

講演要旨(第140回)*

特集 地質調査所におけるコンピュータの利用と現状

グラフィック、ディスプレイによる物探 データを利用した空中磁気データの二、 三の解析例

津 宏治・小川克郎

日科技研の大規模コンピュータ TOSBAC-5600 に電
電公社の特定通信回線により当所のグラフィックディス
プレイ装置が一つの端末として接続され、TSS方式で運
用されている。

このシステムを用いて、種々の会話型物探データ
解析法の開発が行われてきたが、特に空中磁気データの
解析に当たっては、従来の単純なモデルによる解析法に
代って複雑なモデルによる解析法の開発が痛感されるよ
うになった。昨年、三次元任意形状モデルによる磁気異
常の会話型解析法が開発され、それを用いて二、三の興
味ある問題の解析を行った。

i) 地熱地域の磁気異常の三次元解析

八幡平地熱地域において実施された空中磁気探査の結
果、磁気異常の分布と火山岩類の分布とがきわめて良い
相関を持っていることがわかった。これらの磁気異常を
本解析法で解析するに当って、磁性体の上面形状、平面
的広がりを既知とした。その結果、磁性体(火山岩類)
のおおよその厚さを推定することが出来、地下温度分布
の解明に寄与することが期待される。

ii) 石油堆積盆地での弱磁気異常解析

新潟沖において石油探査を目的とした反射法地震探査
より、一つの顕著な背斜構造が見出された。一方、同海
域の空中磁気図において、背斜構造に対応した位置に弱
異常が検出された。同じく、本解析法において、地震探
査によって得られた構造を磁性体と仮定して入力した
所、磁性体の磁化率を 0.75×10^{-4} cgsemu とすれば、観
測弱磁気異常を極めて良く説明することがわかった。解
析された磁化率から、この背斜構造は火山岩類(侵入岩)
によるものとは考えにくく、グリーンタフの堆積岩と考
えられた。

iii) 島弧下におけるキュリー等温面の解析

空中磁気探査の結果得られる磁気異常(波長数千キロ
以内)は地温がキュリー点以下の地殻内に存在する磁性
体によって引き起こされる。地質調査所で実施した空中

磁気探査データより、津軽海峡を横切る東西300 kmにつ
いて、浅部磁性岩体による影響(短波長磁気異常)を除
去した磁気プロファイルデータに対して本解析法を適用
し、磁性体の2次元的形状を推定した。その結果、苫小
牧沖強磁気異常系列を境として、キュリー等温面の深度
が大きく違い、東側で深く(100-70 km)、西側で浅い
(約20 km)ことがわかった。この結果は日本海溝での
太平洋プレートのもぐり込みによる推定温度分布を良く
説明している。(物理探査部・地殻熱部)

東海地域の地下水観測データのリアルタ イム・オンライン処理の現状

佃 栄吉・杉山雄一

東海地域の地下水観測システムは、主として51年度-
53年度の科学技術庁特別研究促進調整費によって整備さ
れてきたものである。

本システムは、(1)各観測井で得られたデータを地質調
査所に伝送・集中するデータ収集系、(2)収集されたデー
タを集録・処理・解析するデータ処理系、(3)処理された
データをさらに気象庁に転送する処理データ転送系の3
つの部分からなっている(第1図参照)。

(1) データ収集系

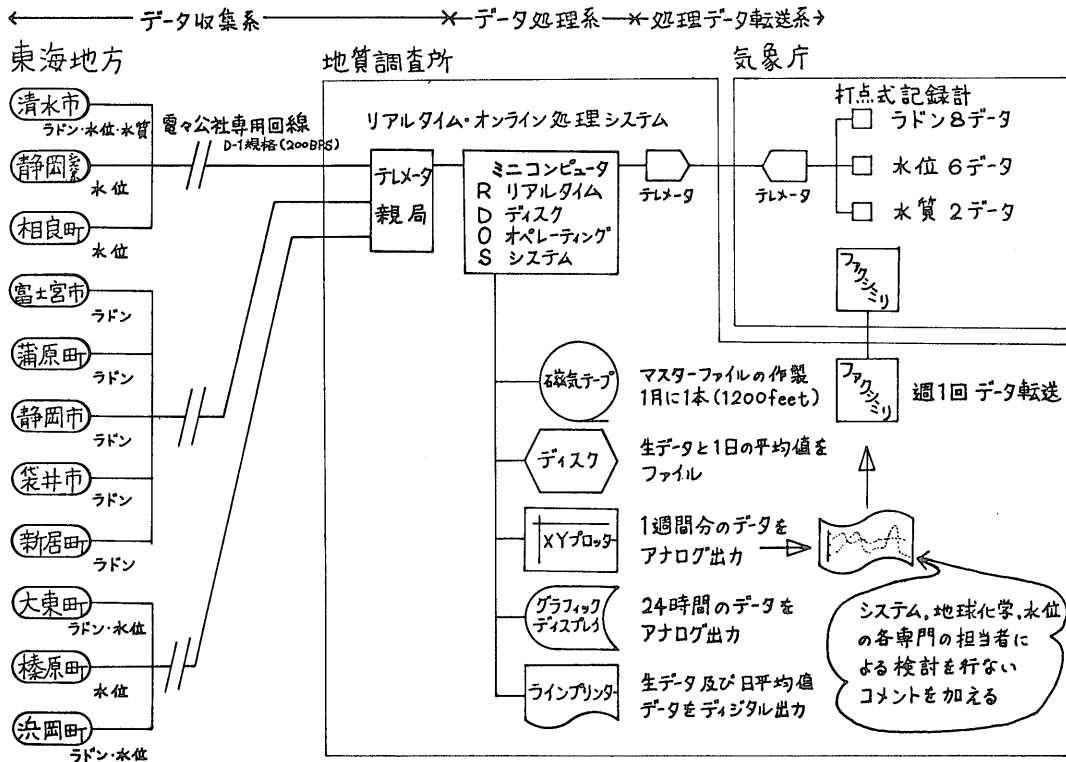
東海地域の12の観測井で得られたラドン濃度(8デー
タ)、地下水位(6データ)、水質(2データ)等の観測デー
タは、テレメタリングシステムによって、各観測井に
設置されている子局から溝ノ口庁舎内の親局に伝送され
ている。本テレメタリングシステムでは、3本の電電公
社の専用回線(D-1規格)を用いている。データの伝
送速度は200 BPSで、FM伝送方式を採用している。

(2) データ処理系

本システムで使用しているコンピュータは MELC-
OM 70-モデル25で、記憶容量は64 kWである。このう
ち、モニター使用領域が19 kWあり、実際にデータ処理
に使えるユーザー領域は、主としてリアルタイム処理プ
ログラム用のフォアグラウンド領域が21 kW、バッチ処
理プログラム用のバックグラウンド領域が24 kWであ
る。

本データ処理系では、フォアグラウンド領域の活用によ
って、複数プログラムの同時多重処理が可能である。

* 昭和54年6月13日本所において開催の研究発表会



第1図 地下水観測システムの概略

本データ処理系では、1)親局から CPU へのデータの転送 (5分毎)、2)データの良否の判断、3)磁気テープ及びディスクへのデータの集録 (10分毎)、4)データの気象庁への転送 (5分毎)、5)各データの日平均値の計算とディスクへの集録及びラインプリンターへの出力 (1日1回)を一連のリアルタイム処理プログラムによって行っている。このプログラムは、データ解析プログラム等によるバッチ処理に影響されることなく、独立にデータ処理を行っている。磁気テープに集録された10分間隔の生データは、ほぼ1カ月に1本の割でファイルされている。磁気テープやディスクに集録された生データや日平均値データは、データ解析用に作成された様々なバッチ処理プログラムによって解析・処理されている。

データの解析に際しては、各観測井に設置されている打点式記録計のアナログデータも有効に利用している。また、短期的なデータの変動を監視するために、通常1週間分のデータを X-Y プロッターに、24時間分のデータをグラフィックディスプレイに各々アナログ出力するプログラムも作成され、定期的の使用されている。さらに、任意の時刻の全データをラインプリンターにデジタル出力するプログラムも作成されている。このような

解析及び監視用プログラムの活用によって、現在までに各観測井の水位変動の要因や特性、ラドン濃度変化の特性等が明らかになってきた。

(3) 処理データ転送系

データ処理系で処理されたデータのうち、現在、ラドン8データ、水位6データ、水質2データをテレメタリングシステムによって5分間隔で気象庁にオンライン転送している。また、X-Y プロッターにアナログ出力された一週間分のデータも、担当者によって検討され、必要なコメントを加えられた上で、ファクシミリによって気象庁に送られている。(環境地質部・同)

会話型デスクトップコンピュータ
での手軽なデータ処理

吉井 守 正

卓上型電子計算機(デスクトップコンピュータ)は、低価格で、運転経費もきわめて安く、また会話型であるために初心者にも向いているなど、多くの利点を備えている。最近、メモリ容量の大きい機種も出回ってきたので、多量のデータを手軽に処理できるようになった。

多量のデータを処理するときは、データをキーボードから計算機に入力し、磁気テープに取め、必要に応じて計算機に入力する。筆者は、これらデータの入力・訂正・追加など一連の作業のための、使いやすいプログラムを実用化している。

データが多量になると、その内容がやむを得ず不ぞろいになる。とくに数値が欠けている項目が生じたりする。数値がない事と、数値0とは区別せねばならない。そこで、そのデータの定義域外の数値を使って、数値がない事を意味する“数値”を定義する。化学分析値などのときは頁数をこれに当てたらよいだろう。計算処理の行程に、この“数値”を除外する判断を付けておく。

一度入力した試料を廃棄したいときは、試料番号にマイナス符号を付け、そのような試料に属する数値はすべて計算から除外する判断を付けておく。このようにすると、廃棄した試料はそのまま残って、プリントにも出て来るし、その復活も容易である。

データに分類用のコード番号を付けると、統計処理などの場合に便利である。筆者が目下使っている方式は、各試料に10けた以内の自然数でコード番号を付ける。

試料のコード番号の例：

987654 | 32 | 10

コード番号は、上に示すように3つに区分して、3種のサブコードとして使う。すなわち上の例では、第1(6けた)、第2(2けた)、第3(2けた)の各サブコードに分ける。使用者は、この3種のサブコードに対して、任意に定義をしてよい。たとえば、岩石試料の場合、各サブコードを、産出地域・地質時代・岩質という具合に決めたらどうだろう。各サブコードの細目も、各自使いやすいを考えて設計する。

計算処理の際には、各サブコードについてそれぞれの数値範囲を指定する。プログラムには、各試料のコード番号を3種のサブコードに分解し、その数値がともに指定された範囲内にある以外は、計算から除外する行程を付けておく。この方式を活用すると、データをさまざまな要素に着目して分類選択し、計算結果を、正確で能率よく比較検討する事ができる。

あらかじめサブコードの組を多数入力しておき、計算機がそれらを順次読み取りながら多数のジョブを消化する、というような自動化もできるので、能率は一層向上する。

以上のような、工夫をこらすと、会話型計算機はますます使いやすいものとなり、試行錯誤を伴う処理も手軽

で迅速に行える。この点でもこの種の計算機は“研究向き”といえる。

(鉱床部)

鉱物の結晶解析と図形処理

金沢 康夫

地球の岩石圏が鉱物(その多くは結晶)から構成されている限り、地球化学に対する結晶化学の果たす役割は大きい。約50年前、Goldschmidtは鉱物の結晶構造をもとに元素の分配に関する地球化学的法則をうち出した。一方では、Paulingによるイオン性結晶に関する原理や、Braggによる珪酸塩鉱物の構造的分類など重要な研究が行われた。X線による結晶構造の研究はその後も発展し、各専門分野において精力的に仕事が進められている。しかし地球化学を考える上での、熱力学的なマクロな見方と結晶化学で扱うミクロの見方の間にはまだギャップが大きいように思われる。今までの鉱物の構造的な研究はすでに地表に現われている結晶の解析という言葉で“静的”な研究が主流であった。しかし、鉱物の生成条件、熱履歴、高温高压における結晶構造の変化等を研究するためには、実験室内で温度圧力条件を変化させる“動的”な結晶解析を行わねばならない。“動的”な構造解析を通して地球化学と結晶化学を結びつけていくことが今後の課題ではないだろうか。

さて、コンピュータの利用ということに話題をもどそう。コンピュータのない時代での結晶構造解析というのは大へんな仕事であった。結晶化学的知識が少ないという問題の以前にX線データの収集や計算に費やす労力が莫大であるという問題があった。少しむずかしい構造になると構造決定に3年以上はかかった。現在の構造解析の進歩はコンピュータの進歩に負うところが大きい。第一には、一つの結晶につき1-2,000個もある独立な反射強度の測定もミニコン制御による自動回折計が登場してから格段に精度が向上しかつ労力が節約できた。第二に、X線強度データから構造決定に費やす計算時間が大型計算機により大巾に短縮した。解析プログラムの方も、大型コンピュータの利用ということで系統的な整備が行われ、昭和42年には桜井敏雄編による結晶解析ユニバーサルプログラムシステム(UNICS)が完成した。当時、このプログラムシステムは東大のHITAC 5020Eで使用できた。現在では、各大学や研究所でUNICS等の結晶解析プログラムが使用可能となっている。ここで一例として結晶解析プログラムのいくつかを挙げておこう。

1. 観測データの処理……格子定数の決定, 吸収補正, 構造因子の絶対スケール化と平均温度因子の決定, 対称中心判定.
2. 位相角の決定……パターン関数と最小関数の計算, 直接法各種.
3. 解析の精密化……結晶構造因子の計算とフーリエ合成, 最小自乗法.
4. 結果の整理……原子間距離と角度の計算, 結晶構造図の作図.

地調においてはこれらのプログラムの一部は使用できるが, プログラム全体の完備はこれからの仕事である.

結晶解析プログラムは FORTRAN 語で書かれ大型計算機向けに作られている. しかしプログラムのすべてに対して大型計算機が必要というわけではなく, 卓上型計算機でも処理できるものもある. 特に, 結晶図や結晶構造図の作成においては, 会話型言語を用いた卓上型計算機での処理の方が有効である. 実際, 結晶の図形処理は一度描いてみないことには, どの方向から見た図が一番適切であるかどうかの判断がつかない. また原子集合をどのような形で表現したらよいかを検討できない. このような図形処理の場合, 演算の途中で容易に修正できる形の計算機が最も能率が良いことは言うまでもない. 要は計算の量と質に応じて計算機を使い替えることが計算機により有効な利用であると考えられる. (鉱床部)

パーソナル・データ・ファイルと その利用について

小 出 仁

最近, 大規模データベースの開発が盛んになっている. しかし, 地質学的情報の多くは通常の大規模データベースには適していない. その理由はパターン認識によるものが多いためと, 情報が多種多様であって, 個々の情報量は少ないためである.

地質学的データは大変に抜け落ちが多いので, 通常の大規模データベースにこれを入れると効率が悪くなる. また, 何かの情報を得るために調査した時に余分の情報が得られることも多い. 余分な情報とはいっても, 後になると再び採取することは難しい. 一般に地質学的情報は抜け落ちたデータを得ることは, 非常に高価につくか, まったく不可能であることが多い.

多種小規模データの蓄積と検索のためには, 従来の大規模データベースとはまったく異なるフレキシビリティに富んだデータ・ファイルの形式を開発する必要がある. 演者は会話型コンピュータの特長を生かしたフレキシビリティのあるデータ・ファイルの形式を考案し,

野外データや実験データの蓄積と検索に利用している.

このデータ・ファイルは, データの格納場所として文字列変数を用いる. 個々のデータは次のような形式で書き込む.

AB:180.5;

コロンとセミコロンの間にデータを入れてあり, コロンの前はラベルであって, 次にどのようなデータが来るかを示している. こたが一個のデータであるが, 文字列の中にこのようなデータ・セットを順序不同に複数個並べる. 例えば,

AB:180.5; EF:VW; CD:X=6, Y=7; ……

ここで最初の AB: のデータは数値データであるが, 次の EF: のデータは文字データであり, CD: のデータは内部でさらに小分けされている. 並べる順序はまったく自由である. もし, あるデータが採取できなければ, そのラベルも抹消する.

このように, データにひとつひとつラベルを付ける方法は, 大規模なデータを扱う時には効率が悪いが, 地質情報のように多様で抜け落ちの多いデータの場合にはかえって効率的である. 順序不同なので, データを後から追加したり, 削除することも容易にできる.

このデータの入った文字列変数はカセット磁気テープやフロッピー・ディスク等に記憶させて保存する. 検索の際は, カセット・テープやフロッピー・ディスクのファイルから文字列変数を読み出す. そして, その文字列変数に目的のデータのラベル (例えば, EF:) があるかどうか調べさせ, ラベルが文字列のどの位置に入っているかわかれば, それに続くデータを読み出すことができる. ラベルが見つからなければ, データが欠けていることが分かる. 読み出したデータは作表やグラフ作成に直ちに使用できる. 演者は, 会話型プログラミング言語 BASIC によるデータ蓄積と検索のプログラムを各種作成した.

このデータ・ファイル形式は小規模データに向いているが, ラベルの記号を統一しておけば, どのような種類のデータでも一緒に取り扱うことができる. したがってデータ・ファイルの目的や項目が変化しても, 新規に作りなおす必要がなく, データの交換にも有利である.

データ・ファイルの記法からわかるように, コンピュータのソフトウェアとして, 文字列変数が使用でき, さらに文字列から特定の副文字列の出し入れができる機能が必要である. 必ずしも会話型のコンピュータでなくても, この形式のデータ・ファイルはできるが, 会話型でなければパーソナル・データ・ファイルの長所を十分に生かすことはできない. (環境地質部)

重力探査データ処理について

広島俊男・須田芳朗
丹治耕吉・駒沢正夫

はじめに

重力探査は種々の目的で多くの機関によって実施されている。物理探査部ではこれらの探査結果を利用して広域重力図の編集作業を進めているが、重力値の補正法が各機関によって多少異なるため調査地域の接続部で、計算された重力値に差異を生じ編集に際して困難をきたすことが多い。これを重視し数機関で実施されている各々の補正法について種々の検討を行った。その結果、特に地形補正法に問題があることが認められた。そこで補正法を統一してその差をなくし、しかも補正の精度を向上すべくコンピュータによる重力データ処理システムの開

発を行ってきた。今回はこのデータ処理の概要について述べる。

なおこの処理システムは地質調査所のTOSBAC-3400を使用している。

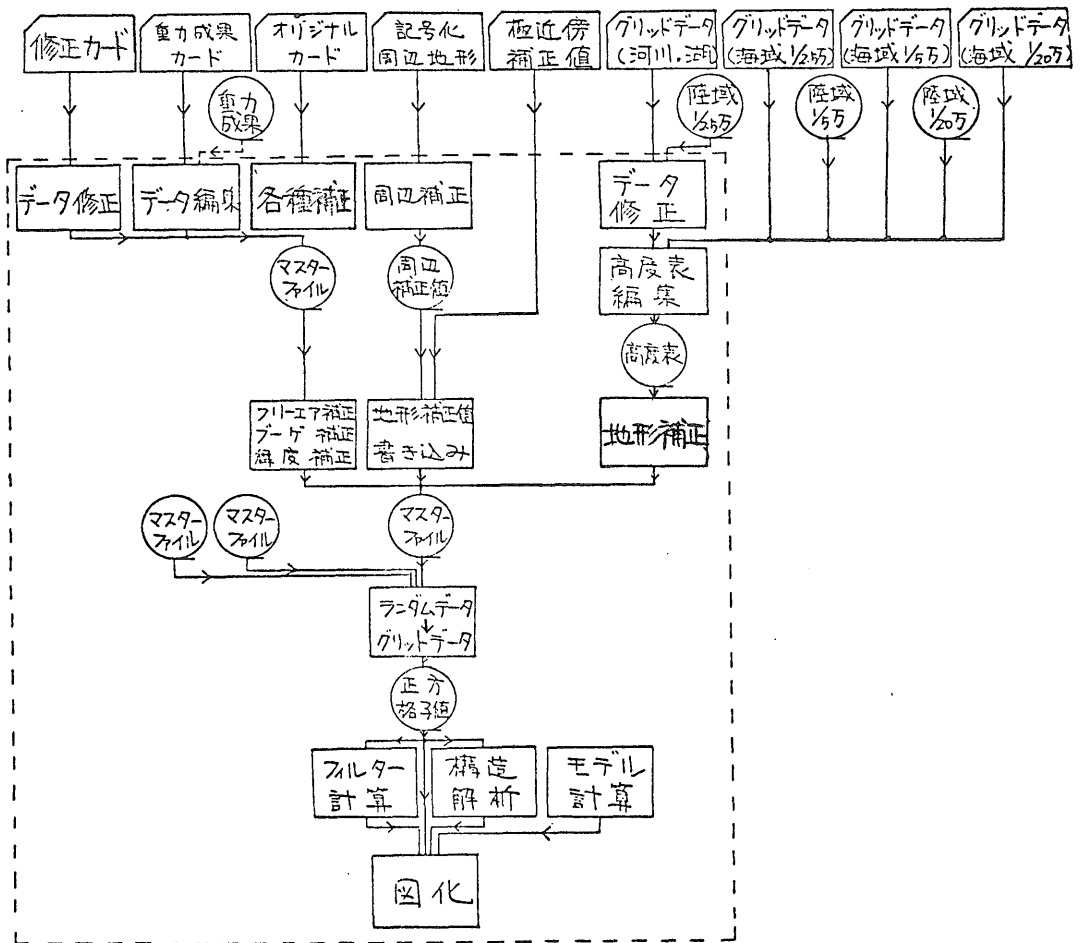
1) 重力データ処理の流れ

第1図に重力データ処理の流れ図を示した。

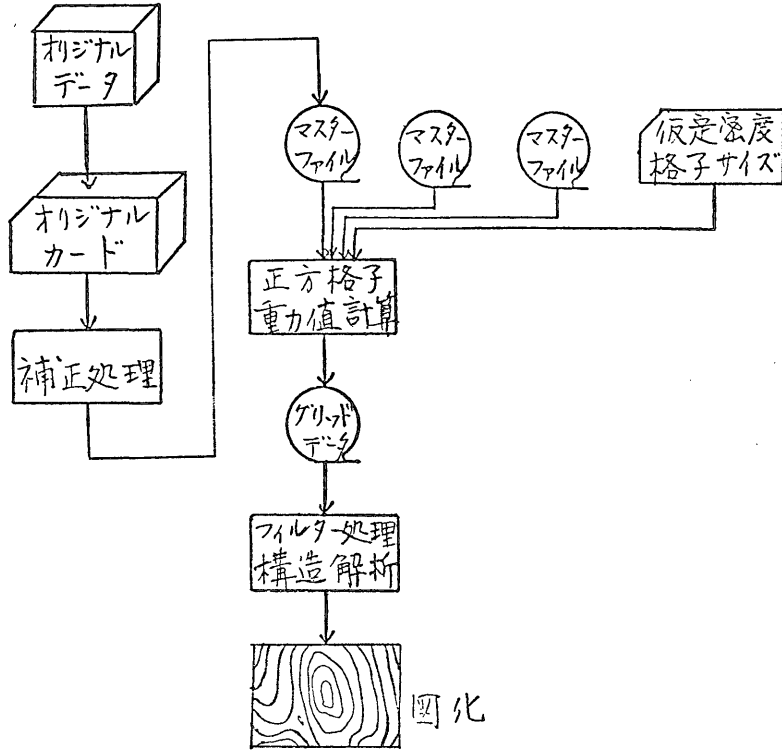
基礎データとしてはオリジナルデータ (測定値・標高・緯度・経度など)、重力成果一覧表データ (重力値、各種補正值、フリーア異常値・ブーク異常値など) および地形補正用格子点標高データがあり、これらの基礎データを流れ図にしたがって補正処理を行いマスターファイルを作成する。さらにランダム測定点の補正済重力値から正方格子点の重力値を求める。必要に応じて図化あるいは各種フィルター計算、解析などを行う。

2) 地形補正

地形補正は測点から60 km の範囲について地形の影響



第1図 重力データ処理流れ図



第2図 オリジナルデータの処理

をとり除くために行うもので、この範囲を5段階(測点の近い方から周辺・極近傍・近傍・中間・遠方補正と呼ぶ)に分けて行う。測点の近くでは格子間隔を密にとり、遠くなるにしたがって粗くなるように各段階に対応する地形図を使用して行う。

3) 重力データ処理

重力データ処理を行うための基礎データとしては測点番号・測定時刻・重力測定値・標高・緯度・経度があげられる。これらのデータを1つの測点について1枚のカードに収めたものをオリジナルデータカードとしている。このカードによる処理の流れを第2図に示した。

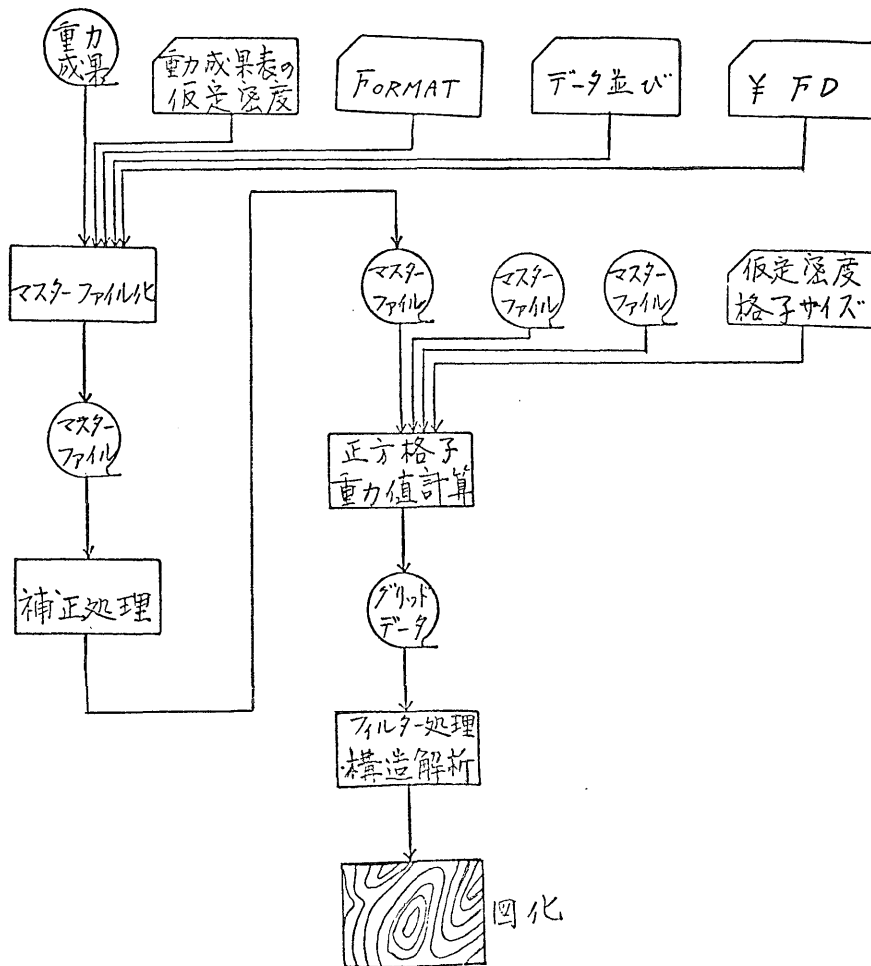
重力探査がすでに実施されて、データ処理がすでになされ、その結果が一覧表としてあらわされて磁気テープに収録されているような場合は第3図に示すような流れ

によって処理を行う。この場合、前述のように各機関によって補正法が異なるため、この流れの中でデータのFORMAT、データの並びなどを変換してから地質調査所のデータ処理システムによって再計算を行う。

おわりに

重力探査のデータ処理システムを使って神繩断層周辺地域重力探査のデータ処理を行い重力図を作成した。この重力図を作成するに際して(1) 地形補正を行わない場合、(2) 中間、遠方補正用のメッシュ標高を用いて地形補正を行った場合、(3) 5段階の地形補正を行った場合の3つの重力図を示して重力異常が地形補正処理によって変化する過程を述べた。最後にフィルター処理を行った重力図を示した。

(物理探査部・同・同・同)



第3図 重力成果ファイルの処理

空中磁気探査データ処理システム について

中塚 正・大久保 泰邦

空中磁気探査は、航空機に磁力計、位置標定装置を搭載して探査区域の上空を飛行するのであるが、この機上測定から膨大なデータが得られる。通常の1秒毎のサンプリングの場合でも、広域的な探査においては1地域でデータ点数が10万前後に達し、10進数字の桁数で言うと約500万桁となる。このように膨大なデータを正確かつ迅速に処理するには、コンピュータの利用が最も有効である。当所でも1974年以来コンピュータ処理化をすすめてきており、機上測定生データのチェックから残差磁気図の作図に至るデータ処理システムの体系を確立した。今

回の発表では、このデータ処理システムの概要を紹介するとともに、その中で用いられているいくつかの処理の技法について説明する。

本データ処理システムは多数の個別のソフトウェアの集合体となっている。これは、一方では処理の各段階で処理結果の確認を行いながら処理をすすめるためであり、他方では当所のコンピュータTOSBAC-3400/51の機能と容量に合わせて作成されたためである。その結果、処理の中間段階ではデータは各種の形式で磁気テープ上に保存され、処理プログラム内では多くの場合磁気ディスクが使用され、処理速度を高めるためダイレクトアクセス技法が使われている。本システムでは、次のような段階を経て処理が進められる。

① 機上測定データは磁気テープに収録されているが、その内容のハード的エラーのチェックを行い、これ

をもとにエラーの回復とデータの磁気テープ1本への編集を行う。

② 地上測定データによる磁力値の経時変化分の補正を行うとともに、観測日誌のデータによって測線毎のデータファイルを作成する。

③ データの妥当性のチェックを行い、不当なデータの修正を行い、ロランC (海域の場合) または写真標定とドップラー航法データ (陸域の場合) による位置標定を行う。

④ 主測線と交差測線との交点付近における両測線上での磁力値を調べ、磁力値に差があった場合の原因の推定を行い、必要な補正を加える。さらに、2次元の内捜補間を行って格子点データにする。

⑤ IGRF 残差計算を行い、自動コンターリングを行う。

以上の処理過程は、最初のデータチェックの部分を除き、すべてTOSBAC-3400によって行われる。最初の機上測定磁気テープデータのエラーチェックは、HITAC-10に接続された磁気テープデータ処理装置を現地に携行して実行している。これは、最低1フライト毎に磁気テープデータの内容を調べ、収録データに致命的欠陥のないことを確認する必要があるからである。現在、この磁気テープデータ処理装置は、磁気テープの読取装置・書込装置およびキーボード・プリンタなどで構成され、アセンブリ言語のプログラムにより種々のデータチェックをコマンドインタープリタ形式で行っている。

一方、データ処理上で大きな比重を占めるのが、位置標定と交点コントロールの処理である。

本システムでは、データの取扱いを簡易にするために平面直角座標系を使用しており、写真標定位置やロランC測定値をこの座標値へ変換する必要がある。写真標定位置は地形図上の点で表わされるので、図上に座標線を引くことにより座標値を読取ることができる。この座標線は一般的には曲線となるが、1枚の5万分の1 (または2万5千分の1) 地形図内では直線で近似しても誤差は極めて小さく無視できる。この座標線を引くための計算では、赤道から地球楕円体に沿った経線長の高精度の計算が必要で、計算誤差が問題となるが、本システムでは、中緯度で誤差の小さい近似式を用いることにより、計算の単純化をはかっている。また、ロランC測定値の座標値への変換の場合も、原理的に複雑な計算が必要となるが、探査区域ごとにロランCテーブルを用いて近似式を導き、これによって座標計算を行う。このように、必要な精度に見合った近似式を用いることにより大量のデータの迅速な処理を可能にしている。

つぎに、交点コントロールのための交点数値表作成のプログラム中に使用されている交点を迅速に見つけるための技法について述べる。詳細については参考文献にゆずるが、単純なプログラミングでは莫大な計算時間を必要とするため、測線をブロックに分割し、ブロックどうしの位置関係の判定に基づいて交点が存在しうる範囲を限定することにより計算時間の短縮をはかっている。

[参考文献]

中塚 正 (1979) 空中磁気探査法に関する研究報告 (その2) ——高分解能空中物理探査技術の研究——地質調査所, p. 17-82. (物理探査部・同)

電気探査におけるコンピュータ利用

佐藤 功・村上 裕・花岡尚之

電気探査の分野では、主として探査データの処理およびモデル計算による解析への計算機利用が急速に増大している。とくに、探査対象のモデル構造が複雑となり、数値計算への依存度が高まっているのが昨今の趨勢である。また、処理データ量の増加、自動解析および図形処理の増加が計算機利用に拍車をかけている。

現在までに、実施してきた電気探査法としては、シュランベルジャ法やダイポールマッピング法など種々の直流比抵抗法、マグネトテルリック (MT) 法、電磁垂直探査法、空中 VLF 法などの電磁法がある。これらは計算機への依存の程度に差はあるが、計算機の恩恵に浴しており、益々その依存度が高まりつつある。最近では、電気探査器にマイクロコンピュータが内蔵されたものも市販される様になり、簡単なデータ処理が現場測定段階で実施される傾向がみられる。この傾向はデジタル技術の普及と共に拡大してゆくであろうし、従来の探査器の専用的なものから、多目的な汎用電気探査器へ急速に変貌するのではないかと思われる。

さて、電気探査に限ったことではないが、計算機が実際に利用されているのは、調査計画の作成、測定データ処理、データ解析の3つの作業段階で、後者の2段階がその主体となっている。そこで、データ処理・解析におけるコンピュータ利用の実例を紹介する。

データ処理の例として、MT法による比抵抗垂直探査とVLF法空中探査を紹介する。両者ともにデータ量が莫大で計算機が必需品となっている。MT法では、現場で自然変動電磁界 (5成分) のアナログ記録を取得しているので、デジタルデータ化を行う。現在、チャート記録の場合はグラフィックディスプレイに接続されたタブ

レットによって実施され、データレコーダ記録の場合には、最大4チャンネルのトランジエント・メモリを用い、デジタル化が実施され、必要な記憶媒体の変換とデータの編集の過程を経て、磁気テープ(オリジナル・データ・テープ)に収納される。次のデータ処理段階では、スペクトル解析、スカラー見掛比抵抗計算、2種類のインピーダンス・テンソル計算、ティッパー計算が主に実施される。以上のデータ処理はMT法では基本的なもので、周波数領域でなされ、複素数の演算がほとんどである。このため、メモリ容量の制限のため、プログラムは小さく分割され、処理ステップが多くなっている。上記の処理結果から、見掛比抵抗の深度分布と電気的走向方向などの構造情報とこれらの推定値に対する評価指標が得られ、数値および図形として出力され、データ解析の入力や解釈のための条件となる。以上の処理プログラムの特徴は、大小約40個以上のサブルーチンから構成されることで、汎用的なサブルーチンも多く、他にも利用できることである。VLF法では、広域の比抵抗アンマリー・プロファイルがデータ処理の結果として得られる。処理はフィルタ計算が主体で、図形出力が重要かつ莫大である。この結果は直接解釈に用いられ、断層や硫化鉱床等の探査に役立つ。

データ解析では、簡単な比抵抗モデルに対する自動解析と、より複雑な比抵抗モデルに対するモデル計算との比較照合に計算機が用いられている。データ解析への利用で特徴的なのは、グラフィック・ディスプレイによる会話形式を導入し、モデルの地層パラメータを容易に、かつ迅速に変えることにより、解析に要する時間が短縮されたことで、現在は水平均質層状モデルを対象に、シュランベルジャ法、電磁垂直探査法の解析に用いている。複雑な2次元モデルに対して、有限要素法やネットワーク解法等によるシミュレーションを直流比抵抗法やMT法用に作成してあり、解釈の一助となっている。また、MT法については、1次元モデルの自動解析が可能である。これらデータ解析では主として行列演算が用いられ、行列のサイズが大きくなるので、行列の対称性やスパース性を考慮した手法が欠かせない。データ解析では、まだまだコンピュータの利用が見込まれ、アプリケーション・プログラムの充実が望まれる。

以上、電気探査におけるコンピュータ利用について概観したが、一部分に過ぎないことを断わっておく。

(物理探査部・同・地殻熱部)

鉱物資源予測における コンピュータの利用例

相川忠之・明田雅昭
山田敬一・須藤定久

はじめに

昭和51-53年度に「鉱物資源予測手法の開発研究」を実施し、鉱物資源データバンク・MINES (Mineral Resources Inventory and Evaluation System)を開発した。これは検索を中心とするデータバンク機能と統計解析やシミュレーションというモデル分析機能を保有している。鉱物資源予測へのコンピュータの応用という観点から、MINESの全体像の概略を紹介し、鉱物資源予測シミュレーションについて述べる。

MINES トータル・システム

MINES トータル・システムは、次の3つのサブシステムから構成されている;

① 鉱物資源目録サブシステム——鉱山ごとに入力された情報を鉱物資源データベースとして保持する。狭義のデータバンクである。

② データ解析サブシステム——データベースから必要な情報を抽出、集計解析ファイルを作成し、汎用的な集計、計算を行う。

③ シミュレーションモデルサブシステム——鉱床型式別・鉱種別に、金属量を推定するためのモデルを保有しており、推定金属量の計算を行う。

なお、使用したコンピュータはIBM-370/138で、言語はPL/1である。

鉱物資源予測モデル

推定する目的関数として、データ面での制約も考慮したうえで、鉱種別金属量を設定し、データの分布から対数スケールで処理することとした。また、鉱床型式により鉱床の性格、鉱石の品位などが大きく相異しているので、鉱床型式ごとに異なったモデルを設定することとした。以上のような基本的な考えをもとに、数量化工類を適用し、各鉱床型式・鉱種別(例えば黒鉄鉱床の金、キースラーガー鉱床の硫化鉄、など18種類)について推定式(モデル)を設定した。これらの一般式は次のとおりである;

$$\log(\text{金属量}) = \log(\text{粗鉱量}) + \log(\text{品位})$$

$$\begin{cases} \log(\text{粗鉱量}) = \alpha_i + \log(\text{鉱化域の大きさ}) \\ \log(\text{品位}) = \beta_i \end{cases}$$

α_i, β_i は、対数スケールでの数量化工類の合成変数である。

(注) 数量化工類の合成変数は次式で示される。

$$\alpha_i \text{ (または } \beta_i) = \sum_{j=1}^R \sum_{k=1}^{K_j} \delta_i(jk) X_{jk}$$

$j = 1, 2, \dots, R$ (アイテム)

$k = 1, 2, \dots, K_j$ (カテゴリー)

$i = 1, 2, \dots, n$ (サンプル)

$$\delta_i(jk) = \begin{cases} 1; & \text{サンプル } i \text{ が } j \text{ アイテムの } k \text{ カテゴリーに反応した時} \\ 0; & \text{サンプル } i \text{ が } j \text{ アイテムの } k \text{ カテゴリーに反応しない時} \end{cases}$$

X_{jk} = カテゴリー数量

シミュレーションモデル

作成された推定式の説明変数は、アイテムレンジ (説明変数それぞれの推定式における寄与の大きさ) に基づいて、それぞれ有効なアイテムが採用されている。推定式によって推定された値と実績値の対数スケールでの重相関係数を算出すると、粗鉱で 0.758-0.905、品位で、0.658-0.980、金属量で 0.647-0.956 と極めて高く、サンプル数が小さいという問題があるものの、この推定式の妥当性を示している。

シミュレーションモデルの運用は、タイムシェアリング方式で、コンピュータと会話する型式でシミュレーションが実施される。最初に鉱床型式の判定を行い、鉱床

型式を特定化し、コンピュータの質問に対して入力される 5-9 の情報に基づいて計算を実施し、推定される粗鉱量、品位、金属量を出力してくる。

今後の課題

このシステムでのシミュレーションの精度は原理的に桁のオーダーで考えるべきものである。今後より正確な、より詳細なシミュレーションを実施していくためには、データの地域的なかたよりの修正、定性的な地質学的・鉱床学的情報の定量化、など課題が多い。

(野村総合研究所・同・鉱床部・同)

RIPS について

小川 克郎

工業技術院筑波電子計算機センター (通称 RIPS) は昭和55年度後期の稼動開始を旨として、現在ワーキンググループにより詳細設計作業が進められている。今回の発表では、今後の電子計算機を使用する研究のための参考として、作業の現状と設計思想の概要について述べる。

(地殻熱部)