

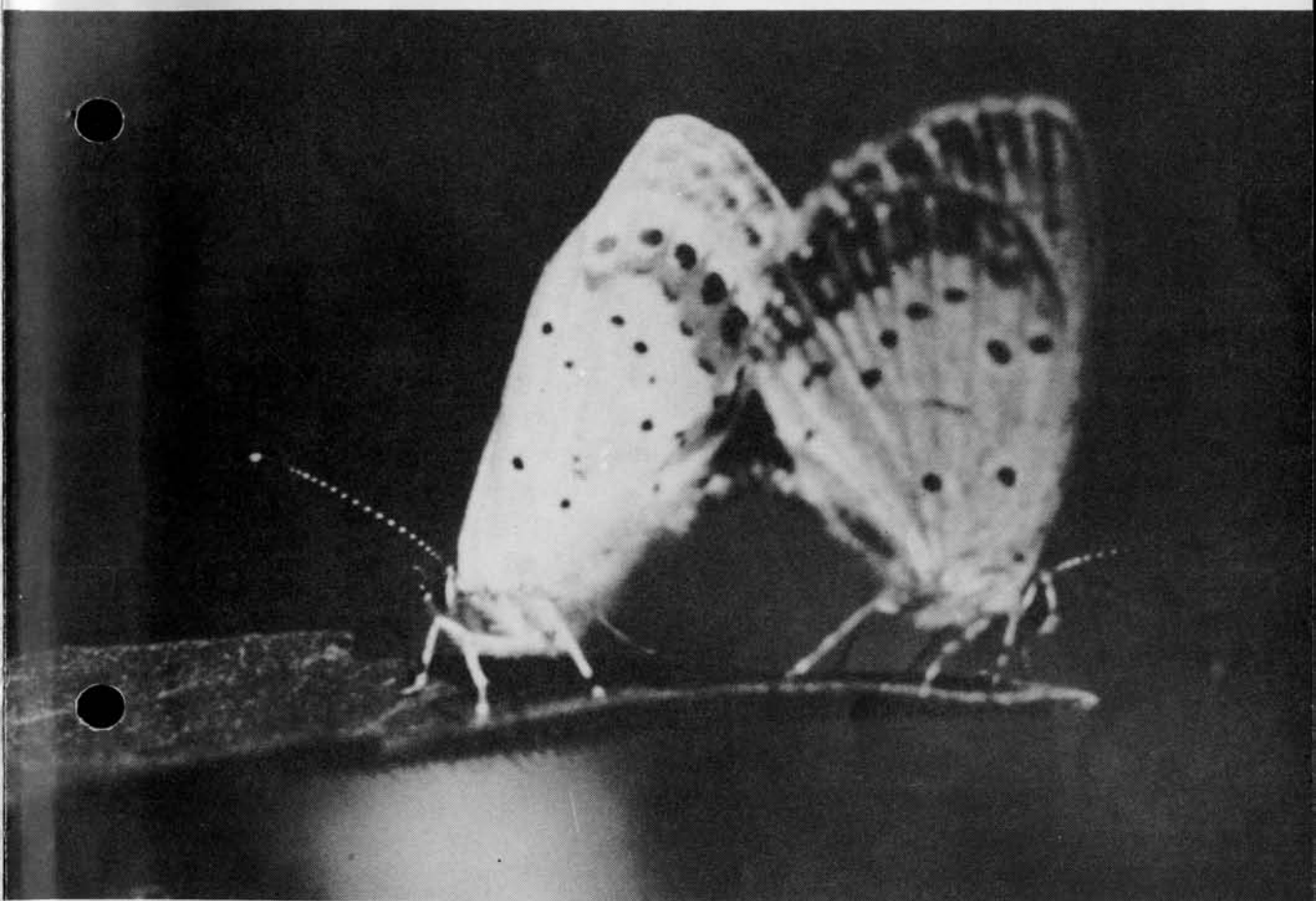
普及雑誌

第4巻 夏の号

1981年

とやまと自然

昭和56年7月20日発行 通巻14号 年4回発行



——交尾中のツバメシジミ——

1980年6月・城南公園

【目次】

氷河・埋没林・サンゴ礁

小西 健二 2

こんで
渾天儀にまつわる話

倉谷 寛 7

富山市科学文化センター

氷河・埋没林・サンゴ礁

小 西 健 二

富山県には、みなさんの誇りとする郷土の宝物がたくさんあります。今回は、そのなかでも、今から一万年ほどの間の気候の歴史にかんするものを選び、お話することになります。

立山連峰のカル群

まず最初に、富山平野の東を縁どり、美しい稜線をえがく、立山連峰の頂にある、「氷河の化石」ともよばれているカルからはじめましょう。カル（けんとく 圈谷ともいう）は、第1図のように、むかしの氷河が消え去ったあとにできる、氷河が岩石をけずってつくったくぼみです。

立山連峰に登山して、カルがあることを現地では実証されたのは、山崎直方（当時34才）という先生で、明治34年（1904）に、針ノ木峠をこえて立山に登る途中のことでした。この山崎先生の発見を記念して、室堂の近くのカルに山崎圈谷という名がつけられましたが、この名付け親は、富山大学の前身、旧制富山高等学校の石井逸太郎先生で、先生は、山崎先生の御弟子さんの辻村太郎先生や大関久五郎先生の、そのまた御弟子さんで、いわば孫弟子にあたります。山崎先生は薬師岳あたりのカル群にも気付かれましたが、その後の石井先生や深井三郎先生（富山大学名誉教授）がたによる詳しい調査のすえ、今までに次のことがわかりました。

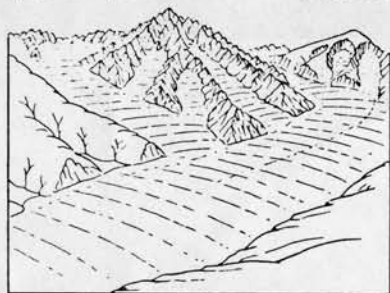
立山連峰のカル群は、ほとんどのものが海拔2,500～2,600mあたりの、東むきと北むきの

斜面に集中しています。それは偏西風の強い気象状況で、降った雪がこおり氷河になったためとされています。カールの底や末端には、氷河が運んでつくった、氷堆石（モレーン）とよばれる礫や砂の層からなる低い小山もみつかりました。

風化や侵食のはげしい高い山の上で、こんな地形が、こわされずに残っているということは、そう遠くない昔に、立山連峰をはじめ日本アルプスのような山岳地帯の谷を小規模ながら氷河が流れていたことを教えてくれます。その動かざる証拠こそが、立山連峰のカル群なのです。同じ地形は、北海道の日高山脈や南アルプス連峰からもみつかっています。仮にそのような時代を氷河時代とよぶことにします。さて、氷河のもとになる雪が一年中とけずに残る高さを結んでできる線を雪線といえます。今は、氷河がどこにもない日本アルプスの雪線は、空中の海拔4,000m位のところに考えられています。しかし、立山連峰のカル群のできた氷河時代には、雪線は2,500～2,600mよりも低かったはずです。

ところで、このような氷河をつくるには、たくさんの雪と乾燥気候が必要です。その雪の材料の水は、どこからきたのでしょうか。もちろん、それは海水の主成分の水からで、海から蒸発した水蒸気のつくる雨・雪が氷河の原料です。ですから氷河ができれば海水の量は減ります。つまり立山連峰に氷河のあった当時の海面は、今より低く、陸地は今より広がっていたはずです。海水の冷凍

貯蔵庫である大陸型の氷河は、今では南極大陸やグリーンランドなどにしかありませんが、その頃は、ヨーロッパ大陸や北アメリカ大陸の北部をひろく被っていました。そして、ハワイや台湾の高い山の頂にも、立山連峰同様に、谷型の氷河があ



第1図 氷河の化石、カル(圈谷)

氷河の流れていた（左）あとにできたくぼみ（右）

りました。当時の富山湾の海岸線は、今とはかなりちがひ、ずっと沖の方にあり、いま大陸棚とよぶ浅い海の底の大半は、ところどころ川や谷にきざまれた、海岸平野のようだったことでしょう。

富山湾南岸の海底埋没林

ここで話を、山から海へ移します。というのも、実は、上にのべたような考えを裏づける証拠が、富山湾の海底からみつかったからです。それは昭和5年(1930)のことでした。魚津の港の岸壁の修理工事中に、たまたま海面から1mほど下で、立木の幹が何本もみつかりました。昔陸地であったこととなります。この発見の重大さに気付かれた石井先生は、地元の魚津中学校の山家基治先生・富山高校の同僚の今村外治先生など多数の協力をえて、早速に詳しい調査をはじめられました。その後調査がひろがるにつれ、似たような太い樹幹の立木の化石は、富山湾の南岸沿いの数地点からもみつかりました。たとえば、泊・神通川河口・四方などです。そして、石井先生は、魚津の埋没林のお仕事をまとめられて、昭和29年(1954)に、理学博士の学位論文とされました。ところで、みなさんは、昨年の夏に、魚津にちかい吉原の沖の深さ40mもの海底から、今より10,150年前のトチノキやシデの埋没林がみつかり、テレビ・新聞などのニュースになったことを覚えているでしょう。これも魚津の埋没林と同じように、今の富山湾の海底が陸地であったことを証明する大切な証拠として注目をあびたわけですね。とくに、この約1万年前という立木の化石の古さが話題でした。言い忘れましたが、海面下1mの魚津の埋没林の古さは、今から1960年前前でして、それに比べて、非常に古いことがわかんと思います。この埋没林については、富山大学の藤井昭二先生が詳しい研究を続けておられます。

ニュースのときもそうですが、こういう今から何年前という化石の古さの話を耳にすると、みなさんは、「一体どうやって測ったのかな?」「どんな時計を使ったのだろうか?」と不思議に思いませんでしたか。

実は、これは化石のなかにごく僅か含まれている放射能をはかって、化石の古さをもとめるという方法を使ったので、石井先生が魚津の埋没林の論文

をまとめられた直後の、昭和30年頃から、日本をはじめ世界で、その実用化がはじまりました。次にこの方法のあらましを学ぶことにします。

放射能時計とは

みなさんが、理科で習う、水素や炭素という元素それぞれには、放射能をもっていて、ほかのものに変わってゆく、放射性同位元素(ラジオアイソトープ)と、放射能をもたず、ほかのものに変わったりしない、安定同位元素(安定アイソトープ)とがあります。同じ元素ですから、ほかのものと反応する性質などは変わりませんが、(1)放射能をもつか、もたぬかという性質と(2)原子の重さ(原子量)に、ほんの少しのちがひがあります。

いま炭素を例にしますと、炭素の原子量は12.011と教わったと思いますが、地球上の自然の炭素原子は、圧倒的に多い原子量12の放射能をもたない炭素(これから簡単にするため、炭素12と書きます)のほかに、同様に放射能をもたない原子量13の、炭素13が98.89対1.11という割合でわずかにまざっているため、きっかりと12という割りきれた数にならないのです。このほかに放射能をもつ炭素14が、0.0000……という数字でやっとあわせる位、ほんのわずかですがまざっているのです。あとで詳しくお話ししますが、このやっかいな炭素14の放射能のおかげで化石の古さが測れるのです。

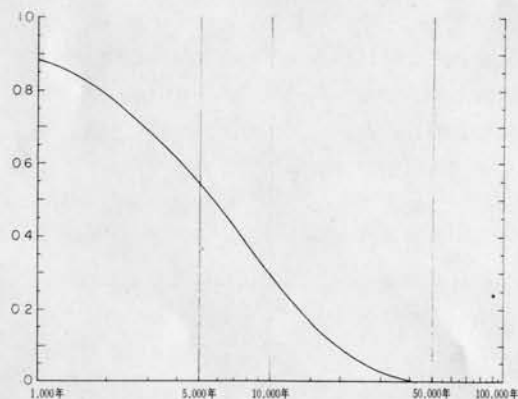
放射能という性質は、病気の治療につかうラジオアイソトープなどで、今まで耳にしていることだと思います。大変に不思議な性質で、外からエネルギーをくわえなくても、ある放射性同位元素が、ひとりでに、ほかのものに変わってゆき、その時に放射線とよばれるエネルギーを出します。出す放射線には、アルファ線、ベータ線、ガンマ線の3種類があって、どの放射性同位元素が変る(専門の言葉では壊変 - こわてん - かわってゆくといい)かで、どの放射線を出すかがきまっています。きまっているといえば、壊変は、全く目茶苦茶に、きまぐれにおこるのではなく、ある一定の割合ですすみます。ふつう、変るまえの放射性同位元素を親、放射線を出して、壊変してできる原子を娘とよびますが、親から娘ができる割合に規則(法則)性があるのです。親がはじめの半分まで減って娘になってしまうまでか

る時間を半減期といいます。この半減期というものが、放射性同位元素ごとにみな決っているのです。

第2図は親が半分、そのまた半分、そのまた半分と次第に減ってゆくの、どれだけかかるかを、半減期の何倍になるかで示したものです。この場合、もともと8つ(原子数)あった親が、今では、1つ(原子数)しか残っていません。

第2図 放射能時計のりくつ
黒丸は親の原子、白丸は娘の原子、この図から半減期の3倍かかって、はじめ8ヶの親原子が1ヶまで減ったことがわかる。

いいかえれば、娘がいくつできたかと、親がもともといくつあったかがわかれば、その数と半減期から、それまでにかかった時間が、半減期の何倍か、という簡単な計算で出せるわけです。実際に、この原子数の減りかたを炭素14を例にグラフに書いてみると、第3図のようになります。この場合、グラフの縦軸は放射能のつよさで示してあります。横軸は時間(この場合、年)です。グラフをみて、現在に近いところと、ずっと古い昔のところは、カーブがほとんど横にねてしまっていて、間のところだけがかなり斜にたっていることに気付くと思います。横にねているところは、時間のわりに放射能の変化が少ないところですから、いいかえますと、このあたりでは、放射能がわかって、



第3図 炭素14放射時計のグラフ

放射能の時間(年数)による変化。横軸、時間(年数)がたい数目盛であることに注意して下さい。

その放射能のしめす年数が正確にはもとめにくいといえます。つまり、時計が不正確というか、信頼度が落ちるといえます。一方、斜にたっているところでは、放射能がわかれば、それまでにかかった年数が正確にわかるという訳です。ふつうこの範囲は、半減期の約 $1/10$ から4~5倍とされています。半減期が5,730年の炭素14でいえば、大体500年から25,000年位までの古さのものが正確に測れることになります。以上が放射能をつかう時計の原理のあらましです。この時計のもつ、ばつぐんの性能に、温度や圧力が高くても低くても、ねじまきや電気などの力をかりずに、いつも同じ速さで、正確に時を刻むほかに、測ろうとする目的にみあった半減期のものをえらべば、1秒以下という短かい細かな目盛も、何億年という、一寸気の遠くなるように長い目盛も、長短よりどりみどりでえらべるということがあります。

このあとの方のことは、私たちの日常のくらしのように、いつも一つだけ時計をもっていて済ますかわりに、それぞれちがった速さで進む時計がおいてある棚から、目的ごとに、ちがった時計をえらんで使うのだと思えばよいのです。

化石の古さををはかる炭素14時計

これまでに、炭素14(放射性炭素ともいいます)で、放射能時計のりくつを学んできましたが、いよいよ実際の例の話にはいりましょう。大気の中の二酸化炭素(炭酸ガス)が、陸上にはえている植物が生きていくためにかせないことを知っていると思います。丁度酸素がないと私達をふくめて動物が生きていけないのと同じです。

植物は、自身のなかにもつ葉緑素をつかい、この二酸化炭素と水と太陽からの光を材料に炭水化物を合成します。(炭酸同化作用とか、光合成とかよばれています)。つまり、大気の中の二酸化炭素をつくる炭素は、こうして、植物の細胞壁をつくる炭水化物(ここではセルローズというもの)のなかにとりいれられていきます。

この場合、大気の中の二酸化炭素をつくる炭素には、炭素12のほかに炭素13、そして炭素14がある割合で含まれていますので、植物のつくる炭水化物のなかにも炭素14は入ってきます。そして植物が生きている限り、そのなかの炭素14の量をいつも同

じにするように、大気中の二酸化炭素から送りこまれています。ところが、この植物が何かの理由で、死んでしまうと、もう、光合成はできませんから、大気からの炭素14の補給はなくなり、植物のなかの炭素14は減りはじめます。その減り方は、前にのべた放射能の法則に従いますから、植物の化石にのこる炭素14の量を、放射能で測れば、その植物が死んでから何年たったかという、化石の古さがわかるのです。富山湾南岸の埋没林をつくる立木の化石の古さは、この方法で測ってきめたものです。

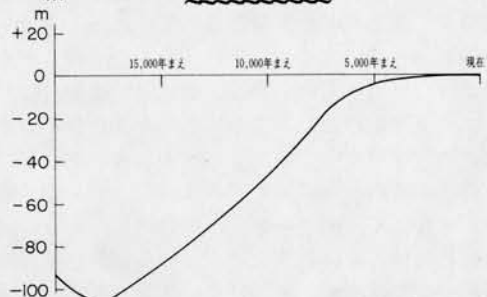
この炭素14の時計は、海にすむ動物や植物で、炭酸カルシウム（石灰分）のから（骨格）をもつものにもつかえます。この場合は、海水のなかにとけている炭素をふくむ物質（まとめて炭酸物質とよんでいます）のなかの炭素14が、からの炭酸カルシウムのなかに入ってくるので、化石のからのなかの炭素14の量を放射能ではかれば、その化石の古さがわかるというりくつです。炭素14の時計は、木や貝の化石のほか、昔の人の使った道具とか住いのあと、さらには古文書・衣類などの古さをきめるのにも役立ち、考古学や人類学といわれる学問の分野でも大活躍です。この方法を実用化するため苦心されたアメリカのリビーという先生は、そのお仕事に対し、昭和35年（1960）ノーベル化学賞を受賞されているほどです。

さて、少し道草をくってしまったますが、また富山湾にもどることにします。では、炭素14時計で富山湾の埋没林をはかった結果から、どんなことがいえるでしょう。今は海面下のところも、それは昔は林のはえていた陸であったという、昔が、どの位昔であったか、はっきりとした年数で教えてくれます。しかも、10,000年前には、今の海面から40m以上深いところに、海岸線があった、6,000年前には、3m以上、2,000年前には、1m以上と、まだ、記録が少ないとはいえ、どうも、古いほど海面が低く、今に近づくにつれ、海面が次第に上ってきたのではないかと思います。もちろん海岸線をしらべるのですから、陸上の林の記録ばかりでなく、同じ頃、反対の海底にすんでいた動物の記録も必要です。こうして陸と海の両側からせめて、海岸線のあったところが次第にわかってくるのですが、富山湾では、海側からの証

拠がまだ少なく、これからの海底の調査に期待されています。

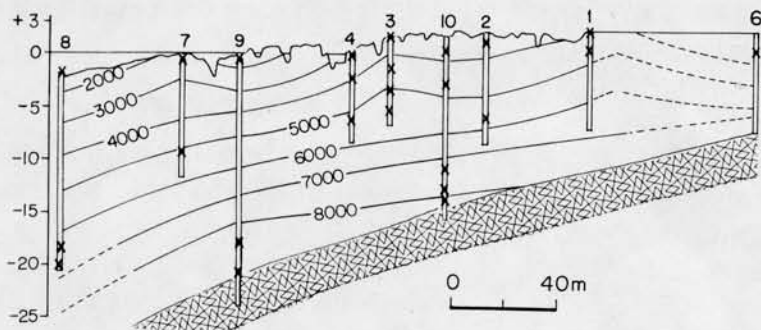
海面変化曲線

ところで、富山湾で海面が10,000年前に今の海面より40m以上も深いところから、次第に上ってきたのなら、海は世界中、どこも一つづきですから、きっと、日本のほかのところの海岸でもあるいは外国の海岸でも、同じような記録がよみとれるはずです。地球全体であたたくくなって氷河がとけて海水の量がふえ、海面が高くなってくる。この海面の高さを年代順にさかのぼってもとめ、結んだ線を、海面変化曲線といいます。第4



第4図 過去20,000年間の海面変化曲線(外国の例)
図はその例です。このグラフは氷河のとけた割合もあらわしているはずですから地球全体の気温の変化もあらわしていることになります。

ところが、こういうグラフを世界各地でつくって比べてみますと、場所により少しづつちがうことがわかりました。そのちがうわけは、海底がじっとしていないで、上ったり、下がったり—地盤隆起・地盤沈下（あわせて地殻変動といいます）—したためです。つまりもともと同じ深さにあった5,000年まえの海岸線が、その後5,000年の間の地殻変動で、海面下5m、海面すれすれ、海面上5m、といった具合に、ちがってしまったのです。こうして世界中で、過去10,000年位の間に、土地が隆起しているか、ほとんど動かなかったか、あるいは沈下しているかが海面変動曲線の研究からいえるようになりました。また、沈下や隆起の速さ（スピード）も1年に何mmの割合という数字であらわせることになりました。そして地球の表面をおおう海面の変化の歴史をしらべることから、その下の海底の地殻変動まで知ることができるようになったのです。



サンゴ礁

さて、いよいよ、最後の話題に入ろうと思います。みなさんは、鹿児島県南部と沖縄県下の琉球列島や、東京都の小笠原群島の島をふちどるサンゴ礁を知っていますね。あの天然の防波堤のサンゴ礁は、赤道の両側の熱帯・亜熱帯の暖かい海の、しかも海面近い浅いところにしかありません。それはサンゴ礁をつくる主な生物の造礁サンゴという動物が暖かい海にしかすめないことと、この動物が成長して炭酸カルシウムの骨格をつくっていくためには、太陽の光をいっぱいあびる必要があるからです。ですから、いまはサンゴ礁にかこまれる沖縄や小笠原も、立山連峰に氷河のあった氷河時代にはサンゴ礁が育ちませんでした。それが気温も水温も次第に暖くなり造礁サンゴが着生し、海面がゆっくり上ってくるにつれ、イシサンゴも上へ上へと成長をつづけて、全体で20mもの厚さになったのがサンゴ礁です。もっとも下の方は死んで化石となつて、一番上の生きていところをささえています。まるで1階から2階、3階というふうにだんだんと高くなってゆく、ビルディングのようなものです。

いま、ビルディングを1階、2階とわけるようにサンゴ礁を同じ時代にできたものごととわけてみることにします。それには、ボーリングといって、サンゴ礁に細長い円筒状のたて穴をほりさげて、そのなかの円筒状の岩石を採集しました。場所は、鹿児島県奄美大島のすぐ東にある喜界島です。そして、この岩石のなかにたくさん入っている造礁サンゴの化石の古さを埋没林と同じように、炭素14で測りました。そして、同じ古さのところを、1,000年おきの線で見ると第5図のような図がかけます。予想したとおり海面が次第に上ってゆくにつれ、サンゴ礁が上へそだってきたことが証明できました。そして1,000年ごとの海面の変化もはっきりとしてきました。富山湾よりも

第5図 サンゴ礁のそだち方
一番上の数字はボーリング地点の番号、×印は炭素14時計ではなかったイシサンゴ化石のとれた場所; 今から8,500年前頃からサンゴ礁が上にむかって次第に重なりそだってきた。

細かく海面の変化をよみとることができたのはサンゴ礁が昔の生物の骨格そのものが集ってできているからで、骨格をつくる炭酸カルシウムのなかの炭素14で年代をはかることがたやすいことにもよります。

紙面の都合で、わたくし自身が20年近く調べているサンゴ礁の御話をはしよらなければならぬ残念です。いづれ別の機会に、あらためてサンゴ礁についてゆっくりお話することにします。

さいごに

昭和55年は、石井逸太郎先生が、鋤岳の調査中、劇的な最後をとげられてから、丁度25年目にあたります。先生は、いままでにお話した立山連峰のカル群と魚津の埋没林という、富山県が世界にほこる国宝の研究に生涯をささげられました。この宝を文部省特別天然記念物に指定するため力をつくされました。そんなわけで、今回は、みなさんといっしょに、この郷土の学者のお仕事をしのぶとともに、この25年間にすんだ「放射能をつかう化石の古さのはかり方」について学びました。

高い山の頂上にのこされた氷河のあと、海の底の化石林、そして南の海のサンゴ礁という、ちょっと考えると、はなればなれのもののなかに、昔の気象そして海面の高さの歴史という共通の絵解きをする記録がのこされていることがわかっていただけたかと思います。それから、こういう研究は、化石の材や骨格のなかの放射性同位元素をしらべるといふ、化学と地学の協同作業でできた新しい分野のおかげで進んできたことも覚えておいて下さい。

ふつう物理・化学・生物・地学などに分けられている理科のなかで、この例のように、部門の間の協同作業が、新しい分野を発展させるのに役立つということがよくあります。部門のさかいは、人間がつくったもので、自然にはないものですから、あたりまえかもしれません。

〈こにし けんじ 金沢大学理学部教授〉

こんてんぎ 渾天儀にまつわる話

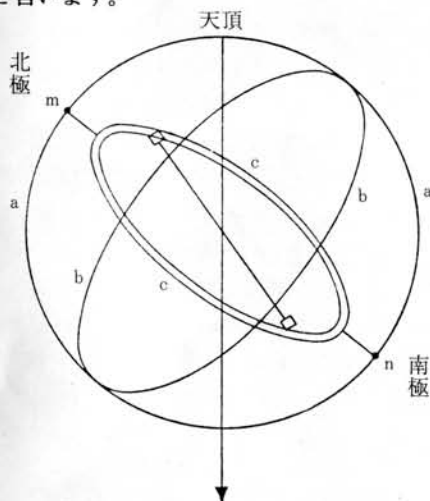
倉 谷 寛

昔の人達は宇宙をどのように考えていたのか、古い天文の道具をみていると当時の様子が目に浮かんでくる思いがします。富山にもそのような道具がのこされていますが、渾天儀の話とともに、これを作った人やその時代の背景などについても少し紹介してみたいと思います。

渾天儀について

渾天儀はいくつかの円環えんかんで組立てられた古代からの天文観測器械ですが、基本的な原理は第1図のようになっています。円環aaとbbはたがい直角になるように固定されています。これにbbに対してcc環がaa環の2点m, nを軸として回転出来るような構造しこうになっています。

円環aaは子午環しごかんと言いますが、これは天頂をとって南北を結ぶ面つまり子午面を表わす環です。bbは赤道面を表わすもので、赤道環、m, nは北極と南極を結ぶ軸おおくさくで極軸きょくじくと言います。cc環は緯度を表わしますが、二重になっていて内側の円にそって動く別な円環があって、その一直径の両端にねらいをつける孔が設けられ、それで天体の緯度つまり赤緯せいいを測るようになっていて赤緯環と言います。



第1図 渾天儀の構造

このような装置を図のように天頂から球の中心を通り、垂直になるように固定しておいて、ねらい孔をとおして天体をみればcc(赤緯環)上の目盛でその天体の赤緯を測れます。またbb(赤道環)上の目盛で天体の経度つまり赤経を測ることが出来ます。普通の渾天儀にはこれに地平を表わす地平環がとりつけられており、これを支持台にのせています。

渾天儀こんてんぎはこれを基本にして、太陽の通り道を表わす黄道環おうどうやその高度を表わす黄緯環などを加えたもの、もっと複雑にしたものなどがあります。

渾天儀の発明者は古代ギリシャの数学者・地理学者として有名なエラトステネス(B.C.275-194)であろうと考えられています。ティコブラーエ(1546-1601)は渾天儀を惑星観測に利用しています。渾天儀の用途は時刻の決定にあったのですが、その他にもいろいろの使い方がされていたようです。中国ではB.C.2世紀以前の前漢以来用いられており、西洋の天文学が伝わって来た1700年頃は中国の最も代表的な天文器械でした。宣教師フェルベーストによって作られた北京天文台にある各種の渾天儀は芸術的にも優れたものですが、これらは現在もほとんどそのままの姿でこのこっています。

ところで現在富山県には高岡たかおか、城端じょうはらに渾天儀があります。高岡の「渾天儀」の解説には次のようなことが書いてあります。「この渾天儀は錆絵手法による高岡塗のものに加え、いわゆる城端塗の白うるしで作られ、江戸時代における高岡漆芸の一端と城端漆芸の交流、さらに天文学の発達もうかがえる貴重な資料である。渾天儀はギリシャの天文家が工夫し、日本や中国で天体観測用に用いた一種の天球である。東西南北、春夏秋冬、十二支、方位目盛などが刻まれ、指針の回転によって天体の位置と観測に供する珍しいものである。」とあります。

念のため漢和辞典、国語辞典をしらべてみたところ、高岡の解説の中にあるギリシャの天文家と

述べているのは広辞苑(昭50)だけのようで、それには「ギリシャの天文家が工夫した球形の一種の天球儀。周囲に度盛りを設け、盤面に天体の運行系統と位置を配し、指針の回転によって天体の位置と経緯度の観測に供するもの。古代の中国にもあった。アストロラーベ。蓋天。渾儀。」とあります。

「大言海」巻二(昭8)には渾天儀の説明のあとに、その出典をのせていますが、その中に「渾天儀」という名称が漢代に至って用いられたということが記されています。

なお、新国語中辞典(三省堂)は構造・用法までかなり詳細に述べていて「中国およびわが国で、古来、天体の運行を知り、その位置を測定するのに使用した一種の器械。天空の円形をかたどり、これに地平環を装置し、さらに黄道・赤道の遊動環を交錯させたもの。各環の中央に小軸があり、その軸によって一個ののぞきつつ(照準を合せるもの)が自由に回転する。これを任意の天体に向け、その経緯度ををはかる。」とあります。

以上「渾天儀」のおおまかなことが辞書にはこのように記されているわけですが、この名前のもとになった渾天説のことについて次に記しておきましょう。

渾天説について

古い中国の天象を説明するのに、蓋天説と渾天説があります。蓋天説は中国古代の一つの天文学的系統をなしていたもので、これが次第に修正を加えながら発達してきたものです。

漢代(B.C.2~1世紀)のころにできた淮南子という多くの学者の説を記録集とした書物によると、はじめ世界はこんとんとしていましたが、やがてその中から重い物質と軽い物質が分かれてきました。重いものは固まって地となり、反対に軽いものは上って天になったといわれています。この宇宙創造の話は日本書紀にも引用されていますが、古代中国では宇宙の構造についていろいろと空想を行ったらしく、杞憂という言葉の起こりは、杞国の1人の百姓が天の落ちるのを心配したことによるとされています。なぜ天が落ちてこないかを説明するため、地上の四隅に柱があって天を支えているという話も生れていたようです。このよう

な神話に近い空想観からやがて少しは科学的と言える蓋天説が生れてきました。蓋天説によると天地はともに平行な平面で、その形は地が正方形、天は円と考えていました。天が円いというのはみかけの天が半球の形をしていることによったのではなく、1日における太陽の運動が曲って見え、ちょうど北極を中心にして円運動をするようにみえることから生れたと言われます。この説によると北極を中心とする円軌道の半径は、夏至に最短となり、冬至には最長となります。蓋天説が生れたころには地面に垂直に立てた棒が唯一の観測器械で、これをたよりに円軌道の半径、すなわち天の大きさを求めています。天地が平行だから太陽はもちろん地下に没することはなく、しかも昼夜が来るのは太陽が北に動いて観測地点から遠くはなれるためだと考えられていたのです。蓋天説は少しずつ修正がほどこされました。天地は平行ですが、傘のように北極の部分が少し隆起していると考えられるようになりました。このような考えから蓋天説と呼ばれるようになったのでしょうか。この説を述べた書物が書かれた年代ははっきりしませんが、漢以前つまりB.C.2世紀以前に存在していたことは確かなようです。

漢代になると新しい観測器械として渾天儀ができました。これにともなって渾天説が生れました。

この渾天説が生れてから、蓋天説との間にはかなりはげしい論争がありました。西暦2世紀の科学者として有名な張衡ははじめ蓋天説を信じていましたが、後に渾天説の方が妥当であると考えようになりました。この考えでは地球を支えるものは水であって、夜になって地下にもぐる太陽は水の中をくぐって東空に現われるということになっておりますが、渾天説支持者はこの矛盾を説明するのに苦心しました。蓋天説をとなえる人達はこの点をついたのですが、蓋天説には欠点が多く、3~4世紀にかけて渾天説が有力となるにつれて両説の論争は跡を絶っていったようです。その後は科学的宇宙観の発展はみられず、関心は実際に天文現象を予報する作業に向けられて行ったようです。

江戸時代に日本に入ってきたもの

ところで、1708年8月の末、鹿児島の方の屋

久島に、鎖国時代の日本に潜入した最後の宣教師J・B・シドッチが上陸しました。このとき新井白石が彼から得た海外の情報を整理したのが有名な「西洋紀聞」ですが、その中でシドッチに地図のことをたずねているところがあります。

このとき白石が示したのは、プラウ刊行の世界地図でした。プラウの一族は17世紀のオランダでは最大の地図出版者として知られており、アムステルダムに住んでいました。初代のウィレム・プラウは、有名な天文学者ティコ・ブラーエの門下で天文学や航海学を学び、科学的な地図の制作に努力しています。

1648年、オランダはウエストファリア条約によってその独立が認められましたが、二代のヨハネス・プラウはこれを記念して約2×3メートルの大型世界地図を出版しました。白石が用いたのはこれで、現在国立博物館に所蔵されていますが、完全な初版の世界図としては世界唯一のものといわれています。

1675年、古くから幕府にあった天球・地球の両儀がかなり破損していたのを修理した際、ちょうど江戸に来ていたオランダ商館長のヘンミに球上に記されているラテン語を読んでもらったところ、これはウィレム・プラウつまり初代ウィレムの作であることがわかったのですが、これは寛政ごろまで残っていたことはわかっているのですが、その後の行方はわからなくなってしまっています。

現存する最古の天球儀・地球儀は平戸の松浦家に伝えられるもので、1700年アムステルダム製。ゲルハルト・ハルの製作になり、この両球儀の表面に記された説明文を翻訳したのが1737年ごろに書かれた北島見信の「紅毛天地二図贅説」といわれています。

この頃天体運行の原理を示す天体儀ももちこまれていました。1765年、後藤梨春が書いた「紅毛談」はオランダに関することを雑然と記したのですが、この中に次のような記事があります。

「道具類あまた持来る、天文器には渾天儀、両蝕儀、五星儀、ぐはとろん、是は星をはかる器なり、いすたらび、是は日中をはかる器なり。こんぱつ、是は他州のぶんまわしと同じ……。」

「両蝕儀」は日月食の関係をしめすものでしょうし、「五星儀」は太陽と諸惑星の関係位置をし

めす器械と考えられます。「ぐわんとろん」は「経緯儀」、「いすたらび」はアストロラーベすなわち古代の天文観測器具です。

1778年、北九州に住んでいた江戸時代の思想家・漢学者で有名な三浦梅園は長崎に旅行した際、通詞の吉雄耕中や松村君紀に会って、彼等が所蔵する多くの洋書やオランダから伝来したいろんな器具類を見て、この異質の文化の存在について考えたのですが、このときの旅行記が「帰山録」と題してのこされています。

「吉雄亭奇貨多し……、亭上オランダ琴、望遠鏡、天球、地球、オクタート、タルモメートル、その外奇物種々を見る、タルモメートルは吉雄自製する器という……。」……と記されていますが、このような多方面にわたって輸入された舶来品はすべて珍奇さによって好まれたにすぎず、どんなに多くのこれらの品が生活の中に入りこんでも、日本の伝統的な生活様式やまた幕府の体制も変わらなかったのです。しかし、幕末になって欧米の諸国が日本に接近してくるにつけ舶来品の価値観は変化して行き、これが日本の近代社会の成長のなかで欠くことのできない重みをもつことになってきたのでした。

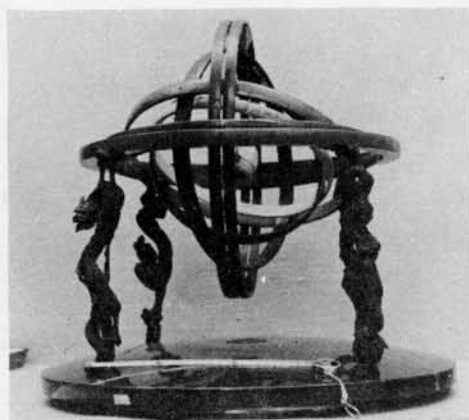
江戸時代にオランダ製の渾天儀が輸入されたことは「紅毛談」によってはっきり認めることができます。また「帰山録」にあるように、吉雄自作する器……、というのはおそらく輸入品や洋書をもとにして、渾天儀が日本で製作されたのだろうと推定することができます。

城端にある渾天儀は方位などの文字がオランダ語で書かれています。おそらくその系統の影響があったのでしょう。

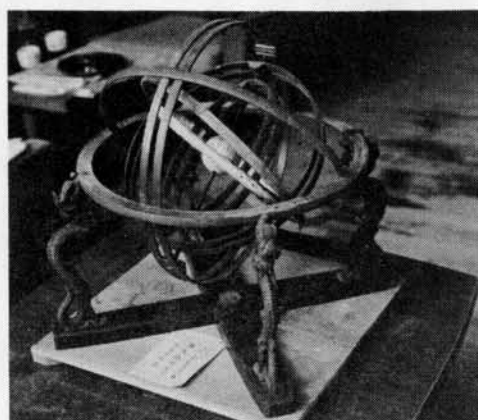
富山の渾天儀とそれを作った人達

富山県内にある二つの渾天儀の内その一つは城端町に、町の文化財として保存されているもの。もう一つは高岡市立美術館にある、同市奈部喜雄氏が寄贈されたものです。写真でこれらの紹介をしておきましょう。

二つの渾天儀は、いづれも約50cm立方の箱に納まる位の大きさで、すべて木で作られています。これにうるし塗り仕上げとなっており、中央に直径5cm位の地球模型があり、これを取りまく経度



江戸時代
中邨尚潤(塗), 黒川成清(彫)
富山県高岡市所蔵



文化9年(1812)
八代小原治五右衛門一自作
富山県城端町所蔵

第2図 富山県の渾天儀

環、月の軌道を示す白道環、太陽の軌道を示す黄道環、それに赤道環と天頂を通り南北を示す子午環が水平に設定された方位環の中にそれぞれ自由に動くように仕組まれています。方位環は4本の柱で台の上に固定されています。台は城端のものは十字形、高岡のものは円盤形で、いずれも台の中央には方位を知るための磁石盤が彫り込まれています(城端のものは磁石が失われている)。また、各環にはそれぞれ目盛がきざんであります。

以上の製作はいずれも今から170年ばかり前の江戸時代の作ですが、高岡のものは製作が黒川成清、うるし塗りは中邨尚潤。また城端のものは文化9年(1812)、8代、小原治五右衛門一白の作品です。一白は一家代々塗師でしたが、西村太沖から天文学を学び、観測もよく行っていたようです。

西村太沖とその頃の日本の天文学

ここで一白に天文学を教えた西村太沖とその頃の日本の天文家の関係を示しておきましょう。

太沖の記録には次のように記されています。

「明和4年(1767)城端生れ。祖先は北条氏の家臣でしたが、鎌倉から越路に落ち、養谷にかくれ農業を営んでいました。父、養谷屋長兵衛は豪商だったということです。太沖は15~16才で独学で天文曆象を学びましたが、天明3年(1783)17才の時京都の西村遠里をたずね、ここで曆学を学び

ました。遠里が亡くなってからはその後をつぎ、天明7年、彼が21才の時姓を西村と改めました。その後大阪に出て麻田剛立の門人となってその秘奥を授り、国に帰って33才の時加賀藩主に召されました。ここで天文を教え、自分でも天文の研究に励んだと言うことです。文政4年(1821)再び加賀藩に召され、城中時法を改め、文政5~9年に金沢地区の測量をしました。毎年北越略曆を作ったともあります。

彼の生活はあまり豊かなものではなかったようですが、世の中のためにずいぶんつくした、と記録に残っています。天保6年(1835)5月、69才で死去。当時学界でもあまり太沖のことは知られていませんでしたが、大正10年にイギリスの天文台から東洋曆学の訳を東京大学に求められ、太沖の著書がその選に入ったことから、ようやく太沖の名が世に知られるようになったのです。昭和3年にその功績が認められ、国から贈正五位が与えられています。現在城端の神社境内に高さ3m方柱の石碑が建てられ、碑面には故木村栄博士筆で「贈正五位西村太沖の碑」と書かれています。」

ここで木村栄は水沢緯度観測所で地球の自転運動に関して、Z項を導入したことで世界的な業績を残した天文学者です。

なお、西村太沖の学問の系統は第3図のようになっています。



第3図 西村太沖の学問の系統

ここで麻田剛立(1734～1799)は江戸時代中頃の天文学者ですが、記録によると天文と医学を独学で一家をなしたとあります。彼は蘭学をとりいれ、研究的、実証的であり、自分で各種の観測器を考案して作り上げ、実測に重点を置いて、西洋暦法に基づいた考え方を進めたのです。剛立は、「暦学というもの、実験を基礎としなければならぬ、したがって不断の精密な観測に基礎をおくべきものである。」という考えのもとに観測を行っています。精密な観測結果を得るためには、精密な観測器機を必要とすることは当然ですが、剛立は自分で望遠鏡を製作し、またそれまでの機械の改良も行っております。彼はまた暦法を作る目的

ばかりでなく、手製の望遠鏡を使って、太陽黒点を観測したり、太陽自転周期の測定をしたり、さらに木星の衛星の運動を観測したりしたほどで、いずれも日本における観測のさきがけを作った人でした。

おわりに

現代の天文学は科学技術の力をかりて急速な進展をみせています。それに比べるとついこの1世紀近くまでの歩みはとても遅く感じられます。しかし、それまでに今から考えるとこんな簡単な道具でよく天体の位置を測ったものだと感心させられます。昔の人達の長い苦心の成果の上に現代の天文学が存在するのだとあらためて感じさせられます。

〈くらたに ひろし：学芸課長〉

参考資料

「光年」№56～60(富山県天文学会)

城端町史

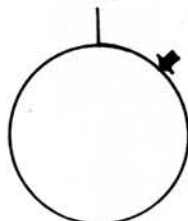
天文学講座：天文学の歴史(恒星社)

天文・宇宙の辞典(恒星社)

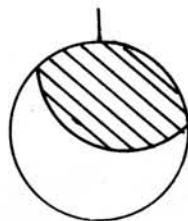
●●●● 日食を観察しよう ●●●●

7月31日(金)に3年ぶりに部分日食が見られます。時間帯がお昼ごろなので絶好の条件です。詳しい時刻は下の図をごらん下さい。最も欠けた時には太陽のちょうど50%が見えなくなります。この日食は北へ行くほど太陽が大きく欠け、北海道の稚内では83%もかくされてしまいます。そしてソ連のサハリン島(樺太)まで行くと太陽がすべてかくれる皆既日食が見られます。

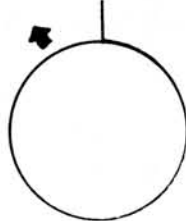
天頂方向



欠け始め
午前11時46分



食の最大
午後1時10分



食の終わり
午後2時28分

太陽はとても光が強いのでまともに見ると目をいためます。濃い下敷を通すか、すすガラスを作って下さい。すすガラスはろうそくのすすをガラスにつけたものです。

● 特別展「宇宙展」

9月中旬から12月中旬まで、「宇宙展」を開催します。

この特別展では、アメリカで実際に使われた宇宙機器やその模型を展示します。また、これとあわせて、ロケットや人工衛星、宇宙開発のあゆみ、惑星探査、日本の宇宙開発などについて紹介します。

— 主な展示予定品 —

- | | |
|---------------------------|---------|
| ○ ジェミニ11号宇宙船 | ○ 宇宙食 |
| ○ マーキュリー宇宙服 | ○ 非常用品 |
| ○ ジェミニ宇宙服 | ○ 月面運搬車 |
| ○ 環境制御装置 | |
| ○ スペースシャトル模型 (縮尺 1/15) | |
| ○ ボエジャー模型 (縮尺 1/2) | |
| ○ 月面車模型 (実物大で車輪のみ実物) | |
| ○ 日本最初の人工衛星「おおすみ」模型 (実物大) | |
| ○ 科学衛星「はくちょう」模型 (実物大) | |

● プラネタリウム

科学文化センターでは、今、「夏の星空めぐり」という内容で、9月6日まで放映しています。

前半では夏の星座を紹介し、後半では、夏の星空にみえるおもしろい天体を詳しく紹介します。

● 標本同定会

夏休みに採集した植物・こん虫・貝・岩石・化石などの標本のうち名前のわからないものについて、正しい名前をお教えします。

日時：8月30日(日)午前10時から午後4時まで
(この日に一括して行います。)

場所：科学文化センター、サークル教室

料金：無料。ただし、展示室(プラネタリウムを含む)を御覧になるときは観覧料が必要です。

~~~~~ ◆ ~~~~~  
表紙によせて (ツバメシジミ)

日本全国各地にふつうの種。春から秋まで3回ていど成虫が発生します。幼虫はハギやシロツメクサなどマメ科植物の新芽やつぼみを食べます。

## ● 夏の科学教室

水をよく観察するといろいろな一面を見せてくれます。例えば、コップに水を入れるとき、コップのへりよりも少し上まで水を入れても、こぼれません。これは水の表面に引っぱりあう力、表面張力が働くためです。

また、水を0℃以下にすると不思議な氷の世界を見せてくれます。

この表面張力と氷をテーマにしていろいろな実験や観察を行います。

日時：7月29日から31日まで

午後1時30分より4時まで

場所：科学文化センター、科学教室

対象：中学生以上で3日間とも出席できる人

定員：20名(申し込み多数のときは抽選)

申し込み：往復ハガキで、①住所②氏名③年令

④電話番号⑤「夏の科学教室希望」

を記入のうえ、7月20日まで科学文化センターへ申し込んでください。

## ● 日食観察会

部分日食を天体望遠鏡で観察したり、太陽の話を開いたりします。

日時：7月31日(金) 午前11時15分から午後2時30分(昼休みに休憩あり)。

集合：科学文化センター玄関前

申込み：不要

~~~~~ ◆ ~~~~~  
— 訂正 —

第4巻春の号のP 8, 第2図が誤っていましたので図のように訂正いたします。

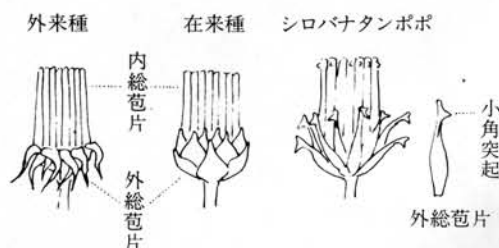


図2 タンポポの総苞片