

地球計算機科学に関する 国際地質調査所会議について

花岡 尚之 (燃料資源部 元地質情報解析室)
Naoyuki HANAOKA

フィンランド地質調査所 (GSF) において 表記の会議が 1988年9月19-22日に開催された。米国地質調査所 (USGS) が提唱して1986年に始まった会議の英文名称は International Consortium of Geological Surveys for Earth and Computer Sciences である。地球科学と計算機科学のあいだの問題 すなわち地球計算機科学にまつわる会議である。会議における関心は 国土情報の管理のためのデータベース 地図情報処理のための地理情報システム 地下構造モデリングのための3次元 CAD 情報普及のための CD-ROM 出版 電子メールなどの通信 人工知能 およびマイクロコンピュータである。最近の急速な電子技術の革新に対応して各国の地質調査所がそれぞれの使命を達成するため コンピュータ・サイエンスの分野における最近の活動を報告し経験を共有するとともに 共通して関心をもつ問題を検討することを目的としている (付録A)。

当所 (GSJ) は 表記会議のメンバーとなっており USGS における第1回会議から参加している (英国地質調査所で開かれた第2回は欠席)。今回の参加国は アメリカ カナダ イギリス スペイン フランス オーストリア 西ドイツ デンマーク ノルウェー スウェーデン フィンランド および日本の12カ国と 報告書を提出したオーストラリアである。次回は カナダ地質調査所が主催し オタワで開かれることになっている。

会議の内容は フィンランドをはじめ各国の現状の報告が多くを占め テーマごとの議論にはあまり時間が割かれていなかった。そこで ここでは第2回のプロシーディングも参考に テーマごとに参考になると思われることを述べる。

1. 国土情報の管理のためのデータベース

会議に参加した機関は 各国の地質調査所ないしそれに相当するものであり その共通した性格は 資源および地球科学に関する調査研究に責任があることである。したがって 調査の結果として得られる国土情報をどのように管理し 効率的に利用するか、国土情報の管理に適したデータベース・ソフトウェアはどれか 選定の基準は何かなどが 共通の関心であるといえる。

地球科学的な国土情報の整備は長期的にきわめて重要であり そのようなファイルは科学的な研究にも行政的にも有益であることは 論を待たない。しかし 我が国の風土では 基礎科学データを整備するような地道な仕事は総論賛成であっても 各論では面白くないとされることが多く 関係機関の協力も得にくいと思われる。USGS (James Biesecker) が紹介した「地球規模の変化のためのデータ管理」の計画は 参考にすべき示唆に富んでいる。ひとつにはシステムティックなもの

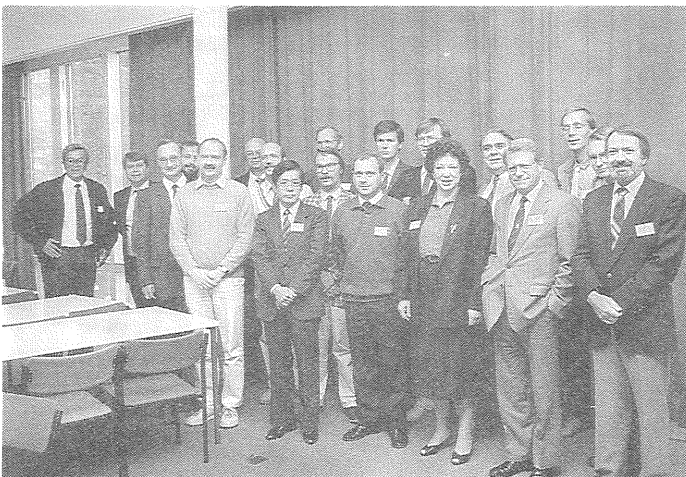


写真1 会議の参加者。アメリカ ノルウェー イギリス カナダ フィンランド オーストリア フランス 日本 デンマーク 西ドイツ スウェーデンおよびスペインが参加した。

の考え方であり ひとつには省庁を越えた検討体制である。目標は 1995年までに 機関を越えて整合的であり 大学等の利用者も支援する 地球規模の変化の研究のためのデータ・システムを国として構築するところにある。そのためのワーキング・グループが DOE (エネルギー省) NASA (航空宇宙局) NOAA (海洋大気局) NSF (科学財団) USGS (地質調査所) および NAVY (海軍) の専門家により構成されている。現在 4つのサブグループが 利用料金 国際交流 標準化 および相互利用の情報台帳について検討している。そのほか 用語の定義 システムの効率 プログラム開発計画 およびデータ保護基準に関係した活動を行っている。地球規模の環境問題は 日本でも政策課題として報道されており 米国における対応の早さと各機関の連携は注目される場所である。

そのほか国土情報システムの話は フィンランド(Raimo Nevalainen) 西ドイツ(Horst-H. Voss) およびフランス(Jean Pierre LePretre) から紹介された。オーストリアの地質主題図のファイル GEOKART は 9,500枚のデータを収容しており 国土情報システムとして教えることができる。我が国の場合 資源分野に限っても 統合的な情報システムあるいは相互利用可能なシステムの構築は 関係機関が分散していることもあって なかなか進展していないのが現状である。オーストラリアの鉱物資源・地質・地球物理局(BMR)はその主たる役割を地球科学研究 鉱物および石油資源の評価 および国土地球科学データベース開発の3つとしており データベースに非常に大きなウェイトを置いているといえる。我が国のように期間が数年ごとに限られ 研究または調査に偏った事業計画では 長期的な視野からデータベースに注意を向けることは難しいと考えられる。

国土情報をファイルするデータベース管理システムは国によってこれまでの経緯もあり様々なものを使用している。共通している点は 表形式のデータモデルを扱うリレーショナル・データベースを使用していることである。機種を VAX で統一している西ドイツでは ハードウェア・メーカーが提供している RDB/VMS を使用している。フランスの BRGM は ORACLE をマイクロ・コンピュータから大型の計算機まで統一した開発環境として採用した。BRGM は 従来 IBM を使った中央集権的なデータベースを運用してきたが マイクロコンピュータの発展とともに分散した処理環境が重要となった。そこで ORACLE をつかうことより分散型のデータベースであっても データの転送 ソフトウェアの適合性 ソフトウェアの維持更新に支障が生じ

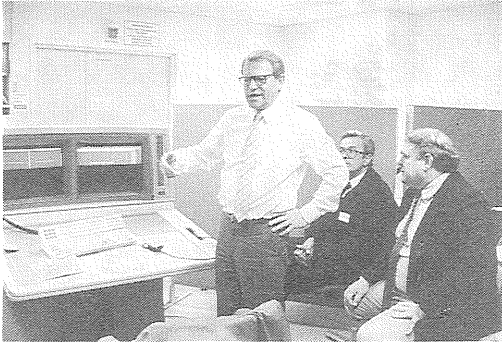
ないようにしている。ORACLE はまた 英国地質調査所(BGS)の上部機関である国立環境研究会議の標準のリレーショナル・データベースとなっていて BGS でも1988年中にこれまでの MIMER から移行することになっている。なお リレーショナル・データベースの利用者インターフェースは IBM が開発した SQL が標準になりつつあり ORACLE もこれを提供している。

データベースとは話が多少異なるが 国土調査のよい例が紹介されたので 簡単に述べる。フェノスカンジナビア(ノルウェー スウェーデン およびフィンランド)の Nordkalott プロジェクトでは 3カ国が共同して 地質図 鉱床図 空中磁気図 重力図などを出版するために調査を行なった。図面はすでにいくつか出版されており フィンランド地質調査所の壁に飾られていた。広域的な図面がもつある種の迫りに圧倒されるところがある。面白いのは空中磁気図で 地形の平坦な地方は飛行高度 30-50m で調査されておりピントの合った写真のような詳細なカラーコンターとなっている。一方 北部の地形の起伏がある地方では 飛行高度が高いのでピンボケの写真に似ている。我が国の空中磁気図は残念ながらピンボケ写真の精度である。ところで 調査データの処理には コンピュータが大幅に用いられている。既存データの数値化 統計的な処理 および画像処理の手法による地球物理データの処理について説明があった。図面類の作成は すべて計算機によったものから 従来の作成方法によるものまでである。今後の方向としては 次に述べる地理情報システムを利用することを考えているようである。

2. 地図情報処理のための地理情報システム

地図に表わされる情報を地理情報という。地質図も地図情報の一つである。地質図には 地質の分布を表わすポリゴン(多角形) 断層や褶曲軸を表わす線 走向傾斜や坑井位置を表わす点 および地名などの文字が描かれている。地理情報システムは これらの情報の入出力機能 ファイルシステム 編集機能 地図要素のあいだの幾何学的な関係を演算する機能などを提供するものである。地質図の出版を電子的に行うには 最終的には地理情報システムを使うことになる。

フィンランド地質調査所の地理情報システムは FIN GIS といい 測量庁が開発したシステムである。ハードウェアは VAXstation および20インチのディスプレイと大型のディジタイザである。機能的には GSJ で使用している ARC/INFO と同様のものである。既存の地図情報を FINGIS に乗せるためには Scitex



(a)



(b)

写真 2 Brian Kelk (BGS) 氏による 3D-CAD の実演 (a).
2つの地層面をS字形の曲面でつないだところ (b).

Response 280 を用いて スキャナー読み取り ラスター・ベクター交換を行っている。この部分は USGS も同じシステムを採用している。GSJ の場合は 外部に図面からベクター・ファイルの作成までを発注しており 問題解決の方法としてこれも優れた方針である。

データベース管理ソフトウェアを中核とする国土情報システムと 地理情報システムによるデータ処理は 理想的には統合されたものでなければならない。管理された国土情報から地図の編集ができることが望まれる。しかし それぞれのシステムが別の発展の経緯をもっているため 簡単ではない。フランスの BRGM では Intergraph を地理情報システムとして採用している。そこで 上に述べたデータベース管理ソフトウェア ORACLE とのインターフェースが現在の問題であるという。

3. 地下構造モデリングのための 3次元 CAD

英国地質調査所の Brian Kelk は Intergraph のワークステーションを使ってデモを行ない 汎用の 3次元 CAD が地下構造のモデリングに使える可能性があると主張した。ワークステーションには 2つのスクリーンがあり 左の画面は田の字に区切られて 正面(投影)図 右側面図 平面図 および鳥瞰図が表示され 右の画面には作業用の鳥瞰図が示され プルダウン・メニューで会話するようになっている。実データである 2枚の地層面を画面に表示し 3次元的につなぐ作業を行なった。地層面はオフセットした関係にあるので 最初は断面モデルでつないだ。これはコマンド一つで自動的に二つのエッジの間に面が描かれた。次は 褶曲の関係にあるものとして S字形の断面をもつ曲面でつなぐ

ことにした。カーソルは 2つのスクリーンが連続した 1つのものであるように動くので マウスの操作は容易である。まず 平面図にカーソルを移動し 作業用の鳥瞰図に描くデータの範囲を幅狭く 1つのメッシュ分だけ与えると 作業用の鳥瞰図は断面図のような形になる。そこでカーソルを右の画面に移し S字型に座標を入力する。スプラインをかけると滑らかな線となる。つぎにデータの範囲を移動して同じことを繰り返す。座標を入力するとき 左側の各図面には入力しようとする点がラバーバンドで示されるので 前の入力結果を参照しながら作業をすることができる。つまり 3次元的なデータの入力を 次々と断面図をつくりながら行うようになっている。新しい面のメッシュ表現は内部的におこなっていて 利用者は CAD 技術には無関心でいられる。

汎用の CAD は すでに巨大な技術体系になっており エンジニアリング分野で実現しているシステムと同程度のものを地質調査所(各国の)で開発するのは容易ではない。したがって 地理情報システムを含めて 汎用 CAD システムのアプリケーションとして 地球科学あるいは地下構造マッピングに必要なものを提供させることを 表記の会議の目的の一つにしたいと会議のリーダーは考えている。実際 USGS のような大規模な機関でも 技術評価活動を行ない 目的にあったシステムを導入する あるいは 目的に合うシステムを製品とさせる努力を行っている。各国の地質調査所が集まってある種の影響力を開発側に発揮しようという願望も この会議を提案した動機となっている。

地下構造を 3次元的に再現して グラフィックスで確認したいという希望は よく聞かれる。上に述べたシステムは 高価なハイエンドのものである。地質学者

がワープロのように使いたいとしたら ローエンドのシステムが必要である。それはどうあるべきであるか 32ビットのマイクロコンピュータがもうすぐそこであるから 答えが楽しみである。

4. 情報普及のための CD-ROM 出版

CD-ROMは 音楽で普及している CD(コンパクト・ディスク)を数値データの記録に使用するもので 大量のデータを安価に配布することが可能である。また 記録の安定性も優れている。CD-ROM のハードウェアは 日本が先行しているにも関わらず ソフトの普及では遅れている。標記の会議では 地質調査所が行う CD-ROM 出版の可能性を評価するため デモ CD-ROM の出版を共同して行うことを提案している。デモ CD-ROM の内容について またデモ用に提供できるデータについては検討中である。USGS は CD-ROM プロトタイプ・プロジェクトを進めており 様々なデータと検索ソフトウェアを含むプロトタイプ・ディスクを作成し配布している。そのほか リモートセンシングのデータとか NASA/NOAA の地球科学データベースの CD も作成している。

文字情報を CD-ROM の形で出版し たとえば文献目録をパソコンで検索できるようにすることは 既存技術の範囲に入ったといってもよい。GSJ の出版物では地質図索引のような図形情報をとまなう目録を出版することも可能で ソフトの作り方によっては 評価の高い出版サービスになる可能性が高い。また 記録の安定性に注目して 海洋調査のようなプロジェクト調査によるデータのために 保存ファイル(アーカイブ)の制作と普及に使うことも考えられる。

5. 電子メールなどの通信

電子メールについては 英国における会議で話題となったようであるが 聞くところでは 標記会議の一部のメンバー地質調査所のあいだでは電子メールによる通信が可能となっているという。GSJ でも JUNET との接続が行われたと聞くが 当会議を通じて国際的な電子メールの通信を実現することが望ましい。電子メールによって データやソフトウェアを含む情報の交換が容易になり 研究交流のインフラストラクチャを強化することができる。

GSJ においては電子メールの必要性は顕在化していない。しかし 電子メールは 電話につく速さと手紙につく安さが予想され 電話の英語会話に自信のないわ

れわれには 便利な道具となる可能性がある。ワープロでもそうであるが 便利な道具が現れてから その必要性が明らかになるものである。研究交流を促進させる意味からは 研究者 研究テーマのダイレクトリを各国が整備して どこで誰が何を考えているのかを明らかにすることが期待される。

国内の通信手段として 電子メールがどのような地位を占めるか まだ分からない。日本語の場合 エディタによって文章ファイルの形式が異なるので 電子ファイルを送るよりもファックスが当面は便利である。パソコン通信や VAN 業者によるメール・ボックスのサービスがあるが 一つの組織のなかの利用は別として一般的な通信手段としては普及していない。

6. 人工知能

人工知能については 第1回の会議で R. McCammon から muPROSPECTOR の話があっただけである。したがって 人工知能についていえるのは 話題として取り上げるほど各国の地質調査所で大きな成果を収めるにはいたっていないことである。人工知能の魅力は 未知の可能性にあった。システム寄りの人には 新しい言語の面白さも魅力の一部であったと思われる。その魅力から 人工知能のブームが生まれた。日本ではいくつかの資源関係の特殊法人でエキスパート・システムの開発をとまなうプロジェクトが進行している。人工知能が地質調査所の活動範囲でどのようなインパクトをもつのかはかりかねるが それほど大きなシステムの問題ではないように思われる。データベースは 明白に定義されたデータからなる記録が大量に集積されたもので 検索の条件に合う記録を迅速に提供するものである。そのような問題領域は沢山あり 数多くのデータベースが開発されている。人工知能は 見方によっては 雑多な内容の記録を集めたもので 複雑な関係をたどって情報の検索を行っている。しかし 人工知能でファイルできる情報の複雑さは 専門書に書かれているような内容の多様性には遙かに及ばない。また 図面をつかって説明されるような幾何学的な関係は 情報として扱えないところも苦しい。いずれにしても 人工知能に向く問題領域を見つけるのが成功への道 という段階にあると思われる。

7. マイクロコンピュータ

マイクロコンピュータが 地球科学研究においてますます大きな役割を果たすことは明瞭になってきたとい

える。フランスの BRGM が ORACLE でマイクロコンピュータから大型の計算機まで処理環境を統一したように多くのソフトウェア商品が垂直方向に互換性のあるものになっている。そこでプロジェクトの大きさによって最適なシステムの大きさを選べるようになってきた。一方でマイクロコンピュータの処理能力は速さメモリの大きさディスクの大きさ画面の分解能などあらゆる面で大幅に向上しておりウインド・システムなどソフトウェアの機能もすばらしく進歩している。したがって地球科学研究に必要な情報環境として必要なものの多くをマイクロコンピュータをベースにしたシステムが提供できるようになってきたといえる。マイクロコンピュータで走らせる地球科学向けのアプリケーションをもっと本腰で開発する価値があるように思われる。

ローカル・エリア・ネットワーク (LAN) の導入によりマイクロコンピュータの利用価値が高まっている。LAN は会議の話題にはならなかったもののハードウェア構成に LAN が含まれないのはまれである。日本でも石油公団のワークステーションは LAN を通じて接続されている。動燃事業団の探鉱関係のシステムは機種を統一したミニコンとパソコンを LAN で接続し均一な作業環境を実現している。また海外の探鉱拠点とも LAN と通信回線を通じて連絡がとれる構成である。LAN が各研究機関でどのように利用されているのか具体的には分からないがフランスの BRGM のようにソフトウェア環境を統合すれば中央の計算機から検索したデータをマイクロコンピュータのパーソナルなデータベースに取り込み新たな自分のデータを加えて処理を行うことも技術的には可能になっている。LAN がなければ孤立した小さなシステムに過ぎないが LAN によってマイクロコンピュータが広い情報社会の窓口になる時代である。

8. GSJ の対応

電子技術の先進国にある地質調査所として当会議への GSJ の参加が高く評価されている。今回の会議には GSJ と資源関係の特殊法人の情報システムの現状を報告した。また会議のメンバー機関の間で情報技術の交流を行ない標準化ないし共通認識が形成できれば東南アジアの発展途上国などメンバー以外の国にとっても意義深いことをのべた。GSJ にとって会議への参加は大変に有意義であり継続して参加し情報交換を行うことが必要である。技術的な問題だけではなく地球科学情報の管理普及の考え方の点でも教えられるとこ

ろが多い。さらに GSJ などの参加目的を明確にして各国の協力を得ながら実現を図るような方向で活動を行うことが望ましい。

謝辞：会議への報告を作成するために大塚俊道（石油公団）瀬川浩司（金属鉱業事業団）および石堂昭夫（動燃事業団）の各氏には資料の提供をいただいた。また工業技術院国際研究協力課 当所国際協力室をはじめ所内の関係者の協力をいただいた。記して謝意を表します。

参 考 文 献

- Hanaoka, N. (1986): Status of data bases at the Geological Survey of Japan. GSJ Open-File Rept. No. 29, 40p.
 花岡尚之 (1986): コンピュータおよびテレコミュニケーションに関する特別専門会議。地調研究資料集 No. 30, 25p.
 Hanaoka N. (1988): Information systems of Geological Survey and semi-governmental agencies in Japan. GSJ Open-File Rept. No. 61, 23p.

付録 A: 地球計算機科学のための国際地質調査所会議規約 (Charter of the International Consortium of Geological Surveys for Earth Computer Sciences)

1. 目 的

1. 地球計算機科学のための国際地質調査所会議の目的は：
 1.1.1 地球科学を支援するコンピュータと通信システムの利用に関する情報を交換する。
 1.1.2 各機関で共通に経験するような問題に対するそれぞれの地質調査所の対策を提出し検討できるフォーラムをもつ。
 1.1.3 全地球的なデータベースを共有するためデータ標準とデータ交換フォーマットを検討し広める機会をもつ。
 1.1.4 ハードウェアソフトウェアおよび通信システムの商業的な設計や費用について影響力をもつためにアイデアを交換するフォーラムをもつ。
 1.1.5 会員調査所の間でデータを共有し問題を解決する技術を実証する共同プロジェクトをたてる機会を得る。
 1.1.6 会員調査所がデータとアイデアを交換できるようにデジタル通信を確立する。

2. 会 員

- 2.1 中核となる会員はカナダ フィンランド フランス 英国 日本 ノールウェイ スウェーデン および米国の地質調査所からなる。
 2.2 入会の申請は中核会員を經由してその会期の事務局へ行なう。事務局は申請について現会員から合意を得るものとする。

3. 会 議

- 3.1 会議は通常毎年1回開催しその会期の会員と招待したオブザーバーだけに公開する。
 3.2 会議のプログラムは通常3から5日間を予定する。
 3.3 会期はプログラムが終了したときに終了する。

4. 運営

- 4.1 会議の事務局は存在しないので 会議の事務の責任は開催国から開催国へ引き継ぐ。
- 4.2 事務打ち合せ会は プログラムの一部として開き 運営事項を検討し 申し送る。
- 4.3 次の会期の開催国は 事務打ち合せ会における会員の合意で選び 通常 会員調査所で持回りとする。
- 4.4 会議の開催国は 次の責を負う。

- 4.4.1 会議のプログラムを用意し 会員に配布する。また 前もって日程を印刷して配付する。
- 4.4.2 会議の事務局を指名する。
- 4.4.3 終了後 できるだけ早くプロシーディングを用意し 会員に配布する。

5. 一般規定

- 5.1 この規約を変更する提案は事務打ち合せ会で検討するものとし 会員の3分の2の出席と承認を要する。

最近中国で発見された新鉱床

岸本文男(地質相談所)

貴州省の燐鉱探査鉱量は中国一

貴州省での燐鉱探査事業は大きな成果を挙げ 探査確認されたその総鉱量は21.1億 t に達し 中国省・自治区・直轄市中の第一位を占め この省の燐鉱石の品質は優秀で 平均品位は18%から36% P_2O_5 含有率が30%以上の鉱量でも全国一である。

貴州省の燐鉱鉱床は数多く 省の地質産局の探査によって33の鉱床の存在が確認され 開陽県の洋水 瓮安県 福泉県の瓮福 績金県の新華など5カ所の大型燐鉱鉱床と遵義市の松林の中型燐鉱鉱床が試錐探査などによって把握された。とくに開陽県の洋水の大型燐鉱鉱床は10鉱体区からなり 探査確定鉱量は総計34,790万トンに達し 馬路坪・用沙坝・沙坝土などの鉱体群では露天掘がすでに行なわれていて その鉱石は10の省・自治区に送られ 経済収益が高く 社会効果が大きく 中国としては年間産額 100万ドルを越える大型燐鉱企業の一つとなっている。瓮安県と福泉県の超大型燐鉱鉱床では詳細な調査と精密な探査によって8億 t の鉱量が把握されたが なかでも福泉県の高坪の大型燐灰岩鉱床は規模がもっとも大きく 品質がもっとも優れ 露天掘実収率がもっとも高く 探査確定鉱量は3億 t で 鉱層の平均厚度が14m P_2O_5 平均品位が25%で とくに30%を越える富鉱が鉱量全体の27%を占めている。そして 鉱体の賦存深度が浅く 大部分が露天掘り可能で 現在アメリカとの共同開発が始まろうとしており 今年中に全面的な鉱山建設が開始される。生産に入れば年産額が1.5億元に達するはずである。

楊純益(中国地質報 1988.6.27)

中国でまた一つの鉛・亜鉛鉱山が誕生

“第6次五カ年計画”での国家重点建設項目の一つである廠坝鉛・亜鉛鉱山は その全選鉱系統の試運転が進み 1987年に正式な生産に入る。廠坝鉛・亜鉛鉱床は西成鉱床帯の一部で 廠坝鉱山の建設と開山は 中国でまた一つの重要な有色金属工業基地が秦嶺地方の西部に興るといふ印しである。

廠坝鉛・亜鉛鉱床は甘肅省成県の黄洛関郷にあり その鉱区面積はわずか4 km² にすぎないが 鉱量は1,000万トンに近い。規模が大きく 鉱量が集中し 品位が高く 賦存深度が浅く 開発条件に恵まれているという特徴を備えている。したがって 開山後の廠坝鉛・亜鉛鉱山は露天掘が主体になる。

廠坝鉛・亜鉛鉱床は 大きくは西秦嶺多金属鉱床生成帯に属する。したがって 上記の西成鉱床帯はこの多金属鉱床生成帯の一部を構成し 東が陝西省の鳳大地区まで 西が岷県まで伸び 総延長が数100km 幅が数10 km の西成鉱床帯には 錫・亜鉛・銅などの有色金属鉱床が賦存する。この鉱床帯には 廠坝 畢家山 鄧家山 洛坝の大型鉛・亜鉛鉱床と 八方山 銀母寺 峰崖 鉛銅山などの中型鉛・亜鉛鉱床があり 小型の鉛・亜鉛鉱床はまるでキラ星のごとく分布している。

廠坝鉛・亜鉛鉱床区域内に露出・分布する地層は主としてデボン系中部統の弱変成岩系で 鉱床胚胎層は陸源細粒碎屑岩と結晶質石灰岩との間に位置し 陸源碎屑岩が炭酸塩岩に移過する地域に該当する。この移過帯は当該鉛・亜鉛鉱床の生成に適した部位である。したがって 西成鉱床帯は今後の鉱床探査の有望地域である。

蔡雄飛(中国地質報 1987.1.26)