を含めて「Theater／劇場」というくくりで社会が捉え、定義してきたがゆえに「劇場には制度がある」と言える。大空間の隅々まで響き渡る音量で歌う瀕死の女性が喝采を浴びたり、事情があるとはいえ、殺人者が同情を集めヒロインとなるなど、本来的に「劇場には矛盾があり」、「聖と俗が同居している」のだ。また、劇場に限らず、「進化と退化は同居する」ということは、振り返ってみれば明らかで、進歩と書いていても、それは同時に一方ではある機能を退化して得ている場合が多いことを気に留めておく必要がある。かといって、そうした前へ進もうとするモーメントを押し留めることもできないのがこの人間世界であることも事実である。このことは、ギリシャの時代から全く変わっていない。だからこそ「劇場には神が居る」、「劇場には宇宙がある」、「劇場には秘密がある」のである。

不思議なことに「シェイクスピア」も「オペラ」も「歌舞伎」も1600年頃の同時期に生まれた。それぞれ違った社会背景、文化の下でも同じようなエネルギーをもち、その後伝統とされる新しい様式が生まれたことには驚かされる。

1.2 劇場の歴史

1.2.1 中世の劇場

中世はキリスト教がヨーロッパ全土に普及活動をしていた時代で、世俗的な劇場活動が制限されており、建築としての劇場遺構が何一つ残っていない。残っているのは、紙などに描かれたもののみだが、空間とし

ては興味深いものがある。それによると、宗教劇はキリスト教布教活動の一環として演じられていた。文字による布教活動が難しい時代には、わかりやすい方法だったのであろう。キリストの誕生から死そして復活までの各舞台を野外広場などに作って、天国の素晴らしさと地獄の恐ろしさを具体的に見せる布教の場となった。

1.2.2 旅回り一座

そうした時代でも旅回りの一座はあったようだ。野外の仮設公演でも舞台の脇にボックス席があった。平土間の立ち見席から良く見える位置に設けられたボックス席は一段高い位置にあり、恐らく公演のスポンサーが席に納まっていたと思われ、こうした催しが個人的な楽しみであると同時に公共性も有していたことを示している。

1.2.3 オペラ誕生の背景

オペラは、それを作ろうとしてできた舞台芸術ではなく、誤解を含んだ創造力によって生まれたことは興味深い点である。ルネサンスは、ギリシャを手本とした時代で、広い分野で古典研究が盛んであった。そうしたグループの1つが、ギリシャ劇場の遺構でどのような上演が行われていたかを研究し、今日のオペラと称せられる形式へと発展していった。そうした成果を発表する場として貴族の屋敷庭に仮設された劇場の記録がセルリオのスケッチ（1539年）として残っている。

1.2.4 テアトロ・オリンピコ（1585年）

今日のプロセニウム劇場は、バースペクティブな舞台空間作りを基礎として、その起源をテアトロ・オリンピコに辿ることができる。アーチの後ろはバースペクティブな街並みが背景として飾られているが、演技空間にはアーチによって囲まれたその前の矩形部分で、透視図法による舞台背景はあくまでも演技空間から切り離された場所に存在している。そうした固定的な劇場が作られる一方、婚礼に伴う催しとして新しい音

楽形式が積極的に取り入れられていた。1607年『オルフェオ』が初演されたとされるマントヴァ・ドゥカーレ宮殿の一室は何の変哲もない大広間で、機械仕掛けの今日のオペラ劇場から見れば単純極まりない場所だった。

1.2.5 テアトロ・ファルネーゼ（1628年）

テアトロ・オリンピコから約40年後に建設されたテアトロ・ファルネーゼでは、大きな舞台空間がある。ここでは背景エリアと演技エリアの境が不明確になると同時に、中央アーチが極端に拡大され、プロセニウムが重要な空間的仕切りを作り出している。さまざまな仕掛けが人々を驚かせるものとして工夫されるようになっている。客席では、奥行側に伸ばされた馬蹄形（U字型）の段状客席の上の列柱とアーチで細かく分節された空間が設けられ、その後のボックス席への萌芽がここにあると見ることもできる。

1.2.6 サンティ・ジョヴァンニ・エ・パオロ劇場（1645年）

今日、イタリア式劇場とも称せられる馬蹄形式の劇場が、テアトロ・ファルネーゼから20年も経たないうちに5層のボックス席を重ねた客席として誕生し、場面転換をスライド式で素早く変換できる劇場がヴェネチアに建設されていたことから、人々がいかに劇場に関心を寄せていたか明らかである。

1.2.7 ドゥルリー・レイン劇場（1674年）

ドゥルリー・レインは、プロセニウム形式をもつ劇場としては、今日のプロセニウム劇場とまだ大きな差がある。テアトロ・オリンピコに比べれば曖昧になったとはいえ、相変わらず演技空間と背景空間の明確な区分があることだ。ボックス席が舞台（演技空間）のすぐ横にあり、その舞台上部は、スノコでなく天井で仕上げられている。これにより歌手や俳優の声が天井で反射し、客席に十分に伝わるという効果が得られて

いる。

1.3 劇場における休憩時間と窓

バロック時代の劇場が今日の劇場と大きく異なる点は、客席や舞台に窓があることである。電気がない時代には蠟燭などを使うしかなかったので、閉め切った室内で長時間酸素を燃やし続ければ空気が汚れ酸欠状態になる。そこで、休憩時間を設けて空気を入れ換える必要があり、換気のための時間と設備が欠かせなかったのだ。それが音楽だけでなく建築空間をも支配していた。

1.4 劇場における安全対策

18世紀の劇場は、宮廷など限られた人たちを対象に催されていたものでその規模も小さいものであったが、19世紀になって大衆化されてくるに従い、劇場が都市内部に建設されるようになるとともに、大型化され公演回数も増えていった。劇場数および公演数の増加に伴い、劇場火災が社会問題化されるようになった。実際、火事が度々起こり、当時の劇場の平均寿命は20年と言われていた。ロンドンの古い劇場には客席横通路の扉から直接外に避難できるようになっているところがあるが、その名残りと言えるだろう。19世紀後半、ウィーンをはじめヨーロッパ各都市において、劇場に関する火災予防条例、安全規則や組織作り、舞台・客席間の防火戸や防火区画、劇場従事者による消火・避難訓練、観客避難計画、消防連携網の整備などの概念ができ上がった。

1.5 パリ・オペラ座(1875年)とバイロイト祝祭劇場(1876年)

ほぼ同時期に開場したこの2つの劇場は対照的なものとして注目された。パリ・オペラ座がパリ中心地の新しい都市軸を形成する巨大な石造

建築物として君臨しているのに対して、パイロイト祝祭劇場は煉瓦と木造の暫定的な劇場として小さな地方都市に建っている。壮嚴なファサードをもつ前者のエントランスからホワイエ、客席に至る空間は、どの劇場よりも広く息を飲むような華麗さなのに対して、後者には全くホワイエがない。天井まで伸びた大きな2本の柱を対にしてボックス席を幾重にも重ねた装飾的なパリの客席に対して、パイロイトはギリシャ風の列柱はあるもののすべての客席が舞台を注視するように配置されていてボックス席の楽しみは廃されている。2つの劇場はどちらも情熱的な男が力を注いだものだ。第二帝政時代の国家的威信を掛けて建設されたオペラ座は、ナポレオン3世という政治家であり、パイロイトは音楽に身を捧げたR. ワーグナーだった。それらは、まさに劇場の分岐点であると言ってよいだろう。

1.6 劇場人と建築家の協力

20世紀初頭において重要なことは、劇場計画や舞台デザインに劇場人と建築家が協力して挑んだことである。その代表的な3つの事例が、ベルリンの大劇場（H. ベルツィッヒ+M. ラインハルト 1919年）、トータルシアター（W. グロビウス+E. ピスカートル 1926年）、メイエルホリド劇場（B. メイエルホリド+E. リシッキー 1929年）だ。具体化された計画はベルリンの大劇場しかないが、こうした協力的な仕事によって、建築家だけでも劇場人だけでも成し得ない新しい発想と従来には見られなかった独創的劇場空間が新技術とともに試みられた意義は大きいものであった。

1.7 現代の劇場

20世紀の劇場は合理的、民主的な形態としてパイロイトを手本とし

て出発したのだが、後半になるとその限界も感じ始め、次第にさまざまなデザインへの挑戦が始まった。20世紀は民主主義社会の実現と発展に伴って、種類においても規模においても実に多様性に富んだ劇場空間が誕生した時代である。しかも、劇場やホールとして計画されたものでなくても公演に利用されている例は、武道館をはじめとして数知れない。倉庫などからの転用もある。「劇場」や「ホール」という固定観念に囚われず、その空間的特徴から利用を発見することが自然に行われてきた。最もバラエティーに富んでいる劇場の時代と言えるのではないだろうか。

2. 日本の劇場史

2.1 我が国の芸能の発生と派生

我が国は古代より水稻国であり、その生産や収穫を祈り、感謝するための祈祷や舞踊が今日の伝統的な舞台芸術の礎になってきたと考えられている。また大陸からの影響を強く受け、唐代の舞楽・雅楽は、宮廷音楽として今日まで伝えられることになる。奈良時代には散楽が伝えられ、その素朴さや多様さは庶民の芸能の礎になってきた。この散楽が、平安中期より訛って猿楽と呼ばれるようになった。この猿楽は、後に能の原型になると考えられている。

鎌倉時代になると、それまでの中央の公家政権と関東の武家政権が並立する。源頼朝を首長とする鎌倉幕府は、朝廷と並び得る政権となり後に公家政権は武家政権に従属するようになる。その時代になって文化の担い手の役割を果たすようになるのが僧侶であった。そして舞楽や猿楽、その他の芸能が入り交じり、貴族的芸能と庶民的芸能が雑多に混じりあった舞として、延年が演じられるようになる。この延年から派生した稚児舞は、後の若衆歌舞伎や女形をなす先駆けと考えられている。

また、古代の田遊びから発達した芸能が、平安中期になると田楽として形づけられる。この田楽が形づけられるのと同時期に、猿楽も同じように形づけられてくる。この田楽、猿楽ともに寺社の祭礼で演じられるようになるが当初は、神事としての田楽とその余興としての猿楽という関係にあった。ただし、これらの芸能はともに盛んに上演されるようになり平安後期になると寺社の保護のもとに座を形成し、田楽を専門に踊る田楽法師という職業的芸人が生まれた。それは、猿楽も同様に職業的な芸人を生む。

そして、猿楽の諸座の中の1つであった観阿弥・世阿弥の観世一座が

足利氏の時代に幕府のお抱え的存在とみなされるようになり、猿楽能が芸能として確立され、今日の能楽として位置づけられるようになる。猿楽能が武家社会の芸能として高められていくにつれ、逆に庶民の生活に根ざした芸能が生まれてくる。これが後の歌舞伎である。

2.2 歌舞伎の変遷と劇場の進化

安土桃山から江戸時代にかけての民衆の中には歌舞音曲が広く行き渡っていた。特に経済力を蓄えた京の町衆を中心に盛んになった風流踊りは、やがて京だけでなく各地に広められていく。出雲阿国による女歌舞伎など、民衆の本能的な衝動を表現する手段として官能的であり、また猥雑性を備えることも普及力となっていたと考えられる。その後も紆余曲折を経て、歌舞伎という芸能は庶民の力によって継続し、江戸中期・元禄の時代になって元禄歌舞伎として大きく花開いた。この時代になって初めて我が国には常設の劇場という概念が生まれてくる。それまでは、多くの劇場が仮設的な興行を行ってきたが、ようやく固定した常設の劇場をもち、劇場付きの上演組織が一体となって興行を行うようになった。

人形浄瑠璃や歌舞伎が泰平の世の町人の娯楽として定着しはじめると、各地に芝居小屋が立つようになる。ただし、女歌舞伎や若衆歌舞伎が排除された結果、興行権を認可制とすることで芝居小屋の乱立を防ぐ方針がとられてきた。こうして当時の劇場は徐々に整理され、中村座・市村座・森田座・山村座の四座に限って「櫓をあげる」ことが認められるようになる。これが江戸四座と呼ばれる劇場である。ただし、その後山村座が取りつぶされることになり、江戸三座あるいは猿若町三座と呼ばれるようになる。

この山村座取りつぶしの原因になったのが、大奥女中の絵島と歌舞伎役者の生島新五郎らの風紀肅正の罪を問われた江島生島事件である。こ

の結果、歌舞伎はかつての隆盛から急速に下降線をたどることになる。幕府は、封建制度を立て直す政策の1つとして、さまざまな制約により劇場界を一般社会から切り離そうとする。門閥の世襲や座主との関係などもその1つである。

そんな時代にあっても、舞台作品を創造する力は常に進化を続けていく。江戸中期に人形浄瑠璃や歌舞伎で活躍をした作者の並木正三は、回り舞台を劇場に取り入れたことで有名であるが、花道、迫り、がんどう返しなど劇場の演出効果を高め、歌舞伎の様式化を図ってきた。

2.3 明治から大正にかけて

民衆の中で育てられてきた歌舞伎は、どんな時代にあってもさまざまに変化し、柔軟に今日まで生き残ってきた。明治になると江戸時代からの三座に加えて、喜昇座、中島座、桐座、奥田座、河原崎座の十座が東京府令により興行権が与えられ活況を呈することになる。しかし、明治政府は教育、文化の面で西欧化による近代化を推進させる。西洋音楽を取り入れる義務教育制度もその1つであった。

明治19年には、歌舞伎を改良し上流階級が観る演劇を主張する「演劇改良会」が組織される。やがて、同時代性を失いつつあった歌舞伎(旧劇)に代わって、新派劇(新派)が起こる。さらに、島村抱月、坪内逍遙による「文芸協会」の発足に端を発し、市川左団次と小山内薫による「自由劇場」、そして築地小劇場につながる新劇運動へと繋がっていく。

歌舞伎は劇場、興行主、作者、出演者が一体となった「座」という組織を以て上演し、民衆によって支えられてきたが、次第に財政的にその維持が難しくなってくる。明治43年には「松竹合名会社」が新富座を買収し、その後、有力劇場を次々に傘下に治めることになる。これによって我が国の長年の「座」による興行形態が衰退をしていくことにな

る。つまり、劇場という場と上演組織との分離のはじまりと見ることができる。そこにさらに追い打ちをかけたのが大正12年の関東大震災である。劇場の多くが損壊するだけでなく、民衆の鑑賞する気力まで奪ってしまう結果となった。そんな中、翌年に開場した築地小劇場は、専属の劇団をもつ劇場として沈滞した劇場界に新しい一石を投じてくれることが期待された。

2.4 第二次世界大戦から今日にかけて

今日、我が国の劇場・音楽堂の主たる施設数を占めているのは、約2,200の公立文化施設である。そのルーツは地方自治体が第二次世界大戦の前後から各地に整備してきた公会堂にあると考えられる。そもそも公会堂の機能は、講演会や演説会などを行う「集会機能」にある。当然、集会施設であることから、そもそも特段の舞台設備を備えていたわけではないが、演芸や芸能に利用するために緞帳や袖幕などの幕設備や舞台を照らすための舞台照明設備、拡声のための舞台音響設備などが徐々に整備されることで、施設の重心が集会機能から公演機能へと変化していくことになる。

戦後の復興期を過ぎると公会堂は多機能化が進められ、高度経済成長期が始まると、さらなる多目的化、高機能化が進められた。しかし、同時に質的な向上が求められるようになると、多目的に活用していくことの限界から、コンサートホールをきっかけにした専用ホール化の整備が始まることとなった。

ただし、近年になってさらに新しい機能を備えた施設整備が試みられるようになってくる。それが創造支援型のホールである。この施設は、ほかの場所で制作された作品を受け入れる器として機能することを目的としているのではなく、自ら音楽あるいは舞台芸術を創造し、その成果

を自ら発信していくことを目指して整備される施設である。ただし、劇場・ホールの機能が大きく異なるのではない。劇場・ホールの周りに音楽を創造するための練習室やスタジオ、演劇を支える大道具や小道具、衣裳などの製作場をはじめ稽古場なども併設した施設となっている。

つまり、これまで多目的ホールや多機能ホール、そして専用ホールがほかの場所で制作されてきた音楽や舞台芸術を受け入れる受信アンテナとして整備され、さらにオリジナルの演奏や上演に近い効果を再現するための機能の向上を図ってきたことに対して、創造支援型の劇場・音楽堂は、自ら創造した演劇作品やコンサートを自ら上演、発信していくアンテナとしての機能を備えていこうとしている。つまり、新しい試みとは、受信するアンテナと逆に発信するアンテナとしての機能を高めていこうとしているということである。

しかしながら、このようにして充実をしてきた公立文化施設の数が急速に減少していく可能性がある。それは合併による自治体数の減少や経済事情による税収の落ち込みなどにより、新しい施設整備の数が減少したうえに、老朽化した施設が淘汰されるようになったことに起因する。

結果、全国の公立文化施設の総数は今後顕著な減少傾向に転ずる可能性が高い。

最後に、舞台芸術に関わるひとりひとは、このような現状をしっかりと認識し、これからの劇場・音楽堂はいかにあるべきか、そしてこれからの文化芸術の魅力と価値をどう伝えていかなければならないのか。しっかりとした認識と意志をもって行くことが問われているのではないだろうか。

3. 現代の劇場

3.1 わが国の劇場・音楽堂の変遷

わが国で劇場が常設の建物として建設されるようになるのは、江戸中期元禄期になってからである。それ以前は仮設の舞台とそれを眺めるための仮設の客席を必要に応じて屋外に設置してきた。その多くは、寺社や仏像を新造あるいは改修・修復するための浄財を集める勧進興行がその目的であった。ところが江戸中期になると庶民の文化の隆盛とともに、その象徴ともいえる歌舞伎を上演する常設の劇場が整備されるようになる。この劇場は単に建物を整備するのではなく、上演組織と出演者を含めた「座（≡プロダクション）」が創られるようになる。元禄期は、この劇場文化が最も隆盛した時代で、江戸十座と言われるように数多くの劇場が軒を並べてた時代があった。これらの劇場はその後、様々な変遷を経るが、明治の終わりごろまでは庶民の文化を支える拠点としての役割を担い続ける。

しかし、その後に起こる関東大震災（1923年）と第二次世界大戦への参戦（1941年）により、残されていた劇場の多くが姿を消すことになる。この間に失ったものは、単に物理的な劇場という建物や設備だけでなく、劇場を経営していくための組織、出演者を含めた「座」というプロダクション・システムも同時に失うことになる。つまり、この間をわが国の劇場史の文脈が途切れた時代とみることができる。

終戦直後、戦火を免れた公会堂などで芸能や演芸が催されるようになる。当時の公会堂は、固定席を持たない長方形の客席平面とその短辺部に客席より一段高い講壇を備え、もっぱら集会や大会に使用される施設であった。このような施設に時代の安定と経済的な成長が後押しし、舞台を照らすための舞台照明、歌声を拡声するための舞台音響、舞台袖を

見切るための幕設備や背景を吊下げるための吊物バトン設備などが整備されるようになる。

名古屋市公会堂（1930 年）は、まさに大会や集会のために整備をされてきた公会堂という建物が、時代とともに今日的な劇場機能の遺伝子を組み込まれて変貌を遂げていく過程の痕跡が刻み込まれている施設である。例えば、舞台後部に固定で作られたレントホリゾンとローアホリゾンライトのためのピット、舞台前に掘られたオーケストラピットの跡などは、本来、集会や大会を行うための公会堂に必要なものではなく、明らかに舞台芸術上演のために設備されたものであった。

その後、さらに舞台照明、舞台音響、そして舞台機構設備の充実とともに、舞台の奥行きやすのこ高さの確保、舞台袖空間の拡充が図られるようになり、プロセニウム形式の舞台を持つ劇場としての充実が図られることになる。さらに、わが国の劇場施設の多目的化を象徴するのが、主舞台上部に吊り込み、格納できる音響反射板を設備することであった。今日“多目的ホール”と呼ばれるタイプの劇場が誕生することで、舞台芸術の上演だけでなく、音楽芸術の利用にも供することが可能となり、多くの市民に利用される施設としての機能が整えられるようになる。

さらに、時代は戦後の混乱を抜け出し、高度経済成長期になるとプロセニウム形式の舞台を基本とし、格納型の音響反射板を備えた多目的ホールが、さらに進化し多機能化が図られるようになる。例えば、舞台間口の開閉機能の導入や回り舞台や迫り、オーケストラピットの導入など床設備の充実、フライブリッジの導入や和洋の催物に対応する緞帳枚数、オペラカーテン（開閉、昇降、絞り）の設備、吊物設備の動力化、そして音響反射板の充実により、演劇や音楽利用だけでなく、オペラやミュージカルといった音楽劇、バレエやダンスなどの洋舞、もちろん伝統芸能や邦楽・邦舞などの催物にも対応できる機能の充実が図られるよ

うになる。

このように多目的化から多機能化が進む反面、1960年代の中ごろから民間の商業劇場として日生劇場や帝国劇場といった大型の劇場整備が進む一方、もともと劇場ではない空間を改装して劇場化していくいわゆるアンガラあるいは小劇場運動から派生した劇場空間が大都市を中心に創られるようになる。

1980年代になると高度経済成長は頂点を極める。特に公立文化施設は、隣り合う地方自治体でも競って整備をされるようになり、多目的化、多機能化だけではなく、より大きな客席数を誇る施設や大小複数のホール施設を備える施設が各地に整備され、公立施設の充足数も全国で年間60～70施設が整備されるようになる。

また、1981年に開館をした中新田パッハホール（宮城県中新田町立、現在は加美町立）は、残響可変装置を備え、生音の響きを活かした音楽専門ホールとして誕生し、多目的・多機能化を加速してきた公立施設の充足に一石を投じることになる。このホールの誕生を機に、脱・多目的のホールの象徴として音楽専用ホール整備が加速するようになる。

その後、舞台芸術に特化した専用ホール化も進み、音楽と舞台芸術の両方の専用ホールを備える公立施設として熊本県立劇場（1983年）、東京芸術劇場（1990年）が整備をされる。

さらに1990年代になると主舞台の^{かみしも}上下の側舞台を拡充するだけでなく、後舞台を備えた“多面舞台”を持つ劇場、特に本格的なオペラやバレエの上演を可能にする専用劇場として愛知県芸術劇場大ホール（1992年）や新国立劇場大ホール（1997年）が開館をする。また、多面舞台を持ちながら多機能型劇場（音響反射板も備える）でもある富山市芸術文化ホール・オーバードホール（1996年）、滋賀県立芸術劇場・びわ湖ホール大ホール（1998年）が開館をする。

このような華々しい劇場施設の充足の反面、1990年代になるとそれまでの高度経済成長が一気に歩を止める。いわゆるバブルの崩壊が、地方公共団体の財政をひっ迫する。ただし、公立施設整備の量的なピークは、1994年から96年にかけてで、全国で100施設を超える公立文化施設が開館することになる。しかし、今日では、客席数やホールの数といった量的な施設の整備は影を潜め、施設が担う使命や目的をしっかりと定めた質的な施設整備、また劇場・音楽堂といった施設の本来機能である作品や公演を創造するための機能の充実を図る施設整備が検討される時代になってきている。このような創造支援型劇場として、彩の国さいたま芸術劇場（1994年）、世田谷パブリックシアター（1997年）、北九州芸術劇場（2003年）、まつもと市民芸術館（2004年）、兵庫県立芸術文化センター（2005年）、神奈川芸術劇場（2011年）などが注目される。

4. 光の性質 A

あまりにも「光」は身近すぎて「空気」や「水」や「安全」と同じように意識していないのではないだろうか。

私たち舞台照明家は「光」を扱う職業である。照明家として「光」そのものの性質を考えてみよう。

光とは「従来は目を刺激して視覚を発生させる可視光線」を意味していたが、今日では可視光線のみに限定せず赤外線から紫外線までの電磁波を総称して光というのが普通である。さらに短波長の X 線、 γ (ガンマ) 線など含めることがある。

光の性質は以下のことが挙げられる。

- ・粒子説と波動説があるが光はその両方の性質をもつ「電磁波」である。

- ・直進と反射すること。

直進性を持つ進み方を光線という用語で表す。

- ・干渉

水面の波の干渉の波動説に基づいて、光の干渉も説明することができる。例えば、レンズに見られる縞（ニュートン環）や（モワレ、レンズ収差）などがある。

- ・回折

波が物体に遮られた時にもなお背後に回り込む現象が回折である。

- ・屈折

大気中にある水滴による光の屈折現象（光の波長による→虹）がみられる。

- ・速さ

国際単位 $c = 299792458/\text{秒}$ （約 30 万 km/秒）

セシウム原子 ^{133}Cs の特定準位間の遷移に対応する放射の周期を用い 1 秒と定義

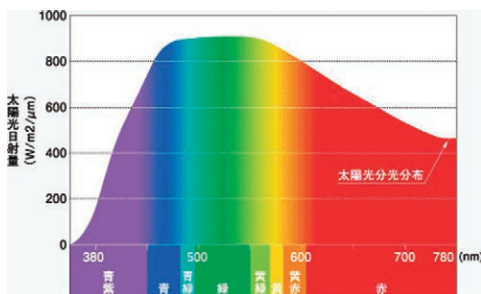
光自体は見えない→手にとれない（触れない）→留まらない（一過性）
→反射物があって初めて「物」が見えてくる。あくまで物が見えるだけで、やはり光自体は見えていない。

見えない光 光自体は見えない(形がない・記憶にしか残らない)

見えているのは 反射物に光が当たり「物体」は見えている。

朝もやの中の光・雲の間から射す陽光（レムブラント光線）という。

4.1 太陽光線について



太陽光の分光分布

直進 光は直進し存在を照らし物体の陰を作る

拡散 空気中の粒子や埃煙に当たり光が拡散する 空気・塵

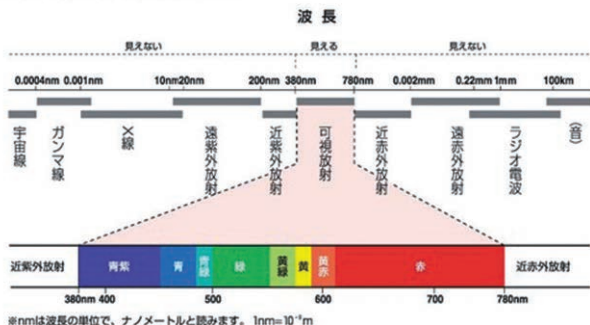
上方向 自然光（太陽光・月光）は上からの光が主体

意識しなくても物の見え方が確立され DNA に組み込まれている

波長 太陽光から放出される電磁波

10(22)Hz、10(21)Hz、10(18)Hz、10(16)Hz、10(14.5)Hz、

●電磁波の波長と光(可視放射)のスペクトル



電磁波の波長と光のスペクトル

10(13)Hz、10(9.5)Hz、10(8)Hz、10(6)Hz

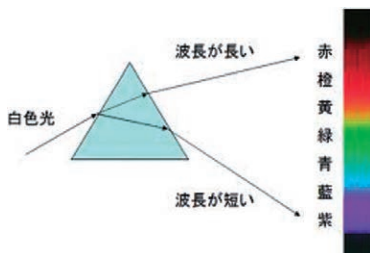
Cosmic Gamma X UltraV Visible Infrare Radar Televi Radio

可視光 紫外線→可視光線 (380nm～780nm)→赤外線

nm → 10(9)m

周波数 1秒に振動する回数を周波数といい、1秒に1回振動するのを1Hz（ヘルツ）という

人間の耳は通常 20Hz～20,000Hz（20kHz）が聞こえる範囲
倍率だと視覚は約2倍、音は約1,000倍の領域を認知する



プリズム

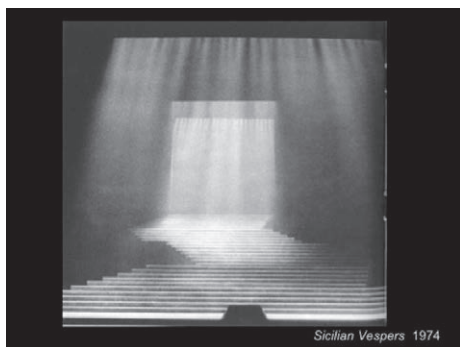
屈折 重力で曲がる（太陽の影響で光が屈折）

ある物体から密度の違う物体に入る時に角度が変化

プリズム 光の屈折により発生 スペクトラム分布→七色（虹）

4.2 舞台に関して

舞台では煙を焚いて光の筋（ビーム）を表現しているが、光自体は見えていなくて光が埃や水滴に当たり、その埃や水滴が見えているのである。舞台に光のビームライト（ライト・カーテン）を持ち込んだのはチェコ生まれの美術家のスヴォボダと言われている。



ライトカーテン

スヴォボダ

1920 年生まれ チェコ・ボヘミア地方の小都市

大学で哲学・造形美術を学ぶ→プラハ美術学校へ 81 才で死亡

光・スクリーン・ミラー・可動空間の導入→現代の舞台美術を確立

光量 光量は距離の 2 乗に反比例する。太陽の光源ははるか彼方に有るので 1m～2m は誤差の範囲だが劇場などでは投影距離

によって明るさが著しく変わってくる。(SSなどのギラつきなど)

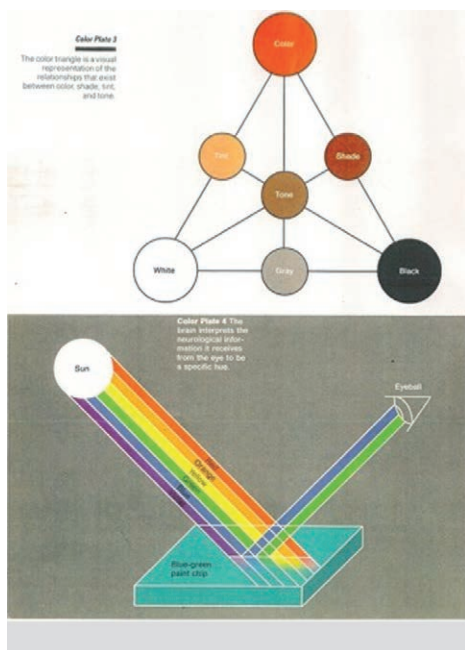
また、私たちが使っているスポットの適正な光量はタッパ30 尺が上限と言われている。

反射 物に反射して初めて見える。

舞台装置や衣裳の材質・色合いにより決まる。

角度 光は直進する。スポットを当てたい人物と舞台装置の位置関係が大事である。

また、人物の顔が見える角度などの計算が必要である。



反射光の原理

人物を見せる基本の角度は欧米では仰角 45 度、私の実験では 53 度であった。

照明デザインは奥行きを感じさせ・人物を分離し・特定の場所の強調を受けもつ。

日常にない角度からのスポットは不安・陰惨・狂気・非日常を表現できる。

光量 キッカケ（キュー）の変化時間と光量は密接な関係がある。
コンサートでは最低 1,000 ルクスの光量が求められている。
明るいとい目のアイリスが閉まり、暗いとい目のアイリスが開く。

台数 人物に当てるスポットの台数が増えると穏やかで・柔らかに
見せることができる。

究極の柔らかさはあらゆる方向からの間接照明と言われている。

逆にスポットの台数が少ないと→不安・陰惨・狂気・非日常を表現できる。

DNA 太陽上空からの光→空気中で拡散（直射 7 割 + 間接 3 割）→
人間の記憶に組み込まれる。

そういったものを壊す（下部から・色合い・台数を少なく・
異常な光量でギラつかせる）と舞台で非日常の表現ができる。

舞台照明を考える時には、

①「光源」②「通過物」③「反射」④「視覚」を常に意識する必要がある。これらの複合的な要因で「物の見え方」が決定する。

①「光源」の種類 →色温度の違い

②「通過物」 →フィルターの違い

③「反射」 →舞台美術の色や素材の違い

④「視覚」 →視覚細胞は光の 3 色を認知「光の三原色」

5. 光の性質 B

発光する物体のさまざまな色合い、色温度、光の明るさ、光量を測る単位などについて述べる。

5.1 光の単位について

光源の評価や安全のための最初の明るさ、色味などを表す時に必要だが、その単位として光をエネルギーの量として扱う単位と、光の分量として扱う2つの系統がある。

エネルギーとしての光の単位としては、一番身近なのはワットである。

5.1.1 ワット

ワットとは、仕事をする上で日常的に接している光の単位である。単純に、ワットは入力する電力を表しているのであって、白熱電球の40ワット、蛍光灯の40ワットでは、同じ40ワットという表記になるが、得られる光の量、明るさは違い、そこには発光効率がかわってくる。白熱電球2%、ハロゲン電球2.9%、蛍光灯6%~10%、メタルハライドランプで9%~19%同じ消費電力だが出てくる光の量は光源により違いがある。

次に量としての光の単位。

色々な単位があるが、この中で私たちがよく使うものとしては「照度」ルクスと「光束」ルーメンである。光束はランプの評価をする時、ムービングライト用のメタルハライドランプのカタログ値を見ると、このルーメンという数字がある。光がどれくらい光源から出てきているかということにあたる。

5.1.2 「照度」ルクス

最もなじんだ単位で表記はlxです。ある面に当たっている光の量を

表す。

5.1.3 「光束」ルーメン

光束とは、ルーメンという単位で、LED 電球のパッケージに書いてある。

光源から放射される光を糸のように見立てたもので、たくさんの光の糸が出ていれば、たくさんの光が出ている（明るい）ということになるため、光の糸の密度が濃いとより明るい光源になる。光源＝ランプだが、効率を比較するのには便利である。

5.1.4 「輝度」ニト

モニター画面等の見た目の明るさ「輝度が高い」というような言い方で使われていて、単位は nit（ニト）と言う。これは光源の明るさの度合いを示す単位である。見かけの単位面積から立体角辺りにどれだけの光、光度が放射されるかを表す。

5.1.5 ANSI ルーメン

次に、仕事で最近よく見かけるという単位が ANSI ルーメン。ANSI と書いて「アンシ」と読むが、American National Standards Institute という、アメリカの規格協会が制定した方法なので、ANSI という語源がついた。スクリーンに当たっている明るさを表すのが ANSI ルーメン。値が大きければ大きいほど明るい。

5.2 色温度について

光の性質を表すためにあるのが色温度。一概に白色の光源といってもさまざまあり、全部同じ色味ではない。

白熱電球を調光すると、低いレベルでは光量が落ちて、色合いも赤くなる。レベルを上げていくと光量も明るくなり、色味も白くなり、色温度が変化する。

放電管のスポットの調光はメカニカルシャッターやアイリスで明るさを調整するので色温度は変化しない。また、LEDはこの現象が起きない。

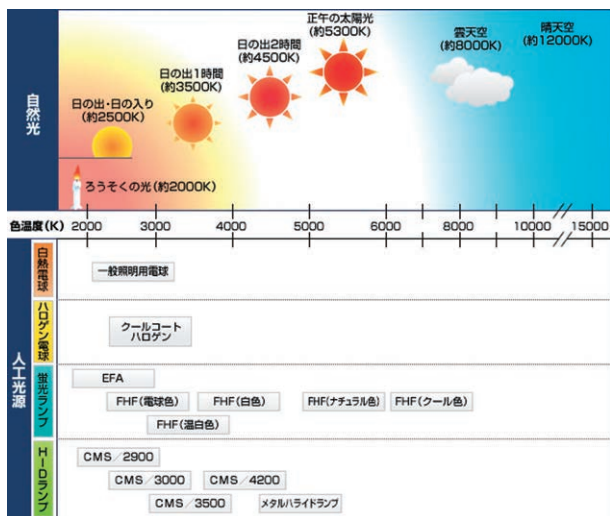
太陽光は、1日の中で変化していく。朝焼け、昼間の明り、夕焼け、晴れや曇り、雨が降っている等で、光の色味は異なる。これが太陽光の色温度の変化である。光源の色味を表すための単位というので考えられたのが、この色温度という考え方である。単位はK（ケルビン）。

ケルビン：絶対0度（ -273°C ）を0度とし物体の温度を推測する。

白熱電球、ハロゲン電球は2,850K、3,050K、3,200Kという3つのタイプがある。

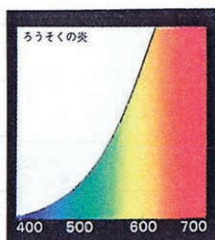
たとえばパーライトのランプ、これは3,200Kである。普通の一般的なハロゲン電球と呼ばれるものが、3,050Kである。ちなみに電球の型番の中にBというアルファベットが入っているものは、ほとんど3,050Kである。テレビのスタジオでは、すべて3,050Kを使っているそうである。

現在ムービングライトでメタルハライドランプが多く使われているが、全体的な傾向としてこの色温度が上がる傾向にある。7,200Kや8,000Kまたは、それ以上のものである。見た目では9,000Kを超える位の色温度のランプが出てきているのではないだろうか。例えばHMI（オスラムの商標）だが、このメタルハライドランプは5,900Kと6,000Kぐらいのランプだが、これとあるムービングライトを一緒に使った。同時に点けると、HMIがピンク色に見えたという経験がある。どちらも白い光なのだが、パッと見た時に人間の目では色温度の低い白い光がピンク色に見える。

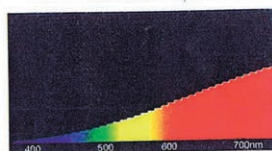


色温度表

たき火・ろうそく	1,900
夕焼け	2,000～2,500 → 朝焼け
家庭の電球	2,800～2,900
舞台のハロゲン電球	3,050～3,200
太陽 日の出一時間後	3,500
お昼	4,500
夏	5,500～5,700
真夏	7,000
中空 (Skylight)	10,000～12,000

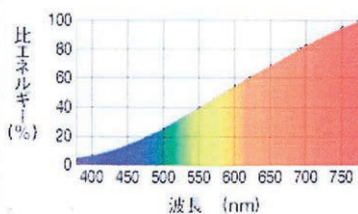
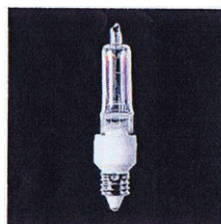


ロウソク



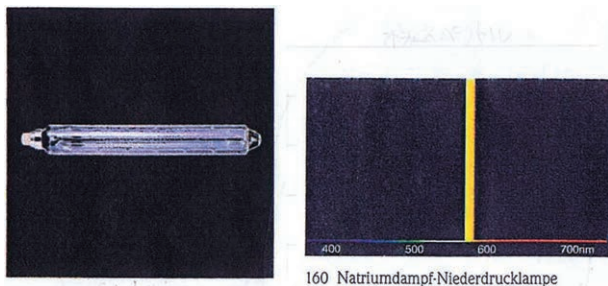
161 Glühlampenspektrum

電球

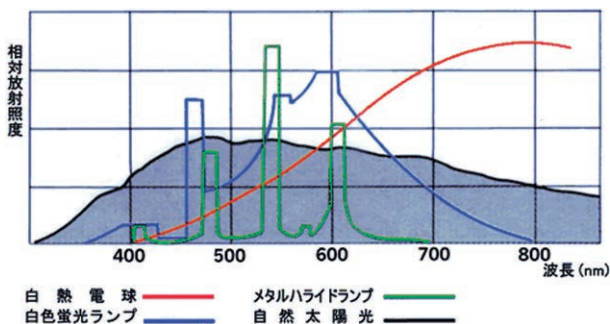


ハロゲン電球

これは、次の講義シリーズ6になると思うが「色」の話につながる。具体的に言うと信号の「青」、緑色なのに「青」と言う。この話をいろいろ調べていくと、もともと日本人は4色しか認識・意識しなかったと



ナトリウムランプ



その他

いう話がたくさん出てくる。それは青、赤、白、黒で「四神」という考え方からきており、青は青龍、赤は朱雀、白は白虎、黒は玄武と、伝説上の動物でも表されている。大相撲の天井にかかっている房もこの4色なのである。それぞれが方角に対応している。青龍、青は東、朱雀、赤は南、京都の一番南にある門は、朱雀門と言う。白、白虎は西。黒、玄武が北である。日本人がもともと持っていた色の感覚・意識をしていた色ということである。

6. 光の三原色

6.1 光の三原色について

光というのは可視光線以外にも含まれていて、キーワードになっているのが「目を刺激して視覚を発生させる」という表現である。裏を返せば「目を刺激して認知するもの」を光と考えられる。

では、色について考えていこう。まずは絵具、塗料、染色などの色についてだ。

6.1.1 絵の具の三原色

絵の具の三原色は赤色、黄色、青色である。

赤色と黄色を混ぜればオレンジ色、黄色と青色を混ぜれば緑色、青色と赤色を混ぜれば紫になる。

3色全部混ぜると黒色になる。

6.1.2 色材の三原色

色材の三原色は Y（黄色 Yellow）、M（赤紫 Magenta）、C（青緑 Cyan）を指す。

この3つの色を加えていくと黒になる。印刷の場合は特別に黒インクを追加して合計4色で実用化されている。代表的なものはカラー写真や印刷などである。

次に、光の三原色を考えていこう。

6.1.3 光の三原色

青（B ブルー）、緑（G グリーン）、赤（R レッド）

このうちの2色の光を混ぜると、

赤 + 青 = マゼンダ（M） 赤 + 緑 = 黄色（Y） 青 + 緑 = シアン（C）

この3色はムービングライトの基本色の3色になる。

6.1.4 加法混色

同じ場所に複数のスポットライト（違った色の入った）を当てる。こうすると同じ場所に光のエネルギーが足されていく。こういった色の作り方を加法混色と言う。

青色の光+緑色の光+赤色の光（光の3原色）を同じ場所（白い面）に当てると白色になる。

光の三原色は俗に言う「色は足せば足すほど白くなる」となる。

例としてはアッパーライトやローホリ等の色の作り方とLEDである。

6.1.5 減法混色の色の作り方

1台の光源に複数の色を被せて色合いを作ること。

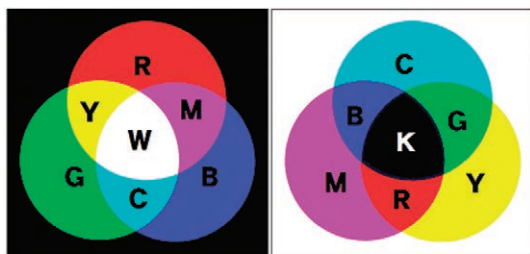
光のエネルギーが複数のフィルターで吸収される。

BGRを重ねると光は通過しない（ただし薄ぼんやりと見える）。

例としては、1台のスポットに2、3枚のフィルターを入れたり、ムービングライトの色の作り方である。

絵の具、染色、印刷などの色の作り方も減法混色になる。

青（B）、緑（G）、赤（R）の光の三原色と、この2色を混ぜたイエロー（Y）、マゼンダ（M）、シアン（C）の3色、この6つの色は全ての基本である。



光の3原色 色の3原色
R:赤 G:緑 B:青 C:シアン M:マゼンタ Y:イエロー W:白 K:黒

光と色の三原色×2

6.1.6 補色

光の三原色は青 (B) と緑 (G) と赤 (R) です。R+B=マゼンダ、R+G=イエロー、B+G=シアンができる。

従って青に対する正反対の180度にイエロー、赤に対する180度にシアン、緑の180度にマゼンダ、がある。それぞれの関係が補色になる。

次に、人間の目について考えていこう。

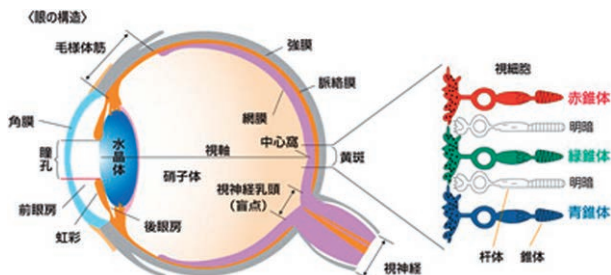
人間の目には錐体という明るさを感じ取る器官がある。この錐体と呼ばれる器官は3種類あり、S錐体（短波錐体）という青を感じる錐体、M錐体（緑錐体）という緑を感じる錐体、それからL錐体（長波錐体）

という赤を感じる錐体がある。

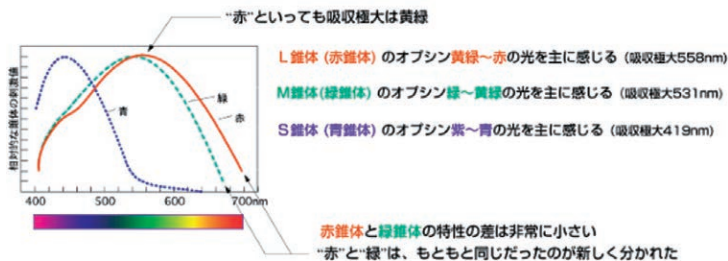
3つの錐体を感じる波長はそれぞれ RGB に対応している。

それ以外の中間色は青・緑・赤の色合いを組み合わせることで認識されている。頭の中で想像しているのである。

目には3つの視細胞があり、ここから光の3原色が決まっている。



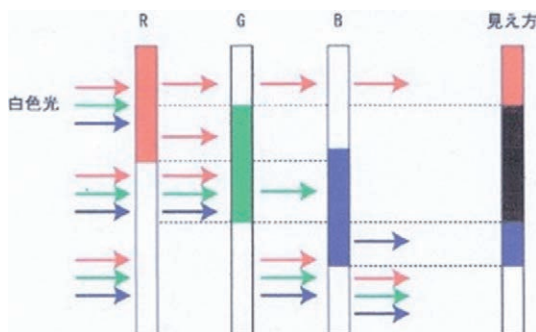
人間の3つの錐体の分光特性



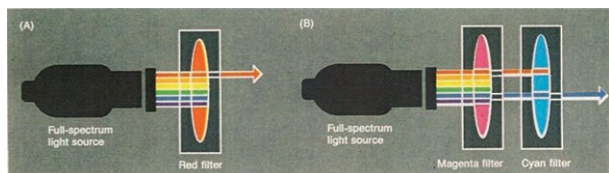
人間の視細胞と錐体

6.1.7 フィルター

今度は、フィルターの話である。白色光（BGR）が赤いフィルターに入ってきた場合、赤を遮るものがないので赤色が通過して赤に見える。赤フィルターを通した時点でブルーとグリーンの光は通過していない。通過していない色の部分は黒く見える。光の通過を拒絶という観点から考えると、赤色は青色と緑色の2つを拒絶している。ところがイエローには青と緑の2色が入っている。したがって、拒絶は赤だけということになる。反対に色の通過を考えればそれ自体が複数の色が入っていると通過できる色も増えることになる。BGRの光の三原色から2色を混ぜたシアン、マゼンダ、イエローの方が有効である。これがCMY（2色の混色）の出てきた理由である。



フィルターの原理

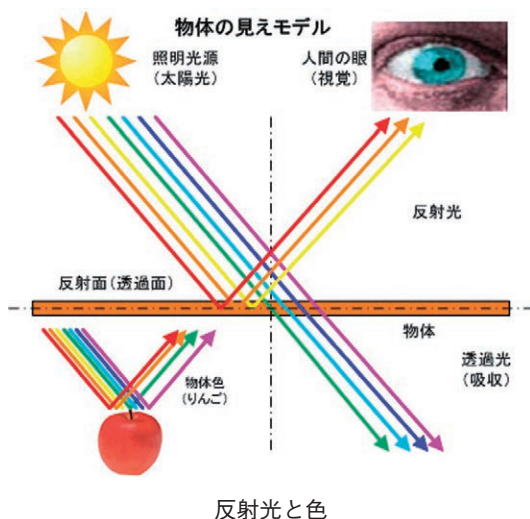


色の通過

6.1.8 反射物

ここにブルー・グリーンの物体があるとする。太陽光線（白色光）が物体に当たり、反射し、人間の目に光が入ってくる。実際にはブルーとグリーンの光だけがはね返り、それ以外の光は全て物体に吸収される。

これが「もの（色）が見える」ということである。



「反射物」それから「人間の目の構造」、この4つが重要な役割をもっている。

7. フィルター

舞台の光に色を付けようという試みは、ローソクやオイルランプを光源とした時代から行われていた。少なくともルネッサンスの頃にさかのぼる。ローソクの明かりを染めるのに、色のついた液体をつめた瓶が使われた。色のついた絹やガラスがオイルランプの前に置かれた。

電灯を光源とした初期には、電球をラッカーで着色した。しかしラッカーは熱のためすぐに色があせたりはげ落ちたりした。それから染めたゼラチンのシートがカラーフィルターとして使われた。色数がたくさん作られ優れた効果を発揮したが、しかしゼラチンは湿気と熱に弱く、シート同士が張り付いたり、熱で色あせたり、破れたりした。使いやすくて丈夫な、合成樹脂製品の登場とともに使われなくなっていった。今日でもフィルターのことを「ゼラ」とか「ジェル」とか言うことがあるのはその名残である。

合成樹脂では Strand Lighting の Cinemoid、Rosco の Roscolene、東京舞台照明のプラステートのようなアセテートセルローズが使われた。しかしタングステンハロゲンランプによる熱の上昇でより耐熱性のあるものが求められた。

今日では、ポリエステルかポリカーボネイトが使われている。

「Lee filter」「ポリカラー」がポリエステル、「Roscolux」がポリカーボネイトを使っている。また着色には、表面にコーティングする方法と材料に染料を練り込む方法がある。

Lee filter 海外メーカーの代表的なもの。色相、色の濃さ、ともに種類が豊富で、特に微妙なニュアンスの色が豊富にある。また新たな要望に応じて、色数も更新している。番号のつけ方がほぼ製造順で、統一性がなく覚えにくい。



ポリカラー 国産の代表的なフィルター。番号のつけ方が色別に整理されていてとても分かりやすく覚えやすい（この番号の付け方は我が国の舞台照明の開拓者遠山静雄氏の提唱によるもの）。

10 番台がピンク系

20 番台がレッド系

30 番台がアンバー系

40 番台がイエロー系

50 番台がグリーン系

60 番台がブルーグリーン系

70 番台がブルー系

80 番台がヴァイオレット、パープル系

となっている。例外はあるが、濃いものから順番に並んでいる。

Roscolux 海外メーカーのもので、Lee と並んでよく使われているもの。これも豊富な色数を誇る。番号は色別に整理されているが、日本のものとはだいぶ違う。

0 番台がサーモンピンク、ストロー、イエロー系

10 番台がイエローとアンバー系

20 番台がレッド系

30 番台がピンク系

40 番台が濃いピンク、マゼンタ、パープル系

50 番台がラベンダー系

60 番台が薄めのブルー系

70 番台がブルーグリーン系

80 番台が濃いブルー系

80 番台後半と 90 番台がグリーン系

90 番台後半がグレイとチョコレート系

100 番台がフロスト

となっている。

フィルターには色を付けるもののほか、色々な目的のものがある。

ディフュージョンフィルター フロストとも呼ばれ、光を拡散 (diffuse) させる。拡散の度合い、仕方によってさまざまなものが作られている。エッジをぼかすのにも固めのものから、柔らかいもの、さらに照射範囲を広げフラットな光を得られるものまである。

色温度変換フィルター (コンバージョン) 光源の色温度の違いを補正するもの。放電灯のような色温度の高いものから、タングステンのような色温度の低いものへ色温度を下げるものと、逆に上げるものがある。下の表にポリカラーと Lee filter のものを挙げる。

マイナスグリーンとプラスグリーン 光源の色の違いを補正するもう

ポリカラー		Lee filter		
A-1	5500°K→5000°K	223	1/8 C. T. Orange	—
A-2	5500°K→4500°K	206	1/4 C. T. Orange	daylight→4600°K
A-3	5500°K→4000°K	205	1/2 C. T. Orange	daylight→3800°K
A-4	5500°K→3600°K	285	3/4 C. T. Orange	daylight→3600°K
A-5	5500°K→3200°K	204	Full C. T. Orange	daylight→3200°K
B-1	3200°K→3300°K	218	1/8 C. T. Blue	—
B-2	3200°K→3500°K	203	1/4 C. T. Blue	3200°K→3600°K
B-3	3200°K→3900°K	—	—	—
B-4	3200°K→4300°K	202	1/2 C. T. Blue	3200°K→4300°K
B-5	3200°K→5000°K	281	3/4 C. T. Blue	—
B-6	3200°K→5500°K	201	Full C. T. Blue	3200°K→5700°K

1つのフィルター。ダイクロイックミラーの登場とともに必要になった。ダイクロイックミラーとは可視光線のみを反射し、熱源である赤外線透過させて、照射面の温度を低減させる反射鏡である。このとき赤の波長帯がわずかに抜けてしまうので、光がわずかに緑がかる。これを補正するのがマイナスグリーンで、見かけは薄いピンク。プラスグリーンは、正常な方をグリーンに合わせてしまおうという発想のもので、見かけは薄いグリーン。これも濃さの段階で何種類かある。

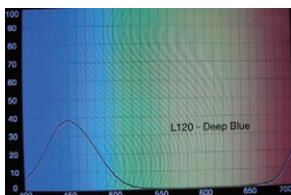
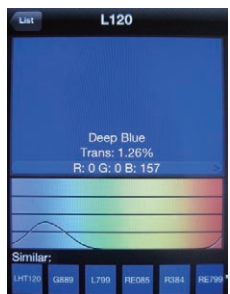
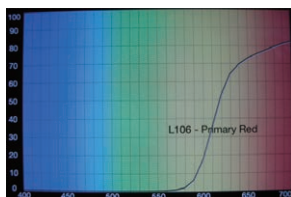
減光フィルター タングステンフィラメントの光源のレベルを下げていくと、色温度も低く変化し赤みが出てしまう。これを防ぐためなどに使われる。減光する割合によって何種類かある。

ガラスフィルター 耐熱ガラスに色をコーティングしたもの、特に長い寿命が求められるところで使われる。

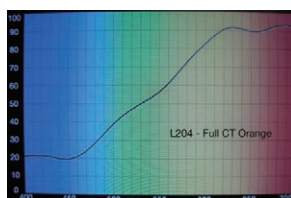
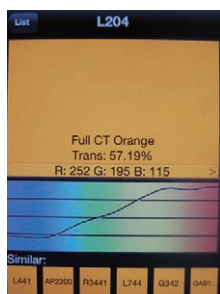
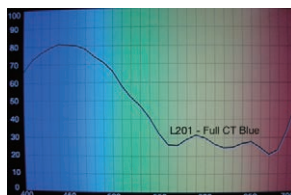
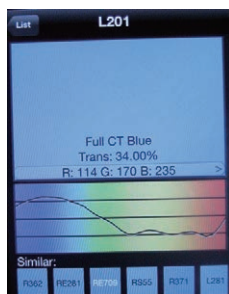
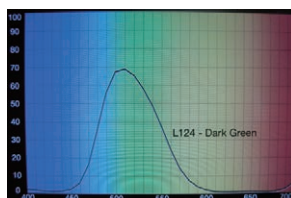
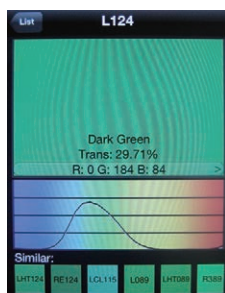
ダイクロイックフィルター ダイクロイックコーティングは特定の波

長の光を反射させて、その他の光を透過させる、つまり透過する色を選べる。これによってさまざまな色のフィルターを作ることができる。見かけはミラーに近い。透過しない色を吸収しないで反射するので、寿命が長い。

iPhone のアプリに Gel Swatch Library というのがある。これは Lee、Rosco、GAM、Apollo のフィルターの見本帳で、(swatch とは見本の布切れのこと) 色の表示ばかりでなく、各色の透過率、RGB と CMY それぞれの割合、分光透過エネルギー分布図、類似したフィルター、補色のフィルター、また放電管を使ったときの見え方なども表示され、比べることができる。RGB、CMY の割合などはムービング器具で色を作るときにも役立つ。



Swatch の表示例



Swatch の表示例

8. スポット

8.1 フラッドライト

フラッドライトとは主に光の反射と拡散、リフレクタを利用し、レンズを使わない灯具である。

フラットと混同されがちだが、フラッドとは「溢れる」の意味で、こちらが好ましい呼称と言えるだろう。

光量は加減できても、光の広がりには調整できない性質で、電球はハロゲン電球を除いてフロスト（内面つや消し）電球を使うのが原則である。

8.1.1 ボーダーライト

レンズスポットライトが普及してから後、作業灯としての用途で使われていることが多いが、舞台を上方から照らす役割りのライトである。複数列ある



場合は吊り物バトンと同様、緞帳に近い順に、第1、第2、第3ボーダーライトというのが一般的で、それぞれ「いちボー、にボー、さんボー……」と呼ばれる。また、プロセニウム・ボーダー（プロボー）と呼ばれ、緞帳前のものもある。また、中ホリゾン幕のある劇場では、中アッパーと兼用になっている場合もある。

8.1.2 フットライト

舞台全体を下から均等に照らすための照明器具で、通常舞台間口に合わせて舞台の前端部の床に溝を設けて取り付けられている。現在では歌舞伎、



日本舞踊などの伝統演劇以外ではほとんど使われなくなった。

8.1.3 ホリゾンライト

ホリゾンライトは、ホリゾン幕を均一に染めるためのライトである。

(1) アッパーホリゾンライト

ホリゾン幕を上部から染めるために吊られているのが、アッパー・ホリゾン・ライト（以下 UHL）で、通称“アッパー”と呼ばれている。

UHL の基本色は空を表現することが多いため、一般的に、#71、#72、#63、#22 という配色でいろいろな時刻、季節、天候を演出している。



(2) ロアーホリゾンライト

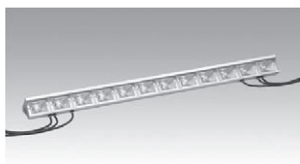
ホリゾン幕を下部から染めるものがロアー・ホリゾン・ライト（以下 LHL）で、通称“ローホリ”と呼ばれている。



通常 LHL の基本色は #72、#59、#22、(#40) の BGR (+Y) で加法混色により多彩な色を表現している。イエローはもちろん BGR で表現可能だが、これが加わることで作業の効率化には大いに役立っているようだ。

8.1.4 ストリップライト

60W～100W の白熱電球を使用し、持ち運びしやすく作られた細長い照明器具で、普通 2 色回路に分けられていて、3 尺（4 灯）、6 尺（6 灯）、9 尺（12 灯）というように器具の長さで呼ばれてい



る。現在では 100W のハロゲン電球を使用して特に細くコンパクトに作

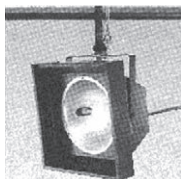
られたものもある。

屋台の欄間の裏に取り付けたり、セットの窓の外の背景や、遠見の切り出しなどを照らすのに使用する。

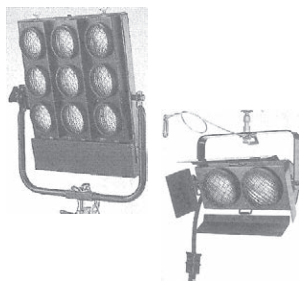
8.1.5 フラッドライト

背景や Horizont の前の床上に置いたり（置き型）、セットやバトンに吊って（吊り型）セットなどを部分的に照らしたりする器具で 200W～1kW のタングステン電球またはハロゲン電球を使用している。

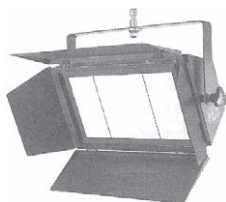
○バンチライト（ボックスライト）



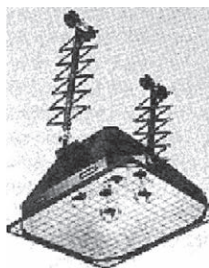
○ミニブルートライト



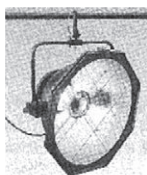
○プロードライト



○スカイライト



○スクープライト



8.2 スポットライト

スポットライトは灯具にレンズをもち、このレンズと光源との関係を変化させることにより照射するビームの角度、光束密度を変えることのできる灯具である。垂直角度（チルト）、水平角度（パン）を調整・固定する機構をもった単体灯具であり、レンズの形状・機能、光源とレンズの関係を調整する機構、光源の種類、電球のワットage・形状等の違いから多くの種類が製造されている。

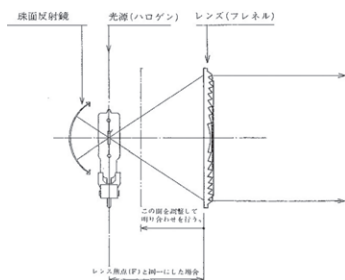
8.2.1 平凸レンズスポットライト

スポットライトのレンズに最も利用されているのは平凸型である。片面が平面で、もう片側の面が凸型の形状をしているレンズで、射照面の輪郭がはっきりしている一般的なスポットライトだ。固定された平凸レンズに対して、ランプと反射鏡を動かし、あるいはその逆の関係で焦点と光束の調整を行う調整機構をもっている。

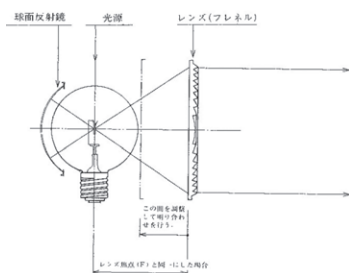


8.2.2 フレネルスポットライト

フレネルレンズは平凸レンズのガラスの量を減らし重量を軽くすると同時に、ガラスによる光の吸収を減らす目的で、灯台などの大形レンズのために開発されたものである。照明器具で一般に使われるフレネルレンズでは同心円の山による光のムラをなくすために、レンズの裏側に格子状や蜂の巣状の裏目加工が施されていて投光面の輪郭がぼやけ、ムラの少ない柔らかい光が得られるようになっている。大劇場で利用される場合は主にプロセニウムの内側で利用されることが多く、舞台では広い面積を高照度で照らすために、複数台を用いてベースライト（地明り）として使われたりしている。



ハロゲン電球



タングステン電球

フレネルレンズスポットライトの光学系

8.2.3 プロファイルスポットライト

プロファイルスポットライトは、ランプと反射鏡との関係は微調整機構を除いて固定された関係にあり、レンズの動きによって、照射面の状態を制御する機種である。ゲートの部分に挿入された二次的な輪郭（プロフィール）を投射できることから、プロファイルスポットライトと名付けられた。

(1) エリプソイダルスポットライト

プロファイルスポットライトの照射面は、均一で、シャープなエッジを作り出すことができる。楕円反射鏡を利用し、より有効に光束を利用しようとしたスポットライトをエリプソイダルスポットライト (Ellipsoidal spotlight) と呼ばれ、プロファイルスポットライトの代名詞的扱いをされている。

(2) プロファイルスポットライトの有効な利用方法

プロファイルスポットライトを利用するにあたって、スポットライトがどの位の照射距離で最も有効に使われるかを考え、その距離でビームの広がり、一番適切なものを選択することが大切である。



(3) フォロースポットライト

プロファイルスポットライトにさらに高度な光学的、機械的設計をほどこしたものを、フォロースポットライトと呼ぶ。ビーム角は 10° 以下 $5^{\circ}\sim 6^{\circ}$ で小領域の狭い照射面を作り出し、演技者などを追跡するのに利用される白熱灯、あるいはアーク灯や放電管灯を利用した高効率のスポットライトを指す。アイリスシャッターとカッター、ダウザーが設置されており、レンズ系にズームシステムの機能が付いている機種もある。



キセノンピンスポット

色温度が高く、高品位な光をもつキセノンランプ（色温度 6000K、演色評価指数 > 95 ）を採用した、遠距離用センターフォロースポットです。

8.2.4 ノンレンズスポットライト

ノンレンズスポットライトは光線が比較的平行で、照射面は投光距離の長短にかかわらず一定なのが特徴である。レンズスポットライトと異なり、光の放射がレンズによって吸収されないのが最も効率の良い投光器と言える。

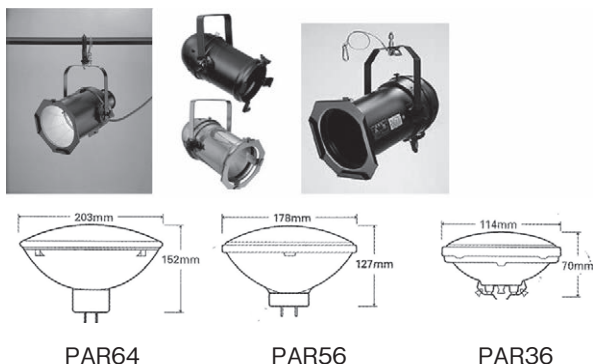
(1) ビームプロジェクター

普通、直径が20cm～40cmの放射面鏡を利用しレンズを利用しない灯具をビームプロジェクターと呼ぶ。普通500Wのものと1,000Wのものが多用され、小型口径の灯具では24V、250Wの低電圧電球を利用して反射鏡にダイクロックミラー（dichroicmirror）を利用したものがある。



(2) パーライト

パーライトとはParabolic Aluminized Reflectorの略称で、ハロゲン電球をシールドビームに組み込んだ電球で、電球内に反射鏡が組み込まれており、電球前部が簡単なレンズになっているものである。照射面の広がり調整はランプの交換によってのみ可能で、照射面のサイズはベリーナロー、ナロー、ミディアム、ワイドの4サイズがある。



9. 知っておきたい電気理論

照明家として現場ではどの程度の電気知識が必要なのだろうか？ 現場の環境にもよるが仮設で調光システムを組む必要がある場合は特にシビアな電気知識を必要とする。コンセントにプラグを挿すだけでも明かりは点くが、私たち照明家はさまざまなシーンで複数の異なるスポットライトをコントロールする必要がある。電気を扱う私たちは電気の特性を知ってこそ有効に安全に扱うことができるのである。

ここでは実際の照明現場に必要な電気知識を中心に解説していく。

まずは、どこから電気を供給してスポットライトを点灯するのか。通常の劇場やホールでは調光用コンセントが設備されているので問題はないだろう。必要なのは1つの回路にどのくらいの負荷をかけられるコンセントなのかを事前に調べることだ。ホールによってシステムが異なるので確認が必要である。また 200V 機材が使用できる環境か否かは使用する機材選定にも関わることとなる。また最近では LED 照明機材、ムービングライトが頻繁に使用されるが、現場で使用する場合は調光制御されていない直電源が必要となる。現場の設備に直電源コンセントや仮設電源盤がない場合はジェネレーターの持ち込みを考えなければならない。ホール設備側もこのような風潮を考慮してこれからの電気設備、電源盤の増設や供給するコンセントの形状など乗り込みの照明スタッフが使用しやすい環境を作っていかなければならない。電源用差込接続器(カムロック = 97p 写真参照)が取り付けられている電源盤も多く見られる。簡易に安全に施工できるため、これからも多く普及していくであろう。

9.1 電源方式について

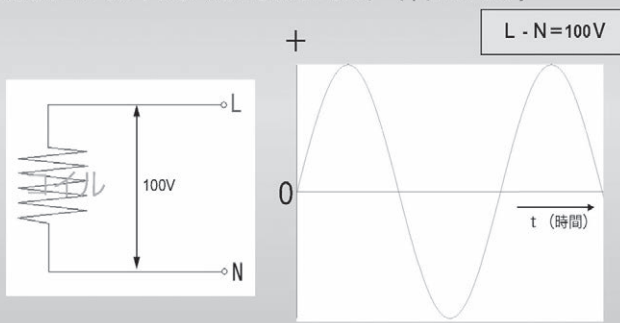
まずは簡単で身近な平行コンセントである。最近はアース付きの3Pタイプが多くなった。長いほうの穴がコールドエンド、短いほうの穴がホットエンドという。一番下の鎌倉型の穴がアースということになる。コールドエンドが接地されていることになり、機器側のプラグに白線があれば、こちらをコールドエンドに挿すことが正しい利用方法である。スポットライトを使用するときに頻繁に必要な計算式だが消費電力(Wワット)＝電圧(Vボルト)×電流(Iアンペア)たとえば500Wのフレネルスポットを平行コンセントの100Vで点灯した場合は5Aの電流値が計測されるということである。このコンセントの元のブレーカーが15Aのブレーカーである場合は500Wのフレネルライトは3台までで目一杯ということになる。それではホールや劇場ではどうだろうか？ 使用するコンセントの容量に従い、1回路当たりのスポットライトの台数に限りが出てくる。これを考慮しながらデザインを考えていくことになる。また、ホールや劇場の電源盤を使用するときは電源方式と使用できる限度を把握することにより、機材をどの程度使用できるかがわかることになる。ここでは、わかりやすく4つの電源方式で説明するが、日本のほとんどのホール、劇場では演出用の電源盤では下記に説明する電源方式が設置されている。

① 単相2線……これは家庭用でも使用しているコンセントである。

100Vが使用できる。壁コンセントとよく呼ぶが、複数のコンセントが同じブレーカーから分かれている場合が多いので、演出用で使用する場合は系統図などで確認が必要となる。15Aのブレーカーの場合は1,500Wまで使用することができる。

単相2線

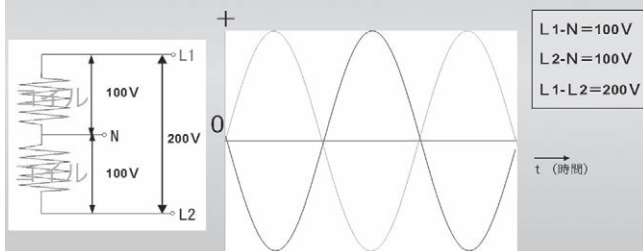
家庭用のコンセントによく用いられています。(平行コネクタ)



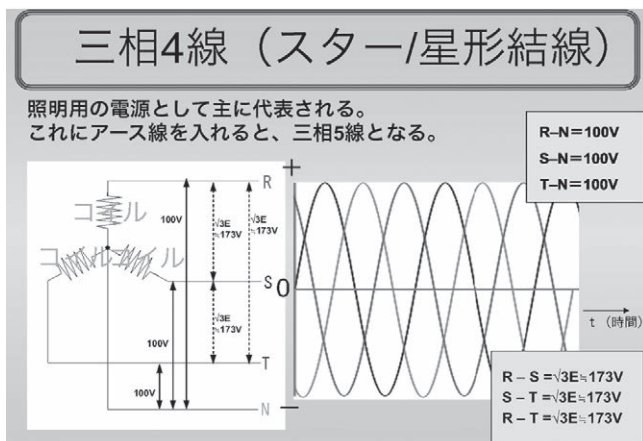
- ② 単相3線……100V と 200V が使用できる。200V 機材を使用したい場合に便利な配電方式である。たとえばブレーカーに 100A の表記があれば 20kW まで使用できる。

単相3線

位相が中性線を境に 180° ずれた電源が2つ存在し
L1,L2側の電流差がNに流れます。



- ③ 三相4線……100V は使用できるが 200V は使用できない。100A の表記があれば 30kW まで使用できる。



ここで、上記の3種類の電源方式の容量計算についてまとめる。

まず①の单相2線はニュートラル線1本と電源線（ライン）が1本の合計2線で構成されているので100A ブレーカーであれば電源線が1本なので10kW。

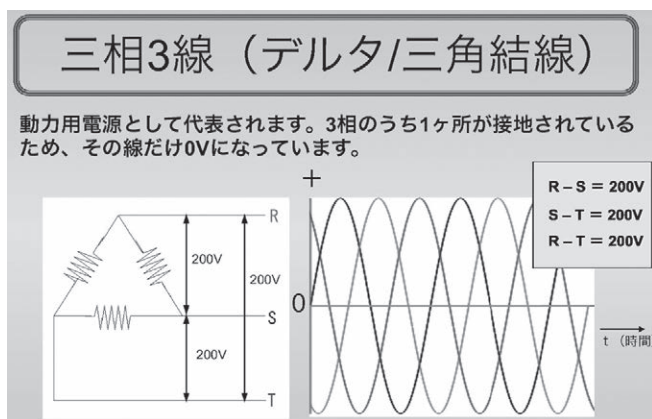
②の单相3線はニュートラル線が1本と電源線が2本の合計3線で構成されている。100A ブレーカーであれば電源線が2本なので20kW。

③の三相4線はニュートラル線が1本と電源線が3本の合計4線で構成されている。100A ブレーカーであれば電源線が3本なので30kW。

いずれも容量いっぱいまで使用するには、各電源線に均等に負荷をかけなければ不安定になり、電圧降下を引き起こす可能性もあるので事前に演出調光するスポットライトの使用するスケジュールに合わせて調光ユニットに割り振る作業が必要である。現場では入れ込み表としてユ

ニット一つ一つにどのスポットライトを入れ込むのか表を作成し、現場でそのとおりに入れ込む作業でバランスを維持することになるが、コンサートなどではさまざまなシーンを作成するため、いつも均等に負荷が掛かるとは限らない。そのため、バランスが崩れた場合にはニュートラル線に電流が流れ全体的なバランスを取ることになるが、あまりにもアンバランスにならないようスケジュールすることが重要である。

- ④ 三相3線……動力電源と呼ばれ 200V が供給されるが使用電圧 200V の照明器具に電気を供給する電源は、三相3線 200V の電源を使用しないことと演出空間仮設電気設備指針で示されている。使用できる電源は単相3線かスター結線の三相3線である。200V 電源がない場合は変圧器の設置が良いだろう。



以上、主な配電方式を紹介したがさまざまな形状や表記の分電盤が存在するため、使用する場合は事前の確認が必要となる。確認する場合は必ずテスターでの電圧確認をお勧めする。

9.2 周波数について

現在の日本では2種類の周波数で電気が作られている。周波数には1秒間に極性の周期（振幅数）が50Hzと60Hz（50回と60回）の2種類ある。大きく分けると日本の東側は50Hz 西側が60Hzで分かれている。調光ユニットなど切り替えが必要な機器に関しては使用地域に合わせて切り替えが必要となる。

9.3 直電源について

最近はLED照明が多く使われるようになったがLEDに供給する電源は純直電源と私たちがよく言うが、調光ユニットを通らない電源が必要となる。LED照明をホールや劇場で使用する場合は純直電源の有無も確認が必要である。最近ではサスペンション等に常設してある親戚な劇場も多く見られる。

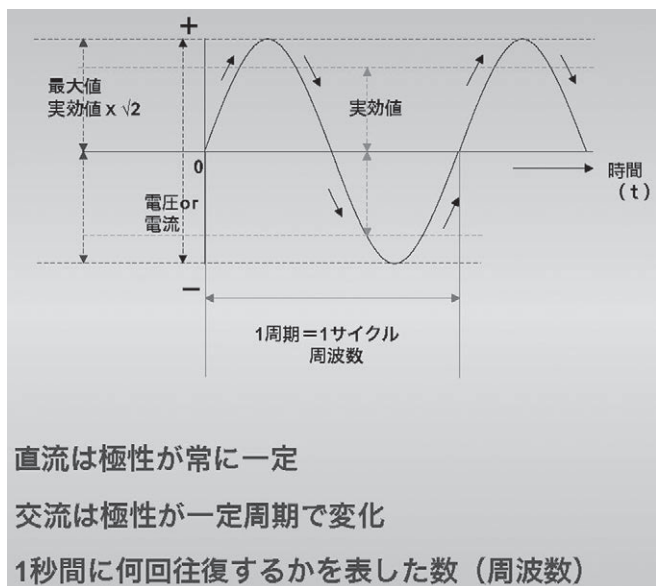
9.4 力率について

ここで力率について説明する。炭酸の飲み物に例えると、上部の泡は実際には使われない、いらぬ電力（無効電力）液体部分は実際に使われている電力（有効電力）、電気で言う力率は、泡と液体の実際に飲む部分の割合となる。機器によってさまざまな力率の割合がある。電球などの電熱線などはほぼ100%有効電力で消費されるがLED機器などは力率も関わってくるので消費電力の数値を確認して使用することをお勧めする。

9.5 交流と直流

さて、交流と直流は何が違ふのだろうか。直流は極性（+・-）の大きさと方向が常に一定であるのに対し、交流は時間とともに、極性（+・

一) の振幅（正弦波）が一定の周期で変化して流れる。この交流の性質を1秒間に振幅（正弦波）の+から-まで0点に来るまでを1周期として、何回往復するかを表した数が周波数 f (Hz: ヘルツ) と呼ぶ。



一般に、使用している壁コンセントや分電盤は交流で送られている。直流は電池やLED電球などで使用されている。なぜ、一般的に交流が多く使われているのだろうか？ 交流は変電が容易であるというメリットがある。発電所から送られてくる電気は高い電圧で送られて来るため、多くの電気を電線で送ることができる。送られた電気は各変電所で電圧を下げて施設や家庭に送る。高い電圧で送電すれば細い電線で送ることができる訳である。これが交流のメリットの1つとなる。舞台照明でも100V～200V どちらでも駆動できるユニバーサル機器が使われているが

200V で使用した場合は電流値が低くなるため、供給する電源ケーブルも細いケーブルで済むメリットがある。

単純に比較してみよう。

- ・2kW 消費するムービングライトを 100V で使用する。ケーブル内の電流値（アンペア）は 20A 流れていることになる。
- ・2kW 消費するムービングライトを 200V で使用するとケーブル内の電流値（アンペア）は 10A 流れていることになる。



機器側も電流値が低く済むため、負担が小さくなるとも言われている。200V 電源は電圧が高いため準じて危険度も高まる。漏電や施工ミスによる事故を回避するためにもアースを確実に取ることが重要である。200V 電源を供給するシステムを考える場合にもアース付きの 3 芯ケーブルが末端まで使用されているか確認が必要である。また事故を防ぐためにも現場での 200V コンセントの形状を D 型コンセントに統一する工夫も必要だと考えられる。

また、クランプテスター、絶縁抵抗計など計測機器の正確な使用方法

を知ることも重要である。幹線の電流値測定や漏電チェックなど通常のテスターには計測できない機能があるので現場には必ず常備することが望ましいと考えられる。

ここまで基本的な電気知識を記したが、特に仮設現場ではさらに応用した電気知識が必要となる。照明デザインを現場で安全に実現するには正確な電気知識を身につけることも必要となる。

10. 調光器の歴史

設備～装置～器～卓 時代によってその呼び名も変化していく。

10.1 オートトランス

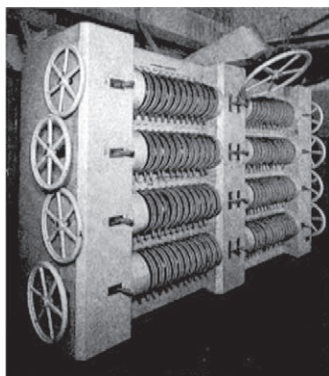
そもそも明かりの調整というのは、どのようにすれば可能なのだろうか？ 家庭の明かりを考えればわかることだが、電気が通れば明かりが点き、電気が止まれば明かりが消える、というのが基本にある。もちろんオン／オフだけでは調光しているとは言えないが、オンとオフの間を滑らかにつなぐことで、卓ではさまざまな明かりを演出しているわけである。では、オンとオフの間を滑らかにつなぐとは、どういうことだろうか？

このことを説明するために、古いタイプの調光卓を例に考えてみよう。もともとの調光卓は、変圧器がいくつも集まったものであった（これをオートトランスと呼んでいる）。灯体に送る電圧を調整することで、調光をしていたわけである。この方式だと、2kW を制御するのに一辺が50cm 程度の大きさの変圧器が必要なので、それが多数あることになり、非常に大がかりなものであった。でもシステムとしては、手許で電圧を変動させることで調光をするという、非常にわかりやすいものではある。

オートトランス調光設備は現在のフェーダーに匹敵するドラム状のレバー、そこからワイヤーが各トランスをゼロ～フルさせる。1つのトランスに1つのフェーダー。横12本4段つまり48chという仕組みである。それぞれのフェーダーにクラッチなるものがついていてこれはロック金具とも言おうか？ これをかけてモーターもしくは手動でまわすとつきたい明かりがつくというシステムで、オペレーターは3人～4人位で作業をしていた。

パッチについて SCR 調光装置の強電パッチに非常に似ている。いや SCR 調光装置がオートのパッチからの流れが正解である。1つのフェーダー側に3~4の穴状の受け口があり、そこに灯体側のケーブルを刺していくパターンである。

この方式の調光設備は昭和初期から40年くらい続いたそうである。

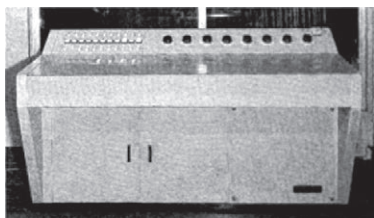


オートトランス調光設備

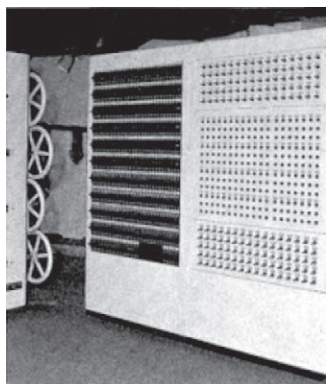
10.2 強電パッチ方式

オートトランスが進化して、トランジスター制御になったのが SCR 調光装置（サイリスター）である。これは現在の卓の原型とも呼べるものである。

トランスで100Vを変化させていたものをトランジスターで変圧できるように、小型軽量化となり、スライドボリューム（フェーダー）の登場となった。



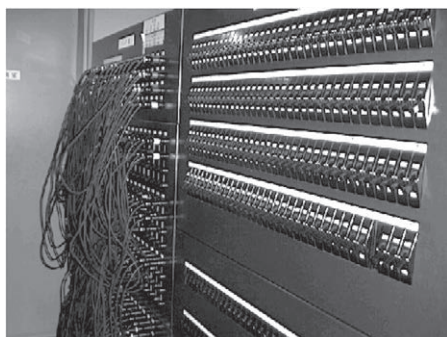
操作盤



オートのパッチ盤

10.2.1 クロスフェーダーの登場

たとえば100本のフェーダーが横に並び、その並びごとと縦列に3段以上のフェーダーが並んでいる状態。これをプリセットフェーダーと呼び、2本のクロスフェーダーに横列ごとに選択して全体の明かりがついていく方式



強電パッチ

である。また、このクロスフェーダーは2本フェーダーがお互いに逆方向についており、2本を一遍に上げると1本目のフェーダーはだんだんと明かりがついていくが、もう1本のフェーダーはだんだんと消えていくようになっている。なにがすごかって7段のプリセットフェーダーがあるとする、事前に7シーンの明かりを作っておき、使いたいシーンをその都度呼び出すことができる優れたもののマシンになっていった。しかし、まだまだ一人ではオペレートできず、組み手という存在が必要になり、終わったシーンをはらい新しいシーンを組むという方法になっていった。

パッチの方式としてオートと変わらず1本のフェーダーに対して3kWや6kW分しか入らない状態である。

パッチ盤は1つのフェーダーに対してたいがい4つほどの穴がついていて、そこにたとえば1サスの1のケーブルをさしていく。この穴に合計で3kWや6kW分がいれられる。これは直接SCRに行くのでこのようなかたちになる。強電パッチシステムは調光盤と調光卓が近くになるとケーブルの量が膨大になるため調光室もフロント室の近くが一般的に

多いのも事実である。

10.3 アナログ信号方式

仕組みとしてはちょっと難しくなるが、SCR の交流用のトライアックというものが使用されるようになり、トライアックを動かすトライアックによりゲートに電圧（0V～10V の直流）をかけることで電気が流れる仕組みとなり、一遍にたくさんの灯体を調光できるようになった。この 0V～10V の直流信号をアナログ信号と呼び現在も使用されている。この方式により卓と調光盤の分離が始まったといってもよいであろう。つまり 0V～10V の直流信号なので 1 本の電線の太さも非常に細く 0.3mm 程度でも十分対応できて、親指の太さのケーブルで 48ch 分も制御できるようになった。

プリセットフェーダーは表面的にはあまり変わらず、卓上で 120 本 3 段で背中に 120 本 4 段になったが、やはり組み手は必要であった。アナログ信号方式で一番の変化が、パッチシステムである。いままではパッチコードに使用している電流がそのまま流れていたのだが、直流の 10V でトライアックが動くようになったのでコンパクトになり、このケーブルをのぼすことで調光卓も客席の中央や客席の後方の調光室に移動できて舞台をセンター正面から見られるようになった。

この時代頃から調光盤がユニットとしてコンパクトになり持ち運びもでき、仮設現場での対応も迅速になってきた。アナログパッチで面白いのはパッチボックスで、たとえば横列にチャンネルフェーダーの穴が（直径 2mm ほど）2 穴～3 穴あり、その横にユニット側の穴がユニット分ありバナナプラグ（オスーオス）のパッチコードで結線することによりパッチができた。点灯チェックは 9V の乾電池 006P でできたことに感動した。またこの頃からサブマスターが少しずつ出現してきた。

ここから DMX への流れとなっていくのだが、各メーカーごとに独自のデジタル信号が出現していくが、各社との互換性がなく一番の互換性をもつ DMX となっていく。

10.4 デジタル信号方式

ここまで紹介してきたのはいわゆるアナログ卓と呼ばれるもので、調光卓とユニットの間には 0V~10V の直流信号が流れていて、それによって明かりの制御がなされていたわけである。この方式の欠点としては、1つの灯体に1本のケーブルが必要であり、どうしてもケーブルの引き回しなどで制限が出てしまった。それを解消したのが DMX というデジタル信号の登場で、非常に少ない数のケーブルで調光が可能になった。

大きな変化としてパッチシステムとメモリーシステム、そして外部記憶の呼び込みがある。パーソナルコンピューター（以後 PC と表記）の環境も強化されシミュレーションシステムの飛躍もすばらしいものになっていった。

DMX は Digital Multiplex の略で、もともと EIA485 規格で業務用コンピューターの信号で1本のケーブルにつき 512ch 制御できて最大約 450 m まで可能である。それ以上のばす場合はバッファが必要になるが、いわゆるスプリッターで対応できる。

ユニットはいままでの 0V~10V の信号により灯体の点滅、卓はその 0V~10V を出しているわけだが、まず卓から出る信号をアナログからデジタルに変換するために、A/D コンバーターを搭載して、それをデジタルパッチシステムを通してパッチをして、今度は D/A コンバーターを搭載したユニットにつなぎランプを点灯させる。パラメーター表示となりどこの DIM（ユニットナンバー）がどこの ch（フェーダー）に入っているか一目瞭然となった。進化はどんどん進んでおりコンバートせず

に卓からいきなりデジタル信号がでるようになるというよりは、もともとコンピューター信号なので、卓をコンピューターにすればよいわけである。ユニット側もしかりで、コンバートはせずにトライアックを動かすトライアックが、いままでアナログ信号を受けるものからデジタルで動くフォトトライアックを採用したため、コンバーターはなくても良い状態になった。かなりユニットコストダウンにもつながったと思われる。

そんなユニットの出現でアナログ信号を受けないユニットもでてきている。

卓がコンピューターになったおかげで、シーンメモリーは豊富にできてストックも簡単にでき、ムービングライトのデバイスなどもストックできたり、インターネットでデバイスをダウンロードもできるようになった。

このような環境からシミュレーションシステムも進化をして自宅にしながら一人コンサートができるまでになった。

10.5 ホール調光卓

基本的に全部の灯体がつながれていて、フェードイン／フェードアウトなどのさまざまな制御をフェーダーなどで行うのが、調光卓である。メモリーコントローラーとも呼ばれている。あるフェーダーを上げればブルーの灯体が点いたり、別のフェーダーを上げれば赤の灯体が点いたり、そういった操作を行うのが、調光卓の役割である。また、調光卓と灯体の間にはユニットと呼ばれる機械があるのが普通である。フェーダーのことをチャンネル（ch）ともいう。

まずは実際にどんな使い方を見ているかを見てみよう。

10.5.1 フェーダーの役割

ホールにある調光卓は、フェーダーが80本～100本くらい1列に並んでいて、しかもそれが3段～7段用意されている。ここではわかりやすく、80本で3段のものを例にして考えてみよう。

注 1 フェーダー (1ch) を1本と呼ぶ。

フェーダーの役割は、先ほど少し述べたように灯体のオン／オフ制御である。フェーダー位置が一番下の位置なら灯体は消えていて、それを上げていくに従い徐々に明るくなり、一番上の位置で明るさがフルになる、そういう仕組みである。

では、フェーダーで操作する灯体はどのようにして決めるのだろうか？ これにはパッチが密接にかかわっているのだが、ここでは簡単に調光卓でユニット番号を決められる”と覚えておいて欲しい。つまり調光卓のパッチで、“この灯体は○番のフェーダーで操作する”というのを決められるわけである（これを“パッチ作業”と呼ぶ）。

極端な例を言えば、すべての灯体を1本のフェーダーに割り当ててしまえば、そのフェーダーのゼロ～フルで全部の明かりを一辺に制御できることになる。もちろん実際にはそんなことはせず、同じ色を出す灯体をまとめるなどして、フェーダーの組み合わせによりさまざまな明かりを作れるようにしている。たとえば、フェーダーの1と2と4を上げるとブルーの舞台になり、5と6と7を上げると赤い舞台になる、といった具合である。80本なら80本のフェーダーを自在に使い、望み通りの明かりを作るのがここでは重要な課題となる。

10.5.2 実際の使い方

さて、例として80本のフェーダーが3段ある調光卓で説明しよう。なぜ80本のフェーダーが3段あるのか？ 各段のフェーダーは、それぞれ同じ灯体を制御している。つまりは全く同じものが3段あるわけで、素人見ではムダに思えてしまうかもしれない。でも、実はこれが非常に

重要な調光卓の機能だったりする。というのは調光卓では、たとえば1段目で赤い舞台を作っておき、2段目でブルーの舞台を作っておいて、この2つを変換するということが簡単にできるのである。

そのために用意されているのが、クロスフェーダーである。望みの段を2つ選択しておけば、その2つの段の変換がここで行える。

実際の使い方としては、1段目、2段目、3段目をまずは順番通りに作っておき、役目が終わったら順々に次の明かりを組んで待機する、という感じである。したがって、明かりを組む人、クロスフェーダーを操作する人、あおりでフェーダーを2本くらいカチャカチャいじる人と、何人か共同で卓をオペレートすることになる。

また、最下段にあるサブマスターでは、各段で作った明かりをメモリーすることができる。今の例で言えばブルー舞台をメモリー1に、赤舞台をメモリー2に……というように、メモリーしていく。そして、必要なときにサブマスターのフェーダーを上げていけば、フェーダー1本で明かりが再現できるわけである。リハーサルがしっかりとできる場合であれば、これは有効な使い方である。

調光卓にはさらに、GO/NEXT ボタンも用意されている(僕たちは“行け行け”などと呼んでいるが)。これもメモリー機能を使って、各段で作成した明かりに番号を付けて記憶させていく(メモリー数は1,000程度まで可能)。たとえば、ブルー舞台は001、赤舞台を002……といった調子である。そして、GO(現在のシーン)とNEXT(次のシーン)を呼び出しておいて、クロスフェーダーで変換していく。リハーサルで、順番通りに明かりが作られた場合にはこのパターンで返していくことが多い。

操作の方法は主に上記の3つであるが、それぞれに特徴がある。とっさに変更できるのは3段のフェーダーであるし、ある程度融通が利くの

はサブマスター、しっかりとやろうと思えば“行け行け”といった感じだろうか。昔気質の人であれば3段のフェーダーがやりやすいし、使い分けはさまざまである。また、1つの出し物の中でも、“この曲のサビはわからないからサブマスターで！”とか“次にやる曲は初めてだからとりあえずブルーとアンバーで組んでおく”など、臨機応変に使い分ける。まあ、全部の機能を使うとかなり頭が混乱してしまうのは確かだが。それと、調光卓に関してはなかなかとっさに対応できるものではないので、明かりを組んでおくのが基本ということは言っておきたいと思う。

ちなみにホール用の卓は丸茂電機、松村電機、東芝ライテック、パナソニックなどの国産製品がほとんどである。

10.6 仮設用調光卓

仮設用の卓はたいがいフェーダーは2段で、あとはサブマスターとマスターが用意されているのが一般的である。フェーダー部分はたいいてい、プリセット1、プリセット2と呼ばれている。12ch～90ch いろいろなあり24ch、36ch、48ch、60ch、90ch などのタイプがある。

これをサブマスターにメモリーしていくのだが、サブマスターのメモリー数が1,000 以上という場合が多いようである。サブマスターはプリセット段で作られたシーンを1本のフェーダーに記憶（アサイン）できる。実際、音楽に合わせて調光するときイントロがサブマスター1、サビがサブマスター2という風にしておけば2本のフェーダー操作でシーンの変化ができることになる。

また、このタイプで特徴的なのが“チェイス機能”である。これは自動的に複数の灯体をコントロールする機能で、たとえば灯体Aが点いてBが点いてCが点いてDが点いてというような一連の動きを、メモリーしておくことができる。コンサートなどで見かける複雑な点滅など

はシーンごとに手でフェーダーを上げるのではなく、チェイス機能を使うことが多い。

チェイス機能はいわゆるホール用の卓にもあったりするのだが、使い勝手は仮設用には及ばない。たとえば、変化のスピードをリアルタイムで調整できなかったり、チェイスを実行しているときはサブマスターを実行できないなど、融通が利かない面が多々ある。仮設用のチェイス機能は千鳥にするのも簡単だし、スピード調節などもリアルタイムで簡単にでき、非常に便利である。そういう意味では、現場サイドの考えの方が反映されていると言えると思う。

10.7 ユニット（調光盤）

ユニットはディマー、またはディマーパックとも呼ばれるが、調光卓と灯体の間に入る調光器のことである。一般的な例としては、調光卓とは DMX ケーブルで、灯体とは電源ケーブルで接続される。また、ユニット自体の電源はブレーカーから供給されるのが普通である。

実はユニットの中には、前項“調光卓の仕組み”で解説した SCR やトライアックが入っている。要は卓を操作した情報が DMX 信号で送られてきて、ユニット内でそれを 0V～10V の信号に変換し、灯体を制御しているわけである。

10.8 接続方法

実際の接続方法だが（図 1）、フロント面にミニ C などのコンセントが出ているので、そこに灯体の電源ケーブルをつなぐことになる。コンセントの数が 12 なら 12 チャンネル、36 なら 36 チャンネルというように呼んでいる。またユニット同士を接続したり、卓とユニットを接続する、DMX 信号とアナログ信号の入出力端子もフロントには装備されて

いる。フロント面にはほかに、DMX アドレスを設定するためのスイッチがある。また、電源はブレーカーとはボルトやカムロックで接続するが、その際は主に 38φ~60φ の幹線が使用されている。

★接続端子はリアにある場合が多いがフロント面の下段にある場合もある。

10.8.1 電氣的な知識

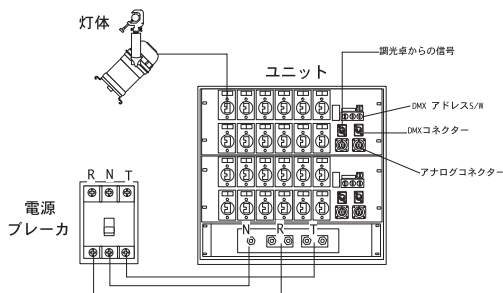


図1 接続方法

灯体は電気を使うものなので、照明スタッフも最低限の電氣的な知識はもっていたほうがよいだろう。現場では、100V でアンペア数がわかっているだけで、それが何ワットなのかがわかり、ほぼ OK である。

$$100V \times 10A = 1000W \text{ (1kW)}$$

ただ、プランを考えたりする場合は、灯体の数や消費電力を考慮して、全体で何アンペア必要なのか。容量のことも考える必要が出てくる。

というわけで、ここで簡単に電気について解説しておこう。電気というのはもともと、変電所からは 6,600V という高電圧で送られてくる。これが電信柱の上にある柱上トランスで 100V に落とされ、各家庭などに送られているわけである。変圧自体は電磁誘導を利用して行われるの

だが、トランスの中にあるコイルの巻き数に応じて電圧が変化するという、交流ならではの現象を利用しているわけである。単相3線の場合は、R相とT相、そしてN（ニュートラル）からなり、この3本の線で100Vが2回線取れるわけである（図2）。ムービングやピンスポット、映像のプロジェクターなどは200Vで動作するのだが、そういった場合はRとTで200Vを取り出すことになる。なお、RとTは周波数に応じた周期で電圧が変動していて（日本であればフォッサマグナの東側が50Hzで西側が60Hz）、Nにはほとんど電圧がかからない状態である。

ブレーカーからユニットまでは単相3線で電気が送られていることが

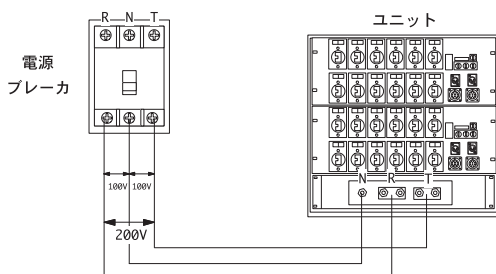


図2 単相3線

多いが、ユニットと灯体の接続で重要なのは、電気のバランスを取ることである。R相とT相の双方で同じ電流が取れていると、Nが常に0になるわけだ。これがバランスの良い状態である。逆にバランスが悪く、片方の電流だけが増えているとNが浮いた状態になってしまい、容量オーバーでブレーカーが飛んだりしてしまう。たとえば100Aのブレーカーであれば10kW取れるわけだが、バランスが良ければ12kW～13kWでもブレーカーは落ちない。でもバランスが悪く、片方が0Wで片方が10kWだったりすると、割と簡単に落ちてしまう。そ

ういうことを考えて、灯体をつなぐ必要がある。

また、劇場によっては供給される電気が三相4線方式の場合もある。この場合は、NとR、S、Tそれぞれの間では100Vが取れ、R、S、Tを組み合わせた場合は175Vを取ることができる。もちろん、三相4線方式で電気が供給されている場合もバランスを取る必要がある。

ブレーカーとユニットの接続は照明チームが行うので、重要なのはどういった方式で電気が送られているのかを把握しておくことである。そうして、灯体に対して正しい電圧で電気を供給するために、接続間違いに気を付ける。もちろん電気のバランスを取ることも重要だし、電気に関してはうっかりミスが命取りになるので、注意が必要だ。

ユニットの電源をとる上で簡単に容量とケーブルの太さについて話そう。単相3線の100Aのブレーカーから取る場合1つの相が100A(10kW)取れるので10K以上電流を通せる物でなくてはならない。そうでないと燃えてしまう。100Aなら22φ以上のケーブルが必要である。以下に許容電流の表を示す。

22φ 130A まで通常 100A 用 (10K)

38φ 178A まで通常 150A 用 (15K)

60φ 251A まで通常 200A 用 (20K)

100φ 324A まで通常 300A 用 (30K)

150φ 413A まで通常 400A 用 (40K)

200φ 479A まで通常 450A 用 (45K)

知っておくと大変便利だ。ちなみにこの太さはキャブタイヤケーブルの規格である。ケーブルは材質により許容電流があるので、要注意だ。

11. 「安全」な作業

「安全」とは、日本国憲法第 25 条第 1 項においては「すべて国民は、健康で文化的な最低限の生活を営む権利を有す」と定められている。

この健康を含む人権尊重の理念こそが、まさに「安全」の理念であり、労働の場において、あるいは就業の場において、生命や健康に被害を受けることは、その家族を含めた人道的な観点から決してあってはならないことで、この人権尊重の理念を具体的に実現するために潜在する危険性および有害性等の要因排除を行い、災害・事故が発生しない快適な職場を作る総合的な努力をし続けることによって「安全」を維持することである。

もし、「安全」をおざなりにした結果、災害（人身に及ぶこと）や、事故（人身に及ばないこと）を起こしたりすると、取り返しの付かないことになる。

特に私たちの仕事場では、ちょっとした作業のミスが観客をも巻き込んだ災害や事故になりえることを充分考慮しなければならない。

11.1 「安全」への取り組み

私たちの業界では、災害や事故の多くは仕込み時間に集中している。

私たちの作業の性質上、いくつかの業種が同時に作業を行い、組み合わせないと成り立たない。こうした混在作業では少しのミスが関連作業の遅れや作業変更など、時間を費やすこととなり、結果“ヒューマンエラー”を引き起こす原因にもなっている。業界の災害や事故の 85%～94%は“ヒューマンエラー”である。このヒューマンエラーを 0 にすることは難しくとも減らすことは可能である。

災害や事故を減らすために、いろいろな取り組みをしていると思うが、

最も基本となることの1つが「そこに係わるすべての人が安全衛生活動に心がけ、段階的に安全衛生水準向上を図ること」である。現場の安全衛生責任者は、常に危険予知と早めの予防対策の実施に心がけ、作業者の安全に留意しなくてはならない。

私たちの仕事は、見る人たちに『夢や感動・希望』を与えることでもある。そこで働くひとりひとりにも夢や希望がある。いずれの人の『夢や感動・希望』も災害や事故で失ってはならない。

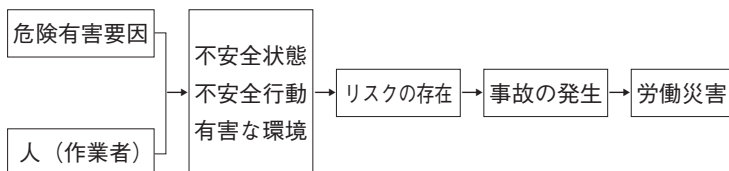
現場の労働安全衛生責任者の役割は重要だが、作業者ひとりひとり、自らが安全作業に対して自己革新能力を発揮することが災害事故減少の近道である。

安全の目的は、「自分自身を守ること（怪我をしない）・働く仲間を守ること（怪我をさせない）・ルールと安全技術を守ること」である。

- ・自分自身を守ることから
- ・部下や仲間を守る（安全配慮義務）
- ・ルール・安全技術を守る

災害の起こる要因は、下図で示すとおり、人が危険性や有害性要因に対し放置することにある。危険性や有害性を見つけ、そのリスクの高さをイメージできれば、その対策を行うことは必然となる。そのリスクの存在を放置することが労働災害の発生する原因となっている。

危険性および有害性要因が労働災害に至る原因



11.2 作業の取組み

大型化・精緻化された催し物会場等への機材搬入から、仕込み、リハーサル、本番、撤去、搬出までを一日でこなす場合は体力的にも精神的にも大変である。

また明日も……と連続する場合もある。

上演規模や上演会場が大きくなればなるほど照明機材も大量になり、加えて関連業種の機器や装置も作業人数も増え関わりのある業種との作業調整にも手間と時間を要し、ますます時間に追われることとなる。この状況は屋内イベント施設、野外イベント、ホール、劇場、テレビスタジオのすべてが同じ状況である。

仕込み時間がない中で、他業種との混在作業となり、どの部署も他業種のことを考慮しつつもなかなかコミュニケーションが取れているとは言えない。

労働災害や事故は、搬入から仕込み作業中、それに撤去作業中に多く発生している。この時間帯は、照明・音響・舞台・特効等、いずれの業種も同じである。その中でも特に仕込み時間帯に集中して起きている。

仕込み時間に集中している原因を多くの方に聞いてみると、次のようなエラーがある。

- イ. 時間がない
- ロ. 急いでいる
- ハ. ほかの作業に気を取られた
- ニ. うっかりミス
- ホ. 勘違い
- ヘ. 思い込み
- ト. 見間違い
- チ. 間違っていると思っていない

まだまだエラーはあるが、すべてヒューマンエラーにより災害・事故は発生している。しかし、どれをとっても解決は難しく容易ではない。

- ・時間を延ばすことは不可能
- ・ゆっくり確認しながらでは間に合わない
- ・ほかの作業を気にしないわけにはいかない

など、まだまだある。では解決方法かというと、最良の方法とは言えないが、この時間帯に労働災害・事故が多く発生していることを関係者に周知徹底し、お互いに声を出し合い注意しあうことはできるはずである。最悪の災害・事故を防ぐために、今すぐできることから始めることが重要である。

また、人は危険を感じたら、どこを守るかと聞くと一番に頭と答えるが、依然としてヘルメット（保護帽）の装着率が良くないのが現状だ。

ヘルメットを被りたくない人に聞くと、その理由は、邪魔・面倒くさい・むしろ危ない・頭が蒸れる等々ヘルメットを被りたくない理由を上げる。しかし、災害・事故を少しでも軽減させるためには、管理者は、鬼となって指導を徹底しなければならない。

11.3 最後に

私たちの仕事は多くの業種で成り立ち、各々がその力を余すことなく発揮し、協力して作り上げていく。間違った知識のまま行動してしまうことや、うっかりミスなどが、今後全くなくなるとは思われないが、「安全」に作業をすることで、どんな小さな事故にも至らないことを願っている。

「無事終了」の安堵感は安全安心である証である。安全知識を行動に移してこそ守られるのだということを今一度、肝に銘じて作業していく必要がある。

補 助 編

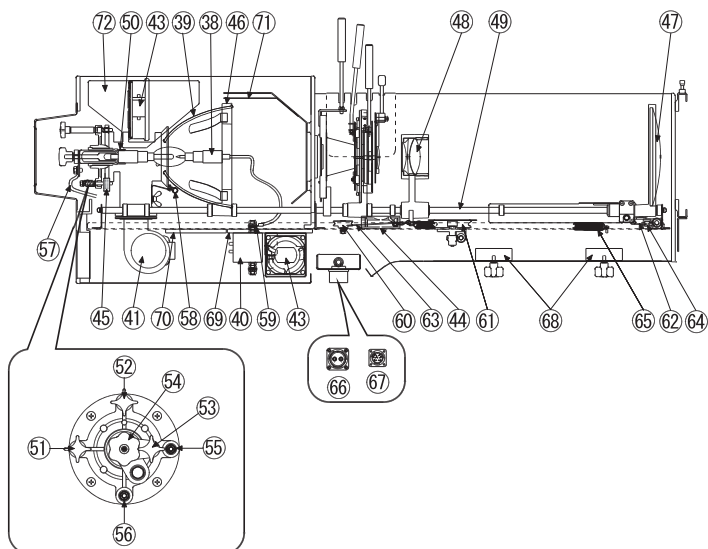
1. フォロースポット (ピンスポット)

歌手や俳優など、舞台上の特定の人物に光を当てるための灯体がピンスポットである。たとえばステージに歌手が登場したら、ちゃんとピンを取ってあげる。その人がステージ上を動けば、当然ピンもそれをフォローする。そういった役割をもつのがピンスポットである。

某公営放送の歌番組などを見ていると、歌手にだけくっきり明かりが当たり、いかにもピンを取っているという状態なのがわかると思う。これは、ピンスポットをシャープにしている状態である。アイススケートのショーなどでも、周りが暗くなったときに、3~4方向からピンが当たっていたりする。多方向から当てることで、客席のさまざまな場所からスケーターの演技を見ることが可能になるわけだ。このような状況をエッジをシャープと言う。それとは逆に、ピンのエッジをぼかし、さらに“ぼけ”のフィルター（ディフュージョン）をいれ、何となく明るい状態を作ることにも多くなっている。周りより、ちょっとだけ明るいくらいの感じである。ぼかしながらそっとフォローすることで、その人だけが自然に浮き立って見える。初心者が見てもピンが当たってるかどうか、意識できないくらいの感じである。

1.1 ピンスポットの構造

図のようにキセノンランプとレンズの間にアイリスシャッター、ダウザー、カッターがあるのが一般的である。舞台では350W~3kW くらいのものをよく使い、劇場には2kW くらいが標準であろう（これを“2キロキセノン”と呼ぶ）。野外やドームでは3キロキセノンを使い、小劇場では700W、ホテルの披露宴などでは350W、といった感じで使い分けている。3kW であれば舞台とピンを打つ場所が80m ほど離れてい



No.	名 称	部品No.	No.	名 称	部品No.
38	ランプ (UXL-10PRS)	1004SR/e-38	57	＋極リード線	1004SR/e-57
39	リフレクタ (XPM-1K20C)	1004SR/e-39	58	アーク安定マグネット	1004SR/e-58
40	スタータアセンブリ (SS-50GMU)	1004SR/e-40	59	ナット (－極ランプリード線固定)	1004SR/e-59
41	冷却ファン (BF70B/CV-20B) (ランプ 後方)	1004SR/e-41	60	ガイドブーリ	1004SR/e-60
42	冷却ファン (109S050) (ランプ 前方)	1004SR/e-42	61	巻き取りホイール	1004SR/e-61
43	冷却ファン (109S013) (排気用)	1004SR/e-43	62	ズームガイドブーリ	1004SR/e-62
44	冷却ファン (109S050) (シャッター用)	1004SR/e-44	63	ズームワイヤ	1004SR/e-63
45	ドアスイッチ (AM15614A5N)	1004SR/e-45	64	ズーム調整ガイドブーリ	1004SR/e-64
46	リフレクタ固定枠	1004SR/e-46	65	ズームスプリング	1004SR/e-65
47	ズームレンズ (前玉)	1004SR/e-47	66	ワンタッチコネクタ (大) (DC入力用)	1004SR/e-66
48	ズームレンズ (後玉)	1004SR/e-48	67	ワンタッチコネクタ (小) (操作回路用)	1004SR/e-67
49	ズームガイドシャフト	1004SR/e-49	68	バランスウエート	1004SR/e-68
50	チャック	1004SR/e-50	69	キットベーク板 A (スター用)	1004SR/e-69
51	ランプ左右調整ツマミ	1004SR/e-51	70	キットベーク板 B (リレ用)	1004SR/e-70
52	ランプ上下調整ツマミ	1004SR/e-52	71	耐熱プレート	1004SR/e-71
53	ランプ前後調整ツマミ	1004SR/e-53	72	風導板	1004SR/e-72
54	チャック締付けツマミ	1004SR/e-54			
55	スプリング (ランプ左右調整用)	1004SR/e-55			
56	スプリング (ランプ上下調整用)	1004SR/e-56			

ピンスポットの構造

でも大丈夫だが、1kW だと 30m くらい、350W ではすぐそば、というように明かりの届く距離が異なるわけである。要は容量が大きいものほど、遠くから当ててもほかの明かりに負けない、ということだ。

レンズは前側に1枚と可動するレンズの2枚を装着しており、ズーマーと呼ばれる棒を前後に操作することで投影面が大きくなったり小さくなったりする。またその横にはネジ式のツマミがあり、ソフトからハードまでピントを調節することが可能である。

アイリスシャッターはカメラのシャッターのような円形の枠で、そのサイズを大小することで光の大きさを変えられる。アイリスインと言えば、シャッターで明かりを点けていくことだ。なおピンスポットのアイリスは熱で曲がってしまっていることも多く、あまり手入れをしないと、ギギギッと閉まりきらないこともある。また投射距離とズーマーの大きさ次第では光をちょっとだけ出しただけで、三日月の形になってしまうこともあるので注意しなくてはならない。

ダウザーは両脇から閉まって、明るさを調節するものである。ダウザーアウトと言えば、ダウザーですーっと明かりを消していくことである。本当にフェードアウトするように消えるので効果的である。

そしてカッターだが、^{じょうげ}上下にカッター板が攻めてきて、丸の面が上と下から狭められ、横に細長くなって真っ暗になる。どこで使うのか試して欲しい。

ランプは放電管のキセノンランプ。高圧のキセノンガスを注入したガラスの管の中をアーク放電させたものがキセノンランプである。ムービングのランプもこのキセノンランプの進化系である。

整流器は放電管のランプには必要不可欠なものだ。交流を直流にして電圧調整をしたもので、放電管ランプを点灯させる。

1.2 実際の使用法

ホールにはピンスポットが置かれたピンルームがたいていあり、右手で前のほうをもち、左手でアイリスやダウザーを操作することになる。ピンルームは1部屋に1本というタイプや、1部屋に4本～5本というタイプまでいくつか種類がある。

人物にピンを当てる場合は、額のところから明かりが広がっていくようにするやりかたである。首を少しずつ下げながら、広がっていく。いきなりお腹の辺りで明かりが広がっていくのはNGだ。消すときは反対に、少しずつ首を上げながら明かりを狭めていく、といった具合である。

またはダウザーでボワッと当てたり、ガシャとカットインしたり、さまざまな方法がある。

ピンが何本もある場合は、クリアカムなどで「スタンバイ…… GO !」というようにきっかけをもらい、呼吸を合わせてすーっと明るくなるようにする。ただ、慣れないとなかなかきれいに当てるのは難しい。そこで、バインド線照準器やガムテープの芯と三角ガムテープの照準器や、モデルガン用の照準器などを使用したり、シャッターを少しだけ開けてチカッと明かりを点けて位置を微調整するなど、さまざまな工夫がこらされている。現在では、レーザー照準器を搭載したピンスポットもあるようだ。ちなみに自作照準器は、左目で見るほうが正確である。右目だと、視差の関係でどうしてもうまく合わないのだ。したがって、左目で照準器を見て、右目で舞台全体を見る。そんな感じでオペレートしている。

ピンスポットの左右の動きは、どこまで右に振れば上手袖で、どこまで左に振れば下手袖かを把握して自分のポジションを決めておけば、フォローがしやすくなるのだろうか。また、灯体に穴が開いていてその漏れが壁に出ていることもある。実はこれが結構重要で、“センターラ

インの場所はここ”と壁にマーキングしておく、格好の目安になるのである。そういった小技をいろいろ使い、きれいにピンを出していくのだ。

マナーとして、劇場でピンスポットを使用したあと、かならずピンを水平にして横と左右のねじをしっかり締めて照準機やガムテープ、台本、などをかたずけて帰るようにしよう。次の人が使うので現状復帰を忘れずに、また調子の悪いところや不都合があった場合にかならずホールさんに報告しよう。

1.3 アークピン

現在はキセノンランプが使われているピンスポットだが、もともとはアークピンと呼ばれる灯体が進化したものである。現在見られることはほとんどない灯体だが、アークピンについても少し触れておこう。

アークピンは、2本の炭素棒をショートさせることで燃やし、その明かりをリフレクターで反射して出すという何とも原始的な仕組みを採用している。30cmほどの棒をまず折り、両端にAC（直流電流）をかけることで放電して燃えるわけだ。炭素棒はどんどん燃えていくので、2本の間隔を保つためには位置をずらす必要があるのだが、これは“アーク棒を送る”と呼ばれた作業であった。

また、アーク棒同士の距離によって燃える色が変わるのだが、消えるぎりぎりにまで2本を離すと、薄紫の非常にきれいな色が出せたものである。

2. コード・コンセント

コードとは小型家電製品についているケーブルと差し込みプラグのこととで、照明ではケーブルと呼ぶことがふさわしい。

2.1 電源コネクターとケーブル

世界中で使用されている電気は、各国によって使用電圧は違うが、電気の種類としては交流が用いられている。交流はトランスによって 6,600V を 100V や 220V に変圧することが容易なので非常に便利でもある。電気をつかう機器はその容量によって使用電流が決まり、ケーブルの太さやコネクターの形状も変わっていく。舞台照明では使用する電流量が多いのでその取り扱いには十分注意と認識を忘れないように作業して欲しい。

日本は世界中でただひとつの 100V の国、台湾が 110V アメリカが 120V、ヨーロッパに関しては 220V～240V となっているがこれの何が問題かという、海外製品をよく使う照明業界にとってはちょっと問題なのである。いくら安定器を備えた機器なので大丈夫と謳っていてもヨーロッパの製品を 100V で使用すると機器内部の各所に弊害がでてくる。基盤が問題というわけではなく単純に使われているケーブルの太さと材質によるものが多いようだ。ヨーロッパでは 220V～240V で使用していることが多いので電流量が少なくて済む。100V のケーブルの約半分の電流量で済むので、耐圧は 600V でもアルミやニッケル製の 1.25mm 程度のケーブルが使用されている。新品のときは大丈夫なのだが、使用していくうちに劣化して焦げていき、過電流がながれてヒューズがとび基盤などにも影響していく。とくに放電管のムービングライトなどは如実に出ている。

2.2 ケーブルの材質による伝導率

大事なことは、どんなに太い電線でもその材質により伝導率が異なり許容量も変わっていくことである。伝導率順位は銀、銅、真鍮、金、アルミ、ニッケル、鉄、などの順番である。ちなみに鉄は銀や銅の6分の1しか伝導率がない。とくに日本ではユニットのバーは銅板、ボルトは真鍮、圧着端子も銅、という具合である。

2.3 マルチケーブル／ボーダーケーブル

束になればなるほど電線同士の干渉により熱をもち許容量も減る。低圧キャブタイヤケーブル 600V-2PNCT をもとに考えてみると 5.5φ のケーブルの単芯の許容量は 63A 2 芯で 53A。ところが 4ch ボーダーになると 8 芯なので $\times 0.49$ (補正係数) $63A \times 0.49 = 30.87A$ 。つまり 30A 以上流してはいけないということである。6ch ボーダーだと補正係数が 0.42 なので、26.46A になる。

3.5φ のケーブルの単芯の許容量は 47A 2 芯で 41A。ところが 4ch ボーダーになると 8 芯なので $\times 0.49$ (補正係数) $47A \times 0.49 = 23.03A$ 。つまり 20A 以上流してはいけないということである。6ch ボーダーだと補正係数 0.42 なので、19.74A になる。30A コネクターがついているからといって 30A とれることはないのである。

2.4 世界で共通の電源

卓や DMX 機器は 12V や 5V で駆動できるため、AC/DC コンバーター (90V~240V) が別に付属するようにして、世界中の電圧の変動に対して対応できるようにもなっている。また AC/DC コンバーターいわゆる AC アダプターの海外製品に 110V~240V のインプットとなっているものがたまにあり、日本のように 100V の電源だと電圧が足りずに余計に

電流が流れて各パーツの破損にもつながる。

2.5 コンセントの形状 日本

2.5.1 電源コネクタの種類

一般家庭では電気の供給はほぼ平行コンセントで統一されているが、照明の現場では容量に応じてさまざまなコネクタが使われている。器材を動かすために大事な部分なので、各種のコネクタについても覚えておこう。

コネクタは、平行（Ⅱ型）、ミニC型（20C）、C型（30C）、D型、T型、A型、ラージC、ラージA、である（表）。それぞれオスとメスが存在してメスは埋め込み用が別にある。

日本規格

形式	電流	耐圧	備考	補足
平行型	15A	125V		
ミニC型	20A	125V	別名(20C)	
C型	30A	125V	別名(30C)	以前は耐圧250Vも存在
D型	20A	250V		
T型	20A	250V		
A型	30A	250V/125V		
ラージC型	60A	125V		
ラージA型	60A	125V		

日本国外規格

形式	電流	ピン数	回路	アース	用途
ソカベックス	25A	19	6	アース付き	マルチケーブル
MSコネクタ	13A	26/54	4/8	アース付き	チェーンホイスト
シーフォーム	16A.32A.63A.125A	3~	1~3	アース付き	
カムロック	300A.400A	1	1		電源等

10年以上前に劇場等演出空間電気設備指針、演出空間仮設電気設備指針により安全確保という事で、アース付きのコネクタという規定

になり、T型やA型の規格は廃止となったが、現在でも多数残って使用されているのが事実でもある。またこのT型やA型を使用して、事故などを起こした場合は過失を問われる場合もある。

表にあるとおり、それぞれ容量や耐圧が異なるので、必要なところに必要なものを使うことが大事になる。耐圧に関してはコネクタの表面に書いてあるので、確認して使うようにしよう。

現在は照明用のコネクタはほとんどC型だが、これはA型を改良してアースが取れるようになったタイプである。

ミニC(20C)は名前のとおりC型の小さいもので、T型コネクタの100V仕様の後継機種で耐圧は125Vまで。

C型(30C)は極性を一定化してアースをつけたもので、ホット側はオス口をささないとなつながらない構造になっている。A型時代はメス口にテスターをあてて電圧を測っていたが、C型になってからは残念ながらできなくなった。

ラージCは60Aと少し大きいので、灯体1台で使うことはあまりない。せいぜい、HMIのスポットライトなどの特殊な器材のときだろうか。PA用の音響電源としてはよく使われているようだが。

D型は200V専用のコネクタで、ムービングなどを使う際に重宝している。

最近できた劇場ホールなどはD型のコンセントが出ていて200V専用直回路にしてあることが多く、より良いシステムになってきた。

ちなみにA型もC型もT型、コネクタ部分の形状がAやCやTの字に見えることからそう呼ばれているようである。

2.5.2 電源ケーブル

コネクタの容量に合わせて、ケーブルについても考える必要がある。容量とケーブルの太さには密接な関係があるし、それにより取れるワッ

ト数も変化するからである。

舞台用のものに限って言えば、2φが1.5kW、3.5φが2kW、5.5φが3kWということになる。したがって、C型は5.5φ、T型は3.5φ、平行は2φというような使い分けになる。あるいは2φのケーブルに20C型のコネクタが付いていたら、1,500Wまでしか取らないようにする。そういった配慮が必要である。

ただややこしいことに、ケーブルの構造／材質によって電流量も変わってくる。よく見かけるのは、硬い銅線のFケーブル、少し細い銅線が何本かくるまれたCV、髪の毛のように細い銅線がからんでいるSV、そしてアルミなどである。

100Vを主に使用する日本にとっては銅線のSVが主流でこれをキャブタイヤケーブルと呼ぶ。ケーブルの周りをさらにゴムの被覆がある二重被覆ケーブルである。

そのためキャスターなどで踏んでしまっても、断線することは滅多にない。また、短いつなぎや変換用には軽くて曲がるクロロプレンケーブルが重宝されている。

ケーブルには、複数の回路を取ることができるマルチケーブルも存在する。別名ボーダーケーブルと言う。現場では2ch～8chくらいをよく見かけるが、4chケーブルであれば4回路取れる。長さも10mとか20mとかが標準である。呼び方も、4ch 10mのボーダーなどと言うことが多い。

1chにつき芯線が2本あるので、4chであれば芯線が8本になり許容電流量も減少する。また電線が束になって電磁誘導を起こしやすくなり、ケーブルを巻いたまま使うと熱が出てくるので、ケーブルは延ばして使う、長い場合はいってこいさせる、やたら長いものを使わず適材適所にすること、などに要注意である。

2.5.3 変換プラグ／分岐ケーブル

電源コネクターにはさまざまな規格があるので、当然ながら変換プラグも必要になってくる。サスペンションについているコンセントと、灯体のプラグの形状が合わない場合などは、なくてはならないものである。

主な変換は以下のものになるが、呼ぶときは必ずオスのほうを先にする。C-ミニCであれば、CがオスでミニCがメスということである。それから、現場で重宝するのが分岐ケーブルである。

C-2 タコ、20C-2 タコ（ブンキー） T-2 タコ

20C-3 タコ、T-3 タコ

20C-平行、T-平行

C-平行

C-T、20C-T

C-T2 タコ、20C-T2 タコ

C-T3 タコ、20C-T3 タコ

A-T

C-20C

T-20C

邪道なものが存在する。平行なので 1.5kW しかとれないが器材が T 型、20 C 型、C 型、の場合こんなこともある。ちなみに 20C 型が器材についていてもその器材が必ずしも 2kW 使うとは限らない。たとえば 500W のパーライトなのに C 型がついているところもある。変な話 500W のパーライトだったら平行でもよいのだが、回路や分岐ケーブル（タコ）が C 型なら、C 型のほうが考えなくてよく便利だが、かさばるので要注意である。

平行-T

平行-20C

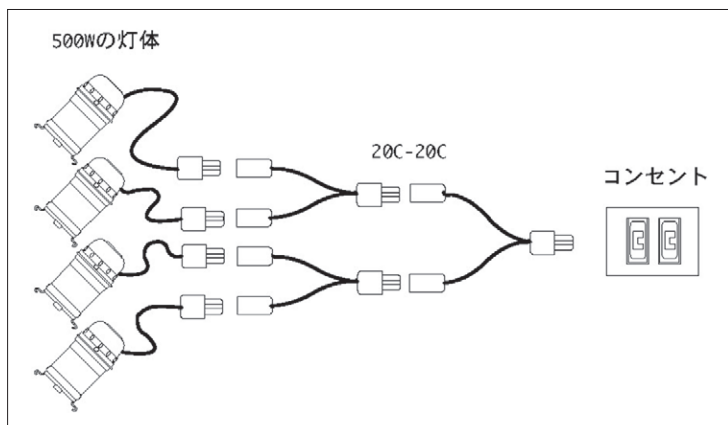
平行-C

T-A

T-C

分岐ケーブル通称タコ、現場ではタコと呼ぶことが一般的。タコ足配線のタコ。1つのコンセントを2つにするケーブルのことを言う。

たとえば 20C 型の回路が出ていたとして、20C 型は 2kW ですから 500W の灯体なら 4 台までつなげることができるわけである。そういった場合に、図のように分岐ケーブルを使って灯体を接続する。回路は、必ずしも出ている口数が多いないので、こういった便利グッズを使ってムダなく使っていく必要があるのだ。



分岐ケーブル

2.6 DMX について

2.6.1 DMX とは Digital Multiplex (1 秒間に 250,000 回オンオフする信号)

調光のための信号は、つい最近までは 0V~10V のアナログ信号が主流だった。しかしアナログ信号の場合は 1ch につき 1 本のケーブルが必要で、512ch のものを制御しようと思ったらかなりの太さになってしまう。当然会場内の引き回しも大変だし、コストも相当なもの。なかなか、扱いにくいものだったわけである。

それに対してデジタル信号の DMX は、512ch 分の信号を何とケーブル 1 本で伝送可能。コストや引き回し面でのメリットは計り知れない。一例を挙げれば、古い劇場ではフロント室が調光室を兼ねることが多かったのだが、これはユニットからの 300ch 分ものアナログ電線をあまり引き回したくないという理由が大きなものだった。フロントの近くにユニット置き場があったので、必然的にフロント室が調光室としても使われていたわけである。しかし、DMX であれば 300ch はケーブル 1 本で伝送できるから、調光室の場所も自由にセッティングできる。そういった理由で、新しい劇場では全体を見渡せる後方に調光室がある場合が多いのである。また、センターに調光室があれば DMX が装備されている確率が高いので、DMX 対応の調光卓を持ち込むこともたいてい可能である。

卓を持ち込めることのメリットは、ある程度の事前作業が可能ということにつきる。シミュレーション的にあらかじめシーンを作っておいて、現場でそれを修正していく。これにより作業効率が大幅にアップするのである。

また経済効率／作業効率以外にも、デジタルならではのメリットは多々ある。近年ではムービングヤストロボ、LED、カラーチェンジャー

などの器材も DMX 制御が可能になったので、オペレートが非常にやりやすくなっているのである。LED は 8ch、ストロボは 2ch というように器材ごとにチャンネル数が決まっているのだが、ストロボならスピードとインテンシティ（強さ）を個別にフェーダーで操作できる。以前のストロボは電源ケーブルを入れることで明かりが点く超アナログ仕様だったが、DMX で制御することでストロボのフェードインなども綺麗にできるようになったのだ。そういった器材のコントロールを、きめ細やかに、バリエーション豊富に、簡単にできるようになったのも DMXのおかげなのである。

2.6.2 DMX ケーブル

DMX によっていかにセッティングが簡便になったかがわかるが、実際に DMX を伝送するケーブルはどのようなものなのだろうか？

実は DMX 用のケーブルはマイクケーブルに非常に似たもので、XLR タイプの 5 ピン仕様の端子が採用されている。多くの場合は 5 ピンの中でグラウンドとマイナス、プラスの 3 ピンのみが使われて、これで 512ch の伝送が可能である。

なお器材によっては、3 ピンと 5 ピンの端子を両方備えているものもある。卓などは 5 ピンが標準で、ムービングやストロボなどでは 3 ピンが多かったりと、さまざまである。

ケーブル自体の構造としては、電線 4 本にシールド(グラウンド)に加え、その周りをさらにアルミ箔で覆ってある。これにより外来ノイズをカットできるので、器材の誤動作はかなり少ないのが現状だ。ケーブルの性能が悪かった一昔前では、携帯電話の着信でもノイズが乗ってしまい、ムービングがいきなり変な動きを始めたり、カラーチェンジャーがカラカラ回ってしまうなどといったことがよくあった。当時は「出たー！」なんて言っていたのだが、あれば霊現象ではなくノイズによる誤動作

だったわけである。なお、3ピンの場合などは仕方が無くマイクケーブルを流用することもあるのだが、マイクケーブルだとどうしてもノイズが乗るので、できれば流用は避けたいところである。

DMX ケーブルは、たいていの場合必要に応じた長さで自作する。ケーブル自体はプロプレックス PC222P、PC224P やカナレの DMX203-2P のものなどを使い、コネクタとハンダ付けをしていく。48ch のアナログ信号線をハンダ付けしていたころに比べると、かなり楽な作業である。

3. アクセサリー

3.1 アクセサリーの概念

灯体はランプ、モーガル、コード、リフレクター、ファークス棒、レンズ、外装、から構成されており、それだけでは吊ることも、置くこともできない。なにかしらのアクセサリーを用いてはじめて灯具として成立する。

3.2 ダボ

日本では当たり前になっている。ダボはハンガーやベースもしくはスタンドに取り付けるためのアダプター。海外製品にはこのダボがついておらず、直接ボルト締め等の方法がとられる。ダボのうち一番多く見られるのが直径 17mm (17φ) と 25mm (25φ) と 12mm (12φ) が存在する。

3.3 ハンガー

ダボがついている灯体にハンガーをつけると、バトン、トラス、イントレ等に仕込むことができる。種類としては鉄ハンガー 35kg までの灯体を吊ることができ、28φ～49φ のパイプに装着可能である。つぎにアルミハンガー、これは軽量の灯体を吊るために考案されて 8kg までの灯体を吊ることができ、主にパーライトに用いられる。もう一種類最大 60kg まで灯体を吊ることができる鉄ハンガーもある。受けるダボのサイズも 25φ になっている。また吊り位置よりもさらに下に吊る場合に用いられるロングハンガー、自在ハンガー、ボーダーハンガーもある。
(注) 鉄ハンガー 25～35kg、アルミハンガー 6～8kg とメーカーによって幅があります。

3.4 スタンド

つぎに灯体を置く場合なのだが、まずはスタンドは大きく分けて4種類。持ち運びに便利な折脚、安定して設置できる丸ベース、どこにでも自由自在キャスターつき、階段でも大丈夫不整地スタンドとさまざまで、高さも折脚と丸ベースは約2mほど上がり、キャスター付きのハイスタンドは3.6mも上がるものもあり、用途によって使い分けると便利である。

3.5 トンボ

スタンドは基本的にダボ穴が1つしかついていないため1台のみだが、トンボ、3連アーム、5連アームなどを使い1台のスタンドに3台~5台を仕込むこともある。

3.6 ベース

つぎに灯体を置いて使うときに使用するベース。鉄製のものとアルミ製のものがあり、鉄製のベースは1Kベース、500ベース等に区分され、1Kベースは1,000Wクラスの灯体に適しており、500ベースは500Wクラスの灯体と区分されている。アルミ製のものは軽量のパーライト用として使用されている。

3.7 カラーフィルター

カラーフィルターは灯体のサイズごとに販売されているのではなく、ある程度の大きさで販売され使用する大きさに切って使う。

日本製のカラーフィルターは、ポリカラー 57cm×45cm というサイズで販売されている。これは大判（または舞台版）と呼ばれるサイズであるが、8インチ、6インチ、4インチ（正確には4.5インチである）、

LHQ といったサイズに切り分ける際に割と無駄なく使える便利サイズである。

8 インチはこの大判を4分の1にする大きさで大判1枚で4枚とれる。6 インチは大判を横に半分にして57cm×22.5cmにしてこの帯状のものを3分割すると6インチになり、大判1枚で6枚とれる。4 インチ（4.5 インチ）は45cmの方を3分割にして、57cmの方を4分割にして大判1枚で12枚とれる。LHQは縦横4分割にして大判1枚で16枚とれる。これをもとに1枚の大判で8インチ2枚と6インチ3枚の組み合わせもできるようになっているところが日本のカラーフィルターは便利である。では海外製品はどうだろうか。まずはLee フィルター舞台版で61cm×45cm、L 版で122cm×48cm、映画版で61cm×61cm、フォトサイズで122cm×53cm、メートル版で122cm×100cm、ロールで122cm×762cm、とサイズもさまざまだが、同じ色を大量に使用する場合はロールが便利である。

実際に切るときは、軽く折り曲げたカラーフィルターにカッターのヘラで筋を付け、刃を思い切り出して底面に寝かせる感じで刃先を進める。刃が浮くと切断面がギザギザになってしまい、具合が悪い。必要なサイズに切り分けられたら、それをシート（フィルターホルダー以後シートと表記）枠に入れ、はみ出る部分をカットする（これを“耳を切る”と呼ぶ）。カラーフィルターを切る作業は、現場ではなく事前に行うことが多い。8 インチや6 インチのサイズに切ったものを用意しておいて、会社や倉庫でシートに入れて現場に持って行くという使い方である。

3.8 シート（フィルターホルダー）

灯体自体には色が付いていないので、灯体にカラーフィルターを装着して望みの色を出すことになる。その際に、カラーフィルターを収納し、

灯体の先端に装着するためのアダプターの役目をするのがシートである。シートは単品でも買えるが、基本的には灯体の付属品となっている。

シートの素材は紙と鉄そしてアルミの3種類がある。

紙製はボール紙のような素材で不燃加工がされている。色は濃いグレー、重量も軽く使い勝手は良い。

鉄製は、構造的には2つのタイプがあり色は黒。

2つ折タイプ 枠2枚が蝶番みたいなものでつながっていてパタンとたためるもの。

2つに分かれるタイプ 枠が2枚に分かれていて、片方をはめてパチンとできるもの。

あとの2種類はトーマスタイプのパーライトに入りにくい、国産の灯体には色が抜けにくくベストである。

アルミ製は三方から入るのがイギリスのトーマスというメーカーのパーライトの付属品で採用されているものである。このタイプは折り曲げ部分が無いので、壊れにくい。ただ、不器用な人だと少しカラーフィルターが入れにくいようで、破ってしまったりということもあるようだ。色はアルミ色と黒。

シートのサイズメーカーによっても様々だが目安として

4 インチ	125mm×125mm	93φ
4.5 インチ	148mm×148mm	115φ
6 インチ	195mm×195mm	165φ
6.25 インチ	159mm×159mm	ソースフォー用
7 インチ	228mm×228mm	Par56 用
8 インチ	245mm×245mm	202φ

このように挙げられるが、よく勘違いされているものとして4.5インチのシートを4インチと思っている人が非常に多いのが現状である。

3.9 バンドア

レンズスポット等のハレーション防止用としてレンズの前に取り付けをする。ランプがついて光を出すとランプ自体のビームとそのまわりのフィールドと呼ばれる部分まで明るくなってしまう。そのフィールドの部分のハレーションを少しでも少なくするために使用する。

3.10 ブラインドシャッター

調光が不可能の放電管などのスポットで主に HMI スポットレンズ前に装着して手動や DMX 制御でシャッターを開け閉めする装置。

3.11 パンタグラフ

電車のパンタグラフのように伸び縮みするボーダーハンガーで荷重範囲内につり下げられた灯体を最良の高さで停められる器具。主に撮影スタジオで使用されている。

3.12 介錯棒

灯体をバトンやトラスに仕込そのバトンやトラスがある程度の高さに固定されて人間の手で調整ができないときに灯体の角度を変える棒のこと。アルミ製の 2m～9m まで伸びるものやカーボン製で軽いものが使われている。昔はこれが竹竿であったことも忘れてはならない事実だ。

4. 仮設電源について

現在ではムービングライトをはじめ様々な機器を公演会場に持ち込む事が日常茶飯事になっている。そのときに生じるのがそれらの機器の電源をどうするか？という問題である。必要な電源電圧も 100V、200V が混在しているのが現状である。会場に持込機器用の分電盤がある場合、ない場合、あっても必要容量を満たさない場合等さまざまな状況が考えられる。ここではこれらの事項について述べていく。

なお、各項目の詳細については照明家協会発行の「電気技術講義テキスト」（2009 年改訂版）を参照して欲しい。

仮設電源を必要とする場合にはいくつかのパターンが考えられる。

1. 劇場など常設照明設備がある場所へ機器を持ち込み、それらの機器への電源が必要となる場合
2. イベント会場など常設照明設備が一部しかない場所に演出照明機器を持ち込む場合
3. 屋外など照明設備がまったくない場所で仮設用電源がある場合とない場合

1. では一般負荷（ランプ）は基本的に会場の調光設備を使用し、ムービングライト等の機器の電源が必要となる場合である。持ち込む機器によって必要な電源電圧は変化する。

2. では一般負荷用の機材も持ち込み、仮設用の調光器を設置するので 100V の仮設電源が必要である。それ以外の機器については 1. と同様である。

3. では多くの場合 100V と 200V の電源が両方必要となる。会場に電源がない場合（足りない場合も）電源車を使用することになる。

どの場合でも仮設電源の有無、その種類と容量を確認することが重要である。

＊照明以外の電源についても照明が取りまとめることが慣例的になっている。小規模の現場では仕方がない場合も多いが、大規模な現場の場合は必ず電源専任のセクションを設けるべきである。

＊演出空間仮設電気設備指針（2006 年 電気設備学会発行）について
劇場等演出空間での仮設電気設備に関する指針で現場では基本的にこの指針に従ってすべての作業が行われなければならない。（仮設以外の電気設備については「劇場等演出空間電気設備指針」（1999 年）を参照）

○この指針で明記されたこと

・接続にはすべて差込接続器を使用すること（電圧に関わらず）

（解説 以前からボルト・ナット形状の接続ターミナルへの電線の接続を多くの人が行ってきたが、この作業には電気工事士の資格が必要であることの確認）

差込接続器を使用すれば無資格者が行ってもよい。

・三相 3 線 200V 電源から単相 200V の機器の電源を取ってはならない。

（解説 現実には会場に三相 3 線 200V 電源しかない場合も多く、そこから 200V の機器の電源を取っている。しかし対地電圧は 150V 以下と規定されるため不可である。もし使用する場合は適切な変圧器を使用して対地電圧を 150V 以下にする必要がある）

この 2 点が最も重要な点である。徐々に持込機器電源盤の 2 次側には差込接続器（カムロック）が設置されているが、すべての施設ではない。また単相 3 線の電源（これは対地電圧が 150V 以下であるため 200V 機器を接続可能）がない会場も多く、その場合には上記の規定を遵守しなければならない。今後は単相 3 線の仮設用電源が設備されることが望まれ

4. 仮設電源について



イベント会場の持込機器分電盤
下部がターミナルになっている



電源用接続器カムロック 接続極



電源用接続器カムロック 外観



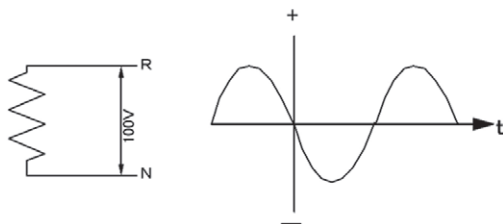
カムロック 2分岐アダプター

る。

4.1 配電方式について

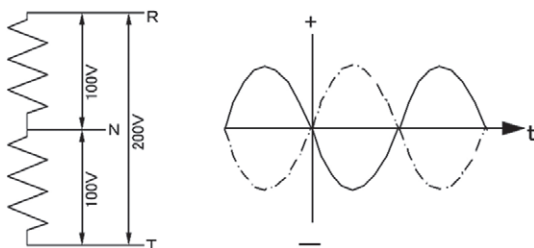
単相2線式

従来より一般家庭への配電に用いられてきた方式。中性線（ニュートラル）と電源線（ライン）の2線で配線され100Vである。



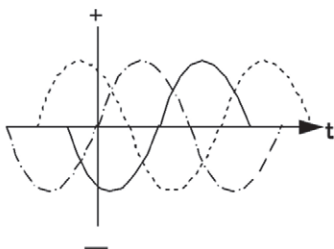
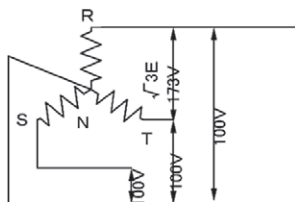
単相 3 線式

現在では一般家庭への配電もこの方式による場合が多い。中性線と電源線 2 本（ライン 1、2）で配線される。中性線と各電源線の間で 100V、電源線 2 本の間で 200V を取り出せる。



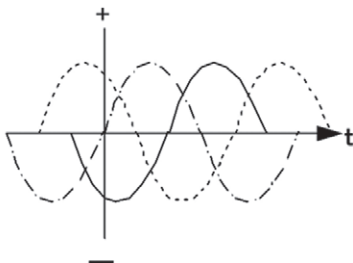
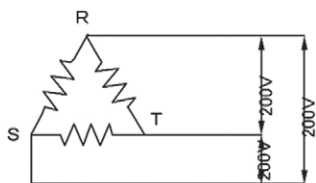
三相 4 線式

大規模な需要施設に多く、中性線と 3 本の電源線（ライン 1、2、3 RST、UVW 等 3 つの連続したアルファベットで表記される）中性線と各電源線の間で 100V を取り出せる。各電源線の間は 173V となる。



三相 3 線式

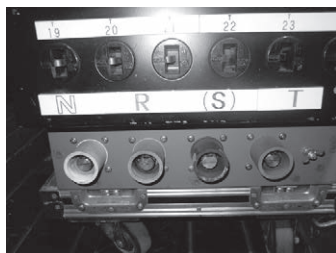
中性線はなく 3 本の電源線（名称は三相 4 線に同じ）の間で 200V が取り出せる。基本的には三相交流機器を接続する。（主にモーター関係）



4.2 調光用電源と直電源

調光器を設置してランプを制御（調光）する場合とムービングライトをはじめとする機器を使うために直電源が必要になる場合とがある。（もちろん両方が必要な場合も）調光用電源は単相の 2 線および 3 線・三相 4 線のいずれかの電源から取ることができる。不平衡に注意するのはもちろんである。

直電源が必要な場合は 100V と 200V で事情が変わる。100V が必要な場合は単相 2 線、3 線・三相 4 線のいずれも使用できるが 200V の場合、



仮設用移動調光器の電源入力部

単相3線でしか取れない（上記指針による）。ところがムービングライトの多くは200Vで使用されることが望ましく100Vで使用するとさまざまな不具合を起こす。ユニバーサルと呼ばれる電圧を自動識別する機器も増えて来ているが、固定電圧のものは設定電圧を供給するしかない。100V、200Vの切り替え可能なものはできる限り200Vで使いたいところだが前述のような問題がある。

4.3 接地（アース）について

基本的にすべての場合において接地されるべきである。接地線は電源ケーブルと同じ太さの電線を使用する必要がある。以前は水道配管（蛇口等）へ接地線を接続するようなことも行われていたが、認められてはいない。

4.4 発生することが多い問題

・過負荷

仮設電源の許容容量より持込機材の総容量が多い場合（よくある）、実使用容量をきちんと把握しておかないと容量をオーバーし電源断の原因となる。想定されるフルライトを明かり作りの前後にチェックして使

用可能な量を把握しておくべきである。

- ・ 相間電流の不平衡

特に調光の場合、使用負荷が常に変動するため、調光器への接続をできる限り平衡状態にしなければならない。特に電源容量がギリギリの場合、不平衡時に大きな電圧降下を起こすことがある。

- ・ 電圧降下

電源からの距離が遠い場合、適切な太さの電線を使用しないと大きな電圧降下を起こす。できる限り最短の距離で配線するが、無理は禁物である。

- ・ 絶縁不良・漏電

機器、ケーブル等の絶縁状態が悪いと漏電状態になり非常に危険である。漏電ブレーカーが落ちる、漏電警報が動作する等が起こる。使用する機器類の絶縁チェックは常日頃からしておくべきである。現場では設置後、通電前にメガテスターを使って回路の絶縁状態を確認する。

- ・ 短絡

仮設現場では思わぬ原因から短絡（ショート）が起きることがある。各回路には必ず過電流遮断器（ブレーカー等）が必要である。設置していない場合、短絡が起きると電気火災の原因になる。

- ・ ノイズ

仮設現場ではどうしてもケーブル類が電源周辺に集中することになる。きちんと整理されていないと音響などにノイズが乗ることがある。整理した上で音響機器・楽器からできる限り距離を離す等の対策が必要である。

4.5 電気に関する事故

・感電事故

絶縁状態の悪い機器を使用することで起きる場合や特に仮設現場では雨などによる漏電に関連する事例が多く発生する。接地することで防げる場合がある。

・電気火災

不適切な許容電流の電線、遮断器の使用により電線等が発熱し発火に至る事例、接続器内のネジの緩み等による事例が多い。適切なものを使用することで防ぐことができる。

4.6 電源車の使用

仮設電源がない場合や不足する場合、電源車を使用することになる。電源施工業者に発注することになるので使用容量、場所などをきちんと打ち合わせして発注する。

その他に「移動用発電設備」（通称ドカジェネ）と呼ばれる工事用等で使われている発電機を使用する場合もあり得る。簡単に移動できないことや電圧・周波数を安定化する装備が付いていないものも多いので使用に際しては注意が必要である。また、この場合には専門の電源業者が入らない場合も多く一層の注意が必要である。

4.7 その他

仮設した電線がどうしても人の導線を横切らなければならない場合がある。（ステージ上、客席内）ケーブルマット等を使用して養生する必要がある。どうしても段差が発生するので注意喚起を表示する。

測定器類もテスターは当然だがクランプメーター、メガテスターも用意しておくべき機材である。

4. 仮設電源について



テスター (マルチメーター)



クランプメーター



メガテスター
125V、250V、500V 対応タイプ

5. 用語集

あかてん（明転） あかてんと読むなら明るいままシーンが転換していくことに使う。→めいてんと読むなら暗いシーンから明かりが入ることに使う。

あかりあわせ（明かり合わせ） 稽古やリハーサルで出し物を見てどのような照明にするのかを考えて、データにして調光卓にメモリーし、シーンを実行しながらできた明かりを修正していくこと。この作業はリハーサル（RH）の時ではなく、あくまでも明かり合わせの時間に行われ、道具の場面転換も含めて、照明をつくるために何回も同じシーンをやることもある。この明かり合わせのときに、演出家の駄目出しなどがある。例えば、演出家が「今のシーンのあかり もっと暗くして、〇〇に集中させたいんだよね」等と駄目出しが入ってデータを直して記憶する。

アース（earth） 電気回路において地球と同じ電位にすること。接地、グラウンド（GND）ともいう。保安アースとして感電事故を防ぐ。

アートネット 舞台照明で使うネットワークプロトコル。

あたりあわせ（あたり合わせ） 照明器材ひとつひとつを光を当てたい位置に調整する作業。シュート、フォーカス。

ありもの 特別に製作しなくても、在庫として所有している大道具、小道具、衣装など。会館、ホール備品として既にあるもの。

あんてん ①舞台上で照明を落とし、暗くなること。②暗い中で舞台転換すること。

あんてんまく（暗転幕） 通常、緞帳の内側にある、暗転時に使う黒幕。

アンペア 電流を示す単位。日本では電圧が100VなのでA（アンペア）がわかると消費電力W（ワット）が求めやすい。 $P（電力）= E（電圧）$

×I（電流）の式からアンペアの100倍が消費電力となる。

イーサネット（Ethernet） コンピューターネットワークの規格の一つで、LAN：Local Area Network（ローカル エリア ネットワーク）で最も使用されている技術規格。

いかす 照明を点灯すること。または回路に電源を入れること。

いたつき（板付き） 最初から役者・出演者が舞台上にいて芝居・演奏が始まること。暗転中に板付く場合は、暗転板付き。

いちもんじまく（一文字幕） 舞台上部に設置された照明器具や道具を隠すための細長い黒幕。

いってこい 往復すること。例えば、余った布を二つ折りにすることなども指す。

いっばいかざり（一杯飾り） 全幕を一つの装置で上演すること。

いれこみ（入れ込み） 開場すること、お客様を客席に入れること。

いろおんど（色温度） 色温度の単位をケルビン（K）。この値が低いほど赤身をおびていて値が高くなると青白くなっていく。家庭用の白熱球が2,850K、ハロゲン電球が2,850K、3,050K、3,200K、パーライトが3,200K、HMI が5,000K～7,000K（ムービングライトの球）。フィルターで色温度を変化させることもできる。コンバージョンフィルターは3,200Kを3,300K～5,500Kに変換するその逆も可能。

インチ 2.54cm、スポットのレンズサイズ、大きさを表し、例えば1kWのスポットは大体8インチのレンズ（直径20cmくらい）500Wのスポットは大体6インチのレンズ（直径16cmくらい）。例外もあり4インチのスポットと呼ばれている。TIやITO実は4.5インチ。また、8インチサイズの凸レンズスポットを凸のCONVEXから、C-8（しーいはち）ともいう。

イントレ intolerance の略。鉄製の組立やぐら。定形の部材を組み合

わせ適当な高さが作れ、照明器具、音響機器を載せたりする。本来は建築現場の仮設足場。

うたもの（歌物） 歌を中心とした公演のこと。コンサート業界を外部から見た場合に使われる言葉。

うらかた（裏方） 舞台の幕裏で仕事をする大道具方、小道具方、衣装、床山、照明、音響などの総称。出演者は含まない。

えーでいーへんかん（AD 変換） アナログからデジタルへの変換。対義語は DA 変換。

えふおーえいち（FOH） front of house の略。客席側のこと。

えむしー（MC master of ceremony） 司会者のこと。ミュージシャンが曲間でしゃべることも MC と言う。

えるいーでいー（LED） light emitting diode。発光ダイオード。

エレベーション 美術装置を正面から見た図面。

えんしゅつか（演出家） 一つの公演を演出する人。芝居の演じ方、道具の表現の仕方、音響の表現の仕方、照明の表現の仕方などを細かく決定する。

えんしゅつじょしゅ（演出助手（演助）） 演出家をサポートする人。稽古スケジュールを組んだり、演出家の不在時に稽古を進行したりと仕事の内容は様々。

おおぐろまく（大黒幕） 舞台上の後方、ホリゾン幕の前に吊られている黒い幕。歌舞伎などでは夜を表す。

おくゆき（奥行き） 舞台の縦方向の長さを表す。間口と対で使われることが多い。

カーテンコール 舞台の終演後、観客の拍手に応え、出演者が幕の前や幕を開けて再び登場すること。

かいしゃく（介錯） 物を動かすときに手助けをすること。物や人がハ

ケル時など「袖幕を介錯する」などと言う。

かいしゃくぼう（介錯棒）（操作棒）バトンに吊り下げたスポットの角度等を調整する棒。現在はアルミ製が主流。2m～7m まで伸びて、先端に引っかけるものがついているのでスポットの角度等を調整するのが楽。通称、サオ。

かいごろし スタッフが公演進行中に舞台上等で作業するため、観客から見えないところで長時間待機すること。

かおあわせ（顔合わせ） 公演の稽古が始まる前に、出演者とスタッフ全員がそろってミーティングすること。最初のあいさつ。

かいろう（回路） サーキット。英記号では Cir と書く。バトンやグリットにあるコンセントが調光盤につながっているもの。調光回路、直回路（調光のかからない）などがある。

かいちょうば（開帳場） 床自体が、手前が低く奥に行くほど高くなっている台のこと。

カウンターウエイトシステム バトンなど吊り物の昇降システム。バトンや吊り物の重量とウエイトの重量でバランスを取ることで安全かつ楽に吊り物を上げ下げできる。

カムロック 主に電源ケーブルを延長するときのコネクター。少し前までは圧着端子をボルトで固定していたが手間がかかるので開発されたもの。ワンタッチでケーブルがジョイントされる。

きっかけ 本番中の決まりごと。タイミング。次のアクションを起こす際の決め事。

キャットウォーク 舞台上の天井近くに作られた狭い通路。

キュー（Cue） 決まったきっかけに対して合図を出すこと。

きゃくでん（客電） 客席の照明、ハウスライト。

ぐらふいかるいんたーふえいす（グラフィカルインターフェイス

(Graphical User Interface, GUI) コンピューターを操作する際、情報の表示にアイコン・ボタンなどのコンピューターグラフィックスを多用し、マウスなどのポインティングデバイスで操作するユーザーインターフェース。直感的な操作が可能で、視認性にも優れる。

くろご (黒衣) 歌舞伎舞台で黒い衣服に黒い頭巾を被った後見人のことです。

けいこば (稽古場) 芝居、ミュージカルなどを練習する場所のこと。本番に対応するためスタッフが稽古を見る場合も多い。本番までにいろいろなことを詰めていく場でもある。

げーじ (ゲージ) スポットの明るさレベルを示す。

ケータリング 楽屋などで飲食物を提供すること、用意する人。

ケツカッチン 次の予定などが入っているため、絶対に先に伸ばせない締切や終了時間のこと。

ゲネプロ (GP) ドイツ語でゲネラル・プローベの略。装置、照明、音響衣装等すべて本番通りに行われる稽古。舞台稽古の最終段階。

けん (間) 尺貫法の長さの単位の一つ。1間約 180cm。6尺 (1尺=約 30cm) で1間となる。

こうばん (香盤 (表)) 演技者全員の役と出演場面を書き込んだ一覧表。

こうりゅう (交流) Alternating Current. AC と書く。トランスにより電圧の変化が自由自在。1秒間に 50 か 60 回極性が変化しているもの。日本では交流周波数 50Hz の東日本地域と 60Hz の西日本地域がある。以前は交流周波数 50Hz と 60Hz とではモーターを回した場合 60Hz 地域の方が早く回ったりしていたが現在は AC-DC コンバーター (整流器) の性能がよくなり、どこでも快適になった。DC は直流。Direct Current。

コンモ (COMMON) コモンが正しいが、いつからかコンモというよ

うになる。共通の、という形容詞のこと。別々なものを一緒にすること。別名タコる。例えば、二つの灯体があり、それぞれケーブルを二股コードで一つの回路に入れること。仕込み図上で灯体と灯体がつながっている線がありその線をコンモン線とも呼ぶ。

コンベンショナル LED、ムービングライトに対し、これまで使用されてきた DIM 制御の照明器具。

サスペンションライト サス＝舞台の上部から吊るした照明器具。下方に向けての照明。また、そのように配置された照明器具。

ざつぐる（雑黒） 様々な用途に使う黒幕。見切れ隠しや消し幕、機材の目隠しなどに使う。

シーリングライト 客席の上にあるライト。天井という意味のこと。CL と書く。舞台を客席側から照射する器具、いわゆる前明かり。舞台側から、1CL、2CL と呼ぶ。

じあかり 演技面への上部からの均等な照明、ベースライト。スタッフが仕事をするための平板な明かりを指すこともある、この場合ボーダーライトの白を使用することが多い。

じがすり 舞台の床に敷き詰める布。色は黒、グレーが多い。平均的に間口 10 間、奥行 5 間がよく使われるサイズ。

しこみず（仕込み図） ステージ上の器材、照明、舞台装置などをどのように配置するかを示してた舞台の設計図。照明においては、配置図、強電系、弱電（信号）系など同一箇所の図面でも数枚にわたることもある。

ジニー 高所作業用の油圧式電動リフト。米国ジニー社が開発したためこう呼ばれるが、日本製のものでもジニーと呼ぶことが多い。

しちさん（七三） 歌舞伎舞台の本花道、揚幕から七分、舞台から三分のところをいう。この位置に「すっぽん」という迫りがある。

しゃく（尺） ①尺貫法の長さの単位の一つ。約30cm。一般的に1尺を単に“尺”と略して呼ぶことが多い。②曲やセリフの長さのこと。

しゃまく（紗幕、scrim） 寒冷紗（かんれいしゃ）、英国紗が代表的。織り目が荒く透けるため紗幕の奥に照明を当て、幕越しにセットや人物を見せたり、紗幕に絵を書いて、幕の前から照明を当てて見せたりもする。この場合は「絵紗（えしゃ）」と呼ぶ。

シュート 舞台上またはサスパトンに吊り込んだ照明器具の方向や大きさを合わせること。別名、フォーカス。

じょうしきもの（定式物） 劇場・ホールに常備されている基本的な大道具の総称。舞台を組むときに応用の利く寸法に規格化されたもの。

しょさだい（所作台） 歌舞伎、日本舞踊を演じる際に舞台、花道に敷き詰める「檜」で出来た特殊な台。幅3尺、長さ12尺、高さ4寸の規格。表面は滑らかで足の運びがよく、足拍子の響きを引き立てる作りになっている。出演者を除き足袋以外で上がることは厳禁（土足・裸足厳禁）。

しん（芯） 舞台の中心線。図面には「センターライン」の略で「CL」と表記する。

シンメ シンメトリックの略。左右対称のこと。

すのこ（簀の子） 舞台上部の簀の子状の機構。吊り物機構のモーター、滑車などが設置されている。

ステージスポット 舞台上の物・人物に真横から当てるスポット。ステージサイド・スポット=SSのこと。

スプリッター 信号を分配するための機器。ディストリビューターと呼ばれることもある。

スライダック スライダック・トランス、変圧器のこと。電圧を上げたり（昇圧）下げたり（降圧）する時に使う。

スライディングステージ 舞台の一部が横に移動することで転換を可能にする舞台機構。

スリング (sling) トラスなどを吊る時に使われる吊り具。化学繊維でできたリング状、ベルト状のものがある。

すん (寸) 尺貫法の長さの単位の一つで、1 寸は約 3cm。

せり (迫り) 舞台床下から出演者や大道具を乗せ昇降させる舞台機構。

せんしゅうらく (千穂楽) 興行の最終日、略して「楽」「楽日」ともいう。

センターステージ ①アリーナ等で客席の中央に作られたステージのこと。②基本のステージに対して、客席内に作られた小さいステージのこと。

ソーラー →フレネルレンズ。

そでまく (袖幕) 袖の見切れを隠すための舞台の両側の黒幕。

たちすくりーん タッチパネルを備えたディスプレイの総称。

たっぱ (建端／立端) 高さのこと。

たっぱぎめ 吊り物やサスバトンの高さを決める作業。

たねいた (種板、GOBO) 通称ネタ。プロファイルスポットもしくはエイプソダイルスポットのランプとレンズの間に入れてホリゾントもしくは床にその模様を出す。スチールのもので耐熱ガラスのタイプがある。スチールのは抜きの柄が出るのみだが耐熱ガラスのタイプは色もついてたりする。代表的な GOBO メーカーとしてイギリスの DHA 社約 2,000 種の種板がありワールドスタンダードになっている。ほかにアメリカのロスコ、アポロなどがある。

だめだし (駄目出し) 本番やりハーサルを行ってみて、都合の悪いところや演出意図にあわないところのポイントを演出家などが洗い出していくこと。

だんめんず (断面図) 物を横から見た図面。側面図。高さ、奥行、道

具との絡みなど、照明家にとっては、光源と照射角などの目論見に重要。

ちゃくとう（着到） 劇場や稽古場に、出演者やスタッフが到着すること。

ちょくりゅう（直流） Direct Current を略して DC。一定方向に一定の量が流れる電流のこと。乾電池は直流。

つなもと（綱元） 手動の吊り物バトン、サスバトン进行操作する場所。通常は上手、又は下手の袖にまとめてある。誤操作は事故に直結するため、構造と重量バランスの理解が必要。

でいまーせいぎょ（ディマー制御） トライアックや SCR などのスイッチ素子を用いて交流入力電圧の一部をカットする、位相制御型調光器によりランプの明るさを増減させること。

ていと（TILT） 照明の光軸をステージに対して縦方向に動かすこと。上方向は「ティルト・アップ」、下方向は「ティルト・ダウン」という。てうちこうぎょう（手打ち興行） 興行形態の一つ。自主公演。劇団、或いはプロデューサーが劇場を借り、企画から上演まで一切の経済的責任を負って行う興行。

テクニカル・リハーサル 芝居やコンサートで、大道具、照明などの動かしや装置の転換などを本番通りにやってみるリハーサル。

てっかんむすび（鉄管結び） 紐（ロープ）の結び方の一つ、引っ張りに対し解けない結び方。

でんげんしゃ（電源車） 野外などの仮設催事において電源を供給する発電機を搭載した車。ジェネレーター。

どうぐしらべ（道具調べ） 製作した道具の辻褄、数があるかどうか確認すること。演出家、装置家、照明家などが事前に道具を飾り下調べすること。

とうざいまく（東西幕） 袖幕の奥に舞台前から奥に張られる黒幕。

とおしげいこ（通し稽古） 止めないで行われるリハーサルのこと。

とちる 演技上、舞台進行上で失敗すること。

とばす（飛ばす） ①吊り物を上に上げること。②途中を抜いて先へ進行する。

ともづり（共吊り） 一つのバトンに複数の吊り物を吊ること。

トラ 代役の俗語。

トランポ ツアーなどで機材を運ぶトラック、ドライバーも含む。

どんちょう（緞帳） 客席と舞台を分ける幕。公演が始まる前に舞台の中を見せたくない時に下ろしておいたり、公演終了の時に下ろすなど始まりと終わりのけじめをつける幕。巻き上げ式、引き割り緞帳などがある。

なかりまく（中割幕） 舞台中央から左右に開閉できる幕で、舞台の前、後ろを分割する時に使う。開けた時は袖幕として兼用することもできる。

なく（泣く） 我慢・妥協する。

なま（生） フィルターを入れない。W（ホワイト）、NC（ノーカラー）ともいう

ならく（奈落） 舞台や花道の床下の総称。迫りや廻り舞台の機構が設置される。

にじゅう（二重） 舞台床より高い床を組むときに使う。尺高（一尺）、常足（一尺四寸）、中足（二尺一寸）、高足（二尺八寸）などがある。

のーど（ノード (node)） ネットワークを構成する個々の要素、または中継点のこと。サーバ、クライアント、ハブ、ルータ、アクセスポイント等。

のりうち（乗り打ち） 地方公演においてスタッフが公演日に移動して仕込み、当日中に本番を行うこと。巡業公演で公演が終了すると直ち

に次の興行地に移動して、翌朝には仕込みをしてその日のうちに前日と同じ公演をすること。

ばあたり（場当たり） 舞台上で実際に動いてポジションを確認すること。踊りの場合は音楽をかけずフォーメーションを確認する。

ハキ（Haki） 仮設の足場を作る部材。

ばとん（バトン） ステージ上に照明や幕、道具パネル等を吊り上げるための鉄管。

バミリ ①主に床に立ち位置や道具を置く場所を、テープなどで印をつけること。②綱場で吊り物の高さが決まったあとに綱同士に白い紐などで印をつけること。

ひいれ（灯入れ） 屋台、行灯、提灯などに明かりを入れること。

光ケーブル 光ファイバーを利用することで、より高速かつ長距離にわたって安定した通信を行う伝送路。

ひきわく（引き枠） ワゴン、平台や木枠等にキャスターを取り付けた移動用の大道具。

ひきわり（引き割り） 真ん中から開く幕。割り幕とも言う。

ビジュアライザーソフト 照明 3D シミュレーションソフト。

プラットフォーム あるソフトウェアやハードウェアを動作させるために必要な、基盤となるハードウェアや OS、ミドルウェアなどのこと。

ふりおとし（振り落とし） 舞台に吊り下げられた仕掛け幕をきっかけで落とす転換手法。通常振り被せ（ふりかぶせ）のあとに振り落としがある。

ふりかぶせ（振り被せ） たたんで吊ってある幕を落として幕が下がった状態にすること。

フォーカス あたり合わせ、シュート。

ブレーカー 電源と灯体の間に入れてある保護装置。漏電や容量オー

バー時にスイッチがオフになる。開閉器。

プロセニウム・アーチ 舞台前面にある額縁のことを指す。

プロデューサー 企画立案から予算・キャスト・スタッフの構成・宣伝・広報等のマネジメントまで統括する最高責任者。

フロントサイドライト 大臣の斜め客席側からあてる照明室。2フロ、3フロ、4フロなどと呼ぶ。通称フロント。

ふっとらいと（フットライト） ステージ前端の下方から当てる照明。

ばっくらいと（バックライト） ステージ上部後方から舞台前に向けたライト。演者のシルエットを浮き上がらせたり、観客に直接視覚効果を与えるために用いる。

パワコン オリジナルワンタッチロック機構を採用した電源コネクター。NEUTRIK 製。

ぱん（PAN） 照明の光軸の向きを左右に振ること。

ふいくすチャー（フィクスチャー） 照明器具のこと。

プロトコル ネットワークを介してコンピューター同士が通信を行う上で、相互に決められた約束事の集合。通信手順、通信規約。

べたあかり（べた明かり） フラットなあかりのこと。例えばこんな言い方もシュート中に言うことがある「ベタ生で」という指示があれば、フラットに生明かりを当てること。

ペロア 表面にビロードのような張りがありなめらかな光沢がある幕。

ほりぞんとまく（ホリゾン幕） 舞台後方に吊られる白い幕。主に空を表現する。場所によっては舞台後方の壁面が白でホリゾンとして使用するところもある。手で触ったり、機材、道具をぶつけたり立て掛けたりして傷をつけないようにすること。

まえのり（前のり） 公演日の前日に次の公演地に移動すること。

まく（巻く） スピードを上げる。早くする。時間が押していて急ぎた

い時に使う言葉。

まぐち(間口) 幅を意味する。舞台、台、幕などのサイズを言う時に奥行、建端(たっぱ)などとともに使用する。

まちな(マチネ) 昼間の公演。夜の公演は、ソワレ。

みきれる(見切れる) 観客から見えてはいけない部分(物・人)が見えること。

メンテナンス 保守・点検・修理など機材が常に正しく使えるよう保つ作業。

メディアサーバー 詳しくは P171 を参照してください。。

ゆにばーす(ユニバース) DMX512 の一つのデータリンク、そのデータリンク上の全ての機器を意味する。

ようじょう(養生) ①大道具や照明器具などを床に置く際、床を保護するために敷くシート等を敷くこと。②ケーブルなどを出演者や観客が引っ掛けないように覆ったり、止めたりすること。③野外現場などで雨、風から機材を守るためシートなどで覆うこと。

ライティング・デザイナー 台本の読解、演出家及びデザインチームとの打ち合わせ、稽古見などによって作品の方向性、演出の意図を把握し、上演空間における照明による見え方を空間的、時間的に構成、デザインする役割の人。

ライトオープン 緞帳が降りていて 幕開きの明かりが緞帳中でついていて前明かりだけついていない状態で緞帳があき始まること。暗いまま緞帳があくことをダークオープンという。

ライトカーテン ①光の筋で灯体から後ろが見えなくすること。スモークをたいてパーライトなどを間口いっぱいにおいて(吊って)ストレートに明かりを出すと、スモークにより明かりの筋が出て後ろが見えなくなる手法。②舞台に明かりが入ったまま幕を降ろすこと。

ラッシング ラッシング・ベルトを指す。工事用で資材などをまとめて束ねるためのベルト。器材が動かないように固定するときに使う。

ラン・スルー 全体の流れや時間、転換段取りなどの確認のために行うリハーサルのこと。

リノリウム 舞台の床に敷く塩化ビニル素材のもので、バレエ、ダンスの公演時によく使用される。色は黒かグレーが多い。

レイヤー 仮設の足場を作るドイツ製の部材。屋内、屋外問わず使用されている。

レパートリーシステム 劇場・劇団等がストックしている演目から、シーズン初めに上演演目を発表して交代で上演する形式。

ルクス lx 照度。

ルーメン lm、光束。

ろうでんしゃだんき（漏電遮断機） ELB と書く。漏電 30mA～500mA で遮断するブレーカー。

ロケハン 下見。ロケーション・ハンティングの略。

6. フィルター対比表

色の並びは、ポリカラーを基本に並べたが、色合、濃さの順に並べ替えた部分がある。

シネモイドは、R. ピルプロウ氏作成のものを使った。

色名は、メーカー独自のもので、見本帳のものをそのまま表記した。したがって、同一名でも違う色のものもある。

コンバージョンの比較は、スペックの表記に従った。見かけの色は同じではない。

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
ダークマゼンタ		046		46	
ピンクレッド	FR-16				235
	FR-8				
マゼンタ		113	13	342	
ダークマゼンタ					140
スケルトン・エクソティック・サングリア			12	39	
ローズ				45	
スペシャルローズピンク		332			
	12				
ピンクマゼンタ					220
ブライトローズ		148	48		
チェリー					180
ブロードウェイピンク				339	
ブライトピンク		128			120
ピンクパンチ	14				150
ダークローズ					110
フォーリーズピンク		328			
トロピカルピンク				346	
フォーリーズピンク				344	
ネオンピンク				343	
ローズピンク	15	002		44	130
ディーブピンク				43	
ダークピンク	FR-4	111	11		
フレッシュピンク		192			170
ミディアムピンク	16	036		36	
ソフトピンク					135

6. フィルター対比表

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
プリントンピンク				336	
ミドルローズ／トゥルーピンク	17	110	10	337	
パールローズピンク				37	
ライトローズ				38	
ピンクカーネーション		039			
ライトピンク	FR-1	035		35	155
ノーカラーピンク				33	
ブラッシュピンク				333	
マイナスグリーン		247		3308	1580
ハーフマイナスグリーン		248		3313	1582
クォーターマイナスグリーン		249		3314	1583
エイツマイナスグリーン		279		3318	1584
コーラスピンク					160
アンティークローズ					105
3/4 アンティークローズ					105X
1/2 アンティークローズ					106
1/4 アンティークローズ					107
1/8 アンティークローズ					108
チェリーローズ				332	
ミディアムサーモンピンク		166	66	32	
ピンク		157	57		
ロージーアンバー		193			
ライトサーモンピンク				30	260
サーモンピンク				31	195
フレッシュピンク				34	
ライトローズ		107	7		190
ライトサーモン	18	109	9		305
パールサーモン		153			
パールローズ		154	53		
ゴールドティント		151			
パールゴールド		152	52		
ローズゴールド				305	
バスタードアンバー		162			
パールアブリコット				304	
ローズティント				05	
ブラッドレッド		789			
ミディアムレッド	20	027	14	27	
ブラザレッド	21	029			250
ブライトレッド	22	026		26	
プライマリーレッド		106	64		
ディープサーモン				42	

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
ライトレッド		182			245
オレンジレッド	24			25	270
	26				
ファイアー		019		19	280
フレイムレッド		164	64		290
スカーレット		024		24	
モーヴ				50	
サーモン				41	
ディープゴールドアンバー		135	35		
サンセットレッド		025			315
ダークアンバー		022		22	
ディープオレンジ		158	5	23	345
ゴールドアンバー	31	021	58	21	350
コーラル	33				335
アンバーフレイム					355
オレンジ	34	105		20	
ゴールドアンバー		134	34	321	375
アブリコット	35	147		317	343
ミディアムアンバー		020			
クロームオレンジ		179			388
プラス					382
バスタードアンバー					324
ネクタリン		776			
フレイム			47	18	
ライトフレイム				17	
ギャロゴールド				316	
ダークバスタードアンバー		108		03	
ミディアムバスタードアンバー		004	75	04	
ライトアンバー					385
ライトアンバー				16	360
ペールアンバーゴールド		009		09	340
ウォームストロー					365
ペールハニー					364
ストロー／ペールゴールド		103		08	363
ストロー			3		
	36				
ライトサーモン	37			40	
バスタードピンク		779			
インディアンサマー		008			323
ピーチ					320
マヤンサン	38			318	

6. フィルター対比表

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
ライトバスタードアンバー		176		01	
バスタードアンバー				02	
フル C.T. オレンジ	A-5	204		3407	1543
3/4 C.T. オレンジ	A-4	285			1546
1/2 C.T. オレンジ	A-3	205		3408	1549
1/4 C.T. オレンジ	A-2	206		3409	1552
1/8 C.T. オレンジ	A-1	223		3410	1555
ディープストロー		015		15	395
イエローゴールド					410
ディープアンバー	43	104	4	14	420
ライトアンバー	42	102			
	41				
ストローティント		013		13	
イエロー	40	101	1	312	450
ミディアムイエロー					480
ライトストロー				11	
ストロー				12	
ミディアムイエロー	44	010		10	460
ダッフォディル	46			310	470
スプリングイエロー		100			
ライム				96	
ライムイエロー					515
ノーカラーストロー				06	475
ノーカラーストロー					510
パールイエロー		007	50	07	
	45				
サンカラーストロー		764			
ウイト		763			440
フォレストグリーン		327			
ベルベットグリーン		735			
マラードグリーン		325			
グラスグリーン					650
(ロスコー) プライマリーグリーン				91	
ダークイエローグリーン	52	090		90	655
(リー) プライマリーグリーン		139	39		
ダークグリーン		124	24		
	53				
	59				
クロマグリーン				389	
モスグリーン		089		89	660
ファーン (シダ) グリーン		122	22		

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
ピーグリーン				86	570
リー・グリーン		121	21		
	55				
ガスライトグリーン				388	
ライムグリーン		080		88	540
パールグリーン		138	38		
	YG-4				
イエローグリーン				87	535
ニューストロー					520
ライムサン					525
プラスグリーン		244		3304	1585
1/2 プラスグリーン		245		3315	1587
1/4 プラスグリーン		246		3316	1588
1/8 プラスグリーン		278		3317	1589
ミディアムブルーグリーン	54	116			
ティールグリーン				395	
ミディアムブルーグリーン				95	
ブルーグラス					690
	58				
ケリーグリーン				94	
ブルーグリーン				93	710
ピスタチオ					685
ケリーグリーン					680
ターコイズ				92	
	GR-4				
ピーコックブルー	57	115			
ピーコックブルー				73	725
スペシャルスチールブルー		354			
マリンブルー		131			
バミューダブルー				376	
	61				
ライトグリーンブルー	63			76	
ラゲーンブルー		172			740
ナイルブルー					750
アクアブルー					760
パールネイヴィーブルー		143	43		
クリステルブルー					770
シャークブルー			40		780
アズールブルー					730
ブライトブルー		141	41		
ムーンライトブルー	65	183	62	69	

6. フィルター対比表

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
ライトブルー	66	118	18		
ムーンブルー					810
グレイシャー（氷河）ブルー		352			
ノーカラーブルー	67	144		71	
デイライトブルー	76			65	815
オーシャンブルー		724		72	
ライターブルー		353			
サマーブルー		140		370	
ナイルブルー				70	
エレクトリックブルー					790
スチールブルー	79	117	17	363	720
オールドスチールブルー		725			
	64				
クールブルー				66	
パールブルー		063		63	
ミストブルー		061		61	
	BL-1				
トーキョーブルー	71	071			
ディープブルー	86	120	20		
ダークブルー					905
ディーパーブルー		085		85	890
ゼニスブルー		195			
ブルーベル					850
サファイアブルー				383	
ミディアムブルー				83	
スペシャルミディアムブルー		363			
ダークブルー	72	119	19	74	
	73				
コバルト					845
ジャストブルー		079		79	
	74				
プライマリーブルー				80	
	77				
グリーンブルー				77	835
ミディアムブルー		132	132		
	780				
アーバンブルー				81	
ダイヤモンドブルー					841
イブニングブルー		075			
ゼファーブルー				84	
スカイブルー		068		68	

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
	78				
デイトライトブルー		165	32		
ボーナスブルー					848
シティーブルー					847
スレイトブルー		161	61	367	
ライトスカイブルー				67	840
トゥルーブルー		196			
ライトスチールブルー				64	
ダークスチールブルー		174			
ブルーベル				364	
ティプトンブルー				362	
サロン デルフト ブルー				365	
クリアウォーター				360	842
ブースターブルー				62	820
ノーカラーブルー				60	830
フル C.T. ブルー	B-6	201		3202	1523
3/4 C.T. ブルー	B-5	281			1526
1/2 C.T. ブルー	B-4	202		3204	1529
	B-3				
1/4 C.T. ブルー	B-2	203		3208	1532
1/8 C.T. ブルー	B-1	218		3216	1535
	781				
	70				
アリスブルー		197	63		
トゥルディーブルー				78	
ダブル C.T. ブルー		200			
コーンフラワー		366			
スカイブルー					860
カラーウォッシュブルー		719			
デイトライトブルー					880
					882
ブルーベル					888
コールドブルー		711			
コンゴブルー		181		382	930
ロイヤルパープル					945
インディゴ				59	
ローズインディゴ				358	
ミディアムパープル				49	995
モーヴ	81	126	26		
フィッシャーフェューシャ				349	
	83				

6. フィルター対比表

色名	Polycolour	Lee	Cinemoid	Roscolux	GAM
	84				
	85				
ローズパープル		048		48	
スペシャルミディアムラベンダー		343			
ジブシーラベンダー			25	56	948
ダークラベンダー		180		357	
ラベンダー		058		58	950
ダークラベンダー					990
ライトローズパープル				47	
フューシャピンク		345			
パレスブルー		198			
ロイヤルブルー				385	
コスミックブルー					925
ミディアムバイオレット				359	
サブライズブルー				82	
トワイライト					915
	87				
アリスブルー				378	910
パールバイオレット				355	
パールバイオレット		142			
バイオレット		344			
スペシャルラベンダー		137			940
ライラック			71	55	
ブルーアイス					885
パールラベンダー		053		53	
ウインターホワイ					870
サブライズピンク		194			960
ラベンダー		170			101
ブルーローズ					103
ラベンダー			58	57	
ミドルラベンダー				356	
ライトラベンダー		052		52	970
	88				
パールラベンダー		136	36		
スペシャルラベンダー				54	
ライラックティント		169			
サブライズピンク				51	980
	PU-4				
ラベンダーミスト				351	
パールラベンダー					920
ラベンダーティント		003			

中 級 編

1. 放電灯について

ここでは放電灯についての歴史、種類、特長について述べる。

1.1 簡単な歴史

古くから使われてきたカーボンアークの光をランプの光へ置き換える要望が強く放電灯が開発されることとなった。ここで研究・開発はキセノンランプ系と水銀灯系への分岐があった。

実用的な製品としてはまず高圧水銀灯が開発された。(1934 年簡便だが「低輝度」「低演色」に問題があった) ナトリウム灯 (波長 589nm) は 1935 年。

同時期の 1930 年代後半には蛍光灯が登場した。(蛍光灯は当初は波長 253.7nm 単一の低圧水銀灯)

キセノンランプ (ショートアーク) は 1944 年にサーチライト用光源としてドイツで開発された。(実用化されたのは 1950 年代後半) 以来、高容量化や小型化などが進んだが最初から完成された製品だったため大きな進化はなく現在へと続いている。

その後も水銀灯の「高輝度」「高演色」への挑戦は続き高圧化や配合金属化合物の研究により様々なランプが開発され、「メタルハライド (以後メタハラとする。ハロゲン金属化合物という意味)」技術の登場と進化(1964 年 アメリカ GE 社)により舞台スタジオでの使用が可能になった。ヨーロッパで映画や TV の照明光源としてメタハラが大々的に使用されるようになり「HMI」(オスラム社の登録商標) という名称とともに普及していった。映画の世界では大容量化 (6,000W~24,000W 単一光源として使う)、舞台では広い容量範囲対応・小型化 (150W~6,000W) で使用されるようになった。従来は一度消灯すると暫くは再点灯できな

かったが、ホットリストライク・タイプ（即時再点灯可能）が開発され、次々と機材に導入されている。またセラミックメタハラの登場によりランプ寿命が飛躍的に延びている。

1.2 キセノンランプ

舞台上で使われるものは「ショートアークキセノンランプ」と呼ばれるものである。

特長：直流点灯＝＋と－がある
（取付方向に注意）

RA（演色指数）＝95 非常に良い

色温度＝6,000K 太陽光に近く非常に安定している

点灯して即安定する 消灯後すぐ点灯可能

ランプ寿命 2,000 時間前後

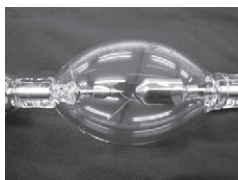
欠点：価格が高い

水銀灯系に比べると点灯のために複雑な整流器が必要

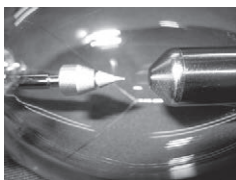
ランプの内気圧が高い（20～40 気圧 破裂すると非常に危険）



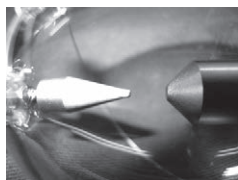
キセノンランプ



管球 太い方が陽極＋、尖っているほうが陰極－、トリガー線が張られている



新品の陰極。尖っている



中古品の陰極。丸くなりはじめています

ロングアーク・キセノン・ランプ

舞台やテレビでは無縁だが、ストロボのランプがこの一種である。(キセノンフラッシュランプと呼ぶ) 電極間の距離を取るために屈折や螺旋状の管球形状をしており確実な発光を得るためにトリガー線が張られている。



電極間の距離を取るために、屈折や螺旋状の形をしている

フォロースポットとサーチライト

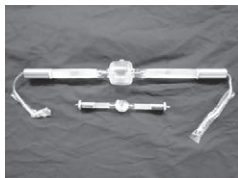
身近に使う二種類の器具だが、どちらもキセノンランプを使用する。ランプの取付には大きな違いがある。フォロースポットは基本的に水平から下向きで使うため陰極-が前になり、サーチライトは基本的に水平から上向きで使うため陰極-が後になる。

フォロースポットのランプ(ミラー)の下についている棒磁石は何のためだろうか？

これはアーク放電を下に引っ張って安定させるために付いている。キセノンランプは放電が地磁気の影響を受けるため激しい動きはアーク放電を不安定にさせる。そのため動きの激しいムービングライトでは使い難いため採用されることはほとんどない。(価格や整流機構のこともあ

1.3 メタルハライド・ランプ

進化した水銀灯と言える高輝度・高演色性が特長



上：6K 下：1.2K



シングルエンド 1.2K



ミラー一体型 400W

横長で両端に電極があるダブルエンドタイプと管球の下側にベースがあり、そこに電極が二本あるシングルエンドタイプが一般的である。一部にはミラーが一体化されたものもある。

特長：交流点灯＝どちら向きに入れても OK

RA＝80～90

色温度＝4,500～12,000K 製品によっては 20,000K（インジウム系 水族館で使用される）

点灯して安定するまでに時間が必要

ランプ寿命 500～1,000 時間前後（色温度、演色性を下げて 2,000 時間程度のももある）

欠点：色味の安定性に欠ける 使用時間で色味・色温度が変化する

再点灯に時間が必要（対策としてホットリストライク・タイプがある）

1.4 舞台照明にとって絶対に必要な「調光」について

(放電灯全般)

放電灯は電極間のアーク放電を光源としているので調光することは不可能である。電氣的に 50%～100% 程度で調光できる製品もあるが、あまり意味はない。(100%の明るさを抑える等の用途はある) そこで使われるのが「メカニカル・ディマー」と呼ばれる機械的な調光機構である。



ブラインドシャッター PAL1200 のディマー PAL1200 のディマー PAL1200 のディマー
器具の一番前に取り付ける



MAC700 のディマー MAC700 のディマー MAC700 のディマー

このような「形状」や「機構」の違いによって、調光に関するカーブ（調光の度合い）が各機材の間で合わず、現場では大きな懸案になっている。特にムービングライトはランプ直後にディマーが入るので違いが顕著にあらわれる。

1.5 よく聞かれる素朴な疑問

- ・新品のランプなのにランプの中が汚いのは何故か？

これは封入された金属化合物が管球の内側に固形化されているためである。点灯すると気化して透明になる。

- ・バルブの支持部に透明な窓があるのは何？

これはランプライフを計る目安にするもので電極に繋がるモリブデン箔がここまで変色してきたら寿命が近いということ。（これでもかなり熟練を要す）



封入された金属化合物が管球の内側に固形化されている。点灯すると気化して透明になる

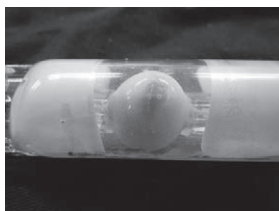


真ん中の窓までモリブデン箔が変色してきたら寿命が近い

1.6 ランプのライフ管理について

メタハラは最終寿命では「破裂」という状態になる。破裂することによって機材内部の他の部分（ゴボ、カラーフィルター等）に損傷を与える場合もある。

メタハラを使用する機材はほぼすべてについてランプの実点灯時間に関する管理ができる。機材への損傷や思わぬ事故に備え、ランプ使用時間は把握するべきと考えられる。



末期のメタハラランプ
インナーバルブが膨張してアウターバルブに接触している。まもなく破裂する

1.7 メタハラの安定器（バラスト）について

メタハラはなぜヨーロッパで発達してきたか？ その答えは高い電圧が必要だったためである。

標準的に 380V 程度の電圧が必要だったため、220V（ヨーロッパの商用電源）の三相 4 線の相間電圧 = $380V$ ($220 \times \sqrt{3}$) が簡単に取り出せるヨーロッパで発達した。当初は「電磁バラスト」と呼ばれる「トランス」と「コンデンサー」の組み合わせによるものだったため大きくて重く器具の重量の大きな部分を占めてしまうことになった。器具の小型化、高機能化にはバラストの小型・軽量化が必須だったためバラストの電子化が進められ、現在ではほとんどの機材で電子バラストが使われている。



575W 用の電子バラスト

1.8 放電灯の今後

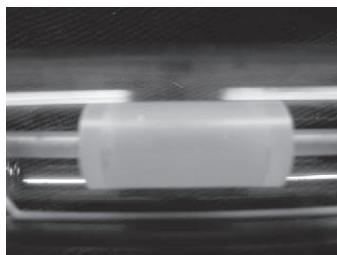
キセノンランプはその安定性等の特長により、フォロースポット・サーチライトで使用されていくと思われる。しかしメタハラも安定度を増していることからフォロースポットで採用されていくのではないだろうか？ 実際ヨーロッパではほとんどのフォロースポットがメタハラを光源としている。

ホトリストライク＝メタハラの欠点である再点灯までの待機時間をなくしたタイプが増えていくであろう。現場では要求が高くなっている。

セラミックメタルハライドランプ（セラメタ）＝インナーバルブにセラミックを使用することによって寿命を飛躍的に延ばす。色温度は5,000K 程度で寿命は6,000 時間以上、500W 程度までが実用化されている。今後、高容量化が進む？ と思われる。



セラミックメタハラ 150W



セラメタの管球部

ブラズマ・メタルハライドランプ＝ROBE 社の製品に採用された新しい技術で500W クラスでRA=94、ライフ=10,000 時間以上と従来の10 倍程度の寿命を誇る。

その他には無電極放電ランプのように近い将来実用化されるであろうものも開発されている。

2. 舞台照明の制御信号

2.1 舞台照明の制御信号の歴史

1970年代から1980年代の初めまで、照明用の信号といえばアナログ信号で、それが制御するものといえば調光器がほとんどだった。

1980年代に入りカラーチェンジャーやムービングライトなどの機器が登場すると、今まで明るさの制御にだけ使われていた信号が“色”や“動き”などを制御する信号へと変化してきた。そして1980年代後半にDMX512が登場する。

2000年代になると、大量の制御チャンネルをDMX512のマルチケーブルなどで処理していたが、さらに利便性を求めてネットワーク化されようとしている。

2.2 アナログの時代

照明用の制御信号はサイリスタ調光器を制御することから始まった、いわゆるアナログ信号である。

アナログの場合、制御のために必要なケーブルの数は、最低でも負荷の数プラス1本のコモンラインが必要で、100chのディマーを制御するには最低でも101本のケーブルが必要である。実際にはマルチケーブルになっていたのだが、それでも大量のディマーを使用する時代がくるとケーブルはどんどん太く重くなってきた。

2.3 DMX512の登場

DMX512は1986年にアメリカの米国劇場技術協会USITT (United States Institute for Theatre Technology) によって制定され、後にESTA (Entertainment Services and Technology Association) に管理される

ようになる。

ESTA は 2011 年に PLASA と合併して、現在の規格は PLASA のもとで管理されている。

1990 年に改正が行われ DMX512/1990 となり、2004 年にはそれまで曖昧だった規格が明確になり ANSI (American National Standards Institute) に承認された。

現在の規格は 2008 年に改正されて DMX512-A と呼ばれている。

2.3.1 DMX512 の特徴としては

1 本のケーブルで 512 チャンネルのデータを送ることができる

最大ケーブル長は約 450m

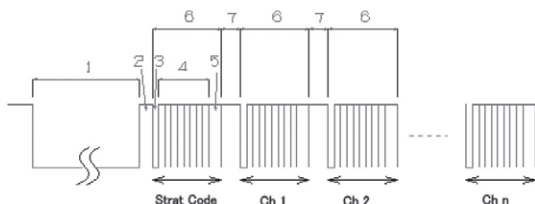
1 本のラインに対して最大 32 台の器具を接続することができる

DMX512 は、最初は増え続ける調光回路を制御し、システムを簡略化し、互換性をもたせるために作られた規格だったが、カラーチェンジャーやムービングライトの制御に使われ始めるようになり、業界標準となってきた。

一時期は、舞台装置や特殊効果などの制御にも使われていたが、DMX はコントローラーから制御する機器に対して信号を送るだけで、フィードバック、エラーの検出、訂正もないので、人命に関わるような用途に使用するのには安全ではないとして、現在は規格上使用してはいけないことになっている。

2.3.2 DMX512 信号の中身

DMX512 はその名のとおり 512 チャンネル分のデータを扱うことができる。1 つのチャンネルは 8 ビットのデータなので 256 段階の値が取れる。このデータをチャンネル 1 から 512 まで順番に送っている。これを 1 秒間に最大約 40 回繰り返している。



番号	名称	長さ
1	Break	88 μ Sec 以上、1 秒以下
2	Mark After Break	8 μ Sec 以上、1 秒以下
3	Start Bit	4 μ Sec
4	Data	4 μ Sec $\times$ 8bit
5	Stop Bit	4 μ Sec $\times$ 2bit
6	Frame Time	44 μ Sec
7	Time Between Frame	0 秒以上、1 秒以下

2.3.3 相性問題と DMX512-A

DMX512 は異なるメーカー間で機器を制御できるようにすることも、大きな目的であった。

そのため最初の規格はかなり幅の広いものとなっており、これが機器間での相性問題の原因となることが多かった。

特に大きな問題となったのはブレイクタイムとマークアフターブレイクだった。

これは“この信号がきたら頭に戻って次はチャンネルの1番からだな”という区切りの信号で、この時間の定義が広すぎてメーカー間で正確にデータを受信できない問題があった。

また、リフレッシュレート(1秒間に繰り返す回数)は最大約40回だが、最小回数が決まっていないのでここでも相性の問題が出てきた。

そこで ESTA ではこの曖昧な規格を改めて DMX512-A を発表した。(実際にはブレイクタイムやマークアフターブレイクの推奨値の設定)

DMX512-A では信号の規格以外にも使用範囲を照明制御に限ることや、今まで定義されていなかった4番、5番ピンの使用方法なども定義されることになった。

2.3.4 DMX512 のスピード

DMX512 は電氣的には RS485 という、長距離、高速通信規格がもとになっている。

DMX512 のケーブル規格や長さ、接続台数、終端抵抗などはすべてこの規格に基づいたものとなっている。

DMX512 の伝送速度は 250Kbps (Bit/Sec) で、1 秒間に 250,000 個のデータを送ることができる。

規格上 1 回のデータ送信には最大で、約 23mSec 必要で、そうすると 1 秒間に最大 44 回のデータを送ることができる。リフレッシュレート 44Hz と表記する。

2.3.5 コネクタとケーブル

DMX512 のコネクタは基本的には 5 ピンの XLR だが、実際に使われているのはそのうちの 3 ピンである。照明器具の中には 3 ピンの XLR コネクタしかついていないものもあるが、DMX512-A の規格では 5 ピン以外の使用は原則禁止になった。

ケーブルはツイストペア + シールドということで、以前はよくマイクケーブル等が使われていたが、インピーダンスやキャパシタンスが DMX512 信号には適さないため、データの誤りを引き起こしやすい。DMX512-A ではケーブルの仕様もデジタル信号用のケーブルを使用するように定められた。

ケーブルインピーダンスとは、簡単に言うとケーブルがもつ電子信号に対する抵抗のようなものである。DMX512 の規格では、ケーブルのインピーダンスは 120Ω (オーム) と定められている。



接続される機器の電子回路もインピーダンスをもっており、このマッチングが悪いと信号の減衰、反射が起こる。

接続された機器の終端のインピーダンスは $\infty\Omega$ となり、信号が反射される。このため回路の終端には終端抵抗として 120Ω の抵抗を入れなければならない（ターミネーター）

コネクタは 5Pin の XLR で、ピンアサインは以下のようにになっている。

1. Data Link Common
2. Data 1-（主データリンク）
3. Data 1+（主データリンク）
4. Data 2-（補助データリンク）
5. Data 2+（補助データリンク）

実際に使用しているのは 3Pin だけなので、以前は安価な 3Pin の XLR が使用されている機材も多かったが、DMX512-A の規格では原則禁止になっている。

データが、プラスとマイナスの 2 本を使用して送っているのは、ノイズ成分をとるためである。

2.3.6 スプリッター、バッファ

DMX512 は電氣的に RS485 の規格から、最大延長距離が約 450m となっている。

実際には 300m ぐらいが安全な距離である。

また、1つの経路上には最大 32 台までの機器を接続できるが、これも 20 台程度に抑えていたほうが安全である。

距離を延長したり、経路を分岐したりするときに使用されるのが、スプリッターやバッファである。

これらの機材は、入力と出力が電氣的に絶縁されている。

2.3.7 DMX ワイヤレス

DMX512 の信号をワイヤレスで通信する技術である。

機器の出力にもよるが、概ね 100m から 500m 程度の通信が可能である。ただし現場の環境によっては著しく通信距離が落ちる場合がある。反射、散乱、回折など電波の特性を理解して使用することが、快適な環境での使用につながる。

現在主流となっているのは、2.4Ghz 帯と呼ばれる周波数を使用したもので、これは家庭用の無線 LAN ルーターなどと同じ周波数を使用している。2.4GHz 帯は 13 個のチャンネルがあり、同じチャンネルを使用すると混信により通信エラーが発生する。

そのため最新の機器では周波数ホッピング方式 (FHSS) と呼ばれる、空いているチャンネルに自動的に移動する方式が取られている。

2.3.8 RDM について

RDM とは Remote Device Management の略で、DMX512 の拡張規格である。既存の DMX ケーブルを用いて機器間で双方向通信を行えるようにしたプロトコルである。

データは 5 ピンコネクタの 2 番 3 番を使用して、DMX データの隙間に割り込ませるように送受信する。データが双方向なのでスプリッターは RDM 対応のものを使用しなければならない。

RDM で可能なことは

コントローラーから接続された RDM デバイスのアドレス設定がで

きる。

RDM デバイスからコントローラーへのパーソナリティダウンロード

DMX512 信号を利用して RDM デバイスのアップグレード

RDM デバイスからエラー情報やランプライフなどのステータスをコントローラーに送る。

DMX ケーブルを利用して双方向通信が可能で、機器の対応はソフトウェアの変更で対処できることも多いので、最近の製品は RDM 対応のものも増えてきている。

2.4 ネットワーキング

近年演出空間の中では、さまざまな分野にネットワーク技術が取り入れられるようになってきた。舞台照明の制御信号もネットワークを利用し始めてきている。

2.4.1 イーサネット (Ethernet)

イーサネットとはコンピューターネットワークの規格の 1 つで、主に物理的な規格のことである。イーサネットでは、ケーブル、コネクタ、ハブ、ルーター、ネットワークカードなどの規格が決められており、私達が普段家庭や会社で使用しているネットワークは、基本的にはこのイーサネットの規格に則った機器を使用している。

2.4.2 コネクタ、ケーブル

イーサネットに使用されるコネクタは RJ-45 と呼ばれるもので、最近の演出空間で使用されるものには XLR のシェルがついて、簡単には抜けないものが登場している。

ケーブルはツイステッド・ペアケーブルが使用される。いわゆる LAN ケーブルとかイーサネットケーブルと呼ばれるものである。ケー

ブルはUTPとSTPに分けられる、普段私達が使用しているのはUTP（アンシールド・ツイスト・ペア・ケーブル）と言って、シールドのないより対線ケーブルである。カテゴリ6以下のケーブルに使用される。

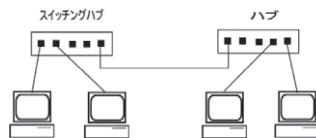
通常使用されるケーブルは両端のRJ-45プラグの同じピン番号同士が接続されているストレートケーブルを使うが、PC同士を接続する場合ピン番号が1-3、2-6、4-7、5-8で交差接続されたクロスケーブルを使用する。イーサネットケーブルの最大延長距離は100mである、近年は長距離を延長する場合、通信速度も速いため光ファイバーも利用され始めている。



2.4.3 ネットワーク機器

イーサネットでシステムを構築する場合の結線はスター結線と呼ばれることになる場合が多い。このとき中心に位置するのがハブと呼ばれる機器である。以前はリピーターハブという信号を増幅、分岐するだけのものだったが、最近は信号の宛先を解析して、適切なポートにのみ信号を送るスイッチングハブが主流で、単にハブと言えばスイッチングハブのことを指すことが多い。あるいは単にスイッチと呼ばれることもある。

スイッチの通信は同一ネットワーク内に限られるので、ネットワークを超えて通信するにはルーターと呼ばれる機器が必要である。



2.4.4 IP、IP アドレス

IP とは Internet Protocol の略で、インターネットにおいて情報を伝達するためのプロトコル（通信手段）である。

イーサネットでも IP プロトコルを利用して通信しており、そのプロトコルを利用する場合のネットワーク上の機器を識別するのが IP アドレスである。

IP には IPv4 と IPv6 があるが、私達が演出空間等の狭い場所で使用する場合はほぼ IPv4 と考えて問題ないので、今後 IPv4 で IP アドレスを説明する。

IP アドレスは 2 進数 32 ビットの数字で表される。しかしそれだとわかりにくいので、8 ビットずつに区切って、なおかつ 10 進数に変換し、ドットで区切って表記するのが一般的である。

IP アドレスはネットワークアドレスとホストアドレスで区切ることができる。この区切りを決めているのがサブネットマスクである。ネットワークアドレスがネットワークを指定し、ホストアドレスがそのネットワーク内の機器を指定する。ネットワークが違っていると直接通信が可能な



いので、IP アドレスの設定時にはサブネットマスクも含めて注意が必要である。

2.4.5 舞台照明制御用ネットワーク

照明制御がネットワーク化された場合何が変わるのだろうか。

まず、複数の DMX ユニバースを一本のケーブルで送ることができる (512CH=1 ユニバース)。現在使用されている照明用プロトコルでは DMX over Ethernet と言って、イーサネットケーブルで DMX 信号を送っている状態である。これはムービングライト等の照明機器の制御の概念が根本的に変わって、チャンネルとかアドレスの考え方がなくなるという限り変わらないだろう。

ネットワーク上の機器管理が任意の場所から簡単にできる。

ネットワーク回線の多重化による冗長化

コンソールのバックアップシステムの構築

同じプロトコルに対応しているメーカーの製品を使用することができる。

など、たくさんの利点がある。

3. ムービングライト

ここではムービングライトについての種類、特長、歴史などについて述べる。

3.1 種類別分類方法

3.1.1 本体の形状による分類

- ・スポットタイプ（ヘッドムービングタイプとも呼ぶ）

特長としては動作範囲が広い、小型化できる、光源が動くので動きがダイナミック、動きでボタンが揺れる、パン・チルトの動作が遅い等がある。



Martin MAC500

- ・ミラー（スキャン）タイプ

パン・チルトの動作スピードが早い、可動部分が軽いミラーなのでほかの吊り物に影響を与えない、動作範囲が狭い、灯体が大型になってしまいう等がある。



HighEndSystem CyberLight

3.1.2 本体の機能による分類

- ・プロファイルタイプ

ハードエッジ（輪郭がはっきりした）ソース4のような光が得られる。ゴボ、アイリス、プリズム、フレーミングなどの機能をもつ。



ClayPaky AlfaSpot

- ・ウォッシュタイプ

ソフトエッジ（輪郭が柔らかい）な光が得られる。フレネルレンズが付く。



ClayPaky AlfaWash

- ・ビームタイプ

ビーム径が小さく灯体が小さめで比較的速い動きが可能（プロファイルとウォッシュの両方がある。基本的には広がらない）



ClayPaky AlfaBeam

3.2 機能について

3.2.1 ムービングライトの機能と構造

ムービングライトはそれぞれの機材がもっている機能をパラメーターとしてコントローラーから制御する。以下に各機能を述べる。

- ・ディマー（調光）

ランプが放電管の場合、ランプは調光できないのでメカニカルディマーが使われる。メカニカルディマーはタングステン（ハロゲン）ランプとの調光カーブを合わせるのが難しい。ディマーレベルによって色が変わって見える場合もある。

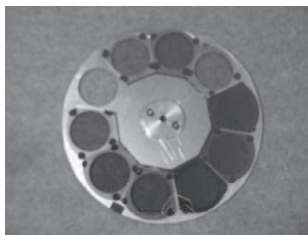
- ・パン・チルト

スポットタイプは可動範囲は広いが、動作スピードは遅めである。ミラースキャンは可動範囲は狭いが、スピードは速い。スポットタイプはその構造上、1つのポジションに対して2つ以上のレベルが存在するので、動く距離が違ってくる場合があり、注意が必要である。

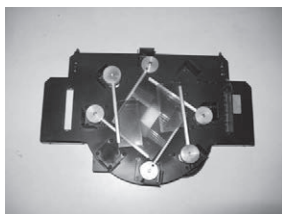
- ・カラー（カラーホイールとカラーミックス）

カラーホイールタイプとカラーミックスの2種類がある。カラーホイールは何色かのフィルターを円盤上に配置したもので複数のホイールをもつもの（混色が可能）もある。

カラーミックスはCyan、Magenta、Yellowの3色を使った減法混色を利用して色を作る。コンバージョン（おもにアンバー系）の色をもつものもある。Cyan、Magenta、Yellowの各色が円盤やフラッグ状になっており3色を混ぜ合わせて色を作る。



Martin MAC500 ColorWheel



Martin PAL1200 CMY モジュール



Martin MAC600 CMY 各色が円盤状になっている

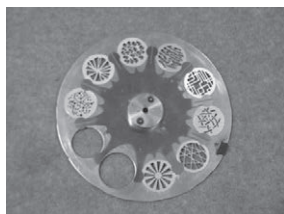
・ゴボ

円形のホイールの外周にそってゴボが数種類入れられるものをゴボホイールと呼ぶ。

回転するものとしないものがあり、前者はローテートゴボ、後者は固定ゴボ（スタティック）と呼ばれる。ローテイトするものは回転のスピード、方向また止めた時の角度（インデキシング indexing と呼ばれる）を指定できる。両タイプともゴボを交換できるものが多い。



Martin MAC500 Rotate Gobo Wheel

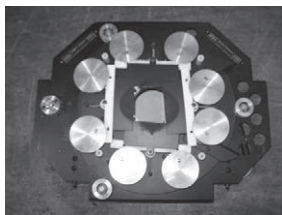


Martin MAC500 Static Gobo Wheel

・フレーミング

4枚のフレーム（羽）を制御して照射エリアの一部をカットする。1つのフレームに対して2つのモーターで制御している。また全体の角度を変えることもできる。4枚の羽をそれぞれ2つのモーターで動かして

いる。全体を回すモーターももっている。このモジュールで 9ch 使用する。



Martin PAL1200 Flaming モジュール

- ・フォーカス

レンズを動かすことにより照射面でフォーカスしたりゴボにフォーカスしたりする。

- ・ズーム

複数のレンズを使用し照射面の大きさを変化させる。レンズの可動距離があるので灯体が長くなる傾向がある。

- ・フロスト

プロファイルタイプではソフトなエッジを得る。ウォッシュタイプでは照射面を横延ばしするシェイパーと呼ばれる機能をもつものが多い。

- ・アイリス

ビーム径の大小を操作する。全閉にならないものが多い。

- ・プリズム

多面体（3～5 面が多い）のプリズムを入れることにより複数の光を得る。プリズム自体を回転させることができる。

- ・ストロボ

ディマーの速い動きを使ってストロボ的な効果を得る。ランプ自体を

点滅させるものも存在する。

- ・ ランプほかのコントロール

ランプの点灯、消灯のほかに本体のリセット等を行う。

- ・ アドレス設定

ムービングライトの DMX アドレスは、コントローラーから出力される DMX 信号 1ch～512ch のうちどの部分を使用するかを設定する。どの機材もさまざまな機能が盛り込まれることにより使用するアドレス数は増えつつある。スタートのアドレスを設定するとその機材で使用するアドレス数分が専有される。たとえば 1 番の機材が 1 で 30 アドレスを使用するなら 2 番の機材は 31 のアドレスに設定する。

- ・ パラメーターの 8 ビットと 16 ビット

たとえばムービングライトのパンの動作範囲が 360 度とすると、DMX 1 チャンネルは 256 段階の信号なので、レベルが 1 変わるとパンの値は $360 \div 256 = 1.40625$ となり、約 1.4 度動いてしまう。灯体側で 1.4 度ということは 10m 先では約 25cm の動きになる。このため、パンやチルトなど精密な動作範囲を求められるパラメーターは DMX を 2 チャンネル分使用して $256 \times 256 = 65,536$ 段階の信号にして制御している。最近ではディマーにも設定され、より滑らかな調光を目指す傾向にある。

3.2.2 ランプについて（放電管、ハロゲンランプ、LED）

ランプが放電管の場合、ほとんどの灯体には冷却用のファンが付いている。ランプの冷却というよりは内部機構の冷却用である。そのためランプ消灯後ある程度の時間ファンを回して（クーリングと呼ばれる）おかなければいけない器具がほとんどである。

限られた機種ではあるがハロゲンランプを使用する機材も存在する。スタジオ用途で使用する。最近では LED の導入が爆発的に進んでいる。1,200W～1,500W クラス以外は近い将来 LED のものを中心になる

可能性が高い。特にウォッシュタイプはその動きが顕著である。

3.2.3 動作スピード、動作音・ファンノイズ

メーカーによって動作スピードもかなり異なる。ヘッドムービングタイプの場合、動きが早いと、急な動作から止まったときに慣性が大きく働くので、吊ってあるボタンが揺れることもある。最近では停止する時にスピードを緩める機材も出てきている。動作音やファンノイズも、使用環境によっては注意が必要である。小さなホールやクラシック系の公演で使用する場合や演目によっては使用できない場合もある。その理由としては動きの音、ファンの音、内部機構の音（ゴボや色、ズームの動作音）などがある。

3.3 ムービングライトの歴史

3.3.1 前史

電気照明が使用されたごく初期から「光の動き」は強く求められていた。
 透過光＝木漏れ日 本物の木を袖中に置きサイドスポットで影を出す。
 反射光＝水鏡（鏡＋水）、メラ（アルミ板を凹凸にして反射させる）
 などが使用されていた。

3.3.2 エフェクトスポット（マシンスポット）全盛の時代

今でも使用される機材だが現在のムービングライトの効果の原型になった効果が多用されてきた。たとえば以下のような対比関係にあると思われる。

スライドキャリア＝固定のネタを投影＝スタティックゴボ
 スパイラル（芯なし）＝「ネタ」を回す＝ローテートゴボ
 ディスク＝斜めにネタが入る＝（MAC700 などの）エフェクトホイール
 フィルム＝熱量の関係で不可能＝光源のLED化によって今後実現の可能性もあり。

3.3.3 ディスコを中心に使われた機材

首振り＝スィングライト、回転＝スピナー、シャワーボール等のビームを中心とした動きが使われるようになった。

激しいシーンチェンジなどの手法はこの時期に成立していく。

舞台ではパーライトの大量仕込みの時代。コンソールの発展。



ルナ 24 (シャワーボール)

3.3.4 バリライトの衝撃的な登場

最初のムービングライトであるバリライト (VL1) は 1981 年 9 月のバルセロナでのジェネシスのコンサートでデビューした。当初、Showco (音響会社) とジェネシスのプロダクションとで「色が変わるスポット」を開発していた。ある日、ほぼ完成したスポットをテスト中にあるスタッフが「これにモーターをあと 2 個付けば動くんじゃない？」と発言。試してみることになった。

＝出典「コンサートライティング」

個人的には 1982 年夏、アメリカから届いたバリライトの宣伝用ビデオを見て激しい衝撃を受けた。



VL1™ Spot Luminaire



Series 100™ 操作卓

3.3.5 ムービング専門会社の時代（1985年～1995年頃）

バリライトのカラーチェンジに関する特許のことなどがあり、この時期は数社の専門会社に仕事を依頼する時代が暫く続いた。バリライト以外にはモルフェス、アイコン、スターライトのほか、国産のものも存在した。



VL1（右）とVL2（左）



モルフェス ProSpot



Starlite MK2



IconSpot

3.3.6 販売用ムービングライトの登場（1990年代初頭～）

まず、ミラースキャンがディスコ関係に導入され始める。
ハイエンドシステム＝インテラビーム、トラックスポット
マーチン＝ロボスキャンシリーズ

製品も小型のものが多かったので小規模店舗などでも導入が進んだ。

徐々に大型で明るい機材も登場し（ハイエンド＝サイバーライト、マーチン＝PAL1200）舞台で使用されるようになった。



舞台用ミラースキャン PAL1200

3.3.7 スポットタイプ（プロファイル、ウォッシュ）の登場そして「小型化」「高機能化」

90年代後半には爆発的な各種機種の登場が続いた。マーチン社とハイエンド社の功績と言える。小型化、高機能化はともにモーターの基礎的な技術進歩が背景にある。ムービングライトの中身はほぼモーターとそれらの駆動部（ギア、プーリー、ベルトやチェーン）であり、モーターの小型化＝スペースの余裕＝高機能化となる。



MAC500 プロトタイプ

3.3.8 ランプの変遷

傾向として2つの流れがある。

- ・小中スペース向け

メタハラ 250W 程度が中心。長寿命の MSD タイプが多い。

セラメタ 150W も使われる。

・舞台用途向け

メタハラ 400W クラスから 575W、700W、1,200W

1,500W～2,000W の製品も出てきている。

プラズマランプに注目

700W クラスあたりまでは光源の LED 化が急速に進むと思われる。

ウォッシュタイプは LED が中心になりつつある。LED のプロファイルタイプが次々と登場すると思われる。

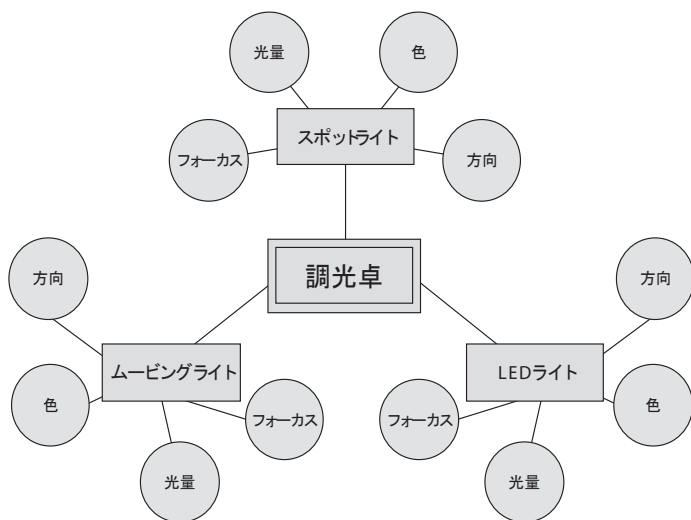
3.3.9 ムービングライトの今後

既に特殊な機材ではなくなり普通に使われる機材となっている。暫くは LED 化への流れが続いていくだろう。使える効果についてはほぼ出尽くした感があるが、より小さく明るく高機能化の流れとランプの高容量化には若干譲歩しつつ、より明るさを目指す流れが続いていくと思われる。

4. 制御の概念 A

4.1 光の制御

照明の制御とは、光を制御するということを指すが、特に光の「量」を制御することが基本である。しかし、近年はムービングライトやLED スポット等の登場によって色やフォーカスなども含めて、光による効果全般を制御するという概念になってきている。



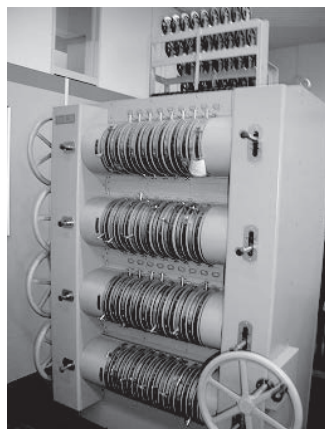
「調光」という光の量を加減する技術に始まり、専用スポットの色やフォーカスを遠隔操作できる「PTFC (パン、チルト、フォーカス、カラーチェンジ)」機能のある卓が登場し、その後のさまざまな高機能なスポットライトの開発は、常に同時に制御卓の開発も伴ってきたのである。

4.2 調光器

調光器とは、抵抗を利用して明るさを変化させるものであり、その歴史は、食塩水に電極を浸ける「水抵抗器」から始まり、その後、金属を用いた「金属抵抗器」が登場した。

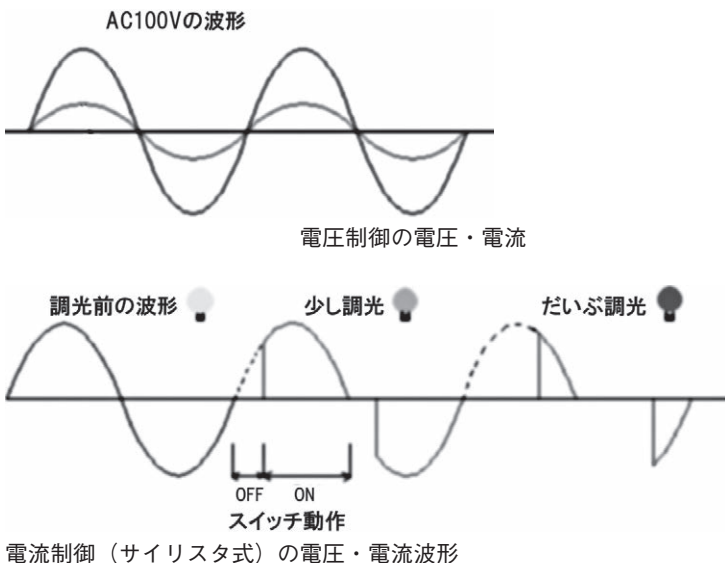


その後さらに、電圧を変化させる方式が考え出され、オートトランス方式と呼ばれるものとなった。単にオートと呼ばれ普及したが、現在ではほぼ姿を消している。電圧を変化させる機器としては、現在でもスライダックが使用されている。



次に登場するのが、電流を制御して調光する仕組みである。代表的なものがサイリスタという半導体を用いた制御方式で、小型で安価なことから現在ほとんどの調光器がサイリスタ制御のものになっている。

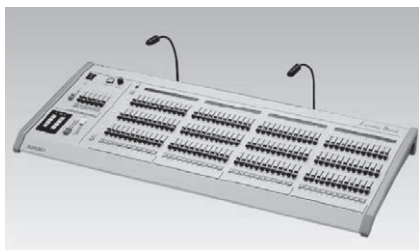
調光した時の波形



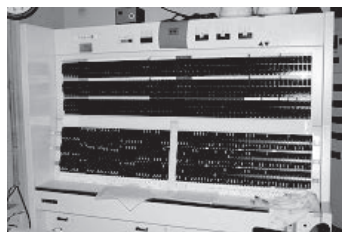
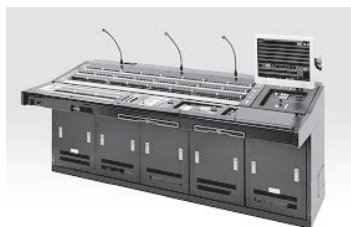
欠点としては、電流の波形を制御しているので、音響ノイズやフィラメントノイズが発生しやすいため、次世代の調光器としては、サイリスタの欠点を改良した IGBT ディマーや、電圧制御のような波形で調光ができるサインウェーブディマーなどが登場してきている。

4.3 調光卓

オートトランス制御までは、調光器と操作卓をほぼ一緒の場所に設置する必要があったが、サイリスタ調光器の登場により、多段プリセット卓と呼ばれる操作卓が登場することとなる。



多段プリセット卓とは、プリセットフェーダーを複数面もつ操作卓で、その面数（段数）分のシーンを作成でき、シーンはクロスフェーダーによって実行場面を変化させていく。1段目から2段目への変化中に3段目のシーンを作るといった使い方をするので、3段プリセットが標準となっていた。大型の劇場には10段前後のプリセット段が備わっている操作卓もある。



4.4 メモリー式調光卓

コンピューター制御の操作卓の登場は、人手をかけずに経済的に省力化が図れること、作ったシーンを正確に再現できること、複雑なプログラムができることなどの利点があり、現在の操作卓はほぼすべてメモリー式になっている。

1980年代に登場したメモリー式調光卓は、当初日本と海外では記憶の方式が違っていた。日本ではシーンごとにすべてのデータを記憶する方式であったが、海外の操作卓は変化しただけを記憶する方式であった。この海外の方式は、現在日本でムーブフェードと呼ばれるもので、元々この変化したデータのみ記憶するという方式は、メモリーの消費量を減らすという目的もあったようである。

現在の日本製のメモリー式調光卓は、海外の方式に日本独自の機能を付け加えるなどして、独自の進化を遂げてきたと言える。



4.5 「調光」するということ

舞台表現における「調光」というものはテクノロジーの観点だけで語られることではない。最終的には人が行う作業として、「本番に参加する実感」ということも同時に考えられるべきである。卓の物理的な構造、例えば GO ボタンの位置や大きさ、フェーダーを上げ下げするときの重さやストロークの長さがオペレーターに与える影響といった人間工学的な見地からの開発ということも考慮されるべきである。オペレーターが可能な限り自然な動きや状態で使えるような設計が望まれる。オペレーターが正しく効率的に動けるように物理的環境を整えて、事故・ミスを可能な限り少なくすることが望ましい。



人間の手でできることを超えた多機能性や正確な再現性といった、コンピュータならではの側面ももちろん重要であるが、オペレーションすることで、オペレーター本人がその本番の一員として、その場に参加しているというライブ感の自覚をもてるような調光装置の開発、発展が進むことが望まれる。

5. 制御の概念 B ムービングライトの制御の仕方 —ムービングライトを動かすための技術、概念に関して—

5.1 調光レベルの制御からパラメーター制御へ

調光器の発達（小型・安価）により、多くの回路を制御できるようになった。それと同時にパーライトが現れ、調光卓も多くのチャンネルを制御できるようになり、大型コンサートが次々に行われていた。

それに伴い、調光信号線の肥大化（1チャンネルを送るには最低2本のアナログ用線が必要で、100チャンネルでは100+1本の線が必要だった）が問題になってきていた。

そんなころに、ムービングライトが登場してきた。当時のムービングライトは制御卓とムービングライトが同じ会社で製造され、プロトコル（信号の規格）もメーカーでまちまちになり、互換性のないものであった。

5.2 DMX512 の登場

調光信号線の肥大化という問題を解決するために、当時多くの工場のオートメーション用に使われていた EIA-485 に準拠した通信方式 DMX512/1990 を United States Institute for Theatre Technology (USITT) が提言した。ツイストペアの信号とグラウンド（シールド）だけで 512ch を送ることができ、またデジタル通信でもあった。この DMX512 に多くのムービングライトメーカー・ムービング用コンソールメーカーが飛び付いた。512ch というコントロールチャンネル数と、デジタル、また一番の理由は共通性があるということでムービングライトとコンソールのメーカーが、このプロトコルを使用して開発された。

5.3 ムービングライト用 DMX コンソール

5.3.1 ムービングライト用 DMX

ムービングライト用 DMX コンソールはいくつの特徴をもっている。第一にはエンコーダーである。エンコーダーのないコンソールでは、複数のライトを動かす（その位置から同じようにプラス、マイナスする）ことが非常に困難だからである。フェーダーという絶対値制御でなく「そこからプラス、マイナス」という相対的な制御の必要がある。

5.3.2 パッチデータベース

ムービングライトの各パラメーターは、メーカーによって個別に規定されている。逆にコンソール側は「このノブ（エンコーダー）は PAN 用」といった具合で規定されているので、このそれぞれの違いをパッチで直さなければならない。いちいち行っていたら大変になるので、コンソールにデータベースをもたせて、いろいろなメーカーのライトをパッチしても自動的にノブ（エンコーダー）に割り振るように、ライブラリ、プロファイルと呼ばれるデータベースファイルで行えるようになっている。新しいライトができると、そのライトのメーカーがメジャーなコンソール用にデータベースファイルを発行したりしている。時には有志がデータベースファイルを作成し、ユーザーフォーラムなどにアップすることもある。

5.3.3 HTP と LTP

HTP 「Highest takes precedence」=「高い値が優先する」

LTP 「Latest takes precedence」=「最後に変化した値が優先する」

ディマーを制御するだけなら、HTP だけで良かったのだが、ムービングライトをコントロールするために LTP という概念が生まれた。特に複数のフェーダーで複数のキュー（Cue）を実行する場合には、LTP の考え方は必須である。たとえば、色を HTP でコントロールしてしま

うと濃い色（レベルが高いデータ）に対して薄い色（レベルが低い）を送っても薄い色に変わりはないことになる。ただし、基本的には明るさに関して HTP、動きや色などのパラメーターが LTP で行う方式が主流であると言えよう。

5.3.4 8ビット・16ビット

基本的に DMX の 1ch の分解能は 256 (8 ビット) である。しかし 360° Pan が動くとして個の分解能では、1 ステップ当たり 1.406° となる。30m 離れたところを照らしているスポットを「少し右、左」とやっても 74cm も動くので、望む方向に向かないことがある。これを 2ch を使い、16 ビット制御（分解能 65,536）を行うことで解決している。

5.3.5 スタンバイ

ムービングライトはすべてモーターで動いている。特に Pan/Tilt は動くために時間がかかるので、動くための時間を考慮しなければならない。消す→動かす→点けるというスタンバイはそのために必要となる。ムービング用のコンソールではこれらを自動的に作ってくれる機能をもったものがある。

5.3.6 エフェクト（関数波形）

ムービングライト用のコンソールでは、関数波形で各パラメーターを変化させる機能を有したものがある。たとえば、丸を描くには横方向にパラメーターにサイン波、縦方向にコサイン波（またはサイン波 + 90 度ずれ）を与えると、円を描く。後は複数のライトのスタートをずらすだけで、一般的には OFF SET と呼んでいる。

関数で動かす場合に注意しなければならないのは、波形なので、全体の拡大や縮小・速さなどは制御可能だが「かゆいところに手が届く」といったものでもない。シーケンス（シーンの積み重ね）との使い分けも必要だということを理解しておかなければいけないだろう。ただし、波

形を変えることで「おっ！」というような面白い効果もあるので、いろいろなところで試すのもよいだろう。

5.4 メディアサーバー

現在、多くのメディアサーバーが出てきている。これはグラフィックボードが恐ろしいほどの進化を遂げてきた結果だと思う。今までは画像の加工などはPCのCPUで行ってきたが、今はHLSL/GLSLと呼ばれるグラフィックボード専用のプログラム言語ができて、かつグラフィックボードが並列処理を目的として進化した結果だと思う（最近ではグラフィックボードの高速性を利用して物理演算を行う方法も開発されている）。グラフィックボードの進化によって、メディアサーバーのエフェクトと呼ばれる画像加工をリアルタイムにレンダリングすることができるようになった。

一見メディアサーバーのコントロールは1台当たりのチャンネル数が多くて、どう扱ったらよいのか悩むかもしれないが、ムービングライトの延長線として考えれば、パッチデータベースを経由すれば、ポジションはPan Tiltのエンコーダーにカラーコントロールはカラーのエンコーダーにといった具合に振り分けられ、レイヤーの位置や大きさ、角度などはポジション、色味はカラー、画像や画像の加工はゴボやビームサイズの制御と考えればさほど難しい概念ではなくなる。

逆にメディアサーバーを利用することで、舞台上の照明の雰囲気とバックに配置されたり、袖に配置されたりしている画像の色味を統一することで、さらなる効果も得られると思われる。

6. ムービングライト操作卓

6.1 ムービングライト操作卓とは

当初照明制御卓は、ランプの明るさだけをコントロールすればよいものだった。マニュアル卓から記憶卓に変わっても、その考えは変わることがなかった。しかしカラーチェンジャーやムービングライト等のいわゆるインテリジェントフィクスチャーの登場によってその考えが大きく変わることになる。

今まで調光レベルだけ考えていればよかったものが、色や位置情報もコントロールしなければいけなくなった。その操作に特化したものがムービングライト操作卓として発展していくことになる。

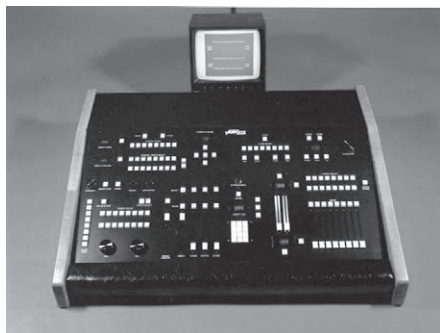
6.2 ムービングライト操作卓の歴史

カラーチェンジャーが出始めの頃は、色の変化は調光レベルに対応していたので、それまでの調光卓でも制御できていた。

ムービングライトは最初は灯体、卓をセットでメーカーが開発していたので、それぞれが独自の仕様になっていた。

これは、最初の Vari*Lite 専用卓だが、最初の VariLite シリーズはデータを灯体側でもっていた。変化タイムもすべて灯体側でもっていた。そのためこの卓のキューの実行とは、灯体にキューを送っているだけであった。

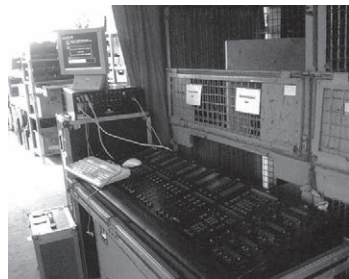
ムービングライトが



DMX で動くようになり、各社から市販されるようになると、ムービングライト操作卓に特化したメーカーも出始めてきた。



Compulite Animator



FlyingPig WholeHog 1

6.3 調光卓とムービングライト操作卓の違い

調光レベルの操作がメインの卓との違いは、ムービングライトなどのアトリビュート（パラメーター）を操作するための機能が付いているということである。

パラメーターとは、ムービングライト等がもっている機能のことで、パン、チルト等の位置情報やカラー、ゴボ、フォーカス、ズームなどその器具によって独自のものとなっている。

卓側ではそれらのパラメーターをアトリビュートと呼ぶことが多い。

ムービングライト操作卓ではこれらのパラメーターを、いかに簡単に操作できるかが重要なポイントになる。

6.4 アトリビュートグループ

ムービングライト操作卓では、よくアトリビュートをグループ分けして考えることがある。最初は IFCB と言って、Intensty、Focus、Color、Beam の 4 グループに分けて考える卓が多かった。

Intensty	調光レベル
Focus	パン、チルト
Color	カラーホイール、CMY カラー、CTB、CTO
Beam	ゴボセレクト、ゴボインデックス、ローテーション、フォーカス、ズーム、アイリス、シャッター

最近では、アトリビュートグループをより細かく分ける卓もある。IFCBに加えて、Image、Shape、Videoなどで、Goboだけ別にした卓もある。

アトリビュートグループは同じような機能で分けてあるので、パレットやインディビジュアルタイムの設定に便利である。

6.5 HTP と LTP

いろいろなアトリビュートをコントロールするために、LTPという考えが取り入れられるようになった。

調光レベルの制御は複数のキューを実行した場合、レベルの高いほうが出力されるという HTP (Highest takes precedence) の考え方しかなかった。

これに対して LTP (Latest takes precedence) は、最後に変化した動作を優先して出力させることである。

HTP、LTP 共にキューの実行時、そのチャンネルあるいはアトリビュートがどのような動きをするかということを表したものである。この意味で言うと、HTP、LTP は二通りの捉え方がある。

1つはチャンネル、アトリビュートの属性としての考えかた、もう1つはプレイバックデバイスの動作の仕方としての考え方である。

属性として考えると、HTPで設定されたアトリビュートは、複数のフェーダーが上がっていても常に上位レベルが出力されることになる。

LTP で設定されたアトリビュートは最後の動作が優先される。

プレイバックデバイスの設定で考えると、HTP で設定されたフェーダーを複数挙げていた場合、その中に含まれる最上位レベルが出力される。

フェーダーを LTP に設定した場合、最後に動かしたフェーダーが優先されるので、レベルの高低ではなく、そのフェーダーに記憶された値に変化する。

このように、LTP 制御では一番最後に実行されたキュー（シーン）データが優先されて実行される。

ここで最後に挙げたフェーダーを 0 にした場合、LTP 制御ではスクローラーの色は変化しない（卓の設定、機種にもよる）。これは次のデータが実行されていないからである。もしスクローラーの色を #W にしたい場合には 0% の情報が入ったキューを作成しなくてはならない。

LTP の考え方は、ムービングライトなどのディマー以外のアトリビュートが、レベルではなく、位置情報やカラー情報のため、レベルの高低に関係なくそのデータを出力しなくてはいけないためである。

6.6 トラッキング

前にも述べた 0% のデータのことも、トラッキングの考え方と深く関わってくる。

トラッキングとは、連続したキューの中で、変化したものだけを記憶するという方式である。

表 1 から表 3 までキューを実行するとすべて同じ明かりが出力される。

表 1 はそれぞれのキューにすべてのチャンネルデータが入っている状態で、ノントラッキング卓と呼ばれる。

	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4
CUE 1	0	100	0	0
CUE 2	0	100	50	50
CUE 3	0	100	100	50
CUE 4	0	100	100	0
CUE 5	50	50	0	0

表 1 ノントラッキング表

	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4
CUE 1		100		
CUE 2			50	50
CUE 3			100	
CUE 4				0
CUE 5	50	50	0	

表 2 トラッキング

	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4
CUE 1		100	0	0
CUE 2		100	50	50
CUE 3		100	100	50
CUE 4		100	100	0
CUE 5	50	50	0	0

表 3 トラッキング

表 2 はトラッキング卓のデータの記憶状態を表したもので、空白の部分は前のキューから変化しないという意味である。変化しないデータは記憶されないなので、当初はメモリの節約という意味もあった。

表 3 は、キューのデータを色分けしてあるが、赤は前のキューと同じデータだがキューに記憶されたデータ、ピンクは変化しなかったもの、水色は変化してレベルが上がったもの、緑は変化してレベルが下がったものである。この色分けは、現在数多くのメーカーの卓で使われている。

CUE の 3 を見ると、データは Ch3 が 100% しか入っていない。

しかし実際の出力は、Ch2=100%、Ch3=100%、Ch4=50% になる。

前のキューからレベルが変化していないものは、CUE に記憶されない。

CUE1 で Ch2 を 70% に変更した場合、CUE2 から CUE4 まで 70% になる。トラッキングでは、次にデータが記憶された CUE まで変化するので、注意が必要である。

次に CUE3 を削除した場合、CUE4 では Ch2=70%、Ch3=50% になる。

CUE3 で変化した内容がなくなるので、CUE4 には CUE2 のデータがトラックされる。

トラッキングの卓でキューの記憶、修正をする場合、CUE Only (Q Only) という考え

	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4
CUE 1		100		
CUE 2			50	50
CUE 3			100	
CUE 4				0
CUE 5	50	50	0	

	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4
CUE 1		70		
CUE 2			50	50
CUE 3			100	
CUE 4				0
CUE 5	50	50	0	

	Ch 1	Ch 2	Ch 3	Ch 4
CUE 1		70		
CUE 2			50	50
CUE 3			100	
CUE 4				0
CUE 5	50	50	0	

方がある。これは目的のキューのみ記憶修正することで、その後のキューには自動的に記憶修正前のデータが入ってくる。

これによってその後に続く本来のデータを書き換えなくてすむ。

このように、トラッキング卓ではキューの修正時には、実行されているキューのデータを書き換えることによって、前後のキューが変更されるおそれがあるので、気をつけなければいけない。

修正だけではなく、キューの削除、挿入の時にも同じ事を考える必要がある。

HTP、LTP とトラッキング、キューオンリーなどの考え方は、調光レベルの操作でも有効な手段だが、ムービングライトのアトリビュートがレベルの高低ではなく、位置やカラーの情報で、それらを扱うことに對してとても便利な考え方である。

6.7 ムービングライトの操作

ムービングライトを扱うために、操作卓にはトラックボールやエンコーダーホイールが装備されている。

操作卓はアトリビュートをこれらのホイールに割り当てたり、DMX 値を実際の角度やカラー、ゴボなどに変換して表示したりするためのデータベースをもっている。このデータベースは機種(フィクスチャー)ごとに違うものをもっていて、パーソナリティファイル、フィクスチャライブラリ、デバイスライブラリなど、メーカーごとに呼び方が違う。

アトリビュートグループの情報もこのデータベースに入っているので、ファイルを編集することによって自分の使いやすいようにカスタマイズすることが可能である。

ムービングライトのコントロールは、DMX のレベルによって行われるが、すべてのアトリビュートに對して、0-255 のレベルを表示する



PRG Virtuoso® DX2
PAN、TILT、Dimmer 専用ホイールと
アトリビュート用ホイール 6 個を備える



MA Lighting GrandMA1
PAN、TILT 用の大きなトラックボールと、
Dimmer 専用のたて型ホイール、アトリビ
ュート用の 4 個のホイールを備える。

と、とてもわかりにくい。そのため卓では、DMX レベルをその機種がもつ実際のカラーやゴボに変換して表示させている。位置情報も PAN、TILT の角度、最新の機種では X、Y、Z の 3 次元情報で照射位置を表示するものもある。

6.8 タッチパネル画面

画面がタッチパネルの卓は、さまざまなデータを画面上に配置しておくことにより、入力の手順を簡単にすることができる。

最近の卓は画面を自分でカスタマイズできるものが多く出ている。画面をいかに自分が使いやすいように設定するかということも、プログラミングする上で重要な要素になってきた。

6.9 パレット、プリセット、ライブラリ

卓によって呼び方は違うが、機能は一緒である。

PAN、TILT のポジション情報や、ズームとフォーカスの組み合わせ、CMY カラー、ゴボとローテーションスピードなどを名称をつけて保存しておくことができる。

基本はアトリビュートグループごとの設定になっている。

パレットをキューに入れることにより、複数のキューで同じパレットを使用している場合、1つのキューでパレットを修正すると、そのパレットを使用しているすべてのキューで、データがアップデートされる。

6.10 エフェクト

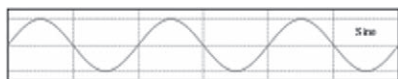
ムービングライトコントロール卓として欠かせないのがエフェクト機能であろう。

現在では関数波形や、予め用意された波形を基にアトリビュートの値を動かすものが主流となっている。

これ以外にもチェイスを発展させたエフェクトをもつ卓もある。

横軸が時間、縦軸が変化量を表す。

複数のディマーやフィクスチャーにエフェクトをかける場合、オフセットをかけることによって動作がずれてくる。



サイン波



矩形波



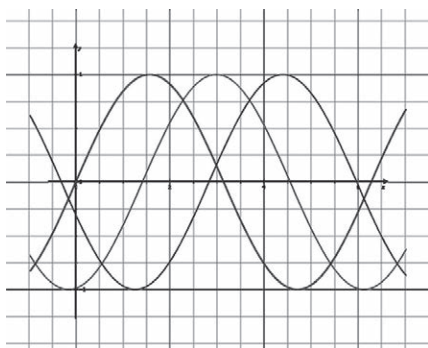
三角波



のこぎり波

オフセットをずらすということは、波形の開始地点をずらしているということである。

エフェクトのスタートにオフセットをかけることができる卓もある。



7. シミュレーションソフト

7.1 シミュレーションソフトについて

ここで言うシミュレーションソフトとは、ライティングシミュレーションソフトのことで、その中でも演出空間で使用するものに関して説明する。

演出空間以外でも、建築系のソフトでは照明シミュレーションが非常に大事で、店舗の照明設計などに広く使われている。

ビジュアライザーという言葉があるが、これはシミュレーションソフトの一部で、ビジュアライザーは照明シーンを作るときに、照明卓からのデータを視覚的に表現するためのソフトである。

7.2 シミュレーションソフトの歴史

シミュレーションソフトの歴史を話すとき、絶対に忘れてはいけないのがこのミニチュアスタジオである。





イギリスに Patrick Woodroffe というライティングデザイナーがいて、彼は 1980 年台にティナ・ターナー、ローリング・ストーンズ、ペット・ショップ・ボーイズなどを手がけた人物である。

彼の夢はフルスケールのライティングデザイン専用スタジオを作ること、それが最終的に実現されたのが 1990 年に作られた 4:1 スケールのスタジオだった。

4:1 スケールのスタジオはクォーターワンスタジオと呼ばれた。

TOTO のコンサートのため、このスタジオには 250 台のパークライト、24 台のバリライト (VL1)、24 台のスクローラーが仕込まれていたと記録されている。

その他にもホリズントライトや、フォロースポットまで作られていた。

このスタジオの目的は、私達が現在シミュレーションソフトを使っているのと同じで、現場に行く前に色々なことを試したり、データを作っていくことにあった。

今日私達が目的とする予算の大きな削減にもつながっていくことにな

る。

この4:1スタジオはビジネス的にも成功を収めていたが、1993年カナダCBC (Canadian Broadcasting Corporation) のライティングデザイナー Densham が4:1スタジオを訪れる。

Patrick も Densham も大きなオペラのUSA ツアーを持っていた。

しかし Densham がカナダの会社とUSAを行ったり来たりしているときも、Patrick はロンドンのクォーターワンスタジオから動かないで仕事をすることができた。

それを見た Densham がカナダに戻って作ったのが WYSIWYG の始まりであった。

そして1994年CAST社設立とともにWYSIWYGが世の中に出ることになる。

その目的としては、事前にプログラミングができることによって、現場での時間短縮、予算削減が大きいのではないだろうか。

7.3 レンダリングについて

レンダリングとは、3次元グラフィックスで数値データとして与えられた物体や図形に関する情報を、計算によって画像化することを指すことが多い。視点の位置や、光源の数や位置、種類、物体の形状や頂点の座標、材質を考慮して陰面消去や陰影付けなどを行って画像を作製する。レンダリングの手法としてはレイトレーシング法、ラジオシティ法などがある。

シミュレーションソフトでプリプログラミングをする場合、必要最低限の情報しかレンダリングしていない。我々が照明仕込み図を書くときによく使用するソフトでVectorWorksという建築設計用のソフトがあるが、これは建築物内の照明もシミュレーションできる。オブジェク

トに当たった光の反射率、吸収率、屈折率などを計算してレンダリングしている。そのため一枚の画像をレンダリングするのに、PC の性能や照明器具の数などにも左右されるが、数時間かかることもある。



舞台用のシミュレーションソフトだとどのくらいのレベルでレンダリングされているかということ、現段階では反射は全く計算していない。

ビジュアライザーのライブ画面の中では光が物に当たっても、反射で周りの空間が明るくなることはない。それをすべて計算するとなると莫大な時間がかかることになり、リアルタイムでの動画再生ができなくなる。

今後はこの問題も PC の性能が上がってくることにより、改善されていくことになるだろう。

7.4 さまざまなシミュレーションソフト

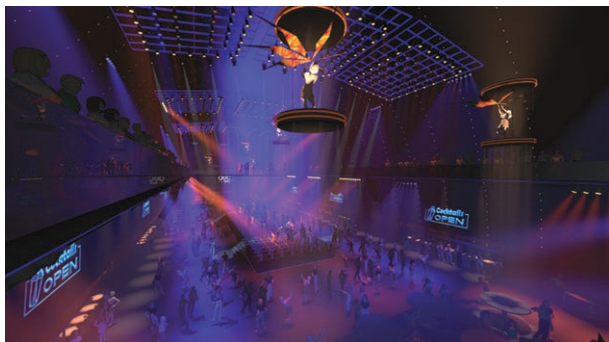
・ WYSIWYG

1994 年に販売が開始された WYSIWYG だが、最初はワイヤーフレームの簡単なものだった。その後 PC スペックが上がるにつれて、ビーム

が綺麗に出るようになった。

シミュレーションソフトの機能としては、オブジェクトの影の処理、色温度の表現、などがかなり綺麗に表現される。

写真はレンダリング処理をしたプレゼンテーション用の画面。



WYSIWYG の特徴として、かなり前から AutoFocus という機能をもっていて、接続された卓と相互通信により、画面上でビームを動かすと卓にデータが送られ、実際の灯体も動かせる。これには卓側が AutoFocus に対応していることが必要となる。

また、最近のバージョンでは AutoPatch という機能もあり、WYSIWYG で作製したパッチ情報を卓に送ることができる。

シミュレーションソフトの多くはカメラ位置を視点としてムービーを保存できるものがあるが、最新のバージョンでは XYZ のカメラ位置に加え、カメラロール、ピッチ、ヨーの変更もできるようになった。

WYSIWYG の最大の特徴はフィクスチャーデータの正確さではないだろうか、ムービングライトの動くスピード、ゴボローテートのスピードなどが実機に近い正確さで表現される。

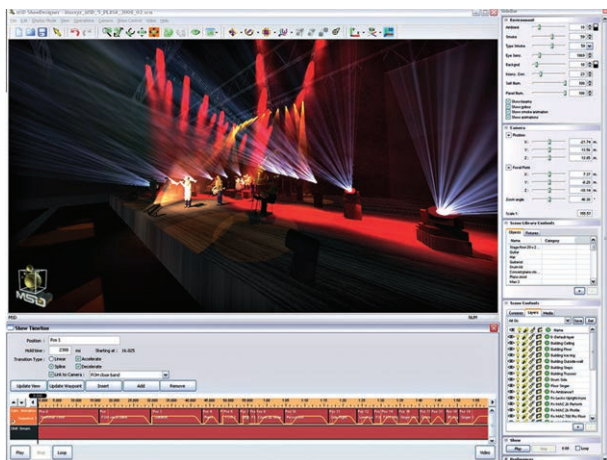
・ Martin Show Designer

MSD は WYSIWYG について、発表されたシミュレーションソフトである。

Martin と名前はついてるが、オランダの Lighthouse Holland という会社を作っている。

MSD は複数のパッケージからできており、Show Designer というソフトがフィクスチャーやオブジェクトを配置するメインのモジュール。オブジェクトには色や、屈折、反射、吸収率などを設定できて、静止画のレンダリングもこのモジュールで行う。

3D visualizer は卓を接続してリアルタイムプログラムのためのモジュール。作製したショーは動画として保存できる。

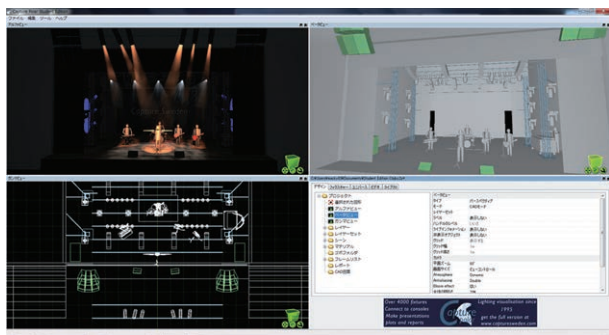


その他にはオブジェクトを作製する Modeler、Vector Works から図面をインポートする Vector Works Export、2D 図面を作製する Paperwork などがある。

・ Capture Polar

スウェーデンの Capture Visualisation という会社のソフト。

デザイン画面は3つの画面から構成されていて、それぞれ正面、上面、側面あるいは同じ面を視点にしてCADモードとライブモードにして操作できる。



このソフトの最大の特徴は、作ったファイルを実行ファイル形式で保存できることである。つまりソフトがインストールされたPCが1台あれば、図面を作製して、プログラムは別のPCで行うことができる。

機能により価格が違うが、Studentバージョンはフリーソフトで、2系統までのDMX入力をサポートしてビジュアライザーとして使用できる。

・ ESP Vision

Ver2.3まではWindowsのソフトだったが、Ver3からはMAC用のソフトになった。

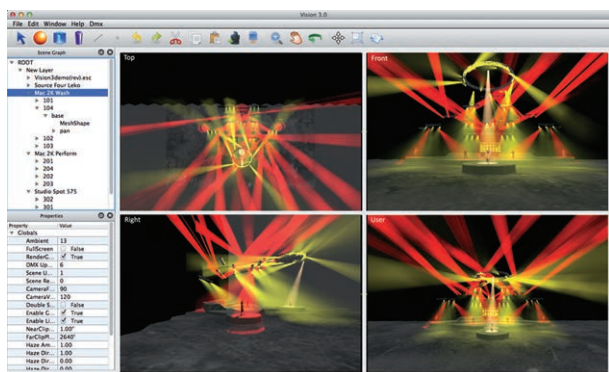
ビジュアライザーの画面としては3Dソフトのような正面、上面、側面そしてユーザー画面の4つ、あるいは全画面表示しての操作となる。

しかしこのソフトは単体でシーンを作ることができない。Vector

Works Spotlight あるいは 3D Studio Max のプラグインとして ESP Vision をインストールして、そのソフト上でフィクスチャーやオブジェクトの設定を行わなくてはならない。それらのソフト上で作られたシーンを ESP Vision のシーンとして書きだして、ESP Vision のソフトから読み込むということになる。

このソフトの最大の特徴は、フォーカスのボケ具合まで表現することではないだろうか。

最新バージョンでは 3D キャラクターのアニメーションまで行える。



・ GrandMA 3D

GrandMA シリーズ専用のビジュアライザー。

専用ソフトということで、接続されている GrandMA 卓とすべてのフィクスチャライブラリとデータベースを共有している。PC と卓を接続するだけで、卓のデータは自動的に 3D にダウンロードされる。

また、1 台の PC 上で、GrandMA オフラインプログラムソフトと 3D を起動することによりオフラインでもショーを作製することができる。

ステージやトラスなどのオブジェクトは3Dが動いているPC側で設定する。

カメラ位置もDMXで制御できて、ムービーとして保存する機能がついている。



・Light Converse

照明器具のみならず、ビデオ映像、レーザー、特殊効果など統合的に視覚化できる。

ムービングプロジェクターにも対応している、ビデオ入力をサポートしていて、動画をゴボと同様に扱うことができる。

映像の3Dプロジェクションの機能があり、ソフト内でプロジェクターの位置、スクリーン等を設定することにより、内部の映像ファイルや入力されたビデオ映像をライトコンバーサからプロジェクターへと出力する。

出力は3Dに対応していて、3D映像表示機にリアルタイムで3Dショーを表示することができる。

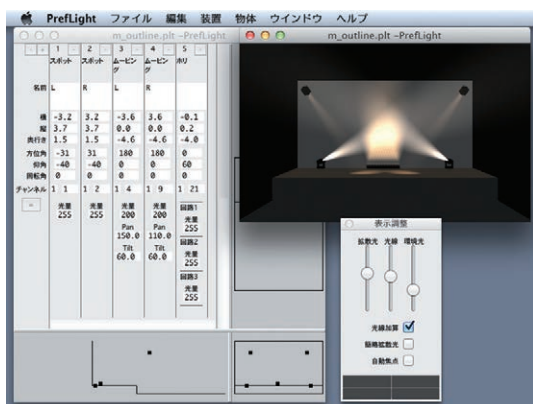


・ PrefLight

国産のビジュアライザー。

低価格で、簡単な操作が特徴のソフトである。

オブジェクトの表示等は高価格帯のソフトには及ばないが、コンベンショナルライトやムービングライトのプリプログラミングに最低限必要な機能をもっている。



8. 映像機器の歴史

8.1 スライドプロジェクター

舞台上にイメージを照明で投影しようという試みは、さまざまに行われてきたが、静止画に関しては、初期にはスライドプロジェクターが使われた。これは 35mm のスライドフィルムを厚紙の枠にマウントしたものを種板として回転トレイに入れ、リモートコントロールで種板を替えられた。これをたとえば、背景画として用いるときは、マルチスクリーンを試みたりした。これは、一台でスクリーン全体に映像を出すには、スクリーン後ろのスペースが十分取れなかったことと、小さい映像を複数用いることによって明るさを補ったためである。また 1970 年代に日本でも公演した、ニコライ・ダンスシアターは映像と一体となった振り付けで、第 1 サスペンションの位置から背景画を、ポータルタワーの位置から床への映像を、フットライトの位置からダンサーを被写体とした映像を投影して、リモートコントロールのケーブルを一カ所に集めてコントロールするという方法で、映像を活用した。



8.2 映写機

動画を使う方法は、映写機の使用が考えられた。機材が大型化、専門化すると、フィルム制作が大変なのであまり用いられなかったが、チェコの舞台美術家ヨゼフ・スヴォボダが自身が監督する「ラテルナ・マギカ」によって、映像と演技の共演を試みた。演技者が映像と舞台を往復するというようなことも行われた。

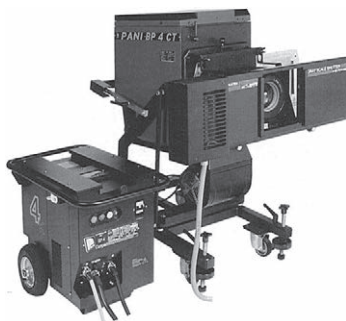
8.2.1 エフェクトマシン

舞台照明器具を使う方法としては、エフェクトマシンを使用した。ディスクマシーン、フィルムマシーン、スパイラルマシーンなどを使って、動く雲や波のイメージ、雨や、雪のイメージなどを投影した。スライドキャリアを使って、フィルム画像を投影することも行われたが、スライドプロジェクターのような、容易に種板交換の行えるものは発達しなかった。これの少し大型のブレンカートと言われるものを劇場の投光室に常設していたこともある。光源としては初期にはカーボンアーク、後にはキセノンランプが使われた。

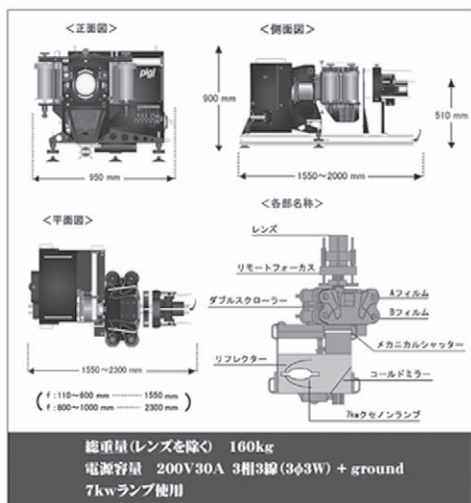
8.2.2 大型スライドプロジェクター (PANI と PIGI)

海外の歌劇場やフェスティバル劇場では、キセノンランプや HMI ランプを使った大型で明るいスライドプロジェクターが開発された。オーストリアの PANI 社のものが代表的である。舞台美術家と共同して、背景画を投影で行うことが盛んに行われた。HMI の、1.2kW、2.5kW、4kW、6kW、最大で 12kW (6kW、12kW は主に野外イベント用) のものが作られ、舞台奥、ポータルブリッジ、ポータルタワー、客席側の投光室などに配置された。種板を交換するのに、オートスライドチェンジャーも開発された。これは 18cm×18cm のフィルムまたはガラスに美術家が手書きした種板を 32 枚まで装着できた。またこれに装着するエフェクトマシンもさまざまなものが制作された。ディスクマシン、ダブルディスクマシン、フィルムマシン、波のエフェクトマシンなどである。調光はオブジェクトレンズの先につけられた、グラデーションガラスをスライドさせる方式のデミングシャッターによって行われた。

大型のプロジェクターとしては、フランス ETC (ウーテーサー) 社の PIGI というプロジェクターもある。これは 7kW のキセノンランプを使用し、種板としては 2 組の専用フィルムを使用する。フィルムの動



きはコンピューター制御され、スクロール、任意の場所での停止、が可能である。さらにフィルム部分全体を回転させることによってスクロール方向を変えられるなど、複雑なアニメーション効果が得られた。



8.2.3 テレビ画像のプロジェクター（アイドホール）

テレビ画像を大型スクリーンに投影する試みの先駆けとして、アイドホール（Eidophor）がある。これはスイスの Gretag 社とオランダの Philips 社で開発された。光源はキセノンランプを使用した。油膜を使い、油膜に電子ビームで画像を書き込み、油膜の濃淡を表示させた。高さ 1.88m、幅 0.7m、奥行 1.26m、重さ 340kg と大型で扱いにくかった。



8.2.4 ビデオプロジェクター

最近のビデオプロジェクターの発達は目覚ましいものがある。明るさも画質も、飛躍的に向上し、十分舞台での使用に耐えられるものになっている。価格も手頃なものが登場してきた。

ビデオプロジェクターの強みは、投影する素材の自由さにある。静止画であれば、PC が使えれば、種板制作は比較的容易である。プリントの過程を経ないので、画質の劣化もおこらない。種板の修正、投影映像のゆがみの調整なども、現場で簡単にできるようになった。動画を扱うには、専門的な技術が必要になるが、これはむしろ、美術家、映像作家との共同作業になる。映像送出の要求が複雑化してくると、送出ソフトも専門化したものが要求される。

演出家や振付家の発想が、プロジェクターの使用を前提としたものが、増えてきている。単に背景画としての使用ばかりでなく、映像と出演者の動きとがシンクロしたり、さらに出演者の動きによって映像が変化するという、インタラクティブなものも登場した。

上 級 編

1. LED の開発史

1.1 LED とは？

新しい時代の「光」として、またエコの観点からも注目を集めている LED。世界的に日進月歩に研究・開発されてきている。そして、近年になって舞台・スタジオのスポットライトの光源や映像の素子としても、よりプレゼンスが高まってきている。

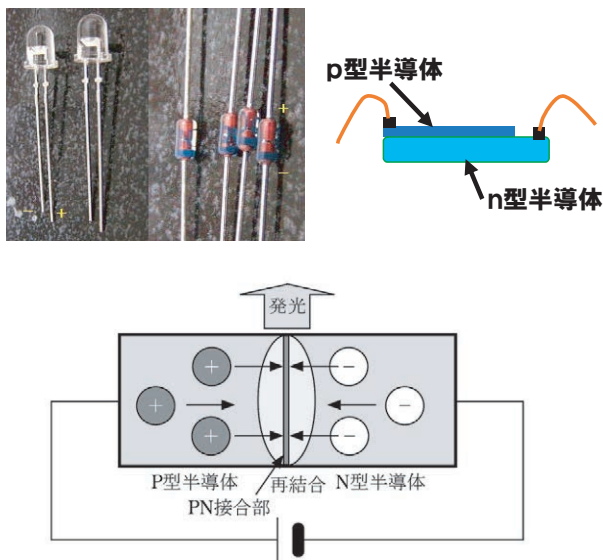
ハロゲン電球はフィラメントに電流を流すことで、フィラメントを加熱して内部の分子が振動することによって発光している。これを熱放射と呼ぶ。一方、蛍光灯などは、物体が光や電界などのエネルギーを吸収して励起状態になった後に元の状態に戻るとき、エネルギーを光として放出するルミネッセンスという現象を利用している。

そして、固体発光素子である LED は、PN 接合の半導体であり、その発光は、禁制帯を越えて正孔と電子の再結合の余剰エネルギーを用いるエレクトロルミネッセンスである。

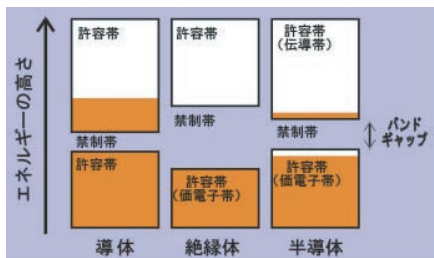


1.2 LED が光る仕組み

最も一般的に使われている Si（シリコン）の結晶に P（リン）を混ぜると電子が1個余り、Si の結晶に Al（アルミニウム）を混ぜると電子の1個足りない部分ができる。

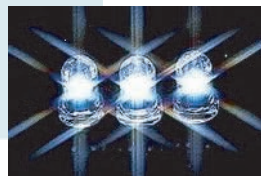
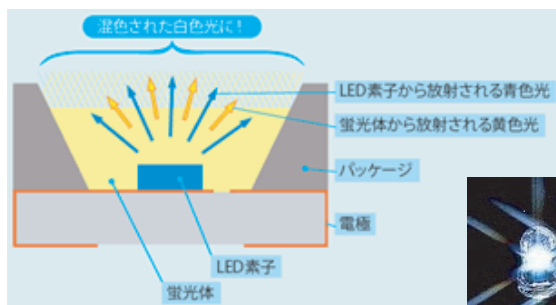


この電子が1個余った結晶がN型の半導体で、1個足りない結晶がP型半導体である。この2つを接合したものが、PN接合の半導体である。



P 側に正極、N 側に負極の電圧をかけると、接合部分で電子と正孔（電子の足りない部分）の再結合が起こり、光を発生する。この時、再結合するのに必要なエネルギーをバンドギャップと呼び、このバンドギャップのエネルギーに従った波長の光が放射される。

このバンドギャップは材料によって異なっており、青色から緑色にかけては InGaN 系の材料、アンバーから赤は AlInGaP の材料が使われている。一般的に青色の LED に黄色の蛍光体を加えて、青色の光と青色の光によって励起された蛍光体が発生する黄色の光で白色を実現している。



1.3 LEDの開発史

・1907年

H. J. Round によって、炭化ケイ素 (SiC) に電圧を印加したときにさまざまな色の発光があることが報告される。

・1927年

O. V. Losev によって、ダイオードに電圧を印加すると発光することが論文で発表される。

その後、Rubin Braunstein などが天然鉱石の発光現象の研究を行っている。

・1962年

Nick Holonyak Jr. が初の可視光発光ダイオードの開発に成功する。

・1972年

M. George Craford によって、黄色 LED の開発および赤・レッドオレンジの発光が改善される。



H.J. Round



Nick Holonyak Jr.
L.B. Stauffer/University of Illinois



M. George Craford

SiC や ZnSe を用いた青色 LED は実現されていたが、強度、寿命などの点で今ひとつであった。現在の青色、緑色の主流である GaN 系の材料は、格子定数や熱膨張率の合う基盤材料がなく、実現されなかった。

・1985 年

名古屋大学赤崎氏と天野氏が GaN の結晶を作製することに成功し、その後電子照射によって P 型化を行う。

・1989 年

NTT の松岡氏による InN と GaN の結晶の作製の成功によって、世界で初めて高輝度青色 LED の発光に成功する。

・1993 年

日亜化学が青色 LED を発表する。

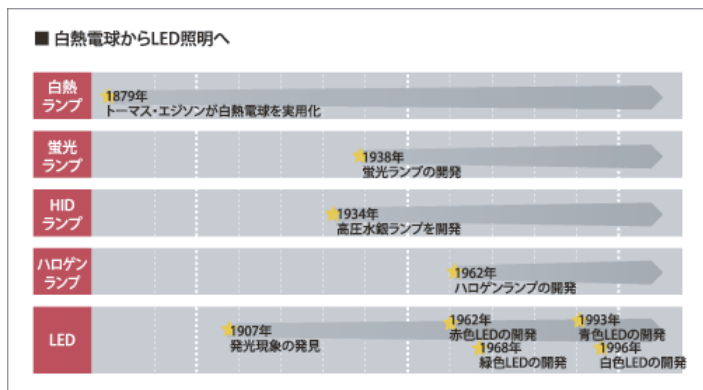
・1995 年

緑色 LED を発売。

・1996 年

青色 + 蛍光体による白色 LED を発売。

その後、結晶成長の効率を大幅に向上させるツーフロー MOCVD 法が考案され、青色 LED の量産化に成功した。

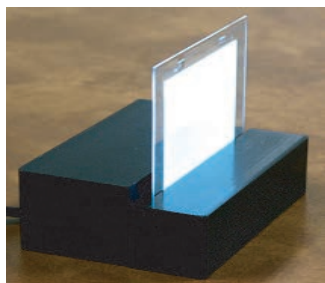
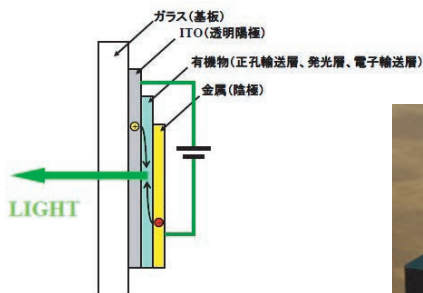


現在も白色 LED の発光効率は向上していて、蛍光灯やメタルハライドランプと同等以上の発光効率が実現している。

1.4 これからの開発へ向けて

LED は従来の光源とは異なり、半導体を用いた固体発光光源であるため、LED スポットの開発においては、その特性を十分に把握した上での設計が必要になる。たとえば、パワー LED は非常に大きな熱を発生するが、LED 本体は熱に弱いという特性をもっている。このため、照明器具として使用するためには十分に検討した放熱設計が必要になる。また、LED は発光点が小さいという特性をもっているので、この特性を考慮した光学設計が必要になる。「LED だからとりあえず並べておこう」というような発想の照明器具では、せっかくの LED が台無しになってしまいかねない。

LED の照明器具には、回路設計、光学設計の非常に高度な技術が益々求められてくると言える。



そして今後は、有機半導体を用いた O-LED（有機 EL）や、構造は基本的に LED と同一なレーザーダイオードの実用化も益々進み、用途によったさまざまな光源の開発が行われていくものと思われる。

2. LED の調光システム

2.1 LED の制御方式

LED の制御方式には、主に 3 とおりの方式がある。

2.1.1 定電流方式

発熱などにより、LED 順電圧 V_f が変動するような条件下においても、一定の電流を LED に供給し続ける方式。環境条件などが変化しても比較的安定した駆動が可能である。安定した発光出力を求めるのであれば、推奨される方式。

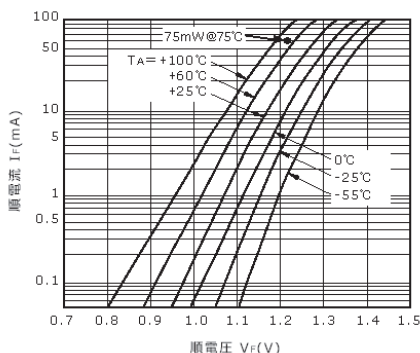
2.1.2 定電圧方式

一定の電流を保つ電流方式に対して、一定の電圧で駆動する方式。

環境温度の変化などにより、LED の温度が安定していない条件下では温度変化が V_f の変化。電流の変化につながる。ある一定の電圧で LED を駆動した時、温度が上昇すると、より大きな電流が流れることになる。

2.1.3 デューティ制御方式

一定の順電流で LED を高速で点滅させる方式。ON/OFF を繰り返すので、高速で行わないとチラつきが目に見られることがある。



2.2 LED の調光方式

LED の調光方式には信号線式と位相制御式の2つの方式がある。

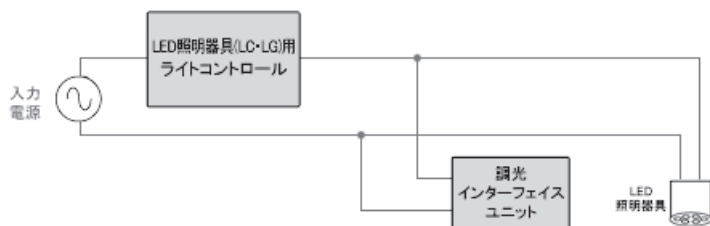
信号線式には、主に PWM (Pulse Width Modulation) 制御と波高値制御がある。いずれも4線式(電源と信号)が一般的である。

一部のLED電球のように調光器に接続できるものもあるが、多くは電源+信号で動作させる。電源は純直回路でないとならない。

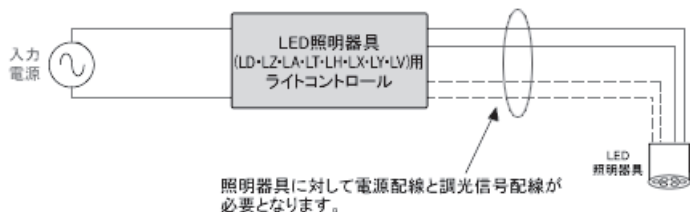
通常の調光器へ接続すると、LEDの待機電力が調光器の最低動作負荷より低いため、調光器がLED器具負荷として認識せず、誤作動をしたり、破損したりするおそれがある。

制御信号はDMX信号が現在の主流である。

位相制御式



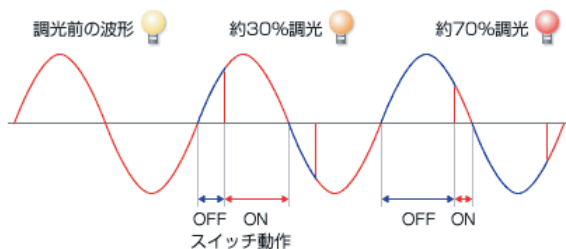
信号線式



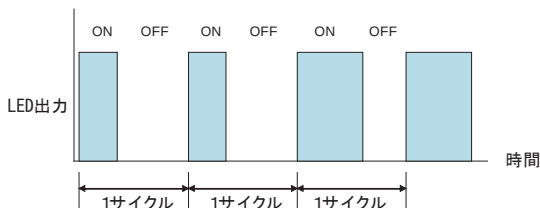
2.3 PWM 制御

一定の周期で点灯・消灯を行い、点灯時と消灯時の比率を変化させて制御を行う方式で、消えていても点いているように見えるという、人間の目の残像現象を利用している。反応が速い LED ならではの制御方式である。逆に反応が速いため、ハロゲン電球では当たり前であった滑らかな調光が課題であるが、最近は改善されてきている。

通常電球の電流制御による調光



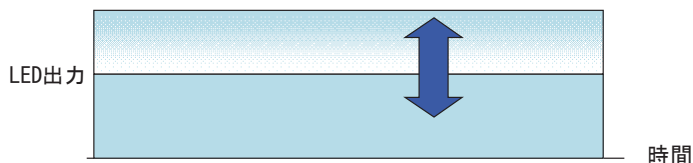
PWM 制御による調光



2.4 波高値制御

LED 出力そのものを変化させて調光する方式で、やはり LED の応答速度が速いため、ハロゲン電球でできていた滑らかな調光カーブを作ることが難しく、低諧調部では、LED の始動電圧のバラつきがそのまま点灯時のバラつきになって現れてしまう。いかにハロゲン電球の調光に近づけることができるかが課題となっている。そのため、施設用の器具などでは、低諧調部をカットしているものもある。

最近では波高値制御での 0%～100%の調光も可能になってきている。
波高値制御による調光



2.5 位相制御

従来の白熱電球の制御と同じ制御方式で、既存の調光設備がそのまま使え、制御基盤やスイッチ部分などの機器を抱える必要がないというメリットがある。しかし、電源の変動によって LED がちらついたり、煽ったりするといった現象が出ることもある。

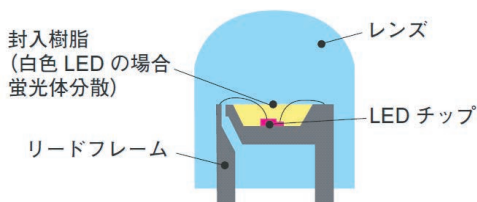
3. LED の球の種類、演色性

3.1 LED の球の種類

LED そのものの発光原理は基本的に同じだが、形状で分類すると、砲弾型、表面実装型（SMD）、チップオンボード（COB）の3種類がある。

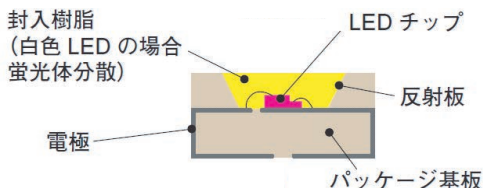
【砲弾型】

リードフレームと一体化形成したカップ内にLEDチップを実装し、カップ内に蛍光体を分散させた樹脂を封入して、その周りを砲弾型にエポキシ樹脂でモールドした構造。



【表面実装型】

セラミックや樹脂などで成型したキャピティの中にLEDチップを実装し、キャピティに蛍光体を分散させたエポキシやシリコンなどの樹脂を封入している。



【チップオンボード】

多数の LED チップを基板に直接実装した構造。

3.2 白色 LED の発光方式

LED で白色を作る代表的な方式は以下の 3 種類である。いずれも加法混色の方法となっている。

【赤色、緑色、青色 LED を組み合わせる】

光の 3 原色を使うため、見た目には白色光が得られるが、放射エネルギーのない波長域があるために、物の見え方が不自然になることもある。照射光源としてではなく、ディスプレイ画面や映像装置として使われることも多い。発光効率は約 30lm/W である。

【近紫外線または紫色 LED により、赤色、緑色、青色蛍光体を光らせる】

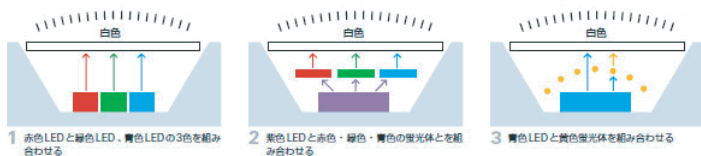
3 波長形蛍光ランプと同じ発光方式で、青色よりも波長の短い LED 光源（紫外線、紫色）で赤色、緑色、青色の蛍光体を励起させる。きれいな白色が得られるので、約 80lm/W という発光効率の向上が課題と言える。

【青色 LED により、黄色蛍光体を光らせる】

LED の青色光と、その光で励起される補色の黄色を発光する蛍光体の組み合わせで白色を作り出す。発光効率は約 100lm/W で、3 種類の中では一番効率が良い。

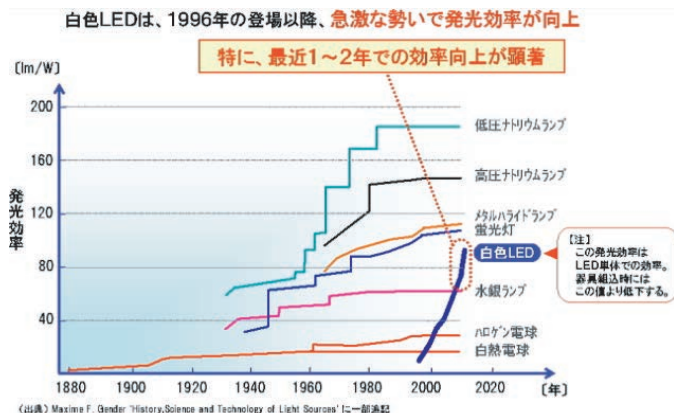
● 白色LEDの発行方式

(資料:東芝ライテック)



3.3 LEDの特徴と発光効率

省エネ効果が高いとして注目されているLEDだが、「省エネ」のほかにも代表的な特徴として「長寿命」「熱線・紫外線が少ない」「調光・点滅ができ、応答速度が速い」などの点が挙げられる。



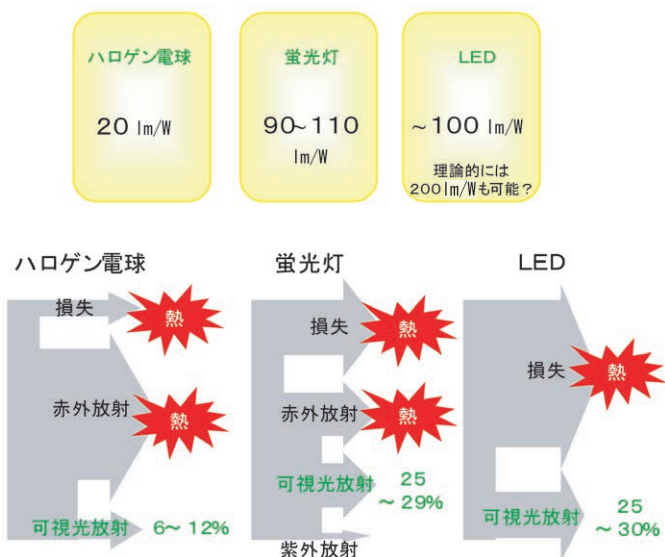
LED電球
一般電球型
消費電力8.7W

	色温度	全光束	平均演色評価数
 白色	5000k	810lm	Ra70
 電球色	2800k	600lm	Ra80

経済的観点強い項目である「省エネ」については、発光効率 (lm/W) で表されることが多くなっている。これは1W当たりの光束の量を示すもので、数字が大きいほど効率が良く、省エネ効果が高いことを示している。

各ランプの発光効率、ハロゲンは 20lm/W、蛍光灯は 90～110lm/W、LED は 100lm/W と、LED の数値はハロゲン電球よりも良くなっており、ほぼ蛍光灯と同等まで来ている。LED 照明推進評議会の白色 LED 技術ロードマップでは、2015 年には現在の 1.5 倍の 150lm/W に達する見込みとなっている。

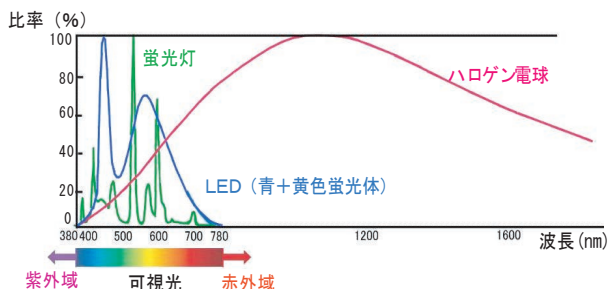
ハロゲン電球と LED との比較では、現状でも 5 倍程度の差があり、LED はかなりの省エネとなっていることがわかる。



このLEDの発光効率には特徴があり、たとえば、同じLED、同じ放熱フィンを使用するという前提で、10粒のLEDを350mAで点灯した場合と、20粒のLEDを175mAで点灯した場合とでは、20粒のLEDを175mAで点灯した場合のほうが発光効率が良い傾向がある。

これはLED本体にかかる温度に起因する要因が強く、LEDの発光効率はLED本体にかかる熱に影響を受けるためである。

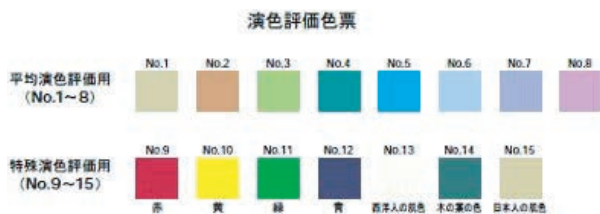
ただし、放熱が一定の場合、電流と明るさの関係は比例関係にないため、発光効率は下がるが電流値が多いほうが明るくなる。



LEDや蛍光灯がハロゲンよりも発光効率が良いのは、光にどのような波長が含まれているかが関係している。ハロゲンは赤外線に使っているエネルギーが非常に大きく、視感度が悪いところに多くのエネルギーを使っている。一方LEDや蛍光灯は可視光の波長内にしかエネルギー分布がない。したがって目に見える光としての効率が良いのである。

3.4 演色性

照明による見え方「演色性」は、主に演色評価数というもので評価されている。一般的には自然光に近い基準光源を 100 として、JIS 規格で決められた 15 種類の試験色について、基準の光と試験光源を照射したときの色合いのずれを示すものである。



■ 基準光を 100 とし、そのずれを数値で示す。
ずれが大きいほど数値は低くなる

■ 平均演色評価用の「平均値を平均演色評価数」といい、Ra で表す

評価色は「平均演色評価用」の 8 色が用いられ、この平均を「平均演色評価数」Ra で表す。さらに、赤・黄・緑・青・西洋人及び日本人の肌の色・木の葉の色の 7 色の「特殊演色評価用」でも評価される。色の見え方は色温度によっても変わるので、同じ Ra100 でも見え方は異なることがある。

3.5 分光分布

LED の可視光線領域（実際に目に見える範囲の領域）は、380nm～780nm（ナノメートル）である。

白色 LED には、大きく分けると以下の 2 種類のタイプがある。

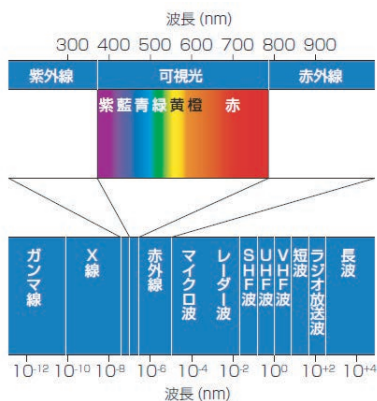
高効率タイプ

青色 LED に黄色の蛍光体を被せたもの。Ra70 程度のものに多い。

高演色タイプ

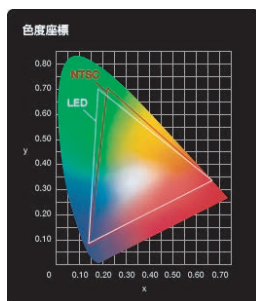
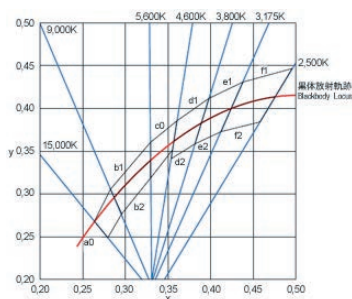
青色 LED に赤と緑の蛍光体を被せたもの。より多くの波長を発することになり、演色性が高まる。

可視光領域の外側にある 380nm 以下の短波長側が紫外線領域であり、赤外線領域は 780nm 以上である。LED はこの紫外線と赤外線領域のどちらもほとんどもっていないという特徴がある。赤外線領域は温度に関係するため、熱を発しないことになり、カラーフィルターやゴボの損傷も少なく、楽器や調律などへ影響を及ぼすことも少ないという利点となる。また、紫外線領域が少ないということは、美術品などの色褪せへの影響が少ないので、そのような展示照明には適していると言える。



3.6 LEDの光学特性

色温度のバラつきが何故生じるのか、あるメーカーの白色LEDの色度図を参考に見てみる。LEDの各色温度の範囲を表している菱形の中心を通るかたちで、黒体軌跡という線があって、その線に乗っている部分が色温度として表記される。LEDの色温度は相関色温度と呼ばれ、黒体軌跡より上の方に位置していれば緑っぽく見え、下に位置していれば赤っぽく見える。したがってひし形の範囲の中に入っている、同じ色温度ではないものが存在することになる。これを色温度のバラつきと言う。



色温度には範囲があり、蛍光体の作り方で色温度にバラつきがあり、色温度が低くなると、光束が低くなる傾向にある。その特徴として、調光しても色温度が変化しないという点が挙げられる。ハロゲン電球の場合は調光して、ゲージをかけていくと赤っぽくなっていくが、LEDは調光しても色温度が変化しないという特徴がある。このことは、調光をかけて、逆に色温度の変化を見せてきた照明手法においては、今後どのような演出方法をとっていくことができるのか、という点は興味深い。

4. 現在の LED スポット

4.1 単色の LED スポット

【レンズスポットタイプ】



平凸レンズスポットの例

消費電力/約 100W

寿命/20,000h

色温度/5,500K

平均演色評価数/Ra85 以上

フレネルレンズスポットの 1 例

消費電力/約 170W

寿命/20,000h

色温度/5,500K、3,050K

平均演色評価数/Ra85 以上



【フラッドライトタイプ】



ボーダーライトの1例

消費電力/約 243W

寿命/40,000h

色温度/2,700K

平均演色評価数/Ra92 以上



フラッドライトの1例

消費電力/約 185W

寿命/20,000h

色温度/5,500K、3,050K

平均演色評価数/Ra85 以上

音響反射板ライトの1例

消費電力/約 96W

寿命/20,000h

色温度/2,850K

平均演色評価数/Ra85 以上



4.2 フルカラーの LED スポット

【スポットライトタイプ】



シングル光源タイプ
(赤、緑、青、白色)



4in 1 光源タイプ
(赤、緑、青、白色)



プロファイルタイプ
(7色タイプ)

【フラッドライトタイプ】



シングル光源タイプ
(3色/赤、緑、青)



シングル光源タイプ
(5色/赤、緑、青、アンバー、白色)

【ムービングライトタイプ】



4in 1 光源タイプ
プロファイルスポット
(赤、緑、青、白色)
消費電力 520W

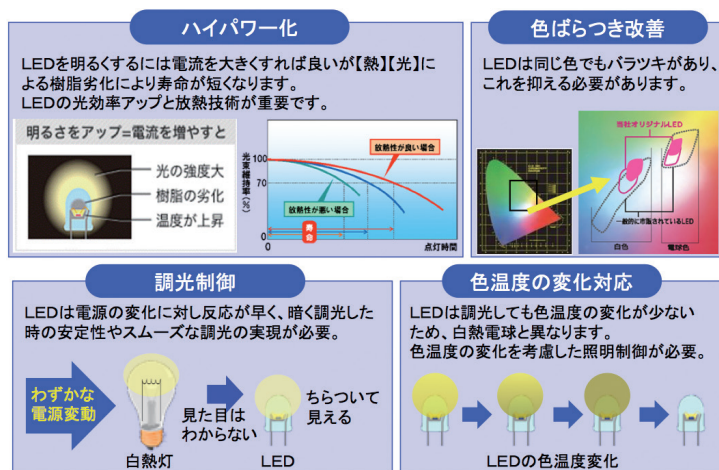


4in1 光源タイプ
WASH ライト
(赤、緑、青、白色)
消費電力 260W

4.3 LED スポットライトの課題

現在の国内で使われている代表的なスポットライトとしては、平凸レンズスポットライト、フレネルレンズスポットライトが挙げられるが、両スポットライトが共に点光源からの大光量が必要とされているのと同様に、LED スポットライトにおいても、開発段階における重要課題は放熱設計と重量である。大光量を達成するためには、LED チップを多数搭載しなければならず、そのための放熱が同時に大きな問題となってくるのである。放熱するためには大きなフィンが必要となるため、どうしても重量が重くなってきてしまうという課題が出てくる。

また、LED チップを多数搭載した場合は、発光部が面光源になってしまうため、ハロゲン器具と比較すると集光性能が若干劣ってくるという問題も今後の課題として挙げられる。



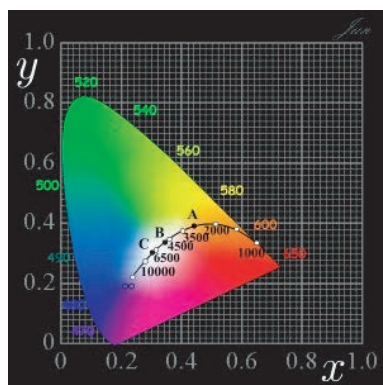
舞台・スタジオで使用する場合のLEDの課題

PAR ライト型 LED スポットでは、光源が多数あるために投影した時の影が多重になってしまう。このことは「影」を演出要素の1つとして扱っている空間においては、その演出の妨げになってくる可能性もあるので、使い方には十分な注意が必要であると言える。

ただし、フルカラータイプにおいてはカラーフィルターが不要であり、仕込台数も削減できるという利点も考えられる。

色のバラつきにおける課題としては、ハロゲン電球にも色温度の公差があって多少のバラつきは認められるが、LED はハロゲン電球よりも色温度のバラつき範囲が広いので、バラつきやすいと言える。

また、LED は同じ色温度でも赤っぽい、緑っぽいというバラつきがあり、これは黒体軌跡の上部に移動すると緑っぽくなり、下側に移動すると赤っぽくなることが要因となっている。このことも色がバラついていると感じる大きな原因となっている。ハロゲンは黒体軌跡上を移動するため、この赤っぽい、緑っぽいというバラつきがほとんどない。



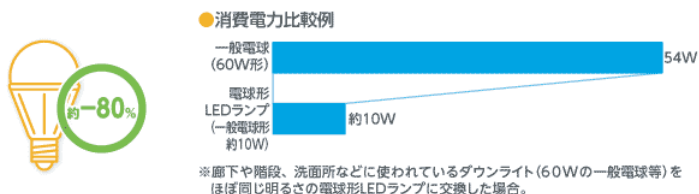
CIE1993XYZ 表色系 (xy 色度図)

4.4 LED スポットのこれから

照明器具は光源技術的なハードの部分と、見え方というソフトの部分の2つから成り立っている。そして電子工学や電気工学、エネルギー科学、環境科学、さらには心理学や生理学、住環境科学、建築学などといったそれを取りまくさまざまな学問分野が存在する。

LED の特性をフルに発揮していこうとすると、それらの周辺環境に与える影響も考えていかななくてはならない。

照明製品のライフサイクルを考えると、原料を調達して、工場で組み立て、会社へ輸送し、現場で使用し、リサイクルへも回す、という過程の中で、環境負荷が多く発生しているのは「使用」段階においてである。その点においても、省エネ製品を使うことは効果的である。



今後、ますます LED は注目されてくるであろう。演出空間の中で使用される LED 器具および周辺機器は加速度的に進化していくことが予測される。

環境負荷の低減はもちろんとして、快適な照明空間の実現に向けて、よりその特徴や構造の理解を深め、より上手に活用していけるように努力していく必要がある。

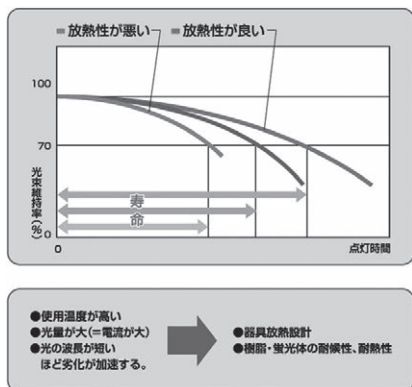
5. LED これから

5.1 LED の特徴とメリット

- 長寿命→省メンテナンス性につながる。
- 小型軽量→機能性、デザイン性に自由度が広がる。
- 点滅精度が優れる→調光手段、演出照明などに生かせる。
- 可視光以外の放射がほとんどない→商品に与えるダメージが少ない。
- 点光源→光学設計やきらめき感などを生かすことができる。
- 多様な光色が得られる→演出性に直結する。
- 割れない→ガラス製の従来ランプにない特徴。
- 環境に有害な物質を使っていない。 ○省電力。

5.2 寿命について

通常の LED 光源の寿命は、約 40,000 時間（光束維持率 70%）をもち、適切な放熱対策が施されていれば長寿命を維持できる。器具の部品、回路の寿命と関係が深いので一致させることが必要。



5.3 色のバラつき

LED は化合物である故に製造工程の温度等の微妙な環境変化で均一化が難しく、製造技術だけで解決するものでもなくコストもかかる。最近では色選別を受託するサービスもあり、メーカーでは 16～30 分割程度しか分類していないところを、100～1000 分割の細かいレベルで選別可能になっている。

5.4 発光効率と演色性

LED ランプは、2000 年頃から商品化されたにもかかわらず、既存の光源よりも効率向上のスピードが明らかに早い。半導体の開発、商品化事業の形態として急激に進んでいる。JLEDS（LED 照明推進協議会）の調査、予想によると 2020 年には効率が 200 ぐらいまでいくと予想されている。白熱電球の場合には、エネルギーを 100 入れて、可視光線は 10 しか出なかった。LED では、エネルギーを 100 入れると、目に見える光は 32 出て効率が良い。セラミックメタルハライドランプは、今の時点では大体同じぐらい。さらに効率が 200 ぐらいになるとどうなるかというと、光出力の比率は 50 ぐらいに上がってくる。JLEDS の予想のように 200 までいってしまうと、HID ランプよりもはるかに上になり、蛍光灯や HID ランプなどは出る幕がなくなってくると予想される。

LED で白色を出すには、ブルー・イエローの蛍光体が現時点では最も効率が良いとされているが、効率の点で今後期待されるのは RGB 単独で発光させるタイプで、ブルー・イエローの場合には発光効率が 200 を超えるぐらいまで上がるだろうと予想され、この RGB 単独で発光させるタイプは、今後 300 近くまで上がる可能性がある。これが実現すると、効率に加え色味も良くなるので、将来本命になると考えられているが、現状では良い緑色発光タイプの LED がない。さらに演色性を高め

るには複数の蛍光体を使い、できるだけ発光スペクトルを広げることが望ましいが、青色発光LEDに赤色と緑色の蛍光体の組み合わせ以上の演色性を求めるには、紫外線発光LEDに青・赤・緑の3色の蛍光体を使用するのが良いと考えられるが、紫外線発光LEDは発光効率がまだ低いため、今後に期待したい。

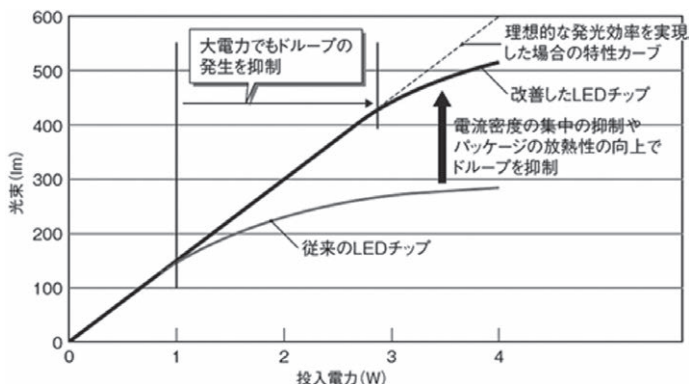
5.5 形から分類したLEDの今後

最初からあったのが、ディスクリートタイプで、近來はSMD（実装タイプ）でPC基板の上などに実装できるタイプ、それをうまく集合させたCOB、チップオンボードというタイプが多くなっている。さらに最近では、ハイパワー型といったスポット照明に非常に適した小型高出力の物も出てきており、この2つが主力になってきている。

5.6 器具開発のテーマと可能性

今後のLED照明器具を考える上で注意しなければならないことは、ドループという現象だ。LEDは電流を流せば流すほど光が出る訳だが、横軸に電力、または電流、縦軸にLEDから出てくる光の量をルーメンで取ると電力（電流）が少ない間は比例する。つまり2倍の電流を流せば2倍、3倍流せば3倍の明かりが出る。したがって2倍明るい電球の要求には2倍の電流を流せる回路を作り設計すれば良い。しかしある程度電力（電流）が増えていくと、光の発生量の増加とともに発熱が増えチップの内部量子効率を悪化させてしまう「ドループ現象」を引き起こすと考えられている。そこで、たとえば4ワットほしい場合4ワットの1個使うのではなくて、2ワットの2個使ったほうが効率が良い。効率の良い光源を作る場合、チップをたくさん使う、使えば使うほど単価も上がるが効率という観点で見ると非常に良い。しかし、チップをたくさ

ん使うと点光源から離れていくため、スポット照明に向かないということになる。これからは効率の良い指向性光源を作ろうとすると、チップをたくさん使うのではなくて、このドループ現象の対策を考え、電流がたくさん流れてもロスがないチップを開発していく必要がある。



光の量で言えば、演出照明器具ではないが、最新の LED 照明器具の例では、ダウンライトでも 2,000 ルーメンクラスが出てきているし、オフィスの天井に付く蛍光灯で 3,200 ルーメンクラスもある。そして、今ある一番効率の高い蛍光灯に置き換えることができ、効率も同等以上になっている。寿命に至っては蛍光灯の 1 桁上の寿命を出しているのがかなりメリットがある。さらに高圧水銀ランプに取って代えられるような 6,000 ルーメンクラスのダウンライト、近い将来 1 万ルーメンを超えるものが出てくると思われる。また、LED になると非常に器具が薄型化され、蛍光灯のように両端に口金をつける必要がないので両端も明るい。その他にも LED がもっと多様化してくると、たとえば LED を枠につけて拡散させながら投光させるような方法も可能で、従

来のリフレクターと点光源の組み合わせではなく、全く新しい光学系が実現できる。ミラーを使わないので灯具設計に必要な奥行きというものも制約がなくなっているし、前面にレンズ系を入れれば、そこで光をコントロールすることもでき、器具の形態が大きく変わる可能性もある。

色を変えることにおいては、今までの光源はフィルターや、光源の組み合わせで変えていたが、発光色の違う LED を基板の上に並べるだけで容易にできるようになった。

5.7 照明器具としてのコスト

LED を半導体と捉え、これまでの半導体の価格下落パターンに倣うと劇的に推移し値段も変わっていくと思われる。ただ、LED の価格が下がっても放熱板、電源装置、配光を制御するレンズ、パネルなどが必要であるため器具の価格は高価になってしまう。

6. 映像機器の種類と用途

6.1 大型液晶表示装置の変遷

1890年代、シネマプロダクトという実写の映像を撮影し、それから映写をする機材が開発される。1900年代に入ると、大型スクリーンを利用した興業映画が流行し、いわゆるフィルム映画は、2010年くらいまで続く。重要なのはテレビで、40年代以降、世界中でテレビ市場が急速に発展する。1970年になると、大阪万博でアイマックスという方式の投影が始まる。仮設で大型映像をやった初めての機械。1970年代には、民生規格のほうから徐々に映像装置が発展した。78年に、CRTプロジェクターが開発され、80年代に入ると、＝カナリア、アイドノブ＝といったマルチデバイスタイプのプロジェクターとCRTプロジェクターの三管式が急速に発展し、今まではテレビや映画フィルムが主流だったが、PC等の発達により、フィルム以外のコンテンツの投影が発展していく。1985年、つくば万博でソニーがジャンボトロンを出展。屋外の大型映像装置というものの始まりで、1989年、LCD液晶プロジェクターが登場した。液晶プロジェクターが急速に発展し、プロジェクターの高輝度化、高精細化、それからPCが急速に普及する。1993年に入ると、別な映像デバイスとしてフルカラーLEDが実現という時代に入る。1994年、現在の主流である、DLPという方式のプロジェクターが登場。2000年代に入り、LEDディスプレイおよびDLPプロジェクターというものが急速に発展した。LEDが開発されたことにより、屋外を含めた映像のマーケットというのが非常に急拡大をしてくる時代に入る。2010年になると、液晶等を使ったフラットパネルのマルチ画面で、大画面を組めるような時代になる。

重要なポイントは、映像の世界は20世紀に入ってスタートしていて、

歴史の古いものでない。映像表示装置は、テレビのほうからの発展で軍事用より民生用途から発展してきた歴史がある。21 世紀に入り、屋外でのマーケットというのが非常に急速に普及し、拡大した。主にはサイネージという分野が挙げられる。



サイネージ化した事例

6.2 主な映像装置の種類と特徴

まずは、プロジェクター。CRT プロジェクターはブラウン管のことである。それ自体が発光して白色を作り出すが明るさは 1,000 ルーメン以下で現在は生産終了。LCD プロジェクターはリキッドクリスタルディスプレイの略で液晶のこと。ランプの光を光源として、液晶パネルを透過して映像を作り出す方式。明るさは 1,000 ルーメンから 1 万ルーメン

程度のものまである。ランプの熱を使い透過させるので、時間変化とともにランプの熱により、パネルが劣化し色の発色特性に影響を及ぼすため、定期的にランプとパネルの交換が必要だが、非常に高額なので、メンテナンスが問題である。現在主流のDLPプロジェクターはデジタルライトプロセッシングという方式。ランプ光源だが、DMD、デジタルミラーデバイス方式で、反射をさせて映像を作り出す。明るさは現行

		プロジェクター	LED ディスプレイ	マルチディスプレイ
明るさ		○ 各条件に依存	◎ ～8,000 カンデラ	△ ～1,500 カンデラ
画面サイズ自由度		◎ レンズにより 任意に設定	○ パネルの 最小単位に依存	△ パネルの 最小単位に依存
画面解像度		○	△	◎
発色特性		○	◎	○
寿命		○	◎	△
環境性能		△	◎	△
価格		○	△	◎
マ ー ケ ッ ト	コンサート／ステージング	◎	◎	△
	展示会／イベント	◎	◎	◎
	屋外広告サイネージ	△	◎	△
	ショップ／ブランディング	○	◎	◎
	テレビ番組セット	○	◎	◎
	ホール／シアター	◎	△	△
	会議室	◎	△	○
	スポーツスタジアム	△	◎	△
メリット		設置自由度 豊富な選択肢 手軽な運用性	高輝度 屋外対応 発色特性	安価 薄型 高解像度
デメリット		投影面(スクリーン等)が必要 投影距離が必要 定期的なランプ交換	高価 画素数 重量／消費電力	パネル間目地 パネル間むら (色／輝度) 固定サイズ

1,000 ルーメンから最大 4 万ルーメンという超高輝度のものまで非常に画質が良く劣化等がない。最近では、DLP の技術を使つてのプロジェクトマッピングが行われているそうである。

LED ディスプレイには、Lamp タイプと SMD タイプの 2 種類ある。

LED とは、Light Emitting Diode の略である。最近では、信号機や一般の照明機材、パネル型ディスプレイのバックライト、大型 LED ディスプレイとして急速に発展している。LED のランプは、ディスクリート（砲弾型）と SMD（表面実装型、チップ型）の 2 種類がある。用途としては、砲弾型は、大型の LED ディスプレイ、SMD は屋内等のディスプレイに使用されている。

LED ディスプレイは、直発光のため、高輝度が可能、ランプタイプ、SMD 等は、チップそのものが防水加工されているため、屋外での使用が可能である。デメリットとしては、まだ高価であり、画素数に関しては不利な部分もあり、LED ディスプレイ自体重量があり、消費電力が高かったりする。

6.3 現在のマーケットとその将来

プロジェクターに関しては、DLP 技術が主流を続ける。ただし、マーケットのニーズとしては、高精細化が求められ、最近では、4K 解像度の物も出てきていて、高輝度化（最大で 40,000 ルーメン）の物も出てきている。小型化、静音化、低消費電力化、低価格化が求められている。

LED ディスプレイに関しては、LED のチップその物の低価格化が進み、更なる高精細化が求められていて、最近では、LED チップその物の小型化が進み、1, 9 ミリピッチの製品も出てきている。マーケットとしては、野球場、競技場、屋内外広告、テレビ番組等がある。

フレキシブルディスプレイは、SHIPLA（シプラ）と呼ばれる製品で、

波を打ったような形状で設置が出来る製品が出てきている。

有機 EL ディスプレイ、有機 EL はダイオード技術を使っているが、薄いプラスチックやガラスを用いて、フレキシブルな形に設置が可能である。非常に視野角が広く、コントラストが高い。液晶に代わるデバイスとして期待されている。まだ、大量生産技術が確立されていないためコストが高い。

現在、プロジェクターの光源としては、ランプ光源ですが次世代の光源として、レーザー光源が有力視されている。問題として、レーザー光源が大きいこと、それよりもそれがもつ熱を冷却しなければならず、冷却ユニットが大型になることで、高輝度プロジェクターとしては、まだ難しい。

4K 解像度プロジェクターとは、今までのハイビジョンの 4 倍の解像度をもつプロジェクターで、今現在は、シネマ規格で先行して投影が始まっていて、フォーマットがシネマ用途でしかなく、業界全体として撮影、編集、ストア出しのフォーマットが確立されておらず、整備には時



屋内でのプロジェクションマッピング事例

間がかかるようだ。

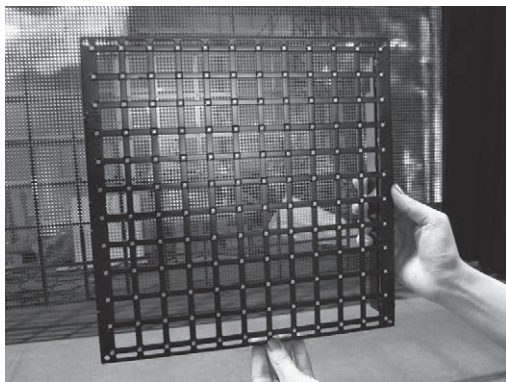
プロジェクションマッピング技術に関しては、本来平面である映像を、高輝度のプロジェクターを複数台使用して、建物や立体物に投影し映像その物を歪ませて立体感のある演出ができるもの。日本では最近からだが、欧米では以前から行っているそうである。

6.4 Image-Mesh

Image-Mesh は株式会社コマデン製の薄型・軽量 LED ディスプレイである。2005 年に登場し、「愛・地球博」の開会式で初めて使用された。

最大の特長は背景が透過すること。メッシュ状の基板に LED が 25mm ピッチで配置してあり、映像と背景を組み合わせた立体的な空間演出が可能である。

厚さ 42mm のフレームに高輝度 LED と駆動回路をすべて収めた薄型設計。メッシュ基板の採用は重量の削減にもつながり、フレーム 1 枚 (900mm×900mm) は 4.1kg、基本ユニット：7,200mm×5,400mm では約 245kg (電源部別・接続ケーブル込み) を実現した。



薄型化、軽量化により、従来のLEDディスプレイでは取り付け困難だったスペースにも設置できるようになった。平面での使用のほか、曲面に沿わせたり、キューブにしたり、とさまざまな形状にアレンジ可能な

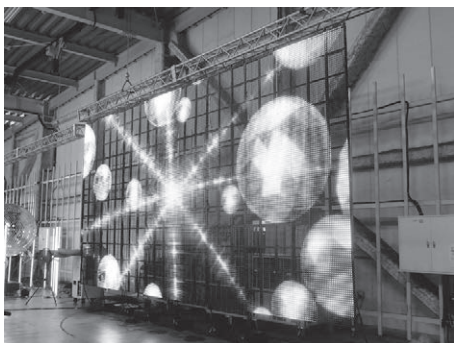


Image-Mesh は、使う人のアイディアに柔軟に応え、表現力豊かな空間造りをサポートする。

索引

- 4 4K 解像度 229
- 4K 解像度プロジェクター 230
- 8 8ビット・16ビット 156, 170
- H Highest takes precedence
..... 169, 174
- L Latest takes precedence... 169, 174
- P Pulse Width Modulation 204
- R RDM 146
- S SMD (表面実装型、チップ型)
..... 229
- あ IP アドレス 149
- IGBT ディマー 164
- アイマックス 226
- アイリスシャッター 81
- アクセサリ 94
- アトリビュート 173
- アドレス 156
- アナログ信号 141
- アナログ信号方式 62
- ANSI ルーメン 25
- 安全 72, 75
- い イーサネット (Ethernet) 147
- Yellow 153
- 位相制御 204, 206
- Image-Mesh 231
- 色温度 25
- 色温度表 27
- 色温度変換フィルター 38
- インデキシング indexing 154
- インピーダンス 144
- う ウォッシュ 152
- え HMI 133
- HTP 169, 174
- SCR 調光装置 60
- エフェクト 170
- エフェクトマシン 192
- LED チップ 207, 218
- LED ディスプレイ 226, 229
- LCD 液晶プロジェクター 226
- LCD プロジェクター 227
- LTP 169, 174
- エンコーダー 169
- 演出空間仮設電気設備指針
..... 86, 100
- 演色性 212
- お オートトランス 59
- オートトランス方式 163
- か カーボンアーク 133
- 雅楽 9
- 可視光線 18
- 仮設用調光卓 67
- カッター 81
- カナリア、アイドノブ 226
- 過負荷 104
- 歌舞伎 10
- 加法混色 31, 43
- カラーフィルター 36
- 観阿弥 9
- 感電 106
- き キセノンランプ 133
- 輝度 25
- キャプタイヤケーブルの規格 71
- 宮廷音楽 9
- 強電パッチ 60
- く クーリング 156
- 屈折 21

クロスケーブル	148	宗教劇	4
クロスフェーダー	61	周波数	20, 55
け 蛍光灯	133	純直電源	55
ケーブル	84	照度	24
ケーブルインピーダンス	144	シングルエンドタイプ	136
劇場火災	6	す 錐体	32
劇場等演出空間電気設備指針	86, 100	スイッチングハブ	148
ケルビン	26	スキャン	151
減法混色	31	スタティック	154
こ 高圧水銀灯	133	スタンバイ	170
公会堂	15	スプリッター	145
光源	23	スポットタイプ	151
光束	24	スボボダ	21
公立文化施設	12	スライドプロジェクター	191
光量	21	せ 世阿弥	9
固定ゴボ	154	セシウム原子	19
さ 座	14	絶縁不良	105
サイネージ	227	接地（アース）	104
サイリスタ制御	164	セラミックメタルハライドランプ	140
サインウエーブディマー	164	セラメタ	140
差込接続器	100	レンブラント効果	19
猿楽	9	そ 相間電流の不平衡	105
散楽	9	創造支援型劇場	17
三原色	30	ソート錐体	32
三相3線式	103	た ターミネーター	145
三相4線式	102	対地電圧	100
し Cyan	153	太陽光線	19
CRP プロジェクター	226, 227	ダウザー	81
視覚	23	楕円反射鏡	47
色度図	214	多段プリセット卓	165
四神	29	ダブルエンドタイプ	136
シネマプロダクト	226	多面舞台	16
SHIPLA（シプラ）	229	多目的ホール	15
シミュレーションソフト	181	単相3線式	102
ジャンボトロン	226	単相2線式	101

- 短絡…………… 105
 ち チップオンボード…………… 208, 223
 中性線（ニュートラル）…………… 101
 直電源…………… 50, 103
 つ 通過物……………23
 築地小劇場……………11
 て テアトロ・オリンピコ…………… 4
 テアトロ・ファルネーゼ…………… 5
 DMX …………… 63, 91, 173
 DMX512…………… 141, 168
 DMX ユニバース …………… 150
 DLP プロジェクター …… 226, 228
 ディスクリート（砲弾型）…………… 229
 ディスクリートタイプ…………… 223
 デジタル信号……………63
 電圧降下…………… 105
 田楽…………… 9
 電気火災…………… 106
 電気技術講義テキスト……………99
 電源コネクター……………84
 電源車…………… 99, 106
 電源線（ライン）…………… 101
 電源方式……………51
 と 遠山静雄……………37
 ドカジェネ…………… 106
 トライアック……………62
 トラッキング…………… 175
 ドループ現象…………… 223
 に ニュートン環……………18
 の ノイズ…………… 105
 ノントラッキング…………… 175
 は バイロイト祝祭劇場…………… 7
 波高値制御…………… 204, 206
 発光効率…………… 209
 パッチデータベース…………… 169
 PANI …………… 192
 バラスト…………… 139
 パラメーター…………… 153, 156, 173
 パリ・オペラ座…………… 6
 バリライト…………… 158
 反射……………23
 バンドギャップ…………… 199
 ひ PN 接合 …………… 197, 198
 PWM 制御…………… 204, 205
 ビデオプロジェクター…………… 194
 ビジュアライザー…………… 181
 ヒューマンエラー…………… 72, 75
 表面実装型…………… 207
 平凸レンズ……………45
 ピンスポット……………79
 ふ 舞楽…………… 9
 無事終了……………75
 フラッド……………42
 プリズム……………21
 プリプログラミング…………… 183
 フレキシブルディスプレイ…………… 229
 フレネルレンズ……………46
 プロジェクションマッピング
 …………… 229, 231
 プロセニウム劇場…………… 4
 プロファイル…………… 152
 プロファイルスポットライト……………47
 分光分布…………… 213
 分電盤……………99
 へ 平均演色評価数…………… 212
 ヘッドムービングタイプ…………… 151
 ヘルメット……………75
 ほ 砲弾型…………… 207
 ボーダーケーブル……………85
 ホール調光卓……………64
 補色……………32
 ホットリストライク・タイプ …… 134

ま	Magenta	153	ユニット	68	
	マルチケーブル	85	ら	ライト・カーテン	21
み	ミラー	151	り	力率	55
む	ムービングライト	162, 172	る	ルネサンス	4
	ムーブフェード	166	れ	レーザー光源	230
め	メカニカル・ディマー	137		レンダリング	171, 183
	メタハラ	133, 140		レンブラント効果	19
	メディアサーバー	171	ろ	漏電	105
	メモリー式調光卓	166		ローテートゴボ	154
も	モワレ・レンズ収差	18		ロング錐体	32
ゆ	有機 EL	202	わ	ワイヤレス	146
	有機 EL ディスプレイ	230			

参考・引用文献（順不同）

舞台・テレビジョン照明 基礎編 (社)日本照明家協会

ステージ・舞台照明入門 藤井直 著 (株)リットーミュージック

舞台総合技術概論 (社)全国公立文化施設協会

コンサートライティング James L. Moody 著 Focal Press

執筆者・執筆協力（五十音順）

浅川 久志	丸茂電機株式会社
宇佐美浩一	株式会社マイルランテック
草加 叔也	有限会社空間創造研究所
腰越 礼二	PRG 株式会社
鈴木 稔	株式会社コマデン
西奈美 博	東芝エルティーエンジニアリング株式会社
別所 誠	東芝ライテック株式会社
本杉 省三	日本大学建築学科教授、日本大学理工学部教授、 工学博士
役野 善道	パナソニック株式会社
山岸 勉	株式会社松村電機製作所
渡邊 修	バルコ株式会社

企画委員

委員長	服部	基
副委員長	村山	研一
	磯野	睦
	倉本	泰史
	黒尾	芳昭
	副島	直
	田中	和夫
	林	之弘
	深井	一彦
	藤井	直
	藤巻	聡
	船山	輝

〔非売品〕

技術者会議のハンドブック

公益社団法人 日本照明家協会

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-12-30 芸能花伝舎 3F

TEL.03-5323-0201 FAX.03-5323-0205

URL : <http://www.jaled.or.jp/>

編集・印刷 日本印刷(株)

