

修理の鉄人：ハッブル望遠鏡

レンズの球面収差のため、十分な性能を発揮できずにいたハッブル望遠鏡(HST)の修理が完了した。HSTの再生作業は、スペースシャトル・エンデヴァー号船上で行われ、熟練した宇宙飛行士達の30時間以上にわたる宇宙空間での作業(EVA)によって達成された。修理の成功によって、NASAはその面目をほどこし、天文学はまた新たな夜明けを迎えることになった。

EVA-O. 遠い夜明け

HSTは1990年4月、大気の影響に悩まされない初の光学望遠鏡として、全世界の天文学者の期待を背負って打ち上げられた。けれども、いざ観測を始めてみると、単純と言って良いミスのためにレンズに球面収差が生じており、得られる像はピンボケであることがわかった。画像処理を行うことでひとまず、正しい像を得られるようになったが、集光力、解像力は本来の性能よりもかなり悪いレベルに甘んじることとなった¹⁾。

また、スペースという過酷な環境には、トラブ

ルはつきものである。HSTの動力源である太陽電池のパネルが、地球の影に出入りする時の激しい温度差のために曲がってしまった。その上、望遠鏡を観測天体に向けてのために使うジャイロが、6台あるうち3台が壊れた。HSTの姿勢変更に必要な最低限な3台しかまともに動かない状況になったのである。また、姿勢確認に必要な磁気計がだめになるというトラブルも起きた。

EVA-1 史上最大の作戦

思いもよらない“乱視”に悩まされ、かつ傷だらけとなったHSTの修理が1993年12月、スペースシャトル・エンデヴァー号を使って行われた。最大の課題は、球面収差をCOSTARと呼ばれる補正鏡²⁾の取り付けで解消する事であった。主鏡からの光を観測装置(FOC, FOS, GHRS)に入る前に、補正鏡を通して矯正する。つまり、HSTにコンタクトレンズを付けるのである。そして、ジャイロや観測装置の取り替え、電気回路の整備などが行われた。修理によって変更された主な点を列記すると、ジャイロ、太陽電池及び磁気計の取り替え、WF/PCカメラを補正装置付きのWF/PC-IIへ更新、COSTARの取り付けなどである。

この修理は、スペースで長時間、細かい作業を行う史上初かつ最大の作戦であった。そのため、



図1 大マゼラン星雲中の巨大な星形成領域にあるウォルフ・ライエ星 Melnick 34の撮像。
(左)地上における約0.6秒角の星像(欧州南天天文台 G. Meylan 博士による)。(中)WF/PC-Iによる撮像。主鏡の球面収差の影響で、星の周囲に4秒角にわたる“スカート”が見える。(右)補正鏡付きのWF/PC-IIによる撮像。0.1秒角の星像を達成し、背景の暗い星の測光も可能となった。(STScI HSTNEWSより)

経験豊富な宇宙飛行士が数百時間に及ぶ訓練を受けた後、実際の任務にあたった。宇宙空間では何が起こるか分からないという不安があったものの、5日間で30時間以上におよぶスペースでの作業と地上の科学者達の平均3時間睡眠に支えられ、修理は成功した。まさしくエンデヴァー（努力）の名にふさわしい修理作業であった。

EVA-2. 星に願いを

修理後に行われたテスト観測の結果が、1994年1月、アメリカ天文学会で公開された。この撮像結果を見ると、HSTがその本来の能力を発揮したとき、地上からの撮像とは比べものにならない威力をもつことが明らかになった。WF/PC-IIで観測されたおとめ座のM100銀河では、30分の露光で26等星まで十分なS/Nで検出されている。FOCで観測された球状星団47 Tucでは、これまでの観測では判らなかったHR図上の主系列星から赤色巨星へのきれいな折れ曲がりを確認することができた。つまり、得られたHR図と恒星進化モデルを用いて、距離の測定と年齢の推定が可能になったのである。

修理の結果、HSTは設計値どおりの0.1秒角の解像度を達成し、絵に描いた餅となっていた、その本来の設計性能を発揮するようになった。HSTが再生したことで、期待できることはたくさんある。筆者などは、より暗い天体まで観測可能となったFOSで、キューサーの吸収線系の観測¹⁾が急速に進むことを大いに期待している。より遠方の暗いキューサーの観測が可能となれば、紫外域での近傍の観測と合わせて、銀河の進化やライマン α 雲と銀河形成の関係²⁾で新しい発見がもたらされる可能性は十分ある。また、球状星団の観測や遠方の銀河でのセファイド探しを行うことで、天文学で最も重要で、かつ、ある意味で最も不確かであった、距離の測定精度が格段に向上することであろう。私達が持っている宇宙の地図は、HSTによって描き替えられるかもしれない。

EVA-3. それでも、ワインは飲めない?

修理作業についての情報は毎日、電子メールによって関係者に伝えられていた。それによると陣頭指揮にあっていたE. Weilerは、毎日の修理予定が成功のうちに終わっても、「まだ喜ぶには早すぎる。ワインはまだ飲めない。」と書いている。学会での公表も終わった、1月18日付けのE. Weilerからの電子メールの一部を紹介して、記事を終えることにしたい。「ご承知のように、HSTは現在回折限界の解像度をもつ口径2.4mの宇宙望遠鏡です。すべては順調で、やっとHSTにかかった費用をどうするか? と考えられるようになりました。と、いうことは、我々は落ちついて偉大なサイエンスに取り組めるようになったのでしょうか? 答えは、はいであり、いいえです。良くも悪くも、科学のための科学の時代は終わり、我々は興味深い結果を一般市民と分かち合わなければなりません。疑問の余地がなく、非常に魅力的な発見はすぐに公表されなければなりません。それは例外です。サイエンスは、本当に信用できると追試によって確信されてからのみ、公表されるべきです。とにかく言えることは、“THE HST IS OPEN FOR BUSINESS... ASTRONOMERS, GET TO WORK!”」

本記事は、CITAの村上泉氏およびプリンストン大のE. Turner教授の電子メールによる情報を基に筆者が作成した。

傅田紀代美（阪大理）

参 考 文 献

- 1) Burrows C. J., et al., 1991, ApJ 369, L21 など
- 2) Bottema M., 1993, Appl. Opt. 32, 1768
- 3) Bahcall N., et al., 1993, ApJS 87, 1 など
- 4) 村上 泉, 1992, 天文月報 85, 27