

理研ニュース

1

1999 No. 211
理化学研究所

- 2 ● 年頭のあいさつ
・ 理研の明日をめざして
- 3 ● 研究最前線
・ 21世紀の希望を支える植物科学
- 7 ● TOPICS
・ 新主任研究員紹介
・ 第1回「理研コンファレンス」を開催
・ 基礎特研・西中氏に「サイエンス誌賞」
- 8 ● 原酒
・ チベット中性子観測装置移設奮闘記



ブラシノライド生合成を阻害したクレスの暗所芽生え（発芽後20日目）：モヤシにならず子葉の展開と本葉の分化が始まる

理研の明日をめざして 理事長 小林俊一



あけましておめでとうございます。

昨年は世の中が何かと騒々しい1年でありましたが、理化学研究所にとってもかなり変化の激しい年でありました。有馬前理事長の突然の辞任と文部大臣へのご就任に驚かされ、なんと不肖私に理事長のポストが回ってきました。理事会のそのほかのメンバーも何人か入れ替わりました。脳科学に続いてゲノム科学総合研究センターが発足し、さらにMITとの脳科学連携研究センターが米国でスタートいたしました。脳科学総合研究センターの巨大な建物の建設が進行中であり、RI ビームファクトリーの工事も始まろうとしています。

これを書いている時点で、私の着任から4ヶ月になります。その間、和光の

研究室、国内各地の支所、米国ブルックヘブンの理研BNL研究センター等々を訪問し、研究の現場を見てまいりましたが、すべての研究が先端的であり極めて活発であると、このニュースの読者諸氏に報告できることを大きな喜びとするものであります。まだ訪問していないところもあと半年以内にはすべて回るつもりです。

ご承知のように、理化学研究所は自然科学のほとんどすべての分野を研究対象としております。また研究の規模もビッグサイエンスからスモールサイエンスまで様々であり、加えて研究体制も旧来の主任研究員による研究室から任期制のフロンティア研究システムおよび研究センターにいたるまで多種多様です。一見不都合に見えるこの混沌と多様性は、全体として決してマイナスではなく、今後の理研の発展を支えていく原動力たりえると私は考えています。

柔軟さ、新しさ、機動性、競争に耐える強さ等々、昨今研究機関に要求され

る特性のいずれにも、この理研の多様性は極めて有効に働くはずですが、もちろん野放しの多様性ではなく、多様性をいかに利用していくかには衆知を集める必要があることはいまでもありません。この衆知についても理研は十分な人的資源を持っていると確信します。

さて1999年という新しい年を迎えたわけですが、この年もまた1998年にも増して激しい動きが予感されます。特に、2年後の行政改革に伴うであろう科学技術全般に及ぶ変革に、理化学研究所も決して埒外ではあり得ないでしょう。このめまぐるしい動きの中で理化学研究所の舵取りをどうしていくかは、大変難しい問題です。

もちろん、舵取りだけで事が運ぶわけではなく、理化学研究所の構成員全員が力を合わせて事に立ち向かう必要があります。全構成員のご協力に期待します。終わりにりましたが、皆さま方すべてが本年もご健勝であられるよう心よりお祈り申し上げます。



21世紀の希望を支える植物科学

私たちの身のまわりに多く存在する高等植物は、あらためて考えてみるとおそろしく複雑な生理系をもった存在だ。

植物は、食糧供給源としても、二酸化炭素吸収源としても、わたしたちが今後、豊かに暮らしていけるかどうかを左右する大切な存在であるにもかかわらず、その機能の理解はまだまだ十分ではない。

花はどうして咲くのか。緑の源である葉緑体はどんな機能をもつのか。乾いて休眠状態にある種からどんなしくみで芽が出るのか。植物にとっては根源的であたりまえの現象も、

必ずしもすべての説明がつくようになったわけではない。それどころかわかっていないことが多くある。機能がわかれば、その活用についてももっとたくさんの手がかりが得られるに違いない。

植物の活用は、人類の将来をおおいに左右するテーマだといっても決して大げさではない。だが、植物を解析するには植物独自の切り口や方法が必要だ。動物の調べ方とは異なる発想がいる。例えば、植物ホルモンとよばれる一群の物質も、植物を解くひとつの切り口だ。吉田茂男主任研究員の率いる植物機能研究室で

は、もっとも植物らしい植物である被子植物を対象に、植物研究に必要な固有のメスをさまざまに用意して、いくつもの側面から植物の機能を解明しようと苦心を重ねてきた。

植物は三元連立高次方程式

植物機能の解析がやっかいなのはどうかしてだろう。その理由の1つは、植物が複雑なゲノム構成をもっていることだ。最近、ゲノム科学が著しくスピードアップしているが、植物については、ゲノム解析にもとづいて全ての機能情報を統一的に理解するという方法は当面完成しそうにない。

植物の1つの細胞には、それぞれ独自の使命をもった3種類のゲノムが共存し、協調している。核のゲノムのほかに、ミトコンドリアのゲノム、そして光合成という植物独特の働きに関する葉緑体のゲノムがある。植物の起源にかかわることだが、植物細胞には、原始生命体由来のミトコンドリアと、さらに葉緑体が住みついている。

「植物のゲノム解析は三元連立高次方程式を解くようなもの」と、吉田主任研究員は語る。「だから、近い将来、植物のゲノム解析だけですべての植物機能の説明が可能になるとは考えられないのです。」

高等植物のまるごとの機能を調べるには植物独自のやり方が必要だ。植物の特徴的生理現象を研究の対象にするという植物機能研究室だが、それらをどんな軸で切るかによって、いくつかのテーマがいつも同時進行している。植物ホルモンもそれらの軸のひとつだ。

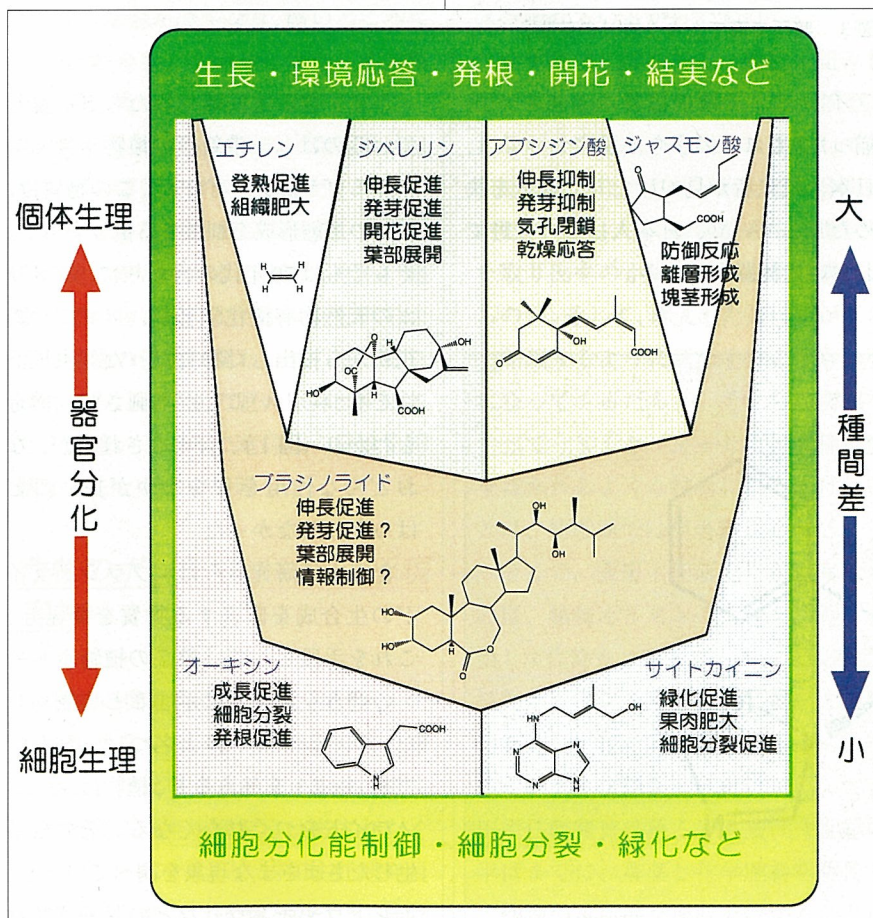


図1 7種類の植物ホルモンとその階層的作用のイメージ

新しい植物ホルモン、 ブラシノライド

ホルモンというと、私たちが思い浮かべるのは特定の分泌腺から分泌されて、特定の機能をもつ動物のホルモンだが、植物ホルモンはそれとはかなり様子が違う。

まず、植物ホルモンとしてすでに知られている物質は7種類しかない。この分野の研究が進んでも、その数はこれから急に増えそうにはない。限られた種類の物質が、どんな植物にも微量だが普遍的に存在して、多彩な作用を発揮するというように植物ホルモンは多機能であるのが特徴だ。それらは葉や生長点でつくられて、時々刻々変化しながら複合的な働きをする。

1940年代に単離され、作用が確定したオーキシンに始まって、エチレン、ジベレリン、サイトカイニン、アブシジン酸、そして数年前に植物ホルモンと認定されたジャスモン酸およびブラシノ



図3 暗所で育てたキュウリの芽生え

ノライドと、7種の植物ホルモンが出揃った。これらのうち4種については、日本人研究者が見つけたか、構造を決めたりして、日本人はこの分野でおいに健闘している。

さて、吉田主任研究員たちが注目しているのは、一番新顔の植物ホルモンであるブラシノライドだ。この物質は、植物の形態形成を制御する働きをもつ。そもそもは70年代の終わりに、アメリカの天然物有機化学者が、アブラナの花から抽出した物質だった。生理活性をもつらしいことが推測され、構造もわかり(図1)、合成もされたが、なおどんな作用をもつかが長いことははっきりしなかった。

吉田主任研究員らは、ブラシノライドの生合成を阻害する物質を開発し、これを手段として、第7の植物ホルモンの働きを鮮やかに示すことに成功した。ブラシナゾールと名づけられた阻害剤(図2)を与えると、植物はブラシノライドをつくれなくなる。その結果生じたさまざまな現象を調べていった。エンドウやキュウリなどの双子葉植物に阻害剤を与えると、植物体の丈が伸

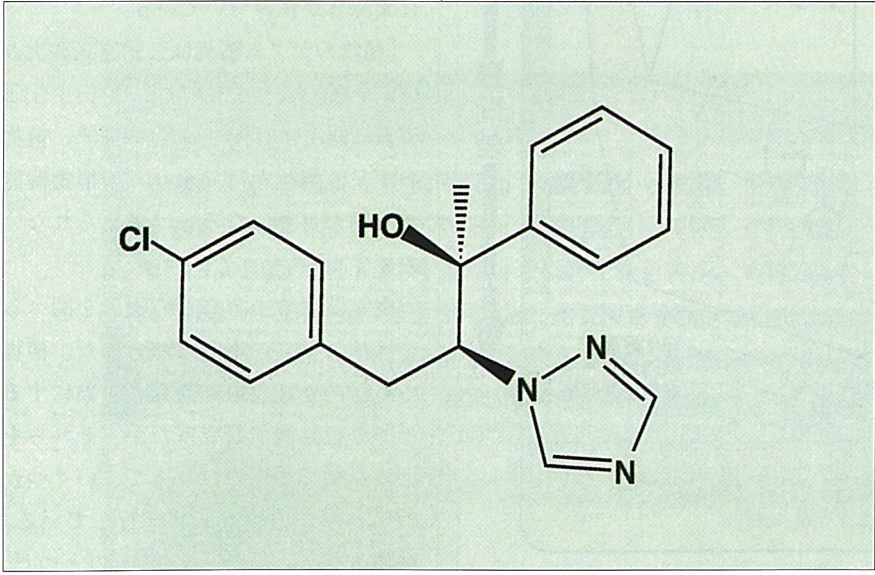


図2 ブラシノライド生合成阻害剤(ブラシナゾール)

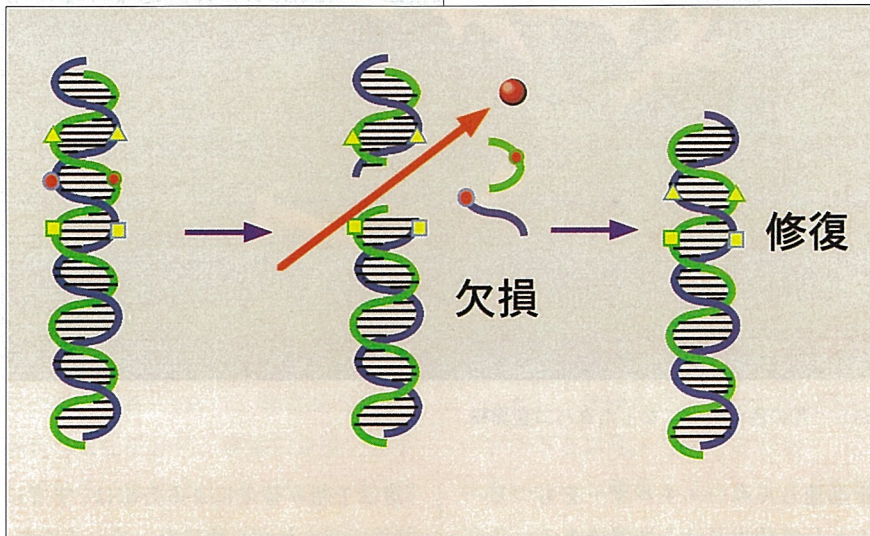


図4 重イオンビームによる遺伝子欠損のイメージ

びず小さくなることが観察された。また、葉の緑色が濃くなり、暗いところにおいた場合も、もやしにはならず本葉の展開を始める(図3および表紙)。一方、単子葉植物に対しては、阻害剤は目立った影響を及ぼさなかった。

このような観察から、ブラシノライドの働きがだんだんわかってきた。確かにこの物質は、ジベレリンと同じように植物の伸長に関わっている。それ以外にも、細胞壁の肥大を抑制すること、薄暗いところで葉緑体の発達を抑制することなどが判明した。

作物のポジティブ制御こそ現実的

「植物の問題については、植物ホルモンの知識をもち、またこれをうまく扱えることが大事ですが、世界中にそういう条件を満たす研究室はあまりたくさんはないんです」と、吉田主任研究員は残念そうだ。「なぜかという、植物研究者の関心が遺伝子解析に偏りすぎ

て、作用物質側の解析研究とのバランスが崩れているからです。」

食糧問題に関しても、遺伝子組み替え技術を応用して食糧増産をめざそうとのかけ声は高いものの、果たして遺伝子技術はこの目的に対して十分現実的だろうか。どんな機能をもつ遺伝子を取り出すのか。どんな植物に導入するのか。そして、導入した遺伝子がうまく発現するように調節することも必要になってくるだろう。それらの関門をすべてうまくクリアして、食糧増産をはかれるような技術に磨きあげることが、短期間では相当難しそうだ。

そこで、吉田主任研究員が提案するのは、植物ホルモンの機能を巧みに利用して作物をコントロールする技術だ。植物ホルモンを用いて、必要とする植物を健全に育て、増やす。「それを作物のポジティブ制御と名付けたい」と吉田主任研究員は語る。人類は今世紀の半ばまでに、農薬と化学肥料を駆使して作物の革命的な増収をはかることに成功した。けれども、今、その弊害も明

らかになってきている。また、人口の増加によって、作物のさらなる増収が求められている。

植物ホルモンの作用は複雑系

これまで、ひとつひとつの植物ホルモンについて、個別の作用は研究されてきたが、ブラシノライドを調べていく過程で吉田主任研究員たちが気がついたのは、実際の植物ではいろいろな植物ホルモンの作用は単純な足し算ではなく、もっと複雑な相互作用をもって働いているらしいことだった。オーキシンやサイトカイニンは植物の細胞レベルの生育には欠かせないが、高次に分化した植物体になると、細胞レベルでは必ずしも要求されなかったジベレリンやアブジジン酸が必要になってくる。「植物ホルモンの作用は複合的であるばかりでなく階層的でもあるのですが、こうした点についてはまだ定説がまったくありません。」

ブラシノライド阻害剤のように、ひとつの植物ホルモンの作用という要素を除去しておいて、ほかの植物ホルモンの作用を解析する手法も有効だ。要素を足したり引いたりして、植物ホルモンの相互的な働きを調べることができるようになってきた。こうした植物ホルモン制御による、新しい農業技術の可能性を吉田主任研究員たちは遠望する。

植物のしくみを解析し、制御物質をつくり、植物に対して総合的にアプローチしていくには理研のような研究機関こそぴったりだと吉田主任研究員は考えている。

重イオンビームで効率よく変異植物を作る

生物を研究する場合、突然変異体は貴重な研究資源である。変異体をつくるために、これまで生物学者はずいぶん苦心を重ねてきた。研究資源であるばかりではない。実用作物をつくるという観点からも当然重要だ。植物機能研究室で進行中のもう1つのポジティブ制御の手段は、変異植物を重イオンビーム照射によってつくるといった画期的な方法だ。理化学研究所にはサイクロトロンがあり、優れた物理学者がたくさんいる。そうした異なる分野の研究者と語り合う中から、このアイデアは生まれた。

原子から電子をいくつか取り去って、電荷を持つイオンとなった粒子のうち、ヘリウムよりも重い元素のイオンを重イオンと呼んでいる。この重イオンは物質の中を通過するときに、非常に大きなエネルギーをきわめて微小な範囲に与えるという特徴がある。理研にあるリングサイクロトロンは、重イオン



図5 花の色が純白になったタバコ変異株

を加速して高いエネルギーをもつビームとして発生させる装置である。これを使って、染色体遺伝子の近くに重イオンビームを当て、遺伝子の突然変異を起こすことができる。遺伝子に自在に微細な加工を施そうというわけだ(図4)。「遺伝子が複製される不安定な時期をねらって、ビームを通過させると、きわめて局所的に遺伝子が引きちぎられます。これはすぐに修復されるのですが、修復のときに間違いが生じてある遺伝子が欠損するわけです。」

ビームを通すと、最高で2割ぐらいの植物に肉眼ではっきりわかる変異が認められた。緑の色素をもたないタバコ、花の色の違うペチュニア、先祖がえりして野生稻のようになったコシヒカリ、さらには塩水や除草剤に強いタバコなど、栽培植物をつくるうえで役に立ちそうな変異体もみつけた(図5)。

「遺伝子組み替えによる方法は、すでに特許でがんじがらめになっていますが、この方法ならまだ可能性がたくさんあります。」

重イオンビーム法は植物生理の根本にせまる研究にも適用され始めた。植物では、細胞の機能は、前述した3種のゲノムが協調することによって発揮されているが、葉で機能している葉緑体が根ではデンプンを蓄えるアミロプラストとして分化する。このような分化機構はどんなしくみで発揮されるのだろうか。吉田主任研究員たちは、重イオンビーム照射で作った色素のない変異株をつくって、今このテーマを追っている。

文責：広報室

監修：植物機能研究室

主任研究員 吉田茂男

取材・構成：古郡悦子



吉田主任研究員

新主任研究員紹介

細胞制御化学研究室
主任研究員 伊藤幸成^{ゆきしげ}

私が理研に入所したのは1984年のことになりましたが、当時は「糖鎖」という言葉はごく一部の専門家以外にはなじみの薄いものであったかと思えます。その後情勢が大きく変化し、現在ではタンパク質、核酸に続く第3の生体情報分子として糖鎖の役割が注目されています。例えば糖鎖は細胞表層において、細胞間の認識、細胞の癌化や分化、情報伝達等に関与していることがよく知られています。



それ以外にも生体内反応を司る酵素等のタンパク質の輸送や活性調節、安定化においても糖鎖が重要な働きをしています。糖鎖は多種多様の糖残基が様々な様式でつながって形成されます。

従って、その構造はしばしば非常に複雑なものとなり、著しい多様性が生み出されます。通常糖鎖の構造や機能を研究するには細胞から純粋な糖鎖を取り出してくる必要がありますが、実際には細胞は非常に多様な糖鎖を含んでいる上、その発現の様式も細胞によってまちまちです。この難点を解決する手段として糖鎖を化学的に合成する技術の開発に期待が集まっています。

しかし、糖鎖の化学合成には核酸やペプチドとは違った難しさがあり、これを一つ一つ解決していくことが重要

です。私たちの研究室ではこれらについて独自の的方法論を開拓し、種々の生体内糖鎖の化学合成に適用してきました。

ところで糖鎖の合成に多大な労力と時間が必要です。これまでに見出された糖鎖はほんの「氷山の一角」である可能性を考え合わせると、合成の迅速化をはかる必要があります。このような観点から糖鎖の自動合成への展開を見据えた固相合成法の開拓が今後の重要な課題です。

いずれにしても、糖鎖の化学は我慢強さが要求される領域ですが大きな可能性を秘めた魅力的な分野でもあります。今後も研究室員一同が夢を持って楽しく研究できる環境を維持していきたいと考えています。

第1回「理研コンファレンス」を開催

第1回「理研コンファレンス」が12月7日から11日まで、5日間にわたって「分子デザイン」をテーマに神奈川県湘南国際村センターで開かれました。

この会議は、国内外の先端研究者が最前線のアイデアを持ち寄り、関連分野の研究者と共に新しい研究分野の開拓と発展をめざして自由な情報交換の場を持つというものです。今回のオーガナイザーは、土肥義治(高分子化学)、雀部博之(生体高分子物理)、川合真紀(表面化学)の3主任研究員と、国武豊喜(九大)、大倉一郎(東工大)、川合知二(阪大)の3教授です。

また、会議をより自由な情報交換の場とする

ため、参加者は30~40名に絞り、形にとらわれない余裕のあるプログラムの中で数日間集中して議論を重ね、事前事後にアブストラクトなどの印刷物を作成しない等々の新しいスタイルが試みられています。

今後も、スモールサイエンスの発信基地となるような萌芽的研究分野のコミュニティの形成をめざして、毎年2回程度、テーマを変えて開催される予定です。



基礎特研・西中氏に「サイエンス誌賞」



分子生物学の若手研究者を対象とした1998年度「アマシャム・ファルマシア・バイオテク・アンド・サイエンス誌

賞」の優秀賞の一人に、遺伝生化学研究室の西中太郎・基礎科学特別研究員が選ばれたと、米国の『サイエンス』誌が12月4日発表しました。

これは西中研究員の学位論文が評価されたもので、この中で西中研究員は、相同組換え反応において誘起されるDNAの引き伸ばされた特異な分子構造を明らかにし、単鎖DNAと二重鎖DNAとが鎖を交換するDNAの分子構造モデルを提出しました。なお、授賞式は12月9日にスウェーデンのウプサラで開かれました。

詳しくは <http://www.sciencemag.org/feature/data/pharmacia/1998.shl>



チベット中性子観測装置移設奮闘記



写真1：羊八井にて（筆者右から2人目）

板橋分所で長年観測を続けてきた中性子観測装置を1998年9月チベットの羊八井（ヤンパーチン）に移設することになり宇宙放射線研究室に協力して移設作業に携わった。

羊八井は西藏自治区の中心地拉薩（ラサ）の北西80kmにある標高4300m、幅7km、長さ20km程の広大な高原に位置する小さな村である。この地に東大宇宙線研究所と中国科学院高能物理研究所のチベットAS γ プロジェクトチームが羊八井宇宙線観測所を開設し高エネルギーガンマ線点源の探索実験を行っている。観測所立ち上げの頃は大変な苦労があったものと思われるが、東大宇宙線研と高能研が長年にわたって研究環境を整備してきたので現在ではとても快適に過ごすことができる。私たちはその地の一角に観測室を建て中性子観測装置を移設した。

チベットに行くことはずっと昔からの夢でした。

南米ボリビアのチャカルタヤ宇宙線観測所（標高5200m）で働いていたので高度に対して自信があったし、食べ物も中華料理だろうから問題はありません。それでも、念の為羊八井で生活したことのある人に話を聞きに行ったところ、電話が無い、に始まり風呂が無い、便所が無い、野菜が無い等々、出てくるのは驚くような話ばかり。

ムムム、行っても大丈夫かな。なんとなく不安ではあったけれど、成田を発って北京で高能研に打ち合せに行き、成都から憧れの拉薩に向かって飛ぶ頃にはもう気持ちも昂ぶってきます。そして拉薩の象徴ポタラ宮の前では感激のあまり涙が出そうになってしまいました。

俺は今、チベットの地に立っているのだ！

拉薩から羊八井への道は、谷沿いに走る日本の国道1号線にも匹敵するチベットの幹線道路です。その道が今年（1998）長江に大洪水を引き起こした大雨の影響で荒れに荒れ、道は川となり、泥濘の中に沈み、果ては濁流に削り取られている有様。そんな中、通常の2倍近い時間をかけてたどり着いた羊八井は、なんと、話に聞くのとは大違いの別天地。取り巻く山々は美しく、観測所は完璧に整備されていて部屋の中にシャワーもトイレもあるではありませんか。電

話は無かったですけどね。食事は旨いし、嬉しくて着いた晩は持ち込んだウイスキーで祝杯を上げて健やかに眠ってしまいました。

板橋から羊八井に送り込んだ資材は70箱、約60t。そのほとんどが計数管を覆う鉛の塊です。板橋ではこれらを6人の作業員が機械力を使って観測室から運びだし梱包しました。その量の多さと、羊八井の高地で、しかも人力だけで再構築しなければならないことを思うと気分はもう絶望的です。羊八井では、続々とトラックで運び込まれ辺り一面に積み上げられる資材の山に、どうなっちゃうんだろうかとただただ呆然と眺めていました。

そんな気持ちのまま、チベット人作業員4人を雇い人力だけに頼る移設作業が始まりました。するとどうでしょう、空気が平地の6割しかないにもかかわらず重さ60kgの鉛の塊756個がみるみるうちに減り始め、5日間で中性子観測装置の移設が終わってしまったのです。高地民族恐るべし。板橋で搬出するのに3日かかったのにです。

予想外の移設作業の進捗に、あとは観測装置をチベットの環境に合わせるための細かい手直しをしたり、近くの7000mを抜く高峰やヤクの放牧を日がな一日眺めたりしながら、帰国の日まで結構のんびりと羊八井の秋を楽しんでしまいました。

最後になりますが、移設に際しては東大宇宙線研や高能研、西藏大学に大変お世話になりました。私達だけではとても移設出来なかったことを思うと彼らの多大なる協力に感謝の言葉もありません。

研究基盤技術部 山田 豊



写真2：仲秋の名月の夜、月明りに浮かぶ宇宙線観測所

理研ニュース No.211 January 1999

発行日：平成11年1月15日

編集発行：理化学研究所総務部広報室

〒351-0198 埼玉県和光市広沢2番1号

電話 (048) 467-9272 (ダイヤルイン) Fax (048) 462-4715

ホームページ [http://www.riken.go.jp]

Email : koho@postman.riken.go.jp

制作協力：株式会社 スリーアイ パブリケーション