

一般財団法人 杉山産業化学研究所
第 80 回 公開講演会

演題 「ひとを泣かせないタマネギの話」

ハウス食品グループ本社株式会社
中央研究所基盤技術開発部 研究主幹
農学博士 今井 真介 先生



はじめに

どうもありがとうございます。今井と申します。今日の「ひとを泣かせないタマネギの話」というタイトルですが、実は徳田先生から「こんなのはどうか?」と言われまして、「これは面白いからこれで行きましょう。」ということで決まったもので、私が考えたタイトルではないということを最初に申し上げておきます。写真も今日のためにちょっと入れ替えて来ました。

私は現在千葉県に住んでおりますが、千葉県に白子町という所がありまして、ここはタマネギの産地なんですね。みなさんは、イチゴ狩りは聞いたことがあると思いますが、白子町ではタマネギ狩りと言うのをさせてくれるのです。畑に行くと、10 キロ用の大きな袋をもらいまして、10 キロ分を千円で収穫させてくれます。このスライドは、白子町でタマネギ狩りをしてきたときの写真です。現在、私は奥さんと二人暮らしなので、毎日タマネギを食べ 10 キロなんとか消費しようと頑張っています。もちろん、今朝もオニオンスライスを食べてきました。



タマネギとは

タマネギとはどんなものかと言いますと、実は、エジプトでピラミッドを造っている時に、労働者に元気になってもらうために、タマネギとニンニクを与えていたと言うぐらい昔から食べられている、すごく古い歴史を持っている野菜の一つです。現在でもタマネギの生産量はすごく多くて、私が以前調べたところでは、トマトに次いで 2 番目に生産量が多いと書いてありましたが、FAO(国際連合食糧農業機関)という組織の統計がありまして、それを見てみるとスイカがどうも 2 位になったらしいです。スイカなんか世界中で本当に食べているのかどうか良く分かりませんが、統計上はタマネギが 3 位で銅メダルだということです。

<タマネギ>

- 生産量が多い野菜(世界で第三位)
1. トマト 2. スイカ 3. タマネギ
 - 切ったら涙が出て来る
タマネギの催涙性成分の化学構造も、その生成機構も、すでに沢山研究されていた。
- ⇒ 何故か見逃されていた
催涙成分を作る酵素を発見できた。

2002年に、論文発表した。

先ほど徳田所長のお話にありましたように、タマネギを切ったら涙が出ます。大昔から食べられている食べ物ですから、すごく良く研究されております。だから、涙を催すようなタマネギの催涙成分がどのような化学構造か、それがどのようにしてできるのかも分かっております。そのように、昔から色々な人によって研究されているので、もう研究され尽くされていたと思っておりました。ところが、何故かみんなが見逃していた、その催涙性成分を作り出す酵素を、私が偶然見つけてしまったということで Ig Nobel 賞をもらいました。

Ig Nobel 賞を受賞して

催涙性成分を作り出す酵素の論文を書いたのは 2002 年なのですが、それから 10 年も経った 2013 年、「Ig Nobel 賞の最終候補に君の研究が残っているけれど、受賞する気はある？」というメールが突然届きました。

Ig Nobel 賞というのは、考える人が台座から落っこちている絵がロゴとして使われている位、変ちくりんな賞で、Nobel 賞のパロディ版と言われています。ですから、Ig Nobel 賞を受賞したら、多分みんなに馬鹿にされるかなあと考えていたんですが、意外に好評でした。

例えば小学生新聞の 1 面に、このように載せてもらえました。朝日小学生新聞だけではなく、毎日小学生新聞にも載ってしまいましたが、こういう取材を受けた時に必ず聞かれることが 2 つあるんです。

1 つ目は何かと言いますと、「今回 Ig Nobel 賞を受賞されましたが、次は何が目標ですか？」と訊かれて、「私、そんなこと言えません。」みたいなことを言ったんですが、向こうは Nobel 賞と言って欲しいんですけれどね。もう 1 つは、「小さい頃は、どんな子供でしたか？」という風に聞かれるんですね。これも何となく予想は付くんですよね。名探偵コナンのような、何か実験好きの子供だったのでないかと言うようなことで訊いて来るんですが、「いや、そんなことはありません。子供の頃は全然駄目でした。」と話すと、「本当ですか？」なんて言われました。

去年の秋だったでしょうか、このような取材を受けたので、「もう小学校の頃の通知表なんかないよね。」とお袋に訊いたら、「ある！」と言うんですね。本当に直ぐに出て来たんです。母親のことを何故お袋と言うのか、その時に初めて分かったんですよ。ドラえもののポケットを持っているからなんですね。そして、通知表を見て何か懐かしいなあと思いました。去年講演に呼ばれた時に、面白いから出てきた通知表を試しに紹介してみたら、滅茶苦茶受けたので今日も持って来ました。

子供の頃の私

これは小学校 2 年生の時の通知表なのですが、右の方が遅れている、やや遅れている、真ん中が普通で、私は真ん中より全部下なんです。その上、コメントは、「ぼんやりしている時間が多く、大切なことを聞きのがしています。」「字なども正確に覚えていません。」なんです。一学期の係は木琴係という謎のような係になっていました。(笑)



学 期 評 定 教 科		学 習 の 記 録										
		1			2			3				
		大へん進んでいる	進んでいる	やや遅れている	遅れている	大へん進んでいる	進んでいる	やや遅れている	遅れている	大へん進んでいる	進んでいる	やや遅れている
国語			○			○			○			
社会		○				○					○	
算数		○				○				○		
理科			○						○			
音楽		○								○		
図画工作		○				○					○	
家庭												
体育		○				○				○		
備考	国語は得意だが、算数は得意でない。理科は得意だが、図画工作は得意でない。音楽は得意だが、家庭は得意でない。体育は得意だが、図画工作は得意でない。											
教 科 以 外 の 活 動 の 記 録												
第 1 学 期			第 2 学 期			第 3 学 期						
木巧作			絵画									

それから、行動および性格の記録という項目もあるんですが、「時と所の区別なく、自分の思うまま大声や奇声を上げること、もう直しましょう。明朗で伸び伸びしている点は良いと思います。」と書かれています。もうこれしかないということですね。明朗活発だと書いたその後に、「ポケットに手を突っ込んで立ち上がったたりしています。」と書かれて、よっぽど先生に嫌われていたんですね。

「大分良くなってきたんですけども、時間を考えず、自分のやりたい事に夢中になったりすることがあります。」と書いてあります。これは何かと言いますと、今で言う所の注意欠如多動性障害、いわゆる ADHD という障害者のことなんですね。だから、子供の頃は全然駄目だったということです。極端なことを言えば、私は本当にこんな人間だったんです。

[illegible]

そんなに頭が良くなくても、やる気があれば、楽しく仕事はできる。人生は、結構楽しいかも知れない。

騙されたと思って聞いて下さい。

今日、私が伝えたいことは何かと言いますと、研究の話もあるんですが、「そんなに頭が良くなくてもやる気があれば、楽しく仕事できて、人生は結構楽しいかも知れない。」ということす。本当かなあと思うかも知れませんが、騙されたと思って話を聞いてください。

今回の講演の内容は、最初に Ig Nobel 賞受賞の顛末記を話して、それから研究の話をして、

「ひとを泣かせないタマネギの研究の話」をして、最終的に研究を振り返ってどんなことを感じているかということをお話します。

色んな所から講演をお願いしますと言われて、最初の頃は自分のやった研究を一生懸命説明していたんですが、そうすると最初の内はずっと低め安定でシーンとしていて、最後に Ig Nobel 賞はどうでしたという話をすると、最後になってグァーと盛り上がるんですね。だから、皆さんが聞きたいのはここだろうと、このままではやっぱりいけないと思いまして、Ig Nobel 賞の話を最初に持って来ました。途中、研究の話が眠かったらちょっと寝て頂いて、最後にまた起きて頂いたら大体辻褄が合うという、こういうようなパターンになっていますから、最初だけ頑張って聞いて頂きたいと思います。

Ig Nobel 賞受賞顛末記

一昨年の6月のことなんですが、月曜日に会社に行きました。大体、土日と休むと月曜日には元気になるどころか、土日に遊び過ぎると月曜日の朝は辛いものです。入社して会社のパソコンを開いたら、スパムメールのような何か変なメールが入っていました。タイトルは“Ig Nobel”とか書いてあったんですが、その時は何か変ちくりんなメールだなあと思いました。その時、そのメールを捨ててしまっていたら、今の自分は無いのですが、幸いワサビの警報装置が Ig Nobel 賞を受賞したことを私は知っていました。

ワサビの警報装置、これは何かと言いますと、火災報知機が鳴っても耳が悪い人は聞こえないから逃げられませんね。佐村河内さんという人は耳が聞こえないんですが、いざという時だけは聞こえるみたいなんですよ。（笑）そういう人は逃げられるんですが、本当に耳が悪い人は聞こえません。では、本当に聞こえない人たちにどうやって危険を知らせるかと言うので、ワサビの香を使って起こすという研究が Ig Nobel 賞をもらったそうです。実は、ハウス食品もチューブ入りのワサビを作っているのでは是非買って頂きたいんですが、ワサビの香を警報装置に使うということは考えもしなかったなあと思っていて、ちょっと感心してました。

その Ig Nobel 賞なので、ちょっと良い感じがしてメールを開けたんですが、そうすると中には「Ig Nobel 賞というのは人を笑わせ、そして考えさせる研究に贈られる賞です。」と書いてありました。「この賞の受賞を好意的に受け止める受賞者もありますが、激怒する受賞者もあります。」と書いてありました。「あなたは受賞候補に残っていますが、もし選ばれたら受賞する気がありますか？」「一週間を目途に返事してください。」と書いてありました。私は Ig Nobel 賞に悪いイメージはなかったんですが、激怒する人もいってと言われて、心配になり、ちょっと調べてみました。

今回の講演の内容

- 1) イグノーベル賞受賞 顛末記
- 2) タマネギとニンニクの緑変機構の解明研究
⇒ 催涙因子合成酵素 (LFS) 発見のきっかけ
- 3) LFSの精製とクローニング
- 4) LFS抑制タマネギの作出
- 5) 人を泣かせないタマネギの研究
- 6) これまでの研究を振り返り感じている事

1) Ig Nobel 受賞 顛末記

- 6月突然の Mail

Ig Nobel賞受賞候補の連絡と受賞の意思確認

人を笑わせ、そして考えさせる研究に送られる。賞の授与を好意的に受けとめる受賞者たちがいる一方、激怒する受賞者たちもいる。

⇒ どうする？

<わさび警報装置の開発>

緊急時に眠っている人を起こすのに適切な空気中のわさびの濃度発見と、警報装置の開発

過去の日本人受賞者たち

そうすると、日本人も結構色んな人が受賞していました。バンダイのたまごっちさんは、数百万万人分の労働時間を仮想ペットの飼育に費やしたことで、1997年に経済学賞を受賞しています。経済的にはマイナスであってプラスではない筈だと思うんですが。また、タカラのバウリングさんは、犬とお話できるという装置なんですけど、人と犬の間に平和と調和をもたらした業績により平和賞をもらっています。どこが平和なのか分かりません。ドクター中松さんは食べた物をずっと長年に亘って写真に撮っているらしいです。こういうような感じだったので、これに比べれば自分の研究の方が少しはましではないかなあという気がして、受賞してみたいと思いました。

<過去の日本人の受賞>

- バンダイ「たまごっち」(1997-経済学賞)
⇒ 数百万万人分の労働時間を仮想ペットの飼育に費やせたことに対して
- タカラ「バウリング」(2002-平和賞)
⇒ ヒトとイヌに平和と調和をもたらした業績
- ドクター中松(2005-栄養学賞)
⇒ 34年間、自分の食事を撮影し、食べた物が脳の働きや体調に与える影響を分析したことに対して
- 国立国際医療センター(2007-化学賞)
⇒ ウシの排泄物からバニラの香り成分「バニリン」を抽出した研究

いざ、ハーバード大学へ

Ig Nobel 賞を受賞することによって会社が馬鹿にされる可能性もあるので、「Ig Nobel を受賞したいいんですが良いのでしょうか。」と会社の方にも確認してもらいました。「他には漏らすな。」と書いてあったので、研究所長からこっそりと社長に訊いてもらったんですが、社長は「良いんじゃない。」と言ったらしいです。社長は Ig Nobel 賞なんて多分知らなかったと思うんですが、面倒臭かったから「良いんじゃない。」と言ったんだと思います。(笑)「良いんじゃない。」というのは、「受賞しても良いよ。」ということだろうと思って、「受賞します。」と返事を書きました。

そうしたら、三日後にまた“Ig Nobel welcome!”というメールが来ました。「おめでとう。」という感じなんですが、「2013年9月12日にハーバード大学で受賞式を行うから来てください。」と書いてあったので、これはもう行くしかないと思って行くことにしました。自分はハーバード大学とは一切関係のないまま人生が終わると思っていたのですが。

ただ、社内での受賞対象者は五人いたんですが、よし行こうと言ったのは私以外に一人だけで、あとの三人は冷たいものでした。「それじゃ、まあ行って来たら。」と言うような返事だったんです。ところが、二人だけだとちょっと心細かったので何とか説得工作をしたら、それでは一緒に行ってあげましようと言ってくれる人がもう一人いて、三人になった次第ですね。

懐事情

三人で行こうという話にはなったんですが、まだ問題がありました。その問題とは、「我が団体(Annals of Improbable Research 誌)はどこかの裕福な財団と違ってお金がないから、賞金は出せないし、旅費も出せませんよ。」ということで、「それでも良ければケンブリッジまで自費で来てくださ

風変わりな研究?? 複雑な思いもあったが
10年も前の研究なので、別に笑われても
別に気にしない。

ただ、共著者、会社の了解は得られるのか?

- 「Ig Nobel welcome!」.. 本当に来た!
The ceremony will happen on Thursday night,
September 12, 2013, at Harvard University in
Cambridge, Massachusetts, USA.
I hope that all of you can come to the
ceremony!

い。」ということでした。「何とか自費でここまで来れば、この土地にすごく親切なローカルファミリーがいて、4泊を限度に泊めてくれますから、もしお金がなかったら言ってください。是非、アレンジしますから。」と書いてあったんです。これを読んで、もう自費で行くしかないかなあと思っていたら、会社が出張扱いにしてくれることになって、100万円の予算を出してくれることになりました。「ほう、いいじゃん。」と思って、それで行くことになりました。ところが、これまで行かないと頑なに言っていた一番若い人が、「出張で行くのなら私も行きます。」と急に言い出す始末です。(笑) こうして、四人で行くことになりました。

- We are a tiny organization. Unlike some other organizations, we are not able to offer million-dollar prizes, or travel money .
賞金も旅費も出ない。
- You will have to make your own travel arrangements to come to Cambridge.
自力でケンブリッジまで来い。
- If you like, we would be delighted to arrange for a local family to host you in their home for up to four nights. (Some winners like to do that.)
4泊を限度に、home stay先のアレンジは可。

泊まったホテルは星いくつ？

四人で行くことになりましたので、一人当たりが使える費用が随分と少なくなっていました。結局、ハーバード大学がある所の路線の終着駅からさらに歩いて20分ぐらいの所にあるベストウェスタンというビジネスホテルに泊まりました。そこまで、NHKの記者が取材に来てくれたのですが、「駅までどうされているんですか？」と訊かれたので、「歩いていますよ。」と話したら、日本から受賞されているお医者さんの一人は「ボストンで一番高いホテルに泊まっていましたよ。」って、大きなお世話だというような話をしました。(笑)



Ig Nobel 賞受賞式直前

ここは受賞式があったハーバード大学のサンダーズ・シアターという所です。マイケル・サンダル教授の熱血ハーバード授業はとても受講者が多いので、ここでやっているらしいんです。サンダル教授と同じ舞台に立ったんだなあと思って、すごく感動しました。それで、当日はNHKの人や、こちらはフジテレビで、テレビ朝日で、さらに外国の記者からも色々と取材を受けました。TBSさんは、



一番最後に申し込んで来られたので、時間がなくて断ってしまいました。何かまるでジャニーズ事務所の一員みたいな錯覚をちょっと覚えて、とても楽しかったです。

階下に控え室があるんですが、授賞式を行う前に控え室に行きますと、一杯食べ物が置いてありましたが、並んでいた食べ物はどれもドライで全然美味しくないし、飲み物はなにか砂糖水に炭酸が入っているような感じで、「どんどん飲め。」と言われたんですが、全然美味しくないから飲みたくありませんでした。「遠慮するな。」と言われて、すごく困ってしまいました。

その後、時間が来たので、「部屋の外に出てください。」と言われたので外に出ますと、紐を渡されて、「それに掴まれ。」と言われました。何かなあと思っていたら、その紐がどんどん先に行ってですね、電車ごっこのようにして入場しました。(笑) 万事、このようなパターンでした。



謎の白い物体

それで、ここが会場なんですが、会場の中に色々と白い線がピッピッと写っているのは何かと言うと、これは紙飛行機なんですよね。日本だと、授業が詰まらない時に消しゴムを投げて遊びますが、向こうは紙飛行機を飛ばすらしいんです。

会場で紙飛行機タイムと言う時間があって、参加者がみんな紙飛行機を持っていて、それを飛ばすという段取りになっています。

ここに白い服を着たオジサンが座っていますが、この人はハーバード大学の先生らしいんですが、毎年この会場に来て、壇上に乗かって来た紙飛行機を掃除する係をしています。(笑)

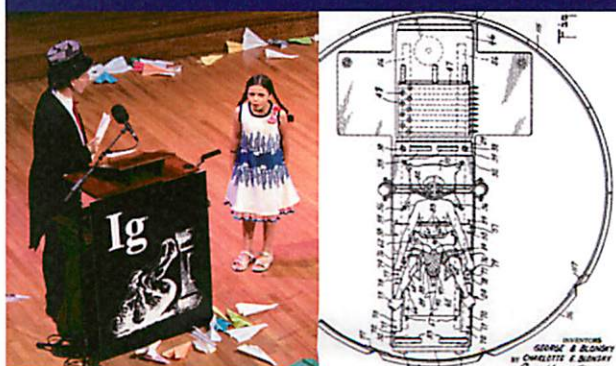
毎年来るんですが、これまでに 1 回だけ休んだことがあるそうです。何故休んだのかと言うと、この人が本物のノーベル賞を受賞するためにスウェーデンに行ってしまったため、1 回だけ参加できなかったそうです。ですから、この先生もノーベル賞の受賞者のようです。



ミニオペラのテーマは？

それで、毎年ミニオペラのような芝居をやって、その間に受賞者の紹介があるんですが、ミニオペラにはそれぞれテーマがあるんです。私たちの時には、フォースつまり力だったんです。どんなミニオペラだったのかと言うと、ここに円盤がありますが、この円盤の上に人が乗っていますよね。この人は何かと言ったら、妊婦さんなんだそうです。それで、この円盤をどうするかと言うと、この

制限時間が来ると少女が登場し「もうやめて、私は退屈なの (Please stop. I'm bored.)」と連呼するが、この少女を贈り物で買収することによってスピーチを続けることが許される



円盤をぐるぐる回すんですよ。そうすると、遠心力でお産が楽にできるということです。(笑) こう言うパロディみたいな特許がアメリカにあるらしいんですが。この特許を題材にしたミニオペラをやっていました。

退屈な女の子

10組の受賞者がミニオペラの間で紹介されるんですが、紹介された時に1分間だけスピーチをしてくださいと言われていたんです。向こうから送られてきたメールによれば、「君たちが1分間でしなければならないことは、観客の受けを取ることです。」と言うことでした。何を言ったらアメリカ人が笑うのか全然分かりませんので、すごく困っていました。その上、1分を過ぎると女の子が出て来て、「もう止めて、私は退屈なの。(Please stop.I'm bored.)」と、講演を止めるまで大きな声で騒ぎ立てるというルールになっているらしいんです。ただ、この女の子に贈り物を渡して納得してくれると、スピーチを続けられるという仕組みになっています。(笑) それで、過去の授賞式の映像を見ていたら、本物のお金を渡して、この子を黙らせようとした受賞者もいたようでした。私は人を笑わせることはできませんが、日本人ですから、女の子にプレゼントを渡すぐらいのことはできますので、プレゼントだけは持って行きました。

拍手喝采？

笑いを取るように言われているので困ったなあと思っていたんですが、私たちの順番になった時に、「タマネギが人を泣かせる生化学的なプロセスは、科学者がこれまで考えてきたよりも、もっと複雑だったことを明らかにしたこと」と受賞理由がアナウンスされたところ、理由は良く分からないのですが、アメリカ人がみんな手を叩いて笑ってしまいました。だから、私は何か面白いことを言わなければと思っていましたのに、スピーチする前にみんな笑ってくれたので良かった良かったというところですよ。

ここに写っているのが、最後に「私、行きます。」と言ったとんでもない若者で、手に持っている黄色い袋の中にお土産を持って行き、それを女の子に渡しました。タマネギのお人形や匂い付きのタマネギの形をした消しゴムだったのですが、この女の子がすごく喜んでくれました。他の受賞者はお土産なんか全く持って来ていなくて、私たちだけが持って来ていたので、この女の子がすごく喜んで、スキップして帰って行ってくれたんですね。そうしたら、こんなことは今までなかったらしくて、次の日の Reuters なんですが、10組も受賞者がいたにも関わらず、そこに出た写真がこれだったんです。女の子がプレゼントに喜んで、すばらしいとあります。(笑) AP 通信もこの記事だったんですね。



Munesaki Tomotake (L), of Japan, presents gifts to Miss Sweetie Poo, played by Sharanda Sundaram-Senders, as Tomotake and his colleagues accepted the 2013 chemistry prize during the 23rd First Annual Ig Nobel Prize ceremony at Harvard University in Cambridge, Massachusetts September 12, 2013. REUTERS/Brian Snyder

幸せな人たち

最後に行くと言った若者はこの写真のおかげで、妹さんからも尊敬されるようになったそうで、とても幸せだったようです。

また、幸せになったのは彼だけではありません。授賞式の様子を YouTube で見た人が、「私たちが女の子へあげた人形が、北海道テレビのマスコットの **onion** ちゃんであると気付く」北海道テレビに連絡してくれたそうです。僕が通販で買ったのは小さい **onion** ちゃんだったんですが、北海道テレビから大きな **onion** ちゃんが送られて来て、「お宅が贈ったのは、我が社の **on** ちゃんですか？」と訊かれたので、「そうです。」とメールをしたたら、社内報で紹介して下さいました。

『**onion** ちゃん in ハーバード大学 〜イグノーベル賞「涙の出ないタマネギ」授賞式でアメリカ・デビュー！〜』という内容です。(笑)

onion ちゃんも、これでとても良い思いをしたという訳です。おまけに社内報を見てみたら、どうも私が北海道の余市出身だったので、それで **onion** ちゃんを選んだのではないかと書かれています。全く関係ないんですけどね。何かドンドン話が膨らんで行ってしまったようです。

アメリカ人が笑った訳

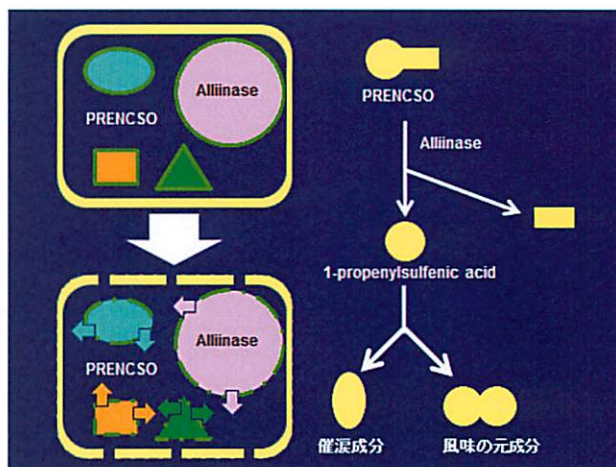
話は戻りますが、「タマネギが人を泣かせる生化学的なプロセスは、科学者がこれまで考えてきたより、もっと複雑だったことを明らかにしたこと」という受賞理由で、どうしてアメリカ人が笑ったのか私にはよく分かりませんでした。しかし、よくよく考えてみると、タマネギを切ったら涙が出ることなんか当たり前で、その生化学的なプロセスがちょっと違ったからと言って、涙が出ることに変わりはない訳ですよ。そうすると、そんな詰まらないことのために、ここに居るオッチャン達が寄って集って一生懸命研究したというのが、やっぱり笑いの原点だったのかも知れません。

タマネギを切ると、何で涙が出るの？

ちょっと科学的になりますが、普通、タマネギを切る前は涙なんか全然出ませんよね。しかし、切ったら涙が出ます。PRENCISO という化合物が alliinase という酵素で分解されることをきっかけにして、催涙成分は生成するのですが、PRENCISO と alliinase は細胞の中で別々の箇所では保管されているため両者は通常は出会わないんですね。ところが、タマネギを切ったり潰したりすると、この PRENCISO と alliinase が出会うので、この PRENCISO の分解が始まり催涙成分が発生するということなんです。では、催涙成分が発生する従来の反応機構が間違っていたのかと言うと、そんなことはなくて正しかったのです。但し、1-propenylsulfenic acid から催涙成分



(syn-propanethial-S-oxide) への変換反応は、勝手に進行するのではなく、酵素によって触媒されていたことを私達は明らかにしたのです。この変換反応には酵素が関与しているかもしれないと気付けば、多分、大学生ぐらいの知識がある人だったら簡単に酵素を発見できたと思います。ですから、論文を発表した時には「よくそんな酵素があると思って研究しましたねえ。」と色々な人から言われました。しかし、実は私たちもこんな酵素があると思って研究していた訳ではなくて、全然違う研究をしている時に、何かどうも変だなあと感じて、それがきっかけとなって新しい酵素の存在に気が付いたんです。



新しい酵素発見のきっかけ

きっかけは何かと言うと、レトルトカレーを作っている時の変色トラブルだったんです。

私達の会社はカレーシチューとか、とんがりコーンのようなスナック菓子とか、うまかつちゃんのようなラーメンとか、フルーチェのようなデザートとか色々な製品を作っていますが、レトルトカレーのタマネギとニンニクを炒める工程で変色のトラブルが起きました。

今回の講演の内容

- 1) イグノーベル賞受賞 顛末記
- 2) タマネギとニンニクの緑変機構の解明研究
⇒ 催涙因子合成酵素(LFS)発見のきっかけ
- 3) LFSの精製とクローニング
- 4) LFS抑制タマネギの作出
- 5) 人を泣かせないタマネギの研究
- 6) これまでの研究を振り返り感じている事

ハウス食品グループ

- ・カレー、シチュー (ルー・レトルト・顆粒 各種)
- ・スナック (とんがりコーン、オーザック)
- ・ラーメン (うまかつちゃん、すぎやねん)
- ・飲料 (C1000、ウコンの力)
- ・デザート (フルーチェ)
- ・スパイス各種

他

多様な原料を使い食品を製造するメーカー

⇒ 製造現場で起きたタマネギとニンニクの変色トラブルの解明が、ネギ研究のスタート

炒めていると普通は、徐々にこういうキツネ色というか飴色になるんですが、それが何故か緑色になってしまうトラブルです。緑色になってしまうと、何百キロも作ったペーストを全部捨てなければなりません。これは大変な損失になるんですが、こうした変色は何時いきるか全く分からず、また起きてまた、すぐに起きなくなったりもしました。

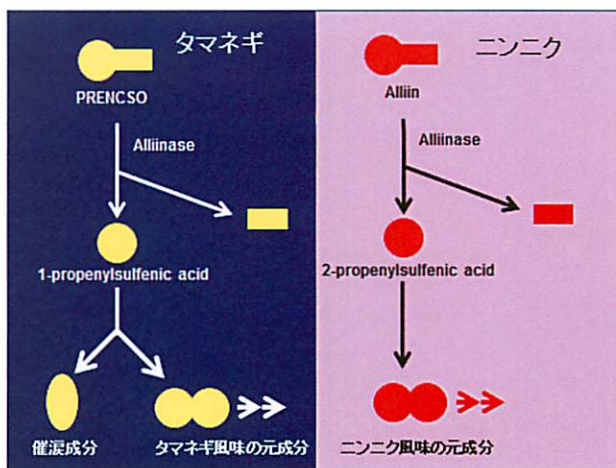
そのため、適切な対策を打てない状態でいました。そこで、こうした変色が発生する反応機構を科学的に解明し、その知見に基づいて変色を防止する対策を立てる事になり、そのテーマを私が担当することになったのです。

先ほども言いましたように、タマネギは PRENCISO という化合物が含まれていて alliinase という酵素で分解されて催涙成分、またはタマネギの風味成分が生成します。一方、ニンニクには、alliin

Blue-Green discoloration of mixed onion and garlic puree



と言う化合物が含まれていて、alliinaseで分解されると allicin というニンニク風味の元成分が生成します。こういう反応機構は調べると簡単に見つかるのですが、タマネギとニンニクを混ぜたらどのように反応するのかとなると、報告は見つかりなくなります。身近なことでも、意外と研究されていないことが結構あるものだと、その時に感じました。



緑変の原因は何？

タマネギとニンニクを炒めた時に変な色ができてしまうんですが、何故だろうかと人に話すと、きっとタマネギが腐っていたんだよとか、ニンニクが腐っていたんだよとか、親切なアドバイスを頂きました。緑っぽくなるのなら、使った水の中に銅イオンか何かが入っていたのではないかというアドバイスも頂きました。

でも、全部違っていたんです。どうしてかと言うと、普通に売っているタマネギとニンニクをすりおろして混ぜておくと、どれでもみんな青から緑色になることが分かったからです。タマネギとニンニクを混ぜて室温で一晩置いておいたら、こんな緑の色が付くんですよ。これらは炒めている訳ではありませんが、ちょっと高い温度に置いておくと、こんなに緑から青色になって、55℃で保存するとこんな濃い色になってしまうんですね。でも、タマネギとニンニクのペーストを混ぜて置いておく人なんていないから、こんな色が付くなんて分からなかっただけなんです。タマネギの中に普通に入っている成分とニンニクの中に普通に入っている成分が反応すると、このような緑色になるということは、緑変色素が生成するのは特別な反応ではなかったということです。常識というのは、そんなものなのかなあと思いました。



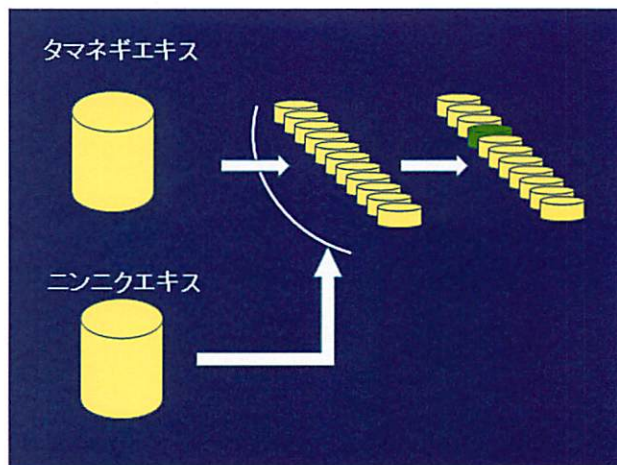
変色反応機構の解明

すりおろしたタマネギとニンニクをそれぞれ絞って抽出液と固形物に分け、色素が誘導される組み合わせを調べた結果、変色反応に関係する成分は、どちらも抽出液の方にあることがわかりました。そこで、それぞれの抽出液を混ぜて実験しました。

例えば、タマネギのエキスを全体をカラムクロマトグラフィーにかけて、それぞれの分画液の中にニンニクのエキスを入れてやります。そうすると、変色に関係している成分が入っている所だけに色が付きます。そうすると、その中に関与成分が入っていると分かるので、同じ操作をずっと繰り返していくと、どの成分とどの成分が反応に関係しているのかということが分かります。

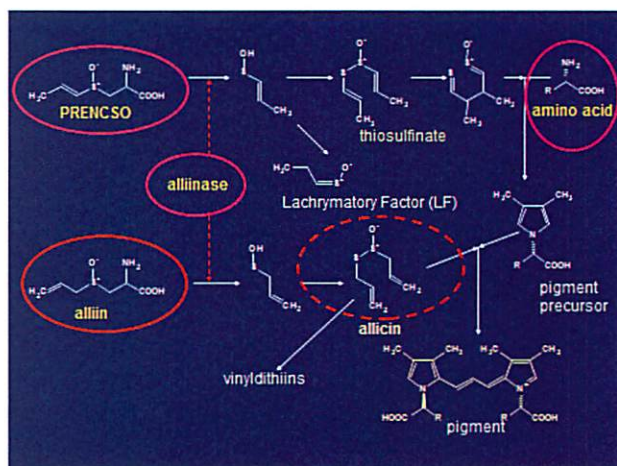


こういう化学式は覚えなくても良いのですが、結局4つの成分を混ぜると変色が起きるということが分かりました。先ほど言ったタマネギの中の PRENCISO と、ニンニクの alliin と、これらを分解させる alliinase という酵素と普通のアミノ酸の4つを混ぜると緑色の色素が生成することが分かりました。これらが、どのような反応をしているのかということは、機械で分析すれば分かります。このように反応して、こういう緑色ができるんだということが分かりました。これで、変色の反応機構は分かりました。



変色防止策の策定

では、次にどうやって変色を防止するのか、それも考えるように言われていたので、それも考えました。タマネギとニンニクを炒める時には、最初にニンニクを炒めるんですね。そして、次にタマネギを入れて行きます。最初にニンニクを十分に炒めてやると、この allicin という化合物が vinylidithiols という別の化合物に変わってしまうんですね。変色反応が起きるには allicin が必要なんですけど、ニンニクを十分に加熱した後にタマネギ



ギのペーストを入れてやると、allicin は既に vinylidithiols という他の化合物になっているので、もはや緑色が付かないんですね。要するに、ニンニクの加熱が不十分な状態でタマネギを入れると緑色が付いてしまうのです。例えば、工場の大きな釜の1バッチ目だと、何分間加熱すると言われても、釜が冷えているので品温が思ったように上がらず緑色に変色してしまいます。また、冷凍ニンニクのペーストを使ったりすると、温度が低いので同じ時間加熱しても緑色になってしまいます。そういうことですので、allicin が無くなるまで十分に加熱するようにコントロールしてやれば、もう緑色の色素はできなくなります。これで、変色の反応機構も分かりましたし、その抑制策も確立できました。

ちょっと気になることがある

そうすると、私が指示された仕事はもうこれで終わった訳ですね。しかし、これ以外にも何か変だなあと気になることがあったんですよ。任された仕事を一生懸命やるだけではなくて、何かおかしいなあとと思うことがあったら、余計な事かも知れませんが、やってみる方が良いと思いました。

任された仕事は一生懸命する

でも、それだけじゃなく

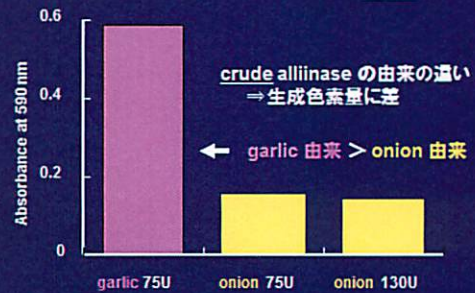
おかしいと思ったら、ちょっと余計な事も
やってみる。

そこが、オリジナル です。

以下はその例です。

Effect of crude alliinase source on color formation

緑色色素ができるために必要な要素の混合
PRENCISO + alliin + Amino acid + crude alliinase

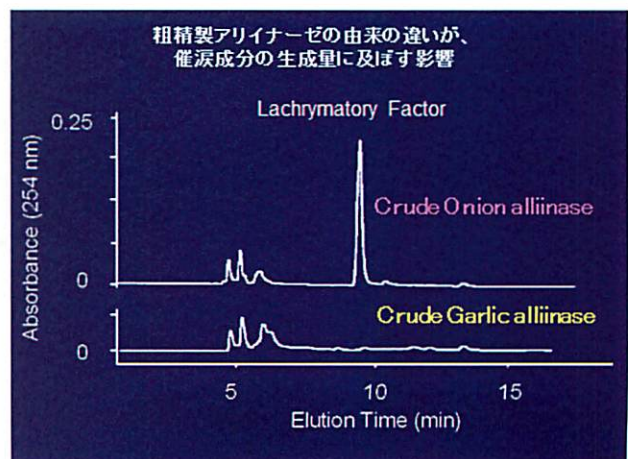
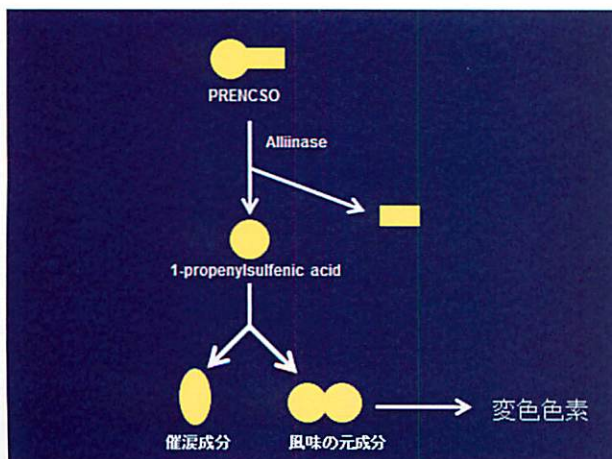
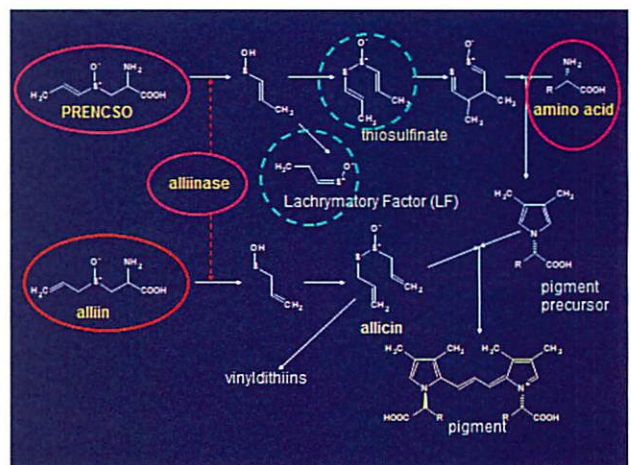


反応機構の解明には PRENCISO と alliin とアミノ酸と alliinase という酵素の 4 つを全部混ぜ合わせるモデル反応系を用いましたが、この時使用した alliinase は精製程度が低く不純物が一杯入ったものを使っていました。おかしいなあと考えたことは何かと言うと、alliinase をニンニクから調製した場合には緑色色素が沢山生成するんですが、alliinase をタマネギから調製した場合には、緑色色素が余り生成しないことでした。本来なら、alliinase の由来に関わらず生成する緑色色素の量は一定のはずなのですが・・・この時は緑色に変色してしまう研究をやっていたから、緑色がたくさん生成する様に、ニンニクから alliinase を調製していれば良かったんですが、何でタマネギの酵素を使うと緑色があまり生成しないのか気になっていたのので、もう一度良く、解明した反応機構を見直してみました。

緑色色素量の違いは酵素の違い？

この PRENCISO という化合物を alliinase で分解した時には、先ほどの図にも出てきた 2 種類の化合物 (thiosulfinate と lachrymatory factor) が生成するんですね。それで、この緑色の色素ができることに関係しているのは、こっちの thiosulfinate なんですけど、lachrymatory factor は色素の生成には全く関係ないんですね。この lachrymatory factor はいわゆる催涙成分のことです。

この事から、色素の誘導量が多いことは、thiosulfinate が多く催涙成分が少ない。逆に色素の誘導量が少ないということは、thiosulfinate が少なく催涙成分が多いのではなかろうかと考えた



わけです。つまり、PRENCISO をニンニク由来の alliinase で分解した時と、タマネギ由来の alliinase で分解した時では、生成する thiosulfinate と催涙成分の比が違うのではないかと言うことです。

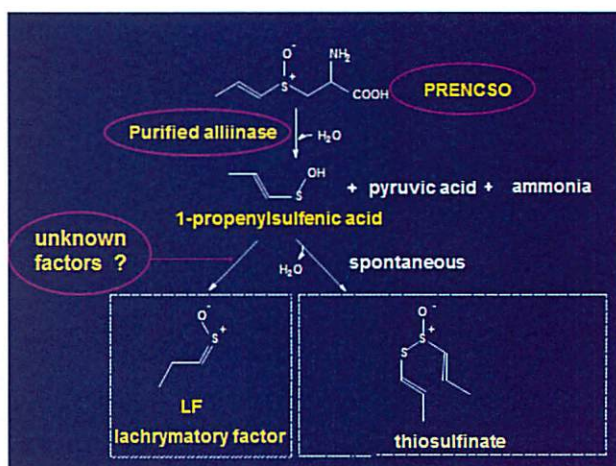
そこで、PRENCISO をニンニク由来の alliinase で分解した時に生成する催涙成分の量と、PRENCISO をタマネギ由来の alliinase で分解した時に生成する催涙成分の量を測定してみました。そうすると、やっぱり思った通りで、タマネギの酵素を使うと催涙成分が生成するんですが、ニンニクの酵素を使うと催涙成分が全然生成しないんですね。

今までは、PRENCISO を alliinase で分解すると催涙成分が生成すると言われていました。それなのに、何で催涙成分ができないんだろうか、酵素の由来の違いが原因なのかなあと思って、タマネギ由来の酵素を今度はきれいに精製してみたんですね。この精製した alliinase を使って実験を行うと、ニンニクの場合と同じで、全然催涙成分が生成しなくなっていました。

精製酵素での実験結果は？

それでは、この現象をどのように考えたら良いのだろうかと言うと、この筈しかなかったんですね。PRENCISO を精製したきれいなタマネギの alliinase で分解すると、ここの結合を切断します。しかし、1-propenylsulfenic acid から催涙成分へ変換されるには、もう一個別のファクターが必要で、それはタマネギの粗製酵素中に不純物として入っているのですが、ニンニクの中には入っていないということになります。そのように考えると、この現象が説明できます。こうした簡単な実験を通して、私達はタマネギの粗製酵素の中に催涙成分の生成に必須なファクターがありそうだということに気が付いたのです。

ただ、先ほどまでの変色色素の反応機構解明の研究は、レトルトカレーを作る時の変色を防止するという大義名分があったんですが、催涙成分を生成させる未知物質を発見したからと言って、会社の製品にプラスになることは何もありません。是非やってみたいなあと思いつつも、どうしようかなあと迷っていました。でも、これまで人が知らなかったことを自分が見つけられるとしたら、是非やってみたいと思いました。



取締役会へ行こう

やってみたいと思っけていても、どうせ提案しても駄目だからと諦めてしまうということは、会社の中でもありがちですが、。しかし、それは言い訳でなく、「実現できるように頑張ってみる」と言うのがやっぱり大切なことだと思います。

それで、この研究を是非やってみたいと上司に話しました。「そんなにやりたいんだったら、自分で説明しに行ってください。」と言ってくれましたので、「説明しに行きます。」と話しました。その頃、僕はまだ若かったんですが、自分で説明

どうしても、やってみたいと言う事があったら

⇒ それができるように、 提案しよう

「どうせ、やらせてくれない」 は言い訳

するために取締役会に行ってきました。

社長の英断

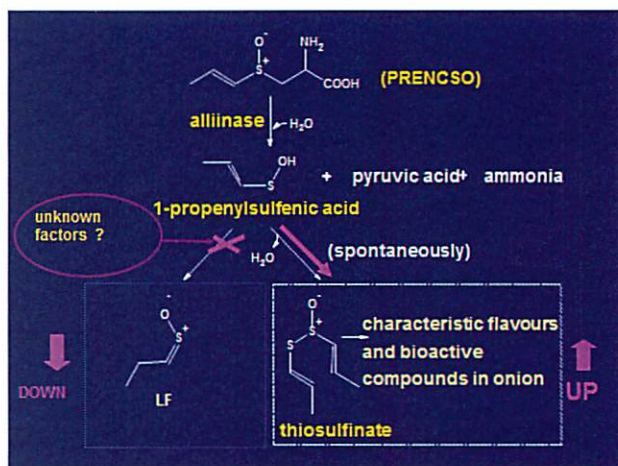
タマネギの催涙成分は目に入ると、目が痛くなり涙が出てきます。一方、口の中に入ると舌が焼けるように熱く感じます。オニオンスライスを水に晒さないで食べると舌が熱く感じますが、あれは催涙成分が原因なのです。

近年従来より食べやすい甘いタマネギが、スーパーで売られるようになってきましたが、こうした甘タマネギは、元々 PRENCISO の少ない品種を選んで、それを硫黄が少ない土地で育てることで生産されています。しかし、このような PRENCISO が少ないタマネギでは、催涙成分だけでなく thiosulfinate の量も少ないため、タマネギの風味が弱く、全体的に水っぽいタマネギになってしまっています。

催涙成分が生成する従来の反応機構では、催涙成分が少ないタマネギが水っぽくなることは仕方が無いことだとされてきました。しかし、私達は催涙成分の生成に必須な、未知のファクターの存在に世界で初めて気づきました。この未知のファクターが、もし本当に存在した場合、このファクターの働きを阻害することで、従来は不可能だと考えられていた、催涙性はなく、しかも風味や健康機能性は従来品より増強された夢のタマネギを作れる可能性があります。「そんなタマネギができれば、きっとカレーはもっと美味しくなり今以上に売れる筈です。」などと何か良く分からない説明を一生懸命しました。そうしたら、社長も「それなら研究しても良いんじゃないか。」と言ってくれ、私はめでたく催涙因子合成酵素の研究を継続できるようになりました。社長にとっては、面倒臭い事だったかも知れませんが、本当にありがたく思いました。

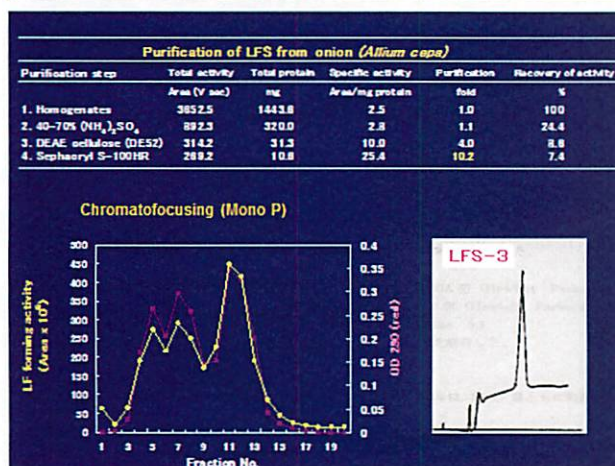
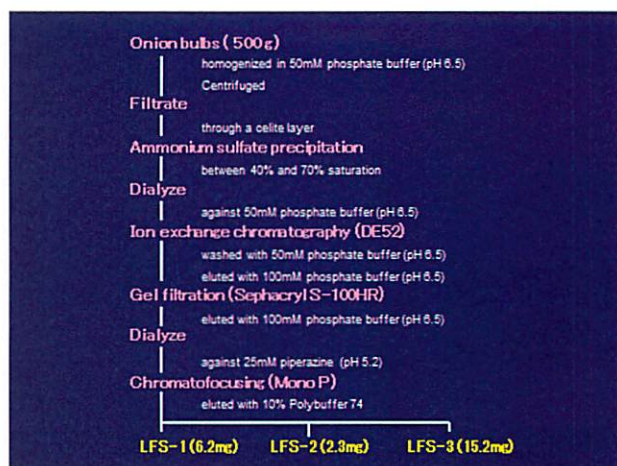
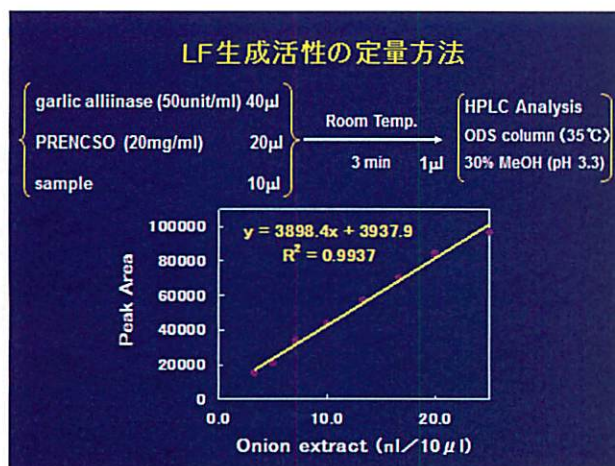
新しい酵素 (LFS) の発見

実際の研究は、酵素活性を調べる方法を自分で考案するところから始め、色々な方法を駆使して酵素をきれいに分離精製することに成功しました。これまで、私は遺伝子なんかを扱ったことはなかったのですが、本屋さんで売っている「分子生物実験プロトコール集...」という本を買って来て、それを参考に見様見真似で実験を行い、遺伝子もちゃんとクローニングすることができました。今考えると、余り大した内容の実験ではなかったのですが、ちょっと成功した結果が得られただけでも、すごく嬉しくて、毎日がすごく新鮮だったというのを覚えています。遺伝子をクローニングした後は、大腸菌を使って組み換え酵素を作りそれを使って確認の実験を行いました。

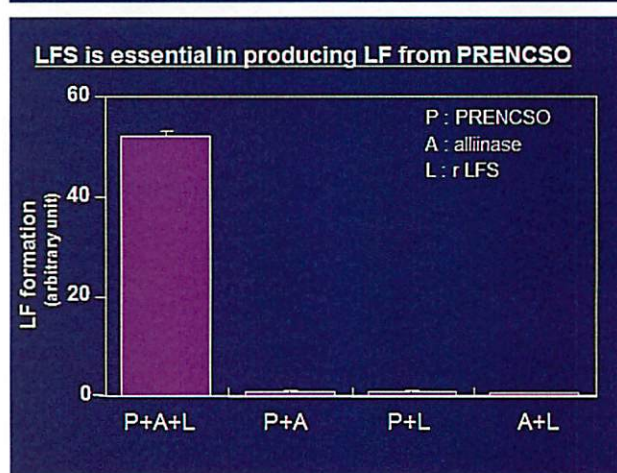


今回の講演の内容

- 1) イグノーベル賞受賞 顛末記
- 2) タマネギとニンニクの緑変機構の解明研究
⇒ 催涙因子合成酵素 (LFS) 発見のきっかけ
- 3) LFSの精製とクローニング
- 4) LFS抑制タマネギの作出
- 5) 人を泣かせないタマネギの研究
- 6) これまでの研究を振り返り感じている事



これまで、PRENCISO と alliinase を混ぜるだけで催涙成分ができと言われていましたが、全然できませんでした。しかし、この中に自分達が発見した新しい組み換え酵素(LFS)を入れてやると、ちゃんと催涙成分ができました。続いて、PRENCISOとLFSだけを入れてもやっぱり催涙成分はできません。PRENCISO を alliinase で分解していないからできないのです。さらに、2種類の酵素だけを混ぜても、基質がないので当然ながら催涙成分は全然できません。やっぱりPRENCISO が alliinase で分解してできた生成物に対して、私たちが見つけた酵素が作用すると、この催涙成分ができるという結果になりました。



目指せ！Nature

こんな酵素があるとは思っていませんでしたので、すごく感動したんですね。きっと他の人もびっくりするだろうと思って、良い雑誌に論文を投稿してみたいと思いました。山登りする人が一度で良いからエベレストに登ってみたいと思うのと同じだと思うんですが、やっぱり一流の雑誌に出してみたいと思いました。そこで、小保方さんの論文が載った Nature という雑誌に投稿してみました。投稿するだけで、何かもう気分が高揚していたんですね。エベレストに登る前に麓まで行っただけで、もう登頂したみたいな感じになるのと同じです。

論文を投稿した次の日に会社に行ったら、既に編集者からメールが届いていました。そし

て、”unfortunately...”「残念ながら...」というタイトルだったので、早速「駄目です。」と言って来たのかなあとってメールを開けました。ところが、気分が高揚していたせいか、肝心の論文ファイルを貼付しないでメールを出してしまったんです。(笑)「残念ながら、君の投稿したものには本文が付いていないよ。」とありました。(笑)そして、「このメールの返信メールに論文を付けて送ってください。」と書いてありました。親切だなあとと思ったんですが、多分もうこれで駄目だろうと思いました。

それから3日後に”unfortunately...”というタイトルのメールがまた来たので、もう駄目だなあとってメールを開けました。今度の”unfortunately...”というタイトルは何かと言うと、私たちは letters to Nature という長いバージョンの論文を書いたんですが、「それには載せて上げられないけれど、1ページの短い brief communications で良ければ載せてあげる。」と書いてあったんですよ。本当に載せてくれるのかなあとと思いました。「もしも、その短いバージョンで良ければ、本文を書き直す必要もないし、査読者にどのように書き直したら短くできるかということも訊いてあげるから。論文の長さが重要ではなくて、内容が重要なんです。」と書いてありました。「君たちが言わんとしていることは1ページに纏められるという意味であって、論文の価値がないという意味ではありませんよ。」と書いてありました。本当かなあと思いつつも、一緒に論文を書いた東大と京大の先生に、「brief communications でも良いかなあと思っているんですが、如何でしょうか。」と訊いたら、両先生とも「Nature に載るんだったら何でも良いから、もうこれで行きましょう。」と言うことになり、それで論文を提出しました。それで、めでたく論文が載ったということです。

一夜明けると著名人！？

やっぱり小保方さんではないのですが、何か一流紙に載ると全然違うんですよね。私なんか、それまでまともな日本の雑誌でさえ載ったことがなかったんですが、朝会社に行ってメールを開けると、色んな所からの問い合わせメールがブワッと一杯入っていて、もうすごい状態になっていました。その中に、「いついつまでに、次の質問に対して答えてくれ。」と書いてあって、すごく偉そうな口調なんで、送信者を見てみると、Associated Press と書いてあるんですね。それで、Associated Press という会社は何かすごく高飛車だなあと言っていたら、それは AP 通信だということを教えて貰いビックリしました。それから、Reuters も CNN も来て、残るは BBC だねと言っていたら、BBC もちゃんと来ました。世界中からこのように色々と問い合わせがあったので、これは夢じゃないかと思いました。なんかサミットじゃないですけど、世界の中心にちょっとだけ近付いたように感じたのはこの時だけですね。(笑) まあ、そんなこんなでした。

ただ、やっぱり反論とかもいっぱいありまして、ここに酵素があるからタマネギは生きていられるのであって、この酵素が無くなったらタマネギがちゃんと育たないのではないのかとか、この酵素がうまくブロックされたとしても他にも色んな成分があるから、thiosulfinate が増えるとは限らないのではないとか色々と言われたんですね。確かにその通りだと思います。

LFS 抑制タマネギへの挑戦

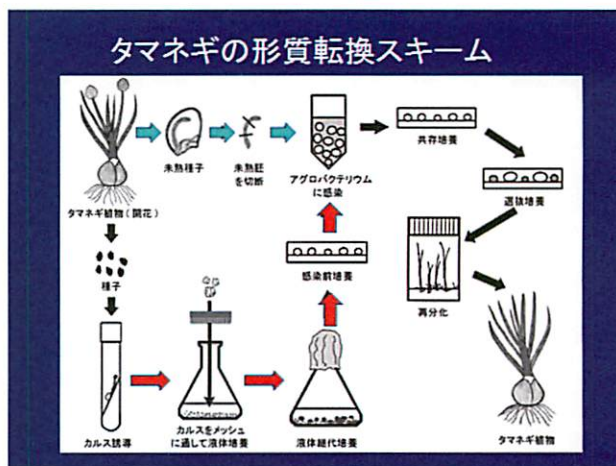
私が次に考えたことは、やっぱり LFS を抑制したタマネギを作るしかないということでした。またま

今回の発表の内容

- 1) Ig Nobel 受賞 顛末記
- 2) タマネギとニンニクの緑変機構の解明研究
⇒ 催涙因子合成酵素 (LFS) 発見のきっかけ
- 3) LFS の精製とクローニング
- 4) LFS 抑制タマネギの作出
- 5) 人を泣かせないタマネギの研究
- 6) これまでの研究を振り返り感じている事

た図々しくも会社に、「こんなタマネギを作りたいんですけれど。」と言ったら、色んな所で報道されて、「あそこの会社も研究しているみたいだ。」というような感じになったので、会社からまた「いいよ。」と言ってもらえました。

それで、ニュージーランドの研究機関と一緒に研究したんですが、タマネギのネギ坊主が受粉したところにアグロバクテリウム (agrobacterium) という菌を感染させて遺伝子組み換えを行い、催涙性を抑制するような遺伝子を組み入れてみました。この酵素 (LFS) をブロックしたら、ちゃんと育たないのではないかなあと言われましたが、このようにちゃんと育ってくれました。



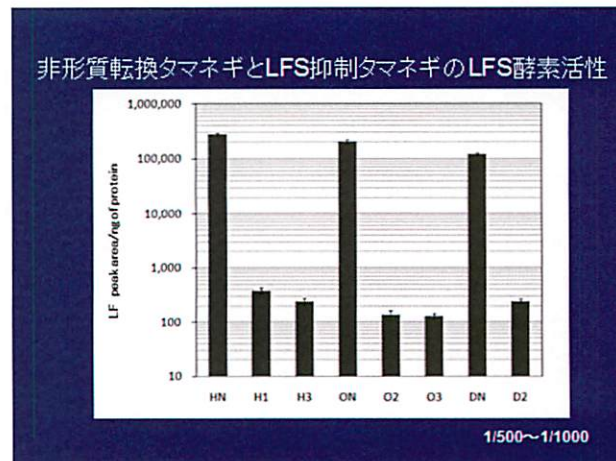
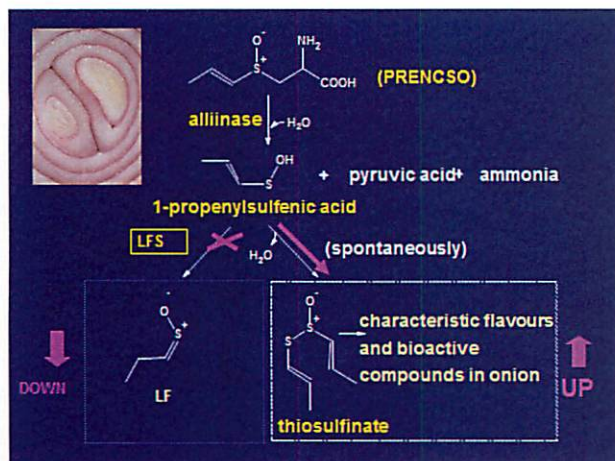
- Plant material
 - > Hybrid (H) mild type
 - > Open-pollinated (O) pungent type
 - > Dehydration (D) very pungent type
- Transformation system Eady et al. 2000



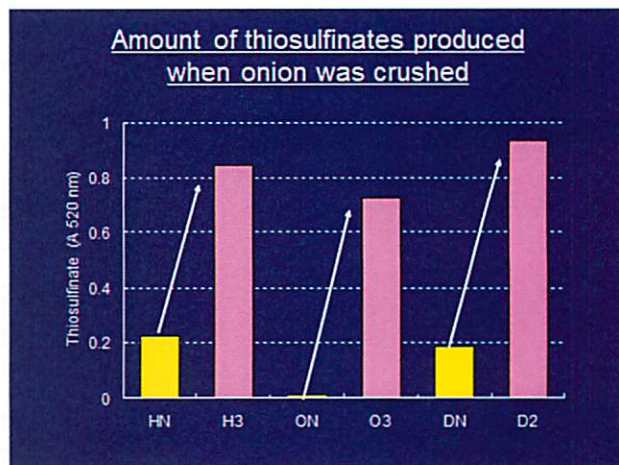
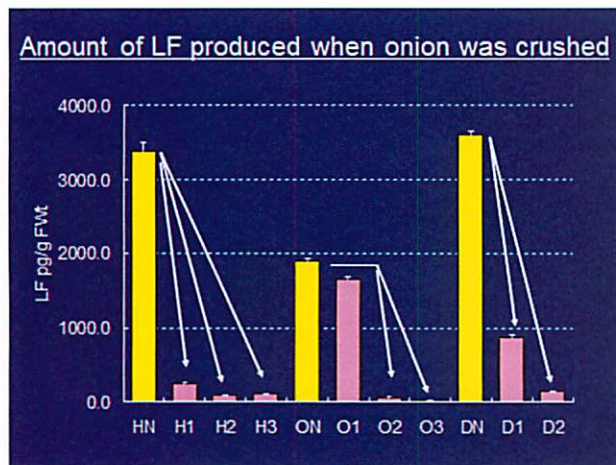
遺伝子組み換えなので屋外で栽培できないため、虫などが入らない隔離温室の中で栽培しているんですが、そのせいかもしれません、ちゃんと育ってくれて玉もできました。この玉をこのように植えてやると、ちゃんとネギ坊主を作って花も咲かせてくれ、次の種の中にもその遺伝子がきちんと入っていて、ちゃんと催涙性が抑制される形質が保持されていることも分かりました。

ノックアウトタマネギの実力

ここ (LFS) をノックアウトしているつもりなんですが、この酵素量は実際に減っているのか、この催涙成分はちゃんと減っているのか、この thiosulfinate 量は上がっているのかを次々と調べて行っ



みました。そうすると、酵素の量は 500 分の 1 から 1,000 分の 1 で、もうほとんどない状態になっています。そして、この催涙成分の量もバアーと軒並みこのように減っています。さらに、thiosulfinate の量はちゃんと上がっており、思い通りのタマネギができた訳です。



Tearful Onion ?

これを作るために、会社の若い人がニュージーランドまで行ってくれたんですが、実はすごく時間が掛かったんです。何故なら、ネギ坊主というのは1年間に1回しかできないんですね。だから、失敗すると次のシーズンまでずっと待ち続けなければならないんです。何か天候が良くなかったりして2回か3回ぐらい上手く行かないで失敗しました。こうして、「ひとを泣かせないタマネギ」がやっとできました。

この時、Onion World というアメリカの雑誌の表紙に載せてもらったんですが、この写真で説明していることは何かと言うと、「一生懸命やって成功すると、こんなに良い笑顔になります。」ということです。(笑) そして、Nature Biotechnology という良い雑誌にも、ハウス食品が Tear-free onions を作ったと紹介してもらいましたが、ちょっと間違いがあるんですね。こっちは、At Last, A Tearless Onion 「ついにティアレスオニオンができた。」と書いてあるんですね。こっちは Tear-free onions ができたと書いてくれたんですが、これらは嘘です。ニュージーランドで作ったタマネギを送ってもらって、私は会社で切ったんですね。そうしたら、催涙性はないんですが、泣けるんですよ、嬉しくて。(笑) いやあ、本当にそうなんです。だから、タマネギを切っている時に、「駄目なんですか、今井さん。涙が出ますか？」と訊かれて、「涙は出ます。でも、全然痛くないです。」という話をしたんですよ。だから、これは嬉しい時に見られる涙なんです、Tearless Onion じゃなくて、本当は Tearful Onion なんですね。ですから、このタマネギが Tearless Onion だというのは間違いだという笑い話なんです。

ひとを泣かせないタマネギの話

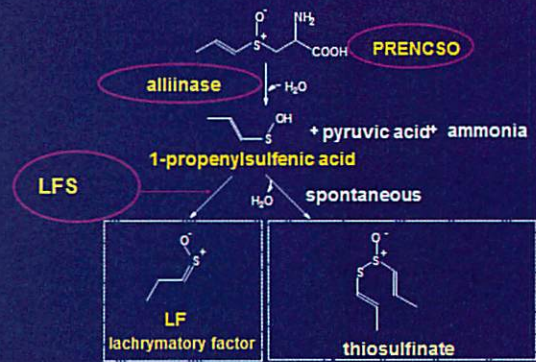
それでは、次に「人を泣かせないタマネギの研究」という内容で話します。実は、このタマネギは遺伝子組み換えなので、このままでは売れないんですね。



今回の発表の内容

- 1) Ig Nobel 受賞 顛末記
- 2) タマネギとニンニクの緑変機構の解明研究
⇒ 催涙因子合成酵素 (LFS) 発見のきっかけ
- 3) LFSの精製とクローニング
- 4) LFS抑制タマネギの作出
- 5) 人を泣かせないタマネギの研究
- 6) これまでの研究を振り返り感じている事

ひとを泣かせない三種類のタマネギ



人を泣かせないタマネギは、一応3種類あります。先ほど言ったように、この PRENCISO という物質が少ないもの、それから PRENCISO を分解する alliinase が少ないもの、あと一つは催涙成分ができる酵素 (LFS) を抑えたものです。3つのどれかがブロックされていると、涙が出ないタマネギになる筈なんです。

それで、今度は従来の育種方法で作り出してみようということで実験しました。理化学研究所にある加速器でワームと原子を加速させて重イオンビームを作り、それをポンと当ててやります。この加速器は何に使っているのかと言うと、がん細胞に照射して破壊したりする治療に使ったりしているそうですが、そのビームをタマネギの種に当てて遺伝子を変異させました。

では、実際にはどういうことをするのかと言うと、このピンクのバーが遺伝子だとすると、そこに加速された重イオンビームが当たるんですね。それで、当たった所では遺伝子が壊れる箇所もあるんですね。この PRENCISO を作っている所とか、alliinase を作っている所とか、LFS を作っている所にたまたま重イオンビームが当たり、そこが壊れると、その中からは涙が出ないタマネギも出来る筈なのです。他の所にも色々に変異が入ってしまって、途中で死んでしまう物もあるんですが、変異処理をしたタマネギの中から催涙性が弱いタマネギを選ぶことを繰り返し行いました。

従来の方法で「ひとを泣かせないタマネギ」を作る

ネオンのイオンビームを照射・タマネギ種子1500粒



PRENCISO アリナーゼ LFS 遺伝子

催涙性分の生成に関係しない所にも変異は入る。

変異処理したタマネギから、催涙性が弱いタマネギを選ぶ

苦節 10 年

こうやって選別したタマネギの花をもう一度咲かせて、めしべに自分の花粉を付けるということを繰り返します。ところが、タマネギは種を植えて1年目でバルブという食べられる部分ができるんですね。それを植えて2年目にやっと花が咲くんですよ。だから、種を採ろうと思うと2年は掛かるんですね。それを3回繰り返しました。その前に2年間栽培しているので、4回で8年掛かっていることになります。また、できたタマネギの特性を測

選抜した催涙性の弱いタマネギの花
めしべに、自分の花粉を付けて種を取る

繰り返し3回 (2年×3回)

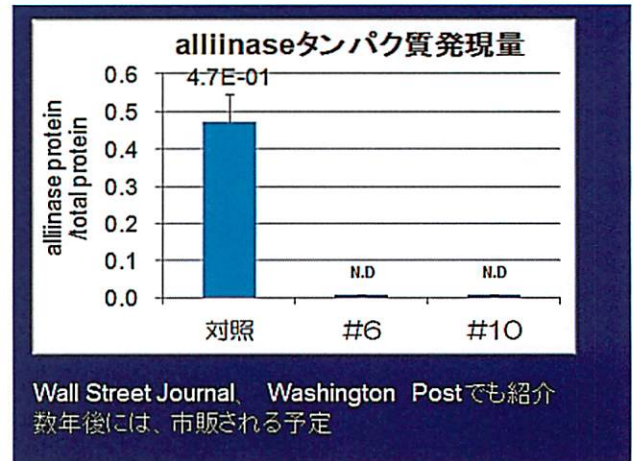
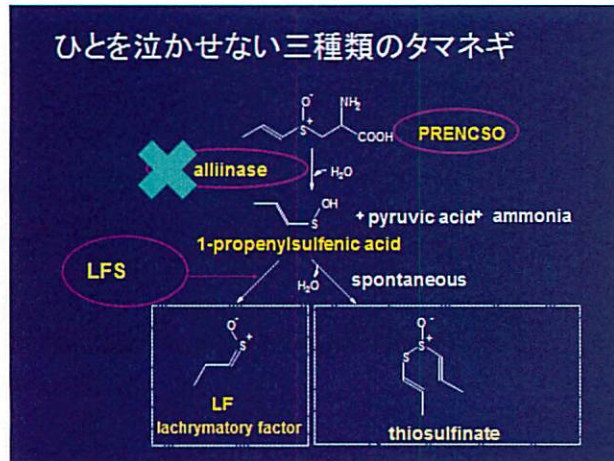
約10年かかって・・・

人を泣かせないタマネギができた。(2015年3月)

催涙性・辛みがなく、通常タマネギとの
明らかな違いが確認された。

ったりしているので、約 10 年ぐらい掛かった訳ですが、人を泣かせないタマネギが今年の 3 月にやっとできたので報告しました。催涙性や辛味がなく、普通のタマネギとは全然違うタマネギがやっとなりました。

涙の出ないタマネギの実態

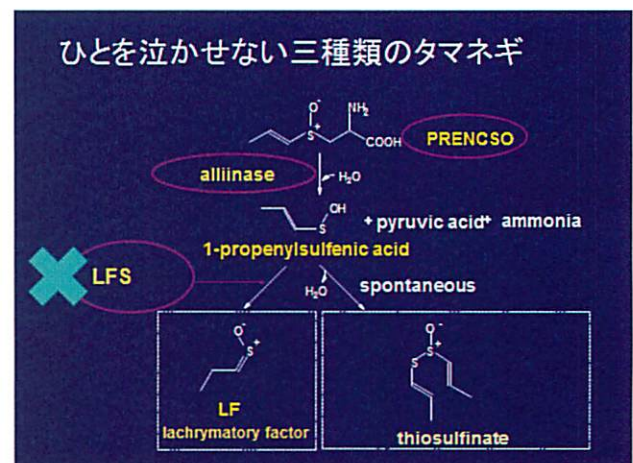


それでは、このタマネギは普通のタマネギとどこが違うのか調べてみたら、ここの alliinase という酵素が壊れていました。では、どんな風に違うのかと言うと、普通のタマネギの酵素活性はこのくらいあるんですが、このタマネギはもう、ほとんど酵素活性がありませんでした。そこで、今年の 3 月に日本の園芸学会で報告したんですが、そこには海外の種苗会社の人も聞きに来ていたようでした。そのためか、学会で報告してから数日後には、海外にも涙が出ないタマネギの情報が伝わり Wall Street Journal とか Washington Post にも、「遂に、涙が出ないタマネギができた。」と紹介してもらいました。2015 年の秋にはテスト販売を行う予定です。私がここで話したタマネギがどこかで売られるようになるかも知れませんが、その時には一体どんなタマネギなのか是非買って試してみてください。

次に目指すタマネギは？

上でお話したタマネギは、PRENCISO は多いのですが、どちらかと言うと催涙性もなければタマネギの風味も余りないんですね。それでは駄目なのかと言うと、そんなことはなくて、オニオンスライスみたいにサクサク感を味わう分用途には、うってつけのタマネギになると思います。

一方、催涙因子合成酵素を抑制したタマネギは、同じ催涙性がないタマネギでも、thiosulfinate 量が増えるので、こちらは風味が強いタマネギになります。だから、炒めたり煮たりするには、こちらのタマネギの方が多分良い筈なんですね。私はこういうタイプの涙が出ないタマネギも作りたいと思っているんですが、会社から人も物も金もこれ以上は出せないと言われたので、もう駄目かなあと思ってしまいました。ただ、若い人から、その程度のことで諦めてはいけませんと言われたので、私は色んな所で是非こんなタマネギを作りたいという話をしていたら、救いの手が差し伸べられま



した。

ホワイトナイト現る

どんな救いの手かと言うと、今まではランダムに色んな所に変異が入っている物から選んだのですが、ゲノム編集技術という技術ができて、それによって狙った箇所に変異を入れることができるようになったんですね。今、この技術を使って内閣府で戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)と言うプログラムが走っていて、その中でこのタマネギを作ってみましょうと言ってもらえました。

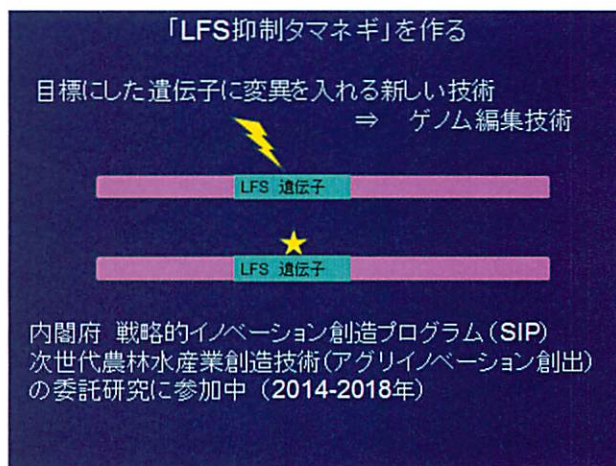
ですから、会社はお金を出してくれませんが、国がお金出してくれるので、引き続き研究できることになりました。また、会社からは人も出せないと言われたんですが、一緒にやってくれる大学の先生たちも協力してくれますので、人手も大丈夫ということになり、そのプログラムに参画することにしました。去年から 2018 年までのプログラムで、LFS に傷が付いたタマネギを作ろうという話になっているので、これもまた上手く行けば、その内にスーパーで売られるようになるかも知れません。その時には、あの時聞いたタマネギだと思って、是非1個くらい買って欲しいと思います。

こうして、涙が出ないで、しかも風味が強いタマネギを実用化するために、まだ諦めずに研究をしています。2002 年に論文を書いたと言いましたが、その前に色の研究を始めていたので、私は 20 年ぐらいつつとタマネギの研究をしているんですよね。ですから、着ている作業着を洗濯してアイロンを掛けると、タマネギとかニンニクの匂いがあるので、「まだ、タマネギをやっているの？」と奥さんから馬鹿にされていますが、まだ諦めずに研究していますので皆さんも是非応援して欲しいと思います。

これまでの研究を振り返って

これまでの研究を振り返って感じていることを、次に話させていただきます。

これは英語なんですけど、私たちが使った方法というのは、”using a time tested approach carried out by many others in the distant past.”と言うことですから、「過去からみんながやり尽くしていた方法で研究をしている。」と言っています。結局、何を言っているのかと言うと、「この人たちは何にも



涙が出ず
しかも、風味が強いタマネギを
実用化するために

まだ、諦めずに研究しています。

乞うご期待！！

私たちが使った方法

< 査読者 >

... using a time tested approach carried out by many others in the distant past. I guess the interest in the article is its obvious connection with each and everyone of us that enjoy onions.

< Nature News >

Their investigations involved a mix of genetic sleuthing and old-fashioned biochemistry.

新しい方法なんか使っていないよ。」ということなんですね。これは論文を評価してくれた査読者が言っていることですが、「彼らが行った研究はタマネギを食べている多くの人に関心を持ってもらえる内容である。」と書いてくれました。

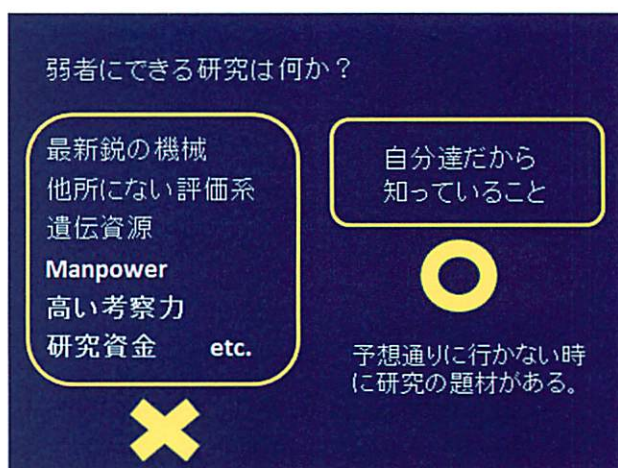
また、私たちの論文が Nature に載った時には、”Their investigations involve a mix of genetic sleuthing and old-fashioned biochemistry.”と書いてあって、「彼らの研究は遺伝子の検査と昔からの方法でやっていますよ。」という寸評でした。

私たちは弱者！

結局、これらの記事が何を言っているのかと言うと、私たちは新しいことは何にもできない弱者なんだということですよね。

理化学研究所のようにすごく高価な機械を一杯持っていて、同じ研究をするんだっただこよりも速くできるというような能力は、私たちにはないんですね。また、他の研究機関にはないような評価系を持っているというような特別な能力がある訳でもありません。カゴメさんでしたら、遺伝資源として色んな品種のトマトを持っていますが、私たち

にはそんなものは全然ありませんね。Manpower というのは人の数なんですが、我が社にはそんなに多くの人間がいる訳ではないし、大学のように昼夜を問わず働き続けても平気な若者がいる訳でもなく、くたびれたオジサンがいるだけなんです。その上、データを見ても、大学の先生に負けないぐらいすごく高い考察力がある訳でもなくて、何か良く分からないなあと言うばかりだったんです。また、味の素さんやサントリーさんやキリンさんのように潤沢な資金がある訳でもなく、中小の企業ですからお金もあんまりありません。このように考えると、私たちには何か新しい研究ができる要素なんて何にもないということなんです。



私たちしか知らないこと

振り返ってみますと、結局自分たちしか知らないことを研究していたら、上手いこと行ったということになるんです。

レトルトカレー製造時の変色を研究している時に、大学の先生から「タマネギとニンニクを混ぜると緑色に変色するなんてことを知っていたら、我々の研究室でもできましたよ。」と言われました。そこで私は、「先生のおっしゃる通りでしょう。でも、先生の研究室ではレトルトカレーを作っていないから、タマネギとニンニクを混ぜるとこんな緑色ができることは知らなかったでしょうし、この研究をすることに何の意義があるのかも分からなかったでしょう。しかし、我が社はレトルトカレーを作っていたから、分かったんですよ。」という話をしたんですね。

それで、催涙成分ができるためには alliinase 以外に、二つ目の新しい酵素があることが何で分かったのかと言うと、それは実験結果から分かったことなんですね。何回やっても同じになる筈の色素量が絶対に一定にならないので、何かが違うという確証があったから実験したんです。このことは、実際にやっていない人たちは決して知らないことなんです。だから、分からないことがあったら、それは他の人は知らないことであって、研究ができるチャンスでもあると思えば良いのです。

座右の銘

私は、実験をやる時に心掛けていることがあります。私は、「上手く行かない時には良く考えなさい。」と若い人にも言うんですが、良く考えることを心掛けています。いくら頭が良くても、その時上手く行かない理由ばかりを考えても、できないという結論は一緒なんですよ。そうではなくて、どうやったら上手く行くかということを考える方がずっと重要なことなんですよ。だから、頭が良い悪いではなくて、何を考えるかということが重要なんじゃないかなあと言うことです。

実は、今日は省略して言わなかったんですが、反応機構を調べる時に、普通はできた色を単離精製して、その構造を調べます。そして、その部分構造からどんな反応が進んでいるのだろうかと思像してモデル系を作るんですが、実際にやろうとしてできなかったんです。何故できなかったのかと言うと、一杯色ができ過ぎて、それらの色の一つずつ精製して構造決定するなんてことが、とてもできなかったんですね。ですから、その時に、色が多成分からできているので、これ以上はできませんと言っていたら、「あつ、そう。では、駄目だね。」と言うことでお仕舞いになっていたんです。このように色が精製できないんだったら、反応機構を明らかにする他の方法はないだろうか考えると、別の方法があったんですね。それを考えれば、反応機構の解明ができたということですよ。

知識は使い方次第

結局、学校なんかでも色んなことを習うんですが、何かを止めるためにその知識を使うのか、続けるために使うのか、そこがやっぱり大きな違いになるのだと思います。知識がなくても、続けたら良いのです。

大学でテストをしている時に、本を横に持って来てチラチラ見ながら答を書いていたら、カンニングだと言って怒られますよね。また、ヤフー知恵袋なんかで質問して答を教えてもらって書いたら、それもやっぱり駄目だと言われますよね。あるいは、横にいる頭のいい子に答を教えてもらっても駄目だと言われますよね。でも、実際に研究や仕事をやっている時には、データをどんどん見直したら良いんですよ。分からなかったら、論文を調べたら良いんですよ。そうすれば良いし、良く知っている大学の先生がいたら、お話を聞きに行けば良いんですよ。結局、何を言いたいのかと言うと、知らないことがあっても、やりたいと思えば色んな方法がありますよと言うことです。

それから、これも省略して喋りませんでしたが、実は思っていたような結果が出なかったこともあったんです。でも、絶対に何かがおかしいと思ってどんどん遡って行ったら、何てことはない、外部の会社に依頼して分析してもらった結果が間違っていたんですね。何でそれに気が付いたのかと言うと、生のチャートまでずっと遡って行って、自分で分析結果を確認して行きました。どうもこのデ

実験をする時に心かけている事

1. 上手くいかない時にこそ、良く考える事

× 上手くいかない理由を考える

○ どうしたら、上手く行くかを考える

色素が多成分から構成されている

調製する度に色素成分の比が異なる

精製してもすぐに分解

2. 学んだ知識をどう使うかが重要

研究を、止めるために使うか

続けるために使うか

知識がなくても、続けたいなら

データを見直す。調べる。人に尋ねる。

Ifs 遺伝子がPCRで増幅できない

⇒ 外部受託で分析した、N末アミノ酸配列の解析結果が間違っていた。

一タがおかしいのではないのかなということに気が付いて問い合わせると、分析機関が間違えていたと判明しました。それが分かれば何てことはなく、すぐにパッと上手いこと行くんですが、これだけやったのに、できませんでしたと言うので終わっていたら、もうそれ以上先へ進めないまま終わってしまいます。これまでに行き詰ることなんか一杯あって、それをどうやって乗り越えるのかを考えることが一番大切なことなんです。

これまでの研究を振り返ってみると、研究や仕事が思い通りに行かないことは多くありました。しかし、上手く行かない時には止める理由を考えるのではなくて、どうやったら乗り切れるかということを考えることです。行き詰りを乗り切るためには、良く考えて、良く調べて、誰かに相談することが大事です。そのためには、どんな方法を使っても構いません。

何かを知っているということは確かに知識ではあります。しかし、一休さんではありませんが、要するに必要なのは知恵ですよね。結局、知識を知恵に変えることが良いことなんだと思います。大切なことは、どうしてもやりたいという気持ちであって、私は先ほど説明したように頭は全然駄目なんです、やりたいという気持ちだけは強かったのも、それで上手く行ったのかなあとと思います。

四葉のクローバーは幸せの印？

この四葉のクローバーですが、実は大学を卒業する時に友達から言われて、何かずっと心に残っていることがあるんです。友達が私に、「何で四葉のクローバーが幸せの印だと思うか？」と訊きました。その時、私は「めったにないから。」と答えましたが、友達からは「そうではなくて、幸せは四葉のクローバーと同じで身の回りに一杯あるんだけど、探もしないで踏んづけてしまっていて中々見つけられないところが、幸せと同じなんだよ。」と言われて、私は「うーん、なるほど。」という思いになりました。

新しい研究も同じではないのかなあとと思います。最初からないと思って探さないから、絶対に見つからないんですね。でも、あると信じて探してみたら、結構あるものなのかも知れないなあという気がしています。だから、四葉のクローバーと似た所があるように、新しい研究も幸せも探せば一杯あるということです。ただ、諦めないことが大切なことだと思います。

皆さんに伝えたいこと

今日伝えたかったことは何かと言いますと、そ

これまでの研究を振り返り感じている事のまとめ
研究は、思い通りに行かない事が多い

上手くいかない時に、止める理由を考えるのではなく、
それをどうやって乗り越えるかを考えよう。

乗り切るために、良く考え、調べ、相談しよう。
知識を知恵に変えよう。方法は問われない。

大切なのは、どうしてもやり抜きたいと思う気持ち、
どうしてもやりたいと言う人間を止めるのには、
大変なエネルギーが必要
失敗も、大切な糧になる。
くやしい気持ちを忘れない



伝えたい事は何かだったか？

そんなに頭が良くなくても、
やる気があれば、楽しく仕事はできる。
人生は、結構楽しいかも知れない。

⇒ そうかも知れないと思って頂けたら幸せです。

んなに頭が良くなくても、やる気があれば楽しく仕事ができます。そんな人生は、結構楽しいかも知れませんが、今までの話を聞いて、皆さんがそうかも知れないなあと思ってくれたら、言いたかったことが伝わったんだろうと思います。

感謝の気持ち

それから謝辞ですが、緑変の研究は、京都大学の(現 龍谷大学)伏木先生と一緒にやりました。また、私が是非やりたいと言いますと、他の先生方も「内の研究室ではできません。」と言って断られたことはなく、皆さん「そんなにやりたいいんでしたら、一緒にやりましょうか。」と言ってくれる人ばかりでした。

Acknowledgements

- ・ 緑変研究
京都大学(伏木先生)
- ・ LFSの精製とクローニング
石川県立大(熊谷先生)
法政大学(長田先生)
- ・ LFS抑制タマネギの作出
Lincoln University
Plant and Food Research
- ・ LFS遺伝子のゲノム解析
山口大学(執行先生)
大阪教育大学(鈴木先生)
Plant and Food Research
Russian State Agrarian University
- ・ ドライアイ検査
京都府立医科大学(横井先生)
- ・ ハウス食品グループ本社
中央研究所 基盤技術開発部
の素敵な仲間たち!!!

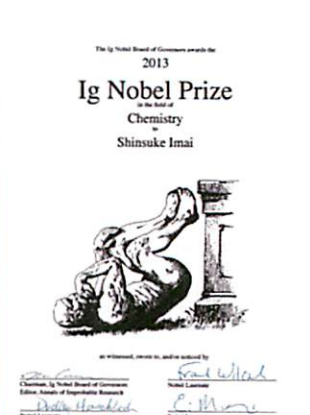
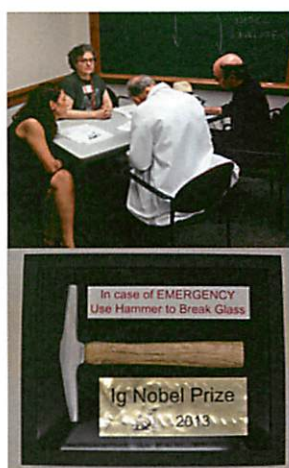


大切な仲間

これは研究が上手く行った時の、もう 10 年前の写真なんです、その時に支えてくれたのはやっぱり同じ職場の仲間でした。

笑い話

Ig Nobel 賞の方に戻って、ちょっと追加の話なんです、賞金も何にもないと言われたんですが、この記念品をもらいました。これはハンマーなんです、”in case of EMERGENCY, Use Hammer to Break Glass”と書いてあるから、「緊急事態の時にはガラスを割るために使ってください。」と書いてあるんですが、このハンマー自体がガラスのケースに入っているんですよ。これを取り出すためには、別のハンマーが必要になるんです。そうすると、このハンマーは一体何なんだと言うことで、ちょっとしたお笑いなんだと思います。(笑) それから、Ig Nobel Prize という証明書をもらいましたが、結構ちゃんとしていそうで、こうやって良く見ると実はコピー用紙なんですよ。それで、無くなったら怖いので、帰ってきてからカラーコピーを取ったんですよ。そうしたら、どっちが本物か分からなくなってしまいました。(笑) それで、すごく困っていたら、周りにいる人が教えてくれたんです。「日本は A4 だけど、向こうはレターサイズで、紙のサイズが少し違うから分かるよ。」と言われて、調べ



てみると確かに違っていました。多分こっちが本物だろうという方を大切に持っています。(笑)

一躍、大金持ちに？

それから、賞品も出ないと言っていましたが、実は賞金をもらいました。Ten Trillion Dollars で、10 兆ドルです。これは本当に使えるのかな、玩具銀行のお札かなと思っていたら、一緒に受賞した人が、これは使えるんじゃないかなあと言いました。何故かと言うと、これはジンバブエのお札だということです。ジンバブエは何かインフレがすごい所らしいんですよ。それで、このお札は 10 兆ドルなんですが、その当時の新聞の記事によると、貰った時点では 400 円ぐらいの価値はあったらしいんですね。でも、2015 年 1 月に調べてみたら、400 円だった価値が日本円で既に 3.6 円になっていました。(笑) だから、すごいインフレなんです。おまけに、Ten Trillion Dollars と印刷してあるんですが、今これは 10 ドルになったらしいんです。12 桁のデノミが行われました。12 桁のデノミとは一体何なんだろうと言う、こんな話でした。

それから、これは on ちゃんと四人で一緒に撮った写真で、これがとんでもない若者です。(笑)



持っている男

去年の 7 月、講演で呼んでもらって網走に行きました。網走の夏はすごく朝が早くて、明るくなって目が覚めたら、まだ 4 時だったんですが、もうこんなに明るかったんです。あまりにも早く起きてしまったので、もう寝れなくなってしまい、それで 4 時過ぎに網走川の河畔を散歩したんです。そうしたら、いっぱいクローバーが生えていたんですよ。さっき使ったクローバーの写真は、実はネットから取ってきたものなんですが、「自分で探したことがあるのか。」と以前言われたことがあったので、こ



の時は自分で探してみたら、見つかったのがこれです。すごいなあと思い、自慢しようと思ってこの写真を撮ったんですが、振り向いたらもう一個ありました。やっぱり私は何かを持っている男なのかなあと感激しました。(笑)

講演の終わりに...

本日の講演は以上です。頭が悪くても希望を持って生きて行けば、結構楽しいこともあるし、みんなが助けてくれます。研究の中身は大したことはないので忘れて頂いても構いません。でも、お孫さんなど勉強ができなくても、怒るのではなくて、希望を持って進んで行けば絶対に先は拓けますと、是非言って頂きたいなと思います。どうもありがとうございました。(拍手)

質疑応答

質問者

タマネギを炒めると色がグリーン色になるとおっしゃっていましたが、挽肉にタマネギを混ぜて一晩置くとやっぱり緑色になります。それを焼いてハンバーグなどを作った時にも、あまり美味しくなくて、ちょっと苦味が出ることもあるんですが、今のお話でお聞きした緑色になる成分に、やっぱり関係があるのでしょうか。それとも、芽が出ようと思って伸びたタマネギの芯の部分を一緒に刻んだために、あのような緑色になることが多いのでしょうか。ちょっと料理の質問なもので、的外れかも知れないのですが。

今井先生

タマネギだけで緑色になるということは、ほとんどないですね。ニンニクがちょっと入っているのではないですかね。ニンニクがちょっと入っていると、確実に緑色になります。

質問者

ニンニクは入れていないんですが、芯の芽が出る部分がありますよね。その部分にニンニクの成分と同じ成分が含まれているのかなと思うんですが、それはないでしょうか。

今井先生

それは多分ないと思います。タマネギの中からallicinは見つかっていないんですが、ニンニクの中にはタマネギに入っているPRENCSOが見つかっているんです。ですから、ニンニクだけでも色はできてしまいます。だけど、タマネギだけでは緑色にはなりませんから、それは違う色なのかも知れないですね。もしかしたら、挽肉の中に入っている成分の中に、ニンニクの代わりになるような化合物が入っているのかも知れないんですが、分からないですね。青から緑の色は、allicinだけではなくて、不飽和のカルボニル化合物でもできると言われています。ただ、どうすれば、どのような化合物ができるのかは中々難しくて、それこそハンバーグが緑色になるのは何故かという研究課題を下されば、私がやっても構いません。(笑) 済みません、よく分からないですね。

質問者

ありがとうございます。

質問ではないんですが、私はニンニクを一遍に使い切れなくて、どうしても芽が出てしまったりカビが生えてしまったりすることがあります。そこで、ニンニクの皮を剥いてオリーブオイルの瓶に漬けて、それを時々取り出して料理に使っています。今年は大丈夫だったんですが、何故か瓶の中が緑色になってしまったことがあって、どうしてなんだろうと思いながら半分使ったのですが、ちょっと不気味だったので、最後は少し捨てたりしたことがありました。今、やっと理由が分かりました。ありがとうございました。

今井先生

その現象は酢漬けにした時にも起きるみたいです。それで、緑色になったその色自体が、毒なのかと言うことを保健所さんなどから質問されることがやっぱりあるんです。これに関しては、中国では **laba garlic** (https://en.wikipedia.org/wiki/Laba_garlic) というニンニクを酢漬けにする料理がありまして、色が緑色になればなるほど高級なんだそうです。そういう食品を実際に食べているので、毒ではないみたいなんです。内のレトルトカレーの場合で言うと、そのように緑色になると少し苦くなるというように言われています。

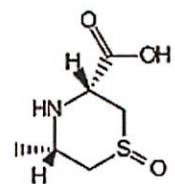
質問者

どうもありがとうございます。良く分かりました。その時は、安いから中国のニンニクを買ったんですよ。でも、それから気持ちが悪くて、ニンニクは青森産を買うようにしています。

今井先生

実は、内の会社にも卸しニンニクという製品がありまして、チューブに入っている製品なんです。これも一時緑色になってしまって使えなかった時があるんです。何でニンニクが緑色になるのか調べてみたら、ニンニクを収穫して直ぐの時には、ニンニク中にはタマネギの中に含まれている成分はないんです。ところが、一度低温を感じて、次に発芽する状況になってくると、ニンニクの中にもタマネギと同じ成分ができるんですよ。そうすると、そのニンニクを卸すとタマネギとニンニクを混ぜた時と同じようになるのです。結局、中国から入ってきたニンニクは一度低温を感じてから時間が経っているので、もう芽が上がる状態になっているんです。ですから、このニンニクを使うと、酢漬けにしても、オリーブオイルに漬けても、播り卸してもみんな色が付いてしまいます。ニンニクが緑色になるのは、そういう理由のようです。

では、色が付かないようにするにはどうしたら良いのかと言うと、タマネギの成分が生成したニンニクを一旦 25℃以上で数日置いておくと、ニンニクの中にできたタマネギの成分が別の成分に変わるんですね。cycloalliin という別の化合物に変わってしまうと、さっきの色ができる反応の方には行かないので、それを卸しても色はできないですし、酢漬けにしても緑色にはなりません。だから、色々なことが起こります。



cycloalliin

質問者

どうもありがとうございました。非常に楽しく有意義なお話をありがとうございました。二つばかり伺いたいんですが、一つは先ほどの土壌によってSの量が違うので、Sの少ない土壌で栽培するということなんですが、例えば北海道と淡路のタマネギでは、やっぱり大分違うものなのでしょうか。

今井先生

まず、緯度によって生育できるタマネギは違っておまして、長日系と短日系という品種があります。いわゆる辛タマネギと普通の甘タマネギだと思って頂いて結構です。貯蔵性のある辛タマネギは北海道のような高緯度の所で作れるんですが、北海道のタマネギは春に植えて秋に収穫するんですよね。淡路みたいな所のタマネギは逆で、秋に植えて春に収穫するんですよね。だから、今頃(5月中旬に)収穫しているのは、去年の秋に植えたタマネギなんです。もう収穫時期が全然違いますし、品種自体も違います。どちらかと言うと、北海道のタマネギの方がストロング系と言うか、元々持っている基質の量が多い品種なんです。一方、淡路の方は甘系ですね。それから、北海道は火山灰の土壌が多いみたいで、どちらかと言うと土地自体に硫黄の量が多いのです。だから、北海道で作ったタマネギの方が辛くなり易いと言われています。一方、甘タマネギは元々辛味が少ないタマネギで、熊本や佐賀や静岡のような土壌中の硫黄の量が少ない所で栽培されているようです。先ほど言いました白子も、どちらかと言えば砂混じりの所で、雨が降ると肥料が流れていってしまいそうな所でしたので、甘系のタマネギができるみたいです。硫黄の量は知りませんが少ないような気がします。

質問者

今まではあまり目に付かなかったんですが、近頃のスーパーでは生で完全に食べられるタマネギが出てきたんですが、今頃何で急に出来たんでしょうか。

今井先生

でも、実際に測ると結構辛いんですよ。白子のタマネギなんかでも、甘いと言われているんですが、切っていると私は泣いてしまいます。だけど、やっぱり需要が出て来ているみたいで、現在、世界的にも10パーセントぐらいはスイート系という辛味の少ない甘タマネギになっているようです。

ただ、今回私たちが作ったタマネギは本当に全然違います。絶対に泣かないですね。これまでのタマネギとは全く違うタマネギで、辛い成分がないとタマネギは甘く感じるんですよ。タマネギを炒めるとすごく甘いんですよね。あれは辛い成分がないから甘く感じるだけで、甘みが増えた訳ではないんですよね。だから、タマネギが辛くなると甘く感じるのですが、甘いタマネギはだんだんと受けてきているという感じみたいです。

質問者

スライスオニオンにサラダオイルを掛けて普通に食べますが、あれはやっぱり辛味がマスキングされているのでしょうか。

今井先生

それはあると思います。催涙性の化合物は水にも油にも溶けるんですよ。だから、そういう物に溶けていると揮発し難いんですね。ドライな状態で置かれていると催涙成分はすごく揮発性が高いから、目にも来ますし、舌にも直ぐくっついてしまうんですが、何かに溶けていると、感じ難くなるので、それはあると思います。だから、油があると辛味を感じ難くなるということはあると思います。

質問者

ありがとうございました。

質問者

まことしやかに言われていることがありまして、タマネギを一晩冷蔵庫に入れておくと、涙が出にくいという話があったんですが、それはどうしてでしょうか。

今井先生

先ほどの図で、元々の基質が二つ酵素で酵素的に分解して催涙成分ができるんですが、両方とも酵素なので、品温が低いと反応が遅いんですね。だから、催涙成分ができ難くなるということはあると思います。また、温度が低いと、できた催涙成分自体も揮発し難いですよね。それもあると思います。ただ、全然無くなるのかと言ったらそんなことはなくて、やっぱり温度が上がってくるに従って、だんだん出て来てしまいます。先ほど言ったように、水で晒すと催涙性の化合物は水にも溶けるので、一緒に流れ出て行ってしまうので催涙性はなくなります。それから、何で涙が出るのかと言う時に、鼻を押えていたら大丈夫だとか色々言われるんですが、それは嘘です。黒目のところに角膜知覚神経というのがあって、そこが痛いと感じると涙が出てくるんですよ。私はタマネギを切っても涙が出ませんと言う人がいますが、それは何故かと言うと、ほとんどがコンタクトレンズをしているからなんですね。コンタクトレンズをしている人は、黒目の所をレンズで蔽われているので、催涙成分が飛んで来ても痛くないんですよ。「タマネギを切っても、私は泣きません。」という人に、「コンタクトレンズをしていますよね。」と言うと、「はい、しています。」と答えます。コンタクトレンズをするのは、ゴーグルをするのと同じですから泣きません。

実は眼科の先生から、催涙成分を生成する酵素を使って、いつでもどこでも泣けるような物を作れませんかと言われて、一緒に作ったことがあるんですね。それで、ドライアイの検査に使えないかということで作ったんですが、その検査の際に、点眼麻酔を使って角膜知覚神経を麻酔してやると、「全然泣きませんよ。」とお医者さんに言われました。それで、コンタクトレンズのことが分かったんです。

以上