

カザフスタン共和国
教育科学省

カザフスタン共和国
太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
協力準備調査報告書

平成 22 年 9 月
(2010 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

基盤
JR(先)
10 - 162

カザフスタン共和国
教育科学省

カザフスタン共和国
太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
協力準備調査報告書

平成 22 年 9 月
(2010 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

序 文

独立行政法人国際協力機構は、カザフスタン共和国の太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成 21 年 12 月 4 日から平成 22 年 10 月 12 日まで日本工営株式会社の福永淳一氏を総括とする調査団を組織しました。

調査団は、カザフスタン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 9 月

独立行政法人 国際協力機構
経 済 基 盤 開 発 部
部 長 小 西 淳 文

要約

要約

1. 国の概要

カザフスタン共和国(以下カザフスタン)は、ユーラシア大陸の中央に位置しており、面積は約272万km²(日本の約7倍)で、世界第9位の広さである。北部および北西部はロシアに接しており、ロシアとの国境の長さは6,846kmに及ぶ。南部および南西部はウズベキスタン、キルギスおよびトルクメニスタンに接しており、東部は中国と接している。全般的には、砂漠またはステップなど平坦な土地が広がっているが、南東部の国境近くでは山地となり、天山山脈につながっている。このように、ロシア、中国および中央アジア諸国と接している内陸国であるため、豊富な地下資源や農産物の輸送の面で不利な条件に置かれている。

カザフスタンは1991年の独立以降、市場経済の基盤づくりに積極的に取り組み、1998年のロシア金融危機等により経済的に大きな打撃を受けたが、エネルギー・鉱物などの保有資源の国際市場における高値等に助けられ、2000年から2007年まで、実質GDP成長率は、平均で年10%前後という高い水準で推移してきた。昨今の国際経済危機の影響により2008年のGDP成長率は3.2%、2009年は1.2%にまで落ち込んだものの、2010年は4%台にまで回復する見込みである。また、国民一人あたりのGNIは、2000年の1,190ドルから2009年の6,740ドルと約5.6倍に増加した。なお、2008年のGDPに占める第1次～第3次産業の比率は、それぞれ約6%、43%および51%である。

カザフスタンは、エネルギー資源や希少金属を含む鉱物資源が豊富な資源大国であり、特に、カスピ海地域の大規模油田の開発や、世界第2位の埋蔵量を誇るウラン資源が世界の注目を集めている。石油埋蔵量は398億バレル、天然ガス埋蔵量1.82兆m³と推定され、また、レアメタルを含め非鉄金属も多種豊富である。しかし、その産業構造は化石燃料・鉱工業分野に過度に依存しており、地域間所得格差の拡大、中小企業を含む製造業の育成などに依然多くの課題を抱えている。

農業分野については、旧ソ連時代に開拓された大穀倉地帯が北部及び西部に広がっている。小麦をはじめとする穀物は高い輸出余剰能力を有しており、灌漑施設の未整備や農業設備が更新時期を迎えているなど数々の問題点を克服しつつ、穀物・穀物加工製品の輸出大国となることを目指している。

2. プロジェクトの背景・経緯及び概要

我が国では、「低炭素革命」の柱の下、我が国の優れた環境関連技術を諸外国に広く紹介し、海外への普及を促進すること等を目的として、太陽光発電システム等を供与するための環境・気候変動対策無償の案件形成を推進している。この日本政府の政策を受け、JICAでは、促進

されるべき「コベネフィット型」協力の事例として、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーの活用促進を挙げ、民間の技術も含め、日本が持つ先進的な技術を積極的に活用することを方針として定めている。

供与対象国であるカザフスタンは、「カザフスタン国エネルギー産業開発国家プログラム」を国家の重要施策として策定し、2015年までに国内の全発電量に占める代替エネルギーの割合を現状の1%以下から5～7%に引き上げる目標を掲げるなど、代替エネルギーの導入に積極的である。また、同プログラムを受けて、2009年6月には「代替エネルギー活用支援法」が施行され、太陽光発電施設の系統への接続については制度上も技術的にも可能となり、再生可能エネルギー導入促進のための枠組みが整備された。

本事業は、首都アスタナ市の市街地と国際空港を結ぶ幹線道路沿いにあるナザルバエフ大学の敷地内に800kWpの太陽光発電(PV)システムおよび関連機材を供与するものである。本事業では、再生可能エネルギーの供給を行なうPVシステムを導入し系統連系することで、化石燃料(石炭)由来の電力消費を一部代替し、温室効果ガス排出量を削減することを主目的としている。同時に、本事業では、PVシステムを大学の管理下に置くことで、学内の研究者によるモニタリング、感度分析などの研究材料として活用可能にする。その結果、当該国における再生可能エネルギー応用研究レベルの向上を図り、同国における将来的な再生可能エネルギーの普及にも寄与する。

また、本事業では、機材を国際空港と市街地を結ぶ幹線道路沿いの目立つ場所に相応規模で設置し、展示効果を高めることにより、再生可能エネルギーの有用性に関する意識啓発効果も期待できる。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

協力準備調査団の派遣期間は以下の通りであった。

第1次現地調査: 2009年12月8日～12月26日

第2次現地調査: 2010年2月12日～3月13日

第3次現地調査: 2010年8月27日～9月4日

カザフスタン政府より、本プロジェクトの候補地として下記3箇所へのPVシステムの導入要請があった。

- ① アスタナ(Astana)市内 ナザルバエフ大学
- ② アルマティ(Almaty)市郊外 アラタウ(Alatau) IT City
- ③ アルマティ市郊外 アルマティ国際空港新ターミナル

これに対して、第1次現地調査派遣前の対処方針会議にて、現地調査の対象は①ナザルバエフ大学および②アラタウIT Cityに絞り込んで実施することが確認された。さらに、現地調査において、両候補地にて用地面、系統連系箇所などの技術的視点を中心に調査・検討を行った。

その結果、両候補地とも要請機材の設置に特段の問題がないことを確認した。

同検討結果をカザフスタン側に提示し協議したところ、カザフスタン側より①ナザルバエフ大学の優先順位が高いとの意図が表明されたことを受け、最終的に本プロジェクトの候補地を①とすることで合意した。

協力対象事業の PV システムは、系統連系型で、800 kWp の設備規模とした。PV システムの据付用地面積は、40,000 m² 確保されており、視覚的にデモンストレーション効果を十分期待できる大きさである。また、PV システムからの発生電力はナザルバエフ大学構内で全て消費される計画であるが、夏季休暇期間中などの消費電力の少ない時期において余剰電力の売電が期待できる。

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本プロジェクトの工期は、入札期間で 4 ヶ月、製作・施工図面作成から検収・引渡しまでを 11 カ月と計画した。

カザフスタン側負担の事業費は 509 万円である。

5. プロジェクトの評価

本プロジェクトの目的は、大規模 PV システムを導入することにより、2009 年 12 月のコペンハーゲン合意への賛同も表明し、具体的な施策を模索するカザフスタンの気候変動対策に寄与することにある。本プロジェクトは、カザフスタン政府のエネルギー政策とも整合性が取れており、多くの CO₂ を排出する石炭火力発電でほとんどの電力需要を賄っている同国では、再生可能エネルギーの導入による CO₂ 排出量の削減効果は非常に高く、同国の地球温暖化対策に十分寄与するとともに多大な効果が期待される。

また、カザフスタンでは実証試験や研究目的のため、小規模独立・分散型の PV システムの導入実績はあるが、本件のような系統連系型システムの導入実績はない。日本では既に系統連系型システムは実用段階に入っており、その導入実績も多い。したがって、本プロジェクトで系統連系型の PV システムを導入するにあたり、我が国の技術・ノウハウを十分に活用することができる。

ナザルバエフ大学は、学生数 4,000 人を擁する総合科学技術大学となる計画であり、本プロジェクトで導入予定の PV システムは、カザフスタンの将来発展を担う知識層となる学生達に再生可能エネルギーを日常より目に触れ理解を深める機会を創出する。同大学では、学内に再生可能エネルギーや核エネルギーなどの研究機関が創設される計画となっており、学内で国際学会等が開催される機会も多くなり、PV システムが国内外の多くの知識人・研究者の目に止まることが期待される。また、同大学の正門前はアスタナ空港から市街地を結ぶ幹線道路となって

おり、首都アスタナ市を訪れる多くの観光客をはじめ、ビジネス客、アスタナ市住民の目に止まるため、展示効果を期待するには適当な設置場所である。このような展示効果を通じて、温室効果ガス削減に寄与する再生可能エネルギー開発への啓発・理解が広く期待される。

さらに、カザフスタン側のプロジェクト実施体制に問題はないと判断されるが、同国にとって系統連系 PV システムの導入は初めての経験であり、メーカーの専門員による技術指導やコンサルタントによるソフトコンポーネントにより、技術移転、人材育成を実施し、持続的な運営・維持管理体制を整備することにより、再生可能エネルギーの普及に繋がることが期待される。

以上より、本プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施することの意義は大きく、その妥当性は高いと判断する。

また、プロジェクトの実施の定量的効果として以下の事項が挙げられる。

- 1) 年間発電電力量: 1,088 MWh/年
- 2) 年間二酸化炭素排出量の削減: 1,633 t-CO₂/年

定性的効果としては、再生可能エネルギーの導入促進、デモンストレーション効果、啓発効果などが期待できる。



プロジェクトサイト位置図

現地状況写真
(ナザルバエフ大学)



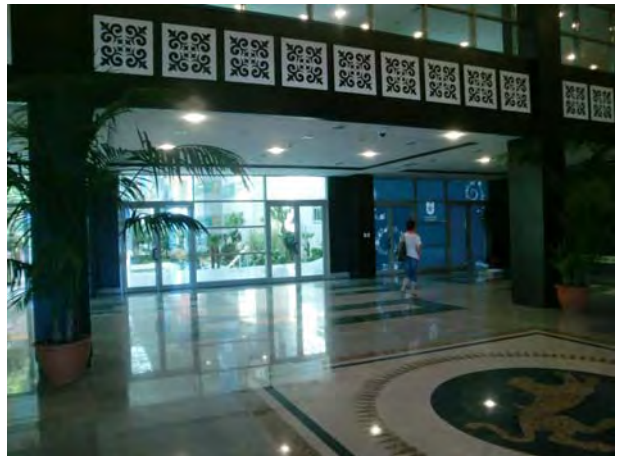
ナザルバエフ大学(2010年6月開校)



ナザルバエフ大学(2010年6月開校)



発電状況表示装置の設置候補地(大学構内)



発電状況表示装置の設置候補地(大学構内)



PVシステム設置位置



大学敷地内の受配電設備(PVシステムの接続先)

カザフスタン共和国
太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画

協力準備調査報告書

序文
要約
位置図／写真

目次

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題.....	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-2
1-1-3 社会経済状況	1-3
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-4
1-3 我が国の援助動向	1-6
1-4 他ドナーの援助動向	1-6

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制.....	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-1
2-1-3 技術水準	2-3
2-1-4 既存施設・機材	2-3
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-3
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-3
2-2-2 自然条件	2-4
2-2-3 環境社会配慮	2-5
2-3 その他(グローバルイシュー等).....	2-7

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要.....	3-1
3-2 協力事業の概略設計.....	3-2
3-2-1 設計方針	3-2
3-2-2 基本計画	3-6
3-2-3 概略設計図.....	3-15
3-2-4 施工計画／調達計画	3-15
3-2-4-1 施工方針／調達方針.....	3-15
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項.....	3-17
3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分.....	3-18
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画	3-19
3-2-4-5 品質管理計画	3-21
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-22
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画.....	3-23

3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3 - 23
3-2-4-9	実施工程	3 - 24
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 24
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 25
3-5	プロジェクトの概算事業費	3 - 26
3-5-1	カザフスタン側負担経費	3 - 26
3-5-2	運営・維持管理費	3 - 26
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 - 27

第4章 プロジェクトの評価

4-1	プロジェクトの前提条件	4 - 1
4-1-1	事業実施のための前提条件	4 - 1
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための外部条件	4 - 1
4-2	プロジェクトの評価	4 - 2
4-2-1	妥当性	4 - 2
4-2-2	有効性	4 - 3

付属資料

- 資料-1 調査団員・氏名
- 資料-2 調査行程
- 資料-3 関係者(面会者)リスト
- 資料-4 討議議事録(M/D)
- 資料-5 ソフトコンポーネント計画書
- 資料-6 概略設計図

表リスト

表 1-1	我が国の年度別・援助形態別実績	1 - 6
表 1-2	諸外国の対カザフスタン経済協力実績	1 - 7
表 1-3	国際機関の対カザフスタン経済協力実績	1 - 7
表 1-4	他ドナー国・国際機関による援助実績	1 - 8
表 2-1	実施機関(KC)の財務状況	2 - 2
表 2-2	教育科学省の予算	2 - 2
表 3-1	調達予定機材および技術支援	3 - 1
表 3-2	年間推定発電量	3 - 10
表 3-3	主要機材一覧表	3 - 11
表 3-4	施工／据付区分	3 - 18
表 3-5	資機材等調達先区分	3 - 19
表 3-6	輸送計画	3 - 23
表 3-7	初期指導・運用管理計画	3 - 23
表 3-8	事業実施工程表	3 - 24
表 3-9	主な維持管理項目	3 - 25
表 3-10	カザフスタン側負担の概算総事業費	3 - 26
表 3-11	系統連系 PV システムの維持管理費	3 - 27

図リスト

図 1-1	カザフスタンの電力ネットワーク	1 - 1
図 2-1	事業実施機関(KC)の組織図	2 - 1
図 2-2	カザフスタン地図	2 - 4
図 3-1	年間雷発生頻度分布図	3 - 3
図 3-2	PV システム設置予定場所	3 - 7
図 3-3	カザフスタン側の関係機関	3 - 16

略 語

A/A	: Agent Agreement	調達代理契約
ACB	: Air Circuit Breaker	空気遮断器
ADB	: Asian Development Bank	アジア開発銀行
A/P	: Authorization to Pay	支払い授權書
B/A	: Banking Arrangement	銀行取極め
CCCC	: Climate Change Coordination Center	気候変動調整局
CDM	: Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CEC	: Commission of the European Communities	欧州委員会
COP	: Conference of the Parties	締約国会議
CT	: Current Transformer	変流器
CVVS	: Control-use Vinyl insulated Vinyl sheathed annealed copper tape (cable)	制御用ビニル絶縁ビニルシース銅遮へいテープ(ケーブル)
DER	: Directional Earth-fault Relay	方向地絡継電器
DS	: Disconnecting Switch	断路器
EBRD	: European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興開発銀行
EC	: European Commission	欧州委員会
EIA	: Environmental Impact Assessment	環境影響評価
E/N	: Exchange of Notes	交換公文
ES	: Earthing Switch	接地開閉器
EU	: European Union	欧州連合
FOB	: Free on Board	本船渡し
F/S	: Feasibility Study	企業化調査
G/A	: Grant Agreement	無償資金贈与契約
GDP	: Gross Domestic Product	国内総生産
GEF	: Global Environmental Facility	地球環境ファシリティ
GNI	: Gross National Income	国民総所得
GOST	: государственный стандарт (ГОСТ)	ロシア標準規格
GTZ	: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ技術協力公社
GVT	: Grounding Voltage Transformer	接地変成器
IEA	: International Energy Agency	国際エネルギー機構
IEC	: International Electro-technical Commission	国際電気標準会議
IDP	: Internally Dispatched Person	国内避難民
IMF	: International Monetary Fund	国際通貨基金
IP	: International Protection (standards)	国際保護等級(規格)
JCS	: Japan Cable Standard	日本ケーブル規格
JEC	: Japanese Electromechanical Committee (standards)	電気学会電気規格調査会標準規格
JEM	: Japan Electrical Manufacturers' (standards)	日本電機工業会規格
JICA	: Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIS	: Japan Industry Standard	日本工業規格
JSC	: Joint Stock Company	公社
KC	: JSC Astana Knowledge City	ノレッジシティ(実施機関)
KEGOK	: Kazakhstan Electricity Grid Operating Company	電力系統運用会社
LED	: Light Emitting Diode	発光ダイオード
MCCB	: Molded Case Circuit Breaker	モールドケース遮断器

MD	:	Minutes of Discussions	協議議事録
NASA	:	National Aeronautics and Space Administration	アメリカ航空宇宙局
NGO	:	Non Governmental Organization	非政府組織
NU	:	Nazarbayev University	ナザルバエフ大学
O&M	:	Operation and Maintenance	運営・維持管理
OCR	:	Over Current Relay	過電流継電器
ODA	:	Official Development Assistance	政府開発援助
OFR	:	Over Frequency Relay	過周波数継電器
OVER	:	Over Voltage Earth-fault Relay	地絡過電圧継電器
OVR	:	Over Voltage Relay	過電圧継電器
PV	:	photovoltaics	太陽光発電
PWM	:	Pulse Width Modulation	パルス幅変調
SA	:	Surge Arrester	避雷器
TR	:	Transformer	変圧器
UFR	:	Under Frequency Relay	不足周波数継電器
UNDP	:	United Nations Development Program	国連開発計画
UNICEF	:	United Nations Children's Fund	国連児童基金
UNHCR	:	United Nations High Commissioner for Refugees	国連難民高等弁務官
UNTA	:	United Nations Regular Program for Technical Assistance	国連通常技術支援計画
UVR	:	Under Voltage Relay	不足電圧継電器
VCB	:	Vacuum Circuit Breaker	真空遮断器
WB	:	World Bank	世界銀行
WB PHRD	:	World Bank Policy and Human Resource Development (Fund)	開発政策・人材育成(基金)
WTO	:	World Trade Organization	世界貿易機関
XLPE	:	cross-linked polyethylene (cable)	架橋ポリエチレン(ケーブル)
ZCT	:	Zero-phase Current Transformer	零相変流器

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 電力セクター

カザフスタン共和国(以下カザフスタン)には 70 余の発電所があり、総延長 23.3 万km(最高電圧 1,150 kV)の送電網で電力ネットワークが形成されている¹。総発電設備容量は 18,993 MW で、そのうち 85%が石炭火力発電、12%が水力発電、残りがガス、重油の小規模発電となっており、代替エネルギーとしての再生可能エネルギー発電に関しては 1%以下である。

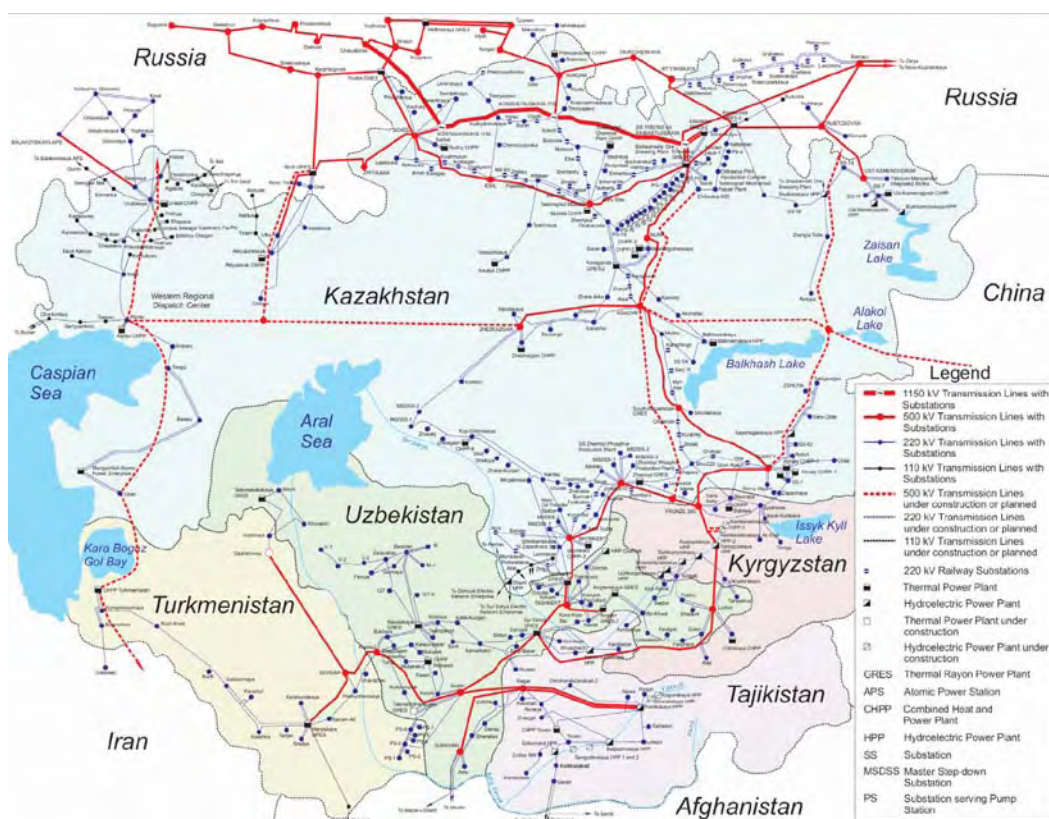


図 1-1 カザフスタンの電力ネットワーク

(出所: US Trade and Development Agency)

カザフスタンの 2008 年の総発電量は 800 億kWh、これに対し国内の電力総需要 690 億kWhと、国内全体で見ると電力には供給余剰がある²。しかし、発電所が北東部に偏在しているため、北東部ではロシアに輸出している一方で、南部では不足分をタジキスタン、キルギス等他の隣接

¹ KEGOC, 2009

² IEA, 2009

国から輸入しており、地域によって国内電源では電力を供給できないという需給の地域的な不均衡が生じている。これは、電力ネットワークが旧ソ連時代に現行の国境に関係なく構築されたためである。

カザフスタンの主要なエネルギー政策として、市場開放による競争原理の導入および効率化があげられる。また、インフラ整備の方向性としては、国内地域間のエネルギー需給の不均衡を緩和すること、そしてキルギス、タジキスタンなどを含めた中央アジア諸国の電力ネットワークの運用を効率化することにより、南部地域のエネルギーコストを抑えるとともに一層の安定供給を図ることが目標とされている。

(2) 気候変動対策および再生可能エネルギー

カザフスタンは、2009年12月コペンハーゲンで開催された国連気候変動枠組条約 第15回締約国会議(COP15)にて、同条約の付属書B³入りを宣言するなど気候変動対策に積極的であり、その上位計画として「カザフスタン共和国エネルギー産業開発国家プログラム」を策定し、2015年までに国内の全発電量に占める代替エネルギーの割合を現状の1%以下から5~7%に引き上げる目標を掲げている。

さらに、2009年6月に「代替エネルギー活用支援法」が施行された。これは、再生可能エネルギーを含む代替エネルギー源により発電した電力を電力系統に売電することを可能とする制度である。同法の施行に伴い、系統運営側(地域配電会社等)は、代替エネルギー源の発電電力供給者と接続に際する技術要件や売電価格に関する協議を行い、基本的には全量あるいは余剰電力を買い取ることを義務付けている。このような政策が法令として発効したことに現れており、再生可能エネルギーの導入による温室効果ガスの排出削減は、同国における重要なエネルギー政策のひとつと位置づけられている。

1-1-2 開発計画

1997年10月、ナザルバエフ大統領は年次教書演説の中で、同国の長期的な政策方針である「2030年までの長期発展戦略」を発表した。カザフスタンでは同戦略に基づき、様々な経済発展計画が承認され、経済改革が進められている。同戦略は、今日においても国家開発の最上位計画としての位置づけにある。

同戦略では、以下の6つの優先課題があげられている。

- 1) 国家安全保障の確立
- 2) 内政安定と国民の連帯
- 3) 市場経済制度の導入による経済成長
- 4) 資源の開発を通じた経済発展ならびに生活水準の向上(健康、教育、福祉の増進)

3 付属書B(Annex B)国

京都議定書において自国の温室効果ガス排出削減目標(数値目標)に同意した国のことで、京都議定書の付属書類である「付属書B」に記載されている国々のこと。

- 5) 社会基盤の整備
- 6) 公務員の能力強化、組織の強化による高度な国家運営

電力セクターの開発は、特に上記項目 5)の中で言及されており、電力の安定供給のための更なる設備投資とともに、効率的な運用の必要性が謳われている。

このほか、「2003～2015年までの産業・技術革新発展戦略」、「2006～2008年政府プログラム」などの開発計画が打ち出されている中、電力セクターは産業を支える重要なインフラとして位置づけられている。

1-1-3 社会経済状況

(1) 人口分布、民族構成

カザフスタンの人口は約1,560万人(2009年:国連人口基金)と国土面積に比して小規模といえる。これは、隣国ウズベキスタンが国土面積ではカザフスタンの6分の1であるのに対し、人口は2倍近い状況と比較すると顕著である。首都アスタナ市の人口は約69.2万人(2010年3月現在)、国内の最大都市である旧首都アルマティ市は約140.5万人(2010年3月現在)である。全人口の約6割が都市に、約4割が農村に居住しているが、都市と農村の所得格差により、農村から大都市に人口が流入しており、人口集中に伴う都市部の公共サービスへのニーズが増大している。

カザフスタンは多民族国家で130余の民族グループがあるといわれている。もっとも多いのはカザフ系で全人口の53.4%となっている。ロシア系は全人口の30.2%を占め、特に北部諸州とアルマティ市ではカザフ系の人口を上回っている。

(2) 国家経済

カザフスタンは1991年の独立以降、市場経済の基盤づくりに積極的に取り組み、1998年のロシア金融危機等により経済的に大きな打撃を受けたが、エネルギー・鉱物などの保有資源の国際市場における高値等に助けられ、2000年から2007年まで、実質GDP成長率は、平均で年10%前後という高い水準で推移してきた。昨今の国際経済危機の影響により2008年のGDP成長率は3.2%、2009年は1.2%にまで落ち込んだものの、2010年は4%台にまで回復する見込みである。また、国民一人あたりのGNIは、2000年の1,190ドルから2009年の6,740ドルと約5.6倍に増加した。なお、2008年のGDPに占める第1次～第3次産業の比率は、それぞれ約6%、43%および51%である⁴。

カザフスタンは、エネルギー資源や希少金属を含む鉱物資源が豊富な資源大国であり、特に、カスピ海地域の大規模油田の開発や、世界第2位の埋蔵量を誇るウラン資源が世界の注目を集めている。石油埋蔵量は398億バレル、天然ガス埋蔵量1.82兆m³と推定され、また、レアメタルを含め非鉄金属も多種豊富である。しかし、その産業構造は化石燃料・鉱工業分野に過度

4 World Development Indicators, World Bank, 2009

に依存しており、地域間所得格差の拡大、中小企業を含む製造業の育成などに依然多くの課題を抱えている。

農業分野については、旧ソ連時代に開拓された大穀倉地帯が北部及び西部に広がっている。小麦をはじめとする穀物は高い輸出余剰能力を有しており、灌漑施設の未整備や農業設備が更新時期を迎えているなど数々の問題点を克服しつつ、穀物・穀物加工製品の輸出大国となることを目指している。

カザフスタン政府は、競争力において世界の上位 50 カ国入りを目指し、WTO 加盟に向けて法整備を進めている。また、より持続的な経済成長と国家の安定的発展を目指し、経済産業構造の多角化や付加価値の高い国内製品の育成、国際市場への効率的な参入と競争力の向上等を国家経済政策の優先課題として掲げている。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

(1) 環境・気候変動対策無償の背景

我が国では、「低炭素革命」の柱の下、我が国の優れた環境関連技術を諸外国に広く紹介し、海外への普及を促進すること等を目的として、太陽光発電システム等を供与するための環境・気候変動対策無償の案件形成を推進している。この日本政府の政策を受け、JICA では、促進されるべき「コベネフィット型」協力の事例として、再生可能エネルギーを含むクリーンエネルギーの活用促進を挙げ、民間の技術も含め、日本が持つ先進的な技術を積極的に活用することを方針として定めている。

(2) 環境・気候変動対策無償の対象

環境・気候変動対策無償は、気候変動等への対応を念頭に置いた援助スキームである。同無償において、必要な資機材の供与と据付を目的として実施すると同時に、設備運用が円滑に実施されるための運用・維持管理体制の構築にかかるソフトコンポーネントも合わせて実施する必要がある。

同無償の対象となる案件は、途上国の温室効果ガス排出削減等の温暖化対策の政策・計画（プログラム）の策定に対する支援（プログラム策定支援）及び同プログラム等の実現のために必要性が高いと考えられる具体的案件（プログラム実施支援）である。これら対象案件の中、本案件は後者のプログラム実施支援に属する。

プログラム実施支援は、温暖化対策の政策・計画が策定されている場合に、同政策・計画実現のために必要性が高いと考えられる施設設備、機材購入等のハード面、専門家派遣、研修等のソフト面に対し支援を実施するものであり、総合支援型と機材供与型がある。本準備調査は、前者の総合支援型に属する。

(3) 協力要請の背景および経緯

供与対象国であるカザフスタンは、「カザフスタン国エネルギー産業開発国家プログラム」を国家の重要施策として策定し、2015年までに国内の全発電量に占める代替エネルギーの割合を現状の1%以下から5～7%に引き上げる目標を掲げるなど、代替エネルギーの導入に積極的である。また、同プログラムを受けて、2009年6月には「代替エネルギー活用支援法」が施行され、太陽光発電施設の系統への接続については制度上も技術的にも可能となり、再生可能エネルギー導入促進のための枠組みが整備された。

本事業は、首都アスタナ市の市街地と国際空港を結ぶ幹線道路沿いにあるナザルバエフ大学の敷地内に800kWpの太陽光発電(PV)システムおよび関連機材を供与するものである。本事業では、再生可能エネルギーの供給を行なうPVシステムを導入し系統連系することで、化石燃料(石炭)由来の電力消費を一部代替し、温室効果ガス排出量を削減することを主目的としている。同時に、本事業では、PVシステムを大学の管理下に置くことで、学内の研究者によるモニタリング、感度分析などの研究材料として活用可能にする。その結果、当該国における再生可能エネルギー応用研究レベルの向上を図り、同国における将来的な再生可能エネルギーの普及にも寄与する。

また、本事業では、機材を国際空港と市街地を結ぶ幹線道路沿いの目立つ場所に相応規模で設置し、展示効果を高めることにより、再生可能エネルギーの有用性に関する意識啓発効果も期待できる。

(4) 案件概要

1) 実施体制

本件実施に当たっては、主管官庁である教育科学省が中心となり、実施機関である政府系公社JSC“Astana Knowledge City (KC)”と協議・調整を行ない推進する。KCはナザルバエフ大学(Nazarbayev University)の建設を進める機関である。また、同大学の運営を実施するJSC“Nazarbayev University (NU)”が本件実施にかかる協力機関となる。

2) PVシステム設置場所

ナザルバエフ大学は、首都アスタナの新市街地から約7kmと至近であり、アスタナ国際空港と市街地を結ぶ幹線道路に面している。大学の総敷地面積は約80haで、建設工事は第1期から第4期まで段階的に進められる予定である。第1期工事ではそのうち15haが開発対象となっており、2007年に着工し2010年6月に完了している。

3) PVシステムの規模

協力対象規模は、要請書では発電容量1MWpであったが、案件規模を考慮して800kWp規模のシステムとし、カザフスタン側とも合意した。カザフスタン側は、本事業実施のために4haの用地を確保することを確約している。

1-3 我が国の援助状況

(1) カザフスタンに対する我が国の ODA の基本方針

我が国の、カザフスタンに対するODAの基本方針としては、同国の開発戦略を実現するために取り組むべき政策や、同国の位置づけ、すなわち中央アジア地域の安定に重要な役割を果たす国であること、さらには我が国のエネルギー安全保障上も戦略的に重要な国であること等の意義を念頭に置き、今後「中央アジア＋日本」対話で中央アジア側から示される共通の要望事項にも配慮した上で、ODA大綱の趣旨に沿って支援するという方針が示されている⁵。

(2) 実績

上記の基本方針に基づき、我が国は 2008 年度までの累計で、有償資金協力 887.88 億円、無償資金協力 60.20 億円(いずれも交換公文ベース)、技術協力 115.14 億円(JICA経費実績ベース)を拠出している⁶。

表 1-1 我が国の年度別・援助形態別実績

(単位:億円)

年度	有償資金協力	無償資金協力	技術協力
2004 年度	—	0.82	6.24 (5.02)
2005 年度	—	0.90	4.72 (4.01)
2006 年度	—	0.61	6.60 (5.51)
2007 年度	—	0.50	8.90 (8.34)
2008 年度	—	0.72	5.10
累計	887.88	60.20	115.14

注 1 年度の区分は、円借款及び無償資金協力は原則として交換公文ベース、技術協力は予算年度による。

注 2 「金額」は、円借款及び無償資金協力は交換公文ベース、技術協力は JICA 経費実績及び各府省庁・各都道府県等の技術協力経費実績ベースによる。草の根・人間の安全保障無償資金協力と日本 NGO 連携無償資金協力、草の根文化無償資金協力に関しては贈与契約に基づく。

注 3 円借款の累計は債務繰延・債務免除を除く。

注 4 2004～2007 年度の技術協力においては、日本全体の技術協力事業の実績であり、2004～2007 年度の()内は JICA が実施している技術協力事業の実績。なお、2008 年度の日本全体の実績については集計中であるため、JICA 実績のみを示し、累計については JICA が実施している技術協力事業の実績の累計となっている。

(出所: 2009 年 ODA 白書 国別データブック「カザフスタン」)

1-4 他ドナーの援助動向

(1) 概要

カザフスタンに対する援助を、2007 年実績の二国間ベースで見ると、最大の拠出国は米国であり、同年 7,765 万 USD を拠出している(我が国は同年実績 4,331 万 USD)。米国に次いで年間拠出額が多いのはドイツで、4,958 万 USD を拠出している。我が国は、ドイツに次いで第 3 位のドナーとなっているが、2003～2005 年時点では最大拠出国、2006 年は第 2 位の拠出国であったことを踏まえると、金額ベースでみた相対的地位は低下しているといえる。

5 2009 年 ODA 白書 国別データブック「カザフスタン」より

6 同上

表 1-2 諸外国の対カザフスタン経済協力実績

(支出純額ベース、単位:百万 USD)

暦年	1位	2位	3位	4位	5位	うち日本	合計
2003年	日本 136.27	米国 47.81	スペイン 17.00	ドイツ 16.37	オランダ 2.51	136.27	228.04
2004年	日本 130.76	米国 56.39	スペイン 4.49	オランダ 3.32	フランス 2.79	130.76	203.28
2005年	日本 66.17	米国 51.58	ドイツ 14.10	フランス 4.10	オランダ 2.36	66.17	147.74
2006年	米国 51.50	日本 24.87	ドイツ 11.30	フランス 2.96	ノルウェー 2.63	24.87	96.01
2007年	米国 77.65	ドイツ 49.58	日本 43.31	フランス 3.54	ノルウェー 2.46	43.31	180.79

(出所: OECD/DAC)

国際機関からの援助をみると、カザフスタンに対する援助で2003年以降2007年まで一貫して首位を占めているのがCEC(欧州委員会)であり、2007年には943万USDを拠出している。国際機関からの援助は借款ベースのもの割合も高いため、大きく変動している。また、二国間よりも総額としては少ない。

表 1-3 国際機関の対カザフスタン経済協力実績

(支出純額ベース、単位:百万 USD)

暦年	1位	2位	3位	4位	5位	その他	合計
2003年	CEC 6.87	EBRD 2.84	UNICEF 1.00	UNHCR 0.91	UNTA 0.81	2.82	15.25
2004年	CEC 10.23	EBRD 2.93	UNHCR 1.38	UNICEF 1.01	ADB 0.79	5.31	21.65
2005年	CEC 7.42	EBRD 2.10	UNICEF 1.37	UNHCR 1.28	GEF 1.01	5.09	18.27
2006年	CEC 12.35	UNHCR 1.60	GEF 1.17	UNDP 1.14	UNICEF 1.10	5.96	23.32
2007年	CEC 9.43	GEF 1.35	UNICEF 1.14	UNTA 1.04	EBRD 0.72	-39.62	-25.94

(出所: OECD/DAC)

(2) 気候変動対策および再生可能エネルギー分野における援助

カザフスタンでは、村落振興の観点から、風車を活用した井戸水組み、バイオガスの調理用活用などの小規模の再生可能エネルギー利用案件が、NGO等のプロジェクトとして実施されている。

他方、発電を目的とした再生可能エネルギー導入計画は、GEFの資金を活用しUNDPが実施している5MWの風力発電所パイロット案件1件のみである。なお、2009年からGTZが農業、漁業の産業振興を目的とした再生可能エネルギーのパイロット案件実施を含むプログラムをアラル海周辺地域で実施する予定であるが、再生可能エネルギー案件は小規模の模様である。次表に他ドナーによる再生可能エネルギー導入支援の取り組みの主な事例を示す。

表 1-4 他ドナー国・国際機関による援助実績(気候変動対策・太陽光発電関連分野)⁷

実施年度	ドナー名	案件名	金額	概要
2004-2008	GEF/ UNDP	カザフスタン風力市場開発 イニシアチブ (Kazakhstan Wind Power Market Development Initiative)	7.274 (百万 USD)	中国国境付近の Djungar Gate に 5 MW のパイロット風力発電 設備を建設する計画。さらに、 風力発電普及支援のため、各 種技術的情報を提供。将来 500 MW に拡張する構想あり。
2009-2011	GTZ	アラル海地域における経 済・環境福祉向上計画 (Enhancing Economic and Environmental Welfare in the Aral Sea Region (Eewa))	不明	アラル海地域周辺の農村、漁 村における再生可能エネルギ ー導入パイロット施設の設置。

(聞き取り調査を基に調査団作成)

このように、カザフスタンでは小規模では再生可能エネルギー分野における経済協力案件は存在するものの、ウィンドファーム(大規模風力発電所)、メガソーラー(大規模太陽光発電所)等の本格的規模での案件は、未だ実現しておらず、今後の動向が注目される。

⁷ 表のほか、独政府(BMZ: ドイツ連邦経済協力開発省)がアルマティに再生可能エネルギー研究所を設立するプロジェクトを立ち上げる予定である旨、現地聞き取り調査で確認している。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

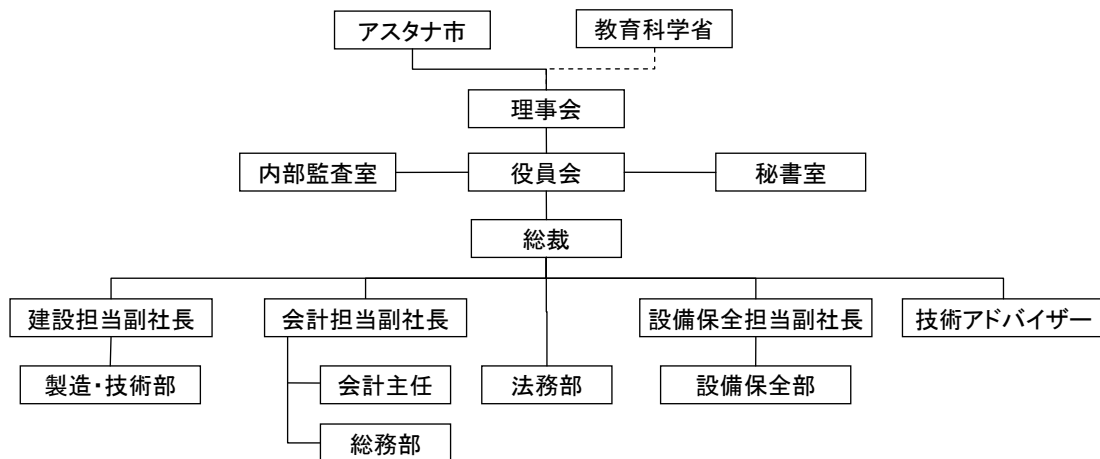
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本件実施に当たっては、責任機関である教育科学省 (Ministry of Education and Science) が中心となり、実施機関である政府系公社 JSC Astana Knowledge City (KC) との調整を行なう。KC はナザルバエフ大学建設をマネージメントしている機関である。また、本プロジェクト完成後の運営・維持管理は協力機関である JSC Nazarbayev University (NU) が実施する。

実施機関 KC の組織図を下図に示す。



(聞き取り調査を基に調査団作成)

図 2-1 事業実施機関 (KC) の組織図

2-1-2 財政・予算

本プロジェクトの実施機関である KC の財務状況を表 2-1 に示す。

表 2-1 実施機関(KC)の財務状況

(単位:1,000 カザフスタンテンゲ)

		項目	2008 (実績)	2009 (予想)
1		総歳入	82,890.00	260,705.00
	1	歳入	82,890.00	260,000.00
	2	その他歳入	0.00	705.00
2		総歳出 (1)+(2)	30,696.00	185,737.28
	1	歳出(1)	8,327.00	153,608.28
	1	備蓄費(燃料費、事務用品費など)	197.00	2,460.00
	2	人件費(給与基金)	5,396.00	80,900.00
	3	給与からの控除分	553.00	12,135.00
	4	交通費	240.00	5,130.00
	5	通信費	84.00	1,777.00
	6	郵便費	0.00	33.00
	7	電気代	0.00	90.00
	8	出張費	0.00	212.00
	9	交際費	0.00	411.00
	10	会議費	0.00	3,900.00
	11	租税公課	2.00	450.00
	12	印刷費	0.00	50.00
	13	コンサルタント費	516.00	2,050.00
	14	会計監査費	0.00	1,100.00
	15	情報収集費	0.00	300.00
	16	銀行手数料	48.00	755.00
	17	保険料	1.00	378.00
	18	罰金など	0.00	3,976.28
	19	事務所賃借料	1,167.00	12,325.00
	20	福利厚生費	0.00	536.00
	21	修繕・維持費	29.00	2,500.00
	22	減価償却費	19.00	2,140.00
	23	その他歳出	75.00	20,000.00
	2	法人税(2)	22,369.00	32,129.00
3		課税対象歳入	74,563.00	107,096.72
4		純利益	52,194.00	74,967.72

(出所: JSC Astana Knowledge City)

また、実施主管官庁である教育科学省の予算を下表に示す。

表 2-2 教育科学省の予算

年	2009 年	2010 年
予算	2,367 億テンゲ(16 億 US\$)	1,984 億テンゲ(13 億 US\$)

(出所: 教育科学省)

本プロジェクト実施後の PV システムの運営・維持管理費用は教育科学省よりナザルバエフ大学に拠出されるが、その費用は年間約 3 百万テンゲ程度と予想され、上表に示す 2010 年予算に対して約 0.0015% であるので十分に拠出可能である。

2-1-3 技術水準

現地調査時の地域配電会社への聞き取りやその管理下の変電所の視察の結果、カザフスタンの電力供給は、GOST などの旧ソ連時代からの技術基準・規格を厳格に適用し計画・設計・建設・運営・維持管理されており、その技術水準は高いレベルにあるといえる。

しかし、カザフスタンでは系統連系型の大規模 PV システムの導入実績がないため、その維持管理を実施する NU の人材育成を含むソフトコンポーネントの実施が必要である。PV モジュールそのものは基本的にメンテナンスフリーであるものの、付属設備であるパワーコンディショナや系統連系設備等の保護・制御装置の点検、連系系統先の地域電力会社との運用連絡体制等の構築が求められる。このようなニーズに適したソフトコンポーネントが実施されることにより、持続的な維持管理体制の構築は可能である。

2-1-4 既存施設・機材

ナザルバエフ大学への電力供給を管轄する地域配電会社は JSC “City Power Network”である。ナザルバエフ大学は同地域配電会社管理下の Zhana Zhol 変電所から 10 kV 地中ケーブル 2 回線で電力供給を受けている。

ナザルバエフ大学構内には上記地域配電会社から受電している 10 kV 開閉所 1 棟と、構内に電力を供給する配電用変電所が 4 棟設置されている。3 棟の配電用変電所は 10 kV 開閉所からそれぞれ 10 kV 地中ケーブル 2 回線で接続されている。各配電用変電所は 10/0.4 kV 乾式変圧器 2 台(容量 1,000 あるいは 2,500 kVA)、緊急用ディーゼル発電機 1 台(容量 200、500 および 750 kVA)、10 kV および 0.4 kV 受配電盤 1 式で構成されている。

本プロジェクトで導入する PV システムは、上記構内の 10 kV 開閉所へ、10 kV ケーブルで連系する。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 輸送、道路

日本からの調達機材は、中国/青島港まで海上輸送、青島港からアスタナ駅までは鉄道輸送となる。中国とカザフスタンとの国境のドスティークにおいて鉄道の軌道幅が異なることから、貨物の積み替えが行われる。アスタナ駅到着後、保税區よりトラック輸送にて大学敷地内の資機材置場まで運搬する。

アスタナ駅からプロジェクトサイトまでの約 10 km の道路状況は、片側 2～3 車線の舗装道路で、幹線道路であるため道幅も広く、重量制限のある橋梁もないため、トラックによる陸上輸送に特

に問題はない。

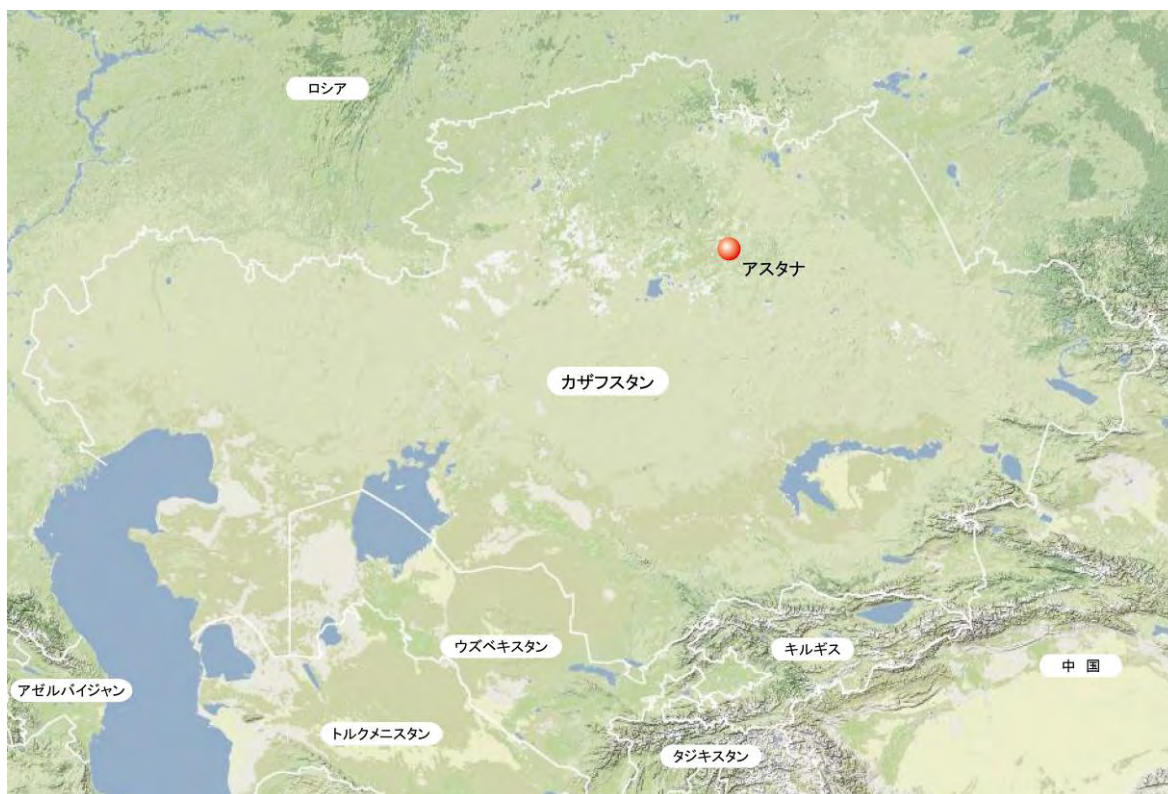
日本調達機材のプロジェクトサイトまでの輸送期間は、通関手続きなども含めて約 1 ヶ月を予定する。

(2) 電気、水

工事期間中に工事業者が必要な電気について、大学内の配電用変電所から供給可能であるが、必要に応じて工事業者が自ら工事用発電設備を手配する。工事に必要な水についても、同様に大学内の水道施設からの供給は可能であるが、必要に応じて工事業者が給水車などを手配する。

電気・水を大学構内の設備から供給を受ける場合、工事業者は必要なメーター類を設置し、使用量に応じた料金を支払う必要がある。

2-2-2 自然条件



(調査団作成)

図 2-2 カザフスタン地図

カザフスタンは、ユーラシア大陸の中央に位置しており、面積は約 272 万 km^2 (日本の約 7 倍) で、世界第 9 位の広さである。北部および北西部はロシアに接しており、ロシアとの国境の長さは 6,846 km に及ぶ。南部および南西部はウズベキスタン、キルギスおよびトルクメニスタンに接しており、東部は中国と接している。全般的には、砂漠またはステップなど平坦な土地が広がっ

ているが、南東部の国境近くでは山地となり、天山山脈につながっている。このように、ロシア、中国および中央アジア諸国と接している内陸国であるため、豊富な地下資源や農産物の輸送の面で不利な条件に置かれている。

気候は大陸性で、年間および日中の寒暖の差が大きい。1月の平均気温は、南部で-5℃、北部で-20℃であり、逆に7月の平均気温は30℃に達する。年間の降水量は、山に近いところでは300～400mm、ステップ地帯では250mmとなっている。

本プロジェクト対象候補地の首都アスタナの気温は、夏季は30℃以上に、冬季は-30℃以下に下がる。したがって、PVシステムの設計にあたり十分な対策と配慮が求められる。

2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境影響評価

2006年に環境保護省により制定され、同年に議会承認を経て施行された「カザフスタン共和国環境法典(Environmental Code of the Republic of Kazakhstan)」の第6章 第36条によれば、カザフスタンにおける直接的・間接的に自然環境・人体の健康に影響をおよぼすと考えられる全ての事業実施において、その事業実施主体は環境影響評価(EIA)を実施しなければならないとなっている。

本プロジェクトの実施機関であるKCによると、ナザルバエフ大学の建設前に上記環境法典に従ってEIAは既に実施され、事業実施に関する環境認証は得られているとのことである。今回、PVシステムを設置するにあたり、同法典第44条の規定に従い、同EIAを修正実施する必要がある可能性があるが、環境保護省の関連部局の見解によれば、本プロジェクトの性質に鑑み、EIA修正の必要性は低いとの見解である。KCは現在その必要性を公文にて環境保護省に確認中である。

EIAを修正実施する必要がある場合、本プロジェクトの業者契約締結後、業者作成の実施設計図面を添付の上でKCが建築許可を申請するが、その際にKCは修正EIAを実施し、その報告書も建築許可の申請書類に添付する必要がある。

EIA実施において要求される必要書類は以下の通りである(環境法典 第41条より)。

- 1) プロジェクト実施主体の事業内容の詳細
- 2) プロジェクトの必要性(FS、経済評価などを含む)
- 3) プロジェクト実施前の環境構成要素の現状
- 4) プロジェクトの概要
- 5) 適用する最新技術や技術基準
- 6) プロジェクトの代替案
- 7) 環境、人体、社会経済に及ぼす可能性のある影響
- 8) プロジェクト実施による予測できない環境影響

- 9) 環境および人体へのリスク評価
- 10) 環境影響の防止・軽減手法(環境モニタリングの提案を含む)
- 11) 適用する環境排出基準
- 12) 環境管理計画の具体策
- 13) プロジェクトの環境および経済評価(予測される損害に対するリスク評価と補償を含む)
- 14) 住民参加の説明会の記録(住民からの意見、説明会の結論を含む)
- 15) EIA の実施にあたり直面した困難や情報の欠如
- 16) EIA の結論

本プロジェクトは、既に一旦 EIA が完了している大学敷地内で実施されるうえに、周辺環境に悪影響を及ぼすことは少ない太陽光発電設備であるため、EIA で問題となる環境や社会への望ましくない影響は、最小限あるいはほとんどないと考えられる。

(2) 用地取得・住民移転

KC は、アスタナ市役所よりナザルバエフ大学建設の許認可を取得するとともに、2007 年 9 月 11 日付市長令第 37-78717 号「国家が使用する目的での用地取得に関する決定」により、大学建設用地約 80 ha を取得する許認可を得ている。この大学建設用地には多数の別荘(ダーチャ)が散在していたが、現在 KC は本プロジェクトサイトを含め住民の移転交渉を「カザフスタン共和国土地法典(Land Law of the Republic of Kazakhstan)」の以下の手順に則り実施している。

- 1) 大学建設開始前に、全ての地権者に対して、上記アスタナ市役所令に則り用地を取得する旨通知。
- 2) アスタナ市役所の住宅局の査定する不動産価格および移転補償価格にて、土地の所有権あるいは賃借権を持つ地権者と交渉。
- 3) 地権者が査定価格に合意し、移転契約を締結後、補償金の入金後 1 週間以内に地権者は移転。
- 4) 地権者が査定価格に不満があれば民事手続きをとり、補償金を決定する第 2 審を上限とする裁判となる(KC によれば、第 1 期工事の例でも殆どのケースにおいて第 1 審で 2 ヶ月以内に決着がつき、第 2 審までいった例は希であるが、その際にも最長 4 ヶ月で裁判所決定がなされるとのこと)。
- 5) 上記裁判所決定は国へ報告。

PV システムを設置するプロジェクトサイトは、敷地面積約 4 ha の箇所に合意したが、当該サイトはナザルバエフ大学建設の第 2 工期に開発される計画であり、2010 年 9 月現在、28 戸の別荘が現存している。KC は、それら別荘の移転・撤去手続きのため、住民への移転スケジュールの説明を 2010 年 10 月中旬までに開始し、2010 年 1 月に予定される Agent Agreement の締結前までに住民移転手続きを完了させることを M/D にて確約している。

今後は、本プロジェクトの実施に向けてその移転・撤去状況を M/D で合意したフォームにて詳

細にモニタリングする必要がある。

2-3 その他(グローバルイシュー等)

本件は PV システムを設置するプロジェクトであり、温室効果ガスの排出削減による地球規模の気候変動対策に資するプロジェクトである。また、総合科学技術大学を志向し、学内に再生可能エネルギー研究所の創設を計画しているナザルバエフ大学内に PV システムを設置することにより、カザフスタン国内での今後の再生可能エネルギー利活用の研究開発や技術力の蓄積が期待できる。さらに、その成果として、将来的に電化率の低い地方部・農村部における再生可能エネルギーの利活用も期待できる。その結果、気候変動対策のみならず、貧困削減やジェンダー等のグローバルイシューへの対応に寄与することも期待できる。

第 3 章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトは、首都アスタナ市内で、国際空港と市街地を結ぶ幹線道路沿いのナザルバエフ大学に太陽光発電(PV)システムを設置するものであるが、同プロジェクトの実施により、太陽光発電によるクリーンエネルギーを学内及び周辺地区に供給し、化石燃料利用による温室効果ガス排出の削減に貢献する。従って、本プロジェクトは我が国の気候変動対策に賛同するカザフスタンの気候変動対策にも寄与する。

また、中長期的視野からは、大学における再生可能エネルギーの応用研究に PV システムを活用することにより、カザフスタンにおける同分野の学術・研究レベルの向上に寄与すること、さらには大学訪問者、沿道通過者に対する再生可能エネルギーに関する意識啓発にも貢献することが期待され、同国における再生可能エネルギー普及を支援する効果も期待できる。

(2) プロジェクトの概要

カザフスタン政府の要請に基づいて、系統連系型 PV システムの構築に必要な機材の導入を計画する。機材は、気候変動対策として必要性・妥当性・持続性が認められるものを調達する。調達予定の機材および技術支援を表 3-1 に示す。

表 3-1 調達予定機材および技術支援

① 太陽光発電にかかる機材一式

機材名	用途	必要性
系統連系型 PV システム	太陽光発電によるクリーンエネルギーを大学および周辺地区に供給	<ul style="list-style-type: none"> 当該国政府による気候変動対策の一環として、再生可能エネルギー利用を促進する。 化石燃料使用量および温室効果ガス排出量が削減される。
PV システムに付随する気象計等の計測・情報処理機器	気象条件と太陽光発電量との関係についての計測・分析・研究	<ul style="list-style-type: none"> 大学における太陽光発電の応用研究が行える環境を整える必要がある。

② 太陽光発電にかかる技術支援一式

技術支援内容	用途	必要性
1)の機材の運営に関する技術の支援	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電に関する基礎知識 太陽光発電施設の運営に関する知識 太陽光発電の系統連系技術 維持管理および保守点検方法 気象計、情報処理機器の操作方法 	<ul style="list-style-type: none"> PV システムの導入経験が少ない。 太陽光発電に精通した技術者、研究者が少ない。 系統連系型 PV システムの導入経験がない。

(調査団作成)

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

1) 協力対象範囲

大規模系統連系型 PV システムの導入は、カザフスタンにとって初めてであることから、本プロジェクトに必要なほぼ全ての機材の調達およびその据付を協力対象範囲とした。

2) サイト選定

①デモンストレーション効果が長期間期待できること、②計画された PV システムを据え付けられる十分広い土地が確保できること、③系統連系するための既存配電線が近傍にあること、④運営維持管理を行なう実施機関の施設が近傍にあることを基本方針としてサイトを選定した。

3) 設備規模

基本的には相手国側からの要請内容をベースに、①配電線で系統連系が可能(規模が過大でない)で、デモンストレーション効果が十分期待できること、②大学施設を主な電力供給先とするが、系統連系によって余剰電力の売電を実現できることを発電規模選定の方針とした。

(2) 自然環境条件に対する方針

本プロジェクトにおける PV システムの設置予定地点は、カザフスタン国土の北中部で、北緯は 51° 1'であり、ロンドン、ウランバートルとほぼ同緯度にある。設置予定地点が存在する首都アスタナ市は、広大なイェシル平野の中南部に位置し、起伏の少ない平地である。同地点はアスタナ市の市街地から至近であり、気候上は同市の市街地とほぼ同様である。

アスタナ市は内陸に位置しているため、気候上特筆すべき点として、気温が年間を通じて寒暖の差が大きい点があげられる。すなわち冬季は-30℃を下回ることもある一方、夏季はプラス 30℃を超えることもある点が特徴としてあげられる。他方、風速、降雨量、落雷、湿度、地震、砂塵に関しては、特段厳しい条件にはない。

本プロジェクトの施設設計に際し、同国の建設基準・規則中の気象条件基準である SNIIP RK (CHиП PK) 2.04-01-2001、および荷重条件基準である SNIIP (CHиП) 2.01.07-85 を考慮する。気象条件基準において、本プロジェクトで PV システムの設置予定地が含まれるアスタナ市域は「I-V 地域」に分類されており、同分類地域では下記(c)～(e)の気温、降水量、凍結深度を設計基準値として定めている。また、荷重条件基準では、アスタナ市域は「III 地域」に分類されており、同地域分類では下記(f)～(g)の風速、積雪荷重を設計基準値として定めている。

アスタナ市の落雷頻度に関し、カザフスタン水文気象庁から適当な落雷日数ならびに大地雷撃密度データが入手できなかったため、実施機関等への聞き取り調査を実施したところ、アスタ

ナはカザフスタン北中部の乾燥地帯にあり、平方キロメートルあたりの年間雷雨発生日数は2～4件と少なく、また緯度が北緯51度と高いため落雷頻度も少ないとの情報を得た。これは下図に示すNASAの年間雷発生頻度分布図とも整合している。従って、本プロジェクトでは、太陽電池アレイの金属架台などは適切に接地するものの、避雷針などの直撃雷対策は不要とする。ただし、パワーコンディショナなどのサージに弱い電子機器への誘導雷・侵入雷保護としてサージアブゾーバを該当機器内に計画する。

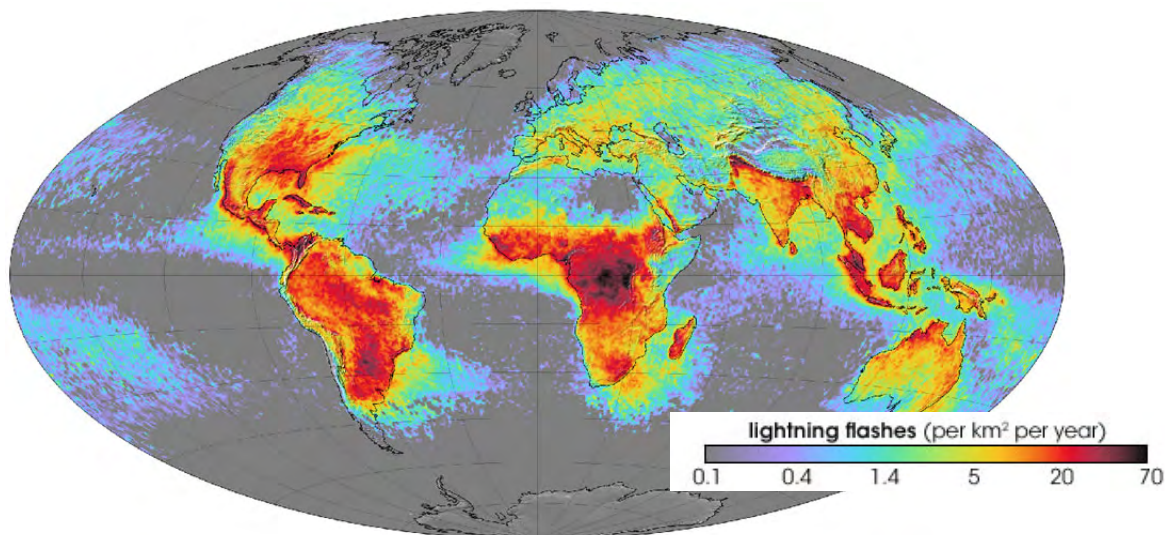


図 3-1 年間雷発生頻度分布図 (出所: NASA)

カザフスタンでは、同国南部を中心に地震が発生する地域もあるが、同国中部に位置するアスタナ市では設計基準上は地震に対する考慮は不要とされている。また、プロジェクトサイトは市街地であるので特別な砂塵対策は考慮しない。

日射量は、NASA-SSEデータによると¹、年間で最も多いのが6月で月間平均日量6.50 kWh/m²、最も少ないのが12月で月間平均日量0.82 kWh/m²とされている。

なお、PVシステムの設置予定地周辺で既に施工を行っている建設業者からの聴取内容によると、同予定地の土壌は酸性の粘土であり、硫酸塩対策が必要である。

- a) 緯度・経度
 - 緯度: 北緯 51° 1'
 - 経度: 東経 71° 3'
- b) 標高: 海拔 347 m
- c) 設計気温
 - 最高周囲温度: + 39 °C
 - 最低周囲温度: - 41 °C

¹ NASA-SSE データ
 NASA Langley Applied Science Data Center, Surface meteorology and Solar Energy. カザフスタン水文気象庁(Казгидромет)から適当な日射量データが入手できなかったため、本報告書では、日射量はNASA-SSEデータを使用。

月間平均気温:(単位: °C)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
-16.8	-16.5	-10.1	3.0	12.7	18.2	20.4	17.8	11.5	-2.6	-7.0	-14.0

d) 降水量及び降水パターン

年間降水量: 299 mm

月間降水量: (単位: mm)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
18	11	14	22	34	36	49	29	22	21	23	20

e) 凍結深度

設計凍結深度: 205 cm

f) 風速

基準風速: 10年に1回=33 m/s

100年に1回=40 m/s

g) 積雪荷重

最大設計積雪荷重: 1.8 kPa

h) 地震

地震荷重: 考慮不要

i) 日射量: (月間平均全天日量: kWh/m²/day)

Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0.98	1.84	3.37	4.65	5.94	6.50	6.03	5.08	3.75	2.24	1.25	0.82

j) 土壌特性:

ローム粘土質(酸性土)

(3) 社会経済条件に対する方針

カザフスタン是世界第9番目の領土面積を誇る国であり、中央アジアの北部に位置し、ロシア(北)、中国(東)、ギルギス、ウズベキスタン(南)の4ヶ国と国境を接している。内陸国ではあるものの、国土の西端はカスピ海に面している。カザフスタンの人口は1,560万人(2009年)で、中央アジア諸国の中ではウズベキスタンの2,770万人に次いで2番目の規模である。

同国の主要産業は石油・ガス生産および農業であり、特に石油および石油製品は同国の輸出の8割を占めている。その他にも非鉄金属やウランの埋蔵量が多く、鉱物資源に恵まれた国である。ここ数年の鉱物資源価格の高騰がカザフスタン経済にとって追い風となり、GDP成長率は、2007年8.9%、2008年で3.2%(IMF予測値)と、経済は堅実に成長している。

このようにカザフスタンは資源生産に偏重した産業構造である上に、旧ソ連時代の計画経済政策により基礎的な製造業が設立されていなかったため、今日でも建築資機材や製品等の殆どは輸入品である。従って、本プロジェクトにおいても、基礎・架台を除く、PVシステムを構成する

殆どの機材・製品を本邦調達とする。

(4) 建設事情に対する方針

カザフスタンでは GOST (ГОСТ: 旧ソ連の国家規格) 規格ならびに同国独立後に補足的に整備された GOST-K 規格に準拠した建設基準・規格 SNIp ならびに SNIp RK が適用されている。本プロジェクトにおいても SNIp/SNIp RK に則った設計・施工を行なうことにより、十分な品質を確保することが可能である。現地における資材調達に際しても、セメント、骨材、鋼材等については GOST 規格に即した物資の調達が可能であり、必要とされる JIS 規格との対応を参照することにより、日本国内とほぼ同品質の資材を調達することが可能である。

ただし、カザフスタンにおいては、小規模なものを除けば PV システムの構造物設置の前例はないため、土木基準、部材精度、組立精度、据付精度や施工手順等の施工指導や管理は、本工事に精通した専門の日本の技術者によって行われることが望ましい。

以上の事情を勘案し、電気室、架台用基礎構造物および架台等の鉄鋼構造物は現地調達を基本とし、PV システムの据付・試験については本邦あるいは第三国より技術指導員を派遣し管理する。

(5) 現地業者の活用に係る方針

現在アスタナ市には、1997 年の首都移転以来、外資系の大規模な建設会社を含む工事業者が多数進出しており、これら現地工事業者は、日本人あるいは第三国人技術者の指導の下で基礎構造物の施工や機材据付を実施する能力は十分にあると判断できる。また、現地コンサルタントについても、日本人コンサルタントの指導があることを条件に、本プロジェクトの施工監理を実施する能力があると判断できる。

従って、現地業者の活用については日本人あるいは第三国人技術者およびコンサルタントの指導下で限定的に活用する方針とする。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

カザフスタンにおける系統連系型の大規模 PV システムの導入は、本プロジェクトが初めてであることから、系統連系の手続き、初期操作、運営・維持管理についてソフトコンポーネントにおいて技術移転を行なう方針とする。

(7) 施設・機材等のグレードに対する対応方針

調達機材のグレードの選定に当たり、PV システム設置の効果を長期的に持続させるため、耐久性のある堅牢な機器であることを基本とし、本プロジェクトが系統連系 PV システムの良い模範となるよう、システムとして十分な精度・品質を確保可能な機材を調達することを基本方針とする。

(8) 工法／調達方法、工期に係る方針

カザフスタンは寒冷地であることから、基礎および土木工事はカザフスタンの工法に準拠するが、主要機材の調達先は本邦からの調達を基本とする。

工期について、冬期(特に12月～2月)は極寒の気候のため屋外工事が困難であることを考慮して、同時期は業者の実設計期間およびコンサルタントの図面承認期間に当て、3月以降に準備工事、土木・基礎工事、据付工事を実施する方針とする。

3-2-2 基本計画

(1) 全体計画

(1-1) 設置場所の選定

カザフスタン政府より、本プロジェクトの候補地として下記3箇所にPVシステム導入の要請があった。

- ① アスタナ(Astana)市内 ナザルバエフ大学
- ② アルマティ(Almaty)市郊外 アラタウ(Alatau) IT City
- ③ アルマティ市郊外 アルマティ国際空港新ターミナル

これに対して、第1次現地調査派遣前の対処方針会議にて、現地調査の対象は①ナザルバエフ大学および②アラタウIT Cityに絞り込んで実施することが確認された。さらに、現地調査において、両候補地にて用地面、系統連系箇所などの技術的視点を中心に調査・検討を行った。その結果、両候補地とも要請機材の設置に特段の問題がないことを確認した。

同検討結果をカザフスタン側に提示し協議したところ、カザフスタン側より①ナザルバエフ大学の優先順位が高いとの意図が表明されたことを受け、最終的に本プロジェクトの候補地を①とすることで合意した。

プロジェクト候補地のナザルバエフ大学は、首都アスタナの新市街地から約7 kmと至近であり、アスタナ国際空港と市街地を結ぶ幹線道路に面している。大学の総敷地面積は80 haで、建設工事は第1期から第4期まで段階的に進められる予定である。第1期工事ではそのうち15 haが開発対象となっており、2007年に着工し、2010年5月末に第1期工事が完成し、同年6月に開校した。

実施機関であるKCとの協議により、展示効果や系統連系の容易性を考慮して、PVシステムの設置場所を下図に示す通りとした。

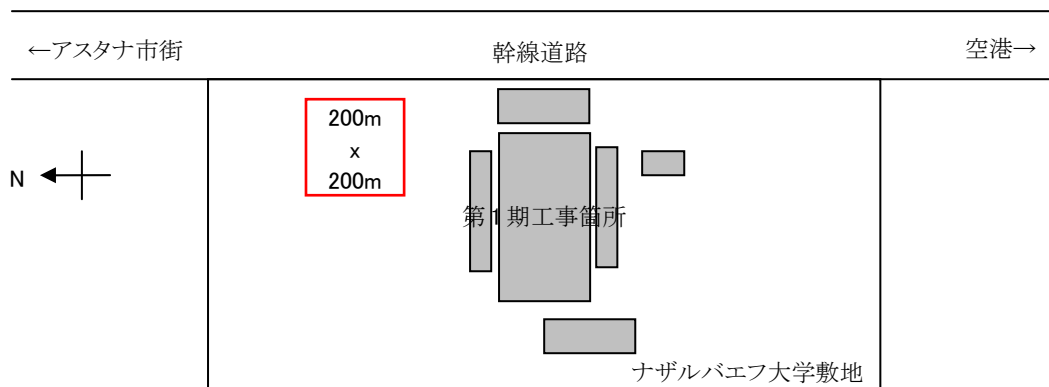


図 3-2 PV システム設置予定場所
(調査団作成)

PV システムの据付予定地は、第 1 期工事箇所北側の約 4 ha (200 m x 200 m)の平地で、周辺に大きな建物など日照を妨げるような障害物はなく、PV パネルの据付地として適切である。また、幹線道路から PV パネルが見えることでデモンストレーション効果の発現が期待できる。PV システムは、ナザルバエフ大学が同大学の設備の一部として他の設備と共に運営・維持管理する。

(1-2) 系統連系計画

1) 対象地域の電力系統

ナザルバエフ大学への電力供給を管轄する地域配電会社は JSC “City Power Network” である。同大学は同配電会社管理下の Zhana Zhol 変電所 (110/10 kV, 2×20 MVA) から 10 kV 地中ケーブル (12 kV XLPE 630 mm² 3 芯) 2 回線で電力供給を受けている。同変電所は 2009 年 7 月より運用開始された変電所で、同大学を含め、総合病院、競技場などの開発の進む地域への電力供給を目的に新設された。また、同変電所からの 10 kV 配電線はすべて地中ケーブル (非接地) 系統である。

ナザルバエフ大学構内には Zhana Zhol 変電所から受電している 10 kV 開閉所 1 棟と、構内施設に電力を供給する配電用変電所が 4 棟設置されており、それらは 10 kV 開閉所からそれぞれ地中ケーブル 2 回線で接続されている。各配電用変電所は 10/0.4 kV 乾式変圧器 2 台 (容量 1,000 or 2,500 kVA)、緊急用ディーゼル発電機 1 台 (容量 200、500 および 750 kVA)、10 kV および 0.4 kV 受配電盤 1 式で構成されている。

本プロジェクトで導入する PV システムは、上記開閉所に 2 回線の 10 kV ケーブル (互長約 240 m) により接続し、開閉所内の 10 kV 母線で地域配電会社の 10 kV 系統と連系することで実施機関と合意した。

また、KC によれば、同大学で消費されるピーク電力負荷は、第 1 期工事完了後 7 MW、第 4 期工事完了後で 32 MW と予測されている。すなわち、本プロジェクトで導入する PV システムの発生する電力は全て同大学構内で消費されると予想されるが、休日や夏季休暇時などの低負荷時には系統への逆潮流が発生する可能性もあるため、実施機関と協議の結果、系統への逆潮流を認める設計とすることで合意した。

2) 系統連系の関連法規

カザフスタンでは 2009 年 6 月に「代替エネルギー活用支援法」が施行されたことにより、地域配電会社は系統に接続された再生可能エネルギーで発電された電力の全量買い取りが義務付けられた。従って、本プロジェクトによる PV システムの系統連系並びに逆潮流には法規制上の支障はない。

3) 系統連系基準

「代替エネルギー活用支援法」が施行されたものの、カザフスタンでは PV システムの系統連系実績がなく、地域配電会社によれば、系統連系に関する技術基準は現在作成中とのことである。従って、本邦の「電力品質確保に係る系統連系ガイドライン(資源エネルギー庁、2004 年 10 月)」を基に、現地電力系統の実情に即して、系統連系の要件を以下の通りとする。

i) 電気方式

パワーコンディショナのインバータの出力は 3 相 400 V とし、系統連系用に昇圧変圧器(0.4/10 kV, 50Hz, 3 相, 1,000 kVA)を設置する。

ii) 力率

受電点における力率は 85%以上(逆潮流あり)とし、系統から見て進み力率としない。

iii) 高調波

インバータの高調波流出電流に関して、総合電流歪率および各次電流歪率をそれぞれ 5%、3%以下とする。

iv) 保護協調

連系先の 10 kV 系統は非接地であるので、適正に系統を保護するため、地絡方向継電器、地絡過電圧継電器および過電流継電器を 10 kV システムに設置する。さらに、パワーコンディショナに周波数上昇継電器、周波数低下継電器、過電圧継電器および不足電圧継電器を設備して、既設の系統連系線との適正な保護協調を確立する。

v) 単独運転²防止機能

逆潮流ありの系統連系において、系統停電時の PV システム単独運転に対する安全対策および停電復旧時の再開路非同期投入を防止するため、パワーコンディショナに単独運転防止機能を設備する。単独運転防止機能は、能動方式(主)と受動方式(後備)の 2 重化を採用する。

また、電力の品質維持と停電防止のため以下の対策を講じる。

i) 系統への直流電流の流出を防止するため、パワーコンディショナに混触防止板付絶縁変圧器を設備する。

² 単独運転

発電設備(単機または複数台)が連系している系統が事故などによって系統電源と切り離された状態において、この線路内に存在している発電設備群だけで発電を継続し、線路負荷に電力供給している状態。

- ii) 系統の停電中は遮断器の投入を防止すると同時に、停電復旧後も一定時間遮断器の投入を防止するインターロックを設備する。
- iii) 系統停電時は大学構内の各配電用変電所に設置されている非常用発電設備(ディーゼル発電機)により構内の特定負荷(非常灯、エレベータなど)に対して電力が供給される。従って、PVシステムと非常用発電設備の並列運転を避けるため、PVシステムの自立運転³は許容せず、非常用発電設備の運転時にはPVシステムが構内系統から切り離されるよう10kV開閉所内の系統連系開閉器盤の遮断器などとのインターロックを計画する。

さらに、大学側ではPVシステムからの電力を大学構内で消費し、休日に発生すると予測される余剰電力を系統に逆潮流する計画であるため、電力会社と大学の責任分界点である大学構内の10kV開閉所内の系統電力受電用キュービクルに、逆潮流売電専用の電力量計を設置する。この電力量計は逆転防止型とし、既設受電用電力量計も逆転防止型に改造する。

(1-3) 推定発電量

本プロジェクトサイトの位置(北緯51.1度、東経71.3度)から、維持管理の容易さを考慮の上、年間発電量を最大とするPVアレイパネルの傾斜角度を検討した結果、適正角度を45度とした。PVアレイパネルの向きは真南とする。

推定発電量を算出するため、45度傾斜面における日射量を計算する前提としては、各月15日の南中時における入射角を同月の日射量の入射角とした。その結果、水平面上の年平均全天日射量が日量3.54 kWh/m²であるのに対し、南向45度傾斜面における年平均日射量は、5.10 kWh/m²となる。

800 kW_pのPVシステムの推定発電量算出に際しては、システム出力係数は73%とした。年間推定発電量の計算結果を表3-2に示す。同表より、年間総発電量は約1,088 MWhとなる。

³ 自立運転
発電設備が電力系統から解列された状態で、当該発電設備が設置された構内の負荷のみに電力を供給する状態。

表 3-2 年間推定発電量

月	全天日射量 (kWh/m ² -day)	毎月 15 日 南中時入射角 (degrees)	南向 45 度傾斜 面日射量 (kWh/m ² -day)	800 kW _p システム発電量	
				日平均発電量 (kWh/day)	月間総発電量 (kWh/month)
1	0.98	17.6	2.88	1,680	52,094
2	1.84	25.9	3.98	2,325	65,090
3	3.37	36.5	5.60	3,272	101,443
4	4.65	48.4	6.21	3,625	108,752
5	5.94	57.6	6.87	4,010	124,298
6	6.50	62.2	7.02	4,099	122,982
7	6.03	60.6	6.67	3,893	120,689
8	5.08	53.2	6.28	3,667	113,681
9	3.75	42.2	5.58	3,256	97,692
10	2.24	30.6	4.26	2,489	77,163
11	1.25	20.6	3.24	1,889	56,685
12	0.82	15.7	2.64	1,543	47,842
平均	3.54	-	5.10	2,979	90,701
合計				1,088,408 kWh/year	

(調査団作成)

(1-4) 推定 CO₂ 削減量

カザフスタンの電力供給の 88% が化石由来燃料の火力発電に依存しており、その殆ど(約 85%) が石炭火力発電である。アスタナ市への電力供給については 100% 石炭火力発電であることから、カザフスタンの Climate Change Coordination Center (CCCC) は、同市の石炭火力による発電に係る二酸化炭素排出係数を 1.5 kg-CO₂/kWh と非常に高く推計している。ここでは同数値を採用して CO₂ 削減量を推定する。

上記(3)より 800 kW_p の PV システムより得られる推定年間発生電力量は 1,088,408 kWh であり、同システムによる年間 CO₂ 排出削減量は、下式の通り、約 1,633 t と計算される。

$$\begin{aligned}
 \text{年間 CO}_2 \text{ 削減量} &= \text{CO}_2 \text{ 排出係数} \times \text{年間発電量} \\
 &= 1.5 \text{ kg-CO}_2/\text{kWh} \times 1,088,408 \text{ kWh/year} \\
 &= 1,633 \text{ ton-CO}_2
 \end{aligned}$$

(1-5) 据付予定地の地質状況

PV システムの据付予定地はナザルバエフ大学の敷地内であり、その地形は平坦地である。

据付予定地は、同大学本校舎の建設前に地質・地盤が調査された最近接地点から約 300 m に位置する。地質・地盤は同範囲内では均質と想定の下、既存の地質・地盤調査結果から地盤支持力を計算すると 86 kN である。杭基礎を使用した場合の杭の支持力は、杭基礎にかかる荷重 10 kN と比較して、安全率 8.6 となり十分な支持力を確保できる。さらに、予定地の土質の単位重量は日本のロームと比較して大きく、より高い地耐力が期待できる。

据付予定地の地下水の存在と地質(含水)特性については、既存の地質・地盤調査からは正

確な情報を得ることが困難であるので、請負業者による調査が望まれ、その結果を基に再確認することが必要である。

据付予定地は、冬季(12月～2月)には地面が凍結する。その凍結深度は、現地での聞き取り調査では、1.3～1.6 mと報告されており、また SNIIP では、同地の設計凍結深度を 2.05 m と規定している。地面凍結が基礎構造物等に及ぼす影響は、凍結時の凍上力による押上および融解時における沈下である。これが繰返されることにより基礎構造物に偏荷重が加わり不安定となり、亀裂が生じ、損壊する場合もある。従って、本プロジェクトでは杭基礎を適用し、その地中深度を 2.5 m とする。

(2) 機材計画

(2-1) 設計基準

カザフスタンでは電気設備の規格として、国際規格の IEC (International Electrotechnical Commission) を原則として適用しているが、慣習上は旧ソ連時代から適用してきた GOST 規格ならびに独立後に整備した GOST-K 規格が幅広く適用されている。GOST/GOST-K 規格の多くは IEC と整合しているため、基本的には IEC 適合状況を確認するとともに、当該 IEC の GOST/GOST-K との整合性も確認する必要がある。

今般、日本の無償援助で日本から機器を納入する場合にも、日本工業規格 (JIS)、電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)、日本電機工業会規格 (JEM)、日本ケーブル規格 (JCS) 等への適合を確認するのみならず、GOST/GOST-K との適合を確認する必要がある。

また、配線、接地等については、同国の電気関連の施工に関する規則 PUE (ПUE) にも配慮する。

(2-2) PV システムの機材

本プロジェクトにて調達する主要機材を下表に示す。

表 3-3 主要機材一覧表

No	機材名	主な仕様または構成	数量	単位
1	太陽光モジュール	最大出力電力: 800 kWp 以上 種類: 結晶系・非結晶系シリコンまたは化合物系 最大出力動作電圧: 30 Vmp 以上	1	式
2	モジュール設置用架台	種類: PV モジュール取付架台(0.5 m 嵩上) 材質: SS400 溶融亜鉛メッキ仕上げ	1	式
3	接続箱 (Junction Box)	構造: 屋外型 材質: SPC 鋼板 収納機器: 配線用遮断器、入力回路断路端子、逆流防止ダイオード、誘導雷保護器など	1	式
4	集電箱 (Collection Box)	構造: 屋内壁掛け型 材質: SPC 鋼板 収納機器: 配線用遮断器、入力回路断路端子、誘導雷保護器など	1	式

No	機材名	主な仕様または構成	数量	単位
5	パワーコンディショナ	構造：屋内自立型 主回路構成：自励式 スイッチング方式：高周波 PWM 絶縁方式：絶縁変圧器方式 冷却方式：強制空冷 定格出力：100 kW 出力電気方式：三相 4 線 定格出力電圧：400 V 機能：自動電圧調整、入出力電流制御、出力制御、ソフトスタート 系統連系保護装置機能：UVR、OVR、OFR、UFR、OVER、単独運転防止 外部通信：状態・故障・計測情報信号(RS485)	8	台
6	連系用変圧器	種類：乾式モールド、屋内設置型 定格出力：1,000 kVA 一次/二次電圧：10 kV/400-230 V、三相 4 線式、50 Hz 冷却方式：自冷式 タップ比：±2.5%、±5.0% 付属設備：混触防止版、巻線温度計付	1	台
7	10 kV 開閉器盤	種類：メタルクラッド型、IP50(躯体)、IP3X(内部)、屋内自立型 定格：12 kV、50 Hz、三相 3 線、400 A、25 kA 収納機器：VCB、DS/ES、SA、CT、ZCT、GVT 保護継電器：OCR、DER、OVER	4	面
8	400 V 開閉器盤	屋内自立型、集合盤、三相 3 線、600 V、2,000 A、50 kA、IP30、ACB、MCCB	2	面
9	一般負荷用分電盤	種類：屋内金属閉鎖型、壁掛型、IP30、 定格：三相 4 線、600 V 収納機器：MCCB (600V, 30 AF) 入力：1 回路 出力：8 回路	1	面
10	ケーブル類	電力ケーブル用 XLPE ケーブル、 制御ケーブル用 CVVS ケーブル	1	式
11	運転・気象データ監視システム	PC、データ監視ソフトウェア、表示装置用ソフトウェア、プリンタ、無停電電源装置、日射計、気温計など	1	式
12	表示装置	種類：屋内壁掛型(2 式) 屋外自立型(2 式) 屋内表示装置：42 型液晶ディスプレイ 屋外表示装置：LED デジタル表示窓、金属閉鎖型躯体 表示内容：発電量/日、積算総発電量、瞬時発電電力、日射量、気温、CO ₂ 削減量など	4	式

(調査団作成)

(3) PV システム機材の基本仕様

a) PV アレイ

PV アレイは複数の PV モジュールを直・並列に接続して、合計設備容量が 800 kWp 以上となるよう構成する。

PV モジュールは「JIS C8918 結晶系太陽電池モジュール」、「JIS C8939 非結晶系太陽電池モジュール」または同等の性能を有するものとする。

各モジュールにはバイパスダイオードを内蔵する。これは、影などの影響が生じた場合、その箇所のセル抵抗の増加による発熱損傷を防止するためのものである。

b) PV アレイ架台および基礎

PV アレイ架台の設計は、「JIS C 8955 太陽電池アレイ用支持構造物設計標準」に準拠する。積雪、風等の設計荷重はカザフスタンの SNiP に準拠する。

PV モジュールを取付ける主桁の許容たわみ量およびたわみ度は、PV モジュールの試験たわみ量の JIS C8917 附属書 9 により $2\text{ mm}/100\text{ mm}$ ($20\text{ mm}/\text{m}$)、すなわち $1/50$ 以下とする。

PV アレイ架台を構成する各部材は溶融亜鉛メッキ処理とし、現場組立ては全てステンレス製のボルト・ナットで行い、溶接等の現地接合は行わない。

PV アレイ架台の基礎は 30 cm 角の杭基礎を採用する。設置場所の設計凍結深度が、SNiP で 2.05 m と規定されているため、埋設深度は 2.5 m 以上とする。基礎にかかる設計荷重は、PV モジュール、アレイ架台等の自重に加え、積雪、風荷重を合わせて基礎あたり $10,000\text{ N}$ とする。

PV システム設置候補地の地盤高は、大学本校舎玄関の標高と同じ $EL346.68\text{ m}$ とする。地表は芝生で覆い、環境および美観に配慮するとともに、夏季の PV パネル温度上昇抑制効果も期待する。

PV アレイ架台の最低地上高は、積雪を考慮し、かつ接続端子の保守点検を考慮して 60 cm とする。

c) 接続箱・集電箱

接続箱は複数の PV モジュールの接続を行い保守・点検等の際に回路の分離を行なうためのもので、各 PV アレイ架台に設置する屋外型とする。

集電箱は、複数の接続箱からのケーブルを 100 kW 単位でまとめるためのもので、電気室内の壁面に設置する屋内壁掛型とする。

接続箱・集電箱内には配線用遮断器、入力回路開閉器、出力回路開閉器、逆流防止ダイオード、誘導雷保護器等を収納する。

PV アレイ裏側の接続箱への配線および接続箱と集電箱間の接続は、耐寒架橋ポリエチレンケーブルなどの耐寒性を有するケーブルとする。

d) パワーコンディショナ

パワーコンディショナは、主として直流電流を交流電流へ変換するインバータと、事故などの場合に系統を保護する系統連系保護装置とで構成される機器である。その仕様は、関連の「電気品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」、「高調波抑制ガイドライン」などに準じる。

インバータの発生する高調波を抑制する対策として、混触防止板付の絶縁変圧器をパワーコンディショナに内蔵させる。

また、今回の系統連系では「逆潮流あり」を採用するが、PV システムの連系運用時に系統

側で事故が生じた際、PV システムからの電力が停電中の系統に送電されると(単独運転) 系統の保守点検者の安全が脅かされる恐れがある。これを防止するため、パワーコンディショナに系統停電時の PV システムの単独運転防止機能を設ける。

e) 系統連系設備

系統連系のための設備として、10 kV 開閉器盤、連系用変圧器および 400 V 開閉器盤を、新設する電気室内に設置する。

10 kV 開閉器盤は既設 10 kV 開閉所と地中ケーブル 2 回線で接続する。10 kV 開閉器盤内には、真空遮断器、断路器、避雷器、計器用変成器などを設備する。連系先の 10 kV 系統は非接地系であるため、それに対応する地絡保護システムとして、地絡方向継電器および地絡過電圧継電器を 10 kV 開閉器盤内に設備する。また、短絡および過負荷保護のために過電流継電器を設備する。

パワーコンディショナ出力 400 V を 10 kV に昇圧する連系変圧器は乾式モールド型とし、定格容量を 1,000 kVA とする。

400 V 開閉器盤内には真空遮断器、MCCBなどを設備する。

また、地域配電会社よりの受電している 10 kV 開閉所内の既設開閉器盤 2 面は受電専用の設計であるため、逆潮流に対応するため、本プロジェクトで売電用電力量計、地絡方向継電器の追加が必要となる。

f) 一般負荷用分電盤

PV システム施設内の一般負荷(電灯照明、空調、監視制御設備など)への電力供給は、日中はパワーコンディショナから、夜間は連系変圧器を経由し配電会社から給電される。この給電用に一般負荷用分電盤を電気室内に設置する。

g) 表示装置

カザフスタン側実施機関と協議の結果、太陽光発電の展示効果・啓発効果を高めるため、大学構内の屋内 2 ヶ所、屋外 2 ヶ所に太陽光発電の表示装置を設置する。

屋内用の表示装置は壁掛型 42 型液晶ディスプレイとし、屋外用は金属閉鎖型 LED デジタル表示窓装備の仕様とする。

表示項目は、発電量/日 (kWh)、発電量/月 (kWh)、瞬時発電電力 (kW)、日射量 (kW/m²)、気温 (°C) および CO₂ 削減量 (kg-CO₂) などとする。

h) データ管理・監視システム

PV システムの性能を評価するため、リアルタイムに発電データなどを収集するデータ管理・監視システムを電気室の監視制御室内に設置する。

その構成機器は、パソコン、液晶モニター、計装用ソフト(システム監視機能付)、表示装置用ソフト、変換器、無停電電源装置、日報・月報用データロガー、イベントレコーダー、

全天型日射計、気温計などとする。

3-2-3 概略設計図

本プロジェクトの概略設計図を下記の通り巻末に添付する。

KZ_PVP_001	PV システム 単線結線図
KZ_PVP_002	全体平面図
KZ_PVP_003	PV システム 平面図
KZ_PVP_004	PV アレイ架台 (1)
KZ_PVP_005	PV アレイ架台 (2)
KZ_PVP_006	PV アレイ架台 (3)
KZ_PVP_007	PV システム電気室 外観図
KZ_PVP_008	PV システム電気室 平面図

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本プロジェクトは、日本の環境・気候変動対策無償資金協力制度の枠組みに基づいて実施される。日本政府により事業実施の承認がなされた後、両国政府の間で交換公文(E/N)が取り交わされ、カザフスタン側は施工監理コンサルタントおよび請負業者の調達を調達代理機関に委託する。また、選定された施工監理コンサルタントおよび請負業者は調達代理機関と契約を締結し、それぞれの業務を実施する。

本プロジェクトを我が国の環境・気候変動対策無償資金協力事業として実施する場合の施工方針および調達方針を以下に述べる。

(1) カザフスタン側の実施体制

本プロジェクトにおける、カザフスタン側の関係機関を以下に示す。

- 責任機関：教育科学省
- 実施機関：JSC Astana Knowledge City (KC: アスタナ市役所傘下の企業体)
- 協力機関：JSC Nazarbayev University (NU: 教育科学省傘下の企業体)

カザフスタン側の、本プロジェクト完成までの責任機関は、教育科学省であるが、実質的なプロジェクト実施に関与するのは、アスタナ市役所傘下で大学の施設整備を手掛ける KC であり、同社が中心にプロジェクト推進にあたる。

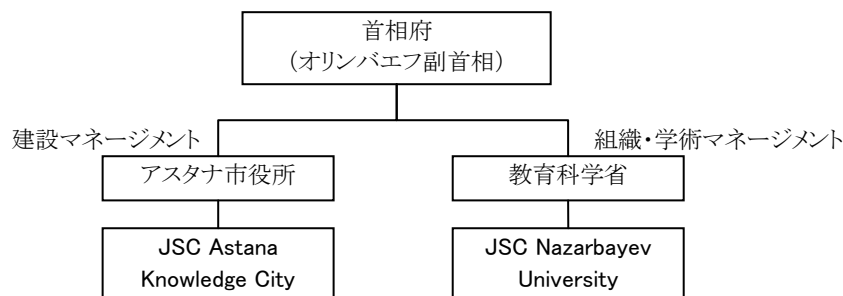


図 3-3 カザフスタン側の関係機関

(開取り調査を基に調査団作成)

なお、本プロジェクトによる機材調達完了後には、PV システムはその設置場所であるナザルバエフ大学を管理・運営する教育科学省傘下の公営企業体である NU に所有権が移転する。

a) カザフスタン側分担作業の実施に必要な予算および要員の確保

本プロジェクトの実施に係わる一部の作業は、カザフスタン側が分担する。これらの分担作業は、関連工事工程と調整を図って適時に実施されなければならない、分担作業実施のための予算及び要員の確保が必要である。カザフスタン側はまた、本プロジェクトを円滑に実施するために、本プロジェクトを担当する責任者を選任し、本邦コンサルタントおよび請負業者と密接な連絡・協議をおこなう必要がある。

b) 技術移転

本プロジェクトの完成後は、カザフスタン側が独力で PV システムの運転、管理、保守を実施する必要がある。これらの要員候補が施工段階で特定できる場合は、可能な限り一連の工事に参加させ、PV システムおよび系統連系設備に関する基礎的な知識を習得させることが望ましい。工事への参加は、単なる負担事項の一つというだけではなく、今後の運転、管理、保守作業を自ら実施できるようになることを目的としていることに、カザフスタン側の十分な理解を得る必要がある。

また、PV システムが運転開始する際には高圧 (10 kV) 側の運転維持管理に関し、地域配電会社の支援を仰ぎ、その指示に従うことが不可欠となる。

(2) 技術者派遣の必要性

本プロジェクトにおける PV システムおよび周辺機器の設置は、短い工期中に土木・基礎工事、据付・配線工事およびそれら機器の調整・試験・運転開始などからなる複合工事であり、大学の本体工事期間を考慮しそれぞれの作業を効率良く調整して実施することが求められる。また、それら各工事の大部分が並行して実施されるため、工程、品質及び安全管理のため、工事全体を一貫して管理・指導できる技術者である現地調達管理要員を日本あるいは第三国から派遣することが必要である。

(3) 請負業者

日本の無償資金協力の枠組みに従い、入札で選定された日本国法人の請負業者が、本プロ

プロジェクトにおける資機材調達および据付工事を実施する。なお、本プロジェクトでは、これら資機材調達ならびに据付工事に加え、基礎工事、電気室工事、系統連系などの電気工事が建設サイト内で連携をとりながら行われる。従って、プロジェクトの品質、特に性能保証、瑕疵責任および納期遵守の観点から、プロジェクトに係る工事全体の管理を、日本の請負業者が一貫して実施するものとする。

請負業者は、コンサルタント作成の仕様書に従い、土木工事、資機材の設計・製作、工場試験、輸出梱包、通関、現地までの輸送、据付工事を行い、現場試験により各施設・設備の据付状況および据付後の性能を検証した上で引渡しを行なう。また、一連の据付および現場試験の期間中にカザフスタン側への技術移転も行なう。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 施工上の留意事項

カザフスタンの冬季は気候が厳しいため、土木・基礎・据付などの施工は、3月中旬から11月下旬の間に実施する必要がある。

本プロジェクトでPVシステムを設置する場所は大学建設が進められている敷地内のため、周辺で行われる工事と調整・連携をとる必要がある。施工計画を策定する際や実際の施工の際には、大学関係者、大学施設建設業者との間での十分な調整が望まれる。

また、建設工事全般の安全と衛生に関し、同国の建設工事従事者安全・衛生基準である SNiP RK 1.03-05-2001 を遵守する必要がある。

(2) 各種工事の協調

PV システム設置サイト内では、コンクリート基礎の打設、接地、地下配管、架台組み立て、太陽光モジュール据付、配線等の電気設備工事、電気室の建設工事、10 kV 配電線への接続工事など、土木、建築、電気等業種の異なる工事を協調・連携しながら実施する必要がある。原則として、基礎打設、設置、地下配管、架台組立工事は、太陽光モジュールの据付工事、配線工事に先行して完了していることが望ましいが、他方、電気室の建設と配電などの一部工事は並行しての実施されることが予想されたため、各種工事間の協調・連携が重要となる。

(3) 調達上の留意事項

資機材の調達に当たり、可能な限り現地の資機材を活用する方針とし、コンクリート基礎ならびに架台、電気室については現地調達の資機材を採用する。他方、主要機材に加え、接続箱、分電盤等の周辺機器については、現地調達が困難なことから、すべて日本からの調達とする。日本で調達する資機材は、いずれもコンテナ積載が十分可能な寸法なため、全資機材とも 40 フィートドライコンテナ詰めとする。

日本で調達する機材は、中国の港湾で陸揚げされ、鉄道でアスタナ市内の保税區まで輸送さ

れ、同保税区内で通関となる。保税区内から設置地点までは市街地で 10 km 以内と至近であり、PV システムの設置場所は幹線道路に面しているため、資機材の内陸輸送は比較的容易である。

なお、工程を効率的に組むためには、資機材の据付に対応して発送することが望ましく、本プロジェクトの請負業者は、調達、製造、輸送、搬入納期が適時に行われるよう一貫した調達管理を行なうことが求められる。

本プロジェクトで設置する PV システムを構成する機材は、アスタナ市における冬季の低温に対応した寒冷地仕様とする必要がある。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

(1) 施工区分

本プロジェクトにおける日本側とカザフスタン側の施工区分を下表に示す。なお、対象施設・設備の工事は、日本側が一貫して管理する。

表 3-4 施工／据付区分

No.	項目	日本側	カザフスタン側
1)	工事作業に必要な用地確保		○
2)	工事に必要な用地の無償提供および障害物の除去、整地		○
3)	アレイ用コンクリート基礎打設、架台組立	○	
4)	接地、地下配管溝設置	○	
5)	電気室の建設	○	
6)	PV システムの据付け、試験、引渡し	○	
7)	系統連系設備(変圧器、開閉器盤、引き込み用ケーブルなど)の据付け・試験・引渡し	○	
8)	センサ、データ管理・監視装置の取付け	○	
9)	引き込みケーブルの接続	○	
10)	屋内・外表示装置の取付け	○	
11)	PV サイトを囲むフェンスおよびゲートの設置		○

(調査団作成)

(2) 調達区分

本プロジェクトにおける調達区分は表 3-5 のとおりである。主要機材はすべて日本での調達とするが、土木資材、鋼材などについては可能な範囲で現地調達を励行する。

表 3-5 資機材等調達先区分

No.	項目	日本	現地調達
電気機器および部品			
1)	太陽光モジュール	○	
2)	架台		○
3)	接続箱	○	
4)	パワーコンディショナ	○	
5)	系統連系変圧器・開閉器盤	○	
6)	センサ、データ管理・監視装置および表示装置	○	
7)	電線・ケーブル類	○	
土木、建築資材			
8)	鉄筋コンクリート用資材(セメント、骨材、鉄筋)		○
9)	架台用鋼材、ボルト、ナット類		○
10)	電気室用資機材(空調、屋根板、扉など)		○

(調査団作成)

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

施工監理／調達監理を遂行するにあたり、特に下記事項に留意して体制を確立する。

- a) 業務計画の実施に至る背景を理解する。
- b) 基本設計調査報告の内容を把握する。
- c) 環境・気候変動対策無償資金協力の仕組みを理解する。
- d) 二国間で締結された交換公文の内容を把握する。
- e) 現地の施工条件を十分考慮する。
- f) 将来も含めた本プロジェクトに関するステークホルダーを把握する。
- g) ソフトコンポーネントを実施する意義を十分に理解し、実施する。

上記項目を踏まえた施工監理／調達監理の留意事項、業務内容などについて以下に示す。

(1) 施工監理の留意事項

コンサルタントは、本プロジェクトが所定の工事期間に確実かつ安全に実施されるよう、工事全般にわたり工事請負業者に対して監理・指導を行なうものとし、次の項目に留意して施工監理を遂行する。

- a) 工程監理
 - i) 請負業者の作業開始前にカザフスタン側の分担作業の進捗状況を確認する。
 - ii) 請負業者による工事とカザフスタン側の協力体制を確認し、双方の調整を図る。
 - iii) 工程調整会議を適宜開催し、計画全体の工程監理および工程調整を行なう。工程調整会議は、現場工事期間中は毎週、また、現場試験中は毎日開催する。
- b) 安全監理
 - i) 実施機関ならびに大学関係者に作業の実施内容と安全対策を説明する。
 - ii) 作業前の安全確認を励行する。

- iii) 同じ場所で複数の作業が実施される場合は、お互いの作業内容および工程を認識させ、災害防止を図る。
 - iv) 資機材の搬入・搬出作業に際し、大学の既存設備内を通過せざるを得ない場合は、安全担当者の監視下で行なう。
 - v) 資材置き場に関する説明と確認を、カザフスタン側(実施機関、大学、必要に応じてアスタナ市役所)と行なう。
 - vi) 高圧配電線および充電部付近の作業は、安全担当者の監視下で行なう。
 - vii) 開口部や充電部の周りは、ロープで区画し、危険防止を図る。
- c) 品質監理
- i) 請負業者に資機材に関する承認用図面および仕様書の提出を義務付け、仕様及び品質が契約仕様書と合致していることを確認する。
 - ii) 主要資機材の工場試験に立合い、それらが承認図および仕様書どおりに製作されていることを確認する。
 - iii) 工事の成果は、現場試験により確認する。

(2) 調達監理の留意事項

1) 機器の設計

本プロジェクトで調達するPVシステムや周辺機器の設計において、特に系統連系設備に関し、既存設備との構造的なインターフェースを考慮して、性能的な整合性が確保されるよう留意する必要がある。

2) 輸送監理

現場作業が決められた工程に従って円滑に実施されるためには、本プロジェクトで調達する資機材を計画に合わせて遅滞なく現場へ輸送することが重要である。本邦からアスタナの現場までの輸送は、海上および陸路を合わせて約1ヶ月かかると予想されることから、本プロジェクトの請負業者は、資機材の手配・調達、製造などが適時に行われるよう留意し、各経由地での通関手続きなどに時間がかかり本プロジェクトの進捗に影響を及ぼさないよう、きめ細やかな輸送管理を実施する必要がある。コンサルタントは適宜請負業者を指導・監督するとともに、カザフスタン側の免税措置が十分かつ円滑に実施されるよう監理する。

3) アフターサービス体制

本プロジェクトの完了後も、請負業者は故障時の対応、スペアパーツの供給などのアフターサービスの提供が必要であるため、当該資機材及び設備の引き渡し後の連絡体制についても十分に配慮する必要がある。

(3) コンサルタントの施工監理・調達監理業務

a) 入札補助業務

入札公告、質問・回答、入札の立ち会い、入札結果の評価、契約交渉の補助及び業者契

約の立ち会いなど調達代理機関の入札業務を補助する。

b) 施工期間中の監理業務

着手前関係者協議、実施設計図面・計算書・施工計画書などの承認、出荷前製品検査、現地据付工事監理、工事期間中の業務報告書の作成、竣工検査など施工期間中の監理業務を実施する。

c) 据付工事完了後の業務

竣工証明書の発行、竣工引渡し手続、最終業務報告書作成および引渡し後 1 年後に実施される瑕疵検査を実施する。

(4) コンサルタント担当者

コンサルタント業務を円滑に実施するために、類似業務の経験が豊富であり本プロジェクトの内容を十分に理解している者をプロジェクトの業務主任とし、入札業務、承認図審査および製品検査、工事監理業務を担当する各スタッフによる実施体制を構築する。

a) 業務主任

本プロジェクトの背景・目的を十分理解し、業務全般の監理業務を行ない、得に全体的な工程監理と施工期間中の進捗状況を把握し、必要に応じて適切な指示・アドバイスを各担当に行なう。

b) 実施設計担当者

策定された基本計画に基づき、計画遂行に必要な機器仕様、機器配置、施工計画、工事費などを見直す。

c) 入札業務担当者

入札書類を取りまとめ、入札告示、入札立ち会い、入札書類評価、契約交渉、契約立ち会い業務などを行なう。

d) 承認図審査および製品検査担当者

請負業者が提出する承認用図面、据付図面、計算書などを審査し、承認または再提出を求めるとともに、機材の出荷前に製品検査を行なう。

e) 常駐管理者(工事監理担当者)

常駐監理者が、工事着工より竣工までの現場における業務を監理する。また、電気設備の専門技術者が必要時期に現地に滞在し、監理業務を行なう。

3-2-4-5 品質管理計画

本プロジェクトで調達する資機材及び工事の品質管理は次の方法で実施する。

1) 図面審査

請負業者に全ての資機材および施工計画に関する図面の提出を義務付け、コンサルタントはそれらの仕様および品質が契約仕様書と一致していることを確認する。

2) 工場試験

原則として、調達資機材は出荷前に工場試験を実施する。コンサルタントは PV パネルやパワーコンディショナなどの主要機器の工場試験に立会い、それらが承認図面及び仕様書通りに製作されていることを確認する。

3) 船積み前検査

調達機材の船積み前に、第 3 者の検査機関により、パッキングリストの照合などの船積み前検査を実施し、調達機材が確実に船積みされることを確認する。

4) 現場試験

現場での据付工事の成果は、据付検査及び現場試験により確認する。現場試験は、個々の機器の機能を確認するための運転前試験と、全ての納入機器を運転して行なう総合性能試験に分けて実施する。なお、現場試験は請負業者が主導で実施し、コンサルタントとカザフスタン側実施機関の担当者がそれに立ち会う。

5) 瑕疵保証

本プロジェクトで調達する機器は全て瑕疵保証の対象とし、その保証期間は 1 年間とする。瑕疵補償期間の切れる直前に、実施機関、業者およびコンサルタント立会いの下、瑕疵検査を実施する。

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 資機材の調達元

PV システムを構成する主要機材は、架台を除き、すべて本邦調達とする。

土木・建築用資材については、セメント(耐硫酸塩ポルトランドセメント)、骨材、鉄筋用鋼材(SD295A 相当品の A400(A3))、架台用鋼材(SS400 相当品の St4 チャンネル材、アングル材、平材等)および同鋼材の溶融亜鉛メッキ処理は、現地調達が可能なことを確認している。

ボルト、ナット、ワッシャーには、可能な限りステンレス(SUS304 相当品:GOST 5632-72 による 08Ch18N10 等)を利用するが、これら部品は輸入品(中国、ロシア製が主)であるものの、現地調達が可能なことを確認している。

(2) 輸送計画

本プロジェクトで納入される PV システムは原則として本邦にて調達される。本邦からの調達品は、中国のチンタオ(青島)港までは海上輸送とし、その後、鉄道輸送にて中国国境のドステーク駅での積み替えを介し、カザフスタンのアスタナ駅保税區まで運搬する計画である。アスタナ駅到着後、保税區よりトラック輸送にて大学敷地内の資機材置場まで運搬する。なお、鉄道駅敷地内の資材置き場に直接トレーラーの搬入が可能である。

表 3-6 輸送計画

設置場所	輸送ルート	輸送手段
ナザルバエフ大学敷地内	横浜港(日本)	↓ 海上輸送 (約 10 日) ↓ 鉄道輸送 (約 20 日) ↓ トレーラー (約 2 日)
	チンタオ(青島)港	
	アスタナ駅保税區	
	サイト(アスタナ市)	

(調査団作成)

なお、土木資材はアスタナ市内にて入手可能なため輸送日数は考慮していない。

(3) 交換部品の範囲

PV システムの初期性能を維持するため、本プロジェクトでは、5 年間の運転・保守に必要な交換部品をあわせて調達する。これら交換部品は、カザフスタンでの調達が困難なため、すべて本邦調達とする。雷害や故障による運転中止期間を極力少なくするため、以下の交換部品を予め調達する。

- a) PV モジュールの交換部品として、総 PV 容量の 1%相当枚数を調達する。
- b) パワーコンディショナは、単機出力容量を有する 1 機を交換部品として調達する。加えて内蔵アレスター、換気用ファン、フィルターを必要数調達する。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

機材据付完了後、メーカーの専門技術者が、実際に運転・維持管理を実施する運転員に対して、機器単体の調整、試運転および PV システム全体の初期操作指導を行なう。PV システムの運用指導は、ソフトコンポーネントで実施する。以下に、指導内容を示す。

表 3-7 初期指導・運用管理計画

指導項目	指導内容	実施期間
PV モジュール調整	PV モジュールの基礎知識と取り扱い、維持管理方法の指導	約 1 週間
パワーコンディショナ調整	パワーコンディショナの起動・停止、非常時の運転操作など初期操作および運用・維持管理方法の指導	約 1 週間
データ収集装置調整	データ収集装置の初期操作、運用・維持管理方法の指導	約 1 週間
PV システム操作	PV システム全体の起動・停止、非常時の運転操作など初期操作および運用・維持管理方法の指導	約 2 週間

(調査団作成)

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

本プロジェクトはカザフスタン初の再生可能エネルギー発電の系統連系ケースとなるが、カザフスタン側には PV システムを系統連系において円滑に運転する経験・能力が蓄積されていない。

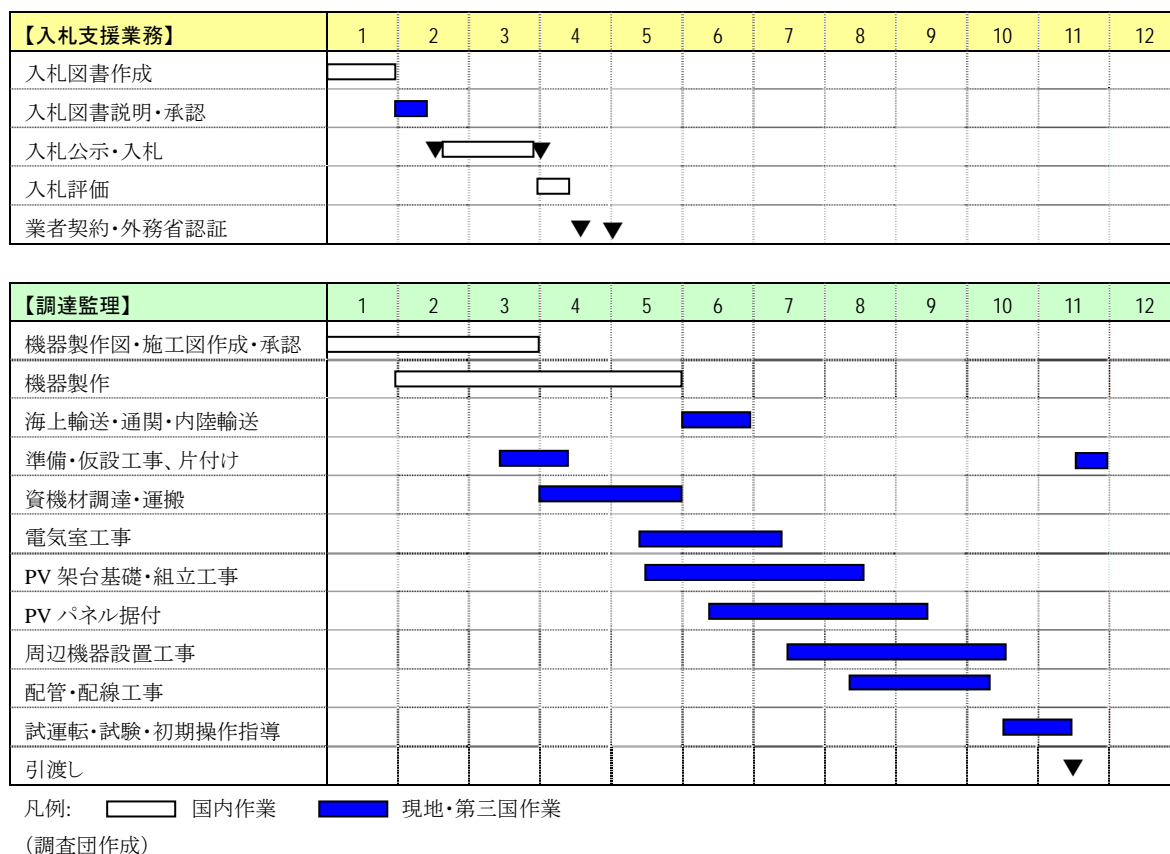
そのため、①プロジェクトの円滑な立ち上がりを促進し、プロジェクト完成後は、②その成果の持続性確保を目指した、ソフトコンポーネントによる支援が必要である。

計画するソフトコンポーネントの内容を添付-6のソフトコンポーネント計画書に示す。

3-2-4-9 実施工程

本プロジェクトの実施工程を下表に示す。

表 3-8 事業実施工程表



入札支援業務については入札図書の作成から業者契約の外務省認証までを4ヶ月、調達監視業務については、製作・施工図面作成から引渡し・片付けまでの全体工期を11ヵ月と計画した。ただし、実際の工程を作成する際には、冬期(特に12月～3月)は土木・基礎工事などの屋外工事が困難なことを考慮する必要がある。

3-3 相手国側分担事業の概要

本プロジェクトが実施される場合のカザフスタン側の分担事項は以下のとおりである。

- 1) PVシステム設置のための用地の確保、整地およびフェンス・ゲートの設置
- 2) 電力販売ライセンスの取得と地域配電会社との売電契約締結

- 3) 関連部局からの環境認証や建築許可の取得
- 4) 関係者への大学構内立入許可証の発行
- 5) 日本に口座を開設する銀行手数料(B/A)および支払手数料(A/P)の負担
- 6) 資機材輸入の免税措置(関税の免除)、通関手続きおよび速やかな国内輸送のための支援
- 7) 本プロジェクトに従事する日本人あるいは第三国人がカザフスタンへ入国および滞在するために必要な法的措置の支援
- 8) 本プロジェクトに従事する日本人あるいは第三国人および実施に必要な物品/サービス購入の際の免税措置(VATの免除)
- 9) 調達機材の適切な運営、維持管理
- 10) 本プロジェクト実施上必要となる経費のうち、日本国の無償資金協力によるもの以外の経費の負担
- 11) 本プロジェクトにおいて住民または第三者と問題が生じた場合、その解決への協力

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

本プロジェクトの完成後に PV システムの運転・保守を担当する NU は、問題なくその業務を実施するための適切な体制を構築することが要求される。NU によれば、その傘下に大学内設備の維持管理を専門に実施する管理会社を設立中であり、その管理会社が本件の PV システムを維持管理する計画であるとのこと。その管理会社は運転マニュアルや機器仕様を含む工事完成図書を整備を行い、運転・保守の日報や故障・事故時の報告書を義務付けるなどの基準・規程を作成し、その運転員に遵守させることが必要である。設置される PV システムの運用には技術的知識が求められる。運転・保守チームの中心には電気設備に関する知識・技術力のある要員を配置する必要がある。

維持管理のための主な点検項目、方法、内容を表 3-9 に示す。

表 3-9 主な維持管理項目

点検項目	点検方法	点検内容
日常点検 (毎日)		
PV アレイ	目視点検	・破損、腐食および鏽
接続箱、集電箱	目視点検	・破損および腐食 ・接続ケーブルの損傷
パワーコンディショナ	目視点検	・破損および腐食 ・接続ケーブルの損傷 ・通気確認 ・異音、振動、異常な熱 ・故障、異常ランプ ・発電状況

点検項目	点検方法	点検内容
定期点検(1回/年程度・ただし日常点検で不審点や異常があった場合は都度行なう)		
PV アレイ	目視点検	・接地線の接続 ・接続端子の緩み
接続箱、集電箱	目視点検	・接地線の接続 ・接続端子の緩み
	測定、試験	・絶縁抵抗測定 ・開放電圧測定
パワーコンディショナ	目視点検	・配線の異常 ・通気フィルターが目詰まり
	測定、試験	・発電状況、表示状況確認 ・動作状況確認

(調査団作成)

本プロジェクトの施工中に、運転・保守に携わる要員を可能な限り建設工事に参画させ、コンサルタントおよびメーカーの指導を受けながら PV システムに習熟することは効果的である。

本プロジェクトでは、維持管理に関わる特殊工具およびスペアパーツも調達する。特殊工具の使用方やシステム故障時の対応(トラブルシューティング)については、運転・保守要員に対してソフトコンポーネントを実施する。

また、PV システムが運転開始する際には高圧(10 kV)側の運転維持管理に関し、地域配電会社の支援を仰ぎ、その指示に従うことが不可欠となる。

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 カザフスタン側負担経費

カザフスタン側の費用負担分を表 3-10 に示す。

表 3-10 カザフスタン側負担の概算総事業費

項目	経費
1. 据付用地の整地費用	KZT 2.58 百万 (1.56 百万円)
2. フェンス・ゲートの設置費用	KZT 5.83 百万 (3.53 百万円)
合計	KZT 8.41 百万 (5.09 百万円)

(調査団作成)

上記の他に、銀行取極め(B/A)手続き費用、支払い授權書(A/P)発給費用、カザフスタンへの輸入許可取得及びそのための費用の負担がある。

3-5-2 運営・維持管理費

PV システムの運転・維持管理を担当する JSC New University Astana が負担すべき年間維持管理費を表 3-11 のように算定する。

表 3-11 系統連系 PV システムの維持管理費

項目	年間維持管理費
1. 日常業務の人的費	KZT 1,620,000 (982,000 円)
2. 機材費(兼予備費)	KZT 1,420,000 (861,000 円)
合計	KZT 3,040,000 (1,843,000 円)

(調査団作成)

系統連系 PV システムは、基本的にメンテナンスフリーであり運営・維持管理業務を行なう要員の投入量は少ない。実際に運用保守業務を行なうエンジニアレベルの要員投入量を月に 0.5 人月、管理者レベルの投入量を月に 0.2 人月と仮定する。ナザルバエフ大学のエンジニアレベルおよび管理者レベルの平均的な給与を、それぞれ KZT 170,000/月、KZT 250,000/月と推定し、これより年間人件費は、KZT 1.62 百万(= $(0.17 \times 0.5 + 0.25 \times 0.2) \times 12$ ヵ月)となる。

系統連系 PV システムの構成部品に短期間で交換の必要となる部品や消耗品は含まれない。このため、具体的な機材を想定した積み上げによる機材費算定は行わず、機材調達費(861 百万円)の 0.1%、861 千円/年を計上する。この機材費分は交換部品など機材購入の必要が無ければそのまま積み立て、将来寿命による部品交換に備えるとともに、偶発的な事故や故障への緊急時に活用する予備費とする。

全体の年間維持管理費は KZT 3,040,000 と算定される。一方、PV システムの推定年間発電量は 1,088,408 kWh であり、これに 2009 年 6 月現在の同地域の家庭用電気料金 KZT 6.04/kWh を乗じて、約 KZT 6,574,000 電気料金の節減が可能と予測され、十分に年間の維持管理費用を捻出可能である。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

カザフスタンは、11 月下旬から 3 月まで日中でも気温は零下となり、冬季の気温が -40°C を下回ることもある。したがって、事業実施にあたっては、以下について留意する必要がある。

- 1) 調達機材は、寒冷地でも問題なく動作するものとし、仕様にも明記する。
- 2) 冬季はコンクリート打設作業が困難であることから、その期間には同作業を行わない施工計画とする。
- 3) 冬季に地面が凍結し、その影響により地盤が浮沈することから、PV アレイ用架台基礎の設計は、地面の凍結深度を考慮する。
- 4) 制御装置(精密機器)が設置される電気室は、冬季でも室内が零下にならないよう断熱設計とし、暖房機器を設置する。

上記事項の他、以下について留意する必要がある。

- 1) カザフスタンでは再生可能エネルギーによる系統連系および系統への逆潮流による売電の実績がないため、接続先となる地域配電会社との系統連系に係る技術的な協議、売電契約交渉に関して、コンサルタントによるソフトコンポーネントによりNUをサポートする必要がある。
- 2) プロジェクトサイトは大学敷地内であり、本プロジェクトの工事が大学の第2期以降の本体工事と同時並行で実施される可能性があることから、工事スケジュールや各工事業者の取り合いを十分調整する必要がある。

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 プロジェクトの前提条件

4-1-1 事業実施のための前提条件

KC は以下の事項を事業実施前に行わなければならない。

- 1) 住民移転を含む据付用地の取得手続き
- 2) 据付用地上の障害物の撤去および整地
- 3) 修正 EIA の実施、あるいは修正 EIA の必要性の確認
- 4) 建築許認可の取得

4-1-2 プロジェクト全体計画達成のための外部条件

本プロジェクトの効果を最大限に発現させ、維持し、設備の今後の長期連続運転を実現するためには、本プロジェクト実施後、以下にあげる項目がカザフスタン側により実施されることが必要不可欠である。

- ① カザフスタンには PV システムを含む再生可能エネルギーによる発電設備を系統連系するための法制度は整備されているものの、その詳細である系統連系技術基準や売電価格の決定方法などが整備されていない。早急に系統連系のための技術基準を整備すべきであり、また、欧州諸国や日本でも採用されている固定価格買取制度 (Feed-in Tariff (FIT) 制度) など、再生可能エネルギー発電設備の普及促進にインセンティブを持たせるような国家施策を実施すべきである。
- ② PV システムの運営・維持管理を担当する JSC Nazarbayev University (NU) は、本プロジェクトで調達した設備の発電所としての機能を維持するため、システム全体の運営・維持管理に対する予算を確保する必要がある。例えば、本 PV システムからの電力により年間約 657 万 KZT (約 380 万円) の電気料金が節減されると推定されるが、第 3 章 3-5-2 節にて述べたとおり、その約 46% に当たる 300 万 KZT 程度をスペアパーツの購入などの運営・維持管理費用に当てることを推奨する。
- ③ NU は PV システムの性能維持、設備障害の早期発見、事故の未然防止を目的として、保守点検を計画的に実行する必要がある。そのためには PV システムや系統連系に関する技術者・運転員を育成し、運営・維持管理の標準マニュアルを整備する必要がある。
さらに、その保守点検記録や事故・故障の記録をデータベース化し、将来の運営・維持管理計画の策定や予算の確保のために有効に活用する必要がある。

さらに、JICA は平成 21 年度技術協力(地域別研修)として「中央アジア・コーカサスグリーン開

発メカニズム案件形成促進」コースを、カザフスタンをはじめ、キルギス、タジキスタンおよびウズベキスタンの計4カ国より研修生を本邦に招待し、CDMに関する研修を実施した。今後も同様の研修を実施するとともに、例えば「PVシステム全般」、「再生可能エネルギー発電の系統連系技術」などの研修コースを開催することにより、本プロジェクト実施による裨益効果が一層高まることが期待される。

また、本プロジェクトに直接関係する他ドナーの計画はないが、カザフスタンでは第1章1.4節で述べたような国際ドナーによる再生可能エネルギー普及支援の様々な取り組みが行われており、これらのそれぞれの支援を通じて、カザフスタン国民による再生可能エネルギーへの関心・意識が高まることにより、それぞれの取り組みが相乗効果をもたらすと考える。

4-2 プロジェクトの評価

4-2-1 妥当性

本プロジェクト実施の妥当性について、以下の通り考察する。

1) 国家計画との整合性

カザフスタン政府は、国家の重要施策として、2015年までに国内の全発電量に占める代替エネルギーの割合を現状の1%以下から5~7%に引き上げる目標を掲げるなど、代替エネルギーの導入に積極的である。また、同施策を受けて、2009年6月には「代替エネルギー活用支援法」が施行されるなど、再生可能エネルギー導入促進のための枠組みが整備されるなど、本プロジェクトの実施はカザフスタンの国家計画と整合性が取れている。

2) 展示効果

ナザルバエフ大学は2010年6月に第1期工事が完成し、同年7月に開学式が催された。同大学は、2012年に第2期工事が完成した時点で、学生数4,000人を擁する総合科学技術大学となる計画である。本プロジェクトで導入予定のPVシステムは、カザフスタンの将来発展を担う知識層となる学生達に再生可能エネルギーを日常より目に触れ理解を深める機会を創出する。

大統領令により建設されている同大学は、カザフスタンへの最新技術導入の育成を目指す学術機関となり、学内には再生可能エネルギーや核エネルギーなどの研究機関が創設される計画となっており、学内で国際学会等が開催される機会も多くなる。したがって、本プロジェクトで導入予定のPVシステムは、国内外の多くの知識人・研究者の目に止まることが期待される。また、同大学の正門前はアスタナ空港から市街地を結ぶ幹線道路となっており、首都アスタナ市を訪れる多くの観光客をはじめ、ビジネス客、アスタナ市住民の目に止まるため、展示効果を期待するには適当な設置場所である。このような展示効果を通じて、温室効果ガス削減に寄与する再生可能エネルギー開発への啓発・理解が広く期待される。

- 3) 我が国に優位性のある技術・ノウハウの積極的活用
カザフスタンでは実証試験や研究目的のため、小規模独立・分散型のPVシステムの導入実績はあるが、本件のような電力系統連系型システムの導入実績はない。日本では既に系統連系型システムは実用段階に入っており、その導入実績も多い。したがって、本プロジェクトで系統連系型のPVシステムを導入するにあたり、我が国の技術・ノウハウを十分に活用することができる。
- 4) 持続的な維持管理体制の構築
カザフスタン側のプロジェクト実施体制に問題はないと判断されるが、同国にとって系統連系型のPVシステムの導入は初めての経験であり、メーカーの専門員による技術指導やコンサルタントによるソフトコンポーネントにより、技術移転・人材育成を実施し、持続的な運営・維持管理体制を整備することにより、再生可能エネルギーの普及に繋がることが期待される。
- 5) 環境面の影響
本プロジェクトにおいて、機器の据付け工事時に多少の騒音・振動が発生するおそれがあるが、プロジェクトサイト周辺には民家も少なく施工場所からも十分に離れているため、交通安全などの一般的な配慮事項を施工時に遵守すれば、周辺住民ならびに周辺環境に特別な影響を与えることはない。

以上より、本プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施することの意義は大きく、その妥当性は高いと判断する。

4-2-2 有効性

(1) 定量的効果

プロジェクトの実施の定量的効果として以下の事項が挙げられる。

- 1) 年間発電電力量: 1,088 MWh/年
- 2) 年間二酸化炭素排出量の削減: 1,633 t-CO₂/年

(2) 定性的効果

1) 再生可能エネルギーの導入促進

本プロジェクトにて「代替エネルギー活用支援法」の施行下で系統連系を行うことはカザフスタンで初のケースとなり、今後の再生可能エネルギー利用発電設備の導入や、その売電の普及促進に繋がる。

また、本プロジェクトにて実施するソフトコンポーネントにより、系統連系されたPVシステムに関わる運営・維持管理、トラブルシューティングの技術移転を行うことにより、PV技術者のみならず、系統側の技術者の育成にも貢献する。

2) デモンストレーション効果

ナザルバエフ大学は第 2 期建設工事の竣工時には社会科学系学部、医学部、工学部、理学部などを含む総合科学技術大学となり、学生数は 4,000 人、教師等スタッフ数は 700-800 人となる計画である。その他、構内には再生可能エネルギーや核エネルギーなどの研究機関が設立される予定であり、国際会議場も併設されるなど、海外からの要人の来訪も多数期待されている。

本プロジェクトにて、大学構内の 4 箇所に PV システムの発電量、CO₂削減量などをリアルタイムで表示するモニタを設置し、上述の大学関係者はもとより、近隣住民などの大学利用者にも本プロジェクトの実施による効果をアピールできる。

3) 啓発効果

本プロジェクトにて実施する PV システムの普及啓発活動のソフトコンポーネントにより、政府・大学関係者のみならず一般市民に対して太陽光発電の効果・役割、地球温暖化対策への理解を深め、エネルギーの効率的な利用や環境問題に対する意識の向上が期待される。

付属資料

資料-1 調査団員・氏名

資料-2 調査行程

資料-3 関係者(面会者)リスト

資料-4 討議議事録(M/D)

資料-5 ソフトコンポーネント計画書

資料-6 概略設計図

資料-1

調査団員・氏名

調査団員・氏名 (Member of the Survey Team)

1. 西宮 宜昭 (Mr. Noriaki NISHIMIYA)*1
総括 (Leader)
独立行政法人国際協力機構 経済基盤開発部 審議役
(Executive Advisor to the Director General, Economic Infrastructure Department, JICA)
2. 丸山 英朗 (Mr. Hideaki MARUYAMA)*2
総括 (Leader)
独立行政法人国際協力機構 キルギス・カザフスタン事務所 事務所長
(Resident Representative, Kyrgyz Republic and Republic of Kazakhstan, JICA)
3. 高橋 了 (Mr. Satoru TAKAHASHI)*1
協力政策 (Cooperation Policy)
外務省 国際協力局 開発協力総括課 課長補佐
(Deputy Director, Development Assistance Policy Coordination Division, International Cooperation Bureau, Ministry of Foreign Affairs)
4. 佐納 秀美 (Ms Hidemi SANO)*1
調達事情 (Planning Procurement Management)
クラウンエイジェンツ グラントマネージャー
(Grant Manager, Crown Agents)
5. 西形 康太郎 (Kohtaro NISHIGATA)*2
計画管理 (Project Management)
独立行政法人国際協力機構 経済基盤開発部 運輸交通・情報通信第二課 調査役
(Assistant Director, Transportation and ICT Division 2, Transportation and ICT Group, Economic Infrastructure Department, JICA)
6. 福永 淳一 (Mr. Junichi FUKUNAGA)
業務主任/設備計画 (Consultant Team Leader / Equipment Designer)
日本工営株式会社 (NIPPON KOEI Co., Ltd.)
7. 坪内 昭朗 (Mr. Akiro TSUBOUCHI)
太陽光発電システム/制度・基準 (PV System Expert / Institution & Standards Expert)
日本工営株式会社 (NIPPON KOEI Co., Ltd.)
8. 加藤 義彦 (Mr. Yoshihiko KATO)
機材計画 (Equipment & Facility Planner)
日本工営株式会社 (NIPPON KOEI Co., Ltd.)
9. 奈良崎 潮祥 (Mr. Tomoyoshi NARAZAKI)
建築設計/環境社会配慮 (Architect Designer / Environmental & Social Expert)
日本工営株式会社 (NIPPON KOEI Co., Ltd.)
10. 徳永 良介 (Mr. Ryosuke TOKUNAGA)
調達計画/積算 (Procurement Planner / Cost Estimator)
日本工営株式会社 (NIPPON KOEI Co., Ltd.)
11. 松田 真佐子 (Ms. Masako MATSUDA)
通訳 (Interpreter)
日本工営株式会社 (NIPPON KOEI Co., Ltd.)

*1 第一次現地調査時

*2 概要書説明時

資料-2

調查行程

第1次現地調査スケジュール

No.	月日	曜日	宿泊地	官団員			コンサルタント					
				西宮	高橋	佐納	福永	坪内	加藤	奈良崎	徳永	松田
1	2009/12/8	火	ALA				移動 NRT-ICN-ALA			移動 NRT-ICN-ALA		
2	2009/12/9	水	ALA				KRIECとの協議/IT-City 現場視察・協議			KRIECとの協議/IT-City 現場視察・協 議		
3	2009/12/10	木	ALA				NIF/KAZGORとの協議			NIF/KAZGORとの協議		
4	2009/12/11	金	ALA				AZK/KEGOCとの協議		移動 NRT-ICN- ALA	AZK/KEGOCとの協議		
5	2009/12/12	土	ALA				KRIECとの協議/IT-City 現場視察					
6	2009/12/13	日	TSE				移動 ALA - TSE					
7	2009/12/14	月	TSE				KC, NUAとの協議/Astana新大学現場視察、Sembolとの協議					
8	2009/12/15	火	TSE				KCとの協議/Astana Energy Serviceとの協議					
9	2009/12/16	水	TSE				団内ミーティング 議事録作成					
10	2009/12/17	木	TSE				Astana新大学現場調査/Sembolとの協議					
11	2009/12/18	金	ALA/ TSE	移動 NRT-ICN-ALA			報告書作成		市場価格調査		報告書作成	市場価格調 査
12	2009/12/19	土	TSE	Alatau IT-City 現場視察 移動 ALA - TSE 調査団との協議			団内ミーティング 官団員協議					
13	2009/12/20	日	TSE	KCとの協議 Astana新大学視察			官に同行	KCとの協議				官に同行
14	2009/12/21	月	TSE	大使館表敬 経済予算計画省との協議 各省合同会議			官に同行	Sembol との協議				官に同行
15	2009/12/22	火	TSE	KCとの協議 教育科学省との協議			官に同行	NUAとの協議 / NJSとの協議・現場視察				官に同行
16	2009/12/23	水	TSE	アスタナ市役所との協議 NUAとの協議 教育科学省でのMDサイン			官に同行	荏原エンジニアリングとの協議 USAIDとの協議 / GTZとの協議				官に同行
17	2009/12/24	木	TSE	KCとの協議 大使館報告			官に同行	KAZGIDROMETとの協議 / CCCCとの協議				官に同行
18	2009/12/25	金	機中	KCとの協議 移動 TSE - ALA -								
19	2009/12/26	土	帰着	移動 - ICN - NRT								

凡例 NRT: 成田
ICN: インチョン
ALA: アルマティ
TSE: アスタナ

KRIEC: Kazakhstan Research Institute for Ecology and Climate
NIF: National Innovation Fund
AZK: Alatau Zharyk
KC: Knowledge City
NUA: New University Astana
NJS: 日本上下水道
CCCC: Climate Change Coordination Center

第2次現地調査スケジュール

No.	月日	曜日	宿泊地	福永	坪内	加藤	奈良崎	徳永	松田
1	2010/2/12	金	ALA	移動 NRT-ICN-ALA			移動 FUK-ICN-ALA	移動 NRT-ICN-ALA	
2	2010/2/13	土	ALA	団内ミーティング			団内ミーティング		
3	2010/2/14	日	TSE	移動 ALA - TSE			移動 ALA - TSE		
4	2010/2/15	月	TSE/ ALA	大使館表敬 KC&NUAとの協議		移動 NRT-ICN-ALA	大使館表敬 KC&NUAとの協議		
5	2010/2/16	火	TSE	質問表作成		移動 ALA - TSE	質問表作成		
6	2010/2/17	水	TSE	KC&NUAとの協議 経済予算計画省	Project Site調査、KC&NUAとの協議、調達事情調査				KC&NUAとの協議 経済予算計画省
7	2010/2/18	木	TSE	KC&NUAとの協議	設備検討・設計	KC&NUAとの協議 建設条件調査			KC&NUAとの協議
8	2010/2/19	金	TSE	KC&NUAとの協議	設備検討・設計	KC&NUAとの協議 建設条件調査			KC&NUAとの協議
9	2010/2/20	土	TSE	団内ミーティング 収集資料整理、設備設計、図面作成					
10	2010/2/21	日	TSE	収集資料整理、設備設計、図面作成					
11	2010/2/22	月	TSE	KC&NUAとの協議	設備検討・設計	KC&NUAとの協議			
12	2010/2/23	火	TSE	設備設計、図面作成		工事業者調査	KCとの協議 工事業者調査	工事業者調査	翻訳作業
13	2010/2/24	水	TSE	KC&NUAとの協議	設備検討・設計	基礎構築会社調 査	地質・地盤専門家 との協議	基礎構築会社調 査	KC&NUAとの協議
14	2010/2/25	木	TSE	設備設計、図面作成		工事業者調査			翻訳作業
15	2010/2/26	金	TSE	Site調査		資料作成	架台、基礎の強度 設計	資料作成	Site調査
16	2010/2/27	土	TSE	団内ミーティング 設備設計、図面作成		団内ミーティング 工事業者調査			翻訳作業
17	2010/2/28	日	TSE/ ALA	設備設計、図面作成		移動 TSE - ALA	建築設計、図面作 成	移動 TSE - ALA	翻訳作業
18	2010/3/1	月	TSE/ ALA	設備設計、図面作成		工事業者調査	建築設計、図面作 成	工事業者調査	翻訳作業
19	2010/3/2	火	TSE	Site調査		工事業者調査 移動 ALA - TSE	KC&NUAとの協議 整地条件調査	工事業者調査 移動 ALA - TSE	Site調査
20	2010/3/3	水	TSE	Site調査 Minute協議・作成	Site調査 Minute協議	工事業者調査 Minute協議	地質・地盤専門家 との協議	工事業者調査 Minute協議	Site調査 Minute協議・作成
21	2010/3/4	木	TSE/ ALA	Minute協議・修正	設備設計 図面作成	輸送業者調査	移動 TSE - ALA	輸送業者調査	Minute協議・修正
22	2010/3/5	金	TSE	Minute協議・修正	設備設計 図面作成	工事業者調査 GASK調査	移動 ALA -	工事業者調査	GASK調査 Minute協議・修正
23	2010/3/6	土	TSE	図面作成、報告書作成		見積依頼書作成	- ICN - KMJ	見積依頼書作成	翻訳作業
24	2010/3/7	日	TSE/ ALA	図面作成、報告書作成		移動 TSE - ALA		見積依頼書作成	翻訳作業
25	2010/3/8	月	TSE	図面作成、報告書作成		移動 ALA - ICN - NRT		見積依頼書作成	翻訳作業

概要書説明スケジュール

No.	月日	官団員		コンサルタント			
		丸山	西形	福永	坪内	徳永	松田
1	2010/8/27			移動 NRT-ICN-ALA			
2	2010/8/28			移動 ALA - TSE			
3	2010/8/29		移動 NRT-PEK	団内ミーティング			
4	2010/8/30		移動 PEK-ALA-TSE	PVサイト予定地視察			
5	2010/8/31		大使館表敬 Knowledge City (KC)、Nazarbayev University(NU)、教育科学省、経済開発貿易省との協議				
6	2010/9/1		再生可能エネルギーセミナー出席 KC、NUとの協議				
7	2010/9/2	移動 Bishkek-ALA-TSE	環境保護省との協議 KC、NUとのMinutes協議				
8	2010/9/3	Minutes署名、大使館報告		Minutes署名、大使館報告 移動 TSE - ALA -			
9	2010/9/4	移動 TSE-ALA-Bishkek		- ICN - NRT			

凡例 NRT: 成田
ALA: アルマティ
TSE: アスタナ

資料-3

関係者(面会者)リスト

＜カザフスタン共和国側/Kazakhstan Side＞

氏名 / Name	役職 / Position
バクティバイ・カシムベコフ Baktybay Kassymbekov	カザフスタン共和国教育科学省 副大臣 Vice-minister Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
ファルハッド・クアンガーノフ Farkhad Kuanganov	カザフスタン共和国教育科学省 次官 Executive secretary Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
バキイト・クトゥバエフ Bakyt Kutubaev	カザフスタン共和国教育科学省 国際協力・科学技術活動編成部 部長 Chief of International Cooperation and Organization of Science-technical activity Department Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
ベクティル・バイジャーノフ Bektur Baizhanov	カザフスタン共和国教育科学省 科学委員会 副議長 Deputy chairman of the Committee of Science Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
アスハット・イェルガビロフ Askhat Yergabylov	カザフスタン共和国教育科学省 科学委員会 専門家 Expert of the Committee of Science Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
ビビグル・ウテプカリエヴァ Bibigul Utepkaliyeva	カザフスタン共和国教育科学省 高等・卒後教育局調整業務・国際協力課 課長 Head of the office of Coordination Work and International Cooperation Unit Department of Higher and postgraduate education Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
アイナグル・マナバエヴァ Ainagul Manabayeva	カザフスタン共和国教育科学省 財務局 Finance Department Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
タチヤナ・ヌルガジャエヴァ Tatyana Nurgazhayeva	カザフスタン共和国教育科学省 財務局 Finance Department Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
アルマグル・クルトウマノヴァ Almagul Kurtumanova	カザフスタン共和国教育科学省 戦略開発局 Department of Development strategy Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
アズマツト・トゥラバエフ Azmat Turabaev	カザフスタン共和国教育科学省 学術委員会 Science Committee Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan
トレバイ・アディロフ Tolebay Adilov	カザフスタン共和国環境保護省 京都議定書部 部長 Director of the Kyoto Protocol Department Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan
ヌルラン・ジャンバエフ Nurlan Zhanbaev	カザフスタン共和国環境保護省 京都議定書部 主任専門家 Senior Expert of the Kyoto Protocol Department Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan
アリーシャ・アビシェヴァ Alisya Abisheva	カザフスタン共和国環境保護省 環境監査課 主任専門家 Senior Expert of environmental assessment Division Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan
アシュハット・コジバエフ Askhat Kozybayev	カザフスタン共和国環境保護省 京都議定書部 専門家 Expert of the Kyoto Protocol Department Ministry of Environmental Protection of the Republic of Kazakhstan
メイリジャン・ユスポフ Meirzhan Yussupov	カザフスタン共和国経済予算計画省 投資政策局 副局長 Deputy Director of Investment Policy Department Ministry of Economy and Budget planning of the Republic of Kazakhstan
ビビグル・マセルバエヴァ Bibigul Masserbayeva	カザフスタン共和国経済発展貿易省 対外援助調整課 課長 Head of Division for External Aid Coordination Ministry of Economic Development and Trade of the Republic of Kazakhstan
カイラット・ラヒーモフ Kairat Rakhimov	カザフスタン共和国エネルギー・鉱物資源省 エネルギー効率・省エネルギー・再生可能エネルギー局 主任専門家 Chief Expert of Energy Efficiency, Energy Saving and Renewable Energy Dept. Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan

氏名 / Name	役職 / Position
バヒジャン・バルマガンベトフ	カザフスタン共和国産業貿易省 地域生産部門開発局 課長
Bakhytzhан Barmagambetov	Director of the Department of Territorial-Industrial Development Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan
キムバット・ブラムベコーヴァ	カザフスタン共和国産業貿易省 地域生産部門開発局 主任専門家
Kymbat Burambekova	Chief Expert of the Department of Territorial-Industrial Development Ministry of Industry and Trade of the Republic of Kazakhstan
ヴァシリー・クリーロフ	アスタナ市役所 副市長
Vassily Krylov	Deputy Mayor of Astana City Administration
ニコライ・イサキン	アスタナ市役所 エネルギー・公共事業局技術モニタリング課 課長
Nikolai Isakin	Head of the Section of Technical Monitoring Energetic and communal economy department Astana City Administration
リヤザット・カナフィナ	アスタナ市役所 エネルギー・公共事業局技術モニタリング課 コンサルタント
Lyazzat Kanafina	Consultant of the Section of Technical Monitoring Energetic and communal economy department Astana City Administration
ヌルラン・アイマガンベトフ	公社「ASTANA KNOWLEDGE CITY」 取締役会長
Nurlan Aimaganbetov	Chairman of the Board JSC «ASTANA KNOWLEDGE CITY»
カナット・バイガーリン	公社「ASTANA KNOWLEDGE CITY」 学術担当部長
Kanat Baigarin	Director of the academic affairs JSC «ASTANA KNOWLEDGE CITY»
オイラト・バイガーリン	公社「ASTANA KNOWLEDGE CITY」 研究・実験用技術設備担当顧問
Oirat Baigarin	Adviser of Laboratory technical facilities JSC «ASTANA KNOWLEDGE CITY»
ヌルラン・ルスケルディン	公社「ASTANA KNOWLEDGE CITY」 取締役会 建設問題担当副会長
Nurlan Rskeldin	The vice-president of the Board on building JSC «ASTANA KNOWLEDGE CITY»
マラット・カキーモフ	公社「ASTANA KNOWLEDGE CITY」 技術・生産課 課長
Marat Kakimov	Head of Technical and Production Section JSC «ASTANA KNOWLEDGE CITY»
ヌルグル・ドシヤーモヴァ	公社「ASTANA KNOWLEDGE CITY」 法務課 課長
Nurgul Dosymova	Head of Legal Section JSC «ASTANA KNOWLEDGE CITY»
アスール・ポシーナ	公社「ASTANA KNOWLEDGE CITY」 法律家
Assyl Boshina	Lawyer JSC «ASTANA KNOWLEDGE CITY»
アルマス・シンデミーロフ	公社「ナザルバエフ大学」 戦略開発部マネージャー
Almas Shintemirov	Manager of Strategy and Development Department JSC «Nazarbayev University»
マクサット・ママーシェフ	公社「ナザルバエフ大学」 副社長
Maksat Mamashev	Vice-President JSC «Nazarbayev University»
アルジャフ・ブギバエフ	公社「ナザルバエフ大学」 建設部 部長
Arzhav Bygibaev	Head of Department for Construction JSC «Nazarbayev University»
エルマール・ドゥケンバエフ	公社「ナザルバエフ大学」 建設部コンサルタント
Ermar Dukenbayev	Consultant of Department for Construction JSC «Nazarbayev University»
ワレリー・クシュナレンコ	株式会社「City Power Network」取締役社長
Valeryi Kushnarenko	General Director, JSC «City Power Network»
アウエルベック・トクジャノフ	国家技術革新基金 取締役会第一副会長
Auyelbek Tokzhanov	First Deputy Chairman of the Board National Innovation Fund

氏名 / Name	役職 / Position
ビルリク・オラズバエフ	アラタウ・ジャリク・カンパニー 取締役会長
Byrlyk E. Orazbayev	Chairman of the Board Alatau Zharyk Company
セルゲイ・カトリヤール	投資建設会社「ASL」 部長
Sergei Kotliarov	Director of Investment and Construction Company «ASL»
アサガット・ジャクポフ	カザフスタン電力系統運用会社「KEGOC」 アルマティ系統間電力網支店 主任技師
Asagat Djzkupov	Chief Engineer of branch office «Intersystem Power Network of Almaty» JSC «Kazakhstan Electric Power Network Operational Company (KEGOC)»
アドディサギット・タティグロフ	設計協会「KAZGOR」 会長
Abdyssagit Tatygulov	President of Design Academy «KAZGOR»
タフタル・イェラリエフ	設計協会「KAZGOR」 副会長／主任建築家
Tokhtar Yerilyev	Senior Vice-President, Chief Academy Architect of Design Academy «KAZGOR»
アイダール・タティグロフ	設計協会「KAZGOR」 副会長
Aidar Tatygulov	Senior Vice-President of Design Academy «KAZGOR»
エルラン・トウルクバエフ・タシュタエヴィツ チ	カザフスタン共和国環境保護省カザフ環境・気候研究所 所長
Erlan Tulekbaev Tashtaevich	Director General Kazakh Research Institute for Ecology and Climate Ministry of Environmental Protection of The Republic of Kazakhstan
ヌルラン・ジェンバエフ	カザフスタン共和国環境保護省カザフ環境・気候研究所 プロジェクトマネージャー
Nurlan Jiyenbayev	Project Manager Kazakh Research Institute for Ecology and Climate Ministry of Environmental Protection of The Republic of Kazakhstan
ムラット・アクシャーロフ	Alatau IT City Management Ltd. 副部長
Murat Akshalov	Deputy Director «Alatau IT City Management Ltd.»
エルラン・カンディバエフ	Alatau IT City Management Ltd. マーケティング課 課長
Erlan Kondybaev	Head of Marketing Section «Alatau IT City Management Ltd.»
ハサン・ギュンゴグル	SEMBOL (SML)社 プロジェクトマネージャー
Khasan Giyngogru	Project Manager «SEMBOL (SML)»
ジェンケル・ウイゲール	SEMBOL (SML)社 「アスタナ市研究教育複合施設」プロジェクトマネージャー
Kenker Uygur	Project Manager of «Scientific-Educational Complex in Astana city» «SEMBOL (SML)»
ナジム・ダル	SEMBOL (SML)社 電力部門地域担当コーディネーター
E. Nazim Dal	Regional Electrical Chief «SEMBOL (SML)»
リュドミラ・チュントーノヴァ	アスタナ市水文気象モニタリングセンター 所長 KAZHYDROMET
Lyudmila E. Chuntonova	Director of Astana Center of Hydrometeorology Monitoring KAZHYDROMET
サウレット・サケノフ	DNA コーディネーター 気候変動調整センター (CCCC)
Saulet Sakenov	DNA Coordinator Climate Change Coordination Centre (CCCC)
ギュルミラ・セルガジーナ	プロジェクト・コーディネーター 気候変動調整センター (CCCC)
Gulmina Sergazina	Project Coordinator Climate Change Coordination Centre (CCCC)

<日本国側・その他>

氏名 / Name	役職 / Position
夏井 重雄	在カザフスタン共和国日本大使館 特命全権大使
Shigeo Natsui	Ambassador of Embassy of Japan in the Republic of Kazakhstan
今橋 啓介	在カザフスタン共和国日本大使館 参事官
Hiroyuki Imahashi	Counsellor of Embassy of Japan in the Republic of Kazakhstan
白鳥 智裕	在カザフスタン共和国日本大使館 二等書記官、経済・経済協力担当課 課長
Tomohiro Shiratori	Second Secretary, Director of Economic and Economic Cooperation Division Embassy of Japan in the Republic of Kazakhstan
西川 達治	国際協力機構(JICA)アスタナ連絡事務所 企画調査員
Tatsuji NISHIKAWA	Project Formulation Advisor Astana Liaison Office, Japan International Cooperation Agency
ベンジャミン・チャップマン	カザフスタン国プログラム渉外担当マネージャー 米国国際開発庁(USAID)
Benjamin Chapman	Kazakhstan Program Liaison Manager United States Agency for International Development (USAID)
エリヴィーラ・ザキーロヴァ	カザフスタン国プログラム調整係補佐 米国国際開発庁(USAID)
Elvira Zakirova	Assistant to Country Office, Coordinator for Kazakhstan United States Agency for International Development (USAID)
ヌラシル・ミラス	アラル海地域経済・環境改善協力 コンサルタント ドイツ技術協力公社(GTZ)
Nurassyl Miras	National Advisor of Enhancing Economic and Environment Welfare in the Aral Sea Region German Technical Cooperation (GTZ)