

# 伊藤貞市と鉱物学・結晶学

森本信男<sup>1)</sup>

## 1. プロローグ

伊藤貞市先生(写真1)は日本の近代鉱物学の創始者である。先生が亡くなってから14年になる。私は伊藤先生の有名な双晶空間群論やX線粉末回折図形の一般解法(伊藤法)の誕生時に大学院学生として協力したし、その後も助手として、教室に在籍し、伊藤先生のもとで研究を行ったという意味で、先生の研究生活の絶頂期に最も近くにいた一人であろう。しかし、私の記憶では、先生との間で、先生の個人的な生活信条や、先生の鉱物学研究の基本方針、さらに広い意味での鉱物学の将来に対する展望などについて、お尋ねしたり、討論するような機会をもつことはなかった。先生がどの弟子に対してもそうであったのか、私が特に自分をそんな関係に閉じ込めていたのか、今もって解らない。

そのうち、私も米国に出ていったり、独立して研究室をもったりして、先生とお会いする機会も次第に少なくなった。その後、年月が経ち、私自身が私の記憶に残る伊藤先生の年になると、昔のことが、その頃とは違った気持ちで懐かしく思い出されるのである。そんなときに、伊藤先生のこと、とくに先生の結晶学や鉱物学について書いてみないかというお誘いがあり、この機会に、私の知っている伊藤先生の仕事を私流に記録して残して置くのも、少しは意味があるかと考えてお引き受けした。

先生は定年記念号や記念論文集のようなものを極端に嫌われたため、普通なら存在する筈の先生に関する資料も散逸してしまったものが少なくない。また、先生の若い頃を直接知る人の数も次第に少なくなってきた。そんなことも原因して、本文にはいろいろと私の思い違いがあるかもしれないが、お許し頂きたいし、それについてご教示頂ければ幸い



写真1 Roebling Medalを受けた頃の伊藤貞市(1898-1980)

である。なお、以下の文中での人名には敬称を略させて頂く。

## 2. 鉱物学への門出

伊藤貞市(以下伊藤とする)は1898年(明治31年)9月27日、大阪市で生まれ、1917年(大正6年)3月に大阪府立北野中学校を卒業、同年9月に第一高等学校(二部乙類)に入学した。1920年(大正9年)7月に同校を卒業し、東京帝国大学理学部地質学科に入学した。北野中学校には1911年に入学しているので、卒業するのに6年かかっている。パリで

1) 大阪産業大学教授, 大阪大学名誉教授:  
〒606 京都市左京区高野上竹屋町10-35

キーワード: 伊藤貞市, 鉱物学, 結晶学, 双晶空間群, 多形,  
X線結晶学, 粉末X線回折, 伊藤法

客死した画家の佐伯裕三は北野での親しい同級生であったと懐かしんでおられた。

一高での同級生は10名ほどで、その中には、仁田勇や水島三一郎(共に化学者、文化勲章受章、故人)らがいた。そこでは、何番だったか明らかにされなかったが、いくら勉強しても、いくら遊んでも席次は全然変わらなかったということや、ボート部での活躍などについて伺ったことがある。なお、大学で地質学、とくに岩石学を専攻した理由について、直接伺ったことはないが、伊藤が当時 Geophysical Laboratory で進められていた Bowen 氏による岩石成因論に魅せられていたことや、一高の6年先輩で、東大で岩石学を研究していた熱列な Bowenism の使徒であった坪井誠太郎に強い影響を受けたことによるらしい。東大での卒論は、磐体山火山と思われるが明らかでない(註1)。指導教官は小藤文次郎(教授)であった。小藤は1921年に辞任したが、坪井(当時は助教授)が外遊(1921-1923)中であつたため、実際には小藤が指導した。

1923年(大正12年)3月に東大を卒業し、5月には京都帝国大学大学院に入学した。専攻は岩石学で、とくに火成岩およびその造岩鉱物に関する研究を進めることにした。東大から京大に移った理由は明らかでないが、多分、創立されたばかりの若い教授で構成された京大の地質学鉱物学教室の清新さが伊藤をひきつけたものと思われる(註2)。伊藤の最初の論文は東京帝国大学理学部紀要と日本地質学地理学輯報合本の小藤記念号(1925)に発表された“Zonal-growth of plagioclase and soda-orthoclase”である。この論文はアルカリ岩中に、中心部が斜長石で外側がアルカリ長石の累帯が認められることを報告し、それからアルカリ岩の成因を論じたものである。これは伊藤が京大の大学院に在籍して、朝鮮半島のアルカリ岩を調べたときの成果である。

しかし、入学の翌年3月には同大学院を依願退学して東大の理学部講師となり、その翌年の1925年(大正14年)には助教授に昇任し、理学部鉱物学講座を担任している。伊藤の身に起こったこの急激な変化は、東大の鉱物学担任の神保小虎(教授)が急逝したため、その後任として、外遊から帰国したばかりの坪井が伊藤を鉱物学の講師として推薦したことによる。伊藤は岩石学から鉱物学への転進にはあまり気が進まなかつたようであるが、尊敬する坪井

の推薦もあり、意を決して東大に戻ることにしたのである。後に京大教授として京都に戻るが、それは30年後の、東大を退官してからである。

### 3. ヨーロッパ留学

伊藤は30才前後に2回総計6年にわたりヨーロッパに留学している。その経験が中核となって彼の鉱物学および結晶学が形成されたという意味で、この留学は、彼にとっても、日本の鉱物学や結晶学にとってもきわめて重要な意味をもっている。

助教授になった翌年の1926年1月に、国費留学生としてドイツに赴き、翌年はチューリッヒ(スイス)に移り、チューリッヒ工業大学(ETH)鉱物学教室の Paul Niggli 教授のもとで主として結晶学を研究した。その頃の Niggli は、1910年代に岩石学に相律を使おうとし、鉱床学の基礎をつくり、結晶学に群論を導入するなどの業績により、若くして岩石鉱物学界で世界最高の名声をもつ一人であった。したがって、伊藤がその留学先に Niggli の研究室を選んだのは当然と思われる。東大地質の2年先輩である鈴木醇も1928-1930に、同じくチューリッヒ(ETH)に留学している。また、当時は結晶化学の勃興期で、V. M. Goldschmidt がイオン半径や配位数などの考えを用いて、同形(isomorphism)を論じたが、伊藤はこれを Niggli 流に結晶格子(lattice)の考えで発展させることを考え、Niggli のところを選んだのではなからうか。その結果は伊藤の1927-1930年の格子の同価点と配位数に関する3論文—この最初の論文は Goldschmidt のイオン半径と配位数の関係についての有名な論文に遅れること3年であった—となって現れることになるし、20年後の X 線粉末図形の一般解法である伊藤法誕生(後述)の布石にもなっている。

伊藤は ETH での2年間の国費留学を終えた後も、1年余り、すなわち1929年末まで自費でヨーロッパに滞在する。この最後の年には、伊藤は本拠をチューリッヒに置きながらも、オスローの V. M. Goldschmidt とマンチェスターの W. L. Bragg を訪ねている。とくに Bragg の研究室には数カ月滞在し、W. H. Taylor のもとで X 線結晶学を習った。この時期に、Warren は Bragg と共に造岩鉱物として最初の、透輝石の構造解析に成功し、続いて

斜方輝石の構造を解析している。このときの印象が、後の伊藤の双晶空間群(後述)に発展するのである。

1929年12月に一旦帰国した伊藤は、さらに1931年7月から1932年9月まで、結晶学研究のため自費で英国に留学している。当時ヨーロッパへは一ヶ月半かかっていた熱帯下の船旅であり、今日の航空機による旅行からは考えられないほど大変なことであった。したがって、帰国一年半後の再度の留学は、伊藤にとってよほどの理由があったのであろう。このときは、始めからX線回折計など実験装置の揃ったマンチェスター大学のBragg研究室に滞在し、J. Westと共同で異極鉱 $Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$  (1930)とベルトランダイト $Be_4(OH)_2Si_2O_7$  (1930)の構造解析を行っている。帰国に際してはBragg研究室で用いられていた同じタイプのイオンチャンパーによるX線スペクトロメーター一式を購入して東大に持ち帰った。その後、伊藤が再びヨーロッパを訪れるのは、太平洋戦争後の1951年で、実に20年後のことである。

#### 4. 戦前の伊藤と鉱物学

伊藤が東大に移りその後直ちに外遊したが、その頃の日本での鉱物学はどんな状態であったのであろうか。LaueによるX線回折現象の発見(1912)の影響は日本にも現れ、その3年後には西川正治による空間群論を用いたスピネルの構造解析(1915)、さらに神津淑祐による水長石、月長石の閃光に関する研究(1923)のように、当時としては世界に誇る仕事が行われた。伊藤は岩石学から鉱物学に移った時点(1924)で、このような鉱物学分野での革命的な新しい研究の可能性を感知していたからこそ、多くの犠牲を払って前後6年にわたる留学を遂行し、数理結晶学やX線結晶学の勉強をしたのであろう。

しかし、1920年代の日本では、鉱物の結晶構造や熱的性質に関連した研究はむしろ例外であって、鉱物の産状の記述や鉱物の形態、化学組成、光学的性質などの記載を主な目的とするX線出現以前の鉱物学が広く進められ、そのような状態が1940年頃まで続いた。伊藤の外遊中も東大では鉱物学科(1958年まで1講座で1教室をつくっていた)に少なからぬ学生が在籍しているが、当時の鉱物学の教

育は古典鉱物学を主とするものであったと思われる。吉村豊文(後に九大教授、故人)も、伊藤の留学中の卒業生の一人であるが、伊藤の2回目の留学の際は、助手として学生の指導を行っている。

伊藤が東大に移ったとき、鉱物学教室にあった実験装置は結晶の面角測定用の古い複円測角器だけであった。伊藤研究室が、V. Goldschmidtの新しいタイプの複円測角器を古河鉱業合名会社より寄贈されたのは1934年のことで、伊藤が2回目の留学から帰国した後のことである。ともあれ、それからしばらくの間の伊藤研究室は、この複円測角器を駆使して、結晶形態の記載を行い、光学的測定や化学分析を随時それに組み合わせていくやり方で日本産鉱物の研究が進められた。その期間の成果は主として、Beiträge zur Mineralogie von Japon, Neue Folge I (1935)およびII (1937)に集録されている。また、本邦鉱物図鑑I-IV (1935-41)も出版された。

一方、英国から持ち帰ったスペクトロメーターについては、当時学生であった犬塚英夫の協力を得てそれを組立てて、X線による鉱物結晶の構造解析の研究を開始した。そのときの伊藤研究室の状況については、砂川と竹内(1989)が詳しく述べている。結晶構造の解析の成果が出るのは1939年に沢田弘貞が助手として、伊藤研究室に加わってからである。その間に伊藤は、ヨーロッパ留学中に芽生えた双晶空間群論を発展させ、単斜および斜方輝石の關係に適用した(1935, 1938)。

したがって、戦前(1932-1942)の伊藤の主たる研究成果は、1) 若い鉱物研究者との協力による多くの日本産鉱物の結晶形態、光学的性質や化学組成の研究と、その成果の出版、2) 双晶空間群論の展開およびその実験的検証、および3) X線スペクトロメーターを用いた構造未知の鉱物の構造解析であった。

1925年に助教授になった伊藤は、鉱物学教室を主宰していたにもかかわらず、教授になったのは、18年後の1943年(昭和18年)である。これは伊藤の齒に衣を着せぬ個人的発言や、時流に流されぬ強い性格が災いしたためかも知れない。これに関連して、八木(1992)は次のように述べている。「1940年前後東大の伊藤貞市がしばしば神津(淑祐教授)を訪れた。神津は当時東大で不遇の地位にあった伊藤を温かく迎え、輝石に関するX線研究について詳し

く報告を聞き高く評価した。伊藤はその後間もなく単斜輝石と斜方輝石の結晶構造の研究により、東北大から(1939年)学位を得た。」(註3)

教授になった2年後に帝国学士院賞を‘珪酸塩結晶構造の研究’により受けている。

## 5. 戦中、戦後の伊藤

私が東大の鉱物学科に高野幸雄、竹内慶夫と共に入学したのは、太平洋戦争たけなわの1943年(昭和18年)10月である。伊藤はそのときは助教授だったが、11月に教授に昇進した。その頃の鉱物学の教室には、構造解析を専門とする助手の沢田弘貞や特別大学院学生になったばかりの定永両一がいた。当時の教授—とくに伊藤教授—は雲の上の存在であり、入試の面接の後には、授業以外顔を会わせることはなく、話をする機会などは、こちらがよほど積極的にならないと全くなかった。鉱物学の講義の内容は、伊藤が1932年に岩波講座の結晶学(一)に書いた内容と同じ(と私には思われた)で、いつも小さなメモ用紙をもってきて、ときどきそれを見ながら講義をおこなった。詳しい講義の内容は残念ながらほとんど憶えていない。伊藤はよくNiggliの講義は、一言一句、そのまま本に印刷できるほど無駄がなく論理的であったと感嘆していたので、その影響であろうか、きわめて論理的であった。が、単調で退屈だった—坪井誠太郎の岩石学の講義ほど魅力的でなかった—という印象も残っている。

1944年(昭和19年)になると、東京空襲などがあって日本の敗色が濃くなり、一般の講義もほとんど行われなくなった。教室の疎開が問題になる頃は、室内実験を主とする鉱物学教室の教育や研究の機能は殆ど停止するに至った。その点、フィールドワークが重要な地質の教室では、疎開前後もある程度の教育や研究が可能であったらしい。ともかく鉱物学教室で教育や研究が再開されるのは、敗戦の翌年の1946年(昭和21年)になってからである。沢田(当時助教授)は戦争中、郷里に帰り、戦後教室に現れることはなかった。この年、定永は講師になり、私の同級生3人は大学院に進んだ。翌年には1年後輩の森博(昭和29年病死)が大学院生として加わった。

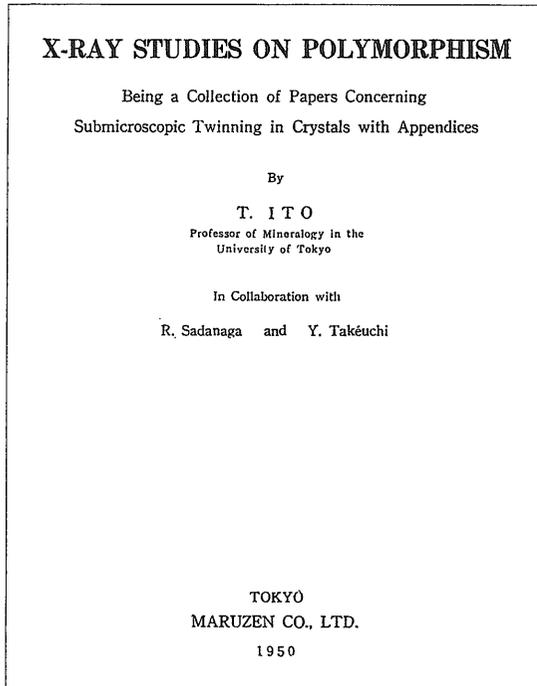
戦争中から戦後にかけて、鉱物学教室で結晶学関係の教育や研究を実際に指導したのは定永であっ

た。それ以前の伊藤や沢田の行った結晶構造解析法は、スペクトロメーターを用いる伊藤が英国で習ってきた古い方法そのものであった。1940年代になると、外国では、X線反射強度をフィルムから直接測定し、原子の位置をフーリエ合成法で精度良く求める方法が行われるようになった。戦争や戦後の困難な時期にもかかわらず、定永はこの新しい方法を独力で習得し、自ら研究を進めると共に院生や学生に教えた。1940年代後半になると、定永を中心とし、私達3人や森を含む強力な研究グループが形成された。

伊藤はそのグループを駆使して、双晶空間群に関連のある鉱物の構造解析とその体系化を強力に進めることになる。そのときの状況を、砂川と竹内(1989)は次のように述べている。「…X線実験室の壁には小さな紙片が貼られ、それには双晶空間群が関与している Polymorph をもつ鉱物の名が列記されていた。そして構造解析が終わるたびに(伊藤によって)その名前につ一つ線がひかれていった。…小さな紙片の鉱物名がすべて消された頃、伊藤の部屋からは毎日のようにタイプライターの音が響いてきた。そして間もなく‘X-ray Studies on Polymorphism’が丸善から出版された。1950年のことである。これは伊藤の双晶空間群の集大成であった。…」この本の付録に、その頃考案された粉末結晶回折図形の新しい解析法(後述)である伊藤法の記述が加えられている。この本(第1図)によって、伊藤スクールの存在とその戦後の仕事は広く世界に知られることになり、後の伊藤の米国鉱物学会からの Roebing Medal 受賞をもたらすことになる。

Buergerはこの Medal 受賞の際の伊藤の紹介で次のようにのべている。「この本は二つの点で特徴的である。第一に、伊藤は、単に結晶構造解析の結果を報告しているだけでなく、彼の、言わば、単位胞内での細かな双晶に基づく polymorphism の理論—彼がこの本の中で発展させ、この本の名前のもとになった理論—を実際に構造解析で使ってみせた。この創意に満ちた考えはその後の多くの研究者の興味を引き続けている。第二に、伊藤はこの本の大きな付録として、後に伊藤法として知られる粉末写真を指数付けする新しい方法を記述している。」

伊藤の仕事はこの1950年の“Polymorphism”の出版がピークであった。ときに伊藤は52才であっ



**CONTENTS**

	Page
Introduction . . . . .	1
1. Eudidymite (in collaboration with H. Sawada) . . . . .	7
2. $\alpha$ -Celsian . . . . .	19
3. The Rhombic Pyroxenes . . . . .	30
4. Anthophyllite (in collaboration with N. Morimoto) . . . . .	42
5. Epidote and Zoisite . . . . .	50
6. Boleite . . . . .	70
7. The Wollastonite Group . . . . .	93
8. TNT (2+6 Trinitrotoluol, $C_7H_5N_2O_6$ ) . . . . .	111
9. Moonstone . . . . .	122
Summary . . . . .	132
<b>Appendices</b>	
I. The Crystal Structure of Tourmaline . . . . .	134
II. The Crystal Structure of Kotoite ( $Mg_3B_2O_6$ ) . . . . .	143
III. The Crystal Structure of Lievrite . . . . .	151
IV. The Crystal Structure of Antigorite . . . . .	160
V. The Crystal Structure of Ludlamite (in collaboration with H. Mori) . . . . .	168
VI. The Crystal Structure of Orpiment (in collaboration with N. Morimoto) . . . . .	177
VII. A Method of Indexing the Powder Photograph of a Crystal regardless of its Symmetry. . . . .	187
Index . . . . .	229

第1図 X-ray Studies on Polymorphism の表紙(左)と目次(右)

た。その後も、東大鉱物学教室では、伊藤の指導の下で、多くの仕事が進められたが、“polymorphism”のデータの補強に関するものとか、構造未知の鉱物の解析など、どちらかと言えば、時代の先端をいくと言うよりも補足的な仕事が多かった。

戦後のこの時代は、東大でも地団研を先頭として地質学会や地質学教室の民主化が叫ばれ騒然とした状態が続いた。伊藤は少なくとも表面的にはこのような民主化には興味を示さず、教室の講座制は戦前と変わりなく保たれた。とくに鉱物学教室は一教室一講座制であって教授は一人しかいないため、自然にその権限は強く、教官は伊藤の指導に従った研究しか行えないような状態であった。そのため、教室内で伊藤は恐れられると共に、その専制的なやり方に対する不満もあって、“伊藤天皇”または単に“天皇”と呼ばれた。その頃、伊藤の一人息子である順が地質学科から鉱物学科に転科したが、その転科やその後の順の処遇について教室員に納得のいかないこともあり、“天皇”に暗い響きを加えるようになった。伊藤が順のためよかれと思ってとった処置は、順の気持ちを逆撫でするような結果を生み、そのようなことが遠因になったのであろうか、順はそ

の後米国に移り住み、鉱物の分析や合成を専門とするすぐれた研究者となったが、帰国することなく1978年に癌で亡くなった。

一方、伊藤は教室の外にあっては、戦後の鉱物学世界の国内問題や国際問題について、先頭に立って対処しなければならなかった。その中には日本結晶学会創立(1950)、日本鉱物学会創立(1952)に関与し、それぞれの初期の会長を歴任している。第2回国際結晶学連合(IUCr)総会(1951)に出席のためストックホルムに、また、第3回同総会(1954)に出席のため、フランスに出張して、戦後の海外の結晶学や鉱物学の研究状況の視察を行った。さらに、1958年にはマドリッドでの国際鉱物学連合(IMA)の創立総会に出席し、同連合の評議員に推され、鉱物学世界の国際的指導者として盛んに活動することになる(写真2, 註4)。

1953年に学士院会員に選出され、1956年には京都大学教授を併任し鉱物学講座を担当した。しかし50年代後半には、伊藤は種々の大病に悩まされ、入院や自宅療養を繰り返すことが多かったが、その合間を縫って、上記の大任を果たした。

東大を1959年に定年退官すると、居を京阪間の



写真2 国際鉱物学連合創立総会の際の写真(砂川一郎氏提供)。当時の鉱物学界の国際的指導者が多数みられる。下記は砂川氏の教示された人名。  
 1 Ito, 2 Tiley, 3 Parker, 4 Laves, 5 Amoros, 6 Sahama, 7 Sunagawa, 8 Onorato, 9 Grigoriev, 10 Berry, 11 Buerger, 12 Katayama, 13 Guillemin, 14 Fagnani, 15 Strunz, 16 Henry, 17 Frondel, 18 Preisinger

香里園に移し、京大に通った。その頃の京大の地質学鉱物学教室は地団研の勢いが盛んで、伊藤はいろいろと教室運営に苦勞したらしい。1961年に京大を定年退官した後は、東京成城の自宅に戻った。1968年に鉱物学のノーベル賞といわれる Roebing Medal を米国鉱物学会から受賞した。その後、蒲田の多摩川べりの高級マンションに移ったが、晩年

は熱海のマンションにいたことが多かった。1980年(昭和55年)の10月10日、腹部動脈瘤破裂のため逝去された。82才であった。

### 6. 伊藤の記載鉱物学

伊藤は英国留学より帰国してからの1930年代に、

東大鉱物学教室に集まった多くの若い研究者たちと日本産鉱物の形態研究を主とする記載を精力的に進めて、多数の論文や解説書を出したことは既に述べた。その中には日本産鉱物資料 第一巻 福地信世本邦鉱物の形態的研究(Beiträge zur Mineralogie von Japon, Neue Folge I) (1935), や同第二巻(1937), 本邦産鉱物結晶図譜 第一輯(1935)や本邦産鉱物図誌 I-IV (1935-1941)などがある。

Beiträge zur Mineralogie I の序からは、当時の伊藤や鉱物学教室の社会的な環境が推察されて興味深い。長いが抜粋する。「…本書の上梓に当り熱誠な援助を賜った諸賢、特に工学博士若林弥一郎氏、子爵保科正昭氏始め鉱物会の諸先輩及びそれぞれ題字及び肖像を寄せられて巻頭を飾られた福地氏の親友伯爵児玉秀雄氏、和田栄作氏に深甚の謝意を表したい。更に新進有意の一団の学徒が寝食を忘れて涙ぐまじき精進をつづけ、極めて短時日の間に編者抱懐の理想の一斑を実現せしめ得たのは終生忘れ得ざる快事であって、ここにも悠久なる日本の真の姿とその青年の勝利を見るのは敢て編者のみではないであろう。」これを書いたとき伊藤は37才であった。

しかし、より一般向けに出版された上記の鉱物図誌の序言では、伊藤は珍しいことであるが、そのときの個人的な気持ちを素直に述べている、「…しかしこのやうにして(本書の体形は幾変遷して)出来たのであるが、本書は決してその出来栄を誇り得ないのである。これは著者の元来いささか専門とする学問対象が、本書に盛られた内容と多分に異なる上に、心に留めた自己の研究の進行に専念するあまり、本書のみに心魂を打ち込むことも、十二分に時間を割くことも出来なかったためである。とはいへ限られた自己の時間と能力で、及ばずながらの努力はした。そして結局出来上がったものは、本邦産鉱物学の総合への一投石に過ぎないのであるが、学界にいくらか利益をもたらすこともあらうと自ら慰めるのである。…」

多分、東京帝国大学鉱物学教室の教授として、日本の産鉱物学界のために先頭に立って、日本産の産物の記載と紹介を進める義務と責任を感じていたであろう。そのため、上の序文に示されるように、自分の結晶学の研究に苦勞しながらも、二足わらじを履いて日本産産物の記載に努力したものと思われる。

しかし、そのうち東北大学、京都大学、北海道大学などで日本産産物の記載が盛んに行われるようになると、彼の本来の興味の対象である結晶学や産物の結晶構造の研究に専心するようになった。戦前や戦時中、しばしば国内や満州の産山を訪れたが、そのことは産物学の発展とはあまり関係はなかった。1947年に日本産産物誌 第3版上 が伊藤貞市、桜井欽一により出版されたが、実質上の仕事はほとんど桜井によりなされた。以後、伊藤はこの種の仕事にほとんど興味を示さなかったようである。

伊藤はむしろ当時結晶構造の知られていない産物の構造記載に情熱を注いだといえる。世界的には1920-1940年頃に多くの重要な産物が解析されてしまっており、1940年代に解析を始めた伊藤にとっては、比較的解析の困難な産物に取り組まなければならなかったのである。これについて定永(1969)は次のように述べている。「伊藤先生がイクォク産物やペルトランド石の結晶解析によって、結晶構造決定の仕事を始められたが、その後現在に至るまでに、その協同研究者達を指導しつつ、30種に近い産物の構造を決定された。一人の指導者の研究室で、これだけ多数の新しい構造が解析されたことは、世界広しといえども他に全くその例を見ず、しかもその中には Sir Lawrence Bragg がその著書(Bragg, 1937)の中で構造未決定の代表的産物として上げたデンキ石とリョクレン石の双方共が含まれているのである。事実、先生のこれらの御仕事によって、Bragg 学派が仕残した部分の重要な産物に関する構造決定の仕事は、その殆どが完成されてしまったといっても過言ではなく、これらのみを以てしても、誠に大きな功績であるといわねばならない。」しかし、伊藤が東大を退職する頃は、構造未知の重要な産物を見いだすのがますます困難になると共に、その種の仕事の産物学での意味が低くなっていた。

伊藤は産物の化学分析に対してその重要性を早くから認めていたらしいが、自らは手をくたさなかった。教室の一部で須藤俊男、湊秀雄などにより、産物の化学分析や分析法の研究が盛んに行われ、伊藤の子息の順が大学を卒業するとその方向の研究に加わった。しかし、伊藤の興味の中心は、終始、結晶学、とくに産物の構造に基づく結晶学であった。

## 7. 伊藤の結晶学(1)—多形と双晶空間群—

初期の伊藤の鉱物学および結晶学に於ける中心課題は、それらの分野で久しく議論されていた同形(isomorphism)および多形(polymorphism)の現象を、鉱物の結晶構造を通して理解することであったと思われる。これについて伊藤(1969)自身の言葉を借りる、

「私がヨーロッパに滞在していた当時は、鉱物学に関して二つのすぐれたスクール、オスローの V. M. Goldschmidt と チューリッヒの Paul Niggli のスクールが活躍していた。私は幸いに Niggli のスクールに加わることになり、鉱物学における次の基本的な問題を知ることになった。それは同形と多形の現象で、Haüy, Mallard, Tschermak, Friedel および Groth のいた時代から解決が待たれた、もっとも重要な問題であった。同形については、X 線結晶学の出現により、Goldschmidt が先頭にたつて、ある程度まで明らかにされたが、多形は依然として未解決で残っていた。これらの問題、すなわち同形と多形、を広く心にとどめて、私はマンチェスターの Bragg 教授の研究室での研究を希望し、多くの彼の共同研究者と研究をおこなった」

マンチェスターでは、珪酸塩鉱物では最初である、透輝石の構造を解析した Warren と知り合うことになる。彼は引続き斜方輝石の構造を解析したが、この結果は伊藤をきわめて自然に単位胞レベルの集片双晶(twinned lattices)の考えに導くことになる。伊藤は日本に戻って X 線構造解析を行うにあたり、このときの輝石についての考えが研究の基本的な出発点となり、その後の多形と双晶空間群の考えに発展するのである。

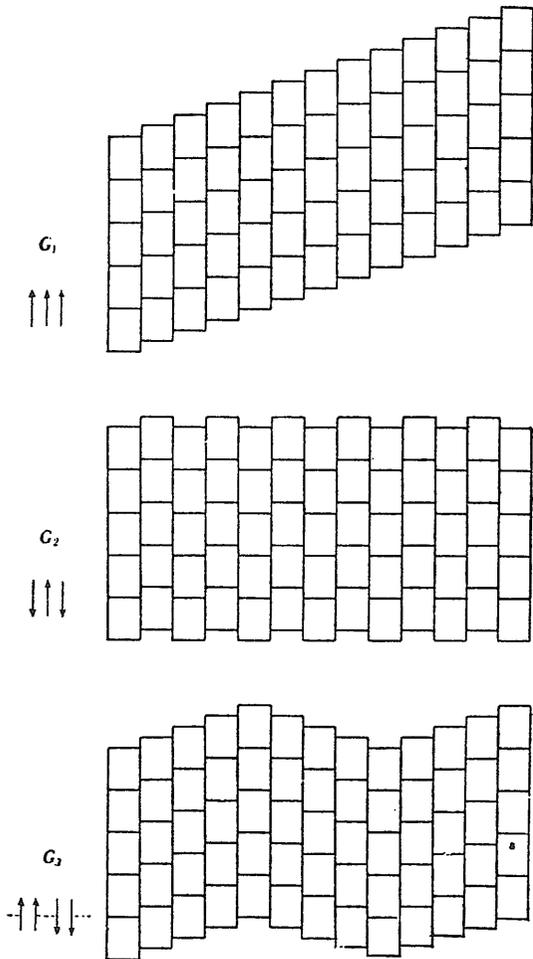
この頃、伊藤の興味を引き付けたもう一つの問題があった。彼がマンチェスターに行った1930年代初期の、そこでの最大の問題は長石の結晶構造の解明であったと思われるし、また、世界中の若い俊英な鉱物学者は「われこそは長石の構造を解析せん」と競い合っていたと思われる。岩石学者であった伊藤は長石の重要性を十分知っており、この競争に加わろうと心に決めたものと思われる。帰国後間もない1933年頃、珪酸塩中での  $\text{Si}_3\text{O}_8$  グループの存在の可能性に関連して epididymite  $\text{HNBeSi}_3\text{O}_8$  の X 線による研究を進め、次のように述べている。「

$\text{Si}_3\text{O}_8$  グループの形から明らかなように、(epididymite の) 構造には直角、またはほとんど直角に交わる劈開が存在する。Si : O = 3 : 8 の比をもった珪酸塩の中には、このタイプと同じ劈開をもつことが特徴的なものがある。まだ構造の解っていない長石族がそれで、 $\text{Si}_3\text{O}_8$  チェインの存在する可能性のある鉱物と言えよう。」残念ながら(伊藤にとって)、長石族の構造の最初の解析者としての栄冠は、マンチェスターの Taylor らのものとなり、その構造には、 $\text{Si}_3\text{O}_8$  チェインは存在しなかった。しかし、長石に対する伊藤の興味は終生変わらなかった。ちなみに、彼の最初の発表論文も、博士論文もいずれも長石に関するものであったし、主著“X-ray Studies on Polymorphism”にも月長石の微細構造についての研究結果が含まれている。また、ずっと後になって、私は伊藤のところへ送られてきた別刷りの一部をみる機会があったが、長石の構造や組織に関する論文にはどれにも書き込みなどがあって、読んだ形跡が認められた(註5)。

帰国して3年目の1935年に、伊藤は“斜方輝石の対称について”と題する英文の論文を発表した。それは  $C2/c$  の単斜輝石(透輝石タイプ)の単位胞を双晶さすことによって得られた構造は空間群の理論からは説明できない過剰の消滅則をだすこと、そしてそれが斜方輝石についての実験結果と良く合うことを指摘したものである(註6)。この論文で伊藤は次の二つの結論を示唆した。1) 斜方輝石は単斜輝石の単位胞集片双晶であり、独立の鉱物ではない。2) 単位胞レベルの集片双晶により生じた構造を解析する場合には、空間群の理論から得られる消滅則を適用するにあたって、その一部を変更しなければならない場合がある。

その3年後、伊藤は、ある構造の単位胞レベルの双晶により生じる新しい構造の示す空間群を、始めて双空間群(twinned space group)、または双晶空間群と呼び、双空間群が、普通の空間群にくらべて過剰な消滅則をもち得ることを指摘した。こうして、その後の伊藤の主な関心は、1) 双晶空間群が関与して多形をしめす鉱物の結晶構造の解明と、2) 双晶空間群とこれまで知られてきた230の空間群とで、対称や消滅則がどう違っているかの解明に向けられることになる。

これらの課題は終戦後、東大鉱物学教室で、講師



第2図 双晶空間群をつくる対称操作としての gliding (X-ray Studies on Polymorphism より抜粋)

になった定永両一、大学院学生の竹内慶夫、森本信男、森博などの協力により、精力的に進められた。その際、単位胞集片双晶による多形を示すものとして輝石のみならず、角閃石、エピドート、珪灰石、ボレ石などの研究が1947年頃までに行われた。

双晶空間群の体系作りが強力に進められた1945年頃に、双晶空間群のもつ二つの特徴が明らかにされた。その一つは、双晶空間群のもつ局所対称である。通常空間群に現れる対称は、構造全域にわたって有効な対称、全域対称であるが、双晶空間群には、全域対称の外に、構造中のある限られた領域にのみ適用範囲をもつ、局所対称が存在しており、超過消滅則の存在はその存在に起因しているということである。この局所対称の考えは、伊藤の双空間群

についての論文(1938)のなかで、implicit に述べられているが、輝石や珪灰石の解析を通して、始めて明確になったのである。

もう一つは双晶空間群に特有な対称要素の拡大である。竹内は珪灰石( $\text{CaSiO}_3$ )の多形を研究したが、それらが共通の構造単位をもっており、構造単位間の gliding の仕方(または stacking の仕方)の違いとして相互に関係づけられることを明らかにした(註7)。伊藤は、この時点までは、結晶格子の周期を保つ対称要素のみを、双晶空間群の対称要素として考えたようである。しかし、珪灰石などの結果から、通常結晶格子の対称要素としては認められない対称操作、とくに周期の整数分の一の glide を双晶空間群の対称要素として認めることになった。その結果“単位胞レベルの双晶”という概念の適用範囲が恐ろしく広がり、stacking の違いに基づく多形も含まれる結果となったのである(第2図)。このような双晶空間群の対称要素の拡大は、結果として、双晶空間群の、230の空間群からの大幅な逸脱をもたらすことになったのである。

1950年に丸善から出版された“X-ray Studies on Polymorphism”(第1図)は、正に、その時点までに、伊藤の双晶空間群論を中心テーマにして、東大の鉱物学教室で行われた研究の集大成であった。このように、鉱物を含む多くの結晶の多型の構造の間には、単位胞レベルの双晶を基礎に説明される関係が存在し得るという伊藤の考えは、その後も、米国の M. J. Buerger を始めとする多くの研究室の研究で実証されてきた。

しかし、伊藤は単位胞レベルの双晶を多形間の幾何学的関係として捉え、構造解析の上での指針として用いることを考えただけでなく、一部の鉱物では多形間の安定関係を示唆していると考えていたらしい(註8)。確かに、そのような多形間に存在する幾何学的関係は、多形間の相転移にともなう構造変化のカイネテックスとの深い関係を示唆するものとは言え、伊藤の頃は、そこまで追求する実験的手段や理論的根拠に欠けており、次の時代に、より広い立場から研究されるべき問題として残った。

一方、双晶空間群の代数的構造に関しては、定永両一(1963)を中心にして明らかにされた。すでに述べたように、通常空間群に現れる対称は、構造全域にわたって有効な全域対称であるが、双晶空間

群は、一般的には、空間群に局所対称を付加したものである。このような双晶空間群のすべての対称操作の集合は、群とならず、Brandtの亞群(Brandt groupoid)となる。つまり、定永は、群を拡張した集合の一つである、このBrandtの亞群に基づく理論により双晶空間群をエレガントに再構成したのである。なお、Dornberger-Schiff (1956)は、伊藤とは独立に、積層不整をもつ結晶の対称操作の全集合を研究して、それが群でなく、Brandtの亞群であることを明らかにし、この種の亞群を空間亞群(space groupoid)と名付けた。定永(1969)によれば、Dornberger-Schiffの空間亞群論は不整を含んでおるため、余りに一般的すぎて、伊藤の規則的な集片構造に対する双晶空間群論には適用できないとのことである。しかし、この二つの独立に生まれた考えはともに、完全な繰返しをもつ結晶にその繰返しを規則的、もしくは統計的に乱す要素が加わることによる結晶の対称性の変化を追求したものと考えることができる。

## 8 伊藤の結晶学(2)—X線粉末回折図形の一般解法(伊藤法)の誕生—

伊藤法について説明する前に、粉末結晶X線回折法についての戦後の利用状況について述べておく必要がある。ご存知のように、鉱物の多くは微細な結晶として産し、単結晶法を適用することが困難であるが、その粉末のX線回折図形は鉱物に固有であり、鉱物の指紋として同定に広く用いられてきた。結晶の対称が立方や正方晶系など高い対称の場合には、単なる同定だけでなく、回折線に指数を与えてその結晶の格子定数を決めることができた。しかし、対称の低い場合に対しては、その格子定数を求めることが困難であったため、その一般的な解決法がいろいろ模索されていた。一方、粉末回折線の測定は新しいカメラやカウンター法の発達により精度の著しい向上が見られた。伊藤法の誕生には、正にこのような背景があったのである。

伊藤はNiggliの研究室にいた頃から空間格子の既約の問題について興味をもち、帰国早々、既約格子に関する論文(1931)を発表している。それから20年経った1948年から49年にかけての、伊藤の名を世界に広めた“伊藤法”の誕生について、その場

に立ち会い協力した定永(1969)が詳しく述べている。少し長いが引用する。

「…1948年の秋のある日、教室の先生のお部屋に私を呼ばれ、“実は最近面白いことを考えているのだが”と前置きして、伊藤法の鍵であるimaginary lineのアイデア(註9)をお示しになり、この方法を実際に適用してみることを私に求められた。…早速適当な材料となり得る精密なデータを捜し始め、やっとByströmがPhragmen cameraで得た $\text{PbF}_2$ のデータを発見し得て、それについて伊藤法を適用する計算をやり出した。…1949年の元旦の朝に至ってやっと計算が完了し、 $\text{PbF}_2$ の粉末結晶回折図形に、この結晶を三斜晶系として指数づけを行うことに成功した。しかし、私はこれをどうしてこの結晶本来の対称である斜方晶系の指数に変換するのか、その方法を未だ先生に教えて頂いていなかったもので、三斜晶系のままのデータを同日午後年賀券々先生のお宅に持参した。そこで始めて先生は、集まっていた教室の面々に伊藤法の話をされ、一同驚嘆したことを、まるで昨日のことのように鮮明に想い出すのである」。

伊藤は粉末結晶回折図形の指数配当に関して、Runge (1917)の考えを発展させ、晶系によらず、一般的に格子定数を導く方法を考案した。伊藤の方法は、逆格子ベクトルの長さの二乗の値、すなわち $Q(=1/d^2=4 \sin^2 \theta/\lambda^2)$ の値の間で、 $h$ を逆格子ベクトルとすると、次の伊藤の式： $2\{Q(h_1)+Q(h_2)\}=Q(h_1+h_2)+Q(h_1-h_2)$ をみたすものは、平面格子を作る可能性があることを利用したものである。伊藤の式は格子幾何学の基本関係を述べたもので、それによって $Q$ 値間の関係が得られれば、逆格子ベクトルが得られることになる(imaginary lineのアイデアはその応用である)。さらに、Delaunayの格子既約の方法で既約格子の格子定数が求められる。

このような伊藤の方法は粉末結晶回折図形の理論および実験の分野に次のような点で革命をもたらした。第一にWolffやその他の人々が考えてきた理論の一般化をもたらしたし、第二に長い間、棚晒しになっておった理論的デバイス、特にDelaunayの既約格子を求める美しいアルゴリズムと、Niggliの既約格子のタイプとそれらの晶系間での分布についての研究結果を復活させたことである。

第三にこの方法はその実施にあたりどうしても必要な回折線の分解能と精度を与える Guinier カメラやカウンター法を用いた粉末結晶 X 線回折計の日常的な使用をもたらしたことである。

伊藤法の誕生後、粉末回折図形の解釈について多くの研究が行われ、Q 値間の関係についても、Wolff の式などが導かれたが、現在でも伊藤の式がもっとも重要である。1949年から50年近く経過した現在では、コンピューターや X 線感知装置の著しい進歩により、粉末結晶回折図形のきわめて正確なデータが容易に得られるようになると共に、膨大な計算も容易に行えるようになったが、伊藤法のもつ基本概念は依然として重要である。

## 9. エピローグ

伊藤はその82年の生涯で、日本の古典的な鉱物学を世界の近代的な鉱物学に引き上げるための原動力となって活躍した。しかし、世界の鉱物学の進展を考えた場合、伊藤の出現は、伊藤の手法や考えが、基本的に結晶構造解析を中心とした鉱物学であるという意味で、もう20年早かったらと惜まれるのである。構造解析が鉱物学の中心であった時代は、1920-1940年の V. M. Goldschmidt や Bragg 父子が活躍した時代で、その間に重要な鉱物の構造の多くは解析されてしまった。したがって、1940年を過ぎて研究を軌道に乗せた伊藤は、既に大部分食い荒された分野にあって、研究するに値する仕事をみつけ、それを発展させなければならなかった。伊藤はその役割を見事に果たしたと言えよう。

“鉱物の構造は原子からできている。しかし、多くの場合に、その構造は、原子のグループ(substructure とよぶ)が構成単位となり、本来の対称要素を超えた一定の規則で繰り返されて全体の構造(complex structure とよぶ)ができている”という伊藤の考えは、彼の集片双晶による多形の研究を出発点として、戦後、多数の構造未知の重要な鉱物の構造解析を精力的に進めることになった。このことにより日本の鉱物学は世界の鉱物学の一翼となることに成功したのである。しかし、1950年代になり重要な鉱物の構造がほとんど知られるようになると、世界の鉱物学のセンターでは、単なる構造解析ではなく、もっとはっきりした鉱物学的な目的意

識、すなわち、鉱物の生成や進化を明らかにしようとする目的をもった幅広い研究が行われるようになってきた。

伊藤研究室でも、二つの流れが次第に鮮明になってきた。一つは、双晶空間群の更に高度な理論的実験的研究であり、もう一つは重要な造岩鉱物についての結晶化学的な研究であった。伊藤スクールの樹立に直接関係した、定永、竹内および森本の3人がこの二つの流れのその後の展開について述べている(1978)。それを要約すると、以下のようになる。

定永は、伊藤の双晶空間群を理論的に追求して、complex structures の典型的なタイプと空間歪群の理論的な関係を明らかにした。とくに、この空間歪群の理論が complex structures の X 線回折図形でよく現れる、超過消滅則や対称の回折上昇現象の理解の鍵を与えることを示した。竹内は、彼のトロポケミカル双晶(tropochemical twin)を示す一連の鉱物の構造の研究を総括している。伊藤が一つの単位胞を単位として、その規則的な繰り返し双晶(竹内による伊藤双晶)を取り扱ったのに対して、竹内は、より大きな構造単位の繰り返し双晶(一般的な単位胞レベルの双晶でCTと呼ぶ)の中には、一つの化学系に属する一つの相から他の相への化学組成の変化をもたらす媒体の役割を担うものが存在するのに気づき、そのようなCTに対して、上記の名称を与えたわけである。CTを complex structures の化学組成の変化と関連付けたこの考えは、伊藤双晶の思い切った拡張とみることもできる。

森本は、造岩鉱物固溶体について、その相転移の際に起こる complex structures の形成の過程と、その構造の特徴について述べている。とくに、高温から低温への秩序化の過程で生ずる、非整合変調構造については、それが周期的な反位相構造からなり、反位相ドメイン(substructures)の境界は高温に似た構造と一定の幅をもち、その幅と配列方向が化学組成に応じて変化する新しいタイプの固溶体構造であることを明らかにした。また、造岩鉱物にみられるドメイン構造が、上記の構造の生成と深く結び付いていることを示した。

“X-ray Studies on Polymorphism” が出版されてから既に半世紀近く経っている現在、伊藤と共にその仕事を進めてきた人達も既に第一線から退いている。また、伊藤の仕事を知る研究者の数も次第に少

なくなつて来ている。しかし、この一文が、太平洋戦争を挟み、伊藤を中心として鉱物学と結晶学の研究が進められてきた雰囲気を知って頂く一助となれば幸いである。

おわりに、本文をまとめる上でいろいろ御教示にあずかった八木健三、都城秋穂、定永両一、砂川一郎、竹内慶夫、高野幸雄、丸茂文幸、床次正安、堀内弘之、虎谷秀穂の諸氏に心から感謝いたします。砂川氏から貴重な写真を提供して頂きました。重ねて感謝いたします。また、編集委員会副委員長佐藤興平氏にもたいへんお世話になりました。厚く感謝します。

[註]

(註1) 東大地質学教室に伊藤の卒業論文について調べて頂いたが、それに関する記録は欠損していて不明とのことであった。

(註2) 京大地質学鉱物学教室は1921年に、理論地質学、岩石学、鉱物学、地史学の4講座で設立され、その年の12月に小川琢治が岩石学教授に、1922年には留学中であった松山基範、松原厚、中村新太郎が帰国し、それぞれ理論地質学、鉱物学、地史学の教授に任ぜられた。

(註3) その後の八木の手紙(1994年5月)で、伊藤が東北大に提出した博士論文の題名は「単斜晶系に属する曹達長石の存在」であることが解った。

(註4) この創立総会に列席した砂川一郎(東北大名誉教授、当時地質調査所勤務)は、そのときのことを次のように述べている。「この会でIMAの規約、小委員会、役員などが決まり、伊藤先生はcouncilorになりました。初代会長はスイスのParkerで、その関係で第一回のIMAをZurichで開催することになりました。これにも伊藤先生(外に、小生、正田さん、京都の立川さん)が出席され、双空間群の話をされました。とつとつとした発表でしたが、小生大変好感をもちました。アルプスの巡検旅行も御一緒し、この旅行で、小生は伊藤“天皇”のことを大変好きになった次第です…」

これは私に、直ちに、八木(1992)が「神津淑祐と実験岩石学」の中で述べた次の話を思い出させた。1940年代半ばに神津は東大の坪井門下生などと研究会をときどき開いたが、東大の門下生が「(神津を)怖い先生と聞いていたが、たいへん物わかりのいい先生じゃないですか…」という印象をもったと言うことである。二人のすぐれた日本の近代鉱物学の創始者が、それぞれ独特の個性をもちながらも、自分の門下生に対しては厳しく、外に対しては物わかりのいい先生であったという点で、大変興味

深い。

(註5) 1950年代中頃、伊藤は、電子顕微鏡を用いて鉱物、とくに長石の微細組織を研究することを、当時助手であった私に熱心に勧めた。しかし、残念ながら、当時の電顕の技術は長石のような鉱物の微細組織の研究にはまだ時期尚早で、大した結果は得られなかった。実際に、私達のグループ(当時阪大産研)が透過電顕を造岩鉱物に用いて、その構造や微細組織の研究に成果をあげるようになったのは、その20年後であった。

(註6) この時代はもちろん、その後もずっと単斜輝石はその化学組成に関係なく、すべて透輝石と同じC格子の空間群(C2/c)をもつと信じられていた。1958年になって、森本は斜方輝石とほぼ同じ化学組成をもつ、FeとMgに富む単斜輝石(ピジョン輝石)は、透輝石と違うP格子の空間群(P2<sub>1</sub>/c)をもつことを明らかにした。正しい斜方輝石の空間群(Pbca)は、C格子をもつ単斜輝石ではなく、P格子をもつ単斜輝石をそのまま単位胞双晶さすことによって得られるので、伊藤は1950年のX-ray Studies on Polymorphismの中で、透輝石とは違うP格子の空間群をもつ単斜輝石の存在を予感し、そのことを述べている。

(註7) この時点で竹内が正しいと考えたBarnick(1935)の珪灰石の構造は誤っており、後に正しい構造がDornberger-Schiffら(1954)により決定された。しかし、X線反射の超過対称から導かれた、共通の構造単位のstackingの仕方(glideの仕方)で多形が構成されるという基本原理は、構造単位の構造に関係なく維持されている。

(註8) たとえば、伊藤はある時期、斜方輝石は存在せず、本質的なものは単斜輝石のみと信じていたと思われる。晩年までその考えをもち続けたかどうかは私には解らない。

(註9) 粉末結晶回折図形の低角側から回折線の面指数を100, 010および001と考え、それから求めた格子定数を用いて、imaginary lines  $hk0$ の位置(Q値)を次式より求める。(Q=4 sin<sup>2</sup> θ/λ<sup>2</sup>)

$$Q(hk0) = h^2 a^{*2} + k^2 b^{*2}$$

一般にγ\*角は90°でないため、その位置に回折線はない。本当の $hk0$ および $h\bar{k}0$ はこのimaginary lines  $hk0$ の位置の両側の等距離のところにある。それらの位置(Q値)は、次式のようになる。

$$Q(hk0) = h^2 a^{*2} + k^2 b^{*2} + 2hka^*b^* \cos \gamma^*$$

$$Q(h\bar{k}0) = h^2 a^{*2} + k^2 b^{*2} - 2hka^*b^* \cos \gamma^*$$

従ってimaginary linesの間隔からγ\*角が求められる。

$$\cos \gamma^* = \{Q(hk0) - Q(h\bar{k}0)\} / 4hka^*b^*$$

## 文 献

主要なもののみを示す

- Buerger, Martin J. (1969): Presentation of the Roebling medal of the Mineralogical Society of America for 1968 to Tei-ichi Ito. *Amer. Mineral.*, **34**, 586-589.
- Ito, T. (1933): A possible form of  $\text{Si}_3\text{O}_8$  groups in silicates. *Proc. Imp. Acad.*, **9**, 53-55.
- Ito, T. (1935): *Beitrage zur Mineralogie von Japon, Neue Folge 1*. 伊藤貞市(1935): 本邦鉱物図誌 1.
- Ito, T. (1950): X-ray Studies on Polymorphism, Maruzen Co. Ltd., Tokyo, 231p.
- Ito, T. (1969): Acceptance of the Roebling medal of the Mineralogical Society of America for 1968. *Amer. Mineral.*, **34**, 389-393.
- 片山信夫(1969): 1968年のロブリング・メダルを受賞された伊藤貞市先生. *鉱物雑*, **9**, 137-140.

- 定永両一(1969): 伊藤貞市先生の結晶学上の業績. *鉱物雑*, **9**, 141-146.
- Sadanaga, R., Takeuchi, Y., and Morimoto, N. (1978): Complex structures of minerals, *Recent Progress of Natural Sciences in Japan 3*, 日本学術会議, 137-206.
- 定永両一(1980): 名誉会員伊藤貞市教授の逝去を悼む. *鉱物雑*, **14**.
- 砂川一郎・竹内慶夫(1988): 鉱物結晶学—その始まりと伊藤の問題—日本の結晶学(日本結晶学会編集), 126-130.
- 八木健三(1992): 神津叔祐と実験岩石学. *地質ニュース*, no. 456, 57-67.

---

MORIMOTO Nobuo (1994): Professor T. ITO and his, mineralogy and crystallography.

---

<受付: 1994年8月31日>

## シリーズ: 日本の地球科学を築いた先達たち

著 者	表 題	年月(号) ページ
1. 都城秋穂	日本における顕微鏡岩石学の興隆と衰退 —一つの学問の一生の例として—	1991年4月(440号) 6-12
2. 杉村 新	私と2人の先生: 望月勝海と大塚弥之助	1992年7月(455号) 4-21
3. 八木健三	神津叔祐と実験岩石学	1992年8月(456号) 57-67
4. 針谷 宥	原田準平とその鉱物学	1993年8月(468号) 39-49
5. 森本信男	伊藤貞市と鉱物学・結晶学	1994年12月(484号) 51-63

日本の地球科学(地質学とその関連分野)創始期の先達を取り上げ、その業績や学風や人となりを記録に残すための企画として、特にシリーズとは銘打ってきませんでしたが、これまで以上の表のものが掲載されております。1-4も合わせてご覧ください。このシリーズは今後も継続します。取り上げてほしい人物などご希望・ご意見がありましたら、編集委員会までお知らせください。

〒305 つくば市東1-1-3 地質調査所 地質ニュース編集委員会  
Tel: 0298-54-3520; Fax: 0298-54-3533