

北極圏の石油・天然ガス資源：開発の問題と展望

ロシア科学アカデミー石油ガス問題研究所副所長 アレクセイ・マステパノフ

21世紀前半の世界経済及び世界のエネルギー産業の発展に影響を及ぼすであろう地政学上の現実課題の一つとして、北極圏、特にその大陸棚の炭化水素資源の開発がある。到達することが困難なこの地域が、世界中に類例を見ないほど、石油・天然ガス企業の注目を集めているのだ。厳しい気候も、彼の地の気温がときおりマイナス60度まで下がるという事実も、彼らを留めることはできない。沿岸5カ国（アメリカ、カナダ、デンマーク、ノルウェー、ロシア）以外に、中国のような経済大国も含め20カ国以上が、北極圏の資源争奪に名乗りを上げている。その主な理由は、この地域の予想資源量が莫大であることだ¹。

世界の様々な国々が、北極圏の炭化水素資源に関するデータを定期的に発表しているが、これらの評価はまったくバラバラである。例えば、アメリカ地質調査所（USGS）の専門家は、石油及び天然ガスの未調査可採埋蔵量の5分の1が北極圏に存在すると考えている。彼らの評価では、この地域の石油の潜在的な埋蔵量は900億バレル、天然ガスについては47.3兆 m^3 、ガスコンデンセートについては440億バレルとなっている。USGSの評価によると、北極圏全体で、世界の未発見石油資源量の最大で13%、天然ガスでは最大で30%が存在する[3]。

コンサルティング会社「ウッド・マッケンジー」の専門家は、この地域の石油及び天然ガスの未探査資源量は石油換算で1,660億バレル、探査済のものは2,330億バレルだと評価した[4]。「トタル」社の評価によると、北極圏の炭化水素の資源ポテンシャルは650億バレルから、最大で2,150億バレルとなっている。ちなみに、これは、USGSの2008年の同様の評価の約半分である[5]。

多くの専門家が、より高めの評価をしている。例えば、北極圏の潜在的な原始資源量を3,000億～3,960億バレルと評価するものがある[6]。

これらの資源の大部分が北極海の大陸棚に存在している。同じくUSGSの評価（2009年）によると、北極圏大陸棚には、世界の大陸棚の炭化水素資源の58%が集中し、そのうち78%は天然ガスである[7]。ロシア科学アカデミー

石油ガス問題研究所の専門家ら（V.ボゴヤブレンスキー、2011年）が行った評価によると、北極圏大陸棚の石油埋蔵量は約10億トン、天然ガスは9.4兆 m^3 となっている[8]。

このような評価のバラつきは、まず、北極圏の、特に北極海大陸棚の地質調査が、最近まで事実上不可能だったことによる。現在でも、大陸棚の地質調査は初歩段階である。なぜなら、現代の技術ではまだ厳しい気候条件下で大深度まで掘削することは不可能だからだ。そのため、この地域の炭化水素の埋蔵量・資源量について存在するすべての評価は、裏付けがあるものというよりは、むしろ期待値である[4]。

このことは、全般的な地質・地球物理的な調査の度合いにかなりのバラつきがあり、それでいて全体として調査水準がとても低いロシアの北極圏大陸棚にも完全に当てはまる。よく、あるいは比較的好く調査されたベチョラ海及びバレンツ海南部の大陸棚と並び、（バレンツ海及びカラ海、ラプテフ海、東シベリア海、チュコト海それぞれの北部といた）北極圏のかなりの面積で、広い間隔をおいてしか地震探査がなされていない。ロシアの東部北極海の大陸棚全体で、タイミルから米国との協定上の海上国境線までの間に坑井は一つも掘られていない。

多数の専門家が低すぎると考えている公式評価によると、ロシアの北極圏大陸棚の炭化水素の潜在的原始資源量の合計は石油換算で1,130億トン、そのうち可採資源量は600億トンとなっている[9]。

この種の坑井が全部で約470カ所掘られたアメリカ及びカナダの北極圏大陸棚では異なる状況がある。過去40～45年間だけで、大手の民間石油・天然ガス企業が、新しい炭化水素資源の開発に本腰を入れる政府の積極的な財政的、学術的支持のもと、ここに200以上の調査井・探鉱井・開発井を掘った[11]。

世界金融・経済危機後の2010年から、北極圏大陸棚における地質探査活動が新たな活気を帯びている。実のところ、複数の専門家が指摘するように、これらの活動の実用上の将来展望はまだ一様ではない。先駆者となったのは、

¹ ロシア外務省付属モスクワ国際関係大学のV.カルソフ教授の指摘によると、中国経済のグローバル化は、北極圏も含む各方面での同国の政治的積極性を伴っており、それは決して、国際社会によって一様に理解されているわけではない。例えば、デンマークでは、「北極圏に合法的な経済的、学術的利害を持っている」と考えられている一方、カナダでは、中国が「北極圏諸国の主権を脅かしている」と確信されている[1]。インドでも北極圏の開発は優先的プログラムだと認識されており、それによってインドはこの地域における自国の経済的、政治的立場を強化しようとしている[2]。

2010～2011年にグリーンランド沿岸における8カ所の評価掘削計画に約10億ドルを投入したイギリスの「ケアン・エナジー」社だった。ところが、今日最大級の北極圏における石油・天然ガス資源量評価事業の一つだったこの計画は、失敗に終わった。商業生産につながる炭化水素資源の埋蔵量を発見できた坑井は一つもなかったのである[12]。一部の専門家の意見では、同計画の事実上の失敗は、「エクソンモービル」、「シェブロン」、「ロイヤル・ダッチ・シェル」、「スタトオイル」の各社も許認可を取得しているグリーンランド大陸棚の今後の探鉱プロジェクトを疑問視させるものとなっている[10]。

アラスカの北に広がるチュコト海及びボーフォート海の水域における商業生産に適した炭化水素資源の埋蔵量の発見を目的とした「ロイヤル・ダッチ・シェル」社のプロジェクトの実施は、2012年の北極圏の石油・天然ガス資源量評価分野における最大の出来事になるものと予想された。同社は2012年3月初旬までに、このプロジェクトに40億ドルを投入した。2012年7月に始められた掘削が、日量約50万バレルの原油生産を可能にする鉱床の発見につながるものと期待されていた[13]。しかし、この計画は失敗に終わった。しかもそれは、掘削装置「クルック」が漂流、アラスカ南部の島の一つに座礁したことで、大惨事になりかけた[14]。

フランスの「トタル」社は、北極圏大陸棚での自社及び外国の作業実績を分析し、環境の観点で非常に脆弱な水域での作業を止めるよう、世界の石油・天然ガス業界に呼び掛けた。今日では、アメリカの「エクソンモービル」が、北米のシェールガスをあてにしてグリーンランド大陸棚の開発計画を中止することを決定したという証言が出始めている[15]。

したがって、現在、ロシア連邦が直面する課題は、この地域で世界の大手石油・天然ガス企業が苦闘してきたあらゆる問題、困難を踏まえつつ、最も調査が進んでいない東部北極圏の地質構造及び資源に関する新しいデータを取得するというものである。

ロシアの専門家が既に40年以上活動している北極圏の陸地に関しては、その開発の進捗度はかなり高い。中でも、ヤマル・ネネツ自治管区の北極圏の環境下ではロシア産天然ガスの約90%が生産されている。比類なきロシアの統一ガス供給パイプラインはまさにここ、北極地域を起点とし、そこからのガスはロシアの数千万の需要家に供給されているだけでなく、欧州にも輸出されているのである。

ロシアの北極圏内では、世界最大級の新しい石油・天然ガス地域の一つであるヤマル半島の探査が行われ、開発が始まった。ヤマル半島は、永久凍土の存在と湿原が非常に多いことが特徴である。ここでは、一年のうち284日が冬で、最寒冷5日間の平均気温はマイナス51度、気圧低下は6～8時間で60 mmHgにも達し、風速は20m/sに及ぶ。12月の最短日照時間は1時間7分である²。

しかし、まさにこの地域で32の構造的ガス田が発見され、そのうち27は陸地にある。最も大規模なのがボバネンコボ・ガス田である。ヤマル半島の陸域・海域の天然ガスの探査済埋蔵量及び暫定評価埋蔵量は合計で約16兆m³、有望/予想資源量は約22兆m³となっている。まさに、この新しい地域がロシアのガス産業の将来の姿を決めるだろう。

過去2年間だけで、

- ・ボバネンコボ・ガス田の開発が始まり、天然ガスの年間生産能力150億m³の先行生産施設が稼働、
- ・「ボバネンコボ～ウフタ」間ガスパイプライン及び「ウフタ～トルジョク」間ガスパイプライン第1期分が稼働、
- ・「オプスカヤ～ボバネンコボ～ハラサベイ」鉄道の全線(約1,100km)で貨物・旅客輸送が開始した。

2017年にはボバネンコボ・ガス田は設計生産能力(年間1,150億m³)に達し、将来的には、ここでの天然ガスの年間生産量は1,400億m³まで拡大しうる。総じて、隣接する水域とヤマル半島全体で、2035年以降の天然ガスの年間生産量は3,100億～3,600億m³になり得る。

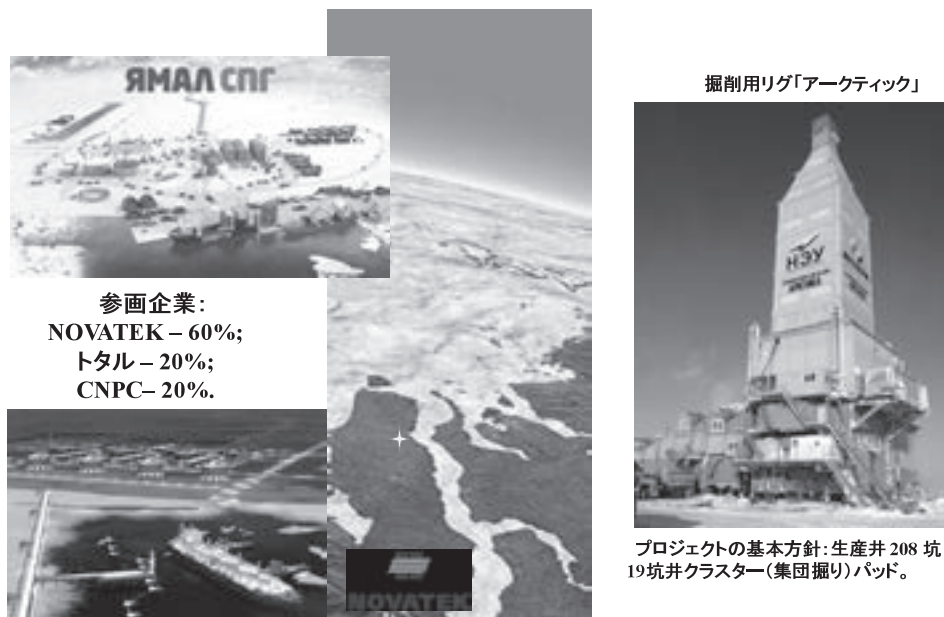
天然ガスの独立系生産者である「ノバテック」社は、「トタル」社と共同で、天然ガスの埋蔵量がPRMS基準で9,070億m³のユジノ・タンベイ・ガス田の開発と、年間生産能力1,650万トンのLNG工場の建設を進めている。生産能力は3,000万トンまで拡大する可能性がある。このプロジェクトの一部データをスライド1で示す。

LNG工場建設には3段階あり、先行稼働部の稼働は2016年12月の予定だ。それまでに、建設工事、ガス田の生産開始に必要な数の井戸の掘削、港湾整備及び砕氷タンカー船団の整備が終わっていないといけない[18]。

同プロジェクトの液化天然ガスは、アジア太平洋諸国及びヨーロッパの両方の需要家に供給される予定だ。将来の供給に関する契約が、すでに多数の企業と交わされた。例えば、2013年10月31日バルセロナで、「ガス・ナチュラール・フェノーサ」との間で年間250万トンのLNG供給

² 詳しくは、[16]等を参照のこと。

スライド 1. 「ヤマルLNG」プロジェクト



出所:「ノバテック」社資料より[17]

に関する長期契約が締結された。

同プロジェクトのLNGの輸出が実現できるよう、ロシア政府は2012年7月、ヤマルのオビ湾西岸に「サベツ港」を建設することを決定した。2012年7月20日にはすでに、将来の海洋港の基礎となる杭打ちが始まった。工事は2段階に分けて行われる。第1段階では、LNG工場の生産設備の大型モジュールや建築資材を受け入れるための岸壁（4バースで総延長915m、RO-RO船及びLO-LO船の接岸可）が建設されることになっている。第2段階では、LNG及びガスコンデンサートの出荷用岸壁の建設が予定されている[19]。

北極圏開発の次の一歩となるのは、カラ海の浅い大陸棚での活動であろう。2015～2017年には、既にオビ湾とタズ湾水域のガス田の開発が始まっていることが予想される。ここでは1996年に地震探査、環境調査、地盤調査が始まった。その後数年間にこの地域で複数の鉱床（天然ガスの合計探査済埋蔵量は1.4兆 m^3 余り）が発見された。これらのガス田の天然ガスの年間生産力は、2030～2035年までに、少なくとも1,000億 m^3 になり得る³。

オビ湾及びタズ湾のガス田開発の過程では、定置式プラットフォーム、海底・海底下採掘設備の使用が予定されている。これらのガス田が、最大水深12mの浅瀬にあるためだ。もちろん、ここに通常海底生産設備を設置するこ

とは不可能だ。こうした設備は、氷の動きが設備を破損しないよう、海底よりも2～4m下に置く必要がある。

ガスプロムの専門家が行った技術的・経済的な検討結果によれば、最大水深30mの凍結する海の厳しい自然条件下では、移動式掘削装置が最も効率のたことである。これらの掘削装置のメリットを以下に挙げる[21]。

- ・浮揚性と姿勢安定（バラスト）システムを持つため、長距離の曳航が可能。
- ・最低限のコストで新しいポイントに何度も移動させることが可能。

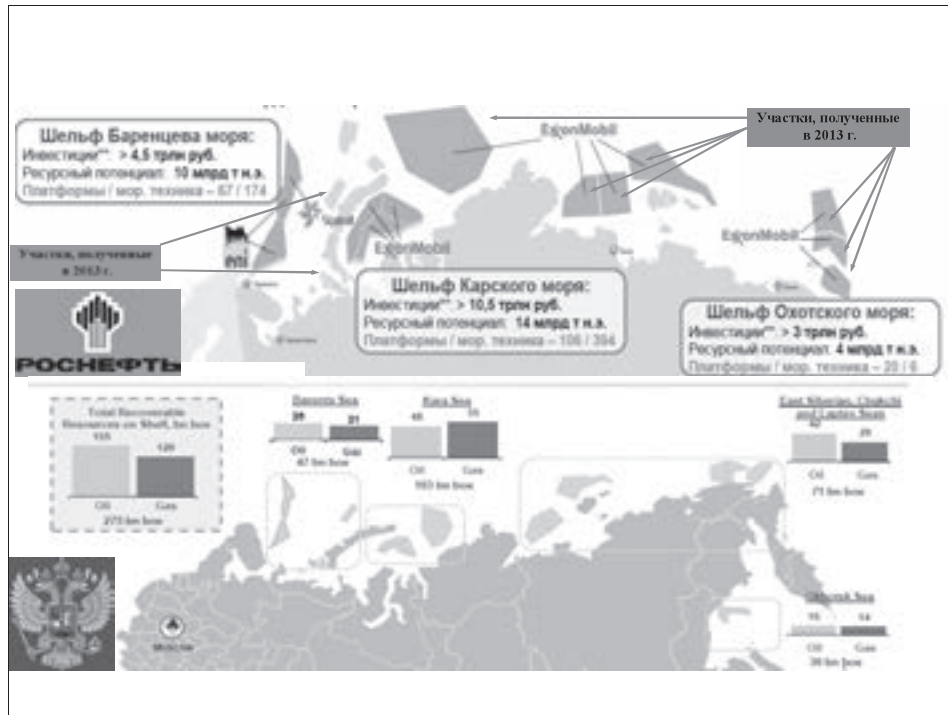
2000年代末ころまでは、バレンツ海における最重要開発対象は、世界最大級のシュトクマンフ（シュトクマン）・ガス田⁴（天然ガスの探査済埋蔵量約4兆 m^3 ）と考えられていた。同プロジェクトは、3段階に分けて実施されることになっていた。第1フェーズの施設の基本設計、詳細設計、工事、資金調達、稼働を行うため、「ガスプロム」、「トタル」、「スタトオイル・ハイドロ」の各社は事業主体である「シュトクマン開発AG」の設立に関する契約を締結した。

シュトクマン・ガス田開発の第1段階は、2013年のガスパイプラインによる供給開始と2014年のLNG供給の開始を見込んでいた。ところが、世界金融・経済危機とアメリカにおける「シェールガス革命」によって、この計画

³ 当該地域のガス田開発の詳細については、[20]等を参照のこと。

⁴ シュトクマンと言うほうが正確。このガス田は、1981年に初めてここを発見したソ連科学アカデミー海洋学研究所の地球観測船「プロフェッサー・シュトクマン」に敬意を表して名付けられたため。

スライド2. ロスネフチの大陸棚資源開発プロジェクト



出所：ロスネフチ社資料より[17]

は修正を余儀なくされた。特に、「スタトオイル・ハイドロ」社がプロジェクトから外れたことで、資本費及び操業費の縮小が必要になっている。現在、外国パートナーとの間でLNG製造を基本とした新たな提携モデルを策定することが決定されている。その新たなモデルは、以前とは異なる取引条件や、シュトクマン・ガス田向けに最適化された開発技術の考え方を取り込んだものとなる[22]。

「ガスプロム」社は2013年12月20日、待ちに待ったカラ海大陸棚のプリラズロムノエ油田での原油生産を開始した[23]。2014年には、ここでの原油生産量は少なくとも30万トンレベルになると予想されている。タンカーでの石油の出荷開始は、2014年第1四半期の予定である[24](訳注：実際には2014年4月に初出荷)。

現在、「ロスネフチ」社がロシアの大陸棚における最大の地下資源利用者となっている(44鉱区の権益)。特に、北極海の大陸棚において、同社は24鉱区の権益を有し、そのうち14の権益は2013年に取得したものである(スライド2、3)

北極圏における「ロスネフチ」社の大陸棚鉱区の炭化水素資源量の合計は、石油換算で280億～350億トンと評価されている。同社は2023年までに大陸棚で大量の地震探鉱の実施を予定している(25万km²を超える2次元地震

探鉱と6万km²を超える3次元地震探鉱)。2030年までに89カ所の試掘井、223カ所の評価井、約300カ所の開発井の掘削が予定されている[25-27]。

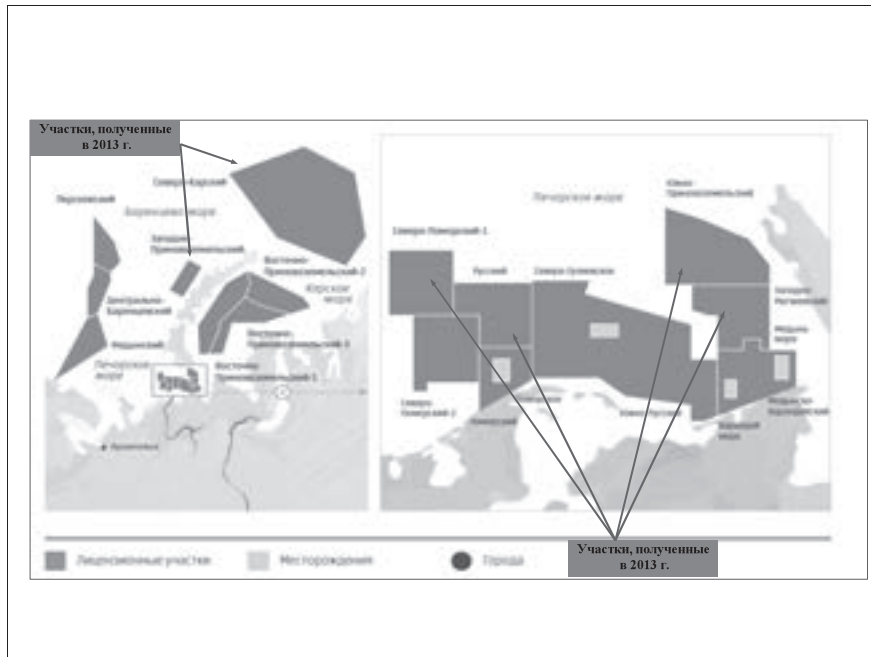
「ロスネフチ」社は権益を持つ鉱区の地質調査を独自に、また外国のパートナーを入れて、行っている。中でも、チュコト海、ラプテフ海、カラ海の新しい7鉱区の探鉱作業を見込んだ契約書には、同社のイーゴリ・セチン社長と「エクソンモービル・エクスプロレーション」社のステイーブン・グリーンリー社長が、ロシアのプーチン大統領の立会いの下、署名した。これらの権益鉱区(チュコト海：セベロ・ウランゲリ1、セベロ・ウランゲリ2、ユジノ・チュコト、ラプテフ海：ウスチ・オレニョク、ウスチ・レナ、アニシンスク・ノボシビルスク、カラ海：セベロ・カラ・ブロック)は、世界で最も有望、かつ最も情報の少ない大陸棚鉱区の部類に入る⁵。

「ロスネフチ」社の予備評価によると、同社の西部北極圏の大陸棚プロジェクトの探鉱段階だけでも、掘削装置15基及び地震探査船20隻という数の最新式海洋施設が最低限必要である。商業生産となれば、建設作業及び生産の段階で、さらに106基の様々なプラットフォーム、並びに約400隻の補給用その他の用途の船舶が必要である。

ポストチノ・プリノボゼメリスキーの複数の権益鉱区

⁵ 本段落及びこの先、特に説明がなければ、ロスネフチ社ウェブサイトのデータに基づく。

スライド3. 北極海西部大陸棚におけるロスネフチ参画の地質調査プロジェクト



出所：ロスネフチ社資料より[17]

はカラ海南部、ノバヤ・ゼムリャ島の東方、水深50～200mのところにある。これらの鉱区は2010年に「ロスネフチ」社に移管された。2011年8月には、同社とアメリカの「エクソンモービル」社が戦略的パートナーシップ協定を結んだ。その中では、これらの権益鉱区の地質調査及び開発への32億ドルの投資を見込んでいる。これらの目的で、「ロスネフチ」社66.7%、「エクソンモービル」社33.3%の出資比率で合弁会社が設立された。

この地域の三つの鉱区の面積の合計は12万6,000km²と、北海の油ガス田地域の面積に匹敵する。自然・気候条件については、カラ海は厳しいところだが、予見が可能な地域である。結氷期は10月から6月までで、冬期には氷の厚さが約2mになる。三つの鉱区の石油の可採資源量は62億トン、炭化水素の資源量は石油換算で最大210億トンと評価されている。既に現在、これらの鉱区では石油49億トンと天然ガス8.3兆m³の可採資源量を擁する23の構造が識別されている。2014年にはポストチノ・プリノボゼメリスキー1鉱区で評価井の掘削が始められる予定だ。

2011年末にロシア政府決議「ノルウェーとの国境地帯におけるバレンツ海のツェントラリノ・バレンツ、フェディンスキー、ベルセウス各鉱区のロスネフチへの無入札移管について」が採択された。これら鉱区の可採資源量は石油33億トン、天然ガス2.8兆m³と評価されている。「ロスネフチ」社は、フェディンスキー鉱区とツェントラリノ・バレンツ鉱区をイタリアの「エニ」社と、また、ベルセウ

ス鉱区はノルウェーの「スタトオイル」社と共同開発している。この件で締結された契約にしたがい、「エニ」社はフェディンスキー鉱区とツェントラリノ・バレンツ鉱区の商業的将来性を裏付けるために必要な地質調査作業の資金を提供しており、また「スタトオイル」社は2016年から2021年までに6か所の試掘井を掘削する義務も含め、ベルセウス鉱区での地質探査段階の費用を100%負担している。

「エニ」社及び「スタトオイル」社との資本契約及び操業契約は同じ内容である。ロスネフチは各合弁企業の株式資本の66.67%を保有し、外国のパートナーの分担は33.33%となっている。

ベチョラ海のメディンスク・バランデイ鉱区とユジノ・ルースキー鉱区では2013年、3次元地震探鉱の現地作業が行われた。また、アドミラルテイスキー鉱区、パフトウソフ鉱区、ポモーリエ鉱区、セベロ・ポモーリエ2鉱区では、地震探鉱の現地作業の準備が始まった。

ところで、北極圏大陸棚の炭化水素資源は豊かであるものの、その開発には現在、一連の自然・気候的、生産技術的、環境的、経済的諸問題等が伴っている。それらを総合すると、今後数年間の事業の妥当性は疑問視されることになりかねない。北極圏の厳しい環境下での作業は困難で、かなりの財務費用と、全く類例なき技術的解決策を必要とする。

鉱床開発上の高コストは、まず、寒冷気候下でかつ複雑な地盤あるいは複雑な海底地形に対応した技術を利用する（しばしば、新たに開発する）必要があること、さらには

必要なインフラ(特に交通インフラ)が欠如していること、また北方では給与水準が高いことなどによってもたらされている[10]。アラスカの大陸部でのアメリカ企業の油ガス田開発コストは、テキサス州での類似プロジェクトのコストの1.5～2倍だという試算がある[28]。そのため、たとえば地質調査が肯定的な結果をもたらそうとも、高コストが積極的な鉱床の開発を阻む。このような状況は、例えば、最近の評価で石油埋蔵量が約20億バレル、天然ガスが2.3兆m³に達しうる[29]アラスカ北部での油ガス田開発にブレーキをかけている。現在、北極圏大陸棚の油ガス田の90%について、開発技術もなければ、石油・ガスの流出による環境被害の除去技術もないと見られている[30]。特に、結氷期の液体炭化水素の流出事故の処理技術は、ロシアにも国外にもない。世界の経験は、結氷期に除去できる流出液体炭化水素は多くて10～20%だということを証明している。こうした事態で採られているのは、機械的(物理的)回収、水面での燃焼処理、分散剤による化学的分解処理といった措置である[14]。

北極圏の炭化水素資源の開発は、低温、永久凍土、海底堆積物の中のガスだまり、氷山の存在によって困難になっている。特に、北極海水域を特徴づけているのは、厳しく過酷な結氷期の環境であり、一年の大部分、海は常に氷で覆われており、高速かつ強い潮流が大量の流水と氷山を動かしている。それらは300万～400万トンに及ぶ塊で、時速1～4kmで移動している。2010年にロシア科学アカデミーコミ科学センターの専門家は、ノバヤ・ゼムリヤ島北部で割れ落ちて海底にぶつかった際に大きな地震を引き起こした、質量2億～3億トンの巨大な氷山を発見した。そのため、北極圏大陸棚の資源開発にとって、原則的に新しい、つまりプラットフォームを使わない、自律式の海底・氷下設備が必要なのだが、そのようなものはまだ世界にない。しかも、氷の覆いは、海底設備の整備・修理への適時対応を困難に、あるいは全く不可能にしているのである。一年中結氷している環境では、海底作業用設備を設置するための新しい技術の開発も必要だ。

このような条件下で、一部のケースでは特定の鉱区が環境上の判断で開発から外される可能性がある。例えば、2011年3月、ノルウェー政府は世界自然保護基金(WWF)の働きかけで、ロフォーテン諸島及びベステローレン諸島周辺の石油生産のモラトリアム(停止)を2013年まで延長した。その結果、「スタトオイル」社の投資計画は制約を受けている[10]。

また、北極圏に広がる異常に高い地層圧により、その陸域・海域ですでに何度も深刻な事故が起きている。

海底油ガス田の開発に関連した環境上のリスクは非常に大きい。しかも、北極圏はすでに現在、放射能などの現実的な危険性を抱えた様々な産業施設で満たされており、産業廃棄物の山で埋め尽くされている。この分野で活動している環境活動家の大部分は、石油採掘に係る活発な活動は、厳しい気候条件や未発達インフラ、使用実績のない最新の技術及び設備を使う必要があるため、予測困難な大惨事に転じる危険性があるものと考えている。しかも、北極圏のエコシステムはもろくて傷つきやすく、その気候条件は地球全体の環境の状況を大いに左右するにもかかわらず、安全確保に関する法制度は十分に整備されていない。

もちろん、北極圏のプロジェクトの事業主体各社は、この問題にかなりの注意を払っている。例えば、「ガスプロム」社は、前述のプラットフォーム「プリラズロムナヤ」は極端な自然・気候条件下での稼働を考慮したものであって、最大限の氷荷重に耐えることができると請け合っている。このプラットフォームは、採掘時及び備蓄時の原油の流出を完全に排除する構造を特徴としている。すべての坑口が内蔵されているのだ。このように、「プリラズロムナヤ」本体が坑井と海洋の間の緩衝帯となっている。

「プリラズロムナヤ」で採掘される随伴ガスは、すべてプラットフォーム稼働用に自己消費され、プラットフォーム上には掘削及び生産時の廃棄物の海中への混入を防ぐ「ゼロ排出」システムが設置されている。それらの廃棄物は専用の投棄井に送られるか、必要に応じてコンテナに集積され、その後の処理のために岸に送られる。地層水及び石油含有水も、あらかじめ浄化されてから廃棄井に送られる。最終製品をタンカーに移送するため、石油の直接出荷設備が作られた。最長でも7秒以内に送油ブロックシステムが作動することで、石油の流出事故を防止することができる。

プラットフォームがあらゆる緊急事態から高度に保護されているのみならず、人命、環境、プラットフォーム本体のいっそうの保護を目的とした詳細な対策が用意されている。例えば、プラットフォームの隣で、専用砕氷船「ユーリー・トプチェフ」号、「ウラジスラフ・ストリジョフ」号が常時待機している。プラットフォームのすぐ近くの沿岸拠点(ネネット自治管区バランディ集落)には、事故対応施設が置かれている。特に、油の迅速な回収に配慮がなされている。この目的のために、オイルフェンス、高性能オイルスキマー(浮上油回収装置)、吊り下げ式海水下油回収システム、氷上バケット式油回収機を使用することが予定されている。

以上のすべてについてこれだけ詳しく説明したのは、北

極圏大陸棚の開発は途方もなく困難で、多額の費用がかかるのに、まだ誰もリスクを完全に排除したことがないということ、改めて明言するためである。

より間接的ではあるが、劣らず重要な、地球温暖化と関連する北極圏開発リスクも考慮する必要がある。しかも、北極圏の気候に今何が起きているか、将来何が起り得るかという問いへの学者らの答えは様々だ。ある試算によると、30～50年後以降、北極圏は夏期に完全に無氷となる。別の試算によると、北極圏の気候は常に短期的変動にさらされてきた。今は、温暖化が現れる段階にあるが、間もなく逆向きの急変動が起り、北極圏は再び凍結し始めるだろう⁶。

北極圏大陸棚に広がるガスハイドレートの集積は、特殊な危険性をはらんでいる。上部岩石圏の表面近くの重要物質であるガスハイドレートは、非常に有望な新しい炭化水素資源であり、21世紀のエネルギー源だと考えられている。

しかし、同時にそれらは他の多くの物質とは異なり、外部環境パラメータの変化に非常に敏感である。温度あるいは圧力の小さな変化が、強固に連結したハイドレート含有岩石の液化化と、この過程を不可逆にする大量のメタンガス放出を引き起こしかねない。天然のガスハイドレートの中に溶け込んでいるメタンガスの量は、大気中のメタンガス量の少なくとも3,000倍である。非常に多様な事象が、このようなメタンハイドレートの分解の起爆剤となり得る。例えば、火山活動、世界の海面低下、継続的沈降プロセスによる安定地帯の地熱上昇、ひいては人間の諸活動である。

地殻の温度分布の変化に関して現在までに得られている評価によると、現在すでに準安定状態になってしまっているハイドレート、特に永久凍土地帯のそれが最も危険である。北極圏大陸棚のガスハイドレートの堆積は、特に気候変動にさらされている [32,33]。

そのため、燃料及び化学原料として利用できるからという事情のみならず、ガスハイドレート鉱床の開発に伴って、もしくはガスハイドレートの相安定性が何とか保たれているような熱力学的（気候的）条件の下でこれらの条件が若干変化することに伴って、メタンが大気中に放出される結果、非常に深刻な環境問題、気候問題を引き起こしかねないという懸念から、ガスハイドレートは注目を集めているのである。地球温暖化は、これら起りうる問題のうちの

一つであり、かつ今日最も見逃されている問題である。温暖化はハイドレートの分解を引き起こしかねない。このとき放出されるメタンは、将来の温暖化の原因となるだろう。このような形で自己加速過程が始まってしまふ可能性がある。

北極圏大陸棚の油ガス田開発に係る経済問題に関して、重要なのはそれらの費用である。まだ存在しない最新型設備の価格は言うに及ばず、人工島、海底パイプライン、多成分系炭化水素混合物の分離設備等、必要なインフラの整備は格段に高額の資本投資を必要とする。耐氷船による沿岸域での支援業務や、建設用貨物や交代要員の生活必需品輸送時の砕氷船の随行が必要である。ロシアの専門家の評価によると、北極圏のロシア領大陸棚では、石油生産を行うだけでも、その費用が2010年の物価で1トン当たり700ドル（1バレル90ドル）に達しうる [34]。

最近の新税制や、ロシアで2013年に採択された北極圏大陸棚の油ガス田での新しい促進的税負担（軽減）を踏まえれば、この地域での石油・天然ガス資源の開発は、事実上、ロシア連邦の国家予算にとってのある程度の損失を伴って、世界経済に補助金を与えつつ、進んでいくことになる⁷。

ロシア企業の「ガスプロム」社と「ロスネフチ」社は、ロシア領北極圏及び極東の大陸棚に持つ権益に伴う義務として、総作業面積と自然・気候条件の複雑さではこれまでに類例のない大規模な地質調査を行うことになっている。これらの計画の実現の望みは、基本的に、国際協力に懸かっている。国際協力の過程で、ロシア企業は外国で広く普及し、採用されている海洋地質調査及び石油・天然ガス生産の最新技術と技術的手段を習得するのである。そのために、「エクソンモービル」、「トタル」、「エニ」、「スタトオイル」、「CNPC」等の各社と複数の契約が交わされた。ところが、専門家の指摘によれば、ロシアはすでに今、外国の技術、生産手段、新素材の巨大消費市場なのである。このすべての対価を支払うために、ロシアの天然資源は十分足りるのだろうか。もし我々が現代の技術革新に積極的に参加するチャンスを失い、外国開発製品の物わりのよい消費者でしかなくなれば、それらはどのくらいの間もつのだろうか。我が国の安全保障上、ともすれば我が国の自立性自体の脅威が、まさにそこにある [37]。

また同時に、ロシアの陸域には、まだ大量に在来型、非在来型の未開発のエネルギー資源が存在する。そのため、

⁶ [31]等を参照のこと。

⁷ 2013年10月16日の2013世界エネルギー会議（WEC-2013、於：韓国、大邱市）での(株)ロスネフチのI.セチン社長の発表より[35]。

北極海の大陸棚で採掘される炭化水素、開発済鉱区の石油・天然ガス回収率の向上、並びに非在来型油ガス田の開拓の結果として生産される炭化水素によるエネルギー収支における順位争いが、今後直近の10年間には既に激化しているものと予想される。

これら三つの分野のそれぞれが、かなりの資源ポテンシャルと、生産と市場への製品供給の条件に係る「プラス」と「マイナス」を持っている。そのため、それぞれの発展の優先順位がどうなるかは、第一義的には、環境面で許容できるリスクと結果の範囲内という条件の下で、炭化水素資源生産の経済効率性が確保できるような最新設備や技術の開発ができるかどうかに関わってくることになる。

そのため、ロシアの多数の専門家は十分な根拠を持って、我々が北極圏大陸棚の油ガス田がなくても長期間やっていくことができ、この件で急ぐ必要はなく、非常に効率的で最も危険の少ない技術を選択しつつ、十分慎重に取り組む方が良いと考えている。

ロシアのウラジミール・プーチン大統領も、ある程度これらのリスクを共有している。例えば彼は、ヤマル・ネネツ自治管区の行政拠点であり、ロシアの主要な天然ガス産出地域であるサレハルドで2013年9月に開かれた第3回国際北極フォーラム「北極は対話の領域」で次のように演説した[38]。「北極は環境バランスの維持という観点から見て非常に危うい地域であり、だからこそ、ここでの経済活動は最大限慎重に行う必要がある」。

このような調子で、またロシア科学アカデミー通信会員、V.I. ボゴヤブレンスキー氏が述べた「ロシア領北極圏大陸棚がロシアの長期的な炭化水素確保の問題をすべて解決することができるという幸福感と信仰は、石油・天然ガス産業と国全体の発展の方向感を失わせかねない。しかも、液体炭化水素資源の主な埋蔵量は陸地に集中しているから、北極圏大陸棚の石油及びコンデンセートをロシアの総生産量に加えても国全体の動向に根本的な変化をもたらすことはない」という意見に全面的に共感しつつ、この論文を締めくりたい。同時に、北極圏大陸棚全域での積極的な地質調査を実施する必要性に疑いの余地はない。なぜなら、我々はロシアが実際に何を持っているかを知る必要があり、経済的妥当性（プロジェクトの採算性）、技術の有無、炭化水素資源の安全な開発の問題といったことが、北極圏にある様々な開発対象をどういう順序で稼働させていくのかを決めるものだからである[36]。

[ロシア語原稿を ERINA にて翻訳]

利用文献：

1. V. カルルソフ「北極圏に針路をとった中国のグローバル化」(ロシア語)
http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=244#top
2. S. ルネフ「インドは北極圏に針路をとった」(ロシア語)
http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=280#top
3. Final Report U.S. Geological Survey Oil and Gas Resource. Assessment of the Russian Arctic, July 2010
4. A. ズエフ「北極圏の発見」「ロシアの燃料エネルギー産業」2012年第2号 (ロシア語)
5. Blaizot Marc. Arctic may reveal more hydrocarbons as shrinking ice provides access.
<http://www.ogj.com/articles/print/volume-109/issue-18/exploration-development/arctic-may-reveal-more-hydrocarbons-as-shrinking-ice.html>
6. Laherrere M. Jean. Point de vue d'un géologue pétrolier. - XIe Forum annuel Club de Nice Energie et Géopolitique. NICE, les 3, 4 et 5 décembre 2012
http://clubdenice.eu/2012/JLAHERRERE_sur_Arctique.pdf
7. UGCS. Arctic Oil and Gas Potential. 19.10.2009
8. V.I. ボゴヤブレンスキー、I.V. ボゴヤブレンスキー「北極圏大陸棚での油ガス田の探査、探鉱、開発」、「掘削と石油」7-8号、2011年7-8月(ロシア語)
9. A.M. マステパノフ「世紀のはざまのロシアの燃料エネルギー産業 発展の問題と見通し」、情報分析論文集、補足・修正第3版、ノボシビルスク市、「ナウカ」社、2010年、793ページ。(ロシア語)
10. S. アフォンツェフ「北極地域における外国エネルギー系企業の活動の展望」(ロシア語)
http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=236#top
11. Prudent Development: Realizing the Potential of North America's Abundant Natural Gas and Oil Resources. NARD Resource Supply. 2012
12. Cairn Sinks after Greenland Drilling Failure // The Telegraph, 30.11.2011; Cairn Energy Counts Cost of Greenland Drilling // BBC News Scotland Business, 20.10.2011
13. Shell Oil Rig Set for Landmark Alaska Journey // Los Angeles Times, 03.03.2012.
14. V.I. ボゴヤブレンスキー「北極圏大陸棚：石油・天然ガス開発の際に生体系が受ける自然的、人為的脅威」、「非常事態省報」2013年第6-7号、35～41ページ(ロ

- シア語)
15. Oil & Gas Digest. 2013年12月19日
 16. A.G. アナネンコフ、A.M. マステパノフ「20世紀と21世紀のはざまのロシアのガス産業：一部の結果と見通し」、モスクワ市、「ガスオイルプレス」社、2010年、304ページ。(ロシア語)
 17. Mastepanov A. Problems and perspectives of development and exploration of hydrocarbon resources in the Arctic. View from Russia" - XIIe Forum annuel Club de Nice Energie et Géopolitique. NICE, les 28, 29 et 30 novembre 2013
http://clubdenice.eu/2013/Alexey_MASTEpanov.pdf
 18. Russia's Natural Gas Frontiers: "Harnessing the Energy of the Far North", Bank of America Merrill Lynch - Russia & CIS I-1 Conference, Лондон
<http://www.novatek.ru/ru/investors/presentations/>
 19. Palivoda A. Russia's Natural Gas Frontiers: "Harnessing the Energy of the Far North" - VTB Capital Investment Forum RUSSIA CALLING London 21-22 May 2013
 20. 「ロシアの資源イノベーション的發展」、編集：A.M. マステパノフ、N.I. コムコフ、コンピュータ調査研究所、2103年、736ページ(ロシア語)
 21. R.S. シバキン、S.I. シバキン「浅瀬の鉱床開発専用プラットフォーム」、「ガス産業」2013年第2号。(ロシア語)
 22. <http://www.gazprom.ru/press/reports/2013/plus-two/>
 23. <http://www.gazprom.ru/press/news/2013/december/article181128/>
 24. <http://fedpress.ru/news/econom/industry/1387600896-gazprom-nachal-dobychu-nefti-v-arktike>
 25. http://www.rosneft.ru/attach/0/02/95/RN_Akcioner_2013.pdf
 26. <http://www.rosneft.ru/Upstream/offshore/>
 27. http://www.rosneft.ru/Upstream/Exploration/arctic_seas/
 28. Arctic Oil and Natural Gas Potential // This Week in Petroleum. US Energy Information Administration. December 21, 2011
 29. Budzik P. Arctic Oil and Natural Gas Potential. U.S. Energy Information Administration. Office of Integrated Analysis and Forecasting. Oil and Gas Division. October, 2009. P. 3; Assessment of Potential Oil and Gas Resources in Source Rocks of the Alaska North Slope, 2012 // U.S. Geological Survey Fact Sheet 2012-3013. February 2012.
 30. S. アフォノフ「北極圏の資源への新アプローチ」(ロシア語)
http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=370#top
 31. Mastepanov A., Mastepanov M. Gazprom's Yamal megaproject: development, implementation, opportunities and challenges. - The Arctic as a messenger for global processes - climate change and pollution. Copenhagen May 3-6 2011. Abstract Volume, p.94-95
 32. D.V. リュガイ、V.S. ヤクシェフ、E.V. ペルロワ「新規の炭水素資源産地の資源量及びそれらの採掘の見通しに関するガスプロム・ネフテガス社の鑑定評価」、第2回国際学術・実践会議「世界の天然ガス資源と埋蔵量、開発技術の展望」(WGRR-2010)発表原稿、モスクワ市、2010年10月28日(ロシア語)
 33. S.A. レオノフ「ロシアの天然ガスハイドレート探査・探鉱の最重要対象」、第2回国際学術・実践会議「世界の天然ガス資源と埋蔵量、開発技術の展望」(WGRR-2010)発表原稿、モスクワ市、2010年10月28日(ロシア語)
 34. G.I. シマリ「投資呼び込みに向けた体系的取組みとしての、石油・天然ガス産業の課税の改善」、第10回ロシア石油・天然ガス大会」発表原稿、2010年6月26日(ロシア語)
 35. 2013世界エネルギー会議(韓国、大邱市、10月16日)でのI. セチン氏の基調報告。ロスネフチ公式ホームページより2013年12月末以前にダウンロードしたもの。(ロシア語)
 36. V.I. ボゴヤブレンスキー、I.V. ボゴヤブレンスキー「北極圏と海洋の環境安全と合理的自然利用」、「掘削と石油」第12号、2013年12月(ロシア語)
 37. V. チスチャコフ「いつでもどこでも掘削する」(ロシア語)
http://russiancouncil.ru/inner/?id_4=141#top
 38. V.V. プーチン、第3回国際北極フォーラム「北極は対話の領域」での演説。(ロシア語)
<http://kremlin.ru/transcripts/19281>