

1983年11月16、17、18日の上記検討会が、光天望遠鏡WGを中心として開かれました。議論のふよよの内容は以下のとおりとされています。いくつかの検討項目が抽出され、これらについて検討会では、次回検討会までにある程度の答を提出することを希望されています。これは、WGの意向として、この資料とすべてを全員に配布することは費用の面から不可能なため、今回は特に強い希望のある項目を選んで送付することにしたい。希望者は望遠鏡WG世話人の手紙に記入して、検討会へ送付してください。希望者は望遠鏡WG世話人の手紙に記入して、検討会へ送付してください。希望者は望遠鏡WG世話人の手紙に記入して、検討会へ送付してください。

光学天文連絡会

GROUP OF OPTICAL AND INFRARED ASTRONOMERS (GOPIRA)

会 報

NO.27

(検討会世話人代表 磯部 瑋三)

はじめに

光学天文連絡会運営委員長：小 藤 智一

光天望は1984年3月を目途に、推進すべき大口径望遠鏡のタイプとそれに関する検討を推進することを、この一報として、上記の技術検討会が予定通り、11月中旬に東京において行われました。また光天望WGと東京天文台光学関連部門連絡会の方々により、資料が準備され、法参事意見交換と、来年3月までの検討課題の提示が行われました。その概要は光天望事務局に送付されてまとめられましたので、ここに若干の資料とともに掲載致します。

望遠鏡の基本的なタイプは決定した。それは、技術面のみならず、経済面及び天文学的意義をふくみ総合的判断が必要である。今回は主に技術的側面から、レングス鏡かMMTかの議論が行われ、多くの検討課題を残して議論は来年3月まで持ち越されることになりました。これからは総合的な視点からの議論が重要となります。技術面での問題に5大主題は、

- Image quality とともに目標とするが、MMTの場合 beam combining による劣化はおおさらされるが。
- Field of view とともに目標とするが、beam combining の方法とその効果。
- Photon collector としてMMTがとらざるが、光学系への複雑さとの関係。
- 赤外線帯への有効性。
- 観測装置(撮像、分光) 1983-12-19 の関係
- Maintenance, とくに運用地 にかかわる場合の条件

光学天文連絡会事務局 (東京天文台・木曾観測所) 発行

大口径望遠鏡技術検討会報告

◇ 1983年11月16, 17, 18日に上記検討会が、光天連望遠鏡WGを中心として開かれました。議論のおおよその内容は以下にまとめられている通りで、いくつかの検討項目が採り出され、これに1984年3月12, 13, 14日に予定されている次回検討会までにある程度の答えを出す作業をすることになった。検討会では数人のレポーターから資料が提出された。これらの資料をすべて全会員に配布することは費用の関係から不可能に近いので、今回は特に強い希望のある会員にのみ送ることとした。希望者は望遠鏡WG世話人の一人(東京天文台:磯部瑋三)まで申し込んで下さい。なお資料の一覧表は「検討会メモ」の最後にあります。「検討会メモ」の中で枠で囲んである部分はレポーターから提出されたアブストラクトをそのまま書き写したものであることを示します。なお技術検討会の持ち方などに関して御意見がありましたら運営委員会にお伝え下さい。

(検討会世話人代表 磯部瑋三)

◇はじめに 光学天文連絡会運営委員長:小暮智一

光天連は1984年3月を目標に、推進すべき大口径望遠鏡のタイプを定めるための検討を慎重にすすめています。その一段階として、表記の技術検討会が予定通り、11月中旬に東京において行われました。主に光天連望遠鏡WGと東京天文台光学関連部門連絡会の方々によって資料が準備され、活発な意見の交換と、来年3月までの検討課題の提起が行われました。その概要が光天連事務局によってまとめられましたので、ここに若干の資料とともに掲載致します。

望遠鏡の基本的タイプの決定にあたっては、技術面のみならず、体制面及び天文学的意義をふくむ総合的判断が必要です。今回は主に技術的側面から、レングル鏡かMMTかの議論が行われ、多くの検討課題を残して議論は来年3月まで持ち越されることになりましたが、これからは総合的な視点からの議論も重要となります。技術面で問題になった主眼は、

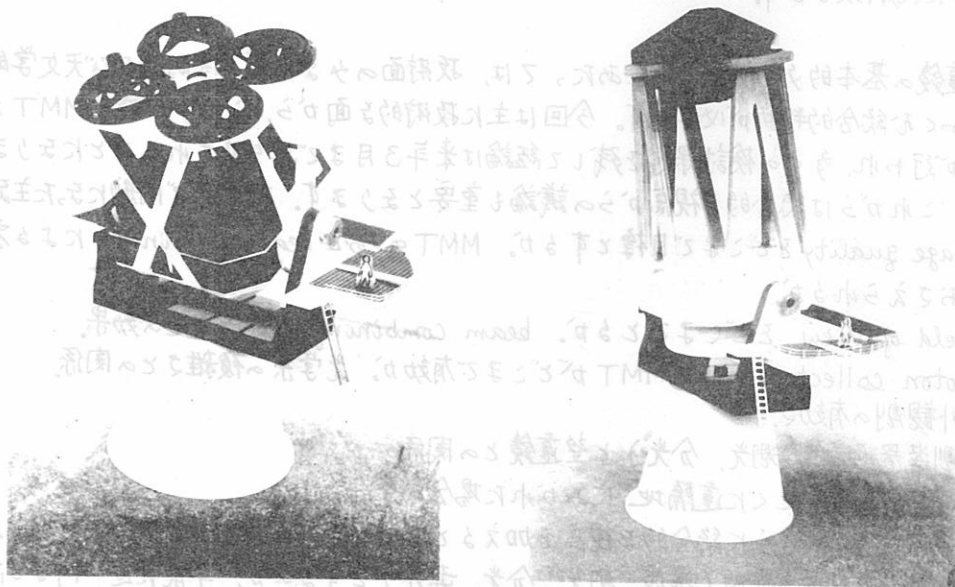
- Image quality をどこまで目標とするか。MMTの場合 beam combining による劣化はおさえられるか。
 - Field of view をどこまでとするか。beam combining の方法とその効果。
 - Photon collector としてMMTがどこまで有効か。光学系の複雑さとの関係。
 - 赤外線観測の有効さ。
 - 観測装置(撮像, 測光, 分光)と望遠鏡との関係
 - Maintenance, とくに遠隔地におかれた場合の条件
- などです。これにさらに総合的な視点を加えるとき多くの問題が浮び上がります。たとえば、
- ◎ 望遠鏡の目的を万能的(撮像, 測光, 分光, 赤外)とするのか、単能に近い所まで絞るのか。これは日本の天文学の将来をどう考えるのかという基本的な問題と関係します。

- ◎ 望遠鏡にどこまで新技術をとり入れるのか。古典的なタイプで安全性と重くみるか、実験機として技術開発に重点を置いたものにするか、その両極端の中間にどこまでの段階が考えられます。日本の技術水準、マンパワーからどこまで取りくむか。
- ◎ 日本に大型望遠鏡メーカーがないという制約をどこまで克服できるか。メーカーの選抜とコンタクト、また天文サイドからの技術水準とマンパワーの見直しはどうか。
- ◎ Space Telescope, 他的大型望遠鏡との関係はどう考えるのか。1点主義で世界一をめざすのか、総合能力で水準向上をめざすのか。1990年代を見通す状況判断が必要となります。
- ◎ 新望遠鏡のハワイにおける位置づけ、国内の既存望遠鏡との関係、等も十分に考慮する必要があります。

これらの点について、光学・赤外線研究者の意見の一致をみることは恐らく難しいでしょう。しかしどこかに合意点を見出さないと先にすすむことは困難です。光天連の会員諸氏は、われわれの計画の推進が重要な段階に来ていることを認識され、積極的に討論と検討に参加されることを期待致します。

なお、今回の検討会と準備された世話人(磯部瑋三、舞原俊憲、小平桂一、西村史朗の諸氏)及び研究面から援助された藤本光昭氏(総合研究(A)「ミリ波領域の電波による星間空間・銀河の観測」代表者)に対し深く謝意を表します。

◇ MMTとSDTのスケールモデル (富田弘一郎、大島純夫氏による)



3.5m x 4 MMT F/2.5 (1/50)

7m SDT F/2.5 (1/50)

大口径望遠鏡技術検討会メモ

才1日 (1983年11月16日、午後1時半 - 7時頃; 東京大学理学部天文学教室会議室)

◇ 運営委員長よりこの検討会の主旨説明があった。内容は会報No.26, 7頁にある「目標」とほぼ同じであるが、今回は問題点の洗い出しということなので全員がフランクに意見を出し合、てゆくようにしたいとのことであった。最初にレポーターから出された資料の一覧表を作り、議論する順序や3日間の作業日程について検討した。

- 16日午後: 資料のレビュー (その結果左表のような日程に従って進めてゆくことになった)
- 3月までにどのような準備を進むか
- 光天連の資金について
- 17日午前: 資料のレビュー (特に赤外の問題)
- 18日午前: 問題点の整理 (具体的にinstituteや人への作業の割り振り、今後の作業日程)

◇ レポート: 「大型光学赤外線望遠鏡計画概要」 (小平桂一)

1. 概要: 有効口径5m以上の望遠鏡をマウナ・ケアに建設, 68年完成希望。
- ロ. マウナ・ケアの天文条件: シーイング FWHM $\leq 1''$ が60%, 一日の温度差 $\sim 8^\circ$ (冬); $\sim 10^\circ$ (夏), 風は春に10 m/secのときあり。
- ハ. 総工費統計: 統計から本計画の経費は150~200億円。
- ニ. ハワイ側状況: (すでに報告した通り) 積極誘致。
- ホ. 運用経費: 総工費の約10~15%。
- ヘ. ハワイ運用人員: 日本より約15人, 現地人15人。(更には日本で15人)。
- ト. ハワイステーション組織図: 山頂, 現地センター, ホノルル, 日本; shops, "remote"
- チ. 望遠鏡全体システム系統図 (MMTで4塔にわたる部分と明示)

このレポートに関連した議論;

- (1) 5m以上の有効口径とウクことについての合意は良いか → 目指すということである
- (2) ハワイ側. 2000年まで13本。既設6本(含小型), 3本予約済 (Caltechの10.4mミリ波, Univ. California 10m SMT, UK-Dutch 15mミリ波), あと4本OK.
- (3) 日本側のこれほどのハワイに対する対応は相手に混乱をひき起している。
- (4) タイムスケールの~10年というのは良いか → 早くてもそんなものだろう。来年夏から色々と所々具体的に briefing, 再来年に重要項目に入れる。62年にトリストランが終了予定。
- (5) これまでの文部省の大型プロジェクトはどんなものがあるか → 調査する。
- (6) 若い人がうまくなる。ピラミッドプロジェクトにはつきものの問題
- (7) 1982年中のM.N.とAp.J.に載った論文数(赤外)の統計 → 10年は長い (simpleでも早くできるものが欲しい), 10年後の4mでは不十分。

統計: IRTF 13編, UKIRT 11, AAT 15, KAO 9, KPNO 5, CTIO 3, Hale 5m 4

◇レポート: 「鏡材, 研磨, 主鏡の支持」 (磯部 瑠三)

- イ. 鏡材: 3.5m 以上鏡材の入手可能性について, Barr (KPNO), Wilson (ESO), Angel (U. Arizona), van Citter (NSF), Fröhlich (Schott), Gallo (Corning) 各氏の話や手紙をまとめた。
- ロ. 鏡材の研磨: 3.5m 以上鏡材の研磨の可能性について, Brown (Grubb), Kühne (Zeiss), Barr (KPNO), Parks (U. Arizona), Burris (Perkin-Elmer) 各氏の話や手紙をまとめた。
- ハ. 主鏡の支持: Grubb, Zeiss, KPNO, ESO で 3m 以上望遠鏡に採用している支持システムについて記述した。

以上の事を総合すると, 5m 鏡材は手に入る可能性があるが, 研磨の面で大きな問題のあることがわかってきた。3.5m 中でも 4枚作る場合には製作期間の問題が出てくる。

このレポートに関連した議論;

- (1) 5m 中 ~ 7m 中のブランクに関する費用と製作期間についてのコーニング社の見種りが紹介された。
- (2) Grubb Parsons 社は親会社の NEI Parsons 社の方針により, optical division を廃止することになった。WHT 4.2m が最後の望遠鏡となる。
- (3) Zerodur ではないハニカム鏡では ventilation が大変になるのではまいか。

◇レポート: 「鏡の自重変形」 (山下 泰正)

- イ. 自重接みの公式 ロ. 曲げモーメント接みか 剪断接みか
- ハ. 支持パッド間の接み ニ. 支持力の誤差 ホ. 自重以外の力

このレポートに関連した議論;

- (1) 鏡の変形等と解析する有限要素法のプログラムが東京天文台の計算機で動かせるようになったのでここから色々検討する。
- (2) メーカーとのインターフェイスにちよ人は有限要素法位は理解しておくべきであろう。

◇レポート: 「経緯台制御の問題点」 (田中 清)

- イ. 経緯台制御を行うために必要となる計算式と実用的な形で与え,
 - ロ. 天頂通過の問題
 - ハ. 日周運動のドライブ方式
 - ニ. 誤差の補正
 - ホ. 必要とする計算機の規模
- と具体的な数字を挙げて論じた。

このレポートに関連した議論;

- (1) 4.2m WHT のエンコーダの分解能 0.05 (incremental), ホイニング精度 2" (補正後) エンコーダは重要な検討項目であるが, 経緯台であるということも問題点ではない。
- (2) 望遠鏡全体システムについて (P3 の小平レポートとチ) の議論はここで行った。

今後 remote operation のシステムについて検討が必要である。UKIRT の例では, Hilo の office にはかなりのデータを送信している。エンジンバラへは衛星の 'package mode' で送っているのが完全リアルタイムという訳ではない。

- (3) 自動化には単純化と複雑化の二つの側面がある。自動化を追求するとどうしても機械を単能化する方向に近づく。

◇レポート: 「機械系の問題点」 (清水 実)

10m 角のマス型センターセクションを仮定すると, 単純計算で機械的撓み (天頂と水平を向いた時の差: MMT), 温度変形 (上下面 1°C 差) 共に 10" 程度とまるが, 構造の検討と補正を考えて 1" 程度のホイニングは可能。追尾制御も 1" は可能。主鏡, 副鏡の機械的制御, 安全性, メンテナンスの簡素化が大切である。

このレポートに関連した議論;

- (1) 副鏡サーボをつけると重くなる, 熱を出す。Cas で F/10 の副鏡と動かすのは大変。
- (2) MMT だとドームは compact で開口大。風の影響は大丈夫か? → Mt. Hopkins の MMT も最初は大変だったがウィンドスクリーンをつける等で良くなったということだ。
- (3) 1°C の温度差というのは typical か。CFHT では床を cooling したりして control しているが 1" 程度は残るということか。
- (4) 望遠鏡では rigid にする所と soft で良い所がある。重力に対しては soft で良いが風などに対して soft だと困る。
- (5) ギアは φ ~ 3.6m が世界最大。ベアリングは静圧軸受とする。ウォームギアの可能性も考えられるがこれだとサーボがかけにくい。

◇レポート: 「MMT と SDT の比較」 (富田 弘一郎, 大島 純夫)

MMT と SDT (single dish telescope) について, 主として大きさの概念と得るために 3.5m x 4 の MMT と 7m の SDT について, 口径比 2.5 の場合の 50 分の 1 の模型を作った。MMT の鏡筒センターピースの剛性の強さ, ドームの大きさに非常に大きな差が生じることなどがうかがえる。各種の計画立案のためにこれを利用して頂きたい。

このレポートに関連する議論;

- (1) トップリングは可視用と赤外用の二つを作る (MMT の場合)。いずれも四季独立の Cas で作る mirror (A) と combined beam 用の mirror (B) のフリップ・フロップ式。

リング I (可視用)	A	short focus	F/15 ~ 20.0.1	リング II (赤外用)	A	short focus	I
			F/3 ~ 0.5				II
	B	long focus	east	B	long focus	east	
			west			west	

フォーカスの構成例は上表のよりにすることができる。(7 焦点位置)

- (2) 鏡の枚数を減らすという点から, 将来の赤外 CCD は primary focus でやれるのではまいか。

◇ レポート: 「MMTの広視野化」 (山下泰正)

beam combiner, zoom系についての考察と初歩的計算結果を報告した。

- このレポートに関連する議論;
- (1) 5'の視野をもっと広くしても像質は悪くならないだろうか, vignettingと45°鏡の欠けが視野を決めることだろうか。
 - (2) zoom系を入れなくても良いのはどんな場合か? → 焦点距離と視野による。
 - (3) ray traceの結果に見られる光学系のネジレの方が補正が大変(焦点距離の違いより)。
 - (4) この提案のcombinerはMMT1 (Mt. Hopkinsのもの)のものとは比べてずっと高級かかどうしてとれる視野がそう違わないのか? → 詳しく検討して欲しい。
 - (5) 視野とseeingを必要とする場合はprimaryで撮像してelectronic combineをすべきではないだろうか。
 - (6) MMT1では分光器と赤外の測光器位しかない。
 - (7) 視野を3'に限るとoffset guideにも問題が残る。→ 3.5mなら~15等星位までガイドに使える。~3'の視野には~15等星は平均3個入るので大丈夫ではないか。
 - (8) MMT1では光学調整を10分に1回やってるのが将来もっと自動的にやる試みはあるのか。3.5m中×4にすると10分に1回で良いのか。MMT1の機械系はヤワキょうな気がする。

この後今後のスケジュール及び本会の記録の会費への流布の仕方, etcについて議論を若干行った後で散会。

水2日 (1983年11月17日, 午前9時半-12時; 宇宙科学研究所45号館会議室)

◇ Electronic Combine についての議論

- (1) 最初に安藤氏より, $\eta = (S/N)_{MMT} / (S/N)_{SDT}$ (MMTを1本づつ独立に使って後で結果を加算する場合と, 同じ有効口径のSDTを用いる場合のS/Nの比) と分光観測の場合のresolutionの関数として, photon limitedとdetector noise limitedのケースについて計算した結果が報告された。photon limitedな場合には加算しても損はない。
- (2) 良いdetectorというものはどの位手に入れ易いか。一番良いdetectorをSDTで用いるのと, 性能にバラツキのある4つのdetectorを使って加算した場合とが本当に同じになるか → 通常はfactor 2のはんじにある。この中で良いものを4つ揃えることはできるだろう。photon counting modeの場合にはあるしきい値より感度があればバラツキは関係ない → もう少しきちんと調査すべし。
- (3) surface photometryのようなfieldを要する研究の10年後についてコメント。
- (4) MMTのCB (combined beam) だと, 分光器のgrating上の別々の所に4つの主鏡のimageが作られることになるのは少し問題ではないか。

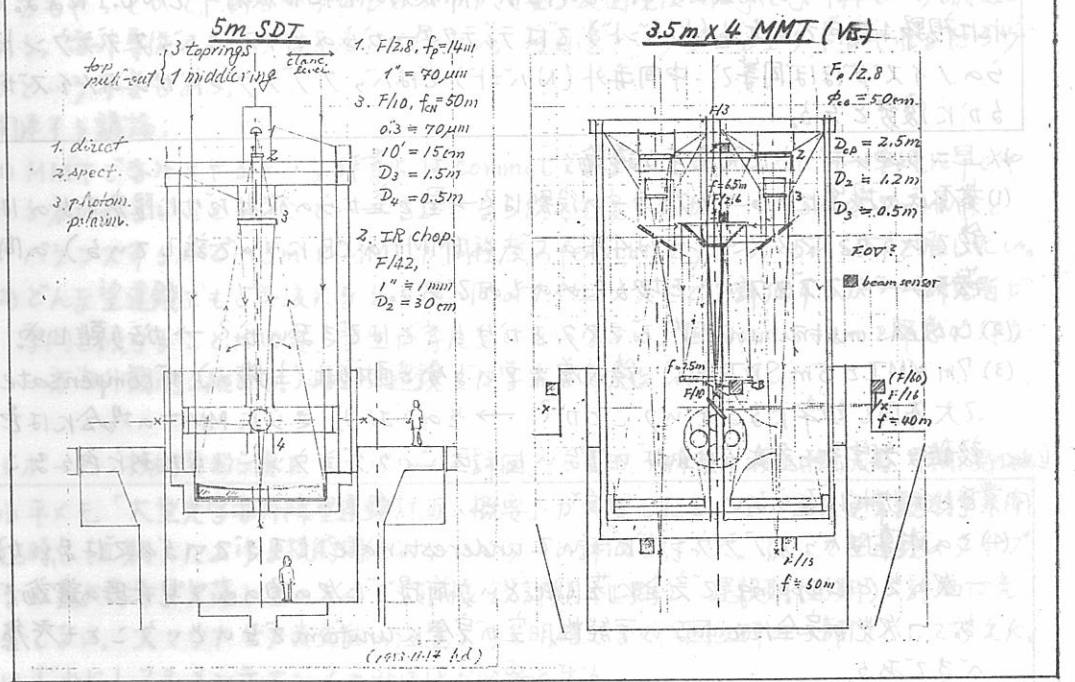
◇ レポート: 「観測装置検討メモ」 (西村史朗)

5mφ single dishと3.5m×4 MMT (combined beamとseparate beam) について, 観測装置との適合性を検討した。問題点として高空間分解能カメラはSDTではfocal reducerが必要, MMTでは写真のためにbeam combinerが必要となる。分光器とくに高分散では明るいカメラが必要で, MMT combined beamでは厳しくなる。

- このレポートに関連する議論;
- (1) 撮像観測でFを明るくせよという議論は今でも活きているのか → そのとおり。
 - (2) CCDなどでは素子間の電荷モレ, 転送効率の影響などでelement sizeと同じ分解能は得られないのではないか。
 - (3) element sizeの問題はとれる視野にも関係する。将来element sizeは小さくなる方向だが, 総element数は桁違ひには増えないだろう。

◇ レポート: 「大型光学赤外線望遠鏡概略図」 (小平桂一)

1 5m single dish: 赤外線と基本, 撮像は主焦点, 分光はナズミス, 測光はカセグレン
 口 7m (3.5m×4) MMT: Combined beam (wide field) と Electronic combine と可視光
 について, 富田案に浴びて検討した。赤外は翌日の議論待ち。これでは複雑すぎる。



- このレポートに関連する議論;
- (1) 画像をとるような分光(銀河のrotation curve等)はどうなるのか
 - (2) 今日最初のelectronic combineの効率の議論はおかしくないではないか。どんな場合でも効率は同じになるのでは? もう少し詳しく。

$$\frac{\text{星}}{\text{スリット}} \theta \approx \frac{\text{slit 巾}}{\text{seeing 巾}} = \frac{0.8 \left(\frac{\text{Pixel size}}{20 \mu\text{m}} \right)}{\left(\frac{F_{\text{cam}}}{1} \right) \left(\frac{D_{\text{tel}}}{5\text{m}} \right) \left(\frac{\Delta\theta}{1''} \right) \left(\frac{\cos\beta}{1} \right)}$$

- (3) 干渉フィルタの直接撮像をやりたいが、装置を4つ作ると思うと大変な気がする。
 (4) (1)に関連したメテ-サスペクトログラフの話の中で、ファイバーで各場所からスリットの所に引、ば、て来ても、ファイバーの出口で光が広がるので難しいのではなからうか。

◇レポート: 「赤外の向題」 (舞原俊憲)

赤外観測における 7m (3.5m x 4) MMT と 5m SDT の比較を行う。一般的に言、て赤外域の観測限界を決めているのは、近赤外では detector limited, 中間赤外では background limited であるが、その事情を最小検出可能光子数で定量的に調べた。結果として、background-limited が成立する測光・分光の場合は、7m MMT と 5m SDT が同等の性能を持つことになる。

◇レポート: 「赤外線観測における Background 放射の影響」 (佐藤修二)

望遠鏡の設計に関する赤外線観測仕様とはどんなことかと報告する。要点はウカにして熱放射を回避する点である。熱放射の原因は大気と望遠鏡自体であり、その各部分からの寄与を推計する方法を示す。その結果、熱放射の総和は放射率 $\epsilon \sim 0.1$ になる。これは視野1秒角で近赤外 (Kバンド) ではディテクターからのノイズとバックグラウンドからのノイズがほぼ同等で、中間赤外 (Nバンド) ではバックグラウンドからのノイズがはるかに優勢となる。

以上二つのレポートに関連する議論;

- (1) 舞原氏の提案にあるマスクミラーの役割は? → 星と空からの放射だけに限定するのは別鏡であるが、マスクミラーは4本のビーム (MMT の CB について話している) の間に落ちるバックグラウンドを切るためのものである。
 (2) Cooled instrument 内でマスクをかけることはできないか? → かなり難しい。
 (3) 7m MMT と 5m SDT とで、鏡の増えている分と面積比 (主鏡の) が compensate して大体同じ効率になるということか? → そのとおり。さらに MMT の場合には色々複雑な光学系を考えなければいけないし、低バックグラウンド化のために色々なことをしなければならぬ。
 (4) この計算はバックグラウンドについて underestimate しているのではなからうか。一次の光を chopping で完全に落したという前提で二次の項のみを見た時の議論である。一次光が完全にとれない可能性、空が完全に uniform でないということも考慮すべきである。
 (5) MMT のカセグレン冗について。高空間分解能カメラは視野はとれない (写真は暗すぎてダメ) だろうからかなり小さくできるだろう。
 (6) 赤外の場合 MMT では coalignment が問題ではなからうか → MMT1 では ~3' の視野に $\approx 15 \text{ mag}$ の星があれば、これによって見えぬものでも見えぬものでも coalignment

とするシステムを構築中である。→ 望遠鏡内に虫が入ったりするとよくやがたいという話もある。→ マウナケアにも虫が居るのか → てんとう虫がたぶんいる。

- (7) マンパワーの内題も重要である。feasible であるてもマンパワーがないために不可能という場合もある (以上 MMT について)。SDT では ~5m 中を考えていたが Grubb の件でかなり難しくな、たのではなからうか。

この後、本日午後赤外グループで分科会を持ち、赤外固有の内題をもう少し検討すること及び、東京天文台の技術関係のグループで分科会を持ち、技術面から見たマンパワーの評価等について検討することと決めて散会した。

オ3日 (1983年11月18日、午前9時半 - 午後5時半; 東京大学理学部天文学教室会議室)

◇赤外グループ分科会 (奥田, 松本, 舞原, 佐藤) の報告

赤外の置かれている状況一般について話し合った。望遠鏡については基本的には SDT が好ましい。赤外が重要であるという認識は光学、赤外の研究者に共通であるため赤外グループの責任は重いことを痛感している。SDT 5m から海外中口径と overlap することになるうが、MMT から海外中口径と別に推すことも考えられる。一方赤外は space の方もやっていて、新しいプロジェクトが必要と及面現在の仕事で一杯という状況もある。赤外専従スタッフは8名しか居ない。何百億というプロジェクトがやれるだろうかと不安もある。

関連する議論;

- (1) MMT で赤外をやるという作業は commit できないということか → 単純に早くやる方が好ましいということ → SDT から何でも良いのか → ~5m 2 7m MMT とバランスするまで ~5m と MMT が同程度の feasibility なら ~5m SDT を推したい。
 (2) どんな望遠鏡でも5年後になる。その間のサイエンスをどう評価するか → 研究者が学内を続けることが必要、学生が育たないといけな。国内に 1.5-2m を早急に作り一方海外観測を続ける。海外望遠鏡では学生は育たないだろう。

◇レポート: 「技術者から見たマンパワーの評価」 (冨田, 清水(俊), 渡辺(悦), 大島, 中桐, 野口)

小平メモ「大型光学赤外線望遠鏡計画の概要」が実現したとして、主に定常観測事業開始時点 (Ⅲ期) における技術関係のマンパワーの評価を行った。従って望遠鏡のタイプなど重大要素が欠落している中で、仕様設計期 (Ⅰ期), 建設期 (Ⅱ期) の評価は充分でない。又マウナケア天文台の位置づけも明確でなく、国立研の一部門として考えたいずれにしてもメンテナンスの外注化が必要となる。

このレポートに関連する議論;

- (1) Ⅱ期にどれだけのマンパワーを投入してプロジェクトを進められるかということについてここで検討したい。

◇視野についてのコメント (岡村定矩)

1. 現在の日本の研究状況に基づいて、視野の必要と観測 = 銀河の surface photometry という固定観念があるように思われるが、事はもと大局的に見るべきである。今後重要なであろう天文学の研究分野を強引にカテゴリ分けすると、
 a) 極限状態の物質の物理 ← 微光天体の分光
 b) 銀河・宇宙の誕生と進化、宇宙の大局構造
 c) 星の誕生、生命の起源、地球外文明
 こうした b) と c) についてはある程度の視野が必要。~3' 視野のピンポイントで宇宙の統一的理解に至れるとは感嘆的に思える。
 2. 3~5' の視野 << 20~30' の視野 << 数度の視野 はたいたい 1~2桁づつ違うことを先 (MMT??) (SDT) (Schmidt) 分認識しておくべきである。
 将来メジャー・サブプログラフ、CCDの組合せによる大型化、赤外 CCD の可能性も高い。
 3. 昨日の赤外の話からすると、MMT は光学でより大ききメリットが得られると主張しにくい。Electronic combine についても、原理的に出来ないという難しさは全くないと思うが、取得データ量に見合、高速有効なシステムと望遠鏡の建設運用と併行して我々でどこまでやれるかと検討すべきである。

◇レポート: 「Optimization factors (これからの方針)」 (小平桂一)

1. "best site" を活かす要素: 赤外、よい結像性、能率の良いこと
 2. "best site" に耐える要素: 信頼性、簡潔さ、遠隔・自動化
 Optimization はマンパワーも考え、科学的に行う。主義や精神論ではやれない。評価の分れる所はできるだけ定量的に詰める。光天連全体としては方向が揃い皆の意気符合、できたので必ず良い所に落ち着かせることが出来る。これだけの大計画だから全体として optimize できるように弾力性は最後まで残しておく。MMT は今のままでは複雑すぎるのでもう少し simplify し、定量的に詰められる所を更に詰める。5m SDT の mirror の研磨のできる会社も当ておく。

以後しばらく一般的に議論が続く。記録できたもので主なものを掲げる。

- (1) この望遠鏡で cover する赤外ほどどこまで考えれば良いか → 20-30 μm まで。
 UKIRT ではヘテロダインのテストを ~300 μm でやっているが、今回はこれを主目標と考えなくても良い。
- (2) スパックルと interferometry についてはどう考えるか → differential speckle interferometry は画期的な事を明らかにすると思うが、どの天文台でもやるということになるだろうが、「PIタイプ」の装置 (記録係注: 天文台で用意して一般のユーザが自由に自分で使うとい、たものではなくて、装置開発自体にも画期的な意義があり、誰かがそれを自分で製作して天文台へ持って来るような装置 — このよきを言葉は多分言いために以後少し混乱した) としては魅力がある。
- (3) スパックルをやろうとすると望遠鏡に制限はあるか → 原理的にはないが、精度が良くないと S/N が悪くなりやりにくい。

(4) この望遠鏡だけに閉じるのではなく、その先にも展望してゆくという従来の光天連の立場からの議論はまだ行われていない。→ もし ~5m SDT で行くなら MMT study は続けるというのが従来の光天連の立場ではないか。

(5) 望遠鏡は一度作ったら 20~30 年使う。出来た直後は faint object を狙うと思うがいつかは数を稼ぐという方向に向うことになる。日本ではやはり統計的な仕事に重要なことがある。視野を小さくすると ~100 倍の factor を捨てることになる。narrow field で a quasi point source の分光はどうしても ST には勝てないであろう。

(6) 赤外ほどの位の視野が良いか? → ~5' 中であろう。

(7) MMT でも electronic combine を許すとすると、SDT でできず MMT でできるといふ事柄はなくなる。要は複雑なシステムを製作・維持することが出来るかということ。

(8) 天文学は良い instrument さえあれば確実に世界一に出来るのか? → 連年の 6m, Tautenburg Schmidt などから行かない原因は何か? → best site に置けること、auxiliary inst. の良くないこと、後でお金がかかること → 理論を含めた天文学界全体としての total な power も問題となるのではないかと → 日本の total power は優れている。

(9) あるいは誇張すれば、岡村コメントの 1, a) だけで世界一線の仕事はできる。ただし ST は強さを競争相手である。過去 20 年間の天文学の発見は faint object の分光によっている今後 30 年間 その状態は変わらない。→ 宇宙の統合的理解という天文学の究極目標の達成には a), b), c) が必要で、視野を限るといふことは b), c) とやらをいという決断をすることになるというのが岡村コメント。a) で世界一線の仕事はできないといっているのではない。

(10) ST との競争は? → 地上の ~10m と比べると ~26 mag を確保して ST にがまやをくする。逆に言うと 7m でもイメージが良ければ 10m に勝てるということ。一時 150" というのが optimal な size という議論もあった。

(11) Electronic combine を許せば MMT (7m) は赤外でも 5m equivalent は保証されている。天文学の議論ではどちらかは決まらないだろう。technical な問題、マンパワーの問題等を総合して決めるべき問題である。

(昼食休憩)

◇レポート: 「望遠鏡建設計画 (概算要求化)」 (小暮智一)

要旨は小暮氏の報告「はじめに」に書かれている通りである。

◇問題点の整理、調査項目の整理

来年3月までにすべての点を明確にすることはできないが、ポイントとなる重要な問題についてはメドをつける必要がある。磯部氏より次のまともなものが出された。

主な技術的・人的問題点

- 1. 5m SDT: 主鏡の製作・研磨・サポート
- 2. MMT: ポインティング・追尾が十分な精度でできるか
beam combine or electric combine が本当にできるか → 複雑さ
- 3. それぞれのケースの必要なマンパワー: 天文学者, 技術者, 業者

調査項目

- 1. 今までの big project の年表 → 寿岳
- 2. 5m 鏡の製作・研磨はできるか → 小平
- 3. Remote Operation ほどの位可能であるか
- 4. 姿勢誤差, 熱変形による影響の大きさ
ドーム開口部の風の問題, 4つの光軸のズレは?
副鏡サーボの問題, 温度差の除去のために
- 5. ズーム系を必要とする critical 点 (field)
- 6. corrector lens がなければどの位の field がとれるか?
- 7. detector を 4つ equivalent のものが作れるか?
画像合成の問題点
- 8. 分散度の高いグレーティング, 明るいカメラが作れるか?
- 9. Chopping した時に noise が増えるのでは? → X
- 10. 4つの副鏡の chopping とリンクロナイズできるか → X
- 11. 赤外と可視の alignment system をどうするか
- 12. Optimization
SDT: 赤外が主で可視を合せる
MMT: ----?
- 13. 観測装置との matching.

(注) これらは会場で示された OHP の内容をそのまま書き写したものです。→ X とある項目は、既に会場での議論で恐らく問題ないという答えの出たものです。

◇ この後一般的に議論が続く。これ以後は記録がかなり少なくなっているが書きとめられたもののうち主なものを以下に掲げる。

(1) 5m ができないということは、物理的に出来ないということなのか、設備投資も含めてお金をさえ出せば何とかできるのか → National Project と自国のレベルを超えてある他の国の企業がやるかどうかはもしかすると政治的な問題にも関るかも知れない。

◇ レポート: 「5m 反射鏡と国内で研磨する可能性」(富田弘一郎)

最近の情勢の変化により、国内で 5m クラスの鏡面の研磨の可能性を検討してみようという価値が生じている。その方法についての一私案を示した。早急に検討する必要がある。

このレポートに関し、しばらく具体的な研磨の方法、企業への打診方法、研磨機の移転の可能性などが議論された。

(2) 3月までの対応について: 2月に研運と Mauna Kea Observatory のユーザーミーティングがある。この時までに我々の腹が決まっているかはいま一つ重要な factor である。→ 3月とっていろいろ早く答えを出せば出せる程良い。

(3) 観測装置が望遠鏡に matching するかどうかは今考えておくべきである。特別な装置については最初から nominate しておかないと設計した望遠鏡に付きまざることもあり得る。→ これは大局的見地の話で、10年後の個々の instruments の詳細は決められない。南森グループをどのよう育てられるかということも重要である。

(4) 今回の計画は、この次にどう進むかを想定して議論するのかが、つまり南森にどれ位力を尽くすか、次に日本独自でもう一本作るのかあるいは次のものは国際協力で作ることになるのか。これは日本独自で作る大型望遠鏡の最後のものになるように気がする。

(5) ここで出てきた問題について別々の人が個々に解答を出すというより、東京天文台のグループが一丸となって全体的に調べて載くという方向でお進んでいきたい。

(6) MMT のモデルスタディは我々としてはかなりやった。今後はメーカーの力を借りることも必要ではないか → メーカーにモデル作りまで依頼はできない。→ 現時点で開ける事はある構造物の変形の程度 etc. の細く分割した問題ではないだろうか。→ 今あまり technical detail を議論しても仕方がない。Field と low background の調和をどうするかといった問題と考えるべきである。

(7) MMT は beam combine や調整にかなり手がかかる。SDT は一旦できたら運用は楽だろう。→ 望遠鏡は一度できたら手のかからないものにすべきである。観測装置にかなりの数の技術者が必要になるだろう。→ SDT にまるとどんどんスケールダウンしてゆく危険性がある。

(8) 決断するには多くの factor を定量的に評価しないといけない。定性的ではだめである。→ こういう大プロジェクトでは desk work だけで「絶対」ということはできない。モデル実験も必要なのでできるだけ早く start すべきではないか。

(9) 現時点で決める必要はない。SDT, MMT にかかわらず、こういう spec. を clear したいというようにものをまとめられないか。

(10) electronic combine の可能性について、我々の手におえるかどうかに関し長い議論があった。これはその大変さを定量的に評価しようとする試みであったが、最終的には結論が出なかった。

(11) 東京天文台で MMT のもう少し concrete な案を作ることはできないか。

(12) 現在は、ある望遠鏡について欠点を補償することばかり議論しているが、一番使い易い所はどこかを見出してそれをセールスポイントにして考えたら良いのでは。MKO にはいくつかの望遠鏡があるので、できない所はバスターで何とかするのではないかと。欠点を補償するのに大変な苦労をするのは損である。

最終結論として、(1) 1月一杯くらいまでに東京天文台 WGr で、MMT と SDT についての案をまとめる、(2) 3月12, 13, 14日に再度例会を持ち、運営委員会も開催する点と確認して閉会とした。(文責 岡村定矩; 9日については寿岳潤氏の記録を参照して載せた)

◇資料一覧表 (会員の方でこの資料とご希望の方は、東京天文台 磯部瑋三宛お申し込み下さい)

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. 大型光学赤外線望遠鏡計画概要 | 小平桂一 |
| 2. 鏡材、研磨、主鏡の支持 | 磯部瑋三 |
| 3. 鏡の自重変形 | 山下泰正 |
| 4. 経緯台制御の問題点 | 田中 清 |
| 5. 機械系の問題点 | 清水 実 |
| 6. MMTの広視野化 | 山下泰正 |
| 7. Electronic combineの効率 | 安藤裕康 |
| 8. 観測装置検討メモ | 西村史朗 |
| 9. 大型光学赤外線望遠鏡概略図 | 小平桂一 |
| 10. 赤外の問題 | 舞原俊憲 |
| 11. 赤外線観測における background放射の影響 | 佐藤修二 |
| 12. 技術者から見たマンパワーの評価 | 富田、清水(実)、渡辺(悦)、大島、中桐、野口(勉) |
| 13. Optimizing Criteria | 小平桂一 |
| 14. 望遠鏡建設計画(概算要求化) | 小暮智一 |
| 15. 国内での5mクラス鏡研磨の可能性 | 富田弘一郎 |
| 16. 検討会への手紙 | 田村真一 |
| 17. MMTとSDTのスケールモデル | 富田弘一郎、大島純夫 |

◇出席者名簿

- 16, 17, 18日: 山下, 小平, 西村, 富田, 辻, 磯部, 安藤, 野口(勉), 中桐, 清水(実), 岡村, 田中(清), 川上, 山崎, 小暮, 舞原, 佐藤, 若松, 寿岳, 庚, 尾中, 渡辺(悦), 佐々木(敏)
- 16日: 中井, 松本(敏), 北村, 菊池, 大島, 大谷
- 17日: 成相, 石田(徳), 中井, 兼古, 松本(敏), 大島, 大谷, 中村(士), 奥田
- 18日: 成相, 石田(徳), 前原, 兼古

お知らせ

◇大型光学赤外線望遠鏡検討会(仮称)

上記検討会を1984年3月12, 13, 14日に行います。詳細は直ぐ会報でお知らせします。新旧合同運営委員会も同時に開催される予定です。

◇光天連の新運営委員の選挙を2月上旬に行います。会員名簿と投票用紙を1月末までに会員に発送します。名簿に異動等ありましたらできるだけ早く事務局まで御連絡下さい。

「会員の声」

超大型の望遠鏡を赤外の適地に設置する計画が本年4月以来急速に浮上し、関係省庁との打診や望遠鏡の技術的評価が進んでいることは大変喜ばしい。一地方にいる研究者として、事態の詳細を十分に把握し切ってはいないが、2, 3の愚見を述べてみたい。

状況認識

現在計画中の望遠鏡は、その予算規模(150億~200億)、学問的・技術的・政治的状況から考えると、“日本単独で建設する地上の大型光学望遠鏡としては最後のもの”となるであろう。次の次の大望遠鏡(15~20年後に設計が進む?)は国際協力となるであろうし、もしかしたら一挙にスペースへいってしまうかもしれない。

1980年代半ばという現在は、“世界の望遠鏡建設技術の観点からして、非常にむずかしい選択をせまられる時期”である。コンベンショナルなシングルディッシュ鏡はある意味ではその技術の頂点に達したし、MMTやスフィンミラーに代表される新技術鏡は最先進国の米国でさえ、慎重にステップ・バイ・ステップで開発の途上にある。慎重を期す余り、ヤーキスの40インチ屈折鏡みたいになってもいけないし、かといってうまくできなかった新技術望遠鏡がすぐに追い抜かれてしまい、次の次のメドがなかなか立てられないでもないといけない。ハムレットにならないためには、どのような戦略を立てるべきか目先のことばかりでなく、大所高所に立つ方針をだしてゆくべきである。

基本方針

これからの天文学が光・IRの分野でも、一般と巨大化、国際化していくことを考えると、日本として“国際的市場で役立つ技術”を作り上げてゆく必要がある。その時、望遠鏡本体と観測装置とを共に開発できるようにしたことはないが、天文のマンパワー等を考慮すると、そのどちらか一方にある程度集中させるをえないだろう。日本がエレクトロニクス・ソフトウェア等で民間のレベルも高いこと、望遠鏡本体の新技術が米国などで着実に進みつつあること等を十分考慮する必要があるだろう。(望遠鏡と観測装置とは望遠鏡のトータルなパワーとしては、イコール・ウエイトと考えられる)

これからの望遠鏡はますます単能化の方向へ進んでいくであろう。IR専用とか、フォトンバケットとしての巨大鏡とか、超大型シュミットとか。残念ながら、日本がこれら全ての望遠鏡を単独で作っていくことは非常にむずかしい。従って1つの望遠鏡に全ての機能を持たせることは、中途半端のせしりをまぬがれない。日本としては、“ある性能に関しては決して他に負けない世界一のセールスポイントを少なくとも1つ作らなくてはならない”のではないかと。そうすれば、外国の他の機能をもった望遠鏡とバスター取り引きも不可能ではないだろう。(バスターは何も光だけで閉じることはない、とは思いますが)

光天連内の協力体制の確立

新しい望遠鏡は言うまでもなく、全国共同利用体制の中で進められてゆくであろう。そ

の母体となる光天連には若干問題があるように思う。

1つはマンパワー等が実行機関である東京天文台に集中しすぎていて、他の機関との機能分担や有機的連係が十分に行えていないこと。次に天文研究者の層が極めて薄いことである。その結果、実行機関にいる人々には過度の責任と権利とが集中し、それ以外の人々には疎外感、傍観者の態度、と互いに互極分解になりつつあることを危惧している。お互い非難し合っただけかりいっては何の進展もあり得ない。これだけの大事業・大望遠鏡であるのだから、設計・建設・運営・研究のいずれかの段階において各自がベストをつくせるべく、協力し合わなければならない。そのためには、各天文学教室は、いかなる体制をとっていくべきか、地方で単独で研究している研究者は、いかなる役割が果せるかもっと具体的かつ行動を示すべきであろう。(望遠鏡が動きだした時点で、望遠鏡の運営、データ解析にどんなに多くの研究者を必要とするかは45mや"てんま"の例を見ても痛切に感じられる。)

具体案として、地方の人々は最新の観測装置の情報収集やその技術導入、テスト機の製作等を科研費をとってもっと進められないものであろうか。

今頃、こんな一般論を論じて、等のとしりをまぬがれないかもしれない。でも、海外超大型の話が始まり出してまだ半年しかたつておらず、このような議論が会員諸氏の中で十分議論されたのかと疑問に感ずるのは私だけであろうか。(岐阜大・若松謙一)

-
- ◇海外渡航
- ・田村真一(東北大理) 1983年11月14日-12月16日
Observatoire de Paris, Observatoire du Pic du Midi.
 - ・小平桂一(東京天文台) 1983年12月11日-18日
Tucson, U.S.A. (MMT)
 - ・磯部瑋三(東京天文台) 1983年12月21日-1984年1月15日
ハワイ大学, Tucson (MMT), アメリカ天文学会
 - ・佐藤修二(京大理) 1984年1月15日-22日 (予定)
UKIRT in Hawaii
 - ・寿岳潤(東京天文台) 1984年2月5日-9日 (予定)
MKO ユーザーズミーティング

◇新入会員

松居寛 〒227 横浜市緑区 [REDACTED]

菅沼宏隆 〒966 福島県喜多方市 [REDACTED]