

宇宙の謎に迫る

～暗黒物質と暗黒エネルギー～

私たちはどこから来たのか。宇宙はどうやって始まったのか。これは人類が長い間考えてきた大きな謎で、まだまだ未解明なことが多い。数学、物理学、そして天文学を結集し、世界の科学者とともに宇宙の謎に迫っている村山斉氏が、最新の研究成果を語った。

講師：村山 斉 氏

東京大学国際高等研究所 カブリ数物連携宇宙研究機構
(Kavli IPMU) 機構長



宇宙の謎を探るために 重要な二つの装置

私たちはどこから来たのか。その謎の答えはタイムマシンがあれば分かるが、実際に作ることは不可能。しかし、タイムマシンと同じような働きの装置がある。それが巨大望遠鏡と加速器だ。

すばる望遠鏡では、光が何億年もかかって届く遠くの宇宙を見ることができる。これは何億年も過去の宇宙を見ることを意味する。また、望遠鏡では遠くの銀河が赤く見える。赤い光は波長が長く、銀河が光を出した後、宇宙が広がっていることを示している。宇宙が大きくなると中身が薄まって冷たくなる。対して昔の宇宙は、小さくて熱かったことになる。

ビッグバンは138億光年^{あなた}彼方を観測することで見るができるが、望遠鏡では宇宙誕生後、38万年後の様子しか見られない。その先を調べるためには加速器が必要だ。加速器で中性子と陽子(共に原子の中心にある原子核を構成するもの)を衝突させると、ビッグバンの3分後の姿を再現できる。その結果、水素とヘリウムが3対1の割合でできたことが分かった。

星の内部では 何が起きているのか?

私たちの体を作るには、水素とヘリウムのほかに、炭素やカルシウム、リン、鉄、窒素などさまざまな元素が必要だ。最近になってこれらの元素は星から来たことが分かってきた。

太陽の中では、高温高密度の状態が原子が押し込まれ、くっつき合っている。実際四つの水素に圧力をかけるとヘリウム、ニュートリノ、陽電子という反物質ができる。注目すべき点は、反応前と比べると、反応後は軽くなっていることだ。アインシュタインによると、重さ(M)はエネルギー(E)と同じなので、太陽は重さをエネルギーに変えて光っていることになる。

見えない太陽の中心で起きていることを知る手掛かりとなるのがニュートリノだ。私たちが感じることでできないニュートリノを捉えようと作られたスーパーカミオカンデで太陽の写真を撮ったところ、太陽は原子の組み立て工場であることがはっきりした。

星は生涯の終わりに大爆発を起こし、組み立てた原子を宇宙空間にばらまく。ばらまかれた原子が集まって星ができ、再び爆発して、やがてカルシウムや炭

素などの原子を持つ地球ができる。つまり、私たちは星から来たことになる。

宇宙の謎を解く鍵は 暗黒物質と暗黒エネルギー

星を作ったのは、まだ正体が分かっていない「暗黒物質」で、重力の基となっている。暗黒物質があると重力場によって背後の銀河が歪んで見えるので、銀河を観測することで暗黒物質の分布を調べられる。研究の結果、宇宙の物質の8割以上が暗黒物質だと分かった。

ところで、ビッグバンの後、宇宙はどんどん膨張しているが、重力が引き戻そうとするため、膨張のスピードにはいずれブレーキがかかると考えられていた。観測したところ、膨張が加速していたため、重力に逆らって押すエネルギー、暗黒エネルギーの存在が分かった。

宇宙は5%の原子、27%の暗黒物質、68%の暗黒エネルギーでできている。現在、暗黒物質の正体を探るため、国際リニアコライダー(ILC)という計画が進められている。計画に欠かせない巨大加速器は、5年前に日本が有力候補と決まったが、いまだ日本政府は建設を明言していない。基礎科学は人類共通のもので、世界平和に結びつく。ILCもぜひ日本発で実現したいので、ご支援をお願いしたい。