

実験 No.	2	テーマ	レーザーで光の速度を測ってみよう
実験指導担当	市田正夫		

1. はじめに

宇宙や自然を記述するためには、少なくとも「長さ」「重さ」「時間」3つの量が必要になります。このため物理学には3つの基本的な定数があります。一つは”プランク定数”という宇宙最少の大きさを表す値で、もう一つは”重力定数”という重さを決める値です。三つ目が”光速”で、これにより時空が定義されます。この光速の値は約 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ です。つまり1秒間に3億メートル進みます。地球一周がだいたい4千万メートルですから、光は1秒間に地球を7周します。光より早いものは宇宙に存在しません。この光の速さを実際に測定してみましょう。

2. 実験目的

光の速さを測定するためには高精度な測定器が必要になる。本実験では、図1に示すように高周波レーザーを鏡により反射させ、レーザーと反射光の位相差をオシロスコープで測定する“高周波回路”を使う。光の光路長と高周波の位相差から光速を求める。

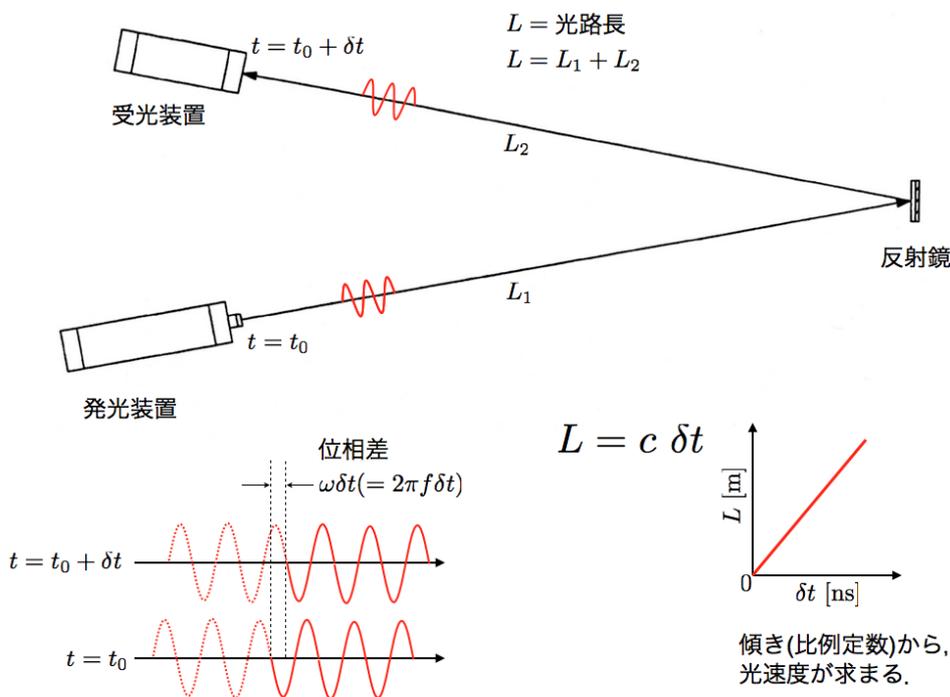


図1 実験装置の配置図と測定原理

3. 実験方法

- ！ 直接レーザー光を見ないように注意すること。
- ！！ レーザー光が周囲の人の目に入ることがないように、注意すること。
- ！！！ 反射鏡の調整を行う場合には、必ずレーザー保護メガネを着用すること。

- (1) 実験機器が図2のようにそろっていることを確認する。実験に必要な機器は、(A) 発光装置（レーザー）、(B) 受光装置、(C) 反射鏡、(D) レーザー保護メガネ、(E) 巻き尺、(F) オシロスコープである。

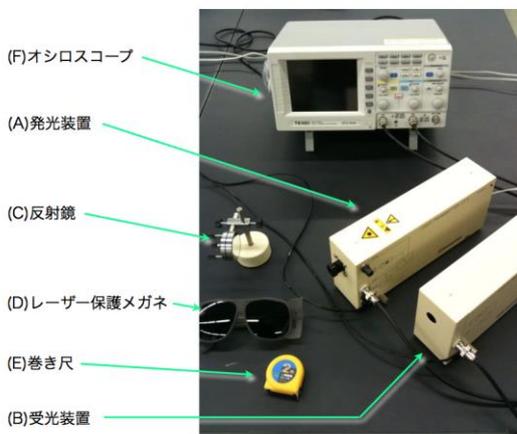


図2 実験に使用する機器

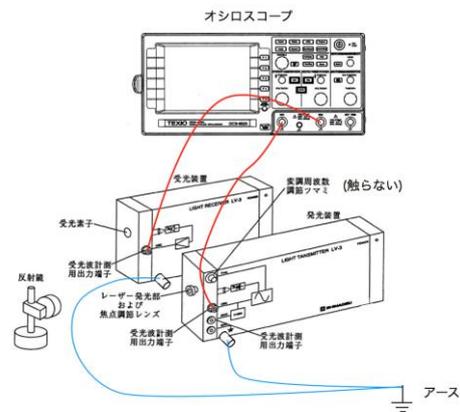


図3 配線図

発光装置、受光装置、反射鏡を図1のようにだいたい $L = 1.0$ [m]（正確な値は、巻き尺で測定する）になるように配置し、レーザーおよび受光装置とオシロスコープの間が図3のように配線されているか確認する。

- (2) レーザー、受光装置、オシロスコープの電源をオンにする。
- (3) オシロスコープ前面パネルにある[AUTO SET]を押す。液晶部分にレーザーの波形と受光装置の波形が表示されていることを確認する。図4に示されているつまみを回してみても、オシロスコープの使い方を理解する。
- (4) 反射鏡の鏡の裏に付いている3つのつまみを調節して、レーザー光が受光装置内の受光素子にうまく当たるような最適な鏡の位置（角度）を探す。レーザーが受光装置の受光素子部に正確に当たっていないと、強度は大きいですが、2コブの波形になってしまう。最適な位置では、オシロスコープに表示される反射光の波形がレーザーの波形とほぼ同じような波形にな

る。調整の際には、レーザー光を直接見ないようにする。

- (5) 図4に示すようにレーザーと受光装置からの波形の時間差を測定し、図5のように光路長 L と時間差 δt を記録する。
- (6) 光路長を変化させて測定を繰り返す。

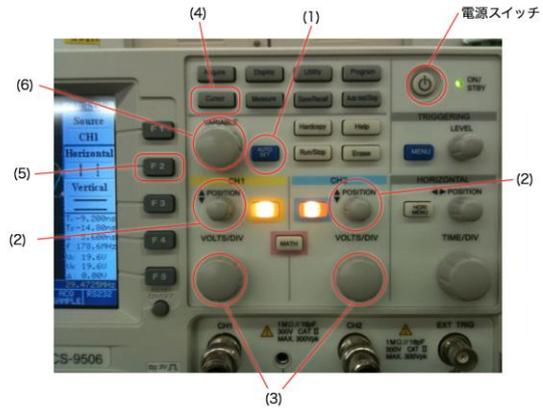
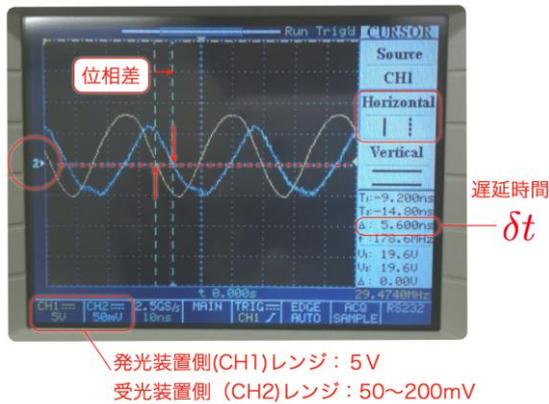


図4 オシロスコープの液晶と操作パネル

L [m]	δt [ns]
1.10	2.0
.	.
.	.
.	.

図5 実験データの記録

4. データ解析

- (1) 図6のように縦軸に光路長 L [m]、横軸に時間差 δt [ns] (ナノ秒, ナノは 10^{-9}) をとってグラフ用紙にグラフを作成する。
- (2) グラフには、軸の名前, 単位, 数値, 目盛り, (必要であればその他の測定条件など) を必ず記入する。
- (3) すべての測定点の真ん中を通る直線をひいて, その傾きを求める。この傾きが光速である。単位は [m/s] となるようにせよ。

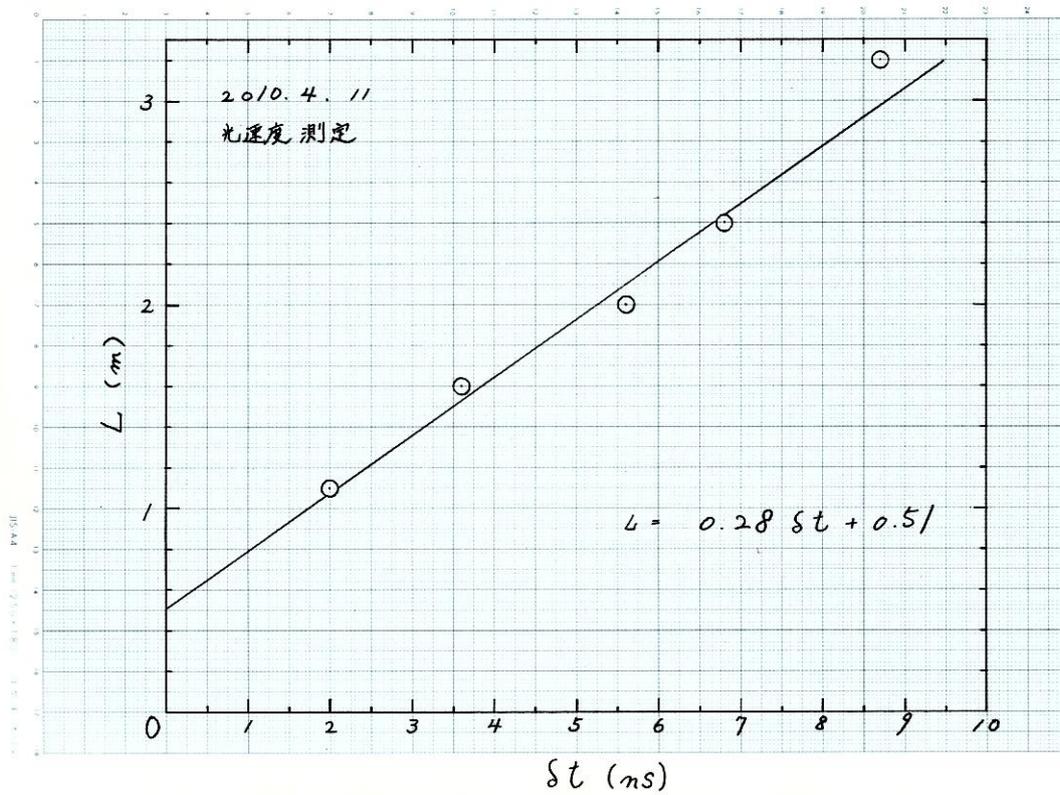


図6 L - Δt グラフ。

5. 考察事項

- (1) 光速度の文献値は 2.998×10^8 [m/s] である。この値と今回の測定値がどれくらい異なっているか調べよ。
- (2) (1) において文献値と実験値に差があった原因について考えよ。