



1) 表面を運動する電子波の減衰、などがある。また、原子1個1個を組み立てて新しい構造をつくって、超微細エレクトロニクスや表面化学に応用することもできるかもしれない。「これらのグループの研究は、そんなことが可能だなどといままで夢にも思わなかつたことができることを実証した」とカストナーは語っている。

参考文献

- 1) M. F. Crommie, C. P. Lutz, D. M. Eigler: Science 262, 218 (1993).

- 2) Y. Hasegawa, P. Avouris: Phys. Rev. Lett. 71, 1071 (1993).
- 3) P. Avouris, I. -W. Lyo, R. E. Walkup, Y. Hasegawa: Real Space Imaging of Electron Scattering Phenomena at Metal Surfaces. IBM preprint, 1993. To appear in J.Vac.Sci. Technol. B, 1994.
- 4) M. F. Crommie, C. P. Lutz, D. M. Eigler: Nature 363, 524 (1993).
- 5) E. J. Heller, M. F. Crommie, C. P. Lutz, D. M. Eigler: "Scattering and Interference of Surface Electrons: STM Probes of Iron Atom Mesostructures on Cu (111)," Harvard preprint, 1993.

めから設計されていた。したがって、各種の観測装置、制御計算機、ジャイロなどの主要装置はすべてユニット化し、宇宙飛行士が望遠鏡外部から古いユニットを引き抜き、新しいユニットに交換することができるようにつくられている。

今回の修理ミッションは、12月2日にエンデバー号を打ち上げ、3日：HST追跡、4日：HST捕捉、5日：壊れた3個のジャイロのうち2個を交換、6日：太陽電池パネルの交換、7日：広視野惑星カメラを広視野惑星カメラ2号機に交換、8日：高速測光機を補正光学系群(COSTAR)に交換し、さらに制御計算機の一部を交換、9日：制御電子系を交換、10日：HSTを再び軌道へ投入、11日：予備休息日、12日：帰還準備、そして12月13日にケネディ宇宙基地へ着地という予定であった。宇宙飛行士は足場のおぼつかない宇宙空間で大型冷蔵庫ほどの大きさの各種ユニットをHSTの所定の位置にピッタリと据え付け、ショートや断線に気をつけながら複雑なケーブルを脱着

ハッブル宇宙望遠鏡の修理

家 正則

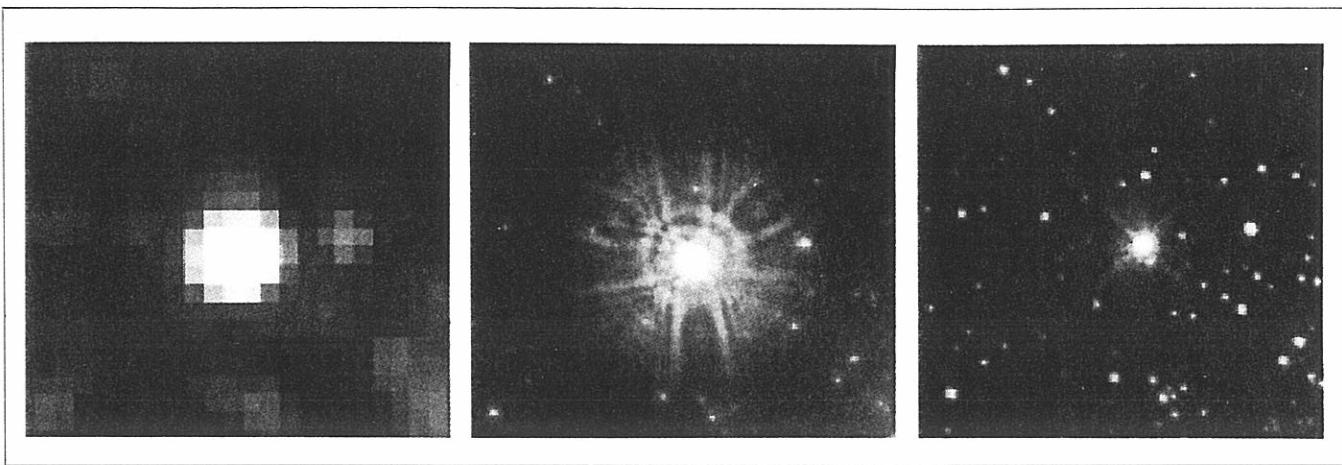
1993年12月、スペースシャトルエンデバー号の7人の乗組員は、1969年7月のアポロ11号による月面着陸以来の困難な宇宙作業を成功させた。彼らの使命は、1990年4月に打ち上げられたハッブル宇宙望遠鏡(HST)の性能を回復するための修理作業であった。約2000億円といわれるハッブル宇宙望遠鏡のスタートは惨めなものであった。研磨時の設定ミスで主鏡を光の波長の数分の1だけ平たく磨いてしまったため、期待どおりのシャープな画像が得られなかったことは繰り返し報道された。この失敗は、1986年のチャレンジャー号の悲劇で失墜したNASAの権威を、さらに打ちのめすこととなった。あまり報道されていないが、太陽電池パネルが熱伸縮して頻繁にたわみ、望遠鏡が揺れて向きが定まらないことも当初から問題となっていた。また、望遠鏡の姿勢制御に欠かせないジャイロスコープがつぎつぎと壊れ、こ

の修理ミッションの時点では、6台中辛うじて3台が動いている状態であった。もう1台壊れると望遠鏡はまったくカジの効かない状態となるところであった。

HSTはスペースシャトルによる数年ごとの修理や装置交換を想定して初



図1 交換前(左)と交換後(右)のHST広視野カメラの画像
天体は渦巻銀河NGC4321の中心部



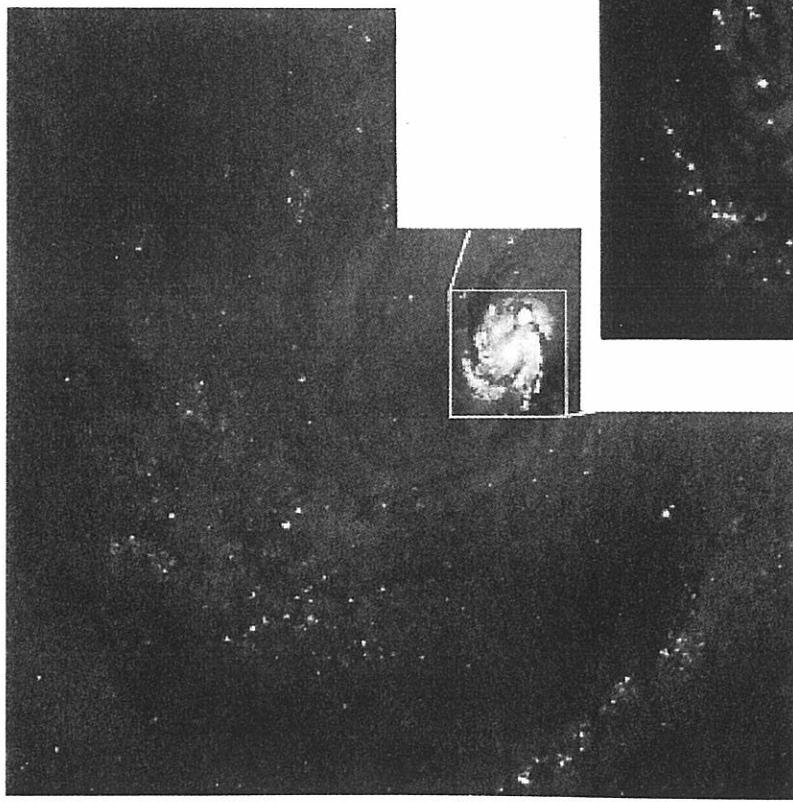
〈図2〉 修理前(左)と修理後(右)のHSTの点光源解像力

し、外した部品や工具が精巧な鏡を傷つけないように細心の注意を払わねばならない。1回の修理作業は6時間単位。宇宙飛行士はシャトルから伸びた長さ15メートルのロボット腕に支えられ、必要に応じて宇宙遊泳して作業する。高度な技術を要するため、エンデバー号の7人はいずれもシャトルで

の飛行を過去に経験した乗組員であった。ユニット交換のあと扉が閉まらないとか、太陽電池パネルが展開できないとか、やきもきするトラブルにも見舞われたが、エンデバー号の宇宙飛行士はけっこうよく予定された修理作業をすべてこなすことに成功した。

HSTにはこれまでその光軸中心に

〈図3〉 広視野惑星カメラによる渦巻銀河NGC4321の画像



データでみる科学の素顔

理科年表 平成6年版



国立天文台 編
ポケット版: 定価 1,100円
机上版: 定価 2,200円

科学知識として日常に必要な種々の定数、資料を、暦・天文・気象・物理・化学・地学・生物の各分野にわたり完全集約。

地球の関心事

世界各地で、異常気象が原因と思われる自然災害が頻発しています。信頼のデータ集、理科年表ではこうした異常気象をよみとることができます。特に、今年度版では、「世界の気象データが一新」されていますので、より確かな数値から地球の姿をみることができます。いまや、環境問題をグローバルに捉える関心が高まっています。一冊の小さな「理科年表」には、約10,000項目におよぶデータが収められ、「小地球」をながめることができます。

* 定価は税込み

丸善(出版事業部)

〒113 東京都文京区本郷2-38-3 本郷KM弓町ビル
営業(03)5684-5571

広視野惑星カメラ、その周囲に微光天体カメラ、微光天体分光器、高分散分光器、高速測光器の合計5台の観測装置が搭載されていた。主鏡の球面収差を補正するため、中心の広視野惑星カメラは専用の補正光学系付きの広視野惑星カメラ2号機に交換した。1月中旬の米国天文学会で、HST修理後の画像が初公開された。(図1)は交換前の広視野カメラによる画像と交換後の広視野カメラ2号機による渦巻銀河NGC4321の画像を比べたものである。星の写り具合も(図2)のように改善された。広視野惑星カメラ2号機には感度の向上したCCD4台が用いられ、そのうちの1台だけを解像力の高い惑星カメラとして利用する方式に簡素化したため、(図3)のような画像が得られる。渦巻銀河NGC4321の30分露出の画像では26等級の天体が容易に確認できる。

微光天体カメラ、微光天体分光器、高分散分光器については、高速測光器ユニットを取り外し、そのスペースに、3組の補正光学系を組み込んだ補正光学系群(COSTAR)を設置して対処した。COSTARの各補正光学系はそれぞれ2枚の鏡からなり、地上からのコマンドでこれらの鏡をそれぞれの観測装置の前方の所定の位置に移動し固定する。これらの調整も順調に進んでおり、球面収差による性能劣化の影響を最も受けた装置であった微光天体カメラは、0.042秒角の分解能で7秒角四方の視野を撮影することができるようになった。微光天体カメラによる球状星団47Tucの画像からは、みごとな色等級図が得られた。

今回の修理により、HSTの4つの

観測装置は当初設計どおりの結像性能を実現することになり、これまでより2等級ほど暗い天体まで観測できるようになったといえる。望遠鏡のガイド光学系には球面収差補正が依然なされていないので、暗い天体をガイド星として用いることには依然として困難が残るが、HSTの今後の活躍が楽しみである。今後3年間活躍したあと、微光天体分光器と高分散分光器は1997年に予定されている次のシャトル保守ミッションで現役を退き、第2世代の撮像分光器と赤外カメラ/多天体分光器に取り替えられる予定である。次世代の赤外カメラは地上からでは大気の吸収・発光により観測が困難な波長帯での宇宙の姿を写し出してくれるであろう。

ロボット腕に乗ったキャスリン・ソーントン飛行士と、遊泳するトム・エイカース飛行士がCOSTARを無事ハッブル望遠鏡に取り付ける場面など、全米のテレビで連日放映された今回のHST修理ミッションの成功は、かつてのアポロによる月着陸成功的時代を思い起こさせるものであった。NASAを始めとする巨大科学への投資に冷風が吹いている昨今、今回の成功は宇宙科学への夢を再びかき立てるものであったといえよう。

