

令和3年度国庫補助事業

ロシア地域貿易投資促進事業 1. 情報収集・
提供事業 (2) ビジネス詳細情報収集提供

②ロシア経済法運用・市場慣行実態調査

ロシア極東の経済動向とロシア東部の 水素開発

2022年3月

一般社団法人ロシア NIS 貿易会
ロシア NIS 経済研究所

序 文

現在、ロシアはアジアの成長力を自らの経済発展や極東シベリア開発に取り込むべく、アジアを重心においた対外経済政策、いわゆる「東方シフト」を展開している。2014年以來、米国やEUによる対ロ経済制裁が続く中、ロシアの対外経済関係のアジアへのシフト（東方シフト）は加速している。また、極東・シベリアの北極圏では、石油・天然ガスを中心とする資源開発が進みつつあり、アジア市場にとって、ロシア極東・東シベリアならびに北極圏は新たな資源の供給地として登場しつつある。

こうした状況を鑑み、本事業では、ロシア科学アカデミー極東支部経済研究所ならびにロシア科学アカデミーシベリア支部エネルギーシステム研究所と協力し、ロシア極東経済の対外経済関係（中国との経済協力）、極東・東シベリアにおけるエネルギー見通し（石油ガス、石炭、電力、水素エネルギー）、同じく極東・東シベリアにおける水素・アンモニアエネルギー開発に関する調査を実施した。本書は、その結果をまとめたものである。

本報告書は、令和3年度ロシア地域貿易投資促進事業・ロシア経済法運用・市場慣行実態調査の一環として、経済産業省の助成を得て刊行された。本事業の実施にあたり、多大なご協力を賜った経済産業省、調査の過程で貴重なご助言をいただいた専門家、企業関係者、当会会員、関係各位に改めて御礼申し上げたい。

2022年3月

一般社団法人ロシアNIS貿易会
会 長 飯島 彰己

目 次

I. ロシア東部のエネルギー部門の発展見通し	1
ロシア科学アカデミー極東支部経済研究所	
O.ジョミナ	
1. ロシア東部の石油ガス部門の展望.....	1
2. ロシア東部の石炭産業の展望.....	4
3. ロシア東部の電力開発の展望.....	6
4. ロシア東部の水素エネルギーの将来.....	7
5. 省エネ・気候変動への取り組み.....	10
II. ロシア東部における水素及びアンモニア開発の展望	13
ロシア科学アカデミー・シベリア支部エネルギーシステム研究所	
S.ポポフ	
1. 世界的な脱炭素化の潮流とロシアの水素・アンモニア開発戦略.....	13
2. ロシア東部の水素及びアンモニア開発の主要参加者とその役割.....	26
3. ロシア東部での水素・アンモニア開発に関わる外国との協力.....	34
おわりに.....	38
付属資料1 ロシアの水素・アンモニア開発プロジェクトの参加者一覧.....	44
付属資料2 ロシア東部・北極圏の水素・アンモニア開発プロジェクト.....	50
III. 参考資料「2050年までのロシアの温室効果ガス低排出型発展戦略」	65

Ⅰ. ロシア東部のエネルギー部門の発展見通し

ロシア科学アカデミー極東支部経済研究所

O.ジョミナ

1. ロシア東部の石油ガス部門の展望

ロシア経済の空間的編成上の大きな変化のひとつは、東シベリアや極東の未開発地域に加え、極東や北極海の大陸棚に炭化水素資源の採掘がシフトしていることである。この傾向が強まっていることは、燃料エネルギー部門の発展を規定した戦略文書によって裏付けられる。

ロシアの燃料エネルギー部門の優先分野と発展方向を定めた基本文書は「エネルギー戦略」である。この部門を発展させるための重要な課題のひとつは、輸出先の多様化であり、具体的にはアジア太平洋地域市場においてロシア産エネルギーのシェアを拡大していくことにある。そのためにはロシア東部における一次エネルギー源の産出量を増大させていく必要がある（図表1）。

石油部門 極東にはサハ共和国とサハリン州、東シベリアにはクラスノヤルスク地方とイルクーツク州という炭化水素資源の採掘拠点がそれぞれ二つずつある。ロシア東部の石油産業の将来は、東シベリア・太平洋石油パイプライン（ESPO）のルートに沿って存在する鉱床の今後の開発とヴォストークオイル・プロジェクトに懸かっている（図表2）。

極東の原油採掘は、サハ共和国の大規模鉱床数カ所の採掘量が設計産出量に達する2025年を目処に最大になると予測されている。その時期はスレドネボトゥオビンスク油田が2021年、チャヤダ油ガス田が2025年である。加えて、ガスピロムネフチがイルクーツク州のチョン油ガス田の開発を行っており、2018年からは、その中で最初に操業を開始した鉱床から石油がESPOパイプラインに送られている。

図表1 エネルギー戦略上の目標値：ロシア東部地域の役割

	2024	2035
ロシアの生産量全体に占める東シベリアと極東の割合（％）		
原油	14	15～17
天然ガス	17	23
石炭	43	48
ロシアのエネルギー資源輸出に占めるアジア太平洋地域の割合（％）	40	50
東シベリア、極東及び北極圏における原油・ガスコンデンセート生産量の対2018年比（倍）	1.075	1.1～1.15
東シベリア及び極東における天然ガス生産量の対2018年比（倍）	2.6	4.2

（出所）2020年6月9日付ロシア連邦政府指令第1523号で承認された「2035年までのロシア連邦のエネルギー戦略」から筆者作成。

図表2 ロシア東部における主要な石油採掘プロジェクト

地域	プロジェクトオペレータ	設計産出量 (100 万t)	設計産出量 達成年
クラスノヤルスク 地方	ロスネフチ、タイムイルネフチェガスドブイ チャ	30.5	2030
	スラヴネフチークラスノヤルスクネフチェ ガス (ロスネフチ、ガスプロムネフチ)	10.8	2029
イルクーツク州	ヴェルフネチヨンスクネフチェガス(ロスネ フチ)	2	未定
	ガスプロムネフチ	0.7	2032
サハ共和国	ロスネフチ	5	2021
	ガスプロムネフチ	3.3	2025

(出初) 参考文献 [13] から筆者作成。

2020年には大規模なヴォストークオイル・プロジェクトが始動した。このプロジェクトが利用する資源はクラスノヤルスク地方の北部にある鉱床群で、その埋蔵量は50億～60億tと評価されている。このプロジェクトはいくつかの段階に分けて実施され、2024年に2,500万t、2027年に5,000万t、2030年までに1億～1億1,500万tと徐々に規模を拡大していくことになっている。現在はヴァンコール鉱床群で採掘が行われている(2019年の産出量は2,320万t)。

2019年にはパイヤハ鉱床群の開発が始まり、石油の商業生産開始は2024年に予定されている[参考文献13]。プロジェクトに必要なインフラとして、全長770kmの石油幹線パイプラインと石油積出しターミナルとなるセーヴェル港の建設が計画されている。ヴォストークオイル・プロジェクトにより産出される原油は北極海航路を通して運ばれることになる。このプロジェクトではロシアの原油を欧州と東方の両方に輸出することを予定している。

天然ガス部門 ロシア東部の天然ガス開発の展望は、「東方ガス・プログラム」の名のもとにまとめられた一連のプロジェクトと「ロシア連邦LNG生産発展長期プログラム」の中で計画されている一連のプロジェクトがカギとなっている。

東方ガス・プログラムの現行版では、サハリン(大陸棚鉱床)、ヤクーチア(チャヤンダ鉱床)、カムチャッカ(クシュンスコエ鉱床及びニジネクヴァクチスコエ鉱床)、イルクーツク(コヴィクタ鉱床)、クラスノヤルスク(同地方の鉱床群)という5つのガス採掘拠点の開発が計画されている。現在までにサハリンとカムチャッカの拠点が形成済みで、ヤクーチアの拠点の整備が鋭意進められている。イルクーツクとクラスノヤルスクの拠点はまだプロジェクト段階に留まっている。

サハリンの拠点では「サハリン3」プロジェクトの発展と3トレインからなるLNG生産プラントの建設が計画されている。ヤクーチアの拠点では、チャヤンダ鉱床での設計産出量の達成、アムールガス精製工場の建設工事の完了、アムールガス化学プラントの建設が計画されている(図表3)。イルクーツクの拠点ではウスチークートガス精製工場が建設され、2021年

7月にそのコミッショニングが開始された。

東方ガス・プログラムのプロジェクト実施はロシア政府の支援の下で行われており、例えばチャヤンダ鉱床で生産されるガスは15年間にわたって鉱物資源採掘税が免除されている。また、ガスパイプライン「シベリアの力」の関連施設は2035年まで資産税の税率がゼロになる。さらにアムールガス精製工場は先進社会経済発展区「スヴォボードヌィ」の入居企業であるため、優遇税率が適用される（利潤税が最初の5年間0%、次の5年間12%、土地保有税が最初の3年間0%、資産税が最初の5年間0%、国の年金基金及び社会保険基金と総合医療保険基金への本来30%の掛け金が7.6%になる）。

東シベリアや極東では、天然ガスが幹線ガスパイプラインから遠く離れたところに埋蔵することから、LNGの生産プロジェクトを立ち上げる必要があった（図表4）。こうしたプロジェクトは少なくないが、その中で最も有望なのはヤクートLNGと極東LNGのプロジェクトである [19]。サハリンのLNGプラントを拡張する件には、資源基盤開発の進展次第という制約がある。クラスノヤルスク地方のプロジェクトは、陸上の鉱床からの天然ガスを液化して輸出する権利の獲得や、インフラ整備に対する国家支援策など連邦予算からの助成や規制面での考慮を組み合わせた促進措置がないと採算がとれるようにはならない。

図表3 ロシア東部における主要なガス精製プラント発展プロジェクト

地域	名称/プロジェクトオペレータ	設計生産量(100万t)	設計生産量達成年
アムール州	アムールガス精製工場 (ガスプロム)	ヘリウム (6,000万t) エタン (240万t) プロパン (100万t) ブタン (50万t) ペンタン・ヘキサン留分 (20万t)	2025
	アムールガス化学プラント (SIBUR ホールディング及び Sinopec)	ポリエチレン (230万t) ポリプロピレン (40万t)	2024~2025
イルクーツク州	ウスチークートガス精製工場 (イルクーツク石油会社)	ポリエチレン (60万t)	2023~2024

(出所) 参考文献 [1]、[2]、[5] から筆者作成。

図表4 ロシア東部における主要なLNGプラント建設及び拡張プロジェクト

地域	名称/プロジェクトオペレータ	設計生産量(100万t)	設計生産量達成年
サハ共和国	ヤクート LNG (ヤクート燃料エネルギー会社)	17.7	2026~2028
ハバロフスク地方	極東 LNG (Exxon Neftegas Ltd)	6.2	2027
	極東 LNG プロジェクト拡張工事 (ロスネフチ)	10	未定
サハリン州	サハリン 2 LNG プラントの第3トレイン (Sakhalin Energy Investment Company Ltd.)	5.4	2027年以降
沿海地方	ウラジオストク LNG (ガスプロム)	1.5	2025
クラスノヤルスク地方	セーヴェル湾の LNG プラント (ロスネフチ)	35~50	2030-2035

(出所) 参考文献 [7]、[19] から筆者作成。

天然ガス資源をロシア東部の経済により本格的に組み込もうとするのであれば、ロシア西部の「統一ガス供給システム」に倣い、「シベリアの力」の他、将来的には「シベリアの力2」（モンゴルルート）や「アルタイ」ガスパイプラインの建設によって独自のガス供給システムを構築することを考慮しなければならない。

総じていえば、東シベリアとサハ共和国は、中長期的なスパンにおいて、原油と天然ガスの産出が増加する主要な地域と考えられている。この地域の利点として、有利な立地、輸送回廊の存在、石油・ガス賦存の見込みの高さが挙げられる。他方、採掘プロジェクトの規模は輸送インフラの能力と地元の需要規模の小ささによって制限されている。またロシア東部で産出される石油・ガスの精製処理のハイテク化を進めるには国の支援を拡大する必要がある。

2. ロシア東部の石炭産業の展望

石油・ガス産業とは異なり、ロシア東部の石炭産出量の変動は、なによりもまず成長著しい消費市場に近いことに規定される。直近の10年間をみると、ロシアの石炭産業は欧州の市場からアジア太平洋地域の市場に徐々に重点を移している。エネルギー戦略以外にも、石炭採掘部門の発展方向を規定する「2035年までのロシア石炭産業発展プログラム」という基本文書がある。

ロシア極東にある11の連邦構成主体のうち、ユダヤ自治州を除く10の地域で石炭の採掘が行われている。極東における石炭採掘業の拠点は大きくザバイカル地方、サハ共和国、サハリン州の3つに分けられる。ロシア東部の石炭採掘業は、長期的なスパンにおいてはロシアで最大の成長力があるとみられている。その理由は資源基盤の特徴（埋蔵量、石炭の質、地質条件、露天掘りが可能な点）にある。ロシア東部では、サハ共和国、ザバイカル地方、ハバロフスク地方、アムール州、サハリン州、チュクチ自治管区等で新たな石炭産出拠点を作る事業が続いている。極東における主な炭田開発プロジェクトを図表5にまとめる。

極東では複数の大規模炭田開発プロジェクトにより出炭量の増大が予想され、2025年にピークの8,100万tに達する見込みだが、その後は2030年に7,500万t、2035年には6,800万tにまで減少すると見込まれる。これらのプロジェクトによる2019年の出炭量の実績は3,510万tであった[13]。専門家は、気候や地形・地質が劣悪で、必要な輸送・エネルギーインフラが存在せず、超遠隔地でロジスティクスに難のある、マガダン州、チュクチ自治管区、ザバイカル地方、アムール州の鉱床のような、開発コストが高額になるプロジェクトは極めてリスクであるとしている。

出炭を増やすとともに、選炭プロジェクトが計画され、最初に株式会社「イナグリンスキー採鉱選鉱コンビナート」のプロジェクトで能力1,200万tの第2選炭プラントが建設される予定である。

図表5 ロシア東部における主な石炭採掘発展プロジェクト

ロシア連邦構成主体	オペレーター	設計出炭量 (100 万t)	開発段階
ハバロフスク地方	ウラルウーゴリ (SUEK子会社)	19	操業中
サハ共和国	カバクチンスコエ (SUEK子会社)	0.8	探鉱中
	イナグリンスキー採鉱選鉱コンビナート (コルマル子会社)	8.4	操業及び 工事中
	デニソフスキー採鉱選鉱コンビナート (コ ルマル子会社)	6.5	操業及び 工事中
	エリガウーゴリ (Aプロパティ・グループ)	5	操業中
サハリン州	ソソツェフスキー・ウーゴリヌイ・ラズレ ズ (ヴォストーチナヤ・ゴルノルドナヤ・ コンパニヤ子会社)	20	操業中
アムール州	オゴジンスカヤ石炭会社 (シブアントラツ ィット・グループ)	3	操業及び 探鉱中
ブリヤート共和国、ザバ イカル地方	ラズレズ・ツングンスキー (SUEK子会社)	15	操業中
ザバイカル地方	ラズレズウーゴリ (En+ Group及びShenhua Group)	1	工事中
チュクチ自治管区	ベーリングプロムウーゴリ (Tigers Realm Coal Ltd.)	1.5	操業及び 探鉱中
マガダン州	北東石炭会社 (ヴォストーチナヤ・ゴルノ ルドナヤ・コンパニヤ)	1~3	探鉱中
クラスノヤルスク地方	セーヴェルナヤ・ズヴェズダー (AEON子 会社)	4~7	探鉱中
	ヴォストークウーゴリーディクソン (Group Alltech子会社)	5~30	探鉱中

(出所) 参考文献 [13] から作成。

極東連邦管区に新たに設立される企業に対する減税、先進社会経済発展区 (TOR) のための優遇措置、インフラ構築のための優遇措置といった国の支援により、石炭開発プロジェクトは順調に進められている。ヴォストーチナヤ・デニソフスカヤ炭鉱とその濃縮石炭精製プラント及びイナグリンスキー採鉱選鉱コンビナートは先進社会経済発展区「ユージナヤ・ヤクーチア」の入居企業となっている。有限会社「ベーリングプロムウーゴリ」は先進社会経済発展特区「ベーリングフスキー」の主要入居企業 (anchor resident) である。ハバロフスク地方の株式会社「ウルガルウーゴリ」はインフラ構築部分 (工事・操業用道路・鉄道・橋梁・電力網建設) に対して国の支援を受けている。

それでも、極東の諸港方面の鉄道輸送力というロジスティクス上の制限が、プロジェクト発展の足かせとなっている。株式会社「ロシア鉄道」は、2013年から東部鉄道管区の最優先すべき一連の鉄道インフラ整備事業を実施している。その目的は、ザバイカルと極東を走る鉄道のボトルネック地点を解消し、ロシア企業の貨物の輸送能力を向上させることにある。バイカル・アムール鉄道とシベリア鉄道の貨物輸送能力は2020年に1億4,400万 t となり、東方への石炭輸出力は1億90万 t となった [4]。次の段階で行われる鉄道輸送力の増強工事により、東方へのロシア産石炭の供給量は2025年までに1億9,500万 t になり、そのうちの1億 t 以上を沿海地方の諸港に、8,500万 t 以上をハバロフスク地方のワニノ・ソフガヴァニ港輸

送ハブ拠点に送れるようになる。

ロシア東部における石炭部門の地理的拡大は、新たな採炭拠点を生み、ロシア連邦全体での出炭量を最大に見積もった場合の東シベリアと極東の石炭のシェアは、2018年の35%から2035年には47.3%に上昇するであろう。

3. ロシア東部の電力開発の展望

炭化水素資源や石炭の採掘と異なり、この地域の電力開発は地元の需要を満たすことを目的としている。電力部門の発展を定める基本文書としては「2021年から2027年までのロシアの統一電力システム発展のスキーム及びプログラム」、「2035年までの発電施設配置の基本スキーム」、ロシア連邦国家プログラム「エネルギー部門の発展」をあげることができる。極東の電力開発に関する戦略文書では、極東の需要家に対して入手可能な電力を供給し、燃料エネルギー資源の利用効率を向上させるという目標の達成が目指されている。この目標は「幹線インフラの近代化と拡張総合計画」の施策及び「ロシアの統一電力システム発展のスキーム及びプログラム」の施策を実行することで達成されることとされている。

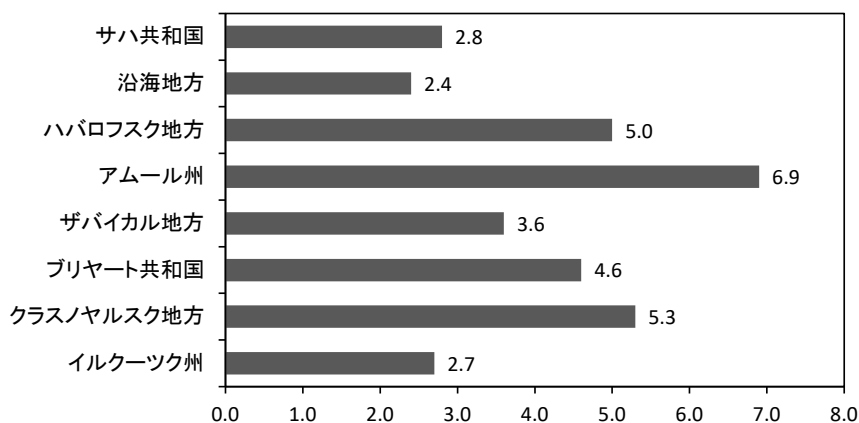
電力開発の促進は、ロシア連邦政府のいくつかの特別の決定（2012年11月22日付ロシア連邦大統領令第1564号及び2019年7月15日付ロシア政府指令第1544号）に基づいている。株式会社「ルスギドロ」の定款資本金に500億ルーブルが投じられ、この資金はブラゴヴェシチェンスク熱電併給発電所の第2期工事、ヤクーチア国営第2地域発電所の第1期工事、サハリン国営第2地域発電所及びソヴェツカヤ・ガヴァニの熱電併給発電所の計4つの極東の発電所の建設に用いられる。その後の発展については、ロシア火力発電近代化国家プログラムに規定されている。2025～2026年にはヤクーチア国営第2地域発電所の第2期工事、ハバロフスク熱電併給第4発電所、アルチョム熱電併給第2発電所の3つの発電所の新設、そして2026年までにウラジオストク熱電併給第2発電所の近代化と改修を行うことが計画されている。これら施設の工事費用は電力の卸市場価格に上乗せすることで賄うことが予定されている。

シベリア統一電力システムと東部統一電力システムに属する極東すべての電力システムでは、2027年までに電力需要が急激に高まることが予想される。その主な理由は鉄道インフラの発展である（図表6）。

予想される電力消費量増を賄うために、東部統一電力システムの火力発電能力を2.3 GW増強することが予定されている（同時に0.85 GWが使用されなくなる）。一方、シベリア統一電力システム全体では計画されている増強発電量は1.1 GW（使用されなくなるのは0.22 GW）。発電方法の種類別にみた発電量構成はほぼ変化なしと予想される（図表7）。

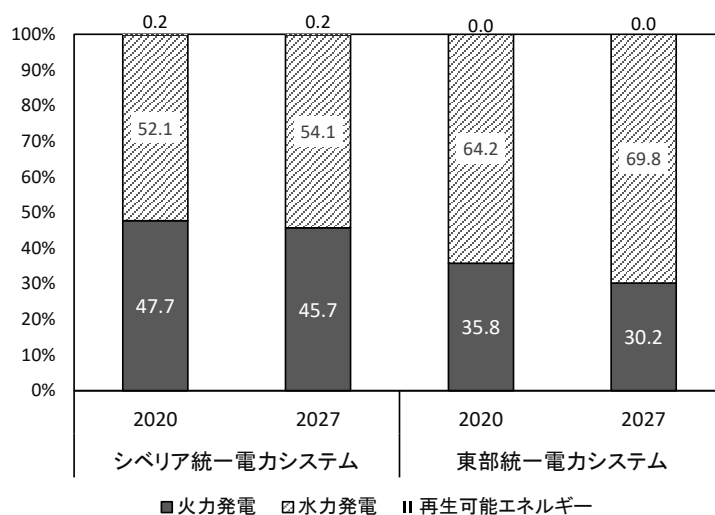
2027年までは輸出電力量の増加は見込まれていない。計画されている輸出量は、中国向け31億～33億kWh（500 MW）、モンゴル3億～4億kWh（185 MW）である。

図表6 2021年から2027年までの電力消費量年間平均伸び率(%)



(出所)「2021年2月26日付ロシアエネルギー省令88号により承認された2021年から2027年までのロシアの統一電力システム発展のスキームおよびプログラム」。

図表7 シベリア統一電力システムと東部統一電力システムにおける発電量構成(%)



(出所)「2021年2月26日付ロシアエネルギー省令88号により承認された2021年から2027年までのロシアの統一電力システム発展のスキームおよびプログラム」。

4. ロシア東部の水素エネルギーの将来

水素技術の開発に関して、ロシアはまだ初期段階にあるが、それでも水素は最も有望な方向性のひとつと考えられている。水素をエネルギー媒体として利用するための研究でロシアはほぼ1世紀にわたる歴史を有している。ソ連時代に独自の研究基盤ができ、この分野の十分なポテンシャルが形成されたものの、改革の時代(1990年代)にそれがほとんど失われてしまった。現在、ロシアでは産業用にグレー水素が生産されており、その90%がその生産現場で、主としてアンモニアやメタノール製造や石油精製のために使われている。ロシアが年間に生産する水素は約500万tである [10]。

現在のところ国際的水素マーケットというものは形成されていないが、多くの国の戦略のなかで水素エネルギーは低炭素経済を達成するための主要な手段のひとつとみなされている。こうした世界的趨勢に応えるべく、ロシアの戦略文書には水素エネルギーの開発を重視する旨が記されており、「ロシアのエネルギー戦略」では、水素の生産と輸出において世界をリードする国のひとつとなることが目標に挙げられている。そこでは2024年までに20万 tを輸出することが目標値として掲げられ、2035年までにはそれを200万 tにするとしている。

エネルギー戦略の目標については、施策計画「2024年までのロシア連邦の水素エネルギーの発展」に具体化されている。この文書には、水素エネルギー発展コンセプトを策定し、管理調整機関を設立することが述べられている。計画によれば、2024年までに原子力発電所、ガス採掘施設及び資源加工企業において一連の水素エネルギーのパイロットプロジェクトを実施する予定である。2021年にはガスプロムがメタン水素燃料で稼働するガスタービンを開

図表8 極東における水素製造プロジェクト

プロジェクト (地域)	内容	参加者	実施段階
水素クラスターの創設及び発展 (サハリン州)	<ul style="list-style-type: none"> 水素製造プラントの建設 国外市場と地元ユーザーに水素を届けるサプライチェーンの整備 この分野のプロジェクトを実施している企業と組んで水素パークを設立 	極東・北極圏開発省、サハリン州政府、ロスアトム、ルスアトム・オーバーシーズ、Air Liquide、TMKh-エネルギーソリューション、トランスマシホールディング、極東・北極圏開発公社	以下の文書が締結済み： <ul style="list-style-type: none"> 「水素クラスターの創設及び発展」プロジェクト趣意書 低炭素水素生産可能性の研究における相互理解に関する覚書 水素燃料電池車両の分野における共同生産を行うための協力及び相互理解に関する覚書 極東・北極圏開発公社とロスアトム・オーバーシーズとの提携に関する協定
ベンジンスカヤ潮力発電所建設 (カムチャッカ地方)	アジア太平洋諸国への水素輸出のために再生可能エネルギーを利用して水素を生産	カムチャッカ地方開発公社 ROSNANO (H2チースタヤ・エネルギーティカ)	サンクトペテルブルグ国際経済フォーラム2021の枠内でグリーン水素生産プロジェクト共同開発協定が締結された。 ベンジンスカヤ潮力発電所プロジェクト開発協定が締結された。
ウィンドパーク建設 (カムチャッカ地方)	再生可能エネルギーを使った水素生産	NOVATEK	企画段階
水素製造工場 (ハバロフスク地方)	ニマンスカヤ水力発電所及び水素製造プラントの建設	未定	予備的F/Sの実施
液化水素製造プラント (マガダン州)	水力発電所の余剰能力を利用して水素を生産、日本へ輸出	東部電力システム マガダン州政府 ルスギドロ 川崎重工	2013年に第1三者技術協定締結。公聴会と技術調査を終了。 2017年、水素プラント建設事業三者協力協定が東方経済フォーラムで締結された。
水素燃料生産プラント (イルクーツク州)	バイカル湖の水と水力発電所の電力で水素を生産、日本に輸出	ETIRC	第4回バイカル経済フォーラム(2007)で同プロジェクトが検討された。

(出所) 参考文献 [3]、[6]、[8]、[9]、[12]、[17]、[18]、[19]、[20]、[22] から筆者作成。

発し、テストを行うことになっている。同社は2024年までに、水素及びメタン水素燃料を、ガス焚きプラント（ガスタービンエンジン、ガスボイラーなど）に、また様々な輸送用車両のエンジン燃料として使用する可能性を研究する。また、ロスアトムは2024年を目途に水素燃料を使用する鉄道車両用のテストコースを建設する計画だ。

現在、科学的な議論と必要とされる研究所の設立が進められている。2003年から非営利団体である「全国水素エネルギー協会」が、水素技術の開発と応用の促進のほか、水素の生産、貯蔵、輸送及び利用に関する国家規格の策定と導入、ならびに水素経済の発展を促す法的基盤の形成を優先課題として活動している。2020年には水素エネルギー分野の研究開発を行っている研究機関と教育機関がコンソーシアム「Technologic Hydrogen Valley（水素技術バレー）」を設立している [10]。

ロシアには、科学的ポテンシャル、豊富な炭化水素資源の基盤、大きな発電余力（ロシアの統一電力システムの既設発電設備の平均利用率は48.25%）、潜在的消費市場への地理的近さといった、水素エネルギーを開発するための前提条件が整っている。

極東には水素エネルギーを発展させるための上記の優位点がすべて備わっている。加えて、このマクロリージョンにおいて孤立し、アクセスが難しい地域に住む需要家に電力を供給するために水素技術を利用することも検討されている。基本的には、極東で提案されている水素生産プロジェクトには、既存の水力発電所（イルクーツク州、マガダン州）を活用するか、あるいは新規の水力発電所（ハバロフスク地方）や再生可能エネルギー発電施設（カムチャッカ地方）を建設することが盛り込まれている（図表8）。水素技術の開発が優先課題となったために、ソ連時代に立案されたプロジェクトのいくつかが再浮上することとなった（例えば、ペンジンスカヤ湾の潮力発電プラント）。

上記プロジェクトのなかで、今日の視点で最も実現性が高く、検討が進んでいるのはサハリン州における水素クラスターの創設と発展である。このプロジェクトの水素による鉄道輸送開発部分は施策計画「2024年までのロシア連邦水素エネルギーの発展」という文書に盛り込まれている。サハリン州は、ロスアトム、ロシア鉄道、トランスマシホールディングによって調印された水素燃料電池で走行する列車の開発協定を実現するための実験場に選ばれた [16]。パイロットプロジェクトの枠内で、この地域における7組の水素燃料走行列車を利用した本格的な運行が計画されており、プロジェクトの開始は2023年に予定されている。またサハリン州政府は低炭素経済への移行を強く支持しており、それは国家の支援によりさらに強固になっている。ロシア経済発展省はサハリン州に経済特区「水素バレー」を設け、入居者に税制上の特典と関税免除を適用することを提案している [16]。

イルクーツク州（2007年から）とマガダン州（2013年から）で提起されたプロジェクトには長い歴史があるにもかかわらず、実施には至っていない。水素技術の開発に関わるほとんどのプロジェクトがロシアでうまくいかない原因としては、この事業を規制する技術規則や関連法規がないこと、加えて必要な輸送インフラがないこと（生産場所と消費地が同じ）、需要

が非常に不明確であること（国内には水素需要がなく、世界需要は評価によって5倍ないし6倍もの差がある）が挙げられる [21、23]。

5. 省エネ・気候変動への取り組み

ロシアのエネルギー効率・省エネ政策 ロシアでは長い間、エネルギー効率を向上させたり、省エネを進めることにほとんど注意が払われてこなかった。こうした政策が積極的に進められるようになったのは、2008年のロシア連邦大統領令において「2020年のエネルギーインテンシティ（対GDPエネルギー消費指数）を2007年と比較して40%以上低下させる」という課題が示されてからである。ロシアで省エネ政策を実行するための法的基盤は、連邦法第261号「省エネルギー及びエネルギー効率向上並びにロシア連邦諸法令の一部の改定について」となっている。2019年には、エネルギー効率向上に特化したプログラムやサブプログラムこそ実施されなくなったが、部門別プログラムや企業プログラムにはこの方向性の章が含まれていた。また同じく2019年には、省エネとエネルギー効率向上の規制に関わる行政機能がエネルギー省から経済発展省に移管された。だが、省エネとエネルギー効率の分野ではロシアが抱える問題は解決されないまま、事態の改善のために2018年に「ロシア連邦経済のエネルギー効率向上のための総合的施策計画」が策定された。

エネルギー効率向上については多少の進展があったものの、ロシアは依然としてエネルギーインテンシティ（対GDPエネルギー消費指数、低いほどエネルギー効率がよい）の非常に高い国家のひとつのまま。エネルギー効率の改善で主たる障害となっているのは、インセンティブの不足、情報の不足、財源と長期資金の不足、組織上の問題と調整の困難である。エネルギー効率向上政策の課題は、これらの障害の除去あるいは軽減することにある [14]。

エネルギーインテンシティが低下することの副産物としては、温室効果ガスの排出削減をあげることができる。2019年には、ロシアで実施されたエネルギー効率と省エネ施策の結果、温室効果ガスの排出が二酸化炭素換算で2,150万 t 削減されたが、これはロシアにおける温室効果ガス年間排出量の1%に相当する（土地利用や土地利用方法の変更、林業からのものを含まない） [14]。分野別に見れば、エネルギー資源の消費を最も大きく削減するポテンシャルが大きいのは、製造業(42%)、サービス業並びに国家機関等公営機関(18%)、運輸業(16%)となっている [14]。

ロシアの気候変動対策 ロシアの環境国家政策は「2030年までのロシア連邦のエコロジー改善政策の基礎」をフレームワークとし、「ロシア連邦国家安全保障戦略」、「2025年までのロシア連邦環境安全戦略」及びロシア連邦大統領令第666号「温室効果ガス排出削減について」の条項を考慮して策定され、実施されている。

国の環境政策を実施するための基本的なツールは、環境保全及び天然資源利用のための

様々な国家プログラムである。その主なものを以下に示す。

- ・「環境安全レベルの向上と自然系の保全を目的とする環境保全」
- ・「埋蔵鉱物資源及び地下資源地質情報を活用して国の経済を持続可能にすることを目的とする天然資源の再生と利用」
- ・「森林の効果的な保全、保護、再生、ならびに効果的な森林管理と林業の持続的な発展を目的とした林業の発展」。

ロシアは2004年11月に京都議定書を批准した後、独自の温室効果ガス排出規制制度の創設に着手した。2006年には人類の活動に起因する温室効果ガス排出量の測定を行うロシア式システムが構築された。排出削減のための具体的行動指針は、気候ドクトリン及びその実現のための総合計画に述べられている。これらに続き、人類の活動に起因する温室効果ガス削減及び気候変動予防（緩和）のための目標値を定めた一連の法令が採択された。温室効果ガス排出を伴う活動を法的に規制するための根拠のひとつとなるのが、連邦法「温室効果ガス排出制限について」である。この法律により温室効果ガスを排出している団体の十全かつ信頼できる情報を得るために必要な法的根拠が形成される。これは、炭素規制を可能にするロシアの法体系を作るための第一歩と考えられている。

経済的側面から環境に対する人類の活動の影響を低減するためのツールとして、課税（鉱物採掘税、水利用税、土地税）、環境負荷課徴金、エコロジー税が利用される。

排出量削減を目的とする支援形態のひとつに再生可能エネルギー支援措置がある。その内容は、卸売市場ではさまざまなタイプの再生可能エネルギーによる発電の入札結果に基づいて長期電力供給契約を結び、小売市場では優良な発電施設から供給される電力を電力網運営会社（孤立した電力系統の場合には最終保障供給者）が優先的に買い付け、送電ロスを補填するというものである。

筆者の見たところ、法律面では数多くの動きがあるものの、環境政策は掛け声ばかりで、実際のところは国家の優先課題の中には入っていない。このことは財源の規模や種々のプログラムが掲げる目標値から、はっきり見て取れる。これらの目標値を評価すると、省エネについてもエネルギー効率の向上についても、十分な効果は期待できないと言える。

【参考文献】

- [1] アムールガス精製工場（ガスプロム）
URL: <https://www.gazprom.ru/projects/amur-gpp/>
- [2] アムールガス化学コンプレクス
URL: <https://aghk.sibur.ru/#;>
- [3] 「サハリン州の水素クラスターの輪郭が明確になりつつある。一連の重要な協定が締結された」、Neftegaz.RU.
URL: <https://neftegaz.ru/news/partnership/677957-vodorodnyy-klaster-v-sakhalins-koy-oblasti-priobretaet-ochertaniya-podpisan-ryad-pervoocherednykh-sog/>
- [4] 「東部鉄道管区」株式会社「ロシア鉄道」。URL: <https://cargo.rzd.ru/ru/9787/page/103290?id=11323>
- [5] 「ガスプロジェクト」イルクーツク石油会社。URL: <https://irkutskoil.ru/gas/>
- [6] 「ガスプロムとロスアトムが2024年に『クリーン』な水素の生産を始める」RBC。URL: <https://www.rbc.ru/business/22/07/2020/5f1565589a794712b40faedf>

- [7] 「ガспロムは新たに二つのLNGプラントを建設する」 ヴェードモスチ、URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/03/22/862660-gaz-prom-spg-zavoda>
- [8] 「サハリンは水素に引き込まれた」 コメルサント紙、URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4783728>
- [9] 「水素生産プラントがハバロフスク地方に建設される」 Vostok Rossii、URL: <https://www.eastrussia.ru/news/zavod-po-proizvodstvu-vodoroda-postr-oyat-v-khabarovskom-krae/>
- [10] マステパノフA. 「ロシアの水素エネルギー：現状と展望」『電力政策』 URL: <https://energypolicy.ru/amastepanov-vodorodnaya-energetika-rossii-sostoyanie-i-perspektivy/energoperehod/2020/14/23/>
- [11] 「カムチャッカで2,000億ドルのソ連時代のプロジェクトが復活」 RBC、URL: <https://www.rbc.ru/business/12/07/2021/60ec4ab99a7947fca921f1eb>
- [12] 「NOVATEKはロシア初の商業規模の水素利用発電プロジェクトを開始した」 PRO-ARCTIC、URL: <https://pro-arctic.ru/12/12/2020/news/42091>
- [13] 「ロシア連邦における2019年の鉱物資源の現状と利用状況についての政府報告」ロシア天然資源環境省、2020年、494ページ。
- [14] 「ロシア連邦における省エネとエネルギー効率向上問題の現状についての政府報告」ロシア経済発展省、2020年、117ページ。
- [15] 「東方経済フォーラム後、水素プラントプロジェクトはあらためて勢いづいた」 国営インターネットチャンネル「ロシア」 URL: <https://vesti-magadan.ru/ekonomika/proekt-vodorodnogo-zavod-poluchil-vtoroe-dyhanie-posle-vef>
- [16] 「ロスアトムはサハリンで水素エネルギー開発を始める」 Storana-Rosatom、URL: <https://strana-rosatom.ru/2021/04/26/rosatom-zajmetsya-razvitiem-vodoro/>
- [17] 「ロスアトムは鉄道に水素を利用するための技術開発協定に署名した」 Neftegaz.RU、URL: <https://neftgaz.ru/news/companies/484403-rosatom-podpisal-soglashenie-o-razviti-tekhnologii-primeneniya-vodoroda-na-zheleznodorozhnom-transp/>
- [18] 「ROSNANOとH2チースタヤエネルギーはグリーン水素生産プロジェクトの共同開発協定に署名した」 ROSNANO、URL: <https://www.ru-snano.com/about/press-centre/news/20210604-rosnano-h2-chistaya-energetika-na-pmef-podpisali-soglashenie-sovmestnom-razviti-proyektov-po-proizvodstvu-zelenogo-vodoroda>
- [19] 「ロシアのLNGはリーダーを目指す」 CDU TEK. URL: https://www.cdu.ru/tek_russia/articles/3/901/.
- [20] 「ルスギドロ、東部電力システム及び日本の川崎重工は、2019年にマガダンで水素液化プラントを開設する計画である」 ルスギドロ、URL: <http://www.rushydro.ru/press/news/91777.html>
- [21] ソボリM. 「新しいガス、古いパイプ：ロシアは水素エネルギーのリーダーになれるか」 Gazeta.Ru、URL: <https://www.gazeta.ru/business/2021/04/26/13573556.shtml>
- [22] ウルィピナYu. 「アンガルスク近郊に水素プラントが建設されるか？」 Baikal-Info、URL: <http://baik-info.ru/sm/2007/12/002004.html>
- [23] ホルキンD.、チャウソフI. 「ロシアの水素戦略に三つの罫」『電力政策』、2021. No. 3 (157)。

II. ロシア東部における水素及びアンモニア開発の展望

ロシア科学アカデミー・シベリア支部
エネルギーシステム研究所
S.P.ポポフ

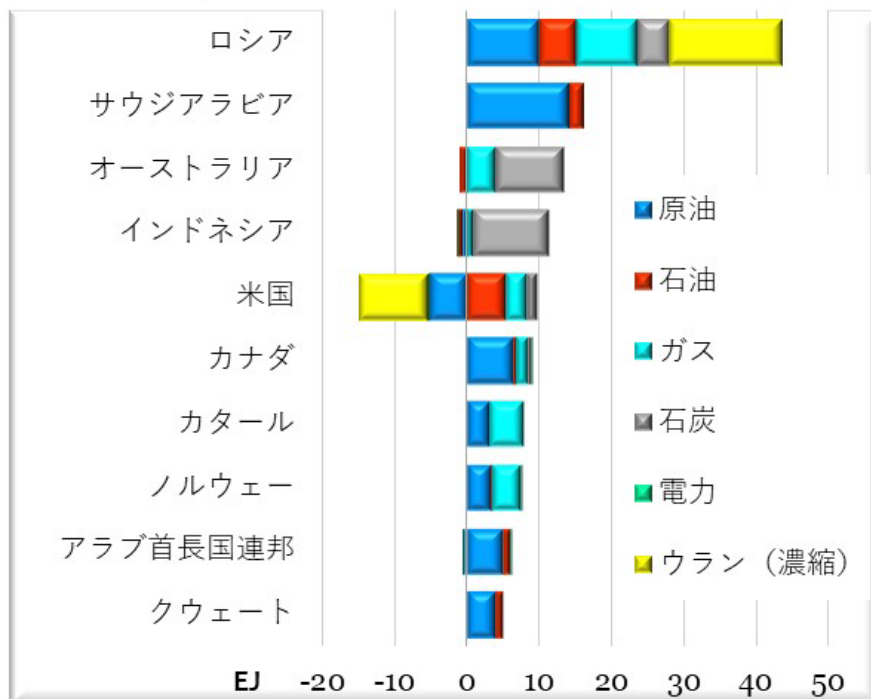
1. 世界的な脱炭素化の潮流とロシアの水素・アンモニア発展戦略

(1) 世界的な脱炭素化の潮流に対するロシアの見方と対応

世界最大かつ最も多角的なエネルギー輸出国（ウラン濃縮サービスを含む）であるロシアには、世界的規模で非再生可能エネルギー（石油及び天然ガス、石炭、ウラン）から再生可能エネルギー資源への転換政策が加速的に行われていることを警戒すべき十分な理由がある。図1は、2020年の世界のエネルギー輸出上位10カ国の輸出入の構成比を示したものである。2021年のロシアの商品輸出総額に占める燃料（HS商品群27）の割合は54%以上を占め、約2,700億ドルだった。[1]

2021年7月2日に温室効果ガス（GHG）排出制限に関する枠組み法第296 FZ号が採択された。この法律の中で現時点で理解できる唯一のルールは、2022年からGHG排出量を報告する義務である。温室効果ガス法が本格的に運用されるためには、今後、多くの新しい文書が採択される予定である。

図1 2020年の世界のエネルギー輸出上位10カ国の純輸出高の構造



グラスゴーで開催された国連気候変動枠組条約締約国会議（COP2021）の期間中に、ロシア政府は「2050年までの温室効果ガス排出量の少ないロシアの社会経済発展戦略」を承認した（以下、戦略と言う）。国家元首ウラジーミル・ウラジーミロビッチ・プーチンが掲げた、世界的なエネルギー転換にロシア経済を適応させ、温室効果ガス排出量を削減し、2060年までにカーボンニュートラルを達成するという課題を解決するための戦略である[2]。戦略には、「早ければ来年から気候変動対策プロジェクトの実施が始まる。より環境にやさしい解決策を実行するだけでなく、森林をはじめとする自然生態系による温室効果ガスの吸収を高めなければならない。そして、二酸化炭素の回収・再資源化に移行する。早ければ2023年に、企業に対する炭素報告義務制度が導入される予定である」と書かれている。ロシアの長期的な社会経済発展の予測は、「グローバルなエネルギー転換という条件下でのロシアの競争力確保と持続的な経済成長を重要課題とした」ターゲット（集中的）シナリオに基づいている。ロシアのミシュースチン首相は、「炭素問題へのアプローチの変化は、全体としてロシア経済の発展にプラスの影響を与えるはずだ。時代と共に歩むことが大事だ。高い輸出指標、雇用、国民所得を確保するための技術革新を行う」と自信を示した。

2021年12月13日、ロシア連邦議会国家院に「ロシア連邦の若干の構成主体における温室効果ガス排出制限の実験実施に関する」法案が提出され、2022年2月16日に国家院で可決、上院での採択に回された。法案では、2022年9月1日から2028年12月31日まで、サハリン州で実験を行うことになっている[3]。同時に、ロシア連邦の他の構成主体にも、その域内で気候実験を行う権利が与えられている。この法案の審議の際、ロシア経済発展省は「サハリン州を選んだのは、生態系が閉ざされた島であるため」と説明した。

国家院の生態系・天然資源・環境保護委員会のコピルキン委員長は、この法案は世界的な脱炭素化の動きをロシアで実現するための重要な実践メカニズムであるとし、次のように述べた。「この実験の目的は、1年間の温室効果ガスの排出量と吸収量が等しくなるカーボンニュートラルの達成を確保することだ。今年の夏、国家院は炭素規制分野の連邦基本法である「温室効果ガスの排出制限に関する」法律を採択し、この分野での規制の基礎を築いている。現在検討されている法案は、気候変動対策実施に向けた次のステップである」。

この法案の審議においては以下の言明があった。「現在、ロシアの森林の潜在的な二酸化炭素吸収能力は年間25億tであり、国のすべての潜在的な人為的排出量24億t（二酸化炭素換算）を上回るとされている。このような評価は、森林によってすべての温室効果ガス排出を相殺できるという印象を与え、結局のところ、エネルギー部門や産業からの排出を削減する動機をさらに低下させる可能性がある」。

上院は2022年2月22日にこの法律を承認した[4]。GHG排出制限法により、ロシア連邦のすべての構成主体は2022年5月10日までに、地域での気候プロジェクト実施の基礎となる気候変動適応計画を作成しなければならないということが強調された。

戦略の採択に先立ち、2021年8月、ロシア政府は「電気自動車製造発展コンセプト」[5]を

承認し、国際的な気候課題に関する専門家コミュニティや大手エネルギー企業の幹部との議論をまとめ、水素エネルギー（HE）開発の展望を議論した[6]。同時に、「国家元首は、燃料市場のバランス達成の重要性を強調した。第一に、世界のエネルギー及び環境の安全保障を確保するために」。ロシアは、2060年までにカーボンニュートラルを達成するという目標を掲げ、経済の脱炭素化を目指す世界の動きに参加した。

2021年12月の段階ですでに、ロシアのマントゥロフ産業貿易相は、ロシアの産業界は目標を10年短縮してカーボンニュートラルを2050年までに達成すべきだと提案し、「冶金、化学、基幹産業については、具体的な成果が得られるような施策パッケージを実施すべきだ。2060年まで待つ必要はないと思う」と述べた[7]。自然独占問題研究所（IPEM）は、ロシアの電力産業における脱炭素化対策の評価を行ったが、それによると、ロシア国内の発電源構成の変更だけでも2050年までに2,000億～3,500億ドルの投資が必要になる。投資資源へのアクセスを高めるメカニズム（特に「クリーン」プロジェクトへの補助金）及びバランスのとれた電力産業発展戦略なしには、電力部門で掲げられた脱炭素化目標を達成することは不可能であると結論づけられた[8]。

チュバイスは、この戦略の採択の問題をエネルギー転換への参加と結びつけ、ロシア経済の多くの分野を再編する必要性、ひいては国の社会政策を見直す必要性を指摘している[9]。しかし、「ロシアは2030年までに世界市場に600万～1,000万 t の水素を供給することで400億ドルを得ることができる」という同氏の水素輸出の試算は、将来の水素市場におけるグリーン水素価格とその市場規模の両方に関する不確実な前提に基づいている。これは、8年後に既にヨーロッパの燃料水素市場のみで数千万 t の輸入規模になると予測した場合に、水素の価格が4～6.7ドル/kgになるという意味である[10]。

ロシアのノヴァク副首相は、2022年2月のガイダール・フォーラムで、再生可能エネルギーへの転換には数十年かかるとし、「したがって、エネルギー安全保障の問題を何よりも優先して考えなければならない」と述べ、次のように強調した。「LNG製造、石油・ガス化学、また水素製造、小型原子力発電などのエネルギー産業の新分野は、ロシアのエネルギー産業にとって有望な分野である。... 将来的には、自動車、住宅・公共事業、エネルギー産業で水素が使用されるようになると想定している。2030年までに少なくとも200万 t の水素輸出を達成するという現実的な目標を掲げている。これは、かなり野心的な目標であり、潜在的市場の規模に依存する」[11]。

2021年12月にレシェトニコフ・ロシア経済発展相は、サハリン州で始まる実験について述べた[12]。このロシアにとってパイロット的なプロジェクトの一環として、「排出枠割当やカーボンクレジット取引の導入、気候変動対策プロジェクトの実施を伴う温室効果ガス排出規制のいわゆる『ハードな』シナリオ」が試される。レシェトニコフは、ロシアはすでに水素、原子力及び電気自動車という低炭素分野の開発コンセプトを承認しており、ロシアからの水素輸出能力は2050年までに1,500万 t から5,000万 t、電気自動車の製造能力は2030年ま

で年間15万台と試算されているとし、次のように述べた。「17の下位法を採択する予定だ。これには、排出量データの提供を拒否した企業に対する行政処分や、ロシアでの気候変動対策プロジェクトを促す税制優遇措置に関する法案が含まれる」。

専門家間の立場の相違 ロシア政府は、脱炭素プロセスにおける水素エネルギーの重要性を明確に示しているが、水素エネルギー開発の優先順位に関する専門家の立場には大きな違いがある。もっとも明確な対立は、持続可能な開発に関する国際組織との連携を担当するロシア連邦大統領特別代表のA.B.チュバイスと、経済学博士でGazprom export社社長顧問のA.コノプリヤニクの間で現れている[13]。この相違の本質は、水素輸出メカニズムの構築に関するアプローチの違い、よりグローバルには、ロシアにおけるグリーン電力開発の優先順位、速度、規模の評価にある。

緊急かつ大規模なグリーン発電プロジェクト、それをベースにしたグリーン水素輸出のためのインフラを整備する必要があるというのが、チュバイスの基本的な立場である。「今後10年間のロシア経済にとって最も重要なプロセスは二つある。そのひとつは、もちろん水素だ。水素そのものの販売が500億ドル、さらにそのために約5万MWの発電設備が必要とされている。売上高が1,000億ドル以上の産業を創るとのことだ」[14]。

A. コノプリヤニクは、より資本集約度の低いターコイズ水素製造技術と、しかるべきガス市場変革のメリットを根拠として、水素の世界市場の創出にロシアが参加するには、進化的アプローチを取る必要があると主張している。

ロシアのプーチン大統領は、「メタン水素混合ガスとして既存のパイプラインを使用してEUに水素を輸出する可能性を検討するよう指示した。指示はロシア連邦政府、ガズプロム、ロシア外務省に出した。報告期限は2022年6月1日だ」と述べた[15]。

二つ目の相違点は、ロシア産水素の輸送の問題、つまり輸出インフラの問題である。チュバイスは、西シベリアガスを北極圏の風力発電所で生産されたグリーン水素で希釈することにより、国内の既存ガス輸送システムをメタン水素混合ガス用に変換する必要があると考えている。「専門家の評価によると、既存のパイプラインシステムを近代化しなくても混合ガス中の10~20%の水素として輸出できる」[16]。水素のパイプライン輸出に関するコノプリヤニクの立場は明確である。「高圧で大量のメタンを長距離輸送するために設計・建設された現在のガス輸送システムは、純粋な形でもメタン水素混合ガスの形でも、H₂の輸送には適していない。もっと厳しくはっきり言うと、水素を大量に長距離輸送するための技術や材料は、今のところ存在していない。したがって、このようなH₂輸出モデルによる破滅的な事業に国を引き入れることは許されない。」

ガズプロムは、2020年に、北ドイツのノルドストリームとノルドストリーム2のパイプライン出口付近に、メタン熱分解とロシア産ガスを原料とする低炭素水素プラントを建設することを提案した。この提案は、「安価な従来の方法で水素を製造し、CO₂をロシアに逆輸送

する可能性の分析と評価」を共同実施するというもう一つの提案と組み合わせられていた[17]。

小 括 2021年、ロシアの国家最高機関は、経済の脱炭素化というグローバルなアジェンダの採用に向けて積極的な方向転換を行い、GHG排出問題の解決を目指す基本文書や法律を多数採択した。プーチン大統領は、このような政策の方向性を定めるにあたり、グローバルなエネルギー及び環境の安全保障という長期的な実現目標を設定した。

ロシア政府は、経済の脱炭素化政策の影響を概ね肯定的に評価し、技術革新の効果を指摘するとともに、多くの産業の再編及び国の社会政策の根本的な変更の必要性を認識している。新しい条件下でビジネスを監視及び刺激し、国の社会経済発展を管理するための全国的システムを準備するために、サハリン州でGHG対策の「ハード・シナリオ」が試される。

ロシアにおける水素エネルギー開発は、経済の技術革新と脱炭素化の重要な要素と考えられている。この問題に関する議論を分析する過程で、専門家コミュニティにおいて解決へのアプローチが異なる二つの重要な問題が明らかになった。それは、太陽光発電と風力発電、及び輸出水素の輸送インフラの開発の規模及びスピードである。チュバイスは、ロシア極東での巨大潮力発電所などの再生可能エネルギー分野の急速かつ大規模な開発を提唱し、ユーラシア西部へのグリーン水素の輸出は既存のガスパイプラインシステムを利用しメタン水素混合ガスの形で行うとしている。コノプリャニクは、天然ガスは今後も長きに渡って、世界でも、地域でも、国内でも経済効率が高く、環境にやさしい燃料であり続けるという見方をしている。同氏は、メタン熱分解技術は、既存及び建設中の国際ガス輸送インフラの役割を高めるだけでなく、ロシアのターコイズ水素製造技術の輸出を可能にすると考えている。

（２）ロシア連邦における水素エネルギー開発戦略

本戦略のターゲットシナリオは、水素エネルギー産業創出に関する以下の施策の実施を想定している。

- ・炭化水素を原料とする水素の輸出部門、及び世界の水素貿易市場に参入するための低炭素水素製造業の創出、商業的な水素プロジェクトの立ち上げと水素製造コンプレックスの設立による水素技術の開発、外国及び国内市場への水素サプライチェーンの構築、輸出製品における水素の割合の増大

- ・冶金産業における水素の利用

- ・水素、「グリーン」アンモニア、バイオディーゼル、バイオメタンなどの新しい種類の燃料の生産と利用の拡大。

2030年までのロシア連邦の運輸戦略と2035年までの予測（以下、運輸戦略という）では、航空機（民間航空を含む）、鉄道、水上輸送における水素燃料の利用を想定している。これは、業界におけるGHG排出量削減のための重点的メカニズムと考えられている。2030年以降、輸送における自動車燃料消費量のうち、水素燃料が30%に達する予定である。また、水素輸

送技術の開発と商業化、さまざまな輸送手段への燃料供給インフラの形成など優先的に解決すべき問題が指摘されている。運輸戦略の成果の一つとして、2035年までに水素を含む代替燃料を使用する交通機関の割合が、乗用車20%、小型トラック15%、バス20%、大型トラック5%に増加することになっている。

ロシアにおける水素エネルギー産業の形成は、「2035年までのロシア連邦のエネルギー戦略（2020年6月9日付ロシア連邦政府令第1523-r号により承認）、行動計画「2024年までのロシア連邦における水素エネルギー開発」（2020年10月12日付ロシア連邦政府令第2634-r号により承認）、「水素エネルギー開発コンセプト」（2021年8月5日付ロシア連邦政府令第2162-r号）、「2050年までのロシア連邦における温室効果ガス排出の少ない社会経済発展戦略」（2021年10月29日付ロシア連邦政府令第3052-r号）、「2030年までのロシア連邦の運輸戦略と2035年までの予測」（2021年11月27日付ロシア連邦政府令第3363-r号）によって法制化されている。

2035年までのロシア連邦のエネルギー戦略は、エネルギー分野における主要な戦略的計画文書であり、国家のエネルギー政策の方向性と優先順位、長期的なエネルギー開発の目標、課題、主要施策、指標を定義している。この文書の「ロシア連邦のエネルギー産業発展の課題及び主要施策」の項では、水素エネルギーの課題、水素エネルギー開発の主要施策、及び輸出の計画指標が掲げられている。戦略の実施期間は、二つの段階（第一段階が2024年まで、第二段階が2025年～2035年）に分かれている。

エネルギー戦略の第一段階として、行動計画「2024年までのロシア連邦における水素エネルギー開発」が策定された。これは、初期段階における水素エネルギー産業形成のロードマップであり、生産性が高く輸出志向型の水素エネルギー産業をロシアに形成するための最優先作業の組織化を目的としている。原子・水素エネルギー技術開発に関連する分野は、総合プログラム「2024年までロシア連邦における原子力利用分野の設備・技術・科学研究の発展」に含まれている。ガス冷却高温炉を用いた環境にやさしい大規模水素プラントの設立がテーマである[18]。

ロシア連邦における水素エネルギー開発コンセプト（以下、コンセプト）は、2035年までのロシア連邦のエネルギー戦略の水素エネルギー開発の項を以下の点で補完するものである。

- ・水素エネルギー開発の目標及び施策の定義の拡大
- ・水素エネルギー開発のための優先技術、人材確保の課題、水素エネルギー分野の国際協力発展のための措置の定義
- ・水素エネルギー分野の法的枠組み及び標準化の方向性を明記
- ・水素エネルギーの段階的な開発計画の提示
- ・2035年までに200万～1,200万 t、2050年に1,500万～5,000万 t といった水素輸出量の明確化。

コンセプトは、水素エネルギーの開発に向けて以下の措置を想定している。

- ・輸出プロジェクト、工業やエネルギー産業の製品のカーボンフットプリント削減、水素エネルギー用のインフラや工業製品の製造プロジェクト、炭素酸化物の回収・貯留・輸送及び／または再利用（CCS）プロジェクト、水素輸送のための既存インフラの利用（技術的に可能な場合）に対する国の支援策の策定と実施

- ・しかるべき法的枠組みの改善

- ・低炭素水素製造技術、新世代の燃料電池技術及び材料、大容量水素貯蔵・輸送技術の開発、工業製品確認基準を満たす外国技術の現地化を含めた水素発電装置のエンジニアリング開発

- ・低炭素水素及びそれをベースとする燃料の生産規模の拡大

- ・水素エネルギー設備の製造の進展

- ・様々な経済分野で使用される水素及び水素ベース燃料、燃料電池、ガスタービン、その他の水素発電設備に対する国内市場の需要の促進、及び集中型エネルギー供給システムの効率改善及び分散型エネルギー供給システムの組織化のためのエネルギー貯蔵体及び変換器としての水素及び水素ベース混合燃料の利用の促進

- ・水素エネルギーの安全性に関する法的枠組みの確立

- ・水素及び水素ベース燃料の供給、及び水素エネルギー用の工業製品の輸出に関する長期輸出契約の締結を含む、水素エネルギー開発と外国市場への参入における国際協力の強化

水素エネルギー開発の戦略的イニシアティブは以下の通りである。

- ・水素産業・技術クラスターの設立と発展、低炭素水素の製造及び輸出のパイロットプロジェクトの実施、輸出向け工業製品のカーボンフットプリントの経済効率の高い削減を含む国内市場での水素技術の応用に対する支援

- ・水素エネルギー産業のインフラ構築及び工業製品の生産

- ・国産の水素エネルギー技術の開発及び導入のための科学技術インフラの構築

- ・水素エネルギー用工業製品の生産及び様々な経済分野への導入

- ・水素エネルギー用のロシア製設備、材料、部品を生産するコンソーシアムの設立

- ・水素エネルギー開発を促進する仕組み及び国家支援の実施

- ・コスト競争力のある地域でグリーンかつ低炭素な水素製造の基本条件を整えるための再生可能エネルギー開発

- ・水素エネルギー分野の人材育成

- ・国際協力の発展。

この文書の項目のひとつに、地域水素クラスター（センター）の設立がある。水素及び水素ベース混合燃料の輸出向け生産を促進し、ロシアの国内市場への供給も確保するというものである。北西（EU諸国への水素輸出及び輸出製品のカーボンフットプリント削減）、東（アジアへの水素輸出）、北極（低炭素エネルギー供給システムの構築）の三つの生産センターの設立が計画されている。

コンセプトによるとロシア連邦における水素エネルギー産業の形成は3段階で実施される。

第1段階（2021～2024年）は、2024年までの最大20万tの水素輸出の達成及び国内市場での水素燃料の利用のための水素クラスター設立とパイロットプロジェクトの実施を想定している。第1段階では、国の支援策を策定・実施し、水素エネルギー産業が機能するために必要な法的枠組みを構築する計画である。

第2段階（2025～2035年）は、最初の商業的な水素製造プロジェクトの立ち上げ、2035年の200万～1,200万tの輸出の達成を想定している。水素需要の出現、水素の世界市場の形成が期待されている。

第3段階（2036～2050年）は、水素エネルギーの世界市場の大規模な発展を想定している。ロシアの水素輸出量は、2050年には1,500万～5,000万tに達する可能性がある。グリーン水素輸出の大型プロジェクトの実現が想定されている。国内市場では、水素技術の幅広い商業利用が期待される。

行動計画「2024年までのロシア連邦における水素エネルギー開発」の実施に責任を持つのは以下の組織である。行政機関（エネルギー省、産業商業省（連邦技術規制・計量庁）、経済発展省、ロシア連邦科学・高等教育省、天然資源・環境省、運輸省、財務省、労働・社会保護省、外務省、デジタル発展・通信・マスメディア省、ロシア連邦環境・技術・原子力監督庁）、連邦国立機関（サンクト・ペテルブルグ国立大学、ロシア科学アカデミー、ロシアエネルギー庁）、及びガस्पロム、ロスアトムなどの関連組織である。行動計画の進捗のモニタリング及び管理はロシア連邦エネルギー省が行う。

行動計画「2024年までのロシア連邦における水素エネルギー開発」の最重要項目は以下の通りである。

- ・水素エネルギー開発に関する省庁間ワーキンググループの設置
- ・経済、エネルギー産業、工業の各分野における水素技術開発のための国家支援策の策定
- ・水素技術を認定するためのパイロットプロジェクトや工業試験場の設立
- ・水素技術開発のためのエンジニアリングセンターの設立
- ・天然ガスからの水素製造、及び再生可能エネルギーや原子力を利用した水素製造の拡大
- ・水素の製造、貯蔵、輸送に関する規制の枠組み及び認証システムの確立
- ・国際協力のための提案の準備。

ロシア連邦のいくつかの構成主体は、独自の水素エネルギー開発地域プログラムの策定を計画している。サハリン州は、国内で初めて水素エネルギー開発を法制化した。水素エネルギーは、2035年までのサハリン州の社会経済発展戦略に独立した項目として盛り込まれている[19]。サハリン・クラスターでは、多くのプロジェクトの実施準備が進められている[付属資料2、プロジェクト6～9]。

2030年までのマガダン州の社会経済発展戦略(2020年3月5日採択)には、日本への輸出处向の褐炭を原料とする液化水素の製造が含まれている[20]。

持続可能な開発目標達成のための国際機関との連携を担当するロシア大統領特別代表のチュバイスは、2022年2月に「水素産業は、極東だけでなく、北部のエネルギー産業をひっくり返す可能性がある、なぜなら、人口が少なく現在は採算が合わないこれらの地域での大規模発電所の建設が合理的になるからだ」と述べた。同氏によると、日本や韓国などアジア太平洋地域に水素を輸出することが想定されている。[21]

2022年2月17日のロシアにおける水素エネルギー開発に関するワーキンググループの会議で、「ロシア連邦における低炭素水素エネルギー産業の発展のための総合プログラム」（以下、総合プログラム）の草案、及び「2035年までのロシア連邦における水素部門発展の技術戦略」（以下、技術戦略）の草案、ならびにロシア企業による水素エネルギー分野のプロジェクトの実施の可能性が議論された。議論の結果、総合プログラムのプロジェクトの目標値とその達成期限の部分の完成をよう指示された[22]。連邦技術戦略の草案は、2022年3月10日までにロシア閣僚会議に提出される予定である[23, 24]。

小 括 2050年までの温室効果ガス排出の少ないロシア連邦の社会経済発展戦略、2030年までのロシア連邦の運輸戦略と2035年までの予測、2035年までのエネルギー戦略、水素エネルギー開発コンセプトは連邦行政機関に通達され、ロシア連邦構成主体の行政機関にも推奨された。

これらのプログラム文書は、水素の生産と消費の発展、水素の生産と輸出でロシア連邦が世界有数の国になることを目的として創出される水素産業の輸出志向性を示している。

水素及びアンモニアの主な輸出先として、東アジアと北西ヨーロッパが想定されている。

（3）ロシア東部における水素及びアンモニア開発の大規模プロジェクト

ロシア政府は、水素エネルギーの戦略的ソリューションと国家支援策を策定するために省庁間ワーキンググループを設置し、水素の製造、輸送、貯蔵の競争力のある国産技術開発に資金を割り当てた。水素エネルギー開発は、段階的に進められる。第1段階は水素クラスタの設置及び水素の製造と輸出のパイロットプロジェクトの実施である[25]。

ロシア東部における水素とアンモニアの製造及び燃料としての利用に関するプロジェクトの概要を表1、表2に示す。このようなプロジェクトに関わるロシア及び外国の事業者、及び東シベリア、極東、北極圏（AZRF）におけるプロジェクトに関するより詳細な情報を付属書1と2にそれぞれ記載する。

大多数のプロジェクト（32件中23件）が、電気分解による「グリーン」水素関連である。ロシアは天然ガスの埋蔵量が豊富であるため、メタンの水蒸気改質技術（6プロジェクト、「ブルー」水素／アンモニア）とメタンの熱分解技術（「ターコイズ」水素 [付属書2、プロジェクト25]）が有望である。メタン水蒸気改質技術により、2030年にはロシア東部で1,340万tのアンモニアと10万tの水素の生産が可能になるはずである。

表1 ロシア東部の水素・アンモニア開発及び燃料利用に関わるプロジェクト数

(単位 件)

製造法	東シベリア	極東	AZRF*	合計
グリーンH ₂ /NH ₃	5	10	7	23
ブルー H ₂ /NH ₃	1	2	3	6
その他	-	1	3	3
合計	6	13	13	32

(出所) AZRF – 北極圏

表2 2030年と2035年のロシア東部における水素とアンモニアの生産量

(単位 1,000 t/年)

製造法	東シベリア	極東	AZRF*	合計
2030年				
グリーン H ₂	134	466	728	1,328
ブルー H ₂	-	100	-	100
ブルー NH ₃	800	6,000	6,600	13,400
その他H ₂	-	-	2	2
合計 H ₂	134	566	730	1,430
合計 NH ₃	800	6,000	6,600	13,400
2035年				
グリーン H ₂	134	5,809	1,228	7,171
ブルー H ₂	-	100	-	100
ブルー NH ₃	800	6,000	6,600	13,400
その他H ₂	-	-	2	2
合計 H ₂	134	5,909	1,230	7,273
合計 NH ₃	800	6,000	6,600	13,400

(出所) AZRF – 北極圏

オホーツク海のペンジンスカヤ湾（付属書2、プロジェクト11）とトゥグル湾（付属書2、プロジェクト4）、白海のメゼンスカヤ湾（付属書2、プロジェクト26）における潮力発電所の建設を想定した「グリーン」水素製造プロジェクトは、2035年までに、「グリーン」水素の計画生産量の89%に当たる630万tの水素製造を可能にするはずである。

トゥグルスカヤ潮力発電所建設プロジェクト[付属書2、プロジェクト4]は、ERSO Holding社（AFK Sistema社傘下）がTyajmash社及びハバロフスク地方投資促進庁と共同で開発している[付属書1、No.3, 9, 27]。グリーン水素は、東アジア諸国への供給を想定している。韓国のHundai Heavy Industries社とHyosung社の技術を利用する計画である[77]。

これらの潮力発電所建設プロジェクトは、1970年代から検討されてきたが、実施に至らなかった。2021年9月、ロシア大統領は、2022年3月1日までに、ペンジンスカヤ、トゥグルスカヤ、メゼンスカヤを含む潮力発電所の電力を利用する水素とアンモニアの生産センター

の創設を検討し、それらのセンターの技術・経済特性、外国パートナーの参加の可能性を評価し、しかるべき提案を提出するようロシア政府に指示した[26]。

1) 東シベリア

現在、東シベリアには6件の水素及びアンモニア製造プロジェクトがある[付属書2、プロジェクト14-19]。

5つのプロジェクトの枠内で、イルクーツク州の既存の水力発電所 [付属書2、プロジェクト16~19] とクラスノヤルスク地方のアンガラ川下流の新しい水力発電所（モティギンスク水力発電所、プロジェクトはEn+Group社が開発 [付属書2、プロジェクト15] ）の電力を使用した水の電気分解による「グリーン」水素の製造が提案されている。既存の水力発電所により2025年までに年間18,600 tの水素を生産し、2030年までにモティギンスク水力発電所のフル稼働によりさらに116,000 tの水素を生産する計画である。

「シベリア石炭発電会社」プロジェクト [付属書2、プロジェクト14] では、ボロジンスキー炭鉱をベースに、2027年から年間80万 tの「ブルー」アンモニアを生産する計画である。採掘された褐炭をガス化し、発生した二酸化炭素を回収して地下で貯留する計画である。

すべてのプロジェクトは、アジア太平洋諸国への水素／アンモニアの輸出を想定しており、一部は国内市場向けである。エネルギー省が策定中の「ロシア連邦における低炭素水素エネルギー産業発展総合プログラム」には、東シベリアから中国への鉄道による水素輸出の効率の評価が引用されており、それによると、これらのプロジェクトは、国が支援する場合にのみ商業的に成立するとされている。

2) 極東

現在、ロシア極東では13件の水素及びアンモニア製造プロジェクトが検討されている [付属書2、プロジェクト1~13]。このうち10件のプロジェクトで、「グリーン」水素の製造が明記されている。5件のプロジェクトのエネルギー源として風力発電所（付属書2、プロジェクト7-10, 13）、1件のプロジェクトで太陽光発電所（付属書2、プロジェクト1）、2件のプロジェクトで水力発電所（付属書2、プロジェクト2, 5）、さらに2件のプロジェクトで潮力発電所（付属書2、プロジェクト4, 11）が示されている。極東では合計580万 tの「グリーン」水素の製造が計画されており、そのうち500万 tはペンジンスカヤ潮力発電所 [付属書2、プロジェクト11] の電力、35万 tはトゥグルスカヤ潮力発電所 [付属書2、プロジェクト4] の電力を使用して製造する計画である。

2件のプロジェクト[付属書2、プロジェクト3, 6] は、ガス田をベースにCO₂回収技術を使用しメタン水蒸気改質によって「ブルー」水素／アンモニアを生産するものである。ヤクーチアの油田から採掘したガスから水素を製造するという、研究生産合同Severo-Vostochnyj Al'yansが開発中のプロジェクト [付属書2、プロジェクト3] では、2030年までに600万 t

のアンモニア製造が可能になる。ロスアトムとAir Liquide社が実施中のサハリン島の「ブルー」水素製造プロジェクト [付属書 2、プロジェクト 6] は、2030年までに年間10万 tの水素製造を可能にする。

さらに、ロスアトムは、ヤクーチアのウスチ・タイガ村に小型原子力発電所を建設するプロジェクト [付属書 2、プロジェクト 12] を実施しており、交通、工業、公共事業における地域のエネルギーサービス消費者用に「イエロー」水素を製造する可能性も検討している。

極東のプロジェクトで最も多いのは、サハリン州での水素クラスター設立に関連するものである[付属書 2、プロジェクト 6-10、13]。これらのプロジェクトの合計で、2035年までに年間43万 tの水素を生産することが計画されている。水素クラスターには、石油・ガス、発電、エンジニアリング、輸送・物流など、水素エネルギー産業のフルサイクルの企業が入居すると想定されている。その中で最大のものは、国営企業ロスアトム、公共株式会社ロスアトム、公開型株式会社RJD社、株式会社Transmashholding社である。主な製品は、今のところアンモニアと想定されており、アジア太平洋諸国に輸出されることになる[27、28]。

サハリン水素クラスターには、以下の課題がある。

- ・水素の製造、変換、貯蔵、輸送の技術の完成、及び水素消費者クラスターの形成（図 2）：自律型水素貯蔵装置の利用、輸送分野での水素利用（水素列車、自動車、海上輸送）、住宅分野での電気及び熱供給

- ・水素の物流オペレーションの完成及び輸出。水素経済の構築。国の支援及びインセンティブ制度を使用した極東における水素ビジネスの促進。

2019年12月24日付で承認されたサハリン州政府決定第618号[29]には、以下の投資プロジェクトが記載されている。

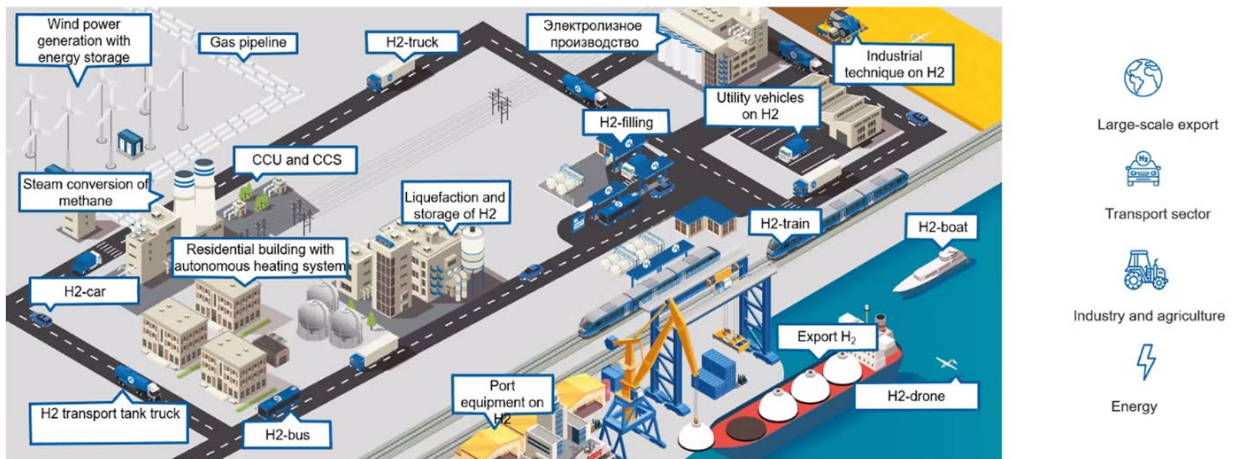
a) 天然ガスの改質による生産力20 t/hの輸出向け水素製造プラントの設立。必要な資金は300億ルーブル、優先的な輸出市場は日本。このプロジェクトにおける地域の課題は、インフラ施設の交通アクセスの確保、主要な幹線交通路への接続の支援である。

b) サハリン島での水素燃料電池列車による旅客輸送とその運行システムの実現。

c) 再生可能エネルギー（風力、水力、地熱）及び水素を含む他の燃料を用いた自律型ハイブリッドエネルギーシステムをベースとするマイクログリッドプロジェクトの構築、再生可能エネルギーと新燃料（ガス、水素）をベースとする分散型発電技術の認定と導入のための試験場のクリル諸島における創設。

ロシア連邦における低炭素水素エネルギー産業発展総合プログラムの議論の中で引用された評価によると、サハリン島での「ブルー」水素の製造と日本への輸出は商業的に効率的である。サハリン島での「グリーン」水素の製造と韓国への輸出、及びヤクーチアでの「ブルー」水素の製造と中国への輸出は、国の支援策があれば、投資家にとって魅力的なものになる可能性がある。

図2 サハリン水素クラスターにおける水素分野発展モデル



3) 北極圏

現在、北極圏では、13件の水素及びアンモニア製造プロジェクトが検討されている[付属書2、プロジェクト20-32]。

水素プロジェクトは、主にコラ半島[付属書2、プロジェクト27～32]とヤマル半島[付属書2、プロジェクト21～24]に集中している。

7件のプロジェクトが「グリーン水素」の製造に関するものである。エネルギー源は、3件のプロジェクトで風力発電所[付属書2、プロジェクト21、28、30]、1件のプロジェクトで白海のメゼンスカヤ湾の潮力発電所[付属書2、プロジェクト26]、3件のプロジェクトで水力発電[付属書2-27、31、32]となっている。

「グリーン」水素の大部分（2035年に北極圏でのプロジェクトで計画されている「グリーン」水素生産量の81%にあたる100万t）は、メゼンスカヤ潮力発電所の電力で生産される計画である。

3件のプロジェクト[付属書2、プロジェクト22-24]は、ヤマル半島でのCO₂回収・貯留技術を使用したメタン水蒸気改質による「ブルー」アンモニア製造を想定している。ロシア連邦における低炭素水素エネルギー産業発展総合プログラムの議論で引用された評価によると、ヤマル半島での「ブルー」水素の製造とドイツへの輸出は、国の支援策があれば商業的に効率的なものになりえる。

コミ共和国では、ソスノゴルスク天然ガス加工工場でのメタン熱分解により「ターコイズ」水素を製造するプロジェクトが検討されている[付属書2、プロジェクト25]。

ロスアトムプロジェクト[付属書2、プロジェクト29]では、コラ原子力発電所の電力を使用し水の電気分解による「イエロー」水素の製造を計画している。

Severnaya zvezda社のタイミル半島スィラダサイ石炭鉱床開発プロジェクト [付属書2、プロジェクト20] は、微粉炭火力発電所の建設と電気分解による水素製造を提案している。

[30]

ロシアの北極圏におけるプロジェクトは、北極海航路や港湾（ムルマンスク、サベッタ）に近接しているため、ヨーロッパやアジアへの輸出及び北極圏へのエネルギー供給の両方の目的で製品を出荷することが可能である。

小 括 ロシア東部の水素生産プロジェクトは、サハリン島、コラ半島、ヤマル半島に集中している。主な水素製造拠点として、潮力発電所、水力発電所、風力発電所、太陽光発電所の新規建設が想定されているが、最も大きな出力を確保するのは潮力発電所である。既存の設備は、水素技術を検証するためのパイロットプロジェクトに利用されることになっている。既存の発電能力では、ロシア政府の水素輸出目標を達成することは不可能である。東シベリア及び極東のプロジェクトの大部分は、アジア太平洋諸国への水素／アンモニア輸出向けであり、北極圏のプロジェクトは、北極海航路経由でのヨーロッパ及びアジア太平洋諸国への輸出向けである。プロジェクトはプレF/Sや研究開発の段階にあり、予想される生産量や商業的効率の評価は大幅に変更される可能性がある。

2. ロシア東部の水素及びアンモニア開発の主要参加者とその役割

（1）ロシアにおける水素及びアンモニアの製造及び輸送インフラの現状

現在、ロシアでは、高出力発電機の冷却に水素を技術的に利用する以外、アンモニア及び水素はエネルギー分野では利用されていない。しかし、これらの物質は古くから石油化学、冶金、化学工業、宇宙ロケット分野、農業などに使用されてきたため、認証基準、生産基盤、輸送インフラが存在する。現在、水素は主に消費者の近くで天然ガスから生産されている。ロシアの主な水素メーカーは、株式会社Taif-NK、有限会社 Gazprom Neftekhim Salavat、有限会社 ER Liquide（フランスの Air Liquid 社の子会社 [付属書 1、No.11]）である[31]。

水素は液化した状態で鉄道や道路で輸送される。[32、33] 現在、公共株式会社 Kriogenmashは、大容量水素液化装置（生産能力180～700 kg/h）、5～250 m³の液体水素貯蔵タンク、液化水素を輸送する自動車（容量25及び45m³）及び鉄道（容量100m³）用のタンクなどの水素複合体用のあらゆる技術装置を製造している[34]。また、株式会社Kontsern Uralvagonzavodと公開型株式会社NPO Geliymashが水素関連設備を開発・製造している[35、36、37]。

ロシアでは、天然ガスを原料として、15の大型プラントで約2,000万 t のアンモニアが製造されている[38]。アンモニアは、農工分野での消費と大西洋市場への輸出向けであるため、ほとんどの生産施設が国の西部に位置している。[39] 最大の生産者はEuroChem グループ（市場シェア17.3%）、Uralchem グループ（15.8%）、公共株式会社 Tol'yattiazot（16.2%）である。

2021年のロシア産アンモニアの推定輸出量は400万～440万 t で、そのうちTol'yattiAzot社

(TOAZ) が生産する200万 t のアンモニアがトリヤッチとオデッサを結ぶ世界最長のアンモニアパイプラインで輸送されている[40,41]。全長は2,417kmで、そのうち1,396kmは現在ロシアに、1,021kmはウクライナに所属している。パイプはソ連の発注によりフランスで製造され、アンモニアパイプラインの自動監視システムはアメリカのHoneywell社が開発した。輸送されるアンモニアの75%は沿線の農業分野の消費者に届けられ、残りの25%はTOAZ社が備船するガスタンカーでピブデンニイ港（ウクライナ、オデッサ市）から輸出されている。主な消費国は、トルコ、ブルガリア、スペイン、チュニジア、モロッコである。

アンモニアパイプラインのウクライナ区間のトランジットコストが高くなったため、TOAZ社は2003年にタマニ港（クラスノダール地方）にアンモニアと尿素の積み替えターミナルを建設するプロジェクトを開始した。2015年には、ドライカーゴ港の建設に向けた作業が再開された。このターミナルの貨物取扱量は、アンモニアが年間200万 t、尿素が年間300万 t となる[42]。現在、ロシアにはアンモニア積み替え用の海洋ターミナルがない。21世紀初め、ロシアでは化学品ターミナルを建設するための港湾インフラ（岸壁、道路、鉄道など）が未整備だったため、ロシア企業はバルト三国に自社のアンモニア積み替え施設を建設することを選んだ。現在、EvroChimグループとAkron社はシッラマエ港（エストニア）の自社ターミナル、Uralkhim社はベンツピルス（ラトビア）のターミナル、そして建設が終了したキングセップ工場からのアンモニアの積替え用として2020年初めに稼働したシッラマエの自社ターミナルを経由してアンモニアを輸出している。

アンモニアはロシア国内及び輸出向けに鉄道や陸上のタンク車で大量輸送されており、危険物輸送の規制に従っている[43, 44]。

国家機関 現在、ロシア連邦構成主体の行政機関、連邦行政機関、研究・教育機関、国営及び民間企業の間で、構成主体における水素エネルギー開発プロジェクトの協力及び実施を目的とする協定が数多く存在する。

水素クラスターの設立と発展に関する協定：水素製造施設の建設、外国市場及び地域の消費者への水素サプライチェーンの構築、この分野のプロジェクトの実施企業が参加する水素パーク、及びサハリン国立大学を拠点とした水素とその他クリーンエネルギーのコンピテンスセンターの設立に関する協力協定（ロシア連邦極東北極圏開発省、サハリン州政府及び国営企業ロスアトム間で調印） [45]。

カムチャッカにおける水素エネルギー・クラスターの設立協定は、2030年までに再生可能エネルギーをベースとする輸出向け水素プラントを設立するプロジェクトでの協力を目的としている。この協定の枠内で、当事者はプロジェクトの共同開発コンセプトを定義し、可能な技術ソリューションを検討し、ペンジンスカヤ潮力発電所建設プロジェクトと関連インフラの財務・経済指標を評価する。（ロシア連邦極東北極圏開発省、カムチャッカ地方政府、有限会社H2 Chistaya Energetika間で調印） [46]。

サハ共和国（ヤクーチア）ウスチ・ヤンスク地区ウスチ・クイガ村にRITM-200原子炉をベースにした小型原子力発電所（LPNPP）を建設するプロジェクトの一環としての、電力料金設定原則に関する協定。将来的には、この発電所をベースに交通や工業用の水素を製造することが想定されている。（国営企業ロスアトムとサハ共和国（ヤクーチア）政府間で調印）[47]。

企業 表3に、2035年までの生産量試算によるロシア東部の最も大規模な水素及びアンモニア生産プロジェクト及びその事業者をあげる。表中のプロジェクトの分析から以下の結論が導き出される。

- ・企業及び地域の公的経済開発機関から、天然資源の使用権を収益化するための提案が数多く寄せられている
- ・大規模プロジェクトは、天然ガス資源の利用あるいは北極圏とロシア極東での潮力発電所建設と関連がある（プロジェクト22、24、23、3はガス資源開発、4、11、26は潮力発電所建設）

表3 2035年までのロシア東部の主な水素・アンモニア製造プロジェクト及びその事業者

(単位 100万 t)

事業者	グリーン H ₂ /NH ₃	ブルー H ₂ /NH ₃	その他	プロジェクト [†]
東シベリア				
SUEK社		0,8		14
EH+社	0,1			15, 16, 17, 18
極東				
独立非政府団体Severo-Vostochnyj Al'yans		6,0		3
ガスプロム		6,0		3
H2 Chistaya Energetika社	5,1			11
Eurasia Mining社	0,1			9
Tyajmash社	0,35			4
カムチャッカ地方開発公社	5,0			11
アムール州投資促進庁	1,0			2
ハバロフスク地方投資促進・イノベーション開発庁	0,35			4
AZRF*				
エネルギー複合体開発基金Energiya		4,4		22, 24
東洋エンジニアリング		4,4		22, 24
伊藤忠プラントック		4,4		22, 24
ノヴァテック		2,2		23
Eurasia Mining社	0,17			27

(注) †- 付属書2にもとづくプロジェクト番号

* - AZRF北極圏

・プロジェクトの製品の種類及び輸送スキームは、関連技術を提供する外国企業の参加によって決まる（プロジェクト23、22、24）

・東シベリア最大のプロジェクトは褐炭資源を利用するものであり（SUEK社）、オーストラリアのラトローブバレーでのプロジェクトに類似する

シベリア大陸炭化水素資源開発プログラムの実施を背景にガスプロムがSevero-vostochnyj Al'yansに参加していることは、同社が水素及びアンモニアの外国市場へ参入する追加的な可能性を与えるものである。製品輸送の主な方向性は、ヤクーチアの鉄道インフラの整備、ロシア・中国国境のアムール側を渡る橋の建設、ハバロフスク地方と沿海地方の海港の開発によって決まる。ブルー及びグリーン水素とアンモニアの優先的な買手は、北東アジア地域では日本、韓国、中国、欧州エネルギー市場ではドイツである。これらのプロジェクトでの主な輸送手段は、北極海航路を含む海上輸送、及びアンモニアの場合は東シベリアとロシア極東の大陸部からの鉄道輸送である。これらの大規模プロジェクトで製造される水素やアンモニアは、地域の消費者へのエネルギー供給としても小規模に利用でき、東部やロシアの北極圏の僻地の工業や住宅公共事業など多くの消費者のための水素技術の成長可能性であると言える。

以下に、水素生産プロジェクトに参加する多くの企業が行っている水素エネルギー分野の活動をあげる。

ロスアトム 2018年以降、水素エネルギーは国営企業ロスアトム（以下、ロスアトム）の科学技術開発の優先分野となっている。ロスアトムは、水素の製造、貯蔵、輸送の独自技術の開発、この分野におけるロシア及び外国の企業や組織との長期的な戦略的技術的パートナーシップの形成に注力している。この分野のインテグレーターを担当するのは株式会社Rusatom Overseasである。[48]

ロスアトムは、サハリン島における水素クラスター設立プロジェクトに積極的に参加している。2021年4月、極東北極圏開発省、サハリン州政府、ロスアトムの間で、「水素クラスターの設立と発展」プロジェクトでの協力に関する合意書が調印された。同月、Rusatom Overseas社、Air Liquide社（工業ガスメーカー）、サハリン州政府の間で、同地域での低炭素型水素製造の実現可能性を調査する目的で相互理解覚書が調印された。2021年9月、サハリン州政府、ロスアトム、ガスプロムは、サハリン島での水素製造コンプレクスに関するプロジェクト実現のための主なステップを定めた、水素エネルギー分野の協力協定に調印した。三者は、サハリンにおける二酸化炭素回収技術を使用したメタン水蒸気改質による水素製造、水素製造に必要な天然ガスの供給、及び外国市場や州内の消費者への製品供給システムの構築で協力する意向である[49]。

Air Liquide社との協定に基づき建設予定のメタンベースの水素製造プラントは、サハリン島の水素クラスターの中心的施設になる予定である。水素製造は2024年に開始し、当初の生

産量は3万t、2030年には10万tまで増加する計画である。プロジェクトのエネルギー源として風力発電所の設立が計画されている。これに関する協定が、ロスアトム傘下のNovavind社とサハリン州の間で調印されている。総設備容量最大200MWの風力発電所の建設が計画されており、2024年の運転開始を予定している[50]。[付属書2、プロジェクト6] 2022年2月、Rusatom Overseas社とAir Liquide社はこのプロジェクトのF/Sを完了し、サハリン州政府との会合でその結果を提出した。F/Sの良好な結果を受け、Rusatom Overseas社とAir Liquide社は、プロジェクトの次の段階であるFEED（Front-End-Engineering Design）の準備に取りかかっている[51]。

このプロジェクトでは、アジア諸国への水素輸出が想定されており、2025年に輸出を開始する計画で、日本及び韓国の潜在的パートナーと交渉中である。当初はアンモニアの形での供給を想定しているが、液化水素を専用船で輸送する選択肢もありえる[27]。

2019年9月に東京で、Rusatom Overseas社と日本の経済産業省資源エネルギー庁は、2020～2021年にロシアから日本へ水素を輸出するパイロットプロジェクトのF/S共同実施に関する協力協定に調印した。このプロジェクトでは、電気分解による水素製造の可能性が検討された[52]。ロシアから日本への水素輸出に関するF/Sは日本当局及び川崎重工業と共同で実施された[53]。

2019年9月、ウラジオストクにおいて、サハリン州政府、ロスアトム、RJD社及びTransmashholding社は、「水素燃料電池列車とその運行管理システムによる鉄道輸送を実施するプロジェクトでの協力及び連携に関する」協定に調印した。[54] RAZレールバスをベースに水素客車を製造する計画があり、運行及び財務モデルが作成され、サハリン島での旅客輸送プロジェクトのF/Sが実施された。2024年には最初の列車が登場し、近郊型ネットワークとして2025年から2030年にかけて7本、その後13本まで増やす予定である。2019年のプロジェクト評価では、水素1kgの価格を350ルーブルと想定していたが、現在は90～100ルーブルと試算されている[55]。

2021年9月、Rusatom Overseas社、公共株式会社KAMAZ、極東北極圏開発公社、サハリン州開発公社は、サハリン島の交通部門における水素技術の発展及び利用における協力に関する相互理解覚書に調印した。覚書の当事者は、サハリン州における水素パーク設立及び水素燃料電池を利用した環境に優しい交通の実施に関するプロジェクトへの共同参加の可能性を検討している[56]。

2021年12月、Rusatom Overseas社とNLMKグループ（国際冶金企業）は、水素製造と二酸化炭素回収・利用技術の開発に関する協力協定に調印した。この協定は、水の電気分解、二酸化炭素回収を伴うメタン水蒸気改質、メタン熱分解などの水素製造技術の共同研究開発、及び水素製造パイロットプロジェクトの実施を定めている。協力の一環として、双方は気候ニュートラルな水素製造の技術的・商業的側面を評価することを計画している[57]。

2021年12月、Rusatom Overseas社と公共株式会社ルクオイルは、プロイェシュティ市（ル

一マニア)の製油所用の「グリーン」水素の製造及び供給における協力関係の強化に関する覚書に調印した。双方は、生産能力約1万m³/hの電解槽を使用して同製油所で「グリーン」水素を製造する可能性を検討する[58]。

2023年、ロスアトムはコラ原子力発電所で水素製造試験施設を稼働開始する計画である。2023年の時点では、その施設の電解装置の能力は1MWであるが、その後10MWに増強する予定である[59]。[付属書2、プロジェクト29]

ロシア初の水素製造用原子力発電所を2033年までに立ち上げ、2036年までに商業運転を開始する計画である[60]。

ガスプロム 公共株式会社 Gazprom (以下、ガスプロム)の傘下にある企業は現在、様々な技術(主にメタン水蒸気改質[61])を使用して35万t以上の水素を製造し、様々な種類の製品の製造に使用している[62]。そのうち3分の2はアンモニアとメタノールの生産に、残りは従来の自動車用燃料の生産に使われている[61]。公共株式会社 Gazprom Neftの子会社は、その技術施設において10万t以上の水素を製造しており、2024年までに25万tまで増加する予定である[63]。2021年4月には、天然ガスをベースとした水素技術分野のプロジェクトを実施する専門企業として有限会社 Gazprom vodorodが設立された。

2021年9月、ロシア連邦政府とガスプロムは、「天然ガスをベースとした水素エネルギーの開発及び産業・交通の脱炭素化に関する」意向書を締結した。それにもとづき、ガスプロムは、水素エネルギー開発と交通の脱炭素化の「ロードマップ」を策定し、承認のためにロシア政府に提出する。「ロードマップ」には、技術開発指標と、その達成のための行動計画が提示される。

ガスプロム・ネフチは、2020年11月にトムスク工科大学の発案によって設立された「水素技術バレー」コンソーシアムの産業パートナー評議会に参加している。

ガスプロムは、エネルギー資源としての水素の利用について、以下の科学技術研究に取り組んでいる。

- ・生産活動にメタン水素混合ガスを使用する技術の開発(二酸化炭素や有害物質の排出量削減、天然ガス輸送の効率向上)

- ・CO₂を排出しないメタンからの水素製造技術(例えばメタンの熱分解)及びCO₂回収・利用技術の開発。メタン熱分解の技術工程では、ブラックカーボンと呼ばれる固体炭素が生成される。気体の二酸化炭素と異なり、固体炭素は保管が容易で毒性もない。また、炭素材料の利用分野としてガスの吸着貯蔵も有望である。

ガスプロムによると、メタン水素混合ガスの形で水素燃料をパイプラインで輸出することは、現在多くの理由で不可能である。

- ・ガス輸送システムに水素が加わると、輸出ガスの特性や価格が変化し、輸出契約上の義務違反につながる可能性があり、また、幹線パイプラインの特別な認証が別途必要になる

- ・メタン水素混合ガスを輸送する際の技術設備の完全性と産業安全の問題が未解決である
- ・ロシアにもヨーロッパ諸国にも、メタン水素混合ガスのパイプライン輸送に関する統一された規範及び技術規制が存在しない。

ガспロムの見解によると、ユーラシア西部への水素輸出の最適なソリューションは、天然ガスの輸送後、最終消費者の近くで低炭素水素またはメタン水素混合ガスを製造することである[64]。

また、ガспロムは、ロシア極東でのブルー水素製造、日本、韓国、中国への輸出にも関心を持っている。そのため、道路や海上、鉄道などの輸送インフラを利用して、さまざまな形態の水素を輸出する可能性が検討されている[65]。また、ガспロムは日本へのブルーアンモニア供給の可能性も検討している[61]。[付属書2、プロジェクト3]

水素エネルギー分野でのガспロムとRJD社の共同プロジェクトの可能性がある。ヤマロ・ネネツ自治管区で採掘される天然ガスを原料として現場で水素を製造し、その水素をオブスカヤ・カルスカヤ鉄道の機関車用燃料として使用することができる[67]。

ロスネフチ 公共株式会社NKロスネフチ傘下の企業による2020年の水素生産量（石油精製に必要）は約40万tだった[68]。2023年には、最大130万tの水素を製造する計画である[69]。2021年2月、ロスネフチとBP社は、炭素管理と持続可能な開発の分野で両社の活動を支援することを目的とした戦略的協力協定を調印した。この協定は、再生可能エネルギーを利用したものを含む水素製造の新たなプロジェクトの見通し、及びロスネフチの製油所の既存の水素設備におけるCCS技術の利用に関する共同研究を想定している[70]。

ルスギドロ ルスギドログループの傘下には、400以上の発電所がある。出力640万MWのロシア最大のP.S.ネポロジヌイ記念サヤン・シュシェノ水力発電所、合計設備容量10.6GWを超えるヴォルガ・カマ・カスケードの9発電所、ブレヤ水力発電所（2GW）、ゼヤ水力発電所（1.3GW）、北コーカサスの数十の水力発電所、操作性の高い3カ所の揚水発電所などである。またルスギドログループの企業は、極東で総出力約7GWの火力発電所及びカムチャッカで地熱発電所を運営している。

2013年、公開型株式会社RAO ES Vostokaとルスギドロ、日本の川崎重工業は、マガダン州における液化水素プラント建設プロジェクトに関する協力協定に調印した。事前F/Sの結果、日本への輸送を含めた液化水素はコストが高く、水素を製造・貯蔵・輸送するための安全な技術もないことが明らかになった。その結果、川崎重工業はこのプロジェクトへの参加中止を決定した[71]。

2021年9月、ルスギドロとH2 Chistaya Energetika社は、水素エネルギー分野の共同プロジェクト実施に関する協力協定に調印した。両社は、水素及び水素化合物の製造のためのエネルギー源として新しい水力発電所を建設する可能性を検討する[72]。H2 Chistaya Energetika社

は、1970年代に最大設備容量が100GWと評価されたカムチャッカ地方のペンジンスカヤ潮力発電所の建設プロジェクト [付属書 2、プロジェクト11] を検討している[73]。

ロスナノ ロスナノグループの水素エネルギー分野のプロジェクトには、二つの方向性がある。輸出能力の実現のための低炭素水素の製造及び利用に関するパイロットプロジェクト、及び次世代電気自動車用の国産水素燃料電池の開発及び実用化である[74]。

2021年、株式会社ロスナノとムルマンスク州政府は、温室効果ガスの排出を削減するためのゼロカーボン・クラスターあるいはカーボンフリー・ゾーンの設立に関する協定に調印した[75]。 [付属書 2、プロジェクト30]。

ノヴァテク ノヴァテク社のオブスキー・ガス化学コンプレクスは、年間220万 t のアンモニアと13万 t の水素を製造する見込みである。同時に、年間最大400万 t のCO₂を回収及び地層に注入する計画である。オブスキー・ガス化学コンプレクスにおけるCCSプロジェクトは、ヤマルLNGプラントの同様のプロジェクトとの統合により、技術のスケールアップしコストを削減できる可能性がある。オブスキー・ガス化学コンプレクスの第1期は2026年、第2期は2027年に稼働開始する予定である。ドイツのRWE社や日本の三井物産がこのプロジェクトに関心を示している[76]。 [付属書 2、プロジェクト23]。

YTEC YTEC社は、独立系の液化ガスメーカーであり、ヤクーチア中央部で半世紀以上にわたって開発されている鉱床を資源基盤としている。新しい資源を準備するプログラムの実施後に、オホーツク海へのパイプラインを建設し、新プラントで生産するLNGを東アジア諸国に輸出する想定である。既存の天然ガス資源基盤の近くにアンモニア製造プラントを建設し、鉄道で消費者に配送及び輸出する可能性が生まれている。ブルー水素の製造は、輸送の問題から非効率とされているため、このような選択肢は同社の今後の発展にとって明確なメリットを持っている[78]。 [付属書 2、プロジェクト3]。

小 括 ロシアでは、化学及び石油化学工業の原料としてのみ使用される水素とアンモニアの製造が発達している。水素エネルギー産業のニーズのための水素及びアンモニアの国内消費は存在していない。既存のアンモニア輸送インフラは、ロシアのヨーロッパ部で生産されるアンモニアを、主に大西洋岸地域の市場へ輸出するために設計されている。国内の能力及び輸送技術は、液化水素とアンモニアの輸送インフラの構築と運用を可能にする。

様々なレベルの行政機関が、ロシア極東、北西連邦管区において、水素エネルギー産業の要素やクラスターを創設するための多くのプロジェクトに参加している。国営企業は、水素エネルギー技術の開発や水素及びアンモニア輸出プロジェクトの実施、国内水素エネルギー市場の発展に関心をもち、積極的に取り組んでいる。炭化水素の採掘を行う民間企業も、独

自の水素及びアンモニア製造プロジェクトを持っている。自社の発展の展望を水素エネルギーと結びつけている民間企業も多いが、外国市場の将来の規模、それらの市場までの輸送インフラの効率、製品のグリーン認証制度などの価格形成制度の構築に大きく左右される。そのような企業の例として、トゥグルスカヤ潮力発電所プロジェクト（グリーン水素）と連携しているERSO Holding社や、ブルーアンモニアの輸出に力を入れているYTEC社が挙げられる。

3. ロシア東部での水素・アンモニア開発に関わる外国との協力

（1）外国企業との協力の動き

ガスプロムは、Wintershall Dea社、Nederlandse Gasunie社、VNG社、Uniper社、OMV社、KOGAS社、Royal Dutch Shell社、Linde社、Engie社、ThyssenKrupp社、日本の資源エネルギー庁、三井物産、三菱商事、Siemens社などの企業と水素分野で常時協力関係を維持している。ガスプロムとWintershall Dea社は天然ガスとCCSを使用した水素技術開発の共同パイロットプロジェクトを実施している[79]。Linde社及びSiemens社とは、二酸化炭素排出削減につながるメタン水素混合ガスの製造とそのガスタービン燃料としての使用に関する交渉を行っている。Hyundai Motor社とは、モスクワ市における水素充填ステーション建設に関するパイロットプロジェクト実施の可能性が話し合われている。VNG社とUniper社とは、水素製造に天然ガスを使用するメリットが話し合われた[81、82]。

Rusatom Overseas社は、Air Liquide社との協定の一環として大規模水素プラントを建設する計画である。第1フェーズでは約3万tの水素を製造し、2030年までに10万tまで増大する大規模プラントの建設が計画されている[27]。[付属書2、プロジェクト6]

2021年9月、ロスネフチは日本の経済産業省との間で炭素管理分野の協力に関する覚書を、Equinor社との間で炭素管理分野の協力協定を、ExxonMobil社との間で炭素管理分野の連携に関する相互理解覚書を調印した。これらの文書は、二酸化炭素の回収・貯留・利用技術の使用、水素及びアンモニア燃料の開発に関する新規プロジェクトの将来性を調査するためのものである。[83、84、85] 2022年2月にロスネフチと中国石油天然気集团公司は、二酸化炭素回収・貯留技術における連携の将来性の調査を想定した低炭素開発分野の協力覚書に調印した[86]。

ノヴァテク社とUniper社は、主にドイツ市場向けに最大年間120万tの低炭素アンモニアを長期供給するための基本条件に関する協定を調印した。生産はCCS技術を使用してオブスキークー・ガス化学コンプレクスで行い、Uniper社が計画中の再生可能エネルギーで稼働するアンモニア分解装置を備えた新ターミナルで荷降ろしされる。アンモニアから製造される水素ガスは、ドイツで計画中の水素パイプラインネットワークに送られるほか、環境にやさしい原料及び燃料として供給される[87]。

ロスナノはEnel社と共同で、ムルマンスク州での水素製造と欧州への輸出のパイロットプロジェクトを実施する可能性を検討している。「グリーン」エネルギーの供給源は、公共株式会社Enel Russiaのコラ半島の風力発電所となる予定である[88]。[付属書2、プロジェクト30]。

Severstal社は、Baker Hughes社、三井物産、ConocoPhillips社などのロシア及び外国の企業と共同で、メタン熱分解による低炭素水素製造技術の開発者であるカナダのEkona社に投資している[89]。

Petrofac社（英国）は、サハリン島初の風力・水素プラントの初期設計段階における3年間のコンサルティングサービス提供に関する枠組契約を締結した。H4 Energy社との設計サービス契約には、2022年1月にサハリン島南西端のサイトで開始された初期調査（initial screening study）が含まれている。風力発電所の総設備容量を3 GWまで増大し、年間17,000 tの水素を製造するオプションが検討されている[90]。[付属書2、プロジェクト30]

ロシアの機械メーカーSinana-Transportnye mashiny社のパートナーであるSiemens社は、RJD社に対し、サハリン島での水素列車に関する技術参加及びノウハウを提案した[27]。

英国のEurasia Mining社が、水素及びアンモニアの市場に参入しようとしている。同社は、ムルマンスク州でのプレゼンスを拡大し、サハリン州にも進出することを決定した。生産拠点はサハリン島南西部、クリリオン岬付近に設置する計画である[91]。[付属書2、プロジェクト9、27]

オーストラリアの実業家で、Fortescue Metals Group、Fortescue Future Industries社、Minderoo Foundation、Tattarang Groupを設立したアンドリュー・フォレストは、ロシアで再生可能エネルギーによる水素製造事業を立ち上げる意向である。同氏は、ロシア政府からの支援を求め、ロシア直接投資基金との間でプロジェクトを協議中であり、自社の技術を現地化する用意がある[92、93、94]。

再生可能エネルギーへの投資を専門とするデンマークのCopenhagen Infrastructure Partners社は、風力発電の電力1.5 GWを使用して12万 tの水素を製造するためにシュムシュ島を賃借することを計画している[95]。[付属書2、プロジェクト13]

小 括 様々な外国企業が、ロシアにおける水素エネルギー技術の開発及び水素とアンモニアの輸出プロジェクトの実現、低炭素技術開発、CCSプロジェクト、GHG排出量削減のための工業における水素利用などを目的としてロシア企業と協力している。ユーラシア大陸の東西の将来有望な市場への参入を目的として、ロシア連邦での水素及びアンモニア製造に関心が示されている。外国企業との主な協力分野は、コンサルティング、技術開発、再生可能エネルギー用設備、電解槽を含む水素・アンモニア製造技術の水素技術のエンドユーザーへの供給である。外国市場への水素及びアンモニアの輸送インフラのプロジェクトには外国企業はほとんど参加していない。例外として、ヤマル半島からドイツにブルーアンモニアを輸

出するプロジェクトに取り組んでいるUniper社とノヴァテク社の協力をあげることができる。

（２）ロシア東部における水素及びアンモニア開発の課題と問題

サハリン州は、エネルギー消費者向けの水素技術の試験的使用及び水素エネルギー開発のための主要な実験場になりつつある。すでに、巨大な潮力発電所の建設やそれを拠点としたグリーン水素製造などのメガプロジェクトを含め、水素及びアンモニアの輸出プロジェクトは数多くある。しかし、投資家にとって最大の問題は、東アジア諸国の水素市場の見通しが不透明なことである。再生可能エネルギーと水素エネルギーの相互関係や開発規模を考慮して、今後5～10年及び20～30年までの長期間の水素及びアンモニアの輸入に関する確実な数値指標が必要である。新規エネルギー市場（電力を含む）の制度構築や、それに伴うガス、石油、石油製品などの分野別市場の変革の問題は、まだ議論さえされていない。

水素及びアンモニアの輸送の問題 パイプラインでの水素輸送は、輸送されるエネルギー1単位につき、天然ガス輸送の3倍のエネルギーを必要とする。ロシアと日本を結ぶ海底ガスパイプライン（サハリン島～北海道間）の建設プロジェクトは「宙に浮き」、かなり前からその状態が続いている。

ロシアでの輸出プロジェクトにおける水素輸送の問題は、ニュース会社RBCがH2 Chistaya Energetika社のカプラン社長に行ったインタビューに最も端的に反映されている[96]。同氏は、ロシア産水素の主な買手として、アジア太平洋諸国（特に韓国と日本）、ドイツを主とするヨーロッパを挙げている。化学的に結合した状態の水素は、あらゆる種類の貨物輸送手段で運ぶことができる。液化水素の輸送は非常に高価であり、現在は効率も悪い。「可能ではあるが、そのための船は世界に1隻しかない。日本の川崎重工業が建造したタンカーだ...もう1隻、韓国が2023年に立ち上げを計画している。」

世界では「今のところ、水素輸送プロジェクトはすべて試験的なものだ。...大量輸送のソリューションがいつ実現し、どれだけのコストがかかるか、それが現在最も重要な問題の一つだ。水素がどのような形で輸送されるかは、それによって決まるところが大きい...もし、純粋な水素を輸送する有効なソリューションが世界に見つからなければ、アンモニアや結合した形の水素が輸送される...従来のタンクで鉄道や船舶で輸送されることになるだろう」。

「...水素の製造コストは...5～10年後には安くなる。しばらく待つのが賢明かもしれない。そして、より安価な技術が現れて、経済効率がよくなった時に、なんらかのプロジェクトを実施する。...これらのプロジェクトはすべて、今のところ経済効率が低い。...だから、ここで重要なのは政府の刺激策だ」。

水素及びアンモニアの輸出インフラ開発の問題は、水素エネルギー開発が活発に進んでいることと関連してサハリン州当局の注目の的となっている[97]。リマレンコ・サハリン州知事は、水素輸出の技術的問題が、水素クラスター開発プロジェクトを実施する上で最重要で

あると指摘している。知事によると、今のところアンモニア製造と水素の液化の二つの技術が検討されている。

Rusaton Overseas社のマーケティング・事業開発担当副社長のモスクヴィンは、2021年9月の東方経済フォーラムにおいて、「アンモニアとして[水素を]輸送することは難しくない。この方法はすでに完成しており、水素と窒素は触媒で分離できる...水素の液化は非常に高価なプロセスだ。液化した水素を大量に輸送する技術はない」と指摘した。

2021年のサンクトペテルブルク国際ガスフォーラムにおいて、ガズプロムの将来開発部長で有限会社Gazprom vodorod社長のK.ロマノフは、グリーン水素輸出問題の予備調査の段階ですでにメタン水素混合ガスの輸送は採算が取れないと認識していたとし、「大消費地の近くで水素を製造するのが最適であり、天然ガスを輸送する方が簡単でコストも安い」と述べた[98]。

「欧州委員会の水素バックボーン構想では、新しいパイプラインを建設するにしろ、既存のものを使用するにしろ、純粋な100%水素を輸送することを想定している。そして、それは実際に意味がある...経済的な観点から見ても、すでに高価な製品を作ったのであれば、そのまま使うべきだ。より安いもので薄めることは、おそらく無意味だ。後から逆に収益化するの難しいから。しかし、インフラを整備してパイプラインの終端で分離すると、水素製造にかけた投資に匹敵するコストになるだろう。事実上コストの重複になる」。

「水の分子の分離には、メタン分子の分離の2倍のエネルギーが必要だ。それは、水素だけを製造したい場合だ。だから、純粋に物理化学的な基準で考えても、ガスから作る水素の方がメリットが大きい」。

例えば、トルエンに溶かした水素を輸送する場合（千代田化工建設の技術）、質量の90%以上がトルエンで残りが水素となり、水素添加／脱水素のサイクル数が問題となる。「水素輸送技術がグローバル市場発展の鍵となるだろう...技術的、経済的なパラメータを考慮すると、天然ガスを輸送し、その後天然ガスから水素を製造するのが現在のところ最適なスキームに思える。しかも、製造のためのエネルギーコストは再生可能エネルギーでまかなえる可能性もある」。

小 括 現在、ロシア東部の国内市場開拓にとって水素エネルギーは、東部の大規模なガス化がなくても、ニッチな用途では一定の優位性を持っているかもしれない。

東アジア諸国の水素及びアンモニアの輸入市場の規模や構造は不確実性が大きいため、輸出プロジェクトの実現が大幅に遅れている。輸入業者から要求される水素キャリアの種類（液化水素、液体有機物の成分として（LOHC - Liquid Organic Hydrogen Carrier）、アンモニア、その他）に関する大きな不確実性が残っている。現在、商業化された水素輸送技術はアンモニアしかない。

おわりに

ロシアは、非再生可能エネルギー資源及び再生可能エネルギー資源を豊富に持っており、それらの輸出は輸出収入のかなりの部分を占めている。世界のエネルギー市場が水素（及び燃料としてのアンモニア）の需要拡大へと変化すれば、「グリーン」水素及びアンモニア製造のための、従来のエネルギー分野（ブルー及びターコイズ水素、ブルーアンモニアの生産）の新しい生産能力の形成にも、まだ収益化されていない再生可能エネルギー資源（北極圏、北極海及び太平洋沿岸及び水域での風力発電、潮力発電）の開発にもつながる可能性がある。

2021年、ロシアでは経済の脱炭素化を目指した多くの基本文書及び法律が採択された。そのような政策の長期的な目標は、ロシア政府の観点から見て、グローバルなエネルギー及び環境の安全を保障するものでなければならない。同時に、ロシアは、世界的な規模で早まっているエネルギー市場制度変革のスピードに乗ることを危惧している。

経済の脱炭素政策の実施の影響は、エネルギー分野の技術革新プロセスの活発化、多くの経済分野の再編、国の社会政策の変化などを考慮して、概して肯定的に評価されている。

水素エネルギーに関するこのような政策の実現には、二つの重要な問題があることが分かった。再生可能エネルギーの大規模開発促進の妥当性、及び既存のガス輸送パイプラインシステムでの輸出のためにメタン水素混合ガスを使用することの効率である。

2022年初めの時点で、燃料としての水素及びアンモニアを製造するプロジェクトが40以上ある。その多くは、ユーラシア大陸の東部や西部に形成されつつある輸出市場向けであり、ロシア国内でのこれらの燃料の需要の見込みはわずかである。

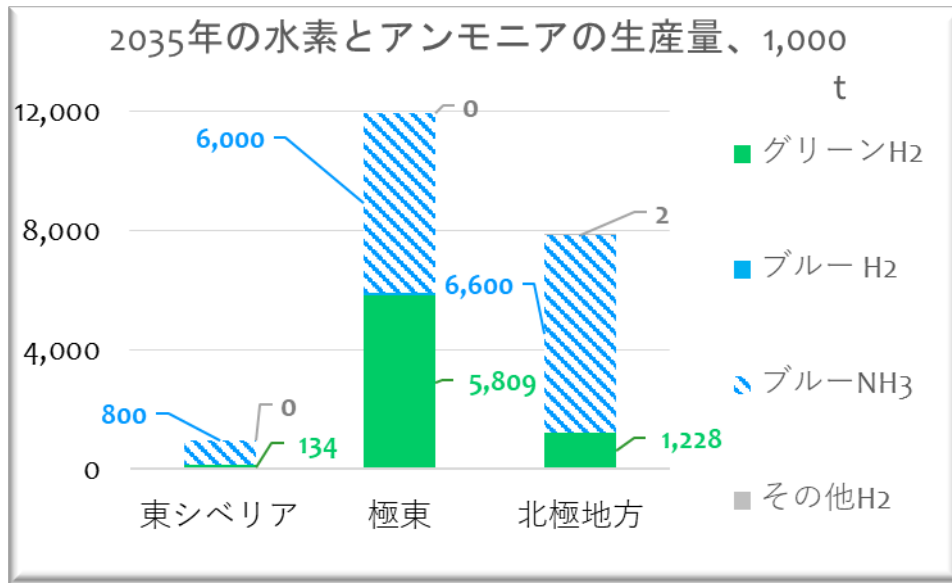
ロシア東部の水素製造クラスターは、サハリン島、コラ半島、ヤマル半島に集中している。既存の水力発電容量を、水素技術の試験や水素エネルギーインフラ構築のパイロットプロジェクトに利用する予定である。新しい水素製造拠点には、大規模な潮力発電所、水力発電所、風力発電所が建設されることになっている。540万tのグリーン水素を含め最大の生産力を確保できるのは、ロシア極東の2カ所の新しい潮力発電所である（図3）。

東シベリア及び極東での輸出プロジェクトは、海上輸送による東アジア諸国への水素／アンモニアの供給、北極圏でのプロジェクトは、北極海航路によるヨーロッパ及びアジア太平洋地域への供給を想定している。

ロシアでは現在、原料としてのみ使用される水素及びアンモニアの製造が発達している。独自のアンモニアパイプラインを含むアンモニア輸送インフラは、大西洋地域の市場へのアンモニア輸出用である。国内には、燃料としての液化水素及びアンモニアの輸送インフラの構築と運用を可能にする能力がある。

ロシアの極東及び北西部では、行政機関が水素エネルギーインフラの構築に積極的に取り組んでいる。水素エネルギー技術の開発に最も力を入れているのは、ロスアトムやガスプロムなどの国営企業である。燃料としての水素及びアンモニアの生産プロジェクトの実施に大きく影響する主な要因は、外国市場の規模予測、それらの市場における価格形成制度、グリ

図3 地理別及び種類別の生産構造



ーン製品認証メカニズム、技術効率及び輸送インフラの効率である。

外国の大企業がロシア企業と協力している。協力の主な分野は、再生可能エネルギー、水素技術のエンドユーザー、水素及びアンモニアの製造（電解槽を含む）、低炭素技術開発、炭素の回収・貯留・利用プロジェクトのためのコンサルティング、技術開発、設備供給である。ドイツのUniper社とノヴァテク社とのヤマル半島からドイツへのブルーアンモニア輸出プロジェクトを除いて、外国市場への水素及びアンモニアの輸送インフラ構築プロジェクトへの外国企業の参加が確認されていない。

本レポートのためのデータ収集と資料分析が終わったのは、2022年2月下旬から3月上旬にかけてのロシアに対する前例のない制裁措置の導入前である。この時期に、国際的なエネルギー企業は、ロシアにおけるエネルギー資源採掘プロジェクトからの撤退、あるいは新規プロジェクトへの投資の凍結を宣言した。このような背景から、外国の設備メーカー、技術ライセンサー、貿易会社がロシア企業、水素製造プロジェクトの提案者との協力を拒否する可能性が極めて高い。おそらく、水素製造プロジェクトの実施規模を左右する主要因は、国際協力の再開の動きとなるだろう。

【参考文献】

- [1] 2001年のロシアの対外貿易、<https://russian-trade.com/reports-and-reviews/2022-02/vneshnyaya-torgovlya-rossii-v-2021-godu/>
- [2] 低炭素開発長期戦略について、2021年11月1日、<http://government.ru/news/43702/#rp3052-r>
- [3] ロシア連邦の若干の構成主体における温室効果ガス排出削減実験の実施について、2022年2月20日、<https://sozd.duma.gov.ru/bill/37939-823>
- [4] 連邦院が温室効果ガス排出制限実験に関する法律を承認、2022年2月22日、<https://www.finanz.ru/novosti/aktcii/sf-odobril-zakon-ob-eksperimente-po-ogranicheniyu-vybrossov-parnikovyykh->

gazov-1031215870

- [5] 2021年8月23日付ロシア連邦政府令第2290-r号、<http://government.ru/news/43502/>
- [6] ロシアにおける水素エネルギー開発に関する戦略会議、2021年10月15日、<http://government.ru/news/43558/>
- [7] マントゥロフは、2050年までにロシア産業はカーボンニュートラルになるとの予測を述べた、2021年12月21日、<https://rg.ru/2021/12/21/manturov-predskazal-uglerodnuiu-nejtralnost-v-promyshlennosti-rf-k-2050-godu.html>
- [8] ロシアの電力部門の脱炭素化には14～24兆ルーブルの費用がかかる、2021年12月7日、<https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/12/06/899283-dekarbonizatsiya-elektroenergetiki>
- [9] チュバイスの発言：ウラジーミル・プーチンは、ロシアを発展の行き止まりから脱出させた、2022年1月13日、<https://rg.ru/2022/01/13/chubajs-vladimir-putin-avel-rossii-s-tupikovogo-puti-razvitiia.html>
- [10] チュバイスの発言：水素の輸出は、2030年までにロシアに最大400億ドルをもたらす、2022年1月13日、<https://rg.ru/2022/01/13/chubajs-eksport-vodoroda-budet-prinosit-rf-do-40-mlrd-dollarov-k-2030-godu.html>
- [11] 現在の再生可能エネルギーへの第4次エネルギー転換には数十年かかる、2021年1月17日、https://www.eprussia.ru/news/base/2022/2397061.htm?sphrase_id=6277758
- [12] マキシム・レシエトニコフは、RFTAの学生を対象に、2050年までのロシアの低炭素開発戦略のプレゼンテーションを行った、2021年12月18日、https://www.economy.gov.ru/material/news/maksim_reshetnikov_prezentoval_studentam_vavt_strategiyu_nizkouglerodnogo_razvitiya_rossii_do_2050_goda.html12
- [13] A.A. コノプリヤニク、ロシアにおける輸出用水素の輸送問題、21年12月14日、https://www.ng.ru/ng_energiya/2021-12-13/15_8325_hydrogen.htm
- [14] チュバイスは、今後10年間の経済の二つの重要プロセスを挙げた、2021年7月8日、<https://www.rbc.ru/economics/08/07/2021/60e62d829a7947bb0ca623da13>
- [15] プーチンは気候政策の実施に関する指示を出した、2021年11月30日、<https://rg.ru/2021/11/30/putin-dal-porucheniia-po-realizacii-klimaticheskoi-politiki.html>
- [16] チュバイスは、ロシアが欧州の水素市場を掌握するチャンスがあると考えている、2021年7月26日、<https://tass.ru/ekonomika/11989325>
- [17] Gazorom社がドイツ北部に水素プラント建設を提案した、2020年12月2日、<https://portnews.ru/news/323822/>
- [18] ロシア初の水素製造用原子力発電所の稼働開始日が発表された、2021年12月27日、<https://lprime.ru/energy/20211227/835619959.html>
- [19] 2035年までのサハリン州社会経済発展戦略、2019年12月24日承認、https://minco.sakhalin.gov.ru/docum/novosti/03102019/strateg_2035.pdf
- [20] 「2030年までのマガダン州の社会経済発展戦略の承認に関する」マガダン州政府決定、2020年3月5日、https://www.economy.gov.ru/material/file/ef62f10f451879ed706b0e33e234a9d0/146-pp_05032020.pdf
- [21] 極東水域における水素輸出港の整備は、将来有望である、2022年1月13日、<https://portnews.ru/news/323822/20>
- [22] ロシアにおける水素エネルギー開発に関するワーキンググループの会議、2022年2月17日、<http://government.ru/news/44600/>
- [23] エネルギー省が新たな「水素イニシアティブ」を提案、2022年2月9日、<https://www.gazeta.ru/auto/news/2022/02/09/17262403.shtml>
- [24] タチヤナ・ジャチュエル。水素の城、2022年2月17日、<https://www.kommersant.ru/doc/5219029>
- [25] ロシア連邦における水素エネルギー開発に3年間で90億ルーブルが割り当てられる、2021年10月15日、<https://www.interfax.ru/russia/797617>
- [26] 東方経済フォーラム本会議の結果にもとづく指示の一覧。<http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/66958>
- [27] サハリンにおける水素クラスター島が具体化、コメルサント紙、2021年10月5日、<https://www.kommersant.ru/doc/5008543>
- [28] サハリンはロシアで初めて水素燃料への転換を開始した。ロシースカヤ・ガゼータ紙 - 極東経済 No.268(8619)。<https://rg.ru/2021/11/25/reg-dfo/sahalin-pervym-v-rossii-nachal-perehod-na-vodorodnoe-toplivo.html>
- [29] 2035年までのサハリン州の社会経済発展戦略。<https://sakhalin.gov.ru/index.php?id=139>
- [30] 環境にやさしい微粉炭火力発電所がタイミル半島スィラダサイ鉱床の産業施設に電力を供給する、2021年10月15日、<https://www.krsk.kp.ru/daily/28344.5/4489925/>
- [31] ロシアにおける水素市場の分析 - 2021。指標と予測、2021年10月6日、<https://marketing.rbc.ru/research/35272>
- [32] Uralkriomash社。製品。<http://www.cryont.ru/production/>

- [33] 低温貯蔵及びガス化のシステム <https://cryogenmash.ru/catalog/kriogennye-sistemy-khraneniya-i-gazifikatsii/>
- [34] 水素設備。 <https://cryogenmash.ru/catalog/vodorodnoe-oborudovanie/>
- [35] 株式会社科学生産公社Uralvagonzavod <http://uralvagonzavod.ru/product/127/101>
- [36] 水素液化装置。 <http://geliymash.ru/production/vodorodnye-ozhizhiteli/>
- [37] タンクコンテナ <http://geliymash.ru/production/emkostnoe-oborudovanie/kontejnery-cisterny/>
- [38] G.V. ジガリョワ、アンモニア：ロシアにおける歴史、現在及び将来の展望、2019年7月19日。
<http://vestkhimprom.ru/posts/ammiak-istoriya-sovremennost-i-perspektivy-razvitiya-v-rossii>
- [39] ロシアのガス化学。第2部。アンモニア：慎重な取り組み、Vygon consulting社、2021年。
https://vygon.consulting/upload/iblock/eb1/vygon_consulting_ammonia.pdf
- [40] ガス価格高騰でアンモニアが史上最高値に、ヴェドモスチ紙、2021年12月1日。
<https://www.vedomosti.ru/business/articles/2021/12/01/898550-ammiak-podorozhal>
- [41] アンモニアパイプラインの仕組み、<http://transammiak.com/index.php?location=ammiak>
- [42] タマニ港のアンモニア及び尿素の積替えターミナル <https://www.toaz.ru/investproektyi/terminal-po-perevalke-ammiaka-i-karbamida-v-portu-taman/>
- [43] アンモニア輸送タンク、15-6926型
https://www.uniwagon.com/products/tank_cars_for_transportation_of_chemically_active_substances/tank_car_for_transportation_of_ammonia_model_15-6926/
- [44] 自動車によるアンモニア輸送 <https://opasnuigruz.ru/2-klass-opasnosti-gazy/perevozka-ammiaka>
- [45] 極東北極圏発展省、サハリン州政府、ロスアトムが水素クラスターの創設及び発展における協力協定に調印、2021年4月23日、<https://minvr.gov.ru/press-center/news/31888/>
- [46] 東方経済フォーラム2021においてカムチャッカの水素エネルギー・クラスター設立に関する三者協定に調印、2021年9月4日、<https://www.kamgov.ru/news/trehstoronnee-soglasenie-o-sozdanii-vodorodno-energeticeskogo-klastera-na-kamcatke-podpisano-na-vef-2021-43628>
- [47] 2028年までにヤクーチアに小型原子力発電所が建設される、2020年12月24日、
<https://rosatom.ru/journalist/news/k-2028-godu-v-yakutii-budet-postroena-atomnaya-stantsiya-maloy-moshchnosti/>
- [48] 水素エネルギー <https://rosatom.ru/production/vodorodnaya-energetika/>
- [49] ロスアトム、サハリン州政府、ガスプロムは、水素エネルギー分野の協力関係を発展させる、2021年9月3日、
<https://www.rosatom.ru/journalist/news/rosatom-pravitelstvo-sakhalinskoy-oblasti-i-pao-gazprom-razvivayut-sotrudnichestvo-v-sfere-vodorodno/>
- [50] <https://www.kommersant.ru/doc/5008543>
- [51] Rusatom Overseas社とAir Liquide社は、サハリンでの水素製造プラント建設プロジェクトのFSを完了、2022年2月14日、
<https://www.rosatom.ru/journalist/news/ao-rusatom-oversiz-i-air-liquide-zavershili-teo-proekta-sooruzheniya-zavoda-po-proizvodstvu-vodoroda/>
- [52] ロシアと日本が水素分野での協力で合意、2022年9月25日、
<https://www.rosatom.ru/journalist/news/rossiya-i-yaponiya-dogovorilis-o-sotrudnichestve-v-oblasti-vodoroda/>
- [53] ロスアトムと水素、2021年3月26日、<http://www.atominfo.ru/newsz03/a0367.htm>
- [54] サハリンにおける水素燃料電池列車プロジェクトの実施段階への移行が決定、2021年9月3日、
<https://rosatom.ru/journalist/news/prinyato-reshenie-o-perekhode-k-etapu-realizatsii-proekta-zapuska-na-sakhaline-poezdov-na-vodorodnykh/>
- [55] 水素が列車を走らせる、2021年2月26日、<https://vniigaz.gazprom.ru/press/about-company/2021/02/74/>
- [56] ロスアトム、KAMAZ社、極東・北極圏開発公社、サハリン州開発公社がサハリン島での環境にやさしい交通の分野で協力、2021年9月29日、
<https://rosatom.ru/journalist/news/rosatom-kamaz-korporatsiya-razvitiya-dalnego-vostoka-i-arktiki-i-korporatsiya-razvitiya-sakhalinskoy/>
- [57] ロスアトムとNLMK社は、水素製造での協力を開始、2021年12月27日、
<https://rosatom.ru/journalist/news/rosatom-i-nlmc-nachinayut-sotrudnichestvo-v-sfere-proizvodstva-vodoroda/>
- [58] Rusatom Overseas社とルクオイルは、PETROTEL-LUKOIL S.A.社（ルーマニア）の製油所向けに「グリーン」水素製造プロジェクトを共同開発することで合意した、（ルーマニア）、2021年12月23日、
<https://www.rosatom.ru/journalist/news/ao-rusatom-oversiz-i-pao-lukoil-dogovorilis-o-sovmestnoy-prorabotke-proekta-po-proizvodstvu-zelenogo/>
- [59] Rosenergoatom社は2023年にコラ原子力発電所で水素製造を開始する計画、2021年6月18日、
<https://rosatom.ru/journalist/smi-about-industry/rosenergoatom-planiruet-v-2023-godu-nachat-proizvodstvo-vodoroda-na-kolskoy-aes/>
- [60] ロシア初の水素を製造するための原子力発電所の稼働期日が発表された、2021年12月27日、

- <https://lprime.ru/energy/20211227/835619959.html>
- [61] ガスプロムで、日本へのブルーアンモニア供給の可能性を協議 - アナリスト、2021年7月16日、
<https://www.finam.ru/analysis/newsitem/gazprom-obsuzhdal-vozmozhnost-postavok-golubogo-ammiaka-v-yaponiyu-analitiki-20210716-170430/>
- [62] ガスプロムが水素エネルギー開発の方向性を検討、2021年3月18日、
<https://www.gazprom.ru/press/news/2021/march/article525282/>
- [63] ガスプロム・ネフチは水素技術開発に着手する、2021年8月3日、https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom_neft_zaymetsya_razvitiem_vodorodnykh_tekhnologiy/
- [64] Gazpromグループの2020年度の持続可能な発展活動に関する報告。気候保全の取り組み
<https://sustainability.gazpromreport.ru/2020/4-our-planet/4-3-climate-conservation/#c4321>
- [65] 水素エネルギー開発におけるロシア産天然ガスの役割。オレグ・アクシューチン、アレクサンドル・イシコフ、コンスタンチン・ロマノフ
- [66] ロマン・チェチュレヴレフ。エネルギー政策。2021年3月25日。<https://energypolicy.ru/o-aksyutin-a-ishkov-k-romanov-r-teterevlev-rol-rossijskogo-prirodnogo-gaza-v-razviti-vodorodnoj-energetiki/gaz/2021/12/25/>
- [67] 水素が列車を走らせる。警笛。第32号 (27126) 2021年2月26日。
<https://gudok.ru/newspaper/?ID=1554543&archive=2021.02.26>
- [68] ロスネフチがカーボンニュートラルな水素製造の可能性を評価、2021年4月6日。
<https://www.rosneft.ru/press/news/item/205755/>
- [69] ロスネフチが水素の生産量倍増を計画、2021年8月12日。
<https://www.vedomosti.ru/business/news/2021/08/12/881931-rosneft-planiruet-udvoit-proizvodstvo-vodoroda>
- [70] ロスネフチとbp社が炭素管理及び持続可能な開発に関する協力で合意、2021年2月4日、
<https://www.rosneft.ru/press/today/item/205001/>
- [71] ルスギドロ社長がRBKに対し、「国の支援を求めるつもりはない」と発言
<https://www.rbc.ru/business/09/11/2020/5fa416649a79478ebe8acfd8>
- [72] ルスギドロとH2 Chistaya Energetika社は、水素エネルギー分野の協力協定に調印、2021年9月2日、
<http://www.rushydro.ru/press/news/114007.html>
- [73] プーチンが、水素輸出のための発電所3基の設立を検討するよう指示、2021年10月18日、
<https://www.rbc.ru/business/18/10/2021/616d8f729a794706959f8a23>
- [74] ロスナノが輸出用水素燃料電池を開発する可能性、2021年10月15日、<https://nauka.tass.ru/nauka/12675103>
- [75] ムルマンスク州で風力を利用した「グリーン」水素を製造予定、2021年11月26日、
<https://regnum.ru/news/economy/3434456.html>
- [76] A.ストイキー。北極圏の現在：ロシアは北極圏から「ブルー」水素を供給する準備を進めている、2021年12月27日、
<https://goarctic.ru/news/arktika-segodnya-rossiya-gotovitsya-postavlyat-goluboy-vodorod-iz-arktiki/>
- [77] グリーンウェブ、2021年12月21日、<https://rg.ru/2021/12/21/vodorodnye-tehnologii-stanut-ochen-pribylnym-biznes-napravleniem.html>
- [78] ヤクーチアのポテンシャルは、かなり過小評価されている。新しい石油・ガス層の発見に関して、2022年1月18日、
<https://energypolicy.ru/potencial-uchastkov-v-yakutii-silno-nedoocenivaetsya-rech-idet-ob-otkrytii-novoj-neftegazonosnoj-provinczii/gaz/2022/13/18>
- [79] ガスプロムとWintershall DEA社は、ヨーロッパの低炭素経済への転換における天然ガスの重要性を指摘、2021年6月3日、
<https://www.gazprom.ru/press/news/2021/june/article530082/>
- [80] 気候保全対策、Gazpromグループの資料。水素エネルギー：水素エネルギー分野の国際協力、
<https://sustainability.gazpromreport.ru/2020/4-our-planet/4-3-climate-conservation/#c4321>
- [81] ガスプロムとVNG社が、ドイツにおけるガス需要の成長について協議、2021年6月3日、
<https://www.gazprom.ru/press/news/2021/june/article530068/>
- [82] ガスプロムとUniper社が協力関係の発展について協議、2021年6月3日、
<https://www.gazprom.ru/press/news/2021/june/article530064/>
- [83] ロスネフチと日本の資源エネルギー庁が炭素管理分野の協力を発展させる、2021年9月16日、
<https://www.rosneft.ru/press/releases/item/207791/>
- [84] ロスネフチとEquinor社が炭素管理分野の協力で合意、2021年9月29日、
<https://www.rosneft.ru/press/releases/item/207855/>
- [85] ロスネフチとExxonMobil社が炭素管理分野で協力する、2021年9月29日、
<https://www.rosneft.ru/press/releases/item/207863/>
- [86] ロスネフチとCNPC社が、低炭素開発分野での協力で合意、2022年2月4日、

- <https://www.rosneft.ru/press/releases/item/209325/>
- [87] ノヴァテク社とUniper社が、低炭素アンモニアの供給基本条件に関する協定に調印、2021年12月22日、
https://www.novatek.ru/ru/press/releases/?id_4=4808
- [88] ロシアが「グリーン」水素の生産を開始する。ロスナノとEnel Russia社がムルマンスクで同プロジェクトを検討中、コメルサント紙、2021年1月22日、<https://www.kommersant.ru/doc/4654965>
- [89] Severstal社、低炭素水素の生産に投資、2022年2月1日、<https://www.metalinfo.ru/ru/news/133728>
- [90] Petrofac社、サハリン島でのグリーン水素開発を評価、2022年2月9日、<https://hydrogen-central.com/petrofac-green-hydrogen-sakhalin-island-russia>
- [91] 水素戦略概要プレゼンテーション、pdf 1、2022年4月1日 20:02:22 MB
<https://www.eurasiamining.co.uk/component/rsfiles/download-file/files?path=Presentations%252FHydrogen%2BStrategy%2BSummary%2BPresentation%2BDec%2B2021.pdf&Itemid=437>
- [92] アンドリュー・フォレスト：「グリーン水素」からの鋼鉄と肥料が現実に、2021年6月3日、
<https://mirror.tass.ru/interviews/11551763>
- [93] オーストラリア企業Fortescue Future Industries社 [2021年6月25日]<https://b-port.com/news/254298>
- [94] アンドリュー・フォレスト：ロシアはエネルギー市場のシェアを維持するために「グリーン」水素に切り替える必要がある、2021年6月15日、<https://www.bfm.ru/podcast/474215>
- [95] リマレンコはデンマーク企業にシュムシュ島賃貸する予定、2021年12月4日、
<https://sakhalin.info/news/214750>
- [96] 水素の技術はあるが、ないのと同じ、2021年11月12日、
<https://trends.rbc.ru/trends/green/cmrm/618d23509a794717954cfff5>
- [97] 窒素を加えるか、圧縮するか：サハリンの水素をアジアに届ける方法を専門家が考える、2021年9月2日、
<https://sakhalin.info/news/211461>
- [98] ガスプロムは、メタン水素混合ガスの輸送のアイデアは非現実的と判断、2021年10月6日、
<https://www.interfax.ru/business/795558>

付属資料1 ロシアの水素・アンモニア開発プロジェクトの参加者一覧

No.	名称	国	概要	プロジェクト	リンク	プロジェクト番号
企業						
1	Unigreen Energy	ロシア	再生可能エネルギー、健康食及びエコツーリズムのプロジェクトに投資するロシアの投資基金Ream Managementの子会社。活動分野は発電所の設備製造と建設・運営に関するサービスの提供。	カザフスタンで55MW、ロシアで545MWの太陽光発電所の建設プロジェクト、電力の供給開始は2023年と2024年、2024年までにグローバルポートフォリオを3GWまで拡大する計画。ザバイカル地方ボルジャ市地域でグリーン水素生産プロジェクトを開発中。	http://unigreen-energy.com/ https://www.elec.ru/news/2021/07/29/unigreen-nachala-stroitelstvo-krupnjshego-v-rossi.html https://renewablesnow.com/news/ru/ssias-unigreen-buys-stake-in-48-mw-wind-project-in-kazakhstan-770932	1
2	科学生産合同 Severo-Vostochnyj Al'yans	ロシア	2021年ヤクーツク市で登記。主な活動は自然科学及び工学分野の研究開発。極東北極圏開発公社、Gazprom、Yakutiya-Gazが加盟している。	西ヤクーチアでアンモニアの形でのカーボンフリー燃料及びヘリウムを生産する投資プロジェクトを開発中。このプロジェクトでは、ヘリウムの回収及び長期保存のシステムの構築を想定。	https://erdc.ru/news/razvitiie-gelievoy-promyshlennosti-yakutiidast-regionu-do-2000-rabochikh-mest-i-privlecheto-250-ml/	3
3	AFK Sistema	ロシア	1993年設立の投資会社。投資ポートフォリオは、主に様々な経済分野（通信、エネルギー、小売、農業、ハイテク、銀行、不動産、医療、ホテル事業）のロシア企業から成る。	AKF Sistemaとロシア科学アカデミー化学物理問題研究所は、水素エネルギー分野の研究開発を行う全ロシア科学技術センターを設立することで合意している。チェルノゴロフカ市において、旅客及び無人交通機関を含む水素燃料電池、水素貯蔵システム、電解槽の生産を開始する計画。トゥグルスカヤ潮力発電所を建設し、そこで発電した電力を利用してグリーン水素を製造するプロジェクトに参加している。	https://sistema.ru/press/news/gruppa-afk-sistema-ishchet-startapy-v-oblasti-alternativnoy-energetiki https://gasandmoney.ru/tendenczii/afk-sistema-sozdast-vodorodnyj-klaster/amp/	4
4	H2 Chistaya Energetica	ロシア	ロシア最大の金採掘会社Polyusのパーヴェル・グラチョフ社長が設立。主な事業は産業用ガスの生産。	マガダン州、サハリン島、カムチャッカ地方、イルクーツク州、ムルマンスク州におけるグリーン水素製造プロジェクトの開発に参加。	https://www.forbes.ru/tekhnologii/441853-glava-polusa-ocenil-vozmoznosti-realizacii-svoih-proektov-po-proizvodstvu-vodoroda	5, 8, 11, 19,31

No.	名称	国	概要	プロジェクト	リンク	プロジェクト番号
5	Rosatom	ロシア	エネルギー、機械工業、建設などの分野の資産を統合する多角的な持株会社。低炭素発電の発展を戦略とする。Rosatom Overseasは、外国市場において、原子力発電所及び核科学技術センターの建設プロジェクトに関する包括的な提案の推進を担当するRosatom子会社。	サハリン島でのブルー及びグリーン水素及びアンモニアの製造プロジェクト、ヤクーチア及びムルマンスク州でのイエロー水素製造プロジェクトの開発に参加。	https://rusatom-overseas.com/ru/about-rusatom-overseas/ https://globuc.com/ru/news/rusatom-oversiz-i-air-liquide-zavershili-tyeovod/?conf[]=97234 https://rosatom-easteurope.com/journalist/news/kolskaya-aes-nachalo-stroitelstva-kolskoy-aes-2-namecheno-na-2028-god/	6, 7, 12, 29
6	H4Energy	ロシア	水素及びアンモニアの製造プロジェクトに特化したエンジニアリング及び試験設計の会社。元Shellの幹部らが設立したH2 Transition Capitalの傘下にある。	サハリン島とコラ半島での水素プロジェクトに参加。これらのプロジェクトは、英国のEurasia Miningと共同で開発されている。	https://www.profinance.ru/news/2022/02/09/c4yn-petrofac-budet-razrabatyvat-zelenyj-vodorod-na-sakhaline.html	9, 27
7	En+Group (国際企業 EN+GROUP)	ロシア	アルミニウム及び電力を生産。水力発電所の設備容量は15 GW (クラスノヤルスク水力発電所(6,000MW)、ブラーツク水力発電所(4,500MW)、ウスチ・イリム水力発電所(3,840MW)、イルクーツク水力発電所(662MW))	<p>既存の水力発電所を利用した水素製造プロジェクト、新規の水力発電所を含む再生可能エネルギーを利用した発電設備の建設プロジェクトを検討中。</p> <p>11万6,000 tの水素を生産するために13億ドルをかけてシベリアに1 GWのモティギンスク水力発電所を建設する可能性を分析中。水素の価格は1 kg当たり2～3ドルと試算。水素の輸送用にアルミニウム製コンテナを製造する意向。自社の所有するイルクーツク州のイルクーツク、ブラーツク、ウスチ・イリム発電所の未使用の電力を用いて年間約1万8,000 tの水素を生産することを想定。</p> <p>クラスノヤルスクにおける水素製造(電気分解)、水素燃料電池バス用の充填ステーション、水素バスの購入などのプロジェクトへの参加を検討中。</p> <p>アンモニア及び液化水素を自動車、鉄道、船舶で輸送するためのアルミニウム製タンクコンテナを製造するプロジェクトを開発中。</p>	https://www.kommersant.ru/doc/4927078	15, 16, 17, 18

No.	名称	国	概要	プロジェクト	リンク	プロジェクト番号
8	Eurasia Mining PLC	英国	ウラル及びコラ半島でパラジウム、プラチナなどの金属生産に従事。	ムルマンスク州及びサハリン島（クリリオン岬）における水素製造プロジェクトに参加。	https://sakhalin.info/news/215979 https://www.eurasiamining.co.uk/component/rsfiles/download-file/files?path=Presentations%252FHydrogen%2BStrategy%2BSummary%2BPresentation%2BDec%2B2021.pdf&Itemid=437	9, 27
9	Tyazhmash	ロシア	主な事業は、重機械工業に特化した設備の設計、製造、輸送、据付。納入先は、水力・火力・原子力発電所、冶金及び精鉱コンビナート、宇宙船発射基地の地上施設及び造船所。	トゥグルスカヤ潮力発電所を建設しその電力を使ってグリーン水素を製造するプロジェクトに参加。	https://www.tyazhmash.com/	4
10	RusGidro	ロシア	ロシア最大の水力発電企業。極東の火力発電所及びカムチャッカの地熱発電所も運営。	2021年9月、RusGidroとH2 Chistaya Energetikaは水素エネルギー分野の共同プロジェクトを目的とする協力協定に調印。両社は共同でマガダン州のウスチ・スレドネカンスク水力発電所をベースにグリーン水素を製造するプロジェクトを開発中。	https://ar2020.rushydro.ru/ru/company-profile/about http://www.rushydro.ru/press/news/114007.html	5
11	Air Liquide	フランス	工業用ガスのメーカー。2005年にロシアの子会社を設立。	Rosatomと共同でサハリン島におけるブルー水素／アンモニア生産プロジェクトを開発中。	https://www.airliquide.com/group/russia	6
12	サハリン石油会社	ロシア	アニワ・ガス田でのガス採掘及びサハリン州内のガス輸送システムの運営。サハリン島における水素クラスター創設プロジェクトに参加。	サハリン島クリリオン岬地域におけるグリーン水素及びアンモニア製造プロジェクトに参加。	https://sogc65.ru/company/	9
13	H2	ロシア	再生可能エネルギー（風力タービンと太陽光発電所）を使用し、水の電気分解により水素を製造するための設備の設計及び製造が専門。	国後島の風力発電所の電力を利用してグリーン水素を製造するプロジェクトを開発中。	http://h-2.online/	10, 28

No.	名称	国	概要	プロジェクト	リンク	プロジェクト番号
14	Copenhagen Infrastructure Partners	デンマーク	再生可能エネルギー施設を含むエネルギーインフラに投資。	シュムシュ島の風力発電所の電力を利用してグリーン水素を製造するプロジェクトを開発中。	https://cipartners.dk/about-copenhagen-infrastructure-partners/ https://sakhalin.biz/news/business/214750/	13
15	シベリア石炭発電会社	ロシア	シベリア、ウラル、ロシア極東に石炭採掘、精鉱、発電施設を傘下に持つグループ。	褐炭のガス化、二酸化炭素の回収及び地下への注入によるブルーアンモニア生産プロジェクトを開発中。クラスノヤルスク地方ボロジンスキー炭田付近に配置される予定。	http://www.suek.ru/	14
16	Severnaya zvezda	ロシア	AEONホールディング傘下。クラスノヤルスク地方タイミル半島ドルガノ・ネネツ地区ジクソン村の南東110 kmに位置するスィラダサイ鉱床の開発プロジェクトを実施中。	スィラダサイ鉱床をベースに微粉炭火力発電所の電力を利用し水の電気分解により水素を製造するプロジェクトを開発中。	https://arctic-energy.com/	20
17	エネルギー・コンプレックス開発基金 Energiya	ロシア	石油、ガス、固体鉱物の採掘及び電力に関するプロジェクトに投資。	ヤマロ・ネネツ自治管区におけるグリーン及びブルー水素／アンモニアの生産プロジェクトを開発中。	http://corporationenergy.ru/	21, 22, 24
18	東洋エンジニアリング	日本	エンジニアリング及び建設。石油・ガス及び化学分野のプロジェクトを実施。イルクーツク石油会社との協力の一環として、イルクーツクポリマー工場の建設時にプロジェクトマネジメントサービスを提供した。	Energiya基金及び伊藤忠プラントックと共同で、ヤマロ・ネネツ自治管区においてブルー水素／アンモニアを製造するプロジェクトを開発中。	https://www.toyo-eng.com/jp/en/	22, 24
19	伊藤忠プラントック	日本	石油ガス、化学、電力産業向けの設備の供給。	Energiya基金及び東洋エンジニアリングと共同でヤマロ・ネネツ自治管区においてブルー水素／アンモニア生産プロジェクトを開発中。	https://www.itpm.co.jp/english/	22, 24

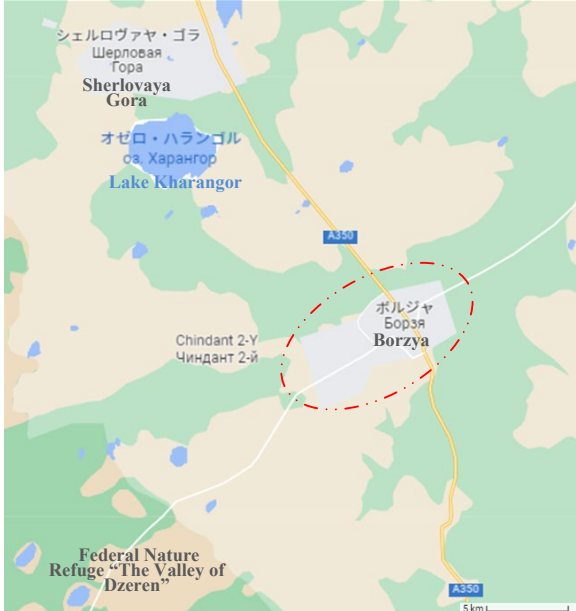
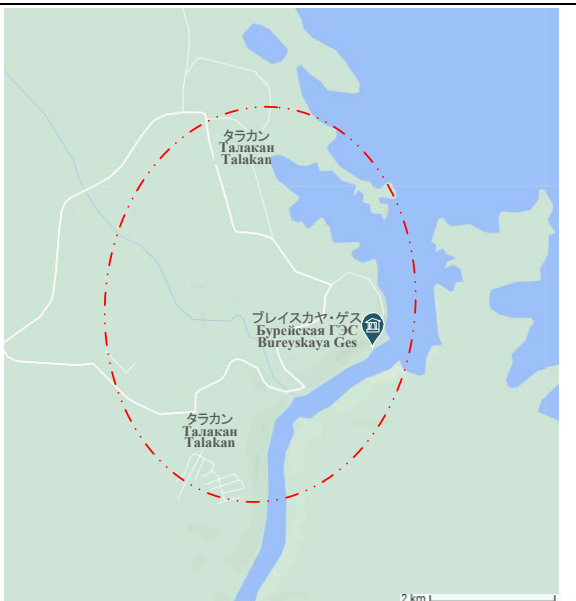
No.	名称	国	概要	プロジェクト	リンク	プロジェクト番号
20	Novatek	ロシア	Gazpromグループ以外でロシア最大の天然ガス生産者。天然ガス及び液体炭化水素の探査、採掘、加工、販売に従事。	2021年、NOVATEKとドイツのUniper SEは、ヤマルにおける将来のオブスキー・ガス化学コンプレクス・プロジェクトによる年間120万tのブルーアンモニアの供給の基本条件に関する協定に調印。オブスキー・ガス化学コンプレクスは、年間220万tのアンモニアと13万tの水素を生産する想定で、2026年に第1期、2027年に第2期の稼働開始が予定されている。アンモニアは、二酸化炭素の回収・貯留技術を使用して製造される。年間最大400万tのCO2を回収し、地層に注入する計画。	https://www.kommersant.ru/doc/5142548	23
21	NordEnergogroup	ロシア	Severgroupホールディングの電力工学及び電気工学資産を運営。	メゼン湾での潮力発電所建設プロジェクトの開発に参加。水の電気分解によるグリーン水素の製造を計画。	https://www.severgroup.ru/industries/engineering/	26
22	Rosnano	ロシア	ナノインダストリー発展に関する国家政策の実現促進を目的として2007年に設立。同社の水素エネルギープロジェクトには、低炭素水素の製造及び利用、水素燃料電池の開発の2つの分野がある。	Enelと共同で、ムルマンスク州で建設中のコラ風力発電所の電力を利用してグリーン水素を製造するプロジェクトを開発中。	https://tass.ru/obschestvo/13255749	30
23	Enel	イタリア	電力及びガスの生産及び配給を行う国際企業。Enel Russiaは、Enel Groupのロシアにおける電力会社であり主要な資産。	Rusnanoと共同で、ムルマンスク州に建設中のコラ風力発電所の電力を利用してグリーン水素を製造するプロジェクトを開発中。	https://www.enelrussia.ru/about-us/where-we-are	30
24	TGK-1	ロシア	Gazprom Energoholdingの子会社。サンクトペテルブルク、カレリア共和国、レニングラード州、ムルマンスク州の4つの構成主体にある52の発電所を統合。	ムルマンスク州の水力発電所の電力を利用してグリーン水素を製造するプロジェクトを開発中。	https://www.tgcl.ru/	31, 32

No.	名称	国	概要	プロジェクト	リンク	プロジェクト番号
25	Gazprom	ロシア	主な事業は、ガス、ガスコンデンセート、石油の地質探査、採掘、輸送、貯蔵、加工、販売、自動車用燃料としてのガス販売、熱及び電気エネルギーの生産と販売。ロシアにおける水素エネルギー開発及び天然ガスをベースとした交通の脱炭素化のための「ロードマップ」を策定中。	ヨーロッパへの輸出における優先的な方向性は、消費地の近くで水素を製造するための天然ガスの供給。ロシア極東で水素を製造し、日本、韓国、中国に輸出する可能性を検討中。Gazpromグループ傘下の企業は、ブルー、ターコイズ、グリーン水素の生産プロジェクトに参加している。	https://www.gazprom.ru/about/	3, 25, 31, 32
国家機関						
26	アムール州投資促進庁	ロシア	アムール州の発展を担う国家機関であり、極東地域への投資支援を目的とした活動を行う州内の行政機関、自治体その他の団体と密接に連携している。	タラカン市における水力発電所の電力を利用したグリーン水素製造プロジェクトを開発中。	http://invest.amuramu.ru/ http://invest.amurobl.ru/files/uploads/docs/investor/8_gchp/Rasporyazheniye%20Pravitel'stva%20Amurskoy%20oblasti-1.pdf	2
27	ハバロフスク地方投資促進・イノベーション開発庁	ロシア	活動目的は、ハバロフスク地方への投資誘致、投資及びイノベーション技術プロジェクトへの情報・コンサルティング及び組織的な支援、投資の活発化、輸出力の強化。	トゥグルスカヤ潮力発電所の電力を利用し、水の電気分解によりグリーン水素を製造するプロジェクトの開発に参加。	https://invest.khv.gov.ru/ru/ob-agentstve/deyatelnost/	4
28	コミ共和国独立非営利団体企業活動発展センター	ロシア	活動目的は、企業活動のための良好な環境の形成及び支援。センターは、以下の下部組織を統合している： 企業活動支援センター、社会分野イノベーションセンター、輸出支援センター、民芸品・工芸品センター、クラスター開発センター。	コミ共和国では、ソスノゴルスク・ガス加工工場をベースに「ターコイズ水素」製造施設の設立が計画されている。プロジェクトの実施に際し、コミ共和国は連邦政府及び地域の支援策を積極的に活用する。	http://xn--11-9kcqjffxf3b.xn--plai/	25

No.	名称	国	概要	プロジェクト	リンク	プロジェクト番号
29	アルハンゲリ スク州地域開 発庁	ロシア	地域内の潜在的及び既存の企業家 及び投資家を支援するための、地 域の発展戦略と同期した多機能シ ステムを構築。	メゼン湾の潮力発電所建設プロジェクトの開 発に参加。同プロジェクトでは、水の電気分 解によってグリーン水素の製造を計画。	https://msp29.ru/ru/	26
30	カムチャッカ 地方開発公社	ロシア	地域の投資誘致機関。 カムチャッカ地方政府により設 立。主要な課題は、主な仕事は、 投資プロジェクトの選定及び評 価、地域及び分野別の開発戦略の 策定と実施への参加、投資プロジ ェクトの提案、プロジェクトの実 施の枠内での地域当局と民間投資 家の連携メカニズムの構築、国の 支援の獲得支援。	ペンジンスカヤ潮力発電所建設プロジェクト の開発に参加。同プロジェクトでは、水の電 気分解によるグリーン水素の製造を計画。	https://krkk.pro/	11

付属文書2 ロシア東部・北極圏の水素・アンモニア開発プロジェクト

ロシア極東

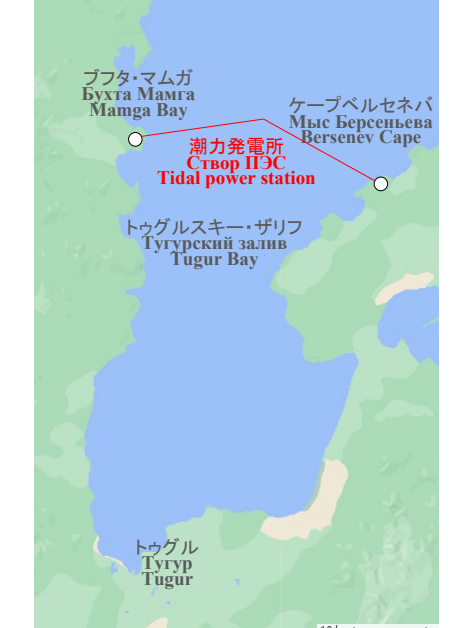
1. Unigreen Energy, SKTBE	
グリーン水素	
	<p>Unigreen Energyと電気化学特別設計技術局試験工場(SKTBE)が参加。水素プラントの予定地は、ザバイカル地方のボルジャ市付近。</p> <p>太陽光発電所の電力を使用し水の電気分解により、年間3,200tのグリーン水素を製造する計画。パイロットプラントの稼働開始は2023年の予定。ターゲット市場は、ロシア国内市場とアジア太平洋諸国。¹</p>
<p>図1 - ボルジャ市のグリーン水素プラント予定地 (北緯50° 23' 東経116° 32')</p>	
2. アムール州投資促進庁	
グリーン水素	
	<p>アムール州投資促進庁が開発するプロジェクト¹。同庁の公式サイトには投資家情報はまだ公表されていない。² 水素プラントの予定地はアムール州タラカン市付近。</p> <p>水力発電所の電力を使用し水の電気分解により年間11万tの水素を製造する計画。プロジェクトの実施期間は2027年まで。水素のターゲット市場は、ロシア国内市場とアジア太平洋諸国。</p>
<p>図2 - タラカン市のグリーン水素プラント予定地 (北緯50° 15' 46" 東経130° 16' 30")</p>	

¹


https://minpromtorg.gov.ru/docs/#!/russian_atlas_of_lowcarbon_and_carbonfree_hydrogen_and_ammonia_production_projects

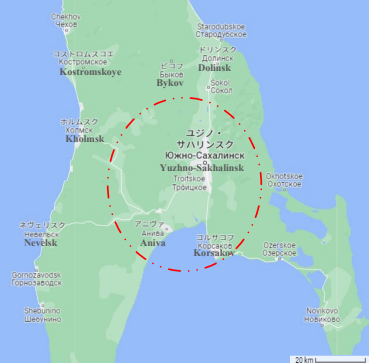
² http://invest.amurobl.ru/files/uploads/docs/investor/6_projects/perechen%20invest%20proyektov.pdf

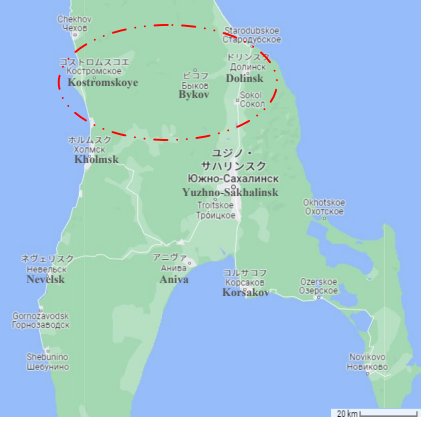
3.	Severo-Vostochnyj Al'yans、Gazprom nedra
ブルーアンモニア	
	<p>プロジェクト参加者は、研究生産合同 Severo-Vostochnyj Al'yans と西ヤクーチア・ガス探掘会社が参加。</p> <p>アンモニアプラントの予定地はヤクーチアのガス探掘拠点付近。アンモニアの製造は、ガス田で発生するメタンの水蒸気改質により行い、CO₂を回収し、その後油層に注入する技術を使用する。計画生産量は、2026年までに年間300万t、2030年までに年間600万t。¹</p> <p>2021年、Gazprom Nedra と研究生産合同 Severo-Vostochnyj Al'yans の間で協力協定を調印。両者はヤクーチアに合併会社を設立するために協力する予定。</p>
<p>図3 - ブルーアンモニア生産プロジェクトの事前インフラ(北緯59° 49' 13.9" 東経 117° 26' 23.5")</p>	
<p>両社は、アジア太平洋諸国および国内市場に供給するアンモニア、水素、液化天然ガスなどの代替燃料の生産および二酸化炭素を用いた石油・ガス抽出技術の改善に関するプロジェクトのプレ・フィジビリティスタディーの準備で協力する意向である。³ アンモニアの消費者までの輸送は、パイプライン、または道路／鉄道でオホーツク海の港まで、その後海上輸送で行う。</p>	

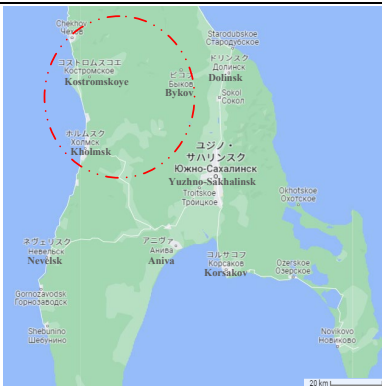
4.	AFK Sistema、Tyajmash、ハバロフスク地方投資促進・イノベーション開発庁
グリーン水素	
	<p>AFK Sistema、Tyajmash、ハバロフスク地方投資促進・イノベーション開発庁が参加。施設の予定地はハバロフスク地方のトゥグル湾。トゥグルスカヤ潮力発電所を建設し、その電力を使用して水の電気分解によりグリーン水素を製造する計画。2035年までに年間35万tの水素を製造する予定。ターゲット市場は、ロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹</p> <p>消費者へのアンモニアの輸送は、パイプラインまたはオホーツク海沿岸の港まで道路／鉄道輸送、その後海上輸送が可能。</p>
<p>図 4 - トゥグル湾のグリーン水素プラント予定地 (北緯54° 08' 35" 東経136° 57' 29")</p>	
5.	H2 Chistaya Energetika、Rusgidro

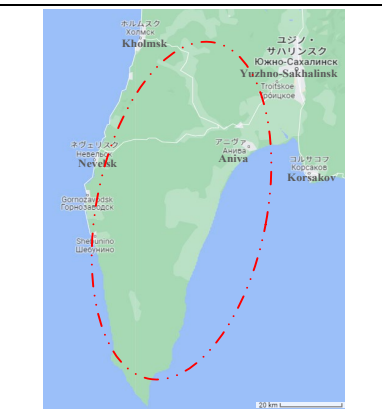
³https://nedra.gazprom.ru/press/news/2021/10/sp_yakutiya_21/

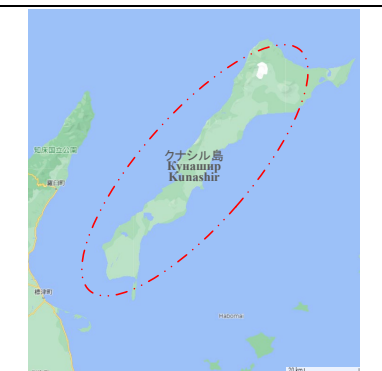
5.	H2 Chistaya Energetika、Rusgidro
グリーン水素	
	<p>H2 Chistaya EnergetikaとRusgidroが参加。マガダン州のウステ・スレドネカンスク水力発電所の電力を使い、水の電気分解によるグリーン水素を製造する計画。2025年までに年間16,000 tの水素を製造する計画。ターゲット市場は、ロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹</p>
<p>図5 - ウステ・スレドネカンスク水力発電所付近のグリーン水素プラント予定地 (北緯62° 25' 04" 東経 152° 09' 09")</p>	

6.	Rosatom + Air Liquide
ブルー水素 / ブルーアンモニア	
	<p>RosatomとAir Liquideが参加。サハリン島における、CO₂回収を伴うメタン水蒸気改質による「ブルー」水素 / アンモニアの製造を検討。2024年までに年間3万tの「ブルー」水素の試験生産を開始し、2030年までに年間10万tの生産を行う予定。ターゲット市場は、ロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。プロジェクトへのエネルギー供給のため、総設備容量最大200 MWの風力発電所を建設、2024年の稼働開始予定。</p>
<p>図6 - サハリン島のブルー水素 / アンモニア製造プロジェクトの予定地 (北緯50° 30' 東経 143° 00')</p>	

7.	Rosatom
グリーン水素	
	<p>Rosatomが開発中のプロジェクト。サハリン島の風力発電所をベースに、水の電気分解によるグリーン水素の製造を想定。2025年までに試験生産を開始する予定だが、生産量は未定。ターゲット市場は、ロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹</p>
<p>図7 - サハリン島のグリーン水素製造プロジェクトの予定地 (北緯50° 30' 東経 143° 00')</p>	

8.	H2 Chistaya Energetika
グリーン水素	
	<p>H2 Chistaya Energetikaが開発するプロジェクト。サハリン島において、風力発電所の電力をベースにグリーン水素を製造する計画。稼働開始は2025年、グリーン水素の生産量は年間5万tを想定。ターゲット市場は、ロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹</p>
<p>図8 - サハリン島のグリーン水素製造プロジェクトの予定地(北緯50° 30′ 東経 143° 00′)</p>	

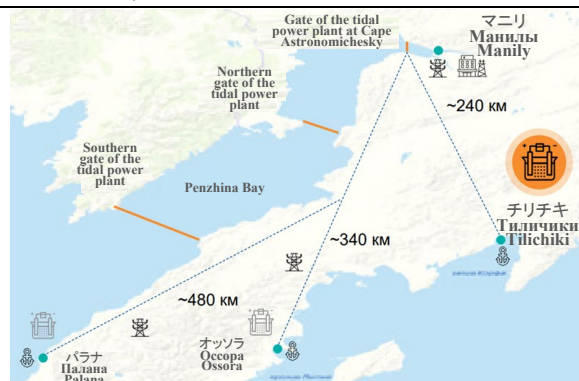
9.	H4 Energy、H2 Transition Capital、Eurasia Mining、サハリン石油会社
グリーン水素 / グリーンアンモニア	
	<p>H4 Energy、H2 Transition Capital、Eurasia Mining、サハリン石油会社が参加するプロジェクト。予定地は、サハリン島南西部のクリリオン岬地域。風力発電所の電力を利用して、水の電気分解により水素を製造する計画。2024年に試験生産を開始し、年間17,000tのグリーン水素を生産する計画。2030年までに、年間15万tのグリーン水素製造が可能と予測。ターゲット市場はロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹すでに投資前フィジビリティスタディ報告書が完成し、地域の資源供給業者との契約を締結する段階にある。⁴</p>
<p>図9 - クリリオン岬のグリーン水素およびアンモニア製造プロジェクトの予定地 (北緯46° 27′12.3″ 東経 142° 06′22.5″)</p>	

10.	H2
グリーン水素	
	<p>H2が開発中のプロジェクト。国後島において風力発電所の電力を使用し、グリーン水素を製造する計画。2023年までに生産を開始し、年間1万tのグリーン水素を生産する計画。ターゲット市場は、ロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹</p>
<p>図. 10 - 国後島におけるグリーン水素製造プロジェクトの予定地(北緯44° 07′ 00″ 東経 145° 51′ 00″)</p>	

⁴ <https://sakhalin.info/news/215979>

11. H2 Chistaya Energetika、カムチャッカ地方開発公社、ロシア連邦極東北極圏開発省、カムチャッカ地方政府

グリーン水素



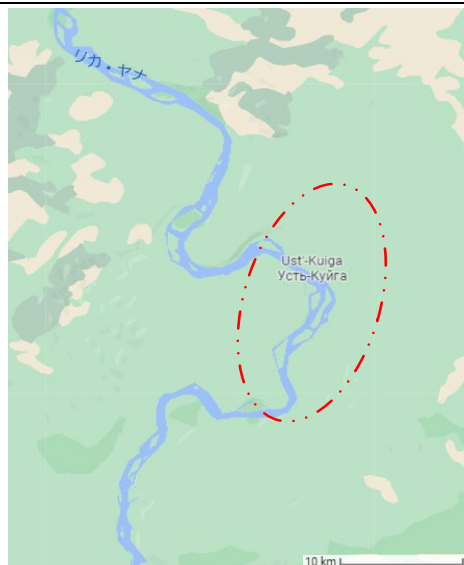
H2 Chistaya Energetika、カムチャッカ開発公社、ロシア連邦極東北極圏開発省、カムチャッカ地方政府が参加するプロジェクト。水素プラントの予定地はペンジンスカヤ湾地域。ペンジンスカヤ潮力発電所の建設、その電力を使用したグリーン水素の製造を想定。

図11 - マガダン州、カムチャッカ地方の水素ハブプロジェクト(ペンジンスカヤ湾)の事前インフラ
(北緯61° 21' 12" 東経 162° 44' 52")

ペンジンスカヤ潮力発電所および水素ハブの建設予定地は、鉄、非鉄金属、希土類金属および元素などの天然資源が豊富な地域。強力なグリーンエネルギー源と水素ハブの組み合わせにより、原料の採掘、輸送、エネルギー集約的加工、輸出向け生産から成る冶金工業の完全なサプライチェーンをこの地域に創出することができる。2025年までに年間7,000tの供給量を計画。本プロジェクトによる水素製造量は、2035年までに最大で年間500万tに達する可能性があるが、生産量はプロジェクトの進展に応じて修正される。ターゲット市場は、韓国、日本、ドイツ。潜在的市場への水素の輸送は、海上ターミナルを経由して行う計画。⁵

12. Rosatom

小型原子力発電所をベースとしたイエロー水素の製造




Rosatomの公式サイトによると、ウスチ・ヤンスク地区ウスチ・クイガ村の原子炉RITM-200をベースに小型原子力発電所が開発されており、設備容量は40～50 MWになる。将来的には、発電所をベースにロシア国内市場(交通および工業需要)向けの環境にやさしい水素の製造を実施する可能性が検討されている。⁶

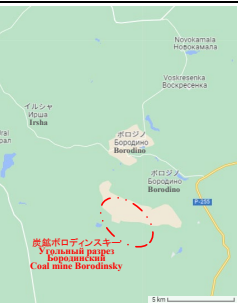
図12 - サハ共和国(ヤクーチア)ウスチ・クイガ村のイエロー水素製造プロジェクトの予定地
(北緯70° 00' 05" 東経135° 32' 59")

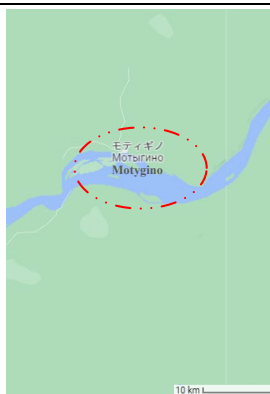
⁵ <https://minvr.gov.ru/upload/iblock/13c/perspektivy-sozdaniya-vodorodnogo-khaba-na-baze-pes-v-penzhinskoy-gube.pdf>

⁶ <http://innov-rosatom.ru/news/detail/1866/>

13.	Copenhagen Infrastructure Partners
グリーン水素	
	北クリル地区シュムシュ島にグリーン水素プラントを設置する計画。水素は風力発電所の電力を使用して製造する予定。水素の計画生産量は年間12万t。 ⁷
<p>図13 - サハリン州シュムシュ島のグリーン水素製造プロジェクトの予定地(北緯50° 44' 11.0" 東経 156° 21' 32.7")</p>	


東シベリア（シベリア連邦管区）


14.	シベリア石炭発電会社
ブルーアンモニア	
	シベリア石炭発電会社のプロジェクト。予定地はクラスノヤルスク地方ボロジンスキー炭鉱地域。褐炭のガス化により「ブルー」アンモニアを製造し、発生する二酸化炭素を回収して地層に注入する計画。実施時期は2027年、「ブルー」アンモニアの計画生産量は年間80万t。ターゲット市場はロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。 ¹
<p>図14 - クラスノヤルスク地方ボロジンスキー炭鉱付近の「ブルー」アンモニア製造プロジェクトの予定地(北緯55° 52' 東経 94° 55')</p>	


15.	En+ Group
グリーン水素 / グリーンアンモニア	
	En+Groupのプロジェクト。クラスノヤルスク地方のアンガラ川にモティギンスカヤ水力発電所を建設し、その電力を使用して水の電気分解によりグリーン水素/アンモニアを製造するプロジェクト。実施時期は2030年、「グリーン水素」の計画生産量は年間115,600t。ターゲット市場は、ロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。 ¹ 計画出力は1 GW。投資額は13億米ドルと試算。電力コスト - 42.4米ドル / MWh、水素のコスト - 2.9米ドル /kg、アンモニア - 4.9米ドル /kg、液化水素 - 4.4米ドル/kg、輸送コスト0.6米ドル/kg。 ⁸
<p>図15 - クラスノヤルスク地方 モティギノ地区のグリーン水素製造プロジェクトの予定地(北緯58° 11' 12" 東経 94° 41' 14")</p>	

⁷ <https://astv.ru/news/politics/2021-12-04-datskaya-kompaniya-planiruet-vzyat-v-arendu-kuril-skij-ostrov-shumshu>

⁸ <https://www.press-line.ru/news/2021/08/na-krasnoyarskoj-ges-hotyat-vypuskat-vodorod-dlya-proizvodstva-topliva-dlya-avtobusov>

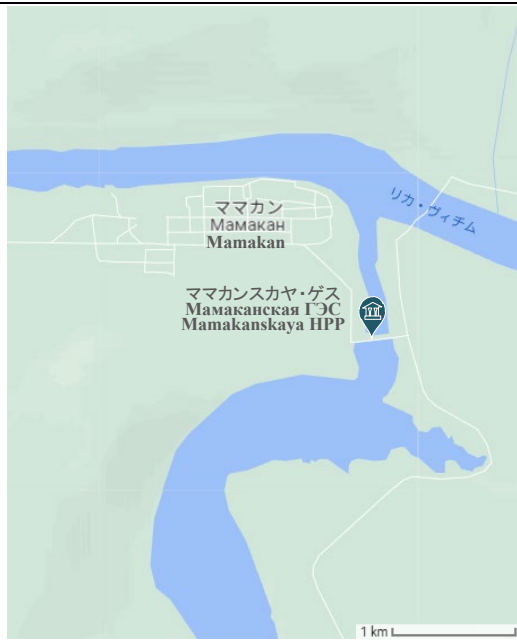
16.	En+ Group
グリーン水素 / グリーンアンモニア	
	<p>En+Groupのプロジェクト。ブラーツク水力発電所(イルクーツク州)の電力を使用し水の電気分解によりグリーン水素/アンモニアを製造する計画。実施時期は2024年、グリーン水素の計画生産量は年間3,000t。ターゲット市場はロシア国内市場およびアジア太平洋諸国¹</p>
<p>図16 - ブラーツク市のグリーン水素製造プロジェクトの予定地(北緯56° 09' 00" 東経 101° 37' 48")</p>	

17.	En+ Group
グリーン水素 / グリーンアンモニア	
	<p>En+Groupのプロジェクト。ウスチ・イリム水力発電所(イルクーツク州)の電力を使用し水の電気分解によりグリーン水素/アンモニアを製造する計画。実施時期は2024年、グリーン水素の計画生産量は年間5,400t。ターゲット市場はロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹</p>
<p>図17 - ウスチ・イリムスク市のグリーン水素製造プロジェクトの予定地 (北緯58° 00' 00" 東経 102° 40' 00")</p>	

18.	En+ Group
グリーン水素 / グリーンアンモニア	
	<p>En+Groupのプロジェクト。イルクーツク水力発電所の電力を使用し水の電気分解によりグリーン水素/アンモニアを製造する計画。実施時期は2024年、グリーン水素の計画生産量は年間4,200t。ターゲット市場はロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹</p>
<p>図18 - イルクーツク市のグリーン水素製造プロジェクトの予定地 (北緯52° 17' 東経 104° 18')</p>	

19. H2 Chistaya Energetika、Polyus

グリーン水素



H2 ChistEnergetikaとPolyusのプロジェクト。予定地はイルクーツク州ボダイビンスキー地区。ママカンスカヤ水力発電所の電力を使用し水の電気分解によりグリーン水素を製造する計画。実施時期は2025年、グリーン水素の計画生産量は年間6,000t。ターゲットはロシア国内市場。¹

図19 - イルクーツク州ボダイビンスキー地区のグリーン水素製造プロジェクトの予定地、ママカンスカヤ水力発電所(北緯57° 48' 33" 東経 114° 01' 56")

北極圏


20. Severnaya Zvezda

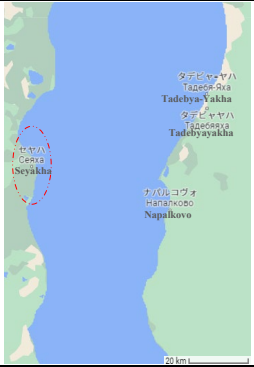
ピンク水素

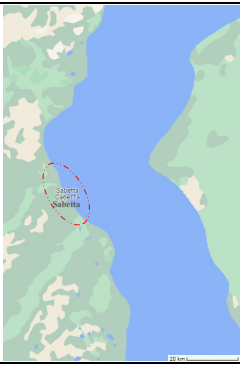


Severnaya Zvezdaのプロジェクト。プロジェクトの予定地は、クラスノヤルスク地方タイミル半島のスィラダサイ鉱床地域。微粉炭発電所の電力を使用し、水の電気分解により低炭素水素を製造する計画。プロジェクトの時期および水素生産量の計画は明記されていない。ターゲット市場はロシア国内市場およびアジア太平洋諸国。¹


図 20 - タイミル半島の低炭素水素製造プロジェクトの予定地、スィラダサイ鉱床 (北緯72° 48'22.8" 東経 82° 31'14.2")


21.	Energiya基金
グリーン水素	
	<p>Energiya基金のプロジェクト。予定地はヤマロ・ネネツ自治管区バイダラツカヤ湾地域。風力発電所の電力を使用し水の電気分解によってグリーン水素を製造する計画。実施時期は2025年、計画生産量は公表されていない。ターゲット市場はアジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。¹</p>
<p>図21 - バイダラツカヤ湾のグリーン水素製造プロジェクトの予定地(北緯69° 06'36.3" 東経 67° 29'03.8")</p>	


22.	Energiya基金、東洋エンジニアリング、伊藤忠プランテック
ブルーアンモニア	
	<p>Energiya基金、東洋エンジニアリング、伊藤忠プランテックが開発中のプロジェクト。予定地はヤマロ・ネネツ自治管区セヤハ村。CO₂の回収および長期地下貯留技術を使用したメタン水蒸気改質による「ブルー」アンモニアの製造を計画。プロジェクトの実施時期は2026年、アンモニアの計画生産量は年間220万t。ターゲット市場は、アジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。¹</p>
<p>図22 - セヤハ村の「ブルー」アンモニア製造プロジェクト予定地(北緯70° 09'08.6" 東経 72° 32'30.7")</p>	

23.	NOVATEK
ブルー水素 / ブルーアンモニア	
	<p>NOVATEKのプロジェクト。サベッタ村(ヤマロ・ネネツ自治管区ヤマル半島)に水素、アンモニアその他の低炭素製品をCO₂回収および長期地下貯留の技術を使用して天然ガスから生産するプラントを建設する計画(オブスキー・ガス化学コンプレックス)。プロジェクトは、ヴェルフネチウチェイスコエおよび西セヤヒンスコエ鉱床の資源をベースとして実施される。実施時期は2027年、アンモニアの予測生産量は年間220万t。ターゲット市場は、アジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。¹</p>
<p>図23 - サベッタ村の「ブルー」水素製造プロジェクトの予定地(北緯70° 09'08.6" 東経 72° 32'30.7")</p>	
<p>2021年、NOVATEKとドイツのUniper SEは、このプロジェクトによる年間120万tの「ブルー」水素供給の基本条件に関する協定に調印した。⁹ またNOVATEKと貿易会社RWE Supply & Trading GmbH (RWE)は、液化天然ガスの供給および脱炭素化に関する相互理解覚書に調印した。覚書は、オブスキー・ガス化学コンプレックスで生産される低炭素アンモニアおよび水素をドイツなどヨーロッパ諸国の市場向けにRWEに供給することを想定している。¹⁰</p>	


⁹ <https://www.kommersant.ru/doc/5142548>


24.	Energiya基金、東洋エンジニアリング、伊藤忠プランテック
ブルーアンモニア	
	<p>Energiya基金、東洋エンジニアリング、伊藤忠プランテックが開発中のプロジェクト。予定地は、ヤマロ・ネネット自治管区バイダラツカヤ湾地域。</p> <p>CO₂回収および長期地下貯留の技術を使用してメタン水蒸気改質により「ブルー」アンモニアを生産する計画。プロジェクト実施時期は2025年、計画生産量は年間220万t。ターゲット市場は、アジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。¹</p>
<p>図24 - バイダラツカヤ湾地域のブルーアンモニア製造プロジェクトの予定地（北緯69° 06'36.3" 東経67° 29'03.8"）</p>	


25.	コミ共和国独立非営利団体企業活動発展センター、Gazprom pererabotka
ターコイズ水素	
	<p>ロシア産業貿易省¹のデータによると、本プロジェクトはコミ共和国独立非営利団体企業活動発展センターが開発中。ソスノゴルスク・ガス加工工場（Gazprom pererabotka傘下）においてメタン熱分解による「ターコイズ」水素の製造を計画。実施時期は2024年、水素の生産量は年間2,000t。ターゲット市場は、アジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。</p>
<p>図25 - コミ共和国ソスノゴルスク市の「ターコイズ」水素製造プロジェクトの予定地（北緯63° 34'25.8"東経53° 52'18.4"）</p>	

26.	アルハンゲリスク州地域開発庁、NordEnergoGroup
グリーン水素	
	<p>アルハンゲリスク州地域開発庁とNordEnergoGroupが開発中のプロジェクト。予定地はアルハンゲリスク州メゼンスキー湾地域。メゼンスカヤ潮力発電所（発電所の建設は開発段階）の電力を使用して水の電気分解によりグリーン水素を製造する計画。2030年までに水素の生産量は年間50万t、2033年までに100万tになると想定。ターゲット市場は、アジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。¹</p>
<p>図26 - メゼンスキー湾地域のグリーン水素製造プロジェクトの予定地（北緯66° 35'20.8" 東経 43° 39'41.4"）</p>	


¹⁰ https://www.novatek.ru/ru/press/releases/index.php?id_4=4778

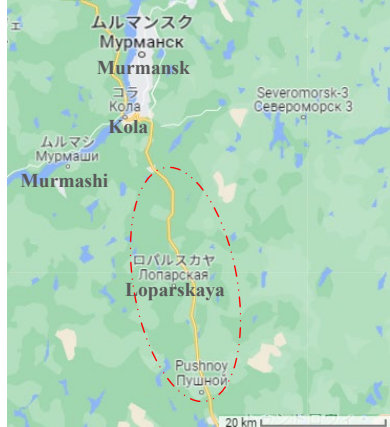
27. H4Energy、H2Transition Capital、Eurasia Mining	
グリーン水素 / グリーンアンモニア	
	<p>H4Energy、H2Transition Capital、Eurasia Miningが参加するプロジェクト。予定地はムルマンスク州コラ半島。</p> <p>設備容量の大部分が未利用である水力発電所¹の電力を使用し、水の電気分解によってグリーン水素／アンモニアを製造する計画(コラ半島の水力発電所の設備容量の稼働率43.7%)。¹¹ 水素の生産量は2024に年間17,000t、2030年までに17万tになると想定。ターゲット市場は、アジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。¹ 液化水素はタンクコンテナで、液化アンモニアはタンクコンテナあるいはボンベ(storage bullet)で輸出する計画。国内市場への水素の供給は圧縮した形で行う計画。¹¹</p>
<p>図27 - ムルマンスク州のグリーン水素製造プロジェクトの予定地(北緯67° 48'33.8" 東経 34° 55'03.6)</p>	


28. H2	
グリーン水素	
	<p>ロシア産業貿易省のデータによると¹、プロジェクトはH2が開発中。</p> <p>予定地はムルマンスク州。風力発電所の電力を使用して水の電気分解によるグリーン水素の製造を計画。実施時期は2024年、水素の予測生産量は年間1万t。ターゲット市場は、アジア太平洋およびヨーロッパ諸国、ロシア国内市場。</p>
<p>図28 - ムルマンスク州のグリーン水素製造プラントの予定地(北緯69° 20'55.9" 東経 32° 58'33.1")</p>	

29. Rosatom	
イエロー水素	
	<p>ロシア産業貿易省のデータによると¹、プロジェクトはRosatomが開発中。予定地はムルマンスク州。コラ原子力発電所の電力を使用して水の電気分解による低炭素水素の製造を計画。2024年に年間15万tの水素の試験生産を開始、2030年までに工業規模に達する予定だが、具体的な生産量は公開されていない。ターゲット市場はヨーロッパ諸国およびロシア国内市場。</p>
<p>図29 - ムルマンスク州のイエロー水素プラント予定地(北緯67° 16'11.3" 東経 32° 18'27.9")</p>	

¹¹ <https://www.eurasiamining.co.uk/component/rsfiles/download-file/files?path=Presentations%252FHydrogen%2BStrategy%2BSummary%2BPresentation%2BDec%2B2021.pdf&Itemid=437>

30.	Rosnano、Enel
グリーン水素	
	<p>RosnanoとEnelのプロジェクト。予定地はムルマンスク州。建設中のコラ風力発電所の電力を使用し水の電気分解によるグリーン水素の製造を計画。実施時期は2024年、水素の計画生産量は年間12,000t。ターゲット市場はヨーロッパ諸国およびロシア国内市場。¹</p>
<p>図30 - ムルマンスク州のグリーン水素プラント予定地 (北緯68° 57'20.1" 東経33° 03'59.0")</p>	

31.	H2 Chistaya Energetika、TGK-1
グリーン水素	
	<p>H2 Chistaya EnergetikaとTGK-1が参加するプロジェクト。予定地はムルマンスク州。水力発電所の電力を使用しグリーン水素を製造する計画。実施時期は2025年、水素の計画生産量は年間16,000t。ターゲット市場はヨーロッパ諸国およびロシア国内市場。¹</p>
<p>図 31 - ムルマンスク州のグリーン水素プラントの予定地(北緯68° 33'11.5" 東経33° 06'07.4")</p>	

32.	Gazprom energoholding、TGK-1
グリーン水素 / グリーンアンモニア	
	<p>ロシア産業貿易省のデータによると¹、Gazprom energoholdingとTGK-1がプロジェクトに参加。予定地はムルマンスク州。水力発電所の電力を使用し、水の電気分解によりグリーン水素/アンモニアを製造する計画。2024年までの年間生産量は水素2,000t、アンモニア20,000tになる見込み。ターゲット市場はヨーロッパ諸国およびロシア国内市場。</p>
<p>図32 - ムルマンスク州のグリーン水素プラントの予定地(北緯67° 32'57.2" 東経 34° 57'58.9")</p>	

表P.1

燃料水素およびアンモニア関連プロジェクトおよび
2035年までの予測生産量の一覧表

プロジェクト [†]	グリーンH ₂ /NH ₃	ブルー H ₂ /NH ₃	その他	事業者 [‡]
東シベリア				
14		800		15
15	116			7
16	3			7
17	5,4			7
18	4,2			7
19	6			4
極東				
1	3,2			1
2	110			26
3		6000		2,25
4	350			3,9,27
5	16			4,10
6		70		5,11
7	2			5
8	50			4
9	134			6,8,12
10	10			13
11	5000			4,30
12			0,2	5
13	120			14
AZRF*				
20			2	16
21	2			17
22		2200		17,18,19
23		2200		20
24		2200		17,18,19
25			2	25,28
26	1000			21,29
27	170			6,8
28	10			13
29			0,15	5
30	12			22,23
31	16			4,24,25
32	20			24,25

備考.

† - プロジェクト番号は付属書2にもとづく、2035年までの生産量の単位は水素1,000t

‡ - 事業者番号は付属書1にもとづく

* - AZRF:ロシア連邦北極圏

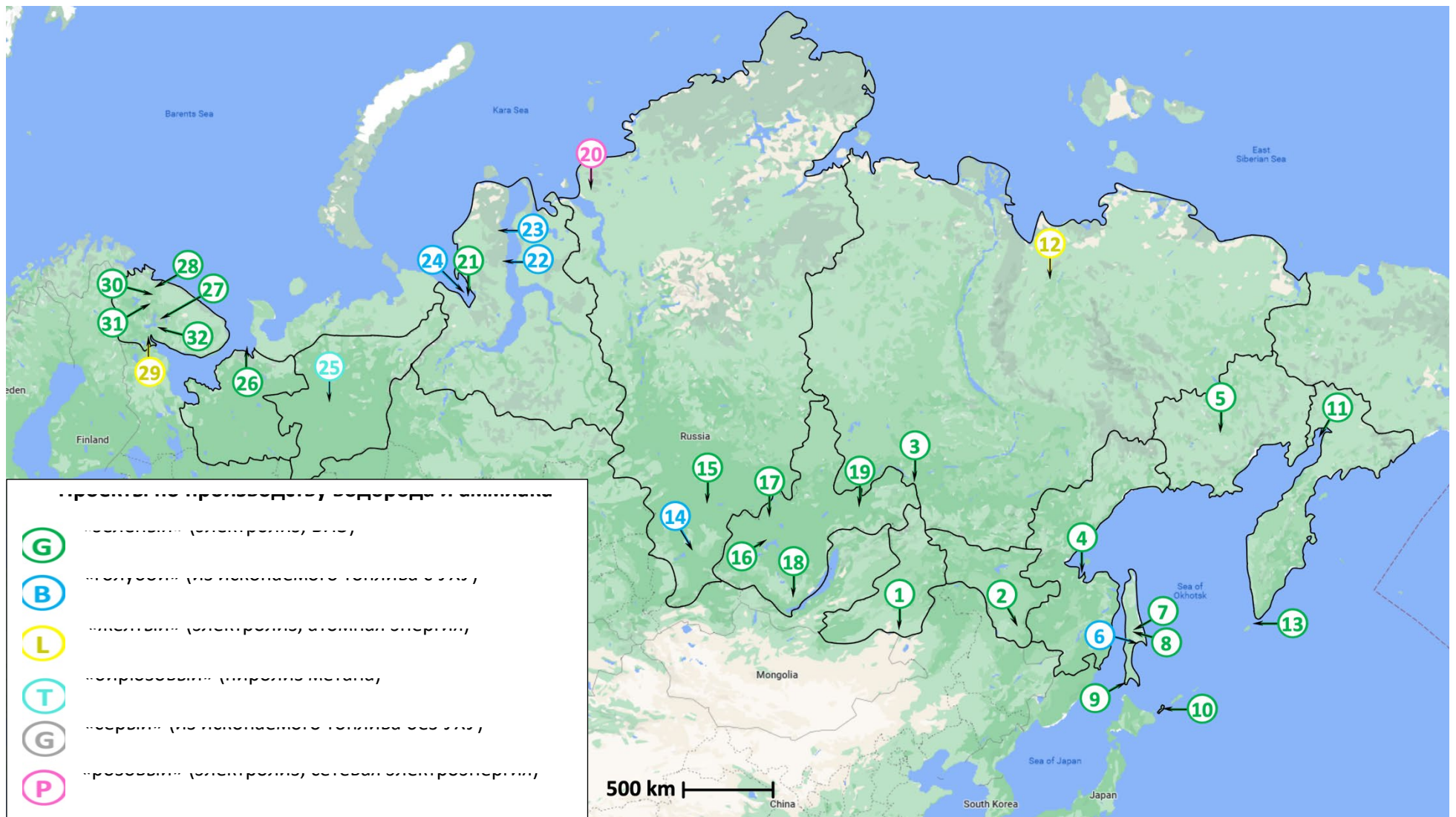


図33 - ロシア連邦東部および北極圏における水素プロジェクト地図

Ⅲ. 参考資料「2050年までのロシアの温室効果ガス低排出型発展戦略」

2021年10月29日付ロシア連邦政府指令第3052号

2020年11月4日付ロシア連邦大統領令第666号「温室効果ガス排出削減について」を実現する目的で

1. 添付の2050年までのロシア連邦の温室効果ガス低排出型社会経済発展戦略（以下、「本戦略」）を承認すること。

2. 連邦執行権力機関は、各部門の戦略計画文書、ロシア連邦国家プログラム（サブプログラム）、及びその他の戦略計画文書の立案と実現にあたり、本戦略の規定を指針とすること。

3. ロシア連邦の名において連邦国家単一企業の資産所有者の権利を行使する連邦執行権力機関は、ロシア連邦の温室効果ガス低排出型の発展の確保を目的とした施策を当該企業の事業プログラムに加え、2022年3月30日までに、連邦国家単一企業の修正済みの事業プログラムをロシア連邦経済発展省に送付すること。

4. 下記事項を推奨する。

ロシア連邦構成主体執行権力機関及び地方自治機関は、地域プログラム（サブプログラム）及びその他の文書の立案と実現にあたり、本戦略の規定に従うこと。

国家企業、国営企業「ロシア自動車道（AVTODOR）」及び関係する政府参加の株式会社は、ロシア連邦の温室効果ガス低排出型の発展の確保を目的とした施策を自社の事業戦略に加え、2022年3月30日までに修正済みの事業戦略をロシア連邦経済発展省に送付すること。

5. ロシア連邦経済発展省は下記事項を確実に実施すること。

本戦略実現の進捗状況に関する報告書を、報告年度の翌年11月30日までに作成し、これをロシア連邦政府に毎年提出すること。この際、この報告書には、本戦略の目標と指標の達成における進歩の評価、温室効果ガス排出に係る長期予測の修正を含めるものとする。

6カ月以内に、関係する連邦執行権力機関及び事業体との協力のもとに本戦略の実現に係る施策プランを作成し、これをロシア連邦政府に提出すること。

ロシア連邦政府

議長 M.ミシュスチン

2021年10月29日付ロシア連邦政府命令第3052-r号により承認

2050年までのロシア連邦の温室効果ガス低排出型社会経済発展戦略

Ⅰ. 国際情勢の分析

1. 気候アジェンダ

気候変動に関する国際的な専門家グループの評価によると、世界では1970年代以降、気温の上昇に現れ、大気中の温室効果ガス濃度の増大と関連する全球規模での気候条件の変動が認められているという。2020年現在、全球平均地表気温は1850～1900年の産業革命前水準を1.1℃上回っている。

現在観測されている気候変動及び今後予想される気候変動は、人為システムと自然システムに対する普遍かつ不可逆的な影響を伴うものであり、また、安全保障上と持続可能な発展に係るリスクをもたらすものである。これらのリスクを最小化するためには、国家管理領域、経済諸部門、地域インフラを変動す

る気候条件に適応させることが必要である。

国際社会は、地球の気候変動とそれが及ぼすネガティブな影響が人類共通の懸案事項であることを認識している。人為的活動の結果、大気中の温室効果ガス濃度は著しく上昇した。そしてこれが、自然の温室効果を増大させ、地表と地球の大気のさらなる温暖化と、生態系及び人類に対する悪影響をもたらしたのである。

大気中の温室効果ガス濃度を気候系に対する危険な人為的影響が生じない水準に安定化させることを目的として採択されたのが、気候変動に関する国際連合枠組条約（1992年5月9日にニューヨークにて締結、以下、「枠組条約」）であり、同条約は現在、気候変動問題に関する国際協力の法的基盤となっている。

枠組条約の推進を目的として、1997年12月11日には京都で枠組条約京都議定書が採択された。これは、2008～2012年の第1約束期間中においては京都議定書の附属書Bに含まれている同議定書締約国に対し、温室効果ガス排出を抑制するもしくは削減することを義務付け、2013～2020年の第2約束期間においては同議定書のドーハ改正批准国に対しこれを義務付けるものである。温室効果ガス排出の抑制または削減に係る各国の数量的義務は、通例通り、基準年である1990年との比として定められている。

2015年12月12日の枠組条約締約国会議では、同条約の究極目標の達成に向けた国際的な努力を2020年以降活性化させていくことを目的として、気候に関するパリ協定（以下、「パリ協定」）が採択された。パリ協定では、産業革命前水準比における全球平均気温の上昇を2℃よりもはるかに低く抑え、温度上昇を1.5℃以内に抑制することに力を注ぐという長期気温目標が定められている。これは、こうすることによって気候変動によるリスクと影響を大幅に縮小できると認識しての決定である。

ロシア連邦は、枠組条約（連邦法「気候変動に関する国際連合枠組条約の批准について」）、京都議定書（連邦法「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書の批准について」）、パリ協定（2019年9月21日付ロシア連邦政府決定第1228号「パリ協定の採択について」）の締約国である。

枠組条約の附属書Iによると、ロシア連邦は市場経済移行国に分類されている。この国々にとって、新興国への金融支援及びその他の支援の提供は任意のものとなっている。ロシア連邦は京都議定書の第1約束期間の実現に参加し、その中で、人為的温室効果ガス排出の抑制に係る自国の義務を超過して履行した。

パリ協定には温室効果ガス排出の抑制または削減に係る数値目標は含まれていない。このため、同協定の締約国は同協定実現に対する自国の貢献案を国家レベルにおいて定め、これを表明している。この貢献案には上記の数値目標を含めることができる。パリ協定の目標を達成するため、ロシア連邦は国家レベルにおいて定めた同協定実現に対する自国の第1貢献案を2020年に表明し、気候変動への適応に係る第1報告を公表した（枠組条約の公式サイトに掲載）。

ロシア連邦領内における気候温暖化の速度は世界平均を上回っている。これは、地理的条件と気候の特徴によるものである。あらゆる自然地理学的地域と連邦管区において年平均気温が上昇している。年平均気温の上昇速度が最も高いのは、北極海沿岸地域である。

気候変動の影響は複合的な性質を帯びており、主として国民、国家インフラ、気候依存性の高い経済部門に対する莫大なリスクを生み出している。極めて重大なリスクには、極端な気象現象のリスク（例：大規模な洪水または干ばつ）、ネガティブな影響の同時発生のリスク（例：高温と高度な大気汚染）、温度・湿度条件の変化による各種生態系の劣化のリスク（例：永久凍土層と山岳氷河の劣化、建造物の劣化の加速）が含まれる。

広大な国土と多様な自然・気候条件を有しているロシア連邦にとって、気候変動は、北極海水域の航行期間の長期化、暖房期間の短縮、農作物の生産性の向上、管理された生態系の吸収能力の向上といった、新たな可能性をもたらすものにもなっている。

国際的な気候協定を実現するため、超国家レベル、国家レベル、地方レベルにおいては、炭化水素資源及びその他の燃料を用いた発電からカーボンフリーエネルギー資源及び温室効果ガス低排出型エネルギー資源へというグローバルエネルギーの技術的移行（以下、「世界的なエネルギー移行」）を特に促進する様々

な政策施策が講じられている。世界的なエネルギー移行は、グローバルエネルギーの持続可能な発展と経済にとっての新たな傾向を形成するものであると同時に、炭化水素資源輸出国にとっては当該資源への需要の低下に関連する新たな課題をもたらすものとなっている。一方、気候アジェンダの強化は世界経済における新たな市場の出現の前提条件を築くものである。

2. 気候規制の傾向

一連の司法管轄におけるカーボンマネジメントシステムの出現は、市場における炭素集約製品の競争能力を左右する重大なファクターである。カーボンマネジメントは国際貿易に浸透する可能性があるが、これはWTO法と枠組条約への違反を誘発する恐れがある。

国連環境計画（UNEP）の評価によると、世界における人為的温室効果ガス排出量は、2008～2018年にかけて毎年1.5%ずつ増加し、2018年には550億t（CO₂換算）に達したという。このうちおよそ80%が「G20」諸国によるものであった。対1990年比で見た場合、温室効果ガス排出量は40～50%増となっている。温室効果ガス排出量の増加を大きく推し進めているのは新興国で、その排出量は対1990年比で2～4倍増となっている。

世界の人為的温室効果ガス排出量において極めて大きな割合を占めているのは、中国、米国、EU、インド、ロシア、日本、ブラジル、インドネシアである。その他の排出国の各々の割合は全世界の排出量の2%以下であるが、これらの国々の割合も合計すると全世界の排出量の43%に相当する。対1990年比で見た毎年の温室効果ガス排出量の累積成長指標では中国、インド、米国、カナダが上位に来る一方、減少指標ではロシア、EU、英国が上位となる。個々の国々及び超国家的連合による全球規模での毎年の温室効果ガス排出量の累積削減量は、新興国及び一連の先進国における温室効果ガス排出量の増加のかなりの部分を相殺しており、これによって全球規模での温暖化速度の鈍化が確保されている。気候変動の脅威に対する世界規模での対策への国家的な貢献として、各国は温室効果ガス排出の抑制に係る数値目標を表明している。これにあたっては60を超える国々が、人為的温室効果ガスの排出とそのバランスを2050～2060年かそれ以前までに達成するという目標（以下、「カーボンニュートラル」）を表明している（英国、EU加盟国、米国、中国、日本等）。

温室効果ガス排出削減、再生可能エネルギー使用の増加、エネルギー効率性の向上、持続可能な発展の促進を目標とした様々なイニシアティブに参加する多国籍企業の数も増えている。一連の大企業は温室効果ガス低排出型の独自の発展戦略を採択し、その中で2050年までかそれ以前までに「カーボンニュートラル」を達成するという大志に満ちた計画を綴っている。

国連人間居住計画（UN-Habitat）の評価によると、世界における人為的温室効果ガス排出の70%近くが都市部におけるものだという。このため、一連の都市では「カーボンニュートラル」達成への意気込みを特に盛り込んだ独自の気候戦略と計画が実現されている。現時点で100を超える都市が、2050年までに「カーボンニュートラル」を達成しようという意図を表明しており、一部の都市は2025～2040年までに「カーボンニュートラル」を達成する計画を立てている（ストックホルム、ヘルシンキ、コペンハーゲン等）。ロシアの都市が参加する気候イニシアティブもある（例：モスクワとロストフ・ナ・ダヌーが世界気候エネルギー首長誓約に参加している）。

世界銀行（WB）の評価によると、2021年4月1日現在では世界の温室効果ガス排出量のおよそ21%が特別規制措置によってカバーされているという。主な規制形態は温室効果ガス排出量取引と炭素税・賦課金システムであり、一部の国々では国家レベルと地域レベルによる混合規制形態も見られる。

国内市場の保護を目的として、炭素集約製品の販売（利用）に対する様々な禁止事項が計画されている。例えば、一部の国々は自動車の温室効果ガス排出水準を制限する技術基準の導入計画を表明した。これは内燃機関の利用の縮小をもたらす可能性がある（ノルウェー、デンマーク、英国、スペイン、フランス、中国、ドイツ）。また、環境及びエネルギー効率に係る国家基準に則った製品のマーキング（カーボンフッ

トプリントのレベルに応じたマーキングを含む)も、国家規制の1形態である。製品のマーキングは、カーボンフットプリントが低い製品のプロモーション、ならびに国内市場における製品のカーボンフットプリント関連情報の体系化を促しうるものである。

また、国際機関及び超国家的連合によるマンドートの一環としても、温室効果ガス排出規制または排出量増加抑制に係る超国家的措置が講じられている。例えば、2012年からは航空輸送が欧州排出量取引制度に加えられた。国際民間航空機関 (ICAO) は、国際線の炭素排出に係る相殺・削減システムを採択し、導入している。国際海事機関 (IMO) では、海上船舶に対する温室効果ガス排出基準を制定し、国際海上輸送による温室効果ガス排出に係るデータベースを構築している。

経済協力開発機構 (OECD) 及びその他の国際プラットフォームでは、多国間気候規制メカニズムの構築に係る様々なイニシアティブが検討されている。2021年以降、ロシア連邦はOECDの気候に関する国際行動プログラム (IPAC) に参加している。

EUでは「グリーンディール」の一環として、炭素集約製品の輸入に対する炭素国境調整措置が導入される見通しである。これは、当該製品の生産時における温室効果ガス排出量に応じて商品から追加的な賦課金を徴収することを盛り込んだ措置である。また、温室効果ガス排出に係る欧州排出量取引制度の効力の新たなセクターへの拡大、ならびに航空産業に対する温室効果ガス排出に係る無料許可の廃止が計画されている。

低排出と気候変動への抵抗を特徴とする発展を目指した路線に金融フローを整合させることは、パリ協定が掲げる三つのグローバル目標のひとつである。このため、「グリーン」融資を含む持続的な融資メカニズム、すなわち生態学的、社会的、管理的責任の原則に焦点を絞った融資メカニズムがより広く普及しつつある。

過去8年の間に、世界における生態学的、社会的、管理的責任の原則を考慮する投資家の資産総額は3倍に成長し、40兆米ドルに達した。「グリーン」ボンド基金の成長速度も、過去3年間は年平均50%となっている。この種の債券の世界市場だけでも、2020年末までに総額1兆米ドルに達する見通しである。

気候アジェンダの国際的な重要性、エネルギー移行と大気中への温室効果ガス排出量の削減を確保する必要性、ならびにロシア経済にとってのさらなるリスクを生み出す世界規模での幅広い気候政策を考え合わせると、我が国の持続的な生態学的・社会的・経済的発展へのキャピタルフローの方向転換、ならびに温室効果ガス低排出型の経済をはじめとする持続可能な発展という経済への移行時に生じる新たなリスクに対する金融市場参加者の適応を促すためのインセンティブ及び諸条件の構築が、最も重要な意味を帯びてくる。

「グリーン」プロジェクトを含む持続可能なプロジェクトの決定と検証に対するロシアのアプローチを国際基準に適合させることも必要である。炭素集約型の生産セクターにおいては、環境効果の高いプロジェクトを狙いとする移行プロジェクトの分類体系に重要な役割が付与される。持続可能かつ過渡的な「グリーン」プロジェクトに係る独自の基準・検証システムの存在は、この種のプロジェクトに対する潜在的投資家の範囲の大幅な拡張、より安価な資金提供へのアクセスの確保、ならびに製品が「グリーン」カテゴリーに不適切に分類されるリスクの回避、新たな金融商品市場の最大限の透明化を可能とするだろう。

持続可能な発展の枠組みの中では、金融機関のビジネス戦略とリスクマネジメントにおいて生態学的・社会的・管理的ファクターを考慮することが重要な方向性となる。投資ポートフォリオにおける「グリーンな」金融商品の割合を最低限の比率まで引き上げるよう金融セクターに促すための柔軟な政策を実施することによって、経済のあらゆるレベルにおける質の高いリスク管理システムの構築と、気候リスクを考慮したうえでの金融システムの安定性の確保が可能となるのである。

3. 技術的發展

グローバルエネルギーの持続可能な発展は、太陽光、風力、水力エネルギー (排水エネルギーを含む)、

バイオマス、バイオガス、地熱エネルギー、(以下、「再生可能エネルギー源」)を利用した技術、ならびに原子力発電・水素発電技術の開発への移行を背景とした国際アジェンダの中で検討されている。

現在、水素に対する世界の需要は年間1億1,600万tと評価されている(純水素に対する需要が年間7,400万tであり、水素4,200万tは熱エネルギー及び電力の生産における原料または燃料として他の気体と混合する形で用いられている)。EU諸国、アジア太平洋諸国、及び米国における水素発電開発国家プログラムの実現に際して生じる水素需要を考え合わせると、世界では2025年までに、世界的な脱炭素化の速度と国家支援機構に応じて年間4,000万~1億7,000万tの水素需要が追加的に発生する見込みである。

エネルギー生産部門では、水素とメタン・水素混合物の利用を盛り込んだ天然ガススペースのよりクリーンな技術の開発も進められている。これは、燃料のエネルギー効率の大幅な向上と、温室効果ガス排出削減の確保をもたらすものとなる。コンバインドサイクル、熱核融合をベースとしたエネルギー生産技術の開発も続けられている。

最新鋭の工業技術の発展に伴い、これらのエネルギー効率指標が熱力学的最大値に近づくにつれて、材料利用効率の向上とその再利用比率の拡大がより重大な意味を持つようになっている。

生産・消費廃棄物の再利用技術も発展しつつある。このように、現在では生産サイクルにおける炭化水素原料の使用の削減と、廃棄物生成量全体の削減、さらには生産への生分解性材料の導入を促す技術が開発されている。

温室効果ガス低排出型の発展という路線へ踏み出すためのもうひとつの方向性としては、工業生産・エネルギー生産プロセスにおいて生成され排出される二酸化炭素の捕捉、処理、利用及び(または)処分に係る技術の開発と活用が挙げられる。ただし、こうした技術の開発には、国や開発機関サイドからのさらなる促進策が必要である。

燃料の燃焼から生じる温室効果ガスの直接的な排出の削減に大きく寄与するものに、現在すでに利用されており、ますますその規模を大きくしつつある輸送手段の電化がある。2019年における世界の電気自動車販売台数は230万台であった(売上の65%超が中国市場とEU市場におけるものである)。既存のデータによると、欧州市場で電気自動車が占める割合は、2030年には売り上げの57%に、2050年には95%超にのぼる見込みである。

4. 本戦略立案の前提と本戦略の対象

2050年までのロシア連邦の温室効果ガス低排出型社会経済発展戦略(以下、「本戦略」)は、2020年11月4日付ロシア連邦大統領令第666号「温室効果ガス排出削減について」の実現と、2016年4月22日にニューヨークにてロシア連邦の名において署名され、2019年9月21日付ロシア連邦政府決定第1228号「パリ協定の採択について」により採択された2015年12月12日付パリ協定第4条の実現を目的として立案されたものである。

本戦略の法的基盤は、ロシア連邦憲法、連邦基本法、連邦法、ならびにロシア連邦大統領及びロシア連邦政府の法的文書により構成されている。本戦略は連邦法「ロシア連邦における戦略計画について」第19条に従い立案され、連邦レベルにおいて策定された戦略計画文書の規定を考慮したものとなっている。

本戦略は、ロシア連邦の持続可能かつ均衡のとれた社会経済発展を前提条件とし、森林その他の生態系が持つと想定される最大限の吸収能力を考慮したうえで、温室効果ガス排出量を2030年までに対1990年比で70%まで削減することを目的とした施策を定めるものであり、また、2050年までの温室効果ガス低排出型の発展に係る方向性と施策を定めるものである。

本戦略の優先方針は、2021~2050年の間にロシア連邦において蓄積された温室効果ガスの純排出量をEUの指標よりも低い数値へと削減することに関する2021年4月21日付のロシア連邦議会へのロシア連邦大統領教書演説の中で掲げられた課題の履行である。これは、産業革命前水準を上回る全球平均気温の上昇を2℃よりもはるかに低く抑制すること、ならびに温度上昇を1.5℃未満の範囲に抑制するための努力を促す

ものとなるだろう。

本戦略はロシア連邦の戦略計画文書に分類される部門間文書であり、温室効果ガス排出抑制分野における国家政策の施策をロシア連邦のその他の戦略計画文書、ロシア連邦構成主体社会経済発展戦略、ロシア連邦国家プログラム、ロシア連邦構成主体国家プログラム、ならびに政府が参加する国家企業、国営企業、公法会社の計画文書及び特定目的プログラム文書に加えるための根拠となるものである。本戦略の規定は、世界的なエネルギー移行へのロシア経済の適応の内容と、しかるべき部門的・地域的適応プランの目標設定を定めるものである。

本戦略は、人為的温室効果ガス排出源と同ガスの吸収源である経済部門及び国家管理領域をカバーするものであり、技術発展水準や経済における構造改革（シフト）、自然の温室効果ガス吸収源及び蓄積源の吸収能力、その他のファクターの面で差異を設けた二つの社会経済発展シナリオ、すなわち現状維持シナリオと目標（集中）シナリオを盛り込んだものである。

2030年までの展望においては、世界経済の成長の鈍化が予測される。これは、先進国及び新興国における債務負担の増加、世界貿易の成長の鈍化、世界的な保護主義の台頭をはじめとする近年形成された傾向によるものである。2050年までの長期的展望においては、世界経済における新興市場国のシェアが伸びる中で、巨大な新興市場国の追いつき成長ポテンシャルが枯渇していく度合いに応じて世界経済の成長速度が2～2.5%までさらに減速することが予測される。

国家発展目標の達成を狙いとした構造的な国家政策措置を推し進めた結果としてロシア経済が2030年までに目標とすべき課題は、マクロ経済的安定性を保持したうえで世界平均を上回る速度（すなわち3%以上）での持続的な経済成長を達成することとなっている。発展シナリオの差異は、世界的なエネルギー移行へのロシア経済の適応面におけるアプローチの差によるものである。

現状維持シナリオは、国家目標と部門別戦略計画文書の課題の達成についてすでに採択されている解決策の実現を前提としたものである。温室効果ガス排出削減を直接的または間接的な成果とする追加的施策は、このシナリオでは検討されていない。

一方、目標（集中）シナリオは経済諸部門の脱炭素化と管理された生態系の吸収能力の向上に係る追加的施策を盛り込んだものである。このシナリオでは、世界的なエネルギー移行を、世界的規模におけるロシア経済の競争能力の確保をもたらすファクターのひとつとみなしている。

II. 現状維持シナリオ

1. シナリオの概要

現状維持シナリオは、エネルギーの生産と消費に係る収支構造の保持も含め、現在の経済モデルが維持されることを前提としたものである。

現状維持シナリオでは、温室効果ガス純排出量が現在の15億8,400万t（CO₂換算）から2030年には8%増の17億1,800万t（CO₂換算）に、2050年には25%増の19億8,600万t（CO₂換算）に増加する。純排出量のこうした動向は、吸収能力が現在の水準（5億3,500万t〔CO₂換算〕）に保持された場合に実現するものである。

現状維持シナリオでは、2050年頃の温室効果ガス純排出量の水準がEUにおける同様の指標を上回る。これでは、2021年4月21日付のロシア連邦議会へのロシア連邦大統領教書演説の中で掲げられた課題の履行が確保されない。

本戦略の対象期間では、GDPの炭素集約度は1.5分の1に減少するが、2050年には世界平均指標を上回ることになる。

現状維持シナリオでは、計画期間中に「カーボンニュートラル」を達成することは困難である。

2. 技術的發展

現状維持シナリオにおける技術的發展は、固定資産の有機的な再整備、すなわち陳腐化した設備の計画的な交換と近代化、ならびにエネルギー効率の低い老朽化した住宅フォンドの段階的な稼働停止と建て替えにその基盤を置いている。

ロシア連邦は温室効果ガス低排出を特徴とする既存の技術の大半を適用してきた実践経験を有している。例えば、我が国は核エネルギー開発、集中型熱供給の適用規模、貨物輸送における鉄道輸送の役割といった点で世界の主要国のひとつとなっている。

現状維持シナリオの枠組においても、最大級の経済効率と輸出ポテンシャルを特徴とする温室効果ガス低排出型技術、すなわち再生可能エネルギー及び水素による発電、古紙・建築廃棄物、自動車の燃費性能、住宅・公共事業における資源消費量算定用スマートメーター、「スマートエネルギー消費」の活用が盛り込まれている。

現状維持シナリオにおける技術的發展メカニズムのひとつとして、利用可能な最善の手法（BAT、Best Available Techniques）への移行が挙げられている。この際、BAT関連の情報技術参考表は、ロシア連邦の法令に従い10年に1度以上の頻度で更新される。

2020～2024年には、更新対象であるBAT関連情報技術参考表の中で資源・エネルギー効率指標が設定される予定である。ロシア連邦の規範的・法的文書では、温室効果ガス排出指標の設定と同指標のその後の強制執行は定められていない。

燃料エネルギー産業におけるBATへの移行は、天然ガス及び再生可能エネルギーを使用したより経済的な発電設備への、陳腐化した石炭火力発電所の置き換え、ならびに燃料の採掘、使用、輸送時における漏出の低減を促進するだろう。また、石炭火力発電分野における温室効果ガス排出削減技術の適用も期待される。

化学産業及び冶金産業の施設における技術的發展は、エネルギー・資源節約技術の導入、陳腐化した設備の計画的な近代化に左右される見通しである。

3. 構造シフト

温室効果ガス低排出型の成長という路線への移行を促すインセンティブがない場合、現状維持の経済發展は、緩徐な経済成長速度を呈するものとなる。

現状維持シナリオでは、従来型の経済部門（GDP構造における鉱物資源採掘、農業、ローテクノロジー・ミドルテクノロジー産業）の占める割合が、主に鉱物資源採掘の減少によって、2050年には対2020年比で4.9%pt減少すると見込まれている。

一方、より低い資源・エネルギー集約度を特徴とする脱工業化経済部門（ハイテクノロジー産業、情報技術・通信、研究開発等）は、GDP全体の成長速度を上回る速度で成長し、2050年にはGDP構造におけるその割合を対2020年比で6.8%pt伸ばすと見込まれている。その他の経済部門（発電・給水、建設・輸送、国家管理等）は、現状維持シナリオにおける予測では、十分な安定性を保持するとされている。

したがって、現状維持シナリオにおける経済構造改革の規模は、2050年までの排出量増加速度の縮小という形では、大きな追加的効果をもたらすものではない。このシナリオで形成される構造で想定される排出量の増加規模は、およそ8億6,200万t（CO₂換算）にのぼると見込まれる。

4. 吸収能力

現状維持シナリオは、管理された生態系の温室効果ガス吸収を現在の動向のまま維持するものである。管理された生態系における現在の吸収水準を維持するには、下記の施策の実現規模を拡張する必要がある。

- 資源を完全には利用しつくさない形をもって天然林をもっぱら開発することによる、現在の森林開発傾向及び森林利用実践の保持

- 森林における火災安全措置及び消火措置の効率の向上、森林火災の発生と拡大の防止
- 森林再生と緑化、森林における衛生安全措置の完全化、有害生物発生源根絶措置の完全化
- 干上がった沼沢の灌漑とその火災安全の確保、沼沢の水収支の管理
- 浸食防止措置及びフィールド保護措置、保全耕起技術の適用、農地の火災安全の確保、水資源の合理的利用

5. ロシア経済のエネルギー集約度の低減

本戦略の実現における現状維持シナリオでは、省エネルギー・エネルギー効率向上領域の政策に対する国家規制措置をもってロシア経済のエネルギー集約度を緩徐に低減していくことが予定されている。ロシア連邦で実現されている省エネルギー・エネルギー効率向上関連のプロジェクトや措置は、温室効果ガス排出量を2019年の水準まで削減するうえで寄与するものとなるだろう。

しかし、省エネルギー・エネルギー効率向上に対して遂行される国家規制は、一連の未解決課題を残すものである。ロシア連邦の集合住宅の半数以上はエネルギー効率が低く、現代的な集合住宅の倍のエネルギーを消費している。毎年稼働を開始する集合住宅のうち、エネルギー効率の等級が高い（A、B、C）住宅は30%以下である。公共・行政建造物でも同様の特徴がみられる。

現状維持シナリオには、ロシア連邦の経済におけるエネルギー集約度と炭素集約度の低減に係る促進策が盛り込まれていない。

6. 現状維持シナリオの実現による効果

現状維持シナリオによるエネルギー移行条件では、2030年以降、エネルギー輸出が減少し（2031～2050年に実質平均2.8%ずつ）、非エネルギー輸出を拡大してもこれを相殺できないと予測される。輸入の増大を考え合わせた場合、純輸出の動向はGDPに対して主に抑制的な影響を及ぼすとみられる。つまり、2031～2050年における年平均成長速度は1.5%となるが、当該予測期間の終わりには約1%の水準まで落ち込む見通しなのだ。

こうした状況の中、国内需要の成長速度もそれほど高い水準とはならず、国民の実質可処分所得の成長速度は年平均1.2%に、固定資産への投資は同1.9%になると予測される。

現状維持シナリオに盛り込まれている温室効果ガス排出抑制措置は、低炭素技術への移行を諸企業に促すインセンティブを完全に作り出すものではない。というのも、低排出と気候変動への抵抗を特徴とした発展を目指す路線へと金融フローを適合させていくためのメカニズムを含め、この種の事業に対する政府や機関投資家サイドからの促進メカニズムが存在していないのである。

現状維持シナリオは、炭化水素及び炭素集約製品に対する世界的な需要の低減と関わる課題に対応できていない。

したがって、現状維持シナリオによる経済発展路線には、下記の重大なリスクが伴う。

- エネルギー輸出が縮小された結果としての予算収入の減少
- 世界のGDPに占める割合の喪失、技術的發展面での後れ
- 輸出・資源型発展モデルの可能性の枯渇
- 省エネルギー・材料消費量削減分野における有望技術の開発・導入（「グリーン」技術の開発を含む）における後れ
- デットファイナンス誘致条件の悪化、投資規模の縮小、資本の流出
- 潜在的な人的資本流出リスク
- 就労率の悪化
- 国民の可処分所得成長速度の緩慢化

上記を考慮すると、現状維持シナリオを基本シナリオとみなすことはできない。2021年4月21日付のロ

シヤ連邦議会へのロシア連邦大統領教書演説の中で掲げられた課題を履行し、前述のリスクを最小化するには、目標（集中）シナリオを基本シナリオとすることが提案される。

III. 目標（集中）シナリオ

1. シナリオの概要

目標（集中）シナリオの重要な課題は、世界的なエネルギー移行という条件の中におけるロシア連邦のグローバルな競争能力の確保と持続的な経済成長である。

目標（集中）シナリオは、温室効果ガス排出削減に関する国際的な気候アジェンダの目標と温室効果ガス低排出型テクノロジーへの移行に係る我が国の経済的可能性の相互連携、ならびに社会経済発展という国家利益の確保をもたらすものである。本戦略に含まれている2024～2026年頃までの主なインフラ刷新指標はすでに定められていたものであり、国家プログラム及び国家プロジェクトに加えられている。目標（集中）シナリオに盛り込まれている追加的排出量削減措置は、投資回収の原則に則り選択されたものである。

目標（集中）シナリオは、人為的温室効果ガス排出量の削減を目的とした技術規制及び金融・税制政策分野における政策施策を、経済の技術的刷新を突き動かす追加的起爆剤とみなすものである。最も非効率かつ炭素集約度が高い経済部門に対し上記の施策（例：カーボンプライシング、温室効果ガス排出枠設定システム、温室効果ガス低排出型技術及び高エネルギー・資源効率技術の強制適用と導入促進に係る基準要件の導入、鉱物採掘税及びその他の税・賦課金の修正等）を選択するにあたっては、これらの施策の実現による社会経済的影響の評価、ならびに個々のロシア連邦構成主体における温室効果ガス排出抑制実験の結果が考慮される予定である。

炭素規制の確立を目的とした地域実験の実施によって、温室効果ガス排出枠設定機構の効果を評価することが可能となるだろう。

追加的可能性は、「グリーン」プロジェクトの実現とも関連している。これらのプロジェクトが国家レベルで定められている当該プロジェクトの実現基準に適合している場合には、特別な債権や借入れによる資金誘致が可能となる。目標（集中）シナリオには気候変動対策プロジェクトの妥当性確認・検証システム及びカーボンレポート検証システムに係る基準の導入も盛り込まれている。

目標（集中）シナリオの実現にとってその導入が重要な意味を持つ温室効果ガス排出規制に係るもうひとつの制度に、カーボンフリー発電施設及び温室効果ガス低排出型発電施設における電力生産の事実に基づくエネルギー起源証明書がある。同証明書は発電プロセスにおいて創出されるポジティブな生態学的・社会的効果、すなわち排出量削減、廃棄物生成量の低減、環境及び人体の健康への悪影響の低減に基づく権利を証明するものである。

公開非財務報告システムの発展は企業の情報公開性を確保する効率的な機構であり、企業への信頼を向上させ、大規模投資家の誘致を可能とするほか、全世界の取引所への上場条件として寄与するものとなる。公開非財務報告書は、気候面、社会面、管理面でのリスクに照らしたうえで、企業の事業のサステナビリティ評価に係る重要指標を考慮して作成されるものである。公正なリスク評価、ならびに物質的なリスクファクターとすでに生じてしまった影響の開示は、包括的サステナビリティの確保にとって極めて重要なものである。

目標（集中）シナリオは、パリ協定締結国間で下記の合意が達成されるという前提に立脚して立案されている。

- 削減路線、及び集団目標への国としての貢献を各国が独自に決定することができる
- 施策が技術的に中立である（原子力発電・水力発電プロジェクトによるものを含む削減・吸収成果に対する差別の排除）

- 管理された生態系の吸収能力評価を完全化する必要性を相互に承認する
- 分類体系、電力エネルギー起源証明書、「グリーン」プロジェクトの成果検証システムをはじめとするロシアの気候変動対策規制を国際基準に適合させる
 - 「グリーン」プロジェクトの実現と温室効果ガス低排出型の発展への投資、気候変動への適応を促すグローバルな「グリーン」融資システムの発展を、パリ協定の実現へ向けた野心ならびに国家レベルにおいて決定される貢献の向上の基盤とする（この方向性は制裁から除外すべきである）
 - パリ協定第6条の機構は、自主的な機構変動対策プロジェクトによるカーボンユニットとその他の温室効果ガス排出削減ユニットに係るユニバーサルな発行原則と、当該ユニットの国際基準への適合を確実に実現するものである。このような差別排除型の条件の出現は、極めて効率的な気候変動対策プロジェクトの実現と、カーボンユニットに対する持続的な需要の維持をもたらすものとなるだろう。

1. 技術的發展

目標（集中）シナリオは、世界的なエネルギー移行に左右されるリスクと可能性を考慮したものであり、経済の脱炭素化と経済成長の確保を目的とした温室効果ガス低排出型の技術的トレンドを考慮することに焦点を当てたものである。

各経済セクターにおいては、技術的發展の促進を目的として、温室効果ガス排出に係る数値目標を達成するための規範的・法的基盤が立案されている。この立案にあたっては、温室効果ガス排出指標をこれに類する国際的な指標と調和させることが考慮されている。

既存の石炭火力発電のカーボンフットプリントを低減する技術を適用する。経済諸部門の積極的なデジタル化と電化を進める。冶金産業と化学産業では、水素技術を導入する。コンバインドサイクル発電、原子力発電所、水力発電所、及び再生可能エネルギー源の開発を進め、石炭火力発電においては温室効果ガス排出削減ポテンシャルを最大限に活用する。これには、BATへの全面的な移行、革新的かつ気候変動対策効果の高い石炭燃焼技術の支援、非効率的なボイラーのコージェネレーション施設への全面的な置換、温室効果ガス捕捉・利用・処分技術の開発と適用の幅広い促進によるものを含む。増大の一途を辿る電力需要は、温室効果ガス低排出型のコンバインドサイクル発電、ならびに原子力発電所、水力発電所、再生可能エネルギー源による発電で充足する。

温室効果ガス排出量を削減する目的で、下記の主な手段を活用する。

- 発電においては最新鋭の技術の導入、コンバインドサイクル発電、原子力発電所、水力発電所、再生可能エネルギー源の開発、石炭火力発電における温室効果ガス排出削減ポテンシャルの最大限の活用を進める。これには、BATへの全面的な移行、革新的かつ気候変動対策効果の高い石炭燃焼技術の支援、非効率的なボイラーのコージェネレーション複合施設への全面的な置換、温室効果ガス捕捉・利用・処分技術の開発と適用の幅広い促進によるものを含む。

- 電力産業の発電構造における大規模な改革を2031～2050年に実施する。

- 化石燃料の生産プロセスと輸送に際する温室効果ガスの漏出に関連する漏洩排出を低減する。温室効果ガスの捕捉・処分・将来的利用に係る技術の導入も進められている。

- 輸送領域では電気タービンへの移行を進め、輸送の広範な電化を行い、充電インフラを発展させる。

- 炭素集約度の高い産業部門では、温室効果ガス低排出型技術と高エネルギー効率技術の導入を進める。実現のメカニズムは、温室効果ガス低排出型技術及び高エネルギー・資源効率技術（この際、温室効果ガス排出指標値と資源・エネルギー効率の指標値はBAT関連情報技術参考表で設定することが可能である）の適用を促進する法的基盤の立案、現行のBAT関連参考表の見直しとする。冶金産業及び化学産業では、資源・エネルギー効率の高い技術を導入し、温室効果ガス低排出型生産技術を広める。これには、温室効果ガスの隔離と水素の利用を含めるものとする。

- 住宅・公共事業及び住宅建設領域においては、熱供給・冷暖房供給システムの効率の向上、新規建造

物における等級の高いエネルギー基準の導入（等級A、A+）を予定している。施策を実現する手段のひとつとしては、エネルギー効率の高いガラスの活用を考慮したものを含む、建設段階におけるエネルギー効率性等級の取得がある。エネルギー効率の低い、老朽化した住宅フォンドの稼働停止と建て替えも進める。

- 農業においては、土壌への施肥に対するアプローチを最適化し（緩効性の窒素放出肥料の使用を含む）、「正確な」農耕を発展させる。農業におけるBATの活用も視野に入れる。

- 生産・消費廃棄物の処理においては、温室効果ガス排出量の削減を可能とする省資源・低廃棄物技術の導入、BATへの移行、循環型経済の構築、廃棄物処理システムの完全化、廃棄物の分別収集への移行を実施する。

3. 構造シフト

目標（集中）シナリオに盛り込まれている施策は2050年までのポジティブな構造シフトの加速化を促すものである。この構造シフトは、経済構造における「脱工業化」部門の割合を対2020年比で11.8%pt増加させることを促進するものである（現状維持シナリオに比べると4.9%ptアップ）。

この際、「従来型」部門の割合の縮小がより顕著に進み、2050年には対2020年比で9.4%pt減となる見込みである（現状維持シナリオに比べ約2倍の勢い）。

したがって、資源集約度がより低く、エネルギー効率指標がより高い部門、すなわちハイテクノロジー産業部門、金融・保険事業、不動産取引及びその他のサービス提供といった部門における生産割合が高い経済構造が形成されることになり、これには経済の炭素集約度の低減が伴うことになる。知識集約型部門とエネルギー生産部門のための資源の再分配はこのシナリオの指標の実現に必要なものであるが、これは炭素集約度を低減させる追加的効果を有するものである。

目標（集中）シナリオにおける世界平均を上回る速度での経済成長には温室効果ガス排出量の増加が伴うが、これは構造シフトの効果によって相殺される。

4. 吸収能力

目標（集中）シナリオでは、林業分野における管理された生態系の吸収能力が現在の5億3,500万t（CO₂換算）から12億t（CO₂換算）に伸びるとされている。

林業では管理実践の完全化が進められるほか、森林に関する新たな学術的知見を得るための研究が行われる。管理された森林の面積の拡大が計画されているほか、ロシア連邦における森林による温室効果ガス吸収拡大ポテンシャルの評価と研究に係る施策が盛り込まれている。温室効果ガス排出削減と、森林その他の生態系における温室効果ガス吸収量の拡大を目標とした新たな技術の開発も予定されている。

個々の経営施策は、森林再生、緑化、森林の防火、有害生物からの森林の保護に係る追加的施策の実現を考慮したうえで実施される。森林整備、ならびに木材調達及び森林利用・森林再生・森林の保全及び保護の方法を変更する際に生じる炭素損失の低減に係る包括的な施策が実現される。森林再生技術においては、単一林を、より高い吸収特性を有する混合林に徐々に置き換える。

このため、効率的な森林火災対策を目的とした森林保全に係る支出が増加する見込みである。森林火災対策及びその他の自然災害対策に関しては、航空機のポテンシャルを増大させる。

農業では、耕作地における土壌の炭素損失を削減し、草原や放牧地、休耕地の土壌に炭素を蓄積させるほか、荒廃した土地の再肥沃化を行う。

水塊による温室効果ガス吸収・蓄積能力の研究を行い、技術を構築し、水塊による温室効果ガス吸収量の向上を目的とした追加的施策を実現する。

目標（集中）シナリオでは、6億6,500万t（CO₂換算）という規模での吸収能力拡大ポテンシャルの実現が予定されている。これは、温室効果ガスの吸収源と蓄積源の保全とその質の向上を目的としてロシア連邦で講じられている施策を国際基準に適合させるために必要とされる最も確実な数値である。

管理された生態系の保全とその質の向上に係る追加的施策の実現に投じられる総額は、2050年までに毎年、平均でGDPの0.1%以上となる見通しである。

5. ロシア経済のエネルギー集約度の低減

本戦略の実現に係る目標（集中）シナリオの枠組みの中では、ロシア連邦の経済におけるエネルギー集約度と炭素集約度の大幅な低減が期待される。省エネルギーとエネルギー効率の向上は、直接的な経済効果をもたらす、自然環境に対する人為的影響を低減するだけでなく、様々な経済部門における温室効果ガス排出量の削減を促す主たる原動力ともなるものである。

エネルギー効率の向上に係る施策の実現は、現状維持シナリオを上回る速度での温室効果ガス排出削減を促すものとなる。これは、低炭素発展への移行をもたらす優先的メカニズムのひとつとなるものである。

ロシア経済のエネルギー集約度と炭素集約度の低減指標を改善するには、エネルギー消費量が最も多い経済セクターにおいて、省エネルギー・エネルギー効率向上領域での国家政策介入措置を強化することが必要である。

燃料・エネルギー資源の消費量が最も多い部門は、電力・熱エネルギーの生産と分配、工業、住宅・公共事業である。

工業においては、生産サイクルにおいて従来型（1次）資源（材料）の代わりに2次エネルギー資源または2次資源を使用する技術を開発し導入することが、重要なエネルギー効率向上方針となっている。

建造物及び営造物の稼働に際するエネルギー資源利用効率を向上させるには、大規模建設対象物の設計文書で規定されているエネルギー効率要件の履行に対する監督機構の構築、ならびに建造物への個別暖房器具及び自動暖房管理ユニットの設置の必要性を定める基準の策定が必要である。

エネルギー消費量と温室効果ガス排出量の削減を大きく促す省エネルギー・エネルギー効率向上関連の部門間施策としては、経済諸部門におけるエネルギー資源消費に対するスマートな「デジタル」管理が挙げられる。

6. 目標（集中）シナリオの実現による効果

目標（集中）シナリオの実現は、ロシア連邦の社会経済発展における高い指標、すなわち世界平均を上回るGDP成長率、ならびに排出量削減とマクロ経済的安定性の保持の間のバランスの維持という、輸出指標、就労率、国民所得における高い数値に反映される指標をもたらすものである。

目標（集中）シナリオでは、2030年以降のエネルギー輸出の減少が現状維持シナリオに比べ控えめになると予測される（2031～2050年にかけて、毎年実質マイナス2.1%）。これは、高付加価値製品への方向転換、海外市場におけるロシアのエネルギー輸出の競争能力向上策の実現によるものである。非エネルギー輸出の成長速度は毎年4.4%になる。予想を上回る速度での固定資産への投資の成長（毎年3.7%）と、実質可処分所得の着実な成長（毎年2.5%）の双方が、持続的な経済成長に寄与するとみられる。結果として、このシナリオによる2031～2050年にかけての毎年の経済成長速度は3%となる見通しである。長期的展望においては、グローバルな成長の鈍化の影響もあり、経済成長速度は幾分低下するとみられるが（2050年にはおよそ2.8%の水準まで）、それでも世界平均を上回った状態を維持するだろう。

一方、エネルギーの脱炭素化に投資が集中することによって、国際市場における電力価格の高騰が生じる恐れがある。

目標（集中）シナリオでは、2030年までに排出量削減とエネルギー効率の向上を目的とした技術が段階的に導入される予定である。持続的な経済成長という条件の下では、これは若干の排出量増加を伴うものとなるだろう。2031年以降は技術がスケールアップされるため、この傾向は克服でき、排出量削減のフェーズに移行することが可能となる。目標（集中）シナリオに盛り込まれている施策では、当該の施策が実現されない場合の排出量に比べ、総排出量を9億1,000万t（CO₂換算）削減することが可能となる。吸収量の

拡大によって、2050年には6億6,500万t（CO₂換算）近くの追加効果が得られるだろう。

したがって、目標（集中）シナリオを実現すると、2050年には温室効果ガス純排出量の削減率が、対2019年比で60%、対1990年比で80%となる。これは、パリ協定の実現へ向け、国家レベルにおいて決定されたロシア連邦の貢献に係る野心を一貫して高めるものとなるだろう（ロシアの炭素規制システム、持続的なプロジェクトの基準、管理された生態系の吸収能力水準が国際基準に適合した場合）。

純排出量の削減に対する総投資額は、2022～2030年には平均でGDPの1%、2031～2050年には1.5～2%となる。投資の相乗効果によって、経済成長にはさらなるポジティブな影響が生じるだろう。投資への反応として、GDPは2050年までに投じられた資金額を25%上回る追加成長を呈するとみられる。

目標（集中）シナリオは下記のポジティブな効果の達成を可能とするものである。

- 世界平均を上回る速度での持続的な経済成長
- ロシア経済の技術的発展と競争能力における水準の高さ
- 新たな産業部門（水素発電、電動化輸送を含む）の出現と発展、生産性の高い雇用の新たな創出
- ロシアの企業及び経済の投資誘致能力の向上、高水準の投資成長
- ロシアの輸出高の成長、世界GDPに占める割合の増大
- 世界のサステナブルファイナンス市場へのアクセスの確保
- 国民の就労率の高さの保持
- 国民の可処分所得の成長
- 環境及び国民の環境福祉の向上
- 循環型経済の原則の導入
- 経済の炭素集約度の2分の1以下への削減、上位国の水準の達成
- 国際的な気候アジェンダへの参画による対外経済関係の発展の促進
- 気候変動の緩和に係る世界的な努力への大幅な貢献
- パリ協定及び枠組条約の一環としてロシア連邦が負った義務の履行
- 目標（集中）シナリオの実現によって、ロシア連邦は人為的温室効果ガス排出とその吸収のバランスを2060年より早い段階で達成することが可能となる

IV. 本戦略の実現に係る施策

本戦略の目標（集中）シナリオを実現するには、下記の施策を推し進めることが必要である。

部門共通の施策：

- 最も非効率的かつ炭素集約度が高い経済部門における人為的温室効果ガス排出削減を促進する金融・税制政策の施策の導入：当該施策の指標は、個々のロシア連邦構成主体における特別な法的規範の制定の成果を考慮したうえで決定する
- 温室効果ガス排出削減の促進、及びパリ協定第6条が定める機構の枠組みの中における持続的発展の支援に係る国家システムの構築
- 諸企業の公開非財務報告システムの発展
- 経済の各セクターにおけるエネルギー効率及び環境効率の向上
- エネルギー効率指標と資源効率指標を考慮したうえでのBAT関連情報技術参考表の更新、温室効果ガス低排出型BAT及び環境影響ゼロ技術への生産プロセスの移行
- カーボンフリー技術、温室効果ガス低排出型技術の導入、複製、スケールアップに対する国家支援策の提供
- 2次エネルギー資源の利用率、生産サイクル及び商品生産への廃棄物の取り入れ率の向上（2次資源

または燃料生産用としてのものを含む)

- 温室効果ガス低排出型の発展への移行に係る部門目標の設定とその履行の確保
- 商品生産における2次エネルギー資源利用の促進
- 温室効果ガス低排出型の発展という課題を考慮したうえでの、税制、関税、予算政策の変更
- 予算支出及び投資を実施した場合における温室効果ガス収支の変動に対する影響の計算
- 「グリーン」融資を含む持続的な融資の発展
- 気候変動とエネルギー移行への適応を目的とした部門計画及び地域計画の採択
- 温室効果ガスの捕捉・処分・将来的活用に係る技術への支援とその普及

エネルギー生産：

- カーボンフリー発電及び低炭素発電への石炭火力発電の一部の置換、カーボンフリー発電による電力生産量の成長と経済による電力需要の充足、最新技術の導入による現行の石炭火力発電からの排出量の削減

- 石油随伴ガスの再利用規模の拡大
- 国際的水素貿易市場への参入と水素関連の営利企業の操業開始事業による水素技術部門の発展を目的とした、炭化水素原料ベース、かつ低炭素水素生産を用いた水素生産セクターの構築、水素生産産業の構築、国内外の市場への水素サプライチェーンの創出、輸出製品における水素の割合の増大
- エネルギー及び材料の消費の削減、高エネルギー技術（コンバインドサイクル設備、熱電併給システム）の適用、陳腐化・老朽化した生産性の低い設備の迅速な稼働停止または近代化、断熱の完全化
- 電力・熱供給網の稼働における経済性の確保を目的とした、エネルギー供給・分配時生じる損失の縮小による同供給網における損失の低減
- 統一エネルギーシステムの機能の安定性保持の必要性を考慮したうえでの、分散型発電の発展（単独発電システムを含む）
- 電力輸送時における損失の低減を目的とした追加的発電機の構築
- 希土類金属の採掘時におけるものも含む環境責任の原則を順守し、ロシア連邦領内における設備生産の現地化に必要な水準を確保したうえでの、再生可能エネルギー源を基盤とした発電の大幅な拡大
- 電力の起源に関する情報、及び電力の「カーボンフットプリント」の、消費者への開示
- 個々の種類の廃棄物（材料としての再利用対象ではない廃棄物を含む）のエネルギー資源としての活用
- 固体化石燃料の採掘・精錬・加工・輸送に係る資源効率及びエネルギー効率の高い革新的な技術の導入

建設及び住宅・公共事業：

- 建造物の稼働プロセスにおいて使用するエネルギー資源量の削減と当該資源の利用による有用な効果の向上を目的とした、新たな家屋及び公共・産業用建造物のエネルギー効率に関する厳格な要件（等級A、A+）の設定
- 老朽化したエネルギー効率の低い住宅フォンドの稼働停止
- 既存の集中暖房型・個別暖房型建造物及び給湯・暖房システムのエネルギー効率を重視した近代化、商業プロジェクトの一環としての「スマートな」エネルギー消費量管理ツールの導入
- 発電施設で生成される固体燃料燃焼廃棄物（ボトムアッシュ混合物、フライアッシュ、スラグ）の経済流通への取り入れ：これには建造物及び道路の建設、土地の再肥沃化、破壊された区画（鉱山、炭鉱、採石場の閉鎖）の再生における利用を含む
- 再生可能エネルギーの利用と生産を行う設備（給湯用太陽熱集熱器、太陽光発電パネル、ヒートポンプ、居室用・集合住宅用排水熱回収装置、廃水処理上でのバイオガスへの加工を目的とした食品廃棄物粉碎機等）の、建造物への設置の促進

- 熱エネルギー損失の低減や低温地熱を活用する形によるものを含む、熱供給システム及び暖房・給湯システムの効率の向上

輸送：

- 炭素集約度のより低い輸送形態に有利になる形での貨物輸送及び旅客輸送の大規模構造改革
- エネルギー効率の高い新たな輸送手段の活用、公共交通の大規模な電化及びガス化、ハイブリッドパワートレインへの自動車輸送の移行、温室効果ガス・汚染物質ゼロエミッションモデルの利用への移行の促進、公共交通利用の促進

- 様々な輸送カテゴリーを対象としたガス充填・充電インフラの建設、より低いカーボンフットプリントを有する燃料に対する輸送手段の簡便なアクセスの確保

- エネルギー生産時に消費される天然ガスの量の削減、技術的オペレーションにおけるエネルギー効率の向上、損失の低減

- 新たな輸送技術及び監視・測位に係る新たな情報技術の導入、輸送における監視と管理に係るインテリジェント情報システムの開発と導入

- 物流管理の最適化、輸送インフラの輸送能力拡大、平均輸送速度の向上につながる輸送インフラ及び物流管理の発展

工業：

- 鉄鉱石材料の質の向上、コークスの物理的・技術的特性の向上、金属化材料及び高温還元ガスの適用
- 冶金産業のエネルギー効率及び資源効率の向上、電気石生産・直接還元鉄生産の割合の拡大、天然ガスの水素への置換（必要なインフラの研究と構築を要する）、第2世代のプリベークアノードを用いた電解槽（電流容量300kA以上）による1次アルミ生産の割合の拡大、不溶性アノードを用いた電解技術への移行（研究と開発を要する）、リサイクルウォーターの最大限の利用

- 出発原料・材料の利用効率の向上、生産におけるエネルギー効率の向上（エネルギー資源及び熱を含む）、循環型経済の一環としての生産における2次資源の利用、新製品生産のための材料・エネルギー資源需要の低減を目的とした機器・設備の耐用年数の長期化に係る技術的進歩の促進、製造不良規模の縮小

- 二酸化炭素及びメタンの捕捉・処分・将来的利用、必要な設備のエンジニアリングと生産に係る技術の開発と導入：これは、焼却されたものも含め、捕捉・利用された二酸化炭素とメタンの量に応じた大気中への温室効果ガス排出量の削減をもたらすものである

- 水素、「グリーン」アンモニア、木材資源から得られるディーゼルエンジン用バイオディーゼル、ガス輸送インフラ用バイオメタンをはじめとする、新たな種類のエネルギーキャリア生産の発展、水素及びバイオディーゼルを含む新たなエネルギーキャリアの利用

- 自動車用充電ステーション、ガス充填コンプレッサーステーションで使用する設備一式の生産に携わる包括的部門の発展

- 化学生産におけるエネルギー効率及び資源効率の向上、化学プロセスにおける排出集中度を抑制し、選択性を拡大するほか、エネルギー消費量の削減につながる低温・低圧下でのプロセスの実現を可能とする新たなプロセスや触媒の導入、燃焼時の温室効果ガス排出量がより少ない燃料への移行を視野に入れた燃料収支の再構築、硝酸生産時における亜酸化窒素排出削減

- 「湿式」法によるセメント生産の削減、通常の種類燃料に比べ燃焼時の温室効果ガス排出量が少ない代替燃料への化石燃料の置換、原料の一要素としての2次資源の利用（産業廃棄物〔火力発電所の灰、冶金スラグ〕の利用はクリンカ焼成時における熱消費量の削減をもたらすほか、石灰石の分解により生じる温室効果ガスの技術的排出量の削減につながる）

- 使用済み電力設備の再利用システムの構築、非鉄金属及び鉄類の経済サイクルへの返還：これは、1次金属の需要を縮小し、その結果として、鉱物資源採掘量の削減と関連するエネルギー消費の削減をもって環境へのネガティブな影響を低減するものである

生産・消費廃棄物処理領域：

- 廃棄物生成量の最小化をもたらす循環型経済への移行、様々な経済部門における製品生産用原料としての2次資源、廃棄物及び（または）その成分の利用の促進、商品及び梱包材の生産者及び輸入者に係る「拡大」生産者責任制度の導入
- 分別収集システム、及び有機廃棄物の蓄積を含む廃棄物蓄積システムの構築
- 埋立ガス収集技術の普及と燃料としての同ガスの利用、商業用堆肥及びバイオガス、または畜産・養殖用飼料及び飼料添加剤の生産施設を含む生産施設への有機廃棄物の最大限の送付

農業及び林業：

- 水溶性で、従来の窒素肥料に比べゆっくと窒素を放出する緩効性鉬物肥料及び硝化抑制剤入り肥料の普及、施肥基準・期日の順守、施肥方法の変更
- 耕作地における農薬使用の差別化、「精密」農業の発展（農業におけるBATの活用）、土地状況の観察と播種状況のモニタリングを目的とした宇宙からの地球リモートセンシングの適用
- 収量を向上させ、残留炭素のより集中的な吸収を促進する先進的な農法（再生技術）の活用
- 浸食防止措置及びフィールド保護措置
- 家畜の生産性の向上、生活活動によって生成されるメタン排出量のより低い家畜の繁育を可能とする選択的繁殖の発展
- 畜産及び農作物生産におけるバイオ燃料の生産、有機廃棄物の再利用を目的としたバイオガス複合施設の導入
- 農業用地の土壌における炭素蓄積の確保
- 泥炭火災の防止を目的としたものを含む干上がった沼沢の灌漑、火災安全の確保、沼沢の水収支の管理
- 森林管理効率の向上、森林保全・保護の強化
- 森林における衛生安全措施及び有害生物発生源根絶措置の完全化
- 森林の吸収能力の増強を目的とした森林インフラの発展と森林植生整備事業の実施をもたらす気候変動対策プロジェクトの実現
- 森林火災の発生と拡大を予防するための森林火災安全措置の効率の向上、森林火災に対する地域航空保安拠点の構築、森林火災の発見とモニタリングに用いる航空機数の増強、落下傘消防隊職員数の増強
- 森林再生面積の拡大
- ロシア連邦構成主体における種苗栽培に係る森林選種センターネットワークの構築、経済的価値を有する植生の形成に係る事業の促進

V. 本戦略実現の進捗に対する監督機構

本戦略実現の進捗に対する監督を目的として、ロシア連邦政府は本戦略の所定の数値目標（指標）の達成に必要な経済全般に関わる施策、部門別施策、及びその他の施策を含む戦略実現計画（「ロードマップ」）を承認する。戦略実現計画は、部門共通施策、ならびにエネルギー生産、建設及び住宅・公共事業、輸送、工業、生産・消費廃棄物処理領域、農業及び林業における施策といった観点から見た本戦略の実現に係る優先的施策を含むものである。

戦略実現計画には、その実現が極めて高い社会経済的効果を有し、かつ、ロシア連邦全体の規模における温室効果ガス排出の大幅な削減（吸収拡大）をもたらす施策が含まれている。ここで講じられる施策は、既存の行政障壁の除去、温室効果ガス低排出型の発展を目的とした優先的事業への投資を促進する新たな法的基盤の構築、ならびにエネルギー、食糧、経済、及び国家全体の安全保障にとってのリスクの最小化を促しうるものである。

地域レベルにおける本戦略の実現手法には、ロシア連邦経済発展省とロシア連邦構成主体の最高国家権力執行機関との間における、戦略実現地域計画を盛り込んだ協定の締結も含まれる。

本戦略の実現に対する監督は、本戦略の現行の数値目標（指標）の決定と、戦略実現計画に盛り込まれている施策の実現に対するモニタリングをもって実施する。

本戦略の数値目標（指標）の実測値と予測値に関する情報を含め、本戦略実現の進捗に対する監督の結果は、ロシア連邦経済発展省が国家報告書の形をもってロシア連邦政府に提出するほか、情報通信網「インターネット」上にある同省の公式サイトに掲載する。

本戦略実現の進捗に対する監督の結果は、枠組条約とパリ協定で作成が定められているロシア連邦の国際報告書にも反映される。

本戦略の規定は、国家レベルにおいて決定される貢献が更新された場合におけるものも含め、必要に応じて更新されるものである。本戦略と国家レベルにおいて決定される貢献の更新に用いる情報基盤は、パリ協定第14条に従い実施されるグローバルストックテイクの結果とする。

VI. 本戦略実現の指標

本戦略実現の進捗に係る評価は、下記の指標を用いて実施する。

- 温室効果ガス総排出量及び部門別排出量
- エネルギー生産の規模と効率
- 経済諸部門におけるエネルギー効率指標
- 経済における炭素集約度の特性を表す指標
- 本戦略の実現に対する諸部門及び国家構造の関与度に係る指標
- 温室効果ガス排出削減及び吸収能力拡大に対する投資の規模と効率比

本戦略の実現に係る数値目標一式とその値は、本戦略の実現に対する監督、新たな部門内戦略計画文書の採択、及び現行の部門内戦略計画文書の修正、パリ協定の実現に対し国家レベルにおいて定められるロシア連邦の貢献の修正の結果に基づき修正される可能性がある。

本戦略のシナリオにおける温室効果ガス排出量と吸収量に係る指標は附属書の通りである。

本戦略実現の基盤としては、目標（集中）シナリオを用いることを提案する。

2050年までのロシア連邦の温室効果ガス低排出型社会経済発展戦略附属書

指標 温室効果ガス排出・吸収量

(100万t [CO₂換算])

指標の名称	実測 - 2019年	計画 - 2030年	計画 - 2050年
現状維持シナリオ			
温室効果ガス排出	2,119	2,253	2,521
吸収	-535	-535	-535
純排出	1,584	1,718	1,986
目標（集中）シナリオ			
温室効果ガス排出	2,119	2,212	1,830
吸収	-535	-539	-1,200
純排出	1,584	1,673	630

令和3年度ロシア地域貿易投資促進事業
ロシア経済法運用・市場慣行実態調査

ロシア極東の経済動向とロシア東部の水素開発

2022年3月発行

編集・発行

一般社団法人ロシアNIS貿易会
ロシアNIS経済研究所
東京都中央区新川1-2-12
電話 (03) 3551-6218

©禁無断転載
