

The First Tsukuba International School English Lecture

Title : "What is Science for?"

Speaker: Tokio Kenneth OHSKA, Ph.D.

Today's lecture is titled as "What is Science for?" It is not going to be a very professional talk. I shall try to convey the feeling that science, especially fundamental science, is important.

Unfortunately, fundamental science is not really recognized for its great advantages. And we need your support and understanding, which motivated today's talk.

The whole story starts from some 65 million years ago when dinosaurs were walking around. It is fortunate for us all that dinosaurs have extinct. They were very strong and powerful. Then, why did they disappear?

This has been the big question. However, for a long time, there weren't really a scientific approach to find out the reason, because there was no witnesses alive to tell the story.

Many people who dug out dinosaurs said "I found them and I am the specialist. Now I will tell you why they have disappeared." Well, they may be good diggers, but they may not be great scientists. There were lots of theories. Some said the extinction was due to a sort of DNA trouble that might have result two legs with five heads or something. Or sudden climate change. Or hormone problems, because of super-market food or something, that terminated their reproduction. Or, a global disaster like huge volcano eruptions resulted emission of a lot of carbon dioxide messing up air composition. Theories, theories, theories!! But, anyhow, no proof! They were only speculations or wild guesses.

Talking about the proof, fossils are found in strata layers (in Japanese "chisou").

Here is a drawing of strata layers. Very old fossils, such as Ammonites and so forth are found in the bottom layers here. And above them comes to the era when dinosaurs were roaming around. When we come to about 65-66 millions ago, something must have happened and dinosaurs disappeared. In layers above then, no dinosaur fossils are found.

Around 20 years ago, an American paleontologist ("koseibutsu-gakusha"), Walter Alvarez, went to Gubbio valley near Firenze in Italy and get curious about a dark layer in the cliff which corresponds to the time 65 million years ago after Cretaceous (Haku-a ki) era and before Tertiary era (3-Joh-ki). It should be called as CT boundary but there is another era with initial C. Hence it is called the "KT boundary". He thought there must be something in this dark

KT boundary layer that would tell the reasons of the extinction. The thickness of the layer is about 10 centimeters in this picture.

So he and his father, Louis Alvarez, who is a Nobel laureate in Physics get the KT boundary clay sample analyzed. And then what did they find? It was found to be very different from clays on the surface of the earth. Well, I'm not going to say a very scientific detail here. Among the many findings they did, there was one thing very outstanding, which is Iridium. Surface of the earth contains Iridium of only 10-millionth of one percent. Very very small amount. But in this KT boundary layer, they found far more amount of Iridium.

Iridium is a very heavy metal. It is significantly heavier than even gold or iron. As you see here, density of Iridium is 22.4 while density of gold and iron are 19.3 and 7.9. Just to give you some perceptive, lets think about a soccer ball. A real soccer ball weighs about 450 grams. If the same size ball is made of water, it weighs about 5.6 kilograms. Now, Iridium soccer ball weighs 125 kilograms which is heavier than even me. Because this is a very heavy element, Iridium must have sank to deep inside of the earth when the earth was very hot and soft fluid, so that we don't find much Iridium on the surface of the earth. An eruption of a volcano or something would bring some Iridium to the surface, but only a little bit. In this Italian place, they found Iridium about 30 times more than normal. That is very distinctive!

People analyzed KT boundaries found in many other places in the world, Spain, Holland, or even in ocean bottom. In Spain, they found 450 times normal amount of Iridium. In Holland 150 times, or at the bottom of pacific ocean 303 times of normal amount. High Iridium concentration has been found everywhere as long as it is a KT boundary. So, it is global. Why is this? Where did the Iridium come from. They searched for the possible explanations. For example, a huge volcano eruption might be able to bring some Iridium to the surface, but why could this happen everywhere on the earth at the same time? This theory is not very persuasive. To make the story short, in 1980, Walter and Louis Alvarez, and others made an announcement that they were convinced that Iridium must have come from outside of the earth. It was published in "Science" volume 208, titled as "Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction" by Louis & Walter Alvarez, Frank Asaro and Helen V. Michel.

A huge something, meteorite or tiny planet that contained lots of Iridium in its center, crushed on the earth and Iridium dust would have scattered in the air. Some dinosaurs must have witnessed a huge object hitting the earth causing a tremendous explosion, followed by huge earthquakes. The dust storm, induced volcano eruption and big fire would have followed. When researchers continued to study for more detail, they found lots of burned and charred

things in KT boundary, further justifying the story.

The group went through many calculation to estimate how big the impact could have been to cause this much Iridium scattered all over the earth and the size of fire that would have produced this much soot in KT boundary layer. They came up with a scenario; a huge meteorite of approximately 10 km in diameter hit the earth some 65 millions years ago. It caused a big explosion which in turn triggered volcano eruptions, earthquakes, fires and everything. Then shortly after, the earth was surrounded by very thick dust cloud. No day light but only dark nights. Then plants die, because there was no light. If plants die, animals die because there is no food. Then the dinosaurs that used to eat those animals do not get any food either. This would be it. Further calculations produced more details. The speed of the meteorite hit was approximately 15 kilometers per second or faster. It means 64 thousand kilometers per hour. Very fast!

And this impact should produce a crater of about 200 kilometers diameter, which is equal to the distance between Tsukuba and Shizuoka. It is a huge hole. It was calculated scientifically, it was not a wild guess anymore. For an example, a meteorite crater in Arizona, in the USA is 1.2 kilometers in diameter and 130 meters deep. The crater was produced by a meteorite of only 30meters in diameter. Only 30 meters in diameter! It's not very much. Now we are talking about, instead of 30 meters, 10kilometers in diameter. The calculation also tells that the speed of the explosion-wind was over 70 meters per second. A very big typhoon would cause a wind velocity of 30 metes per second or so.

If you were put in the 30 meter wind velocity, you can not stand up. You could be blown away. But, it was more than twice the typhoon wind velocity. 70 meters per second!

Estimated magnitude of the earthquake was 12 to 13. This is tremendous!. The Hanshin-Awaji earthquake had the magnitude of only 7.2. So, 12or13 magnitude actually means that the energy of earthquake was 1 billion times bigger than the Hanshin-Awaji earthquake!

The energy released would be about 100 megaton TNT equivalent.

Remember a large atomic bomb would have equivalent destruction power of about 0.25 megaton TNT equivalent. It means that you would be experiencing 400 million atomic bombs in a short time. Tremendous impact!

It was found that approximately 10 % of everything burnable on earth were burned to produce that much soot we now see. It was not just a small fire. You see, 10 % of everything on earth was burned! Now you can calculate the amount of dust in the air.

It's a lot. You probably know that sand-storm from China called "kousa"

actually reaches Tsukuba in spring time, although it is not so bad. As you can see, dust travels a long distance even from China to here just by strong west wind. But when the meteorite hit, well....

The calculation was backed up by evidence so you can not just neglect it. But people who presented their explanations were not too happy about it. People may think that a person is a specialist and would know everything about dinosaur if he or she have dug out a few dinosaurs. And the person would say "dinosaurs died because of such and such reason".

It is a speculation and not a scientific theory if it is not backed up by valid proofs.

Now physicists came to the scene and said "This is what must have happened. We calculate everything and we have evidences. And everything is consistent." The specialists are now in trouble, because they don't have any evidence to back them up. So, they were very angry.

Physicists walked into their life, and said you were wrong. Those people now became very very serious and tried to disprove that Dr. Alvarez' theory was wrong. Suddenly dinosaur specialist started working hard to find a proof to say why Alvarez's theory was wrong?" Years of their hard work could not come up with facts to disprove the scenario, except for one thing. Where is the crater? The 200-kilometer crater. The BIG HOLE. Where is it?

There are many smaller craters such as the crater in Arizona, but the size is just something like 30 kilometers and not 200 kilometers!

Then, NASA walked in. They checked pictures they took from Space Shuttles. They found something. Something which would be a crater of about 200 kilometers in diameter. Until then, there had been many many searches. You got to look everywhere. The reason they could not find it easily was because it was not clearly visible. If you go to the moon, there are craters everywhere.

They are clearly visible. But on earth, rain and so forth cause erosion that scrub and destroy surface. This picture shows a crater in a desert. This picture shows a crater in Quebec Canada. It's diameter is something like about 20 or 30 kilometers. There actually are many craters if you look for them. But not the 200-kilometer one. The one NASA finally found was in Mexico. NASA's picture showed an indication of a big circle of about 200kilometers. Here is the map of Mexico. The crater is near Chicxulub of Yukatan Peninsula. They studied the area. Study of fossils in the area tells that the crater was created around 65 million years ago when the area was under the ocean. Further studies found proofs of tremendous impact shown in crystals. All others like charred things and burned things were also found. BINGO!!!!

The age is right, and all other things indicated tell that "this is the one". They found the crater. World now accepted the theory to be correct. Scientists won

the credit.

Now we know the yellow sand from China can fly thousands of kilometers and reach Tsukuba. The dust caused by the impact can stay in the air for a long time. This motivated other calculation in the mean time. Astrophysicists, Dr. Carl Sagan, a very famous person and his colleagues thought that this is interesting. Those calculations were to estimate how much such dust in the air would affect the world. Sagan's group did their calculations and produced a publication three years later. Instead of a big meteorite or something hitting the earth, what if a world-wide nuclear war started. The Hiroshima atomic bomb was equivalent to only 12 kiloton TNT. But back in 1983, total amount of nuclear warhead was about 15 million kiloton TNT equivalent. That's lot. This group calculated the effect through various scenarios. In a case when missiles can hit target very accurately, then only a very limited amount of atomic bombs would be used. Or, the war might continue until all the nuclear warheads were consumed. For the case something like one-third or two-third of the total atomic bomb reserve were used, they calculated the result such as the size of the fires and the amount of dust in the air, besides the amount of radio-active materials in the air.

They calculated how much sunlight would reach the surface of the earth after the detonation. They calculated this for one week, one month, one year and so forth after the war. As shown in the graph, we don't get light for along time. It would be a total darkness, because no light comes through. We would probably get one millionth of sunlight that would reaches the surface of the earth.

No light, no vegetables. Air temperature would go very low. Far below freezing even if it were a summer. Carl Sagan called it a Nuclear Winter. You may think that you can live on frozen food in the refrigerator. But, remember, there won't be any electricity. No heat in your house. Actually, you won't need a refrigerator, as outside is damn cold. Here is an interesting calculation.

Basically it tells you that the surface-temperature of the earth will go down by 20 or 30 degrees.

When an average temperature drops one degree in Canada, it would cause big trouble in crop production. Now, we are talking 20 to 30 degrees drop. As soon as nuclear war starts, and the nuclear winter continues for a month or two, you will then have no food and just about everyone on the earth dies. There is no winner here.

Everybody disappears. Many people who did not believe this did follow up calculations to see if it would be true. Many publications titled on biological consequence of nuclear war appeared. Even the US National Research Counsel calculated the effect on the atmosphere after the major nuclear-exchange. We

know we don't like wars! There are many many people who love peace. But can you stop the war? There have been so many peoples who want to stop the war forever. But humans unfortunately are not that wise. Regardless of many meetings of great world leaders who says war must be stopped and peace is important such and such, we have not seen sure peace yet. Nuclear warheads never disappeared totally. A country says they keep it, so we keep it. Suddenly, these scientific works made people to recognize that when a real nuclear war started, we all die. There won't be any winners. Science with proof is persuasive because it is not a speculation or wild guess. Cold war ended. Gandhi and other great minds of the world, whom I have great respect, put lots of effort for peace. But the science did the magic to make people think about the termination of cold war or nuclear warhead reduction. You see this is how science works.

A study of a soil by scientist such as Dr. Walter Alvarez and others would not make you to think that it was a great step for peace. There are many many other examples of science that made the world a better place.

Why is science so effective. Recall the chain of things in this story; started from biology into physics and astrophysics and suddenly we have what! Why scientists from various field can develop a big step from one scientific fact is because scientific fact can be trusted and can be shared with confidence.

Science has a solid foundation.

Science can clearly improve human life in the long run. The first finding of dinosaur was done around 1800 and many dinosaurs were dug out. It took almost 200 years for scientists working on it to eventually put a break on nuclear war. I hope this story made you recognize how science works and how important it is. This is the story I wanted to tell you today.

Since we still have a little bit of time left, I have a few extra pictures to show you.

This picture shows dinosaurs displayed in a museum. But how did they find out how the dinosaur skin should look like? Some of you would think that they assumed a similarity between the skin of a dinosaurs and that of lizards. But where is a proof! Well there is a great museum in NY where we can see a mummy ("miira") of a dinosaur. This is an amazing thing. You can see the skin texture attached to the bone. This one was found in Edmonton in Canada.

The explanation is such that this dinosaur was a stupid one. It walked into a desert and could not find a way to get back. He found no food and died of starvation. But there were no other dinosaurs around to eat it. The dinosaur was buried in the sand and totally dried up like a dry-flower.

Because it was so dry, the body did not decompose and kept in good condition

and became a fossil. I recommend you to visit the museum to see the mummy. Well, I should say we don't know the color of the skin. The color could be pink or green or something. We don't know.

Well this is the end of today's message for you. So help scientists, especially in fundamental science. Fundamental science may not bring you a quick money, a quick economical boom. But, in a long run, in 20 years or 100 years, science will surely help world in many ways.

科学の力

“科学は何の為にあるのか？”が本日の講義のタイトルです。と言っても、なにも非常に専門的なお話しをしようと言うものではありません。“科学、とりわけ基礎科学、は大切だ”と言うその“感覚”をお伝え出来ればと思っています。

残念ながら、基礎科学の有用性は現実には余り理解されていません。私達科学者は一般の方々からのその重要性への支持・理解を必要としており、本日の講義がその一助になればと思っています。

では本日の物語は6千5百万年前すなわち恐竜があちこちのし歩いていた時代の話から始めましょう。それらの恐竜が今現在いないのは我々人類にとって幸いな事です。恐竜は大きな身体と強靱な力を兼ね備えていました。では何故この地上からいなくなったのでしょうか？

これは非常に大きな謎でした。しかしながら、この謎を解くにあたって、永年科学的な手法が使われてこなかったのです。というのも、その時代のことを話してくれる証人は、もはや生きていないからなのです。

今まで恐竜を発掘した多くの方は、“私は恐竜を発見した。私は恐竜の専門家である。なぜ恐竜が絶滅したか説明してあげましょう。”と言ってきました。それらの人々は優秀な発掘者ではあったことでしょう。でも彼らが優秀な科学者であったとはかぎりません。

この絶滅に対し、色々な説明がなされてきました。DNAに何らかの問題が起こり、その結果例えば足が2本で頭が五つになったとかしたのが絶滅の原因だと言った人もいます。あるいは急激な気象の変化が起きた。あるいはスーパーマーケットの食品とかが原因でおきたりしているようなホルモン異常を起し、結果子供が生まれなくなったという説明もありました。あるいは地球規模の大災害、例えば巨大な火山爆発が起き、大量の二酸化炭素が放出され、それが、大気の成分をめちゃくちゃにしてしまったとか・・・

いろんな説が飛び交っています。しかしながら、そのどの説にも証拠がありません。それらは、推測あるいは想像でしかないのです。

さて、証拠といえば、化石は“地層”で発見されます。ここに、地層の様子

を示す図があります。

アンモナイトのような非常に古い時代の化石は地層の底の方で発見されます。その上の方に来ると恐竜等があちこち動き回っていた時代の地層になります。約6千5百万年から6千6百万年前に何かが起こったに違いありません。それによって、恐竜は死に絶えたのです。それ以降の上部の地層には恐竜の化石は発見されません。

今から約20年程前、ウォルター・アルヴァレーと言うアメリカの古生物学者がイタリアのフィレンツェの近くのグッピオ渓谷に行った折、その渓谷の断崖にある黒ずんだ地層に興味を持ちました。その地層は白亜紀(Cretaceous)の後で三畳紀(Tertiary)の前、すなわち6千5百万年前のものだったのです。その層は始めC T境界線と呼ばれてましたが、イニシャルが「C」で始まる他の時代の地層がある為、混乱を避けるため現在ではこの層をK T境界線と呼びます。

彼は、この黒ずんだK T境界線の粘土層に恐竜絶滅の理由を解き明かすなにかがあるに違いないと考えました。この写真でもわかる様に、この地層の厚さは約10cmあります。

そこで、彼と彼の父ルイス・アルヴァレー(物理学部門ノーベル賞受賞者)はそのK T境界の粘土のサンプルの分析を依頼しました。そこで、一体何が発見されたのでしょうか？

その分析の結果、それは地球の表面の土壌とは非常に異なる事が分かりました。ここでは科学的詳細には立ち入りません。彼らがその分析で見つけた様々な発見の中で、極めて突出したものがありました。それはイリジウムです。

地球の土壌の中で「イリジウム」の占める割合はほんの1千万分の1%です。本当にごくごく少量なのです。しかしながら、彼のK T境界線の中の地層には遥かに多くのイリジウムが含まれている事が分かりました。

イリジウムは金や鉄より遥かに重いのです。

この表でもわかる様に、金と鉄の密度は、19.3と7.9ですが、イリジウムの密度はなんと22.4あります。感じを掴みやすくするために、これをサッカーボールの大きさを較べてみましょう。普通のサッカーボールの重さは約450グラムですが、これを例えば同じ体積の水であったとすると、約5.6キログラムとなります。同様にして、イリジウムの場合では125キログラムとなり、私の体重をも遥かに超える重さになります。イリジウムは非常に重い原子なのです。

地球がまだ非常に熱い液状であった頃、重いイリジウムは地球の中心に向かって沈んで行ったことでしょう。だから地球の表面にはイリジウムが殆ど見つからないのです。火山の爆発などが地下深くのイリジウムを地球の表面に持ち上げる事があっても、その量はごく僅かです。彼らが見つけたイタリアの地層からは通常の約30倍のイリジウムが発見されたのです。これは非常に特筆す

べき事です！

その後、いろいろな人達が、地球上の他の多くの地域で見つかったK T境界の地層の成分の分析をいたしました。スペイン、オランダ、さらに海底のK T境界層などを調べたのです。スペインでは通常の450倍のイリジウムが発見されました。オランダでは150倍、海底では303倍のイリジウムが発見されました。

高密度のイリジウムが世界の至る所のK T境界層で見つかったのです。

つまりこれは地球規模の現象なのです。これはどうしてでしょうか！

どこからイリジウムが来たのでしょうか。彼らはそれに答える説明を捜したのです。

例えば、巨大な火山爆発が地球の表面にそのイリジウムを拡散させたというのはどうでしょうか？でも、もしそうだとしたら、地球上の至る所で、且つ同時に起こるものでしょうか！どうもこの説には説得力がありません。

ではここで、その結論からお話ししますと、1980年にウォルターとルイスのアルヴァレー両氏とその仲間達は「イリジウムは地球外から来たに違いないと確信した」との見解を発表したのです。それはLouis & Walter Alvarez, Frank Asaro and Helen V. Michelの共著で「SCIENCE 208号」に「第三白亜紀の絶滅に関するその地球圏外からの原因説」として掲載されました。非常に巨大な何か、例えば大量のイリジウムを含んだ巨大な隕石あるいは小惑星が地球に激突して炸裂し、イリジウムを含んだ灰が空中に拡散したのです。

恐竜たちは巨大な物体が地球に激突して、とてつもない爆発をし、巨大地震が襲ってくる状況を目撃したに違いありません。砂あらしや、誘発された火山爆発、巨大火災も起きたことでしょう。

彼らが詳細に分析をすすめると、K T境界部の地層で多くの焼けたあるいは黒焦げになった物を見い出しました。これはその説をより説得力の有るものにしました。

そして地球上至る所にこれだけのイリジウムを撒き散らすには、その激突した物体はどれほど大きなものか、又K T境界部に残る大量のススを発生させた火災の規模はどれほどのものであったか等を割り出す為、様々な角度から計算を行いました。

その結果として導きだされた説明によると、およそ直径10キロメートルの巨大な隕石が約6千5百万年前地球に激突した。その激突は大規模な爆発を起こし、結果火山の爆発、地震、火災、そして他の様々な現象を引き起こした。その後まもなく、地球は非常に厚いほこりの雲に覆われ、昼間も光りの無い暗闇の世界になった。

太陽光が無いのだから植物は死に絶えます。植物が無くなると、食べ物が無くなり動物は死に絶えます。それら動物を食べていた恐竜も当然のことながら食べるものが無くなります。こう考えると話につじつまが合うでしょう。

更なる計算により、より詳細な事が判明して来ました。隕石の衝突時のスピ

ードは秒速15キロメートル以上でした。それは換算すると時速6万4千キロの速さになります。とてつもないスピードです！

この衝突の衝撃は、直径約200キロのクレーターを作ったはずです。200キロとは、つくば市と静岡の距離に相当しますから、その出来た“穴”はとてつもなく大きなものです。これは従来の単なる想像とは異なって科学的な計算から得られた事なのです。

例えば、アメリカのアリゾナ州にある隕石の衝突により出来たクレーターは直径1.2キロで、深さは130メートルです。そのクレーターは、ほんの直径30メートルの隕石の衝突で出来たものです。たった30メートルです。

さて、今我々が言っている隕石はその直径が30メートルなどではなく、直径10キロメートルです。計算では、その爆風のスピードは秒速70メートルでした。非常に強力な台風でもその風速は秒速30メートルぐらいなのです。

もしあなたが、秒速30メートルの風の中にとすると、とてもじっと立ってられないで、吹き飛ばされてしまうでしょう。今お話ししているのはその2倍以上の風速、70メートル/秒なのです！

又、起きた地震の震度はマグニチュード12から13でした。これは猛烈なものです。阪神・淡路大震災のマグニチュードが7.2であった事からも分かるでしょう。マグニチュード12ないし13とは、地震のエネルギーでいえば阪神淡路地震のなんと10億倍を意味するのです！放出されたエネルギーでは約100メガトンのTNT爆薬に匹敵します。

破壊力でくらべると、大型の原子爆弾1個が約0.25メガトンのTNT爆薬に匹敵するのですから、短時間の内に4億個の原子爆弾が爆発したことに相当するのです。これはとんでもない破壊力です！

これだけのススを放出するには、地球全体の燃え得るもののおよそ10%が焼失したことが分かりました。これはとんでもない大火事です！地球全体の10%が燃えちゃったんですよ！さて空中に吐き出されたススの量がどれほどであったかが計算出来ます。ものすごい量です。

皆さんもご承知の様に、春先には“黄砂”と言う砂嵐が中国からこのつくば市にも現実に飛来します。量はそう多くはありませんが。その砂埃は強い西風だけで中国からここまで到達するのです。では隕石が激突したら、さあどうなるのでしょうか...！

これは証拠をもとに計算されているのですから、無視できるようないい加減なものでは有りません。

先ほどの発掘した人々にとっては、この科学的説明は余り嬉しいものではありませんでした。何体かの恐竜を発掘した人は恐竜の専門家であり、恐竜について何でも知っていると思われたりするからです。そこでその人達は“恐竜はこれこれの理由で絶滅したのだ”と話をしたりしたのです。でも明白な証拠がない限り、それはあくまでも推測であって、証拠に基づいた科学的説明ではありません。

恐竜の専門家達の前に物理学者が現れ、貴方達の説明は間違っていると言っ

たのです。「実際に起きたのはこうだったはずですよ。我々はあらゆる計算を行い、証拠もあるのです。そしてこの説明は筋が通っています。」これを聞いた恐竜の専門家達は困ってしまいました。何故なら、彼らは自分達の説明には証拠を持ち合わせていなかったからです。彼らは大変怒りました。それは別の分野にいる物理学者がしゃしゃり出てきて、あなた達は間違っていると言ったからです。恐竜の専門家達はこれに対してアルヴァレー達の論理は間違いである事を証明しようと必死に立ち向かい始めました。彼らの数年に及ぶ必死の努力にも拘わらず、“ある一つのこと”を除いては何一つ反論できる証拠を見出せませんでした。そのあることとは、“どこにそのクレーターがあるのか”と言うことでした。直径200キロメートルに及ぶクレーターですよ。その巨大な穴はどこにあるんですか！？

例えば、アリゾナ州にある様な小型のクレーターは沢山あります。しかし、それらのサイズはほんの30キロメートルぐらいで、200キロメートルではありません！

そこにNASAが加わりました。NASAはスペース・シャトルから撮った映像を調べました。そこで彼らはなにかを見つけました。それはどうも直径が200キロメートルぐらいあるクレーターと思われるものでした。

それまでも、数々の調査がなされていきました。そこら中を捜さねばならなかったのです。でも容易に見つけられなかったのは、それとはっきり目で見分かなかったからです。月にはいたる所にクレーターがあります。それらははっきり見てわかります。しかしながら、地球上では雨などが地表を流し、又、破壊する侵食を引き起こします。砂漠にあるクレーターの写真がここにあります。又、この写真はカナダのケベック州にあるクレーターです。その直径はおおよそ20～30キロメートルです。事実、探そうと思えばクレーターはいくつもあります。しかし、直径200キロメートルのものではありません。

NASAは遂にメキシコで見つけました。NASAの撮った写真には約200キロメートルの大きな円周を示唆する痕跡が写し出されていきました。ここにメキシコの地図があります。そのクレーターはユカタン半島のチックスラブの近くです。彼らはその地域を調査しました。その地域の化石を調査した結果、そのクレーターは6千5百万年前のもので、その当時はこの地域は海面下にありました。更に調査した結果、そこで見つかった結晶にその衝撃の凄さを示す証拠が見つかりました。黒焦げの物、又焼けた物等も見つかりました。やったね！！

時代も合致し、全ての他の物からして、「これがまさしく、そのクレーター」であることが示唆されました。彼らは、ついにそのクレーターを発見したのです。

今や世界の人々はその理論が正しい事を認めたのです。科学者に勝利がもたらされたのです。

中国から黄砂が何千キロも飛んで、このつくば市に到達できることを我々は知っています。あの衝撃で発生した粉塵は長い間空中に漂うのです。この間、

更に他の角度から別のグループの人達が分析をしました。大変有名な天体物理学者であるカール・セーガン博士とその仲間たちはこの研究に興味を持ちました。このような空中の粉塵が世界にどのような影響を与えるのかという計算であったからです。彼らは計算をして得た結果を3年後に発表しました。地球に隕石が衝突する代わりに、もし全世界規模の核戦争が勃発したらどうなるのでしょうか？広島級原子爆弾は12キロトンTNT相当にしかありません。でも1983年当時には、全世界の保有核弾頭の合計は約1千5百万キロトンTNT相当もあったのです。これは膨大です。この研究チームは様々な筋書きを想定し、そこから起こりうる結果を計算しました。ミサイルの着弾位置精度が極めて高い場合には、そこで使われる原子力爆弾の量は限られたものでしょう。場合によっては、全ての核弾頭を使い切るまで戦争が続くこともありえます。

彼らは、全世界の保有核爆弾の3分の1、又は3分の2が核戦争で使われたとした場合に、空気中に放出される放射性物質の量もさることながら、派生する火災の規模や粉塵の量の計算を行いました。その爆発の後、どれだけの太陽光線が地球表面まで到達するかの計算を行いました。彼らは戦争の1週間後、1ヶ月後、1年後等について計算したのです。このグラフにも示されている様に、長い期間太陽光線が届きません。全くの暗闇です。何故なら太陽光線が到達できないのですから。普通のときの百万分の1ほどの光線しか地球上に到達できないことになるのです。太陽光線無しなら野菜も無しです。気温も非常に低くなるでしょう。夏のはずの期間でさえも気温は氷点下でしょう。カール・セガンはこれを「核の冬」とを名づけました。

あなたは冷蔵庫に入れてある冷凍食品で生きて行けると考えるかもしれませんが、電気がありません。家になんの暖房もありません。考えてみれば冷蔵庫は不要でしょう。外は恐ろしい程寒いのですから。ここに興味ある計算があります。これによると地球の表面温度は20度とか30度も下がるのです。

カナダでは平均気温が1度下がると、農作物に大きな影響があると言われていています。ところが、今の話では20度とか30度という量の冷え込みの話をしているのです。

核戦争が始まり、核の冬が1ヶ月、2ヶ月と続くとすると、まもなく人類は食べる物が無くなり、地球上の人類は死に絶えるでしょう。核戦争、そこには一人も勝者がいないのです。全ての人類が滅亡するのです。この結果に疑問を持った多くの人々がこれが真実かどうかの計算チェックを行いました。核戦争の生物に与える結末についてと題する書物が多く発刊されました。

米国国立研究評議会(US National Research Council)すらも大規模核戦争による大気への影響度についての計算を行いました。私達は戦争を好みません。平和を愛する多くの人々がいます。しかし、戦争を止める事が出来ますか？戦争を永遠に止めようと努力した多くの人々がいました。残念ながら人類は大して賢明ではないのです。

戦争は止めなければならない、また平和は大切だ等々を訴える偉大な世界のリーダーによる多くの会議での発言にも拘わらず、いまだ確かな平和社会は実

現されていません。核兵器が消え去るということは起きていません。「彼らが持っているので、我々も持つのだ！」と言うのが核を保有する国の論理です。

恐竜の絶滅に関する科学的研究は、実際に核戦争が始まったら全人類が滅亡すると言う事を気づかせたのです。勝者はいないのだと言うことを！実証に基づく科学は説得力があります。何故なら、それは推測でも想像でもないからです。冷戦時代は終わりました。私も多大な尊敬の念を持っている人達、ガンジーや他の世界の偉人達は、平和実現に多大な努力を注ぎました。

しかし、科学のみが、まるで魔法のように、人々に冷戦の終結や核保有削減について考え始めさせたのです。科学はこんな力を持っているのです。

Walter Alvarez博士や他の科学者による土の分析が、平和への大きな一歩になるとは誰も考えつかなかったことでしょう。科学が世界をより住みやすいものにした例はこれ以外にも沢山あります。

科学はなぜそんなに有効なのでしょう。今日お話しした一連の話の流れを思い出してください。生物学から始まって物理学へ、そして天体物理学へと展開し、そして、突然凄い事が達成されたのです！

様々な分野の科学者が一つの科学的証拠から大きなものへと発展させて行けるのは何故かと言うと、科学で裏づけされた事実は信頼することができ、安心して流用できるからです。科学は確証された基礎の上に成り立っているのです。

科学は長期的に見れば明らかに人類の生活を向上させます。恐竜が初めて発見されたのは1800年ごろで、その後多くの恐竜が発掘されました。科学者がそれについて約200年もの間研究をしてきた結果、核戦争にブレーキをかけたのです。本日の話で、科学はどの様に役に立ち、そしていかに大切なものかをお分かりいただければ幸いです。これで、本日のお話は終わりです。

少し時間が残っていますから、皆さんに数枚の写真をお見せしましょう。これはある博物館に展示されている恐竜の写真です。さて恐竜の皮膚がどのようなものかをどうして知り得たのでしょうか。恐竜の皮膚はトカゲの皮膚に似ているであろうという仮定から来たと皆さんは考える事でしょう。でもそれではどこに証拠があるのでしょうか？

実は、ニューヨークにある偉大な博物館に恐竜のミイラがあるのです。これは驚くべき展示です。その恐竜のミイラの骨に付着している皮膚を見る事が出来ます。これは、カナダのエドモントンで発見されたものです。何故これが残っていたのかの説明はこうです。この恐竜は馬鹿だったのでしょ。砂漠に迷い込んでしまい、帰ろうにも道が分からず帰れないまま、食べ物もなくなり餓死したのだと思われます。この恐竜を食べてしまう他の恐竜も近くにいなかったのでしょうか。死んだ恐竜はそのまま砂に埋もれ、ドライフラワーの様に完全に乾燥したのです。完全に乾燥していたので、身体は腐敗せず良い状態で保存され化石となったのです。一度皆さんもこの博物館に行ってこのミイラを見ることをお勧めします。

さて、皮膚の色ですが、これについては分かっていません。その色はピンクとか緑色あるいは他の色だったかもしれません！それについては分かっていないのです。これで今日皆さんにお伝えしたいことは全て話しました。

皆さん！科学者、とりわけ基礎科学分野の科学者を支援しましょう。基礎科学は直ぐのお金儲けにはつながりませんし直ぐの経済効果も期待出来ません。しかし、長期的には、そうですね、20年から100年の期間で考えれば、科学がいろいろなやり方で世界を助けることは間違いありません。