

カザフスタン国

カザフスタン国
環境・省エネ分野にかかる
基礎情報収集調査

ファイナルレポート

平成 23 年 6 月
(2011)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

東京電力株式会社

目次

要約

第 1 章 はじめに	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査範囲と目的.....	1
1.2.1 調査範囲	1
1.2.2 目的.....	2
1.3 業務の内容	2
1.4 基本業務計画	3
1.4.1 実施工程	3
1.4.2 調査実施体制.....	4
第 2 章 日本の省エネ政策	5
2.1 省エネ政策	5
2.1.1 政策の概要.....	5
2.1.2 省エネ法	6
2.1.3 主な省エネ方策.....	7
2.2 エネルギーの効率化技術	20
2.2.1 発電・熱電併給設備	21
2.2.2 再生可能エネルギー	28
2.2.3 送配電設備.....	30
2.2.4 消費者設備.....	34
第 3 章 世界の地球温暖化への取り組み	37
3.1 日本の地球温暖化政策と取り組み	37
3.1.1 日本の地球温暖化対策の経緯.....	37
3.1.2 国内における地球温暖化対策.....	37
3.1.3 気候変動枠組み並びに京都議定書に係る国際交渉.....	38
3.2 排出権取引に関する現状と今後の見通し.....	38
3.2.1 経緯と枠組み.....	38
3.2.2 実績.....	39
3.2.3 COP の見通し.....	39

3.2.4 二国間取引について	40
3.3 カザフスタンと排出権取引	41
第 4 章 カザフスタンの環境・エネルギー事情	42
4.1 一般情報	42
4.1.1 地理と自然環境	42
4.1.2 政治機構	43
4.1.3 経済活動	46
4.1.4 産業政策	49
4.2 環境情報	50
4.2.1 地球環境にかかる国家方針	50
4.2.2 地球環境にかかる政策	53
4.2.3 地球環境政策の実施体制	54
4.2.4 排出権取引に関する実施体制と実績	58
4.2.5 排出権取引に関する実績	62
4.3 エネルギー政策	65
4.3.1 国家方針	65
4.3.2 エネルギー効率化にかかる主な政策	70
4.3.3 エネルギー産業の実施体制	71
4.3.4 電力セクター実施体制	75
4.4 エネルギー需給構造	77
4.4.1 エネルギー埋蔵量と生産量	77
4.4.2 一次エネルギー供給	78
4.4.3 エネルギー転換部門	78
4.4.4 セクター別最終エネルギー需要	79
4.5 電力セクターの概況	80
4.5.1 概況	80
4.5.2 電力設備（発電所、熱電併給設備）	82
4.5.3 送配電設備	83
4.5.4 販売電力量・単価	86
4.5.5 電力需要想定と電源計画	87
4.6 その他のセクター	90
4.6.1 産業セクター	90
4.6.2 運輸セクター	93

第 5 章 エネルギーデータによるマクロ分析	95
5.1 エネルギー消費効率	95
5.1.1 最終エネルギー消費の効率	95
5.1.2 電力消費効率	96
5.1.3 各セクター別のエネルギー消費効率	97
5.2 他国との比較分析	102
5.2.1 一次エネルギー原単位比較	102
5.2.2 電力消費原単位比較	103
5.2.3 一人あたり GDP と一人あたりエネルギー消費比較	105
5.2.4 送配電ロスの各国比較	106
5.3 エネルギーデータから推定される課題	107
5.3.1 需要部門の課題	107
5.3.2 供給部門の課題	108
第 6 章 ドナーによる支援	113
6.1 日本の ODA による支援実績	113
6.1.1 カザフスタンにおける円借款実績	113
6.1.2 省エネ・効率化に関する円借款事例	113
6.2 UNDP	115
6.2.1 支援方針	115
6.2.2 支援実績	117
6.3 WB	119
6.3.1 支援方針	119
6.3.2 支援実績	120
6.4 EBRD	121
6.4.1 支援方針	121
6.4.2 支援実績	123
6.5 USAID	125
6.5.1 支援方針	125
6.5.2 支援実績	126
6.6 ADB	127
6.6.1 支援方針	127
6.6.2 支援実績	128

6.7 ドナー支援のまとめ	129
6.7.1 「カ」国への支援動向	129
6.7.2 地球環境およびエネルギー分野への支援動向	129
第 7 章 課題分析	132
7.1 相手国関係者・ドナーからのインタビューから類推される課題	132
7.1.1 総論	132
7.1.2 エネルギーデータから推定される課題	135
7.1.3 個別テーマの課題	136
7.2 推奨事項	139
7.2.1 排出権取引・緩和策	139
7.2.2 再生可能エネルギー	141
7.2.3 省エネ	141
第 8 章 支援対象の考察	143
8.1 支援対象の考察	143
8.1.1 考察方法	143
8.1.2 一次検討	143
8.1.3 二次検討	144
8.2 今後の予定	147

付属資料 (Appendix)

付属資料 1	1 回目のセミナーにおけるプレゼンテーション
付属資料 2	1 回目のセミナーにおけるアンケートの結果
付属資料 3	2 回目のセミナーにおけるプレゼンテーション
付属資料 4	2 回目のセミナーにおけるアンケートの結果

略語

AAU	Assigned Amount Unit
ACC	Advanced Combined Cycle
bbI	barrel
CAREC	Regional Environmental Center for Central Asia
CCGT	Combined Cycle Gas Turbine
CDM	Clean Development Mechanism
C4	Climate Change Coordination Center
CHPP	Combined Heat and Power Plant
CNG	Compressed Natural Gas
COP	Conference of the Parties
DFP	Designated Focal Point
DNA	Designated National Authority
EAEC	Eurasian Economic Community
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development
ECCJ	Energy Conservation Center, Japan
EE&C	Energy Efficiency and Conservation
EMS	Energy Management System
ESCO	Energy Service Company
ERU	Emission Reduction Unit
ETS	Emissions Trading Scheme
EU	European Union
FDI	Foreign Direct Investment
FEC	Final Energy Consumption
GCC	Gas Combined Cycle
GDP	Gross Domestic Product
GIS	Green Investment Scheme
GJ	Giga Joule
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
GWh	Giga Watt Hour
HHV	High Heat Value
HPP	Hydro Power Plant
IACE	Information and Analytical Center for the Environment
IEA	International Energy Agency
IET	International Emissions Trading
IGCC	Integrated Coal Gasification Combined Cycle
IMF	International Monetary Fund
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

IPP	Independent Power Producer
JI	Joint Implementation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JISC	Joint Implementation Supervisory Committee
KEGOC	Kazakhstan Electricity Grid Operating Company
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kl	kiloliter
koe	Kilo Oil Equivalent
KOREM	Kazakhstan Operator of Electricity Market
KSRIEC	Kazakhstan Scientific and Research Institute for Environment and Climate
ktoe	Kilo Ton Oil Equivalent
kWh	Kilo Watt hour
KZH	Kazakhstan
LHV	Low Heat Value
LOE	Letter of Endorsement
MACC	More Advanced Combined Cycle
MEP	Ministry of Environmental Protection
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry (Japan)
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization
MINT	Ministry of Industry and New Technology
Mtoe	Million Ton Oil Equivalent
O&M	Operation and Maintenance
ODA	Official Development Assistance
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PDD	Project Design Document
PES	Primary Energy Supply
PIN	Project Idea Note
PPP	Purchasing Power Parity
R&D	Research and Development
R/P	Resources / Production
SO _x	Sulfur Oxide
Tcf	Trillion cubic feet
TEPCO	Tokyo Electric Power Company
toe	Ton Oil Equivalent
UNDP	United Nations for Development Program
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USAID	United States Agency for International Development
USD	United States Dollar
WB	World Bank
WHO	World Health Organization

要 約

1. 調査の背景

1.1 背景

カザフスタン国（以下、「カ」国）は2009年3月に京都議定書を批准し、今後議定書の削減目標に向けて取り組みを行っていく義務を負っている。しかしながら、現状では産業分野における旧式技術、老朽化した設備等により、「カ」国のエネルギー単位あたりのCO₂排出量はOECD諸国の平均値の3倍であり、世界で最もエネルギー効率の低い国のひとつとなっている。

「カ」国政府は大統領令「2004-2015年カザフスタン国環境安全保障基本理念について」（2003年発令）において気候変動対策を重要課題と位置づけ、省エネルギー（以下、省エネ）の重要性を強調しており、1992年の排出量を基準とした排出目標について自主的なコミットメントを採用している。

京都議定書の削減目標に向けては、「カ」国は環境保護省の中に京都議定書局を設置済みであり、国連気候変動枠組条約事務局との連絡体制をすでに構築済みである等、同議定書の実施に向けて積極的な取り組みを展開しようとしている。また2009年5月に「附属書I国」への移行希望を表明し、今後相応な環境基準の作成や組織体制の確立等具体的な実施方針を早急に確立する必要に迫られている。

しかしながら、気候変動対策に係る政策を実施していく上で必要となる具体的な行動計画や実施計画が皆無の状況であり、当該分野における「カ」国の体制上の課題と問題点、主要ドナーの優先分野と支援動向、具体的な対策を立てる上での技術的・資金的なボトルネック等の基本的な情報も整備されていない。

「カ」国に対するJICAの支援については有償資金協力が支援の中核となる一方で、「カ」国は中進国に位置づけられることから支援分野が「人材育成支援」、「防災・災害対策」、「格差是正支援」および「環境」の4分野に限定されている。このうち環境については、セクターの現況を含めてさらに情報を収集する必要がある。

このような状況を受けて、今後省エネ対策を含む環境分野において「カ」国支援を展開していく上で必要となる基礎情報を収集することを目的に本調査を実施するものである。

1.2 調査範囲と目的

本調査は国際協力機構（以下、JICA）との契約に基づき、2011年1月から2011年6月に実施した。対象地域は「カ」国全土とする。

「カ」国における環境と省エネに係る全般的なセクター分析および省エネ分野の詳細調査を行い、当該分野で今後JICAが支援方針を決める際に必要となる基礎情報を収集することを目的とする。

2. カザフスタンの環境・エネルギー事情

2.1 地球環境にかかる国家方針

(1) 地球環境対策の枠組み

「カ」国政府は、1995年5月に「気候変動に関する国連枠組条約 (UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)」に批准し、その後2009年4月に「気候変動に係る京都議定書」(以下、「京都議定書」、Kyoto Protocol to the Framework Convention)に批准した。これにより、「カ」国は、UNFCCC および京都議定書の要件充足に向けて、国家レベルでの取り組みを行うこととなった。

「カ」国においては、UNFCCC および京都議定書の要件充足を実現するための法的な枠組みの構築も途上であり、各省庁における法制化も作業中の段階である。「カ」国では、「カ」国憲法が最上位であり、それに沿って議会で承認された共和国法が制定され、さらに具体的な規定については、大統領令 (President Order)、政府令 (Government Order)、省令 (Ministry Order) が制定される。共和国法を根拠としない政府令あるいは省令は、法的拘束力を持たないため、実効性のある法制度の実施には、共和国法の制定が必要となる。

環境保護分野の国家政策の基礎とされているのは、1996年4月30日付カザフスタン共和国大統領令により承認された「環境安全保障の基本理念」である。その後、2003年12月3日付で、カザフスタン共和国大統領令第1241号として、「2004～2015年カザフスタン共和国環境安全保障基本理念」が承認され、カザフスタンにおける環境安全保障並びに持続可能な環境開発に関する国家対策を確定することが目的とされた。その中で、地球規模の環境問題として、気候変動、オゾン層の破壊、生物多様性の保存、土地の砂漠化・劣化が挙げられた。

2007年1月に、環境法 (Ecological Code) が共和国法として制定され、「カ」国において初めて温室効果ガス (Greenhouse Gas: GHG) の排出量に関する規制等が導入された。2009年6月には、ナゼルバエフ大統領のイニシアティブにより、環境保護省 (Ministry of Environmental Protection: MEP) に京都議定書局 (Department of Kyoto Protocol) が設置され、体制強化が図られている。

(2) 京都議定書批准に関連する法整備の状況

京都議定書の枠組みに対応するため、現在、環境法の改正が行われている。したがって、現時点では、排出権取引等に関する法的な裏付けはない。改正法の施行により、国内排出権取引やJI案件の実施が可能となる。なお、改正環境法は、2010年9月に議会で承認される予定であったが遅れており、2011年3月現在、議会承認は行われていない。

(3) その他温室効果ガス削減に寄与する法整備の状況

温室効果ガス削減に関する手続きや要件等については、2002年3月に当時の天然資源環境保護省 (Ministry of Natural Resources and Environmental Protection) の省令第70-p号により承認されていたが、この段階では、「カ」国は京都議定書に批准していなかったため、

法務省（Ministry of Justice）により法令として認められなかった。そのため、その後制定された環境法の実施にあたっては、温室効果ガス排出源やオゾン破壊物質消費量に関する規制は、2008年2月28日付政府決議第124号の承認を必要とした。

2.2 地球環境にかかる政策

(1) 温室効果ガス削減に関する政策

「カ」国において、温室効果ガスの最大の発生源は、同国の最重要セクターである石油産業であると指摘されている。石油生産の際に発生する随伴ガスの多くが焼却されていたことから、温室効果ガス削減への対応において、石油随伴ガスの利用が求められていた。

「カ」国は、世界銀行（World Bank: WB）が主導する、“Global Gas Flaring Reduction A Public-Private Partnership”に国として参加し、石油随伴ガスの焼却・放出の削減に取り組んでいる。

2006年7月1日付で石油法が改正され、これにより随伴ガスの大気中での焼却・放出が禁止され、随伴ガスの持続的な利用が義務付けられた。

こうした規制により、「カ」国の国営企業であるカズムナイガスを含む、石油生産企業は、石油随伴ガス利用対策を行うこととなった。主な石油随伴ガス利用法は、以下の通り。

- 小規模ガスタービンによる発電・熱供給への利用
- 石油随伴ガスの回収、天然ガス設備における備蓄
- 地中への再注入
- 液化石油ガスの生産

(2) 環境と開発の調和に向けた政策

(a) Green Growth Program 2010-2014

2010年に、「カ」国政府は Green Growth Program 2010-2014 を承認した。これにより、気候変動、低炭素化、省エネに向けた取組を行う方針を掲げている。同プログラムを所管するのは、環境保護省である。

Green Growth Approach は、国連アジア太平洋経済社会委員会（Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: ESCAP）の第5回閣僚会合において打ち出されたものであり、持続可能な開発の実現に向けた、戦略的枠組みであり、ミレニアム開発目標の1（貧困削減）および7（環境の持続可能性）に関する活動の調和化を目指している。

「カ」国における Green Growth Program は、このアプローチを国家開発に取り入れたものである。

(b) Green Bridge Initiative

2010年10月に「カ」国の首都アスタナで開催された、ESCAPの「アジア太平洋における環境および開発に関する閣僚会合」において、“The Astana Green Bridge Initiative”が採択された。

これは、アジア太平洋地域と欧州地域のパートナーシップを具体化するプログラムや活

動を提案するものである。2011年9月に開催される「欧州の環境」に関する国連経済社会員会の欧州閣僚会合に向けて、アジアと欧州を結ぶユーラシアの中央に位置する「カ」国が、欧州とアジアにおける環境政策およびそのベストプラクティスをつなぐ架け橋となることを位置したものである。同イニシアティブにおいて掲げられている、具体的な協力分野は、以下の通りである。

- 天然資源の環境効率的な利用および生態系関連サービスへの投資
- 低炭素開発および気候変動への対応
- 持続可能な都市開発の推進
- グリーンビジネスおよびグリーン技術の振興
- 持続可能な生活様式の振興および生活の質の向上

「カ」国では、環境保護省に Green Bridge Office を設置し、同イニシアティブの具体化を進めている。その活動計画として、ESCAP や UNDP の支援を受け、「Preparation Partnership Program on Realization Astana Initiative “Green Bridge for 2010-2020”」を策定している。

同行動計画は、策定されたばかりであり、アスタナの閣僚会合で関心を示した国々に、プロジェクトプロポーザルを要請するレターを発出した段階である。環境保護省自体には予算が確保されていないため、プロジェクトの具体化にあたっては、フィージビリティ調査などに UNDP などドナーの資金を活用する方向で進められている。

2.3 エネルギー政策

(1) カザフスタン戦略 2030年 (Kazakhstan 2030 Strategy)

「カ」国の国家方針は、1997年に採択された「Kazakhstan 2030 Strategy」を基本方針としている。同方針は、下記7つの分野を長期的戦略分野と位置づけた。

- 国家の安全保障
- 国内政策の安定性と社会との調和
- 高度な外国投資と内部の節約をもとに市場経済を中心とした経済成長
- 「カ」国国民の健康、教育、幸福
- エネルギー資源
- インフラ整備（運輸・通信）
- 専門的国家の構築

このうちエネルギー資源についての戦略として以下のとおり集約される。

- 「カ」国は石油、ガス、石炭、ウランなどのエネルギー資源のほか、金ほか貴金属鉱物の資源が豊富である。
- また太陽光、風力エネルギーのポテンシャルも大きい。
- 一方でここ数年、国内電力需要に対する供給力不足が露呈しており、これは旧ソ連時代の古い配電システムに起因するものである。
- 同様に世界の石油・ガス市場とのコミュニケーション不足が資源開発の機会を

減じている。

- そこでエネルギー資源の有効利用に関する戦略として以下のコンポーネントを提唱する。
 - 主な外国石油会社と長期のパートナーシップを結ぶこと。
 - 石油やガスの複数のパイプライン設備を構築すること。
 - 世界の大国に対して燃料供給国としての「カ」国を売り込み、石油・ガスビジネスの開発を促進すること。
- 世界各国の投資意欲を維持しつつ、国内エネルギーインフラ設備を整備し、国家の自立性と競争的独立性についての課題を解決していくこと。
- これら資源から生み出される将来の利益について効率的、適切に利用することにつとめること。

(2) カザフスタン戦略 2020 (Strategic Plan 2020)

”Kazakhstan 2030 Strategy”は、さらに 10 年ごとの中期戦略にブレイクダウンされ、現在は”Strategic Plan 2020”の時期になっている。この”Strategic Plan 2020”は 2010 年 2 月 1 日に大統領令により承認されており、以下の内容が含まれる。

(a) Strategic Plan 2010 における達成事項

達成事項として以下の内容が記載されている。

- 2000 年から 2009 年における GDP の平均伸び率が 8.5 % を記録。2008 年には 2000 年比の 2.3 倍となった
- 産業部門の生産高が 2007 年に 2000 年の 2 倍を超え、農業生産も 1.4 倍を記録。
- 公共医療サービス、教育、社会保障の面について大きく変革させた。
 - 肺炎の罹患率が 30 % 低下した。
 - 最低生活賃金以下の人口比率が 31.8 % から 12.7 % に減じた。
 - 平均寿命が 65 歳から 68 歳まで伸びた。

(b) Strategic Plan 2020 の主な内容

同戦略には 2020 年までの国家としての目標として、以下のとおり記載されている。

- 世界の経済危機に左右されない強くて競争力のある国家を目指す。そのために経済を多様化し、新規産業に人口を振り分ける。
- ビジネス環境のよい国として世界競争国 50 ヶ国の仲間入りし、非石油・ガスセクターへの外国投資を促進する。
- 多様な経済を開発するために必要な人材を確保するとともに、必要なインフラ整備を行っていく。
- 実質 GDP で 2009 年比で 1/3 以上の成長を遂げる。
- 外貨準備高のレベルが、3 ヶ月の輸入額分を下回らない、また公共セクター・法人部門の短期（1 年以内）の対外債務額を下回らないこと。
- 国家基金の資産を GDP の 30 % 以上とすること。

- 最低生活賃金以下の人口比率を 8 %まで下げること。

さらにこの戦略では、以下の 5 つの基本方針を掲げている。

- 経済を金融危機後の発展に向けて準備できるようにすること。
- 産業の多様化とインフラ設備の促進により確実な経済成長を維持すること。
- 将来への投資、すなわち経済成長達成、「カ」国国民の反映と社会福祉のための人的資本の競争力を向上すること。
- 良質な社会サービス、住宅・公的事業サービスを提供すること。
- 民族間の合意、安全、国際関係の安定を強化すること。

(c) エネルギーに関わる戦略

エネルギーに関する戦略は、「Strategic Plan 2020」にある 5 つの基本方針のうち、2 番目の産業の多様化の中で以下のとおり謳われている。

- 国内産業には多くの省エネポテンシャルが存在する。
- エネルギーの効率的利用を向上させながら国内の需要を満たすこと、特に西部と南部地域の需要を満たすこと。
- 新規電源と電力ネットワーク事業の設備拡張、再建を実施していくこと。
- 電力セクターの開発を実施しつつ、世界的な目的である温暖化ガス排出削減に努力すること。
- 安価で温暖化ガス排出の少ない原子力発電を開発するとともに、原子力産業は最適かつ持続可能な資源の利用を行うこと。
- 現在全電源のうちの再生可能エネルギー比率は 1 %を切っているが、水力、風力などの電源を有効活用しその比率を増やしていくこと。
- 電力産業においては、市場条件に応じた開発が可能な価格設定の改革を行っていくこと。

2.4 エネルギー効率化にかかる主な政策

(1) 再生可能エネルギーにかかる促進政策

2009 年に再生可能エネルギー導入を促進する目的で「再生可能エネルギー法 (Law on Support for Use of Renewable Energy)」が策定された。

同法は、再生可能エネルギーの引き取り義務について以下のとおり規定している。

- 地域の配電会社は、再生可能エネルギー設備が直接接続している送電網の電力損失の 50 %まで、各再生可能エネルギー生成機関が発電する再生可能エネルギーの全発電量を購入。
- 再生可能エネルギー生成機関による発電が、対応する地域の配電会社の電力損失の 50 %を超える場合は、その残量を送電システムオペレーターが引き取る。

なお上記促進法は、再生可能エネルギー購入にかかわる逆ざやの補填方法や系統連系に

かかる技術的な可能性についての規定が不明確なため、現在政府内でこれらを明確にすべく改正法が検討されている。

(2) 風力および水力開発における進捗

風力については、1999年4月に策定された”Electricity Development Program until 2030”において、500MWの風力発電設備の導入が計画された。その後、UNDPの支援による”Wind Power Market Development Initiative”により、風力開発の枠組みと有望案件を提案するPre-F/Sが実施され、「カ」国政府による”National Program on Wind Energy Development”が策定された。

さらに前述の「電力産業開発プログラム 2010-2014」では、段階的に風力や水力の再生可能エネルギー開発を進めることが示されており、民間ベースでカザフスタン南部のアルマティ州のShelek Corridorにおける風力50MWやKoksu川の42MWの水力開発などが計画されている。

(3) 省エネ・効率化にかかる促進方策

省エネおよびエネルギー効率化については、現在、産業新技術省により、「省エネルギーおよびエネルギー効率化の向上に係る共和国法（Law on Energy Saving and Increasing Energy Efficiency）」（以下、省エネ法）の法案が準備され、2011年3月時点で省内協議が行われているところである。同法案では、以下の分野において、政府が規制や支援を行うことを目的としている。

- 年間にある一定金額のエネルギーを消費する個人または法人は、指定事業者（State energy sector entities）として認定される。
- 指定事業者は年1回、エネルギー消費量、エネルギー診断に基づく省エネ計画とその成果、エネルギー原単位等をまとめた情報を報告する義務を負う。また事業者内部におけるエネルギー管理は国際標準であるISO15001に準拠した管理手法を策定・導入し、事業者内のトップマネジメントが管理する。
- 建物、構造物を建設する際に、所定の省エネ機能を担保した設計とする。
- エネルギー消費機器の性能表示を行うこと、所定の効率を満たすべき機器を政府が準備する。
- 政府は省エネ推進のため、①省エネ機器の利用を促進すること、②省エネ・エネルギー効率化分野における研修活動への支援の提供および情報支援を行うこと、③省エネ促進のためのプログラム実施、公的機関の省エネ診断、公的機関の熱供給設備の近代化、電気・熱のメータ設置等への必要な予算措置を行うこと。

3. ドナーによる支援

「カ」国における再生可能エネルギー開発やエネルギー効率化支援を行ってきている、あるいは今後行う方針を掲げているドナーの支援動向は以下のとおりである。

EBRDの支援が最も大きく、件数では準備中の案件も入れると14件、金額はコミットメ

ントベースで 11 億ドルを超えている。サブセクターで見ると、CHPP を含む熱供給設備のエネルギー効率改善を目的とする案件が 5 件と最も多く、次いで送電システムの効率化等を目的とする案件が 4 件、アルマティにおける公共交通のエネルギー効率化を目的とする案件が 4 件である。

次いで、金額ベースで見ると、エネルギー分野への支援は WB が多く、3 案件 226 百万ドルである。いずれも経済的かつ環境的に持続可能な送電システムの強化を目的とするものである。

案件数では、UNDP が 11 案件と多いが、技術協力が中心であり、プロジェクトの実施は GEF 資金を活用している。1 案件あたりの金額は多くても 10 百万ドル程度であり、EBRD や WB に比して小さい。他方、気候変動対策としては、電力および運輸セクターにおけるエネルギー効率化・温室効果ガス削減、再生可能エネルギー開発、京都議定書等国际枠組みへの対応など、多岐にわたるサブセクターへの支援を行っている。

USAID は、中央アジア全体への支援プログラムの一環として、電力セクターへの支援を行っているが、エネルギー効率化や再生可能エネルギーに関する支援実績はない。2010 年にエネルギー効率および環境に関する調査を実施し、今後は WB が主導する CAEWD のもとで実施される気候変動への再生可能エネルギー導入に関する影響調査を行う予定もあり、今後、これらの分野への支援が行われる見通しである。

ADB については、これまで再生可能エネルギーおよびエネルギー効率化案件への支援実績はないが、現在、エネルギーセクター調査を技術協力として実施しており、今後はこれら分野への支援を行う方針を示している。

4. 課題分析

4.1 排出権取引・緩和策実施促進に関する課題

「カ」は独立間もない時期に気候変動に関する国際条約に批准したのにも関わらず、現時点までに確たる排出権取引制度を形成できておらず、排出権取引と緩和策において様々な課題が残っている。

排出権取引・緩和策実施促進に関する課題のまとめ

分野	課題	想定される対応策
京都議定書上のステータス	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の位置付けは、UNFCCC における非附属書 I 国であり、京都議定書における非附属書 B 国とマラケシュ合意で定められている。UNFCCC に対して附属書 I 国への移行の意図を正式に伝えているが、移行のため京都議定書締結国の 3/4 の批准が必要であり、2012 年末まではできない可能性が非常に高い。 	<ul style="list-style-type: none"> JI トラック 2 で案件審査を受けることを可能にする (COP16 で決定済み)。 COP17 (2011 年末南アフリカのダーバンにて開催予定) に向けてロビー活動を行い、締結国 3/4 の批准を待たず、ERU の発行を可能にする等の例外措置を要求 実施困難であれば、完全に諦める。 ボランタリー炭素市場 (VCS、VER+、等) や二国間取引への移行を検討。
ポスト京都に関するスタンス	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国による京都議定書第一約束期間終了後の次期枠組みへスタンスは未定である。コペンハーゲン合意では 2020 年までに、温室効果ガスの排出を 25% 自主削減すると表明している。 現在、国内排出権取引システムを形成中であるが、EU ETS や他のスキームとのリンクに関しては未定であり、新規枠組みの中での位置づけも未定である。 	<ul style="list-style-type: none"> 国レベルの地球環境政策の整備。 新規枠組みに関して明確なスタンスの考案。 国内緩和策・排出権取引スキーム等の政策の構築。
オフセット・プロジェクトの実施能力	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で実施しているオフセット・プロジェクト (JI プロジェクト) は 1 件のみであり国内にオフセット・プロジェクト実施能力と経験はほとんどない。 	<ul style="list-style-type: none"> ボランタリー炭素市場および二国間取引でパイロット案件実施。 国内のコンサルティング能力向上および、人材育成 (Kazakh Carbon、C4)。 政府系機関の能力強化。
温室効果ガス削減ポテンシャル	<ul style="list-style-type: none"> 第 1 次及び第 2 次国家通報に基づき国内の温室効果ガス削減ポテンシャルのマクロ的な評価を実施後、産業別または国家戦略が立っていない。また、JI および GIS のルールを考慮した産業別の評価がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 国内炭素市場戦略の作成。 産業別のミクロ的な温室効果ガス削減ポテンシャルの評価。

4.2 再生可能エネルギーに関する課題

再生可能エネルギーの制度・技術上の課題として以下の項目があげられる。

再生可能エネルギーの制度・技術上の課題

分野	課題	想定される対応策
高コストとなる再生可能エネルギー（風力、太陽光など）	<ul style="list-style-type: none"> 開発にかかる高コストを回収するための料金制度が確立されていない。 結果的に逆ざやとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> EBRD が再生可能エネルギーの高コストを回収する料金制度について提案するための調査を実施中。 産業新技術省も買取料金を引き上げるための法改正について検討中。
系統接続に関する取り決め	<ul style="list-style-type: none"> 系統接続に関する分担範囲が明確でない。 デベロッパー側が個別に買手との交渉を行うこととなっている。 デベロッパー側が系統接続の検討を行うのに十分な技術力・情報量が不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 系統接続に関するガイドラインを開発し、デベロッパーおよび買手との分担範囲を明確化する。 再生可能エネルギー購入契約に関するフォーマットを確立する。 IPP 制度など、買手側のインシアティブで再生可能エネルギー導入に関する割当を決めて入札を行う制度を構築する。
大規模風力	<ul style="list-style-type: none"> 不安定電源である風力電源を系統に接続した場合の影響分析能力の強化。 	<ul style="list-style-type: none"> 系統解析者向けに分析能力強化のための研修の実施。 大規模風力をパイロット的に導入し、影響分析およびその評価から適切な運転方法、導入量の見極めを再検討する。
再生可能エネルギー全般	<ul style="list-style-type: none"> 新技術に関する情報の不足。 	<ul style="list-style-type: none"> ロシア語による新技術情報提供のためのインターネットサイトの構築。 ワークショップ等を通じた普及啓発活動のさらなる促進。

4.3 省エネに関する課題

(1) 消費者セクター

省エネに関する制度・技術上の課題のうち消費者セクターに関するものを以下に示す。

省エネに関する制度・技術上の課題（消費者セクター）

分野	課題	想定される対応策
産業セクター	<ul style="list-style-type: none"> 重化学産業を志向する「カ」国では、最終エネルギー消費量は、工業部門が最も多く、同部門の GDP あたりのエネルギー消費をみると「カ」国は日本の 5.3 倍(2008 年)である。重化学産業の省エネが課題。 老朽化した設備が多いがそれらを更新するためのインセンティブが不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 産業新技術省は、省エネ法の確立により大規模エネルギー消費者向けの管理制度導入を計画中。 同様に省エネ法の中で、大規模エネルギー消費者向けの省エネ診断も盛り込まれる予定。 老朽設備の更新するための資金手当と促進するためのインセンティブ制度。
商業サービスセクター	<ul style="list-style-type: none"> 同部門の GDP あたりの電力消費をみると現状では日本より少ないが、同部門の電力消費は経済の成長とともに増加する傾向にあり、特に電力利用の面での省エネ対策が課題。 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ法にて、建物の設計、建設に関する基準(ビルディングコード)を設定予定。
住宅セクター	<ul style="list-style-type: none"> 住宅部門の一人あたりの電力消費をみると「カ」国は日本の 21%ほどである。今後、「カ」国は所得の向上とともに住宅部門での電力消費が増加するものと思われるので、住宅における冬の暖房、夏の空調、照明、建屋の断熱などの対策が課題となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ法にて、機器、建物(建築材)などについて省エネ性能の高い製品を導入促進するためのラベリング制度を計画中。 省エネ性能の高い製品に関する情報提供サービスを充実させる。 (熱に比べてロスが少ない)電気を利用したヒートポンプ技術の拡大。

(2) 供給者セクター

省エネに関する制度・技術上の課題のうち消費者セクターに関するものを以下に示す。

省エネに関する制度・技術上の課題（供給者セクター）

分野	課題	想定される対応策
電力・熱供給セクター	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の電力・熱は石炭・ガスを燃料にした CHPP からの供給が多いが、石炭を燃料にしている割合が大きい（90 %ほど）。 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭を燃料とする CHPP に比較しガスを燃料とした CHPP の効率は高い（NEDO が実施したガス転換によるモデル事業では熱効率が 50 %から 70 %へ向上したことが報告されている）。 熱供給の配水システムの漏水防止、モニタリングシステムの設置など設備更新および促進のためにインセンティブ制度。
送配電セクター	<ul style="list-style-type: none"> 長距離送電線や古い配電設備に起因する技術ロスを低減する余地がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 送電線の高圧化、配電設備の近代化などの設備更新。
石炭セクター	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の電気・熱を供給するための主な資源は石炭である。 今後、石炭液化、石炭ガス化、高効率火力発電技術など石炭高度利用が課題となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭液化技術、石炭ガス化技術の検討、超々臨界火力発電技術などの検討。
石油・天然ガスセクター	<ul style="list-style-type: none"> 随伴ガスのさらなる有効利用。 	<ul style="list-style-type: none"> 高効率ガスタービンおよびコージェネレーション化の促進（2005 年に石油随伴ガス利用プログラムを策定されており石油関連企業はガスコージェネ導入計画の提出を義務化されている）。

5. 支援対象の考察

5.1 支援対象の考察

現地調査時に各面談先から言及のあった技術ニーズから、円借款スキームの適用可能性、他ドナー支援との重複可能性、日本の技術の優位性という観点で検討を行った結果を以下に示す。

考察結果

各面談先から言及のあったニーズ	円借款スキームの適用可能性	他ドナー支援との重複可能性	日本の技術の優位性
水力リハビリ事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	現時点では特になし。	汎用技術であり技術的優位性はない。
ガスコジェネ事業(石炭からのガスへの転換)	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	資金回収期間が短い優良案件の場合、ローカル銀行との重複の可能性はある。	日本・欧米では広く使用されている技術ではあるが、日本メーカーに納入実績がある。
随伴ガスを利用した小型のコジェネ	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。円借款事業の規模としては小さく、複数案件のパッケージ化が必要。	特になし。	日本メーカーの小型コジェネ分野(10MW以下)における技術的優位性は高い。
グリッド連系風力事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	EBRD またはローカルの開発銀行との重複の可能性はある。	汎用技術であり技術的優位性はない。
高圧送電線事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	過去に WB や EBRD の支援実績がある。	500kV 用の変電設備は、世界的に日本メーカーの実績は高い。
配電設備の近代化事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	現時点では特になし。	高効率変圧器、SCADA、配電自動化などの個別技術に関して、日本メーカーの優位性がある。

5.2 今後の予定

2011年4月に、二次検討した技術を含め調査団より「カ」国関連機関に案件概要の提出を依頼した。さらに提出のあった機関には円借款への関心の有無の確認をしていく予定である。

このようなプロセスをへて、円借款を期待する案件が発掘できた場合には、今般の調査の目的である地球環境・エネルギー効率への貢献度のほか、円借款のスキームに合致でき

る可能性、他ドナーとの重複度、日本の技術の優位性、環境への負のインパクトの有無などを考慮しつつ、JICA と当該案件の実施機関等との協議を通じて円借款案件の形成を進めていく。

第1章 はじめに

1.1 調査の背景

カザフスタン国（以下、「カ」国）は2009年3月に京都議定書を批准し、今後議定書の削減目標に向けて取り組みを行っていく義務を負っている。しかしながら、現状では産業分野における旧式技術、老朽化した設備等により、「カ」国のエネルギー単位あたりのCO2排出量はOECD諸国の平均値の3倍であり、世界で最もエネルギー効率の低い国のひとつとなっている。

「カ」国政府は大統領令「2004-2015年カザフスタン国環境安全保障基本理念について」（2003年発令）において気候変動対策を重要課題と位置づけ、省エネルギー（以下、省エネ）の重要性を強調しており、1992年の排出量を基準とした排出目標について自主的なコミットメントを採用している。

京都議定書の削減目標に向けては、「カ」国は環境保護省の中に京都議定書局を設置済みであり、国連気候変動枠組条約事務局との連絡体制をすでに構築済みである等、同議定書の実施に向けて積極的な取り組みを展開しようとしている。また2009年5月に「附属書I国」への移行希望を表明し、今後相応な環境基準の作成や組織体制の確立等具体的な実施方針を早急に確立する必要に迫られている。

しかしながら、気候変動対策に係る政策を実施していく上で必要となる具体的な行動計画や実施計画が皆無の状況であり、当該分野における「カ」国の体制上の課題と問題点、主要ドナーの優先分野と支援動向、具体的な対策を立てる上での技術的・資金的なボトルネック等の基本的な情報も整備されていない。

「カ」国に対するJICAの支援については有償資金協力が支援の中核となる一方で、「カ」国は中進国に位置づけられることから支援分野が「人材育成支援」、「防災・災害対策」、「格差是正支援」および「環境」の4分野に限定されている。このうち環境については、セクターの現況を含めてさらに情報を収集する必要がある。

このような状況を受けて、今後省エネ対策を含む環境分野において「カ」国支援を展開していく上で必要となる基礎情報を収集することを目的に本調査を実施するものである。

1.2 調査範囲と目的

1.2.1 調査範囲

本調査は国際協力機構（以下、JICA）との契約に基づき、2011年1月から2011年6月に実施した。対象地域は「カ」国全土とする。

1.2.2 目的

「カ」国における環境と省エネに係る全般的なセクター分析および省エネ分野の詳細調査を行い、当該分野で今後 JICA が支援方針を決める際に必要となる基礎情報を収集すること。

1.3 業務の内容

本調査では以下に示す業務を実施する。なお、現地調査は2回を予定する。

- 1) 第1回国内調査
 - 一般情報
 - 他ドナーの支援状況
 - インセプションレポート作成
- 2) 第1回現地調査
 - 地球環境にかかる政策の情報収集
 - 排出権取引にかかる方針、実施体制等の情報収集
 - エネルギー効率化にかかる政策、方針等の情報収集
 - 地球環境、エネルギー効率化にかかる課題とニーズの抽出
 - 他ドナーの支援状況
- 3) 第2回国内調査
 - エネルギー、環境にかかるマクロデータ分析
 - 政策・排出権制度に関する分析
 - 「カ」国の地球環境、エネルギー効率化にかかる支援方針検討
 - プロGRESSレポートの作成
- 4) 第2回現地調査
 - 「カ」国の地球環境、エネルギー効率化にかかる支援方針の協議
 - プロGRESSレポートの説明
- 5) 第3回国内調査
 - ドラフトファイナルレポートの作成
 - ファイナルレポートの作成

1.4 基本業務計画

1.4.1 実施工程

本調査は以下の工程で実施される。

表 1-1 実施工程

	2011					
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
第1回国内調査 ● 一般情報 ● 他ドナーの支援状況 ● インセプションレポート作成	■					
第1回現地調査 ● 地球環境にかかる政策の情報収集 ● 排出権取引にかかる方針、実施体制等の情報収集 ● エネルギー効率化にかかる政策、方針等の情報収集 ● 地球環境、エネルギー効率化にかかる課題とニーズの抽出 ● 他ドナーの支援状況		□				
第2回国内調査 ● エネルギー、環境にかかるマクロデータ分析 ● 政策・排出権制度に関する分析 ● 「カ」国の地球環境、エネルギー効率化にかかる支援方針検討 ● プログレスレポートの作成			■			
第2回現地調査 ● 「カ」国の地球環境、エネルギー効率化にかかる支援方針の協議 ● プログレスレポートの説明				□		
第3回国内調査 ● ドラフトファイナルレポートの作成 ● ファイナルレポートの作成				■		
報告書		▲	▲		▲	▲
		Ic/R	Pr/R		Df/R	F/R

1.4.2 調査実施体制

本調査は、以下に示す5名で調査を行う。

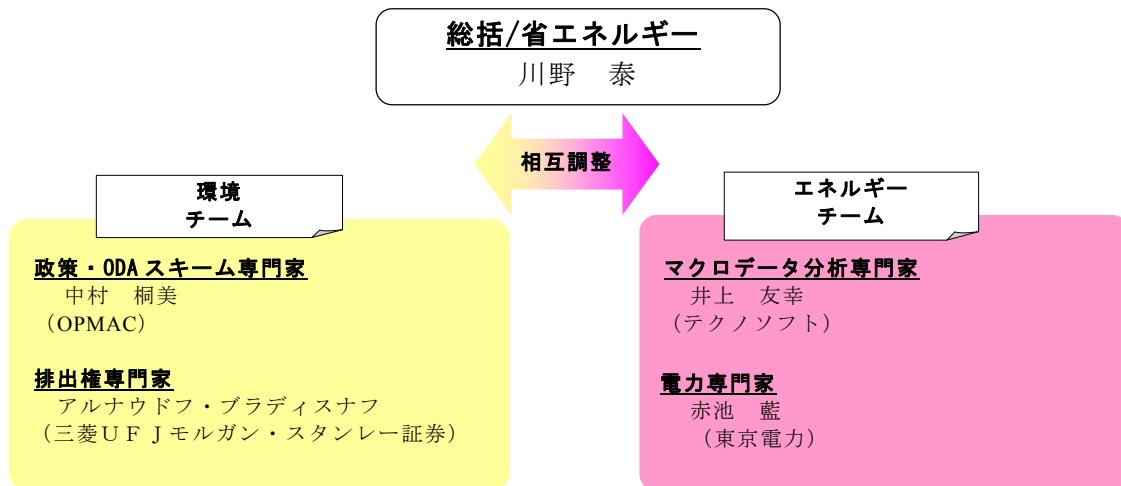


図 1-1 調査実施体制

第2章 日本の省エネ政策

2.1 省エネ政策

2.1.1 政策の概要

日本におけるエネルギー政策は、経済産業省が主導となり、「エネルギー政策基本法」(2002年6月制定)および法の規定に基づき定められた「エネルギー基本計画」(2007年3月改定)、「新・国家エネルギー戦略」(2006年5月公表)に沿って行われている。エネルギー政策基本法では、エネルギー政策の基本方針として「安定供給の確保」「環境への適合」およびこれらを十分考慮した上での「市場原理の活用」が明記された。エネルギー政策基本法を受け策定された「エネルギー基本計画」では、エネルギー需要対策の一環として、省エネ対策の推進と資源節約型の経済、社会構造の推進を行うことが、重要な方策の一つとして設定された。また、これに先んじて2006年に公表された「新・国家エネルギー戦略」では、石油依存度につき2030年までに40%を下回る水準とすることを目標とし、2030年までに30%のエネルギー効率の改善を目指す「省エネルギーフロントランナー計画」などに取り組むこととしている。さらに、地球温暖化対策推進の観点からも、温室効果ガス排出量削減のため、エネルギー管理、効率改善の強化が対策としてあげられており、「地球温暖化対策推進法」に基づき「京都議定書目標達成計画」にて具体的な取り組みや数値目標が策定されている。

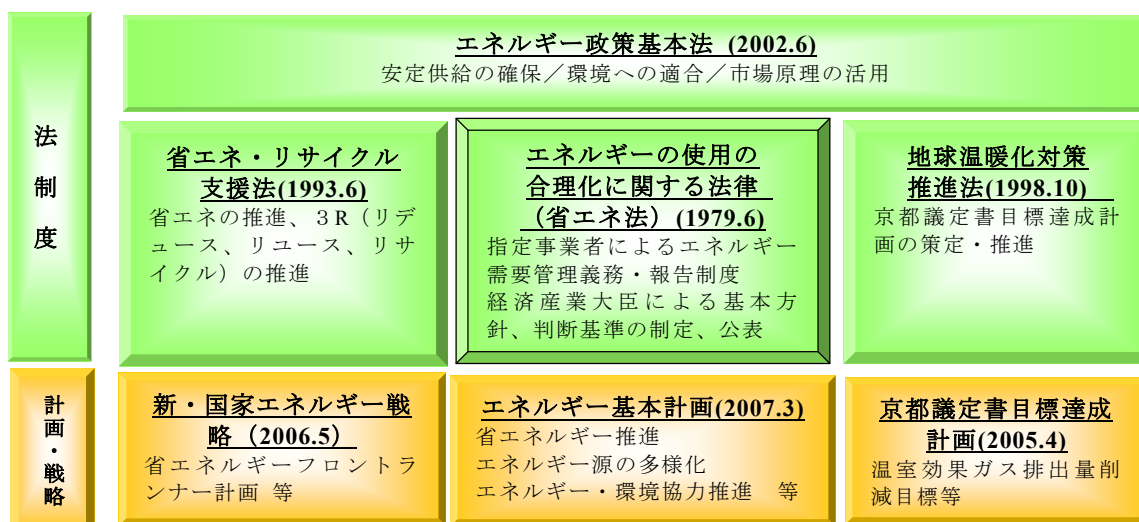


図 2-1 省エネに政策と戦略

これらの取り組みを実行するための省エネに関する具体的な制度、規制等は、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(現行法は2008年5月に改正、以下「省エネ法」)に規定されている。省エネ法は日本の省エネ制度の中心をなすものであり、省エネ法を中心に官民一体となった省エネの推進が進められている。

2.1.2 省エネ法

(1) 経緯

省エネに関する具体的な規制等は、省エネ法に規定される。前身となったのは、1951年制定の熱管理法である。熱管理法においては、工場の指定、熱管理者の選任、判断基準の公表、エネルギー管理士の前身である熱管理士の選任など、現在の制度の原型となる規定が既になされていた。その後、第二次石油危機直後の1979年に、熱管理法は省エネ法となり、対象エネルギーとして電気を加え制定された。工場・事業場等についてのエネルギー使用の合理化に関する所要の措置等を講じ、もって国民経済の健全な発展に寄与することを目的とし、以後省エネ法を中心に関連法令、政省令整備がなされてきた。

省エネ法においては、経済産業大臣が基本方針、判断基準等を定め、公表することや、対象事業者等が省エネのために講ずべき措置について規定している。1979年の法律制定後、内外の情勢変化や環境意識の高まりを受け、これまで6度にわたり改正がなされ、省エネ対策・管理・報告方法の改善がなされてきた。現行法である2005年8月の改正法では、従前は熱・電気に区分していたエネルギー管理を、熱・電気一体で実施することとした。具体的には、前年度の燃料・熱・電気の使用量に所定の係数を用いて原油の数量に換算した量の合計により、エネルギー管理指定工場の区分を決定することになった。また、エネルギー管理士、エネルギー管理員についても、熱・電気の区分を廃止し、一体管理に対応した新しい制度になった。他にも運輸部門における省エネ対策の新設、住宅・建築物部門における省エネ対策の強化などの制度変更がなされた。

最新の改正は2008年5月になされており、あらたに指定工場の規制体系は工場、事業場単位から「事業者」単位に変更し、また「特定連鎖化事業者」制度が導入され、コンビニエンスストア等のフランチャイズチェーンも事業全体でのエネルギー管理を行い一定のエネルギー使用量を超える場合はフランチャイズチェーン本部が特定連鎖化事業者として管理対象となる。最新法改正の制度上の実質的な導入は2010年4月であったため本稿では、2010年4月以前の制度を中心に記述するものとする。

(2) 省エネ法の対象と規制範囲

省エネ法規定のエネルギーは、化石燃料資源由来の燃料、熱、電気の3種である。燃料とは、原油及び揮発油、重油、石油製品（ナフサ、灯油、軽油、石油アスファルト、石油コークス及び石油ガス）、可燃性天然ガス並びに石炭及びコークス、石器単製品（コールタール、コークス炉ガス、高炉ガス及び転炉ガス）であって、燃焼及び燃料電池による発電の用途に供するものをいう。熱とは、上記の燃料を熱源とする熱（蒸気、温水、冷水等）をいい、太陽熱、地熱等、燃料を起源としない熱であることが特定できる熱を除く。電気とは、上記の燃料を起源とする電気であり、非化石エネルギー起源の電気は除外される。非化石エネルギー起源の電気とは、太陽光発電、風力発電、廃棄物発電等であり、かつ燃料を起源としない電気であることが特定できる場合に限る。

燃 料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原油及び揮発油（ガソリン）重油、その他石油製品 ・ 可燃性天然ガス ・ 石炭およびコークス、その他石炭製品 ・ 燃焼、その他の用途に供するもの
熱	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化石燃料を熱源とする熱（蒸気、温水、冷水等） （太陽熱、地熱等、化石燃料以外を熱源とすることが特定できるものを除く）
電 気	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化石燃料由来の電気 （太陽光発電、風力発電、廃棄物発電等化石燃料由来の燃料を起源としないことが特定できるものを除く）

図 2-2 省エネ法が対象とするエネルギーの種類

省エネ法では、規制分野を工場・事業場、輸送、住宅・建築物、機械器具の4分野としている。規制分野と対象事業者は以下のとおりである。

表 2-1 省エネ法が規制する分野と事業者

工場・事業場	工場（製造業、鉱業、電気供給業、ガス供給業、熱供給業）を設置して事業を行う者 事業場（「工場」の本支社・営業所および「工場」対象外のすべての業種：病院、ホテル、学校等）を設置して事業を行う者
輸 送	輸送事業者：貨物・旅客の輸送を業として行う者（自家輸送含む） 荷主：自らの貨物を輸送事業者に輸送させる者（自家輸送含む）
住宅・建築物	建築時：住宅・建築物の建築主 既築物の増改築・大規模改修時：住宅・建築物の所有者・管理者
機械器具	エネルギーを消費する機械器具の製造事業者・輸入事業者

2.1.3 主な省エネ方策

(1) エネルギー管理制度

(a) 全体像

省エネ法に規定されている方策のひとつで、産業および業務セクターを対象に規制者がエネルギー管理を行う方策である。

日本のエネルギー管理制度は、以下のとおり4つの活動から構成される。ひとつは、エネルギー管理制度に関する方針を策定し法や規則などを整備する活動、ふたつめが管理対象となる指定事業所のエネルギー効率化活動をモニタリング（定期報告を受け取りチェック）し必要に応じて検査や罰則を与える活動、3つめは、管理対象となった事業所内で進める省エネ活動（エネルギー管理士を中心にしたデータ収集・分析、課題発見、解決などの一連の作業）、最後の4つめは、エネルギー管理士を国家資格として認定するエネルギー管理士資格制度に関する活動で研修や資格試験などを行うものである。

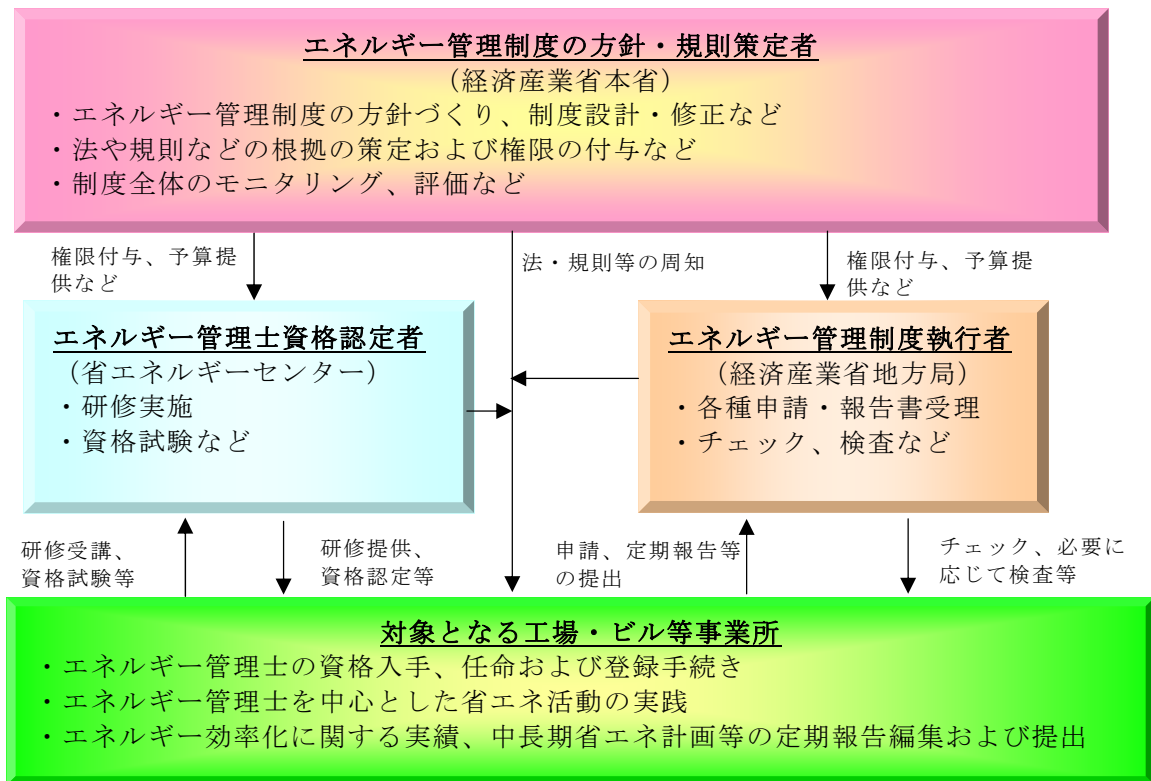


図 2-3 日本のエネルギー管理制度の概要図

(b) 定期報告内容

指定された事業所は、年に1度、監督機関（経済産業省地方局）に対し定期報告書を提出する。この定期報告を行うために、事業所内では国家資格として登録されたエネルギー管理士を中心として省エネ活動を推進し、一方監督機関は報告内容のチェック・審議をもって当該事業者の省エネ活動が適正に行われているか判断する材料とする。

定期報告書は、エネルギー効率化に関する実績報告書と中長期省エネ計画に関する報告書の2つから構成され、1年に1回提出される。エネルギー消費量等に関する報告書は、以下のとおり、指定された事業所内におけるエネルギー消費量、生産高、そこから求まる原単位、判断基準と呼ばれる評価クライテリアの遵守状況確認表などから構成される。

Table 1: Quantity of energy use and quantity of energy sold or by-product

Type of energy	Unit	(Fiscal year)						
		Quantity of use		Quantity of energy sold or by-product				
				Quantity of energy sold		Quantity not contributing to own production		
		Quantity	Calorie GJ	Quantity	Calorie GJ	Quantity	Calorie GJ	
Fuel and heat	Crude oil (excluding condensate)	k l						
	Condensate included in crude oil (NGL)	k l						
	Gasoline	k l						
	Naphtha	k l						
	Kerosene	k l						
	Diesel oil	k l						
	Fuel oil A	k l						
	Fuel oils B/C	k l						
	Asphalt	t						
Other fuels	City gas	1000m ³						
	()							
	Industrial steam	GJ						
	Non-industrial gas	GJ						
	Hot water	GJ						
	Cool water	GJ						
	Sub-total	GJ						
	Electricity	Ordinary electric power supplier	1000kWh					
		Daytime purchased power	1000kWh					
		Nighttime purchased power	1000kWh					
Purchased power other than the above		1000kWh						
Private power generation		1000kWh						
Sub-total	1000kWh/GJ							
Total GJ								
Crude oil equivalent kl		(a)		(b)		(c)		
Comparison vs. previous fiscal year (%)								

図 2-4 エネルギー消費量計算書

Table 4: Unit energy consumption

Unit energy consumption =	Quantity of energy used (crude oil equivalent kl) (a) - (b) - (c)	(Fiscal year)	Comparison vs. previous fiscal year (%)

Table 5: Status of change in unit energy consumption for past five years

	(Fiscal year)	(Fiscal year)	(Fiscal year)	(Fiscal year)	(Fiscal year)	Change in average unit energy consumption for past five years
Unit energy consumption						
Comparison vs. previous fiscal year (%)						

Table 6: Reasons for (A) a case where unit energy consumption for past five years was not improved by 1% or more or (B) a case where unit energy consumption for past five years was not improved from the previous fiscal year

Reasons for (A) above
Reasons for (B) above

図 2-5 エネルギー原単位計算書および過去推移

一方、中長期省エネ計画に関する報告書は今後 3-5 カ年を見越した省エネ投資事業とその効果、実施済み省エネ投資事業を記載するものである。報告書サンプルは以下のとおり。

I. Term of the plan		
Fiscal year	to	fiscal year
II. Details of the plan and expected effects on the rational use of energy		
Process	Details of the plan	Expected effects of the rational use of energy
III. Comparison with the plan of the previous year		
Process	Withdrawn plan	Reason
Process	Additional plan	Reason

図 2-6 中長期省エネ計画報告書

(2) エネルギーの研修制度

(a) 研修の分類

日本においては（財）省エネルギーセンター（以下、省エネルギーセンター）が省エネに関連する様々な研修（いずれも 1 日～数日で修了するもの）を実施しているが、これらは以下の 2 つに分類できる。

(i) エネルギー管理制度の中で必要となるエネルギー管理士（国家資格）に対して管理士になるための認定研修（修了試験含む）

(ii) 一般研修

上記 (i) は、エネルギー管理士という国家資格を取るための認定研修であるため、省エネルギーセンターは、法律で定めた認定研修機関として指定されている。上記 (ii) は、任意の一般研修である。

表 2-2 日本の省エネに関わる研修分類

研修の分類	研修内容
①エネルギー管理士候補に対して管理士になるための認定研修	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー管理制度の法・規則に関する講習 ● 熱と電気の基礎知識 ● 所内省エネ活動の理論と実践 ● データ計測・収集と分析手法 ● 定期報告書作成講習など ● （修了試験）
②エネルギー管理制度を円滑に実施するための一般研修	<ul style="list-style-type: none"> ● エネルギー管理制度の法・規則 ● 管理標準の作成手法 ● 所内省エネ活動の理論と実践 ● データ計測・収集と分析手法 ● 省エネに関する熱理論および電気理論 ● ポンプ、空調、ボイラーなど個別技術の省エネ講習

(b) エネルギー管理士になるための認定研修

エネルギー管理士になるための認定研修は、年に1度、7日間かけて行われる。エネルギー管理士には、熱分野と電気分野の2つにタイプがあり、受講者がその必要性を考えて選択することができる。必須となる共通科目のほかは、熱と電気の各分野にわかれて研修および修了試験が行われる。研修を受けられる条件は、エネルギー管理に関わる実務を3年以上経験したものに限定されている。

修了試験については、一部の課目が不合格でも、翌年再度研修を受け、修了試験に合格すれば資格を取得できる。本資格取得のための通信教育や参考書、過去の問題集など、さまざまな学習ツールも市販されており実務経験の程度により、受験希望者がそれぞれ選択することが可能となっている。

以下にエネルギー管理士になるための認定研修のカリキュラムを示す。

表 2-3 エネルギー管理士になるための認定研修（日本の例）

		修了試験課目	講義課目	講義時間	
必須	I	エネルギー総合管理及び法規	1 エネルギー総合管理 2 エネルギーの使用の合理化に関する法律及び命令	7 時限 2 時限	
	熱分野	II	熱と流体の流れの基礎	1 熱力学の基礎 2 流体工学の基礎 3 伝熱工学の基礎	8 時限 5 時限 5 時限
専門区分	III	燃料と燃焼	1 燃料及び燃焼管理 2 燃焼計算	4 時限 3 時限	
	IV	熱利用設備及びその管理	1 計測及び制御	5 時限	
			2 ボイラ、蒸気輸送・貯蔵装置、蒸気原動機・内燃機関・ガスタービン	4 時限	
			3 熱交換器・熱回収装置、冷凍・空気調和設備	3 時限	
4 工業炉、熱設備材料	3 時限				
5 蒸留・蒸発・濃縮装置、乾燥装置、乾留・ガス化装置	3 時限				
電気分野専門区分	II	電気の基礎	1 電気及び電子理論 2 自動制御及び情報処理 3 電気計測	3 時限 3 時限 2 時限	
	III	電気設備及び機器	工場配電	1 工場配電の計画 2 工場配電の運用 3 工場配電の省エネ	2 時限 2 時限 2 時限
			電気機器	1 電気機器一般 2 回転機と静止器 3 電気機器の省エネ	2 時限 2 時限 2 時限
	IV	電力応用	電動力応用	1 電動力応用一般 2 電動力応用の設備 3 電動力応用の省エネ	2 時限 3 時限 2 時限
			電気加熱	1 電気加熱理論及び設備 2 電気加熱の省エネ	2 時限 2 時限
			電気化学	1 電気化学理論及び設備 2 電気化学の省エネ	2 時限 2 時限
		照明	1 照明理論及び設備 2 照明の省エネ	2 時限 2 時限	
		空気調和	1 空気調和理論及び設備 2 空気調和の省エネ	2 時限 2 時限	

(出典：省エネルギーセンターHP)

(c) 一般研修

省エネルギーセンターが実施している一般研修は、エネルギー管理制度を円滑に実施するための普及・啓発に関する研修や、熱や電気に関する基礎知識や省エネ手法を身につけてもらうための一般エンジニア向けの研修であり、そのテーマごとに申し込むことができる。以下にその事例を示す。

表 2-4 熱コースの研修

	期間	テーマ	主な内容
第1回	2日間	熱の省エネ技術と 燃焼管理	熱の省エネ技術 <ul style="list-style-type: none"> ● 省エネ法の概要とエネルギー管理 ● 省エネ技術と現場適用 ● 現場に役立つ熱計算 燃料 <ul style="list-style-type: none"> ● 燃料 燃焼計算 <ul style="list-style-type: none"> ● 燃焼計算方法 燃焼実習 <ul style="list-style-type: none"> ● 燃焼と爆発実習 ● 燃焼実習
第2回	2日間	蒸気管理とスチーム トラップ	蒸気の省エネ <ul style="list-style-type: none"> ● 省エネの意義 ● 省エネ法から見た蒸気システムの改善 ● 蒸気の有効利用による省エネ ● 蒸気使用分野の省エネ対策 蒸気の省エネ実習 <ul style="list-style-type: none"> ● ドレン回収対策 ● エンジニアリングソフトによる実習
第3回	2日間	熱設備の省エネ診 断	熱勘定と診断 <ul style="list-style-type: none"> ● 熱勘定入門 ● 現場に役立つ省エネ診断 ● 熱勘定実習 ● 熱勘定結果発表 省エネ案件探索実習 <ul style="list-style-type: none"> ● モデル工場概要説明 ● 案件探索(グループ討議)
第4回	2日間	熱の省エネ改善事 例研究	熱の省エネ事例 <ul style="list-style-type: none"> ● 燃焼改善事例 ● 伝熱改善事例 ● 放熱改善事例 ● 排熱回収事例 省エネ実施設備の現地確認 <ul style="list-style-type: none"> ● 現地確認 ● 建物の省エネ事例 ● 質疑応答

(出典：省エネルギーセンターHP)

表 2-5 電気コースの研修

	期間	テーマ	主な内容
第1回	2日間	ビルの省エネ	ビルの省エネ <ul style="list-style-type: none"> ● 省エネ法の概要とエネルギー管理 ● ビルの省エネ概要 ● 照明の省エネ ● 空調の省エネ ● 受変電設備の省エネ ● コージェネレーションシステム 電気の測定 <ul style="list-style-type: none"> ● 電圧・電流の測定 ● 電力の測定 ● 圧力・流量・温度の測定 ● 各部計測方法 電力測定実習 <ul style="list-style-type: none"> ● ポンプ測定実習 ● ファン測定実習 ● 照明の測定実習 ● 高効率変圧器の実習 ● 空調の省エネ測定実習 ● データまとめと考察
第2回	2日間	コンプレッサの省エネ	コンプレッサの省エネ <ul style="list-style-type: none"> ● コンプレッサの種類と特徴 ● コンプレッサの軸動力 ● 漏れ防止と効果 ● 配管の圧力損失 ● 計測機器と測定方法 ● 圧縮空気機器の省エネ ● 制御方法による省エネ ● コンプレッサの省エネ方法 コンプレッサの実習 <ul style="list-style-type: none"> ● コンプレッサの実習 ● データのまとめ
第3回	2日間	ポンプ・ファンの省エネ	ポンプ・ファンの省エネ <ul style="list-style-type: none"> ● ポンプの種類 ● ポンプの特性 ● ポンプの運転・制御 ● ポンプの省エネ対策 ● 据付、保守のポイント ● ファン・プロワの種類 ● ファンの性能 ● 並列運転と直列運転 ● ファンの省エネ対策 ● 故障診断 ポンプ・ファンの実習 <ul style="list-style-type: none"> ● ポンプの性能測定 ● ファンの性能測定 ● データのまとめ
第4回	2日間	電気の省エネ改善事例研究	電気の省エネ事例 <ul style="list-style-type: none"> ● 空調の省エネ事例 ● 照明の省エネ事例 ● コンプレッサの省エネ事例 ● ポンプ・ファンの省エネ事例 ● 受変電設備の省エネ事例 省エネ実施設備の現地確認 <ul style="list-style-type: none"> ● 現地確認 ● 建築物の省エネ事例 ● 質疑応答

(出典：省エネルギーセンターHP)

(3) トップランナープログラム（機器の最低性能基準）

トップランナープログラムとは、製造事業者等に、省エネ型の製品を製造するよう基準値を設けクリアするように課した省エネ法に規定された方策のひとつである。

1998年に民生・運輸部門のエネルギー消費の増加を抑制するため、機械器具の製造段階でエネルギー消費効率を向上させることを掲げて『トップランナー基準』方式が採用された。

トップランナーとは、自動車の燃費基準や電気・ガス石油機器（家電・OA機器等）の省エネ基準を、各々の機器においてエネルギー消費効率が現在商品化されている製品のうち、最も優れている機器の性能以上にするというものである。以下のとおり、ある設定された期間内に製造事業者等は、加重平均である目標となる効率をクリアする必要がある。

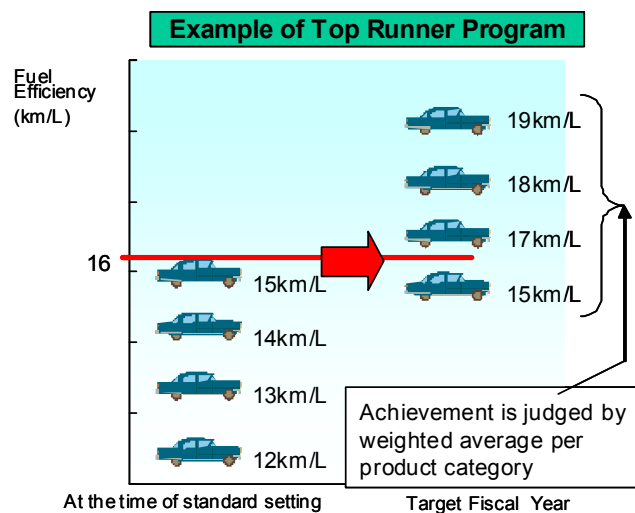


図 2-7 トップランナープログラムのイメージ

1999年以降、順次対象機器の追加が行われてきており、2009年7月現在23品目が特定機器として指定されている。

Passenger vehicles, Freight vehicles, Air-conditioners, TV sets, Video-cassette recorders, Fluorescent lights, Copiers, Computers, Magnetic disc units, Electric refrigerators, Electric freezers, Space heaters, Gas cooking appliances, Gas water heaters, Oil water heaters, Electric toilet seats, Vending machines, Transformers, Electric rice cookers, Microwaves, DVD recorders, Routers, Switching units

トップランナープログラムに関連して、ラベリング制度がある。これは機器の性能を表示するシステムであるが、トップランナーをクリアした製品は通常5つ星で表示される。



図 2-8 ラベリングシート (例)

(4) 産業およびビルの財政支援スキーム

(a) 全体像

日本政府による産業およびビル向けサポートスキームについて資金支援スキーム別に分けると、補助金、金融上の助成、税制上の助成がある。これらについて、産業、ビル向けにどのようなスキームがあるのかを示したものが下図である。省エネ診断サービス、事業場等省エネルギー支援サービス導入事業 (ESCO 事業支援)、低利貸付は、資金力の弱い中小企業を対象として行われてきている。

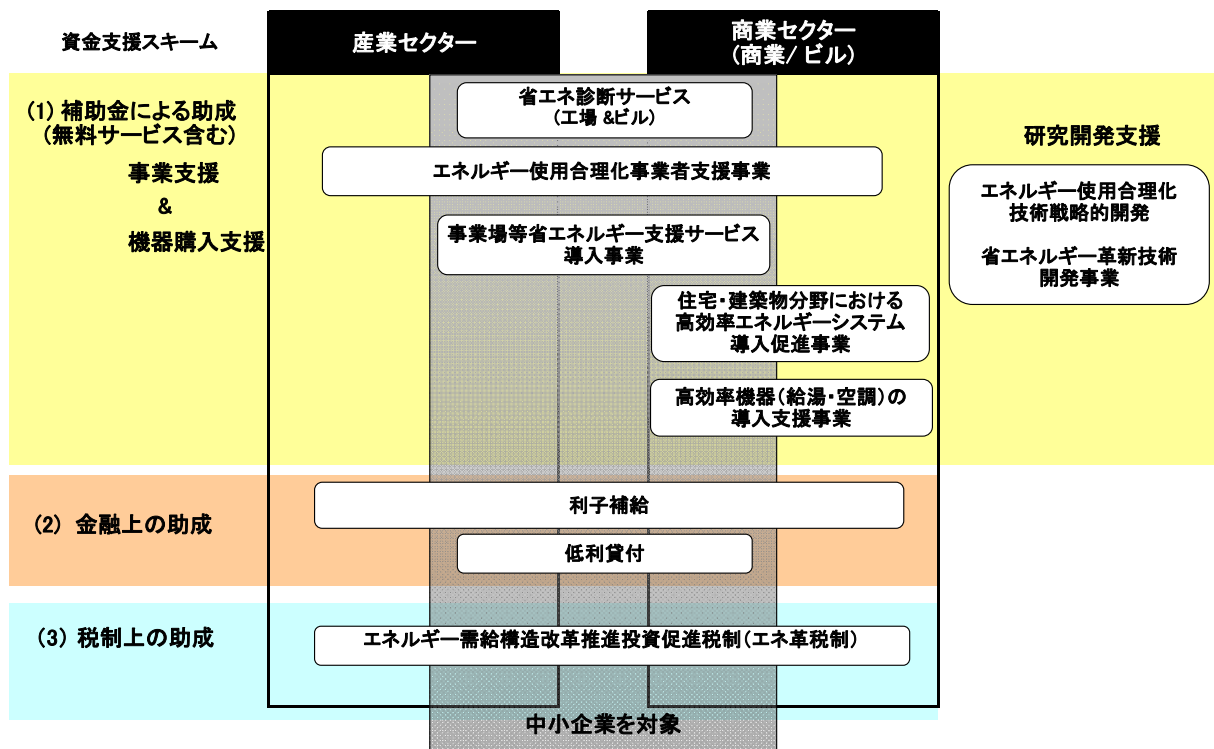


図 2-9 産業および業務用ビル向け資金支援スキーム概念図(2009年11月時点)

(出典: Ministry of Economy, Trade and Industry and Agency for Natural Resources and Energy "Financial Support with Subsidy (Energy Conservation Measures) FY2008"等を参考に作成)

(b) 補助金による助成

(i) 省エネ診断サービス

経済産業省資源エネルギー庁の補助により、省エネルギーセンターが担当し、工場あるいはビル向けに無料の省エネ診断サービスを実施している。平成9年度から19年度の11年間に約2,700件の工場と2,400件の各種ビルの診断実績がある。

経済産業省からの2009年度の補助金予算案は、この無料省エネ診断サービス（省エネルギー対策導入指導事業）と(b)に述べている「事業場等省エネルギー支援サービス導入事業に係る助成金」の合計で12.5億円となっている。

表 2-6 省エネルギーセンターの工場向け省エネ診断サービスの概要

内容	工場及びオフィスビル等に対して、省エネルギー技術の導入の可能性の検討を含めた診断事業等を行うもの。
対象者	第二種エネルギー管理指定の工場やビル、及び指定外で年間エネルギー使用量の原油換算値が原則として100kL以上の工場やビル
診断スキーム	省エネルギーセンターから派遣された専門家が工場やビルを直接訪問し、改善提案を行う。エネルギー管理、使用状況のデータ調査、電気、熱、空調、給湯設備等の現状調査・解析を行い、診断報告書を作成する。
改善提案の形式	以下の3つの観点からの改善提案を行う。 分類Ⅰ：運用にて実施可能な提案 分類Ⅱ：投資にて実施可能な提案 分類Ⅲ：リニューアル時に実施可能な提案

(出典：省エネルギーセンターウェブサイト 2009年11月現在)

なお、省エネルギーセンターの他、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が大規模工場等向け無料省エネ診断を2007年度まで年間30～40件程度実施していたが、平成21年度現在は行っていない。

(ii) 省エネ事業補助金

省エネ事業の調査と実施に関し、主なものはNEDOの「エネルギー使用合理化事業者支援事業」や中小企業基盤整備機構（2008年度までは省エネルギーセンターが実施機関）が中小企業のみを対象とする「事業場等省エネルギー支援サービス導入事業助成金」がある。また、ビルの高効率エネルギーシステムを対象としたものには、NEDOにより「住宅・建設物分野における高効率エネルギーシステム導入促進事業」が実施されている。これらの事業の詳細内容は次表のとおりである。

表 2-7 省エネ事業への補助金の例

事業名	エネルギー使用合理化 事業者支援事業	住宅・建設物分野における 高効率エネルギーシステム 導入促進事業	事業場等省エネルギー支援 サービス導入事業に係る 助成金
担当機関	新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）		中小企業基盤整備機構
実施期間	1998～2009 年度	1999～2010 年度	2008 年度～
対象者	全業種の民間企業あるいは団体	日本国内において住宅・建築物高効率エネルギーシステム（空調、給湯、照明および断熱部材等で構成）を既築、新築、増築又は改築の建物に導入する際の建築物の建築主等	中堅（資本金1億以上10億未満）・中小（資本金が1千万以上1億未満）企業
対象事業内容	省エネ効果が高く、費用対効果が優れていると見込まれる省エネ機器設置・技術の導入事業	建築物高効率エネルギーシステムを導入する事業、ならびにエネルギー需要の最適な管理を行うためのBEMS（ビルエネルギーマネジメントシステム）等の導入事業	既設の工場、事務所におけるESCO事業であって、省エネルギー効果が高く、費用対効果が優れていると見込まれるもの
年間採択件数 (応募件数) ¹	385 件 (583 件)	593 件 (631 件)	21 件
補助金上限 (補助率)	単独事業： 5 億円/事業（1/3 以内） 複数連携事業： 15 億円/事業（1/3 以内） 大規模事業： 同上（1/2 以内）	1 億円/件 (1/3 以内)	3,000 万円/事業（1/2）
年間予算額 ¹	296.46 億円	47.9 億円	約 4.5 億円

(出典：NEDO ウェブサイト省エネセンターウェブサイト、中小企業基盤整備機構ウェブサイト 2009 年 9 月現在)

(注 1) 2008 年度実績

(iii) 省エネ機器補助金

従来の機器と比較して省エネ効果が大きく、費用対効果の高い高効率給湯器及び高効率空調機を導入する際、その経費の一部を補助する制度がある。補助金のための予算は 2009 年度案で約 145 億円となっており、経済産業省資源エネルギー庁が民間団体等へ補助金事業を委託して実施している。

表 2-8 省エネ機器の補助金の例

対象機器	高効率給湯器	高効率空調機
対象者	個人、民間事業者等	
担当機関	民間団体等 (有限責任中間法人日本エレクトロヒートセンターなど)	
補助金額/率	① CO2 冷媒ヒートポンプ給湯機：4.2 万円 ② 潜熱回収給湯器：2.3 万円 ③ ガスエンジン給湯器：13.2 万円	価格差の 1/3 以内（新設） 上記 1/3 以内(既設)

(出典：「平成 21 年度政府予算案等の概要」資源エネルギー庁省エネルギー対策課、平成 21 年 1 月)

(c) 金融上の助成

(i) 利子補給

経済産業省資源エネルギー庁の「エネルギー使用合理化特定設備等資金利子補給事業」（詳細は下表のとおり）では省エネルギー対策関連融資を行う金融機関に対し、利子補給を行い、民間事業者への貸付を低利にすることで省エネ設備導入の促進を図っている。予算規模は2009年度予算案で約5億円となっており、2007年度の約1億円から5倍に増加している。

表 2-9 エネルギー使用合理化特定設備等資金利子補給事業

対象事業	内容	対象者	利子補給率
エネルギー使用合理化関連特定設備等	産業部門における大型省エネルギー設備導入や「エネルギー使用の合理化に関する法律」に基づき事業者が作成する中長期の計画達成に必要な建築物に係る省エネに資する事業等の投資	民間事業者	1.0%
特定高性能エネルギー消費設備等	中小企業において省エネ効果の高い特定高性能エネルギー消費設備（高性能工業炉および高性能ボイラー）の導入	民間事業者	0.15%

（出典：「平成21年度政府予算案等の概要」資源エネルギー庁省エネルギー対策課、平成21年1月）

(ii) 低利貸付

日本政策金融公庫の中小企業事業や国民生活事業を通じ、中小企業の省エネ事業に対して政策金利で貸付を行っている（詳細は下表のとおり）。

表 2-10 中小企業向け省エネ事業融資

対象事業	貸付期間 (うち据置期間) 限度額	利率 ¹⁾ (2009年.8月時点)
1.省エネ施設関連 ①省エネ施設を取得するための必要な資金(ESCO事業者がリース、レンタル用に取得する場合を含む) ②リース・レンタル事業者が自走式作業用機械を取得するために必要な設備資金	15年以内(2年) 7億2千万円以内 (直接貸付)	特別利率 B (1.55~2.45%)
2.特定高性能エネルギー消費設備関連 ①特定の高性能工業炉、高性能ボイラー等を設置するために必要な設備資金 ②現在の工業炉、ボイラーを高性能工業炉へ、あるいは高性能ボイラーと同等の性能にするための特定の付加設備を設置するための設備資金	同上	特別利率利 J (1.15~2.05%)
3.石油代替エネルギー関連 石油代替エネルギーを使用又は供給する施設を取得（改造、更新を含む）するために必要な設備資金	同上	特別利率 B あるいは特別利率 C (1.3~2.2%)

（出典：省エネルギーセンター ウェブサイト、日本政策金融公庫 ウェブサイト 2009年11月現在）

（注1）日本政策金融公庫の利率設定カテゴリーの特別利率 A-Z に準じる。

なお、2009年現在は実施されていないが、以前は大企業用向けについても以下の省エネルギー事業に対し特別金利による金融上の措置をおこなっていた。

- ・省エネルギー対策事業
- ・産業部門省エネルギー推進事業
- ・建築物省エネルギー推進事業
- ・省エネ法に基づく特定機器の判断基準を満たす機械器具等（トッランナー機器）の取得事業
- ・電力負荷平準事業

(d) 税制上の助成

税制上、対象省エネ設備を取得し、かつ1年以内に事業用に使用した法人あるいは個人は、特別償却又は法人税額（または所得税額）の特別控除が受けられる「エネルギー需給構造改革推進投資促進税制（エネ革税制）」がある（詳細は下表）。ただし、税額控除の方は中小企業等のみ適用できるものとなっている。当初、この制度は2007年度までの時限付措置であったがその有効性が認められて2年間の延長を行っている。

表 2-11 省エネ事業に関する税制優遇制度

制度名	エネルギー需給構造改革推進投資促進税制（エネ革税制）
適用期間	1992～2009年度
対象者	法人または個人のうち青色申告書を提出するもの
スキーム	対象設備（平成20年度は全88設備）を直接取得し、1年以内に事業の用に供した場合下記のいずれかを選択できる。ただし、税額控除の適用は中小企業等のみである。 1. 基準取得価額（計算の基礎となる価額）の7%相当額の税額控除（対象は中小企業のみ） 2. 普通償却に加えて基準取得価額の100%相当額を限度として償却できる特別償却

（出典：省エネルギーセンター ウェブサイト 2009年11月現在等）

(5) 省エネ表彰制度

省エネの推進に貢献した、個人やグループ、工場、事業場または企業等並びに機器・システムを表彰する制度を省エネルギーセンターが実施している。公に表彰することにより、人々に省エネの意識を浸透させ、省エネ実施を推進させることを図っている。表彰の対象となるのは、永年にわたりエネルギーの管理推進に尽力し、顕著な功績のある「エネルギー管理功績者」や「エネルギー管理優秀技能者」、エネルギー使用の合理化をはかりエネルギー管理推進に大きな成果があった「エネルギー管理優良工場等（事業場を含む）」である。こうした特定個人や工場等に対する表彰の他、業種・規模を問わず各工場・事業所の現場グループ・技術開発スタッフ等に対する「省エネルギー優秀事例全国大会表彰」、公募により省エネに貢献した人材、組織、機器・システムに対し表彰する「省エネ大賞」など様々な表彰制度を設けている。

優秀な省エネ事例については、データベース化されて省エネルギーセンターのウェブ上で検索できるようになっている。

2.2 エネルギーの効率化技術

ここではエネルギーの効率化について「カ」国に適用可能な技術を想定して以下のとおり説明を行うものである。いずれも日本ではすでに確立された技術として利用されているもの紹介する。

2.2.1 発電・熱電供給設備

(1) 1,300 度級コンバインドサイクル発電 (ACC 発電)

表 2-12 1,300 度級コンバインドサイクル発電 (ACC 発電)

技術の概要	<p>ACC (Advanced Combined Cycle) では、ガスタービンの入口ガス温度を 1,300 度へ高温化するとともに蒸気タービンにおいても、蒸気条件を高温・高圧化し、あわせて再熱サイクルを適用することにより熱効率の向上を図っている。このような改良により、ACC 発電の熱効率は LHV 約 55% (HHV 約 50%) に達している。</p>  <p>The diagram illustrates the integrated cycle of an ACC power plant. It shows the flow of air from the atmosphere through an air compressor (11) to a gas turbine (36). The gas turbine exhausts gas into a Heat Recovery Steam Generator (HRSG), which produces steam for a steam turbine (18). The steam turbine exhausts steam into a condenser (34) cooled by sea water. The condenser output is pumped back to the HRSG. The gas turbine also has a reheat section. Exhaust gas (11) is released through a stack. Fuel (100) is supplied as LNG. Other components include a power cable (1), switch gear, generator (55), transformer, and DeNOx system.</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高効率化による燃料の節約並びに CO₂ 排出量の低減 ■ 環境負荷 (NO_x、温排水) の低減
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気温が高い地域においては出力が設計値より低下
燃料削減効果 計算事例	<p>年間使用燃料比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率は共に 70%と仮定 ■ 既存ユニット (350MW) の発電効率を 38%としたときの燃料消費量 $350\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 38 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 20,332\text{ TJ}$ $20,332\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 485.6\text{ ktoe}$ ■ ACC 発電ユニットの発電効率 55%と仮定したときの燃料消費量 $350\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 55 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 14,048\text{ TJ}$ $14,048\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 335.5\text{ ktoe}$ <p>燃料削減量 年間 150.1 kt oe</p>
価格レベル	規模や立地条件にもよるが、一般的にプラントの単価として 500 US\$/kW 程度で見積もられる (燃料設備、土木設備含まず)。
技術の成熟度	技術的に確立されている。東京電力では、1998 年から横浜火力発電所 7/8 号系列、千葉火力発電所 1/2 号系列、品川火力発電所 1 号系列、富津火力発電所 3 号系列と順次導入されている。
日本の優位性	天然ガスを利用したコンバインドサイクル発電技術は日本の重工メーカーの競争力がある分野。三菱重工業、日立製作所 (GE)、東芝 (GE) が主なメーカー。
その他	現在は 1,300℃級を超える 1,500℃級のコンバインドサイクル発電技術の適用も始まっている。

(2) 1,500 度級コンバインドサイクル発電 (MACC 発電)

表 2-13 1,500 度級コンバインドサイクル発電 (MACC 発電)

技術の概要	<p>ACC 発電システムを基本とし、ガスタービンの入口ガス温度をさらに高温化した高効率・大容量の発電方式。ガスタービン耐熱材料の開発、ガスタービンの蒸気冷却などの技術革新により、1,500 度まで高温化することで、LHV 約 59% (HHV 約 53%) の熱効率を実現している。</p> 
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高効率化による燃料の節約並びに CO₂ 排出量の低減 ■ 大容量化によるスケールメリットを活かした建設コストの低減 ■ 環境負荷 (NO_x、温排水) の低減
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建設時及びメンテ時の品質管理が課題 ■ 気温が高い地域においては出力が設計値より低下
燃料削減効果 計算事例	<p>年間使用燃料比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率は共に 70%と仮定 ■ 既存ユニット (500MW) の発電効率を 38%としたときの燃料消費量 $500\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 38 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 29,046\text{ TJ}$ $29,046\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 693.8\text{ ktoe}$ ■ ACC 発電ユニットの発電効率 59%と仮定したときの燃料消費量 $500\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 59 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 18,708\text{ TJ}$ $18,708\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 446.8\text{ ktoe}$ <p>燃料削減量 年間 247.0 ktoe</p>
価格レベル	一般に 1,300 度級の ACC 発電より数%程度割高。
技術の成熟度	技術的に確立されている。東京電力では川崎発電所にて 2007 年より 500MW のユニットが商用発電を行っており、富津発電所でも 2010 年より運転開始されている。
日本の優位性	天然ガスを利用したコンバインドサイクル発電技術は日本の重工メーカーの競争力がある分野。MACC のタービンは三菱重工業製。

(3) 石炭 超々臨界圧発電技術

表 2-14 石炭 超々臨界圧発電技術


技術の概要	タービン入口蒸気条件を高温・高圧（593度、24.1Mpa (246k)以上）にすることにより発電効率を高めて発電する（高温で長時間使用可能な高強度材料の開発により水蒸気温度・圧力の高い発電が可能となった）。	 <p style="text-align: center;">東京電力ひたちなか発電所</p>
メリット	■ 熱効率向上による CO2 の発生抑制	
デメリット	■ 従来の汽力発電（超臨界圧発電）と比較して、耐高温腐食性・耐水蒸気酸化性の材料が必要となる	
燃料削減効果 計算事例	年間使用燃料比較 ■ 設備利用率は共に 70%と仮定 ■ 既存ユニット（1,000MW）の発電効率を 38%としたときの燃料消費量 $1,000\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 38 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 58,093\text{ TJ}$ $58,093\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 1,387.5\text{ ktoe}$ ■ 超々臨界圧ユニットの発電効率を 45%としたときの燃料消費量 $1,000\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 45 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 49,051\text{ TJ}$ $49,051\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 1,171.3\text{ ktoe}$ 燃料削減量 年間 216.2 ktoe	
価格レベル	規模や立地条件にもよるが、一般的に発電所全体の単価として 1,400 US\$/kW 程度で見積もられる（港湾設備等は含まず）。	
技術の成熟度	技術的に確立されている。東京電力では 2003 年に常陸那珂発電所、2004 年に広野発電所で採用。	
日本の優位性	超々臨界圧石炭発電技術は日本の優位性は高い。三菱重工業、日立製作所、東芝、石川島播磨重工業などが主なメーカー。	

表 2-15 排煙脱硫装置

<p>【参考】</p>	<p>排煙脱硫装置：発電ボイラから排出される SO_x を除去する技術</p> <p>○メリット</p> <p>石炭火力発電時に多く排出され、大気汚染や酸性雨の原因となる硫黄酸化物（SO_x）を除去する。発電ボイラ用としては石灰石と水の混合液を排ガス中の SO_x と反応させ、石膏として除去する方式が多く採用されている。</p> <p>○デメリット</p> <p>排出規制のない国では導入インセンティブが働きにくい。</p> <p>○技術の成熟度</p> <p>大気汚染防止法等の排出基準に適合するため、日本の石炭火力発電所では一般的に導入されている。日本メーカー製品の脱硫率は 95% 程度であり、欧州やアジアでの受注実績もある。</p> <div data-bbox="459 864 1337 1182" style="text-align: center;"> </div> <p>(出典：TEPCO HP)</p>
-------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

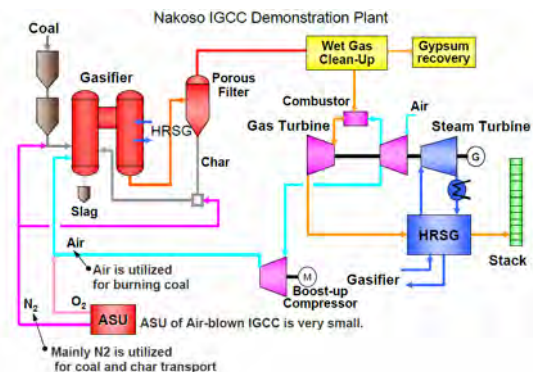
(4) 排気再燃型コンバインドサイクル化リパワリング発電

表 2-16 排気再燃型コンバインドサイクル化リパワリング発電

技術の概要	建設後長年経過した火力発電所に高性能のガスタービン発電装置を設置して、ガスタービンで発電した高温排ガスを、既存のボイラの燃焼空気として使用することで、ボイラ効率を向上させるガスタービン複合発電所に改造するもの。
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 既設発電所をスクラップして新たに建設するのに比べ、経済的に高出力化ができる。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ リパワリング設備としてのガスタービン発電設備は、既存の火力発電所のボイラ容量とマッチングさせる制約がある。
燃料削減効果 計算事例	年間使用燃料比較 <ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率は共に 70%と仮定 ■ 従来汽力発電 350MW にガスタービン発電 126MW をリパワリングしてコンバインド発電化 476MW 46%(LHV)したときの燃料消費量 $476\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 46 \times 3600\text{kJ/kWh} = 22,845\text{ TJ}$ $22,845\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 545.5\text{ ktoe}$ ■ 汽力発電 350MW 42% (LHV) とガスタービン発電 126MW 33% (LHV) が個別に運転される場合の燃料消費量 $350\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 42 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 18,396\text{ TJ}$ $18,396\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 439.3\text{ ktoe}$ $126\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 33 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 8,428\text{ TJ}$ $8,428\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 201.3\text{ ktoe}$ 燃料削減量 年間 95.1 ktoe
価格レベル	設置のための前提条件により大きく異なるため価格不明。
技術の成熟度	日本国内主要事業所における実施例は数ヶ所ある。 NEDO によるモデル事業にて「カ」国での実施例あり（東北電力/日立製作所）。
日本の優位性	日本の優位性がある分野。三菱重工業、日立製作所、東芝などが主なメーカー。

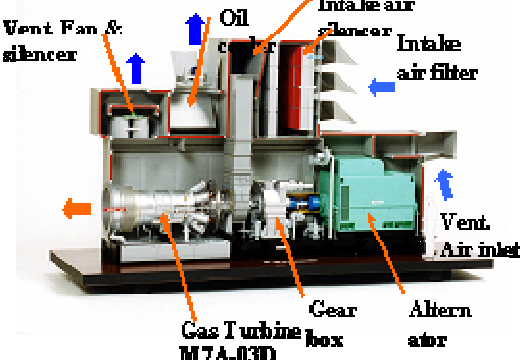
(5) 1,300 度級石炭ガス化複合発電 (IGCC 発電)

表 2-17 1,300 度級石炭ガス化複合発電 (IGCC 発電)

技術の概要	<p>高温高压のガス化炉で微粉炭をガス化し、超々臨界圧ガス精製にて不純物を取り除き、精製した石炭ガスを燃焼させ、ガスタービンを回転させて発電し、同時にガス化炉での燃焼熱とガスタービン排熱を水と熱交換させて蒸気をつくり、蒸気タービンを回転させて発電する。</p>  <p>(出典：クリーンコールパワー研究所ホームページ)</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高効率化による燃料の節約並びに CO₂ 排出量の低減 ■ 温排水量の低減 ■ スラッグ化により石炭灰排出量の低減 ■ 低灰融点炭の利用範囲拡大
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 建設時及びメンテ時の品質管理が課題
燃料削減効果 計算事例	<p>年間使用燃料比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 設備利用率は共に 70%と仮定 ■ 従来型石炭火力の発電効率を 38%としたときの燃料消費量 $400\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 38 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 23,237\text{ TJ}$ $23,237\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 555.0\text{ ktoe}$ ■ IGCC の発電効率を 46%としたときの燃料消費量 $400\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.7 \times 100 / 46 \times 3,600\text{kJ/kWh} = 19,196\text{ TJ}$ $19,196\text{ TJ} \times 1 / 41.868\text{ktoe/TJ} = 458.5\text{ ktoe}$ <p>燃料削減量 年間 96.5 ktoc</p>
価格レベル	試験段階のため実績がない。
技術の成熟度	現在開発期間中であり、商用機の約 1/2 規模の 250MW にて実証試験(実証試験機は 1,200 度級)を行い 2011 年 3 月末に終了。今後も主として信頼性、経済性、炭種適合性に関する検証を行うため 2013 年まで検証試験を実施する。
日本の優位性	空気吹きガス化炉の採用実績があるのは本邦のみ (三菱重工業製)。
その他	日本国内に商用での適用例はない。

(6) 小型ガスタービンコージェネレーションシステム

表 2-18 小型ガスタービンコージェネレーションシステム

技術の概要	<p>ガスを燃料にガスタービンを回転して発電する。一般に発電 10MW 以下が小型と分類される。さらに熱供給用（温水等）の熱源に排熱を利用するシステムがコージェネレーションである。</p>  <p style="text-align: right;">(出典：川崎重工業資料)</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 電気と熱を最大限活用できる必要がある場合は、総合効率で 80% 程度活用が可能（電力の効率を 32%、熱の効率を 48%） ■ 7MW クラス以下のシステムの場合、工場できあがった機器を現地までトレーラーで運搬することが可能（工期・コスト的に有利） ■ 小型システムをうまく組み合わせることで効率的な運転が可能
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 熱と電気を同時に供給するため、両方の需要を満たすサイト選定、設計をする必要がある
燃料削減効果 計算事例	<p>年間使用燃料比較（随伴ガスを利用したケース）</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 随伴ガスをフレアリングしている（エネルギー転換していない）ケースと比較すると、コージェネにより発生した電力、熱ともそのまま省エネとなるものとみなせる。 ■ コージェネの出力を、電力を 7.4MW、熱を 11MW と仮定した場合、それを代替するために消費されていた燃料消費量を削減分とみなす（年間の設備利用率を 75%とする）。代替とみなす従来型の発電システムの効率は 38%、熱供給システムの効率は 85%とする。 <p>電力：7.4 MW×8,760h×0.75×100/38×3,600kJ/kWh=460 TJ 460 TJ×1/41.868ktoe/TJ=11.1 ktoe</p> <p>熱：11MW×8,760h×0.75×100/85×3,600kJ/kWh=306 TJ 306 TJ×1/41.868ktoe/TJ=7.3ktoe</p> <p>燃料削減量 年間 18.4 ktoe</p>
価格レベル	立地・設計条件によって異なるが、1.0 million US\$/MW（電力と熱の合計出力）レベル。
技術の成熟度	確立された技術である。
日本の優位性	10MW（電力）以下のガスタービン技術は、日本メーカー（川崎重工業）の優位性が高い。

2.2.2 再生可能エネルギー


(1) メガソーラー技術（大規模太陽光技術）

表 2-19 メガソーラー技術

技術の概要	太陽電池を利用し、太陽光のエネルギーを直接的に電力に変換する発電方式。メガソーラーのシステムは、太陽光パネル、架台、電力ケーブル、インバータ（太陽光パネルによって発電された直流(DC)を交流(AC)に変換する）、計測・制御システムから構成される。変換効率は市販の多結晶シリコン太陽電池で15%程度。	
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電によって発生する温室効果ガスはゼロ ■ 設置や保守が容易 ■ 太陽光発電の出力は太陽光が垂直に当たる時最大となり、エアコン需要と相関が強い 	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 設置費用が高いため、原材料のシリコン価格高騰を薄膜化などにより吸収できるかがカギ ■ エネルギー密度が低いため、大きな設置スペースが必要 ■ 夜間は発電できず、天気が悪いと出力が低下する。自然変動電源であり、ベース電源としては不可 ■ 大量集中連系により、電圧変動などの悪影響を当該系統の需要家に与える可能性 	
燃料削減効果 計算事例	太陽光発電による電力は全て CO ₂ 排出量の抑制に寄与する。日本では1kWの太陽光発電から年間約1,000kWhの電力量を発電する(日照時間による)。	
価格レベル	一般に60万円/kW程度といわれている(用地代含まず)。	
技術の成熟度	技術は確立されている。日本では、NEDOによって北海道稚内市と山梨県北杜市において、大規模電力供給用太陽光発電システム安定化等実証研究が行われている。また電力各社も商用電源として数MW級のメガソーラーを建設中。	
日本の優位性	2008年の世界の太陽光電池の販売実績は、日本メーカー勢(合計)は、中国、ドイツに続く第3位(18%、Wikipediaより)。	
その他	JICAの援助にてナザルバエフ大学に比較的規模の大きい800kWの太陽光設備を「カ」国に導入中。	

(2) 風力発電技術


表 2-20 風力発電技術

技術の概要	風力発電は、風の運動エネルギーを風車により動力エネルギーに変え発電機に伝送し電気エネルギーへ変換を行うものである。 風向や風速は絶えず変動し、風のエネルギー密度が小さいことから、安定した発電出力を得難い。安定した出力や発電効率を上げるためには、風力発電に適した風況が得られる場所に風車を設置することが重要である。風車の大型化や複数設置によって発電出力の増大と平滑化が期待でき、発電単価が低減されるため、ウィンドファームの大規模化が進む傾向がある。	 <p>東京電力 八丈島風力発電 (500kW)</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 発電によって発生する CO₂ はゼロである。 	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 系統の容量が小さいところでの風力発電は出力変動の大きな間欠電源であるため電圧や周波数等の電力の品質に影響を及ぼす。 ■ 蓄電池やフライホイール（エネルギーを回転エネルギーに変換して貯蔵する装置）等による発電出力の安定化システム導入が必要となる場合がある。 	
燃料削減効果 計算事例	風力発電による電力は全て CO ₂ 排出量の抑制に寄与する。	
価格レベル	NEDO の「再生可能エネルギー技術白書(2010)」によれば日本における陸上の風力発電設備の建設費は 20-30 万円/kW 程度である。	
技術の成熟度	風力発電は、再生可能エネルギーの中でも発電単価が比較的安価であることから実用化が進んでいる技術である。	
日本の優位性	世界のシェアでは Vestas 社（デンマーク）、GE（米国）など欧米企業が上位を占める。日本では三菱重工業が世界 9 位（2008 年時点）に位置する。	
その他	日本では洋上風力発電所の研究開発が進められている。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>着床式洋上風力発電の基礎イメージ（出典：TEPCO）</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>浮体式洋上風力発電のイメージ（出典：TEPCO）</p> </div> </div>	

2.2.3 送配電設備

(1) 送電線の超高压化技術

表 2-21 送電線の超高压化技術

技術の概要	送電電圧を引き上げて、送電ロスを低減する。 たとえば同じ電力を送電する際に、送電電圧を2倍にすると、電流は1/2、送電ロスは1/4になる。 東京電力は超高压送電線（1,000 kV）を開発・建設している。	
メリット	■ 送電ロスの低減	
デメリット	■ 送電線鉄塔の大型化、建設コスト増加	
燃料削減効果 計算事例	ロス低減効果算出（送電電圧を 275kV から 550kV に変更） 275kV 1 回線 20km ACSR410×4 潮流 1500MW の場合 送電電圧を 275kV から 550kV（2 倍）に引き上げる時の送電ロス低減は、9.75MW (=13.0MW - 3.25MW)である。 負荷率を 60%とすると、Buller-Woodrow の実験式から $\text{損失係数 } L = 0.3 \times 0.6 + 0.7 \times 0.6 \times 0.6 = 0.432$ ロス低減効果 = $9.75\text{MW} \times 8,760\text{h} \times 0.432 = 36.9\text{GWh/年}$ これを 40%の効率の石炭火力発電所で炊き減らし効果があると仮定した場合、 $36.9 \text{ GWh} / 0.4 \times 3,600 \text{ kJ/kWh} = 356 \text{ TJ}$ $356 \text{ TJ} \times 1/41.868 \text{ ktoe/TJ} = 8.5 \text{ ktoe}$ 燃料削減量 年間 8.5 ktoe	
価格レベル	立地条件、スケールメリットにもよるが、送電線（2 回線）単体で 10 million US\$/km 以上かかることもある。	
技術の成熟度	500kV 送電線は日本だけでなく諸外国で適用されているが、1,000kV 級は多くはない。	
日本の優位性	優位性は高い。	
その他	「カ」国には 1,050kV 送電線がすでに導入されている。	

(2) 送電線の力率改善

表 2-22 送電線の力率改善

技術の概要	<p>送電線を通る潮流の力率を改善することにより、送電ロスの低減を図る。</p> <p>潮流の力率が悪いと、遅れ電流を含んだ電流が流れるために送電ロス（送電ロスは電流の2乗に比例する）が増加する。受電端に適正量のコンデンサを設置し、負荷の遅れ電流を補償することにより力率改善を図り、送電ロスの低減が可能である。</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 送電ロスの低減
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ コンデンサ設置のコスト増
燃料削減効果 計算事例	<p>ロス低減効果算出（力率を 0.8 から 0.95 に改善）</p> <p>275kV 1 回線 20km ACSR410×4 潮流 1500MW の場合</p> <p>力率 0.8 を 0.95 に改善した場合の送電ロス低減は、5.35MW (=18.35MW - 13.0MW)となる。この場合の必要なコンデンサ設置量は、632MVA。</p> <p>負荷率を 60%とすると、Buller-Woodrow の実験式から</p> $\text{損失係数 } L = 0.3 \times 0.6 + 0.7 \times 0.6 \times 0.6 = 0.432$ <p>ロス低減効果 = 5.35MW × 8,760h × 0.432 = 20.2GWh/年</p> <p>これを 40%の効率の石炭火力発電所で炊き減らし効果があると仮定した場合、</p> $20.2 \text{ GWh} / 0.4 \times 3,600 \text{ kJ/kWh} = 182 \text{ TJ}$ $182 \text{ TJ} \times 1/41.868 \text{ ktoe/TJ} = 4.3 \text{ ktoe}$ <p>燃料削減量 年間 4.3 ktoe</p>
価格レベル	<p>コンデンサの価格は数千円/kVA 程度。</p>
技術の成熟度	<p>十分に成熟し、一般的に使われている技術である。</p>
日本の優位性	<p>特にない。</p>



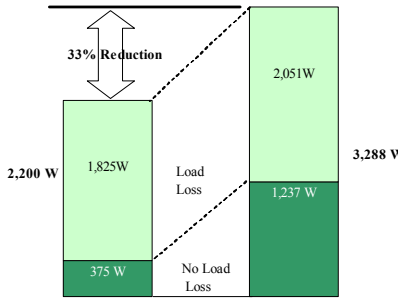
(3) 配電線の力率改善

表 2-23 配電線の力率改善

技術の概要	配電線路の力率の改善により、線路や主要機器の抵抗損が力率の2乗に反比例し、機器の所要容量が力率に反比例していずれも減少することにより、電力損失の軽減に寄与する。 遅れ力率改善にはコンデンサが、進み力率改善にはリアクトルが用いられる。	 <p style="text-align: right;">出典：日新電機株式会社 HP</p>
メリット	■ 線路や主要機器の抵抗損減少による CO2 排出量抑制及び送電容量増加、電圧降下の減少（電圧改善効果）が期待できる。	
デメリット	■ コンデンサ設置に必要となる初期投資コスト増、およびコンデンサの過剰設置・軽負荷時の系統電圧上昇の可能性もある。	
燃料削減効果 計算事例	ロス低減効果算出（力率を 0.8 から 0.95 に改善） 6.6kV 1 回線 10km ACSR120mm ² 電流 100A と仮定 力率を 0.8 から 0.95 に改善した場合の配電ロス低減は、11.4kW (=39.3kW - 27.9kW)である。 負荷率を 60%とすると、Buller-Woodrow の実験式から 損失係数 $L = 0.3 \times 0.6 + 0.7 \times 0.6 \times 0.6 = 0.432$ ロス低減効果 = $11.4\text{kW} \times 8,760\text{h} \times 0.432 = 43.1\text{MWh}/\text{年}$ これを 40%の効率の石炭火力発電所で炊き減らし効果があると仮定した場合、 $0.0431 \text{ GWh} / 0.4 \times 3,600 \text{ kJ/kWh} = 0.39 \text{ TJ}$ $0.39 \text{ TJ} \times 1/41.868 \text{ ktoe/TJ} = 0.009 \text{ ktoe}$ 燃料削減量 年間 0.009 ktoe	
価格レベル	容量等の仕様により異なる。電圧 6,600V、容量 500kVar、L=6%の進相用コンデンサで数百万円程度である。	
技術の成熟度	日本では一般に普及している。	
日本の優位性	特にない。	
その他	系統全体を考慮した計画的な設置が必要である。また、設置する主体を誰にするか（国、電気事業者、需要家等）の制度面の調整が必要となる。	

(4) アモルファス変圧器

表 2-24 アモルファス変圧器

技術の概要	<p>アモルファス合金で作られた鉄心を用いて作られた変圧器である。アモルファス合金は、鉄などの合金を急速に冷却してつくられる原子配列の不規則な非結晶合金である。</p> <p>アモルファス合金の鉄心は、従来の珪素鋼を用いた鉄心に比べ、無負荷損（電圧をかけただけの状態で生じる損失、いわゆる鉄ロス）が、大幅に低減されるため、ロス低減が可能である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="470 645 914 739" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">No Load Loss (Iron loss)</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">The constant loss that always occurs regardless of whether loaded or not.</p> </div> <div data-bbox="933 645 1377 739" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Load Loss (Copper loss)</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">The loss occurs because of the flow of load current when loaded.</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="470 750 914 985"> <p style="text-align: center; font-size: small;">Reductin of No Load Loss</p>  </div> <div data-bbox="933 750 1377 840">  </div> </div> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;">出典：日立製作所</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 変圧器の負荷が低いほど、無負荷損が大幅に低減しているのでロス低減効果は高い。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 変圧器の負荷が高くなるほど、ロス低減効果はでにくい。
燃料削減効果 計算事例	<p>ロス低減効果算出</p> <p>三相 1,000 kVA、負荷率 50%における変圧器の場合、従来品よりも 1,088 W の削減効果がある。</p> <p>この状況が 1 年継続するとした場合、 ロス低減効果 = 1.088 kW × 8,760 h = 9.5 MWh/年</p> <div style="text-align: right;">  </div> <p style="text-align: right;">アモルファス変圧器と従来品との比較 出典：日立製作所</p> <p>これを 40%の効率の石炭火力発電所で炊き減らし効果があると仮定した場合、</p> <p style="text-align: center;">0.0095 GWh / 0.4 x 3,600 kJ/kWh= 0.086 TJ</p> <p style="text-align: center;">0.086 TJ x 1/41.868 ktoe/TJ= 0.002 ktoe</p> <p>燃料削減量 年間 0.002 ktoe</p>
価格レベル	従来品に比較して 2 割程度高額。
技術の成熟度	1990 年代に電力会社用、一般配電用アモルファス変圧器は商品化され、日本国内の納入実績も多く、技術は確立されている。
日本の優位性	優位性は高い。日本では日立製作所が主なメーカー。

2.2.4 消費者設備

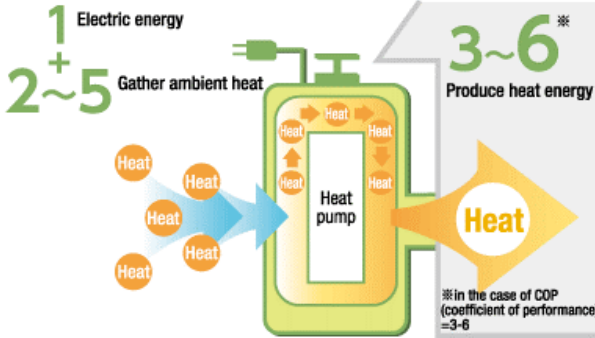
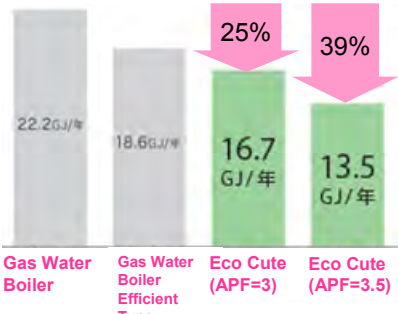
(1) 高効率ヒートポンプ技術（業務用エアコン）

表 2-25 高効率ヒートポンプ技術（業務用エアコン）

技術の概要	<p>冷媒の圧縮、凝縮、膨張、蒸発を繰り返しながら大気中から熱エネルギーを奪って冷暖房に利用する技術である。入力電気エネルギー1に対して、3以上の熱エネルギーを得ることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機器単体の冷房（冷却）能力が 28kW 以上であること。 ・冷媒にオゾン層を破壊する物質が使用されていないこと。 ・エネルギー消費効率が、下記数値以上であること。 <p>空冷機器／チリングユニット（3.58） ビル用マルチエアコン等（3.90）</p> 
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 最新の高効率ヒートポンプの COP は 5.0 以上であり、省エネルギー効果が高い。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 追加コストを生じるため導入のインセンティブ対策が必要である。日本では高効率空調機導入補助金制度により普及支援策が取られている。
燃料削減効果 計算事例	<p>燃料削減量の算出(冷却能力 600kW のガス吸収式冷温水発生器(COP1.6)と高効率ターボ冷凍機(COP6.4)の比較)</p> <p>年間 100 日、1 日 8 時間運転すると仮定した場合、 ガス吸収式の最終エネルギー消費量： $600\text{kW} \times 1/1.6 \times 100 \times 8 = 300\text{MWh}$ $300\text{MWh} \times 3,600 \text{ kJ/kWh} = 1.1 \text{ TJ}$</p> <p>高効率ターボ冷凍機の最終エネルギー消費量： $600\text{kW} \times 1/6.4 \times 100 \times 8 = 75\text{MWh}$</p> <p>40%の効率の石炭火力発電所で炊き減らし効果があると仮定した場合、 $75\text{MWh} / 0.4 \times 3,600 \text{ kJ/kWh} = 0.68 \text{ TJ}$</p> <p>年間一次エネルギー消費削減量は 0.42TJ $0.42\text{TJ} \times 1/41.868 \text{ ktoe/TJ} = 10.03 \text{ toe}$</p> <p>燃料削減量 年間 10.03 toe</p>
価格レベル	容量等により異なる。最新の高効率タイプ（冷凍能力 600kW）の場合、機器一式定価は 5,000 万円レベル。
技術の成熟度	京都議定書目標達成計画における目標台数を受けて、業界として目標能力 141 万冷凍トンを設定している。
日本の優位性	高効率なヒートポンプ技術は多くの日本メーカーの得意技術であるが、コストが高いため、適用国の電気料金によりその競争力は異なる。


(2) CO2 ヒートポンプ給湯機 (エコキュート)

表 2-26 CO2 ヒートポンプ給湯機 (エコキュート)

技術の概要	冷媒 (CO ₂) を圧縮、凝縮、膨張、蒸発を繰り返しながら大気中から熱エネルギーを奪ってお湯を沸かす給湯技術である。このため、入力電気エネルギー1に対して、3以上の熱エネルギーを得ることができる。  (出典：東京電力 HP)
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 最新のエコキュートの効率 (COP) は 4.0 以上 (年間平均 3.0 以上) であり、省エネ効果が高い。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ■ 室外機と貯湯タンクを設置するためのスペースが必要。
燃料削減効果 計算事例	燃料削減量の算出 (従来型燃焼式給湯器とエコキュートの比較) 年間一次エネルギー消費量 従来型燃焼式給湯器 (都市ガス) : 22.2GJ エコキュート : 13.5GJ 1 台あたり年間一次エネルギー削減量は 8.7GJ となる。 $0.0087 \text{ TJ} \times 1/41.868 \text{ ktoe/TJ} = 0.2 \text{ toe}$ 燃料削減量 年間 0.2 toe  出典：TEPCO HP
価格レベル	フルオートタイプ (2 缶式/貯湯量 300L) : 60 万～80 万円程度
技術の成熟度	「エコキュート」は 2009 年末の時点で約 225 万台が設置された。京都議定書目標達成計画では、2020 年度までに 1,000 万台の設置をめざしている。
日本の優位性	日本の高効率給湯システムは効率の面で優位性は高いが、効率は低くても価格の安い外国メーカーも存在する。
その他	メーカーカタログによれば、-25 度以下の寒冷地には適用できない。

(3) 電気自動車

表 2-27 電気自動車

技術の概要	電力により推進する自動車であり一般的には外部からの充電または電池交換により走行用の電力を得る自動車であるが、ソーラーカー・燃料電池車(FCEV)・ハイブリッドカー(HEV)・架線から電力を供給されるトロリーバスも広義の電気自動車に含まれる。 <div style="text-align: right;">  <p>出典：TEPCO ホームページ</p> </div>
メリット	■ CO2 排出量抑制効果及び燃費削減効果が見込まれる。
デメリット	■ 価格帯が高めであり、1 充電あたりの走行距離が短い。
燃料削減効果 計算事例	燃料削減量の算出（ガソリン自動車（軽）と電気自動車（軽）の比較） 年間走行距離を10,000kmとすると、 ガソリン自動車の燃料消費量: 15 km/L $10,000 / 15\text{km/L} = 666 \text{ L}$ $0.67 \text{ kL} \times 34.6 \text{ MJ/L} = 23,182 \text{ MJ}$ 電気自動車の燃料電力量: $0.1 \text{ kWh} / \text{km} \times 10,000\text{km} = 1,000 \text{ kWh}$ 40%の効率の石炭火力発電所で炊き減らし効果があると仮定すると、 $1.0 \text{ MWh} / 0.4 \times 3,600 \text{ kJ/kWh} = 9,000 \text{ MJ}$ ガソリン自動車と電気自動車の燃料消費量の差は、 $14.2\text{GJ} \times 1/41.868 \text{ ktoc/TJ} = 0.34\text{toe}$ 燃料削減量 年間 0.34 toe
価格レベル	1 台 数百万円程度
技術の成熟度	2009 年度における電気自動車の推定保有台数は、1,941 台（原付自転車を除く、（社）次世代自動車振興センター調べ）、日本政府は 2020 年までに保有台数目標 207 万台を目指している。
日本の優位性	バッテリー技術で優位にたつ日本の優位性は高い。
その他	普及促進のためには充電ステーションを充実させる必要がある。

第3章 世界の地球温暖化への取り組み

3.1 日本の地球温暖化政策と取り組み

3.1.1 日本の地球温暖化対策の経緯

人口増と生活水準の向上に伴う森林面積の減少、化石燃料使用量の増加、産業活動拡大等による地球温暖化が懸念されている。地球温暖化に対する国際的な取り組みとして、1988年に「気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC）」が設立された。これにより、科学的、技術的、社会経済学的な見地から、人為起源による気候変化、影響を評価し、その適応及び緩和策を作成することが可能となった。その後、1992年に開催された「環境と開発に関する国際連合会議」を契機に、1994年に「気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）」が発行された。同条約は、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させ、現在及び将来の気候を保護することを目的としたものであり、京都議定書の基盤となった。

日本政府も、上記国際的な取り組みに積極的に関わり、温室効果ガス排出量削減を目的とする国際的な取り組みである京都議定書（参加194カ国と欧州連合）を1997年の気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）で採択、2002年に締結・批准した。また、京都議定書の採択を受けて、地球温暖化対策推進法が1998年に成立。2002年には日本の同議定書締結に伴い、同法の改正により京都議定書目標達成計画、地球温暖化対策推進大綱が策定された。これにより、産業界が定めた地球温暖化対策に係る自主行動計画、省エネ法を強化し、地球温暖化対策を促進してきた。更に、2009年9月の国連総会で日本政府は、1990年比25%削減を目指す旨を国際的にコミットし、更なる削減を目指している。

温室効果ガス排出量削減と経済成長の両立を目指し、2010年6月に日本国政府は、環境関連事業を国内外の成長分野と位置付けた「新成長戦略（基本方針）」を策定し、グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国を目指し、2020年までに50兆円超の環境関連新規市場、140万人の環境分野の新規雇用を創設するという目標を掲げている。

また、日本政府の地球温暖化対策の基本的な方向性を明らかにするため、地球温暖化に関する基本原則や国、地方公共団体、事業者並びに国民の責務、温室効果ガス排出量の削減に関する中長期的な目標、基本政策をまとめた「地球温暖化対策基本法」が2010年3月に閣議決定し、国会に提出された。本法案は、現在も引き続き継続審議されている。

3.1.2 国内における地球温暖化対策

国内においては、上記法案に基づき、国内排出量取引制度の創設、全量固定価格買取制度の創設、地球温暖化防止のための税の見直し等、主要政策の他、再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス等）の普及拡大支援策の導入、低炭素投融资、情報通信技術の活用、革新的技術開発の前倒し（蓄電池や次世代自動車、火力発電所の効率化、情報通信システムの低消費電力化）を通じ、日本の経済社会を低炭素型に革新していくこ

とが検討されている。また、モーダルシフト（輸送手段の転換）の推進、省エネ家電の普及等により、運輸・住宅での総合的な温室効果ガス削減が検討されている。

3.1.3 気候変動枠組み並びに京都議定書に係る国際交渉

1997年に日本国政府は気候変動枠組み条約第3回締約国会議（COP3）で京都議定書を採択、2002年に締結、批准し、EU諸国、ロシア、ウクライナと共に先進国として削減量をコミットし、国内ならびに海外で、排出量削減に取り組んできた。

また、ポスト京都議定書の温室効果ガス削減交渉においても、2009年にコペンハーゲンで開催されたCOP15では、すべての主要国による公平かつ実効性のある国際枠組みの構築、及び意欲的な目標を率先して掲げ「鳩山イニシアティブ」として、1990年比25%削減を国際社会にコミットした。同目標を達成すべく、キャパシティビルディング分野などで途上国支援の道筋をつけることに尽力している。

3.2 排出権取引に関する現状と今後の見通し

3.2.1 経緯と枠組み

排出権取引は、各国家または企業毎に温室効果・大気汚染物質の排出枠（キャップ）を定め、排出枠が余った国や企業と、排出枠を超えて排出した国や企業との間で取引（トレード）する制度である。米国の硫黄酸化物の排出証取引（1990年代前半）に始めて導入された同制度は、初の国際的な排出権取引として京都議定書に組み入れられた。

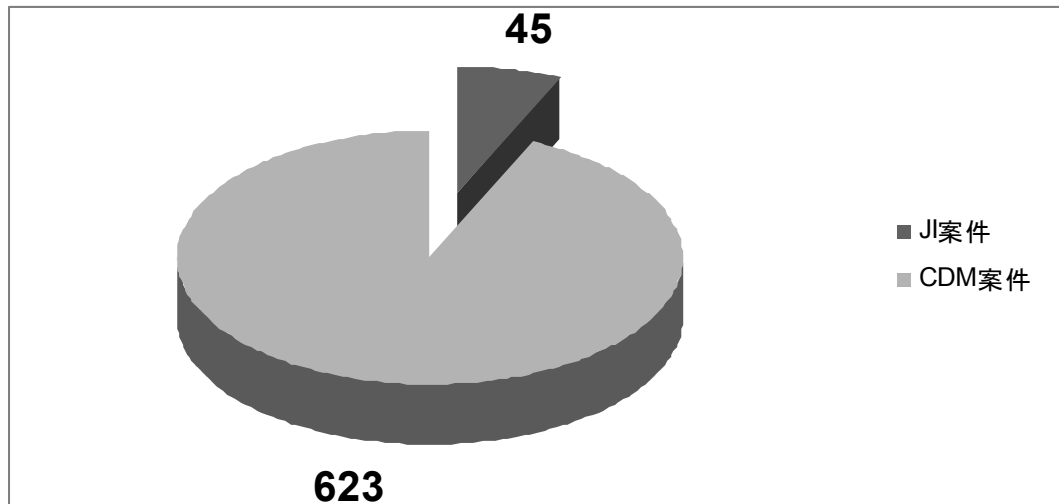
京都メカニズムは、京都議定書において定められた、温室効果ガス削減をより柔軟に行うための経済的なメカニズムのことであるが、対象国・活動の種類により、それぞれ「クリーン開発メカニズム」（CDM）、「共同実施」（JI）、「国際排出権取引」（IET）に分けられる。このメカニズムは一般的に「排出権取引」と呼ばれており、日本国政府の温室効果ガス削減義務の達成に重要な補足手段と考えられている。

京都メカニズム

- **CDM:**先進国（附属書I国）が途上国（非附属書I国）で温室効果ガス削減事業に投資し、削減分を目標達成に利用できる制度
- **JI:**先進国が他の先進国（中東欧またはCIS諸国）の温室効果ガス削減事業に投資し、削減分を目標達成に利用できる制度
- **IET:**先進国同士が削減目標達成のため排出量を売買する制度

3.2.2 実績

CDM と JI 案件の実施は 2000 年から検討され、2011 年 1 月 25 日現在まで世界中に CDM プロジェクトは 2,773 件、JI プロジェクトは 241 件が登録されている。現在登録されている CDM プロジェクトだけで 2012 年末までに 1,920 百万トンの CO₂ が削減されると予測されている。その中で日本は CDM 案件 668 件と JI 案件 45 件に参加しており、おおよそ 160 百万トン (CO₂/年) を取得できるものと見込まれる。



(出典：Web サイト Kyoto Mechanism Information Platform)

図 3-1 日本国 CDM/JI 別プロジェクト件数

また、我が国は CDM と JI 以外では IET にも参加しており、ウクライナ、ラトビア、チェコ、ポーランドから排出枠を 75.5 百万 ton-CO₂ 分買い取ると報道されている。その取引はグリーン投資スキーム (GIS) という枠組みの下に実施され、売り手国は排出枠を販売することによる収入を環境改善・温室効果ガス削減プロジェクトに投資することが義務付けられている。GIS は日本の削減義務達成だけではなく、日本の先端省エネ及び環境技術移転等につながると期待されている。

日本国内の温室効果ガスの排出は増加する傾向にある中、低いコストで排出削減を可能とする京都メカニズムを利用することは、日本にとっては重要な選択肢と言える。

3.2.3 COP の見通し

COP16 では、ポスト京都議定書の枠組みについて、京都議定書を批准しなかった米国や、これまで温室効果ガスの削減義務を負っていなかった中国、インド等の新興国にも一定の削減を求めていく方向でカンクン合意が採択された。しかしながら、本会議において、現行の京都議定書の枠組み (米国が批准せず、中国、インド等の新興国が温室効果ガスの削減義務を負わないもの)、並びに京都メカニズムの限界 (手続きの煩雑性、審査が長期化、日本の技術的優位性が生かせない等) を理由に、日本国政府が強く反対した京都議定書の単純延長や新議定書に法的拘束力を持たせるか否かの結論については、2011 年末の COP17

(南アフリカ共和国で開催予定)に持ち越された。米国、中国、インド等に参加を促すとした点で、一定の成果を得た格好と言えるが、中国政府が、現行の京都議定書の枠組み維持を主張する等、各国の利害対立は残っており、先行きは不透明な状況にある。

3.2.4 二国間取引について

日本政府は、米中などの主要排出国の参加がポスト京都議定書における排出目標達成の前提条件として、「2020年に90年比25%削減」を地球温暖化対策基本法（継続、審議中）に明記している。従って、日本国政府は、ポスト京都議定書において、現行の京都議定書の単純延長に反対の立場を取っているが、ポスト京都議定書の枠組みに対する交渉のみならず、CDMなどの京都メカニズムの改善を目指すべく、「二国間および多国間クレジット制度」による新たなメカニズムの構築を検討している。「二国間および多国間クレジット制度」は、各国独自の制度設計の道を開いたコペンハーゲン合意（COP15）に基づき、二国間約束の下で、低炭素技術活用により海外での排出削減への貢献を、独自に評価することを認めようとする制度であり、日本政府は、経済産業省が主導となり、2010年度より、課題の洗い出しと案件発掘のためのパイロットプロジェクトを実施している。なお、2010年8月に実施された第一公募では、東南アジアを中心に、CO2排出の主要因である石炭、火力、鉄、セメント等計15のプロジェクトが採択されている。また、10月に第二公募が実施され、原子力、CCS等のCDM対象外の分野や今後の国際交渉における重要な国を中心に、追加で15件が採択された。2011年度は環境省とNEDOも案件公募を開始する。

二国間取引の具体的な内容はまだ決定されていないが、産業構造審議会環境部会地球環境小委員会政策手法ワーキンググループの第7回のミーティングでは「叩き台」の考え方が検討され、下図の通りとなっている。

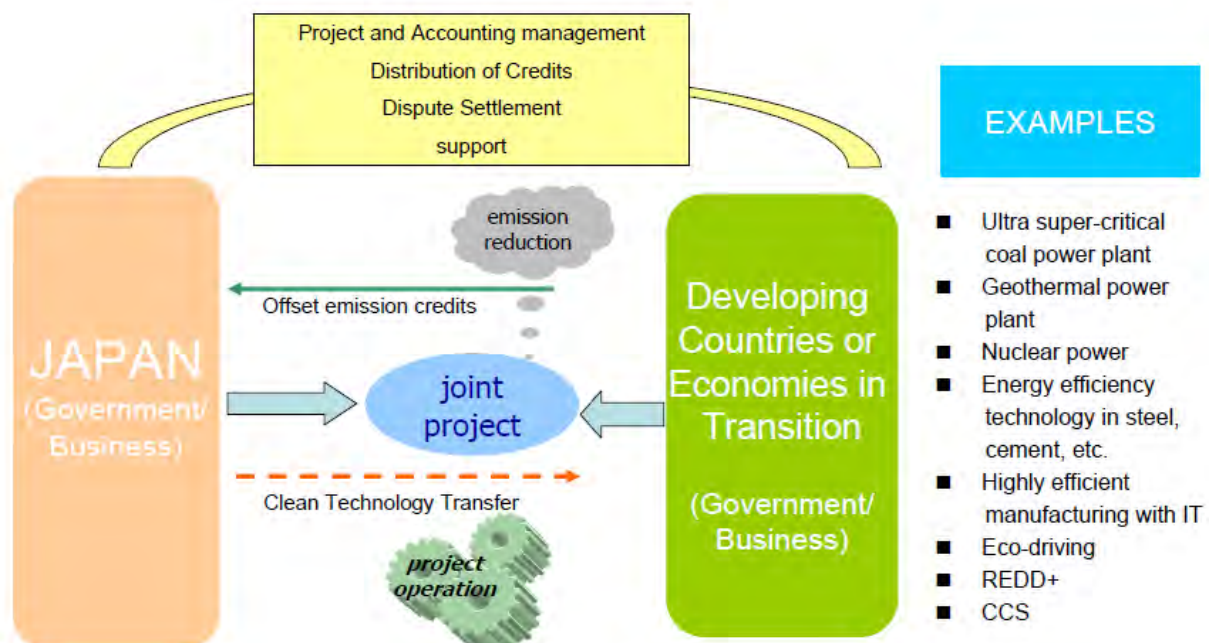


図 3-2 二国間取引制度（叩き台）

二国間取引の前提は日本政府と発展途上国政府との間における合意書等の締結であり、その約束の下、日本の最先端技術を使用したプロジェクトは途上国で実施され、それに基づき排出権取引を行う。低炭素技術による海外での排出削減への貢献を独自に評価・クレジット化することにより、日本が排出権を取得できる制度を構築する。また、同制度により、日本の企業の海外ビジネス・チャンスが広がり、日本の技術移転と発展途上国への資金調達の可能性が開かれる。

また、日本政府は二国間クレジット制度の促進のため、東南アジアを中心に、二国間約束に向けた政府間協議を開始し、排出量の測定、クレジットの認定、クレジット配分等の内容を検討していると報道されている。

3.3 カザフスタンと排出権取引

「カ」国は1995年5月17日に非附属書I国としてUNFCCCを批准したが、2000年5月23日に附属書I国になる意思を自主的に宣言した。同国は2009年に非附属書I国として京都議定書に批准したが、現在、京都議定書附属書B国として加盟を目指している。しかし、「カ」国の附属書B国への移行は京都議定書加盟国3/4が批准しなければならず、同国は、排出権取引に参加できずにいる。ソ連時代から残っている産業設備の老朽化、エネルギー利用の低効率、エネルギー需要増加、石油・ガス産業の著しい発展により、同国における温室効果ガス削減のポテンシャルは非常に高いと考えられている。特に、2010年12月にカンクンで開催されたCOP16で「カ」国は共同実施監督委員会(Joint Implementation Supervisory Committee: JISC)にJI案件を提出することを認められ、同国は、これから排出権取引においては重要な役割を果たすと期待されている。

【参考】

附属書I国：OECD加盟諸国の大半及び旧ソ連・中東欧諸国の一部を指す。気象変動枠組条約で、途上国に先行して2000年までに温室効果ガス排出量を1990年レベルに安定する政策と措置を取ることと、全締約国の約束として気候変動防止策をとること、国内排出源の情報を送付することなどの義務を負う。条約の附属書Iにリストアップされているのでこのように呼ばれる。旧ソ連・中東欧諸国は、附属書I締約国の義務のある程度の弾力的適用が認められている。OECD諸国でも後から加盟したメキシコや韓国は含まれていない。また、非附属書I国といえば途上国を指す。

附属書II国：OECD加盟国の大半を指す。気象変動枠組条約の附属書I締約国としての義務に加え、途上国への資金提供などの義務を有する。条約の附属書IIにリストアップされているので、このように呼ばれる。また、OECD加盟国のうち、のトルコ・メキシコ・韓国と、中東欧のポーランド・チェコなどは含まれない。

附属書A国：京都議定書に定められた、対象とする温室効果ガスと分野、排出源分類のリスト。

附属書B国：京都議定書で数値目標が定められている国のこと。日本、米国、EU諸国などの38カ国とECである。京都議定書の附属書B国にリストアップされているので、このように呼ばれる。気象変動枠組条約の附属書I国とほぼ同じであるが、COP3（第3回締約国会議）当時条約を批准していなかったトルコやベラルーシが除かれている。

第4章 カザフスタンの環境・エネルギー事情

4.1 一般情報

4.1.1 地理と自然環境

(1) 国土

「カ」国はユーラシア大陸の中央部に位置しており、世界第9位の広大な国土面積（272万km²：日本の約7倍）を有し、同時に世界最大の内陸国でもある。カスピ海を除く国境線の長さは13,394kmにおよび、ロシア（7,591km）、ウズベキスタン（2,354km）、中国（1,782km）キリギス（1,241km）トルクメニスタン（426km）と国境を接している。このため、近隣各国との電力を含めたエネルギー取引の将来性は高いと言える。



図4-1 「カ」国全土

国土の大部分はステップ地帯であるが地形は大きく3つに分類される。モンゴル国境のアルタイ山脈を含むカザフ高原、中部のカザフステップ、西部のカスピ海沿岸低地である。中部のステップ地帯はサルイイシコトラウ砂漠やキジルクム砂漠などで、気候は大陸性で乾燥しており気温差が大きい。首都アスタナの月間平均気温と降水量は以下のとおりである。

表4-1 アスタナの気候（最高・最低気温：℃、雨量：mm）

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
アスタ ナ	最高	-11	-10	-4	10	20	25	27	25	18	9	-2	-9
	最低	-17	-18	-12	0	8	13	15	13	7	0	-9	-15
	雨量	13	11	16	18	22	29	38	26	15	17	17	16

（出典：MSN 天気予報 Web サイト）

全般的に夏は涼しく冬は寒いため、暖房需要（熱供給施設）が大きく、夏の空調需要は相対的に小さい。また、国土・自然環境から水力、風力、太陽光発電などの適地が多く、石油、石炭の産出国ということで、石油・石炭・ガスいずれの発電設備にも適していて、エネルギー供給に関しては恵まれた国と言える。

(2) 人口・国民

1991年の独立以降、「カ」国は人口が減少傾向にあったが、人口の流出と出生率の低下が原因であった。ところが、「カ」国の経済成長とともに2003-2004年からは流出する移民より、ウズベキスタン、キルギスタン、タジキスタンから労働者の入国する人が多くなり、

人口の減少に歯止めがかかっている。

人口（2009年時点 1,564万人）の大半は首都と一部の地域に偏在している。人口密度は、平方キロメートルあたり 5.6人、年齢構成は 14歳以下が 23%、労働人口に相当する 15-64歳が 69%、65歳以上が 8%となっており、国の平均年齢は 28.8歳と先進国と比較すると若い。

表 4-2 「カ」国の人口推移

	単位	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
人口	百万人	15.08	14.96	14.91	14.93	15.00	15.09	15.19
伸率	%		-0.8	-0.3	0.1	0.5	0.6	0.7
	単位	2006	2007	2008	2009	2010	10/99	10/05
人口	百万人	15.30	15.41	15.52	15.64	15.75		
伸率	%	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.4	0.7

(出典：IMF 統計 2010年は過去5年間の伸び率を適用)

表 4-3 各国の平均年齢の変化

	2000年	2050年
アメリカ	36.5歳	41.1歳
フランス	38.9歳	44.3歳
イタリア	42.0歳	50.4歳
日本	42.9歳	54.9歳
中国	32.5歳	45.0歳
カザフスタン	28.8歳 (2009年時点)	

(出典：WHO ホームページ)

民族構成は、カザフ人（53.4%：900.8万人）、ロシア人（30%：396.2万人）、ウクライナ人（3.7%：44.5万人）、ウズベク人（2.5%：43.4万人）、ウイグル系（1.4%）、タタール系（1.7%）、ドイツ人（2.4%）（2009年：CIA The World Factbook）であり、カザフ語が国語（ロシア語は公用語）となっている。

宗教は大きくイスラム教スンニ派（47%）とロシア正教（44%）（2009年 CIA The World Factbook）に分かれる。すなわち、「カ」国は多民族・多宗教国家で、独立後の 1995年には大統領直属の諮問機関である「カザフスタン民族総会」が設置された。総会の目的は「多民族・多宗教間の問題の解決」で、総会の構成員は国家機関・民族・文化社会団体の代表などで、その活動は国際社会からも関心を集めている。

4.1.2 政治機構

(1) 歴史

1990年10月25日に主権宣言（旧ソビエト連邦からの離脱）、1991年12月10日に国名

を現在「カザフスタン共和国」に変更、同年12月16日に「独立宣言」をおこなう。1995年8月に国民投票により新憲法を採択した。政治体制は直接選挙による大統領制で、現大統領は、ナザルバエフ（NAZARBAYEV, Nursultan Abishevich）大統領で2000年7月制定の「初代大統領法」により終身特権を獲得した。議会は上院(セナート)、下院（マジルス）の2院制である。

(2) 政府および関連機関

政府を構成する20の省、政府構成外の中央執庁、政府系組織、大統領府および大統領直轄機関などが主要な中央機関となっている。

表 4-4 行政機関である省名

	政府を構成する省	大臣名
1	首相	カリム・マシモフ
2	首相府	ガビドゥッラ・アブドラヒモフ長官
3	外務省	カナト・サウダバエフ大臣
4	国防省	アディルベク・ジャクスイベコフ大臣
5	内務省	セリク・バイマガンベトフ大臣
6	法務省	ラシッド・トゥスプベコフ大臣
7	財務省	ボラット・ジャミシェフ大臣
8	経済発展貿易省	ジャーナル・アイトジャノヴァ大臣
9	産業新技術省	アセト・イセケシェフ大臣
10	石油・ガス省	サワット・ミンバエフ大臣
11	環境保護省	ヌルガリ・アシモフ大臣
12	労働国民社会保障省	グリシャラ・アブディカリコヴァ大臣
13	農業省	アクルベク・クリシュバエフ大臣
14	教育科学省	バクトジャン・ジュマグロフ大臣
15	運輸交通省	アベリガジ・クサイノフ大臣
16	文化省	ムフタル・クルムハメド大臣
17	情報通信省	アスカル・ジュマガリエフ大臣
18	観光スポーツ省	テミルハン・ドスムハンベトフ大臣
19	保健省	サリダト・カイルベコヴァ大臣
20	非常事態省	ヴラジーミル・ボジュコ大臣

表 4-5 政府構成外の主な中央執庁

	政府構成外の中央執庁	長官
1	統計庁	アリハン・スマイロフ長官
2	土地資源管理庁	ウムルザク・ウズベコフ長官
3	自然独占規制庁	ヌルラン・アルダベルゲノフ長官
4	宇宙庁	タルガット・ムサバエフ長官
5	競争保護庁	マジト・エセンバエフ長官
6	建設住宅公益事業庁	セリク・ノキン長官

表 4-6 主な政府系組織

	組織名
1	カザフスタン中央銀行
2	カザフスタン開発銀行 (DBK)
3	国家福祉基金「サムルーク・カズィナ」
4	国営石油・ガス企業「カズムナイガス」(KMG)
5	国営原子力企業「カズアトムプロム」(KAP)
6	国営鉄道「カザフスタン・ティムル・ジョリ」(KTZh)
7	国営通信企業「カザフテレコム」

(3) 地方行政

首都は、1997年12月10日にアルマティより遷都したアスタナ (Astana : 旧アクモラ) であるが、「カ」国の地方行政区は2市、14州に分かれており、各州には、都市、町、村、自治区、集落などに規模別に分かれている。市・州別の行政区割と州都の人口は下表のとおりである。

表 4-7 「カ」国の地方行政区

	市・州名	州都と行政区
1	アスタナ市 Astana	1997年10月から「カ」国の首都で、各国の大使館や大手企業のオフィスがある。全人口の3%が居住している。
2	アルマティ市 Almaty	「カ」国最大の都市で、1929-1997年間カ国の首都であった。全人口の8%が住んでいる。
3	アクモラ州 Akmola	州都はククシュタウで、同州には10町14村、17地方自治区、712の集落がある。
4	アルマティ州 Almaty	州都はタルディクルガン、同州には、10都市、16地方自治区、234集落がある。
5	アクトベ州 Aktobe	州都はアクトベ市、州人口の40%以上がアクトベ市に住んでいる。州には8都市、12地方自治区、441集落がある。
6	東カザフスタン州 Eastern Kazakhstan	州都はオスケメン市、州の人口の21%がオスケメン市に住んでいる。州には10都市、15地方自治区、857集落がある。
7	カラガンダ州 Karaganda	州都はカラガンダ市、州人口の31%がカラガンダ市に住んでいる。州には11都市、9地方自治区、556集落がある。
8	コスタナイ州 Kostanai	州都はコスタナイ市、州人口の22%がコスタナイ市に住んでいる。州には5都市、16地方自治区、799集落がある。
9	パウロダル州 Pavlodar	州都はパウロダル市、州人口の40%がパウロダル市に住んでいる。州には2都市、10地方自治区、164集落がある。
10	北カザフスタン州 Northern Kazakhstan	州都はペトロパプル市、州人口の28%がペトロパプル市に住んでいる。州には5町6村、13地方自治区、774集落がある。
11	ジャンブル州 Zhambyl	州都はタラス (Taraz)。タラスの人口は33万 (1999年) で、タラスは1991年のソ連崩壊後は、アウリエ・アタ (Aulie-Ata) の名になり、その後、古名であるタラスが正称となった。
12	西カザフスタン州 Western Kazakhstan	州都はウラルスク市、州人口の37%がウラルスク市に住んでいる。州には1都市、4村、12地方自治区、154の集落がある。
13	クズイルオルダ州 Kyzylorda	州都はクズイルオルダ市、州人口の32%がクズイルオルダ市に住んでいる。州には3都市、7地方自治区、269集落がある。
14	南カザフスタン州 Southern Kazakhstan	州都はムシケント市、州人口の24%がムシケント市に住んでいる。州には8都市、12地方自治区、933集落がある。
15	アティラウ州 Atyrau	州都はアティラウ市、州人口の43%がアティラウ市に住んでいる。州には3地方自治区、15村、57集落がある。
16	マンギスタウ州 Mangystau	州都はアクタウ市、州人口の50%がアクタウ市に住んでいる。州には3町、4地方自治区、26集落がある。

(出典：カザフスタン大使館資料「カザフスタン概要小冊子」ほか)

4.1.3 経済活動

(1) 独立後の経済発展過程

「カ」国の産業構造は、豊富なエネルギー鉱物資源を中心に産業部門が育成され、石炭産業、石油ガス産業、鉄鋼業、非鉄金属工業などが重要な鉱工業部門である。鉱工業部門とともに、1950年代の後半には、アスタナを拠点に北部地域で開拓が進められ、穀物生産を主とする大規模な農業経営が発展した。このように、「カ」国は鉱工業と農業が均等に発展する模範的な共和国であったが、ソ連解体とともに需要先あるいは原材料、機械・資材調達先の喪失といった事態により、大きなダメージを受けたが、石油・非鉄金属などの資源関連産業は発展していった。現在、政府は資源依存型産業からの脱却を図るため技術導入による高付加価値産業の育成に力を入れている。

独立後の「カ」国の経済状況は良好とは言い難く、1992-1995年にかけて経済危機に見舞われ、1992年には3,000%を超えるハイパーインフレとなった。一方、1993年11月には新通貨テングが導入され、市場経済への移行に伴い新たな銀行システムも整備された。また、外国からの直接投資によって経済が活発化していった。

1991年当時、「カ」国では75%の人が公共セクターで25%が民間セクターで働いていたが、2006年にはこれが逆転し76%の人々が民間セクターで働くようになった。2001年にはEU、2002年には米国によって「カ」国は市場経済国家であることが正式に認められた。2000年以降のGDPの成長率も著しく2006年まで毎年、前年比約10%の成長率を維持している。

表 4-8 「カ」国の主要な経済指標

	為替 レート	Refinancing rate	Treasury bill rate	貸出金利 (対企業)	就業者	失業率
	Tenge/USD	%	%	%	1,000人	%
1998	78.3	25.00	23.59		6,128	13.1
1999	119.5	18.00	15.63		6,105	13.5
2000	142.1	14.00	6.59		6,201	12.8
2001	146.7	9.00	5.28		6,699	10.4
2002	153.3	7.50	5.20		6,709	9.3
2003	149.6	7.00	5.86	14.9	6,985	8.8
2004	136.0	7.00	3.28	13.7	7,166	8.4
2005	132.9	8.00	3.28	13.0	7,244	8.1
2006	126.1	9.00	3.28	12.2	7,404	7.8
2007	122.6	11.00	7.01	14.8	7,632	7.3
2008	120.3	10.50	7.00		7,855	6.6
2009	147.5	7.00	7.00		7,905	6.6
2010	147.4	7.00	7.00		8,029	6.2
2010/05	2.1%				2.1%	

注) Refinancing rate : 日本の公定歩合に相当する。

Treasury Bill rate : 日本の銀行への普通預金金利に相当する。

2010年就業者数と失業率は、第一四半期末の数字

(出典: IMF International Financial Statistics, Ministry of Finance of Kazakhstan, National Bank of the Republic of Kazakhstan)

表 4-9 「カ」国の GDP と一人あたり GDP

	名目 GDP		実質 GDP (2005年価格)		Deflator		ドル GDP		一人あたり GDP
	Billion Tenge		Billion Tenge	%	2005=100	%	Billion US\$	%	US\$/人
1998	1,653		3,882	-2.5	42.6		21.1		1,383
1999	2,015		3,990	2.7	50.5	18.6	16.9	-20.1	1,118
2000	2,590		4,424	9.8	58.5	15.9	18.2	8.1	1,218
2001	3,158		5,114	13.5	61.7	5.5	21.5	18.1	1,444
2002	3,529		5,670	9.8	62.2	0.8	23.0	6.9	1,542
2003	4,465		6,251	9.3	71.4	14.8	29.8	29.7	1,990
2004	5,873		6,915	9.6	84.9	18.9	43.2	44.7	2,862
2005	7,658		7,658	9.7	100.0	17.7	57.6	33.4	3,793
2006	10,262		8,477	10.7	121.1	21.1	81.4	41.2	5,319
2007	12,602		9,181	8.3	137.3	13.4	102.8	26.3	6,670
2008	16,307		9,475	3.2	172.1	25.3	135.6	31.9	8,734
2009	15,574		9,589	1.2	162.4	-5.6	105.6	-22.1	6,751
2010	17,801		10,260	7.0	174.3	7.3	120.8	14.4	7,669
2010/05	18.4%		6.0%		11.8%		16.0%		15.1%

注) 2010年実質 GDP 伸び率は、現地有識者見通し(非公式)

(出典: IMF 統計、EBRD Economic Indicators など)

表 4-10 対外債務残高・政府支出・公的債務の推移

	名目 GDP		対外債務*1		政府支出		公的債務	
	Billion US\$	伸び 率	Billion US\$	伸び 率	Billion US\$	伸び率	Billion US\$	伸び率
2001	21.5		13.0					
2002	23.0	6.9	20.8	60.0				
2003	29.8	29.7	22.9	10.1	6.65		4.47	
2004	43.2	44.7	32.9	43.7	9.81	47.6	4.92	10.2
2005	57.6	33.4	43.4	31.9	12.84	31.0	4.67	-5.3
2006	81.4	41.2	74.1	70.7	16.44	28.0	5.45	16.9
2007	102.8	26.3	96.7	30.5	24.88	51.3	5.96	9.3
2008	135.6	31.9	106.1	9.7	34.58	39.0	9.22	54.6
2009	105.6	-22.1	117.9	11.1			15.00	62.6
2010	120.8	14.4	112.8	-4.3			21.91	46.1
2010/05	16.0%		21.0%				36.2%	

*1 対外債務には外資系企業債務と短期債務を含む。これらを除くと

2006年=56.0、2007年=80.8、2008年=88.0(単位: Billion US\$)である。

(出典: EBRD Economic indicators、Ministry of Finance of Kazakhstan、National Bank of Kazakhstan の2011年1月資料)

表 4-11 GDP に対する債務残高・政府支出・公的債務の比率(単位: %)

	対 GDP 債務残比率	対 GDP 政府支出比率	対 GDP 公的債務比率
2003	69.7	22.3	15.0
2004	53.0	22.7	11.4
2005	57.1	22.3	8.1
2006	53.3	20.2	6.7
2007	72.1	24.2	5.8
2008	71.3	25.5	6.8
2009	100.5		14.2
2010	93.4		18.1

(出典: EBRD Economic indicators、Ministry of Finance of Kazakhstan、National Bank of Kazakhstan の2011年1月資料)

世界的な石油価格の高騰を追い風に2000年以降年平均10%という好調な経済成長を維持してきたが、現在は2008年以降の金融危機による世界的な景気の減退とともに経済成長率の鈍化が見られる。特に、2008年のGDPは3.2%、2009年は1.2%と低位に推移し、2010年は推定ではあるが7.0%と多少持ち直している。ところが、この間、政府の財政支出は、2007年頃から名目GDPを上回る勢いで上昇し、歳入不足からGDPに対する公的債務の割合は、2006年から2008年までは6%前後であったが、2009年以降急速に増加し2009年14.2%、2010年18.1%（推定）となっている。政府としては、15%以内に収めるように努力しているが、国内金融部門の問題整理と相まって財政支出の難しいかじ取りに直面している。

(2) 最近の経済状況

「カ」国の最近の経済は、2007年以降世界金融危機の影響が残り不安定な状況にある。カザフスタン中央銀行（2010年3月の報告書）によれば、現在の経済状況を「世界経済の回復の遅れ、国際商品市場価格の低迷、世界金融市場の先行き不透明感」などとし、これらが「カ」国経済にマイナスに影響していると見ている。

統計によれば、「カ」国の2009年のGDP成長率は1.2%で、原料やエネルギーの価格低下が製造業にはプラスに働いたものの、エネルギー輸出国である「カ」国にとっては、2008年のブレント原油価格ベースで97ドル/bblから2009年の62ドル/bblへの低下は、輸出に大きな影響を与え、2008年の720億ドル（国内総支出の輸出等）から2009年には430億ドルと40%ほど減少した。つまり、「カ」国の貿易額はエネルギー価格に大きく影響される構造となっている。

金融危機以降、「カ」国の3つの国内銀行は対外債務の返済を迫られてデフォルト（債務不履行）を宣言した。そのため、政府は預金者には預金引き出しの留保を強制したため、現状では国内資本調達には限界があると同時に外国の金融機関は「カ」国の金融セクターに門戸を閉ざしている。そのため政府は新たな財源を見つける努力をしているところである。

2009年以降、「カ」国内での投資は大幅に減少し、2009年に直接外国投資（FDI）は前年比20%近く減少した。減少の原因は製造業と金融業への投資の縮小、特に製造業では鉄鋼業や非鉄金属業へのFDIの減少が著しい。中央銀行のFDIの推移をみると2007年111億ドル、2008年146億ドル、2009年117億ドルと2008年から2009年の落ち込みが大きい。ただ、他の新興国のFDIと比較する「カ」国のFDIは規模が小さく、1つか2つのプロジェクトの遅延でFDI額に大きく影響するものと考えらる。

ロシアNIS貿易会の「カザフスタン政治・経済情勢の現状（2010年3月）」では、「カ」国の経済・投資環境問題として、以下のような点を指摘している。

① 海外投資誘致活動の非効率性

「カ」国では、非効率な海外投資誘致を改善するため「KAZNEX インヴェスト」を設置した。投資の誘致、「カ」国企業の輸出支援などを目的としている。

② 潜在経済リスクの存在

国際エネルギー価格動向により、「カ」国の経済が大きく左右されることが、従来から指摘されている。産油国はどこでも同じ問題を抱えているが、脱石油や脱エネルギー経済などの対策が求められている。

③ 地下経済比率の高さ

「カ」国の資料では地下経済の規模は20%から30%としているが、非公式には40%との見方もある。(インドネシアなどでも20年ほど前までは輸入額の1/3が密輸品であった。) これらの改善が求められている。

④ 2010年1月の関税連盟の始動

ユーラシア経済共同体(EAEC)(ロシア、ベラルーシ、カザフスタン、キルギス、タジキスタンが加盟)による「関税同盟」が設立される予定で、目的はユーラシア経済共同体による自由貿易圏の実現である。ロシア、ベラルーシ、「カ」国が先行する形で2010年にスタートしたが、しかし自由貿易促進は自国産業に競争力がないと産業停滞や貿易赤字をもたらすことになる。

⑤ 投資活動の地理的不均衡

これまでの投資先は、アルマティ、アスタナ、カスピ海沿岸、鉱物資源の賦存する西カザフスタン州、アティラウ州、マンギスタウ州、キジルオルダ州などが全体の60%を占めている。外資企業8,300社(2009年時点)の80%が、これらの地域で活動している。

⑥ 投資活動の分野的不均衡

「カ」国では、エネルギー産業だけで大企業100社のうち38社あり、石油ガス産業が大きなウェイトを占めている。今後は、多角的、かつ多様な産業発展が求められるが、人口が1,500万人ということで輸出型産業の振興が期待される。

⑦ 固定資本投資水準の低さ

「カ」国全体の固定資本形成水準はGDP比率で17%から18%で推移してきたが、2009年には5%から7%まで落ち込んだ、新興国では固定資本形成額(総投資額)がGDP比40%に達するところもあり、今後は貯蓄と投資の増加が求められる。

4.1.4 産業政策

(1) 2014年までの産業イノベーション発展促進国家プログラム

政府は産業発展の方針を示した「2014年までの産業イノベーション発展促進国家プログラム」を2010年2月に承認した。同プログラムでは期間中の目標として次の項目が挙げられている。

- ① 2014年までの2008年比GDPで50%の成長(年率7.0%成長)
- ② 製造部門における労働生産性50%の上昇(同期間)
- ③ 非原料輸出比率の40%の増加(同期間)
- ④ GDPあたりエネルギー消費量10%の低減(同期間)

(2) 重点投資案件

政府は5カ年産業計画を達成するために、発表順は逆になったが2009年9月に30近い重点プロジェクトを承認している。その中で、エネルギーおよびエネルギー多消費産業に関するプロジェクトは以下の12プロジェクトである。

- ① エキバストゥズ第2火力発電所の拡張と改修
- ② エキバストゥズ第1火力発電所の拡張と改修
- ③ アティラウ州における総合ガス化学施設の建設
- ④ バルハシ火力発電所の建設
- ⑤ モイナク水力発電所の建設
- ⑥ アクシャブラク鉱床における水力・火力発電所の建設
- ⑦ ウラリスク水力・火力発電所の建設
- ⑧ 全国電気網の近代化
- ⑨ アティラウ製油所の改修と近代化
- ⑩ パブロダル製油所の改修と近代化
- ⑪ カリ肥料の生産
- ⑫ 硫酸の生産

業種別の案件数としては、電力案件が7つ、石油案件が2つ、化学案件が3つとなっている。これらの実施により年率7%/年のGDPの成長、装置産業による労働生産性の向上、化学・建設資材部門育成による非原料輸出の向上、発電所の改修によるエネルギー効率の向上などが期待できる。

4.2 環境情報

4.2.1 地球環境にかかる国家方針

(1) 地球環境対策の枠組み

「カ」国政府は、1995年5月に「気候変動に関する国連枠組条約（UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change）」に批准し、その後2009年4月に「気候変動に係る京都議定書」（以下、「京都議定書」、Kyoto Protocol to the Framework Convention）に批准した。これにより、「カ」国は、UNFCCC および京都議定書の要件充足に向けて、国家レベルでの取組みを行うこととなった。「カ」国の国家レベルでの地球環境対策の枠組みは、以下の通りである。

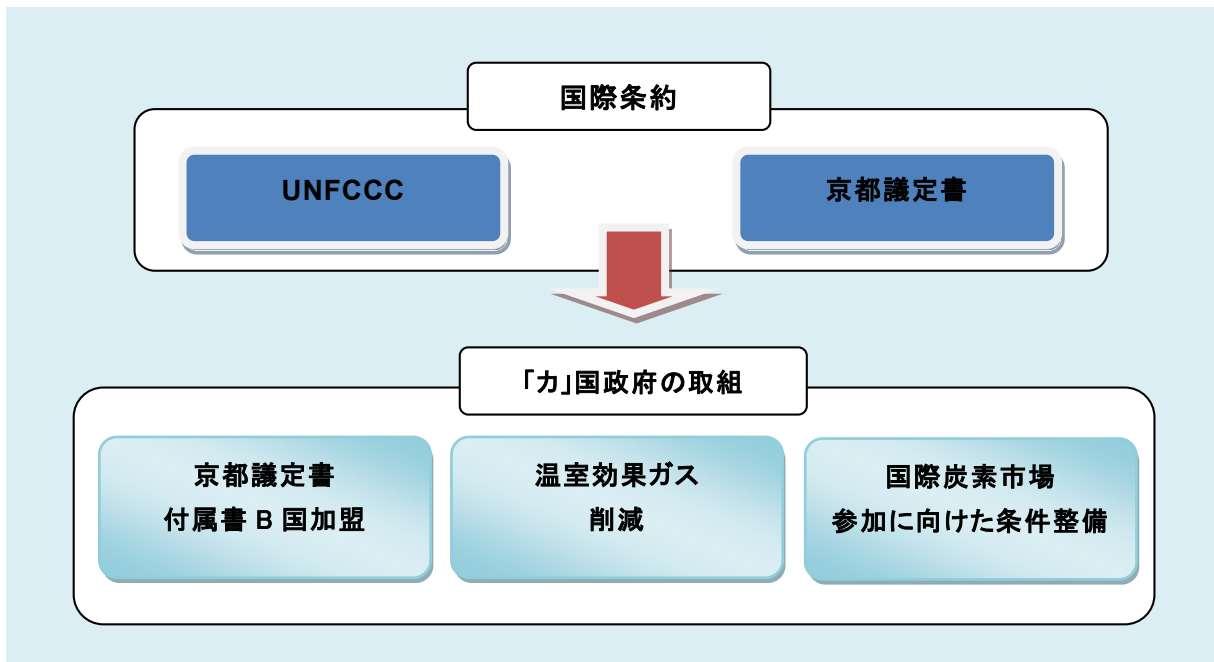


図 4-2 地球環境対策に係るカザフスタン政府の方針

「カ」国においては、UNFCCC および京都議定書の要件充足を実現するための法的な枠組みの構築も途上であり、各省庁における法制化も作業中の段階である。「カ」国では、「カ」国憲法が最上位であり、それに沿って議会で承認された共和国法が制定され、さらに具体的な規定については、大統領令 (President Order)、政府令 (Government Order)、省令 (Ministry Order) が制定される。共和国法を根拠としない政府令あるいは省令は、法的拘束力を持たないため、実効性のある法制度の実施には、共和国法の制定が必要となる。

環境保護分野の国家政策の基礎とされているのは、1996年4月30日付カザフスタン共和国大統領令により承認された「環境安全保障の基本理念」である。その後、2003年12月3日付で、カザフスタン共和国大統領令第1241号として、「2004～2015年カザフスタン共和国環境安全保障基本理念」が承認され、カザフスタンにおける環境安全保障並びに持続可能な環境開発に関する国家対策を確定することが目的とされた。その中で、地球規模の環境問題として、気候変動、オゾン層の破壊、生物多様性の保存、土地の砂漠化・劣化が挙げられた。

2007年1月に、環境法 (Ecological Code) が共和国法として制定され、「カ」国において初めて温室効果ガス (Greenhouse Gas: GHG) の排出量に関する規制等が導入された。2009年6月には、ナゼルバエフ大統領のイニシアティブにより、環境保護省 (Ministry of Environmental Protection: MEP) に京都議定書局 (Department of Kyoto Protocol) が設置され、体制強化が図られている。

現状における地球環境に係る取組に関する「カ」国の主な法的な枠組みの整備状況は、以下の通りである。

表 4-12 地球環境問題への対応に係る主な法的枠組み

所管省庁	京都議定書 付属書 B 国加盟	温室効果ガス削減	国際炭素市場への参加
共和国法	<ul style="list-style-type: none"> ・環境法(改正中) ・再生可能エネルギー利用の支援に関する共和国法 ・省エネルギー・エネルギー効率化法(産業新技術省内で協議中) 		
政府令		<ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーの利用に関する政府令 ・石油随伴ガス焼却・放出禁止に関する政府令(石油法改正) 	
環境保護省	環境法(改正中)		
産業新技術省		省エネルギー・エネルギー効率化法(省内で協議中)	
石油ガス省		石油随伴ガス利用プログラム	

(出典: 各種資料より調査団作成)

(2) 京都議定書批准に関連する法整備の状況

京都議定書の枠組みに対応するため、現在、環境法の改正が行われている。したがって、現時点では、排出権取引等に関する法的な裏付けはない。改正法の施行により、国内排出権取引や JI 案件の実施が可能となる。なお、改正環境法は、2010 年 9 月に議会で承認される予定であったが遅れており、2011 年 3 月現在、議会承認は行われていない¹。

(3) その他温室効果ガス削減に寄与する法整備の状況

温室効果ガス削減に関する手続きや要件等については、2002 年 3 月に当時の天然資源環境保護省 (Ministry of Natural Resources and Environmental Protection) の省令第 70 - p 号により承認されていたが、この段階では、「カ」国は京都議定書に批准していなかったため、法務省 (Ministry of Justice) により法令として認められなかった。そのため、その後制定された環境法の実施にあたっては、温室効果ガス排出源やオゾン破壊物質消費量に関する規制は、2008 年 2 月 28 日付政府決議第 124 号の承認を必要とした。

UNFCCC における義務の履行において重要な再生可能エネルギーの利用については、2009 年 7 月 4 日付で「再生可能 (エネルギー) の利用の支援に関するカザフスタン共和国法 (Law on Support for Use of Renewable Energy)」(以下、「再生可能エネルギー法」) が施行された。同法では、再生可能エネルギー利用に関する法制度は、カザフスタン共和国憲法及びその他カザフスタン共和国の法律に基づくものと明記されている。なお、カザフスタン共和国により批准された国際条約が現行法に準拠しない場合、国際条約による規則が適用されるものとしている。また、再生可能エネルギー利用に向けたモニタリングについて、同法第 5 条第 3 項に則り、2009 年 10 月 5 日付政府令第 1529 号が出された。

省エネ・エネルギー効率化に関する法整備は、2011 年 3 月現在、産業新技術省において、

¹ ナゼルバエフ大統領は、2011 年 2 月初めに、2012 年末の大統領の任期を前倒して、大統領選挙を実施することを表明し、2011 年 4 月 3 日に大統領選挙が行われることとなった。そのため、環境法改正に係る議会承認は、さらにずれ込む見通しである。

法案が作成され、協議中である。

4.2.2 地球環境にかかる政策

(1) 温室効果ガス削減に関する政策

「カ」国において、温室効果ガスの最大の発生源は、同国の最重要セクターである石油産業であると指摘されている。石油生産の際に発生する随伴ガスの多くが焼却されていたことから、温室効果ガス削減への対応において、石油随伴ガスの利用が求められていた。

「カ」国は、世界銀行（World Bank: WB）が主導する、“Global Gas Flaring Reduction A Public-Private Partnership”²に国として参加し、石油随伴ガスの焼却・放出の削減に取り組んでいる。

2006年7月1日付で石油法が改正され、これにより随伴ガスの大気中での焼却・放出が禁止され、随伴ガスの持続的な利用が義務付けられた。

こうした規制により、「カ」国の国営企業であるカズムナイガスを含む、石油生産企業は、石油随伴ガス利用対策を行うこととなった。主な石油随伴ガス利用法は、以下の通り。

- 小規模ガスタービンによる発電・熱供給への利用
- 石油随伴ガスの回収、天然ガス設備における備蓄
- 地中への再注入
- 液化石油ガスの生産

(2) 環境と開発の調和に向けた政策

(a) Green Growth Program 2010-2014

2010年に、「カ」国政府は Green Growth Program 2010-2014 を承認した。これにより、気候変動、低炭素化、省エネに向けた取組を行う方針を掲げている。同プログラムを所管するのは、環境保護省である。

Green Growth Approach は、国連アジア太平洋経済社会委員会（Economic and Social Commission for Asia and the Pacific: ESCAP）の第5回閣僚会合において打ち出されたものであり、持続可能な開発の実現に向けた、戦略的枠組みであり、ミレニアム開発目標の1（貧困削減）および7（環境の持続可能性）に関する活動の調和化を目指している。

「カ」国における Green Growth Program は、このアプローチを国家開発に取り入れたものである。

(b) Green Bridge Initiative

2010年10月に「カ」国の首都アスタナで開催された、ESCAPの「アジア太平洋における環境および開発に関する閣僚会合」において、“The Astana Green Bridge Initiative”が採択された。

これは、アジア太平洋地域と欧州地域のパートナーシップを具体化するプログラムや活動を提案するものである。2011年9月に開催される「欧州の環境」に関する国連経済社会

² 2002年に南アフリカ共和国ヨハネスブルグで開催された世界持続可能な開発サミットにおいて、WBにより提唱された随伴ガス焼却・放出による温室効果ガスの削減に取り組むイニシアティブ。

員会の欧州閣僚会合に向けて、アジアと欧州を結ぶユーラシアの中央に位置する「カ」国が、欧州とアジアにおける環境政策およびそのベストプラクティスをつなぐ架け橋となることを位置したものである。同イニシアティブにおいて掲げられている、具体的な協力分野は、以下の通りである。

- 天然資源の環境効率的な利用および生態系関連サービスへの投資
- 低炭素開発および気候変動への対応
- 持続可能な都市開発の推進
- グリーンビジネスおよびグリーン技術の振興
- 持続可能な生活様式の振興および生活の質の向上

「カ」国では、環境保護省に Green Bridge Office を設置し、同イニシアティブの具体化を進めている。その活動計画として、ESCAP や UNDP の支援を受け、”Preparation Partnership Program on Realization Astana Initiative “Green Bridge for 2010-2020”を策定している。

同行動計画は、策定されたばかりであり、アスタナの閣僚会合で関心を示した国々に、プロジェクトプロポーザルを要請するレターを発出した段階である。環境保護省自体には予算が確保されていないため、プロジェクトの具体化にあたっては、フィージビリティ調査などに UNDP などドナーの資金を活用する方向で進められている。

4.2.3 地球環境政策の実施体制

(1) 環境保護省 (Ministry of Environmental Protection: MEP)

「カ」国の地球環境政策の実施、監督と調整は、環境保護省 (Ministry of Environmental Protection: MEP) に集中し、総合的に行われる。

環境保護省の担当業務の範囲は、環境保護省定款 (<http://eco.gov.kz/ministerstvo/min1.php>) と他のカザフスタン政令等により定められている。下記のボックス 1 とボックス 2 では、環境保護省の地球環境政策の担当業務範囲と任務がまとめられている。

Box 1. カザフスタン環境保護書の担当業務の範囲

- ✓ 環境改善、環境安全保障、持続可能な環境開発の促進;
- ✓ 環境保護、環境管理と持続可能な環境開発における国家政策実施の監督及びセクター間調整
- ✓ 環境保護、天然資源利用と持続可能開発の分野における既存法律の改善
- ✓ 環境保護及び環境管理の分野における行政の機能改善と環境保護の経済・財政メカニズムの改善
- ✓ 環境保護と持続可能な環境開発の達成する目的で生態系の最適化
- ✓ 環境保護と持続可能な環境開発の分野における国際協力の促進
- ✓ 環境保護における情報と人材育成制度の開発;
- ✓ 環境関連の法律、規制等の遵守状況のモニタリング

Box 2. カザフスタン環境省の地球環境対策実施任務

- ✓ 環境保護と持続可能な環境開発の分野における国際協力の促進と国際条約の実施
- ✓ 気候変動、オゾン層保護、生物多様性、砂漠化・土地劣化の分野における個人及び法人の活動調整
- ✓ 温室効果ガス及びオゾン層破壊物質のインベントリーの整備に関する規定策定
- ✓ 温室効果ガス排出の制限、禁止及び削減規定又は排出権取引に関する規定策定
- ✓ 先端技術のリスト作成
- ✓ 国別温室効果ガスのインベントリーとオゾン層破壊物質のインベントリーの管理
- ✓ 汚染物質排出の罰金、税金の算定方法論の作成
- ✓ 温室効果ガス及びオゾン層破壊物質の排出量に関する制限の設立
- ✓ 個別の温室効果ガス排出源に関する制限の設立
- ✓ カザフスタンに於ける気象変動及びオゾン層破壊防止のデータ収集に関しては、統計当局との協力のもと、地域別と国家の担当機関リストの作成
- ✓ 温室効果ガス及び吸収源の年間インベントリー作成に関する手続きとその実施

現在の環境保護省の組織体制は以下のとおりである。環境保護省においては、二つの局（環境政策・持続可能開発局と京都議定書局）が地球環境政策実施に直接係わっており、さらにその業務は環境保護省傘下にある関連国営企業が全面的にサポートしている。

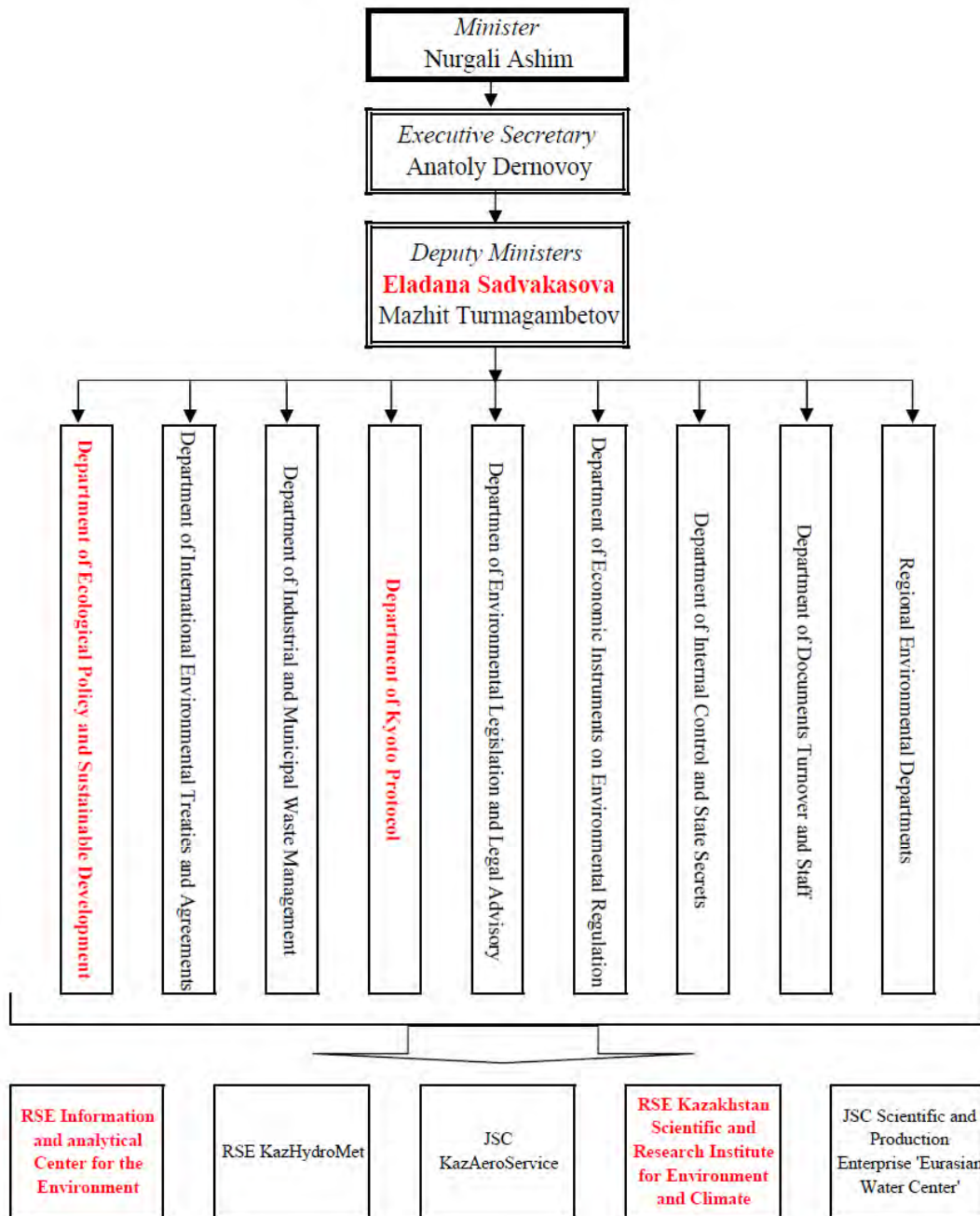


図 4-3 カザフスタン環境保護省の組織図 (2011年2月20日現在)

- 環境政策・持続可能開発局は環境政策の調整を行う。同局は戦略企画部と持続可能な開発部から構成されており、「カ」国の環境政策に不可欠な「低炭素開発戦略」、

「持続可能開発戦略」、「環境安全保障戦略」等を担っている。

- **国際環境条約・協定局**は、UNFCCC と京都議定書を除き、「カ」国が加盟している国際的条約と協定の遵守を監督している。
- **都市・産業廃棄物局**は、廃棄物処理に関する政策設計、実施と監督を担当している。同局はごみ埋立地運営と管理基準を設定している。
- **京都議定書局**は、2009年に「カ」国が京都議定書を批准した直後に設置され、その遵守の監督を行っている。同局は「カ」国が京都メカニズムの参加条件を満たすために、参加資格の達成状況（年間温室効果ガスのインベントリーやカザフスタン国別登録簿の整備、その他）を監視している。また、「カ」国における JI 案件の承認等の直轄以外に、国内排出量取引システムの設立に携わっている。
- **環境法・法務局**は、新規環境法令の起草と、行政・政府機関宛に環境保護に関する法的な支援を提供している。
- **環境規制・経済メカニズム局**は汚染物質の排出罰金や税金を設置することを担当する。
- それ以外に管理部門2つと地域の環境部門8つが設置されているが、現時点では地球環境政策実施に直接関わっていない。

(2) 政府系企業

「カ」国の法律の下では、環境保護省を含む省庁などの政府機関が、コンサルティング等の経済活動を行ってはならない。そのために、特定の範囲内の経済活動を行うために、同省に直属する国有企業（共和国レベルの国営企業、Republican-level state enterprises と呼ばれる）を創立している。

環境保護省には、以下に示す5つの国営企業が属している。うち2社は地球環境政策実施に直接に係わっている

- ✓ Information and Analytical Center for the Environment (IACE, www.iacoos.kz)
- ✓ KazHydroMet (www.meteo.kz)
- ✓ KazAeroService (www.kazairservcie.kz)
- ✓ Kazakhstan Scientific and Research Institute for Environment and Climate (KSRIEC, www.ecoclimate.kz)
- ✓ Scientific and Production Enterprise ‘Eurasian Water Center’

(a) カザフスタン環境・気象研究所

在アルマティ市のカザフスタン環境・気象研究所 (Kazakhstan Scientific and Research Institute for Environment and Climate: KSRIEC) が京都議定書の実施に必要なインフラストラクチャを構築するために重要な役割を果たしている。同研究所は、環境や気候変動問題を研究しているが、それ以外に、「カ」国の京都議定書下の指定担当機関 (Designated Focal Point: DFP) の作業機関 (事務局) として任命された。その業務の一部として、「カ」国 DFP のウェブサイトを開発している。

同研究所は豊富な実績を持ち、その中には温室効果ガスのインベントリー整備法案、京都議定書下の義務を履行するための法律改訂案、JI 案件承認規定案、グリーン投資スキー

ムに関する法案等の起草活動が含まれている。

また、京都議定書では最重要である国別温室効果ガスのインベントリーは、環境保護省によって監督されているが、KSRIEC がインベントリーの整備を行っている。ちなみに、「カ」国は既に 1990 年～2008 年分の国家インベントリー報告書を提出したが、現在 UNFCCC 事務局による審査を受けている。

上記以外に、KSRIEC は、UNFCCC への「カ」国第三次国家通報を執筆している。また UNFCCC 下の国際交渉において政府・交渉団をサポートしている。

(b) 環境情報分析センター

気候変動政策実施においても一つの重要な機関は、環境情報分析センター (Information and Analytical Center for the Environment: IACE) である。IACE は、気候変動を含む環境の分野で、コンサルティングや情報支援を担当している。当センターは、「カ」国経済の様々な部門の環境側面の動きを把握するため環境登録簿及び地理情報システムをはじめとする環境のデータベースを数多く管理している。

2010 年 10 月に「第 6 次アジア太平洋における環境及び開発に関する閣僚会合」が開催され、「Green Bridge Initiative」と呼ばれる新たな環境イニシアティブが発表された。「Green Bridge Initiative」は、環境に優しい持続可能な「グリーン」経済発展、技術移転、資金調達のプラットフォームを作成することを目的とする。また、ポスト京都の新規アプローチとも考えられ、排出削減プロジェクトの開発の促進もできるかと期待される。「Green Bridge Initiative」の管理事務所は IACE 内にある。

4.2.4 排出権取引に関する実施体制と実績

排出権取引の分野では、「カ」国は 2 つの方向で取り組んでいる。ひとつは、京都議定書第 6 条の下の共同実施 (Joint Implementation: JI) プロジェクト実施である。「カ」国は京都議定書附属書 B 国として加盟を目指しているが、現時点で京都議定書加盟国 3/4 が批准するという加盟条件をクリアしていないため、排出権取引に参加できずにいる。もうひとつは、国内排出権取引スキームの設立である。

以下これら 2 つの概要について述べる。

(1) JI プロジェクトの実施手続き

(a) 手続き概要

「カ」国における JI プロジェクトの指定担当機関 (Designated Focal Point: DFP) は環境保護省が任命している。JI プロジェクトの実施手続き案「温室効果ガス排出削減プロジェクトの審査、承認、登録、及びモニタリングの規定」が環境保護省のウェブサイトに掲載されているが、環境法典の訂正が遅れている関係で、同手続きの承認も遅れている。JI 規定案により、プロジェクト承認が二段階で行われ、最初はプロジェクト・アイデア・ノート (Project Idea Note: PIN) を提出し、審査を受けることで、第 2 段階においては有効化審査済みのプロジェクト設計書 (Project Design Document: PDD) を提出し、最終承認を受領する。承認手続き概要は以下の図のとおりである。

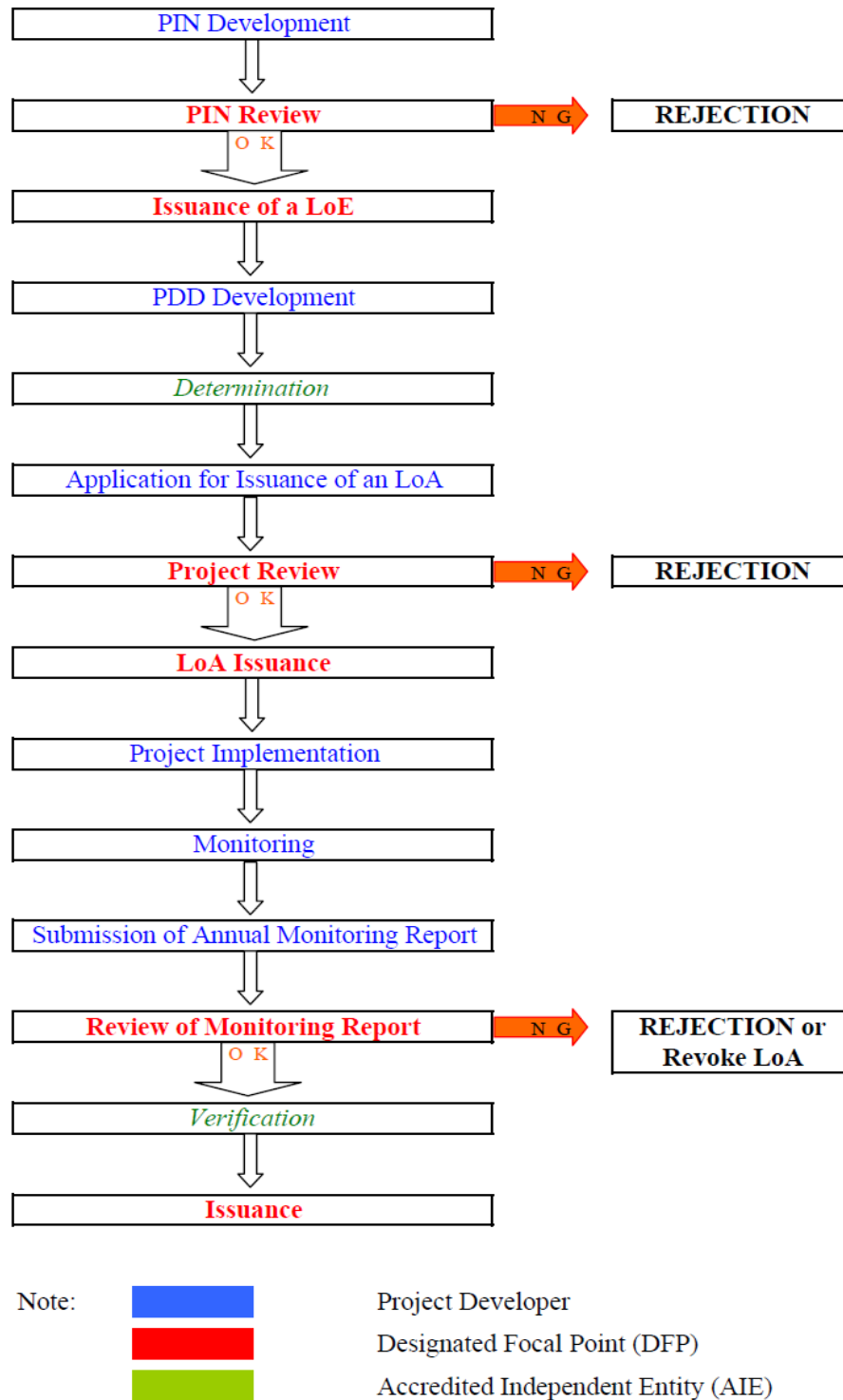


図 4-4 「カ」国における JI プロジェクト承認手続き案 (2011 年 2 月 20 日現在)

(b) PIN の審査と承認

事業者は、JI 規定の附属書に含まれている PIN のフォーマットの通りに作成し、「カ」国の DFP に提出する。DFP は提出 30 日以内に PIN を審査し、承認（又は却下）する。審査は、エネルギー監査または温室効果ガス削減に関する研究に基づき実施される。DFP はプロジェクトの実施が相応しいと決定したら、プロジェクト支持書（Letter of Endorsement: LOE）を発行する。なお、下記のようなプロジェクトは DFP の審査を受けられない。

- ✓ 2012 年 12 月 31 日以降の排出削減単位（Emission Reduction Unit: ERU）の発行を要求しているプロジェクト
- ✓ 関連するガイドラインに沿っていないプロジェクト

(c) PDD の執筆、承認と登録

LoE を受けたプロジェクトは、PDD の作成を開始する資格を持つ。PDD は共同実施監督委員会（Joint Implementation Supervisory Committee: JISC）のガイドラインとフォーマットに基づき、作成する必要がある。PDD は有効化審査を受けた後、DFP に提出される。

プロジェクト承認申請の際、次の文書を用意しなければならない。

- ✓ 事業者名、保有形態と所在地、プロジェクト所属の産業部門が含まれているカバーレター
- ✓ PDD
- ✓ 最終有効化審査報告書

DFP は、申請書提出後 15 暦日以内に、申請書を登録し、該当する省庁のコメントを求める。該当省庁は、各プロジェクト・タイプ次第に、選定される。30 暦日以内に、該当政府機関は、プロジェクトを審査し、プロジェクトの承認（または却下）の推薦書を DFP に提出する。また、利害関係者、個人や法人も、プロジェクトに対してコメントを提出することができる。

プロジェクトの承認は下記に基づき、決定される。

- ✓ 出願書類に含まれている情報
- ✓ 有効化審査報告書
- ✓ 該当する省庁のコメント
- ✓ 利害関係者のコメント

また、JI プロジェクトは、次の事例の場合に却下されることがある。

- ✓ 出願書類に誤ったまたは不完全または虚偽の情報が含まれている
- ✓ プロジェクトが有効化審査を受けていない
- ✓ プロジェクト開始日が 2012 年 12 月 31 日以降である
- ✓ プロジェクトについて、一つまたは複数の該当する省庁が却下推薦書を提出した場合
- ✓ プロジェクト運営による予想削減量が、プロジェクトが所属する産業部門 に割当てられた排出権枠を上回る（産業部門別の割り当て量は環境保護省が別途公開する）。

ERU は、ホスト国が自国の国別登録簿において、割当量単位（Assigned Amount Unit: AAU）を ERU に転換することによって、発行される。そのため、「カ」国の DFP はプロジェクト承認後 10 日以内に、「カ」国の国別登録簿管理者に通報し、約束期間内に ERU 発行のために必要な AAU を予約するよう指示を出す。

(d) トラック 1 およびトラック 2 の下の登録

JI プロジェクトの実施手続きは 2 種類あり、「トラック 1」と「トラック 2」と呼ばれる。トラック 2 はホスト国が京都議定書の全ての参加条件を満たしていない場合に、利用しなければならず、JI プロジェクトの承認と ERU 発行の承認は JISC が行っている。他方、ホスト国が京都議定書の全ての参加条件を満たしている場合は、JISC 承認が不要であり、二国間の簡便化したトラック 1 の手続きが利用できる。ちなみに、現時点では JI プロジェクトのほとんどがトラック 1 のもとで実施されている。

「カ」国の JI 規定では、プロジェクトの実施トラックの区別がない。また、「カ」国は京都議定書の附属書 B に正式記載されていないにもかかわらず、メキシコ・カンクンで開催された COP16 の決定により、「カ」国のプロジェクトは、トラック 2 の手続きのもと JI 監督委員会で審査を受けることが可能となった。したがって、今のところは手続き面で、トラック 2 が JI プロジェクト承認の唯一の選択肢として残っていると考えられる。

(e) プロジェクトのモニタリング

「カ」国の DFP は、国際的な手続きに加え、予備的なモニタリング報告書審査を導入した。すべてのプロジェクトは、モニタリング期間の翌年の 3 月末までに DFP の年次モニタリング報告書を提出することを義務付けられている。モニタリング報告書はとりわけ、PDD で記載されている予想削減量と実現した削減量の乖離について説明を含む必要がある。モニタリング報告書は、省庁間委員会によって審査を受領し、委員会より肯定的な意見を受けたプロジェクトのみがモニタリング報告書の検証に進むことができる。省庁間委員会は、モニタリング報告書を却下することができる上、極端な場合は、JI プロジェクトの承認を取り消すこともできる。

JI プロジェクトの承認は、次の理由により取り消すことができる。

- ✓ モニタリング報告書が大幅に遅れて提出されることが複数回発生した
- ✓ モニタリング報告書に虚偽の情報が含まれていた
- ✓ PDD の予想削減量を達成できない
- ✓ プロジェクト承認後 12 ヶ月以上、ERU バイヤーを特定できない
- ✓ 投資国がプロジェクトの承認を取り消した
- ✓ プロジェクト事業者の破産

(2) 国内排出権取引制度（国内 ETS）

「カ」国の国内排出権取引制度の設立は、同国の京都議定書に基づく義務を履行するための優先事項である。「カ」国の環境法典第 313 条の定めにより、温室効果ガス排出量の制限を設けなければならない。正確な規制と排出権取引制度の規定は、別途「カ」国の政令等で定められるものとみられる。

現在、環境法典を改訂する法案は、カザフスタン共和国議会に提出したと報道されている。改訂法案の主たる目的は、国内 ETS のより強力な法的基盤の構築と将来的に欧州排出権取引制度（EU ETS）への接続を可能にすることである。

立法過程と並行して、キャパシティビルディング活動も進められている。例えば、オランダのコンサルティング会社である Climate Focus 社（www.climatefocus.com）と中央アジア地域環境センター（Regional Environmental Center for Central Asia: CAREC）は「カ」国 ETS の確立のためのキャパシティビルディングのプロジェクトを実施している。また、C4 はドイツ連邦環境省と協力して 2010 年の排出量取引に関するセミナーシリーズを開催し、ドイツ政府機関、EU ETS の検証機関、炭素取引所の代表も参加している。

4.2.5 排出権取引に関する実績

「カ」国の地球環境政策の形成において最も重要な役割を果たしたのは、「カ」国の有力の NGO である気候変動協調センター（Climate Change Coordination Center: C4）である。もともとは、United States Agency for International Development (USAID) 主催の「温室効果ガス削減に関するカザフスタン・イニシアティブ」というプログラムの中で設立され、米国のサポートを受けて設立された。C4 の影響で、マラケシュの COP5 にて「カ」国は京都議定書の目的のために附属書 I 締約国であると認められ、非附属書附属書 I 国が附属書 I に遷移する初めての例となった。

一時的に C4 は「カ」国の指定担当機関になり、JI 案件発掘、承認、およびそのプロモーションに積極的に参加した。しかし、京都議定書下での「カ」国のステータスに伴う不確実性のため、JI プロジェクトが実施された前例はない。同時に、いくつかの試みがあったので、詳細について下記で述べる。

「カ」国の第一 JI プロジェクトは、ウラルスク市熱電併給プラントでのガス・タービン導入の NEDO モデル事業だった。「カ」国側の参加者は、当時のエネルギー・鉱物資源省が関与していた。期待排出削減量は約 62,000 ton-CO₂/年である。また、「カ」国と日本両政府の承認を受けた。また、当プロジェクトは「カ」国が正式に附属書 I 国になった場合、達成できた排出削減量は、日本に移転される可能性がある。

2009 年に京都議定書の批准後、欧州復興開発銀行（EBRD）、世界銀行（WB）とクリーン・テクノロジー・ファンドは潜在的な JI プロジェクト 17 件（水力発電所、随伴ガスを使用する小型 CHPP）を発掘したと報告されている。また、再生可能エネルギー、廃棄物管理の分野における JI プロジェクトの開発については、ドイツ連邦環境・環境保護及び原子力安全省と交渉を行っているとの報道された。

現在、潜在的な JI プロジェクトのリストは、C4 の Web サイトにアップロードされている。

表 4-13 C4 の Web サイトにある JI プロジェクトリスト

№	Project	Preliminary CO2 emissions reductions ton/year
1.	Program of tree-planting of for semi-abandoned and barren lands on the territory of Kazakhstan	1,500,000
2.	Building of Gas Turbine P/S 126 MW in Almaty	756,000
3.	Construction of centralized heating source, main and district heating systems in Saran, Karaganda region	50,000
4.	Merke hydro power station – 3 on Merke river, Zhambyl oblast	12,000
5.	Constructing of Kandyagash gas turbine power station with capacity 127 MW in Kadyagash city, Aktobe oblast	380,000
6.	Constructing of gas turbine power station in Atyrau city	445,000
7.	Issyk small hydro power station - 1	20,000
8.	Issyk small hydro power station - 2	28,144
9.	Issyk small hydro power station – 3	7,020
10.	Bartogay small hydro power station -28	100,000
11.	Shelekkaya small hydro power station -27	92,000
12.	Shelekkaya small hydro power station -29	105,000
13.	Shelekkaya small hydro power station -26	68,000
14.	Shelekkaya small hydro power station -25	76,000
15.	Shelekkaya small hydro power station -24	54,600
16.	Shelekkaya small hydro power station -23	94,800
17.	Shelekkaya small hydro power station -22	58,300
18.	Shelekkaya small hydro power station -21	43,300
19.	Shelekkaya small hydro power station -20	69,400
20.	Shelekkaya small hydro power station -19	35,100
21.	Small hydro power station on Kara River	20,600
22.	Small hydro power station on Shezhe river	23,500
23.	Small hydro power station on Tentek river (Komek)	33,377
24.	Reconstruction of sewage-purification facilities in Shymkent city	32,300
25.	Using of mobile compressor stations during the rerair of on gas pipeline	157,114
26.	Disposal of high-B.T.U. waste gases from high-carbon ferrochrome production in DC closed-top furnace at Aktobe Ferroalloy Plant	237,064

また、同ウェブサイトには別のプロジェクトの PIN も搭載されている。

[1. Access to information and promoting public participation in implementation of projects related to GHG emission reduction](#)

[2. Rehabilitation of Hydro Power Plants \(HPPs\) on the Charyn River: Aktogay #2 HPP \(1000](#)

[kW\) and Aktogay #1 HPP \(800 kW\).](#)

[3. Improvement of efficiency of the heat-supply system](#)

[4. Development of a heat supply system](#)

[5. 5 MW Wind Power Station in Yereymentau](#)

[6. Use of methane from the mines of the Karagandy Coal Basin](#)

[7. Construction of Kerbulak HEPP of 49.5 MW capacity](#)

[8. Nurly 500MW Wind Power Station](#)

現在は、JI または GIS のプロジェクト開発はビジネス組織に引き継がれている傾向が見られる。たとえば、「カ」国の炭素市場で活躍しているのは組織の中に KazCarbon 社がある。これは新規に設立された開発会社であるが、KazEnergy という石油・ガスセクターの企業連合より支援を受けている。同社の目的としては、京都議定書の柔軟性メカニズムの実施、ポスト京都の新しいツールとメカニズムの導入、炭素集約型「カ」国経済の近代化、環境改善、気候変動の改善と緩和、生活質の向上、等が挙げられており、「カ」国の炭素市場の形成に、民間部門がより重要な役割を果たすと期待される。

4.3 エネルギー政策

4.3.1 国家方針

(1) カザフスタン戦略 2030年（Kazakhstan 2030 Strategy）

「カ」国の国家方針は、1997年に採択された”Kazakhstan 2030 Strategy”を基本方針としている。同方針は、下記7つの分野を長期的戦略分野と位置づけた。

- 国家の安全保障
- 国内政策の安定性と社会との調和
- 高度な外国投資と内部の節約をもとに市場経済を中心とした経済成長
- 「カ」国国民の健康、教育、幸福
- エネルギー資源
- インフラ整備（運輸・通信）
- 専門的国家の構築

このうちエネルギー資源についての戦略として以下のとおり集約される。

- 「カ」国は石油、ガス、石炭、ウランなどのエネルギー資源のほか、金ほか貴金属鉱物の資源が豊富である。
- また太陽光、風力エネルギーのポテンシャルも大きい。
- 一方でここ数年、国内電力需要に対する供給力不足が露呈しており、これは旧ソ連時代の古い配電システムに起因するものである。
- 同様に世界の石油・ガス市場とのコミュニケーション不足が資源開発の機会を減じている。
- そこでエネルギー資源の有効利用に関する戦略として以下のコンポーネントを提唱する。
 - 主な外国石油会社と長期のパートナーシップを結ぶこと。
 - 石油やガスの複数のパイプライン設備を構築すること。
 - 世界の大国に対して燃料供給国としての「カ」国を売り込み、石油・ガスビジネスの開発を促進すること。
- 世界各国の投資意欲を維持しつつ、国内エネルギーインフラ設備を整備し、国家の自立性と競争的独立性についての課題を解決していくこと。
- これら資源から生み出される将来の利益について効率的、適切に利用することにつとめること。

(2) カザフスタン戦略 2020（Strategic Plan 2020）

”Kazakhstan 2030 Strategy”は、さらに10年ごとの中期戦略にブレイクダウンされ、現在は”Strategic Plan 2020”の時期になっている。この”Strategic Plan 2020”は2010年2月1日に大統領令により承認されており、以下の内容が含まれる。

(a) Strategic Plan 2010 における達成事項

達成事項として以下の内容が記載されている。

- 2000年から2009年におけるGDPの平均伸び率が8.5%を記録。2008年には2000年比の2.3倍となった
- 産業部門の生産高が2007年に2000年の2倍を超え、農業生産も1.4倍を記録。
- 公共医療サービス、教育、社会保障の面について大きく変革させた。
 - 肺炎の罹患率が30%低下した。
 - 最低生活賃金以下の人口比率が31.8%から12.7%に減じた。
 - 平均寿命が65歳から68歳まで伸びた。

(b) Strategic Plan 2020 の主な内容

同戦略には2020年までの国家としての目標として、以下のとおり記載されている。

- 世界の経済危機に左右されない強く競争力のある国家を目指す。そのために経済を多様化し、新規産業に人口を振り分ける。
- ビジネス環境のよい国として世界競争国50ヶ国の仲間入りし、非石油・ガスセクターへの外国投資を促進する。
- 多様な経済を開発するために必要な人材を確保するとともに、必要なインフラ整備を行っていく。
- 実質GDPで2009年比で1/3以上の成長を遂げる。
- 外貨準備高のレベルが、3ヶ月の輸入額分を下回らない、また公共セクター・法人部門の短期（1年以内）の対外債務額を下回らないこと。
- 国家基金の資産をGDPの30%以上とすること。
- 最低生活賃金以下の人口比率を8%まで下げること。

さらにこの戦略では、以下の5つの基本方針を掲げている。

- 経済を金融危機後の発展に向けて準備できるようにすること。
- 産業の多様化とインフラ設備の促進により確実な経済成長を維持すること。
- 将来への投資、すなわち経済成長達成、「カ」国国民の反映と社会福祉のための人的資本の競争力を向上すること。
- 良質な社会サービス、住宅・公的事業サービスを提供すること。
- 民族間の合意、安全、国際関係の安定を強化すること。

(c) エネルギーに関わる戦略

エネルギーに関する戦略は、「Strategic Plan 2020」にある5つの基本方針のうち、2番目の産業の多様化の中で以下のとおり謳われている。

- 国内産業には多くの省エネポテンシャルが存在する。
- エネルギーの効率的利用を向上させながら国内の需要を満たすこと、特に西部と南部地域の需要を満たすこと。
- 新規電源と電力ネットワーク事業の設備拡張、再建を実施していくこと。
- 電力セクターの開発を実施しつつ、世界的な目的である温暖化ガス排出削減に

- 努力すること。
- 安価で温暖化ガス排出の少ない原子力発電を開発するとともに、原子力産業は最適かつ持続可能な資源の利用を行うこと。
 - 現在全電源のうちの再生可能エネルギー比率は1%を切っているが、水力、風力などの電源を有効活用しその比率を増やしていくこと。
 - 電力産業においては、市場条件に応じた開発が可能な価格設定の改革を行っていくこと。

さらにエネルギーに関する目標について具体的に以下のとおり記載されている。

表 4-14 電力における目標 (Strategic Plan 2020)

目標年	達成内容
2020 年まで	<ul style="list-style-type: none"> ● 経済需要を満たしつつ、自国資源からのエネルギー供給を100%とする。 ● 電力消費における代替エネルギー比率を全体の3%以上に引き上げる。 ● 原子力発電所とバルハシ石炭発電所の建設と運転開始。 ● 原子燃料サイクルにおける垂直統合会社の創立。 ● 既存の発電所および配電ネットワークの再構築と近代化。
2015 年まで	<ul style="list-style-type: none"> ● 電力消費における代替エネルギー比率を全体の1.5%以上に引き上げる。 ● バルハシ石炭発電所 (第1ステージ) の完成。
2012 年まで	<ul style="list-style-type: none"> ● 電力産業における適正価格の形成にかかる長期料金方針の策定。

(3) 電力産業開発プログラム 2010-2014 (Electric Power Industry Development Program in the Republic of Kazakhstan 2010-2014)

電力セクターにおける中期計画は、Strategic Plan 2020 をベースに産業新技術省 (Ministry of Industry and New Technology: MINT) が策定した “Power Industry Development Program in the Republic of Kazakhstan 2010-2014”がある。同プログラムは2010年10月に政令として承認された (Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan dated October 29, 2010, No. 1129)。同計画には期間中の目標値、実施事業が設定されており、以下にその概要を示す。

(a) 目標値

安定的かつバランスのよい経済成長をめざし、効果的な電力産業の開発を提供することを目標とし、具体的に以下の数値目標を掲げている。

- 2014年における発電量を97.9 billion kWhまで引き上げること(2009年実績では78.4 billion kWh)。
- 2014年までに石炭採掘量を123 million tonまで引き上げること(2009年実績では94 million ton)。
- 2014年までに再生可能エネルギーを1 billion kWhまで導入し(2009年実績では0.37 billion kWh)、2015年には電力全体の1%を超過すること。

(b) 実施事業一覧

電力産業開発プログラム 2010-2014 にて計画されている事業の一覧を以下に示す。事業資金は政府予算、事業者自己資金および借入の3とおりに分類される。

表 4-15 実施事業一覧 (1/2) (million Tenge)

Ser.No	Action	Responsible for execution	Execution period	Assumed expenditures						Sources of financing
				2010	2011	2012	2013	2014	Total	
TOTAL:				202 673	272 634	238 799	160 877	76 673	951 656	
1. Building of new power producers.										
1	Uralskaya gas turbine power plant shall be built	"Management of a gas turbine power plant under construction in Uralsk" LLP	2010-2012	300	300	300			900	Own and borrowed funds
2	Gas turbine power plant in Akshabulak deposit shall be built	"Kristal Management» LLP	2007-2011	11 682	5 205				16 887	Own and borrowed funds
3	Balhashskaya thermal power plant shall be built	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2010-2015	39 700	89 218	83 076	50 283	36 830	299 107	Own and borrowed funds
3.1.				3 239	3 000	7 758	10 965		24 962	The republican budget
4	Moynakskaya hydropower plant shall be built	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2006-2011	10 332	12 996				23 328	Own and borrowed funds
5	Generating unit No. 3 at Ekibastuzskaya power plant-2 shall be built	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC "	2009-2013	15 136	44 144	44 615	10 335		114 230	Own and borrowed funds
2. Modernization and reengineering of current power producers.										
1	Expansion and reengineering of Atyrauskaya CHP shall be expanded and reengineered	"Atyrauskaya CHP" JSC	2006-2010	5 028					5 028	Own funds
2	Generating unit No. 2 at Aksuskaya power plant shall be reconstructed	"Eurasian Energy Corporation" JSC	2009-2011	6 790	858				7 648	Own and borrowed funds
3	Generating unit No. 8 at Ekibastuzskaya power plant-1 shall be reconstructed	"Ekibastuzskaya power plant-1" LLP	2010-2012	7 008	9 722	4 861			21 591	Own funds
4	Shardarinskaya hydropower plant shall be modernized	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2009-2015	3 563	2 319	2 200	2 457	2 273	12 812	Own and borrowed funds
5	Thermal power grid of Kazakhstan shall be expanded	MINT, MoF, akimats of oblasts, Astana and Almaty cities	-	63 056	47 243	64 066	50 234		224 599	The republican budget
6	Almatynskaya CHP-2 (phase 3 boiler house) shall be reconstructed and expanded	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2009-2012	203	9 099				9 302	The republican budget
7	Ash-and-slag disposal system and ashponds at Almatynskaya CHP-1 and CHP-3 shall be reconstructed and expanded	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2009-2012	1 597	1 061				2 658	The republican budget
3. Building and modernization of power grid objects.										
1	Transformer substations in Almaty and Almatynskaya oblast for the Asian Winter Games 2011 shall be built	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC "	2010-2012	12 848					12 848	The republican budget
2	5 transformer substations in Almaty and Almatynskaya oblast for an underground system shall be built	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2009-2011	6 153	9 813				15 966	The republican budget
3	"Alma" substation with 500 KV, connecting with the unified energy system of Kazakhstan with the voltage lines of 500, 220 KV shall be built	"KEGOC" JSC	2009-2014.		11 700			1 183	12 883	Own and borrowed funds
4	Scheme of power distribution of Moynakskaya hydropower plant	"KEGOC" JSC	2010-2012							Own and borrowed funds
5	The national electric grid, stage 2 (re-equipment at 55 substations) shall be modernized	"KEGOC" JSC	2009-2014							Borrowed funds

表 4-16 実施事業一覧 (2/2) (million Tenge)

Ser.No	Action	Responsible for execution	Execution period	Assumed expenditures						Sources of financing
				2010	2011	2012	2013	2014	Total	
4. Building of infrastructure, increasing the capacities in coal-mining industry.										
1	"Bogatyr" open pit mine transport scheme reconstruction, switching to new motor and conveyer technology shall be completed	"Bogatyr Komir" LLP	2010-2014	4498	7714	13765	12410	13554	51941	Own funds
2	Technical projects concerning the coal production capacity expansion in "Severnoy" open pit mine from 10 to 18 mln tons a year, in "Vostochny" from 20 to 22 mln tons a year, "Ekibastuzsky" from 4 to 8 mln tons a year, "Maykubensky" from 5.3 to 8.5 mln tons a year, "Karazhira"	"Bogatyr Komir" LLP, "Eurasian Energy Corporation" JSC, "Angrenor" LLP, "Maykuben vest" LLP, "Karazhira LTD" LLP, "Saryarka - ENERGY" LLP	2010-2014	11487	18183	18158	24193	22833	94854	Own funds
5. Proposed for construction on conditions that funding sources are available.										
1	Distribution grids in Almaty and Almatynskaya oblast shall be reconstructed and built	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2010-2014							
2	Ash-and-slag disposal system in CHP-2 shall be reconstructed and expanded	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2009-2012							
3	Almatynskaya CHP-2 (phase 3, steam generating unit No. 8) shall be reconstructed and expanded	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2009-2013							
4	5 transformer substations in Almaty and Almatynskaya oblast for housing and public utilities shall be constructed and modernized	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2011-2013							
5	Kerbulakskaya hydropower plant shall be constructed	"Samruk Kazyna National Wealth Fund" JSC	2010-2014							
6	National electric grid shall be modernized, step 2 (aerial lines of 220 KV shall be constructed)	"KEGOC" JSC	2014-2016							
7	Aerial lines of central 220 KV substation in Oskarovka shall be reconstructed	"KEGOC" JSC	2010-2014							
8	Scheme of power distribution at Balkhashskaya CHP (first phase)	"KEGOC" JSC	2010-2014							
9	Intergovernmental aerial line of 500 KV in Kemin-Almaty (Kazakhstan-Kyrgyzstan) shall be constructed	"KEGOC" JSC	2012-2015							
10	Connection of the Pavlodarsky energy power node with the unified energy system of Kazakhstan shall be expanded	"KEGOC" JSC	2012-2017							
11	Aerial line of 500 KV - Ekibastuz-Shulbinskaya hydropower plant-Ust-Kamenogorsk (North-East) shall be constructed	"KEGOC" JSC	2012-2018							
12	Aerial line of 500 KV - Shulbinskaya hydropower plant -Aktogay-Taldykorgan-Alma (East-South) shall be constructed	"KEGOC" JSC	2014-2021							
13	Aerial line of 220-250 KV shall be rehabilitated	"KEGOC" JSC	2013-2020							
14	Objects in area of the renewable energy sources shall be constructed	MINT	2010-2014							
6. Development of regulatory and technical documentation in a sphere of the electric power industry										
1	Legal base in area of renewable energy sources shall be analyzed	MINT								
2	Normative-technical base in a sphere of electric power industry and coal industry shall be analyzed	MINT	2010-2011	53	59				112	The republican budget
3	"Concerning the making changes and additions in certain legal acts of Kazakhstan in electric power industry, investment activity of natural monopoly and controlled market subjects" legislation of Kazakhstan shall be developed.	AREM, MINT, MoF, Ministry of Economic Development and Trade, "KOREM" JSC, "KEGOC" JSC	December, 4-th quarter of 2010							Not required

4.3.2 エネルギー効率化にかかる主な政策

(1) 再生可能エネルギーにかかる促進政策

2009年に再生可能エネルギー導入を促進する目的で「再生可能エネルギー法 (Law on Support for Use of Renewable Energy)」が策定された。

同法に基づき、再生可能エネルギーは以下のとおり定義された。

- Solar Power
- Wind Power
- Hydro Power (25 MW without modification of river system)
- Geothermal Power
- Ground Heat
- Heat of Underground Water, River and Water Basin
- Antropogenic Resources of Primary Energy Sources (biomass, bio gas, other organic waste fuel)

同法は、再生可能エネルギーの引き取り義務について以下のとおり規定している。

- 地域の配電会社は、再生可能エネルギー設備が直接接続している送電網の電力損失の50%まで、各再生可能エネルギー生成機関が発電する再生可能エネルギーの全発電量を購入。
- 再生可能エネルギー生成機関による発電が、対応する地域の配電会社の電力損失の50%を超える場合は、その残量を送電システムオペレーターが引き取る。

なお上記促進法は、再生可能エネルギー購入にかかわる逆ぎやの補填方法や系統連系にかかる技術的な可能性についての規定が不明確なため、現在政府内でこれらを明確にすべく改正法が検討されている。

(2) 風力および水力開発における進捗

風力については、1999年4月に策定された”Electricity Development Program until 2030”において、500MWの風力発電設備の導入が計画された。その後、UNDPの支援による”Wind Power Market Development Initiative”により、風力開発の枠組みと有望案件を提案するPre-F/Sが実施され、「カ」国政府による”National Program on Wind Energy Development”が策定された。

さらに前述の「電力産業開発プログラム 2010-2014」では、段階的に風力や水力の再生可能エネルギー開発を進めることが示されており、民間ベースでカザフスタン南部のアルマティ州のShelek Corridorにおける風力50MWやKoksu川の42MWの水力開発などが計画されている。

(3) 省エネ・効率化にかかる促進方策

省エネおよびエネルギー効率化については、現在、産業新技術省により、「省エネルギーおよびエネルギー効率化の向上に係る共和国法（Law on Energy Saving and Increasing Energy Efficiency）」（以下、省エネ法）の法案が準備され、2011年3月時点で省内協議が行われているところである。同法案では、以下の分野において、政府が規制や支援を行うことを目的としている。

- 年間にある一定金額のエネルギーを消費する個人または法人は、指定事業者（State energy sector entities）として認定される。
- 指定事業者は年1回、エネルギー消費量、エネルギー診断に基づく省エネ計画とその成果、エネルギー原単位等をまとめた情報を報告する義務を負う。また事業者内部におけるエネルギー管理は国際標準である ISO15001 に準拠した管理手法を策定・導入し、事業者内のトップマネジメントが管理する。
- 建物、構造物を建設する際に、所定の省エネ機能を担保した設計とする。
- エネルギー消費機器の性能表示を行うこと、所定の効率を満たすべき機器を政府が準備する。
- 政府は省エネ推進のため、①省エネ機器の利用を促進すること、②省エネ・エネルギー効率化分野における研修活動への支援の提供および情報支援を行うこと、③省エネ促進のためのプログラム実施、公的機関の省エネ診断、公的機関の熱供給設備の近代化、電気・熱のメータ設置等への必要な予算措置を行うこと。

4.3.3 エネルギー産業の実施体制

(1) 主な政府組織

(a) 石油ガス省 (Ministry of Oil and Gas)

2010年3月に、今までのエネルギー鉱物資源省 (Ministry of Energy and Mineral Resources) から産業、電力、原子力部門を分離して、石油・ガスおよび関連産業を監督する省として新たに設立された。一方、産業、電力、原子力分野は、新たに設立された産業新技術省が担当することになった。

石油ガス省は、石油、ガスおよび石油化学産業、これら水素炭化物の運搬に関し、以下の業務を担当する。

- 国家の方針形成、法・規則等法的根拠の形成および承認を行う。
- 公共料金を監督している自然独占規制庁とともに、投資プログラムおよび投資事業に関する料金の妥当性を確認する。
- 契約、建設、運営等に関し外国政府・企業との間で事業の交渉、協定を行う。
- 利害関係者に公平になるようなパイプライン、鉄道事業の承認など。

なお、「カ」国の石油・ガス開発・生産・精製・販売は主にカズムナイガス社 (KazMunayGas) により行われている。同社は、政府が2008年に設立した国家福祉基金 (Samruk Kazyna) が100%出資した政府系企業である。

KazMunayGas 社は、カスピ海沿いにあるマンガスタウ州 (Mangistau) およびアティラウ

州（Atyrau）に44の採掘地域を保有している。石油の陸上運搬はKazTransOil社、ガスの運輸はKazTransGas社、海上運搬はKazMorTransFlot社が行っているが、KazMunayGas社はそれぞれ65%、100%、50%の株式を保有している。

2005年に政府により策定された「石油随伴ガス利用プログラム」では、随伴ガスの有効利用が謳われており、KazMunayGas社はコージェネレーション等の技術導入を急いでいる。

(b) 産業新技術省（Ministry of Industry and New Technology: MINT）

産業新技術省は、産業と産業革新、技術開発、投資サポート、安全、電力、鉱物資源、原子燃料、再生可能エネルギー支援、省エネなどを担当する省として、2010年3月の省庁再編により設立された。

大臣、副大臣等から構成される管理部門、官房（Secretariat of the Ministry）のほか、以下の部門から構成される。

- 産業方針部（Department of Industrial Policy）
- 新技術部（Department of New Technologies）
- 国内コンテンツ・事業審査部（Department of Local Contents and Analysis of Projects）
- 電力・石炭産業部（Department of Electricity and Coal Industry）
- 原子エネルギー・産業部（Department of Atomic Energy and Industry）
- 鉱物部（Department of Mining）
- 国際協力部（Department of International Cooperation）
- 国家機密保護および研修部（Department of Protection of State Secrets and Mobilization Training）
- 戦略企画部（Department of Strategic Planning）
- 法務部（Legal Department）
- 資産管理部（Department of Asset Management）
- 財務部（Finance Department）
- 人事・文書サービス部（Department of Personnel and Documentation Services）

このうち、再生可能エネルギーを含む電力計画および電力市場開発は電力・石炭産業部が所掌し、再生可能エネルギー法や省エネ法などの政策にかかわる内容は新技術部が所掌する。

(c) 自然独占規制庁（Agency for Regulation of Natural Monopolies）

経済的な不合理性から競争の働かないサービスに関して、顧客と事業者の相互利益保護のために当該サービスに関する規制の策定および監督を行う機関。同庁は、自然独占状態にあるサービスの判断、当該サービスに関する規制と監督、適正料金となるような手法の開発、認可などを行う。

自然独占の規制対象となりうるセクターは、石油・石油製品の運搬、ガスの貯蔵と運搬、送電・配電分野、熱エネルギーの生成・運搬、鉄道、空港、上下水道などが含まれる。

電気料金については、2007年の電気事業法の改正により、競争原理が導入されつつあった発電部門について卸電力の料金は規制の対象から除外された。

(2) 政府系組織

(a) 国家福祉基金 (Samruk Kazyna)

Samruk Kazyna は、国家的戦略事業をより効率的に実施するため 2008 年の大統領令によって「Kazakhstan Holding for the Management of State Assets Samruk」と「Kazyna Sustainable Development Fund」が統合される形で設立された政府系資産管理機関である。

Samruk Kazyna 参加にある主な企業は以下のとおりである（かっこ内は同基金の持ち株比率）。下線で示した企業は、電力および石油・ガスに関連した企業である。

- **AES-Ekibastuz (50%)**
- Air Astana (51%)
- Aktobe Airport (100%)
- Astana Finance (26%)
- Kazakhstan Development Bank (100%)
- **Kazakhstan Electricity Grid Operating Company (100%)**
- Kazakhstan Mortgage Company (91%)
- Kazakhstan Temir Zholy (100%)
- KazakhTelecom (45.9%)
- Kazatomprom (100%)
- Kazmortransflot (50%)
- **KazMunayGas (100%)**
- Kazpost (100%)
- Kazyna Capital Management (100%)
- Maikainzoloto (100%)
- National Innovation Fund (100%)
- Pavlodar Airport (100%)
- **Samruk-Energo (93.42%)**
- SK-Pharmaceuticals (100%)

Samruk Kazyna は、政府の産業プログラムの実施に直接的に参加し、電力産業開発プログラム 2010-2014 で提示されているいくつかのエネルギー案件の開発責任機関となっている。

(b) 国家電力会社 (Samruk Energo)

Samruk Energo 社は 2007 年 5 月に設立され、既設発電事業の近代化と新規電源開発に関し国家の長期戦略を担っている。現在は Samruk Kazyna の子会社であり、複数の発電会社・炭鉱会社・配電会社の持ち株会社でもある。現在保有している主な会社は以下のとおりである。

- Ust-Kamenogorsk Hydroelectric Power Station
- Ekibastuz 2 Coal Power Station
- Zhambyl State District Power Station
- Shulbinsk Hydroelectric Power Station

- Buhtarminsk Hydroelectric Power Station
- Bogatyr Komir Coal Mining Company
- Shardarinsk Hydroelectric Power Station
- Moinak Hydroelectric Power Station (Under Construction)
- Balkhash Coal Combined Heat and Power Station (Under Planning)
- AlmatyEnergoSbyt (Power Supply Company)
- Ala Tau Zharyk Kompanijasy (Transmission and Distribution Company)
- Mangistau City Distributive Electronetwork Company (Transmission and Distribution Company)

(c) カザフ送電運営会社 (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company: KEGOC)

1996年に設立され、現在は Samruk Kazyna が株式を保有する政府系企業である。全国の送電網を建設、維持管理、運営する機能を持ち、中央給電所から指令を送る。

「カ」国全体の需給状況に関するデータを一括して有しており、全国の電源・送電計画に関してドラフトを作成し、担当省（産業新技術省）に提案する役目も有している。

KEGOC の託送単価（送電料金）は従来 8 つの地域ごとに別々の単価であったが、2010年 8 月から全国統一単価が導入され現在は 0.94 テンゲ/kWh となっている。

所有する送電線の電圧レベルは 220 kV-1,050 kV の高圧送電線である。

(d) カザフ卸電力市場オペレータ (Kazakhstan Operator of Electricity Market: KOREM)

2000年にカザフ卸電力市場オペレータ (KOREM) が設立され、電力の市場取引が始められた。現在は、Samruk Kazyna の 100 %子会社である。

この電力市場取引は、「短中長期取引（スポット取引、週間・月間取引、年間取引）」と「バランス取引」の 2 種類の取引があるが、前者は計画的な電力供給となるが、後者は需給にアンバランスが発生した場合に供給する電力である。取引は、発電事業者と、地域配電会社、電力供給会社、および 5 MW 以上の法人ユーザーの間で成立する。

USAID のレポート (Report on Development of Cross Border Trading Activity in Central Asia & Recommendations for Remap Further Assistance, 2007) によれば、2006年に卸電力市場で取り扱われた電力量はおよそ 4,800 GWh であるが、これは 2006年の「カ」国全体の販売電力量 (71,881 GWh: Yearbook 2009 より) の 7%程度である。

(e) 地域配電網会社 (Regional Electric Grid Companies)

「カ」国は地域ごとに 21 の地域配電網会社が存在し、KEGOC や他の卸売り発電会社等から受電し、地域の配電事業 (220 kV 未満の配電設備を保有) を行っている。ただし小売機能は 2005年から電力供給会社 (Power Supply Companies) に分離されている (一部、卸電力市場を通じて売電も行っている)。

(f) 電力供給会社 (Power Supply Companies)

電力の小売りを専門に行う会社で、「カ」国全国に 45 社ある。地域配電網会社および市場の電力取引などから得た電力を顧客に販売する。

(3) その他

(a) KazEnergy

KazEnergy は、2005 年に設立された「カ」国の燃料とエネルギーに関連した持続的開発を維持するための環境を促進するための協会である。民間の石油・ガス産業の協賛金で運営されており政府の支援は入っていない。民間企業のビジネス促進のため活動しており組織そのものは NPO という位置づけである。KazEnergy のメンバー企業は 50 社。

法律制定の際に民間企業を代表したロビー活動、メンバー間での情報の共有、地方・外国レベルでの協力事業の開発・サポートなどを行っている。

KazEnergy の子会社の中に KazCarbon がある。これは「カ」国の排出権市場開拓のため設立された会社で、環境関連（京都議定書）の調査・分析なども実施している。

(b) Kazakhstan Electricity Association

Kazakhstan Electricity Association は、1999 年に設立された電力産業に関連した NPO という位置づけでメンバー企業は 33 社からなる。同協会はメンバー企業間の調整、共通して保有する利益の保護、政府のプログラム、法制度へのロビー活動、国際会議等の開催などを行っている。

4.3.4 電力セクター実施体制

(1) 電気事業体制の歴史

旧ソ連からの独立後、1992 年に国有電力会社であるカザフスタンエネルゴ社（GEK Kazakhstan Energo）が設立され、全国にある地方電力企業等を傘下にいった垂直統合型で「カ」国全体の電気事業を運営していた。その後、競争原理を導入する目的で発送配電の水平分離の方針が出され、1996 年に政令「電気事業の再編・民営化計画」が採択された。

これに伴い、以下のとおり電気事業が再編された。

- ・ すべての発電所が株式会社として独立
- ・ 全国の基幹送電線と給電機能を KEGOC に移管
- ・ 地域別に配電会社が独立

また 2002 年からは電力市場取引が開始されている。

(2) 現在の電気事業体制

現在の電気事業体制は以下のとおりである。主管省庁は産業新技術省であるが、料金規制は自然独占規制庁が規制・監督を行っている。

発電会社は、株式会社として法人化されているが、その形態は国家福祉基金（Samruk Kazyna）や国家電力会社（Samruk Energo）等の政府系企業の子会社と民間企業が混在している。

発電所は、規模と目的により下記の4つに分類される。

- National Level Power Plants：国家送電網に接続された大規模発電所（火力・水力）
- Local Level Power Plants：地域配電系統に接続された小規模発電所
- Surplus Power of Power Plants for Industrial Use：産業用利用している自家発電所と近隣に配給する余剰電力
- Heat and Power Plants：地域の熱電併給会社

発電された電気は、KEGOC、地域配電網会社、電力供給会社などを通じて最終顧客に供給される。卸売市場において電気の売買が可能となっていることから電気の売買のルートは様々である。

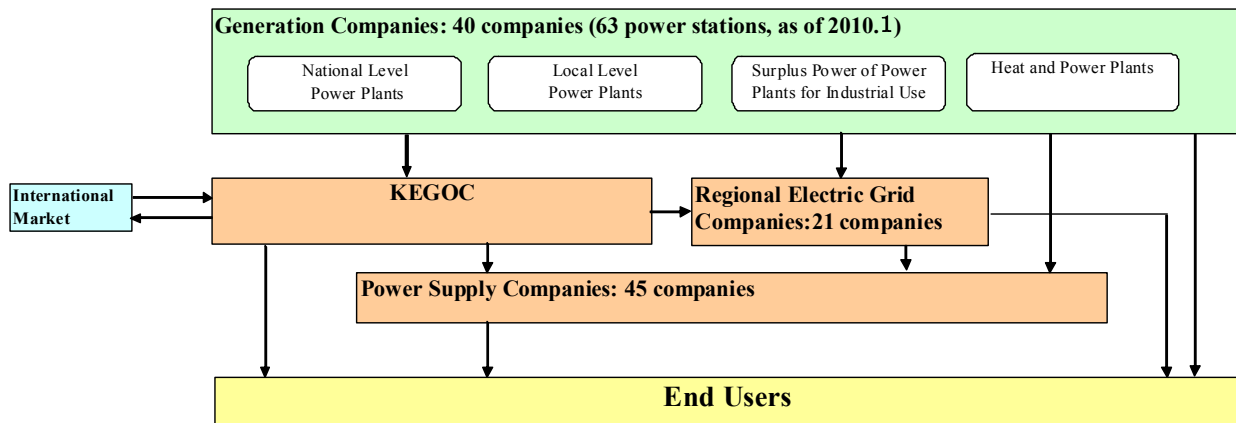


図 4-5 「カ」国の電気事業体制

電気事業における分担は、発送配電の設備ごとに以下のとおり分類できる。

表 4-17 電気事業の担当部門

	発電	送電	配電	小売業
計画	MINT	KEGOC	地域配電網会社	-
実施	各発電会社	KEGOC ほか	地域配電網会社	電力供給会社
実施会社 の形態	政府系企業や民間 企業など	KEGOC は Samruk Kazyna が株式を 保有する国営企業	民間企業（一部政 府系）	民間企業

4.4 エネルギー需給構造

4.4.1 エネルギー埋蔵量と生産量

石油の確認埋蔵量は2009年末で398億 bbl (Resources / Production R/P : 65年)、石炭は313億トン (R/P : 308年)、天然ガスは1.82兆立方メートル (R/P : 56年) と推定されている。しかも、1999年から2009年の10年間は、確認埋蔵量が増加しており、今後ともエネルギー輸出国として有望視されている。

表 4-18 「カ」国の石油・石炭・天然ガス確認埋蔵量

	1999 年末	2009 年末	R/P	世界シェア
石油	250 億 bbl	398 億 bbl	65 年	3.0%
石炭		313 億トン	308 年	3.8%
天然ガス	1.78 兆 m ³ (63Tcf)	1.82 兆 m ³ (64Tcf)	56 年	1.0%

注：R/P: Resource/Production 比で、埋蔵量の大きさを図る尺度となっている。(出典：BP 統計 2010)

「カ」国は、このように石油、石炭、天然ガスなどのエネルギー資源に恵まれた国で、原油は1998年から2008年の10年間で2.72倍、石炭の生産量は同期間で1.56倍、天然ガスは同期間4.28倍と生産を伸ばしている。また、これら一次エネルギーの構成比は2008年で、原油48%、石炭33%、天然ガス19%、その他水力や再生可能エネルギーなどがあるが、過去10年を見ると原油と天然ガスが構成比を8%、9%と増加させる一方で、石炭が16%シェアを低下させている。ただ、石炭のR/Pは308年と豊富なため、原油や天然ガスなどの需要の拡大が相対的に石炭の構成比を下げているものと思われる。見方を変えれば、今後はクリーンコール技術などの石炭高度利用を考える必要もあるものと思われる。

表 4-19 「カ」国の一次エネルギー生産量と構成比

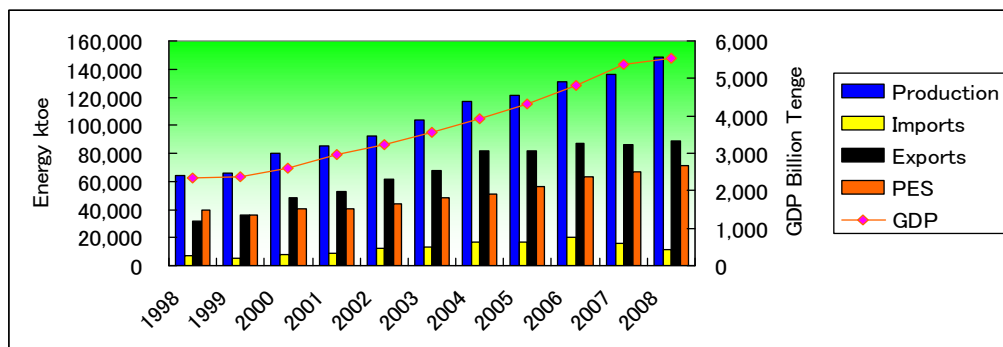
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Coal	31,271	26,371	34,130	34,859	32,465	37,297	38,198	38,071	42,311	43,014	48,837
Crude oil	26,066	30,267	35,438	40,272	47,485	51,685	59,759	61,751	65,837	67,413	70,976
Naturalgas	6,439	8,341	9,680	9,737	11,832	13,919	18,329	21,115	22,125	24,792	27,571
Hydro power	528	527	648	695	765	742	693	676	668	703	642
Renewable	73	73	73	87	101	80	44	78	61	94	164
Primary total	64,377	65,579	79,969	85,650	92,648	103,723	117,023	121,691	131,002	136,016	148,190
Coal	49	40	43	41	35	36	33	31	32	32	33
Crude oil	40	46	44	47	51	50	51	51	50	50	48
Naturalgas	10	13	12	11	13	13	16	17	17	18	19
Hydro power	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Renewable	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Primary total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(出典：IEA 統計)

4.4.2 一次エネルギー供給

「カ」国の一次エネルギー国内供給（Primary Energy Supply: PES）は、過去10年間（1998年～2008年）GDPに比例して伸びている。しかしながら、一次エネルギーの生産量は伸びているものの、原油・石炭・天然ガスのエネルギー輸出力（輸出額でなく）は伸びていない。つまり「カ」国の一次エネルギー生産の増加分が国内で消費されていることになる。

農業の高付加価値化や化学、鉄鋼、建材などの製造業の育成を図っている「カ」国としては、国内でのエネルギー消費の拡大は当然であるが、購買力平価 GDP（GDP-PPP: International Dollar 評価 Purchasing Power Parity による GDP）と PES の2000年から2008年の8年間の弾性値を見ると0.61で、通常の新興国よりはやや低い弾性値である。エネルギー多消費産業の育成を考えている国としては、国内一次エネルギー供給には、自国エネルギーの増産とともにエネルギーの有効利用ということで対応していることがわかる。



（出典：ADB Key Indicators および IEA 統計）

図 4-6 「カ」国の一次エネルギー供給

4.4.3 エネルギー転換部門

「カ」国のエネルギーバランス表を下記に示す。電力、熱ともその多くは石炭を燃料としており、一部ガスからの転換もある。

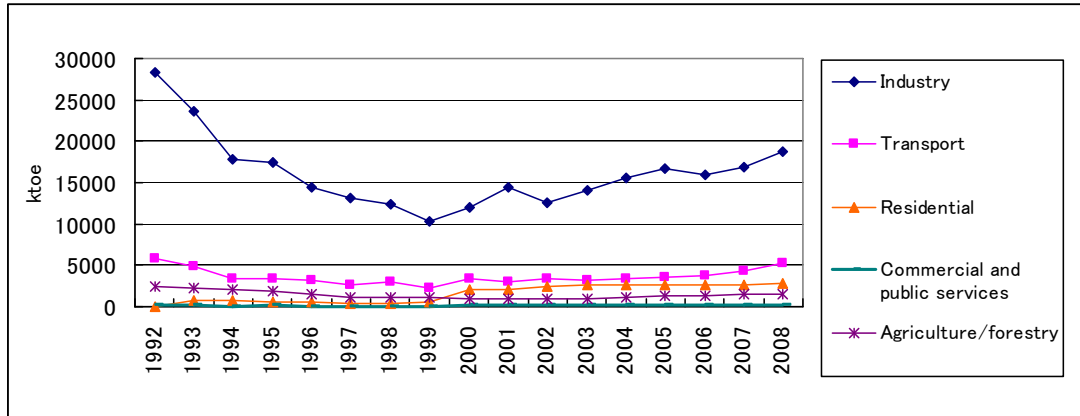
表 4-20 「カ」国のエネルギーバランス

SUPPLY and CONSUMPTION	Coal and Peat	Crude Oil	Oil Products	Gas	Hydro	Renewables	Electricity	Heat	Total
Production	48,837	70,976	0	27,571	642	164	0	0	148,190
Imports	577	3,203	2,524	5,198	0	0	238	0	11,740
Exports	-19,190	-60,373	-4,056	-5,231	0	0	-214	0	-89,063
International Aviation Bunkers	0	0	-327	0	0	0	0	0	-327
Stock Changes	-7	0	389	0	0	0	0	0	381
Total Primary Energy Supply	30,216	13,806	-1,470	27,538	642	164	25	0	70,921
Statistical Differences	74	-22	117	-1,625	0	0	0	0	-1,456
Electricity Plants	0	-48	0	0	-642	0	642	0	-48
CHP Plants	-19,515	0	-827	-2,147	0	0	6,266	9,463	-6,760
Oil Refineries	0	-13,020	12,709	0	0	0	0	0	-311
Coal Transformation	-1,617	0	0	0	0	0	0	0	-1,617
Energy Industry Own Use	0	0	-362	-4,713	0	0	0	-1,601	-6,676
Losses	-491	-713	-50	-826	0	0	0	-612	-3,887
Total Final Consumption	8,668	3	10,118	18,226	0	164	4,719	8,267	50,166
Industry	8,090	0	2,950	780	0	0	2,842	4,043	18,704
Transport	0	0	4,883	0	0	0	202	99	5,185
Other	0	0	1,739	17,446	0	164	1,675	4,125	25,150
Residential	0	0	193	0	0	0	639	2,009	2,841
Commercial and Public Services	0	0	239	0	0	0	0	0	239
Agriculture / Forestry	0	0	981	0	0	0	594	0	1,575
Non-Specified	0	0	326	17,446	0	164	443	2,116	20,495
Non-Energy Use	578	3	545	0	0	0	0	0	1,126

（出典：IEA 統計）

4.4.4 セクター別最終エネルギー需要

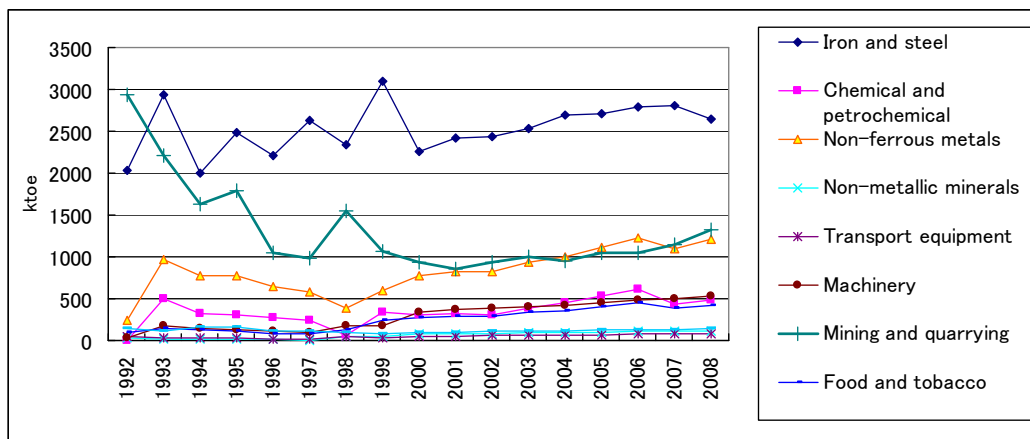
セクター別の最終エネルギー需要は、2008年時点では合計 50.2 Mtoe のうち産業セクターが 18.7 Mtoe であり、37.3%を占めている。産業セクターにおける需要は、旧ソ連から独立後に停滞した経済状況を反映して減少を続けたが、1999年以降は回復基調にある。運輸セクターは全体の 10.3%に止まっている。なお用途を特定できない利用分が 40.9%にのぼる。



(出典：IEA 統計)

図 4-7 「カ」国の最終エネルギー需要の推移

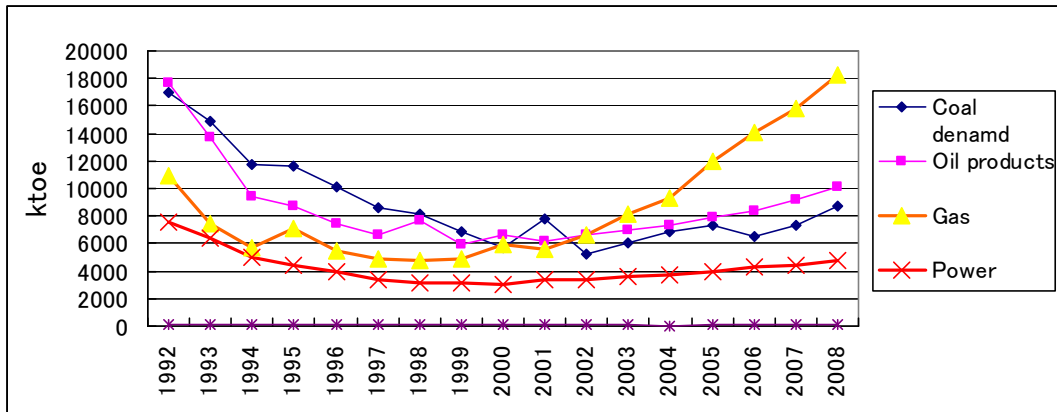
産業セクターにおける最終エネルギー需要は、鉄鋼業が 14.1%を占めている。鉱業は 90年代に大きく減少したものの近年では上昇傾向にあり、2008年時点では 7.0%である。同じく非金属工業も 2000年代は堅調に増加を続け 6.4%に達している。



(出典：IEA 統計)

図 4-8 「カ」国産業セクターの最終エネルギー需要内訳の推移

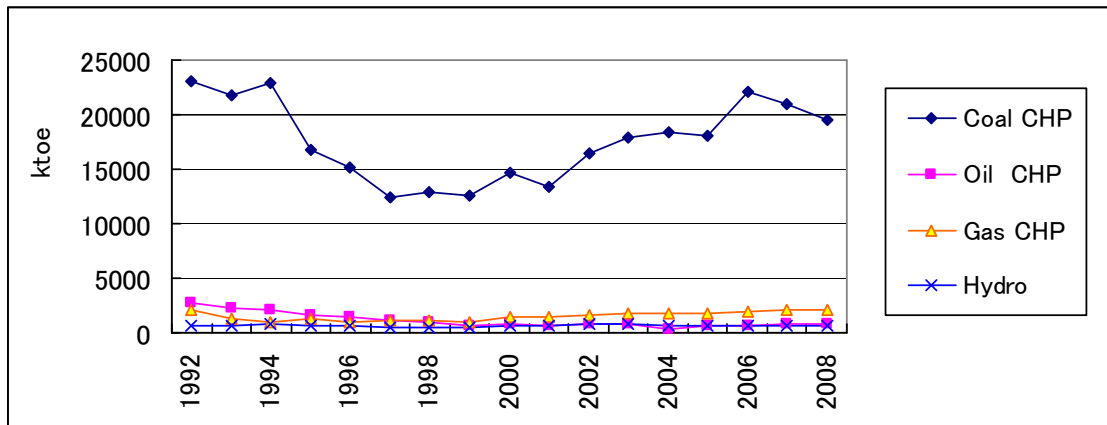
産業セクターにおけるエネルギー需要は、全体として1990年代に大きく減少したが、2000年以降は回復基調にある。中でもガスの需要増が顕著であるが、用途は特定されていない。石炭、石油製品については従来ほどの需要は見られないものの徐々に需要が拡大している。



(出典：IEA 統計)

図 4-9 「カ」国のエネルギー別最終需要の推移

電力向けの一次エネルギー消費は、従来から石炭が大部分を占め、2008年時点で84.4%である。次いでガスが9.3%、石油3.6%、水力2.8%である。電力向けの石油利用は1990年代から徐々に減少しているのに対し、ガス利用は微増傾向にある。



(出典：IEA 統計)

図 4-10 電力向け一次エネルギー消費の推移

4.5 電力セクターの概況

4.5.1 概況

「カ」国の電力需要は、1990年に最高の104.7 billion kWhを記録したが、旧ソ連から独立後の混乱やロシア経済危機に伴い経済のマイナス成長が続いたことにより、1999年には47.5 billion kWhまで落ち込んだ。2000年以降は上昇に転じ、2008年において電力需要は

80.6 billion kWh まで増加した。なお、2009 年は産業セクターにおける生産の後退の影響により、やや需要が低迷し 77.9 billion kWh であった。



(出典：KEGOC Annual Report 2009)

図 4-11 「カ」国の電力需要・供給量の推移

「カ」国では北・南・西に分かれたゾーン毎に電力需要および供給に偏りが見られる。発電所、需要箇所ともに集中しているのは北部であり、電力消費量は全国の約 7 割を占めている。残る 2 割を南部、1 割を西部で消費している。

表 4-21 ゾーン別電力消費状況

	Consumption	
Total	77,959.6 mln kWh	100.0 %
Zone North	53,916.5 mln kWh	69.1 %
Zone South	15,016.3 mln kWh	19.3 %
Zone West	9,026.8 mln kWh	11.6 %

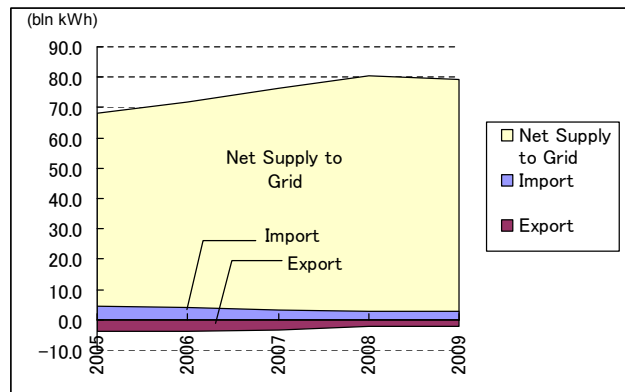
(出典：KEGOC Annual Report 2009)

「カ」国の電力セクターの課題として、電力産業開発プログラム 2010-2014 の中においても発電所の老朽化や送配電網の偏りについて言及されている通り、「カ」国内では地域により電力の余剰または不足が発生している。そのため電力に余剰の生じやすい北部ではロシアへの輸出を行い、電力不足が常態化している南部ではウズベキスタンやキルギス、西部ではロシアからの輸入を行っている。2009 年における電力輸出量は 2.3 billion kWh、輸入量は 3.0 billion kWh である。「カ」国の電力需要と輸出入量の推移を下記に示す。

表 4-22 電力需給と輸出入量の推移

	(bin kWh)				
	2005	2006	2007	2008	2009
Gross Generation	67.6	71.5	76.4	80.1	78.5
Import	4.6	4.0	3.4	2.8	3.0
Export	-4.0	-3.8	-3.3	-2.2	-2.3
Net Supply to Grid	68.2	71.7	76.5	80.7	79.2
Consumption	68.1	71.8	76.5	80.6	77.9

(出典：KEGOC Annual Report 2009)



(出典：KEGOC Annual Report 2009)

図 4-12 電力供給量・輸出入量の推移

4.5.2 電力設備（発電所、熱電併給設備）

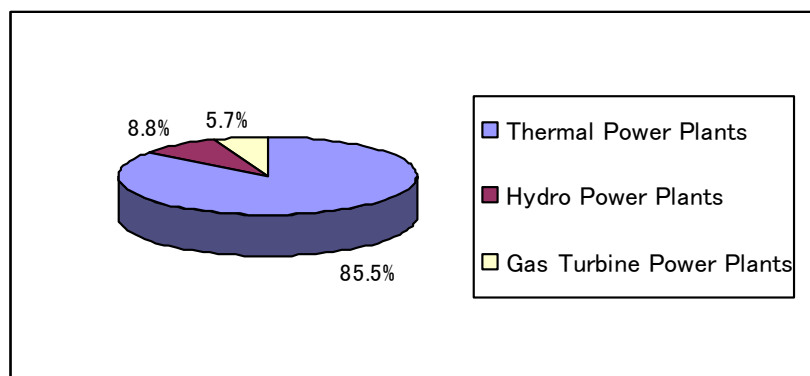
発電部門は1996年の政府決定「電機事業の再編・民営化計画」以降より全面的に自由化され、全ての発電所が株式会社化された。国有の大規模発電所の一部は国内企業であるユーラシアエナジーや米国系企業のAES等に売却されたが、現在では国営企業や政府が発電会社の株式を買い戻した例もあるなど、様々な経営形態が混在している。

2009年時点の「カ」国の総発電設備容量は19,127.9 MW、供給能力は14,821 MWである。これに対し、同年の最大電力は約12,400 MWである。また、電源構成は全体の85.5%を火力発電が占めている。火力発電のうち、全体の約74%が石炭火力発電である。

表 4-23 「カ」国の電源構成（2009）

Generation		
Total	78,433.7 mln kWh	100.0 %
Thermal Power Plants	67,096.7 mln kWh	85.5 %
Hydro Power Plants	6,859.4 mln kWh	8.8 %
Gas Turbine Power Plants	4,477.6 mln kWh	5.7 %

(出典：KEGOC Annual Report 2009)



(出典：KEGOC Annual Report 2009)

図 4-13 「カ」国の電源構成割合

“National-level Power Plants”に分類される主要な大規模発電所および“Industrial Power Plants”のリストを下記に示す。

表 4-24 「カ」国の主要発電所

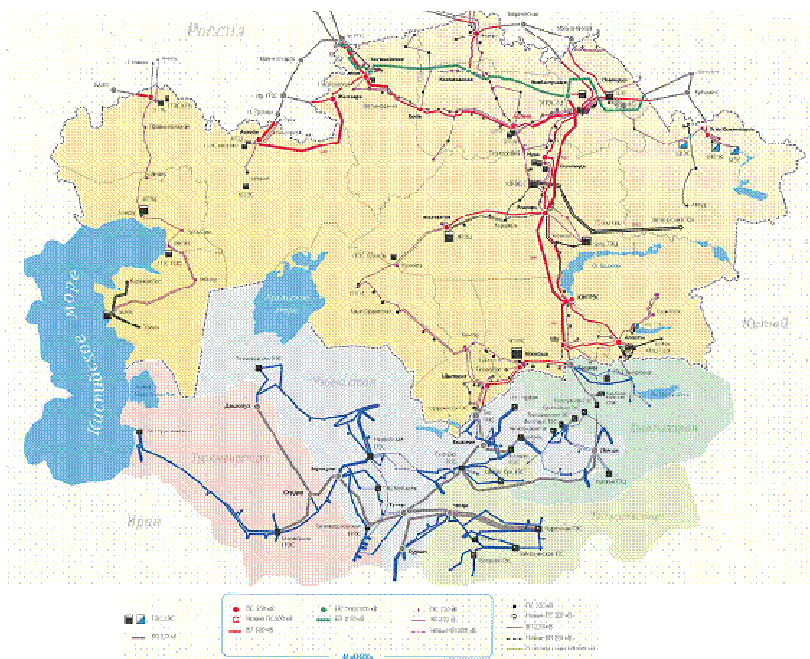
No	Power Plants	Type	Installed Capacity (MW)	Units
Total			19,127	
National-level Power Plants				
1	Ekybastuzskaya Power plant-1	Thermal	4,000	500 x 8
2	Ekybastuzskaya Power plant-2	Thermal	1,000	500 x 2
3	Eurasian Energy Corporation (Aksuskaya power plant)	Thermal	2,110	300 x 7
4	"Kazhmys Corporation" power plant	Thermal	608	-
5	Zhambylskaya power plant	Thermal	1,230	200 x 3, 210 x 3
6	"Kazcink" JSC Buhtaimynskaya hydropower complex	Hydro	675	75 x 9
7	Ust-Kamenogorskaya hydropower plant	Hydro	331	82.8 x 4
8	Shulbinskaya hydropower plant	Hydro	702	117 x 6
Industrial Power Plants				
9	"Tengizchevroil" LLP gas turbine power plant	Gas Turbine	-	-
10	"Petro Kazakhstan Kumkol Resources" JSC Kumkol gas turbine power plant	Gas Turbine	-	-
11	"Karachaganak Petroleum Operating" gas turbine power plant	Gas Turbine	-	-
12	"Karaganda-Zhilu" LLP CHP-3	CHP	-	-
13	"Arselor Mittal Temirtau" JSC	Steam Turbine	-	-
14	Rudnenskaya CHP ("SS&PO" JSC)	CHP	-	-
15	"Kazhmys Corporation" LLP Balhashtskaya CHP, Zhezkazganskaya CHP	CHP	-	-
16	"Aluminium of Kazakhstan" JSC Pavlodarskaya CHP-1	CHP	-	-
17	Shymkent'skaya CHP-3	CHP	-	-

(出典：“Electric Power Industry Development Program 2010 - 2014”、海外電力調査会『海外諸国の電気事業 2010』)

4.5.3 送配電設備

(1) 全国グリッド

「カ」国の全国グリッドは、以下のとおり国内の地域間送電線、近隣国（ロシア、キルギス、ウズベキスタン）の国際連系線、各発電所から卸売業者への送電線を指す。



(出典：KEGOC ウェブサイト)

図 4-14 「カ」国のグリッドマップ

(2) 送電設備

「カ」国の国家送電網の運営は電力系統運用公社である KEGOC が行っている。なお KEGOC の管轄に含まれる設備は、地域間送電線、国際連系線のほか、主に 220 kV 以上の送電線、変電所、開閉装置である。

2010 年 1 月時点で KEGOC の送電線延長は 24,374.060 km であり、総送電設備容量は 33,699.65 MVA である。また、変電設備 (35 kV-1,150 kV) の総容量は 33,699.65 MVA である。KEGOC の運営する主な送電線電圧は 220 kV から 1,150 kV である。

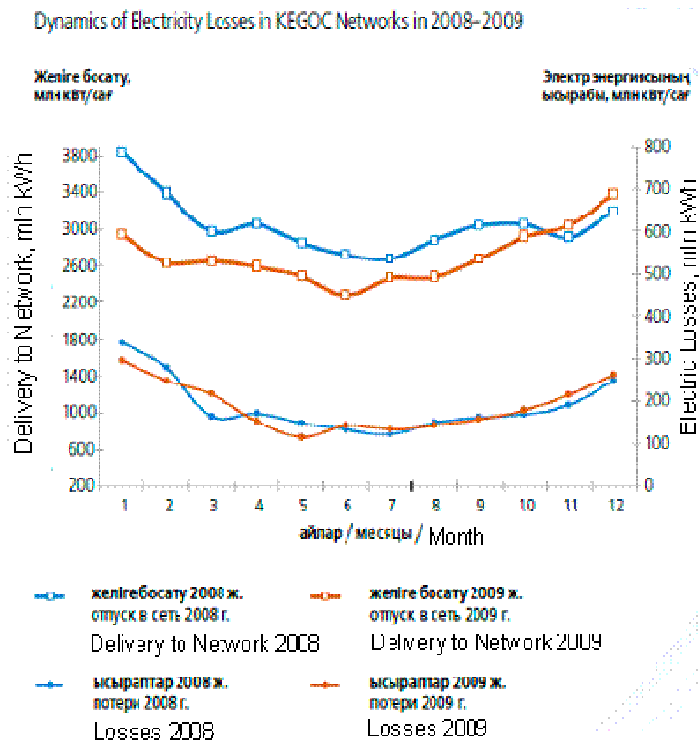
KEGOC の総設備概要を下記に示す。

表 4-25 「カ」国の送電設備

Фирма	кВ	Жол ұзындығы, шағылынаым	Қосалқы станциялар саны	Қуаты, МВА	Электр желісінің дайындық коэффициенті, (мин-макс), %	Электр желісінің желілік өлшеуі бойынша пайдаланудың орташа коэффициенті, %	жылдың орташа ең жоғары
Фирма	кВ	Протяженность линии, км	Количество подстанций	Мощность, МВА	Коэффициент готовности линии электропередачи, (мин-макс), %	Средневзвешенный коэффициент использования пропускной способности линии в среднем по годовой	максимальный
Name of the MES branch	kV	Line length, km	Number of Substations	Capacity, MVA	Line Availability (Min-Max), %	Weighted Factor of Transmission Line Capacity Utilization, %	Max
Алматы ЖЭТ Алматынские МЭС / Almatynskye MES	35-500	1 746,852	9	3 227,35	75,7-99,9	37,4	79,1
Ақмола ЖЭТ Ақмолинские МЭС / Akmolinskije MES	220-1150	4 225,519	10	7 484,60	87,3-100	27,1	66,7
Ақтөбе ЖЭТ Ақтөбінские МЭС / Aktubinskije MES	220-500	1 200,020	6	1 945,50	77,0-100	58,4	75,5
Шығыс ЖЭТ Восточные МЭС / Vostochnye MES	110-500	1 039,200	5	3 026,50	95,0-100	22,8	91,5
Батыс ЖЭТ Западные МЭС / Zapadnye MES	220	1 079,500	5	9 50,00	49,1-98,3	13,8	56,7
Орталық ЖЭТ Центральные МЭС / Tsentralnye MES	220-500	3 477,180	10	3 720,10	88,0-100	45,7	94,5
Сарыаң ЖЭТ Сарыаңские МЭС / Saryangskije MES	110-1150	2 417,935	8	6 569,90	77,0-100	23,0	91,4
Семітәуік ЖЭТ Северные МЭС / Severnye MES	110-1150	3 386,551	8	3 520,60	77,1-100	41,6	116,8
Шымкент ЖЭТ Шымкентские МЭС / Shymkentyskije MES	220-500	4 201,303	13	3 255,10	44,6-99,9	22,3	99,0
«KEGOC» АҚ бойынша барлығы / ИТОГО по АО «KEGOC» / total for KEGOC		24 374,060	74	33 699,65	74,5-99,8	32,5	85,7

(出典 : KEGOC Annual Report 2009)

2009年のKEGOCの設備における送電ロス（送電端における電力量を100とした場合に顧客まで届かなかった電力量の割合）は、送電量の多い1月に10.08%、少ない5月に4.61%と幅があるが、年間平均では5.38%である。ロス低減の方策として、低負荷時の変圧器の停止、変電所の補機による電力消費低減等が行われている。



(出典：KEGOC Annual Report 2009)

図 4-15 送電需要カーブと送電ロス

(3) 配電設備

州レベルの 220 kV 未満の地方配電線は、地方配電会社によって運営されている。州によっては地域を複数の配電会社で分割して運営しており、現在は 14 の州に対し 21 の地方配電会社が地域独占的に事業を行っている。

4.5.4 販売電力量・単価

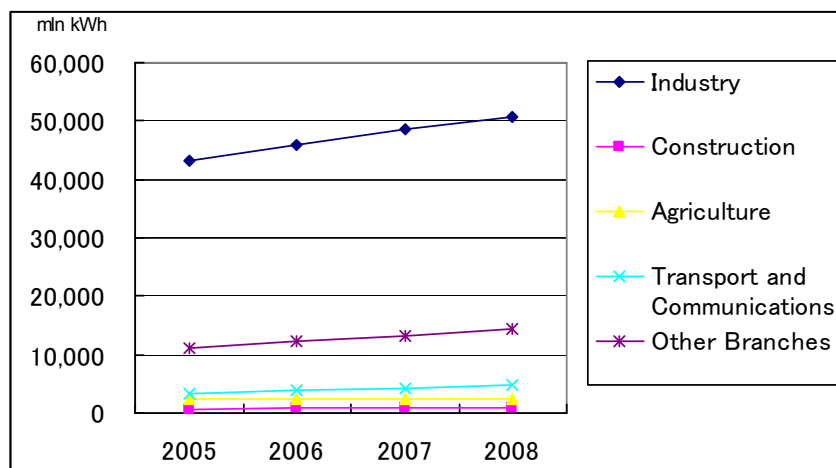
(1) セクター別販売電力量

「カ」国統計局による販売電力の内訳をセクター別に見ると、電力の大部分が産業用に消費されていることが分かる。2008年の電力需要のうち67.2%を産業用が占めている。いずれのセクターも需要量は増加傾向にあるが、最大の需要は依然として産業用電力である。

表 4-26 販売電力量の推移

(bln kWh)				
2005	2006	2007	2008	2009
68.1	71.8	76.5	80.6	77.9

(出典：KEGOC Annual Report 2009)



(出典：Statistical Yearbook of Kazakhstan 2009)

図 4-16 セクター別電力需要内訳の推移

(2) 電力販売単価

最終需要家への電力販売は、実質的に小売供給事業者の地域独占状態となっており、電力販売単価は自然独占規制庁の規制対象となっている。電力販売単価は地域ごとに設定され、徴収された料金から下記の各電力関係事業者のコストが賄われる。

- 発電会社の「発電料金」
- KEGOC の「送電託送料金」
- 地域配電会社の「配電託送料金」
- 小売業者の販売管理費や営業費など

電力販売単価は他国に比較して低い水準にあるものの、近年は上昇傾向にある。「カ」国統計局によれば、2009年の住宅用電力販売料金は100 kWhあたり745テンゲ、即ち平均して1 kWhあたりの販売単価は7.45テンゲであり、2005年の4.18テンゲから大幅に上昇した。

表 4-27 住宅用平均電力販売料金の推移

(KZT / 100 kWh)

2005	2006	2007	2008	2009
418	475	591	678	745

(出典：Statistical Yearbook of Kazakhstan 2009)

2011年3月現在のアスタナ市における住宅用電気料金メニューとしては、従量料金と時間帯別料金の二種類が運用されている。従量料金の場合、電気コンロを使用している顧客の場合、1 kWh あたりの単価が 7.11 テンゲに設定されている。ただし規定の月間使用量を上回ると、10.36 テンゲの単価が適用される。通常、電気コンロを使用する場合には、使用しない場合に比べて単価は安く月間使用量は多く設定されるが、それぞれ値は地域によって異なる。一方、時間帯別料金の場合、昼間（午前7時から午後11時の間）は 10.99 テンゲ、深夜（午後11時から翌朝7時）については 2.53 テンゲの単価が適用される。

表 4-28 地域別住宅用電力販売単価 (2011.3)

(KZT / kWh)、VAT 除く

Volume Tariff*1	Minimum rate	Maximum rate
	7.11	10.36
TOU*2 Tariff	Day - time rate (7:00 - 23:00)	Night - time Rate (23:00 - 7:00)
	10.99	2.35

*1 電気コンロを使用する場合

(出典：Astana Energo Service)

*2 TOU: Time of Use (時間帯別)

法人用電気料金メニューとしては、時間帯別料金が導入されており、昼間（午前7時から午後7時）、夜間（午後7時から午後11時）、深夜（午後11時から翌朝7時）の三つの時間帯ごとに 1 kWh あたり単価が設定されている。昼間の単価は 10.99 テンゲ、深夜は 2.53 テンゲと住宅用と同額であるが、日負荷が最大と思われる夜間帯については、17.85 テンゲが適用される。

表 4-29 地域別法人用電力販売単価 (2011.3)

(KZT / kWh)、VAT 除く

TOU* Tariff	Day - time rate (7:00 - 19:00)	Evening - time rate (19:00 - 23:00)	Night - time Rate (23:00 - 7:00)
		8.63	17.85

*TOU: Time of Use

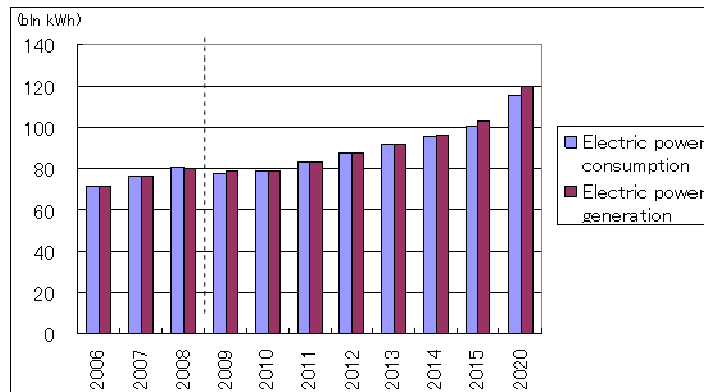
(出典：Astana Energo Service)

4.5.5 電力需要想定と電源計画

(1) 電力需要想定

産業技術省が策定した“Electric Power Demand and Supply Forecast within the Unified Power System of Kazakhstan”によれば、「カ」国における電力需要は 2014 年には 95.95 billion kWh、2020 年には 116.0 billion kWh まで増加が見込まれている。なお電力産業開発プログラム 2010-2014 においては、2014 年時点の発電量として 97.9 billion kWh、電力需要として

96.8 billion kWh の数値目標が掲げられており、若干の上方修正が見られる。



(出典：“Electric Power Demand and Supply Forecast within the Unified Power System of Kazakhstan”)

図 4-17 2020 年までの電力需要想定・供給計画

(3) 電源開発計画（電源構成、最大電力需要と供給能力、課題と計画）

上記の供給見通しを実現すべく、産業新技術省は“Electric Power Demand and Supply Forecast within the Unified Power System of Kazakhstan”に 2020 年までの電源開発計画を盛り込んでいる。電源開発計画のうち主なものを下記に記す（詳細は次ページに記載）。なお計画は南部における小水力や風力の開発（2020 年において 0.02 billion kWh の導入）が織り込まれている。

- 既存大規模発電所のリハビリ
 - エキバストゥス第一火力発電所（500 MW x 3）
 - ユーラシアエナジー火力発電所（325 MW）
- 発電所の新設
 - バルハシ火力発電所（1,320 MW）
 - アクタウ原子力発電所（600 MW）
 - モイナク水力発電所（300 MW）
 - Agip KCO ガスタービン発電所（230 MW）
 - アスタナ市 CHP-3（120 MW x 2）
- 発電所の増設
 - エキバストゥス第二火力発電所（525 MW）
 - アスタナ市 CHP-2（120 MW x 2）
 - アルマティ市 CHP-2（120 MW x 2）

なお産業新技術省の見通しによれば、現状では近隣国からの輸入で補われている電力不足を解消し、純粋な電力輸出国に転じる計画である。2008 年時点で電力輸入は輸出を 0.53 billion kWh 上回っているが、2020 年には輸出量と輸入量の差し引きは 4.20 billion kWh で輸出量が上回る予定である。

4.6 その他のセクター

4.6.1 産業セクター

(1) GDP における産業の位置づけ

「カ」国の経済は、石油・ガスの生産増加と価格高騰に牽引される形で国内総生産（GDP）をのぼしてきた。GDP の内訳は以下のとおりであるが、貿易、石油・ガス輸送、不動産業を含むサービス業が 50%以上を占める。

表 4-31 GDP 内訳

NATIONAL ACCOUNTS At Current Prices (billion Tenge; calendar year)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
GDP by industrial origin at current market prices	2,600	3,251	3,776	4,612	5,870	7,591	10,214	12,850	16,053	16,100
Agriculture	211	284	302	363	418	484	561	727	853	1,003
Mining	339	372	458	558	800	1,199	1,647	1,935	3,004	2,647
Manufacturing	429	535	547	656	782	914	1,188	1,477	1,890	1,815
Electricity, gas, and water	80	91	108	128	138	148	184	224	269	304
Construction	135	178	239	276	356	595	1,001	1,213	1,299	1,292
Trade	324	393	460	537	732	898	1,165	1,588	1,966	2,069
Transport and communications	299	363	438	571	691	897	1,179	1,482	1,769	1,756
Finance	81	112	131	146	172	246	476	762	849	787
Public administration	61	66	75	86	128	158	191	250	272	349
Others	495	672	804	1,050	1,411	1,750	2,263	2,888	3,509	3,876
Less: Financial intermediation services indirectly measured	24	37	56	71	110	166	306	614	751	542
Taxes less subsidies on products	172.7	224.6	271.8	313.0	353.3	467.8	665.8	919.6	1,125.3	745.6
Structure of Output percent of GDP at current basic prices										
Agriculture	8.6	9.3	8.5	8.3	7.4	6.6	5.7	5.8	5.4	6.3
Industry	40.1	38.4	38.0	37.0	36.9	39.2	40.8	38.7	41.2	38.1
Services	51.3	52.4	53.5	54.7	55.7	54.2	53.5	55.6	53.3	55.6

(出典： ADB Key Indicators 2010)

(2) 鉱工業部門別生産高

「カ」国の鉱工業部門別の生産高内訳を示す。

表 4-32 「カ」国の鉱工業部門別生産高

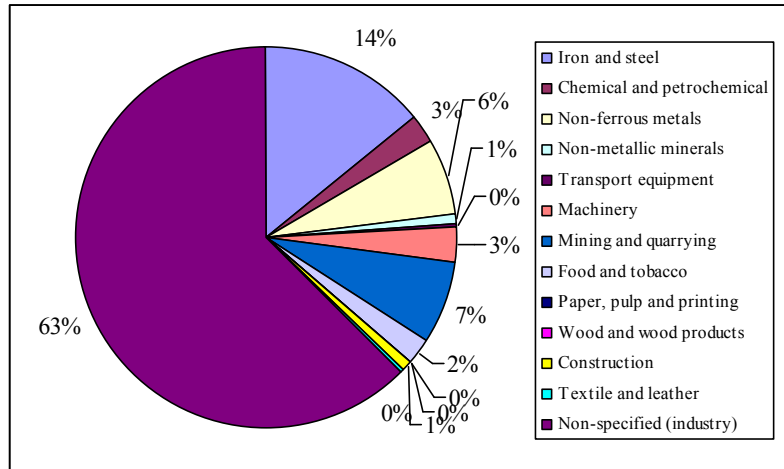
at current prices, mln. tenge

	2005	2006	2007	2008	2009
Total industry	5 253 000	6 509 896	7 815 865	10 196 233	9 121 525
Mining	3 121 064	3 761 259	4 445 405	6 229 758	5 502 014
mining of coal and lignite, extraction of peat	64 713	64 374	71 817	123 952	106 920
extraction of crude petroleum and oil-well gas	2 645 996	3 214 760	3 776 625	5 267 346	4 605 039
extraction of natural (fuel) gas	27 159	31 666	25 140	38 968	37 595
mining of metal ores	201 910	231 938	304 264	419 520	419 863
mining of iron ores	111 497	93 425	117 222	178 972	135 190
mining of non-ferrous metal ores	90 414	138 514	187 043	240 548	284 673
other branches of mining	34 018	42 318	63 977	94 788	57 061
Manufacturing	1 851 566	2 406 501	2 955 881	3 427 640	2 945 966
processing of food products, including beverages and tobacco	463 098	518 506	637 253	801 798	...
manufacture of food products, including beverages	417 405	466 695	573 838	734 052	...
manufacture of tobacco products	45 693	51 811	63 414	67 746	70 310
textile and sewing products	39 759	39 564	28 548	24 720	...
manufacture of leather, products of leather and manufacture of footwear	1 786	2 135	2 581	2 965	2 757
treatment of wood and manufacture of wood products	5 899	6 439	8 377	10 313	9 150
manufacture of paper and paperboard; publishing	46 052	56 448	69 918	72 569	...
manufacture refined petroleum products	165 881	179 902	193 098	239 322	...
refined petroleum products	154 632	154 114	168 668	210 559	211 456
chemical industry	53 912	54 064	72 258	110 642	85 542
production of rubber and plastic products	29 037	38 083	56 833	63 836	59 728
manufacture of other non- metallic mineral products	109 674	151 479	247 184	220 849	182 587
metallurgy industry	683 106	1 003 807	1 191 136	1 385 273	1 078 293
ferrous metallurgy	275 874	280 611	441 657	665 177	474 740
manufacture of non-ferrous metals	396 852	708 060	717 061	645 676	596 890
manufacture of fabricated metal products	50 082	88 484	115 047	128 031	105 329
machine-building	179 491	228 732	281 243	302 771	281 310
Production and distribution of electricity, gas and water	280 370	342 136	414 579	538 835	...
production and distribution of electricity	176 314	224 068	275 301	377 777	417 282
production and distribution of gaseous fuel	13 246	16 592	21 980	26 326	32 686
steam and hot water supply	72 493	80 520	93 789	108 700	124 508
collection, purification and distribution of water	18 318	20 957	23 510	26 032	37 728

(出典: Statistical Yearbook of Kazakhstan 2009)

(3) 産業別エネルギー消費量

産業別のエネルギー消費量（2008年）は以下のとおりである。データとして特定できない産業用途のエネルギー消費が多くを占めているが、特定できている中では、鉄鋼、非金属、鉱業の消費割合が大きい。



（出典：IEA 統計）

図 4-18 産業別エネルギー消費量

(4) 産業向け省エネプログラム

産業新技術省が草稿中の省エネ法は、年間にある一定金額のエネルギーを消費する個人または法人に対して、エネルギーの管理義務と報告義務を課すものである。この法案が成立すると一定規模のエネルギーを消費する法人、つまり産業セクターが主な対象となり、一層のエネルギー効率化が求められることになる。

4.6.2 運輸セクター

(1) 運輸セクターの概況

以下に「カ」国の各運輸モードごとの保有量をを示す。鉄道、水運、自動車、電気バスに分類されるが、「カ」国 経済の高成長に伴い自動車（Passengers cars）の保有量が急激に増加していることがわかるが 2009 年にはその増加率は鈍化した。

表 4-33 各運輸モードごとの保有量

	2005	2006	2007	2008	2009
(1) Railway transport:					
Locomotives	1,659	1,696	1,714	1,720	1,684
Steam	36	26	26	26	26
Diesel	1,071	1,078	1,093	1,094	1,106
Electric	552	592	595	600	579
Freight railroad cars	86,921	90,529	96,225	94,917	100,242
Passenger railroad cars	1,874	2,768	2,740	2,188	2,307
Luggage railroad cars	100	118	115	116	60
(2) River transport:					
Self-propelled cargo vessels	9	11	10	9	...
Barges	69	63	53	57	...
Tug boats, pushers	49	49	46	51	...
Passenger and cargo/passenger vessels	8	7	7	8	...
(3) Motor road transport:					
Trucks	281,538	311,828	359,194	414,332	410,793
Buses	65,698	75,042	83,372	89,220	94,824
Passenger cars	1,405,325	1,745,073	2,183,131	2,576,625	2,656,773
(4) City electric:					
Trams	263	263	248	245	246
Trolley buses	365	351	329	334	305

(出典: Statistical Yearbook of Kazakhstan 2009)

(2) 運輸セクターにおける効率化事業

(a) インフラ事業

自動車の急激な増加に伴い、主要都市（アスタナ、アルマティ）では渋滞がしばしば発生する。渋滞緩和のため、以下に示す大量輸送システムの構築が計画・実施されている。

- アルマティにおける地下鉄が運転開始（2011年予定）
- アスタナにおける高速通勤鉄道の運営開始（2012年予定）
- アルマティーアスタナ間の鉄道の高速化

(b) プログラム

2006年に大統領が「2015年までの運輸部門の開発戦略」を承認した。その結果、EUで利用されている汚染物質排出基準が「カ」国への輸入車に対し導入された。同基準は「EURO 1」から最も制限が厳しい「EURO 6」までであるが、2011年1月1日から「EURO 3」という基準がすべての輸入車に適用され、2014年にはEURO 4基準が導入される予定である。

また、EURO 基準を満たしている車両の燃費等が改善されているため、運輸部門における大幅な温室効果ガス削減³が実現できると期待されている。

³ 「UNFCCC への「カ」国第二次国家通報」により、2020 年までは「EURO 3」の導入のみで運輸部門の温室効果ガス総合排出量が約 3 %削減されると予想される。

第5章 エネルギーデータによるマクロ分析

5.1 エネルギー消費効率

5.1.1 最終エネルギー消費の効率

最終エネルギー消費量は2008年時点で、「カ」国が50 Mtoe (百万石油換算トン)、日本が317 Mtoeと「カ」国は日本の16%ほど消費している。一方、GDP-PPPは「カ」国が2008年ドルベースで1,778億USD、日本が43,220億USDで、「カ」国は日本の約4.1%である。2008年のGDPあたりのエネルギー消費を見ると日本が73 koe/1,000 USD (koe:石油換算キログラム) 「カ」国が282 koe/1,000 USDでGDPに対するエネルギー効率は、3.9倍日本は「カ」国より良い。一方、2008年の一人あたりのエネルギー消費を見ると「カ」国は3,232 koe/人、日本が2,480 koe/人で、一人あたりエネルギー消費は、「カ」国の方が1.3倍ほど多い。「カ」国は、日本と比較してエネルギー多消費型経済であることが分かるが、同時にエネルギー利用面での効率の低さも指摘できる。

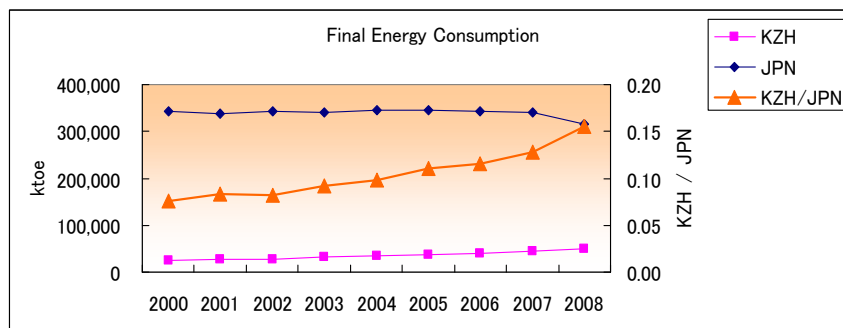


図 5-1 最終エネルギー消費 (出典: IEA 統計)

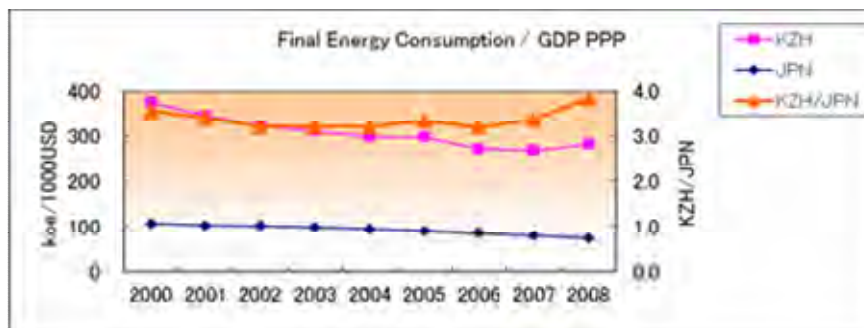


図 5-2 最終エネルギー消費対 GDP-PPP (出典: IEA 統計)

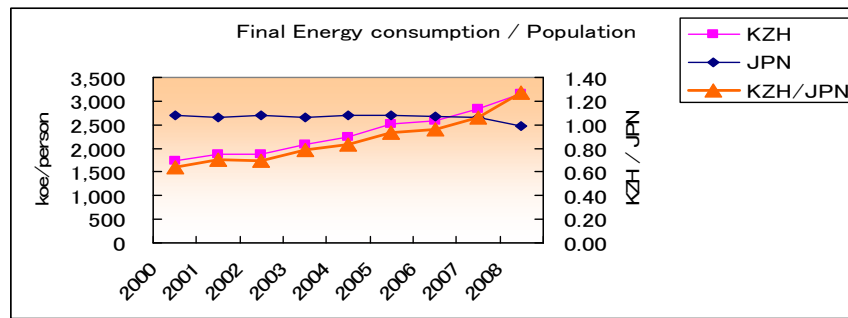


図 5-3 最終エネルギー消費対人口 (出典：IEA 統計)

5.1.2 電力消費効率

電力消費量は 2008 年時点で「カ」国が 80 TWh (含む自消+ロス)、日本が 1,071 TWh と「カ」国は日本の 7.5%ほどである。ただ、2000 年-2008 年間、日本の電力消費量は横這いであったが、「カ」国は 5.1%/年で上昇している。2008 年の GDP あたりの電力消費をみると日本が 248 kWh/1,000USD, 「カ」国が 453kWh/1,000USD で GDP-PPP に対する電力消費効率は、約 1.8 倍日本は「カ」国より効率がよい。ただ、「カ」国の GDP-PPP に対する電力消費量は 2000 年の 758 kWh/1,000USD から 2008 年には 453 kWh/1,000USD と、基軸通貨であるアメリカ USD のインフレを考慮しても急速に改善しており電力消費効率の改善が見られる。一方、2008 年の一人当たり電力消費量を見ると「カ」国は 5,194 kWh/人、日本が 8,391 kWh/人で、一人当たり電力消費は日本の方が 1.6 倍ほど多い。ただ、2000 年-2008 年間、日本は横這いであるが、「カ」国は最終エネルギー同様に 4.6%/年で上昇している。一人当たり電力消費は、所得の向上とともに増える傾向にあり、今後は「カ」国も一人あたりの電力消費は増えると思込まれる。

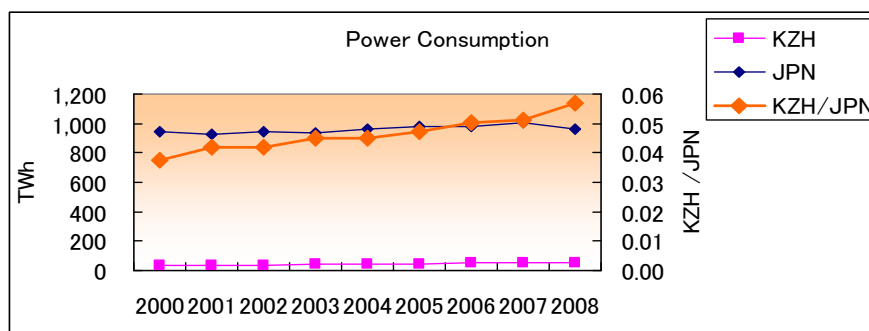


図 5-4 電力消費量 (出典：IEA 統計)

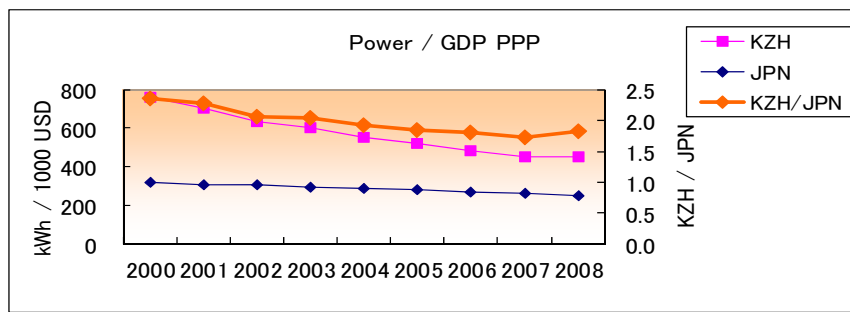


図 5-5 GDP あたりの電力消費量

(出典：IEA 統計)

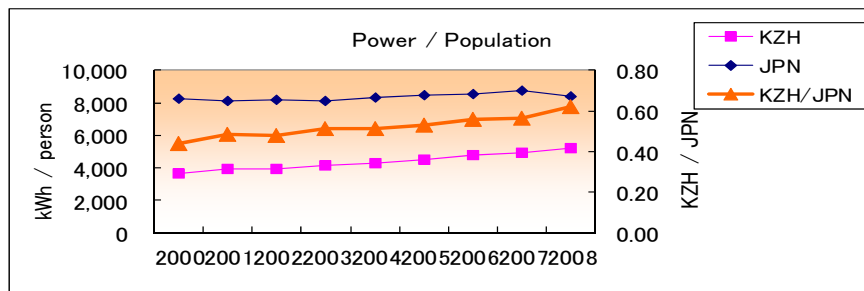


図 5-6 一人あたり電力消費量

(出典：IEA 統計)

5.1.3 各セクター別のエネルギー消費効率

(1) 農業部門のエネルギー消費効率

農業部門のエネルギー消費量は 2008 年時点で、「カ」国が 1.57 Mtoe、日本が 1.86 Mtoe である。「カ」国は日本の 84 %の消費量となる。農業部門の GDP は、2008 年で「カ」国が 94 億 USD、日本は 630 億 USD で農業部門の付加価値は日本の方が 6.7 倍ほど多い。2008 年の農業部門の GDP あたりのエネルギー消費をみると日本が 30 koe/1,000 USD、「カ」国が 168 koe/1,000 USD で農業部門のエネルギー効率は、約 5.6 倍ほど「カ」国は日本よりエネルギー消費が多い。また、2008 年の農業部門の GDP あたりの電力消費をみると日本が 14 kWh/1000USD、「カ」国が 735 kWh/1,000USD で、農業部門の電力消費効率は、約 52 倍ほど「カ」国は日本よりエネルギー消費が多い。両国のエネルギー消費効率の違いは、両国の農業部門生産物の違いと、農産物価格の違いによるものと思われる。

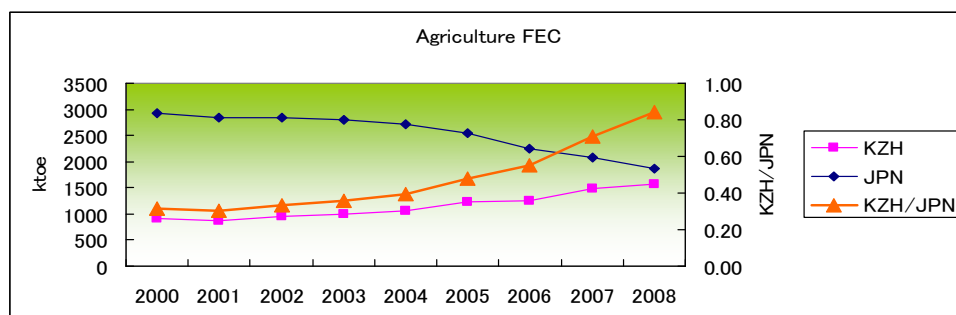


図 5-7 農業部門のエネルギー消費

(出典：IEA 統計)

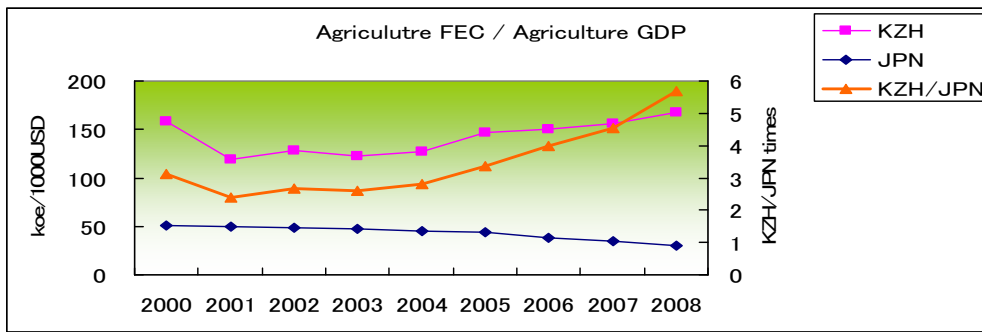


図 5-8 農業部門のエネルギー消費効率 (出典：IEA 統計)

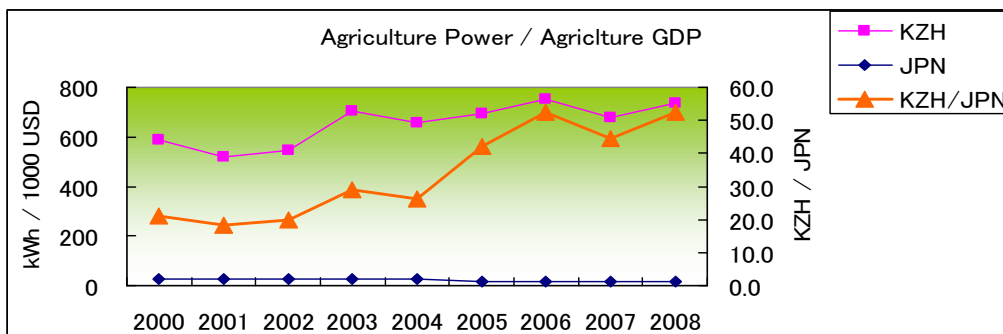


図 5-9 農業部門の電力消費効率 (出典：IEA 統計)

(2) 産業部門のエネルギー消費効率

工業部門のエネルギー消費量は 2008 年時点で「カ」国が 20 Mtoe、日本が 123 Mtoe である。同部門では「カ」国は日本の 16% のエネルギー消費量となる。工業部門の GDP-PPP は、2008 年で「カ」国が 718 億 USD、日本は 12,032 億 USD で工業部門の付加価値は日本の方が 16 倍多い。2008 年の工業部門の GDP 当たりのエネルギー消費をみると日本が 103 koe/1,000USD、「カ」国が 276koe/1,000USD で工業部門のエネルギー効率は、2.7 倍「カ」国は日本より消費が多い。また、2008 年の工業部門の GDP あたりの電力消費を見ると日本が 252 kWh/1,000USD、「カ」国が 460 kWh/1,000USD で工業部門の電力消費効率は、1.8 倍ほど「カ」国は日本よりエネルギー消費が多い。同部門でのエネルギー効率は改善傾向にあるが、経年で見ると GDP は当年価格の購買力平価為替換算であるため、各年過少に計算されていると見る必要がある。

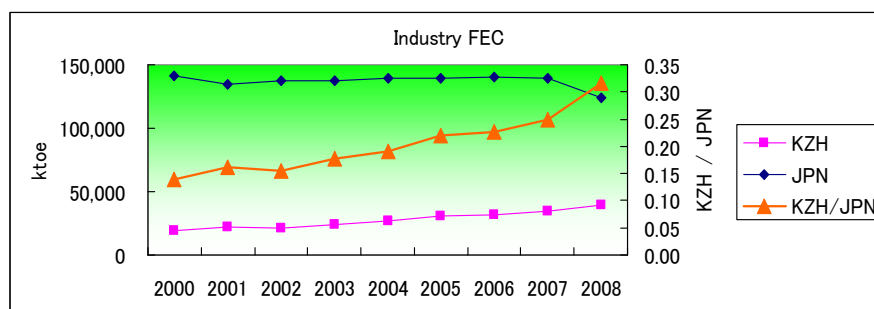


図 5-10 産業部門のエネルギー消費 (出典：IEA 統計)

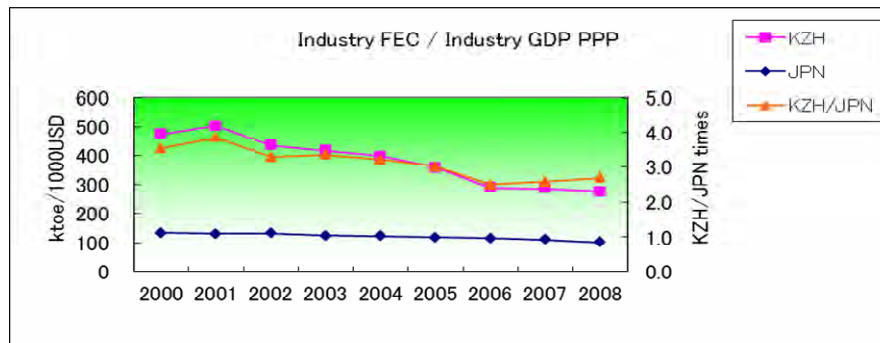


図 5-11 産業部門のエネルギー消費効率 (出典：IEA 統計)

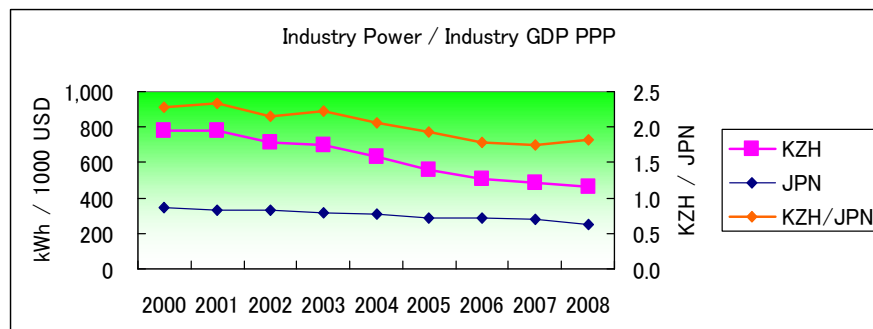
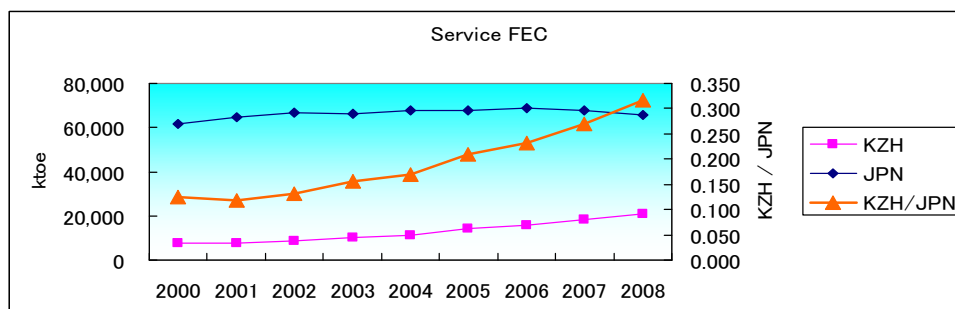


図 5-12 産業部門の電力消費効率 (出典：IEA 統計)

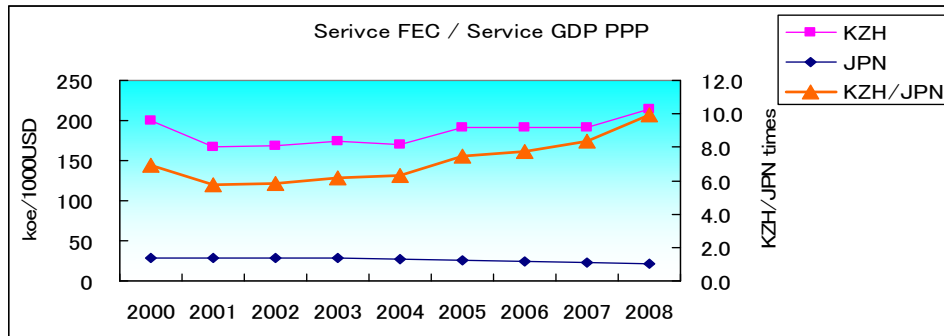
(3) 商業サービスおよびその他部門のエネルギー消費効率

商業サービス（その他部門を含む）セクターのエネルギー消費量は 2008 年時点で、「カ」国が 21 Mtoe、日本が 66 Mtoe である。「カ」国は日本の 32% の消費量となる。商業サービス部門の GDP-PPP は、2008 年で「カ」国が 967 億 USD、日本は 30,557 億 USD で商業サービス部門の付加価値は日本の方が 31 倍多い。2008 年の商業サービス部門の GDP 当たりのエネルギー消費をみると日本が 22 koe/1,000USD, 「カ」国が 214 koe/1,000USD で同部門のエネルギー効率は、9.7 倍ほど「カ」国は日本よりエネルギー消費が多い。また、2008 年の商業サービス部門の GDP 当たりの電力消費をみると日本が 115Wh/1,000USD, 「カ」国が 53kWh/1,000USD で商業サービス部門の電力消費効率は、約 2.1 倍、日本は「カ」国よりエネルギー消費が多い。ただし、「カ」国の同部門の電力消費には、公共部門や分類不詳などの「その他部門」の電力消費が含まれている。



(出典：IEA 統計)

図 5-13 商業・サービス・その他部門のエネルギー消費



(出典：IEA 統計)

図 5-14 商業・サービス・その他部門のエネルギー消費効率

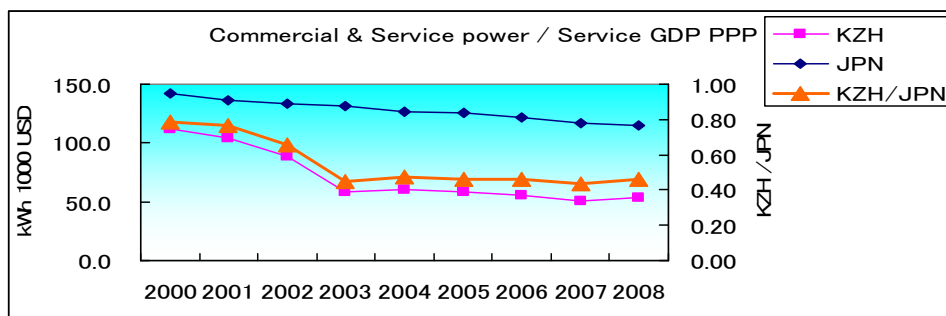


図 5-15 商業・サービス・その他部門の電力消費効率

(出典：IEA 統計)

(4) 運輸部門のエネルギー消費効率

運輸部門のエネルギー消費量は 2008 年時点で、「カ」国が 5.1 Mtoe、日本が 78 Mtoe である。「カ」国は日本の 7.6% の消費量となる。2008 年の運輸部門の GDP あたりのエネルギー消費をみると日本が 18 koe/1,000USD、「カ」国が 29 koe/1,000USD で運輸部門のエネルギー効率は、約 1.6 倍ほど「カ」国は日本より消費が多い。また、2008 年の運輸部門の GDP あたりの電力消費をみると日本が 4 kWh/1,000 USD、「カ」国が 13 kWh/1,000 USD で、運輸部門の電力消費効率は、約 3.2 倍、「カ」国は日本よりエネルギー消費が多い。一般的に運輸部門のエネルギー効率は、国土の大きさや人口密度と関係している。

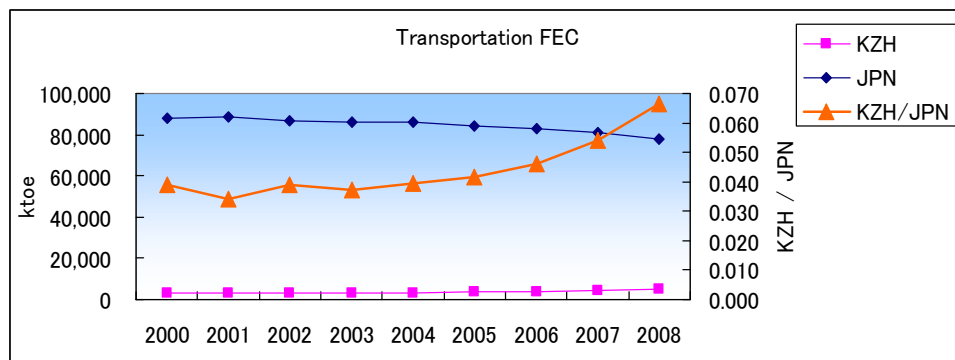


図 5-16 運輸部門のエネルギー消費量

(出典：IEA 統計)

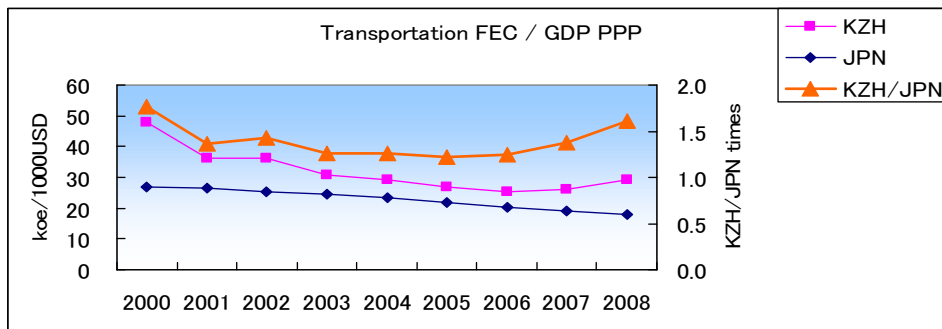


図 5-17 運輸部門のエネルギー消費効率 (出典：IEA 統計)

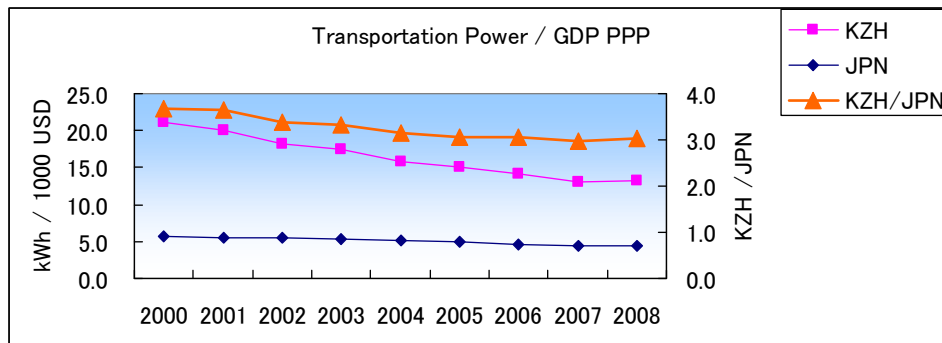


図 5-18 運輸部門の電力消費効率 (出典：IEA 統計)

(5) 住宅部門のエネルギー消費効率

住宅部門のエネルギー消費量は2008年時点で、「カ」国が2.8 Mtoe、日本が47 Mtoeである。「カ」国は日本の6%の消費量となる。2008年の人口は、「カ」国が1,550万人、日本は1億2,700万人であるが、2008年の住宅部門の一人あたりのエネルギー消費をみると日本が372 koe/人、「カ」国が183koe/人で住宅部門の一人あたりのエネルギー消費は、「カ」国は日本の49%ほどである。また、2008年の住宅部門の一人あたりの電力消費をみると日本が2,252 kWh/人、「カ」国が479 kWh/人で住宅部門の一人あたりの電力消費は、「カ」国は日本の21%ほどである。今後、「カ」国は所得の向上とともに住宅部門での電力消費が急増するものと思われる。

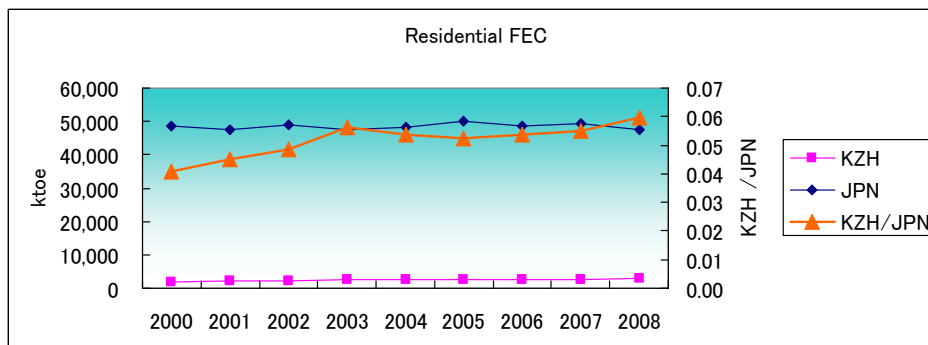


図 5-19 住宅部門のエネルギー消費量 (出典：IEA 統計)

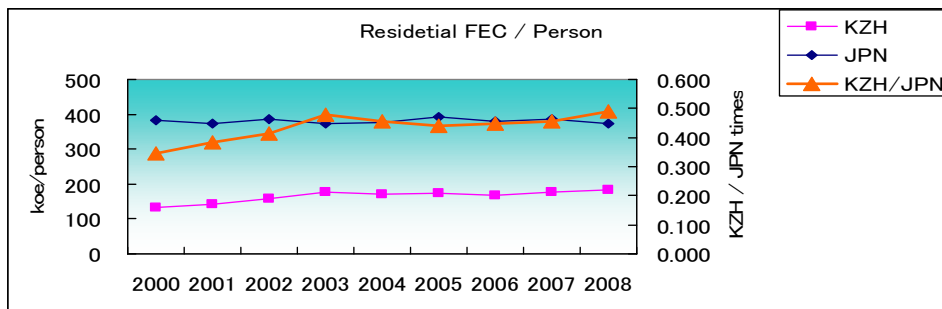


図 5-20 住宅部門のエネルギー消費効率

(出典：IEA 統計)

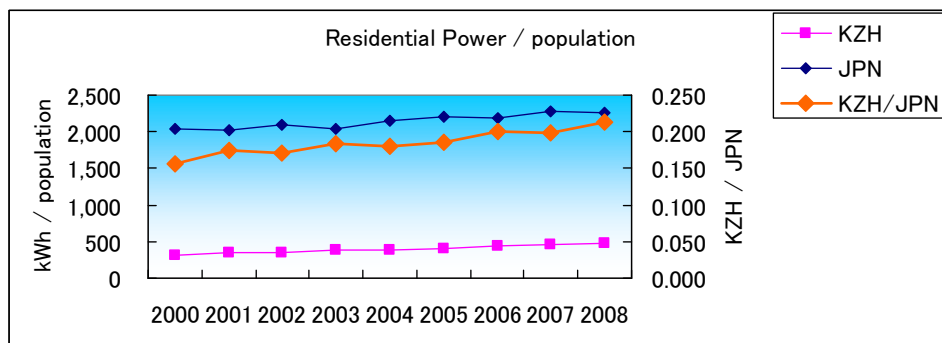


図 5-21 住宅部門の電力消費効率

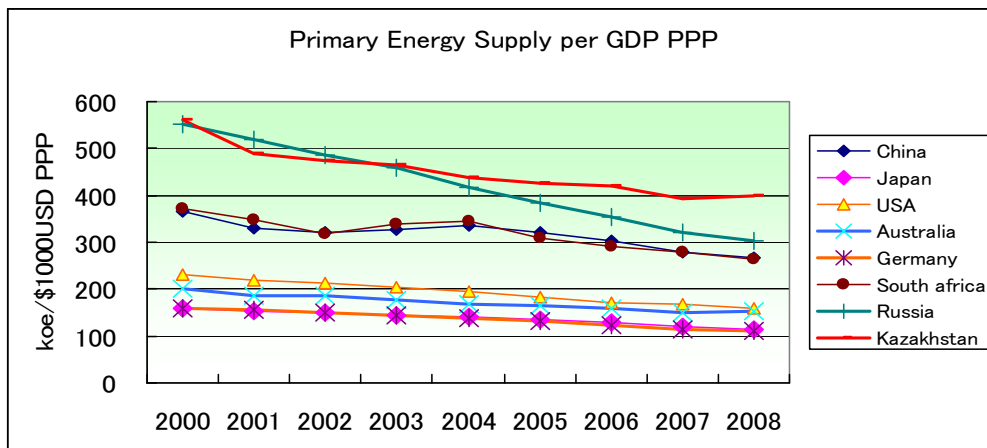
(出典：IEA 統計)

5.2 他国との比較分析

5.2.1 一次エネルギー原単位比較

国家レベルでのエネルギー効率を表すインデックスとして「GDP に対する一次エネルギー原単位」が使われる。最近では、GDP のドル換算の購買力平価 (Purchasing Power Parity : PPP) による為替レートが使われることが多い。これは市場為替レートよりも PPP 為替レートの方が経済の実態をより正確に表現しているという考えに基づいている。最近の市場為替レートは、投機の対象にもなり必ずしも、為替が経済の実態を表しているとは思えないという現状がある。

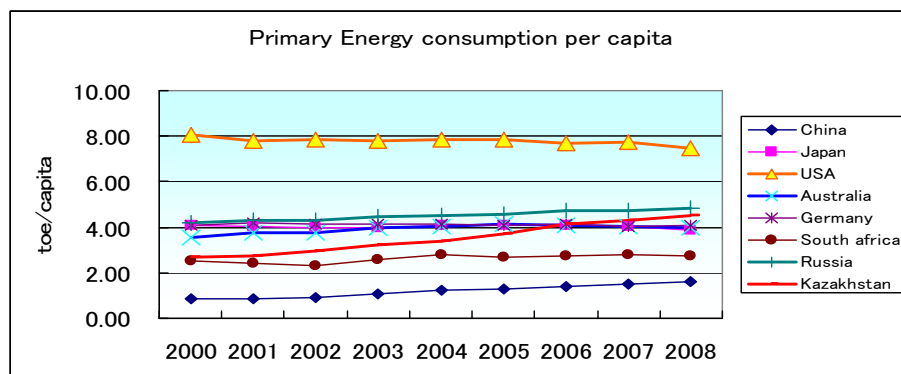
GDP あたりの一次エネルギー原単位は、数字が小さいほど経済に対するエネルギー効率がよいことを示している。図中「カ」国の原単位は、2004 年以降高いレベルにありもつとも効率の良い日本やドイツと比較すると 2008 年時点で 4 倍ほどの原単位である。つまり、1,000 USD の GDP を作り出すのに日本やドイツは 100 koe (約 0.7 bbl の原油) を使うが、「カ」国では 400 koe (約 2.8 bbl の原油) を使うことになる。下図は、実質 GDP の PPP でなく各国の名目 GDP を購買力平価為替レートで換算しているため、アメリカドルのインフレ (毎年多くとも 2.5 %程度) が原単位を過少に表現している。したがって、全体としては GDP に対する一次エネルギー原単位が改善されている方向に表現されている。



(出典：IEA 統計)

図 5-22 GDP あたり一次エネルギー供給 (PPP は International USD 評価)

下図の一人あたりの一次エネルギー消費量は、一人あたりの所得の大きさや国土の大きさによって決まってくる。すなわち、一人あたりの経済規模の大きな国は、一人あたりの一次エネルギーは多くなる傾向にあり、一人あたりの国土面積の大きな国は移動エネルギーが多く、一人あたりのエネルギー消費量も多くなる。このような視点で下図をみるとアメリカが最も高く、一見エネルギー効率の悪い国とも見られるが、経済規模や国土面積を考えると必ずしもエネルギー効率悪い国とは言えない。ただ、「カ」国の最近の一人あたりの一次エネルギー効率は急速に上昇しており、新興国特有のエネルギー消費パターンを示している。最も一人あたりエネルギー消費の少ない中国は国民所得の増加により、今後とも長期にわたり一人あたりのエネルギー消費は増加するものと思われる。



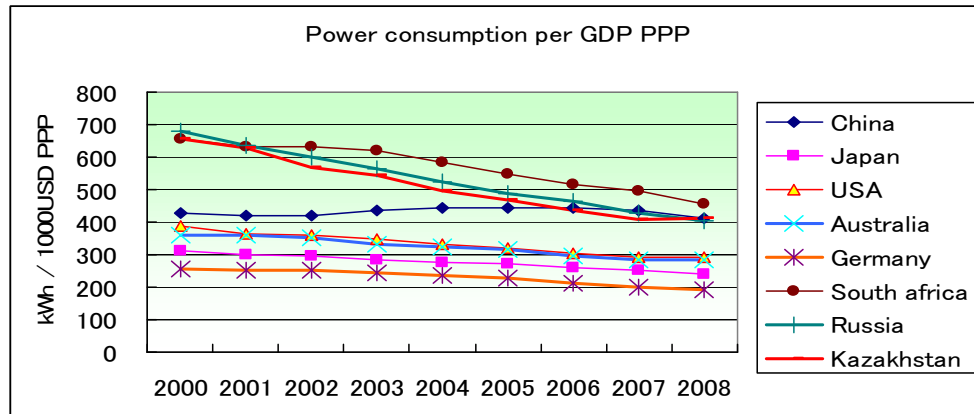
(出典：IEA 統計)

図 5-23 一人あたり一次エネルギー消費

5.2.2 電力消費原単位比較

GDP あたりの電力消費量は、国ごとの産業構造や住宅でのエネルギー消費状況により大きく異なり、必ずしも GDP あたりの電力消費が電力消費効率の良否を表現しているとは言

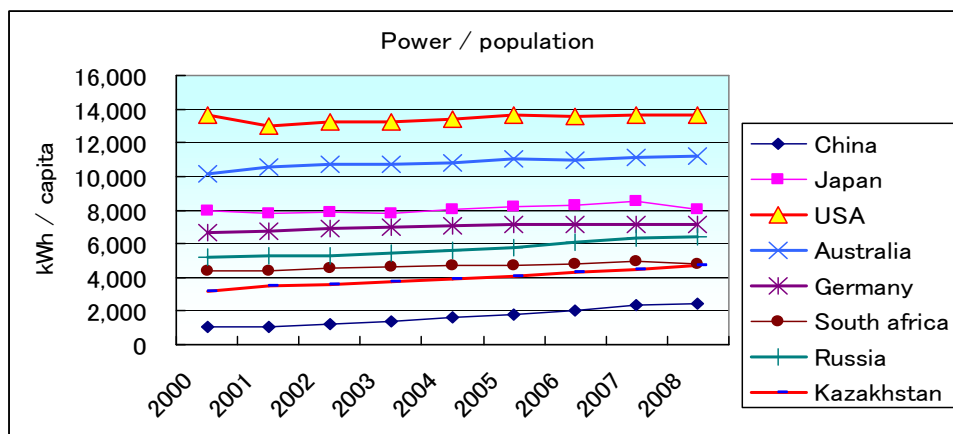
えない。たとえば、日本の住宅では、電気・ガス・灯油などが利用されているが、南アフリカやサウジアラビアの住宅では、ほとんどの住宅が電気を利用している。一般的に東アジアや東南アジアの住宅では電気とガスの利用が多く、中近東は電気利用、東ヨーロッパでは電気と熱供給システムからの熱を利用しているところが多い。このような前提で下図をみると南アフリカの GDP あたりの電気消費量が 450 kWh/1,000 USD と最も高く、最も低いのはドイツで 200 kWh/1,000 USD と南アフリカの半部以下である。このことは南アフリカの経済が最も電力依存が高く、ドイツの経済が最も電力依存が低いことを示している。



(出典：IEA 統計)

図 5- 24 GDP あたり電力消費量 (GDP は PPP ベース)

下図は一人あたりの電力消費量であるが、GDP あたりの電力消費量とは違い、アメリカやオーストラリアなどが高く中国や「カ」国は低い。一人あたりの電力消費量は、「経済規模の大きさ」と同時に「生活の豊かさ」を示す尺度にもなっている。たとえば、日本では農業部門、産業部門、運輸部門の電力消費量は増加していないが、商業部門と住宅部門では、上昇率は低いものの増加傾向にある。

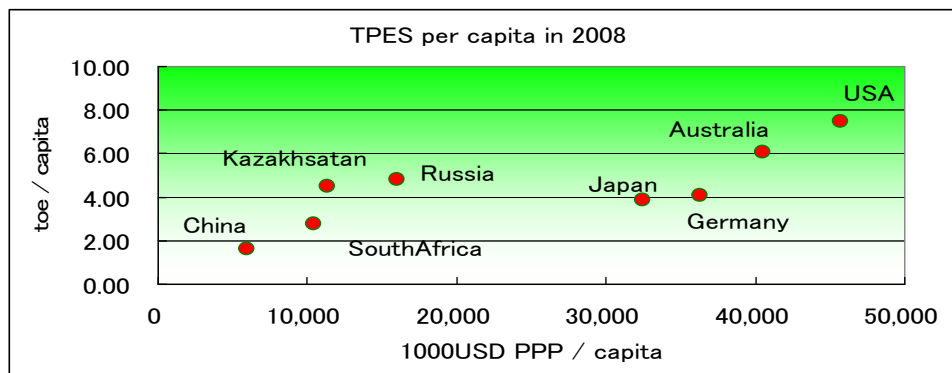


(出典：IEA 統計)

図 5- 25 一人あたり電力消費量

5.2.3 一人あたり GDP と一人あたりエネルギー消費比較

一人あたり GDP が多い国は、一人あたり一次エネルギーの消費も多い。このことは、今後、新興国が経済成長に伴って消費する一次エネルギー消費量の先行指標になる。下図を見ると 2008 年時点で、中国、南ア、「カ」国、ロシア、日本、ドイツ、オーストリア、アメリカの順に一人あたりの GDP (PPP、International Dollar) が大きくなるが、同時に一人あたり一次エネルギーもこの順に大きくなる。下表から一人あたり GDP がアメリカと中国の間は 7.6 倍、一人あたり一次エネルギー消費は 4.6 倍の違いがあり、一人あたり GDP に対する一人あたり一次エネルギー弾性値は「0.5」となる。すなわち、一人あたり GDP が 2 倍になると一人あたり一次エネルギー消費量は 1.5 倍になる。図中の傾向線を辿ると、2008 年の「カ」国の一人あたり GDP (PPP ベース) 11,300 USD (市場為替による一人あたり GDP は 8,700 USD である) が将来 2 倍になると、一人あたり一次エネルギー消費は 5.0toe/人程度と思われる。しかし、すでに 2008 年で一人あたり一次エネルギー消費は 4.5/人であるので、今後各方面でのエネルギーの効率化が求められる。

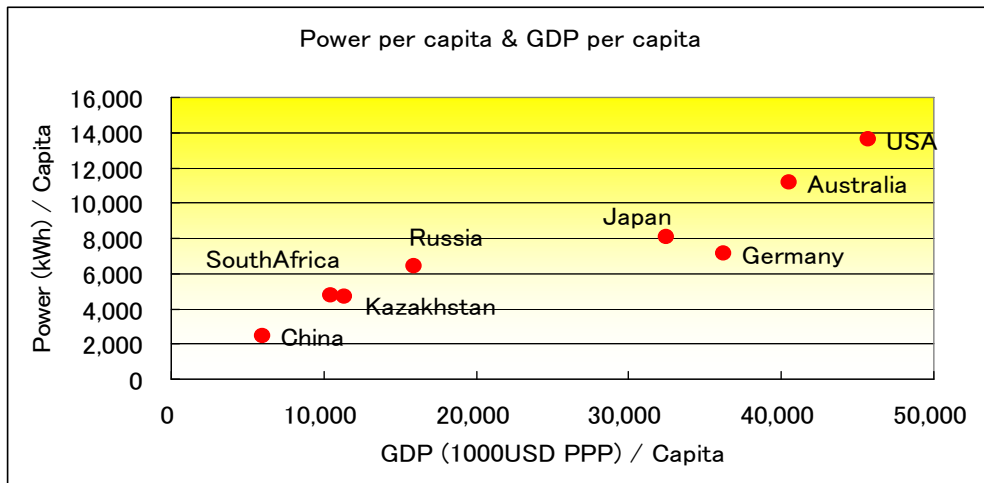


(出典：IEA 統計)

図 5-26 一人あたり GDP と一人あたり一次エネルギー消費

一人あたり電力消費も一次エネルギー消費と同じような傾向を示している。ただ、弾性値は一次エネルギーよりも大きい。一人あたり GDP がアメリカと中国の間で 7.6 倍の違いに対し、一人あたり電力消費は同国間で 5.5 倍の違いである。このときの弾性値は「0.7」で、一人あたり GDP が 2 倍になると電力消費量は 1.7 倍になる。

図中の傾向線を辿ると、2008年の「カ」国の一人あたり GDP (PPP ベース) が将来2倍になると、一人あたり電力消費は2008年の4,600 kWh/人から7,000 kWh/人程度なると思われる。

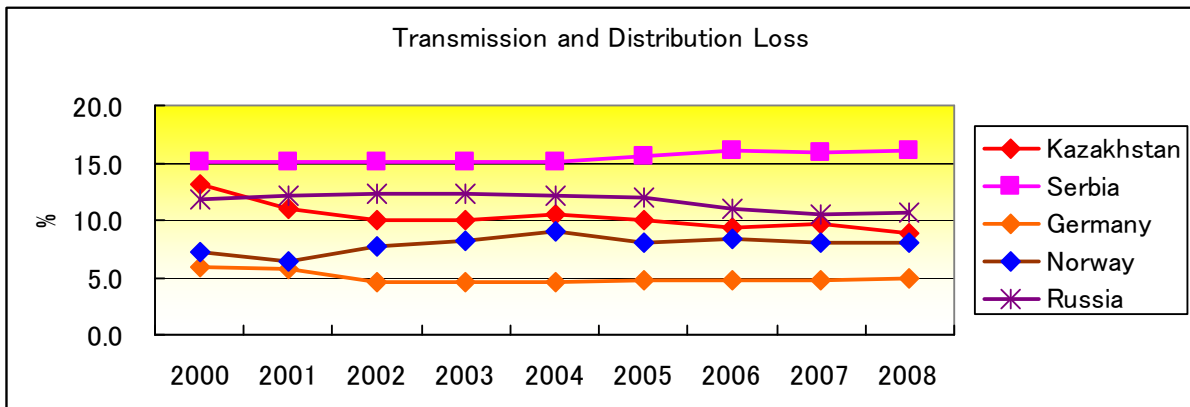


(出典：IEA 統計)

図 5-27 一人あたり GDP と一人あたり電力消費

5.2.4 送配電ロスの各国比較

ヨーロッパ各国の送配電ロス比較を以下に示す。「カ」国は 10 %程度であるが、改善の余地はある。



(出典：IEA 統計)

図 5-28 各国の送配電ロス比較

5.3 エネルギーデータから推定される課題

5.3.1 需要部門の課題

(1) 最終エネルギー消費構成

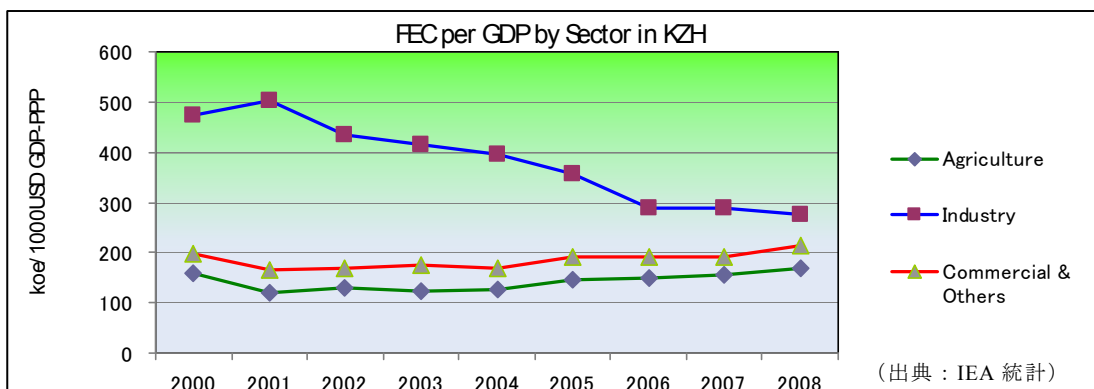
農業部門、鉱工業部門、商業サービス部門、交通部門、住宅部門での 2000 年から 2008 年までのエネルギー消費量と構成比率は以下の表のとおりである。

表 5-1 「カ」国のセクター別最終エネルギー消費

単位：消費量 Mtoe, 構成比%

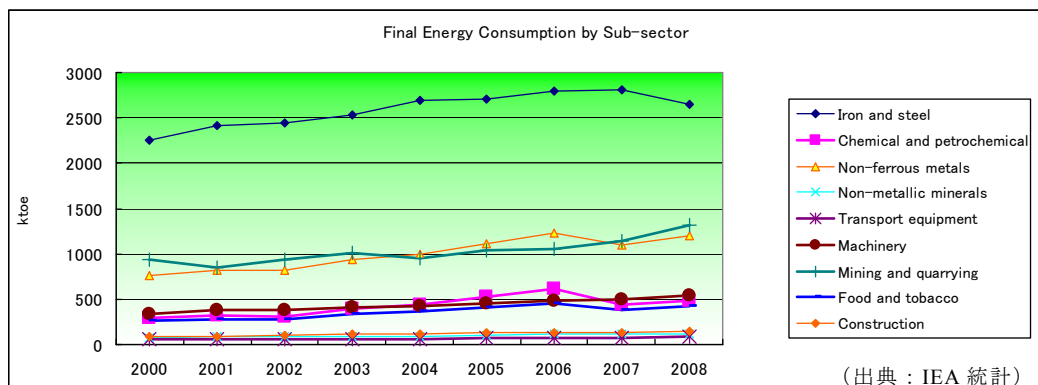
Consumption(Mtoe)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agriculture	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.5	1.6
Industry	12.9	15.1	14.5	15.1	16.4	17.7	17.1	18.3	19.8
Service&Other	7.7	7.7	8.8	10.3	11.4	14.1	15.9	18.2	20.7
Transportation	3.4	3.0	3.4	3.2	3.4	3.5	3.8	4.4	5.2
Residential	2.0	2.1	2.4	2.7	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8
Final Total	26.9	28.8	30.0	32.3	34.8	39.2	40.8	45.1	50.2
Contribution(%)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agriculture	3.4	3.0	3.2	3.1	3.0	3.1	3.1	3.3	3.1
Industry	47.7	52.5	48.3	46.8	47.0	45.2	42.1	40.5	39.5
Service&Other	28.7	26.6	29.4	31.9	32.7	36.0	39.1	40.4	41.3
Transportation	12.7	10.5	11.2	9.9	9.8	9.0	9.4	9.8	10.3
Residential	7.4	7.4	7.9	8.3	7.4	6.7	6.4	6.0	5.7
Final Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(出典：IEA 統計)



(出典：IEA 統計)

図 5-29 セクター別 GDP あたりの最終エネルギー消費



(出典：IEA 統計)

図 5-30 産業の業種別の最終エネルギー消費

以上の図表とこれまでの分析から以下の課題が指摘できる。

産業セクター

- 重化学産業を志向する「カ」国では、最終エネルギー消費量は鉱工業部門が全体の 40 % (2008 年) と最も多く国全体として効率の良くない状況で、最も省エネ対策効果の出やすい部門でもある。
- 鉱工業部門の GDP あたりのエネルギー消費をみると「カ」国は日本の 2.7 倍 (2008 年) で、「カ」国の重化学産業の省エネ余地は、十分にあるものと推察される。

商業・サービス・その他セクター

- これらのセクターの全最終エネルギー消費に対する割合は 2008 年で 40 % である。工業部門と同じ大きさのエネルギー消費先で、しかも 2000 年の 29 % の構成比から増加傾向にある。「カ」国の経済成長に沿って今後とも増加が予想されるので、ビル、照明、空調などのエネルギー効率化対策が求められる。
- 商業・サービス・その他セクターの GDP あたりの電力消費をみると日本が 115 kWh/1,000USD、「カ」国が 53 kWh/1,000USD で、商業サービスセクターの日本の電力消費は約 2.1 倍で、「カ」国よりエネルギー消費が多い。通常、商業サービスセクターの電力消費は経済成長とともに増加するので、今後は電力消費面での省エネ対策が必要である。

住宅セクター

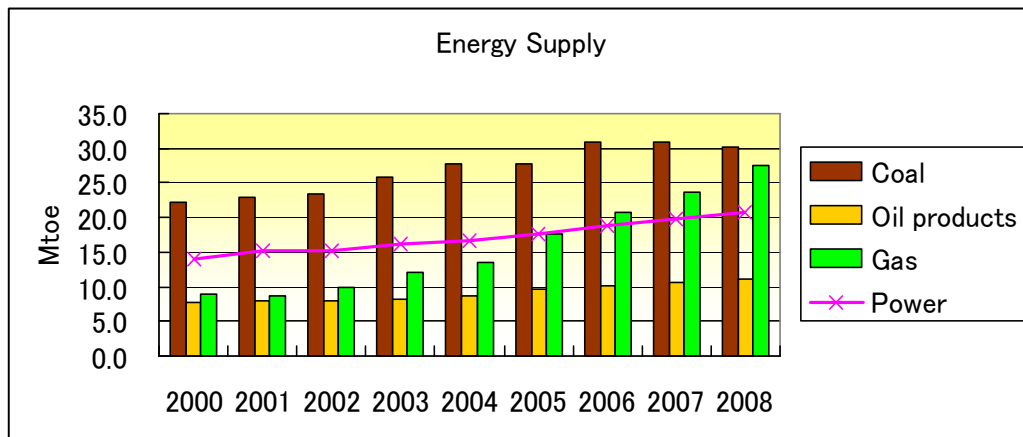
- 「カ」国は、他の国と比較して住宅セクターでのエネルギー消費量は少ない。人口が 1,500 万人と少ないことが、その理由と思われるが、2008 年の 2.8 Mtoe のうち熱供給システムからの熱利用が 2.0 Mtoe と住宅部門でのエネルギーはほとんどが熱利用である。そのため熱供給システムの省エネ・効率化が求められる。
- 住宅セクターの一人あたりの電力消費をみると日本が 2,252 kWh/人、「カ」国が 479 kWh/人 (2008 年) で住宅セクターの一人あたりの電力消費は、「カ」国は日本の 21 % ほどである。今後、「カ」国は所得の向上とともに住宅部門での電力消費が増加するものと思われるので、住宅における冬の暖房、夏の空調、照明の省エネ、建屋の断熱などの対策が求められる。

5.3.2 供給部門の課題

(1) エネルギー供給

「カ」国では、石炭、天然ガス、石油の順でエネルギーが国内に供給されている。この他に水力や再生可能エネルギーもあるが、エネルギー量全体としては小さい。過去 8 年の傾向として、石炭と石油の供給は頭打ちであるが、天然ガスの供給は鉱工業向け発電所向けに急増している。石炭は熱電所向けが多く、寒冷地における特有の消費構造を示している。下図の線は電力の供給量を発電に必要な熱量に換算 (2,400 kcal/kWh) したもので、発電量の増加は天然ガス利用の発電設備であることが分かる。したがって、今後は資源節約

の観点からはガス火力発電の効率化が課題となる。



(出典：IEA 統計)

図 5-31 石炭、石油製品、天然ガスの供給

(2) 電力供給

下表は電力の需給を示しているが、2008年で80 TWhの発電量(下表 Power total)に対して産業部門向けが41%、自家消費とロスで32%、農業向け9%、商業向け6%、住宅向けが9%となっている。自家消費が多いのは社会主義国特有の現象で、国营企業あるいは政府機関での消費が自家消費として計上されることが多く、必ずしも発電効率の低さを示すものではない。ただ、今後、IPPなどで外資を導入することにより発電事業を進めるといふのであれば、これら自家消費分を外販扱にするような会計システムや電力制度の整備が課題となる。

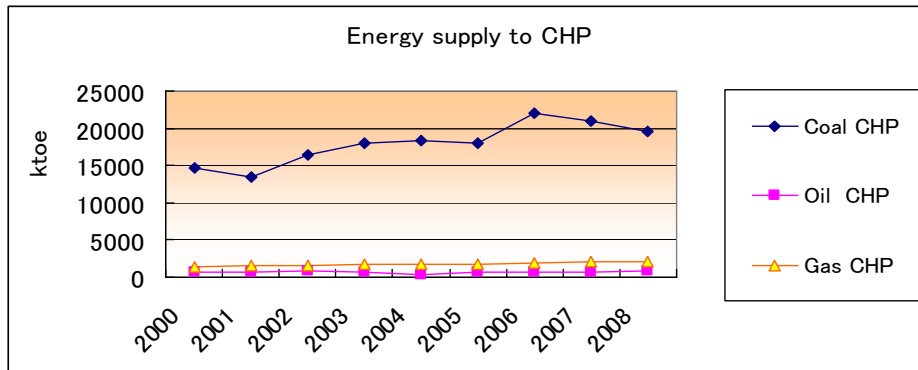
表 5-2 電力の需給

Power consumption (TWh)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agriculture	3.4	3.8	4.1	5.7	5.4	5.8	6.2	6.5	6.9
Industry	21.2	23.4	23.8	25.3	26.0	27.7	29.9	31.0	33.0
Commercial & service	4.3	4.8	4.6	3.5	4.1	4.3	4.7	4.8	5.2
Transport	1.5	1.7	1.7	1.8	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3
Residential	4.8	5.3	5.3	5.7	5.8	6.2	6.7	7.0	7.4
Own use & loss	19.2	19.7	19.3	20.5	21.5	22.5	23.6	24.8	25.7
Power total	54.3	58.7	58.7	62.4	64.8	68.5	73.2	76.3	80.6
Contribution(%)	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Agriculture	6.3	6.4	6.9	9.2	8.4	8.5	8.5	8.5	8.6
Industry	39.0	39.9	40.5	40.5	40.2	40.5	40.8	40.6	41.0
Commercial & service	8.0	8.2	7.8	5.6	6.3	6.3	6.4	6.3	6.4
Transport	2.8	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
Residential	8.8	9.0	9.1	9.1	9.0	9.1	9.2	9.1	9.2
Own use & loss	35.2	33.7	32.8	32.8	33.2	32.8	32.3	32.6	31.9
Power total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(出典：IEA 統計)

「カ」国の電力は熱電併給プラント (Combined Heat and Power Plant: CHPP) からの供給が多く、CHPPでは石炭火力が90%ほどである。石炭火力が多い国としては、中国・インドネシア・オーストラリアなどがあるが、「カ」国のようにCHPPの石炭火力が大半を占め

る国は少ない。CHPPの火力発電は大都市近郊に建設されることが多く、煤塵やSO_x対策などの法的整備や発電所のエネルギー消費効率の向上が求められる。

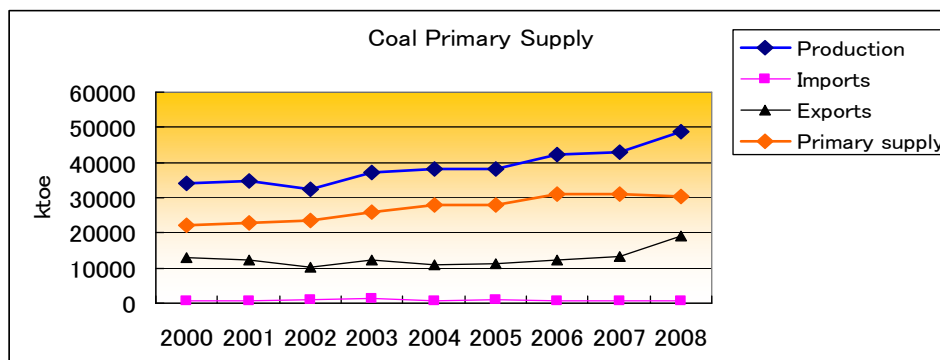


(出典：IEA 統計)

図 5-32 熱電併給プラントでのエネルギー消費

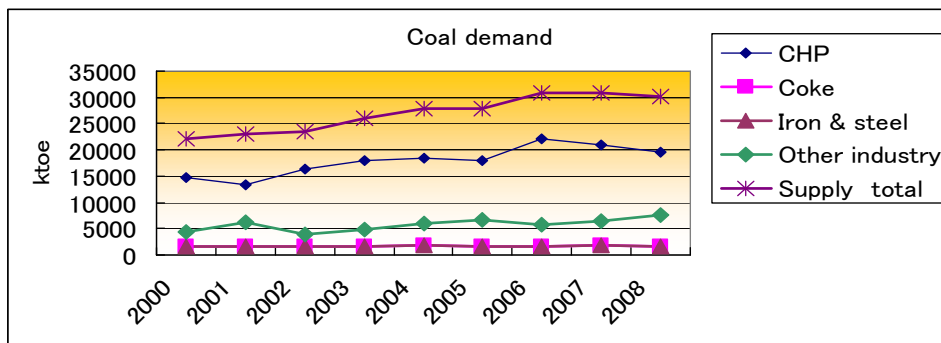
(3) 石炭部門

石炭の生産は増加傾向にあるが、国内での消費は2006年以降横ばいで輸出の増加が見られる。「カ」国の石炭は主に鉄鋼業とCHPPで消費されており、政策としては今後は天然ガスによる発電を進めることから、国内での大きな需要増加は期待できない。原油価格が80 USD/bbl以上で今後とも推移するのであれば、南アフリカのように石炭液化による原油代替燃料としての活用も考えられる。石炭液化技術については、南アフリカ、ドイツ、日本などが知られている。石炭を発電用に使用するのであれば、石炭ガス化ガスコンバインドサイクル発電が環境対策として優れている。いずれにしても今後の「カ」国には石炭の高度利用が課題になるものと思われる。



(出典：IEA 統計)

図 5-33 石炭の供給バランス

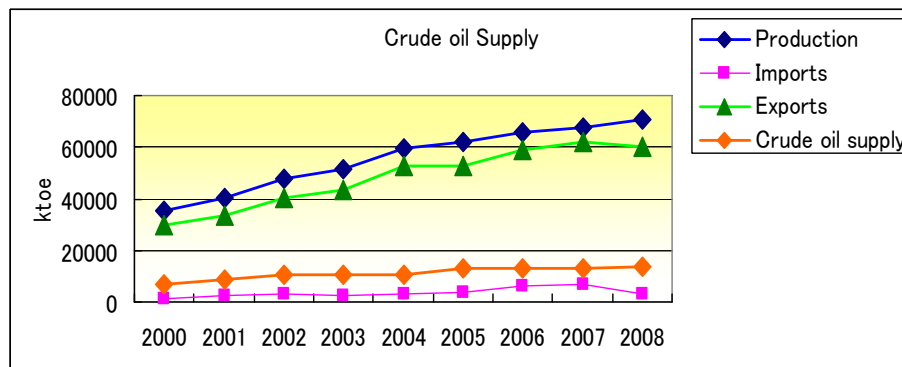


(出典：IEA 統計)

図 5-34 石炭の需給

(4) 石油ガス部門

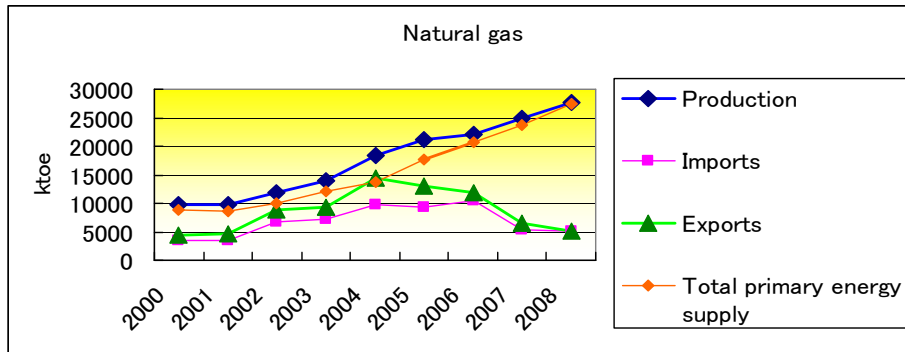
「カ」国は原油の生産国で輸出国でもある。国内での原油処理は、今後石油精製能力の増加とともに増えるものと思われるが、原油の R/P が 65 年と今後の生産増加も期待できることから、原油輸出から石油製品輸出へ移行するものと思われる。このとき重油の余剰が予想されるが、通常は重油を火力発電で消費することが多く、SO_x 対策や石油火力発電の高効率設備を導入することが省エネや環境対策の面から課題となるものと思われる。



(出典：IEA 統計)

図 5-35 原油供給バランス

天然ガスは 2005 年までは輸出されていたが、2006 年以降は国内で化学原料、ガス火力発電用に利用されるようになってきた。今後は、政府の石炭ガス化ガスコンバインドサイクル発電の導入計画により発電用としてのガス利用が増えるものと思われる。また、LPG とともに住宅用燃料としても天然ガスの利用が増加することが予想されるので、これらのインフラ整備が政府の課題となる。一方、すでに日本、フィリピン、インドで実施されている天然ガス自動車の促進を考えるとガスフィリングシステムや圧縮天然ガスの輸送技術などが必要であり、日本の技術やノウハウが、これらの導入促進に役立つものと思われる。



(出典：IEA 統計)

図 5-36 天然ガス供給バランス

第6章 ドナーによる支援

6.1 日本の ODA による支援実績

6.1.1 カザフスタンにおける円借款実績

当該地域においては、過去に各6件の実績がある。また借款金額においては、「カ」国への支援金額は総額951.4億円であり、中央アジア・コーカサス地域の中では比較的高額の支援が実施されている。支援内容は過去6件のうち5件が運輸（道路、空港、橋梁、鉄道）、1件が社会的サービス（上下水道）であり、これまでに電力・ガスセクターへの支援実績はない。

表 6-1 「カ」国に対する円借款支援実績

案件名	部門名	業種	借款契約日	借款契約額 (百万円)	事業実施者名
CAREC物流回廊(ジャンブル州)整備事業	運輸	道路	2010/8/23	6,361	カザフスタン共和国運輸通信省
アスタナ上下水道整備事業	社会的サービス	上下水道・衛生	2003/7/8	21,361	アスタナ市
西カザフスタン道路改修事業	運輸	道路	2000/12/21	16,539	運輸通信省
アスタナ空港改修事業	運輸	空港	1998/12/24	22,122	アスタナ国際空港公団
イルティシュ川橋梁建設事業	運輸	橋梁	1997/3/12	21,530	東カザフスタン州政府
鉄道輸送力増強事業	運輸	鉄道	1995/12/5	7,236	カザフスタン国有鉄道

(出典：JICA ウェブサイト)

6.1.2 省エネ・効率化に関する円借款事例

円借款による省エネ・効率化にかかる他国の支援事例として、インドおよびベトナムにおける2案件の概要を下記に示す。

(1) インド「中小零細企業・省エネ支援事業」

事業の目的
<p>インドの中小零細企業に対し、省エネルギーの取り組みに必要な中長期資金を供給するとともに、実施機関である SIDBI やその他の仲介金融機関の融資能力強化を支援し、中小零細企業の省エネルギーに対する意識向上を促すことにより省エネルギーへの取り組み推進を図り、同国のエネルギー利用の効率化促進を通じた環境改善及び持続的な経済発展並びに機構変動対策に寄与するもの。</p>
プロジェクトサイト/対象地域名
インド全土
事業概要
<p>実施機関である SIDBI からの転貸を通じたツーステップローン、あるいは更に仲介金融機関を介したスリーステップローンにより、エンドユーザーである中小零細企業に対して必要な資金を供与しつつ、加えて省エネルギーに資する設備投資等を促す啓発活動を実施すると共に、実施機関あるいは仲介金融機関に対して、我が国の経験を活用した中小零細企業向け省エネ等融資審査能力強化に係る支援を実施するもの。</p> <p>1) サブプロジェクトの実施に必要な資金の供与（円借款対象）</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 転貸融資機関：3～10年程度 ② 転貸金利：SIDBI または仲介金融機関により設定（ただし、通常融資の優遇金利よりも低い金利に設定予定） <p>2) 技術支援（金融機関の省エネ等融資審査能力向上、省エネ意識向上等。円借款対象外）</p>
総事業費
31,593 百万円（うち、円借款対象額：30,000 百万円）
事業実施スケジュール
2008 年 10 月～2011 年 9 月（計 36 ヶ月）
事業実施体制
<p>1) 借入人：インド小企業開発銀行（Small Industries Development Bank of India:SIDBI）</p> <p>2) 保証人：インド大統領（The President of India）</p> <p>3) 事業実施機関：1)に同じ</p> <p>4) 操作・運営／維持・管理体制：1)に同じ</p>

(2) ベトナム「省エネ・再生可能エネルギー促進事業」

事業の目的	ベトナム開発銀行を通じたツーステップローン等を実施することにより、同国の企業による省・再生可能エネルギー活用・促進等に必要の中長期資金を供給するとともにこれら企業の意識向上を図り、もって企業レベルでのエネルギー利用効率化の推進、同国の環境保全・持続的な経済成長、更には地球規模の気候変動緩和に寄与するもの。
プロジェクトサイト/対象地域名	ベトナム社会主義共和国全土
事業概要	① ツーステップローン：ベトナム開発銀行を通じた中長期資金の供給 ② コンサルティングサービス：事業実施促進、技術面の支援等
総事業費	5,520 百万円（うち、今次借款対象額：4,682 百万円）
事業実施スケジュール	2009 年 11 月～2012 年 12 月
事業実施体制	1) 借入人：ベトナム社会主義共和国政府（The Government of the Socialist Republic of Viet Nam） 2) 事業実施機関：ベトナム開発銀行（VDB: The Vietnam Development Bank） 3) 操業・運営／維持・管理体制：ベトナム財務省からベトナム開発銀行に転貸し、ベトナム開発銀行による財務審査と技術審査結果に基づいて、省エネルギー促進及び再生可能エネルギー振興に資する設備投資等に対して融資を行う。

6.2 UNDP

6.2.1 支援方針

UNDP は、1994 年に「カ」国政府と”Standard Basic Assistance Agreement” (SBSS)を締結して以降、5 ヶ年の国別プログラムに基づいて「カ」国への支援を行ってきている。UNDP の国別プログラムは、UNDP を含む、「カ」国で活動を行う国連機関が個別の国別プログラムの基礎となる、「国連開発援助枠組」(UNDAF : United Nations Development Assistance Framework) に沿って策定されている。

2005-2009 年の UNDAF 及び UNDP 国別プログラムの重点分野は、次表の通りである。UNDP 国別プログラムの「環境管理 (Environment Management) プログラム」は、UNDAF の2つ目の重点分野である「すべての人々の生活の質の確保 (Ensuring quality of life for all)」に対応するものであり、この中で地球温暖化や気候変動への「カ」国による取組への支援を実施した。

表 6-2 UNDAF および UNDP 国別プログラム 2005-2009 の重点分野

UNDAF	UNDP Country Programme
<ul style="list-style-type: none"> ■ 対貧困政策の策定 ■ すべての人々の生活の質の確保 ■ 民主的ガバナンスと国家開発における市民の幅広い参加に向けた環境の促進および実現 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 貧困削減 ■ 環境管理 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 持続可能な開発 ➢ 水管理 ➢ オゾン層破壊物質(ODS)及び残留性有機汚染物質 (POP) ➢ 災害管理 ➢ 生物多様性保全 ➢ エネルギー効率化 ➢ 持続可能な地方開発 ■ 良いガバナンス

(出典: UNDP in Kazakhstan website, <http://www.undp.kz/> 2011年4月現在)

UNDP は、Global Environment Facility (GEF)の資金を活用して、熱・温水供給システムのエネルギー効率化の向上の促進や再生可能エネルギーの活用拡大を目的とするプロジェクトへの支援を行っており、風力開発及び地域熱供給システムの効率化に重点を置いたプロジェクトが実施されている。特に、GEF の資金によるプロジェクトでは、風況調査、有望サイトにおけるプレ F/S の実施などを含め、風力開発への投資促進への支援が重点的に行われた。さらに、UNDP は、持続可能な開発戦略や環境に関する法整備を含め、京都議定書批准プロセスへの「カ」国政府への支援を積極的に行っている。

最新の UNDAF 及び UNDP 国別プログラムは、2010 - 2015 年の 5 ヶ年を対象とするものであるが、その中で「環境持続可能性 (Environmental Sustainability)」が支援の重点分野の一つに挙げられている (次表のとおり)。

表 6-3 UNDAF および UNDP 国別プログラム 2010-2015 の重点分野

UNDAF	UNDP Country Programme
<ul style="list-style-type: none"> ■ すべての人々の経済的および社会的福利 ■ 環境的持続可能性 ■ 効果的なガバナンス 	<ul style="list-style-type: none"> ■ すべての人々の経済的および社会的福利 ■ 環境的持続可能性 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 天然資源の持続可能な管理 ➢ 気候変動に対する緩和および適応 ➢ 自然災害および人災に対する緩和および防止 ■ 効果的なガバナンス

(出典: UNDP in Kazakhstan website, <http://www.undp.kz/> 2011年4月現在)

UNDP の「環境持続可能性」に係る支援分野の中で、気候変動の緩和・適応が挙げられており、その期待される成果としては以下の項目が示されている。

- ◇ 国家開発計画および持続可能な開発戦略により統合された包括的な国家気候変動戦略
 - 目標: 国家開発戦略の主流として位置づけられた国家低炭素開発政策および方針
- ◇ 再生可能エネルギーの市場規制に関する知識、政策、パイロット事例を備えた政府およびエネルギー消費者

- 目標：グリッドに接続する再生可能エネルギーに関する政策および制度的枠組みの実現
- ◇ 高水準の二酸化炭素排出セクターにおけるエネルギー効率化に関する知識、政策、パイロット事例を備えた政府およびエネルギー消費者
 - 目標：エネルギー効率化を支援する法律および規制枠組み
- ◇ アルマティ市における公共交通機関のための規制および実施の改善
 - 目標：アルマティ市における陸上公共交通の温室効果ガス排出
- ◇ 国家開発計画および持続可能な開発戦略により統合された、包括的な国家気候変動戦略

6.2.2 支援実績

UNDP による気候変動関連分野への支援プロジェクトの多くは、GEF の資金が活用されている。次表は、気候変動に関連する支援案件（完了、実施中、準備中）をまとめたものである。

表 6-4 UNDP による気候変動への支援 (1/2)

プロジェクト名	期間	実施状況	金額	目的	資金
運輸					
Sustainable Transport in the City of Almaty 実施機関：Almaty Electrotran (Private)	2010 - 2015	実施中	11.126 百万ドル	アルマティにおける運輸関連の温室効果ガスの排出拡大の削減	GEF 資金 EBRD
エネルギー効率化					
Reducing GDG Emissions through a Resource Efficiency Transformation Programme for Industries in Kazakhstan 実施機関：MINT	N.A.	承認済み (2010 年)	14.18 百万ドル	産業におけるより効率的な技術、製造工程の適用促進によるエネルギー消費およびそれに伴う温室効果ガス排出の削減	GEF 資金
LGGE Promotion of Energy Efficient Lighting in Kazakhstan 実施機関：MEP および MINT	N.A.	承認済み (2010 年)	6.87 百万ドル	エネルギー効率の高い電球の普及による温室効果ガスの削減	GEF 資金
Energy Efficient Design and Construction in Residential Sector 実施機関：Agency for Construction, Housing and Utilities	2010 - 2015	実施中	4.569 百万ドル (UNDP の自己資金 0.05 百万ドル)	新設住宅のエネルギー効率の向上による温室効果ガスの削減	GEF 資金
Removing Barriers to Energy Efficiency in Municipal Heat and Hot Water Supply 実施機関：MINT	2007 - 2011	実施中	3.29 百万ドル	選定されたエネルギー効率化策の実施に向けた障壁の排除	GEF 資金

表 6-5 UNDP による気候変動への支援 (2/2)

プロジェクト名	期間	実施状況	金額	目的	資金
再生可能エネルギー					
Wind Power Market Initiative 実施機関：MINT	2004-2011	実施中	2.55 百万ドル	国家風力開発プログラムの策定支援および風力開発プログラムおよび資金調達に関する情報提供・キャパシティディベロップメント、風力開発プロジェクトへの投資誘致	GEF 資金
Renewable Energy Use for Potable Water Supply in Remote Villages of Depressed Region in Kazakshtan 実施機関：Initiative Support Center (NGO)	2002-2003	完了	0.115 百万ドル	遠隔地の農村における衛生的な飲料水の問題の克服と飲料水確保のための再生可能エネルギーの利用に向けたパイロットプロジェクト	
気候変動					
Integration of Climate Change Issues Into Strategic Planning 実施機関：MEP	2009-2010	完了	0.2 百万ドル	京都議定書付属書 B 国への加盟に向けた能力強化、2012 年のポスト京都議定書以降に向けた取組の支援、等	
Support for the Implementation of the Concept on Transition of the Republic of Kazakhstan to Sustainable Development 実施機関：MEP	2007-2008	完了	0.195 百万ドル	「カザフスタン共和国の持続可能な開発への移行に関する構想」の実施に向けた MEP の能力強化	
Enabling activities for the preparation of Kazakhstan's Second National Communication to the UNFCCC 実施機関：MEP	2005-2009	完了	0.405 百万ドル	気候変動への対応と緩和策に関する国家行動計画およびプログラムの策定に向けた組織間の調整の拡大・改善による能力強化	

 (出典：UNDP in Kazakhstan Website (<http://www.undp.kz> 2011 年 4 月現在))

特に、風力発電開発については、「Wind Power Market Initiative」により枠組みの構築、風況マップの作成等、基礎情報の収集、候補案件の Pre-F/S などが実施され、「カ」国における風力開発の促進が期待されている。同案件では、再生可能エネルギーに関する法律整備への支援が行われているが、現状では再生可能エネルギーによる電力の買取価格など資金メカニズムが制度として構築されておらず、実現に向けては課題が見られる。なお、同案件により収集・整備された風力開発に係る情報は、www.windenergy.kz において公開されており、入手可能である。

6.3 WB

6.3.1 支援方針

WBの対カザフスタン支援戦略としては、2004年に国別パートナーシップ戦略（Country Partnership Strategy）が策定された。同戦略では、以下の4分野を柱として、WBがカザフスタンの開発戦略への支援を行うことを掲げている。

- ◇ 偶発的な石油収入の慎重な管理とより効率的な公共セクターにより、競争力低下を回避する
- ◇ ビジネス及び民間投資家にとっての障壁を特定し、低減するための政府の能力強化により競争力を促進する
- ◇ 人材およびインフラの強化を通じて、競争力の基盤を構築する
- ◇ 環境に害を及ぼさない将来の成長を確保するとともに、過去の負債を緩和する。

地球環境対策に関連する分野としては、4つ目の柱である、「環境重視による持続可能な成長の確保」への支援が挙げられる。具体的には、環境戦略の策定への支援や、森林、乾燥地管理といった自然環境管理への支援が含まれている。

また、中央アジア全体における地球環境対策への支援も行われている。中央アジアにおいては、水資源およびエネルギー資源が豊富であるものの、その立地が偏在していることから、エネルギーと水の連携は地域の安定および経済成長から不可欠なものとなっている。そこで、水およびエネルギー問題に関わる地域全体のアプローチとして、中央アジア全体の水資源管理の改善によるエネルギーおよび水の安定供給を支援する「中央アジアエネルギー - 水開発プログラム」（CAEWDP : Central Asia Energy-Water Development Program）⁴を開始した。CAEWDPは4年間のプログラムであり、エネルギー開発、エネルギー・水連携、水生産性の3つのコンポーネントにより構成されている。CAEWDPの枠組みにおいて、今後、2050年までの気候変動の影響を想定し、中央アジア各国において、様々なシナリオに基づく電源ミックスとその経済性を検証するための調査が実施される予定となっている。調査には、再生可能エネルギーの組み入れや、炭素市場、炭素税等の影響も考慮される。

なお、エネルギー分野への支援⁵では、水力発電は環境セーフティガードに照らして、問題がなければ支援を行う方向である。環境負荷が大きい石炭火力については、これまでは支援を行っていなかったが、電化率が低い一方で石炭火力発電の他に選択肢がないサブサハラ諸国やインドのような国に限り、石炭火力プロジェクトへの支援を行う方針を示した⁶。「カ」国については、代替電源の開発の可能性もある一方で、石炭火力発電所について環境負荷軽減に関する規制もなく、脱硫装置の設置等が現状では義務付けられていないこと

⁴ CAEWDPは、中央アジアにおける水およびエネルギー分野への支援において、ADB、イスラム開発銀行、欧州委員会（EC）、USAID等他ドナーとの協調も目的としている。すでに、ADBとは、Energy Action Plan of the Central Asia Regional Economic Cooperation Energy Sector Coordinating Committee for Central Asiaの実施において共同議長を務めており、さらに、他ドナーと共同でmulti-donor trust fundを創設することに向けた協議も開始している。

⁵ 最新のEnergy Strategyについては、現在、策定中である。

⁶ 2008年に大規模停電が発生した南アフリカ共和国に対し、唯一の利用可能なクリーン技術として、2010年に超臨界石炭力発電所への融資を行った。

から、環境汚染産業とみなされるため、支援を行うことは難しい状況である。

6.3.2 支援実績

WB は、1992 年 7 月から 2009 年までの間、「カ」国に対し 35 件の融資、総額 42 億ドルの支援を行っている。1990 年代には、WB の融資の 66 % が、国家管理（財政支援）、金融管理およびエネルギーの 3 つの主な分野に供与されていた。近年は重点分野がシフトし、農業、環境保護およびインフラの 3 つの分野に支援が向けられている。

これは、「カ」国の構造改革が進展し、財政収支および貿易収支が改善したことによる。また、「カ」国政府の財政状況の好転により、プロジェクトの財源は「カ」国政府が負担するようになり、プロジェクトの資金調達に占める WB の融資シェアは低下している。

なお、WB の対カザフスタン融資は、今後数年はこれまでの水準が維持される見通しである。2009 年に急増したが、これは 2008 年の金融危機への対応のため、財政支援のための資金を供与したことによるものである。

WB によるエネルギーおよび環境関連の主なプロジェクトは以下の通り。

表 6-6 WB のエネルギー・環境関連プロジェクト (1/2)

プロジェクト名	期間	実施状況	融資金額	目的
エネルギー				
Kazakhstan North-South Electricity Transmission Project 実施機関：KEGOC	2005-2011	実施中	100 百万ドル	カザフ国民および企業の信頼度のある、経済的かつ質の高い電力供給へのアクセスの確保
Moinak Electricity Transmission project 実施機関：KEGOC	2009-2012	実施中	48 百万ドル	経済的及び環境的に持続可能な方式によるカザフスタン南部における企業および世帯への電力供給の拡大・向上。主なコンポーネントは、新設される Moinak 水力発電所（HPP）と変電所を接続する 220 kV 送電線の建設、変電所の近代化、HPP における屋外開閉所の建設
Alma Electricity Transmission Project 実施機関：KEGOC	2011-2015	準備中	78 百万ドル	アルマティ州の送電能力の拡大によるアルマティ地域における電力供給の信頼度および質の向上。主なコンポーネントは、主要変電所間の 500kV 送電線の建設、発電所と変電所間 220kV 送電線の建設、Alma 変電所の建設、既存の Almaty および YuKGRES 変電所の増設・近代化、およびコンサルティング・技術サービス

表 6-7 WB のエネルギー・環境関連プロジェクト (2/2)

プロジェクト名	期間	実施状況	融資金額	目的
環境関連				
Syr Darya Control and Northern Aral Sea Project 実施機関：Committee of Water Resources, Ministry of Agriculture	2001-2010	完了	64.5 百万ドル	シルダリア河流域の農業生産および漁業の再生・保護と北アラル海の環境条件の保全
Nura River Cleanup Project 実施機関：State Committee For Water Resources	2003-2010	完了	40.39 百万ドル	ヌラ川流域住民の生活条件の改善および地域の代替水源の供給
Forestry Rehabilitation and Reforestation Project 実施機関：Forestry and Hunting Committee, Ministry of Agriculture	2005-2012	実施中	30 百万ドル	経済的に実施可能かつ持続可能な環境再生および森林管理、イルティユ川、乾燥アラル海床における植林
Ust-Kamenogorsk Environmental Rehabilitation Project 実施機関：Committee of Water Resources, Ministry of Agriculture	2007-2013	実施中	24.29 百万ドル	ウスカメノゴルスク市における産業廃棄物による地下水汚染の浄化および市内および近隣地域の環境条件の改善
Syr Darya Control and Northern Aral Sea Project (Phase 2) 実施機関：Committee of Water Resources, Ministry of Agriculture	N.A.	提案中	140 百万ドル	カザフスタン国内のシルダリア川流域の水資源管理の改善による農業地域への適時灌漑用水供給の増加、漁業生産の拡大、人々の安全、環境、北アラル海地域住民の福祉
Tien Shan Ecosystem Development Project 実施機関：Environmental Agencies	2010-2014	実施中	N.A.	GEF の無償資金供与を検討

(出典： World Bank website 2011 年 3 月現在)

6.4 EBRD

6.4.1 支援方針

EBRD による対カザフスタン支援戦略は、2010 年 1 月に EBRD 理事会で承認されたものが最新である。同戦略における優先分野は以下の通りである。

- ◇ 経済の多角化
- ◇ 金融セクター改革
- ◇ インフラセクターの近代化
- ◇ 電力・エネルギーセクターにおける「持続可能なエネルギー行動計画」の実施

地球環境問題対策と関連するのは、4 番目の電力・エネルギーセクターへの支援であるが、これは近代的かつ「クリーン」な発電および送電事業者に対する投資を通じて、「持続可能なエネルギー行動計画」の実施を支援するものである。具体的な支援としては、以下の支援が挙げられている。

- 法案の見直し、改善への支援
- 規制当局および特殊法人の強化
- 料金水準、メーター制、徴収方法の改善
- 優先度の高い投融資案件への重点

EBRD は、2006 年に「持続可能なエネルギーイニシアティブ」(SEI : Sustainable Energy Initiative)⁷を開始し、以下の6つの主要重点分野への投資および技術支援を行っている。

- 産業部門におけるエネルギー効率化
- エネルギー効率化および再生可能エネルギーへのクレジットライン
- 電力セクターにおけるクリーンエネルギー
- 再生可能エネルギー
- 地方インフラにおけるエネルギー効率化
- 炭素市場整備

こうした EBRD 全体の戦略を背景に、「カ」国国内の地域的なエネルギーバランスの不均衡を是正し、電力不足を解消するため、EBRD は投資戦略において案件の選別を行っている。2008 年には、EBRD は第1号として、「カ」国政府の優先度の高い政策目的と EBRD による「カ」国経済のエネルギー強度の削減への資金供与を連系させることを目的に、同国政府と「持続可能なエネルギー行動計画」(SEAP:Sustainable Energy Action Plan)⁸に調印を行った。EBRD は SEAP に沿ったプロジェクトへの資金供給を行い、以下の基準に即して低炭素経済への移行を支援することとしている。

- ◇ 強力な産業界の支援者とともに、新規および既存の石炭火力発電所の EU 環境およびエネルギー効率基準に対応する、利用可能な最善の技術 (Best available technologies: BAT) の活用
- ◇ セクターにおける現状の基準を超えた随伴ガスの活用および随伴ガス焼却の削減、ガス火力発電所の効率の改善
- ◇ 既存発電所の改修および発電所の新設による効率の大幅な改善と電力供給信頼度の達成
- ◇ 商業およびテクニカルロスの削減および送配電網およびガスの移送・供給網における効率の改善
- ◇ 小水力および風力発電プロジェクトによる再生可能エネルギー発電の支援

EBRD は、引き続き SEAP の実施への技術支援を行う方針であり、産業新技術省 (MINT) が進めている 2011 年末までの「再生可能エネルギー促進法」の改正作業に対し、技術支援を行っている。この背景には、2009 年に再生可能エネルギー促進法が制定されたにもかかわらず、再生可能エネルギーの開発が進んでいないことがある。

このほか、火力発電所改修の枠組み作りへの支援を行う方針である。さらに、気候変動分野については、京都議定書による Carbon Finance Framework の構築への貢献を行い、「カ」

⁷ 1991年に設立された EBRD は、1994年にはエネルギー効率化を専門とするチームを設置し、早い段階からエネルギー効率化への支援を実施していたが、2006年に Energy Efficiency and Climate Change department に拡充された。

⁸ EBRD は、その後 2009年にブルガリア、ウクライナ、ロシアと SEAP に関する調印を行っている。

国の国家炭素資金関連の法制度の構築を支援する計画である。

EBRD の「カ」国向け支援の基本方針としては、民間セクターへの支援であるが、地方自治体等が実施する熱供給事業も対象となっている。

6.4.2 支援実績

EBRD は、「カ」国に対し、1991 年以來 2009 年までに 100 案件への融資を行っており、融資累計額は 24 億ユーロに上る。2009 年時点での、EBRD の「カ」国融資のうち 71% が民間セクターに対するものであった。EBRD は、「カ」国においては、石油・ガスセクターを除く、最大の投資を行っている。

2009 年 9 月現在の EBRD のポートフォリオを見ると、前代で 14.27 億ユーロである。分野別でみると金融機関が最も多く、次いで企業セクターの 387 百万ユーロ（27%）、エネルギーは 324 百万ユーロ（23%）である。インフラは 265 百万ユーロ（19%）となっている。

電力・エネルギー分野への投融資は増加傾向にあり、2006 年時点の 14% から 9 ポイント増加した。案件としては、以下の通り。

- KEGOC（国営送電会社）：融資額 127.5 百万ユーロ
- Pavlodarenergo（民間発電事業者 TSATEK 子会社）：資本投資額 20.5 百万ユーロ
- CAEPCO（同上）：資本投資額 46 百万ユーロ

EBRD の資金は、効率化、クリーンエネルギーおよび BAT の利用の促進のために活用された。なお、「カ」国政府が 2008 年に SEAP に調印したことを受けて、EBRD はエネルギー効率および環境の観点から、Ekibastus-2 (Unit 3) 発電所改修プロジェクトへの参加を断念した。

また、EBRD は、WB の Climate Investment Funds というスキームの Clean Technology Fund の 3 つのクレジットラインのうち、再生可能エネルギー向け（100 百万ドル）および地域熱供給（40 百万ドル）の 2 つのクレジットラインの貸付業務を委託されている。これらの融資案件は、EBRD が独自にマスタープランを作成し、それに基づいた融資の供与を行うこととなっている。

再生可能エネルギー向け融資については、以下の 5 つの分野を対象としている。

- 風力
- 水力
- バイオガス
- 廃棄物
- バイオマス

また、地域熱供給向け融資では、配水システムやサブステーションが太陽となっている。なお、CTF は化石燃料を利用する設備への支援は対象外としているため、熱供給施設のボイラーの更新等は、EBRD の資金を利用している。この他、UNDP が GEF を活用して支援している”Sustainable Transport In Almaty City”プロジェクトに対し、EBRD は 60 万ドルの融資を行っている。

EBRD の電力・エネルギー分野に対する最近の融資案件は、以下の通り。

表 6-8 EBRD のエネルギー関連融資支援案件 (1/2)

プロジェクト名	期間	実施状況	金額	目的
エネルギー効率化 (エネルギー)				
KEGOC Osakarovka Restructuring Loan 実施機関：KEGOC	-	承認済み	上限 166 百万ドル	送電網全体の信頼性とアクモラ地域の開発を進めるための Osakarovka 送電線の改修および KEGOC のキャッシュフローおよび貸借対照表の最適化と電力セクター改革において単独買電業者 (capacity market operator) としての新たな役割に対応するための EBRD の融資 2 件を含む借り換え
District Heating Modernisation Framework 実施機関：TOO “Teplotransit Karaganda” および CAEPCO (Private)	-	承認済み	100 百万ドル (CTF: 42 百万ドル)	既存の熱供給網のエネルギー効率の改修・改善。Clean Technology Fund (CTF) との協調融資。
CAEPCO District Heating 実施機関：CAEPCO (Private)	-	承認済み	30 百万ドル (CTF: 10 百万ドル)	Pavlodar、Ekibastuz、Petrovsk における熱供給を行う民間企業の支援。熱ロスおよび CO2 排出削減、石炭 (燃料) の削減による地域暖房セクターにおける持続可能なエネルギー利用への転換。
AES Soginsk CHP 実施機関：Soginsk CHP LLP (Private)	-	承認済み	上限 40 億テング (22 百万ユーロ相当)	CHP の設備利用率の向上、エネルギー効率の強化、ロスの削減および環境基準の改善
CAEPCO (Northern Lights) 実施機関：CAEPCO (Private)	-	実施中	-	エネルギー効率の強化、発電・配電における環境基準の改善
Aktobe CHP Rehabilitation 実施機関：Aktobe CHP Joint Stock Company (Public)	-	実施中	40 百万ドル上限	発電能力の拡大、発電効率の向上、環境基準の改善
KEGOC Modernisation II Loan 実施機関：KEGOC (Public)	-	実施中	127.5 百万ユーロ	国全体の送電システムの効率性、信頼度、安全性の確保のための変電所、高電圧設備の近代化
Pavlodar Energo 実施機関：Pavlodar Energo (Private)	-	実施中	30 百万ドル	石炭火力熱電併給プラントの更新
KEGOC: Ekibastuz-YukGres Power Transmission 実施機関：KEGOC (Public)	-	実施中	87.8 百万ドル	「カ」国南部のピーク時供給不足への対応、送電信頼度の向上、送電ロスの削減、中央アジアにおける電力取引の構築への貢献
KEGOC: North-South Power Transmission 実施機関：KEGOC (Public)	-	実施中	60 百万ドル	「カ」国南部のピーク時供給不足への対応、送電信頼度の向上、送電ロスの削減、中央アジアにおける電力取引の構築への貢献

(注) 承認済みは、「EBRD 理事会による承認済み」、実施中は「融資契約調印済み」を示す。

表 6-9 EBRD のエネルギー関連融資支援案件 (2/2)

プロジェクト名	期間	実施状況	金額	目的
エネルギー効率化（運輸）				
Almaty LRT 実施機関：Almaty Electrotrans	-	準備中 (2011年 11月承認 予定)	170百万ユーロ上 限	アルマティ市における軽量軌道交通 (LRT) の整備。PPP プロジェクト。
Almaty Bus Sector Reform 実施機関：Almaty Electrotrans	-	実施中	5,100百万テンゲ 上限 (34.8百万ドル 相当)	バスサービスに係る規制枠組みの改革 に関するアルマティ市当局への支援
Almaty Electrotrans 実施機関：Almaty Electrotrans	-	実施中	10百万ドル	アルマティ市内の電気輸送システム (トラム、トロリーバス) の変電所の 近代化
Almaty Development of Electric Transport 実施機関：Almaty Electrotrans	-	実施中	37百万ドル	エネルギー効率のよいトロリーバスの 導入による、自家用車の利用の代替と なる公共交通サービスの能力および水 準の向上と適切に機能的な都市交通シ ステムへの様々な輸送モードの統合を 通じた利用者への利用可能な選択肢の 提供による都市の移動性に対する全体 としてバランスのとれたアプローチの 提供
再生可能エネルギー				
Kazakhstan renewable energy financing facility 実施機関：未定	-	準備中 (2011年 12月承認 予定)	50百万ユーロ	再生可能エネルギー利用の便益を実証 するための再生可能エネルギープロジ ェクトの早期実現および再生可能エネ ルギー実施に向けた環境整備のための 政策対話および組織能力構築の促進

(出典： EBRD website 2011年4月現在)

6.5 USAID

6.5.1 支援方針

USAID は、「カ」国の独立直後の 1992 年から支援を行っている。USAID は、以下の 4 分野からなる戦略により、同国に対する支援を実施してきている。

- 経済の移行
- エネルギー資源および環境問題
- 民主的な組織
- 健康の向上

また、2006～2010 年に実施されたプログラムの重点分野は以下の通りであった。

- 経済成長
- 人々への投資
- 民主的で公正なガバナンス

USAID の戦略におけるエネルギー資源および環境問題への支援の主な目的としては、実施可能なエネルギー市場の創設と「カ」国機関による主要な環境問題への取組への支援が挙げられている。また、エネルギー及び環境分野は、経済成長に関するプログラムの中に

位置づけられている。「カ」国および米国政府による共同の取組として、2006年に「経済開発のためのカザフスタン - 米国プログラム」(PED: the Kazakhstan - U.S. Program for Economic Development)が調印されている。PEDは、カザフスタンにおける経済開発と多角化を促進することを目的とする多年度二国間イニシアティブである。

2010年2月には、両国政府はPEDを2010年から2012年に延長するために、PEDに関する覚書の改正に調印した。同プログラムの資金として、「カ」国政府は年300万ドル、米国政府は150万ドルを2012年まで拠出することとされている。

6.5.2 支援実績

USAIDは、1992年以来、経済、保健制度、民主化に関連する分野に対し、550百万ドル以上の支援を行っている。しかしながら、エネルギーおよび環境関連分野への支援は限定的であり、エネルギー効率および気候変動についての支援はこれまで行われていない。

2010年には、「カ」国のエネルギー効率化および再生可能エネルギー分野を中心とするエネルギーセクターへの支援の検討を行うための基礎調査として、“Kazakhstan Energy Pre-Assessment”を実施した。同調査では、「カ」国のエネルギーセクター構造、政策、プログラム、法制度のレビュー、エネルギー市場・需給分析、エネルギー価格・料金とエネルギーセクターの財務的実行可能性、エネルギーセクターの利害関係者とその役割、過去に実施されたエネルギー効率化プログラムの分析、エネルギー効率化および再生可能エネルギー開発の障壁に係る分析が行われ、USAIDによる支援に向けた検討事項が取りまとめられた。調査結果に基づき、USAIDによるエネルギー効率化、再生可能エネルギー分野での具体的な技術協力プログラムが検討されている。

なお、USAIDは、民間銀行(Alpha BankおよびEurasia Bank)を含む融資プログラムへの支援を行っているが、その中で、住宅向けエネルギー効率化を目的とする貸付が行われている。

さらに、今後は、WBが主導する「中央アジアエネルギー・水開発プログラム」(CAEWD: Central Asia Energy - Water Development Program)のもとで実施される気候変動への再生可能エネルギー導入の影響に関する調査のうち、カザフスタン、トルクメニスタン、キルギスでの調査への支援を行う予定である。

表 6-10 USAID のエネルギー・環境関連案件の実績

プログラム	期間	実施状況	金額	目的
Energy				
Regional Electricity Markets Assistance Program (REMAP) 実施機関：TBD	2006-2008	完了	n.a	中央アジアにおける透明性および競争力のある電力市場の確立、中央アジアにおける電力取引の増加、水力発電設備および貯水池に関連する現在および将来の争議の市場に基づく解決策の導入、中央アジアにおける電力規制監督者の能力構築
REMAP II 実施機関：TBD	2009-2012	実施中	16.5 百万ドル	中央アジア諸国における市場志向、費用に基づく電力取引の創出、地域送電システム事業者の強化、水力発電への投資を支援するための洪水対策及び灌漑に関連する水規制の経済的価値の構築のためのメカニズムの整備・実施、南アジアへの電力輸出に向けたより信頼度の高い電力拡大に向けた支援
Environment				
Master of Science in Environmental Management and Engineering for Central Asia 実施機関：Eurasia National University	2005-2009	完了	1.445 百万ドル	産業、政府組織、NGO に向けた応用環境研究を実施するための設備・人材の提供。環境管理・エンジニアリング修士プログラムは、アスタナの Eurasia National University に開講された。

(出典： USAID website 2011 年 4 月現在)

6.6 ADB

6.6.1 支援方針

公表されている 2005 - 2008 年対カザフスタン国別戦略の重点として、以下の 4 つの分野が挙げられていた。

- ◇ 民間セクター開発を通じた包摂的な成長
- ◇ 人間開発
- ◇ 環境的に持続可能な開発
- ◇ 地域協力

3 番目の「環境的に持続可能な開発」という観点から、環境関連の支援が行われていたが、具体的な支援としては、土地劣化、特に、砂漠化への対応が中心であった。

対カザフスタン国別戦略 (Country Strategy) は、2011 年 2 月現在策定中であり、2011 年 9 月の ADB 理事会で承認される予定である。「カ」国は中進国であり、かつ、政府が対外借入に消極的であることから、パートナーシップフレームワークを策定し、これまでのようなプロジェクトリストに沿った支援ではなく、政府の要請に素早く対応する体制とする方針である。今後の重点分野としては、エネルギー、都市 (インフラ)、運輸、金融の 4 分野が挙げられている。なお、都市インフラには、電力および熱供給を含めており、一部エネルギー分野と重複がある。

現在は Energy Sector Study を実施中である（2011年5月開始）。以下に概要を示す。

Energy Sector Study の概要

1. 「カ」国のエネルギーセクターの需給双方について、網羅的かつ信頼性のあるデータ（化石燃料および原子燃料の埋蔵量と採掘・転換能力；化石燃料および再生可能エネルギーによる発電能力、分布、国内および国際連系送配電ネットワークの容量と現状）を収集する。
2. 「カ」国のエネルギーセクターの需要サイドの現状を把握する。特に：燃料およびセクター毎のエネルギー需要；経済のエネルギー原単位・炭素原単位と他セクターの影響；CHPの役割と地域熱供給の規模；エネルギー面における孤立地域の特定；バイオマスの火力発電への利用。
3. 詳細で信頼性のある最新の政策・規制枠組みについての情報を取得する。
4. 類似国との比較をふまえて上記の評価をコンパクトに指標化する。

また、省エネ分野については、技術支援（Technical Assistance: TA）として、産業新技術省（MINT）省エネルギー局にコンサルタント 2 名を派遣し、省エネ・効率化に関するニーズ調査を行うとともに、想定される省エネパッケージをとりまとめた Technical Paper を作成している（2011年4月に完了予定）。

6.6.2 支援実績

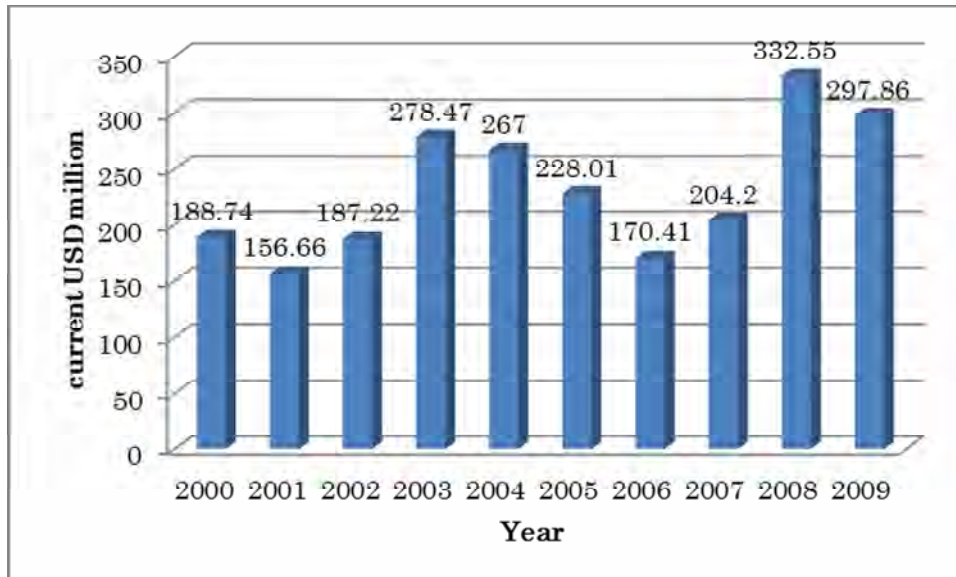
1994～2010年までに ADB が支援し、完了した融資案件の総額は、965 百万ドルに上る。完了案件の主なセクターは、教育、年金改革、道路改修、農業セクター改革、水資源・土地改良、上下水道であり、エネルギーあるいは環境関連案件は含まれていない。

ADB はまた、中央アジア地域経済協力（Central Asia Regional Economic Cooperation: CAREC）の枠組みによる中央アジア地域の経済活性化を支援するプロジェクトに融資を供与しているが、これまで5件の融資案件のうち、4件が道路、1件が中小企業開発である。

6.7 ドナー支援のまとめ

6.7.1 「カ」国への支援動向

2000年以降の「カ」国へのドナー全体の支援の状況を見ると、年ごとに増減が見られる。



注：ODA 流入額は、供与額ベース。

(出典：OECD Credit Reporting System Database より作成, <http://stats.oecd.org/> 2011年4月現在)

図 6-1 「カ」国への ODA 流入額

経済協力開発機構 (OECD: Organization for Economic Cooperation and Development) の国際開発統計によると、「カ」国への ODA 流入額 (供与額ベース) は、2000年には188.74百万ドルであったが、2003年に278.47百万ドル、2004年267百万ドルに増加した。その後、減少傾向にあったが、世界金融危機が発生し、その余波があった2008年から2009年にかけて再び増加し、2008年332.55百万ドル、2009年297.86百万ドルであった。

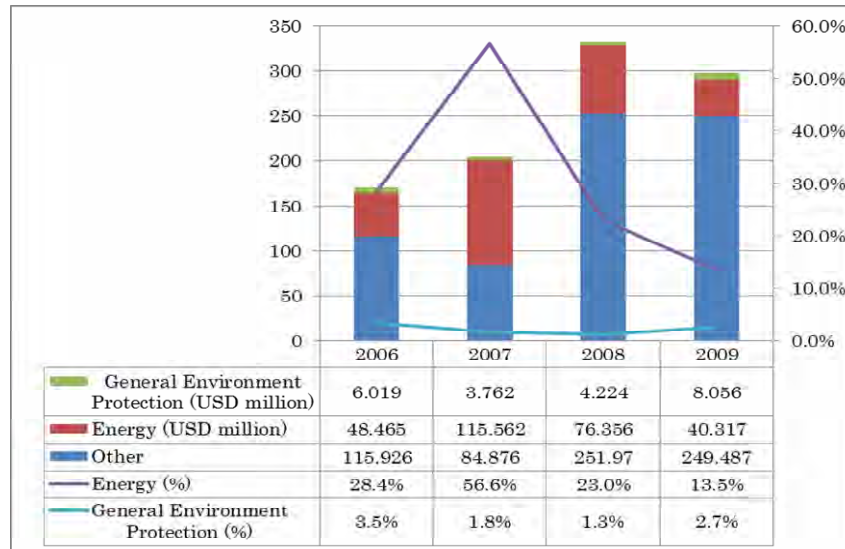
また、OECD 開発援助委員会 (OECD/DAC:OECD Development Assistance Committee) の Credit Reporting System のデータベースによると、「カ」国の主要ドナーは、米国、日本、EU、ドイツである。非 DAC 加盟国では、アラブ首長国連邦が挙げられる。供与総額ベースでみると、2006～2009年のトップドナーは米国であった。2009年の米国の供与総額は、97.3百万ドルである。次いで、日本の供与額が大きく、2009年の供与総額は63.4百万ドルである。アラブ首長国連邦の2009年の供与総額は、22.4百万ドルであり、ドイツ (19.2百万ドル)、EU (13.3百万ドル) を上回っている。

6.7.2 地球環境およびエネルギー分野への支援動向

(1) 概況

OECD/DAC の Credit Reporting System データベースによれば、「カ」国への ODA の動向をみると、各ドナーは地球環境対策への支援を掲げているものの、プロジェクトとしては

エネルギー効率化や再生可能なエネルギーが中心であり、エネルギー分野への支援の割合が高くなっている。



(注1) ODA 流入額は、コミットメントベース。

(注2) 分野別 ODA 額は、各ドナーの申告による。

(出典：OECD Credit Reporting System Database より作成, <http://stats.oecd.org/> 2011年4月現在)

図 6-2 分野別 ODA 流入額 (エネルギーおよび環境保護)

2006年では、環境保全一般への支援は約6百万ドルで、全体に占める割合は3.5%であったのに対し、エネルギー分野への支援は約48.5百万ドルで、28%であった。2007年にはエネルギー分野への支援は約115百万ドルと2.4倍に増加し、全体に占める割合も56%を超えた。2008年から2009年にかけては、エネルギー分野への支援が76.4百万ドル、40.3百万ドルと減少する一方で、全体のODA流入額が増えたため、エネルギー分野への支援のシェアは低下し、2009年には13.5%となった。

他方、環境保全一般への支援は、2007年には約3.8百万ドルに減少し、シェアも1.8%に低下したものの、金額ベースでは増加傾向にあり、2009年には8百万ドルを超え、シェアも2.7%に拡大した。

なお、OECD/DACのCredit Reporting Systemのデータでは、エネルギーセクターへの支援を積極的に行っている、EBRDやWB等国際機関の供与額が反映されていない。EBRD、WB等の供与額を反映した場合には、エネルギーセクターへの支援の割合はより大きいものと推察される。

(2) 再生可能エネルギーおよびエネルギー効率化への支援

「カ」国における再生可能エネルギー開発やエネルギー効率化支援を行っている、あるいは今後行う方針を掲げているドナーの支援動向は以下のとおりである。

EBRDの支援が最も大きく、件数では準備中の案件も入れると14件、金額はコミットメントベースで11億ドルを超えている。サブセクターでみると、CHPPを含む熱供給設備のエネルギー効率改善を目的とする案件が5件と最も多く、次いで送電システムの効率化等

を目的とする案件が4件、アルマティにおける公共交通のエネルギー効率化を目的とする案件が4件である。

次いで、金額ベースで見ると、エネルギー分野への支援はWBが多く、3案件226百万ドルである。いずれも経済的かつ環境的に持続可能な送電システムの強化を目的とするものである。

案件数では、UNDPが11案件と多いが、技術協力が中心であり、プロジェクトの実施はGEF資金を活用している。1案件あたりの金額は多くても10百万ドル程度であり、EBRDやWBに比して小さい。他方、気候変動対策としては、電力および運輸セクターにおけるエネルギー効率化・温室効果ガス削減、再生可能エネルギー開発、京都議定書等国際枠組みへの対応など、多岐にわたるサブセクターへの支援を行っている。

USAIDは、中央アジア全体への支援プログラムの一環として、電力セクターへの支援を行っているが、エネルギー効率化や再生可能エネルギーに関する支援実績はない。2010年にエネルギー効率および環境に関する調査を実施し、今後はWBが主導するCAEWDのもとで実施される気候変動への再生可能エネルギー導入に関する影響調査を行う予定もあり、今後、これらの分野への支援が行われる見通しである。

ADBについては、これまで再生可能エネルギーおよびエネルギー効率化案件への支援実績はないが、現在、エネルギーセクター調査を技術協力として実施しており、今後はこれら分野への支援を行う方針を示している。

第7章 課題分析

本章は、相手国関係者、ドナー等からのインタビューをもとに調査団が類推した課題とその対応策について述べるものである。

7.1 相手国関係者・ドナーからのインタビューから類推される課題

7.1.1 総論

(1) 法的枠組みの構築

「カ」国における気候変動を中心とする地球環境対策は、1995年に批准した UNFCCC および 2009年4月に批准した京都議定書をベースとしている。

独立間もない時期に気候変動に関する国際条約に批准はし、1996年には「環境安全保障基本理念」を掲げたものの、気候変動への国としての取組が本格的に始まったのは 2000年代後半に入ってからである。そのため、現状ではこれら国際条約の要件を充足するための法的枠組みの構築も途上という状況にある。

地球環境対策としては、産業界、市民社会における幅広い取組が必要であるが、各省庁における法制化も作業中の段階である。また、各省庁レベルでは、温室効果ガス（GHG）排出削減やエネルギー効率化に向けた取組などに関するプログラムが策定されているが、法的枠組みの整備が途上の段階では、法的拘束力がないため、実効性が伴わないケースが散見されている。また、各省庁間の責任、役割等が法的に明確となっていないうえ、各省庁間の調整が行われておらず、各プログラムの実施において様々な利害関係者の利害が錯綜、対立するなどのケースも起きていることが、ドナーを含む関係者から指摘されている。

例えば、「カ」国政府は、2010年に Green Growth Program 2010-2014 を承認し、気候変動、低炭素化、エネルギー効率化への取組を行う方針を掲げている。MEP が同プログラムを所管し、実施していくことになっているが、産業部門における温室効果ガスの削減やエネルギー効率化については産業新技術省が所管しており、かつ、エネルギー効率化・省エネについては、未だ法制化されておらず、プログラムの実効性は確保されていない状況にある。

また、例えば、「再生可能エネルギー促進法」の改正作業への EBRD による技術支援に見られるとおり、法律が制定されても実効性が伴わないケースがあり、実施可能な法制化を行うにあたっては、ドナーの支援が必要となっている。こうしたことから、国際条約の要件充足に向けて、具体的な気候変動対策に関するプロジェクト実施の前提条件として、国際標準に鑑みた、実施可能な法的枠組みの構築とその実施体制の整備が必要であることが明らかである。

したがって、まずは実効力のある法的枠組みの整備を速やかに行い、効果的な地球環境対策につながるプログラムを、法的な拘束力を持って、各省庁間および利害関係者の調整のもとに作成し、関係者の一致・協力のもと、実施できる体制を構築することが課題となっている。

(2) 組織能力の向上と人材育成

上述の通り、気候変動・地球環境対策への国家としての取組が開始されたのは、2000年代半ばである。環境法の制定は2007年であり、京都議定書への対応は、批准が行われた2009年になって初めて、環境保護省に京都議定書局が設置された。

それまでは、UNDP等のドナーの支援を受けて、UNFCCCの枠組みにおける気候変動への対応がプロジェクトベースで行われており、そうしたプロジェクトの実施の受け皿は、UNFCCCおよび京都議定書に関する活動を行う「カ」国におけるNGO第1号である、C4であった。また、C4は国際条約の履行に関連する法整備の策定にあたって、専門家として参加してきた。

2009年の環境保護省に京都議定書局の設置に伴い、それまでC4が中心となってきた、気候変動・地球環境対策における法整備、具体的なプロジェクトの実施等の役割は、京都議定書局に移管されたものの、京都議定書局の能力は未だ不十分であることが指摘されている。また、ESCAPの閣僚会合でGreen Bridge構想が提唱され、その具体化に向けてGreen Bridge Officeが設置されたものの、予算も十分な人員も配置されておらず、具体的なプロジェクトの形成・実施に向けては、ESCAPやUNECEの専門家の支援等が必要となっている。産業新技術省においても、再生可能エネルギー開発や産業部門におけるエネルギー効率化を所管するそうした事項を所管する部局は新たに設置されたばかりであり、人材・能力不足が問題となっており、EBRDによる産業新技術省における再生可能エネルギー促進法の改正にかかる技術支援の例にみられるように、ドナーの支援が必要となっている状況が生じている。

こうした人材不足および組織としての能力不足は、上述の法制度整備や具体的な取組としてのプロジェクトの実施等の阻害要因となっており、政府組織における人材育成と組織能力向上が課題であることは明白である。

(3) ドナー資金を活用した資金メカニズムの構築

再生可能エネルギーの導入や新たな技術を活用したエネルギー効率化にあたっては、初期投資のみならず、運営・維持管理費用も含めて、経済的に持続可能な技術の導入と、経済的持続性を担保する料金制度など資金メカニズムの構築が必要となる。しかし、潜在的な投資ニーズはあるにもかかわらず、根拠となる法制度が未整備のうえ、実施に必要なシステムや規制が整備されていないことから、実現に至っていない。

例えば、風力開発においては、有望案件がUNDPの支援により発掘されているものの、風力発電の電力料金設定に関する規定がないなどの要因により、経済性が不透明であり、実施に結びついていないという状況がある。また、「カ」国の電源は石炭火力発電に依存しているが、石炭火力発電に対する環境負荷軽減に関する規制はなく、環境対策の義務付けもないことから、脱硫装置などの設置も進められておらず、より環境負荷が少なく、高効率の電源への転換も進んでいない。

したがって、再生可能エネルギーやエネルギー効率化の推進には、新たな具体的な制度構築が喫緊の課題となっている。

他方、机上で作成される制度では、必ずしも具体的な案件の実施の際に機能しないケースも想定されることから、具体的な案件の実施を念頭においた制度設計が必要である。そ

れにもかかわらず、風力発電については、現状では個別に買取価格を KEGOC と交渉しているため、経済性が確保できず、実施に至っていないことが指摘されている。したがって、例えば、第1号案件では個別案件ごとの契約とするのではなく、風力発電全体に適用できる資金メカニズムを構築し、同時に法制度にも反映していくことが必要である。

しかし、こうしたパイロット的な案件の実施は、民間セクターの投資家のみで実現していくのは困難であることから、「カ」国政府に適切な働きかけを行えるドナーの支援が求められよう。

(4) 円借款事業に及ぼす影響

現在のエネルギーと省エネ投資事業は、排出権取引の制度が確立していないためそのメリットを考慮せずに事業性を判断せざるをえない状況にある。もし排出権取引の資金メカニズムが確立されれば、いままで不採算で進まなかった事業が推進され、円借款事業として候補となりうる可能性は高まる。

7.1.2 エネルギーデータから推定される課題

「カ」国のエネルギーデータおよび各国比較から抽出される課題を以下に示す。なお、比較対象にした国は、「カ」国、日本、USA、ドイツ、南アフリカ、中国、オーストラリア、ロシアである。

表 7-1 エネルギーデータの各国比較から抽出される「カ」国の課題 (1/2)

分野	課題
GDPあたり一次エネルギー消費量	<ul style="list-style-type: none"> • GDPあたりの一次エネルギー消費量は、数字が小さいほど経済に対するエネルギー効率がよいことを示している。 • 「カ」国のGDPあたりの一次エネルギー消費量は、日本やドイツと比較すると2008年時点で4倍ほど多い。つまり、1,000USDのGDPを作り出すのに日本やドイツは100 koe（約0.7 bblの原油）を使うが、「カ」国では400 koe（約2.8 bblの原油）を使うことになる。 • エネルギー効率の改善とともに産業構造の高付加価値化が求められる。
GDPあたり電力消費量	<ul style="list-style-type: none"> • GDPあたりの電力消費量は、産業構造や住宅でのエネルギー消費状況により異なり、必ずしもGDPあたりの電力消費が電力消費効率の良否を表現していない。たとえば、日本の家庭では、電気・ガス・灯油などが利用されているが、東南アジアの家庭では電気とガス、中近東は電気、東ヨーロッパでは電気と熱の利用が多い。 • GDPあたりの電力消費量は南アフリカの450 kWh/1,000USDと最も高く、最も低いのはドイツで200 kWh/1,000USDと南アフリカの半部以下である。このことは南アフリカの経済が最も電力依存が高く、ドイツの経済が最も電力依存が低いことを示している。電力依存率が高いということは一人あたり一次エネルギー消費を多くする。 • 電力に関する省エネ対策は、省エネの中でも最も効果に出やすい対策であるので、直近の課題ともいえる。
一人あたり一次エネルギー消費量	<ul style="list-style-type: none"> • 一人あたりの一次エネルギー消費量は、一人あたりの所得の大きさや国土の大きさによって決まってくる。経済規模の大きな国は、一人あたりの一次エネルギーは多くなる。 • 一人あたりの一次エネルギー消費量はアメリカが最も高い。経済規模や国土面積を考えると必ずしもエネルギー効率悪い国とは言えない。ただ、「カ」国の最近の一人あたりの一次エネルギー消費は急速に上昇しており、新興国特有のエネルギー消費パターンを示している。 • 経済が拡大している証明でもあるが、エネルギー供給およびエネルギー利用双方の省エネ対策で、効率の良いエネルギー利用が求められる。
一人あたりの電力消費量	<ul style="list-style-type: none"> • 一人あたりの電力消費量は、経済規模の大きさと同時に生活の豊かさを示す尺度にもなっている。 • 一人あたりの電力消費量は、アメリカやオーストラリアなどが高く中国や「カ」国は低い。 • 今後は、所得の向上とともに一人あたりの電力消費量は増加するので家庭部門や商業サービス部門での省エネが課題になる。
一人あたりGDPと一人あたり一次エネルギー消費	<ul style="list-style-type: none"> • 一人あたりGDPが多い国は、一人あたり一次エネルギーの消費も多い。このことは、今後、新興国が経済成長に伴って消費する一次エネルギー消費量の先行指標にもなる。 • 2008年時点で、中国、南ア、「カ」国、ロシア、日本、ドイツ、オーストラリア、アメリカの順に一人あたりのGDP (PPP, International dollar) が大きくなるが、同時に一人あたり一次エネルギーもこの順に大きくなる。 • 2008年の「カ」国の一人あたりPPPベースのGDPは11,300 SDが2倍になると、一人あたり一次エネルギー消費は5.0 toe/人程度と思われる。しかし、すでに2008年で一人あたり一次エネルギー消費は4.5 toe/人であるので、今後各方面でのエネルギーの効率化が求められる。

7.1.3 個別テーマの課題

(1) 排出権取引・緩和策実施促進に関する課題

「カ」は独立間もない時期に気候変動に関する国際条約に批准したのにも関わらず、現時点までに確たる排出権取引制度を形成できておらず、排出権取引と緩和策において様々な課題が残っている。

表 7-2 排出権取引・緩和策実施促進に関する課題のまとめ

分野	課題	想定される対応策
京都議定書上のステータス	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の位置付けは、UNFCCCにおける非附属書 I 国であり、京都議定書における非附属書 B 国とマラケシュ合意で定められている。UNFCCC に対して附属書 I 国への移行の意図を正式に伝えているが、移行のため京都議定書締結国の 3/4 の批准が必要であり、2012 年末まではできない可能性が非常に高い。 	<ul style="list-style-type: none"> JIトラック2で案件審査を受けることを可能にする (COP16 で決定済み)。 COP17(2011 年末南アフリカのダーバンにて開催予定) に向けてロビー活動を行い、締結国 3/4 の批准を待たず、ERU の発行を可能にする等の例外措置を要求 実施困難であれば、完全に諦める。 ボランティア炭素市場 (VCS、VER+、等) や二国間取引への移行を検討。
ポスト京都に関するスタンス	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国による京都議定書第一約束期間終了後の次期枠組みへスタンスは未定である。コペンハーゲン合意では 2020 年までに、温室効果ガスの排出を 25% 自主削減すると表明している。 現在、国内排出権取引システムを形成中であるが、EU ETS や他のスキームとのリンクに関しては未定であり、新規枠組みの中での位置づけも未定である。 	<ul style="list-style-type: none"> 国レベルの地球環境政策の整備。 新規枠組みに関して明確なスタンスの考案。 国内緩和策・排出権取引スキーム等の政策の構築。
オフセット・プロジェクトの実施能力	<ul style="list-style-type: none"> 現時点で実施しているオフセット・プロジェクト (JI プロジェクト) は 1 件のみであり国内にオフセット・プロジェクト実施能力と経験はほとんどない。 	<ul style="list-style-type: none"> ボランティア炭素市場および二国間取引でパイロット案件実施。 国内のコンサルティング能力向上および、人材育成 (Kazakh Carbon、C4)。 政府系機関の能力強化。
温室効果ガス削減ポテンシャル	<ul style="list-style-type: none"> 第 1 次及び第 2 次国家通報に基づき国内の温室効果ガス削減ポテンシャルのマクロ的な評価を実施後、産業別または国家戦略が立っていない。また、JI および GIS のルールを考慮した産業別の評価がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 国内炭素市場戦略の作成。 産業別のミクロ的な温室効果ガス削減ポテンシャルの評価。

(2) 再生可能エネルギーに関する課題

再生可能エネルギーの制度・技術上の課題として以下の項目があげられる。

表 7-3 再生可能エネルギーの制度・技術上の課題

分野	課題	想定される対応策
高コストとなる再生可能エネルギー（風力、太陽光など）	<ul style="list-style-type: none"> 開発にかかる高コストを回収するための料金制度が確立されていない。 結果的に逆ざやとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> EBRD が再生可能エネルギーの高コストを回収する料金制度について提案するための調査を実施中。 産業新技術省も買取料金を引き上げるための法改正について検討中。
系統接続に関する取り決め	<ul style="list-style-type: none"> 系統接続に関する分担範囲が明確でない。 デベロッパー側が個別に買手との交渉を行うこととなっている。 デベロッパー側が系統接続の検討を行うのに十分な技術力・情報量が不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 系統接続に関するガイドラインを開発し、デベロッパーおよび買手との分担範囲を明確化する。 再生可能エネルギー購入契約に関するフォーマットを確立する。 IPP 制度など、買手側のイニシアティブで再生可能エネルギー導入に関する割当を決めて入札を行う制度を構築する。
大規模風力	<ul style="list-style-type: none"> 不安定電源である風力電源を系統に接続した場合の影響分析能力の強化。 	<ul style="list-style-type: none"> 系統解析者向けに分析能力強化のための研修の実施。 大規模風力をパイロット的に導入し、影響分析およびその評価から適切な運転方法、導入量の見極めを再検討する。
再生可能エネルギー全般	<ul style="list-style-type: none"> 新技術に関する情報の不足。 	<ul style="list-style-type: none"> ロシア語による新技術情報提供のためのインターネットサイトの構築。 ワークショップ等を通じた普及啓発活動のさらなる促進。

(3) 省エネに関する課題

(a) 消費者セクター

省エネに関する制度・技術上の課題のうち消費者セクターに関するものを以下に示す。

表 7-4 省エネに関する制度・技術上の課題（消費者セクター）

分野	課題	想定される対応策
産業セクター	<ul style="list-style-type: none"> 重化学産業を志向する「カ」国では、最終エネルギー消費量は、工業部門が最も多く、同部門の GDP あたりのエネルギー消費をみると「カ」国は日本の 5.3 倍(2008 年)である。重化学産業の省エネが課題。 老朽化した設備が多いがそれらを更新するためのインセンティブが不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 産業新技術省は、省エネ法の確立により大規模エネルギー消費者向けの管理制度導入を計画中。 同様に省エネ法の中で、大規模エネルギー消費者向けの省エネ診断も盛り込まれる予定。 老朽設備の更新するための資金手当と促進するためのインセンティブ制度。
商業サービスセクター	<ul style="list-style-type: none"> 同部門の GDP あたりの電力消費をみると現状では日本より少ないが、同部門の電力消費は経済の成長とともに増加する傾向にあり、特に電力利用の面での省エネ対策が課題。 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ法にて、建物の設計、建設に関する基準（ビルディングコード）を設定予定。
住宅セクター	<ul style="list-style-type: none"> 住宅部門の一人あたりの電力消費をみると「カ」国は日本の 21%ほどである。今後、「カ」国は所得の向上とともに住宅部門での電力消費が増加するものと思われるので、住宅における冬の暖房、夏の空調、照明、建屋の断熱などの対策が課題となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ法にて、機器、建物（建築材）などについて省エネ性能の高い製品を導入促進するためのラベリング制度を計画中。 省エネ性能の高い製品に関する情報提供サービスを充実させる。 （熱に比べてロスが少ない）電気を利用したヒートポンプ技術の拡大。

(b) 供給者セクター

省エネに関する制度・技術上の課題のうち消費者セクターに関するものを以下に示す。

表 7-5 省エネに関する制度・技術上の課題（供給者セクター）

分野	課題	想定される対応策
電力・熱供給セクター	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の電力・熱は石炭・ガスを燃料にした CHPP からの供給が多いが、石炭を燃料にしている割合が大きい（90 %ほど）。 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭を燃料とする CHPP に比較しガスを燃料とした CHPP の効率は高い（NEDO が実施したガス転換によるモデル事業では熱効率が 50 %から 70 %へ向上したことが報告されている）。 熱供給の配水システムの漏水防止、モニタリングシステムの設置など設備更新および促進のためにインセンティブ制度。
送配電セクター	<ul style="list-style-type: none"> 長距離送電線や古い配電設備に起因する技術ロスを低減する余地がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 送電線の高圧化、配電設備の近代化などの設備更新。
石炭セクター	<ul style="list-style-type: none"> 「カ」国の電気・熱を供給するための主な資源は石炭である。 今後、石炭液化、石炭ガス化、高効率火力発電技術など石炭高度利用が課題となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 石炭液化技術、石炭ガス化技術の検討、超々臨界火力発電技術などの検討。
石油・天然ガスセクター	<ul style="list-style-type: none"> 随伴ガスのさらなる有効利用。 	<ul style="list-style-type: none"> 高効率ガスタービンおよびコージェネレーション化の促進（2005 年に石油随伴ガス利用プログラムを策定されており石油関連企業はガスコージェネ導入計画の提出を義務化されている）。

7.2 推奨事項

7.2.1 排出権取引・緩和策

「カ」国は、温室効果ガス削減の潜在的なポテンシャルが非常に高いと考えられる一方、GHG 削減プロジェクトの開発を実現するために、長い道のりを歩んでいかなければならないという現実に直面している。本調査では円借款の候補プロジェクトが数件確認されたが、そのプロジェクトは II 等のカーボン・オフセット・メカニズムを利用することによりカーボン・ファイナンスを受領することも可能である。しかし、それが実現されるためには、「カ」国の炭素市場が現在直面している様々な問題を解決し、同国が素早く国際カーボン市場に参加する必要がある。さらに、温室効果ガスの削減ポテンシャルとカーボン市場の発展のための推奨事項は下記のとおりである。

(1) 京都議定書下の「カ」国のステータス

「カ」国は京都議定書加盟国の中で特殊な位置を占めている。マラケシュ合意（COP 7）により同国は非付属書 I 国でありながら、京都議定書では付属書 I 国として認められ、付属書 B に参加できる資格を得た。「カ」国は 2009 年に非付属書 I 国として京都議定書を批准したにも関わらず、付属書 B への参加に関する最終的な正式決定はまだなされていない。多くの市場アナリストは、2011 年末に南アのダーバンで開催される COP 17 でその決定がなされると期待している。

しかし、現状では、「カ」国は付属書 B に参加することを宣言したため、CDM プロジェクトを実施することができない。他方、COP16 の決定の結果、JI トラック 2（JISC 審査）の下、JI プロジェクトの開発が認められているが、ERU の発行は「カ」国が正式に付属書 B 国になるまでは不可能である。

現地調査のインタビュー等によると、政府関係者および企業は「カ」国は付属書 B への参加の可能性をまだ信じており、JI プロジェクトの開発への関心は残っている。それと同時に、2012 年末（京都議定書の第一約束期間の終り）までに ERU が発行できない可能性に関する認識がだんだん広がっている。「カ」国は既に国内排出量取引スキームの開発を開始し、技術やノウハウの移転のプラットフォームになる「グリーン・ブリッジ・イニシアティブ」が立ち上げられている。それは JI 等のカーボン・オフセットプロジェクトの代替政策ではなく、省エネ・技術移転を目的とする一般的な政策手段であるが、JI とそれ以外のオフセットプロジェクトをサポートする政策等はまだ存在していない。そこで、「カ」国のカーボン市場とカーボン・オフセットプロジェクト開発を促進するため、自主的なカーボン市場 (voluntary carbon markets) や、現在日本が提案している二国間フレームワークなども考慮することが望ましい。視野を広げることにより、京都議定書の既存国際的排出権取引の枠組みの不確実性が回避でき、再生可能エネルギーと省エネプロジェクト実施を刺激するカーボン・ファイナンスを受領することができるようになる。

(2) オフセット・プロジェクトの開発能力

「カ」国は JI プロジェクトを 1 件しか実施したことがなく、それ以外には、PIN または PDD 作成の段階で止まったプロジェクトが何件かある。したがって、現時点では、「カ」国の国内コンサルティング会社、または政府機関が全体的なプロジェクト・サイクル (PIN 承認→PDD 執筆→プロジェクト承認→登録→モニタリング→炭素クレジット発行) の経験を持っていないため、将来の JI または他の排出削減プロジェクトの開発の障壁になる。

そこで、新しい温室効果ガス削減プロジェクトは、「カ」国の国内コンサルティング会社が JI プロジェクト・サイクルの豊富な経験を持っている外国コンサルタント会社と共同で実施するしかないと考えられる。しかし、これは中長期的に持続不可能なソリューションであり、海外のどんなコンサルタントであったとしても、限られた数のプロジェクトしか扱えない現実もある。したがって、「カ」国国内のコンサルティング能力向上のため、パイロットの JI トラック 2 プロジェクト (JISC 審査)、またはボランタリー炭素市場、二国間取引フレームワークの下でのプロジェクト実施が不可欠である。

このようなプロジェクトは、「カ」国の DFP である環境保護省等の政府関係者にとっても JI 承認とプロジェクト実施監視のトレーニングになるだろう。また、実際のプロジェク

トにより、承認手続きの改善と政府機関の必要な関与度合いの理解にもつながるであろう。

(3) 「カ」国の温室効果ガス削減ポテンシャルの評価

現在のところ、「カ」国の排出削減ポテンシャルの最も包括的な分析は、UNFCCC への第二次国家通信にある。しかし、その分析は、マクロレベルでしか行われておらず、産業別または企業別のミクロレベルの分析は行われていない。それに加えて、JI/CDM/GIS 等のオフセットプロジェクトの国家促進戦略もまだできていない。このような戦略や分析がなければ、事業者がどのプロジェクトに注目すればよいか分からなくなり、オフセットプロジェクトの実施が遅れると考えられる。特に、潜在的な排出削減プロジェクトを数多く持っている Samruk Kazyna 傘下の大業にとってはこのような戦略書が不可欠だと思われる。

上記の問題を解決するため、「カ」国国内炭素市場開発の国家戦略書の作成を推奨する。それと並行し、「カ」国の GHG 削減ポテンシャルを明確にするため、産業別の戦略書作成と削減ポテンシャル分析が必要である。このような分析、戦略書等は、これまでに世界中で作成され、JI および CDM プロジェクトの実施を促進できたと高く評価されている。

7.2.2 再生可能エネルギー

総じて、再生可能エネルギー導入促進については、料金制度、系統接続に関する技術的ガイドラインなどルール作りが重要であるものと考えられる。再生可能エネルギーについて円借款事業として支援する場合は、契約形態のフォーマット化、買取手とデベロッパー側の業務の分担の明確化、系統解析能力の強化などのソフト支援を含めた、パイロット事業とすることを推奨する。

7.2.3 省エネ

(1) 消費者セクター

消費者セクターにおける省エネは、一般に規制と促進策などの制度構築によって進められる。「カ」国では、エネルギーを管理する制度やラベリング制度など産業、商業サービスセクターを中心にした省エネ法の導入が計画されている（現在、産業新技術省が法律を草稿中）。

これらの制度を確実に実施していくには、新規に専門の組織を立ち上げることが推奨される。日本においては、エネルギー管理制度は経済産業省の地方局と省エネルギーセンターがそれぞれ定期報告書を通じたエネルギー管理およびエネルギー管理士になるための試験・研修実施の役割を担っている。一方、ラベリング制度については省エネルギーセンターが小売店のラベリングシート作成支援・情報提供などの役割を果たしている。

(2) 供給者セクター

供給者セクターでは、既存の熱電併給プラントの効率改善（ガス転換含む）、随伴ガスのコジェネレーション利用などを一層推進することが効果的と考えられる。

「カ」国に豊富な資源として存在する石炭を燃料とする高効率火力発電技術も効率改善

に有効であるが、現状、脱硫設備などの環境設備設置を必要とするほどの排出規制がないため大気汚染の悪化につながる可能性がある。

高電圧の送電事業や老朽化した配電設備の近代化などは、技術ロスが削減されるため、効率化事業のひとつとして考えられる。

第 8 章 支援対象の考察

8.1 支援対象の考察

8.1.1 考察方法

(1) 一次検討

支援対象の考察は、「カ」国の再生可能エネルギーおよび省エネ分野に対して JICA としての支援分野を検討するものである。支援分野は、過去にエネルギー効率化や温暖化ガス削減に寄与する円借款案件として前例のある技術をもとに、以下に示す観点からスクリーニングを行う。

- 各エネルギー・環境関連機関との面談から抽出された技術ニーズ
- 環境に優しいこと

(2) 二次検討

スクリーニング後、さらに以下の条件から円借款案件の適用可能性を検討する。

- 円借款スキームの条件に合うこと
- 他ドナーとの無用な重複がないこと
- 日本の技術の優位性のある分野であること

8.1.2 一次検討

(1) エネルギー効率化・温暖化ガス削減技術

過去に、エネルギー効率化や温暖化ガス削減に寄与する円借款案件として前例のある技術や日本ですでに活用されている新技術から、プロジェクト型の以下の技術を選定した。

- 水力発電
- 高効率ガス火力（熱供給含む）
- 高効率石炭火力（熱供給含む）
- 風力発電
- 地熱発電
- 太陽光発電
- バイオマス発電
- 送電
- 配電
- 植林
- マストランジット（大規模輸送）

(2) スクリーニング

上記技術の中から、現地調査にて面談先から言及のあった技術ニーズ、環境保護の観点からスクリーニングを行った結果を以下に示す。

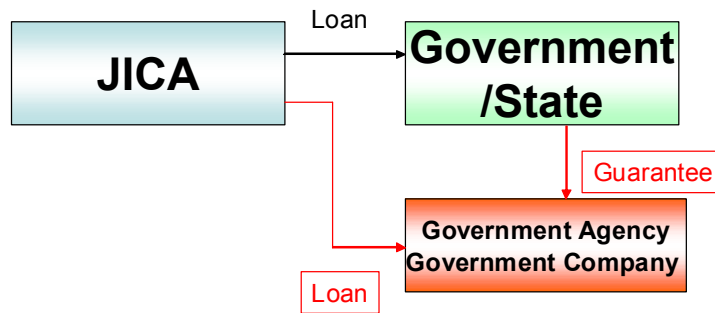
表 8-1 スクリーニング結果

エネルギー効率化や温暖化ガス削減に寄与すると想定される事業	面談先から言及のあった技術ニーズ	環境への影響
水力発電事業	水力リハビリ事業	リハビリ案件の場合は住民移転、森林伐採などの影響は小さい。
熱供給設備のリハビリ事業	ガスコジェネ事業（石炭からのガスへの転換）	既設のサイトを活用するのであれば影響は小さい。石炭火力に比べ環境改善が見込まれる。
随伴ガスの利用	随伴ガスを利用した小型のコジェネ	改善される方向なので影響は小さい。
高効率石炭火力事業	なし	新設の場合、脱硫設備等の環境設備を検討する必要がある。
風力発電事業	グリッド連系風力事業	影響は小さいが野鳥への影響、騒音問題などに配慮が必要。
地熱発電事業	なし	地下水への影響などを検討する必要がある。
太陽光発電	なし	ない。
バイオマス発電	なし	森林伐採につながらないことを確認する必要がある。
送電事業	高圧送電線事業	大規模な森林伐採、住民移転などが含まれなければ影響は小さい。
配電事業	配電設備の近代化事業	大規模な地下掘削や住民移転を含まなければ、影響は小さい。
植林事業	なし	ない。
マストランジット事業	なし	大規模な住民・施設移転、森林伐採などが含まれなければ影響は小さい。

8.1.3 二次検討

(1) 円借款スキームの特徴

円借款事業は政府対政府の事業であるため、借入人は以下のとおり、政府（国）または政府系組織（政府保証が必要）となる。案件の事業規模としては、数十億円から数百億円が一般的である。



Case 1: JICA directly provides a loan to Government without Guarantee.

Case 2: JICA provides a loan to Government Agency/Government Company with Government Guarantee.

図 8-1 円借款事業のスキーム図

相手国政府からの円借款要請においては、要請事業のフィージビリティスタディおよび環境影響評価（当局の承認済み）が必要となるが、これらの資料が案件審査に不十分と判断される場合は、JICA の支援スキームである協力準備調査にて案件形成支援を行うこともできる。

(2) 他ドナーの支援状況

2000 年以降の他ドナーの再生可能エネルギー・効率化分野における支援状況は以下のとおりである。

表 8-2 他ドナーの支援状況（2000 年以降）

	Renewable Energy			Energy Efficiency				
	Wind	Other	Institutional	Heat Supply and CHP	Power Station	Transmission	Demand Side	Institutional
EBRD	L (CTF)		T	L (CTF)	L	L		T
WB/IFC						L	L (CTF)	
ADB								T
UNDP	T	T					TL	
USAID		T						

T: TA, L: Loan

L (CTF): Possible Area covered by Clean Technology Fund

現在実施中の事業としては、EBRD および WB の事業がある。EBRD は WB のファンドである Clean Technology Fund（予算：200 million US\$）を活用して民間および市政府などを対象に、再生可能エネルギーおよび効率化分野へのソフトローン支援を行う。再生可能

エネルギーに関する個別案件の抽出は今後のスタディで検討していく予定であり、現時点で未定となっている。一方、効率化分野については、すでに地域熱供給送水施設のリハビリ事業などへの資金供与を決めている。また個別に KEGOC 向けの送電事業にも資金を供与している。また、WB は KEGOC 向けの送電事業を中心とした支援を行っている。

このような状況から、JICA 支援との重複回避を考えた場合、再生可能エネルギー（風力、水力）、地域熱供給施設のリハビリ事業、高圧送電線事業などに留意する必要がある。ただし、これらの分野の事業は「カ」国内に複数存在すると想定され、ドナー間での調整を密にすることで重複は回避できるものとする。

(3) 二次検討結果

現地調査時に各面談先から言及のあった技術ニーズから、円借款スキームの適用可能性、他ドナー支援との重複可能性、日本の技術の優位性という観点で検討を行った結果を以下に示す。

表 8-3 二次検討

各面談先から言及のあったニーズ	円借款スキームの適用可能性	他ドナー支援との重複可能性	日本の技術の優位性
水力リハビリ事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	現時点では特になし。	汎用技術であり技術的優位性はない。
ガスコジェネ事業（石炭からのガスへの転換）	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	資金回収期間が短い優良案件の場合、ローカル銀行との重複の可能性はある。	日本・欧米では広く使用されている技術ではあるが、日本メーカーに納入実績がある。
随伴ガスを利用した小型のコジェネ	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。円借款事業の規模としては小さく、複数案件のパッケージ化が必要。	特になし。	日本メーカーの小型コジェネ分野（10MW 以下）における技術的優位性は高い。
グリッド連系風力事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	EBRD またはローカルの開発銀行との重複の可能性はある。	汎用技術であり技術的優位性はない。
高圧送電線事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	過去に WB や EBRD の支援実績がある。	500kV 用の変電設備は、世界的に日本メーカーの実績は高い。
配電設備の近代化事業	政府系組織が事業体になる場合、政府保証が必要。	現時点では特になし。	高効率変圧器、SCADA、配電自動化などの個別技術に関して、日本メーカーの優位性がある。

8.2 今後の予定

2011年4月に、二次検討した技術を含め調査団より「カ」国関連機関に案件概要の提出を依頼した。さらに提出のあった機関には円借款への関心の有無の確認をしていく予定である。

このようなプロセスをへて、円借款を期待する案件が発掘できた場合には、今般の調査の目的である地球環境・エネルギー効率への貢献度のほか、円借款のスキームに合致できる可能性、他ドナーとの重複度、日本の技術の優位性、環境への負のインパクトの有無などを考慮しつつ、JICAと当該案件の実施機関等との協議を通じて円借款案件の形成を進めていく。