

鉱物資源図と鉱物資源データ(3) — 鉱物資源情報のプロット —

吉井 守正¹⁾・内藤 一樹¹⁾・須藤 定久¹⁾

1. はじめに

前報で、鉱物資源情報を表計算ソフトやワープロソフトを用いて、テキスト形式の作図用ファイルとして保存するまでの過程について述べました。

今回は、このようにして作られたデータを基に鉱床の分布図をプロッタで描き、資源図の原稿を作る過程についてお話ししましょう。

このような作業を、正確で能率的に行うためのプログラムは筆者らが自作しました。ちなみにこれはWindowsの時代には旧式になったNEC PC-9801系MS-DOSパソコン用で、言語はMicrosoft製Quick BASICを、またプロッタ言語にはRD-GL (Roland DG Graphic Language) を用いました。

2. プロットの基本——点と線

プロットの基本は点と線。すなわち、ペンをおろし、次にペンをあげてから移動すれば点が描かれ、ペンをあげずに移動すれば線が描かれます。筆者らのプログラムでは、データに空白行を設けると、そこでプロッタのペンが上がって線が切れる仕組みになっています。

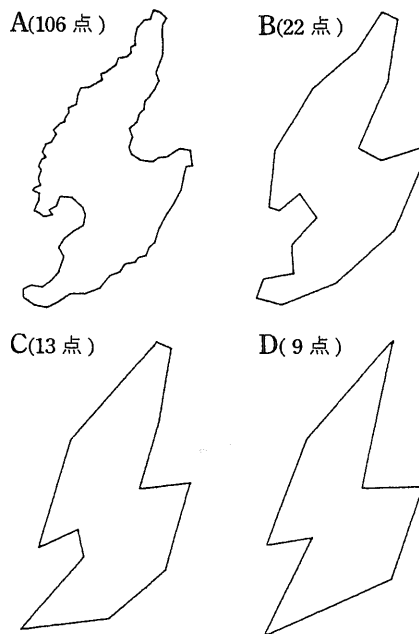
この点と線により、鉱床の分布図を描くことができます。座標点を次々結んで線を引きつければ、地質の境界線や地形情報を描くこともできます。

鉱床の分布図をプロットする前に、それがどこにあるのかを示す地理的な情報もプロットすると便利です。地理情報には、海岸線・島・河川・湖沼などの自然地理的なものや都道府県境・鉄道のような

人文地理的なものが含まれます。このような地理的な数値情報は、国土地理院からデータベースが発売されており、それを使用するのが便利です。

しかし、自分だけのオリジナルのデータを作りたいということであれば、前報(吉井ほか, 1998)で述べた筆者らのプログラムで既製の地図を数値化して、必要な地理要素をプロットすることもできます。

地理情報の例として、佐渡島の海岸線をプロットしてみました(第1図)。どの程度の詳しさを数値化したらよいか、簡単な実験をあわせて行ってみまし

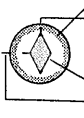
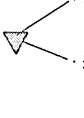
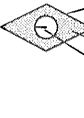





第1図 地理情報のプロット例—佐渡島。精度の異なる4つのプロット。()内はそれぞれのプロットに使用したデータ数(プロットの点数)。

1) 地質調査所 資源エネルギー地質部

キーワード：鉱物資源、鉱床、分布図、数値化、パソコン、プロット、データベース

第1表 鉱物資源分布図シンボルの比較.

項目	CGMW方式	カナダ地調の方式	筆者らの方式
鉱床タイプ	外環の色(11種)	記号の色(10種)	記号の形(11種)
鉱種	内部記号の色(11種) と形(5種)の組合せ (最大55通り)	なし (鉱床一覧表に記載)	記号の色(8種)
生成環境	内側の針(8種)	記号の形(7種)	なし
規模	外環の径(3階級)	記号の大きさ(3階級)	記号の大きさ(5/3階級)
生成時代	外側の針(8区分)	なし	時計の針(8区分)
例-1) 黒鉱鉱床 (小坂鉱山)	 <ul style="list-style-type: none"> ・黒色一層準規制型塊状鉱床 ・内側の針(9時と12時)一陸成～海成堆積岩を伴う ・中性～珪長質火山岩 ・橙色一縦菱形一Cu,Pb,Zn ・外側の針(9時)一新第三紀 	 <ul style="list-style-type: none"> ・紫色一硫化鉱・酸化鉱,塊状硫化鉱床を含む ・逆三角形一火山岩・貫入岩 ・堆積岩を伴う 	 <ul style="list-style-type: none"> ・横長菱形一火山性層状鉱床(黒鉱・別子型鉱床を含む) ・橙色一Cu,Pb,Zn ・時計(9時)一新第三紀
例-2) スカルン鉱床 (神岡鉱山)	 <ul style="list-style-type: none"> ・橙色一スカルン鉱床 ・内側の針(4時半)一花崗岩 ・青色一斜正方形一Pb,Zn ・外側の針(7時半)一中生代末期～古第三紀 	 <ul style="list-style-type: none"> ・青色一スカルン鉱床 ・五角形一珪長質貫入岩 	 <ul style="list-style-type: none"> ・正方形一スカルン鉱床 ・紫色一Pb,Zn ・時計(7時半)一中生代末期～古第三紀

た。第1図の(A)は106点,(B)は22点,(C)は13点,(D)は9点でそれぞれ描いてあります。

詳しい地理データを機械的に間引いて簡略化する方法もいろいろ考えられています(西ほか,1985),一律に間引くのではなく,人間のパターン認識の特性を利用して,岬などの急な変曲点の部分は必ずプロットし,なだらかな海岸線は大胆に省略して「上手に手を抜く」ことができるようです。

3. 鉱物資源図のシンボル

鉱物資源図を作成するには,まず鉱床の内容をどのような図形(以下,シンボルと呼ぶ)で表現したらよいかという,基本設計が必要です。資源の分布図では,1つの鉱床がもっている多様な属性を1つのシンボルで表現しなくてはなりません。どのような点に着目し,どの内容を強調するか? 大きな問題です。この点について考えてみましょう。

まず外国の機関が刊行した鉱物資源図では,鉱床のシンボルをどのように表示しているのでしょうか。代表的な例として,UNESCOの世界地質図委員会(CGMW)が1985年に刊行した「南・東アジアの鉱床分布図」と,カナダ地質調査所(1969)による「カナダ鉱床図」で用いているシンボルと,筆者らが作成したシンボルを比較してみました(第1表)。

3.1 CGMW方式

この方式によるシンボルは,最も複雑なシンボルの例と言えるでしょう。外側の薄い環(以下,外環

と呼ぶ)と内部の図形(以下,内部記号)と,それら2種の図形から外に向かって突起する短い細線(以下,針)とで構成されています。これらの組み合わせによって,鉱床のタイプ・生成環境・鉱種・生成時代・規模の5つの要素を,次のように表現しています。

- (1) 鉱床のタイプは外環の色(11色)
- (2) 鉱種は内部記号(5種)の形と色(11色)の組み合わせ(計55通り)
- (3) 生成環境は内部記号の針の方向(8種)
- (4) 時代は外環の針の方向(8区分)
- (5) 鉱床の規模はシンボルのサイズ(3階級)












これら5つの要素を1つのシンボルで表示します。そのために,複雑なシンボルの「約束ごと」を凡例と見比べながら,鉱床内容を読み取るのは容易ではありません。またシンボルが外環で囲まれている視覚的には外形が同じで,鉱床の特徴を直感的に把握しにくい,外環の肉が薄いために色も判別しにくい,外環に付いている針が背景の地質とまぎれやすい,など専門外の人にとっては,必ずしも使い勝手がよくありません。

3.2 カナダ地質調査所方式

こちらの方式は,

- (1) 鉱床生成の地質環境(7種)をシンボルの形
 - (2) 鉱床タイプ(10種)を色
 - (3) 鉱床規模(3階級)をシンボルのサイズ
- で,それぞれ示し,ごく単純なスタイルになっています。なお鉱種は鉱床一覧表に略号で記し,生成

第2表 鉱床タイプとシンボルの形

<p>マグマに関係した鉱床は四角形で</p> <p> 正マグマ鉱床...マグマ中に晶出した鉱物結晶のイメージ</p> <p> グライゼン、ベグマタイト鉱床...長石や石英の巨大結晶のイメージで</p> <p> スカルン鉱床(接触鉱床)...再結晶した方解石の結晶をイメージして</p> <p>熱水系鉱床は丸や三角で</p> <p> 熱水鉱脈鉱床...最も普遍的な鉱床には最も単純な図形を割り当てました</p> <p> 交代・鉱染鉱床...変質帯の粘土鉱物の六角板状の形から</p> <p> 昇華鉱床...硫黄鉱床が多い火山の山頂をイメージして</p>	<p>層状鉱床は横長の図形で表示</p> <p> 層状鉱床, 火山性塊状硫化物鉱床(黒鉱や別子型を含む)...層状部と塊状部の双方を示す図形で表示</p> <p> 堆積・火山性堆積鉱床...地層のイメージからこの形に決定</p> <p> 風化鉱床...風化鉱床が発達しやすい台地のイメージから</p> <p>その他</p> <p> 変成鉱床...変成作用で再結晶した鉱物のイメージで</p> <p> 不明・その他...最も不安定な形を割り当てました</p>
---	---

時代については記載がありません。

カナダ方式は、鉱床の性質をシンボルの外形が示すので直感的で見やすいのが特徴です。しかしその反面、情報の種類を絞り込んだために、内容がやや希薄な印象を受けます。

3.3 当所の方式

上に述べた2つの例は、分布図の表現法としては両極端と言えましょう。そこで筆者らは、それらの中庸の考え方を採用しました。その方式を簡単に述べると、

- (1) 鉱床タイプをシンボルの形(11通り)
- (2) 規模をその大きさ(5階級)
- (3) 鉱種を色(10色)
- (4) 生成時代をシンボル内部の「時計」(8区分)で表します。

以下、これについて少し詳しく説明しましょう。

(1) 鉱床タイプ

これはシンボルの形と向きで表現することにしました。図形は、三角形・正方形・長方形・台形・菱形・六角形・円の7種類を用いました。また図形の向きとして、三角形は正立(△)と倒立(▽)、正方形は正立(□)と45°回転(◇以下、斜立)、長方形と菱形は縦長と横長の区別をして、計11通りのタイプを表します。

限られた種類のシンボルから、鉱床タイプのイメージをつかめるようにするのは、かなり難題ですが、第2表のように割り振りました。

(2) 鉱床規模

鉱床の規模は、シンボルのサイズで、大(L)、や

や大(ML)、中(M)、小(S)、極小(SS)の5階級に区分しました。

鉱床の「規模」は各鉱床の過去の生産量と埋蔵量との合計値が推定され、金属では原則として精鉱中の含有量、非金属は精鉱換算量をトン数で表した数値にもとづいて決定します。鉱床の規模は、鉱種によって大きく異なるので、区分の基準になるトン数は鉱種ごとに決めました。鉱種別の基準はすでに前報(吉井ほか, 1998)でお話ししました。

また5階級ある鉱床規模の大小関係が、視覚的に無理なく比較できるようにシンボルの大きさを工夫しました。試行錯誤の結果、各シンボルに外接する円(以下、仮想円)を考えると、その面積比が等比系列

$$16 : 8 : 4 : 2 : 1$$

の関係にあるとき、大小関係が不自然でないことが分かりました。従って仮想円の半径比をその平方根

$$4 : 2.8 : 2 : 1.4 : 1$$

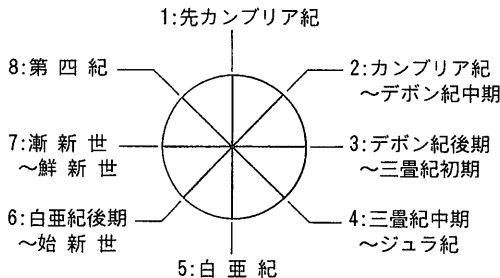
に決めました。

ところが実際にプロットしてみると、同じシンボル同士の大小関係はよく読み取れますが、異なったシンボルの間では、目の錯覚も手伝って、同じ規模を示すシンボルでも大きさが違って見えることが分かりました。

そこで、これも試行錯誤の結果、仮想円の半径を各シンボルごとに補正して、同じ階級のものが同じ大きさに見えるようにしました。ちなみに各シンボルの仮想円の半径にかける補正係数は、六角形と円が0.75、正方形0.9、台形1.1、菱形1.15とし、三角形と長方形は補正しません(補正係数1)。

第3表 鉱種とその表示色。

色	鉱種 (略号)
赤	錫 (Sn), タングステン (W), ダイヤモンド (Di)
橙	銅 (Cu), モリブデン (Mo), 長石 (Fd) アプライト (Ap), けい石 (Si), けい砂 (Ss) 珪藻土 (da), 雲母 (Mi)
黄	金 (Au), 銀 (Ag), 硫化鉄 (Py), 硫黄 (S)
黄緑	ウラン (U), トリウム (Th), 重晶石 (Ba) 石膏 (Gy), ベントナイト (Bn), リン (P)
緑	クロム (Cr), ニッケル (Ni), コバルト (Co) 石綿 (AB), 滑石 (Tc)
淡青	アンチモン (Sb), ドロマイト (Do) 石灰石 (Ls), マグネサイト (Mg)
藍	鉛 (Pb), 亜鉛 (Zn), ホタル石 (F)
桃	ひ鉱 (As), 水銀 (Hg), カオリン (Ka) 陶石 (Po), ろう石 (Pp)
茶	アルミニウム (Al), マンガン (Mn), 粘土 (Cl)
灰	鉄 (Fe), チタン (Ti), 黒鉛 (C)



第2図 鉱床の生成年代の表示。

(3) 鉱種

鉱物の種類(鉱種)はシンボルの色で表示されています。分布図の色は地質図の場合と異なり、あまり細かく決めても識別しにくいので、10色に制限しました。そのなかで極力鉱種を連想させる色、例えば鉱石や元素の色に近い色、などを用いるなどして、金・硫黄は黄色、銅は橙色、クロムは緑色、粘土は茶色にするなどの工夫をこらし、第3表のとおり割り振りました。

(4) 生成年代

シンボルの中心に円を描き、それを時計の文字盤に見立てて、その中心点から8方向に引いた線(以下、時計針)の向きで、8つの時代に区分しました(第2図)。

なお「文字盤」の中心点は鉱床の位置を正確に指示す役割も果たしています。ちなみに上に挙げたCGMW(1985)とカナダ地質調査所(1969)のどちらも、シンボルの中心点は特に示されていません。

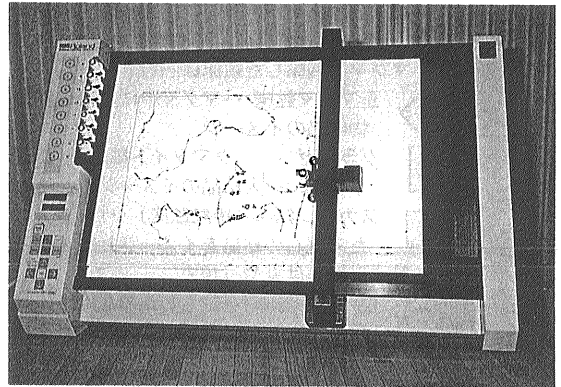


写真1 プロッタの例。プロットできる範囲はA3までで、8色のペンを使うことができる。

4. 鉱床をプロットする

4.1 円錐図法を採用

地図を作る場合、様々な投影法により地球の丸みの補正がなされます。投影法にはさまざまな方法がありますが、鉱床の分布図などの小縮尺図の場合、当所の出版物などでは多円錐図法が採用されており、その図法については西ほか(1985)などで述べられています。

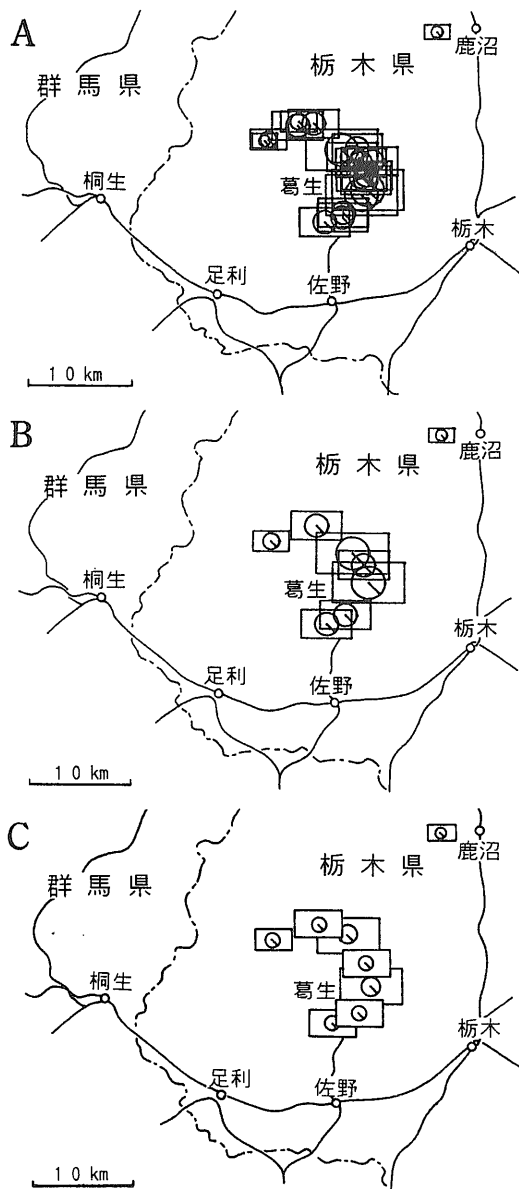
これに対して筆者らは次のような理由から円錐図法を採用して、プロットをすることにしました。

- a. 分布図はそれほど高精度を要しないので、円錐図法でも多円錐図法に近似が可能である。
- b. 経線が直線になるので、複数の図面を経線に沿って貼り合わせることで、さらに広範囲の地図が作れる。
- c. 座標の変換式が簡単でプログラム作成が容易である。
- d. 大圏コースが直線で表されるので、直線的に配列する鉱床群は、そのまま直線的に表現される。

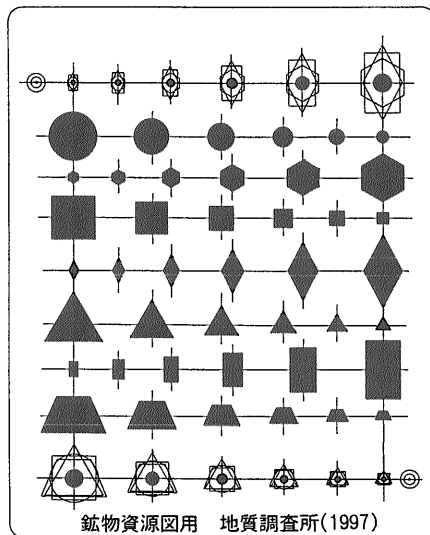
4.2 基図を手本にプロット

資源図の下図を作る場合に、筆者らは基図となる地図や地質図と同じ大きさの分布図をプロッタに描かせることを考えました。具体的には、

- a. プロッタがA3判用であることを念頭にして、基図の中のプロットすべき緯度・経度範囲を定めて、その四隅の座標点を直線で結ぶ。
- b. 基図が多面体図法で描かれていると、これら



第3図 栃木県葛生町付近の石灰石鉱床。鉱床のプロットにあたっては記号、番号、他鉱種のプロットを省略。地名や鉄道は別途加筆した。この地域には約50の石灰石・ドロマイト鉱床が密集し、うち18が資源図に表示される規模を有している。これらをすべて表示すると、重なり合って判読できなくなる(A)。そこで試行錯誤の後、地区別にまとめれば表示できると判断し(B)、最終的に資源図の原稿が作成された(C)。



第4図 資源図の原図作成用シンボル定規。塗りつぶした部分が打ち抜かれている。各図形と最上例、最下例の円を重ね書きすることによりシンボルを簡単に描くことができる。

の点を結んでできる図形は(等脚)台形である。その上底・下底及び高さの値をmm単位で計り、値をパソコンに入力する。

この入力された値を基に台形の座標系を円錐図法の座標系に変換してプロットします。

4.3プロットしてみると

プロッタを用いて実際の図を描いてみると、分布図として表現する上でのいろいろな問題に遭遇します。例えば、狭い地域に多数の鉱床が分布する場合は、互いに重なり合っただけで図が読めなくなります(第3図A)。

こんな場合には、いくつかの鉱床をまとめて1つのシンボルで表示するなどして、その地域の全体像が最も理解し易くなるように、繰り返し検討されます。このような試行錯誤が繰り返された後に鉱物資源分布図の原稿の下図が完成するのです(第3図B)。

5. 製図から印刷へ

今回の50万分の1鉱物資源図シリーズでは、印刷は従来通りの製図・製版によるカラー印刷を行っています。このための原図は上に述べたプロッタで作成した分布図を基に製図用原稿を手書きで作

成しています(第3図C)。シンボルを描く作業を能率よくするために、それを描くための定規を使用しています(第4図)。この定規は上でお話ししたシンボルをすべて描けるように工夫されています。

ところで、このような出版物は近い将来電子出版になり、数値化されたデータを基にパソコンの画面で表示したり、CD-ROMとして出版される日も近いと思われます。

そして画面をクリックすると必要なデータが現れ、カラープリンタで即印刷できるといったような仕組みも、技術的には十分可能です。いずれにしても、一度収集されたデータが、数値化によって無駄なく活かされる時代になりました。

しかし電子出版といっても、まだパソコンや高性能のカラープリンタが十分には普及していないので、当分は紙による出版も行われ、電子出版が試行されるという段階と考えます。現在はその曲がり角の時期と言えましょう。

6. まとめ

今回は、プロッタを用いて鉱床分布図を描くために筆者らが工夫した点を中心に述べてみました。このようなノウハウやプログラムが、皆様が分布図等を作成する場合の参考になれば幸いです。

またこのように作成された鉱物資源図が、地域計画策定の基礎資料として地域社会で、また我が国の地下資源に対する関心を高める教材として教育現場で、などなど活用して頂けることを願っております。

なおここで紹介した筆者ら自作のプログラムは、NEC PC-9801系及びその互換機によってMS-DOS上で使用可能です(Windows時代には旧式なのですが)。研究室での使用のために作られており、一般向けとしては使用説明書の整備が不十分であったり、使い勝手の悪い部分があったりするかもしれませんが、フリー・ソフトとしてお分けすることもできます。必要な方は地質調査所資源エネルギー地質部資源解析研究室までお問い合わせください。

引用文献

- Commission for the geological map of the world (1985) : Metallogenic map of South and East Asia. CGMW Subcommission for the South and East Asia, UNESCO. 4 sheets.
- Geological Survey of Canada (1969) : Mineral Deposits of Canada. 1 sheet.
- 成田英吉・矢島淳吉・太田英順・渡辺 寧・羽坂俊一・羽坂なな子・平野英雄・須藤定久(1996) : 50万分の1鉱物資源図「北海道東部・西部」, 地質調査所。
- 西 祐司・村田泰章・山口幸光(1985) : 小縮尺地質図用地形基図作成における数値地図情報の処理。地質調査所月報, vol.36, p. 439-452.
- 須藤定久・吉井守正・平野英雄・神谷雅晴・古宇田亮一(1992) : 日本及び近隣地域鉱物資源図。日本地質アトラス(第2版)。朝倉書店。
- 吉井守正(1992) : 円錐図法による鉱物資源図のプロットに関する基礎的研究。鉱物資源探査・評価支援システムのパイロット研究。平成2年度工業技術院特別研究促進調査報告書, 地質調査所研究資料集, no.175, p.34-81.
- 吉井守正・内藤一樹・須藤定久(1998) : 鉱物資源図と鉱物資源データ(2) 鉱物資源情報の数値化。地質ニュース, no.522, 68-72.

YOSHII Morimasa, NAITO Kazuki and SUDO Sadahisa (1998) : Mineral resources maps and their database (2), plotting of mineral resource information.

<受付: 1998年1月12日>

