

■ 展望・解説 ■

地球深層ガスの現状と今後のわが国の対応

Present Status of Deep Eearth Gas & Japan Future Research Activities for It

越 川 文 雄*
Fumio Koshikawa



1. 地球環境時代の天然ガス

最近急速に炭酸ガスによる地球温暖化問題がグローバルな政策課題として強く認識されるようになってきた。天然ガスは、従来から他の化石燃料に比しNO_x、SO_x等燃焼時の排出物が極めて少ないクリーンなエネルギーとして利用されてきたが、炭酸ガス発生量が相対的に低い燃料として地球温暖化対策に大きな役割を果たすものとして期待が高まっている。

米国では、石油から天然ガスにシフトすることにより石油輸入量を大幅に減らすことができ、貿易赤字の削減を可能とするとともに環境問題改善にも資するとして、いわゆる燃料のメタンシフトを求めるレポートが最近公表されたようである。

なお、炭酸ガスだけでなくフロン、N₂O等とともにメタンそのものが大きな温暖化効果をもち、しかも大気中のメタン濃度が増加傾向にあるとされている。しかし、大気中のメタンの発生源及び発生率をみると、農業等によるものが多くエネルギー利用によるもののウエイトは小さく、その放出量のコントロールは技術的、経済的にかかなりの程度可能であると考えられている。

いずれにしても、大気中のメタンの収支については、未だ解明されていないことが多いようであるが、現在においても後述するツンドラ地帯のガスハイドレートからの放散もある程度寄与しているのではないかとの推測もある。万一、将来地球が温暖化した場合には、地上のハイドレートばかりでなく海底のハイドレートからもメタンが放出され、温暖化の加速要因になるのではないかとの懸念もある。

一方、資源的には世界の確認埋蔵量も顕著に増加し

てきており、従来石油に比し遅れ気味であった探査掘削技術の進歩により今後さらに増加が期待されている。その上、石油無資源国においてもガス資源だけは賦存する例も30ヶ国に上るといわれ、欧米においては天然ガスの役割を重視する傾向が強くなってきているようである。

2. 天然ガスの成因

多くの場合、天然ガスは石油生産のバイプロダクトとして生産されてきた。これは油田ガスと呼ばれ、メタンのほかにエタン、プロパン等の炭素数の多い炭化水素を含んでいる。地下の貯留層において原油の中に溶けこんでいる油溶型天然ガスの他にガスだけが貯まっている遊離型ガスがある。油溶型のは、生物起源の有機物が重縮合してできたケロジェンという不溶性有機物が地下の高温下におかれて熱分解してつくられるという考えが一般的である。遊離型のは、ケロジェンがさらに高温の状態におかれ過熱成になり作られるとの解釈がなされている。遊離型のガス田の例としては、福島県の沖合いにあるわが国最大のガス田である磐城沖ガス田がある。

これに対し千葉県、新潟県、宮崎県等には地下数百メートルの浅い地層から塩分に富んだ地層水とともに採取される水溶型のガスがある。これは比較的新しい地質時代の地層中に賦存するものであり、水中に埋没した動植物がバクテリア等により分解生成されたものであると考えられており、メタンの含有率が高くそれ以外の炭化水素を殆ど含んでいない。そのほか例は少ないが福島、茨城両県に跨る旧常磐炭田近くにみられる石炭を含む地層に賦存する遊離型ガス等がある。

これらはいずれも有機物を起源とするものと一般的に考えられているが、起源物質としてケロジェンの名前が浮かび上がったのもここ10年ぐらいの間といわれ、

* (財)エネルギー総合工学研究所専務理事

〒105 東京都港区西新橋 1-14-2 新橋SYビル

未だ未解明の部分が多く残されている。

有機起源説は18世紀後半から石油、天然ガス探査の実際の作業仮説として有力なものとなったが、無機起源説もそれ以前から提案されており、今日まで少数派ながら続いている。1980年代に入って無機起源説を支援するような発見等が行なわれ、さらにゴールド教授らによる深層天然ガスの賦存可能性についての学説等により無機起源説に対する関心がでてきている。同教授らは進歩著しい宇宙科学の最新の知見をくみいれて仮説推論をしており、旧来の無機起源説とは大きな違いを示している。

ゴールド教授は、オーストリア生れ、英ケンブリッジ大を卒業した天文学者で、米ハーバード、コーネル大学で教鞭をとり、現在は英国に住みトリニティカレッジの名誉フェローになっている著名な学者である。自らの学説を異端の学説と呼び、生物起源の定説に挑戦するという意気込みで取り組んでおり、それだけに石油ガス専門の研究者、技術者には戸惑いを持って受けとめられているようである。

しかし、米、スウェーデン、スイス等ではそれぞれ程度の差はあるが彼の学説の検証等のために研究や試掘が行なわれている。また、国際エネルギー機関（IEA）のレポート等天然ガスに関する権威ある文書に於て取り上げられており、今後の研究開発により実証されることが期待されるに至っている。なお、わが国においても通産省がまとめた「21世紀エネルギービジョン」が同様の期待を述べているが、筆者自身わが国の専門家にこの学説についての感触を伺ってみたところでは、無機起源のガスが地球上に存在することについては否定する人も少なく、学術的に大いに研究すべきだとの点ではほぼ一致している。しかし、それによる商業規模の鉱床賦存可能性については懐疑的な感じが強いようである。そのため、わが国ではこの学説に関する研究は殆ど行なわれていないのが現状である。

3. ゴールドの学説

太陽系に存在する元素の賦存量をみると、水素が一番多く、あとヘリウム、酸素、炭素の順に並んでおり、炭素は4番目に多い元素である。天王星、海王星さらには冥王星にもそれぞれの大気にメタンを主体としたガスが存在する等メタンは宇宙における炭素のもっとも一般的な存在形態になっている。それにも拘らず地球上のメタンはすべて生物起源のものであると考えるのは不自然であり、地球の誕生、進化の過程でメタン

等の炭化水素が地球深部に取り込まれたと考えることも可能であろう。

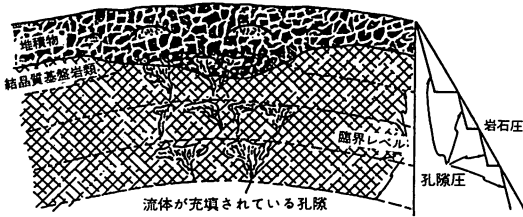
地球深部のメタン等の存在については、ダイヤモンドが多くの上層と与えるとしている。即ち、ダイヤモンドについて、同教授は地下150から300キロメートルの深部に於て高温高圧にさらされた無機起源の炭素から直接合成されたものと考えた。そのためにはこの様な深部に於て高濃度の炭素の凝集作用が起き、かつ急速な冷却が行なわれなければならず、メタン等のガスが深部から噴き出し、膨張したと考えている。しかもダイヤモンドには微小な空隙中に強く圧縮されたガスが閉じこめられており、その中には炭酸ガスとメタンが含まれている。このことは地球深部にメタンが存在することを示すものだとしている。

たとえ地球深部にメタンが取り込まれたとしても、果して高温高圧下でそのまま存在し続ける事が出来るであろうか。この点については、ゴールド教授自身米ガス研究所の助成金により実験研究をしたり、理論研究も別途行なわれたりして300キロメートルぐらいの深さまではある程度安定であろうと推論している。

深部にメタンがあるととしても、それがどの様にして地表の近くのガス鉱床に上昇して来るのであろうか。火山噴火のように溶岩をとまわずにガスが流出して来る「冷たい」脱ガス作用によるとの仮説を立てた。

深部に於てなんらかの原因でガスが集まり、その圧力を増し、周囲の岩石圧よりも高くなると岩石は破碎し、割れ目により孔隙ができる。ガスは岩石よりも軽いためガス中の圧力勾配が岩石内よりも小さく、ある程度の高さまで孔隙が広がると（その最上部を臨界レベルと呼んでいる）孔隙底部のガス圧は岩石圧に対抗できず、孔隙がつぶれ、ガスは閉じこめられる。その後下層のガスは再び圧力を増し始め、上層部との間の孔隙が開き下層から上層にガスが流入する。それにより上層ガス貯留領域のガス圧は急速に高まり、その上部に割れ目をつくりガス貯留領域を広げようとする。前述のメカニズムにより新たに上層のガス貯留領域がつくり出される。このようにして深部から地球表面に向かって何層にもガス貯留領域を作って時間をかけガスは上昇して行く。図-1はその様子を示したものである。

一つの貯留領域の最大垂直距離は、岩石の密度、その深度におけるガス密度および岩石の圧縮強度により推定されるが、地表に近く温度の低い硬い結晶質岩石中ではおよそ4から8キロメートルとなる。地表に一



最上位の臨界レベルは堆積物中にあるかもしれないし、基盤岩中にあるかもしれない。堆積物中の浸透性の低い層は、島状のキャップロックとなり、その下に貯留層を形成する。これが石油や天然ガス探査に際してめどす地層である。臨界レベルは平面とはほど遠い形態を呈している可能性はあるが、連続した面をなしているにちがいない。
 出典：T. ゴールド「地球深層ガス」

図-1 垂直方向に重なる圧力系における流体の充填領域

番近い貯留領域は、堆積岩中であれば3から6キロメートルのところに、存在すると推定される。

なお、深部からのガスが無機起源のものであることの一応の判定方法としては、ガス中のメタンの構成要素である炭素や随伴するヘリウム等の同位体分析を用いているが、この点についてもさらに解明すべき点が残されている。

堆積岩においては、深度も比較的浅いところに貯留領域があり、しかもガス貯留に適した細かい孔隙に富んでいるため当面の優先開発目標になるであろう。そのほか、断層地帯や太古の巨大な隕石の衝突により破碎されている基盤岩地帯が有望であろうとしている。いずれにしても掘削費用等を勘案すると当面は3から10キロメートルの深度のものが対象になるであろう。

この学説によれば、有機起源説による従来の探鉱法で不可欠とされた有機堆積物の探査をする必要がなく、しかもガスの漏出を防ぐキャップロックとなる不透性の岩石についての探査も浅い堆積層では必要であるが、深い結晶質岩では不要となる。

この様な学説とは別にわが国の脇田東大教授は日本海側に広がるグリーンタフという火成岩中に発見された大量の天然ガスについてHe同位体分析を行ない、独自の無機起源説を提案している。これは従来の油ガス層より深い4,000から5,000メートルの深部に賦存するものである、約1,400万年前東北日本の西半分が海底下にあったとき、海底火山活動により噴出したマグマ中のガスに含まれた炭酸ガスと水素が熱によりメタンに変わったという考え方である。ガスに含まれるヘリウムの同位体分析によると、ガスの少なくとも3分の1はこうして出来た無機成因のものであろうと推定している。なお、わが国の石油ガス専門家の感じとし

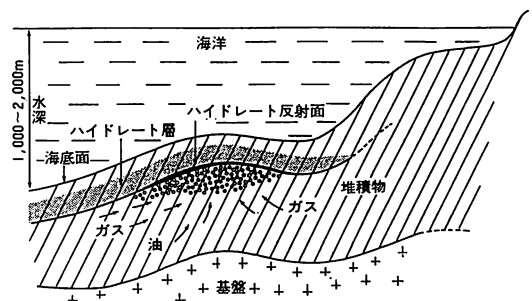
ては、ゴールド説よりも脇田説の方が受け入れられ易いようである。

4. ガスハイドレート

ガスハイドレートは、メタン、炭酸ガスが水分子の結晶構造の中に閉じこめられた包接化合物といわれるものである。天然ガスを高压でパイプライン輸送するとき水分があると、これが発生しパイプの閉塞を起したりする。圧力が高いと0度以上でも生成し、湿った雪のような形状をしている。

シベリア、アラスカ等の永久凍土層地域において、その存在が既に確認されており、しかもそれが大量に賦存する（地表から200から1,000メートルの地下に賦存するといわれる）ものと推定された。また、大陸棚斜面や深海底にも圧力温度条件からみてその存在可能性が予想された。その可能性のある水深は、海水温により変わるが290から800メートルより深いところではないかと見られている。その存在は「国際深海掘削計画」(Deep Sea Drilling Project略してDSDP)の成果の一つとして深海掘削船「グローマーチャレンジャー号」により確認された。DSDPは、その後名称が変更され現在では「海洋掘削計画」(Ocean Drilling Project略してODP)となり、船も新造船の「ジョイデス・レゾリューション号」に変わった。この計画は、これまでに海洋底の構造運動等に大きな成果を上げてきた国際学術プロジェクトである。

ハイドレートの存在は地震探査により明確な反射面として示されるが、他の原因によるものとの識別が難しいといわれる。これまでの推定では、海洋の広い範囲で賦存するのではないかと見られており、4カ所の海域にて試料採取にも成功している。1982年には四国



黒い部分がハイドレートによる地震探査記録の反射面であり、ハイドレート層の下限にあたる。その下に深部から移動してきた多量のガスがトラップされている。
 出典：町原勉「海洋底ガスハイドレート」

図-2 ガスハイドレートと下部ガス貯留層

沖にて試みられ、明らかにメタンを主体としたガスを含むコアの採取に成功した。日本近海では東海沖、宮崎沖等でも反射面がえられており、その分布幅は数キロメートルから数十キロメートルに及んでいる。

ガスハイドレートは、図-2に示すように海底下数百メートルのところに海底面に平行して存在し、背斜構造部においてはそれがキャップロックの役を果たし、その下にガスを大量に貯蔵している可能性があると考えられている。米においてはハイドレートからのガス採取についても技術的な研究が行なわれてきたが、それよりも下層部のガス貯留層からのガス採取がフィジビリティが高いと考えられている。しかし、未だその存在は確認されていない。

そのガスの起源については、それが有機物を含む堆積層中で発見されていること、炭素同位体分析等により有機起源によるものと考えが強いが、ゴールド教授はその賦存可能性が膨大なこと等よりみて無機成因による寄与分も大きいのではないかとしている。海底の堆積層の厚みが増えてハイドレート層の温度が上がれば、その部分のハイドレートは溶けてその上部に新たなハイドレートが形成される。地球温暖化により永久凍土地帯のハイドレートはメタンを放出して下部に新たな層を作ることになる。

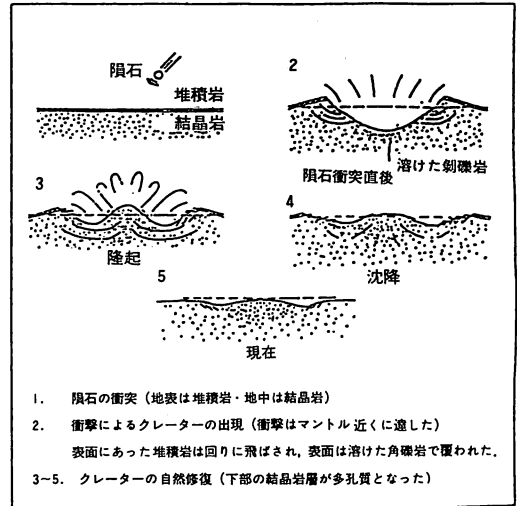
なお、本年は再び日本近海に於て「ジョイデス・レゾリューション号」による海底掘削調査が行なわれる事になっており、その成果の一部としてハイドレートについても新たな知見が得られるものと期待される。

5. スウェーデンのシリヤンプロジェクト

スウェーデンは、東にバルチック海やソ連のコラ半島、西に北海と大石油ガス田に囲まれているが、国全土が深部に至るまで花崗岩で形成されており、有機起源説による石油ガスの鉱床賦存を期待しにくい地質条件にある。しかし、ヨーロッパ最大の隕石孔シリヤンリングには何か所かで天然ガス石油の地表徴候があり、ゴールド学説による深層天然ガスの賦存が期待された。

そのため、スウェーデンの電力公社は Dala Deep-gas Prospecting Company (略称 DDP, なお、Dala とは16ないし17億年前の花崗岩類である) という新会社を設立し、深層天然ガスの探査計画に着手した。

シリヤンリングは首都ストックホルムの北西300キロメートルのところにあり、3億6千万年前に直径2キロメートルの巨大な隕石が落下したといわれる。そ



出典：第3回大陸地殻探査国際会議報告 (62年9月)

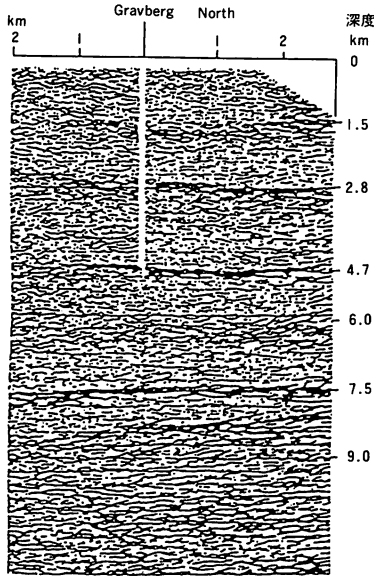
図-3 シリヤン・リングの生成過程

のため直径60キロメートル、深さ3ないし6キロメートルの大きなクレータができ、地表から64キロメートルの深さまで亀裂が生じた。図-3に示すようにその後クレータ周囲の地圧により徐々に隆起する等の変化を経て、現在ではクレータの外周部に小高い丘が連なり、内側には8つの湖がある。

隕石衝突時の亀裂は深層天然ガスの発生源であるマントルの近くまで達した可能性があり、その衝撃とその後の地層の隆起、沈降によって基盤岩に割れ目が発生し、ガスの深部からの上昇、貯留を容易としている。さらに衝突時に発生した超高温により溶けた岩石はガスを貯めるキャップロックの役割を果たすと推定された。

この計画の目的は、(1)深層天然ガスが大量に集合して存在していることの確認 (ゴールド説の検証) (2)商業規模の鉱床 (約8,000億立米) の発見である。第1期は5,000メートルの深度 (地震探査による第3反射層) を目標として1986年にボーリングを開始した。その後目標深度を地表調査の結果最も有望と推定された7,500メートル (第4反射層) に変更したが、資金切れのため1987年6,350メートルのところまで中断した。

資金は約2,800万ドルであり、電力公社の他政府450万ドル、米ガス研究所 (GRI) 400万ドル (一部米エネルギー省が負担したといわれる) さらには民間投資家が提供した。当初地域全域について人工地震観測、重力加速度測定、磁気探査、地化学調査等通常石油ガス探査で行なわれる調査を実施するとともに隕石衝突



出典：沖津文雄「シリアンプロジェクト：石油地質学に対する大胆なる挑戦」

図-4 シリアン隕石孔地震探査断面図

による影響の調査や岩石構造調査等深層ガス特有の調査も行った。

衛星映像を解析すると、地表付近の北北西—南南東の線状断裂構造がかなり深部まで発達していると推定された。また、重力調査の結果ではリング全域にわたる大きな負の重力異常を示し、特に北部で顕著になっており、地下岩盤に多くの割れ目が期待された。地震探査では図-4に示すように数層の顕著な反射面が認められ、これらがキャップロックになりうると期待された。

さらにリングの7カ所で調査井(深いもので700メートル)のボーリングを行い、その結果をも踏まえて本格ボーリング地点を決定した。その地点はGravbergというところで負の重力異常の中心となっており、かつ地震波反射層が存在するところである。

掘削は、最初の3カ月間非常に順調で深度3,918メートルまではなんのトラブルもなかった。その後孔曲がりの発生等のトラブルが相次ぎ、作業を6,350メートルのところまで中断せざるをえなくなった。この間坑内地質調査、検層等が行なわれるとともにボーリングにより得られたコア(掘削岩芯)、カッティングス(掘屑)、ガス、流体について非常に多くの研究がなされている。その結果有意な量のメタンの存在を確認するまでにいたっていないが、専門家グループの率直な評価結果をふまえて再度挑戦することを決定した。

1988年に掘削を再開し、現在も継続している。しか

し、掘削中断が1年近くにおよんだ事により孔壁の部分崩壊もあり、孔曲がりも大きく再掘削はかなり難行しているようであり、この3月中旬6,900メートルとなっている。

このための資金は440万ドルで、電力公社50%その他企業等50%を負担している。

6. 米国、スイス等の動向

米DOEは、当初比較的容易に開発が可能と考えられる15,000フィート以下の深度に賦存するタイトガス、シェールガス、コールベッドメタンをUGR(Unconventional Gas Resource)として区分し研究開発を進めてきたが、その後無機起源説に関するものこの枠の対象にしている。1983年からはガスハイドレートも追加した。

民間では、ガス研究所(GRI)がDOEの支援をえて深層天然ガスに関する研究を行なっている。とくにスウェーデンのプロジェクトについては資金的な協力をするとともに現地に駐在員をおき、科学的な分析とサンプリングの機能強化に貢献した。なお、2期目に入ってからにはさらに限定された協力にとどまっている。こうして得た情報等を基に検討し、米国内でのボーリングについて方針を決定することになっているといわれる。これまでも独自に理論研究やフィールド研究を進めてきており、大学、地質調査所等の他機関との協力も積極的に進んでいる。

スイスにおいては、スイスペトロール社とズルツァー社が深層ガスコンソーシアム(TGK)を設立し、民間のNEFF(Swiss National Energy Research Foundation)の資金援助を得て近く国内に於て調査活動を行なうことになっている。すでにそのための準備が進められており、予定としてはまず3年半の地上調査を行なった上で、本格ボーリングの計画を確定することにしているといわれる。

ソ連では、数キロメートルの油田、ガス田における探鉱用ボーリングは珍しいことではないようである。学術研究用の超深度掘削にも積極的に取り組んでおり、モスクワの北ほぼ1,300キロメートルにあるコラ半島ムルマンスクではすでに1万2,000メートルまで掘削されている。これは深部地質全般についての研究を目的としたものであるが、炭化水素の分析も行なわれており基盤岩中からかなりの炭化水素が検出されたといわれる。そのほか10坑の超深度掘削が現在行なわれており、それらにおいても炭化水素の分析等が行なわれ

ている。さらに主要資源地域で石油等の探査を目的に深度10数キロの掘削計画が進められているといわれる。

なお、ソ連の超深度掘削の目的の一つに地殻下部やマントルの直接観察がある。このことは米に於て深部マグマを利用するマグマ発電の研究開発計画の一環として、本年からカリフォルニアのロングバレイで、6,000メートルのボーリングに着手することと軌を一にしており、注目すべきであろう。

西独においても、欧大陸の深部構造調査を目的とした14,000メートルのボーリングを総額4億5千万DMをかけて行なう大陸深部掘削計画(KTB)が進行中である。1987年にパイロットボーリング(3,000—5,000メートル)が開始されており、炭化水素等の分析が行なわれている。

7. 今後のわが国の取り組み

前述したように欧米では、必ずしも活発とはいえないまでもコンベンショナル、アンコンベンショナルともに学術レベルから実用レベルまで幅広く天然ガスについての研究開発が進められている。無資源国であり、LNGの大輸入国であり、その取引条件の大幅緩和を強く望んでいるわが国としては、資源を有する国々以上の努力が必要である。そうでなくても世界有数の経済大国に成長したわが国は、これまでのように海外での研究成果をもとに技術進歩をはかるといふ姿勢は許されず、率先して人類の知見のフロンティアを拡大するような研究開発に取り組み大いに世界に貢献することが求められている。

昨年、当研究所において「極限領域エネルギーへの挑戦」という本をまとめた。そこにおいては宇宙発電、深層天然ガス、マグマ発電、核融合を事例として取り上げ、国内外の研究開発状況を紹介した。先進各国が例外なく取り組んでいる核融合についてはわが国も力をいれているが、欧米に於て必ずしもその開発価値の

評価が確立されず、小数の国により取り組まれている研究開発については、大学を含め殆ど見るべき研究活動が行なわれていない実態を紹介した。そうすることにより、今後わが国が基礎研究の充実とともにここで事例として取り上げたような夢のある独創性に富んだしかもわが国の特性にあった大規模かつリスクの大きい目的指向型の研究開発にも目を向けるべきであり、その取り組みに当たっては国際協力を重視すべきである等の問題提起を行なった。

この本をもとに上述の問題意識について、主として大学の理工系の先生方を対象にアンケート調査を行い、図-5のような結果を得た。いずれの技術についてもわが国が取り組むことについて殆どの方が賛意を表し、宇宙発電、核融合、深層天然ガスについては国際協力を中心として進めるべきとの意見が強かった。

わが国においては、石油及び天然ガスについて国が5カ年計画を策定し、国内の資源開発の促進をはかっている。その一環としてグリーントフについての深層の掘削に国が先導的役割を果たしている。それにより有機起源説に沿った多くの知見が得られることになるであろうが、今後は無機起源説からみた問題意識についてもその当否を含め問題解明に資するデータ取得、解析が行なわれることを期待したい。グリーントフは無機起源説を検討する上で貴重なフィールドであるとの専門家の見解もあり、わが国周辺の海底はハイドレートにも恵まれているといわれており、これらはわが国が積極的に取り組み、自国のみならず世界に貢献し得る課題であるとも考えられる。

火山噴火、地震予知についてもゴールド教授は深層天然ガスが関与しているという説をたてているが、地熱開発においても炭酸ガス等深部起源とみられるガスが大きな役割を果たしているように思われる。地球温暖化問題にも関連のある課題であるかも知れない。それぞれの分野の研究開発においてもこのようなガスの起源、挙動等についての解明をも念頭において相互に連携を密にし進めることが望まれる。さらに進んで関連分野それぞれの目的に沿ったオムニバスの共通基盤研究としてこの解明を目的とした研究開発を進めることも重要と考える。

それとともにソ連、西独等で行なわれているような学術研究用の深部掘削も、わが国でいくつか計画されているが、未だ実現を見ていない。それが国内で行なわれれば、石油、天然ガスの探査、地震予知等にも大いに貢献する知見を得ることが出来るであろう。

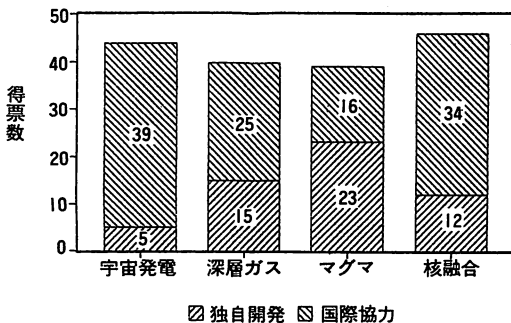


図-5 極限領域エネルギー：わが国研究開発の進め方

資源エネルギー庁では、本年度深層天然ガスに関して(1)探査プロジェクトの現状調査(2)地球化学等の学説レビュー(3)探査、掘削技術の調査(4)わが国における推定埋蔵地域等の分析検討を総合的体系的に調査検討することになっている。その検討を通して、深層天然ガス、ガスハイドレートといった unconventional gas へのわが国の取り組むべき方向について提言がまとめられることを期待したい。さらに、こうした活動を踏まえて天然ガスに関するわが国の研究開発活動が活発になることを期待したい。

なお、本稿を取りまとめるに当たり、次の参考文献より適宜引用させて頂き、また関係の方々のご指導を頂いた。ここに深く感識の意を表する。

参 考 文 献

- 1) 沖津文雄; シリアンプロジェクト; 石油地質学に対する大胆なる挑戦, 天然ガス, Vol.30, No 6 (1987), 18-25.
- 2) 町原勉; 海洋底ガスハイドレート (上), 天然ガス, Vol.31, No 7 (1988), 2-9
- 3) 町原勉; 海洋底ガスハイドレート (下), 天然ガス, Vol.31, No 8 (1988), 2-9.
- 4) T. ゴールド; 地球深層ガス (1988), 日経サイエンス
- 5) エネ総工研; 極限領域エネルギーへの挑戦 (1988), 電力新報社

「エネルギー・資源」7月号(56号) 予定目次 (刊行:平成元/7/5)

〔技術賞紹介〕

重質油トータルエネルギー利用システムの開発 (チェリーPプロセス)

.....大阪ガス(株)特需営業部 部長補佐 森 友三郎ほか

〔論 説〕

21世紀を迎えてのエネルギー問題.....関西電力(株)顧問 上之園親佐

〔展望・解説〕

リニヤモーターカーの動向.....(株)テクノバ代表取締役会長 京谷 好泰

高温岩体地熱発電.....新エネルギー・産業技術総合開発機構
地熱技術開発室主任研究員 小林 秀男

〔特 集〕

ニューマテリアルが拓く世界

(1)ファインスチール.....新日本製鉄(株)広畑技術研究部部長 中村 元治

(2)金属複合材料 一耐熱性超材料.....京都大学工学部金属加工学科教授 山口 正治

(3)有機化合物系超電導材料 一その展望.....大阪大学工学部応用化学教室助教授 松林 玄悦

(4)エネルギー変換と触媒.....大阪工業技術試験所 機能応用化学部主任研究官 春田 正毅

(5)電子材料としてのニューガラス.....日本電気硝子(株)技術本部長 和田 正道

(6)繊維素材の高機能化 一分離膜.....旭化成工業(株)繊維基礎研究所長 上出 健二

(7)スーパーエンブラ 一開発動向.....住友ベークライト(株)可塑性樹脂製品研究所所長 吉田 忠正

〔シリーズ特集〕

明日を支える資源 (26)

重晶石の現状と将来北海道大学工学部資源開発工学科教授 佐藤 寿一

〔報 文〕

ディーゼル発電機を併用した太陽光発電システムの最適設備容量
.....(株)日立製作所エネルギー研究所第4部 塚本 守昭ほか

〔書 評〕

.....京都大学工学部機械工学科 萩原 良道

〔グループ紹介〕

.....四国電力(株)、日本ガイシ(株)

〔技術・行政情報〕

.....(株)電力中央研究所・経済研究所

〔談話室〕

.....経済部エネルギー研究室主査研究員 内山 洋司

〔編集委員会便り〕

.....三菱電機(株)中央研究所所長 伊藤 利朗

〔会 報〕

.....大阪大学工学部応用化学科教授 野村 正勝