



[はじめに](#)   [ウェブ望遠鏡](#)   [地球規模のコラボレーション](#)   [IBMの宇宙飛行関連業績年表](#)

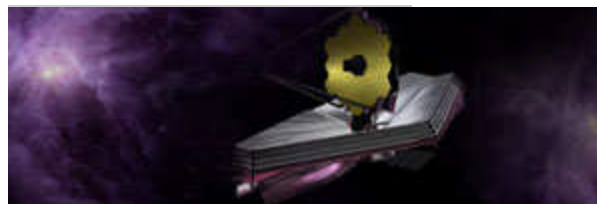
## 宇宙の起源を求めて – IBMとNASAの協同ミッション

NASAを中心とした国際協同研究事業「ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡」。2013年に打ち上げを予定されているこの次世代宇宙望遠鏡には、宇宙誕生の謎解明に大きな期待が寄せられています。

ここでは、「開発にあたっての背景」や「[ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡について](#)」、そしてIBMの航空宇宙システム開発のプロフェッショナルへのインタビュー「[地球規模のコラボレーション](#)」と、60年以上にわたる「[IBMの宇宙飛行関連業績](#)」を紹介します。

### 開発にあたっての背景

ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、地球から 150 万 km 離れた宇宙空間の定位置を目指して打ち上げられた後、約 20 万行のソフトウェア・コードによって操作されます。この望遠鏡の主な目的の 1 つは、かすかな赤外線痕跡を探索することにより、宇宙の起源に関する人類の理解を深めることです。万一システム障害が発生するとスペース・シャトルによる修理ミッションが必要になるため、ソフトウェアに間違いは許されません。



ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡

NASA では、この望遠鏡の建造に参加する 3 つの国際的な宇宙開発機関向けに、IBM® Rational® のシステム開発ソリューションを選択しました。このソリューションは、数十年に及ぶプロジェクト全体の青写真としての役割を果たします。この青写真では、異なる開発機関がソフトウェア・コードを直接「ドラッグ・アンド・ドロップ」でき、その後コードは自動的にプロジェクト全体に配布・実装される予定です。このモデリング手法では、すべてのステップに品質チェックを組み入れながら、ソフトウェア開発期間を 30 パーセント近くも短縮することができます。

ハッブル望遠鏡の開発以来、20 年という長い時間がかかりました。ハッブル望遠鏡は独自のアプリケーションの混合体でした。修正が必要になると、エンジニアたちは、問題を解決するためのソフトウェア・アプリケーションを特定するだけでなく、ときには何年も前にオリジナル・コードを作成した開発者自身を探し出さなくてはなりません。

➔ [ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡について](#)



#### ニュース

- ➔ [NASA、ハッブル後継の望遠鏡にIBMソフトウェアを採用](#)
- [プレスリリース\(US\)](#)



#### 宇宙望遠鏡開発を支える技術

- [Rationalシステム開発](#)



#### IBMとNASA

- [Space flight chronology \(US\)](#)
- ➔ [NASA \(US\)](#)



#### 業種別ソリューション

- [航空宇宙と防衛](#)



#### イノベーションに関する情報庫

- [Ideas from IBM ライブラリー](#)

📄 [当記事のPDF版](#) (581KB)   ➔ [当記事のオリジナル英語版はこちら](#)

➔ [Adobe® Reader®が必要](#)

IBM, IBM (ロゴ), Rationalは、International Business Machines Corporationの米国およびその他の国における商標。

Adobeは、Adobe Systems Incorporatedの米国およびその他の国における登録商標または商標。  
他の会社名、製品名およびサービス名等はそれぞれ各社の商標。



はじめに **ウェブ望遠鏡** 地球規模のコラボレーション IBMの宇宙飛行関連業績年表

## ジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡について

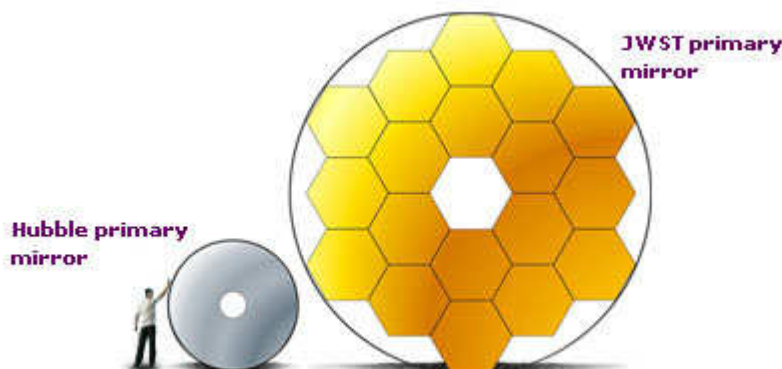
### ジェームズ・ウェブ宇宙望遠

この大型赤外線宇宙望遠鏡は、ハッブル宇宙望遠鏡の後継機として 2013 年に打ち上げられる予定です。その後 10 年間にわたり、世界の何千人もの天文学者にとって最も重要な天文台としての役割を果たすことになります。ウェブ望遠鏡は、最も初期の星から送出された可視光と赤外線の痕跡を探し出すことにより、宇宙の形成に関する手掛かりを提供します。

### ウェブ望遠鏡とハッブル望遠鏡の違い

どちらの望遠鏡も宇宙空間に設置されており、いくつかの類似点があります。星の誕生や銀河の進化といったプロセスに関する人類の理解を深めることを目指すものであることも、両者に共通しています。その一方、相違点も数多く存在します。

まず、ハッブル望遠鏡による探査が可視光と紫外線の波長を利用して行われるのに対して、ウェブ望遠鏡は主に赤外線を使って宇宙を観測します。また、ウェブ望遠鏡には、ハッブル望遠鏡よりもはるかに大きな反射鏡が装着されます。これにより集光面積が大きくなり、ハッブル望遠鏡が観測できるよりもさらに時間をさかのぼった観測が可能になります。さらに、ハッブル望遠鏡が地球に非常に近い周回軌道に設置されているのに対して、ウェブ望遠鏡は地球から 150 万 km 離れた第 2 ラグランジュ点 (L2) に設置される予定です。



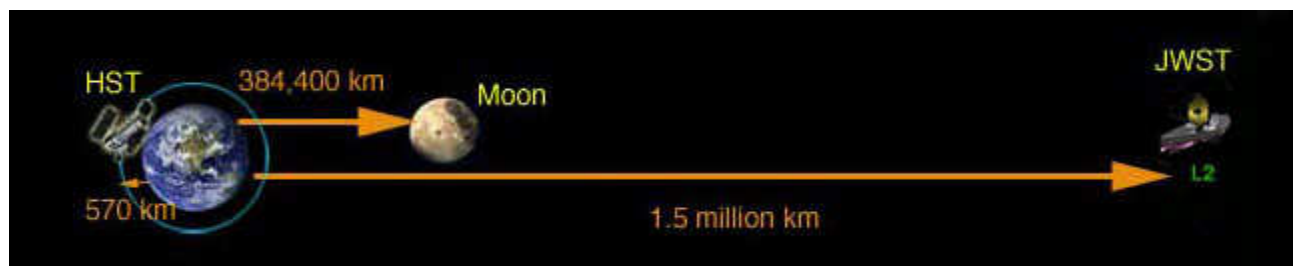
### ウェブ望遠鏡の目W

ウェブ宇宙望遠鏡には、以下のような 4 つの科学的な目標が設定されています。

- **暗黒時代の終結:** 最初の光と再電離: 初期の宇宙において形成された最初の明るい天体を特定するとともに、電離の履歴をたどることを目指します。
- **銀河の集合:** 銀河とガス、星、活動銀河核を含む暗黒物質がどのようにして現在の形に進化してきたのかを突き止めます。
- **恒星と原始惑星系の誕生:** 恒星および惑星の、誕生と初期段階の発達過程に焦点を合わせます。
- **惑星系と生命の起源:** 太陽系を含む恒星系の物理的および化学的特性について研究します。

## ウェブ望遠鏡の軌道

ウェブ望遠鏡は、地球から約 150 万 km 離れた太陽・地球系の第 2 ラグランジュ点 (L2) に配置されます。この点では、太陽と地球の両方の重力によって宇宙船の位置がほぼ固定されるため、宇宙船の位置を保持するのに必要なロケット推進力は比較的少なくて済みます。また、L2 点では安定した低温が保たれるため、必要とされる超高感度の赤外線観測が可能になります。



## ウェブ望遠鏡の大きさ

ウェブ望遠鏡の大きさはスクールバスとほぼ同じで、直径 6.5 m の大きな反射鏡とテニスコートほどの大きさの遮光板が取り付けられます。反射鏡と遮光板は、どちらもそのまま宇宙船に積み込むのは不可能なため、打ち上げ時には折り畳まれ、宇宙空間に出てから広げられます。

## ウェブ望遠鏡の関係者

ウェブ望遠鏡は、NASA、欧州宇宙機関 (ESA)、およびカナダ宇宙庁 (CSA) による国際共同研究事業です。NASA が全体責任を負い、NASA のゴダード宇宙飛行センターが開発作業を管理しています。17 カ国以上で 1,000 人を超える人員が、このプロジェクトに携わっています。

## ジェームズ・ウェブとは誰か、またなぜ望遠鏡にその名前が付けられたのか

ジェームズ・ウェブは、元 NASA 長官であり、月面探査を目的としたアポロ計画の基礎を築いた人物です。

➔ [地球規模のコラボレーション - 150万km先の彼方へ](#)



### ニュース

- ➔ [NASA、ハッブル後継の望遠鏡にIBMソフトウェアを採用](#)
- [プレスリリース\(US\)](#)



### 望遠鏡開発を支える技術

- [Rationalシステム開発](#)



### IBMとNASA

- [Space flight chronology \(US\)](#)
- ➔ [NASA \(US\)](#)



### 業種別ソリューション

- [航空宇宙と防衛](#)



### イノベーションに関する情報庫

- [Ideas from IBM ライブラリー](#)

📄 [当記事のPDF版](#) (581KB) ➔ [当記事のオリジナル英語版はこちら](#)

➔ [Adobe® Reader®が必要](#)

IBM, IBM (ロゴ), Rational は、International Business Machines Corporation の米国およびその他の国における商標。  
 Adobe は、Adobe Systems Incorporated の米国およびその他の国における登録商標または商標。  
 他の会社名、製品名およびサービス名等はそれぞれ各社の商標。



はじめに   ウェブ望遠鏡   地球規模のコラボレーション   IBMの宇宙飛行関連業績年表

## 地球規模のコラボレーション - 150万km先の彼方へ

ジェームズ・ウェッブ望遠鏡にかんするコラボレーション活動の最終目標とは。ハッブル望遠鏡の開発当時から現在までの世代の移り変わりとは。そして、IBM® Rational® のシステム開発ソリューションが、NASA の開発および保守管理プロセスにもたらしたさまざまな利点とは――。

IBMのRational 業種別システム・ソリューションと、航空宇宙システム開発のプロフェッショナルの二人が解説します。

\*オリジナル英語版ではPodcastでお届けしています

**LANINGHAM:** 皆さんがお聴きのこの developerWorks®インタビューでは、技術関連の著名人や専門家をさまざまな分野からお招きし、技術の専門家にとって興味深いトピックについて意見を伺っています。ホストは私、スコット・レニングム です。今日のゲストは、Rational 業種別システム・ソリューション担当のシニア・マネージャーである スカイ・マシューズ と、航空宇宙・防衛業界向けシステム開発の市場戦略担当マネージャーとして同じく IBM Rational に関わっている スワティー・モラン のお二人です。今日はこのインタビューのために時間を割いていただき、ありがとうございます。

**MORAN:** こちらこそありがとうございます、スコット。今日は楽しみにしています。

**MATTHEWS:** こんにちは、スコット。お招きありがとうございます。

**LANINGHAM:** さて、ご承知の通り、地球を周回中の NASA のハッブル宇宙望遠鏡がまもなくその役目を終えようとしています。この望遠鏡は、これまで天文学者にとってかけがえのない貴重なツールでした。また、1990 年に打ち上げられて以来今日まで、長期間にわたってこの望遠鏡のシステム開発の取り組みが続けられてきたことも知られています。ここで、ジェームズ・ウェッブ望遠鏡について少し説明していただけますか。また、この望遠鏡とハッブル望遠鏡の交代に関するすべてのコラボレーション活動の最終目標について教えてください。

**MORAN:** もちろんです。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡は、略して JWST とも呼ばれますが、これは基本的に、初期の宇宙を形成した初期銀河を見つけ出すための大型の赤外線宇宙望遠鏡です。この望遠鏡の能力を利用して、天の川と私たちの太陽系を結び付ける惑星系を形成した星を観測することが目的です。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の打ち上げは、2013 年に予定されています。また、この望遠鏡は、地球から 150 万 km 離れた軌道に配備されることになっています。これがこの望遠鏡についての簡単な背景説明です。もう 1 つ付け加えると、これは NASA を含む国際的な共同研究事業です。具体的な開発作業は、ゴダード宇宙飛行センターで、複数のシステム・インテグレーター、つまり NASA と共同でこの望遠鏡の建造に当たる契約業者によって進められています。また、このプロジェクトには、欧州宇宙機関とカナダ宇宙庁も関与しています。これでお分かりいただけると思いますが、この次世代宇宙望遠鏡の建造は、複数の宇宙開発機関による国際共同研究事業なのです。

**LANINGHAM:** なるほど。ということは、かなり多くの連携が必要になるということでしょうか。

**MORAN:** ええ、その通りです。

**LANINGHAM:** 軌道は、地球から 150 万 km の距離とおっしゃいましたか。

**MORAN:** はい。



**LANINGHAM:** マシューズさん、ハッブル望遠鏡の開発当時から現在までの世代の移り変わりの観点から、ハッブル時代の古いアプローチと、今回のジェームズ・ウェッブ望遠鏡での新しいシステム開発アプローチの間の隔たりについて、説明していただけませんか。

**MATTHEWS:** そうですね。特にソフトウェア開発についていえば、皆さんご存じの通り、このような宇宙用システムの開発では、物事を正しく行うチャンスは本当に 1 回しかないのです。間違いや失敗があれば、そのコストは膨大なものになります。そこで NASA では、ソフトウェアの品質を向上させる試みとして、大きなステップを踏み出そうとしています。ここに、私たちが手がけている業種別システム・ソリューションの出番があるわけです。Rational のソリューションを使用することで、桁違いの品質向上が可能になりますからね。

**LANINGHAM:** そうですね。プレス・リリースを読んだのですが、そこには、ハッブル望遠鏡で不具合が発生したときに NASA が直面した難題についての話が載っていました。不具合を解決するためにオリジナル・コードを作成した担当者を見つけ出さなくてはならず、その人たちが既に NASA を退職していたというような話でした。つまり、当時の古い宇宙システムではそういうことがよくあったに違いないという話なのですが。

**MATTHEWS:** ええ、それは非常に大きな問題です。政府がオープン・スタンダード・ベースの開発に移行することに強い関心を抱いている理由の 1 つは、将来のシステム保守作業はるかに容易になるからです。なにしろ、オープン・スタンダード・ベースのシステムを保守するためのスキルは広く分布していて、入手しやすいですからね。

**LANINGHAM:** ということは、今回の新しいアプローチを使用すれば、ハッブル当時の状況と比べて、少なくとも、また確実に、個人や個人の知識に依存するということはなくなるということですか。



**LANINGHAM:** 次に、お二人のどちらでもいいのですが、システム開発ソリューションの利点について少し話していただけませんか。つまり、ジェームズ・ウェッブ望遠鏡に関して、システム開発ソリューションによって、NASA の開発および保守管理プロセスがどのように強化されるかということなのですが。

**MORAN:** 統合システム開発ソリューション、つまり IBM Rational のシステム開発ソリューションは、基本的に、NASA およびジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡プログラムによる、システムの中でも特に複雑なこのようなシステムの設計、構築、および管理を支援します。

これらのプロジェクトでよく問題になるのは、システムのハードウェアとソフトウェアの共同開発です。そこで NASA では、Rational RequisitePro® を使用して、基本的にジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のシステム要件を実装しました。また、Rational Rose® RealTime 内で、統一モデリング言語を使用して完全なシステム・モデルを実装し、このプロジェクトまたはプログラム全体でモデルおよびコードに関する情報の伝達やそれらを再利用できるようにしました。これにより、システムの予測精度および信頼性が改善され、品質が向上しました。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のような国宝級のものは、特に品質が重要です。最後に、NASA では、関係機関と契約業者間のコラボレーションを容易にするために、Rational ClearCase® と Rational ClearQuest® も採用しました。これは、契約業者すなわちこのジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡を建造しているシステム・インテグレーターが、プロジェクト全体で成果物資産を再利用できるようにするためです。

**LANINGHAM:** このプロジェクトに従事しているすべての人員や関係機関を合わせると、チーム全体ではどのくらいの大きさになるのですか。だいたいの規模はわかりますか。

**MORAN:** 複数の機関が関わっています。先ほども言ったように、まず中心的存在として NASA のゴダード宇宙飛行センターがあり、そこで複数のシステム・インテグレーター、具体的に言うと、ノースロップ・グラマンやそれ以外の小規模なインテグレーターが作業しています。そして、欧州宇宙機関とカナダ宇宙庁が参加しています。ですから、本当に多くの契約業者、関係者がこの望遠鏡の建造に当たっているのです。

**LANINGHAM:** きっと、数百人、いや数千人の人々が関わっているということですね。

**MORAN:** ええ、多分そうですね。

**LANINGHAM:** そうだとすれば、かつてこれほどの、真の意味でのシステム開発ソリューションが地球上で実施されたことがあったかどうか、と考えることもあるのではないですか。

**MORAN:** ええ、まさにその通りです。必要となる分散開発の量も多いため、そういったシステムのガバナンスが非常に重要です。

**MATTHEWS:** ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡のソフトウェアは、ハッブル望遠鏡のものとは比べものにならないぐらい、ずっと複雑です。複雑さの違いは、おそらく1桁どころではないでしょう。作業する人間の数もはるかに多いと思います。

**LANINGHAM:** つまり、古いやり方でやろうとしたら、おそらくプロジェクトの遂行は不可能だということでしょうか。

**MATTHEWS:** ええ、昔のやり方ではできないでしょう。間違いなく。

**LANINGHAM:** 今回のプロジェクトは参加者にとっては非常に興味あるものにちがいないでしょうから、お二人ともこのプロジェクトに関わることができて喜んでおられると思うのですが、その点はいかがですか。

**MATTHEWS:** ええ、本当におもしろいです。私は以前からずっとNASAの大ファンだったし、今後長年にわたって重要な役割を果たすこのようなプロジェクトに参加できることは、実に素晴らしいことです。

**LANINGHAM:** 打ち上げと軌道投入の予定は、2013年ですね。

**MATTHEWS:** その通りです。

**MORAN:** ええ、間違いありません。

➔ [IBMの宇宙飛行関連業績年表\(抜粋\)へ](#)



#### ニュース

➔ [NASA、ハッブル後継の望遠鏡にIBMソフトウェアを採用](#)

- ・ [プレスリリース\(US\)](#)



#### 宇宙望遠鏡開発を支える技術

- ・ [Rationalシステム開発](#)



#### IBMとNASA

- ・ [Space flight chronology \(US\)](#)

➔ [NASA \(US\)](#)



#### 業種別ソリューション

- ・ [航空宇宙と防衛](#)



#### イノベーションに関する情報庫

- ・ [Ideas from IBM ライブラリー](#)

📄 [当記事のPDF版 \(581KB\)](#)

➔ [当記事のオリジナル英語版はこちら](#)

➔ [Adobe® Reader®が必要](#)

IBM, IBM(ロゴ), ClearCase, ClearQuest, developerWorks, Rational, Rational Rose, RequisiteProは、International Business Machines Corporationの米国およびその他の国における商標。

Adobeは、Adobe Systems Incorporatedの米国およびその他の国における登録商標または商標。

他の会社名、製品名およびサービス名等はそれぞれ各社の商標。



## 2013年 宇宙への旅

NASAが選んだ宇宙望遠鏡システム開発ソリューション

はじめに ウェブ望遠鏡 地球規模のコラボレーション IBMの宇宙飛行関連業績年表

### IBM の宇宙飛行関連業績年表（抜粋）

#### 1944 年

IBM が、ハーバード大学の自動逐次制御計算機的设计と製造を支援。この計算機は、米国海軍の科学者による弾道計算に使用される

#### 1957 年

世界初の人工衛星であるソ連のスプートニク 1 号の追跡に、2 台の IBM 704 コンピューターが使用される

#### 1959 年

米国が、宇宙空間に初めてサル（エイブルとバイカー）を送り出すなど、衛星打ち上げ計画を加速。このサルの打ち上げに、データ処理システムが使用される

#### 1962 年

マーキュリー計画の宇宙飛行士、ジョン・グレンが、フレンドシップ 7 でアメリカ人として初めて地球の軌道周回飛行に成功。地球を 3 周した歴史的な 4 時間の飛行が、IBM コンピューターによってリアルタイムでモニターされる

#### 1968 年

IBM が組み立てた重量 2 トン、高さ約 90 cm、直径約 6.4 m の飛行制御コンピューター・システム (IU) が、アポロ 8 号による初の有人月軌道周回飛行を誘導

#### 1969 年

アポロ 11 号の宇宙飛行士が、IBM コンピューターの支援により、人類初の月面着陸に成功

#### 1970 年

ヒューストンに設置された IBM コンピューターが、アポロ 13 号の劇的な救出活動において管制官を支援

#### 1971 年

IBM コンピューターが、アポロ 14 号およびアポロ 15 号の月面着陸の誘導を支援。火星軌道を周回した初の宇宙探査機であるマリナー 9 号が撮影した写真を、IBM コンピューターが画像処理

#### 1982-85 年

IBM のテクノロジーが、スペース・シャトル(コロンビア、チャレンジャー、ディスカバリー、アトランティス、およびエンデバー) の飛行成功をサポート

#### 1993 年

スペース・シャトル・エンデバーによるハッブル望遠鏡改装ミッションにおいて、ThinkPad 750C が、現代型のノートブック・コンピューターとして初めて宇宙を飛行

#### 1997 年

機体搭載コンピューターに IBM RS/6000® テクノロジーを内蔵した NASA の探査機マーズ・パスファインダーが火星着陸に成功

#### 2002 年

2003 年のマーズ・エクスプロレーション・ローバー (MER) の探査中に遠隔操縦ロボットが収集したデータの分析において、IBM と NASA の科学者がコラボレーション

**2006 年**

NASA が、ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の操作に使用するソフトウェアおよびシステムの開発に、IBM ソフトウェアを使用。この望遠鏡には、宇宙における時間の起源にさらに大きく近づく観測とともに、まだ人類が目にしたことのない初期銀河形成の探求における成果が期待されている

➔ [Ideas from IBM ライブラリーへ](#)

**ニュース**

➔ [NASA、ハッブル後継の望遠鏡にIBMソフトウェアを採用](#)

・ [プレスリリース\(US\)](#)

**宇宙望遠鏡開発を支える技術**

・ [Rationalシステム開発](#)

**IBMとNASA**

・ [Space flight chronology \(US\)](#)

➔ [NASA \(US\)](#)

**業種別ソリューション**

・ [航空宇宙と防衛](#)

**イノベーションに関する情報庫**

・ [Ideas from IBM ライブラリー](#)

[当記事のPDF版](#) (581KB)

➔ [当記事のオリジナル英語版はこちら](#)

➔ [Adobe® Reader®が必要](#)

IBM, IBM(ロゴ), Rational, RS/6000は、International Business Machines Corporationの米国およびその他の国における商標。Adobeは、Adobe Systems Incorporatedの米国およびその他の国における登録商標または商標。他の会社名、製品名およびサービス名等はそれぞれ各社の商標。