鉱物学における定義と法則*

ON THE LAW AND THE DEFINITION IN MINERALOGY

高 野 幸 雄 (Yukio Takano)**

1. 序 論

本邦における岩石・鉱物・鉱床学の分野でもっとも長い伝統を誇り、また輝やかしい学問的功績を挙げつつあります。本会の昭和49年度年会におきまして、その冒頭に講演する機会を与えられましたことは、私にとって誠に光栄の至りで、学問的にも私がおもとお慕いしております南部松夫会長以下役員各位に厚く御礼申し上げます。また本講演の内容に関しまして御懇切なる御教示と討論を賜った高木佐知夫・漢秀雄・吉岡甲子郎の3東大教授と砂川一郎東北大学教授およびロンドン大学のDr. A. L. Mackay に深い敬意を表します。

本会は昭和3年10月24日に発足し、翌4年1月に岩石鉱物鉱床学会誌の創刊号を刊行致しましたので、3年後には本会創立満50周年の記念すべき年を迎えることになります。本演題に関連致しましては5年前に新装なった青葉山キャンパスにおきまして本会40周年記念講演として、八木健三・須藤俊男・今井秀喜の3教授によってそれぞれ岩石学・鉱物学および鉱床学の分野における最近40年間の進歩と展望を演題として行われました。したがってこの3教授の御講演から引用させて頂きたいことが多々御座居ますが、既に本会誌63巻5号にその詳細が収められてありますので、時間の節約上、そのごく一部だけを引用させて頂くのに留めたいと存じます。

この記念講演の中で須藤教授は鉱物学のこれからの研究に関しまして、時には乱麻のように乱れたデータの集積の上に、従来よりも大きい統一の系を引くことも必要であろうと結論され、またたがい他相手の分野の基本的性格を理解する努力が必要であると論じて居られます。この結論はこれからお話し申し上げる内容と符号する面が多々あると存じます。また、八木教授は本会の創立者神津俊佑先生を讃えて、当時神津先生の研究目標を理解出来ない本邦の一部の地質学者からあの男は石を煮たり焼いたりすると蔭口を叩かれながらも屈せず初心を貫ぬかれたと評されて居られます。Tuttle から30年

も前に素晴らしい着想の研究をして居られたと敬服されたそうです。当時の先生は自ら Mineralogist ではなく Petrographer だと称されて、物理・化学に基礎をおいた研究に取り組んで居られたとあります。終戦後間もなく宿もない頃、大阪中之島にあった阪大理学部をめぐりに神津先生と同じく故人の森博氏と私の3人で3日間使わせて頂きました。先生の御健啖を満足して頂くためにお菓子や密柑を求めて夜の街を走り回った懐かしい思い出も御座います。その折も先生は私は Mineralogist ではなく Crystallographer だと仰言って居られました。私も先生は確かに Dynamic Crystallographer の先駆者と同時に、Dynamic Petrographer であられたと、年を経るごとにその感を深く致して居ります。このような先見の明に卓越した創始者を仰ぐことは私ども会員にとって誠に誇りであり、会員相携えて神津先生の実験岩石学・動的結晶学の後継者として恥ずかしくない成果を得るよう尽力致したいと存じます。私より先輩の先生方は、私から申し上げるまでもなく神津精神を体得して居られますが、本会の将来の発展をその双肩に担う中堅・少壮会員各位にこの席を借りまして、とくにお願い申し上げます。

未熟な私が誠に壮大な演題を掲げて、虎の威を借りる狐の態のスタートとなりました。実は3年前の本会誌に掲載させて頂きました双晶に関する論文の冒頭に、双晶研究史とともに、その歴史的必然性を略述させて頂きましたところ、あとで二・三の先輩の先生方から「啓蒙的で大変結構だ」とのお賞めの言葉を頂戴いたしました。私も後進の啓蒙を考えねばならない年輩になったのかと、ちょっと寂しい気持ちにもなりましたが、折角の有難い機会を活用させて頂くことと致しました。大変不適な面も出て来ると存じますが、何卒お許し賜りますようお願い申し上げます。

2年足らず前の一昨年4月4日夕刻にこの会場隣の棟の化学教室2階の第1講義室は俄に室内の通路はもと

* 日本岩石鉱物鉱床学会昭和49年度総会特別講演

** 東京大学教養学部

より入口の廊下まで全国から集った地学研究者で膨れ上がりました。ここに居られる方々の中にも記憶を新たにされる方々が何人もいらっしゃる筈ですが、地質学会の80年学術大会の295番の研究発表を今や遅しと待ち受けたからです。演者は井尻正二、課題は「地質学における第一法則と第二法則」。彼は学会における最後の研究報告と前置きして、地質学における2つのタイプの法則を説きました。第一のタイプは物理学・化学の因果律で代表されるように規則的・普遍的で、これを何回繰り返しても変ることのない法則である。他方、第二タイプは哲学者ヘーゲルが経験科学の法則に触れて論じたもので、事象の内的必然性にしたがってその発展を必然的にとらえたものであるとしております。即ち動物界において魚類から両棲類を経て、爬虫類に進化するのがこれでありましょう。この発表を伺いながら、物質科学の要素がより多い鉱物学の分野で、結晶構造解析で数多くの新事実群が整列した新時点で、時には虚心担懐に鉱物学全般を見渡すことも必要と感じたのは私一人ではなかったと存じます。4年前に歩を一にして古今書院と平凡社から地学辞典が出版されたのも私達の分野を見直す上で大変好都合でした。私は担当した項目こそ全く異なりましたが、両方の辞典の項目を執筆した一人となりました。執筆者の誰れもが原稿を書きながら感じられたように、これまでの自分の学問を客観的立場から眺める良い機会が与えられたと思います。この講演ではマッカイのもとで科学的な観察を行なった影響も出てくると存じます。彼の薦めで聴いたBBC放送のJacob Bronowsky教授の“The Ascent of Man,”が、NHK教育テレビで正月4日まで連夜45分間ずつ13回放映されたのも奇しき因縁で、昨秋、俄かに世を去った同教授も天国で微笑んで居られることと思います。

2. 定義と法則

自然科学の分野において、定義・法則に関連する術語としては、定義 Definition・演繹 Deduction・帰納 Induction および原理 Principle・公理 Axion・公準 Postulate・仮説 Hypothesis・定理 Theorem・法則(定律または律) Law などがあります。時間の都合上、一つ一つの説明は省略させて頂きますが、このうち公理・公準およびそれらから演繹される定理の3つは主として数学の分野で用いられていることは御承知の通りです。また一定の主張や判断を言葉または文字で表現したものを命題 Proposition と呼び、公理・定理・法則などは、その表現された段階で命題ということになります。最近ではデータと理論とを結びつけるための演繹と帰納のほかのもう一つの知的な営みとして、仮設発想 Uppduction

なる術語も用いられるようになりました。

これらの中で経験科学の要素の多い動物学・植物学・地質学・鉱物学の分野では、とくに数学に関連の深いものの以外は、法則すなわち(定)律または仮説と呼ばれるものが多いことは当然でしょう。Mendel の遺伝の法則、同じく遺伝に関する Hardy-Weinberg の法則、Smith の累置の法則などです。

さて鉱物学の分野で教科書などでも常に法則と呼ばれて来たものはつぎの4つです、

面角一定の法則	N. Steno	1669
有理指数の法則	A. R. J. Haüy	1801
晶帯の法則	C. S. Weiss	1804
同形の法則	E. Mitscherlich	1819

また鉱物学および結晶学における既定の事実として、扱われてきたものは、

32 晶族(点群)	J. F. Hassel	1831
14 空間格子	A. Bravais	1842
230 空間群	A. Schoenflies	1891
ラウエの方程式	M. von Laue	1912
ブラッグの方程式	W. H. Bragg W. L.	1913

このほか一般に法則と呼ばれるものに、イオン構造に対する Pauling の法則、鉱物の諸相の平衡関係をしめす Goldschmidt の鉱物学的相律 Bowen の火成岩の分化に関する反応原理、Johnsen の終局の結晶面に関する法則などが挙げられましょう。また鉱物学の発展の過程において、その当時もっとも有力な仮説とされたものも数多く法則と呼ばれて来ました。結晶面の網面間距離からその対応する形態的結晶面の重要度を占った Bravais の法則(1849)やこれを手直した Donnay-Harker の法則(1937)もその例でしょう。ドネイらのように始めから著者自ら法則とうたって世に問うたもののほか、仮説とか論などの形で発表されたものは枚挙にいとまがありません。

これらの法則を命題として表現するためには、そこで用いられる術語の概念を明晰に確定しておかなければなりません。その叙述が定義であります。鉱物学の分野では、鉱物とは……、鉱物種とは……、結晶とは……、単位格子とは……、と定義が与えられた基盤の上で法則が成立するのです。八隅に同価の格子点を持たないもの、さらには八隅のうちいくつかが格子点が存在しないものをも結晶格子、単位格子に含めるという定義であったなら、中段で述べた14空間格子・230空間群は異なった数を冠するものになります。結晶体に対してカットターなどで人工的に裁断してつくった平面をも結晶面と呼ぶとしたら、面角一定・有理指数・晶帯の諸法則は成立しな

くなります。私どもの分野では学問の性質上、ともすれば曖昧な定義をそのままにして今日まで至っている例が極めて多いのですが、それらの通称は学問大系をキチンと整理する上で大変な妨害になるばかりでなく、私達の研究対象の間を縦に横に結びつけているきずなを見落させる結果さえ招来いたします。あとでその具体例として今述べた Mitscherlich の同形 Isomorph と中谷吉郎がそれを終生使わなかった術語双晶 Twin を挙げさせて頂きます。

3. 定義・法則の前進

博物学における法則は、先覚者が経験的に見出したものが多く、しかも天然に存在する事象を包括しなくてはならないので、法則に背反する例外が許容される場合も数多く認められます。横臥褶曲が存在する地層間では果豊の法則が成立しないのもその好例です。鉱物学における諸法則も例外が許容されるべく発足したのですが、後の学者達が物理・化学・数学などから導入されたその後の知識を加えて例外の許容範囲を著しく狭めたことは注目に値します。面角一定の法則に対して後の学者が等温・等圧下においてと結晶に対する条件を与えることによって、高温型・低温型などの変態間ではもとより、同じ相の結晶軸相互間における膨脹率の相違による些かの面角変動への許容の道も閉じてしまったのです。これは近代科学者として大変素晴らしいことです。17世紀後半のステノ当時は、面角一定の法則を α 型と β 型の両方の水晶を同種の結晶として適用した人も居たかも知れませんが、法則をこのように厳格にしたことによって、今は別の結晶の面角として扱うこととなります。この両者の間は三方対称と六方対称の相違ばかりでなく、底面に投影した場合の Si の配列が前者においてのみジクザク状になっており、 β 型から α 型に転移した場合の c_0 の収縮が約1%であるのに対して、 a_0 の収縮はその倍の約2%に及び、したがって面角にも影響ある値となって表現されるからです。鉱物としてはとも角、結晶として左像と右像を別の結晶と扱かうのならば——これは私の双晶を厳密に解釈するための希望条件なのですが——面角一定の法則に左向き・右向きの面角の区別も加味して、「等温・等圧下において、同種の結晶の対応する面の球面座標値は完全に一致する」と面座標値一定の法則と現代化として頂きたい気も致します。1844年 Mitscherlich の投じたラセミ酸と酒石酸のナトリウム・アンモニウム複塩の光学的不活性・活性の問題をその4年後に見事解決した Louis Pasteur は、ピンセットで天然には単独で存在しない左旋性の酒石酸を分離したのがそのきっかけだったからです。右像と左像とでは人工調味料や駆虫剤

など実用面でもその作用を異にするものが屢々あるので、物質名としてはとも角、結晶の種としては別の扱いにした方が科学の発展に寄与するところが多いと存じます。この結果、双晶の分類上、私がその置き場に困っていたブラジル双晶を左・右の別の水晶の規則的集合体ということで、ジルコンとゼノタイムの透入連晶と同様に双晶の枠の外に追い出してしまうことができます。しかし、そのようにするとほとんどの場合にブラジル双晶として産出する紫水晶はその結晶形態は仮像的な扱いかとなり、独立の結晶としても少しく疑点が投げかけられることとなります。虹彩を有する Labradrite についてもその原因がある結晶面に平行に配列して挟まれている Hematite などであることが三浦・富阪・加藤らの研究で明らかにされました。造岩鉱物にはこのように別の結晶が相互に規則的な関係で結びついているものがしばしばあるのだとしたら、それらを同定し、その結晶学的な関係を明らかにすることも私達鉱物研究者のこれからの仕事になって行くことでしょう。

昨年3月24日東京で開催された第4回結晶成長国際会議の開会式において「雪の結晶」と題して F. C. Frank が中谷吉郎らの研究を中心に紹介されました。すでに砂川一郎がその全文を訳しておられますが、注目に値することは中谷が雪の双晶に対して全く双晶という術語と結晶面のミラー指数を使っていなかったと言及していることです。フランクはこれを中谷のオーソドックスな結晶学者に対する小さな間違いだと説いています。このことは40年近く以前に本学会誌にはじめて双晶空間群論を提起した結晶学者の伊藤貞市がその論文中において「形態において双晶と称するとき、それを規定する双晶面や双晶軸にはかなり便宜的なことが多い。」と双晶そのものの定義の曖昧さを喝破しているのとよく符号します。中谷の弟子の一人である小林禎作も現在「双晶の定義がきわめて一般的に曖昧なこともあり、雪の双晶をいいだすのになんとなく躊躇したのは暗々の事実である。」と書いています。しかし彼もフランクの講演の刺激を受けて“雪の12枝結晶”なる双晶として扱った論文を纏めたようです。私は中谷の原典の第9節“十二花の結晶”の項と335~352のその18の写真版と各校の間の各度表をしめす第1表を丹念に見ました。その表によりますと、私の分類による6 tm の交叉双晶である夾角29~31°のもの27, Kronberg-Wilson 方式の Secondary Recrystallization の Coincidence-site Lattice の概念による夾角を満足すると思われる夾角26.8-28.8°のもの11, 同じく20.5-23°のもの2, 更に24花すなわちダブルの双晶とも申すべき6 tt の重交叉双晶の14-16.5°のもの5となりました。したがって中谷の記述とその写

真版によると、雪の結晶には12花と24花の2種類の双晶が存在するだろうということになります。それでもなお、中谷が双晶と書くのをためらっていたのは、彼の写真版 347~351 に関する記述で、骸晶の一底面が発達した6花が2個重なったとも解釈できるとしたからでしょう。彼は6花づつが数を数えて、それぞれ別の2枚の平面に属しているように書いて、その写真版でも6花づつに分離させた実験を示しています。また小林が急視観測を行なったという27.8°および21.8°は確かに有意の関係ですが、狭義の双晶ではなく、対称性の高い金属などの再結晶の場合に屢々見られる現象に類するものでありましょう。フランクもクローネベルグ・ウィルソンの理論を双晶に関する理論と考えていないように受けとれます。構造上の Reticular が一致することは双晶するための可成り有力な条件でしょうが、狭義の双晶のための充分条件ではないと私は考えています。

このような鉱物学における定義の曖昧さが教育者の端くれの私にも青天のへきれきの想いをさせました。学生実験の説明でいつものようにマイカを左手に持ち、右手でこれを剣がしながら「底面に平行な頗る完全な劈開。」と説いた時、一人の学生がつと近よって来てマイカをいじり始めてこう言いました。「これは今先生が剣がしたのではなく、もともと剣がれていたのではないですか。」と。私は「まさしく君の言う通り。昔から本のページを繰るごとくマイカ・ブックとも言われてね。」と追加説明を行なう破目になりました。爾来私の劈開の説明には、木髓と方鉛鉱か方解石（これも菱解石と呼ばれるべきですが）を用意することにしました。それから暫らくは、教科書に記述されている通りに述べるのが大変怖くなりました。自信ももてないままにしゃべるので学生さん達も良く嘸みつくようになりました。説明の方も曰く斜方晶系これは{110}の四角柱または{111}の八面体の断面が菱形なので Orthorhombic というが、直方晶系と言うべきもの、同様に斜方十二面体とは菱形十二面体のことなんで、昭和36年に出版された実験参考者の467ページに書いてある斜方面体品とは菱面体品の誤訳であるとか。高木佐知夫もかつて高橋秀俊に「斜方とは？」と質問したら「菱形のことをいうんだ。面心と体心の格子をもつものの形態断面が菱形なので……。」とお説教を喰らったそうです。歴史的背景はとも角、現代語で立方・正方・六方そして直方晶系と並べたいと思います。等軸晶系を立方晶系と呼び替えたのは、既に物理・化学の分野で後者の方が広く使われているばかりでなく、前者は前世紀までの結晶体に対する知識の軸率に対応した呼称、後者は単位格子が立方体であるという20世紀の呼称であるからです。また、化学分野での混晶と

岩石鉱物分野での固溶体は同義語ですが、歩み寄りができないほど、両者とも不適当な術語に思えます。双方の分野で妥協できるスカットしたものはないものでしょうか。系列晶・置換結晶などと皆で探してゆきたいと思います。私が17年前に学会誌で提案した雲母多型なる術語も早速富阪武士らの採用するところとなり、全国的に用いられるようになりました。その一ヶ月後に出版された Eitel の著者にも勿論 Mica Polytype となっていました。ここで森本・小川の訳による R. C. Evans の結晶化学入門の一節を引用してみましょう。この同形 Isomorphism という術語は Mitscherlich の発想による概念で、結局その定義は「結晶が同じように配列された同じような構造単位からなるとき」に限られるのですが、そこに到達するまで小さな活字で2ページも費やさなければなりません。その前に顔を出している多形やそのあとの逆同形・重合同形についても同様です。これらのなかでたゞ一つの簡明に説明されているのは最後の項のモデル構造という原子価の違う同形をさす定義だけです。簡単な説明ですむ理由は、此の術語に「形」という字が入っていないからです。私達も高等学校までは類質同像・同質多像または異像、大学からは同形・多形または二形などと区別して覚えさせられた術語ですが、既に Bloss によってその一部は使われ始めたように、多構造 Polystructuralism・同構造 Isostructuralism・逆構造 Anti-structuralism・相似構造 Similar-structuralism・重合構造 Polymeric isostructuralism・多型構造 Polytypestructuralism のように文字を見ただけでそのもつ意味がわかるように統一化して頂きたいと思います。私の短かい一生の間に、多型という同じ術語の改訂を二度お願いすることも含むという面目ない提案となってしまうました。またこの「形」の字のついた術語を減らすことは、形態研究者と自認している私の研究の寿命をも縮めるものかも知れませんが、21世紀に向けた鉱物学のためにあえて提案させていただきます。この同形や混晶など隣接分野とも協議して、相互乗り入れを便利なものにして行かなければと思います。

4. 法則の検討への模索

自然科学の長い研究史の間に勇名を馳せた法則発見者の蔭に、数多の可能性を論じ試みて埋もれてしまった研究者が数多くにいたはずで。私達現代科学者はともすれば安易に特急や新幹線に飛び乗って仲間達と一緒に走って終うのですが、時にはその設計者や技師の身にも戻って、路線がどうあるべきか、路盤がこうであらねばならぬなどと構想を廻らすことも肝要と存じます。私達の学問分野での清水トンネルがどうの昔に開通してい

るのに、それを存ぜぬまま今なお新潟から東京への道として磐越西線の郡山または信越本線の長野を迂回している部門が全くないとは断言できないでしょう。この項で述べる模索の具体例は、私の不勉強に帰因する荒唐無稽が多すぎると存じますが、無名の科学者として灰に帰する者の一人の罪亡ぼしとして、その恥を忍んで敢えて私の法則探究の具体例を告白して、時にはこのような構想を練られた折の会員各位の法則模索への一助と資して頂けたらと念じます。

最前から申し上げましたように、近代科学としての鉱物学は1669年に発見された「面角一定の法則」に始まり「有理指数の法則」・「晶帯の法則」と続きました。そして現代の鉱物学は本世紀初頭のブラッグの方程式に続く結晶構造解析の基盤の上にどっかと根を下ろしています。この間に隣接分野の一つである化学界においても、A. N. Lavoisier の質量不変の法則(1774)をはじめ当量比例の法則(1792)・定比例の法則(1799)および倍数比例の法則(1802)が発見されています。この4つの法則はいま述べた鉱物ないしは結晶についての3つの法則と何か共通の要素を持っているような気がします。そうすると「質量不変」に対応する結晶の法則はないものでしょうか。私が東大の鉱物教室で北投石の研究をしていた頃、P. Niggli の教科書中の形態論の項で F. Rinne の研究を引用しているのに眼をみはりました。重晶石と同形の15種の鉱物について共通に発達した五角十二面体型の一対づつの柱底面の面角の平均値はいずれも $76^{\circ}53'$ になるというものです。もし斜方晶系の他の構造型の相互間でもこれが普遍的に見出されるのならば、結晶形態についての第3法則となるだろうと鉱物教室の中に大変な騒ぎになりました。さらに私が早速検討した霏石型・かんらん石型・オリブ銅鉱群のそれぞれ5種の鉱物の間などにこの法則が通用されていた。私はこれらの間に存在する僅少の差でも見出そうとして、Rinne の面角平均値の3倍値をとって、面角総和一定の法則という仮称を与えました。この仮称の御蔭で、倍数比例の法則が簡単な化合物に対して主として幾何学的な制約で成り立つと同様に、此の法則もまた軸率がある範囲内にあれば、個々の値の増減が釣り合って総和では同じ値になるという数の魔術に過ぎないと氷解され、同形すなわち同構造とだけ関連する事象ではないと言うことで幕を下ろすことになりました。大変残念な結果になってしまいました。Niggli の教科書に面角値表とともに2つの結晶図まで掲載されている事柄を解決したのは今でも自負し得ることだと思っています。この2年前、修士論文の「苗木産錫石の九連双晶」の結晶図を画く計算に難渋していた丸茂文幸を励まししながら、結局は彼の論文に問

に合すことは出来ませんでした。R. L. Parker の作図法より遥かに簡単正確に傾斜ステレオ・ネットから結晶図を導く方法を案出しました。もう20年ほど早く生れていたなら、日本鉱物資料続1・続2には随分お手伝い出来たのにと、これも一寸残念です。

1962年の三鉱学会で私は湊秀雄とともに結晶構造の記載における原点をその体心にとり、形態面指数と構造面指数を対応させるための研究発表を行ないました。たとえば閃亜鉛鉱におけるSの座標値は $222 \cdot 222 \cdot 222 \cdot 222$ と指数で表現し、形態面と対応させて考えるのを容易にします。対称面・映進面はその逆格子点の指数に $m \cdot a \cdot d$ を添えます。私どもが D_{2h} -Pnma などという空間群の記号をみても、n映進面が $0 \cdot 1/2 \cdot 1/4 \cdot 1/8$ のいずれのレベルにあるかは、その都度 International Table を参照しないと判りませんが、この方法によって指数からそのレベルを知ることができます。またダッシュの数がそのレベルの位置を、たとえばnは0、n'は $1/2$ 、n''は $1/4$ 、n'''は $1/8$ を表現するように約束しただけでも、空間群の記号だけでその格子の対称要素を記入することができ、原子の座標値と単位格子に含まれる z の数さえ書いてあれば、その結晶構造はTableを一々見なくても画けるのですが。

私はむかしから化学組成と鉱物名を対応させることが大変不得手でした。五年前に南部松夫を委員長とするIMA 記念出版委員会の幹事をお手伝いさせて頂いた折も、Manjiroite, Haradaite, Kozulite などと陸続と報告されて来た先生方を、別な世界に住む神様を仰ぐ面持ちでたどたどひれ伏して居た次第で御座います。同病相憐れむと申しましょうか、外国人の中の記憶力の悪い鉱物学者がこれら新鉱物名を脳裏に刻みつけるのも大変な努力を要しよう。早く図書の十進式国際分類法のように、その分類上の位置や組成がわかる背番号で鉱物と呼ぶ時代が来ないものかと空想したりもいたしました。鉱物にはない合成無機化合物や有機化合物にまで広く適用できる背番号にまで想いを馳せますと、結局は今から113年前に「テルルのらせん」として実質上の周期律を発見したバリの地質学の教授・ジャンクルトア的方式をとらなければならないと思います。彼はメンデレーフより6年早く原子番号52番のテルルまでの元素を、原子量の順にセクションペーパーを巻きつけた円筒の上で母線に並んだ上下の元素の近似性を論じて公表いたしました。彼の意志にしたがって、その後明らかになった元素のイオン半径の大きさの順序に縦の族の順に上から下へ番号をつけてみましょう(第1表)。すなわち、1族は10番台、2族は20番台、……7族は70番台の番号となります。また周期律の周期の番号から1を減じたものを1桁

第 1 表

0	1 H 01																	2 He 03	0
	3 Li 03	4 Be 04											5 B 05	6 C 06	7 N 07	8 O 08	9 F 09	10 Ne 10	
1	11 Na 11	12 Mg 12											13 Al 13	14 Si 14	15 P 15	16 S 16	17 Cl 17	18 Ar 18	1
2	19 K 19	20 Ca 20	21 Sc 23	22 Ti 24	23 V 25	24 Cr 26	25 Mn 27	26 Fe 28	27 Co 29	28 Ni 30	29 Cu 31	30 Zn 32	31 Ga 33	32 Ge 34	33 As 35	34 Se 36	35 Br 37	36 Kr 38	3
4	37 Rb 39	38 Sr 40	39 Y 43	40 Zr 44	41 Nb 45	42 Mo 46	43 Tc 47	44 Ru 48	45 Rh 49	46 Pd 50	47 Ag 51	48 Cd 52	49 In 53	50 Sn 54	51 Sb 55	52 Te 56	53 I 57	54 Xe 58	5
6	55 Cs 59	56 Ba 60	57-71 * 64	72 Hf 64	73 Ta 65	74 W 66	75 Re 67	76 Os 68	77 Ir 69	78 Pt 70	79 Au 71	80 Hg 72	81 Tl 73	82 Pb 74	83 Bi 75	84 Po 76	85 At 77	86 Rn 78	7
8	87 Fr 79	88 Ra 80	89-103 ** 84	104 84	105 85	106 86													9
周期 族	9 (1)	0 (2)	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	周期 族

* ランタノイド	57 La 60.1	58 Ce 60.2	59 Pr 60.3	60 Nd 60.4	61 Pm 60.5	62 Sm 60.6	63 Eu 60.7	64 Gd 60.8	65 Tb 60.9	66 Dy 61.0	67 Ho 61.1	68 Er 61.2	69 Tm 61.3	70 Yb 62	71 Lu 63
** アクチノイド	89 Ac 80.1	90 Th 80.2	91 Pa 80.3	92 U 80.4	93 Np 80.5	94 Pu 80.6	95 Am 80.7	96 Cm 80.8	97 Bk 80.9	98 Cf 81.0	99 Es 81.1	100 Fm 81.2	101 Md 81.3	102 No 81.4	103 Lr 83

の番号とします。第1周期のHは10番、Heは00番とします。このようにした場合は、同形すなわち同構造の化合物の組成となる元素は隣り合せた符号を持つこととなります。またイオン半径のダイアグラムが直線的になるように符号をつけた結果として、周期律の各族がそれぞれA・Bの亜族に分かれていたのが、a・b・cの3つの亜族に分かれるようになります。このうち一桁の符号の0~2はa亜族、3~5はb亜族、さらに6~9はc亜族となり、b亜族を標準の亜族と考えるとa亜族はこれより3を引いた妹亜族、c亜族はこれに3を加えた姉亜族となります。この番付では連続して似通ったイオン半径などの特性をもつアクチノイド族とランタノイド族では原子番号そのまま、百の位を除いた2桁の数字にアンダーラインを附します。すでに鉱物の分野でもDanaの第7版などで、鉱物名の前に番号を付して先頭番号1は元素鉱物、2は硫化鉱物、3~5は酸化物というように

組織化しようという動きは出て来て居りますが、後ろの方で出て来る珪酸塩鉱物などは可成り複雑な先頭番号になりそうです。それならば寧ろ有機分野にも適用し得る符号ということで、この符号方式ならば鶏冠石は163511、雄黄は163521、原子番号表そのものからならば前は1613311 後者は1633321 と言うような背番号を与えて、最初の二桁の数字である16が硫化鉱物であることを示すようにしてはどうでしょうか。

昨年9月第9回IMAで私が珪灰鉄鉱に突きささってこれと有意の関係にある水晶の方位を私達が開発した走査電顕による測角法で測定したと述べましたら、地元の形態学者Dr. H. Philipsbornはじめ何人かからその別刷を請求されました。昨年春渡米した同僚の武田弘も、アメリカでは目分量で角度を読みとっていたのだと、計算式の入ったその測角法が不思議なくらい持てやされたそうです。私はもっとも短期間に纏まる学部の

卒研と思って宮本正道に課題を与えましたのに。

最近の流行語である学際的 Interdisciplinary な成果の例を挙げさせて頂きましょう。昨年 11 月 30 日名古屋で開催された日本結晶学会の昭和 49 年度 年会に「可能なポリタイプ積層順序の総数」と題した発表が、雲母や SiC を対象として東大生化の修士院生の最上悟によって行われました。この発表を聞いて来た細谷資明もその直後、わざわざ私に「ポリタイプの問題もこれでけりがついたね。」と興奮して電話してきました。最上は前述の宮本と親友で、私の研究室で遊びとしてポリタイプの組合せの転がしに熱中した結果、物の見事に適中。これをさらに普遍的な形とするために、有限群論と直結させたものでした。私もとんびに油揚げをさらわれた感傷とともに、我が国における学際研究の芽ばえを大変嬉しく思っています。

古きをたずねることにより学問はスタートするのですが、古きを大事にしすぎては却って学問の進歩の妨げとなります。新しく出現した学説には、なんとなく重厚さや貫録に乏しい気がして、つい噛みつきたくなるものです。私が昨年一年間の英国留学生活中に忘れることのできないことが起りました。砂川教授の御紹介などで研究の合い間を縫って、Sussex 大学の双晶学の権威 R. W. Cahn 教授と、Birkbeck College の地質鉱物教室主任の A. F. Seager 博士をたずねたときのことです。カーン教授は「お前は私がかねて考えていた双晶の分類を、非常にユニークな形でコンプリートなものとして呉れた」と賞めそやして下され、シーガー博士は自宅の双眼顕微鏡で、リンゴのような形をしたダイヤモンドの双晶を覗かせてくれ、「そのリンゴのお尻のように窪んだところにお前のセオリーの主双晶軸がある」と教えて下さいました。どちらの先生も私の書物が完璧なものとはお考えになって居られないと思いますが、自ら客の説に都合のよいデータやサンプルを持ち出して来て下さる度量の広さに、私は異国の土で涙を流さんばかりで御座いました。これからは私もこれに見習って、反論ではなく支持する議論も多くぶって、学会の皆々様と互いに励まし合いたいと願っています。

折しも日本化学会が「化学の原典」なる叢書の出版を企画していると聞き及びました。この叢書は法則や物質の本性を発見した化学者達が、当時いかに研究し苦悩し、そして纏め上げて世に問うに至ったかのいきさつを詳しく解説して行く計画と聞いております。これら原典を繙くまでもなく、二百年前までの錬金術師たちはドイツの化学者 G. Ernst Stahl が唱えたすべての物は燃や

すとゆらゆら逃げて行くフロジストンなる物質と灰からなるという、当時の唯一の有効な法則を信じきって、これによって腐敗や呼吸作用まで説明していたのでした。かたちを持って人類の身の回りにあった鉱物学の法則はそれよりずっと以前に見出されて居ります。隣接分野の科学が近代化されていない時代に、よく私達の先達たちが結晶形態や光学的性質を詳細に調べ上げて、よくぞ鑑別したものと畏敬の念に堪えません。しかし反面、歴史が古いからもう一度近代科学の眼で洗い直す必要があるとも申せましょう。

5. 結 語

最後に私は第 2 法則の「有理指数の法則」の Rational を平易に解釈して「(整)面指数の法則」と呼称を改めることを提案します。これまで鉱物学者はパーカー法による双晶の作図以外には小数点以下のつく面指数を与えませんでした。ある時期に頻繁に行われた新面の報告も 2 桁の整数の組合せで解決していました。つまり Rational は数学的には有理数の訳ですが整数比の意味で使いはじめたのですが、面を分数で表現する Weiss 方式からも遠く距たりました。その当時からの持ち味を生かし続けて来た術語ですが、斜方晶系・斜方十二面体・有理指数・同形……現代の科学者にとってなんと誤解され易く煩わしい表現ではないでしょうか。これからの中谷吉郎には鉱物学の道を避けて通って頂きたくないと思います。日本語は漢字・仮名が入り混って大変複雑です。しかしその反面、音標文字と異なる数々の点利もあります。古本屋に入っても仮名書きのキンダーブックを求める場合以外は、すぐ目的の専門分野の欄に辿り着けます。「同形」ならぬ「同構造」なる象形文字は定義や解説を加えなくても、後進や他分野の方におおよそその意味を直ぐ理解して頂けます。試験問題における落し穴的な妙味が失われたり、辞典や教科書の内容が大幅に削減される寂しさは伴なうかも知れません。その代り私達の学問を語り合い、論じ合える仲間が急増するでしょう。本日私が使わせて頂いた名称も、さきほど私が失敗であると述べた「多型」同様、半永久的に、普遍的に使用するためには必ずしも適当でなかったり、私の気の付かなかった致命的な欠陥を持っているかも知れません。長い鉱物学史の上では一年・二年を急ぐ問題では御座いませので、今後も此のような話題を提供して下さる方が出て、21 世紀への学問の発展への一つの礎を築いて頂けたらと念願し、本講演の結びの言葉とさせていただきます。

引用文献

- Bishop, A.C. (1972), An outline of Crystal Morphology, 254-282, Hutchinson, London
- Bloss, F.D. (1971), Crystallography and Crystal Chemistry, 249-250, Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Bragg, L. (1965), Crystal Structure of Minerals, Bell and Sons, London
- Buerger, M.J. (1956), Elementary Crystallography, John Wiley and Sons, New York
- Bunn, C.W. (1961), Chemical Crystallography, Clarendon Press, Oxford
- Eitel, W. (1958), Structural Conversions in Crystalline Systems and their Importance for Geological Problems, *Geol. Soc. Amer. Spec. paper*, 66, 120-138
- Fronzel, C. (1962), The System of Mineralogy 7th ed. Ⅱ, 76-99, 171-181,
- 原田準平 (1973), 鉱物概論 第2版, 岩波書店, 東京.
- 原田準平 (1973), わが国の鉱物学の歩み, 鉱物雑, 11, 1-18.
- 市川新松 (1974), 日本産鉱物の結像に関する研究, 120-182, 261-268, 市川鉱物研究室, 武生
- 井尻正二外 (1970), 地学事典, 平凡社, 東京.
- 井尻正二 (1973), 地質学における第一法則と第二法則, 日本地質学会第80年会学術講演 (於 東北大学)
- International Union of Crystallography (1952), International Tables for X-ray Crystallography I, Kynoch Press, Birmingham.
- 伊藤貞市 (1938), 双空間群論, 岩鉱, 20, 201-210.
- 片山信夫 (1966), 自然科学の中における鉱物学の地位, 鉱物雑, 7, 383-389.
- 片山信夫外 (1970), 新版 地学辞典, II, 古今書院, 東京.
- 桐山良一 (1954), 構造無機化学 III, 共立全書, 東京.
- 桐山良一, 関 集三 (1948), 結晶の化学, 創元社, 東京.
- 小林慎作 (1970), 雪の結晶 (自然の芸術をさぐる 221-293) 講談社, 東京.
- 小林慎作 (1974), 雪の十二花結晶, 結晶成長誌, 1, 15-17.
- 丸茂文幸 (1957), 岐阜県苗木地方産スズ石の九連双晶について, 鉱物雑, 3, 228-233.
- Miers, H.A. (1929), Mineralogy, Macmillan, London,
- 最上 要, 野村和正, 武田 弘 (1974), 可能なポリタイプ積層順序の総数, 日本結晶学会 昭和49年度年会講演 (於 名古屋大学)
- 森本信男, 小川和英訳 (1972), 結晶化学入門 (R.C. Evans), 培風館, 東京.
- 森本信男, 久米昭一, 渋谷五郎 (1968), 日本における鉱物学の現状と将来, 日本の地質学 235-255, 日本地質学会.
- 中谷宇吉郎 (1949), 雪の研究 (結晶の形態とその生成 35-59, 105-132), 岩波書店, 東京.
- Nambu, M. et al. (1970), Introduction to Japanese Minerals, Geol. Survey Japan, London
- Niggli, P. (1924), *Lehrbuch der Mineralogie* 1, 658-662.
- 西田 孝, 宮本正道, 高野幸雄 (1973), 走査型電子顕微鏡による微小結晶面の面角測角法, 鉱物雑, 11, 150-159.
- Pearl, R.M. (1966), An introduction to the Mineral Kingdom, Blandford Press, London
- 須藤俊男 (1963), 鉱物学本論, 485-497, 朝倉書店, 東京.
- 須藤俊男 (1970), 本邦における最近40年間の鉱物学の進歩と展望, 岩鉱, 63, 186-205.
- 砂川一郎訳 (1974), 雪の結晶 (F. C. Frank), 自然, 29, 28-38.
- 高野幸雄, 湊 秀雄 (1962), 形態の指数を結晶構造に対応させるための試案, 三鉱学会講演 (於 山口大学)
- 高野幸雄 (1973), 双晶の分類——双晶点群——, 9-52, 古今書院, 東京.
- Tutton, A.E.H. (1922), Crystallography and Practical Crystal Measurement I, Macmillan, London.
- Woolfson, M.M. (1970), An introduction to X-ray Crystallography, University Press, Cambridge.
- 八木健三 (1970), 本邦における最近40年間の岩石学の進歩と展望, 岩鉱, 63, 169-185.
- 八木健三 (1973), 実験岩石学の最近の動向, 岩鉱, 68, 139-152.
- 吉岡甲子郎 (1974), 物質の構造と無機化合物, 東大出版会, 東京