

宇宙からみる地球の姿

代表挨拶 住 明正 12

A セッション 基調講演

宇宙からみた地球観測の今後の動向 住 明正 14

はじめに 人類は「神の座」を手にいれた / 宇宙からの地球観測が果たした役割
地球温暖化問題への寄与 / 全地球の環境破壊の監視 / 国際協力のもとに応分の負担を / まとめ

B セッション 宇宙からみた水の循環

衛星でみる陸域での水循環 小池 俊雄 24

水惑星地球 / 降水量の変動性と広域気象 / 陸域水分量の役割
陸域水循環のマイクロ波リモートセンシング / 積雪量算定アルゴリズム
土壌水分量算定アルゴリズム / 降水量算定アルゴリズム / 観測次元の高度化

地表面からの蒸発量をいかに推定するか? 杉田 倫明 34

衛星データを利用する利点と問題点 / 蒸発量の推定モデル / 蒸発をコントロールする因子
衛星からえられるデータ / 土壌水分量の扱い / 修正補完関係法による蒸発量の推定
地上観測による結果の検証 / まとめ

世界に降る雨はどの程度か? 宇宙からの降雨観測 中村 健治 44

従来の降雨観測 / TRMM 搭載の降雨観測センサ / TRMM での降雨観測例
降雨の観測例 / 海域での降水 / 降雨と地形 / 島と降雨 / おわりに

C セッション 宇宙からみた地表面の植生状態

衛星観測による陸上植生の観測 高木 幹雄 54

衛星による地球環境のモニタリング / 気象静止衛星の特徴 / エコクライメートマップ
陸域観測用衛星による植生の観測 / これからの衛星観測
ネットワークによる衛星データセンター構想

土地利用と食糧生産の現状と将来動向 モデルによるアプローチ 柴崎 亮介 62

人間活動と土地利用 / 統合化とは / 統合化の方法 / 土地利用と食糧生産の問題
モデル統合によるアプローチ / EPIC モデルの全球への適用 / 土地利用主体の行動予測 / まとめ

衛星で本当に植生が計れているのか 本多 嘉明 73

はじめに / 研究の目的 / 地上観測地の設定 / 植生被覆率とバイオマスの関係 / 草丈を考える
2 方向性反射特性の利用 / 衛星データの検証 / 衛星観測に基づく植生 3 次元構造の把握
BSI と NDVI / おわりに

D セッション 宇宙からみた大気海洋相互作用と海洋変動

衛星で観測される海と大気の熱のやりとり 久保田雅久 84

地球上での熱の流れ / 海洋観測の重要性 / 顕熱と潜熱 / 潜熱による全球での熱輸送
衛星による観測 / 太陽放射と赤外放射の観測 / 潜熱と顕熱の観測 / J-OFURO
今後の課題 / データセットの相互比較

宇宙からみる海上の天気とエルニーニョ現象 轡田 邦夫 93

はじめに / 衛星からの風速・風向観測 / 衛星搭載の散乱計の変遷
海上風データによる海流流量の算出 / 台風の挙動追跡 / エルニーニョ現象の解明
エルニーニョ現象の発生予測 / まとめ

目次

宇宙から測る海面の凹凸で渦や黒潮をみる	市川 香	105
海面の凹凸とは / 海面力学高度と地衡流 / 衛星海面高度計の原理 / 巨大な中規模渦の検出 中規模渦の潮位への影響 / 中規模渦と黒潮の変動の関係 / 黒潮変動の沿岸水位への影響 潮と沿岸水位の関係の物理的背景 / まとめ		

Eセッション 衛星からみた雲とエアロゾル

衛星計測と気候	中島 映至	116
はじめに / 新しい大気観測時代の到来 / 雲による温室効果 / 100年スケールの気候変動要因 雲の放射効果 / 人間活動による大気汚染 / 人為起源エアロゾルの雲への影響		

衛星でみる大気中のエアロゾル	向井 苑生	127
はじめに / エアロゾル・リモートセンシング / 大気エアロゾルの起源 / エアロゾル特性の分布 地球大気 放射シミュレーションモデル / 海域エアロゾルの特性 / 陸域エアロゾル・リトリバーバル アジア太平洋地域エアロゾル国際共同観測 / エアロゾル3次元モデル / おわりに		

衛星で計る雲	早坂 忠裕	136
雲とは / 衛星観測の原理 / 雲の衛星観測の歴史 / 国際衛星雲気候計画 衛星センサ複合利用による雲観測 / 雲観測の課題(雲の不均質性) / まとめ		

特別講演 宇宙から遺跡を捜す	坂田 俊文	145
はじめに / 地球を宇宙からみる / 新しい調査の方法 / 宇宙から歴史と文明を探る 宇宙観測によるナスカ絵の発見 / シカン文化における水利用 / シルクロードでの宇宙考古学 未知の遺跡を求めて		

Fセッション 数値モデルと衛星観測

地球環境の数値モデルと衛星観測	木本 昌秀	156
気候モデル コンピュータのなかの地球 / 気候モデルの構成 / 大気大循環モデルの検証 1988年夏季の長江洪水のシミュレーション例 / 地球温暖化時のアジアの気候変化 / 将来の展望		

衛星観測を天気予報に如何に役立てるか?	竹内 義明	165
はじめに / 衛星による気象観測の歴史 / 数値予報への利用 / 天気予報ができるまで 現在役立っている衛星データ / 今後役立つと期待される衛星観測 現業数値予報に使える衛星観測の条件と十分に使うための技術開発 / まとめ		

衛星データと海洋循環	和方 吉信	174
はじめに / 海面の凹凸の季節変化 / 海面高度が変化する仕組み 風強制による浅水海洋モデルによる数値シミュレーション / 海面高度データの海洋予報への試み おわりに		

Gセッション パネルディスカッション

今後の地球観測		184
衛星地球観測のたつところ / リモートセンシング技術の研究開発 / 地球観測は人間の健康診断 官庁横断的な体制で地球観測を / 衛星観測と地球環境問題の歴史(と私) 今後の地球 水の惑星 の観測 / 地球観測は成熟したのか / 地球をみる医者は誰か 技術水準をどう維持していくか / 今後の地球観測をどう進めていくか ほんとうに地球観測には大きな資金が必要か / 次世代の人材の育成を 地球観測は夢を育てる科学 / 技術開発に求められているもの / まとめ		

演者紹介		204
------	--	-----

特別講演 宇宙から遺跡を捜す

坂田 俊文

財団法人地球科学技術総合推進機構理事長・東海大学教授

はじめに

本シンポジウムでのお話はサイエンティフィックなものでしたが、ここで少し視点をかえて、人文科学的な面でとらえると考え方が幅広くなります。私は、宇宙技術を使っのさまざまな計測・モニタリングに足して、探査することを考えました。探索というと、遭難船など行方不明のものを捜すこともありますが、過去を探ることも可能なのではないかと考えました。現代の技術で過去を探ることを考えると容易ではないと思いますが、地上には何億年、何千万年、何百万年という時間スケールで残されたものがたくさんあります。地球科学では、残されたものが観測対象になっていますが、ここでいうのは、人間的な意味での歴史的なことです。

記録が残されている歴史を探ることは比較的楽ですが、記録が残されていないものも多くなっています。人類が地球に登場して500万年といわれていますが、実際に人類が行動を始めたのは氷河期のあった、ここ180万年ほどです。それ以降、人類は徐々に拡散していきました。ホモ・サピエンスが動きだしてから5万年ほどといわれていますが、大きな痕跡が残っているのは18,000年ほど前の氷河

期です。人類が氷河期に移動したことから考えてみました。

十数年前に、たまたま試みにいていたことが、いつの間にか“宇宙考古学(Space Archaeology)”という言葉になりました。これについてユネスコでも動きがで始め、この間もイタリアのソレントで会議がありました。その点で、本来やるべき仕事とは少し異なっていますが、別の意味で、宇宙からの技術を応用して夢のあることを考えてみたいと思います。

地球を宇宙からみる

コペルニクスによって地球が回転する球体であることが予測されて450年以上になります。その間、チコ・ブラーエ、ヨハン・ケプラー、ガリレオ・ガリレイ、アイザック・ニュートンなどの科学者たちによって天体の運動が解明されて地動説が確認されました。そして、宇宙から地球をみるという人類の夢が20世紀になって実現したのです。

人類初めての人工衛星スプートニクは1957年に宇宙空間に打ち上げられました。人類として地球を外から初めてながめたのはガガーリン宇宙飛行士で「地球は青かった」という歴史に残る言葉を地上の人々に伝えました。それから44年、現在では衛星は24時間常に

地球全体を監視し、観測が可能になって、地球環境を把握することができるようになっていきます。

今日まで打ち上げられた人工衛星の数は約5,500基を超え、撮影された地表の画像は膨大な数になります。この画像は地球のさまざまな状況をあらゆる角度からとらえていて、観測、調査、記録、解析されています。地球全体にわたり地形、地質、植生、温度分布、気象などが画像や非画像のデータとして蓄積されています。特に画像データには自然の姿のある瞬間、凍結した状態で記録保存されています。これらのデータから地球誕生以来の変化の痕跡や大陸大移動、造山運動、火山活動などのさまざまな地球の過去の歴史が推定されます。人類の歴史もあとに残された古代都市や遺跡によって推定されます。宇宙飛行士でなくとも、誰でもが宇宙から地球をみることができ、遺跡を探ることができるようになったのです。

新しい調査の方法

コンピュータによるデジタル画像処理技術が向上し、衛星に搭載するセンサの能力がよくなると、地表の状況がますます明確になってきました。また、解像力の上昇、スペクトルの広がり、観測領域の拡大、そしてマイクロ波による観測が可能になり、取得する画像の質が向上したこともあります。合成開口レーダーによる画像が取得できるようになると、いっきょに大きな成果がえられるようになりました。雲や霧に覆われた場所や森林地帯、岩石や沙漠など、従来不可能であった地域の調査が可能になったのです。衛星やスペースシャトルに搭載されたレーダーによって、密林の下にある古代の運河がみえたり、エジプトの沙漠の下に埋もれた河川の跡、また万里の長城などが検出できるようになりました。

このように古い河川や道路など、また遺跡などがみえるようになると、古代の自然環境などが推測できるようになります。文献を調べ、地図を集め、長い時間をかけて現地へ赴き、地上調査を行ってきた考古学の分野に新しい方法が加わったのではないかと考えられます。

現在行われている方法として、すでにわかっている遺跡などがどうみえるのか、どのような環境なのかを探り、場所の経緯度、探査のルートを調べ、過去に撮影された衛星データなどを集め、現地で地上調査が行われています。しかし、この調査方法は考古学の研究者との共同作業であり、十分な打ち合わせが必要であることはいうまでもありません。

次に、具体的に紹介することにします。

宇宙から歴史と文明を探る

最初に、今から約18,000年前、海面が150mほど低下したときの、旧大陸と新大陸をつないだ現在のベーリング海について考えてみます。現在、ベーリング海のもっとも深いところで42mであるため、その当時、完全に陸地化していました。その時代をベーリンジアと呼んでいます。人類は、約12,000年前から12,500年前にアリューシャン列島を抜けて北アメリカ大陸の縁を通り、南アメリカの突端のフエゴ島まで拡散しました。この移動は意外に早く、約2,000年から2,500年でした。最近、DNAによる計測で、オーストラリア北部に約5万年前に到着していたことが確認されました。アボリジニが住んでいたタスマニアへは約4万年前に、ミクロネシアやポリネシアへは紀元前1,000年ごろに移動しています。この環太平洋地域には、意外にも、人類の拡散がたくさん行われた痕跡が残っています。

私が注目した、中緯度帯、すなわち北緯15°から35°、40°は、乾燥帯または荒れた土地が