

## 「光応用研修受講生へのエール」

株式会社ニコン 光学本部 第一設計部 第一光学課 課長  
小山元夫 KOYAMA, Motoo  
(当協会 光応用技術研修会 講師)

私は数年前から、本誌の発行元である JOEM（一般社団法人日本オプトメカトロニクス協会）主催の光応用技術研修会で“測光”の講師をさせて頂いている。その関係でこの度、光栄にも本誌の“焦点”執筆のお話を頂戴した。折角の貴重な機会である。将来この業界を背負って立つ受講生の皆さんへ、光学関連技術者にとって当たり前だが、だからこそ意識して欲しいエッセンスを“光応用研修受講生へのエール”という形でお伝えしたい。

### 1. シミュレーションに使われるな。

この言葉で伝えたいことは、“シミュレーションの前に必ず仮説を立てて結果を予想すること。シミュレーションはその仮説の実証ツールとして用いること。”である。皆さんからは、“そんなこと、もちろんやっているよ。”と声が聞こえてきそうである。が、少し冷静になり振り返っていただきたい。

今は一昔前のスーパーコンピュータ以上の性能を持つパソコンを、個人で自由に使える時代となった。いろいろなツールも開発され、シミュレーション環境は以前とは比べ物にならないほど充実している。このような環境だと、技術検討の際、すぐにモデリング&シミュレーションをして結果を出しがちである。そして意図しない結果が出てくると、モデルの細部をどんどん作りこみシミュレーションを繰り返す。いつの間にか最初の仮説など忘れてしまいモデルをただただ細かく作りこむことに腐心している。そんな状況に陥っていないだろうか。挙句の果てに、“シミュレーションの結果こうなりました。”などと、すべてをシミュレーションに委ねた発言をしてしまう。今一度冷静に考えて頂きたい。本当に“シミュレーションに使われていないか”を。

以前はそのようなシミュレーションをしようにも、そもそもそれが出来る環境が無かった。そこで開発者は理論を学び、仮説を立て、最小限の要素試作をして設計をするしかなかった。だから今のようにシミュレーションで事前に仮説を実証できる環境が整ったことは本当に喜ばしいことである。ただシミュレーションとは怖いもので、ちょっとしたモデリングの違いや初期条件の設定で結果が全く異なるものになることが多々ある。事前の仮説も無しに機械的なモデリングに終始し、その結果を盲目的に信じていると、ちょっとした条件の違いから出たおかしい結果を信じ、大失敗につながる事になりかねない。こうならないために必ず事前に仮説を立てて結果を予想し、シミュレーションはその実証ツールとして用いることを徹底して欲しい。このようなクセをつければ、シミュレーション結果を盲目的に信じる様なことはない。シミュレーション結果と仮説が一致しなければ当然、どうして結果が違うのか考えることになる。初期条件やモデリングの不備にも気付き易くなる。またシミュレーション自体、様々なバグを抱えているのが常である。仮説の実証ツールとして用いていれば、意図しない結果が出たとき、それがソフトのバグであることにも気付くことができる。当たり前と思う方が多いかもしれないが、今一度意識して頂きたい。シミュレーションに判断を委ねてはいけない。シミュレーションは判断材料であり、最終判断をするのは皆さんである。

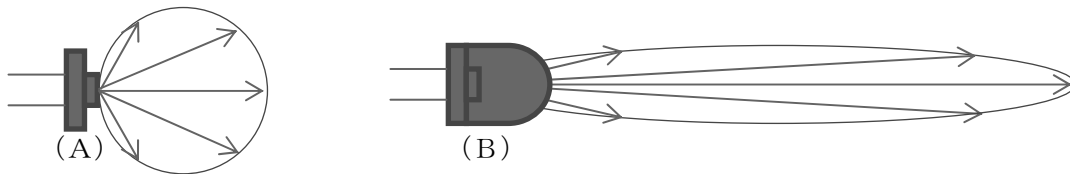
## 2. 0 次近似でオーダーを見極める。

シミュレーションの前に仮説を立てると言っても、それが複雑な方法であると見通しが立てにくく、その段階で読み間違ってしまう危険がある。そこで有効なのが現象を極力簡略化して 0 次近似（1 次よりも更に簡略した近似ということで、敢えて 0 次という表現にしている）で答えを概算しておくことである。例えば、ある波形の積分値を出す必要があるとする。正弦波の重ね合わせで計算できれば理想的だが、その前に三角形、台形、矩形など、ごく単純な形状で 0 次近似して面積を求め、オーダーを把握しておくだけで格段にシミュレーション結果に対する見通しが良くなる。このような単純な 0 次近似を用いたモデルは、他の関係者にも直感的に理解しやすく、シミュレーション結果の説得力を増す手助けにもなる。ぜひ活用頂きたい考え方である。

## 3. 光学の基本法則を忘れるな。

光応用研修では、焦点距離、倍率、NA といった光学系のパラメータ、そしてそれらの間に存在する基本法則を最初に学ぶこととなる。これらを学び、それを生かせるようになって頂く事が本研修会の大きな目的の一つである。受講生の皆さんにはぜひともこれらのパラメータ、基本法則を使いこなせるようになって頂きたい。私が担当している“測光”という科目の目的の一つは、高効率な照明光学系を設計できる基礎知識を身に着けることである。そしてこの照明光学系こそシミュレーションを適用しやすい分野の一つであり、だからこそ、前項まで述べた事前の仮説、0 次近似によるオーダーの見極めが有効な分野でもある。

ひとつの例をご紹介します。模式的ではあるが、次のような 2 種類の LED を考える。



LED の発光部分は共通で、(A)はそのまま放射するタイプ。(B)はレンズを一体に形成して指向性を高めたタイプである。これら LED を用いて被写体を照明したいが、どちらの LED を用いるべきか検討する場面を想像して欲しい。良く有りがちな検討事項かと思う。皆さんならどのように考えるだろうか。少なくない方々が LED の配光特性や構造をデータシートから読み取り、あるいは LED メーカーに問い合わせ、それらを元にモデリングを行い、シミュレーションをして被写体の照度を出す。こういったプロセスを経て答えを出しているのではないだろうか。もちろんこのプロセス自体は間違いではないし、正しくモデリングすれば正しい答えを得ることができる。ただしあくまでも“正しくモデリングすれば”の話である。この手のシミュレーションの場合、モデリングによっては桁違いに異なる照度の値を出してしまうことが往々にしてある。このような結果を導き出してしまう原因の多くは、光源の大きさと配光特性に関するモデリングの不備だ。光学系には“ラグランジェーヘルムホルツの不変量”という法則がある。これは光の世界のエネルギー保存則で、実に厳然と存在している。この法則は、“像の大きさとそれを形成する光束の集光角の積は常に一定である”というシンプルなものだが、これを理解していれば、指向性を高めた LED は見た目の大きさが大きくなっていなければいけないことにすぐに気付く。これに気付けばモデリングの際に光源の大きさを間違えてしまうようなことは無くなる。さらに光源が決まればその照度は光源を見込む集光角だけで決まるという“輝度不変則”を理解していれば、より踏み込んだ結論を出せる。これを理解していれば、発光部分が共通な先の 2 つの LED に本質的な違いはなく、どちらも達成できる照度はその照明光の集光角だけで一義的に決まることに気付く。逆にこれを正しく理解していないと、できもしない照度仕様を達成するために長い時間をかけて様々な条件下でシミュレーションを行い、その結果ようやく“達成不可能”だったと気が付くという事態になりかねない。このような検討は技術者の貴重な時間を無駄にするものであるから、絶対にしてはいけない。本科目ではこの様な基本法則を徹底的に理解して頂く事を狙

い、理論だけでなく具体例を挙げ、さらに実際に数字を入れた演習も示して深く実感してもらえよう心掛けている。受講生の皆さんには、仮に上司から原理的に達成不可能な仕様が与えられた様な時でも、基本法則と0次近似ですぐに上司に対して進言し、貴重な時間を無駄にしない様にして頂きたい。そして本来やるべき開発を推し進めていって欲しい。

今回はシミュレーションを切り口に、受講生の皆さんに光学関連技術者として心掛けて頂きたいエッセンスを伝えさせて頂いた。光学シミュレーションは、モデリングが完璧にできればその結果は実際と一致して完璧なものが得られる。しかしそのように完璧なモデルを作ることはできないし、できたとしても時間が掛かりすぎて非効率であり、かえって開発力を落とすことになりかねない。このような中で技術者にはその本質を理解し、効果的な簡略化、モデル化を構築するセンスが求められる。そしてそのセンスがあれば、モデルに実際との乖離があっても、シミュレーション結果を完璧に近いものまで昇華させることが出来る。ぜひ皆さんにはそのようなセンスを身に着けて頂き、シミュレーションを使いこなして頂きたい。

それにはやはり各分野での生きた知識が必要である。皆さんが本研修に参加することで幅広い分野の生きた知識を学び、先人の功績を礎にして、光学界を支える逸材に成長して頂くことを心より願い、“光応用研修受講生へのエール”として本稿を締めくくりたい。