ティーイーエム社主催
レーザー光学系入門Webセミナー

禁複製

2026年6月24日(木) 13:00～16:00

チームオプト株式会社
槌田 博文

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

1-1. 通常（レーザー以外）の光源からの光

　自ら光を発するものを**光源**と言い、太陽光、白熱電球、蛍光灯、LED、蛍の光など様々なものがあります。レーザーも、自ら光を発するので、光源の一種です。しかし、レーザー光は人工的に作られた特殊な光源のため、その性質や光学設計上の取り扱いが他の光源とは大きく異なります。

　レーザー以外の通常の光源では、光源を構成する物質の原子や分子から光が放出される際に、場所的にも時間的にもランダムに光が出て来るので、光源を図1-1のような無数の独立した点光源の集合体として扱うことができます。

禁複製



図1-1　通常の光源（無数の独立した点光源の集合体）

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

1-3. レーザーからの光

　レーザー光は、前述の通常の光源とは大きく異なり、人工光の中でも特殊な性質を持ちます。レーザー光は、**誘導放出**によって増幅された光であり、内部の**共振器構造**によって、ある方向にだけ強い指向性を持って進む光になっています。

　レーザー光は、図1-3のように光源全体としてまとまった波面を持っており、位相がそろい、強い指向性を持ちます。内部の発振状態により色々な形を取りますが、基本的な形としては、図1-4に示されるような断面強度が**ガウス分布**を持つビームになります。このような強度分布を持つレーザービームを**ガウシアンビーム**と言います。実際のレーザービームとしては他の分布形状のものも存在しますが、レーザーを用いる光学系の設計では、ガウシアンビームを仮定して設計することが多く行われます。

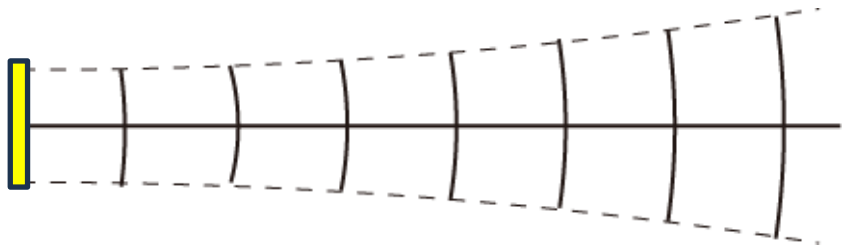


図1-３　光源全体として波面を生成

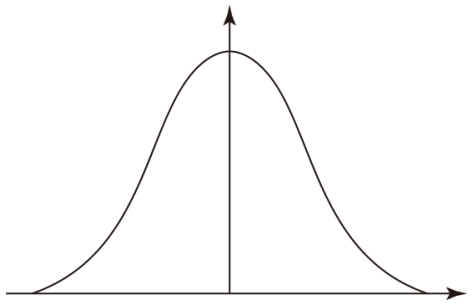


図1-4　ガウシアンビームの強度分布

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

3-1. ガウシアンビームとは

レーザーから発振された光が、なぜガウシアンビームになるかについては、別途学んで頂くこととし、ここでは、結果的に出て来るガウシアンビームについて、その性質を説明します。

ガウシアンビームは、強い指向性を持つもので、進行方向のある位置zでの、ビームの直径と波面の曲率半径で表わすことができます。ビーム直径は、一般的に強度が中心の$1/e^2$（13.5%）になる直径で定義されます。ガウシアンビーム全体を図示すると図3-1のようになり、ビーム径を連ねる曲線の断面は、双曲線となります。最もくびれている部分を**ビームウエスト**と呼びます。

複製禁止

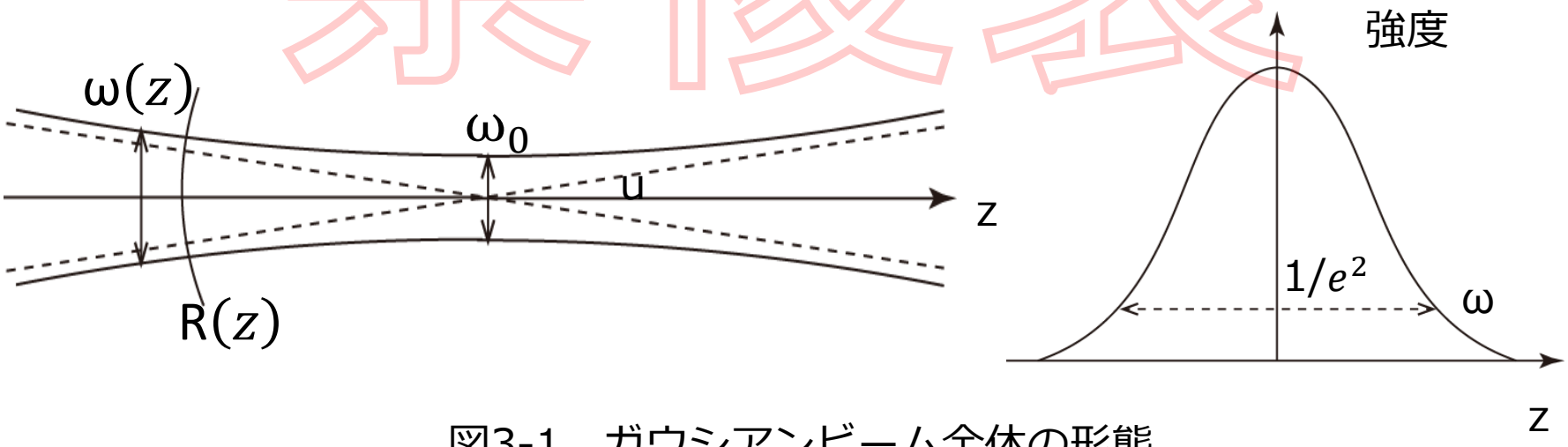


図3-1　ガウシアンビーム全体の形態

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

3-4. 通常の点光源とレーザー光源の違い

●通常の点光源の場合は、波面で考えると、点光源から出た光は同心円状に四方八方に広がり、波面の曲率半径は光源からの距離と同じになります。光源に近づくにつれ曲率半径は小さくなり、究極的には0となります。レンズを置く場合は、光が空間全体に広がっているので、どこに置いても光が入ってくることになり、レンズに入った光が結像に寄与します。レンズに対して、物点の位置は変化しません。

●レーザー光源（ガウシアンビーム）の場合は、特定の範囲にしか存在しない波となり、波面の曲率半径がビームウエスト位置で無限大（平面）となり、ビームウエスト位置から離れるにしたがいビームウエスト位置からの距離と同じ値に近づきます。また、レンズを配置する場合はビーム内に置かないと光が来ません。レンズを置く位置により、波面（球面波）の曲率中心位置（物点に相当）が変化します。

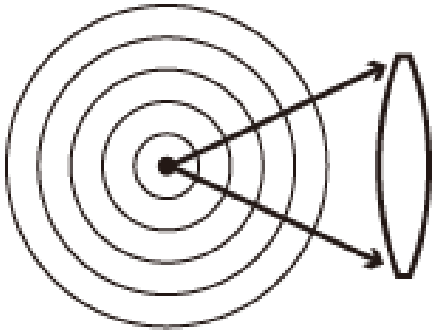


図3-3　点光源の場合

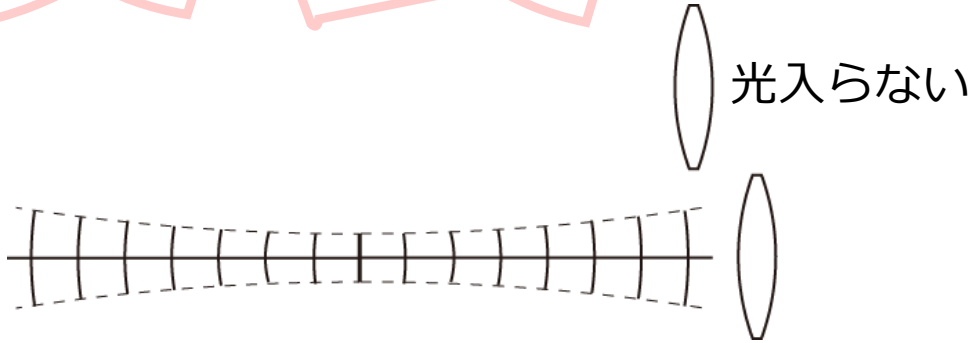


図3-4　レーザー光源の場合

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

4-2. 焦点位置にビームウエスト

特別なケースとして、レンズの前側焦点位置に、入射するレーザービームのビームウエストが来た場合は、ガウシアンビームの特徴により、レンズから射出後はレンズの後側焦点位置にビームウエストが来ます。これは結像光学からすると不思議に感じますが、ビーム変換光学系では、この配置で用いることが多くあります。図4-2に一般の結像の場合と、前側焦点にビームウエストを置いた場合の比較を示します。

禁複製

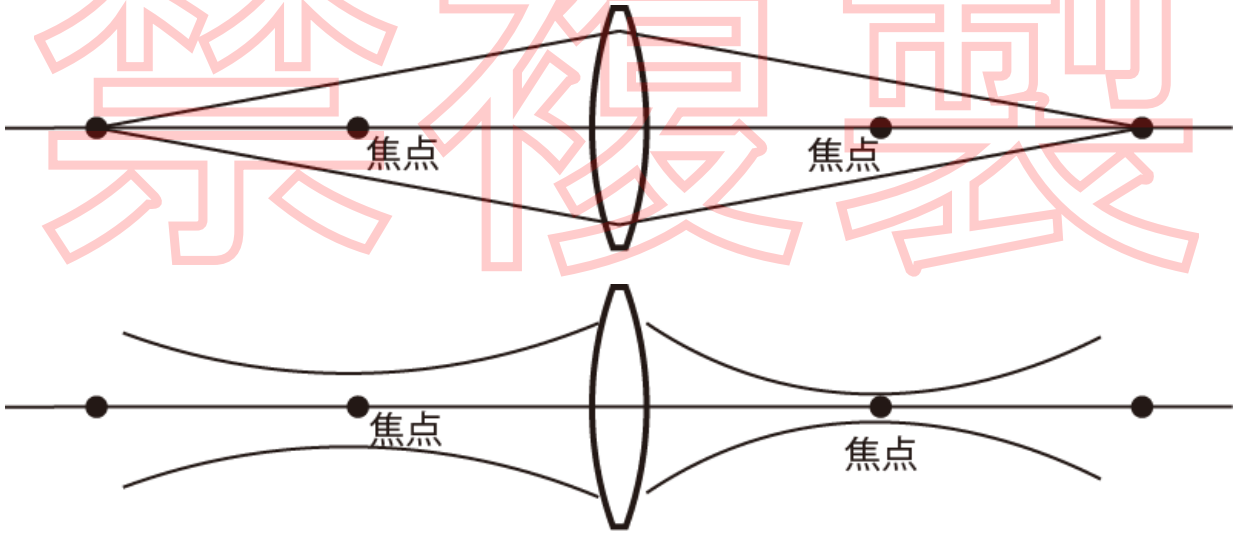


図4-2　一般の結像と前側焦点にビームウエストを置いた場合

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.

4-3. 集光光学系

通常の光源で光を集光することを考えます。通常の光源は、必ず有限な大きさがあるため、レンズで光源からの光を集光させたとしても必ずある大きさを持ちます（図4-4上）。一方、レーザー光の場合は、イメージとしては図4-4下のように点光源からの光が１点に集まるイメージですが、全体をガウシアンビームとして扱う必要があります。

禁複製

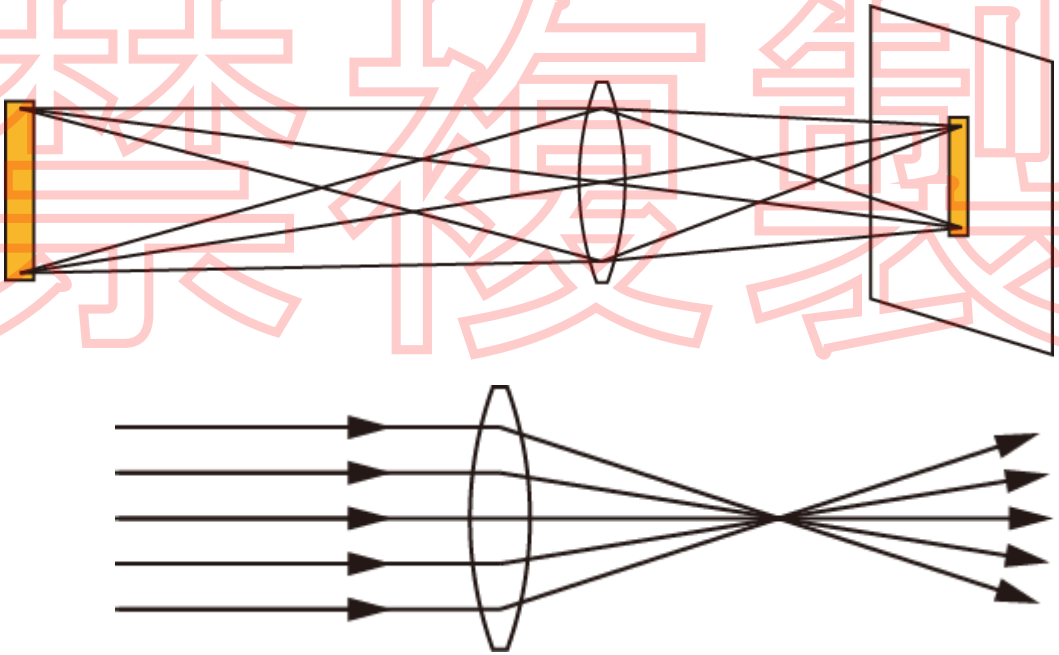


図4-4　通常の光源での集光とレーザー光線での集光のイメージ

Copyright ©2026 Team-Opt Corp. All rights reserved.