

物理探査学会 65周年特別セッション「物理探査の10年後を考える」

鈴木敬一*・鳥居健太郎**・吉川 猛*3・河村知徳*4・井上敬資*5

要 旨

物理探査学会の前身である物理探査技術協会は1948年(昭和23年)に発足した。以来今年で65周年を迎える。これまで物理探査技術は、様々な社会のニーズに対応するため、研究開発や技術開発が行われてきた。エレクトロニクスやコンピュータ技術を取り入れることにより、現在では膨大なデータを取り扱うことができ、その結果三次元探査や四次元探査も可能となった。

東日本大震災以来、我が国のエネルギー政策は岐路に立たされている。その一方で、メタンハイドレートやレアアースなど新たな資源やエネルギーへの期待も高まっている。社会インフラ施設に目を転じてみると、笹子トンネルの天井崩落事故のように、老朽化による安全・安心への不安も顕在化してきている。深層崩壊・地すべり・ゲリラ豪雨による堤防の決壊など、災害も多様化してきている。さらに南海トラフ巨大地震や首都直下地震なども懸念される。

我が国を取り巻くこのような複雑な状況の中で、物理探査が貢献できることは何か、今どのように進むべきかを考えるために、4名の若手研究者・技術者によるパネルディスカッションを行い、10年後には創立75周年の節目を迎える物理探査学会の将来展望を議論した。4名のパネリストから、技術革新・ユーザーの視点・人材育成・持続可能社会というテーマで話題提供があり、会場からも活発な議論がなされた。技術的必要性が新技術を生み出す契機となること、ユーザーの視点に立った物理探査の適用性について明確な説明が必要なこと、人材を物理探査・地球物理に限定せず自然科学全般から広く求めること、地下の状態を継続して可視化するモニタリングが重要であること、などの意見が提案された。

キーワード : 技術革新・ユーザーの視点・人材育成・持続可能社会

1. はじめに

物理探査学会は1948年(昭和23年)5月、物理探査技術協会として設立された。以来今年で65周年を迎え、5月には公益社団法人として認定された。一方、将来に目を向けてみると、10年後には75周年という節目を迎える。このような時期にあつて、2年前には東北地方太平洋沖地震による未曾有の災害、いわゆる東日本大震災を経験した。巨大津波や原発事故などにより防災・減災

やエネルギー政策の考え方についても議論がなされてきた。我々を取り巻くそのような状況の中で公益社団法人である物理探査学会として、将来を議論することは有益である。本稿は、65周年記念事業として行われた特別セッション「物理探査の10年後を考える」による話題提供に加え、事前の検討内容及び当日会場における議論も含めた報告である。事前の検討では過去の学会誌を概観し、各パネリストと議論した結果、「技術革新」、「物理探査ユーザーの視点」、「人材育成」、「持続可能社会」とい

2013年7月9日原稿受付; 2013年8月5日受理

* 川崎地質株式会社 技術本部 技術企画部
〒108-8337 東京都港区三田2-11-15 三田川崎ビル

** シュルンベルジェ株式会社 開発本部
〒252-0206 神奈川県相模原市中央区淵野辺2-2-1

*3 基礎地盤コンサルタンツ(株) 保全・防災センター 物理探査部
〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 日鐵NDタワー12階

© 2013 SEGJ

*4 石油資源開発株式会社 技術本部
〒100-0005 東京都千代田区丸の内1-7-12 サピアタワー

*5 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所
〒305-8609 茨城県つくば市観音台2-1-6

第128回(平成25年度春季)学術講演会にて発表

うテーマで話題提供をすることとした。その経緯については別途物理探査ニュースに掲載したので、参照していただきたい。

2. 学会誌から見る物理探査小史

事前の検討として学会誌「物理探査(物理探査)」の特集号や各周年記念特集号などを参照し、物理探査の歩みを概観してみた。

我が国で初めて物理探査が行われたのは、1919年(大正8年)、京都大学工学部で行われた磁気探査法を用いた鉱床調査である(物理探査技術協会編輯委員会, 1948)。会誌物理探査第1巻第1号の目次を参照すると、適用対象としては金属鉱床や地下水、あるいはウラン鉱床について報告されている。

土木分野への物理探査は1950年代に適用された事例もあるが、本格的な適用は1960年代後半に始まった。1968年には「電算機特集号」、1970年には「探査機器特集号」が組まれている。1969年には土木分野への物理探査層についての適用性が会誌物理探査に掲載された(小倉・藤井, 1969)。1970年代に入ると「土木物理探査特集号」が生まれ、原子力発電所など重要構造物の立地への適用が報告されている(末富, 1972)。1975年にはデジタル方式のスタッキング機能の付いた探鉱機も開発されている(瀬古ほか, 1975)。1977年には物理探査学会から「土木物理探査法」が刊行された。1978年に入ると電算機による解析方法の論文も増え始め、同年には特集号「コンピュータ利用の現状」、1979年には「土木物探特集号」がそれぞれ刊行された。1980年代に入るとさらに電算化が進み、解析方法のアルゴリズムなどについての論文も急増した。1982年には「物理探査における新技術」、1983年には「孔井内の探査・計測」、1984年には探査システムと機器」、1986年には「インバージョン」、その翌年には「パーソナルコンピュータ」の特集号が組まれる。さらに1988年にはコンピュータを利用した「パターン認識」、1989年の物理探査学会基礎講座に「ジオトモグラフィ」が初めて採用された。1995年の兵庫県南部地震、1996年の豊浜トンネル崩落事故を契機に、土木物理探査の果たす役割は、急激にその重要度を増し、「生活環境と物理探査」などの特集が組まれた。さらに、1998年には三次元物理探査の特集号が刊行されたが、翌1999年には「イメージング」特集号で四次元探査の可能性が指摘されている。しかし、バブル経済の崩壊と共に、土木物理探査の方向性は、その行く先を変えざるを得なくなった。新たに土木構造物を作らなくなったためである。2000年には「物理探査市場」、2001年には「診断・モニタリング」、2005年には「社会が期待する物理探査」特集号が刊行された。2008年には60周年記念事業が「社会に貢献する物理探査」というテーマで行われた。

以上のように、我が国ではじめて物理探査が実施されて以来約1世紀を経て、物理探査技術は様々な分野に適用されるようになった。物理探査学会(2008a)によれば、資源・エネルギー(石油・天然ガス・金属資源・地熱)、維持管理、農業、防災、環境(放射性廃棄物地層処分・CO₂地中貯留・土壌・地下水)、遺跡・文化財、地球科学と適用分野は多岐にわたる。探査手法も様々であり、物理探査学会(2008b)によれば、維持管理や防災、環境などの土木分野だけでも、地震探査や電気探査など19の章に分かれて記載されている。さらに電磁探査や磁気探査などはセンサの種類やセンサの配置の仕方、周波数などにより細かく分かれている。

以上のように我が国の物理探査は、100年近い歴史の中で、適用分野・探査手法とも様々に発展してきた。この発展は、様々な分野の技術革新にも貢献してきた。はじめに技術革新との関係について、資源探査を例に挙げ、検討してみる。

3. 技術革新

近年、シェールガス革命が話題となっている。これは水平坑井、水圧破砕、マイクロサイミックといった既存の技術をうまく非在来型の資源開発に適用することで成功したものである。また、今年海底からの生産テストが成功し、話題となったメタンハイドレートでは、これまで存在が確認されていても開発が困難であった資源に対し、求められる技術を開発することで成功を収めた。このように技術を開発したらその適用先を考慮すること、また社会のニーズがあればそれに応える技術革新をなすことが重要である。

石油資源の探査において、今までは反射法地震探査が多く使われ、成果を上げてきた。現在では石油開発においては、反射法地震探査は必須の技術であるといって過言ではない。反射法地震探査は、最高解像度10m程度と、貯留層のおおまかな構造を解析できる程度である。しかしながら近年では貯留層の複雑化、深度化に伴い高分解能によるイメージングが要求されている。すなわちニーズとして高解像度が求められたということである。そこで地震波より周波数の高い音波検層のデータを用いたイメージング手法が考案された。水平坑井でも適応可能な音波検層ツールにより得られたデータに対し、既存の地震波イメージング手法を適用することで解像度数10センチメートルのイメージングを実現することができた(Fig. 1)。これだけの高解像度で石油貯留層内を探索すると、貯留層の上面形状やガス-油層境界、あるいは貯留砂岩層の底面形状まで把握することができる。これらの技術により石油の探鉱現場では、より効率の良い石油の回収が可能となった。

さらに、この手法を応用して音波検層ツールとフラク

チャの関係により生成される反射波や変換波を解析することにより、フラクチャのイメージングも可能となった。シェールガス開発においては、フラクチャリングによるフラクチャの進展を評価する必要があり、この技術が適用されている。この例のように、社会ニーズと技術革新をつなぐ重要な役割を果たすために物理探査は貢献している(Fig. 2)。

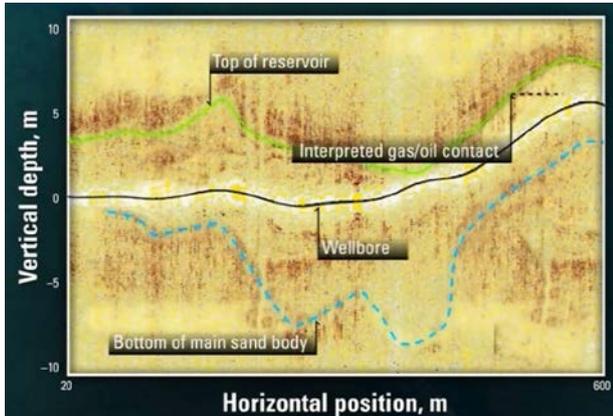


Fig. 1. Example of sonic imaging for oil reservoir.

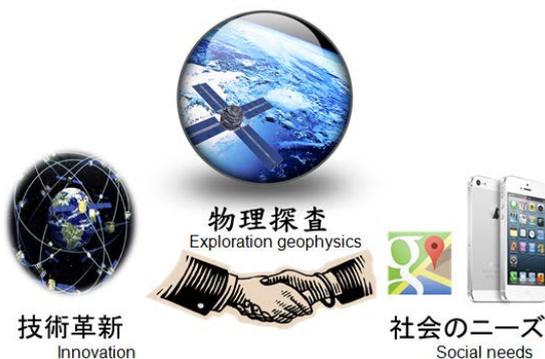


Fig. 2. Sustainable development of exploration geophysics.

4. 物理探査ユーザーの視点

物理探査は、目には見えない地下を知ることができる貴重かつ優れた技術である。地下数メートルから数キロメートルまでを知る方法は他にはない。例えば、トンネルを掘削する場合、地山の状況を把握してから掘ると、手探りで掘るとでは施工方法が大きく異なる。これは掘削コストに直接関係するだけでなく、掘削中の落盤や地下水の突発的な湧水により安全性も脅かされる。そのため、トンネル掘削前には、弾性波探査を行って弾性波速度の分布を知る必要がある。地下水状況の把握については電気探査が用いられる。近年はトンネル計画路線に沿って空中電磁探査を用いて比抵抗構造を得ることも試みられている(例えば、岡崎ほか(2007))。

弾性波探査の結果は、掘削方法だけでなく、トンネル

の天端を支えるための支保工の間隔や工法(いわゆる支保パターン)の設計にも使われる重要な情報である。しかし、実際に掘削してみると想定した弾性波速度の地山ではなく、支保工が設計より多くなる場合やトンネルの強度を増すための補助工法が必要となるなど、弾性波探査結果に対する不信があることも事実である。さらに、建設コンサルタント会社では、ボーリング調査などが主流と考えられているため、物理探査の認知度は低い。ここでは、土木分野についての例を示したが、資源探査の分野でも同じような状況であると思われる(例えば、井戸を掘削したが石油や天然ガスの徴候がなかったなど)。

以上のことから、物理探査は優れた技術であるにもかかわらず、社会では認知度は低く、物理探査はあまり有用ではないと思われる節がある。

このような状況を打開する方策として、物理探査のユーザーに対して正しい知識を正しく伝えること、正しく理解してもらうことが必要であると考えられる。物理探査の知識をできるだけ一般化し、リテラシーの向上を図ることが必要である。ユーザーに正しい理解が得られれば廃れることもなく、継続的に利用される技術となり得る、それだけのポテンシャルのある技術が物理探査である。これまで物理探査技術者は、そのような点について腐心してこなかったようにも感じられる。ジュラシック・パークやゴルゴ13などの映画やコミックにも物理探査(に似たような技術)は出てきており、物理探査は決して世間一般と乖離したものではなく、むしろ密接に関わっているともいえる。物理探査がなければ石油も見つけられないし、トンネルを掘ることもできない。将来は、小中学生が物理探査技術を当たり前のように知っている世の中にして行きたいと考える。ただし、ハードルも高く、一般的には「物理探査」という用語を聞いただけで拒否反応が出ることも多々あり、説明には工夫が必要と思われる。たとえ話術的に射ていなければ誤解の元となるため、注意が必要である。

5. 人材育成

近年、物理探査技術には難しい曲面に対する要求も増えてきた。それだけ期待も大きいといえる。そのため従来の方法、例えば石油探査には反射法地震探査、トンネルには弾性波探査といった単一の手法を適用するのではなく、複数の手法を組み合わせた適用方法も模索されている。しかし、物理探査技術の各手法について、完全に理解するには長年の経験を要する。複合探査を推進するには、各探査手法に長けた研究者・技術者だけでなく、橋渡しをするような技術者も必要である。ただ、周囲を見渡してみても適当な人材が見当たらない。特に30歳代から40歳代の技術者が少なく、常に人材不足を感じる。また、昨今は経済性や効率を優先するあまり、物理

探査の面白さを周囲や後輩に伝える機会が減っている。地球や地下に対する浪漫的な情緒も減っている。このような環境の中で人材を育成することは難しいと思われ、このことが技術の発展の足枷になっているように思われる。果たしてそうだろうか、打開する道はないのか。

物理探査学会も所属する日本地球惑星科学連合のキャリア支援委員会と男女共同参画委員会で作成した資料(Fig. 3)を参照すると、博士後研究員(いわゆるポスドク)は固体地球分野で非常に多い(日本地球惑星科学連合(2011))。任期付きのポスドクは多いが、大学の助教への道は狭い。一転、物理探査関連に限れば、ポスドクは非常に少ない。これは、この業界が歴史的に学生の進路について常に真摯に考え、対応してきたからであろう。しかしながら、物理探査に直接関連する学科・研究室は数少なく、現状、業界のニーズを満たすような人材を豊富に輩出しているとは言いがたい。ポスドクを含め、物理探査に関連する周辺領域の人材を物理探査学会としてどんどん取り込んでいくことが重要である。もちろん人材を育成し、活用することは企業においては経営的な側面も合わせて検討する必要がある。しかし、日本地球惑星科学連合のように学会が中立的な立場で、方針を検討することは重要であるように思われる。他の学会でも同様の動きがある様である。物理探査学会としても遅れを取ってはならない。

学会の活動を広く世間に知らせるために各学会ではニュースレターを発行している。日本地質学会や日本地震学会でもニュースレターを発行しているが、いずれも有料(年間数百円)である。一方、物理探査学会のニュースレターは無料である。無料であればもらって読んでくれる人も増えるであろう。ニュースレターを、今以上に広い範囲に配布することを考える必要がある。

アウトリーチと言う意味では啓蒙書などを刊行する必要がある。実際に書店に並ぶような書籍を刊行するこ

とは、本離れといわれる昨今では難しい。しかし、日本地質学会などでは既に行われているように、電子出版という方法も検討すべきである。電子出版のメリットは、①カラーをふんだんに使える、②スペースをとらない、③色あせない、④在庫をかかえるリスクが少ない、⑤印刷費や輸送費がかからない、⑥絶版にならない、などである。このような可能性に注目し、啓蒙書を刊行することも重要と思われる。

物理探査学会事業委員会では、物理探査の啓蒙のため、手法ごとにコマ割りされた物理探査セミナーを毎年行っている。創立50周年記念事業の一環として刊行された物理探査ハンドブックをテキストとしているが、実際には講師による補助資料(セミナーのスライド)を主に使用している。新入社員教育としてのセミナーの位置づけが確立していることは良いのかもしれないが、それを担うのが各講師個人というのはあまりにも心もとない。学会として広く意見を求め、今一度内容について手を入れる必要があるのではないかとと思われる。

啓蒙という意味では、10年ほど前に実際に発売された家庭用ゲーム「金鉱脈探査シミュレーション」がある。某鉱山会社の監修によるものらしいが、地質調査・電磁探査・地化学探査・ボーリング調査を駆使して金鉱脈を探すロール・プレイング・ゲームである。本物の衛星画像を使用しているため、その当時は動作が遅いということの不評であったが、それはハードウェアに起因する問題であり、コンセプトは見習うべき点が多い。このゲームでは探査手法についても詳しい説明があるため理解しやすい。金鉱脈を探すだけではなく、防災などをテーマにすることも可能であろう。また、金鉱脈を探すにしても対戦型にしてどちらが儲かったかといった方法もあるかもしれない。物理探査学会が監修して、このようなゲームを作成することも考え方の一つとしてあっても良いものと思われる。

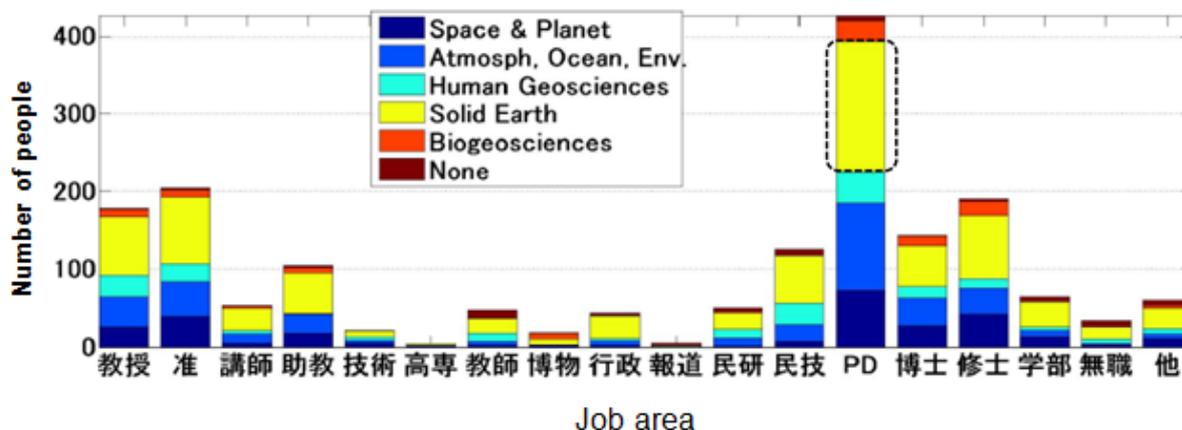


Fig. 3. The number of scientist in earth and space sciences in members of JPGU obtained by a questionnaire survey (after JpGU (2011)). Post-doctoral fellows (PD) in solid earth science have the biggest number.

6. 持続可能社会

東日本大震災での原発事故により我が国のエネルギー政策は岐路に立たされている。原発に代わるエネルギーとして、太陽光発電・太陽熱発電・太陽熱温水器・ソーラーシステム等の太陽光エネルギー、風力・水力・海洋温度差発電・潮力・波力等の気象や海洋エネルギーあるいはバイオマスなど、いわゆる再生可能エネルギーの利用の推進が検討されている。さらにメタンハイドレートやレアアースなど新たな資源やエネルギーへの期待がある。一方、社会インフラ施設の老朽化や地震による崩壊や倒壊などへの不安も顕在化している。

このような状況の中で、近年「持続可能社会」について議論がなされている。他にも「持続可能〇〇」がある。〇〇に入る言葉は例えば、資源、エネルギー、社会資本、日本、世界・・・などがある。持続可能とは将来にわたって持続できるかどうかを表す概念である。持続可能が議論されることは、裏を返せば持続可能ができなくなってきたことを意味する。

持続可能を阻害しているものは何であろうか。社会が複雑化したことが一つの原因であると考えられ、資源・環境・経済など異分野の調和が求められているのではないだろうか。

石井(1999)は、物理探査学会創立 50 周年記念講演「資源エネルギーと持続的発展」と、その後執筆された「地球環境は技術で救えるか」において持続可能ということについて言及している。それによれば、①資源やエネルギーは有限である、②濃縮されたエネルギーを単に放出するのではなく循環型社会に移行すべきである、③西欧中心からアジアへの新しいアプローチが必要である、などが指摘されている。

芦田(2009)は、物理探査学会創立 60 周年記念講演「21 世紀は資源争奪の時代—持続可能地方分散型社会構築に向けて—」と題して、①科学的根拠に基づいた国家戦略としてエネルギーの基本戦略、②自然との調和、③自給自足・地方分散型社会の構築、について言及している。

石井(1999)と芦田(2009)による資源やエネルギーに関する指摘は、東日本大震災を経験した現在においても含蓄のある示唆に富んでいる。ここでは、持続可能社会のもう一つの側面である社会インフラ施設の老朽化について検討してみる。

例えば Fig. 4 のように耐用年数を超過する農業水利施設は年々増加傾向にある。このような老朽化した施設に対しては、

今までは深刻な性能低下が起こってから再建設・再構築していた。しかし、コスト縮減の要請から、ライフサイクルコストを考慮したインフラ施設の長寿命化が必要となっている。これは予防保全的な考え方であり、対象施設に深刻な性能低下が及ぶ前に対策をとるというものである。そのため施設や構造物の診断技術が求められている。例えばコンクリート構造物においては、表面からコンクリートを採取し、強度低下などを調べるなどの方法がある。それに基づき、適切かつ安価な補修を行い、対象施設の長寿命化を図るという考え方である。これは人間においても同様で、健康診断を定期的に行うことで、疾病の早期発見・早期治療を行い、深刻な影響が出たことを予防することができる。

文部科学省は「全国を概観した地震動予測地図」において今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率分布を公表しており、広範囲に分布する水利施設の揺れを推定することが出来る。このような水路に係するインフラ施設が強い地震動を受けた場合、水路や水路周辺の地盤の崩壊や、継ぎ目の離脱による溢水被害が想定される。これらを想定するために表層地盤の変形特性などの評価が求められている。このような長大な延長をもつ水路のようなインフラ施設は農業関係だけでなく、道路・河川・鉄道などにもあり、それらの延長を含めた場合、途方もない調査数量となる。これらを効率よく調べる方法が求められている。

ため池では、亀裂、すべり、洪水吐の損傷など老朽化が進行している。この老朽化だけでもため池が損傷する可能性がある。これに加えて地震や大雨が作用すると複合的な破壊が発生する場合もあり、ため池の被害の原因は多様である。一度ため池が決壊すれば下流に甚大な被害をもたらす。このような被害を未然に防ぐために物理探査が貢献しなければならないことは、①老朽化に特化した可視化技術(どのような物性に注目するか)、②その裏返しとしての持続可能性についての評価方法、③老朽化や持続可能の変化や予測するためのモニタリング技術

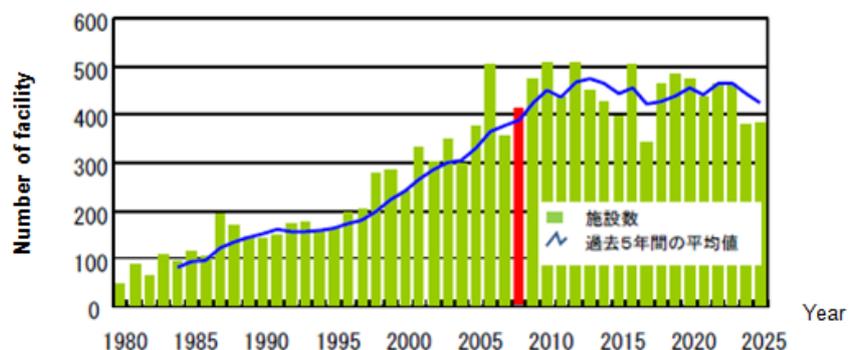


Fig. 4. Increase of agriculture water supply facilities that exceed their service life (after MAFF (2011)).

の開発が必要である。

7. 議論

ここまで提案された4つの視点は、松岡ほか(2000)や松岡(2009)でも議論はなされてきた。松岡ほか(2000)では、技術革新について、計測技術の開発、特に他の分野の計測技術を応用することが重要であると指摘している。例えば、マイクロセンサ・光ファイバ・超伝導磁力計・船上重力計・衛星によるリモートセンシングなどである。これらの技術が物理探査技術を向上させることは間違いない。しかし、実際に技術革新は、計測技術の開発のみで行われるわけではない。本稿で指摘した、社会ニーズとの関係において議論することが必要であるという指摘は重要であると考えられる。

松岡(2009)では、技術革新は「データ取得技術革命→データ処理技術革命→解釈技術の向上→新しい学問の創出」という歴史を辿ったとされている。確かにそのような側面があることは事実である。ここでは、社会ニーズを考えると、松岡(2009)の歴史は、①社会ニーズ→②データ取得技術→③データ処理技術→④技術革新→①社会ニーズ・・・といったように技術革新が社会ニーズを生むこともあると考えられる。これを図で示したのがFig. 5である。らせん状に周辺技術を取り込み、技術が進展すると技術革新が進み、新たなニーズが生まれ、新たな周辺技術を取り込むことを繰り返して、技術革新は進展する。

4章では物理探査ユーザーの視点が重要であることを指摘した。この問題は、田治米(1972)において、既に物理探査結果と地質との対比の難しさが指摘されている。ここでは理学と工学の壁、あるいは物理探査と地質の壁を民族の風俗習慣にたとえて「越えがたい壁」としている。物理探査技術者は、現場に地質技術者をつれて行き、共同作業を行うことが重要であると指摘している。物理探査技術者と地質技術者が、対等の立場で議論するという感覚である。このことは現在においても重要な指摘であるが、田治米(1972)では物理探査技術者の歩み寄りも必要であることが述べられている。このことは、これまであまり議論されてこなかったように思われる。今後の課題として重要な指摘であると考えられる。

人材育成については、松岡ほか(2000)では、学会として奨学金を提供することを提案している。しかし、学会の財政事情を考慮すると、直ぐに対応することは難しいと思われる。本稿で指摘したように学会として雇用を創出するようなことを考えてはいかがだろうか。

松岡ほか(2000)では、啓蒙活動として物理探査漫画を提案している。本稿ではさらに進んで、家庭用ゲームの開発を提案した。

最後にモニタリングについてであるが、松岡ほか

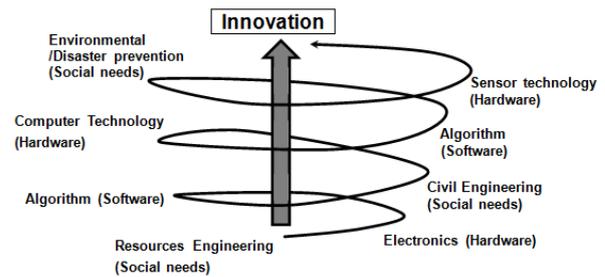


Fig. 5. Helical cycle of innovation by social needs and technology.

(2000)でもその重要性は指摘されている。モニタリングは様々な場面で適用されるが、本稿で指摘した3つの観点では、現状では整理されていないように思われる。さらに地下や堤体などの内部構造の変化を例えば電気探査でモニタリングするには、測定に時間がかかり、知りたい情報が十分に引き出せないという問題があるかもしれない。これについては、今村ほか(2013)でも報告されている。今後の研究開発に期待したい。

本稿で指摘した4つのキーワードは、それぞれが独立に存在するものではなく、相互に関連している。技術革新のための新技術を開発するには新しい人材が必要である。ユーザーの視点からは新しいニーズが生まれ、技術革新が起こる可能性がある。持続可能な社会の実現のためには、新しいモニタリング技術を利用した技術革新が必要である。10年後の物理探査を考えるときにこれらのキーワードを軸として考え、10年後に検証してみたいと考える。

8. おわりに

物理探査の10年後を考えるために、4つのキーワードを用いて具体的に掘り下げて議論を行った。物理探査学会誌を紐解くと、言葉自体は時代とともに変わってきたかもしれないが、これらのキーワードは古くて新しい問題といえる。東日本大震災を経験した後でも本質は変わっていないのかもしれない。本稿では、この古くて新しい問題に関して、できるだけ具体的な事例を用いて議論したつもりである。10年後の物理探査を考える一助になれば、筆者らにとっては、この上ない喜びである。

謝辞

65周年記念事業の一環としてこのような有意義なセッションの機会を与えてくださった物理探査学会65周年記念事業委員会委員各位に厚く御礼申し上げます。また、事前の準備や当日の運営にあたっては学術講演委員会委員各位にお世話になりました。匿名の査読者には丁寧な原稿をチェックして頂きました。ここに記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 芦田譲(2009)：21世紀は資源争奪の時代—持続可能地方分散型社会構築に向けて—物理探査学会創立60周年記念講演，物理探査，**62**，2，181-188.
- 物理探査技術協会編集委員会(1948)：本邦における物理探査の回顧と展望，物理探査，**1**，1，2-9.
- 物理探査学会(2008a)：最新の物理探査適用事例集，物理探査学会創立60周年記念事業実行委員会.
- 物理探査学会(2008b)：新版物理探査適用の手引き，物理探査学会標準化検討委員会.
- 今村杉夫・稲崎富士・北高穂・坂西啓一郎(2013)：符号分割多点同時通電による高速比抵抗探査装置の開発と適用，物理探査学会第128回学術講演会論文集，203-206.
- 石井吉徳(1999)：資源エネルギーと持続的発展—物理探査学会創立50周年記念講演—地球環境は技術で救えるか，物理探査，**52**，2，109-119.
- 松岡俊文・森谷祐一・真田佳典・森尻理恵・片山弘行・玉川哲也・成田憲文・鈴木文大(2000)：座談会「2020年の物理探査を考える」，物理探査，**53**，6，555-565.
- 松岡俊文(2009)：物理探査学会60周年—過去・現在・そして未来—，物理探査，**62**，2，176-180.
- 日本地球惑星科学連合(2011)：地球惑星科学連合会員属性アンケート 平成23年度集計結果
http://www2.jpгу.org/career/Jpgu_ca_Fig.htm (最終閲覧日：平成25年8月2日).
- 小倉公雄・藤井勢之(1969)：土木調査への検層技術の利用，物理探査，**22**，3，54-66.
- 岡崎健治・伊東佳彦・日外勝仁(2007)：トンネル地質調査における空中電磁探査の精度と活用，～北海道東部付加体地域での調査事例～，日本地球惑星科学連合2007年大会予稿集，O220-006.
- 瀬古隆三・田口好夫・羽竜忠夫(1975)：土木地震探査及び速度検層におけるデジタルスタッキング法の適用性について，物理探査，**28**，4，1-16.
- 末富 宏(1972)：原子力発電所の地質調査，物理探査，**25**，6，63-77.
- 田治米鏡二(1971)：物理探査の結果と地質との対比の哲学，物理探査，**25**，2，1-3.
- 農林水産省(2011)：農業水利施設のストックマネジメントとは
http://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/s_about.html (最終閲覧日：平成25年8月2日).

Discussion about the geophysical exploration ten years later – Special session for SEGJ 65th anniversary –

Keiichi Suzuki*, Kentaro Torii**, Takeshi Yoshikawa*³, Tomonori Kawamura*⁴ and Keisuke Inoue*⁵

ABSTRACT

The Society of Exploration Geophysicists Japan (SEGJ) was established in 1948. SEGJ has reached its 65th anniversary in this year. Research and development as for exploration geophysics have been performed to support various social needs until now. We can now handle enormous data by adopting advanced electronics and computer technology. As a result, three-dimensional and four-dimensional explorations have been enabled.

The Japanese energy policy is standing at a turning point since the East Japan Earthquake disasters. On the other hand, our expectation increases for new mineral and energy resources such as methane hydrate and rare earth elements. However, the uneasiness to security by the deterioration is actualized such as the ceiling collapse accident in the Sasago Tunnel when we turn interest to social infrastructural facilities. Natural disasters diversify from deep-seated slope failures, landslides to abnormal weather events in recent years. Furthermore it is concerned about the Nankai Trough mega earthquake or the directly Tokyo area earthquake.

We performed the panel discussion by four researchers or engineers to study about how we can contribute using exploration geophysics in such complicated situation surrounding Japan. We discussed the prospects in the future of SEGJ which reaches the 75th anniversary ten years later. The topics were offered from the four panelists on the viewing points of innovation, social needs, personnel training and sustainable society. Active discussion was accomplished from the audience. We discussed about the following suggestions ; social needs are opportunities of the innovation ; clear explanation about the applicability of the geophysical exploration is necessary on the viewpoint of the users ; we must find engineers from overall natural science widely without limiting to geoscience ; it is important to visualize subsurface using the continuous monitoring.

Keywords: Innovation, Viewpoint of the user, Personnel training, Sustainable society

Manuscript received July 9, 2013; Accepted August 5, 2013.

* Kawasaki Geological Engineering, Co., Ltd.
1-11-15, Mita, Minato-Ku, Tokyo 108-8337, Japan

** Schlumberger K. K.
2-2-1 Fuchinobe, Chuo-ku Sagami-hara-shi, Kanagawa,
252-0206, Japan

*³ Kiso-Jiban Consultants Co., Ltd.
1-5-7 Kameido, Koto-ku, Tokyo, 136-8577, Japan

*⁴ Japan Petroleum Exploration Co. Ltd.
1-7-12 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0005, Japan

*⁵ National Agriculture and Food Research Organization
2-1-6 Kan-nondai, Tsukuba-shi, Ibaraki, 305-8609, Japan

This paper was presented at the 128th SEGJ spring conference, 2013.