さて本論にもどり、大気圏外航行を考えて見よう。大気は地球中心から 3,000 km ぐらゐまで、大部分は対流圏の 16 km 内にあるが、とにかくある国家グループは大気圏外航行技術を開発し、他のある国家グループはしなかったとしよう。前者が後者と競うとき、断然有利であることは確かである。このときまた英国とスペインとの間の状態が生じる。

ここで困難な問題は国民たちに、この新技術を開発する多額の経費を投じることを納得させることである。しかも金鉱やウラニウム、絹や香料を求めるためではなくて、単に新しい技術、他国家群に対抗する技術を築くため、とあっては国民の理解を得ることは困難というものである。しかし、理解を得なければならぬし、米国ではなお引き続き理解を求めるよう努力している。

つぎの問題は経費の巨額さにある。もはやライト兄弟に頼ることは不可能で、全国家を挙げて研究所とし、全国民が働かなければならぬ。その結果として得られるものは月または遊星へ行く人工衛星である。月に人間を運んで何になるかという人が多いが、実はそれ自体が重要なことでなく、その技術が重要なのである。その技術を持つことは、対抗者より良い電子工

学、材料、装置を持つことで、その成果はまた技術資源にフィードバックされる。またフィードバックされる分野は他の部門に及ぶ。

この新しい技術、宇宙工学の中でもっとも重要な部門は推進で、たとえば電気推進やこれに関連する電磁流体力学などは興味深い。私の専門分野としては、制御であるが、これは従来それほど困難とは考えられなかった。雑誌や映画でロケットの発射状況をよく知っていると思うが、制御状態はよく見えないのである。

私の研究所はアポロ計画と呼ぶ作業の誘導システムの責任を負っている。これは月に3人の人間を運ぶものである。私自身この1人になりたいと思っているほど重要な計画である。このシステムは慣性および光学誘導で、かつ地上のステーションから追跡され、その結果はロケットに逆送されて予測に使われる。この際もちろん計算機が使われる。アナログ計算機とデジタル計算機の比較はよく議論された。デジタル計算機は最近 15 年間に驚くべき発達を遂げたが、迅速かつ困難な問題を解き得る反面高価である。しかし、それがどこまで発達するか予想はできないから、もしもっと安価になれば、ロケット以外にも広い用途があるう。

慣性誘導法の計器装備*

C. S. DRAPER

慣性誘導法では、重力および加速度を恒星空間に関連して測定する必要がある。このいわゆる慣性空間に固定した座標系を作るものがプラットフォームで、常にジャイロによって安定される。ジャイロは恒星空間に対する回転角によって信号、たとえば電圧を発生して安定制御を行なう。回転角の精度は地表で1海里的の精度を得ようとすれば弧度 $1'$ 以下、ジャイロにとっては弧度 $5''$ の測定が可能でなければならぬ。プラットフォームに乗せる計器は単位質量に働く力の検出装置 (specific force receiver, SFR) すなわち加速度計である。われわれはジャイロを3個使い、加速度計はもちろん3個を必要とするが、その誤差は $10^{-5} \sim 10^{-6} g$ 、最大測定値は $10 \sim 100 g$ であるから、要求は極めてきびしい。

ジャイロは浮遊型を使うことが多いが、そのとき部品は大部分ベリリウム製である。ベリリウムは強度が

大きくて軽く、比重は約2で、浮遊液体は Fluorolube (米国 Hooker Electrochemical Corp. の商品名、潤滑油の炭素を弗素で置換したもの) でやはり比重約2であるから、中性の浮遊が可能である。ジャイロ駆動の同期電動機 (ヒステリシス型) へ電流を通じる導線もベリリウムが使われる。フロートが方向によって剛性を異にするときは anisoelectricity error (非等方弾性誤差) と称する誤差が生ずるので、外部から調整可能な補償装置をつける。

信号発生装置は Microsyn で、それをつけたフロートは通常運転時にケースに対して弧度数秒回転するにすぎない。フロート他端にはマイクロシン・トルク発生装置をとりつけ、これら2装置間には、回転軸を軸受けから浮かせる magnetic suspension を持つ。浮遊支持は高加速度、衝撃をよく吸収する。機械加工および清浄は極度まで要求され、粘性トルク以外の不確定トルクは $1 \text{ dyne} \cdot \text{cm}$ の千分の一以下に保つ必要がある。

* 昭和36年10月30日 名古屋における講演要旨 (岡崎卓郎、佐賀亦男抄訳)、昭和37年2月16日原稿受理