

赤道下太平洋の宇宙開発利用支援地における 気候等環境変動状況とその影響について

(社)東亜科学技術協力協会 石戸 喜夫

1. はじめに

本調査研究は、わが国の宇宙開発を支える重要な海外支援拠点であるキリバス共和国クリスマス島において地球温暖化に伴う環境変動と、それが人々の生活、産業、自然環境等に及ぼす影響を調査し、持続可能な社会構築に向けた方策について考察することを目的とする。

クリスマス島はキリバス共和国東端、北緯 2 度、西経 157 度、ハワイから約 2,000km の赤道直下に位置するサンゴ礁により出来た島である (図 1)。ほぼ赤道直下に位置するため年間を通して温暖で、降水量は 700mm、主に東からの貿易風が吹いている。島の面積は 388km²、東京 23 区の約半分の広さである。人口は約 5,000 人と推定される。

地球温暖化に伴う気候、海洋等の環境変動調査には、宇宙から地球全体を継続的に観測することが出来る地球観測衛星データを利用した。また、人々の生活や産業に必要な電力、水資源等の社会基盤調査ではデンマークエネルギー開発フォーラムの調査報告書「島嶼地域における再生可能エネルギー/世界の島々の取組み」や環境分野の最新技術動向等を参照し、クリスマス島の持続可能な社会構築に向けた方策を考察した。

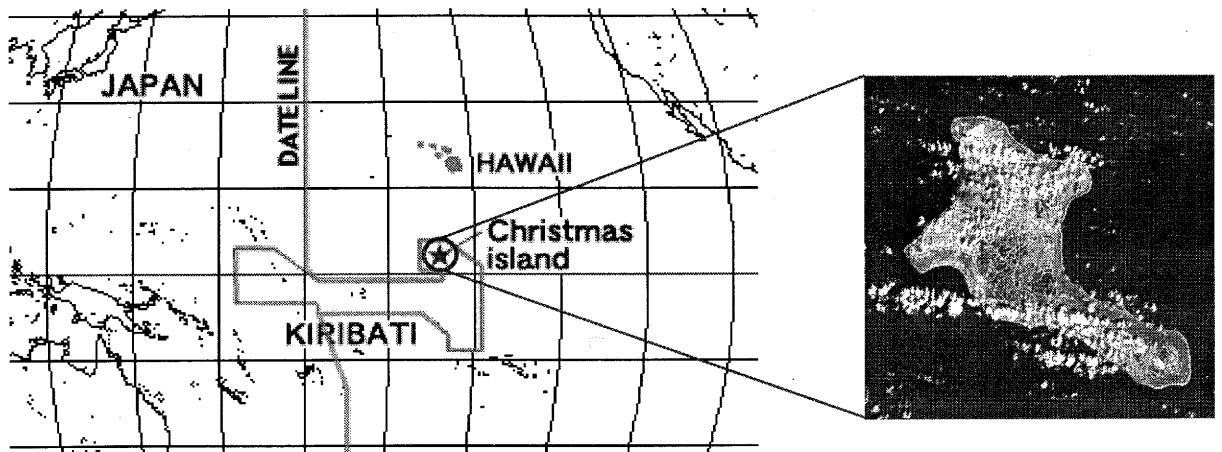
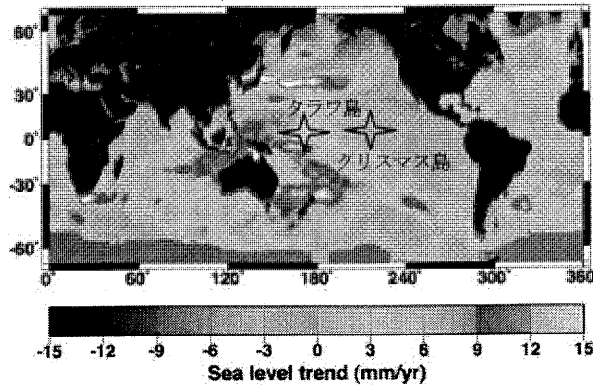


図1 クリスマス島

2. キリバス共和国の現状

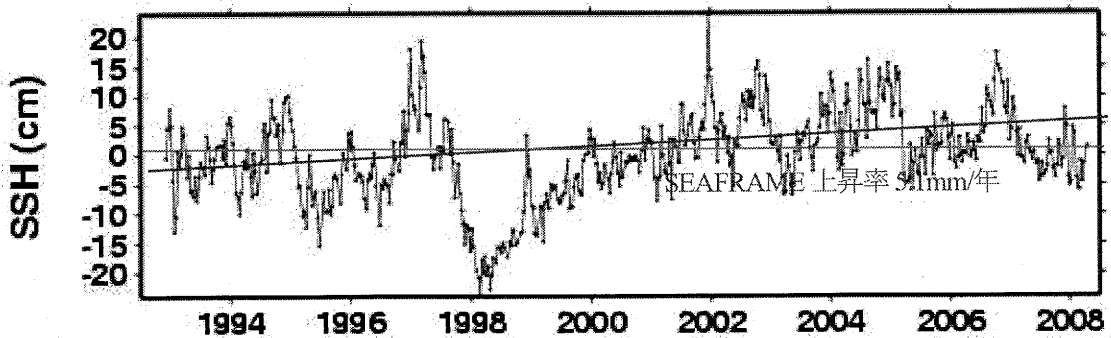
(1) 海面水位

地球温暖化に伴う島嶼国の懸念として海面水位の上昇がある。図 2 は高度計を搭載した衛星データによる全世界の海面水位上昇率でオーストラリアを中心とした南太平洋地域が高い上昇率を示している。キリバス共和国では、クリスマス島の海面水位上昇は認められないが、首都のあるタラワ島において上昇している。図 3 はタラワ島の過去 15 年間の衛星データによる海面水位の変化とオーストラリア政府が主宰する「南太平洋地域の海面水位測定プロジェクト」が設置した潮位計 (SEAFRAME) から得られた海面水位上昇率である。尚、キリバス政府はタラワ島の水没懸念を表明し、各国に支援を要請している。



(出典：米国コロラド大学)

図2 衛星データによる海面水位変化率の状況



(出典：米国コロラド大学)

図3 キリバス (タラワ) 海面水位の変化

(2) クリスマス島の電力と水資源

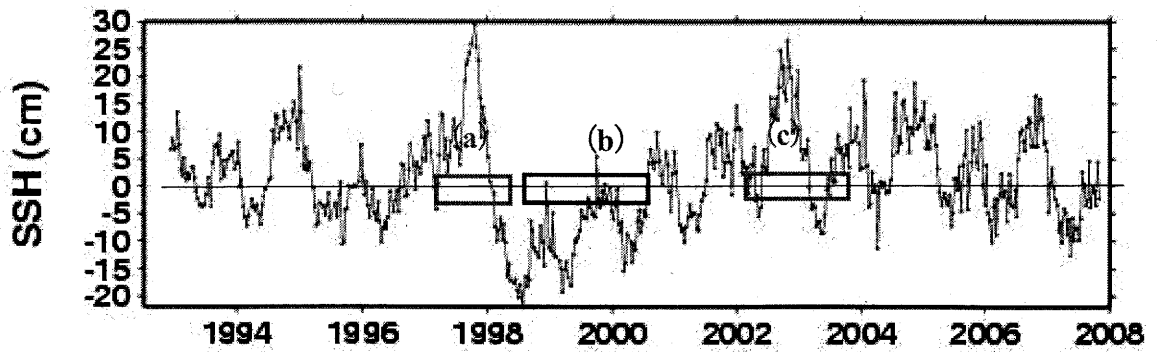
キリバス共和国の電力エネルギー源は化石燃料を用いた発電に依存しているが、財政事情等から十分な電力を確保するのは厳しい状況である。特に、地方の一般家庭用は照明を目的として夜間に限定された供給となっている。

また水資源については、環礁からなるクリスマス島は地下水脈がなく環礁の地中に溜まった雨水が主な水源であり、降雨が少ないと海水が浸入し利用できなくなる。特に近年の人口増加、地球温暖化等の気候変動による降雨減少や高潮による水源の破壊が懸念されることから、水資源は人々の生存に係る切迫した問題である。

3. クリスマス島の自然環境

クリスマス島の自然環境評価として、海洋環境分野において海面水位、サンゴ礁及び海面温度を選定し、気候分野では温室効果ガス CO₂、海上風及び降雨量に焦点をあて、これらの状況を衛星観測データにより概観した。熱帯太平洋中部の赤道域に位置するクリスマス島の自然環境は通年で大きな変化はなく穏やかであるものの、エルニーニョとラニーニャの発生により大きな影響を受けることが判明した。

海面水位は、過去15年間の衛星データでは水位の顕著な上昇は認められないが、97~98及び03年のエルニーニョ現象において海面水位が上昇しており(図4)、継続的な監視が必要である。



(出典：米国コロラド大学)

□ エルニーニョ発生期間 □ ラニーニャ発生期間

図4 クリスマス島付近の海面水位変動と海流の動き

サンゴ礁は、クリスマス島において観光資源であるとともに気候変動の指標としても重要である。その分布状況を把握するため ALOS/AVNIR-2 の衛星データを用いサンゴ礁の分布域の抽出を試みた。その結果、衛星データによるサンゴ礁モニタリングの可能性が示された (図 5)。今後現地調査により、衛星データによる解析の検証とともに、より詳細な情報を得ることが重要である。

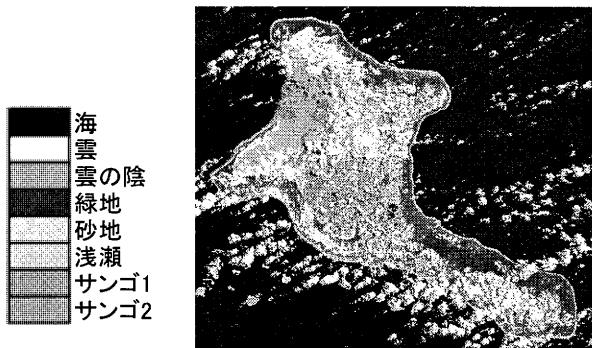
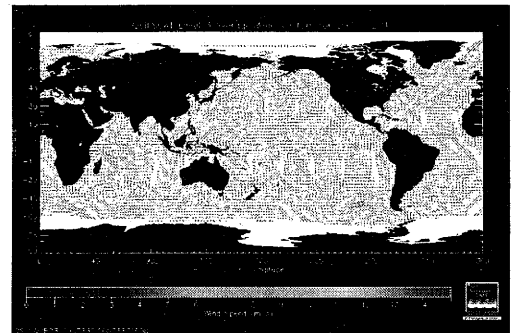


図5 クリスマス島の分類画像



(出典：米国航空宇宙局)

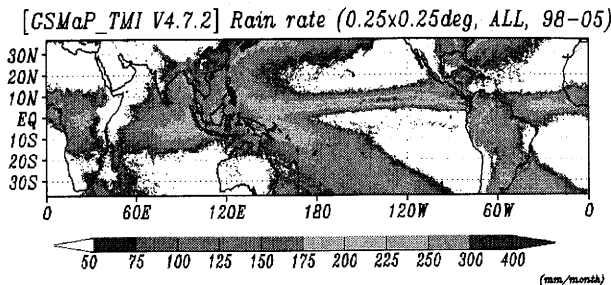
図6 衛星データによる海上風観測の一例

クリスマス島の再生可能エネルギー源として風と貴重な水資源である降雨量を検討した。海上風を観測する衛星データ (図 6) によるとクリスマス島の年間平均風速は 3~10m/s であり、風力発電に必要なとされる風速条件 3.5m/s をほぼ満たす。クリスマス島は、エルニーニョ現象で多雨、ラニーニャ現象では少雨となることが知られている。熱帯地域の降雨を観測する衛星データ (図 7) によると北緯 5~10 度において太平洋の東西方向に横たわる巨大な熱帯降雨帯は、エルニーニョ現象で南下、ラニーニャ現象においては北上する。クリスマス島は南下時に熱帯降雨帯に入り多雨、逆に北上時は熱帯降雨帯が遠ざかるため少雨になると推定する。エルニーニョとラニーニャの発生は、海面温度を熱赤外バンドやマイクロ波の観測装置を搭載する衛星データにより捕らえることができる。

CO₂は温室効果ガスとして地球温暖化の最も大きな要因とされている。産業革命以降に人類の活動により石油、石炭等の化石燃料を大量に消費したことで CO₂ が急激に増加し、この削減が世界的な課題となっている。クリスマス島では米国エネルギー省が 1970 年代から CO₂ を観測しており、CO₂ 濃度は僅か 40 年程度で 330ppm から 380ppm まで加速的に上昇している (図 8)。大気中の濃度が 500ppm を超えると海洋の酸性化等を含めて、地球環境に重大な変化がもたらされると言われている。大陸から離れ、周囲が海に囲まれたクリスマス島の観測データは海洋と大気境界値を示す重要なものと考えられる。

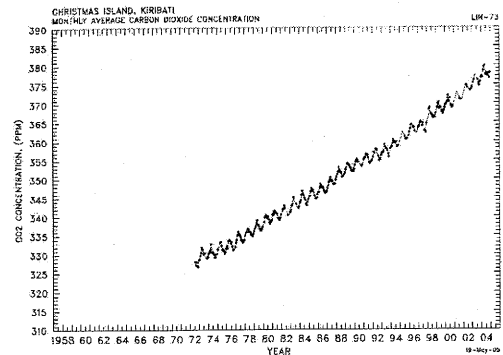
日本では平成 20 年に CO₂ を地球規模で精度良く観測する温室効果ガス観測衛星 GOSAT の打上げに成功し、

世界初の衛星による観測がスタートした。クリスマス島のような地上観測データと広域の衛星データを組み合わせることでCO₂の発生源、伝播、分布等が地球規模で把握できるようになる。



(出典：JAXA)

図7 TRMM/PRによる低緯度の降雨の傾向



(出典：米国スクリプス海洋研究所)

図8 クリスマス島におけるCO₂濃度

4. 今後のモニタリングシステムと社会基盤の考察

太平洋中央部の赤道付近に位置するクリスマス島は、気象、気候学的に重要な場所に位置する。このため、モニタリングシステムの構築として世界の宇宙機関が提唱している地球観測システム GEOSS (Global Earth Observation System of Systems) のためのモニタリングの拠点とすることで、地球規模の環境変動と持続可能な社会への貢献が期待される。モニタリングシステムはリアルタイムでの情報配信が重要であるため、衛星システムと観測システムとの連携が考えられる。

同時に、それらの情報の発信基地として自然エネルギーの積極的な利用を目指した社会基盤の強化、産業振興、教育環境の充実をはかることが求められる。クリスマス島では年間を通して安定した日照と貿易風を利用できるため再生可能エネルギーを利用した100%エネルギー自給できる社会を目指すことができる可能性を秘めているといえる。水資源については最新の技術により海水を真水化し、上下水道と一体整備することで水資源の確保、衛生面の強化、更に島内の環境保全へと繋がり、循環型社会基盤が構築される。

5. おわりに

キリバス共和国クリスマス島における気候等環境変動状況の調査とその影響を社会基盤の視点から考察した。

クリスマス島の気候は、その地理的環境から太平洋熱帯域特有の海洋と大気の大循環により通年で安定し穏やかであるが、海洋の特異現象であるエルニーニョやラニーニャが発生すると海面温度、海面水位、降雨量等が大きく変動することが衛星データから明らかになった。更に、社会基盤との関連で風力等の再生可能エネルギーによる発電、海水の真水化による安定的な飲料水確保、観光資源であるサンゴ礁の衛星監視等の可能性を検討した。

一方、国際的な課題である地球温暖化は、国連主導のIPCCやCOPにおいて地球環境に及ぼす影響の予測、温室効果ガスCO₂排出低減への取組みが議論され、その実現に向けた活動が活発に行われている。とりわけ海面水位の上昇が社会基盤の脆弱な島嶼国へ及ぼす重大な懸念を提起している。幸いにも今回の調査ではクリスマス島の海面水位に顕著な上昇は認められなかったが、キリバス共和国の首都タラワでは海面上昇が認められることから、宇宙開発利用支援地のクリスマス島を含む広域の気候等環境変動とその影響を持続的に監視し、島嶼地域の安全や社会基盤を充実することの重要性を認識した。このなかで地球観測衛星データがより活用されることを期待する。

最後に、本調査研究に有益なご助言、ご指導をいただいた有識者委員会の先生方に厚く御礼を申し上げる。また本調査研究では、現地調査も併せて行う予定であったが、クリスマス島空港の滑走路不具合によりハワイとクリスマス島間の定期航空便が2008年9月2日以降運行を休止しているため、現地調査は対象外とした。このような事態にご支援をいただいた渡辺財団の関係各位に厚く謝意を表す。