

演目 動き出した「蚕」業革命

講師 瀬筒秀樹 氏

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構生物機能利用研究
部門 絹糸昆虫高度利用研究領域 研究領域長
東京大学大学院新領域創成科学研究科先端生命科学専攻 応用生物
資源学分野 客員教授



○はじめに

みなさんこんにちは。農研機構の瀬筒と申します。私は生まれが鹿児島で、大学と大学院が九州大学で、よく実家に帰るときに国道三号線をバイクで帰ってきて、だいたい山鹿で一休みして帰るというのをやっていた。山鹿は馴染みのある地で、こういう所でこういったお話ができるのはありがたいと思います。本日はよろしくお願ひします。

もうひとつ東京大学の大学院の方にも研究室を持っていますので、もし知り合いに大学生がいたら勧めていただければと思います。



○蚕の研究状況

まず、農研機構についてご紹介したいと思います。農研機構は国の農業についての研究機関で、研究員が 1700 人います。全国各地に研究所があつて、九州では合志市に「九州沖縄農業研究センター」というのがあります。特に有名なのは、リンゴの「ふじ」や、ぶどうの「シャインマスカット」は農研機構が作りました。農業全体に広く研究を行っている機関です。その中で、我々農研機構の生物機能利用研究部門の中で、ここはもともと蚕の研究をやっていたところで、今でも世界一の蚕の研究機関といえると思います。もともとは新宿御苑の方にありましたが高円寺に研究所が移されて、特に一番長い期間が蚕糸試験場という時代でそこで研究を行つてきて、名前を変えて今、農研機構の生物機能利用研究部門となっています。今はつくば市にあります。我々の強みとしては色々な蚕の品種を持っている点、その研究、繭から糸をとる技術のうち特殊技術などで蚕糸研究をリードしていく、こういった強みを持っています。この蚕糸試験場は九州では熊本の植木にもありました。ご存じの方もいらっしゃるかもしれません。

歴史としては、1983年に農業試験所に統合されて今は合志の研究所の方にもありますけれども、蚕の研究はこちらでは行っていません。蚕の研究はつくば市の方でまとめておこなっていることになります。

九州の試験場でどういったことをやっているかといいますと、桑の育種、今も使われている「はやてさかり」を育種や、その土地に合わせた蚕の品種を開発、研究を行っています。

また、熊本での養蚕の取り組みといいますと、さきほどお話があったように長野瀧平が先進的な取り組みを進めてこられたというところです。またこのあとパネルディスカッションで島田裕太さんからお話がありますけれども、山鹿発の新しい養蚕の取り組みで、これは誰も登ったことのない山を登ることをやっています。実際我々も初めてこの計画を聞いたときは、「本気か？やめておけ」と止めたくらい無謀なチャレンジです。これは世界初の大規模周年無菌養蚕システムで、耕作放棄地を桑畑に変えて、今では有機桑ということ有機 JAS 認証もあって、それを用いて人工飼料を作って昆虫工場で蚕を飼うものです。理論的にはできますが、非常に難しいことです。それを今できるようになっているのは、素直にすごいことだと思います。それを用いて色々なものを開発するというのを、このあと島田さんが紹介してくれると思います。これを立ち上げたのが島田俊郎さんで、残念ながらもう亡くなりました。第二の長野瀧平というか、熊本蚕業復興の祖として語り継がれていくのだらうと思っています。本当に無謀なチャレンジを現実にしたところで、非常に優れた功績をあげられた方だと

思います。

○蚕ってすごい

話はもとに戻って、蚕、シルクってもともと何がすごいのかっていう話を紹介します。蚕の一生は、卵から幼虫、四回脱皮して繭をつかって蛹になって成虫になって卵を産む。このサイクルが3週間くらいになります。一番すごいのはたった3週間でこの小さいのが体重1万倍にもなる。つまり、すごい成長能力を持っていて、体も繭も主にタンパク質からできていて、その生産能力が高いというのが特徴です。もうひとつ、蚕はものすごく飼いやすくなった、飼いならされた生き物で、完全に家畜化された昆虫です。地球上でもっとも人間に飼いならされた生き物です。人が世話しないと生きていけないのです。もともとは野生のクワコというのはその辺におります。たくさんいます。それを5000年かけて品種改良して、大人しくなり木にも登れなくなります。そして、繭がとでも大きくなって成虫は飛べないというように改良が進んだものになります。また、その過程で非常に飼いやすくなり、高密度で飼育できるようになります。特に品質と性質をそろえるということはとても大事なのですが、それができる昆虫は他にいません。ここが非常に良い所で、最近では人工飼料でも飼育できます。あと室温も結構重要なポイントで、室温20~30度で飼育できるので電気代があまりかからないということです。1平米1000匹くらい飼えて、餌代も比較的安いということで、比較的lowコストで飼育できるのも強みです。

やはり蚕は、シルクが作れるというところが何よりも強みで、シルクが生み出せる

生き物です。一個の繭に 1300~1500mの一本の糸が繋がっています。これはものすごいことで、一個の繭にスカイツリー2個分の糸が入っています。ものすごい量です。シルクの特長として、繭から生糸がとれるということ、蛋白質でしか取れない長繊維が取れる。長繊維が取れるのは今のところ蚕しかいません。普通は短い繊維を紡いで紡績の糸になります。長繊維という点はやはり蚕の強みです。サステナブルで石油を使わない、あと生分解性っていうのも今後ますます強みになると思います。高品質、光沢、放湿性、こういうところにも優れている。特に放湿性に優れているというのは利点です。欠点もあって、摩擦に弱くてすぐに擦れて破けてしまうということが弱点です。なんとかとしたい点ですが、今は加工でどうにか強くすることが可能ですし、バイオ技術で強くしようという研究も進めています。あと縮みやすいとか黄変しやすいか、そもそも高いというのもありますけれども、この辺の課題をなくしていきたいと考えています。

ただ事情がちょっと変わってきていて、2035~40年には繊維不足になるだろうといわれています。世界の人口も増えて、もうひとつは石油製品が使いなくなる。それはマイクロプラスチックの環境汚染問題であったり、二酸化炭素の排出の問題であったり、特に欧米中心に石油由来製品の使用規制が始まりつつあります。それに対抗するために代替品として何を使うかという、レーヨンのセルロース繊維だったり、バイオマスプラスチック繊維であったり、日本のSpiber社がやっている大腸菌でタンパク質繊維を作ろうという取り組みが進められ

ています。もちろんコットン、綿を増やしたい、もしくはウールを増やしたいっていう取り組みもありますが、コットンは農薬問題で農地を広げられない。ウールも羊なども増やせない。ところがシルクは、土地あたりの生産性も高く、桑がCO2を吸収するということもありますので、増やせる。特に今、世界の蚕の8割くらいを中国が作っていますが、生産が急速に減っています。あとブラジルは世界で最も良い品質のシルクを作っていますけれども、ここも生産が減っている。というところで、日本がもう1回主要な生産国になれるのでは、という流れになっています。

○養蚕の歴史

またもとに戻って養蚕の歴史ですけれども、もともと養蚕は中国で5000年前に始まって、ヨーロッパ、日本など色々なところにシルクロードで伝わってきたと言われていています。日本には2000年くらい前に、おそらく中国からはいつて来て、江戸時代から盛んになったといわれています。日本書記にこういう神様が書かれているなど、文化との深いつながりがあります。さきほどの話でもありましたけれども、蚕は日本経済の発展を支えていました。シルクと蚕の卵の輸出が国の輸出の4割以上を占めていたのです。ものすごい数ですね。当時の自動繰糸機を作っていた会社が日産であり、今の自動車産業に繋がっていますし、自動織機を作っていた企業が今のトヨタであって、やはり自動車産業に繋がっているということで、のちの産業にも繋がっています。

また、これもさきほどありましたけれども、ピーク時1929年には農家の数が221

万、繭の生産量も40万トンで、もちろん世界一位でした。ところがこれが1994年になると1万戸、生産量は13000トンとなり、2005年になると1590戸、2022年になると全国に163の農家しかいなくなりました。もう絶滅の危機にある。生産量も40万トンあったものが51トンと非常に少ない。これは化学繊維の普及、国際化の競争で負けた、あと農家の高齢化が挙げられます。農家の平均年齢は、日本の平均年齢の10歳以上です。80歳になったら辞めて跡継ぎがいなくてどんどん減っていくという状況になっています。つまり、伝統産業、文化、技術がなくなるという危機的な状況なのです。

従来の養蚕の問題点としては、大規模だと儲かりますが、小規模だとなかなか儲かりにくい。あと桑の枝を切って運ぶのが重い。高齢化が進んでいる。これらをなんとか改善しないとイケません。

蚕糸業の伝統文化を守るという取り組みとして、ひとつは世界文化遺産として富岡製糸場が登録されて文化を守ろうという流れがあります。さきほども出てきましたが、富岡製糸場や風穴、天然の冷蔵庫、これらを遺産として残そうという動きがあります。また、これも話題になって精神的支柱になっていますけど、皇居の中に桑畑があって蚕を飼う場所があります。毎年皇后さまが飼育されて、今の代だと天皇陛下や愛子さまも手伝っておられます。このように皇居で蚕を飼うということは非常に精神的にも中心となって伝統文化を守っていくというシンボルになっています。ここで飼っている品種は「小石丸」といいます。ここの小石丸の卵は我々が厳重に管理し、温度を一定にした冷蔵庫で保管します。そして毎年、菊

の御紋がついた車が蚕を取りにくるようになっていきます。

また、各地域で色々な養蚕復興の取り組みが行われていて、最近では生きがい養蚕、障がい者の方の養蚕の取り組みもあります。もうひとつこのあとのパネルディスカッションであります。小学校での蚕の飼育というも行われています。このようにして、伝統文化を守るという動きはありますが、伝統ある技術を活用して産業を興せないかというのが我々の目的で、研究を進めています。

産業が強かったので研究も進みました。蚕の研究は日本が強い分野です。メンデルの遺伝を動物で初めて再発見しています。原種同士を交配してF1（一代雑種）を作ると品質が良い、今では園芸作物や家畜ではよく使われているような技術を実用化したのも蚕が初めてです。色々なホルモンやフェロモンの発展も蚕で行って、mRNAを最初に管理、取り出したのは蚕が初めてです。コロナのワクチンでみなさん打ったかと思いますが、そのmRNAです。mRNAは分解されやすい構造なのですけども、それが分解されない構造をmRNAの頭の方にキャップ構造っていうのがあるということを見つけたのが古市（泰宏）先生です。ずいぶん昔に発見したのですが、その技術がコロナのワクチンに必須のものになっています。残念ながら昨年亡くなられて、本当は生きておられたらノーベル賞に名前が入っていたかもしれないので我々としては非常に残念ですけれども、大きな功績があるというところです。

○動き出した「蚕」業革命

我々の前のボスが世界で初めて遺伝子組み換え蚕を開発することに成功しました。目印として、光るタンパク質の遺伝子を蚕に入れて光るようにしました。この技術を世界で初めて我々が開発したということで、養蚕の技術と新しいバイオ技術で蚕の可能性をさらに広げられるようになりました。新しい産業をつくらうということを進めていて、これを我々は「蚕業革命」と呼んでいます。イギリスの産業革命をもじって蚕業革命と読んでいます。何をやっているかといいますと、まずは耕作放棄地の再生です。ピーク時には 70 万ヘクタールあった桑畑が、今はほぼなくなりましたが、耕作放棄地をもう一回桑畑にしてその餌を使って、あつまる山鹿シルクでやっているような大規模な昆虫工業や、農家で飼育したりすることを目指しています。蚕というものはこのあとも紹介しますけど、ありとあらゆるものに利用できます。その原料を作らうということです。それも持続可能な体制で作らう、ということで、市場を作っていくって、新しい産業、市場を作っていくというのが、我々の目指すところですよ。

どんどん話が変わってしまっていて、あまり詳しい話をしておりませんが、どこかひとつでも引っかかっていたらと思います。また、あとで問い合わせいただいたり、自分で調べていただいたりしていただければと思います。

まず、遺伝子組み換え蚕ですが、これは新しい育種技術のひとつです。遺伝子組み換え蚕をどうやって作るかといいますと、直径 1mm くらいの蚕の卵に外来遺伝子の DNA を注射します。この卵の殻が硬いので

一回金属の針で穴をあけて、ガラスの注射針で DNA を注射します。注射した DNA が染色体に取り込まれ、新しい遺伝子をもった遺伝子組み換え蚕になって、新しいタンパク質を作れるようになります。性質が変わるわけで、昔長い時間かかっていた育種を短くできるという技術です。なぜ遺伝子組み換え蚕をつくるのかというと、もともとシルクは天然のタンパク質繊維なのですが、色々な良い特長がある。シルクの繊維を拡大してみると、フィブロインという 2 本の繊維と、周りをセリシン、よく化粧品などに使われますけれども、セリシンという糊が取り囲んでいて、それがくっついて繭になる。通常、糸を取る時はお湯で煮てこの糊をほぐすのですが、このセリシンとフィブロインがあるのも非常に良い特長です。もともと良い性質を持っているシルクをバイオ技術で、さらに用途を広げられるのです。具体的にはこのフィブロインというところに新しい機能をもたらすことで新しいシルクが作れます。もうひとつセリシンのところに新しいタンパク質を吸わせると医薬品の原料にもなります。このように使い分けもできて非常に蚕の可能性も広がるということです。

具体的にどういうものが作れるのかというところを紹介します。高機能化して、高く売れるものを作っていくということです。最初に作ったのは光るシルクで、光るタンパク質というのは 2008 年に下村脩（おさむ）先生らがノーベル化学賞をとったものです。もともとサンゴは海の紫外線を無害な波長に変える役割で光っているようで、クラゲは何で光っているのか未だに分かっていないと思います。このタンパクは紫外

線や青色LED（これもノーベル賞受賞）を吸収して青い光を緑に変える特徴があります。我々はまず研究目的で光るタンパク質を入れて、技術が成功したかというのを見る為に蛍光タンパク質を繭に入れてみました。光る繭から糸をとれるようにしたので、最初は技術の確立の目安だったのですが、意外と綺麗だということでも色々注目されて、これで服を作ってみようということになりました。もうひとつは、これを光らせなくても普通の光でみても非常に綺麗です。染色しなくてもよい。染色は環境汚染の原因にもなるので、染色不要なカラーシルクとしても使える。その点でデザイナーの桂由美さん、ウエディングドレスのデザインで有名ですが、発表してすぐに飛んできて「ドレスを作りたい」ということで作っていただいたり、このドレスは論文で発表したりしています。あとは、カラードレスとして発表しました。緑だったりピンクだったりというものをつくっていました。また、シルク、光るタンパク質はアート作品と非常に相性がいい。スプツニ子！さんという、今は東京芸大の准教授のアーティストがいますけども、デザイナーの串野真也さん、レディーガガの靴などをデザインしている有名なデザイナーの方ですけども、彼らと西陣織のすごい技術を持った(株)細尾と我々が組んで、光る西陣織で衣装を作ったわけです。これはグッチで展示してイギリスのヴィクトリア&アルバートミュージアムに収蔵されるに至りました。これをあつまる山鹿シルクの島田さんがひとつ購入して、天聴の蔵で展示を行ったこともあります。

光る以外になにがあるのかといいますと、

超極細シルク、これは世界で一番細いシルクというのも作りました。これは通常2.5デニールくらいの糸が、遺伝子組み換えで1.5デニールにしました。ナイロンで細いストールを作るのと同じような、非常に軽い高級なものことができました。ちなみに私が今使っているこのチーフ、これもこの細い糸で作ったものです。その極細性と、あともうひとつ染色性が高いので非常に光沢があって綺麗なドレスができるということです。高級繊維として売り出したいということで、今これも農家で飼えるようになっていて、徐々に生産を増やして製品が出来るようにしていきたいと進めています。

それ以外にどういうものがあるかということ、蜘蛛です。蜘蛛の糸は強く、地上最強の糸と言われていて、蜘蛛の糸は鉛筆の芯くらいの太さがあると飛行機を止められるくらい強いと言われていています。アメリカ軍がこれに注目して防弾チョッキに使おうという研究が昔から行われてきました。スパイダーマンという映画がありましたが、我々としてはスパイダー蚕を作りたいということで、実際蜘蛛の遺伝子を蚕に入れることを進めています。随分前に第一弾の蜘蛛の糸シルク、蜘蛛の糸を紡ぐ蚕というのをつくることに成功しました。しかし実際なかなか品質が安定なくて、品質を安定させるのが難しい。その点で実用化に至らずに、もっと強い蜘蛛の遺伝子を入れた蚕をつくらうということで改良中です。シルクは強い方が色々な製品にしやすいのです。洗濯しやすくなったり洗濯に強くなったりするということで強い糸をつくらうと研究を進めています。

話がどんどん先に進みますけれども、他

に蚕を何に使えるかといいますと、昆虫工場として利用する点です。どういうことかという、蚕で医薬品や化粧品などを作るということです。医薬品の原料をセリシンの中に分泌させると、水につけるだけで簡単に取り出せます。しかも人に近いようなタンパク質ができるということで、良い生産系であります。既にいくつかは実用化されていて、ニッポーボーメディカルという福島に工場のある企業が、医薬品として骨粗鬆症の検査薬を販売しています。国内シェアはトップです。みなさんが病院に行った時の骨粗鬆症の検査の時にお世話になっているかもしれません。もともと骨や血液からとっていたのですが、なかなか入手しづらい。人の血はなかなか使えなくなっているということで、他の色々な生産系があるのですが、大腸菌や培養細胞など、なかなかできないところが蚕だと簡単にできるわけです。蚕にしかできないものとして実用化がうまくいった例です。それ以外に群馬の(株)免疫生物研究所というところが、この分野のバイオニアとして研究を進めていて、化粧水の原料としてこのコラーゲンを使って化粧品にしたものを売られたいしています。

また色々な検査薬ですね。動物や人の医薬品も進めて、アルツハイマーの検査に使えるようなものを作っています。もともとマウスで作っていたものを、動物愛護でマウスが使いにくくなり、蚕は動物愛護にぎりぎり引かかると引かからないかということで、蚕でつくといいものが作れる。またラミニンというのはiPS細胞を増やすときに使うもので、非常に高いです。それを蚕でつくと安くできたというもので、こ

のようなものが世の中に出ています。人の医薬品も、血を止める薬だったり、エイズの治療薬だったり、良いものはできても治験にお金がかかる。なかなか進まないという課題があります。

他に、今、あつまる山鹿シルクさんらと一緒にやっていますが、新しい取り組みとして、経口ワクチンへの利用です。もともとシルクは難消化性で、食べると消化しづらいということもあり、そこにワクチンを含ませてみてはどうか、という発想が生まれました。タンパク質は普通胃で分解され腸に届かない。ということは、シルクに含ませて食べると胃で分解されずに腸に届く。そこでワクチンとして働けばいいじゃないかということで、経口ワクチンとしての利用法を開発しています。もうひとつは、抗体をシルクに含ませた利用です。抗体という色々なものをくっつけるものをシルクに含めると、ウイルスをキャッチすることができるのではないか、感染予防ができるのでは、ということで開発を進めています。実際、詳細は省きますけども、あるワクチンを作った繭パウダーにしてマウスに食べさせたところ、サルモネラという食中毒を起こす菌に対する特異的な抗体ができたということで、詳細なデータは出しませんが、予防効果がみられワクチンとして働くということがわかって今注目されています。

また、我々は遺伝子組み換え蚕生産というところで繭を作っておりますけれども、特に九州大学発ベンチャーのKAICO(株)がニュースでたまに出ると思いますが、昆虫だけにかかるウイルスに遺伝子を組み込んで感染させ、体液でタンパク質を作るのです。これも非常に研究が進んでいて、コロ

ナウイルスの感染抗体検査キットも蚕を使っていろんなものが作れるのです。

専門的なものになりますが、蚕で物をつくることでいいのは、二酸化炭素を減らせる。従来の方法というのは、培養細胞で作ると二酸化炭素がかなり出ます。ところが蚕だと8割ほど減らせるということで、蚕を使えば二酸化炭素の排出が削減できるのです。今後地球温暖化への対応として重要になってくるといって期待されています。

○広がるシルクの用途

他にどういう用途があるか、シルクの新素材の可能性について簡単に紹介します。シルクは溶液になったり、粉になったり、フィルムになったり、スポンジになったり、不織布、マスクのようなものになったり、ありとあらゆる加工ができます。プラスチックのようにもできます。化粧品だったり、医療材料だったり、遺伝子材料だったり、いろんなことに使えます。もともとは手術の縫合糸に使われていましたけども、人工血管を使うと、徐々にこれが溶けていき新しい自分の組織に置き換わることができます。またスポンジについては、膝の変形関節症、多くのお客さんが罹る病気ですけれども、軟骨がすり減るところにスポンジをいれると軟骨が再生されるということもわかっております。ただこれにもやはり治験にお金がかかったり時間がかかったりする問題があります。また、これもこのあとパネルディスカッションで紹介がありますが、熊本大学のチャーリーラボとあつまる山鹿シルクさんと農研機構で、このようなものを使った生体吸収性の次世代医療機器を開発中です。これを色々な分野に広げていき

いと開発を進めています。

話がずいぶん飛びますが、シルクに酵素をくっつけて化学反応させたり、シルクにウイルスを殺すような物質を付けたりするなど、アイデア次第でなんでも作っています。アイデアが大事で、例えばレアアースの回収が可能なシルクを作ったりしています。レアアースってその名の通り貴重な金属で、色々なものに必要ですけども、中国からの輸入はなかなか難しい。そういうところで、そのレアアースを回収するシルクをつくろうとなりました。レアアースをくっつけるペプチド、それをシルクにつける。そうするとレアアースが廃液、海水からもとれる。そのような研究も共同で行っています。また、このあと島田さんが詳細を話されると思いますが、貼るワクチンの開発です。これはシルクで注射針を作り、そこにワクチンを含ませて貼るだけで身体にワクチンを吸収させるというものです。こういう新しい方法もあるのです。

最後の紹介になりますが、新たな注目用途としては食品、飼料への利用です。この分野は最近問い合わせが多いです。昆虫食ブームがちょっと社会的に叩かれ下ぶりになっているところもありますが、昆虫食は非常に注目されていて、世界市場がどんどん伸びていくと予想されています。もともとはFAO（国際連合食糧農業機関）が、2013年に昆虫を食べようということで提言したことが発端です。動物性タンパク質というのは今後も需要が増えるのですが足りない。現在、大豆や魚粉でも足りない。これらはこれ以上増やせないのです。背景にはききほどの繊維不足と関わっているのですが、世界人口が2050年には100億人近くになる

と予想されています。そうすると、タンパク質クライシス、タンパク質が足りないということになる。そこで大豆などの栽培面積が増えているのですが、農薬を使って環境問題になっています。また、魚が獲れなくなって魚粉の価格も高騰しているので、昆虫を活用できるのではないかとことです。特に蚕は、環境への低負荷でタンパク質が作れるという可能性が言われています。これまで蚕の蛹は鯉の餌に非常に良いもの、錦鯉の発色が良くなると言われていましたけれども、この蛹の中に免疫を活性化させるものがあることが分かっています。また、うなぎに食べさせてシルクうなぎの生産養殖に利用しようという動きがあります。他にも、みなさんご存じのような冬虫夏草。冬虫夏草を蚕の蛹に生やしてそれを食べる。そうすると、その過程で認知症を改善する物質がでてくるということで、今注目されています。ひと手間加えるだけで付加価値化できるということでいろんな商品が考えられます。

また、他に注目されているのはアメリカの Mori という会社が食品の腐敗を遅らせることをシルクでやろうという開発です。シルクを水溶液にして肉やキュウリなどにかけると新鮮な状態で保てるということで注目されている分野です。食品のフードロスを防ぐという意味でも非常に注目されています。

駆け足になりましたけれども、シルクというのは大きな可能性があるということで、昆虫工場として使え、タンパク質を作り、動くバイオタンパクとして使え、糸を作る工場としても使え、新しい素材の工場にもなり、昆虫食の工場にもなります。例えば火星

に行った時は蚕を育てて食べるのはいいのではないのでしょうか。今日は紹介しませんが、マウスの代わりに蚕を使った実験をやることも進められています。また、もともと蚕はフェロモンを嗅ぎ取る、匂いの感度が非常に高いので、そこを遺伝子組み換えで非常に感度の高いセンサーができるのではないかと研究が行われています。実は、松茸のにおいを嗅ぐ蚕ができています。それ以外にこれからお話があります、教材としての利用。さらに、アート、福祉などアイデア次第で色々な業種と連携ができると思います。ただ、これらをどうやって儲かるものにするのか、事業化するのかというのが今の課題になっているところです。以上になりますが、昔のテレビ番組のコメントで所ジョージさんが「蚕万能」といいましたが、蚕の特長を非常によく表していると思います。私の最後の主張としては、熊本からぜひ蚕業革命を起こしてほしいということです。

ご清聴ありがとうございました。

