

海外自然史博物館紹介シリーズ (その1)

IMA (国際鉱物学連合) 2010 開催地ハンガリーの大学 (ELTE) の自然史博物館 ～鉱物学の歴史を垣間見る～

柳澤 教雄¹⁾

1. はじめに

筆者が、GSJの地質標本(鉱物、化石等)を管理する部署である地質情報基盤センターアーカイブ室に2020年4月に着任して1年以上になる。着任までは、地圏資源環境研究部門および再生可能エネルギー研究センターで地熱利用に関する研究、特に地熱の配管に付着する鉱物(スケール)や材料腐食などの研究やトレーサー試験などの地球化学的な研究を行ってきた。その過程で国際的な共同研究や国際学会での成果発表を行ってきた。当時は地質標本館業務を兼務していたこともあり、出張時に会場付近の自然史博物館を見学する機会もあった。

これらの博物館の紹介をどこかでできればと考えていたが、地質標本管理が本務となった現在の観点で、海外の自然史博物館(大学等の博物館も含む)の紹介を数回ほどの連載で行いたい。

第1回は、2010年8月にハンガリー、ブダペスト市内にあるエトヴェシュ・ローランド大学(Eötvös Loránd Tudományegyetem: ELTE)(写真1)において開催されたIMA(International Mineralogical Association: 国際鉱物学連合)第20回総会に参加した際に見学したELTEの自然史博物館に所属する鉱物・岩石コレクションを紹介する。それとともに、鉱物学やIMAの歴史も紹介したい。



写真1 IMA 総会会場および鉱物・岩石コレクションのある ELTE

なお、本稿執筆にあたり、本誌の前身である「地質ニュース」を含めて国際鉱物学連合に関する報告を確認したところ、地質ニュース1965年8月号に「国際鉱物学連合総会に出席して」(砂川, 1965)、1970年12月号に「IMA-IAGOD Meetings'70」(砂川, 1970)の記事が確認できたが、以後の報告記事は確認できなかった。

2. ELTE 自然史博物館「鉱物・岩石コレクション」に展示されている鉱物学の歴史

会場となったELTEの歴史はIMA2010総会の開会式で紹介された。それによると、ELTEはハンガリーで最古の大学で設立は1635年、その後1777年に現在の場所に移転し、1950年に現在の名称になっている。自然史博物館に所属する鉱物・岩石コレクションの建物は、1774年に創建され、200年以上の歴史を持っている。その創建当時の状況や歴史については、博物館内では常設展示(写真2)、IMA総会会場のポスター展示(写真3)で紹介されていた。

このコレクションはハンガリーで最大の鉱物および岩石のコレクションで、18世紀末頃はヨーロッパで最大規模の



写真2 1774年の大学移転時の資料展示

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報基盤センター

キーワード: ハンガリー, 博物館, 鉱物, 岩石, 歴史, IMA, 結晶構造, 化学



写真3 鉱物・岩石コレクションの歴史を説明したパネル（学会会場内に掲示）



写真4 ELTE内の鉱物・岩石コレクション展示

体系化された教育目的のコレクションであった。展示ケースは1880年代に製造され、写真4, 5, 6などに示すようなかたちで鉱物の展示が行われている。

コレクションには約1000種類の鉱物とほぼすべての種類の岩石が収録され、ELTEの学生や研究者の地質学、環境学、化学、歴史学のトレーニングに利用されているだけでなく、高校生のトレーニング支援にも利用されている。鉱物分類学、隕石コレクション、化学周期表展などの他の展示や特別展もあり、2007年度から一般に公開されている。

さて、このコレクションの展示は17世紀以後の鉱物学の発展の歴史を反映しているものであるので、展示内容および「鉱物学」(森本ほか, 1975)の内容をもとに鉱物学の歴史を紹介したい。

まず、鉱物学における結晶学的発見は1669年になされている。1つはデンマークのステノ(N. Steno)が種々の水晶面を測定することによって、対応する面の角が一定であることを示した「面角一定の法則」、もう1つは同じくデンマークのバルトリン(E. Bartholinus)による方解石の複屈折の発見である。その後、結晶の内部構造や結晶軸に関する理論的な研究が進展し、1848年にフランスのブラベ(A.



写真5 写真4の拡大



写真6 展示ケースの一例(イットリウムやアンチモンを含む鉱物)



写真7 ブラベの結晶空間格子の展示

Bravais)により結晶に空間格子が14あり,7つの結晶系に分けられることが示された(写真7)。

一方、鉱物の化学分析法は、18世紀頃から進歩し、ドイツのクラプロット(M. H. Klaproth)は鉱物の分析によりウラン(U)、ジルコニウム(Zr)、チタン(Ti)、セリウム(Ce)などの新元素を発見・確認した。そして、1774年にドイツのウエルナー(A. G. Werner)によって化学組成による鉱物分類の基礎が築かれた。

この鉱物の化学的研究と結晶学的研究との密接な関連はドイツのミッテェルリヒ(E. Mitscherlich)によって1818～1830年頃に行われた同形(例えば金属硫酸塩の多くが結晶水の量が等しければ同じ結晶形をとる)や多形(例えば、炭酸カルシウム(CaCO₃)が方解石とあられ石のように異なった結晶形をとる)の発見を機に確立されていくことになった。

その後多くの鉱物が正確に研究記載されるようになり、19世紀の間に多くのデータが集積された。そのデータは、例えばアメリカの鉱物学者・地質学者であったデーナ(J. D.

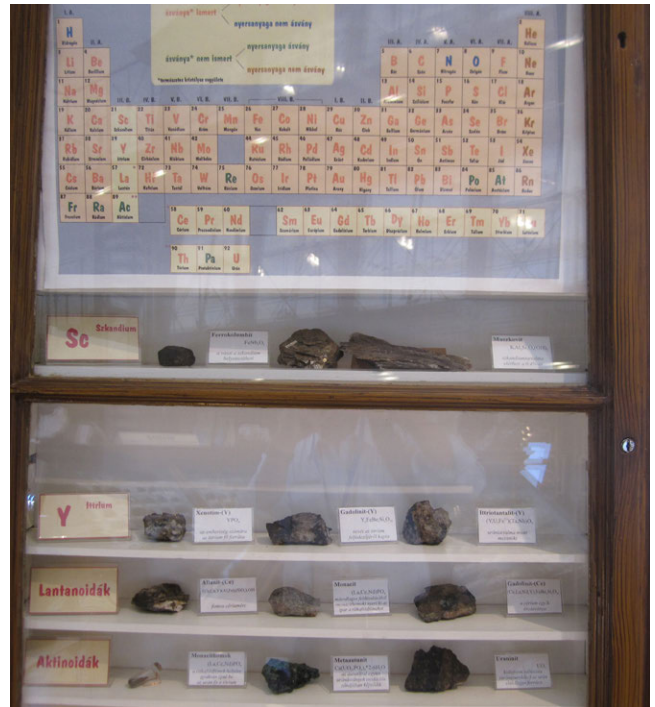


写真8 元素の周期表とスカンジウムやイットリウムなどを含む主要鉱物



写真9 1867年のハンガリーの地質学者ハントケンによる調査研究成果の展示

Dana)などによって整理・出版された。

鉱物学の進展と同時に、無機化学でも新規に発見される元素が増加し、1869年にロシアのメンデレーエフ(D. Mendeleev)によって元素の周期表が提案された(写真8)。

そしてELTE自然史博物館の鉱物・岩石コレクションには、1867年のハンガリー国内での調査として地質学者ハントケン(M. Hantken)による鉱山開発に向けての調査研究成果が展示されている(写真9)。

20世紀にはいとX線結晶学が進展してくる。まずド

イツのラウエ (M. Laue) が 1912 年に結晶が X 線に対して回折格子の役割を果たすことを示し、それを受けてイギリスのブラッグ (W. L. Bragg) が、塩化ナトリウム、塩化カリウム、硫化亜鉛、ダイヤモンドなどの原子的構造の解析に成功した (1915 年にノーベル賞受賞)。この解析の成功は化学や鉱物学に大きな影響を与え、塩化ナトリウムの解析からイオン性化合物の化学結合の性質が明らかにされてきた。そして、1920 年代の後半には、ゴールドシュミット (V. M. Goldschmidt) が簡単な無機化合物の化学組成と結晶構造と結晶の性質との間の関係を解析し、結晶化学の基礎を確立した。また 1930 年にブラッグはケイ酸塩鉱物の結晶構造の法則性を明らかにするとともに、構造的分類法を提案した。さらに、合成鉱物学や実験岩石学の進展により、鉱物の生成条件 (温度、圧力など) や相平衡の解析が行われていき、火山噴火などの現象との関連も解析されるようになってきた。博物館内には、ハワイやセントヘレンズなどの火山噴出物の展示もされている (写真 10)。

また、ブダペスト市内でも 1930 年ごろにマルティノビッチ山の晶洞が発見され、そこで発見された方解石などが地元の石コーナーで展示されている (写真 11)。

3. IMA の設立から 2006 年の IMA 神戸総会まで

このようにして、鉱物学は化学や結晶学、またそれらの分析手法の発達とともに進展し、多くの鉱物種が発見されるとともに鉱物学の立ち位置も変化してきた。

19 世紀後半頃から鉱物学者たちは、成果公表や国際協力のために、IGC (International Geological Congress: 万国地質学会議, 第 1 回はパリ万博と同時開催の 1878 年) や

I.U.Cr. (International Union of Crystallography: 国際結晶学連合) の会合に出席していたが、研究の進展につれ、各国で地質学会から独立した鉱物学会が創立されるようになった。まずイギリス (1876 年)、さらにアメリカ (1916 年)、ドイツ、フランス、カナダなどで鉱物学会が設立された。日本では事情はやや複雑で、1928 年に日本岩石鉱物鉱床学会が設立されていたが、国際協力の窓口になったのは、1955 年に日本地質学会から独立した日本鉱物学会であった。

このように、世界の主だった国で独立した鉱物学会が作られると、鉱物学者の間で独自の国際協力機関を作って、学術討論の場であるとともに、鉱物のデータ記載の統一や新鉱物が記載された場合に検討・承認の役割を果たすことが必要となってきた。1957 年のカナダの I.U.Cr. の席上で鉱物学の国際協力機関としての IMA の設立が提案され、1958 年にスペイン、マドリッドでの設立総会が行われた。その後定期的な総会が実施され、学術討論会および国際協力のための各種委員会 (博物館委員会、新鉱物および鉱物名委員会など) が開催されるようになった。これまでの IMA 総会の開催年と開催地を第 1 表に示す。

1958 年設立総会は 15 カ国、40 名ほどで実施され、第 2 回の 1960 年のコペンハーゲン以後は 2 年に 1 回となった。そして 1960 年以後は 4 年に 1 回は IGC と並行して開催されていた。この IMA の設立から、1964 年のインド、ニューデリーにおける第 4 回 IMA 総会までの経緯、IMA の各委員会の活動の詳細については、砂川 (1965) による地質ニュース記事「国際鉱物学連合総会に出席して」に記されている。

そして、1970 年には IMA 総会がはじめて日本で開催



写真 10 火山噴出物などの展示



写真 11 ブダペスト市内マルティノビッチ山の晶洞で採集された方解石などの展示 (この晶洞は 1930 年頃発見された)

第1表 IMA 総会の開催記録

回	開催年	開催地	
設立	1958	マドリッド	スペイン
1	1959	チューリッヒ	スイス
2	1960	コペンハーゲン	デンマーク
3	1962	ワシントン	アメリカ
4	1964	ニューデリー	インド
5	1966	ケンブリッジ	イギリス
6	1968	プラハ	チェコ
7	1970	京都	日本
8	1972	モントリオール	カナダ
9	1974	ベルリン	ドイツ
10	1976	シドニー	オーストラリア
11	1978	ノヴォシビルスク	ロシア
12	1980	オルレアン	フランス
13	1982	ヴァルナ	ブルガリア
14	1986	スタンフォード	アメリカ
15	1990	北京	中国
16	1994	ピサ	イタリア
17	1998	トロント	カナダ
18	2002	エジンバラ	イギリス
19	2006	神戸	日本
20	2010	ブダペスト	ハンガリー
21	2014	ヨハネスブルク	南アフリカ
22	2018	メルボルン	オーストラリア
23	2022	リヨン	フランス

されることになった。1970年の8月28日から9月2日にかけて東京の経団連会館と京都国際会議場でIAGOD (International Association on the Genesis of Ore Deposits: 国際鉱床学連合)との共催にて開催された。参加国は36カ国、参加者は860名(うち日本人380名)となり、この会議では宇宙鉱物学(隕石や月の標本)、結晶成長、記載鉱物学、鉱物物理・科学、硫化鉱物に関するセッション、10件以上の巡検(見学旅行)が実施された。この各セッションや巡検の詳細については、砂川(1970)により地質ニュース記事「IMA-IAGOD Meetings '70」に記述されている。また、開催に合わせ、「Introduction to Japanese Minerals」という200ページほどの冊子が配布された(写真12)。内容は日本の鉱物学の歴史、主要鉱物、日本で記載された鉱物の詳細などでまとめられていた。そして、出版の時点で日本での産出が確認された596の鉱物種と、日本から提案された新鉱物名70種のうち、IMAによって新鉱物種であると確認された27種が紹介されている。この27種については鉱物

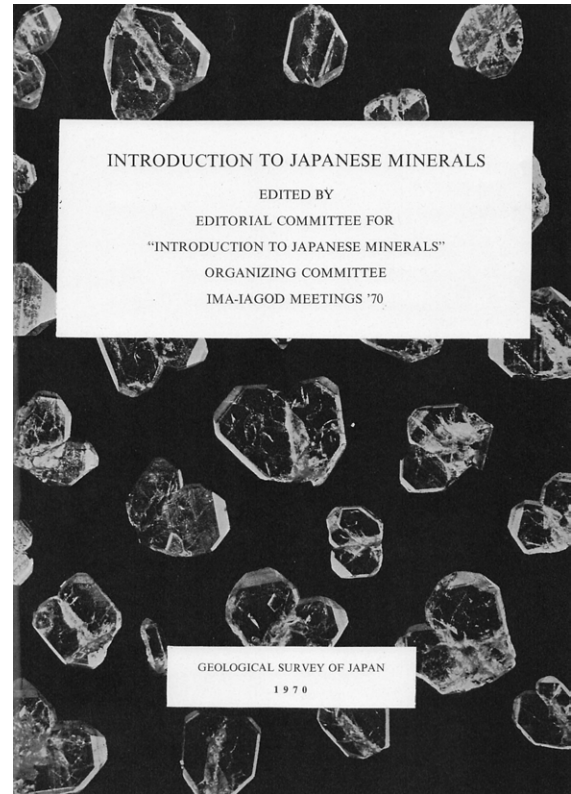


写真12 IMA1970の際に発刊された「Introduction to Japanese Minerals」

の結晶系や詳しい産状、写真や報告された論文などが示されており、1934年に記載された轟石など鉱山で発見されたものや湯河原温泉で産出された湯河原沸石などが含まれている(Editorial Committee for "Introduction to Japanese Minerals", 1970)。

その後もIMA総会は2年に一度開催されていたが、1982年以後は、IGC開催の中間年の4年に1回の開催となった。

一方、日本においては日本鉱物学会が毎年春に、日本鉱物学会と岩石鉱物鉱床学会、鉱山地質学会(現在の資源地質学会)の連合学会(三鉱学会)が毎年秋に開催され、それぞれ学術成果発表が行われていた。その一方で、大学間の若手研究者の交流・意見交換を目的として1987年にYMO (Young Mineralogist Organization, 鉱物科学若手の会)が発足した。YMOは20～30代の若手研究者により運営され、上記の学会開催時に交流会を行うとともに、毎年1回夏の学校を開催し、さらに年3回ほどニュースレターを発行していた。

YMO主催の第1回の夏の学校は、1988年岐阜県中津川で行われた。ここでは、地球内部の高圧下での物性や鉱物学のセミナーが行われるとともに、苗木地域への巡検が行われた。また、その後の夏の学校ではKEK(高エネルギー

加速器研究機構)や SPring-8 のような加速器を用いた鉱物の微細分析装置の見学会も行われた。テーマも分析技術、粘土鉱物、バイオミネラリゼーション、鉱物学と化学など幅広く取り上げられた。これらのテーマは、やがて日本鉱物学会のセッションでも充実した発表が行われるようになり、同時に IMA 総会の日本再招致の機運が高まってきた。そして 2006 年に神戸国際会議場で 36 年ぶりに日本で開催されることになった。

2006 年の神戸での IMA 総会では、参加国は 50 カ国となり、参加者は 868 名(うち日本人は 509 名)であった。鉱物科学の新基軸をメインテーマとして 37 課題のセッションが行われ 868 件の発表(口頭, ポスター)が行われた。さらに次の 2010 年の IMA がハンガリーのブダペストで開催されること、IMA 会長に大阪大学の山中高光教授が就任することが決定された。また、IMA 総会期間内に、日本鉱物学会と岩石鉱物鉱床学会が統合されることが決定され、2007 年 9 月に新しく「日本鉱物科学会」が発足した。

4. IMA2010 について

ここでハンガリーでの IMA2010 の開催状況についても紹介したい。前回の 2006 年が日本開催ということもあって、日本からの参加者は 140 名程度となっていた。産総研からは、筆者のほか、星野美保子さん(地圏資源)、渡辺

寧さん(現秋田大学)などが参加していた。そして、全体としては、参加国が 74 カ国、参加者数 1700 名、セッションは 78 課題となり、発表件数も 1600 件にのぼった。この参加者数は、現時点までの IMA 総会で最大規模である。

開会式では、IMA 会長の山中氏や、開催地域の鉱物学会の代表者などの挨拶が行われたが、最後に写真 13 に示すように大学 (ELTE) の学生によるコーラスで締めくくられた。それだけでなく大会期間中、特に昼休みの時間帯には学生によるチェロやバイオリン等器楽演奏が行われた。このあたりはさすが音楽の都といったところである。なお、写真 13 のスクリーンの左下にある 375 は、大学設立後 375 年目であることを示している。

筆者は、「Metal sulfide minerals from deep-seated granitic geothermal reservoir」のタイトルでポスター発表を行った(写真 14)。国内の地熱発電所の生産井の地上付近に沈殿した硫化鉱物スケール(閃亜鉛鉱, 方鉛鉱, 黄銅鉱など)やシリカスケールについて、その産状や分布、深部の岩石との関連などをまとめた。地熱関係ということで、アメリカやイタリア、ニュージーランドの研究者から質問をうけたが、意外にも地元ハンガリーの参加者からも多くの関心が寄せられた。聞くとフランスのソルツの高温岩体試験に興味があるとのことであった。またハンガリーでは本格的な地熱発電所はないものの、ドナウ川沿いに温泉があり、朝早くからやっているから行って見たらと勧められた。とい



写真 13 開会式を締めくくる学生のコーラス

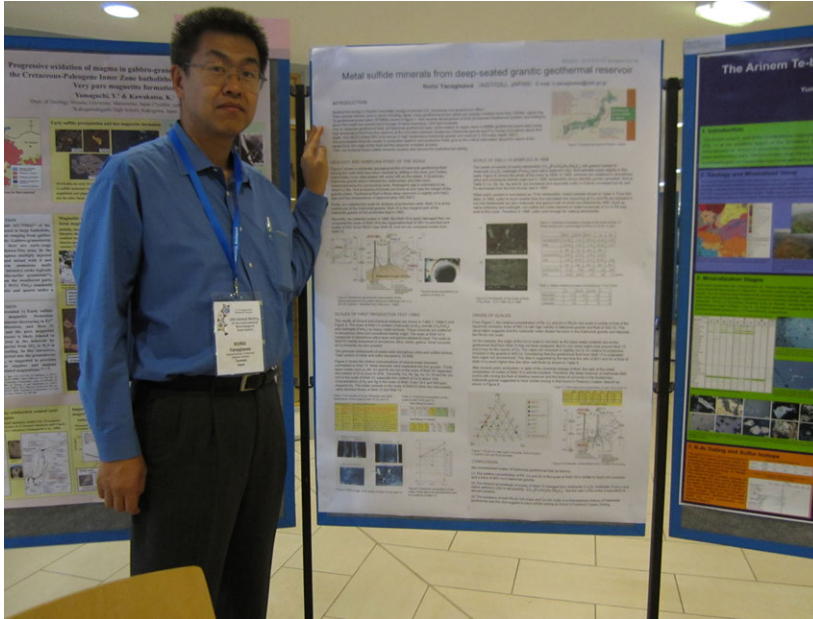


写真 14 筆者のポスター発表



写真 15 ドナウ川沿いの温泉施設の入口



写真 16 ポスター会場の雰囲気

うことで写真 15 に示すようなドナウ川沿いの温泉施設に
 いてプールのような温泉を楽しんだ。水着着用で温度は
 36 ~ 44 °C の数段階あった。

さて、学会会場内のポスター発表会場は写真 16 に示す
 ように常ににぎわっており、また多くの展示ブースが写真
 17 のように出展されていた。このあたりは多くの国際学
 会とあまり変わらない雰囲気であるが、ユニークであった
 のは、写真 18 のように鉱物ワインセレクションとして、
 鉱物の分類である元素鉱物(自然金や硫黄)、硫化鉱物(方
 鉛鉱、閃亜鉛鉱など)、酸化鉱物(磁鉄鉱など)の名称にち
 なんだワインが展示されていたことである。

そして、この IMA2010 の参加者からこれまで紹介した
 ELTE の自然史博物館(鉱物・岩石コレクション)に寄贈さ



写真 17 学会会場の展示ブース



写真 18 鉱物にちなんだワインコレクションの展示 (鉱物の分類方法である, 元素鉱物, 硫化鉱物, 酸化鉱物などと関連づけて展示されている)



写真 19 日本から ELTE 博物館への寄贈標本の展示, 6つの新鉱物とひすい輝石などが展示されている。



写真 20 ロシアから ELTE 博物館への寄贈標本(クジャク石), 文献も展示されている。

れた鉱物の紹介がされていた。写真 19 には日本からの寄贈標本を示す。この中には新潟県の新潟県産のフオッサマグナムジェムから寄贈されたひすい輝石(jadeite)や日本からの新鉱物として、岡山産の逸見石など 6 種類が展示されていた。なお、ひすい輝石については、2016 年の日本鉱物科学会総会にて日本の国石に選定されている(日本鉱物科学会ウェブサイト)。

同様にほかの国からも寄贈されている。写真 20 にはロシアから寄贈された鉱物(クジャク石と関連文献)の展示を示す。コレクションには写真 21 に示すように、アメリカ産の水晶の日本式双晶も展示されているが、現在は上記の寄贈標本も加えて、鉱物展示がさらに充実していると思われる。



写真 21 アメリカ, アリゾナ州産の水晶の日本式双晶

5. IMA2022 について

鉱物種は年々増加しており、IMA 設立の頃は約 1500 種類であったが、2021 年 6 月時点では鉱物種リストに掲載されているものは約 5700 種類となっている (IMA ウェブサイト)。

そして、次回の第 23 回 IMA 総会は、2022 年の 7 月 18 日から 22 日にかけてフランスのリヨンで開催される予定である。公式ウェブサイトによると、IMA2022 では伝統的な鉱物学とフロンティアに向けての鉱物学のための総会になるとのことである。

伝統的な側面としては、フランスの鉱物学者で現代の鉱物学と結晶学の父であるアユイ (Haüy R. J.) の死から 200 年を迎えることである。アユイは 1802 年にパリの自然史博物館で鉱物学の教授に就任以後、多くの鉱物の結晶学的研究を進めてきた。例えば方解石の断片を観察して劈開面であること、さらに方解石の破片が一貫して菱面体晶となることを発見し、それをもとに結晶構造の理論の研究を進めた。また、結晶の焦電性と圧電性の研究も行った。その研究の過程で、写真 7 に示すような結晶構造模型の製作も行って来た。

そして彼の没後 200 年を記念して、IMA は 2022 年を鉱物学の年 (Min2022) と宣言した。Min2022 は、基礎科学としての鉱物学の重要性を強調するもので、ユネスコによって承認された持続可能な開発のための国際基礎科学年の後援の下で行われる予定である。

その一方で、フロンティアとしては、太陽系天体の鉱物学であり、例えば NASA による火星探査 Mars 2020 による火星の調査、そして、日本のはやぶさ 2 による小惑星リュウグウから採集された試料の鉱物学的解析の成果が期待されている。

はやぶさ 2 については、すでに報道されているように小惑星リュウグウで採取した岩石片は 2020 年 12 月 6 日にオーストラリアで回収に成功し、現在国内の参加機関で各

種分析が進められている。回収の様子とオーストラリアでのガスサンプリング、そして国内での分析計画については、2021 年 5 月 30 日の日本地球惑星科学連合大会の「地球・惑星科学トップセミナー」で橘 省吾さん (東京大学大学院理学系研究科宇宙惑星科学機構) によって紹介されている。

IMA2022 では、上記のトピックスを踏まえて、鉱物分類学、鉱物の物理学と化学、鉱石と鉱物の鉱物学、惑星鉱物学、惑星内部、鉱物の動的世界などを中心に多くのセッションが開催される予定である。

文 献

- Editorial Committee for "Introduction to Japanese Minerals", Organizing Committee IMA-IAGOD Meetings '70 (eds.) (1970) Introduction to Japanese Minerals. Geological Survey of Japan, Tokyo, 208p.
- IMA (国際鉱物学連合) ウェブサイト. <https://www.ima-mineralogy.org/> (閲覧日: 2021 年 6 月 15 日)
- 森本信男・砂川一郎・都城秋穂 (1975) 鉱物学. 岩波書店, 東京. 640p.
- 日本鉱物科学会ウェブサイト. <http://jams.la.coocan.jp/> <https://www.ima-mineralogy.org/> (閲覧日: 2021 年 6 月 15 日)
- 砂川一郎 (1965) 国際鉱物学連合総会に出席して. 地質ニュース, no. 132, 42-50.
- 砂川一郎 (1970) IMA-IAGOD Meetings '70. 地質ニュース, no. 196, 1-11.

YANAGISAWA Norio (2021) Introduction of the natural history museum in the world (No.1) The Natural History Museum of ELTE, university of Hungary at the venue of IMA meeting 2010 with the history of mineralogy.

(受付: 2021 年 6 月 29 日)