

講演 2

「植物で自動車を創る！—生物の力を借りる材料開発—」

生存圏研究所教授 矢野 浩之



(図 1)

ただいまご紹介いただきました生存圏研究所の矢野でございます。きょうは生き物の力を借りる材料開発ということで、私どもの研究所で私どものグループが進めている研究について紹介をさせていただきますと思います。(図 1)

生き物の力を借りるといって、ちょっとそんなので材料ができるのかと思われると思うのですが、私たちは結構身近なところで、特に食品については生き物の力を借りていろいろな物をつくっています。例えば、お酒なんかは、酵母がお米とか麦を変えてくれるわけですね。

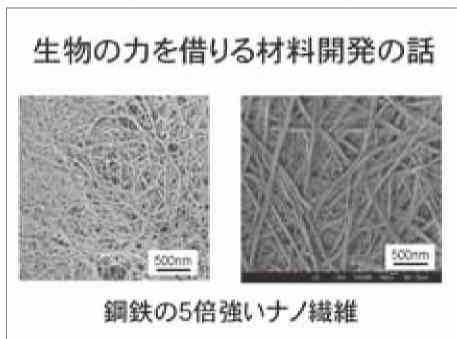
それから納豆。これだって大豆を納豆菌というのが形を変えて、非常にうみのあるものに変えてくれる。こんなところで、結構身近なところで生き物の力を借りて私たちは過ごしているんです。(図 2)

材料はどうだということ、あまり生き物の力を借りた材料というのはイメージがわからないんですが、きょう皆さんにお話したいのは、こちらの写真の繊維です。ごらんいただきますと、これは500ナノメートルのバーです。ナノって何だということ、1ミリの1,000分の1が1マイクロです。そのさらに1,000分の1が1ナノなんです。つまり、100万分の1ミリと、わかったようなわからない話なんです。それはどういうことかということ、0.1ミリの太さの繊維。皆さんの髪の毛1本位の太さです。この大きさに

対して、ここにある繊維は幅が10ナノメートルです。10ナノの大きさを比べますと、髪の毛1本の直径を東京の山手線。直径10キロメートルありますが、あの1周ぐらいが髪の毛1本の太さだと思ってください。そうするとここで皆さんが見ている10ナノの繊維というのは山手線の中に立っている直径1



(図 2)



メートルぐらいの木なんです。そのくらい髪の毛と比べたら細い繊維です。それが、実は生き物がつくっているのですが、鋼鉄の5倍強いんです。この鋼鉄の5倍強い材料を使って、新しい素材をつくっている。それが私の研究室で行っている仕事です。(図 3)

最初に、みなさんにビデオをごらんいただきたいと思います。ビデオ：・・・・・・ ナタデココ繊維を使って透明な樹脂を補強するという生存研の研究を紹介。・・・・・・ 非常にたくさ

(図 3) んの技術が今から必要になります。ですから、今すぐというわけ

にはいかないのですが、やはり必要なのは、例えばプラスチック基板1つにしましても、非常に表面がフラットで熱に強い、薄い、丈夫なプラスチックをつくらなくてははいけませんし、そういった個々の技術が完成することによって成り立ちますので、もう少し時間がかかると思います。・・・・・・ この透明材料は鋼鉄のように強くて、ガラスのように熱膨張が小さくて、プラスチックのように曲がるんです。今までにない、すばらしい、世界で初めての材料だと思います。・・・・・・ (図4)



(図4)



(図5)

いかがですか。こういうビデオを見ると、ちょっとこれからナタデココの食べ方も変わるのじゃないかと思うんです。ただかみ砕くだけでなく、舌の先でつぶすようにしながら食べてみると、確かに白い繊維が残ります。あれが鋼鉄の5倍強い繊維です。少し説明をしたいと思います。テレビの中にも出ていましたが、未来のディスプレイ。これは実はそれほど遠い先の話ではないのです。こんなふうに曲がるようになってきます。もっと進むと、巻いてロール状にして収納して、またピュッと広げられるような、そんなテレビが出てくる。決してSFの世界ではないです。それに対して今のテレビはどうか。例えば液晶ですね。これはシャープのホームページからいただいた図です。ガラスの板2枚の間にいろいろな薬品を挟んでいく。もちろん、ご存じのようにガラスは曲げられない。そうすると、やっぱりこういうディスプレイをつくるためには曲げられる透明な材料の間にいろいろな薬品を入れていかなければいけない。ところがプラスチックは、ちょっとした熱を加えられると大きく伸びるんです。伸び縮みが起こる。精密に薬品を載せていくことができないので、熱による伸び縮みが小さくて、そして曲げられる透明のプラスチック材料というのをみんなが研究してきたのです。普通、やわらかなフィルムというのは特に熱による変形が大きいものですから。どうするかというと、何かクラゲに骨を入れるような感じで繊維のようなものを入れて、それを補強しようとするわけです。ところが、普通の繊維、例えば髪の毛ぐらいの細さの繊維であっても、透明の樹脂の中に入れるとすぐに真っ白くなって濁ってしまいます。光が散乱を生じてしまうわけです。(図5)

じゃあ、どうするかというと、・・・・これは透明補強という考え方です。きょう話しをする中で一番難しいのがこのくらいなのですけど、透明性を保ったまま透明な材料を補強できます。私たちが見ている光の波長というのは400ナノメートルから800ナノメートルという、髪の毛の100分の1ぐらいの範囲の波長です。それに対して、さらにその10分の1ぐらいまでの太さの繊維だと、光はそこに繊維があることがわからない。だから、そのまま通り過ぎてしまいます。でも、材料としてはちゃんと繊維がたっぷり入って補強されています。つまり、その透明材料の



(図6)



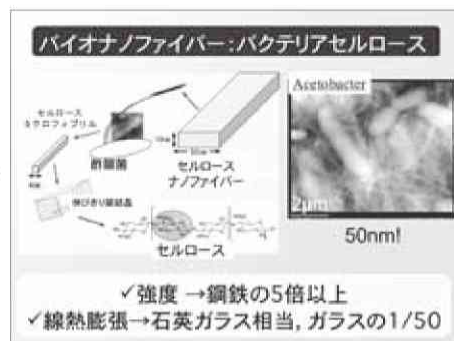
(図7)

透明性を保ちながら熱的な性質だとか強度的な性質を向上できるのが透明補強です。(図 6)

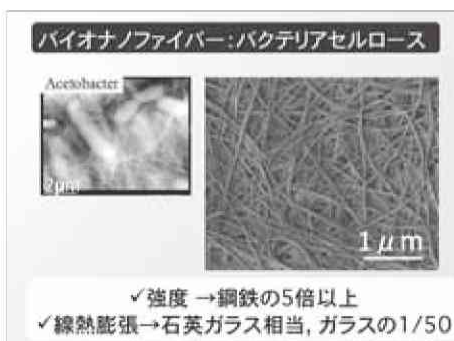
私たちが最初に注目したのはナタデココです。普通はデザートで食べるのですが、私たちは何とかこれを材料として使おうと思いました。なぜかという、ナタデココは、バクテリアがここにいるのですが、このバクテリア体の外に紡ぎ出している幅 50 ナノメートルの糸からできています。(図 7)

それはセルロースという物質からできている、結晶性の材料なのですが、こんなきしめんみたいな形です。これはただ細いだけではなくて鋼鉄の 5 倍の強さがあって、熱による変形、熱膨張というのですが、それがガラスの 50 分の 1 という極めて熱膨張の小さい、ハイパフォーマンスのナノファイバーなのです。(図 8)

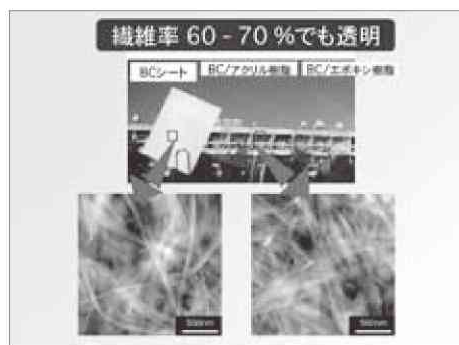
それを取り出してシート状にしてみますと、このような繊維になっています。これを使って透明補強をしようということを考えました。(図 9)



(図 8)



(図 9)



(図 10)



(図 11)



(図 12)

先ほどテレビでみて

いただいたように、まずシートをつくって、その中に透明の樹脂をしみこませる。そうすると白かったシートが突然、透明になります。何でなるんだという理屈は、実は私もちゃんとわかっていないのですが、透明補強という概念はこういうことらしいのです。いずれにしても、なってしまふんです。じゃ、ひょっとして繊維の形が変わったのじゃないかと思って原子間力顕微鏡で見てみますと、全く一緒の形状のものが残っている。つまり、光に対しては見えなくなって散乱を生じない。おもしろいことに繊維が6割も7割も入っているのに、この材料は透明です。(図 10)

鋼鉄の 5 倍強い繊維が 6 割、7 割入っていますから、これは鋼鉄のように強く熱膨張がガラスのように小さくて、でもプラスチックのように曲げられる材料ができたということです。(図 11)

その上に、実際に有機 EL という、今、液晶とかプラズマの、その次のジェネレーションはこの有機 EL だと言われているのですが、電気を流すとそれ自体が発光する物質を、この透明材料の上に載せてちゃんと光らせることができたというのが今から 4 年ぐらい前の話です。(図 12)

さて、ここでちょっと考えてみたいのですが、ナタデココで未来のテレビは作られるんだろうか。ちょっと怪しい気がしますね。食品として食べるのだったら良いけど、材料として大量に使うものにナタデココがほんとうになり得るのかなと、当然私たちも思いますし、会社の人たちも皆さん思うわけです。結局どうということかという、ナタデココよりももっと大量にこの地球上でつくり



(図 13)

この植物の50%がセルロースのナノファイバーです。結構、目からうろこの話です。このことは一般にはあまり知られていません。樹木から木材が得られますね。木材というのは植物です。細胞の集まりですが、それは幅10ナノメートルの、鋼鉄の5倍強くて石英ガラス並みの熱膨張の材料でできている。これが1兆トンあります。ただ1兆トンあるだけでなく、毎日毎日、太陽の光によって炭酸ガスと水からつくられています。(図 14)

ナノファイバーについて少し木材の構造ということから説明したいと思います。ここに見ていただいているのは爪楊枝。木材ですね。これをスパッと切って50倍ぐらいで斜め上から見ますと、このような形になって、何か筒状のものが集まってできているというのはわかりますね。これは大体、この筒1個が髪の毛1本分ぐらいの太さがあるのですが、それが集まってできている。木材

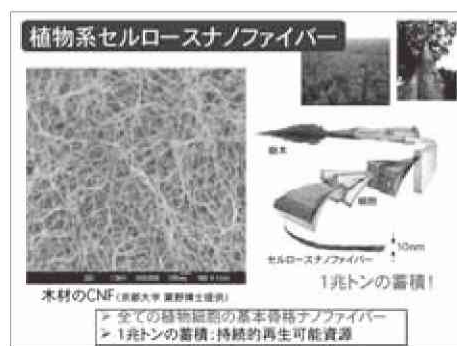


(図 15)

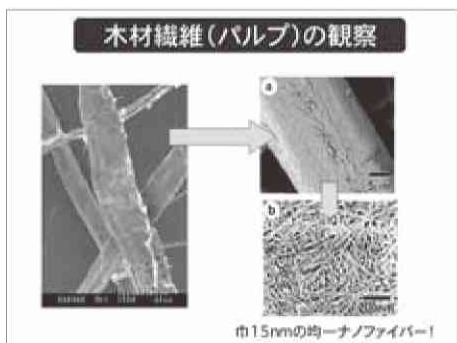
材というのは植物です

から、これが細胞の集まりだということがわかります。その細胞をさらに拡大しますと、いろいろな方向に糸状の物質が走っているということがわかります。そこをさらに拡大しますと、どうも鉄筋コンクリートのような構造を持っている。鉄筋が、先ほど紹介したセルロースのナノファイバー、その間をコンクリートの成分としてリグニン、ヘミセルロースという他の成分が埋め込んでいる。鉄筋コンクリートのような構造です。これが木材です。(図 15)

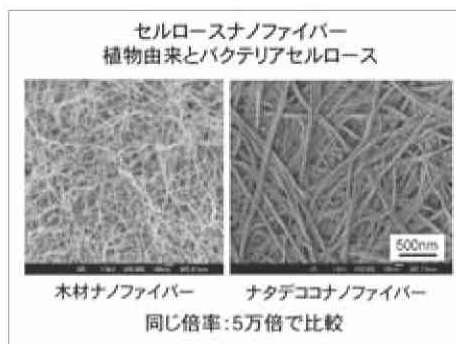
私たちは、ここから何とかナノファイバーを取り出して材料として使いたいということを考えました。そのためにはまずは木材から先ほどのヘミセルロースやリグニンという成分を取り除いてナノファイバーを取り出しやすくしたい。どうするかというと、、、簡単です。将棋の駒ぐらいの木材、チップと呼ぶのですが、それをアルカリの高圧の釜の中でぐつぐつ煮ます。そうするとリグニンとかヘミセルロースといった成分が取れてきて、こんな一本一本のぼらぼらとなった繊維になります。これは、紙の原料のパルプというものです。これをすき上げると、今、皆さんが持っている紙になります。逆に、その紙を50倍ぐらいで観察すると、こういう繊維で集まってできているということがわかります。ここをもう少し拡大してみます。2,000倍ぐらいですが、何かツルツルとした状態です。別にナノファイバーでできているというような、何か繊維状のものは見あたりません。さらに倍率を、今度は5万倍まで上げます。そうすると、これは



(図 14)



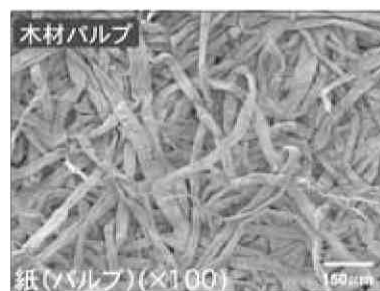
(図 16)



(図 17)

じゃあどうするかと思ったら、原料にはパルプを持ってきます。先ほどの紙の原料です。(図 18)

このパルプを、たっぷりと水を含ませてグラインダーという機械で擦ります。グラインダーという機械は、基本的にはフードプロセッサー。食品加工の機械です。例えば砂糖で炊いた小豆があります。その砂糖で炊いた小豆をここから通します。そうすると、二枚の回転している砥



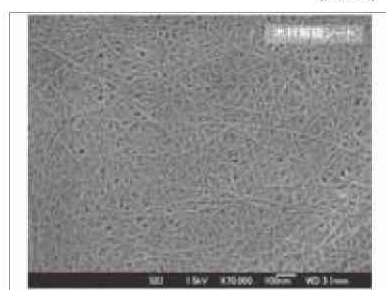
(図 18)



(図 19)

石の間で小豆が擦られ、こしあになります。スープで炊いたトウモロコシですと、ポタージュスープができる。そういうフードプロセッサーです。そこに 2 % 濃度ぐらいのパルプの水溶液を 1 回通す。(図 19)

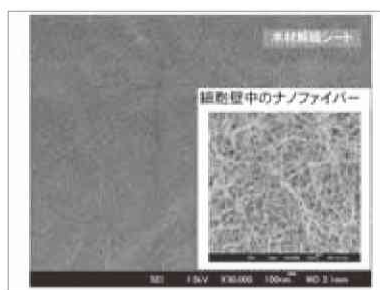
そうすると紙のパルプがこういうナノファイバーに変わります。ご覧ください。このバーは 100 ナノメートルですから、この繊維は、幅 20 ナノメートル。植物の細胞の壁の中にあるのと同じものがそのまま取り出されてきているということです。(図 20)



(図 20)

実際の木材の壁の中にあるナノファイバーと同じ太さのものがフードプロセッサーを 1 回通すだけで得られることがわかります。部分的にできているのではないかということと言われるので、もうちょっと倍率を落として見て見ます。(図 21)

どこにも大きな塊ってないですね。もっと倍率を落とします。そう



(図 21)

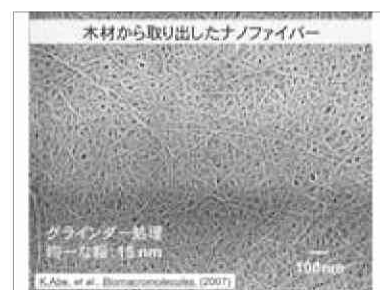
するとナノファイバーは見えなくなって、ツルツルツとしたプラスチックの表面を見るようなものになり、どこにも解れ残りというか、ほぐれていない部分というのがない。フードプロセッサーに 1 回通すだけで、紙が鋼鉄の 5 倍の強度を持ったナノファイバーの集まりに変わります。(図 22・23・24)



(図 22)



(図 23)



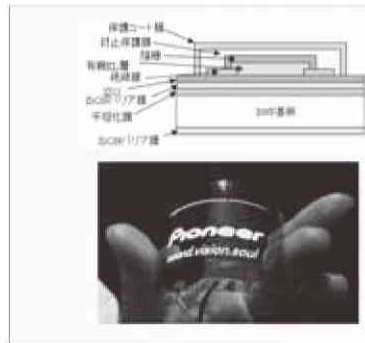
(図 24)

そこから、紙をすくような形でシートをつくって樹脂をしみ込ませると、ちゃんとこういった透明な材料ができます。それは繊維が7割から9割も入っているのに透明です。もちろん曲げられます。だから、木材、つまりこの地球上で一番資源的に豊富なバイオマスから、透明な低熱膨張のフィルムをつくることのできるようになったわけです。(図 25)

これは、そのフィルムを使ってその上に有機ELのケミカルをいろいろ載せていって実際に光らせましたという写真です。この



(図 25)

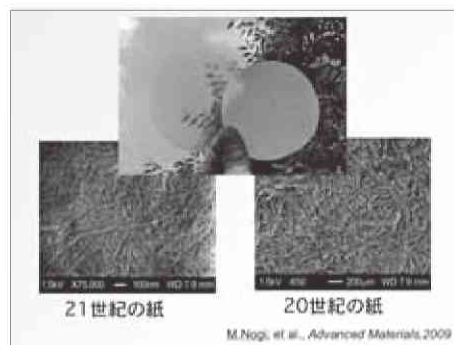


(図 26) という話をしましたが、

この材料は樹脂すらしみ込ませない。ナノファイバーだけ固めてこんな透明なフィルムが今、できるようになっています。これは、折り曲げられるのではなくて、折り畳められるところまで来ています。ここ、ごらんいただけますね。これは紙飛行機のようなものを折っているわけです。折っても折れないぐらいの非常にフレキシブルな、でもガラス並みの低熱膨張性で、しかも鋼鉄の強度をもつ材料ができています。(図 27)



(図 27)



(図 28)

らは7万5000倍で見ます。つまり、これがグラインダーでほぐれて、この形状になる。化学的な成分は、この間一切変わりません。ただ物理的な形が変わるだけです。そうすると透明なシートができる。(図 28)

このシートはどんな応用ができるかということですが、これからは連続的な印刷でテレビをつくる時代が来ます。決して夢の話ではありません。その際、ここの基板の部分に21世紀の紙でできた透明で膨張率の小さいフィルムが来ます。ここで印刷を

私は、これを21世紀の紙と呼んでいます。なぜ21世紀の紙かといいますと、こちらは20世紀の紙です。これはコピー用紙です。これを拡大しますと先ほどのパルプというものの集合体が、こんなふうな繊維の集まりだということがわかります。こちらでも拡大してみますと、こんな繊維の集合体だということがわかります。樹脂も何も入っていません。ぱっと見は同じです。じゃあ21世紀の紙と20世紀の紙は何が違うかというと・・・ここをごらんいただきたいのですが、50倍で見えています。こち



(図 29)

するようにいろいろな薬品を載せていって、巻き取ってもいいですし、チョンチョンと切って電源につなげば、それがテレビや携帯電話の画面になります。そういうようなものをつくる一番基本的な技術として、今、この材料が開発されてきています。私たちは現在、新聞から情報を手に入れています、それと同じように、将来は紙でできたディスプレイから情報を手に入れるようになる。いつの時代にも人類にとって紙は情報媒体として重要なものになると私は考えています。(図 29)

さて、次は自動車の話です。

どういうことかという、私は色々なところで“植物で自動車をつくる”という話をしています。それは、高強度のナノファイバーを使ってボディを作るのです。後でビデオを見ていただきますが、セルロースナノファイバーを使うと軽くて強い材料ができます。そうしますと車体の重量が軽くなって、結局、今、排出されている炭酸ガスが4%低減できるという話です。これもまたビデオを見たほうがよくわかると思いますのでビデオを見ていただきます。(図 30)



(図 30)

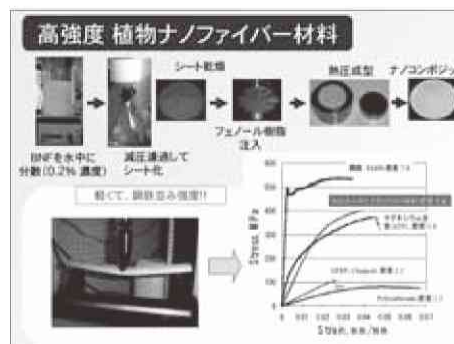


(図 31)

ビデオ：セルロースナノファイバーを固めると、鋼鉄のように強い材料を作ることができる。(図 31)

今の話も少し説明をさせていただきたいと思います。基本的な作り方は、ナノファイバーを大量の水の中によく分散させておいて、紙をすき上げるような感じですき上げるとシートができます。そのシートに接着剤の成分をしみ込ませて熱を加えて固めます。そうしてつくられた材料について、こんな方向に力を加えて、力を加えた程度とたわみの関係というのを調べたのがこのグラフで

す。横の軸がたわみだと思ってください。縦の軸が加えた力です。鋼鉄はこれです。これがセルロースナノファイバー材料です。マグネシウム合金というのはコンピューターのこの部分に使われている軽量の高強度金属材料ですが、それとも変わらないぐらいの強度がセルロースナノファイバー材料で出ます。注目したいのは鉄の密度は7.8と重い。この材料は1.4。鉄の5分の1の軽さで鋼鉄並みの強度を持つ材料を植物から作ることが出来るということが非常に大事なわけです。(図 32)



(図 32)

この植物ナノファイバー材料というのは、いろいろな用途が考えられます。住宅材料であるとか家電品で



(図 33)

あるとか包装容器、そういったところにどんどんこれからナノファイバーを入れて性能を上げていこうということを私たちは研究しています。(図 33)

その中で特に注目しているのは自動車です。軽量・高強度のバイオボディをつくる。あるいは透明材料ですから窓も作ることが出来るでしょう。あるいは天然ゴム。タイヤをこのナノファイバーで補給してずっと性能がアップしたタイヤに変える。性能というのは燃費がよくなるということです。その際のモチベーション

がこれです。車体重量を20%減らす。それは鋼鉄の5分の1の軽さの材料ですからボンネットだとかドアに使えばできます。ではどんな効果が期待できるかというと、今、皆さんが乗っている普通の平均的な車の重さは1.5トンです。その1.5トンの重さが、こういう材料を使うことによって1.2トンまで、300キロ落とせます。そうすると今、リッターで10キロ走っている車が12キロ走れるようになる。逆にいうと同じだけの距離を走るのに必要となるガソリンの量は減るわけです。当然、その自動車から出てくる炭酸ガスは減ります。今、日本で出されている炭酸ガスの2割は自動車から出ている。その自動車の排出炭酸ガスを2割減らせるということは、日本中で出てくる炭酸ガスの放出を4%減らせる。これはかなりの量です。炭酸ガスを固定してつくられた植物材料で炭酸ガスの排出を減らしていく。それがこれから人類にとっては大事なことだと思って研究をしています。でも、植物で自動車をつくるというと、何かうそくさいと思う方もおられるかもしれないですね。こういう数字を出しても何かぴんとこないかもしれない。(図34)



(図34)



(図35) 木でつくったのです。翼長が約100メートルあります。そ

の飛行機が実際に空を飛んだ。飛行機が飛ぶのだから自動車ぐらいつくれるだろうと私は思いますし、それが社会的に重要なことであると思っています。(図35)

さて、時々聞かれるのが、どんな植物からでもこのセルロースナノファイバーは取り出せますかという質問です。例えば最近、セイタカアワダチソウという外来種が至るところに出てきていますが、駆除するのは大変です。あれからナノファイバーはつくれませんかという話がある。もちろんできます。どんな植物も植物細胞の集まりですから、ナノファイバーは取り出すことができます。ただ、大事なことは工業的にナノファイバーを使うとなると原料が安定して供給されなければいけない。そういう点で木材

利用可能な世界の植物資源量 (Rowell, 1998)

植物資源	利用可能量 (百万トン/年)
木材 (木、樹、竹)	1750 (17.5億トン)
木(トウモロコシ、綿花、他)	1145
砂糖キビ、パカス	970
アジノ	75
アジノ	30
アジノ	30
アジノ	15
アジノ	8
アジノ	2.9
アジノ	1
アジノ	5

天然ゴム: 9百万トン/年

石油系樹脂: 1.5億トン/年

(図36)

だけでなくほかの農業の過程で出てくるような農産廃棄物というものについてもやはり見ておかなければいけないと思います。ここに示した表は、そういう植物資源において、年間に排出されたり、人間が使っている量です。木材が大体1年間に18億トン使われています。毎年1、000億トンぐらい生産されていて、そのうちの18億トンぐらいを私たちは使っています。半分は燃料にして燃やしているのです。ご飯を炊いたりするための燃料です。残りの半分が紙であるとか住宅材料であるとか、そういうところに使われる。約9億トン弱です。それに対して、見ていただきたいのは稲わらとかトウモロコシの茎だとか、そういうのも10億トンあるということです。私たちが1年間に使っている住宅用とか家具用とか、紙で使っている木材

の量の何倍もの量が農業の過程でつくりだされ、有効利用されないまま、農地に放置されているのです。やっぱりこういうものからナノファイバーをつくっていくことを考えなくてはならない。(図 36)



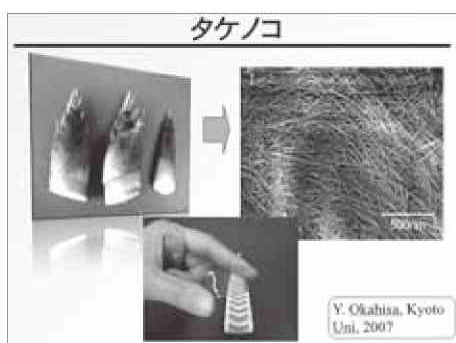
(図 37) さまざまなナノファイバー源

全部のものから取り出したナノファイバーをここで比べています。まず、注意していただきたいのは、同じ倍率で比べています。見える繊維はどれも同じですね。僕は、もっと本当は、原料によって違いがあるのではないか、と思っていたのですが、あけないというか、びっくりするぐらい変わらないのです。見える繊維はどれも同じです。どんな植物からこの幅 15 から 20 ナノメートルぐらいのナノファイバーは取り出すことができます。

(図 38)



(図 38)



(図 39)

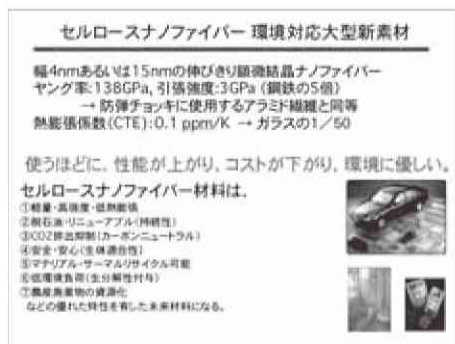
おもしろいところではタケノコです。皆さん、タケノコはナタデココと同じようにカリカリッとかじって食べますね。タケノコはそのまま成長したら竹になるわけですから、鋼鉄の 5 倍も強いセルロースナノファイバーを皆さん、噛み砕いています。タケノコにはでん粉とかが含まれますので、それを取り除いて先ほどのグラインダーで 1 回シュッとすると、こんなナノファイバーがタケノコからもつくれて透明な材料もできる。これは食品ですからぜひラーメンとかうどんとか、そういうところに練り込んで独特の歯ごたえを持って、かつ伸びない、ゆで上げて何分たっても伸びないような食品をつくることができないかと思って、今、研究室で少し研究を始めているところです。(図 39)

さらにおもしろいナノファイバー資源ではカニやエビの殻です。これも実はナノファイバーでできています。それはキチンといってセルロースとはちょっと違うのですが非常に構造は近いのです。それもやっぱり炭酸カルシウムとかたんぱく質を取り除いてグラインダーでシュッと擦ると、こんなナノファイバーがとれてきます。同じように透明のフィルムもできますし、いろいろな性質もセルロースでつくってくるナノファイバーのフィルムとあまり変わりません。(図 40)

セルロースのナノファイバーは、環境に対応した大型の新素材になっていくだろうと私たちは考えています。これを世の中でもっともっと使って行くためには、使えば使うほど性能が上がるだけじゃなくて、値段も安くなって、気がつけば、これは実は環境にやさしい材料なんだと、そういうものに変えていければいい



(図 40)



(図 41)

新しいバイオ資源依存産業というのをつくっていく。これが21世紀の産業になります。その中で、このセルロースのナノファイバーが入り、自動車、家電、建材、ITなど、いろいろなところに使われていくようになるということです。つまり、持続型の生物資源、サステナブル・バイオというのですが、サステナブル・バイオに基づく新しい産業、これをぜひ日本から出していきたいと私は思っています。(図 42)

さて、あと10分ちょっと時間をいただいてまとめに入りたいと思います。



(図 42)

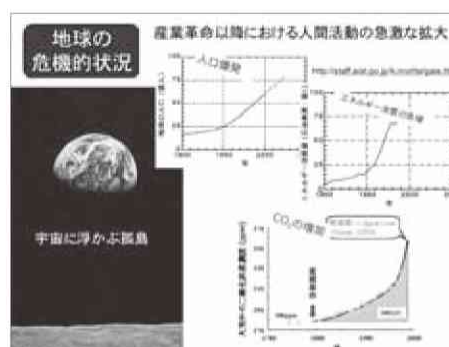


(図 43)

皆さんにまずごらんいただきたいのは宇宙に浮かぶ地球です。月面から見た地球なんですが、つくづく地球というのは孤立した系なんだな、ぽつんと浮かんた島なんだなということを思うわけです。(図 43)

この閉鎖空間の中で産業革命以降、人間の活動が急激に拡大してきました。人口が増えました。エネルギーの消費も増えました。炭酸ガスも急激に増加しました。この閉ざされた空間の中

で限られた資源、限られたスペースの中で人間は生きているの



(図 44)



(図 45)

なわけです。したがっ

て、この孤立した系の中で生きていくためには、私たちはやはり太陽のエネルギーを上手に使っていくことをしっかりと考えないといけないと思うわけです。(図 45)

そのときに、太陽の光によって水と炭酸ガスから環境負荷のない形で作り出される地球上の最大の有機物質というのが植物バイオマスです。私たちが太陽の光を頼りに生きていくということ

は、やはり植物をうまく利用して生きていく社会にしなければいけないということです。(図 46)

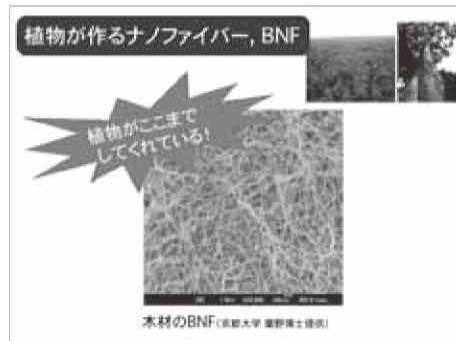
そのときに、材料の中心に来るのは、このセルロースのナノファイバーだと私は思っています。つまり、この様に生き物がつくるものを、人間が石油からプラスチックを作ってきたようにして一から分子を動かして作っていかうとした時、こんな細くて高強度で低熱膨張の繊維を私たちはまだ作ることが出来ません。今、一番進んでいる技術で、やっとこの3倍ぐらいある太さのナノ繊維を、

太陽の光によって、水と炭酸ガスから作り出される地球上最大の有機物質! 植物・植物バイオマス



バイオマス: 1兆8千億トン 石油: 1千500億トン

(図 46)



(図 47)

人間がとてもしゃないけどつくり出せないような高性能の材料を植物が既につくってくれている。それも環境に負荷のない形でつくってくれている。その上に、さらに人間の技術を乗せて、何か新しい材料をつくっていくという考え方が大事だと私は思うのです。生物が行った99.9%に人間の知恵を0.1%を足すということです。そうすると、研究において大事なことは、その足し方です。どう足すんだ、ということです。それについては、人間の都合で足しちゃいけないと思っています。つくり手が居るわけです。つくり手である生き物が、生物が何を考えてこういう構造をつくり出したかということをよく考えて、その方向に人間の使い方を沿わせていく。人間の方向に植物を持ってこようとするのではなくて、つくり手である植物が必然としてつくり出した構造に人間が知恵を絞ってうまく沿わせて新しい材料に変えていく。そういうことが大事だと私は思っています。それはすべての生き物を尊敬してその力を借りるという考え方です。(図 48)

人間がとてもしゃないけどつくり出せないような高性能の材料を植物が既につくってくれている。それも環境に負荷のない形でつくってくれている。その上に、さらに人間の技術を乗せて、何か新しい材料をつくっていくという考え方が大事だと私は思うのです。生物が行った99.9%に人間の知恵を0.1%を足すということです。そうすると、研究において大事なことは、その足し方です。どう足すんだ、ということです。それについては、人間の都合で足しちゃいけないと思っています。つくり手が居るわけです。つくり手である生き物が、生物が何を考えてこういう構造をつくり出したかということをよく考えて、その方向に人間の使い方を沿わせていく。人間の方向に植物を持ってこようとするのではなくて、つくり手である植物が必然としてつくり出した構造に人間が知恵を絞ってうまく沿わせて新しい材料に変えていく。そういうことが大事だと私は思っています。それはすべての生き物を尊敬してその力を借りるという考え方です。(図 48)



(図 48)

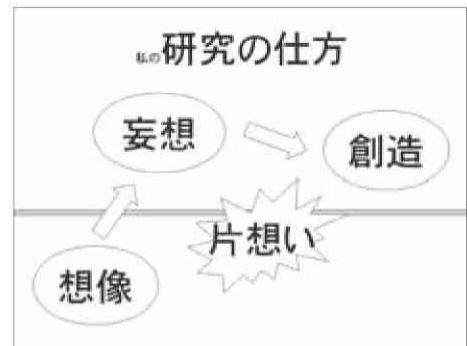


(図 49)

これは鳥獣戯画で12世紀の作品ですが、日本人というのは割合人間とそうじゃない社会ということに対して、それほどはっきりした壁はなかったように思います。西洋ですと、自然というのは克服すべきもの、征服すべきものというイメージがありますが、日本人はそうではないと思います。生き物を尊敬してその力を借りるといっても、それほど抵抗がない。そういう考え方を持って欧米の研究ではつくりえないものを日本からつくっていきたい。それを私は、Jサイエンスと呼んでいます。このJというのはジャパンじゃなくて、ジャパニーズです。ジャパニーズの感性でつくる新しい材料、それをぜひこのセルロースファイバーをベースにやっていきたいと思っています。(図 49)

最後に、きょうは高校生が多いという話を聞いたので、少し研究のことについて私が感じている話をし

たいなと思ってパワーポイントを1枚準備しました。研究の仕方。「私の」という、つまり、私が個人的に感じている研究の仕方です。研究というのはどういうことかという、やっぱり新しい考え方とか、新しい材料をつくり出す、創造していくということが研究になります。当然、従来にないものをつくり出すわけですから、ある一線を越えて何かクリエイティブなものをつくり出すわけです。どうやってこの一線を越えるかというときに、私はまず想像。同じ「そうぞう」なんですけど違うんですね。こちらはイマジネーション



(図 50)

です。とにかく想像するんです。イメージをどんどん膨らませていく。どんなことなんだろう。なぜこんなことが起きているんだろうか、ということをやわやわしながら考えていく。これは非常に楽しいプロセスです。そうすると、その想像がどんどん膨らんでくると、実はその次が妄想に入るんです。創造にすぐにはつながりません。妄想に入るんです。この妄想という世界は極めて個人的な世界です。その人たちが生きてきたバックグラウンドがあって、その人たちの考え方というのがあって、そこから出てくるのが妄想です。だから極めてこのプロセスは個人的です。その個人的な中でどんどん追い込んで妄想が膨らんでくると、あるところでポツと力が抜けたような、はじけたようなことが起こります。そうすると、それは新しい考え方、新たなステージです。私が研究における創造に対して自分自身の経験を通して感じているのは、こんなところです。妄想を膨らますために大事なことは、対象に興味を持つということです。先ほどの田中先生の話にもありましたが、やっぱり関心を持つ。おもしろいと思って自分の対象のことを考えていく。それは、高校生の皆さんに言えば、中学生の皆さんでも良いのですが、自分の近くにいる好きな子のことを思うような感情なんです。そうすると、遠くに座っているその子が鉛筆を1つ、コトッと落とただけでも、パッとそれがわかる。横に座っている人が本を落としたって、全然そんなことは興味も全くないですから気がつかないけど、遠くにいる自分の好きな子が鉛筆を落としたことに対しては、ピクッと気がつく。そういうふうにしてすごく関心をもっていると、すごく感性が、センシティブティーが上がってくるのです。そうやって研究というものは進めていくのじゃないかな。でも、結局、片思いなんですね。なかなか研究というものは両思いにはならない。いつまでも片思い。だからやめられないんだと私は思っています。(図 50)



最後に、一緒に研究している若い人たちをここで紹介させていただきながら、私の話を終わりたいと思います。ご清聴、どうもありがとうございました。