

卒業研究概要

成績：

提出年月日 2009年 1月 29日

卒業研究課題 重力波のデータ解析における分散処理の必要性

学生番号 A05-043

氏名 北口 潤

概要 (1000字程度)

指導教員 真貝 寿明

印

一般相対性理論によれば、大質量の物体の激しい運動は周囲の時空を歪ませ、時空の歪みが波のように伝わる。この波動現象を重力波と呼ぶ。重力波の直接検出はまだされておらず、発見されれば重力波の天文学が発展する。本研究では、Einstein@home という重力波検出を目的とした世界的な規模の分散処理プロジェクトを題材にし、計算過程の見積もりや分散して計算をさせる理由を研究した。

Einstein@home はレーザー干渉計から得られるデータを用いて、パルサーからの連続的な重力波を発見しようとするプロジェクトである。重力波はパルサーの形状が回転軸の周りで非対称であれば発生するとされており、電磁波を利用して正確な回転の周期がわかっているパルサーや、その他のパルサーが出すであろうと考えられる重力波の周波数を対象にする。フーリエ級数展開の特性を利用して、周波数が何 Hz の波かまた何秒間に変化があったかを求める計算を分散して行う。

本研究では、ノイズの中に重力波を含ませたデータを解析し、どのように周波数が不明な重力波を発見することができるのか検証した。図1は1秒間の信号を20000個の値で与えたサンプルデータである。Einstein@home の実データに合わせ、観測時のノイズと故意的な重力波を含めてある。周波数や波の検出時刻が不明なデータから、それらを計算する解析プログラムを、シンプソンの公式を用いた区分求積法でC言語を用い作成した。図2は、180~200Hzの間にノイズ以外の信号が含まれていることを示し198Hzの波が有力であることを表している。図3は周波数198Hzの波が0.8の時に重力波が到達していることを示している。

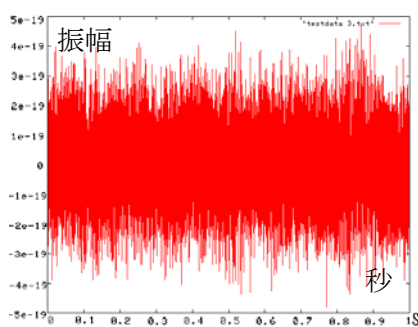


図1.重力波のサンプルデータ

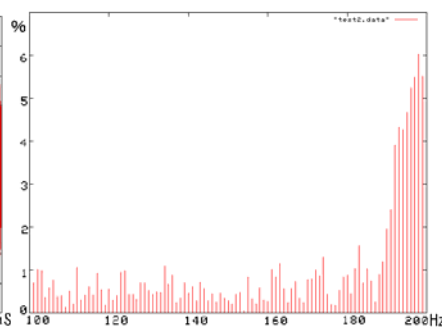


図2.周波数のパワースペクトル

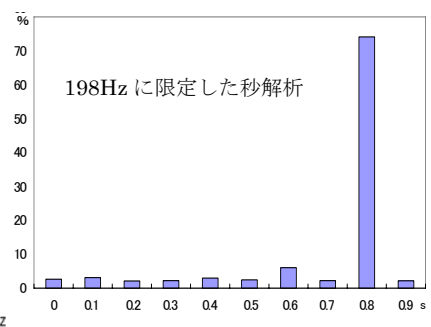


図3.0.1秒刻みのパワースペクトル

今回作成したプログラムでは、周波数50Hz~300Hzの間で1秒間(0.1秒刻み)のデータを用いて計算した結果、周波数と検出時間を特定するのに約6秒かかった。実際の解析を想定して、30時間分のデータで50Hz~1500Hzで検出時間を0.001秒刻みで解析すると、現プログラムでは約104400時間かかり、約12年必要となる。実際のパルサー重力波の同定には、さらにパラメータがあるので、計算量はさらに増える。分散処理が必要な計算であることがわかった。

(サンプルデータは、大阪市立大学の神田展行教授よりいただいたデータを加工して使用した。)