地質学における情報知識学の実践としての情報地質学 Geoinformatics as a Practice of Informational Knowledge in Geology

西脇二一

Niichi NISHIWAKI

奈良大学社会学部

Faculty of Social Research, Nara University

〒631-8502 奈良市山陵町 1500

E-mail: niichi@daibutsu.nara-u.ac.jp

1 はじめに

地質情報の特性の解明とそれに対応した処理技術の開発を目的とする情報地質学は、地質学分野におけるデータの質と量の改善とそれによるモデル高度化の流れの中で、コンピュータを中心とする情報技術の発展を背景として生まれた。それ以来、地質学および関連分野における情報を対象としたさまざまな理論的および実用的研究が進められ、情報地質学は地質学の新しい分野としての地位を確立してきた。しかし、近年におけるネットワークの普及をはじめとする情報環境の急激な変化は、地質情報についても新たな対応を要求しており、情報地質学の今後のあり方が問題となっている。

情報地質学会の活動内容は、データから情報を取り出すための理論・技術を開発する分野と、情報から法則・論理を取り出して地質学分野に適用する分野の両方からなっている。後者はまさに情報知識学の範疇に入るものであり、情報地質学は地質学分野で情報地質学を実践していると言える。

本論では、情報地質学について解説することにより、地質学における情報知識学の

あり方について考察を行う。

2 情報地質学の誕生

記載を中心とする伝統的な地質学では、そこで扱われるデータの特性から、データの検定や統計処理が困難なことが多かった。第二次世界大戦後における地質学の近代化の中で、データの質と量が変化し、統計解析や数理モデルを使った研究が徐々に行われるようになった。1960年代後半から大型計算機が利用できるようになってデータ解析の動きが加速され、地質学でも数理モデルや統計解析を中心とした研究を行う「数理地質学」という新しい分野が生まれ、国際数理地質学会(IAMG: International Association for Mathematical Geology)が設立された。国際数理地質学会^[1]は1968年ブラハでの第23回国際地質学会(IGC: International Geological Congress)の機会に設立された。設立の当初から国際地質学連合(IUGS: International Union of Geological Sciences)と国際統計研究所(ISI: International Statistical Institute)に所属していて、地質学における数理モデルの構築とその応用、および、地質データの数理処理のための理論と技術の開発に関する研究が行われている。

設立以来、地質学の多くの分野における新しい研究と啓蒙活動を活発に推進し、数理地質学は今日では地質学のあらゆる分野で広く受け入れられるようになっている。

日本で1970年代に結成された「情報地質研究会」では、先行していた数理地質学の枠には入りきらないものも含めて、地質情報に関する研究が進められてきた。すなわち、数理モデルや統計解析だけでなく、数値化されていない情報も含めて、地質情報の収集、蓄積、検索、処理、表示なども研究対象とされてきた。情報地質研究会設立の時点では、コンピュータは主として数値情報の処理・解析を扱うものでしかなかったため、数理地質学の枠に入りきらない部分の研究を行うためのハードウェア、ソフトウェアの環境は整備されておらず、データベース関係の部分を除くと、数理地質学との差は大きくなかった。しかし、その後のコンピュータを始めとする情報処理技術の急速な発展により、数理地質学の枠外の部分について研究の可能性が急速に拡大し、「情報地質学」という新しい学問分野が成長することとなったのである。

日本における情報地質研究会の設立以前には、世界的にみても、情報地質学あるいはそれに類似する分野の研究が体系的に進められたことはなかった。また、設立当初の活動は小規模であったとはいえ、この情報地質研究会があったからこそ、その後のパーソナルコンピュータやネットワークなどの情報技術の発展に対応できたことを考えれば、情報地質研究会の設立を以て、情報地質学の成立と見なすことができよう
[2]。

3 情報地質学の歴史

文部省（当時）の特定研究「広域大量情報の高次処理」^[3]の地質班では、当初、地質情報システム **GEODAS** の開発を目的としていた^[4]。これは、地質情報の蓄積と処理を総合的に行うデータベースシステムで、その中に地質データの処理・解析のためのプログラムパッケージ **GEOPAK** が含まれていた。このシステムは、当時、ようやく使えるようになってきたミニコンピュータ上で開発が始められ、その後、マイクロコンピュータの発展に伴って、パソコン上で稼働するものに改良された。

この特定研究の連絡会としてスタートした情報地質研究会では、さらに枠を広げて、地質情報の処理に関わるシステムの開発やその応用に関する研究が進められ、その成果が機関誌「情報地質」（英文名 **Geological Data Processing**）に発表された。そこには会員が開発したプログラムのソースコードも掲載されると共に、それらは **GEOPAK** としてフロッピーディスクに収めて希望者に配布された。当時は、地質情報の処理のためのソフトウェアやプログラムが貧弱で、実際に処理しようとする、そのためのプログラムを最初から作らねばならないという状況であったので、**GEOPAK** は大変重宝がられた。

機関誌の購読者を会員とする情報地質研究会では、当初は独自のシンポジウムを開くことはなく、会員はそれぞれの研究対象に関係する学会のセッションで研究成果を発表するしかなかった。情報地質研究会には専門の大きく異なる会員が集まっているため、機関誌以外に会員間の意見交換の場を設けることができなかった。

情報地質研究会では、日本地質学会の年

会の際に夜間小集会を開いて情報地質学に関する情報交換を行ってきたが、単なる情報交換のみの非公式な会合で、出席者も少なく、十分な成果はあげられなかった。日本地質学会に働きかけた結果、1989年からは日本地質学会の年会の講演区分に「情報地質」が設けられ、独自のセッションを持つことができるようになった。また、1990年には日本地質学会の討論会として「情報地質：その課題と展望」を開催し、日本地質学会としては初めての、パソコンによるデモンストレーションを中心とするポスターセッションが行われた。

情報地質研究会の15年間は、パソコンを中心とする情報技術の発展の時期でもあり、地質情報の処理にも新しい可能性が次々と登場してきた。情報地質学の新たな研究課題が出てきたことで、20数人でスタートした情報地質研究会の会員数も最大時には800人にまで増加し、会員間における情報交換の場の確保が重要になってきた。投稿論文が増え、年1回発行の機関誌を2冊に分冊しなければならなくなり、また、GEOPAKのプログラム数も飛躍的に増大していった。このため、学会事務をボランティアに頼る研究会では対応できなくなり、1990年に「日本情報地質学会」(Japan Society of Geoinformatics)が設立されることとなった。

日本情報地質学会では、ネットワークをはじめとする情報処理に関する理論と技術の急速な発展の中で、その成果を地質学および関連分野に積極的に取り入れた研究が進められてきた。また、技術講習会やシンポジウムを通して、それらの普及に貢献してきた。会員が国際会議において研究成果を発表すると共に、ISME AI '90

(International Symposium on Mineral Exploration The Use of Artificial Intelligence, Tokyo, 1990), 29th IGC (29th International Geological Congress, Kyoto, 1992), IAMG '95 (Second Annual Conference of International Association for Mathematical Geology, Osaka, 1995)などの国際会議を主催・後援してきた。これらの結果、学会の英文名にあるGeoinformaticsという造語が国際的に認められるようになってきた。

4 情報地質学の発展

地質学の近代化により大量に集積されるようになった地質情報を処理することを目的として誕生した情報地質学は、その後の情報科学の発展に伴って、その対象と手法を拡大しながら発展してきた。

1970年代の汎用コンピュータの時代には、数値情報の処理が中心で、文字情報についてはごく限られた処理しかできず、データ保存のためのメディアの種類や記憶容量も限られており、利用のための時間や方法も限定されていた。また、ソフトウェアも揃っておらず、最初からプログラミングしなければ何もできない状態であった。そのため、地質情報についても、数値情報の統計処理や数理モデルについての研究が中心で、数値情報以外についてはごく限られた処理しか行えなかった。

1980年代のパソコンの時代になると、数値以外の情報も扱え、個人利用で時間の制約がなくなったことで、処理速度が遅いながらも相当の処理ができるようになった。パソコンの処理速度や記憶容量は急速に改善され、また、MS-DOS環境下でのソフトウェアの整備も進んだ。地質情報について

も、それまでは処理できなかった画像情報を含めた多様な情報が扱えるようになり、蓄積・解析・表示などのための多様なソフトウェアやシステムが開発されるようになってきた。

1990年代になると、パソコンの能力が大幅に改善されると共に、WINDOWS 環境下でのソフトウェアの標準化と、インターネットを中心とするネットワークの整備が進み、異種類の情報を統一的に処理できるようになった。地質情報についても、扱われる情報の種類と量が大きく拡大すると共に、その処理のための手法についても高度かつ多様なものができるようになり、GIS 技術を導入した地質情報の統合処理に関わる研究や、人工知能やエキスパートシステムなどの高度な手法を応用した研究が行われるようになってきた。

2000年代になるとネットワーク環境の急速な発展・普及に伴って、地質情報のグローバル化が進行してきた。オープンソフトウェアの開発・利用による技術の共有化、Web-GIS 技術を用いた地質情報のネットワーク上での共有、One Geology 計画による世界標準による地質図の標準化などの動きが活発化している。情報地質学はこのグローバル化の流れの中で、地質情報の普及とセキュリティについても責任を求められている。

5 情報地質学の内容

情報地質学は、地質学および関連分野のあらゆる情報を研究対象とし、その収集から、蓄積、検索、解析、表示までのあらゆる処理に関する研究を行うものである。ここでは、情報科学および関連分野のあらゆる

手法が導入されており、理論・技術の発展につれて、常に新しい手法が検討されている。以下に地質情報の流れに沿って、現在の情報地質学の具体的な研究内容を見てみよう。

5.1 地質情報の収集に関わる研究

地質情報は、時間を含めた4次元空間に分布すること、発生した事象は取り消しできないという歴史性を持つこと、事象の発生には確率過程の要素が含まれること、定性的にしか記述できない変数が多いこと、などの特性があり、情報の収集の段階から、その特性に対応した取り扱いが必要である。近年、地質情報についても機器による自動計測・自動分析が広く多く行われるようになっており、その後の情報処理を考慮して情報を収集することが大切である。情報地質学では、情報の収集段階も研究対象であり、必要に応じて情報収集のためのハードも研究することになる。

5.2 地質情報の蓄積に関わる研究

近年では、各種のデータベースのためのソフトウェアが充実してきて、地質関係でもデータベースの整備が進められ、収納されたデータが実際の研究に利用されることが多くなっている。また、データベースの構築の過程で地質情報のデータ構造が解析され、新しい地質モデルの構築に役立っている例も多い。しかし、地質情報のもつ特性から、地質情報は蓄積および検索にあたって既存のソフトウェアや手法では対応が困難なことも多い。また、インターネットを中心とする近年の情報環境の中では、学術情報もインターネット上で利用できるようになっている。GIS 技術の発展により地質関係のデータベースをインターネット上で公開するための技術的・制度的

問題はかなり解決されたが、地質情報の特性に対応した適切な蓄積と検索のための新しい手法やシステムの開発を続けることが必要である。

5.3 地質情報の解析に関わる研究

情報地質学は地質情報の処理そのものを目的とするのではなく、それによって地質学分野の課題を解決することを目的としている。数理地質学が主として扱っている地質情報の解析、モデル化、シミュレーションなどは、情報地質学にとっても重要な研究分野である。情報地質学では、これらに関する理論の開発、理論の応用、システムの開発、システムの利用技術などの研究を行っている。数理地質学では前二者に重点があるのに対し、情報地質学ではこれら四者はすべてが重要である。近年、情報環境の整備が進み、多くの情報処理システムが利用可能になってきているが、利用技術の開発・普及が遅れていて、せっかくの新しいシステムが十分に使われていない状況を考えれば、既存システムの利用技術に関する研究も重要である。

5.4 特定種別の情報の処理に関する研究

地質情報には多くの画像情報が含まれており、多くの画像情報の処理・解析・表示に関する研究が情報地質学の中で行われてきた。この分野の研究では、研究報告の中で特定の地質学分野の課題がまったく扱われていないか、扱われていても単なる例でしかないことも多かったため、従来の地質学の中でこの分野の研究が紹介されることはほとんどなかった。しかし、画像情報の処理によって、地質情報の処理の可能性が大きく広がったことを考えれば、これらも情報地質学にとっては必要である。画像情

報の例のように、地質情報に含まれる特定種別の情報の処理法そのものの研究も、それが地質情報に関係する限り、大切なものである。

5.5 情報処理のアルゴリズムに関する研究

地質情報の解析に利用できるアルゴリズムの研究も、情報地質学にとっては重要な一分野である。このようなアルゴリズムに関する研究では、地質学分野の課題や情報を特定することなく、アルゴリズムのみが扱われることが多い。数理地質学には、地質学とはまったく関係のない数学者も参加していて、その研究報告だけではその成果が地質学でどのように利用されるか理解し兼ねるものもあるが、それが後日重要なモデルとなった例が少なくない。将来における情報地質学の発展のためには、同様な研究成果についても、それが地質情報処理のいずれかの段階で利用される可能性がある限り、受け入れていくことが必要である。

5.6 情報処理の新しい概念・システムに関する研究

過去30年間の情報処理の理論と技術の発展のおかげで、それまで困難であった地質情報も処理できるようになってきたことを考えれば、情報処理の新しい概念やシステムの研究も情報地質学の重要な分野である。そのような新しい概念やシステムについては、研究の初期の段階では地質学分野とはまったく関係のない分野しか扱われてこなかったことも多いが、いずれ地質学分野でも応用される可能性があるものであれば、情報地質学では積極的に受け入れて、その地質学分野への応用について研究を進めるべきである。

5.7 論理地質学に関する研究

地質学では経験が重視され、そこで使われている公理や法則について、論理的に検討されることは少なかった。論理地質学は、地質図の自動作画や、地質構造の自動推定などのための基礎として必要なもので、情報地質学の重要な分野である。将来における地質情報の統合の際には、情報間の関係を明確にしていかなければならず、そのためにも地質学における論理そのものの研究は大切である。

5. 8 文献データ・地質図データに関する研究

地質情報には、観測・計測などの一次情報から、それら进行处理した結果、さらにそれをコンパイルした情報など多くのレベルがある。地質文献や地質図などは、高次の情報の典型であるが、それらの処理を扱う研究も情報地質学の重要な分野である。これらは、以前は文献情報ということで、数値などの情報とは別に扱わねばならなかったが、情報技術の発展で両者を統合して扱うことができるようになったものである。現在、デジタル地質図に関する国際基準をまとめる作業が続けられており、世界の地質図が同一基準で作成・利用できるようにするための処理法の開発が必要である。

6 情報知識学としての課題

情報地質学はこれまで、情報科学の発展に伴ってその対象と手法を拡大しながら発展し、その時代毎の情報処理環境の中で、地質情報の可能性を追求し、それによって地質学分野の発展に貢献してきた。そこには情報から法則やルールを抽出し、学問や社会の発展に寄与するという情報知識学の活動が多数含まれている。以下に情報知識

学の視点から、今後の情報地質学の課題を検討してみる。

6. 1 地質情報の特性の解明

情報技術の発展により、処理できる地質情報の範囲が拡大されるので、これまで扱われてきた部分に加えて、新たに処理可能となった地質情報についても、その構造や特性を解明し、地質情報の効率的処理を可能とすると共に、その採取法や記載法などについても提言を行うことが必要である。この研究は、単に地質情報の効率的処理という実用上の問題としてだけではなく、地質学そのものの本質を明らかにするものでもあり、地質学における情報知識学の実践であるといえよう。これまで経験的に使われてきた地質学の法則や分類体系などについても、情報知識学の新しい理論・手法を用いて検証することが必要である。

6. 2 地質情報の解析に関わる研究

処理可能な地質情報の範囲が拡大することとは、対象となる地質課題も拡大することである。新たな課題の解決のための新たな理論や解析法の開発を含め、地質情報の解析に関する研究は、今後とも続けられねばならない。数理関係の解析に関しては数理地質学と共同して研究を進め、地質学分野における数理モデルの高次化に貢献することが大切である。システム開発やシステム利用法など、数理関係以外の部分の研究については、それぞれの地質学分野と共同しながら、情報地質学が主体となって進めなければならない。この解析のプロセスは情報知識学の基礎的作業と位置づけられるものである。

6. 3 地質情報の特性に対応した処理法の研究

今後、情報技術が進歩する中で、地質情

報についても、情報の蓄積、変換、交流などの一般的な情報処理の枠内で処理できる部分が多くなり、地質情報の処理がさらに進むことが期待される。しかし、それらは必ずしも地質情報の特性を考慮したものではないので、そのままでは地質情報が扱えないことや、地質情報の重要な部分が失われてしまう危険性もある。地質情報の特性に対応したシステムへの改良と利用技術の開発を続けることで、地質情報に含まれるすべての情報を損なうことなく、地質情報の高次利用に貢献することが必要である。さらに、これらの研究成果が他の分野の情報処理にも活用され、一般的なシステムそのものの改良に繋がることも十分予想される。このシステム開発は情報知識学の範疇には入らないかも知れないが、情報知識学を支える技術として必要なものである。

7 おわりに

情報地質学は、情報学の広範な知識と技術を適用して、地質学分野の情報を総合的に取り扱うものである。対象は広義の地質学分野および関連分野と広く考え、地質情報の特殊性に関連した研究であればすべて含まれる。地質情報に限定されない一般的な情報処理の理論・技術に関する研究でも、それが地質学分野に応用できるものであればすべて含まれる。地質情報の処理に関わるものであれば、理論やソフトウェアだけ

ではなく、ハードに関わる研究も含まれる。地質情報のグローバル化が進むことを考えれば、地質情報およびその処理については国際的な基準に従うと共に、国際的な活動にも積極的に参加していくことが大切である。

情報地質学はあくまでも地質学の一分野であり、その活動の目的は地質学の発展とその社会への貢献である。しかし、その活動の中心には、情報から知識を取り出し、それを学問・社会の発展に利用していくという情報知識学の活動がある。情報地質学が、地質学分野における情報地質学の実践として、今後も大いに成果を上げていくことを期待するものである。

文献

- [1] 弘原海清・西脇二一：「国際数理地質学協会, COGEODATA の活動と日本の対応」, 日本地質学会編「日本の地質学 100 年」, pp. 449-450, 1993.
- [2] 弘原海清：「情報地質学の歩みと展望」, 情報地質, Vol. 1, No. 1, pp. 25-29, 1990.
- [3] 島内武彦・北川敏男（編）：「広域大量情報の高次処理」, 東京大学出版会, p. 1354, 1977.
- [4] 弘原海清：「地質科学用データ・ベース・システム (GEODAS) の背景とシステム概念. GEODAS の解説, その 1」, 情報地質, No. 1, pp. 8-12, 1975.