

金沢大学サテライト・プラザ ミニ講演

日 時 平成18年8月19日(土) 午後2時～3時30分

場 所 金沢大学 サテライト・プラザ講義室

演 題 「暮らしの中の匂いと香り」

講 師 国本 浩喜 (金沢大学大学院自然科学研究科 教授)

はじめに

皆さんこんにちは。金沢大学大学院の国本です。私は、物質化学工学科というところで化学を教えています。今日は「暮らしの中の匂いと香り」という題で、我々の身近にある匂いや香り、あるいは同じような情報伝達物質としてフェロモンというものがありますが、そういうものがどういう機構で作用をするのかということ、少し化学的な興味から話をしたいと思います。

五感

皆さんご存じのように、我々人、あるいは動物というものは、外界の情報を五感と呼ばれる器官で感知しているわけです。例えば物を食べるという行為一つをとって少し考えてみますと、食卓に乗った食材の色合い、あるいは盛りつけを、まず目で楽しむということが多分あると思います。匂い、香りを鼻で味わうということもあると思います。それから、歯触りというものを耳で感じる。最後に、味を舌で感じるということになるわけです。

ですから、我々が物を食べるというのは、単に舌で感じ取っているのではなく、五感すべてを利用して味わっている。京料理の繊細な彩りや味、あるいは年代物のワインを味わうというのも、すべての五感を駆使して味わっているということになるわけです。

この五感のうちの嗅覚と味覚は、化学物質の刺激によってもたらされる感覚であることから、我々は化学感覚としてほかの感覚と区別します。この二つの感覚は比較的よく似ておりまして、並べて議論されることが多いのですけれども、今日は特に嗅覚について、匂い物質あるいは伝達機構についてお話ししたいと思います。

匂い物質の心身作用

匂い物質がいろんな薬理作用、あるいは精神作用を持っていることは非常に古くから知

られておりまして、私がここで細かくお話しするようなことは何もないのですが、薬理作用としては、薄荷（はっか）の主成分であるメントールというものは、例えば胃が痛いときにメントールの香りがかぐと少し胃の痛みが和らぐとか、あるいはやけどをしたときにラベンダーの精油をつけてあげると治りが早い、痛みが和らぐというようなことがよく知られています。精神作用で言いますと、ラベンダーというのは心を落ち着かせる作用が、それからローズマリーというのは逆に活性化させる作用があるようです。私はこの専門家ではございませんのであまり細かく立ち入りませんが、こういう薬理作用や精神作用があるということです。

こういう薬理作用や精神作用のほかに、匂い物質というのは見方を変えるといろいろな情報を伝達していると考えられます。例えば、生体防御というのは、体にとって悪いものというのは概して非常に匂いも悪いということで、人間は人間の歴史始まって以来、遺伝子の中に毒物や有害なものに対する匂いの感覚というものを備えてきていると考えられます。あと、食欲や性欲を刺激するというのもよく知られた事実です。

ここで少し注意してほしいのは、匂いというものは化学物質が関与しているのですが、決して単一の化学物質が匂いを背負っているのではないということです。例えば、コーヒーの匂いは 580 種類ぐらいの匂い物質の混合の匂いで、それを我々はかいていているということになるわけです。ですから、決して単一の物質の匂いでコーヒーの匂いができるというようなことはありません。

そこで今日は、最初に匂いというものがどういうメカニズムで発生するかについてお話ししたいと思います。それから、分子が匂うわけですが、匂いと分子の構造とのかかりについて、そのあと、匂い物質と同様の情報伝達物質であるフェロモンについて、歴史的なことや最近の話題についてお話ししたいと思います。

嗅覚の発生機構

まず、我々は匂いをどのようにして感じ取っているのでしょうか。匂いというのは化学物質で、それによって我々は刺激を受けるわけです。通常、空気中を飛んできた匂い分子は鼻から入ってきますが、場合によっては食べ物から匂いがくる場合があります。それはのどから入ってきているわけです。

いずれにしても、その空気によって運ばれた匂い分子というものが、嗅上皮というところに到達します。そこには嗅細胞という匂い分子をとらえる細胞があって、嗅細胞の端っ

このところには、ひげ状の嗅繊毛と呼ばれるものがついていて、そこが粘膜になっていて匂い分子をとらえることとなります。ここで匂い分子をうまくとらえることができれば、そのとらえたよという情報を嗅神経に伝えて、最終的には大脳まで行くというふうに言われています。

嗅細胞の1個の細胞だけを拡大してみると、嗅繊毛というひげ状のところは細胞膜という膜になっていて、その膜のところちょうど受容タンパク質と我々が呼ぶタンパク質が挟まっています。これは分子としては非常に大きな分子なのですが、活性部位といいますか、分子を受け取るある形を持っているというふうに考えてください。その細胞膜のところに匂い物質がやってくるわけです。匂い物質と受容タンパクとがうまく相互作用ができた場合には一連の生化学反応が進行して、ここで相互作用したよという情報を次の神経に伝えていくということが起こるわけです。

現在のところ、大体10~40万ぐらいの物質が匂いを持っていて、そのうち、人間が感じ取れる匂い物質は1万種類ぐらいあるといわれています。その一方で、最近の研究で分かってきたのは、受け取る側のタンパク質の形は1000種類ぐらいしかないということです。匂い物質が1万種類あるのに、受け取るほうは1000種類しかないということは、匂いを運んでくる、匂いを持っている物質とタンパク質とは、一対一対応していないことを示しています。つまり、複数の匂い物質が複数の受容タンパクを活性化させるというメカニズムが、現在考えられているということです。

この嗅覚の発生のメカニズムは、ごく最近までよく分からなかったのですが、それを解明したのはコロンビア大学の先生であるリチャード・アクセルと、そのお弟子さんのリンダ・バックの二人でした。彼らの研究によって、受容タンパクが約1000種類、匂い物質が1万種ぐらいあるということが分かってきたのです。彼らは研究の功績が認められ、2年前にノーベル生理学・医学賞を受賞しました。つまり、匂いの世界というのはまだまだよく分かっていなくて、やっと2年前にこういうことが分かってきたということです。

匂い分子の条件

私は化学をやっていますので、神経というところは苦手なものですから、ここからは化学の話をしたと思います。分子が匂うとき、タンパク質と相互作用して匂い刺激を引き起こすのだけれども、どういう分子だったら匂うのかということです。

まず一つめの条件は、分子の大きさです。これは空気中を飛んでこないといけない、空

気に運ばれないといけないわけです。そうすると、おのずと条件としては大きな分子はだめで、低分子である必要があります。化学の分子量でいいますと 300 ぐらい、炭素数でいうと大体 20 個ぐらいが限度で、それ以上大きな分子になると空気中を飛んでくるわけにいかないわけです。かつ、揮発性を持っていなければいけません。

化学的な性質としては、飛んできて嗅上皮の粘膜に付着する必要があります。粘膜ですから、水に溶けないといけない。それが第2の条件になります。ただし、水に溶けるほうがいいのかというと、これは必ずしもそうではなくて、脂にも溶ける必要がある。両方にある程度溶ける必要があるということが分かってきています。

それから3番め、私はこれがいちばん大事だと思っているのですが、分子の形、それも立体的な形というものが非常に匂いと関係しています。それはなぜかということ、受け取る側のタンパク質とうまく合体する、かぎとかぎ穴のように相互作用をする必要があるわけですから、立体構造というものが非常に大事になるということです。

匂いと分子の形

非常に典型的な例を一つ示します。下は小学生でもよく知っている水、 H_2O という分子です。上は H_2S で、OがS（硫黄原子）に変わっているのですが、硫化水素という分子に変わります。化学式では非常によく似ているのですけれども、性質としては、硫化水素は室温、通常温度では気体です。それから、水は通常は液体ですけれども、空気中を運ばれるときはもちろん水蒸気になります。いちばん大きな違いは、硫化水素というのは特定悪臭物質に指定されているくらいのいわゆる温泉の臭い、腐った卵の臭いという例のあれで、非常に臭いがきついのです。ところが水は、水の匂いがかぎ分けられるという人も中にはいると思いますけれども、基本的には無臭で、非常に大きな違いがあるわけです。

化学式ではこういうふうを書くのですけれども、実際の分子の形は、化学の世界ではこういう分子モデルというもので示されます。硫化水素のSは一応区別するために黄色で色塗りします。酸素はOで赤で塗ります。それから水素は白で塗るということになっていまして、いずれにしてもこういうずんぐりむっくりの、比較的よく似た分子です。にもかかわらず、片や悪臭物質で片やほとんど匂いが無い。それは、いわゆる受け取る側のタンパク質との相互作用の違いになるわけです。

匂い物質の濃度

特定悪臭物質に指定されている硫化水素は、閾値が 0.2ppb です。閾値とは、匂う最低濃度のことをいいます。分野によってはしきい値といたりしますけれども、最低濃度のことです。ただし、閾値といっても何種類かあって、存在を感じる最低濃度、あるいは質が判断できる最低濃度という具合に、幾つかの閾値が匂いの世界では指定されているようなのですが、いずれにしても匂う最低の濃度というものがある、それは味覚に比べると 1000 分の 1 です。味覚の閾値は ppm レベルで、parts per million ですから 100 万分の 1 です。大体どれぐらいかという、1 リッター中に 1mg ぐらい溶けた量、そのレベルが我々の味を感じる最低のレベルです。嗅覚の場合は parts per billion ということで、100 万分の 1 の 1000 分の 1 ですから、10 億分の 1 ぐらいのレベル。あるいはそのさらにまた 1000 分の 1 の ppt レベルのものもありますが、通常は ppb レベルの閾値を持っている、非常に低濃度だということです。そういうことを頭に置いておいてください。

1 ppb というのは一体どれぐらいの量なのかという、25×50m、深さ 2m のオリンピックプールに水を満杯にして、大体ティースプーン 2 分の 1 のサンプルを入れてあげる。それが大体 1 ppb に当たります。ですから、非常に薄い濃度で我々は匂いを感じることができるわけで、我々よりも犬や猫のほうが大体 1 万倍ぐらい嗅覚が優れているといえますから、非常に嗅覚を持っているということになるわけです。

匂い物質の閾値

硫化水素のように、硫黄を持った物質には臭いものが多い。ですから、新聞や雑誌、テレビなどで化学式を見かけたときに、Sが入っていると基本的には臭い、それから有害であるというふうに覚えておいてください。

臭い匂いという話をしましたから、ご記憶の方もおられると思いますが、10 年ほど前に新聞発表で出た加齢臭についてお話しします。資生堂という化粧品会社と高砂香料という香料会社との共同研究で、親父臭い匂いはどこから来るかという研究をしていて、その原因物質がノネナールという物質であるということ突き止めたのです。この物質は、人間の年を召した私の年齢より上の方が特に持っている脂肪酸、9-ヘキサデセンという物質が酸化分解してできてくるものです。

実はカメムシの匂いや、いわゆる茶葉の青くささというのがこれと比較的よく似た構造を持っているということで、自然界にも人間の体臭によく似たものがあります。人間とい

うのもそういう意味では自然の一部だということがよく分かります。

異性体と匂い（1）

ちょっと臭い匂いが続きましたので、いい匂いのほうをやりたいということで、匂いの成分の代表選手、薄荷の香りというところにいきたいと思います。

通常、たばこやチューインガムの香りづけをするのは、薄荷のうちのペパーミントです。調べてみると、実はミントというのは何種類かあるということが分かって、そのうちの洋薄荷、ペパーミントから香りづけの成分が取り出されているということです。先ほど、成分は1種類ではないと言いましたが、その成分の中にもいろんな成分があって、主成分は(-)-メントールという化学物質なのです。

これを精製しますと、結晶という固体の状態になります。分子構造は化学の知識のある人であればよいのですが、そうでないとなかなか分かりづらいので、見方の練習のために分子モデルを見てみましょう。

これは私が大学の講義でよく使う、お気に入りの分子モデルなのですが、こういう有機化合物というのは、例えばここにねずみ色で書かれているこの一つの丸が炭素で、炭素が6個あって六角形をつくっているということです。教科書ではこの六角形は平面にかきますが、実はこの分子は平面ではないのです。ちょっと斜め横から見ると、水素がじゃまになっていますけれども、六角形は実はきれいな六角形ではない。ただ、こんな上手な図はとてもではないけれど書けないので、教科書に書くときは、ちょっとずるをして我々はこういうふうを書くのです。注目するところは、この緑と赤と青の三つの炭素です。

この三つの炭素以外の炭素には、Hがついています。これも書いていませんけれども水素が二つずつついています。これには手前側に水素が向いています。向こう側に CH_3 というメチルが向いています。この場合は手前側が水素で向こう側にOHというのがついている。ちょっと分かりづらくもしれませんが、こういう見方をします。つまり、手前側に向いているものはくさび型で書き、向こう側に行っているものは点々で書くという化学のルール、一つの手続きがあるわけです。これで表そうというわけです。

ちょっと長くなりましたけれども、(-)-メントールというのは、この六角形を平面と見たとき、原子の集団が手前側に来ていて水素は向こう側に行っています。それから、OHが向こう側に行っていて水素が手前に来ている、それから、 CH_3 が向こうへ行って水素が手前に来ている。このように、相対的な配置を持ったものが(-)-メントールで、いわゆる

清涼感を持ったメントールの主成分になるわけです。

ところがちょっと話がややこしいのは、今言ったのは(-)-メントールなのです。(-)-メントールは、この原子団が手前、向こう、向こう。大きなやつだけを見るとそういう関係にあるのですが、実は薄荷の中の成分を細かく調べてやると、この(-)-メントール以外に、ネオメントール、イソメントール、ネオイソメントールというその他4種、メントールと呼ばれるものだけで合計4種類のメントールが存在するのです。メインはこの(-)-メントールなのですが、微量にネオメントールやイソメントールが存在する、あるいはネオイソメントールが存在するという事です。これはどこが違うかという、よく見ると四角く囲んだところは全部一緒です。六角形の手前に全部来ています。ところが、ネオメントールというのは、メントールに比べるとOHのところに向こうへ行っていたやつが手前に来る。あるいは、イソメントールというのはCH₃という向こう側へ行っていたやつが手前に来る。そのような配置の違いが起こっているという事です。こういうものが微量に存在するのです。おまけに、(-)-メントールは、我々の知っている清涼感のある匂いなのですが、こういうものはカビの匂いがするという事です。実は、私、匂いをかいでいけませんので本当かどうか知りませんが、カビ臭がするという事です。イソメントールと若干また違う、清涼感のある匂いではなくて違う匂いがするというわけです。

こういうふうと同じ原子の数、同じ原子の種類からできているものであっても、結合のしかた、相対的な配置の違いによって匂いが全部違うという事です。もっと大事なことは何かというと、人間の鼻というのはこの違いをかぎ分けることができる、それぐらい敏感な検出器の働きをしているという事です。

ここで挙げたものを立体異性体と化学の世界ではいうのですけれども、こういうふうに対称的な手前、向こう、向こう。手前、手前、向こうというような配置の違いのある四つの異性体があるのです。bp と書いてあるこれは沸点と呼ばれるもので、物質が沸騰する温度です。(-)-メントールは 212 度で沸騰します。こちらの(-)-イソメントールは 218 度で沸騰する。何度で溶けるかというのはメルティングポイントといいますけれども、34 度ぐらいで溶ける。こちらは 80 度ぐらいで溶けるというわけで、この四つは物理的な性質が違っていますから何らかの物理的な方法で分けることができます。

ところがもっと話が複雑なのは、この(-)-メントールは手前、向こう、向こうになっています。これを、鏡を持ってきて映してやるとこの分子になります。この右側にかいてある分子と左側にかいてある分子は実は同じ物質ではないのです。右の物質と左の物質とい

うのは、先ほどの立体異性体とはちょっと違ひまして、この2つの物質の沸点や融点、ほかの物理的な性質は全く同じなのです。しかし、こちらは清涼感のある匂いがしますが、こちらはメントールの匂いはしないのです。ということで、(-)-メントールを鏡に映した違う物質を、鏡像異性体と呼びます。その鏡像異性体間で匂いが違うということになるわけです。

そうするとどうなるかというと、(-)-メントール、イソ、ネオ、ネオイソ、それぞれを鏡に映した相手側は、(-)-メントールを鏡に映すと(+)-メントールになるし、(-)-イソメントールを鏡に映すと(+)-イソメントールになるわけです。結局、メントールというものが合計8種類おるということです。この8種類は、原子の数、種類は全く同じです。何が違うかというと匂いが違うわけです。その匂いの違いを我々は感じ取ることができるわけです。

プラスとマイナスのメントールの匂いの違いというのは、比較的分かりづらいのです。私も、実は高砂香料というところにこの講演会に間に合うように送ってもらってちょっとかいでみました。なかなか素人では違いが分からないのですが、もっと違いの分かりやすいものがあります。

それはどういうものかというと、ミントの仲間のスペアミントです。スペアミントの香りの主成分は(-)-カルボンと呼ばれます。化学式で書くとややこしいものですが、この物質を、鏡を置いて映った像を見ますと(+)-カルボンとなります。この物質を含むのは姫苗香(キャラウエー)です。いわゆるキャラウエーの香りになります。これは明らかに違います。私は匂いに鈍感なほうですけれども全く違います。全く匂いは違うのですけれども、原子の数、それからつき方というのは、ちょうど自分自身と鏡に映った像の関係にあるだけで、鏡像異性体間で匂いが違うということになるわけです。

(R)-(-)-カルボンと(S)-(+)-カルボン

この鏡像異性体、例えば二つのボトルの片一方には(-)-カルボンが入っています。右側には(+)-カルボンが入っています。どちらがどちらか当てなさいという課題を学生に出したときに、それを区別しようと思っても、多分通常の物理的な手続きでは区別できません。どちらがどちらかということは全く区別できないわけです。多分2000~3000万円の装置を使って分析しないと、こちらがマイナスでこちらがプラスとは言えないです。

ところが、プラスとマイナスしかないと言われれば、匂いをかげばすぐに当てられる。

片一方はスペアミントの香りだし、片一方はキャラウエーの香り。それも非常に低濃度で我々は言い当てることができます。それもこれも、最初に言いましたように、はっきりとはまだ分かっていませんけれども、受容タンパクの活性部位の形が違うからなのです。

鏡像異性体—対掌体—

自分自身と鏡に映った像を互いに鏡像異性体とって、先ほどまでは匂いが違うという話をしたわけですが、鏡像異性体間で匂いが違う、味が違うというのはどうということではなくて、ちょっと味がしない、匂いが落ちる、弱いというのはどうでもいいことなのです。

サリドマイド禍

ところが、それがお薬になった場合には非常に重篤なことにつながります。かつてそういう事件が起きました。サリドマイドです。ここにはご年配の方が結構おられるのでご記憶の方が多いと思いますが、1960 年前後に起こった事件です。世界的に最初の薬害と言ってもいいぐらいの事件です。

どういう事件だったかという、イソミンと呼ばれる催眠薬を妊婦の方が夜眠れないということで妊娠の初期段階にのんだわけですね。もともとは西ドイツのグリュネンタールという会社が開発した薬で、1959 年ぐらいに発売され、非常によく効いたものですから爆発的に売れたのです。ところが、このイソミンをのんだ妊婦から生まれた子供の中に、四肢が不自由、あるいは目が不自由な子供がいたわけですね。当時は原因がよく分からなかったのですが、ドイツやアメリカは即座に販売を停止しました。ところが、日本というのは、いつものことですが対応が遅く、約1年半遅れてしまったわけですね。その間に大体 300 人ぐらいの被害者が出ました。世界全体で大体 6000 人ぐらいの奇形の子供が生まれたということですね。

その原因は当時よく分からなかったのですが、よくよく後の研究で分かってきたのは、このイソミンという催眠薬の中身はサリドマイドという物質なのですが、このサリドマイドはこちら側が催眠薬として使われる (R)-体と呼ぶ催眠薬です。当時の知識は科学技術もまだ発展の途上にあつた時代ですから、科学的に作るとこれを鏡に映した (R)-体も半分できてくることに気がつかなかったわけですね。結局、この催眠性を持った (R)-体 50%と奇形を生む (S)-体 50%のまがいものをイソミンとして売っていたということですね。

当時はそれには気がつかなくて、こういう事件が起こってから大騒ぎで鏡像異性体が存

在するものは必ず分けて売らなければいけないということになったわけですが、当時としてはよく分からなかったということがありました。非常に悲惨な薬害につながってしまったのですが、そういう事件があったということです。

不斉炭素と鏡像異性体

ですから、鏡像異性体で匂いが違うとか味がちょっと落ちるというレベルではなくて、異性体の世界というのは、薬などで人の体に入る場合には気をつけなければいけない。ですから、現在のところ、薬でこういう異性体の可能性がある不斉炭素を持っている物質は、全部異性体を(R)-体と(S)-体、あるいは(-)-体と(+)-体とちゃんと分けて申請しなければ通らないことになっています。

鏡に映したものと自分自身が違うとかと言っていますけれども、本当にそうなのかということをお試しと見てみます。分子モデルをあまり見られたことがないと分かりづらいかもしれませんが、どこが問題かということだけ言いますと、この部分です。今、左側にかいてある分子と右側にかいてある分子が同じかどうか調べようと思ったら、左側の分子を右側へ持ってきてちょうど重なり合えば同じ分子だということになります。

サリドマイドの鏡像異性体

ところが、サリドマイドの鏡像異性体の場合、一方の配置は水素が手前に来ていて、もう一方は水素が向こうへ行っています。つまり、左の分子を右の分子に重ね合わせようとしても、こちらでは水素が手前に来ているし、これは水素が向こうに行っていますから違う分子なわけです。つまり、右の分子を左の分子にしようと思ったら、一回結合を切って、CとHの結合、CとNの結合を切って入れ替えてやらなければいけないということになるわけです。ですから、これは非常によく似ていて、高度な装置を使って調べないと分からない異性体なのですけれども、明らかに違う分子だということになるわけです。

そして、このサリドマイドと呼ばれる鏡像異性体、鏡に映った催眠性のある物質と奇形を生む物質に対して、我々の体の反応は違うということです。生体は異性体の片一方を毒としてとらえ、片一方は催眠薬として認識します。ですから、こういうふうに異性体の中の鏡像異性体というものを分ける技術が非常に科学の世界では重要になってくるということです。

先ほどのメントールのお話に戻ります。昔はいわゆるチューインガムやたばこに入ってい

る清涼感のある香りというものは、すべてペパーミント、西洋薄荷から取っていました。なぜかという、原料から化学的に何段階かの反応でメントールを作ると、先ほど言ったように(+)-メントールと(-)-メントールが50%の比率でできてくるわけです。ということは、半分は香料として役に立たない(+)-メントールです。もう半分は香料として役に立つ(-)-メントールですけれども、半分は余計なものが入っているということになるわけです。もちろん、生理活性で毒にはなりませんから、いても構わないのですが、非常に効率が悪いということになるわけです。

異性体をつくる

そこで、2001年度にノーベル化学賞を受賞された、当時、名古屋大学におられた野依先生が、ある触媒を使うと、反応するときに(-)-メントールがほぼ100%できて(+)-メントールができないという製造プロセスを発見されたのです。片一方の触媒を使うとマイナスができるし、その反対側を使うとプラスができる。この野依先生の開発された触媒というのは何が素晴らしいかという、同じ原料を使っても光学異性体、分子と鏡に映った分子のどちらが有益なのか、あるいは毒を持っているのかということさえ分かれば、必要なほうだけを作って不必要なものは作らないというプロセスを開発したということで、これは非常に画期的な発見であったわけです。

現在、歯ミガキ、たばこ、その他メントールを我々はよく口にします。年間1500tぐらい作られているそうですが、それは野依先生の作られた片一方だけを作ることでできる触媒を使って合成されているということです。

ですから、化学の世界の目標の1つは、必要なものだけ、特に光学異性体と呼ばれるものの必要な側だけを取り出すという技術で、これが非常に大事なことになってくるわけです。野依先生は、合成の触媒を上手に選択して片一方だけを作るプロセスを開発されたわけです。

ちょっとてまえみそなのですが、私がやっている研究を少しだけPRのためにお話しします。

野依先生の場合は、原料があって触媒に何か光学活性なものを使ったときに片一方だけが取れるという話なのです。私がやっている仕事というのは、プラスとマイナス、RとS、これは自分自身と鏡に映った相手側です。例えばこの例の場合は、ニルバジピンという薬です。こちら側は消炎剤としての活性があるのですが、これを鏡に映した相手側の(R)-体

というのは何の役にも立たないのです。毒にはならないのであってもいいのですけれども、薬として使うときにはあまり好ましくないわけです。化学的に合成すると、これが 50%とこれが 50%に混じった混合物が取れてくるわけです。そこで私は、異性体を分離する、こちらだけを取り出してこちらは捨ててしまう方法はないかという研究をしているのです。

分子鑄型ポリマー

その一つの方法として、分子の鑄型を取ることがあります。

例えば、(S)-ニルバジピンという消炎作用のある、薬になるほうの分子の形を、高分子(ポリマー)の中で鑄型を取ってしまうのです。まず、モノマーという反応材料を入れて型を取る。(S)-体のニルバジピンの型を取って後でこれを溶かし出します。ポリマーの中で型を取った後に抜いてしまうと、ちょうど(S)-体のニルバジピンの型が空いたポリマーができるという、非常に原始的なアイデアのもとに高分子を作ることです。できた高分子というのは球状のポリマーです。

これはどこに分子の型が取れているのかということですが、分子のレベルというのは目で見えません。これは電子顕微鏡ですが、多分この 1000 分の 1 とか 1 万分の 1 ぐらいのところ型が取れている予定です。全体としてこういうポリマーができます。

こういうポリマーをカラムというところに詰めまして、ここから 50%ずつ、半々ずつのやつを流してやると、型を取ってあるほうだけがたくさんここに引っかかるのです。遅れて出てくる。これが R という要らないほうで、S というのが要るほうです。ちょうどこうやって分離してくれるわけです。ですから、ちょうど分離したところでこちらだけを取り出します。そういう方法を開発したということ。こういうのが分子鑄型ポリマー、分子の形をかたどってしまうという技術です。アイデア、考え方としては原始的ですが、いろいろな光学異性体の分離に使えるということで、特許になっています。

生物間の情報伝達物質

今まで匂い物質の話をしてきたわけですが、ここでちょっと話題を変えます。匂い物質というものが性欲や食欲、あるいは生体防御といったいろいろな情報を運ぶという話をしましたけれども、ほかに化学物質の中で情報を伝達する物質というのはたくさんあるのです。匂い物質以外のもので、すべて含めて生態活性物質エコモンと呼びます。エコロジーのエコと物質の造語なのです。エコモンは、フェロモンと呼ばれるものとアレロケ

ミクスと呼ばれるものに分かれます。

どうやって分かれるかという、フェロモンというのは同種間に作用する化学物質で、同種間のある種の行動を引き起こす化学物質という意味です。アレロケミクスというのは異種間です。ですから、例えば人間にフェロモンがあったとしてもそのフェロモンは犬や猫には効かないわけです。同種間でないとフェロモンというのは効かないということです。

フェロモンの種類

今日は、フェロモンについて最近の世の中で研究されているものと歴史的なものについてお話ししたいと思います。

通常、我々がフェロモンの話をするときは、大抵は性フェロモンということになるのですけれども、フェロモンは引き起こす行動によって何種類かに分かれます。例えば、我々がはちに襲われたとき、1匹に襲われると集中攻撃を受けるわけですが、そのとき、はちとはちの間で警戒しなさいというフェロモンで交信しています。ある物質が飛び交っているといわれています。そういう物質を警報フェロモンといいます。あるいは、アリは自分の住みかから出て行きましていずれ戻ってこないといけないのですが、そのときに戻ってくるための道しるべとしての物質を少しずつばらまきながら住みかから出て行くということをしています。そういうときに出すものを道標フェロモンと呼びます。

副嗅覚系

今日は性フェロモンの歴史的なところから話をしていきたいと思います。

その前に、人間にフェロモンがあるのかという議論なのですが、一応あります。フェロモンを感じ取ることができると言われていますが、フェロモンはどこで感じるか。匂いというのは鼻から吸って嗅細胞の嗅粘膜で感じる、神経から大脳に行くと言いましたけれども、フェロモンは実は匂いとはちょっと違うところで感じます。鋤鼻器で感じるということになっています。

しかしながら、人間の場合はもうすでに退化していて解剖学的にいてもこういうものは存在しないという医者もいますし、いや、痕跡は残っているという医者もいまして議論の分かれめになっています。よく分かっていません。けれども、ほとんどこういうものは解剖学的にはないとされています。

いずれにしても、ほかの下等な動物においては、フェロモンの信号を受け取るのは鋤鼻

器で受け取って、違う神経系である副嗅覚系を使って情報伝達がされているといわれています。

世界初の性フェロモン

これが世界で最初に発見された性フェロモンの話ですが、後にノーベル賞を取ったドイツの化学者ブーテナントが1959年に、発表したのものです。20年ぐらいかけてカイコ蛾の雌ばかりを大体50万匹こつこつ集めて、その50万匹の中からたった12mgの結晶の物質を取り出しました。それが後々ボンビコールと名づけられた化学物質だったということです。

大変な苦勞をしてこの化学物質を取り出したのですけれども、この物質は 10^{-12} mgという非常に低濃度であっても大体1km先の雄を引き付けることができるといわれています。今日、この部屋がインターネットにつながっていれば、インターネットのビデオで雄が遠くからやってきて交尾をしようとするところが映るのですけれども、残念ながらインターネットの環境になかったので映すことはできませんけれども、そうしてブーテナントが後にノーベル賞を取ったわけです。最初に発見された歴史的な性フェロモンということで、これが昆虫の世界で最初に発見されたフェロモンということになるわけです。

フェロモントラップ

こういう昆虫のフェロモンは、フェロモントラップなどに使われます。名前から察することができるのですが、金沢市ですとちょうど今ごろかもう少し後にアメリカシロヒトリが街路樹や公園樹を食い荒らします。その駆除のためにこういうトラップを使います。粘着剤を敷き、そこに雌のフェロモンを振りまいておきます。そうすると、それに引き寄せられて雄ばかりが粘着剤に引っかかってしまいます。大量誘殺法という名前がついているそうですが、そういうフェロモントラップとしてフェロモンが使われている。いわゆる環境を汚染しない殺虫剤、駆除薬ということで注目を浴びているわけです。

イモリの求愛

次は、両生類で発見されたフェロモンの話です。このイモリのフェロモンの話を少ししたいと思います。

日本に生息するイモリというのはアカハライモリ、日本イモリです。我々が見かけるイモリというのは全部これです。このイモリは水田とか小川、こういう水たまりなどにすん

でいて、腹のところが赤いのでアカハライモリと呼ばれています。このイモリは、4月から7月ぐらいがちょうど繁殖期になるのですが、繁殖期になりますと雄はしっぽが紫色の婚姻色に変化します。このイモリは、雄が雌に求愛をするときにしっぽを振りながらフェロモンを振りまいて雌を引き付けようとするわけです。

状況を言いますと、雄が求愛をするときに雌の鼻先でしっぽをくねらせるわけです。そのときにフェロモンを出す。そのフェロモンを感じ取った雌は雄の後を引つついてくる。引つついてきた雌に対して、雄は精囊という精子の入った袋を落とすわけです。そうすると、雌はその袋を上手に総排出腔という精子を受け入れるところに受け取ります。本当に上手だなと思うのですけれども、それで受精が完成するということです。

このときに雄が出す雌を引き付けるフェロモンとは一体どんなものかということ、早稲田大学の菊山先生が研究されました。約6～10年前です。いろいろ調べてデカペプチドを発見したわけです。セリンやイソロイシン、プロリンというアミノ酸が10個つながったペプチドだったということ、このイモリのフェロモンを端にして明らかにしたわけです。これは世紀の大発見です。両生類ですけれども、せきつい動物では初めてのペプチドフェロモンということで日本人が発見した世界的な発見です。

Sodefrin（ソデフリン）の由来

そのフェロモンに対して菊山先生はソデフリンという名前をつけられたのです。このソデフリンという名前の由来がちょっと奮っているのでも少し紹介したいと思います。

菊山先生はどこからその名前を取ったかということ、万葉集から取ったというわけです。額田王という天智天皇の奥さんが歌った万葉集の歌の中に、「あかねさす 紫野行き 標野行き 野守は見ずや 君が袖振る」があります。非常に有名な歌なのでご存じの方も多いかもしれませんけれども、これのいちばん最後の「君が袖振る」というところから類推してソデフリンという名前をつけたということです。

少しこの歌の背景を説明したいと思います。この額田王の歌に対して返歌というか、お返しがあります。これは、天智天皇の弟の大海人皇子が額田王に対して歌を返しているもので「紫のにはほへる妹を 憎くあらば人妻ゆゑに 我恋ひめやも」という歌です。

この歌の解説は後でゆっくりしたいと思いますけれども、この万葉集の額田王の歌が出てきた背景というのは、ちょうど時代としては天智天皇が即位されて大体7年めの天智7（西暦668）年とされています。天皇家が滋賀県の標野というところ、ちょうど今の琵琶湖

東側の近江八幡市のあたりが天皇家の狩りをする獵地であったわけですが、大化の改新が終わって天智天皇が即位された 668 年、5 月 5 日の節句の日に菖草狩りをするというのが天皇家の習わしだったそうですが、天智天皇以下、奥さんの額田王、弟の大海人皇子、家来などを引き連れてそこで狩りをするわけです。

ちょっと人間関係を説明しておきますと、額田王は当時天智天皇の奥さんです。後に天武天皇になる大海人皇子のお兄さんが天智天皇です。ですから、額田王というのは大海人皇子から見ますとお兄さんの奥さんになるわけです。

ちょっと関係がややこしいですけども、額田王は、紫の咲いた野、標野に行ったと。野守という野の番人が見ているじゃないですかと。あなたが袖振る。あなたというのは大海人皇子のことです。袖を振るといのは万葉の時代では求愛行動です。それをどうも大海人皇子が額田王に対してやったようで、そんなことをすると野の番人が見るじゃないですかという感じで額田王が言ったわけです。それに対して「紫のにはほへる妹を 憎くあらば人妻ゆゑに 我恋ひめやも」。紫の花のように輝くあなたを人妻だからといって憎く思うことがあるかと、そういうような歌とその返歌があったわけです。この当時、額田王はすでに天智天皇の奥さんになっていたのですが、実はその前には大海人皇子は結婚していたのです。結婚して一回子供までできているのです。女の子をもうけたわけですが、離婚させられて額田王は天智天皇と結婚しないといけないはめになったといういきさつがあった。こういう狩り場に菖草を取りに行ったときに、大海人皇子は未練があったのでしょう、袖を振ってまだあなたのことが好きだよという意思表示をしたわけです。

ちょっと長くなりましたけれども、菊山先生は先ほどのイモリの雄が雌にしっぽを振る。そのしっぽを振るといことと袖を振るといことにかけて、ソデフリンと名前をつけられたわけです。これはある意味では世紀の大発見なのですが、発見もさることながら、その命名に万葉集を取り上げるという菊山先生の粋なところに私は非常に感銘を受けています。研究者とはこうありたいと常々思っているわけです。

哺乳類のフェロモン

それで、最初が昆虫の話ですね、昆虫のフェロモン、イモリの話。フェロモンというのは研究の一つのターゲットで、世界じゅうでいろんな性フェロモンの抽出、あるいは研究がなされています。なされているのですけれども、一般的なことを言いますと、下等な動物ほどフェロモンを使って交信をします。高等な動物、人間の場合だったら、そういう手

段じゃなくても言葉や行為、プレゼントをするという意思表示をする手段を身につけていますから、フェロモンを使ってまどろっこしい求愛などしなくてもよくなったわけです。そのために退化してきたというふうにいわれています。

ということで、ほ乳類にフェロモンがあるかということです。これは存在が確認されています。よく知られた例ですと、フレーメンという現象というか行為があるのですが、これはどういうものかという、馬や羊で見られることですが、雄が雌の尿の中のフェロモンをかいで交尾時期を探るというものです。例えば、雄馬が雌馬に接近しようと思っても、雌馬のほうで受け入れる態勢になれば完全に拒絶されるのです。よく「馬に蹴られて」と言いますが、雌馬が雄馬を受け入れる態勢にないときはけられてしまって雄馬は近寄れないわけです。

そうすると、雄馬は雌馬が自分を受け入れてくれるタイミングをどう量っているかという、雌馬が排尿するときにある種のフェロモンを出しているかどうかで確認するわけです。それが確認できたときに雄馬は何ともいえない表情をする、それがフレーメンといわれています。どういう表情かという、雌馬のフェロモンをかぐと、笑ったように歯をむき出しにして本当に陶酔感に浸ったような顔をします。これでフェロモンを感じ取って、ああ、今だったらオーケーしてもらえろというタイミングを量るわけです。馬牧場などではそういうタイミングの量り方をしていると聞いたことがあります。このように、ほ乳類でもフェロモンは存在するということが分かっています。

ヒトのフェロモン

ちょっと早足で言いましたけれども、最終的には人間にそのフェロモンがあるかという非常に大きな議論になってくるわけです。これについては、それらしい兆しがあるといわれています。具体的なことはよく分かりませんが、一つは寄宿舎効果というのですが、排卵の前後の女性どうしが同じところに住んでいると周期が同じになってしまうという現象、あるいは生理不順だった女性が男性と一緒に住むようになると周期が正常化するという現象が見られるという話があります。ということで、人にフェロモンがあるかどうかということは今研究のまっただ中で、好きな人はやっています。私の専門ではないのであまり深くは言うことはできません。

非常にざっぱく話で、あっち行ったりこっち行ったりでなかなかよく分からない話だったかもしれませんが、こういう匂いとかフェロモンの世界というのは、非常に微

量な世界なわけです。こういうことが、微量分析術と同時並行でいろんな技術的な進歩があり、こういうレベルのものを検知することができるようになって、ようやく分かってきたということです。

そうなると、将来、もっと低レベルのもの、我々が五感ではなく第六感と呼んでいるようなものが、実は化学物質によって引き起こされていたということもありえるわけです。今まではこれ以下は検知できないということでほったらかしにされてきただけで、もっと分析技術が進んでくると、実はある種の化学物質が存在してそのためにある行動が引き起こされたということになってくるかもしれません。これは技術の発展によるわけです。それから、遺伝子解析といういわゆる分子生物学、あるいはタンパク質工学の発展というものがこの研究を支えてきたということです。

それから、今日のお話は化学の立場でタンパク質と匂い物質が引つつくところまでしか話をしていませんが、実は匂いの話、あるいはフェロモンの話というのは、神経の伝達の話ですから、もっともっと奥が深いのです。こんな薄っぺらな話ではなくて、脳科学の分野の話ということになって、これからますます研究が進むと、例えば10年後に私が同じような講演をすると全く違った話をするかもしれないというわけで、こういういろんな分野の研究に期待したい。それに加えて自分の研究も少し頑張っていきたいと考えています。

ということで今日の講演は大体終わりにしたいと思います。どうもご清聴ありがとうございました。(拍手)

質疑応答

(質問者1) 家庭で園芸をやっていると、ラベンダーやペパーミント、ハーブのたぐいにはどうしても蚊が発生します。そういったことへの対策を何か書いてある書物というものはないのでしょいか。

もう一つはアメリカシロヒトリの関係です。金沢市は今、害虫を見つけたら木を切って、消毒せずに駆除しなさいと言っていますが、なかなか大変なのです。それで、そういうフェロモンで雄を引き寄せて殺すというのはあまり効果がないのかどうか分かりませんが、そういう殺虫剤以外で何か誘引といいますか、先ほどのラベンダーのような忌避剤とは違って、引き付けるような薬剤の使い方はないものなのでしょうか。

(国本) 最初のほうの何か書物はないかという話ですが、結論から言いますと本屋さへ行くとたくさんあるのです。ちょっと気をつけていただきたいのは、最近、これを買ってはだめとか非常にセンセーショナルな題目をつけて購買意欲をあおって買わせるような本がたくさんあります。インターネット上にも非常にたくさんの情報が流れています。たくさんある情報の中でこれから我々がやらなければいけないことは、どの情報が正しくてどの情報はあやしいかということを見極める目を持つということです。これだけ情報が出てくると、多分インターネットで全部片付きます。こんな資料をつくるのでも、2～3日かければインターネットで全部そろわすけすけれども、正しい情報かどうかということを見極めなければいけないということです。それが1点あります。

それから、駆除するときに何かいい方法はないかということですが、金沢市が言うように、枝についたやつは切りなさいというのは、いちばん環境にやさしいやり方です。いわゆる薬剤をまくというのは一体何をしているかということ、薬剤というのは皆さん方は虫を殺している薬剤だと思われるかもしれませんが、虫も生物、人間も生物なのです。ですから、よくたどっていくと人間に対する毒でもあるわけです。弱毒ですけれども。ですから、むやみに何でも農薬や除草剤を使わないで、できるだけやさしいやり方でやったほうが、先ほどの微量技術の話でいいますと、今現在は安全だといわれている例えば除草剤や農薬、場合によっては食品添加物なども、5年後の分析技術で測ったら実は毒だったということも出てくるわけです。そういうこともあるわけですから、できるだけ必要のないものは使わないという姿勢でやると、我々の子孫を守るという行為につながっていくのではないかと私は考えています。

(質問者2) 先生の特許は超臨界というものを使われているのですか。

(国本) いえ、違います。ポリマーを使って分離するというやり方です。

(質問者2) ああ、なるほど。

額田王が天智天皇の奥さんならば、6年前に亡くなった昭和天皇の奥さん、あの奥さんは死後、香淳という名前がつけられました。それだと、香淳さんはフェロモンですか。それと、万葉集のまくらことばの「あかねさす」というのは、意味がないとおっしゃいましたが、もしかしたら大日如来のことではないですか。

(国本) 難しい話ですね。そうですか。分かりました。

(質問者4) 映像の世界では、静止画、動画などが非常に発達して再現できるようになったのですけれども、匂いの世界が少しでも再現できれば、映像の世界とミックスしてリアルにできるのですけど、その辺の匂いの発達段階というのはどの程度なのか。

それと、例えば動物を見ると、人間はすごく鈍感で、だけど犬になると非常に体臭なりをかぎ分けて当てるなど、災害時や捜査のときに活用されている。匂いをかいだら分別ができるということはすごく素晴らしい技術ですよ。人間の何万倍ぐらいあるのですか。それがもし再現できるようになれば大変なことができるようになると思うのですが。

(国本) これは細胞の数ですけれども、人間と犬は骨格が違いますので一概に言えませんが、細胞の数がすでに20倍ぐらい違ってきます。かつ、感度としては1万倍ぐらい違うといわれています。ただし、ちょっと注意してほしいのは、これは一般的な話であって、犬だって鈍感な犬もいれば敏感な犬もいるということです。人間も同様で、私は非常に匂いに鈍感でいつも女房にしかられるのですが、おいしいものを出してもおいしい匂いがしないという鈍感なほうです。人によっても違う。要するに、細胞の数というものによっても違うし、男性と女性で匂いの感じ方が違うということです。

(質問者2) 先生。臭いという字は犬が入っていますね。ここ掘れ、わんわんではないですか。

(国本) かもしれないですね。

ということで、一般的なことでいうと大体1万倍ぐらいの感度があるということで、こういう細胞の数も関係しているのかなというふうに思います。

前の質問の映像と匂いという話ですが、なかなかこれは難しいかなと思うのですが、ただ将来考えられることは、匂いの応答と同じような神経パルスを何らかの形で送ってやることができれば、ラベンダーの匂いのある信号パルスに変えることができ、それを電子的に送ることができれば、受け取った側は匂いに変換できるわけですからそういう可能性はあると思います。ただ、物質として匂いを運ぼうとすると、電波の上に匂い物質は運べ

ませんからそれは不可能だろうと思いますが、そういう可能性はあるのかなと思います。

(質問者5) モンシロチョウとキャベツについて、一言でよいので教えてください。

(国本) はい。

途中で話が終わってしまったのですが、先ほど言いましたようにフェロモンというのは同種間でやり取りする化学物質です。これは異種間で、モンシロチョウとキャベツですから、片一方は植物で、片一方は昆虫なわけです。

皆さん方ご存じのように、モンシロチョウは大根やあぶらななど、あぶらな科の植物にしか卵を産みつけません。それはなぜかという話ですが、実はモンシロチョウのお母さんはあぶらな科の植物だということを何らかの形で調べているわけです。産卵するときに植物をつつく。つづいたときに、あぶらな科の植物の中にグルコブラッシンという物質が存在しているということを確認したうえでここへ卵を産みつけるという行為をします。

ですから、これは相手の情報を読み取ってそこに卵を産みつけるというような行為で、これも情報伝達の一つだろうということで載せてあるわけです。フェロモンとは少し違うのですけれども、同じ情報伝達という意味からそういうことが言えるだろうと思います。

(質問者2) ブーテナントのボンビコールというのは？

(国本) ボンビというのは、いわゆるカイコの学名から取られているのです。カイコの学名にボンビというのが入っています。

(質問者5) 匂いと老化は関係がありますか。

(国本) 匂いを感じにくくなるかということですか。詳細については私も全く専門外で何とも言えないのですが、我々は嗅細胞のひげのところで匂い物質を取る。いちばんこの嗅細胞が大事なのです。嗅細胞の横に嗅細胞と似たような格好をしている予備軍があるわけですが、何らかの形で嗅細胞がやられると、この細胞が入れ替わって嗅細胞に生まれ変わるのですが、老化するとこれが起こりにくくなるということがあると思います。ですか

ら、細胞の数自身はそれほど変わらなくても、生まれ変わる速度や生まれ変わり方がだいぶ鈍くなってくるということが起こってくるかもしれません。

(質問者6) 毒ガスやサリン、窒素ガスというものを吸収すると、嗅覚がまひして脳神経がやられるのですか。

(国本) 人間の体には全体的に神経がありまして、サリンなどを鼻から吸うと、嗅神経がまひするのではなくて、実は神経と神経の間にシナプスというものがあって化学物質を伝達しているのですけれども、その化学物質が運べなくなってしまうという作用があるのです。ですから、まひするという一般的な言い方ではなくて、運ぶための酵素がやられてしまう、神経と神経のつなぎめのところがやられてしまうということで、脳は神経の最終到達地点ですから、この間が全部やられてしまうということです。

サリンというのは皆さん特別な化学物質だと思っておられるかもしれませんが、実は農薬はサリンの構造に非常に近いのです。ちょっと違うだけで非常に近い親戚関係にあるので、一步間違えると農薬も毒ガスも同じ親戚に当たるわけです。ですから、昆虫とかほかの動物にだけ毒があって、人間には毒がないというふうには絶対考えないようにしたほうがいいということです。

(質問者7) 菊山先生のソデフリンですけれども、資料の中にアミノ酸が10個つながったものがありますが、この記号はどういう読み方をするのかを分かるように説明してください。

(国本) はい、分かりました。

10個のアミノ酸ですが、Serと書いてあるのはセリンというアミノ酸で、Ileはイソロイシンです。アミノ酸には20種類あるのですが、そのうちの一つずつです。それでまたセリンが来ています。だから、セリン、イソロイシン、プロリン、セリン、リジン、アスパラギン酸、アラリン、ロイシン、ロイシン、リジンという格好になっています。こういう種類のものがこういう配列で並んでいるということです。

(質問者7) 主にこれは脊椎動物だけのアミノ酸なのでしょうか。

(国本) そこが分かればノーベル賞が100個ぐらい取れます(笑)。それが分からないから、まだこれ入り口のドアのノブに手をかけたところにしか行っていません。ですから、それが分かるためにはあと100年ぐらいかかるかもしれません。それが分かっただれも苦勞して大学の教員をやっていないで、すぐに会社を立ち上げてひともうけしていません(笑)。

(質問者8) 加齢臭と言われましたが、私は最近、体臭がするようになったなと気になっているのですが。

(国本) 加齢臭ではないと思います。加齢臭というのは、ある程度お年を取った男性に出てくるものだといわれていますので。

(質問者8) テレビで、栄養のバランスが悪かったり、心のバランスが悪かったりすると汗にも匂いがついてくると言っていたのですが。

(国本) 研究テーマとして、男性の年寄りに加齢臭があるのなら、女性の年寄りにも女性の若い人にもあるだろうということで、どなたかやってみられたら必ず出てきます。同じようなニーズがあるわけですから。ただ、それが商業ベースに乗るかどうかという問題があるので、研究テーマとして立ち上がることができるかどうかという問題はありますが。

(質問者9) これもテレビでやっていたのですけれども、世界的な調香師さんの話を聞いていたら、一般的な貴婦人がつける香水の中に排せつ物の耐えられない匂いが数パーセント必要なのだと言っていたのです。普通、悪臭といたら人間に危険を知らせるためにあるように思うのですが、それは本当ですか。

(国本) 可能性としてはあります。化学物質というのは常にもろ刃の剣といいまして、猛烈な毒は使い方によってはいい薬にもなります。ですから、そういう隠し味ではなくて隠し匂いということがあるのかもしれません。

調香師というのは、我々のレベルではなくて、うんと鼻の利く本当にすごい能力を持った特別な人たちなので、その話はよく分かりませんが、多分そういうことがあると

思います。

(質問者 9) それから、講義の最初に五感の話をしていました。これも登山家の話ですが、8000m級の山を登っているともうだめだというときがあるらしいけれども、そのときにエロ写真を見ても全然反応はないけれども、うなじの匂いをかぐとさあ頑張るぞという力が出ると言っていました。そういうことはありうるのですか。

(国本) ああ、そうですね。それがフェロモンかもしれないですね。うなじというのはどんな匂いか知りませんが。

(質問者 9) 見る能力よりも匂いをかぐ能力のほうが力があるのかなということです。

(国本) かもしれないです。入ってくる情報の形が違いますから同じようには比較できないけれども、そういうことがあるかもしれません。

(質問者 10) 少し昔の話ですが、高砂香料でどうしても一つだけ作り出せない匂いがあるというのを聞いたことあるのですが、今そういうのがあるのかどうか、ちょっと教えてもらえますか。

(国本) 私もこの講演のためにサンプルをくれないかということで連絡を取っただけなので、日ごろつきあいがないものですから申し訳ございません。

(質問者 11) 白山へ行くと、ほかはだれも虫に刺されないのに、いつも私だけが刺されるのです。何か私は特別な匂いするのでしょうか。

(国本) そういうのはおもしろいです。それは引き付けるものを出しておられるということなのでいろんなことが考えられると思いますけど、それは体臭なのかもしれないし、二酸化炭素の量なのかもしれない。要するに代謝がたくさんあるということです。それは何かということを追求するとそういう駆除するときの薬につながっていくかもしれませんけれども、研究テーマだと思います。