

重力波による宇宙の観測とデータ解析

大阪市立大学理学研究科 田越秀行

一般相対性理論は、自然界に存在する4つの力のうち、重力について記述する理論である。重力波はその一般相対性理論によって存在が予言されている、時空のゆがみが波動として伝搬する現象である。今年是一般相対性理論が誕生してからちょうど100年目になるが、重力波は非常に微弱であるため未だに直接的に検出はされていない。現在重力波の直接建設を目指して、アメリカ、ヨーロッパ、そして日本でレーザー干渉計型重力波検出器の建設が進められている。一般相対性理論の重要な予言の一つである重力波の直接検出は、それ自体、一般相対性理論の検証となるだけでなく、宇宙を観測する新たな手段を我々に提供することになると考えられている。

重力波を検出するためには、感度のよい検出器を作ることが最も重要であるのはもちろんだが、それと同時にデータ解析も重要である。現在の技術では検出器の感度を向上させても、期待できる重力波信号の振幅は多くの場合雑音レベルより小さいか、せいぜい同程度にしかならないため、雑音の中から微弱な信号を探し出すことが必要になるからである。

また、重力波信号は、(1)信号の継続時間、(2)波形が原理的には理論的に予測可能なものであるか、あるいは統計的な性質でのみ特徴づけられるものなのか、(3)原理的に予測可能であっても、実際に理論的に正確に予測されているかいないか、などの性質によっていくつかのカテゴリーに分類される。それぞれについて信号を取り出すための最適な方法が違いため、重力波信号の性質に応じて用いるデータ解析方法が変わってくる。

本講演では、検出器建設状況、重力波観測によってなされるであろう、物理学的、天文学的成果への展望について簡単に説明した後、重力波検出器のデータ解析で用いられている様々な手法について紹介する。特に統計的な解析手法が物理学的、天体物理学的な結果を導くために果たす役割について述べる。