

CAD を使って光学装置を設計してみよう

勝木健雄(ソーラボジャパン株式会社 技術部)

[ソーラボジャパン技術部](#)に寄せられるお問い合わせの中で多いものの一つが、製品の選定に関するご相談です。例えば、「ソーラボ製品を使って小型の正立顕微鏡を作りたいが、どの製品をどのように組み合わせればよいか」といった内容です。光学定盤上に平面的に構成する光学系とは異なり、顕微鏡のような3次元的な構造物を構築する場合、大きさ、剛性、組み立てやすさ、使いやすさといった要素を考慮しながら、多数の部品をミリ単位の精度で立体的に配置していく必要があります。これを頭の中だけで設計するのは容易ではありませんし、多数の部品を購入して現物で試行錯誤するのはコストもかかります。そこでお勧めしたいのが、CADを用いた装置設計です。

CADとはComputer-Aided Designの略で、コンピュータ上でバーチャルに設計や組み立てを行うための仕組みです。ソーラボ社では、2万種類以上の光学製品を製造・販売しており、そのほぼすべてについて図面および3Dモデル(.sldprt形式と.step形式)をウェブサイト上で公開しています(図1)。これらの3DモデルをCADのソフトウェアに読み込み、実際に装置を組み立てるように構成を検討することで、部品を購入する前に試行錯誤を行うことができます。CAD上で細部まで確認することにより、「実際に組んでみたら部品が干渉して入らなかった」といった失敗を防ぎ、迅速かつコストを抑えた開発が

可能となります。さらに、作成したアセンブリデータは他の方と容易に共有できるため、複数人での共同作業にも有効です。また、論文発表の際に実験装置の構成を正確に示す資料としても活用できます。

CADは高価で難しい？

代表的なCADのソフトウェアとしてはSolidWorks(Dassault Systèmes社)、Autodesk Fusion(Autodesk社)、Onshape(PTC社)、FreeCADなどが挙げられます。FreeCADを除き、いずれも商用ソフトウェアですが、アカデミック利用向けの無償もしくは安価なライセンスが提供されている場合もあります。これらの汎用CADソフトは、高性能かつ多機能であるがゆえ、初めて使う人には敷居が高く感じられるかもしれません。しかし、既存のパーツを組み合わせることで光学装置を設計する際に必要となるCADの機能は、たった一つです。それは、部品同士を結合させるMateもしくはJointと呼ばれる機能です。例えば、対物レンズにアダプタをねじ込む動作は、Concentric(中心軸を揃える)とCoincident(位置を一致させる)という2種類のMateを組み合わせて実現できます(図2)。装置の規模が大きくなっても、組み立て作業は基本的にはこのようなMateの繰り返しによって構成されます。



図1. 3Dモデルのダウンロード。各製品の資料アイコンをクリック後、図面・資料のウィンドウでSolidworksもしくはStepのアイコンを選択します。

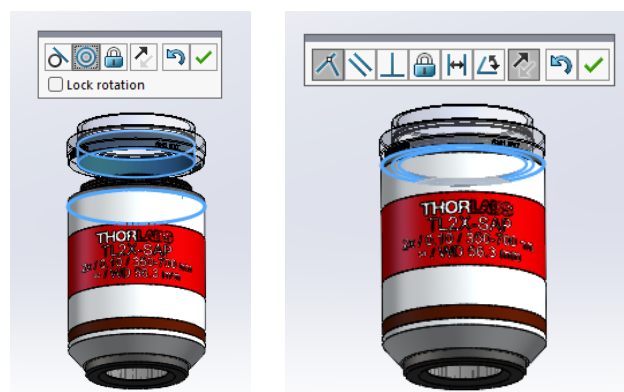


図2. SolidWorksにおけるConcentric(左)とCoincident(右)の例。この二つのMateで対物レンズをアダプタにねじ込んでいます。

蛍光顕微鏡の設計例

CAD を用いた装置設計が思ったより難しくないことを示すために、ここではシンプルな蛍光顕微鏡を設計してみましょう。まず、図 2 で組み立てた対物レンズとアダプタにフィルターキューブ、結像レンズ、レンズチューブ、カメラなどを順に取り付けて、結像光路を構築します（図 3 の①）。操作は、先ほどと同様、Concentric と Coincident という Mate の繰り返しです。ただし、カメラについては結像レンズの作動距離に配置する必要があるため、距離を指定する Distance という Mate を使用します。さらに、フィルターキューブの側面ポートにコリメートアダプタと LED を接続し、照明光路とします（図 3 の②）。この例では、2 倍の対物レンズ [TL2X-SAP](#) と焦点距離が 100 mm の結像レンズ [TTL100-A](#) を用いているので、倍率 1 倍のマクロ蛍光顕微鏡となります。

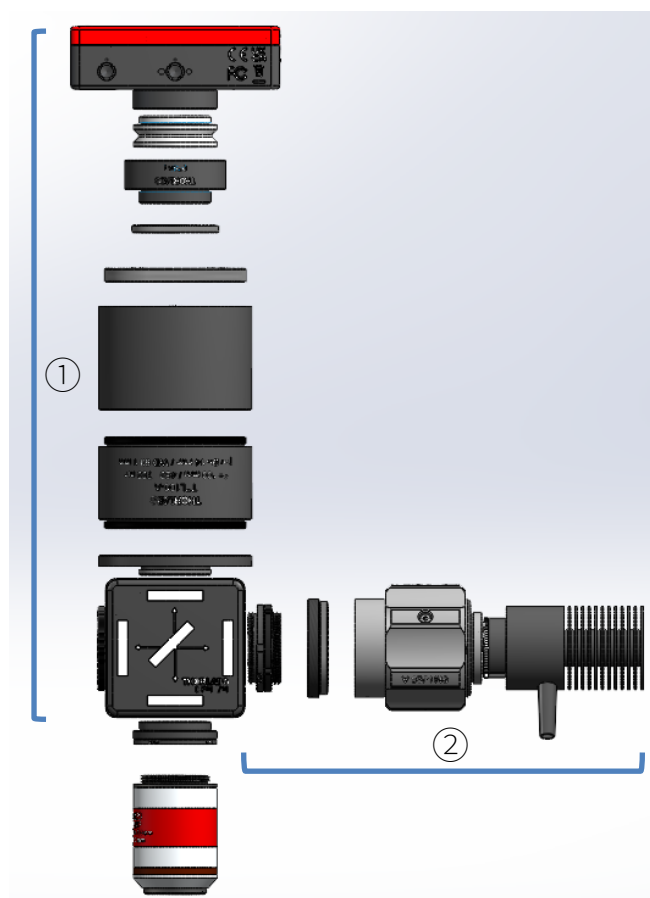


図 3. 蛍光顕微鏡の設計例。構成するパーツの順番が分かりやすいように分解して表示（すなわち Mate が Concentric のみの状態）。

このように、蛍光顕微鏡のコア部分は Mate 機能の繰り返しだけで構築可能です。この「蛍光顕微鏡モジュール」を対物レンズが下向きになるように設置すれば正立顕微鏡、上向きに設置すれば倒立顕微鏡として利用できます。CAD の練習として、このモジュールをどのように保持するか、顕微鏡の支持部をご自身で検討してみたいはいかがでしょうか。本モジュールのアセンブリファイル（.step 形式）をご希望の方は[ソーラボジャパン技術部](#)までお気軽にお問い合わせください。

多くの CAD ソフトには、設計したアセンブリから部品表を出力する機能が備わっています。出力された部品表をソーラボ社ウェブサイトの一括アップロード機能に取り込むことで、必要な部品をまとめてカートに追加し、そのまま見積もり依頼を行うことができます（図 4）。これにより、設計と調達をスムーズにつなげ、コストの検討から発注までの時間を大幅に削減することが可能です。

Rapid Order ▲		
製品型番で追加		
Retrieval Codeの読み込み		
一括アップロード		

	A	B
1	LJ1695RM-A	1.00
2	RA90/M	2.00
3	CL3/M-P5	1.00
4		

図 4. CAD から出力した部品表（型番と数量）を一括アップロードして見積もり依頼が可能です。

おわりに

光学装置を設計する際には、レンズなど光学素子の選定に関わる光学性能の検討と、素子の配置を考えるメカニカルな検討の双方が必要です。本稿では、後者にあたるメカニカルな検討手段の一つとして CAD の活用方法をご紹介しました。CAD を用いた設計は手元に部品がなくても始められるため、部品の有無に制約されず自由な発想で設計を進めることができます。これまで CAD に馴染みがなかった方も新しいスキルを習得するつもりで挑戦してみたいはいかがでしょうか。