

平成 20 年度 CDM/JI 事業調査

シリア・アンモニア製造プラントのテールガス
によるエネルギー利用 CDM 事業調査

報告書

平成 21 年 2 月

清水建設株式会社

目次

第1章 プロジェクト基本事項	1
1.1 シリアの基本情報	1
1.1.1 国土、自然、人口	1
1.1.2 環境	3
1.1.2.1 環境政策	3
1.1.2.2 地域環境	4
1.1.2.3 地球環境	4
1.1.2.4 環境戦略および国家環境行動計画	5
1.1.2.5 基準	5
1.1.2.6 組織体制	7
1.1.3 政治	8
1.1.4 外交	9
1.1.5 経済	12
1.1.6 通貨政策	14
1.1.7 財政、対外債務	15
1.1.8 産業	16
1.1.8.1 農業	16
1.1.8.2 エネルギー	19
1.1.8.3 鉱工業	19
1.2 シリアのエネルギー事情	21
1.2.1 エネルギー資源	21
1.2.2 電力	29
1.2.2.1 電力政策	29
1.2.2.2 発電部門	29
1.2.2.3 発電部門の環境上の側面	34
1.2.2.4 送配電部門	35
1.2.2.5 シリアの電力産業の構造	38
1.2.2.6 電力料金とその徴収状況	38
1.3 シリアのCDMに関する政策	40
第2章 プロジェクト計画	42
2.1 プロジェクトの概要	42
2.1.1 プロジェクトの目的	42
2.1.2 プロジェクト計画の概要	42

2.2	プロジェクトの持続可能な開発への貢献	43
2.2.1	持続可能な開発	43
2.2.2	提案プロジェクトの技術移転の側面	43
2.3	プロジェクト参加者の概要	44
2.4	プロジェクト実施サイト	45
2.4.1	対象施設の現状	45
2.4.2	温室効果ガス発生量の想定	47
2.5	システム構成	49
2.5.1	パージガス利用設備全体概要	49
2.5.2	パージガスの組成	49
2.5.3	既存設備との接続	50
2.5.4	運転方法	50
2.6	プロジェクトコストの検討	50
2.6.1	イニシャルコストの検討	50
2.6.2	ランニングコストの検討	51
2.7	プロジェクトの実施計画	52
2.7.1	プロジェクトの実施体制	52
2.7.2	クレジットの取得方法	53
2.7.3	プロジェクトの資金計画	53
2.7.4	プロジェクトのリスク	54
2.8	プロジェクトの実施スケジュール	56
第3章	ベースラインの設定	57
3.1	ベースライン及びモニタリング方法論	57
3.2	プロジェクトバウンダリーの検討	58
3.3	ベースラインシナリオの設定および追加性の証明	59
3.4	リーケージの検討	68
3.5	排出削減量の事前計算	69
3.5.1	排出削減量の計算方法	69
3.5.2	排出削減量の試算（事前計算）	70
第4章	モニタリング計画	73
4.1	モニタリング項目の検討	73
4.2	モニタリング計画	81

第5章 環境への影響とその他の間接影響	83
5.1 環境への影響	83
5.1.1 環境影響評価の実施方法	83
5.1.2 環境影響評価評価結果	83
5.1.3 プロジェクト参加者の結論	84
5.1.4 ホスト国政府の結論	84
5.2 その他の間接影響	85
5.2.1 経済面に及ぼす影響	85
5.2.2 社会面に及ぼす影響	85
5.2.3 持続的発展への貢献	86
5.3 ホスト国におけるコベネフィットの実現	86
5.3.1 公害防止に関する背景	86
5.3.2 プロジェクトによる公害防止効果の内容	86
5.3.3 コベネフィット指標の提案	89
第6章 利害関係者のコメント	90
6.1 利害関係者のコメントの収集方法	90
6.2 受け取った利害関係者のコメントの要約	90
第7章 収益性	92
7.1 前提条件	92
7.2 投資回収年数	92
7.3 内部収益率	93
7.4 内部収益率の感度分析	93
7.5 温室効果ガス排出削減コスト	94
むすび	95

第 1 章 プロジェクト基本事項

1.1 シリアの基本情報

1.1.1 国土、自然、人口

シリア・アラブ共和国（以下、「シリア」）は 185,000 平方 km（日本の約半分）の国土を持つ中東の国家で、ヨーロッパ、アフリカ及びアジアの間に位置し、地理的条件に恵まれていたこともあり、古代から中世の終わりに至るまでは東西の貿易の中継地として栄えてきた。反面、その地理的条件から歴史的にローマ帝国、ビザンツ帝国、イスラム帝国、オスマン・トルコ帝国などの大帝国の侵略が繰り返され、現在のシリアに至るまでは独立国家として存在したことは殆どないとされている。オスマン・トルコ帝国の領土とされていた第一次世界大戦終了までのシリアは、現在のシリア、レバノン、イスラエル、パレスティナ、ヨルダンを含む地域であった。

シリア周囲は北にトルコ、東にイラク、南にヨルダン、イスラエル、西はレバノンに接し、西は地中海に面しており、北緯 32～37 度、東経 35～42 度に位置し、首都のダマスカス市は北緯 33.30 度、東経 36.18 度に位置している。

国土は、地中海沿岸の狭い海岸平野、並行して走るアンティ・レバノン山脈（シリアの最高峰はヘルモン山の 2814m）、中央部から東南部に広がる半砂漠のシリア台地に分けられる。最南端にはゴラン高原がある。北東部にはユーフラテス川が流れる。

気候は、海岸部では温和な地中海性気候で、夏季は高温乾燥し、冬季は温暖で降雨に恵まれる。東部は温帯の砂漠気候で、寒暑の差が大きい。風向は地中海からの西風が卓越しており比較的風が強く、晴天の日が多いことから日射量も多い。降雨量は地中海沿岸地域では 700～1000mm であるが、レバノン国境の山脈以東の降雨量は少なく、ステップ地帯、更には砂漠（200mm 以下）へと広がる。

ダマスカスの最高気温の月平均が最も高いのは 7、8 月の 37℃程度であり非常に乾燥している。最低気温の月間の平均が最も低いのは 1 月で 2℃程度である。世界気象機関データによると年間降水量は 133.6mm で、ほとんどが冬季に降る。

また、本調査の対象地域であるホムスについては、月平均気温が最も高いのは 7、8 月の 32℃程度、最低気温の月間の平均が最も低いのは 1 月、2 月の 3℃程度である。年間降水量は 429.4mm であり、ダマスカスの 3 倍余りであるが東京の降水量の 1/3 に満たない。

農業は地中海沿岸とユーフラテス川流域が中心で、小麦、綿花、オリーブなどを栽培し輸出もしている。羊毛も産する。



出典：The Capacity Development of Environmental Monitoring at Directorates for Environmental Affairs in Governorates Progress Report (4)

図 1.1-1 シリア位置図（矢印はホムス市の位置）

2006 年におけるシリアの人口は約 1,894 万人（2007 年シリア統計局推定）で、人口増加率は年 2～4% と高い。（表 1.1-1 参照）。推定平均寿命は 70 歳を超えており、年々伸びている。また女性一人あたりの合計特殊出生率も約 3.5 人（2000～2005）であり、今後とも人口の自然増が続くと予想される。推定平均寿命は 74 歳（2004）、初等教育就学率は 95%（2002）と高い。

主な都市の現在の人口は、首都ダマスカス市とアレッポ市で約 200 万人、次いで本プロジェクトの対象都市であるホムス市が約 40 万人である。気候の厳しさから、人口は都市に集中している。

公用語はアラビア語で、都市部では英語・フランス語も通用する。

宗教はイスラム教徒が 85%（スンニ派 70%、アラウィ派 12%）を占めるが、キリスト教徒等も 13%を占める。

人種・民族については、住民のほとんどはアラブ人で全体の 85%を占め、次いでクルド人の 10～15%、アルメニア人 1%、その他パレスチナ人 44.7 万人などである。パレスチナ人の多くは難問としてシリアに逃れてきている人たちである。

表 1.1-1 人口統計

	2006	2005	2004	2003	2002	2001
総人口（百万人）	18.9	18.4	18.2	17.6	17.1	16.7
年人口増加率（%）	3.2	0.9	3.7	2.5	2.5	2.5
推定平均寿命（歳）	..	74	74
初等教育就学率（%）	95

出典：Syria (National Accounts), 外務省の国別データ

1.1.2 環境

1.1.2.1 環境政策

シリア国における基本政策は、5 年ごとに制定される「国家社会経済開発計画」に基づいて制定される。環境政策については、2006 年の第 10 次国家社会経済開発計画の第 18 章に“環境及び防災セクター”として記載されているが、その中で、第 9 次国家社会経済開発計画における成果として下記の 6 項目が挙げられている。

- ◆ 環境保護法（Law No.50）の制定
- ◆ EIA 制度の導入準備
- ◆ 排出基準の制定
- ◆ 生物多様性保護及び砂漠化防止のための行動戦略および行動計画の策定
- ◆ 狩猟法（Law of Hunting）及び森林法（Law of Forest）の制定
- ◆ 14 県において地方環境局の設立

これらの成果を受け、第 10 次国家社会経済開発計画では次の 4 項目の目標を掲げ、さらに 11 項目の政策を明確とし、各政策実施のためのプログラムおよびプロジェクトを策定し、戦略的に推進することとしている。

- ① 全ての環境汚染、砂漠化の管理および生物多様性の保護
- ② 持続的な地方開発と地方における環境保全活動の実施
- ③ 事業活動における環境配慮の実施

④ 住民に対する環境意識の向上と環境保全活動の推進

1.1.2.2 地域環境

1980年代以降、シリアの工業化は着実な進展を見せており、大都市近郊において火力発電やセメント工場等の大規模工場に加え、金属工場、染色工場などの中小工場が台頭してきた。今回の対象都市であるホムス市近郊においても総合化学肥料工場(対象工場)、石油精製工場、火力発電、食品工場等があり、工場から排出される污水や排ガスによる環境汚染源となっている。加えて、首都ダマスカス、アレッポ、ホムスといった主要都市における自動車の増加には目を見張るものがある。環境配慮を伴わない経済活動の増大は、地域的に甚大な大気汚染、水質汚濁、地下水汚染などの環境問題を引き起こしている。いくつかの地域では既に健康、農作物、住宅被害の発生もある。このため、シリア政府は環境問題解決のために1991年に「環境基本法(Decree No.11)」を制定するとともに環境省および環境省環境総局(GCEA: General Council for Environmental Affairs)を設立し、環境省は全国に広がる環境問題の解決を目的に、1995年からGCEAの地方支局として地方環境局(DFEA: Directorate for Environmental Affaires)の設置をすすめて、2004年には全国14県にDFEAの設置が完了している。DFEAの主業務は、各県における環境行政の実施、環境監視及び住民への啓発活動(環境保全意識向上)であるが、そのためには、環境省環境総局ならびに地方環境局の環境モニタリング等に関するキャパシティ・デベロプメント(CD)が急務となっている。

なお、2003年9月の内閣改造において、環境省と地方行政省が合併して地方行政・環境省(MOLAE: Ministry of Local Administration and Environment)となり、GCEAおよびDFEAはMOLAEの下部組織となった。係る背景から、日本政府は、シリアの環境モニタリング能力の強化に資するため、ダマスカス等の全14県DFEAへの環境監視技術指導と機材整備に関する支援(「全国環境モニタリング能力強化計画」(2005年1月～2008年1月))を実施し、当初設定したプロジェクト目標は概ね達成されている。加えて、更なる環境モニタリング能力の強化を目的とした「全国環境モニタリング能力強化計画プロジェクト フェーズ2」の実施が我が国の技術協力として計画されている。

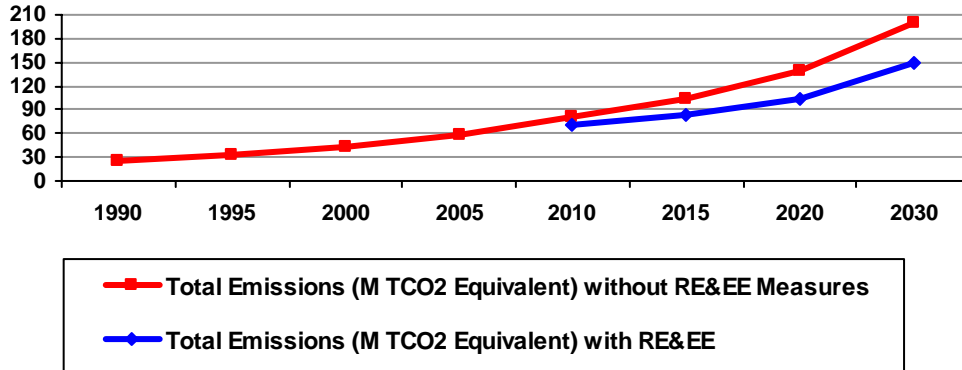
1.1.2.3 地球環境

地球環境の観点からは、省エネや再生可能エネルギーの利用の推進と言ったエネルギー戦略等、正に緒についたばかりであり、計画を実効あるものにするためには多くの課題をクリアする必要があると、先進諸国の技術的・資金的支援が求められている。

図1.1-2は、シリア国の過去から将来に至るCO₂総排出量の試算を示したものである。近年のエネルギー消費量の増加は目を見張るものがあり、今後、生活水準の向上と人口の増加を勘案するとCO₂排出量の大幅な増大が予想される。

「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」(1.2.2.3項、図1.2-8参照)によると、

再生可能エネルギーおよびエネルギー効率の改善対策のないまま推移した場合には、2030年に201 Mt CO₂eが排出されるが、計画通りに対策が推進されれば149 Mt CO₂eの排出量に抑えられるとしている。



出典：電力省の国立電力研究所（NERC）「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

図 1.1-2 エネルギーセクターにおける CO₂ 排出量

1.1.2.4 環境戦略および国家環境行動計画

シリア政府は環境政策を重点課題の一つとしており、国連開発計画（UNDP）の資金と世界銀行の支援によって「持続可能な発展のための環境戦略および国家環境行動計画」策定し、積極的に推進することとしている。環境戦略は、環境問題の現状と課題、環境法制度、組織に関する調査を踏まえて、2015年までの活動計画と合わせて策定された。下記にシリア政府が策定した環境戦略を示す。

- ◆ 水資源及び土地の総合的な管理
- ◆ 環境汚染の影響による人の健康影響の低減
- ◆ 都市開発計画の策定および違法居住地域の管理
- ◆ 各省において環境に配慮した政策の策定および関連法令の制定
- ◆ 生物多様性、自然資源及び文化資源の保護
- ◆ クリーンで再生可能なエネルギーの利用

1.1.2.5 基準

(1) 水質基準

水質基準については、下記の4項目について規準が制定されているが、公共用水域に対する水質基準（環境基準）は制定されていない。

- ◆ 一般公共水域に排出する排水の水質基準
- ◆ 下水網に排出する排水の水質基準
- ◆ 灌漑用水として利用する処理水の水質基準
- ◆ 飲料水の水質基準

表 1.1-2 に一般公共水域に排出する排水の水質基準を示す。

表 1.1-2 一般公共水域に対する排水基準 (mg/l)

項目	排水基準	項目	排水基準
BOD	40	砒素	0.1
COD	150	カドミウム	0.05
浮遊物質 (SS)	30	シアン	0.1
フェノール	0.02	鉛	0.2
リン	15		—

(2) 大気基準

大気基準については、事業所の種類や規模毎の排出基準と一般大気環境基準が制定されている。なお、GCEA 大気担当部長によれば、排出基準については工場の種類・規模等によって相違しているが、今後の研究成果や知見によって必要に応じて改正の可能性のあることを明言していた。

表 1.1-3 に一般大気環境基準を、表 1.1-4 に大気汚染物質の排出基準を示す。

表 1.1-3 大気質に係る環境基準

項目	シリアの基準	日本 (参考)
SO ₂	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10min) 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1hr) 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr) 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1year)	0.04ppm (24hr) 0.1ppm (1hr)
NO ₂	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1hr) 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1year)	0.04~0.06ppm (24hr)
O ₃	160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1hr) 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)	0.06ppm (1hr)
CO	60 mg/m^3 (30min) 30 mg/m^3 (1hr) 10 mg/m^3 (8hr)	10ppm (24hr) 20ppm (8hr)
TSP	240 mg/m^3 (24hr) 150 mg/m^3 (1year)	規定されていない
PM-10	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr) 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1year)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24hr) 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 3 (1hr)
Pb	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1year)	規定されていない
Benzene (C ₆ H ₆)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1year)	0.003 mg/m^3 (1year)
Benzo (a) pyrene	1 ng/m^3 (1year)	規定されていない

表 1.1-4 大気汚染物質の排出基準

項目	濃度(mg/m ³)	項目	濃度(mg/m ³)
CO	250～500	Ni	1～5
NOx	300～3000	T-Heavy M.	5～20
SO2	1000～3000	H2S	5～10
SO3	50～150	CL2	5～20
TSP	50～200	HCL	10～100
Pb	2～20	F	1～20
Sb	1～10	CH20	2～20
As	1～10	C	50～250
Cd	1～5	SiF4	10
Cu	5～20	NH3	5～20
Hg	0.5～5		

1.1.2.6 組織体制

環境行政における最高意思決定機関は、「最高環境評議会」であることが環境保護法 (Law No.50) 第 15 条に規定されている。

環境を所轄するのは地方自治・環境省であり、その中において環境総局 (GCEA) が任に当たっている。その下にシリア全国 14 県の地方環境局 (DFEA) が設置されており、環境モニタリング等の任に当たっている。

複雑な点は、DFEA が GCEA の指揮下にある組織でありながら、県知事の指揮下にもあることである。また、予算面においても、DFEA の予算は直接に地方自治・環境省の財務部 (Finance Department) に申請し、GCEA は財務部の査定のために技術的助言を行うのみであり、予算面における DFEA の管理を行っていない。

これらの関係を略記すると図 1.1-3 のようになる。

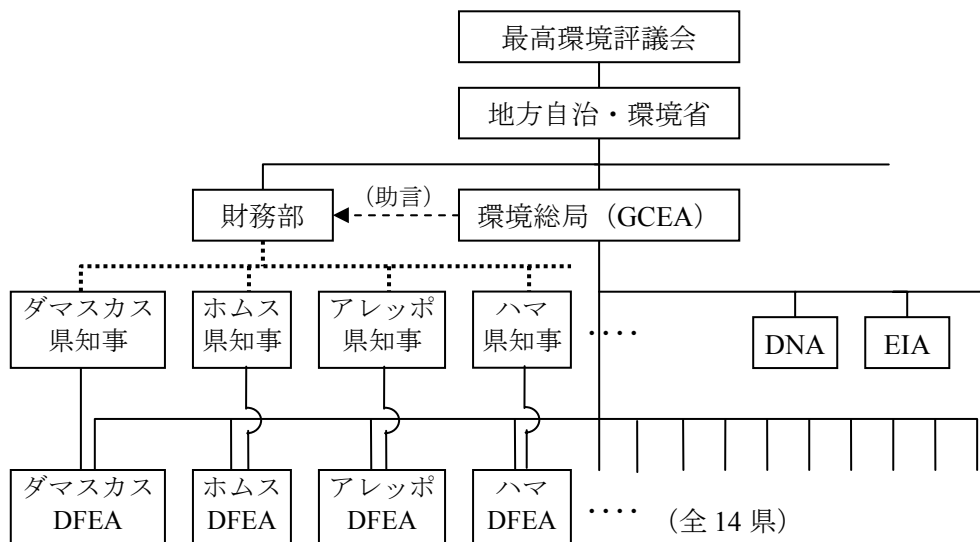


図 1.1-3 環境行政における組織体制の概要

最高環境評議会は、環境政策、環境保全戦略、排出基準及び環境基準の制定、環境保護法の施行に必要な規則・細則の承認、環境保全に係る非常事態に対する対応、内閣に対する環境現況の報告書提出を行っている。

地方自治・環境省は、2003年9月の内閣改造時に、当時の環境省と地方行政省が合併して設置された。その中で、GCEAはダマスカスの本部と14地方環境局（DFEA）で構成されており、本部は計画と統計、法律、環境影響評価、水の保全、大気保全、化学的安全、国土保全、生物多様性、ラボラトリーの9部署で構成されている。なお、京都メカニズムにおける指定国家機関（DNA: Designated National Authority）は、GCEA内に設置されている。

GCEAの役割は、環境保護法（Law No. 50）第4条に環境汚染の防止や環境保全戦略・計画の策定、住民に対する環境保護意識の向上、環境影響研究や研究支援、廃棄物処分に関わる基準の策定等18項目（省略）が規定されている。

DFEAの役割は、主としてEIAの窓口業務、環境モニタリング、工場に対する立ち入り検査である。しかしながら、モニタリング能力の不足や立ち入り検査のための機材の不足から、十分に目的業務を遂行できるレベルに至っていない。係る背景から、我国はシリア国の要請を受け、「シリア国全国を対象としたモニタリング能力強化計画プロジェクト」を実施し、積極的に支援しているところである。

1.1.3 政治

シリアは、古くはローマ帝国やビザンツ帝国などの支配を受け、近年ではオスマン・トルコの支配下にあったが1918年に独立、1920年には仏の委託統治領となるが1946年に仏より独立を果している。その後の政治的混乱期を経てアサド前大統領は

1971年3月に就任、そして2000年7月の逝去を受け現バッシヤール大統領が混乱もなく就任した。以来バッシヤール大統領は「守旧派」との摩擦を避けた慎重な政権運営を行っているが、政治・経済各方面で様々な改革を実施している。

政権は、これまで出版・教育分野の規制緩和、民間銀行の設立、国営企業改革、インターネットや携帯電話の解禁等の政策を打ち出し、特に通信分野の限定的な自由化（インターネット、衛星放送受信等）は、民衆の国内外事情に対する認識を高め、政治意識の共有化を加速させた。

政治的には、近年、米国をはじめとするバッシヤール政権への国際的な圧力強化に影響され、民主化・自由主義体制への体制変容を求める動きも見られ、2005年11月に政権が大量の政治犯恩赦を行う等、一時的に民主化に向けた機運が高まったが、同年12月に反体制派に寝返ったハッダーム前副大統領を「大逆罪」と非難して以来、反体制派に対する締め付けを強化している。基本的には前大統領時代から続くバアス党（同国支配政党）の一党支配体制に変化はない。2007年5月には、バッシヤール大統領が国民信任投票において97.62%の絶対的多数の信任を得て大統領職に再選された。同年4月には、第9回人民議会選挙が実施され、全250議席中、バアス党131議席を含む与党10党連合が172議席を占めた（全議席の69%）。

1.1.4 外交

○ 外交の基本方針

外交の基本方針は、「平和と領土の交換」原則に基づいた包括的和平の達成が必要であるとする基本的立場を堅持することであり、外交政策については、前大統領の路線を歩んでいる。シリアが中東和平問題等中東情勢の鍵を握る重要な立場であることを踏まえ、最大の外交課題とする中東和平問題については、1991年のマドリッド会議に端を発する現行の中東和平プロセスを支持している。

○ 対米関係

対米関係については未だ進展を見ない。米国はシリアをテロ支援国リストに掲載してきたが、1991年にシリアが湾岸戦争において多国籍軍に参加して以来、中東和平プロセスの一時的な進展もあり、関係は徐々に好転に向かった。しかし2000年9月以来のパレスチナ情勢の悪化、2001年9月の米国同時テロ事件後の米国の「テロとの闘い」を背景に、シリアのヒズボラやパレスチナ過激派支援を批判する声が米国で聞かれてきた。

2003年3月の対イラク武力行使に一貫して反対を表明したシリアは、以後、米国による対シリア圧力の強化が継続しており、米国との関係修復が現在のシリアにとり最大の外交課題となっている。米はシリアによるイラク国境警備の嚴重化、過激派支援の停止、レバノン内政干渉の停止等を求め、シリア側措置を不十分とし非

難を継続。これに対し、シリアは、2004年9月の安保理決議1559採択、2005年2月のハリリー・レバノン元首相暗殺事件を経て、同年4月に軍をレバノンから撤退。その後10月には、ハリリー元首相暗殺事件に関する国連国際独立捜査委員会（UNIIC）が、捜査途上でありつつも「シリアの協力が不十分」との見解を示したため、国連調査に対するシリアの全面協力を求める決議1636が採択。その後は、国際社会からの孤立回避を目的に、UNIICへのシリア側の協力がある程度見られるようになってきたとされており、今後も本件に対するシリアの対応に注目が集まっている。

米・シリア間では外交関係が継続しているものの、2005年2月のハリリー・前レバノン首相暗殺事件の翌日、米は在シリア大使を本国召還しており現在に至っている。また米は、2004年5月以降、国内法「シリア問責法」などに伴う対シリア制裁措置（米国製品禁輸、シリア政府所有航空機の米国内離発着の禁止、米金融機関のシリア商業銀行との取引停止）を実施している。

○ 対イスラエル関係

対イスラエル関係の今後については不透明である。シリアは1991年のマドリード中東和平会議後、和平を「戦略的な選択」と規定し、安保理決議242及び338、並びにマドリード和平会議の諸原則に基づく和平の達成（「平和と領土の交換」）を主張。1994年末以来、数回の断絶を挟んでイスラエル政府との間で和平交渉を行ってきたが、2000年3月のジュネーブでのアサド・クリントン会談以後、交渉は暗礁に乗り上げた。2000年9月のパレスチナ大衆蜂起（第二次インティファダ）発生、2001年2月のシャロン政権誕生以降、イスラエルとアラブ側との立場の相違は拡大。シャロン政権誕生後、イスラエルは2回に亘り、レバノンのヒズボラによるイスラエル部隊攻撃に対する報復としてレバノン駐留シリア軍施設を空爆する等、両者間の緊張が高まった。更に2003年10月には、ハイファでのパレスチナ人自爆テロ事件発生に際し、イスラエルがシリア領内（ダマスカス郊外）を21年振りに空爆し、パッサール大統領が激しく非難する等、関係が更に悪化。また、2007年9月には、イスラエルがシリアを空爆した。

他方で、2007年11月には、米国主催のアナポリス中東和平国際会議にミクダード外務副大臣が出席した。また、2008年5月にはシリア及びイスラエル双方が、トルコの仲介により和平交渉を再開したことを発表、今後の動きが注目される。

○ 対イラク関係

対イラク関係は改善された。イラク戦争終了後、シリアは、イラクの領土と国民の統一性の維持を最重要事項としつつ、米国の占領には正統性がないとして、主権が真にイラクに移譲されること、選挙による正統政府の樹立、外国軍の撤退を訴え、

また、国連の政治プロセスにおける役割や、シリアをはじめとした周辺諸国の役割を強調してきた。

2004年6月のイラク暫定政権成立以降、シリアは同政権との協力に前向きな姿勢を示し、両国の懸案となっている国境管理問題やイラク資産返還問題につき協議を行ってきたが、2006年11月、1980年に断絶したイラクとの外交関係を四半世紀ぶりに再開した。一方で、現在シリアには、100万人を超えるイラク人難民が流入しており、物価上昇や治安の悪化を引き起こしており、シリア国内で大きな社会問題となっている。

○ 対レバノン関係

対レバノン関係は、今後のシリアの対応が注目される場所である。シリアは、レバノンを特別の同胞国とみなし、推定約1万4千人の部隊を駐留させてきたが、米仏を中心とする国際的な圧力を受け、2005年4月にシリア軍はレバノンから撤退。2006年6月にはシリアにレバノンとの外交関係樹立及び国境確定を迫る安保理決議1680が採択された。また、2006年7月に発生したイスラエル・レバノン情勢に関連して安保理決議1701が採択されたことから、今後、同決議を含めた諸決議の履行について同国の対応が注目される。

○ 周辺国関係

周辺国関係については、積極的な関係強化への動きが見られる。シリアは、トルコ、ヨルダン等周辺諸国との関係改善を図っており、特に2004年1月にはバシヤール大統領がシリア大統領として初のトルコ訪問を行ったほか、2007年10月にもトルコを訪問するなど、米、イスラエルから強い圧力を受けて外交上の袋小路に陥る中で、クルド問題で利害の一致するトルコへの歩み寄りを見せている。更に、バシヤール大統領は2005年8月、2007年2月にイランを訪問、アハマディネジャード・イラン大統領は2006年1月及び2007年9月にシリアを訪問するなど、イランとの関係強化の動きが見られる。

○ 日本との関係

シリアと日本は1953年12月の国交樹立以来、良好な二国間関係にある。

シリアが中東和平実現の鍵を握る重要な国であること、及び我が国がシリアと良好な関係を維持していることを踏まえ、中東和平プロセス支援の一環として地域の平和と安定に向けたシリアの積極的な参加を促すため、また、国内安定化、市場経済化及び斬新的な民主化を指向する現在の改革路線を支援するため、我が国はシリアに対して持続的な経済成長及び国民生活の質の向上に資する援助を実施してきている。従来、技術協力、無償資金協力、円借款と、各種形態により援助を実施しており、これまでの二国間援助累計額は、中東地域ではエジプト、ヨルダンに次いで第3位の被援助国である。

2006年度までの援助の累計額は以下のとおりである。

- (1) 有償資金協力 約 1,563 億円（交換公文ベース）
- (2) 無償資金協力 約 256 億円（交換公文ベース）
- (3) 技術協力 約 239 億円（JICA 経費ベース）

シリアの電力セクターに対する支援としては、シリア国発電量の約 3 割が我が国経済協力によりまかなわれている等、シリア国の社会・経済発展に大きく貢献しており、日本による経済協力はシリア官民各界から高く評価されている。

1.1.5 経済

シリア経済は、非効率な国営企業等が原因となり、90年代後半以降低迷傾向にある。故アサド前大統領政権下で若干緩和された厳格な社会主義経済体制は、バッシュアール大統領就任以降改革が進められており、現在は市場経済への移行が経済政策の重要課題となっている。金融・保険分野の民間への開放、証券市場設立準備などが行われているものの、改革のスピードは漸進的なものに留まっている。また、2004年5月、米国がシリア問責法に基づき、医療品、食料品を除く対シリア禁輸、シリア航空機の国内離発着禁止、シリア商業銀行と米国の金融機関の取引停止、一部資産凍結を内容とする対シリア制裁を発動したため、この影響が経済に現れつつある。

基本的に農業国であるシリアの工業は繊維産業が中心であったが、北東部に油田が発見され、石油と石油製品が輸出の過半を占める。社会主義計画経済をめざし重要産業を国有化していたが、弊害が目立ち転換を始めている。石油関連の輸出以外にめぼしい外貨獲得手段のない脆弱な経済構造をもつため、国際収支は2004年に約260百万ドルの黒字、2005年には320百万ドルの赤字であり、対外累積債務は21,521百万ドル（2004年）に上る（表 1.1-5、表 1.1-6）。

シリア経済の考え方は、基本的には社会主義的計画経済を維持しながらも、民間資本の導入と規制緩和を中心とした現実的な経済政策を採用している。また、石油生産の減少や天候に左右される一次産業主体の産業構造からの脱却などが課題とされている。

シリアの経済は農業部門と石油部門などの鉱工業部門の構成比が高いことから、天候や石油の国際市況が経済成長に及ぼす影響が大きい。近年、石油生産の減少や天候に左右される一次産業主体の産業構造からの脱却などが課題となっており、観光産業、繊維産業の活性化、外資導入による新規産業創出などを進めている。また、外資導入にあたって、投資環境整備や金融、証券市場の整備、行政改革などの取り組みが行われている。

2006年5月4日、第10次5ヶ年計画が大統領令（法令第25号）として公布された。第10次5ヶ年計画では、2005年6月のバアス党地域指導部大会で重点課題の一つとして取り上げられた「社会市場経済への移行」を目指し、2025年までの将来ビジョンやそのための中央政府、地方政府、民間の役割分担を明確化し、それぞれの具体的目標を定

めたものとなっている。なお、第10次5ヶ年計画では、目標経済成長率を2005～2010年7%、2010～2015年9%に設定している。

表 1.1-5 主要経済指標等 (1)

指 標		
主要産業		サービス業 52.3%、鉱工業 23.8%、農業 23.9% (2006年シリア首相府統計)
GDP		349億ドル (一人当たり 1,570ドル) (2006年世銀)
経済成長率		5.1% (2005年世銀)
物価上昇率		7.0% (2007年IMF)
失業率		10.3% (2003年ILO)
貿易	輸出	55.6億ドル (2005年世銀)
	主要輸出品	石油・石油製品、果物・野菜、繊維製品、綿花
	主要輸出先	伊、仏、トルコ、サウジアラビア、レバノン
	輸入	78.8億ドル (2005年世銀)
主要輸入品	機械類、食料品、金属・金属製品、化学製品	
主要輸入元	ウクライナ、中国、ロシア、サウジアラビア、トルコ	
石油概況 (2006年現在)	確認埋蔵量	30億バレル
	原油生産量	1日当たり 46.9万バレル
	可採年数	17.5年
	輸油量	1日当たり 20万バレル

表 1.1-6 主要経済指標等 (2)

指 標		2005年	2004年	1990年
人 口 (百万人)		19.0	18.6	12.8
出生時の平均余命 (年)		74	74	68
GNI, Atlas method	総 額 (百万ドル)	25,468.22	23,267	11,955
	一人あたり (ドル)	1,380	1,230	880
経済成長率 (%)		5.1	2.0	7.6
経常収支 (百万ドル)		-1,061.10	210	1,762
失 業 率 (%)		-	-	-
対外債務残高 (百万ドル)		6,508.28	21,521	17,259
貿易 額	輸 出 (百万ドル)	9,769.00	8,175.30	5,029.60
	輸 入 (百万ドル)	10,718.10	7,915.00	2,954.70 ^{注1)}
貿易収支 (百万ドル)		-949.10	260.30	2,074.90
政府予算規模(歳入)(百万シリア・ポンド)		-	-	58,639.00
財政収支 (百万シリア・ポンド)		-	-	-
債務返済比率 (D S R) (対 GNI 比, %)		0.8	1.4	9.9
財政収支 (対 GDP 比, %)		-	-	-
債務 (対 GNI 比, %)		27.4	101.4	-
債務残高 (対輸出比, %)		69.2	248.5	-
教育への公的支出割合 (対 GDP 比, %)		-	-	-
保健医療への公的支出割合 (対 GDP 比, %)		-	-	-
軍事支出割合 (対 GDP 比, %)		-	-	6.9
援助受取総額 (支出純額百万ドル)		77.85	110.2	683.4
面 積 (1000km ²) 注 2)		185		
分 類	D A C	低中所得国		
	世界銀行等	IDA 融資適格国、もしくは IBRD 融資適格国(償還期間 20年)		
貧困削減戦略文書 (P R S P) 策定状況		-		
その他の重要な開発計画等		社会経済開発 5 か年計画		

注) 1. 貿易額について、輸出入いずれもFOB価額。

2. 面積については“Surface Area”の値(湖沼等を含む)を示している。

(出典：外務省「政府開発援助 (ODA) 国別データブック [2004、2007 年度版]」)

第10次開発計画では、第9次計画で掲げられた、投資促進による経済改革、近代的な産業の導入、国民の生活レベルの向上、人口と環境問題への取組などの開発方針を踏襲しつつ、社会開発目標の達成を更に強調したものとなっており、貧困人口率の低減、雇用創出・失業率低減、国内の完全電化の達成、飲料水整備等の大幅改善が掲げられている。また、これらの社会開発を推進するため、国内の民間投資と海外からの投資の大幅な増加を図り、技術と人材の基盤強化に基づいた成長を促して、計画期間中の経済成長率を年率7%とする目標も掲げられている。上記の社会開発目標を達成するための主な指針として、「社会市場経済の導入」、「教育と健康など人間開発への支出の倍増」、「地域開発」、「環境に配慮した持続可能な開発」の実施が掲げられている。

2007年には、改正投資法（1月）、小口融資支援法（2月）、新関税法（8月）等経済関連法が整備されるとともに、当国初のイスラム銀行が開業する（8月）など、市場を重視する社会市場経済の実現に向けた環境整備が着実に図られた。他方で、2007年8月、政府による燃料補助金見直しの方針が発表されたことによって物価が高騰、国民の間で不満が高まっている。

社会市場経済への移行のためのマクロ開発政策の4本柱を次のように掲げている。

◆ 安定したマクロ経済

財政規律、補助金見直し、低インフレ率、税の還元、金融部門改革、経済実態に見合った為替レート、国営企業の再編と公社化、民間企業の近代化

◆ 競争的なミクロ経済

価格と市場の緩やかな自由化、競争を促す規制枠組みの構築、不必要な市場への参入障壁の廃止、通商契約を促進し情報への投資と物的投資を促す法律と所有権の整備

◆ 適切に管理された通商政策

関税引き下げ、非関税障壁の除去を通じた貿易、投資、知識の開放化、海外からの投資と技術導入、ある程度自由な人の移動、現実的な為替レート、輸出の促進

◆ 人への投資（人的資源開発の優先）

国民の健康と教育への官民による投資、情報社会にかなう人的資源開発、知識集約社会への移行

1.1.6 通貨政策

シリア・ポンドを通貨としている。現在、通貨発行銀行はシリア中央銀行である。

2008年12月1日時点でのレートは1USドル=46.06637シリアポンド（SYP）である。

表 1.1-7 為替レートの変動状況

通貨	2007	2006	2005	2004	2003
米ドル(US\$1)	50.008	51.689	50.0	48.5	52.8

出典：CIA World Fact Book, Syria
<https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/print/sy.html>

1.1.7 財政、対外債務

日本は、シリアとの良好な二国間関係に加え、同国が中東和平の当事国であり、その政治、経済の安定が中東地域全体の安定に直結していること、また、同国が中東和平プロセスに積極的に貢献していること、民主化及び構造経済改革を着実に実施していること等に鑑み、シリアを重点支援国としている。

シリア政府の課題の一つに対外債務がある。2004 年における対外債務残高は 21,521 百万ドルであり、GNI 比 92%に相当している。

2005 年のシリアの国際支援額は 320 百万ドルの赤字である。

対外債務における対日債務残高は 751.85 百万ドルであり、シリアの対外債務の約 3.5% を日本が占めている（表 1.1-9 参照）。

表 1.1-8 対外債務（単位：百万 US ドル）

貿易収支	\$908 million (2007 est.)
輸出額	\$11.14 billion f.o.b. (2007 est.)
輸出品目	crude oil, minerals, petroleum products, fruits and vegetables, cotton fiber, textiles, clothing, meat and live animals, wheat
輸出相手先	Iraq 29.8%, Lebanon 9.9%, Germany 9.6%, Italy 8%, Egypt 5.5%, Saudi Arabia 5.2%, France 4.9% (2007)
輸入額	\$10.5 billion f.o.b. (2007 est.)
輸入品目	machinery and transport equipment, electric power machinery, food and livestock, metal and metal products, chemicals and chemical products, plastics, yarn, paper
輸入相手先	Saudi Arabia 12.1%, China 8.9%, Egypt 6.3%, Italy 6.1%, UAE 6%, Ukraine 4.9%, Germany 4.7%, Iran 4.4% (2007)
外貨保有額	\$6.046 billion (31 December 2007 est.)
対外債務	\$6.633 billion (31 December 2007 est.)

出典：CIA World Fact Book, Syria
<https://www.cia.gov/cia/publications/factbook/print/sy.html>

表 1.1-9 我が国の対シリア経済協力実績

（暦年、DAC集計ベース、単位：百万ドル、支出純額）

歴 年	政府貸付等	無償資金協力	技術協力	合計
2001年	-56.60	24.07	13.02	-19.51
2002年	-13.35	16.90	12.23	15.78
2003年	-36.71	20.29	9.80	-6.62
2004年	-48.95	12.85	9.63	-26.48
2005年	-57.42	1.50	10.60	-45.32
累 計	751.85	206.58	199.77	1,158.22

出典) OECD/DAC

1.1.8 産業

シリアの主要産業の生産額は、2006年シリア首相府統計によるとサービス業(27.1%)、農業(20.1%)、鉱工業(13.6%)であり、依然として生産の主体は国営企業が担っているものの、近年、緩やかながら外資導入、国営企業民営化等を通じた市場経済への移行努力を続けている。

主要輸出品は石油・石油製品、果物・野菜、繊維製品、綿花などであり、主要輸出先はイタリア、フランス、スペイン、サウジアラビア、トルコ、レバノンなどである。一方、主要輸入品については機械類、金属・金属製品、食料品、化学製品などであり、主要輸入元としてはドイツ、アメリカ、イタリア、フランス、トルコ、ウクライナ、中国、ロシア、日本などである。

シリア産業の特徴は、農業、鉱工業・商業など各産業間のバランスがとれた産業構造を有していることである。

2003年の分野別従業者構成人数をみると、多い順にサービス業、農林水産業、ホテル・外食産業・貿易、建設業、鉱工業、運輸・倉庫・通信業、金融仲介業・不動産業となっている。また、女性の産業への進出は男性に比べて全体に少なく、特に建設業や運輸・倉庫・通信業で際立っている(表 1.1-10 参照)。

表 1.1-10 15歳以上の従業者構成人数 2005年(人、[%])

産 業	男性	女性	合 計
農林水産業	749,831	195,355	945,186 [20.14]
鉱工業	595,414	43,114	638,528 [13.60]
建設業	654,028	5,852	659,880 [14.10]
ホテル・外食産業・貿易	715,690	26,910	742,600 [15.82]
運輸・倉庫・通信業	327,930	5,298	333,228 [7.10]
金融仲介業・不動産業	87,021	13,092	100,113 [2.13]
サービス業	933,206	340,753	1,273,959 [27.14]
合計	4,063,120	630,374	4,693,494 [100]

出典：Results of Labor Force Survey 2005 を編集
<http://www.cbssyr.org/pdf/statistic2006/3.pdf>

1.1.8.1 農業

シリア国は基本的に農業国である。シリアの耕作可能面積はおよそ45%とみなされ、そのうち耕作可能面積は約600万ヘクタールである(表 1.1-11 参照)。耕作可能面積に占める灌漑地面積は1970年代の約10%から現在の約24%まで拡大されたが、大部分は降雨に頼っている。そのため、毎年の気象条件の影響により、農業生産の年度別の変動が大きいのが特徴である。

灌漑面積は1972年に62.5万ヘクタールにまで拡大されたが、灌漑地における塩分濃度の上昇と排水設備の不備による塩害を主要因として1976年には53万ヘクタールにまで減少している。その後、政府の推進する灌漑プロジェクトによって急速に灌漑面積の

増大に成功しており、2006年には約140万ヘクタールとなっている（表1.1-12参照）。

表1.1-11 セクター別耕作可能面積と収穫耕地面積（単位：1000 ha）

年	耕作可能面積				収穫耕地面積			
	国営	組合	民間	合計	国営	組合	民間	合計
2002	57	2501	3353	5911	25	2148	2418	4591
2003	55	2497	3311	5863	6	2121	2534	4661
2004	13	2536	3361	5910	13	2144	2572	4729
2005	2	2507	3425	5934	2	2130	2741	4873
2006	1	2515	3434	5950	1	1932	2810	4743

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]

表1.1-12 灌漑手法別の耕作面積（単位：1000 ha）

年	灌漑面積とその取水源				近代的手法の灌漑面積		
	河川、泉 その他	井戸	政府事業 (ダム等)	合計	散水	点滴	合計
2002	201.4	817.3	314.0	1018.7	138.4	76.4	214.8
2003	217.3	854.6	289.3	1361.2	133.3	52.2	185.5
2004	234.2	864.7	340.2	1439.1	130.2	57.5	187.7
2005	234.3	865.4	326.1	1425.8	160.0	84.4	244.4
2006	215.4	851.1	335.5	1402.1	163.2	72.6	235.9

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]

シリアの主要耕作地帯は、極めて肥沃な地中海沿岸地域一帯であり、主としてオリーブ、果実類、煙草、綿花を産出する。加えて、レバノンとの国境を走る山脈の東側についても肥沃な地帯の1つとされている。また、オロンテス溪谷のヨルダン国境からユーフラテス溪谷に向かって伸びる幅150km程度のステップ平原は、古くからの農業地帯とされており主として穀物を生産し、主要供給先は周辺の主要都市であるダマスカス、ホムス、ハマ、アレppoなどである。

農業国であるシリアでは農産物が多種多様であり、主な穀物収穫物である小麦（生産量493万t（2006年））と大麦（120万t）に見られるとおり国内需要を十分に満たしている。その他柑橘(かんきつ)類、オリーブ、アーモンド、イチジク、ブドウ、アンズなどの果物や、じゃがいも、キュウリ、トマトなどの野菜類も豊富であり、最近の物価の急騰も見られるものの食料品価格は比較的抑制されている。その背景には、農家に対する化学肥料（製造会社は国営企業）の安価な提供、政府補助による安価な燃料価格による流通コストの抑制などの国民生活の安定化政策がある。

畜産については、2006年データによるとヒツジ（飼育数2138万頭）、牛（112万頭）、ヤギ（142万頭）、家禽（3094万羽）が飼育されている。

表 1.1-13 穀物および野菜類の年間生産量（単位：1000 ton）

野菜類	2002	2003	2004	2005	2006
小麦 Wheat	4775.4	4913.0	4537.5	4668.7	4931.5
大麦 Barley	919.5	1079.1	527.2	767.4	1202.4
トウモロコシ Maize	231.9	226.7	210.2	187.2	159.0
玉ねぎ Dry onion	96.9	97.0	116.6	126.6	105.9
生姜 Dry garlic	26.7	41.6	36.9	46.5	40.1
グリーンペッパー Green pepper	40.5	49.0	50.2	55.5	60.1
トマト Tomato	900.1	923.1	965.4	945.5	1035.8
じゃがいも Potato	513.2	466.6	541.7	608.4	603.4
茄子 Egg-plant	133.4	137.7	158.0	154.4	158.6
ブロード豆 Broad Beans	52.8	44.9	39.3	44.1	50.9
グリーンピース Green peas	23.6	18.3	24.3	23.1	17.4
インゲン豆 Haricot Beans	36.1	20.0	28.1	40.1	32.0
キュウリ Cucumbers	141.0	152.0	149.1	152.2	129.7
オクラ Okra	12.2	20.2	21.6	15.9	22.0
西洋カボチャ Squash	94.0	73.4	87.9	119.2	80.1
キャベツ Cabbages	51.2	39.3	37.4	39.2	38.5
カリフラワー Cauliflowers	34.9	31.0	34.8	45.5	34.8
カボチャ Pumpkins	16.3	18.6	37.3	21.4	26.6
スイカ Water melon	480.1	674.2	812.1	588.3	562.4
メロン Melon	100.1	116.2	101.9	105.9	97.9
長ネギ Green onion	75.8	45.4	46.0	47.6	53.0
インゲン豆 Green Kidney Beans	4.9	4.8	5.7	8.7	7.2
葉ビート Leaf Beet	20.0	15.1	13.9	8.4	10.6
レタス Lettuce	53.7	57.6	56.9	51.7	55.6
パセリ Parsley Coriander	7.8	7.8	7.0	15.3	13.2
その他 Other Vegetables	87.1	98.9	120.3	190.6	115.7

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から編集

表 1.1-14 産業的農産物の年間生産量（単位：1000 ton）

野菜類	2002	2003	2004	2005	2006
綿 Cotton	802.2	811.0	794.7	1022.0	685.7
サトウダイコン Sugar Beet	1522.7	1205.2	1217.7	1096.4	1437.9
タバコ Tobacco	27.7	24.8	23.4	28.8	24.9
落花生 Peanut	20.5	16.2	18.3	24.6	16.2
ゴマ Sesame	7.3	7.5	4.4	4.1	4.5
ひまわり Sunflower	10.9	12.3	12.1	17.2	14.7
オイルひまわり Oil Sunflower	1.5	2.0	0.9	1.2	0.6
大豆 Soya Beans	4.7	3.5	3.7	3.8	3.1
黒ヒメウイキョウ Black cumin	4.1	2.0	1.9	2.7	2.7
アニスの実 Aniseed	2.5	2.3	2.3	0.8	2.9
ヒメウイキョウ Cumin	96.7	47.5	21.8	29.8	34.3
漆 Sumac	0.0	0.0	0.1	0.1	0.04
インドキビ Indian Millet	0.3	0.8	0.4	0.7	0.7
繰綿 Ginned Cotton	320.3	268.1	269.7	332.9	240.0
綿実 Cotton Seeds	621.4	507.1	500.0	664.3	445.7
その他 Other Industrial Crops	0.1	0.2	0.2	0.4	0.2

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]

表 1. 1-15 果物類の年間生産量（単位：1000 ton）

野菜類	2002	2003	2004	2005	2006
オリーブ Olives	940.9	552.3	1027.2	612.2	1190.8
ぶどう Grapes	341.9	307.3	242.7	306.3	336.7
アプリコット Apricot	100.9	104.9	75.7	65.5	98.5
もも Peaches	35.3	35.0	27.4	51.6	56.1
りんご Apples	215.8	306.7	358.2	296.0	374.3
洋梨 Pears	20.1	20.4	20.5	19.7	22.1
プラム Plums	22.7	20.5	20.0	22.6	26.4
グリーンプラム Green Plums	14.0	10.5	12.5	12.2	15.6
アーモンド Almonds	139.0	140.3	123.0	229.0	107.1
ナッツ Nuts	12.8	11.9	11.2	12.4	12.7
マルメロ Quince	4.7	4.3	3.9	4.8	4.5
イチジク Figs	43.4	41.1	36.7	49.8	51.3
ザクロ Pomegranates	56.0	51.7	52.2	54.1	51.1
さくらんぼ Cherries	39.7	54.8	35.4	53.4	63.0
ピスタチオ Pistachio	52.9	47.6	21.2	44.6	73.2
椰子の木 Palm trees	3.1	4.0	4.1	4.3	3.3
オレンジ Oranges	427.1	398.8	495.5	452.6	554.1
レモン Lemons	84.9	71.4	111.5	111.0	118.8
他の柑橘類 Other Citrus	234.1	182.3	237.1	234.1	234.0
びわ Loquat	1.2	1.4	1.7	2.3	1.7
アルカキー Alkakee	-	-	-	14.8	16.5
その他 Other Fruit Trees	12.7	15.9	9.2	5.7	8.6

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から抜粋

1.1.8.2 エネルギー

シリアは本来産油国ではなかったが、比較的近年になって石油及び天然ガスが産出されに至り、現在では輸出に占める化石燃料の割合が大きくなっているが、近隣産油国とは相違してエネルギー資源が潤沢にあるわけではない。このような背景を踏まえ、シリア国政府はエネルギー問題が外交に与える影響の軽減を目指して、太陽光、風力、バイオガスなどの再生可能エネルギー開発を今後の重要課題としてとりあげ、積極的に推進する計画である。

エネルギーに関しては次節に詳説する。

1.1.8.3 鉱工業

食料品及び織物製品等の主要な産業は、主食であるパンのほかオリーブオイル、石鹼、綿糸や衣類などが挙げられる。また、イスラム国ではあるが、ビールやアラク（蒸留酒）などのアルコール飲料も製造されている。

表 1.1-16 主な工業製品の製造量（食料品及び織物製品等）

製品	unit	2002	2003	2004	2005
パン Bread	1000 ton	2457	2597	3232	3373
野菜オイル Vegetable oil	1000 ton	114	112	102	119
オリーブオイル Olive oil	1000 ton	195	104	202	252
石鹸 Soap	1000 ton	18.8	16.5	19.6	27.7
綿 Cotton Cake	1000 ton	1122	1129	2610	3016
缶詰類 Variant Canned Foods	1000 ton	22.3	20.6	24.3	27.8
ビスケット Biscuits	1000 ton	17.4	17.7	19.5	19.8
炭酸飲料 Gaseous Beverages	m3	132244	141161	157760	170626
ビール Beer	m3	10370	10013	10855	11073
アラク Arak	m3	3870	3341	4171	4025
フルーツジュース Fruit Juice	m3	8025	8327	8689	12453
煙草 Manufactured Tobacco	1000 ton	12.9	13.4	13.1	11.8
砂糖 Suger	1000 ton	214	123	231	148
綿糸 Cotton Yarns	1000 ton	90.6	98.4	135.7	146.4
織物糸 Textiles Yarns	1000 ton	0.3	0.3	11.1	12.5
綿織物 Cotton Textiles	1000 ton	27.8	29.1	39.6	37.3
合成織物 Synthetic Textiles	1000 ton	24.0	24.8	31.2	35.7
レディーメイド衣類 Ready – Made Clothes	1000 pces	51868	54738	88663	91925
革靴 Skin Shoes	1000 pces	22453	23412	35297	37497

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から抜粋

化学製品では、国営のホーム総合化学肥料工場で製造される肥料が極めて重要であり、政策的に安価に国内供給されている。

表 1.1-17 主な工業製品の製造量（化学製品等）

製品	unit	2002	2003	2004	2005
粉末洗剤 Powdered Cleaner	1000 ton	37.5	17.8	19.8	31.0
液体洗剤 Liquid Cleaner	1000 ton	27.1	27.9	31.0	38.0
窒素肥料 Nitrogen Fertilizer	1000 ton	118	105	91.9	111
尿素肥料 Yuria Fertilizer	1000 ton	192	197	167	159
りん肥料 Phosphatic Fertilizer	1000 ton	267	199	175	254
塗料 Paints	1000 ton	30.2	32.2	35.5	35.5
乾電池 Dry Batteries	1000 pces	2300	2343	2886	2815
液体バッテリー Liquid Batteries	1000 pces	817	825	1110	1036

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から抜粋

電化製品については、テレビ、冷蔵庫、洗濯機といった一般的な家電製品の製造であり、比較的高度な電機・電子製品や精密機器の製造は行われていない。

表 1.1-18 主な工業製品の製造量（電化製品、住宅等）

製品	unit	2002	2003	2004	2005
テレビ T.V Sets	1000 pces	164	148	111	86.3
電気エンジン Electrical Engines	1000 pces	56.1	37.8	30.5	8.4
トランス Electrical Transformers	1000 pces	25.3	7.6	7.5	38.9
冷蔵庫 Refrigerators	1000 pces	112.6	96.5	112.4	142.4

冷凍庫 Freezers	1000 pces	22.6	22.9	30.9	39.2
ガスオーブン Gas Cookers & Ovens	1000 pces	64.0	66.5	65.0	117
洗濯機 Washing Machines	1000 pces	85.0	85.3	87.1	76.6
扇風機 Electrical Fans	1000 pces	70.9	73.5	78.5	86.6
住宅 Various Home	1000 pces	66.3	74.2	77.5	92.9
ケーブル Cables	1000 ton	16.7	18.0	18.2	18.0

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から抜粋

無機工業製品等については、セメントが概ね 520 万トン/年製造されており、石の文化であるシリアならではのセラミックや壁タイル、大理石ブロック、砂と礫などの建設部材は住宅建設戸数の増大とも関連して活気があるが、鉱産物である原油（2293 万 m³（2006 年推計））については採掘量の減少傾向が見られる。

化学肥料原料であるリン鉱石（産出量 290 万 t（2006 年推計））の採掘については、農作物の生産量の増大傾向とも関連し増加傾向にある。

懸念材料として、いまだにアレppoにおいてアスベストが製造されていることである。建材等としての利用による環境影響も考えられるが、むしろ作業環境上の問題が重大であろう。

表 1.1-19 主な工業製品の製造量（無機工業製品等）

製品	unit	2002	2003	2004	2005
ガラス&陶磁器 Glass & Pottery Products	1000 ton	78.9	78.7	83.8	84.6
セメント Cement	1000 ton	5399	5224	5098	5218
アスベスト Asbestos pipes	1000 ton	10.1	6.7	9.3	7.1
セラミック Ceramic	1000 m ²	5477	6327	9997	11209
壁タイル Wall Tiles	1000 ton	21.7	30.0	38.8	59.8
タイル Tiles	1000 pcs	11121	12066	13382	16109

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から抜粋

表 1.1-20 主要鉱業分野の生産量

製品	unit	2002	2003	2004	2005	2006
原油 Crude petroleum	1000 m ³	36222	34912	25721	24494	22933
リン鉱石 Phosphate	1000 ton	2483	2401	2882	2925	2904
塩 Salt	1000 ton	146	128	141	110	137
天然アスファルト Natural asphalt	1000 ton	131	194	176	114	87
砂と礫 Sand & gravel	1000 m ³	14578	17528	15407	17950	19660
石膏 Gypsum	1000 ton	351	380	432	467	443
石 Stone	1000 m ³	104	151	158	166	99
大理石ブロック Marble blocks	1000 pces	340	355	365	396	401
大理石パネル Marble panel and pieces	1000 m ²	379	411	350	328	325

出典：Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から抜粋

1.2 シリアのエネルギー事情

1.2.1 エネルギー資源

○化石燃料

ソ連の協力による油田及びガス田が発見される以前のシリアは、現在のような石油輸

出国ではなかった。農業国であるシリアにとって、現在の外貨獲得の大部分は化石燃料の輸出(1日当たり20万バレル)に頼っているが、その確認可採埋蔵量は30億バレル(2006年現在)であり、現在の採掘量(1日当たり46.9万バレル)が継続されたとすると今後17.5年間まで採掘可能とされている。将来的なエネルギー安定確保を目指して、現在国内資源の継続的な開発調査が行われているところである。

石油精製施設はホムス及びバナイスの製油所があり、ホムス市にある施設は比較的に市街地に近く、臭気問題や重金属含有量が高いオイルコークスの強風時の飛散や土壤汚染問題を抱えていると言われ、工業省等の関係者によれば施設移転の計画が進行中とのことであった。

化石燃料製品については、原油が国内で産出されることからハイオクタン・ガソリン、軽油、重油の製造量は国内消費を十分に満たしている。なお、これら燃料は国民生活の安定化のために国策として安価に提供されており、特に軽油については現在1ℓ当たり35円前後で販売されている(2007年の12月時点では7SP/ℓ≒16円/ℓ)。

化石燃料製品等の製造量については、表1.1-20に示すとおりである。

表 1.2-1 主な化石燃料製品等の製造量 (単位: 1000 ton)

製品	2002	2003	2004	2005
ブタン Butane	181	141	136	129
ナフサ Naphta	589	707	855	847
ガソリン Gasoline	82.3	70.7	68.9	71.8
ハイオクタン・ガソリン Premum Gasoline	1304	1191	1343	1214
灯油 Kerosene	64.2	39.2	58.1	72.1
民間航空機用灯油 Kerosene for civil aviation	0	150	160	175
軽油 Gas Oil	4168	3912	4123	3714
重油 Fuel Oil	5956	4799	4536	5467
アスファルト Asphalt	554	554	605	608
コークス Coke	0	0	0	144

出典: Central Bureau of Statistics [The Statistical Abstract (2007)]から抜粋

○再生可能エネルギー資源

シリアにおける水資源開発は、現在のシリアの経済および社会開発の基礎ともいえるユーフラテス・プロジェクトに代表される。ユーフラテス・プロジェクトは、1968年3月8日に発足している。実施機関として「ユーフラテスダム総合機構(GOED)」が設立され、ユーフラテスダムを中心とした基礎的インフラストラクチャーの建設を担当した。また同年、法令に基づいて「ユーフラテス河流域開発総合管理庁(GADEB)」が設立されユーフラテス河流域における農業を中心とした開発を担当している。

ユーフラテスダムは、長さ4.5km、高さ60mであり、造られたダム湖(アサド湖)は長さ80km、幅8km、総面積約630km²であり、貯水量は11.9km³である。

これらの機関が建設した貯水ダムは、発電、灌漑用水及び飲料水、洪水防止など、多目的に使用されているが、現在の水力発電の所轄は電力省である。

計画では、年間発電量 2,500 GWh、64 万ヘクタールの土地の灌漑を可能とする。

シリアでは消費電力の 3.9%は、ユーフラテス河を利用したアサド・ダム(King Talal Dam)における水力発電でまかなっている。

電力省の国立電力研究所 (NERC)によれば、シリアにおける「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」を立案し、その中で、EE (Energy Efficiency) およびRE (Renewable Energy) の実施に係る方針を概ね下記のように明記している。

- ◆ シリアにおける EE およびRE の実施と推進に係るエネルギー規則（法律、コードと指令）を準備する。
- ◆ 有効なエネルギー資源と代替案の提案を最適化して使用をするための戦略と政策を示す（エネルギー収支を含めた国家エネルギー報告の準備）。
- ◆ シリアにおける RE 源の調査と算定をおこない、再生可能エネルギー使用を推進させる計画を勧める。
- ◆ EE&RE に関するトレーニングコース、セミナー、および会議の実施とコンサルティングサービスの支援を必要とする。
- ◆ エネルギー原単位表示機を異なったタイプの施設のために用意して、そしてエネルギー効率規格のために電気器具（ローカルと輸入の両方）の適合をモニターする。
- ◆ 省エネや再生可能エネルギーに係る手法、技術開発、運用などの能力開発
- ◆ RE&EE の技術の開発のために検査室を立ち上げる。
- ◆ アラブと外国の組織と共にエネルギー研究に関する協定を結ぶ。
- ◆ 再生可能エネルギーシステムのためにシリアの標準仕様書を定型化する。証明書を発行する前に性能をチェックするための標準化テストも含まれる。

表 1.2-2 エネルギー需要に占める再生可能エネルギーの割合

Items	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total Energy Demand (M TOE)	16.5	17.8	18.5	20	20.5	21.5	22.6
Hydro (M TOE)	0.53	0.55	0.62	0.93	0.76	0.88	0.88
Biomass (MTOE)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ratio of RE (Hydro+ Biomass) %	6.8	6.5	6.6	7.6	6.6	6.9	6.5

M TOE : オイル換算 百万トン RE : Renewable Energy

出典 : 電力省の国立電力研究所 (NERC) 「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

シリアの風力発電事業は、スペインの協力を得て、ホムス県において発電機が設置されると聞いているが、シリア DNA によれば、CDM プロジェクトとしては実施されない

とのことであった。今後は、2008年4月に公表された「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」(表-4 参照)に基づいてウィンドファームを建設し、送電系統に連系することが計画されている。

表 1.2-3 シリアにおける風力エネルギー

	Area	Name Site	Annual Wind Sprrd (m/s)		Operation hours (hr)
			Average	Max	
1	Homs	Sindianah1-2	8.0	23.3	2,979
3	Quneitra	Nabe Alfoar	6.2	23.87	2,055
4	Daraa	Ghabagheb	6.6	23.7	2,959
5	Homs	Jandar	7.7	23.29	1,906
6		Hasia	6.1	24.67	1,375
7	Homs	Qutina	7.8	24.03	3,175
8		Ethria	6.2	24.57	2,337
9	Damscus Country Side	Alhijana	6.7	25.14	2,731
10	Daraa	Alhara	7.6	22.0	2,000
11	Edlib	Edlib	6.28	21.48	2,682
12	Homs	Tias	5.08	22.78	1,748
13		Palmyra	6.18	22.63	2,145
15	Homs	Alsukhan	7.18	24.22	2,691

出典：電力省の国立電力研究所 (NERC)「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

シリアの廃棄物起源のバイオガス開発は、弊社がホムスおよびアレppoのランドフィルを対象に昨年度から推進しており、現在、CDM プロジェクトとして国連登録中である。なお、本プロジェクトがシリアにおける第一号 CDM プロジェクトとなる。

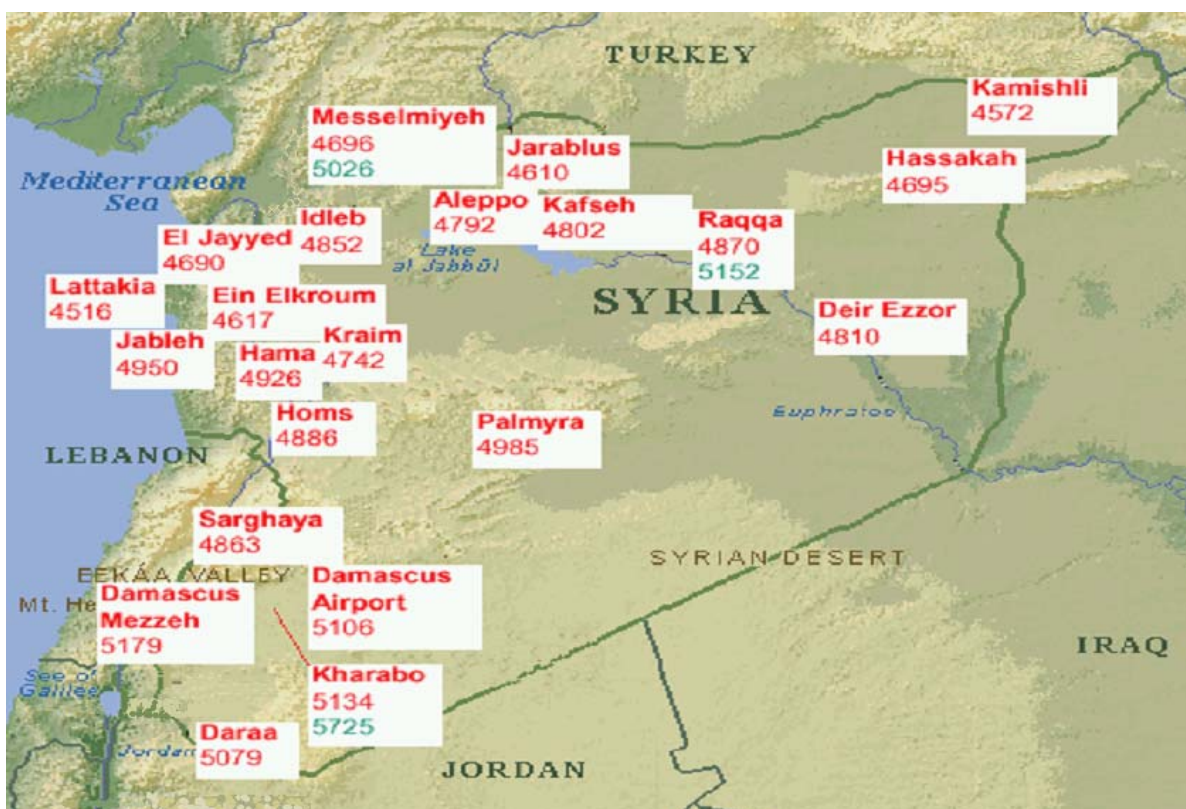
また、NERC は 700 匹の雌牛の酪農場を対象とした 100 kW のジェネレーターの設備を備えたメタン発酵槽の建設に係る国際入札を数ヶ月以内に実施するために TOR を準備中である。

NERC は、下記の法律と立法措置のドラフトを準備した。

- Energy Conservation Law.
- Energy efficiency Labels and Standards for home appliances law.
- DSWHs Fund law.

太陽エネルギーについては、太陽熱温水器が使われているが、これらは輸入製品または部品を輸入してシリア国内で組み立てられており、費用面の問題もあって一般家庭への普及は極めて限定的である。しかし、シリア政府は、金利の優遇措置(年利 7%を 8 年間政府が肩代わりする)により、今後 10 年間に 100 万台の設置を計画している。

太陽光発電は現在普及されていないが、主に遠隔地、道路照明、広告がパネルなどを対象とした PV 導入戦略を調整中である。また、毎年 11MWh の能力の PV パネル組み立て工場の設置協定が進行中である。



出典：電力省の国立電力研究所 (NERC) 「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

図1.2-1 Mean Daily Radiation on Horizontal Surface (Wh/m²)

表 1.2-4 シリアにおける再生可能エネルギー (RE) と省エネ (EE) 将来計画

Items	Units	2010	2015	2020	2025	2030	
Solar Hot Water Systems	System	480,000	1,500,000	3,000,000	3,500,000	4,000,000	
Industrial Process Heat Through Solar Thermal	System	75,000	325,000	550,000	800,000	1,000,000	
PV	(MWp)	0.6	70	140	220	300	
Wind Park Installed Capacity	MW	200	1,000	1,500	2,000	2,500	
Thermal Insulation	Apartment	150,000	500,000	1,000,000	1,700,000	2,500,000	
Energy Efficiency	Refrigerators	Unit	200,000	500,000	1,000,000	1,500,000	2,000,000
	Air-Conditioner	Unit	10,000	250,000	500,000	800,000	1,000,000
	Washing Machine	Unit	25,000	200,000	600,000	800,000	1,000,000
Energy Auditing	TOE	500,000	1,500,000	2,500,000	2,800,000	3,000,000	

出典：電力省の国立電力研究所 (NERC) 「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

○エネルギー消費量

シリアのエネルギー消費量は大きく増加しており、電力については主要都市において電力消費量の増加する冬期の日中、頻りに停電が発生するなどエネルギー問題に大きな課題を抱えている。

表 1.2-5 は、2007 年におけるシリア国のエネルギーの種類別の需要量を示したもので

あるが、オイルが全体の 72%、天然ガスが 22%、水力は 4%弱であり、バイオマスは 3%弱に過ぎない。

表 1.2-6 は、シリア国における総エネルギー需要および再生可能エネルギー需要量割合の推移を示したものである。総エネルギー需要は毎年着実に増加しているものの、バイオマスについては過去 7 年間変化が見られない。

表 1.2-5 シリアの 2007 年におけるエネルギー需要指標

Items	Units	Values
Population	Million	19.4
Total Energy Demand	M TOE	22.6
Oil Products	M TOE	16.18
Natural Gas	M TOE	4.94
Hydro Energy	M TOE	0.88
Biomass Energy	M TOE	0.6
Electrical Energy Demand	Billion KWh	42.2
GDP	Billion €	25.3
Energy Intensity	KgOE/1000 €	897
Proportion of all Energy Sources per Capita	KgOE/year	1165
Proportion of Electrical Energy per Capita	KWh/year	2175
Share of Electrical Energy in the Total Energy Balance	%	46.6

M TOE : オイル換算 百万トン RE : Renewable Energy
 出典 : 電力省の国立電力研究所 (NERC) 「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

表 1.2-6 総エネルギーおよび再生可能エネルギー需要量割合の推移

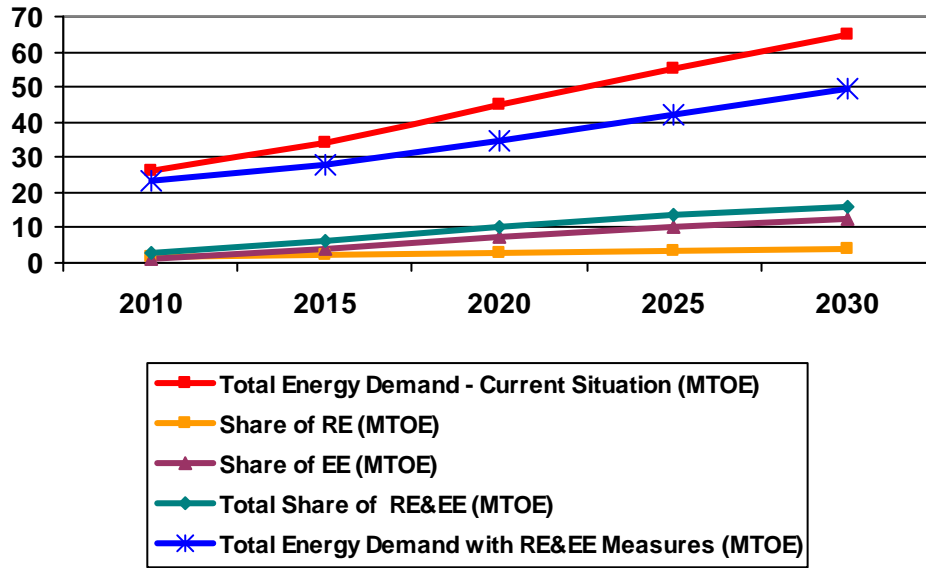
Items	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total Energy Demand (M TOE)	16.5	17.8	18.5	20	20.5	21.5	22.6
Hydro (M TOE)	0.53	0.55	0.62	0.93	0.76	0.88	0.88
Biomass (MTOE)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ratio of RE (Hydro+ Biomass) %	6.8	6.5	6.6	7.6	6.6	6.9	6.5

M TOE : オイル換算 百万トン RE : Renewable Energy
 出典 : 電力省の国立電力研究所 (NERC) 「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

図 1.2-2 はシリア国における 2030 年までの総エネルギー需要成長量の推定と再生可能エネルギーおよびエネルギー効率の改善 (省エネ) の配分を示したものである。これによると、総エネルギー需要量は毎年大幅な増加が見積もられ、2030 年には 2007 年レベルの概ね 3 倍 (65 MTOE) となっている。一方、再生可能エネルギーおよびエネルギー効率の改善が推進されれば、オイル、ガス等のエネルギー需要量が抑制されるので 49.5 MTOE まで改善される。なお、再生可能エネルギーの増加傾向は極めて限定的に見積もっている。

図 1.2-3 は、2030 年までの総エネルギー需要成長量に対する省エネルギーと再生可能エネルギー拡大行動がない場合の、国内生産量と再生可能エネルギーの配分を示したも

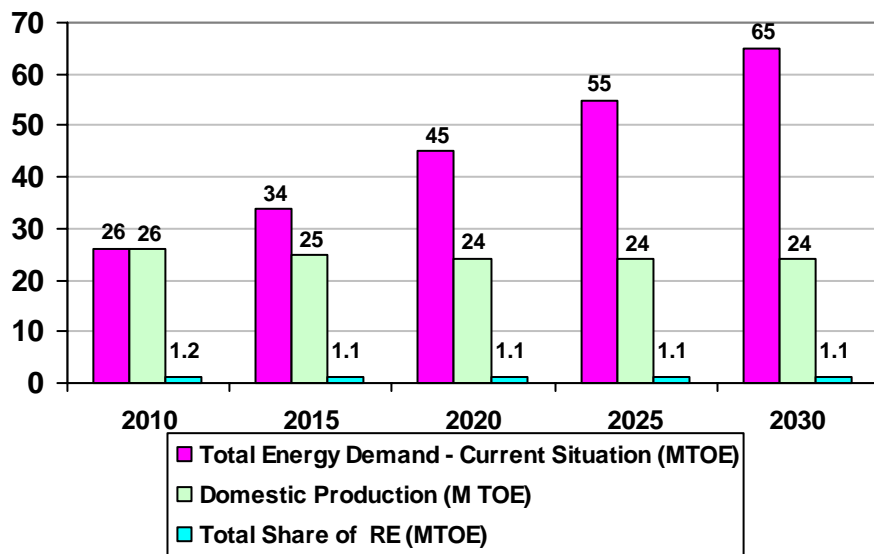
のである。化石燃料の使用抑制の必要性が明示されている。



出典：電力省の国立電力研究所（NERC）「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

図1.2-2 総エネルギー需要成長量の推定と再生可能エネルギーおよび省エネの配分

Syrian Energy Demand growth till 2030 & the share of RE&EE



出典：電力省の国立電力研究所（NERC）「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

図1.2-3 総エネルギー需要成長量（省エネルギーと再生可能エネルギー拡大行動がない場合）

Syrian Energy Demand growth till 2030 & the share of RE with no actions

表 1.2-7 は、2005 年におけるシリアのエネルギーバランスを示したものである。

エネルギーの殆どを原油と天然ガスに頼っており、原油等の確認埋蔵量と可採年数を勘案すると、再生可能エネルギーの利用拡大をどのように推進していくかが、今後のシ

リアにとっての重要課題であるといえる。

表 1.2-7 2005 年のシリアのエネルギーバランス

in thousand tonnes of oil equivalent (k toe) on a net calorific value basis

供給及び消費	石炭	原油	石油	天然 ガス	原子力	水力	地熱 太陽光	可燃物 再生資源 廃棄物	電力	熱	合計
生産	0	22919	0	5914	0	296	0	6	0	0	29136
輸入	6	0	935	0	0	0	0	0	0	0	941
輸出	-3	-11334	-816	0	0	0	0	0	0	0	-12153
International Marine Bunkers**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Changes	0	0	-18	0	0	0	0	0	0	0	-18
上記計 TPES	3	11585	101	5914	0	296	0	6	0	0	17906
輸送損失 Transfers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
統計誤差 Statistical Differences	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
発電所	0	0	-4219	-3012	0	-296	0	0	3004	0	-4523
コジェネレー ションプラント CHP(combined heat and power) Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
熱供給プラ ント Heat Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ガス供給施設 Gas Works	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
製油所 Petroleum Refineries	0	-11585	11551	0	0	0	0	0	0	0	-34
石炭精製所 Coal Transformation	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2
液化施設 Liquefaction Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他施設 Other Transformation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
自家使用	0	0	-400	-212	0	0	0	0	-343	0	-955
送電損失	0	0	0	0	0	0	0	0	-711	0	-711
上記計 TFC	1	0	7033	2691	0	0	0	5	1950	0	11679
製造業	1	0	1480	799	0	0	0	0	858	0	3138
交通・運輸	0	0	4029	0	0	0	0	0	0	0	4029
その他産業	0	0	1050	426	0	0	0	5	1092	0	2573
住宅	0	0	786	0	0	0	0	0	1092	0	1878
商業・サービス	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
農林業	0	0	197	0	0	0	0	0	0	0	197
漁業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	67	426	0	0	0	5	0	0	499
エネルギー外 の使用	0	0	474	1465	0	0	0	0	0	0	1939
- うち石油化 学産業用	0	0	159	1465	0	0	0	0	0	0	1624

** International marine bunkers are not subtracted out of the total primary energy supply for world totals.

出典：International Energy Agency HP, Statistics by Country Syria

http://www.iea.org/Textbase/stats/balancetable.asp?COUNTRY_CODE=SY

1.2.2 電力

1.2.2.1 電力政策

電力省は増加する電力需要に対応するため、電力供給システムの信頼性を向上させることを目指しており、発電所に対する 2007 年の最も重要な行動と業績を次のように説明している。

- ① PEEGT は発電電力量の増強を目的として、Nasrieh 発電所及び Zayzoon S/ Ss 発電所のそれぞれに 150 MW の発電能力のコンバインドサイクル蒸気ユニット追加のための発注契約を 2007 年末に完了している。
- ② PEEGT は、シリア南部の Deir Ali 地区において 750MW のコンバインドサイクル発電所の建設工事を 2006 年半ばから実施しており、2008 年中の完成を目指している。

また、送電と配電プロジェクトについては、送電ネットワークの信頼性を強化するために、PEEGT は 2007 年から、その必要条件とされる 230KV および 400KV の電力の送電ネットワークの開発を推進し続けることとしている。

1.2.2.2 発電部門

○発電資源

シリアの発電電力量の大部分は国営の石油及び天然ガスの化石燃料に依存した火力発電所によるが、一部に水力発電およびバイオマス発電なども行われている。

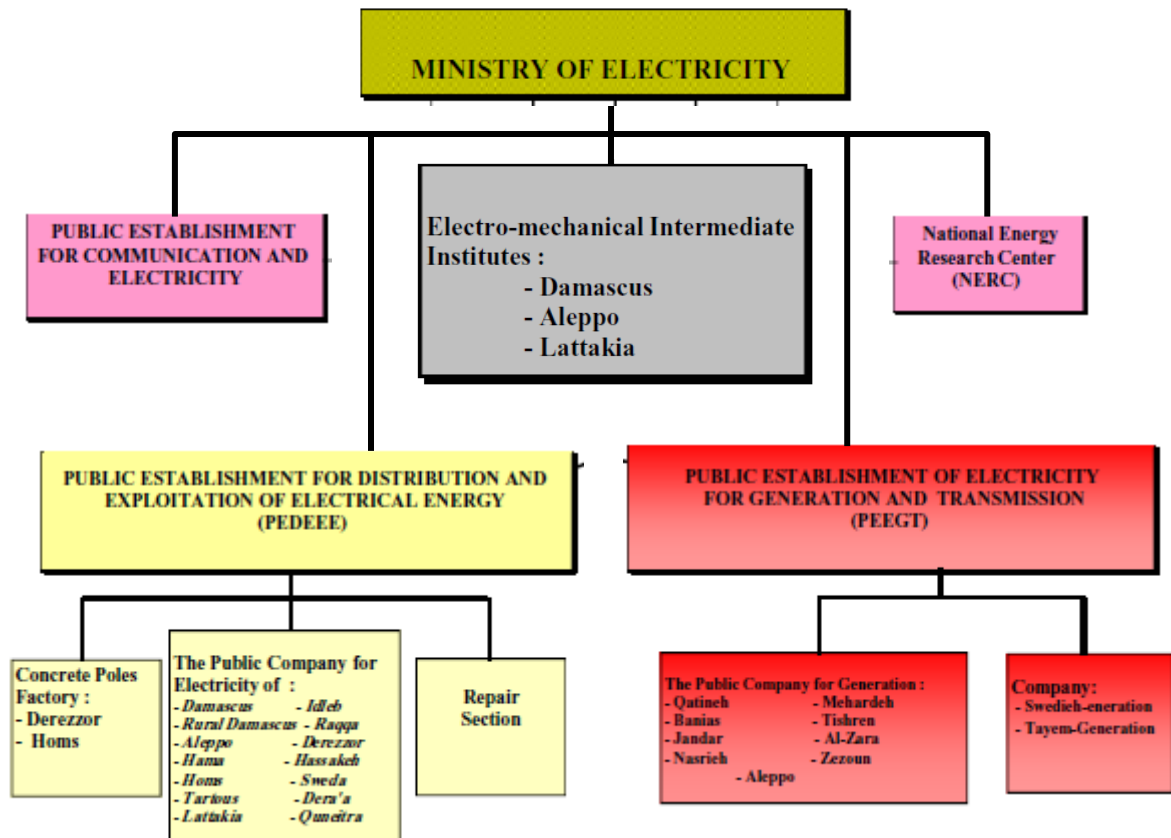
○電力に関わる組織・体制

シリアでは、当初、電力省の下の旧シリア電力公社が発電から送配電まで一手に取り仕切っていたが、1994 年以降、発電と送電部門を担当するシリア発電送電公社 (PEEGT) と配電部門を担当するシリア配電公社 (PEDEEE) に分割された。

シリア発電送電公社は、傘下に 11 の発電所を擁する国営の発電と送電を実施する会社であり、発電計画、供給管理、各発電所の予算配分と調整を行うとともに、送電部門も担当している。加えて、発電所の環境モニタリング部門と連携して発電所からの排出物の周辺環境への影響調査や環境対策にも積極的に取り組んでいる。

シリア配電公社は、配電部門を担当し、傘下には 14 県の電気の配電のための国営企業、修繕部門、コンクリート電柱工場を擁している。

なお、電力省には、PEEGT および PEDEEE のほか、国立エネルギー研究センター (NERC)、通信・電気設立機関や電気機器研究所などの部門がある。



出典：Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

図 1.2-4 電力省の電力に関わる組織・体制

電気需要はこれまで成長を続け、グロスの発電電力量は2006年の37504 GWhから2007年には38642 GWhと増大した（3%の成長率）。また、シリア国内の消費電力量は、2006年の36923GWh から2007年の40560 GWh（10%の成長率）と急激に増加した。

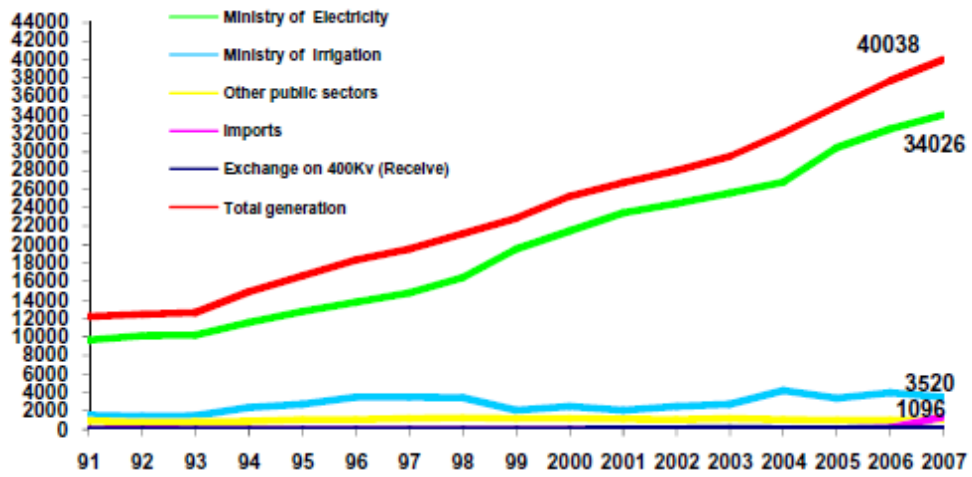
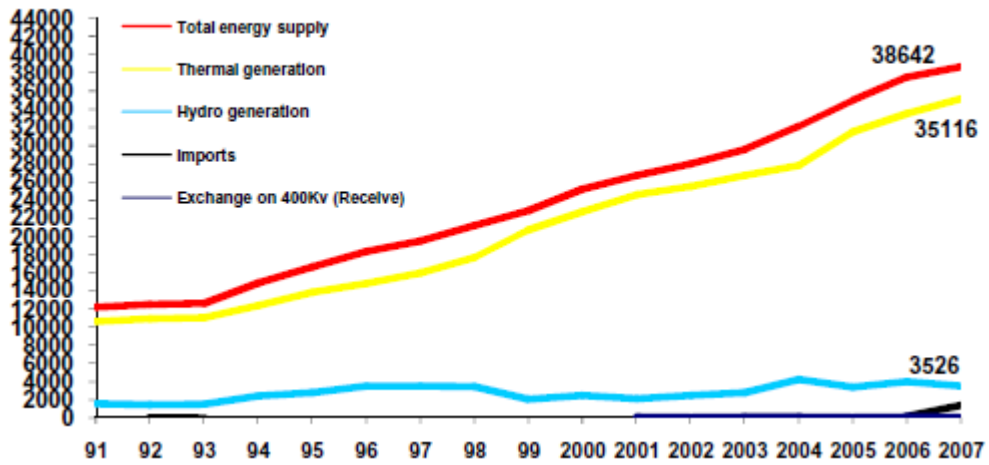
電気の需要の主要な部分は、国営のシリア発電送電公社（PEEGT）の傘下にある発電所によって供給され、2007年における寄与割合は全発電量の88%である。加えて、全発電量の12%に相当する国営の発電プラントがいくつかあり、それらの9%が3つの水力発電所（Thawra、Baath、Tishreenのダム）を運営するユーフラテスダムの寄与であり、残りの3%がRmeilan油田にあるガスタービン発電装置と石油・鉱物資源省によって供給されるホムス及びバナイスの製油所にある発電装置の電力である。

表 1.2-8 2006年および2007年における発電電力需要と成長率

		2006	2007	$\frac{(2007-2006)}{2006} * 100$
				%
■ 1- GENERATION				
1-1- Peak demand	MW	6739	7007	4
-Internal demand	MW	6689	6932	4
-Exports	MW	50	75	
1-2- available capacity	MW	5950	6250	5
1-3- Electricity gross generation	GWh	37504	38642	3
-Thermal	GWh	33503	35059	5
-Hydro-electricity	GWh	4001	3526	-12

出典：Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

OVERALL DEVELOPMENT (GWh)



出典：Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

図 1.2-5 シリア国の電力需給の推移

シリアの主要な発電所の発電設備容量を表 1.2-9 に示す。また、利用可能な能力 (MW) と燃料タイプ (2007) を表 1.2-10 に、2007 年におけるタービンタイプ別の利用可能な能力の配分を図 1.2-6 に示す。

表 1.2-9 シリアの主要な発電所の発電設備容量

GROSS & NET SUPPLY; AUXILIARY & SPECIAL CONSUMPTION (GWh)

【Generation】	2006				2007			
	Gross Generation	Auxiliary Consumption	Special * Consumption	Net supply	Gross Generation	Auxiliary Consumption	Special * Consumption	Net supply
■ 1- STEAM TURBINE	21328	1461	331	19536	22551	1498	288	20765
a) PEEGT	20835	1348	0	19487	22126	1383	0	20743
- <i>Moharbeh</i>	2980	238	0	2742	3106	219	0	2887
- <i>Banias</i>	2400	133	0	2267	3278	178	0	3100
- <i>Qatineh</i>	0	1	0	-1	0	0	0	0
- <i>Tishren thermal</i>	3035	193	0	2842	3121	195	0	2926
- <i>Akppo</i>	7585	477	0	7108	7942	487	0	7455
- <i>Al-Zara</i>	4835	306	0	4529	4679	304	0	4375
b) OTHER PUBLIC SECTOR	493	113	331	49	425	115	288	22
- <i>Homs Refinery</i>	273	52	182	39	231	58	156	17
- <i>Banias Refinery</i>	220	61	149	10	194	57	132	5
■ 2- GAS TURBINE	6992	56	407	6529	7302	76	440	6786
2-1- Diesel oil (PEDEE)	0	0	0	0	0	0	0	0
2-2- Natural gas	6992	56	407	6529	7302	76	440	6786
a) PEEGT	6449	56	0	6393	6631	76	0	6555
- <i>Swedieh</i>	1046	14	0	1032	877	12	0	865
- <i>Tayem</i>	592	4	0	588	511	4	0	507
- <i>Tishren extension</i>	1523	10	0	1513	1212	9	0	1203
- <i>Nasrieh</i>	1607	14	0	1593	1955	27	0	1928
- <i>Zezoun</i>	1681	14	0	1667	2076	24	0	2052
b) OTHER PUBLIC SECTOR	543	0	407	136	671	0	440	231
- <i>Syrian Petroleum Company</i>	543	0	407	136	671	0	440	231
■ 3- COMBINED CYCLE	5190	115	0	5075	5263	118	0	5145
a) PEEGT	5190	115	0	5075	5263	118	0	5145
- <i>Jandar</i>	5190	115	0	5075	5263	118	0	5145
■ 4- HYDRO - TURBINE	3994	49	0	3945	3526	48	0	3478
a) PEEGT	13	0	0	13	6	0	0	6
- <i>Suk-wadi Barada</i>	4	0	0	4	3	0	0	3
- <i>Shezer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
- <i>Rastan</i>	9	0	0	9	3	0	0	3
b) OTHER PUBLIC SECTOR	3981	49	0	3932	3520	48	0	3472
- <i>Thawra</i>	2369	30	0	2339	2079	29	0	2050
- <i>Baath</i>	326	5	0	321	295	3	0	292
- <i>Tishren Dam</i>	1286	14	0	1272	1146	16	0	1130
■ GRAND TOTAL	37504	1681	738	35085	38642	1740	728	36174

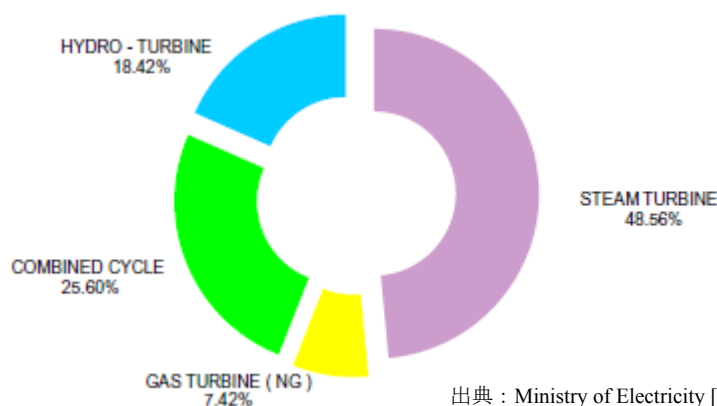
出典 : Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

表 1.2-10 利用可能な能力 (MW) と燃料タイプ (2007)

AVAILABLE CAPACITY (MW) AND FUEL TYPE (2007 年)

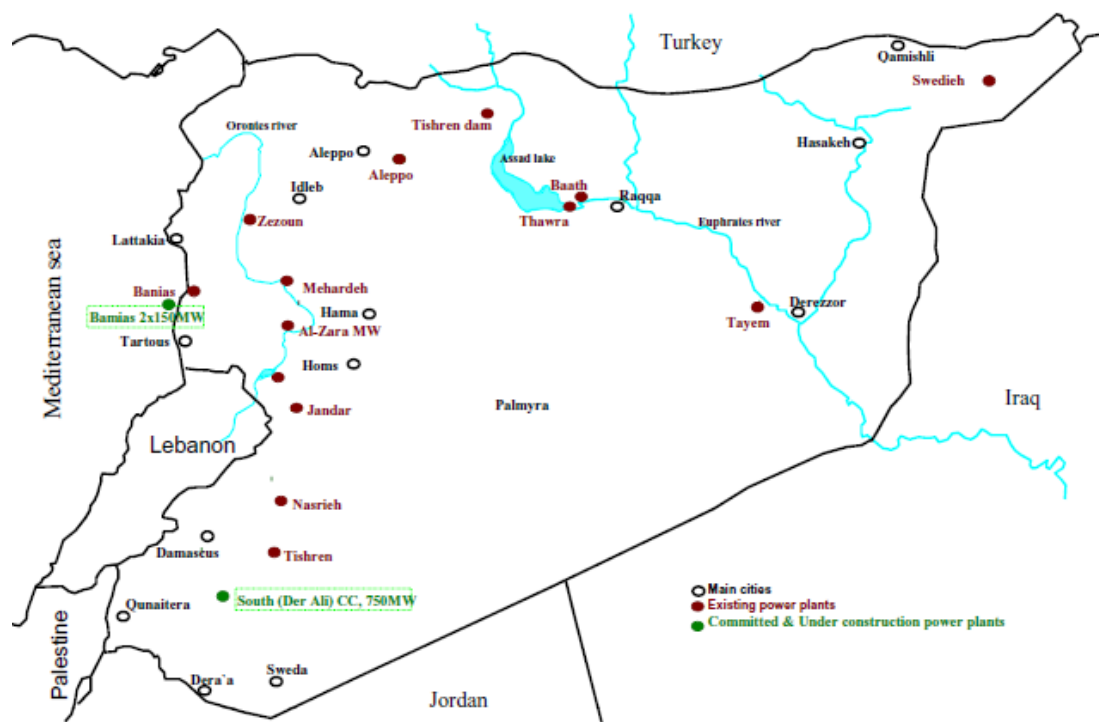
【Available Capacity】	Available Capacity (MW)		Fuel Type	Commissioning Date
	Units	Total		
1- STEAM TURBINE		3035		
a) PEEGT		2995		
- Mehardeh	2×120+1×165+ 1×125	530	HFO - NG	1979 - 1988
- Banias	2×170	340	HFO	1982 - 1987
- Tishren thermal	2×200	400	HFO - NG	1993 - 1994
- Aleppo	5×213	1065	HFO - NG	1997
- Al Zara	3×220	660	HFO - NG	2000
b) OTHER PUBLIC SECTOR		40		
- Homs Refinery	2×20	40	HFO - NG	1984
2- GAS TURBINE		464		
2-1- Deisel oil		0		
a) PEEGT		0		
- Mehardeh	0	0	DO	1988
- Banias	0	0	DO	1988
- Aleppo	0	0	DO	1997
2-2- Natural gas		464		
a) PEEGT		404		
- Swedieh	4×34	136	NG	1988 - 1989
- Tayem	2×34	68	NG	1991
- Tishren extention	2×100	200	HFO - NG	1995
b) OTHER PUBLIC SECTOR		60		
- Syrian Petroleum Company	6×10	60	NG	1975 - 1987
3- COMBINED CYCLE		1600		
- Jandar	4×110+2×100	640	NG	1994 - 1995
- Nasrieh	3×110+1×150	480	NG	1995 Gas&2007Steam
- Zezoun	3×110+1×150	480	NG	1996 Gas&2007Steam
4- HYDRO - TURBINE		1151		
a) PEDEEE		0		
- Suk-wadi Barada,Rastan,Shezer	0	0		1956 - 1972
b) OTHER PUBLIC SECTOR		1151		
- Thawra	8×81.25	650		1974 - 1978
- Baath	3×17	51		1987 - 1988
- Tichreen - dam	6×75	450		1999 - 2002
TOTAL AVAILABLE CAPACITY		6250		

出典 : Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)



出典 : Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

図 1.2-6 2007 年におけるタービンタイプ別の利用可能能力の配分
Distribution of Available Capacity by Turbine Type for 2007



出典：Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

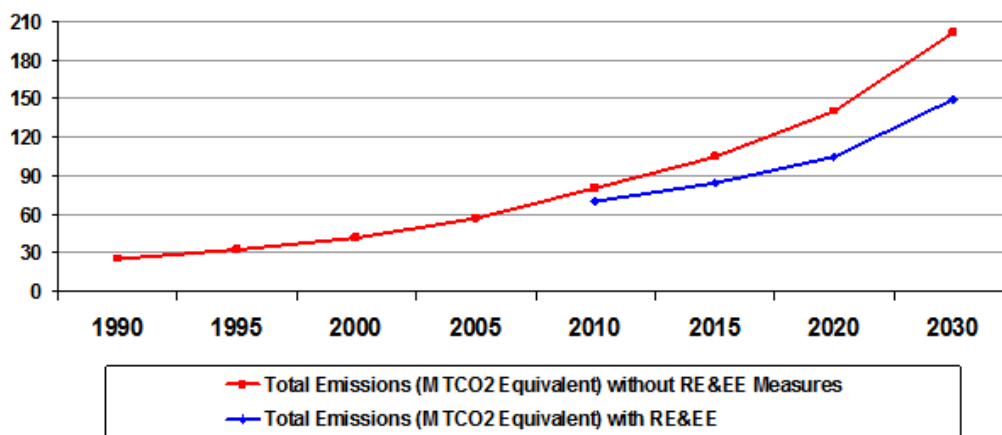
図 1.2-7 Main power plants in the Syrian Power System for 2007

1.2.2.3 発電部門の環境上の側面

シリアの火力発電所からの二酸化炭素排出量は、2005年に約57Mt-CO₂であったが、再生可能エネルギー等の対策が無ければ2030年には201Mt-CO₂と推計されている。そのうちの大部分が石油の燃焼に伴う発生量が占めている。

仮に、シリア政府の推進計画どおりに再生可能エネルギーによる発電が推進されてとしても、2030年における二酸化炭素の排出量は2000年ベースの3倍以上の149Mt-CO₂と見積もられている。

Years	1990	1995	2000	2005
Total (M TCO2 E)	25	53	42	57
Years	2010	2015	2020	2030
Total (M TCO2 E) Without RE&EE Measures	80	105	140	201
Total (M TCO2 E) With RE&EE Measures	70	84	105	149



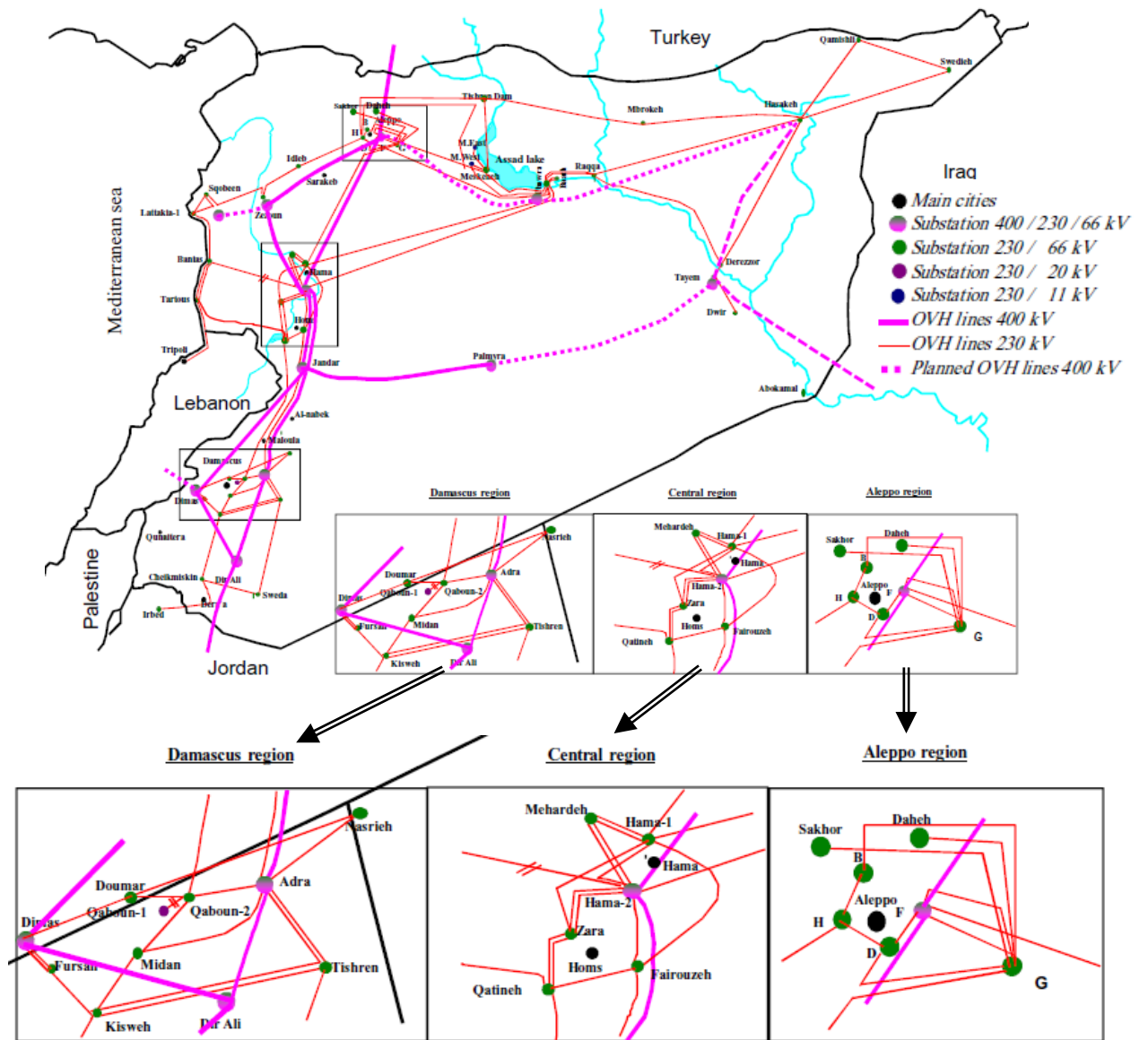
出典：電力省の国立電力研究所 (NERC)「再生可能エネルギーの現状と促進行動計画」

図 1.2-8 エネルギー部門の二酸化炭素排出量

1.2.2.4 送配電部門

シリア国内で採用されている送電電圧は、400kV と 260kV で構成されている。

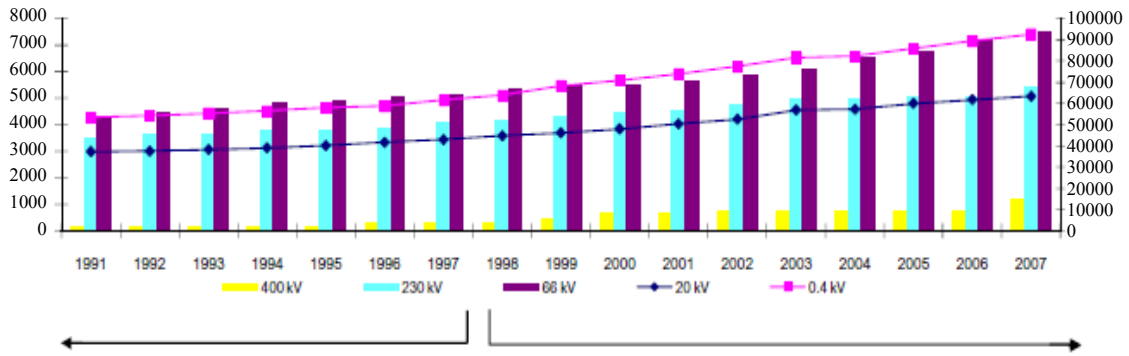
国際連系系統についてみると、400kV の送電電圧は南でヨルダンと、北でトルコと連系されている。将来の計画では、国内の送電網の整備とともにイラクへの連携も含まれる。



出典 : Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

図 1.2-9 シリア国内の電力系統マップ

Basic network for Syrian Power System 230 / 400 kV for 2007



	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
400 kV	167	167	167	167	170	322	322	322	478	678	678	738	738	738	760	760	1188
230 kV	3454	3602	3654	3776	3781	3885	4045	4176	4333	4421	4518	4758	4985	5000	5046	5080	5420
66 kV	4307	4413	4603	4795	4883	5077	5154	5348	5466	5496	5599	5881	6047	6502	6746	7173	7523
20 kV	37379	37715	38335	39128	40294	41800	43060	44892	46292	48089	50493	52613	56939	57375	59966	61851	63467
0.4 kV	53561	54365	55411	56528	58097	58891	61714	63953	68391	70989	74089	77448	81728	82318	85953	89514	92628

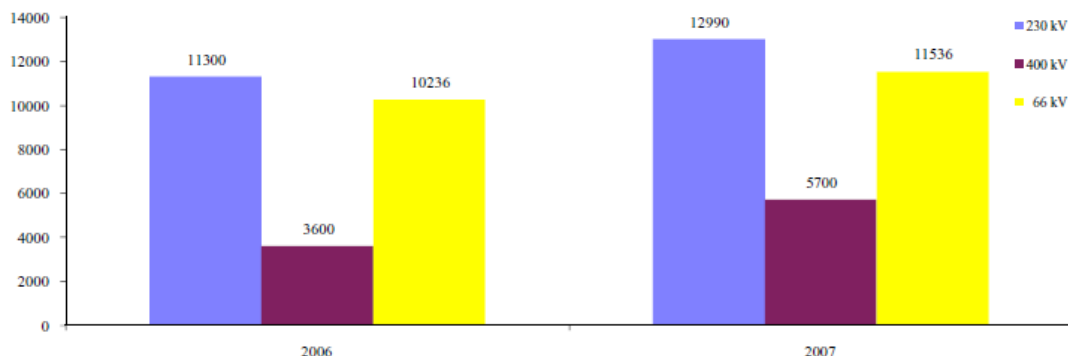
出典：Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

図 1.2-10 シリアの電力システムにおける伝送ラインの延長

Length of overhead transmission lines in the Syrian Power System

2007 年末の段階における変電設備の容量については、400/230 KV の変圧器が 5700 MVA、また 230/66 KV の変圧器の能力は 12990 MVA になり、15%の成長速度を達成している。

また、シリア配電公社 (PEDEEE) は継続的に変電設備の増強を推進し、25 の新しい 66/20 KV の変電所を追加することによって、国内全 14 県の送電網を整備し続けている。その結果、2007 年末の段階で、据え付けられた 66/20 kV の変圧器の全体の容量は 11536 MVA となり、さらに、国内の 2801 箇所の地域に 20/0.4 kV の補助変電設備が設置された。その結果、2007 年末までに合計で 50678 箇所の補助変電設備が設置されたことになり、2006 年に比べて 6%の成長率となった。



出典：Ministry of Electricity [Public Establishment of Electricity for Generation and Transmission] (2007)

図 1.2-11 2006-2007 年におけるシリアでの名目上の変圧器能力

Nominal transformer capacities in Syria for 2006 - 2007 (MVA)

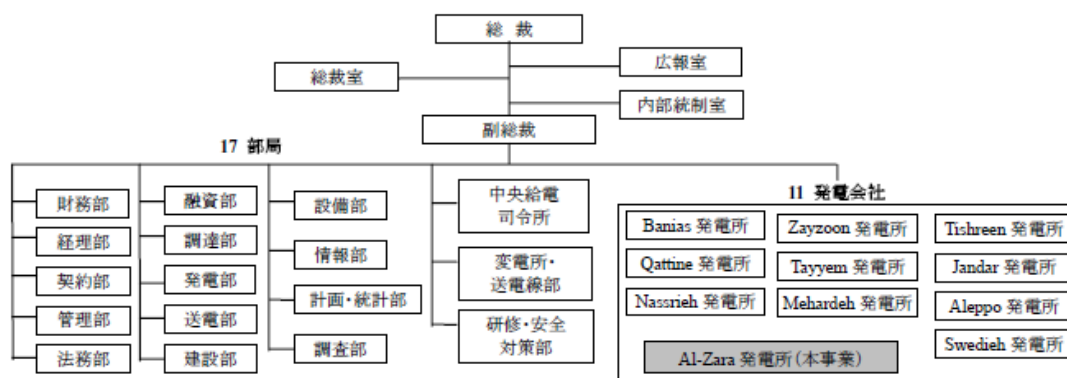
1.2.2.5 シリアの電力産業の構造

規制機関は電力省（MOEL）である。電力省の下には発電と送電部門を担当するシリア発電送電公社（PEEGT）と配電部門を担当するシリア配電公社（PEDEEE）があり、PEEGT は、傘下に 11 の発電所を擁する国営の発電と送電を担当している。PEDEEE は配電部門を担当し、傘下には 14 県の電気の配電のための国営企業、修繕部門、コンクリート電柱工場を擁し、売電を担当している。また、電力に関わる研究を主体とする国立電力研究所（NERC）や通信・電気設立機関、電気機器研究所などの部門がある。

関係機関としては、製油所における自家発電に関連して石油・鉱物資源省（MOPMR）、ユーフラテスダムに関連して灌漑省（MOIR）などがある。

発電部門は既に自由化されており、特に風力発電等の再生可能エネルギー活用への民間事業者の参入に大きな期待を寄せている。

図 1.2-12 は、シリア発電送電公社（PEEGT）の組織図を示したものである。



出典：JICA2004 年度円借款事業評価「アル・ザラ火力発電所建設事業」（2004 年 9 月現地調査）
http://www.jica.go.jp/activities/evaluation/oda_loan/after/2005/pdf/project37_full.pdf

図 1.2-12 シリア発電送電公社（PEEGT）組織図

1.2.2.6 電力料金とその徴収状況

プロジェクトホスト企業である GFC に適用されている電気料金は、朝：2.5 SP/kWh、日中（10hr - 17hr）：3.7 SP/kWh、夜間：1.8 SP/kWh である。GFC の支払った電気料金は、118,705,340 kWh/2007 年であり、2008 年 1 月の 1 ヶ月間では 10,513,160 kWh であった。

GFC 全体で、1 ヶ月間当たり概ね 10 GWh の電力を消費していることになる。

家庭用電力料金については、従量料金が設定されており、2007 年 11 月における料金は、表 1.2-11 に示すとおりである。

表 1.2-11 家庭用の電気料金（従量料金）（2007年11月）

項目	適用	料金価格 (単位：SP/kWh)
家庭用	0～100	0.3
	101～200	0.4
	201～400	0.5
	401～600	0.8
	601～800	2.0
	801～1000	3.0
	1001～2000	3.5
	2001～	4.0

出典：Syria-news.com.

<http://joshualandis.com/blog/?p=463>

1.3 シリアの CDM に関する政策

○シリアの CDM 参加資格

シリアは、UNFCCC に 1996 年 4 月 3 日に批准し、京都議定書には 2006 年 1 月 27 日に加盟し 2006 年 4 月 27 日に批准した。DNA は、地方行政・環境省（Ministry of Local Administration and Environment）が担当している。

表 1.3-1 シリアの CDM 参加資格

要件	適合状況
京都議定書の批准国であるか。	1996 年 4 月 3 日に UNFCCC に批准した。 2006 年 4 月 27 日に京都議定書に批准した。
DNA を登録しているか。	地方行政・環境省 Ministry of Local Administration and Environment General Commission for Environmental Affairs (GCEA) P. O. Box 3773 Damascus Syria Eng. Haitham NASHAWATI (hnashawati1@yahoo.com) DNA Reporter, Director of Atmosphere Safety Directorate National focal point of UNFCCC DNA Coordinator Phone & Fax: (963)11-214 1510 Mobile: (963)933-641 634

出典：DNA に直接確認

○シリアにおける CDM プロジェクトの受入基準

シリアにおける CDM プロジェクトの受入基準として、特別な基準はない。

シリア国内法に違反していないこと、その他一般の事業と同じく、国内法に基づき必要な申請、手続きが行われていれば実施可能であるとしている。また、承認にかかる検討では、持続的な開発であることが重要視される。

シリアでの CDM プロジェクト開発は、数年前に着手された段階であり、今後優先プロジェクト分野などが設定される可能性はあるものの、一方で複雑な国際情勢を抱えるシリア政府としては、CDM プロジェクトによる先進国からの投資と技術移転に期待するところが大きく、いずれの分野についても積極的に取り組む姿勢を示している。

○シリアにおける CDM 承認プロセス

シリア・アラブ共和国では、CDM プロジェクトに採用された全国の委員会の構成として図 1.3-1 のように提案している。

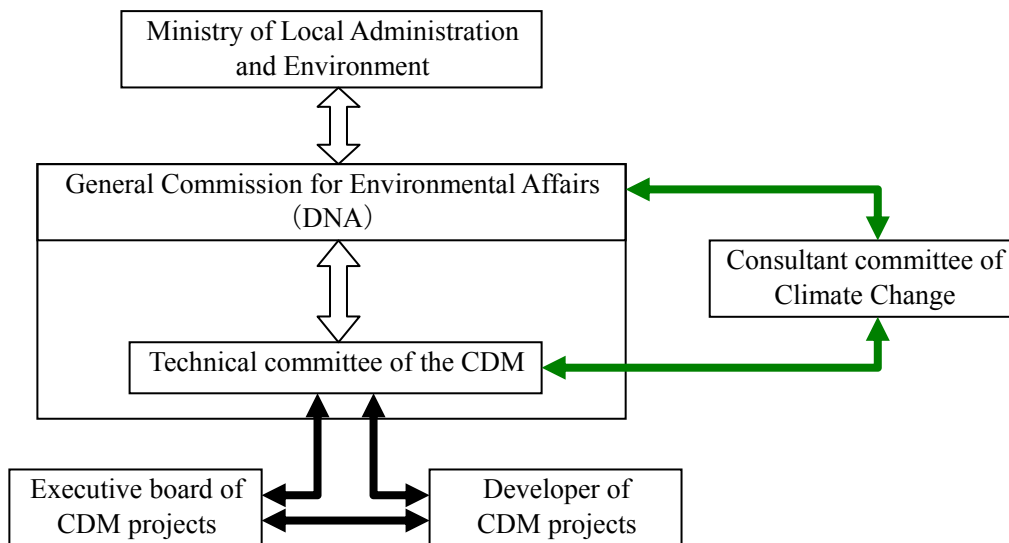


図 1.3-1 シリア国 CDM プロジェクト全国の委員会の構成 (提案)

CDM 技術委員会は次の関係省庁の代表者を含む。

- a) General Commission for Environmental Affairs (GCEA).
- b) Ministry of Transportation.
- c) Ministry of Petroleum.
- d) Ministry of Electricity.
- e) National Energy Research Center (Ministry of Electricity).
- f) Ministry of Industry.
- g) Ministry of Local Administration and Environment.
- h) Country Planning Commission.

気候変動のコンサルタント委員会には次のメンバーによつて構成される。

- a) Minister of Local Administration and Environment (head of committee).
- b) General Director of the General Commission of Environmental Affairs.
- c) General Director of the General Commission of Atomic Energy.
- d) General Director of the Environmental Studies Center.
- e) General Director of the General Commission of Agricultural Research.
- f) General Director of the General Directorate of meteorological monitoring.
- g) Head of Country Planning Commission.
- h) General Director of the National Energy Research Center.
- i) Dean of Mechanical and Electrical Engineering Faculty, Damascus University.
- j) Dean of Agricultural Faculty, Damascus University.
- k) Damascus Industry Chamber.
- l) DNA Coordinator.

第 2 章 プロジェクト計画

2.1 プロジェクトの概要

2.1.1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、シリア・アラブ共和国・ホムス市にある、総合化学肥料会社 (General Fertilizer Company : 以下、「GFC」と称す。) の工場から排出されているパージガスを回収しボイラで有効利用することにより、メタンの大気中への排出を削減すると同時に、天然ガスの消費削減を実現するプロジェクトである。

本プロジェクトによって、温室効果ガス排出削減と同時に、パージガス中に含まれるアンモニアの大気放出の抑制を図ることを目的としている。

2.1.2 プロジェクト計画の概要

本プロジェクトは、シリア第三の都市、ホムス市にある GFC のアンモニア製造プラントにおけるパージガス (排出ガス : $\text{CH}_4=12\%$ 、 $\text{H}_2=60\%$ 、その他窒素、アンモニア、アルゴンなどを含み有害物質は含まれていない) を、工場内で使用されている天然ガス焼きボイラの代替燃料として有効利用する CDM プロジェクトである。

GFC では 20 年前よりパージガスの有効利用を模索しているが、①経済制裁により、アメリカからの技術導入が困難、②パージガスの燃焼・利用技術について、技術移転を行う先進国が不在であった、③GFC の予算面から、高度な設備の導入は難しい、などの理由により実現せず、パージガスを大気中に放出してきている。

現在検討しているプロジェクトシステムは、図 2.1-1 の通りパージガスからアンモニアを除去した後、専用ボイラを使って蒸気を供給するシステムである。

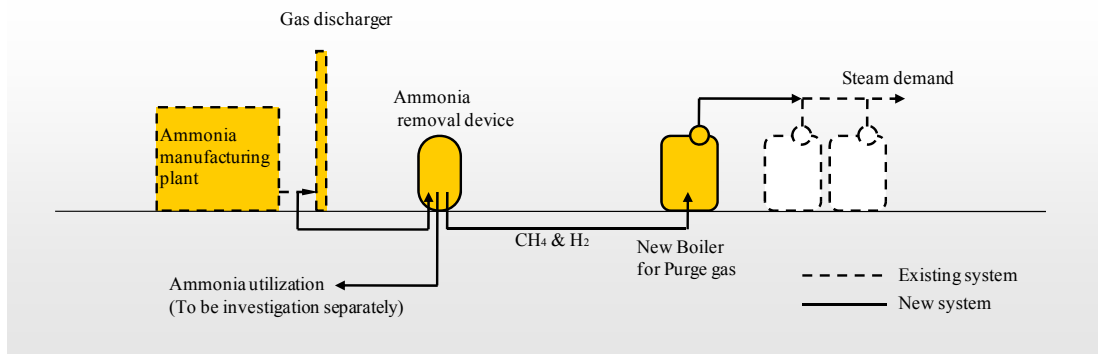


図 2.1-1 プロジェクトのシステム系統図

2.2 プロジェクトの持続可能な開発への貢献

2.2.1 持続可能な開発

本プロジェクトが実施されると、以下の理由で追加的な温室効果ガスの排出削減が生じる。

- 1) パージガスを新設ボイラで燃焼するにより、これまで大気中の放出されていたメタンガスの破壊。
- 2) 新設ボイラから蒸気を供給することにより、既存ボイラの燃料である天然ガスの消費削減

従って、本プロジェクトにおいて対象とする温室効果ガスは、メタンガス及び二酸化炭素（CO₂）である。

また、このプロジェクトは以下のように GFC 社における環境改善をすると同時に、持続可能な発展に寄与するものである。

- ・ パージガス中に含まれるアンモニアの放出抑制による環境改善効果
- ・ プロジェクト実現（建設、運用）による雇用の創出効果
- ・ 新技術導入（モニタリング手法等）による人的資源の育成効果

シリアでは、他の途上国と同様に電力、ガソリン等のエネルギー需要の増大が大きな課題となっており、最近の化石燃料の高騰に伴いその影響は、GFC にも及びはじめている。

農業国であるシリアにとって、GFC は、国内唯一の化学肥料工場であり、農業政策上からも肥料価格の抑制が重要であることから、クリーンなエネルギーであるパージガスを代替燃料として有効利用することは、大気汚染の緩和や省エネのみならず、肥料価格の安定化を通じた市民生活の安定化の観点からも、シリアの持続可能な開発ニーズに貢献するものといえる。

また、中東地域にあつて、他の中東諸国に比べてエネルギー資源の少ないシリアにとって、再生可能エネルギーの利用を含む省エネルギーの推進は、きわめて重要な課題であり、これまで技術的な理由から利用することができなかったパージガスを有効に利用する本プロジェクトは、先進国からの技術移転という観点からも、持続可能な開発に貢献できる。

2.2.2 提案プロジェクトの技術移転の側面

本プロジェクトが実施されれば、所定の標準を基にしたガス成分や流量の測定が実施される。GFC では、これまで精度の高い測定が実施されているとは言い難い部分もあるが、本プロジェクトの実施によってモニタリング技術の向上が図られ、精度の高いデー

タを取得するための基礎が構築される。

今後、国営企業として、自動連続測定による各種大気汚染物質の排出量の把握は不可避であると考えられ、本プロジェクトによる正確なモニタリングに係る技術移転は他企業に対して範を示す意味でも極めて意義が大きい。

2.3 プロジェクト参加者の概要

(1) ホムス総合化学肥料工場

GFC は 1967 年に設立され、1972 年から製造が開始された。GFC はシリア国唯一の総合化学肥料会社であり、製造能力はアンモニア 1000t/日、アンモニアを原料として尿素 1050t/日および硝酸 280t/日、硫酸 1700t/日、リン酸 580t/日、リン酸を原料として重過リン酸石灰 1450t/日、副産物として石こう 4500t/日である。

シリア国では、現在、「環境」と「再生可能エネルギー・省エネ」が重要なキーワードであり、GFC としてもそのことを十分に理解するとともに高い関心を持っている。

GFC や、GFC を所轄する工業省、環境を管理する地方自治環境省では、このような状況のなか、本プロジェクトは温室効果ガス削減と廃棄エネルギーの熱利用、更には地域環境の改善という、上記キーワードに当てはまるものであることから、GFC 及び関係機関としても積極的に取り組む姿勢を明らかにしている。

GFC は、本プロジェクトの日本側事業実施についても了解しており、また、プロジェクト開始後の運営維持管理にも全力で協力する旨明らかにしている。また、GFC および工業省は、地球温暖化物質の削減のみならず、地域環境の改善にも貢献する本 CDM プロジェクトを会社の社会責任としても位置づけており、日本側の資金及び技術協力を高く評価している。

(2) 清水建設株式会社

本プロジェクトの提案者である清水建設は、旧ソ連圏諸国、中東、東南アジアと言った諸国のランドフィルガス回収プロジェクトを中心に、CDM/JI 事業を案件発掘から PDD 作成、国連登録、プロジェクトの実施に至るまで、トータルで多数手がけてきている。更には、地域暖房コージェネ化計画などの実績もあり、CDM プロジェクト推進に向けたノウハウを蓄積してきている。

本プロジェクトの対象国であるシリアにおいては、既に 2 都市のランドフィルガス回収 CDM プロジェクトに取り組んでおり、シリア国における最初の CDM プロジェクトとして国連に登録申請中であり、これまでに政府や地方自治体関係機関との信頼関係も構築してきている。

(3) 有限会社クライメート・エキスパーツ

本プロジェクトの協力会社であるクライメート・エキスパーツは、これまでに京都メカニズムに関するコンサルティング業務、すなわち、CDM/JI プロジェクトに関する PDD 作成、新方法論の承認申請、有効化審査やホスト国との交渉支援、国連への登録申請・クレジット発行申請支援などを手がけてきている。更には、ホスト国へのキャパシティー・デベロップメントのほか、日本側実施機関に対する CDM/JI 関連企業戦略立案も手がけるなど、CDM に関する多くの先駆的実績を有する。

(4) 株式会社オオスミ

本プロジェクトの協力会社である株式会社オオスミは、JICA のプロジェクト方式技術協力である「シリア国全国環境モニタリング能力強化プロジェクト」に参画しており、シリア国の深刻な環境問題、とりわけ GFC 周辺地域の抱える課題と対応方策を理解している。本 CDM プロジェクトによる日本の貢献は、単に地球環境問題のみではなくホムスの地域環境改善にも寄与するものであり、広く地域環境に係る知見は今後の CDM プロジェクトに活用できる。

2.4 プロジェクト実施サイト

2.4.1 対象施設の現状

本プロジェクトの実施サイトである GFC 社は、ホムス市の南西側の周縁部に位置する。



図 2.4-1 GFC の位置

プロジェクト対象地域は商・工・農が偏在する地域であり、その中において総合化学肥料工場である GFC はホムス市の郊外に位置する。工場の周辺にはカッティーナ村やム

バラキア村があり、工場からの大気汚染や水質汚濁の影響を受けている。

付近の主要工場としては GFC のほか製油所がある。また、ホムス市から程近いホムス県内には環境配慮型の新しい工業団地も抱え、外資系企業の誘致にも力を注いでいる。

対象サイトの GFC は、農業国であるシリアにあって唯一の国営総合化学肥料工場であり、食糧問題にも直結することから農業政策上極めて重要な工場とされている。

GFC にあって、本プロジェクトの対象施設はアンモニア製造プラントである。プラントからは、アンモニア合成反応の妨害物質であるアルゴン (Ar) やメタンを含有した未反応の原料ガスを連続的に排出している。



パーシガス放出塔



総合化学肥料工場の主要部分
アンモニア製造プラント(写真中央左)

写真 2.4-1 総合化学肥料工場とアンモニア製造プラントのパーシガス放出口

アンモニア製造プラントでは、その原料として天然ガスを使用し、一次改質炉において触媒を利用して加熱分解し水素を得ている。この水素と空気中から分離した窒素とを高温高圧下で触媒を通して合成するが、触媒反応率が悪いことからリサイクルを行い、合成反応を繰り返す必要がある。その結果、不純物であるアルゴンやメタン濃度が上昇し、合成反応を阻害することから、アンモニア原料の混合ガスを一部系外に連続的に排出（パージ）する必要がある。

通常のアンモニア製造プラントでは、このパージガスには水素約 60%とメタン 12%程度が含有していることから、一次改質炉の燃料の一部として活用するか、先進技術では水素を膜分離技術で回収利用している。しかしながら、GFC では低カロリーのパージガスの適切な燃焼技術を保有しておらず、また膜分離技術は費用・技術両面で採用は難しいため、やむなくこの 20 年間余り大気中に放出してきた。

これまでも、パージガスの一次改質炉の燃料としての利用を、アンモニア製造プラントを納入したメーカーである Kellogg 社と共同研究したことがあるが、アメリカの経済制裁によって一方的に中止され、また、他の先進諸国の協力も得られないまま現在に至っている。他の要因として、一次改質炉の燃料である天然ガスの価格の要因がある。安価な肥料を農民に提供するという国策から、天然ガス供給会社は破格の低価格でガスを GFC に提供しており、設備投資をしてパージガスを回収するというインセンティブが強く働かなかったことも挙げられる。

さらには、パージガスの燃焼技術の問題に加えて、パージガス中に含有されるアンモニアの問題がある。パージガスを前処理無しに燃焼させた場合 fuel-NO_x に転換し、排出基準を大幅に超過することになることから、燃焼前に NH₃ を除去しておくか、排ガスに脱硝 (DeNO_x) 技術の適用が必要となる。DeNO_x 技術や運転経験もなく、十分な予算も保有していない GFC にあっては、CDM がなければ将来的にも大気中パージガスを放出し続ける現状維持しか方法がないことになる。

また、プラントのアンモニア製造能力についても、設計値では NH₃ 製造量 1000 ton/day であるが、実際には 75~85%のロードにとどまっている。GFC によれば、第一の原因は一次改質炉のバーナーの問題 (燃焼用空気のコントロールが出来ない)、第二の原因はクーリングタワーの能力不足とされている。これらの問題が解決されれば、アンモニア製造量およびパージガス成分とも設計値が得られるとのことであった。

2.4.2 温室効果ガス発生量の想定

パージガスの大気中放出に伴う現状の温室効果ガスの発生は、パージガス中に存在する CH₄ の大気中への排出である。従って、パージガスの流量とメタン濃度から温室効果ガス発生量を算定することが出来る。

表 2.4-1 は、協議の初期段階に GFC が提示したパージガス組成 (設計値) である。

表 2.4-1 パージガス組成（設計値）と発熱量

構成成分	発熱量 (kJ/Nm ³)	ガス組成 (%)
メタン (CH ₄)	35804	11.76
水素 (H ₂)	10760	61.07
アンモニア (NH ₃)	—	2.73
窒素 (N ₂)	—	20.19
アルゴン (Ar)	—	4.83
合計		100.0
パージガス流量	8740 Nm ³ /h (Dry gas)	

パージガス中の GHG 排出量は、設計値を基本に次式によって算出した。

$$\text{GHG} = Q_{\text{purge}} \times C_{\text{CH}_4} \times F_{\text{CH}_4} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} \times T_y$$

GHG : 温室効果ガス排出量 (t CO₂-eq/yr)

Q_{purge} : パージガス流量 (Nm³/h)

C_{CH₄} : メタン濃度 (12.9/100)

F_{CH₄} : 重量換算係数 (メタンの分子量 16/ 22.4=0.714)

GWP_{CH₄} : メタンの地球温暖化係数 (21)

T_y : 稼働時間 (24hr×320days=7680hr)

よって、1年間の GHG 排出量は、当初次の通り試算された。

$$\text{GHG} = 8748 \text{ Nm}^3/\text{hr} \times 0.129 \times 0.714 \times 21 \times 7680 \text{ hr} \approx 130,000 \text{ t CO}_2\text{-eq/yr}$$

しかしながら、調査段階において、現在のプラントは加熱炉のバーナー等に問題を抱えており、設計値どおりの能力が発揮されておらず、年間の平均稼働ロードは約 85%、パージガス中のメタン濃度も 6%程度であることが判明した。今後、問題点が改善されてくれば設計値に近い温室効果ガス排出量が想定されるが、現状では上記計算結果の半分程度の温室効果ガス排出量が想定される。なお、GHG 削減量は、パージされていたであろうガスの組成の実績値をベースに事後的に算出される（という方法論を開発する）。

2.5 システム構成

2.5.1 パージガス利用設備全体概要

パージガスは、天然ガスと水素を主成分とする可燃性ガスであるため、GFCにおいては以前から、このガスをアンモニア製造工程における燃料として利用することを試行してきた。しかしながら主たる燃料である天然ガスとは火炎長やガス圧力が異なることから、混合ガス化や別バーナーの追加などの方法を模索したものの、技術的課題を解決できなかった。

本プロジェクトにおいて、同様のアプローチによってパージガスを有効利用することは、日本の技術をもってすれば可能であるとも考えられるが、日本側とシリア側の役割分担や責任分担、モニタリングにおける明快さの面で、リスクがあると言わざるを得ない。

ボイラによる燃焼についても、既存ボイラのバーナーを交換する、もしくはパージガス用のバーナーを追加するなどの方法によって、新設の専用ボイラを設置せずにプロジェクトを実施することも可能性がないわけではないが、同様の理由によりそのようなシステムは採用しなかった。

このような背景から、本プロジェクトで採用したシステム構成は、パージガスはアンモニアを除去した後に、専用ボイラにて利用し、蒸気を得る。得られた蒸気は、既存の天然ガスボイラによって蒸気を供給されている蒸気配管に接続されるというものである。

2.5.2 パージガスの組成

本調査では、過去5年間のパージガス組成等のデータを収集・集計準備中である。表は、これまでに収集済みの2006年10月以降の59データから求めたパージガスの組成(暫定値)である。

パージガス中のメタン及び水素等の濃度は、設計値と比べて大きく相違しており、比較の変動のあることも把握できた。

表 2.5-1 既存データによるパージガス組成と発熱量 (暫定値)

構成成分	発熱量 (kJ/Nm ³)	ガス組成 (%)
メタン (CH ₄)	35804	5.8
水素 (H ₂)	10760	66.0
アンモニア (NH ₃)	—	2.8
窒素 (N ₂)	—	22.7
アルゴン (Ar)	—	2.6
合計		100.0
パージガス流量	7850Nm ³ /h (Dry gas)	

2.5.3 既存設備との接続

アンモニア製造プラントにおける蒸気システムでは、既存の高圧ボイラ 2 基（40bar、定格蒸気発生量 60t/h）がほぼ常時稼働し、高圧蒸気を製造し、この高圧蒸気を減圧することによって、数種類の圧力の蒸気システムが存在している。

パージガス専用ボイラを既存設備と接続するにあたり、まず第一に考慮すべき事項は、十分な蒸気需要を確保して、パージガスをすべて有効に利用することである。このことから、パージガス専用ボイラも高圧仕様のボイラとし、既存の高圧ボイラと並列に接続することとした。高圧蒸気システムについては、ほぼ安定した蒸気需要が確認されているためである。

2.5.4 運転方法

運転方法についても、パージガスをすべて有効に利用することを基本として検討した。

従来システムでは、天然ガスボイラ 2 台を並列運転し、蒸気需要に応じて 2 台を同様に部分負荷運転する制御方式を取ってきた。

プロジェクトシステムでは、まずパージガスボイラを、パージガスの量に応じて運転し、蒸気供給の不足分を、既存ボイラ 1 台もしくは 2 台でまかなうこととする。既存ボイラよりもパージガスボイラを優先運転するように設定し、これまでと同様の容量制御を既存ボイラ側で行うことによって、比較的単純にパージガスの有効利用が可能となる。

なお、実際の運転においては、既存ボイラ 1 台を停止させることも考えられるが、このあたりの判断については、運用段階において、GFC 側の技術者の判断によって決定されることになる。

2.6 プロジェクトコストの検討

2.6.1 イニシャルコストの検討

イニシャルコストとしては、新規に導入を計画しているパージガス用高圧ボイラー設備と、予めパージガスから NH_3 を回収除去する設備、CDM のためのモニタリング設備などの費用が挙げられる。

パージガスボイラは、通常のボイラにおけるバーナーを、パージガスの性質にあわせて変更したものであり、それ以外は特殊なものではない。

パージガスボイラの外観は、概ね次のとおりである。

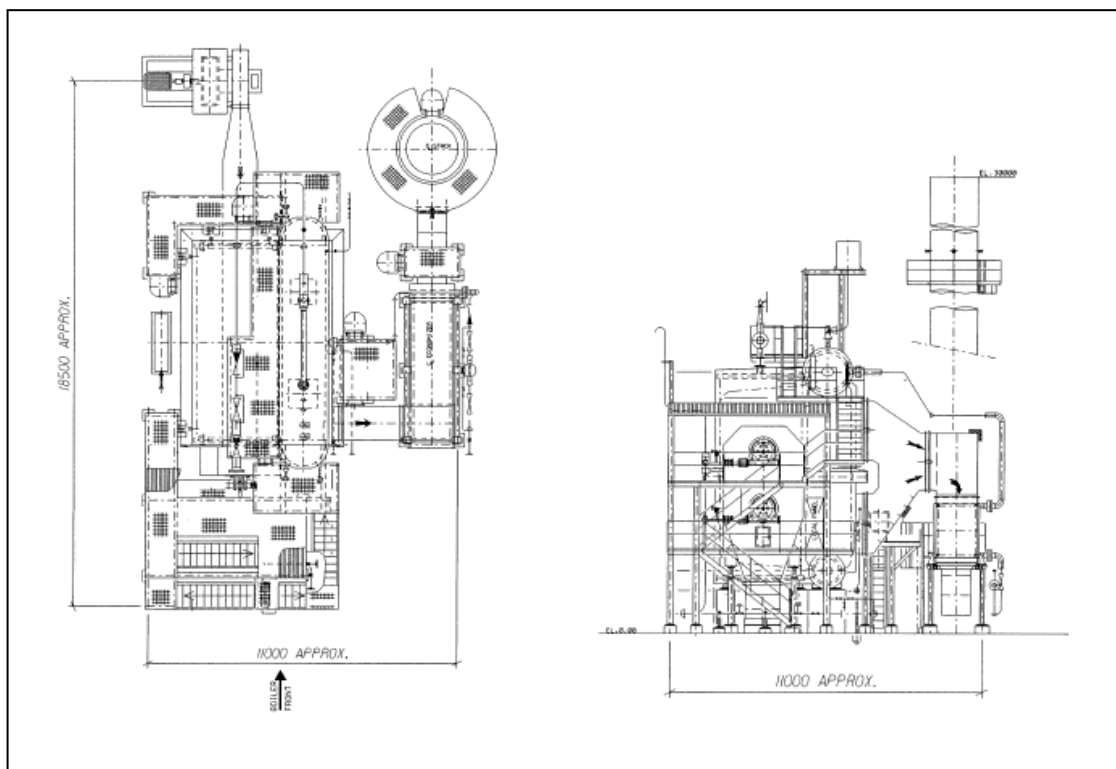


図 2.6-1 パージガスボイラの外観

NH₃ 回収除去設備については、以下の機器で構成されている。

- ・アンモニア吸収塔
- ・アンモニア回収タンク
- ・ポンプ等補機類

イニシャルコストの試算結果を以下に示す。

表 2.6-1 イニシャルコストの内訳

設備名称	費用 (US\$)
パージガスボイラ	1,740,000
NH ₃ 回収除去設備	1,160,000
合計	2,900,000

2.6.2 ランニングコストの検討

ランニングコストとしては、高圧ボイラ設備、NH₃ 回収除去設備、モニタリング設備に係るコストが挙げられる。また、CER 発行にあたってベリフィケーションや国連費用などが必要である。

高圧ボイラ設備関連のランニングコストについては、既存ボイラの代替として導入されるものであり、新規ボイラであることから修繕費用等の面で現在よりも軽減されることが想定される。

NH₃回収除去設備などを含め、設備のメンテナンスコストは、イニシャルコストの5%と想定する。

ランニングコストの試算結果を以下に示す。

表 2.6-2 ランニングコストの内訳

設備名称	費用 (US\$/年)
メンテナンス費	145,000
運転管理費	45,500
ベリフィケーション等費用	95,550
合計	286,050

2.7 プロジェクトの実施計画

2.7.1 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトの実施体制を図 2.8-1 に示す。

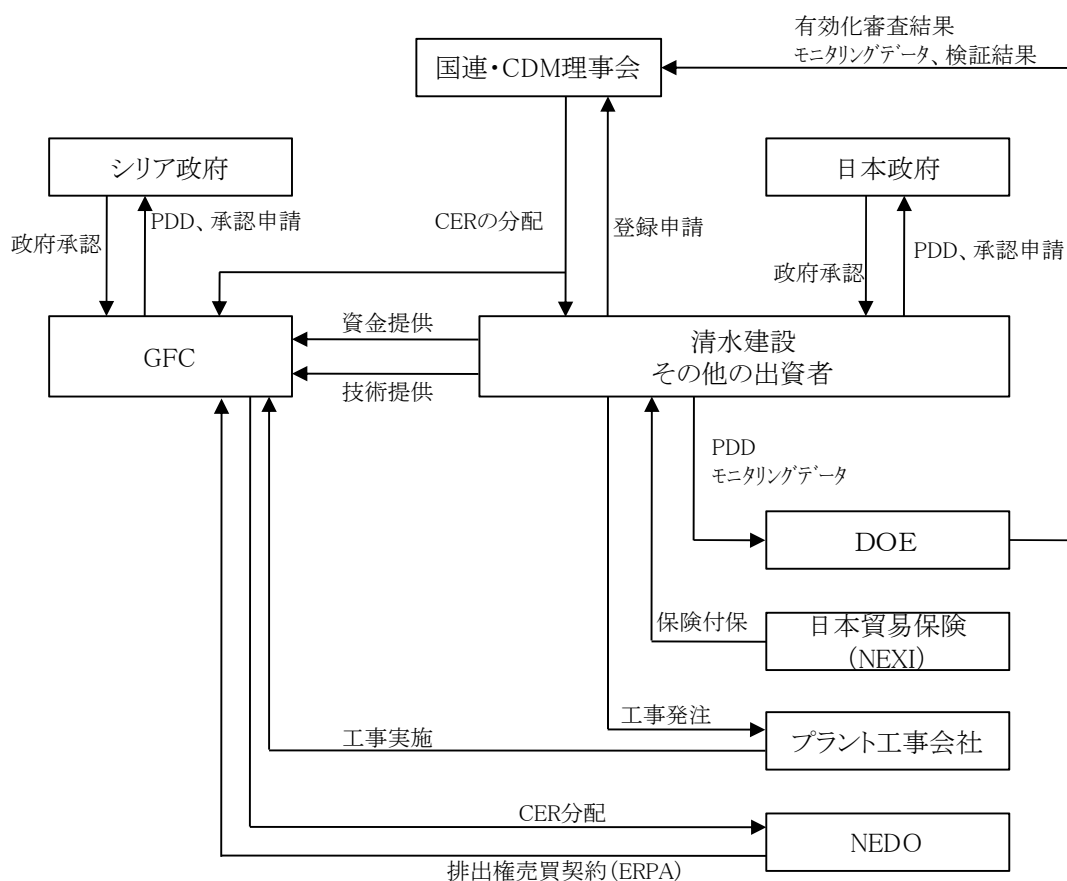


図 2.7-1 プロジェクトの実施体制

本プロジェクトでは、日本側のプロジェクト参加者がプロジェクトの初期投資（建設工事の発注）を行うが、それ以外のプロジェクトの運営（モニタリング、機器の運転・

保守、経理業務、CER の管理、外注・委託契約、人事、報告等) はすべて GFC 社が責任を持つ。

○日本側の役割と負担する範囲

日本側の参加者の主な役割は、プロジェクトの組成 (資金面を含む)、実施計画、技術移転である。

プロジェクトの組成の中には、本プロジェクトを CDM プロジェクトとして実施する際に不可欠となる新方法論の承認取得と PDD 作成、国連登録などを含む。

なお、資金調達の方法としては、投資家 (参加企業) からの投資による方法と、政府機関等による補助金、公的金融機関や民間金融機関からの融資による方法を組み合わせることが考えられる。

○シリア側の役割と負担する範囲

このプロジェクトの実質的な運営主体は GFC 社となる。同社は、プロジェクトの運営 (モニタリング、機器の運転・保守、経理業務、外注・委託契約、人事、報告等) のすべてに責任を持つ。この際、日本側のプロジェクト参加者は技術指導などを行う。

また、設備機器および補機類の現地据え付け工事については、現地のサブコンに外注する形にて実施する予定である。

2.7.2 クレジットの取得方法

本プロジェクトでは、炭素クレジット取得側から考えた場合ペイオンデリバリー型の方がプロジェクトリスクを回避できるメリットがある。ただし、カウンターパートが国営企業であるため、予算措置などに相当程度の時間を要することが考えられる。そのため一部前払い形式での資金拠出を取り入れた場合、相当額を先行拠出することになることが予想される。

そのため本プロジェクトの場合、プロジェクトの早期実現を考慮すると、全額直接投資 (投資金の調達方法は特に問わない) によるプロジェクト実施が有効と考えられる。

2.7.3 プロジェクトの資金計画

○資金計画・資金調達の見通し

本プロジェクトでは、日本側のプロジェクト参加者がプロジェクトの初期投資 (建設工事の発注) を行う。

資金調達の方法としては、投資家 (参加企業) からの投資による方法と、政府機関等による補助金、公的金融機関や民間金融機関からの融資による方法を組み合わせること

が考えられる。

ただし、本プロジェクトの初期投資額は3億円前後と、比較的小規模であるため、投資家による直接投資（資金拠出）が有力である。当社を含むプロジェクト参加企業各社は、本プロジェクトへの資金拠出を行う意思があり、資金調達についてはこれらの拠出資金で賄うことが可能である。

従って資金拠出のタイミングとしては、建設工事開始時点となり、それまでのプロジェクト開発費用については、参加企業の負担でまかなうことを想定している。

運転開始後のランニングコストについては、クレジットの売却費用でまかなうこととする。

本プロジェクトにおいては、CERの経済的価値の有無によってその事業性に大きな差を生じる。CERの経済的価値がない場合には、資金調達以前にプロジェクトの事業性自体が低く、実現は難しい。一方、CERの経済的価値を考慮した場合、プロジェクト期間を10年、CERの買取価格を10US\$/tCERとすると、IRR（税引後）は20.71%であり、十分採算が確保できる事業であると考えられる。清水建設、及び調査協力企業以外の日本側参加者については今後募ることとなるが、出資に応ずる企業は少なからず存在すると考えている。

○公的資金に関する情報

本プロジェクトの資金源はODAの流用ではなく、日本国の資金的義務とは分離され、公的資金は組み込まれていない。

2.7.4 プロジェクトのリスク

本プロジェクトのリスクを以下に列挙する。想定通りにパージガスが回収・熱利用されれば、所定のCERを生み出すことは確実であり、CDMプロジェクトとして十分実施する価値があると判断される。しかし、以下のようなリスクも残されており、今後プロジェクトの実施に当たって、注意していく必要がある。

○シリアのプロジェクト承認に関するリスク

シリアのCDM承認基準は、すでに整備済みであり手続き上のリスクは少ない。ただし、政府内の政治的な介入がある可能性がある。

○パージガス発生量に関するリスク

本プロジェクトサイトであるGFCは国営企業であり、農業国であるシリアにとって重要な肥料工場であるため、アンモニア製造プラントの稼働が停止し、パージガスが発生

しなくなるリスクはほとんどないと考える。今後の生産についても、これまで通りの生産を継続する予定であるとのコメントを得ており、現地の技術スタッフはプラントの稼働率を向上させるための努力を続けていることから、プラントはこれまでと同等以上のパージガスを発生させると考えられる。

ただし、アンモニア製造プラント全体が何らかの事故やトラブルを起こし、プラントの稼働が止まって、パージガスが一定期間発生しなくなるリスクはある。

○設備導入・工事に関するリスク

本プロジェクトで導入する設備は、ボイラとアンモニア回収除去設備であり、導入に関するリスクは小さい。

また、既存設備との接続についても蒸気配管のつなぎ込みであるため、特別に難しい工事ではない。

以上に本プロジェクトの実現化に向けたリスクを列挙したが、これらは今後の検討の中で克服できるリスクと考えており、FS 終了後は早期の実現化に向けて、新方法論の承認取得に着手し、その後バリデーションの実施、両国政府承認の取得等、具体的な活動を開始する予定である。

2.8 プロジェクトの実施スケジュール

現時点において計画している実施スケジュールを表 2.9-1 に示す。

今後のプロジェクト実現までのステップとしては、まず新規方法論が国連で承認されることが必要となる。その後に PDD を完成しバリデーションを実施して、国連登録手続きを行う。国連登録が完了した段階で、設備の設置工事を行い、運転期間に入る。

2009 年 4 月から、新方法論の国連承認手続きをスタートしたとしても、現在の国連での審議状況を勘案すると、最低でも 9 ヶ月程度を必要とすると考えられる。従ってバリデーションの開始は早くとも、2010 年 1 月となる。

2009 年 1 月現在、バリデーションから国連登録までは、最速でも 9 ヶ月程度を要するが、これは登録申請時の事務局チェックに 3 ヶ月以上を要しているためであり、これが改善すれば、2010 年 6 月までに国連登録を完了できると考えられ、この時点で工事を着工することになるため、プロジェクト開始日は、2010 年 7 月を想定している。

表 2.8-1 プロジェクトの実施スケジュール

業務項目	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2020 年
FS の実施	●————●					
新方法論の承認		●————● 3月				
PDD 作成		●————●				
DOE の決定 バリデーション			●————●			
両国政府承認			●————●			
国連承認			●————●			
建設工事の開始			●.....			
クレジット期間 の開始				●.....	クレジット期間 10 年	→

第3章 ベースラインの設定

3.1 ベースライン及びモニタリング方法論

本 FS での大きな目標の1つはパージガス残留メタンの破壊によるメタンカウントである。このようなメタンを含有する工業廃棄ガスの利用でメタンカウントが盛り込まれた承認方法論はまだ皆無であるため、新方法論（添付を参照）の提案を行うこととした。しかしながら、本プロジェクト活動に関連のある大規模用方法論としては、ACM0009、ACM0001 が挙げられる。以下の理由からそのまま適用はできないが、新方法論開発のために、それぞれ部分的に参考にした。

- ACM0009 “Consolidated methodology for industrial fuel switching from coal or petroleum fuels to natural gas — Version 3”

本方法論は石炭や石油（天然ガスは含まれない）からの燃料転換であるため、本プロジェクト活動にそのままは適用できないが、燃料転換に伴うベースライン排出量の CO₂ 排出量の考え方や算定方法などを参考にした。

- ACM0001 “Consolidated baseline and monitoring methodology for landfill gas project activities — Version 9.1”

本方法論は LFG のメタン破壊やその利用であり、本プロジェクト活動に適用できないが、メタンカウントできる数少ない方法論であり、ベースラインシナリオの同定、新方法論作成の組み立ての観点で参考にした。

提案する新方法論 の適用条件は以下に示すとおりである。

「本プロジェクト活動は、総合肥料化学工場に必要な蒸気生成のため、ボイラ燃料としてパージガスを利用し、現状のボイラで使用されている化石燃料（例えば、アンモニア生産の原料となる天然ガス）を代替する。本方法論は、ベースラインシナリオが、現状の継続である（総合肥料化学工場のアンモニアプラントから、メタンやアンモニアを含むパージガスが全量、大気放出されている）場合に適用できる。

- ホスト国の法規制が、パージガスの大気放出という現状の継続を妨げないこと。
- プロジェクト活動は、クレジット期間中、プロジェクト活動以前に使用していたボイラの寿命を増加させないこと。（例えば、排出削減量がカウントできるのは、プロジェクト活動以前に、既存の化石燃料使用時の既存ボイラの寿命終了時点までである。）
- 提案プロジェクト活動により、総合肥料化学工場における統合的なプロセス変化を招かないこと。

一方、本プロジェクトは以下のとおりである。

- 本プロジェクトは、総合肥料化学工場である GFC 社の場内に必要な蒸気生成のため、ボイラ燃料としてパージガスを利用し、現状のボイラ燃料として使用されている天然ガスを代替する。また、GFC 社の現状は、アンモニアプラントから、メタンやアンモニアを含むパージガスの全量が大气放出されている。後述（セクション 3.3 を参照）のとおり、この現状の継続がベースラインシナリオと考えられる。
- シリアの法規制が、アンモニアプラントから、パージガスがフレアや他の処理なしに大气放出されることを妨げることはない。
- クレジット期間は、代替予定の既存ボイラの寿命内とする。
- 本プロジェクトは、熱供給の燃料の一部を転換するだけであり、本プロジェクトにより、総合肥料化学工場の各プラントのプロセスに変更を伴うことはない。

以上から、本プロジェクトは、現状の継続がベースラインシナリオであることが証明できれば、提案新方法論の適用条件に該当する。(3.3 を参照)

3.2 プロジェクトバウンダリーの検討

図 3.2-1 で示すとおり、提案新方法論の物理的なプロジェクトバウンダリーは、「総合肥料化学工場内でパージガスを回収し、ボイラ燃料として利用する場所」である。本プロジェクトでは、パージガスはアンモニアプラント内で回収され、パージガスを燃料とする新規ボイラは、2 基の既存の天然ガス焼きボイラの隣に設置する予定であり、プロジェクトバウンダリーはこれらの場所に限られる。

また、プロジェクトバウンダリーに包含されるガスと排出源は以下のとおりである

表3.2-1 プロジェクト境界に包含されるガスの排出源の概要、包含されないガスや排出源の妥当性/説明

	排出源	対象ガス	包含されるかどうか	妥当性/説明
アンモニア	パージガス放出（フレアや他の処理は行われない）	CH ₄	含まれる	ベースラインにおける主要発生源である。
		N ₂ O	含まれない	パージガスには N ₂ O がほとんど含まれない。保守性担保のため考慮されない。
		CO ₂	含まれない。	パージガス中の CO ₂ ¹ は、ベースラインシナリオとプロジェクト活動の共通の排出源である（排出量は等しい）ため、考慮されない。
	ボイラのベースライン燃料の燃焼（パージガスにより代替される燃料に	CO ₂	含まれる	ベースラインにおける主要発生源である。
		CH ₄	含まれない	簡素化、保守性担保のため考慮されない。

¹ アンモニア合成を妨げないように、CO₂は除去されるため、パージガス中に CO₂はほとんど含まれない。

	相当する)	N ₂ O	含まれない	簡素化、保守性担保のため考慮されない。
プロジェクト活動	プロジェクト活動により利用されるパージガスの燃焼	CO ₂	含まれる	パージガスに含まれる炭化水素（ほとんどがメタン）破壊によるCO ₂ 。
		CH ₄	含まれない	簡素化、微量のため考慮されない。
		N ₂ O	含まれない	簡素化、微量のため考慮されない。
	パージガスに含有するアンモニアの除去のため消費される電力	CO ₂	含まれる	重要な排出源と思われる。
		CH ₄	含まれない	燃焼後はほとんど含まれない。簡素化のため考慮されない。
		N ₂ O	含まれない	パージガス中にはN ₂ Oはほとんど含まれない。簡素化のため考慮されない。

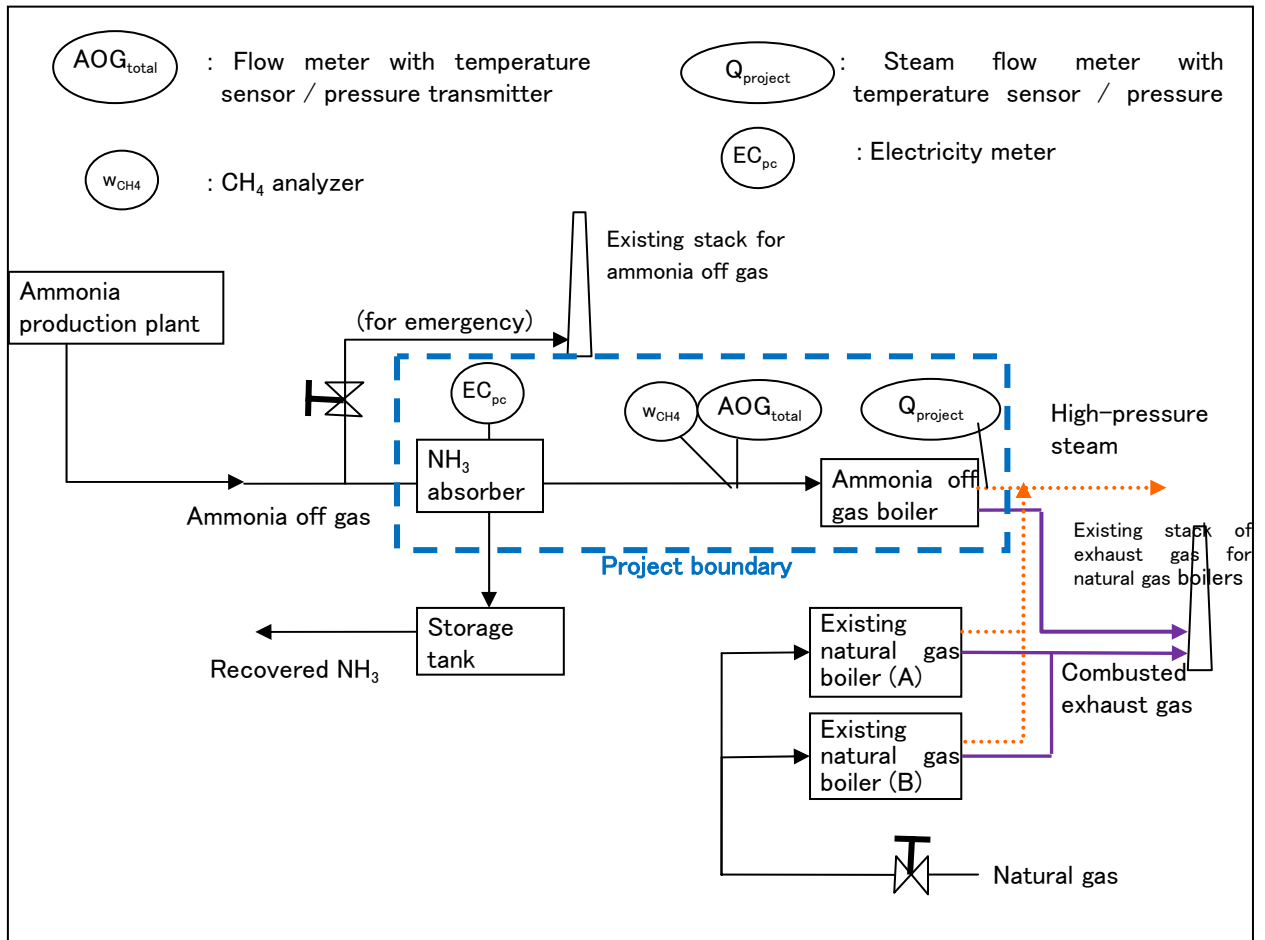


図 3.2-1 プロジェクト境界

3.3 ベースラインシナリオの設定および追加性の証明

前述のとおり、ベースラインシナリオは、「現状維持」となると想定される。

ベースラインシナリオの証明方法の基本的考え方は、GFC で「実際にどうであったか？」という過去から現在に至る状況を把握し、その理由や裏付ける証拠を提出することで行われる。

「2.4.1 対象施設の現状」で記したとおり、

- 現状でパージガスは有効利用されず、全量大気放出されている。
- GFCはそのパージガスの有効利用を行おうとしてきたが、各種理由によってその試みは成功してこなかった。

という実態がある。

上記の各種バリアの存在状況に関して、裏付ける証拠を収集し、それを時系列的にまとめることで、GFC社としての意思決定の推移を追えると考えられる。

実際の論証に関しては、現状維持とは異なるベースラインシナリオオプションを複数提示し、それらから（CDMとならなかつたら）もっともありそうなシナリオとして、ベースラインシナリオを選択する。提案方法論に沿ったベースラインの同定及び追加性の証明のステップは、以下のとおりである。

ステップ1: 代替シナリオの同定

提案方法論に従い、ベースライン代替案を同定するために、系統的にプロジェクト活動の要素を分ける。その要素は次のとおりである。

- (a) パージガスの処理/利用、そして
- (b) 蒸気生成用の熱供給

プロジェクト活動がなかったであろう場合の、「パージガスの処理/利用(a)」として挙げられる代替案（すなわち、分析しなければならない、ベースライン排出量関連シナリオ）には、とりわけ、以下のものが含まれるべきである；

- AOG1:** CDMプロジェクト活動として登録されることなく行われるプロジェクト活動（すなわち、パージガスを回収し、それを蒸気生成のために利用する）；
- AOG2:** 現状の継続（すなわち、パージガスが利用もフレアも施されず、大気中に放出されること）；
- AOG3:**（部分的にでも）パージガスを回収し、それをフレア処理する；
- AOG4:**（部分的にでも）パージガスを、総合肥料工場で、蒸気利用以外の用途のエネルギーとして回収する；
- AOG5:**（部分的にでも）パージガスを、総合肥料工場の原料用として回収する；
- AOG6:**（部分的にでも）パージガスを販売目的に回収する；

「蒸気生成用の熱供給(b)」として挙げられる、現実的で信頼性のある代替案は、とりわけ、以下のものが含まれるかもしれない；

- HS1:** CDMプロジェクト活動として登録されることなく行われるプロジェクト活動（すなわち、パージガスを回収し、それを蒸気生成のために利用する）；
- HS2:** 既存の化石燃料を利用し続ける、という現状の継続；

HS3: 現在の化石燃料を他の燃料に転換する；

ステップ2: 法規制に適用できない代替案を除去する

法規制要件を満足できる全ての代替案が特定される。

ステップ3: 法外な障壁に直面する代替案を除外する

CDM 理事会により承認された最新版の追加性の実証・評価ツールのステップ 3 を適用することにより、法外な障壁に直面するシナリオは除外されるべきである。

「最新版の追加性の実証・評価ツールのステップ 3 から特定された障壁が、上記のステップ 2 でリストアップされているベースライン代替案の実施の妨げとならないのかどうか」を、以下で議論する。

AOG1: CDMプロジェクト活動として登録されることなく行われるプロジェクト活動（すなわち、パージガスを回収し、それを蒸気生成のために利用する）；

GFC 社の主な製造工程に必要な蒸気は、2 基の高圧蒸気用の天然ガス焼きボイラにより生成されてきた。これらのボイラは、常時、並列運転で常時稼働されている。この高圧蒸気を減圧することによって、数種類の圧力の蒸気系統に利用されている。

そこで、本プロジェクトでは、パージガスを高圧蒸気生成のために利用するため、高効率ボイラを新規に導入する。というのも、パージガスの真発熱量は、天然ガスよりもかなり低く、既存ボイラの改良（バーナーの交換など）だけで、高圧蒸気を生成することは不可能である。更に、パージガスを燃料として利用する前に、含有アンモニアを除去のため、アンモニア回収設備も導入される。アンモニアを含む燃料を燃焼すれば、高濃度の Fuel-NOx が発生し、NOx の規制を遵守できないことになる。

しかしながら、高性能ボイラやアンモニア除去技術の新規導入は法外な技術的障壁とは言えないため、ステップ 4 で議論することとする。

ちなみに、パージガスのボイラ燃料用利用に関して、低圧蒸気生成だけの用途で利用するオプションも考えられるが、GFC 社での適用は実質的に不可能である。というのも、このケースでは、複雑な蒸気系統を根本的に改善する必要があり、莫大なコストを要するだけでなく、補修期間の生産停止を余儀なくされるからである。

AOG2: 現状の継続（すなわち、パージガスが利用もフレアも施されず、大気中に放出される）；

このオプションは、何も障壁に妨げられることはない。

AOG3: (部分的にでも) (a) パージガスを回収し、それをフレア処理する;

AOG2ですでに述べたように、パージガスの燃焼前にアンモニア回収設備が必要となる。しかしながら、当該オプションの実施を妨げる技術的障壁は存在しない。そこで、これもステップ4で議論することとする。

AOG4: (部分的にでも) パージガスを、総合肥料工場で、蒸気利用以外の用途のエネルギーとして回収する;

アンモニアプラントの一次改質炉(燃焼室)の燃料として利用するオプションが考えられるが、シリアにおいては法外な技術的障壁が存在する。パージガスは低カロリーかつ水素含有量が多いため、一次改質炉用の燃料として適用するには、一次改質炉の容積、形状、カロリーに応じたバーナーを適用する必要がある。また、故障時に代替バーナーを使用することは燃焼室の損傷に繋がるため、使用は不可能である。このような特殊技術・知識が要求される状況下ではあるが、燃焼技術を安全・適切に運転・維持管理できる熟練あるいは訓練された労働者がシリアにはいない。また、教育・訓練機関も不在である。

過去に、英国技術で一次改質炉の燃料利用に関する共同研究を試みたが、適切な設計がなされず、実現できなかった。更に、本技術のノウハウを有する米国からは経済制裁により、共同研究は一方向的に中止され、他の先進諸国の協力も得られないまま現在に至っている。

パージガスを利用しようとした年代順の取り組みは下記のとおりである。

表3.3-1 パージガスを利用しようとした年代順の取り組み

年月日	コンタクト	問題点と対応策
1988年	Kellogg	燃料は Kellogg 社のデザインでナフサから天然ガスに切り替えられた。 当初よりパージガスとの混焼が計画されていた。 a) 天然ガスにパージガスを混合させると燃料ガスシステムのバックプレッシャーが上昇して燃料ガスシステムにパージガスが流れ込まない。 b) 燃焼用空気のコントロールが不完全である。 c) 天然ガス燃焼自体のフラムパターンもよくない。
1988年～	GFC	a) パージガスを強制的に高圧(8kg/cm ²)にして混合ガスを作成して燃焼させた。 b) 混合ガスは、フラムパターンが更に悪化し触媒管が損傷する可能性が高いので混焼を中止した。 c) また、燃焼用空気のコントロールも出来ない。

		<p>d) アンモニアプラントには多くのボトルネックがある。GFCはボトルネックの改善策を検討してきたが解決できなかった。</p> <p>(この問題に対する初期段階におけるケログの対応は「我々のデザインに何の異常も見出せない」であった。)</p>
1995年5月31日	From KTI	<p>KTIは、Fuel Gas Systemの圧力を低下させるための調査を行っている。</p> <p>“Process And Mechanical Study on How To Decrease The Pressure Drop In The Fuel Gas System Of The Primary Reformer of the 1000 MT/D Ammonia Plant At Homs – Syria prepared for General Fertilizer Company by Kinetics Technology International S.p.A.”</p>
2003年	GFC Kellogg	GFCとKelloggは問題解決に向けて共同研究を開始した。
2003年3月18日	To Kellogg	<p>GFCはKelloggに次の要請をした。</p> <p>“Request for studying and finding solutions for bottlenecks in Ammonia plant (1000 m/t daily)”</p> <p>GFCは最も重要な問題点を6つ提示し、その一つとして、パージガスの活用を要望している。</p>
2003年4月2日	From Kellogg	<p>GFCの2月24日のFAX (Fuel Gas System problems)に対して次のように回答している。</p> <p>“We have made a preliminary review of the flue gas system and cannot see anything abnormal in our design.”</p>
2003年6月28日	To JOHN ZINK	<p>GFCはJOHN ZINKに次の要請をしている。</p> <p>“Problem of increasing the pressure of fuel gas arch burners related to primary reformer 101 B- asking for sending your expert of burners working (serviceman)”</p>
2003年9月10日	From Four-Lagade c CEAMAG	<p>FL/CEAMAGは、「REPORT OF MISSION AT GFC HOMS SYRIA 1000 MTPD AMMONIA PLANT」において、現地調査の結果としてArch BurnersとCooling Water Loopに係る様々なボトルネックについて記載している。その中で、パージガスの利用については次のように記載されている。</p> <p>“Due to the high pressure of purge gas (# 8kg/cm2), pressure of natural gas has to be increased up to 10 kg/cm2 to find equilibrium for mixing. At this pressure level the flame gets again very difficult adjust.”</p>
2003年9月12日	From JOHN ZINK	<p>JHON ZINKは、現地調査の結果 (Subject: Arch Burner of Ammonia Reformer) を次のように報告している。</p> <p>バーナータイルやガスチップ、天然ガスやパージガスのパイプラインの径と圧力、燃料ガスのカロリーや余熱温度、フレイムパターンなどの様々な課題について指摘している。</p>
2003年9月29日	To China	GFCは稼働率に対する現状の問題点を説明するとと

	National Bluestar Corp.	もに、問題解決のためのファイナンシャルローンの提供について協議している。
2004年4月2日	From Kellogg	Kellogg からの FAX 「Subject: KELLOGG Ammonia plant Re-vamp study – Proposal Ref: E3940」において、次のように協力中止を述べている。 「We regret to inform you that we are unable to reach agreement on this and regretfully Kellogg shall not be proceeding with this contract on the basis of your fax.」

AOG5: (部分的にでも) パージガスを、総合肥料工場の原料用として回収する;

当該オプションとしては、アンモニアオフガス中の水素を回収することが考えられる。しかしながら、このためには、一部の先進国にしか導入されていない先進技術である膜分離技術の導入が要求される。シリアでは、この技術の導入・運用は困難であり、法外な技術的障となる。

AOG6: (部分的にでも) パージガスを販売目的に回収する;

このパージガスは買い手にとって魅力がない。なぜならパージガスを燃焼前にアンモニア除去しておく必要がある。このオプションは、現実的には考えられない。

「蒸気生成用の熱供給(b)」として挙げられる、現実的で信頼性のある代替案は、とりわけ、以下のものが含まれる;

HS1: CDMプロジェクト活動として登録されることなく行われるプロジェクト活動 (すなわち、パージガスを回収し、それを蒸気生成のために利用する);

AOG1で述べたとおり、高性能ボイラやアンモニア除去技術の新規導入は法外な技術的障壁があるとは言い切れないため、ステップ4で議論することとする。

HS2: 既存の化石燃料を利用し続ける、という現状の継続;

このオプションは、何も障壁に妨げられることはない。

HS3: 現在の化石燃料を他の燃料に転換する;

GFC社は、かなり以前から重油焚きボイラを所有していたため、重油も少し使用されてきた。従って、蒸気生成を目的として、天然ガスから重油へ燃料転換することは可能である。というのもこの燃料転換に大きな初期投資はかからない。そこで、オプションはステップ4で議論することとする。

上記の障壁分析の結果、代替案 AOG4, AOG5, AOG6 が除外され、代替案 AOG1, AOG2, AOG3, HS1, HS2 and HS3 が残る。

ステップ4: 残った代替案についての経済的性を比較する

残されている代替案は、

(a)要素: パージガスの処理/利用として、AOG1, AOG2, AOG3

(b)要素: 蒸気生成用の熱供給として、HS1, HS2 and HS3

である。

両要素の残っている代替案を重ねると、ベースラインシナリオ同定には以下の 5 つの代替案が考えられる。

シナリオ1 (AOG1 /HS1):

高効率ボイラとアンモニア回収設備を新規導入し、パージガスを回収/高圧蒸気生成のための利用を行う (CDM プロジェクト活動として登録されることなく行われるプロジェクト活動) ;

シナリオ2 (AOG1 /HS1):

クレジット期間のある時点で、高効率ボイラとアンモニア回収設備を新規導入し、パージガスの回収/高圧蒸気生成のための利用を行う (CDM プロジェクト活動として登録されることなく行われるプロジェクト活動) ;

シナリオ3 (AOG2 and HS2):

現状の継続 (パージガスが利用もフレアも施されず、大気中に放出される) ;

シナリオ4 (AOG3):

アンモニア回収設備が設置され、パージガスの回収とフレア処理が行われる。;

シナリオ5 (HS3):

既存ボイラの燃料を天然ガスから重油へ転換する。) ;

最初に、シナリオ4 (AOG3)は、以下の理由からベースラインシナリオになり得ない。

このオプションは、かなりの投資(アンモニア回収設備への初期投資:約\$US 1,160,000、フレア設備への初期投資:約\$US 150,000)がかかるが、何も利益がない。従って、現状のシリアの法規制の下では、新たにアンモニア回収設備とフレア設備を導入するインセ

ンティブは働かない。

次に、シナリオ 5 (HS3)も、以下の理由からベースラインシナリオになり得ない。
GFC 社は、国策の恩恵を受けて、天然ガスを破格の低価格で天然ガスを確保できる。天然ガスと重油の価格の比較表（GFC 社の燃料購入価格）を以下に示すが、天然ガスの価格は、重油よりもかなり低い。

表3.3-2 GFC社における燃料購入費比較表

天然ガス	重油
24SP/GJ	149SP/GJ

最後に、シナリオ 1、2 そして 3 の経済性を評価する。

シナリオ 1、2 そして 3 の経済性の比較表は以下のとおりである。

表3.3-3(1) 代替シナリオのけ経済性の比較表

	シナリオ 1 (AOG1 /HS1) CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 2 (AOG1 /HS1) クレジット期間のある時点からの CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 3(AOG2 and HS2): 現状の継続
正味現存価値(NPV)	-4,161,100 US\$	-4,071,700 US\$ ~-3.457,300 US\$	-2,410,600 US\$
期間	10 年	10 年	10 年

主な前提

(a) 初期投資

シナリオ 1、2 は、設計、購入、建設の費用として、総計 US\$2,900,000（パージガスボイラ: US\$1,760,000／ アンモニア回収設備: US\$1,160,000）を想定している。

(b) 運営経費

シナリオ 1、2 は、パージガスボイラ: US\$145,000/年及びアンモニア回収設備: US\$45,500/年(電気代込み) を想定している。

(c) Income of NH₃ recovery アンモニア回収による収益

アンモニア回収量は、アンモニア生産量の 0.5%にも満たない。

シナリオ 1、2 は、シナリオ 3 における天然ガスの費用の 0.5%相当の収益が発生すると想定している。

(d) 天然ガスの現在と将来の価格

天然ガスの将来の価格は、現状と同じであると想定している。

天然ガスの将来の価格は、上記の表（GFC 社の燃料購入価格）を参照。

- (f) (ベースラインとプロジェクトシナリオにおける) 各ボイラ効率シナリオ 1,2 は、メーカーヒアリングにより、80%と仮定した。シナリオ 3 は、GFC 社の過去の記録を基に 80%と設定した。
- (e) 正味現存価値の解析に必要な割引率を 3.5%と想定した。
- (f) 法人税は 30%と想定した。

感度分析

ケース 1 : 初期投資額が予想より 30%下回る場合

表3.3-3(2) 代替シナリオのけ経済性の比較表

	シナリオ 1 (AOG1 /HS1) CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 2 (AOG1 /HS1) クレジット期間のある時点からの CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 3(AOG2 and HS2): 現状の継続
正味現存価値(NPV)	-3,391,300 US\$	-3,356,700 US\$ ~-2,477,400 US\$	-2,410,000 US\$
期間	10 年	10 年	10 年

ケース 2 : 天然ガス価格が予想より 30%上回る場合

表3.3-3(3) 代替シナリオのけ経済性の比較表

	シナリオ 1 (AOG1 /HS1) CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 2 (AOG1 /HS1) クレジット期間のある時点からの CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 3(AOG2 and HS2): 現状の継続
正味現存価値(NPV)	-4,161,100 US\$	-4,167,800 US\$ ~-4,130,900 US\$	-3,133,800 US\$
期間	10 年	10 年	10 年

ケース 3 : 運営経費が予想より 30%下回る場合

表3.3-3(4) 代替シナリオのけ経済性の比較表

	シナリオ 1 (AOG1 /HS1) CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 2 (AOG1 /HS1) クレジット期間のある時点からの CER 無でのプロジェクト活動	シナリオ 3(AOG2 and HS2): 現状の継続
正味現存価値	-3,691,000 US\$	-3,657,700 US\$	-2,410,000 US\$

値(NPV)		~-3,428,300 US\$	
期間	10 年	10 年	10 年

すべてのケースで、シナリオ3が、経済的に実現性が高い。
従って、本プロジェクトとしては、ベースラインシナリオは、現状の継続（代替案 AOG2
と HS2）である、と結論づけられる。

以下の2段階で、プロジェクト活動の追加性を評価する。

ステップ1: 投資及び感度分析

ベースライン同定のステップ4で既に記述している。

ステップ2: 普及度分析

シリアでは GFC 社以外にはアンモニアプラントは存在しないため、一般的な慣行に伴う障壁がある。本プロジェクトは、シリアでは今までに類を見ないものである。

設備の発注日予定日（2010年10月1日）が、本プロジェクト活動の開始日と考えられる。それは、有効化審査（2010年6月1日を想定）よりも後である。

更に本プロジェクトは、実現可能性調査、ホスト国へ PIN の提出など、有効化審査のずいぶん前から、CDM として、検討していたことも示すことが可能である。

現状の継続がベースラインシナリオであり、提案するプロジェクト CDM 活動は追加的である、と結論づけられる。

3.4 リークージの検討

提案新方法論では、リークージを考慮しないこととした。提案新方法論のベースとなる本プロジェクトは、パージガス利用の前処理として、アンモニア除去施設によりアンモニアの除去/回収を行う。回収されたアンモニアは、GFC 社内の他の生産プロセスで利用されることとなるが、これはリークージにはなり得ない（むしろアンモニアプラントの稼働率を若干、低下させる）。

更に、GFC 社においては、既存の天然ガス焼きボイラで蒸気が供給されているプラントでは、蒸気生成を目的とした排熱利用は行われていないため、パージガス利用に伴うリークージとなる熱量は存在しないと言える。

3.5 排出削減量の事前計算

3.5.1 排出削減量の計算方法

本プロジェクト活動においては、リーケージを考慮する必要がないと考えられるため、排出削減量は提案新方法論に基づき、以下の式で算定される。

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

ER _y	排出削減量	tCO ₂ e
BE _y	ベースライン排出量	tCO ₂ e
PE _y	プロジェクト排出量	tCO ₂ e

$$PE_y = Q_{AOG,y} * EF_{CO_2,AOG,y} / 1000 + EC_{pc,y} * CEF_{EL,y}$$

とあわせて

$$Q_{AOG,y} = AOG_{Total,y} * NCV_{AOG,y}$$

ここに、

PE _y	プロジェクト排出量	tCO ₂ e
Q _{AOG,y}	プロジェクト活動により利用されるパージガス（アンモニア回収設備後）の正味熱量	TJ
EF _{CO₂,AOG,y}	パージガス（アンモニア回収設備後）のCO ₂ 排出係数	tCO ₂ /TJ
EC _{pc,y}	アンモニア回収により消費される電力量	MWh
CEF _{EL,y}	アンモニア回収により消費される電力の単位電力量当たりのCO ₂ 排出係数	tCO ₂ /MWh
AOG _{total,y}	プロジェクト活動により利用されるパージガス（アンモニア回収設備後）の総量	m ³
NCV _{AOG,y}	パージガス（アンモニア回収設備後）の真発熱量	GJ/m ³

$$BE_y = MD_{project,y} * GWP_{CH_4} + Q_{AOG,y} * (\varepsilon_{Pboiler} / \varepsilon_{BLboiler}) * EF_{CO_2,BL} / 1000$$

とあわせて

$$MD_{project,y} = AOG_{total,y} * w_{CH_4} * D_{CH_4}$$

$$Q_{AOG,y} = AOG_{Total,y} * NCV_{AOG,y}$$

$$\varepsilon_{Pboiler} = Q_{project,y} / (AOG_{Total,y} * NCV_{AOG,y})$$

ここに、

BE _y	ベースライン排出量	tCO ₂ e
MD _{project,y}	プロジェクト活動により破壊されるメタンの総量	tCH ₄

GWP_{CH_4}	第一約束期間におけるメタンの温暖化係数	tCO ₂ e/tCH ₄
$Q_{AOG,y}$	プロジェクト活動により利用されるパージガス（アンモニア回収設備後）の正味熱量	GJ
$EF_{CO_2,BLf}$	ベースライン燃料のCO ₂ 排出係数	tCO ₂ /GJ
$\epsilon_{BLboiler}$	プロジェクトがなかった場合のボイラの熱効率	—
$\epsilon_{PJboiler}$	プロジェクトシナリオにおけるボイラの熱効率	—
$AOG_{total,y}$	プロジェクト活動により利用されるパージガス（アンモニア回収設備後）の真総量	m ³
W_{CH_4}	パージガス（アンモニア回収設備後）のメタン含有量	m ³ CH ₄ /m ³ AOG
D_{CH_4}	メタン密度	tCH ₄ /m ³ CH ₄
$NCV_{AOG,y}$	パージガス（アンモニア回収設備後）の真発熱量	GJ/m ³
$Q_{project,y}$	プロジェクト燃料により生成される蒸気の真発熱量	GJ

3.5.2 排出削減量の試算(事前計算)

本プロジェクトによる排出削減量の試算結果は、表 3.5-1 に示すとおりである。試算にあたっては以下のことを前提とした。クレジット期間は 10 年を想定している。

- ・アンモニアプラントは 100% load で稼働される。
- ・年間稼働時間は、7680 時間（320 日間、24 時間稼働）

なお、これはあくまで試算であるため、実際の排出量、排出削減量ではないことに注意すべきである。実際の排出削減量はモニタリングにより直接計測される。

表 3.5-1 排出量及び排出削減量の試算結果

年(月)	プロジェクト排出量の推計 (tCO ₂ e)	ベースライン排出量の推計 (tCO ₂ e)	リーケージの推計 (tCO ₂ e)	総排出削減量の推計 (tCO ₂ e)
2011 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2012 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2013 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2014 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2015 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2016 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2017 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2018 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2019 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
2020 (1-12)	8,004	93,254	0	85,250
総計 (tCO ₂ e)	80,040	932,540	0	852,500

なお、排出削減量の試算に使用したパラメータの推計値は以下のとおりである。（設定根拠は、セクション 4.1 の各モニタリングの表を参照）

表 3.5-2 排出量試算に使用したパラメータの推計値

パラメータ		推計値	単位
稼働時間	OH	7,680	hr/yr
プロジェクト活動により利用されるパージガス（アンモニア回収設備後）の総量	$AOG_{total,y}$	65241600	Nm^3
パージガス（アンモニア回収設備後）のメタン含有量	W_{CH_4}	0.060	$Nm^3 CH_4/Nm^3 AOG$
パージガス（アンモニア回収設備後）のメタン含有量最大値	$W_{CH_4,max}$	0.120	$Nm^3 CH_4/Nm^3 AOG$
メタン密度	D_{CH_4}	0.0007168	$tCH_4/Nm^3 CH_4$
第一約束期間におけるメタンの温暖化係数	GWP_{CH_4}	21	tCO_2e/tCH_4
パージガス（アンモニア回収設備後）の真発熱量	$NCV_{AOG,y}$	0.0094	GJ/Nm^3
プロジェクト活動により利用されるパージガス（アンモニア除去後）の熱量（真発熱量）	$Q_{AOG,y}$	613000	GJ
ベースライン燃料の天然ガスの真発熱量	$NCV_{BLf,y}$	0.0363	GJ/Nm^3
プロジェクトシナリオにおけるボイラの熱効率	$\epsilon_{PJ,boiler}$	0.800	-
ベースラインボイラの熱効率	$\epsilon_{BL,boiler}$	0.800	-
ベースライン燃料（本プロジェクトは天然ガス）のCO ₂ 排出係数	$EF_{CO_2,BLf}$	56.0	tCO_2/TJ
パージガス（アンモニア回収設備後）のCO ₂ 排出係数	$EF_{CO_2,AOG,y}$	9.8	tCO_2/TJ
アンモニア回収設備により消費される電力量	$EC_{pc,y}$	1536	MWh
アンモニア回収設備により消費される電力の単位電力量当たりのCO ₂ 排出係数	$CEF_{EL,y}$	1.3	tCO_2/MWh
プロジェクト活動により破壊されるメタンの総量	$MD_{project,y}$	2,806	tCH_4/yr
ベースライン排出量(合計)	BE_y	93,254	tCO_2e/yr
プロジェクト排出量	PE_y	8,004	tCO_2/yr
排出削減量	ER_y	85,250	tCO_2e/yr

表 3.5-3 排出量試算に使用した天然ガスの代表成分

	成分 [vol %]	分子量 [g/22.4L]	真発熱量 [MJ/kmol]
CH ₄	90.15	16	802
C ₂ H ₆	4.75	30	1429
C ₃ H ₈	1	44	2043
n-C ₄ H ₁₀	0.1	58	2654

CO ₂	0.5	44	
N ₂	3.5	28	
総計	100		814

表 3.5-4 排出量試算に使用したパージガスの代表成分

	アンモニア除去前 の成分 [vol %]	アンモニア除去後 の成分 [vol %]	真発熱量 [kJ/Nm ³]
CH ₄	5.8	6.0	35804
H ₂	66	67.8	10760
NH ₃	2.8	0.0	
N ₂	22.7	23.4	
Ar+O ₂	2.7	2.8	
総計	100.0	100.0	

第4章 モニタリング計画

4.1 モニタリング項目の検討

本プロジェクトにおけるモニタリング項目を提案新方法論に基づいて設定した。以下にモニタリング項目を示す。

モニターの必要のない項目（事前に決定されるか、またはデフォルト値など）

データ/パラメータ	<i>Regulatory requirements relating to ammonia off gas</i>
データ単位:	-
解説:	パージガス関連の法規制
使用データソース:	ホスト国の規制に関する関連情報を提供してもらうよう、DNA に連絡を取るべきである。
適用値:	現在、シリアでは、パージガスの利用、フレア処理や他の処理に関する法規制はない。
データ選択又は、測定方法や実際に適用される手順の正当性	ホスト国 DNA からの入手情報に基づき、ホスト国には、パージガスの利用、フレア処理や他の処理に関する法規制はない、ことを確認するべきである。
特記事項:	無

データ/パラメータ	GWP_{CH_4}
データ単位:	tCO ₂ e/tCH ₄
解説:	第一約束期間におけるメタンの温暖化係数
使用データソース:	IPCC
適用値:	21 tCO ₂ e/tCH ₄
データ選択又は、測定方法や実際に適用される手順の正当性	提案新方法論で特定されている。
特記事項:	無

データ/パラメータ	D_{CH_4}
データ単位:	tCH ₄ /m ³ CH ₄
解説:	メタン密度
使用データソース:	ACM0001 ver09.1
適用値:	標準状態（温度：摂氏 0°C、圧力： 1,013 b バール）下で、0.0007168 tCH ₄ /m ³ CH ₄
データ選択又は、測定方法や実際に適用される手順の正当性	提案新方法論で特定されている。
特記事項:	無

データ/パラメータ	$W_{CH_4,max}$
-----------	----------------

データ単位:	m ³ CH ₄ / m ³ AOG
解説:	パージガス (アンモニア回収設備後) のメタン含有量の最大値
使用データソース:	(プラントメーカーから提供された) アンモニアプラントの設計値
適用値:	標準状態 (温度: 摂氏 0°C、圧力: 1,013 b パール) 下で、0.120 tCH ₄ /m ³ CH ₄
データ選択又は、測定方法や実際に適用される手順の正当性	アンモニア回収設備の後には、回収前よりもメタン含有率は高くなるが、現時点では、アンモニア回収設備の前のパージガスのプラントの設計値に基づき、12%と設定した。
特記事項:	W _{CH4} > W _{CH4,max} の場合には、ゲーミング防止のため、ベースライン排出量 (メタン part のみ) は W _{CH4,max} で Cap がかかる。 (W _{CH4} = W _{CH4,max} とする)

モニターが必要な項目

データ/ パラメータ	AOG _{Total,y}
データ単位:	m ³
解説:	プロジェクト活動により利用されるパージガス (アンモニア回収設備後) の標準状態での総量
使用データソース:	Flow meter
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	65241600Nm ³
適用される測定法と手順の説明	<p>本パラメータは以下のように計算される。</p> $AOG_{Total,y} = AOG_i * OH_y * (1 - CF_{NH3})$ <p>ここに、</p> <p>AOG_i: 利用される、アンモニア回収設備後のパージガスの総量 [Nm₃/hr] 現時点では、定格能力稼働時 (アンモニア製造能力: 1,000tonNH₃/day) の設計値を基に、本パラメータには 8740Nm³/hr を適用した。</p> <p>OH_y: 年間稼働時間[hr] 現時点では、最大稼働の 7,680 hr (320day/yr*24hr/day) を適用した。</p> <p>CF_{NH3}: アンモニア回収設備前のアンモニア含有量[-] 現時点では、本パラメータには、設計値を基に 2.8% を適用した。</p> <p>なお、プロジェクト実施後のモニタリング条件は以下を想定している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 測定機器: オリフィス (差圧式) 流量計 ● 測定位置: アンモニア回収設備後/パージガスボイラの入口 ● 測定レンジ: 0-12,000Nm³/hr ● 測定頻度: 連続 ● 記録頻度: 毎日 (毎月/毎年、集計される)

	● データの記録：新ロギングシステムを導入
適用される QA/QC 手順	流量計は、関連する工業規格又はメーカー要件に従い、(校正を含む) 精度保証のための定期保守/定期検査方法に従うべきである。
特記事項:	無

データ/パラメータ	W_{CH4}
データ単位:	$m^3 CH_4 / m^3 AOG$
解説:	パージガス (アンモニア回収設備後) 中のメタン含有量
使用データソース:	メタンガス濃度計
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	6.0%
適用される測定法と手順の説明	現時点では、本パラメータは過去の実績値により設定した。 なお、プロジェクト実施後のモニタリング条件は以下を想定している。 <ul style="list-style-type: none"> ● 測定機器：メタン濃度計 (非分散型赤外分析計) ● 測定位置：アンモニア回収設備後/パージガスボイラの入口 ● 測定レンジ：0-20% ● 測定頻度：連続 ● 記録頻度：毎日 (毎月/毎年、集計される) ● データの記録：新ロギングシステムを導入
適用される QA/QC 手順	メタン濃度計は、関連する工業規格又はメーカー要件に従い、(校正を含む) 精度保証のための定期保守/定期検査方法に従うべきである。
特記事項:	$W_{CH4} > W_{CH4,max}$ の場合には、ゲーミング防止のため、ベースライン排出量(メタン part のみ)は $W_{CH4,max}$ で Cap がかかる ($W_{CH4} = W_{CH4,max}$ とする)

データ/パラメータ	T
データ単位:	°C
解説:	パージガス (アンモニア回収設備後) の温度 (流量計に付属)
使用データソース:	温度計
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	適用不可
適用される測定法と手順の説明	プロジェクト実施後のモニタリング条件は以下を想定している。 <ul style="list-style-type: none"> ● 測定機器：熱電対 ● 測定位置：アンモニア除去施設後/パージガスボイラの入口 ● 測定頻度：連続 ● データの記録：新ロギングシステムを導入

適用される QA/QC 手順	温度計は、関連する工業規格又はメーカー要件に従い、校正を含む) 精度保証のための定期保守/定期検査方法に従うべきである。
特記事項:	パージガス流量を標準状態に換算するために測定される。

データ/パラメータ	P
データ単位:	Pa
解説:	パージガス (アンモニア回収設備後) の圧力 (流量計に付属)
使用データソース:	圧力変換器
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	適用不可
適用される測定法と手順の説明	プロジェクト実施後のモニタリング条件は以下を想定している。 <ul style="list-style-type: none"> ● 測定機器: 圧力変換器 ● 測定位置: アンモニア除去施設後/パージガスボイラの入口 ● 測定頻度: 連続 ● データの記録: 新ロギングシステムを導入
適用される QA/QC 手順	圧力変換器は、関連する工業規格又はメーカー要件に従い、校正を含む) 精度保証のための定期保守/定期検査方法に従うべきである。
特記事項:	パージガス流量を標準状態に換算するために測定される。

データ/パラメータ	NCV_{AOG_v}
データ単位:	GJ/Nm^3
解説:	パージガス (アンモニア回収設備後) の真発熱量
使用データソース:	実験室における成分分析結果から計算される
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	$0.0094 GJ/Nm^3$
適用される測定法と手順の説明	現時点では、GFC 社の過去の実績値を基に設定。 プロジェクト実施後の(成分分析の)モニタリング条件は以下を想定している。 <ul style="list-style-type: none"> ● サンプル位置: アンモニア除去施設後/パージガスボイラの入口 ● 測定頻度: 8 時間毎
適用される QA/QC 手順	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験室における成分分析はドイツの工業規格(DIN)に基づき行う。 ● 真発熱量の不確か性が、95%信頼区間レベルで±5%を逸脱しない場合は、サンプルは代表値として適用できる。 ● 前年度までの実測値と比較し、整合性をチェックする。
特記事項:	無

データ/パラメータ	NCV_{BLy}
データ単位:	GJ/Nm^3
解説:	ベースライン燃料(天然ガス)の真発熱量
使用データソース:	天然ガス供給者からの分析表
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	$0.0363 GJ/Nm^3$
適用される測定法と手順の説明	<p>現時点では、天然ガス供給者からの過去の分析表を基に設定。</p> <p>なお、プロジェクト実施後も、既存ボイラの燃料やアンモニアの原料として天然ガスが利用される。</p> <p>そこで、本プロジェクトの場合には、本パラメータは、プロジェクト実施後も毎月、モニタリングを行い、天然ガス供給者(General Company for Trans and Investment of Gas)から分析表を基に、事後の値として設定する。</p> <p>真発熱量は、その燃料供給量から計算される加重平均された毎年の値として、確保されるべきである。</p>
適用される QA/QC 手順	<p>実測データやシリアの地域/国のデータのIPCCのデフォルト値との整合性をチェックする。IPCCのデフォルト値と大きく相違する場合には、可能な限り、追加的な測定か情報収集を行う。</p>
特記事項:	本パラメータは、 $\epsilon_{BLboiler}$ と $EF_{CO_2,BLf}$ を特定するためにモニタリングされる

データ/パラメータ	$EF_{CO_2,BLf}$
データ単位:	tCO_2/GJ
解説:	プロジェクトがなかった場合に使用されていたであろうベースライン燃料(本プロジェクトの場合は天然ガス)のCO ₂ 排出係数
使用データソース:	天然ガス供給者からの分析表
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	$0.0560 tCO_2/TJ$
適用される測定法と手順の説明	<p>現時点では、天然ガス供給者からの過去の分析表を基に設定。</p> <p>本パラメータは、プロジェクト実施後も毎月、モニタリングを行い、天然ガス供給者(General Company for Trans and Investment of Gas)から分析表を基に、事後の値として設定する。</p> <p>CO₂排出係数は、その燃料供給量から計算される加重平均された毎年の値として、確保するべきである。</p>
適用される QA/QC 手順	<p>実測データやシリアの地域/国のデータのIPCCのデフォルト値との整合性をチェックする。IPCCのデフォルト値と大きく相違する場合には、可能な限り、追加的な測定か情報収集を行う。</p>
特記事項:	無

データ/パラメータ	$EF_{CO_2,AOG,y}$
データ単位:	tCO ₂ /TJ
解説:	パージガス（アンモニア回収設備後）のCO ₂ 排出係数
使用データソース:	実験室における成分分析結果から計算される
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	0.0098 tCO ₂ /TJ
適用される測定法と手順の説明	現時点では、GFC社の過去の実績値を基に設定。 プロジェクト実施後の(成分分析の)モニタリング条件は以下を想定している。 <ul style="list-style-type: none"> ● サンプルング位置:アンモニア除去施設後/パージガスボイラの入口 ● 測定頻度:8時間毎
適用されるQA/QC手順	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験室における成分分析はドイツの工業規格(DIN)に基づき行う。 ● 前年度までの実測値と比較し、整合性をチェックする。
特記事項:	無

データ/パラメータ	$EC_{pc,y}$
データ単位:	MWh
解説:	アンモニア回収により消費される電力量
使用データソース:	Electricity meter
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	1536MWh
適用される測定法と手順の説明	<p>本パラメータは以下のように計算される。</p> $EC_{pc,y} = EC_{pc,i} * OH_y$ <p>ここに、 $EC_{pc,i}$: アンモニア回収により消費される平均電力量 [MWh/hr] For now, 0.2MWh/hr is applied for this parameter based on the maker hearing. 現時点では、アンモニア回収設備のメーカーヒアリングを基に、本パラメータには、0.2MWh/hrを適用した。 OH_y: 年間稼働時間[hr] 現時点では、最大稼働の7,680 hr (320day/yr*24hr/day)を適用した。</p> <p>なお、プロジェクト実施後のモニタリング条件は以下を想定している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 測定機器:電力計 ● 測定頻度:連続

	<ul style="list-style-type: none"> ● 記録頻度：毎日（毎月/毎年、集計される） ● データの記録：新ロギングシステムを導入
適用される QA/QC 手順	定期保守/定期検査
特記事項:	無

データ/パラメータ	$CEF_{EL,y}$
データ単位:	tCO ₂ /MWh
解説:	アンモニア回収設備により消費される電力の単位電力量当たりの CO ₂ 排出係数
使用データソース:	電力消費に伴うベースライン、プロジェクト又はリーケージ排出の計算ツール(バージョン 01)
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	1.3 tCO ₂ /MWh
適用される測定法と手順の説明	<p>現時点では、事前想定値として、保守的に 1.3 と設定した。</p> <p>ホスト国 DNA から”電力消費に伴うプロジェクト排出の計算ツール”で計算されるデータを入力する。</p> <p>グリッド排出係数が得られない場合には、ツールで要求されている計算に必要なデータを入力する。そのデータも得られない場合には、デフォルト値 1.3 を使用する。</p>
特記事項:	無

データ/パラメータ	$Q_{project,y}$
データ単位:	GJ
解説:	プロジェクト燃料（アンモニア回収設備後のパージガス）により生成される蒸気の実発熱量
使用データソース:	発生蒸気の実熱量（新発熱量ベース）の計測器
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	1115000 GJ
適用される測定法と手順の説明	<p>本パラメータは以下のように計算される。</p> $Q_{project,y} = Q_{project,i} * OH_y$ <p>ここに、</p> <p>$Q_{project,i}$: プロジェクト燃料により生成される蒸気の平均的な実発熱量[GJ/hr]</p> <p>現時点では、本パラメータには、ボイラ効率($\epsilon_{P,boiler}$)を 80%と想定し、145.18 GJ/hr を適用した。</p> <p>OH_y: 年間稼働時間[hr]</p> <p>現時点では、最大稼働の 7,680 hr (320day/yr*24hr/day) を適用した。</p> <p>なお、プロジェクト実施後のモニタリング条件は以下を想定している。</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ● 測定機器：オリフィス（差圧式）流量計/熱電対/圧力変換器 ● 測定位置：パージガスボイラの出口 ● 測定頻度：連続 ● 記録頻度：毎日（毎月/毎年、集計される） ● データの記録：新ロギングシステムを導入
適用される QA/QC 手順	<ul style="list-style-type: none"> ● 計測された熱量（真発熱量ベース）は前年度までの実測値と比較し、整合性をチェックする。 ● 蒸気流量計/温度計/圧力変換器は、関連する工業規格又はメーカー要件に従い、（校正を含む）精度保証のための定期保守/定期検査方法に従うべきである。
特記事項:	無

データ/パラメータ	$\epsilon_{PJboiler}$
データ単位:	-
解説:	プロジェクトシナリオにおけるボイラ（パージガスボイラ）の熱効率
使用データソース:	プロジェクトシナリオにおけるボイラの入出力熱量から計算される。
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	0.8
適用される測定法と手順の説明	本パラメータは以下のように計算される。 $\epsilon_{PJboiler} = Q_{project,y} / (AOG_{Total,y} * NCV_{AOG,y})$
適用される QA/QC 手順	前年度までの実測値と比較し、整合性をチェックする。
特記事項:	無

データ/パラメータ	$\epsilon_{BLboiler}$
データ単位:	-
解説:	プロジェクトがなかった場合のボイラの熱効率
使用データソース:	ベースラインボイラ（既存の天然ガス焼きボイラ）の入出力熱量から計算される。
想定される排出削減量の計算に適用されたデータの値:	0.8
適用される測定法と手順の説明	現時点では過去の実績値から設定。 ベースラインボイラの効率は、プロジェクト実施前の 6 ヶ月間、モニタリングを行い、6 ヶ月平均を排出量の計算に利用する予定である。 もし、その効率の実測を行わない場合には、メーカー表示値か、保守的に 100%のデフォルト値が適用される。
適用される QA/QC 手順	前年度までの実測値と比較し、整合性をチェックする。
特記事項:	無

4.2 モニタリング計画

本プロジェクトでは、プロジェクトの運営や管理（モニタリング、機器の運転・保守、経理業務、CER の管理、契約業務、人事、事務、報告等）はすべてGFC社が責任を持つ。

GFC 社は、試運転以来、アンモニアプラントを含む数種の化学プラントを稼働してきた。そして、高度かつ熟練されたスタッフを有する。プロジェクトの健全な運用、CER 獲得の信頼性/検証可能性を保証するため、本プロジェクトは、洗練された管理と運営システムを有する。そして日本側プロジェクト参加者もモニタリングの支援を行う。

本プロジェクトにおけるモニタリングの概要図は、図4.2-1 に示すとおりである。

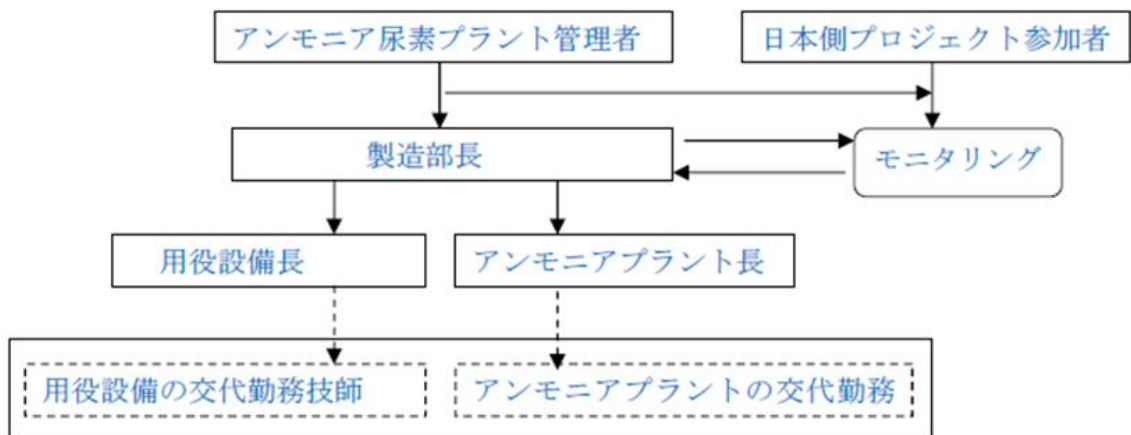


図 4.2-1 モニタリングの概要図

モニタリング関連の部署は以下のとおりである。

- アンモニア尿素プラント管理者は、モニタリングレポート作成に責任を有する。
- 製造部長は、校正を含むモニタリング機器の管理に責任を有する。
- 製造部長は、記録されたデータのファイリングにも責任を有する

本プロジェクトでは、以下の方法により、品質管理、品質保証を行う。

○管理者は、施設運用のための手順書を作成する。手順書には、日々の業務内容や、定期的なメンテナンス方法、各種判断基準などが記載され、適切なフォーマットにまとめられている。

○管理者は、手順書に従い、運用者の報告をチェックし、内容に問題がないか判断し、チェックの結果、問題があれば適切な時期に適切な対処を実施する。

○管理者は、手順書に従い、運用者の報告を日々ファイルし、保存する。

○事故時（モニタリング計器類の故障やロギングシステム/アンモニアプラント/パージガスボイラ/アンモニア回収設備の不調も含まれる）は、管理者が原因を究明し、対策を運

用者に指示し、実施する。

○緊急時(モニタリング計器類の故障やロギングシステム/アンモニアプラント/パージガスボイラ/アンモニア回収設備の不調も含まれる)は、運用者が応急措置を講じるとともに、管理者の指示に従い、対策を実施する

○計器類のメンテナンスに関しては、校正管理表や手順書を作成し、手順書に従い、定期的に適正に校正する。校正の時期、方法は、関連する工業規格又はメーカーの要件に従うものとする。

○記録データやロギングシステムから打ち出された全てのレポートは、クレジット期間及びその後2年間は保管する。

○計測されたデータ類は、ホスト国の政府機関によっても監査を受けるものとする。また、必要に応じて、GFC 社内で内部監査も実施し、モニタリングデータの精度向上に努める

第5章 環境への影響とその他の間接影響

5.1 環境への影響

5.1.1 環境影響評価の実施方法

本プロジェクトは、大気中に排出されているパージガスを、現在ボイラーに使用している化石燃料の代替として活用するものである。パージガス中にはメタンのほかにクリーンなエネルギーである水素が60%余り含有されており、硫黄分は全く含まれない。従って、パージガスの燃焼に伴うSO_xは大気中に排出されない。また、周辺環境へ影響を及ぼしていたパージガス中のNH₃も事前に除去されるので環境影響が大幅に軽減される。従って、パージガスをボイラーの化石燃料の代替とすることにより、温室効果ガスの排出削減とともに、悪臭や大気汚染などの周辺環境の改善に寄与するものである。

環境影響評価の実施は、まず開発プロジェクトの実施により著しい環境への影響が生じるか否かを調査・評価し、必要に応じて環境影響を回避または軽減する対策を講じることを目的としている。

通常、最初に当該プロジェクトの環境影響に関するスクリーニングおよびスコーピングを行う必要がある（環境予備調査）。次いで、環境予備調査の結果を踏まえて、環境に影響のある可能性のある項目について、既存の情報やデータを基に、また、類似経験を有する専門家の意見に基づき環境影響を事前に評価する（初期環境調査）。

初期環境調査の結果を踏まえ、環境影響の軽減方策を検討するとともに、更なる詳細な影響調査と予測・評価が必要と判断された場合には環境影響評価（EIA: Environmental Impact Assessment）を行い、環境保全目標の設定や環境影響を回避・軽減するための対策を提示することになる。

本プロジェクトサイト周辺には住居地区や社会施設があり、GFCからの大気汚染物質による環境影響は既に存在しているが、先に述べたとおり本プロジェクトの実施は地域環境の改善に貢献するものであり、その意味で周辺地域への影響は極めて限定的であると想定できる。

5.1.2 環境影響評価評価結果

スクリーニングの結果、本プロジェクト実施により発生が予想される環境影響項目を次に挙げる。

表 5.1-1 予想される環境影響項目

項目	建設期間中		稼働期間中	
	原因	評価	原因	評価
大気汚染	重機など建設機械からの排ガス	軽微	ボイラー設備からの排気ガス	改善
騒音	重機など建設機械からの騒音	軽微	ボイラー設備からの騒音 アンモニア回収設備の騒音	無視
振動	重機など建設機械のからの振動	軽微	ボイラー設備からの振動 アンモニア回収設備の振動	無視
悪臭	重機など建設機械からの排ガス	軽微	アンモニア回収設備からの漏れによる悪臭	無視

建設期間中の重機など建設機械からの環境影響は、住居地区が比較的近距离のあるものの一定の距離が確保されているのでE I Aが必要な程度とはいえない。また、ボイラー等の稼働期間中についてみると、SO_x、SPMなどの大気汚染物質については現在よりも改善される。また、新規導入ボイラーは現在使用中ボイラーの代替であり、特段使用時の騒音・振動もないことから作業環境的にも問題は考えられない。

前述のように、環境影響は限定的であるが、事業推進にあたりシリアの環境基準を遵守して設計を行う予定である。

5.1.3 プロジェクト参加者の結論

GFCは、周辺地域に環境影響を与えており、以前より環境保全対策の必要性を十分に認識していることもあり、本プロジェクトが地球温暖化物質の排出削減とともに地域環境の改善にも寄与することを高く評価している。また、工業省のCDM担当についても同様の意見であり、環境影響評価の必要性は認められないとしている。

清水建設株式会社及び日本側協力会社は、既存資料や情報を基にスクリーニングおよびスコーピングを行うとともに、国内専門家意見を交えながら本プロジェクトの実施が環境に与える影響について慎重に分析を重ねてきたが、本プロジェクトによる環境への悪影響は極めて軽微であるとの結論を得た。

5.1.4 ホスト国政府の結論

地方自治環境省のGCEA (General Commission for Environmental Affairs) のEIA部門の担当部長であるMr. Manal Sakkaは、本プロジェクトの内容を詳細に説明し理解を得た結果、環境影響評価の対象には当たらないとし、公式に文書にて回答する用意があることを明言している。同様に、GCEAに設置されているシリア国DNAのMr. Haitham Nashawatiは、日本の協力による今回のコベネフィット型CDMを今後に向けた推進の礎として高く評価しており、環境影響評価の必要性のないことで了解している。

シリア側関係者の環境影響評価は不用であるとの一致した結論を得たが、今後の事業の実施に当ってはシリア国内の関係法規を遵守するとともに、環境配慮については万全を期して臨みたい。

5.2 その他の間接影響

5.2.1 経済面に及ぼす影響

本プロジェクトは、利用されないで廃棄されているパージガスを回収し、ボイラー用の燃料として有効利用するものである。従って、その分の化石燃料の削減が実現し、GFCでは燃料代の負担が軽減することになる。また、パージガスは、燃焼の前に約2.7%含有するNH₃を回収除去することから、回収されたNH₃は有価物として有効活用されるので肥料製造コストの低減にも寄与するので多くの人々に裨益効果がある。

- ※ エネルギーの多量消費型の産業である化学肥料工場、とりわけの製造原料および加熱炉の燃料にそれぞれN.Gを多量消費するNH₃製造プラントでは、NH₃の回収は極めて大きな意義のあるものである。
- ※ 想定される化石燃料の削減量はN.Gを想定するとおよそ1,000~2,000万m³/yrであり、仮に削減量が1,500万m³/yrであったとすると、GFCに提供されるN.Gの特別価格(1SP/m³)で算定すると1,500万SP(約3,500万円)に相当する。視点を変えて、セメント工場への提供価格(12SP/m³)で見ると12倍の18,000万SP(約41,400万円)相当のエネルギーが削減できたことになる。

また、本プロジェクトで得られたCERは、日本側の投資費用が回収された後はGFC側と日本側で均等分割する計画である。GFC側にとってはCERの収益を農家に提供する肥料価格の抑制や新たな環境保全対策の費用として充当できるので、間接的な面でのコベネフィット効果も十分に期待できる。

本プロジェクトを雇用面から見ると、建設段階において、ローカル業者を活用することで雇用の創出効果が期待できる。また、運用段階においては専任の運転員を配置する計画でGFCと合意しており、新たな雇用がある他、維持管理等でローカル企業との取引が必要となることから地域経済の活性化に繋がる。

5.2.2 社会面に及ぼす影響

既に述べたとおり、GFCからの環境汚染、特に大気汚染問題は既に周辺住宅地域に影響を及ぼしている。周辺住民からクレームのあることをGFCでは承知しており、環境対策の必要性を認識している。工場周辺地域及び工場内の環境の現状調査と影響評価、対策の提案に係る通年調査の国際入札を実施したが、不調に終わったと聞いている。

このような中、本プロジェクトの実施は、直接的および間接的に周辺環境の改善に寄与するものであり、将来的な環境負荷の少ない社会の構築に貢献できるものである。

5.2.3 持続的発展への貢献

シリア国では、エネルギーセキュリティの面からエネルギー問題の将来を見据え、省エネルギーと再生可能エネルギーの活用を今後の重要課題として取り上げており、将来計画も策定している。しかしながら、再生可能エネルギーにあつては、水力発電を除くとバイオマスエネルギー等の利用については極めて限定的である。また、本プロジェクトのような省エネルギーに関連した事業については、スクラップを原料とする製鉄所で廃熱回収を実施していることは把握しているが、均熱炉では空気過剰燃焼であるなど、本格的に対応しているとの情報を持ち合わせていない。

係る中、今回のパージガスの利用による省エネと温室効果ガスの削減が契機となって、シリア国内企業の省エネルギーと再生可能エネルギーといった面の意識改革、更には技術開発が進み、同国の省エネルギーの推進に寄与する可能性が十分に考えられる。その意味でも、国営企業が率先して係る課題に取り組むことは意義のあることであり、シリア国の持続的発展に貢献できると言えよう。

5.3 ホスト国におけるコベネフィットの実現

5.3.1 公害防止に関する背景

本プロジェクトサイトである GFC 社は、ホムス市における大気汚染発生源の一つである。本プロジェクトが対象としているパージガスについても、人体に有害なアンモニアを含んだガスが大気中に放出されており、公害防止の観点からも、パージガスの処理が求められてきた。

パージガス中のアンモニアの濃度は 3%弱とというものの、工場の内外においてアンモニア臭がしており、周辺への悪影響は否定できない状況である。

一方、窒素酸化物や硫黄酸化物についても、その公害防止ニーズを確認したところ、硫黄酸化物の発生量は重油ボイラ起源のものであり、重油の消費量が天然ガスに比べて少ないことから、対策へのニーズは高くないことがわかった。また、窒素酸化物については硝酸プラントから大量の窒素酸化物が放出されて大気に悪い影響を与えているのに対して、天然ガスボイラによる窒素酸化物の排出量は微々たるものであり、ボイラ起源の窒素酸化物対策へのニーズは高くないことがわかった。

5.3.2 プロジェクトによる公害防止効果の内容

前述のとおり、本プロジェクトによる公害防止効果として、アンモニアの大気放出抑制がある。

大気放出が抑制されるアンモニアの量は、以下によって計算される。

- ・ パージガス流量=7850Nm³/h (Dry gas) (年間 7680 時間運転)
- ・ アンモニア濃度=2.9%
- ・ アンモニア質量=0.759 kg/Nm³

アンモニア放出抑制量=7850×7680×2.9%×0.759÷1000=1,327 t/年

以上により、年間約 1,300 トンのアンモニアの大気放出が抑制されることがわかる。

これを環境影響の観点から、大気拡散の予測計算式を使用してアンモニアの大気放出が抑制されていない場合の風下側地上濃度を予測評価した結果を以下に示す。

一般に大気汚染や悪臭の拡散範囲の予測計算としても利用されている、大気拡散モデル（プルーム式）を利用して影響度の予測を行った。ここではモデル式として、以下の点源拡散式の有風時の式を用いた。

○ 点源拡散式（有風時）

$$C = \frac{Q}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \exp\left\{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right\} \left[\exp\left\{-\frac{(He - z)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(He + z)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

ここで、 C：予測地点における濃度（m³/m³）

y、z：点源と予測地点の直角方向（y）及び鉛直方向（z）の距離（m）

Q：点源排出強度（m³N/s）

U：風下方向の風速（m/s） ※風下方向を x 方向とする。

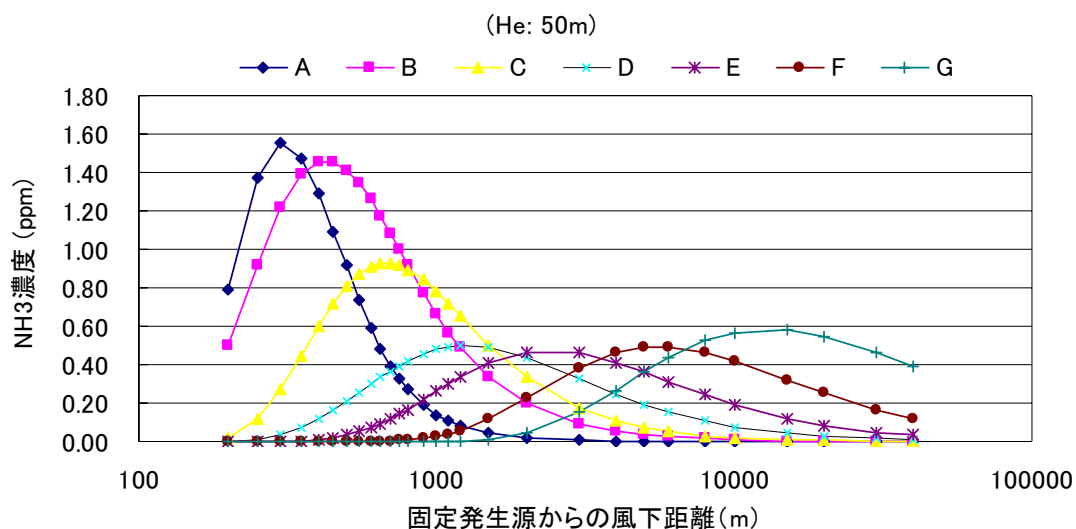
He：有効煙突高（m）

σ_y、σ_z：直角方向（y）、鉛直方向（z）拡散幅（m）

大気拡散計算の条件を次のように設定する。

パージガス中の NH ₃ 濃度	ppm	29,000	
パージガス排出量	m ³ /sec	2.18	
排出強度 (Q _{NH₃})	m ³ /sec	0.0632	
大気安定度階級 (A - G) と風速条件の設定 (U)	A	m/sec	2.0
	B	m/sec	2.0
	C	m/sec	3.0
	D	m/sec	4.0
	E (夜間)	m/sec	3.0
	F (夜間)	m/sec	2.0
	G (夜間)	m/sec	1.0

パージガスの排出煙源高さは概ね 25m であり、排ガス温度や流速等を考慮して有効煙突高さ (He) を 50m と想定した。また、風速条件についてはホムスの平均風速よりも弱く設定したが、接地逆転層の形成は考慮しなかった。



大気安定度階級別の地上 NH3 濃度と距離との関係

NH3 地上濃度は、大気安定度階級 (A) 又は (B) ではパージガスの排出口から 300m ~500m の地点で概ね 1.5ppm、大気安定度階級 (C) の場合には 700m 前後の距離に 0.9ppm の濃度が検出されている。

日本における工場の敷地境界線における悪臭の規制基準は、1~5ppm の範囲内において、都道府県知事が定めることとなっている。シリアにおいてこのような規制値はないが、GFC の場合、気象条件によっては、工場隣接のカッティーナ村等の住宅地域において 1ppm を超過する濃度が検出されることになる。仮に、接地逆転層が形成されるような気象条件が生じた場合は、看過できない高濃度が出現される可能性も考えられ、本プロジェクトの実施によってアンモニアの大気放出が抑制されることは、大きな意義のあるものといえる。

なお、回収したアンモニアについては、プロジェクト活動とは切り離し、GFC 社に引き渡して有効利用を図ることとなっている。

5.3.3 コベネフィット指標の提案

CDM のホスト国である途上国において公害対策が遅れている最大の原因は、公害対策予算の不足である。

温暖化対策による途上国の直接的なベネフィットはクレジットの経済的価値であり、一方公害対策面でのベネフィットとしては、費用を負担することなく、公害対策が実施できる点であるともいえる。

従って、温暖化防止と公害防止の両方の効果を、一定の指標で評価しようとする場合、クレジットの価格、または公害対策費用といった経済的価値を指標とすることも、一つの方法であると考ええる。

本プロジェクトの例でいえば、温暖化対策によって得られる炭素クレジットの経済的価値と、仮に本プロジェクト無しでアンモニア回収のみを実施した場合の初期投資費用の合計値を、コベネフィットを考慮したプロジェクトの評価指標として、提案することも可能ではないかと考える。

第 6 章 利害関係者のコメント

6.1 利害関係者のコメントの収集方法

シリア・アラブ共和国の DNA は、環境自治省の下部組織である GCEA である。DNA は、利害関係者は Technical Committee である、と定義しており、Technical Committee による意見が利害関係者の意見となる。Technical Committee は、以下のメンバーで構成されている。

- a) General Commission for Environmental Affairs (GCEA).
- b) Ministry of Transportation.
- c) Ministry of Petroleum.
- d) Ministry of Electricity.
- e) National Energy Research Center (Ministry of Electricity).
- f) Ministry of Industry.
- g) Ministry of Local Administration and Environment.
- h) Country Planning Commission.

6.2 受け取った利害関係者のコメントの要約

Technical Committee の開催は PDD の完成後になるため、本調査においては Technical Committee のメンバーの内、本プロジェクトに直接関係のあるメンバーに対してヒアリングを行った。受け取ったコメントは以下の通り。

- ①General Commission for Environmental Affairs (GCEA) : Mr.Haitham Nashawati 氏
- ・このプロジェクトは、シリアにおいて初となる工業分野の CDM プロジェクトであり、DNA としては、このように CDM プロジェクトの分野が広がってゆくことは歓迎である。
 - ・このプロジェクト計画を通じて、工業省の中にも CDM を積極的に進めてゆこうとする動きが出てきた。このような傾向はシリアの政策に合致するものであり、このプロジェクトの意義は大きいと考えている。
 - ・このプロジェクトはアンモニアの大気放出を避けるという意味で公害防止の効果もあり、同時に温暖化防止にも効果があるため、今後シリア DNA としても、このような子ベネフィット型 CDM プロジェクトの開発を、積極的に進めてゆきたいと考えている。
 - ・このように、このプロジェクトについてはシリア DNA として高く評価しているところであり、積極的に支援してゆくので、早期の実現化を望む。
 - ・私的に相談したところによれば、Technical Committee のメンバーの何人かは、このプロジェクトに肯定的である。

②Ministry of Industry : Ms. Amal Hasan 氏

- ・工業省としては、GFCにおいて貴重なエネルギー源であるパージガスが無駄に放出され、さらにアンモニアの放出に伴って大気環境に悪い影響を与えていることに、問題意識を持っていた。従ってこの問題を解決できる、このプロジェクト活動を歓迎する。
- ・工業省としても、今後シリア国内工場における省エネルギー対策など、CDM プロジェクトの候補があり、第一号となるプロジェクトとして、このプロジェクトに注目しており、できる限りサポートをするつもりである。
- ・工業省として、本プロジェクトに対して、否定的な意見はなく、肯定的に考えている。

以上のコメントから、シリア政府として、また利害関係者としての Technical Committee として、このプロジェクトにはおおむね肯定的であることがわかった。

第7章 収益性

7.1 前提条件

本プロジェクトにおいては、収益性を投資回収年数と内部収益率（IRR）で評価する。評価にあたり必要となる前提条件は表 7.1-1 に示す通り設定した。

イニシャルコストは 2,900,000 US\$ である。これに有効化審査や登録費用、プロジェクト開発費用などの初期費用を加えた初期投資額は、3,155,550 US\$ である。

また、ランニングコストとしては、メンテナンス費に 145,000 US\$/年、運転費として 45,500 US\$/年、モニタリングやベリフィケーション費用、登録費用などで 95,550 US\$/年程度が見込まれる。

税金については、利益税を考慮する。税率は利益に対して 20% である。

減価償却については、設備機器の減価償却は 90%、10 年間の定額償却で算出する。

プロジェクトの収入としては、クレジットの売却収入と、天然ガスの焼き減らし分による燃料費の削減分を見込む。燃料費の削減分としては 337,741 US\$/年が見込まれる。

表 7.1-1 収益性検討の前提条件

項目	値
初期投資額 (US\$)	3,155,550
ランニングコスト (US\$/年)	286,050
企業利潤税率 (%)	20
減価償却率 (%)	90
燃料費分収入 (US\$)	337,741

7.2 投資回収年数

投資回収年数については、CER の経済的価値なしの場合、および CER 価格として 5 US\$/tCER、10 US\$/tCER、15 US\$/tCER の 3 種類の経済的価値ありの場合について、累積事業収支（税引後）が黒字転換する年数を算定する。累積事業収支の算定に当たっては、n をプロジェクト開始からの年数とし、以下の式で算出する。

$$n \text{ 年目の累積事業収支} = - \text{初期費用} + \sum n (\text{n 年の事業収入} + \text{n 年の CER の経済的価値} - \text{n 年のランニングコスト} - (\text{n 年の利益税}))$$

表 7.2-1 各条件における投資回収年数

CER の経済的価値の有無		投資回収年数
CER の経済的価値なしの場合	0 US\$/tCER	回収できない
CER の経済的価値ありの場合	5 US\$/tCER	8 年
	10 US\$/tCER	5 年
	15 US\$/tCER	3 年

7.3 内部収益率

内部収益率（IRR）については、CER の経済的価値なしの場合、および CER 価格として 5 US\$/tCER、10 US\$/tCER、15 US\$/tCER の 3 種類の経済的価値ありの場合について、比較検討する。

ここでの内部収益率（IRR）によるプロジェクト収益性の評価は、投資的的確性を判断するための指標として算出するものであるため、金利および借入金返済を考慮しないプロジェクト IRR の値を用いるものとする。各条件における内部収益率（IRR、税引後）の計算値を以下に示す。

表 7.3-1 各条件における内部収益率（IRR）

CER の経済的価値の有無		IRR
CER の経済的価値なしの場合	0 US\$/tCER	マイナス
CER の経済的価値ありの場合	5 US\$/tCER	6.23
	10 US\$/tCER	20.71
	15 US\$/tCER	33.09

CER の経済的価値なしの場合におけるプロジェクト IRR はマイナスであるが、CER の経済的価値が 10US\$/tCO₂ のケースでは 20.71%となり、投資の対象となり得るレベルとなる。

7.4 内部収益率の感度分析

内部収益率（IRR）の計算において、CER の経済的価値なし、及び CER の経済的価値が 10US\$/tCER の場合に、計算要素を 5 段階に変化させて計算を行った場合の感度分析の結果は、表 7.4-1 に示す通りである。

CER の経済的価値が 10US\$/tCER と想定すると、IRR は 3.53～11.90%の間で移動し、いずれの場合でも、投資の対象となり得ることが示された。

表 7.4-1 感度分析結果（CER の経済的価値が 10US\$/tCER の場合）

変動させる要素：イニシャルコスト

	基準				
変動割合	-10%	-5%	±0%	+5%	+10%
IRR（税引後）	23.99	22.28	20.71	19.25	17.90

変動させる要素：ランニングコスト

	基準				
変動割合	-10%	-5%	±0%	+5%	+10%
IRR（税引後）	21.31	21.01	20.71	20.41	20.11

変動させる要素：発生する CER の量

	基準				
変動割合	-20%	-10%	±0%	+10%	+20%
IRR（税引後）	15.3	18.05	20.71	23.29	25.81

7.5 温室効果ガス排出削減コスト

本プロジェクトにおける初期投資額は既に述べたように、3,155,550 US\$である。一方、本プロジェクトにおけるクレジット期間（2011年～2020年）の温室効果ガス排出削減量の合計は、850,250 tCO₂である。

温室効果ガス排出削減コストは、クレジット期間（2011年～2020年）のCO₂排出量をイニシャルコストで割ることにより、温室効果ガス排出削減コストを算出した。結果は表 7.5-1 に示す通りである。

表 7.5-1 CO₂削減コスト

項目	数値
温室効果ガス削減量 (tCO ₂)	850,250
コスト (US\$)	3,155,550
CO ₂ 削減コスト (US\$/tCO ₂)	約 3.71

むすび

本 FS 調査は、シリア・アラブ共和国・ホムス市にある、GFC 社の工場から排出されているパージガスを回収しボイラで有効利用することにより、パージガス中に含まれるメタンガスの大気中への排出を削減すると同時に、天然ガスの消費削減を実現するプロジェクトについて検討したものである。

現在、シリア政府は CDM プロジェクト承認手続きの手順等、CDM プロジェクト承認に対する体制を既に完成させており、2 件のプロジェクトに対する国家承認を行った実績がある。

本プロジェクトについてはシリア政府からも高く評価されており、本プロジェクトが同国における承認プロジェクトとなる可能性は極めて高い。

本プロジェクトでは、温室効果ガスの排出削減と同時に、パージガス中に含まれ大気に放出されているアンモニアを回収するため、大気汚染の防止にもつながる、『コベネフィット型』プロジェクトであり、ホスト国からもプロジェクト推進への期待が高い。

本プロジェクトのカウンターパートである GFC 社は、環境改善、海外投資の積極的受け入れ等の点から本 CDM プロジェクトの実施に好意的であり、本 FS 調査においても多大な協力を得ることができた。

本プロジェクトでは、2011 年よりクレジットの獲得を目指す計画を想定し、その結果、排出権の価格が 10US\$/tCER 以上となる状況であれば、事業実施可能であるとの結論を得た。

しかしながら、本プロジェクトにおいては、新規方法論を作成し、国連の承認を得ることが必要となる。現在プロジェクトの登録申請をはじめとして、国連における事務手続きが極めて保守的になっていることから、プロジェクトの実施スケジュールが遅れることが懸念される。

本調査では、CDM プロジェクトとしてはまったく新しいタイプである本プロジェクトについて、カウンターパートの現状、過去のいきさつなどを調査して、新規方法論の作成に向けて目途をつけることができたと同時に、カウンターパートとの信頼関係の構築も行うことができた。

中東地域はこれまで、温室効果ガス排出削減に消極的な態度を取ってきたが、外国投資の呼び込みの観点から、積極的な態度を示す国も出始めている。今後、本プロジェクトを早急に実現化し、我が国としての実績を確実にするとともに、中東地域におけるプロジェクト開発を継続し、我が国の目標達成に繋げてゆく事が必要と考える。

当社は、今後のシリアの政治、経済の動向を見守りつつ、本プロジェクトへの資金拠出を含め、速やかな事業実現化を推進してゆく予定である。