

## 日本鉱物科学会賞

### 平成22年度日本鉱物科学会賞第7回受賞者

杉山 和正 会員 (東北大学金属材料研究所)

1959年6月静岡県静岡市に生まれる。1978年静岡県立静岡高校を卒業し、同年東京大学理科I類に入学。1982年東京大学理学部地学科地質学鉱物学コース卒業後、同年東京大学大学院理学系研究科鉱物学専攻に進学した。1987年博士課程修了、同時に同大学から博士(理学)の学位を授与される。東京大学在学時には、竹内慶夫教授および床次正安教授の指導を受け、博士の学位は床次正安教授(主査)よりいただいた。博士論文題目は「Structure and Crystal Chemistry of a Dense Polymorph of Tricalcium Phosphate  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 」であった。1987年4月～1995年8月まで東北大学素材工学研究所(旧東北大学選鉱製錬研究所)助手、1995年9月より1999年3月まで東北大学金属材料研究所助教、1999年4月～2007年3月まで東京大学大学院理学系研究科助教として研究に従事し、2007年4月からは東北大学金属材料研究所ランダム構造物質学研究部門教授として研究を継続している。

受賞題目:「複雑構造を有する物質群の構造解析法の開発研究」

#### 受賞理由

機能性材料素材の開発は、我が国の科学技術を高い水準で維持し発展させるキーポイントである。しかし21世紀型の材料素材には、高性能、安全性および再資源化など多様なインテリジェンスが要求されており、その開発は容易ではない。これまで杉山和正会員は、21世紀型新素材の開発基盤は天然鉱物および岩石にあると考え、常に素材開発を天然物との係わり合いの中で捉えてきた。

大学院在学中は、天然鉱物の構造と物性との関連性に関する研究に従事し、複雑な陽イオン分布を有するゼオライトの構造解明また高温高圧下における酸化物結晶の構造変化に関する研究を行ない、地球物質科学の研究分野に貢献してきた。また、当時稼働を開始したシンクロトロン放射光源をいち早く地球物質科学の分野に導入し、鉱物の高温高圧構造のその場観察などを通して地球物質科学の発展に寄与した。

東北大学多元物質科学研究所(旧選鉱製錬研究所)の応用鉱物学研究部門に奉職後も、シンクロトロン放射光を使った物質の構造を決定する方法論の開発に従事した。特に、原子番号の近接する元素の分別が困難である従来のX線回折法をブレイクスルーするX線異常散乱法(AXS)の応用研究は、結晶質・非結晶質を問わず複雑化合物の目的元素周囲の構造情報を与える環境構造解析としてその後大きく発展している。当時話題の酸化物超電導体、イオン伝導体およびスピネル結晶中の陽イオン分布の決定などの研究、さらに酸化物ガラスなどのランダム系物質の構造研究の経験を積み重ね、無機化合物の構造物性に関する研究分野で着実な成果を挙げている。さらに、大学院在学中に手がけたエネルギー分散型回折法が、広範囲の波数ベクトル領域の情報を短時間で得られる点において優れ、極端条件における解析に適している利点に着目し、高温融体の精密構造解析を目指す新しい装置の試作・改良ならびにデータ解析プログラムの開発にも成功した。そして例えば、珪酸塩マグマや $\text{LiNbO}_3$ 融体の構造解析結果は、地球科学的データとしてあるいは結晶素材育成に関わる技術的問題解決のための基礎データとして関連研究分野で注目を集めた。

東北大学金属材料研究所に移動後に推進した準結晶関連クラスター結晶群および環境調和型材料素材としての実用化が期待されるゼオライト化合物群に関する研究は、これまでの研究成果を材料素材の研究分野に積極的に展開した研究と考えることができる。特に5回対称軸を有する準結晶は、当時の結晶学の常識を覆す新しい物質であるが、杉山会員はこのような結晶学の基礎的問題にも積極的に挑戦し、直径2 nmを超える正二十面体原子クラスターを発見した研究成果は準結晶相の構造モデルに最終的な結論を与える研究成果として、世界的に高く評価されている。

最近では、杉山会員が発展させたX線異常散乱法を用いて、ゼオライト構造に含有されるSe鎖の構造解析、メタミクト鉱物および溶液反応によって生成したクリソコーラなどの潜晶質鉱物を行うなど、構造未解明の複雑鉱物群の構造解析法の開発およびその改良を推進している。このような構造複雑系物質の原子配列を精密に決定する新しい解析技術の開発が、これまで未解明の天然鉱物の体系化はもちろん、最近注目されているナノテクノロジーのキーポイントであることは間違いなく、このような観点から杉山会員が最近積極的に推進するX線異常散乱実験とリバースモンテカルロ法をドッキングしたAXS-RMC法は、複雑鉱物群の解析に加えてこれまで未解明であったランダム系物質の詳細な構造を解き明かすことを可能とする日本発の新しい解析法として大きな注目を集めている。杉山会員は、複雑な構造を持つ鉱物や非結晶の構造解析法の開発に加えて、新しい鉄鋼製錬プロセスを目指した鉱石原料の複合化に関する研究およびエネルギー問題の解決に大きく寄与できるGa $\text{N}$ バルク結晶の作製に関する研究など、鉱物学および岩石学から発展した学理を関連する学問分野に普及させる社会貢献にも努めている。

このように、杉山会員がこれまで推進してきた鉱物学から発展してきた複雑構造を解明する方法論の開発研究そして研究成果を関連する材料素材の分野に発展させる研究は、通常の方法学による研究では開拓できない鉱物学発信の学際研究と考えることができる。したがって、杉山会員の業績は日本鉱物科学会賞に相応しいものであり、杉山和正会員を受賞候補者として推薦する。

#### 主要論文

1. K. Sugiyama and M. Tokonami, Structure and Crystal Chemistry of a Dense Polymorph of Tricalcium Phosphate  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ : A Host to Accommodate Large Lithophile Elements in the Earth's Mantle. *Phys. Chem. Minerals*, 15, 125-130, 1987.
2. K. Sugiyama and Y. Takeuchi, The Crystal Structure of Rutile as a Function of Temperature up to 1600 °C. *Zeit. Kristallogr.*, 194, 305-313, 1991.
3. K. Sugiyama, Y. Waseda and S. Kudo, Structural Analysis of Hydrolytic Condensed Zirconium Oxide by the Anomalous X-ray Scattering Method. *ISIJ International*, 31, 1362-1367, 1991.
4. T. Yamanaka, K. Sugiyama and K. Ogata, Kinetic Study of the  $\text{GeO}_2$  Transition under High-pressure using Synchrotron X-radiation. *J. Appl. Cryst.*, 25, 11-15, 1992.
5. V. Petkov, S. Takeda, K. Sugiyama and Y. Waseda, The Structure of Molten Germanium by Energy-dispersive X-ray Diffraction. *J. Non-Cryst. Solids.*, 168, 97-105(1994).
6. Y. Waseda, K. Shinoda and K. Sugiyama, Cation Distribution of  $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  and  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  Spinels from Anomalous X-ray Scattering. *Zeit. Naturforsch.*, 50a, 1199-1204, 1995.
7. K. Sugiyama, N. Kaji, K. Hiraga and T. Ishimasa, Crystal Structure of a Cubic  $\text{Al}_7\text{OPd}_{23}\text{Mn}_6\text{Si}$ ; a 2/1 Rational Approximant of an Icosahedral Phase. *Z. Kristallogr.*, 213, 90-95, 1998.
8. J. Yu, K. Sugiyama, K. Hiraga, N. Togashi, O. Terasaki, Y. Tanaka, S. Nakata, S. Qiu and R. Xu, Synthesis and Characterization of a New 2-D Aluminophosphate Layer  $[\text{Al}_2\text{P}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2][\text{C}_6\text{NH}_8]$  and Structural Diversity in Anionic Aluminophosphates with  $\text{Al}_2\text{P}_3\text{O}_{12}^{3-}$  Stoichiometry. *Chem. Mater.*, 10, 3636-3642, 1998.
9. K. Sugiyama, M. Saito and Y. Waseda, Structural study of liquid  $\text{LiNbO}_3$  by the high-temperature energy dispersive X-ray diffraction coupled with reverse Monte Carlo simulation. *J. Crystal Growth.*, 311, 966-969, 2009.
10. N. Togashi, K. Sugiyama, J. Yu, S. Qiu and O. Terasaki, Single crystal structure analysis of the Se-incorporated mordenite, coupled with the anomalous X-ray scattering. *Solid State Sciences* 13, 684-690, 2011.