

レンズセレクションガイド

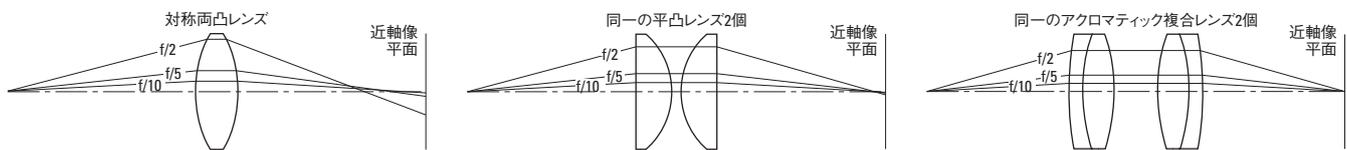
Lens Selection Guide



用途に応じたレンズを選択するにあたっては、さまざまな要素を考慮する必要があります。レンズ形状、共役比、Fナンバー、透過率、波面歪み、散乱光、反射防止コーティング、コストなどです。以下の表は、Newportのレンズを選択する際の指針となるものです。

レンズ形状

光学収差を最小限に抑える上で、正しいタイプのレンズを選ぶということは重要な要素です。一般的に、無限共役比（レンズの片側が平行光線の場合）もしくはその近くにおいて使用する場合は、平凸レンズまたは平凹レンズ、もしくはアクロマティック複合レンズが最も適しています。共役比1:1付近で使用する場合は、両凸レンズまたは両凹レンズがより適しています。場合によっては、無限共役比側を背中合わせにして2枚のレンズを使用することにより、共役比1:1付近でさらに高い性能を得ることができます。



正レンズ

共役比 (物体/像)	平凸	両凸	アクロマティック複合	シリンDRICAL平凸
無限	0	Δ	◆	0
10:1	0	Δ	◆	0
5:1	0 ペア	0	ペア	Δ
1:1	0 ペア	0	ペア	Δ

Δ-適

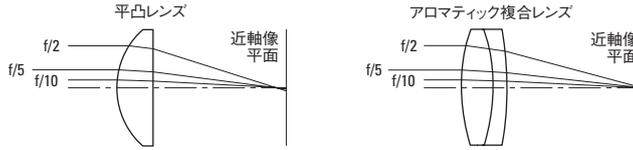
0-良

◆-最適

負レンズ

共役比 (物体/像)	平凹	両凹	シリンDRICAL平凹
無限	◆	Δ	◆
10:1	◆	Δ	◆
5:1	Δ	◆	Δ
1:1	Δ	◆	Δ

平行光線を収束させるために正レンズを使用する場合は、そのレンズのFナンバーが重要になります。f/10以上では、レンズ形状が焦点サイズに決定的な影響を与えることはありません。f/2では、アクロマティック複合レンズによって得られる焦点サイズが最も小さくなりますが、他のレンズ形状では回折限界に近い性能を得ることはできません。



正レンズ

Fナンバー	平凸	両凸	アchromatic複合	シリンドリカル平凸
f/10	◆	◆	◆	◆
f/5	∅	△	◆	∅
f/2	△	△	◆	△

大部分の基材でさまざまな形状およびサイズを用意しています。光学収差を最小限に抑えるためにも正しいタイプのレンズを選ぶことが重要です。下に示すいずれかのレンズ形状を用意しています。

平凸レンズは、平行光線を1点または1本の線（シリンドリカルレンズの場合）に収束させる上で最も有用なレンズです。このレンズは非対称形状をしていることから、レンズから物体および像までの距離が異なる状況において、球面収差を最小にすることができます。最も効率的なケースは、物体が無限遠に置かれ（レンズには平行光線が入る）、像が最終的な焦点となる場合です。共役比（物体までの距離／像までの距離）が無限大となる場合が最適となりますが、平凸レンズは、5:1くらいまで球面収差を最小に抑えることができます。最適性能は、球面側を物体に向けて最大の距離を取った場合、または共役比を無限大とした場合に得られます。

両凸レンズは、正の焦点距離を持ち平行光線を1点に収束させるという点で、機能的に平凸レンズと同様の働きをします。このレンズは両面とも同じ曲率半径の球面形状をしているため、レンズから物体および像までの距離が等しいか、あるいは等距離に近い場合に球面収差が最小となります。物体と像の距離が等しい場合（倍率1:1）は、球面収差が最小になるだけでなく、コマと歪みも同様に無くすることができます。目安としては、両凸レンズは共役比5:1から1:5の間で最も小さい収差を示します。これ以外の範囲には、通常、平凸レンズの方が適しています。

平凹レンズは、絶対共役比が5:1を越えるまたは1:5より小さくなる位置に物体と像がある場合に、球面収差、コマ収差および歪曲収差を減らすのに最適です。平凹レンズは、平行な入射光を屈折させてレンズの射出側で互いに離れるように発散させますので、焦点距離は負の値となります。平凹レンズの球面収差は負の値ですから、ほかのレンズで生じた収差を打ち消すことができます。平凸レンズと同様に、曲面側を物体に向けて最大の距離をとるか無限大の共役比となるようにして球面収差を最小にします（ただし高出力レーザーで使用する場合は虚焦点の弊害が生じないように逆向きにします）。

両凹レンズは、絶対共役比が1:1付近となる位置に物体と像があって、入射光が一点に向かう場合に最適です。出力光は、レンズの物体側にある虚像から発散するように見えます。この虚焦点からレンズまでの距離を焦点距離といいます。平凹レンズと同様に、両凹レンズは焦点距離が負の値なので平行な入射光を発散させます。両凹レンズは、レンズの両側で曲率半径が等しくなっています。これらのレンズは、一般に、ビームエキスパンダや投影システムなどの既存の系で光を発散させたり焦点距離を長くしたりするために使用されています。

正メニスカスレンズは、球面収差を最小化するように設計され、一般に、fナンバーの小さい用途（2.5未満のfナンバー）で使用されます。この正メニスカスレンズは、凸面側の曲率半径が大きく凹面側の曲率半径が小さいため、端部よりも中心のほうが厚くなっています。正メニスカスは、ほかのレンズの焦点距離を短くしながら光学系の角度分解能を維持することができるので、結果として焦点のスポットサイズを小さくできます。正メニスカスレンズをほかのレンズと組み合わせると、焦点距離を短くして光学系の開口数を大きくすることができます。最高の性能を引き出すには、曲面側を物体に向けて最大の距離をとるか無限大の共役比となるようにして球面収差を最小にします。

負メニスカスレンズは、ほかの負レンズの代用となるように設計されています。負メニスカスは、球面収差を大きくせずにビームの発散を増すことができますので、ビームを発散させる用途に最適です。この負メニスカスレンズを使用すれば、ほかのレンズの焦点距離を伸ばしながら光学系の角度分解能を維持することができます。この負メニスカスレンズは、凸面側の曲率半径が小さく凹面側の曲率半径が大きいため、端部よりも中心のほうが薄くなっています。

アクロマティックレンズ (アクロマティック複合) は、正の低指数クラウンガラスレンズ (低分散、大きなアッペ数) 素子を、負の高指数フリントガラスレンズ (高分散、小さなアッペ数) 素子に接着して作られています。これらの光学部品は、十分に離れた2種類の波長 (一般にはスペクトルの青と赤の波長域) で色収差を打ち消すように選ばれています。アクロマティックレンズは、2波長を1つの像面上の焦点に集めるために使用され、事実上、可視波長域にわたって焦点距離のずれがなくなります。弊社のアクロマティックレンズはどれも、可視から近赤外までの広帯域で優れた透過率を必要とする場合に、広帯域単層MgF₂コーティングまたは多層反射防止コーティング (AR.14, AR.16) と合わせて利用できます。これらのレンズは、無限共役比で使用した場合に効果的に球面収差およびコマ収差を最小化できるよう、コンピュータで設計されています。そのため、単レンズとは違い、開口数にかかわらず焦点距離が一定となり、光軸から離れた位置での性能がはるかに良くなります。球面収差およびコマ収差が無いということは、可視波長のどの単色を使用する場合でも単レンズよりアクロマティックレンズのほうが優れていることを意味します。

さまざまなタイプのレンズに利用可能な光学材料

レンズのタイプ	N-BK7	UVフューズドシリカ	CaF ₂	MgF ₂	ZnSe	クラウン/フリント
球面レンズ						
平凸	•	•	•	•		
両凸	•	•				
平凹	•	•				
両凹	•	•				
アクロマティック					•	•
シリンダリカルレンズ						
平凸	•	•				
平凹	•	•				
非球面レンズ						
平凸			•		•	

コーティング

光学コーティングは、一般に、所望の反射率/透過率になるように光学部品上に複数の薄膜を組合せて成膜します。反射率や透過率に影響を与える重要な要素は、光学部品を構成する材料の特性、入射光の波長、入射角および偏光依存性です。性能向上や光学部品の長寿命化を図るためにコーティングを使用することができ、用途に応じて単層でも多層でも成膜できます。Newportの多層コーティングは、極めて硬質で耐久性が高く、傷や汚れに対する耐性が高くなっています。

反射防止コーティング (ARコーティング)

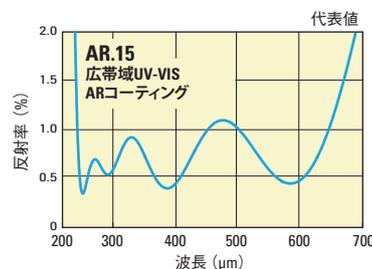
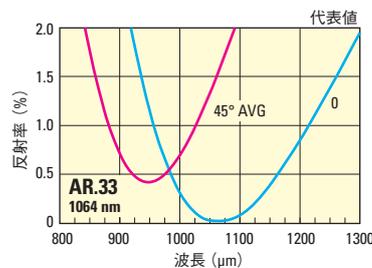
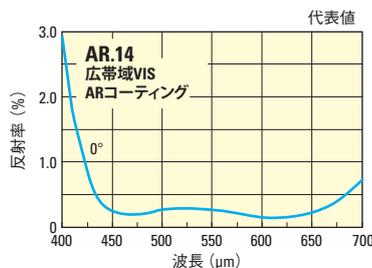
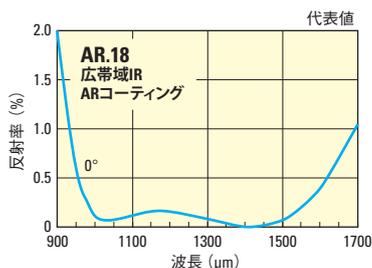
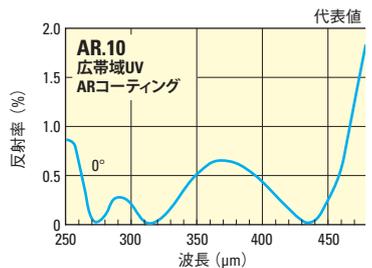
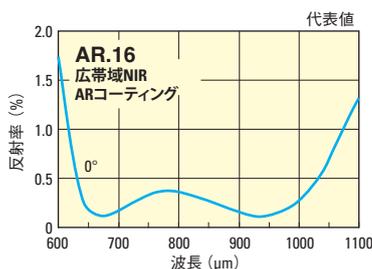
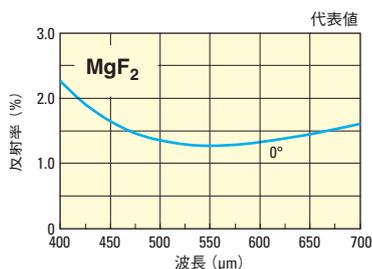
Newportは、紫外、可視、近赤外および赤外をカバーする幅広いラインナップの反射防止コーティングを提供しています。コーティングのないほとんどの光学部品では、各面で入射光の約4%が反射するため、透過光に無視できないレベルの損失が生じます。薄膜反射防止コーティングを使用すると、全体的な透過率が増加し、光学系全体にわたって迷光および後方への反射を最小化することができます。このARコーティングは、反射によるゴーストイメージと本来のイメージが重なることにより生じる、画像コントラストおよびレンズ解像度に相当する損失も防ぐことができます。

Newportは、単層フッ化マグネシウムARコーティング、広帯域多層ARコーティングおよびレーザー用AR V-コーティングの3種類のARコーティング仕様を用意しています。単層フッ化マグネシウムARコーティングは、極めて広い波長域で使用でき、手ごろな価格でご利用いただけますので、もっとも一般的な選択肢といえます。アクロマティックレンズでは標準仕様となり、弊社のBK7平凸球面レンズおよびシリンダリカルレンズではオプション仕様となっています。コーティングのない面と比べると、MgF₂によって反射率が1.5%未満まで低減し、性能がかなり向上します。広波長域 (400 nmから700 nmまで) にわたり、入射角15°未満で極めて優れた性能を発揮します。

広帯域多層ARコーティングは、あらゆるレンズ、プリズム、ビームスプリッターおよびウィンドウの透過率を高めます。広波長域で表面の反射を低減させることで、透過率とコントラストの両方を高めることができます。広帯域多層ARコーティングの波長域は数種類から選択でき、各面の平均反射率は0.5%未満で提供しています。このコーティングは、複数波長および波長可変レーザーで効果的に性能を発揮しますので、いくつかの光学部品を必要としません。

V-コーティングは、反射率を最低に抑え、透過率を最大にします。レーザー用AR V-コーティングを使用すると、耐久性および損傷しきい値が高まるので、UV-近赤外波長のほぼ全波長において、単一波長での各面の平均反射率を0.25%未満にできます。貴重なレーザーの出力を表面で反射および散乱させることなく、複雑な光学系を効率良く伝搬させることができます。優れた性能を得る代わりに波長範囲は狭くなります。1064 nm用のAR.33は、Newportのほとんどのレンズであらかじめ用意されています。ほかのすべてのV-コーティングを準カスタム製品にコーティングすることができます。

コーティング	波長範囲 (nm)	反射率	コスト	特徴
広帯域				
UV用多層 (AR.10)	245-440	$R_{avg} < 0.5\%$	中	UVフューズドシリカレンズのみ
可視光用単層 (MgF_2)	400-700	$R_{avg} < 1.5\%$	低	アクロマティック、KPXシリーズおよびVALUMAX®レンズのみ
可視光用多層 (AR.14)	430-700	$R_{avg} < 0.5\%$	中	広帯域の可視光線用に最適
UV用から可視光用多層 (AR.15)	250-700	$R_{avg} < 1.5\%$	中	広帯域のUVから可視光線用に最適
近赤外用多層 (AR.16)	650-1000	$R_{avg} < 0.5\%$	中	近赤外レーザーダイオード用として優れている
赤外用多層 (AR.18)	1000-1550	$R_{avg} < 0.5\%$	中	テレコム用レーザーダイオードに最適
レーザー用				
V-コーティング多層 (AR.27)	532	$R_{max} < 0.25\%$	高	単一波長における最高の透過率
V-コーティング多層 (AR.28)	632.8	$R_{max} < 0.25\%$	高	単一波長における最高の透過率
V-コーティング多層 (AR.33)	1064	$R_{max} < 0.25\%$	中	単一波長における最高の透過率



テクニカルノート

- **光学の基礎**
P479参照
- **光学公式**
P513参照
- **光学材料特性**
P510参照
- **光学材料**
P505参照
- **光学表面**
P511参照
- **広帯多層反射防止コーティング**
P43参照
- **レーザー用反射防止V-コーティング**
P43参照
- **オプティクスのケアとクリーニング**
P519参照
- **フォーカシングとコリメーティング**
P480参照
- **ガウシアンビーム光学**
P484参照
- **アクロマティックダブルレットレンズ**
P491参照