

現代の固体地球科学研究についての雑感

奥田 義久¹⁾

地質調査所の研究目的は、「科学的に地球の姿を解明」し、地下資源開発、防災、環境保全などの面でその成果が国民に役立つことにある。しかし、一言に「科学的に地球の姿を解明」というものの、これは目に見えない地下空間を実証的に予測する学問であり、その成果を短時間には評価できない。

ここで比較的短時間に評価できる例として、トンネル工事に伴う地質調査を考える。工事前には地下情報がないため、周辺露頭調査で得られる情報をもとに地質図や断面図を作成し、予定ルート of 地質を予測する。もし、大量の水を含む断層を調査で見落とすと、対策なしに工事がなされ、工事中の湧水で人命事故にもなる。結局、調査結果を実証評価できるのは、トンネル完成時である。もし、危険が予測されれば、物理探査や試錐なども実施されるが、山岳地でのコストが高い試錐数は限られる。調査の予測精度が10m程度でもトンネル完成の目的は達成するが、露頭が少なく、10mの予測精度の保持すらできない点に地質調査の難しさがある。

ところで、地質図と地質断面図は、地下資源や地下空間などの分野で利用される。しかし、地下深度が深いと、露頭調査で得られる情報量が限られ、地下の予測精度が落ちる。ここで、深部予測に役立つのが、岩石や地層の物理・化学的性質を利用する物理探査や地化学探査の併用である。

例えば、人工地震波を利用すれば、弾性波伝播特性をもとに、地下数kmから数十kmの物性構造を予測できる。この概念は、入力地震波に対する地層や岩石の応答を観測波から求めることである。ただし、得られる結果は間接情報で、地表地質との対比が不可欠である。このような理論は、例えば、材料科学分野での電子エネルギー弾性応答の解析手法とも類似し、地球科学に固有なものではない。しかし、地球科学では、実験室内で扱えない巨大な

自然界の地球構成物質を対象とするため、材料科学の研究分野とは手法や精度に大きな差がある。

一方、地球化学的な側面では、各種岩石が、人工的に作れない地球内部の高温高压下で形成されるために、地球が巨大反応装置であるとの概念が必要である。また、地球の歴史が長く、実験室では再現できない長い反応時間を岩石が経ている点に特徴がある。このような長時間、高温高压下での複合的な反応を経た地下の予測のために、基礎理論確立のための分析や反応実験は室内で行えるものの、実体解明には巨大反応装置としての地球という概念が必要である。

巨大な地球を対象とすると、演繹的手法のみでは地下深部の把握に限界があるため、最近では、プレートテクトニクスというマクロな仮説理論を立て、それを実証データで検証し改良する手法が確立され、研究が急速に発展した。

ただし、地球科学では、データから演繹的に実証できる普遍的な事実や理論を明確にすることが重要で、さらに、既存データを加えると何が実証できるのかも示す必要がある。注意を要することは、仮説理論に仮説を加えると夢想理論となることである。最近の地球科学の論文の中には、都合のよいデータのみによるモデルがあり、もとのモデルのデータとも矛盾する改良モデルが提唱される例がある。

モデルの提唱者は、データから理論的に明確となる事実と仮定を分けて明示し、データとモデルの精度を示し、新たなモデルをいかに実証するかが重要である。特に、資源地質の分野では、リスクが高いものの成功すれば経済効果が大きいため、地下深部解明のために高額な大深度ボーリングなどが実施されており、実証的な研究姿勢が最も必要とされる研究分野である。

1) 地質調査所 資源エネルギー地質部長

キーワード：固体地球科学、仮説、実証