新潟県油田地域の LANDSAT データ解析

その2 デジタル処理映像に対する 地質解析比較テスト*

藤 田 実**

LANDSAT Data Analyses on Imageries of Niigata Oil Field.

Part 2 Comparative Analytical Test for Imageries from Digital Computer Processing

By

Minoru FUJITA

Abstract: In order to select an appropriate sort of imageries for a purpose of geological analyses, 18 frames data processed by the computer plotting, digitally, from CCT recorded the same region over Niigata oil bearing basins, have been studied analytically under optical observation, based on geologic elemental features such as minor lineaments, major lineaments, circular anomalies, land-form units boundaries, and traceable strike ridge lines indicating trends of folding structures.

Test imageries of 18 frames consist of followings: 1) Principal component false color, 2) original B/W prints, Band-5, -7, 3) 3-Band composite false color, 4) B/W copies ratioed with 2-Band combinations directly and logarithmically, 5) two ratioed false color composites.

In this report, some of main analytical overlays carried out by three groups each of which is consisted of two geologists, are shown comparatively with their data imageries.

Descriptive tables and interesting figures from the comparison between data in quantitative volumes and differences in imagery qualities, are shown plainly, too, as the results of the work, with distinct conclusions about selecting imagery processing, methods of analyses, and some problems to be regarded.

1. はじめに

筆者は、石油探査の初期段階作業として、対象とする堆積ベースンに関する諸地質情報を迅速に収集し、探鉱地域への地質学的理解を深める目的で、これまで内外各地の LANDSAT データの地質解析を行ってきた。データは、主として70×70mm ネガ乃至はポジフィルムを利用し、光学処理による引伸プリントにより、目的に応じた各種合成擬似カラー（フォルス カラー コンポジット）やエッジ強調処理済みの映像シートの形で解析に供されていた。又、原理的には4台のスライドプロジェク

ターと、黄・マゼンタ・シアンのフィルターガラスの組合せの光学系より成る、カラー アディティヴ ビューアーにより、すりガラスのスクリーンに投影された合成カラー映像やエッジ強調映像を直接解析する方法も良く採用している。

一方、当社物理探鉱部では以前より LANDSAT-CCT データのコンピュータによるデジタル処理方式の映像化研究が進められ、55年はじめ頃から3バンド合成カラー、主成分合成カラー、比演算処理カラー及び B/W プリントなどの形で各種タイプの映像化が可能となり、現実にはそれらが地質解析に供せられる様になって来ている。実際の地質解析に当って、どの種の映像がどの様な解析に有利となるかは、早い時期に解決しておかなければならない重要な課題であると考えたので、今回、地質

* 昭和56年6月12日、第46回石油技術協会定時総会、地質・探鉱シンポジウムにおける講演

**石油資源開発株式会社技術研究所

データのより揃っている新潟県含油新第三系地域を主たる対象に、物理探鉱部グループが処理した各種18映像シートにつき、地質解析要素のうち特に重要と思われる3項目をとりあげ、解析比較テストを行なった。

解析作業には、いずれも航空写真地質解析の基礎研修を終え、写真解析やリモートセンシング映像の地質解析も一通り行なった事のある地質要員8名が当たり、解析技術の個人差による影響をなるべく排除し、公正な比較テスト結果が得られるよう計った。

結果のある種のものは、映像の特質や基本処理原理から、予測通りと判定されるものもあったが、映像を一見するだけで判断するのではなく、解析要素ごとの情報を定量的に示すと同時に、質的な差を比較出来た点で納得出来る成果が得られたと思われる。

今後この手法は、石油探鉱対象地域と必要な解析種目が決定されるならば、これに最も効果的な映像処理法を指定し、得られた映像につき迅速な地質解析を施して、充分活用していくことが期待出来る。

2. 作業要領

2.1 衛星映像データ諸元

テストに用いた映像は、新潟県のほぼ全域と山形・福島両県の一部をカバーしていて、撮像諸元は次の通りとなっている。

撮像年月日：1979年11月9日
中心地点位置：北緯37°20' 東経139°16'
パス ナンバー：116
ロウ ナンバー：34
太陽高度：30°
太陽照射方位角：150°（真北より時計廻り方向）
映像指定番号（ID）：E-30614-00394

この映像は、LANDSAT-3号衛星が打上後614日目の日本現地時刻午前9時39分40秒に撮像したもので、雲量が少なく地形情報反映度の良好な時期、すなわち太陽高度が低く植生密度の低下する晩秋のものである事を考慮して選ばれた。

2.2 映像処理方式

当社物理探鉱部が開発したデジタル処理システムにより映像化された18種のシートは、概略次の様な内容を備えている¹⁾（渡辺宏，1981）。

image-1 Band-5：MSS-5 Band B/W 映像
image-2 Band-7：MSS-7 Band B/W 映像
image-15 Color Composite：MSS-4, 5, 7による擬似カラー合成映像

image-3 D. 4/5
image-4 D. 4/6
image-5 D. 4/7
image-6 D. 5/6
image-7 D. 5/7
image-8 D. 6/7
image-16 D. Ratio Color：D. 4/6, D. 4/7, D. 5/7 の3種合成カラー映像
image-9 L. 4/5
image-10 L. 4/6
image-11 L. 5/6
image-12 L. 4/7
image-13 L. 5/7
image-14 L. 6/7
image-17 L. Ratio Color：L. 4/6, L. 4/7, L. 5/7 の3種合成カラー映像
image-18, P. C. Color：主成分合成（Principal Component Color Composite）カラー映像

2.3 地質解析比較テスト方法

縮尺約1：400,000に仕上げた前記18映像に透明オーバーレイを掛け、後述する各地質解析要素について2名毎の3グループ計6名が肉眼観察を行ない、データを直接記入する。このほか映像処理作業を代表する1名、テスト作業全般を通じて、結果を比較検討する統括者に筆者が、それぞれ役割を果たした。

解析される情報量とその質に関する観察個人差を少なくするため、2名の共同作業で結果の平均化を計り、解析に適正な時間制限を設け、長時間をかけての綿密な判読は意図的に避けてある。これは、短時間で明らかに判読可能な情報こそが衛星データ利用の対象となること、そして、比較テストに供されるのは当然この種の情報に限るべきであるとの判断による。従って、解析技術のより勝れたものが、充分時間をかけて映像判読に当たる場合には、さらに解析データが追加されることを、ことわっておく必要がある。

2.4 比較解析要素

ここで衛星映像による地質解析の手法にふれる充分なゆとりはないが、現在、NASA、ITCなどの地質映像解析部門で取り入れ、筆者の研究室でも同じような結果を得て採用しているのは、(1)スペクトル反射特性による地表構成物質の同定、(2)地形特質に基づく映像単元区分、(3)リニアメントの性状とその頻度分布特性、(4)特殊地層を反映するストライク リッジ（又はキイ リッジとも呼ぶ）追跡、構造規制の異常水系抽出、以上4つを解析の対象とし、地質マッピングや、地質構造解析を行なう方法である。これは、削剝地形を全て地質情報との正しい関連で捉えていく写真地質判読の手法を、衛星の撮像高度と精

1) 詳細については、本シンポジウム、特集号『LANDSAT データのデジタル処理』渡辺宏（石質・物）を参照されたい。

度に合わせて利用していくことにほかならない。ここでいう“精度”とは本来その映像が有している地上における対象識別分解能を意味しており、LANDSAT 映像の場合は、MSS センサーのデザイン、ピクセル（画素）サイズの設定、画像復元処理システムの誤差などが関係し、ほぼ80mとなっている。

このテストでは、次の解析要素別に編成した3班により作業を進めた。

2.4.1 リニアメント及びサーキュラー アノマリー解析班

直線状画像要素をリニアメントと呼び、断裂系を示唆する基本情報とする。直線状地形要素²⁾、映像単元境界直線などがこれに相当する。このうち3～9 kmの連続を示すのを小リニアメント、9 km以上を大リニアメントと本比較テストの作業便宜上単純に区分し、前者は沼沢沼を中心とする約40×40kmの範囲で、後者は、カルデラやドーム状地質構造の反映であるサーキュラー アノマリー³⁾と共に全シーンを対象とし解析図化した。オーバーレイに移写した各線分は、各映像毎に加算し、地表における実長キロ数として読みとったのち、映像特質比較のパラメーターとして定量的に扱った。

2.4.2 映像単元区分解析班

地質単元は、映像上で判読する地形単元の境界や、画像色調・明度・画像肌合（テクスチュア）などの区分境界に一致するのが普通である。精度と観察方法の違いから、既刊地質図に採用されている地層区分がすべて映像に表現されるとは考えられないが、むしろ普通の地質調査では捉える事の出来ない地質状況が、異なった視点から別の形で把握出来るのが、衛星映像解析における利点と評価して良い。これまでの実績から見ると、沖・洪積層、新第三系、及びその基盤岩系との区分、さらに火山岩の識別は比較的容易に出来る事と、外国の各フィールドの解析例では、連続性の良好な地層が、少なくとも“系”オーダーの精度で時代区分出来る例が非常に多い。

本班では、既往地質データとの相関性又は不一致度を検討するために、20万分の1の発行地質図からFig. 1の総合地質図を作り比較する事とした。

区分作業の前提としては、地形特質の模式地を、

基盤岩系：魚沼盆地東方地域

含油第三系：中央油帯地域

沖積層：新潟平野中央部地域

2) 直線状の水系、山陵線、断層地形（線崖線谷、サグポンド等）河川流路急変点の直線状トレンド、直線状山麓線などが主なるものである。

3) 円弧状の複合水系、円形状の湖沼、火山地形、地形急変点の環状配列が対象となる。

とそれぞれ設定し、解析作業を進めた。

2.4.3 ストライク・リッジ⁴⁾ 追跡班

削剝に対する抵抗度が高い岩石から成る地層部は、地形凸部として映像上にしばしば認識出来る。筆者は、これを従来から Key-Ridge-Marker、単に Key-Ridge もしくは Strike-Ridge と定義し、この追跡状況から特に褶曲トレンドの判読要素として扱って成果を得ている（藤田、1976）。又地形凸部とはなっていないが、その地層に特有な削剝パターンが連続帯状に認められる場合は、これも同様地層走向認定要素として用いることとしている。

本班では処理シーンのうち、長岡市を中心として、西山～中央油帯と東山油帯を含む含油新第三系地域を対象とし、映像毎に追跡したストライク リッジの総延長キロ米数をもって画質比較のパラメーターとした。

3. 解析結果

3.1 処理映像の特質

処理映像原画の縮小コピーを Image-1～18 に示す。又、映像上の主要部を占める地表部及び被覆物がどの様に表現されているかを Table 1 にまとめた。

各映像毎の画質特質記述は省き、一般的傾向を次に概括する。(1)一般にスペクトル波長の相関が高いバンド毎の比演算処理映像は、ノイズが多い上に、低コントラストで画質の劣化が見られる。(2)平野部と山地部のコントラストは、未処理のものに比べ比演算処理映像上で大きくなる。(3) Band-5、-7 の原画と、カラー合成画像とでは、前者が山地の北西斜面が暗色、南東斜面が明色となり、撮像時の太陽照射方向と一致しているが、後者ではこれが全く逆転して見える。(4) Band-7 画像は他に比べて高コントラストで立体感に富むうえ、地形細部の観察に有利である。(5)カラー合成映像は地表構成物質の判定に有利なスペクトル情報を良く反映する。

3.2.1 リニアメント及びサーキュラー アノマリー解析

3.2.1.1 リニアメント

映像とその解析図は紙面の都合上、一部のみを Image-19～21 および Plate 1～Ⅲ に示す。又リニアメントの総延長数はFig. 2 に、又比演算処理映像の比較を容易にする為、横軸に Band 間の相関係数をとったグラフ Fig. 4 を示す。これ等から解るのは、最良の結果が得られるのは Band-7、次いで D.-Ratio 合成カラー、L. 4/7, L. 5/7 の順となる。特に Direct Ratio 処理のものは他

4) 映像上に良く見られる走向方向に発達する山陵を追跡し、間接的に褶曲トレンドを判読する方法である。写真地質、映像判読地質の分野で普通このように呼び、一般的に扱っている。

Fig. 1 映像単元区分解析結果と比較するための地質綜合図

Table 1 Photo-tone on the Imageries

	Sea	Lake	Drainage	Cloud	Snow	Plain	Urban area	Remarks
Band-5	Bk	Bk	Bk	Wi	l.Wi	Gy	Gy	
Band-7	Bk	Bk	Bk	Wi	Wi	dk.Gy	Bk	
C.Composit	dk.Bl	dk.Bl	dk.Bl	Wi	Wi	dk.Gy	dk.Gm	
P.C.Color	Pl	—	Pl	Red	Red	dk.Red	Red	
D- 4/5	Wi	Wi	Wi	Gy	Gy	dk.Gy	dk.Gy	
D- 4/6	Wi	Wi	Wi	Wi	Wi	Gy	Wi	vague fine-features
D- 5/6	Wi	Wi	Wi	Wi	l.Wi	pale Gy	Wi	
D- 4/7	Wi	Wi	Wi	Wi	Wi	Gy	l.Gy	well-defined roads
D- 5/7	Wi	Wi	Wi	Wi	Wi	pale Gy	Wi	vague fine-features
D- 6/7	Gy	Wi	Wi	Wi	Wi	l.Gy	Gy	noise, ill-defined
L- 4/5	Wi	Wi	Wi	dk.Gy Bk	dk.Gy	dk.Gy	dk.Gy	
L- 4/6	Wi	Wi	Wi	Gy	Gy	Gy	dk.Gy	
L- 5/6	Wi	Wi	Wi	pale Gy	pale Gy	Gy	Wi	
L- 4/7	Wi	Wi	Wi	pale Gy	pale Gy	Gy	Wi	
L- 5/7	Gy	Wi	Wi	Wi	Wi	Gy	Wi	
L- 6/7	Gy	Wi	Wi	Wi	Wi	Gy	Gy	noise, ill-defined
D- Ratioing C.	Wi	Wi	Wi	Wi	Wi	redish Gy	Bk	
L- Ratioing C.	Wi	Wi	Wi	red. Pl	red. Pl	red. Pl	Wi	

Symbols: Wi=White Pl=Purple dk=dark
 Gy=Gray l=light
 Bk=Black

リニアメント解析量の比較

Fig. 2

Fig. 3

データ解析量と Band 間の相関係数との関係

Fig. 4

Fig. 5

に比較し、情報量が半分以下となっていて、D.-Ratio カラーを別にするとしニアメント解析にとって意味が薄いことが判る。

総じていえることは、Band-7 の単バンド映像がリニアメント解析の基本となるデータを最も良く反映しておりこれに加え、エッジ強調処理映像、D.-Ratio Color, L. 4/7映像などを併用するのが、リニアメント解析には望ましい。

3.2.1.2 大リニアメント及びサーキュラー アノマリー解析

前項と同じ手法でまとめた結果をFig. 3, 5に示す。解析されたあるものは、地質図にある断層に同定出来るものと、岩質区分境界に相当するものとの2種類あるが、ここでは両者を同一に扱った。

最も優れた結果を示すのは、オリジナルバンドからの合成カラー、次いで L. 5/6, Band-7の順となる。一般にD.-Ratio 映像では山地の微細な地形情報がボケて解析には不向きとなること、相関係数の大きなバンド比の映像は、不成績であること、特にサーキュラー アノマリーの抽出には L. 5/6, 合成カラーが有利なこと、比演算合成カラーでは太陽照射方位と平行なりニアメントが良く反映する特性を有すること、などが指摘される。なお

火山体の認識では、地形から判るもののほかに色調差で捉えられる場合があるので、合成カラーや、Gray-scale 上の色調差が出やすい L. 5/6, L. 4/7 などの映像を併用するのが有効との結果を得ている。

3.2.2 映像单元区分解析

結果の一部は、特に参考となる映像 Image.-28~33 について解析図 Plate X~XV とともに示した。解析作業を通じて得られた判読基準は Table 2 にまとめて記載してある。又結果の判定に用いる参考図は前述の通り Fig. 1 の地質総合図である。なお解析図に使用した区分記号は

B : 基盤岩 T : 含油新第三系 A : 沖積層となっている。

結果を要約すると次の様になる。

- (1) 参考地質総合図と最も良く対応するのは Band-7, P. C. Color, 及び L. Ratio Color である。
- (2) Color Composit は、平均的に細部の識別で勝っていて、Unit 区分作業には不可欠な映像と云える。
- (3) Ratioing の処理は、Unit 間のコントラスト強調には役立つが、微地形や小水系の解像力低下により、火山岩及び基盤岩地域の区分に誤差が大きくなっている。
- (4) 低丘陵部の誤認が、L. 4/6, Band-7, L. 4/7 などの

Table 2 Description Table: Imagery Unit Classification

Imageries processed	Alluvium	Oil Tertiary	Basement	Remarks
Band-5	l.Gray	dk. Gray - Gray	dk. Gray & White contrasty	prominent differences in textures, small range in photo-tone gray scale, smaller delineation in the Basement area.
Band-7	Gray	light Gray	dk. Gray & White contrasty	high resolution (able to classify tiny volcano body,) fair differences between sand dune & Tertiary, weak in defining low rolling hills like Katagai & Sasagami.
Color Composit	Blue-Green	Red dense drainage	yel. Red sparse drainage	delineating Basement smaller than ground truth.
P.C. Color	Red Blach spotted	Blue dense drainage	smooth contrasty	prominent boundary between All. & Tert. (able to distinguish Yahiko mountains from beach sand-dunes, high resolution in texture differences, (tiny volcanos pointed)
D.- 4/5	Gray	White - l.Gray	dk. Gray & White	very hazy almostly, distinct Basement from too hazy Tert. area, Basement bounded smaller than ground truth.
D.- 5/6	Gray	dark Gray dense drainage	pachy, doted, sparse drainage	Basement delineated smaller than ground truth (eastern area of Niitsu, northern Shibata, & southern Kitauonuma)
D.- 4/7	Gray	dark Gray	dk. Gray to White	distinct boundary between Tert. & All. plain,
D.- 5/7	l. Gray	dark Gray	ray white spots	fair boundary between Tert. & All. Plain, Basement delineated smaller than ground truth.
D.- 6/7	Wi. Gy. fine dots		dk.Gy. - Wi.	very hazy, ill-quality.
D.-Rationing Color	l. red. Pl.	dk. red. Pl.	red. Pl. -Blue	
L.- 4/5	dk.Gy	hazy	clear, contrasty	Basement smaller than ground truth, tiny volcano pointed, fair boundary between Tert. & All.
L.- 4/6	Gray	Gray	Gray - White	narrow diffences in tonality, low contrast, invisible low rolling hills as Katagai & Sasagami hilly areas.
L.- 5/6	l.tone no galleis	fine textured dense drainage	smooth sparse drainage	
L.- 4/7	Gray	dark Gray	dk. Gy. & Wi.	invisible low hills
L.- 5/7	l. Gray	Gray	White & Gray	
L.- 6/7	Wi - l. Gy.	Gray, no drain-ages almostly	Black spotted sparse drainage	very hazy, low quality, All. wider than ground truth, invisible fine features like volcanos.
L. Ratioing Color	mono tone	dense drainage	smooth, l. tone sparse drainage	high resolution (able to classify tiny volcano bodies).

高コントラスト且つ鮮明な映像で起る。例えば、片貝丘陵は、これらで沖積平坦部として識別され、単バンド解析が誤りを犯し易い典型を示している。

(5) 解析の個人差は可成りの幅で表われるが、P.C. カラー、Band-7、L. Ratio Color ではこれが極度にせままり、精度低下は防止されている。

3.2.3 ストライク リッジ追跡

映像毎に追跡したリッジの総計距離の比較は、Fig. 6、7に、又映像上のどの地域、どの構造周辺でストライクリッジの追跡がどの程度その構造判定に役立っているかを検討した結果を Table 3 に示した。なお解析図のうち主なものを使用映像 (Image 34, 35) と等縮尺で Plate XVI, XVII に示した。

これ等をまとめると次のようになる。

(1) 比演算映像では、一般に L. Ratio の方が勝り、相関係数の関連では係数が大となる方で成績不良となる。ここでは L. 4/6、D. 4/6 高い成果を得ているのを特筆したい。

(2) B/W プリント映像では、特に未処理の Band-7 が際立った成果を収めている。

(3) カラーでは、Color Composite、次いで P.C. Color と L. Ratio Color とがほぼ同等、これに D. Ratio Color

が順に来る。

(4) Fig. 6、7 では、中央油帯、東山油帯の2地域毎にリッジ長を集計してあるが、両地域が時代・構造の点で類似しているにも拘らず統一的な結果が得られていないのは印象的な現象で、火山岩の発達状況、構造地形の起伏量、更に人工的土地利用などの差違にその原因を求めねばならない。

(5) 単バンド B/W プリントの仕上げ具合は、判読結果を大きく左右する。gray-scale にのみ忠実に仕上げるのは考えもので、解析要素の違い、対象地域と周辺部の画質コントラストなどを充分勘案した上での仕上げ映像を得るのが重要である。特に中間暗部のツブレ画像は、本作業に致命的悪影響を与えている。

なお、先に述べたように解析時間のゆとりと、解析個人技術差がどのような判読結果の精度差となるかを見るために、ほぼ同地域を別の機会に筆者が行なった地質構造解析図を、Fig. 8 として付しておく。

4. む す び

我々はこれまで、衛星映像の画質評価を単に一見した印象をもとに『この画質はリアメント解析に適している』とか『Landform classification にはこの映像の方を

解析データ量の比較：Strike Ridge Trace

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

取る』とか安易に行なって来たのは否めない。これを、どの解析には明確にどの処理映像を指定するかを決定するために、計画したのがこの比較テストの第1目的であった。この作業が膨大な解析図の作成とその結果を定量的に取扱う事により、一応の成果を得たのは意義深い。

比較テストの結果の結論を次に列記し、本報告のまとめとする。

(1) 解析対象地域の映像選択は、まず目的の如何によらず Band-4~7のネガフィルムの入手を撮像時期厳選の上で始める。

(2) 比演算処理映像の必要性は、石油探鉱の映像判読の重要性から見るとデジタル処理合成カラー映像の次に位置付けられる。従って予算が許すならフィルム入手時に CCT は同時に求めておき、作業目的の遂行度に合

わせカラー映像化, 比演算映像化に備えておくのが得策と云える。

(3) 地質マッピングの基本となる映像単元区分は, 単バンドのみの時は Band-5, Band-7 の同時解析と3バンド合成カラーとの併用を, また C.C.T. によるデジタル処理が可能の時は P.C. Color, L. Ratio Color を揃え, 解析図のコンパイルを行なうのが最良である。

(4) リニアメント解析では, Band-7 と, 3バンド合成カラーの併用が最適である。なお太陽照射の陰影効果を考えるなら, 照射方向と直交する要素が強調される L. 4/7の作成が不可欠であろう。

(5) LANDSAT 映像の地質解析の基本は, あくまでも航空写真地質の手法に立脚し, Band-5, Band-7の映像につき, 地表構成物質のスペクトル反射特性を考慮に入れた肉眼観察からはじめる。予算・時間の制約がきびしくなければ, デジタル処理映像の作成とその解析で, より判読の精度を向上させる。

(6) 画像処理の良し悪しは, 映像判読以前の最も重要な要素であり, 特に中間暗部の描写力が地質解析の結果を左右すると云って過言でない。光学・演算処理のいずれでも最高品位の画質を得る努力は今後とも怠ってなら

ない。

リモート センシングは確かに新しい技術であり, その有用性は今後とも広い分野に拡張されることは明らかである。だがこれ即 リモート センシング万能 という意味ではない。本質に立脚して正しい手法で運用していくのがより重要な事で, それを支えていくのは, 処理された画像を最終的には我々人間が手仕事で解析し, 意味付けを判読しつつ, 発展的に活用していく努力であらう。

文 献

- 松野久也・田島下三・星野一男・山田修兵(1975): ERTS 映像による地質構造解析, 地質ニュース, no. 245, p. 1-13.
- 地質構造解析小委員会(星野一男, 藤田実, 長谷紘和, 大串融, 谷藤吉郎, 松野久也)(1976): LANDSAT/ERTS 映像による東北地方の構造解析, 地質ニュース, no. 264, p. 1-17.
- 藤田 実(1976): 人工衛星と石油の探鉱, 石油学会誌, vol. 20, no. 3, p. 23-30.
- 渡辺 宏(1981): 新潟県油田地域の LANDSAT データ解析, その1, LANDSAT データのデジタル処理。

Band-7

Image-2

D. -4/6

Image-4

Band-5

Image-1

D. -4/5

Image-3

D. -5/6

Image-6

D. -6/7

Image-8

D. -4/7

Image-5

D. -5/7

Image-7

L.-4/6

Image-10

L.-4/7

Image-12

L.-4/5

Image-9

L.-5/6

Image-11

L. -6/7

Image-14

L. -5/7

Image-13

小リニアメント解析の例 (1)

Band-7

Image-19

Band-7

0 30 km

Plate I

小リニアメント解析の例 (2)

L. -5/6

Image-20

L. -5/6

0 30 km

Plate II

大リニアメント及びサーキュラーアノマリー解析の例 (1)

B-7

Image-22

大リニアメント及びサーキュラーアノマリー解析の例 (2)

D.-6/7

Image-23

Plate IV

Plate V

大リニアメント及びサークュラーアノマリー解析の例 (3)

L. -5/6

Image-24

Plate VI

大リニアメント及びサークュラーアノマリー解析の例 (4)

L. -6/7

Image-25

Plate VII

映像単元区分の解析例 (5)

Image-32

Band-7

Plate XIV

映像单元区分の解析例 (6)

L. -5/7

Image-33

Plate XV

Strike Ridge Trace の映像と解析図の例 (1)

Image-34

Plate XVI

Strike Ridge Trace の映像と解析図の例 (2)

L.-4/7 映像
Image-35

Plate XVII

D. Ratio Color

Image-16

3 Band Composite False Color

Image-15

Principal Component Color

Image-18

Log Ratio Color

Image-17

Color Composite
457

小リアメント解析の例 (3)

3 Band Composite False Color
Image-21

Fig.-3

Plate III

大リーニアメント及びサークュラーノマリー解析の例 (5)

3 Band Composite False Color
Image-26

Plate VIII

大リニアメント及びサキアノマリー解析の例 (6)

Image-27

Plate IX

映像单元区分の解析例 (1)

3 Band Composite False Color
Image-28

映像单元区分の解析例 (2)

映像单元区分の解析例 (3)

Direct Ratio Color Image-30

Plate XII

映像單元区分の解析例 (4)