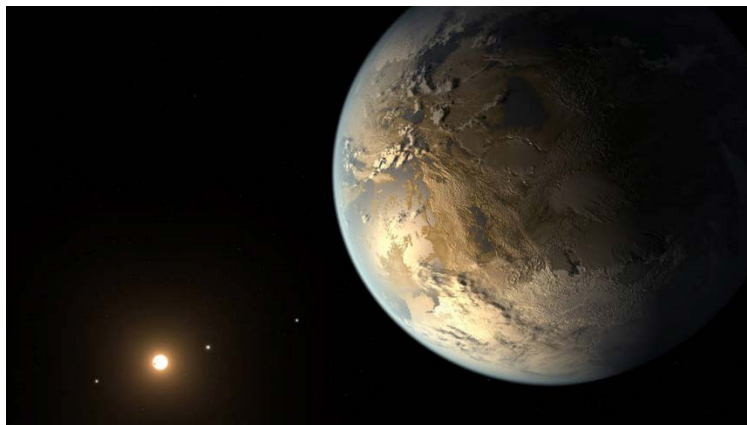


何千年ものにもわたって、人類は星を注視し、命名し、数々の変化を観察してきました。NASA (航空宇宙局) は比較的最近になって、古代の宇宙に対する知識の探求に関与しました。

目標 : Astrophysics (天体物理学) の科学目標は驚異的なものです。私たちは宇宙ならびに宇宙の中の地球の位置の把握を目指します。私たちは宇宙の創造のまさにその瞬間の探求に着手し、星と銀河系の歴史を余すことなく認識する寸前にまで到達しました。惑星系の形成の過程および人類にとって快適な環境がどのようにして発展を遂げてきたのかを発見しつつあります。さらに、私たちは地球以外の世界における生態の特徴 (signature of life) を検証し、おそらく、生物が生息するのが地球だけではないことを解明しようとしています。

Astrophysics (天体物理学) における NASA の目標とは「宇宙の作用過程を究明し、その起源と進化の流れを検証して他の星の周囲に位置する惑星における生態系の有無を解明することです」。



大きな問題

- 宇宙の作用の仕組みとは? ブラックホール、暗黒エネルギー、暗黒 (ダークマター)、引力の性質等、宇宙の起源と運命の検証。
- 現在の宇宙の姿となった経緯とは? 宇宙を構成する銀河系、星、惑星の起源と進化の究明。
- 他に生命体が確認できる惑星はあるかどうか? その他の星の周囲に存在する惑星の発見と精査、ならびに生命体の有無の確認。

現行のプログラム

Astrophysics（天体物理学）は3つの集中および2つの分野横断型のプログラムから構成されます。集中プログラムが供与するのは科学の進展と戦略立案の実施にあたっての知的フレームワークです。以下が包含されます：

- 宇宙の物理学
- 宇宙の起源
- 太陽系外惑星の探査
- 天体物理学探査プログラム（Astrophysics Explorer Program）
- 天体物理学リサーチ



現行のミッション

現行の Astrophysics（天体物理学）ミッションには元々は1980年代に立案され、25年以上にわたって実施されてきた Great Observatories（グレート・オブザバトリ計画）の3つが組み込まれています。現行の運用上の Great Observatories スイートに含まれるのが Hubble Space Telescope（ハッブル宇宙望遠鏡）、Chandra X-ray Observatory（チャンドラ X 線観測衛星）、Spitzer Space Telescope（スピッツァー宇宙望遠鏡）です。加えて、Fermi Gamma-ray Space Telescope（フェルミガンマ線宇宙望遠鏡）がスペクトルの高エネルギー末端を探査します。Swift Gamma-ray Explorer（スウィフトガンマ線エクスペローラ）や NuSTAR 等の Innovative Explorer（革新的な探査）ミッションが Astrophysics（天体物理学）戦略ミッションを補完します。遠赤外線天文学成層圏天文台である SOFIA は運用段階にあり、（Discovery（ディスカバリー）プログラムの）Kepler（ケプラー）ミッションは、現在、K2 伸張型ミッション・オペレーションに深く関与しています。全てのミッションが一体として、天空に関するこれまでに蓄積されてきた人類の知識の大部分を説明します。こうしたミッションの大半は根本的な科学目標をすでに成就していますが、拡張型オペレーションにおいて引き続き目覚ましい成果をもたらしています。

さらに、NASA（航空宇宙局）援助による調査員たちも観測やデータ分析に関与し、ESA（欧州宇宙機関）による LISA Pathfinder（LISA パスファインダー）、XMM-Newton（XMM ニュートン）、Herschel（ハーシェル）および Planck（プランク）ミッション、ならびに JAXA（宇宙航空研究開発機構）の Suzaku（すざく）等の国際パートナーの天体物理学ミッションを対象とする指図やガイダンスの開発に従事してきました。

近未来

近未来はいくつかのミッションがひしめくこととなるでしょう。現在開発中で、特に広範な科学実用性を備えているのが James Webb Space Telescope (ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡) です。探査ミッションである TESS および Explorer Mission of Opportunity NICER (エクスプローラ・ミッション・オブ・オポチュニティ NICER) も開発段階にあります。TESS は全天トランジット調査の機能を備え、地球規模からガス惑星までの多様な惑星を特定して幅広い恒星種別や軌道距離を周回します。NICER ミッションは中性子星の重力、電磁および原子物理環境を調査し、同時に、ESA (欧州宇宙機関) の Euclid (ユークリッド) ミッションの検出器としても機能します。

開発段階のミッションの完了、運用上のミッションの支援および研究と分析プログラムへの資金供与ですが、大部分は、Astrophysics Division (天体物理学部門) のリソース利用となります。

未来

2001 年度の 10 年調査以降、宇宙に対する見方が劇的に変化してきました。彼方の星を周回する、1000 を超える数の惑星が発見されてきました。今や、ブラックホールは天の川 (Milky Way) 銀河等の大半の銀河の中心部に存在することが認知されています。宇宙の年齢、規模および形状は宇宙創生のビッグバンに伴って放置された原始放射を基にマッピングされてきました。そして、宇宙の事象の大部分が暗くて不可視であり、宇宙は拡張を続けているだけでなく、予期せぬ形で加速化していることが明らかになってきました。

長期的な未来ですが、Astrophysics (天体物理学) の目標は 2010 年度の 10 年調査 New Worlds (ニュー・ワールドズ)、Astrophysics の New Horizons (ニュー・ホライズンズ) および Astrophysics (天体物理学部門) の成果を基に指針決定が行われます。調査委員会が選定する優先科学目標としては最初の星、銀河系、ブラックホールの探索、地球に近い、生態系が存在する惑星の発見、ならびに宇宙の基礎物理の理解の深化が挙げられます。2013 年、現行の予算制約内の 10 年調査提言に応える形で現在実施中の活動を詳述する、Astrophysics Implementation Plan (天体物理学実行計画) が発表されました (2014 年に改訂)。

Astrophysics ロードマップ Enduring Quests (持続クエスト) の Daring Visions (デアリング・ビジョンズ) が 2013 年、Astrophysics Subcommittee (天体物理学副委員会) のタスクフォースによって策定されました。このロードマップは起点として直近の 10 年調査を用いた天体物理学の 30 年ビジョンを盛り込んでいます。

2016 年 2 月、NASA (航空宇宙局) は Astro2010 の優先 10 年提言である広域赤外線探査望遠鏡 (WFIRST) を正式にスタートさせました。WFIRST は暗黒エネルギーや暗黒 (ダークマター) の秘密の解明および宇宙の進化の探索にあたっての研究者陣の取り組みを支援することになります。さらに、太陽圏外の新世界の発見や生命体の生息に適した世界の探査の促進も担います。

焦点領域

Astrophysics Division (天体物理学部門) は宇宙の起源、構造、進化の究明にあたっての戦略を策定してきました...

その他の星周辺の惑星：記録で残されている歴史、ならびにそれ以前を通じ、私たちは自身が好むと好まざるとに関係なく、その他の世界の存在の可能性について思いを巡らせてきました。太陽系についての最古の認識から明らかとなっているのは、確かに太陽周辺を軌道するその他の世界が存在することであり、こういった造物主について理解が着実に深化することで、そうしたその他の全てが地球とは劇的に異なり、大部分において、相互にも極めて異なることが明らかです。天空の星たちが他の（恒星系の中心的な星としての）太陽であり、銀河系が何十億という数の星から構成されていることを私たちが認識するに伴い、他の惑星群がその他の星を周回する運命にあるのがほぼ不可避のように思われます。さらに、こうしたことは1990年代初期になるまで実証が不可能であったのです。その後、電波および光学の天文学者たちが最初のいくつかの-今では数多くの-その他の星の周囲にある惑星系の存在を明らかにした恒星の放射（stellar emission）における小さな変化を検出したのです。私たちはこうした惑星群を「太陽系外惑星」と呼んで、地球の太陽系集団とは区分しています。

ビッグバン：夜空は安穩で不変の宇宙の光景を観る人たちに提示します。ですから、科学者たちが、実際に宇宙は計り知れない速度で拡張していることに気付いた際、革命的なニュースとなったのです。天の川（Milky Way）の外にある銀河系が全て地球から遠ざかっていて、地球からの距離に比例した速度で移動していることに天文学者たちは気付きました。全宇宙が1つの空間的ポイント内に包含された時（約140億年前であったと現在認識されています）はまさに一瞬のことであったはずですが、宇宙は、以降に「ビッグバン」として知られるようになった事象において誕生したに違いありません。

暗黒エネルギー、暗黒（ダークマター）：暗黒エネルギーとは何でしょうか？既知以上に未知の部分が多く、私たちが認識しているのはその存在規模と特性の一部ですが、それ以外となると、1つの重要事実を除くと謎となっています。その事実とは、宇宙の約70%は暗黒エネルギーから構成されていることです。暗黒（ダークマター）はおおよそ25%を占めます。残りですが、地球上の万物、私たちの計器や装置でこれまでに観測されてきた全て、あらゆるノーマルマター（normal matter）は総体としても宇宙の5%に満たしません。そして、繰り返しますが、宇宙のほんの一部に過ぎないことから、おそらく「ノーマル」マターと呼ぶのは適切ではないでしょう！

星：星の形成と進化の過程とは？星は最も幅広く認識されている天体であり、銀河系の最も根源的な基礎要素となっています。銀河系の星の年齢、分布、成分を知ることが銀河系の歴史、ダイナミクス、進化を理解することに他なりません。さらに、星は炭素、窒素、酸素のような重元素の生成と分布を司っていて、その特徴は融合する惑星系の特徴と密接に結び付いています。結果、星の生誕、寿命、滅失を研究することは天文学分野における中核要素なのです。

銀河系：地球の銀河系、すなわち天の川（Milky Way）は典型であり、何十億という数の星を包含し、さらに数十億もの星を形成できるだけの気体と粉塵を備え、星と気体の総体は暗黒（ダークマター）のおおよそ6倍に相当します。さらに、全てが引力結合されています。既知の銀河系の2/3以上と同様、天の川はらせん形状です。その中心部では、無数のエネルギー、ならびに時として、光り輝く炎が生成されています。天文学者たちは、星の動きと放出されるエネルギーを説明することが求められるような途方もない引力を根拠に、天の川の中心部には超巨大なブラックホールが存在すると断定しています。

ブラックホール：名前に騙されてはいけません。ブラックホールは空白の領域とはほど遠い存在です。むしろ、非常に小さな領域に詰め込まれた膨大な物質のようなものであり、太陽の10

倍以上巨大な1つの星がニューヨークシティの直径にほぼ相当する領域内に押し込まれる光景を想像してみてください。結果、重力場が極めて強力なことから、何も、光さえも漏出不能となります。近年、NASA（航空宇宙局）の装置はこうした奇妙な物体の新たなイメージを開発し、多くの人にとっては宇宙空間の最も魅惑的な物体となっています。では、ブラックホールの端では何が起きているのでしょうか？