

令和5年度 産油国等連携強化促進事業費補助金
（石油天然ガス権益・安定供給の確保に向けた
資源国との関係強化支援事業のうち中東等産油・
産ガス国投資等促進事業に係るものに限る。
（中央アジア・コーカサス地域等産油・産ガス国
投資等促進事業））

中央アジアの石油・ガス産業の現状と カーボンニュートラルへの取り組み

2024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

近年の国際情勢の激変により、日本への石油・天然ガスを含む天然資源の安定的供給は、ますます重要な課題となっている。将来にわたる安定的な資源確保のため、豊富な石油・ガスの埋蔵量を有する中央アジア・コーカサス諸国（以下、中央アジア等産油国・産ガス国）との関係強化により、エネルギー供給源の多角化を図っていく必要がある。

かかる認識に基づき、本年度は域内主要産油国であるカザフスタンとアゼルバイジャンを対象に、両国において端緒についたばかりのカーボンニュートラルへの取り組みに関わる情報を、現地調査機関の協力のもとにとりまとめた。巻末には、カザフスタンの同分野における現行の基本政策文書である『2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略』全文を収録している。対象諸国への日本企業の進出ならびに日本政府による対象諸国との協力政策策定の一助となればまことに幸甚である。

本報告書は、令和5年度産油国等連携強化促進事業費補助金（石油天然ガス権益・安定供給の確保に向けた資源国との関係強化支援事業のうち中東等産油・産ガス国投資等促進事業に係るものに限る。（ロシア等産油・産ガス国投資等促進事業））の一環として、経済産業省の助成を得て刊行されたものである。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ます。

2024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. | カザフスタン：カズムナイガスのカーボンニュートラルへの取り組み | |
| 1. | CO ₂ 排出量削減 | 1 |
| 2. | メタン排出量削減 | 2 |
| 3. | 持続可能な航空燃料（SAF）の製造 | 3 |
| 4. | 再生可能エネルギープロジェクトの実現 | 5 |
| 5. | カズムナイガスの生産施設における再生エネルギーの活用 | 6 |
| 6. | CCUSプロジェクト | 7 |
| 7. | 水素エネルギー開発：試験プロジェクト「水素モビリティ」 | 8 |
| 8. | 森林気候プロジェクト | 11 |
| II. | アゼルバイジャン：SOCARのカーボンニュートラルへの取り組み | |
| 1. | SOCARの企業発展戦略 | 12 |
| 2. | 脱炭素化に関わるSOCARの活動 | 13 |
| 3. | 温室効果ガスインベントリ | 14 |
| 4. | 随伴ガスの回収および二酸化炭素排出量の削減 | 14 |
| 5. | NAMAプロジェクト | 15 |
| 6. | 「メタン指針」（MGP）の一環としての協力 | 16 |
| 7. | 「上流部門のガス漏洩検知・修理」プロジェクト （Upstream Emission Reduction－ UER） | 17 |
| 8. | SOCARの車両の環境評価 | 18 |
| 9. | 再生可能エネルギー分野におけるプロジェクト | 18 |
| 10. | 補論：アゼルバイジャンの再生可能エネルギー分野 | 23 |
| III. | 中央アジア・コーカサス諸国の 石油・ガス産業およびカーボンニュートラル関連指標 | |
| 1. | 石油・ガス産業 | 30 |
| 2. | カーボンニュートラル関連データ | 32 |
| IV. | 現地調査記録 | |
| 1. | 出張概要 | 35 |
| 2. | 面談概要 | 36 |
| | （1）法人連合「カザフスタン石油・ガス・電力コンプレクス組織協会 『カズエナジー』」 | 36 |

| | |
|---------------------------------|----|
| (2) カザフスタン地域環境イニシアティブ協会「ECOJER」 | 37 |
| (3) 国営企業「カザフィンベスト」 | 38 |
| (4) ウズベキスタン経済発展センター | 39 |

V. 2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略

『2060年までのカザフスタン共和国の

カーボンニュートラル達成戦略』の承認について

| | |
|---------------------------------|----|
| 目次 | 41 |
| 1. 序 | 42 |
| 2. 現状分析 | 45 |
| 3. 一般条項：目標、原則、経済効果、アプローチおよびビジョン | 54 |
| 3.1. 目標と原則 | 54 |
| 3.2. 投資ニーズ | 55 |
| 3.3. アプローチとビジョン | 57 |
| 3.3.1. 低炭素発展に係るセクター別のアプローチとビジョン | 58 |
| 3.3.1.1. エネルギー供給 | 58 |
| 3.3.1.2. 工業 | 62 |
| 3.3.1.3. 農業・林業 | 63 |
| 3.3.1.4. 廃棄物処理 | 64 |
| 3.3.1.5. 低炭素発展に係るクロスセクタービジョン | 65 |
| 3.3.2. 低炭素発展に係る分野横断的アプローチ | 65 |
| 3.3.2.1. 公正な移行と雇用の創出 | 66 |
| 3.3.2.2. 資金提供とグリーン投資 | 66 |
| 3.3.2.3. 科学技術・研究開発業務と教育 | 68 |
| 3.3.2.4. 社会意識改革 | 69 |
| 3.3.2.5. 国際協力 | 70 |
| 3.3.2.6. 気候変動への適応 | 71 |
| 3.3.2.7. カーボンマネジメントシステム | 72 |
| 4. 結語 | 73 |

I. カザフスタン:カズムナイガスのカーボンニュートラルへの取り組み¹

現在、カズムナイガスは2060年までの新たな低炭素発展プログラムの立案に取り組んでいる。これは2022～2031年を視野に入れた現行プログラムに代わるもので、2024年末までに承認される見込みである。現行プログラムの実現が予定より遅れていることが、新プログラム採択の目的の1つである。これはカザフスタンではよくあることで、国家プログラムが実現できない場合にはこれを廃止し、新たな、より長期的なプログラムを採択する。例えば、ナザルバエフ大統領は1997年に、2030年までを視野に入れた国家発展戦略『カザフスタン2030』を発表したが、2012年にはこの終了を待たずに新たな戦略『カザフスタン2050』を採択した。

2022～2023年には現行の低炭素発展プログラムの一環として、カズムナイガスで以下の規範文書が立案、承認された。

- ・ エネルギー効率、再生可能エネルギー、メタンモニタリング、体系立てられた施策の4つの方針に基づく温室効果ガス排出量削減策を含む、2022～2031年におけるプログラム実現のための行動計画
- ・ カズムナイガスの子会社および関連会社の温室効果ガス排出量インベントリとモニタリングに対する基本的なアプローチを定め、温室効果ガス排出量算定の統一的な方法論的基盤をもたらすものとなる、温室効果ガス排出量モニタリングと報告にかかるコーポレートメソッド
- ・ 炭素規制の厳格化による同社の財務リスクの評価と最小化、ならびに炭素集約型プロジェクトから低炭素型プロジェクトへの一部投資の再配分をもたらす、社内カーボンプライシングプログラム

1. CO₂排出量削減

2023年6月、カズムナイガスは自社グループ全体でのCO₂排出量を2031年までに160万t削減する計画を発表した。うち40万t超はアティラウ州の子会社の事業による排出量を削減する形となる。

これを目的として、カズムナイガスはアティラウ製油所の資源消費量削減計画を立案、承認した。この計画を実現すれば、2023～2027年には同製油所のCO₂排出量を32万7,800t削減できる。削減を達成するために、設備内の炉の技術刷新と、老朽化したバーナーの交換を実施する予定である。また、2024年にはタンクから大気中へ放出される炭化水素蒸気の削減を目的として浮き屋根を設置する。こ

¹ 本項の執筆は、基本的にカザフスタンの石油・ガス分野ビジネス専門誌『Petroleum』によるもので、2024年2月初時点の情報に基づく。脚注はROTOBOによる。

れによって、各タンクからの炭素の蒸発を80%削減できるようになる。

同製油所では、汚染物質の主たる排出源である技術装置4基に自動モニタリングシステムを導入する。このシステムは、炉やボイラーの排ガス中に含まれる二酸化硫黄、煤、メタン、窒素酸化物、一酸化炭素の含有量に関する分析結果を管理機関に自動で送信するものとなる。

2. メタン排出量削減

2023年12月にドバイで開催された国連気候変動枠組条約第28回締約国会議（COP28）において、カズムナイガスは国際連合環境計画（UNEP）との間で覚書を締結し、国際的なメタン排出削減イニシアティブ（Global Methane Pledge）に加わった。同イニシアティブの目的は、2030年までにメタン排出量を2020年比で合計30%削減するというものである。カズムナイガスはまた、UNEPと国際メタンガス排出量観測所（IMEO）によるパートナーシップ「OGMP 2.0（The Oil & Gas Methane Partnership）」に参加したカザフスタン初の国営企業となった。

ドバイのこの会議では、同時に、米国国際開発庁（USAID）が資金を提供するプロジェクト「パワー・中央アジア（Power Central Asia）」を手がける「Tetra Tech ES, Inc.」とカズムナイガスとの間で覚書が締結された。USAIDは、メタン排出量の評価および削減、生態学的持続可能性、責任ある事業運営手法の推進への支援を提供している。これは、2060年までにカーボンニュートラルを達成するというカザフスタン政府の国家目標に合致する。現時点で、カズムナイガスとTetra Techは2024年におけるカズムナイガス傘下企業のメタン排出量削減にかかる共同作業計画の立案、調整を終えている。

また、2023年12月にカズムナイガスは「Baker Hughes Services Kazakhstan LLP」との間で、メタン漏洩モニタリング・防止および日常的なフレア処理の削減を目的としたプロジェクトをはじめとする低炭素プロジェクトの実現に関する協力協定を結んだ。カズムナイガス子会社の1社で試験プロジェクトの実現が可能かどうかの検討が積極的に進められている。

一方、カザフスタン共和国環境・天然資源省は関係官庁との協力のもとに、メタン排出量削減ロードマップの草案を立案した。この枠組みでは投資総額6億5,100万ドルに上る5件のプロジェクトが計画されている。

このうち優先プロジェクトは以下の通り。

- 1) 発電にメタンを使用する形での炭層近代化プロジェクト（初期投資額2億8,000万ドル）
ーカラガンダ州テンテク炭鉱で「Qarmet」（旧「ArcelorMittal Temirtau」）の石炭部門が実施
- 2) カズムナイガスの子会社である株式会社「エンバムナイガス」におけるメタン漏洩検知・修理技術（Leakage Detection and Repair, LDAR）の導入（投資総額100万ドル超、技術導入期限：

2027年)

ー2031年までにはカズムナイガスの子会社すべてにこの技術を導入

同省はこのプログラムについて、国際機関や銀行からの資金提供、ならびに米国企業とのパートナーシップによる資金提供を見込んでいる。

2023年8月、カズムナイガスはメタン管理における世界的リーダーであるノルウェー企業の「Carbon Limits」と協力・相互理解覚書を締結した。同覚書には、カズムナイガスグループの専門スタッフのコンピテンシーの向上、同社のメタン排出統計の向上、メタン漏洩検出・防止システムの導入に関する対策が盛り込まれている。

2024年2月には、「Carbon Limits」の専門スタッフがカズムナイガスの子会社および関連企業の生産スタッフに対する研修セミナーを開催した。この研修では、カズムナイガスが所有する採掘資産の1カ所でLDARのデモンストレーションが行われた。デモンストレーションは、「Carbon Limits」の技術スタッフがカズムナイガスの施設で赤外線カメラを使用しメタン漏洩を測定する形で実施した。研修に参加したのはカズムナイガスのコーポレートセンターおよび採掘資産7カ所、すなわち「カザフオイル・アクトベ」、「カラジャンバスムナイ」、「カザフトルクムナイ」、「オゼンムナイガス」、「エンバムナイガス」、「カズゲルムナイ」、「マンガスタウムナイガス」の専門スタッフ24名であった。これらの採掘資産は今後、独自にLDARシステムを導入する予定である。

3. 持続可能な航空燃料(SAF)の製造

国際航空運送協会 (IATA) は、トランジット機にSAFを給油する地域ハブの1つとしてカザフスタンを検討している。SAFを使用すれば、通常の航空燃料の使用時に比べCO₂排出量を80%削減できる。SAFは従来のジェット燃料と化学的に類似しており、通常の燃料と50：50までの比率で混合することができる。近い将来、燃料に占めるSAFの割合は増加するだろう。

欧州復興開発銀行 (EBRD) はこの件について、カズムナイガス、「カズムナイガス・アエロ」、国営運輸会社「エア・アスタナ」、株式会社「Aviation Administration of Kazakhstan」をはじめとするカザフスタン国内の主要関係企業との間で一連の会談を行った。同行はカザフスタンにおけるSAF開発の展望に関する情報を関係各社に提供するコンサルタントを入札で選定し、世界的コンサルティング企業「ISF」をこれに指定した。同社は現在、カザフスタンにおける地域内SAFハブ建設プロジェクトのフィージビリティ・スタディに取り組んでいる。

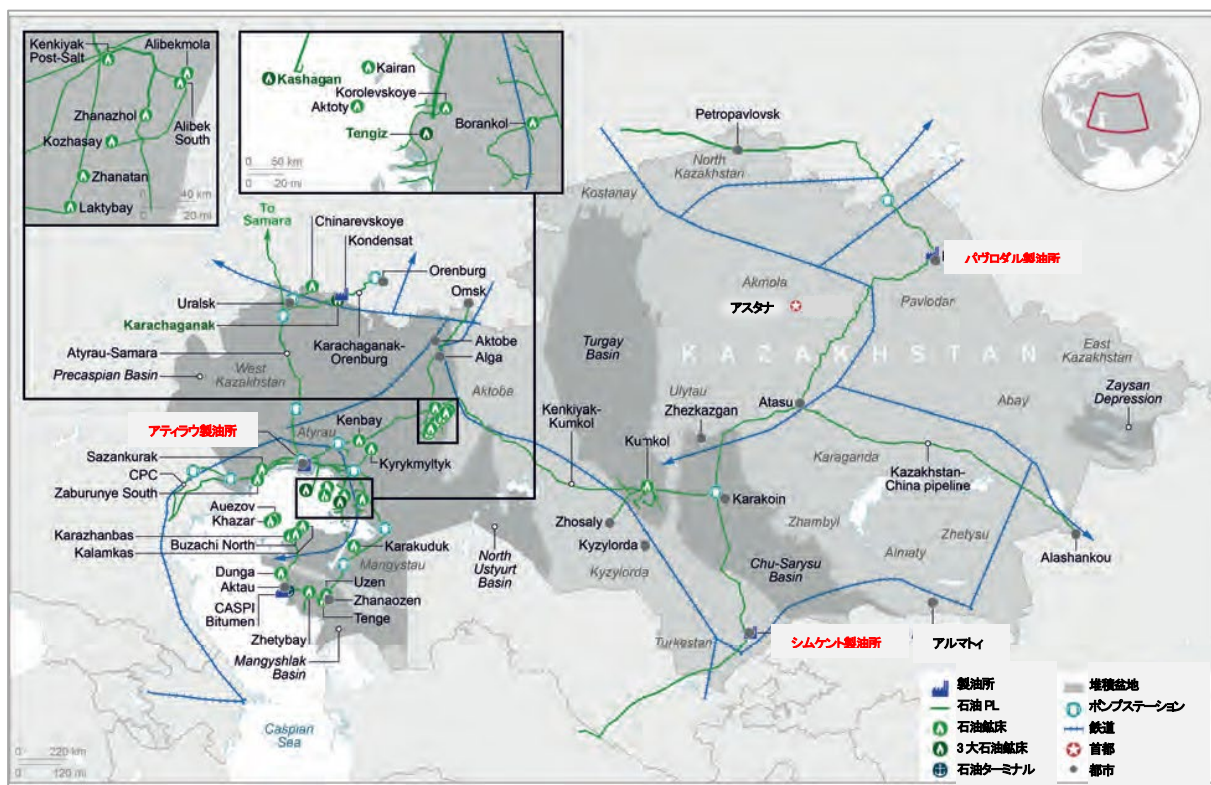
カザフスタンにおけるSAF製造の原料基盤となりうるものには、バイオエタノール（北カザフスタン州にある国内唯一の穀物高度加工工場「BioOperations」で年間3万tを製造）、固形一般廃棄物

(国内に蓄積されている同廃棄物は合計約1億300万t)が挙げられるほか、将来的には鉱山・冶金コンビナートから出される高炉ガス、コークス炉ガスも視野に入ってくる。

現段階で、カズムナイガスは3カ所保有している製油所すべてで作業を終え、現在製造している「TS-1」(関税同盟の分類による)に代わるSAFである「Jet A-1」の製造準備を整えた。「Jet A-1」の製造は、工場の生産設備の再調整が完全に終わってからでなければ開始できない。これは、両方の燃料を並行して製造することは不可能だからである。

しかし、カザフスタンの航空部門で「Jet A-1」への全面移行を果たすには、製油所から搬出し機体に給油するまでのサプライチェーン全体の準備を整える必要がある。アルマトイ空港は、2024年6月までには同空港のインフラで新型燃料の受入れ準備が整うとしている。また、パヴロダル製油所のラボでは、「Jet A-1」の試験が開始された。

第1図 カザフスタン国内の主な石油の生産・加工・輸送施設



(出所) 法人連合「カザフスタン石油・ガス・電力コンプレクス組織協会『カズエナジー』」、「カズエナジー国家エネルギー年次報告書2023」(2023年)、p.117よりROTOBO引用。

4. 再生可能エネルギープロジェクトの実現

「TotalEnergies」とカザフスタン共和国エネルギー省は、ジャンブイル州ミールヌィ村における風力発電所建設プロジェクトに関する投資協定を2023年12月に締結した。プロジェクト投資額は17億4,300万ドル前後とされている。

これに先立つ11月には集合型風力発電所建設を目的とした合弁企業の設立に関する文書が交わされ、「TotalEnergies」の子会社である「Total Eren」が60%、持株会社「サムルク・カズィナ」とカズムナイガスが20%ずつ所有することとなった。

プロジェクトの実現は以下の2段階で予定されている。

- ・ 第1段階－発電能力300MWの第1期操業開始
- ・ 第2段階－残る700MW、完工期日は2026～2027年の予定

この風力発電所には300MWの蓄電システムが設置される予定である。これは、再生可能エネルギーの発電に伴う自然発生的な揺らぎの平準化、余剰電力の蓄積、電力供給網の動作の安定性確保を可能とするものとなる。

この建設協定には、電力購入料金を25年間固定し、外貨建てとすることが盛り込まれている。2023年11月末時点でのレートに基づけば1KWh当たり18.5カザフスタン・テンゲ（KZT）、支払いは、支払い日のレートに基づきKZTで行う。一方、市場全体に対しての再生可能エネルギーの料金は競売で決定され、11月には平均11.5KZTとなった。レートの差額は2023年7月以降、カザフスタンで唯一の電力買付者となっている「再生可能エネルギーサポート決済・金融センター」によって補償されることになる。

一方、カザフスタン政府はフランス政府との間で地球温暖化対策分野における協力の実現に関する特別協定を締結、カザフスタン議会での批准待ちの状態にある。協定には、貿易保険によってフランス製機器を輸出する展望が盛り込まれており、保険金の支払い総額は5,000万ユーロ以内となる見通しである。

2024年2月20日、アルマサダム・サトカリエフ・エネルギー大臣が自身の命令をもって、2035年までの電力部門開発にかかる行動計画を承認した。これには、2028年を操業開始期日とする総発電能力5MWの大規模再生可能エネルギープロジェクト5件が含まれている。

上記のプロジェクトのパートナーは下記の通り。

- ・ 「Masdar」（UAE）－ジャンブイル州および／またはトルケスタン州における風力発電所建設（蓄電システム使用の可能性あり）
- ・ 「TotalEnergies」－ジャンブイル州における集合型風力発電所建設（蓄電システム使用）

- ・ 「ACWA Power」（サウジアラビア）ージェティス州における風力発電所建設（蓄電システム使用）
- ・ 「Hevel」（ロシア）ー国内各地における集合型風力発電所・太陽光発電所（蓄電システム使用）
- ・ 「CPIH」（中国）ー風力発電所建設（蓄電システム使用）

5. カズムナイガスの生産施設における再生エネルギーの活用

2024年1月18日、カズムナイガスのマグズム・ミルザガリエフ取締役会長と「Eni」のクラウドイオ・デスカルツィCEOが、マンギスタウ州ジャナオゼン市におけるハイブリッド発電所建設プロジェクトの実現に関する共同決定に署名した。

同プロジェクトには、ジャナオゼン市におけるEniの子会社との協力による風力発電所（77MW）および太陽光発電所（50MW）の建設、ならびにガス発電所（120MW）の建設が盛り込まれている。このハイブリッド発電所は、第一には株式会社「オゼンムナイガス」の諸鉱床、「カザフスタン・ガス精製工場」、そしてジャナオゼンに建設中のガス精製工場といった、この地域のカズムナイガスの生産施設へ安定した電力を供給するものとなる。この種のハイブリッド・プロジェクトはカザフスタン初のものであり、投資総額は3億600万ドルに上る。ハイブリッド発電所が設計出力に達するのは2025年末、風力発電所の操業開始は2024年の見込みである。

第1表 カズムナイガス(KMG)の石油分野の主な生産・輸送・生成施設と2022年実績

| アップストリーム | | | | ミッドストリーム | | | ダウンストリーム | | |
|--------------------|----------------|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------------|-------------|----------------|---------------------------------|--|
| 生産企業名 | KMG所有 比率(%) | 2022年生産量の うち、KMG分 (100万t) | | KMG所有 比率(%) | 2022年生産量の うち KMG 分(100 万t) | 製油所 | KMG所有 比率(%) | 2022年生産量の うち、KMG分(100万 t) | |
| OzenMunayGaz | 100 | 5.1 | パイプライン | 90 | 40.7 | Atyrau | 100 | 5.2 | |
| Embamunaigas | 100 | 2.6 | KTO | | 9.6 | Pavlodar | 100 | 5.5 | |
| Mangistaumunaigaz | 50 | 3.0 | KCP | 50 | 2.9 | PKOP | 50 | 3.1 | |
| Kazgermunai | 50 | 0.7 | MunayTas CPC | 51 | 12.2 | ※ミニプラント | | | |
| Karazhanbasmunai | 50 | 1.1 | 海運 | 21 | | Caspi Bitum | 50 | 0.5 | |
| PetroKazakhstan | 33 | 0.6 | Kazmortransflot | | | | | | |
| Kazakhoil Aktobe | 50 | 0.3 | Caspian Sea | 100 | 0.6 | | | | |
| Kazakhturkmunay | 100 | 0.4 | | | | | | | |
| Urikhtau Operating | 100 | 0.04 | | | | | | | |
| ※メガ・プロジェクト | | | | | | | | | |
| Tengizchevroil KMG | 20 | 5.8 | | | | | | | |
| Kashagan | 17 | 1.4 | | | | | | | |
| KMGKarachaganak | 10 | 1.0 | | | | | | | |

(注) KTO:カズトランスオイル / KCP:カザフスタン～中国パイプライン/ PKOP:PtroKzakhstan Oil Products(シムケント製油所)。

(出所) 法人連合「カザフスタン石油・ガス・電力コンプレクス組織協会『カズエナジー』」、『カズエナジー国家エネルギー年次報告書2023』(2023年)、p.117よりROTOBO引用。

このプロジェクトはカズムナイガスの環境指標の改善の他にも、もう1つの重大な問題、すなわち同社の生産施設への安定した電力供給という問題を解決するものである。2023年、マンギスタウ州とアティラウ州にある同社保有の鉱床では合計153回の停電が発生し、7万5,000 tの石油採掘不足が生じた。同社グループ全体で見た場合、2021年から2023年9月までの間に石油採掘不足により生じた連結決算における逸失利益は、復旧作業の費用を加えると3億700万ドルを上回った。2023年夏にはマンギスタウ発電所の停止により、カズムナイガスが保有するアティラウ製油所とKPIポリプロピレン製造工場が緊急停止した。新たに建設される発電所は、こうした緊急停電問題を解決するものになる。

Eniのグイド・ブルスコ最高執行責任者は、同社がカザフスタンにバイオディーゼル燃料への加工を視野に入れた植物油の生産工場を建設する意向であることにも言及した。

2024年2月、カズムナイガスの子会社である株式会社「カズトランスオイル」は、パヴロダル〜シムケント幹線石油パイプラインの施設内で11基の自律型ハイブリッド発電ユニットの操業を開始した。これは太陽光エネルギーを使用したもので、総発電量は年間25万4,000KWhに上る。

6. CCUSプロジェクト

2022年、カズムナイガスは株式会社「エンバムナイガス」における二酸化炭素回収・貯留（CCUS）、および枯渇した油層の石油産出量増強を目的としたCO₂圧入ポテンシャルの判定に関する試験プロジェクト実施の展望について検討を開始した。このプロジェクトは研究業務の遂行と、それに続く炭素の回収と枯渇油層へのその圧入（これは同時に、原油採取率の向上をもたらす）または帯水層へのその圧入を目的とした実験施設の設計、建設、操業開始を盛り込んだものである。成功すれば、このプロジェクトはカズムナイガスが保有する他の鉱床にも展開されることになる。

カズムナイガスの株式の大半を保有する国営持株会社「サムルク・カズィナ」の低炭素発展コンセプトは、枯渇した油層の石油産出量を以下のいくつかの段階をもって増強することを狙いとした試験プロジェクトの枠組みにおけるCCUSの導入を前提としたものである。

- ・ 第1段階（2022～2023年）：カズムナイガスの資産におけるCO₂排出源と圧入の余地のスクリーニング
- ・ 第2段階（2024～2025年）：カズムナイガスの資産におけるCCS/CCUS試験プロジェクト第1段階の一環としてのプロジェクト設計
- ・ 第3段階（2026～2028年）：CCS/CCUS技術を活用した試験プロジェクトの実現

すでに承認を得ている第1段階（研究調査）の実現ロードマップに基づき、カズムナイガスはCO₂排出源とCO₂の圧入に適した鉱床のスクリーニング作業を進めている。これは、プロジェクトの実現に適した地区を特定することを目的としている。

2022年6月にはカズムナイガスと「Chevron Munaigaz Inc」が、カザフスタンにおける炭素排出量削減分野での有望プロジェクト調査を目的とした相互理解覚書を締結した。両社はCCUS、低炭素水素利用、メタン排出・漏洩管理、エネルギー効率の向上、国内におけるカーボンプライシング機構の導入といった分野における共同プロジェクトの実現の可能性を、協力しつつ見極めていくことで合意した。この覚書を履行する中で、2024年2月にはカズムナイガスとその子会社「KMGエンジニアリング」の職員からなる訪問団が、サンホアキン・バレー（カリフォルニア）にある施設での「Chevron New Energies」（「Chevron」の子会社）による炭素回収（Carbon Capture and Storage, CCS）試験プロジェクトを視察した。この訪問の目的は、同社が取り入れている最先端の低炭素技術に触れることであった。

7. 水素エネルギー開発:試験プロジェクト「水素モビリティ」

2022年、カズムナイガスの子会社である有限責任組合「KMGエンジニアリング」に新たな部局「水素エネルギーコンピテンシーセンター」が設置された。

同センターは、水素および水素から得られる化合物の研究を含む低炭素発展のための技術開発を行う研究ハブである。2023年、同センターはカザフスタンの水資源に関する分析データに基づき水素生産ポテンシャル、ならびに既存の再生可能エネルギーポテンシャルを評価する目的で、デジタル診断アトラスの開発に着手した。この作業を進めるにあたっては、国内の特定の地域における水資源へのアクセスに関する評価データの視覚化が予定されている。これは、水素製造にかかる様々なシナリオの分析を可能とするものになるだろう。

同センターはカザフスタンの諸大学および研究所の、水素の製造、貯蔵、輸送、利用、ならびに二酸化炭素の回収と貯蔵に関する業務コーディネーターとしての機能も果たしている。

同センターのチームは、カズムナイガスの水素エネルギー関連試験プロジェクトすべてのサポートとコンサルティングを行っていくものと見られる。専門スタッフは、科学技術コンサルティング、試験プロジェクトの作成・鑑定・助言および専門分野に関する基準やプログラムの立案に参加していく予定である。

試験プロジェクト「水素モビリティ」は、カザフスタンの気候条件における水素および水素技術の製造から消費までのポテンシャルの調査、必要な法規基盤の構築を目的としている。

このプロジェクトでは、アティラウ製油所に初の水素充填ステーションが建設される予定だったが、今のところこれは実現されていない。

第2表 カザフスタンの大学・研究所においてカズムナイガス「水素エネルギーコンピテンシーセンター」との協力のもとで現在進められている研究およびプロジェクトのテーマ

| | 組織名 | プロジェクト | 分類 |
|----|-------------------------|---|------------|
| 1 | ナザルバエフ大学 | 水の完全分解による水素生成を目的とした安定性電極の開発 | グリーン水素製造 |
| 2 | KIサトバエフ名称カザフスタン国立研究工業大学 | 金属活性化エネルギー貯蔵アルミニウム合金、低温融解合金(ローズ、ウッド、ダルセ)混合物 | グリーン水素製造 |
| 3 | D.ソコルスキー名称燃料・触媒・電気化学研究所 | 新世代複合材料をベースとした、バイオガスをはじめとするガス状天然原料による最新型水素含有燃料の開発 | ブルー水素製造 |
| 4 | KMGエンジニアリング | 水素の貯蔵および輸送を目的としたチタンベース合金の開発 | 水素の貯蔵・輸送 |
| 5 | レグミリョフ名称ユーラシア国立大学 | 新型マイクロプラナー型固体酸化物形燃料電池(SOFC)製造技術基盤の開発 | 水素の応用 |
| 6 | ナザルバエフ大学 | 共重合体ベースによるアルカリ燃料電池用高効率アニオン交換膜(AEM) | 水素の応用 |
| 7 | カザフ英国技術大学 | 薄膜固体酸化物形燃料電池のための革新的スタック構造の開発 | 水素の応用 |
| 8 | 化学・石炭・技術研究所 | ガス放電法による特殊核材料生成を伴う炭素含有ガス有効利用技術の開発 | 炭酸ガス有効利用技術 |
| 9 | ナザルバエフ大学 | 水素生成用光触媒の開発 | グリーン水素製造 |
| 10 | 原子力大学 | カザフスタン共和国における代替エネルギー開発のための水素製造・貯蔵技術の開発 | 水素の貯蔵・輸送 |
| 11 | 原子力大学 | 斜方晶系チタンアルミニドをベースとした合金の複合特性の形成に及ぼす熱処理の各種温度・時間パラメータの影響の研究 | 水素の貯蔵・輸送 |
| 12 | アル・ファラビ名称カザフ国立大学 | シアノバクテリアをベースとした水素エネルギーの開発 | グリーン水素製造 |

(出所)各種資料より『Petroleum』誌作成。

2023年6月、カズムナイガスはフランスの「Air Liquide」と、パヴロダル石油化学工場に水素製造ユニットを設置し、その後年間16万t前後の冬期用ディーゼル燃料を製造することで合意した。この協定は、有限責任組合「パヴロダル石油化学工場」と有限責任組合「Air Liquide Munay Tech Gases」との間で交わされた。

Air Liquide Munay Tech Gases (Air Liquideが75%、カズムナイガスが25%出資して2016年に設立した合弁会社)はパヴロダル石油化学工場ですでに2018年から水素・窒素製造ユニットの運転に成功しており、2021年からはアティラウ製油所でもこれを稼働させている。2023年5月、Air Liquide Munay Tech Gasesはカザフスタン企業「KunTech」との間で、自社が国内に保有する生産施設への再生可能エネルギー供給協定を締結した。この協定は同社の生産施設における電力消費量を100%カバーするという目標を掲げており、これが実現すれば2023年には間接的にCO₂排出量を2020年比で33%削減できるほか、2050年までにカーボンニュートラルを達成できることになる。

2021年、カズムナイガスは、商業用ガス生産とエンジニアリングに携わるドイツの「Linde」社との協力のもとに、原料に天然ガスを使用する形でブルー水素・ブルーアンモニアを製造するプロジェクトへの参加を表明した。しかしその後、これを実行に移すには国内の水資源が不足していることが分ったため、プロジェクトは廃止となった。2023年9月、カズムナイガスとLinde Groupは協力・相互理解覚書を交わし、その中でカズムナイガスのプロジェクトにおける炭素回収方法の開発と導入にあたり、革新的かつ効率的なプロジェクトソリューションを積極的に取り入れることで合意した。

グリーン水素の共同製造にかかるイニシアティブは水資源不足により失敗に終わったが、2022年10月にカザフスタン政府は、再生可能エネルギーに特化した欧州の企業グループ「Svevind Energy GmbH」との間でマンガスタウ州におけるグリーン水素製造企業建設に関する投資協定を締結した。同企業は世界5大工場に入るものとなる見込みである。

「HYRASIA ONE」の名称を得たこのプロジェクトの株主は協定に基づき、共同出資者、消費者、供給業者との交渉へと歩を進める。マンガスタウ州での水素製造は2030年にスタートし、2032年にはフル操業が達成される見通しである。プロジェクト投資に関する最終決定が下されるのは2026年となる予定である。

2022年夏には、コンサルティング会社「ILF Consulting Engineers」と「Roland Berger Management Consultants」の参加のもとに作成されたコンセプトデザインの調査をもって、プロジェクト開発の第1段階が首尾よく終えられた。

このプロジェクトでは、毎年1,200億KWh前後の再生可能電力を発電する総発電能力40GWの風力発電・太陽光発電ユニットを設置し、これにより得た電力を使用する。電力は、カスピ海沿岸のクリイク港近くに置かれる、電気分解を使用した水素製造施設（20GW）への給電に用いられる予定である。

電気分解による水素生成用の給水源はカスピ海（淡水化後）である。手元の情報によると、プロジェクトには処理能力25万5,000m³/日（年間9,307万5,000m³）の海水淡水化工場の建設と操業が盛り込まれている。しかし、水供給問題はプロジェクトそのものにとっただけでなく、カザフスタン全体にとっても最優先事項であるため、実現プロセスにおいて最も深刻な障害の1つとなる恐れがある。

マンガスタウ州では以前から、淡水の確保が深刻な問題となっている。地元のいくつかの淡水化工場（例：アクタウまたはカラムカス鉱床に所在）のほか、主要な淡水供給源となっているものの1つに、ロシアのアストラハン州から2,000kmの距離を越え、パイプラインで供給されてくる水がある。このパイプラインの経済的・社会的重要性を踏まえ、同パイプラインの輸送能力を年間3,000万m³に拡張するための再建・近代化プログラムが過去数年にわたり進められている。プログラムを手がけているのは、カズムナイガスの子会社、株式会社「カズトランスオイル」である。カザフスタン共和国国家基金から資金が割り当てられていることから、このプロジェクトが極めて重要であることが分

かる。水にまつわる状況がこのようなか、民間の水素製造プロジェクトの原料として同パイプラインの水を使用できるかどうかは疑わしい。

「Svevind Energy Group」の子会社である「Hyrcasia One」によると、具体的な水素市場に関する最終決定もまだなされていないため、水素の輸出先および輸出ルートも未定であるという。欧州に販売先が見つかる可能性もあるが、そうでなければ、カザフスタン国内で、グリーンスチールまたはアルミニウム製造にこれを使用することになるというのがSvevindの見解である。欧州市場が優先方針であるのは明らかだが、現時点では、カザフスタンから欧州へ水素を供給するインフラが存在しない。Hyrcasia Oneは2023年10月、クリク港に多機能ターミナル「サルジャ」を保有する有限責任組合「Semurg Invest」との間で、製造した純水素およびアンモニアを同ターミナル経由で輸送する協定を締結した。

また、国際情勢の変動に伴い、プロジェクトに必要な設備の輸入が困難になる可能性も大きい。例えば、テンギス鉱床拡張プロジェクトでは、大型モジュールの搬入にロシアの内陸水路を多用してきた。だが、ロシア・ウクライナ戦争の影響で、今回はこの輸送ルートが使えない可能性がある。このため、プロジェクトオペレーターは、多数の輸送手段を用いる高額なルート（ジョージア、アゼルバイジャンを経由する鉄道輸送の後、カスピ海経由の水上輸送でカザフスタンへ至る）を使用せざるをえなくなる。これは、プロジェクトコストの増大と、建設遅延を招くものである。

現時点では、Hyrcasia Oneのプロジェクトへの投資は確認されていない。

8. 森林気候プロジェクト

カーボンオフセットおよび排出量ユニット取得の手段の1つとして、カズムナイガスは森林気候プロジェクトの実現を視野に入れている。カズムナイガスと「Chevron」が交わした覚書では、パヴロダル州の敷地面積2,000haにおける森林気候プロジェクトの共同実現が協力分野の1つとして挙げられている。その主眼は、同地域内の1都市の周囲に植林し、いわゆる「グリーンリング」を構築することである。その見返りとして、カズムナイガスはカーボンクレジットを入手する意向である。

2022年にはプロジェクトの設計仕様が作成された。この中には、事業計画の策定、植林によるCO₂吸収量の試算、森林カーボンオフセットプロジェクトのコンセプト立案が含まれている。

温室効果ガスの間接的な排出量削減を目的として、カズムナイガスは2022年に国際再生可能エネルギー証書（International Renewable Energy Certificate, I-REC）を取得し、850万KWh分をこれで相殺した。これは、同社のコーポレートセンターが2022年に消費した電力に相当する量であった。I-REC証書は任意のものだが、再生可能エネルギーを用いて電力を生産している事実を示すものであり、GHGP、CDP、RE100、ISO等といった国際機関がこれを認めている。

II. アゼルバイジャン: SOCARのカーボンニュートラルへの取り組み²

1. SOCARの企業発展戦略

SOCARの『2035年までのコーポレート戦略』は、米マッキンゼーとの協力のもとに総合的計画の一環として立案され、2020年に承認された。同戦略では8つの主要戦略目標と、それに沿った19の優先分野が定められている。

新戦略の主要原則には、「SOCARの持続可能な発展」、「高度で効率的な経営システムの導入」、「社会と環境に対する責任の拡大」、「国内の燃料需要の評価と企業収益性の確保」、「借入プロセスの管理」が含まれている。

SOCARの『2035年までのコーポレート戦略』には、生産サイクルのデジタル化、イノベーションとベンチャープロジェクトに対する投資の拡大、配置転換と技能向上による人的ポテンシャルの最適化が盛り込まれている。

同戦略の主たる課題の1つに、石油・ガス、それらの精製品、石油化学製品に対する国内需要を完全に満たしつつ、地域的および世界的なエネルギー安全保障におけるアゼルバイジャンのプレゼンスを高めることがある。

現在、全世界で再生可能エネルギーが選好され、同セクターにおける変革のプロセスが支持されている。こうした路線の展望を踏まえ、SOCARは今後数年間にわたり、低炭素排出型事業ならびにエコロジーと循環型経済の観点から見た、よりクリーンなオペレーションの促進を目標として設定している。

また、SOCARは新戦略の一環としてベンチャーキャピタル投資を視野に入れており、特に、インダストリー4.0のアプリケーション、素材テクノロジー、太陽光エネルギーとその貯蔵・分配といった一連の分野におけるベンチャー企業への投資を計画している。

8つの主要戦略目標は以下の通りである。

- 1) 炭化水素資源のモデリングの実施、探査と増産によるアゼルバイジャンのエネルギー安全保障の確保
- 2) 炭化水素資源輸送・販売事業の収益性の向上
- 3) 石油・ガス精製業および化学工業の効率の向上
- 4) バリューチェーンの各セグメントにおけるデジタル化推進およびイノベーション活動支援

² 本項の執筆は、基本的にアゼルバイジャンの調査機関「Profile Analytical Unit」によるもので、2024年3月時点の情報に基づく。ただし脚注はROTOBOによる。

- 5) 人材育成、ヘルスケア・セキュリティ・環境分野の活動強化
- 6) オペレーションの統一性と完全性の強化
- 7) 新しいエネルギー源への移行にかかる活動の体制構築および発展
- 8) 国内市場、地域市場、国際市場における商業活動の効率向上と事業ポートフォリオの最適化

2. 脱炭素化に関わる SOCAR の活動

SOCARはアゼルバイジャンにおける脱炭素化活動の推進力となる企業であると自認しており、手頃で安全なエネルギーを持続的に供給する国営エネルギー企業になることを目指している。

第一に、生産の脱炭素化と「グリーン」経済への移行が想定されている。「グリーン」投資の一環としてのSOCARの3つの主要優先課題としては、①炭化水素排出量の削減、②廃棄物の再処理と廃棄物からの新製品生産、③「グリーン」ファンドによる資金提供の確保が挙げられる。

SOCARは現在、変革プロセスの初期にあり、2035年までに炭化水素事業と低炭素型事業のポートフォリオを多角化し、世界有数のエネルギー企業としての排出量水準を誇る企業となることを目指している。

同社は、2035年までに炭化水素排出量を40%まで削減し、2050年までにはこれを完全にゼロとすることを目標としている。

SOCARが進出している主な地域ではすでに、本格的な脱炭素化プログラムが開始されている。自ら掲げた目標を実現するため、同社では事業、企業構造の両面において変革が進められており、脱炭素化と新規事業開発を狙いとした新たな手順やツールが導入されているほか、組織構造の改変が行われている。

再生可能エネルギー、クリーン水素の製造、新技術の活用といった分野における世界的主要企業とのパートナーシップの一環としての新企業の創設は、アゼルバイジャン経済の中でも分野特化型の発展支援を目的としたものとなっている。

変革プロセスを加速させるため、SOCARは気候変動の悪影響を低減する目的で外国パートナーと協力している。

なかでも同社は2023年12月5日に、COP28で「石油・ガス脱炭素憲章」(Oil & Gas Decarbonization Charter, OGDC)に参加した。OGDC憲章は、事業における(温室効果ガス)排出量の2050年までの完全なゼロ化達成、上流部門におけるメタン排出量の2030年までのゼロ化目標への接近、通常の生産プロセスにおけるガスフレア処理水準の2030年までの低減といった目標を含むものである。

3. 温室効果ガスインベントリ

2008年、SOCARはあらゆる事業分野における温室効果ガスインベントリ作成と、これに関する年次報告書の公表に着手した。

2022年には、SOCARとその営業会社、および生産物分与協定の枠組みにおける合弁企業、さらにはSOCAR自体の生産活動によって発生した温室効果ガスの間接的・直接的排出量がCO₂換算で756万5,200 tとなった。

4. 随伴ガスの回収および二酸化炭素排出量の削減

SOCARは世界銀行の「グローバル・ガス・フレアリング削減パートナーシップ (GGFR)」との協力関係を成功裏に築き上げた。2011～2015年にはこの協力関係の一環として、『SOCARおよびSOCAR参加プロジェクトにおける二酸化炭素排出量削減計画』が作成、実現された。2012年、SOCARはギェネシリ鉱床における石油・ガス採掘局「5月28日」と、同「ネフト・ダシュラリ」におけるガス利用プロジェクトでGGFRの最高賞を受賞した。

2015年、同社は、アゼリ・チラグ・ギェネシリ鉱床群でBPとの共同のもとに実施した「随伴ガスフレア削減」プロジェクトを成功裏に進め、GGFRの最高賞を再度受賞した。2017年には温室効果ガス制御事業の継続として、『SOCARおよびSOCAR参加プロジェクトにおける2017～2022年の随伴ガス排出量削減計画』を承認した。また、大気中への随伴ガス放出防止にかかる対策が策定され、同目的における重要業務が実施された。

SOCARは世界銀行のイニシアティブ「2030年までの随伴ガスフレアゼロ」に参加している。協力と作業を順調に進めた結果、2020年にはSOCARの随伴ガス排出量が採掘量全体の2%前後に抑えられた。2022年には生産合同「アズネフチ」の陸上生産鉱区で、地域内で初めて大気中への随伴ガス排出量がゼロとなった。

2022年5月11日には、世界銀行代表らとの会談の場で、生産合同「アゼリガス」のガス分配インフラにおけるガス損失解消を目指した試験プロジェクトの実現について意見交換が行われた。途上国では、ガス供給網における損失率は1～2%となっている。

そのため、世界銀行が途上国で取り入れている実績や手法を活用し、アブシェロン半島のアゼリガスのインフラにおける損失削減に関するフィージビリティ・スタディがSOCARとの協力のもとに作成されることが決定された。

SOCARとノルウェーの「Carbon Limits (CL)」との間における2018年5月11日付の相互理解覚書に基づき、SOCARは原油採掘プロセスにおける「漏洩検知・修理 (Leak Detection and Repair, LDAR) プ

プロジェクト」を実現した。

アズネフチと「CL」が交わした契約にしたがい、LDARプロジェクトの一環として、石油・ガス採掘時に発生する排出量の認証がアゼルバイジャンで初めて実施された。プロジェクトの初期段階は終了しており、二酸化炭素 2 万1,644 t の排出が阻止された。このプロジェクトの実現によって、石油・ガス部門における排出量の大幅な削減とともに、さらなる経済的利益を得るための諸条件が構築された。

2020年、アズネフチは原油採掘時に大気中に直接排出・焼却される随伴ガスを有効利用するための一連の環境プロジェクトを実現した。随伴ガスの回収とシステムへの還流、さらにはその大気中への排出防止を目的として、海洋プラットフォームをつなぐ新たなガスパイプラインが敷設されたほか、最新鋭のポンプ・コンプレッサーユニットの設置、物理的に老朽化したコンプレッサーの撤去および新品への交換が行われた。こうした対策の結果、随伴ガス排出量の大幅な削減が達成されている。

第3表 2018～2021年のSOCARの温室効果ガス排出量

| CO ₂ 温室効果ガス排出量(1,000t) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| SOCAR(アゼルバイジャン国内) | 6,654.3 | 7,904.3 | 6,540.8 | 7,332.0 |
| 直接的な排出量 | 5,979.6 | 6,441.8 | 5,763.5 | 6,810.3 |
| 間接的な排出量(電力から) | 674.7 | 686.3 | 777.3 | 521.7 |

(出所)各種資料より『Profile』作成。

第4表 SOCARの事業によって大気中に排出されたガスの量

| 温室効果ガス排出量(1,000t) | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| メタン | 138.7 | 122.4 | 122.4 | 146.8 |
| 酸化窒素 | 0.00699 | 0.00736 | 0.00736 | 0.00913 |

(出所)各種資料より『Profile』作成。

5. NAMAプロジェクト

2015年、SOCARと国連の協力の一環として、『アゼルバイジャンの燃料消費部門における炭化水素排出量削減のための国家行動計画』、すなわちNAMAプロジェクトが実現された。プロジェクトへは、地球環境ファシリティ（GEF）とSOCARが資金を提供した。

プロジェクトは以下の3要素で構成されていた。

- 1) 建造物におけるエネルギー効率の向上
- 2) 輸送における代替燃料への移行

3) 坑井からの天然ガス回収と消費者へのその供給

◆1つ目の要素「建造物におけるエネルギー効率の向上」の一環として

SOCAR傘下の生産合同「アゼルキミヤ」が所有する工場「エチレン・ポリエチレン」のポリエチレン製造施設に屋内・屋外照明用太陽光パネル（発電能力10KW）が設置されたほか、文化宮殿「Kimyaçı」における代替エネルギー源利用のための太陽光パネル（同23KW）、エコパークにおける太陽光パネル（総発電能力15KW）、廃棄物管理センターにおける太陽光パネル60基（同15.36KW）および風力発電機7基（同12.8KW）の設置が行われた。

アゼルキミヤの生活棟のエネルギー効率向上を目的として、ファサード、冷暖房、換気システム、および水・エネルギーの節約を可能とする経済効率の高い操業システムの設置プロジェクトが実現された。また、エネルギー効率を高めるプロジェクトも実施された。ファサードは省エネを可能とする特殊な断熱素材でコーティングされた。

◆2つ目の要素「輸送における代替燃料への移行」の一環として

SOCARが保有する輸送車両として、「トヨタRAV4・ハイブリッド」2台と、「トヨタ・オーリス・ハイブリッド」3台が取得された。

また、SOCARの輸送部門スタッフの教育を目的として、エコドライブ・シミュレーターが導入された。輸送の脱炭素化を目的として実施・計画されている業務に関して、SOCARスタッフ向けのセミナーが開催された。同セミナーでは同社の運転手1,000名超がエコ・シミュレーターで実習を受け、特別認定証を取得した。

◆3つ目の要素「坑井からの天然ガス回収と消費者へのその供給」の一環として

石油・ガス採掘部門「シャザンネフチ」のザグルィ・ゼイヴァ鉞区におけるガス回収拠点3カ所に、新たなコンプレッサー・分離ユニット、冷却システム、オンライン制御システムが設置されたほか、総延長32kmの幹線ガスパイプラインの敷設が行われた。

このプロジェクトを実現した結果、年間680万tの随伴ガス回収が可能となった。処理後、15の近隣村落の加入者1,250名にガスが供給されるようになった。

6. 「メタン指針」(MGP)の一環としての協力

2019年、SOCARはShellとBPが主導したイニシアティブ「The Methane Guiding Principles (MGP)」に加入した。

「MGP」は、天然ガスの採掘から消費に至るまでのバリューチェーン全体におけるメタン排出量削減を目的とした主要優先課題を定めるものである。

2023年11月30日、MGPはグローバル・メタン排出量削減にかかる新たなイニシアティブ（AGMR）を発表した。これは、国レベルでのメタン排出量削減の加速を目的としたものだった。

同イニシアティブの一環として、SOCARとBPは2023年12月15日にアゼルバイジャンの石油・ガス部門におけるメタンレベル削減分野における協力について相互理解覚書を締結した。

SOCARとBPは協力して主な利害関係者、パートナー、研究機関、政府指導者を集め、アゼルバイジャンのエネルギー部門の必要性を満たす特別なロードマップの立案を支援する予定である。

上記の覚書によると、両社はメタンレベル削減、排出量測定、報告、検査、技術、専門知識といった分野における知見・スキルの開発にかかる協力の点で合意している。両社はまた、メタン管理技術分野での実績や構想のシェア、共同による技術試験やキャンペーンの可能性の見極め、メタン排出量削減の認知度向上の推進を行う意向である。

7. 「上流部門のガス漏洩検知・修理」プロジェクト(Upstream Emission Reduction— UER)

「上流部門のガス漏洩検知・修理（UER）」メカニズムは、石油・ガス操業チェーンにおける温室効果ガス排出量の大幅削減を達成するための効率的なツールである。

EUの燃料品質指令にしたがい、石油・ガス供給業者は操業プロセスにおける排出量削減、およびその環境への影響の最小化を狙いとしてUERプロジェクトを推進し、しかるべき証書を取得する。

このプロセスで得られるUERの証書は、その後エネルギー供給業者に売却することが可能であり、諸企業にとってはこれが、排出量削減にかかる自社の目標達成のツールとなる。

2018年5月11日には、SOCARの操業地域における試験プロジェクト「漏洩検知・修理」（Leak Detection and Repair, LDAR）の、ノルウェーの「Carbon Limits」との協力による実現に関する相互理解覚書への署名がなされた。

このプロジェクトの一環として、石油・ガス採掘部門「ビビエイバトネフチ」、生産合同「アズネフチ」、A.アミロフ名称石油・ガス採掘部門、G.Z.タギエフ名称石油・ガス採掘部門、N.ナリマノフ名称石油・ガス採掘部門、石油・ガス採掘部門「アブシェロンネフチ」でモニタリングが実施され、漏出源の特定とその防止策の策定が行われた。

このプロジェクトでは、CO₂換算1万4,500 tの排出量が認証を受け、しかるべき方法で売却された。プロジェクトの結果、SOCARは300万アゼルバイジャン・マナト（AZN）の利益を手にした。

このように、UERプロジェクトは石油・ガス部門における排出量の大幅な削減とともに、さらなる経済的利益を得るための諸条件を構築するものとなった。この分野で得られた成功体験をふまえ、

SOCARは今後、より広いセグメントにおいて新たな排出量取引プロジェクトを展開していく意向である。

8. SOCARの車両の環境評価

SOCAR環境部門の「環境測定センター」では、同社が保有する車両の大気への排気ガスの排出がアゼルバイジャンの現行基準に適合しているかどうかを常時チェックする目的で、移動式環境測定ステーション2基と固定式環境測定ステーション1基が運用されている。

9. 再生可能エネルギー分野におけるプロジェクト

アゼルバイジャンはCOP28の枠組みにおける「グリーン」エネルギーおよびエネルギー効率関連のイニシアティブに参加しており、2027年までに国の設備容量全体に占める再生可能エネルギーの割合を現在の20%から33%に引き上げる予定である。

また、SOCAR自らも、再生可能エネルギーへの投資によるエネルギー・ポートフォリオの多角化に向けて大きく歩を踏み出している。特に、世界の主要企業との共同のもとに国内で展開されている再生可能エネルギーおよびグリーン水素関連の大規模プロジェクトに参加している。こうしたプロジェクトは、カラバフと東ザンゲズルをカーボンニュートラルエリアへと変容させるものとなるだろう。この取り組みの基盤は、BP、「Masdar」(UAE)、「ACWA Power」(サウジアラビア)、「China Energy International Group Co. Ltd」(中国)との間で再生可能エネルギー領域における協力覚書が結ばれた2022年に築かれたものである。

なかでも、2022年6月に開催された「バクー・エネルギーウィーク」で、SOCARはBPおよびMasdarとの間で再生可能エネルギー分野における協力協定を締結している。同協定は、アゼルバイジャンにおける再生可能エネルギーのポテンシャル調査と、同分野における協力、共同プロジェクトの実現を盛り込んだものだった。

1) Masdar

SOCARとMasdarの間では他にも、再生可能エネルギー分野における協力に関する相互理解覚書が締結されている。

両文書は、石油・ガス事業の脱炭素化の確保と、エネルギー効率および再生可能エネルギーの共同開発に関する分野における最先端技術の適用を目指したものである。

上記の合意に引き続き、SOCARとMasdarは2023年1月、アゼルバイジャンにおける総発電能力4GWの再生可能エネルギー開発プロジェクトの実現に関して、さらに2つの協定を締結した。

発電能力2GWの海洋風力発電所開発プロジェクト、水素プロジェクト、1GWの太陽光発電プロジェクト、1GWの陸上風力発電所プロジェクトがこれに該当する。

これらのプロジェクトは、アゼルバイジャンとUAEの協力のさらなる強化を促すものとなるほか、アゼルバイジャン国内における温室効果ガス排出量削減や再生可能エネルギーの利用、持続可能な経済発展に関する事業に寄与するものになると予想される。

なおMasdarは、現時点ではアゼルバイジャン国内で唯一のプロジェクトであるガラダグ太陽光発電所（発電能力230MW）建設をすでに実現済みである。同発電所が操業を開始した結果、11万戸への電力供給、毎年1億1,000万m³のガスの節約、5億KWhの電力生産、CO₂26万5,000tの大気中への放出防止が可能となった。

ガラダグ太陽光発電所の事業は、アゼルバイジャンの電力システムにおける再生可能エネルギーの設備容量の比率を21.2%まで高めるものとなる。

加えて、2023年10月26日にアゼルバイジャン政府はMasdarとの間で、国内における太陽光発電所2基と風力発電所1基の建設プロジェクトに関する投資協定に署名した。新たな発電所3カ所の合計発電能力は1GWに上り、その内訳は、ネフトチャラ地区の太陽光発電所が315MW、ビリャスヴァル地区の太陽光発電所が445MW、風力発電所が同240MWとなっている。外国の専門家らの評価によると、これら3件のプロジェクトへの総投資額は10億ドルに上るといふ。

2) ACWA Power

2023年2月、SOCARとACWA Powerは、アゼルバイジャンにおける再生可能エネルギー開発プロジェクトの共同立案に関する協力協定に署名した。陸上および海上の風力発電所、太陽光発電所、グリーン水素、およびこれらに関連するその他の有望プロジェクトといったものがこれに該当する。

この協定の一環として推進される有望プロジェクトは、アゼルバイジャンとサウジアラビアの間における協力のさらなる促進に加えて、アゼルバイジャン国内における温室効果ガス排出量の削減、再生可能エネルギー開発、持続可能な経済発展を可能とするものである。

なお、サウジアラビア最大の再生可能エネルギー企業であるACWA Powerは現在、アゼルバイジャンで発電能力240MWの風力発電所建設プロジェクトを展開している。操業開始は2025年の予定。毎年10億KWhの電力を生産し、およそ2億2,000万m³のガスを節約するほか、年間40万tの排出量を削減すると見込まれる。このプロジェクトでは、1基当たり6MWのタービン40基が設置される予定である。このうち風力発電タービン17基はアブシェロン地区ピレキュシキュリ村に、23基はフィジン地区シタルチャイ村に設置される。

風力発電所の起工式は2022年1月13日に行われた。プロジェクトはBOO方式（一括事業請負後譲渡

方式) で進められる。プロジェクト総額は4億1,700万AZNとされる。

3) MasdarおよびACWA Power

2023年11月、ACWA Power、Masdar、およびSOCARはナヒチェヴァン自治共和国における発電能力500MWの再生可能エネルギープロジェクト開発に関する相互理解覚書を締結した。

各社は特に、脱炭素化プロセスに弾みをつけ、アゼルバイジャンによるゼロ・エミッション達成を支援する再生可能エネルギープロジェクトの開発の加速化を目的として、専門知識を結集していくことで合意した。

4) China Energy International Group

SOCARと中国の「China Energy International Group Co. Ltd」は2023年6月に協力協定を結んだ。同協定は、アゼルバイジャン領内における再生可能エネルギープロジェクト開発、両社間の経験共有の組織化、有望プロジェクト実現へと向けた技術面および財政面における最適なアプローチ等を盛り込んだものとなっている。

China Energy International Group Co. Ltdは、グリーン・エネルギーおよび低炭素型エネルギー分野での事業を各国で手がけている。

5) SOCAR Green

2023年12月、SOCARの監査役会は有限責任会社「SOCAR Green」の新設を承認した。この決定は、2024年を「緑の世界連帯年」とする2023年12月25日付アゼルバイジャン共和国大統領命令から生じる課題の解決に関連するものであり、同国における再生可能エネルギー開発、およびSOCARの脱炭素化目標の達成を視野に入れている。

SOCAR Greenの主たる事業分野は、再生可能エネルギー、グリーン水素製造、炭素の回収・有効利用・貯蔵といったプロジェクトの実現、ならびに全国規模でのCO₂排出量削減を目的とした戦略的ロードマップ策定へのしかるべき支援の提供と定義されている。これを進めるにあたり、同社は上記の分野における国際的な実績に学び、それをアゼルバイジャンに導入する予定である。

6) BP

2023年9月、SOCARと「アゼルバイジャン投資会社 (AIC)」はBPとの間で、ジャブライル地区のシャファグ太陽光発電所建設プロジェクトへの参加協定に署名した。

プロジェクト投資額は2億ドルで、同太陽光発電所は年間5億KWhの電力を生産する見込みである。建設を行うのはBPの子会社「Lightsource BP」で、2024年10月の着工を予定している。同発電所の敷地面積は802ha、交流出力（発電能力）は240MWの見込みで、ピーク時には288MWに到達する可能

性がある。

シャファグ太陽光発電所の建設は、サンガチャル・ターミナルへの電力供給と、余剰ガスの欧州への輸出を可能とするものとなる。

バクーの南55kmに位置するサンガチャル・ターミナルは、アゼルバイジャンの石油・ガス産業における最重要施設の1つである。ターミナルの敷地面積はおよそ550haにおよび、これが同ターミナルを世界有数の石油・ガスターミナルの1つたらしめる要因である。このターミナルは、BPがカスピ海海域で操業する既存のあらゆる海洋鉱床からの石油・ガスの受け入れ、処理、貯蔵、輸出を目的として設計され、そのポテンシャルを有するものとなっており、また、拡張の可能性も有している。

7) アブダビ国営石油会社 (ADNOC)

SOCARと「アブダビ国営石油会社 (ADNOC)」は2023年12月5日、COP28の枠内で戦略的協力協定に署名した。

同文書は、環境保護、ならびにブルー水素における協力、地熱エネルギー、炭素含有排出物管理に関する諸問題の分野におけるSOCARとADNOCの共同事業のさらなる拡大を盛り込んだものである。

両社はまた、ゼロ・エミッションという野心的目標の達成を目的として、UAE、アゼルバイジャン、およびその他の世界市場に導入の可能性があると見られる低炭素ソリューションについても調査を進めていく。

同協定は、UAEとアゼルバイジャンの間における再生可能エネルギー・天然ガス分野での戦略的二国間エネルギー協力にその基礎を置くものである。

8) トルコ

SOCARのイニシアティブは、天然ガス消費量の削減を目的とした海洋プラットフォームへの送電ケーブル敷設や、欧州市場向けの「アドリア海横断パイプライン (TAP)」コンソーシアムとのパートナーシップによる水素輸送の検討といった、他のイノベーション・プロジェクトにも波及している。

トルコでは、「SOCAR Türkiye Ar-Ge ve İnovasyon A.Ş.」(SOCARがトルコに置く子会社)により設立された「イノベーションセンター」が、再生可能エネルギーの生産に必要な水素ベース技術の開発を目的に、サバンジュ大学との協力体制を確立した。

SOCAR Türkiye Ar-Ge ve İnovasyon A.Ş.とサバンジュ大学のプロジェクトチームは、例えば、水からグリーン水素を製造するための新世代触媒を含む独自の電極開発に取り組んでいる。

また、「SOCAR Enerji Ticaret」(「SOCAR Türkiye」の子会社)は国際的再生可能エネルギー証書 (I-REC) の認証を得たグリーンエネルギーの売却によって、2022年には現在の最終電力消費者ポートフォリオの13.5%、すなわち3億8,200万KWhをグリーンエネルギーとして売却した。

さらに、ゴールドスタンダード (GS) や検証済み炭素基準 (VCS) といった国際的な炭素認証サ

ービスが顧客への提供品目に加えられた。2022年にはこれに太陽光エネルギーシステム設置仲介サービスも追加された。

SOCAR Türkiye Ar-Ge ve İnovasyon A.Ş.は、「Green Ammonia Production with 4D Hydrogen (4D水素を使用したグリーンアンモニア生産)」プロジェクトを立案し、「Eurogia 2030-Call 20」の枠組みにおいて資金援助を受ける権利を取得した。同社はこのプロジェクトの一環として、国内外パートナー企業7社と協力し、効率的な水素キャリアであり、かつ船舶燃料としても利用可能なグリーンアンモニアの生成に取り組む意向である。

9) スイス

スイスでは「SOCAR Energy Switzerland」(SOCARのスイス子会社)が2023年6月9日、にスイスの高速道路上に史上初となるグリーン水素充填ステーションをオープンした。

SOCAR Energy Switzerlandは2018年から「H2 Mobility Switzerland」協会の加盟員となっており、民間部門の他企業とともに、スイスにおける全国規模での水素充填ステーションネットワーク構築を積極的に支援している。

ベルンとチューリッヒを結ぶ高速道路上の充填ステーション「Grauholz Süd」には、燃料ユニットで稼働する乗用車・貨物自動車向けの特種な水素スタンドが設置されている。

充填ステーションでは1日に600kg前後のグリーン水素供給が可能である。これは、ガソリン約1,650ℓに相当する。

持続可能な水素製造とは、エネルギー転換期の中で低排出型かつ気候中立型の自動車輸送への鍵となるものであり、パリ協定の目標を達成するにあたり不可欠な要素である。SOCARの専門家らの見解によると、スイス初の水素充填ステーションの始動をもって、SOCARはエネルギー転換に大きく寄与しているという。

同社は近い将来、水素がエネルギー収支における重要な役割を担うものになると確信しており、今後数年間のうちにより多くの水素充填ステーションをオープンしたいと考えている。

(10) COP29

2024年11月に、アゼルバイジャンで国連気候変動枠組条約第29回締約国会議(COP29)が開催される。この決定は、2023年12月11日にドバイで開かれたCOP28本会議で採択された。

国連気候変動枠組条約は、1992年6月にリオデジャネイロで開催された地球サミットで署名された条約で、気候システムに対する危険な人為的干渉を防ぐことを目的としている。

COP29会議の開催は、アゼルバイジャンにとって2024年の最重要イベントであり、また、「グリーン」経済への移行戦略の論理的な継続ともなるものである。このミッションにしたがい、アゼルバイジャンではイルハム・アリエフ大統領の命令によって2024年を「緑の世界連帯年」とすることが宣言

された。

一部の推測によれば、この期間中にアゼルバイジャンを訪れる外国人は7万～8万人に上るとい

アゼルバイジャンは現在、再生可能エネルギーポテンシャルが高い国の1つとなっている。エネルギー省のデータによれば、アゼルバイジャンの再生可能エネルギーに関する技術的ポテンシャルは、陸上135GW、海上157GWである。また、再生可能エネルギーに関する経済的ポテンシャルは27GWに上り、その内訳は、風力が3GW、太陽光が23GW、バイオエネルギーが380MWとなっている。山岳地帯の河川が擁するポテンシャルは、520MWと評価されている。

アゼルバイジャンにおけるCOP29の開催は、同国がグリーン経済を優先分野としてことのほか重視していることを全世界に示すものとなる。現在、アゼルバイジャンではグリーンエネルギーの生産・輸出を目的とした複数のプロジェクトが進められている。アゼルバイジャンは全体として、温室効果ガスの排出量を2030年までに1990年比で35%、2050年までに同40%削減することを目標としている。

10. 補論:アゼルバイジャンの再生可能エネルギー分野³

～第11回日本アゼルバイジャン経済合同会議におけるKフセイノフ・アゼルバイジャン共和国再生可能エネルギー庁副長官報告より

日本アゼルバイジャン経済合同会議において、アゼルバイジャンの再生可能エネルギー分野の発展の現状についてお話しできることを大変喜ばしく思う。さて、約1年前に策定された『アゼルバイジャン2030：社会・経済発展国家プライオリティ』において「クリーンな環境とグリーン成長の実現」が優先事項の1つとして位置付けられたのは偶然ではない。それは国連の持続可能性目標や、気候変動に対する世界規模の温室効果ガス削減に関する取り組みの課題に合致したものである。

我が国の野心的な目標についてお伝えしたい。アゼルバイジャンは、2030年までに発電設備容量に占める再生可能エネルギーの比率を現在の17%から30%に引き上げることを目指している。現状の17%の内訳はスライドに示す通りで、水力、太陽光、風力などがあるが、現在は御覧の通り、いずれもあまり大きなものではない。それを段階的に、2023年までに440MW、2025年までにさらに460MW、2030年までにさらに600MWと、増やしていく計画である。我が国には非常に大きな再生可能エネルギーのポテンシャルがあり、陸上での経済ポテンシャルは約27GW、うち23GWが太陽光、3GWが陸上風力と評価されている。また、石油・ガス資源が豊かなカスピ海には、海上風力発電の極めて大きなポテンシャルがある。

³ 本節は、2022年9月5日（月）にバクーにおいて開催された第11回日本アゼルバイジャン経済合同会議におけるカムラン・フセイノフ・アゼルバイジャン共和国再生可能エネルギー庁副長官の報告の抄訳および報告資料のスライドの抜粋である。

再生可能エネルギー発展に向けた野心的な目標に到達するための第1の柱として、我々は法的な枠組みを整備した。スライドに示す通り、様々な支援メカニズムを定め、再生可能エネルギー分野の多様な事業実現のための選択肢を準備し、潜在的な投資家である国際的なエネルギー企業の操業のための条件を整えた。法律『アゼルバイジャン共和国の電力生産における再生可能エネルギー源の利用について』は、2021年に採択されたばかりである。

現在、我々は入札規則や、電力購入契約のテンプレートの作成作業を進めている。潜在的投資家にとって重要であると我々が考えていることは、スライドに示す通りであり、長期にわたるテイク・オア・ペイ条件の保証、国内送電網への接続の保証、再生可能発電による電力の優先的送電の保証、支払いの外貨へのインデクセーションの可能性などで、こうした条件を20年という長期にわたり保証することを検討している。

我々は投資家による再生エネルギープロジェクトに2つのオプションを提示している。入札（オークション）と二者間の協定で、我々は前者の方がより望ましいと考えている。

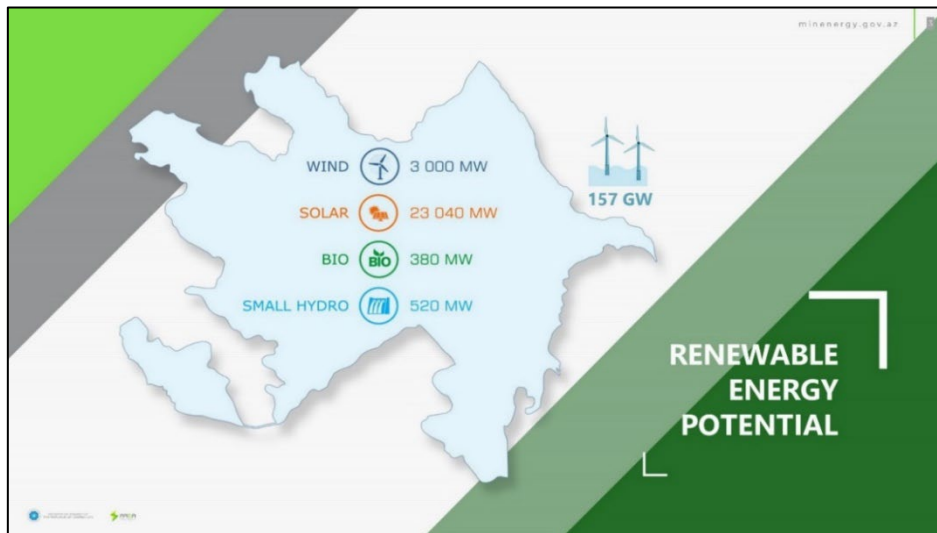
過去2年の間に最終的合意に至ったプロジェクトの例を示す。これまでに240MWの風力発電と230MWの太陽光発電プラント建設についての合意が成立した。さらに、2021年6月にBPとの間で署名された240MWの太陽光発電所の建設計画があり、必要な技術的・経済的評価を行うことで合意している。

この分野における国際機関との協力についてご紹介したい。EBRDは、再生可能エネルギー発展に関わる法律や入札のための法的枠組みの整備を支援してくれている。ADBとは、ボユクシヨル湖における100KWの浮体式太陽光プラント建設パイロット・プロジェクトで協力している。パイロット・プロジェクトの結果により、50MWにプロジェクトを拡大することが検討されている。世銀・IFCとは海上風力発電発展のためのロードマップを作成中である。

最後となるが、イルハム・アリエフ大統領閣下により、解放地域におけるグリーンエネルギー・ゾーン設立の方針が発表されたことをご紹介することを誇らしく思う。地域のグリーンエネルギー・ポテンシャルを活かした、最新のエネルギー・資源管理技術の導入を前提としたグリーンエネルギー・ゾーンの設立コンセプトやマスタープランが作成されている。

初期の推定では、対象地域の再生可能エネルギーポテンシャルは約1万MW、すなわち太陽光7,200MW、風力2,000MWと評価されている。これに基づき、再生可能エネルギーだけを地域に供給し、ネット・ゼロ・エミッションの基準達成に大きく貢献することを目標としている。グリーンエネルギー・ゾーンには、電気自動車、屋上太陽光発電など、グリーンエネルギーにかかわる様々な技術を段階的に導入していく予定である。そうして解放地域におけるグリーンエネルギー・ゾーン設立によって得られる経験を、国内他地域に拡大させていきたいと考えている次第である。

(※以下報告資料より一部抜粋)



minenergy.gov.az

"Azerbaijan 2030: National Priorities for socio-economic development"

- 1.A steadily growing, competitive economy
- 2.A dynamic, inclusive society based on social justice
- 3.Areas of modern innovations and competitive human capital
- 4.The Great Return to the territories liberated from occupation
- 5.A clean environment and country of "green growth"
 - high quality ecological environment
 - green energy zone

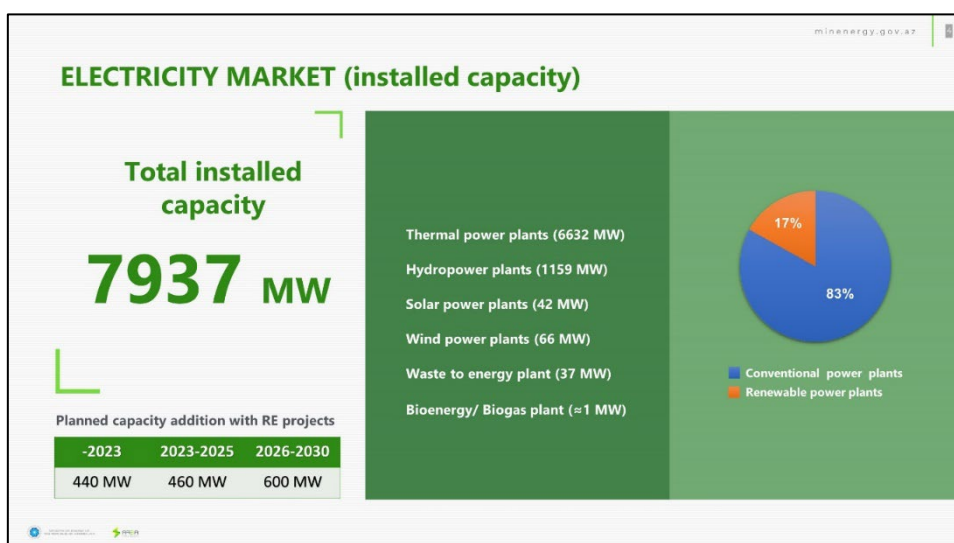
UNITED NATIONS PARIS CLIMATE AGREEMENT ENTRY INTO FORCE 4 NOVEMBER 2016

Reduction of greenhouse gas emissions – 40% by 2050

NET ZERO EMISSIONS ZONE IN THE LIBERATED LANDS

Renewable Energy share in total installed capacity, %


| | | |
|------|------|------|
| 2020 | 2021 | 2030 |
| 17% | 22% | 30% |



minenergy.gov.az

Implementation Strategy

- Development of the regulatory and legal framework
- Determination of the supporting mechanisms
- Preparation on the realization of auctions on the renewable energy zones
- Cooperation with the partners (potential investors)

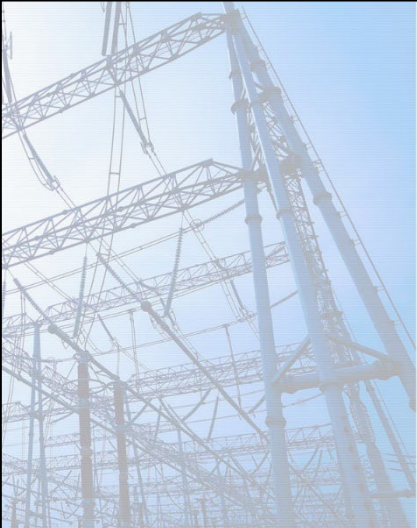


minenergy.gov.az

minenergy.gov.az

Regulatory and Legal Framework

- Law of the Republic of Azerbaijan on the usage of renewable energy sources in the production of electricity
- Template power purchase agreement
- Template connection agreement
- The auctions rules
- The rules on application of the net metering and calculation scheme




minenergy.gov.az

minenergy.gov.az

Guarantees Proposed To The Investors

- Protection of the investment (existing in the legislation)
- Tax rebates within seven years (investment promotion mechanisms)
- 50% reduction of income tax for individual entrepreneurs;
- 50% reduction of profit tax for legal persons;
- no VAT and no customs duties on imports of machinery, technological equipment and installations;
- no property tax;
- no land tax.
- Guaranteed off-take (Take or pay)
- Guaranteed connection
- Priority in dispatching
- Possibility of indexation of payments to foreign currency
- Long-term land lease



minenergy.gov.az

minenergy.gov.az

Implementation of Renewable Energy Projects by the Investors

AUCTIONS

- The auctions rules
- RFQ
- RFP

BILATERAL AGREEMENT

Bilateral agreement shall be carried out in the following cases:

- during the implementation of pilot projects;
- if deemed necessary in terms of the interests and strategic importance of the state;
- if it is not possible to determine the investor at the auctions or if the auction did not take place.

minenergy.gov.az

minenergy.gov.az

FINAL AGREEMENTS WITHIN THE PILOT PROJECTS

Below-mentioned Agreements were signed on:

- 240 MW wind power plant between the Ministry of Energy, Azerenergy OJSC and ACWA Power of the Kingdom of Saudi Arabia – 29.12.2020
- 230 MW solar power plant between the Ministry of Energy, Azerenergy OJSC and Masdar of the United Arab Emirates – 06.04.2021

- INVESTMENT AGREEMENT
- POWER PURCHASE AGREEMENT
- TRANSMISSION CONNECTION AGREEMENT

minenergy.gov.az

minenergy.gov.az

IMPLEMENTATION AGREEMENTS SIGNED DURING BEW 2022

With Masdar company

- on evaluation, development, and implementation of 1,000 MW utility-scale onshore solar and 1,000 MW wind energy projects in the Republic of Azerbaijan
- evaluation, development and implementation of integrated offshore wind and green hydrogen projects with a capacity of 2,000 MW.

With bp company


- Addendum to the Implementation Agreement that had previously signed in June 2021 committing to work together to take the next steps towards joint implementation of a 240MW solar power plant in the Jabrayil district.

minenergy.gov.az

minenergy.gov.az


SUPPORT FOR THE IMPLEMENTATION OF RENEWABLE ENERGY AUCTIONS IN AZERBAIJAN

- Site selection
- Develop all the tender documentation required for a renewable project
 - Auction rules
 - RFQ, RFP
 - Template Support Agreement
 - Template Power Purchase Agreement
 - Template agreement for connection to the grid
 - Template agreement for land lease
 - Final drafts of bid forms
- Prepare a complete and comprehensive set of technical specifications to be included in the RFP
- Provide the authorities with detailed technical, environmental, financial and legal assistance for the implementation of the tender
- Develop framework for a future competitive procurement scheme



European Bank
for Reconstruction and Development

First RE auction to be implemented in 1H 2022



minenergy.gov.az

minenergy.gov.az

REGIONAL KNOWLEDGE AND SUPPORT TECHNICAL ASSISTANCE FLOATING SOLAR ENERGY DEVELOPMENT

- Design, procure and supervise implementation of a pilot project and develop corresponding scaled-up project
 - Pilot project: 100 KW FPV plant in Lake Boyukshor
 - Initial FS for the scale up project
- Analyze policies and tariff structures and recommend suitable for business models
- Institutional Capacity Building for Stakeholders

50 MW FPV project is under consideration




minenergy.gov.az

minenergy.gov.az

OFFSHORE WIND ROADMAP FOR AZERBAIJAN

The development of a Roadmap Study which outlines:

- the potential role that offshore wind could play in Azerbaijan's future energy mix
- the areas of Caspian sea suitable for offshore wind development
- the potential costs and economic benefits, the key issues that would need to be addressed through further technical studies
- the responsible agencies and permitting procedures, any policy or regulatory changes that would be required to facilitate offshore wind deployment
- recommendations on next steps.

Azerbaijan's first offshore wind demonstration project. This work will outline:

- how a sample demonstration project could be developed and delivered
- advice on options for procurement strategy (i.e. models for project concessions)
- different approaches to de-risking activities that could be commissioned by the government.




minenergy.gov.az





minenergy.gov.az

THE ESTABLISHMENT OF THE GREEN ENERGY ZONE IN THE LIBERATED AREAS - GREEN ENERGY ZONE CONCEPT & MASTER PLAN

The agreement was signed between the **Ministry of Energy**
and the Japanese company **TEPSCO** on 6 May 2021.

➤ **Ensuring energy security of the region:**

- utilisation of clean energy potential
- application of energy efficiency technologies and methods
- application of modern energy management approaches and tools

東電設計株式会社
Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.

minenergy.gov.az

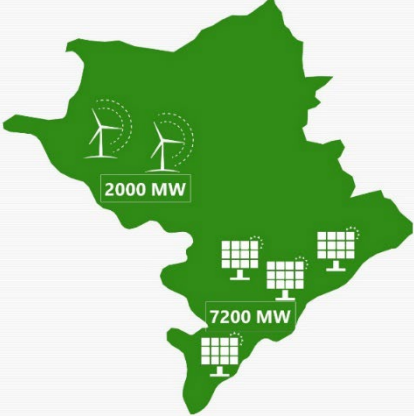
RENEWABLE ENERGY POTENTIAL

Solar

- Gubadli
- Zangilan
- Jabrayil
- Fuzuli

Wind

- Kalbajar
- Lachin



Ⅲ. 中央アジア・コーカサス諸国の石油・ガス産業および カーボンニュートラル関連指標

1. 石油・ガス産業

第5表 中央アジア・コーカサス諸国の石油・天然ガス確認埋蔵量

| | 2000年末 | 2010年末 | 2020年末 | | |
|---------------------------------|--------|--------|-------------------------|----------------------------|-------|
| | | | 全世界に占める比率 ²⁾ | 対2000年増加率(%) ³⁾ | |
| 石油¹⁾ (10億バレル) | | | | | |
| カザフスタン | 5.4 | 30.0 | 30.0 | 1.7% | 455.6 |
| ウズベキスタン | 0.6 | 0.6 | 0.6 | — | 0.0 |
| トルクメニスタン | 0.5 | 0.6 | 0.6 | — | 9.9 |
| アゼルバイジャン | 1.2 | 7.0 | 7.0 | 0.4% | 494.2 |
| ロシア | 112.1 | 105.8 | 107.8 | 6.2% | -3.8 |
| 世界の主要埋蔵国 | | | | | |
| ベネズエラ | 76.8 | 296.5 | 303.8 | 17.5% | 295.3 |
| サウジアラビア | 262.8 | 264.5 | 297.5 | 17.2% | 13.2 |
| カナダ | 181.5 | 174.8 | 168.1 | 9.7% | -7.4 |
| イラン | 99.5 | 151.2 | 157.8 | 9.1% | 58.5 |
| イラク | 112.5 | 115.0 | 145.0 | 8.4% | 28.9 |
| 天然ガス(1兆m³) | | | | | |
| カザフスタン | 1.7 | 1.7 | 2.3 | 1.2% | 31.7 |
| ウズベキスタン | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.4% | -7.5 |
| トルクメニスタン | 1.8 | 13.6 | 13.6 | 7.2% | 649.2 |
| アゼルバイジャン | 1.0 | 1.0 | 2.5 | 1.3% | 152.8 |
| ロシア | 33.2 | 34.1 | 37.4 | 19.9% | 12.8 |
| 世界の主要埋蔵国 | | | | | |
| イラン | 25.4 | 32.3 | 32.1 | 17.1% | 26.6 |
| カタール | 14.9 | 25.9 | 24.7 | 13.1% | 65.0 |
| 米国 | 4.8 | 8.3 | 12.6 | 6.7% | 162.3 |
| 中国 | 1.4 | 2.7 | 8.4 | 4.5% | 509.6 |
| ベネズエラ | 4.6 | 6.1 | 6.3 | 3.3% | 35.8 |

(注) 1) ガスコンデンセートとNGLを含む。/2) 石油はバレルによる換算。/3) データをもとにROTOBO換算。
(出所) “Energy Institute Statistical Review of World Energy 2023”(<https://www.energyinst.org/statistical-review>) のデータよりROTOBO作成。

第6表 中央アジア・コーカサス諸国の石油・ガスコンデンセート生産量:その1

(単位:100万t)

| | 2010 | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2023年の対前年比(%) |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------------|
| カザフスタン | 79.7 | 79.5 | 85.7 | 85.9 | 84.2 | 90.0 | 106.8 |
| ウズベキスタン | 4.0 | 2.7 | 2.8 | 2.1 | 2.1 | 2.0 | 94.9 |
| トルクメニスタン | 10.8 | 12.7 | 10.4 | 11.6 | 11.6 | ... | ... |
| アゼルバイジャン | 50.8 | 41.6 | 34.5 | 34.6 | 32.6 | 30.2 | 92.5 |
| 参考:ロシア | 505.6 | 534.7 | 513.1 | 523.1 | 535.2 | ... | ... |

(出所)CIS統計委員会『2022年版CIS統計年鑑』(2023年)、同『2023年のCIS諸国の社会・経済状況』(2024年)。

第7表 中央アジア・コーカサス諸国の石油・ガスコンデンセート生産量¹⁾:その2

(単位:100万t)

| | 1992 | 2000 | 2010 | 2016 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2022 ²⁾ | 2022年の増減率(%) | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|--------------------|--------------|--------|--------|-------|
| | | | | | | | | | | | 1992年比 | 2000年比 | 2010年比 | 前年比 |
| カザフスタン | 25.8 | 35.3 | 79.7 | 78.0 | 90.4 | 90.6 | 85.7 | 85.9 | 84.1 | 1.9% | 226.1 | 138.2 | 5.6 | ▲ 2.0 |
| ウズベキスタン | 3.3 | 7.5 | 4.0 | 2.6 | 2.9 | 3.0 | 2.8 | 2.9 | 2.8 | 0.1% | ▲ 13.8 | ▲ 62.2 | ▲ 29.5 | ▲ 0.8 |
| トルクメニスタン | 5.2 | 7.3 | 11.1 | 13.2 | 12.5 | 12.2 | 10.4 | 11.6 | 11.6 | 0.3% | 123.4 | 59.6 | 4.4 | 0.3 |
| アゼルバイジャン | 11.2 | 14.1 | 51.3 | 41.4 | 39.2 | 38.0 | 35.0 | 35.3 | 33.3 | 0.8% | 197.5 | 136.8 | ▲ 35.1 | ▲ 5.5 |
| 参考:ロシア | 398.8 | 326.7 | 512.3 | 558.5 | 567.9 | 573.4 | 524.4 | 538.8 | 548.5 | 12.4% | 37.5 | 67.9 | 7.1 | 1.8 |

(注)1)他にシェールオイル、オイルサンド、NGLを含む。/2)世界の生産量に占める比率。

(出所)第5表に同じ。

第8表 中央アジア・コーカサス諸国の天然ガス生産量:その1

(単位:10億m³)

| | 2010 | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2023年の対前年比(%) |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|---------------|
| カザフスタン | 37.4 | 45.5 | 55.4 | 54.2 | 53.6 | 58.8 | 110.5 |
| ウズベキスタン | 66.0 | 54.6 | 49.8 | 53.8 | 51.7 | 46.7 | 90.4 |
| トルクメニスタン | 42.4 | 69.6 | 66.0 | 79.3 | 78.3 | 80.6 ¹⁾ | ... |
| アゼルバイジャン | 26.3 | 29.2 | 37.1 | 43.9 | 46.7 | 48.5 | 103.8 |
| 参考:ロシア | 505.6 | 534.7 | 513.1 | 523.1 | 535.2 | 637.6 | 94.3 |

(注)1)ソースは報道で、トルクメニスタン統計委員会議長の発言(Interfax "Interfax Russia & CIS Business Financial Daily", Feb.13, 2024)。

(出所)第6表に同じ。

第9表 中央アジア・コーカサス諸国の天然ガス生産量:その2

(単位:10億m³)

| | 1992 | 2000 | 2010 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2022 ¹⁾ | 2022年の増減率(%) | | | |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|--------------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | | | | 1992年比 | 2000年比 | 2010年比 | 前年比 |
| カザフスタン | 5.8 | 8.2 | 27.2 | 39.2 | 33.5 | 30.6 | 26.7 | 26.0 | 0.6% | 351.4 | 217.3 | ▲ 4.7 | ▲ 2.8 |
| ウズベキスタン | 38.5 | 50.9 | 57.1 | 58.3 | 57.5 | 47.1 | 50.9 | 48.9 | 1.2% | 27.1 | ▲ 4.0 | ▲ 14.4 | ▲ 4.0 |
| トルクメニスタン | 50.3 | 42.4 | 40.1 | 61.5 | 63.2 | 66.0 | 79.3 | 78.3 | 1.9% | 55.6 | 84.4 | 95.0 | ▲ 1.3 |
| アゼルバイジャン | 7.7 | 5.2 | 16.3 | 18.8 | 23.9 | 25.9 | 31.8 | 34.1 | 0.8% | 342.5 | 562.5 | 109.7 | 7.3 |
| 参考:ロシア | 592.2 | 537.1 | 598.4 | 669.1 | 679.0 | 638.4 | 702.1 | 618.4 | 15.3% | 4.4 | 15.1 | 3.3 | ▲ 11.9 |

(注)1)世界の生産量に占める比率。

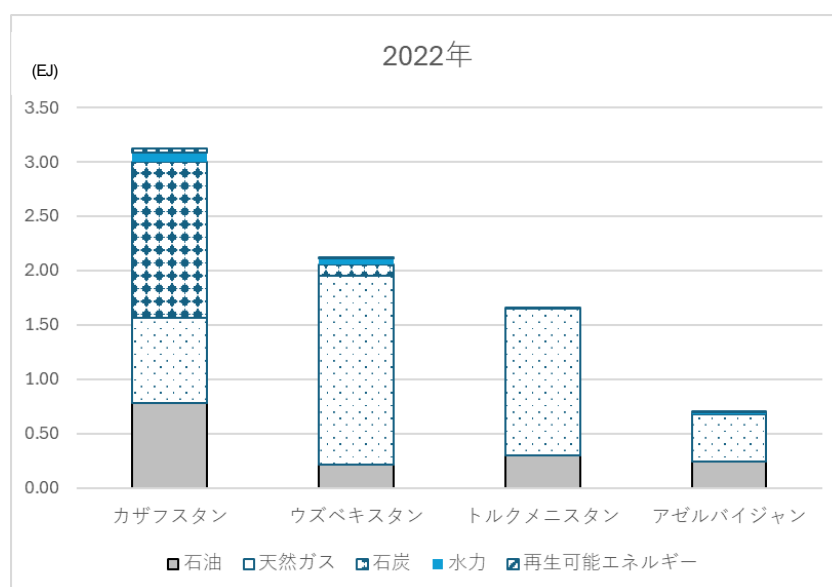
(出所)第5表に同じ。

2. カーボンニュートラル関連データ

第10表 中央アジア・コーカサス諸国の燃料別一次エネルギー消費量

(単位:エクサジュール)

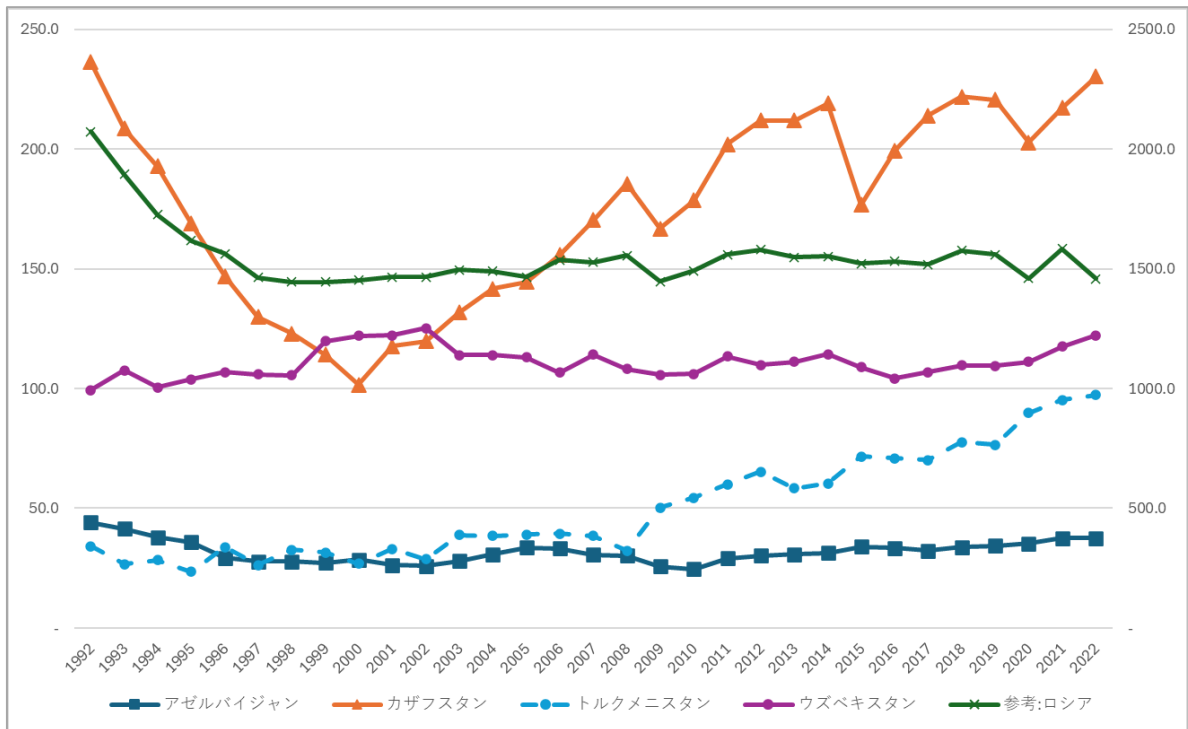
| | 2021 | | | | | | | 2022 | | | | | | |
|----------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-------|
| | 石油 | 天然ガス | 石炭 | 原子力 | 水力 | 1) | 合計 | 石油 | 天然ガス | 石炭 | 原子力 | 水力 | 1) | 合計 |
| カザフスタン | 0.63 | 0.78 | 1.40 | 0.00 | 0.09 | 0.03 | 2.93 | 0.78 | 0.78 | 1.44 | 0.00 | 0.09 | 0.04 | 3.12 |
| ウズベキスタン | 0.22 | 1.67 | 0.09 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 2.03 | 0.22 | 1.74 | 0.10 | 0.00 | 0.05 | 0.00 | 2.11 |
| トルクメニスタン | 0.29 | 1.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.62 | 0.30 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.65 |
| アゼルバイジャン | 0.23 | 0.46 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.70 | 0.25 | 0.44 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.70 |
| 参考:ロシア | 6.88 | 17.09 | 3.43 | 2.01 | 2.02 | 0.06 | 31.48 | 7.05 | 14.69 | 3.19 | 2.01 | 1.86 | 0.08 | 28.89 |



(注)1)再生可能エネルギー。 / (出所)第5表に同じ。

第2図 中央アジア・コーカサス諸国のエネルギー燃焼による二酸化炭素排出動向

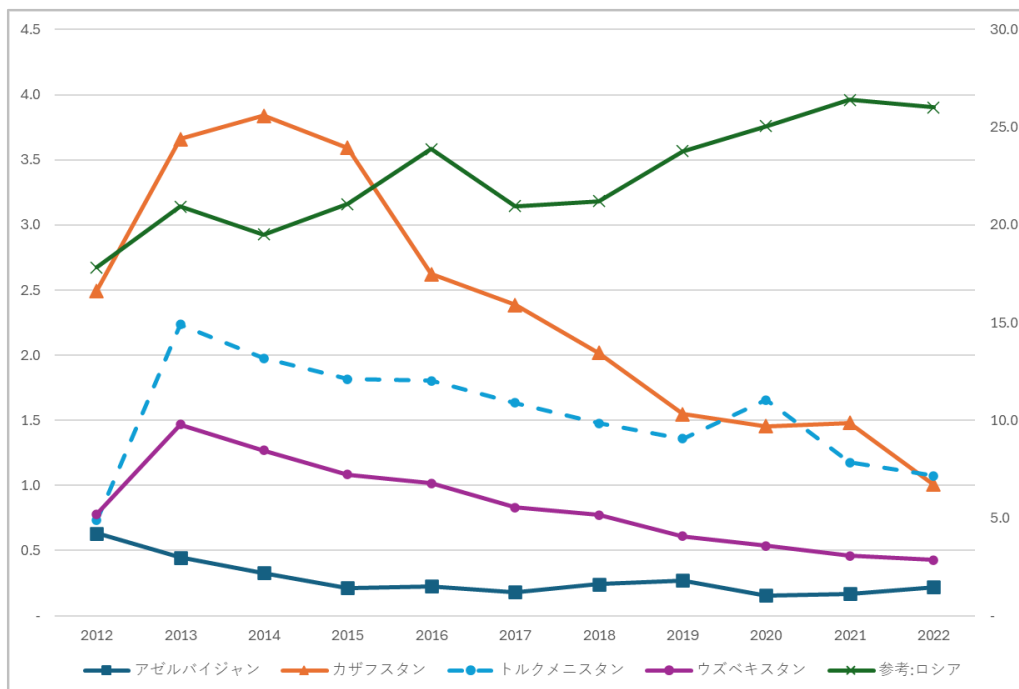
(単位:100万t¹⁾)



(注)1)ロシアのみY軸は右。 / (出所)第5表に同じ。

第3図 近年の中央アジア・コーカサス諸国の天然ガスフレア量

(単位:10億m³)



(注)1)ロシアのみY軸は右。 / (出所)第5表に同じ。

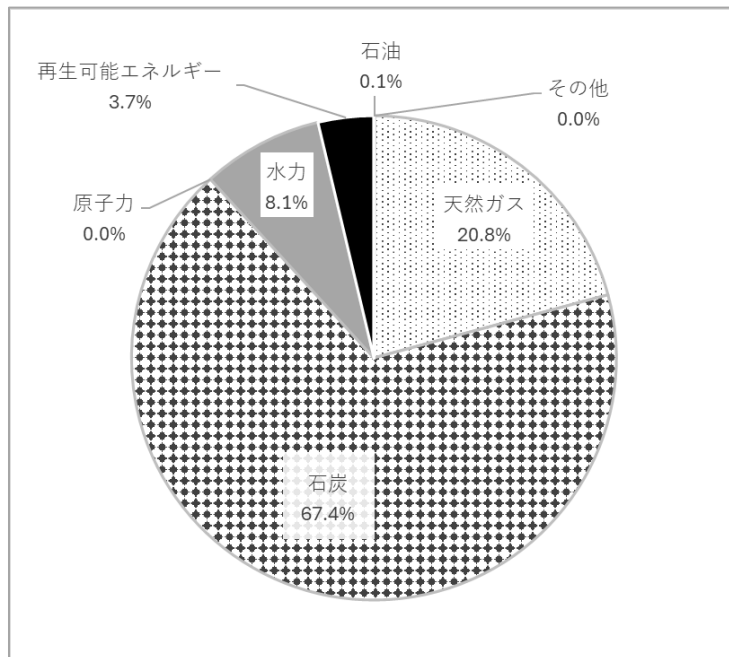
第11表 中央アジア・コーカサス諸国の電源別再生可能エネルギー発電量

(単位:TWh)

| | 2021 | | | | 2022 | | | | 2022年対前年比増減率 | | | |
|----------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------------|---------|---------|---------|
| | 風力 | 太陽光 | その他 | 合計 | 風力 | 太陽光 | その他 | 合計 | 風力 | 太陽光 | その他 | 合計 |
| カザフスタン | 1.7 | 1.6 | ^ | 3.4 | 2.5 | 1.7 | ^ | 4.2 | 44.88% | 4.06% | ▲19.57% | 25.15% |
| ウズベキスタン | ^ | ^ | - | 0.1 | ^ | 0.2 | - | 0.2 | 0.00% | 275.39% | - | 268.81% |
| トルクメニスタン | - | ^ | - | ^ | - | ^ | - | ^ | - | 0.00% | - | 0.00% |
| アゼルバイジャン | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | ▲8.86% | 10.33% | 6.26% | 1.50% |
| 参考 | | | | | | | | | | | | |
| ロシア | 2.6 | 2.3 | 0.8 | 5.7 | 4.2 | 2.4 | 0.8 | 7.4 | 62.53% | 3.75% | 2.65% | 30.17% |
| 全世界 | 1854.1 | 1059.3 | 751.2 | 3664.6 | 2104.8 | 1322.6 | 776.9 | 4204.3 | 13.52% | 24.86% | 3.42% | 14.73% |

(注)「^」は0.05以下。 / (出所)第5表に同じ。

第4図 2022年のカザフスタンの発電量の電源別構成



(出所)第5表に同じ。

IV. 現地調査記録

1. 出張概要

1) 出張者

中居 孝文 ロシアNIS経済研究所 所長

2) 出張期間および旅行日程

2024年3月3日（日）～3月8日（金）

（3月6日（水）：カザフスタン現地調査、3月7日（木）：ウズベキスタン現地調査）

| | 月日 | 時刻 | 活動内容 | 宿泊地 |
|---|------------|---|---|-------|
| 1 | 3/3 (日) | | ※他事業より移行 | モスクワ |
| 2 | 3/4 (月) | 終日 23:00 | モスクワにて現地調査 モスクワ(ドモジドヴォ)発(HY602) | 機中 |
| 3 | 3/5 (火) | 04:55 13:00 15:00 | タシケント着 タシケント発(HY721) アスタナ着 | アスタナ |
| 4 | 3/6 (水) | 10:00 11:30 15:00 17:50 19:30 | 法人連合「カザフスタン石油・ガス・電力コンプレクス組織協会『カズエナジー』」 Ye.クアニシエフ 環境規制部マネージングディレクター他 カザフスタン地域環境イニシアティブ協会「ECOJER」 R. カブジャノフ 代表他 国営企業「カザフインベスト」 L. ギムラノヴァ プロジェクト部次長 アスタナ発(KC954) アルマトイ着 | アルマトイ |
| 5 | 3/7 (木) | 10:05 11:45 14:30 22:05 | アルマトイ発(HY762) タシケント着 ウズベキスタン経済発展センター ユーリー・ユスポフ 代表 タシケント発(HY527) | 機中 |
| 6 | 3/8 (金) | 09:40 | 成田着 | |

2. 面談概要

(1) 法人連合「カザフスタン石油・ガス・電力コンプレクス組織協会『カズエナジー』」

日時： 2024年3月6日（水）10：00～11：00

面談者： クアニシェフ環境規制・低炭素開発部マネージングディレクター、

セイトヴァ同部主任専門家、バルイクバエフ国際協力部次長

談話のポイント：

- カザフスタン政府のカーボンニュートラル政策およびグリーントランスフォーメーション（GX）政策の最初の基本文書となったのは2011年に制定された環境保全法であり、同法においてCO₂の排出制限、カーボンニュートラルに関わる各種規制が定められた。2013年には排出権取引システムが導入された。2021年には新たな環境法典が制定され、気候変動対策に関わる章が新たに加わった。
- カザフスタンは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立てている。2015年のパリ協定では、カザフスタンは2030年までに温室効果ガス排出量を1990年比で15%減とすることが約束されている。国際金融機関の支援を得られた場合、2023年までにさらに25%減とする案も出ている。
- カザフスタン国内では、カーボンニュートラル実現に向けたロードマップが作成されており、この文書を実現する上で、カズエナジーは重要な役割を担っている（カズエナジーにはエネルギー企業50社が会員として加盟）。ロードマップには、具体的にはガス化、水素開発、再生エネルギー等に関する目標値が記載されている。
- カザフスタンは、ソ連時代からの遺産で発電を石炭火力に依存している（依存率は90%以上）。ロードマップでは、徐々に脱石炭を図り、例えば、アスタナやアルマトイの火力発電のガス転換や住宅のガス化を進めるとともに、発電に占める再生可能エネルギーのシェアを将来的に35%まで引き上げることを目指す。また世論調査の段階ではあるが、将来的に原子力発電の可能性も追及している。
- ただし、石炭火力をすべて止めるということではない。カザフスタンでは、石炭はガスに比べてコストが安く、したがって、安い電力を国民に提供するという社会的意義も大きい。OECD諸国やニュージーランドをモデルとした「クリーンコール」計画も大いに参考にしていきたい。その意味で、石炭分野におけるクリーン技術の移転を伴う設備改修もカザフスタンにとっては重要な課題だ。
- 再生可能エネルギーの分野では、風力発電で「Total」と、太陽光発電で「Eni」との協力が検討されている。
- カーボンニュートラルやGX分野における日本との協力は、カザフスタンにとって極めて重要で、

特に技術移転やグリーンファイナンスといった面で協力を期待している。そういう意味で、2023年のカザフスタン・エナジーウィーク（ROTOBO注：同イベントの枠内でROTOBOがカズエナジーとの共催で開催した「日本・カザフスタン産業協力特別セッション」の意）における三菱重工業のプレゼンテーションは大変興味深い内容だった。

(2)カザフスタン地域環境イニシアティブ協会「ECOJER」

日 時： 2024年3月6日（水）11：30～13：00

面談者： カブジャノフ代表、ジャンピソフ顧問

談話のポイント：

- 「ECOJER」はカザフスタンの環境改善のために活動している団体で、鉱山や石油・ガス、電力など、いわゆる公害産業型の企業が会員として加盟している。カザフスタンでは2015年から環境改革が実施されているが、「ECOJER」はその改革の実行をサポートする立場にある。枠組みとしては、「ECOJER」内に①環境規制・基準委員会、②再生可能エネルギー委員会を設置しており、そのほか、年に1度、環境・天然資源省やエネルギー省とともに環境に関わる国際コンGRESを共催している。
- カザフスタンでは、2060年のカーボンニュートラル実現に向けた大統領レベルでの国家戦略が策定されており⁴、同戦略に基づき、各省がロードマップを作成している。水素開発、再生可能エネルギー、メタン処理、CO₂の回収など様々な措置が練られているところ。
- カザフスタンにおいては、電源構成として石炭火力が突出していることが特徴である。ただし、様々な要因により石炭から他のエネルギー源への大規模な転換は困難なため、石炭をいかにクリーンにしていくかが大きな課題となっている。
- 2018年に訪日した際、日本の石炭火力発電所を訪問したが（ROTOBO注：展示会「エコプロ2018」でJCOALのブースを訪問したという意）、温室効果ガスがほとんど排出されないことに感動した。コスト面を考えれば、カザフスタンでこの技術をそのまま導入することは難しいと考えられるが、大変勉強になった。また、2023年のカザフスタン・エナジーウィーク（ROTOBO注：同上）における三菱重工業のプレゼンテーションも大いに参考になった。
- カザフスタンにおける石炭火力のガス転換はそれほど簡単ではない。第一に、天然ガスの埋蔵はカザフスタン西部に偏在しており、産業の中心地（北東部）や人口集積地（南東部）から離れている（他方、石炭にはどこからでもアクセスしやすい。電力施設は原料生産地とユーザーに近いところへ立地することがソ連時代からの方針であり、その合理性は今でも変わらない）。第二に、カザフスタンには石油と比べて、天然ガスの埋蔵は少ない（随伴で出てくる程度）。第

⁴ 次章に本文を収録。

三に、ガスは石炭に比べてコストが高い（ガスを使える状態にするには加工が必要であるし、また西部から消費地へガスパイプラインを建設しなければならない。石炭は全土に広く埋蔵し、露天掘りで容易に採掘できる）。

- カーボンニュートラル実現に向けた課題としては以下の3点を指摘できる。第一に、環境法制の強化である。環境規制を単に厳格化するだけでなく、カーボン市場を創出していくという視点からの法制整備が必要だ。カザフスタンでは2013年から排出権取引が制度的に導入されているが、価格形成など市場メカニズムが構築されておらず、不完全な制度は企業にとって刺激にならず、効果を発揮できていない。第二に、グリーンファイナンスの強化である。現状、カザフスタンにはグリーンファイナンスのツールがほとんどなく、先進国の事例を見習いながら、構築していく必要がある。そういう意味でJCMには大変関心がある。第三に、企業による報告義務の強化である。現状では、企業が温室効果ガスの排出量を自ら算定し、国に報告するなどの義務が欠如している。報告義務に対する企業の動機付け等、いろいろ検討していく余地がある。
- 「ECOJER」から日本への協力提案としては、以下の3点である。①企業によるインセンティブを強化するための共同基金の設立、②独立機関によるカザフスタン企業の環境格付けランキングの立ち上げへの協力（ランキングの立ち上げは企業による報告義務の強化につながる）、③環境基準に関わる専門家の教育・育成である。

(3)国営企業「カザフインベスト」

日時： 2024年3月6日（水）15：00～16：00

面談者： ギムラノヴァ・プロジェクト部次長

談話のポイント：

- 日本にはGXの経験や知識が蓄積されており、ぜひ協力関係を強化していきたい。
- カザフスタンとしては、①石炭火力（電源構成の約7割）の設備更新と②再生可能エネルギーの導入を並行して実施していかなければならない。その際、新しい発電所をゼロから建設するとコストがかかりすぎるため、既存の発電所のクリーン化が重要である。同様に、石炭火力のガス転換もコストがかかりすぎる。アルマトイにおいて国家福祉基金「サムルク・カズィナ」がガス転換プロジェクトをパイロット的に実施しているが、費用が高く、現実的ではない。
- ガス転換が難しいことから、再生可能エネルギーに対する関心は非常に高い。EUのグリーンディールを意識して、企業サイドからの関心も高く、投資資金も集めやすい。具体的には、①太陽光（カザフスタンは面積が広大で、とくに南部は日照率が高い）、②水力（水力発電に適した川が南部、東部、アルマトイにある）、③風力（東から南に向けての安定した風が吹く）にポテンシャルがある。今後、電源構成に占める再生可能エネルギーのシェアを2025年には6%、

2030年には15%、2060年には50%に高めていくことを目標としている。

- 再生可能エネルギー分野における国際協力としては、ドイツ、オーストリア、スイスといった欧州勢はエネルギー設備の供給に関心をもっている。太陽光パネルは中国の独壇場で、すでにカザフスタンにも入ってきている。現状では、設備や部品は輸入せざるをえないが、風力発電などではローカルコンテンツ条項などもあり、生産の現地化を目指している。風力発電のブレードなどでは、日本企業にも関心を持ってもらいたい。
- 日本には、再生エネルギー専門家の研修受入プログラムなどでも協力してもらいたい。

◆ROTOBOコメント：

- ✓ 3者がそれぞれの立場から指摘したカーボンニュートラルへ向けたカザフスタンの課題は、産業面では①石炭火力対策、②再生可能エネルギー導入、制度・政策面では③カーボン市場創設を含む環境法制強化、④グリーンファイナンス強化、⑤企業報告義務の強化となる。
- ✓ うち、日本との協力という観点から最も有望なのは①の石炭火力対策であろう。ギムラノヴァ・カザフインベスト次長が指摘しているように、石炭火力のガス化は高コストであり、しかもロシアが熱心に提案しているロシアからの輸入ガスを利用するようになれば地政学的リスク増大も招く。つまり日本が既存石炭火力発電所のクリーン化に貢献できれば、双方にとって政経両面でメリットとなるだろう。
- ✓ ②は中国はじめ他国との競争が激しく、またローカルコンテンツの関係で求められるであろう資機材の現地生産はハードルが高い。
- ✓ ③～⑤については、他の先進国に比した日本の優位性が不明ではあるが、専門家の交流や研修プロジェクト等を通じた相互理解促進と人材育成協力は可能だろう。また③④についてはJCM活用を通じた協力が進めば、自然と一定の関係発展が期待できるだろう。

(4)ウズベキスタン経済発展センター

日時： 2024年3月7日（木）10：00～11：30

面談者： ユスポフ代表

談話のポイント：

- 2023年のウズベキスタンのGDP増減率は6%増前後であり、コロナ前の水準に戻った。ロシア・ウクライナ戦争はウズベキスタン経済にそれほど大きな影響を与えていない。2023年のインフレ率は約10%程度。
- まだ公式統計が未発表だが、輸出も増えた。2022年にはロシア向けが輸出増を牽引したが、2023年には金とサービス（主として観光）の輸出が牽引役となった。ロシア向けの再輸出については、まだデータが公表されていない。ロシアを除けば、中国、トルコ、イランが主要貿易

相手国。なかでも中国が突出している。インド、パキスタンに関しては、アフガニスタンという不安定地域をトランジットせざるをえず、リスクが大きい。

- ▶ 2023年のウズベキスタンへの送金額は、2022年に比べると低下したが、2021年比ではかなり増加している。2022年にはルーブル高でロシアへの出稼ぎ労働者からの送金が増えたとし、ウズベキスタンへのロシア人の流入による送金が大きかった。2023年にはルーブル安の影響やロシア軍による強引なリクルートもあって、ロシアへの出稼ぎ労働者が減った。代わって、ドイツを中心とする欧州や韓国への出稼ぎが増えた。
- ▶ 対内直接投資（FDI）は2022年とほぼ同じレベル。2022年の主要投資国はロシア、中国、トルコであったが、2023年にはサウジアラビア（エネルギー案件への投資）がこれに加わった。
- ▶ ロシア・ウクライナ戦争によるネガティブな影響は、サプライチェーンの崩壊にともなう輸送コストの上昇に現れた。以前は欧州からロシア経由で物資が入ってきたが、それが難しくなり、これによって新たな物流ルートや物流業者の開拓が必要になり、追加的なコストが必要になった。また、物流におけるコスト増は、食料価格やエネルギー価格の上昇とともに、インフレ高進の要因となった。インフレには、ロシア人の流入による家賃、ホテル、レストランでの価格上場も影響している。
- ▶ 米国による金融分野における二次制裁に関しては、ウズベキスタンの銀行は今のところ制裁対象にはなっていない。戦争当初よりウズベキスタン中央銀行がかなり厳しい監視体制をとっているからだ。現状、銀行以外で米国の制裁対象となっているのは、アリシェル・ウスマノフ系の企業と、デュアルユース品をロシアに輸出しようとした一部の企業に限られる。
- ▶ ロシアで活動していた外資系企業がウズベキスタンへ拠点を移すという動きはほとんどなかった。近年、欧米のブランドの進出がウズベキスタンでも増えているが、これは戦争の影響というより、ウズベキスタン経済が発展してきているからだ。全般的に、カザフスタンへ進出したブランドが次の市場としてウズベキスタンを選んでいるようだ。欧米のホテルの進出も増えてきた。
- ▶ カーボンニュートラルやGXは、ウズベキスタンにとってもアクチュアルなテーマで、ニーズも大きい。環境全般で言えば、ウズベキスタンでは問題が深刻。特に①発電所の老朽化による大気汚染、②水問題、③土壌汚染の解決が焦眉の課題である。これらの問題はソ連解体以降、まったく改善されていない。これら分野では国有企業の複雑な利害が絡まっており、外資系企業の参入が閉ざされていることも改善を妨げている理由の1つである。

V. 2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略

以下に、国家戦略『2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略』全文の和訳を、これを承認した2023年2月2日付大統領令とともに掲載する。翻訳はカザフスタン共和国司法省法律・法制度情報研究所が運営する法律・情報データベース「Adilet」(<https://adilet.zan.kz/rus>) より入手した露文テキストに基づく。

『2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略』の承認について

2023年2月2日付カザフスタン共和国大統領令第121号

以下の事項を決定する：

1. 添付の『2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略』を承認する。
2. カザフスタン共和国政府は本大統領令に基づく施策を講じる。
3. 本大統領令の履行に対する監督をカザフスタン共和国大統領府に委ねる。
4. 本大統領令はその署名日より効力を発する。

カザフスタン共和国

大統領

K.トカエフ

2023年2月2日付カザフスタン共和国大統領令第121号により承認

2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略

目次

1. 序
2. 現状分析
3. 一般条項：目標、原則、経済効果、アプローチおよびビジョン
 - 3.1. 目標と原則
 - 3.2. 投資ニーズ

- 3.3. アプローチとビジョン
 - 3.3.1. 低炭素発展に係るセクター別のアプローチおよびビジョン
 - 3.3.1.1. エネルギー供給
 - 3.3.1.2. 工業
 - 3.3.1.3. 農業・林業
 - 3.3.1.4. 廃棄物処理
 - 3.3.1.5. 低炭素発展に係るクロスセクタービジョン
 - 3.3.2. 低炭素発展に係る分野横断的アプローチ
 - 3.3.2.1. 公正な移行と雇用の創出
 - 3.3.2.2. 資金提供とグリーン投資
 - 3.3.2.3. 科学技術・研究開発業務と教育
 - 3.3.2.4. 社会意識改革
 - 3.3.2.5. 国際協力
 - 3.3.2.6. 気候変動への適応
 - 3.3.2.7. カーボンマネジメントシステム
- 4. 結語

1. 序

低炭素発展は持続可能な発展に不可欠な条件であるとともに、世界的な気候変動による壊滅的な影響の防止を目的としたものである。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書によると、温室効果ガスの人為的排出量は人類史上最大に達しており、地球の気候システムに対してすでに重大な悪影響を及ぼすものとなっている。これは、生態系、インフラ、人類の生活および健康に対する直接的な物理的リスクと脅威をもたらすものである。こうした課題に対応し、当該リスクの平準化を図るため、各国は積極的に国際的な義務を負うようになっている。

2015年9月25日に開催された国連総会では、決議『我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ』が採択された。この決議に基づき、世界193の国連加盟国が、パートナーシップと平和のもとに、持続可能で、包摂的かつ前向きな成長、ならびに社会的包摂および環境保護を確保する義務を負うこととなった。

2015年12月には、環境保全とグリーン経済の支援、高効率技術の移転、気候変動への適応を目標としたパリ協定が採択された。同協定の主な目標は、世界平均気温の上昇を産業革命前（1850～1900年の水準）との比較で2℃未満に抑えること、そして、その上昇を1.5℃未満に抑える努力をすること

である。

2021年に行われたIPCCの評価によると、気候変動は今後数10年間のうちにあらゆる地域で激しくなるため、温室効果ガス排出量を迅速かつ大幅に削減する行動を起こさない限り、気温上昇を2℃抑えることは不可能である。

このため、全締約国はパリ協定の実現を目的として、5年ごとに気候分野における自国の行動計画、すなわち国が決定する貢献（NDC）を提出する。締約国は、NDCのための長期的展望をもたらす低炭素発展戦略の策定も行う。この戦略の主たる目標は、温室効果ガス排出減からの人為的排出と吸収源による吸収のバランスを達成することである。

2022年9月までに、52カ国が自国の低炭素発展戦略を承認した。これにあたり、EUと米国は2050年までに、中国は2060年までに、それぞれカーボンニュートラルを達成するという目標を掲げている。

一方、世界のGDPに占める割合が25%に相当する13カ国（カナダ、スペイン、ポルトガル、ドイツ、英国、ノルウェー、日本等）は、ゼロ・エミッションという目標の達成に向けた法的義務を定めた。

世界のGDPに占める割合が50%に相当する33カ国（米国、オーストラリア、トルコ、チリ、イタリア、オランダ、インド、サウジアラビア、ブラジル、アルゼンチン等）は、自国のプログラム文書／宣言にゼロ・エミッション目標を盛り込んでいる。

都市や大企業のレベルでも、気候戦略（持続可能な発展戦略）の策定が進められている。世界のエネルギー消費量の65%、温室効果ガス排出量の70%が都市部に集中しているという事実を鑑み、120を超える都市が2050年までのカーボンニュートラル達成を宣言している（うち100都市では2030年まで）。

Carbon Disclosure Projectの資料によれば、2021年には1万3,000社（世界の時価総額の64%）が気候への影響に関する一定の情報を開示しており、うち約200社は自社のカーボンフットプリントとカーボンニュートラル達成戦略に関する具体的な情報を有している。こうした企業は、自社による「グリーンアジェンダ」の推進について定期的に報告を行っている。

低炭素発展の個々の分野別イニシアティブも策定されている。例えば、200カ国がCO₂を回収しない石炭火力発電の段階的な縮小、および石炭、石油、天然ガスの価格を人為的に引き下げる非効率的な燃料助成の全面廃止を発表した。

一方、カナダ、デンマーク、米国、イタリア、スイス、英国をはじめとする29カ国が、2022年末までにエネルギー供給部門（特に化石燃料関連プロジェクト）への資金提供を停止することを約束し、より環境にやさしい分野に重きを置くこととした。デンマーク、フランス、グリーンランド、アイルランド、ケベック州、スウェーデン、ウェールズは、石油・ガスの探鉱と採掘に係るライセンス制度を廃止すると表明した。

米国とEUが主導する2030年までのメタン排出量30%削減義務には100カ国が署名した。

世界の森林の約90%に相当する120カ国は、2030年までにその伐採をやめると約束した。このリス

トには、カナダ、ブラジル、中国、インドネシア、米国、英国、ロシアが含まれている。

100超の政府、都市、州、大企業が、2040年までにゼロ・エミッション車への移行と全世界における内燃エンジン搭載自動車の販売終了を達成するという宣言に署名した。

各国は、温室効果ガス排出権、炭素税、割当を得られない事業主体に対する賦課金を含む具体的な規制形態を導入しているほか、独自の炭素規制システムを立案し、また、炭素製品のマーキングシステム、越境システムを含むセーフガードメカニズムを導入している。

最も断固とした気候政策を進めているのはEUである。EUでは2050年までのカーボンフリー経済への移行を目的とした一連の施策をスタートしている。

欧州グリーン・ディールの一環としては、排出枠取引制度（ETS）の対象となる部門の拡充と、ETSの規制対象となっていない温室効果ガス排出量の大半に対する炭素税の導入が予定されている。

欧州委員会は野心的なグリーン・ディール（野心的な排出量削減から先端研究・イノベーションへの投資に至るまで、政策分野は様々である）対策パッケージの一環として、炭素国境調整メカニズム（CBAM）を策定した。このメカニズムは炭素集約型製品の輸入について、これらの製造時に排出される温室効果ガス排出量に応じた加算税の徴集を行うことを示唆するものである。

CBAMの策定によって、輸出志向型の大企業はすでに、最終製品の製造に用いる原料や半製品のうち環境汚染につながるものの使用をやめるようになってきている。カーボンフットプリントを把握できない商品に対しても同様である。

加えて、持続可能な成長への資金提供に関する行動計画の一環として、欧州委員会は明確かつ詳細なEUタクソノミー、すなわち持続可能な発展目標に従った経済活動分類体系を策定した。EUタクソノミーの目的は、「持続可能な」プロジェクト、および炭素集約型資産への投資の削減を伴う業種への、投資の振り向けである。

グリーン・ディールに反映された経済的・気候的優先方針の統合を目的とした、EUのグリーン貿易戦略の策定が新たに進められている。

気候アジェンダの国際的意義を踏まえ、ESG原則に基づく持続的な投資が大幅に伸びており、2021年にはその額が過去8年間で3倍増、過去5年間で2倍増の46兆ドルに達した。

金融セクターは不良資産のリスクをはじめ、ESG投資や気候変動に伴うリスクに一層の関心を寄せており、気候目標への適合性を踏まえたうえで投資の再評価が進められている。国際開発銀行をはじめとする大規模投資家は、化石燃料セクターからの投資引き上げ計画を発表している。諸企業は、製品のカーボンフットプリントやサプライチェーンにおける脱炭素化対策に関する情報をはじめとする気候関連情報・リスクの開示を求める圧力の増大に直面している。こうした傾向すべてが今後数年、数十年と続き、世界経済と地域経済に莫大な影響を及ぼすものとなるだろう。

ESGファンドは2025年までにESG以外のファンドを上回る資産を保有するようになる見られており、2025年にはESGファンドの市場シェアが現在の15%から57%に伸びると予想される。さらに、世

界の金融資産の40%を保有する世界45カ国450社（投資企業、保険企業、年金基金、銀行、証券取引所等）からなる金融連合は、2025年までに温室効果ガス排出量を完全に削減するという目標を宣言している。

カザフスタンは2016年8月2日にパリ協定への署名を行い、2016年12月6日にこれを批准した。パリ協定は2015年9月に正式調印されたが、カザフスタンはこれに先立ち、国連気候変動枠組条約への自らの忠誠を示し、同条約の一環として、自らのNDCを提示した。このNDCは以下の目標の達成を盛り込んだものとなっている。

温室効果ガス排出量を2030年12月までに1990年比で15%、無条件に削減する

追加的な国際投資、低炭素技術移転メカニズムへのアクセス、緑の気候基金の資金へのアクセス、移行経済国のための柔軟なメカニズムといった条件のもとに、温室効果ガス排出量を2030年12月までに1990年比で25%、条件付きで削減する

2020年12月には気候野心サミット（国連、英国、フランスが、チリ、イタリアとのパートナーシップにより開催）の場で、K.K.トカエフ・カザフスタン共和国大統領が新たな目標、すなわちカザフスタンによる2060年までのカーボンニュートラル達成を表明し、パリ協定におけるこの国の義務を再確認した。

このように、『2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略』（以下、「本戦略」）は、世界的な気候トレンドを踏まえたうえで、しかるべき国際的義務を果たすために策定された。本戦略は、福祉、持続的経済成長、公正な社会的進歩を実現するための一貫した経済変容に係る全国的アプローチ、および戦略的な国家政策方針を定めるものであり、かつ、国家政策の足並みと調和を確保する目的で採択されたものである。

本戦略は、CBAMの導入、ESG原則の普及、グリーン投資の推進と誘致、高効率生産体制、電化等といった世界的な気候トレンドへとカザフスタン経済を適応させる必要性を踏まえたものとなっている。

2. 現状分析

20世紀半ば以降、カザフスタンは気候変動の悪影響に直面している。

1940年以降、我が国の年平均気温は10年ごとに0.28°C上昇している。秋季の気温上昇が特に高い(0.31°C)。と同時に、年平均降水量は10年間で0.2mm以上と大きく減少している。

1990年代の経済状況は燃料・エネルギー資源消費量の減少を招き、それが温室効果ガス排出量の削減に反映される結果となった。

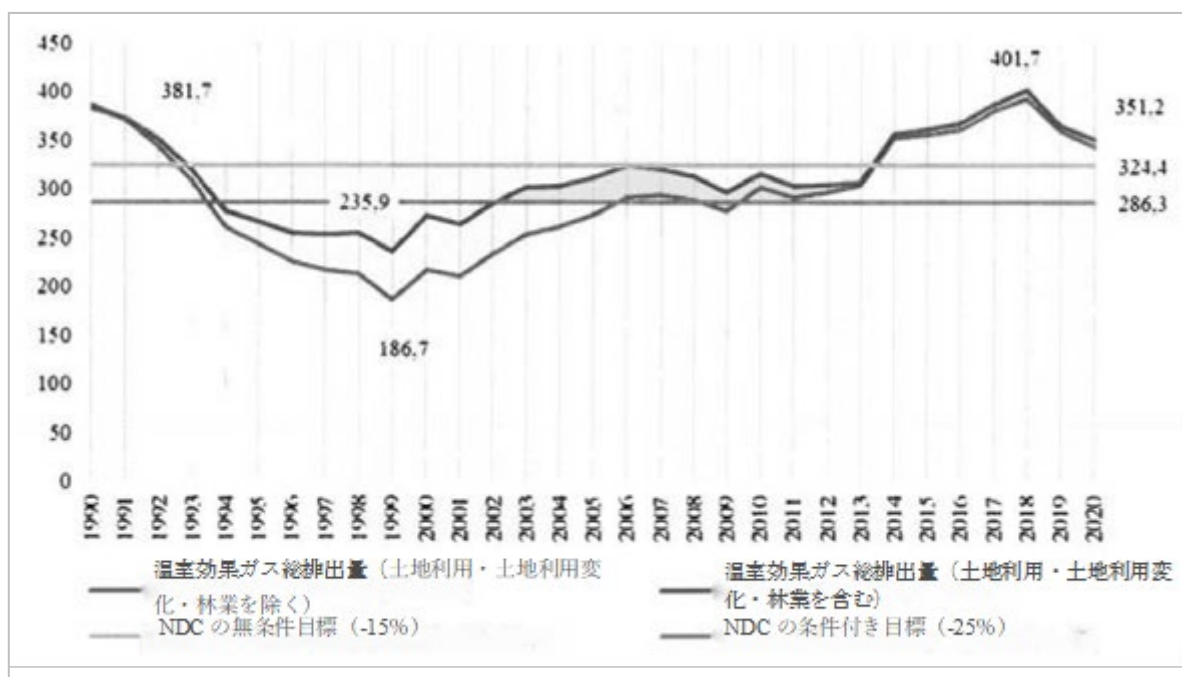
2000年代初頭以降は経済復興が加速するにつれ、温室効果ガス排出量も2008年の世界的な金融・食料危機以前まで回復する兆しを呈した。

2018年の純排出量はCO₂換算で4億170万tとなり、1990年の排出量を5.2%上回った。

2019年には温室効果ガス排出量の減少傾向が認められ、総排出量がCO₂換算で3億6,470万tとなった。これは、2018年比で9.2%減、1990年比で4.5%減となる数字であった。排出量の減少は、燃料消費量の減少によるものであった。

2020年には国内の純排出量がCO₂換算で3億5,120万tとなった。これは2018年比で12.6%減、1990年比で8%減となる数字であった。この減少は、COVID-19のパンデミックによるものであった（図1）。

図1. 温室効果ガス排出量の推移



（備考）2022年の国家インベントリデータに基づいて作表。

国内の温室効果ガス排出量は以下の3種で構成されており、これら全体の割合は99.5%にのぼる：
国内の温室効果ガス排出量の81.6%は二酸化炭素（CO₂）で、その主な部分はバイオ燃料の燃焼や土地の耕作から排出される；

同12.4%はメタン（CH₄）で、主に採掘、輸送、燃料の積み替え／貯蔵、有機廃棄物の生分解、および肉・乳・毛織物・毛皮製造用家畜の飼育の過程で生じる；

同5.6%は窒素酸化物である（N₂O）；

残りの温室効果ガスは工業プロセスの結果として大気中に放出されている。

カザフスタンにおける温室効果ガス排出量のうち最も大きな割合を占めているのはエネルギー供給部門（国の純排出量の77.6%）であり、次いで農業が11.6%、続いて工業プロセスおよび製品利用が6.3%、土地利用・土地利用変化・林業が2.4%、廃棄物が2.1%となっている（表1）。

表1. カザフスタンにおける温室効果ガス排出量のIPCC部門別の推移(1990年、2020年、CO₂換算t)

| 温室効果ガス排出減・吸収源の部門 | 1990 | 2020 | 2020年 (1990年比、%) |
|----------------------|---------------|---------------|---------------------|
| エネルギー供給 | 316,92 | 272,50 | -14,02 |
| 工業プロセスおよび製品利用 | 19,29 | 22,29 | + 15,54 |
| 農業 | 44,74 | 40,72 | -8,98 |
| 土地利用・土地利用変化・林業 | -3,91 | 8,38 | +314,30 |
| 廃棄物 | 4,65 | 7,35 | +58,17 |
| 温室効果ガス純排出量 合計 | 381,69 | 351,24 | -7,98 |

エネルギー供給

IPCCによると、エネルギー供給部門（エネルギーセクターまたはエネルギーシステムも同等）は、燃料の燃焼時に発生する排出量、ならびに燃料の漏洩排出量が含まれる。

エネルギー供給部門には、一次エネルギー（石油、石炭、泥炭、頁岩、天然ガス、廃棄物、水力、バイオマス、風力、太陽光、地熱）の採掘、輸送、二次エネルギー（電力、熱、ガソリン、ディーゼル燃料、水素、バイオ燃料）への転換、供給・分配、輸送・建造物・産業におけるエネルギー供給サービスの最終需要、ならびに一次エネルギーの採掘・輸送・分配時における漏洩排出が含まれる。

カザフスタンは世界最大の一般炭鉱床を有している。同鉱床は事実上地表に存在しているため、採掘コストが世界で最も安価となる。

カザフスタンは、坑内採掘により採取される炭層におけるメタン含有量が高い原料炭の埋蔵量も豊富である。

化石燃料の埋蔵量が豊富であり、これを積極的に利用していることに加え、カザフスタンは再生可能エネルギーや代替エネルギー、特に風力、太陽光、地熱、原子力、水素、バイオエネルギーの開発においても莫大なポテンシャルを有している。

エネルギー供給部門は、カザフスタン最大の温室効果ガス排出源である。2020年には、国内の年間温室効果ガス排出量の77.6%（2億7,250万CO₂換算 t）を同部門が輩出した。これは、化石燃料を幅広く利用していたことによるものである。

一次エネルギー生産（採掘部門）によるScope 3 排出量は温室効果ガス排出量全体の16.6%（5,830万CO₂換算 t）であった。このうち8.1%ptは漏洩排出、特に6.7%ptは石炭採掘による漏洩排出（2020

年には2,370万CO₂換算 t) となっている。

エネルギーの最終需要は工業、輸送、農業、家屋および非居住用建造物における燃料の直接燃焼、および電力・熱エネルギーの使用からなっている。国内で使用される燃料エネルギー資源（1億5,070万石油換算 t）の構造は、石油・石油製品が41%、石炭・石炭加工製品が29.4%、圧縮ガス（内燃機関燃料）を含む天然ガスが7.6%、電力が16.2%、熱エネルギーが5.8%である。国内エネルギー消費における再生可能エネルギーの割合は2%である。一方、発電に占める再生可能エネルギーの割合は、2020年には3.0%、2021年には3.6%であった。

使用された燃料エネルギー資源構造における石炭・石炭加工製品の割合は29.4%（比較可能なエネルギー測定単位）であるが、国の純排出量に占める石炭の割合は55.7%を超えている。このため、カザフスタン経済を石炭依存から段階的に脱却させることが、低炭素発展と2060年までのカーボンニュートラル達成にとって需要である。

電力・熱エネルギー生産

電力・熱の生産には、電力・熱生産、および熱・電力の複合生産といった、国民への公共サービス提供を主たる事業とする企業が含まれる。

電力・熱生産部門は経済的観点から見ると比較的規模が小さく、カザフスタンの付加価値全体の1.6%、雇用の1.7%である。しかし、同部門はカザフスタンの経済・社会の正常な機能にとって極めて重要なものである。2020年に国内の発電所と火力発電所（ボイラー発電所）で生産されたエネルギーは1,081億kWh、9,120万Gcalであった。カザフスタンの温室効果ガス純排出量に占めるこの部門の割合は31.6%、すなわち1億1,090万CO₂換算 tである。

2020年には電力の68.9%、熱エネルギーの99%が石炭の燃焼によって生産された。天然ガスベースで生産された電力は20%、重油ベースは0.05%であった。水力発電所では8.8%、風力発電所、太陽光発電所、バイオガス発電所では2.2%の電力が生産された（小規模水力発電所を加えると3.0%）。

発電所の大半が、設計上の耐用年数を超過し老朽化した設備で稼働している。2020年の国内の発電所数は179基であり、うち68基が火力発電所（石炭火力28基、ガス火力38基、重油火力2基、火力のうち41基が熱併給発電所）、51基が水力発電所（うち45基が発電能力35MW未満の小規模水力発電所）、28基が風力発電所、31基が太陽光発電所、1基がバイオガス発電所である。平均稼働年数は石炭火発が55年、ガス火発が40年、水力発電所が56年。設置されている発電設備のうち約39%が40年を、64%が30年を超えている。

電力、熱ともに、供給システムも老朽化しており、配電時の損失が大きくなっている（一部の地域では電力損失が全体の35%近くに到達）。そしてこれが、同部門からの温室効果ガス排出量を増加させる要因の1つとなっている。

この部門の生産設備の老朽化は、電力・熱生産設備の近代化と更新の必要性を生じさせるもので

あると同時に、老朽化した既存の炭素集約型設備・インフラを最新鋭の低炭素型、脱炭素型設備へと交換する機会をもたらすものとなっている。これは例えば、初期段階におけるガス火力発電所の導入、ならびに代替エネルギーや再生可能エネルギーの積極的かつ全面的な導入である。

カザフスタンでは、再生可能エネルギーの発展に必要な環境を以下の通り築いている。

- 1) 単一の電力買付業者、すなわち準国営企業「有限責任組合『再生可能エネルギー支援決済金融センター』の選定
- 2) 再生可能エネルギー電力買付契約Power Purchasing Agreementの雛形の策定
- 3) 再生可能エネルギーのための優先的投資契約の条件の決定
- 4) 競売による再生可能エネルギー価格の決定
- 5) 再生可能エネルギーの優先的な供給、およびカザフスタン共和国国家電力網へのスムーズなアクセス

現在、カザフスタンでは再生可能エネルギー発電施設142基が稼働しており、その定格発電能力は2,332MWにのぼる：

風力発電施設43基－894MW；

太陽光発電施設54基－1,150MW；

水力発電施設40基－280MW；

バイオガス発電施設5基－8MW。

再生可能エネルギーの発展を目的としたこのような環境は、同エネルギーによる大規模な電力生産の支援を狙いとしたものである。再生可能エネルギーによる大規模な電力生産を支援する既存の機構は十分には機能していない。

カザフスタンでは、熱併給発電所37箇所の様々な出力のボイラー約2,500基で熱エネルギーを生産している。利用可能容量は合計6,517MW（総利用可能容量の33.8%）、発熱能力は2万135Gcal/hである。現在、蒸気ボイラーの38%、温水ボイラーの17%、蒸気タービンの24%、ガスタービンの60%が、メーカー指定の経済寿命を延長して運転しており、段階的な近代化が必要となっている。熱併給発電所の76%の運転期間は50年超、平均老朽化率は66%である。

熱供給網の総延長は1万1,400km、平均老朽化率は57%（6,500km）、うち3,200kmは全面交換が必要である。

輸送

IPCC報告書の一般様式では、あらゆる輸送業務（軍事輸送を除く）を含む輸送部門の燃料燃焼はエネルギー供給部門に入っている。国際輸送に関与するすべての航空輸送または海上輸送の燃料からの排出は除外し、個別に報告する必要がある。

現在、輸送部門は付加価値の6.6%、雇用の6.9%を占めている。過去数10年間における経済発展は輸送部門の活動を促すものとなった。その結果、輸送の規模が増大し、温室効果ガス排出量もそれに応じて増加した。家庭用、企業用ともに、過去15年間で自動車保有台数が伸び、自動車輸送による旅客輸送規模も3倍に増加した。

同時に、輸送部門は事実上、化石燃料のみで動いているため、主たる温室効果ガス排出源の一つとなっている。

加えて、カザフスタンにおける自動車輸送の大半が自家用車によるものである。このことは、この部門からの温室効果ガス排出構造にも反映されている。

温室効果ガス排出量に占める燃料燃焼を伴う自動車輸送の割合が大きいことは、カザフスタンにおける自動車普及率が比較的高いことの表れであるが、同時に、保有されている自動車の大半は旧式の、老朽化が進んだ車両となっている。

建造物(住宅公共事業部門)

IPCC報告書の一般様式では、建造物部門を形成する「住宅」グループと「商業」グループの燃料燃焼はエネルギー供給部門に含まれる。この部門には、国民の住宅、商業建造物、施設用建造物における燃料消費が含まれる。

冬は寒さが厳しく夏は暑いというカザフスタンの気候条件は、建造物の冷暖房を目的としたエネルギー需要を高めるものである。建造物部門の平均エネルギー消費量は約270kWh/m²で、欧州の同指標(100~120kWh/m²)の2倍以上となっているほか、ロシアの同指標(210kWh/m²)をも大きく上回っている。

建造物のエネルギー効率がこれほどまでに低くなっている主な理由としては、厳しい気候条件の他に、建造物の断熱が不十分であるためエネルギー損失が大きくなっているという点が挙げられる。建造物における熱損失を引き起こす要因には、換気システム設計の不備(全損失の56%)、壁からの損失(22%、断熱が不十分)、窓からの損失(14%)、床からの損失(8%)がある。また、2020年にはカザフスタンにおける最終エネルギー消費量の43.3%を住宅用・非住宅用建造物が占めることとなった。

現代のエネルギー基準に適合していない建造物の割合は相当高い。カザフスタンの建造物240万棟のうち、31.5%は築50年以上、32.9%は築25年以上が経過している。

熱エネルギーや電力料金の低さが建造物の断熱への投資を妨げている。これは、省エネによるエネルギー効率への資金補充が極めて長い展望になると予想されるためである。

気候条件や断熱の問題を考え合わせると、熱生産が建造物部門からの最も重大な排出源であることが分かる。熱の大部分は化石燃料の直接燃焼または小規模ボイラーで生産される。農村部では、熱の大半は石炭や石油製品の燃焼によって生産される。

大都市では中央制御式の熱供給が消費の50%前後をカバーしている。だが、老朽化した供給網への投資不足が、供給時のエネルギー損失を電力供給の30%前後まで押し上げる結果をもたらしている。

工業

カザフスタンでは製造業が国内総生産の約12.9%、雇用の6.6%を占めている。

過去20年の間にカザフスタンの工業生産は大きく増加したが、これは温室効果ガス排出量の相応の増加をもたらすものでもあった。2020年までに、工業部門における燃料燃焼による排出量は1990年比で144.2%に到達した。工業は、最終エネルギーの最大消費者でもある（2020年には31.1%、すなわち1,250万石油換算 t）。

工業は、経済における温室効果ガス排出量全体の5分の1超（21.6%）の源である。2020年には、このうち鉄・非鉄冶金業の温室効果ガス排出量が工業部門の排出量の70.4%を占めていた。

純排出量全体における工業プロセスおよび製品利用による温室効果ガス排出量の割合は2,230万CO₂換算 tで、6.3%に相当している。工業プロセスおよび製品利用による排出量は1996年以降増加しているが、これは主に鋳工業によるものである。鋳工業の排出量は、1990年以降2.1%に増加している。工業プロセスおよび製品利用からの排出量は、2020年には1990年比で15.5%増となった。

工業プロセスによる温室効果ガス排出量のうち最も大きな部分は、基礎材料、すなわちセメント、アルミニウム、鋳鉄、鉄鋼の生産時に発生している。カザフスタンではこれらの工業部門が、工業プロセスによる排出量全体の91%を算出している（冶金54.0%、鋳工業37.1%）。

農業および林業

IPCCの報告様式によると、このサブ部門は2つのセクターを含んでいる。

エネルギー供給部門のサブ部門「農業、林業、漁業、水産養殖」には、農業、林業、漁業、水産養殖（例：養殖場）における燃料燃焼が含まれる。

「農業、林業、その他の土地利用」部門には、農業により生成される温室効果ガス、農業用地からの純CO₂排出量、森林伐採およびその他の土地利用による純CO₂排出量が含まれる。

農業および林業は、カザフスタンのGDPの約6.2%、雇用の13.5%を占めている。カザフスタン国民の41.1%は農村部に居住している。

農業活動は気候変動の影響にさらされると同時に、気候の状態、水へのアクセス、土地の劣化、森林喪失、その他のプロセスに影響を及ぼすものである。

2020年、農業および林業（土地利用を含む）は燃料の燃焼に伴い5,210万CO₂換算 tを排出した。これは、国の温室効果ガス純排出量の14.8%に相当した。燃料燃焼自体によるものは300万CO₂換算 tで、国の純排出量の0.8%となった。

農業における燃料燃焼由来以外の温室効果ガス排出量の大部分は畜産によるものである（62.5%）。

1998年に最小値を達成して以来、消化管内発酵による温室効果ガス排出量は年平均3.5%の割合で増加してきた。この増加は、時の経過とともに家畜の飼育頭数が増加し、また、乳用家畜およびその他の家畜の生産性が向上していることを表している。

この部門における温室効果ガス排出緩和効果、すなわち土壌およびバイオマス中への炭素固定による温室効果ガスの吸収は、全国の森林、耕作地、牧草地、沼沢地、居住地、およびその他の土地で進められている。土地利用・土地利用変化・林業は、カザフスタン最大の炭素吸収源である（2020年には1,000万CO₂換算 t）。カザフスタン共和国森林基金は森林3,010万haを管理しており、植林（官民によるもの）と持続的な森林再生が、森林被覆の拡大に必要な措置となっている。2020年末には、2025年までに20億本以上を植樹するという野心的な計画の発表もあった。

農業における不適切な土壌の扱い（輪作の不徹底、不十分かつ時期を逸した施肥など）によって土壌中の腐植土の割合が低下した。腐植土は年々減少の一途をたどっているため、大気中の二酸化炭素を固定し、これを貯留する土壌の能力も同じく低下しつつある。

この部門は気候の影響にさらされている。気候変動がカザフスタンの降水量や生物群系に影響を及ぼしており、異常気象の頻度や強度が高まっているほか、平均気温の上昇、灌漑用水へのアクセスの縮小が生じている。現在、国内の水消費量の3分の2を農業が占めている。気候変動によって、ほぼすべての地域で農作物の大半の収量アップに悪影響が生じる恐れがある。

農業の発展は、特に村落部での雇用確保の点で重要な役割を果たしているほか、社会的安全保障および食料安全保障の理由もあることから主要な優先課題の1つとみなされている。と同時に、気候変動の影響を緩和する目的においても、農業の重要性が以前にも増して認識されるようになっている。しかし、資金へのアクセスが制限されているため、フェルメル農家の多くはより生産性の高い持続可能な農業部門を発展させることができずにいる。農業インフラの80%超は老朽化が進んでいる。現在、国内の農業用地で有機農業に割り当てられているのは1%にすぎない。

廃棄物処理

廃棄物処理システムにおいては、主に廃棄物の埋め立てと焼却に大半が占められている。現在、廃棄物処理部門は付加価値全体の0.3%、就労率の0.9%を占めている。一方、廃棄物による温室効果ガス排出量は、総排出量の2.1%に相当する。

廃棄物部門には、有機廃棄物および固形一般廃棄物の収容場の汚泥の嫌気性消化の結果として、または嫌気性条件下における廃水処理時に生じるメタン（CH₄）と炭酸ガス（CO₂）の排出が該当する。

廃棄物による温室効果ガス排出量は1994年以降、増加し続けている。この部門では排出量の52.2%が固形一般廃棄物処理に、47.4%が廃水の浄化に、0.4%が焼却によるものである。

廃棄物生成量は、人口増と国民1人当たりの廃棄物量の増加の影響で増え続けている。2020年には

固形廃棄物の54.7%が収容場に埋め立てられ、分別処理後、加工に回されたのは24.4%であった。また、廃水浄化の割合が高いにもかかわらず、浄水後の汚泥（乾燥させたもののうち約20%）は汚泥乾燥床や汚水溜めに送られている。

異なる固形一般廃棄物（例：紙、ガラス、有機廃棄物）の分別収集と、有効利用に先立つ事前分別が殆ど行われていないため、収容場に運び込まれる廃棄物が増加している。評価によれば、生成される固形一般廃棄物（年間約200万 t）の37%前後がバイオガス生産に使用可能である。

収容場の大半は状態が悪く、受け入れ能力も枯渇しており、再開発が必要である。固形一般廃棄物の収集・分別料金が低いため、廃棄物処理プロジェクトへの投資は経済的メリットが少なく、規制上の要件を順守する妨げとなっている。

廃水に関しても状況は同様で、都市および都市型大規模集落における浄水施設の整備が不十分である。既存の浄水施設の状況は満足とは言えず、耐用年数を迎えた設備や、時には老朽化した設備、廃れた浄水手法が用いられている。

汚泥の処理・有効利用のためのインフラが欠如している。現在、浄水施設の汚泥処理は行われておらず、収集後、有機物質の含有率に関係なく汚泥乾燥床や収容場に送られている。

リスクと可能性

現在の状況は、国内外のリスクにより複雑化している。

カザフスタンは過去数10年間にわたり、化石燃料採掘量と鉱業製品量を迅速に増やすことを最優先視し、豊富な天然資源を基盤とした化石燃料と鉱物の輸出に依存する形の経済モデルを打ち立ててきた。この戦略は著しい経済成長をもたらし、カザフスタン経済は1998年以降、およそ3倍に成長した。

近年の世界的傾向は、製品製造に対する環境要件の厳格化をもたらすものとなっている。これは、エネルギー効率が低く、炭素集約度合いが高い企業への警鐘であろう。前記の環境要件には、グリーン投資を支持する金融機関や投資家による高炭素型の化石資産からの投資引き上げ計画、サプライチェーン全体に関するものも含めた温室効果ガス排出量とその削減措置に関する情報開示に対する要求の高まり、炭素国境調整メカニズム導入計画といったものが含まれる。

主な輸出市場における脱炭素化は、高炭素商品に対する今後の世界的需要を大幅に縮小する恐れがあり、その結果、化石燃料の採掘、加工、使用に関連する不良資産が発生するリスクが高まる（特に、エネルギー供給、建設、工業）。

こうしたリスクは、化石燃料の輸出を経済モデルの基盤としているカザフスタンにとっては特に高い。このモデルは、採掘部門への史上まれに見る高額な投資と、他の部門への投資不足を招くものとなった。その結果、固定資産の著しい老朽化、古い設備の稼働といった状況が生じ、経済全体とその各部門におけるエネルギー集約度が高くなっている。このため、大規模な近代化が必要である。だが、料金設定システムが不完全であることが、今後行うべき近代化を阻む大きな障壁となっている。

特に、既存のシステムでは、配電網や電力・熱エネルギー生産技術への投資促進面で限界がある。

しかし同時に、グリーンファイナンスの誘致、カーボンフリー技術の移転、世界炭素市場への統合、パリ協定の枠内での炭素・気候プロジェクトの実現、グリーンなエネルギー資源・製品・イノベーション技術の新たな国際市場への参入といった分野における新たな可能性もカザフスタンには開かれている。

世界的な気候変動に伴う著しい脅威、気候変動対策に係る国際的な野心の高まりにより生み出された経済的・政治的課題、さらには新たな可能性といったものは、カザフスタンの眼前に、国民経済の脱炭素化プロセスを加速する必要性を突き付けるものである。脱炭素化を首尾よく実現できるかどうかは、ガス資源基盤の開発に係るイニシアティブの成功にかかっている。

3. 一般条項: 目標、原則、経済効果、アプローチおよびビジョン

3.1. 目標と原則

本戦略の主な目標は、2060年までに気候変動に対するカザフスタン経済の持続可能な発展とカーボンニュートラルを達成することである。

本戦略の中期目標（カザフスタン共和国のNDCによる）は、2030年までに温室効果ガス排出量を1990年比で15%削減し（無条件目標）、経済を脱炭素化させるための国際支援が得られる条件のもとでは削減幅を25%とする（条件付き目標）ことである。

本戦略の目標の達成は、以下の目標数値をもって測定する（表2）。

表2. 温室効果ガスの排出、回収、吸収に係る目標値

| | 1990 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | 2060 |
|---|---------------|-------|--------------|----------|-------|-------|
| | 実際に達成された排出レベル | | NDCによる無条件目標* | 排出量指標値** | | 戦略目標 |
| 国の温室効果ガス純排出量、100万CO ₂ 換算t | 381,7 | 351,2 | 324,4 | 209,9 | 95,4 | 0,0 |
| 土地利用・土地利用変化・林業部門における温室効果ガス純吸収量(-)/温室効果ガス純排出量(+)、100万CO ₂ 換算t | -3,9 | 8,4 | -20,3 | -28,3 | -40,3 | -45,2 |
| 温室効果ガス排出量、100万CO ₂ 換算t | | | | | | |
| 土地利用・土地利用変化・林業部門を除いた排出量 | 385,6 | 342,9 | 344,7 | 238,3 | 135,8 | 45,2 |

(注)* NDCの条件付き目標 - 1990年比で25%削減(2億8,630万CO₂換算t)。

** 指標値は本戦略の今後の更新時に見直される場合がある。

本戦略の実現は、以下の原則に基づくものである：

- 1) 明確な目的、統一性および首尾一貫性：計画上のイニシアティブはすべて目標の達成を目指したものであり、相互に調整が取れている；
- 2) 経済的実行可能性：技術的に実現可能であり、低炭素発展とカーボンニュートラル達成に向けた最小コストでのルートを想定している；
- 3) 移行の公正性：脱炭素政策の影響を受けた地域における、的を絞った支援を伴う新たな機会の創出；
- 4) 循環型経済：二次資源の利用と消費削減を基盤とした経済；
- 5) 段階性：前段階および戦略サイクル全体の継続的な分析を伴う、短期・中期の計画を介した戦略的イニシアティブの実現；
- 6) 公開性および社会との相互協力：モニタリングと決定採択のあらゆるレベルへの、中央権力機関および地方権力機関、準国営部門、学術、ビジネス（協会、企業）、非政府組織、地域社会をはじめとする利害関係者すべての幅広い参画；
- 7) 合理性（均衡）：目標達成と安全保障（経済、エネルギー、社会）との間の均衡の維持と安定性の確保。

3. 2. 投資ニーズ

新たに形成された条件の中での投資活動によって突き動かされる経済発展は、市場環境の創出をますます要求するものとなっており、その目的は、資本市場および金融市場の誘致能力を高めること、また、国内外の企業や一般家庭への投資である。

低炭素投資および無炭素投資の大半が、高炭素プロジェクトの代わりに推進されていることを強調しておくことは重要だ。こうした代替効果は図2に示した通りである。これはGDPに対する投資水準が劇的に高くなっていることと、カーボンニュートラルのシナリオに基づく予測との比較を可能とするものである。

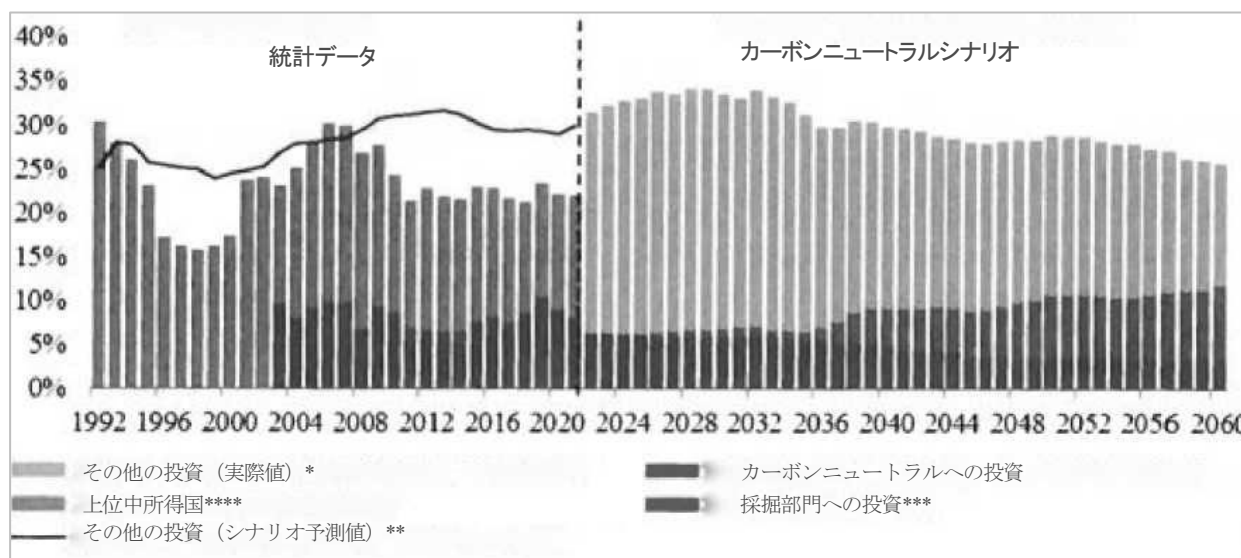
過去数10年、カザフスタンのGDPに占める投資の割合は、稀な例を除き、上位中所得国の平均を常に下回る形となっている（世界銀行は国民1人当たり所得が4,096～1万2,695米ドルの国を上位中所得国と分類している）。

炭素集約型投資はますます減少し、低炭素事業、カーボンフリー事業へと投資資金が振り向けられている。GDP比でいえば、グリーン投資は、鉱山・冶金産業が現在全体に占めている割合と同様の割合となるだろう。

固定資産の老朽化率が極めて高いことを考えると、投資水準は2030年までに大きく伸びるはずである。ただし、老朽化した設備の交換にグリーン技術を選択するのであれば、こうした投資が温室効果

ガス排出量の大幅な削減を促すものとなるため、脱炭素化に追加投資を振り向ける必要はなくなる。

図2. 総投資額の対GDP比(%) (統計データおよびカーボンニュートラルシナリオ予測値)



(注) * 2003年までの総投資額には採鉱業が含まれる。

** シナリオ予測値のデータは、再投資利益の計上に違いがあるため、世界銀行のデータと若干食い違っている可能性がある

*** 採鉱業、2022年以降はシナリオ予測値。

**** 国民1人当たりのGNPは4,096～1万2,695ドル。

(出所) 世界銀行、国家統計局データ(1992～2019年)

GDPに占める投資の割合は、過去の水準を大きく上回ってはいない。投資が最も集中的に行われる2030年までのフェーズでは、GDPに占める投資の割合が34%に到達し、上位中所得国の平均、およびカザフスタンにおける2006～2007年の投資水準を若干上回るものとなる。2030年以降、GDPに占める投資の割合は低下し、2060年までには再び現在の水準に戻るだろう。

低炭素発展とカーボンニュートラル達成を促進する低炭素技術への純投資額は6,100億ドルと評価されており、総固定資本形成の19.6%に相当する。カーボンニュートラル達成への直接公共投資は総投資額の3.8%と、わずかにとどまる見込みである。

必要とされる投資額の半分以上にあたる3,863億ドルは経済における既存の循環投資であり、原料部門からよりグリーンな部門へと方向転換がなされる予定である。残りの2,237億ドルは、新たな投資資源である。

一方、2030年までの投資需要は100億ドルである。残りの6,000億ドルは2060年末までに投じられる予定である。

カーボンニュートラルシナリオによるとこの期間に想定される温室効果ガス総排出量が93億3,500

万CO₂換算 tであることを考えると、脱炭素化対価は1 CO₂換算 t 当たり65.4ドルと比較的低い。

投資の大半は民間企業と国営企業、それに一般家庭によって行われるほか、特別に設立された炭素基金もこれを負担する。同基金は、環境賦課金、国際助成金、経済のグリーン化・脱炭素化のための投資すべてを統合するものである。

全体として、低炭素発展とカーボンニュートラル達成は次のような形でカザフスタン経済に影響を及ぼすと見られる：

持続可能な経済成長；

経済の投資誘致力の向上；

高度な技術発展と競争能力；

高い就労率を維持したうえでの、生産性の高い雇用の新たな創出；

カザフスタンの非原料輸出規模の拡大；

環境および国民のエコロジー的幸福感の質の向上。

3. 3. アプローチとビジョン

本戦略が掲げる目標の達成は、低炭素政策と部門別アプローチ（エネルギー供給、工業、農業・林業、廃棄物処理）および分野横断型アプローチ（公正な移行、グリーン融資、科学技術・研究開発、教育、社会意識、国際協力、気候変動への適応、カーボンマネジメントシステム）の包括的な実現によって確保されるものである。

この際、低炭素政策には好適な投資機運の確保に係る措置が伴うものとなる。

これを目的として、好適な法・制度環境の構築、財政面および物理面における必須のグリーン経済インフラの構築と発展の支援が予定されているほか、脱炭素化プロセスへの民間投資（国際投資を含む）の継続的な誘致と支援に特段の注意が払われる。

政府は既存の生産施設とインフラの迅速な近代化を促進し、社会的弱者に的を絞った支援を提供する。

ITの導入、デジタルプロセッシングプラットフォームへの移行、客観性および透明性の原則による管理・モニタリングを介した規制の発展が、カーボンニュートラルへの移行において重要な側面となる。

この目的においては、温室効果ガスの組成および量に対するモニタリングのデジタル化が計画されており、これには国、部門、地域レベルにおける排出量監視衛星データのモニタリングに係る特定目的プログラムが含まれている。

リモートセンシング衛星による宇宙からの排出量モニタリングでは、パリ協定に則った国際的経済機構への参加を目的としたデータの透明性、客観性、比較可能性の確保が可能となる。

鉱山冶金業、石油・ガス産業、燃料・エネルギー産業、農産業におけるビジネスプロセスのデジタル化を段階的に進めていく。これによって、国際基準を考慮したうえでの低炭素技術およびカーボ

ンフリー技術の開発と導入の規模拡大が可能となる。また、住宅公共事業および民生分野も含め、エネルギーの生産・輸送・消費プロセスのすべてで段階的なデジタル化を進めていく。

エネルギー転換は、代替エネルギーおよび再生可能エネルギーへの移行を目的として、あらゆる経済部門における最先端の国際的アプローチや基準の導入を伴うものとなる。これには、エコフレンドリーな輸送手段、燃料・エネルギー消費の削減、廃棄物処理、エネルギー効率に関する基準が含まれることになるだろう。

温室効果ガス排出量に関するカザフスタン企業の検証済みレポートについて外国での承認を得る目的で、温室効果ガス検証インフラを設置する。

3.3.1. 低炭素発展に係るセクター別のアプローチとビジョン

カザフスタンによるカーボンニュートラルの達成は野心的な課題であり、以下の3つの方向性によるイニシアティブの実現を通して達成されるものである：

- 1) 化石燃料と関連する部門およびプロセスの脱炭素化；
- 2) 化石燃料と関連のない部門およびプロセスの脱炭素化；
- 3) 天然の排出量吸収源の増強及び炭素の回収、利用、長期貯留、隔離に係る産業ソリューションの導入。

化石燃料と関連する温室効果ガス排出量の削減は以下の方法で行う：

- 1) 化石燃料とその派生物から、代替エネルギーおよび再生可能エネルギーへの移行；
- 2) エネルギー効率の向上と省エネルギー；
- 3) 電化、すなわち燃料を燃焼させる装置の、電力ベース機器への置換。

エネルギー使用と関連のない温室効果ガス排出量は、炭素効率の向上、すなわち低排出またはゼロ・エミッションの専門技能および技術の活用をもって削減する。炭素効率の向上には、利用可能な最良の手法の産業プロセスへの適用、カーボンフリー製品の使用、持続可能な農業の発展、廃棄物処理を援用する。

温室効果ガス排出量の削減には、生態系の吸収能力の向上、炭素の回収・利用・貯留技術の適用も活用する予定である。この目的においては、森林、土壌、木材製品、産業プロセスにおける炭素貯留能力を活用していく。炭素の回収・利用・貯留技術は、炭素、メタンの回収と固定を目的としたものとする予定である。

3.3.1.1. エネルギー供給

2060年までのカザフスタンにおける低炭素発展とカーボンニュートラルの達成は以下の3つの主要要素からなっており、エネルギー供給システムの大幅な変容を必要とするものである：

- 1) 一次エネルギー供給の脱炭素化；

2) 電力および熱エネルギー生産の脱炭素化；

3) 建造物、輸送、工業における脱炭素化と効率の高い最終エネルギー利用。

持続可能性がより高いエネルギー源へのシフト、すなわち、化石燃料使用量の段階的な縮小、化石燃料の直接燃焼に代わるものとしての電力・熱エネルギー利用への移行によって、エネルギー供給部門における温室効果ガス排出量の最大限の削減を達成する。エネルギー供給部門の脱炭素化には中間燃料としての天然ガスの利用が必要であるため、新規ガス鉱床の特定を目的とした地質探鉱業務の実施を予定している。脱炭素化のプロセスにおいては、代替エネルギーおよび再生可能エネルギーの開発も積極的に進めていく。

あらゆる経済部門におけるエネルギー効率の向上と低炭素技術への移行は、一次エネルギー供給の大幅な変容をもたらすものとなる。

化石燃料採掘部門の脱炭素化は、独自の特性を有している。排出量が国の排出量の2.7%を占める石油・ガス部門では、メタン漏出の低減、よりエネルギー効率の高い技術の使用、生産プロセスの改善をもってさらなる削減を進めていく。

石炭採掘部門では、他の経済部門における石炭使用量削減により温室効果ガス排出量が削減される。同時に、国内には十分な石炭埋蔵量があることから、石炭の代替利用に関する長期ビジョンを策定することになる。

電気への移行がまだ困難な分野では、低炭素燃料（バイオ燃料、水素）の使用へと最終需要がシフトしていくと見られる。このため、水素エネルギー開発の長期的ビジョンを策定していく。

エネルギーに対する最終需要を縮小していくには、輸送、住宅公共事業、農業（燃料燃焼面）、工業といった部門における大幅な変革が必要である。

低炭素発展とカーボンニュートラルの達成にあたっては、エネルギー効率の向上があらゆる部門で重要になる。このような改善策には、例えば、建造物における断熱性の向上や最新鋭の高エネルギー効率機器の使用、最新鋭の燃料節約型輸送車両への移行、耐用年数経過後における工業設備の新型・高効率機器への段階的な交換が含まれる。同時に、低炭素プロジェクトの導入を加速するため、価格規制ビジョンを策定する。

脱炭素化には、化石燃料や非効率的燃料助成金の段階的な廃止が必要となる。このため、最終的なエネルギー消費を電気や熱、さらには低炭素燃料、カーボンフリー燃料へと可能な限り最大限移行させることになる。

この戦略で定義された目標に鑑み、エネルギー生産能力を石炭から天然ガスに移行する進行中のプロセスを加速する必要がある。

エネルギー供給部門の脱炭素化に関してはこの他のアプローチの策定も予定されており、低炭素技術・プロセスの科学技術的進歩に合わせて立案される見通しである。

本戦略を実現した結果、発電、輸送、住宅公共事業（建造物）、工業といった部門におけるエネルギー

ギー供給システムの優先方針が変化していく見込みである（表3）。

表3. 部門別に見る現行および脱炭素化後のエネルギーシステムの優先順位

| 部門 | 現行システム(2022) | カーボンニュートラルシステム(2060) |
|-----|------------------|--------------------------------------|
| 発電 | 石炭が主流 | 代替エネルギーおよび再生可能エネルギー、炭素の回収・貯留 |
| 輸送 | 石油製品が主流 | 電気、水素、バイオ燃料 |
| 建造物 | 暖房システムでは石炭とガスが主流 | 電化、エネルギー効率、代替エネルギーおよび再生可能エネルギーによる熱供給 |
| 工業 | 化石燃料への需要が高い | 電化、エネルギー効率、水素、および炭素の回収・貯留 |

このように、2060年の低炭素発展とカーボンニュートラルシステムでは、以下のような変容が想定される：

- 1) 代替エネルギーおよび再生可能エネルギーによる石炭の段階的な置き換え；
- 2) あらゆる経済部門におけるエネルギー消費の電化による、最終消費構造における化石燃料の燃焼の可能な限りの最小化；
- 3) 電化が困難であるか、もしくは不可能なプロセスにおける、水素、バイオ燃料、合成低炭素燃料の利用への移行；
- 4) 炭素の回収・貯留技術の導入。

電力・熱エネルギー生産

電力・熱エネルギー部門の変容は、一方では電気・熱エネルギー生産に係る技術構造の変革によって、もう一方ではその他の脱炭素化部門からの電力需要の伸びによってもたらされるものとなる。この際、電力・熱エネルギーの生産と供給における損失の低減が、脱炭素化において最も重要な役割を果たすことになる。

2060年までの低炭素発展とカーボンニュートラル達成を目的として、石炭火力発電の比率を段階的かつ計画的に縮小し、代替エネルギーおよび再生可能エネルギーの割合を増やす予定であるほか、中間燃料として天然ガスを活用していく計画である。生産設備の構成には、安定したエネルギー供給源として原子力発電を加える予定である。このため、原子力発電開発に関する長期的ビジョンを策定していく。

代替エネルギーおよび再生可能エネルギーによる発電の割合の伸びに伴い、可動性のある発電源を追加的に導入する必要性が生じている。このため、太陽光発電および風力発電の開発に関する長期的

ビジョンを策定していく。

十分な水資源を中・長期的に確保できるかどうか不透明であるため、水力発電開発に関する長期的ビジョンを策定していく。

中・長期的には、温室効果ガス回収を目的とした炭素回収・貯留技術の活用が期待される。この点との関連で、運転年数が現在30年を超えている石炭火力施設の操業を停止し、2035年以降も操業を継続する炉のための炭素回収・貯留技術を導入するビジョンを策定していく。この際、操業を停止する石炭火発に対しては、エネルギー供給部門でのグリーンプロジェクトを推進する優先権を付与していく。

同時に、既存の石炭火発のガス化も排出量削減に寄与する可能性がある。

石炭から天然ガスへの移行、地熱エネルギー（ヒートポンプ）、バイオ燃料といった再生可能エネルギーの使用によって、中央制御型熱エネルギー生産の脱炭素化を進める。非中央制御方式（個別）の自律型熱供給システムが、技術革新の主たる目標となる。中・長期的スパンにおいては、地熱エネルギー、および太陽光エネルギーによる温水供給が積極的に推し進められる見通しである。このため、これらの開発に向けたビジョンが策定される。

電力・熱エネルギー生産の脱炭素化を目的として、省エネ技術の導入や消費行動の変革を促す料金形成システムへの移行を行う予定である。

電力・熱エネルギーの卸市場と小売市場、ならびに国家送電網インフラ、送電網蓄電ステーションの開発が、少なからず重要な側面となっている。

また、小規模再生可能エネルギーの開発の促進、スマート電力産業の開発を進めるほか、電力・熱エネルギー生産部門の脱炭素化を測るその他のアプローチも活用していく。

輸送

輸送部門の低炭素発展は、「回避－シフト－改善」のコンセプトに則って推進される。脱炭素化推進の方向性は以下の3つとなる：

- 1) 移動の必要性をなくすか、もしくは縮小する（回避）；
- 2) よりエコフレンドリーな輸送手段に移行する（シフト）；
- 3) エネルギー利用効率を高め、輸送車両からの排出量を削減する（改善）。

回避とは、乗用車によるエネルギー需要の抑制、旅客・貨物フローの最適化、公共輸送システムの発展、最適な都市計画を指している。これによって、自動車による移動そのものの必要性の削減が可能となる。

シフトとは、代替燃料の積極的な活用と、輸送の大々的な電化を指している。

改善とは、車両の更新と、既存の輸送車両の近代化を指している。このステップは、回避、シフトと組み合わせられる。

輸送部門の脱炭素化を目的として、都市・輸送インフラ計画システムの改善を図る。旅客輸送の最適化や大々的な電化・ガス化による持続可能な都市モビリティと公共輸送システムを積極的に開発していく。

鉄道のさらなる電化、貨物輸送の最適化も進めていく。

しかるべきインフラ開発とその他のインセンティブ機構を援用し、代替エネルギーおよび再生可能エネルギーを使用する輸送手段への移行を促進する。

代替エネルギーおよび再生可能エネルギーを使用した輸送車両の国内生産開発が、輸送部門の脱炭素化において重要な役割を担うことになる。

輸送部門の脱炭素化に関しては、同部門の脱炭素化に関する国際的な実践の中で開発されたその他のアプローチも取り入れていく。

建造物(住宅公共事業部門)

建造物は最大級の温室効果ガス排出源の1つであるため、排出量削減の面で極めて大きな意味を有する。建造物部門の脱炭素化は、化石燃料ベースによる暖房から再生可能エネルギーベースの暖房、さらにはよりエネルギー効率の高い技術機器への移行をもって進めていく。

温室効果ガス排出量の削減を目的として、暖房のガス化と電化、ならびに再生可能エネルギーの活用(例:光・熱・太陽光・地熱エネルギー)への莫大な投資を誘致する。

建造物のエネルギー効率のモニタリング・報告・検証システムの導入と、新築の家屋、公共建造物、産業建造物に対するクラスC以上という厳格な要件の設定について、歩みを進めていく予定である。

建造物の熱近代化と新たな暖房機器の導入は、暖房目的によるエネルギー需要を大幅に削減するために必須のものであることから、熱エネルギーの自動監視・算定システムを大々的に導入していく予定である。

建造物の熱近代化と新たな高エネルギー効率機器の導入によるエネルギー効率の向上は、エネルギー消費の削減と、建造物における化石燃料の燃焼に付随して生じるマイナスの社会的費用の削減をもたらすものとなる。

また、室内の暖房と温水供給を目的とした再生可能エネルギーおよび高エネルギー効率機器の導入も積極的に進めていく。

同時に、住宅公共事業部門の脱炭素化に関しては、国際的な実践例に見るその他のアプローチも取り入れていく。

3.3.1.2 工業

工業プロセスの脱炭素化には大幅な変革が必要である。この変革の主要要素には以下のものが含まれる:

- 1) セメント、鉄鋼、アルミニウムの代わりとしての、温室効果ガス排出強度が低いもしくはゼロとなる代替建材の使用；
- 2) 部門内の主たる排出源としての原料処理の必要性を削減する目的における、廃棄物（スクラップ含む）処理規模の増強；
- 3) 炭素の回収・貯留との組み合わせによる、新たなゼロ・エミッション生産技術の導入。

工業プロセスの脱炭素化に係る選択肢の多くは、生産プロセスを分離するか、もしくは低炭素プロセスからカーボンフリープロセスへの設備の近代化（直接還元製鉄（DRI）における天然ガスから水素への移行）を容易にするような形での、設備の刷新や生産再編を前提としたものである。

このため、一部の生産者にとっては幾つかの技術（水素によるDRIまたはセメント工場における炭素回収・貯留）がまだ高価ではあるが、移行技術（天然ガスによるDRI）やプロセスの改善（コンクリートへのCO₂注入はその後、自己所有の炭素回収・貯留装置の供給対象となる）はこの部門の生産における温室効果ガス排出量を完全にゼロにする土壌を築くものとなる。

また、機械製造においては革新的な低炭素開発を広く導入するほか、工業部門の脱炭素化アプローチとして、国際的な実践例において利用可能なその他のアプローチを活用していく。

総じて、工業部門の脱炭素化は、生産プロセスにおける熱損失の削減と、低温熱の有効利用へと向けたステップを踏んでいく予定である。

最新鋭の高エネルギー効率技術・材料の生産への特化とその利用面での協業も発展させていく。

3.3.1.3. 農業・林業

この部門のエネルギー消費構造は、化石燃料の使用から、バイオ燃料や地熱エネルギーといった代替エネルギーおよび再生可能エネルギーへと変化していく見込みである。

脱炭素化への道において重要となるのは、農業廃棄物を原料としたバイオエネルギー生産ポテンシャルの活用である。嫌気性消化装置によるバイオガスの精製を伴う制御分解技術を暖房や電力生産に適用すれば、廃棄物と温室効果ガス排出量を削減できる。嫌気性消化による固形残渣は有機肥料として利用可能であり、ある程度は化学肥料の代替ともなる。

概して、農業生産規模の拡大は温室効果ガス排出量の増加を招くものであるが、脱炭素化対策によってこの傾向を鈍化させることができる。

脱炭素化に向けた主な行動には以下のものが含まれる：

- 1) 持続可能な農業および畜産管理、灌漑の完全化；
- 2) 持続可能な森林利用および森林再生。

実際に持続可能な農業経営の拡大、特に、輪作の改革、農作物の多角化を含む（が、これに限定されるものではない）畜産管理の向上、灌漑システムの拡大が必要である。家畜の遺伝資源の持続可能な利用・開発・保全、家畜によるメタン排出量削減を目的とした技術的ソリューションの導入、持

持続可能な牧草地管理といった、持続可能な畜産管理手法を積極的に取り入れていく。

被覆作物の植えつけ、相乗効果による利益の取得を目的とした畜産と作物生産の統合も重要な意味を有している。

機構面で最適化された農業の規模の拡大、中でも炭素循環農法の発展、精密農業原則の導入、気候変動への体制を有する新たな農作物の開発、有機農業の実践の普及が予定されている。

持続可能な森林利用と森林再生に関しては、森林喪失プロセスを食い止め、森林を保全し、荒廃した土地を再生するための施策が講じられる。官民による植林、持続可能な土地経営、給水・灌漑の改善についてのビジョンを策定していく。

食料安全保障のさらなる確保を目的として、森林農法や有機農業の実践を普及させるほか、「生産者～消費者」の連鎖を短縮する。循環型経済原則に基づく食料システムの構築と、再生可能な農業手法の開発が重要な意味を帯びてくる。

生物多様性を農業に統合させることも、少なからず重要な側面である。

こうした変革の結果、この部門はCO₂純吸収源となり、2060年までに農業生産による温室効果ガス排出量と、他部門の排出量の一部をカバーするものとなるだろう。

したがって、持続可能な農業と気候変動への体制に投資することは、農業からの温室効果ガス排出量削減や気候変動の影響緩和の促進だけでなく、生産性の向上をも含む、二重の利益をもたらすものとなる。

3.3.1.4. 廃棄物処理

廃棄物処理システムの脱炭素化に係る主なステップは以下の通りである：

- 1) 廃棄物生成量の削減；
- 2) 固形一般廃棄物の収集および分別の全面実施の早期導入；
- 3) 加工、堆肥化を行う廃棄物の割合の拡大。

固形一般廃棄物からの温室効果ガス総排出量の削減は、屋外埋め立て処理の段階的廃止と、収容場での埋め立て処理の大幅削減により達成されるものである。この削減規模は、堆肥化やエネルギー生産を目的とした有機廃棄物の使用量が増加した結果、排出量が若干増加したとしても、それをカバーする以上の規模となる。廃棄物の収集、分別、加工処理の全面実施の加速も推進する。

廃水の量を削減するには、より効率性の高い節水型機器・設備への移行を確実に進めることが重要である。このため、廃棄物・廃水生成規模の最小化に向け、さらなるインセンティブを展開する。廃水汚泥処理技術の変革は、バイオガスや肥料の生産にこれを利用する機会を増やすことにつながる。これは、廃水からの温室効果ガス排出量削減だけでなく、再生可能エネルギーの生産増強にもつながりうるものであり、同時に、化石燃料の使用を減らし、エネルギー利用による温室効果ガス排出量削減をさらに促進する。

総じて、廃棄物処理部門の脱炭素化を目的として、循環型経済モデルと廃棄物のガス化（エネルギーおよび〔または〕化学物質生成を伴う）の発展ビジョンを策定していく。

3.3.1.5. 低炭素発展に係るクロスセクタービジョン

エネルギー転換を推進するにあたっては、上記の諸部門に適用される温室効果ガス排出量削減アプローチの実施が想定される。こうしたアプローチには、炭素集約型部門における人為的な温室効果ガス排出量の低減を促進する財政・税務政策の導入が含まれる。

カーボンフリー技術、低排出量技術の導入、複製、大規模化に対する国家支援を提供する。

低排出発展という課題をふまえ、税務・関税・予算政策を修正するとともに、予算支出と投資における温室効果ガス収支の変化を視野に入れ、影響を考慮していく。

重要な方向性として、部門ごとおよび地域ごとの排出量削減計画の採択と実現が挙げられる。低炭素発展への移行と各部門におけるエネルギー効率・環境効率を視野に入れた部門別目標を設定していく。

商品生産における二次エネルギーの利用や、温室効果ガスの回収・埋設・将来的利用技術の支援と普及の点で、インセンティブを適用していく。

省エネ、および低炭素技術・カーボンフリー技術の導入を促進する機構を策定していく。

エネルギー転換を首尾よく実現するために、国の学術・技術ポテンシャルの構築と発展も想定されている。

また、エネルギー転換の加速を目的として、ホワイト認定証およびグリーン認定証システム、諸企業の非財務情報報告書システム、エネルギー転換を加速させるための法規基盤の整備も進められる。

3.3.2. 低炭素発展に係る分野横断的アプローチ

本戦略の効率的かつタイムリーな実現を目的として、政府機関の間で部門間および官庁間の緊密な行動調整を実現する。

低炭素発展とカーボンニュートラルへの移行は、中央権力機関および地方権力機関、準国営部門、学術、ビジネス（協会、企業）、非政府組織、地域社会をはじめとする利害関係者の代表者らを含め、あらゆる決定レベルへの関係各方面の幅広い参画を伴うものとなる。利害関係者（ステークホルダー）によるこうした参加が負う使命は、中・長期的スパンでのポジティブな成果の達成、低炭素発展に向けた共同イニシアティブの実現、カーボンニュートラルへの移行といったプロセスに対し、より大きな理解と支援を促すことである。

ビジネス構造は、低炭素発展およびカーボンニュートラルという企業戦略の策定に、自由に着手することが可能である。ビジネス側からのイニシアティブは、低炭素発展を推し進めるさらなる起爆剤となるだろう。

同時に、政府はグリーンタクソノミー、利用可能な最良の技術基盤、特別経済区機構への接続といった形で、企業戦略の立案・実現支援策を講じていく予定である。

3.3.2.1. 公正な移行と雇用の創出

低炭素発展は、国内の経済構造の変容、中でも産業部門の変容をもたらすものである。このため、化石燃料と関連のある経済部門で事業に携わる労働者らに対しては、社会的保護を全面的に保障していく。

加えて、当該の労働者らに対しては、低排出部門における再技能訓練とグリーン雇用へのアクセスが確保されるほか、小規模グリーンビジネスの立ち上げ支援が提供される。

一方、低炭素発展は、農業・バイオエネルギー生産・廃棄物処理部門における雇用の増加を促進するものとなる。さらに、再生可能エネルギーの導入や建造物の近代化・インフラの開発によって、さらなる雇用が創出されていくと見られる。

エネルギー供給部門における固定資産の大掛かりな近代化、そして積極的な再生可能エネルギー開発は、料金設定政策を体系的に改革しない限り不可能である。

ただし、家計に対しての悪影響が想定されるため、包括的なエネルギー効率の向上、社会的弱者への的を絞った財政支援、その他のエネルギー料金の引き下げによってこれを緩和していく。

国民の意識を高めるために、エネルギー効率のメリットに関する情報キャンペーンや、同じく現在進行中の料金設定改革について、タイムリーかつ計画的な情報提供を実施していく。

公正かつ効率的なアプローチを完全なものとする社会的リスクの緩和機構を策定していく（家計に対する的を絞った支援を含む）。

さらに、カザフスタンおよびその他の国々における脱炭素化の歩みの進捗に応じて、新たな部門における労働市場や雇用の創出に関するさらなる調査を実施する。これらの調査は、斜陽部門の労働者らの再教育・再訓練プログラムをはじめとする支援プログラム・機構を展開するための基礎として機能することになる。

新たな産業（低炭素技術、カーボンフリー技術を用いた生産を含む）におけるスキルを持っていない労働者への支援、ならびに主として基幹産業における労働資源の養成および再教育は、労働資源開発分野における国の対策に含まれていくことになる。

3.3.2.2. 資金提供とグリーン投資

グリーン経済、カーボンニュートラル経済への移行を目的として、国内外から民間投資をさらに誘致することが、カザフスタンにとっての優先的な戦略課題となっていく。

グリーン経済、カーボンニュートラル経済への移行に対する投資は、GDP成長を促すのみならず、経済に多大な利益をもたらすものでもある。エコフレンドリーかつ持続可能な農業経営手法は、温室

効果ガス排出量を削減すると同時に、水資源の保全、土壌浸食の低減、収量の向上、追加的収益の創出、生産規模の増強、ネガティブな天候・気候要因による損失リスクの低減をもたらすものとなる。

建造物のエネルギー効率への投資は、省エネや家庭・企業の支出削減、有害物質・危険物質による大気汚染の低減、国民の所得の増加をもたらす。

廃棄物の再利用（循環型経済）は、原材料コストを抑えることから、他の部門における相乗効果を生み出す。カーボンフリー輸送開発への投資は騒音公害や大気中の汚染物質濃度を低減するとともに、燃料コストの節約といった形で、家庭にも利益の実感をもたらす。

世界銀行のデータによると、現段階で適切な投資を行えば、雇用や経済成長といった短期的利益とともに、脱炭素化および持続可能性の向上といった長期的利益を確保できるという。低炭素発展促進プログラムによって新たな雇用が創出されると見られるが、こうして創出された雇用は、持続的で包括的あり、かつ不平等の低減およびインフラの耐性の向上を促すものとなる。これは、経済にとっての利益である。

カザフスタンは国際的な気候変動対策資金融資面ではよい立ち位置を占めており、企業プロジェクト、排出権取引スキーム（ETS）、グリーン融資スキーム、公的資金、国際金融機関を含む様々なチャンネルを介して投資を誘致することができる。しかし、低炭素発展とカーボンニュートラル達成に必要な投資資源は、資金提供額の増額を必要とするものである。このため、カーボンニュートラルへの移行資金に関するビジョンを、資金源の種類、関税政策、資金調達要素の段階的な関与について、資金調達要素を詳細に練り上げたうえで策定する。

官民の緊密な協力、パリ協定の持続可能な開発メカニズムを含む国際的なプロジェクト融資スキームへの積極的な参加、革新的なデジタル技術の活用によって、グリーントランスフォーメーション、温室効果ガス排出削減行動、気候変動の影響への適用のプロセスを加速する。

低炭素発展とカーボンニュートラルへの移行に必要な追加資源の誘致を目的として、法規・制度基盤やグリーン融資に係る革新的制度と基準の策定条件を改善するほか、グリーンプロジェクトタクソミーを、この種のタクソミー策定に係る国際的実践と投資家側からの期待をふまえたうえで更新する。

低炭素技術およびカーボンフリー技術への民間投資を促進するには、一連の部門、中でも電力・熱エネルギー、廃棄物の収集・分別といった部門における料金設定スキームを見直す必要がある。

経済的に見て最適な政策があれば、市場では資本コスト、運転コスト、環境コストのすべてを考慮した料金設定を行うことが可能となり、また、合理的かつ慎重な資源利用への動機づけを行えるほか、エネルギー効率や代替燃料への移行に向けた民間投資を促すことも可能となる。さらに、温室効果ガス排出価格は、炭素集約型製品の環境コストを内部に盛り込むものとなり、再生可能エネルギーおよび低炭素型の生産技術に対する投資を促進する。同時に、有意な温室効果ガス排出価格は、脱炭素化支援とグリーンプロジェクトへの優遇措置提供を目的として再分配できる公的収入の取得につな

がるものである。

このため、炭素ユニットの売却と炭素税によって得られた資金を蓄積し、これを先々、温室効果ガス排出量削減と吸収量増加を目的としたプロジェクトに融資していく炭素（カーボン）基金の創設は、大きな意義を有している。

枠組み条件の改善、先々の政策に関する明確なシグナルの提起によって、国内外の投資家に与える不確実性やリスクの低減が可能となり、脱炭素化に関連する投資コストの削減につながる。これは、グリーン投資支援の確立へ向けた国際集団（例：開発銀行、政府機関、国際機関）との積極的な相互協力によって強化される可能性がある。

投資誘致力を高める目的で、グリーン建設、グリーン輸送、建造物および家屋のエネルギー効率性、エコマネジメントといった分野に国際基準を導入する。

低炭素技術およびカーボンフリー技術の導入へ向けたインセンティブを高める目的で、国内事業が財政奨励策を手にできるようにすべきである。

グリーン投資促進政策は、カザフスタンのビジネス環境や投資環境全体を改善する施策で補完する必要があり、これにあたってはグリーン投資のための透明性の高い基準、すなわちESG基準を考慮すべきである。グリーンプロジェクトタクソノミーでは、国際的なアプローチを考慮しながら、エネルギー効率の向上、省エネ、温室効果ガス排出量削減、気候変動への適応といった、諸企業のエコフレンドリー事業のしかるべき指標を明確に定めるべきである。

カザフスタンの条件の中で新たな脱炭素技術を使用できるかどうかを判断する目的で、パイロット・プロジェクトを実施する予定である。

この点に関しては、様々な部門における脱炭素化の可能性をパイロット・プロジェクトで検証し、この種の技術の規模拡大や、財政的インセンティブ、財政的・非財政的施策の形による公的支援の提供に関する法令改正の策定を、先々決定していくことになる。

現在はまだ国内に普及していない技術の検証も実施する。この際には、カザフスタンの気候特性、エネルギー供給システムの構造、燃料・エネルギー資源の消費構造、家庭の生活様式等の多様な側面を考慮することになる。

3.3.2.3. 科学技術・研究開発業務と教育

研究、開発、イノベーション、教育は、低炭素発展とカーボンニュートラルへの移行、そして気候変動の影響への適応において重要な意味を有している。

低炭素発展とカーボンニュートラルへの移行の一環としてのカザフスタンの経済構造の変容は、科学的、技術的、専門的人材の確保を必要とするものである。

加えて、脱炭素化やエネルギー転換のスピードには、今日すでに先行している学術的サポート、様々な部門および経済領域における的を絞った基礎研究および応用研究、労働市場の調査、新たな雇

用の創出が必要となる。

生産部門においては自国の低炭素インフラを開発・発展させ、外国の技術や利用可能な最良の技術（BAT）への依存度を引き下げするため、官民パートナーシップの枠組みにおけるものをはじめ、自国の専門家の養成を予定している。

低炭素発展、循環型経済、代替エネルギーといった分野における学術研究の発展に注意を払い、脱炭素化原則に基づく技術の近代化における現代的プロセスをふまえたうえで、科学への融資額を増額する。

低炭素発展への移行のための優先分野（再生可能エネルギー、エネルギー効率、バイオガス、原子力、水力、エネルギー効率、省エネ等）という、カザフスタンが国際市場で比較的優位に立つことができる分野の研究に対し、積極的な支援を提供していく。

研究プログラムは新たな産業部門の発展と有機的に結び付けられ、低炭素プロジェクトの始動を促し、研究者とビジネス界の利害関係者との協力を支援するものとなる。

戦略的イノベーション分野における国内研究者と外国の学術研究集団との統合強化、カザフスタンにとって重要な、質の高い学術研究開発の促進、新たな技術の商業化を目的として、企業家やスタートアップ企業に助成金を提供する。

経済諸部門の脱炭素化と国のさらなる低炭素発展に向けた施策実現の一環として、気候政策、グリーンエネルギー、環境経済、持続可能なデザイン設計、デジタル化等の分野における人材確保と専門家育成を目的とした施策を講じていく。国内の教育システムに、革新的手法、ソリューション、ツールを導入する。技術革新によって、新たな技術を導入した部門では専門スキルに対する要求が高まる。デジタルコンピテンシーは、あらゆる職業基準の必須事項となるだろう。

優先的な施策の1つとして、あらゆる利害関係者（意思決定者、専門家集団、ビジネス界等）に対し、投資の拡大と科学技術ポテンシャルの向上をもって、気候変動と低炭素発展分野における最新の知識とデータへのアクセスの拡大と確保を図っていく。

教育プログラム、学術研究の実施、イノベーション開発の創出をもって、市民、非政府組織およびその他の専門家集団の代表者を脱炭素化プロセスに積極的に巻き込むことは、カザフスタンの低炭素発展における重要なステップである。

3.3.2.4. 社会意識改革

低炭素経済への移行は、グリーン開発という課題、および中・長期的展望における生活様式・消費に対する自らの姿勢を大きく変革することを社会に求めるものである。こうした意識改革は、大衆啓蒙と情報提供から、関心および認知度、関与度、本戦略の課題の実現への市民社会の実際的な参加に至るまで一貫して推進されるべき持続可能な発展という価値を基盤として起こるべきものである。

低炭素的な文化と生活様式を推進する政策を展開する。

例えば、特に気候変動、エネルギー転換、温室効果ガス排出量削減との関連を有する持続可能な発展という問題を、初等・中等・高等教育機関の教育プログラムに盛り込んでいく。

気候変動に関する認知度の向上を図るための情報キャンペーンをスタートし、この中で健康と環境にとっての低炭素政策のメリットを強調する。

特にエネルギー消費管理システムの開発、および公開性や社会参加に関する政策をもって、政府機関において低炭素的な文化を形成し、推進していくことが重要である。政府機関、予算機関にとっては、気候やエネルギーをテーマとした全国的・地域的のイベントを継続して開催することも効果的と思われる。

大規模な環境プロジェクトに青年団体、ボランティア団体を招致し、若い世代の関心を高めていく。

政府は以下の方法をもって、低炭素発展への移行に向けた市民の活動を支援する：

国民に対する合理的な消費の奨励；

自らが気候に及ぼす影響を国民自身が算出し、個人の生活様式をふまえたうえで個々の排出量削減行動を提案できるようなデジタルツールの開発と普及；

合理的な廃棄物処理（分別収集、二次加工等）の重要性とメリットに関するプロモーションと情報提供。

本戦略の効率的な実現は、最大限の透明性とフィードバックが確保されなければ不可能である。すべての利害関係者は、本戦略のプロジェクトの進捗を把握する機会を手にする。本戦略の新たなプロジェクトに関する社会からの提案を常に収集し、低炭素発展という問題についての議論を全国規模で実施することが重要である。

効果的なフィードバックは、脱炭素化分野における国家政策の立案と実現に際しての社会学的調査や、様々な対話の場および専門家プラットフォームにおける定期的な社会協議を介して実現される。

3.3.2.5. 国際協力

これらの課題を実現するには、国際社会からの財政支援と制度支援が必要である。これは、あらゆる部門のエネルギー転換をより円滑に進めるためのものである。カザフスタンはパリ協定の持続可能な開発メカニズムに基づいてプログラムを実現していく。

カザフスタンは国連気候技術センター・ネットワーク（CTCN）や緑の気候基金（GCF）との協力を継続していく。具体的な要請を策定し、上記の機関へしかるべき照会を行いながら、個々のプロジェクトを開始していく。

一部の先進国が負った義務の一環としての技術移転も、重要な方向性となる。先進国は、排出量の測定、報告および検証、ブルーカーボン、排出量国家インベントリ・算定システム、炭素回収・貯留システム等といった分野におけるポテンシャルの増強の点で、途上国を支援する。

カザフスタンは、国際的な研究プログラムおよびプロジェクトへの参加を目的として、イノベーション分野で国際社会と協力していく。

政策決定責任者の能力の向上は、国際協力における重要な要素となる。こうしたプログラムには、例えば、エネルギー安全保障、クリーン技術、技術基準の策定（建設、エネルギー効率等）、気候変動問題の国家開発政策への統合、NDCの更新、適応策の組み入れといった分野における技術支援が含まれる。

カザフスタンは、エネルギー安全保障とクリーン技術、技術基準の立案といった分野における国際協力の積極的な発展を継続していく。これによって、ベストプラクティスのシェア、カーボンフリー技術の移転が促されるほか、各国の学術成果や専門知識の統合が可能となり、研究開発の品質、速度、効率が引き上げられる可能性がある。

気候分野の政策のマクロ経済的評価プログラム、気候問題をふまえた公共投資管理の評価、環境的な側面を考慮した公共財政管理を含む共同研究の実施が計画されている。

国際投資の誘致、技術輸入、高度技能人材の輸入に係る手続きを簡素化する。

国際金融機関、すなわち国連開発計画、国際通貨基金、経済協力開発機構、世界銀行、欧州復興開発銀行、アジア開発銀行、ドイツ国際協力公社、ユーラシア開発銀行、およびその他の機関との協力を継続していく。これによって、カーボンフットプリントの高い国民経済のグリーン成長の促進を狙いとした国際的メカニズムの取り入れが可能となる（エネルギー供給部門の脱炭素化を加速する制度、エネルギー転換メカニズム、国際金融機関に対するソブリン債〔企業債務〕の、グリーン成長と引き換えとした帳消し等）。

カザフスタンは、気候変動対策について同様の野心を共有するパートナーとの間における戦略的関係の構築、グローバルサプライチェーンにおける知識交換の形成、低排出技術の共同開発と導入の加速を継続する。これは、低炭素技術の開発と導入におけるグローバルな協力の強化によって、排出量削減に向けたカザフスタンの技術的アプローチの発展を促すものとなる。

3.3.2.6. 気候変動への適応

低炭素発展とカーボンニュートラルの達成を目的とした国民経済の再構築は、あらゆる経済部門における気候変動関連のリスクを考慮したものでなければならない。こうすることによって、気候変動に対する脱炭素化施策の耐性が高まる。低炭素発展への移行へと経済および社会を適応させていくことは、温室効果ガス排出量削減に向けたカザフスタンの努力とならび、気候変動対策の不可分の一部となるべきものである。

適応策が国の経済発展に大きなプラスの影響を及ぼすことは、経験論からも証明されている。

例えば、灌漑インフラ改善への投資は、干ばつ時の収量損失を大幅に縮小し、農産物の輸出ポテンシャルを増強するとともに、新たな雇用の創出につながっている。

インフラ部門では、気候変動の影響に強い道路への投資によって豪雨や洪水の作用による損害が軽減される。道路状況の改善による移動時間の短縮は、輸送コストの低減につながっていく。

部門や地域の開発計画を設計する際、権限を付与された中央執行権力機関および地方執行権力機関は、気候変動への適応におけるあらゆる段階の実現と、部門間および官庁間の緊密な連携を確保しなければならない。

適応策としては、最も脆弱な経済部門を最優先とすべきである。

気候変動への適用という分野における低炭素発展を目的として、気候変動への適応策の計画立案・実現プロセスの制度化を実施する。これには、政府機関の責任領域の拡大、国の計画立案・予算策定プロセスの枠組みにおける適応策への資金提供機構の構築が含まれる。

気候変動の影響による物理的・経済的損失に関するデータをはじめとする、重要かつ利用しやすい気候データの収集・提供システムの改善を行う。データ収集システムは、様々な部門におけるリスクと脆弱性の評価、ならびに様々なレベルにおける意思決定の促進を可能とするものとなる。

気候変動リスク、および気候変動の影響に対する脆弱性の評価、適応策の効率性のモニタリング、ならびに気候変動の影響および適応策の評価およびモデル化のための方法の開発と完全化、ならびにカザフスタンにおける気候変動対策に向け、気候変動への適応策と影響緩和策の間の不可分の関係を考慮したうえでの一貫したアプローチの確保が、極めて重要な意味を有している。

3.3.2.7. カーボンマネジメントシステム

カーボンマネジメントは、低炭素技術の開発に力強い推進力を与える。国内で持続可能なカーボンマネジメントシステムを開発すれば、商品のカーボンフットプリントの削減、環境への悪影響、資源節約、国産技術の再整備へ向けた動機付けといった一連の重要課題の解決が可能となる。

本戦略の実現を目的として、持続可能なカーボンマネジメントシステム（CMS）を構築する予定である。このシステムは以下の主要要素からなる：

モニタリング、報告、検証システム；

国家割当システムおよび排出量取引システム（ETS）；

排出量が国のETSの枠組みの中で規制されていない施設（プロセス、商品、サービス）への炭素課税；

カーボン（炭素）基金、プロジェクトタクソノミー、低炭素プロジェクトの実現の意向を持つ銀行、グリーン融資、グリーン購入を含む気候対策ファイナンスシステム；

BATとの連携；

カーボンマネジメントシステムの統一デジタルエコシステム。

カーボンマネジメントシステムの主要要素となるのはETSであり、パリ協定の枠組みにおける温室効果ガス排出量削減に係るカザフスタンの国家義務やCBAM導入計画を考えた場合、これが効率的に

機能することの重要性は増している。

ETSの完全化に向けた主な優先課題は、温室効果ガス排出権の削減による、排出権の有償割当の段階的な導入である。

カーボンプライシング制度の適用範囲を拡大し、承認を得た排出係数を厳格化に向けて見直す。この目的は、排出権の割当を受けた主体に対し、生産する製品単位当たりの温室効果ガス排出量の個々の数値を改善するよう促すことである。

排出権の割当を受けた主体による温室効果ガス排出量インベントリレポートの検証の監督、および妥当性確認・検証機関の業務を強化する。企業自らのデータを使用する形で、温室効果ガス排出量の計算方法を改善する。

4. 結語

気候変動問題の解決に向けた国際社会の取り組みに参加するため、カザフスタン共和国は独自のカーボンニュートラル達成戦略を策定することを決定した。

国際的な気候変動対策政策の強化によって、炭素集約型・資源集約型プロジェクトへの投資はすぐに「ロックアウト」資産になってしまう恐れが生じている。商品の原産国で炭素価格が支払われていない場合、炭素集約型の商品は輸入国の国境でこれが差し引かれる。これは、投資家の収益の低下につながる。

化石燃料に対する世界的需要の段階的な縮小は必然的に輸出業者の外貨売上上の減少を招き、結果として、国の予算収入の減少へとつながる。こうなると、教育・保健・社会保障システムへの資金提供能力が大幅に制限を受けることとなり、また、新たな雇用の創出や経済成長のポテンシャルが低下する。

カザフスタンは化石燃料の主たる輸出国であるため、新たな成長推進要素を生み出すためには、経済の脱炭素化と、持続可能な低炭素経済発展モデルの構築が必要となる。

国土は広いが人口が少ないカザフスタンのような国にとって、2060年までに低炭素発展とカーボンニュートラルを達成するには、40年間にわたる連続的な行動を入念に計画することが必要となる。

本戦略は、そのような大規模変革の基礎となる。

本戦略はその目標として、2060年までの低炭素発展とカーボンニュートラルの達成を掲げており、その手段としては、効率的な低炭素発展モデルの構築を予定している。

野心的な気候目標の達成は、カザフスタンにとって大きな課題である。温室効果ガス排出量の削減には、生産・消費モデルにおける抜本的な改革、非エコロジカルな化石燃料の燃焼からカーボンフリー技術への迅速かつ効率的な移行、技術面での大々的な近代化、地域、都市、各種ビジネス領域を含む国民経済のあらゆる部門へのグリーン投資の誘致が必要となる。

低炭素発展とカーボンニュートラルの達成は、以下の3つの方向性において進めていく。

1. エネルギー利用と関係する諸部門およびプロセスの脱炭素化

この方向性には、エネルギー諸部門の変革に係る大々的な施策が含まれる。特に、より持続可能なエネルギーへのシフト、化石燃料の段階的な縮小、化石燃料の直接燃焼に代わるものとしての電力・熱エネルギー利用への移行、中間的過渡期における天然ガスの利用拡大、代替エネルギーおよび再生可能エネルギーがこれにあたる。

現在、電力・熱エネルギー生産では石炭火力発電が支配的位置付けを保っているが、2060年までの低炭素発展とカーボンニュートラル達成を目的として、石炭火発の割合を段階的かつ計画的に縮小していく予定である。

再生可能エネルギーの開発は、脱炭素化を首尾よく進めるための重要な条件となる。例えば風力は、国内におけるその質と利用しやすさをふまえると、より早期の段階で主たる開発資源となるだろう。一方、太陽光エネルギーは、太陽光発電への投資コストが大きく下がって来る、より後期の段階でカギとなる技術である。

長期的には、再生可能エネルギーの使用は省エネシステムを伴うものとなる。これによって、電力供給の調整、ならびにエネルギーシステムへの再生可能エネルギーのより成功裏の統合が可能となる。

省エネルギーとエネルギー強度の原則を考慮した、工業、とりわけその基幹部門の技術的近代化を進めることが重要である。省エネルギーの原則は、経済他部門にも波及していくだろう。

エネルギーの生産と使用による排出を脱炭素化するための重要な要素の1つに、大規模な電化がある。

全面的な電化が困難であるか、もしくは不可能な輸送手段（例：水上輸送および航空輸送）では、バイオ燃料と水素の利用が期待される。

2. エネルギー利用と関係しない諸部門およびプロセスの脱炭素化

この方向性では、炭素効率の向上、すなわち産業プロセスにおける低排出手法またはゼロ・エミッション手法の活用、持続可能な農業および廃棄物処理の発展が予定されている。

農業では、持続可能な農業および畜産管理への移行を行っていく。

さらなる産業開発は、生産工程の分割や、低炭素プロセスからカーボンフリープロセスへの設備の近代化を容易にする形における、設備の刷新、生産の近代化を伴うものでなければならない。

廃棄物部門における温室効果ガス総排出量の削減は、屋外埋め立て処理の段階的廃止と、加工・堆肥化の対象となる廃棄物の割合の拡大、廃棄物の収集・分別の全面実施の加速をもって実現する。

3. 吸収と補償プロジェクト

この方向性では、森林や土壌における炭素の蓄積能力を引き上げること、ならびに炭素の回収・利用・貯留技術の経済的妥当性が伸びた時点からこれを積極的に活用していくことが予定されている。

持続可能な森林利用と森林再生を実現すれば、2060年までに農業生産による温室効果ガス排出量、およびその他の部門における排出量の一部をカバーすることが可能となる。

経済諸部門における炭素の回収・貯留に関しては、この技術が経済的妥当性を持った時点から積極的に活用していく。

上記の方向性は、経済諸部門の変容の効率的な推進と、温室効果ガス排出量の削減を可能とするものである。しかし、脱炭素化プロセスには一定の困難とリスクが伴うため、これを平準化するための正しいアプローチが要求される。

低炭素発展の最も重要な優先事項となるべきものに、公正な移行と雇用の創出がある。公正な移行を確保するため、気候変動対策による負担と利益を公正かつ受容可能な方法で様々な社会集団に分配し、脱炭素化政策と気候変動への適応の影響を受ける部門や地域に新たなチャンスをもたらすような法的、政策的、経済的な追加施策を講じていく。

このため、エネルギー転換の過程で失職する化石燃料採掘労働者は、社会保護策、再教育・再訓練プログラム、低排出部門における新たな雇用の創出によって保護されねばならない。このカテゴリーの人々を対象として、代替的な雇用と、新たなグリーン部門での業務を目標とした再教育を提供するプログラムを立案する。

低炭素開発路線への移行プロセスは、クリーンエネルギーや追加的な低炭素技術への莫大な投資資源の動員を必要とするものである。カザフスタンは、現在の炭素集約型投資をこうした低排出量ソリューションへと振り向けると同時に、これと並行して、エネルギー転換を加速する能力を有する国内外の民間事業者の市場への参入を促進できるよう、市場条件を改善していく必要がある。

国家レベルでの脱炭素化プロセスには、行政面、および国民経済とその基幹部門の発展計画の両方における体系的な作業としかるべき投資・法規・制度改革が必要である。低炭素発展の各方向性は部門横断的の性質を持っており、また、国のエネルギー安全保障の確保において重要な意義を有していることから、あらゆる関係機関の間での大々的な調整作業を確実に進めていく。

2060年までのカザフスタン共和国のカーボンニュートラル達成戦略は、経済の多角化とその技術的進歩を狙いとした戦略であり、カザフスタンの社会・経済政策の更新期における新たな長期戦略文書となるべきものである。

令和5年度 産油国等連携強化促進事業費補助金
(石油天然ガス権益・安定供給の確保に向けた
資源国との関係強化支援事業のうち中東等産油・
産ガス国投資等促進事業に係るものに限る。
(中央アジア・コーカサス地域等産油・産ガス国
投資等促進事業))

中央アジアの石油・ガス産業の現状と カーボンニュートラルへの取り組み

2024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