

## 網膜外光受容組織の分子生物学

岡野俊行 (生物化学専攻)  
science@hongo.ecc.u-tokyo.ac.jp

感覚組織を通してヒトが外界から取り入れる情報のうち90%以上は視覚を利用している。残りは、聴覚・味覚・嗅覚・触覚であるが、他の動物に比べるとヒトはかなり退化している。一方、広い生物界を見渡してみると、視覚以外の情報源として光を利用するために、さまざまな動物が独自の器官を発達させている。たとえば、オタマジャクシ尾部の黑色素胞（メラノフォア）は単離した状態でも光に応答し色素の拡散や凝集を起こす。また、カエルの虹彩やニワトリの松果体なども直接光応答する。

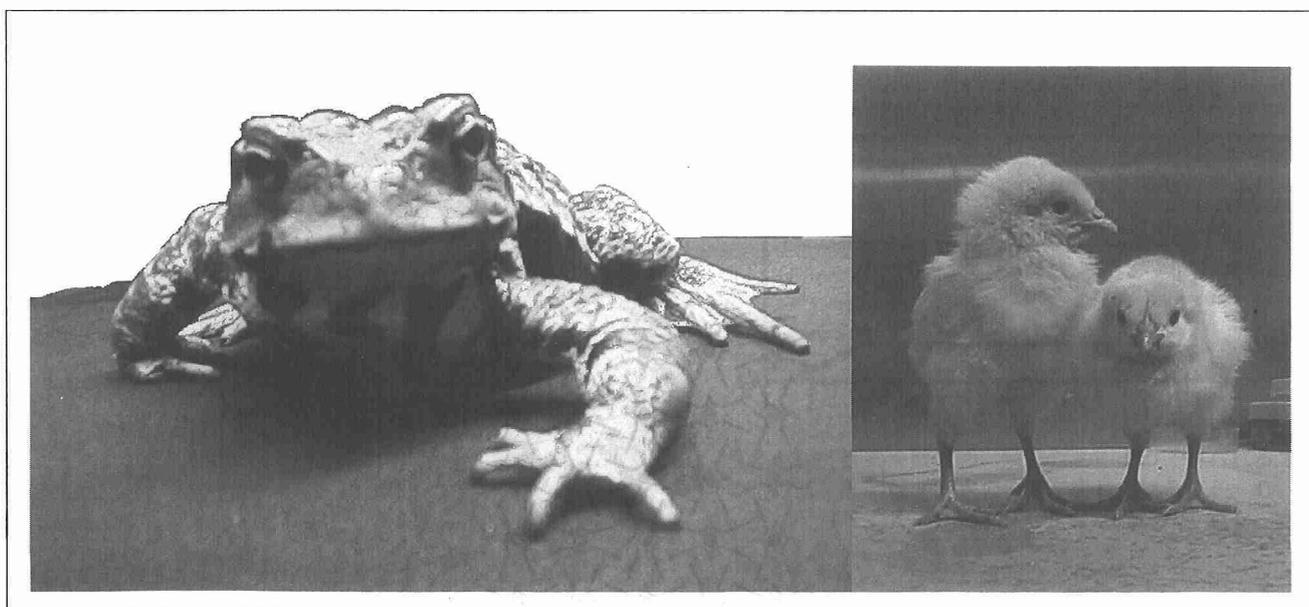
我々の研究室では特に、鳥類・両生類・魚類の松果体と脳深部の光受容細胞について研究を行っている（図）。松果体は、哺乳類以外のセキツイ動物では一般に光受容能をもち、約1日周期の生物時計（概日時計）機能を担う。一方、脳深部光受容細胞は、鳥類の視床下部などにあり一日の昼間の時間を測り、季節の変動を感知して生殖応答をひき起こす。このように、睡眠・覚醒と生殖といった生物の基本的機能は、多くの動物で光に制御されており、それぞれに専門化した光受容組織が存在する。

網膜外光受容組織における光受容の分子メカニズムはほとんど未知である。そこで我々は1994年、松果体の光受容タンパク質を調べ、網膜のロドプシンなどと類似のタンパク質であることを突き止めた。幸いにして網膜外の光受容タンパク質としては初めて一次構造を決定する

ことができ、ピノプシン（松果体光受容タンパク質の意味）と命名した。その後、パラピノプシン、メラノプシン、ペロプシンなど新しい光受容タンパク質が他グループより次々と報告・命名されているが、詳しい機能解析はまだ進んでいない。我々は現在、ピノプシンの局在や性質、発現調節機構、さらに光情報の伝達経路などを詳細に検討している。また、ニワトリの松果体が細胞を一個ずつバラバラにして培養しても光に応答し、しかも概日時計機能を維持しているという利点を生かして、概日時計の計時機構や光同調機構の研究にも幅を広げつつある。

松果体の研究と並行して最近、鳥類（ハト）と両生類（ヒキガエル）の脳深部の光受容タンパク質の遺伝子単離に成功した。その結果、脳深部光受容細胞にはロドプシンやピノプシンが発現していることがわかった。外界の光の数万分の1ほどしか到達しない脳の奥深くになぜ光受容細胞が存在するのか。どのような分子機構で生殖腺刺激ホルモンの量を制御しているのか。それらの理由は未だ想像の域を脱しないが、光受容細胞の諸特性と生理機能をていねいに調べて行くことでその答えの糸口をつかみたいと思っている。

なお、松果体の光受容の概日時計については、科学67巻1号「動物の体内時計」岡野と深田に解説した。



我々の研究室で用いている実験動物の例（ヒキガエルとヒヨコ）。さまざまな光条件で解剖し、松果体や脳を摘出する。得られた組織を培養する。あるいは、mRNAやタンパク質を抽出して解析する。これらの他に、ハト、ウシガエル、ゼブラフィッシュ、マウスなども使う。

## 高等植物の細胞周期におけるM期特異的な遺伝子発現の制御機構

伊藤 正 樹 (生物科学専攻)

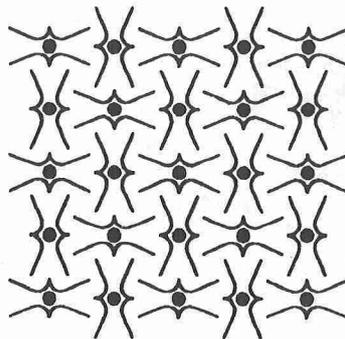
masakito@biol.s.u-tokyo.ac.jp

細胞周期の進行の過程で、特定の時期にだけ起こる遺伝子発現が知られている。このような発現を示す遺伝子は、細胞周期依存的遺伝子とよばれ、真核生物に普遍的に存在する。例えば、ヒストン遺伝子などは殆ど全ての真核生物においてS期に、またDNAポリメラーゼやPCNAなどのDNA複製に関与する遺伝子群は、多くの生物種においてG1期後期に特異的に転写が起こる。このような周期依存的な遺伝子発現は、細胞周期の進行の過程における秩序の維持に重要であると考えられている。また、この細胞周期依存的転写という現象が、生物種間に広く保存されているという事実は、細胞が周期中のどの時期にあるのかを、何らかの情報として感知し、その情報を遺伝子の転写にまで伝達する機構が存在していることを示している。

DNAポリメラーゼやPCNAなどのS期に働く一群の遺伝子は、共通のメカニズムによって転写が制御されていることが知られている。高等動物においては、E2Fと呼ばれる転写因子が、また酵母ではMBFと呼ばれる転写因子が、G1期後期に発現する一群のS期遺伝子のプロモーター領域に結合し、転写を制御している。高等植物においては、あまり研究が進んでいないが、最近、シロイヌナズナのゲノムプロジェクトにより、E2Fホモログの存在が示され、高等植物のS期遺伝子の転写制御は、高等動物と同様なメカニズムによりなされていると思われる。

このようにG1期後期に起こるS期遺伝子の転写制御

機構の理解が進む一方、細胞周期のより遅い時期、M期に特異的に起こる転写のメカニズムに関しては、高等植物は無論、酵母や高等動物においても、詳細な研究はなされてこなかった。M期に発現する代表的な遺伝子としてB型サイクリンが知られている。この遺伝子は、酵母、動物、及び植物に保存されており、高等植物においてもM期に特異的な転写が起こる。このB型サイクリンの転写制御機構をタバコ培養細胞を用いて解析したところ、この遺伝子のプロモーターがM期特異的な転写を引き起こすことが明らかになり、またこのプロモーターを様々な改変して解析した結果、9塩基からなる配列がM期特異的な転写に必要な十分なシスエレメントであることが判明した。この9塩基の配列は調べた全ての植物種のB型サイクリン遺伝子のプロモーター領域に繰り返し存在していた。また、M期に特異的に発現することが知られているサイクリン以外の遺伝子についても調べてみたところ、同様の配列が認められ、また塩基置換を行った実験により、実際にM期特異的な転写に働いていることが明らかになった。このシスエレメントは、酵母や動物のB型サイクリンや他のM期特異的な遺伝子のプロモーター領域には認められないため、植物特有のメカニズムが一群の遺伝子のM期特異的な転写に働いていると思われる。この配列に結合する転写因子の同定を含め、M期特異的な転写の上流のシグナルを探っていくことが今後の課題である。



# 農耕の地理的伝播と初期農民の分布拡大

青木 健一 (生物科学専攻)

ヨーロッパでは中近東からの小麦の伝播、日本では渡来系弥生人が導入した水稻の伝播が見られた。ヨーロッパと日本に共通していたことは、最初に農耕を始めたのが外来の集団であったことである。この初期農民は人口が増え、周りの地域に溢れ出したと考えられる。しかし、周りは空き地でなく、狩猟採集民が先住していた。すると、狩猟採集民の一部は、進出してくる農民と接触して農耕に転向し、やはり増殖と分布拡大を開始したのであろう。

狩猟採集民が先住する地域に農耕が伝播していく様子を理論的に研究した。この過程をモデル化するために3つの集団を区別する。外来の農民は「初期農民」、生業を変えた先住民は「転向農民」、生業を変えない先住民は「狩猟採集民」、と呼ぶことにする。地点  $x$ 、時間  $t$  での個体密度をそれぞれ  $F(x, t)$ 、 $C(x, t)$ 、 $H(x, t)$  とおく。3つの集団の動態は具体的に、

$$\begin{aligned} F_t &= DF_{xx} + aF\{1 - (F+C)/K\} \\ C_t &= DC_{xx} + bC\{1 - (F+C)/K\} + g(F+C)H \\ H_t &= DH_{xx} + cH(1 - H/L) - g(F+C)H \end{aligned}$$

なる反応拡散方程式で記述した。ここに、 $D$  は拡散係数、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  は内的自然増加率、 $K$ 、 $L$  は環境収容力、 $g$  は転向率である。

モデルの解析は主に数値計算によって行った。全農民 (= 初期農民 + 転向農民) の前線は前進し、狩猟採集民の前線は後退する。進行波の速度は、 $a < b + gL$  のとき  $2\{D(b + gL)\}^{1/2}$ 、逆に  $a > b + gL$  のとき  $2(Da)^{1/2}$  で与えられる。よって、いかなる場合にも農耕が一定速度で伝播することが期待される。

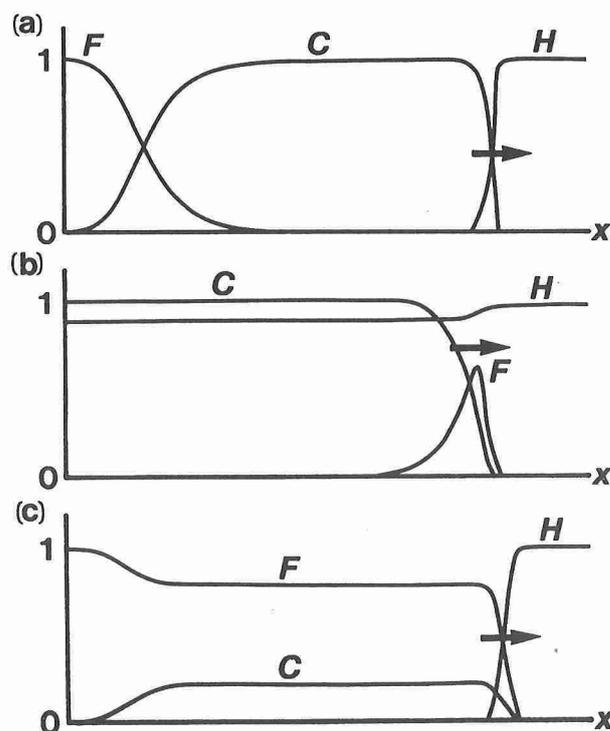
初期農民の動態は、下表の通りである。表および図から明らかなように、 $a < b + gL$  のとき、農耕伝播の担い手は転向農民である。すなわち、文化変容によって農耕が伝播する。一方、 $a > b + gL$  かつ  $gK > c$  のとき、農耕の伝播に伴って民族置換が起こる。

## 参考文献

- (1) K. Aoki et al. (1996) Travelling wave solutions for the spread of farmers into a region occupied by hunter-gatherers. *Theor. Pop. Biol.* 50(1), 1-17.
- (2) 青木健一 (1996) 岩波科学 66(3), 173-181.

表. 初期農民の動態

	$a < b + gL$	$a > b + gL$
$gK < c$	消滅	'尖った' 進行波 (図 b)
$gK > c$	漸次混合 (図 a)	'平らな' 進行波 (図 c)



反応拡散方程式を数値的に解くことによって得られる3種類の進行波。矢印は、前線の位置を表している。F、C、Hは、それぞれ  $K$ 、 $K$ 、 $L$  で割算した量が描かれている。

## 大陸形成論の昨今

木村 学 (地質学専攻)  
gagu@geol.s.u-tokyo.ac.jp

我々の住んでいる大地はいうまでもなく陸である。陸であるゆえんは陸の下の岩石にある。平均化学組成でSiO<sub>2</sub>60%程の安山岩という岩石に近い。この陸の平均化学組成は地球の平均化学組成にくらべるとSi, Al, Kなどに圧倒的に富み、Fe, Mg, Sに乏しい。陸の岩石の平均密度は2.5から3.0程度で地球の平均にくらべると大変小さい。これらの陸の岩石の主要な特徴は古くから知られていた。

人類のもつ地球観は60年代から70年代にかけてのプレートテクトニクス革命によって一変した。プレートテクトニクスによれば陸は日本列島のようなプレート沈み込み帯で生まれ、それが集まり大きな大陸となる。それは軽いゆえにマントルの上に浮かぶ「永久不沈」の存在とみなされた。大陸は地球の進化過程を通じてプレートテクトニクスによって一方的にかつ漸次的に増えつづけてきたとみなされたのである。

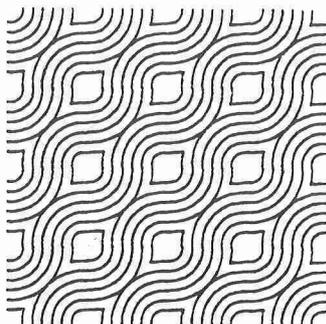
最近の太陽系惑星の科学探査の進展によって大陸を特徴づける岩石は地球にのみ存在することがはっきりとしてきた。地球にのみ独特の進化過程が地球表面の四割近くの大陸（地球全体の体積比にして0.57%）を作ったに違いないと誰しも考えるようになった。

80年代以降、岩石の同位体に関する研究と地球のダイナミクスに関する研究が大いにすすんだ。Sm, Nd や Sr などの同位体研究は地球の歴史のある時点から大陸

はマントルから一方的に分化していない、むしろリサイクルが主であることを示唆し、プレートテクトニクス的大陸観は見直されるべきであることを示した。また、固体地球の物質循環と分化の結果形成された大陸、上部マントル、下部マントルそして核などのシステムの間相互作用を考慮した地球進化そして大陸形成過程の研究が重要であると考えられるようになった。

私も主要な研究対象としている地球上の海溝と大山脈地域は地球表面の地形的に最も高いところと低いところである。しかし、興味深いことにこれらはいずれもプレートが収束するところである。これらの地域に関する最近の研究の進展は総延長40,000km近くに及ぶ海溝の三分の二以上で「造構性侵食作用」が進行していることがあきらかとなってきたこと、そして大山脈地域から超高压変成岩（地下100km以上に沈み込んだ記録のある陸の岩石）の相次ぐ発見である。この二つの事実は「永久不沈」と考えられていた大陸がプレート収束帯で大規模に地球内部へ戻っている可能性を示している。

大陸がこの地球上でどのように生まれ、成長し、そして消滅するのかという問題は固体地球内部での数千万年から10億年以上に及ぶという時間スケールでの物質循環を解くことであり、地球の過去・現在そして未来を知るカギである。海溝地域でのあるいは造山帯での現代地質学の主要なテーマの1つである。



## Dislocation Formation During Early Crystal Growth

Jillian F. Banfield (鉱物学専攻)

jill@min.s.u-tokyo.ac.jp

R.Lee Penn

rlee@geology.wisc.edu

Dislocations are important features in crystals.

Spiral growth at sites where screw dislocations exit surfaces can dominate kinetics, especially in cases where the driving force for crystal growth is low.

Dislocations increase elasticity by several orders of magnitude, provide critical sites for nucleation during unmixing or phase transformations, are reactive sites in mineral dissolution, and greatly impact diffusion.

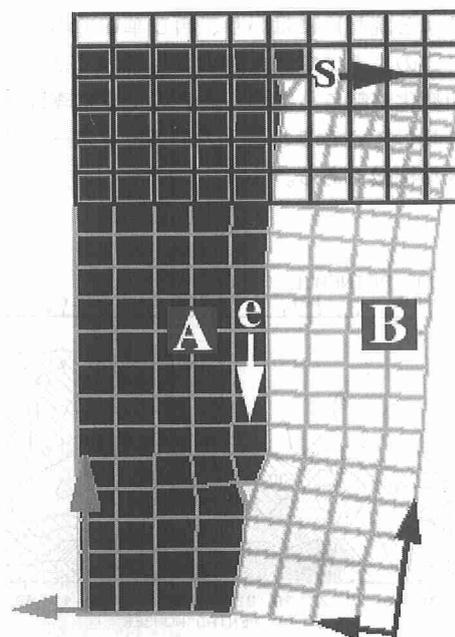
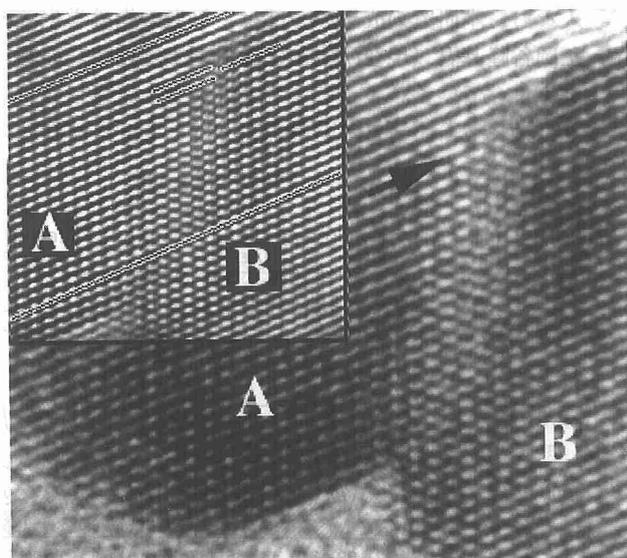
However, crystal nuclei (nanocrystals) are defect free and the origin of dislocations during early crystal growth is often unclear.

When aggregates of nanocrystalline titania ( $\text{TiO}_2$ ) particles coarsen under hydrothermal conditions, experimental studies show that oriented attachment becomes an important growth mechanism. This involves rotation of adjacent particles so that they share a common crystallographic orientation, followed by joining of these particles at a planar interface. This mechanism of crystal growth removes surface energy through complete elimination of the mineral-air or

mineral-fluid interface.

Oriented attachment can give rise to homogeneous single crystals or crystals separated by twin boundaries or other planar defects. High-resolution transmission electron microscope (HRTEM) studies reveal that growth can also involve attachment characterized by a small misorientation in the interface (imperfect oriented attachment). Misorientation arises because attaching surfaces are not always atomically flat. Edge dislocations form in the regions of step sites. The dislocation type, ranging from pure edge to pure screw in character, depends on the rotational relationship of the primary crystallites.

Imperfect oriented attachment involving multiple particles may result in closely spaced dislocations with a wide range of Burgers vectors. Interlaced dislocation growth can then lead to formation of complex, long period structures whose origin has remained obscure.



HRTEM image of two crystals, A and B, joined by oriented attachment (left). Diagram (right) shows sources of dislocations of both edge(e) and screw(s) character in a group of three particles joined by oriented attachment.

# 華南における初夏の降水量変動をさぐる

松本 淳 (地理学専攻)

jun@geogr.s.u-tokyo.ac.jp

今年の夏の天候は大変不順であった。北日本では梅雨が明けなかったし、中国の揚子江や韓国などでは大洪水になった。なぜだろうか？ 近ごろのこのような異常気象は、すぐにエルニーニョのせいにしてしまう。たしかに今年はエルニーニョが終わりかかっていたので、何らかの影響は考えられる。しかし具体的にどのような物理的なプロセスが働いてそうなったのか？ ということを知るのは容易ではない。今でも気候変動のプロセスは謎だらけなのである。近年この謎を解くための重要な鍵のひとつを、アジアのモンスーンが握っているのではないかと考えられるようになってきた。それで今年は、アジアモンスーン地域の広い範囲で、国際的な特別観測態勢がとられていた。これにより異常な夏の原因も、解明が進むであろう。その成果についてはまたいずれ紹介するとして、今回はこれまでにやってきた気候変動研究として、中国の華南地域における初夏の降水量変動について述べてみたい。

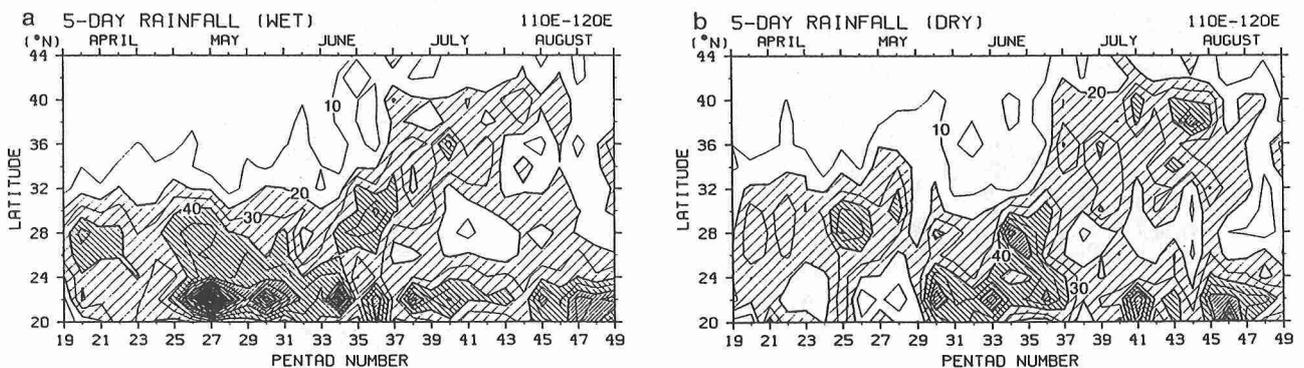
中国の華南地域は、東アジアの夏のモンスーンが最初にはじまる地域である。中国大陸東部の降水量は、4月には華中よりもっとも多い。それが5月中旬には、華南で急激に雨が多くなり、華南の降水が中国ではもっとも多くなる。その後6月中旬には日本と同様に梅雨（中国語ではメイユと読む）にはいり、再び華中での降水量が多くなる。このように中国大陸の5月中旬には、大変に急激な季節変化が起きている。このように季節変化が大変はっきりしていることは、アジアモンスーン地域の気候の大きな特徴である。

この時期の半月間の降水量の年々変動を、1954～92年の39年間について、中国から入手した降水量データを使って解析した。その結果、年々の降水量の変動は大変に大きく、また降水量が極端に多い年（多降水年）と少ない年（寡降水年）とに大きく分けられることがわかった。そして、寡降水年には華中から華南への多降水域の移動が5月下旬まで起こらず（図参照）、全体として広域的な大気の季節変化が15～20日程度、多降水年よりも遅れている。しかしこのような季節進行の遅れは、不思議なことにその後の華南から華中への多降水帯の移動には関係していない（図参照）。

ではなぜ、多降水年には季節変化が早いのだろうか？ いろいろ調べた結果、多降水年には南シナ海北部における海面温度が、2月上旬から4月下旬にかけて平年よりも高いことがわかった。この高い海水温により、この地域の季節進行が早まるものと考えられる。ではなぜ、2月上旬に南シナ海での海面水温が高くなるのだろうか？

これには1月下旬の冬のモンスーンが弱いことが関係しているようだ。つまりある特定の時期の冬のモンスーンの状態が、次に来る夏のモンスーンの開始時期を支配している可能性がある。一方この変動は、エルニーニョとは直接的には関係していないらしい。気候変動のすべてがエルニーニョのせいではないのである。

なお、本研究の成果の一部は、筆者の指導学生であった岡谷隆基君（現在所属・建設省国土地理院）の修士論文によっている。



華南の初夏の多降水年（左）と寡降水年（右）における、中国大陸東部の半月降水量の季節推移。等降水量間隔は10ミリ。

# 月隕石に見られる物質移動の痕跡 スーパードライな月表面はウェットだったのか？

鍵 裕 之 (地殻化学実験施設)

kagi@eqchem.s.u-tokyo.ac.jp

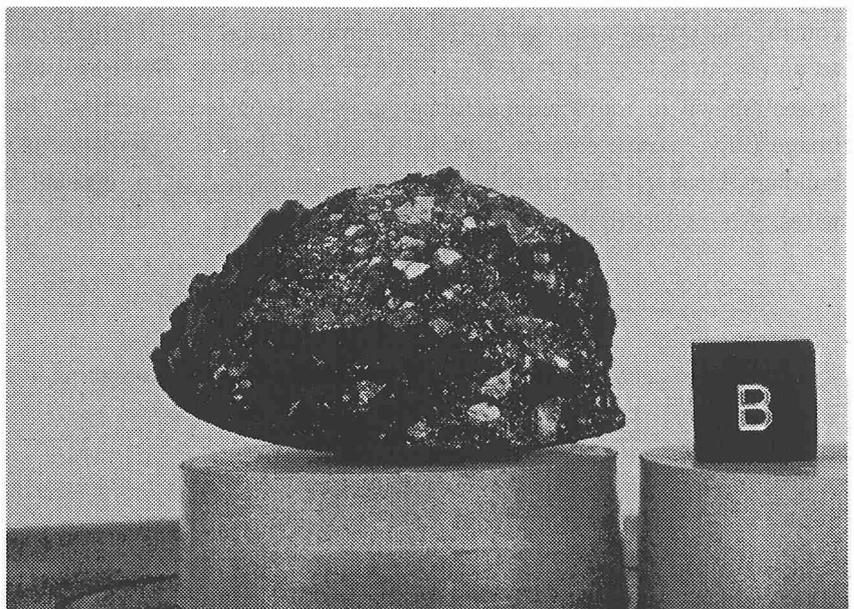
最近の Prospector や Clementine 計画により、月面における「水」の存在が観測されつつある。我々のグループでも月から飛来した隕石を用いて、月での水の痕跡を探索する研究を最近行った。残念ながら月起源の水を直接検出するには至らなかったが、水が関与したと思われる物質移動の痕跡を隕石中から見いだした。

我々の成果について紹介する前に、手短かに希土類元素について述べておきたい。御存知の通り希土類元素は4f軌道に電子が充填されていく14個の元素群であるが、5s電子による遮へい効果によって極めて似通った化学的性質を持つことが特徴である。天然物質の起源を化学的に調べる優れた手法として、希土類元素の濃度を始原的な隕石の希土類元素濃度で規格化し、横軸を原子番号、縦軸を対数スケールでの規格値としてプロットする希土類元素パターン(REEパターン)がある。例えばマグマオーシャンが起これば液相側の物質はイオン半径の大きな軽希土類元素が濃集されるし、また海水のREEパターンは溶媒抽出の際の分配係数を反映したようなパターンになる。アポロ計画で採集された月の石で、特に高地起源の試料のREEパターンにみられるセリウム(Ce)の濃集(正のCe異常)が、かつて月表面に水が存在していたことを示唆するデータとして10年以上前に日本人研究者らによって発表され一時期注目された。しかし、月の環境は極度の乾燥状態にあるという見解からその後地球科学のコミュニティでは積極的にその研究を推進す

る流れは起こらなかった。ちなみにCe異常は水の存在下でのCeの価数変動による化学的性質の変化が原因と考えられ、風化の指標とも言える。念のためCe異常は火成作用では生じない。南極産の月隕石においても高地起源と見なされる試料からは正のCe異常が観測される。

我々は南極産月隕石を対象として、鉱物の内部組織を反映した物理化学的特徴を観察することにより、Ce異常の起源について考察した。まずは鉱物中に微量な水素が一種の格子欠陥として含有されるのではないかと考え、慎重に赤外吸収スペクトルを測定したが、やはり月隕石はドライであった。気を取り直してそれぞれの鉱物から検出される吸着水の量をCe異常の大きさと比較することにした。ここにいう吸着水は、地球上の水が月隕石落下後に鉱物表面に吸着したもので、鉱物内部に「ひび」が多いほど、あるいは鉱物が水に対して親和性が強いほど水は吸着されやすい。驚いたことにCe異常の大きさと吸着水量との間に正の相関が見られた。これは、Ce異常が鉱物組織の変化に依存する過程、すなわち風化過程などによって生じたことを示唆しており、鉱物内部から元素が移動したいわば通路のようなものを間接的に観察したことになる。この風化過程が月面において生じていたのか、あるいは地球上に隕石として落下後に生じたかが次の問題となる。今後は隕石だけでなく月の石についても同位体系も合わせた研究を進めていく予定である。

月隕石Y-791197の写真。スケールのさいころは2 cm角。(1987年版の南極隕石写真カタログ、国立極地研究所より転載)。我々はこのような岩石片から薄片を作り、一つの結晶からスペクトルを測定した。



## Low dimensional properties of semiconductor surfaces: the case of a cubic SiC(001) surface

Han Woong Yeom (スペクトル化学研究センター)

yeom@chem.s.u-tokyo.ac.jp

Lowdimensional systems, one or two dimensional arrangements of atoms, possess exotic and attractive physical properties, such as instability of metallic phases, anomaly of lattice vibrations, charge or spin density waves and superconductivity. Surface layers of crystalline solids provide a variety of two dimensional atomic arrangements, which can be probed directly by many experimental methods. Although not that common, some solid surfaces exhibit highly anisotropic structures, which lead to linear chains of atoms or molecules. Such anisotropic structures on solid surfaces provide another and new type of one dimensional materials to be investigated. On semiconductor surfaces, recent interests on one dimensional structures concern not only pure scientific motivations but also technological potentials for the future electronic devices in a nanometer scale.

Since the key for the interesting low dimensional physical properties lies on the behavior of electrons, the detailed investigation of electronic structures are of prime importance for the one dimensional structures on solid surfaces. We have recently investigated the atomic and electronic structures (band structures) of the well ordered one dimensional structures on semiconductor surfaces such as In, Al, Ag linear chains on Si surfaces. The most recent example of these researches is the highly-stable and highly-controllable one-dimensional chains of Si atoms realized on the surface of a SiC crystal. The atomic scale 'wires' shown in the scanning tunneling microscopy image (Fig. 1a) are composed of Si dimers as their building blocks. The density of these 'quantum' wires, whose length is as long as  $\sim 1\mu\text{m}$ , can be

controlled quite easily and the most dense phase of them is the  $3 \times 2$  arrangement of the building blocks.

The band structure of the electrons localized on these wires in the  $3 \times 2$  phase was probed by angle-resolved photoelectron spectroscopy, which is a unique electron spectroscopy capable of measuring the energy and momentum of electrons. We found four different electron bands related to the quantum wires within the band gap of bulk SiC (Fig.2). The band structure measured shows, however, only very small dispersions, which suggests that the electrons are localized without a significant interaction even along the quantum wires. That is, each building block of the wires is rather independent of each other. Thus a Si quantum wire is not one-dimensional in terms of its electrons but is 'zero dimensional'. This peculiar zero dimensional property shows up in a detailed STM images of the  $3 \times 2$  phase as shown in Fig. 1b. At a certain condition, the  $3 \times 2$  unit cells show random spatial fluctuations (in their structure or charge density). This fluctuation (or disorder) is not dynamic and is frozen even at room temperature. We believe that this fluctuation reflects the zero-dimensional character of the surface, which is, however, contradictory with its one-dimensional appearance.

As demonstrated in the present example of the Si cells on the SiC surface, the low dimensional structures on semiconductor surfaces will bring us into a world of puzzling and challenging physical properties. Beyond the scope of pure intellectual interests, the researches on such structures will provide a pole of the bridge to the future quantum-scale electronic device technology.

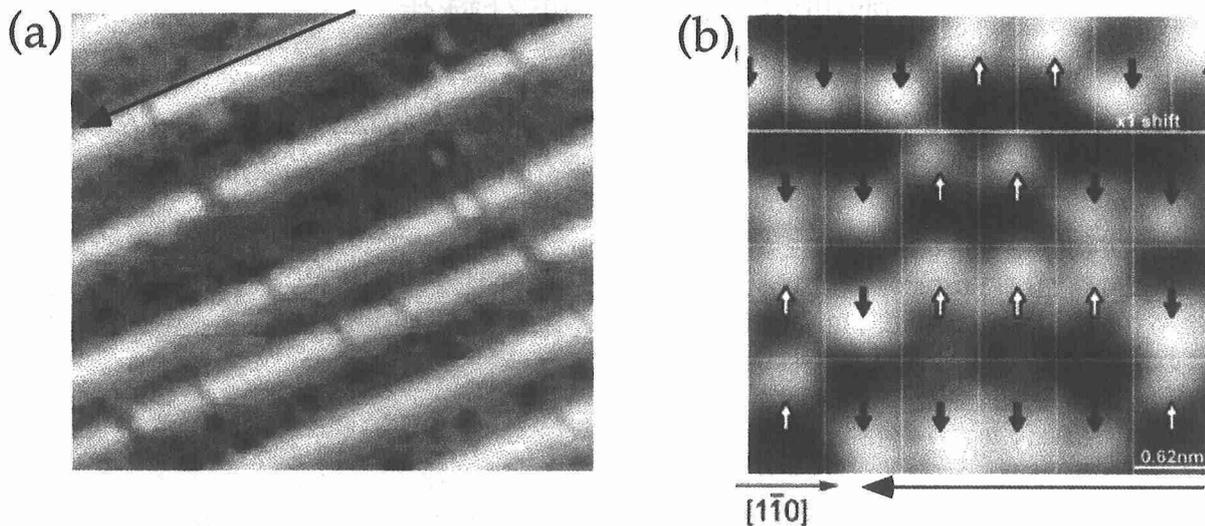


Figure 1. (a) A scanning tunneling microscopy image of the Si quantum wires formed on the cubic SiC(001) surface. (b) An empty state image of the  $3 \times 2$  phase composed of the quantum wires, which shows a random fluctuation of unit cells.

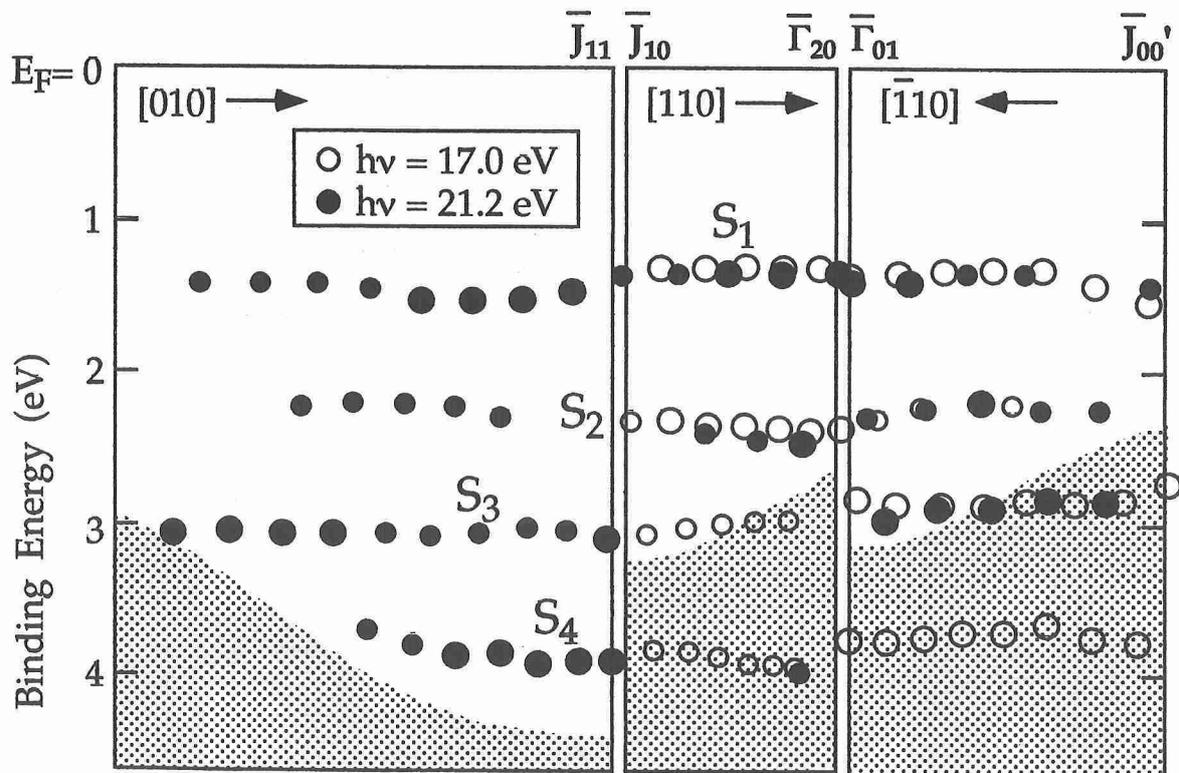


Figure 2. Experimentally measured dispersion curves for the electron states localized on the quantum wires when they form the  $3 \times 2$  phase. The hatched areas are the SiC bulk band.

## 銀河系バルジの赤外線星

中田好一 (天文学教育研究センター)

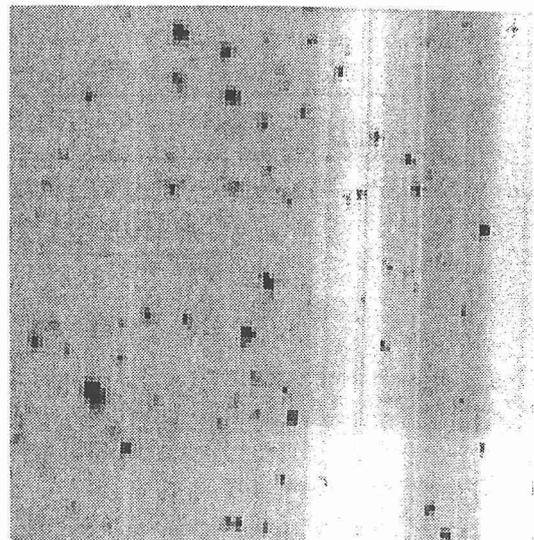
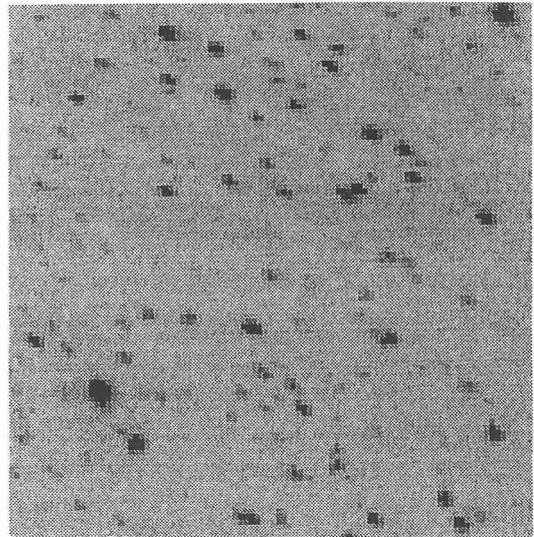
nakada@kiso.ioa.s.u-tokyo.ac.jp

夏が終わり、天の川が夜空高く流れる季節となった。天の川とは、銀河系円盤をその中に埋もれている太陽系から眺めた姿である、ということは広く知られている。しかし、この銀河系の真の姿を知ることは案外に難しい。

銀河系は、今述べた銀河円盤、バルジと呼ばれる中心部の恒星大集団、それにこの二つを包み込んで大きく球状に広がるハローの三成分からできている。それらの中で、バルジは銀河系初期に中心部に形成された巨大な球状星団のようなものと理解されていた。しかし、近年観測が進むにつれ、バルジを構成する星の化学組成、バルジの形態や運動がそれほど簡単なものではないことが判ってきた。筆者は数年前に赤外天文衛星 IRAS のデータから、バルジは従来考えられていた偏平な回転楕円体ではなく、銀河円盤の中央に巨大な俵が横たわるような形状を有するという説を唱えた。幸いにこの解釈は現在広く認められるに至ったが、バルジの正確な形はいまだに不明である。

バルジの形を決める最も単純な方法は、バルジの中にある星までの距離を多数測り、これらの星の位置を空間にプロットしていくことである。位置測定にはバルジに多数含まれている長周期変光星がよい。これらの星の変光周期と光度の間には一定の関係が知られているので、観測から周期と見かけ光度を測ると、距離を計算することができる。バルジの北側は日本からも観測できるが、南側を含めた全体となると南半球から観測したくなる。たまたま、南アフリカ天文台、国立天文台、東大理学部の3者による共同研究「南天の赤外撮像観測」が発足したので、その一環として「銀河系バルジの長周期変光星探査」を行うこととなった。

ケープタウン郊外にある南アフリカ天文台構内に、19世紀に作られたドームと望遠鏡回転台座が残っており、まだよく動くということでこの台座に40cm望遠鏡と三菱電機製PtSiアレイを組み込んだカメラを搭載したが、くさりに吊るした錘りを台座回転の動力としているのには驚いた。バルジの観測シーズンは4-8月であるが、この時期ケープタウンは生憎連日曇り空が続く。観測のため一人望遠鏡に張り付いている大学院生の松本君からは、「今晚も見込みがありません。ワインの空瓶だけ増えていきます。」と恨めし気なメールがまい込む。それでも、4年間データをとり続けた。データの解析は現在進行中であるが、これまでに観測領域の1割程度の部分から約200個の長周期変光星が見つかった。赤外線を使い、星間吸収の強いバルジの根元までよく眺めることを狙ったが、果たしてバルジの姿をあぶり出せたか、しばらくはハラハラする日が続きそうである。



検出された変光星 (写真中央)。上は下の250日後。