

## 村山齊先生と

## 高校生たちの

## 懇談会

2023年12月6日15:38 @ 東海文化センター 第1、第2会議室

村山先生のご講演の後、日立第一高等学校と水城高等学校の生徒の皆さんとの懇談会が行われました。「なぜ今基礎研究か」という先生の講演を受け、熱心な質問が次々に寄せられました。質問者の前まで進み一つ一つ丁寧に回答される先生の姿も印象的でした。



## 重力波の研究の将来の展望を教えてください

重力波は今後、多方面で注目されると思います。例えば、宇宙でブラックホールが誕生する瞬間に放出される重力波を検出し、ブラックホール誕生の謎を調べる研究があります。これまでの研究では、銀河系内の比較的小さなブラックホール同士が融合した時の重力波を検出することに成功しています。一方、私たちの銀河系の中心には、太陽の400万倍の質量を持つ超巨大質量ブラックホールがあります。ほとんどの銀河の中心には、同様に超巨大質量のブラックホールが存在しているのです。銀河は、近くの銀河と吸収合併を繰り返しながら大規模になっていきます。銀河が合体すると、それぞれの銀河の中心にあるブラックホールもいずれは合体するはずですが、その現象はまだ観察されていません。そういう未知の現象も重力波を使って見つけようとしています。この他にも、宇宙の起源とされるビッグバンを重力波で観測しようとする研究もあります。ビッグバンの観測は、宇宙のはるか遠くを見て、過去の宇宙の姿を調べることで行います。ところが、宇宙も過去に遡ると、だんだん濃く、熱くなり、光も届かないので、その先は見えません。でもその見えない先の宇宙も、重力波を検出できれば、ビッグバン、つまり宇宙の始まりを観測できるのではないかと考えられています。宇宙が生まれるときに急膨張（インフレーション）してぐらぐらと揺れたときに生まれた重力波をとらえることで、まだマイクロなサイズだった宇宙を観測するのです。この重力波を検出するべく、人工衛星 LiteBIRD（宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星）が2032年の打ち上げを目指し、日本主導で開発が進められています。重力波の今後の展開に大きく期待しています。



## 講演で反物質に興味を持ちました。反物質は実際にどうやって創るのでしょうか？

$E=mc^2$ の式で示されるように、太陽の重さ  $m$  はエネルギー  $E$  に変わります。この式はイコールでつながっていますから、逆に加速器を使ってエネルギーをすごく高きしたものをぶつけると、物質の重さを変えることができます。物質と反物質のペアも同じ原理で、エネルギーから作ることができます。世界で初めて反物質を創ったのは1933年頃のことです。非常に強い光を物質に当てることで、電子と反物質の陽電子のペアができたことを実験で示しました。人類が初めて反物質を作ることになった研究です。このように、エネルギーを使って物質と反物質のペアを創ることは物理法則上可能ですが、実際の実験ではあまりできません。

映画「天使と悪魔」では、反物質を0.25g創った研究者が登場します。0.25gは角砂糖ほどの重さですが、その重さをすべてエネルギーに変えれば原爆がつくれる、と映画では脅迫します。でも、0.25gの反物質を作るためにはとてつもないエネルギーが必要です。現実の世界でそのために必要なお金を計算すると、一兆円の一兆倍の一兆倍だそうです。とても現実的には不可能です。だから反物質で危ない目に遭うこともないですね。でも、エネルギーを注ぎ込めば反物質を創れることは、間違いなく実験的に検証されています。



地球の中心に近づけば近づくほど時間が遅くなるという話がありましたが、それは人間が地球の中心に行けばタイムスリップできるということなのでしょうか。

重力というのは、宇宙から地球表面に近づくにつれ強くなりますが、地球表面より内部に入り、中心に行くにつれ逆に重力はだんだんと弱くなります。つまり一番重力が強いのは、地球の地表面のところで、その時間の流れが一番ゆっくりしているということなんです。では仮にブラックホールの中に入った場合はどうなると思いますか。ブラックホールは内部に行くほど重力が強くなるので、時間と空間がぐちゃぐちゃになって変なことになるのではないかと、とも言われていますし、もしかすると、ブラックホールの中に落ちていったら、中心からパツとタイムスリップして別のところに出るんじゃないか、と言う人もいます。ただ、とにかく入ったら出てこれないので、まだ誰も何もわからないのが現実です。

先端技術がどんどん変化しているという話がありましたが、それに伴って、基礎研究にはこれからどういった変化があるか、先生の見解を聞きたいです。

とても良い質問ですね。技術の進歩によって、基礎研究ではそれまで不可能だったことができるようになると、それまでわからなかったことがわかるようになります。すると今度はまた新たに、その時点の技術ではどうしてもわからないことができます。基礎研究が技術の進歩を生むこともあれば、このように進歩した技術が新しい基礎研究を作ることもある。技術も基礎研究もこうやって一緒に育っていくものだからこそ、どちらも大事だと思います。例えば、月面の懐中電灯の光さえ見つけられるくらい感度の高い装置が開発されたからこそ、ニュートリノが生じる弱い光を観測でき、研究が進化したわけで、こうした研究例は他にもたくさんあります。

将来宇宙関連の仕事につきたいのですが、高校生のうちにやっておくべきことはありますか？

興味を広く持つのが大事だと思います。自分がやりたいことばかりやってしまうと、知識の広がりなくなってしまうからです。例えば、研究をやっていると何かしら壁にぶつかることがあるのですが、それしかやってないと周りが見えていないので、本当に行き詰まってしまうんですね。でもある程度広く知識があると、ここに壁があったと思っても、あ、こっちだったら登れるかな、ここに穴があいてるな、みたいに、気が付くことができます。いろんなことに好奇心を持って、広く勉強する、本を読む、話をする、ということが、あとですごく役に立つと思います。

原子はほぼ綺麗な球体だろうと言われていますが、実際に原子の形を観察できるのでしょうか。

原子の形は電子顕微鏡を使うと、写真が撮影できるようになっています。電子顕微鏡は実は1種の加速器です。電子を高いエネルギーを使って加速すると、電子が波のような振る舞いをします。これを電子線といい、これを原子にあてることで原子のかたちを観察するのが電子顕微鏡装置です。電子顕微鏡で撮った原子の写真は、こうぼやっとしていますが、確かに形が丸いことが分かります。

そして、原子がたくさんくっつくと分子になりますが、分子の形を調べる場合にも加速器を使います。例えば薬を創る時は、構成しているタンパク質がどういう形で、別の環境下ではどう形が変わるかをしっかり調べることが大事です。その時に、加速器で使ったとてもパワフルな光：エックス線をあてて、実際のタンパク質の形を解析することが、実際の製薬研究に役立っています。ですから原子も分子も写真を撮って形を見ることができます。原子の電子顕微鏡写真と検索すると、インターネットでも出てくるといいますので、ぜひ探してみてください。

