

James Webb 宇宙望遠鏡 (JWST): “One giant leap for mankind”

江上 英一

〈アリゾナ大学 スチュワード天文台 933 N. Cherry Ave., Tucson, AZ 85750, USA〉
e-mail: egami@arizona.edu



James Webb Space Telescope (JWST) の打ち上げとともに、天文学の新時代が幕を開けようとしている。ここではJWST ミッションの概要を、その歴史や背景なども含めて簡単に紹介するとともに、一研究者の目を通して見た、JWST プロジェクトを取り巻く雰囲気のようなものも伝えたい。

1. はじめに

James Webb Space Telescope (JWST) —世界中の天文学者の大きな夢が、また一つ実現しようとしている。ここ数年の間は、カリフォルニア・ロサンジェルス空港近くにあるNorthrop-Grumman社の施設で、最終組み立てと試験が繰り返されていたが、2021年夏にはすべての作業が無事終了。JWSTを積み込んだ特殊輸送船は、9月にロサンジェルス・ロングビーチ港を出発した後メキシコ沖を南下し、パナマ運河を通過して、10月初旬に赤道に近い南アメリカのフランス領ギアナ・クールーに到着した。ここにはEuropean Space Agency (ESA) が持つロケット打ち上げ施設があり、この原稿を書いている段階では、すべての観測装置の作動試験も無事完了。一つ前にスケジュールされていた商業衛星の打ち上げも成功し、あとはJWSTの打ち上げを待つばかりとなっている。

この記事は、JWST ミッションの全体的な紹介を目的とするが、かなりの情報はすでにインターネット上で手に入るので、単なる要約的な記事ではあまり意味がない。筆者はアリゾナ大学のJWST/NIRCam チームの一員として、観測装置の試験やサイエンスのプランニングなどに関わっ

てきたので、その立場から見てきたプロジェクトの様子なども交えながら、この巨大プロジェクトを可能にしたアメリカのスペースコミュニティ全体の動き・流れにも触れたい。これからプロポーザルを提出しようと考えている研究者の方達のために、JWSTのプロポーザル審査のプロセスについても少しお話を。

2. NGSTからJWSTへ

JWSTプロジェクトの歴史は意外と古く、1989年9月に宇宙望遠鏡科学研究所 (Space Telescope Science Institute; 通称STScI) で行われた“The Next Generation: A 10 m Class UV-Visible-IR Successor to HST” というワークショップが、プロジェクトの立ち上げの契機となったと言われている。この後Next Generation Space Telescope (NGST) という名前が定着するが、このワークショップのタイトルと比べると、現在のJWSTの口径は10 mではなく6.5 mであり、紫外線や可視光の観測機能なしで赤外線領域に特化しているので、元々の計画がどれほど野心的だったかわかる。NGST/JWSTの初期の歴史に関しては、Garth Illingworth氏がSTScIのニュースレターに掲載した記事が詳しいが[1]、ここで注目して欲しいのは、Hubble Space Telescope (HST) が打

ち上げられたのが1990年であり、Keck I望遠鏡が科学観測を開始したのが1993年であるということである。これらの革新的な新型望遠鏡が観測を開始する以前に、アメリカの研究者達はすでにその先の未来を見据えて次のミッションの計画を立てていたことになる。これはさすがにクレイジーだと思ったとIllingworth氏も回想しているが、当時STScIの所長であったRiccardo Giacconi氏の強い意向だったそうで、今これだけ巨大化したプロジェクトが、30年以上前、強いリーダーシップを持つ一人の研究者のvisionでスタートしたという事実はなかなか興味深い（言うまでもなく、Giacconi氏は2002年にX線天文学の創始者としてノーベル賞を受賞している）。

この後NGST/JWSTプロジェクトは紆余曲折を経ながらも、1990/2000年のDecadal Surveyを通してコミュニティの支持を確立し、2003年にNASAからの予算獲得に成功する。そして、宇宙背景放射の研究でノーベル賞を受賞したJohn Mather氏をプロジェクト・サイエンティストとして迎え、NASAのゴダード宇宙飛行センターで始動するのだが、もともと低めに見積もられていた予算は時間とともに膨れ上がる他なく、2011年にはアメリカ議会でプロジェクト中止の危機に晒される。最終的にJWSTがキャンセルを免れたのは、ゴダードとSTScIを抱えるメリーランド州の強力な上院議員の影響が大だったと言われており、STScIのデータ・アーカイブシステムには彼女の名前が付けられているので、日本の研究者の方も目にしたことがあるであろう。現実問題として、JWSTのような大きな科学プロジェクトの成功には、長年に渡る有力政治家のサポートが必要であり、Decadal Surveyが始まったのも、天文コミュニティ側の優先順位を一本化することで、政治家・議会の判断を助けるという狙いがある。

3. James Webb 宇宙望遠鏡

主鏡 JWSTの主鏡は、18の直径1.3 mの六角

形の鏡が合わさって、全体で直径6.5 mの反射面を構成している。両端の鏡を3つずつ折り畳むことによって、アリアン5ロケットに収納できるようになっている。このような分割鏡は、それぞれの鏡の向きや形を調整して、全体で一つの鏡として像を結べるようにする必要があるが、このようなシステムはすでにKeck望遠鏡で実用化されており、JWSTのデザインは、Keck望遠鏡の成功・実績にも基づいている（実際JWSTのミラー・アライメントのリハーサルは、Keck望遠鏡を使って行われている）。赤外線反射率を上げるため、すべての鏡はゴールドでコーティングされており、JWSTの特徴的なカラーとなっている。

サンシールド 分割主鏡と並び特徴的なのは、テニスコートサイズの五層のサンシールドであろう。赤外線領域での観測では、太陽からの光を防いで望遠鏡の温度を低く保つことが必須である（JWSTの場合は<50 K）。そのためこのような大きなサンシールドが必要となる。このサンシールドも打ち上げの際には折り畳んで収納され、打ち上げ後に宇宙で展開される。ただこれは言ってみれば、宇宙で大きなアルミホイルを広げ、テンションをかけてシワを伸ばすようなものなので、このサンシールドの展開は、主鏡・副鏡の展開と並び最も神経を使う作業となる。もちろんサンシールドの特殊素材はただのアルミホイルより強靱だが、展開の際にどこかが引っかかって止まる、あるいは亀裂が入るなどの危険性は常にある。地上でもサンシールドの展開は何度もテストされたが、最初のテストではいくつかのボルトがポロポロ落ちてきて大きな問題になり、その原因究明のために、打ち上げが大きく遅れた経緯がある。

軌道 JWSTは、HSTのような地球周回軌道ではなく、地球から見て太陽の反対側、月への距離のおよそ4倍のところにある2nd Lagrange Point (L2) に置かれ、太陽を周回する軌道に乗る。L2は地球からの影響がより少なく、またL2に置かれたJWSTから見ると、太陽・地球・月は常に同

じ方向にあるため、前述したサンシールドで光を遮ることで、安定した熱環境が得られる。JWSTがL2に到達するまでは約1カ月かかり、この飛行中にサンシールド、副鏡、主鏡が順に展開される。JWST全体の本格的なテストは、L2に到達してからとなる。L2には近年、HerschelやPlanckなどの天文衛星が打ち上げられている。

観測装置 JWSTの観測装置は、以下の4つからなる。より詳しい情報は、該当するJDOx [2]のウェブサイトを参照して頂きたい。

(1) NIRCam (Near Infrared Camera)

0.6–5.0 μm をカバーする撮像カメラ。しかし望遠鏡自体の設計は2 μm で回折限界となっているので、2 μm より短い波長では画質が多少落ちる。NIRCamは、JWST全体の光学系を調整するための波面センサーとしても使われるので、万が一NIRCamが使えなくなるようなことになると、JWST全体が機能しなくなる。そのため、全く同一の二つのモジュール(A/B)を持たせることで重複性を確保し、それぞれのモジュールが2.2分角 \times 2.2分角の視野を持つ撮像カメラとして働く。ダイクロミックで分けられた光は、それぞれのモジュール内で独立した1–2.5/2.5–5 μm の二つのチャンネル(SW/LW)にフィードされるため、両チャンネルを使った同時観測が可能である(SW側は2048 \times 2048 HgCdTe H2RG検出器4つ、LW側は一つが焦点面を構成する)。全部で29のフィルターがあり、5種類のコロナグラフィックマスクを持つ。LWチャンネル側では、グリズムを使ったスリットレス分光も可能である(波長分解能R \sim 1100–1700; 2.5–5 μm)。

(2) NIRSpec (Near-IR Spectrograph)

NIRCamとほぼ同様の波長帯(0.6–5.3 μm)をカバーする分光器。Micro-Shutter Assembly (MSA)は合計 \sim 250,000のマイクロシャッターで3.6分角 \times 3.4分角の視野をカバーし(ただし視野内にはギャップがある)、任意のシャッターを開閉することで、多天体分光を可能にする(一つのマイクロ

シャッターのサイズは0.20秒角 \times 0.46秒角)。ほかにも3秒角 \times 3秒角の視野を持つIFUモードや、5つの固定スリットモードも用意されている。波長分解能は、R \sim 100(プリズム)、 \sim 1000(中分散グレーティング)、 \sim 2700(高分散グレーティング)の3つから選べる。シャッターの幅が0.2秒角しかないため、MSAを使った観測には精度の高いアストロメトリが必要で、HSTの画像やNIRCamを使ったプレイメージングが必要とされる。

(3) MIRI (Mid-Infrared Instrument)

4.9–28.8 μm をカバーする中間赤外観測装置。74秒角 \times 113秒角の視野での撮像と3.2秒角 \times 3.7秒角–6.9秒角 \times 7.9秒角の視野の中分散(R \sim 1500–3500)IFU分光がメインの観測モードである(IFUの視野と波長分解能は波長帯によって変化する)。IFUは4つの独立したチャンネルで構成され、すべてのチャンネルは同時にデータを取るが、一度に1チャンネルの三分の一の波長帯しかカバーしないので、全波長帯をカバーするには、3つのグレーティング設定が必要となる。ほかにも低分散(R \sim 40–160; 5–12 μm)スリット/スリットレス分光モードや、4つのタイプのマスクを使ったコロナグラフィーも可能である。低分散スリットレスモードは、時系列観測(time-series observation; TSO)に特化している(トランジット系外惑星の観測など)。

(4) NIRISS (NIR Imager/Spectrograph)

カバーする波長域と視野がNIRCamと似ているので、撮像カメラとしては、使用がパラレルモードに限られている(NIRCamのLWの1チャンネルを使って、SW波長域までカバーしていると思えば良い)。NIRISSの主な観測モードは、グリズムを使ったスリットレス分光モードであるが、NIRCamのスリットレスモードと違い、波長分解能がR \sim 150しかないことに注意したい。ほかにもTSOのためのR \sim 700 single-object slitless spectroscopy (SOSS)モードや、Aperture Masking Interferometry (AMI)モードがある。

運営体制 JWSTプロジェクトのメイン・パートナーは、NASA、ESA、そしてCanadian Space Agency (CSA) の三者である。NASAは望遠鏡を含む衛星全体の製作を行い、JWSTミッション全体の責任を持つ。開発・製作の主体はゴダードだが、Mission Operation Center (MOC) はSTScIに新たに設置された(ゴダードとSTScIの間は車で一時間弱)。JWST関連のソフトウェアの開発、ユーザーサポート、プロポーザル選考会議の運営はSTScIが担当する。全体としてマネジメントの形態は、HSTのシステムを踏襲している。NIRCamの製作もNASA側の担当で、アリゾナ大学が選ばれ、Lockheed Martinとの協力のもとに行われた。ESAは打ち上げを担当し、前述したクーラーからアリアン5ロケットを使って行われる。NIRSpecの製作もESA側の担当である。MIRIはESAとNASAが合同で製作した。カナダの担当はFine Guide Sensor (FGS) とNIRISSである。

4. アリゾナ大学のNIRCam チーム

ここで少し私が所属するアリゾナ大学のNIRCam チームのことを紹介したい。NASAの宇宙ミッションでは、望遠鏡や衛星全体をNASAが製作し、観測装置の方はコミュニティの方からプロポーザルを募り、採択されたチームに任せるという形式がよく取られる。アリゾナ大学は今までNASA宇宙望遠鏡の赤外観測装置の開発・製作を何度も行なった実績がある。1983年打ち上げのIRASに始まり、HSTのNICMOS (1997)、SpitzerのMIPS (2003)、そして今回JWSTでも、Marcia Rieke氏がNIRCamのPI、George Rieke氏がMIRIのアメリカ側の責任者として、JWSTプロジェクト全体の中で重要な役割を担っている [3]。

Marcia/George Rieke両氏の役割がNASAから発表された2000年代前半は、George Rieke氏が率いるSpitzer/MIPSチームの活動の最盛期であったが、NIRCamの採択と同時にMarcia Rieke氏はMIPSの活動から離れてNIRCamに専念するこ

とになる。その後のNASAによるJWSTプロジェクトの立ち上げに伴い、多くのMIPSメンバーが、アリゾナのNIRCam/MIRI チーム、あるいはSTScIのJWSTグループに移ることになった。このように赤外の宇宙ミッションが途切れなく続くことで、育った人材がその分野にとどまることが可能となる。実際JWST関係者の多くはSpitzerプロジェクトからきており、またSTScIの方でも、HSTのチームから多くのスタッフがJWSTに動いている。JWSTの強みは、望遠鏡・観測装置といったハードの面に加えて、数々のNASAのミッションを経験してきた成熟したワークフォースというソフトの面も大きい。

5. 地上での観測装置試験

すべての観測装置がIntegrated Science Instrument Module (ISIM) に組み込まれた後、ISIM全体のcryo-vacuum (CV) 試験が、ゴダードで2013年から2016年にかけて三回行われた。CV試験は一度に2、3カ月続くので、それぞれの観測装置のチームからメンバーが順次送り込まれ、一日8時間の3シフト体制でテストを実行していく。

JWSTのような大型プロジェクトになると、最新の施設で最新の機器を使ってテストが行われると思われるかもしれないが、実はそうではない。例えばこのCV試験に使われた極低温真空チェンバーは1960年代初めの製作で、見るからに前世紀の遺物という感じである(図1上)。建物全体も古く、窓のない部屋に2、30人のテスト要員が詰め込まれ、備え付けのACの機械が常に大きな音を立てている(この音が大きすぎて離れたところの人の声が聞こえないので、シフト交代のミーティングの際はこのACが消され、それが合図となってミーティングが始まる)。雰囲気的には、最新の大型宇宙望遠鏡の試験施設というよりは、ちょっと大きな町工場といった感じである(図1下)。たださすがに、主鏡の組み立てが行われていた大きなクリーンルームは見るからに新しく、組み立て



図1 ゴダード宇宙飛行センターでのCV試験の様子。1960年代に作られた極低温真空チェンバー(上)と、混み合ったコントロールルーム(下)。

られてどんどん大きくなっていくゴダードの主鏡をビジターギャラリーから眺めるのは、ゴダードに行く際の楽しみの一つであった。

ISIM CV試験の終了後、ISIMと望遠鏡(OPE=Optical Telescope Element)はゴダードからテキサス・ヒューストンのジョンソン宇宙センターに運ばれ、そこで一つに組み立てられてOTIS(OTE+ISIM)と呼ばれるようになる。望遠鏡が大きいため、全体を格納して試験できるほど大きな極低温真空チェンバーは、NASAの中でもジョンソンにしか存在しない。ではなぜそんな大きな極低温真空チェンバー(Chamber Aと呼ばれる; 図2)がジョンソンにあるのか? それはアポロ宇宙船の試験のために必要だったからである。ということはこれも当然作られたのは1960年代である。ジョンソン

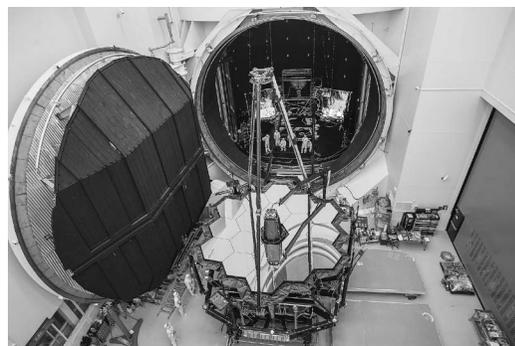


図2 ヒューストンのジョンソン宇宙センターにある巨大なChamber A。この中でアポロの宇宙飛行船もテストされた。

にはアポロ計画で使われたミッション・コントロールルームがそのままの形で保存・公開されているが、ここで様々なアポロ計画のドラマが展開されたのかと思うと、その情景が目には浮かぶようでないが感動的である。それぞれのコンソールの前には、キーボードもなければマウスもない。スクリーンもない。目の前のパネルに、押すと点灯するボタンがいくつもあるだけである。

JWSTの予算は全体で一兆円規模だが、ゴダードやジョンソンの現場では、エンジニアや研究者たちが、60年代に作られた設備を工夫して使い回しながら仕事を続けている。設備の老朽化の例としては、ジョンソンで2017年に行われたOTIS試験中、ハリケーン・ハービーがヒューストンを襲った際に、天井から雨漏りが始まって、慌ててビニールシートでコンピュータを守ったことが思い出される。天下のNASAといえども現場はなかなか厳しい。

6. 今後の展開

打ち上げが予定通り12月22日に行われると、その後1カ月はL2ポイントへ向けての飛行となる。その間にサンシールド、副鏡、主鏡の展開など、数々の重要な作業がスケジュールされている。NIRCamは1月の下旬にパワーが入り、最初は分割鏡のアラインメントに使われる。主鏡の準

備が整った時点で観測装置のチェックが次々に行われ、打ち上げから半年後の6月頃には作業がすべて終了し、科学観測が開始される予定である。このコミッショニング期間中我がNIRCamチームの場合は、5日間のシフトを一人あたり7回ぐらいこなすことになっており、ここ数年の間に何度もリハーサルを重ねてきた。ただゴダードのCV試験の時と違い、STScIのMOCは新しく快適なので、それは助かる(図3)。

データとしてまず最初にリリースされるのは、Early Release Observation (ERO) である。このEROのターゲットは極秘であって、観測装置チームの方にも知らされていない。これが世界が初めて目にするJWSTのデータとなる。その後はEarly Release Science (ERS), Guaranteed Time Observation (GTO), 及びGeneral Observer (GO) のプログラムが並行して実行される。注意して欲しいのは、GTOやGOのプログラムは1年のデータ専有期間があるため、すぐにはアクセスできないことである(ただGOプログラムで自主的にこの期間を放棄したものは除く)。そのため一般の研究者が最初にアクセスできるのは、初期の段階ではほとんどERSデータに限られる(そもそも



図3 STScIにあるJWST Mission Operation Center (MOC)。STScIの建物の一角が近年改装された。セキュリティは厳重で、STScIの玄関からMOCまで行くのに、3つの違うバッジが必要となる。

その目的のためにERSプログラムがある)。

現在Cycle 2のプロポーザルの締め切りは、打ち上げ13カ月後に設定されている。科学観測が開始されるのが打ち上げ6カ月後なので、実質上それから半年分ぐらいのERSデータを参考に、Cycle 2プロポーザルを準備しなければならない。観測モードによっては、期待されていたパフォーマンスと実際の状況が違う場合も出てくる可能性があり、そこは注意する必要がある。

7. JADES GTO Survey

JWSTのサイエンス・ドライバーは、遠方の第一世代銀河 (first galaxies) の探索から太陽系外惑星の観測など多岐にわたるが、ここでは紙面の都合上、現在計画されている最大のプログラム、JWST Advanced Deep Extragalactic Survey (JADES) を簡単に紹介する。

JWSTの一つの柱となるサイエンスは、初期宇宙で形成しつつある第一世代銀河を発見し、その性質を調べるといことである。より具体的には、今までに観測されているどの銀河よりもさらに遠方の銀河を発見することを目指す(現在のredshiftのレコード・ホルダーはGN-z11の $z \sim 11$ [4])。そのためにNIRCamとNIRSpecのGTOチームが合同でJADESを立ち上げ、何年にもわたって議論を重ね、計画を立ててきた。JADESは観測時間の合計がおよそ800時間に上るが、その観測時間をさらに有効に使うため、NIRCamとNIRSpecの観測は常に平行で行うので、実質上の観測時間は2倍の1,600時間となる(JADESにはMIRIの平行観測も少し含まれているが、MIRIチームのサーベイ・プロジェクトはJADESから独立しており、協力体制はより限定的である)。

ターゲットはGOODS-NとGOODS-Sの二つの領域で、全体のサーベイ領域の大きさは200平方分を超えるぐらいとなる。平行観測を駆使するため、サーベイのフットプリントは実際の観測時期によって違って来るが、一例を図4に示

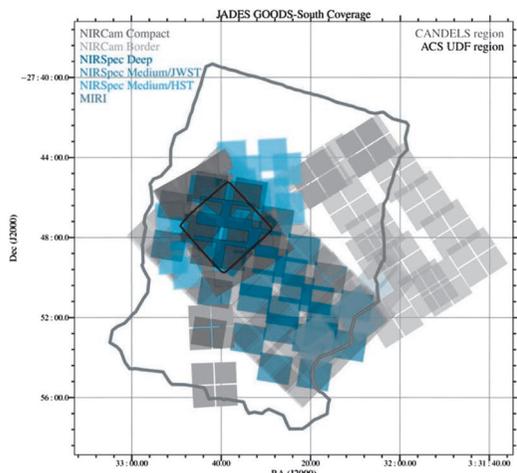


図4 JADESサーベイのフットプリント (GOODS-S). 観測モードごとに色分けされている。平行観測で常に二つの装置が使われる (web版はカラー表示)。

す。NIRCamの方では、積分時間20時間で46平方分をカバーするDeepサーベイと、積分時間2時間で190平方分をカバーするMediumサーベイが計画されている。限界等級はDeepサーベイでおよそ30 AB mag, Mediumサーベイで~1 mag程度浅くなる。基本的には8つのフィルターを使うが (SW: F090W F115W F150W F200W; LW: F277W F356W F410M F444W), MediumサーベイではさらにF070W/F335Mで93平方分がカバーされる。NIRSspec側は、まず最初はGOODS-S HUDF/CANDELS領域を、HSTデータで選ばれたターゲットを使って観測し、その後NIRCamのデータが手に入り次第、そのデータから選ばれたターゲットの観測へ移る。より詳しいJADESサーベイの記述は [5, 6] を参照して頂きたい。

$z > 11$ の最遠の銀河を発見することはJADESの一つの大きな目標であるが、もしその発見に成功したとしても、その数はおそらく数個の単位であろう。その意味でより確実な科学的成果が期待できるのは、 $z \sim 6-9$ ぐらいの宇宙再電離期の銀河の研究になる。NIRCamの撮像データで選んだターゲットをNIRSspecで観測することで、宇宙再電離

期の銀河を初めて系統的に分光観測できる。特に rest-frame 可視域の分光観測は、JWSTで初めて可能となる (例えば [OIII]3727, H β , [OIII]4959/5007, H α などの輝線)。JADES programはその圧倒的なデータのクオリティと量で、宇宙再電離のプロセス及び銀河の進化の過程の解明に、飛躍的な進歩をもたらすと予想される。高赤方偏移に限らず、宇宙全体で星生成活動が最も盛んだった cosmic noon ($z=2-3$) の銀河の研究などにもJADESは大きく貢献するはずであり、実際チーム内では様々な研究テーマに沿ってサブグループが形成されている。JWSTのextragalacticサイエンスの包括的なreviewは [7] を参照されたい。

8. プロポーザル審査方法について

ここでプロポーザルの審査方法について少し説明したい。STScI及びアメリカの天文コミュニティ全体で、最近Dual Anonymousという審査プロセスが採用されている。これは、審査されている方には誰が審査しているかわからないし、審査している方も誰のプロポーザルを審査しているかわからない、ということである。私がここ数年参加したHST, JWST, ALMAのプロポーザル審査では、Dual Anonymousプロセスの原則は厳密に守られており、極めてフェアな審査が行われている。それぞれのパネルには大抵、Dual Anonymous審査のルール遵守をチェックするためだけに一人のスタッフがあてがわれている。パネリストがプロポーザル提出者・チームを推測するようなことを言えば、その時点ですぐ警告されるし、それ以前にパネリスト全員がこの原則にすごく敏感になっている。

このプロセスは、元々は人種や性別、年齢や過去の実績などによるバイアスを排除するために導入されたのだが、結果的にプロポーザルがどの国の研究者から提出されているのかわからなくなっている (ここで重要なのは、PIの国籍ではなくて所属機関の所在地)。だから原則的には、質の

高いプロポーザルさえ書けば、世界中どこも研究者でも JWST の観測時間が取れるはずであり、このことは、日本研究機関所属の JWST プログラム PI の存在でも証明されている。もちろんパートナー国以外への観測時間の割り当てには何らかの制限があるはずだが、その制限が問題になるほど多くの質の高いプロポーザルが、今までどころ外部からきていないというのが実状であろう。そういう意味では、日本からでもプロポーザルを提出する価値は十分あるように思う。

9. おわりに

1990 年の HST の打ち上げの後、NASA の Great Observatories は、Compton Gamma Ray Observatory (1991), Chandra X-ray Observatory (1999), Spitzer Space Telescope (2003) と続くことになるが、どれも予算の規模では HST には遠く及ばないものであった。その意味で JWST は、HST 以来実におよそ 30 年ぶりの NASA の超大型宇宙望遠鏡ミッションとなる。別の言い方をすれば、このような大型ミッションの打ち上げに立ち会える機会は、天文学者のキャリアの中でも一度か二度しかない。そういう意味では、日本の若い研究者の方たちにも（大学院生の方たちも含めて）、積極的に JWST データを使う機会を求めて欲しいと思う。前述したように、日本からでも観測時間を獲得することは可能だし、アーカイブから公開されたデータを自分なりに使うこともできる。自らアメリカやヨーロッパに出て行くという選択肢もあるだろう。

JWST/NIRCam チームのメンバーとしていくつかの NASA センターを訪れて感じたのは、意外なことに、60 年代のアポロミッションがいまだに持つ圧倒的なインパクトのようなものであった。当時の施設をまだ使っているということは、それより大きな施設を必要とするような NASA プロジェクトがその後なかったということでもある。アポロ計画で使われたサターン V ロケット

は、いまだに人類が作り出した最大のロケットであり、ジョンソンセンターに展示されているスペースロケットは（すなわち本物）、その大きさと複雑さ・精巧さで 21 世紀の私たちを今でも圧倒する。そういう意味では、JWST というのは、天文学界にとってまさにアポロ級のイベントだと言っていいだろう。これほど大きくそして複雑な天体望遠鏡を宇宙に打ち上げるのは、人類初の試みである。“One giant leap for mankind”—JWST のコミショニングが無事終了し、素晴らしいデータが届くことを願いながら、アポロ 11 号で人類初の一步を月面に刻んだアームストロング船長の言葉をもって、この JWST の紹介を終えたい。

追記：12 月 22 日に予定されていた打ち上げは、機材や天候などの理由で 24 日、25 日と延期されたが、12 月 25 日の現地時間午前 9 時 20 分に無事成功し、世界中の天文学者にとっては最高のクリスマスプレゼントとなった。

参考文献

- [1] Illingworth, G., 2016, STScI Newsletter, 33
- [2] <https://jwst-docs.stsci.edu> (2022.01.04)
- [3] <https://youtu.be/n0AQAE8IE2c> (2022.01.04)
- [4] Oesch, P. A., et al., 2016, ApJ, 819, 129
- [5] Williams, C. C., et al., 2018, ApJS, 236, 33
- [6] Rieke, M. J., et al., 2019, BAAS, 51, 45
- [7] Robertson, B. E., 2021, arXiv e-prints, arXiv: 2110.13160

James Webb Space Telescope (JWST): “One giant leap for mankind”

Eiichi EGAMI

Steward Observatory, University of Arizona, 933
N. Cherry Ave., Tucson, AZ 85750, USA

Abstract: With the launch of the James Webb Space Telescope, a new exciting era of astronomy will begin. Here, I will present a quick overview of the JWST mission, together with its history and background. I will also provide a peek into the project through the eyes of one participating scientist, hoping to convey the atmosphere surrounding the JWST project.