

理研ニュース

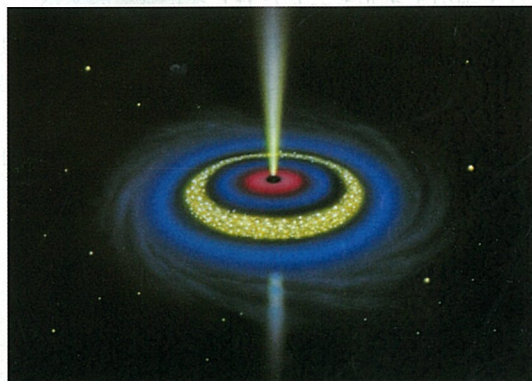
理化学研究所

活動銀河とX線の宇宙背景放射

活動銀河はその中心にあるブラックホールの重力エネルギーを解放して膨大なX線を放出していると考えられている。このX線の観測から新しいX線のスペクトルを見つけ、活動銀河核の構造や宇宙の背景放射の説明に新風を吹き込んだ。

理研と宇宙物理学

宇宙の研究はおよそ科学の実用からほど遠いため科学技術庁傘下の理研で宇宙の真理を追求するとか、珍しい天体の謎を研究するとかは科学技術庁らしからぬ研究かと、なんとなく肩身の狭い思いで研究を続けている。しかし、宇宙はあらゆる自然現象の宝庫であり、多くの先人は宇宙から無数の自然の法則を学び、周り回って数限りない身近なものに応用されていることは言うまでもない。こんなわけで、例えば材料科学の基礎研究がすぐデバイスに実用化されるのとは違って、宇宙に関する研究成果は、何十年、何百年の末代に期待せざるをえない。しかし、宇宙の研究は人々に自然の面白さや夢を与え、その観測手段は時代の最先端の科学技術を刺激していると言うことで当面、理研内でもあたたかく見て頂いていることに感謝している。



そこで、ここでは最近理研が関与した天文学の一分野の新しい流れを紹介し、宇宙の謎の深さの一端にふれてみたい。

活動銀河核

我々の銀河系の外には、さらに星の数ほどの銀

河がある。そして、それぞれの銀河はいくつかの種類に分類されている。ここで注目するのは、我々の銀河系に比べてエネルギーの放出量が100倍から1億倍も上回る活発な銀河である。活動の根源はどうやら、その中心核に巨大なブラックホールがあって周りのガスがそれをめがけて落下するとき膨大な重力エネルギーを解放しているためらしい。天文学ではこれらの銀河を活動銀河核とよんでいる。活動銀河核にもいくつかの種類があり、中心核に強い輝線が観測されているセイファート銀河、発見当初、星かとも見られていたクエーサー(準星)、強い電波を放出している電波銀河などである。ここで紹介する研究成果は、この活動銀河核のブラックホールに近いガスの様子についてX線の観測データの解析をとおして新しい展開があり、我々がその一端を担った話である。

X線スペクトルでみた活動銀河核の新しい構造

活動銀河核が膨大なX線を放射していることは1970年代半ばから知られていた。ただし、天体が遠いため実際観測にかかるX線は、普通のX線星に比べてはるかに弱い。これまで、まえに挙げた活動銀河核からくるX線のエネルギースペクトルはX線のエネルギーEに対して $E^{-\alpha}$ となるのっぺりとした冪関数で表されるとされてきた。しかも、 $\alpha=0.7$ とほとんど一定であるとの見方が定説化されてきた。この解釈として、活動銀河核は太陽の100万倍～1億倍もの質量をもつ巨大ブラックホールのまわりに落下したガスが混沌とした高温の状態をつくりだし、X線やガンマ線を放射しているとされていたのである。

ところが、新しい展開は1987年に打ち上げられた宇宙科学研究所のX線天文衛星「ぎんが」のデータを注意深く解析した理研のグループにより火ぶたがきられた。我々は、X線の比較的強いセイファート銀河のX線スペクトルが従来言われていたようにのっぺりとしたものではないことを見つけたのである(図1)。この発見は、初め日本の同業者にはあまり理解されなかったが、我々の結果を知ったイギリスのグループも、ことの重大性に気づき活動銀河核に関する最近の一つの流れをつ

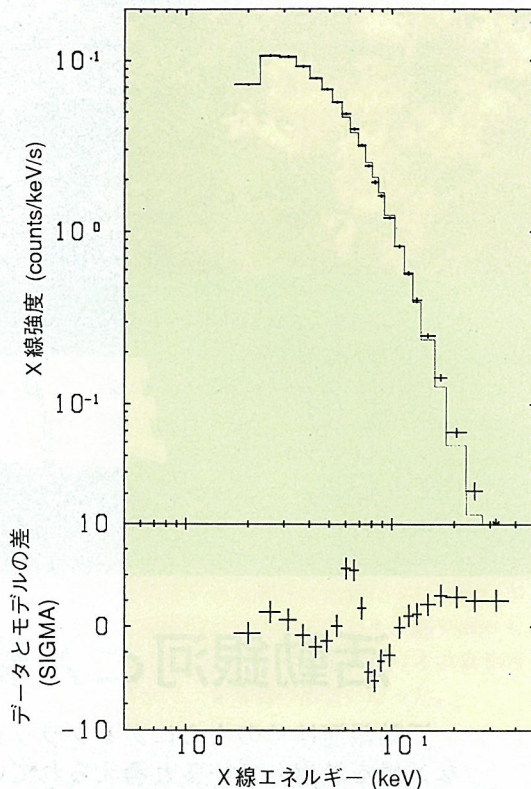


図1 活動銀河核(IC4329A)のX線スペクトルで見つかった構造。下の図はスムーズな冪関数をもつ従来のモデルからのズレでスペクトルの吸収や盛り上がりの構造を表している。以前の観測ではこのような構造はなく、一定と考えられていた。

くったのである。

このスペクトルの構造の重要性は、まず第一に、10年以上続いた活動銀河核ののっぺりとしたX線スペクトルに“構造”と言う新しい観測事実を提供したことである。第二に、このスペクトルの構造が活動銀河核の核心に迫る新しい領域を知る手がかりを与えたことである。そのスペクトル(図1)は、エネルギー7keVのあたりにただらとした吸収らしい構造が見られ、10keV以上からゆるやかな盛り上がりが見える。この吸収の様子は単純な吸収のモデルではうまく合わなかったため、もともとの冪関数をもつX線スペクトルに、濃いガスで散乱した成分が加わっているとモデル

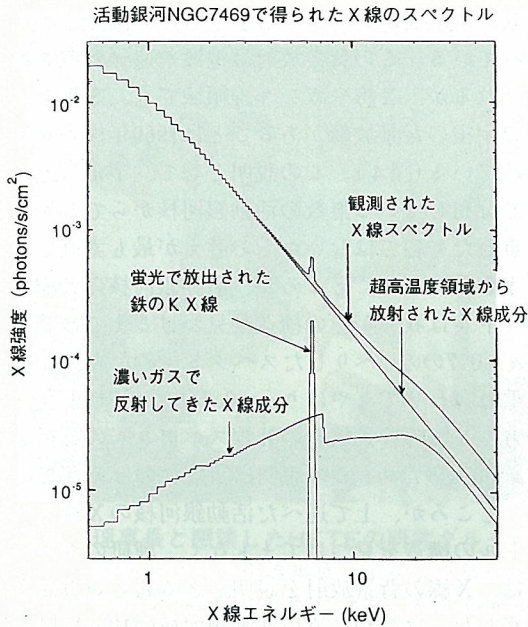


図2 活動銀河核のX線スペクトルを濃いガスによるX線の反射成分をいれたモデルで説明した結果。

を提案した(図2)。もう一つの説明として、ブラックホール付近からでたX線の一部は濃いガスに吸収され、残る部分はほとんど吸収を受けずにやってくるとするモデルがある。いずれにせよ、活動銀河核のX線放射領域の近くに冷たい濃いガスが必要になり、これまで観測的に知られていなかった“新しい領域”が見つかったのである。

理論家は、巨大ブラックホールの周りには巨大な降着円盤があり、ブラックホールに近いところは超高温になってX線やガンマ線をだしているが、外の方では低い温度の濃いガスがまわっていると考える。活動銀河核ではこの降着円盤に関する観測事実が不足していたが、我々が見つけたスペクトルの構造をヒントに、その後、この方面の理論的研究が盛んに行われている(図3)。

この活動銀河核のX線のスペクトルの構造の発見を契機に、我が銀河系にあるX線星(中性子星やブラックホールと通常の星との連星系)からのX線スペクトルもよく注意すると活動銀河核の場

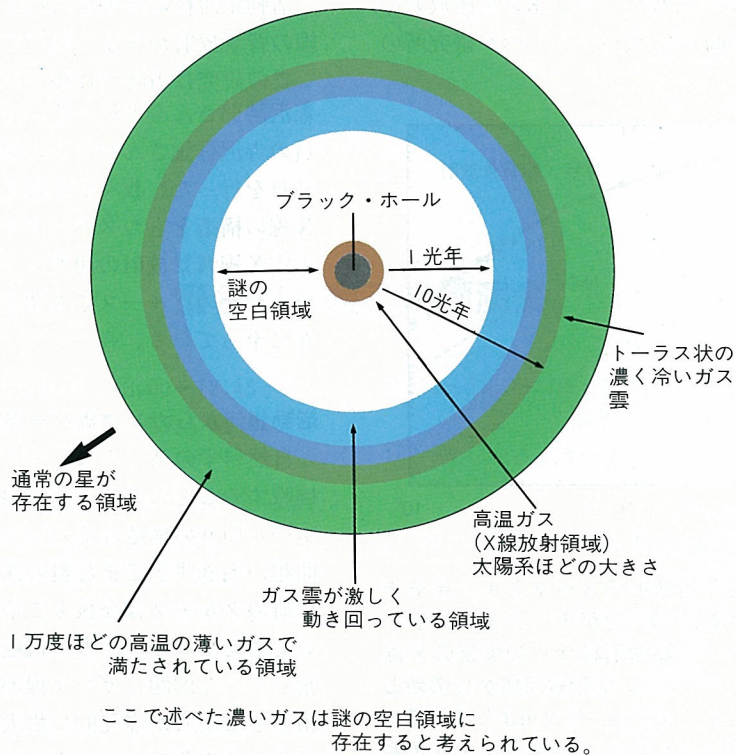


図3 活動銀河核のブラックホール付近の予想される構造。

合に似て、散乱や吸収の構造があることがわかった。そして、一般に濃いガスによるX線の散乱がX線天体では重要な役割をはたしているとの流れがつけられた。

その後、理研のグループはある活動銀河核のX線スペクトルを注意深く解析し、ブラックホールの重力圏で赤方偏移していると考えられる鉄のK X線の輝線を見つけた。このことも大変重要で興味深いものであるが詳細は別の機会にゆずる。活動銀河核に関する研究では基礎特別研究員の山内誠さんをはじめ、外国人研究員として理研に滞在したイタリーのL.PiroさんやF.Fioreさんが活躍した。最近では科学技術庁フェローのI.Bondさんも活躍している。

宇宙のX線背景放射の謎と活動銀河核の役割

活動銀河核のX線スペクトル構造の発見は、これまで謎とされてきた宇宙のX線背景放射の解釈にも流行をもたらした。

ビックバン宇宙の名残として3°Kの黒体放射の宇宙背景放射が1965年に見つかり、ベル研究所の

2人の研究者がノーベル賞をもらった話はよく知られている。この背景放射は電波や遠赤外線観測されるが、X線やガンマ線領域でも、3°Kとは別の宇宙の背景放射があることは1960年代から知られている(図4)。この説明として、宇宙の遠くまで分布している無数の活動銀河核からでるX線を重ねたものではないかとの考えが最も素直であるとされてきた。ところが、活動銀河核のX線スペクトルは我々がその構造を見つけるまでは冪指数 $\alpha=0.7$ ののっぺりしたスペクトルのため、これを重ね合わせてもやはり $\alpha=0.7$ になってしまう。一方、X線の背景放射のX線スペクトルの冪指数は $\alpha=0.4$ のため、この説明は暗礁にのりあげていた。ところが、上で述べた活動銀河核のX線スペクトルの構造を見つけてまもなく、理研のグループは、X線の背景放射を説明できる新しい方法を提案した。はるかに遠い活動銀河核の10keV以上の盛り上がりは赤方偏移して数keVになるため、遠い活動銀河核のX線スペクトルから近いものまで活動銀河核の効果を入れて重ね合わせると、X線の背景放射がうまく説明できたのである。

この研究は当時(1989年)特別研究生であった森沢勝郎さんらと行った。その後、基礎特別研究員の寺沢信雄さんが、この説のいろんな条件での計算を行った。我々が先鞭をつけた活動銀河核のX線の構造をもつスペクトルの重ね合わせによる宇宙X線背景放射の説明は、世界的にも注目され、いくつかのグループでも関連する論文がだされ現在に至っている。

活動銀河からガンマ線バーストへ

自然科学の楽しみは、全く説明できない現象に挑戦することにある。活動銀河核にあるブラックホール周りの構造もその一つである。この分野は問題が大きすぎてまだ奥の深い謎が潜んでいる。理研のグループは今後もこの分野の研究を続けたいと考えている。一方、最近、天文学者が最も興奮している問題にガンマ線バーストと呼ばれる宇宙のどこからか爆発的に膨大なX線・ガンマ線が発生する現象がある。ガンマ線バーストはこれまで知られている天体では説明できないきわめて不

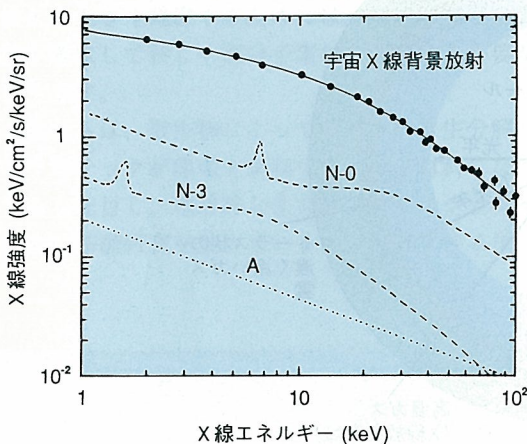


図4 宇宙のX線背景放射のスペクトル。新モデルによる計算値(実線)がデータと共に示してある。A：活動銀河核からの従来のX線スペクトル。N-0、3：活動銀河核からの新しいX線スペクトル。N-3はN-0より3倍遠い活動銀河核。AとN-0、3のスペクトルの縦軸は任意のスケール。



写真 理事長と懇談したHETEの研究グループ。
前列左から小田理事長、J.Doty、J.Binsack
(MIT)、後列左から吉田、松岡、河合、G.Ricker
(MIT)、山内、R.Fleeter(AeroAsro)。

思議な天体である。これを説明するため、全く新しい天体か天文現象が必要かも知れない。幸い宇宙放射線研究室はこの問題解決のためにも、「HETE」(高エネルギー・トランジェント天体実験)と言う日米仏で人工衛星をとばす計画に取り組んでいる。なんとかして我々の手で謎の天体を暴き新しい道を拓きたいものである。

宇宙放射線研究室
主任研究員 松岡 勝

第2回沙漠工学講演会

日時 平成4年10月6日(火) 13:00~17:45

場所 理化学研究所 レーザー棟大会議室

講演予定

13:10~14:10 小堀 巖氏 (日本沙漠学会 会長)
「沙漠における水資源」

14:10~15:10 真木太一氏 (熱帯農業研究センター 主任研究官)
「沙漠化防止のための防風施設の役割」

15:30~16:30 桑野幸徳氏 (三洋電機㈱研究開発本部 副本部長)
「太陽電池と沙漠への応用」

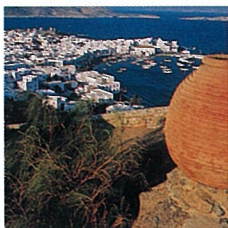
16:30~17:30 泉 宏昌氏 (東京薬科大学 薬用植物園主任)

「沙漠における植生及び有用物質の生産」

17:30~17:45 遠藤 勲氏 (理化学研究所 主任研究員)

「Engineering Foundation Conference on Desert Technology IIの案内」

18:00~19:30 懇親会



A FEW THOUGHTS ABOUT JAPAN

by Dr. Maria Konstantopoulou

Two years has passed since I came to Japan. A trip to the mysterious exotic countries of the Far East is a wish of almost everyone in the western hemisphere. My first images of Japan come out of the books of the Novelist, Pearl Back, which I used to read as an elementary school student. They spoke about a world different from the western, obeying rules that I could not understand, but never the less seemed to be so attractive.

Now, after living in Japan for two years, I got used to things that looked strange at the beginning, and customs which I often find hard to accept.

The impression upon arrival at Narita is the big crowd. Coming from Greece, a country of only eight million, one feels lost in the crowds of Shinjuku and other business centers of Tokyo. However, it was a pleasant surprise to find out that there is security, in contrast to other big cities of the world. The Japanese in an overwhelming majority are law abiding people.

To the rest of the world Japan is today an economic power, that was almost overnight reborn from complete destruction after World War II. It was through the hard work of Japanese people that this was

achieved. Unfortunately, little, if not at all, leisure time is left to the ordinary man to relax, something which is indispensable part of the life of all working people in Western societies. But Japanese people are patient, they seldom complain, even for such big problems as the housing shortage.

It seems to me that the Japanese society, as a consequence of being isolated for many centuries, is governed by different rules than any other. Even today, after one century exposure to foreign influences, these rules are still strict. However, they have managed to catch up with the pace of modern times, and have proved eager to learn from the West.

Concluding, I would like to say that Japan has a lot to teach the rest of the world today, but at the same time has still a lot to learn from it.



US TOGETHER

日本についての小考察 (要訳)

バイオデザイン研究グループにおいて「大腸菌の組換えに関するたん白の研究」に従事、明るく気さくなギリシャ美人です。

日本に来てから2年が経ちました。世界の西側に住んでいる人なら、ほとんど誰でも、極東の神秘の別世界の国に旅行したいと願っています。私の日本についての最初のイメージは、小学校の頃によく読んだパウルバックの本から来ています。そこには、西洋と違った世界があり、人々は私などが理解できない規範に従って生きていながら、とても魅力的に思えたところでした。

日本に住んで2年間が経ってみると、最初には奇妙に見えたことや時々受け入れがたく思えた習慣にも慣れました。

成田に着いたときの第一印象は、大変な人混みでした。人口が8百万しかないギリシャから来てみると、新宿やその他東京のビジネス中心地の人混みの中では、自分を見失いそうでした。しかし、



世界の他の大都市と比べて、安全な町だと知ったときは、嬉しい驚きでした。日本人の大多数は、法律を忠実に守る人たちです。

世界のその他の地域と比べて、日本は現在、経済大国です。第二次世界大戦の壊滅状態の中から、あれこそ、一夜にして蘇ったようでした。この繁栄は、日本人の非常な働きを通じて成されたものです。ただ、残念ながら、リラックスするために必要な余暇時間が、全然ではないにしても、ほんの少ししか普通の人には残されていません。西洋では、余暇時間というのは、働く人のすべてにとって、欠くことのできない生活の重要な一部です。日本人は我慢強いのでしょうか。住宅の不足などという重要な問題についても、時々不平をもらすだけです。

日本は何世紀にもわたって孤立していたからでしょうが、その他の国とは違う規範に従っているように思えます。1世紀にわたって外国に影響を受けた後の今日でも、これらの規範は厳然としています。しかし、近代的なものをどんどん取り入れようとしていますし、西洋から多くを学ぼうという熱意が見られます。

結論として、日本は世界の他の地域に対し、多くの教えるべきことを持っていますが、同時に、時として、世界の他の地域からも学ぶべきことが多くある、と言えるのではないのでしょうか。

理研の主な公開特許

PH04-139027 Sr-Cu-V-O系超伝導体
表面化学研究室 川合真紀その他1名

〔目的〕組成を特定したSr-Cu-V-O系を用いることにより、液体窒素温度以上での使用に好適な高温超伝導体を提供する。

PH04-149133 細胞分化誘導剤
植物生活環制御研究室 桜井成その他3名

〔目的〕コチレニンCからなる制癌剤、抗筋ジストロフイー一剤として、臨床上有用な細胞分化誘導剤。

新主任研究員紹介



高分子化学研究室

土肥 義治

高分子の科学と技術は、この四半世紀の間に大きく進展し、優れた性能と機能をもつ数多くの高分子素材を生み出してきました。現在、プラスチックは、全世界で1年間に1億トンも生産され、そのうちの約12%が日本でつくられています。これらのプラスチックの製品は、現代生活に欠かせないものになっています。しかし反面、プラスチックの多くは自然環境のなかで分解されないために、その廃棄物は環境中に蓄積して、さまざまな環境問題を引き起こしています。高分子工業が今後とも大きく発展するためには、地球環境との調和を考慮して新しい高分子素材を開発する必要があります。

私たちは、微生物によって分解される生分解性プラスチックが環境と調和する高分子材料になりうると注目し、理想的な生分解性プラスチックを求めて基礎研究を進めています。理想とする生分

解性プラスチックは、使用している間は優れた性能を持続的に発揮し、廃棄後は、微生物によって完全に分解されて自然界の炭素サイクルに組込まれる高分子材料であります。このように、生分解性プラスチックは、生命体のように寿命をもつインテリジェントな材料です。私たちのグループは、高分子材料の生分解性と物性とを同時にコントロールできる分子設計法の構築をめざして、新しいタイプの高分子物質をバイオ技術や化学合成技術で合成し、それらの特性を調べています。

私は、微生物を用いて高分子素材をつくるという研究に二つの夢をいだき、8年前にとりかかりました。第一の夢は、化学合成が主流の高分子合成の分野でバイオ合成法を確立したいというものであり、第二の夢は、バイオポリマーは新しい機能をもつ高分子材料になるという期待でありました。幸いにも、数年前に、成形性にもすぐれ、強い糸や透明でしなやかなフィルムに加工できる新しいタイプのポリエステルを微生物合成する方法を見だし、このバイオポリエステルには、生分解性のほかに生体適合性もあることを明らかにいたしました。私たちは、微生物のつくるプラスチックを「バイオプラスチック」と名付けました。

これからバイオプラスチックを人と環境にやさしい高分子素材として大きく育てるとともに、新しい環境調和型高分子を生み出していきたいと思っています。

理研シンポジウム (10月)

テ - マ	担当研究室	開催日
第13回「非接触計測と画像処理」 - Sensing and Perception -	情報科学研究室	10/15
ホウ素、ホウ化物等の科学	無機化学物理研究室	10/30

スポットニュース

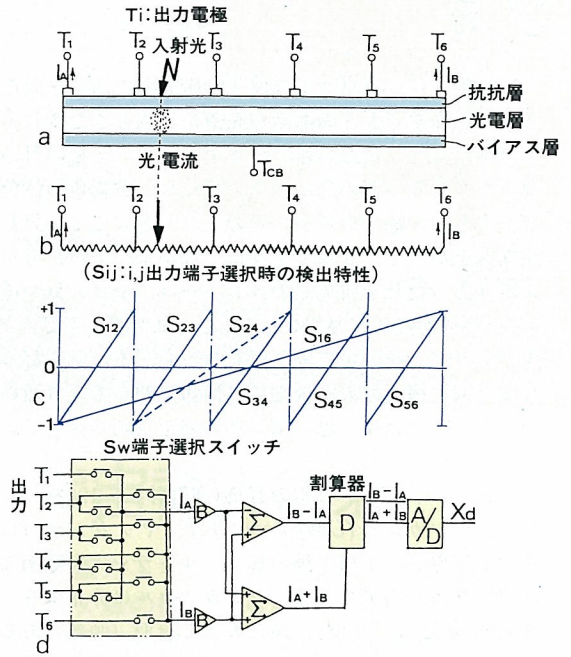
R-HPSD (Riken Hybrid Type Position Sensitive Device)

通常の技術による信号処理回路（精度2千分の1程度）で相対像位置検出分解能10万分の1を容易に実現でき、同一素子で多重分解能検出動作が行える。

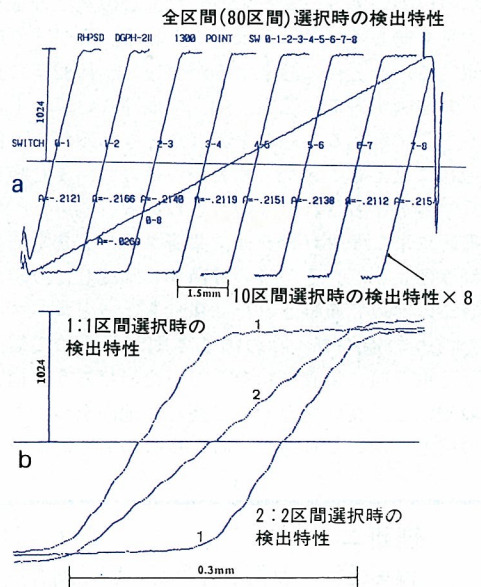
半導体像位置検出素子(PSD)は、輝点像の重心的な位置を簡便なアナログ演算回路で高速(数~数十 μ 秒)に検出できるため、距離センサなど種々の計測システムに使用されている。一方、検出範囲に対しての像位置検出分解能(相対像位置検出分解能)はアナログ演算回路の精度やA/D変換器の分解能などで2千分の1程度に制限され、それを大幅に向上させるには、特別な高精度信号処理回路や高安定化電源などが必要とされ高価となるのみでなく、その実現さえも困難である。

本方式は原理図に示すように、出力端子間に複数の補助出力電極を設け、それらの選択で、任意の連続区分区間が従来型PSDと同様に動作できる構造となっている。まず両端の出力端子(全区間)を選択し、像がどの区分区間に属するか検知する。次に像を含む連続区分区間の端子を選択して、その区間内での位置を信号処理回路の限界精度で検出する。全体的な像位置は選択区分区間の位置とその区間内での検出位置の和として確定され、相対像位置検出分解能を区分区間数倍に向上できる。したがって広い検出範囲と高い検出精度を同時に実現できる(検出特性図)。相対像位置検出分解能10万分の1の実現も困難でなく、しかも区分区間数の選択で多重分解能検出動作が可能となる。この顕著な特性は、例えば、知能ロボット等に望まれる監視状態と解析状態など階層的な動作形態や、目的遂行に必要とされる情報を必要とされる分解能で意図的に検出・獲得するインテンショナル・センシングなど新しい型のセンシング・システムの実現に威力を発揮するであろう。

(情報科学研究室・出澤正徳、丁懐東<雲南工学院>)



原理図



多重分解能検出特性



理研に来た ヤツガシラ

1992年3月、天皇陛下の理化学研究所ご訪問を間近に控え、食堂でもその噂話が賑やかに取りざたされていた頃だった。窓際の席で昼食をとっていた私の目の端をいきなり一羽の鳥がかすめ飛んだ。黄褐色の体色で、黒と白の縞のある羽、その上冠羽を立てて。思わず立ち上がって、食事も早々に、鳥が飛び去った方向に走り去った私を研究室のメンバーは、やはり気が違ったかと啞然として見ていたようだ。ヤツガシラだ！ヤツガシラだ！頭の中で繰り返しながら、まだ学生だった7年前に横浜の大池公園に、情報を頼って連日通い、やっと一瞬だけ見た思い出の鳥の姿を真剣に探していた。

フィールドガイド日本の野鳥(高野伸二、1982)によれば、ヤツガシラ(*Upupa epops*)は、ヤツガシラ科に属する世界的に1科1種の鳥で、ユーラシア大陸南部、北アフリカ、南アフリカ、マダガスカルに分布する。全長26cm(ヒヨドリ位)、頭に大きな冠羽(頭部にある長い羽毛)があり、嘴は長くて細く下に曲がる。体は肌色で翼は白と黒のしま模様、尾は黒くて基部近くに1本の白線がある。ふわふわした感じの飛び方をし、低く良く通る声でポポ、ポポポと鳴く。我が国では主に旅鳥で、春と秋に渡来するが少ない。1982年に長野県で繁殖例がある。芝生、畑、草地等において地上で昆虫やミミズを取る。冠羽を広げたときに頭が8つ位の突起状に見えることから和名がつけられ、また鳴き声から学名が命名されたものと思われる。

理研に来たヤツガシラは、共済クラブと食堂前の庭が好みようで、その日の昼過ぎに確認した以降は、大概この周辺で観察された。多分ちょっとコースを外れた渡りの途中で、春の雨で冬眠からさめて這い出してきた虫を餌に栄養補給をしていたのだろう。植え込みの根元で、長い嘴を使って盛んに地面をつつき、人間の接近に驚いて飛翔し、時に特徴のある冠羽を思い

切り開いた。共済クラブでは、こんな姿を窓越しに写真に撮らせていただいたり、採餌するヤツガシラを眺めながら昼食を食べたり(こんな優雅な昼食を食べた人達は日本では他にいないのでは?)、お世話になりました。

しかし、食事をしながらも窓の外を飛ぶ鳥を無意識にチェックしていたとは、我ながら恐ろしいものだと思う。たとえ英国では、バーディングが園芸と並んで紳士の必須の趣味(つまり、おたく)とはいえ、たった10年余の鳥見の経験がここまで私を洗脳しているとは。にもかかわらず自分の専門の筈の菌類や植物ではこんなに鋭い反応をなかなか示さないのは何故だろうか？生物(に限ったことではないのだろうか)を対象とする研究者は、それを見る目、すなわち勘を養うことが大切だと常々言われているが、改めてまだまだ訓練の必要性を感じる。

ところで、埼玉県では5例目の記録だった理研のヤツガシラは、天皇陛下のご訪問が終わり、庭や道からSPがいなくなった13日の午前中を最後にその姿を消した。3月10日から、4日間の出会いだった。



微生物制御研究室
研究員 有江 力