

## 演習課題：マイケルソン・モーレーの実験

アインシュタインの特殊相対性理論が登場するにあたって、静止エーテルの存在を調べる実験が19世紀末マイケルソン（米国物理学者、ノーベル賞受賞）とモーレーによって行われた。図1は、マイケルソンの実験装置を示すが、当時まだレーザー光源は存在せず、光源ランプを用いて行われた。実験の要点は、地球が公転軌道上をおよそ30km/sの速度で動いているので、干渉計の光路の一つを公転運動の接線に向けると、もう一方の光路がおのずからその接線に垂直になる。光の速度が、音波と同じようにエーテルの速度に加算される（反対の向きなら減速）と仮定すれば、公転運動に平行な光路を往復する光の所要時間は、光路の長さをLとして $2L/c(1-\beta^2)$ （ただし、 $\beta=V/c$ 、cは光速、Vは公転運動の速度）、垂直な光路の光往復の時間は、 $2L/c(1-\beta^2)^{1/2}$ となるので、波長 $\lambda$ の光を用いると光路の向きを変えたときの干渉縞変化は $2L\beta^2/\lambda$ フリンジとなる。マイケルソンらの実験（1887年）では $L=11\text{m}$ 、 $\lambda=550\text{nm}$ で、 $\beta=10^{-4}$ から静止エーテルに対して0.4フリンジの変化が期待されたが、観測量はこれよりはるかに小さく20分の一以下だった。その後、この種の実験はレーザー光の登場によりはるかに高い精度で行われるようになり、1970年代に行われたBrilletとHall（ノーベル賞受賞者）の実験では実験の精度が15桁を超えるまでになっている。15桁の精度で光速の一意性が確認されればそれでよいかということもそうでもない。そのすぐ下に法則の破れがあるかも知れない。

この演習では、図2に示す光路（ディレイライン方式）の装置を真空中で一定の速さで回転させ、予期されるずれの回転周期に見合う分だけを抽出することで、マイケルソン実験の精度を決めていた干渉フリンジの時間ドリフトを除く工夫を施す。マイケルソンと違って、レーザー光源を利用する。演習では、この新たな方式をみずからの手で導入し、どこまで精度が出せるかということと、誤差原因の追及を行う。

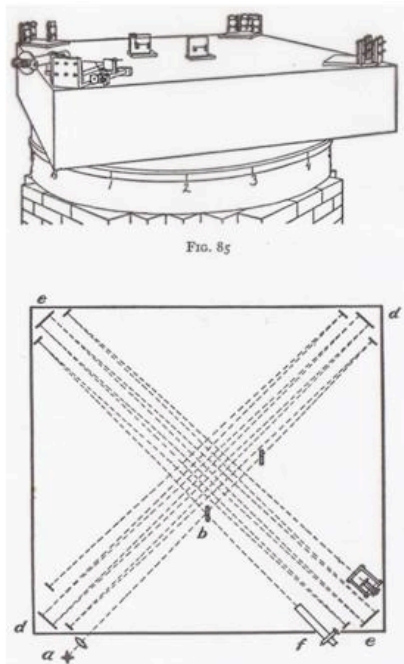


図1 マイケルソン・モーレーの実験で用いられた光学定盤と光路

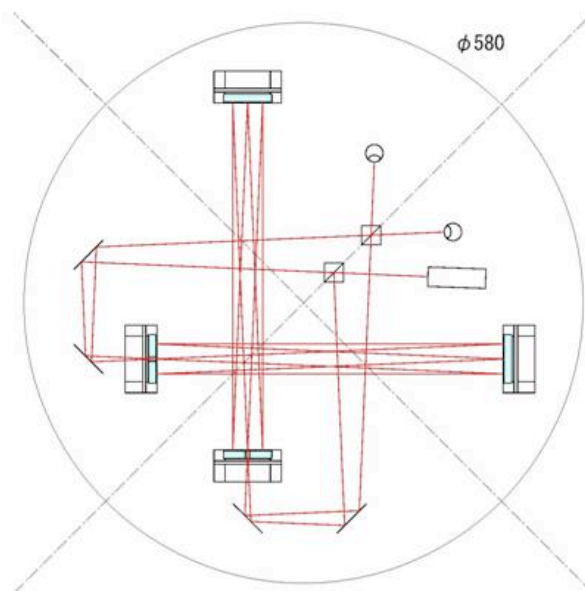


図2 今回用いる実験の光路設計  
円盤は真空中におかれて中心軸の周りを一定の速度で回転させられる。