

銀河系外背景光・惑星の構成・スウィングバイ軌道

情報ゼミ生（3年次）レポート課題発表

銀河系外背景光(EBL)とその観測

西田大輝

太陽系惑星の構成

阪田雅哉

宇宙探査機のスウィングバイ軌道

内海航平

銀河系外背景光 (EBL) extra-galactic background light

EBLとは、宇宙の、過去全ての天体の発した光が集合したものの。宇宙の、どんなに暗い場所にも存在する。EBLを解明することは宇宙の過去を解明することにつながる。EBLは赤外線できており、目に見える光は含まれないが、これは、赤外線できており、目に見える光は含まれないが、これは、光が赤方偏移(光のドップラー効果)により弱まるためである。



図の出版 関西オートメーション株式会社
http://www.kansai-automation.co.jp/technical/sec_term/36_doppler_effect.html

どのように観測するか

EBLは弱い赤外線である。地球には、他の星の光や、太陽光が来ているため、それらの光にまぎれて、望遠鏡で直接EBLを探し出すことはできない。そこで間接的にガンマ線を用いてEBLを望遠鏡で観測する方法が考案された。



ガンマ線と赤外線の関係

高いエネルギーを持つガンマ線は、赤外線とぶつかることで、陽電子と電子を生み、減衰する。

EBLは赤外線できており、ガンマ線は宇宙空間を通るさいに、必ずEBLの影響を受け、減衰する。

このため、EBLの影響で減衰し、地球に、十分な量のガンマ線を放出する天体があれば、EBLがどれだけの影響をガンマ線に与えたかを解明することができる。

ブレーザーから放出されるガンマ線

ブレーザーは、ジェットのようにガンマ線を放出し続けるブラックホールである。ブラックホールに落下する物質が、摩擦熱などにより、ガンマ線を放出する。このブレーザーのうち、地球に向かってガンマ線を放出するものがEBL観測に利用される。

ブレーザーのイメージ画像
NASAより
http://www.nasa.gov/mission_pages/WISE/news/wise20120412.html



EBLの間接的な観測

EBLがガンマ線に与えた影響を知るために、ブレーザーのガンマ線の生成の仕組みを解明し、ガンマ線の減衰前の姿を調べる。そしてこれを減衰した、つまり地球で観測したガンマ線と比べることによりEBLを間接的に観測することが可能になる。

+ 太陽系の成り立ちについて

- 太陽系の構成要素
 - 太陽、惑星、準惑星、小惑星帯、彗星、太陽系外縁天体等
- 惑星：恒星の周囲を主に恒星の重力の影響を受けて公転し、自らは発光しない天体
- 水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星
- 準惑星：惑星以外の天体のうち、それ自身の重力によって球形になれるだけの質量を有するもの
- 冥王星、エリス、ケレス、マケマケ、ハウメア



+ 惑星の分類

- 地球型惑星(岩石惑星)：岩石と金属が主成分の惑星
 - 水星、金星、地球、火星
- 木星型惑星(巨大ガス惑星)：水蒸気が凍った領域で形成
 - 木星、土星
- 天王星型惑星(巨大氷惑星)：メタンやアンモニアを含む氷、液体の水が主成分の惑星
- 天王星、海王星



+ 惑星の定義とその経緯

- 惑星は1930年代までに9個目が発見されて以来、見つかっていなかった
- 天文観測技術が発達して冥王星とよく似た軌道をとる天体が発見されるようになる
- 冥王星が惑星とみなしてよいのかという問題が持ち上がる
- 2006年に、国際天文学連合にて「惑星」の定義が決定
- 惑星の定義
 1. 太陽の周りを回っていること
 2. 球型を保てるだけの質量(重力)があること
 3. 軌道上の衛星以外の天体が一掃されていること
- 冥王星は、条件3を満たしていなかったため、惑星から外れた



+ 地球外生命体の存在

- この広い宇宙で、生命のいる天体は地球以外確認されていない
- 生命が存在するために必要な物
 - 有機物・液体の水・エネルギー
- ハビタブルゾーン(生命居住可能領域)(ゴルドティロックゾーン)
 - 宇宙の中で生命が誕生するのに適した環境と考えられている天文学上の領域
 - 太陽系では、地球・火星が該当
 - 火星は過去には生命がいたのではないかと考えられている
 - 最近の火星探査の成果(探査車：キュリオシティ)
 - 掘削した岩石の内部が赤色ではなく、灰色であった(酸化していない)
 - 岩石から、有機物起源と考えられている炭素が二酸化炭素の形で発見
 - 最近、木星の衛星エウロパや土星の衛星エンケラドゥスにも生命が存在する可能性が指摘されている
 - 理由
 - 惑星の重力により潮汐力が発生し、内部で熱が生まれ、液体の水が存在できる程の温度が形成されている(エウロパ：水の量は地球の2倍以上)
 - 衛星表面に、深海の熱水噴出孔のような環境が形成されている(噴出物の中に有機物が含まれていることが確認されている)

+ まとめ

- 太陽系の惑星において、特徴的なことをまとめる
 - 太陽から放出される太陽風によって地球が受ける影響(オーロラの見え方)
 - 木星・土星・天王星・海王星でも観測することができる
 - 木星にも土星のような大規模なものではないが環が存在すること
 - 土星のリングには細かくリングの名称がつけられていること
 - カッシーニの空隙・コロポの空隙・マクスウェルの空隙…等
 - 冥王星が太陽系から外れ、準惑星に格下げされた理由
 - 地球の他に火星やエウロパ(木星の衛星)、エンケラドゥス(土星の衛星)に生命が存在する可能性が指摘されていること
- 今回の文献レポートで調査・研究したことをしっかりと踏まえて、大学の授業や卒業研究などに生かしていきたい



宇宙探査機

- 宇宙探査機とは？
地球以外の天体を探索する目的で打ち上げられる探査機である。主に宇宙に存在する惑星、衛星、太陽、小惑星などをターゲットとしている。

- 日本の宇宙探査機
有名な探査機であれば図1の「はやぶさ2」であり、この宇宙探査機は「はやぶさ」で培った経験を生かして、C型小惑星「199JU3」を目指している。「199JU3」に到着予定は2018年半年は予定で地球帰還が2020年頃である。

図1 「はやぶさ2」 http://www.jaxa.jp/projects/sat/hayabusaz2/ JAXAより



宇宙探査機の打ち上げ条件

- 宇宙探査機を打ち上げるためには宇宙速度を利用し、衛星軌道などに乗せることが必要である。宇宙速度には3つの速度があり図2のように太陽系の脱出には第3宇宙速度を超える必要がある。



- 各宇宙速度の具体的な値
 - 第1宇宙速度 7.9km/s
 - 第2宇宙速度 11.2km/s (地球の重力外へ)
 - 第3宇宙速度 16.7km/s (太陽系の外へ)

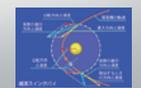
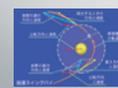
図2 3つの宇宙速度の違い
http://spaceinfo.jaxa.jp/astronautical_velocity.html

スウィングバイ軌道

- スウィングバイとは？
スウィングバイとは天体の万有引力を用いて、打ち上げた探査機の運動方向を変化したり、速度を変化させたりすることである。このスウィングバイには、天体の万有引力及び公転運動を利用している。メリットとして燃料をほとんど使わないところである。

加速スウィングバイ・減速スウィングバイ

- 加速スウィングバイ
探査機が惑星の公転方向の後方を通過した場合に起こる。名前の通りスウィングバイ時加速する。
- 減速スウィングバイ
探査機が惑星の公転方向の前方を通過した場合に起こる。名前の通りスウィングバイ時減速する。



http://spaceinfo.jaxa.jp/swingby_navigation.html 加速スウィングバイ

http://spaceinfo.jaxa.jp/swingby_navigation.html 減速スウィングバイ

過去のスウィングバイの例

- ボイジャー1号、2号
ボイジャー1号、2号は地球を出発して木星、土星とスウィングバイし、2号については天王星、海王星へとスウィングバイ軌道をした。軌道は図3のようなになる。またボイジャー2号はスウィングバイ時の探査機の速度は以下の図4の値になった。

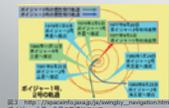


図3 http://spaceinfo.jaxa.jp/swingby_navigation.html

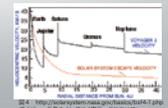


図4 http://spaceinfo.jaxa.jp/swingby_navigation.html