

KAGRAへ拡がる期待

山崎：今、取り組んでいらっしゃるKAGRA*1への意気込みを聞かせてください。

梶田：はい。まずは先日、重力波の発表(2月11日=日本時間12日、アメリカのLIGO*2が重力波の観測に成功したと発表)がありました。驚いたことは、連星中性子星の合体の頻度からすると、今回の観測は、まあまず引かないだろうという、0.0いくつかのレベルの予想値だったんですね。それが、実際に観測を始めようとする直前のエンジニアリング運転の段階で見つかった、しかもブラックホール連星の合体だった。それが意味しているのは、これまでブラックホールがどれほどあるかわからないので、ある程度の議論はしても、あまり声を大にして「それを発見する」などとは言っていなかったんですけども、どうやらそっちがメインのシグナルかもしれないという感じですね。もしかしたら、相当な数のブラックホール連星の合体のようなものが、今作っている世代の検出器で見つかって、色々な天文学が可能になるのかなと思います、実は今、かなりエキサイトしています。

山崎：本当にそれほどのイベント数が今後も続いていくのだったら、アメリカの2つの検出器や日本、他の外国の施設も総合して考えると、随分大きな実験装置になるのではないのでしょうか。

梶田：そうですね。ヨーロッパもおそらく、ここ1年くらいの時間スケールで最初の観測をやってみるだろうし、我々もこれから3月に干渉計のテスト

をした後、本格的な防振装置等をしっかり入れる作業に入ります。主要装置の組み込みがあと2年。その後はどれだけ早く運転できるようになるかですけど、2年ほどのスケールでチューニングの段階に入っていきます。アメリカの方も、今回はまだ最終的な設計感度の3分の1程度なので、彼らもこれからまだまだ色々な作業が必要です。おそらく今後5年くらいの間に急激に発展していく分野だと思いますね。私たちもこれだけ大がかりな装置を造らせてもらって、予想以上のサイエンスができる気がしているので、本当にありがたく思っています。

山崎：地震の問題とは、どう絡むのでしょうか。

梶田：確かに日本にいと地震のことは常に気になるので、KAGRAには坑道の岩盤に鏡を据え付けたようなレーザー干渉計を備えていて、地震も測れるし、地球の固有振動まで測れるようになっています。これは東大の地震研究所が担当しています。そうした独自の装置を持っているので、双方のデータを比べることで、KAGRA本体で何が見つかった時に、それが地震によるものではないと言えるようにしています。

小林：KAGRAとヨーロッパのVIRGO、LIGO(米国内2カ所にある)の4つで、どのくらい方向がわかるのですか。

梶田：それはSN比にもよるのですが、多分、典型的に10平方度のオーダーだと思います。3度×3度で9平方度ですね、そのくらいまで絞り込めるということです。

小林：要するに、空を見上げて縦に3

度、横に3度くらいの方向から来たとわかるということですね。

梶田：そのくらいまで絞れると、木曾にあるような、大立体角をカバーできる望遠鏡で観測できるでしょう。

小林：かなりの高確率で同定できる可能性がある。どこから来たか、方向がはっきりわかる方がいいわけですね。

梶田：そうです。3つの干渉計が必要だと言ったのは、重力波の干渉計1つでは基本的には方向がわからないので、3つあれば、たとえば重力波の信号がどういうタイミングでそれぞれの装置に入ってきたかを調べ、逆算することで、来た方向を特定できるわけです。

山崎：この現象はいつ頃の宇宙で起きているといったことは、レッドシフト*3などからわかるのですか。

梶田：いや、今回の観測について言うと、まず波形が見つかって、合体した瞬間が見えています。瞬間の直前の周波数の解析によって、だいたいそれぞれがどのくらい質量があったかということがわかるわけです。それがどの距離にあったら、どのくらいの振幅かもわかります。一般相対性理論のブラックホールとして曖昧さがなく、測った振幅からそのくらいの距離だとわかります。

小林：ブラックホールの合体だと、何か光学的なシグナルはあるのですか。

梶田：ないと思っていたんですが……。もう既にフェルミ*4の方でそれと矛盾が無いという信号が見つかったという論文も出ていますが、詳細はわかりません。

*1 KAGRA: Cryogenic Gravitational wave Telescope (大型重力波望遠鏡)の愛称(かぐら)。神岡鉱山内にスーパーカミオカンデやカムランド(KamLAND=東北大学大学院理学研究科付属ニュートリノ科学研究センターによる反ニュートリノ検出器)、ダークマターを検出するXMASSと同じ地下に建設され、レーザー干渉計の基線長は3,000m。低い地面振動と長い基線長、鏡の冷却が特徴。

*2 LIGO: Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory.アメリカ国立科学財団(NSF)が設立したレーザー干渉計重力波観測所。重力波検出のための大規模な物理学実験施設。

*3 レッドシフト: 赤色偏移。スペクトル線の波長が、ある種の原因によって長波長側にずれることをいう。

*4 フェルミ: 宇宙ガンマ線観測衛星。2008年に打ち上げられ、現在も常時宇宙ガンマ線を観測している。