

第2章 油流出対応

2.1 はじめに

油流出とそこから生じる危険のある甚大な環境被害は一般の人々ならびに政府機関の抱える大きな不安であり、これはサハリンエネルギー社（SEIC、以下当社）、株主、その他のプロジェクトの利害関係者にとっても同様である。当社は現在および将来にわたり、石油の流出防止策を全施設の詳細設計の中核的要素に据える所存である。これには流出の可能性、規模、影響を抑えるための対策も含まれる。流出のリスクは低いとはいえ、プロジェクトの効果ならびに当社の評価を維持するためには、高い水準の油流出対応（OSR）が不可欠である。このため当社は、サハリンIIプロジェクトにおける油流出対応の全体管理の一環として現在、包括的なOSR戦略の準備、開発、調査、実行を進めている。

2.1.1 背景

油流出対策に対するアプローチに対する、当社の考え方は以下の通りである。

- 人間の安全を確保するとともに、環境への負の影響を最小限にとどめる。
- 当社が管理下に置く油流出対応活動については、国際的に認められたベストプラクティスに基づくものとする。また国内外に存在する最高のリソースを活用する。
- 関連する国内法・各種条例、および国際条約・ガイドラインを遵守する。
- 緊急対応手順と対策資機材の保守を、効率的・効果的に行う。
- 流出が発生した際には環境モニタリングを実施する。
- 安全・健康・環境に影響を及ぼす事故が発生した場合、その調査を行う。

当社は、フェーズ1の油流出対応計画をすでに策定済みである。これは、管理当局の要求や操業内容の変更または緊急対策訓練や演習に基づく提言／改善要求に応えるなど、あらゆる変更に対応できるよう、定期的に改訂を行う。これを受けて、油流出対応に関する従業員、コントラクターおよび第三者を対象とするトレーニングプログラムが作成されたほか、講義と現地実習が定期的に行われている。これらは州とロシア連邦の管轄当局、油流出対応を行う組織、その他の関連団体との協力のもと実施される。

現在まで当社は、サハリンI開発のオペレータであるエクソン・ネフテガス社（ENL）と共同で、サハリン北東部において独自の油流出対応資機材を運用してきた。また、油流出対応船「イルビス」上の海上での油流出対応資機材の保守を行っている。同船はモリクパック・プラットフォームに所属し、操業中は待機する形をとっている。資機材は年1回、検査および試験を行っている。フェーズ1の操業については、日本の海上災害防止センター（MDPC）との間で覚書（MOU）が交わされており、流出した油が日本の領海内に入り込んだ場合、

協力する旨が示されている。現在、同 MOU はフェーズ 2 の操業に向けて改訂が進められている。

2.1.2 本章の目的

上述の油流出対応戦略および計画の策定にあたって、多数の文書が準備されてきた。このうち、国際的な標準様式による「環境影響評価」(EIA)、同「EIA 補遺版」(EIA-A) および「ロシア国の建設の技術および経済性の立証」(TEO-C) の手続きの一環として作成された文書については公開済みである。

2003年に国際的な標準様式によるEIAを作成した後、油流出対応計画の作成過程は大幅に進展した。本章では、当初作成した国際的な標準様式のEIAへの追加情報を示すほか、フェーズ2に向けた油流出対応計画の策定にあたっての背景、および複数の分野における進捗状況を述べる。このほか、今後の計画および研究予定、作業の主な取り組みを概説する。

レビュー段階において、株主や利害関係者から、具体的な懸念や明確化を要請する声が寄せられた。本章はこうした声に答えるものである。具体的には、以下の問題に関する情報を述べることにする。挙げられた中で特に、本章は以下の問題に関連する情報を提供する。

- 国境を跨ぐ油流出問題 (2.2節)
 - ロシア海域を超えて日本の海域に入り込む油流出のリスク。これについては、コンピュータによる油流出軌道モデルを使い、徹底調査を行った。また通年のリスク、とりわけ結氷期における国境を跨ぐ油流出の危険性について調査を行った。
 - 日本の水域、および北海道沿岸部にまで達する油流出を対象とした油流出対応戦略。
- 陸上および海上を対象とした油流出対応計画 (2.3節)
 - 油流出軌道モデリング
 - 被害を受けやすい地域の特定
 - 油流出対応資機材の計画レベル
 - 現地調査
 - 油流出対応に関連する今後の作業計画
- アニワ湾の施設に出入港するタンカーからの油流出リスク。特に結氷時におけるタンカー航行に関連したリスク (2.5、2.6節)
- 陸上/海底パイプラインにおける漏洩検知 (2.7節)

本章では以上の問題を順に扱うほか、レビュー段階で指摘された点を踏まえ、当社の油流出対応部門の取り組みに関する最新情報を提供する。なお、本章の

本文に関連する図表は本章末尾のAppendix 1に掲載したので、そちらも同時に参照されたい。

2.1.3 当社の油流出対応（SEIC OSR）計画戦略の策定

油流出対応計画の策定にあたっては、フェーズ2に関連する追加インフラの必要性、および生産が通年で行われる計画であることがあいまって、複雑さを増している。具体的には、必要な資機材の詳細・種類・調達状況、訓練を受けた人材の増員、河川・沿岸部・海洋における油流出回復の手法、結氷時の対応、ロシア連邦政府との協力関係の緊密化（ロシア連邦緊急事態省[Emercom]、運輸省など）、日本政府との協力関係の緊密化（海上災害防止センター[MDPC]など）、国際対応組織との協力関係の緊密化などが、要素としてあげられる。

当社は2002年中盤に、提案中のフェーズ2操業のための「油流出対応計画の概要」を作成し、検討と承認を受けるべく、ロシア連邦当局および州管理当局に提出した。これが関連当局の承認を受けたことで、フェーズ2の油流出対応計画の原則および対応方法の策定が可能となった。2002年10月に、ロシア政府による承認プロセスの一環として、当社は上記文書で述べた原則に基づいて作成した、各施設に関する具体的な油流出対応計画書を提出した。新規に建設される大型施設（PA-B、Lun-Aプラットフォーム、陸上処理施設(OPF)、陸上/海底パイプライン網、石油輸出ターミナル(OET)、タンカー積載ユニット(TLU)など）のそれぞれについて、専用の油流出対応計画が作成されている。

上記の計画は、ロシアおよび米国の油流出対応コンサルタントによって作成された。計画では、軌道モデルに関する情報とともに、通常期及び厳冬期の水気象学的条件と既知の油特性、流出対応、各環境特有の油流出対応策と油の動態・影響、通知方法、資機材の一覧および配置場所、沿岸部の環境脆弱性地図、健康・安全・環境（HSE）緊急対応、訓練・演習、国内外の対策機関との協定、野生生物救助について述べられている。

TEO-Cに提出された油流出対応計画は、国の生態学専門家によるレビューを経た上で、TEO-Cの結論に含まれる勧告を考慮に入れた上で、生産開始の6ヶ月以上前に改定するという条件のもと、関係当局によって大筋で承認された。

現在、油流出対応計画の焦点は、上記のTEO-Cにおける計画を改定し、包括的かつ検証済みの文書とする点にある。各計画とも、国際石油産業環境保全連盟（IPIECA）などの国際機関が定めたガイドラインに従うなど、関連する連邦の法令ならびに国際的なベストプラクティスを順守するほか、油流出対応に関しては国際金融公社（IFC）および1998年に世界銀行が発行したガイドラインに沿って作成するものとする。

フェーズ2で建設されるいくつかの施設は、北海道に近接している。このため、日本の油流出対応管轄当局との協力体制構築に向けた取り組みが現在進行中である（2.2.3節参照）。現在、日本の利害関係者の協力のもと、技術および対応戦略に関するワークショップおよびセミナーを実施するためのプログラムの作

成を進めている。また当社は、2006年5月にアニワ湾で実施予定の、油流出対策合同演習に、ロシアおよび日本の管理当局とともに参加する予定である。

2.2 国境を跨ぐ油流出

本節では、油流出軌道モデルについて扱う。とりわけ、ロシア連邦から日本の海域に入り込む油流出のリスクに関する情報を提供する。最新の研究成果、具体的な対応策、さらには日本の各団体と共同で行っている取り組みを紹介する。

2.2.1 国境を跨ぐ油流出に関する対応イニシアティブ

流出した油は各国の水域を越えて広がる可能性がある。このことは、油流出対応計画ならびに被害を受けた各国の協力による効果的な対応戦略の両方に関わってくる (Wardrop *et al.*, 2004)。日本の北端とサハリン島南端の距離は約40kmに過ぎないことから、当社では両国水域における共同での対応・協力関係を支援するための取り組みを定めた。具体的には以下の通りである。

- 油流出対応船が相手国の領海に出入りできるようにすることを目的とした、日ロ協定の策定を支援する。
- 当該地域内に配備されている国の人員・資機材が、より効果的かつ迅速な移動できることを目的とした、協定の締結と手続きの開発を促進する。具体的には、緊急時における出入国管理・通関・航空機の離発着許可に関する手続きの遅れの改善が挙げられる。
- 沿岸各国の諸手続き、資機材、通信方法について、互換性を確保する。
- 越境報告および通知。すなわち、実現可能な限りにおいて、船舶移動情報、油流出、およびその他の海事緊急事態に関する報告手続きを定期的に共有すること。

上記の目的が合意され、実行に移されるには、密度の高い政府間協議を継続して行っていくことが求められる。

日ロ両政府の関係当局は、上記の対応を担当することになる。例えば、2006年には日本の海上保安庁とロシア運輸省の共同油流出対応訓練が計画されている。当社は、こうした共同演習を積極的に支援・参加しているほか、地域で開催されるワークショップやフォーラムにも積極的に参加しており、今後も継続する所存である。

2.2.2 越境問題の評価

日本沿岸部は、原油流出による被害を受ける一定の可能性に直面している。2001年8月～2003年8月の期間、日本の1日当たり原油輸入量は約540,500m³ (3,400,000バレル) から779,000m³ (4,900,000バレル) と幅があり、ピークは冬期となっている (IEA 2003)。「サハリンIIフェーズ2」では、日産約31,800m³ (200,000バレル) の産出量を予定しているが、これは日本の海域を出入りする原油の合計量の約5%に相当する。

完全なフェーズ2の生産が実現すると、石油タンカーが4日に1回（年間約90回）、LNGタンカーが2日に1回（目的地はアニワ湾のTLUとLNG）、合計で年間239回（週5回）のタンカー航行が予定されている。現在は、年間16～17隻のタンカーが、ピルトンーアストフ（ヴィーチャズ・コンプレックス。PA-A[モリクパック]プラットフォームを擁する）のサハリンIIフェーズ1の施設に向け、サハリン島南部および東部の沿岸を航行している。東部沿岸を經由したヴィーチャズ・コンプレックスへの航行ルートは、フェーズ2の生産開始後は廃止の予定である。

複数の報告書や論文によると、既存のピルトンーアストフ（PA）施設に出入りするタンカーからの油流出、または計画中のフェーズ2の施設からの油流出が、日本の海域に侵入し、北海道沿岸に影響を及ぼす可能性があるとのことである。油流出が日本の沿岸地域に影響を及ぼす危険性は、以下の要素に左右されることが予想される。

- 特定の事故による可能性（船舶座礁、衝突、パイプライン破裂など）
- 流出量
- 流出地点
- 流出軌道、ただし気象学的パラメータ（風向き）や潮流に依存する（季節、流出地点にも左右される）。
- 海中における油の持続性。これは流出油の種類、気温、海水温、海の状態によって変化する。

当社は、フェーズ1およびフェーズ2の両方を対象とした流出リスク研究を実施した。この研究は流出量や頻度の推定、さらには流出軌道の研究から構成される。特に流出軌道の研究の一環として、近隣諸国への被害リスクを対象とする研究も行った。研究の具体的内容は以下の通りである。

- フェーズ1における流出軌道研究：PA-Aプラットフォーム（モリクパック）とタンカー航路。
- フェーズ2の流出軌道研究：アニワ湾に位置する施設からの流出、航行ルート沿いの各地点における流出など。

軌道モデルについては2.3.1節で、プロジェクトの各段階の作業について詳述するなど、具体的に扱っている。

ピルトンーアストフ油田に対して実施された初期の軌道研究（PTC 1996）によると、ヴィーチャズ生産複合体から大規模な油流出が発生し、沿岸部に広範囲にわたって被害を及ぼす危険性があるが、流出した油は夏は北方向、秋は主に南方向に向かうと予測されている。

DVNIGMI（極東気象科学調査研究所）は、ヴィーチャズ生産複合体からの油流出が北海道沿岸部に及ぼす影響について特別に調査した（2000）。その結果、

夏（すなわち北方向の）流出軌道が日本に被害を及ぼす危険性は皆無またはそれに近く、秋の軌道は流出から30日以内に北海道に到達する可能性が低いながらも、と結論付けた。しかし、下記（2.4.1節「油特性研究」）に示す通り、ヴィーチャズ原油の油膜は30日間にわたり海面に持続するとは考えにくい（2.3.1節の軌道モデルも参照）。

アニワ湾を対象に行った最新のモデリング研究では、航行中のタンカーからの油流出が日本水域に入り込み、北海道沿岸に影響を及ぼす可能性が多少あるということ、また可能性としてはさらに低いが、タンカー積載ユニット（TLU）から大量の油流出が発生する可能性もある、という結論を出した。軌道（油膜範囲）は夏期には小さくなるなど、季節変動がある。季節はまた油膜の性質や持続性にも影響を及ぼす（図2.11～2.13、およびこれに対応する表「冬期における沿岸部への影響の可能性（沿岸ゾーン別）」（Appendix 1所収）を参照）。高エネルギーの海（冬・秋）は拡散を増加させるため、油膜は消滅する。

2.2.3 日本との覚書（MOU）

当社はフェーズ1プロジェクトの一環として、日本の海上災害防止センター（MDPC）との間に覚書を調印済みである。この覚書は、実用的な緊急対応計画の策定にあたっての両国の協力と支援について定めるほか、当社のヴィーチャズ生産複合体から大規模な油流出が発生し、日本周辺海域に脅威となる可能性が生じた場合の対応策について定めている。これによると、当社施設からの油流出が日本水域に入り込む可能性がある場合、当社は日本の当局にこれを通知し、油量・流出の時刻、推定流出軌道を知らせるとともに、毎日1回、油の位置と軌道に関する最新情報を知らせることになっている。

同覚書はさらに、日本の海域や沿岸に脅威を与えない油流出が発生した場合にも、海上災害防止センターに対し、可能な範囲で当社の流出対応策を支援すべきと定めている。同覚書ではこれについて、油流出に関する多国間における対策のベストプラクティスと一致するとし、支援にあたっては両当事者の承認を条件としている。

同覚書はフェーズ2に対応するよう、現在改定を行っている。

2.2.4 日本への関与

フェーズ1の開始以来、さらには覚書調印以後、当社は日本、とりわけ北海道の利害関係者と、定期的に交流する機会を持っており、以下をはじめとするイベントや活動を行ってきた。

- 国際協力銀行（JBIC）主催の環境フォーラム（2005年5月など）に当社代表が参加
- 2005年第4四半期と2006年第1四半期の札幌と東京でのパブリックミーティング
- 油流出対応計画、漁業、渡り鳥、および日本にとって利害と重要性のからむその他の主な話題といった、近隣諸国に関連する主要な問題に関する専門家会議を定期的に開催

- 沿岸での油流出対応講座の実施。第1回は2004年10月、北海道の札幌で開催した。同様の講座を2005年6月14～16日、ユジノでも開催
- 留萌、稚内、網走、紋別などのオホーツク沿岸の各市の公民館で、主な問題に関するタウンホールミーティングを実施
- 声明発表（ウェブサイトおよび日本のメディアなど）
- 利害関係者訪問（北海道漁協など）
- 地域社会・各種組織との非公式会議を継続

札幌と東京で2005年第4四半期と2006年第1四半期に予定されている公聴会は公開で、短いプレゼンテーションと質疑応答を行う予定である。席上では、油流出対応が重要になってくる開発の最新の進捗状況や近隣諸国への対応について報告する予定である。開催日の3週間前に、日本の主要各紙に公聴会の告知を掲載する。

日本の参画に関するプログラムの詳細は、当社のウェブサイト www.sakhalinenergy.com (英語) または www.sakhalinenergy.ru (ロシア語) の公開協議と情報公開に関する計画 (PCDP) を参照。また日本への関与に対する当社の約束事項の日本語版は、PCDPの付録4を参照。

2005年の第4四半期末には、同年のコンサルテーション計画のレビューを行い、これをもとに2006年のプログラムを決定する。

2.3 油流出対応計画の策定

油流出対応計画の成功には、一般に以下が必要とされる。

- 関連情報を得た上で、広範にわたる計画策定への努力が必要である。関連情報とは具体的に、流出頻度、流出量、軌道モデリング、影響を受ける危険性の高い自然資源を特定するための環境アセスメントなどが含まれる。
- 効率的、効果的な対応戦略の策定。
- 適切な資機材の入手・保管・配備・保守に対する当社の約束事項。
- 訓練を受けた要員の維持。
- 近隣地域・広域・国際レベルの各機関を統合した、効果的な対応機関の編成。

当社は、上記要件に基づく確固たる油流出対応システムを構築するため、全力を尽くす所存である。この点は現在のヴィーチャズ生産複合体（ピルトナーアストフ）のフェーズ1油流出対応計画（OSRP）における対応手続きおよび緊急対策組織にも明らかである。これらはロシア連邦・地域・州の各当局によるレビューを受けて承認されたものである。

フェーズ2の油流出対応計画については、評価を行った上で、最終的には複数の州当局および連邦当局の承認を受ける必要がある。フェーズ2の開始に先立ち、机上でのテストと実地演習の両方を行う。(2.3.4節「訓練」参照)。

2.3.1 流出軌道研究

サハリンIIプロジェクトでは、ピルトン-アストフ油田での生産を1999年に開始した。計画の初期段階から、生産と輸送業務、掘削作業およびタンカー輸送を中心に、油流出リスクに関する数多くのアセスメントを行ってきた。その大部分は油流出対応計画の策定が目的であり、流出軌道さらにはピルトン-アストフの沖合での活動による被害を受ける危険のある沿岸地域の特定について、重要な情報を提供してきた。

フェーズ1・フェーズ2の既存施設とパイプラインからの流出は、すでにモデリングが完了している。モデルに使われた流出量は、定量的リスク評価(最大想定流出量)およびロシア連邦法の規定量(TAU 2002a-g; Risktec 2004, Risktec 2005)を元にした。

各施設における複数の流出シナリオがモデリングされた。この結果については次節以降の表で示す。

各シナリオについて、以下が明らかとなった。

- 油膜の分散(確率論的) : ここでは、風に関する複数のシナリオを使用して軌道をモデリングし、それにより一定時間内に油膜が広がると予想される地点を含む範囲を導き出す。流出開始からの経過時間は、6時間後、12時間後、24時間後、2日後、3日後、5日後、その後は5日に1回とし、最終的には油膜が消滅する、海岸線に達する、またはモデリング対象地域を超えるのいずれかをもって終了する。流出量が2,000 m³以下の場合には最大30日間まで追跡し、流出量が2,000-10,000 m³の場合には60日後まで、流出量が10,000 m³以上の場合には90日後まで追跡する。
- 方位ごとの油膜分散図
- 単独油膜軌道。流出から海岸線到達までの最短時間を示すほか、主要自然資源がどのような条件で被害を受ける可能性があるかを特定する
- 沿岸被害予想図
 - 沿岸地域ごとの被害予想
 - 一定時間経過ごとの沿岸被害の可能性
- 最大油膜範囲図(場所・日数)

当初研究はすべて、対象施設とは関係なく、ヴィーチャズ原油を用いて行った。ヴィーチャズ原油は、ルンスコエで産出する石油(コンデンセートと原油が混合される)、OPF施設からパイプライン輸送され、アニワ湾のTLUより輸出

されるブレンド原油のいずれと比べても重質な原油である。従ってモデル結果は実際より厳しい条件で見積もられていると言える。言い換えれば、モデリング結果は実際よりも海洋における油の持続時間が長時間にわたるほか、最終的な油膜範囲も見込みよりも広範囲に渡る可能性がある。PA-Bの石油はPA-Aのヴィーチャズ原油と同様の特性を有する。当社では目下、ルンスコエのコンデンセートのモデリングを進めている。

上記手法のモデリングで得られる「油膜範囲」とは、個々の油膜の範囲ではなく、さまざまなシナリオや状況を総合した場合の、油膜の到達可能範囲を示していることに注意する必要がある。「油膜範囲」のなかに実際に油膜が占める（油の光沢が見られる）割合は、油の流出量や風化の程度に大きく左右される（付録1、図2参照）。

当社がこれまでに委託実施した、さまざまなコンピュータ・モデリングの概要を参考までに以下に示したい。

(i) ピルトンーアストフ

前述の通り、初期の軌道研究（PTC 1996）では、ピルトンーアストフ（PA）生産複合体（ヴィーチャズ）またはその付近では、沿岸部の非常に広範囲にわたり流出油が広がることが示されている。平均的な夏期（7月）の風を前提とした場合、流出油は北方向に流れ、秋期（10月）には南方向に流れる。陸風（東風）も考慮に入れると、沿岸部への影響は流出から37時間以内に発生する。

同様の結果は、第1回ヴィーチャズ油流出対応計画（FERHRII 1997）作成のために引き続き行われた（さらに詳細な）モデリングでも得ることができた。試験は、夏期・秋期の条件下における4つの流出シナリオを用いて行われ、各季節における各流出シナリオに対し、15種の風モデルを使用した。さらに1998年に追加で行ったモデリング（DVNIGMI 1998）により、これらのシナリオにおける漂着可能性は前回よりもわずかに高いとの結果になった。すなわち、油流出から10日後における沿岸部の汚染は、夏期は45%、秋期は50%（沿岸部に到達したマーカの総数に基づく）であった。このことから、先行研究で報告された流出油の全般的な動きと速度が再確認された。

また、試掘の評価を対象とするモデリング（DVNIGMI 2000）もあわせて実施し、ピルトンーアストフから北海道に至る地域のリスク調査を行った。夏期の（北方向の）軌道は、ほとんどまたは全くリスクとはならず、秋期の軌道についても、30日以内に流出油が北海道沿岸に到達する可能性は皆無に近いとの結論になった。また先行研究とは異なり、夏期における沿岸部への影響確率は36%、冬期は16%と算出された。

あわせて、特定の風の条件下における単一油膜軌道も計算した（DVNIGMI 2002）。

また、フェーズ2開発を目的としたモデリングも行われた。

流出シナリオは、様々な破裂・漏洩・衝突から構成される。パイプライン破裂シナリオでは、碇による破裂事故（夏期）、および氷の洗掘による破裂事故（冬期）の両方を想定した。

表 2.1 ピルトン-アストフでモデリングされた油流出想定シナリオ

No.	施設設備	一次流出		二次流出		
		流出量 (m ³)	継続時間 (分)	流出量 (m ³)	継続時間 (分)	
1.	サハリン2フェーズ2の施設					
1.1	ピルトンA-Aプラットフォーム (モリクパック)	96	12	76	51	
1.2	ピルトンA-Bプラットフォーム	97	12	92	51	
1.3	基本ケースパイプライン・海岸 線より1km	a	12.	210	115	
		b	44	43	-	-
1.4	基本ケースパイプライン、海岸 線より10km	a	12	34	18	
		b	45	30	-	-
1.5	パイプライン代替案1、海岸線 より1km	97	12	151	83	
1.6	パイプライン代替案1、海岸線 より10km	97	12	50	28	
1.7	パイプライン代替案2、海岸線 より1km	97	12	244	133	
1.8	パイプライン代替案2、海岸線 より10km	97	12	42	23	
2.	操業中施設（サハリン2フェーズ1）					
2.1	浮体式貯蔵積出タンカー (FSO)	a	1,763。 (1,500 t)	10	-	-
		b	14,846	54	-	-
2.2	単錨脚係留装置（SALM）	99	12.3	149	92	
2.3	タンカー	10,475	33	-	-	

注：パイプラインからの漏油（二次流出）は、圧力および水深測量によって抑えられる。また管への水の浸入があった場合は抑制される。

ピルトン-アストフ（PA-AおよびPA-B）における油流出の可能性について、最近行ったモデリングでは、やはり広範囲の沿岸部（南北方向）に油が到達するとの結果が示された（付録1、図2.2参照）。ここでは、PA-Aについては流出から30日後までをモデリングの対象とした。これはほとんどの油流出における持続時間を大幅に上回るものである。油膜の潜在的範囲、および風化に伴う油の性状（粘着性など）の変化を計算した。また沿岸部への被害の可能性も計算さ

れ、その結果、先行研究の結果が再確認された（PA-Aのモデル結果については図2.3、2.4を参照）。PA-AおよびPA-Bのモデルの結果は共通する部分が非常に多い。これらについては付録1に示す。

(ii) ルンスコエ

ルンスコエについても、同様の軌道計算を行った（TAU 2002f）。しかしながら前項同様、ここでも実際のパイプラインを流れる公算の高い原油/コンデンセートのブレンドや、掘削作業によって産出される石油とは異なる、ヴィーチャズ原油が使用されている。ここでは5～12月を対象に、以下の2地点からの油流出のモデリングを行った。

- ルンスコエ・プラットフォーム（モデリングに使用した流出量：23t、140t、1,200t）
- ルンスコエ～OPFの海底パイプライン（7.5t、48.4t、258.5t）

モデリングにあたっては、地球全体のデータや油の風化（揮発、自然気化など）をもとにした気象条件のシナリオが考慮され、期間は10年間、油の軌道は14,390種類がモデリングされた。付録1の図2.5～2.6では、油流出から4日以内に、沿岸部およびルンスキー湾の入り江に到達すると予想される油軌道を示している。計算によると、大規模な事故発生から4日以内に、沿岸部に被害が及ぶ可能性は、分析対象の25%を占める。沿岸部への被害が発生する場合、流出開始から18～36時間後に起こる可能性が高い。図2.7では、流出後の一定期間にわたり油が残存すると理論上考えられる海域のリスクゾーンを示している（油の封じ込めや対策手段が何も実施されなかった場合）。モデリングの結果、90%以上の油は流出から4日後には海面から消失することが示された（付録1、図2.8参照）。

前項でも述べた通り、モデルではヴィーチャズ原油を使用していることから、結果は実際の値よりも保守的に（影響が大きく）出ている。言い換えればこの結果は、実際にルンスコエで生産される軽油やコンデンセートよりも流出油の分布範囲、残存期間とも長い。いわば、沿岸部への被害の可能性が誇張されていると言える。同研究は2005年に最新版を行う予定である（2.4.5節、表2.11 viiiを参照）。パイプライン中の炭化水素の組成変動（石油凝縮ガス率の差など）があるため、複数のシナリオを評価する必要がある。

(iii) アニワ湾

開発を計画アニワ湾フェーズ2の施設では、タンカー積載ユニット（TLU）からの流出シナリオに関し、2種類のモデリングプログラムを行った。最初に、秋期にタンカー積載ユニットからの大規模油流出（6,500m³）が発生した場合、および宗谷海峡を航行中のタンカーからの流出を想定した（DVNIGMI 2002）。先行研究に基づき、油の拡散が最も南に広がるのは秋期だと結論された。タンカー積載ユニットからの油は、モデリングされた条件下では東方に流れ、流出から72時間（3日）後、アニワ岬に到達する。

TAUによるモデリング（2002a、2002b）では、個々の軌道の追跡を行う代わりに確率論を用いたアプローチを用い、油流出リスクを示す図（到達範囲図）を

作成した。付録1 図2.9には、サンプルに使用された過去の風と海流の条件で、油膜が拡散する可能性のある距離が全方位について示されている。DVNIGMIのモデリングの結果と同様、流出源となった施設から国境を跨いで被害が広がるリスクはきわめて低いことが明らかとなった。これは、潜在的軌道は東西方向が中心である点、また北海道沿岸に影響が発生するまでに時間がかかる（72時間以上）点、さらに原油の持続時間が短い点による（付録1 図2.13の後の表を参照）。

最近、氷の存在を含めた評価をはじめとする、通年を対象とした広範なモデリングが行われた（ROSHYDROMET and FEHRI,2004）。ここではヴィーチャズ原油と燃料重油（HFO）の両方がモデルに用いられたほか、海洋における油膜持続時間の計算値を超える、30日間を対象に実施された。ここでもまた、フェーズ2で扱い、輸出対象となる軽いブレンドではなく、ヴィーチャズ原油のデータが使用された。このため、実験結果は今度も保守的に出る（＝実際よりも悪い）と予想される。

各季節について、おおむね次のことが明らかとなった。

- 夏：油（重油を含む）は主に北方向、つまり北西・北・北東に運ばれる。これらの3方向のうちいずれかに拡散する確率はほぼ等しい。南方向（南西・南・南東）への油の移動確率は低く、油流出地点にもよるが、10～20%にとどまっている。
- 秋：南東方向への移動が顕著であるが、北東方向へも運ばれる可能性がある。
- 冬：主に南・南西・南東、すなわち日本沿岸に運ばれる。
- 春：主に北東または西方に運ばれる。

モデリングされたシナリオでは、タンカー積載ユニットからの流出、およびタンカーの航路上での事故の両方を想定している。付録1 図2.10はモデリングされた地点（下記参照）、図2.11～2.12は両シナリオにおける流出範囲、図2.13は沿岸部の潜在的被害分布を示す。

油流出発生源の詳細条件から、油または油製品の漏洩時間は短く（数時間）、そのため流出当初の油膜は丸い形状を成すが、移動するにつれて風下方向に伸び、楕円形になると予想される。海岸線に接触する頃には、複数の油膜に分割するか、またはさらに伸びて海岸線と平行な縞状になると予想される。平均的な油汚染範囲の計算結果では、TLU付近とアニワ湾中央部で予想される油膜範囲が明らかとなった。平均的な油膜範囲の変化は、油流出地点と海岸線との位置関係、主なる移動方向、流出量などに左右される。

計算によると、流出後40日以内の沿岸部への被害は広範囲に渡っており、被害はアニワ湾沿岸、北海道北部および西部沿岸、サハリン島南西部および南東部沿岸、南千島、プリモルスキー地域の北部沿岸などの各地域に及ぶ可能性がある。

る。ただし、上記はリスクが予想される地域であり、実際の沿岸部への被害の規模を示したりするものではないことに注意されたい。

沿岸部への被害が最も早く現れるのは、夏期にタンカー積載ユニットから油が流出した場合だと予想されている。この場合、流出後3時間以内に、油がアニワ湾沿岸に到達する恐れがある。タンカー積載ユニットからの流出が沿岸部に及ぼす被害は、冬期は早くて64時間後、春期は早くて93時間後に現れると予想されている。アニワ湾中央部に位置する船舶からの油流出の場合、流出後34～40時間以内に日本沿岸部に到達する可能性があるとの計算結果が算出された（ただし、これは最悪の条件下の場合である）。

ラ・ペルーズ／宗谷海峡における油流出の場合（付録1 図10におけるNo.3の地点）、油は流出後7～13時間以内には宗谷海峡付近の日本の沿岸部に到達し（図2.13参照）、また流出後16～21時間以内にはクリリオン岬近くのロシア沿岸部に到達すると予想される。

ヴィーチャズ原油と重油MF-380の流出で発生する、物理的および化学的プロセスの計算と分析では、以下が明らかとなった。

- ヴィーチャズ原油の場合は約50%、重油の場合はわずか5%が、3日以内に気化すると予想される。
- 油の分散は、夏期および秋期は計10～20%、冬期は1%以下（波が非常に小さく、海水温も低いため）、春期は約2%（海水温度が低いため）とみられる。粘性が高いことから、海中への重油の分散はほとんど発生せず、1%の数分の一とみられている。
- 油膜の量は乳化作用によって増大し、温度および混合エネルギーによって左右される。油の動態など、当社が実施中の他の研究については、2.4.5節参照。

(iv) 陸上パイプライン

プロジェクトの設計段階で行われた油流出リスク評価の一環として、パイプライン操業に関わる主要なリスクと危険性がすでに特定されている。陸上パイプラインからの主な流出事故の原因として考えられるのは以下の通りである。

- 機材の故障（パイプラインおよび資機材の製造上の欠陥、資機材の腐食、物理的疲労による破断、機械的損傷などによる）
- 人的エラー（資機材の清掃、修理、分解に関するミスなど）
- 自然災害（地震、地すべり、その他の自然災害）
- 事故による機械的故障
- 破壊活動

これらの事故の可能性を左右する要素として、考えられるものを以下に示す。

- 建設・設置作業の質、および耐用年数
- 人間活動の程度
- 構造的および技術的要素
- 使用されている資機材の品質、素材や溶接接点の欠陥
- 操業上の要因
- 腐食の程度

また、陸上パイプラインからの流出の可能性についてもモデリングを行った (TAU 2002c)。目的は次の通りである。

- 推定流出量などを含めた油流出シナリオの特定
- 潜在的「影響域」の特定
- 流出から特別な価値を有する地域に影響が及ぶまでの時間の特定
- 油流出対応に必要な、物資および対応手段の決定

モデリングでは、パイプラインのパラメータ、油の性状、起伏の特徴、土壌特性、小川や河川、それらの水文学的パターン、地域の季節的気象条件を考慮した。また、パイプラインのモデリングプロセスは2段階で実施され、初めに地上における可能性のある油汚染の種類と場所が定められ、次いで河川を通じた油汚染の拡大について調査を行った。

予想流出量の計算にあたっては、パイプライン事故による影響の程度の幅はきわめて広く、針の穴程度の検出が困難な小さいものから、完全な破裂やパイプラインの破壊といったものまでありうるという仮定のもとで行われた。この考えのもと、予想流出量を検証するため、3種類のシナリオを作成した。

- i) 小さな針の穴程度の破裂。パイプライン漏油検出システムでの検出が困難であり、結果として長い漏出時間を伴うもの。原因としては、手抜き工事のほか、想定外のパイプの腐食が原因となり少量の漏油が続くといった展開が考えられる。
- ii) 中規模の破裂または穴。原因としては事故や第三者による干渉が考えられ、500t以下の漏油を引き起こす可能性のあるもの。
- iii) 大災害級の破裂。原因としては、地震などの大規模自然災害、第三者による大規模な干渉、または大規模な事故による損傷などが考えられ、500t以上の漏油を引き起こす可能性がある。

リスク地域を特定するために、パイプラインルート of の全長に沿って50m間隔で (約16,000地点)、また様々な種類の水路 (200地点以上) への流出がシミュレートされた。流出量は管にできた穴の特徴に左右される。

最悪の場合を想定した油流出シミュレーションの結果を算出したところ、モデリングを通じて以下の結果が得られた。

- 陸上汚染地域の特定、回収される油量の特定
- 水路に流入する恐れのある油量の特定

- 特別な価値を有する地域や保護区となっている湾の水域に、油が到達するまでの時間の特定
- 特別な価値を有する地域の汚染に関する一般的なシナリオ
- 油流出汚染が発生する可能性のある地域一覧
- 特別な価値を有する地域とその汚染動態を示した地図
- パイプライン網ごとの汚染の危険性と、汚染の危険度に基づき近隣地域を色分けして示した地図

さまざまなシナリオを元に、パイプラインの各セクションからの潜在流出量を、以下の仮定に基づいて算出した。

- 漏油発生地点および地域
- 漏油発生からポンプを停止するまでの油流出の時間長。小さな穴の場合は15分、その他の破裂の場合は5分とする。
- ポンプを停止してからバルブが閉じられるまでの油流出の時間長。小さな穴の場合は1時間、その他の破裂の場合は5分とする。
- 対策チーム到着時間（30分～2時間）、および油の漏出を止めるための対策に要する時間。

上記に基づき、流出量は以下の方法で決定される。

- 破裂発生時点からポンプが閉じられるまでの油流出
- ポンプを閉鎖してからバルブを閉じるまでの間のパイプラインからの油の漏出
- バルブを閉じてから漏出が停止するまでの間における、パイプラインからの油流出。全く対策が講じられないまま、潜在流出量の全量が漏れ出してしまうという最悪のシナリオを想定した。

上記計算後、以下のロシア連邦の要件に基づいて追加流出量が計算された。

- 亀裂：14日間の輸送量の2%
- 断裂：6時間の輸送量の25%、故障部位のバルブ間の油量

モデリングによる結果は表で示し、戦略的結果は付録1の図2.14に図示する。表2.2は、各シナリオごとに計算した最大流出量をセグメントごとに示している。

こうして流出量を決定したうえで、次に河川および特別な価値を有する地域（ASV）など主なレセプターへの油流出の潜在結果を評価することが重要だということが判明した。そこで、こうしたレセプターに油が到達するまでの潜在的所要時間が算出された。具体的には、以下のシナリオの分析を行った。

- 河川への油流出：油流出の結末・移動・影響に関しては、サハリンの河川は一般に中～高エネルギーであるため、流れが速い（夏期）。パイプラインの河川横断部の多くは、海岸線から20km以内、多くは5km以内に位置する。このため中～大規模の油流出の場合、速やかに河川に流入し拡散すると考えられ、わずか数時間で河口や沿岸部に到達する可能性

がある。流出油が湾や沿岸部に到達するまでの所要時間の目安はレポートで示された（通常は2時間未満）（付録1 図 2.14 参照）。

- 陸上への油流出：パイプラインは地表近くに埋設され（地下 90cm）、土壌中の水分含量が一般的に高く、またパイプライン網周辺の地下水面はおおむね地上に近い。こうした条件下では、流出油の地中への浸透はあまり起きず、特に水分含量の多い地域を中心に、水は土壌の表層にとどまり、主に水平方向に広がると予想される。陸上での油流出の影響は局所的であると予測される。陸上への油流出の深刻度は、近くに水場があるかどうかにより大きく左右される。この点に関する情報を掲載した詳細な地図を作成した。付録1 図 2.14 にその見本を示す。
- 特別な価値を有する地域（ASV）に影響する恐れのある油流出：河川または陸上を問わず、油が特別な価値を有する地域に流入した結果、被害が発生する場合を指す。そのようなシナリオについても検証し、視覚的に示した（図 2.14 参照）。

表 2.2 パイプライン流出規模の例

バルブの位置		流出場所、パイプラインのkm	対応時間（6時間）を基にした流出規模予測、単位：トン			ロシア連邦基準 No1613による流出規模	
パイプライン上の位置	説明		小穴	穴	断裂	2%	25%
ピルトン-アストフスコエ地点							
第1区間							
1.8	海底パイプライン関連	1.8	6.64	76.16	412.13	4,959.36	1,194.15
第8区間							
142.4	Imchin川上流	142.4	6.70	38.63	192.04	4,959.36	1,176.72
ルンスキー区間							
第6区間							
19	Vazy川下流、Nyshnyi川上流	27	14.19	157.20	911.16	7,305.98	1,668.50
27.15	Sredniy流の下流	27.15	16.28	157.12	910.55	7,305.98	1,718.77
主幹パイプライン							
第2区間							
18.3	Chkharnia川下流、Argy-Pagy上流	20.483	16.05	138.67	820.69	7,305.98	1,685.34

バルブの位置		流出場所、パイプラインのkm	対応時間（6時間）を基にした流出規模予測、単位：トン			ロシア連邦基準 No1613による流出規模	
パイプライン上の位置	説明		小穴	穴	断裂	2%	25%
39.5	Vosiy下流	39.5	11.81	137.28	812.15	7,305.98	1,752.19
第3区間							
283.7	282.4km下流の分岐点、Kissa川	296.483	15.52	159.43	923.22	7,305.98	1,635.07
296.5	Gorianka川	296.5	14.60	159.32	922.29	7,305.98	1,752.19
第4区間							
324.1	326.1km上流の分岐点	324.1	18.52	156.47	907.71	7,305.98	1,727.06
第5区間							
435.3	ピグ受容機／起動機	437.483	14.61	142.92	832.87	7,305.98	1,660.21
519.5	Aprelovskiy上流 520.6kmの分岐点	519.5	15.56	125.74	729.23	7,305.98	1,752.19
第7区間							
597.2	Mereya川上流	597.2	10.03	116.24	641.05	7,305.98	1,701.93

注：上記の計算は参考値で、現在再評価を行っている。上記の数字を算出した以降に、パイプラインのルートが変更されている。

すべてのモデリングから導かれた結果をもとに、油流出対応および資機材の一覧に関する最善のアプローチを定めるよう、現在意思決定が行われているところである。これを受け、当社はサハリン全土のラグーンや河口の近くなどのリスクの高い地点について、資機材を配備する足場の候補地の検討を行った。

資機材の要件および資機材の配備箇所については、代替案1のパイプラインルートの再調整にあわせて再評価する予定である。当社は現在、陸上パイプライン油流出対応計画の書き直しを進めている（2005年末に完成予定）。

軌道モデリング：結論のまとめ

3種類のモデルを使用した海域での軌道モデリング研究を6年間にわたって実施した結果、比較的一貫した結論が得られた。支配的な海洋気象条件および油の持続性から、施設を発生源とする油流出が国境を跨いで被害を及ぼすリスクはきわめて低いことが明らかとなった。タンカーからの油流出は、風の状態や流出地点が多岐にわたることから、一定のリスクが存在すると予想される。一方、フェーズ2の開発における輸出用原油は、ヴィーチャズ原油とコンデンセートの混合であるため、より軽質になると予想される。混合油のサンプルが入

手でき次第、油特性と軌道に関する研究をさらに行い、こうした情報をさらに洗練させていく所存である（2.4.5節参照）。

2.3.2 マッピング

前節では軌道モデリングを通じて、油流出の影響を受けるリスクがある地点や自然資源を特定した。これを受け各地点で、油の影響に対する脆弱性および可能な浄化の手法に関する調査が行われる予定である。これをもとに、資機材、人員、訓練計画などを含む、油流出対応における要件の配備や特徴を詳細に定める。

環境脆弱性地図の主な目的は、油流出の際の沿岸部保護における優先順位を定めるとともに、浄化方法の開発と導入を決定することである。

(i) 当初のマッピング

エリザベータ岬からテルペニヤ岬に至るまでのサハリン島北東部の沿岸部および湾を調査し、フェーズ1油流出対応計画プログラムの一環として環境脆弱性地図を作成した。

脆弱性地図は、初期のフェーズ1の環境影響評価および概論的な油流出対応計画（OSRP）のために、海底と陸上のパイプラインルート、施設の建設現場およびアニワ湾に対してそれぞれ準備された。これらは既存の情報と現場調査（経験のある環境分野の科学者が関連する行政機関との協議に基づき実施）がベースになっていて、特別有用地域（ASV）や、各施設からの流出リスクのあるその他の自然資源を特定する等によりまとめられた。主要な特別有用地域（ASV）は表2.3にリストアップされている。他にも、ナビルスキー湾全体などのような、保護を必要とする、注目に値する場所がある（公式に規定された特別有用地域（ASV）ではない）。上記の脆弱性地図は、当社の地上調査の結果を受けて漸進的に改定され、その後分析されGISシステムに統合される。

環境脆弱性地図は最近修正されているが、2004年と2005年の地上調査プログラムに基づいて、2005年にさらに改訂される予定である。

表2.3 特別な価値を有する地域（ASV）を含む、重要と指定された地域の例

ID	名称	説明	施設
1	ブランゲリ島	鳥類の営巣地として特に重要な自然保護区。ピルトン湾内に位置している。	PA-A, PA-B & Lun-A
2	リヤルボ島	鳥類の営巣地として特に重要な自然保護区。ニスキー湾の北方向部分に位置している。	PA-A, PA-B & Lun-A、陸上パイプライン
3	チャーイカ島	鳥類の営巣地として特に重要な自然保護区。ナビルスキー湾の北方向部分に位置している。	PA-A, PA-B & Lun-A、陸上パイプライン
4	ルンスキー湾自然保護区	鳥類の営巣地として特に重要な自然保護区。サハリン島北東沿岸に位置している。	PA-A, PA-B & Lun-A、陸上パイプライン

ID	名称	説明	施設
5	ダギンスキー温泉地	社会的、経済的に重要。サハリン島北東、ダギ湾の西沿岸近くに位置している。	陸上パイプライン
6	マカロフスキー指定地	生態学的保護を目的として指定された自然保護区。パイプラインが保護区の東側、下流にある境界を通過する。	陸上パイプライン
7	イズプロバイ指定地	アイ川とフィルソヴォ川の間にある狩猟指定地。	陸上パイプライン
8	プガチョーボ泥火山	マカロフスキ地域の南方向部、プガチョヴォ村に位置する泥火山。	陸上パイプライン
9	コルサコフのモミ林	プリゴロドノエの北 km、メレヤ川の谷に位置するグレントウヒの林	陸上パイプライン
10	多くの娯楽地 (ビーチ)	社会的、経済的に重要。	陸上パイプライン
11	コルサコフスカイエ農場	社会的、経済的に重要。	OET/TLU、陸上パイプライン
12	ブッセラグーン保護区	トニノーアニワ半島の北東に位置する保護地域。	OET/TLU
13	クリリオン半島狩猟地域	クリリオン半島の南西に位置する。	OET/TLU

(ii) 進行中のマッピング

2004年に、既存の情報を補足するために、アニワ湾領域の広範囲の写真データ、海岸線の地形データ、環境脆弱性に関する情報が得られた。調査は、クリリオン半島の西にあるクズネツォヴァ岬から、トニノーアニフスキ半島の最南端にあるアニワ岬までの海岸線をカバーしている。このデータは油流出対応のための地理情報システム (GIS) データベースに組み込まれ、その領域の環境脆弱性地図改訂のベースとして提供される予定である (図2.18のアニワ湾の例を参照)。

パイプラインルート沿いの河川水系の地盤調査が、2004年中に実施され、2005年もさらに調査が予定されている。これらには、追加の河川地点とサハリン沿岸の海岸線地域が含まれる予定である。

河川と小川、ラグーンと湿地、および海岸線における油流出対応関連の情報を得るために現地調査が行われており、環境影響評価向けに既に収集された広範囲の情報が、さらに拡張される予定である。それぞれの場所で収集された情報には以下のタイプがある。

- 輸送に関する情報 (道路、アクセス性、基地として好適な地点)
- 生物学的特性 (油とその除去に対する脆弱性)
- 海岸線および河岸の特徴 (地盤と形状)
- 河川の水深、流速、幅

- 川の土手、崖などの高さおよび傾斜

広範囲にわたるプロジェクト全体のコンサルテーション活動の中で、当社と株主が議論し、尽力し、感受性の高い地点や領域を特定するための機会が利用されており、これは現在も継続している。上記の研究からの更なる結果情報は、本章の後に概説されている。

環境脆弱性地図はまた、オオワシ（EIA補遺版の第4章を参照）、ニシコクジラ以外の海洋哺乳類（詳細はEIA補遺版の第5章）、レットデータブック記載種と渡り鳥（EIA補遺版の第15章参照）などの特に敏感な種についても考慮している。GISはワシや他の絶滅が危惧される野生生物を特定し、対応の優先順位を決めるために利用されている。詳細については、以下節の「野生生物」（2.3.3節のパート（iii））を参照。

(iii) 北海道のマッピング

北海道の北部沿岸の脆弱なレセプターもまた、当社の油流出対応計画で検討される予定である。当社は、日本の海上保安庁（JCG）と共同で、北海道立地質研究所（GSH）が現在開発中の地図を利用する予定である。

北海道の環境脆弱性インデックス（ESI）マップは、アメリカ海洋大気庁（NOAA）で使われているESI地図システムがベースになっており、以下の3つの主要部分から構成されている（浜田、pers. comm. 2004）。

- 地質学的情報：地理的情報、例えば砂浜、岩の多い沿岸などの位置を記述
- 生物学的情報：植物相および動物相の記述
- 社会的情報：行楽用のビーチ、養殖場のような商業活動の位置

図2.19は見本である。この地図は北海道北部の留萌、稚内、宗谷、紋別、網走の海岸線5区間（西から東）で構成されている。地図の対象は、海岸線に面した沿岸地域および近接した内陸地である。地図には自然のおよび物理的特徴を表す様々なシンボルが表示されている（地図の凡例参照）。ここには、自然のおよび生物学的の生息地（ウミガメの産卵地、甲殻類が集まっている場所、藻場など）や、公式に指定された地域（ラムサール条約登録湿地、自然公園など）およびその他境界が決められた地域（漁業領域など）が含まれている。娯楽向け地域の特徴や沿岸保養地のような人間が使用する領域は、明確に特定されている。その他の影響を受けやすい地域や重要な地点（学校、海上交通のターミナル、史跡など）もまた示されている。は、油流出対応施設および資機材の場所（資材保管施設、浚渫機、油回収船、高粘油回収用の網、廃油処分施設など）もまた、この地図の中に含まれていることに注意すべきである。

1999年から2000年にかけて、北海道立地質研究所は北海道地方の3,000kmの海岸線を調査し、地質学的に分類した（浜田、2004）。2004年5月に北海道の海岸線の分類に関する情報が公開され、日本語のPDFファイルで利用可能となった（付録1の図2.19参照）。北海道立地質研究所は現在、GISデータベースに入力するための、人により利用される自然資源や生物学的に利用される自然資源に

関する更なる情報を収集している。上記の結果は2006年5月にウェブサイトにおいてPDFフォーマットで公開され利用可能になると期待されている。北海道立地質研究所で採用されているシステムは、当社で開発されているものと互換性があり、北海道の海岸線における油流出対応戦略の開発のために有効なベースとなると予測される。

前節で述べたとおり、当社の活動により発生する油流出の被害リスクが特定されており、また対応計画立案に利用可能な北海道の海岸線データを入手することになっている。当社は、自社で作成する海岸線での油流出対応に関する文書が、北海道の海岸線に対しても適用できるようにする予定である。

その他にも多様なデータソースが利用されており、さらにこの作業は2006年中頃、油の輸出が開始される前までに完了すると期待されている。上記の脆弱性地図は、当社の進行中の操業準備作業の一部となり、試運転開始前に完成して油流出対応計画の文書に組み込まれ、その後ロシア連邦による承認を受ける予定である。

北海道の海岸線は、北部、オホーツク、釧路／根室の3区分に分けられている。

オホーツク海沿岸は知床半島によって2つの地域に分けることが可能である。北部地域は平らな砂地が特徴的である。南部地域は、知床半島と根室半島の間に形成された大きな湾が特徴である。

加えて、湾口は千島列島の島々に面している。

北海道と国後島の間にある海峡は根室海峡と呼ばれている。この地域は、沿岸にある多数の大小の汽水湖が特徴である。宗谷暖流（対馬海流の分岐）がオホーツク海沿岸に沿って南方向に流れ、東サハリン寒流がその外側を宗谷暖流と平行に流れている。特に湖と入り江において、著しい結氷が見られ、流氷が12月から4月までの間に発生する。上記の氷の状態により、漁業活動と海産物の養殖が大幅に制限されている。

2.3.3 油流出対応計画

建設時及び操業時に置けるリスクの種類は、当社の中央油流出対応計画で定義されている（ドラフト版）。想定される流出シナリオの例を下の表2.4に示す。

表2.4 油流出想定シナリオの例

シナリオ	油タイプ	コメント
海域での作業および掘削活動に関するシナリオ		
例えばワイヤーラインによる検層など、通常の保守作業またはその他の作業で発生する少量の流出	ディーゼル、潤滑油、作動油または掘削泥水。	あらゆる油の取り扱い中や資機材の使用中に起こりうる。流出量は1トン以上にはならず、水域に達する可能性は小さい。

シナリオ	油タイプ	コメント
施設や貯蔵タンクの損傷	ディーゼル、油圧オイル、機械油	予想される流出量は、事故の際に防油堤が損傷を受けたかによる。防油堤が影響を受けていない場合、タンクの内容物は保持される。国際基準に従い、タンクの防油堤は容量の110%に設計されている。
給油中の油の損失	ディーゼル	ホースからの漏出や滴による流出が最も大きな要因である（ホースの接続または取り外し）。保存タンクからのオーバーフローにより油が流出する。
船舶やヘリコプターと掘削設備との衝突（爆発しない場合）	ディーゼル、機械油、油圧オイル、航空燃料	第3段階にまでは至らないと予測される（表2.5参照）。最悪の場合、掘削設備一式の全損害、船舶燃料の流出がありうる。掘削活動に関連する化学物質も同様に流出する可能性がある。
油井のテストやフレア中の着火の失敗で、未着火オイルが流出	原油	油井の試験中に起こりうる。
掘削や油井のテスト中の油井制御の一時的なロス	原油	このような事故は、人的エラーまたは資機材故障／誤動作によって発生する可能性がある。
人的ミス、単独の事故、地殻変動や主要な機器の故障による暴噴	原油	海中（地質学的構造物の崩壊、管、覆い、下の穴の安全弁、導線の故障など）、または油井管理資機材の故障によって、または損傷で起こりうる。ワイヤー／コイル管の操業中の破裂も起こりうる。（掘削設備をもつ船舶衝突の結果発生する可能性がある）
掘削作業からの偶発的漏出	原油、ディーゼル、油圧オイル、機械油	このような事故は、人的ミスまたは資機材故障／誤動作によって発生する可能性がある。
油性掘削泥の油からの油漏れ	掘削泥	輸送作業中に発生する可能性がある。
掘削設備に影響を与えないようなヘリコプターの墜落	航空燃料	どんな深刻な場合でも流出は起こりそうにない。緊急時、人命がかかっている場合は、人命／捜索／救助の作業が優先される。
船舶に関するシナリオ		
汚染されたバラスト水やエンジンルームのビルジの漏出から生じる小規模流出	ディーゼル	少ない流出のみ。
ディーゼル油の船間給油中の損失	ディーゼル	ホースからの漏出や滴による流出が起こりうると十分考えられる（ホースの接続または取り外し）。保存タンクからのオーバーフローで油が流出する。
船間給油中のディーゼル油の大量流出	ディーゼル	燃料移送中にふくらんだホースからの噴出や破裂の結果の流出。
給油タンカーとその他の船舶との大きな衝突	ディーゼルおよび燃料油	給油タンカーの全容量が燃料とともに流出するような大きな衝突。別の種類の油や化学物質を積んだ別の船舶からも流出する可能性がある。
船舶衝突、タンカー以外	ディーゼル・燃料油	衝突は当社やコントラクターの操業船舶間で発生するかもしれない、また外部の船舶（漁船、商用船）との間での衝突もありうる。
燃料貯蔵船の損傷	ディーゼル	衝突、座礁、船体の破壊または火災／爆発を含む多数の潜在的な原因がある。大事故に関連することもある可能性がある（他の船舶や掘削設備との衝突など）。
1隻の船（タンカー以外）または燃料	ディーゼル、燃料	量と油の種類は関与する船舶による。衝突、座礁、船体

シナリオ	油タイプ	コメント
貯蔵船に関する事故	油、その他	の破壊または火災／爆発を含む多数の潜在的な原因がある。
パイプラインに関するシナリオ		
パイプラインもしくはフローラインに発生した大小の穴	原油、コンデンセート、混合油	現在は、パイプラインおよび現在建設され既存の掘削作業で使われているパイプ供給に関連したリスクがある。長期的な流出リスクは施設の油流出対応計画で議論される。
陸上建設活動に関するシナリオ		
通常の保守やその他の作業で発生する小規模流出	ディーゼル、潤滑油、油圧オイル	油の取り扱いや資機材の利用中に起こりうる。流出は1トン以上にはならないと予測される。
貯蔵油の損失	ディーゼル、潤滑油、油圧オイル	油の貯蔵方法が不適當で、国際的なベストプラクティスに従っていないとリスクが増大する。油は当社の標準に従って適切に貯蔵されなければならない。
油輸送トラックの横転	ディーゼル	劣悪な道路、老朽車、不適切な運転と行動により起こりうる。

(i) 建設段階

建設活動の間、流出リスクは建設業者の油流出対応計画（OSRP）でカバーされている。全ての当社のコントラクターとサブコントラクターは、当社の標準と手続きに従うよう要求される。全ての計画は、活動開始前にレビューされ、適切であれば、当社によって承認される。このアセスメントの一環として、当社は、活動のリスク対策のための資機材要件の分析を実施する。

このレビューに続き、コントラクターは、流出対応企業との契約を準備したり、または同社の要員や資機材を使うことによって、上記のリスクに対応するのに十分な能力と資格を持つよう要求される。しかし、コントラクターのリソースを超えた事故の際は、当社は、どんな第三者の流出にもそうであるように、あらゆる流出対応を補助し支援する。全てのコントラクターは、当社の緊急時コーディネータの担当者を通じて、緊急時および対応手続きにアクセス可能である。当社のプロジェクトのスタッフは、システムと資機材が保守されているかを確かめるために、現場視察を行う。緊急時コーディネータ（EC）に連絡すると、緊急時コーディネータは、事故に応じた必要事項と使用する資機材やリソースを評価する。必要に応じて当社は、コントラクターからの流出を管理し補助するために、自社の流出対応組織と緊急時調整チーム（ECT）を始動させる。当社とそのコントラクターは、油流出対応に利用可能なリソースをもっている。上記のリソースは島の様々な地点に配置されている（図2.16および2.4.6節の(i)参照）。

当社もまた、コントラクターに対する油流出対応サポートを準備し、要求があれば流出の対応をするか、またはロシア連邦の統合指揮系統を通じて対応する。そのようなケースが、2004年9月、浚渫船「クリストフォロ・コロンボ号」がサハリン島のホルムスク沖を台風の中航行中に発生した。これは第三者の流出であったにもかかわらず、当社は、船のオーナーと州の緊急委員会からの依

頼を受け、緊急事態省を助けて流出対応を調整した。サハリン島のロシア連邦政府機関、州、地元、コミュニティーグループなどからの担当者とともに、当社とコントラクターの資機材と人的リソースが使われた。

この事故の結果当社は、サハリン島の南部における対応資機材の備蓄を増やし、油流出対用に輸送可能な資機材を発注した。善意の印として、当社は、地元の管理当局に、油流出対応の能力を拡大し、さらにホルムスクの沿岸の遊歩道を大幅に美しく改装するための支援を申し出た。

(ii) 操業段階

当社はフェーズ2施設のそれぞれに対し、機能的な操業時の油流出対応計画を開発する。上記の計画は、それぞれの施設の操業期間中維持され、レビューされ、必要に応じて改定される予定である。さらにロシア連邦の法律では、操業開始前にそれぞれの計画が州と連邦の政府機関によって承認される必要があるとしている。油流出対応計画は、サハリンIIフェーズ2の操業開始の少なくとも6ヶ月前に完成すると予定されている。

承認された計画は現在、ピルトンアストフAにあるサハリンIIフェーズ1の施設（ヴィーチャズ生産複合体）におかれている。これは、フェーズ2の開発の結果生じるPA操業上の変更に対応するため、改定される予定である。既存のPAの油流出対応計画はサハリン州とロシア連邦機関による承認を受けており、当社の対応組織と資機材リソースの機能が十分かどうかを関連機関によって検査された。このアセスメントは、部分的に2003年に実施された政府の2回の油流出対応に関する演習に基づいている。

初めの訓練は、2003年6月、緊急事態省によって主催された。2回目は、防衛省／運輸省の合同演習で、2003年8月に実施された。両演習とも、ユジノにある当社の緊急時調整センターと、現場管理チームの両方の始動を必要とした。防衛省／運輸省の演習ではまた、当社の海洋対応リソースの現場での展開や、海岸線保護資機材、対応チーム、さらに人員の大規模な展開を行った。

フェーズ2の計画に対して、当社は、全体的な油流出対応計画案、油流出対応コンセプトペーパー案および施設ごとの概念的油流出対応計画を作成した。上記の文書は、油流出計画立案と対応に関する広範なアプローチとともに、提案された資機材入手や配分について詳述している。上記の文書は現在、具体化に向け改定が行われており、フェーズ2の操業開始の少なくとも6ヶ月前に完成する予定である。PA-AとPA-Bは、ロシア連邦政府の要求に従い、ひとつのピルトンアストフ油田の油流出対応計画で対応する予定である。

タンカーおよびその他の船舶は、MARPOL条約およびポートステートコントロールに関する協定に従い、それぞれの船上における油汚染緊急時計画のもとで操業が行われる予定である。MARPOL 73/78 附属書Iの第26項では、150トン（総トン）以上のオイルタンカー、または400トン（総トン）以上のあらゆる船舶は、承認済みの「油濁防止緊急措置手引書（SOPEP）」を備える必要があるとされている。MARPOL 73/78 附属書IIの第16項にも、有害な液状物質のバラ積みを送る150トン（総トンおよびそれ以上）の船に対し、同様の規定があ

る。本項では船上に、承認済みの「有害液体汚染防止緊急措置手引書（MPEプラン）」を備えることが要求されている。「有害液体汚染防止緊急措置手引書」を作成するにあたっては、その内容の殆どが「油濁防止緊急措置手引書」と重複し、緊急時には別々に分かれた二つのものよりも、組み合わせた計画の方がより現実的であることから、2つを統合するべきとされている。1990年のOPRC条約もまた、一定の船に対してそのような計画の策定を要求している。

船上油汚染緊急時計画（SOPEP）には、船主から特定の船の船長に伝達する情報と、油流出の場合に環境に対する影響を防止するか、少なくとも緩和するためにどのように行動すべきか、というアドバイスが含まれている。この計画には、様々な油流出シナリオに対応する操業面と、事故の際に使うべき情報連絡先のリストが含まれている。MARPOL 条約中の最小の必要条件に基づいたのが「緊急措置手引書作成のガイドライン」である。一般的な章立てを以下に示す。

- 船の識別情報
- 目次
- 変更履歴
- 序文（必須の第1章）
- 報告の必要条件（必須の第2章）
- 荷揚げ管理手順（必須の第3章）
- 国および地元との協力（必須の第4章）
- 付録として最小限示すべき項目
 - 沿岸国の連絡先（国際海事機関（IMO）によって毎年発行されている）
 - 港の連絡先（船長によって常に最新に保たれている）
 - 船の利害関係者の連絡先（船主／管理者への24時間以内の連絡のための電話番号、備船に関する全情報、保険、船主責任（P&I）などを含む連絡先データ）
- 船の設計図
 - 全体の設備配置図
 - タンク方式
 - 燃料管図
- 船主の決定による追加的な付録。例えば
 - 訓練・演習手続き
 - 計画の見直し手続き
 - 記録保持手続き
 - 公共問題への対応方針

（ドイツロイド船級協会 2005）

当社は上記計画の審査を行う権利を有している。

当社はまた、訓練されたスタッフのレベルを適切に保つことを約束する。訓練には、政府や他の石油企業の人員との共同訓練が含まれ、第2段階、第3段階の対応訓練にも参加を続ける予定である（2.3.6参照）。

当社のフェーズ2向けの油流出対応計画は、ロシア連邦の法律に十分適合し、ロシアの段階システム（表2.5で説明）および緊急時対応システム（図2.20）に対応している。後者は、統合指揮系統を調整する緊急委員会における段階分類基準をベースとしている。ロシア連邦の段階分類基準は、国際石油産業環境保全連盟（IPIECA）における定義と一致している。

表2.5 ロシア連邦における沖合緊急油流出対応階層の定義のまとめ

対応基準となる段階	各段階の説明 (流出の大きさと対応レベル)	想定流出量	
		ロシア連邦 ⁽¹⁾	サハリン州 ⁽²⁾
第1段階	局地的に重要な緊急事態 ⁽¹⁾ 。 油流出は、流出が発生した設備を所有する組織/会社のリソースによって、効果的に対応され封じ込まれるべきである（各施設のリソース）。 この場合、第1段階の対応は、当社のリソースと既存の油流出対応業者を使う当社によって管理される。	ロシア天然資源省（MNR）定義の下限は500tまで	20tまで
第2段階	地域的に重要な緊急事態 ⁽¹⁾ 。 RSChS（ロシア非常事態予防と行動システム）、ロシア連邦運輸省（SakhBASU、ロシア連邦運輸省海洋汚染管理局サハリン支部）、および油流出対応活動のための適切な資格をもつ地元専門機関の下位組織が有するリソースが、各施設のリソース（第1段階のリソース）に追加される可能性がある。	500～5000t	5000tまで
第3段階	国家レベルで重要な緊急事態 ⁽¹⁾ 。 RSChS（ロシア非常事態予防と行動システム）の対応リソース、緊急事態省、ロシア州海洋救助サービス、外国企業の対応リソースと、油流出対応業者が、第1段階および第2段階のリソースに追加される可能性がある。	5000tを超える	5000tを超える

(1) 政府大統領令No. 240. of. 15. April. 2002. より。

2) サハリン州知事法令No. 193. of. 8. May. 2001. より。

両規制とも現在改定作業中であるが、現在の州と連邦の第1段階の定義は、想定量の点で異なっている。この場合、基準となる流出量は高度な活動レベルを保証するためのロシア連邦の上限値となっているが、このようなことは、施設に対する当社の装備やロシア連邦の装備の要件と特別に関連していない。一方、段階的対応システムの最優先の現実的対応は、量を問題としていない（もし流出対応の責任者が対応を管理できるならば、それは第1段階であるといえる）。もし流出の原因者が支援を求めてきたり、当事者が十分な対策を実施できないと緊急事態省（または州の緊急時委員会）が決定したならば、主導権が

引き渡され（「統一指揮系統」の実施）、第2段階の対応となる。クリストフ・コロンの事故（28トンの油流出）は、比較的流出量が低かったにもかかわらず、緊急事態省によって第2段階の対応が必要と特定された。その事故では、州の緊急時委員会の代わりに（その要求のもとで）、当社が流出対応を管理することになった。

TEO-Cプロセスの承認のために準備されているフェーズ2の油流出計画は、現在広い範囲にわたって改定が行われている。新しい計画は、包括的であると同時に現実的になると予想される。それらは、油流出がサハリン島や日本の北部に及ぼす環境上のリスクとともに、それらを管理するために実施すべき手法について明確に示す予定である。

油流出対応計画は、関係する地元およびロシア連邦の機関と密接に協議を行いながら作成され、利害関係者によって提起されたあらゆる観点を考慮に入れる。油流出対応計画の構成と内容には、石油ガス開発（沖合）のIFCガイドライン（IFC、2000年12月）、IPIECAガイドライン（IPIECA、2000）の内容と要求事項が包含され、ロシア連邦とサハリン州政府の要求に従ったものになる予定である。

それぞれの計画には、最低限、以下の内容が含まれる。

- 操業内容、現場の状況、気象パターンの説明。
- 最悪ケースの想定事故を特定するための、地域の気象変動、水文気象学、川の集水や勾配などを考慮した想定流出シナリオ。
- ロシア連邦の法律に従った第1、2、3段階の定義および各段階に関する企業の責任と義務の明確な区分（第三者の油流出対応業者との契約調整も計画の中に記述される）。
- 生息地や特別な価値を有する地域を示した環境脆弱性地図（脆弱性の高い地域、施設、資材リストおよび資材の配備箇所に関する詳細情報を含む）。
- 役割と責任、通知と連絡手段、連絡先詳細を含む、油流出対応のための組織構造。緊急対応および危機管理システムは、現在改訂中。
- 陸上および海上にある油流出対応設備のリストと各設備の概要および使用説明書。
- 必要に応じて、政府職員の助力。
- 確実に環境を保護するための、流出が想定される場所と環境脆弱性に応じた資機材と人員の導入戦略。この戦略では、氷の存在、沿岸のラグーンといった地域の状況や気象条件が考慮される。
- 油流出対応人員と影響を受けると想定される住民の保護手順。
- 野生生物の追い出し、救出、管理のためのガイドライン（下の段落参照）。
- 汚染物質の処理と処分のための計画（野生生物の章の後を参照）。

- 関連する当社のスタッフとコントラクターの訓練プログラム。

(iii) 野生生物

油流出により野生生物の油汚染が起こる可能性があり、実際問題として、これらを洗浄し、回復させる必要がある。既存のピルトンーアストフスコエ油流出対応計画には、海生哺乳類（鯨類（アザラシ、アシカなど）、クジラ類（クジラ、イルカなど）およびラッコ）、海域および沿岸の野鳥を含む「野生生物対策ガイドライン」が含まれている。その文書では、以下のような、野生保護の優先すべき領域が示されている。

- 高いレベルの動物相を保持し、渡り鳥や野生生物をひきつける塩性湿地が存在する沿岸の湾およびラグーン
- 沿岸鳥類・海鳥の大規模な集団（渡り鳥の休憩地や越冬地、海鳥のコロニー、主な海鳥の餌場）。
- 海生哺乳類の集団（アザラシの上陸場、上陸して換毛する時期、特に春の湾口）。
- 移動経路としてクジラに利用される氷間の水路。

上記ガイドライン文書では、油に汚染された野生生物の安全な取り扱いと処置に関するガイドラインも提供する（野生生物対応と回復作業への参加者は、一人で作業するのではなく、健康と安全の計画、PPEで定められたあらゆる産業用衛生安全対策に従った、適切な訓練を受けている必要がある）。また、この文書には、以下に関する責任の所在についても概説している。

- 野生生物対応コーディネータ（WOC）の任命。
- サハリン州天然資源省やSakhrybvod（サハリン漁業当局）、サハリン州衛生感染監督センターなどのような地域の担当機関との野生生物問題に関するコンサルティングを通じた継続的な対話。
- 野生生物対応計画の作成、輸送、文書化および報告などの管理に関するガイドライン。

実行可能な場合は、鳥類や海生哺乳類を油の到達が予想される場所、または油で汚染された場所から移動させたり、追い立てる方法でそうした場所から追い出したり、動物を排除したり捕獲／除去するといった方法が採用される予定である。

当社は、国際動物愛護基金（IFAW）に調査を委託しており、島の野生生物対応における既存の対応能力に関する背景について詳細が報告される予定である。研究では、将来の操業時における野生生物対応を開発し、強化するために何が必要か、という選択肢が調査される予定である。当社は野生生物対応のための装備に投資する計画であり、装備としては救助用トレーラーや洗浄／救助装備セット、動物を短期間収容するための加温された囲い（野生生物の領域を区分して保護するためのネットやメッシュなど）が含まれる見込みである。フェーズ2の油流出対応計画において野生生物対応ガイドラインが作成される予定である。

(iv) 廃棄汚物管理

回収油の輸送、処理、最終処分のための保管、輸送システムが必要になると予測される。短期的の（手軽な）廃棄物保管のために、輸送ライン、バキュームトラック利用、保管タンクまでの外部ポンプ積載能力および油収容能力について検討される予定である。

最終処分に関しては、当社の固体廃棄物管理戦略において、戦略的に配置された各施設（LNG、OPFなど）で油流出事故時に発生した油汚染廃棄物の安全な貯蔵施設、生物処理のための施設、緊急時の保管エリアおよび最終処分地の設計、許認可および建設が現在実施されている、もしくは試運転期間中に実施されると記述している（更なる詳細については環境影響アセスメント補遺の第10章、固体廃棄物管理を参照）。

2.3.4 訓練

全ての油流出対応の指導では、室内か野外かにかかわらず、また理論的が現実的にかかわらず、また対応訓練（机上と導入）があるかどうかにかかわらず、「訓練」が検討されている。油流出対応戦略の重要な部分は、対応中の作業を割り当てられた（割り当てられるであろう）全ての人員が、コントラクターも含めて、適切に訓練を受け、意図された役割を効果的および効率的に果たす能力を確実に有するようにするための、包括的訓練プログラムである。

油流出対応訓練プログラムは、当社やコントラクターの人員の安全を確保し、漏出を軽減・防止し、財産と環境に対する流出の影響を効果的に削減するよう意図されている。安全と環境の訓練は、陸上と海上両方の、安全と環境の保護のあらゆる側面をカバーしている。当社の健康・安全・環境部門は、油や危険物質を扱ったり、それらの生産物の近くで業務するあらゆる従業員が、流出対応とそれに関連する訓練を受けることを保証している。訓練プログラムでは、計画に基づき実施されるべき対応活動を説明することにより、プロジェクト保護の実施方法や、油流出対応計画の詳細を説明する。

当社は油流出対応訓練ガイドラインの文書を準備し（SEIC、2005年6月）、その中で様々な油流出対応の役割を任命された人員に必要とされる、ふさわしい訓練レベルを定義している。上記の役割には、危機管理チーム（CMT）、緊急時調整チーム（ECT）、現場チームまたは流出発生時の最初の対応者などがある。推奨された訓練は、対応の間、あらゆる人員が確実に、安全で効果的および効率的に作業ができるように設計されている。これは、ロシア連邦の規制や決議または法令のもとで要求されるどんな油流出対応訓練とも代えることはできない。油流出対応訓練ガイドラインは、当社の健康・安全・環境訓練基準と一致し、追加するものである。

当社の訓練プログラムは、様々な流出規模の事故に対して、最善の対応を遂行するために必要とされる訓練の種類が含まれている。

一般のおよび流出規模段階に対応した訓練コースの事例には下記がある。

- 油流出入門コース（意識向上）：3～5日

- 油流出上級管理コース：2日
- 海岸線対策：2～3日
- 野生生物対応：洗浄と回復：2日
- 油流出対応向け環境意識向上コース：2日
- 内陸における流出対応コース：2日

油流出対応の訓練を受けた従業員は、彼らの能力を維持するために、十分な内容と期間をもつ再訓練を受ける計画である。当社の外部で受けたトレーニングコースも含めて、認証記録が保持される。

定期的油流出対応訓練と演習の指揮

小規模および大規模な油流出対応演習の実施によって、計画およびテストされるチームの効果を確実にする。これらは、施設毎もしくは当社全社で行われるか、または関連するロシア連邦やサハリン州当局との協力により実施され、地域演習にも参加する予定である。演習には以下の組み合わせが含まれると予想される。

- 机上演習
- 野外展開演習
- 組み合わせ演習（机上と野外）

(i) 机上演習

- **油流出対応計画オリエンテーション**—管理チームが役割、手続き、責任などに習熟するための非公式なワークショップとして実施される演習。目的は、計画の各部分をレビューし、現場の知識と経験を使うことにより、計画をより实际的に改良することである。
- **机上シナリオ**—チームワーク、意思決定および手順をテストするために、油流出事故のシミュレーションを使う。この演習は、現実的なシナリオで適切に計画され、実行と報告訓練の管理において、参加者とよく練られたチームの目的が明確に定義されている必要がある。机上演習は通常、2～8時間に渡って続けられる。
- **通知手続きとコールアウト（呼出し）**—通知訓練では、油流出対応チームに警報を発し、呼び出すための手続きを訓練する。これらは通常、最初の油流出報告源に応じて、電話か無線で行われる。訓練では、通信網、人員の稼働性、移動方法、迅速・正確な情報伝達の能力をテストする。この種類の演習は、通常、1～2時間続き、昼夜問わず行われる。

(ii) 野外展開演習

- **資機材展開**—展開演習は、資機材や詳細化され特定化された緊急対応シナリオに習熟するチャンスを人員に与えるようデザインされ、そこには、地図、メッセージ、実際の気象やその他の要素が含まれ

る計画である。この演習は、資機材、人員または油流出対応全体の機能チームの稼働性をテストしたり、評価したりするようデザインされる。チームは野外の異なる場所に位置し、それぞれ異なる技術を訓練することが可能である。展開訓練では、シミュレーションのペースを上げたり、意思決定や調整の必要性の複雑さを上げたりすることによって難度が増す。展開演習は、通常、4～8時間続けられる。

(iii) 組み合わせ演習

- **本格的な共同緊急管理演習**—このような演習では、机上演習（地図、通信を使った）と、関連人員および資機材の実際の動員と展開のあらゆる要素を組み合わせることにより、実際のシミュレーションを提供する。この複雑で、非常に緊張した学習環境において、協力体制、意思決定、リソース確保、文書化などをテストする。写実的な大規模演習の編成には、数ヶ月がかかり、演習を実施するには大きなサポートチームがいる。これは通常、少なくとも1日、時には夜通し2～3日続くこともある。

訓練の構成、認可、管理については、表2.6で詳しく説明されている。全てのレベル（第1段階～第3段階）において、あらゆるタイプの事故が扱われることから、この表の演習レベルは段階レベルとの相関がない、ということも明記しておく。レベルIおよびレベルIIの演習は年に1回実施され、大規模な演習（レベルIIIなど）は2～3年に1回実施される。

表2.6 油流出対応演習の説明

レベル	種類	説明	主催者	参加者
I	D	SEICの人員と請負業者が関与する小規模机上演習。必要に応じ、または要求があれば、政府の監視者が立会いまたは限定的に参加。	任命された各施設の緊急時コーディネータ。各施設の管理者が補助。	SEICの各施設および本社の人員。コントラクター。外部機関。政府機関の参加/監視。
	F	小規模野外展開。通常活動は1つだけ（海でのブーム展開、海岸線展開など）。		
	C	上記の組み合わせ。		
II	D	SEICの人員が関与する中規模机上演習。コントラクターと政府職員を含む。	各施設の管理者。SEICの最高責任者（CEO）が補助。	SEICの各施設および本社の人員。コントラクター。Shell/STASCO。外部機関。政府機関の参加者とリソース。
	F	中規模野外展開。さまざまな活動（海でのブーム展開、海岸線展開、航空監視または対応）。		
	C	上記の組み合わせ。		
III	D	実際の野外展開による大規模	SEICのCEO	IIと同じ。
	F			

C	演習。		
---	-----	--	--

D-机上演習; F-野外展開演習; C-組み合わせ演習。(机上と野外).

上記の主な演習には、政府の代表者も参加する（緊急事態省や運輸省などが参加した2003年の訓練のように）。日本の海上保安庁も関係するこの種の以下の演習は、ロシア連邦の運輸省（SakhBASU）によって、2006年5月に予定されている。これは高レベルの共同演習で、アニワ湾の中または近くに展開し、ロシア連邦、ロシア海軍、日本の海上保安庁が共同参加する。この演習には、想定される国境を越える流出シナリオ（日本の海域に移動する油）も含まれる。油流出対応船「イルビス」も参加する。

演習および訓練を準備は通常、非常時対応と危機管理の専門家を有する外部コンサルタントに委託される。上記の機関は、演習の成否を監視し、有益なフィードバックを与えることが可能である。演習は、監査能力を持つ外部組織や行政担当者によって監視されている。例えば、2004年7月には緊急事態省の監視人が当社の机上演習に在席し、ノグリキでの資機材監査を行った。

2.3.5 第三者による流出

当社には「通過船舶に関する方針」があり、合理的で現実的な理由がある場合に限り第三者の流出を援助するとし、そのための会社の関与を適切に規定している。この方針は、より広範囲になるフェーズ2の開発の性質を反映するために改定される予定である。この公約に基づき、原油、HFO、船用ディーゼル油など、当社の操業で直接利用されていないものも含めて、様々な種類の油の流出を取り扱うための、一連の油流出対応装備を購入している。当社の対応能力もまた、ロシアおよび州の統合命令系統を通じて、サハリン島、ロシアの国内および国際的対応手配に統合される。例えば、装備（ブーム、スキマー、貯蔵タンクなど）がホルムスクとコルサコフに導入されている。

事故責任と補償に関する国際条約によると、積込タンカーからの流出の責任は、船舶の所有者にあり、当社にはない、ということも明記しておく。油流出対応計画は当社の施設と施設周辺のタンカーからの流出に焦点を当てているが、当社は上記の領域以外での流出にも、関連する地域機関との協力のもとで必要に応じた対応を行う予定である。

3.6 氷中における油の反応

多様な氷の特性や氷と海水の相互作用のため、氷海での油の正確な拡散率や拡散の範囲を決めるのは、困難なことが多い。一方、一般的な意味において、低温に加え氷（砕けた氷、流氷、定着氷）の存在で海面に散在する障害物が増やされることから、氷の被覆の上部や下部では、氷に覆われていない海水面に比べ油の拡散が比較的遅い。結氷下での油膜の最終的な「拡散範囲」は、開放水面の場合よりも狭い可能性があるが、寒冷下での作業安全対策の必要性、油の発見の難しさ、油の場所まで物理的にたどり着くことの困難さなどのために、回収技術が限定される。

合衆国沿岸警備隊の研究によると、氷が存在する条件下では、厚さ5 mm以下の油の薄膜で、海水表面における原油拡散のプロセスが停止する、ということが示されている。

凍結の間、油は風上から氷の辺縁部に移動し、そこで半解けの雪や泥雪と一緒に凝集する（Buist他, 1987。Hydrotex 2004より）。少量の油が氷や半解けの雪／泥雪と混ざり合うのは特に粘性の高い油において特徴的である（Wilson and Mackay, 1987）。

4月と5月の間に覆っていた氷の密接度が減少し、氷の状態が開放水域と同レベルの拡散になるにつれ、油の拡散率がだんだん増加する。

流出油は、以下のような現象により、氷の上下に閉じ込められる。

- 氷の下の油—潮流や氷の底部の粗さの程度、および氷が海水から油を捕捉（集積）する可能性に影響される。氷の下における油層の平均的な深さは、冬の初めの油流出における数センチメートルから、4月の氷の下での油流出における数十センチメートルまで様々である。
- 氷表面上—氷の上での流出は陸上での流出と、油の密度や粘性度によって決まる拡散率の点で類似しており、開放水域での拡散率に比べると、大幅に減少する。最終的な汚染範囲は、氷の粗さ、表面の傾斜、浸透率によって変わる。氷の表面に流れた油は雪の層に覆われ、それが流れた油を吸収し、更なる拡散を防止する。雪の上への油流出は、氷に届くまで浸透し、雪と氷の間を通る間に拡散する。（S.L.RossとD.F.Dickins1988,BechとSveum、1991—Hydrotex2004より）。

以下の要素も重要な役割を果たす。

- 揮発：揮発は、油の物理的状态に影響する主要な要素の一つである。積雪、寒冷状態および氷が存在する場合、揮発率は遅くなる。
- 分解（溶解）：油が水に接触するにつれて水溶性物質の溶解が起こる。とはいえ、そのプロセスで除かれるのは流出油の約1 %程度である（Buist and Dickins, 2000, Hydrotex 2004より）。
- 分散：分散は、水の中に小さな油の粒が分離するプロセスである。分散率は、海の状態、油の粘性、中間期の強さ、油の乳化特性などによって変わる。
- 乳化：氷海に流れた油の乳化は、海の動きが弱いか、または動きが無いため、大幅に低い（S.L.Ross and D.F.Dickins1987, Singaas他, 1994、どちらもHydrotex2004より）。
- 封入：これは、氷が内部結晶空間に油を取り込んで保持することを指す。油が固体の氷の下に流れ込むと、成長する氷がその油を季節によっては18～72時間以内に完全に取り込み、大気への揮発のプロセスを停止させる。雪解けシーズンの前には新しい氷の成長が不十分になることか

ら、封入現象の発生は5月の初め、極圏付近の環境では4月以降に減少する。

- 垂直移動：油が凍結中の氷に捕らえられた場合、氷の覆いが暖められるにつれ、油の垂直移動が始まる。これは氷の温度、捕らえられた油が置かれた厚さ、油の粘性などによる作用である。凍結の初めから冬の中ごろまでの期間、急激な冷却が起こって氷が張るとき、油はほとんど浸透できない。このとき、油の縦方向の移動は数センチメートルに制限される（Hydrotex2004）。油の移動率は、日中の気温が定期的に凝固点を超えはじめるとすぐ、急激に増加する。
- 油の微生物分解：氷海の場合、バクテリアや菌類を通しての油の分解は、暖かい海の場合よりもずっと遅い。例えば、気温が10℃以下に下がると、油流出の風化の率は2倍から4倍低減する（Zubakina and Simonov, 1978, Ryabinin and Afanasyev, 1977. Hydrotex2004より）。1988年と1990年の間に実施されたフィールド研究では、G.N.モイセイエフスキが、サハリン島の北東大陸棚地域の条件における流出油のバクテリア分解プロセスを調査した。バクテリアの炭化水素酸化能力を見ると、上記の条件下では油汚染からの自己浄化の可能性が極端に低いことを示している。

当社は氷条件下での油の流出、油に関連する事故や事件を扱うための方策を研究した。上記のシナリオに対する戦略的な対応は、サハリンの北東に常駐する待機状態の砕氷船の存在に始まる。氷が砕かれた海域では、スキマー（氷の中で油を回収する能力をもつ）が使われる。ロープモップシステムは氷の中の油を効果的に回収する。これらは狭いスペースにも導入可能である。その手順は、大きな氷を取り込んで、モップがゆっくり細かく砕くというものである。特に油が燃えやすいまま残っているような時と状況では、現場での焼却も選択肢として検討される。油は軽いので、燃焼後の残存油は少ないが、この方法を採用する前に、当社は分析を行う。

分散剤を利用する可能性は小さいが、まだ選択肢として含まれており、さらに調査が行われる。このほか、当社は、氷下の油に対するp航空調査の方法を研究している（追跡用赤外線技術など）。当社はまた、おそらくブルーム・モデルの方法でリアルタイムのOSRのための油流出軌道を作成している。既存の当社GISとの互換機能もまた開発される。組み合わせられた成果によって、与えられた流出に関する入力データに対する、その方位と潜在的な被害範囲を予測できるようになる予定である。

アニワ湾の輸送施設を利用するタンカーからの重油（HFO）流出の可能性がある。HFOは当社の原油ブレンドとは異なった反応をするから、対応のための油流出対応装備が購入され、この油の流出を扱うための戦略が開発される予定である。HFOは原油よりさらに粘性が高く、拡散速度が遅い。冬期の気象条件下での揮発率が最小で、結氷条件下では海の攪乱エネルギーが減少することから、油の乳化傾向が低くなると予想される。ロープモップよりも、むしろブラシスキマーシステム、歯状ディスクスキマー、グラブシステム、堰式スキマーシステムなどの機械的な回収資機材が利用されると予想される。

2.3.7

流出対応戦略

開氷期と結氷期との間の主な違いは、氷の存在によって海上資機材を用いた作業が制約されることにある。戦略には、船舶と氷からの機械的な回収、安全だとみなされた場合の現場での焼却と追跡調査およびモニタリングが含まれている。

予想される効果は、特定の氷条件（氷の粗さ、氷の厚さ、氷盤サイズと被覆など）や油の状況（浮氷の間、固形氷内部で捕捉、表面で雪と混合、など）によって変わる。

(i) 凍結および冬期

冬期における沖合での流出に対する海岸線と沿岸部の脆弱性は、定着氷がバリアとして存在するため、急激に減少する。冬期は多くの地域で、沖合で流出した油が直接海岸線に影響を確実に与えるような経路が存在しない。しばしばサハリンの沿岸の北東に現れる定着氷（数百メートル）の狭い縁であっても、浜辺に直接油が漂着するを防ぐには十分である。一方、もし油が沿岸領域で凍結することがあれば、この同じ定着氷が、長期間に渡って油を保持する可能性がある。

氷中の油に対する最適な戦略の選択は、健康と安全の両問題および選ばれた対応戦略の環境的利益の検討にかかっている。場合によっては、安全上の懸念から、他の対策をとるよりも、むしろ「監視および待機」を余儀なくさせられる場合もある。この安全上の理由による対応戦略の選択は、激しい天候条件や爆発のリスクによって夏季にも起こりうるため、結氷期の操業に限って発生するものではない。

一方、氷条件では、特別な輸送サポートが必要とされる。

- 分散剤や現場焼却作業を機械的にサポートするための資機材を搭載した破冰船。（四方位駆動¹と移動する流水の中で任意に場所を維持できる能力を備えた高操作性）
- 冬期用個人保護資機材（PPE）。

北東部沿岸では、氷の状態は12月初旬から1月初旬（50–100%の密接度）に始まり、アニワ湾では1月中旬（50–100%の密接度）から4月初旬に始まる。結氷条件下での沖合での油流出に関する可能な戦略には、以下がある：

- 封じ込めと回収：凍結の初期段階と終了段階（下記参照）にある、結氷の程度が非常に軽い、または軽い状況（1/10-6/10）においてはオイルフェンスとスキマーが使われる。氷の密接度が増加すると、オイルフェンスの利用が難しくなり、オイルフェンスの機械的破損のリスクも増大す

¹ 垂直軸の周囲で360度回転が可能なプロペラがあり、全方向に推進可能

る。これはもちろん、氷の厚さにも関連し、氷の厚さが薄い（新しい氷）の場合、オイルフェンスが利用可能である。スキマーの種類が重要となるが、ほとんどの氷状態において、側面スキマーが使われると予想される。河川、河口、ラグーン、沿岸近くなど、要員や軽い資機材にとって氷が十分安定しているところでは、従来の、よく解明された固体氷回収技術（トレンチ、スロット、ピット、スキマーなど）もまた効果的と予想される。（Dickins and Buist, 1999, Allen, 1993, Alaska Clean Seas 1999—Dickins and Associates 2004より）。サハリン北東部やアニワ湾の海域では、上記の条件は安定的ではないと予測される。

- 分散剤の使用：航空機や船で移動する様々なシステムで、分散剤の利用を通じた海水表面からの油の回収が実行可能である。固定翼航空機は、安全高度制限があることと、そのような航空機では分散剤を利用すべき狭い範囲に目標を絞る能力が低いことから、氷の密接度が高いところでは使用が禁止される。ヘリコプターベースのシステムと船舶ベースのシステムにはこのような制約が存在しない。ヘリコプター利用は霧によって制限され、船舶は高い氷の量と厚さによって禁止されると予測される。壊れ砕けた氷ともろい氷に分散剤を使ったテストが実施される（Owens and Belore, 2004, Belore, 2003, Brown and Goodman, 1996。全て Dickins and Associates 2004より）、攪乱エネルギー（風、波、うねり）が流氷（1月～3月、サハリン北東部）によって抑制される、という事実があるにもかかわらず、氷盤同士の作用は氷の密接度が高いところでの分散プロセスを加速する、ということが示された。いずれの場合も分散剤は、開放水域での利用の場合のように、ロシア連邦管理当局の承認がある場合のみ利用される。
- 現場焼却：砕けた氷の中や氷の上に集められ封じ込められた油をコントロールしながら燃焼させることは実行可能である。海氷を破砕した後で露出した、または定着氷の中または下から露出した後の油で、そのような燃焼を効果的に実行できる可能性がある。当社の油は軽く、流出初期は燃えやすいと考えられるが、風化の後では燃えにくくなる。現場焼却の際は、正確な「風の好機」を決定するためのテストも実施される必要がある。風化による量の減少も考慮される必要がある。減少が多い場合、燃焼は必要とされない可能性がある。現場焼却は政府の承認と正味環境利益（NEBA）の評価にかけられる。

(ii) 氷解期の対応方法

氷解期間中（4月から6月初旬）は、氷が開けたところや氷盤と氷盤の間には、開放水域、時には解けながらもろくなった大きな流氷と開放水域が混ざったところなどがある。上記の状況下では、よく知られた開放水域戦略から展開される機会が、以前の月よりももっと多くなり、そしてこれは、氷が分散するにつれて着実に強化されると予想される。4月と5月の従来式の回収に関する主な制約は、残っている流氷の中でサポート船を動かすこと、および、浮氷が機械の作業効率を大幅に減少させるため、浮氷をブームの外に残す必要があることに関連している。

氷の過酷さの緩和は気温上昇と関連し、太陽光により、分散剤の検討や追加的なオイルフェンスの展開など、油流出対応チームの柔軟性が増す。逆に汚染物質とその厚さが減少するため、現場焼却の利用は更に難しくなる。

対応方法に関連した沿岸の影響脆弱性は、沖合で発生した事故で流出した油が結氷期に氷の構造中に捕らえられたものが、沿岸で油汚染を引き起こすため、最後に残った沿岸の氷が溶ける5月から6月頃の氷解時期に再び重要な問題となる。

氷海時期は北東沿岸では4月の終わりから6月の初旬（氷が50～100%消滅）、アニワ湾では4月中下旬（氷が50～100%消滅）に始まる。氷量の減少は気温／水温の上昇と関連し、太陽光のために、対応者が広範な対応策を選ぶ際の柔軟性が増す。同時に、氷の密接度が低くなると、燃焼や回収のために自然の氷の塊を利用する機会が少なくなる。氷解時期の様々な対応戦略の実施に関する問題を下記に示す。

- 機械的回収：穏やかな温度と、海中の晶氷やグリース／雪泥といった氷の欠如により、氷が減少すればするほど、開放水域で効き目がある効果的なスキマー操業が可能になる。通常スキマーは、オイルフェンスに固着した油膜用に利用でき、伸張するロープモップスキマーは荷船や回収船から利用し、もろくなった氷盤の中から油の塊を回収するのに使えます。
- 化学分散剤：氷解の時期、分散効果を減少させていた多くの要因が消える。たとえば、氷の密接度が減少し、攪乱効果（風や波）が増加する。氷解時期の分散剤の利用を検討する場合に考慮する必要がある潜在的な問題は以下の通りである。
 - 攪乱エネルギーは、まだ部分的に低い（航空手段単独では不十分）。
 - 重い油（潤滑油、重油）に対しては、油特性（凝固点や粘性）に影響を与える要素である低水温が続き、分散剤の効果は制限される。
 - 砕氷を伴った波や海面の自然（または人間による）攪乱が発生すると、氷が分散剤を処置された油の攪拌を実際に促進し、油の分散剤の効果を高めることになる可能性がある。
- 現場焼却：氷解時期の現場焼却の方法としては以下がある。
 - 氷盤の間や氷の表面上に自然に溜まった油プールの現場焼却が可能であるが、それは流出した油量やその漏出の性質にもより、内容量と厚さが十分な場合のみ可能である。
 - 流氷と密着し自然に溜まったプール上での空中点火技術や、分離流氷の時期には点火船の利用などの方法を組み合わせて実施可能である。

- 進行中の調査と監視が現場焼却作業に適した地点を特定しそれに集中可能である。

当社による評価では、前もってこの手段の採用について判断をする必要があると考えられる。

あらゆる流出に際し、当社は状況を詳細に判断し、場所、気象条件、流出内容を踏まえた最適な手段を選択する。表2.7は、上記の選択肢と、氷中の油流出対応に関する進行中の評価作業のまとめ表である。

表2.7 海洋対応戦略のまとめ

対応手段	全般説明	凍結および冬の氷条件下	氷解条件下	開発／研究の必要性
調査と監視	リモートセンシング：特に氷の下にある油の位置決めと追跡に焦点を当てて、多くの手法が検討されてきたが、実施困難。	航空目視観測は、油が氷の上や砕けた氷の中にあるときに有効。	航空目視観測は、油が氷の上や砕けた氷の中にあるときに有効。	リモートセンシング手法の正式なレビューと評価。
				既存のSEIC航空データを用いた地理情報システム（GPS）ーデジタルビデオシステム（赤外線または紫外線機能強化）の適合性調査。
				氷条件での航空調査向けハンドブックの準備および作成すべき訓練教材。
封じ込め	30%以下の氷量の場合は制限されず、氷盤のサイズに依存。60～70%以上は不要。30～60%の氷量は、効果を抑制し、オイルフェンスの完全性を脅威にさらす可能性があるが、これは氷の種類による。	凍結の初期段階で氷量が少ないときに利用可能。	氷解の後期段階、氷量が少ないときに利用可能。	オイルフェンス利用想定ガイドラインをよりよく準備するための、氷量と氷のタイプのマトリクスの作成。
				対応者がオイルフェンスへの圧力を回避できるよう、油特性別フェンス長、曳航速度や潮流、フェンスの種類に関連したガイドラインとマトリクスの作成。
				強固なオイルフェンスシステムの評価。
回収	スキマーは70%以上の氷条件下で操業でき、いくつかのシステムはこれ以上の被覆率でも操業できる可能性がある。付随的問題として、その分野の機械的故障を修理するために追加のスキ	油／雪泥を扱うスキマーの能力が制限されているものもある。側面スキマーシステムは氷の間に凝縮した油を集めるのに利用可能。近沿岸（川や潟）の氷が安定してくると、	新しい氷が形成されず、雪泥の量が減少すると、ブーム／スキマーの成功利用への道が開ける（氷は3/10まで）。	利用可能な油と氷スキマーの要件の評価。

対応手段	全般説明	凍結および冬の氷条件下	氷解条件下	開発／研究の必要性
	マーや部品が必要となる可能性がある。	氷の下の油を集めたり捕集したりして回収するために溝や穴を開けることができる。		
現場焼却	現場焼却は、特にヴィーチャズ原油のような軽質の油に対して可能な対応ツール。油は氷やフェンスで封じ込めておく必要がある。後者の場合、耐火性のフェンスが必要とされ、上記の導入は従来のフェンスの導入と同じくらい制限されている（下記参照）。凝集、ゲル化、灯心作用も燃焼を助ける可能性がある。	低度の氷状況では耐火性フェンスがうまく利用できるが、新しく凍った氷が表面部分で油と競合する。	比較的水量が多い場合や、耐火性フェンスが利用できる広い開けた領域に流出する前に解けたプールを形成している場合、現場での油の焼却が優先される。	
		氷による自然の封じ込めが、より厚い／固体の氷を必要とするため困難。風／潮流が油を氷縁に凝縮／含有し、現場焼却向けの十分な厚さをもたらす。近沿岸の氷が安定してくると、開けた場所の油をより有効に燃焼できる。ヘリトーチによる点火物の航空投下は、フレキシブルで、視界が良いと広範囲で適用可能。	油が利用可能で氷盤の間や凝縮した溶解プールの中に含有されている場合、燃焼効果が非常に高い。航空投下の利用によって広範囲に渡り良好な視野が得られる。しかし、燃焼の成否は油の風化状態（揮発／乳化）によって変わる。	燃焼を促進するための凝集剤の利用や灯心作用の調査。 燃焼効率や残留物の量や特性の調査向けフィールドおよび研究室プログラム。 現場焼却にふさわしい条件定義のための、正味環境利益（NEBA）分析シナリオの評価の実施。 残留物回収システムの評価が必要となる可能性がある。
分散剤	原油（重い重油ではない）で可能な対応策だが、効果は海面の攪拌エネルギーに依存。これは、船舶からの分散剤散布向け標準実践法としては、何らかの修正を必要とするだろう。	新しい氷の中に捕らえられた油では成功率が低い。氷による波のエネルギーの減少。既存の資機材の効果が非常に低い（ヘリコプター／ボートあるいは手動スプレー）。	分散剤は開放水域（氷が3/10以下）に効果を発揮する。ただし、分散剤の効果は油の風化状態（揮発／乳化）によって変わる。	上記の利用向けガイドラインをよりよく定義するための正味環境利益（NEBA）要求。

2.4 作業プログラムと将来的な研究

良く組織され資源配分された油流出対応計画と新しいフェーズ2の施設のための対応能力を開発するために、広範な油流出対応作業プログラムが現在進行中である。この作業プログラムは、50以上の将来的な基礎的研究、特別な調査計画やガイドラインの準備（海岸線計画、健康と安全のガイドラインなど）、資機材入手と、政府機関や他企業との将来的な協力体制の発展などを包含している。

上記のプログラムの多くは、本章に記されている。主な油流出対応プロジェクトの詳細は表2.11（2.4.5節参照）にある。表には主な研究項目のためのプログラムを示している。

2.4.1 油の性状研究

ヴィーチャズ原油の風化挙動の研究室実験が行われた。その実験では、穏やかな条件（風速2 m/s以下）では、原油の油膜は一様に揮発または自然分散し、表面の油量の着実な減少が時間をかけて起こる、ということが示された。このレポートは、表面油の減少の程度は冬よりも夏の条件の方がわずかに早いとしている。後者の結論は単に温度をもとにしているもので、風速は大幅に揮発の程度に影響するが、風や海の状態は考慮されていない。

荒れた気象条件（風速10～20m/s）では、最初に乳化により油膜量が増加し、その後揮発または自然分散の要因を通じて着実に減少すると予測される。ヴィーチャズ原油は不安定な乳濁液を形成すると予測されたが、これに影響する温度や攪拌エネルギーの影響があるかどうかは証明されていない。秋でも（比較的強風条件と荒れた海の条件下で）、1,000トンの流出からくる表面油膜は、少なくとも3日以上残留すると予測されている。

ヴィーチャズ原油に関する追加のアセスメントを現在委託中である（更なる研究については表2.11の項目viiを参照）。これには、様々な温度や様々な（現実的）攪拌エネルギーにおける乳化程度に関する追加研究が含まれている。フェーズ2の油のブレンドに関する代表的なサンプルが得られた時点で、上記の油と油・コンデンセートの混合物について、同様の範囲で研究室分析が実施される予定である。

異なる海の状態における長時間のヴィーチャズ原油、海洋ディーゼル、重油の分散行動を表2.8に示す。表2.9には、上記の炭化水素類の海での一般的な挙動と特性の説明を示す。

2.4.2 油の挙動研究

一般的な使用目的で行われている油の性状研究は、油流出対応の必要性を完全に反映しているとはいえ、そのため、以下のような追加研究が必要とされる。

プロジェクト35.1ー海域における油（氷なし）：春、夏、秋の条件下での油の性状と挙動の研究、風化と持続時間、拡散係数、実際のエネルギー（波、風の条件）と様々な温度での分散効果が含まれる。

プロジェクト31.2ー氷中の油：上記同様、ただし海氷境界条件（特にエネルギー）の特定を必要とする。

これらはそれぞれ、下記でさらに詳細に扱われる（以下の段落とパート(ii)参照）。流出油が海洋および沿岸の生物に及ぼす影響は、天候、海の状態、油の性状と行動、生物学的資源の分散など、さまざまな要素に依存する。上記の要素は、油流出緊急時に必要とされる油流出対応戦略も決定する（前述の2.3.7節参照）。

ヴィーチャズ原油の挙動に関する初期の室内研究は、広い範囲の海の状態や季節的気温変動下での行動を包含するように拡大される予定である。これらは、海での油の持続性、つまり分散率や粘性などの潜在的な特性に基づく、より精度の高い予測を目的として、油の挙動と風化（乳化、揮発、溶解）に焦点を当てる。風化率は実際の気温と海の状態の範囲で決定されると予測される。

コンデンセートと原油の混合率に関する詳細と、油特性変化の結果が得られたところで、将来の研究の必要性が評価される予定である。

油の性状と行動のデータは、油流出軌道モデルに入力される。生産が進展して石油鉱区の油の性状が変化するにつれて、このプロセスが進められる。

淡水中の油の挙動、特に溶解と揮発率について研究される。氷条件下での油を含む季節的な影響をシミュレートするために、温度範囲と混合エネルギーにおける研究が再び行われる予定である。

表2.8 風の変化下で様々な炭化水素の最終状態の比較時間経過と速度（流出量100m³、気温15℃）

時間	結末	風速			
		5キロノット	15キロノット	25キロノット	
ヴィーチャズ原油				単位m ³	
°					
* 現 実 的 な 風 と 波 の エ ネ ル が	12時間	揮発	50	52	46
		物理的に分散	0	48	54
		海面に残留	50	0	0
24時間	揮発	55	-	-	
	物理的に分散	0	-	-	
	海面に残留	45	-	-	
48時間	揮発	60	-	-	
	物理的に分散	0	-	-	
	海面に残留	40	-	-	
洋上ディーゼル					
で の 乳 化 作 用 は 、	12時間	揮発	4	9	<5
		物理的に分散	0	59	85
		海面に残留	96	32	<10
将 来 の 油	24時間	揮発	18	10	<3
		物理的に分散	0	83	97
		海面に残留	82	7	0
48時間	揮発	36	11	3	
	物理的に分散	0	89	97	
	海面に残留	64	0	0	
重油					
性 研 究 で 扱 わ れ る	24時間	揮発	5	6	6
		物理的に分散	0	6	28
		海面に残留	95	88	66
48時間	揮発	6	7	7	
	物理的に分散	0	12	45	
	海面に残留	94	81	48	
96時間	揮発	7	8	7	

合計40以上にもなる、研究に関する詳細を下の表2.11に示す。

表2.9 海における油の性状と挙動

油のタイプ	ヴィーチャズ原油	海洋ディーゼル	重油
比重	0.86	0.84 – 0.87	高い 通常>0.9
粘着性 (cSt.センチストーク)	4@15°C	4.2@40°C	高い (可変)
海での持続	非常に短い	短い	長い
コメント	<ul style="list-style-type: none"> ヴィーチャズ原油は流動点が低く、粘性が低く、あらゆる海水温度で液体。 ヴィーチャズ原油は乳剤を形成し、重さに対する水分含有量は62%。 ヴィーチャズ原油の油膜は水中に容易に分散し比較的深いところまで混ざりこむ。 	<ul style="list-style-type: none"> ディーゼルは流動点、粘性が低く、あらゆる海水温度で液体。 乳化しにくい。 比較的早く分散する。 ディーゼルの油膜は水中に容易に分散し比較的深いところまで混ざりこむ。 ディーゼルは比較的溶けにくい画分をもち、これが海水に分散する炭化水素の潜在的なレベルを減少させる。 ディーゼルは通常、油膜を作らない油で、表面に結合した油の除去は洗浄によって可能。 海では24時間以内に揮発により45%かそれ以上の量が消失する。 高い分散率と比較的高い揮発率により、海では早く消失する。 上記の油の成分は、分子量の軽い中間生成物で、有酸素微生物の酸化によって容易に分解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 重油は海水温において固体または半固体。 ほとんどの重油は粘着性があり岩のような固体の表面に強く接着する。 比較的ゆっくり分散する。 重油は持続性があり低レベルの揮発性がある。揮発では量が減らない。 低い分散率と低い揮発率のため、残留性が高い。 重油は原油などの精製製品よりも毒性は低いが、厚いコーティングをつくり、動物や植物を物理的に覆うことで著しい影響を与える可能性がある。 比重が高く油乳濁液を形成しやすいことから、重油は波によって水に分散する可能性がある。 めったに無いことではあるが、重油が沈殿物を作り、沈む可能性がある。

2.4.3 サハリン島沖合の氷の特性に関する研究

結氷下で流出対応を制約したり、影響を及ぼしたりする主要要素は以下のとおりである。

- 結氷期の期間
- 氷の年齢（厚さ）
- 氷盤サイズ（水平特性）
- 粗さ（氷丘の形成）
- 密接度もしくは海面の氷量（10分位法）
- 氷の動き（流氷）
- 安全面での制約

当社は最適な油流出対応能力を整備できるよう、一連の研究を実施している。上記の研究は下記に概説されている。

当社は数年にわたり、サハリン沖の氷の状態を研究してきた。図2.23、図2.24、図2.25および表2.10のまとめは当社活動領域の氷期の例である。サハリン島の北東大陸棚における氷の厚さは5cmから2000cm（凹凸を除き）と様々で、平らな氷は厚さ5cmから80cm（凹凸を除き）である。通常、流氷は大陸棚に沿って、1日に6～8km（0～200cm/秒）の速度で、北から南および南東に移動する。アニワ湾における氷の移動方向は主に南と南西方向であり、速度は1cmから15cm/秒である。方向は日中のおよび半日中の潮によって変わる。北方向棚上の巨大な氷盤は、アニワ湾の大きな浮氷（1mの蓮葉氷、長さ1～2km）とは区別される。浮氷のサイズは、図2.26のとおり、蓮葉氷から巨大浮氷（最大30km）まで多様である。

当社には、操業のサポートを準備するための流氷管理チーム（IMT）があり、彼らは氷条件下での広範な作業経験をもっている。

IMTグループは、結氷期の開始から終了までの間、モリクパックに常駐して従事するスタッフで構成される。上記の人々は、データ収集や分析の実施に責任を持ち、収集された広範な情報（気象、衛星データ、直接観測およびヘリコプターや固定翼航空機からの定期的な氷の予備調査、氷の予測などから得られる）から氷の状態を推測する。上記の専門家は通常、氷条件下での業務経験が少なくとも15～20年あり、氷の状態観察、衛星データの利用と解読、データ収集、分析および解読において特に経験が豊富である。グループは、ロシア人とカナダ人で構成され、24時間交代で働いている。

表2.10 北東サハリンの氷状態：まとめ

氷の特徴	サハリン北東	アニワ湾
氷期	125～195日	42～119日間
氷の厚さ 重なり合った氷がその厚さを大幅に増加させる（実際の高さ以上に）ということにも注意が必要である。	5-200cmの間の厚さで、100年おきに250-300cm。ほかの地域から漂流してきた氷はさらに厚い。通常、非常に多様である。	通常見られる氷の厚さは0.2m以下。しかし、100年に1回は0.85mの値になると考えられている。
氷の密接度 10分位法による氷の密接度測定、または被覆率とは、氷に覆われている水面の量を観測範囲の分数で表したものだ。10/10は100%の観測範囲が氷に覆われていることを示す。	凍結期間の終盤（通常、15～30日間）、最大の氷の密接度は9/10から10/10の範囲となる。この海域の氷の密接度は0から10/10まで変化。あらゆる氷のタイプ（薄いものから厚いものまで）を含めると、典型的な密接度は通常、9/10かそれ以上となる。しかし、被覆の程度は氷の密接度を表さず、レベルは完全に操作可能な程度である。	アニワ湾での平均漂流氷の密接度は、6-9/10と見積もられているが、時にはそれ以上になる。
分離帯水路 分離帯水路（または氷湖、ポリニヤ）とは開放水域の帯、または定着氷帯と密集した流水範囲との間を東に向かって沿岸と平行に走っている非常に薄い氷のこと。これらは一時的なものではあるが、冬期間中の数日から数週間持続することもある。	薄い分離帯水路はピルトンやルンスコエではごく一般的で、パイプラインルート全体において、特に1月初旬から3月中旬まで存在する。分離帯水路が発生すると、結果として、プラットフォーム現場や沿岸に向かう海底パイプラインの上（または、もしあれば定着氷の縁）に、開放水域が形成され、氷が漂流する状態（厚さ30cm以下）ができる。	分離帯水路も発生する。北からたびたび発生する風は、あらゆる氷を絶え間なく押し進め、近海から沖合領域で形成された氷が、アニワ湾の湾口の方に向かう。開放水域や薄いタイプの氷だけが湾の北東部分に見られる、という年もある。
氷盤サイズ	氷盤は、特に氷期中期には、様々な大きさとなる。直径30-35km以上にもなる氷盤の報告もある。通常、氷盤のサイズは凍結期間により、冬の初めおよび氷解期間には小さく、氷盤の大部分は数十メートルから数百メートルの容積をもつ。冬の中ごろ、氷盤は特徴的に大きく、数百メートルから1キロまたはそれ以上に拡大する。	氷盤サイズは通常小さく、数十メートルから数百メートル。
氷の漂流速度	サハリン島北東の氷の漂流速度は非常に様々で、風と潮の流れによって変わる。170cm/秒に達することもある（2ノット以上）。しかし、平均的な速度は約20-30cm/秒である。	アニワ湾の頂部分の氷の漂流は、主に北から南に吹いている局所的な風によって変わる。氷漂流の最大速度は100cm/秒に達すると見積もられている。プリゴロドノエの範囲にある定着氷は毎年形成されるわけではなく、非常に不安定で強い風によっても壊される。
定着氷パラメータ	沿岸に接近した浅瀬の海域に、狭い定着氷の小氷帯が通常見られる。この定着氷の小氷帯は非常に不安定で、1シーズンに数回現れたり消えたりする。氷の厚さの最大予想レベルは、1.6から1.7mの範囲である。現地での測定を基にすると、定着氷の中の浮氷（重なり合った）の範囲は、平均の厚さ1.9から2.2、最大値が3.5m、というのが掘削現場で記録されている。	厳しい冬には定着氷が形成されやすい。さらに、永続的な定着氷は一般的に存在しない。定着氷が発生したとしても、その幅は非常に狭く、通常、海岸線から0.1kmから0.2km以上にはならない。

氷の状態研究と観察についての高度な専門知識が要求されるような職場条件をもつ、カナダ北極圏に本拠を置く他の石油ガス会社、ロシアの関連組織（AARI、FERHRI、SakhHydromet など）やその他の機関から来たチームメンバーも豊富な経験を持っている。IMT の他の人員は MSV や耐氷性を持つ船に配置されている。このグループは、氷の中で方位観測をしながら船舶を誘導する責任を有する。

上記のチームメンバーは、現場調査や結氷条件下での操縦などの経験をもち、もっとも熟練した船員（氷海を航行する船長またはプロの観測者）であり、世界的にプロと認められている。

結氷条件下での作業管理に関して、氷管理チームは以下の作業を行う。

- モリクパックとMSVから直接氷の状態の測定を行う。
- 航空調査の実施。
- 砕氷船からの氷の予備調査の実施。
- 衛星情報の収集と処理（図2.27の例を参照）。
- 氷構造の発達可能性を予測するために、過去のデータとの比較による氷の状態分析の実施。
- 意思決定プロセスにおいて業務を補助。
- 氷と天候状態にオペレーションを適合させる。
- 分析と予報のために氷と天候の情報を収集する。
- 操業をサポートするための新しいツールを開発する。
- 追加のリスクアセスメントや警報ゾーンの地図化を行う。

2.4.4 水中での業務に関する安全手順の作成

氷条件下で働く労働者の安全は優先事項であり、健康と安全操業ハンドブックの一環として安全ガイドラインが作成されている。

2.4.5 油流出対応方法の更なる開発

氷条件下での油流出対応には、回収と処置を最適化するために、異なる氷条件に1回異なる戦略が求められる。当社は、4段階の研究プログラムを通じて、氷対応能力をもつ油流出対応の方法を改良するための調査を行っており、それは以下を包含している。

- i. サハリンの氷の条件に特に重点を置いた、氷中の油の挙動と、流出対応戦略のレビュー。この文献レビューは現在、既に完了しており（Hydrotex、2004年、Dickens and Associates, 2004）、後述の節を参照。
- ii. 油流出対応資機材の評価。これは油の検知に関し、異なる結氷条件下で応用可能、利用可能な回収資機材と、海での油と氷の分離に集中している。当社によって特定の資機材が評価されており、この現場点検

と工場テストを基にレポートが準備される予定である（関連する組織によって）。当社は2台の耐氷船の配備を約束する。これらはサハリン北部で待機状態に置かれる。少なくとも2台の船が油流出対応（OSR）能力に適合している。当社は流出油の回収にかかわり、油流出対応戦略の目的を達成するのに必要な資機材を購入する。当社は現在、これらの資機材の適切性と利用可能性を評価している。

- iii. 水中の油に対するその他の対応手段の調査。今日まで、当社を含めた石油産業が共同で、結氷条件下での回収を強化するための化学凝集剤の利用（化学凝集剤は、焼却などの処理がしやすいように、周りの油を集めて厚くするもの）や、分散剤の効果に対する温度影響の研究が行われてきた。この化学薬品の利用にはロシア連邦の承認が必要であり、両研究の結果は、サハリン周辺の結氷条件下での利用可能性と正味環境利益（NEBA）の観点から検討される。
- iv. 氷条件下における当社の油とコンデンセートの挙動の研究室実験。

このプログラムは、流出対応機関およびロシア連邦と国際的な学術団体との密接な交流を必要とする。

この研究は、最終的に結氷条件下での油の挙動に関する知識を増加させ、それにより当社は正しい資機材・ツールの選択ができ、油流出対応時の適切な技術の開発と油流出モデル（軌道、油分散および持続など）の更なる洗練化が可能になると考えられる。

関連研究は以下の通りである。

- 氷条件下での現場焼却の検討。これには、雪泥や砕氷の状態での焼却、砕けた氷中の分散剤の含有、氷中での過去の事故事例、および主要点を描くための、様々な氷環境における燃焼の利用をめぐる、いくつかのマイルストーンとなる実験的流出など、最近の研究の評価が含まれる。物理的および化学的特性と、現実的な条件下での、燃焼後の油の残留量を決定するために、実験室での研究も実施される。
- 航空調査および追跡技術の検討と調達。

表2.11 油流出対応計画の策定に向けた主な研究プロジェクトと関連活動：概要

項目番号	プロジェクト名称 (終了予定日)	プロジェクト概要
i.	分散剤戦略と正味環境利益の評価 (2006年2月)	<p>(第1段階：分散剤の効果、分散油と海洋環境における油に関するレビュー[完了])。 (第2段階：産官共同ワークショップの開催。ロシア側の専門家が招待され、プレゼンテーションを行った)。</p> <p>第3段階： さまざまなシナリオの評価を行い、以下を特定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 分散剤使用の予想成功率。配備までの所要時間、流出規模に対する分散剤の量、分散剤適用能力を考慮に入れて行う。 - 分散剤使用が完全に成功した場合、部分的に使用した場合、非使用の場合 (=油の影響そのもの) のそれぞれの費用。 - 分散剤使用の利益や損失の点から明らかに有利な、または明らかに不利なシナリオや場所が開発される予定。 <ul style="list-style-type: none"> ● ロシア連邦の機関や専門家との協議により、改善された分散剤使用のガイドラインが開発される予定。 ● このプログラムは、ピルトン-アストフを手始めに、沖合で実施予定。
ii.	油流出対応訓練 (進行中)	<ul style="list-style-type: none"> ● 多数の訓練プログラムが当社に対して実施されており、今後も実施される予定。上記の大部分には、政府機関やサハリン島の他の石油会社からの人員も関与する。予定されている訓練コースには以下が含まれる。 - 習熟訓練 (油流出対応入門コース) - 海岸線対応 - 内地流出 - 野生生物対策 - 装置オペレータコースおよび演習 - 野外演習と反復練習 - シニアマネージメント - ICS (緊急管理/命令システム)
iii.	油流出対応ハンドブックとマニュアルの作成 (進行中)	<ul style="list-style-type: none"> ● 操業ハンドブックが準備される予定。具体的には以下の通り。 - 海岸線対応 (サハリン向けおよび北海道向けの日本語版) - 氷中の油流出対応 - サハリン島の環境ハンドブック - 油流出対応時の健康と安全。 - 分散剤。

項目番号	プロジェクト名称 (終了予定日)	プロジェクト概要
		<ul style="list-style-type: none"> - 航空調査とアセスメント。 • 油流出対応のコンピュータモデリング (GNOME/OSTMおよびADIOS)。 • 英語ーロシア語の技術用語集の作成。これは主に油流出対応の翻訳に役立てるために作成されるが、最終的にはさらに技術的な参考書類になるものと予想される。
iv.	国境を跨ぐ問題 (2005年11月)	<ul style="list-style-type: none"> • 油流出モデリング研究を通じ、国境を跨ぐリスクがすでに特定されている。潜在的影響を明らかにするため、今後もモデリングを実施する可能性もある。その際、北海道における「最悪のケース」での被害、およびそのような事態に陥った場合の対応に必要なリソースも明らかにする。油の軌道と持続性の両方を検討する。 • 油流出対応計画策定の一環として、国境を跨ぐ油流出への対応に関する問題を、特にアニワ湾の施設に関連してさらに扱うこととする (下記参照)。 • 当社は現在のところ、ロシア連邦および日本の当局との間で行われている油流出対応に関する話し合いに参加し、これを支援している。最近では、日本沿岸警備隊とロシア連邦運輸省による共同演習の計画に参加した。また当社は、海上災害防止センター (MDPC) との間で、油流出対応に関する覚書を締結済みである。 <p>国境を跨ぐ問題の詳細は、2.2節を参照。</p>
v.	油流出対応機器と能力の評価 (2005年11月)	<ul style="list-style-type: none"> • フェーズ1用に保有し、フェーズ2用の施設でも使用が予定されている資機材については現在、再評価を進めている。評価では以下を行う。 <ul style="list-style-type: none"> - 資機材の設置場所・種類・数量 - ロジスティックス (輸送、保管) - (油の性状と環境条件に関連する) 資機材の仕様 • 他の研究での知見をもとに、レビューは定期的に改定する。 • レビューは、当社、エクソン・ネフテガス社、政府およびサハリン州の資機材・油流出対応能力を網羅する。 <p>油対応計画問題の詳細は、2.3.3節を参照。</p>

項目番号	プロジェクト名称 (終了予定日)	プロジェクト概要
vi.	氷条件下での油流出対応 (2006年5月)	現在、エクソン・モービルと一部について協力しながら、調査を進めている（現在までのところ、氷中での凝集剤および分散剤の使用を含む）。本調査の対象は、油の挙動と残存度、軌道研究、氷中の油の追跡・回復・処置に関する技術の評価・開発、および流出対応資機材になる予定である。調査結果の一部は適宜公開される。詳細は2.3.6節、2.3.7節を参照。
vii.	油の挙動研究（2006年2月） 。	<ul style="list-style-type: none"> 夏期、秋・春期、冬期のそれぞれの条件におけるヴィーチャズ原油の挙動は、研究室での試験を通じてさらに調査する予定。研究では、洋上での油の持続性、および分散率・粘性などの油の性状に重点が置かれる。 ルンスコエのコンデンセート コンデンセートと原油の混合物の詳細、および混合による最終的な性状の変化に関する詳細が得られ次第、研究続行の必要性を評価する。 油の挙動の調査結果は、油流出軌道モデルに組み込むこととする。 淡水中での油の挙動、特に分解と揮発率についても調査する。 <p>詳細は2.4.2節を参照。</p>
viii.	軌道研究（2005年12月）	<ul style="list-style-type: none"> 多くの軌道モデリング研究がすでに実施されており、今後は演習が予定されている。すでに終了したものとしては、タンカールート沿いの流出（原油、重油）、アニワ湾の施設からの流出（原油、重油、ディーゼル油）、補給船からの流出（ディーゼル）、ピルトン（原油、ディーゼル）などがある。今後はルンスコエにでのコンデンセートや天然ガスの流出についても、モデリングを行う予定。 モデリングでは、流出量・気象条件（氷の状態を含む）をさまざまに設定して行う予定である。 <p>軌道研究の詳細については、2.3.1節と付録1の図を参照。</p>
ix.	海岸線と地上調査および環境脆弱性地図作成（2006年3月）	<ul style="list-style-type: none"> サハリン北東部沿岸に関する環境脆弱性地図の作成は、フェーズ1開発の一環として、既に終了している。このマッピングは、ピルトン-アストフ油田から南、ルンスコエ油田に隣接する海岸線を対象としている。 2004年にはパイプラインルート、近隣の湿地や流出河川、アニワ湾沿岸部に関する情報をさらに入手するため、野外調査を実施した。同調査は2005年も引き続き行う。 北海道沿岸部のうち、当社の操業による油流出のリスクにさらされると特定された地域に関しては、詳細な環境脆弱性地図が入手可能になり次第入手し、適切な沿岸対応を考慮しながら検討を続ける。 <p>マッピング問題に関する詳細は、2.3.2節参照。</p>
x.	油流出対応計画の策定 (2006年3月)	<ul style="list-style-type: none"> 油流出対応計画（OSRP）を、施設ごとに作成する。 以下の計画を策定する。 <ul style="list-style-type: none"> - ピルトン-アストフ油流出対応計画

項目番号	プロジェクト名称 (終了予定日)	プロジェクト概要
		<ul style="list-style-type: none"> - ルンスコエ油流出対応計画 - アニワ湾（タンカー積載装置類およびLNGターミナル）洋上油流出対応計画 - 石油輸出ターミナルーLNG施設向け陸上油流出対応計画 - 陸上OPF油流出対応計画 - 陸上パイプラインの油流出対応計画（ブースターステーション2の陸上油流出対応計画など） <ul style="list-style-type: none"> ● 上記の油流出対応計画はほぼ共通したフォーマットで作成し、全社的な油流出対応計画および緊急時対応計画の一部を成すようにする。 <p>油流出対応計画に関する情報については、2.3.3節を参照。</p>
xi.	油流出対応資機材の購入 (2006年1月)	<ul style="list-style-type: none"> ● 海上、陸上、河川、湖沼、ラグーン、およびその他湿地における資機材の必要性（進行中）。 ● 結氷条件下における油流出からの回復に必要な、特殊な装置もしくは既存装置の改良の必要性。 ● 緊急展開のための装置を含む（沿岸に待機する車両、トレーラー、ヘリコプターを利用した輸送可能な梱包）。
xii.	野生生物救助・治療計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 当社は国際動物愛護基金（IFAW）に対し、サハリン島に生息する野生生物への現在の対応能力の背景を説明するレポートの作成を委託。この調査では、将来の操業にあたり、野生生物への対応を発展強化するための要件を探るものである。野生生物対応に必要な資機材については、当社が費用を負担する。具体的には、救助用のトレーラーや洗浄／救助装備セット、動物を短期間収容するための加温された囲い（野生生物の生息区域を線引きし保護するためのネットやメッシュなど）が含まれる見込みである。フェーズ2の油流出対応計画では、野生生物対応ガイドラインを作成する予定である。

2.4.6 油流出対応リソース、組織、準備の開発

上記に加え、当社は、高レベルの油流出対応能力の配置や保守を目的とする活動を行う予定である。上記の活動の概要は下記の通りである。

(i) 資機材保管施設

建設時及び操業時向けの油流出対応資機材は、目的に合ったものである必要がある。つまり、それは強固で、寒冷地対応で急激な温度変化に耐えられ（凍ったギアを動かすためにスチームが使われる、など）、当社の既存の資機材や他の石油会社が所有する機材と互換性がある必要がある。当社は、保有施設全体における操業能力を保証するために、購入すべき資機材の種類と量の決定に責任を有している。当社の指定油流出対応資機材の一覧を下記の表2.12に示す。購入後、油流出対応資機材は以下の場所に保管される。

- 陸上パイプラインルート沿い
- 港湾施設
- 沖合のサポート船舶

計画された非常時対応拠点の一覧は下記の通りであり、図2.16（付録1の中）に示されている。これは、環境上のリスク変更に対応したり、この目的（下記参照）のために輸送用の油流出対応パックが調達された結果を受けて、変えられる可能性がある。

非常時対応拠点（ERD）－油流出対応やER資機材、サポート資機材（PPE、通信機器など）、輸送機（小型ボート、専用船など）を保管している主な保管倉庫がある。これらは有人であり、スタッフは油流出対応／緊急対応（ER）以外の別の業務と兼任している可能性がある。ERDは以下の場所に導入される予定である：

- ノグリキ（海上および陸上）
- OPF（陸上）
- ヤスノエ（陸上）
- BS2（陸上）
- ソヴェツコエ（陸上）
- OET／LNG（海上と陸上）
- ホルムスク（小規模な海上）

緊急展開用パック（RDP）－これらは、ヘリコプターの投下器に収容できる軽い資機材、ウラル（トレーラ付の可能性あり）、ロードトレーラやその他の輸送コンテナなどからなる。この資機材は、距離や道路状況、または地域の季節的な厳しさなどの要因のためにERDからアクセス困難な地域に導入するよう意図されている。これらは建設、保守、または他の一時的な活動をサポートするためにも準備されている。これらはERDにも導入される可能性がある。

船舶—非常時待機船舶が油流出対応のために待機しており、保有資機材の指定リストは表2.12に示す。非常事態の際、これとは別に、他の当社の操業船舶が何らかの施設から直行し、浄化作成を補助する可能性がある。

表2.12 指定資機材一覧

ノグリキー既存の備蓄の概要	量
水上オイルフェンス—サイズ可変の高速な海上・浅瀬海域用フェンス	3,840
吸着材フェンス—ポンポン型、泥炭、合成などの様々なタイプの吸着材	5,010m
スキマー—油の粘度と状態に応じてタイプ可変。	11
吸着材—ロール、パッド、泥炭の吸収材。	260 個
アンカー・システム—数種類	174
ポンプ—容積式排水ポンプおよびギア式ポンプ	6
発電機—5 kW、120v/220v	4
焼却炉	2
保管—折り畳み式小型保存タンク	40
HDPEライナー—サイズ可変	6,600 m ²
船舶—プロペラ船、サイズ可変の空気膨張式キール	9
分散剤	12.5 m ³
ヘリトーチ	1
典型的な緊急導入パック	概量
河川用オイルフェンスと展開システム	400m
吸着材フェンス	360m
吸着材パッド	200
アンカー・セット、支柱とロープ	5
PPEキット（1パック10個、TBA）	1
ポンプ—洪水	1
スキマー	1
折り畳み式保管タンク	1
熊手／ショベルのセット	10
フラッシング装置	1
バケツ	10
チェーンソー	1

ノグリキー既存の備蓄の概要	量
容器／ヘリコプター吊り紐	1
指定非常時対応拠点	
河川用オイルフェンスおよび導入システム	2,000m
沿岸包囲用フェンス	400m
吸着材（スネア、ポンポン、スイープ）	300m
吸着材パッド	200
アンカーシステム－ダンフォース1アンカー／チェーン／ブイ／ロープ	10
様々なタイプのスキマー（ディスク、ドラム、ロープ、吸引）	4
20m ³ の保管タンク（液体）（ISO容器）	2
動力発動機／配電所。10mトレーラー・ディーゼル	2
小型油保管タンク	5
汚染除去パック	1
排水ポンプ	
小型焼却炉	1
通信／無線装置	10 セット
熊手とショベルのセット	50
フラッシング装置	1
個人保護装備－セット（10人分）	10
圧力洗浄器／スチーマー	5
チェーンソー	5
浅瀬作業用ボート（膨張式）	3
指定沿岸拠点	
海域用オイルフェンス	300m
フェンス・ブーム	200m
沿岸包囲用フェンス	400m
沿岸保護用フェンス	200m
河川用フェンスおよび導入システム	140m
吸着材（スネア、スイープなど）	300m
吸着材パッド／マット（200パック）	200
アンカーシステム	10

ノグリキー既存の備蓄の概要	量
スキマー（ディスク、ドラム、吸引ロープモップ）	4
分散剤	検討中
海上用貯蔵容器／荷船	2
折り畳み式沿岸保管容器	5
動力発動機／配電所	2
汚染除去ステーション／パック	2
排水ポンプ	1
小型焼却炉	1
通信／無線装置	10。セット
熊手とショベルのセット（1パック50セット）	50
フラッシング装置（ポンプとホース）	1
個人保護装備（PPE）セット(10)	
圧力洗浄器／スチーマー	1
チェーンソー	1
指定船舶資機材	
海域用オイルフェンスと導入関連システム	200m
海洋スキマーシステム	1
6mアームの分散剤スプレーシステム船	1
分散剤	1m ³
輸送ポンプ	1
作業船に積載可能な小型作業船	1

(ii) 地域の対応体制との協力

サハリン島が日本の島である北海道に近いことから、効果的な国境を越えた非常用対策計画を確立するために、当社は、合理的で現実的な範囲で、日本とロシアの機関と協力する。当社は、地域政府間の協力と調整に関する問題は、北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）の地域的石油流出緊急対策計画の開発の一環として、両政府間レベルで扱われると理解している。当社はこの進捗を見守り、可能かつ適切な場合はそれを促進する。

(iii) 国境対応体制の改良

これは現在、以下の活動を通じて扱われている。

- 政府による通関、飛行離着陸許可および越境手順の開発（例えば2003年8月の運輸省／防衛省による演習）および進行中の航空機離着陸許可に関する交渉。

- SEICと海上災害防止センターの覚書の延長。
- 北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）。地域的油流出非常用対策計画（下記参照）。
- 更なる方策の拡大のための国際的な対応サービスや機関の検討。

(iv) 適切な保険による補償の維持

プロジェクトの建設と操業の全期間を通じて、当社は、流出事故が発生し当社が法的責任を取る場合の費用をカバーするのに十分な程度の保険を維持する。費用には被害団体による請求と浄化コストが含まれる予定である。当社はコントラクターにも、適切な保険で保障を得るよう求めます。

(v) 第2段階、第3段階の対応体制の開発と参加

当社は、エクソン・モービル・ネフテガス社（ENL）やサハリン島に拠点を置く他の石油会社との間で、フェーズ1の活動における油流出対応のための相互支援協定（覚書）を締結している。

現在、当社とENLは共同所有の保管施設にある資機材を利用しているが、それらの油流出対応装置は流出対応を行う部隊が利用できるようになっている。必要な場合、指定された部隊から訓練された作業員も提供される。

サハリン島に拠点を置く他の石油会社と連携した当社は、サハリン州との協議のもと、第2段階、第3段階対応の地域的油流出への対応能力を開発中である。これにより、地域内の油流出対応能力がより大きく柔軟になるはずである。

2.4.7 結論

当社には現在、既存のフェーズ1の開発における油流出リスクを扱う油流出対応計画がある。この油流出対応計画はロシア当局によって承認され、それらの機関との共同訓練でテストされている。この油流出対応計画は、それ自身が以下のおよび継続中の環境リスクアセスメント（油の特性調査、モデリング、沿岸脆弱性分析など）のベースとなるであろう、フェーズ2活動における油流出対応計画開発のための強固な基礎を提供する。

2.5 タンカー交通量の増加によるリスク

2.5.1 はじめに

一般の人々およびステークホルダーは、海上の油輸送に焦点をあてた油流出リスクを懸念している。統計的には、原油タンカーや液化天然ガス輸送が関連する事故の見込みは小さく、このリスクは以下の章で説明する手段によって低減される。第一に、全ての船舶は、海洋汚染防止条約（MARPOL 73/78）に従うよう要求され、そこには船舶による化学的および生物学的な汚染防止のための手続きが詳述されている。当社によって傭船されているか、または当社の施設での積み込みが予定されている全ての原油タンカーとLNG輸送船は、シェルのタンカー検査手続きを使って検査され、資格のあるものだけが受け入れられることになっている。結氷期中の海および沖合設備周辺での安全のために、当社はタンカーに、ロシア連邦の「アイスパスポート」要件に従うよう要求する予定である。このほか、タンカーがアニワ湾に接近する際にそれを補助するために、タグボートが提供される予定である。

当社の施設を訪れる全てのタンカーは、承認され推奨されているタンカー航路を厳守するよう要求される。プリゴロドノエのターミナルには、航行補助装置によってマークされた港の境界があり、当社の海上施設周辺では、航行の安全を確保するため、進入禁止区域が設定される。

2.5.2 問題の概要

サハリン島周辺および宗谷海峡を通るタンカーの交通量は、大部分がサハリン島や北東ロシア地域に供給物資を運ぶシャトルタンカーと、浮体式貯蔵船（FSO）からの積み出しタンカーからなる。

宗谷海峡の西側部分は最も狭く、幅は約37 kmである。これは、オホーツク海に注ぐとともに、日本海からアニワ湾へ抜ける通路である。海峡の中、ポイント・クリリオンから約13 km南東に、小さいが目立つ岩があり、これはよく目印に利用され、分岐点の中心とみなされている。原油タンカーとLNG輸送船の推奨ルートは、その分岐点の南にあり、これにより、主な往復ルートと湾内漁船を避けている。船舶は稚内との間を行き来する船の航路を横断し、遭遇する可能性があるが、それらの船舶の通過を許すだけの十分な海上の広さがある。

この地域の主要な港はコルサコフで、そこは130m級、喫水8 mの船舶が寄港できる。これらは、夏期のヴィーチャズターミナルへのタンカー取引を除けば、現在この地域で営業されている船舶の最大サイズといえる。また、ポイント・クリリオン付近および分離ゾーンで操業している漁船がある。

多目的補給船（MSV）は、ホルムスク港と、ピルトン・アストフのPA-AやPA-Bの沖合プラットフォームと、ルンスコエ油田のLUN-Aプラットフォームの間を航行する。現在のところ、MSVは、ホルムスクからPAのヴィーチャズ生産複合体に供給を行っている。

サハリンII フェーズ2プロジェクトによって、アニワ湾の施設に出入港するタンカー船舶の移動が発生し、PAに向かう西沿岸のタンカー航行は中止されることになっている。

タンカー移動に関連する環境影響の主な原因となりうるのは、油流出である（原油またはバンカー・オイル）。これらによって以下の結果が起こりえる。

- 原油をタンカーに移送する途中の流出
- タンカーと他の船舶または海上構造物との衝突
- 座礁

MSV活動に関連する、想定されるディーゼル流出の原因には以下がある。

- 燃料をMSVに移送する途中の流出
- 燃料をプラットフォームに輸送する途中の船舶からの流出
- MSVと他の船舶または海上構造物との衝突
- 座礁

歴史的に、上記のタイプの作業で最も頻繁な流出は、ホースの接続／取り外しの際の小規模な流出によるものである。一方、大規模な流出 (<10 m³)

は、発生の可能性は低い、ホースからの漏出や破損が関係している（流出率は $<100 \text{ m}^3/\text{時}$ と仮定）。

船舶の衝突は、財政的および、人命の損失、けが、救助活動など、その他の影響を引き起こす可能性がある。

生産がピークになる2009年には、輸出施設へのLNG輸送船の訪問は、年間約190回と予想されている（約2日に1回）。原油タンカーの場合、訪問の頻度は4日に1回と予想されている。

Anatec UKは、LNG/OET施設に出入りするタンカー交通量の増加がもたらす船舶リスクの変化を評価するよう委託された。この研究の目的は、船舶活動をよりよく計画するために、あらゆる予期せぬリスクを取り上げ、当社に知らせることであった。

健康、安全、環境並びに社会的影響に関する活動計画（HSESAP）表2.1の炭化水素（石油並びにガス）流出対応は、船舶問題と、事故と衝突のリスクを減らすためにデザインされた影響緩和対策の約束事項を提示している。

2.5.3 タンカー輸送リスクにおける変化のアセスメント

当社は、以下を含むあらゆる流出事故のリスクを最小化する目的で、以下の手段を採用した。

- タンカーの状態がよく、資格をもって安全に運営されていることを確かめるためのタンカー検査手続き
- タンカーの安全な運行を保証する海上航行システム

これらを議論する前に、アニワ湾における船舶航行に関する情報を示す。

(i) アニワ湾の施設における船舶航行

LNG栈橋の設計の基本は、小さい船舶だけでなく、 $125,000 \text{ m}^3$ から最大 $145,000 \text{ m}^3$ のような大きい船舶であった。当社の設備を使うLNG輸送船の主な仕様は以下のとおりである。

表2.13 典型的なLNG輸送船の仕様

パラメータ	規模
サイズ	$125,000 \sim 145,000 \text{ m}^3$
全体長	290m
横幅	46m
高さ	26m
最大喫水	12m
喫水バラスト	9m
水線上の側面積：	$7,707 \text{ m}^2$ （積荷） 8258 m^2 （バラスト）
水線下の側面積：	$3,078 \text{ m}^2$ （積荷） 2527 m^2 （バラスト）
水線上の前部面積：	$1,596 \text{ m}^2$ （積荷） 1688 m^2 （バラスト）
水線下の前部面積：	488 m^2 （積荷） 396 m^2 （バラスト）

船舶はLNG栈橋の岸、600 mの半径旋回圏内、天文潮（LAT）の最低時、キール下に最低1.5 mの余裕をもって、正確に停泊位置につけられるように計画さ

れている。LNG船舶を係留して固定するために、4ヶ所のLNG停泊場と2つの保護船用停泊場が準備される予定である。

LNG生産が最大の期間中は、2日に1隻のLNG積載船が運航される計画である（前記参照）。積み込みには16時間かかると予測されている（145,000 tタンカーの場合）。

係留地には、係留スピード、波、潮の流れをモニターするための監視装置が設置される予定である。LNGタンカーがLNG栈橋に出入港する際には、タンカーは3艘のタグボート（補助船）によって補助される予定である。補助船はコルサコフ港を基地とする。

油はタンカー積載ユニットを通じて輸送され、海底パイプラインを通じて石油輸出ターミナルに連結される予定である。石油輸出ターミナルには、パイプラインの操業を継続し、一年を通じたタンカー積み出し量に対応するための油貯蔵タンクがある。そこにはPA-AとPA-Bからの原油や、LUN-AプラットフォームとLNGプラントからのコンデンセートが供給されることになっている。LNGプラントからのコンデンセートはパイプラインを通じて石油輸出ターミナルに輸送される。

計画中のタンカー積載ユニットは沖合4.3km、石油輸出ターミナルから南に4.8km、水深（天文潮）約28mのところ設置される予定である。コルサコフの港からは西に約18kmの位置にある。

船舶の数は、ピーク時には、年間95隻の原油タンカーが往来すると予想されている。冬期期間中、タンカーは砕氷船のエスコートを受ける。

フェーズ2がフル生産を行うと、アニワ湾のタンカー積載ユニットとLNG施設には石油タンカーが4日に1回、LNGタンカーが2日に1回入港する必要があり、合計で年間約239回、1週間に5回と予想されている。移動は年を通じて均一というわけではないが、タンカーの交通量は比較的限定されていて、定期交通の頻度が増すと予想される。コルサコフ港に出入りする商用貨物船の往来は、1日に2回程度である。

現在のところ、年に約16～17隻のタンカーが、サハリン島の南西沿岸にそって、PAのフェーズ1の施設まで航行している。現在のタンカー移動の数が少ないため、フェーズ2の開発の結果、宗谷海峡を通過してアニワ湾に向かうタンカー交通の増加割合は、大きくなると思われる。サハリン島の東沿岸に沿ってPA（ヴィーチャズ）へ向かうタンカーの移動は、フェーズ2の操業が始まったら中止されるということも特記しておく。

(ii) タンカー検査手続き

当社のタンカー検査手続きの前提は以下の通りである。

- 当社の設備を利用する全てのタンカーは、完全な検査を受けていなければならないが、当社は、その船が品質を満たしているという情報を確実に保有する必要がある。不利な情報が単に欠けているというだけでは不十分である。これはつまり、もし当社がその船について何も悪いことを聞かなかったとしても、それだけでは合格できない。逆に、当社の専門家は、何らかの悪い点や欠点がないか最初の兆候を見つけるために、専門家の判断力を活用し、それらのデータベースの全てを見て、レポートを検査する。
- 当社が傭船した船舶であれ、当社の施設を訪問する船舶であれ、あらゆる船舶は、どんな種類でも検査される。当社によって傭船されてい

るか、または当社のアニワ湾の施設での積み込みが予定されている全ての原油タンカーとLNG輸送船は、ターミナルでの積み出しが許可される前に検査を受ける。タンカーが第三者によってリースされている場合（石油または液化天然ガスの購入など）、当社は、検査手続きの運用が開始されたら、以降どのタンカーを利用するかが当社に確実に通知されるようにする。

- 目下、当社は、結氷期中に運行される全てのタンカーが二重船殻構造をとるよう要求している。これはタンカー検査手続きの中で特別にチェックされる。当社が備船するタンカーは、操業の時期に関わりなく、全て二重船殻構造になる予定である。現在、当社はタンカーを1隻備船しているが、フェーズ2では、将来の輸送の約半分に相当する3、4隻まで増やす予定である。油流出リスクを最小化するために、当社は、当社の管理船も、本船渡し（FOB）の顧客も、全ての原油船舶は二重船殻構造を使用するという方針を適用するよう、2005年の生産シーズンの開始から、予防対策を提案している。単船殻タンカーは、非常に特殊な状況、例えば事故の際に即座に使用可能な二重船殻構造タンカーが不足しているところで故障した二重船殻構造タンカーからの船間輸送を行う場合などのような「環境上の非常事態」の際にのみ会社によって使用が許可される。このような極端な状況では方針を調整する必要があるが、適切な緩和手段を伴ったそのような調整は最高責任者（CEO）による許可を受け、役員会に報告される必要がある。

タンカー検査手続きは、シエルの手続きに基づき、操業中、全てのタンカーの条件、安全性、事故記録に関する情報を含む広範なソースの取り扱いを通じて実施される。上記のソースには以下が含まれる。

- シエル（当社のオペレータ）によって実施される検査
- ほかの石油企業によって実施される検査および石油会社国際海事評議会（OCIMF）の船検査レポート（SIRE）データベースへの入力（これらは、適合性の評価より点検事実の記録）
- シエルの造船技師によって実施されるポートステートコントロール検査
- シエルの造船技師によって実施される船上の建築構造確認
- 全世界のシエルのターミナルからのターミナルレポート

表2.14と2.15は、夏期と結氷期（1月～4月）のそれぞれの期間において、当社の施設において、操業の前に満たされていなければならないタンカー仕様の要約である。

表2.14 夏のタンカー要件仕様—5月から10月

タンカー仕様	SEIC要件仕様
最大重荷	150,000t
最小重荷	40,000t
最大喫水	18.5m
船体中央マニフォールド	OCIMFマニフォールドに準じた船体中央マニフォールド、2×16インチのホース連結用。

タンカー仕様	SEIC要件仕様
船首係船	OCIMFに準じた船首調整、1×76mm摩擦チェーン用。
船尾牽引点	牽引船の牽引ラインに接続するための強い船尾点をもつタンカー
バラスト	分離した底荷貯蔵庫を持つ船
ヘリコプター	国際海運会議所（ICS）に準じたヘリコプター巻上げデッキをもつタンカー。
二重船殻構造	船は二重船殻構造の造りであること。

表2.15 結氷期のタンカー要件仕様—1月から4月

タンカー仕様	SEIC要件仕様
最大重荷	150,000t
最小重荷	40,000t
最大喫水	18.5m
船首曳航調整	タンカーは、できるだけ前方、錨鎖連結の積荷口側で位置を固定し、前方に積載するよう調整される。 そこにはホース終端バルブ付き16”バルブ互換を配置し、ドライ・ブレイク緊急時クイック遮断カプラを装備。
船首係船	OCIMFに準じた船首調整、1×76mm摩擦チェーン用。
船尾牽引点	牽引船の牽引ラインに接続するための強い船尾点をもつタンカー
バラスト	プロペラを70cmまで沈め、砕氷船とともに運行するとき最大の視界を取れるよう船首を沈めるために、十分なバラスト容量を持つ。
ヘリコプター	国際海運会議所（ICS）に準じたヘリコプター巻上げデッキをもつタンカー。
二重船殻構造	船は二重船殻構造をもつ。
寒冷地仕様—下記参照	船は零下から-23℃まで航行できる。
氷航行用サーチライト	キセノンタイプは明るさを重視—船首に2つ、両翼に1つずつ装着。
レーダースキャナ	3cmスキャナーを前方に持つ。
アイスパスポート	船は「アイスパスポート」を所有。
エンジン出力証明	メインエンジンの出力に関する認証。船は砕氷船の後について、70cmの厚さの氷の中で4ノットの最低スピードを維持できること。
冷却水システム	タンカーは船体の両側に置かれた、メインと補助マシンのための2つの冷却水吸入口をもつこと。少なくとも1つの吸入口は、氷の妨害を受ける可能性を最小化するため、船底近くに置かれること。

どちらかのターミナルでの積み込み目的でタンカーがアニワ湾に到着した場合は、当社により別の診断システムの内容が課されると予想される。タンカーが当社管理下の海域への浸入を許可される前に、以下の活動が行われる予定である。

- 船舶が最近の検査で不合格になっていないか、または事故に関係していないかを確認するために船舶名がチェックされる。
- 当社の海洋コーディネータが、船での作業に影響を及ぼしたり、予定中のオペレーションを危険にさらす可能性がある、なんらかの問題や条件がないか、報告を要求する。
- 海洋コーディネータは、以下の項目に関連するあらゆる故障（以下に限定されない）について意識しなければならない。
 - 主エンジン
 - 反動推進エンジン
 - 舵機
 - 通信設備
 - ナビゲーション設備
 - 係留設備
 - 積荷ポンプ
 - 貨物積み込み
 - 吊り上げ装置
- 船舶に関する情報を受けた際に何らかの欠陥が発見されたら、その船の到着を海洋コーディネータに報告し、コーディネータは作業を継続するか決定する。問題の性格によっては、欠陥が解決されるまで船の停泊が延期されることもある。ほとんどの修理は3日以内に完了する、と予想されている。船体の構造的欠陥のような深刻な欠陥が発見され、修理のために造船所に入れる必要がある場合、もし代わりの船がすぐにチャーターできない場合は、その船の操業は停止される。船舶は3日または5日に1回到着するようスケジュールされているので、操業停止が必要になった場合でも、それは短い時間と予想される。
- そのような欠陥の原因と修正も同様に報告される必要がある。
- 当社のタンカー診断手続は、全てのタンカーが、以下のような全ての適用可能な国際慣習、規制、基準、法律に従う（これだけに限らず）よう万全を期す。
 - 国際油汚染防止（IOPP）証書を含む海洋汚染防止条約（MARPOL 73/78 および付属書）
 - 1974年の海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS）およびそのプロトコル
 - 石油会社国際海事評議会（OCIMF）ガイドライン
 - 該当する国際海事機関（IMO）の要件

(iii) 海洋操業システム

海洋操業システムの戦略は以下の通りである。

- アニワ湾のLNG栈橋やタンカー積込ユニットへの往來のための、専用のタンカー航路の準備。タンカー積込ユニットやLNGターミナル、MOFへの好ましい接近方法は、コルサコフ港のポートコントロールによって承認されている。このルートは他の往來する船との衝突を最小化するよう意図されている。全てのタンカーは、アニワ湾に入出港する前に、当社に「通過計画書」を提出するよう要求されることになっている。これらは標準的な海洋安全手法であり、図2.28に「通過計画書」のサンプルを示す。これは、Sakhrybvod（連邦漁業組合—Goskomrybolovstvoの機関）の同意と承認も受けている。指定されたタンカー航路（図2.28）は、タンカーと他の海洋交通とのあらゆる干渉のリスクを最小化するために、沿岸とコルサコフ港を利用している船舶の海洋交通のための既存の航路からできるだけ離すことで船舶の安全ルートを維持している。
- フェーズ2の開発のために、当社は、既存の機関（コルサコフのポートコントロールなど）と共同で、当社と第三者の船舶を確実に一括管理するための航行コントロールを行う予定である。当社はすでに、コルサコフ港の中に活動拠点を設定している。
- サハリン沖の全ての海洋プロジェクト施設周辺に、以下の安全地帯が設定され、規制が行われる。
 - LNG栈橋とタンカー積込ユニットの周辺64 km²が設定され、操業段階期間中はずっと規制される予定。投錨や底釣りは禁止され船の移動は厳しく制限される。
 - さらに特殊なものでは、PA-A、PA-B、LUN-AプラットフォームおよびLNG栈橋、タンカー積込ユニットから500mの範囲は進入禁止区域となり、プロジェクト関連でない船舶や人は何者も侵入できない。
 - 現在のヴィーチャズ生産複合体周辺の進入禁止区域は継続される。現在のところ、サハリン島の北東沿岸で操業している全ての当社のタンカーは、生産シーズン中、現地の海洋コーディネータに監督されている。コーディネータは24時間対応である。ヴィーチャズ生産複合体の進入禁止区域の管理のためにサポート船が使われている。
 - アニワ湾では、タグボートとサポート船が常時待機状態で進入禁止区域を管理すると予想される。
 - 沖合設備管理者（OIM）は沖合での操業期間中、現場の活動のそれぞれに責任を持つ。沖合設備管理者は、区域内の船の活動を監視し、それぞれの地域に設定された安全地帯が遵守されるようにする。
- アニワ湾で海洋コーディネータは、地域の海洋交通を管理する権限をもつ、法的な港の管理官庁であるコルサコフ港当局と密接に連動して作業する。
- アニワ湾および宗谷海峡を航行する全てのタンカー交通（液化天然ガスと油タンカーの両方）のための航行リスクアセスメントを実施す

る。これにより、タンカー移動に関連する全てのリスクが認識され、あらゆる重大リスクの可能性が最小化される。STASCO ‘STAR’（航行リスクのアセスメントのための体系的ツール）システムが利用される。

- 全てのタンカーは、アニワ湾のタンカールートに接近するときに、資格を有する舵手を使う必要がある。タンカーに対しては水先案内人免除許可（PEC）は発行されない。
- タンカーがLNG栈橋やタンカー積載ユニットに接近したり係留したりするのを補助するために、3隻のタグボートが常時待機状態に置かれる予定である。タグボートは、万ータンカーが関与する海洋事故が起こった際に緊急援助できるような能力を備えている。プリゴロドノエに常時維持されている3隻のタグボートも、緊急時に対応できるようになっている。燃料、保管、修理、乗組員交代のために、コルサコフに4隻目のタグボートが配備される可能性がある。

PAのPA-A、PA-Bプラットフォームへのディーゼル燃料供給は、多目的補給船（MSV）を通じて行われる。ルンスコエ油田のLUN-Aプラットフォームでは、OPEにある発電所からの電気が使われるため、ディーゼル燃料の必要性は大きくない。多目的補給船は約1,200m³のディーゼル燃料を輸送できるように設計され、800m³はプラットフォームと現場の待機船舶用である。残りは、多目的補給船の燃料である（15日分）。

ディーゼル燃料は待機船舶によって消費されるという前提である。航行が全力で行われるとき、船舶は日に40トン（tpd）の燃料を消費する。2隻の待機ボートが消費する燃料は約5トン/日程度と予想される。初期の期間は、掘削作業に供給するために3隻のボートが使われるため、消費量は約120トン/日であり、掘削が完了する夏には50トン/日に減少し、待機ボートが氷の中で活動する冬には80トン/日になると予想される。

2.5.4 アセスメント

アニワ湾における大規模油流出の影響の可能性を考慮すると、タンカーへの積載作業やタンカーの航行によって起こる他のリスクは、計画中の対策（当社のタンカー検査システムと海洋操業システムで提案されている広範な影響緩和対策）によって「合理的で実現可能な最低限度（ALARP）」のレベルまで低減されると結論される。これは、炭化水素流出の危険を減少させるためにすべての実用的な方法が確実に取られることによる。

2.5.5 将来の研究と作業プログラム

上記に記した通り、タンカー移動に関連する全てのリスクが認識され、重大なリスクの可能性を最小化するための手段が確実に取られるようにするために、全てのタンカー交通（液化天然ガスと油タンカーの両方）に対し、当社による個々の航行リスクアセスメントが、以下のように実施される予定である。

- 航行上の危険要因の認識（岩、霧、潮流など）
- 当社のタンカー交通の頻度とルート
- 第三者船舶のタンカー交通の頻度とルート
- 油輸送に使われる船舶の仕様および季節的要件

2.6 結氷状態でのタンカー交通に関連するリスク

2.6.1 背景と潜在的な影響

冬期のサハリン周辺海域には広大な海氷が存在し、大規模な結氷条件下で、氷による被害の可能性やタンカー操作の複雑さが増すなどの理由から、タンカー（と他の船）の往来の安全操業に対するリスクが増大する。上記の要因は、タンカーが関連する流出につながる事故のリスクを増大させる。

二つの地域に関連して懸念が表明された。それぞれの説明は以下のとおりである。

(i) 海底パイプライン

PAとルンスコエ油田が位置する北東サハリン大陸棚は通常、冬期の間は氷の量が多い。サハリン島の北部沿岸沖にあるPA油田やルンスコエでは、11月の終わりに氷の形成が始まる。氷に覆われるピークは3月で、氷は6月初めまで持続する。氷に覆われる平均期間は、PA油田近くでは187日で、ルンスコエ油田近くでは150日である。平均的な氷の厚さは、1月の0.4 mから5月の1.2 mまで増加し、この地域では通常、途中で溶けることもあるが、氷の量は増加し続け、ある場所では冬期期間中の平均厚さが1.5 mにもなる。PAとルンスコエ油田で記録された氷の厚さは最大2.1 mである。

サハリン北東地域の氷の塊は、風と潮流、波のために流動し、常に動いている。最大漂流スピード—通常1月から2月にみられる（TEO-C 第2A巻、Book 8, EPB: 第6章, 2002）—は、PA油田では0.2 m/s、ルンスコエ油田では1.0 m/sである。

サハリン湾の流氷の移動は12月に始まり、PAとルンスコエ油田の両方を通って北東沿岸のラグーンの方に向かう。移動は通常、南東方向であるが、時々北、東、西に移動しており、これは西サハリンの潮流と一致している。より短いタイムスケールでは、周期的な潮の漂流が観察される可能性がある。

(ii) アニワ湾

アニワ湾における結氷期は、晩冬の1月～3月までに相当する。氷の範囲は冬の厳しさに左右される。例えば、寒さが厳しい1月中旬には、氷はアニワ湾の上部の沿岸20マイル以内に発生する。穏やかな冬期期間中は、氷の範囲は5海里程度（9 km）にとどまる。通常、2月まで、アニワ湾の大部分は、沿岸から最大60海里（110 km）まで氷が張る。

結氷期は、アニワ湾では初期の氷がアニワ湾内で観察される時に始まり、宗谷海峡では6/10以上が氷になったときに始まると考えられている。結氷期は、アニワ湾および宗谷海峡の氷が溶けて消えるまで続く。中央海洋調査設計大学（CNIIMF）とロシア北極・南極科学研究所（AARI）（両方ともサンクトペテルブルグにある）によって作成された、アニワ湾と宗谷海峡を通過する原油タンカーとLNG輸送船のためのガイドラインが、ロシア水理気象環境監

視庁および運輸省に承認された。コルサコフ港当局の定義によると、氷期は1月15日に始まり3月31日に終わるとのことである。

2.6.2 影響緩和対策

(i) 一般的な影響緩和対策

氷期中、当社の沖合施設での全てのタンカー運行が、よい条件下におかれ、結氷条件下で安全運行するための適切な装備がなされるよう、当社はロシア連邦の要求に従って「アイスパスポート」システムを課する。このシステムは、氷条件下で操業時の船舶オペレーションの制約を詳細に文書化した「アイスパスポート」をそれぞれのタンカーが確実に保持するよう規定している。タンカーの「アイスパスポート」は、ロシア当局の承認を受けた資格を有する機関が作成し、宗谷海峡とアニワ湾を結氷期中に通過してプリゴロドノエを訪れる全大型タンカーの運行者に義務付けられる。

ロシア海事船舶登録協会（RMRS）には、氷分類と北極海航路の記録があり、他の主要な海事規格団体による同様の表も発行している。アイスパスポートは、ロシア海事船舶登録協会の規格の「LU4」以下に相当する船舶にのみ適用される。ロシア海事船舶登録協会の規格の「LU4」は、だいたい以下の船級協会のクラスに相当する。LU4は後述の工業標準と互換性がある。

- フィンランドスウェーデン氷分類規格-IA
- アメリカ船級協会-IA
- 中国船級協会-氷分類B1
- ノルウェー船級協会-ICE-1A
- 韓国船級協会-IS1
- ロイド船級協会-1 A

上記の規格は、耐氷性が強化され、氷の中で航行するのに必要なエンジン出力を備えた船舶を指している。上記の規格のフィンランドスウェーデン氷分類規格は「バルト海氷分類」も参照している。

各タンカーが満たすべき、アイスパスポートの詳細な要件は以下のとおりである。

- タンカーの安全航行速度
- 船団を組んだ際の砕氷船タンカーとの距離
- 氷海中でのタンカーの安全操業に影響するその他のパラメータ

アイスパスポートに含まれる船の操業制限は、印刷されたマニュアル、またはコンピュータソフトウェアとして作成される可能性がある。タンカーの所有者は、資格を有する機関に適切な設計図、アイスパスポート作成に必要なその他の文書を提出する必要がある。アイスパスポートの有効期間は発行後10年であるが、もし有効期間中にタンカーやLNG輸送船が修理され、この修理が氷海中での船の運行能力に影響する可能性がある場合は、そのような修理の日までとなる。

(ii) 結氷条件での航行

アニワ湾と宗谷海峡での、耐氷性を持たないタンカー（耐氷規格LU4未満の設計）の氷海中での操業は、以下の対策が講じられ、砕氷船のサポートがある場合のみ許可される。

- 砕氷船のタイプ、出力、幅は、氷の張り具合とエスコートすべきタンカーのサイズによって決められる必要がある。結氷期中は、プリゴロドノエと氷境界の間を通過するタンカーをエスコートするために、2隻の破冰船が使用可能である。上記の破冰船はどちらも、タンカーの幅より少なくとも20～30%広い範囲の氷を破碎する能力がある。それぞれの特殊なタンカーをエスコートするために必要とされる破冰船の数は、氷の状態に応じて、先導する破冰船の船長によって決められる。破冰船に対する要求は、タンカーの船幅より25%広い航路を作ることである。2隻の砕氷船がそれを行う。必要な航路の幅は約60 mで、破冰船の船幅は20 m以上、2隻が20 mの距離を置いて別々に移動し、60 m幅の航路を作る。1隻の砕氷船でこれを達成するには技術が必要である。
- 安全距離やエスコート中の運行問題の解決策を選ぶために、砕氷船の船長にはエスコートされるタンカーの推進性能、停止能力および操作特性に関する必要な情報が提供される。
- ロシア北極・南極科学研究所とサハリン水気象局（Sakhydromet）がサハリン島の結氷予測と航路決定システムを開発できるよう、当社とロシア北極・南極科学研究所の協力が始まっている。アニワ湾もしくはユジノにセンターが設立される予定である。サハリン水気象局（Roshydromet）が両者の主体である。情報センターはアニワ湾内に位置し、サハリン水気象局に報告されたデータは氷の状態の監視と予測に使われ、公表された情報は水先案内人と砕氷船やタンカーの船員が宗谷海峡およびアニワ湾を安全に航行したり計画を立てたりするのに使われる。結氷期中は、最適な航路がタンカーに伝達される。氷の状態の監視と予測、および宗谷海峡を通過する船舶への情報伝達は、衛星画像、航空調査、レーダー、船舶レポートなどを含む適用可能な技術を使って行われる。情報は、衛星、ラジオ、コンピュータサービスを通じて船舶に直接伝えられる他、会社のオーナーを通じて船舶に伝達される。
- 結氷期中の輸送においては、船齢が10年未満の新しいタンカーが優先的に使用される予定である。船齢が10年以上の古いタンカーは、特別な規格による検査を行う。
- タンカーの積荷部分は、現在の全ての修正条項を含む海洋汚染防止条約の規則13Fの付属書1に従って、二重船殻構造である必要がある。
- 大きさに関わらず全てのタンカーは、船腹に流氷によるダメージを受けた場合に、二つの隣り合ったタンク室からの流出が起こっても平衡を保つ能力を有すること。（穴の大きさは760 mmとして想定）
- プロペラと海水取入口がどんな条件下でも確実に水面下にくるよう、タンカーの2つのバラスタタンクは十分な容量を持ち、船舶が「氷中の操業能力の確認」の3.1節で指定されたあらゆる制限内でも操業できるよう、船首の十分な喫水が維持される。

- 船はまた、エスコートする砕氷船の横で、安全な航行ができるよう、安定状態で適切な視界を有する。
- - メインデッキ及び上側の鋼板が -25°C 下での航行に十分な強度を有していること。喫水線より上側の側板及びタンカー甲板はグレードがAHかそれ以上であることが望ましい。軟鋼（グレードA）の使用は、船級協会により外気温が -25°C での操業が可能と評価された場合に認められる。

当社のアイスパスポートの要件は、全てのタンカーが適切な品質をもち、氷海で安全に航行することを保証する。このほか、氷期中に適用される海洋オペレーションシステムは、タンカー航行に適用できる全ての現実的な影響緩和対策が導入され実施されることを保証する。これにより、氷条件によるタンカーのリスクが、合理的で現実的な範囲で確実に管理できるようになる。

2.7 パイプラインの小規模漏油に関連するリスク

2.7.1 はじめに

油流出の防止および対策は、石油と天然ガスをサハリン島に沿って約850 kmに渡る陸上・海底パイプラインシステムにおいて特に重要である。パイプラインは、高水準の信頼性に基づいて設計されているほか、ロシア連邦の法令を順守し、国際慣習にも従うものである。また、非常に有能で国際的にも著名なパイプライン技術者のチームによって品質が保証されている。

陸上パイプラインは1000年に一度の大地震、海底パイプラインは2000年に一度の大地震に対しても、破裂せず耐えるように作られている（この点についてはSEICのプロジェクト指定技術仕様書に詳述）。また、海底パイプラインの一部については、プラットフォームの再現期間にあわせ、3000年に一度の大地震に耐えうるよう設計されている¹。

河川や道路、鉄道、施設の近くなど、特に脆弱性の高い場所では、パイプの肉厚を厚くしてあるほか、炭化水素移送時の管理を最適化するために、パイプラインの全長に沿って約150のブロックバルブを設置する。

パイプラインにはまた、最先端の高度漏洩検知システムを設置するほか、保守プログラムも設け、パイプライン容量の1%以下の漏洩をも検出するようにする。上記の信頼性の高いシステムに加え、ピギング（パイプライン洗浄方法のひとつ）装置から目視点検に至るさまざまな技術を援用した、社内外による保守検査体制を導入する。

パイプラインは厳しい国際慣習に従い、物的損傷や第三者による危害を防ぐため、埋設するものとする。ただし、活発な地震による断層線をうまく避けるための再編成が不可能な場所では、短距離ではあるが地上に敷設する場合もある。

¹ The seismic design philosophy followed by SEIC, in this case, satisfies two levels of earthquake intensity: an extreme event referred to as strength level earthquake (SLE) with a return period of 200 years; and a rare intensity earthquake with a return period of 3000 years, known as a ductility level earthquake (DLE).

2.7.2 想定流出量

パイプライン漏油検出システムは、パイプラインの統計的モデルを使用して、流量や圧力のわずかな変動を監視できるよう設計されている。現在のシステム設計では、原油システムからのわずか400バレルの漏洩も検知可能である。これほどの小規模漏洩の場合、検知に必要な時間は漏洩の速度に左右される。小規模漏洩の場合、400バレルの漏洩を検知するまでに16時間を要すると予想される。同様に400バレルの漏洩を仮定した場合、パイプラインの流量率の5%にあたる比較的規模の大きい漏洩は、約50分で検知可能である。

現在の石油・天然ガスのパイプラインは、160以上もの自動ブロックバルブが設置される設計になっており、パイプラインから漏洩する炭化水素の量を最小化するように配置されている。川の横断箇所に配置されたバルブにより、パイプラインが止められた後、河川に流出する量は制限される。

下記は、石油パイプライン流出に対する、想定される最悪のケースシナリオまたは懸念の一覧であり、上記の要素が当社自身によってどのように検討されたかに関するコメントもついている。

- 地震－断層横断部の両側にブロックバルブを設置。地震地帯、地帯内部の地面の移動、そのような地帯におけるパイプラインの設計を決定するための完全な地震研究の実施（EIA-補遺版第8章における活断層の横断、パイプラインのひずみ基準、溶接点検、地面の振動効果に関する情報などの地的危険要因を参照）。
- 第三者の介入（不法採取、妨害行為、テロ）－可能な場合、当社はパイプラインに通じる道路からのアクセスを制限し、それらの地域をセキュリティーガードがパトロールする。パイプラインはしばしば遠隔地、または比較的遠隔地にあり、潜在的破壊活動家はすぐに見つけれれと予想される。パイプラインの埋設深度は平均地下1.5mであり、パイプラインへのアクセスは困難である。
- フランジ（ブロックバルブ位置の）からの漏洩－パイプラインは完全に溶接されているのでフランジは存在しない。パイプラインは、OPFやLNG、BS2のピグトラップが地上に出ているところを除き、ほとんどの部分が埋設されている。上記の場所は完全にカメラおよび漏洩検出システムによってモニターされている。
- 腐食による土壌への漏洩－腐食防止剤とピグによるパイプライン洗浄プログラムの活用（下記参照）。
- 外部からの損傷－例えば、外部の建設業者がパイプラインを掘ったり破ったりする可能性がある。そのようなリスクを減らすため、コントラクターの認知を促すプログラム、地元民の認知（5つの活動キャンプごとのコミュニティー連絡員（CLO）を通じて）、ルートを標識によって目立たせる、航空および地上パトロールといった対策を講じる。

漏洩を検出後、破損や漏洩に由来する流出油量を予測するのは非常に困難である。様々な要因が関与し、パイプラインの形状、地勢、その他の地誌的および地質的特長は、パイプラインルート（RoW）の区域ごとに異なる。一定時間内の任意の地点におけるパイプ中の油量は、流速とブロックバルブ間の距離によって規定され（例えば20～23 km）るが、油の全てがパイプラインから流出するという事態は考えられない。

腐食によって穴が開く可能性は小さい（本章で説明される対策を講じれば）が、もしそれが発生するとすれば、それはおそらくパイプの側面か上面と予想される。最悪のケースは、傾斜の底に向かうパイプラインの下側の穴である。漏洩が発生する確率は低い事例であり、パイプラインの管理者は通常、10～20%の内容物が出て行くと予想しているが、これは上記で指摘した要因による。

2.7.3 輸送停止手順

漏洩検知システムでは、パイプライン管理者に通報の上、システム内のブロックバルブを閉じ、漏洩部分を隔離し、流出を漏洩地点にとどめるようにする。具体的な手順は以下の通りである。

事故による漏洩時の閉鎖手順

漏洩に対応する際の主な関心は、人命、財産、環境の保護である。

タイプ1：潜在的漏洩地点または実際の漏洩地点が特定されていない場合に用いる。パイプライン管理者は直ちに以下を行う：

- パイプラインを閉鎖する。下流に続くスタート地点のステーションをすべて遮断し、すべてのポンプをオフにする（直後）。
- 圧力波が静まるまで放置する（約2分）。
- 遠隔制御されるブロックバルブの主流を閉じ、全てのパイプライン部分を隔離する（閉鎖時間は1～1.5分）。

ライン全体は集中管理されており、約3～5分で完全に閉鎖される。加えて、管理者とチームは地元および地域の条件や特性を熟知している。地形上の理由から油が安全な方向に流れることがわかっている場合は、特定の位置またはパイプライン側線の特定のバルブを開放したままにするケースも考えられる。

タイプ2：潜在的漏洩地点または実際の漏洩地点が特定されているときに用いる。パイプライン管理者は直ちに以下を行う：

- 漏洩発生箇所と予想されるパイプライン部分の上流に位置するポンプステーションを遮断することで、パイプラインを遮断する。
- 上流に向かって、パイプラインのスタート地点まで、順次各地点を遮断していく。
- 残りの下流のステーションのうち、必要なものを遮断する。
- 漏洩発生源と予想されるパイプラインの区画および上下流の周辺区画を隔離する。隔離は、各区画に設置されたブロックバルブを遠隔操作して行う。

上記のいずれの（タイプ1またはタイプ2）場合も、パイプライン管理者は以下を行う：

- 現場職員に対し漏洩が予想されている旨を述べる
- 操業監督者に通知する

- 必要に応じて現場をサポートする

監督者は以下を行う：

- 漏洩の発生が疑われるパイプラインまたはパイプライン区間が遮断されたことを確認する
- 航空調査の必要性について、現場担当者と相談する
- 操業監督者に通知する。

また、監督者はあわせて以下も行う：

- 制御センターに、修理の「作業範囲」および／または作業許可書の写しがあることを確認する。修理活動における制御センターの役割を理解しておく。
- 修理完了後、パイプラインの再開を許可する。漏洩発生時のパイプライン再開の意思決定プロセスは、全てのケースにおいて、共同決定とする。判断は以下の人々が担当する。
 1. 操業管理者
 2. 施設の管理者
 3. 連邦の担当者
- 異常な操業状況や緊急事態に対し、対応の検証を指示する。

パイプラインの操業には、運転者の能力を証明するのに役立つ、訓練シミュレータが使われる。監督者たちはシナリオを設定し、多様な状況をモデリングすることが可能である。レギュラーコースにより、技術者と運転者は、効果的にパイプラインモデルを作り、対話的なシミュレーションを動かし、結果を分析することができるようになる。そのような訓練により運転者は、システムの論理的な障害、圧力損失、機械的故障、あらゆる緊急対応手続きの練習、正常な、しかしまれな操業条件の実行に対応する能力を持つようになる。

2.7.4 問題の評価

パイプラインは、漏洩や破裂のリスクを最小限に抑えるとの視点から設計されており、リスク最小化のために以下の方法が採用されている。

- 鉄鋼仕様の選択－高品質の素材を使用
- パイプのコーティングにも、高品質の素材を使用
- パイプラインの寸法、パイプの肉厚
- ブロックバルブの位置
- パイプラインの埋設
- 腐食管理システム（腐食防止剤、陰極防食など）
- 漏洩検出システム

パイプライン敷設の前に、例えばコーティングの中に小さな穴が開いていないか、パイプラインが適切に敷設されているかを確認するための点検システムも導入されている。

2.7.5 漏洩検知システム

パイプラインの漏洩検知については、漏洩検知システムの一環としてさまざまな戦略を活用する。これらは操業面・環境面の条件を反映するものとし、具体的には以下を活用する。

- **ラインバランスの手動計算**：パイプラインシステムへの供給量と排出量の比較は、目視による検出に匹敵する精度があるうえ、問題の特定については目視より速い場合もある。ただしガスパイプラインについては、天然ガスの圧力および温度が変化することから手動計算は適用されない。
- **ラインバランス計算**：SCADAシステム（監視制御データ表示システム）を用いて自動で行う。SCADAは主要な操業パラメータを遠隔監視・制御するもの。液体・ガスパイプラインにおける漏洩を検出するが、操業形式が単純かつ圧力の変動が最小限であることが条件となる。計算には出入時のメータ、およびパイプライン沿いに設置した圧力・温度監視装置を用いる。パイプライン内部の変化をもとにラインバランス計算を行い、油やガスの漏洩をより速く敏感に検出する。
- **統計的パイプラインモデル**：パイプライン各所において、需給変化に応じた圧力変化を監視するもの。統計技術を利用した最新のパターン認識機能を使い、パイプラインの流量と圧力を分析する。操業の変化に応じた変動があらかじめ登録されており、これを外れる流量・圧力の変動が見られた場合のみ漏洩アラームが作動する。あらゆる操業条件下において、漏洩検知の精度の向上に役立つ。

上記の通り、漏洩検知は複数の相互補完的な技術の組み合わせによって構成されており、すべてのパイプラインに使用可能な万能のシステムまたはその組み合わせというものは存在しない。また、即時検出と同じぐらい重要なのが即時通報である。漏洩の第一発見者にとって、パイプライン上の正確な漏洩地点を特定し、影響を受ける恐れのある操業者に通報するのは困難なことが少なくない（漏洩発生の場合、事故の発生したパイプラインに送油を行うパイプライン及びプラットフォームを、正しい順番で閉鎖しなければならない場合が一般的である）。

漏洩検知システムは、社内で認められている「漏洩検知の感受性に関するアラスカの基準」に適合するものとする（アラスカの管理コードタイトル18、第75-パイプライン漏洩検知システムの基準）。

2.7.6 小規模漏洩の発見方法

パイプラインシステムの操業には、小規模漏洩のリスク抑制計画も含まれる。具体的な計画内容を以下に挙げる。

- 空および地上からの監視
- パイプラインの定期洗浄
- 検査装置を備えたピグによるピギング（洗浄）プログラム
- 腐食防止剤
- 油流出対応計画

- パイプライン資機材、腐食防止システム、状態監視に関する定期検査・点検・保守の実施
- 地下水の監視

陸上パイプラインに対しては、高リスク地域はすでに特定済みであり、パイプライン設計において配慮されている（EIA Volume 4, Chapter 2を参照）。高リスク地域は水域を横断する地点や居住地域など、地質学的危険がある（EIA補遺版（本文書）の他の章を参照）または脆弱な地域が中心である。

ピギングによるパイプライン内部の洗浄については定期的を実施し、油の流れを保つと同時に、腐食生成物質の蓄積を防ぐ。また、パイプライン内部の腐食を防ぐため、腐食防止剤を施す。

原油を対象とした検査装置を備えたピグによるピギング（パイプライン内部の完全点検）は、5年に1回実施する。これはパイプライン内部のあらゆる欠陥や腐食を特定するもので、収集したデータは、故障や腐食による漏洩発生を未然に防ぐための修理に使われる。ピギングは2年に1回実施し、腐食箇所を重点的にチェックする。

このほか、地下水監視のための井戸を、パイプラインルート沿いのあらかじめ選定した場所に設置する。設置場所は環境脆弱性を基準にして選ばれており、環境面でも貴重な水域を横断する地点や、数々の湿地などが含まれているほか、飲料水として利用されている地下水資源の保護を目的とする地点もある。現時点での計画では107カ所に監視地点を設置する予定であり、これまでに92の井戸がすでに設置され、残りはパイプライン沿いの道を敷設後設置する予定である。パイプラインの操業期間中を通じてずっと利用できるよう、井戸はケーシングをした上で蓋を設置する。井戸では、深さ、pH、総炭化水素量（TPH）などをはじめ、さまざまなパラメータを測定する予定である。TPHの試験は、地表面に浮かんでこない炭化水素が地下で漏洩していないかを確認する方法であり、表面に浮かんでくる炭化水素については、航空写真調査によって確認する（下記参照）。

毎週1回、地上と空からパイプライン全体を観察し、パイプラインが完全な状態であることを確認する（具体的には、第三者による介入、安全性、ROW内での土壌浸食、漏洩がないかチェックする）。パイロットには漏洩・流出の兆候を検出する訓練を受けたものが従事する。海底パイプラインに関しては、気象状況にもよるが2日に1回は航空観察を行うよう努力し、目視観測を通じてガス噴出や油膜（海上などの）の発見に努める。これにより大規模なものから小規模なものに至るまでの漏洩を発見可能であるが、飛行のタイミングにより、発見が数日後にずれこむ可能性がある。パイロット、管理者とも、漏洩の兆候を探し出して問題発生を検知できるよう、訓練を受けるものとする。

2.8 まとめ

SEIC は今後も地元当局、油流出対応業者、および他の石油ガス会社と協力しながら、油流出対応に関する定期訓練プログラムを継続するとともに、訓練

を通じて学んだことをもとに、フェーズ2の計画の策定を進めていく所存である。

SEICは今後、油流出防止・準備・対応プログラムに着手するため全力を尽くす。プログラムの具体的な内容は以下の通りとする。

- すでに存在する環境リスク、特に海洋での油流出や国境をまたぐ油流出に関連するリスクを再検討した上で、これらが合理的に実現可能な最低限度（ALARP）であることを証明すると同時に、その結果を策定中の油流出対応計画に反映させる。
- 結氷条件下において当社から油流出事故が発生した場合の油の行方を評価する研究を実施する。
- 海岸線および河川における脆弱性の評価・地図作成を行う。
- 航行時に関するリスク評価を実施する。
- 油流出対応計画と対応ツールの一環として、GISの開発を引き続き行う。
- フェーズ2の操業を対象とした、油流出軌道モデルの改善を実現する。
- 詳細な保守点検手順を作成し、パイプライン設計を補完する。
- 小規模漏洩を検知・防止するための、詳細な管理手法を開発する。
- 詳細な保守点検手順を作成し、パイプライン設計を補完する。
- 小規模漏洩検知システム/プログラムのデザインを改善する。
- 油流出対応計画を作成する。
- 資機材および要員を必要とする箇所を特定を行い、調達する。また、これらを訓練・維持管理するためのプログラムを導入する。
- 研修プログラムを持続・強化する。また演習に参加する。
- 野生生物の保護・処置計画を作成する。

これらは、現在実施中のフェーズ1における準備・対応能力を基盤とし、その上に構築する。

2.9

参考文献

AEA Technology (2000) Time Window of Dispersant Use on Vityaz Crude Oil. *A Report produced for Sakhalin Energy Investment Company Ltd and Exxon Neftegas Limited.*

ヴィーチャズ原油の分散時間帯。サハリンエナジー社とエクソン・ネフテガス社向けに書かれたレポート

AEA Technology (2001) NEBA Scenarios for Vityaz Crude Oil. *A Report produced for Sakhalin Energy Investment Company Ltd.*

ヴィーチャズ原油のNEBAシナリオ。サハリンエナジー社向けに書かれたレポート

Dickins and Associates (2004). Technical and Operational Review of Offshore Oil-in-ice Response Strategies for the Sakhalin II Development. A Report produced for Sakhalin Energy Investment Company Ltd.

サハリンII開発のための海域での氷中油対策戦略の技術的および操業的レビュー。サハリンエナジー社向けに作成されたレポート

DVNIGMI (Russian Far-East Hydrometeorological Institute) Yu.N. Volkov, IE Kochergin (1998) Modelling of Oil Spills: Exploratory Drilling at Piltun-Astokhskoye License Area, 1998.

油流出のモデリング。ピルトン-アストフスコエ認可場所の試掘、1998

DVNIGMI (Russian Far-East Hydrometeorological Institute), E. Kochergin, A. A. Bogdanovsky (2000) Modelling Oil Spills with a View to Assess Potential Environmental Impact and Develop OSR Plan for Appraisal Drilling at Piltun-Astokhskoye Area.

潜在的環境影響の評価とピルトン-アストフスコエ地域の掘削評価のための油流出対応計画の開発を目的とした油流出モデリング

DVNIGMI (Russian Far-East Hydrometeorological Institute); Y.N Volkov., IE Kochergin and A.A. Bogdanovsky (2002) *Report On Simulation of Oil Spills in Aniva Bay.*

アニワ湾の油流出シミュレーションレポート

FERHRI (Hydrometeorological and Environmental Monitoring Service of the Russian Federation Far Eastern Regional Hydrometeorological Research Institute) IE Kochergin *et al.* (1997) Oil Spill Modelling Report.

油流出モデリングレポート

Germanischer Lloyd (2005) Information on GL Group website (<http://www.gl-group.com/pdf/sopepManual.pdf>).

GLグループウェブサイト上の情報

Hamada, Seiichi (2004). *Developing ESI Map Covering Hokkaido Region.* Paper presented at the First Professional Meeting on the Oil Spill Preparedness and

Environmental Protection of the Sea of Okhotsk. Kanazawa, Japan. Hosted by the Japan Science and Technology Agency (JST) on March 27-29 2004

北海道地域のESI地図の開発。文書は日本科学技術振興機構（JST）2004年3月27～29日開催の油流出準備およびオホーツク海の環境保護に関する最初の専門家会議で提出された。

Hydrotex Research and Production Company (2004) Oil Spill Response in Ice Sea Report produced for Sakhalin Energy Investment Company Ltd. Vladivostok.

氷海における油流出対応。サハリンエナジー社向けに作成されたレポート

International Petroleum Industry Environmental Conservation Association – IPIECA (2nd Edition March 2000) A Guide to Contingency Planning for oil Spills on Water. IPIECA Report Series Volume Two.

海上油流出向け非常用対策計画ガイド。IPIECA レポートシリーズ第2巻。

IEA Monthly Oil Market Report, 13th November 2003

IEA 月刊石油市場レポート。2003年11月13日。

Kanaami, K., H. Kondo, N. Otsuka, S. Tomatsu and H. Saeki (2003) Oil Spills in the Sea of Okhotsk. *In Proceedings of the 18th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice.* Monbetsu, Hokkaido, Japan (pp.205 –209)

「オホーツク海における油流出」進行中の第18回国際シンポジウム。オホーツク海と海氷。日本、北海道、紋別(pp.205 –209)

National Academy of Sciences – NAS (1994) Improving the Safety of Marine Pipelines. *Committee on the Safety of Marine Pipelines, Marine Board, Commission on Engineering and Technical Systems and National Research Council.* National Academy Press. Washington DC.

海洋パイプラインの安全性の改善。海洋パイプラインの安全、海洋に関する委員会、海洋局、開発技術システム委員会、国立調査評議会。国立アカデミー出版。ワシントンDC。

Petroleum Technology Centre (PTC) D.Cooper, D.Caldwell (1996) Sakhalin Island Oil Spill Modelling.

サハリン島油流出モデリング

REA Consulting (2004) Pipeline Re-route Comparative Environmental Risk Analysis. *A Report produced for Sakhalin Energy Investment Company Ltd.*

パイプラインルート変更比較環境リスク分析。サハリンエナジー社向けに作成されたレポート。

Risktec (Nov. 2004) Comparative Quantitative Risk Assessment of Piltun Alternative Offshore Pipeline Routes. *A Report produced for Sakhalin Energy Investment Company Ltd.*

ピルトン代替海底パイプラインルート候補地の定量的比較リスクアセスメント。サハリンエナジー社向けに作成されたレポート。

ROSHYDROMET - Federal Service of Russia on Hydrometeorology and Environment Monitoring and Far Eastern Regional Hydrometeorological Research Institute (FERHRI) (2004) Oil Spill Trajectory Modelling in Aniva Bay and Adjacent Waters. FERHRI. Vladivostok SEIC (Feb. 2005) Guideline Oil Spill Response Training (*Rev.01, Restricted Document*). SEIC. Yuzhno-Sakhalinsk.

ROSHYDROMET (FERHRI) (2004)。アニワ湾と隣接海域における油流出起動モデリング。FERHRI。ウラジオストック。SEIC (2005年2月)。油流出対応訓練ガイドライン (Rev.01.社外秘文書)。SEIC。ユジノサハリンスク。

SEIC. Training Standard (0000-S-90-04-0-0250-00-E). SEIC. Yuzhno-Sakhalinsk.

SEIC 訓練規約 (0000-S-90-04-0-0250-00-E)

SEIC. Corporate Document Control Procedure (0000-S-90-01-P-0078-00-E).

SEIC企業文書管理手順 (0000-S-90-01-P-0078-00-E)

SEIC. Crisis And Emergency Response Policy (0000-S-90-04-P-0046-00-E).

SEIC危機および非常時対応方針 (0000-S-90-04-P-0046-00-E)

SEIC. Unified OSR Response System (OSR Strategy Document) (1000-S-90-04-P-0004-00-01).

SEIC統一油流出対応システム (戦略文書) (1000-S-90-04-P-0004-00-01)

SEIC. Crisis and Emergency Response Activation and Callout Procedures (0000-S-90-04-P-0122-00-E).

SEIC危機および非常時対応活動と呼出手順 (0000-S-90-04-P-0122-00-E)

SEIC Crisis and Emergency Response Procedures Overview (000-S-90-04-P-00101-00).

SEIC危機および非常時対応手順概要 (000-S-90-04-P-00101-00)

SEIC. Oil Spill Response Plan: Piltun-Astokh Permit Area “Vityaz Complex” (0000-S-90-04-P-0166-00-E).

SEIC油流出対応計画：ピルトンーアストフ許可地域「ヴィーチャズ生産複合体」 (0000-S-90-04-P-0166-00-E)

SEIC. Guidelines for Measures on Prevention and Response in the Event of an Oil Spill (1000-S-90-01-P-1141-90).

SEIC油流出時の保護と対応手段のガイドライン (1000-S-90-01-P-1141-90)

SEIC. Procedure and Prevention of and Response to an Oil Spill (1000-S-90-01-P-1141-00-2).

SEIC油流出の手順、予防、対応 (1000-S-90-01-P-1141-00-2)

SEIC. OSR Concept Paper (1000-S-90-04-T-7033-00-P1)

SEIC油流出対応コンセプトペーパー (1000-S-90-04-T-7033-00-P1)

Taifun. Scientific and Production Association, Russian Federal Service of Hydrometeorology and Environmental Monitoring (2002) *Research of Changes in the Composition of Piltun-Astokhskiye Field Oil Depending on the Season and Period of*

Time Passed after Simulated Oil Spillage. *A Report produced for Sakhalin Energy Investment Company Ltd.*

季節、流出後の経過時間に応じたピルトン-アストフスコエ油田の油の構成変化の研究。サハリンエナジー社向けに作成されたレポート。

TAU (2002a) *Draft Oil Spill Response Plan for Tanker Loading Unit (Phase 2).*

タンカー積載ユニット向け油流出計画案（フェーズ2）

TAU (2002b) *Draft Oil Spill Response Plan for Oil Export Terminal (Phase 2).*

石油輸出ターミナル向け油流出計画案（フェーズ2）

TAU (2002c) *Draft Oil Spill Response Plan for Onshore Pipeline (Phase 2).*

陸上パイプライン向け油流出計画案（フェーズ2）

TAU (2002d) *Draft Oil Spill Response Plan for Offshore Pipeline (Phase 2).*

海底パイプライン向け油流出計画案（フェーズ2）

TAU (2002e) *Draft Oil Spill Response Plan for Onshore Pipeline Facility (OPF) (Phase 2).*

陸上パイプライン設備（OPF）向け油流出計画案（フェーズ2）

TAU (2002f) *Draft Oil Spill Response Plan for Lunskeye A Platform.*

ルンスコエAプラットフォーム向け油流出計画案

TAU (2002g) *Draft Oil Spill Response Plan for Piltun-B Platform.*

ピルトン-Bプラットフォーム向け油流出計画案

Wardrop, J. A., S. Simonova and S. Pokrashenko (2004) *Issues to be Addressed in Transboundary Spill Response.* Paper presented at the First Professional Meeting on the Oil Spill Preparedness and Environmental Protection of the Sea of Okhotsk. Kanazawa, Japan. Hosted by the Japan Science and Technology Agency (JST) on March 27-29 2004.

近隣諸国への対応に関する問題。オホーツク海の油流出準備と環境保護の最初の専門家会議に提出された文書。金沢、日本。日本科学技術振興機構（JST）主催、2004年3月27～29日。

EIA補遺版第2章 - 油流出対応
付録1 - 図
(章の本文に付随)

内容

項目	タイトル
図 2. 1	海面に 97m ³ のヴィーチャズ油が流出した場合の平均油膜範囲の変化 (km ²) (出典: REA 2004)
図 2. 2	ピルトン- A プラットフォーム (モリクパック) からの油流出における拡散範囲 (リスクゾーン) : 秋 (シナリオ: 流出量 96m ³ 、原因はパイプライン破裂, REA 2004)
図 2. 3	ピルトン- A プラットフォーム (モリクパック) からの油流出により被害が想定される海岸線 : 秋 (シナリオ: 流出量 96m ³ 、原因はパイプライン破裂, REA 2004)
図 2. 4	ピルトン-A プラットフォーム (モリクパック) からの海岸線被害の可能性 : 秋 (シナリオ: 流出量 96m ³ 、原因はパイプライン破裂, REA 2004)
図 2. 5	無氷期間中における LUN-A での事故の際に海岸に漂着する油軌道の典型的なリスクシナリオ
図 2. 6	ルンスキー湾に侵入する油膜軌道
図 2. 7	LUN-A での油流出事故による油軌道を基にしたリスクゾーン
図 2. 8	海面におけるコンデンセートの最小および最大量 (LUN-A)
図 2. 9	アニワ湾のタンカー積載設備からの油流出におけるリスクゾーン (TAU 2002)
図 2. 10	アニワ湾: タンカールートおよびモデリングが行われた地点
図 2. 11	夏のアニワ湾中央でタンカーから発生した原油流出のモデルにおける汚染範囲軌道 (モデルに使用した流出量は 21,000 トン、数字は事故後の経過時間を示す)
図 2. 12	冬のアニワ湾中央でタンカーから発生した原油流出のモデルにおける汚染範囲軌道 冬のアニワ湾内でタンカーから 21,000 トンの油が流出した場合の北海道の海岸線被害の可能性モデル
図 2. 13	(下記表も参照)
表	冬期の海岸における被害の可能性 (%) (上記図 2. 13 参照)
図 2. 14	パイプラインからの流出油分布の例 (凡例は図 2. 15 参照)
図 2. 15	図 2. 14 における地図の凡例
図 2. 16	SEIC の建設時における緊急対応設備
図 2. 17	現時点における初期 (および計画中の) GIS を使用した環境脆弱性地図の対象範囲
図 2. 18	初期段階のアニワ湾における環境脆弱性地図
図 2. 19	北海道北部の海岸線における脆弱性を示した一連の地図の例
図 2. 20	ロシア連邦非常事態調整システムの組織
図 2. 21	SEIC の油流出対応計画の組織 (2004)
図 2. 22	油流出非常事態調整チーム体制の概略
図 2. 23	一般的な氷結期間: ピルトン-アストフ
図 2. 24	一般的な氷結期間: ルンスコエ
図 2. 25	一般的な氷結期間: アニワ湾
図 2. 26	浮氷の大きさの例
図 2. 27	ランドサット衛星画像の例
図 2. 28	設定されたタンカー航路

図2.1 海面に97m3のヴィーチャズ油が流出した場合の平均油膜範囲の変化 (km²) (出典: REA 2004)

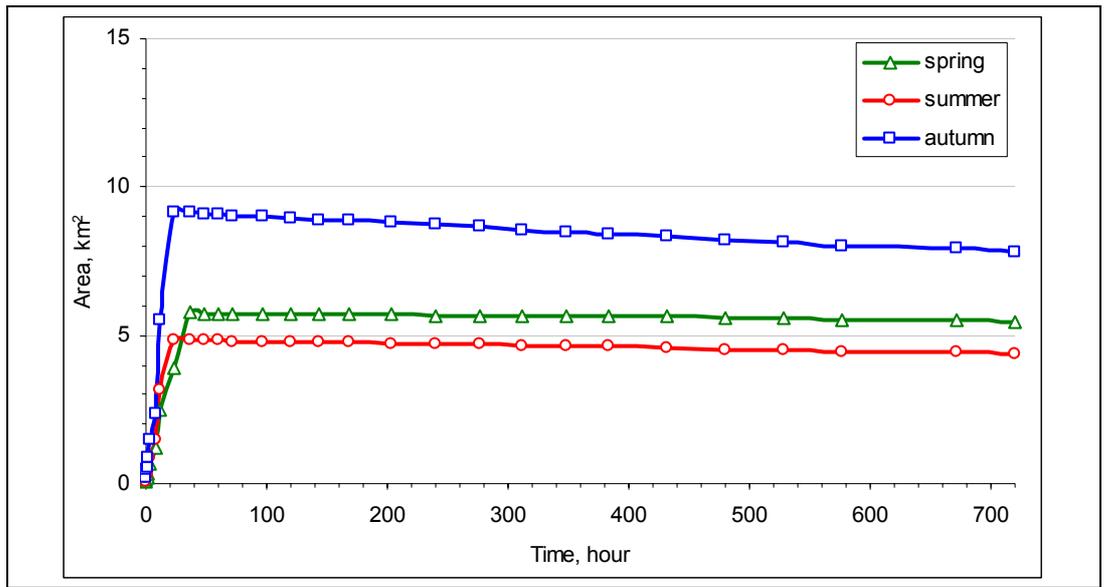


図2.2 ピルトン-Aプラットフォーム（モリクパック）からの油流出における拡散範囲（リスクゾーン）：
 秋（シナリオ：流出量96m3、原因はパイプライン破裂，REA 2004）

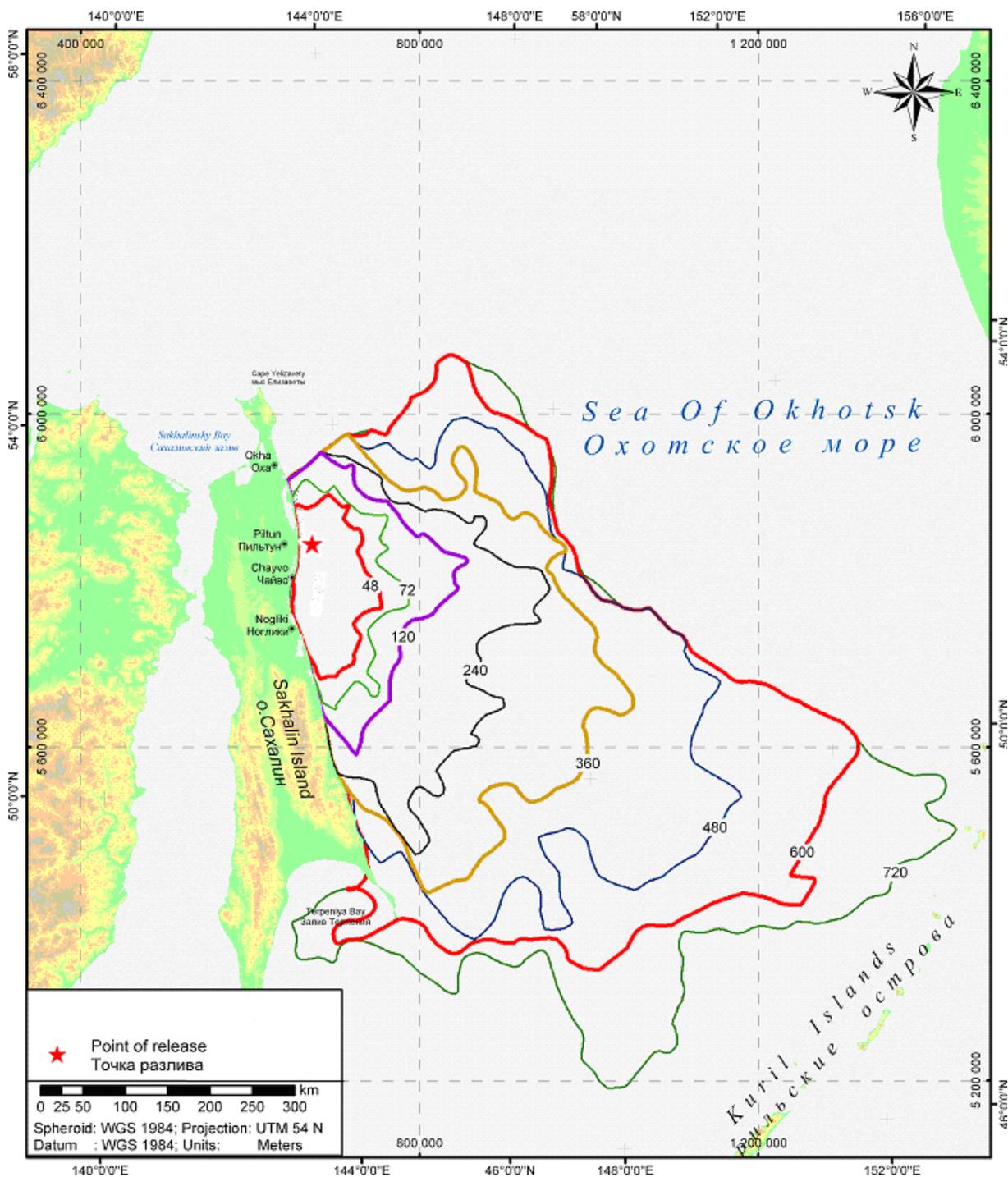


図2.3 ピルトン-Aプラットフォーム（モリクパック）からの油流出により被害が想定される海岸線：
 秋（シナリオ：流出量96m3、原因はパイプライン破裂、REA 2004）

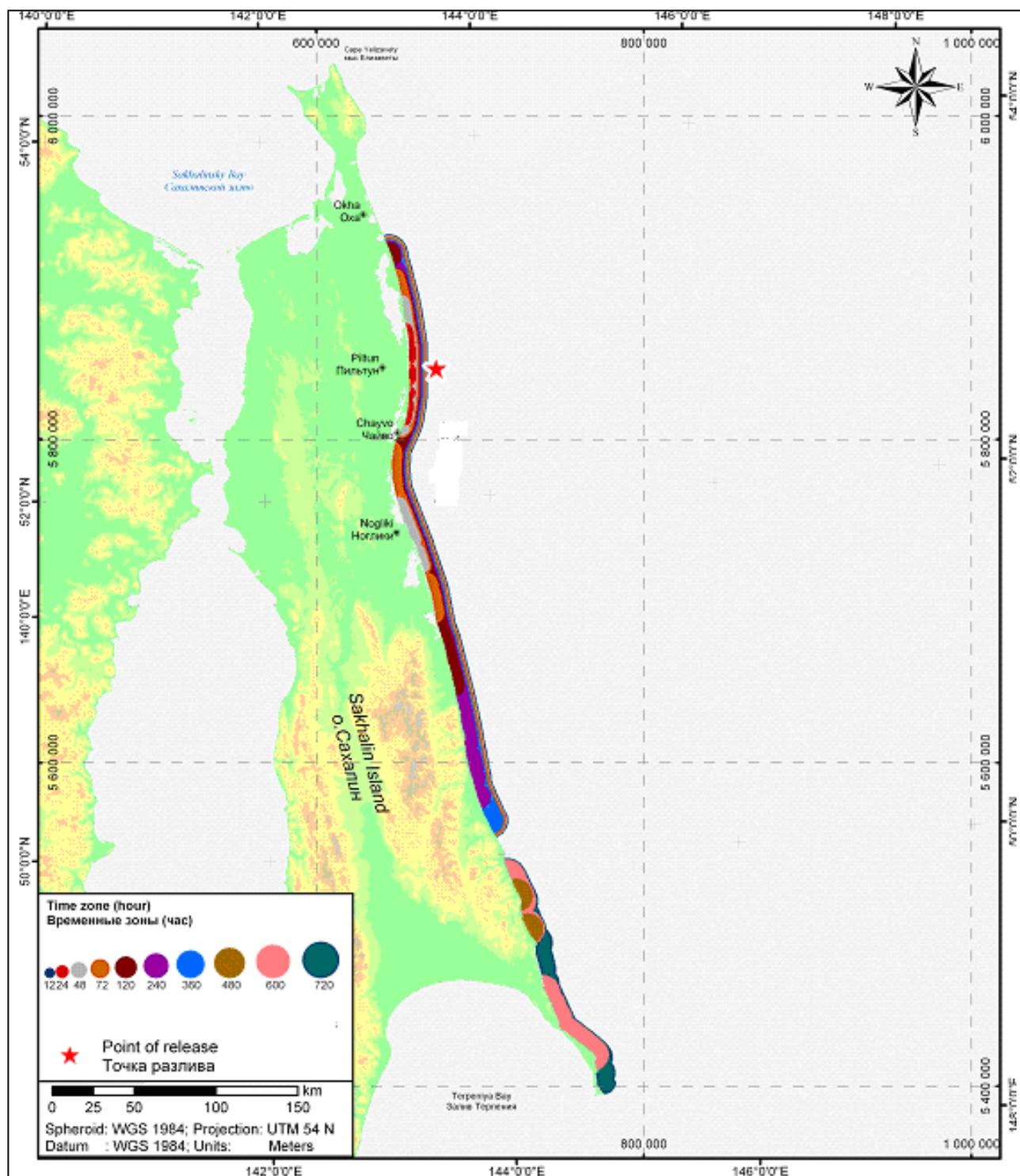


図2.4 ピルトン-Aプラットフォーム（モリクパック）からの海岸線被害の可能性：
 秋（シナリオ：流出量96m3、原因はパイプライン破裂、REA 2004）

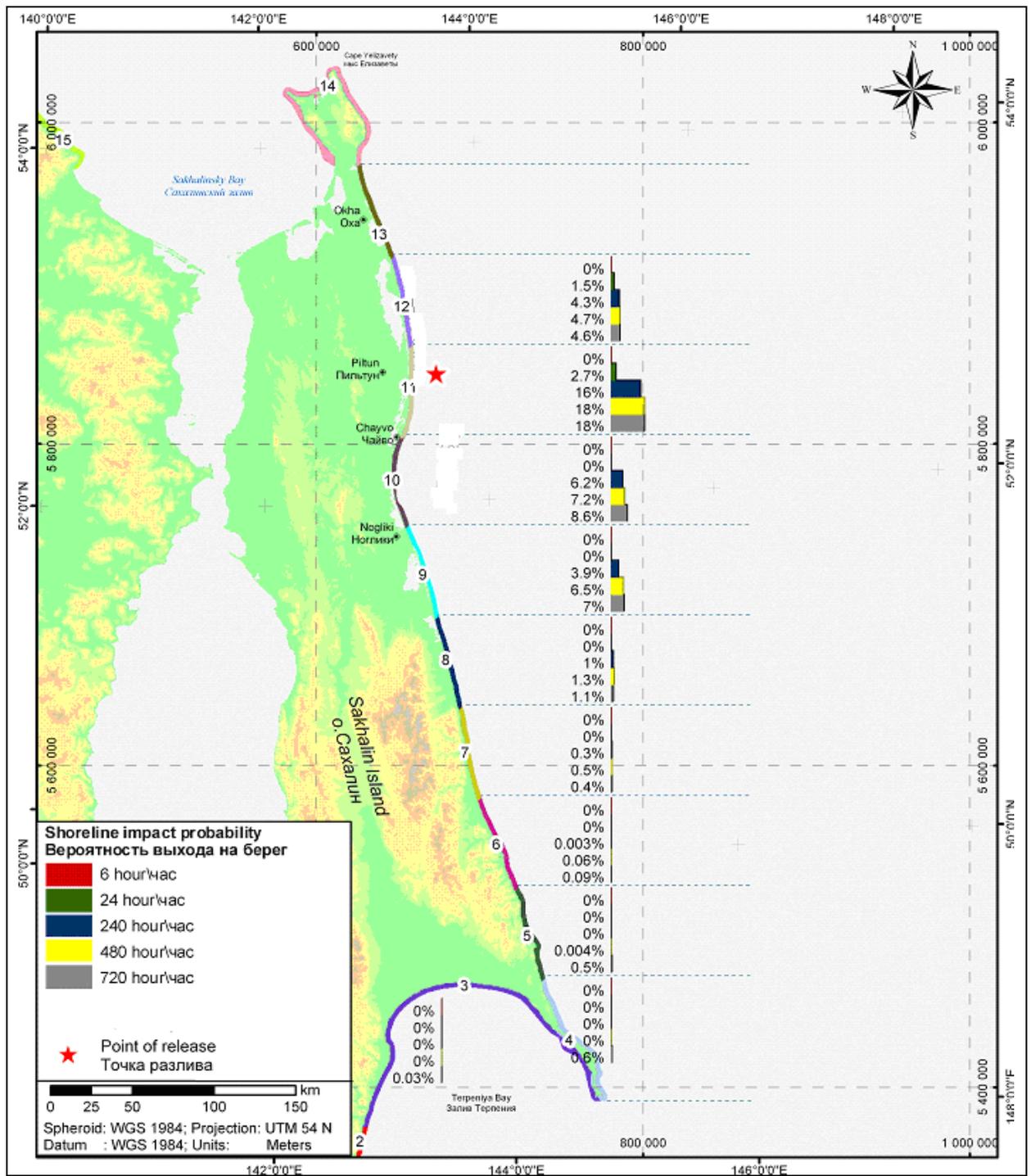


図2.5 無氷期間中におけるLUN-Aでの事故の際に海岸に漂着する油軌道の典型的なリスクシナリオ

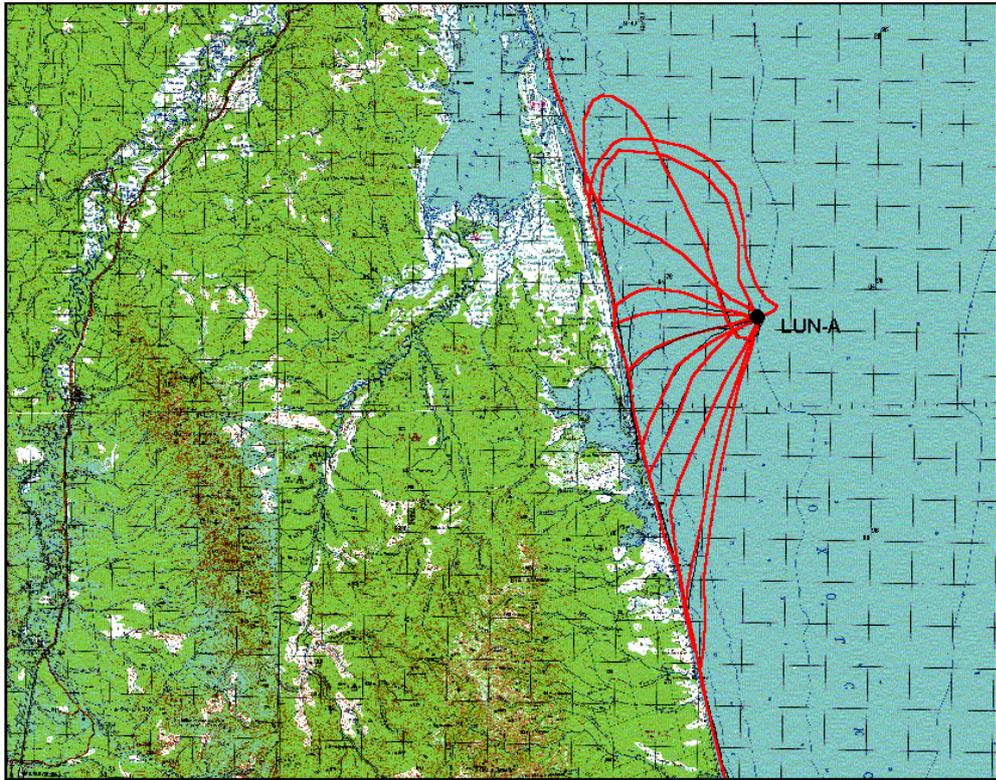


図2.6 ルンスキー湾に侵入する油膜軌道

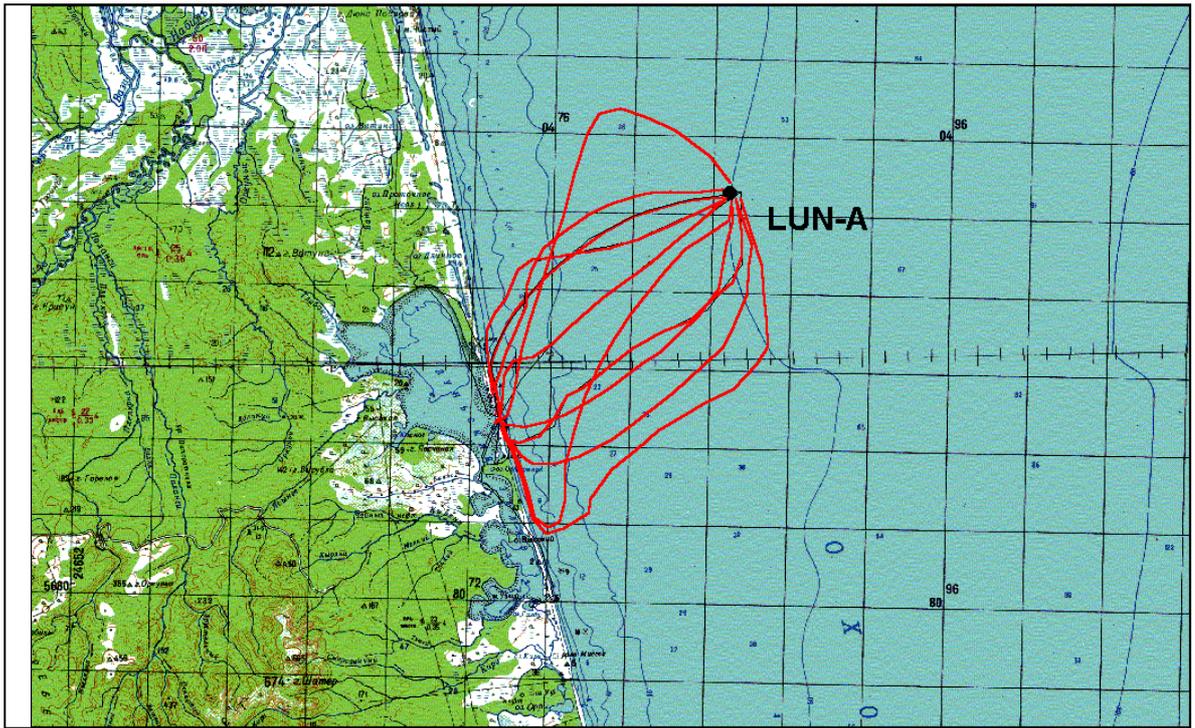


図2.7 LUN-Aでの油流出事故による油軌道を基にしたリスクゾーン

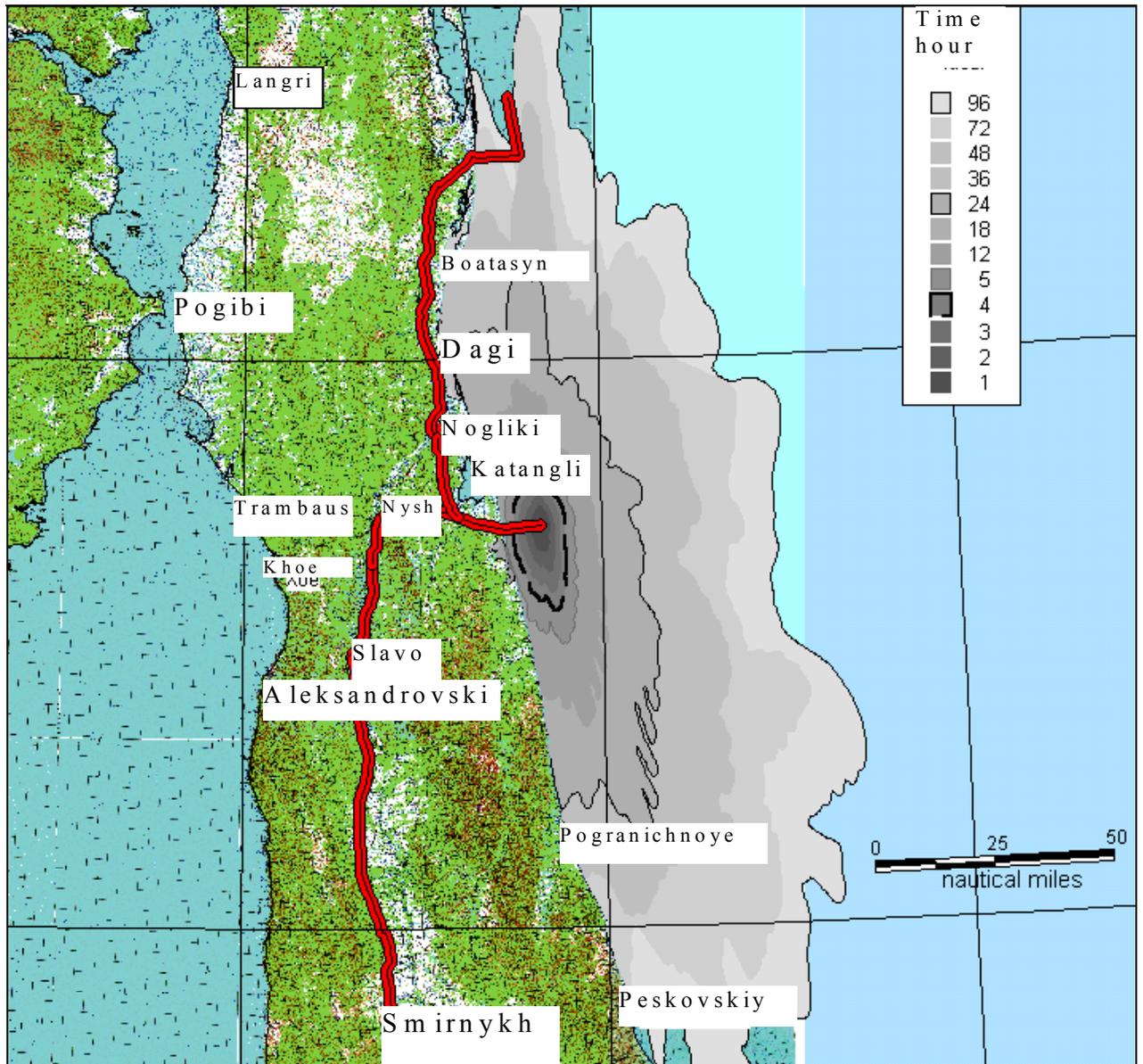


図2.8 海面におけるコンデンセートの最小および最大量 (LUN-A)

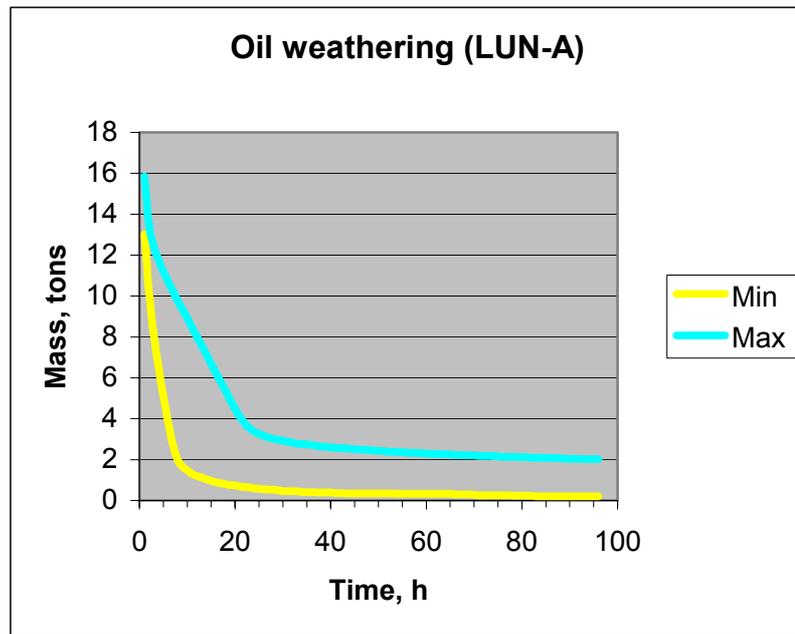


図2.9 アニワ湾のタンカー積載設備からの油流出におけるリスクゾーン (TAU 2002)

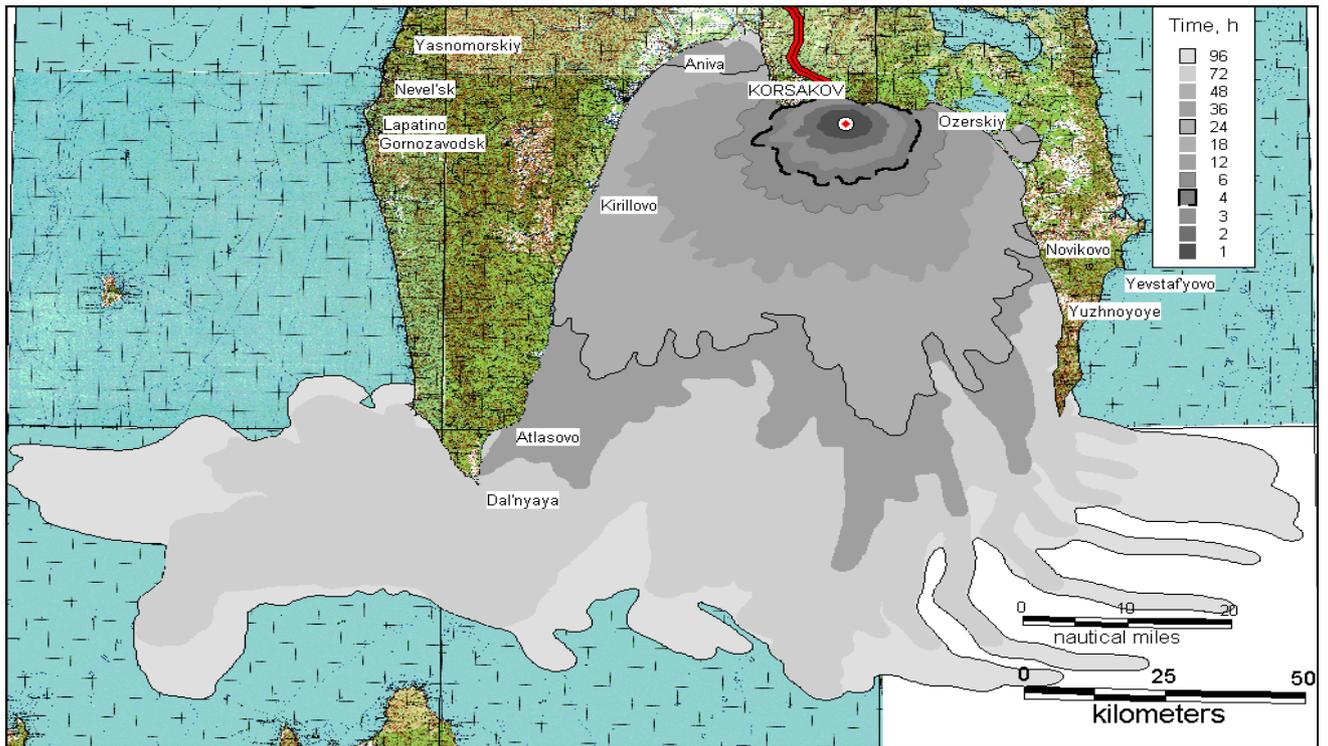


図2.10 アニワ湾：タンカールートおよびモデリングが行われた地点

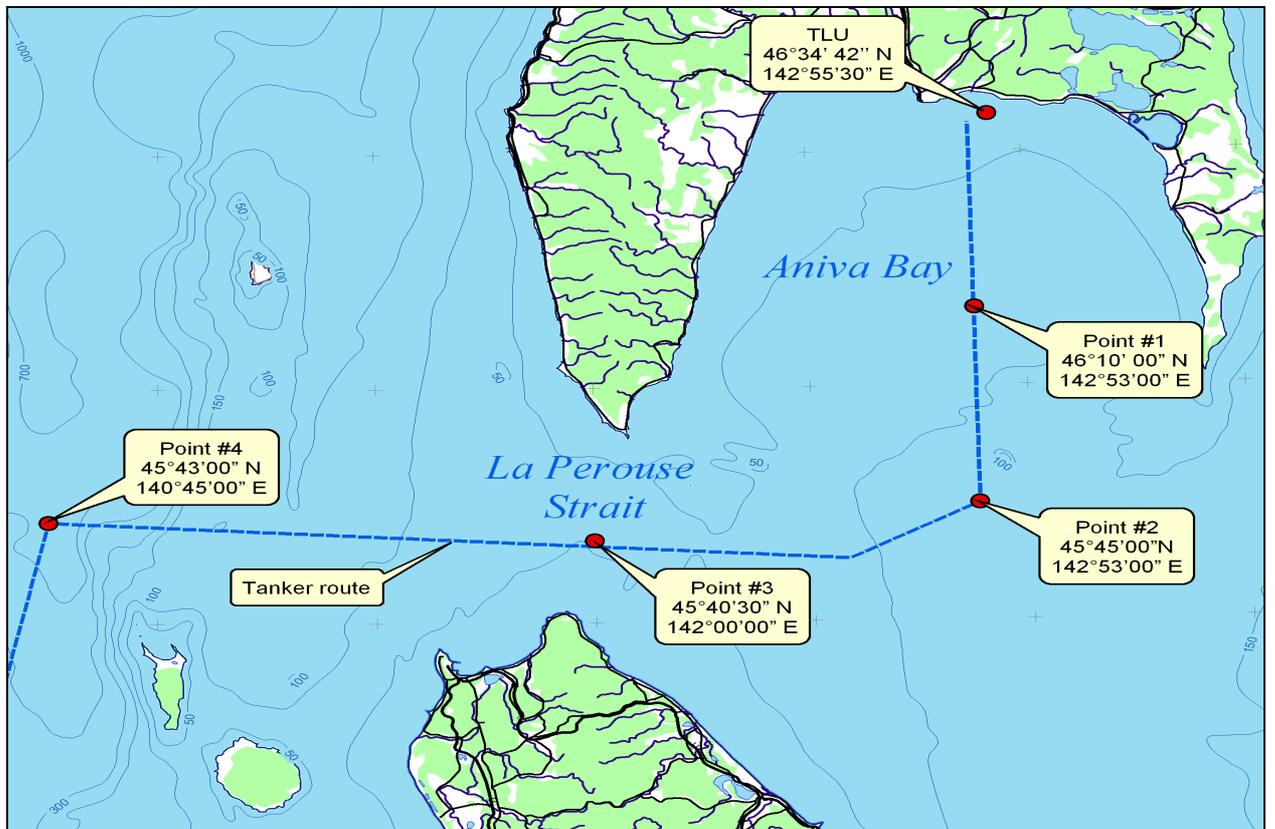


図2.11 夏のアニワ湾中央でタンカーから発生した原油流出のモデルにおける汚染範囲軌道
 (モデルに使用した流出量は21,000トン、数字は事故後の経過時間を示す)

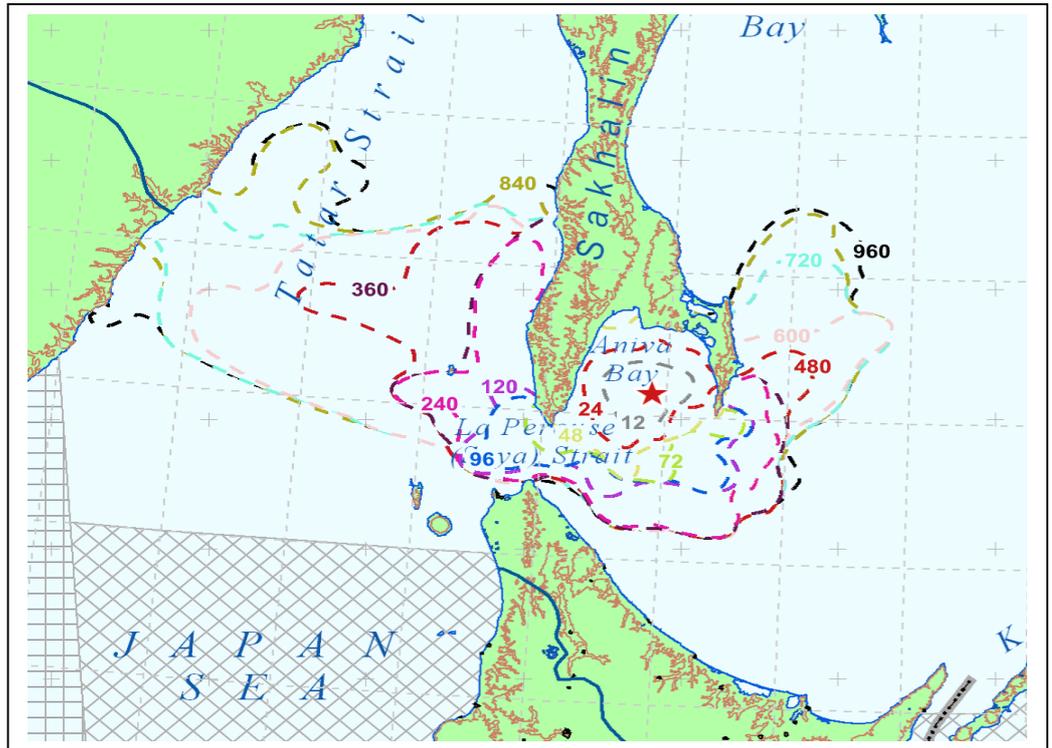


図2.12 冬のアニワ湾中央でタンカーから発生した原油流出のモデルにおける汚染範囲軌道

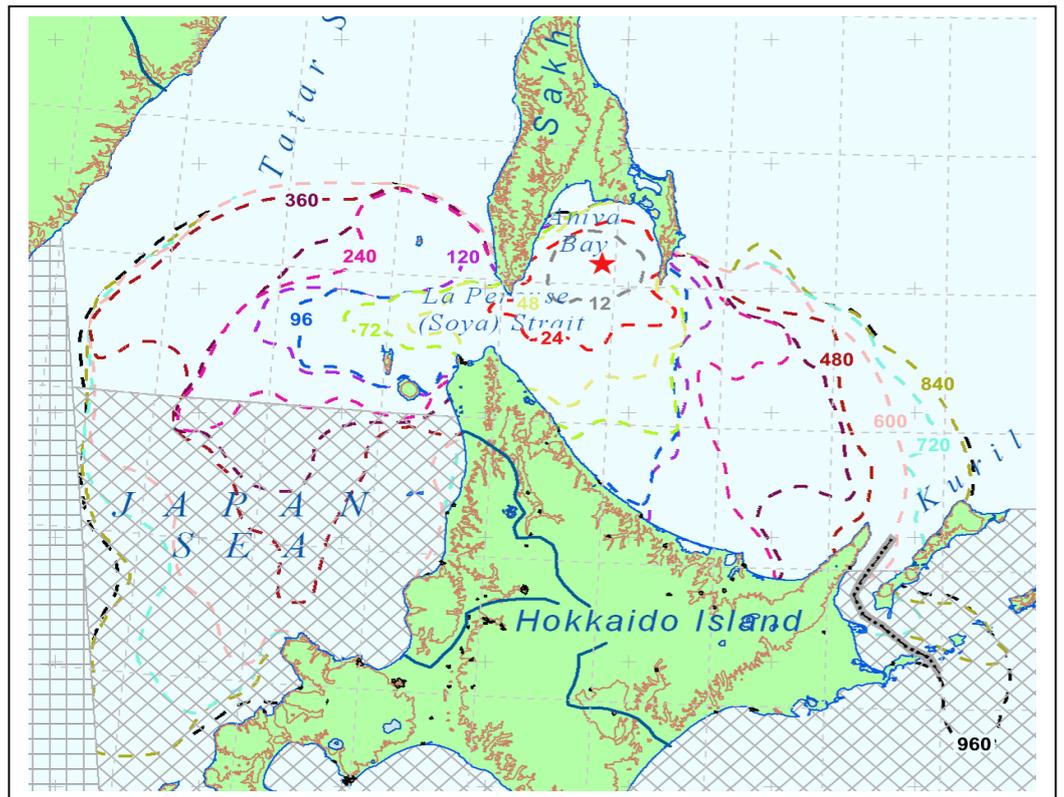


図2.13 冬のアニワ湾内でタンカーから21,000トンの油が流出した場合の北海道の海岸線被害の可能性モデル
 (下記表も参照)



表 冬期の海岸における被害の可能性 (%) (上記図2.13参照)

Zone	Time after oil release in days												
	0.5	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30	35	40
7	-	-	0.206	0.226	0.237	0.262	0.329	0.382	0.368	0.359	0.360	0.357	0.347
8	-	-	1.4	2.2	3.2	3.6	5.2	5.1	4.9	4.7	4.8	4.7	4.6
9	-	0.310	5.4	10	14	15	18	17	18	18	18	18	17
10	-	-	-	0.001	0.001	0.257	0.355	0.367	0.346	0.338	0.340	0.338	0.329
13	-	-	0.104	0.385	0.516	1.2	2.4	4.1	4.6	4.7	4.7	4.7	5.2
14	-	-	0.295	1.5	2.8	5.1	17	25	29	33	35	36	35
15	-	-	-	-	-	0.589	7.5	9.3	11	11	13	13	13
16	-	-	-	-	-	-	1.1	1.9	1.9	3.3	4.9	6.5	7.3
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.659	1.9
Total	-	0.310	7.4	15	20	26	51	63	71	76	81	85	86

図2.14 パイプラインからの流出油分布の例（凡例は図2.15参照）

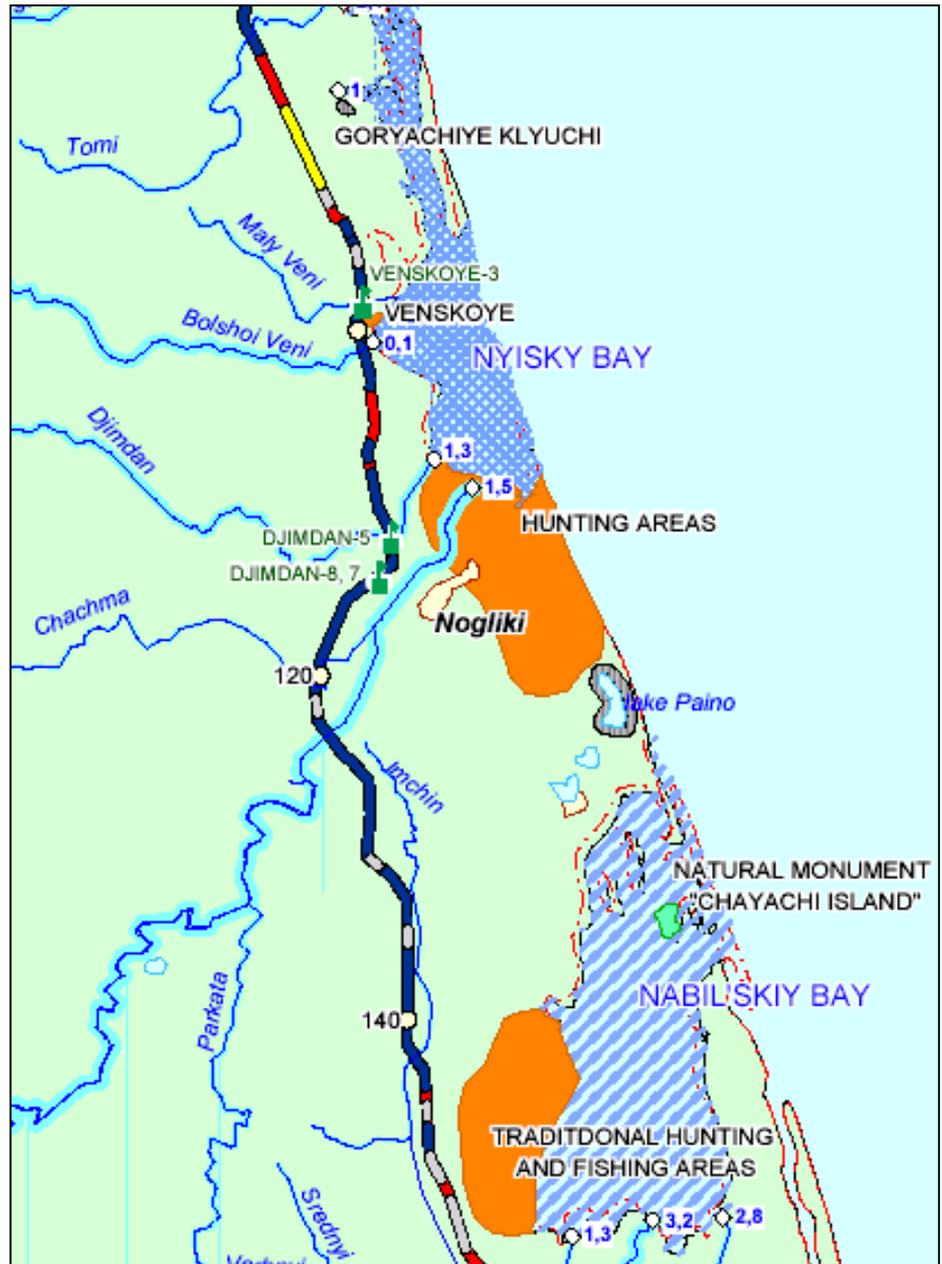


図2.15 図2.14における地図の凡例

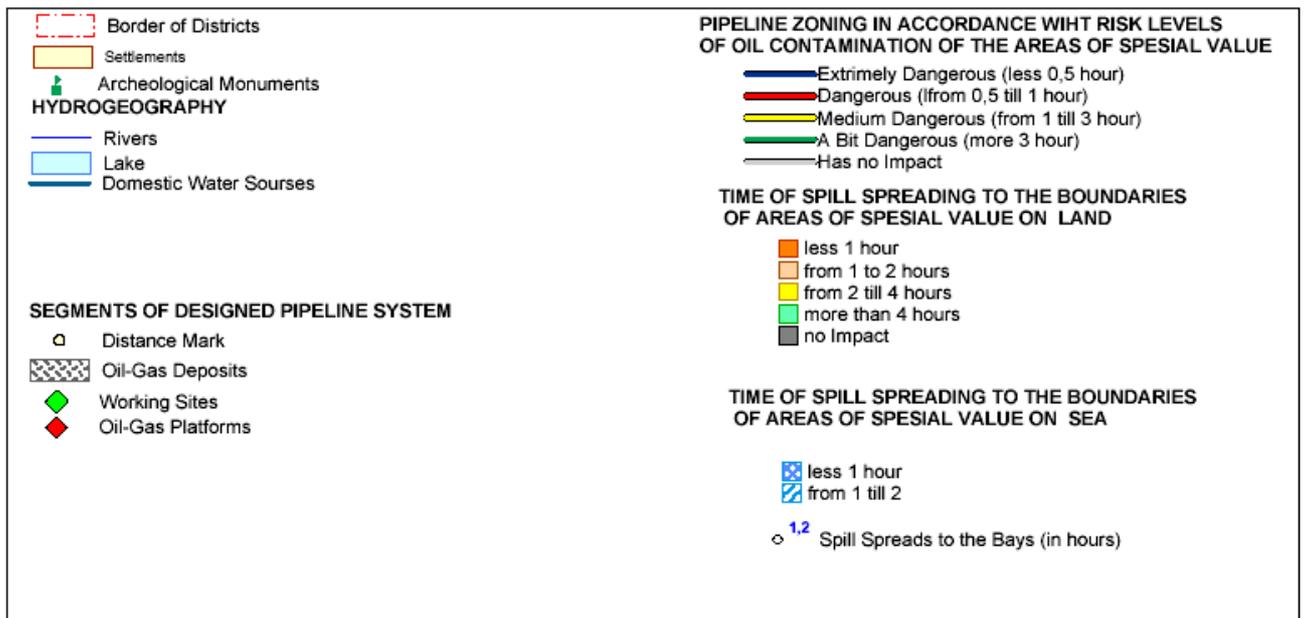


図2.16 SEICの建設時における緊急対応設備

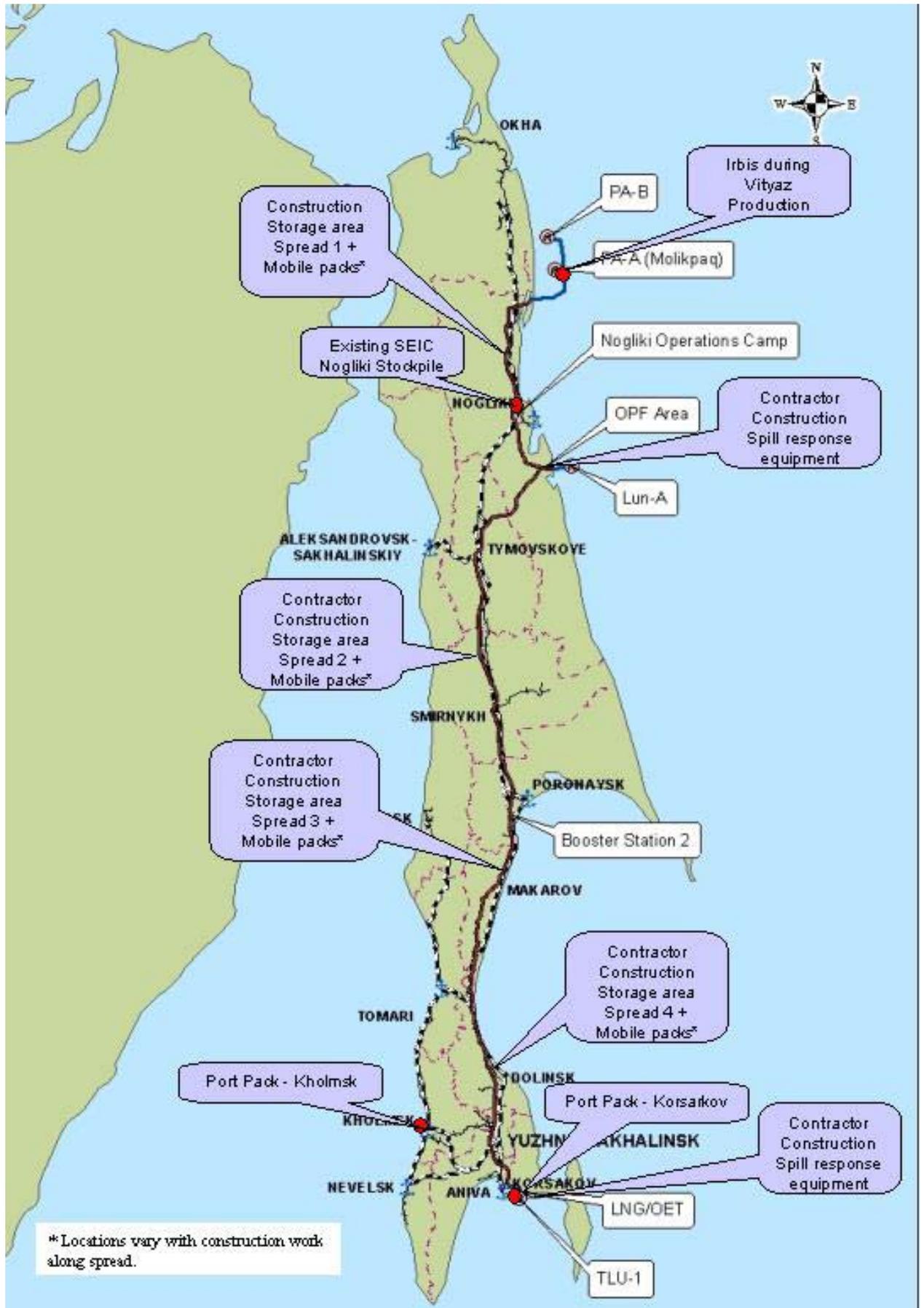


図2.17 現時点における初期（および計画中の）GISを使用した環境脆弱性地図の対象範囲

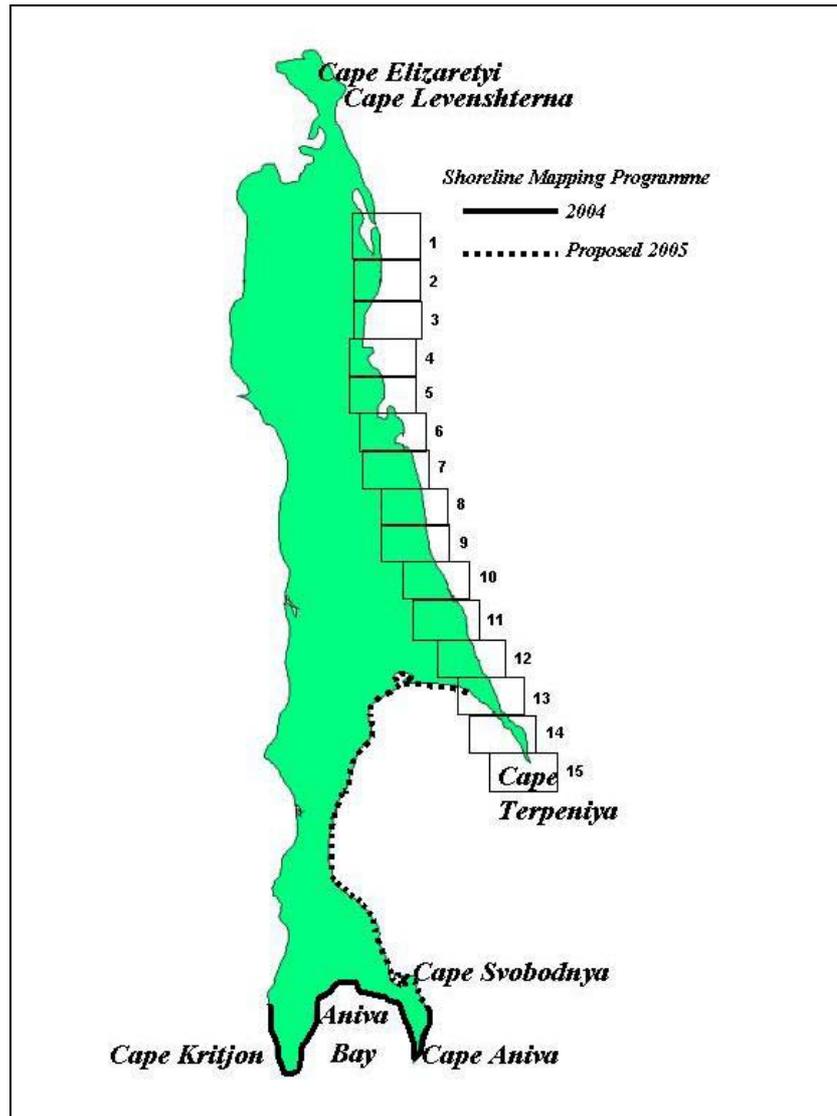


図2.18 初期段階のアニワ湾における環境脆弱性地図
 (注：この地図は2004～2005にかけて行われた現地調査のデータによって補完される予定)

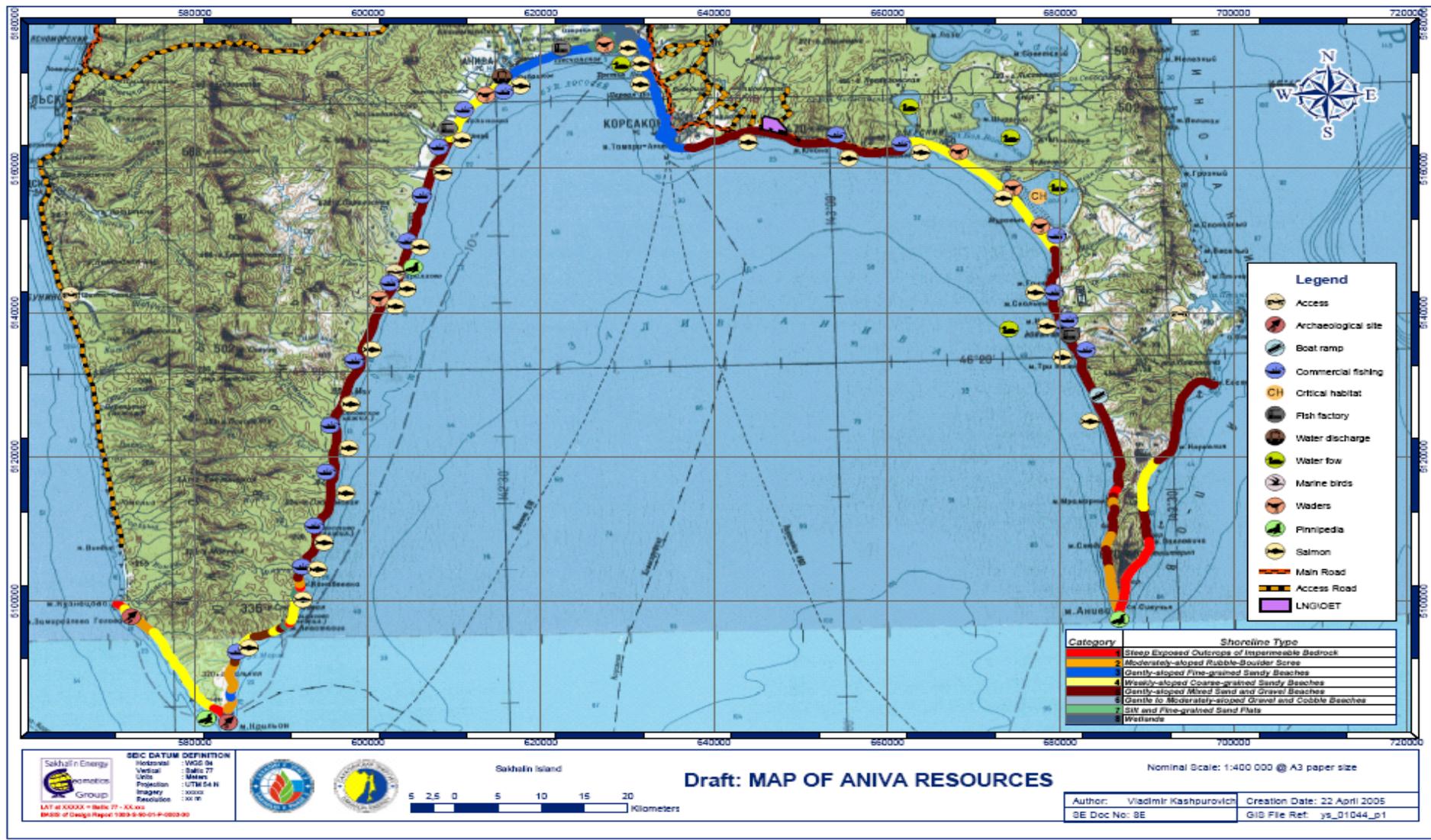
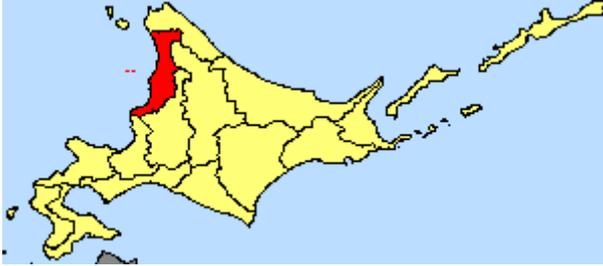


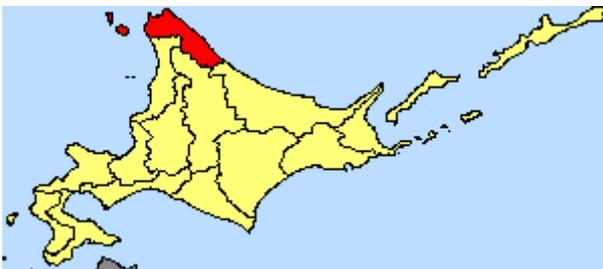
図2.19 北海道北部の海岸線における脆弱性を示した一連の地図の例

Six Coastal Regions of Northern Hokkaido (West to East)

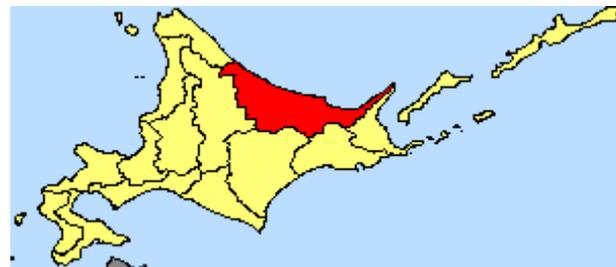
Rumoi Region



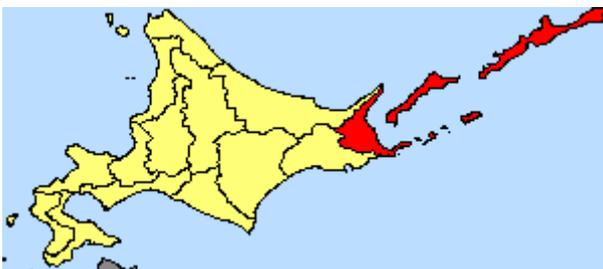
Soya Region



Aburatsubo Region



Nemuro Region



Kushiro Region



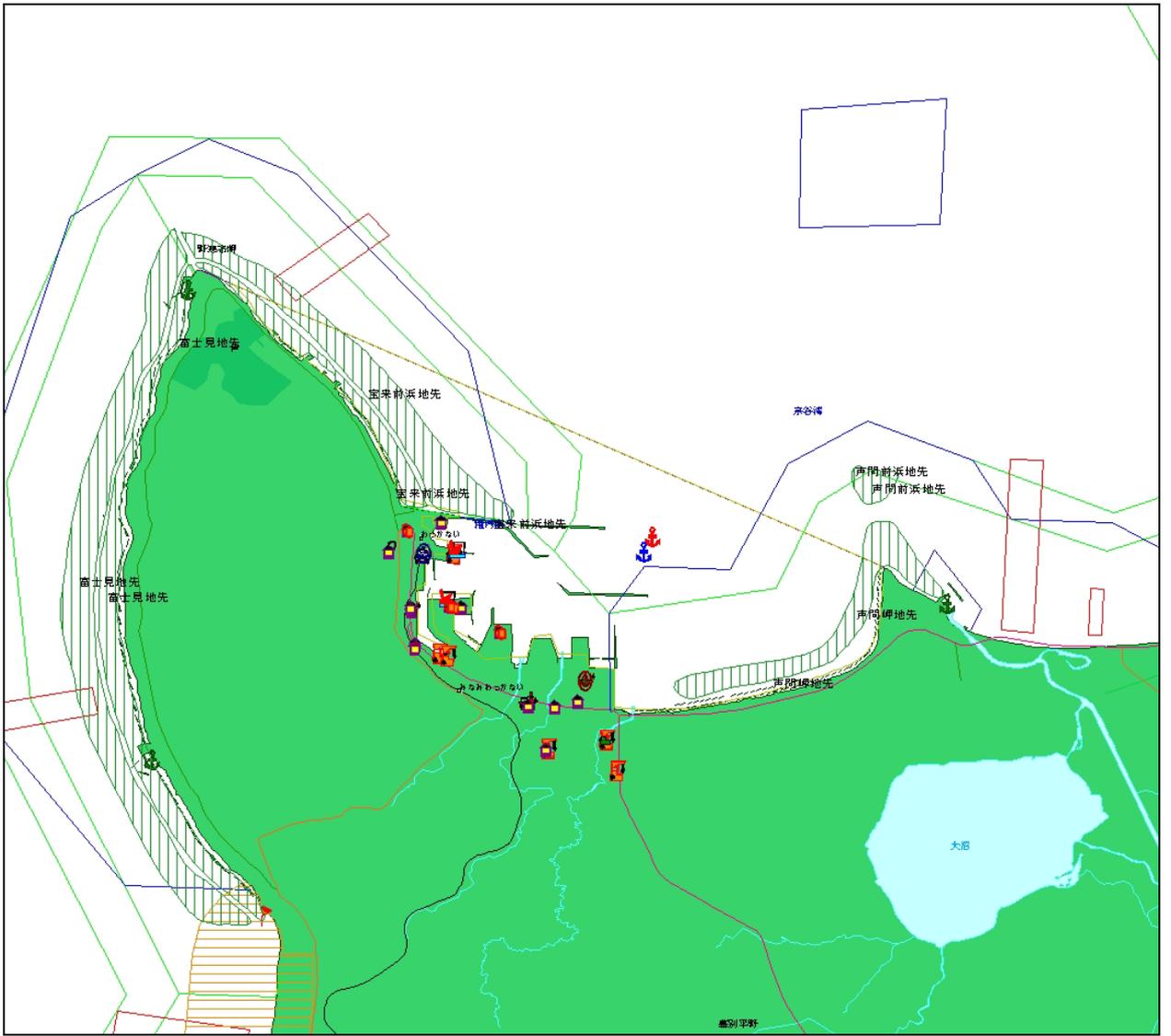
Key to Location of Example Maps (following)

- 1 – Rumoi map
- 2 – Wakkanai map
- 3 – Soya Map
- 4 – Monbetsu map
- 5 – Abashiri map

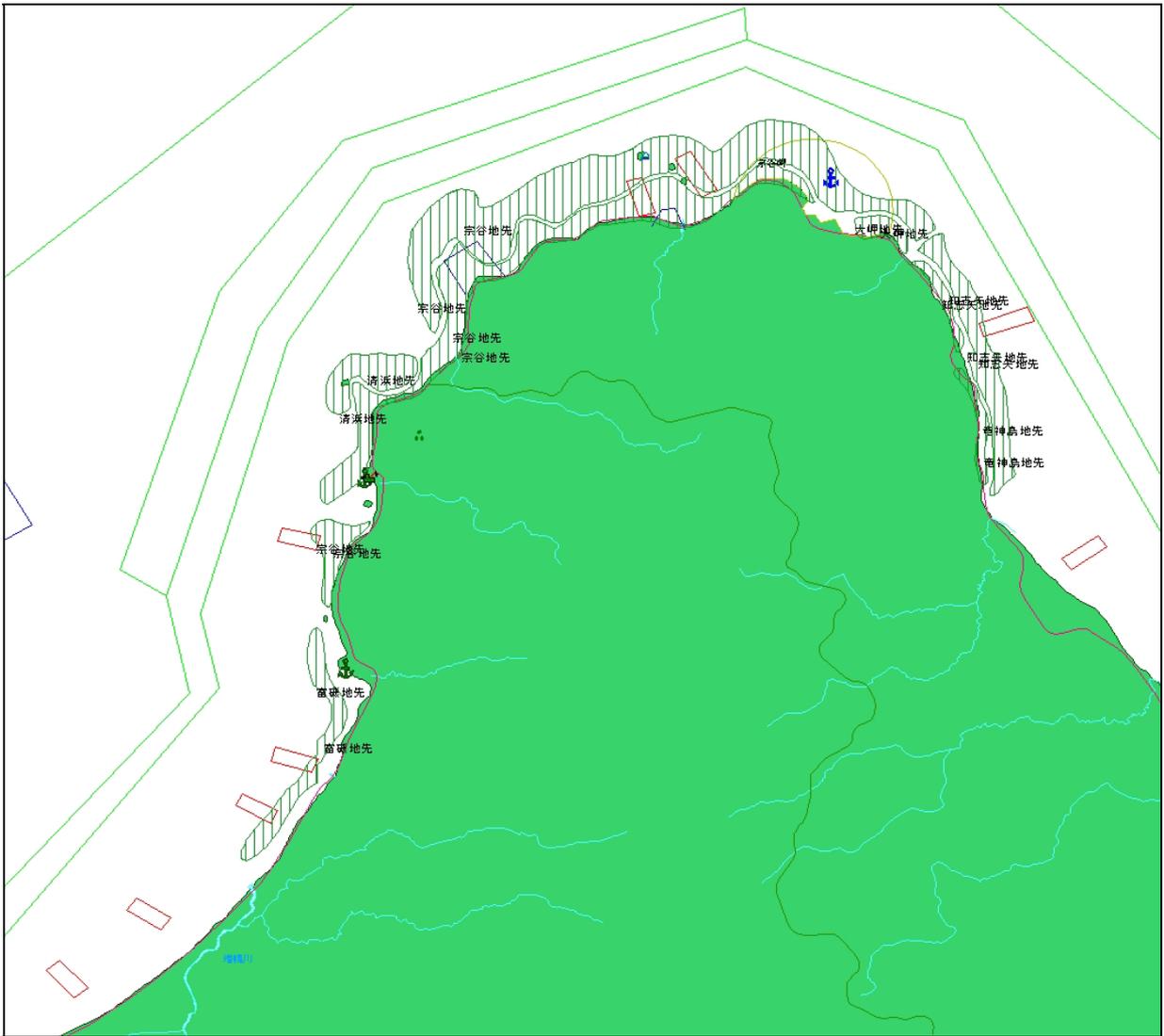


Key to Features on Example Maps (following)

Natural and Physical Features		OSR Facilities and Equipment		Buildings, Sensitive Receptors and Important Features		Demarcated Areas (includes sensitive, administrative, protected areas etc)	
	Sea turtle egg-laying ground		Equipments storage facility		Agency headquarters etc.		Wetland
	Sea animal habitat		Oil fencing boat		Secure department etc.		Algae
	Harbors		Dredger		Aviation station		Ramsar convention registered wetland
	Port rule applied port		Working boat		Communication office etc.		Tidal flat
	Fishing port		Tugboat		Waterway observation point		Quasi-national park
	Power plant		Tank lorry car		Beacon office etc.		National park
	Water intake		Oil recovery vessel		Marine traffic center		Coral reef
	Marina		Oil collection device		School		Mangrove
	Seaside resort		High viscosity oil collection net		Industry facilities on coast		Common fishery
	Gathering shellfish place		Oil absorbing car		Natural monument		Demarcated fishery area
	Marine park		Oil collecting vessel		Place of scenic beauty		Drift-net fishing area
	Birds		Waste oil disposal facility		Historic site		Harbor district, port rule applied district, fishing port district port rule applied sea route, U.S. military maneuver district, etc



2 – Extract from Wakkanai Sensitivity Map



3 – Extract from Soya Sensitivity Map

図2.20 ロシア連邦非常事態調整システムの組織

(RSChS: Russian Unified Emergency Prevention, Preparedness and Response System)

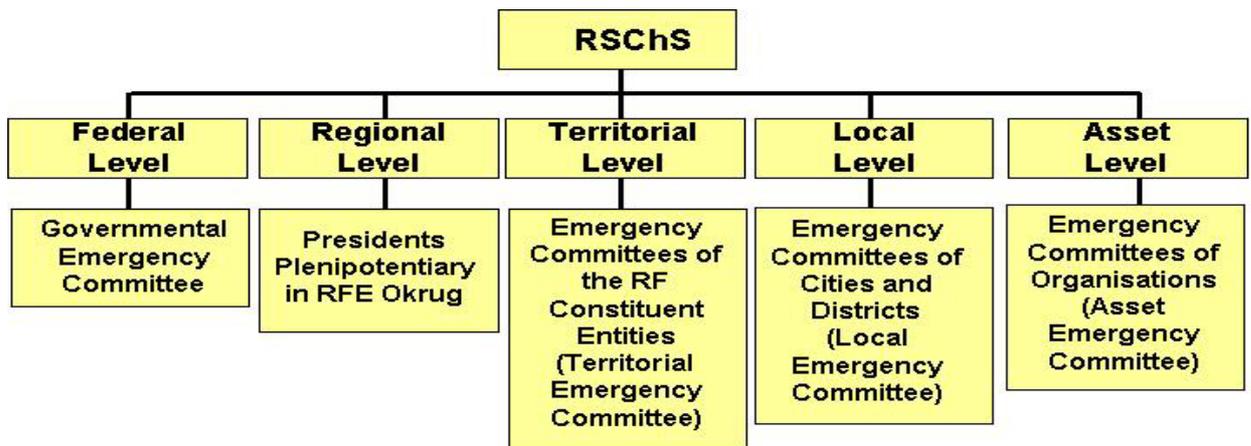


図2.21 SEICの油流出対応計画の組織 (2004)

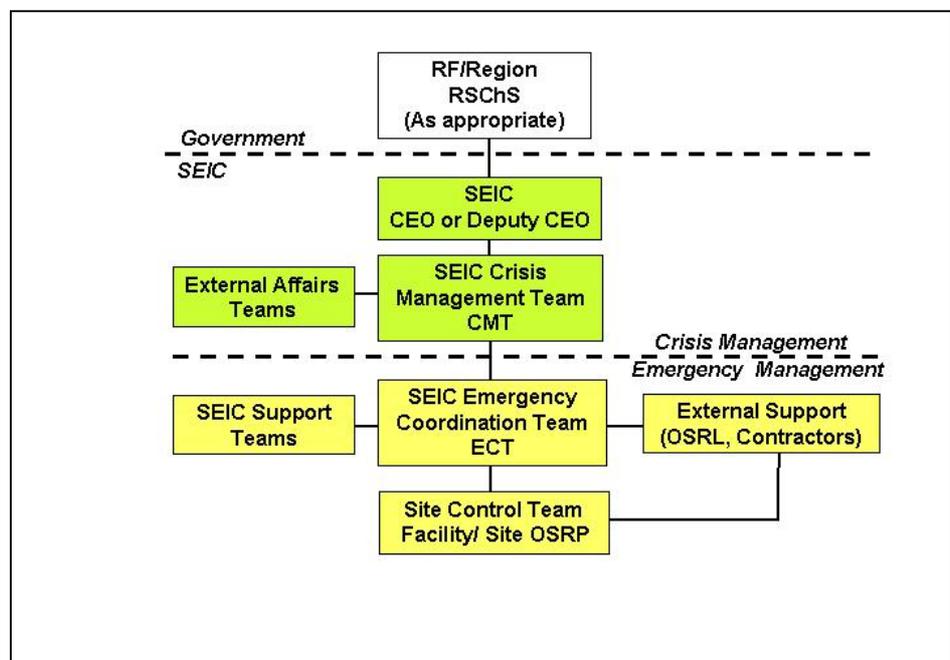


図2.22 油流出非常事態調整チーム体制の概略

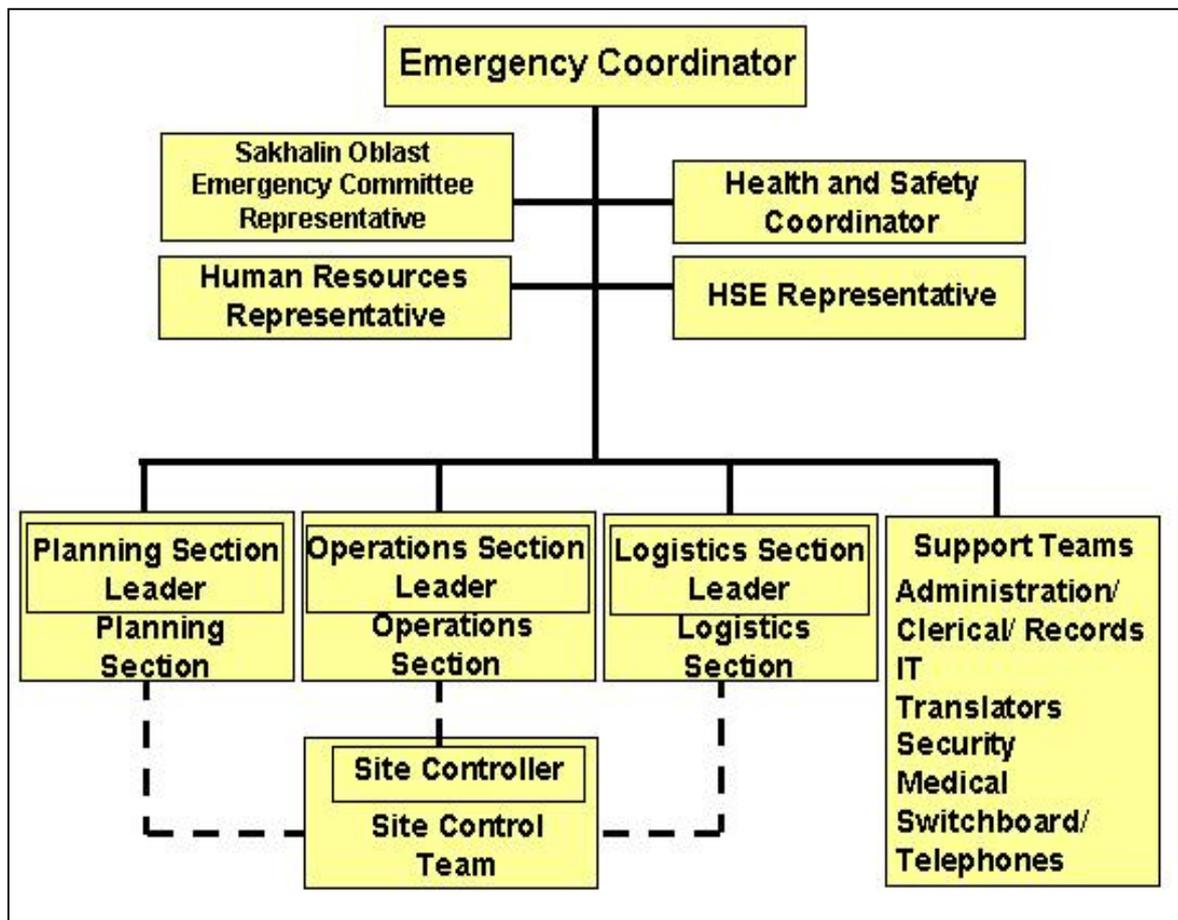


図2.23 一般的な氷結期間：ピルトン - アストフ

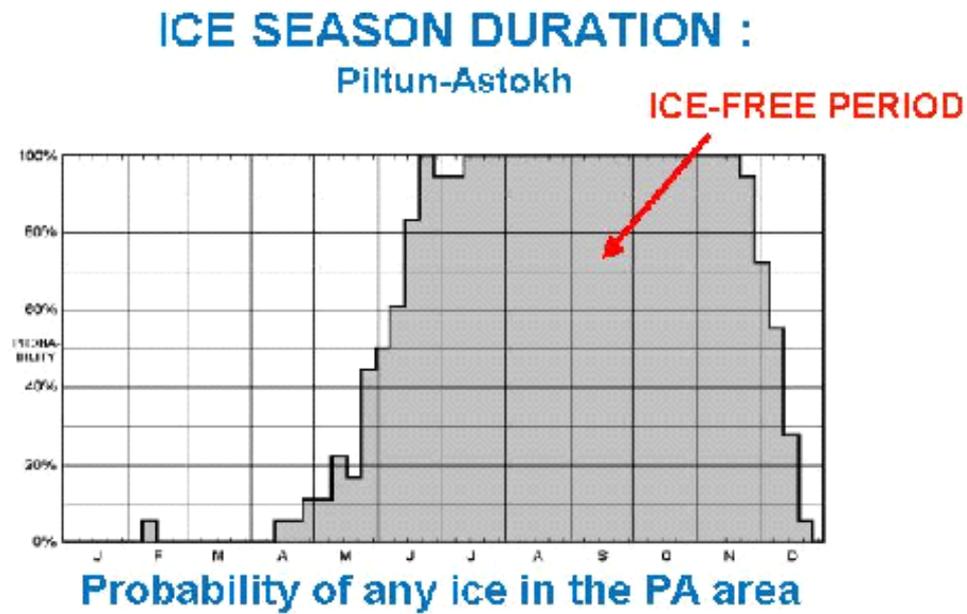


図2.24 一般的な氷結期間：ルンスコエ

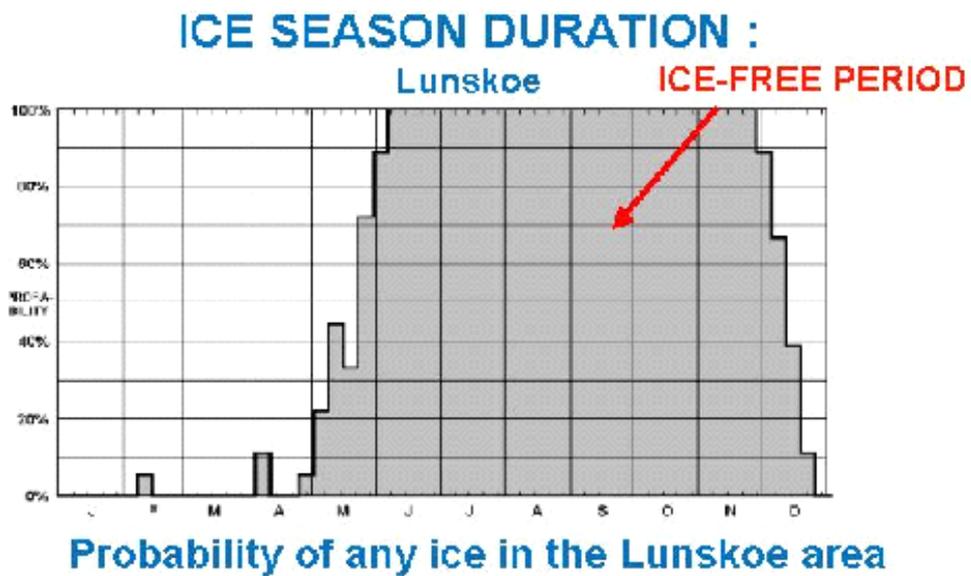


図2.25 一般的な氷結期間：アニワ湾

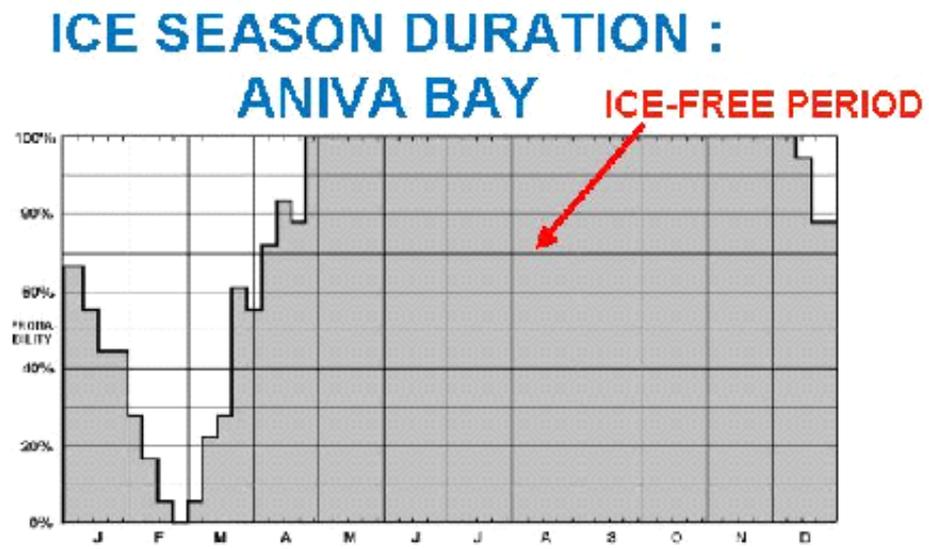


図2.26 浮氷の大きさの例

FLOE SIZE

- FROM PANCAKE ICE TO GIANT FLOES (UP TO >30 KM)

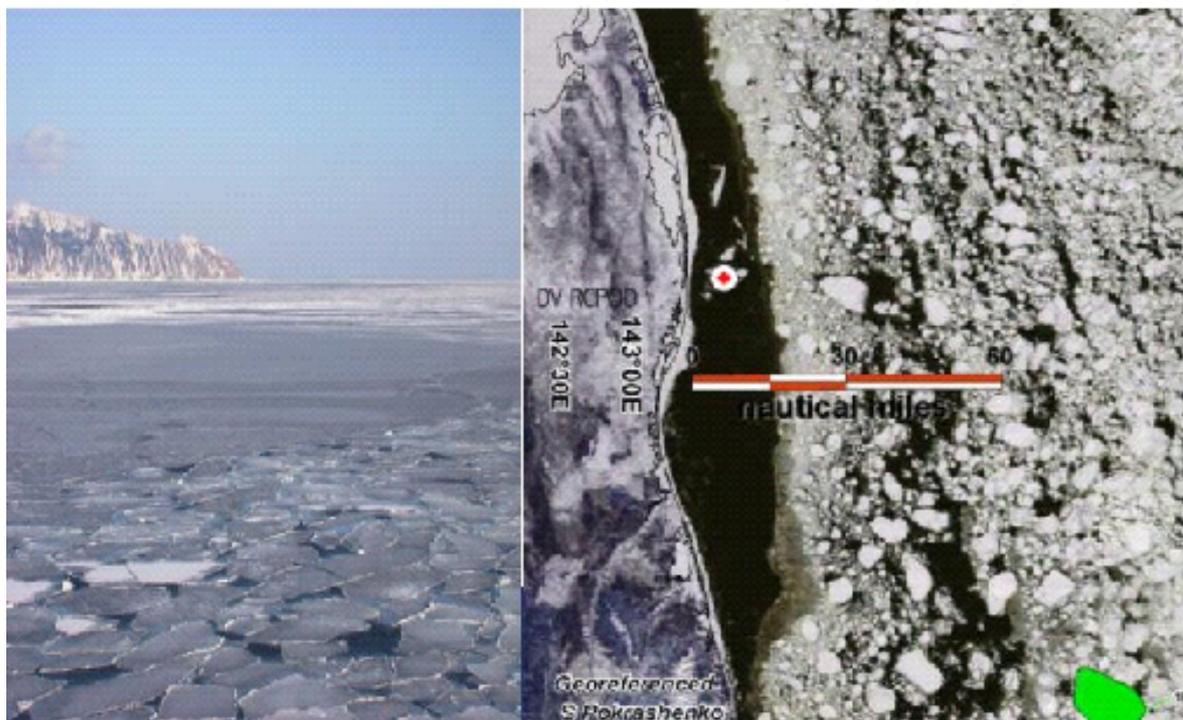


図2.27 ランドサット衛星画像の例

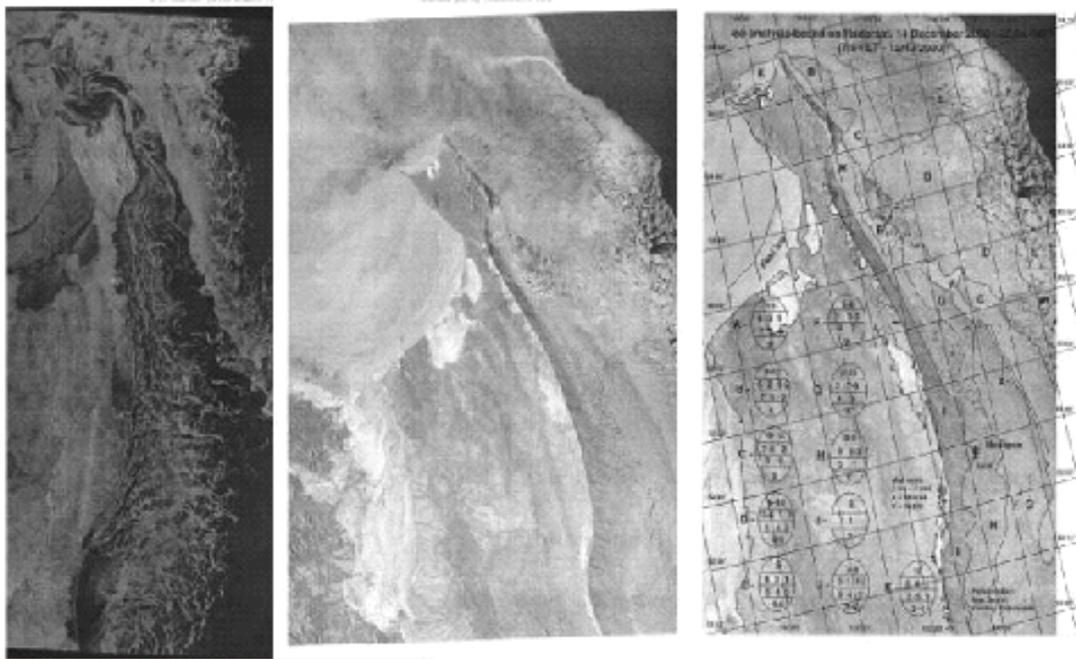


図2.28 設定されたタンカー航路

