

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 H.S

素粒子に働いている力には4つの力がある。重力、電磁気力、弱い力、強い力。

そして素粒子は今まで3つしか見つかっていなかったが、小林・益川理論により、第3世代、6つにすることで、どの理論にも自然に説明できるようになった。

ヒッグス粒子は、物体に重さを感じさせる粒子。

クォークとクォークの間にはとても強い力が働いていて、クォークも物体に重さを感じさせられるが、2%しか感じさせれない。残りの98%は全てヒッグス粒子から出ている。

スーパーコンピューターは、 $32 \times 32 \times 32$ の小さい計算する機械が入っている。スーパーコンピューターを動かすプログラムや計算結果なども人間が書いているため、実験が失敗することが多い。

人間が足し算を計算する速度は、0.1Flops。普通のパソコンが足し算を計算する速度は $10^9$ Flops。スーパーコンピューターは、1.2pFlopsだから、 $10^{18}$ Flopsぐらいで、普通のパソコンよりいろいろな計算ができるようになっている。しかし、スーパーコンピューターは計算することしかできないため、ウェブサイトを見たりすることができない。

Belle II 実験は、粒子と反粒子を逆方向に加速させてぶつけてどこに飛んでいったかや速さを予測する実験。地下11mの空間に高さ8mの大きな測定器があって、その中心で実験を行う。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 S.K

約135億年前にビッグバンが起きた。そのときに粒子と反粒子が同じだけ誕生したけれど、今は反粒子がなくなり粒子だけになってしまったが、いまだにその原因はわかっていない。

加速器とは

電子や陽子などの粒子を高いエネルギーまで加速させる装置です。

スーパーコンピューターは

普通の人が0.1Flopsでパソコンが1GFlopsであるが、スーパーコンピューターを使うと1.2PFlopsまで計算することができる。スーパーコンピューターの中には、普通パソコンの中に入っている計算する小さい機械が32枚で1セット、それがさらに32セットあることで作られている。だからパソコンについている計算力が32×32の1024コ分の力を発揮することができる。

最近ではスーパーコンピューターを使うとものすごい熱を放つので、それを冷やすために水槽の中に水を入れ、それで冷やしている。昔はパイプに水を通して冷やしていた。

将来、宇宙で別の星に住めるような星ができて、まずは自分たちの星の地球温暖化などを解決しないと移住できないといていた。理由は他の星に行っても自分たちの住めるようにしなくちゃいけないから。そんなことをしているよりはまず自分たちの環境の問題を解決しなくてはならないから。

だから、もし移住できるように将来になったら、その時は地球温暖化問題を解決しているのかなと思いました。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 D.K

スーパーコンピューターとは、特殊なコンピューターであり、計算することがメインとして作られているため、計算以外の事、例えば文章を作る、ウェブで情報を集めるといった事は苦手としている。

スーパーコンピューターでは、さまざまな理論の計算の手段として作られており、素粒子学、日本人初のノーベル物理学賞をもらった湯川秀樹さんの研究の延長線上にある原子核同士がくっつく時にはたらく力の解明時の計算などに使われています。しかし、いくら計算に特化していると言っても人がつくっている物なので、iOS やプログラムをまちがえる時もあるため、人間と同じように計算ミスもします。

スーパーコンピューターがあることによって、昔は人が計算をしていた何万、何億、…といった計算をすばやくできるようになったので、研究がさらに進んだ。しかしながら、一つの事が解決すると、そこから新たな疑問が生まれてしまう。そのため、もっと速い計算を出来るスーパーコンピューターが欲しくなるため、今の速度で満足するというのは、まずないのです。実験には必ずライバルがいるため、その人達より速く論文を提出し、結果を出さないといけないので、計算にかかる時間を極力短くする必要があり、そのためにもスーパーコンピューターは速くしなければなりません。

スーパーコンピューターは最初に述べた通り、普通のコンピューターではありません。そのために、大量の電気とコンピューターを冷やすための大量の水が必要となり、多大な電量がかかってしまいます。最近では、水ではない液体の冷媒につけ、動かすコンピューターも出ていています。スーパーコンピューターは実験をするためには必須の物で、これからの新たな計算速度向上に期待がされています。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 E.K

### スーパーコンピューターについて

#### 1. 性能

KEK のスーパーコンピューターは、計算力に特化しています。そのため、普通の家庭にあるような PC がするような、情報を収集することなどは苦手です。ですが、その分その計算力は、1.2PFlops にもなります。これは家庭にある PC が平均して 1GFlops なのに対し、約 120 万倍の速さです。因みに、神戸にある有名なスーパーコンピューター「京」は約 10PFlops です。家庭用パソコンの 1000 万倍の速度になります。

#### 2. 用途

そもそも KEK のスーパーコンピューターは、研究において理論を組み立てる側の仕事をしています。例えば、加速器の軌道の予測をしたり、素粒子同士をぶつけた際にどのような過程で飛び散るか、また、クォーク（陽子、中性子などを形成する）の振る舞い方などの直接実験につながるものから、質量はどのようにして生まれるか、陽子同士結びつけている力は何か、その力の流れはどのようにになっているか、という事まで計算で理論を強固にします。極小の世界では、力のかかる量がすさまじく、とても手計算では確かめられない事も多いのです。また、KEK 以外のスーパーコンピューターでは、薬の開発、車のしょうとつ試験のシミュレーション、天気の前測などを行っています。

#### 3. 使用方法

最初に、そのスーパーコンピューターに合ったプログラムを作り、ソフトウェアを作成します。続いて、そのソフトウェアに合ったプログラム言語にエンコードするためのエンコーダーを作成します。最後に、計算用のプログラムを書き、エンコーダーに通し、ソフトウェアに実行させます。このように人による作業が多く失敗も多いですが、確実性を上げるのが大事です。

#### 4. 未来

KEK のスーパーコンピューターは、今年で寿命を迎えます。その為、その度に性能を向上させています。なので、これからも性能は向上していくと思います。また、今は中国のスーパーコンピューターが速度世界一位なので、日本全体でそれを超えようという話もあるそうです。二位じゃダメなのだと思います。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 S.K

今回の職場体験で初めてたずねた共通基盤研究施設でスーパーコンピューターを見ました。スーパーコンピューターは見た目がただの箱のようなもので想像とはるかに違っていたので、スーパーコンピューターについてインタビューしたことをまとめます。

スーパーコンピューターの計算速度をあらわすのに「Flops」という1秒あたりにどのくらいの浮動小数点数の演算をできるかという単位をつかいます。普通のパソコンは約10GFlopsで、1秒に $10^9$ 計算することができます。今、最もすぐれているスーパーコンピューターの「京コンピューター」は約10PFlopsで、1秒に $10^{15}$ 回の計算をすることができます。

KEKには約1.2PFlopsのスーパーコンピューターがあります。スーパーコンピューターの性能は上記の早さはもちろんのこと、発生した熱をいかにコンパクトな設備で冷やせるかということでも決まります。KEKにある2種類のスーパーコンピューターはどちらもチューブの中に水を流す方式をとっていますが、本体を液体につけて冷ますという方法をとるコンピューターも存在します。KEKには2つのコンピューターがあると言ったけれど、なぜ2つあるのか、それは性質によって使い分けられるように2つあるそうです。一方は性能が良いがプログラムを書くのが大変で、もう一方は若干性能が低いけれどプログラミングが楽なものとなっているそうです。スーパーコンピューターのプログラムはコンピューターを形成している約1,600のパーツに同時に命令を出さなければならないので、プログラムがとても複雑なんだそうです。しかし、もう一方は1つにあてたプログラムを自動で32のパーツ宛にかえてくれるというもので、こちらの方が圧倒的にユーザーが多いそうです。

ここまでスーパーコンピューターについてまとめて来たが、KEKにあるスーパーコンピューターは共同設備なので、外部の人も使用することができます。「このような事をやりたいから計算をさせてください」という書類を提出して、審査委員が許可したら時間がわりふられて、その時間内で自由に使用することができます。KEKでは超新星爆発のシミュレーションなどに使っているけれど、薬の開発などに使うこともあるそうです。

最後に、スーパーコンピューターは時代がたつにつれてどんどん新しい高性能のものが作られていきます。性能のよいスーパーコンピューターを使用することでより正解に近づくことができます。つまり、時がたつにつれて今まで分からなかった様々なことがだんだんわかるようになってくるということです。スーパーコンピューターの進化は、人々にたくさん知恵を与えてくれます。これからもスーパーコンピューターの研究を続けてほしいです。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 S.N

### ニュートリノ物理の研究について

ニュートリノを測定する理由は、なぜ宇宙から反物質が消えてしまったということについてです。

現在ニュートリノの質量と CP 対称性の破れの解明をするために世界から 11ヶ国 500 人が参加している T2K 国際共同実験を行っている。T2K 実験の重要な所は J-PARK 加速器で生成される「大強度ニュートリノビーム」で、この加速器は毎秒 1,000 兆個つくることができ、これを 295km 離れたる岐阜県飛騨市神岡町の地下 1,000m の所にあるスーパーカミオカンデという測定装置に照射していて、これによりニュートリノ振動を発見した梶田隆章博士らが 2015 年にノーベル物理学賞を受賞した。

T2K 実験はそれをさらに進め、これらに関する新しい成果を次々として出していて、現在は反ニュートリノによる振動の測定も進行中。宇宙から反物質が消えてしまった謎の解明を目指しています。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 J.N

Belle とは、電子と陽電子を高速でぶつけた時に出来る粒子の観測するためにある機械である。なぜそのような実験をするのかというと、私達の住む地球や生物、宇宙の構成がどのような物質によってできているのかを調べるためであり、それらの構成の基本は素粒子によってできているからだ。現在となっては、小林 誠博士と益川敏英博士をはじめとしたさまざまな人々の実験の成果によって、粒子と対となる反粒子が宇宙から消えた謎の答えとなる、CP 対称性の破れという理論が生まれ、初めの時にはなかった粒子が次々と見つかっています。そのような中、現在 Belle は新たな粒子の発見をさらにしやすくするために、Belle II へと新しくし、前の Belle 実験で収集したデータの約 50 倍もの量のデータがとれるようにする工事が行われています。Belle II 実験では、前身となる Belle が調べていた時期より前の宇宙誕生直後に働いていた未知の物理法則の探索です。宇宙の構成でいまだ解明されていない物質「ダークマター」は約 26% もあります。今後 Belle II の実験では、前身の Belle よりさらに多くのデータからどのような事が分かり、そしてそれがどのような形で私達の生活と関わりを持つのかに期待が高まりますね。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 Y.K

宇宙のなぞ、生物や物質のしくみなど様々な事を研究している高エネルギー加速器研究機構では、その名のとおり電子や陽子を加速させて実験をしています。

電子を光速と同じくらいまで加速させて、まげることによって発生する紫外線や X 線を使った実験は、世界でも大きい方の実験器具を使っています。病院などでも発生させることができる X 線をなぜ大きい機械を使うかというと、X 線は X 線でもより明るい X 線を発生させるためです、明るい方がどんな物も見えやすくなります。だから、大きい機械を使っています。

生物の実験では、タンパク質を使っています。タンパク質には様々な種類のタンパク質があり、それぞれのタンパク質の性質を明らかにする実験です。そこで病院などよりも明るい X 線を使います。その方では加速させた電子と陽子をぶつけることによって対消滅という現象がおこり、電子と陽子が消えるかわりに新しい物質が誕生します。この実験の目的は宇宙の謎を明らかにすること。ビッグバンが起きた時は同じ数ずつあったはずの物質が、今は片方だけしか見当たらないのです。その原因は何かを明らかにするために実験をしています。

このような実験をして新たな物質を見つけ、ノーベル物理学賞とった方が二人います。今、高エネルギー加速器研究機構は、電子と陽子をしょうとつさせる実験器具を改良し、よりよく、そして新たな物事を発見するために今も研究を続けています。



## 芝浦工業大学柏中学校 2年 T.K

僕は、職場体験で茨城県つくば市にある高エネルギー加速器研究機構（通称 KEK）を訪問した。

様々な施設を見学させてもらう中、僕が特に興味を持ったのがスーパーコンピューターである。

スーパーコンピューターとは、様々な理論や研究を進めていく上で、計算をする時に使用するものである。では、スーパーコンピューターとは一体どのようなものなのか、施設の方に聞いてみた。

スーパーコンピューターは特に計算に使われると先ほど説明したが、一体どれくらいの速さで計算できるのか、一般のコンピューターと比べてみる。すると、一般のコンピューターの場合、1秒間に約100億回程計算ができる一方、スーパーコンピューターの場合、1秒で1京回もの計算ができる。その差は歴然である。

このように、とても素早く計算ができるコンピューターを使い計算、素粒子物理学の「対称性の破れ」による質量生成のメカニズムや物性物理のシミュレーションなど、様々な研究の重要な物となっている。しかし、今のスーパーコンピューターでは計算しきれない研究もあるという。研究者の方によると、今新しいスーパーコンピューターを作るというプロジェクトが始動し始めている。そのコンピューターを使うことで、宇宙についての謎や今まで解明できずにいた超新星爆発のシミュレーションについても解明することができるという。

今回見学させてもらい、科学のすごさや大きさを学ばせて頂いた。また、これからの科学の進歩についても身近に体験することができてとても良かった。僕らが大人になる頃には新しいスーパーコンピューターができ、新たな研究成果が得られるのだと思う。その日がとても待ち遠しい。

## 芝浦工業大学柏中学校 2年 Y.G

私たちは高エネルギー加速器研究機構での職場を見学させていただきました。

まず最初に、松古さんから粒子と素粒子の仕組みや超新星爆発のことについてなど、様々な話を聞きました。その時に見せていただいたスーパーコンピュータが非常に大きく、熱が発生するためエアコンを常につけていると言っていました。僕は最初、スーパーコンピュータは普通のパソコンと形はあまりかわらず、性能が良いものだと思っていました。しかし実際は、予想していたものとはるかに異なっていたので驚きました。

次に私たちは放射光科学研究施設という人間の目に見えない X 線や紫外線の研究を行っている所に行きました。建物の中には 20 本くらいのビームラインや実験ステーションがあり、磁力によって電子の軌道を変えていて、その接線方向に放射光が発生している。また、この施設は日本に何ヶ所もあるわけではないので、共同利用をしていた。また、この施設のビームラインを 1 本 1 日貸すだけで 100 万～200 万程かかると聞いた。大学へは無料で貸し出しを行っているが、この実験で得た結果を伝えなければならないと聞いた。

最後に Belle と呼ばれる測定器を見学しに行き、ここでは電子と陽電子の衝突での実験を行っていた。