

第4章 シェール・ガスと新しい地政学

秋山 信将

はじめに

本章の目的は、2011年3月11日に発生した東日本大震災以降の日本のエネルギー安全保障のあり方について、市場環境の変化と地政学との関わり観点から議論する。特に、福島第一原子力発電所の事故後に停止した原子力発電が日本のエネルギー政策に与える影響の評価と、シェール・ガス/オイルの登場（すなわち技術革新）を中心とした化石燃料の需給体制における国際構造の変容によってもたらされる地政学的な変化を、中東を中心とする政治的不安定性を絡めながら議論し、それによって今後の日本のエネルギー安全保障のあり方の方向性について述べる。

東日本大震災後の国内のエネルギー需給を見てみると、夏や冬の電力消費ピークに伴って電力需給のひっ迫する事態が発生したり、燃料費等の増大による電力料金の値上げがあったものの、大規模な停電などは発生していない。この結果を見れば、日本のエネルギー需給体制は、短期的な供給途絶のリスク（すなわち「敏感性」¹⁾）についてはほぼ克服したとみることが可能である。これは、70年代の石油ショックを経て、石油を中心とする資源政策や、市場安定化に向けた供給国との協力関係の確立および需要国間の協調体制の構築、戦略備蓄体制の整備などを通じた従来のエネルギー安全保障戦略と、自国経済自身の体力に負うところが大きい。

しかしながら、敏感性の克服は、あくまでも現在の市場の構造が変化しないこと、および危機が短期的に終息することが前提となっている。中長期的に見れば、化石燃料市場において日本が大規模な輸入国であるという賦存条件は変わらず、またエネルギー技術において画期的なブレーク・スルーがなければ、当面日本のエネルギー消費量における化石燃料の占める割合は高いまま推移することになる。他方、このようなエネルギー調達構造の抱える潜在的な脆弱性の解消にまでは至らない。この資源依存国という前提だけが変化せずに、市場の構造や市場を取り巻く国際環境が変化した場合、日本の脆弱性が顕在化することになる。今後、原子力発電が以前と同レベルにまで回復することは中期的に想定できず、天然ガスや石油、石炭などの火力への依存が高まる一方で、シェール・ガス/オイルの登場が国際的な需給構造をどのように変化させ、それがどのような影響を日本にもたらすのかは、日本のエネルギー安全保障にとって重要なテーマである。

大口需要国であり中東への依存度を高めている、そして同時に大規模なシェール・ガス

埋蔵量を誇る中国とどのような関係を築くのか、中東における不安定要因をどのようにヘッジするのか、そして、シェール・ガス／オイルの登場によって、米国の行動がどのように変化するのか。また、こうした構造変化に対応するにあたって留意すべき点として日本の財政への影響はあるのか。

以下では、これらの要因が、現在の日本が抱えるエネルギー安全保障上の脆弱性（および敏感性）にどう影響を与えるのか分析し、その克服のための方向性を検討する。

1. エネルギー安全保障を考える枠組み

資源供給に係るリスクは、①資源の絶対量の不足、市場に十分に物資が出回らない状態、②物資は十分に足りているが、価格が高騰して、調達コストが異常に高くなり、経済への重大な圧迫要因となる状態、③消費国までは物資が到着し備蓄も十分にある状態ではあるが、何らかの理由によりエンド・ユーザーへの供給が行われない場合、が想定される。

なお、①の形態としては、生産そのものの技術的制約や生産国の戦略などによって市場に出回る商品自体が不足する場合と、需要地への供給ルート、すなわちシーレーンやパイプラインが遮断される場合がある。②は、急激な政治経済情勢等の変化によって交易条件が悪化し、より不利な条件による調達しか選択肢がなくなる状況や、リスクに敏感な投機筋の思惑による価格の高騰など市場の失敗などが主たる要因となろう。③は、地震や津波などの大規模な自然災害による流通システムの崩壊、何らかのトリガー要因による消費者市場のパニック心理がもたらす一時的な品薄状態などが考えられる。

こうした想定される事態の中でいかに安定的にエネルギー供給を確保していくかが問われるのがエネルギー安全保障政策である。エネルギー安全保障とは、『エネルギー白書』の定義によれば、「国民生活、経済・社会活動、国防等に必要な量のエネルギーを受容可能な価格で確保すること」とされる²。より具体的には、十分な量のエネルギーが提供され、それに対するアクセスが可能であり、またその価格も持続的な買い付けが可能である程度に受容可能であること、そして買い付けた資源を供給地から積出基地を經由して消費地である日本に運搬し、そして国内の最終消費地への輸送が完了するまでの過程において、障害が生じないことを意味する。

言うまでもなく、エネルギーの安定供給は、国家の経済および安全保障の根幹を成しており、とりわけ資源希少国である日本にとって海外からの資源供給を確保することは、国家の生存とほぼ同義であると言っても過言ではない。1970年代、ある意味では時代を先取りした形で安全保障概念の多元性を示唆した『総合安全保障』という概念は、この二度の石油ショックの経験の中から生まれてきた³。この概念確立を通じて、国家の生存にとって

重要なイシューとして、伝統的な国防の領域だけでなく、戦略的な物資・資源の供給途絶のリスクについても、国家として取り組む姿勢を明確にしようとしたのである。

日本のエネルギー安全保障に対する考え方は、70年代の二度の石油ショックを経て、国際石油市場が構造変化を遂げる中で形成されてきた⁴。石油ショックによる市場の変化を、日本が輸入する代表的な油種の一つであるアラビアン・ライトの価格推移でみると、かつて1バレル当たり2~3ドル程度で推移していた価格が、1973年の第一次石油ショックによって12ドルまで高騰し、1979年の第二次石油ショック時には34ドルまで高騰している。価格の高騰は、単に市場の需給バランスの変化や中東における危機によってもたらされたわけではない。この根底には、国際的な石油市場の構造変動があった。それまでは、主として需要国側の国際石油資本（メジャー）が供給も支配し、産油国と消費国の力学が消費国に有利にはたらいっていた。ところが、60年の石油輸出国機構（OPEC）の結成を経て資源ナショナリズムに目覚めた産油国がより自律的な石油戦略を採用し、70年代になると産油国は需要国に対して価格の形成においてより大きな影響力を獲得したのである。

こうした構造変化の上に中東危機が引き金となって石油ショックが発生したが、これに対して日本政府が構築してきたエネルギー安全保障政策には大まかに分けて三つアプローチが含まれていた。第一は、供給体制を安定的に維持するための方策である。そしてこれは大まかに二つに分類できる。危機管理と市場秩序の安定的な維持のための方策である。戦略備蓄やシーレーン防衛などは前者の危機管理、産油国との間の信頼醸成および、需要国間での国際エネルギー機関（IEA）を通じた戦略備蓄における協力体制の確立などは後者にあたる。2012年6月現在の石油備蓄は、国家備蓄が112日分、原油5011万キロリットル、製品13万キロリットル、民間備蓄（在庫）が86日分、原油1854万キロリットル、製品1904万キロリットル、合計198日分である。また、LPガスの備蓄についても、国家備蓄が20日分、63万5千トン、民間備蓄（在庫）が61日分、193万4千トンが存在する。これは、危機管理としての戦略備蓄体制がほぼ整ったと言ってもよいレベルであろう⁵。

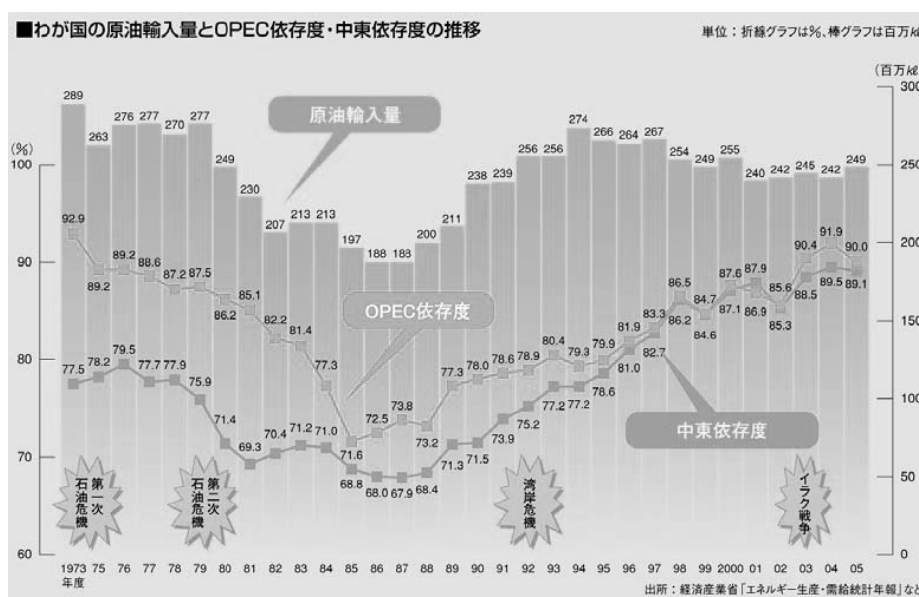
第二は、資源外交である。これは、石油の採掘権など上流の権益の確保を目指すものである。その目的は、資源の融通における便宜の獲得に加え、市場におけるレバレッジを得ることで価格の形成においても関与を強めていくことである。

第三は、エネルギー政策において、ある特定の資源への依存を減らして多角的なポートフォリオを組む、ベスト・ミックスの追求と省エネである。また、この中には、原子力発電⁶や新エネルギーの開発なども含まれる⁷。

70年代以降の石油および天然ガス価格の推移を見てみると、大まかに言って1980年以降2000年代後半までは安定的に推移し、地政学的なリスクによる変動も比較的短期で収束

している。

また、地政学的リスクの高い中東地域への依存度を下げていくことは、70年代以降の日本のエネルギー安全保障政策の一つの方向性であったが、以下の表が示す通り、80年代後半をボトムに、再び上昇傾向にある。これは、インドネシアやメキシコなど、中東以外の国からの輸入の伸び悩みが理由ではあるが、むしろサウジアラビアや UAE など中東の主要産油国と需要国との間の協調的な関係が確立されることにより、石油の安定供給が確保され、代替供給国を求める強力な誘因が消失したことも一因であろう⁸。



国際的なエネルギー供給の構造に照らして考えてみると、在来型石油資源の場合、資源の所在は様々な探査によってほぼ確定しており、資源の所在の変化によって供給者の構成に大きな変化がもたらされる可能性は、少なくとも短期的にはない。また、サウジアラビアなど安定的な供給者の存在により、市場を通じた価格の形成が比較的安定的に機能している。そのため、エネルギー安全保障の対策として、石油市場の構造的な問題にとりくむよりも、市場安定化により敏感性を低減させるための措置に重点が置かれてきたことは、政策的効率性を考えれば当然のことといえよう。

天然ガスの場合、グローバル・コモディティである石油が、各地の市場においてそれほど価格に大きな差異がないのとは異なり、その価格の形成は地域ごとに大きく異なる。しかし、基本的にはやはり天然ガスの調達においても現在のシステムのレジリエンス (resilience : 危機からの強靱な回復力) の強化、すなわち市場の安定的な機能を維持することが最も重要な対策であったと言ってよい。

近年になって、新興国の経済成長が顕著になり、そうした国の資源需要が高まる一方で、中国などを中心に海外の資源投資における競争も顕著になってきている。その中で、「資源確保指針」（2008年3月）が政府によって策定されている。これは、資源産出国による資源の国家管理強化の趨勢や、中国の国営企業による化石燃料資源の採掘権獲得の動きに代表されるような上流権益確保の動きが一層強まる中、民間企業の努力だけでなく政府も関与して探鉱・開発の権益や長期供給契約を結ぶことを意図している。「エネルギー基本計画」（2007年3月閣議決定）に基づき、重要な資源獲得案件（日本企業が関連する権益取得案件および長期供給契約案件等）、すなわち石油、石炭および天然ガス並びにウラン、レアメタルその他の鉱物資源に関し、それらの日本への安定供給に資する案件を政府全体で支援するための指針である。経済産業省は、資源戦略において今後注目すべき地域として3つの資源フロンティアに注目している。すなわち、①自然環境の厳しさやインフラの未整備から探鉱が行われてこなかった地域（東シベリア、北極圏、東アフリカ等）、②技術革新によって開発が可能となった資源（シェール・オイル、大水深等）、③国際情勢の変化によって開発が可能となった地域（イラク、リビア、一部アフリカ諸国等）という、地理的・地質的・地政学的フロンティアへの期待が高まっているとする⁹。

資源保有国においては、自国の資源をどのように経済発展に活用するか、その戦略に関心が高まっている。そこで、資源開発への投資を行うにしても、資源需要国間の獲得競争の激化や環境に関する規制強化などの諸条件を考慮に入れつつ輸出規制や税・ロイヤリティの引き上げの他、人材育成、インフラ整備、産業振興といった資源国の長期的な発展に資するコミットメントが資源供給の対価として求められることが多くなってきている¹⁰。これは、民間企業のみならず政府による多角的な政策や資金調達へのコミットメントが必要となっていることを示している。つまり、今後の資源確保戦略においては、より中長期的なビジョンに基づく、戦略的、政治的なレベルでの政策資源の選択と集中が求められることになることを示唆しているのである。

これらの考えを前提として、2011年3月11日の東日本大震災以降の日本の資源エネルギー戦略の置かれている状況について概観する。

2. 3.11 後の日本のエネルギーと財政リスク

2011年3月11日の東日本大震災によって東京電力福島第一原子力発電所でメルトダウンを伴った甚大な原子力災害が発生し、その影響によって日本の原子力発電はほぼ停止に追い込まれた。2012年3月現在、以前には54基あった発電用原子炉のうち、福島第一原発の4基は利用不可能になり、その他の原子炉については、2012年7月に再稼働した大飯

原発の2基を除き、すべてが停止状態にある。

これによって日本のエネルギー政策は大きな影響を受けることになった。従来日本の電力供給の約30パーセントを占めていた原子力が失われた結果、日本における電力の需給を安定させるためには、消費の削減（省エネ）、火力の増強、再生可能エネルギー等の利用拡大が必要となった。

政府は、原発への依存度低減を支持する世論の中で、2030年代に原発依存度をゼロにすることを盛り込んだ『革新的エネルギー・環境戦略』を採択した¹¹。再生可能エネルギーの供給については2030年までに電力供給に占める割合を30パーセントにまで高めること、省エネについても2030年までに10パーセントの消費電力削減の目標が盛り込まれた。しかしながらこれらの努力には短期的に需要を満たすという意味では限界があり、原子力の代替は火力発電の増加に依存することになった。

その結果、日本のLNG調達は短期契約やスポットなどでの購入を通じて、大幅に増加した。2011年度のLNG輸入は前年度から1262万トン増加の8318万トンであった。そのうち、1100万トンが電力会社による輸入増である。増加した輸入は、カタール、オマーン、UAEといったアラブ諸国、ナイジェリアや赤道ギニアといったアフリカ諸国、ペルーやトリニダード・トバゴのようなラテン・アメリカ諸国、それにノルウェーなどで、従来長期契約に基づく取引が小規模にとどまる、もしくはそもそも長期契約を持たない国からの短期契約やスポットでの輸入が多くを占めた。とりわけ、カタールからは、長期契約での600万トンに対し、短期契約で830万トンの追加供給を受けることになった¹²。

さらに、2013年1月30日に発表された2012年の貿易統計によると、原油・粗油やLNG、石炭などを含む鉱物性燃料輸入額は約24兆円で、LNGは購入数量が前年比11.2パーセント増加して8731万4千トン、輸入額では、同25.4パーセント増の6兆14億9400万円に膨らんだ¹³。

市場での天然ガス価格は、2011年4月から2012年3月にかけて米国内のスポット価格（ヘンリーハブ指標）では\$4/MMBTUから半額の\$2/MMBTUにまで下落する一方、日本着のLNG価格は、2011年4月の\$13/MMBTUから、2011年8月には\$16/MMBTUを超え、2012年3月には、\$17/MMBTUであった¹⁴。日本のLNG輸入価格と米国での天然ガス価格の乖離は広がっている。

日本でのLNG輸入が膨らむ一方、全世界で見てもアジアを中心にLNGの輸入増加の傾向が見て取れる。2011年のアジア市場における輸入量は15パーセント増加している（なお、全世界のLNG需要に占めるアジアの割合は63パーセントである）。これは、日本の原発停止による電力会社の需要増だけでなく、中国やインドという大口需要国をはじめ

めとするアジアにおける需要の増加が影響したものである。インドにおける LNG 需要の増加は 37.4 パーセント、中国は 36.1 パーセントに上る¹⁵。

アジア市場における需要増加は、LNG 市場における需給バランスの悪化（価格の上昇）、他の需要国と市場で競争になった際のレバレッジ（調達先の多角化やスワップ取引の可能な権益など）の有無、備蓄や他のエネルギー源への多角化などの実現具合によって、日本の脆弱性を高める一因となる。

今後のエネルギー安全保障を考えるうえで 1970 年代から 90 年代にかけての時代と大きく異なる要素として、日本の財政上の懸念を指摘する必要がある。したがって、エネルギーに対する支出の増加がもたらす日本経済のファンダメンタルズへの影響についても触れておく必要がある。

資源調達コストの上昇が恒常的な国際収支の悪化をもたらした場合、巨大な財政赤字を抱える日本の財政に対する市場の信認の問題へと飛び火する可能性がある。それはさらに今後のエネルギー安全保障政策において多様な方策を講じるうえでの財政面での制約要因にもなる。

長引く原発の停止により急増した化石燃料の輸入増大は、日本の経常収支の悪化を招いた。2010 年から 2011 年にかけて日本の貿易収支は 9.2 兆円悪化し、31 年ぶりに貿易赤字（2.6 兆円）を計上した。そのうち、4.3 兆円が化石燃料輸入に由来するものであった。4.3 兆円の輸入増加の内訳は、原粗油が 2 兆円、LNG が 1.3 兆円、石油製品が 0.8 兆円などとなっている。この 2010 年度から 2011 年度にかけて増加した 4.3 兆円のうち、価格要因は 4.1 兆円であるが、2011 年から 2012 年にかけてはより数量要因の割合が増加していると見られている。また、2012 年 11 月の経常収支が、1 月を除いて¹⁶比較可能な 1985 年以降はじめて 2224 億円の赤字に陥り¹⁷、さらに翌月も経常赤字を記録した¹⁸。これは、所得収支の黒字を飲み込むほどの貿易赤字が計上されているということの意味する。2012 年の経常収支でも、過去最少の 4.7 兆円でこれは前年比 50.8 パーセント減である¹⁹。さらに、円安傾向が顕著になった 2013 年 1 月の貿易収支（速報値）は、比較可能な 1979 年以降で最大の 1 兆 6294 億円の赤字を計上した²⁰。もちろん、円安は、輸出に有利に働くという点と、証券や海外の直接投資からの収益など所得収支の増加にも寄与するので、今後も継続して経常赤字が計上されるかどうかは不透明である。

しかし、化石燃料の調達が今後も必要とされるような状況が中長期的に継続し、さらに、ホルムズ危機や中東情勢の不安定化によって原油・天然ガス調達価格が上昇した場合、日本の経常赤字が定着する恐れがある。経常収支の悪化は、国債消化の資金に影響を与えかねず、市場はこれに反応しやすい。さらに、大量の国債残高を支えていた日本の貯蓄は、

家計貯蓄率の低下とともに、減少傾向にある。2012年の日本の家計貯蓄率は、1.9パーセントであり、3.7パーセントの米国の約半分、10.1パーセントのドイツの5分の1となっている²¹。

こうした状況においてエネルギー危機が発生し、それが長期化することになれば、日本のエネルギー・コストが高くなり、シェール・ガス開発により競争力を高める米国の産業に対して日本の産業競争力が低下する懸念と、日本の国債残高への懸念が相まって、日本の金融市場からのキャピタル・フライト（資本逃避）が発生する可能性がある。

このような財政上の懸念が、エネルギー安全保障上の複合的リスクもしくは帰結として存在することは留意しておく必要があるだろう。

3. シェール・ガス／オイル「革命」

次に、近年特に注目を浴びているシェール・ガス／オイル開発の動向が、エネルギー安全保障にどのような影響を与えるのか地政学的観点から概観する。特に本稿で取り扱うのは、中東における地政学のリスク、天然ガスの大需要国へと成長しつつある中国、そしてシェール・ガスの開発で先行し、国際的なエネルギー需給構造の上でそのポジションを劇的に変化させている米国の動向である。もちろん、欧州のエネルギー事情がシェール・ガス開発の動向次第で大きく変容していることは言うまでもないが、本稿で言及する地域・国については、日本のエネルギー供給体制により直接的な影響を及ぼすため、これらについて取り上げて議論するものとする。

(1) 中東の地政学リスク

米国におけるシェール・ガス／オイル資源の開発は、米国を2017年までに世界最大の産油国へと押し上げ、2020年代には自給を達成すると見積もられている²²。これは、原油価格の押下げに貢献することになるであろう。それによって日本の抱える敏感性の面での懸念は低下することが期待される。しかし、当面、石油供給における中東依存度が大きく低下することは見込まれない。天然ガスにしても、米国からのシェール・ガスの輸入が始まるのは早くても2016、17年ごろと見られている。米国からのシェール・ガスの輸入は、調達ポートフォリオの多角化を通じた市場におけるレバレッジとして有用ではあるが²³、引き続き中東からのガスの輸入は継続するであろう。したがって、米国におけるシェール・ガスの開発は、日本の敏感性の軽減に寄与することはあっても、石油に関して言えば中東への依存度が高止まりするという点においては、脆弱性は依然として残ることになる。中東における政治情勢の不安定性が地政学的要因としてエネルギー安全保障のあり方に与え

る影響は引き続き大きいものとしてとらえざるを得ない。

中東においては、二つの重大な懸念が存在する。一つはイランの核開発問題であり、もう一つは「アラブの春」後の政治的な不安定の拡大である。

核開発問題をめぐり欧米との対立が続くイランは、EU3+3 や国際原子力機関（IAEA）との交渉を断続的に継続しつつ、IAEA の保障措置協定に違反しない範囲において核兵器を製造するのに必要なウランの濃縮を継続しており、低濃縮ウランの保有量は着実に増加している。さらにフォルドウでは、より高性能な濃縮設備を山間地に建設している。また、2011年11月のIAEA事務局長報告書では、その付属書（Annex）において、イランの核計画における軍事的側面の可能性（Possible Military Dimension）を指摘し、パルチンの軍事施設における核兵器開発関連の研究開発の可能性に対しての懸念を強く示した。米国の科学国際安全保障研究所（ISIS）の報告書によれば、イランは2014年半ばまでに少なくとも核兵器1個分の核物質を製造できる見込みであるという²⁴。このような状態に、イスラエルは、イランの核兵器能力獲得の可能性に対する懸念を強めている。

さらに、イスラエルにとってみると、イランによるハマスへの支援も安全保障上の重大な脅威である。

現在のところ、体制変更を含む強制的な措置に消極的な米国政府の意向や、イスラエル国内において先の選挙で右派が退潮傾向を示したことにより、イスラエルがイランの核施設を攻撃する可能性はそれほど高くないと見られている。

実際にイランがイスラエルによる核施設への攻撃に対する対抗措置としてホルムズ海峡を長期間にわたって封鎖するような事態が実際にあり得るかという点については疑問もある。第一に、イラン海軍および空軍に対し、第五艦隊を中心とする米軍の戦力は圧倒的である。イラン軍が採りえる戦術は、小型のディーゼル潜水艦や特殊部隊を使つての機雷敷設や、タンカーに対する攻撃である。しかし、こうした作戦はむしろイランに対する全面的な武力による報復を招くリスクが高いために、採用しにくいであろう。さらに、米軍との圧倒的な戦力格差によってイラン軍が無力化されるのにはおそらくそれほど時間はかからず、また、機雷が敷設されたとしても、掃海作業にそれほど手間取るとは考えられない。

しかしながら、イスラエルとイランの間の軍事衝突が発生する潜在的な構造的要因が解消に向かっているわけではなく、偶発的な事態も含め、イスラエルによるイラン攻撃の可能性、そして、それに対するイランの対抗措置としてのホルムズ海峡封鎖やホルムズ海峡の海域における衝突のリスクは常に存在している。

ホルムズ海峡が封鎖されると、サウジ、クウェート、UAE、イラン等から1550万バレル

ル/日程度の石油供給が途絶することになるが、これは世界全体の需要の18パーセントを占める。ホルムズを迂回するパイプラインの供給能力は、サウジが465万バレル/日程度(サウジのペトロライン、サウジ横断イラクパイプライン)、UAE(アブダビーフジャイラ)が最大180万バレル、合計すると最大645万バレルである。また、ホルムズ海峡封鎖によって影響を受ける湾岸諸国およびイランを除くOPEC諸国の余剰生産力は62万バレル/日であり、これらを合わせても、ホルムズ海峡経由の平常の供給量の4~5割程度にしか過ぎず、一時的には供給不足が生じる可能性がある。

ただし、ホルムズ海峡が封鎖される事態に陥って一時的に石油の供給が途絶したとしても、IEA加盟国は、供給不足を回避するための石油備蓄を放出することになるであろう。IEA加盟国全体の石油備蓄量は、約15億バレル(2012年4月現在)で、これで約100日弱の石油消費を賄うことができると言われている。日本だけでも、国家備蓄と民間備蓄を合わせて約198日分の備蓄がある。

そのため、実際の需給バランスという観点からすれば、ホルムズ海峡封鎖だけでは量的な面での供給途絶は発生しないであろうと考えられる。したがって、イランによるホルムズ海峡封鎖により原油価格の一時的な高騰があったとしても、米軍が介入することになれば原油価格は下落に向かい、その結果、国際金融市場に対するインパクトは一時的なものに過ぎないことが予想される。

次に、ホルムズ海峡が封鎖され、天然ガスの供給が途絶した場合の影響について考察してみる。ホルムズ海峡の通行が不可能になった場合、カタール、UAEからの供給が途絶すると想定すると、世界全体の貿易量の33パーセント、短期3年ものでも28パーセントの供給が消失することになる。日本の場合、2011年のUAE、カタールからの天然ガス輸入は、合計1738万トン、全体の22パーセントを占めている。これに、ホルムズ海峡の外に位置するオマーンからの輸入を加えると、中東から日本へのLNG供給は全体の27%程度になる。

LNGは、輸送を可能にするため天然ガスの液化施設や特殊なタンカーの必要性という、流通メカニズムにおける物理的な制約がある財であるという性質上、大陸間の市場流動性はそれほど高くはない。ある特定の地域においてガス供給に不安が生じたとしても、すぐに他の地域に輸送を振り向けるということが簡単にいかない場合も少なくない。

このような量的な不足に加え、日本の場合、価格面におけるリスクも想定される。すなわち、LNGの輸入価格は原油価格と連動しており、中東における地政学的危機が発生した場合、単に中東からの供給が減少して需給がひっ迫するだけでなく、他の調達先からのLNGの輸入価格も上昇することになる。

さらに、国内の備蓄および緊急融通体制が石油に比べ脆弱であることが指摘されよう。民間在庫は、電力会社が半月弱、ガス会社が3週間弱程度となっている。石油と違い備蓄が義務付けられていないため、供給の途絶が長引けばより厳しい需給のひっ迫が発生する可能性が考えうる²⁵。

ここまで、ホルムズ海峡閉鎖のシナリオをベースに論じてきたが、おそらく、イランが採りうる対抗策として最悪のシナリオは、サウジアラビアの石油関連施設への攻撃により、サウジアラビアからの石油の輸出が数カ月以上にわたって不可能になることであろう。例えば、サウジで生産される原油の6割以上を処理しているアブカイクの処理施設や、ラス・タヌラの積出港などがミサイル攻撃によって破壊されるといったシナリオである。

その際、カタールからのLNGの輸出が継続されるとするならば、日本の石油の戦略備蓄が198日分であることを勘案すれば日本の石油・天然ガス調達体制には一定程度のレジリエンスが備わっていると見ることもできる。他方で、IEA 諸国間での備蓄放出における協調体制の維持および大規模消費国である中国やインドの備蓄体制²⁶によっては、グローバルな規模での石油危機に発展する可能性がある。その場合、すでに議論された通り、原油価格とリンクしている現在のLNG長期契約の価格決定方式では、調達コストの上昇にもつながってしまうため、日本のエネルギー政策にも中期的に影響が出てくることになる。

なお、本稿では紙幅の都合と情報の不確実性のために触れていないが、中東における政治的な不安定性を助長するリスクとしてムスリム同胞団の伸長がある。そしてこのムスリム同胞団へはカタールから資金が流れているとの指摘にも留意すべきであろう。また、サウジアラビア東部に多いシーア派住民の動向についても、イランとの関係も含め注意すべきである。

また、サウジアラビアについては、安定的な石油市場を支える構造自体に変化をもたらす可能性についても考慮すべきであろう。サウジアラビアは原油確認埋蔵量が2011年時点で2654億バレルと世界第二位の埋蔵量を持ち²⁷、生産量も日量930万バレルと世界最高水準である。一方、石油消費量は日量281万バレル（BP統計、2010年実績）で、年率8パーセント（ピーク時）の伸び率で増加している²⁸。このまま消費量が増加し続けると、2030年までにサウジが石油輸入国に転じる可能性があるとの指摘もある²⁹。

これまで、市場における重要なプレーヤーとしてその安定のために主導的役割を發揮してきたサウジアラビアが、石油輸出の収入減少によって財政基盤が次第に脆弱になり、サウード家への国民からの信認が低下し、不安定化するようなことがあれば、市場への石油の供給と需給調整を通じた安定化の両面から不安定性が増大する。

(2) 「チャイナ・リスク」

日本のエネルギー安全保障を考えるうえで、経済大国として台頭する中国やインドの動向をおさえておくことが重要である。とりわけ、中国は、資源の消費大国としておよび大規模なシェール・ガスの埋蔵量を誇る保有国としての両面から見る必要がある。

2010年から2035年までの世界の一次エネルギー需要の増加のうちアジア地域での増加がその3分の2を占め、その中でも中国での増加が全体の3分の1を占めている。2010年に中国は、日量480万バレルの原油を輸入しているが、これは前年2009年から17.5パーセントの上昇となっている。一方、天然ガスについては、2009年には世界第7位の天然ガス消費国になり、2011年には国産ガスの供給が前年比1割増、1000億立方メートルを超えたが、消費の伸びは前年比2割増とさらに高く、消費量は1300億立方メートルとなった。すなわち、香港の輸入量を差し引いた中国の天然ガスの輸入量は、279億立方メートルで、さらに2012年には約400億立方メートルに達すると見られている³⁰。LNGの消費量が増加するに従い、中国の国際LNG市場におけるプレゼンスは拡大の一途をたどっている。

中国のシェール・ガスの可採埋蔵量は、25兆800億立方メートル（2012年2月中国国土資源部発表）とも、36兆立方メートル（2011年4月米国エネルギー情報局発表³¹）とも言われている。ただし、この調査は中国全土での地質調査に基づいていないので、いまだに正確な数字はつかめていないといえる。2012年に国土資源部と国家能源局は、「シェール・ガス第12次五カ年計画（11～15年）」を公表している。それによると、中国は、この5年間に資源の評価、研究開発を進め、中国の地質条件に適したシェール・ガス探鉱開発技術を形成し、重要な施設の自主開発を行い、目標として国内のシェール・ガスの生産を、2015年までに65億立方メートル、さらに次の5カ年計画では2020年に660億～1000億立方メートルという生産目標が盛り込まれているとされる³²。

しかし、この資源開発が抱える課題は二つある。第一に、資源が、採掘が困難な地域にあると見られていることである。例えば、四川省では、地層の褶曲が大きい。またタリム盆地は、そうでなくても水資源の乏しいところであり、シェール・ガスを取り出す際に高圧力で注入する水の確保が大きな課題となろう。

第二に、シェール・ガスの採掘に必要な技術力の課題である。中国においても、既に在来型の石油・天然ガス、および炭層メタンの開発で水平坑井や水圧破砕などの技術が用いられているが、シェール・ガス開発への適用にあたっては、個別技術の一部の水準が不十分であることに加えて、技術を組み合わせて生産を最適化する技術能力が不足しているとみられる³³。そこで、中国は海外、特に米国からの技術移転を目論み、シェール・ガス会社への出資やCNPC－シェル共同研究開発協定、SINOPEC－エクソン・モービル共同研究

開発協定などを通じて、早期の技術移転を図っている。なお、米中間には、2009年に胡錦濤国家主席が訪米した際に締結された「米中シェール・ガス資源イニシアティブ」がある³⁴。ただし、米国側は中国国内における外資の参入規制とも相まって、30年かけて蓄積してきたノウハウを移転させることで中国が「後発者の利益」を安価に得ることに對して慎重であると伝えられる³⁵。

政府はエネルギー安全保障の観点からシェール・ガスの早期開発に意欲的であるが、PetroChina、SINOPEC、中国海洋石油（CNOOC）の中国の三大石油会社は技術の成熟度や経済合理性から、シェール・ガスについては技術開発や調査を進めつつも、タイトガスや炭層ガス（Coalbed methane、CBM）の開発により高い優先順位をつけている。中長期的に見ると、中国のLNG輸入インフラ整備の進捗状況や、シェール・ガスの開発の遅れ次第によっては、中国が輸入LNGへの依存度をより高めていく可能性がある。

その場合、日本を含む周辺諸国のLNG調達にも影響が出てくることになる。中国が自国のシェール・ガスを開発すれば、調達コストの高い輸入LNGは中国市場から減少していき、日本にとっては価格面においても契約交渉面においてもよい条件での調達が期待できるが、開発が計画よりも遅延する場合には、引き続き需要が拡大する中国との資源の「奪い合い」の懸念も残る。

石油資源の面でも、中国との競争に直面しよう。中国の国営石油企業は、積極的に海外の資源開発に投資を行っており、2010年後半までに、31カ国で操業、そのうち20カ国でエクイティ・オイルを持っており、また2010年に中国の国営石油企業は、ラテン・アメリカなどで160億ドルの投資を行っており、海外の資源開発に積極的に参入している。

（3）ゲーム・チェンジャーとしてのシェール・ガス／オイル革命：米国の役割の変化

米国やカナダからのシェール・ガス輸入が可能になるとすれば、安定的な供給源を確保することになる。また供給減の多角化、つまり政治情勢等が比較的不安定な他の供給国への依存度を低減することが可能になる。長期にわたる日米二国間関係の安定性を勘案すれば、こうした敏感性を軽減するメカニズムは構造レベルに近いところまで確立され得るであろう。それによって、さらに、そのような不安定な供給国からの供給途絶による短期的かつ急激な需給の悪化に際し、緊急の対策として融通を受ける可能性も高まる。したがって、敏感性を軽減する観点からもその有効性が期待できる。

ただし、米国からのシェール・ガスの輸入が増加することにより、日本経済が新たな構造上の脆弱性を抱える可能性も指摘されよう。その第一は、米国の中東政策へのコミットメントの変化の可能性である。

第二は、貿易収支の構造的変化である。これまで日本からの出超が続いていた二国間の貿易収支であるが、シェール・ガスの輸入や米国企業の競争力の高まりによって、米国側に有利に変化する可能性がある。その場合、従来のような米軍のアジア太平洋における前方展開を日本が財政的に支えるという構図を維持することが政治的に可能なかどうか疑問が高まる懸念がある。同時に、次に述べるように、中東の秩序安定においてより大きな役割が求められることになることも想定される。

米国がガス、石油の自給を達成することにより、米国の対外戦略上の中東の位置づけも変化する可能性がある点について、まず最初に二つの留意事項を示しておく必要がある。第一に、米国が国際秩序に対して引き続きリーダーとしてその形成と維持に対する意欲を持っている限り、中東におけるパワー・プロジェクションの象徴でもある第五艦隊が撤退するといったような劇的な変化が米国の戦略的姿勢に起きることは想定しがたい。第二に、第一の事項とも関連するが、米国内の政治環境においては、イスラエルを「見捨てる」という政策の選択肢は採用しにくい。これらが前提となるとはいえ、中東からの資源供給が減少し、シーレーンの安全保障確保を含む中東における秩序の安定と維持のために、自らがコストを負担するインセンティブは低下する。少なくとも国内での、コストのかかる中東へのコミットメントを減少させるような政治的圧力が高まることになるであろう。

となると、資源獲得において中東への依存度の高い日本や中国（自国のシェール・ガスの開発が中期的には劇的に進まないことを想定）などへのシーレーンの安全保障において相応の分担を求めてくる可能性も出てくるであろう。現在でも中国が輸入する原油の77パーセントがホルムズ海峡を通過していると言われており、さらに2015年には、日量350万バレルが通過するとみられる。このことはすなわち、シェール・ガスおよびオイルの開発が大規模に行われぬ限り、エネルギーにおける中国の中東依存はしばらく継続することを意味している。

その際に日本は、同盟国である米国との間だけでなく、資源獲得においてはライバルでもあり、市場の安定化やレバレッジの獲得などによって「アジア・プレミアム」の解消のためには共闘の必要な中国との間に、中東という東アジアとは離れた地域においてどのような海洋の安全保障をめぐる関係を構築していくのかというビジョンが必要となる。

まとめ

中期的に見れば、シェール・ガスの登場が日本のエネルギー安全保障上の「敏感性」の低減に貢献する可能性は高い。それは、資源の価格低下や、あるいは調達先の多角化を通じた契約交渉におけるレバレッジの確保を通じて実現されよう。調達先の多角化というこ

とでは、本稿では触れていないが例えば、シェール・ガスの開発が欧州で進むようになれば、米国向けが想定された中東からの LNG の欧州市場への流入で押し出された格好になったロシアの天然ガス・ビジネスはよりアジア市場へと目を向けるようになるであろう。日本という需要国が抱える対供給国関係でいえば、需給構造の根本的な「脆弱性」の軽減に寄与する割合は、当面のところ比較的小さいと言えるが、多角化はその軽減に貢献しうるであろう。また、シェール・ガスの開発が米国で先行し、欧州や中国などにおける開発は遅れているのに加え、まだ埋蔵量の確認がなされていない地域も多くあり、世界全体としてどのような形で資源の需給構造に影響を与えるのか定かではない。

逆に確実なのは、中国、インドをはじめとする新興国での資源の需要は継続的に増加することであり、とりわけ中国との関係では、資源輸入国同士として LNG の調達価格やシーレーンの防衛等、協調していく必要のある面と、市場や資源開発の権益獲得における競争の面が共存する、単なる win-win もしくは zero-sum として割り切れない複雑な関係性を持つことになる。中国とどのような形でエンゲージしていくのが望ましいのか、対話と信頼醸成を強化する中で模索していく必要がある。

さらに、今後も引き続き中東への依存状況が変わらないとするならば、中東における政治変動に対するリスクにどう対処すべきか、そのリスク軽減のための対処方針と危機管理が求められよう。その中には、従来行っている戦略備蓄や国内の流通における安定供給の担保も含まれるが、とりわけ今後より一層地域への政治的な関与（プレゼンスの強化）が求められよう。アルジェリアにおいて BP の天然ガスプラントがテロリストに襲撃されて日揮やその関連企業の社員が犠牲になった事件は記憶に新しいが、中東・北アフリカ地域において政治的な不安定性が存在する国では、資源開発においてはこのようなリスクは当然ついて回る。中期的な政治変動への対処（これは主として社会経済開発等への支援による社会の安定化への貢献によってなされることになるだろう）と共に、その関与がより適切かつ効果的であるためには、インテリジェンスの強化が必要になる。

そして、米国との関係については、2016 年とも 2017 年とも言われる米国からのシェール・ガスの供給の開始が日本のエネルギー安全保障にポジティブな影響を及ぼすことは間違いない。他方で、これは日米関係全体に構造的な変化をもたらす可能性がある。米国の貿易収支が改善する一方で、日本の貿易収支が悪化するような状況が出現すれば、米国の前方展開を日本が財政的に支えるという従来のアジア太平洋における日米同盟の安全保障上の構造の一部が維持できなくなる可能性がある。また、米国が石油調達において中東への依存度を減らしていけば、中東の秩序の安定に対して、とりわけシーレーンの防衛等においてその受益国に負担を求めてくることになることは想像に難くない。

このように見ていくと、シェール・ガスの登場は日本のエネルギー安全保障を取り巻く地政学的環境に大きな変容をもたらすことがわかる。その中で日本が当面天然ガスを中心とする化石燃料への依存を低減させることができず、貿易赤字を計上し続けることになれば、より積極的な資源戦略が必要であるにもかかわらず財政上の制約によりそのような施策が取れない、すなわち脆弱性を受容せざるを得ない状況が出現する。このような財政上の課題の克服、原発の安全な再稼働を含む化石燃料調達コストの低減などの施策が求められるところである。それも合わせ、今後さらに外交、安全保障、国内の経済政策、対外的な国際経済政策をどのように総合していくのか、その構想が問われることになる。

最後にこうした状況を打開する可能性の一つとして技術革新の持つ可能性について触れておきたい。例えば、千代田化工が研究開発を進めている、水素の大量貯蔵技術を使った「水素サプライチェーン構想」である³⁶。これは、化石燃料を利用する際に発生する炭酸ガスの回収と貯留に必要なエネルギーを高価な日本の輸入エネルギーを使用することなく、炭酸ガスの貯留場所で水素製造を行い、トルエンに水素を化学的に固定する（水素化反応）ことで水素の常温・常圧での輸送、貯蔵が可能になる（そのため、水素をキャリアにしてエネルギーの輸送が可能になる）技術である。このような技術の提供を通じて、資源国との協力関係を強化していくことは、省エネ・環境対策、資源ポートフォリオの多様化、そして二国間関係の強化という三つの面で貢献することになる。その意味では、原子力も含めエネルギー分野やその周辺産業（高性能の鋼管など）における技術力の強化も日本のエネルギー安全保障戦略にとっては極めて重要な要素として認識されるべきであろう。

—注—

¹ ジョセフ・ナイとロバート・コヘインによる「複合的相互依存」論の概念を援用して概念的に整理すると、エネルギーの安定供給を阻害する、「脆弱性」と「敏感性」をいかに緩和していくか、ということになる。

「脆弱性」とは、主体が重要と考える変数（指標）に起こった変化を、自らの内部状況や外部状況を変化させることで許容範囲に戻すことができるかできないかの度合いであり、主として、中長期的な構造的変化を指す。すなわち、既存のシステムの構造自体の変化を意味する。

また、「敏感性」とは、システムのある部分が変化したとき、システムの他の部分が単位時間あたりの程度変化したかを意味する。これは、システムの全体的な構造には変化は生じないものの、短期的に政策や状況の変化によってどの程度国家・社会が影響を受けるかの度合いを示す。

Cf. Robert O. Keohane and Joseph S. Nye, Jr., *Power and Interdependence: World Politics in Transition* (Boston: Little-Brown, 1989).

² 『エネルギー白書』2011年。

³ 衛藤審吉・山本吉宣著『総合安保と未来の選択』（講談社、1991年）参照。

- 4 ただし、海外での資源獲得や、先進資源消費国（OECD 諸国）との協調などについては 60 年代から日本国内で議論されてきた。
- 5 当然ながら、これをどのようにエンド・ユーザーに配るのか、という点については課題も指摘されよう。東日本大震災の結果として得られた教訓として、国内の流通におけるセキュリティの確保についても言及する必要がある。
- 東日本大震災後の日本国内におけるエネルギー供給をめぐる問題は、エネルギー安全保障の問題は単に供給地から日本の水際までで終了する問題ではないことを示している。東日本大震災時に発生した被災地における燃料供給の障害は、供給ルートである道路が幹線および末端の双方において大きな被害を受け、比較的復旧の早かった幹線道路を通じて需要地近くまでの搬送は可能であったが、そこから末端の需要者への供給が停滞した。
- また、市場における心理の影響も指摘されよう。震災直後、日本各地で発生したガソリンスタンドで給油を待つ長い列は消費者の供給途絶への危機感から起きたものであるが、実際に列に並んだ車の多くは、5 リットル、10 リットルの給油であったという。同様の事態は、70 年代の石油ショックにおいても発生している。1973 年の石油の輸入量は、実際には前年比で増加を示しており、すなわちそこには量的な危機は発生していなかった。しかしながら、価格の高騰とそれによって引き起こされた市場の心理によって危機が発生したのである。
- 実際、数字の上から見れば日本の石油備蓄はこのような危機に対応するには十分な体制にあると言えるが、このような心理的な反応に対するクライシス・コミュニケーションの重要性は指摘されるべきであろう。
- また、東日本大震災の際には、自衛隊の燃料補給に関する点でも万全の状態ではなかったとの指摘もあり、どのようなセクターにどのように資源を配分するのか、優先順位付けやその配分の方法についても検討が必要である。
- 6 核燃料サイクルの確立を含めた原子力発電は、まさに 70 年代の石油ショックの時代に、準国産のエネルギー資源の確保が強く意識され、推進されたことに留意。
- 7 1980 年に大平正芳首相（当時）に提出された、総合安全保障研究グループの報告書など参照。
<http://www.ioc.u-tokyo.ac.jp/~worldjpn/documents/texts/JPSC/19800702.O1J.html>
- 8 当然、中東の質的に劣る原油を精製する施設を日本が持っており、大型タンカーでの輸送など採算面でも好条件であるなど、経済的な理由もあることは言うまでもない。
- 9 経済産業省『資源確保戦略』（第 15 回パッケージ型インフラ海外展開関係大臣会合 報告資料）平成 24 年 6 月、10 ページ。<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/shinenseisaku2.pdf>
- 10 同、6 ページ他。
- 11 ただし、この文書自体が閣議決定されたわけではない。閣議決定では、エネルギー・環境会議が決定した同文書を「踏まえて」、今後のエネルギー・環境政策は、「関係自治体や国際社会等と責任ある議論を行い、国民の理解を得つつ、柔軟性を持って不断の検証と見直しを行いながら遂行する」とされている。平成 24 年 9 月 19 日閣議決定「今後のエネルギー・環境政策について」。
- 12 GIIGNL, *The LNG Industry in 2011*,
http://www.giignl.org/fileadmin/user_upload/pdf/A_PUBLIC_INFORMATION/LNG_Industry/GIIGNL_The_LNG_Industry_2011.pdf
- 13 財務省『報道発表（平成 24 年分（輸出確報；輸入速報<9 桁>））』、平成 25 年 1 月 30 日、
http://www.customs.go.jp/toukei/shinbun/trade-st/2012/2012_115.pdf
- 14 森川哲男『東日本大震災後の LNG 需給の状況』、IEEJ、2012 年 6 月、<http://eneken.ieej.or.jp/data/4374.pdf>
- 15 GIIGNL 前掲資料。
- 16 1 月は正月休みなどで黒字幅が縮小しやすいという。
- 17 Reuter 「焦点：赤字転落の経常収支、定着せずとも日本の「稼ぐ力」に疑問」、2013 年 1 月 11 日、
<http://jp.reuters.com/article/topNews/idJPTYE90A04X20130111>
- 18 Reuter 「2012 年の貿易収支は過去最大の赤字、32 年ぶり大幅更新」、2013 年 1 月 24 日、
<http://jp.reuters.com/article/topNews/idJPTYE90N00020130124>
- 19 FNN ニュース、「2012 年経常収支 黒字幅が 2011 年より半減、過去最少に」、2013 年 2 月 8 日、
<http://www.fnn-news.com/news/headlines/articles/CONN00240169.html>
- 20 財務省『報道発表（平成 25 年 1 月分貿易統計（速報）の概要）』平成 25 年 2 月 20 日、
http://www.customs.go.jp/toukei/shinbun/trade-st/gaiyo2013_01.pdf
- 21 *OECD Economic Outlook*, Volume 2012 Issue 2, No.92, December 2012, Annex Table 23,
<http://www.oecd.org/economy/outlook/economicoutlookannextables.htm>
- 22 IEA, November 2012.
- 23 例えば、関西電力が BP との間で結んだ LNG 調達契約では、調達価格の決定は、原油ではなく天然ガス価格指標にリンクしており、BP が保有する複数の供給源から供給を受けるポートフォリオ契約を採用している。これは、現在の市況下においてはより安価な価格での調達を可能にし、また複数の

供給源があることからリスクヘッジにもなりえる。

このような契約は、シェール・ガスが天然ガス市場全体に与える影響により、BP が売り先の確保を優先したものとの見方もあり、そうだとすれば、ポートフォリオの多角化や交渉のレバレッジといった意味で、シェール・ガスの存在は大きいともいえる。契約形態および内容は、エネルギー安定供給のための重要な要素ではあるが、本稿の主題ではないのでここでは踏み込まない。

²⁴ The Project on U.S. Middle East Non-Proliferation Policy, *U.S. Non-Proliferation Policy in the Changing Middle East*, ISIS, January 14, 2014, p.30.

²⁵ 例えば、2005年8月から9月にかけて、ハリケーン・カトリーナが米国のメキシコ湾を襲った際に天然ガスの方が価格面での変動は激しかった。

²⁶ 中国は、2020年までに5億バレルの戦略備蓄を達成する計画を進めていると言われる。現在の中国の一日当たりの石油消費量は、967万バレル（出典：BP Statistical Review of World Energy 2012 - Oil: Consumption, 2011）である。したがって、計画が達成されればおよそ50日分の石油が備蓄されることになる。さらに、現在商用備蓄が約20日分ほどあると見られている。

インドは、石油需要の約75%を輸入に依存しており、2025年ごろには中国、日本に次ぐ石油純輸入大国になるものとみられている。政府は戦略石油備蓄体制の構築を決定、Oil Industry Development Board (OIDB) に Indian Strategic Petroleum Reserves Limited (ISPRL) を創設し、備蓄プロジェクトを開始した。2012年末までに850万トン（6,263万バレル）備蓄体制とする計画であるが、現在の1日当たりの消費量347万バレル（出典：BP Statistical Review of World Energy 2012 - Oil: Consumption, 2011）からすれば、わずか18日分にしか過ぎない。

JPEC 海外石油情報（ミニレポート）「急成長するインドのエネルギー需給とその戦略」、平成23年1月28日、http://www.pecj.or.jp/japanese/minireport/pdf/H21_2010/2010-030.pdf

²⁷ 一位はベネズエラの2965億バレル。

²⁸ 1人当たりの石油消費量は日本の2倍以上にあたる1日15リットル超とされる。

²⁹ “Saudi Arabia May Become Oil Importer By 2030, Citigroup says,” *Bloomberg*, September 4, 2012.

需要増に伴う石油資源枯渇の可能性も踏まえ、サウジアラビア政府は代替エネルギーの開発に着手している。2030年までに16基の原発を建設する計画を発表し、太陽光など再生可能エネルギーへの投資も進めている。

³⁰ 竹原美佳「上海ハブ、シェールガス大国誕生か？～中国のガスをめぐる状況～」、『石油天然ガスレビュー』、2012年11月、Vol46, No.6、27～28ページ。

なお、2012年6月のLNG平均輸入価格は、\$11.6/MMBTUで、日本の同月のLNG平均輸入価格\$16.8/MMBTUより約5ドル安い。

³¹ EIA, *World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 regions Outside the United States*, April 2011.

³² 竹原美佳、前掲論文、37ページ。

³³ 電力中央研究所 研究報告書、上野貴弘他『中国はシェールガスの開発技術を獲得できるか』2012年4月。

³⁴ ただし、このイニシアティブは、まだ名目的なものに過ぎないとの見方もある。

³⁵ 他方、中国系技術者が米国のシェール・ガス会社へ浸透しており、そうした人材を通じたノウハウの移転を指摘する声もある。

³⁶ その概要については、千代田化工のホームページを参照。
<http://www.chiyoda-corp.com/technology/future/hydrogen.html>