

ESO 便り——アンデスの 20 夜とビールの町——

家 正 則*

1. 国際機構 ESO

英国ケンブリッジ大学天文学研究所での一年間のあと、1983 年夏から 1984 年夏までの一年間をミュンヘンにある ESO 本部の客員研究員として過ごす機会を得た。ESO 本部と ESO が運営する南半球最大の天文台、ラ・シヤ天文台の様子を御報告することにしよう。

何やら石油会社みたいな名前だが、ESO とは欧州南天天文台 (European Southern Observatory) の略称である。これは西独・仏・デンマーク・オランダ・ベルギー・スウェーデンの六ヶ国の共同出資によって、1962 年に設立された国際機関である。当時南半球には大型望遠鏡がなかったため、「北半球からは見えない南の宇宙を観測するための欧州の共同天文台」というのが設立の主旨であった。

ESO はこのため 1967 年には、チリ北部のアンデス山脈中に南半球最大の天文台、ラ・シヤ天文台 (後述) を完成した。ESO の運営は、各加盟国 2 名づつの代表からなる評議会で基本方針が決定され、台長がその実行を統括するという形をとっている。現台長はウォルツィエー (L. Woltjer) である。1983 年の決算では、人件費 23 億円、運用費 14 億円、設備投資 8 億円、合計 45 億円の支出を GNP に応じた加盟国の分担金でまかなっている。但しこれは経常費のみであり、新望遠鏡建設などの巨大プロジェクトは別予算である。1982 年にはイタリアとスイスが ESO に加盟し、1983 年には VLT (有効口径 16 m の超大型望遠鏡) 建設に向けての第一歩として口径 3.5 m の NTT (新技術望遠鏡) の建設が本決まりになった。1984 年には、ESA (欧州宇宙機関) との共同出資により ST-ECF (宇宙望遠鏡欧州共同利用施設) が ESO 本部内に発足した。ESO は真に欧州大陸の観測天文学の中核としての機能を果そうとしている。少なくとも天文学の世界では、欧州の統一は着実に進んでいるようである。

2. ESO 本部——ガルヒング

ESO の本部は、1979 年まではジュネーブの CERN (欧州原子核研究機構) の本部に同居していた。現在はビールの町ミュンヘンの北約 10 km のガルヒングという町に前衛的な立派な建物を構えている (図 1)。この建物の中には真直ぐな廊下が一つもないので、迷子になるのは簡単である。ESO の隣には同じ設計者によるマックス・プランク研究所の天体物理部門の建物がある。このあた

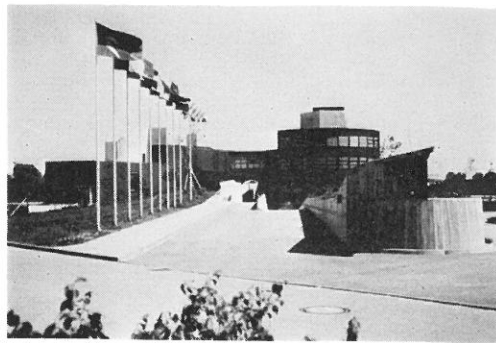


図 1 ガルヒングの ESO 本部。(ESO 提供)

りは一大研究キャンパスになっていてミュンヘンからのアウト・バーン (高速道路) にもこの研究所専用ともいえる出入口がついているくらいである。同じキャンパス内にあるマックス・プランク研究所地球物理部門とミュンヘン市内にあるミュンヘン大学天文台を加えた四者共同のコロキウムも折々催される。

現在 ESO 本部には約 100 名が働いている。地元採用の人々を除く大半の研究者・技術者は一年ないし数年契約で籍を置いている人達である。国籍は実に多様で、加盟国はもちろんとして、加盟国以外の欧州各国・米・豪・日・チリ・ブラジル・アルゼンチン等と五大大陸にわたる。公用語は英・仏・独語だがイタリア語・スペイン語・オランダ語等いろんな言語を毎日聞くことができる。もっとも殊んどは右の耳から左の耳へと素通りするだけだが……。食事時、コーヒーブレイクでの話は天文学かお国自慢 (?) となる。お国柄をよく表わしているようで筆者が気に入ったジョークを一つ御紹介しよう。曰く、「英国では禁じられていない限り何でも許される。ドイツでは許されていない限り全て禁止である。〇〇〇では何でも許されているが、禁じられているようなならなおさらである」。〇〇〇がどこの国かは想像にお任せしよう。

ESO の職員の給与水準は、高水準な西独と比べても高くその上免税である。また、国際機構に働く職員ということで、外国人の場合には、外交官に準じた保護が受けられる特別証明書が西独政府より発給される。書類手続に厳格な西独内では、この証明書が心強いお守りとなる。実際、私達もこの証明書のおかげでヴィザ等は一切省略できたし、他にもこの切り札が役立った経験をいくつかした。

3. 観測提案

ESO が運営するラ・シヤ天文台には、口径 3.6 m の

望遠鏡をはじめとして大小 13 台の望遠鏡があり、欧州の研究者に開放されている。観測申し込みは年二回受けつけられ、審査のうえ重要度の高い提案から観測夜が割りあてられることになっている。

筆者も ESO 所属ということになったので、ミュンヘンに着くと早速観測提案を 4 つ書いた。4 つとも 3.6 m 望遠鏡に開発された CASPEC (カセグレン・エシエル分光器) という新装置を使う提案である。

この新装置にはセールス・ポイントがいくつかある。まず通常のカセグレン回折格子分光器に較べるとスペクトル分解能が 10 倍以上ある。その上、スペクトル像を何本もの部分に区切って順番に積木のように並べた像が得られるので、小面積の検出器でも広い波長域にわたるスペクトルが得られる。さらに検出器として、今天文学界の花形、CCD (電荷結合素子) を -150°C に冷却して用いているので熱雑音なしの安定で高精度な観測ができる。光学系の効率が良いので、3.6 m 望遠鏡に用いると 15 等星ぐらいの天体まで観測可能となる。明るいクエーサーやセイファート銀河中心核はこのぐらいなので、今までにない高精度で高スペクトル分解能の観測ができるはずなのである。というわけで大変魅力的な装置である。一方、分光器と検出器だけでも重量 750 kg にもなる複雑な装置でもあり、構想が練られてから完成までに、途中で ESO 本部が移転したという事情もあって、実に 10 年かかったという待望の装置なのである。

3.6 m 鏡の暗夜 (月のない夜) ともなると競争率は 8 倍程と聞いていたので、4 つ提案を書いても全部ボツになることも覚悟していたが、幸い 3 つが採用になった。今回から審査処理にコンピューターを使うことになったそうだが、ひょっとすると何かの間違いが幸いしたのかもしれない。3 提案のうち二つは ESO の研究者との共同提案だが、結局 1984 年 3 月末から 4 月中旬にかけて新装置 CASPEC の処女観測として、この 3 つの観測を筆者がまとめてすることになった。ともあれ新装置の処女観測、光栄なことであるが、一方何が起こるか分らない。興奮と不安を覚えながらミュンヘンを発った。

4. ラ・シヤ天文台

サンチャゴ空港に着くと「ESO」のカードを手にした運転手が待っていた。この秋 (!) の朝、市内では軍政権に反対するゲリラによる爆弾騒ぎが 2 件あったそうだが、町はずれの ESO のゲストハウスで一休みして、早速山へ向かった。ESO は週三度、8 人乗りのセスナ機をチャーターしてサンチャゴと約 600 km 北方のラ・シヤ天文台とを結んでいる (図 2)。セスナはあっけなく舞い上がり、右手にアンデス最高峰のアコンカグア (6959 m) を見ながら北上する。チリ北部には、ラ・シヤ天文台のほかにも 2 つの大天文台、セロ・トロロ天文台

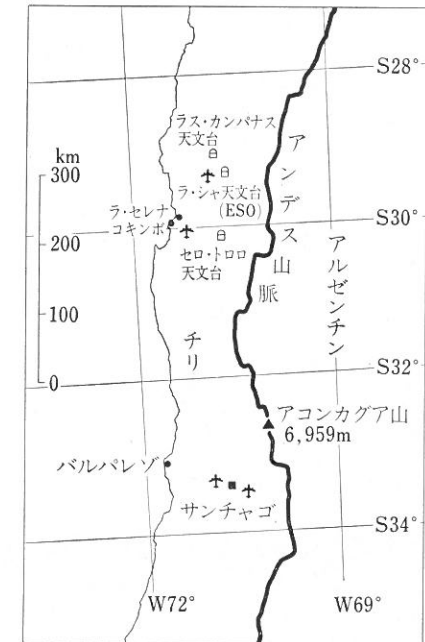


図 2 チリ北部の三天文台

(米国大学連合) とラス・カンパナス天文台 (カーネギー研究所) がある。1 時間ほどで、セスナはセロ・トロロ天文台の真上を通過する。白いドームがまぶしい。やがて、およそ人の気配のない砂漠の中に滑走路が見えてくる。この滑走路は ESO がこのチャーター便のために作ったものだ。ジープで山道を 20 分程登って、ラ・シヤ天文台 (2400 m) に着く。

尾根づたいに林立する 13 もの白いドーム。おめあての 3.6 m 鏡のドームは、ひととき高い峰の上にある (図 3、図 4) ホテル (山上の宿舎) にチェックインし、観測者用の車を貸りる。この車は観測を妨げないように、ヘッドライトを極めて暗くしてある。本番までの数夜は、

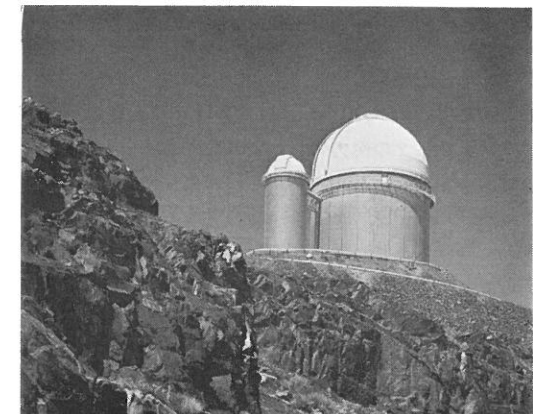


図 3 ESO 3.6 m 望遠鏡ドーム。左はクーデ用 1.4 m 補助望遠鏡ドーム。(提供 ESO)

* 東京天文台 Masanori Iye: A Report from European Southern Observatory

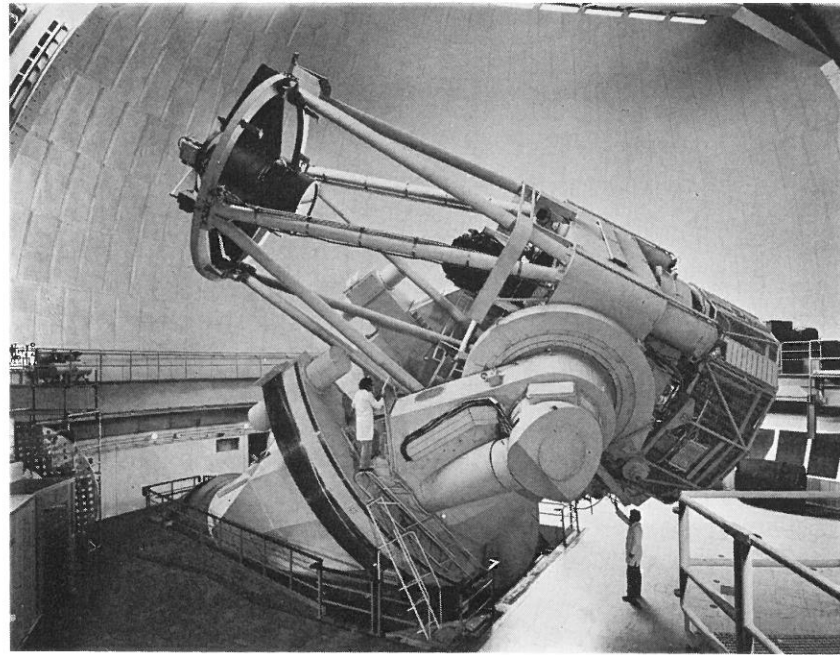


図 4 ESO 3.6 m 望遠鏡
(提供 ESO)

リハーサルをしたり、13 台の望遠鏡を夜中に訪れたりして体を慣らす。全くの快晴続きで、星像も 1" 以下の良い夜が続く。明夜からの本番が楽しみだ。このあたりにいるピンチュカスという毒虫が入って来ないよう戸締りを確めて、明け方ベッドにもぐり込む。

5. CASPEC 本番

さて、本番初夜。ナント快曇である!! しかし昼間に 6 人がかりで、望遠鏡に取りつけた CASPEC をテストしてみる(図 5)。光学系と機械系の調整が不十分なことが分かり、早速、調整作業をやり直すことにした。技術陣が徹夜・徹昼で頑張ってくれる。まだ 9 夜残っている。

二夜目は快晴。但し星像は悪い。前夜からの調整作業が夜半前に一段落し、やっと観測を始める。だが装置の誤動作が続出する。

三夜目。やはり誤動作が頻発し、明け方には発電機がやられて全山停電となる。というわけで、初日には楽天的に構えていたが、この頃には心のゆとりも底をついた。

幸いスタッフの努力で、誤動作を回避する対応策がとられ、中 3 日おいた 4 夜目からはほぼ完全に動くようになった。CASPEC は望遠鏡のお尻にあたるカセグレン焦点につけられている。観測は装置をおおうケージの中からでもできるが、原則として制御室から計算機制御で行なう。望遠鏡の操作を別にしても、観測時に観測者が指定し制御しなければならない機能が CASPEC には 25 項目もある。一昔前なら、こんな装置を使いこなすには、かなりの経験が必要だったに違いない。だが心配無用。コンピューターがメニュー方式で観測者に順に希望の選

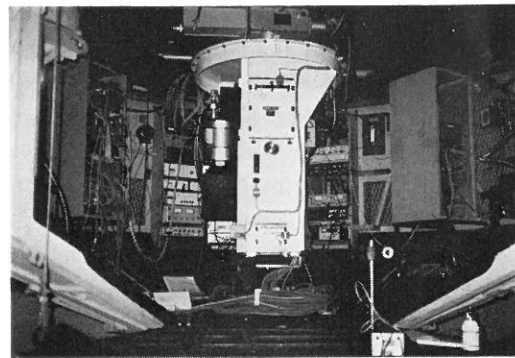


図 5 3.6 m 鏡に装着された CASPEC

択を聞いてきて、注文に矛盾がないかをチェックしてくれる。目的と内容の理解さえしっかりしていれば、初心者でも使えるように配慮されているのである。

心のゆとりもでき、持ち込みのカセットを流す。松田聖子の歌はチリの若い観測助手にも好評で、二人からコピーをせがまれてしまった。人里離れた山上なので、彼らの勤務は一週間交代の二チームで行なわれる。山上には、観測者、観測助手、技術者、事務官、コック、用務員を含めて常時 50 人以上が働いている。山上勤務の翌週は完全に休みだそうである。観測中にトラブルが発生するとポケットベルで、当直の技術者チームを呼び出し、即座にチェックしてもらうというシステムである。

結局、山上に滞在した 20 夜のうち曇ったのは一夜だけだった。天気の安定する秋としてはめずらしいことではないようだ。スタートでつまづいたものの、幸い予定

の観測をほぼ済ませることができた。少々疲れたが、充足感がある。それにしても一つだけ気がかりなことがある。それは 3.6 m 鏡ドームの裏口のかげに逆さにたてかけてあったホウキである。チリでも逆さホウキには、日本でと同じような思いが込められているのだろうか。まさかとは思いがちよびり気になるこの頃である。

6. MIDAS による解析

さて CASPEC 処女観測の三プログラムで、キューサー、セイファート銀河中心核、X線パルサー二重星、それに CASPEC 解析のための標準星として今後用いる予定の早期型星などを含めて、合計 140 枚程のエシエル CCD 画像を得た。詳しい解析は現在進行中だが、これらのスペクトル画像は、新装置 CASPEC の威力を、よく示している。

図 6 はその一例で、2 型セイファート銀河 NGC 4388 の中心核近傍のエシエルスペクトル画像である。波長域は左下の 5850 Å から右上の 6900 Å まで約 1000 Å をカバーしている。バルマー線 $H\alpha$ と禁制線 [OI], [N II], [S II] がみえる。今までにない高分解能のためいわずの狭線領域からの輝線の線輪郭が単純なガウス型輪郭でないことがよく分る。またガスの回転運動による輝線の傾きも明らかである。強い輝線では視線速度を 3 km/sec の精度で決定できる。いろんな方向でのこのようなスペクトル情報の解析から、中心核近傍の高温ガス雲の内部構造や運動状態の詳しい地図が書けるはずである。画面下と中央やや左よりにみえる極めて細い輝線は、地球大気による NaI, [OI] である。

図 7 は、図 6 のように切れ切れのエシエルスペクトルをつなげて一本のスペクトルにしたものである。別の活動銀河 Tololo 74 のスペクトルだが、図 6 とは中心波長が少し異なる。

図 8 は、Tololo 74 の狭線領域からの $H\alpha$, [N II] の

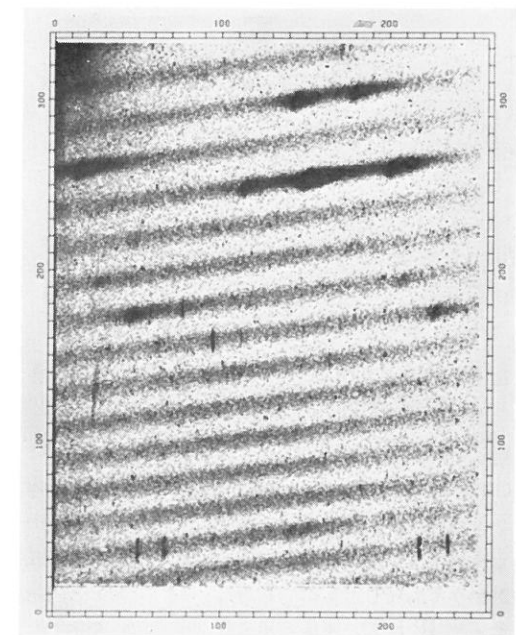
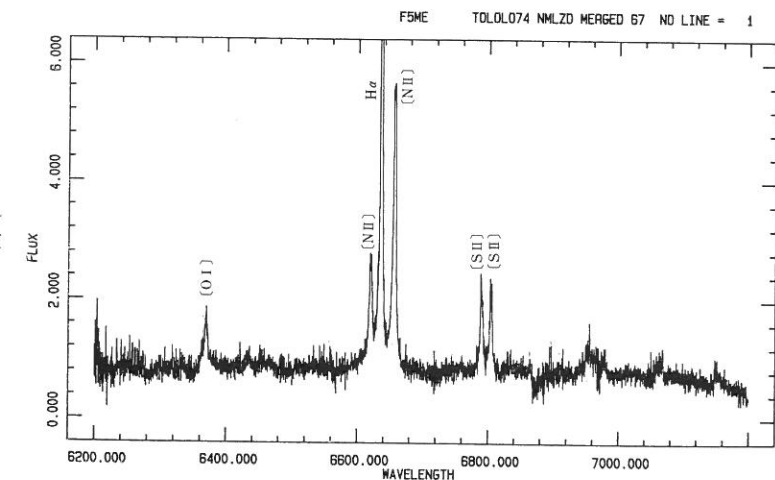


図 6 セイファート銀河 NGC 4388 の CASPEC 画像

輝線輪郭の空間変化を示している。七本のスペクトルは、スリット上で互いに 1.5 秒角ずつずれたところに相当する。各輝線を二成分の重ね合わせとみなすと、 $H\alpha$ で 6636 Å にみえる成分は、ほぼスリットいっぱい (1 kpc 以上に相当) に広がっているのに対し、6634 Å の成分は、下から三番目と四番目のスペクトルの間で強度が急変していることがよく分かる。

これらの狭線領域の構造もさることながら、いわゆる星生成中の銀河中心核と 2 型セイファート銀河中心核との関係、また 1 型セイファート銀河の狭線輪郭にみられる青方へ延びた非対称なウイングと 2 型セイファートの線輪郭との関係など、CASPEC による高分散高精度観測

図 7 切れ切れのエシエルスペクトルを一本のスペクトルにつないだ例。



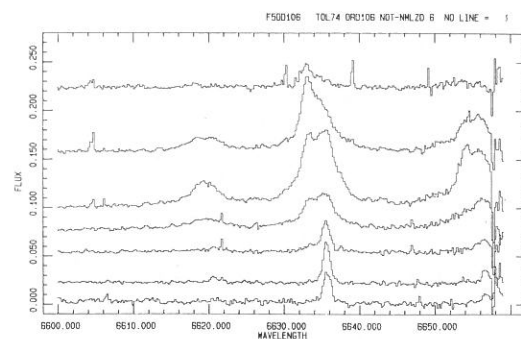


図 8 活動銀河 TOLOLO 74 の中心核近傍での輝線線輪郭の空間変化。

は新しい疑問を生みだしてきている。

CASPEC の CCD 画像の解析は、ESO の画像処理システム MIDAS で行なう。解析用ソフトは、IUE のエシエル解析ソフトを作った専任のプログラマーがほぼ一年がかりで開発したものである。VAX 11/780 と画像プロセッサ IP 8500、画像表示装置 De Anza を主にしたシステムで、対話型処理により、解析を進める。主なプロセスとしては、CCD 画像の背景パターン（読み出しノイズと転送効率向上のための前露光成分、それに若干の暗電流成分）の除去、較正用フラット・フィールド画像による各オーダーの位置決定、トリウムランプ画像による波長較正、CCD 感度ムラの補正、オーダーごとのスペクトル測定、エシエルのプレース関数の補正、全オーダーをつなげて一次元スペクトル化、などがある。一枚のエシエログラムのここまでの解析にほぼ丸一日かかる。このあとは、普通のスペクトルの解析法とほぼ共通である。

7. あとがき

観測天文学がビッグサイエンスとなった今日、国際機関としての豊かな経済力を背景に、野心的な計画に向けて着実に歩を進めている ESO の姿勢は、大変心強い。



図 9 ミュンヘン郊外のノイシュバンシュタイン城

CASPEC の他にも OPTOPUS（多天体同時分光器）、EFOSC（微光天体分光器）などユニークな装置が続々と開発されている。若手を指導する大物学者が少ないこととか、終身スタッフが少ないため長期計画の実行がやや難しいなどの問題はあるようだが、欧州の観測天文学の中核としての機能は、これからますます充実するものと思われる。バイエルン州の美しい都ミュンヘンは、ビールと芸術・文化だけでなく天文・宇宙科学の面からも魅力的な町である（図 9）。いつかは是非再訪したいと思っている。

最後になったが、ESO 非加盟国からの筆者を招いて下さった L. Woltjer 台長、G. Setti 科学部長に感謝する次第である。また CASPEC 立ち上げに参画してくれた S. D'Odorico 博士、観測共同提案者 M. H. Ulrich 博士、解析に際しいろんなソフトウェア改造の要望に終始忍耐強く応えてくれた D. Ponz 氏にも心からお礼申し上げたい。