

キャンベラの超伝導重力計とSTS-1地震計で観測された常時地球自由振動スペクトルの比較

Comparison of Earth's background free oscillations observed with SG and STS-1 at Mt. Stromlo, Canberra

名和 一成 [1], 須田 直樹 [2], 深尾 良夫 [3], 佐藤 忠弘 [4]

Kazunari Nawa [1], Naoki Suda [2], Yoshio Fukao [3], Tadahiro Sato [4]

[1] 地調, [2] 広大・理・地球惑星, [3] 東大・地震研, [4] 国立天文台

[1] GSJ, [2] Earth & Planet. Sys. Sci., Hiroshima Univ., [3] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo, [4] NAO

常時地球自由振動は様々なセンサー・観測点で観測可能なグローバルな現象である。これまでの研究で観測点やセンサーによってノイズ（信号）レベルの違いが明らかになっている。今回、キャンベラの超伝導重力計とGEOSCOPEのSTS-1地震計の常時自由振動スペクトルを比較した。キャンベラでは約1 mHzより短周期側ではSTS-1、長周期側ではSGのノイズレベルが低いことがわかった。SGは長周期モードの検出に有効と考えられるが、長周期側では気圧の重力効果を考慮することが重要である。実際キャンベラSGデータを使い、気圧補正によって1.5 mHzより長周期側でノイズが低減できること、それによって地震起源の0S0モードのS/Nが向上することを確認した。

[はじめに]

常時地球自由振動は南極の超伝導重力計(SG)データの解析で発見され、その後、IDAのラコスト重力計(LR), IRIS, GEOSCOPEの広帯域地震計(STS-1)といった様々なセンサー・観測点で捉えられていることが報告された(Nawa et al., 1998; Suda et al., 1998; Tanimoto et al., 1998; Kobayashi and Nishida, 1998)。しかし、その見え方は観測点毎に少しずつ異なっている。その違いを明らかにし原因を追及することは、励起源を考察するうえでも重要である。

[SGとSTS-1の比較]

キャンベラの超伝導重力計は海半球計画によって97年1月に設置されて以来、順調に観測を続けており、常時自由振動研究に貴重なデータを提供している。98年合同大会では世界のSG、IDA(LR)との比較を行い、約1 mHzより短周期側でこのキャンベラ観測点がこれまで解析した他のSG観測点の中で最も低ノイズであり、IDAのSUR(南アフリカ)観測点と同等のノイズレベルを達成していることを示した。しかし、最近のSTS-1データの解析結果(Kobayashi and Nishida, 1998; 須田ほか、本学会)では最も静かな観測点の約3-5 mHz付近のノイズレベルがSGやLRよりも低く見えている。SG観測点があるキャンベラ・ストロームロ山にはGEOSCOPE観測点がありSTS-1による観測が行われている。今回、センサーによるノイズ特性の違いを調べる目的で、ストロームロ山のSGとSTS-1との比較を行った。

解析したGEOSCOPEデータはSGと観測期間が重なる97年1年分の10sサンプリングのVHZチャンネルデータである。これまでの解析と同様、大きな地震の起きていない期間のデータを使って平均スペクトルを計算し、全く同じ期間のデータを使って計算したSGの平均スペクトルと比較した。パワースペクトルは2 mHzより低周波側で $f^{-(2+a)}$ の形を取り、aの値はSGでは0に近くSTS-1では0.5に近い。1 mHzあたりで両者の値はほぼ一致し、それより高周波側ではSTS-1がSGよりもノイズレベルが低く、それより低周波側では逆に高くなっている。スペクトルの形がほぼフラットな2 mHzより高周波側でのSTS-1のノイズレベルはSGのおよそ2/3分の1で、 $10^{-(18)}\text{m}^2/\text{s}^3$ 以下であった。これはIRIS/IDAの最も静かな観測点(須田ほか)に匹敵するレベルである。これら観測点やキャンベラの結果を総合すると2 mHzより低周波側では、気圧補正前のスペクトルの形を $f^{-(2+a)}$ としたとき $0 < a < 0.5$ であり、キャンベラSGの結果を重視するとaは0にかなり近い値となる。

[長周期帯域のノイズレベルと気圧補正]

キャンベラSGは、STS-1に比べて長周期側のノイズレベルが低かったが、同様に約1 mHzより長周期側でIDA観測点のノイズレベルと比較したところ、SUR, PFO(カリフォルニア), ESK(スコットランド)いずれの観測点よりも低いことが確認された。これは長周期帯域でのSGの潜在能力の高さを示唆する。しかし、この帯域付近から長周期側では大気の引力と荷重による重力効果が大きくなっていくことが知られており、気圧効果の補正によってノイズレベルが変わることに注意する必要がある。実際キャンベラSGデータを使って、気圧変化による重力変化の応答係数を最小自乗法で決めて補正することによって約1.5 mHzよりも長周期の帯域でノイズレベルを低減できた。またそれによって地震で励起された0S0モードのS/Nが向上することも確認できた。

[議論・今後の課題]

現時点では短周期モードの観測にはSTS-1が適していると言えよう。キャンベラSGでさえ明瞭な日変化を示す

ノイズレベル(須田ほか)に達していない。しかしながら、ここで問題にしているような低いレベルでのノイズ特性の比較では、収録システムも含めた観測条件を出来るだけ揃えた上での比較が必要になる。また、観測点毎に地動ノイズ特性が違ふことは十分に考えられる。そこで、センサーそのものの違いを見るには同じ場所で比較することが重要である。STS-1と同じ地震計用収録システムを用いる予定の名大犬山地震観測所のSGのSTS-1との比較観測の結果が期待される。長周期側ではSGのノイズレベルが低かったが、この長周期帯域でモードの検出をする際、気圧の並行観測とそのデータを用いて適当な気圧補正を行うことが重要である。IRIS/IDAのBFO(ドイツ)観測点のSTS-1(須田ほか)は長周期側でもキャンベラSGと同等かそれ以下の低ノイズを実現しているが、センサーによる特性の差を調べる観点からもSTS-1データでの気圧補正の有効性についても調べる必要がある。