

# 1.2 "WORKSHOP ON LASER TRACKING INSTRUMENTATION, PRAGUE 1975" 報告

土屋 淳

ATSUSHI TSUCHIYA

東京天文台

TOKYO ASTRONOMICAL OBSERVATORY  
UNIVERSITY OF TOKYO

1975年8月11日から15日まで、上記の会合が、チェコスロバキアのプラハで開催された。この会合の主催者は、アメリカのSAO（スミソニアン天文台）及びNASAで、IAG, IUGG, COSPARなどが協賛という形をとっている様である。今回は、実は第2回で、1回目は、1973年にギリシャで開催され、その時は、日本からは東京天文台の古在が出席した。

今回の会合は、スモウナの音楽で有名な、モルダウ河（現地ではウルバ川と呼ばれる）のほとりのチェコ工科大学の FACULTY OF NUCLEAR SCIENCE AND PHYSICAL ENGINEERING という建物で行なわれた。

会合は、リウゆる国際シンポジウムとちがって、本当の(?)“会議”であって、セッションのタイトル、さらにその議題が予め与えられている丈で、セッションチエアマン——それもその日の朝か、せいぜい前日に決められる——が、出席者に適当に発言を求め、又出席者の方から意見を述べるという形式で、大変な緊張を強いらゆるものであった。

セッション即ち議題は、下記の様なものであった。

1. 各観測局の現状報告
2. システムの誤差
3. レーザ送信機
4. パルスの検出と、その処理技術
5. 他のシステムコンポーネント（フィルター、計算機、架台、自動化）
6. 恒星（現状のものど計画のもの）と軌道予報
7. 信頼性の問題とレーザ障害
8. 将来計画

出席者とその国籍は、下の様である（カッコ内は出席者数）

|               |             |
|---------------|-------------|
| オーストラリア (1)   | ブラジル (1)    |
| エジプト (2)      | 東ドイツ (3)    |
| フィンランド (2)    | フランス (7)    |
| 西ドイツ (4)      | イギリス (1)    |
| ギリシャ (3)      | ハンガリー (3)   |
| インド (2)       | イタリア (2)    |
| 日本 (2)        | オランダ (3)    |
| ポーランド (3)     | スウェーデン (1)  |
| スイス (1)       | ソ連 (5)      |
| アメリカ (11)     | ユーゴスラビア (3) |
| チェコスロバキア (15) |             |

日本からは、緯度観測所の高木重次と、私とが出席した。

日本も、この夏は随分暑かったが、丁度ヨーロッパ地方も、異常熱波とでも云う猛暑で、会議の冒頭で挨拶後に立ったSAOのジョージワイフェンバハ氏は、「この会では、レーザー追跡の問題を徹底的に自由に、且コインフォーマルに議論しようではないか」と云ったので、それに着て来た背広の上衣を脱ぎ捨て、ネクタイも取外すという演出をやって、皆を笑わせ、同時に気分的に大いにリラックスさせたものである。

この会議での議論をまとめて、次に述べる。

1) 天文用レーザー追跡システムの現状と将来

電算機で云われてゐる第1, 第2... 世代と云う言葉の真似をして、レーザー追跡システムにも第1, 第2, 第3世代という區別けをして、次の様に定義してみた。

|            | 第1世代                     | 第2世代   | 第3世代  |
|------------|--------------------------|--|---|
| 測距精度       | ~ 1 m                    | ~ 10 cm  | ~ 1 cm  |
| レーザーパルス幅   | 10 ~ 20 ns               | 2 ~ 5 ns   | 0.1 ~ 0.4 ns  |
| 測距カウンタ分解能  | 1 ~ 10 ns                | 1 ns   | TIME → PULSE HEIGHT CONV.                           |
| ディスプレイミネータ | 立上り <sup>(1)</sup>       | CONST. FRAC. <sup>(2)</sup><br>OR CENTROID DETECTION | ← (2)   |
| 地球大気の補正    | 1.8 cos δ (m)<br>δ: 天頂距離 | 気圧補正 <sup>(3)</sup>                                  | ←<br>又は 2色使用  |
| 恒星の形状の問題   | 無視                       | 姿勢補正   | 小型, 高密度恒星を使い. 例は LAGEOS, STARLETTE, SHINY BALL etc. |
| 観測局同志の時刻合せ | 5 ~ 10 μs<br>(LORAN電波)   | 1 μs<br>(LORAN電波)                                    | < 1 μs <sup>(4)</sup>                               |

REMARKS (1) 多モード共振レーザーの場合、各モード毎の共振のタイムラグが数ms ~ 10msに及び、→ 測距誤差を生ずる。  
 (2) チャンネルトリップのジッタが最も小さい。 < 100 ps  
 RCA-31034A のジッタは 400ps  
 VARIAN-153A の " " 140ps (高価)  
 (3) 気圧補正 (理論式) によって 2mm まで修正できる。  
 この理論式はラゲオソレットのデータで計算した値の差は 1mm 以下であった。  
 (4) TIMATION II (恒星) によれば 0.14 μs で同期可能  
 TIMATION III ( " ) " 0.02 μs " "

各国のレーザ追跡システムの現状は次の表の様のものである。

|   | 第1世代のシステム  | 第2世代のシステム   | 第3世代                                 |
|---|--|---|--------------------------------------|
| 既に<br>運用<br>中の<br>局<br><br>(<br>又は<br>殆んど<br>完成<br>した<br>局<br>) | <p>フランス (CNRS) (独)<br/>30ms 1J RUBY</p> <p>ソ連 フリミヤ天文台(月)<br/>10ms 2.5J</p> <p>インクコスモス 恒星追跡網<br/>南ア, エジプト, チェコ<br/>ポーランド, ソ連<br/>15ms 1J<br/>4軸式望遠鏡架台使用<br/>一部は MOBILE局</p> <p>東独 ホンダム (独)<br/>15~25ms 1~2J</p> <p>西独 (独)<br/>30~35ms</p> <p>日本 堂平 (月)<br/>20ms 5J</p> <p>米 SAO又NASAの恒星観測<br/>網の大部分</p> | <p>米 マフナルト天文台(月)<br/>3ms 1.2J</p> <p>米 SAO (スミソプル天文台)<br/>恒星観測局の一部<br/>及 NASA観測局の<br/>一部</p> <p>日本 堂平 (独)<br/>&lt; 5ms 0.5J</p> <p>日本 建設省国土地理院<br/>海上保安庁水路部協同<br/>&lt; 5ms 1J (独)<br/>(1976年3月完成予定)</p> |                                      |
| 計<br>画<br>中<br>又<br>は<br>建<br>設<br>開<br>始<br>し<br>た<br>局        |  | <p>スイス 諸え不明</p> <p>イタリ(独) 4ms 1J</p> <p>フィンランド - スウェーデン連合(独)<br/>5ms 2J</p> <p>オランダ(独) 4ms 3J</p> <p>オーストラリア(月) 3ms 3J</p> <p>米 マフナルト MOBILE局</p> <p>米 ヌーランド - ハワイ (ハワイ)<br/>(月)</p> <p>日本 水沢(独)</p>    | <p>米<br/>ヌーランド大<br/>SAO<br/>実験中.</p> |

## ii) 行星の LASER 追跡のネットワーク

下の表の様な局でネットワークが組めるが、今回は、具体的なデータ交換とか、計算センタの問題にまでは発展しなかった。

|                       | 現在の<br>観測局の数 | 1980年の<br>観測局数 | 検出限界      | 追尾方式   |
|-----------------------|--------------|----------------|-----------|--------|
| インコスモス追跡網             | 4            | 8              | BEACON-B  | VISUAL |
| SAO 追跡網               | 4            | 4              | LAGEOS    | BLIND  |
| NASA "                | 3            | 7              | LAGEOS    | BLIND  |
| SAO & NASA 協力<br>グループ | 9            | 17             |           |        |
| フランス                  | 2            | 2~3            | STARLETTE | BLIND  |
| 月レーザ局                 | 2~3          | 7              |           |        |

## iii) レーザ用 行星の 現状と将来

| OLD                         | NEW                                   | PLANNED   |
|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| BEACON - B (米)<br>" - C (") | D-5B                                  | * LAGEOS (米)<br>半径 30cm 400kg<br>1974 年 11 月 13 日 打ち上げ  |
| GEOS - A (米)<br>" - B (")   | * STARLETTE (佛)<br>半径 12cm 47kg       | AUOZ (")  |
| D1-C (佛)                    | GEOS - C (米)<br>1973 年 11 月 13 日 打ち上げ | * TIMATION IV (米)   |
| D1-D (")                    | * TIMATION III (米)                    | * LASSO   |
| PEOLE (")                   |                                       | * DIABOLO   |
| □ MOON                      |                                       | □ SHINY BALL (米)<br>半径 50cm 球<br>mac Donald's photo mul 5Ph 管形<br>LASER TIMING (仮稱) (佛)<br>カウリン及テレメータと記載<br>石野から laser 実験 |

\* MEDIUM RETURN : OLD のものより 1/10 ~ 1/100

□ LOW RETURN