

# 主 論 文 要 旨

2010年6月29日

論文題名 新型遷移放射レーザーに関する研究

おこいえ けねっと えじけ  
学位申請者 OKOYE KENNETH EJIKE

## 主論文要旨

本論文の主たる目的は、相対論的電子が異なる誘電率を有する二つの媒質の境界を通過するときに発生する遷移放射において、誘導放射が起きることを証明し、この現象を用いて新型のレーザーを構成することに有る。外部から投入した電磁波と相対論的電子が同時に境界領域へ侵入するときにその相互作用で誘導放射と誘導吸収が起こる。我々は現象論的な量子電磁力学を用いて誘導放射と誘導吸収の確率を導き出し解析的に定式化した。そして、誘導放射が誘導吸収より大きいことが求めたので、増幅が起こる可能性が有ることを見いだした。ゲインの計算を真空中にある1枚のフォイルに対して適用し、従って裏と表の2つの境界領域について計算を行っている。裏と表の間隔が放射する波長の整数倍で有るとき、2つの境界から発生する放射には干渉効果が起こる。そして、さらにゲインを増加させる方法として複数のフォイルを規則正しく周期的に並べてそれぞれの放射を干渉させる方法と、電子ビームのバンチサイズを波長の長さにすることにより、干渉効果を高めることを提案した。

我々はこの計算で、誘導放射と誘導吸収を量子力学的に計算したが、アインシュタインのA係数B係数の理論と照合した結果、ここに述べたゲインが古典的なレーザーと同じであることを見いだしている。即ち、遷移放射は、原子からの放射ではなく、連続状態間の遷移であるが、古典的な放射の理論を適用できることを見いだした。従って、レーザーゲインを求めるのに、自発放射を実験的に求めれば、計算できることを見いだした。これは、山田博士が数年前に指摘したことを証明する形となった。

X線レーザーを構成する方法には、自由電子レーザーや、RTR(共鳴遷移放射)レーザーが知られているが、いずれもマイクロバンチングが成長することによりゲインが発生するとしているが、我々の論文では、マイクロバンチングを起こさなくとも、古典的なレーザーの様に増幅が起こることを示している。即ち我々が提案するレーザーは、古典的レーザーの範疇に属し、相対論的電子は、反転分布をつくるための励起源として使われている。従って、電子ビームと放射を単に精密に同期させれば良いことになり、レーザー発振の条件が大幅に緩和される。