# テクニカルレポート　　Ｖｏｌ．１４－７

株式会社フォトンプローブ

報告者　黒川翔、平野雅夫、平野ゆかり

報告日　２０１４年９月２９日

**題名**　多重型光学系光路長差４０ｍｍの場合の大気中測定について

**概要**　高精度計測できる多重型光学系において、光路長差を４０ｍｍとして、温度変動を大きくして、変位量変化を大気中で評価する。

**結論**　変位量変動は光路長差に対応する温度変動で説明できる。

## 報告内容

１．　長時間変位測定結果及び温度変動

２．　考察・反省

## 報告詳細

１．長時間変位測定及び温度変動測定

変位量測定開始前、６００００点から温度を計測している。

以下に、３００００点(１００分)ごとに変位量変動を図示する。7 枚のグラフに 21 万点（42000 秒＝11 時間 40 分）のデータを示した。各グラフ共に直線的変化をしている。

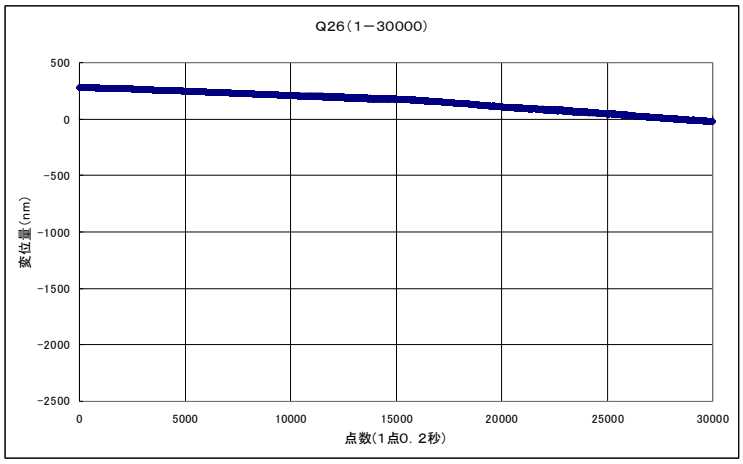
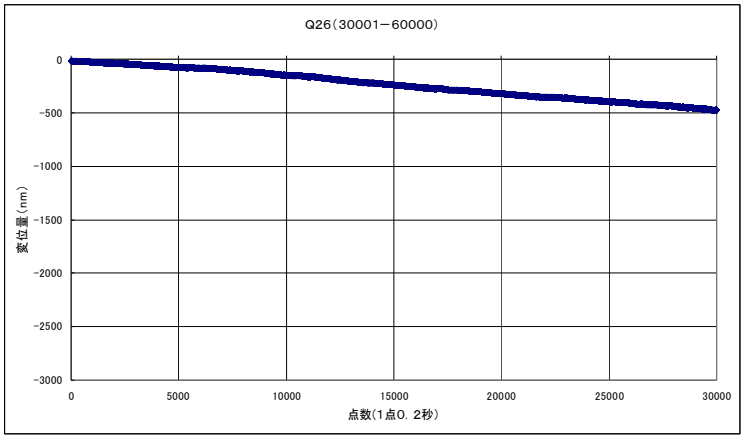
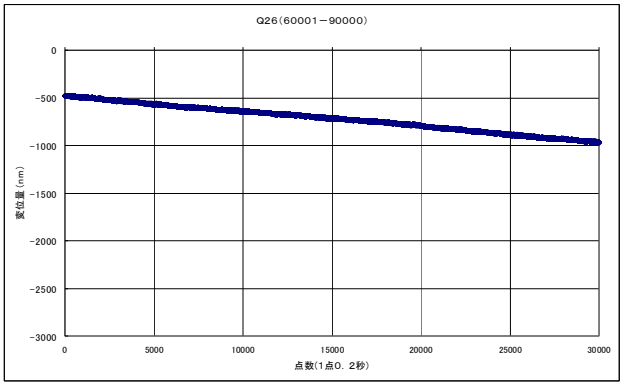
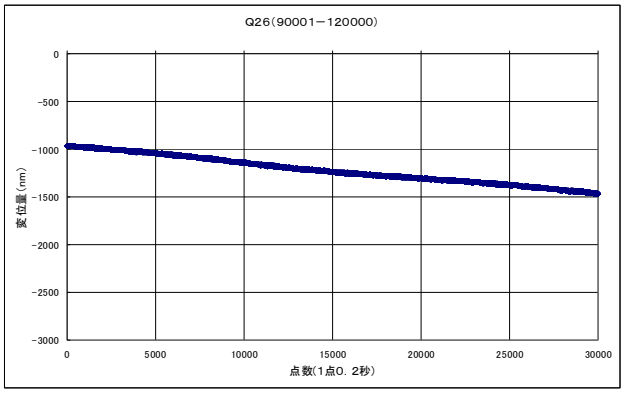
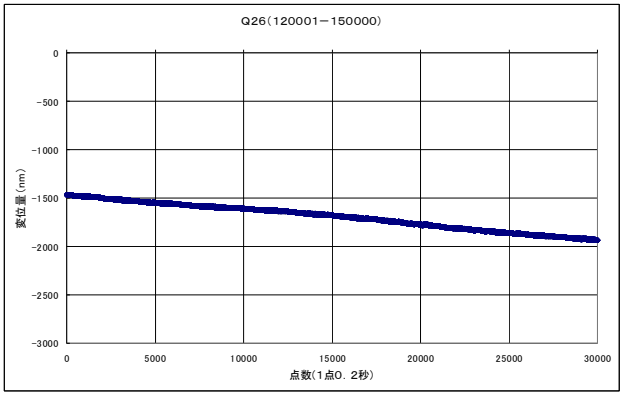


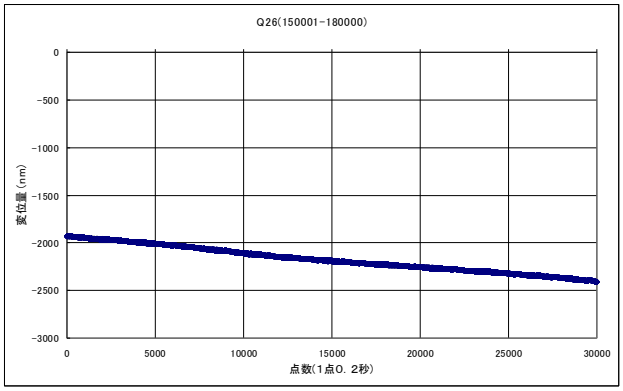

図１　開始から 30000 点(6000 秒)

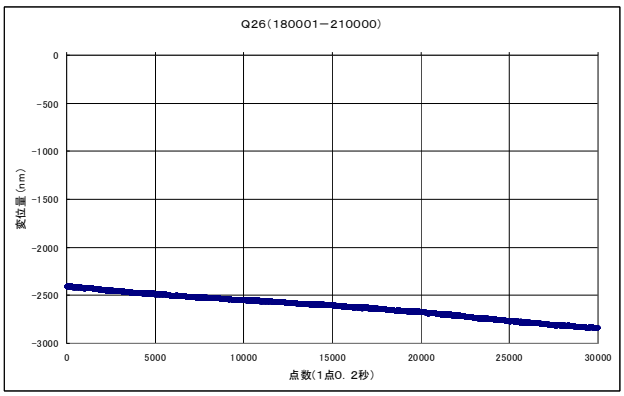




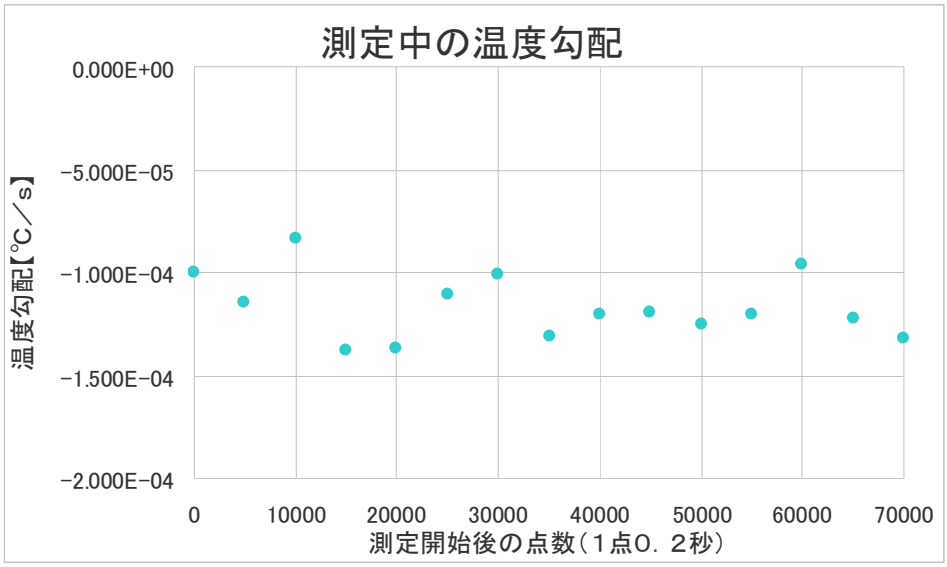

3000 点（100 分）ごとに表示

いずれの変位量のグラフも直線的変化を示す。

| | | |
|---|---|---|
| ｍ＝－０．０８３ | [nm/s] | ９万点から１２万点領域 |
| ｍ＝－０．０７８ | [nm/s] | １２万点から１５万点領域 |
| ｍ＝－０．０７７ | [nm/s] | １５万点から１８万点領域 |

他の領域でもほぼ同様の値を示す。各グラフのｍ値の標準偏差は０．００７程度である。そのことは上図のグラフから明らかだろう。

一方、この計測時間中の温度変動は、２００分程度の遅れがあるとして、９万点から１５万点の測定時間領域に相当する温度変動領域（測定開始後３万点から９万点）では、ほぼ直線的変動が見られた。
直線近似の勾配（ｍ値）を５０００点（１６分４０秒）ごとに求めた。その変動を次図に示す。




平均値＝－１．１６７Ｅ－４

標準偏差＝１．５９Ｅ－５

光路長差が及ぼす影響と判断すると、テクニカルレポートＶｏｌ。１４－５で示したように

光路長差ΔＬがある場合に、温度変動ΔＴ（１秒あたりの温度変動）があった場合、使用している機械部材の線膨張係数をαとすると、１秒当たりの変位量δＬは、

δＬ＝α×ΔＬ×ΔＴ　　[m/ｓ]

である。部材としてアルミニウムを用いているので、α＝３．０２×１０＾－５[1/K]。

多重光学系(光路長差＝４０ｍｍ)では、ΔＬ＝０．０４[m]。また、温度計測の結果よりΔＴ＝１．１７×１０＾－４[K/ｓ]。を用いると、

δＬ＝０．１４１　　[nm/s]

となり、次の理由により、上記直線解析結果とほぼ一致する。

標準型光学系の場合、多数のネジを用いて、自由膨張できる度合いが小さいものと判断したが、多重型では、ネジ間隔が平均５０ｍｍなので、強く自由膨張を束縛できていないと思われる。その点を考慮して、自由膨張度合いを５０％と推測すると、ほぼ計測値は理論値と一致し、計測値の変動は温度変動に基づく膨張が主原因であると判断できる。

これらの結果は、分解能が 1nm 以下であることを示している。なぜならば

① 変位量変動のノイズ幅が 1nm 以下である。

② 温度勾配が一定条件において、変位量変動も一定であり、約０．００８[nm/s]である。仮に測定時間を 10 秒にしても誤差を含めて、０．１nm 程度にしかならない。

だからである。

## ３．考察・反省

標準型と同じように温度変動が大きく測定値を支配していることが知れた。次は、光路長差をゼロにする光回路で、長時間測定を行う。そのときに、温度以外の要因が見えてくると思われる。