

極東シベリアの天然ガス資源と 我が国のエネルギー政策

中山 一 夫

はじめに

1. 東シベリアパイプラインルート概要
2. 石油と天然ガス
3. 東シベリア石油・天然ガス埋蔵量の現在
4. 東シベリアの石油・天然ガス田の特徴と開発上の問題点
5. エネルギー政策の変更——石油から天然ガスへ——
6. 石油政策上の提言——石油は西から——

おわりに

はじめに

2003年1月10日、訪露中の小泉首相はプーチン、ロシア大統領との会談で、唐突に「日露行動計画」なるものに合意した。その計画には、1) 日露エネルギー協議を再開すること、2) アンガルスク～ナホトカ間の石油パイプライン建設を日露共同事業として行うことに向けての検討を始めること、3) サハリンの石油、天然ガス開発を引き続き行うことの3点が盛り込まれている。これらのエネルギー関連事業が進められれば業界の活性化につながるとして、日露両国のエネルギー関係者のみならず、景気が低迷している日本の財界人たちにも大きな期待を持って報道された。

日露の経済協力には、北方4島返還問題などの政治的要因が常に付きまとうため、見かけほど単純に進まない例も多くあるが、これらの動きを受けて財界や石油関連業界をはじめ多方面でいろいろな動きが始まった。とりわけ、石油パイプラインの建設は総額50億ドル以上とされ、その経済効果に大きな期待が寄せられている。しかし、そもそもの輸送量(予定では8,000万トン/年=160万BBL(バーレル)/日)に応じる石油埋蔵量確保の問題、既に契約寸前になっていた中国ルートとの共存など、国際政治的にも大きな波紋を広げている。この行動計画での位置づけが、「検討を始める」というやや曖昧な表現になっているのはこのためである。

本稿においては、こうした背景を考慮した上で、東シベリア油ガス田開発の可能性につ

いて、主として自然科学的工学的側面から議論を起し、その影響が及ぶ我が国のエネルギー政策の将来像を考えることとする。

1. 東シベリアパイプラインルートの概要

東シベリアパイプラインについては、大慶ルートとして中国が一步リードし、2002年12月の中露首脳会談で基本合意されている。全長2,400km、総工費17億ドル、ロシアの石油大手ユコスが推進母体である。しかし、バイカル湖南端周辺の自然保護区を通過するため、環境問題が難題として残されていた¹⁾。この直後、イルクーツクを訪問した小泉首相が、環境問題を避けてバイカル湖北方を迂回する太平洋ルートで巻き返しに出たのは前述のとおりである。太平洋ルートは全長4,200km、総工費50億ドル以上と見積もられ、予定供給量は中国ルート²⁾の3,000万トン/年(=60万BBL/日)に対し、8,000万トン/年(=160万BBL/日)である。プーチン大統領はじめロシア側には、太平洋ルートは中国一国のみでなく、より市場の大きい日本が控えている上に、太平洋に面しているのでタンカーによって韓国、台湾、アメリカなどへの供給も期待できるため、極東地域の活性化につながるとして歓迎する向きもある(図1)。

日本側にとっては、イラク戦争以後不安定な世情に鑑み、この極東の石油資源を開発することにより、現在80%以上に上がっている石油輸入の中東依存度を少しでも下げ、経済上のリスク分散を図ることに最大のメリットがある。

パイプラインを建設するからには、その規模に見合った石油を運搬しなければならない。

図1 東シベリアパイプライン・ルートの概要



上述の太平洋ルートを採用した場合、しかしながら、それだけの石油が生産可能なのか、これが次に発せられる問いである。

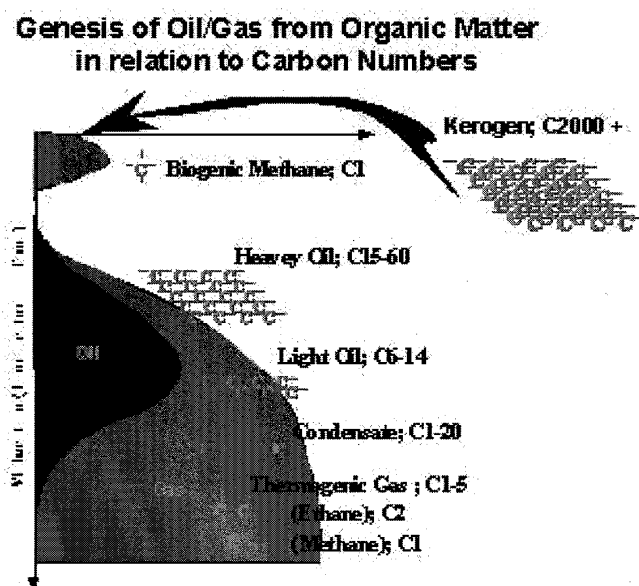
2. 石油と天然ガス

東シベリアパイプラインは原油運搬を前提としているので、ここまでは石油のみを考えてきたが、一般的に石油の産出には多くの場合天然ガスが伴う。一部生物起源のメタンガスが地下浅部（700～800mくらいまで）には存在する。しかし、それより深部で石油に伴って産出する天然ガス（これも主としてメタンである）は熱起源ガスとされ、石油から生成されたものである。

一般に、石油はケロジェンと呼ばれる有機物質の集合体から温度と時間をかけて、一種の熱変成による化学的反応の結果として生成される。ケロジェンは主として植物性プランクトンなどの微小な生物の死骸が海底に降り積もって堆積したものが、酸化されにくい還元環境のもとで泥岩中に固定化されたものと考えられている。地下のある深度（1～3 kmくらい、温度条件により異なる）で、まずケロジェンから炭素数の多い石油が生成され、さらに石油を構成する炭化水素に鎖が短く切れることによって、炭素数の少ない天然ガスが生成される。天然ガスのうち最も短い炭素数が1であるのがメタンガスである(図2)。

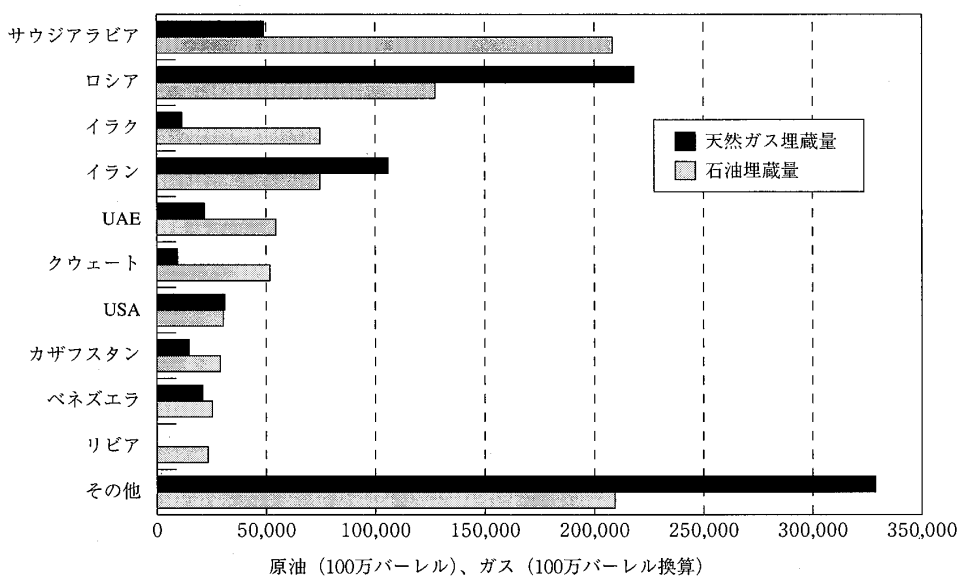
このように石油と天然ガスは生成過程からして同様のものでありながら、これまで需要地から遠い生産地では運搬が難しいことから天然ガスは開発の対象外とされてきた。しかし、近年天然ガスは石油に比べ二酸化炭素発生が少ないことから、環境問題を考慮した場合に利点があることも見直され、単価も上昇してきた。ましてや、パイプラインを敷いた

図2 ケロジェンから石油と天然ガスが生成する過程



注：石油と天然ガスは本来同源物質である。

図3 世界の石油・天然ガス埋蔵量



出所：本村 (2003)

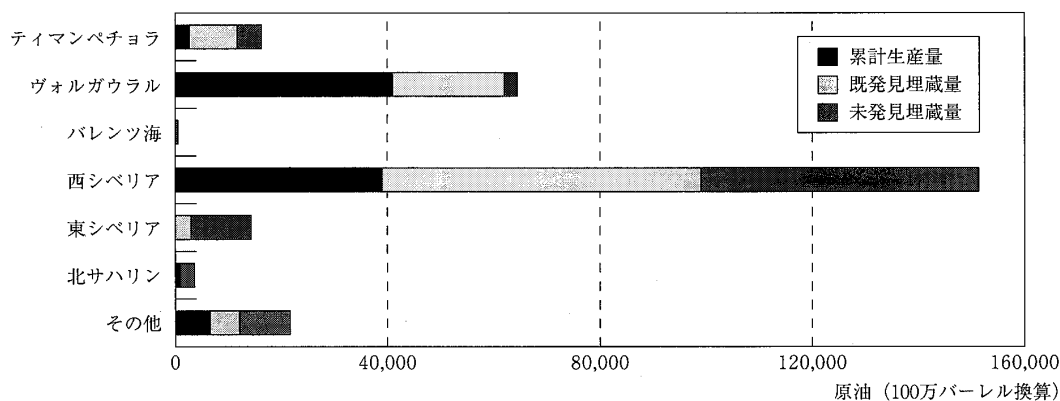
場合は、石油と天然ガスで運搬上の優劣はない。したがって、以下の議論においては、石油と同時に天然ガスも議論の対象として進めることとする。

世界的に見て石油はかなり掘りつくされた感があるが、天然ガスはこれまでの生産が少なかったことから、まだまだ残存鉱量があることが分かる (図3)。とくにロシアにおいてはもともと天然ガスの埋蔵量が多い (世界1位) のでその傾向が著しい。

3. 東シベリア石油・天然ガス埋蔵量の現在

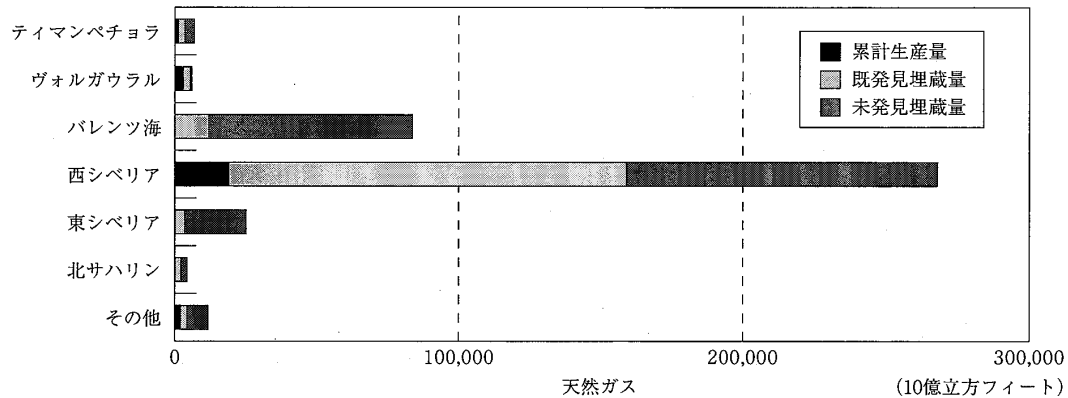
ロシアの残存原始埋蔵量は、石油で1,270億BBL (バレル)、天然ガスで1,300兆cu.ft (立方フィート) といわれている²⁾ (図3)。石油埋蔵量のうち、大半の約600億BBLは西シ

図4 a ロシアの地域別石油埋蔵量



出所：本村 (2003)

図4b ロシアの地域別天然ガス埋蔵量

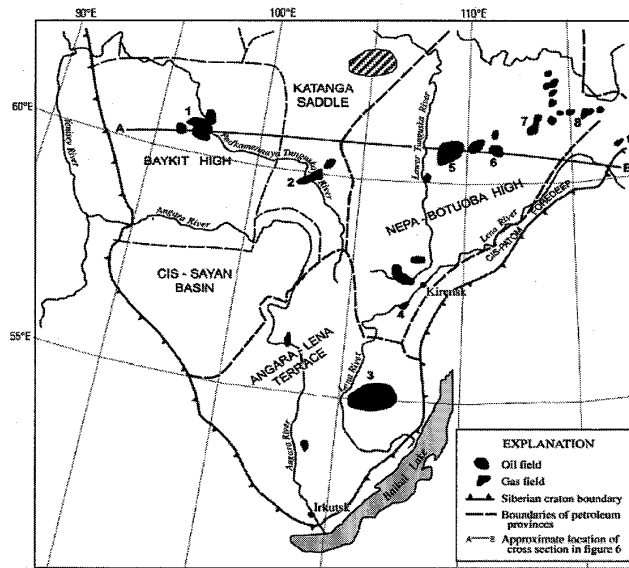


出所：本村 (2003)

ベリア地域にある (図4a中の既発見埋蔵量)。実際、上記の東方ルートパイプラインの前提として、これまで既存のパイプラインでヨーロッパへ輸出されていた西シベリア石油の一部が回されることになっている。その量は30~40万BBL/日程度とされ、残り120万BBL/日は東シベリアから供給されねばならない。東シベリアでは、いくつかの油田が発見されているものの、需要地からあまりにも離れているため生産に至っておらず、経済的に活用されていない (図5³⁾)。今回の東方ルートの開拓には、これら既発見未開発油田の活性化による経済刺激をロシア側は目的のひとつとして考慮済みである。

しかしながら、ここに大きな問題が存在する。既発見であることから既に試掘井は掘ら

図5 東シベリアの主な油ガス田の分布



出所：Ulmishek (2001)

注：1. ユルプチェン、2. スバ、3. コピクタ、4. マルコフ、5. ベルフネチョン、6. タラカン、7. スレドネボツォバ、8. ベルフネビリューチャン、9. パシクタク

れ石油の存在は確認されているものの、石油の埋蔵量は実際に生産してみなければ分からないからである。通常、成功した試掘井のデータから油層の広がりや予測し、何本かの探掘井を掘ってその広がりを修正し確認する。その資料をもとに開発計画を立て、さらに何本の開発井を掘ってどれくらいの量を何年間生産するかを決め、その経済効果を算出する。石油掘削にかかる費用は、条件によるが、1坑井につき100万ドルともいわれており、開発全体のコストに比べれば、まだまだ数%に過ぎない。大金をかけて開発に踏み切っても、計画通りの産出があるかは、開発井を掘って実際に生産してみなければ分からないものである。現在、東シベリアの可採埋蔵量は30億BBLといわれているが、そのほとんどは既発見したのみで開発に移行していないものである。したがって、未確認埋蔵量の110億BBLを合わせても開発に移行した際の不確実性が最も問題視されている。

これに対し、東シベリアの天然ガスは同じ開発上の不確実性は持っているものの、約21兆cu.ft.の未確認埋蔵量があるとされている。既発見埋蔵量3.6兆cu.ft.の約6倍にもなるという量的な面をここでは特記しておきたい(図4b)。東シベリアの天然ガスには、開発に関して石油と同じ不確実性を持ってはいるが、これまでの既発見量に対し大量の未確認鉱量が期待されているといえる。

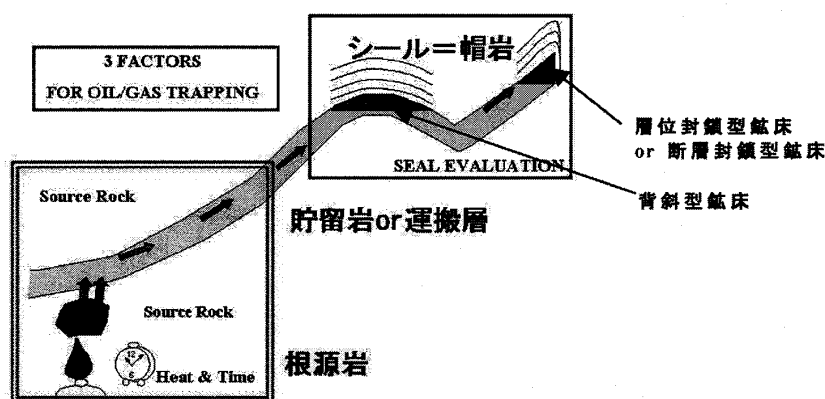
4. 東シベリアの石油・天然ガス田の特徴と開発上の問題点

東シベリアの油ガス田の石油地質学的特徴としては、まず、その出油層準が非常に古いことが挙げられる。世界的に見て産油層準としては、中東や北海など白亜紀(約1億年前から6,400万年前)の地層が最も多く、メキシコ湾沖や日本の油田などではもっと新しい第三紀(1,800万年前から200万年前)の地層に胚胎されているが、時代が古いものはきわめて少ない。東シベリアでは、貯留層のみならずその生成された時期も非常に古いと言われており、先カンブリア紀と呼ばれる6億年以上前に堆積した地層からも出油している。

ふつう、生成時期が古いと石油やガスが一時は溜まったとしてもその後の地質構造運動などで散逸してしまうケースが多い。東シベリアで例外的に古い時代に溜まった石油・天然ガスが現存しているのは、漏れを防ぐ緻密な帽岩(岩塩層など)の存在と急激な地質変動が起こりづらいシールドと呼ばれる地域にあたっていることによる。ただし、一部の天然ガスは、石油が長い時間をかけて反応して白亜紀以降に生成したことも考えられる(真柄欽次氏、談話による)。

そもそも石油天然ガスが貯留されるためには、根源岩、貯留岩、帽岩が同時に存在することが不可欠とされている(図6)。東シベリアでは、これら3要素がそろって長期間にわたって成り立ってはいるが、その理由は地域がシールドであるためほとんど地殻の構造運動を受けずにほぼ水平に近い地層で成り立っていることによる。事実油ガス田は、これらの緩やかな凹凸を示す地層の中で背斜とよばれる上方に凸状を示す構造や、斜面上で貯留層が上方に尖滅する場所に多く胚胎されている。前者は背斜型鉱床と呼ばれ、世界的に

図6 石油・天然ガス鉱床が成立するための3要素及び鉱床のタイプ



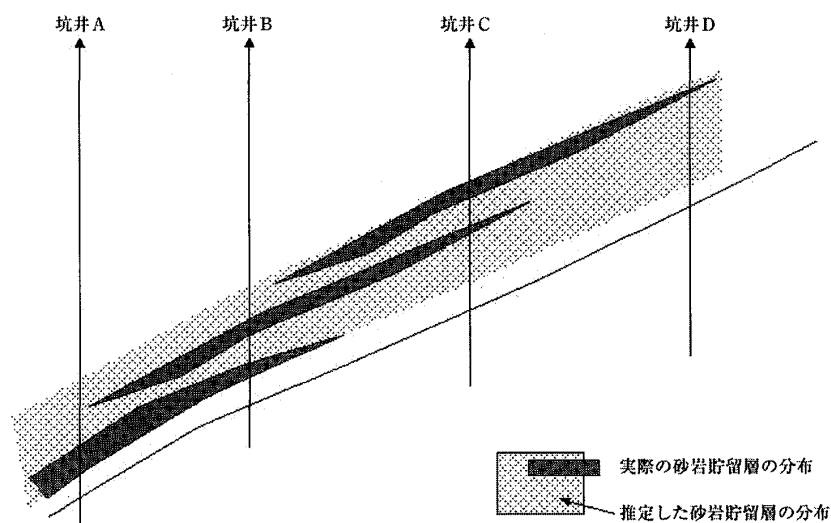
時代を問わず最も多く見られる典型的な集油構造であり、後者は層位封鎖型鉱床といわれ、やや特殊で発見の難しい集油形態である（図6参照）。東シベリアでは、通常発見が難しいとされる層位封鎖型鉱床が多いことが第2の特徴である。これは、ソ連時代の当時の西側諸国とは異なる理念で探鉱されたため、とにかく多くの試掘井を掘ったので、本来発見の難しいタイプの鉱床が発見できたことによる。

もうひとつの特徴は、一部の例外はあるが、各々の貯留層の発達不均質で平面的にも分布が限られている油ガス田が多いという点である。石油・天然ガス層における典型的な貯留層としては、砂岩や石灰岩などが挙げられるが、古い時代にはいずれも大規模な岩体を形成しなかったらしい。先カンブリア紀には、地球上のほとんどが海で陸は乏しく、厚い砂岩層が発達するほどの水力作用もなかったと考えられる。また、海中の石灰岩は大規模に発達したものもあったらしいが、その後の続成作用によってやはり孔隙率の高い部分は平面的にも限られたものになってしまった。このように一枚一枚は薄層で分布が限られているものの、平面的分布の異なる多くの層準に石油・天然ガスの胚胎があるため、油ガス田の面積は見かけ上大きなものになる場合が多く見られる。

上記の3つの地質学的成因から推測される東シベリア地域の油ガス田の特徴は、基本的には層位封鎖型鉱床が多く、砂岩貯留層では不均質で多くの薄層から成り立っていることである。また、シールド上に位置するため最近の構造運動の影響を全く受けていないことから、油層圧が低くほぼ静水圧に等しい。さらに東シベリアの一部地域では、地表が厚い溶岩で覆われており、下位層準の構造形態が地震探鉱で把握しづらいという条件が重なっている。

このような東シベリアに典型的に存在するであろう油ガス田においては、産油ガス層を坑井で確認しながらも個々の油層の分布範囲が異なるために、油田としての広がりや性状を見誤るケースが考えられる（図7）。すなわち、各坑井における確認貯留層を丁寧に吟味し各々の貯留層の連続性を評価しない限り、正確な総鉱量を算定することは難しい。また、

図7 ロシアの石油・天然ガス貯留層の特徴



注：薄層が重なって分布するため、鉱量評価を多大に評価しがちである。また、開発する上で生産性が問題となりやすい。

低圧の薄層であるため石油を生産しようとした場合、多くの坑井を掘削しなければならない。

このような状況下で石油天然ガスを生産していくことを考えると、1坑井あたりの生産量が限られていて（1坑井あたりせいぜい500BBL/日程度か）非常に開発しづらいことが分かる。つまり、埋蔵量があっても生産性が低いために、開発コストが多大にかかってしまうという難点がある。

5. エネルギー政策の変更——石油から天然ガスへ——

2. で詳述したように、石油と天然ガスは同源であり現に東シベリアでも石油と天然ガスが共存している。近年、石油より二酸化炭素の排出量が少ないことからクリーンなエネルギーとしての天然ガスが脚光を浴びている。東シベリアの開発に関しても、天然ガスも資源の対象とみなすべきである。また、3. で示したように、東シベリアの開発には多大な未確認鉱量の発見が予想されていることから、天然ガスも考慮に入れるべきであり、石油埋蔵量の不足分を天然ガスで補うという構想には、環境政策の上からも将来的には実現の可能性⁴⁾がある。

天然ガスは地震探鉱によってその存在が確認しやすく、東シベリアのような貯留層特性下でも、移動しやすいために生産性の低下は最小限に抑えられる。おそらく、1坑井あたりからの生産量は50~80万m³/日（1,700~2,800万cu.ft./日）程度は確保でき、それは熱量換算にして油生産量（前述500BBL/日）の約5倍にもなる。一方、パイプラインの敷

設には石油か天然ガスかで規格も違うことから、計画途中でそう簡単に変更できるものではない。しかしながら、いったん石油パイプラインルートとして開発された沿線に、追加の天然ガスパイプラインを敷くことは容易であろう。最近天然ガス・インテグレーションと呼ばれる経済戦略が石油企業においても推進されつつある。石油のみにエネルギー源を絞るのではなく、より長期的な天然ガスの利用を見越した開発戦略である。このような内外の動きに注目するならば、東シベリアパイプライン構想を原油のみに限る必要はないであろう。

現在東シベリア地域の油田については、日本と中国間で開発権の綱引きが行われている。契約決定寸前の中国ルートに太平洋ルートが割り込んだ形になっており、中国側は日本側牽制の意味からも東シベリアの油田買収に走っているという見方もある。現に中国国営石油公司（CNPC）は、これまでの原油収益で豊富になった財源を後ろ盾に、世界各地の石油開発にも乗り出している。もし、東シベリアの油田開発が予定通り進行しない場合、天然ガスも含めた開発計画になる可能性も十分に考えられる。日本側としては、少なくとも現時点において、東シベリア地域の天然ガス埋蔵量評価も行って、将来的な天然ガスを含めた戦略を考えておくべきである。

6. 石油政策上の提言——石油は西から——

もうひとつ、可能性として考えておくべきことがある。本稿4. で述べたように、東シベリアの石油・天然ガス開発には、各々の油ガス層の生産性が大きく関与する問題点が挙げられている。これに加えて東シベリアの場合、幹線のパイプラインが完成しても沿線に存在する油ガス田から幹線までの支線の建設は、各油ガス田の開発費用の一部となる。そのような事態を想定すると、支線パイプラインの建設距離次第では生産性をさらに圧迫することも考えられる。

前で記したように、東シベリアでは日中間で開発合戦が繰り広げられている現状がある。この際、石油を日本に送ることを最重要命題とするならば、『東シベリアのパイプライン構想』と『東シベリアの油田開発』を分けて考えることも戦略のひとつである。すなわち、パイプラインを流れる石油は東シベリア産に限らなくてもよいと考える。既に3. で述べたように、もともと東シベリアパイプラインは、既存のパイプラインを使って西シベリアの石油を最大40万BBL/日程度回すことを前提としている。この量は、現在考えられている西シベリアの生産量をもとに計算されている。ところが、図4 aに示したように、西シベリアの現存確認埋蔵量も未確認埋蔵量も東シベリアのそれを大きく上回っており、未開発油田の開発については、既に生産がなされていることからインフラの整備も充分に進んでいると考えてよい。最大の優位点は、実際に生産されていることから生産性に関するリスクが東シベリアに比べて格段に少ない点にある。したがって、西シベリアの油田開発を促進することによって、石油生産量を向上させ東シベリアに回す余力を持たせるという構

想も、現時点では大きな可能性を持った選択肢である。

もちろん、いつまでも西シベリアの石油に頼れというわけではない。ロシア側の目的のひとつである東シベリアの石油開発も当然のことながら進められねばならない。しかし、それは中国と競い合うようにして利権の取り合いをすべきものではないだろう。極東全体の経済的成長を促す長期的な計画が必要とされる。リスク回避の点からも、とりあえず西シベリアからの供給によって東シベリアの開発戦略の時期的調整を可能にすることが望ましい。

おわりに

東シベリアに関する日露交渉は2003年12月現在も継続中で、この間両国政府間でもいろいろなやり取りが非公式な接触も含めて活発に行われている。最近では、中国ルートパイプライン賛成派で、東シベリアで多くの油ガス田の権益を持つロシア大手石油企業ユコス社長が逮捕された。これは、結果的にロシア政府が中国側と親しい企業を制裁したことになり、パイプライン建設に関しては日本側に傾きかけているという見方も出てきているが予断は許されない。ロシア首相が訪日したが、結局のところパイプラインルートの決定は先延ばしになっている。

また、5. で述べたような天然ガス戦略もすでに開始されている。ロシアのルシア石油(英BPなどが出資)は、自社が権益を持つコビクタガス田から、北京を經由して韓国まで至る全長4,900kmにおよぶガスパイプラインの事業化調査(F/S)を行い、3国共同でアジア最長のガスパイプラインの建設計画を発表している。

このような種々の動きが変化する情勢の中で、日本の国益のみではなく極東全体の経済的成長を促す長期的な計画のもとに、ロシア、中国はもちろんのこと韓国なども巻きこんだ大きな構想の組んだ上で、機を見た機敏な行動が我々には必要とされている。5. 及び6. で記したような天然ガス戦略、西シベリア石油開発戦略を念頭に置きつつ、より大きな枠組みとして東シベリア石油天然ガス開発を環日本海4国(日・露・中・韓)の共同事業として立ち上げられないものだろうか。

*本報告は、北東アジア研究センターとNEAR財団との第1回共同研究会(第21回北東アジア研究会を兼ねる)として2003年5月に行った同タイトルの講演をもとに、その後の各国の動きや新しい考えを含め再構成したものである。同研究員として関わる機会を作っていただいた同センターの真柄欽次教授には、本報告の草稿を読んでいただき貴重なご意見をいただいた。(株)地球科学総合研究所の高橋利宏氏には資料を提供していただき、同増井泰裕氏ともども草稿を読んでいただいた。ここで述べた新しいアイデアも日常の両氏との討論の中から生まれたものである。以上3者にはここに記してお礼を述べる。また、島根県立大学林裕明氏からは、本稿を草する貴重な機会を提供いただいたことをここに記してお礼とします。

注

- 1) 藤盛一朗「日ロ平和条約への道」『ユーラシア・ブックレット』、No.48、東洋書店、2003、1～63頁.
- 2) 本村真澄「復活した石油大国ロシアとその背景にあるもの—石油・天然ガスの生産動向分析と地質ポテンシャル—」『石油／天然ガスレビュー』、No.1、石油公団、2003、20-48頁.
- 3) G. F. Ulmishek, Petroleum Geology and Resources of the Nepa-Botuoba High, Angara-Lena Terrace, and Cis-Patom Foredeep, Southeastern Siberian Craton, Russia, *U.S. Geological Survey Bulletin* 2201-C, 2001 (<http://geology.cr.usgs.gov/pub/bulletins/b2201-c>)
- 4) 真柄欽次「北東アジアの天然ガス資源と今世紀日本のエネルギー問題」『北東アジア研究』、No.2、島根県立大学、2001、109-120頁.

キーワード 東シベリア パイプライン 石油 天然ガス 層位封鎖型鉱床
開發生産性 西シベリア 埋蔵量

(Kazuo NAKAYAMA)