

②③: 他の HeNe 波長に於ける縦モードの数

上記のように、ネオンのゲイン幅は発振遷移の波長にほぼ反比例（あるいは周波数には比例）します。ただし、これが想定しているのは、発振閾値がしばしば半値全幅あるいは FWHM（半値幅）として明示される、ネオンゲインカーブのピークに対して同じ位置にあるということです。632.8nm で、これが（偶然一致しているのではなく！）合理的であることが分かり、予想される数の発振モードとモードスイーププロット線がそれらに沿っていくこととなります。

(5) 緑色(543.5nm)と黄色(594.1nm)のような非常に低いゲイン波長の場合、赤色(632.8nm)波長と比較して 1/10 のゲインやより低いゲインとなり、その発振閾値はほぼガウシアン形状のゲインカーブ上ではるかに高い位置を取ることとなり、ずっと狭いものとなります。そのため、ネオンゲインカーブの FWHM（半値幅）がこれらの波長では少し広くなる一方で、高い発振閾値故に（ゲインカーブが）狭くなることから、発振するモードが減少します。ただし、発振閾値がゲインカーブのピークに接近するまで、モードの数の減少はそれほど劇的とはならないでしょう。そして、これらの低ゲインレーザーのキャビティ中の損失を減少しようとあらゆる努力が為され、実際のところ、発振閾値はレーザーの予想される寿命中にそのピークに比べてそれほど高くはならないでしょう。

出力波長	HeNe レーザー通称	認識された ビーム色	レーザー遷移	典型的ゲイン (%/m)	最大出力 (mW) 直線（ランダム）
543.5 nm	グリーン	緑	3s2->2p10	0.52 0.59	2 (5)
594.1 nm	イエロー	オレンジ-黄	3s2->2p8	0.5 0.67	7 (10)
604.6 nm		オレンジ	3s2->2p7	0.6 1.0	3
611.9 nm	オレンジ	赤-オレンジ	3s2->2p6	1.7 2.0	7
629.4 nm		オレンジ-赤	3s2->2p5	1.9 2.0	
632.8 nm	レッド	" "	3s2->2p4	10.0 10.0	75 (200)
635.2 nm		" "	3s2->2p3	1.0 1.25	
640.1 nm		赤	3s2->2p2	4.3 2.0	2
730.5 nm		近赤外近辺	3s2->2p1	1.2 1.25	0.3
886.5 nm		" "	2s2->2p10	1.2 1.25	0.3
1,029.8 nm	近赤外	不可視	2s2->2p8	???	
1,062.3 nm	" "	" "	2s2->2p7	???	
1,079.8 nm	" "	" "	2s3->2p7	???	
1,084.4 nm	" "	" "	2s2->2p6	???	
1,140.9 nm	" "	" "	2s2->2p5	???	
1,152.3 nm	" "	" "	2s2->2p4	???	1.5
1,161.4 nm	" "	" "	2s3->2p5	???	
1,176.7 nm	" "	" "	2s2->2p2	???	
1,198.5 nm	" "	" "	2s3->2p2	???	
1,395.0 nm	" "	" "	2s2->2p?	???	0.5
1,523.1 nm	" "	" "	2s2->2p1	???	1.0
3,391.3 nm	中赤外	" "	3s2->3p4	???	440.0 24

HeNe レーザーで発振可能な波長と出力

(9) 非常に高いゲイン波長では逆のことが起きるでしょう。その例が本当に1つだけ存在し、それは中赤外の 3,391nm 遷移で、632.8nm のゲインの 40 倍超で固体レーザーのように振る舞います。発振閾値はゲインカーブ上でずっと低くなっており、利用できる領域が分布の端の方まで広がっています。この状況では、632.8nm の場合と比べてほぼ 1/5 である 315MHz というネオンゲインカーブのずっと狭い FWHM(半値幅)で説明されるよりもずっと多くのモードが発振を見せるでしょう。単にこの小さいゲイン幅に基づいた計算が正当であるとする、75cm 長の 3,391nm レーザーは、常に 1-2 本の活発なモードを持つ 14cm 長の 632.8nm HeNe レーザーでの縦モードと同等の数を持つでしょう。75cm よりずっと短い 3,391nm のレーザーが商品として入手可能であり、モードスイープでの出力における劇的な相違を示さないため、上記の想定は事実であるはずがありません。例えば、REO 社は、50cm 未満のキャビティ長で出力変動が 5%の製品を製造しており、これが意味するのは、数本の縦モードが常に存在しているということです。



REO 社製 32172 3391.3nm IR HeNe レーザー

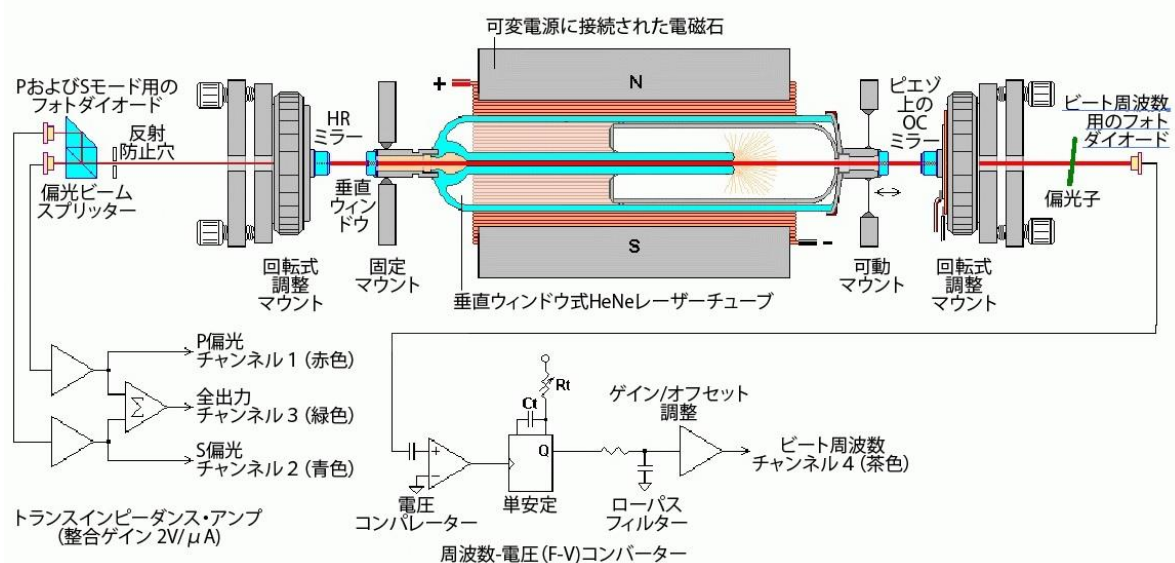
これまでの結果はこちら:

- 543.5 nm (緑色): 調査中。
- 594.1 nm (黄色): 調査中。
- 604.6 nm (オレンジ色): 調査中。
- 611.9 nm (オレンジ色): 調査中。
- 632.8 nm (赤色): (21) 下記の情報と、「高価でない手製の周波数あるいは強度安定化 HeNe レーザー」の節を参照ください。 [Sam's Laser FAQ - Home-Built Helium-Neon \(HeNe\) Laser \(repairfaq.org\)](http://www.repairfaq.org/Sam's%20Laser%20FAQ%20-%20Home-Built%20Helium-Neon%20(HeNe)%20Laser)
- 1,152 nm (近赤外): 調査中。私が再生した Spectra Physics 社製 119 レーザーヘッド以外では、こうしたサンプルを見つけることは困難でしょう。赤外レーザー Spectra Physics 社製 119 について言及し得る唯一のことは、モードスイープの一部で発振が完全に停止するのに十分なほど短いということです。

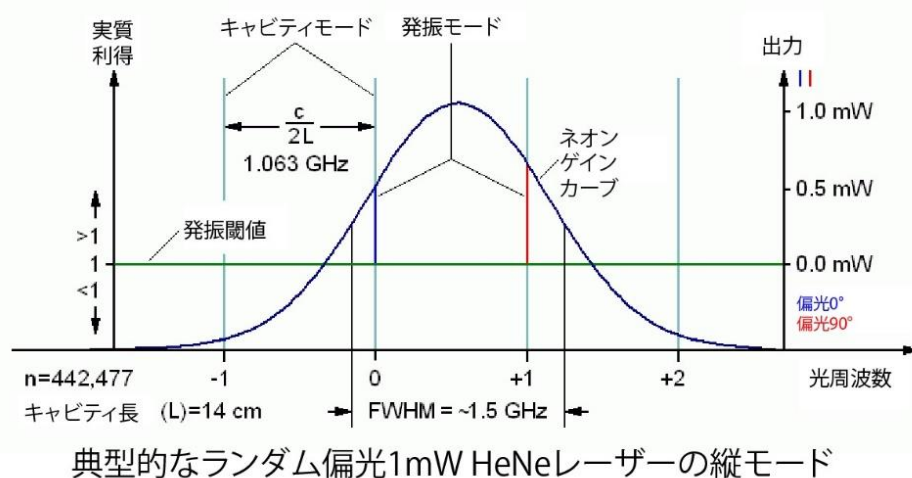
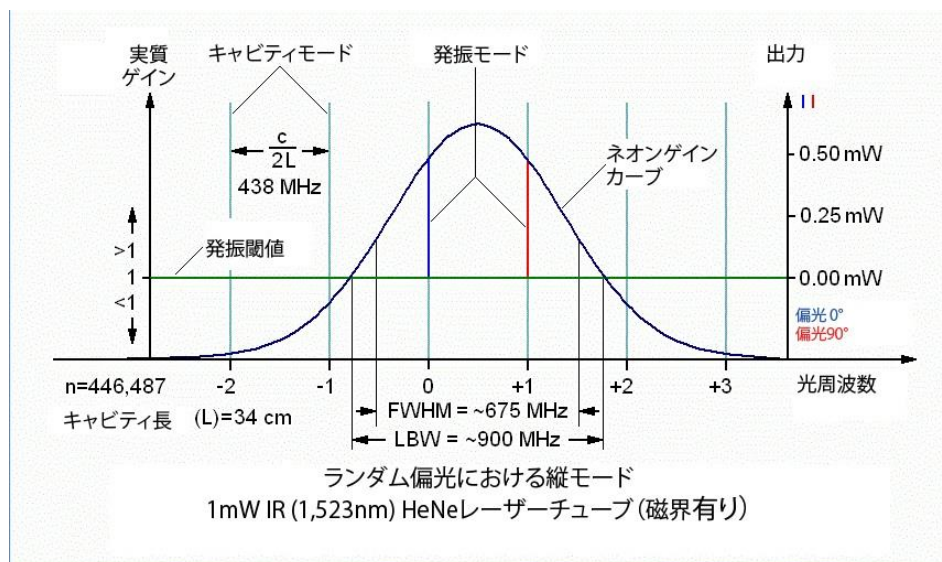


Spectra Physics 社製 119 レーザー

- 1,523 nm (近赤外):** (26) 34.2cm のキャビティ長で戦略的に配置された磁石を持つ Melles Griot 社製 05-LIR-150 の初期テストが示したと思われるのは、その挙動が 20cm あるいは 25cm のキャビティ長の 632.8nm レーザーのそれに類似しているということです。しかし、2つの偏光の強度が等しくないことが暗示するのは、おそらくこのチューブが少なくとも横ゼーマンレーザーとして部分的に発振しているということであり、磁石があればそれほど驚くべきことではないでしょう。ただし、戦略的に設置された3個の磁石があるため、挙動は 20cm~25cm 長の 633nm チューブに期待されるものに逆戻りして、2本の本来の直行偏光モードがチューブの縦モード間隔で隔てられ、モードスイープのほとんどに存在し、モードの1本がネオンゲインカーブの中心に近づくと3本目のモードが立つ兆しを見せます。そのため、それは「ランダム偏光の 1mW 赤外 (1,523nm) HeNe レーザーの縦モード」のように見え、異なる数(ネオンゲインカーブの幅)での「典型的なランダム偏光の 1mW HeNe レーザーの縦モード」と同じ図となります。このレーザーを安定させることに関するさらなる情報については、「Sam の安定化赤外 ((1,523nm)HeNe レーザー)」を参照ください。 [Sam's Laser FAQ - Home-Built Helium-Neon \(HeNe\) Laser \(repairfaq.org\)](http://www.repairfaq.org/Sam/Laser/FAQ/HeNe/index.html)



横ゼーマンHeNeレーザーテスト機



(31) 私の 2ドルの 1,5XXnm 発振用に改造した SFPI(走査型ファブリーペロー干渉計) (PD をゲルマニウムトランジスタフォトダイオードに取り替えました)を使って、05-LIR-151 のモードが、20cm～25cm 長の 632.8nm レーザーのモードの数と外観に類似していることを私は確認しました。ほとんどの時間は 2 本のモードで発振し、1 本のモードがゲインカーブの中心に近づく僅かな時間だけ、3 本目のモードが現われます。

- 3,391 nm (中赤外): おそらく調査中。