

# アジアの鉱物資源図

## —Mineral Resources Map of Asia—

神谷雅晴<sup>1)</sup>・大野哲二<sup>2)</sup>・寺岡易司<sup>1)</sup>・奥村公男<sup>2)</sup>・渡辺 寧<sup>3)</sup>

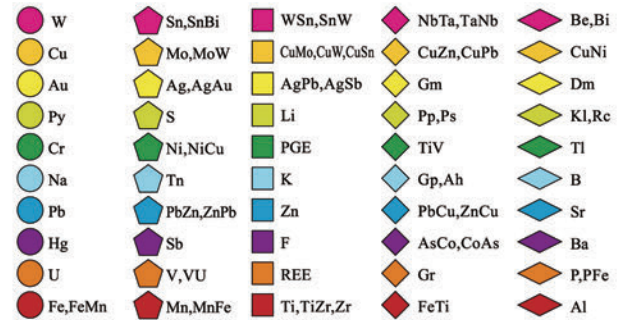
### 1. 経緯

このたび産業技術総合研究所地質調査総合センターから500万分の1、アジア鉱物資源図・同説明書が出版された。このシリーズの出版物としては、Geological Map of East Asia (Teraoka and Okumura, 2003)、Mineral Resources Map of East Asia (Kamitani *et al.*, 2007)、Geological Map of Central Asia (Teraoka and Okumura, 2007)、Mineral Resources Map of Central Asia (Kamitani *et al.*, 2012)がある。それらの地質の総括として、Geological Map of Asia (Teraoka and Okumura, 2011)に続いて、鉱物資源のまとめとしてのMineral Resources Map of Asia (Kamitani *et al.*, 2014)が刊行された。このアジア鉱物資源図では従来のものより範囲を拡大し、北はバイカル湖付近のロシア、南はインドをはじめとした南アジアおよびインドシナ地域を追加・総合している。

鉱物資源の分布、産状、規模などを知るとともに、各地域（鉱床生成域）の特徴などを理解し、それぞれの地域の資源ポテンシャルを予測するためには、このように広域で、かつ詳細な地質図や地質構造図が必要となる。アジア地域においてこのシリーズのように広域的な地質図と鉱物資源図はこれまでにいくつか公表されているが、この鉱物資源図にみられるように金属・非金属鉱床を総括し、約8,000に及ぶ鉱床の位置（緯度・経度）、主要鉱種、鉱床タイプ、鉱床規模などを明らかにし、詳細な地質図に表示したものはほとんど知られていない。さらに、それら大・中・小規模に至る鉱床の全てはデータベース化され、地質調査総合センターのホームページで公表されている (<https://www.gsj.jp/Map/EN/asia-area-geoscience.html> 2015/02/25 確認)。

### 2. 鉱物資源図の内容

このアジア鉱物資源図中には7,955鉱床がプロットされている。それらの主要な鉱物資源データを採択し、図示



第1図 鉱種 (Kamitani *et al.*, 2014より)。

するためには一定の基準が必要となる。それは個々の鉱床が現在保有している埋蔵量あるいは資源量に限らず、すでに採掘した鉱物量（既採掘量）を含めた合計について評価し採択の基準とされた。たとえば、金鉱床では原則として、金属量1t以上の金を保有しているか、あるいは同程度の資源ポテンシャルを有していると推測可能なものおよびかつて生産実績のあるものを採択した。また、銅鉱床については金属量2,500t以上のものを対象とした。

**鉱種 (Commodity)：** 鉱物資源の種類は多種多様であるが、第1図に例示した50種類の鉱種を対象として採択されている。ただし、石灰石、ドロマイト、珪石、長石、マグネサイト鉱床などは極めて多く存在し、他の鉱床の分布と重複することが多いためこの資源図から除外することとした。採択されたそれらの鉱種は10色の色と5種の図形の違いによって識別することができる。

**鉱床タイプ (Deposit type)：** 鉱床の成因に基づく鉱床タイプの分類は未区分を含めて大きく12区分された(第1表)。国あるいは地域によってはこの鉱物資源図の区分と必ずしも合致しないものもあり、明確な区分がなされていない場合もあるので、未区分鉱床として記載したものがやや多くなっている。図中では大規模鉱床のみについて鉱床タイプが表示されているが、中規模と小規模鉱床についてはアジア地域鉱床データベース(前出)中に記載しているので参照していただきたい。

1) 元産総研 地圏資源環境研究部門  
2) 産総研 地圏資源環境研究部門  
3) 秋田大学

キーワード：鉱物資源、アジア、金属資源、非金属資源、鉱物資源図、テクトニックマップ

第1表 鉱床タイプの10分類 (Kamitani *et al.*, 2014 より).

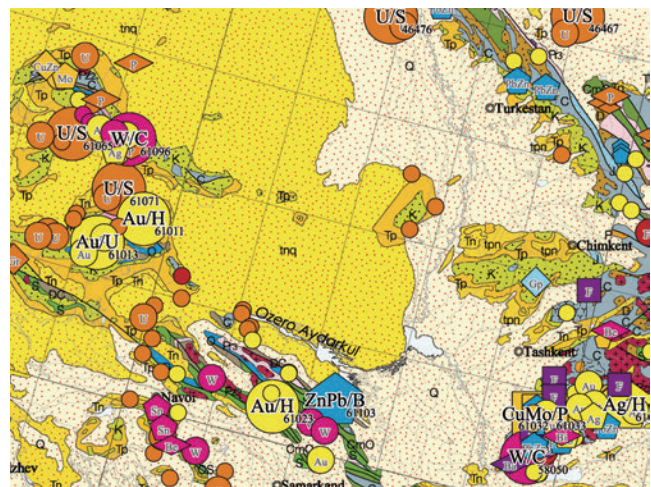
| <b>鉱床タイプ</b>                 |                |
|------------------------------|----------------|
| 鉱種シンボル中に表記された略号は以下のとおり       |                |
| M : マグマ性鉱床, 火山性塊状鉱床          | S : 砂岩型を含む堆積鉱床 |
| C : スカルン鉱床, 接触交代鉱床           | T : 変成鉱床       |
| H : 熱水性鉱脈鉱床, 割れ目充填鉱床         | W : 風化残留鉱床     |
| G : ベグマタイト鉱床, グライゼン鉱床        | E : 蒸発鉱床       |
| P : 網状鉱床を含む斑岩型鉱床, 鉱染鉱床       | D : 漂砂鉱床       |
| B : 火山性堆積鉱床を含む層準規制鉱床, 噴気堆積鉱床 | U : タイプ不明      |

第2表 鉱種毎の鉱床規模 (Kamitani *et al.*, 2014 より).

### 鉱床サイズ

表中の単位は金属, 非金属資源についてはトン, ダイヤモンドと貴石についてはカラット. 資源量には既採掘分を含む.

| Commodity   | Size        |        |           |
|---|-------------|--------|-----------|
|   | Large       | Medium | Small     |
| Aluminum (bauxite) (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )      | 100,000,000 | >      | 1,000,000 |
| Antimony (Sb)   | 500,000     | >      | 10,000    |
| Arsenic (As)  | 1,000,000   | >      | 10,000    |
| Barite (BaSO <sub>4</sub> )                               | 5,000,000   | >      | 50,000    |
| Beryllium (BeO)   | 1,000       | >      | 10        |
| Boron (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                    | 10,000,000  | >      | 100,000   |
| Chromium (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )                | 1,000,000   | >      | 10,000    |
| Cobalt (Co)   | 20,000      | >      | 1,000     |
| Copper (Cu)   | 1,000,000   | >      | 50,000    |
| Diamond (Dm)  | 20,000      | >      | 1,000     |
| Fluorite (CaF <sub>2</sub> )                              | 5,000,000   | >      | 100,000   |
| Gold (Au)   | 200         | >      | 10        |
| Graphite (fixed C.) (Gr)                                  | 1,000,000   | >      | 10,000    |
| Gypsum-anhydrite (CaSO <sub>4</sub> )                     | 100,000,000 | >      | 5,000,000 |
| Iron (ore) (Fe)   | 100,000,000 | >      | 5,000,000 |
| Kaolin/Refractory clay (ore)                              | 50,000,000  | >      | 1,000,000 |
| Lead (Pb)   | 1,000,000   | >      | 100,000   |
| Lithium (Li <sub>2</sub> O)                               | 100,000     | >      | 10,000    |
| Manganese (ore: ≥40%Mn)                                   | 10,000,000  | >      | 100,000   |
| Mercury (Hg)  | 20,000      | >      | 1,000     |
| Molybdenum (Mo)   | 500,000     | >      | 25,000    |
| Nickel (Ni)   | 500,000     | >      | 25,000    |
| Niobium-Tantalum [(Nb,Ta) <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]   | 100,000     | >      | 1,000     |
| Phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )                | 200,000,000 | >      | 1,000,000 |
| Platinum group elements (PGE)                             | 200         | >      | 10        |
| Potassium (KCl or K <sub>2</sub> O)                       | 10,000,000  | >      | 1,000,000 |
| Precious gems (Gm)  | 20,000      | >      | 1,000     |
| Pyrite (FeS <sub>2</sub> )                                | 20,000,000  | >      | 200,000   |
| Pyrophyllite/Pottery stone (ore)                          | 50,000,000  | >      | 1,000,000 |
| Rare earth with Yttrium (RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) | 2,000,000   | >      | 50,000    |
| Silver (Ag)   | 10,000      | >      | 500       |
| Sodium (NaCl)   | 100,000,000 | >      | 1,000,000 |
| Strontium (Sr)  | 1,000,000   | >      | 10,000    |
| Sulfur (S)  | 100,000,000 | >      | 1,000,000 |
| Talc (ore)  | 10,000,000  | >      | 1,000,000 |
| Thenardite (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )             | 100,000,000 | >      | 1,000,000 |
| Tin (Sn)  | 100,000     | >      | 5,000     |
| Titanium (TiO <sub>2</sub> )                              | 10,000,000  | >      | 1,000,000 |
| Tungsten (W)  | 50,000      | >      | 1,000     |
| Uranium (U)   | 50,000      | >      | 1,000     |
| Vanadium (V)  | 10,000      | >      | 500       |
| Zinc (Zn)   | 1,000,000   | >      | 100,000   |



第2図 アジア鉱物資源図における鉱床シンボルの例 (ウズベキスタン東部).

**鉱床規模 (Deposit size) :** 鉱床規模は各鉱床の埋蔵鉱量 (既生産量を含む) を大・中・小規模に区分した. 金属鉱床は Au, Ag, Cu, Pb, Zn などの金属量あるいは Cr, Li, Ti などの金属酸化物の量を, 非金属鉱床ではその鉱物種の重量によって鉱床規模を評価した (第2表). 多くの国およびその研究機関などからの研究報告において公表されている鉱床規模の大・中・小区分は第2表と異なっていることも多く, あるいは具体的な区分がなされていないこともある. したがって, 大規模鉱床と表記されている場合であっても, 具体的な数量 (埋蔵量 / 資源量) が不明である場合には中規模鉱床として扱うこととした.

このアジア鉱物資源図では大規模鉱床 (415 鉱床) のみに鉱床番号を付記した (第2図). その鉱床概要は説明書 (Explanatory Notes for the Mineral Resources Map of Asia) 中の table 3 に国名, 大規模鉱床の鉱床番号, 鉱床 / 地域名, 主要鉱種, 鉱床生成タイプ, 生成時代が略述されている.



### 3. テクトニックマップ

今回出版された鉱物資源図では、その左下隅にテクトニックマップが挿入されている。これはアジア大陸の複雑な地質構成や長大な発達史を理解するのに役立つ、また各種鉱床の分布状態を論ずる際にも注目すべきものである。この図は500万分の1アジア地質図(Teraoka and Okumura, 2011)をもとに、地層の層序関係や海成か陸成かの検討、変形状況、火成・変成作用の経緯などを総合して作成されている。本来なら本図は地質図に付すべきものであるが、挿入する十分なスペースがなく、またその時点ではまだいくつか問題点があったので割愛された。

テクトニックマップでは、構造区を変動帯と中生代以降の大規模な堆積盆とに大別し、前者を形成年代によって次のように細分してある。なお、括弧内はアジア地域で一般的に使用されている変動期の名称である。1) 始生代～原生代前期(阜平～吕梁)、2) 原生代中～後期(揚子)、3) 原生代末～古生代前期(サラリア～カレドニア)、4) 古生代後期～三畳紀(パリスカン～インドシナ)、5) ジュラ紀～白亜紀(燕山) および 6) 新生代(ヒマラヤ)。古生代後期のパリスカン変動と三畳紀のインドシナ変動は別個に扱うのが普通であるが、これらは地域的に重複することが多く、しかもインドシナ期が比較的短いので一括することにした。なお、蛇足ながらこの機会に付記しておきたいのは、さきに公表した300万分の1東アジア地質図(Teraoka and Okumura, 2003)の場合よりも揚子地塊を拡張して南シナ変動帯との境界を南東側にかなりずらし、同帯内の上部原生界・下部古生界変成域の西縁においたことである。したがって、2003年に示した地層の模式総合柱状図のうち、南シナ変動帯北西縁部のものは揚子地塊に属することになる。

アジア大陸にはその起源が始生代までさかのぼる古い地塊があり、北のシベリア地塊、南のインド地塊、中間の中朝地塊が代表的なものである。シベリア地塊は広大な面積を占めているが、今回の資源図ではその南端部がバイカル湖の北西側に図示されているにすぎない。原生代の変動帯としては、エニセイ～ビリュウサ、バイカル～ビテイム、マルカン～ヤプロノフ、高ヒマラヤの諸帯やブレヤ～ハンカ、揚子およびコンタムの3地塊がある。これらが固化したのは原生代後期の中頃の変動による。先カンブリアの古い変動帯や地塊の間には、古生代から三畳紀にかけての変動帯が帯状に配列し、ジュラ紀以降のものは、西はオマーンやイランからヒマラヤ・チベットを経てミャンマーに至

る地帯、および日本列島をはじめとする島弧地域と極東ロシアのシホテアリンに認められる。多くの変動帯ではオフィオライトがみられるが、特に顕著なのは前記南アジアの中生代～新生代変動帯のものである。塩基性火山岩としてはインド地塊の白亜紀末～古第三紀初頭のデカントラップが最も規模が大きい。バイカル湖付近から朝鮮半島にかけての地帯には、白亜紀～第四紀のものが散在し、その年代は全体として南東に向かって若くなる傾向がある。また中国南端部の雷州半島や海南島からインドシナ半島南部にかけての地域には新第三紀～第四紀の塩基性火山岩がかなり広く分布している。

中生代、とくに三畳紀後期以降には古い構造を切って大陸内部に大規模な沈降盆が形成され、そこに膨大な厚さの碎屑物が堆積した。その大部分は陸成であるが、カスピ海やアラル海付近では海成のものもみられる。中生代堆積盆としてはインドシナ半島のコラット盆地、中国の四川、オールドス、松遼の3盆地が代表的なもので、これらの東西両側には中生代～新生代や新生代の盆地が発達している。ヒマラヤの前縁にも新生代のものが広大な面積を占めている。上記のような内陸の巨大堆積盆は多くの場合豊富な石油やガスを産出する。また最近ではウズベキスタン中部やカザフスタン南部の新生代堆積物中に大規模なウラン鉱床が発見されている。

### 4. アジア地域の鉱物資源の特徴

この地域の主要な金属鉱物資源としては金(銀)、銅、鉛・亜鉛およびレアアースを含むレアメタルなどがあげられる。なかでも中国の金鉱床からの生産は、20世紀前半から21世紀初頭にかけて世界の金生産のリーダーであった南アフリカ(Witwatersrand地域)に代って、2007年以降、首位の座を維持している。中国には金の大規模鉱床(Au金属量200t以上)の鉱床は認められていないものの、中朝地塊(Sino-Korean Massif: SKM)およびその縁辺域に造山型熱水成の中規模金鉱床が極めて多く生じている(Trumbull *et al.*, 1992)。また、四川盆地(Sichuan Basin)周辺域をはじめ多くの地域に沖積成砂鉱床も多く認められている。一方、中央アジア地域の南天山帯(South Tianshan Belt: STB)およびカザフスタン中央部のチンギス-ナイマン帯(Chingiz-Naiman Belt: CNB)に多数の中～大規模金鉱床の密集地域があり、今後の世界の重要な金供給地域として注目されるものと思われる。その中でも、とくにMuruntau鉱床(STB)の埋蔵鉱量の多さは驚異的

であり、資源量として 6,500 t (金属量) を保有している。したがって、STB に生成する中～大規模鉱床の資源量だけでも 7,500 t (Au) を超えると考えられる (Yakubchuk *et al.*, 2005)。一方、東アジア地域、とくに SKM の北部 (中国、遼寧省南部～河北地域) および東部 (山東半島地域)、さらに南部地域 (河南省南部) にも極めて多くの中～小規模の造山型金鉱床が密集する。

第 3 図にアジアの造山型金鉱床の密集する中規模以上の鉱床地域の鉱量 - 品位を図示した。この図から STB および CNB 中に生成した金鉱床は他の鉱床密集地域に比較し、大規模な鉱床が生成していることが解る。また、STB の中部域には水銀・アンチモニー鉱床が卓越的に発達し、中～小規模の金・銀鉱床を伴うが、この地域の造山型金鉱化帯はその比較的浅部の産状を示唆している可能性が考えられる。このほかカザフスタン東部のイルティッシュ - ザイサン帯 (Iltyshe-Zaisan Belt : IZB) にもパリスカン期の中～大規模の造山型金鉱床が生じている。

造山型金鉱床以外では近年の探査で見出され、その数が増加しつつあるカーリン型金鉱床、なかでも揚子地塊 (Yangtze Massif : YM) の南西地域 (Yunnan-Guizhou-Guangxi) に 20 以上のカーリン型鉱床が知られ、この地域の総資源量は金量 500 t と言われる (Chen *et al.*, 2009)。

大規模な銅およびモリブデン鉱床の生成タイプとしては

斑岩型が最も重要である。因みに資源図中の大規模な 44 箇所の銅鉱床のうち 33 鉱床は斑岩型であり、中国がその大半 (21 鉱床) を占める。また、ラオスやモンゴルにおける斑岩型銅鉱床の発見も注目すべきであろう。最近ではチベット地域 (Lhasa Belt : LB) において新第三紀 (Neogene) の花崗岩類に伴う斑岩型大規模銅鉱床が多数発見され、その資源量の合計は 20 Mt (銅量) 以上に達している。今後は、さらに地質的類似性からもその西部延長域における鉱床探査の進展に期待される。また、タイ・ラオス地域にまたがる Trung Son-Lancang Jiang Belts (TLB) 中においても斑岩型銅鉱床やカーリン型金鉱床が見いだされており、これらの地域における資源ポテンシャルにも多くの注目が集まっている。

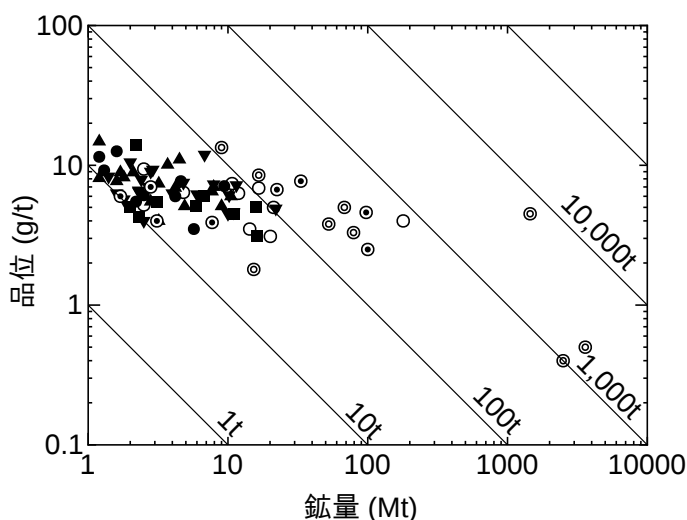
大規模モリブデン鉱床の生成タイプとしては斑岩型であるが、多くの場合斑岩型銅鉱床に伴うものが多い。それらは主として SKM および Burea-Khanka Massif (BKM) の縁辺域に生じている。特異な生成タイプの例としてカーボナタイト中に主成分金属としてモリブデンが生成する。

鉛・亜鉛鉱床は圧倒的に中国の YM 南部および Qinling Belt (QB) に賦存しており、その生産量は世界の 40 ~ 50% 以上に達している。そのほかイラン中部 Central Iran Belt (CIB) およびカザフスタン東部の Sayan-Altay Belt (SAB) およびインド中西部の Dalhi Belt (DB) 中にも大規模鉛・亜鉛鉱床が生成している。

レアメタル鉱床、とくにレアアース、タングステン鉱床も中国に集中している。レアアースについては中国、内蒙古 (SKM の北縁) に賦存する巨大なバヤンオボ (Bayan Obo) 鉱床のほか YM (西縁部) および QB (湖北西部) など数か所に中規模鉱床が知られており、さらに YM 南部と隣接する South China Belt (SCB) には風化残留型 (イオン吸着型) 鉱床からの重希土に富む鉱床が注目されている。それらからの生産は世界生産の 86% 以上を占める。

## 5. あとがき

アジア鉱物資源図の作成にあたって、不可欠なことは鉱床に関する基礎資料の継続的な収集とデータベース化である。しかしアジア地域のいくつかの国における鉱床の詳細なデータ (鉱床名、位置、鉱種、鉱床タイプ、鉱床生成時期、埋蔵鉱量 / 資源量、品位、主要鉱物など) について、なお未整備であるのが現状である。したがって、このような資源図の基となるデータを早急にかつ、継続して整備し、公開することは、今後の広域的資源探査や資源ポテンシャル



- 河北省 (中国)
- ▲ 河南省 (中国)
- 陝西省 (中国)
- ▼ 山東省 (中国)
- カザフスタン
- キルギス
- ウズベキスタン

第 3 図 アジアの造山型金鉱床における鉱量 - 品位の相関 (Kamitani *et al.*, 2014 より)。

の評価を行うための基礎資料として極めて重要となる。また、近代産業技術の進展は極めて著しく、それに伴う資源需要はめまぐるしく変化していくものと考えられる。このようにグローバルな需要構造の変化に対し早急に、かつ的確に対応するためにも、できるだけ多くの鉱物資源（鉱物種）を対象とする基礎的な調査研究体制の充実と強化が望まれる。

## 文 献

- Chen, M.H., Mao, J.W., Chen, Z.Y. and Zheng, W. (2009) Mineralogy of arsenian pyrites and arsenopyrites of Carlin-type gold deposits in Yunnan-Guizhou-Guangxi “golden triangle” area, southwestern China. *Mineral Deposits*, **28**, no. 5, 539–557. (in Chinese with English abstract)
- Kamitani, M., Okumura, K., Teraoka, Y., Miyano, S. and Watanabe, Y. (2007) *Mineral Resources Map of East Asia with Explanatory Notes, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Kamitani, M., Ohno, T., Okumura, K., Teraoka, Y. and Watanabe, Y. (2012) *Mineral Resources Map of Central Asia with Explanatory Notes, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Kamitani, M., Ohno, T., Okumura, K., Teraoka, Y. and Watanabe, Y. (2014) *Mineral Resources Map of Asia with Explanatory Notes, scale 1:5,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2003) *Geological Map of East Asia, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2007) *Geological Map of Central Asia, scale 1:3,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Teraoka, Y. and Okumura, K. (2011) *Geological Map of Asia, scale 1:5,000,000*. Geological Survey of Japan, AIST.
- Trumbull, R. B., Morteani, G., Li, Z.L. and Bai, H.S. (1992) *Gold Metallogeny in the Sino-Korean Platform, Examples Hebei Province, NE China*. Springer-Verlag. 202p.
- Yakubchuk, A. S., Shatov, V. V., Kirwin, D., Edwards, A., Tomurtogoo, O., Badarch, and Buryak, V. A. (2005) Gold and base metal metallogeny of the Central Asian orogenic supercollage. *Economic Geology 100<sup>th</sup> Anniversary Volume*, Soc.Economic Geol., 1035–1068.
- 
- KAMITANI Masaharu, OHNO Tetsuji, TERAOKA Yoji, OKUMURA Kimio and WATANABE Yasushi (2015) *Mineral Resources Map of Asia*.

(受付：2015年2月25日)

### 出版物の購入について

名 称：Masaharu KAMITANI, Tetsuji OHNO, Kimio OKUMURA, Yoji TERAOKA and Yasushi WATANABE (2014) *Mineral Resources Map of Asia, scale 1:5,000,000*  
[神谷雅晴・大野哲二・奥村公男・寺岡易司・渡辺 寧 (2014) アジア鉱物資源図, 縮尺：500万分の1]

価 格：3,885 円 (税込み, 送料別)

入手先：(社) 東京地学協会

〒 305-0054 東京都千代田区 2 番町 12-2

Tel: 03-3261-0809 Fax: 03-3263-0257

関西地図センター

〒 606-8317 京都市左京区吉田本町 27-8

Tel: 075-762-0120

産業技術総合研究所 地質標本館 (つくば市東 1-1-1) 受付において購入可能