

サウジアラビア王国
Eastern Petrochemical Company (SHARQ)
Saudi Methanol Company (AR-RAZI)
Power and Water Utility Company for Jubail and Yanbu (MARAFIQ)
Saudi Basic Industries Corporation (SABIC)
Jubail Industrial College (JIC)

サウジアラビア国

海外投融資案件に関する有償勘定技術支援 による基礎調査

ファイナル・レポート (正本要約版)

平成27年10月
(2015年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

ユニコ インターナショナル株式会社
一般社団法人中部産業連盟
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル

民連
JR
15-092

サウジアラビア王国

Eastern Petrochemical Company (SHARQ)

Saudi Methanol Company (AR-RAZI)

Power and Water Utility Company for Jubail and Yanbu (MARAFIQ)

Saudi Basic Industries Corporation (SABIC)

Jubail Industrial College (JIC)

サウジアラビア国

海外投融資案件に関する有償勘定技術支援 による基礎調査

ファイナル・レポート (正本要約版)

平成 27 年 10 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

ユニコ インターナショナル株式会社
一般社団法人中部産業連盟
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル

目 次

	頁
第 1 章 調査の概要.....	1-1
1.1 調査の背景と目的	1-1
1.1.1 背景.....	1-1
1.1.2 目的.....	1-2
1.2 調査実施方法、体制、スケジュール.....	1-3
1.2.1 調査実施方法.....	1-3
1.2.2 調査項目.....	1-3
1.2.3 調査実施体制.....	1-4
1.2.4 スケジュール.....	1-5
1.3 実施内容	1-6
1.3.1 第一次現地調査（予備調査）（2014 年 12 月 19 日～2014 年 12 月 26 日）	1-6
1.3.2 第一次国内業務（2015 年 1 月）	1-7
1.3.3 本邦招聘プログラム（2015 年 1 月 24 日～2015 年 2 月 1 日）	1-8
1.3.4 第二次現地調査（2015 年 1 月 30 日～2015 年 2 月 28 日）	1-12
1.3.5 第二次国内業務（2015 年 3 月～2015 年 5 月）	1-14
1.3.6 第三次現地調査（2015 年 5 月 25 日～2015 年 6 月 12 日）	1-14
1.3.7 第三次国内業務（2015 年 6 月～2015 年 8 月）	1-15
1.3.8 第四次現地調査（2015 年 8 月 28 日～2015 年 9 月 8 日）	1-17
1.3.9 第四次国内業務（2015 年 9 月～2015 年 10 月）	1-18
1.4 提案内容	1-20
第 2 章 相手国、調査対象企業・機関の概要	2-1
2.1 相手国の概要	2-1
2.1.1 サウジアラビア王国（「サ」国）	2-1
2.1.2 ジュベール工業団地.....	2-4
2.2 調査対象企業・機関の概要.....	2-6
2.2.1 SHARQ（Eastern Petrochemical Company）	2-6
2.2.2 AR-RAZI（Saudi Methanol Company）	2-8
2.2.3 SABIC（サウジ基礎産業公社）	2-10
2.2.4 MARAFIQ（水電気供給公社）	2-14
2.2.5 Jubail Industrial College（JIC）・ジュベール工業専門学校.....	2-17

第3章 調査結果及び提案概要	3-1
3.1 SHARQ の安定的事業継続・生産性向上のためのインフラ整備及び人材育成プログラムに係る調査.....	3-1
3.1.1 教育（日本的経営）	3-1
3.1.2 安全・保安/セキュリティ	3-10
3.1.3 上水・工業用水/下水・再生水.....	3-17
3.1.4 電力/省エネルギー.....	3-20
3.1.5 再生可能エネルギー/太陽光発電	3-25
3.2 AR-RAZI の安定的事業継続・生産性向上のためのインフラ整備及び人材育成プログラムに係る調査.....	3-36
3.2.1 教育（日本的経営）	3-36
3.2.2 安全・保安/セキュリティ	3-47
3.2.3 上水・工業用水/下水・再生水.....	3-54
3.2.4 電力/省エネルギー.....	3-57
3.2.5 再生可能エネルギー/太陽光発電	3-61
3.3 MARAFIQ の生産性向上のためのインフラ整備に係る調査	3-71
3.3.1 上水・工業用水/下水・再生水.....	3-71
3.3.2 電力/省エネルギー.....	3-74
3.3.3 再生可能エネルギー/太陽光発電	3-78
3.4 SABIC に対する報告及び調査.....	3-83
3.4.1 上水・工業用水/下水・再生水.....	3-83
3.4.2 電力/省エネルギー.....	3-85
3.4.3 再生可能エネルギー/太陽光発電	3-87
3.5 JIC の人材育成プログラムに係る調査.....	3-93
3.5.1 教育（日本的経営）	3-93
3.5.2 再生可能エネルギー/太陽光発電	3-98
3.5.3 太陽光発電教育	3-102

略語表 (List of Abbreviation)

略語	英語	日本語
5S	Seiri (Sort), Seiton (Straighten), Seisou (Shine), Seiketsu (Standardize), Shitsuke (Sustain)	整理、整頓、清掃、清潔、しつけ
ARAMCO	Saudi Arabian Oil Company	サウジアラムコ
AR-RAZI	Saudi Methanol Company	アルラジ社 (日本・サウジ合弁企業)
bb1	barrel	バーレル (石油量の単位)
BEMS	Building Energy Management System	ビルエネルギー管理システム
BFW	Boiler Feed Water	ボイラーに供給して水蒸気にする水
BMP	Behavior Modeling for Productivity	成果・生産性向上のためのモデリング学習
BOD	Biological Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
BTW	Boiler Water	ボイラー用水
C. Resid	Chlorine Residual	残留塩素
CF	Cartridge Filter	カートリッジフィルター
CJIA	Cetral Japan Industries Association	中部産業連盟
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
CSW	Cooling Sea Water	海水冷却水
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
DAF	Dissolved Air Flootation	加圧浮上処理
DCS	Distributed Control System	分散制御システム
DM	Deminerlized Water	純水
EG	Ethylene Glycol	エチレングリコール
EHSS	Enviroment, Healty, Safety and Security	環境、健康、安全、セキュリティ
EPC	Engineering Procurement Construction	設計・調達・工事
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GT	Gas Turbine	ガスタービン
GTCC	Gas Turbine Combined Cycle	ガスタービン コンバインドサイクル
GTG	Gas Turbine Generator	ガスタービン発電機
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HIPF	Higher Institute for Plastics Fabrication	プラスチック加工技術高等研修所
HRD	Human Resource Development	人材開発
HVAC	Heating, Ventilation, Air Conditioning	冷暖房空調設備
IE	Industrial Engineering	インダストリアルエンジニアリング 生産工学
IWW	Industrial Wastewater	工業排水
IWPP	Independent Water and Power Producer	独立発電造水事業者

略語	英語	日本語
IWTP	Industrial Wastewater Treatment Plant	中央工業排水処理設備
JCM	Joint Credit Mechanism	二国間クレジット制度
JIC	Jubail Industrial College	ジュベール工業専門学校
JICA	Japan International Cooperation Agency	日本国際協力機構
JSMC	Japan Saudi Arabic Methanol Company	日本・サウジアラビメタノール株式会社
Jubail-1	Jubail Industrial City-1	第1 ジュベール工業都市
Jubail-2	Jubail Industrial City-2	第2 ジュベール工業都市
JWAP	Jubail Water and Power Company	ジュベール水・発電供給会社
KPI	Key Performance Indicators	重要業績評価指標
KSA	Kingdom of Saudi Arabia	サウジアラビア王国
LDPE	Low Density Polyethylene	低密度ポリエチレン
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
LLDPE	Liner Low Density Polyethylene	直鎖状低密度ポリエチレン
M. Alkali	Total Alkalinity	水中の炭酸塩等のアルカリ分の量
MARAFIQ	Power & Water Utility Company for Jubail & Yanbu	マラフィック
MBR	Membrane Bio Reactor	膜分離活性汚泥処理
MED	Multiple-Effect Distillation	多重効用缶蒸留
MF	Micro Filtration	精密ろ過
MFM	Micro-filtration membrane	精密ろ過膜
MLSS	Mixed Liquor Suspended Solid	活性汚泥濃度
MTBF	Mean Time Between Failures	平均故障間隔
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NFM	Nano-filtration membrane	ナノろ過膜
OCG	Oriental Consultants Global Co., Ltd.	株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル
OJT	On the Job Training	オン・ザ・ジョブ・トレーニング
OLF	Olefin	オレフィン
O&M	Operation and Maintenance	運転管理・メンテナンス
PAC	Poly Aluminum Chloride	ポリ塩化アルミニウム
PCS	Power Conditioning System	直流交流変換装置
PDCA	Plan, Do, Check and Action	計画、実行、評価、改善
PE	Polyethylene	ポリエチレン
pH	Potential hydrogen	水素イオン濃度
PM	Productive Maintenance	生産保全
PTW	Potable Water	飲料水及び工業用水

略語	英語	日本語
PV	Photovoltaics	太陽光発電
QM	Quality Management	品質管理
RC	Royal Commission for Jubail and Yanbu	ロイヤルコミッション
RCER	Royal Commission Environmental Regulation	ロイヤルコミッション環境規制法
RO	Reverse Osmosis	逆浸透膜法、膜を用いた海水や排水からの脱塩処理方法
ROM	Reverse osmosis membrane	逆浸透膜
SABIC	Saudi Basic Industries Corporation	サウジアラビア基礎産業公社
SAR	Sodium Adsorption Ratio	灌漑用水の受入れ基準となる指標
SAR	Saudi Arabia Riyal	サウジアラビア・リアル（サウジアラビアの通貨）
SDI	Silt density index	水の汚染を表す指標で、4以下で膜の詰りが少
SEC	Saudi Electricity Company	サウジアラビア国営電力会社
SHARQ	Eastern Petrochemical Corporation	シャルク社（日本・サウジ合弁企業）
SHEM	Safety, Health & Environment Management	安全、健康、環境管理
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
SPDC	SPDC Ltd	サウディ石油化学株式会社
SQCD	Safety, Quality, Cost, Delivery	安全、品質、コスト、納期
SRT	Sludge Retention Time	汚泥滞留時間
ST	Steam Turbine	スチームタービン
STG	Steam Turbine Generator	スチームタービン発電機
SWCC	Sea Water Conversion Corporation	海水淡水化公社
SWI	Sea Water Intake	海水取水
SWTP	Sanitary Wastewater Treatment Plant	中央下水処理設備
TDS	Total Dissolved Solids	全溶解固形分
TPM	Total Productive Maintenance	全社的生産保全
TQM	Total Quality Management	全社的品質管理
T-N	Total Nitrogen	全溶解窒素
TOC	Total Organic Carbon	全有機炭素
UF	Ultra Filtration	限外ろ過
UFM	Ultra-filtration membrane	限外ろ過膜
Unico	Unico International Corporation	ユニコ インターナショナル株式会社
WRPC	Water Reuse Promotion Center	造水促進センター
WWT	Wastewater Treatment	排水処理
ZLD	Zero Liquid Discharge	無排水

第1章 調査の概要

第 1 章 調査の概要

1.1 調査の背景と目的

1.1.1 背景

サウジアラビア（以下「サ」国）・ジュベール工業団地（以下「工業団地」）には、1975年に日本・「サ」国両国政府間で締結された経済技術協力協定に基づき、日本側出資社と「サ」国国営会社であるサウジアラビア基礎産業公社（SABIC）との合弁により、石油化学製品の製造を行うことを目的として設立された AR-RAZI 並びに SHARQ がある。両社は 30 年以上にわたる両国の経済協力の成果としての象徴事業となっている。（以下「合弁事業」）

これまでに高い事業実績をあげている AR-RAZI 及び SHARQ 事業は、以下のような重要な意義を有している。

- i. 「サ」国の工業化の促進（同国は本事業実現及び成功を通じ世界有数の石油化学製品の生産国となっている）
- ii. 「サ」国の雇用創出への貢献（SHARQ は 1,000 人以上、AR-RAZI は 500 人以上の現地雇用に創出している）
- iii. 「サ」国への技術移転（当初計画通りの技術移転及び人材育成がなされている）

この合弁事業に対して、JICA は海外投融資案件として AR-RAZI の日本側出資会社である日本・サウジアラビアメタノール株式会社（以下「JSMC」）並びに SHARQ の同出資会社であるサウディ石油化学株式会社（以下「SPDC」）に出資を行っている。

両社が立地する工業団地は 1979 年両社設立後 30 年以上を経て一部設備の老朽化が進んでおり、インフラ（上下水、再生水、節水、省エネ等）について診断調査を行う必要性が高いと考えられ、工業団地におけるインフラの安定性を確保することは、合弁事業の今後の安定運転及び発展に不可欠と認識される。

また「サ」国は、我が国の主要原油調達国であり、2013 年 4 月末、安倍首相が同国を訪問し、日本・「サ」国間の包括的パートナーシップ強化に関する共同声明が発表された。共同声明には、政治、経済、文化・人的交流の各分野で包括的パートナーシップを強化、省エネ、再生可能エネルギー及び原子力における二国間協力、また大学及び研究機関での両国の協力強化がうたわれている。

かかる背景より、合弁事業への出資者として JICA は今般、工業団地の合弁事業に関係するインフラ関連設備の診断を行い、日本の技術を活用した利便性向上の可能性を調査し、SHARQ 及び AR-RAZI の安定的事業継続への提言を検討することとした。併せて象徴事業の「サ」国関係先である、MARAFIQ 及び合弁事業の相手先である SABIC についても、同様の提言策定のための調査を行うこととした。更に人材育成および日本的経営に関する「サ」国関係会社および機関への提言を検討するため、合弁事業関係者に加え、合弁事業 2 社を含む工業団地内の企業への人材供給源となっている Jubail Industrial College (以下「JIC」) の活用による人材育成に係る提案を検討することとした (これらインフラ関連設備の調査、提言の検討、人材育成に係る提案検討を総括し、以下「本調査」)。

1.1.2 目的

本調査の目的は次の通り。

- (1) 合弁事業を中心とする工業団地におけるインフラの設備の稼働状況、能力の妥当性、環境・セキュリティ等の現状調査、及び既存施設の運転・保守状況の診断調査を行い、調査結果から課題の抽出及び分析をする。
- (2) その上で、SHARQ 及び AR-RAZI の安定的事業継続・生産性向上に必要な、あるいはそれを助けるためのインフラ整備の提案を行う。同提案は本邦企業が比較的優位と言われる省エネ、節水、再生水事業等の活用を念頭においたものとし、事業実施形態として民間投資を含む PPP インフラ事業の可能性を含むものとする。
- (3) SHARQ、AR-RAZI 及び JIC が提供している教育プログラムの内容・質・実施状況について調査を行い、課題を抽出・分析する。また課題に対してはその解決を実現する人材育成プログラムを提案する。同プログラムには次の内容を含める。
 - 人材育成プログラム
 - 日本型経営プログラム (日本型の業務管理及び作業効率向上、職場環境の維持改善等を含む)
 - 「サ」国における再生可能エネルギー(特に太陽光)に関する人材育成プログラム

なお、当初は上記の他に工業団地を含むジュベール地区の管理を行う Royal Commission, Jubail (以下「RC」) も本調査の対象先とされていたが、その後先方事由 (辞退) により対象外となった。

1.2 調査実施方法、体制、スケジュール

1.2.1 調査実施方法

本調査は2014年11月12日より作業を開始し、調査期間は2015年9月末までの延べ10か月半である。基本的な作業の流れは図1.2-1の通りである。



図 1.2-1 基本的な作業の流れ

(出所：JICA スタディチーム)

1.2.2 調査項目

本調査の対象項目は、当初、工業団地計画、教育（日本的経営）、安全保安・セキュリティ計画、上水計画/工業用水（節水）、下水計画/再生水、電力/省エネ、再生可能エネルギー/太陽光発電と太陽光発電教育の8項目となっていた。

その後、現地関係先と協議において、工業団地計画については特に工業団地内物流（ロジスティクス）の観点からの検討調査を進めたが、主たる提案対象先である RC が調査を辞退したこと、また調査対象会社である SHARQ 及び AR-RAZI の製品は各構内から出荷港へ液体製品はパイプラインによりジュベール工業港まで輸送されており特にロジスティクス面での改善余地が見当たらないこと、また SABIC ターミナル・サービス会社 (Sabtank) は、ジュベール工業港の 4.5 億ドル拡張工事を進めており工業団地全体のロジスティクスについても SABIC には既に計画があることから本調査で新たな提言をする状況にないことが分かった。

また、上水計画/工業用水（節水）並びに下水計画/再生水の水関連2項目に関し、MARAFIQ からの工業団地向け給水は、工業用水と上水の区別はなく、全て上水として供給されていること、更に本調査では SHARQ、AR-RAZI、MARAFIQ の各設備の排水を再生して工業用水として再利用することによる節水を検討する過程で、水に関する検討2項目は相互に関係していることから節水/再生水としての1つの検討項目として提案をまとめることにした。

以上のことから、本調査で検討対象とした分野及び対象企業を整理すると以下の通りとなる。

表 1.2-1 検討対象分野と対象企業（○：該当、×：非該当）

	SHARQ	AR-RAZI	MARAFIQ	SABIC	JIC
教育（日本的経営）	○	○	×	備考1	○
安全保安・セキュリティ計画	○	○	×	備考1	×
水処理・再生水	○	○	○	備考1	×
電力/省エネ	○	○	○	備考1	×
太陽光発電/再生可能エネルギー	○	○	○	○	○
太陽光発電教育	×	×	×	×	○

備考1: SABIC へは SHARQ 及び AR-RAZI の検討結果を報告（作成：JICA スタディチーム）

1.2.3 調査実施体制

本調査開始時点から一部業務従事者の変更があり、最終的な本調査実施体制は図 1.1-2 に示す通り。業務従事者 14 名に加え、再委託先として中部電力、千代田化工建設、環境ビジネスコンサルタントの協力を得て実施した。

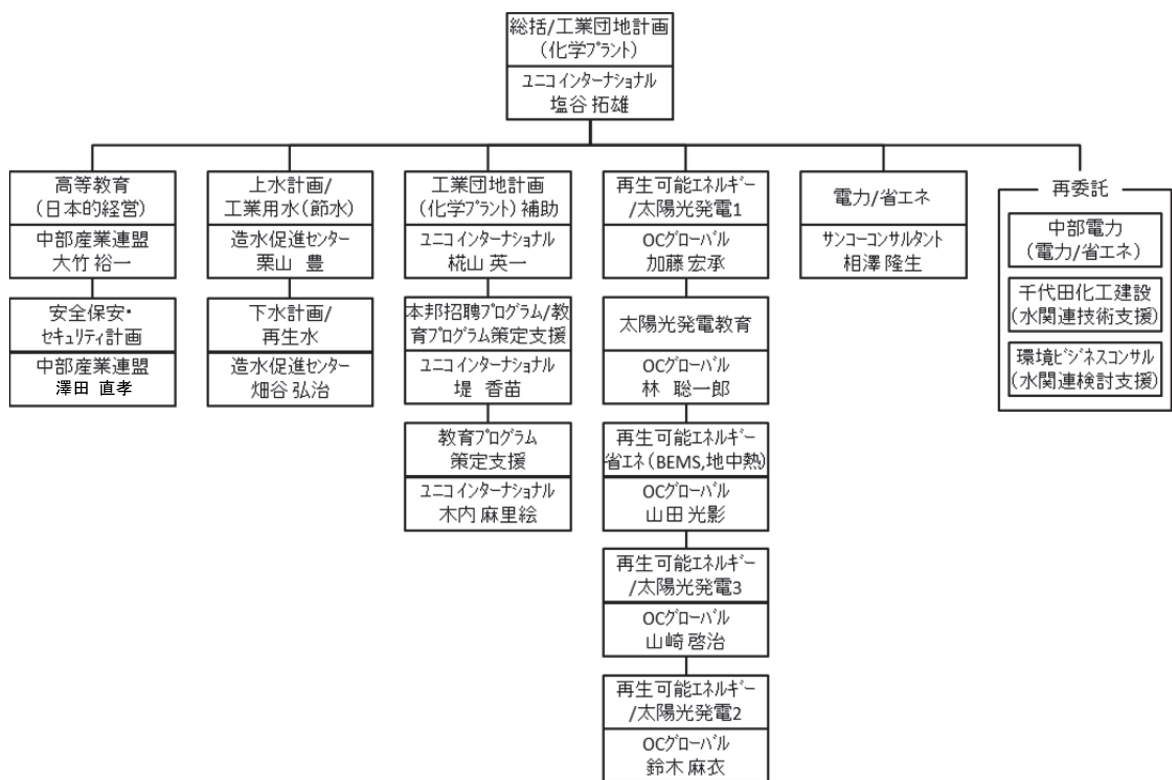


図 1.2-2 実施体制図

(作成 : JICA スタディチーム)

1.2.4 スケジュール

本業務は次のスケジュールで実施された。

実施時期	調査/業務	主な活動
2014年11月12日～ 2014年12月	予備国内業務	SPDC, JSMC 他本邦関係先との面談、情報収集・整理、第一次現地調査準備、現地関係先宛質問書準備
2014年12月19日～ 2014年12月26日	第一次現地調査	現地関係先との面談、現地状況の把握
2015年1月	第一次国内業務	インセプション・レポート作成・提出、第二次現地調査の準備

2015年1月24日～ 2015年2月1日	本邦招聘プログラム	「サ」国関係先から11名を招聘し、本調査に関わる現地事情聴取並びに本邦関係先との面談
2015年1月30日～ 2015年2月28日	第二次現地調査	現地関係先へのインセプション・レポート説明、各種情報の収集
2015年3月～ 2015年5月	第二次国内業務	第二次現地調査結果の分析・検討、提案候補案件の洗い出し（ロングリスト）、提案候補案件の絞込み
2015年5月25日～ 2015年6月12日	第三次現地調査	提案候補案件に関する現地関係先への説明、提案候補案件絞り込みの為の更なる情報収集
2015年6月13日～ 2015年8月中	第三次国内業務	第三次現地調査結果の分析・検討、絞り込み提案案件の詳細検討、インテリム・レポート作成・提出
2015年8月28日～ 2015年9月8日	第四次現地調査	提案案件に関する現地側への説明（ワークショップ）、現地側の意見聴取
2015年9月9日～ 2015年10月	第四次国内業務	ドラフトファイナルレポート及びファイナル・レポート作成

1.3 実施内容

1.3.1 第一次現地調査（予備調査）（2014年12月19日～2014年12月26日）

2014年12月19日から2014年12月26日まで、第一次現地調査を実施。JICA スタディチームからは、塩谷、栂山、加藤、林、栗山の計5名が参加した。主な活動は以下の通り。

12月20日：JICA リヤド事務三島所長と面談し本調査対象の各機関他関連情報を聴取した。尚、本邦招聘プログラムについての、「サ」国側参加メンバーの本邦入国ビザ取得への協力を依頼。

12月21日：SABIC 本社・Awadh M.Al-Maker 副社長と面談。駐サ国日本大使館・高橋公使、岡部経済班班長と面談。本調査についての説明をおこない、関連情報聴取し協力依頼。

12月22日：SABIC 研究開発センター訪問。

12月23日：SHARQ・Mohammed Al-Qahtani 本部長、Mohammed Al-Hassany 本部長以下と面談。説明/質疑/応答の後バスにてプラントを一巡。車中での質疑/応答により設備情報を聴取。Royal Commission を表敬訪問。

12月24日：AR-RAZI・大竹副社長以下と面談。説明/質疑/応答の後バスにてプラントを一巡。車中での質疑/応答により設備情報を聴取。
MARAFIQ/Mohammed Mahmood Khaja Sr.技術顧問他と面談。

12月25日：SABIC-Jubail・Abdullah S.Al-Mutairi 本部長と面談。
Azmeel Holding・Louay Abdulrahim 常務より“「サ」国の Sustainable Energy への取組み”についてのプレゼンテーションを受領。

尚、技術情報開示に先立つ秘密保持契約については、SABIC の標準フォームにて先ず SHARQ、AR-RAZI、MARAFIQ 各社と JICA 間で個別に締結することで合意。本現地調査期間中に JICA サイン入り契約書を同 3 社に手交した。

1.3.2 第一次国内業務（2015年1月）

1.3.2.1 JICA—コンサルタント間の協議

1月9日、16日 JICA とコンサルタント間の協議。第二次現地調査関連資料の作成進捗を下記の通り確認。

- 国内関係会社からの関連情報収集についての計画／報告／調整
- 本邦招聘プログラムについての、(1) プログラム詳細調整、(2) 日程表、(3) 招聘メンバー、(4) 滞在ホテル等についての調整
- 現地関連会社（SHARQ、AR-RAZI、SABIC）及び機関（MARAFIQ、JIC）に対する質問内容についての調整、並びに現地予備調査にて訪問が叶わなかった会社・機関についての次回訪問についての調整確認
- 本年1月30日～2月26日の28日間の現地調査の追加並びに本邦招聘プログラム内容（時期・期間・メンバー数等）の変更に伴う契約変更についての確認

1.3.2.2 国内関係会社からの情報聴取

「サ」国で活動している本邦各社より情報収集を行った。主な活動は以下の通り。

1月14日：横河電機（株）、横河ソリューションサービス（株）から中東並びにサウジ国内（Jubail 含）での活動について聴取（特に“見える化”についての成功例、SABIC、JIC との関連など）

1月16日：富士通総研（株）から、「サ」国の工業団地に於ける水・電気供給の実態、問題点について聴取

- 1月20日： SPDC から現地会社（SHARQ、AR-RAZI）に関連する一般情報を聴取
- 1月21日： 千代田化工（株）から過去の Jubail に於ける工業用水、省エネルギー、人材教育等について関連情報を聴取
- 1月28日： 神戸製鋼所から「サ」国（含 Jubail）への機器供給等に関する情報を聴取
- 1月29日： 東京電力（株）から「サ」国で実施中の電力マスタープランに関連し、配電等一般情報を聴取

1.3.3 本邦招聘プログラム（2015年1月24日～2015年2月1日）

2015年1月24日（土）～2015年2月1日（日）の9日間、SHARQ から4名、AR-RAZI から2名、MARAFIQ から3名、SABIC から2名の合計11名（以下「研修視察団」）を日本に招聘し、現地側の現況及びニーズを把握するとともに、既存設備の状況に関する情報収集並びに日本の技術と日本的経営についての関心についての調査を行った。また、「日本的経営と戦後日本の経済発展」についてセミナーを実施、日本側関係各社を訪問した。

プログラム全体の日程は表 1.3-1 のとおりである。前半（1/25～26）は本調査に関わるコンサルタントとの個別面談や日本側出資各社との意見交換、後半（1/27～30）は日本の先端技術の紹介並びにメーカーの生産現場の視察及び意見交換をそれぞれ主眼として実施した。また、最終日（2/1）にプログラム内容を振り返る研修視察団によるプレゼンテーションを各社別に行った。

表 1.3-1 プログラム日程表

日付	時間割	形態	内容
1/24	(土)	—	研修視察来日
1/25	(日)	9:00 ～ 10:00	オリエンテーション
		10:00 ～ 13:30	調査 コンサルタントによる会社別現状ヒアリング
		13:30 ～ 15:30	講義 日本的経営と戦後日本の経済発展
1/26	(月)	10:00 ～ 11:00	意見交換 三菱ガス化学訪問・JSMC 同席
		13:30 ～ 14:30	意見交換 三菱化学訪問
		15:00 ～ 16:00	意見交換 SPDC 訪問
		16:30 ～ 17:30	意見交換 三菱商事訪問
1/27	(火)	10:00 ～ 11:30	意見交換 JICA 訪問・ガイダンス「JICA の対中東支援について」
		15:00 ～ 17:00	視察 株式会社セキソー（プラスチック成型）
1/28	(水)	9:30 ～ 11:40	視察 トヨタ自動車元町工場
		14:00 ～ 15:30	視察 中部電力・中央給電指令所
1/29	(木)	10:00 ～ 11:30	視察 中部電力・川越火力発電所

		14:00 ～ 16:00	視察	リニア・鉄道館
1/30	(金)	9:00 ～ 11:00	視察	川崎大規模太陽光発電所
		12:00 ～ 15:00	—	アラブ・イスラーム学院 (礼拝・見学)
1/31	(土)		—	自主研究
2/1	(日)	15:00 ～ 17:00	発表調査	ラップアップミーティング、修了式
			—	研修視察団帰国

プログラム概要並びに目的は表 1.3-2 に示す通り。

表 1.3-2 招聘プログラムの全体像

目的	プログラム	
1) 調査に携わるコンサルタントとの意見交換	調査	a. コンサルタントによる会社別現状ヒアリング
	発表調査	b. ラップアップミーティング
2) 日本側出資者との意見交換	意見交換	c. 三菱ガス化学訪問・JSMC 同席
		d. 三菱化学訪問
		e. SPDC 訪問
		f. 三菱商事訪問
		g. JICA 訪問・ガイダンス「JICA の対中東支援について」
		h. 日本的経営と戦後日本の経済発展
3) 日本の先端技術の視察	講義	
	視察	i. 株式会社セキソー
		j. トヨタ自動車元町工場
		k. 中部電力・中央給電指令所
		l. 中部電力・川越火力発電所
		m. リニア・鉄道館
		n. 川崎大規模太陽光発電所

各々のプログラムの実施内容は以下に述べるとおり。

a. JICA スタディチームによる会社別現状ヒアリング (調査)

「サ」国側招聘 4 社を 4 つのテーブルに配置し、時間を区切ってコンサルタント 4 社が各テーブルを回って個別に意見交換・情報収集を行った。

b. ラップアップミーティング (発表・調査)

招聘プログラムの最終日にまとめとして、視察先などで特に興味を持った点や、日本の技術や手法の中で「サ」国において導入や応用が可能と思われるものについて、研修視察団が会社別に発表を行った。

c. 三菱ガス化学訪問・JSMC 同席 (意見交換)

JSMC からは取締役会長をはじめとした経営陣、三菱ガス化学株式会社 (MGC) からは天然ガス系化学品カンパニーの役員・社員が研修視察団を出迎えた。まず、ビデオとプレゼンテーションで MGC の天然ガス系化学品事業の紹介が行われた。その後、

「サ」国における天然ガス開発の課題や天然ガス以外の原料利用の可能性などについて意見が交わされた。

d. 三菱化学訪問（意見交換）

三菱化学株式会社では、石化基盤本部の2名が配布資料に基づき同社の事業を紹介した。続けて、活発な質疑応答が行われ、特に SHARQ からは競合相手の出現、新たな法規制への対応、エネルギー効率と持続可能性要件への対応、そして節水の必要性といった課題に直面していることが紹介され、それに対して三菱化学がどのような貢献ができるかといった質問がなされた。それに対し同社は、再生水分野や排水処理分野で協力が可能だろうと応じた。

e. SPDC 訪問（意見交換）

SPDC では社長以下大勢の役員・社員が研修視察団を歓迎し、その後、HIPF¹ の紹介を含めたプレゼンテーションを行った。招聘団からは HIPF を通じた SPDC のこれまでの技術協力に感謝の意が表されるとともに、日本的経営や人材育成を「サ」国で実現するために SPDC がどのような貢献ができるかという質問も投げかけられた。

f. 三菱商事訪問（意見交換）

三菱商事株式会社からは化学品グループ サウディ石化事業部の2名が研修視察団を出迎えた。まず、ビデオとプレゼンテーションによる事業概要の説明があり、研修視察団からは、ジュベール工業団地の重要課題である省エネと工業排水の再利用について、三菱商事によってどのような貢献が可能かという質問があった。また、同社の太陽光発電技術にも強い関心が寄せられた。

g. JICA 訪問・ガイダンス「JICA の対中東支援について」（意見交換）

まず JICA 事業の概要についてのビデオ上映があり、その後、中東・欧州部 中東第二課の岩崎主任調査役より、JICA の中東・北アフリカ諸国に対する支援や対「サ」国支援の五本柱（人材開発、環境、保健および科学技術、文化・スポーツ、投資）などについての説明があった。続いて、民間連携事業部 海外投融資第二課の高橋課長による JICA の民間連携事業の説明があり、海外投融資の実現例として SHARQ と AR-RAZI も紹介された。

h. 日本的経営と戦後日本の経済発展（講義）

講師からは、日本的経営の特徴（困難を機会に変える、など）や歴史（戦国時代から始まり、第二次世界大戦を経て「失われた 10 (20) 年」に至るまで）について説明があった。続いて、5S、TQM、TPM、リーン生産方式などの主に日本の生産現場

¹ HIPF は Higher Institute for Plastics Fabrication の略。SPDC が資金提供して設立されたプラスチック加工高等研修所。

で取り入れられている各種手法について紹介があり、最後に、のちの日程で訪れる工場などでこういった点に着目して視察をするべきかというアドバイスもあった。

i. 株式会社セキソー（視察）

制振材・遮音材を素材として、主にトヨタなどの自動車メーカー向けの樹脂成形品、制振・防音製品、ファイバーモールド製品を製造する株式会社セキソー（愛知県岡崎市）を見学した。同社は2014年に、TQMに関する世界最高ランクの賞とされるデミング賞を受賞している。最初に会議室にて同社の概要や製品についての説明があった後、実際に工場内を見学した。

j. トヨタ自動車元町工場（視察）

専任ガイドの案内により、まずはロボットによる最新鋭の溶接ラインを視察した。続いて塗装・組立の順に進み、一つのラインで複数車種を生産する混流生産の様子を見学した。見学コースの途中、ガイドからトヨタ生産方式の特徴である「ジャスト・イン・タイム」や「自動化」についての解説もあった。

k. 中部電力・中央給電指令所（視察）

中部電力株式会社本社ビルの最上階にある中央給電指令所は、電気の消費量と発電量のバランスを保つ需給運用の要となる施設である。まずは、ビデオによって同指令所の概要の説明があり、過去の電気使用量を、気象状況、季節変化、社会の動き、景気変動などの観点から分析し、この結果から電気使用量を予測して年間、月間、週間、翌日の発電計画を立てるといった需給計画立案などについて紹介があった。その後、ガラス越しに実際の指令所の運営を見学した。

l. 中部電力・川越火力発電所（視察）

最初に、同発電所の概要について説明があり、東日本大震災以降原子力発電所が停止しているためにその分の電力は主に火力発電で補っていること及び同発電所が世界で8番目の規模であること、輸入したLNGを発電に使う以外に工場などに販売していることなどが紹介された。その後、実際に発電設備建屋内を徒歩で見学し、続いてバスに乗ってLNG貯蔵・気化設備や受入棧橋を視察した。

m. リニア・鉄道館（視察）

まず「東海道新幹線を支えるプロフェッショナルたち」というビデオが上映され、新幹線の定時性・安全性・快適性がいかに保たれているかが紹介された。続いて、館長のあいさつとJR東海ของบริษัท概要の説明があった。その後、同館職員の案内で新幹線や超伝導リニア関連の展示物を中心に見学し、リニア展示室のミニシアターでは時速500kmの世界を模擬体験した。

n. 川崎大規模太陽光発電所（視察）

雪による悪天候のため、かわさきエコ暮らし未来館の専任スタッフの案内により、メ

ガソラーを室内から見学した。また、未来館内の省エネや資源リサイクル関係の展示も併せて見学した。

本招聘プログラムで得られた成果は以下の通り。

- JICA スタディチームとの意見交換において、ジュベール工業団地や「サ」国が現在抱える問題に対し、日本が協力できうる分野についての情報が得られた。
- 特に太陽光発電や地熱発電、排水処理について高い関心が寄せられ、継続的な意見交換を望む声が多く上がった。
- 日本側出資者との意見交換において、トップ経営陣も参加した対面での話し合いができたことを評価するとともに、出資者に対する理解と信頼関係が深まった。
- 日本の先端的技術の視察に関し、技術そのものに限らず、それを支える日本型管理手法や人材育成に対する興味を喚起することができた。同時に、この招聘プログラムが、単一エネルギー資源に依存している自国の状況に対する問題意識を芽生えさせ、再生可能エネルギー利用や省エネの必要性を改めて実感する機会にもなった。
- 当プログラムを通じて日本の技術と日本的経営について見識を深め、ジュベール工業団地や「サ」国の現在および将来の課題を認識し、その解決に日本の知見をどう活かせるかを考察することが期待された。
- 研修視察団の参加者は、各社の業務および関心分野により差はあるものの、ラップアップミーティングの際には、期初の期待に沿った感想が各社から寄せられた。

1.3.4 第二次現地調査（2015年1月30日～2015年2月28日）

2015年1月30日から2015年2月28日まで、第二次現地調査を実施。JICA スタディチームからは、塩谷、椛山、大竹、吉田、加藤、林、栗山、坂本の計8名が参加した。主な活動は以下の通り。

- 2月3日： AR-RAZI 訪問、サネア社長以下各本部長に対し、今次現地調査スケジュール及びその概要について報告し協力依頼を実施
- 2月4日： SHARQ 訪問、ジャブル社長以下各本部長に対し、今次現地調査スケジュール及びその概要について報告し協力依頼を実施
- 2月5日： SABIC・サラマ・アルエナジと会談、今回現地調査スケジュール及びその概要について報告し協力依頼を実施
- 2月8日： SHARQ 訪問、アイマン部長とスケジュール調整並びに各部長から社内教育関連の状況聴取を実施（内部監査担当→部長、輸送部長、製造（EG1/2）部長、

製造（PE3/4）部長、企画部長、QA 部長）尚、各技術関連部長との会議ではユーティリティ・インフラ関連情報の提供依頼も実施した。

- 2月9日： SHARQ 訪問、社内教育関連の状況聴取を実施（プロセス設計部長、製品 QA 部長、人財教育製造 PE1/2 部長、HSE 部長、製造（DL）及びユーティリティ部長）尚、各技術関連部長との会議ではユーティリティ・インフラ関連情報の提供依頼も実施した。
- 2月10日： AR-RAZI 訪問、ユーティリティ・インフラ関連の情報聴取、議論、質問表提出を実施
- 2月11日： AR-RAZI 訪問、HSE 関連状況聴取を実施
- 2月12日： AR-RAZI 訪問、インセプション・レポートを説明
- 2月15日： SHARQ 訪問、ユーティリティ・インフラ関連情報聴取及び人材教育情報の聴取
- 2月16日： SHARQ 訪問、ユーティリティ・インフラ関連情報聴取及び人材教育情報の聴取
- 2月17日： AR-RAZI 訪問、ユーティリティ・インフラ関連情報聴取及び人材教育情報の聴取。SABIC 訪問、モハメッド A アルボディヤニディレクター以下に対し、インセプション・レポートを説明
- 2月18日： SHARQ 訪問、ユーティリティ・インフラ関連情報聴取
- 2月19日： MARAFIQ 訪問、インセプション・レポートを説明。SHARQ 訪問、太陽光発電システム及びその教育について説明・議論
- 2月22日： MARAFIQ 訪問、ユーティリティ・インフラ（水・電気）情報会議、
SHARQ 訪問、今回現地調査ラップアップ会議
- 2月23日： AR-RAZI 訪問、JICA 高橋課長／村田特別アドバイザー、大竹副社長と面談、ユーティリティ・インフラ情報会議
JIC 訪問、アデル S バハキーン学長以下に対し今回スタディプログラムについて説明、協力要請
- 2月24日： AR-RAZI 訪問、今次現地調査ラップアップ会議
MARAFIQ 訪問、今次現地調査ラップアップ会議
SABIC 訪問、今次現地調査ラップアップ会議
- 2月25日： MARAFIQ 訪問、ユーティリティ・インフラ情報会議

1.3.5 第二次国内業務（2015年3月～2015年5月）

第二次現地調査の結果を踏まえ提案候補項目の一覧表（提案ロングリスト）を分野毎に分けて作成。分野毎のロングリストは附属資料Bを参照。

同提案ロングリストを基に各社毎のニーズと実施の有効性を勘案し、候補案件及び候補プログラムを適切に分割・配分し、個別候補リスト（以下「個別候補リスト」という）にまとめた。取りまとめの方向性は次の通り。

- 1) SHARQ 及び AR-RAZI の安定的事業継続・生産性向上のためのインフラ整備の「省エネ」に係わる提案候補は、日本国内で活用されている日本優位の技術導入の観点を含め、節電、節水（上水計画/工業用水）の分野とする。また、一部太陽光発電利用の施策もこの分野に含める。また、候補案件選定に当たっては事業性のみならず両社が進めている Sustainability Program 達成に貢献することも考慮する。
- 2) 同インフラ整備の「下水処理および再生水製造」については、関係者の課題克服と日本優位の技術導入の観点を含め、提案候補を抽出する。
- 3) 太陽光発電に係わる提案候補は、SHARQ、AR-RAZI、MARAFIQ、SABIC 及び JIC を対象とし、日本国内で活用されている太陽光発電利用の技術と事例を参考に、各社のニーズに応える提案候補を抽出する。
- 4) 人材育成に係わる提案候補は、次の分野にて、SHARQ、AR-RAZI 及び JIC に対し適切な提案カリキュラムあるいはプログラムをリスト化し、個別リストに反映させる。
 - 日本型経営プログラム（日本型の業務管理、作業効率向上等）
 - 省エネ対策及び教育（電気、水分野等）
 - 太陽光発電事業分野（他の再生可能エネルギーを適宜含む）
- 5) 安全保安・セキュリティに係る提案候補は、SHARQ 並びに AR-RAZI が安全・保安・環境面から推進しているガイドラインである SHEM (Safety, Healthcare & Environment Management) プログラムの内容並びに実施状況を精査し、更なる改善に繋がる提案候補を抽出する。

1.3.6 第三次現地調査（2015年5月25日～2015年6月12日）

第三次現地調査では、サウジ側関係機関に対する個別候補リストの説明を行うとともに、個別候補リストの各案件に関する現地調査をつぎのとおり実施した。

- 1) 「省エネ」分野に係わる提案候補内容を、各案の導入意義と目的並びに日本での導入実績・普及度合い等を含め、関係機関及び各社に説明の上、現場の視察調査を行い実行可能性の検証を進めると同時に各社の導入あるいは採用意欲を確認し、最終提案候

補を絞りこむ。

- 2) 「下水処理および再生水製造」分野に係わる提案候補内容を、その技術概要及び必要な設備概要を含め目的と効果に関係機関及び各社に説明の上、現場の視察調査を行い実行可能性の検証を進めると同時に、各社の個別ニーズと意欲に適合していることを確認し、最終提案候補を絞りこむ。その上で、要求される最終提案のスキーム内容及び深度の確認を各社と行う。
- 3) 「太陽光発電および再生可能エネルギー」分野に係わる提案候補内容を、関係機関および各社に説明の上、現場の視察調査を行い装置設置の可能性の検証を進めると同時に、各社の個別ニーズと意欲に適合していることを確認し、最終提案候補を絞りこむ。その上で、要求される最終提案のスキーム内容及び深度の確認を各社と行う。
- 4) 人材育成・教育分野に係わる提案候補は、個別リストに基づき関係機関及び各社毎に適正を評価した上で、各々に対して適切な提案カリキュラムあるいはプログラムを、その実施意義と期待効果、並びに日本での適用例を引きながら説明し、関係各機関及び各社の興味あるカリキュラムあるいはプログラムを絞りこむ。
- 5) 安全保安・セキュリティについてはガイドライン SHEM に関し、項目毎にシステムの出来具合と実施状況をヒアリングし、その理由と改善策を聴取する。管理職クラスに目標達成などの成果を上げること、職場を活性化することについて部門毎の状況を評価し課題を抽出する。

1.3.7 第三次国内業務（2015年6月～2015年8月）

第三次現地調査の結果をふまえ、JICA のコメントを反映した上で提案案件を絞りこみ、提案を取りまとめ最終提案リストを作成した。この最終提案リストを含めインテリム・レポートを作成し、JICA に対し内容説明を行った。

- 1) 人材育成に係わる提案候補は、次の分野にて、各提案先を選定し各々に対して適切な提案カリキュラムあるいはプログラムを選定した。
 - 日本型経営プログラム（日本型の業務管理、作業効率向上等）
 - 省エネ及び節水教育
 - 太陽光発電事業分野（他の再生可能エネルギーを適宜含む）
- 2) 安全保安・セキュリティに係る提案候補は、現地調査結果で得られた情報を基に、目標達成などの成果を上げること、職場を活性化するための取組の為の提案を策定しモデル職場を選定の上、実施することを提言した。
- 3) SHARQ 及び AR-RAZI の安定的事業継続・生産性向上のためのインフラ整備の「節水/再生水」については、関係者の課題克服と日本優位の技術導入の観点を含め、提案候

補を抽出した。又 MARAFIQ についても同様に対応した。

- 4) SHARQ 及び AR-RAZI の安定的事業継続・生産性向上のためのインフラ整備の「省エネ」に係わる提案は、日本国内で活用されている日本優位の技術導入の観点を含め、節電の分野として取りまとめた。また、一部太陽光発電利用の施策もこの分野を含めた。又 MARAFIQ についても同様に対応した。
- 5) 太陽光発電に係わる提案候補は、SHARQ 及び AR-RAZI を含む工業団地全体を対象とし、日本国内で活用されている太陽光発電利用の技術と事例を参考に、工業団地のニーズに応える提案候補を抽出した。

上記検討結果を踏まえ、分野別の提案内容を以下の通り絞り込んだ。

人材教育(日本的経営、電力/省エネ、排水処理/再生水)：

SHARQ 及び AR-RAZI に関する検討提案内容は次の通り。

- 日本的経営 : マネジャー対象研修、スーパーバイザ対象プログラム(カイゼン/5S)、全社的しつけ、日本での研修等に焦点を当てる。
- 上水/排水処理 : SHARQ、AR-RAZI 共に水に関する技術研修プログラムの関心低い。
- 電力/省エネ : SHARQ、AR-RAZI 共に当方提案に対し関心を示した。具体的提案を検討。

JIC 向け日本的経営研修プログラムについては、JIC 幹部・教授向け本邦研修 12 日間、JIC 講師向け本邦研修 25 日と現地研修 29 日の 3 項目の研修プログラムを検討した。JIC 学生向け研修プログラムについては、JIC と協議した結果、内容のレベルが高度すぎるとのことにて検討対象には含めないこととした。

安全保安・セキュリティ計画

SABIC 傘下の会社で現在実施中の SHEM (Safety, Health & Environment Management) の SHARQ 及び AR-RAZI に於ける実態調査結果を踏まえ、そのより効率的実施のための具体的提案の策定。

上水/排水処理

対象 3 社毎に現地調査で確認した次の提案項目内容についての技術検討。

- SHARQ : ポリエチレン (PE) 排水の処理による回収水を工業用水として再利用することで清水 (PTW) 使用量を削減。
- AR-RAZI : 工場排水 (ラグーンから排出) の処理による希釈水を節減することで清水 (PTW) 消費量を節減。
- MARAFIQ : 同社での排水処理水の再処理による清水(工業用水)の回収。

電力/省エネルギー

対象3社毎に現地調査で確認した次の提案項目内容（ユティリティ/オフサイトシステム/設備）についての技術検討中。

- SHARQ : 回転機器類（海水冷却システム・ポンプ及びコンプレッサー）、ボイラー、変圧器、空調機器、照明設備）
- AR-RAZI : 回転機器類（海水冷却システム・ポンプ及びコンプレッサー）、ボイラー、変圧器、空調機器、照明設備）
- MARAFIQ : 回転機器類（排水処理システム・ブロア及びコンプレッサー）、変圧器、空調機器、照明設備）

太陽光発電、太陽光発電教育

対象4社（SHARQ、AR-RAZI、MARAFIQ 及び SABIC）及び JIC に対し現地調査で確認した提案項目内容についての技術検討。

- SHARQ : 太陽光発電、地中熱利用及び BEMS (Building Energy Management System) の適用、Solar Panel の駐車場屋根上設置並びに教育プログラムの策定。
- AR-RAZI : 太陽光発電、地中熱利用及び BEMS の適用、Solar Panel の駐車場屋根上設置並びに教育プログラムの策定。
- MARAFIQ : 太陽光発電、地中熱利用及び BEMS の適用、Solar Panel の O & M 事務所屋上又は駐車場屋根上設置
- SABIC : 太陽光発電、地中熱利用及び BEMS の適用、Solar Panel の従業員住宅屋根上設置
- JIC : 太陽光発電設備・Solar Panel のキャンパス内指定場所設置並びに教育プログラムの策定。

1.3.8 第四次現地調査（2015年8月28日～2015年9月8日）：ワークショップ検討会開催

第四次現地調査では、サウジ側関係機関に対する個別候補プロポーザルの説明を行いその最終化に向けての各個別案件に関する討議を実施した。

- 1) 「省エネ」分野に係わるプロポーザル内容を、各案の導入意義と目的並びに日本での導入実績・普及度合い等を含め、関係機関及び各社に説明の上、実行可能性の検証を進めると同時に各社の導入あるいは採用意欲を確認し、最終プロポーザルとすべく確認した。
- 2) 「節水および再生水」分野に係わるプロポーザル内容を、その技術概要及び必要な設備概要を含め目的と効果に関係機関及び各社に説明の上、実行可能性の検証を進めると同時に、各社の個別ニーズと意欲に適合していることを確認し、最終プロポーザルとすべく確認した。

- 3) 「太陽光発電および再生可能エネルギー」分野に係わるプロポーザル内容を、関係機関および各社に説明の上、装置設置の可能性の検証を進めると同時に、各社の個別ニーズと意欲に適合していることを確認し、その上で、最終プロポーザルとすべく確認した。
- 4) 人材育成・教育分野に係わる提案候補は、個別リストに基づき関係機関及び各社毎に適正を評価した上で、各々に対して適切な提案カリキュラムあるいはプログラムを、その実施意義と期待効果及び日本での適用例を引用しつつ説明し、最終プロポーザルとすべく確認した。
- 5) 安全保安・セキュリティについてはガイドライン SHEMA に関し、項目毎にシステムの出来具合と実施状況のヒアリング結果に基づく改善プロポーザル内容を説明し、その最終化のための確認をした。

1.3.9 第四次国内業務（2015年9月～2015年10月）

第四次現地調査の結果をふまえ、JICA のコメントを反映した上で各個別プロポーザルの最終版作成及びファイナル・レポート（FR）作成作業を進める。

上記各々の最終化に先立ちプロポーザル毎に JICA の内容確認/承認を得る。

上記検討結果を踏まえ、分野別の検討状況は以下の通り。

人材教育(日本的経営、電力/省エネ、節水/再生水)：

SHARQ 及び AR-RAZI に関する検討結果は次の通り。

- 日本的経営 : シニアマネージャー並びにマネージャー対象本邦研修、管理者の役割認識プログラム、スーパーバイザ対象現地プログラム(カイゼン/5S)、全社的しつけ、日本的経営現地研修プログラムに焦点を当てる。
- 節水/排水処理 : SHARQ、AR-RAZI 共に水に関する技術研修プログラムの関心低く本項目での提案を削除した。
- 電力/省エネ : SHARQ、AR-RAZI 共に当方提案に対し関心を示したが具体的提案をする迄に至らず本項目での提案を削除した。

安全保安・セキュリティ計画

SABIC 傘下の会社で現在実施中の SHEMA (Safety, Health & Environment Management) の SHARQ 及び AR-RAZI に於ける実態調査結果を踏まえ、そのより効率的実施のための具体的提案。

節水/排水処理

対象3社毎に現地調査で確認した次の提案項目内容についての最終化。

- SHARQ : 1. ポリエチレン (PE) 排水及びオレフィン (OLF) 排水の処理による回収水を工業用水として再利用することで清水 (PTW) 使用量の節減
 2. PE 排水の処理による回収水を工業用水として再利用することで PTW 使用量を削減。
 3. PE 排水の処理による回収水を灌漑用水として再利用することによる PTW 使用量の節減。
- AR-RAZI : 工場排水(ラグーンから排出)の処理により希釈水を節減することで PTW 消費量を節減。
- MARAFIQ : 同社での排水処理水の再処理による清水 (工業用水) の回収。

電力/省エネルギー

対象 3 社毎に現地調査で確認した次の提案項目内容 (ユティリティ/オフサイトシステム/設備) についての最終化。

- SHARQ : 回転機器類 (海水冷却システム・ポンプ及びコンプレッサー)、ボイラー、変圧器、空調機器、照明設備)
- AR-RAZI : 回転機器類 (海水冷却システム・ポンプ及びコンプレッサー)、ボイラー、変圧器、空調機器、照明設備)
- MARAFIQ : 回転機器類 (排水処理システム・ブロー及びコンプレッサー)、変圧器、空調機器、照明設備)

太陽光発電、太陽光発電教育

対象 1 工業専門学校及び 4 社 (SHARQ、AR-RAZI、MARAFIQ 及び SABIC) 毎に現地調査で確認した提案項目内容についての最終化。

- SHARQ : 太陽光発電、Solar Panel の駐車場屋根上設置、高効率照明及び BEMS の適用
- AR-RAZI : 太陽光発電、Solar Panel の駐車場屋根上設置、地中熱ヒートポンプ、高効率照明及び BEMS の適用
- MARAFIQ : 太陽光発電、Solar Panel の O & M 事務所屋上又は駐車場屋根上設置
- SABIC : 太陽光発電、Solar Panel の従業員住宅屋根上設置、高効率照明及び水再生システムを適用
- JIC : 太陽光発電設備・Solar Panel のキャンパス内図書館前広場に設置並びに同太陽光設備を使った教育プログラムの策定。

1.4 提案内容

今までの現地調査の結果に基づきサウジ側関係各社へ提案した内容を表 1.4-1 に纏めた。
各提案項目の概要については第 3 章参照。

表 1.4-1 提案内容のまとめ

	SHARQ	AR-RAZI	MARAFIQ	SABIC	JIC
教育(日本の経営)	<p>研修プログラム提案 シニアマネージャー、マネージャー及び監督者向け講座を日本及び現地にて行う。</p> <p><講座概要(対象者/内容/場所/期間)> シニアマネージャー/日本的経営事例研究/日本/12日間 マネージャー/日本的経営事例研究/日本/29日間 マネージャー/管理職の役割認識/現地/6日間 監督者/5S・カイゼン・しつけ/現地/17日間 マネージャー向/日本的経営/現地/25日間</p>	<p>研修プログラム提案 シニアマネージャー、マネージャー及び監督者向け講座を日本及び現地にて行う。</p> <p><講座概要(対象者/内容/場所/期間)> シニアマネージャー/日本的経営事例研究/日本/12日間 マネージャー/日本的経営事例研究/日本/29日間 マネージャー/管理職の役割認識/現地/6日間 監督者/5S・カイゼン・しつけ/現地/17日間 マネージャー向/日本的経営/現地/25日間</p>		SHARQ、AR-RAZIへの提案の説明及び同プログラムのSABIC関連事業への展開提案。 リーン生産方式についての説明(関連情報提供として)	<p>研修プログラム提案 幹部及び指導者向け講座(一般企業人に対しては公開講座)を日本及びJICにて行う。 学生向け研修は時期尚早とのことで見送り。</p> <p><講座概要(対象者/内容/場所/期間)> JIC幹部・教授/日本的経営事例研究/日本/12日間 JIC講師/日本的経営事例研究/日本/29日間 一般企業人/管理職の役割認識/JIC/6日間 一般企業人/5S・カイゼン・しつけ/JIC/17日間 JIC講師/日本的経営/JIC/25日間</p> <p>コストシェア技協の活用も検討</p>
(水処理(教育))	第四次現地調査以前に削除	第四次現地調査以前に削除			
(省エネ(教育))	同上	同上			
安全・保安/セキュリティ	SHEMの運用を通じた現場改善活動を提案。 初年度はモデル職場(30名程度)で実施。1年間でPDCA サイクルを1回転する活動を提案。 (効果を見て他部門への適用の可能性を検討する。)	SHEMの運用を通じた現場改善活動を提案。 初年度はモデル職場(30名程度)で実施。1年間でPDCA サイクルを1回転する活動を提案。 (効果を見て他部門への適用の可能性を検討する。)		SHARQ、AR-RAZIへの提案の説明及び同プログラムのSABIC関連事業への展開提案。	
上水・工業用水/下水・再生水	ポリエチレン及びオレフィン排水の再生処理プラン、節水効果及びそのコスト積算及び経済性検討/提案。 純水装置における節水の可能性提案。 水消費に関する見える化の提案。	工場排水処理プラン、節水効果及びその設備のコスト積算及び経済性検討/提案。 純水装置における節水の可能性提案。	工業排水処理水再生プラン、水回収効果及びその設備のコスト積算及び経済性検討/提案。 無機系薬剤の使用量見直しによる無機汚泥の削減可否の検討。 脱水設備の改善検討。	SHARQ、AR-RAZIへの提案の説明及び同設備のSABIC関連事業への展開提案。	
電力/省エネルギー	下記項目についての省エネ効果、コスト積算及び経済性検討/提案。 1. 海水冷却システム(インバータポンプ導入) 2. コンプレッサー(インバータ導入、設定圧力適正化、エア漏れ改善) 3. ボイラー系(押し込みファンインバータ導入、トラップ最適化、バルブ保温) 4. 変圧器(トプルランナー方式への更新) 5. 空調機器(高効率機器、室内温度適正化(24℃)、室外機の日除け) 6. 照明機器(水銀灯からLEDへ、事務所ビル照明人感センサー)	下記項目についての省エネ効果、コスト積算及び経済性検討/提案。 1. 海水冷却システム(インバータポンプ導入) 2. コンプレッサー(インバータ導入、設定圧力適正化、エア漏れ改善) 3. ボイラー系(トラップの最適化、バルブ保温) 4. 変圧器(トプルランナー方式への更新) 5. 空調機器(高効率機器、室内温度適正化(24℃)、室外機の日除け) 6. 照明機器(水銀灯からLEDへ、事務所ビル照明人感センサー)	下記項目についての省エネ効果、コスト積算及び経済性検討/提案。 1. 排水の生物処理用エアレーションシステムの変更 2. コンプレッサー(設定圧力適正化、エア漏れの改善) 3. 変圧器(トプルランナー方式への更新) 4. 空調機器(高効率機器、室内温度適正化(24℃)、室外機の日除け) 5. 照明機器(水銀灯からLEDへ、事務所ビル照明人感センサー)	SHARQ、AR-RAZIへの提案の説明及び同設備のSABIC関連事業への展開提案。	
再生可能エネルギー/太陽光発電	管理ビル棟周囲駐車場屋根での太陽光発電、高効率照明及びBEMS活用を提案。 系統図、配置計画、設備計画、概算見積(初期費用/保守費用)、実施計画の提示。	管理ビル棟周囲駐車場屋根での太陽光発電、地中熱ヒートポンプ、高効率照明及びBEMSを活用を提案。 系統図、配置計画、設備計画、概算見積(初期費用/保守費用)、実施計画の提示。	O & M office building 屋上及び駐車場屋根での太陽光発電を提案。 系統図、配置計画、設備計画、概算見積(初期費用/保守費用)、実施計画の提示。	SHARQ、AR-RAZIへの提案の説明 同設備のSABIC関連事業への展開提案。 職員住宅への太陽光発電、高効率照明及び水再生システムを提案。 基本設計、配置計画、設備計画、概算見積(初期費用/保守費用)、実施計画の提示。	図書館前の広場での太陽光発電を提案。 系統図、配置計画、設備計画、概算見積(初期費用/保守費用)、実施計画の提示。
太陽光発電教育					教育プログラムの提案 JIC教授、講師向け研修(日本研修29日間、JIC研修19日間)をまず実施することを提案。 学生向け研修は時期尚早とのことで見送り コストシェア技協の活用も検討

(出所: JICA スタディチーム)

第2章 相手国、調査対象企業・機関の概要

第2章 相手国、調査対象企業・機関の概要

2.1 相手国の概要

2.1.1 サウジアラビア王国（「サ」国）

(1) 一般概況

2014 年末現在、世界の石油確認埋蔵量は 1 兆 7 千億 bbl と発表されており、国別では「サ」国はベネズエラ（埋蔵量 2,980 億 bbl、世界シェア 17.5%）に次ぐ 2,670 億 bbl（同シェア 15.7%）の世界第二位で、以下第 3 位のカナダ（1,729 億 bbl、同シェア 10.2%）そしてイラン（同シェア 9.3%）イラク（同シェア 8.8%）ロシア（同シェア 6.1%）と続いている。「サ」国の原油生産量は 1,150 万 bbl/日であり、アメリカの 1,164 万 bbl/日に僅差で次ぐ世界第二位となっている。一方、天然ガスの確認埋蔵量は 288 兆立方フィート(tcf)でイラン、ロシア、カタール、米国に続き世界第 5 位で、同国のエネルギー資源大国としての地位は揺ぎ無い。（出所：BP Statistical Review of World Energy 2015 をもとに作成）

(2) 政治

政治体制は君主制であり、建国は 1932 年。元首は国王（2015 年 1 月即位の第 7 代国王）で、議会としての諮問評議会（150 名）があり国政全般について意見を提出する等活動している。一方、政府としては内閣に相当する閣僚評議会があり、議長は国王が兼任している。国には財政的なゆとりがあり、社会福祉策の発表や女性参政権の承認など民主化の動きもでていと報告されている。司法では、イスラム法の適用のもとに統治されており、司法機関は司法省管轄の「イスラム法廷」、国王直属の「苦情処理庁」、関係省庁管轄の各種委員会がある。2005 年の司法制度改革に関する勅令を受けて 2007 年に三審制の導入及び専門裁判所（刑事、商務及び労働）の新設を含む「司法制度と苦情処理裁判制度に関する法」が承認されたと発表されている。

一方で増加する若年層の雇用確保が最重要課題となっており、労働者のサウジ人化（サウダイゼーション¹）の強化や石油部門以外の部門の発展への注力、又人材育成や民営化、外資導入などの改革が進められている。²

(3) 経済

「サ」国の経済は 2013 年には原油および石油製品の輸出が全輸出額の 85%を占め、石油依存度が高い状態が続いている。一方では同国でのジュベール、ヤンプーやラビーグ等での世界規模での石油・石化産業への投資が行われ、その製品が「サ」国の更なる外

¹ 参考資料：中東協力センター「サウジ人雇用促進強制政策の導入」（2013 年 8 月 9 日）

² 外務省「サウジアラビア王国並びに外務省中東二課サウジアラビア概況」（2013 年 8 月）、在サウジアラビア日本大使館 website

貨収入の重要な源泉となっていると共に、同国の工業の多様化・民営化の推進母体となっている。³

「サ」国の概況の把握のための主要な経済社会指標を表 2.1-1 に示した。

表 2.1-1 サウジアラビアの経済・社会指標

国土面積	215 万平方キロメートル（日本の約 5.7 倍）
気候	大陸性気候、砂漠気候
首都	リヤド州
人口	2,937 万人（2014 年世銀）
民族	アラブ系（サウジ人）73%、アジア系 20%、その他アフリカ系 1%、ヨーロッパ 1%
宗教	イスラム教
言語	アラビア語（公用語）
政治・外交	
独立年次	建国：1927 年（1932 年にサウジアラビア王国と国名を変更する）
現憲法	国家基本法（1932 年 3 月制定、但しコーランとシャリーアが基本原理）
政体	君主制
元首	King Salman bin Abdulaziz Al Saud（2015 年 1 月即位、第 7 代国王）
政府	首相は国王が兼任。外相はアーデルビン・アフマド・アルジュベイル閣下）
議会	諮問評議会（但し、立法権はない）。150 名、2013 年 1 月女性議員 30 名が初めて任命。
外交	2 大聖地を擁するイスラム世界の中心的存在。西側諸国との穏健かつ協調的外交を展開。アラブ諸国で唯一の G20 メンバー国
経済	
名目 GDP	約 7,525 億ドル（2014 年、IMF）
1 人当たり GDP	24,454 ドル（2014 年、推定値、IMF）
GDP 成長率（実質）	4%（2014 年 IMF）
物価上昇率	5%（2011 年、WB）
失業率（外国人労働者を除く）	11.7%（2014 年、「サ」国通貨庁）
総貿易額	輸出 3,670 億ドル（2013 年「サ」国財務省）

³ 外務省“Web.サウジアラビア王国”及び JPEC 石油エネルギー“サウジアラビアの石油・エネルギー産業”、資源エネルギー庁“一次エネルギーの動向”をもとに作成

	輸入 1,531 億ドル (2013 年「サ」国財務省)
主要貿易相手国	輸出：原油、石油製品、LPG 輸入：機械・機器、自動車、食料品、銀製品、繊維製品)
主要貿易相手国	輸出：米国、日本、中国 (2014 年「サ」国通貨庁) 輸入：米国、中国、ドイツ、日本 (2014 年「サ」国通貨庁)
通貨	サウジリアル (SAR)
為替レート	1\$=3.75SAR (固定)
経済の概要	1.世界最大級の石油埋蔵量・生産量及び輸出量のエネルギー大国 2.若年層への雇用増大が最重要課題、労働者のサウジ人化 (サウダイゼーション)、人材育成、民営化、外資導入に努めている
日本との関係	
経済・対日輸出	5 兆 153 億円 (2014 年、日本の財務省貿易統計)
経済・対日輸入	8,049 億円 (2014 年、日本の財務省貿易統計)
在留邦人	966 人 (2015 年 6 月)

出所：ジェトロ“サウジアラビア経済動向”(2015 年 6 月 5 日)、外務省“サウジアラビア王国”(2015 年 6 月 12 日)をもとに作成

2.1.2 ジュベール工業団地

ジュベール工業団地は「サ」国を構成する13の行政区のうちの東部州（州都はダンマンで、州人口は440万人）に属している。同工業団地は、ダンマンの北西96Km、首都リヤドの東方490Km、聖都メッカの東方1,360Kmのアラビア湾岸沿いに位置しており、工業地区と住宅地区から成っている。同団地を含むジュベール市の人口は33万8千人と報告され、工業地区には40ヶ国からの投資と技術が集中しており「サ」国のGDPの7%を占める一大産業集積地となっている。住宅地区には24の学校・教育機関と14のショッピングセンターや近郊にはゴルフ場も設けられている。

同団地は、図2.1-1に示すようにジュベール1とその南西に隣接するジュベール2（増設地区）から成っている。ジュベール1は1975年に設立されたジュベール・ヤンブー王立委員会（Royal Commission for Jubail and Yanbu 以下「RC」と称す）が責任機関となって開発を主導し米国ベクテル社の協力のもとに建設が進められた。現在は鉄鋼、石油精製及び石油・ガス化学工場とそれらの附属施設が林立する工業地帯となっている。日本企業と「サ」国企業の合弁であるSHARQ及びAR-RAZI及び同団地の各工場へのユーティリティ供給企業のMARAFIQもジュベール1の地域に在る。ジュベール2は2022年の完工に向けジュベール1と同様にRCの主導の下に建設中であり、現在一部工場が操業中又近々操業開始の見込みとなっている。現在ジュベール工業団地に在る主な企業は次の通りである。

- SABIC 関連企業 : 石油化学、化学、肥料工業及び鉄鋼など 18 社
(企業名は表 2.2-2 に記載)
- サウジアラムコ関連企業 : 石油精製、石油化学 (SASREF⁴, Sadara Chemical Co., Sahara Petrochemicals, SATROP⁵)
- シェブロン・フィリップス関連企業 : 石油精製、石油化学 (Saudi Chevron Phillips Co., Saudi Polymers Co., Jubail Chevron Phillips Co., Petrochemical Conversion Co.)
- 発電及び水ユーティリティ供給企業 : MARAFIQ (RC、サウジアラムコ、SABIC、公共投資基金出資及び7民間投資家による水電力供給公社)

ジュベール工業団地で生産される液体製品、プラスチック及び肥料などの固体製品の大部分が輸出されており、同工業団地の東側にあるキングファハド工業港や同団地に隣接するジュベール商業港及びその固体製品の一部はダンマンのキングアブドルアジズ港、更に

⁴ Saudi Aramco Shell Refinery Co.

⁵ Saudi Aramco Total Refining and Petrochemical Co.

は 1,500km の内陸輸送を経て同国西海岸のジェッダ港から出荷されている。各港の 2012 年の出入荷量は以下の通りとなっている。

- キングファハド工業港 : 45.9 百万トン (固体 13.6 百万トン、液体 32.3 百万トン)
- ジュベール商業港 : 6.8 百万トン (固体 1.6 百万トン、一般 1.7 百万トン、コンテナ 3.4 百万トン、他)

- キングアブドゥルアジス港 : 27.4 百万トン (固体 6.3 百万トン、一般 5.2 百万トン、コンテナ 15.6 百万トン、他)

- ジェッダ港 : 62.7 百万トン (固体 6.3 百万トン、一般 5.1 百万トン、コンテナ 49 百万トン、他)

(出所 : RC website 及びサウジアラビア港湾局 website を参考に作成)



(出所 : "Jubail Industrial City", <http://www.ideworld.com/jubail.htm>)

図 2.1-1 ジュベール工業団地全景

2.2 調査対象企業・機関の概要

2.2.1 SHARQ (Eastern Petrochemical Company)

SHARQ は 1981 年 9 月に SABIC (50%) と日本側投資会社であるサウディ石油化学株式会社 (以下「SPDC⁶」と称す) (50%) の合弁会社としてジュベール工業団地に設立され、従業員は 1,729 名 (2014 年末) となっている。現在、以下のような世界規模の生産設備を保有している。

表 2.2-1 生産設備 (2015 年)

化学工業製品	SHARQ 構内設備	他社構内設備及び他社持分	SHARQ 持分設備
直鎖状低密度ポリエチレン (LLDPE)	1,150 千トン/年	無し	1,150 千トン/年
高密度ポリエチレン (HDPE)	400 千トン/年	無し	400 千トン/年
モノエチレングリコール (MEG)	2,050 千トン/年	他社持分 680 千トン/年	1,370 千トン/年
エチレン (Ethylene)	1,300 千トン/年	他社設備 SHARQ 持分 2,390 千トン/年	3,690 千トン/年

(出所：SPDC website 及び JICA 案件別事業評価 (2010 年) をもとに作成)

SHARQ の LLDPE 及び MEG プラントは 1983 年 3 月に建設開始、1985 年 5 月に完成した。また、エチレンプラントは 1983 年 10 月に建設開始、1985 年 6 月に完成、1987 年 1 月 1 日からの商業運転を開始している。その後 1995 年 1 月 (商業運転)、2000 年 1 月/7 月 (商業運転) 及び 2010 年 4 月 (商業運転) の 3 度の増設を経て上記能力をもつこととなり、現在安定的に操業されている。

平成 26 年 4 月の経済産業省の「世界の石油化学製品の今後の需要動向 (総論)」によれば、2014 年の日本の各製品総需要が次のような規模となっており、これらと比較すると SHARQ の生産能力の巨大さが明らかである。

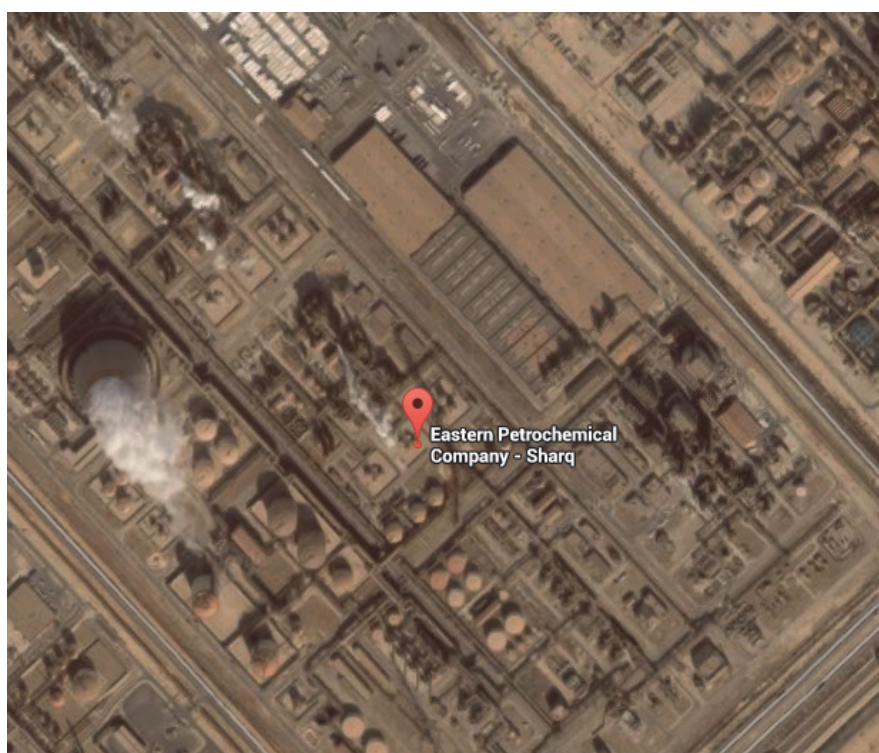
- ・エチレン 6,005 千トン/年
- ・LDPE (LLDPE 含) 1,767 千トン/年
- ・HDPE 875 千トン/年
- ・EG (MEG 含) 440 千トン/年

SHARQ が生産する製品の約 1/3 を SPDC が引き取り、日本、中国及びインド等の市場へ供給している。

⁶ SPDC：サウディ石油化学株式会社。JICA、三菱商事株式会社、三菱化学株式会社等からなる日本側投資会社

また、従業員の 92%以上（2010 年末）をサウジ人が占めるなど、同国の重要政策であるサウダイゼーションによる雇用拡大と技術移転の推進にも貢献している。

一方、2.2.3 項に記載している「サ」国政府が掲げる省エネ政策⁷の具体的施策とも見える SABIC の Sustainability Strategy に沿って、SHARQ は 2010 年を基準年とした 2025 年を達成年とする目標達成に尽力している。



（出所：2015 Google map）

図 2.2-1 SHARQ の航空写真

⁷ 2012 年に石油鉱物資源省を中心に、省エネルギーセンター（SEEC）を含めた関係省庁や関連機関の協力のもと、省エネルギープログラム（SEEP）がスタートした。

2.2.2 AR-RAZI (Saudi Methanol Company)

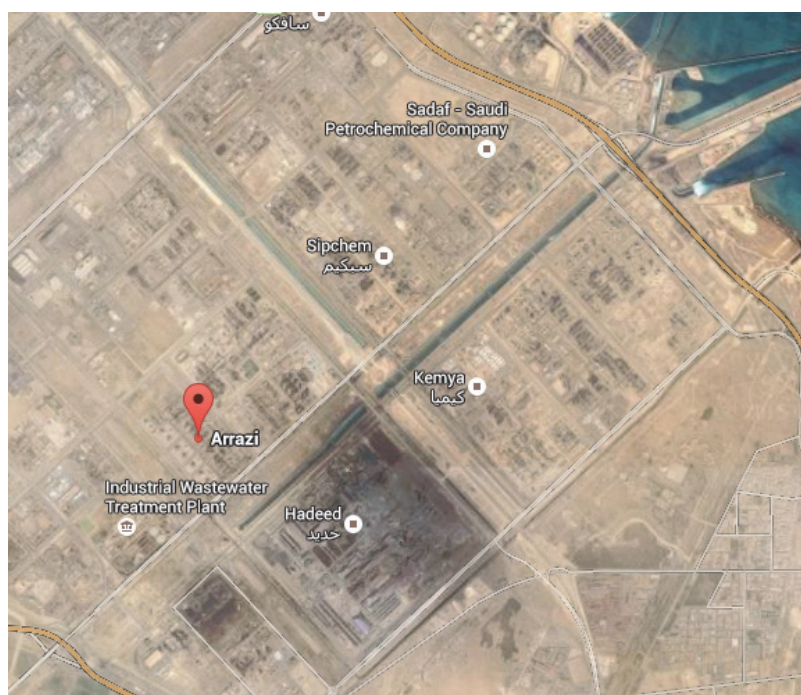
AR-RAZI は、1979 年 12 月 SABIC (50%) と日本・サウジアラビアメタノール株式会社 (以降「JSMC」と称す) (50%) の合弁会社としてジュベール工業団地に設立された。

生産設備は、1980 年 4 月に建設開始し 1983 年 1 月に第 1 プラント 640 千トン/年が完成し同年 7 月から運転を開始した。その後 1992 年 6 月 (商業運転) の第 2 プラント 640 千トン/年、1998 年 4 月 (商業運転) の第 3 プラント 850 千トン/年、1998 年 10 月 (商業運転) の第 4 プラント 850 千トン/年及び 2008 年 11 月 (商業運転) の第 5 プラント 1,700 千トン/年の増設を経て現在の 4,680 千トン/年となっている。

2015 年現在、生産能力 4,680 千トン/年、従業員 576 名 (内サウジ人 542 名)、単一工場としては世界最大のメタノール生産工場である。

日本は全量メタノールを輸入しており、その年間輸入量は 1,720 千トン (2014 年日本財務省貿易統計) で、「サ」国から 998 千トン (57%) を輸入している。

日本側投資会社である JSMC は、JICA 及び三菱ガス化学を主体とする投資会社であるが、その三菱ガス化学の技術が AR-RAZI の全生産設備に採用されており、第 1 プラントの建設時から日本での運転員のトレーニングの実施などを通じて技術移転を進めて来た。現在は日本から副社長と技術者 2 名が駐在している。



(出所 : 2015 Google map)

図 2.2-2 AR-RAZI の航空写真

AR-RAZI では「サ」国の重要政策であるサウダイゼーションによる雇用拡大にも努めている。また、2.2.3 項に記載している「サ」国政府が掲げる省エネ政策の具体的施策とも見える SABIC の Sustainability Strategy に沿い 2010 年を基準年とし 2025 年を達成年とする下記目標を設定し達成に尽力している。

2.2.3 SABIC (サウジ基礎産業公社)

SABIC (Saudi Basic Industries Corporation の呼称) は「サ」国合資会社として 1977 年に設立され、現在「サ」国政府 70%、「サ」国及び GCC 各国の民間部門 30%から成り、石油化学、製鉄、肥料などを統括する中東最大の素材企業。「サ」国政府が株式 7 割を保有するが、民営化され、「サ」国証券取引所に上場している。

2013 年には従業員 40,000 人、総売上高 500 億ドル/年に達する総合化学企業として世界中に 63 の世界規模のプラントを有している。「サ」国内では、表 2.2-3 に示すようにジュベールで 17 のプラント、ヤンブーでは 2 つのプラントを傘下企業を通じて保有し、その生産品目は同表の通りである。

表 2.2-3 SABIC 傘下のジュベール、ヤンブーに操業中の生産会社

Company	Location	Partnership	Products
1. Al-Bayroni Al-Jubail Fertilizer Co.	Jubail	A 50/50 SABIC joint-venture with Taiwan Fertilizer Co.	Ammonia, urea, 2-ethyl hexanol and DOP
2. AR-RAZI Saudi Methanol Co.	Jubail	A 50/50 SABIC joint-venture with a consortium of Japanese companies led by Mitsubishi Gas Chemical Co.	Chemical-grade methanol
3. Gas National Industrial Gases Co.	Jubail	SABIC (70%) and a group of Saudi Arabian private-sector companies (30%)	Oxygen, nitrogen, argon and krypton / xenon (Al-Jubail); Oxygen and nitrogen (Yanbu)
4. Hadeed Saudi Iron and Steel Co.	Jubail	A wholly owned affiliate of SABIC	Steel rebar, wire rod, hot-rolled coils, cold-rolled coils, galvanized coil, and flat-steel products
5. Ibn Al-Baytar National Chemical Fertilizer Co.	Jubail	50/50 SABIC joint-venture with SAFCO	Ammonia, urea, compound fertilizer, phosphate, and liquid fertilizer
6. Ibn Sina National Methanol Co.	Jubail	SABIC (50%), CTE (50% - owned by Elwood Insurance Ltd., 25%, and Texas Eastern Arabian Ltd., 25%)	Chemical-grade methanol and MTBE
7. Ibn Zahr Saudi European Petrochemical Co.	Jubail	SABIC (80%), Ecofuel-Italy (10%), Arab Petroleum Investment Corp. APICORP (10%)	MTBE and polypropylene
8. Kemya Al-Jubail Petrochemical Co.	Jubail	A 50/50 SABIC joint-venture with ExxonMobil (USA)	Polyethylene and ethylene

9. Petrokemya Arabian Petrochemical Co.	Jubail	A wholly owned affiliate of SABIC	Ethylene, polystyrene, butane-1, propylene, butadiene, benzene, polyethylene, VCM, E-PVC, S-PVC, and ABS
10. Sadaf Saudi Petrochemical Co.	Jubail	A 50/50 SABIC joint-venture with Shell Chemicals Arabia, LLC (an affiliate of Royal Dutch Shell)	Ethylene, crude industrial ethanol, styrene, caustic soda, ethylene dichloride, and MTBE
11. SAFCO Saudi Arabian Fertilizer Co.	Jubail	SABIC (42.99%), GOSI and Public Pension Agency (15.4%), public shareholders (41.61%)	Ammonia, urea, and urea formaldehyde
12. Saudi Kayan Saudi Kayan Petrochemical Co.	Jubail	SABIC (35%), Al-Kayan Petrochemical Co. (20%), public shareholders (45%)	Ethylene, propylene, polypropylene, LDPE, HDPE, ethylene glycol, acetone, polycarbonate (PC), ethanolamines (EOA), ethoxylates, bisphenol A, benzene, normal butanol, and natural detergent alcohol (NDA)
13. SHARQ Eastern Petrochemical Co.	Jubail	A 50/50 SABIC joint-venture with a consortium of Japanese companies led by Mitsubishi Corp.	Ethylene, propylene, aromatics (BTX), ethylene glycol (mono, di, tri), linear low-density polyethylene (LLDPE), and high-density polyethylene (HDPE)
14. Shrouq Saudi Japanese Acrylonitrile Co.	Jubail	SABIC (50%), ASAHI Kasei Chemicals Corp. (30%) and Mitsubishi Corp. (20%)	Chemicals
15. SOCC Saudi organometallic Chemical Co.	Jubail	A 50/50 joint-venture between Saudi Specialty Chemicals Co. and Albemarle Netherlands BV	Tri-ethyl aluminum (TEAL)
16. Specialty Chem Saudi Specialty Chemicals Co.	Jubail	Wholly owned affiliate of SABIC (Arabian Petrochemical Co. – Petrokemya, 99%, and SABIC Industrial Investments Company 1%)	Tri-ethyl aluminum (TEAL), TPO / PP compounds, PC compounds, ABS compounds, and specialty products
17. United	Jubail	SABIC (75%), Pension Fund (15%),	Ethylene, polyethylene,

Jubail United Petrochemical Co.		General Organization of Social Insurance (10%)	ethylene glycol (EG), and linear alpha olefins (LAO)
18. SABTANK SABIC Terminal Services Co.	Jubail	SABIC and Vopak (Netherland) joint-venture	Logistics (Liquid materials)
19. Yanpet Saudi Yanbu Petrochemical Co.	Yanbu	A 50/50 SABIC joint-venture with Mobil Yanbu Petrochemical Company (an affiliate of ExxonMobil Chemical, USA)	Ethylene, polyethylene, ethylene glycol, polypropylene, pyrolysis gasoline, and propylene
20. Yansab Yanbu National Petrochemical Co.	Yanbu	SABIC (51%), public shareholders or owned by others(49%)	Ethylene, propylene, ethylene glycol (mono, di, tri), linear low-density polyethylene (LLDPE), high-density polyethylene (HDPE), polypropylene, butene-1, butane-2, benzene, toluene / xylene mixture, and MTBE

(出所：SABIC website “Annual Report & Accounts 2013”)

2010年、SABICでは、そのビジネスが原料及びエネルギー源としての非再生炭化水素に拠っているものであり、それらのより効率的な活用が環境上最優先課題であるとの見地に立って、2010年を基準年とし2025年をゴールとする4つのキーインデックス温室効果ガス（GHG）、エネルギー、水及び物質ロスを削減する Sustainability Strategy 目標を設定し傘下の企業にその達成を求めた。

- ・ GHG 放出量 25%削減
- ・ エネルギー消費量 25%削減
- ・ 水消費量 25%削減
- ・ 物質ロス量 50%削減
(フレア焼却、ベンティングなど)

上記15年間達成目標を年度毎の目標値として表示すると表2.2-4のようになる。

表 2.2-4 Sustainability Target 年次削減目標

Key Performance	Unit	Yearly Target of Sustainability Performance (%)															
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
GHG Emissions	T CO ₂ EQ /T Prod.	Base Figure	1.67	3.33	5.00	6.67	8.33	10.00	11.67	13.33	15.00	16.67	18.33	20.00	21.67	23.33	25.00
Energy Footprint	GJ/T Prod.	Base Figure	1.67	3.33	5.00	6.67	8.33	10.00	11.67	13.33	15.00	16.67	18.33	20.00	21.67	23.33	25.00
Water Consumption	m ³ /T Prod.	Base Figure	1.67	3.33	5.00	6.67	8.33	10.00	11.67	13.33	15.00	16.67	18.33	20.00	21.67	23.33	25.00
Material Effectiveness	T/T Prod.	Base Figure	3.34	6.66	10.00	13.34	16.66	20.00	23.34	26.66	30.00	33.34	36.66	40.00	43.34	46.66	50.00

(Note: T means Metric Ton, EQ means Equivalent, Prod. means Product)

上記 SABIC の要求に沿って SHARQ、AR-RAZI を含めて各企業はその達成に向け努力を続けている。

2.2.4 MARAFIQ (水電気供給公社)

MARAFIQ はユーティリティ供給合資会社⁸として 2000 年に設立され、2003 年からジュベール及びヤンブーに於ける電力・水供給サービスを始めた。現在両地域でのサービスは次の通り。

ジュベール

- ・ 海水冷却システム
- ・ 上水／工業用水の供給
- ・ 排水処理（工業排水／生活排水）
（電力供給は SEC⁹ が担当）

ヤンブー

- ・ 海水冷却システム
- ・ 上水／工業用水の供給
- ・ 排水処理（工業排水／生活排水）
- ・ 発電及び配電

MARAFIQ の主業務は各ユーティリティ設備のオペレーション、メンテナンス、マネジメント、増改設及び建設と共に、必要ユーティリティをジュベール及びヤンブーの各工業、商業及び住宅地域へ供給することとなっている。

ジュベール工業団地でのユーティリティ供給の概要は次の通り。

(1) 海水冷却システム

ジュベール海岸に設けられた 2 ヶ所のポンプステーション（各々 14 基の海水取水ポンプを設置し総取水量 3 千万 m³/日（≒125 万 m³/時））から 12Km の送水路（カナル）を通して工業団地に冷却用海水を供給している。

各工場ではその海水を冷却媒体として海水／清水クローズド熱交換サイクルで使用しその後返送水路を通して海へ排出している。

(2) 上水／工業用水・給水システム

ジュベールでは現在 IWPP プラント¹⁰（ガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）発電設備と海水淡水化設備からなる複合プラントで各設備能力概要は以下の通り）が稼働しており、そこから電気及び海水淡水化水が同工業団地へ供給されている。

発電プラント：能力・・・2,745MW

設備・・・ブロック - 1：GTCC（GT 3 基+ST 1 基）¹¹

ブロック - 2：GTCC（GT 3 基+ST 1 基）

ブロック - 3：GTCC（GT 3 基+ST 1 基）

ブロック - 4：GTCC（GT 3 基+ST 1 基）

計 GT 12 基+ST 4 基

⁸ Power and Water Utility Company for Jubail and Yanbu として Royal Commission for Jubail and Yanbu (RC)、SABIC、Saudi Aramco and Public Investment Fund (PIF) 及び 7 民間投資家から成る

⁹ Saudi Electricity Company

¹⁰ Independent Water and Power Producer で Joint Venture (MARAFIQ, SEC Public Investment Fund of Ministry of Finance, International Suez Consortium (Suez Energy International, Kuwait & Saudi Arabia Companies))が所有

¹¹ GTCC: Gas Turbine Combined Cycle, GT: Gas Turbine, ST: Steam Turbine

海水淡水化プラント：能力・・・800,000m³/日

設備・・・多重効用缶蒸留法（MED）淡水化設備 27 基

上記 IWPP プラントは JWAP¹² によって管理され、電気及び海水淡水化水は Tawreed¹³ が引取り、発電量の 100%は SEC に提供され、海水淡水化水の 37.5%（300,000 m³/日）は MARAFIQ からのジュベール工業団地用に、また 62.5%（500,000 m³/日）は SWCC¹⁴による東部州の他の地域用に供給されている。

給水は Potable Water（略称 PTW：飲料水及び工業用水として使用されている）と命名され貯水量 1,050 千 m³（95 千 m³/基のタンク 11 基）と 562 千 m³の 2 基のポンプステーション¹⁵から行われている。

(3) 排水処理設備

工業排水処理設備（IWTP 8）¹⁶と生活排水処理設備（SWTP 9）¹⁷の 2 種の排水処理設備がある。工業排水は工業団地のパイプラインネットワークで集水され 220 基のリフトステーション、58 基のポンプステーションで処理場へ送られている。排水は IWTP 9（能力 60 千 m³/日）で水質が所定の基準値（Royal Commission Environmental Guideline）以内まで処理され、又、生活排水も同様に SWTP 9（72 千 m³/日）で処理されている。処理水の一部は植栽水や工場用水として再利用されている。

尚、電力については SEC が MARAFIQ を経由することなく IWPP プラントから工業団地や他の工場、住宅、商業、公共施設地へ供給している。

（以上出所：MARAFIQ Home Page をもとに作成）

¹² Jubail Water and Power Company

¹³ Tawreed (MARAFIQ Water and Supply Company fully owned by MARAFIQ)

¹⁴ Saline Water Conversion Company

¹⁵ North West Pumping Station Stage (NWPS) I & II and East Pumping Station (EPS)

¹⁶ Industrial Waste Water Treatment Plant

¹⁷ Sanitary Waste Water Treatment Plant



(出所：2015 Google map)

図 2.2-3 MARAFIQ の工業排水処理設備 (IWTP) の航空写真

2.2.5 Jubail Industrial College (JIC) ・ ジュベール工業専門学校

1978年、Royal Commission は「サ」国の工業化に伴い熟練工育成のためにトレーニングセンターをジュベールに設立。その後 1982年に人材開発研究所 (Royal Commission Jubail Human Resources Development Institute) に改名され、1989年本格的なエンジニアリング及びビジネス教育を施すことでジュベール工業団地や東部州地域産業への人材ニーズに応える Jubail Industrial College (JIC) となった。

その後ジュベールでは、2004年に Jubail Technical Institute (JTI) と 2006年に Jubail University College (JUC) が設立され技術系人材の教育の充実を進めてきている。

JICはその教育理念を「国内に、十分に教養を積み高度なトレーニングを受けた技術系並びに事務系の人材を供給すること」とし、そのために個人の能力向上と人材市場に呼応する高度な技術教育・トレーニングプログラムをビジネス業界、工業分野、社会やステークホルダーとの協力関係を保ちつつ提供するとしている。

JICの学位は Associate of Science (AS) と Bachelor of Science (BS) の2学位制となっており各々のプログラムは以下のようになっている。

Associate of Science

- Manufacturing Engineering Technology
- Mechanical Maintenance Engineering Technology
- Electrical Power Engineering Technology
- Instrumentation and Control Engineering Technology
- Chemical Engineering Technology
- Industrial Chemistry Technology
- Polymer Engineering Technology
- Accounting
- Marketing
- Office Management
- Computer Information and Technology
- Non-Destructive Testing and Evaluation Engineering Technology

Bachelor of Science

- Mechanical Engineering Technology
- Chemical Engineering Technology
- Electrical Engineering Technology
- Instrumentation and Control Engineering Technology

また、JIC はサウジアラムコや SABIC との協力や米国の Troy University、Northern Kentucky University、英国の Edexcel of U.K.、University of Central Lancashire、更にシンガポールの Nanyang Polytechnic 等と提携関係がある。(JIC bulletin 2014)



(出所 : Jubail Industrial College, “JIC Bulletin 2014”)

図 2.2-4 JIC の航空写真及びキャンパス風景

第3章 調査結果及び提案概要

3.1 SHARQ の安定的事業継続・生産性向上のための インフラ整備及び人材育成プログラムに係る調査

第3章 調査結果及び提案概要

3.1 SHARQ の安定的事業継続・生産性向上の為のインフラ整備及び人材育成プログラムに係る調査

3.1.1 教育（日本的経営）

3.1.1.1 調査経緯および最終提案概要

SHARQ に対する日本的経営に関する人材育成プログラム案を検討するに当たり、昨年 11 月から本年 1 月までの国内での予備調査段階で同社に向けて提案できると思われるプログラムを幅広く抽出した。その上で、本年 1 月の本邦招聘プログラムの実施時に、来日した SHARQ 関係者を含むサウジ側関係者全員に日本的経営の講義を行うと共に、代表的な日本的経営の実行の現場視察を行い、その効果を具体的に見せた。視察した企業は、トヨタ自動車、セキソー（プラスチック成型会社）、中部電力等である。SHARQ およびその出資者である SABIC からの参加者は、日本企業の技術力に強い印象を受けただけでなく、技術力の開発および運用が日本的経営および日本独自の工場の管理運営手法と深く連携していることについて現場視察を通して理解を深めた。

本年 2 月の第二次現地調査においては、調査団より SHARQ 関係者に向けて、改めて日本的経営および管理運営に係る教育プログラムの特徴と効果、実施例を紹介し、関係者の理解を醸成しつつ興味を引きだすよう努めた。その際の対話により確認できた SHARQ の現状および問題意識を勘案し、本年 3 月から 5 月にかけて、改めて日本的経営教育プログラムの選定作業を国内にて行い、SHARQ に提案するのが適当と考えられるプログラムを 48 項目・合計 140 日間の研修カリキュラムとしてロングリストに編集して、本年 6 月の第三次現地調査に先立ち、SHARQ にメールにて提示した。

第三次現地調査では、予め提案したプログラム案に基づき SHARQ と意見交換を行い、最終提案に盛り込むプログラムの絞り込みを行った。その結果、まず SHARQ 関係者に対しては日本に来訪願い、フィールドスタディーを通じて日本特有の技術および経営手法の実行状況の更なる紹介をすることが有効であるとの認識を共有した。また、同社の現在の問題意識に基づくその解決に繋がると期待されるプログラム、更には 5S、カイゼン、しつけなど日本的な社員教育プログラムを盛り込むこととした。

その協議内容を受けて、最終的に以下の 7 コースのプログラムをプロポーザルの原案として取り纏め、本年 8 月に SHARQ に提示の上、9 月の第四次現地調査に入り、SHARQ とのワークショップにおいて最終確認を行った。更に SHARQ に対するプロポーザル内容について第四次調査時に SABIC にも説明の機会を持ち、SABIC の賛同を確認した。

コース 1 シニアマネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修

- コース 2 マネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修
- コース 3 管理職の役割認識プログラム
- コース 4 5S プログラム
- コース 5 カイゼンプログラム
- コース 6 しつけプログラム
- コース 7 日本的経営プログラム現地研修

SHARQ は既にさまざまな手法を用いて生産性向上に努めているが、これまでに導入され一定の効果をあげていると認識されているものは欧米で著名な手法が大半で、日本の手法はその効果が未だ確認されていない。その欧米的手法は座学研修による実施が主流で、実務を通して成長の機会を得られる OJT を重視する日本の手法とは実施方法が異なる。よって、今次調査および SHARQ との対話を通じて、欧米式手法と異なる日本的経営や生産管理に特徴的なもの、即ち、役割認識、カイゼン、しつけ等を盛り込むこととした。今後の議論を通して日本の手法が SHARQ の人材育成プログラムの一環として採用され、その効果が発現できることが期待される。

更にリーン生産システムについて第四次現地調査出発前に SABIC から興味のある旨の連絡が入り、同調査時にリーン生産方式の主要な手法（5S、7つのムダ、Visual Management、日常管理と変化点管理、かんばん、VALUE MAP）、導入事例、シミュレーション演習を紹介した。SABIC はこれに関心を示し、SHARQ と AR-RAZI をモデル企業として導入の可能性を検討したいとの意見が出された。この点も念頭において今後上記 7 つのプログラムの実施を議論する際に、リーン生産システムをひとつのキーワードとして人材育成プログラムの具体化を図るのも一案と思料する。

3.1.1.2 調査内容

(1) 現地訪問前国内業務（2014 年 11 月～2015 年 1 月）

1) 招聘プログラムの準備

2015 年の 1 月に予定されていた SHARQ および SABIC を含むサウジアラビア側本調査関係者の来訪受入のため、次の準備を行った。

- ① 招聘プログラム実行時に、日本的経営に関する講義を行うこととして、その内容の選定と資料、質問票等の準備。
- ② 招聘プログラム実行時に、日本的経営および日本独自の工場等の運営管理現場視察先の選定と、受入準備。最終的には、以下の施設訪問を手配した。
 - ・ トヨタ自動車/元町工場
 - ・ トヨタ自動車/トヨタ会館
 - ・ セキソー/プラスチック製品製造工場
 - ・ JR 東海/リニア・鉄道館
 - ・ 中部電力/中央給電指令所
 - ・ 中部電力/川越火力発電所

2) 招聘プログラムの実施

本年1月に来日した本調査関係者に対して、次のプログラムを実施した。

- ① 「日本的経営」に関する講義
- ② 「日本的経営」への関心の予備調査
- ③ 視察先の案内
- ④ プログラム終了時点での日本的経営に関する関心調査

上記プログラムの実施及び参加者との直接インタビューにより、次の項目について日本的経営および関連教育プログラムに関心が高いことを確認した。

- ・ 現状打破の発想法と戦略マネジメント
- ・ カイゼンとムダの撲滅
- ・ 日本的人材育成
- ・ 組織設計とシステム化
- ・ リーダーシップと動機づけ
- ・ マネジメントシステムの設計
- ・ 品質・生産性向上の道具
- ・ 全社的カイゼン活動（TQM、TPM、リーン生産方式）

(2) 第二次現地調査（2015年2月8日～16日）

1) 第二次現地調査以降における SHARQ 調査の重点項目

a. 仕事を通じた人材育成の実施状況

職務記述書にあるマネージャーの役割としての人材育成、職能評価基準シート、昇進システムの実情調査を行った。結果は後述 2)、3)、4)項参照。

b. マネジメントシステムとしての TQM (Total Quality Management)

SABIC が SHARQ へ展開している TQM の仕組みを聴取し、どのような内容で実施され、それがどのように企業業績に貢献しているかの調査を試みたが、第三次現地調査以降に持ち越しとなった。結果は後述 5)項参照。

c. TPM (Total Productive Maintenance)

化学プラントにおける設備保全活動がどのように、どこまで実施されているか、5S、設備総合効率、計画保全、予防保全などの調査を試みたが、第三次現地調査以降に継続することとなった。結果は後述 5)項参照。

d. リーン生産方式

化学プラントにおけるリーン生産方式導入が、どのような効果をもたらすかについて調査を試みたが、第三次現地調査以降に継続することとなった。結果は後述 5)項参照。

2) インタビュー結果

インタビューの結果として、以下の5点の事実を把握した。

- ① 安全、品質、コスト、生産量に関して高い競争力があり、世界のトップクラスである。
- ② マネジメントシステムは、SABICのTQMシステムで目標管理(Business Objectives)が実施され、主要な経営指標であるKPI¹(Key Performance Indicators)を全社に展開し、順調なテーマは青信号、問題のあるものは赤信号で表示されるなど、その進捗度は見える化ができています。バランススコアカードで各部門に展開した全社90の管理項目があり、内マネージャーは約60の管理項目があり、そこでの進捗および問題になる指標に関して会議を行って対応している。
- ③ TPMについては、日本式のTPMでなく、欧米流を採用することになった経緯がある。設備総合効率を含めた日本と同様の経営指標は理解し、KPIとしている。
- ④ 人材育成プログラムは、入社時点からのOJT、および専門職または管理職、上級管理職を対象とした研修プログラムが実施されている。
- ⑤ 人事考課としては、個人の業績と行動規範(value)で評価する仕組みがある。

3) 人材育成

SHARQで実施している人材育成研修プログラムは、以下の通りである。

- 新規採用社員教育 Newly hired employee
- BOTP (Basic Operating Program) /EHSS→JTQ/Monitoring/IDP/In-house Training
- OJT (6か月間、シニアマネージャーが週間・月間でモニターし最終テスト合格でオペレーター就任)
- Training Plan Presentation (個人の能力ギャップを埋めるマネージャーの学習)
- SHEM in house training
- JQP (Job Qualification Program) Technician and Operatorを対象とし、1年で仕事を習得後に知識、実地、SHEMSの試験を行い評価する。7つの職場を経験し試験に合格するとTotal Qualification Operatorになる。
- 危機救済トレーニング Emergency Rescue Training
- シミュレーション Simulation Training
- 日本企業派遣プログラム Development Program at MGC Factory in Japan
- IDP (Individual Development Program) TRACCESS 記録システム
エンジニアの技術力としてコンプレッサー、回転機など必要項目をどこまで習得すべきかの目標とそれをどこまで習得したかの実績の記録
- 部門間知識交換プログラム Exchange of Knowledge
- SUCSESSION PLAN
専門職か管理職かを相互評価し、どの道に進むのかを決定する。
- SEeD (SABIC Engineers early Development)

¹ 以前はKPIという呼称が使われていたが、近年はKPA (Key Performance Area) という呼び方が一般的となっている。

SABIC の Engineer 対象の 2 年間のプログラム、6 か月間で 1 カ所の技術の習得をする。筆記および実技試験を実施し、パスすれば次の箇所に行き、6 か月間掛けて OJT を実施する。TQM はそれを 1 週間ごとにフォローする。

- CAT (Competency Analysis)
- 自己評価をして専門職 technician に進むか管理職 management に進むか決定する。
- その他研修プログラム
 - シックスシグマ
 - コンフリクトマネジメント 5 日間コース
 - エグゼクティブコーチング (1 対 1 のコーチングプログラム)
 - ロンドン大学でのリーダーシップ研修 (5 日間)

4) 課題として抽出した点

- マネージャーの役割として、どのように競争力を向上させるか、またそのための課題を実施しているのかという問いに対する明確な回答はなかった。
- 目標管理で何をどのように実施しているかについては、安全性、品質、生産性向上、コスト低減、人材育成などが課題として挙げたものの、どれかに優先順位をおいて実施しているのではなく、すべてが重要であるとの回答が多かった。
- 戦略的管理項目を重点管理し、具体的に、それをどのように実施計画に展開して、どこまで実施しているかについては説明がなかった。
- 環境の変化に対して、マネージャーが問題を特定する、または発見するという役割がどのように果たされているかの疑問が残った。
- 人材育成についてもシニアマネージャー、マネージャー、スーパーインテンドント (職場管理者)、スペシャリストなどの各層にそれぞれ適切な人材育成が必要かについては、明確な回答がなかった。
- 組織構造として組織が完全な縦割り組織である。組織横断的なプロジェクトのための部門間でのコンフリクトマネジメント研修を受けているものの、実質的には全社レベルでの問題を発見して部門連携でイニシアティブをとって課題に挑戦することが少ない。

5) 第二次現地調査結果要点

SHARQ で展開されている TQM は、現在の日本の TQM の仕組みやシステムより進んでいると思われる。また、TPM についても第二次現地調査時のヒアリング調査からでは、日本式の TPM の導入の有効性を確認出来ず、第三次現地調査の際の現場 5S の実態調査などを実施した上で、検討・提案することにした。

リーン生産方式は多くの作業者が介在する複雑な生産工程において有効であるが、SHARQ の生産設備である化学プラントのような各製造工程が配管で繋がれ作業者が介在する余地がなく且つ生産量が一定の生産工程では、その有効性は見出しにくい。従ってリーン生産方式の概念や発想方法を紹介することは意味があるが、実際の導入には更なる検討が必要と思われる。仮にリーン生産方式を導入するとしても、それを成功に導くためには、まず日常業務の重要な役割を担うマネージャーの意識改革が必

要である。また、現場では、仕事の基本である 5S、しつけの実態を検証し、日本では実際どのように実施され成果を上げているかを学べるよう、日本の高業績企業の事例研究が有効であると考えられる。

当方の説明するプログラムに対し、SHARQ 担当者から「手法をよく知っている」、「実施している」と答えるが、日本でどのように実施しているかの実例を紹介すると大きな興味を示した。つまり、サウジアラビアと日本とでは、その「知っている」「やっている」レベルに差異あるとの印象を受けた。

(3) 第二次国内業務 (2015 年 2 月下旬～5 月)

上記第二次現地調査の結果を整理し、SHARQ の現状と問題認識を踏まえ、改めて本調査によって将来的に SHARQ に提案できる教育プログラムを 48 項目にまとめ、それぞれの具体的な内容、期間、対象そして期待効果を整理した。また、日本での実証例等も付記してロングリストに編集した (提案ロングリスト)。これを第三次現地調査に先立ち、メールにて SHARQ に送付した。

(4) 第三次現地調査 (2015 年 5 月 27 日～6 月 1 日)

第三次現地調査においては、前回調査からの継続項目を含め以下の日本的経営プログラムに関する関心度の調査を実施すると共に、現場の 5S 評価を実施した。

1) 日本的経営プログラム

事前に送付した日本的経営プログラムを編集したロングリストに従って、プログラムの構成および研修手法、プログラム内容を説明し、どのプログラムに関心があるかを明確にした。最終的に SHARQ 側より特に関心表明のあったプログラムは次の通りであり、特にイノベーションに関連するパラダイムシフトに興味を示した。

- 現状打破の発想法 Breakthrough Thinking
- 起業シミュレーション Business Starting Up Simulation
- 組織風土改革しつけ教育 Corporate Culture and Behavior Modeling Productivity (BMP)
- 品質マネジメント Quality Management
- 5S と目で見える管理 5S & Visual Management
- カイゼン KAIZEN in Operation Procedure
- 本邦研修 (Field Study in Japan)

SHARQ は、当方から提案した研修プログラムについて概ね理解したとの反応があった。但し、TPM については、”Maintenance Center Excellence (MCE)”という SABIC の一部門が関与して、SABIC Reliability Recognition Program (SRRP)というシステムが出来ているので、特に関心ないとの反応であった。

2) 設備保全のメカ部門の設備、治具、工具、検査工具の 5S 評価

特に保全部門の 5S の基盤である治具、工具、検査工具について 5S 調査を実施した。

結果、評価点は 75/100 点であった。この結果は仕事を効率的に実施するには合格レベルである。この調査から明らかになったのは下記事項である。

- メンテナンス設備内に通路、作業場区分、キリコ（切削屑）なし
- 設備オペレーターはバックアップ 2 人体制
- 切削バイトなどは機の引出に鍵をかけて管理している
- 工具、治具の名称、数量の表示なし
- ツールボックスには必要工具が揃っている
- ロッカーの中は整理がされていない。不要物がある
- 廃棄物、メタルとの色分けされたごみ箱が設置されている
- メンテ補給部品倉庫
5 階建ての巨大倉庫であり、現在は 3 階まで使っている。4、5 階は将来のためのスペースとの説明あった。
- すべてロケーションが設定され、材料、型、部材、メンテ部品は、バーコード管理がされている。
- それぞれのリードタイムが管理され、最大在庫、発注点が決まっている。
- 在庫日数は、平均約 3 か月とのことだったが、部品別の在庫回転率については未確認。

総評として、工具、測定機器、補給部品などの在庫管理に関しては、かなり完成度の高い仕組みと評価できる。しかし、ロッカー内の整理、使用頻度による置き場所の設定、補給部品の在庫回転率、切削バイトなど現場での保有数の決定と管理方法などにきめ細かな改善の余地がある。

3.1.1.3 最終提案

(1) 研修プログラムの提案

第三次現地調査の結果として、提案ログリストから最終的に SHARQ に対する提案は、日本的経営以外も含め以下の通りである。リーン生産方式については別途コンサルティングサービスとして提案する。

表 3.1.1-1 最終提案研修プログラム

	コース名	対象	実施場所
コース 1	シニアマネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修	シニアマネージャー	日本
コース 2	マネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修	マネージャー	日本
コース 3	管理職の役割認識プログラム	マネージャー	ジュベール
コース 4	5S プログラム	監督者	ジュベール
コース 5	カイゼンプログラム	監督者	ジュベール

コース 6	しつけプログラム	監督者	ジュベール
コース 7	日本的経営プログラム現地研修	マネージャー	ジュベール

(出所： JICA スタディチーム、中部産業連盟)

(2) リーン生産方式のコンサルティングサービスの提案

上記のプログラムで提案したように日本的経営事例研究プログラムで管理職に日本での研修と企業訪問による事例研究に参加してもらおう。そこで実際のリーン生産方式の手法を含むシミュレーションを経験してもらい、5年後のものづくりの将来構想を描いてもらう。その結果から、5S、カイゼンに始まり SCM（サプライチェーンマネジメント）までの広範な考え方、手法を自社のビジネス・プロセスおよび生産プロセスのどこを対象として、どのように導入するのが効果的なのかを考察する。

本格的にリーン生産方式を導入するのであれば、リーン生産の専任プロジェクトチームの編成が必要である。そして、プロジェクト推進スケジュールを決定し、費用を見積り、毎月の定期的な訪問によるコンサルティングを実施することを提案したい。

研修プログラムのスケジュール

Training Program	日数	2016	2017	2018	2019	20
Training Program for senior managers	For 12 days	→				
Training Program for managers	For 29 days	→				
Manager's Role Recognition ・Business starting up simulation ・Breakthrough thinking	Training 4 days Follow up 2 days	→ →	→	→		
5S	研修2日 フォロー3日		—————			
改善プログラム	研修2日 フォロー2日		—————			
しつけプログラム Discipline Program	研修とフォロー 7日間		—————			
日本的経営 KSA	25日間			—————		
リーン生産システム(TPS) プロジェクトチーム編成	検討後に決定	↓→	—————			

(出所： JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.1.1-1 研修プログラムの実施スケジュール

表 3.1.1-2 研修プログラムの概算費用

(単位：1,000SAR)

研修プログラム No.	1	2	3	4	5	6	7	
期間(日)	12	29	注 1	注 2	注 3	注 4	25	
参加人数(人)	12	12	12	12	12	12	12	
概算費用	研修費	106	255	144	294	197	182	324
	旅費、宿泊費 参加者	474	661	---	---	---	---	---
	旅費、宿泊費 講師	---	---	113	145	102	100	140
	現地での旅費交通費	18	24	7	16	16	15	13
	研修運営テキスト、研修会場	23	36	7	7	7	7	7
	コーディネーション費	32	79	18	36	36	36	79
	管理費	13	32	13	27	27	27	32
	小計	666	1,087	303	525	385	367	595
	消費膳	53	87	24	42	31	29	48
Total	719	1,174	327	567	416	396	643	

(出所： JICAスタディチーム、中部産業連盟)

注 1 : 6 か月間に現地訪問 3 回、現地講義日数計 6 日

注 2 : 6 か月間に現地訪問 4 回、現地講義日数計 5 日

注 3 : 6 か月間に現地訪問 3 回、現地講義日数計 4 日

注 4 : 現地講義 7 日間、6 か月後に効果測定を行う。

5S、改善プログラムについては、現場での定着化の指導を強く要請されており、実施前の打合せが必要であれば、別途追加費用を計上する可能性もある。

3.1.2 安全・保安/セキュリティ

マネジメントの視点から当分野の調査及び分析を実施した。事前の情報収集で SABIC が affiliate で推進している Safety, Healthcare, and Environment Management (SHEM)を確認し、当分野では SHEM に焦点をあてるのが最良ととらえ、SHEM に関する調査及び分析を提案に展開する。

3.1.2.1 調査結果

(1) 調査結果の概要

SABIC が推進する SHEM はリスクマネジメントの要素を網羅し、全 affiliate の運用を考慮して構築されており、これをサポートする IT インフラなども充実し高いレベルにある。誰もが SHEM を「excellent」と捉えていることも理解できる。直ちに何らかの処置を取るべき事項は見受けられなかった。

全般的には良好ととらえることができるが、SHEM Elements 個別の調査では、各 Elements の仕組面及び実施面で改善の余地があると建設的に考えているマネージャーや担当者は相当数いることがわかる。各 Elements の理想の状態をイメージすると現状とのギャップが認識できる。ギャップの生じる原因を分析し、その原因について対策することが改善の実施には有効である。

また、リスクマネジメントの取り組みに関して、一般的な日本のやり方と比較すると相応の違いを認識できた。それぞれのメリットを相互に採用し融合することでさらなる効果が期待できるであろう。

本件調査における分析及び提案に向けての主なインプット次に示す。これらを総合的に判断し、後述の提案をおこなう。

- a) 日本でのリスクマネジメントコンサルティングに関する経験や概念
- b) SHEM に関する事項
 - ・ SHEM Elements に関する調査
 - ・ SHEM に関するドキュメント類
 - ・ EHSS Dept. マネージャー及び担当者へのインタビュー
- c) その他の事項
 - ・ 教育（日本的経営）調査におけるシニアマネージャーへのインタビュー（SHEM Elements に関する調査を含む）
 - ・ 日本人スタッフとのミーティング
 - ・ 会社見学（ジュベール工業団地内企業及び日本国内の関連企業）

(2) 調査結果の要点

1) SHEM Elements に関する調査

SHEM の各 Elements の仕組及び実施に関してマネージャー（2名）及び担当者（7名）に現状の評価を依頼し、課題等に関して意見を求めた。評価結果を図 3.1.2-1 に示す。X 軸は仕組のレベル、Y 軸は実施のレベルを示しており、図中の青枠にプロットされたもの

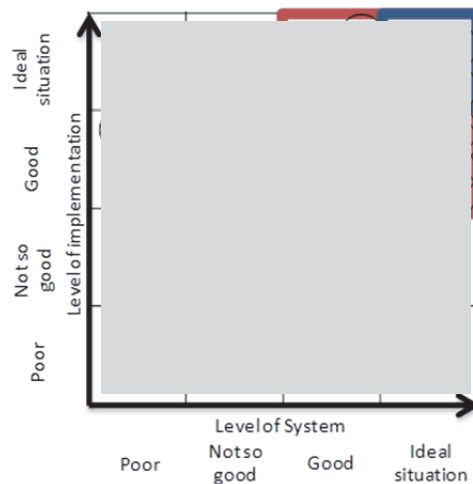
は仕組みも実施も理想と評価されたものであり、赤枠内は改善の余地はあるが良好と判断されたものである。赤枠外については対策の検討が望まれる。

SHEM Elements 評価後、Worst 5 Elements の抽出を依頼したところ、04 Training & Competency を上げた人が6名と最多であった。研修などの人材能力開発の場がもっと欲しい、あるいは各 Elements の改善にはもっと能力開発をしなければという多くの声を確認した。13～15の件数が多いのはこれらの Elements の制定が新しいために問題意識が高いためである。

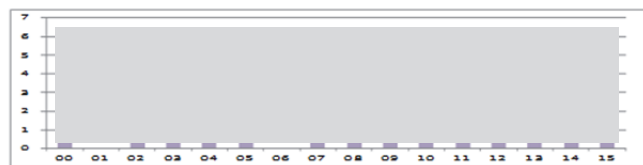
SHEM Elements

- 00 Leadership & System Management
- 01 SHE Documentation & Control Records
- 02 Risk Assessments
- 03 Operating & Maintenance Procedures
- 04 Training & Competency
- 05 Contractor SHE Management
- 06 Pre-start up Safety Review
- 07 Mechanical Integrity
- 08 Safe Work Practice
- 09 Management of Change
- 10 Incident Reporting Classification & Investigation
- 11 Emergency Planning & Response
- 12 Health & Industrial Hygiene
- 13 Environment Standards
- 14 Security Standards
- 15 Transportation Standards
- 16 Product Stewardship

担当者による
仕組みと実施の
評価



評価の悪いものを5個抽出



(出所： JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.1.2-1 SHEM Elements 調査結果

2) リスクマネジメントの日本式との比較

リスクマネジメントの目的達成に向けての取り組み方法について、本件調査により一般的な日本のやり方と相応の違いを認識した。主な相違点の比較を表 3.1.2-1 に示す。要点は次のとおりである。

- ・ SHEM では SABIC 及び各社で Safety & Security に関する専門性の高いスタッフが充実しており、それらのスタッフが主体的に現場の支援をおこなっている。日本では現場スタッフが主体的に活動し、Safety & Security に関する少数の専門スタッフがサポートする。
- ・ SHEM では Off JT が充実し、ここで専門性の高いトレーニングを受けることができる。日本では OJT による職場の業務指導が主体である。

- ・ 何かあったときのインシデント対応について、SHEM では現場からの迅速な報告及び専門性の高いスタッフにより再発防止をおこなう。日本では各職場のスタッフが自ら再発防止に取り組むことを重視する。
- ・ SHEM では内部及び外部の監査による適切性評価が主体であるが、日本では各職場での自己点検が主体である。

表 3.1.2-1 リスクマネジメント SHEM と日本式の比較

		SHEM	一般的な日本スタイル
Safety & Security担当	特徴	専門部門と手厚いスタッフ	少ないスタッフ
	メリット	現場にきめ細かいサポートができる	現場の自主性を育む ⇒ 現場がSafety & Safetyを含む他の施策を総合的に取り入れて職場を強化
リスクアセスメント	特徴	EHSS Dept.のサポート	現場が主体
	メリット	専門性の高いスタッフのサポートにより職場ごとのリスク分析のバラつきが少なくなる	現場業務に密接なリスクアセスメントができる ⇒ 現場の従業者で課題、過去のトラブルなども取り入れたリスク分析により職場をカイゼン
人材育成	特徴	Off ITが主体 講座がかなり充実	OJTによる実務の指導が主体
	メリット	幅広い、専門的な知識の習得	実務に密接したスキルの習得 ⇒ 指導を通じた指導者のスキル向上、指導しながら現場をカイゼン
インシデント対応	特徴	現場からの迅速な報告と専門性の高いスタッフによる再発防止	現場による再発防止を重視
	メリット	迅速な情報の共有と全社的な再発防止レベルの確保	再発防止を通じて現場の問題点を分析しをカイゼン
適切性の評価	特徴	(内部・外部)監査が主体	日常の自己点検が主体
	メリット	客観的な評価	迅速な問題点の対応で現場をカイゼン

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

概して、SHEM ではそれぞれの分野に専門性の高いスタッフを充実し、それらスタッフが主体的に活動する。日本では各職場スタッフが主体的に活動する。職場のスタッフは日々の生産や研究開発などの本来の業務に加えて Safety やコンプライアンス、事業継続管理などの様々な活動を要求されており、本来業務以外の専門性は高くない場合もあるが、様々な活動を通じて自ら職場をカイゼンする、そしてどのような活動もカイゼンに結びつけることが特徴といえる。

3.1.2.2 提案概要

(1) 提案の骨子

「SHEM の運用を通じた現場改善活動」を提案する。これは SHEM の仕組みを変更するものではなく、現在でも十分に高いレベルにある SHEM の活動に、日本的な特徴であるカイゼンの考え方を運用の工夫により取り入れるものである。これにより EHSS Dept.の負荷が軽減され人員を増やすこと無く新たな施策に取り組むことができる、5S が推進できる、現場の Safety, Quality, Cost, Delivery (SQCD)が向上するなどが期待できる。短期間

の活動で直ちに効果を実感できるものではないが、継続的な実施により、職場スタッフが自ら現場をカイゼンし強化するという文化の醸成とともに功を奏すであろう。

Safety & Security 分野からのカイゼン活動のアプローチとして、これまでの調査結果及びリスクマネジメントの要素を勘案し、次の4つのテーマに取り組むことを推奨する。

1) リスクアセスメント

リスクアセスメントを各職場スタッフが EHSS のサポートを得ながらも、主体制を持って現場のリスクを自ら発見し、タイムリーに対策する。職場スタッフ（できれば全員）で話し合いながら日頃感じている課題や過去のトラブルなども考慮したリスクを分析し、対策には職場スタッフ（できれば全員）で知恵を出し合うことで職場に密接なリスク対策をおこなうことができるし、現場をカイゼンすることができる。

2) インシデント対応

インシデント時には迅速な報告に加え、現場の職場スタッフが主体性を持って再発防止に向けた原因分析や対策立案に取り組む。インシデントにはならなかったレベルのもの（業務上のヒヤリとしたこと、ハットとしたこと）についても同様に取り組む。このとき1)同様に職場スタッフ（できれば全員）でおこなうことで職場をカイゼンすることができる。

3) 自己点検

現状おこなっている定期的な監査指摘の是正処置に加え、職場スタッフが自ら日頃の業務に関する自己点検すべき事項（自己点検項目（5Sを含む）、自己点検頻度、自己点検実施者、点検方法など）を整備し、自己点検を実施し、不適合を是正する。自己点検を強化することでタイムリーな不適合の是正をおこなうことができる。このときも1)同様に職場スタッフ（できれば全員）でおこなうことで職場をカイゼンすることができる。

4) 人材育成

充実した Off JT に加え、OJT で実務に密接なトレーニングによる人材育成をおこなう。これは EHSS Dept. および現場の双方におこなう。現場では、まずは上述 1)～3)を通じて現場をカイゼンする活動に OJT を積極的に取り入れる。EHSS Dept. では、支援する現場の上記 1)～3)に関与することにより、現場支援を通じた OJT となる。例えば、1)はリスクの抽出と重点化、対策立案の OJT である。OJT によりトレーニングの対象者の実務レベル向上のみならず、教えることによる指導者の成長、指導を通じた職場のカイゼン、上司や先輩が部下や後輩を教えることを実現する。



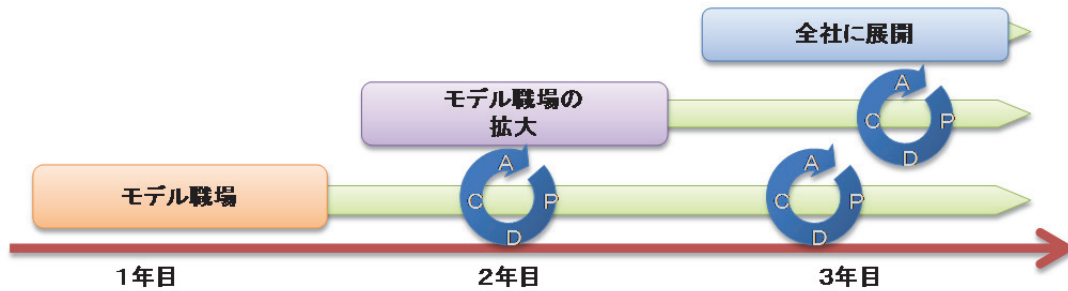
(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.1.2-2 カイゼン アプローチ

(2) 活動支援案

1) 活動案

3 年計画の活動を図 3.1.2-3 の通り推奨する。各年度で施策の PDCA サイクルを 1 回転することを基本とし、初年度はモデル職場による活動、2 年目にモデル職場を拡大し、3 年目に全社展開するものである。



(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.1.2-3 3 年活動スケジュール

1 年目の活動スケジュール案を図 3.1.2-4 に示す。1 年目はモデル職場（30 名程度の職場及び EHSS Dept.担当スタッフ）による取り組みである。

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
P	4テーマに関する施策の策定	—————												
D	施策の実施								—————					
C	実施状況の点検										—————			
A	不適合の是正											—————		

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.1.2-4 1 年目の活動スケジュール

2) 支援案

1 年目の活動において次の支援を提案する。

- ・コンサルタントによる実地支援
- ・実地支援頻度
 - 1～2カ月に1回程度の訪問（適宜 Web 会議も活用）
 - 各回の支援時間は半日×5日程度
- ・実地支援内容
 - 前回からの作業状況の確認と問題解決
 - 今回の作業テーマの説明と試行
 - モデル職場の現地確認
 - 次回までの作業内容確認など

(3) 目的

新しい仕組みの導入ではなく、KPI、SHEM を含めた既存の仕組みを活用し、日本式の

カイゼンを安全に活用し、再発防止、未然防止を徹底する。

(4) 活動（案）

- 組織全体の「安全」文化を浸透させる
- 日本式のカイゼン活動（再発防止・未然防止）を職場レベルに浸透させる
- ポカよけを含めた自動化・半自動化を進める

(5) 開始方法（案）

- 現状の仕組みを理解したあと、モデル職場を選定する。
- 必要な研修を明確にして活動計画書を作成する

(6) 期待する効果

当取り組みによって主に次が期待できる。

1) Safety 運用のレベル向上

従来通りの EHSS Dept.の専門性の高い支援に加え、各職場スタッフが主体的に取り組むことにより、より各職場に密接な SHEM の運用をおこなうことができる。様々な面で SHEM の運用の深化やスピーディな対応活動（案）

- 1) 組織全体の安全文化を高める
- 2) 日本式の改善活動（再発防止・未然防止）を現場レベルに浸透させる。
- 3) ポカよけを含めた自動化・半自動化を進める。

2) 現場改善の推進

推奨する4テーマは全て現場改善につながるものである。4テーマを通じて5Sの推進、SQCDの向上などが実現できる。

3) EHSS Dept. の負担軽減

各職場が主体的に取り組むことにより EHSS Dept. の負担の軽減が期待できる。EHSS Dept. では人員を増やすこと無く現状の仕事の質の向上や、あらたな施策の取り組みをおこなうことができる。

4) 職場スタッフの能力開発

現状の充実した OffJT に加え、各職場で OJT を強化することにより、実務に密接な能力開発をおこなうことができる。OJT にあたって指導者は相当の準備をおこなわねばならず、これが指導者の成長につながる。OJT をおこないながら職場のカイゼン点にも目が向くようになる。

5) 社員の離職率の低下

各職場スタッフが自ら職場をカイゼンすることで職場に愛着を感じ、モチベーションが向上する。これらは社員の離職率の低下につながる。

(7) 概算費用

3 年活動計画のうち 1 年目の活動に 2 名の専門家が対応するものとし、掛かる費用は次の通り。

表 3.1.2-2 1 年目活動支援業務 概算費用

	算出根拠		単価 (SAR)	金額 (SAR)
現地サポート	5 日/回 x 9 回/年	45 日	15,000	675,000
Web 会議によるサポート	2 日/回 x 6 回/年	12 日	10,000	120,000
現地出張旅費	航空券	9 往復	54,000	486,000
	宿泊費	54 泊	2,400	129,600
	日当	36 日	3,000	108,000
その他	報告書作成、関連資料等	一式	150,000	150,000
合計				1,668,600

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

3.1.3 上水・工業用水/下水・再生水

SHARQ のサステナビリティプログラム遂行実績は、2011 年から 2015 年（見込数値）の間では、2014 年の一時的な基準年の数値を超えることになっているものの、2015 年ではその削減目標を達成する見込みである。

但し、2015 年以降 2025 年までの具体的な計画案・行程表が作られていないので、その策定が今後の大きな課題となる。

本報告書では、水消費量削減実績及び達成見込みを踏まえて、上水・工業用水/工業排水について改善提案を行うことを目的に調査を実施した内容と結果並びに提言内容について報告する。

3.1.3.1 調査結果

(1) 水供給

SHARQ への水供給は MARAFIQ との水供給契約に基づき全量 MARAFIQ が行っている。供給水は飲料水（Potable Water: PTW）と工業用水と分けられておらず、全て PTW として供給されている。

MARAFIQ との水供給契約では使用量の上限と下限の使用量が設定されている。実際の使用量が下限使用量を下回ったとしても下限使用量の金額を支払う契約内容となっている。なお、SHARQ は現在下限使用量の変更を検討しているとの説明が SHARQ 担当者よりあった。

いずれの年も下限使用量を下回っており下限使用量との差額分を余分に支払う状況が続いている。

(2) 水バランス

MARAFIQ より Potable Water (PTW) を工業用水および飲料水として受け入れ、工場で使用後、最終的に MARAFIQ の Industrial Wastewater Treatment Plant (IWTP) へと排出されている。MARAFIQ の IWTP では排水の水質についての受け入れ基準である Royal Commission Environmental Regulation-2010 (RCER-2010) の遵守が求められている。

(3) 工業排水

工業排水は IWTP へ全量排出され、排出水の水質は Royal Commission の基準を満足している。

(4) 改善提案の検討

同工場排水の再生化に関し次の5ケースについて、検討および評価をおこなった。

- 全プロセスからの工業排水（3種混合排水）再生水化
- EG排水全量再生水化
- PE排水とOLF排水の再生水化
- PE排水の再生水化（工業用水化）
- PE排水の再生水化（灌漑用水化）

上記5ケースを検討結果、PE排水とOLF排水の再生水化、PE排水の再生水化（工業用水化）及びPE排水の再生水化（灌漑用水化）の3ケースについて有効性を確認した。再生水量の観点では、PE排水とOLF排水の再生水化が最も推奨される。

当該5ケースの検討結果概要は次の通り。

1) 全プロセスからの工業排水（3種混合排水）再生水化

SHARQ 担当者の説明よれば、過去 SHARQ は IWTP へ排出している Ethylene Glycol (EG)、Polyethylene (PE)、Olefin (OLF)等全プロセスからの排水が混合された総合排水の再生水化を検討したとのことであった。当然のことながら全量再生水化することが最も多くの再生水量を得ることは明らかである。但し、今回の調査結果では全ての量を再生水化した場合、IWTP へ排出する残排水が Royal commission の規制値を超えることになるので3種混合排水の再生水化は起用出来ないと判断した。その理由は排出量と水質の違いによるものである。(BODは規制の対象外である。)

2) EG 単独全量再生水化

EG排水のみを全量再生水化することを検討した。再生化で生じる濃縮水はOLFとPEの排水で希釈することで MARAFIQ へ排出することが可能となるが、一時的であっても水量変動や水質変動が生じた場合には、MARAFIQ の規制値を遵守できなくなる可能性がある。EG排水は水量が最も多く汚染度も高いことから濃縮水への影響が著しい。3種の排水について水量と水質の変動について詳細な調査が必要である。水量が多く汚染度が高いことから設備が比較的大型化する。

3) PE排水とOLF排水の再生水化

PE排水とOLF排水の量を再生処理することを検討した。再生処理を実施することで一定量の再生水が得られるとの結果であった。なお、この場合 IWTP へ排出する残排水は Royal commission の規制値を守ることができるが、再生水量を増やすと、同規制値を超えることが判明した。

4) PE 排水の再生水化（工業用水化）

PE 排水は少量ではあるが低汚染な排水であり、また、排水の種類を 1 種類に限定することで安定した再生処理の実施可能である。この場合、簡素な前処理プロセスと MBR 及び RO 処理という比較的少額な投資で再生水を得ることが可能となる。

5) PE 排水の灌漑用水化

PE 排水を工業用水レベルの水質まで清浄化せずに MBR 処理に留めてその処理水を灌漑用水に適用することを検討した。PE 排水の水質が良いということもあり、MBR 処理後の水質の分析では灌漑用水として使用可能との結果であった。また、MBR での膜処理により同処理水にはバクテリアを含む微生物は存在しないとの利点も考えられる。

3.1.3.2 提案内容

提案概要は次の通りである。

表 3.1.3-1 提案概要

	提案項目	所要費用	投資回収年数
1	PE 排水と OLF 排水の一部再生水化	設備費 31.4 mil. SAR 運転費 1.4 mil. SAR/年	8 年
2	PE 排水の灌漑用水化	設備費 12.5 mil. SAR 運転費 0.36 mil. SAR/年	7 年
3	PE 排水の再生水化	設備費 15.0 mil. SAR 運転費 0.44 mil. SAR/年	11 年

(出所：SHARQ からのヒアリングを基に JICA スタディチーム、造水促進センターが作成)

3.1.4 電力/省エネルギー

SHARQ に対する電力/省エネに関する提案を検討するに当たり、昨年 11 月から 12 月中旬にかけて国内での予備調査段階で同社に関する一般情報を集めその上で電力/省エネ関連の調査検討項目を予備的に抽出した。その後 12 月下旬の第一次現地調査での SHARQ 等訪問により現地工場の実情に触れた。その上で関連調査項目について、本年 1 月の本邦招聘プログラムの実施時に来日した SHARQ 関係者からのヒアリングに於いて得た現地事情の聴取内容を加味して本件調査を進める上での方向付けを行った。

本年 2 月の第二次現地調査においては、SHARQ のマネジメントや専門担当者等の関係者との協議を通して同社のエネルギー消費量、関連設備概要やその運転状況等の基礎情報を得ることができた。その際の実地見学と担当者との対話により確認できた工場設備の現状および課題点を勘案し、本年 3 月から 5 月にかけて、適当と予測される提案項目の本格抽出を行い 58 項目からなるロングリストに纏め、本年 6 月の第三次現地調査に先立ち、SHARQ へメールにて提示した。

第三次現地調査では、当該ロングリストに基づき SHARQ 側と意見交換を行い、最終提案に盛り込む提案項目として“ポンプ、コンプレッサー、ボイラー、変圧器、空調設備及び照明機器”等 13 項目への絞り込みを行い、更に各個別項目への適用技術選定のために設備現場及びサブステーションでの電気盤上の仕様・数値を基にした議論をし、最終提案についての確認することができた。

上記確認内容を受けて、12 項目を提案の原案として取り纏め、本年 8 月に SHARQ に提示の上、同月末から 9 月初めにかかる第四次現地調査に入り、ワークショップに於ける議論によって最終的に表 3.1.4-1 に示す 13 提案項目についての確認を行った。更に SHARQ に対する提案内容について SABIC とのワークショップの際に説明して、その賛同を確認した。

3.1.4.1 現場調査結果

SHARQ は、生産のために多数のユーティリティ設備を有している。第一次及び第二次現地調査を踏まえて作成し SHARQ へ事前に提出した省エネ Long List の各項目について、第三次現地調査に於いて現場での適用可能性を同社の担当者と協議した。同 Long List を基にプラント内の各ユーティリティ設備を調査した結果、(1) 海水冷却システム、(2) コンプレッサー、(3) 変圧器、(4) ボイラー、(5) 空調設備等のユーティリティ設備、(6) 照明設備において省エネの余地があることを確認した。

これら 6 項目について検討結果（技術内容及び期待効果等）を第四次現地調査でサウジ側へ説明した。同提案内容についてサウジ側のコメントを反映し内容を表 3.1.4-1 に纏める。

なお、SHARQ のサステナビリティプログラム遂行実績は、2011 年から 2014 年にかけては達成目標値を超える実績値となったが、2015 年の達成見込値は目標値を下回ることを示しており、2016 年以降の一段の努力が求められている。

表 3.1.4-1 提案プロジェクトの省エネ効果

	提案項目	設備費概算 1,000SAR	省エネ効果				2014年比 省エネ率 %	温室効果ガス (GHG) 削減量 t- CO2 eq/y	年間コスト 節約メリット 1,000SAR/y	
			電力		燃料(天然ガス)					合計
			MWh/y	GJ/y	1,000m3/y	GJ/y				GJ/y
1	回転機器類 - 海水冷却システム									
	1) UTL 1-3を対象にインバーターポンプの導入	14,000						1,370		
2	回転機器類 - コンプレッサー									
	1) 設定圧力の適正化	0						243		
	2) コンプレッサーのインバーター化	4,300						162		
	3) エア漏れの改善	0						486		
3	ボイラ									
	1) 押し込みファンのインバーター化	6,400						1,806		
	2) 蒸気トラップの作動診断と補修計画作成と実行	状況次第						1,807		
	3) バルブの保温	300						161		
4	変圧器									
	1) トップランナー変圧器への更新	122,700						1,815		
5	空調設備									
	1) 高効率機器への更新	117,800						3,146		
	2) 室外機の日除け	230						235		
	3) 室内温度の適正化(24℃)	0						245		
6	照明設備									
	1) 水銀灯からLEDへの切り替え	214,800						8,711		
	2) 室内照明への人感センサー導入	1,100						131		
	合計	481,630						20,318		

(出所：JICA スタディーチーム)

3.1.4.2 提案概要

(1) 回転機器類－海水冷却システム

各ユーティリティ設備には冷却水の冷却工程があるが、プレート熱交換器を介して海水と直接熱交換する方式（以下、直接方式）とクーリングタワーを利用する方式の2種類が採用されている。それらの海水系ポンプへのインバーター導入による省エネの可能性はある。

提案候補案件	インバーターポンプの導入
--------	--------------

(2) 回転機器類－コンプレッサー

コンプレッサーは、計装用およびプロセス用の圧縮空気として使用している。コンプレッサーの圧力はフィルタやドライヤの圧力損失を考慮して余裕をみた幅のある設定となっている。実際に現場調査で確認したところ、エア圧力は常時安定していたため、この安定を保つことができるのであれば余裕の幅を設定する必要はなく、コンプレッサーの設定圧力を必要圧力まで下げても良い。圧力の低減が可能であれば、省エネの可能性はある。さらに、圧力調整のため、供給圧力が高すぎる場合にはフローにてエア排出することで下げる方法をとっているため、インバーター機の導入により部分負荷を効率よくカバーすることが可能である。一方、コンプレッサーを出た圧縮空気は制御計器に影響を与えない程度にまで乾燥させる必要があるが、その部分に効率の良いヒートポンプを応用することによる省エネの可能性はある。さらに、圧縮空気をプラント全体に供給している系統は、これまでの現地調査では確認していないものの日本でも一般的に20%~30%のエア漏れがあることから、SHARQにも相当量あると考えられる。日々の点検でエア漏れを修理する事で省エネを実施できる。

提案候補案件	1) 設定圧力の適正化 2) コンプレッサーのインバーター化 3) エア漏れの改善
--------	---

(3) ボイラー

ボイラーにより高圧、低圧の2段階の蒸気が作られ、プロセス用およびユーティリティ用として供給されている。ボイラーの押し込みファン風量はダンパにて制御されている。そのため、押し込みファンのインバーター化により省エネを図ることができる。また、プラント内には多くの蒸気トラップがあることから、作動診断を毎年網羅的に実施し、診断結果をデータベース化するとともに、データベースに基づいて補修計画を立案・実行する「しくみ」を構築することで蒸気生産量を削減できる可能性が高い。更に蒸気配管上のバルブの保温の徹底をすることで省エネが図れる。

提案候補案件	1) 押し込みファンのインバーター化 2) 蒸気トラップの作動診断と補修の計画作成および実行
--------	---

	3) バルブの保温
--	-----------

(4) 変圧器

SHARQには多くの変圧器が設置されている。そのほとんどがプラント運営開始当時のまま更新されておらず30年以上使用されているため、変圧器をトッランナー機器に更新する事で省エネを図る事が可能である。

提案候補案件	トッランナー変圧器への更新
--------	---------------

(5) 空調機器

プラント内には様々なメーカーの空調機器が設置されており、中には長期使用されていそうな機器も見受けられた。空調機器の最近の効率向上はめざましく、最新の高効率機器に更新することで大きな省エネ効果を得ることが可能である。また、ほとんどの室外機が屋上に設置されており日射の影響を受けている。そのため、日除けを設置することで省エネを図ることができる。室内の温度設定はSABIC基準を徹底することで空調機器によるエネルギー削減が可能である。

提案候補案件	1) 高効率機器への更新 2) 室外機の日除け 3) 室内温度の適正化
--------	---

(6) 照明設備

管理棟の照明にはダウンライト型蛍光灯と直管型蛍光灯が使用され、反射板が取り付けられており白熱灯と比較して省エネが図られている。プラント全体では、水銀灯が多数使用されており、LEDやメタルハライドランプに交換することで、さらに省エネを図ることが可能である。また、人感センサーを導入することで、照明の消し忘れや必要最低限の照明の点灯によりさらなる省エネを図ることが可能である。

提案候補案件	1) プラント水銀灯のLEDへの切換 2) 事務所ビル照明への人感センサー導入
--------	--

(7) その他

蒸気配管やバルブ、熱交換器など、放熱が大きい箇所の保温がしっかりとされていた。ドレン回収によるボイラー給水予熱やエコノマイザの設置など、熱回収も徹底されており、エネルギーのロスをも最小限にする努力が随所に見られた。これらハード面に加え、細かなエネルギーデータ分析を実施し、ベンチマークを設定した上でのトレンド監視に基づくチ

エック体制の構築など、社員全員の省エネ意識の高さも伺えた。また、水の使用に関しても、手洗器へのエアレータ導入や自動水洗化など、節水が図られている。以上のことから、プラント全体の印象としては既に基本的な省エネ活動が根付いていることを確認した。

さらなる省エネを目指すためには、常に変化に対してリニアに対応するシステムの導入、および最新の高効率機器の活用が考えられる。具体的には、コンプレッサーやボイラー、ポンプなどについて、現状は負荷を常時監視しながら迅速に運転台数を変えて対応するシステムが確立している。これに、インバーターとセンサーによる自動調整システムを導入することが考えられる。また、変圧器や空調機器などは、近年大幅に効率が向上しているため、最新機器への更新により大きな省エネ効果を得ることができる。

3.1.5 再生可能エネルギー/太陽光発電

日本国内で活用されている太陽光発電及び再生可能エネルギー利用に関する技術と事例を基に SHARQ と協議を行うことで、SHARQ 側のニーズを確認するとともに現場の視察調査により設置の可能性を検討した。

3.1.5.1 調査結果

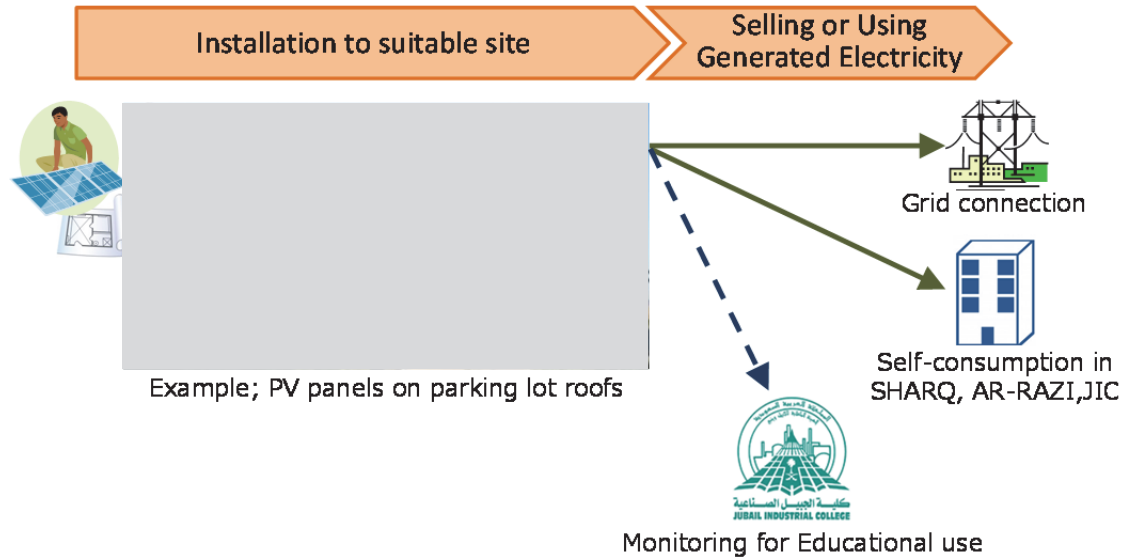
現地打合せにより確認した SHARQ 側のニーズ及び現場調査結果を以下に示す。

(1) 第二次現地調査結果

駐車場屋根等に太陽光パネルを設置する案（図 3.1.5-1）及び、再生可能エネルギーの一つである地中熱を活用した空調システムを組み込んだ案（図 3.1.5-2）を提案し、協議した。

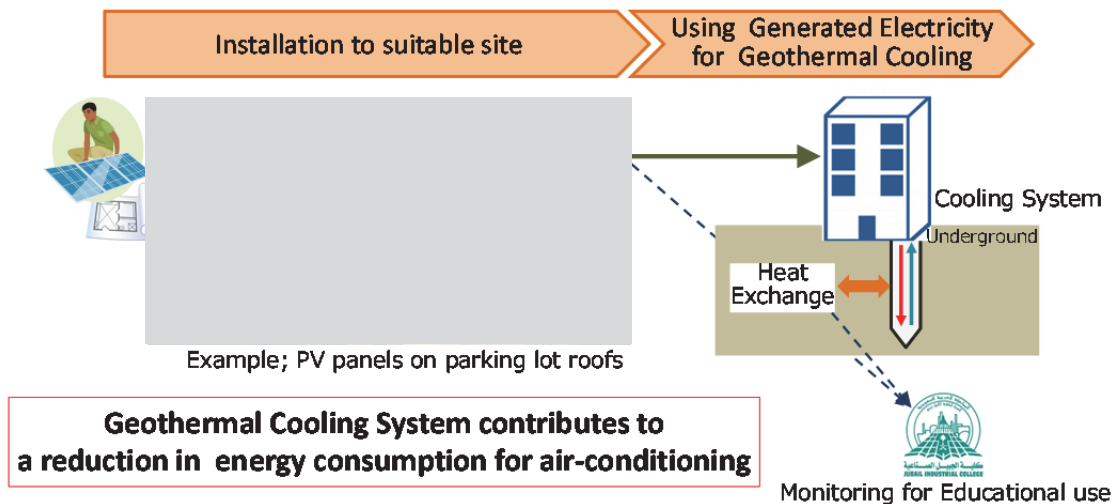
図 3.1.5-3 に示すように「サ」国の民生・業務部門では、電力消費量の約 7 割が空調に利用されている背景があり、第二回現地調査においては、地中熱を活用した空調システムを組み込んだ提案への関心が高いことが確認できた。

また、SHARQ Sustainability Program において、2025 年の製造量あたりの温室効果ガス排出削減目標を 2010 年比で 25%削減することを掲げるなど、温室効果ガス排出量の削減を課題としている。



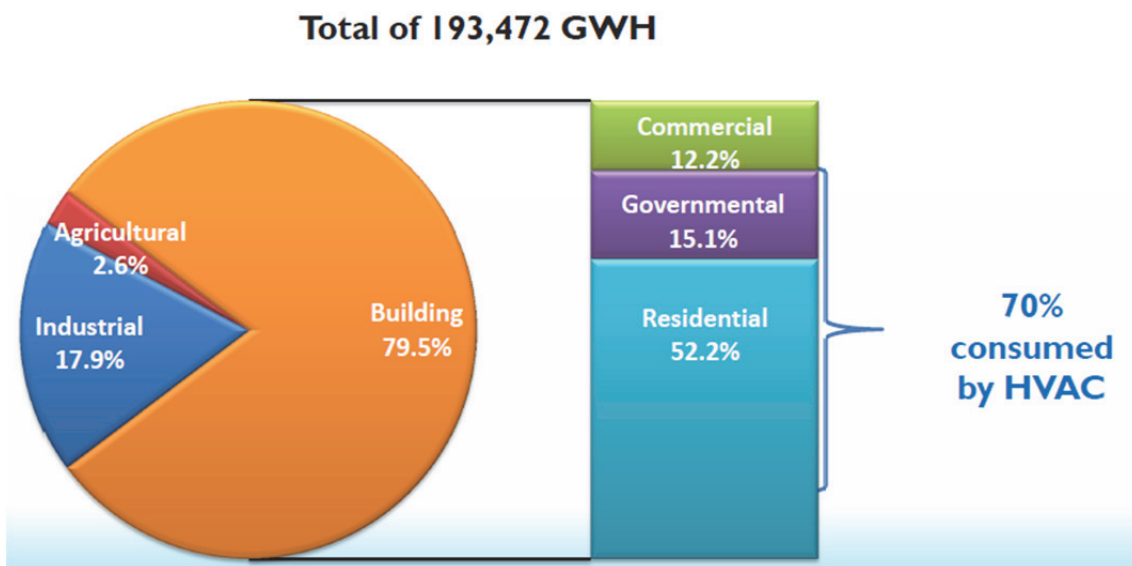
(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

図 3.1.5-1 駐車場屋根への太陽光パネル設置案



(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

図 3.1.5-2 駐車場屋根への太陽光パネルに地中熱を活用した空調システムを組み込んだ案



(出典：Saudi Electricity Company)

図 3.1.5-3 サウジアラビア民生業務部門電力使用のうち空調利用が占める割合

(2) 第三次現地調査結果

先述のとおり第二次現地調査においては、太陽光発電に地中熱を活用した空調システムを組み込んだ提案への関心が高いことが確認できた。このことを踏まえ第三次現地調査では、再生可能エネルギーである太陽光及び地中熱を効果的に活用することが可能となる BEMS (Building Energy Management System) を導入したシステム (図 3.1.5-4) について提案した。

本提案を協議したうえで、設置の可能性を検討するために現場の視察調査を行った。調査結果を以下に示す。

1) 太陽光発電

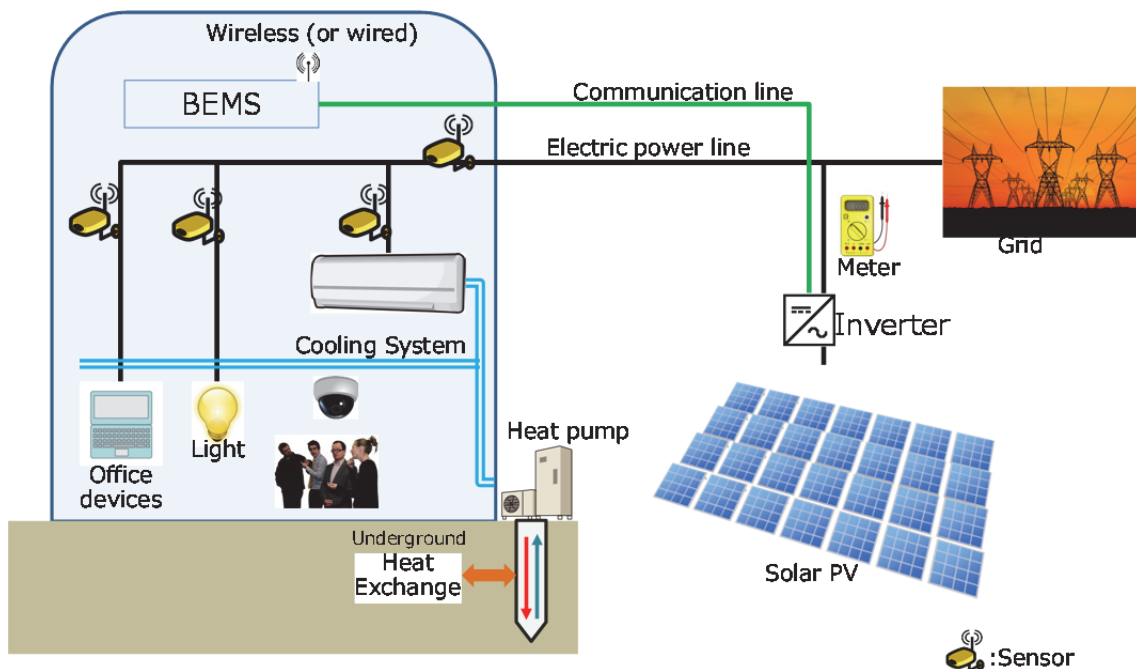
太陽光発電のモニタリングは、既に SHARQ に導入されている電気使用量のモニタリングシステムへ組み込むことが可能である。

2) 地中熱利用ヒートポンプ

管理棟の前庭または中庭が地中熱利用ヒートポンプ設置の候補地である。

3) 電力関連の現状

既に導入されている電気使用量のモニタリングシステムを活用し、各エリアの月間の電力消費が記録・分析され、サステナビリティレポートとして報告されている。また、電力は Saudi Electricity Company から一括での電力購入契約となっている。



(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

図 3.1.5-4 太陽光及び地中熱を効果的に活用する BEMS を導入したシステム

3.1.5.2 調査結果を踏まえた提案事項

3.1.5.2.1 提案概要

「サ」国では国内産油量の 1/4 を自国で消費しており、電力需要の伸びに伴い国内産油の自国消費が急増している。2038 年には石油輸出国から純輸入国へと転じる可能性があるとも指摘されている。この状況下において、石油や天然ガスなどの化石燃料の自国消費を極力抑制すべく再生可能エネルギー利用（とくに太陽光発電）の開発が急務となっている。

また、単なる再生可能エネルギーの導入のみでなく、エネルギーの効率利用が「サ」国の重要な国策に位置づけられている。さらに SHARQ はサステナビリティプログラムを通じて、2025 年までに製品 1 トンあたりの温室効果ガスの排出量を 25%削減することを目指している。

以上の「サ」国および SHARQ の状況をふまえ、管理棟エリアに、太陽光発電、地中熱利用ヒートポンプ、高効率照明、および Building Energy Management System (BEMS)を構成要素とした再生可能エネルギーを効果的に活用するパッケージの導入を提案する。このパッケージは太陽光および地中熱といった再生可能エネルギーを含むとともに、高効率照明および BEMS といったエネルギーの効率利用を可能とする要素を含み、「サ」国が求める要件に合致する。

各々の構成要素は次の箇所へ設置する。

主に管理棟周辺の駐車場の屋根に太陽光パネルを設置する。管理棟の前庭または中庭の地中に地中熱利用のための地中熱交換機を埋め、地中熱利用ヒートポンプを利用した空調設備を導入する。

管理棟内では、照明を人感センサー付 LED 照明へ交換する。管理棟内の電力消費を見える化し、再生可能エネルギーの効果的活用を図るために、管理棟内に BEMS を構築する。

太陽光発電の電力は SHARQ の既存の配電系統へ接続し、SHARQ の電力需要規模から、太陽光発電の逆潮流はなく、全て自己消費する。地中熱利用ヒートポンプで得られた熱エネルギーを既存の空調システムと連系し、空調システムの電力消費の削減を図る。なお、管理棟には既に最新のターボ冷凍機を利用した空調システムが導入済みであるため、これとの連携および比較検討のために詳細な調査が必要である。管理棟内の既存の照明を高効率照明である LED へ交換することで電力消費を抑える。LED には人感センサーを付加し、従業員の不在時には自動で消灯させることで、さらに電力消費の削減を図る。上述の、太陽光発電、地中熱利用ヒートポンプ、および高効率照明により、電力消費の削減が図れるが、この削減効果を見える化し更なる電力消費の削減を図るために BEMS を設置する。BEMS により管理棟の電力消費を詳細に把握でき、BEMS の運用を通じて PDCA (Plan, Do, Check, Act) サイクルを回しながら、従業員の省エネマインドの醸成、エネルギーの効率利用を目的とした設備使用計画の策定が可能となる。

3.1.5.2.2 提案各項目の説明

(1) 提案名

再生可能エネルギー（太陽光/地中熱）を活用した省エネシステム

(2) 提案内容（詳細）

(a) 太陽光発電

設置個所は主に駐車場の屋根である。駐車場屋根に設置した太陽光パネルからの配線を接続箱へ集約し、接続箱に集約された電力を太陽光発電用の変電所へ入力する。変電所には、太陽光発電の直流の電力を交流に変換する Power Conditioning System (PCS)、および交流に変換された電力を 200V から 4.16kV へ昇圧する変圧器を設置する。

(b) 地中熱利用ヒートポンプ

地中熱利用ヒートポンプは熱を地中へ伝える集中冷房システムであり、地中をヒートシンクとして利用する。一定の深さの地中の温度は地表面の年平均気温にほぼ等しく、地中熱利用ヒートポンプは地中と地表面気温の温度差を利用する。

管理棟の前庭または中庭の地中に地中熱交換機を埋め、地中熱利用ヒートポンプで得られた熱エネルギーを管理棟の既存の空調システムと連系させる。または、従来型の空調システムが備わっている建屋へ連系させる。

(c) 高効率照明

管理棟内の既存の照明（白熱電球、蛍光灯）を高効率照明である LED へ交換する。LED には人感センサーを付加し、従業員が不在時に自動で消灯する。

(d) BEMS

建物で消費されるエネルギーを効率的に管理することは多くの便益をもたらす。BEMS は建物で消費されるエネルギーを監視し制御するシステムである。BEMS は空調システム、照明、その他の設備を監視し制御する。設備の運用状況をリアルタイムに把握し詳細に傾向を分析することで、エネルギー管理の手法を最適化し運用コストを最小化するためのデータドリブンの洞察が得られる。日本では BEMS の適用により電力使用量を 20%削減した商用の建物も存在する。

BEMS は電力メータ、通信線、およびコンピュータから構成される。単線結線図に示したように、管理棟内で電力を計測したい箇所に電力メータを設置する。空調システムは管理棟の各階で電力系統が分かれていないため、空調システムについては、既存のエアハンドリングユニット、既存の FAN、および導入を提案する地中熱利用ヒートポンプの使用電力を計測する。照明については、各階ごとに使用電力を計測する。電力メータで計測された電力を計算機へ伝えるための通信線を管理棟内に敷設する。また、太陽光発電の電力を計算機へ伝えるため、PCS と計算機の間にも通信線を敷設する。管理棟内の一室にコンピュータを設置し、計測された電力をモニタへ表示する。

(3) 目的/期待効果

再生可能エネルギー（太陽光/地中熱）の導入により、化石燃料を起源とした電力使用量及び二酸化炭素排出量の削減を図る。

(a) 太陽光発電

太陽光発電の電力はそのまま電力使用量の削減につながり、この分の電力使用量が削減可能である。

(b) 高効率照明

日本において、高効率照明への交換により49%の電力消費が削減できるという実績があり、これに従うと高効率照明へ交換することで電力使用量が削減可能である。

(c) 地中熱利用ヒートポンプ

日本において従来型の空調システムへ地中熱利用ヒートポンプを適用することにより50%の電力消費削減の実績がある。また、単位面積当たりの電力消費の削減は355kWh/m²と推計されている。しかし、SHARQの管理棟には最新式のターボ冷凍機が導入されており、上記ほどの効果は得られないと思われる。従って、地中熱利用ヒートポンプからの熱エネルギーは、従来型の空調システムを使っている建物(受付棟など)へ適用することを推奨する。

(d) BEMS

日本において、BEMSによる電力消費の見える化により20%の電力消費の削減が得られている。

表 3.1.5-1 に提案の各項目の1年あたりの効果をまとめる。上記(c)に記載の理由により地中熱利用ヒートポンプは含んでいない。

表 3.1.5-1 提案の各項目の効果

項目	温室効果ガス削減量 (ton)
太陽光発電	2,678
高効率照明	85
BEMS	908
合計	3,671

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

SHARQ のサステナビリティプログラムへの貢献

本提案による合計削減電力量は管理棟の年間電力使用量の約79%である。これは管理棟において温室効果ガス排出量が約79%削減できることを意味する。この削減量は、SHARQのサステナビリティプログラムにおいて、2025年までの温室効果ガス削減目標値に掲げられている25%(管理棟を含む工場全体における目標値)の一端を担う。

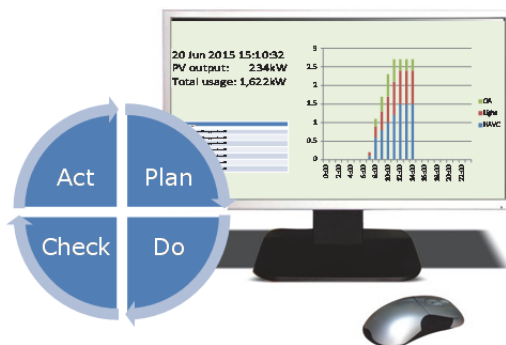
事業継続計画 (Business continuity planning、BCP) への貢献

自然災害、想定外事案、または他の事案によりSECからの電力供給が万一停止した場合でも、日中であれば太陽光発電からの電力供給により管理棟は稼働継続可能である。

SHARQ 従業員の省エネ意識向上への貢献

BEMSは電力消費を監視・見える化し、電力消費の傾向を分析できるよう電力消費のプロファイルを蓄積する。省エネルギーのためには電力消費の見える化に加えPDCAサイクルが必要である。トップマネジメントから全従業員へPDCAを浸透させるためには人

材育成も必要である。BEMSは省エネルギー人材の育成に強力なツールとなる。定期的かつ詳細な分析は省エネルギーの提案へとつながり、BEMSが確実な省エネルギーをもたらすことは、日本における多くの事例から明らかである。



(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

図 3.1.5-5 BEMS の画面例

(4) 初期導入コスト

表3.1.5-2に提案の各項目の初期コストを示す。

表 3.1.5-2 提案の各項目の初期コスト

項目	コスト(SAR)
太陽光発電	
高効率照明	
BEMS	
Total	13,974,600

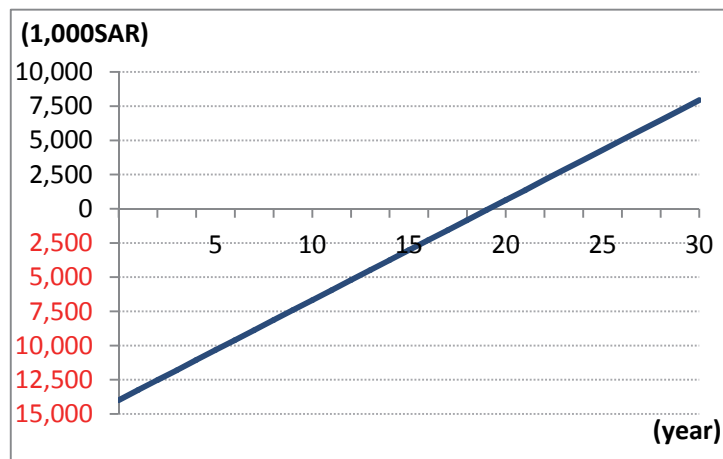
(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

投資回収期間はいくつかのケースで求められる。

ケース 1: 電力消費削減による投資回収期間(「サ」国における電力料金で計算)

SHARQから提供された電力料金の情報を基に、電力消費削減と初期コストから投資回収期間は20年と見込まれる。

$$\text{投資回収期間} = \text{初期コスト} / \text{1年間で削減できる電力量の電力料金}$$



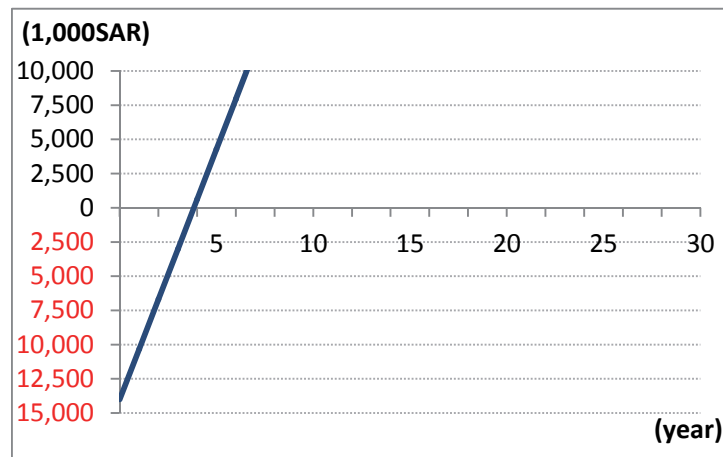
(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

図 3.1.5-6 「サ」国における電力料金で推計した投資回収期間

後述する二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism, JCM)のスキームが適用されれば、初期コストが50%削減され、投資回収期間は10年となる。

ケース 2: 電力消費削減による投資回収期間(日本における電力料金で計算)

日本の電力料金の場合、投資回収期間は4年となる。

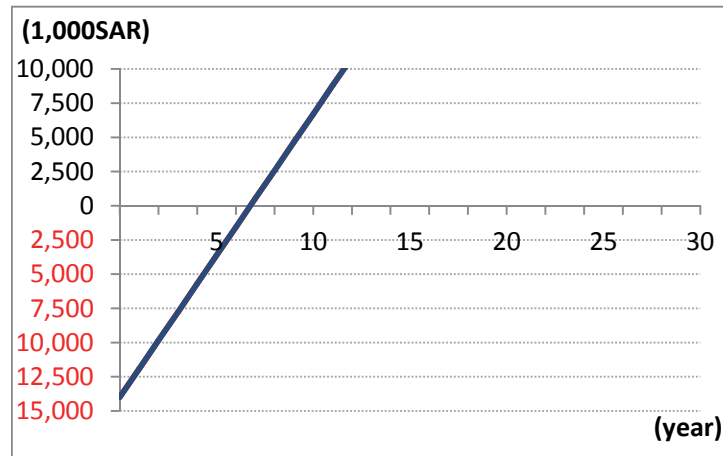


(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

図 3.1.5-7 日本における電力料金で推計した投資回収期間

ケース 3: 原油の機会損失による投資回収期間

省エネルギーは発電所で消費される原油の機会損失の低減とも言える。この機会損失を金額換算して求めた投資回収期間は「サ」国における電力料金で求めた投資回収期間の 2.8 分の 1 (*)、つまり 7 年となる。



(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

図 3.1.5-8 原油の機会損失で推計した投資回収期間

- * 原油の機会損失; SECから購入する電力の価格および同量の電力を発電するのに必要な原油の価格の比率は以下のように求められる。
 単位電力量を発電するための原油の体積: 1.6 barrel / MWh
 単位体積あたりの原油の価格 : 262.5 SAR / barrel
 単位電力量を発電するための原油の価格 : 420 SAR / MWh (= 1.6 x 262.5)
 単位電力量の購入料金: 150 SAR / MWh
 価格比(原油/購入電力): 2.8 (= 420 / 150)

(5) 実施スケジュール

表 3.1.5-3 に提案の項目を実施するスケジュールを示す。スケジュールはいくつかのフェーズに分けられる。工期は合計で約 18 か月となる。

表 3.1.5-3 実施スケジュール

項目	月	月																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
太陽光発電	第1回調査	■																	
	基本設計と第2回調査		■	■	■	■													
	詳細設計					■	■	■	■										
	施工								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
地中熱利用ヒートポンプ	第1回調査	■																	
	基本設計と第2回調査		■	■	■	■													
	詳細設計					■	■	■	■										
	施工								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
BEMS	第1回調査											■							
	基本設計と詳細設計											■	■	■	■	■			
	施工															■	■	■	■
高効率照明	第1回調査																		
	基本設計と詳細設計													■	■	■	■		
	施工																	■	■

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

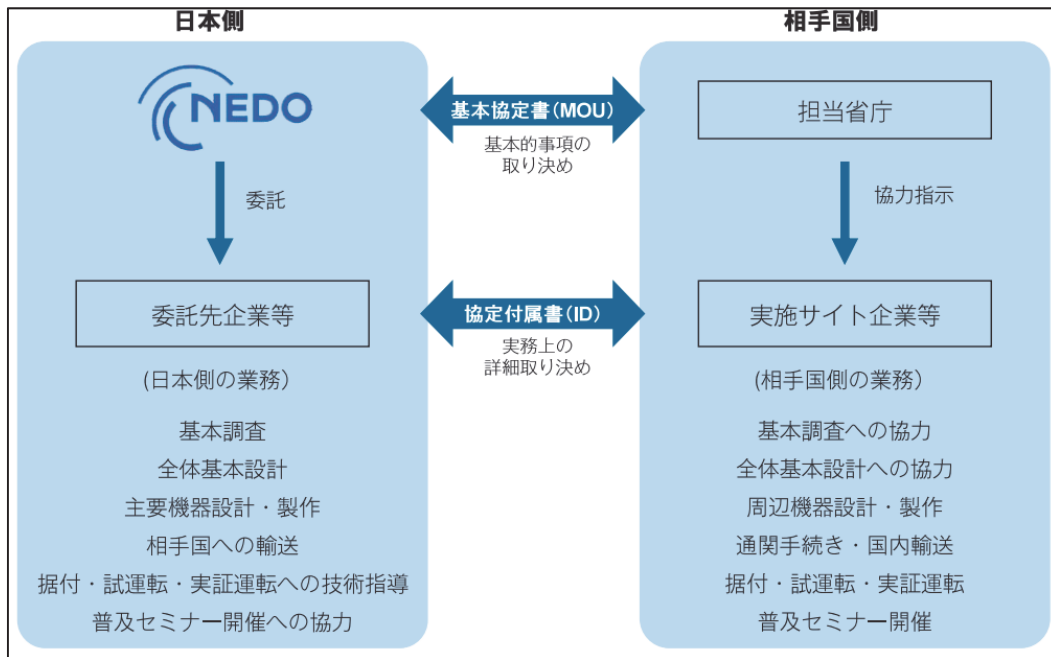
(6) 今後のアクション

提案プロジェクトを実施するにあたり、詳細調査および実施可能性調査が必要である。

具体的には、提案プロジェクトについて、日本国政府による支援スキームを活用することを提案する。支援スキームの例としては、「国際エネルギー使用合理化等対策事業」(経済産業省) および「二国間クレジット制度に係る実現可能性調査」(経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)」(付録参照)などがある。これらの日本国政府の支援スキームは調査費用の全額および初期投資コストの 50%以下を融資することが可能である。

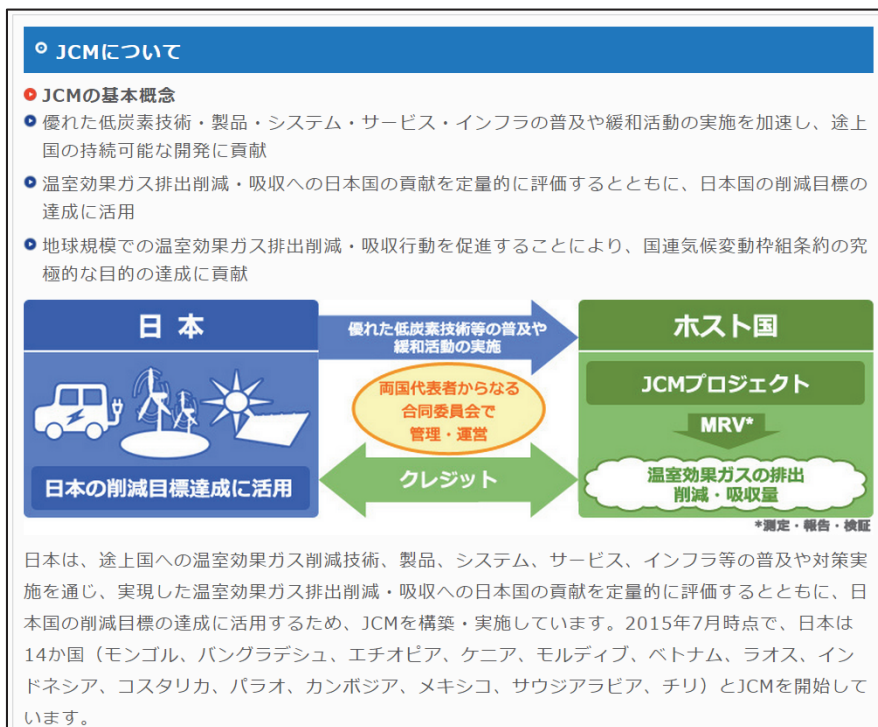
付録

-国際エネルギー使用合理化等対策事業(モデル事業実施体制)-



(出所: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構,
http://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/07_01kokusai.html)

-二国間クレジット制度の基本概念-



(出所: 新メカニズム情報プラットフォーム, <http://www.mmechanisms.org/initiatives/jcm.html>)

3.2 AR-RAZI の安定的事業継続・生産性向上のための インフラ整備及び人材育成プログラムに係る調査

3.2 AR-RAZI の安定的事業継続・生産性向上のためのインフラ整備及び人材育成プログラムに係る調査

3.2.1 教育（日本的経営）

3.2.1.1 調査経緯および提案概要

AR-RAZI に対する日本的経営に関する人材育成プログラム案を検討するに当たり、昨年 11 月から本年 1 月までの国内での予備調査段階で同社に向けて提案できると思われるプログラムを幅広く抽出した。その上で、本年 1 月の本邦招聘プログラムの実施時に、来日した AR-RAZI 関係者を含むサウジ側関係者全員に日本的経営の講義を行うと共に、代表的な日本的経営の実行の現場視察を行い、その効果を具体的に見せた。視察した企業は、トヨタ自動車、セキソー（プラスチック成型会社）、中部電力等である。AR-RAZI およびその出資者である SABIC からの参加者は、日本企業の技術力に強い印象を受けただけでなく、技術力の開発および運用が日本的経営および日本独自の工場の管理運営手法と深く連携していることについて現場視察を通じて理解を深めた。

本年 2 月の第二次現地調査においては、調査団より AR-RAZI 関係者に向けて、改めて日本的経営および管理運営に係る教育プログラムの特徴と効果、実施例を紹介し、関係者の理解を醸成しつつ興味を引きだすよう努めた。その際の対話により確認できた AR-RAZI の現状および問題意識を勘案し、本年 3 月から 5 月にかけて、改めて日本的経営教育プログラムの選定作業を国内にて行い、AR-RAZI に提案するのが適当と考えられるプログラムを 48 項目・合計 140 日間の研修カリキュラムとしてロングリストに編集し、本年 6 月の第三次現地調査に先立ち、AR-RAZI にメールにて提示した。

第三次現地調査では、予め提案したロングリスト記載のプログラム案に基づき AR-RAZI と意見交換を行い、最終提案に盛り込むプログラムの絞り込みを行った。その結果、まず AR-RAZI 関係者に対しては日本に来訪願望、フィールドスタディーを通じて日本特有の技術および経営手法の実行状況の更なる紹介をすることが有効であるとの認識を共有した。また、同社の現在の問題意識に基づくその解決に繋がると期待されるプログラム、更には 5S、カイゼン、しつけなど日本的な社員教育プログラムを盛り込むこととした。

その協議内容を受けて、最終的に以下の 7 コースのプログラムをプロポーザルの原案として取り纏め、本年 8 月に AR-RAZI に提示の上、9 月の第四次現地調査に入り、AR-RAZI とのワークショップにおいて最終確認を行った。更に AR-RAZI に対するプロポーザル内容について第四次調査時に SABIC にも説明の機会を持ち、SABIC の賛同を確認した。

- コース 1 シニアマネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修
- コース 2 マネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修
- コース 3 管理職の役割認識プログラム
- コース 4 5S プログラム

- コース 5 カイゼンプログラム
- コース 6 しつけプログラム
- コース 7 日本的経営プログラム現地研修

AR-RAZI は既にさまざまな手法を用いて生産性向上に努めているが、これまでに導入され一定の効果をあげていると認識されているものは欧米で著名な手法が大半で、日本の手法はその効果が未だ確認されていない。その欧米的手法は座学研修による実施が主流で、実務を通して成長の機会を得られる OJT を重視する日本の手法とは実施方法が異なる。よって、今次調査および AR-RAZI との対話を通じて、欧米式手法と異なる日本の経営や生産管理に特徴的なもの、即ち、役割認識、カイゼン、しつけ等を盛り込むこととした。今後の議論を通して日本の手法が AR-RAZI の人材育成プログラムの一環として採用され、その効果が発現できることが期待される。

更にリーン生産システムについて第四次現地調査出発前に SABIC から興味のある旨の連絡が入り、同調査時にリーン生産方式の主要な手法（5S、7つのムダ、Visual Management、日常管理と変化点管理、かんばん、VALUE MAP）、導入事例、シミュレーション演習を紹介した。SABIC はこれに関心を示し、SHARQ と AR-RAZI をモデル企業として導入の可能性を検討したいとの意見が出された。この点も念頭において今後上記 7 つのプログラムの実施を議論する際に、リーン生産システムをひとつのキーワードとして人材育成プログラムの具体化を図るのも一案と思料する。

3.2.1.2 調査内容

(1) 現地訪問前国内業務（2014年11月～2015年1月）

1) 招聘プログラムの準備

2015年の1月に予定されていた AR-RAZI および SABIC を含むサウジアラビア側本調査関係者の来訪受入のため次の準備を行った。

- ① 招聘プログラム実行時に、「日本的経営」に関する講義を行うこととして、その内容の選定と資料、質問票等の準備。
- ② 招聘プログラム実行時に、日本的経営および日本独自の工場等の運営管理現場視察先の選定と、受入準備。最終的には、以下の施設訪問を手配した。
 - ・ トヨタ自動車/元町工場
 - ・ トヨタ自動車/トヨタ会館ミュージアム
 - ・ セキソー/プラスチック製品製造工場
 - ・ JR 東海/リニア・鉄道館
 - ・ 中部電力/中央給電指令所
 - ・ 中部電力/川越火力発電所

2) 招聘プログラムの実施

本年1月に来日した本調査関係者に対して、次のプログラムを実施した。

- ① 日本的経営に関する講義
- ② 日本的経営への関心の予備調査
- ③ 視察先の案内
- ④ プログラム終了時点での日本的経営に関する関心調査。

上記プログラムの実施及び参加者との直接インタビューにより、次の項目について日本的経営および関連教育プログラムに関心が高いことが確認された。

- 現状打破の発想法と戦略マネジメント
- カイゼンとムダの撲滅
- 日本的人材育成
- 組織設計とシステム化
- リーダーシップと動機づけ
- マネジメントシステムの設計
- 品質・生産性向上の道具
- 全社的カイゼン活動（TQM、TPM、リーン生産方式）

(2) 第二次現地調査（2015年2月10日～12日）

1) 第二次現地調査以降における AR-RAZI 調査の重点

インセプションレポートにおいて実施を言及したインタビューについて、AR-RAZI側がマネジメントシステムの中心メンバーを4人リストアップし、1人2時間のインタビュー時間を設定した。インタビューを含め調査の重点事項を以下に示す。なお、第二次現地調査では、aとbを重点調査項目とし、cは第三次、dは第四次にてそれぞれ詳細な調査を行った。

- a 仕事を通じた人材育成の実施状況
職務記述書にあるマネージャーの役割としての人材育成、職能評価基準シート、昇進システムを調査する。
- b マネジメントシステムとしての TQM (Total Quality Management)
SABIC が AR-RAZI へ展開している TQM の仕組みの理解、どのような内容で実施され、それがどのように企業業績に貢献しているかを調査する。
- c TPM (Total Productive Maintenance)
化学プラントにおける設備保全活動がどのように、どこまで実施されているか、5S、設備総合効率、計画保全、予防保全などを調査する。
- d リーン生産方式
化学プラントにおけるリーン生産方式導入が、どのような効果をもたらすのかを調査する。

2) インタビュー結果

インタビューの結果として、以下の事実を把握した。

- SHARQ 同様 AR-RAZI においても安全、品質、コスト、生産量に関して高い世界的な競争力があり世界のトップクラスである。
- マネジメントシステムは、SABIC の TQM のシステムで SABIC の方針を受け、目標管理 (Business Objectives) が実施されている。
- TPM を 1 年間導入したが、中断した。日本式の TPM でなく、欧米流を導入することになった経緯がある。
- 人材育成プログラムは、上記に記述したように入社からの OJT から専門職または管理職、上級管理職を対象とした研修プログラムが予算化され実施されている。管理職の意識としては、部下の育成とは研修会に参加させることを意味し、仕事を通じた部下の育成には重点が置かれていない。
- 人事考課としては、上述の通り、個人の業績と行動規範 (value) で評価する仕組みがあるが、これをすべての社員に適応することには無理があると考えられる。
- SABIC の価値 (Value) として以下の 4 点が挙げられている、実際にどのように実施されているか不明である。
 - 訓練とリーダーシップスキルによるエンパワーメント
 - 興味、常識への挑戦
 - 潜在的な機会を発見し、新しい道を求める
 - 考えてもいなかった現状打破を展開する

3) AR-RAZI のマネジメントシステムの調査

マネジメントシステムの概要は以下のとおりである。

a 組織の階層

- スタッフ
- ライン (ゼネラルマネージャー、シニアマネージャー、マネージャー、エンジニア、Superintendent、Specialist)

ゼネラルマネージャーの配下に HRD と EHSS が配置され人材の採用、育成、安全に関する責任と権限が与えられている。

b Business Objectives の設定と Business Objectives Performance

- 中長期・年度の目標は、SABIC の方針を確認してバランススコアカードを活用し、シニアマネージャーが議論して各部門の KPI を設定し、そのテーマに関する責任部門を明確にして、部門間調整のうえ目標を設定する。5 つの分野の目標を詳細の KPI として 90 項目に展開し、マネージャーは約 50 項目のテーマ、目標値を設定し、最終的に、この目標を末端の個人まで展開している。
- その performance を眼で見る管理としてコンピュータのデータで常にモニターできるようになっている。四半期に 1 回進捗度の会議を実施する。日常管理は、達成度によって色分けし、未達の指標をどのように達成するかが検討されている。

る。

c Business Objectives の Performance の評価 (HRD)

SABIC の業績と行動規範の評価は、以下の通りである。

- 正規分布での個人評価 TRP (Talent Review Process)
- 全社員は、価値 Value が 3 段階、業績 Performance は 5 段階で評価される。

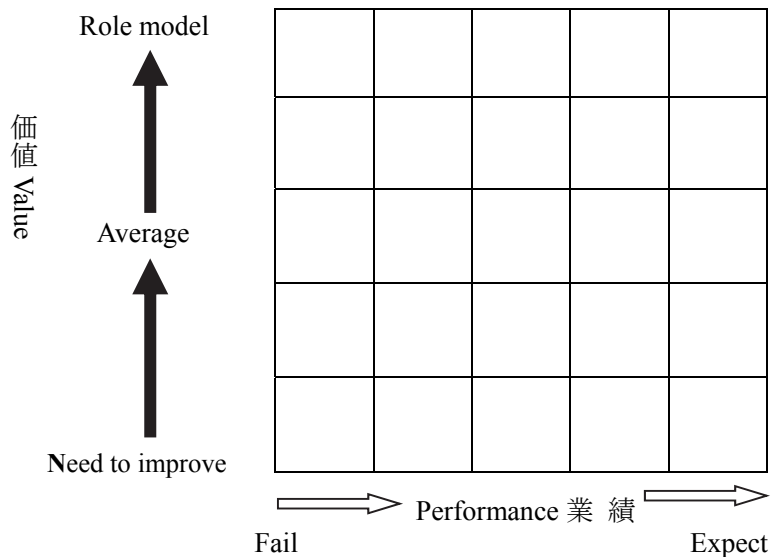


図 3.2.1-1 価値と業績 Value and Performance

(出所： JICA スタディチーム、中部産業連盟)

価値 (Value) は、以下の 4 項目であり、下記のように詳述されている。なお、解釈の正確さを期すため () 内に原本の英語を表記する。

鼓舞する (Inspire)

勝利する態度 (Winning Attitude)、情熱的なアプローチ (Passionate Approach)、訓練とリーダーシップスキルによるエンパワーメント (Empowerment by Training and Leadership Skill)

約束する (Engage)

価値の相違を尊重する (Respect and Value Differences)、コミットメントと理解 (Commitment and Understanding)、SABIC との連携 (Connect SABIC to Community)

創造する (Create)

興味、常識への挑戦 (Curious, Challenge Conventional Thinking)、潜在的な機会を発見し、新しい道を求める (Seeking New Way to Uncover Opportunities)、イノベーションを起こす解決法を発見する (Finding Innovative Solutions)

実践する (Deliver)

考えてもいなかった現状打破を展開する (Developing Extraordinary Breakthroughs)、

完璧な実践に焦点をおく (Focus on Flawless Execution)、世界クラスの環境的責任、健康、安全(World Class Environmental Responsibility, Health and Safety)

d 人材育成

AR-RAZI で実施している人材育成研修プログラムは、以下の通りである。

- 新規採用社員教育 Newly hired employee
- BOTP (Basic Operating Program) /EHSS→JTQ/Monitoring/IDP/In-house Training
- OJT (6 か月間、SRM が週間・月間でモニターし最終テスト合格でオペレーター就任)
- Training Plan Presentation (個人の能力ギャップを埋めるマネージャーの学習)
- SHEM in house training
- JQP (Job Qualification Program) Technician and Operator を対象とし、1 年で仕事を習得後に知識、実地、SHEMS の試験を行い評価する。7 つの職場を経験し試験に合格すると Total Qualification Operator になる。
- 危機救済トレーニング Emergency Rescue Training
- シミュレーション Simulation Training
- 日本企業派遣プログラム Development Program at MGC Factory in Japan
- IDP (Individual Development Program) TRACCESS 記録システム
エンジニアの技術力としてコンプレッサー、回転機など必要項目をどこまで習得すべきかの目標とそれをどこまで習得したかの実績の記録
- 部門間知識交換プログラム Exchange of Knowledge
- SUCSESSION PLAN
専門職か管理職かを相互評価し、どの道に進むのかを決定する。
- SEeD (SABIC Engineer Early Development Program)
SABIC の Engineer 対象の 2 年間のプログラム、6 か月間で 1 カ所の技術の習得をする。筆記および実技試験を実施し、パスすれば次の箇所に行き、6 か月間掛けて OJT を実施する。TQM はそれを 1 週間ごとにフォローする。
- CAT (Competency Analysis)
自己評価をして専門職 technician に進むか管理職 management に進むか決定する。
- その他研修プログラム
シックスシグマ
コンフリクトマネジメント 5 日間コース
エグゼクティブコーチング (1 対 1 のコーチングプログラム)
ロンドン大学でのリーダーシップ研修 (5 日間)

4) インタビューおよび調査結果に関する AR-RAZI へのフィードバックおよび調査団からの説明 (2015 年 2 月 12 日)

上記インタビューで気づいたポイントを AR-RAZI 出席者にフィードバックすると共に、日本的経営に関して補足の説明を行った。その項目および内容は次の通り。

① 役割認識プログラムに関連したコメントおよび説明

マネージャーの役割をどのように認識して実践して成果に結びつけるか、マネージャーのコンピテンシーと業績をどのように評価するかの重要性を説明し、シニアマネージャーまたはマネージャーへの確認事項として、SABICのValueと業績評価の「ものさし」から以下の確認が重要であることを説明した。

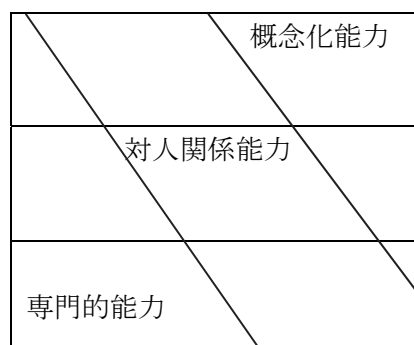
- 部門の使命およびマネージャーの役割
- 顧客満足度やグローバルな競争力向上に対する貢献
- 現状の障害の打破と業績への反映
- 他部門との連携方法
- 仕事を通じた部下の育成方法

更に、マネジメントシステム、人材育成プログラムは素晴らしいが、マネージャーの役割がどこまで実践され成果が上がっているかの疑問がある、加えてマネージャーの最大の評価基準は概念化スキルであり、オペレーター、テクニシャンは、専門的能力に重点を置くべきとのコメントを發した上で、日本の業績評価の考え方（図 3.2.1-2）を紹介した。具体的には、我々が実施している、マネージャーの役割を認識し、それを具体的に実行し、それを評価する研修プログラムを立案し提案することにした。

なお、AR-RAZI との面談で日本での業績評価の考え方について、以下の通り説明した。

マネージャーの役割記述と職務職能基準コンピテンシーシート

- トップマネジメントは概念化能力（Conceptual Skill）45%、対人関係能力（Human Skill）45%、専門的能力（Technical Skill）10%
- マネージャーは概念化能力 1/3、対人関係能力 Human Skill 1/3、専門的能力 1/3
- オペレーターは、概念化能力 10%、対人関係能力 40%、専門的能力 40%



（出所：中部産業連盟 JICA スタディチーム）

図 3.2.1-2 コンピテンシー

新人から若手社員は、積極性、責任感、協調性、順応性、規律性の5つで態度

の評価をする。

② 5S およびしつけプログラムの紹介

マネージャーへの研修プログラムは充実しているが、現場中心の研修の機会が限られている。精神的な研修ではなく、現場のスペシャリスト、オペレーターの行動変革を実践するための全社的取り組みを促す研修プログラムを考えることを推奨。

③ 日本企業の事例研究の紹介

日本において高い業績をあげている企業を訪問し、その事例を研究することを推奨。

(3) 第二次国内業務（2015年3月～5月）

上記第二次現地調査の結果を整理し、AR-RAZI の現状と問題認識を踏まえ、改めて本調査によって将来的に AR-RAZI に提案できる教育プログラムを 48 項目にまとめ、それぞれの具体的な内容、期間、対象そして期待効果を整理した。また、日本での実証例等も付記してロングリストに編集し、これを第三次現地調査に先立ち、メールにて AR-RAZI に送付した。

(4) 第三次現地調査（2015年5月26日および28日）

第三次現地調査に先立って送付したプログラムロングリストに掲載されている各プログラムに対する関心度の調査および現場の 5S 評価を実施した。

1) 提案ロングリストに対する AR-RAZI 側の反応

事前に送付したロングリストについてプログラムの構成および研修手法、プログラム内容を説明し、どのプログラムに関心があるかを確認した。AR-RAZI 側の反応は次の通りであった。

- ブレークスルーは、SABIC の業績評価基準である価値 (Value) で重視されており、その具体的な展開として大きく評価された。
- ビジネスゲームについて、AR-RAZI ではマーケティングを含むこの種の教育はしていない。本来この手の業務は SABIC 本社が行っており、AR-RAZI の業務に含まれていない（これに対して調査団より「AR-RAZI の業務に含まれずとも、ビジネスメカニズムを理解し、財務の基礎を習得することは AR-RAZI にも必要なはず」と返答したところ、AR-RAZI 側も理解を示した）。
- ビジネススタートアップシミュレーションには、コンフリクトマネジメントおよび 360 度評価を含め強い興味を示した。
- 5S に関し AR-RAZI 側から関心表明があった。
- しつけ教育を、5S 活動を通じて展開することを提案し、理解を得た。（尚、5S は、28 日のメンテナンスのワークショップにおける治具、工具、検査機器の 5S の実施

レベルの評価結果を踏まえて検討することを確認した)

一方、関心を示さなかった、もしくは AR-RAZI への適用の有効性を確認出来なかった項目は以下の通りである。

- 組織設計、給与制度は、AR-RAZI で既に SABIC における共通メニューを持っているとの説明があった。業績評価基準については大きな問題があるとのことだった。
- TQM は SABIC のシステムで、KPI が設定されている。バランススコアカードを使い、小集団活動でなくすべての従業員にビジネスオブジェクトが展開され、価値 (Value) と業績を評価する仕組みが組み込まれている。
- TPM における設備総合効率 (OEE) は、95%から 98%を達成している。平均停止インターバル (MTBF²) についても算出しており、PM 分析も実施している。提案した PM 活動に必要なデータは KPI として登録され管理している。
- リーン生産方式についてはビジネスモデルとしての研究は必要であるが、それを導入することはない。

2) 設備保全のメカ部門の設備、治具、工具、検査工具の 5S 評価

治具、工具、検査工具の 5S 評価を行ったところ、評価点は 23/100 点であった。なお、特筆すべき点は下記のとおりである。

- ロケーションの表示は一部のみ。
- 1つのロケーションに複数の工具が混在している。
- ツールボックスにどんな工具が何本入っているかの表示がない。
- ツールボックスの中が整理されず、必要なものが揃っているか確認できない。
- ツールの入出管理、紛失などの管理に不備がある。
- 自転車の個人ツールボックスも同様に整理されていない。
- メカの切断設備などのオペレーターは 1人でやっており、同設備は稼働していなかった。今後どのように後継者を育成するかの疑問がのこった。

総評としては、改善の余地が大いにあり、5S を展開することにより潜在化していた問題点を顕在化することができれば、大きな効果を上げられると考えられる。

3.2.1.3 最終提案

(1) 研修プログラムの提案

マネジメントシステムは完備されており、マネジメントに関する研修プログラムは充実している。よって、紹介した手法の多くに対し、「知っている」「やっている」と答えるが、どのレベルを「知っている」「やっている」とするのかに対し、サウジアラビアと日本では認識に大きな差があると思われる。実際に、日本的経営プログラムの詳細を説明するとか

² MTBF: Mean Time between Failures

なりの興味を示した。そこで、最終的な AR-RAZI への提案はを以下の通りとした。実際に高い業績をあげている日本の企業の実際に見て学んでもらい、マネージャーとしての役割を再認識し、監督者を対象とした現場の基本からのマネジメントを確立していくことが重要と考える。リーン生産方式については、別途コンサルティングサービスとして提案する。

表 3.2.1-1 最終提案研修プログラム

(出所： JICA スタディチーム、中部産業連盟)

	コース名	対象	実施場所
コース 1	シニアマネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修	シニアマネージャー	日本
コース 2	マネージャー向け日本的経営事例研究プログラム本邦研修	マネージャー	日本
コース 3	管理職の役割認識プログラム	マネージャー	ジュベール
コース 4	5S プログラム	監督者	ジュベール
コース 5	カイゼンプログラム	監督者	ジュベール
コース 6	しつけプログラム	監督者	ジュベール
コース 7	日本的経営プログラム現地研修	マネージャー	ジュベール

(2) リーン生産方式のコンサルティングサービス

上記のプログラムで提案したように日本的経営事例研究プログラムで管理職に日本での研修と企業訪問による事例研究に参加してもらおう。そこで実際のリーン生産方式の手法を含むシミュレーションを経験してもらい、5年後のものづくりの将来構想を描いてもらう。その結果から、5S、カイゼンに始まり SCM (サプライチェーンマネジメント) までの広範な考え方、手法を自社のビジネス・プロセスおよび生産プロセスのどこを対象として、どのように導入するのが効果的なのかを考察する。

本格的にリーン生産方式を導入するのであれば、リーン生産の専任プロジェクトチームの編成が必要である。そして、プロジェクト推進スケジュールを決定し、費用を見積り、毎月の定期的な訪問によるコンサルティングを実施することを提案したい。

研修プログラムのスケジュール

研修プログラム	日数	2016	2017	2018	2019	2020
1 日本的経営事例研究プログラム (シニアマネージャー)	12日間	→				
日本的経営事例研究プログラム (マネージャー)	29日間	→				
2 管理者の役割認識プログラム ・起業シミュレーション ・ブレークスルー発想法	研修4日 フォローアップ 2日	→	→	→		
3 SS	研修2日 フォロー3日		→			
改善プログラム	研修2日 フォロー2日		→			
4 しつけプログラム Discipline Program	研修とフォ ロー 7 日間		→			
5 日本的経営 KSA	25日間		→			
リーン生産システム(TPS) プロジェクトチーム編成	検討後に決定		→			

図 3.2.1-3 研修プログラムの実施スケジュール

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

表 3.2.1-2 研修プログラムの概算費用

(単位：1,000SAR)

研修プログラム No.	1	2	3	4	5	6	7	
期間(日)	12	29	注 1	注 2	注 3	注 4	25	
参加人数(人)	12	12	12	12	12	12	12	
概算費用	研修費	106	255	144	294	197	182	324
	旅費、宿泊費 参加者	474	661	---	---	---	---	---
	旅費、宿泊費 講師	---	---	113	145	102	100	140
	現地での旅費交通費	18	24	7	16	16	15	13
	研修運営テキスト、研修会場	23	36	7	7	7	7	7
	コーディネーション費	32	79	18	36	36	36	79
	管理費	13	32	13	27	27	27	32
	小計	666	1,087	303	525	385	367	595
	消費膳	53	87	24	42	31	29	48
Total	719	1,174	327	567	416	396	643	

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

注 1：6 か月間に現地訪問 3 回、現地講義日数計 6 日

注 2：6 か月間に現地訪問 4 回、現地講義日数計 5 日

注 3：6 か月間に現地訪問 3 回、現地講義日数計 4 日

注 4：現地講義 7 日間、6 か月後に効果測定を行う。

SS、改善プログラムについては、現場での定着化の指導を強く要請されており、実施前の打合せが必要であれば、別途追加費用を計上する可能性もある。

3.2.2 安全・保安/セキュリティ

マネジメントの視点から当分野の調査及び分析を実施した。事前の情報収集で SABIC が affiliate で推進している Safety, Health & Environment Management (SHEM)を確認し、当分野では SHEM に焦点をあてるのが最良ととらえ、SHEM に関する調査及び分析を提案に展開する。

3.2.2.1 調査結果

(1) 調査結果の概要

SABIC が推進する SHEM はリスクマネジメントの要素を網羅し、全 affiliate の運用を考慮して構築されており、これをサポートする IT インフラなども充実し高いレベルにある。誰もが SHEM を「excellent」と捉えていることも理解できる。直ちに何らかの処置を取るべき事項は見受けられなかった。

全般的には良好ととらえることができるが、SHEM Elements 個別の調査では、各 Elements の仕組面及び実施面で改善の余地があると建設的に考えているマネージャーや担当者は相当数いることがわかる。各 Elements の理想の状態をイメージすると現状とのギャップが認識できる。ギャップの生じる原因を分析し、その原因について対策することが改善の実施には有効である。

またリスクマネジメントの取り組みに関して、一般的な日本のやり方と比較すると相応の違いを認識できた。それぞれのメリットを相互に採用し融合することでさらなる効果が期待できるであろう。

本件調査における分析及び提案に向けての主なインプット次に示す。これらを総合的に判断し、後述の提案をおこなう。

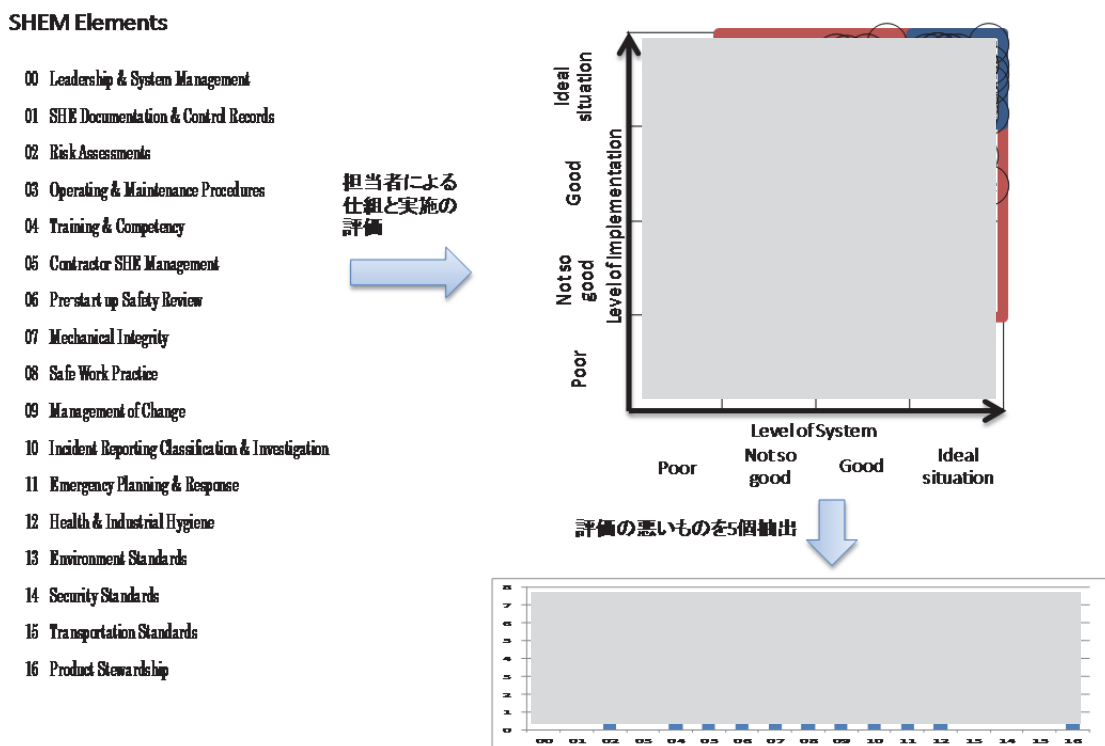
- a) 日本でのリスクマネジメントコンサルティングに関する経験や概念
- b) SHEM に関する事項
 - ・ SHEM Elements に関する調査
 - ・ SHEM に関するドキュメント類
 - ・ EHSS Dept. マネージャー及び担当者へのインタビュー
- c) その他の事項
 - ・ 教育（日本的経営）調査におけるシニアマネージャーへのインタビュー（SHEM Elements に関する調査を含む）
 - ・ 日本人スタッフとのミーティング
 - ・ 会社見学（ジュベール工業団地内企業及び日本国内の関連企業）

(2) 調査結果の要点

1) SHEM Elements に関する調査

SHEM の各 Elements の仕組及び実施に関してマネージャー（2名）及び担当者（7名）に現状の評価を依頼し、課題等に関して意見を求めた。評価結果を図 3.2.2-1 に示す。X 軸は仕組のレベル、Y 軸は実施のレベルを示しており、図中の青枠にプロットされたものは仕組も実施も理想と評価されたものであり、赤枠内は改善の余地はあるが良好と判断されたものである。AR-RAZI は SABIC の affiliate 内で SHEM に関する賞を獲るなど活動に積極的なこともあり、全ての担当者が赤枠内との評価であった。

SHEM Elements 評価後、Worst 5 Elements の抽出を依頼したところ、02 Risk Management を上げた人が 7 名と最多であった。SHEM をさらに上のレベルを目指すにはリスク分析とその対応のレベル向上が必要であると認識していた。16 Product Stewardship の件数が多いのはこの Elements の制定が新しいために問題意識が高いためである。



(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.2.2-1 SHEM Elements 調査結果

2) リスクマネジメントの日本式との比較

リスクマネジメントの目的達成に向けての取り組み方法について、本件調査により一般的な日本のやり方と相応の違いを認識した。主な相違点の比較を表 3.2.2-1 に示す。要点は次のとおりである。

- SHEMA では SABIC 及び各社で Safety & Security に関する専門性の高いスタッフが充実しており、それらのスタッフが主体的に現場の支援をおこなっている。日本では現場スタッフが主体的に活動し、Safety & Security に関する少数の専門スタッフがサポートする。
- SHEMA では Off JT が充実し、ここで専門性の高いトレーニングを受けることができる。日本では OJT による職場の業務指導が主体である。
- 何かあったときのインシデント対応について、SHEMA では現場からの迅速な報告及び専門性の高いスタッフにより再発防止をおこなう。日本では各職場のスタッフが自ら再発防止に取り組むことを重視する。
- SHEMA では内部及び外部の監査による適切性評価が主体であるが、日本では各職場での自己点検が主体である。

表 3.2.2-1 リスクマネジメント SHEMA と日本式の比較

		SHEMA	一般的な日本スタイル
Safety & Security担当	特徴	専門部門と手厚いスタッフ	少ないスタッフ
	メリット	現場にきめ細かいサポートができる	現場の自主性を育む ⇒ 現場がSafety & Securityを含む他の施策を総合的に取り入れて職場を強化
リスクアセスメント	特徴	EHSS Dept.のサポート	現場が主体
	メリット	専門性の高いスタッフのサポートにより職場ごとのリスク分析のバラつきが少なくなる	現場業務に密接なリスクアセスメントができる ⇒ 現場の従業者で課題、過去のトラブルなども取り入れたリスク分析により職場をカイゼン
人材育成	特徴	Off JTが主体 講座がかなり充実	OJTによる実務の指導が主体
	メリット	幅広い、専門的な知識の習得	実務に密接したスキルの習得 ⇒ 指導を通じた指導者のスキル向上、指導しながら現場をカイゼン
インシデント対応	特徴	現場からの迅速な報告と専門性の高いスタッフによる再発防止	現場による再発防止を重視
	メリット	迅速な情報の共有と全社的な再発防止レベルの確保	再発防止を通じて現場の問題点を分析しをカイゼン
適切性の評価	特徴	(内部・外部)監査が主体	日常の自己点検が主体
	メリット	客観的な評価	迅速な問題点の対応で現場をカイゼン

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

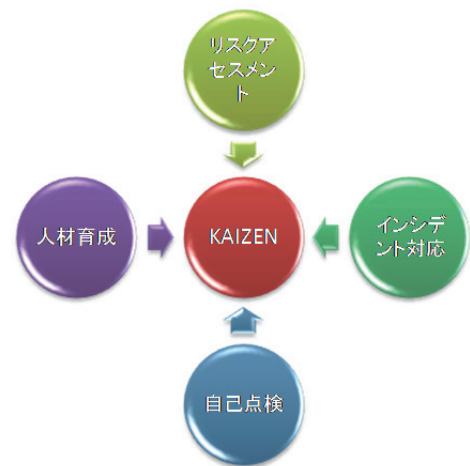
概して、SHEMA ではそれぞれの分野に専門性の高いスタッフを充実し、それらスタッフが主体的に活動する。日本では各職場スタッフが主体的に活動する。職場のスタッフは日々の生産や研究開発などの本来の業務に加えて Safety やコンプライアンス、事業継続管理などの様々な活動を要求されており、本来業務以外の専門性は高くない場合もあるが、様々な活動を通じて自ら職場をカイゼンする、そしてどのような活動もカイゼン

に結びつけることが特徴といえる。

3.2.2.2 提案概要

(1) 提案の骨子

「SHEM の運用を通じた現場改善活動」を提案する。これは SHEM の仕組みを変更するものではなく、現在でも十分に高いレベルにある SHEM の活動に、日本的な特徴であるカイゼンの考え方を運用の工夫により取り入れるものである。これにより EHSS Dept. の負荷が軽減され人員を増やすことなく新たな施策を取り組むことができる、5S が推進できる、現場の Safety, Quality, Cost, Delivery (SQCD) が向上するなどが期待できる。短期間の活動で直ちに効果を実感できるものではないが、継続的な実施により、職場スタッフが自ら現場をカイゼンし強化するという文化の醸成とともに功を奏すであろう。



(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.2.2-2 カイゼン アプローチ

Safety & Security 分野からのカイゼン活動のアプローチとして、これまでの調査結果及びリスクマネジメントの要素を勘案し、次の4つのテーマに取り組むことを推奨する。

1) リスクアセスメント

リスクアセスメントを各職場スタッフが EHSS のサポートを得ながらも、主体性を持って現場のリスクを自ら発見し、タイムリーに対策する。職場スタッフ（できれば全員）で話し合いながら日頃感じている課題や過去のトラブルなども考慮したリスクを分析し、対策には職場スタッフ（できれば全員）で知恵を出し合うことで職場に密接なリスク対策をおこなうことができるし、現場をカイゼンすることができる。

2) インシデント対応

インシデント時には迅速な報告に加え、現場の職場スタッフが主体性を持って再発防止に向けた原因分析や対策立案に取り組む。インシデントにはならなかったレベルのもの（業務上のヒヤリとしたこと、ハットとしたこと）についても同様に取り組む。このとき 1) 同様に職場スタッフ（できれば全員）でおこなうことで職場をカイゼンすることができる。

3) 自己点検

現状おこなっている定期的な監査指摘の是正処置に加え、職場スタッフが自ら日頃の

業務に関する自己点検すべき事項（自己点検項目（5Sを含む）、自己点検頻度、自己点検実施者、点検方法など）を整備し、自己点検を実施し、不適合を是正する。自己点検を強化することでタイムリーな不適合の是正をおこなうことができる。このときも1)同様に職場スタッフ（できれば全員）でおこなうことで職場をカイゼンすることができる。

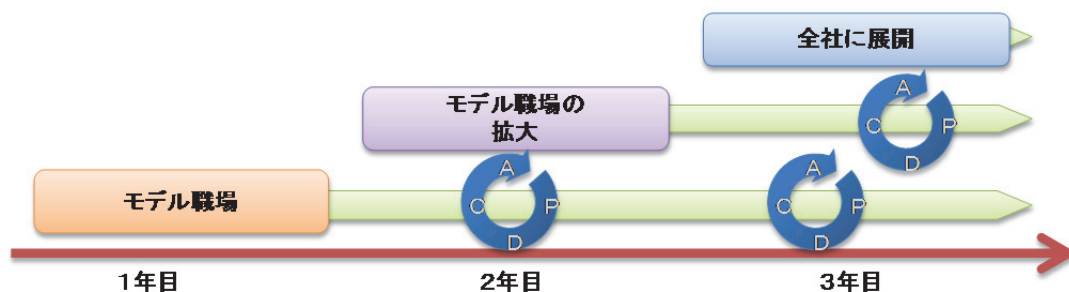
4) 人材育成

充実した Off JT に加え、OJT で実務に密接なトレーニングによる人材育成をおこなう。これは EHSS Dept.および現場の双方におこなう。現場では、まずは上述 1)～3)を通じて現場をカイゼンする活動に OJT を積極的に取り入れる。EHSS Dept.では、支援する現場の上記 1)～3)に関与することにより、現場支援を通じた OJT となる。例えば、1)はリスクの抽出と重点化、対策立案の OJT である。OJT によりトレーニングの対象者の実務レベル向上のみならず、教えることによる指導者の成長、指導を通じた職場のカイゼン、上司や先輩が部下や後輩を教えることを実現する。

(2) 活動支援案

1) 活動案

3 年計画の活動を図 3.2.2-3 の通り推奨する。各年度で施策の PDCA サイクルを 1 回転することを基本とし、初年度はモデル職場による活動、2 年目にモデル職場を拡大し、3 年目に全社展開するものである。



(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.2.2-3 3 年活動スケジュール

1 年目の活動スケジュール案を図 3.2.2-4 に示す。1 年目はモデル職場（30 名程度の職場及び EHSS Dept.担当スタッフ）による取り組みである。

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
P	4テーマに関する施策の策定	→												
D	施策の実施								→					
C	実施状況の点検										→			
A	不適合の是正											→		

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

図 3.2.2-4 1 年目の活動スケジュール

2) 支援案

1年目の活動において次の支援を提案する。

- ・コンサルタントによる実地支援
- ・実地支援頻度
 - 1～2カ月に1回程度の訪問（適宜 Web 会議も活用）
 - 各回の支援時間は半日×5日程度
- ・実地支援内容
 - 前回からの作業状況の確認と問題解決
 - 今回の作業テーマの説明と試行
 - モデル職場の現地確認
 - 次回までの作業内容確認 など

(3) 目的

新しい仕組みの導入ではなく、KPI、SHEMを含めた既存の仕組みを活用し、日本式のカイゼンを安全に活用し、再発防止、未然防止を徹底する。

(4) 活動（案）

- 「Process Safety」の安全向上に関する活動の支援をする。
- 安全文化を確立させる。
- カイゼン活動を現場で推進し、再発防止・未然防止を徹底する。

(5) 開始方法（案）

- 現状の仕組みを理解したあと、モデル職場を選定する。
- 必要な研修を明確にして活動計画書を作成する

(6) 期待する効果

当取り組みによって主に次が期待できる。

1) Safety 運用のレベル向上

従来通りの EHSS Dept.の専門性の高い支援に加え、各職場スタッフが主体的に取り組むことにより、より各職場に密接な SHEM の運用をおこなうことができる。様々な面で SHEM の運用の深化やスピーディな対応が期待できる。

2) 現場改善の推進

推奨する4テーマは全て現場改善につながるものである。4テーマを通じて5Sの推進、SQCDの向上などが実現できる。

3) EHSS Dept. の負担軽減

各職場が主体的に取り組むことにより EHSS Dept. の負担の軽減が期待できる。EHSS

Dept. では人員を増やすこと無く現状の仕事の質の向上や、あらたな施策の取り組みをおこなうことができる。

4) 職場スタッフの能力開発

現状の充実した OffJT に加え、各職場で OJT を強化することにより、実務に密接な能力開発をおこなうことができる。OJT にあたって指導者は相当の準備をおこなわねばならず、これが指導者の成長につながる。OJT をおこないながら職場のカイゼン点にも目が向くようになる。

5) 社員の離職率の低下

各職場スタッフが自ら職場をカイゼンすることで職場に愛着を感じ、モチベーションが向上する。これらは社員の離職率の低下につながる。

(7) 概算費用

3 年活動計画のうち 1 年目の活動に 2 名の専門家が対応するものとし、掛かる費用は次の通り。

表 3.2.2-2 1 年目活動支援業務 概算費用

	算出根拠		単価 (SAR)	金額 (SAR)
現地サポート	5 日/回 x 9 回/年	45 日	15,000	675,000
Web 会議によるサポート	2 日/回 x 6 回/年	12 日	10,000	120,000
現地出張旅費	航空券	9 往復	54,000	486,000
	宿泊費	54 泊	2,400	129,600
	日当其他	36 日	3,000	108,000
その他	報告書作成、関連資料等	一式	150,000	150,000
合計				1,668,600

(出所：JICA スタディチーム、中部産業連盟)

3.2.3 上水・工業用水/下水・再生水

AR-RAZI に対する上水・工業用水/下水・再生水（上水/再生水）に関する提案を検討するに当たり、昨年 11 月から 12 月中旬にかけて国内での予備調査段階で同社に関する一般情報を集めその上で上水/再生水関連の調査検討項目を予備的に抽出した。その後 12 月下旬の第一次現地調査での AR-RAZI 等訪問により現地工場の実情に触れた。その上で関連調査項目について、本年 1 月の本邦招聘プログラムの実施時に来日した AR-RAZI 関係者からのヒアリングに於いて得た現地の内情概要を加味して本件調査を進める上での方向付けを行った。

本年 2 月の第二次現地調査においては、AR-RAZI のマネジメントや専門担当者等の関係者との協議を通して同社の水バランス、水関連のフロー及び設備概要等の基礎情報に加え同社の懸案事項等の情報を得ることができた。その際の設定視察と担当者との対話により確認できた工場設備の現状および課題点を勘案し、本年 3 月から 5 月にかけて、適当と予測される提案項目の本格抽出を行いロングリストに纏め、本年 6 月の第三次現地調査に先立ち、AR-RAZI へメールにて提示した。

第三次現地調査では、上記ロングリストに基づき AR-RAZI と意見交換を行い、最終提案に盛り込む提案項目として“工場排水の有効処理による希釈水の節減”への絞り込みを行い、その排水の分析を行い、又その際の課題となる同排水中の成分の減量化技術についての会議並びに設備現場及びオペレーション室での制御計器盤上でのフロー・数値を基にした議論によって検討項目の処理プロセス案についての確認することができた。

SABIC が展開しているサステナビリティプログラムにおける水消費量の削減や AR-RAZI からの要望事項を踏まえて、上水・工業用水/工業排水について改善提案を行うことを目的に調査を実施した内容と結果について報告する。

3.2.3.1 調査内容

水使用についての全体像を把握するために水バランスを確認し、節水の視点から工業排水の希釈水として使用量削減及び純水装置の運転方法の検討及び排水処理方法の検討を目的として以下の調査を実施した。

(1) 水バランス

AR-RAZI で使用している水の節減、再生化の可能性を検討するにあたり、水の使用用途・使用量など水バランスの調査を実施した。実施方法は AR-RAZI からのデータの提供及びヒアリング等によった。

(2) 工業排水

工業排水の再利用の可能性を検討するために、排水量および性状等の調査を実施した。

実施方法は AR-RAZI からのデータの提供、ヒアリング及びプラント内視察等によった。特に本調査の中で行われた本邦招聘研修の際に東京で実施された事前個別面談（2015 年 1 月 25 日実施）において、同社工場からの排水中に含まれる一成分が大きな問題であることが AR-RAZI からの参加メンバーにより提起された。

(3) 純水装置

純水装置における節水の可能性を検討するために、純水装置への投入水の水質仕様と実際の Potable Water (PTW) の水質の差、洗浄排水量や洗浄工程のサイクルを確認した。

3.2.3.2 調査結果

(1) 水供給

AR-RAZI への水供給は MARAFIQ との水供給契約に基づき行われている。供給水は飲料水 (Potable Water: PTW) と工業用水の区別はなく、全て PTW として供給されている。

MARAFIQ との水供給契約では使用量の上限と下限の使用量が設定されている。実際の使用量が下限使用量未満であっても下限使用量の金額を支払うとの契約内容となっている。

(2) 水バランス

MARAFIQ からの PTW 受水量のうち一部が製造プロセスで使用されるために純水装置へと供給される。受水量とプロセス用水の差分は冷却水の補給用水、防火用水、飲用水等として用いられている。またプロセスで使用された蒸気は凝縮水として再利用されている。また、排水は水質に応じて排水基準³に調整された後、IWTP への工業排水ラインへと排出されている。

(3) 工業排水

工業排水はプラント毎に個別に集水され、水質に応じて IWTP へと放流されている。

1) 天然ガス

AR-RAZI はサウジアラムコより原料ガスの供給を受けている。

2) 排水中成分の除去システム

除去システムとして、一般的に以下の処理方法がある。

a. 蒸留法 (Distillation Method)

³ Royal Commission Environmental Regulations, 2010 (RCER-2010)

- b. ストリッピング法 (Stripping Method)
- c. 微生物による除去処理法

3) 排水の温度計測

微生物処理は一般的に温度の影響を受け易い。「サ」国のように夏の日中の外気温が50℃にも達するような環境において微生物による処理反応が進行するかどうか、検討を要する。

微生物処理による工程において、45℃でも処理菌は生育可能と考えられる。なお、45℃を超えた場合、微生物の活性が落ちる可能性はあるが即座に微生物が死滅することはない。また運転を継続することにより、高温環境に耐性のある亜硝酸菌が優先的に生育している可能性がある。また、Jubail 地区において生物処理を実施している実例を調査した結果、月平均水温で最高値が34.5℃（8月）、最低値が24.9℃（1月）であった。なお、6月の月平均水温は33.5℃であった。これらのことより、微生物処理を問題無く実施することが可能と考えられる。

3.2.3.3 提案内容

AR-RAZI は全体の水バランスを良く把握しており、排水処理にかなりの量の希釈水（工業用水）を用いているが、この希釈水を削減することで節水できることがわかった。そのためできるだけ希釈水を削減する排水処理方法を提案することとした。また、純水設備の運転については、効率的に運転する方法を AR-RAZI が独自に見出しているため、運転方法の最適化ではなくよりイオン交換能力を保有する樹脂を紹介することとした。

調査の結果、提案内容に関する概要は次の通り。

表 3.2.3-1 提案概要

	提案項目	サステナビリティプログラムへの貢献度	概略コスト
1	排水処理	17%	設備費 29.5 mil. SAR 運転費 5.7 mil.SAR/年
2	純水装置の運転最適化	調査結果、特記すべき効果を見出すに至らず	---

(出所：JICA スタディチーム、造水促進センター)

3.2.4 電力/省エネルギー

AR-RAZI に対する電力/省エネに関する提案を検討するに当たり、昨年 11 月から 12 月中旬にかけて国内での予備調査段階で同社に関する一般情報を集めその上で電力/省エネ関連の調査検討項目を予備的に抽出した。その後 12 月下旬の第一次現地調査での AR-RAZI 等訪問により現地工場の実情に触れた。その上で関連調査項目について、本年 1 月の本邦招聘プログラムの実施時に来日した AR-RAZI 関係者からのヒアリングに於いて得た現地事情の聴取内容を加味して本件調査を進める上での方向付けを行った。

本年 2 月の第二次現地調査においては、AR-RAZI のマネジメントや専門担当者等の関係者との協議を通して同社のエネルギー消費量、関連設備概要やその運転状況等の基礎情報を得ることができた。その際の設定見学と担当者との対話により確認できた工場設備の現状および課題点を勘案し、本年 3 月から 5 月にかけて、適当と予測される提案項目の本格抽出を行い 54 項目からなるロングリストに纏め、本年 6 月の第三次現地調査に先立ち、AR-RAZI へメールにて提示した。

第三次現地調査では、当該ロングリストに基づき AR-RAZI 側と意見交換を行い、最終提案に盛り込む提案項目として“ポンプ、コンプレッサー、ボイラー、変圧器、空調設備及び照明機器”等 14 項目への絞り込みを行い、更に各個別項目への適用技術選定のために設備現場及びサブステーションでの電気盤上の仕様・数値を基にした議論をし、最終提案についての確認することができた。

上記確認内容を受けて、14 項目を提案の原案として取り纏め、本年 8 月に AR-RAZI に提示の上、同月末から 9 月初めにかかる第四次現地調査に入り、ワークショップに於ける議論によって最終的に表 3.2.4-1 に示す 14 提案項目についての確認を行った。更に AR-RAZI に対する提案内容について SABIC とのワークショップの際に説明して、その賛同を確認した。

3.2.4.1 現場調査結果

AR-RAZI は、生産のために多数のユーティリティ設備を有している。第一次及び第二次現地調査を踏まえて作成し AR-RAZI に事前に提出した省エネ Long List の各項目について、第三次現地調査に於いて現場での適用可能性を同社担当者と協議した上でプラント内各ユーティリティ設備を調査した結果、(1) 海水冷却システム、(2) コンプレッサー、(3) ボイラー、(4) 変圧器、(5) 空調設備等のユーティリティ設備、(6) 照明設備において省エネの余地があることを確認した。各設備のメンテナンスは定期的に行われており、一部の機器については更新もされてはいるものの、大多数の機器がプラント運営開始当時のままとなっているため、設備の更新と運転の改善によりさらなる省エネ実施が可能と考える。

これら 6 項目について検討結果（技術内容及び期待効果等）を第四次現地調査でサウジ側へ説明した。同提案内容についてサウジ側のコメントを反映した内容を表 3.2.4-1 に纏める。

表 3.2.4-1 提案プロジェクトの省エネ効果

	提案項目	設備費概算	省エネ効果				2014年比 省エネ率	温室効果ガス (GHG) 削減量	年間コスト 節約メリット
			電力		燃料ガス(天然ガス)				
			1,000SAR	MWh/y	GJ/y	1,000m3/y			
1	回転機器類 - 海水冷却システム								
	1) 海水取水ポンプのインバーター化	1,400						400	
	2) 海水循環ポンプのインバーター化	14,700						4,556	
2	回転機器類 - コンプレッサー								
	1) コンプレッサーのインバーター化	4,000						113	
	2) 設定圧力の適正化	0						23	
	3) エア漏れの改善 (P1及びP2)	0						28	
	4) エア漏れの改善 (P3, P4及びP5)	0						1,926	
3	Boilers								
	1) 蒸気トラップの作動診断と補修計画作成と実行	状況次第						1,716	
	2) バルブの保温	500						285	
4	変圧器								
	1) トップランナー変圧器への更新	3,700						122	
5	空調設備								
	1) 高効率機器への更新	17,400						626	
	2) 室外機の日除け	48						52	
	3) 室内温度の適正化 (24 °C)	0						54	
6	照明設備								
	1) 水銀灯からLEDへの切り替え	60,700						2,297	
	2) 室内照明への人感センサー導入	200						23	
	Total	102,648						12,198	

(出所：JICA スタディチーム)

3.2.4.2 提案概要

(1) 回転機器類－海水冷却システム

プラント内で使用される冷却水の冷却にはプレート熱交換器を介して海水と直接熱交換する方式（以下、直接方式）とクーリングタワーを利用する方式が採用されている。それら海水系ポンプへのインバーター導入による省エネの可能性はある。さらに、プレート熱交換器の保温がされていない箇所があるため、カバーを設置する事で放熱ロスを削減することが可能である。

提案候補案件	1) 海水取水ポンプへのインバーターポンプ導入 2) 海水循環ポンプへのインバーターポンプ導入
--------	--

(2) 回転機器類－コンプレッサー

プロセス用の圧縮空気および計装用空気の圧力について現場調査で確認したところ実際の圧力が設計圧力より若干高めとなっていたため、圧力の低減により省エネの可能性はある。一方、コンプレッサーを出た圧縮空気は制御計器に影響を与えない程度にまで乾燥させる必要があるが、その部分に効率の良いヒートポンプを応用することによる省エネの可能性はある。さらに、圧縮空気をプラント全体に供給している系で、これまでの現地調査では確認できていないがエア漏れも相当量あると考えられるため日々の点検でエア漏れを修理する事で省エネを実施できる。

提案候補案件	1) コンプレッサーのインバーター化 2) 設定圧力の適正化 3) エア漏れの改善
--------	---

(3) ボイラー

ガスボイラーにより高圧、中圧、低圧の3段階の蒸気が作られ、プロセス用およびユーティリティ用として供給されている。蒸気配管系には多数の蒸気トラップが設置されているが、これらの管理メンテナンスを徹底することで省エネを図ることができる。また、蒸気配管のバルブの保温がされていない箇所があるため、バルブの保温を徹底的に行うことでさらなる省エネを図ることができる。

提案候補案件	1) 蒸気トラップの作動診断と補修計画作成及び実行 2) バルブの保温
--------	--

(4) 変圧器

AR-RAZIは多くの変圧器がプラント運営開始当時のままとなっている。そのため、変圧

器をトップランナー機器に更新する事で省エネを図る事が可能である。

提案候補案件	トップランナー変圧器への更新
--------	----------------

なお、本変圧器の更新については、第四次現地調査・ワークショップ（9月3日）討議の席上で、AR-RAZI 社内で現在その更新計画が進められているとの説明を受けた。

(5) 空調機器

プラント内の各建物には空調用の空冷ヒートポンプと多数のパッケージエアコンが設置されているが、ほとんどの室外機が屋上に設置されており日射の影響を受けている。そのため、日除けを設置することで省エネを図ることができる。また、室内の温度設定の基準を定め徹底することで空調機器によるエネルギー削減が可能である。

提案候補案件	1) 高効率機器への更新 2) 外機の日除け 3) 室内温度の適正化
--------	--

(6) 照明設備

管理棟の照明にはダウンライト型蛍光灯と直管型蛍光灯が使用され、反射板が取り付けられており白熱灯と比較して省エネが図られている。プラント全体では、水銀灯が多数使用されており、LEDやメタルハライドランプに交換することで、さらに省エネを図ることが可能である。また、人感センサーを導入することで、照明の消し忘れや必要最低限の照明の点灯によりさらなる省エネを図ることが可能である。

提案候補案件	1) プラント水銀灯のLEDへの切換 2) 事務所ビル照明への人感センサー導入
--------	--

(7) その他

建物のエントランスには風除室が設けられ外気の導入をカットすることで空調負荷の低減が行われている。窓については、ペアガラスが使用され、さらに約10cmの中空層が設けることで建物外部からの熱の侵入を防いでいる。また、水廻りについては、手洗器にエアレータが導入され、さらに自動水洗化も図られている。トイレは中東で古くから一般的に利用されている和式タイプではあるが節水が図られている。建物全体の印象としては基本的に省エネが図られている。

3.2.5 再生可能エネルギー/太陽光発電

日本国内で活用されている太陽光発電及び再生可能エネルギー利用に関する技術と事例を基に AR-RAZI と打合せを行うことで、AR-RAZI 側のニーズを確認するとともに現場の視察調査により設置の可能性を検討した。

3.2.5.1 調査結果

現地打合せにより確認した AR-RAZI 側のニーズ及び現場調査結果を以下に示す。

(1) 第二次現地調査結果

駐車場屋根等に太陽光パネルを設置する案（図 3.2.5-1）及び、再生可能エネルギーの一つである地中熱を活用した空調システムを組み込んだ案（図 3.2.5-2）を提案し、協議した。

図 3.2.5-3 に示すように「サ」国の民生・業務部門では、電力消費量の約 7 割が空調に利用されている背景があり、第二次現地調査においては、地中熱を活用した空調システムを組み込んだ提案への関心が高いことが確認できた。

また、AR-RAZI Sustainability Program において、2025 年の製造量あたりの温室効果ガス排出削減目標を 2010 年比で 25%削減することを掲げるなど、温室効果ガス排出量の削減を課題としている。

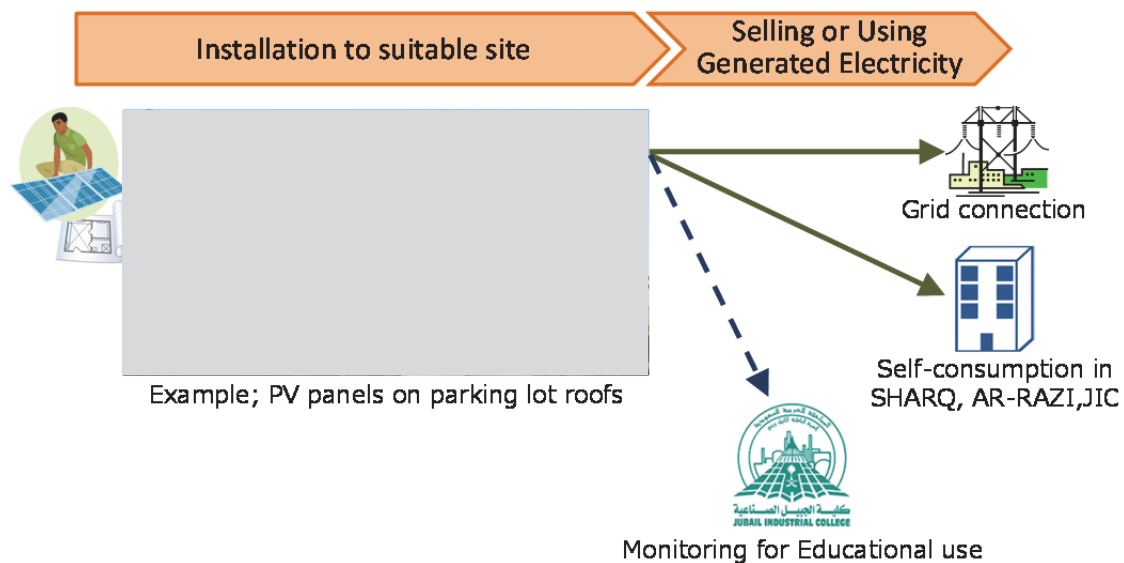


図 3.2.5-1 駐車場屋根への太陽光パネル設置案

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

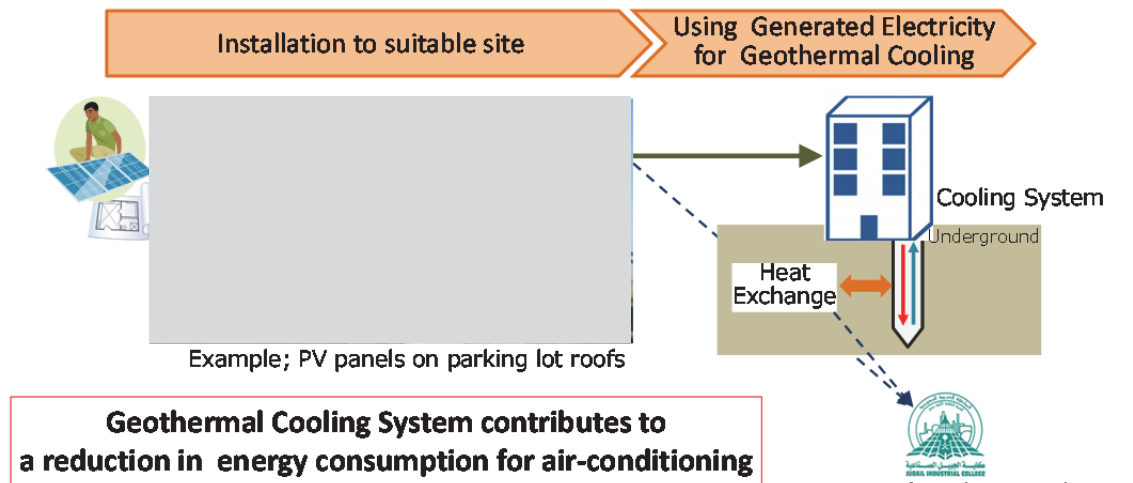


図 3.2.5-2 駐車場屋根への太陽光パネルに地中熱を活用した空調システムを組み込んだ案
 (出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

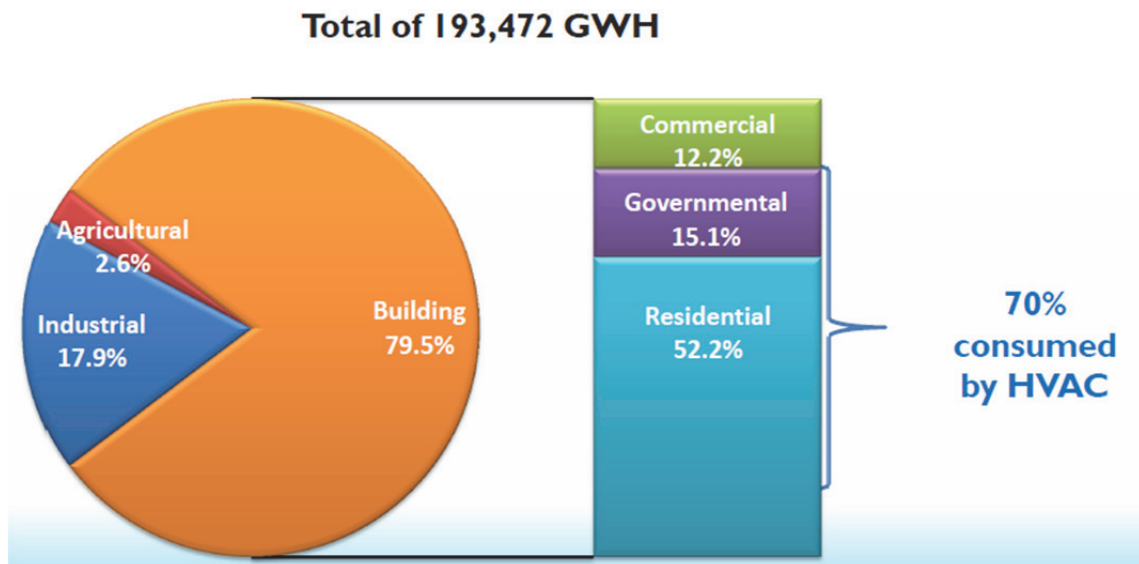


図 3.2.5-3 サウジアラビア民生業務部門電力使用のうち空調利用が占める割合
 (出所：Saudi Electricity Company)

(2) 第三次現地調査結果

先述のとおり第二次現地調査においては、太陽光発電に地中熱を活用した空調システムを組み込んだ提案への関心が高いことが確認できた。このことを踏まえ第三次現地調査では、再生可能エネルギーである太陽光及び地中熱を効果的に活用することが可能となる BEMS (Building Energy Management System) を導入したシステム (図 3.2.5-4) について提案した。

本提案を協議したうえで、設置の可能性を検討するために現場の視察調査を行った。調査結果を以下に示す。

1) 太陽光発電

管理棟傍の敷地境界フェンス付近のスペースは、機器の設置が禁止されているため、

太陽光パネル設置もできないことが確認された。また、管理棟の屋上には既に空調設備が設置されていることから、太陽光パネルの設置には適さない。

現地調査の結果、駐車場屋根への太陽光パネルの設置が最も適していることが確認された。

2) 地中熱利用ヒートポンプ

管理棟では、再生可能エネルギーである太陽光及び地中熱を効果的に活用することが可能となる BEMS (Building Energy Management System) を導入したシステムが AR-RAZI が掲げる温室効果ガス削減目標にも効果的であることが確認された。

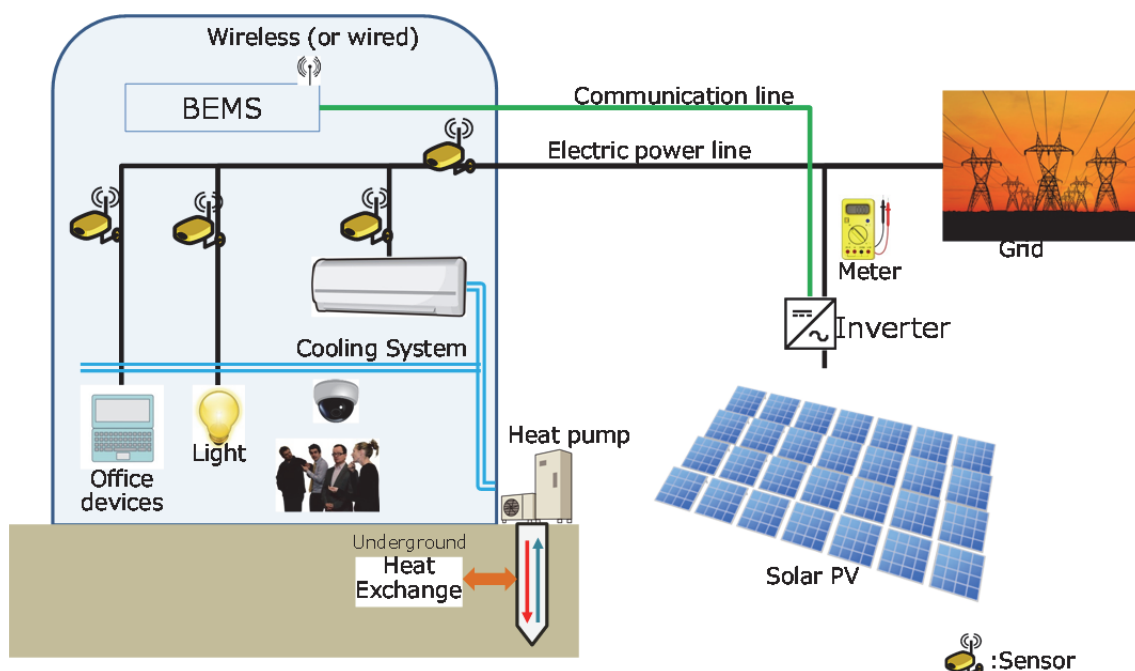


図 3.2.5-4 太陽光及び地中熱を効果的に活用する BEMS を導入したシステム
(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

3.2.5.2 調査結果を踏まえた提案事項

3.2.5.2.1 提案概要

「サ」国では国内産油量の 1/4 を自国で消費しており、電力需要の伸びに伴い国内産油の自国消費が急増している。2038 年には石油輸出国から純輸入国へと転じる可能性があるとも指摘されている。この状況下において、石油や天然ガスなどの化石燃料の自国消費を極力抑制すべく再生可能エネルギー利用（とくに太陽光発電）の開発が急務となっている。また、単なる再生可能エネルギーの導入のみでなく、エネルギーの効率利用が「サ」国の重要な国策に位置づけられている。さらに AR-RAZI はサステナビリティプログラムを通じて、2025 年までに製品 1 トンあたりの温室効果ガスの排出量を 25%削減することを目指している。

以上の「サ」国および AR-RAZI の状況をふまえ、管理棟エリアに、太陽光発電、地中熱利用ヒートポンプ、高効率照明、および Building Energy Management System (BEMS) を構成要素とした再生可能エネルギーを効果的に活用するパッケージの導入を提案する。このパッケージは太陽光および地中熱といった再生可能エネルギーを含むとともに、高効率照明および BEMS といったエネルギーの効率利用を可能とする要素を含み、「サ」国が求める要件に合致する。

各々の構成要素は次の箇所へ設置する。

主に管理棟周辺の駐車場の屋根に太陽光パネルを設置する。管理棟の前庭または中庭の地中に地中熱利用のための地中熱交換機を埋め、地中熱利用ヒートポンプを利用した空調設備を導入する。

管理棟内では、照明を人感センサー付 LED 照明へ交換する。管理棟内の電力消費を見える化し、再生可能エネルギーの効果的活用を図るために、管理棟内に BEMS を構築する。

太陽光発電の電力は AR-RAZI の既存の配電系統へ接続する。AR-RAZI の電力需要規模から、太陽光発電の逆流はなく、全て自己消費され、ローカルでの電力系統制御も不要である。したがって、本提案には蓄電池を含まない。地中熱利用ヒートポンプで得られた熱エネルギーを既存の空調システムと連系し、空調システムの電力消費を削減する。管理棟内の既存の照明を高効率照明である LED へ交換することで電力消費を抑える。LED には人感センサーを付加し、従業員の不在時には自動で消灯させることで、さらに電力消費の削減を図る。上述の、太陽光発電、地中熱利用ヒートポンプ、および高効率照明により、電力消費の削減が図れるが、この削減効果を見える化し更なる電力消費の削減を図るために BEMS を設置する。BEMS により管理棟の電力消費を詳細に把握でき、BEMS の運用を通じて PDCA (Plan, Do, Check, Act) サイクルを回しながら、従業員の省エネマインドの醸成、エネルギーの効率利用を目的とした設備使用計画の策定が可能となる。

3.2.5.2.2 提案各項目の説明

(1) 提案名

再生可能エネルギー（太陽光/地中熱）を活用した省エネシステム

(2) 提案内容（詳細）

(a) 太陽光発電

設置個所は主に駐車場の屋根である。駐車場屋根に設置した太陽光パネルからの配線を接続箱へ集約する。接続箱に集約された電力を太陽光発電用の変電所へ入力する。変電所には、太陽光発電の直流の電力を交流に変換する Power Conditioning System (PCS)、および交流に変換された電力を 200V から 6.6kV へ昇圧する変圧器を設置する。変電所内で交流化され昇圧された太陽光発電の電力が既存の 6.6kV Area Substation へ供給される。

(b) 地中熱利用ヒートポンプ

地中熱利用ヒートポンプは熱を地中へ伝える集中冷房システムであり、地中をヒートシンクとして利用する。一定の深さの地中の温度は地表面の年平均気温にほぼ等

しく、地中熱利用ヒートポンプは地中と地表面気温の温度差を利用する。管理棟の前庭または中庭の地中に地中熱交換機を埋め、地中熱利用ヒートポンプで得られた熱エネルギーを管理棟の既存の空調システムと連系させる。

(c) 高効率照明

管理棟内の既存の照明（白熱電球、蛍光灯）を高効率照明である LED へ交換する。LED には人感センサーを付加し、従業員が不在時に自動で消灯す。

(d) BEMS

建物で消費されるエネルギーを効率的に管理することは多くの便益をもたらす。BEMS は建物で消費されるエネルギーを監視し制御するシステムである。BEMS は空調システム、照明、その他の設備を監視し制御する。設備の運用状況をリアルタイムに把握し詳細に傾向を分析することで、エネルギー管理の手法を最適化し運用コストを最小化するためのデータドリブンの洞察が得られる。日本では BEMS の適用により電力使用量を 20%削減した商用の建物も存在する。

BEMS は電力メータ、通信線、およびコンピュータから構成される。電力メータで計測された電力を計算機へ伝えるための通信線を管理棟内に敷設する。また、太陽光発電の電力を計算機へ伝えるため、PCS と計算機の間にも通信線を敷設する。管理棟内の一室にコンピュータを設置し、計測された電力をモニタへ表示する。

(3) 目的/期待効果

再生可能エネルギー（太陽光/地中熱）の導入により、化石燃料を起源とした電力使用量及び二酸化炭素排出量の削減を図る。

(a) 太陽光発電

太陽光発電の電力はそのまま電力使用量の削減につながり、この分の電力使用量が削減できる。

(b) 地中熱利用ヒートポンプ

日本において従来型の空調システムへ地中熱利用ヒートポンプを適用することにより 50%の電力消費が削減できるという実績がある。また、単位床面積当たりの電力消費の削減は 355kWh/m² と推計されている。

(c) 高効率照明

日本において、高効率照明への交換により 49%の電力消費が削減できるという実績があり、これに従うと、管理棟の全ての照明を高効率照明へ交換することで 51MWh の電力使用量が削減できる。

(d) BEMS

日本において、BEMS による電力消費の見える化により 20%の電力消費の削減が得られている。

表 3.2.5-1 提案の各項目の効果

項目	温室効果ガス削減量 (ton)
太陽光発電	1,219
地中熱利用ヒートポンプ	554
高効率照明	39
BEMS	204
合計	2,015

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

AR-RAZI のサステナビリティプログラムへの貢献

本提案による合計削減電力量は管理棟の年間電力使用量を超える数値である。これは管理棟において温室効果ガス排出量が100%削減できることを意味する。この削減量は、AR-RAZIのサステナビリティプログラムにおいて、2025年までの温室効果ガス削減目標値に掲げられている25%(管理棟を含む工場全体における目標値)の一端を担う。

事業継続計画 (Business continuity planning、BCP) への貢献

自然災害、想定外事案、または他の事案によりSECからの電力供給が万一停止した場合でも、日中であれば太陽光発電からの電力供給により管理棟は稼働継続できる。

AR-RAZI 従業員の省エネ意識向上への貢献

BEMSは電力消費を監視・見える化し、電力消費の傾向を分析できるよう電力消費のプロファイルを蓄積する。省エネルギーのためには電力消費の見える化に加えPDCAサイクルが必要である。トップマネジメントから全従業員へPDCAを浸透させるためには人材育成も必要である。BEMSは省エネルギー人材の育成に強力なツールとなる。定期的かつ詳細な分析は省エネルギーの提案へとつながり、BEMSが確実な省エネルギーをもたらすことは、日本における多くの事例から明らかである。

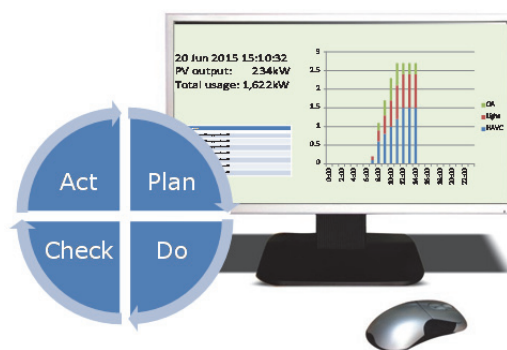


図 3.2.5-5 BEMS の画面例

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(4) 初期導入コスト

表 3.2.5-2 に提案の各項目の初期コストを示す。

表 3.2.5-2 提案の各項目の初期コスト

項目	コスト(SAR)
太陽光発電	
地中熱利用ヒートポンプ	
高効率照明	
BEMS	
Total	8,243,825

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

運用・保守の項目は、太陽光パネルの定期清掃、電気設備の定期点検、BEMSの運用、電気設備の交換などである。一年間あたりの運用・保守のコストは一般的に初期コストの10%以下であるが、運用・保守コストの見積には追加調査が必要である。

投資回収期間はいくつかのケースで求められる。

ケース 1: 電力消費削減による投資回収期間(「サ」国における電力料金で計算)

AR-RAZIから提供された電力料金の情報を基に、電力消費削減と初期コストから投資回収期間は21年と見込まれる。

$$\text{投資回収期間} = \text{初期コスト} / \text{1年間で削減できる電力量の電力料金}$$

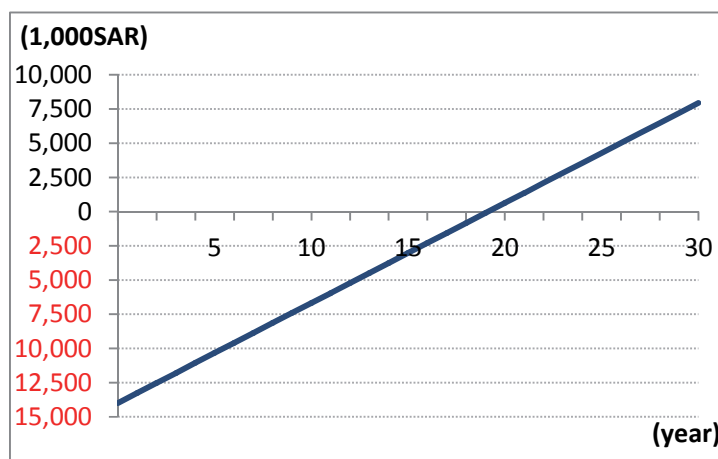


図 3.2.5-6 「サ」国における電力料金で推計した投資回収期間

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

後述する二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism, JCM)のスキームが適用され

れば、初期コストが50%削減され、投資回収期間は11年となる。

ケース2: 電力消費削減による投資回収期間(日本における電力料金で計算)

日本の電力料金の場合、投資回収期間は5年となる。

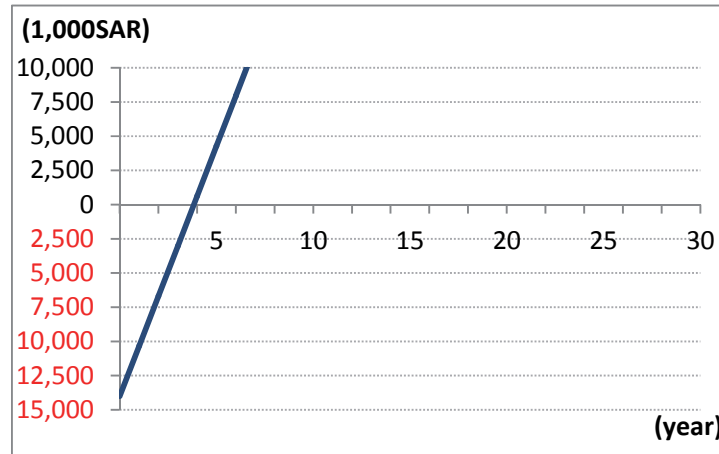


図 3.2.5-7 日本における電力料金で推計した投資回収期間

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

ケース3: 原油の機会損失による投資回収期間

省エネルギーは発電所で消費される原油の機会損失の低減とも言える。この機会損失を金額換算して求めた投資回収期間は「サ」国における電力料金で求めた投資回収期間の2.8分の1 (*)、つまり7年となる。

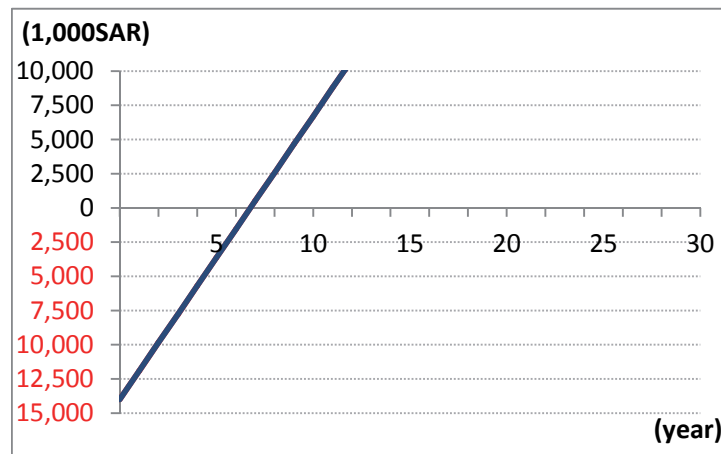


図 3.2.5-8 原油の機会損失で推計した投資回収期間

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

* 原油の機会損失; SECから購入する電力の価格および同量の電力を発電するのに必要な原油の価格の比率は以下のように求められる。

単位電力量を発電するための原油の体積: 1.6 barrel / MWh

単位体積あたりの原油の価格: 262.5 SAR / barrel

単位電力量を発電するための原油の価格: 420 SAR / MWh (= 1.6 x 262.5)
 単位電力量の購入料金: 150 SAR / MWh
 価格比(原油/購入電力): 2.8 (= 420 / 150)

(5) 実施スケジュール

表 3.2.5-3 に提案の項目を実施するスケジュールを示す。スケジュールはいくつかのフェーズに分けられる。工期は合計で約 18 か月となる。

表 3.2.5-3 実施スケジュール

項目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
太陽光発電	第1回調査	■																	
	基本設計と第2回調査		■	■	■														
	詳細設計					■	■	■											
	施工								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
地中熱利用ヒートポンプ	第1回調査	■																	
	基本設計と第2回調査		■	■	■														
	詳細設計					■	■	■											
	施工								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
BEMS	第1回調査											■							
	基本設計と詳細設計												■	■	■				
	施工															■	■	■	■
高効率照明	第1回調査													■					
	基本設計と詳細設計														■	■			
	施工																■	■	■

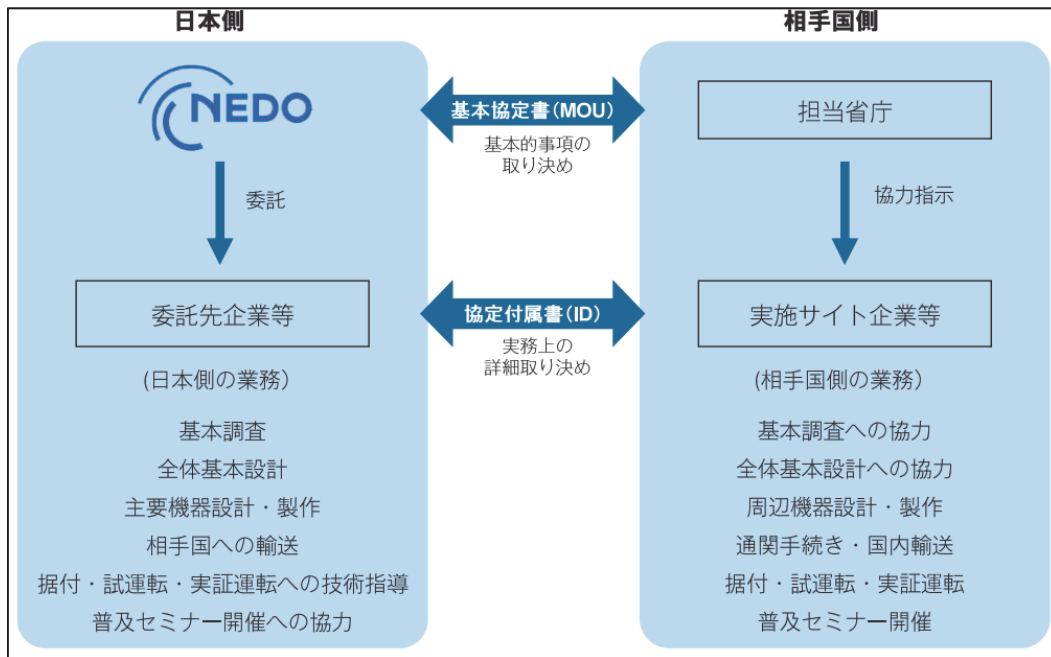
(出所: JICA スタディチーム、OC グローバル)

(6) 今後のアクション

提案プロジェクトを実施するにあたり、詳細調査および実施可能性調査が必要である。具体的には、提案プロジェクトについて、日本国政府による支援スキームを活用することを提案する。支援スキームの例としては、「国際エネルギー使用合理化等対策事業」(経済産業省) および「二国間クレジット制度に係る実現可能性調査」(経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) (付録参照) などがある。これらの日本国政府の支援スキームは調査費用の全額および初期投資コストの 50%以下を融資することが可能である。

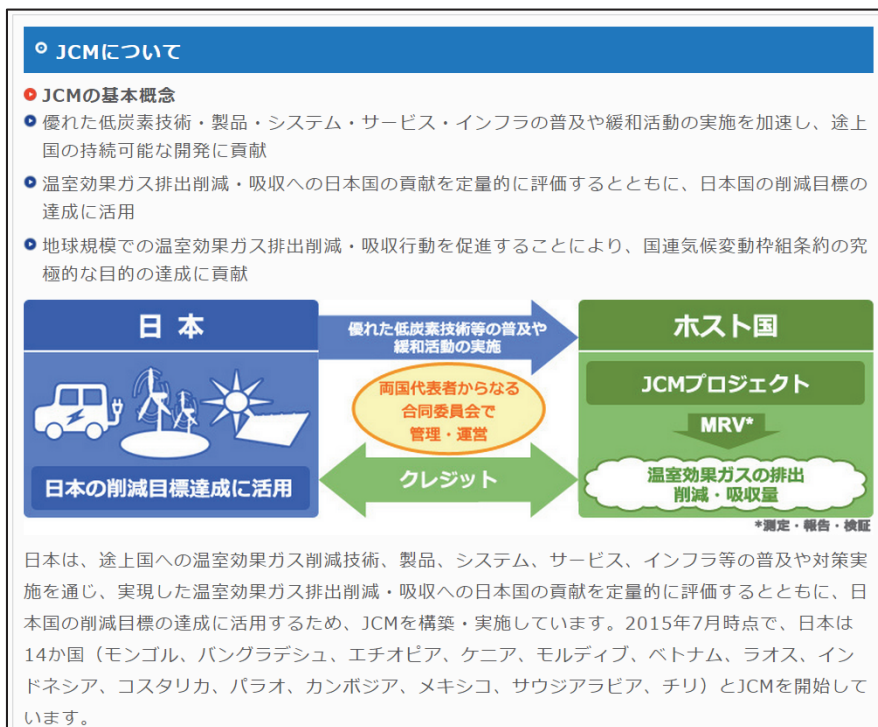
付録

-国際エネルギー使用合理化等対策事業(モデル事業実施体制)-



(出所: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, http://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/07_01kokusai.html)

-二国間クレジット制度の基本概念-



(出所: 新メカニズム情報プラットフォーム, <http://www.mmechanisms.org/initiatives/jcm.html>)

3.3 MARAFIQ の生産性向上のための インフラ整備に係る調査

3.3 MARAFIQ の生産性向上のためのインフラ整備に係る調査

3.3.1 上水・工業用水/下水・再生水

MARAFIQ に対する上水・工業用水/下水・再生水（上水/再生水）に関する提案を検討するに当たり、昨年 11 月から 12 月中旬にかけて国内での予備調査段階で同社に関する一般情報を集めその上で上水/再生水関連の調査検討項目を予備的に抽出した。その後 12 月下旬の第一次現地調査での MARAFIQ 等訪問により現地工場の実情に触れた。その上で関連調査項目について、本年 1 月の本邦招聘プログラムの実施時に来日した MARAFIQ 関係者からのヒアリングに於いて得た現地の内情概要を加味して本件調査を進める上での方向付けを行った。

本年 2 月の第二次現地調査においては、MARAFIQ のマネジメントや専門担当者等の関係者との協議を通して同社の水バランス、水関連のフロー及び設備概要等の基礎情報に加え同社の懸案事項等の情報を得ることができた。又その際に工業排水処理工場（IWTP）や上水ポンプステーション（NWPS）設備やそれらの運転の現状を調査し、その結果をも踏まえて、本年 3 月から 5 月にかけて、適当と予測される提案項目の本格抽出を行い 8 項目からなるロングリストに纏め、本年 6 月の第三次現地調査に先立ち、MARAFIQ へメールにて提示した。

第三次現地調査では、当該ロングリストに基づき MARAFIQ と意見交換を行い、最終提案に盛り込む提案項目として“Stage 3 排水の再処理による再生水、凝集剤の変更による効率的処理及び汚泥の効率的脱水による減容化”へ絞り込みを行い、それら検討項目毎の処理プロセス案並びに課題となる清水回収後の残留排水に関する議論を行い確認することができた。

上記確認内容を受けて、最終的に表 3.3.1-1 に示す 3 項目を提案の原案として取り纏め、本年 8 月に MARAFIQ に提示の上、同月末から 9 月初めにかかる第四次現地調査に入り、ワークショップにおいて最終確認を行った。

3.3.1.1 調査内容

調査にあたり、実際の設備構成や運転状況についてデータの入手や現場でヒアリングを実施した。

(1) 全体処理フロー

MARAFIQ の工業排水処理施設は 1980 年代前半に Stage1 を設置して以来増設を重ね、その結果その後に Stage2 と Stage3 を増設したために処理フローが複雑になっている。その処理フローについて調査した。

(2) Stage2 と Stage3 の処理フローと水質

現在の主たる水処理施設は Stage2 と Stage3 である。それぞれのプロセスフローの特徴と 2014 年における水バランスと処理水の水質分析結果等について現場でのヒアリングと

実際の運転データを基に調査した。

(3) 汚泥脱水設備

MARAFIQ では汚泥の減容化が望まれている。脱水効率を上げることが脱水汚泥量の削減に直結するため、汚泥脱水設備における脱水効率について改善の余地を当該設備の仕様書、使用薬品とその添加量等を基に調査した。

(4) Royal Commission Environmental Regulation (RCER) の適用年

現在、処理プロセスとして Stage1～3 まで在ることから、完成した時期により適用される規制が異なることが考えられた。従ってそれぞれの Stage がどの年の規制の適用を受けるのか、また、combined と呼ばれる Stage2 と Stage3 の処理水を混合したものはどのように扱われるのか調査した。

3.3.1.2 調査結果

(1) 全体処理フロー

現在当工業団地 Jubail 1 にある 24 社より工業排水を、ポンプステーションを通して受け入れている。これら 3 箇所から受け入れている工業排水は、水質をチェックし大幅な変動が生じないように Stage1 のラグーンを利用して均質化するように調整され、その後 Inlet Work (IWK) に送水されている。IWK では Jubail 2 からの工業排水をも直接受け入れている。その後、IWTP の Stage2 と Stage3 に分水されて、浄化処理されている。

(2) Stage2 と Stage3 の処理フローと水質

2014 年における運転では、排水処理量のうち Stage2 で約 40% を処理している。Stage2 はエアレーション主体の好気処理が中心となっており、最後の工程ではオゾン処理を実施している。

一方、Stage3 でバランス分の 60% を処理している。そこでは凝集沈殿と好気性処理の他、浮上分離 (DAF) やフェントン処理設備、活性炭吸着塔、塩素処理設備を擁しており、かなり重装備の施設となっている。フェントン処理設備は常用ではなく、必要に応じて活性炭吸着塔とのバランスをみて間歇的に使用されている。

Stage2 は約 30 年前に設置されたシンプルなプロセスであることもあり、そこからの処理水は Stage3 からのもものに比べて水質の面で劣っている。

(3) 汚泥脱水設備

既存の汚泥処理はベルトプレスで行われている。

(4) RCER の適用年

各 Stage から回収されてくる処理水について RCER の適用年について確認した結果を、完成した時期により、1999 年、2004 年、2010 年と異なることが判明した。

3.3.1.3 提案内容

MARAFIQ における生産性向上を目的として、その Industrial Wastewater Treatment Plant (IWTP) の調査を行い、処理水の再利用化等に関する可能性の検討を行った。

調査結果の概要は次の通りである。

表 3.3.1-1 提案概要

	提案項目	所要費用	投資回収年数
1	IWTP Stage 3 処理水の再処理による工業用水の回収	設備費 144,360,000 SAR 運営費 10,800,000 SAR/年	3 年
2	凝集剤の変更	—	---
3	スラッジ脱水法の変更	設備費 19,200,000 SAR 運営費 146,880 SAR/年	6 年

(出所：MARAFIQ からのヒアリングを基に JICA スタディチーム、造水促進センターが作成)

3.3.2 電力/省エネルギー

MARAFIQ に対する電力/省エネに関する提案を検討するに当たり、昨年 11 月から 12 月中旬にかけて国内での予備調査段階で同社に関する一般情報を集めその上で電力/省エネ関連の調査検討項目を予備的に抽出した。その後 12 月下旬の第一次現地調査での MARAFIQ 訪問により現地の実情に触れた。その上で関連調査項目について、本年 1 月の本邦招聘プログラムの実施時に来日した MARAFIQ 関係者からのヒアリングに於いて得た現地の内情概要を加味して本件調査を進める上での方向付けを行った。

本年 2 月の第二次現地調査においては、MARAFIQ のマネジメントや専門担当者等の関係者との協議及び設備見学を通して同社の関連設備概要やその運転状況等の基礎情報を得ることができた。その際の工業排水処理工場（IWTP）や上水ポンプステーション（NWPS）設備やそれらの運転の現状を調査し、又担当者との対話により確認できた工場設備の現状および課題点を勘案し、本年 3 月から 5 月にかけて、適当と予測される提案項目の本格抽出を行い 42 項目からなるロングリストに纏め、本年 6 月の第三次現地調査に先立ち、MARAFIQ ヘメールにて提示した。

第三次現地調査では、当該ロングリストに基づき MARAFIQ 側と意見交換を行い、又 IWTP や（NWPS）設備に加え海水取水設備と運転の現状を調査し最終提案に盛り込む提案項目として“コンプレッサー、変圧器、空調設備及び照明機器”等 9 項目への絞り込みを行った。更に各個別項目への適用技術選定のために設備現場及びサブステーションでの電気盤上の仕様・数値を基にした議論をし、最終提案についての確認することができた。

上記確認内容を受けて、9 項目を提案の原案として取り纏め、本年 8 月に MARAFIQ に提示の上、同月末から 9 月初めにかかる第四次現地調査に入り、ワークショップに於ける議論によって最終的に表 3.3.2-1 に示す 9 提案項目についての確認を行った。

3.3.2.1 現地調査結果

MARAFIQ は、海水の取り入れ、供給に多数の設備を有している。第一次及び第二次現地調査を踏まえて作成し MARAFIQ に事前に提出した省エネ Long List の各項目について、第三次現地調査に於いて現場での適用可能性を同社の担当者と協議した上でプラント内各設備を調査した結果、(1) ポンプ、(2) コンプレッサー、(3) 変圧器、(4) 空調設備、(5) 照明設備等の設備において省エネの余地があることを確認した。

これら 5 項目について検討結果（技術内容及び期待効果等）を第四次現地調査で MARAFIQ へ説明した。同提案内容の概要は表 3.3.2-1 の通り。

表 3.3.2-1 提案プロジェクトの省エネ効果

	提案項目	設備費概算	節電効果	温室効果ガス (GHG) 削減量	年間コスト 節約メリット
		1,000SAR	MWh/y	t- CO2 eq/y	1,000SAR/y
1	回転機器類 - 生物処理用コンプレッサー				
	1) ブローアによる曝気システムへの変更	25,500			1,344
2	回転機器類 - 浮上分離及び計装用コンプレッサー				
	1) 設定圧力の適正化	0			20
	2) エア漏れの改善	0			40
3	変圧器				
	1) トップランナー変圧器への更新	30,400			280
4	空調設備				
	1) 高効率機器への更新	2,900			33
	2) 室外機の日除け	100			5
	3) 室内温度の適正化(24℃)	0			5
5	照明設備				
	1) 水銀灯からLEDへの切り替え	11,000			446
	2) 室内照明への人感センサー導入	100			3
	合計	70,000			2,175

(出所：JICA スタディチーム)

3.3.2.2 提案概要

(1) 回転機器類

海水取水プラント

工業団地で使用される冷却水用の海水は、MARAFIQ の海水取水プラントにて電気分解設備からの塩素で処理され、海水ポンプにより水路まで揚水されている。海水ポンプは定速機で台数制御されており、水路の水面が一定の高さになるとポンプを稼動または停止するように運転管理されている。また、ポンプの能力も必要最低限に設計されているため、インバーター導入による省エネ効果は小さいと考えられる。

既設ポンプの内、約 1/3 のポンプには既にインバーターポンプが導入され省エネが実施されている。残りのポンプについても適切にインバーターポンプを導入する事でさらなる省エネが実施できる。

コンプレッサー

工業団地の各工場からの排水は排水処理プラントで環境基準に合わせて処理され排出されている。排水処理プラントの各工程にはコンプレッサーにより曝気用、計装用の圧縮空気を供給している。ここでは生物処理用に圧縮空気が利用されているが設定圧力が高いため、ブローアを用いたエアレーションシステムの変更による省エネが考えられる。

提案候補案件	1) ブローアによる曝気システムの変更
--------	---------------------

(2) 回転機器類 - 浮上分離及び計装用コンプレッサー

コンプレッサーは、計装用及びプロセス用の圧縮空気として使用している。これを実際の圧力は使用圧力に対し高くなっている為、適正な圧力まで下げることにより省エネが可能である。一方、コンプレッサーからの圧縮空気をプラント全体に供給している系で、これまでの現地調査では確認していないものの日本でも一般的に 20%~30%のエア漏れがあることから、MARAFIQ にも相当量のエア漏れがあるものと考えられる。これらエア漏れは日々の点検でエア漏れを修理する事で省エネを実施できる。

提案候補案件	1) 設定圧力の適正化 2) エア漏れの改善
--------	---------------------------

(3) 変圧器

MARAFIQ の海水取水搬送プラントの電源は複数台の変圧器により変圧し、主に海水ポンプに利用し、さらに変圧器により低圧まで変圧された電気は主に電気分解、ポンプに利用されている。変圧器はどれもプラント運営開始当時のままで約 30 年が経過しており、変圧器をトップランナー機器に更新する事で省エネを図る事が可能である。排水処理プラントについても同様で、28 年前の変圧器が使用されているため、機器更新による省エネが有効と考えられる。

提案候補案件	トップランナー変圧器への更新
--------	----------------

(4) 空調機器

排水処理プラント内の各建物には空調用の空冷ヒートポンプと多数のパッケージエアコンが設置されているが、ほとんどの室外機が屋上に設置されており日射の影響を受けている。そのため、日除けを設置することで省エネを図ることができる。また、室内の温度設定の基準を定め徹底することで空調機器によるエネルギー削減が可能である。また、扉が開いており、扉に隙間があるため外気が室内に侵入し、空調負荷が増えている。室外機のフィルタも汚れているため定期的な清掃が必要である。

提案候補案件	1) 高効率機器への更新 2) 室内温度の適正化 3) 室外機の日除け
--------	---

(5) 照明設備

照明には直管型蛍光灯が使用され、反射板が取り付けられており白熱灯と比較して省エネが図られているが、反射板の反射率が低下しているため定期的な清掃が必要である。プラント全体では、水銀灯が多数使用されており、LED ランプに交換することで、さらに省エネを図ることが可能である。また、人感センサーを導入することで、照明の消し忘れや必要最低限の照明の点灯によりさらなる省エネを図ることが可能である。

提案候補案件	1) プラント水銀灯の LED ランプへの切換 2) 事務所ビル照明への人感センサー導入
--------	---

(6) その他

ポンプについては積極的にインバーターを導入するなどして省エネを図っている。また、プロセスの運転管理においては、手動ではあるが 15 分ごとに運用設定を変更するなどして省エネに対する意識は高い。ユーティリティ設備のメンテナンス頻度や建物の空調熱負荷への対策を強化することでさらなる省エネを図ることができる。

3.3.3 再生可能エネルギー/太陽光発電

日本国内で活用されている太陽光発電及び再生可能エネルギー利用に関する技術と事例を基に MARAFIQ と打合せを行うことで、MARAFIQ 側のニーズを確認するとともに現場の視察調査により設置の可能性を検討した。

3.3.3.1 調査結果

現地打合せにより確認した MARAFIQ 側のニーズ及び現場調査結果を以下に示す。

(1) 第二次現地調査結果

現時点では太陽光パネルを設置してはいないが、その導入に積極的であり特に水処理施設への設置について関心が高かったことから、日本の水処理場で設置されている太陽光発電施設について紹介した（図 3.3.3-1）。

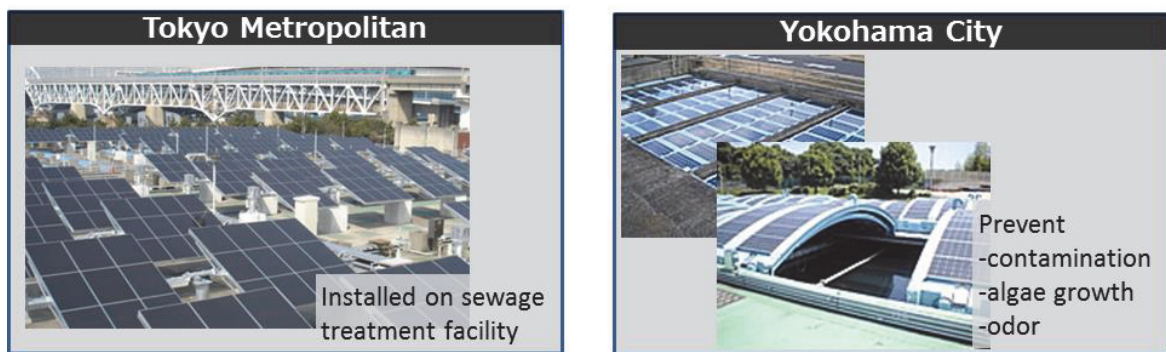


図 3.3.3-1 水処理場に設置される太陽光発電施設 日本の事例

(出典：東京都、横浜市)

協議の結果、表 3.3.3-1 に示す 8 つの太陽光発電施設導入検討候補地を選定した。

表 3.3.3-1 太陽光発電施設の設置候補地

Sites	Setting place	Remarks
1 O&M office buildings A	Building roof Parking lots	・ One of 3 existing office buildings in Jubail area
2 O&M office buildings B	Building roof Parking lots	・ One of 3 existing office buildings in Jubail area
3 O&M office buildings C	Building roof Parking lots	・ One of 3 existing office buildings in Jubail area
4 Staff houses	Houses roof	・ 260 houses for staffs
5 New HQ office building (Completion in 2017)	Building roof Parking lots	・ Required coordination with current plan
6 Water storage tanks	On tanks	・ Attention to loading on a tank
7 Canal	Covering the canal	・ Civil engineering works needed (long-term installation)
8 Water treatment plant	Covering basins	・ Attention to water treatment operation

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(2) 第三次現地調査結果

8つの太陽光発電施設導入検討候補地のうち、太陽光発電施設の導入検討を実施する施設について協議した。その結果、MARAFIQではこれまで太陽光発電施設の導入実績がなく、具体的な検討は本件が最初であることに鑑み、設置までにかかる時間が比較的短く、また運用時のメンテナンスが実施しやすい施設として O&M office buildings A を選定し、太陽光発電施設の導入検討を実施することとなった。

3.3.3.2 調査結果を踏まえた提案事項

3.3.3.2.1 提案概要

「サ」国では国内産油量の1/4を自国で消費しており、電力需要の伸びに伴い国内産油の自国消費が急増している。2038年には石油輸出国から純輸入国へと転じる可能性があるとも指摘されている。この状況下において、石油や天然ガスなどの化石燃料の自国消費を極力抑制すべく再生可能エネルギー利用（とくに太陽光発電）の開発が急務となっている。また、単なる再生可能エネルギーの導入のみでなく、エネルギーの効率利用が「サ」国の重要な国策に位置づけられている。MARAFIQも左記の国策に従って太陽光発電の導入を早期に実施したい意向が確認された。ここではパイロットプロジェクトとして、O&M office buildings A 敷地内の駐車場の屋根および distribution building の屋根に太陽光発電の設置を提案する。

太陽光発電の電力は MARAFIQ の既存の配電系統へ接続し、MARAFIQ の電力需要規模から、太陽光発電の逆潮流はなく、全て自己消費する。

3.3.3.2.2 提案各項目の説明

(1) 提案名

再生可能エネルギー（太陽光）を活用した省エネシステム

(2) 提案内容（詳細）

太陽光パネルからの配線を接続箱へ集約し、接続箱に集約された電力を太陽光発電用の変電所へ入力する。変電所には、太陽光発電の直流の電力を交流に変換する Power Conditioning System (PCS)、および交流に変換された電力を 200V から 4.16kV へ昇圧する変圧器を設置する。変電所内で交流化され昇圧された太陽光発電の電力が既存の Main LV Switchgear へ供給される。

(3) 目的/期待効果

再生可能エネルギー（太陽光）の導入により、化石燃料を起源とした電力使用量及び二酸化炭素排出量の削減を図る。太陽光発電の電力はそのまま化石燃料を起源とした電力使用量の削減につながる。

表 3.3.3-2 提案の各項目の効果（1年あたり）

項目	温室効果ガス削減量 (ton)
太陽光発電	413

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(4) 初期導入コスト

表 3.3.3-3 に提案の各項目の初期コストを示す。

表 3.3.3-3 提案の各項目の初期コスト

項目	コスト(SAR)
太陽光発電	2,036,364

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

投資回収期間はいくつかのケースで求められる。

ケース 1: 電力消費削減による投資回収期間(「サ」国における電力料金で計算)

電力消費削減と初期コストから投資回収期間は 25 年と見込まれる。

投資回収期間 = 初期コスト/1 年間で削減できる電力量の電力料金

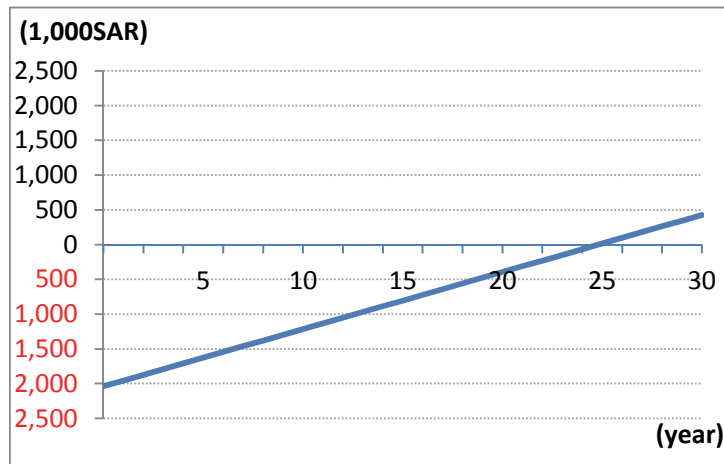


図 3.3.3-5 「サ」国における電力料金で推計した投資回収期間

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

ケース 2: 電力消費削減による投資回収期間(日本における電力料金で計算)

日本における電力料金の場合、投資回収期間は5年となる。

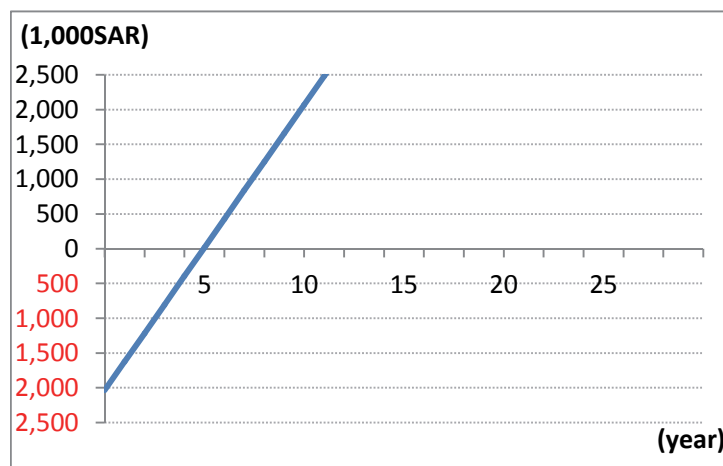


図 3.3.3-6 日本における電力料金で推計した投資回収期間

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

ケース 3: 原油の機会損失による投資回収期間

省エネルギーは発電所で消費される原油の機会損失の低減とも言える。この機会損失を金額換算して求めた投資回収期間は「サ」国における電力料金で求めた投資回収期間の 2.8 分の 1 (*)、つまり 9 年となる。

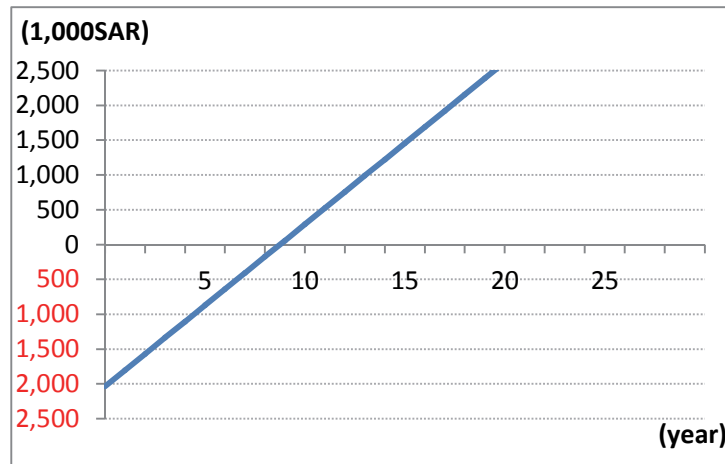


図 3.3.3-7 原油の機会損失で推計した投資回収期間

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

* 原油の機会損失; SECから購入する電力の価格および同量の電力を発電するのに必要な原油の価格の比率は以下のように求められる。

単位電力量を発電するための原油の体積: 1.6 barrel / MWh

単位体積あたりの原油の価格 : 262.5 SAR / barrel

単位電力量を発電するための原油の価格 : 420 SAR / MWh (= 1.6 x 262.5)

単位電力量の購入料金: 150 SAR / MWh

価格比(原油/購入電力): 2.8 (= 420 / 150)

(5) 実施スケジュール

表 3.3.3-4 に提案の項目を実施するスケジュールを示す。スケジュールはいくつかのフェーズに分けられる。工期は合計で約 18 か月となる。

表 3.3.3-4 実施スケジュール

項目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
太陽光発電	第1回調査	■																	
	基本設計と第2回調査		■	■	■														
	詳細設計					■	■	■											
	施工								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(6) 今後のアクション

提案プロジェクトを実施するにあたり、詳細調査および実施可能性調査が必要である。

3.4 SABIC に対する報告及び調査

3.4 SABIC に対する報告及び調査

SHARQ 並びに AR-RAZI に関する活動結果を報告するとともに提案内容について概略説明を行った。提案内容については他の SABIC 傘下企業へも同様に適用の可能性があるものと考えられる。

3.4.1 上水・工業用水/下水・再生水

今までの調査および検討結果に基づいて SABIC に対し SHARQ 並びに AR-RAZI に関する検討結果を以下のとおり報告した。

3.4.1.1 SHARQ

排水の再生化の検討をおこない以下の3つの案を検討し SHARQ へ提案したことを報告。

- 汚泥の発生が少ないと思われる PE 排水を再生水化する案
- 純水装置の運転最適化
- SHARQ 全体の水バランス不整合確認

上記3案について SHARQ との協議結果を基に JICA スタディチーム内で再検討した結果、最終的に SHARQ へは以下提案をすることとした。

表 3.4.1-1 検討案についての評価表 (SHARQ)

	提案項目	所要費用	投資回収年数
1	PE 排水と OLF 排水の一部再生水化	設備費 31.4 mil. SAR 運転費 1.4 mil. SAR/年	8 年
2	PE 排水の灌漑用水化	設備費 12.5 mil. SAR 運転費 0.36 mil. SAR/年	7 年
3	PE 排水の再生水化	設備費 15.0 mil. SAR 運転費 0.44 mil. SAR/年	11 年

(出所： JICA スタディチーム)

尚、純水装置についてはイオン交換樹脂について再検討をした結果、現在使用している陽イオン交換樹脂の代えて陰イオン交換樹脂の採用を提案した。

また、SHARQ 全体の水バランスについては SHARQ 内部で対応する旨確認があった。

3.4.1.2 AR-RAZI

かねてより AR-RAZI からプロセス排水処理の改善が望まれていることもあり、以下の 2 案を提案したことを報告。

- プロセス排水処理の改善と希釈水の再利用化
- 純水装置の運転最適化

上記 2 案について改めて検討を行った結果、表 3.4.1-2 に示す通りとなった。

表 3.4.1-2 検討案についての評価表 (AR-RAZI)

	提案項目	サステナビリティ プログラムへの貢献度	概略コスト
1	プロセス排水処理の改善	17%	設備費 29.5 mil. SAR 運転費 5.7 mil.SAR/年
2	純水装置の運転最適化	調査結果、特記すべき効果 を見出すに至らず	---

(出所： JICA スタディチーム)

純水装置の運転最適化については、AR-RAZI にて現実に即した方法でイオン交換樹脂の再生間隔を伸ばした純水装置の運転を実施しているが判明し、特記すべき効果を見出すには至らなかった。

他方、プロセス排水処理の改善については、上記提案に加えて、オプション案として既設のコンクリート製水槽と既存のラグーンを流用することも提案することとした。

3.4.2 電力/省エネルギー

SHARQ 及び AR-RAZI とともに生産の為に多くのユーティリティ設備を有している。両社への提案内容を SABIC へ報告するとともに、その後の両社との協議結果を基に最終的に以下の通り本報告書の提案項目とすることとした。

なお、具体的な提案内容については、前述の 3.1.4 章 (SHARQ)、3.2.4 章 (AR-RAZI) を参照。

表 3.4.2-1 SHARQ 向け省エネ提案項目

対象機器	省エネ提案項目	
	SABIC へ報告項目	最終提案
回転機器類 - 海水冷却システム	<ul style="list-style-type: none"> インバーターポンプの導入 	同左
回転機器類 - コンプレッサー	<ul style="list-style-type: none"> 設定圧力の適正化 コンプレッサーのインバーター化 エア漏れの改善 	同左
ボイラー	<ul style="list-style-type: none"> 押し込みファンのインバーター化 バルブの保温 トラップの作動診断と補修の計画作成及び実行 	同左
変圧器	<ul style="list-style-type: none"> トッランナー変圧器への更新 	同左
空調機器	<ul style="list-style-type: none"> 高効率機器への更新 室外機の日除け 室内温度の適正化 (24℃) 	同左
照明設備	<ul style="list-style-type: none"> プラント水銀灯の高効率化 事務所ビル照明への人感センサー導入 	同左

(出所：JICA スタディチーム)

表 3.4.2-2 AR-RAZI 向け省エネ提案項目

対象機器	省エネ提案項目	
	SABIC へ報告項目	最終提案
回転機器類 - 海水冷却システム	<ul style="list-style-type: none"> 海水取水ポンプのインバーター化 海水循環ポンプのインバーター化 	同左
回転機器類 - コンプレッサー	<ul style="list-style-type: none"> コンプレッサーのインバーター化 設定圧力の適正化 エア漏れの改善 	同左
ボイラー	<ul style="list-style-type: none"> 押し込みファンのインバーター化（備考） トラップの作動診断と補修の計画作成及び実行 バルブの保温 	<ul style="list-style-type: none"> トラップの作動診断と補修の計画作成及び実行 バルブの保温
変圧器	<ul style="list-style-type: none"> トッランナー変圧器への更新 	同左
空調機器	<ul style="list-style-type: none"> 高効率機器への更新 室外機の日除け 室内温度の適正化（24℃） 	同左
照明設備	<ul style="list-style-type: none"> プラント水銀灯の高効率化 事務所ビル照明への人感センサー導入 	同左

(出所：JICA スタディチーム)

備考：動力源がモーターではなく蒸気タービンとのことが判明したため、インバーターが設置出来ないことから省エネ提案から削除した。

3.4.3 再生可能エネルギー/太陽光発電

SHARQ 及び AR-RAZI への提案内容について確認した。また、SABIC が所有する職員用住宅への再生可能エネルギー利用に関して協議し、SABIC 側のニーズを確認するとともに現場の視察調査により設置の可能性を検討した。

3.4.3.1 調査結果

現地打合せにより確認した SABIC 側のニーズ及び現場調査結果を以下に示す。

(1) 第二次現地調査結果

SHARQ、AR-RAZI への太陽光発電施設導入に関する提案は、「サ」国内での化石燃料使用量削減に効果的であることの理解を得た。なお、SABIC としてこれまで太陽光発電プロジェクトを実施したことはないため、本提案が実施されれば SABIC として初めての太陽光発電プロジェクトとなる。

また、SABIC は Sustainability Report において SABIC Solutions の一つとして”Building-integrated photovoltaic panel solution”を掲げるなど、住宅用の太陽光発電設備の導入を課題として捉えている。

(2) 第三次現地調査結果

SHARQ、AR-RAZI への太陽光発電施設及び地中熱を活用した空調システムを組み込んだ提案について理解を得た。

また、現在建設中の SABIC の職員住宅への太陽光発電施設及び地中熱の導入に関心が高いことから、建設現場にて調査を実施した。現場調査の結果、職員住宅の屋根に太陽光パネルの設置が可能であることが確認された（図 3.4.3-1）。



図 3.4.3-1 SABIC 職員住宅（左） 職員住宅屋根状況（右）

（出所：JICA スタディチーム）

3.4.3.2 調査結果を踏まえた提案事項

3.4.3.2.1 提案概要

「サ」国では国内産油量の1/4を自国で消費しており、電力需要の伸びに伴い国内産油の自国消費が急増している。2038年には石油輸出国から純輸入国へと転じる可能性があるとも指摘されている。この状況下において、石油や天然ガスなどの化石燃料の自国消費を極力抑制すべく再生可能エネルギー利用（とくに太陽光発電）の開発が急務となっている。また、単なる再生可能エネルギーの導入のみでなく、エネルギーの効率利用が「サ」国の重要な国策に位置づけられている。さらにSABICはサステナビリティプログラムを通じて、2025年までに製品1トンあたりの温室効果ガスの排出量を25%削減することを目指している。

以上の「サ」国およびSABICの状況をふまえ、従業員住宅に、太陽光発電、地中熱利用ヒートポンプ、高効率照明、および再生水システムを構成要素とした再生可能エネルギーを効果的に活用するパッケージの導入を提案する。このパッケージは太陽光および地中熱といった再生可能エネルギーを含むとともに、高効率照明といったエネルギーの効率利用を可能とする要素を含み、「サ」国が求める要件に合致する。

各々の構成要素は次の箇所へ設置する。

従業員住宅の屋根に太陽光パネルを設置する。地中に地中熱利用のための地中熱交換機を埋め、地中熱利用ヒートポンプを利用した空調設備を導入する。照明を人感センサー付LED照明へ交換する。さらに、生活水の再利用のために再生水システムを導入する。

3.4.3.2.2 提案各項目の説明

(1) 提案名

再生可能エネルギー（太陽光/地中熱）を効果的に活用するシステム

(2) 提案内容（詳細）

(a) 太陽光発電

従業員住宅の屋根に太陽光パネルを設置する。太陽光発電の直流の電力を交流に変換するPower Conditioning System (PCS)を設置する。交流化された太陽光発電の電力が既存の配電盤へ供給される。

(b) 地中熱利用ヒートポンプ

地中熱利用ヒートポンプは熱を地中へ伝える集中冷房システムであり、地中をヒートシンクとして利用する。一定の深さの地中の温度は地表面の年平均気温にほぼ等しく、地中熱利用ヒートポンプは地中と地表面気温の温度差を利用する。

従業員住宅の周囲の地中に地中熱交換機を埋め、地中熱利用ヒートポンプで得られた熱エネルギーを従業員住宅の空調システムと連系させる。

(c) 高効率照明

部屋に人がいない場合に自動消灯するための人感センサーを備えた LED 照明を導入する。

(d) 再生水システム

生活水の再利用のために再生水システムを導入する。再生水は散水やトイレなどで利用可能である。

(3) 目的/期待効果

再生可能エネルギー（太陽光/地中熱）の導入により、化石燃料を起源とした電力使用量及び二酸化炭素排出量の削減を図る。第三次現地調査の結果、従業員住宅の年間電力使用量の推計値は表 3.4.3-1 の通りである。

表 3.4.3-1 従業員住宅の年間電力使用量の推計値

(MWh/year)			
合計	空調	照明	その他
16	11	4	1

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

提案の各項目で期待される効果は以下のとおりである。

(a) 太陽光発電

太陽光発電の電力はそのまま電力使用量の削減につながり、この分の電力使用量が削減可能である。

(b) 高効率照明

日本において、高効率照明への交換により49%の電力消費が削減できるという実績がある。

(c) 地中熱利用ヒートポンプ

日本において従来型の空調システムへ地中熱利用ヒートポンプを適用することにより50%の電力消費削減の実績がある。また、単位面積当たりの電力消費の削減は355kWh/m²と推計されている。

(d) 再生水システム

一般的な水質指標である生物化学的酸素要求量（Biochemical oxygen demand,

BOD) について、日本ではBOC ≤ 5ppmを達成しており、1日当りの水処理能力は0.5m³–4.0 m³である。

表 3.4.3-2 に提案の各項目の1年あたりの効果をまとめる。地中熱利用ヒートポンプおよび再生水システムの効果試算には従業員住宅の更なる調査が必要であり、表 3.4.3-2には含めていない。

表 3.4.3-2 提案の各項目の効果

項目	温室効果ガス削減量 (ton)
太陽光発電	11.1
高効率照明	1.5
合計	12.6

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

太陽光発電の電力量は SABIC の従業員住宅の年間電力使用量の推計値とほぼ等しく、ゼロエミッションハウスになりうる。

(4) 初期導入コスト

表 3.4.3-3 に提案の各項目の初期コストを示す。地中熱利用ヒートポンプのコスト試算には従業員住宅の更なる調査が必要であり、表 3.4.3-3には含めていない。

表 3.4.3-3 提案の各項目の初期コスト

項目	コスト(SAR)
太陽光発電	/
高効率照明	
再生水システム	
Total	116,060

*1: 1 ユニット 80W と仮定した場合の授業員住宅の照明の総ユニット数

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(5) 実施スケジュール

表 3.4.3-4 に提案の項目を実施するスケジュールを示す。スケジュールはいくつかのフェーズに分けられる。工期は合計で約1年となる。

表 3.4.3-4 実施スケジュール

Item	Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
太陽光発電	第1回調査				■								
	基本設計と第2回調査					■	■						
	詳細設計							■	■	■			
	施工									■	■	■	■
地中熱利用ヒートポンプ	第1回調査	■											
	基本設計と第2回調査		■	■	■								
	詳細設計					■	■	■					
	施工								■	■	■	■	■
高効率照明	第1回調査							■					
	基本設計と詳細設計								■	■	■		
	施工										■	■	■
再生水システム	第1回調査				■								
	基本設計と詳細設計					■	■						
	施工							■	■				

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

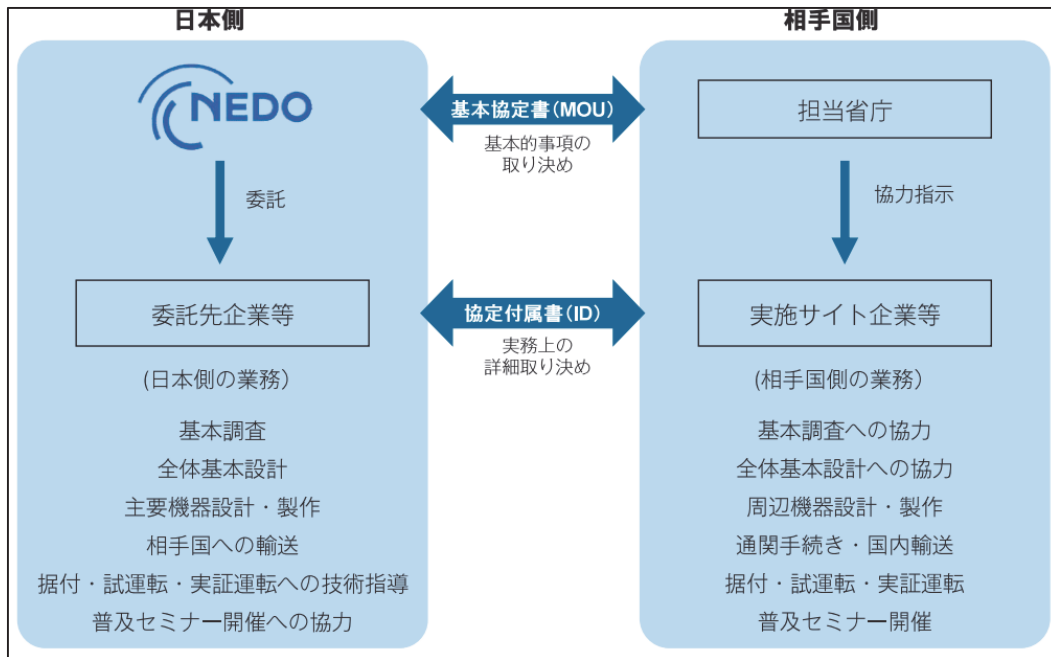
(6) 今後のアクション

提案事業を実施するにあたり、詳細調査と実施可能性調査が必要である。

具体的には提案したプロジェクトについて日本国政府による支援スキームを活用することを提案した。支援スキームの例としては、「国際エネルギー使用合理化等対策事業」(経済産業省) および「二国間クレジット制度に係る実現可能性調査」(経済産業省、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構) (付録参照)などがある。これらの日本国政府の支援スキームは調査費用の全額および初期投資コストの50%以下を融資することが可能である。

付録

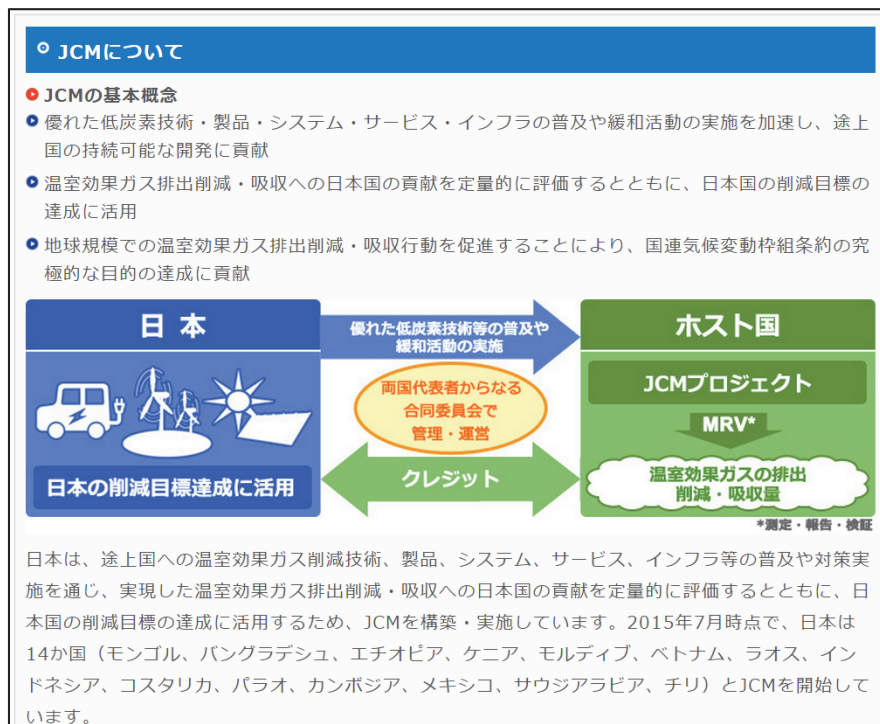
-国際エネルギー使用合理化等対策事業(モデル事業実施体制)-



(出所: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構,

http://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/07_01kokusai.html)

-二国間クレジット制度の基本概念-



(出所: 新メカニズム情報プラットフォーム, <http://www.mmechanisms.org/initiatives/jcm.html>)

3.5 JIC の人材育成プログラムに係る調査

3.5 JIC の人材育成プログラムに係る調査

3.5.1 教育（日本的経営）

3.5.1.1 現地調査および最終提案概要

Jubail Industrial College（「JIC」という）に対する日本的経営に関する教育プログラムの実施案を策定するに当たり、提案可能と思われるプログラムの抽出および選定を行い、第三次現地調査に臨んだ。調査団より JIC 関係者に向けて、JIC には馴染みの薄い日本的経営の教育プログラムの特徴と効果、並びに企業および大学での実施例を紹介し、JIC 関係者の理解を醸成しつつ興味を引きだすよう努めた。その際の対話を踏まえて、JIC 側の現状および興味を勘案し、日本的経営に関する教育プログラムの内、JIC に提案するのが適当と考えられるプログラムを 48 項目・合計 140 日間の講義および実施研修に纏め、JIC にメールにて提示した。同時に JIC が大学であることより、学生向け 1 年間のカリキュラムとして再編集したプログラムを策定し、これも合わせて提示した。

その後の国内作業において、その提案内容を最終化し、本年 9 月の第四次調査にて JIC 側の基本的な了解を確認した。

- ① プログラムの対象…JIC の教授および指導者、並びに公開講座の場合は Jubail 地区の企業関係者
- ② プログラムの実施…日本における事例研究、JIC 内部講座として実施、あるいは公開講座として実施
- ③ プログラムの内容…次の 7 コース
コース 1：日本的経営事例研究プログラム（場所：日本、対象：JIC 幹部・教授クラス）
コース 2：日本的経営事例研究プログラム（場所：日本、対象：JIC 講師クラス）
コース 3：管理職の役割認識プログラム（公開講座）（場所：JIC、対象：企業関係者）
コース 4：5S プログラム（公開講座）（場所：JIC、対象：企業関係者）
コース 5：カイゼンプログラム（公開講座）（場所：JIC、対象：学生/企業関係者）
コース 6：しつけプログラム（公開講座）（場所：JIC、対象：学生/企業関係者）
コース 7：日本的経営プログラム（場所：JIC、対象：JIC 講師クラス）

対象が学生でなくなった背景は、JIC との対話において、提案予定のプログラムはいずれも実務経験の無い学生にはレベルが高すぎることで、およびプログラムを実施しても学生では現場で活かす機会が無いとの判断に至ったためである。また一部のプログラムが公開講

座の形式をとる前提で策定されているのは、SABIC、SHARQ、AR-RAZI 等の企業との連携トレーニングに JIC が前向きに取り組むとしているためである。

JIC を始め Jubail 地区では、まだ日本的経営および教育の有効活用にはついて十分浸透していないため、現地関係者の日本訪問を促し、日本的なものについての地道な宣伝を行い関係者の認識を深める努力が効果を生むと考えられる。同時に、実施可能な範囲で、具体的なプログラムの実行が望まれる。

3.5.1.2 調査結果

(1) 第二次国内業務（2015年2月下旬～5月）

第三次現地調査時の面談を視野に入れ、日本的経営の学生向け年間カリキュラム（90分講義×週2回×30週）および本邦研修プログラム（10日間および40日間）を作成し、メールにて JIC 幹部宛に送付した。併せて、この提案内容の詳細を説明し連携の可能性を探るための訪問を申し入れたところ、第三次現地調査時に JIC 幹部との面談にこぎつけることができた。

(2) 第三次現地調査（2015年5月31日）

2015年2月の第二次現地調査時は、JIC のメンバーに日本的経営プログラムを紹介する機会が与えられなかったが、第三次現地調査時に昼食を含めて3時間の面談時間を確保することができ、以下の議題で打ち合わせを実施した。

- 1) 日本的経営プログラム
 - 日本的経営プログラムの構成
 - SHARQ と AR-RAZI の関心のあるテーマの紹介
- 2) 実施形式および外部との連携の可能性
 - JIC と企業のコラボでの集中講義
 - 日本的経営と日本での事例研究（10日間）
 - 日本的経営と日本での事例研究（30-40日間）
 - 学生対象の年間の日本的経営講座
 - 教授との研修手法の情報共有
 - 日本の大学との連携
- 3) 日本的経営に関する特徴の説明
 - 次の点について補足資料を使い詳しく説明した。
 - 起業シミュレーション、
 - 現状打破の発想法、

- 5S と目で見る管理、
- トヨタ生産方式

一連の JIC との協議において JIC から出された主な意見は次の通り。

- 提案の内容は JIC の学生には少しレベルが高すぎるように思われる。
- 提案プログラムに適応性を持たせるために、各項目をモジュール化できるか。例えば、難易度に応じて 4 段階に分けるなど。
- JIC にどの項目が適合するか、現段階では判断がつきにくい。研修テーマごとの参加対象者を企業のマネージャー、JIC メンバー、教授、学生などを視野に入れて検討したい。
- プログラム実施のための資金手配をどうするか、検討する必要がある。必要資金については、JICA より、コストシェア技術協力の可能性について検討するとの説明があった。

また、本プログラム実施のための会場を JIC が提供することによる各企業からの資金提供の可能性についても意見交換を行った。

(4) 第四次現地調査 (2015 年 9 月 2 日)

- 1) JIC に適合するプログラムについて、研修テーマごとの対象参加者も明確にしながら紹介した。また、SHARQ および AR-RAZI に提案した内容についても説明した。
- 2) JIC 向けには下記の 3 つのプログラムを提案し、見積もりも提出した。
 - a JIC 幹部または教授向け本邦研修
 - b JIC 講師向け本邦研修
 - c JIC 講師向け現地研修
- 3) JIC に対する以下の方針を説明した。
 - 「サ」国は DAC リスト卒業国であり、JICA が資金的援助を行う対象とすることは原則難しい。
 - したがって、JIC への提案は JIC の負担を前提とする。ただし、JICA としても事務的取次などについて便宜を図る可能性はある。
 - 一方で、現在 JICA は本プログラムのサポートを検討中であり、日本人スタッフの person 費等、コストの 3 割程度を JICA 負担とする可能性がある。これについては現状の制度内での対応を検討中であり、適用される際には日本側より JIC へ追って連絡する。

3.5.1.3 現地調査結果をふまえた最終提案

(1) 最終提案研修プログラム

日本的経営プログラムは、生産現場でのマネジメント手法であり、現場の経験がない学生が授業を受講しても知識がつくだけで、それを実際の場面で活かすことができない。日本の大学においても日本的経営のプログラムを持っている大学はなく、一部の大学院での講座が存在するのみである。そのため、研修プログラムを企業との連携による日本的経営プログラムとして、特に日本的経営や生産管理に特徴的なもの（役割認識、カイゼン、しつけなど）に絞り込んだことを説明した。

また、SABICによると、同社の関係会社である Hadeed 製鉄所は 5S を導入しており、SADAF 社のメンテナンス部門ではリーン生産方式を導入しているとの情報が提供された。そのような背景から、SABIC のメンバーの一人より、まずはリーン生産方式を SHARQ、AR-RAZI をモデルとして導入する可能性を検討したいとの意向が示された。このような日本的経営に関する企業側の関心の高まりに対応するためにも、日本的経営プログラムを JIC が一般企業人向け公開講座として実施する価値があると思われる。

上記のことから、7 項目の研修プログラムを JIC 幹部および教員向けと企業人向け公開講座に分けて提案し、その研修概要を表 3.5.1-1 に整理し、最終プロポーザルとする。

表 3.5.1-1 最終提案研修プログラム

コース名	対象	実施場所
コース 1 日本的経営事例研究プログラム	JIC の幹部および教授クラス	日本
コース 2 日本的経営事例研究プログラム	JIC の講師クラス	日本
コース 3 管理職の役割認識プログラム	一般企業人（公開講座）	ジュベール
コース 4 5S プログラム	一般企業人（公開講座）	ジュベール
コース 5 カイゼンプログラム	一般企業人（公開講座）	ジュベール
コース 6 しつけプログラム	一般企業人（公開講座）	ジュベール
コース 7 日本的経営プログラム	JIC の講師クラス	ジュベール

（出所：JICA スタディチーム、）

(2) 提案研修プログラムの概算費用

プログラムの概算費用は下表 3.5.1-2（第四次現地調査時のワークショップにおける提出資料に掲載）を参照。

表 3.5.1-2 研修プログラムの概算費用（単位：千サウジアラビア・リヤル）

研修プログラム No.		1	2	3	4	5	6	7
期間(日)		12	29	注 1	注 2	注 3	注 4	25
参加人数(人)		12	12	12	12	12	12	12
概 算 費 用	研修費	106	255	144	294	197	182	324
	旅費、宿泊費 参加者	474	661	---	---	---	---	---
	旅費、宿泊費 講師	---	---	113	145	102	100	140
	現地での旅費交通費	18	24	7	16	16	15	13
	研修運営テキスト、研修会場	23	36	7	7	7	7	7
	コーディネーション費	32	79	18	36	36	36	79
	管理費	13	32	13	27	27	27	32
	小計	666	1,087	303	525	385	367	595
	消費膳	53	87	24	42	31	29	48
Total	719	1,174	327	567	416	396	643	

(出所： JICA スタディチーム、中部産業連盟)

注 1 : 6 か月間に現地訪問 3 回、現地講義日数計 6 日

注 2 : 6 か月間に現地訪問 4 回、現地講義日数計 5 日

注 3 : 6 か月間に現地訪問 3 回、現地講義日数計 4 日

注 4 : 現地講義 7 日間、6 か月後に効果測定を行う。

3.5.2 再生可能エネルギー/太陽光発電

太陽光発電教育への活用を目的とした太陽光発電設備の導入について、JIC 側のニーズを確認するとともに現場の視察調査により設置の可能性を検討した。

3.5.2.1 調査結果

現地打合せにより確認した JIC 側のニーズ及び現場調査結果を以下に示す。

(1) 第二次現地調査結果

太陽光発電教育への活用を目的とした太陽光発電設備の導入を提案した（図 3.5.2-1）。

提案の結果、「サ」国で求められる太陽光発電関連の人材育成について検討協議することとなり、太陽光発電設備の具体的な設置については、第三次調査にて調査を実施することとした。

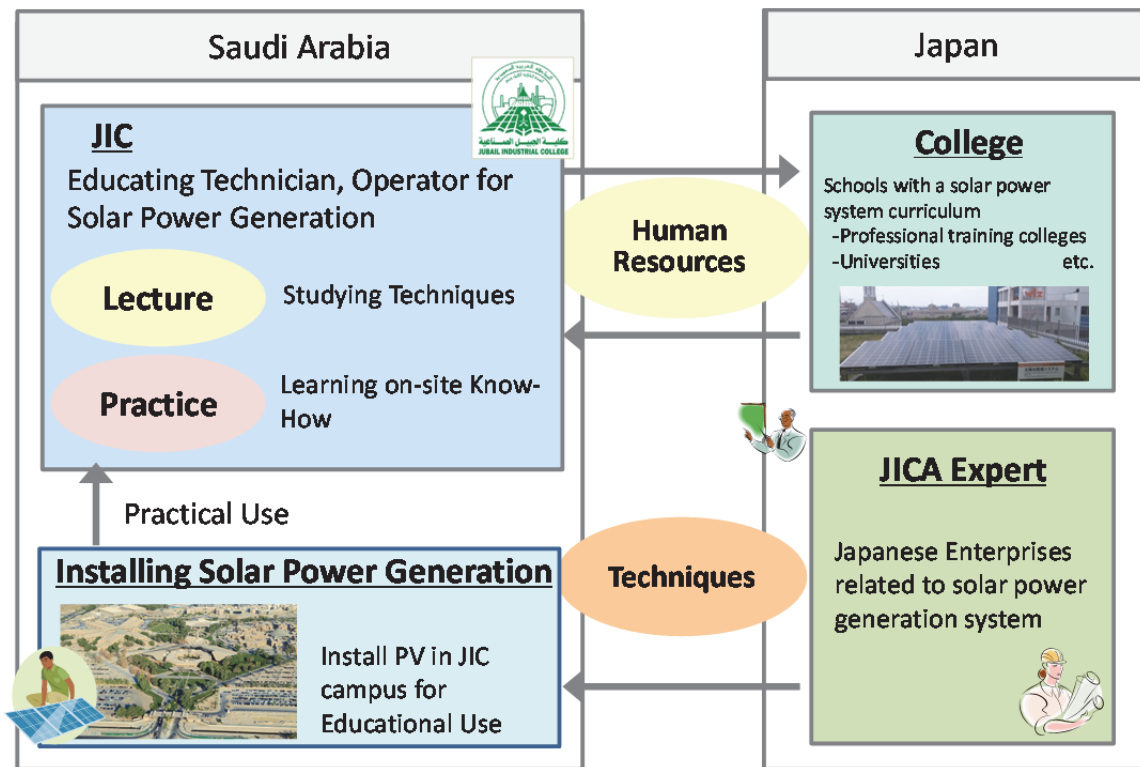


図 3.5.2-1 太陽光発電教育に太陽光発電設備を活用したスキーム案

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(2) 第三次現地調査結果

実際の太陽光発電施設を有効活用した太陽光発電教育の日本の事例を紹介した（図 3.5.2-2）。


JIC キャンパス内へ太陽光発電施設を導入する場合の候補地を JIC との協議した結果、図書館前の広場への設置が適していることを確認した（図 3.5.2-3）。

太陽光発電施設の設置場所は、以下の3つの要件を満たすことを条件に検討した。

【JIC キャンパス内太陽光発電施設導入場所の条件】

- i. 学生がアクセスできるエリアであること
- ii. 今後予定されている JIC キャンパス内の改修計画を妨げないエリアであること
- iii. 多くの人が太陽光発電施設を目にすることができるエリアであること


Japanese School Example




<Advantages of installing PV on campus>

- ✓ **Obtaining knowledge from actual Solar Power Generation**
 - Power generation characteristics
 - PCS (Power Conditioning System) behavior which is important to Business
 - Pre-Survey, Power plant/System design
- ✓ **Educational Use**
 - Visualize generated electricity
 - Experience actual Solar Power Generation (technology, civil engineering)
 - Practical training for Operation and Maintenance
- ✓ **Editing Programs** (Note; Solar Power is still new education subject)
 - Emphasize important technical issues using from on site experience (not only from textbooks)
 - Improve teachers knowledge by actual devices


"Solar Power Generation on Campus"
- 19,650m²(Incl; Education facility)
- 0.87MW



"PCS"



"Visualizing"



well-educated and highly trained manpower in technical and business related fields

図 3.5.2-2 太陽光発電施設を有効活用した太陽光発電教育の日本の事例

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

3.5.2.2 調査結果を踏まえた提案事項

3.5.2.2.1 提案概要

上述の調査結果をふまえ、再生可能エネルギー（太陽光）教育を主目的とした太陽光発電施設を図書館前広場に導入することを提案した。

発電した電力は、JIC キャンパス内の既存電力系統に連系し校内において利用することとし、逆潮流はさせない仕様とする。

3.5.2.2.2 提案各項目の説明

(1) 提案名

再生可能エネルギー（太陽光）の導入

(2) 提案内容（詳細）

太陽光発電

(3) 目的/期待効果

再生可能エネルギー（太陽光）の導入により、化石燃料を起源とした電力使用量及び二酸化炭素排出量の削減を図る。

表 3.5.2-1 太陽光発電による効果の推計値

項目	温室効果ガス削減量 (ton)
太陽光発電	61

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(4) 初期導入コスト

表 3.5.2-2 に提案の初期コストを示す。

表 3.5.2-2 提案の各項目の初期コスト

項目	コスト(SAR)
太陽光発電	303,030

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(5) 実施スケジュール

表 3.5.2-3 に提案の項目を実施するスケジュールを示す。約 5 か月間の調査及び設計を

実施した後、太陽光発電設備導入のための施工を行う。工期は合計で約 12 か月となる。

表 3.5.2-3 実施スケジュール

実施項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第一回調査	■											
基本設計及び第2回調査		■	■									
詳細設計				■	■							
施工						■	■	■	■	■	■	■

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(6) 今後のアクション

再生可能エネルギー分野は、将来的に重要なビジネスマーケットとなることが考えられる。JIC 校内への太陽光発電施設の導入については引き続き JIC により検討を進める。なお、JICA スタディチームからは、図 3.5.2-1 に示すような日本・サウジアラビア両国における技術協力の実施を提案した。

3.5.3 太陽光発電教育

日本国内での太陽光発電教育の事例を基に JIC と打合せを行うことで、JIC 側のニーズを確認し、今後の太陽光発電教育のプログラムを検討することとした。

3.5.3.1 調査結果

現地打合せにより確認した JIC 側のニーズ及び協議結果を以下に示す。

(1) 第二回現地調査結果

日本が持つ太陽光発電教育に関する知見の技術移転を図るスキーム案として図 3.5.3-1 を基に協議を行った。

協議の結果、JIC が太陽光発電関連の人材育成実施を検討する際に以下の情報が必要であることを確認した。

【太陽光関連の人材育成実施の検討に必要な情報】

- i. 太陽光発電のビジネス段階別で求められる人材情報
- ii. 太陽光発電の導入により創出される雇用の情報

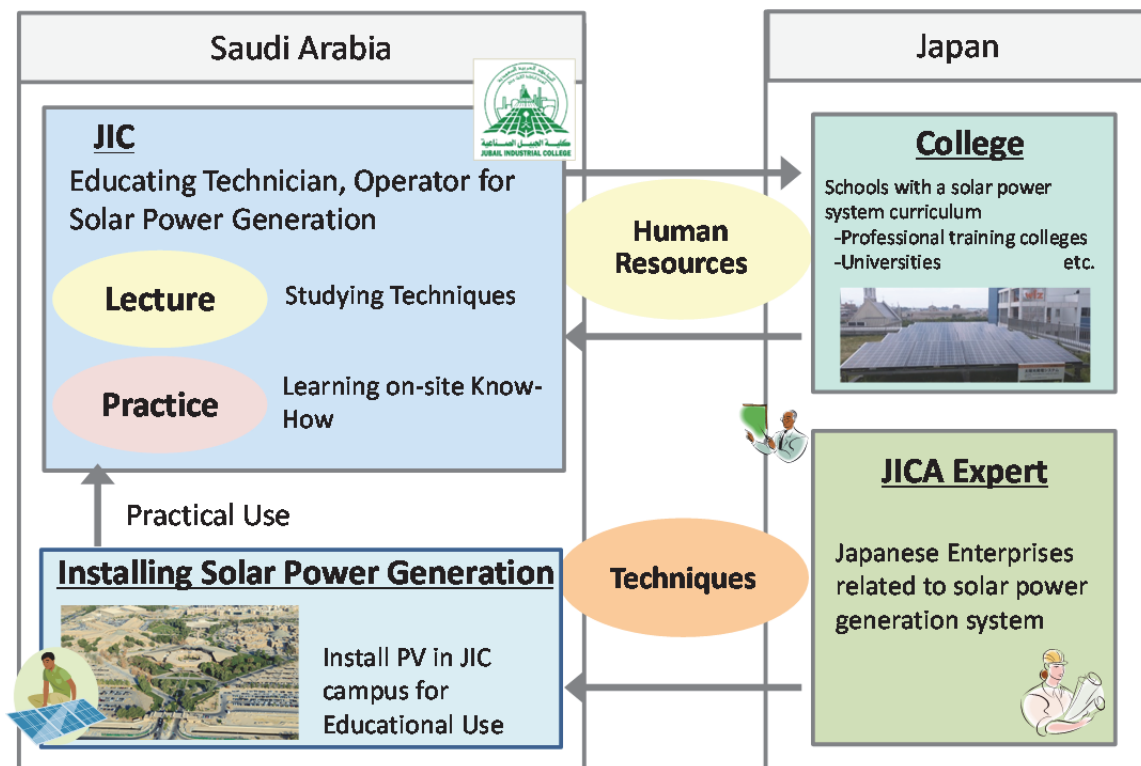


図 3.5.3-1 日本側の技術移転を図るスキーム案

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(2) 第三回現地調査結果

第二回現地調査において確認した JIC が太陽光発電教育の検討に必要な情報を提示し、今後の太陽光発電教育のプログラムについて協議した。

- i. 太陽光発電のビジネス段階別で求められる人材情報については、計画、製造、運用の各段階で求められる技術内容及び職種を提示した（図 3.5.3-2）。
- ii. 太陽光発電の導入により創出される雇用の情報については、太陽光発電施設の導入に伴い創出されると想定される雇用数の試算結果を提示した（図 3.5.3-3）。

太陽光発電教育のプログラムは、文部科学省の「平成 26 年度 再生可能エネルギー・スマートグリッド分野技術者育成事業」及び経済産業省の「平成 25 年度 再生可能エネルギー関連産業におけるスキル動向及びスキル標準策定に関する調査」を参考に提案した（図 3.5.3-4）。

協議の結果、「サ」国において太陽光発電に関する企業からの人材ニーズが、現時点ではないことから、学生用に新たなカリキュラムを新設することは難しいことを確認した。ただし、将来的に太陽光発電に関する人材育成が必要となることが予想されることから、コストシェア技術協力スキームの活用による JIC の教員への技術移転など、継続的な太陽光発電の人材育成の実施について検討していくこととなった。

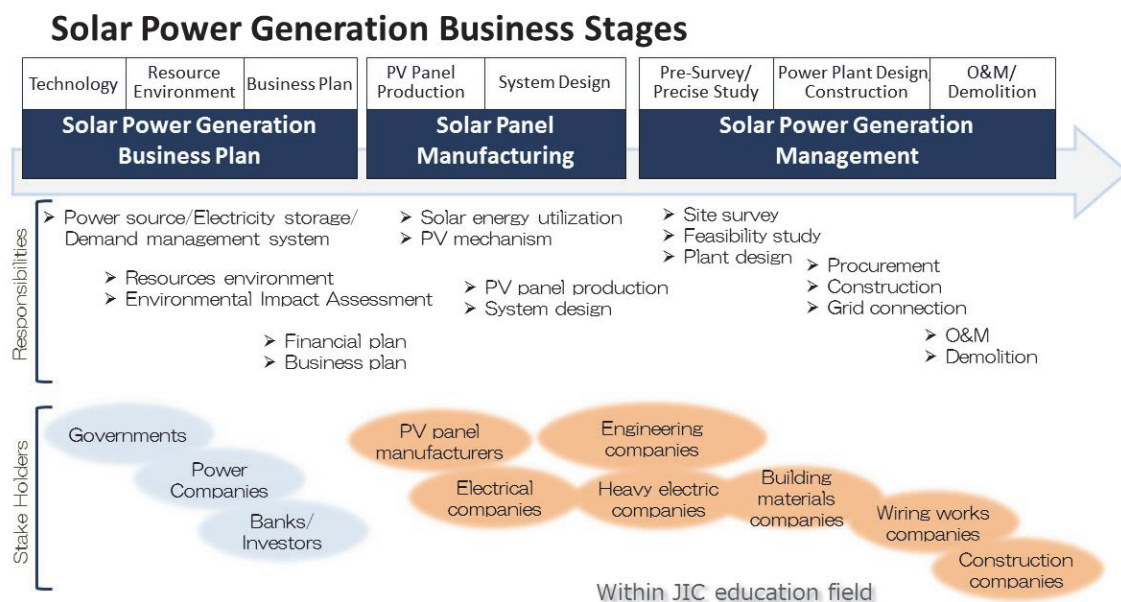


図 3.5.3-2 太陽光発電ビジネス段階別で求められる職種

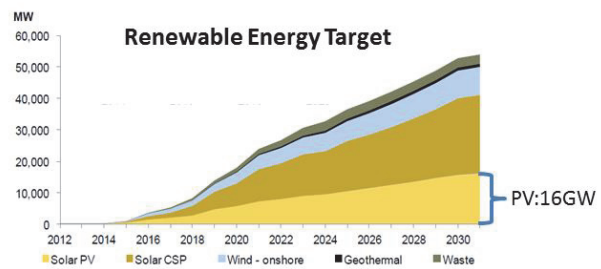
(出所：SEC)

Encourage employment creation by Solar Power Generation

- ✓ Require trained workers for achieving the renewable energy target

Stage	Create employment opportunities (employee/16GW)
Manufacturing	23,360
Construction	8,000
O & M	13,280
Total	44,640

Source; Journal of the Japan Institute of Energy(2011)



Approx. 3,000 workers
(Operators & Technician) are required for 1GW Solar Power Generation

図 3.5.3-3 太陽光発電施設の導入に伴い創出される雇用の試算

(出所 : SEC)

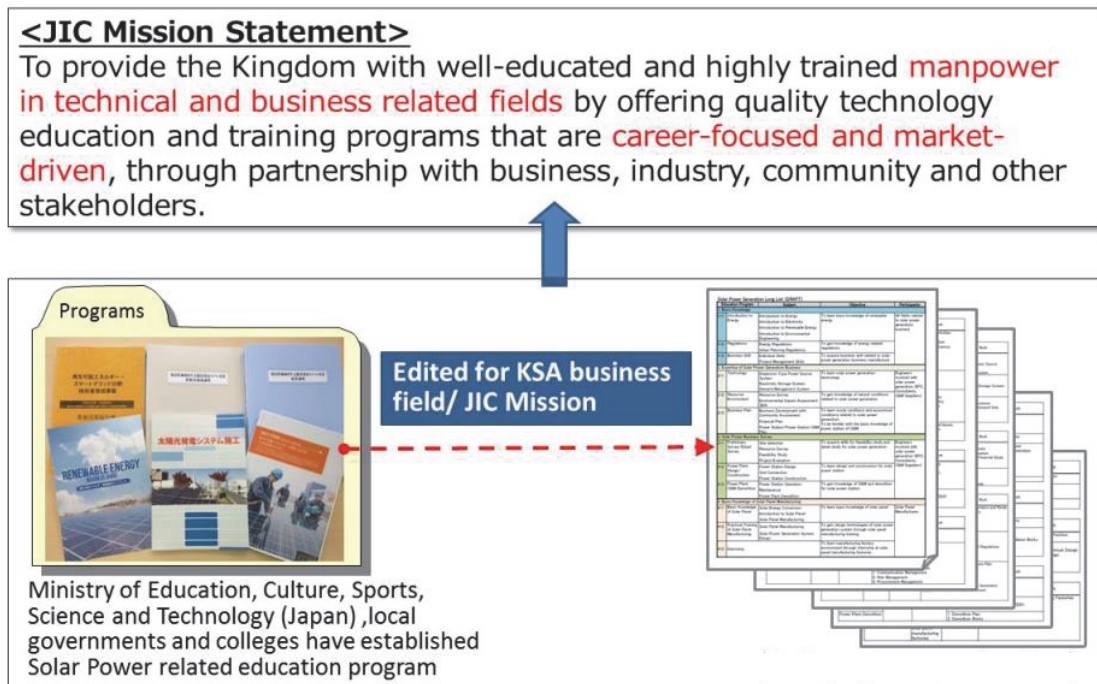


図 3.5.3-4 太陽光発電教育のプログラム（案）の提案

(出所 : JICA スタディチーム、OC グローバル)

3.5.3.2 調査結果を踏まえた提案事項

3.5.3.2.1 提案各項目の説明

(1) 提案名

太陽光発電教育プログラム

(2) 提案内容（詳細）

教育プログラムは(a)日本での研修と(b)サウジアラビアでの研修の2課程を通じて履修するものとする。

(a) 日本での研修

日本での研修プログラムにおいては、既に導入されている太陽光発電施設及びこれまでの太陽光発電の経験に基づくものとする。研修プログラムの詳細を表3.5.3-1、表3.5.3-2に示す。

表 3.5.3-1 日本での研修プログラム

研修期間	29日間
研修対象者	JICの教員 (電気学科、計測制御学科、生産工学科)
研修対象人数	6名
研修目的	太陽光発電施設に関する知識の習得及び施設の運用に関する技術の習得を日本の教育プログラム及び実際の施設を活用して習得する。
主な内容	<ul style="list-style-type: none">• オリエンテーション• 再生可能エネルギー関連政策、法規制• 基礎知識• システム概要（電力分野）• 設計概要• 計測及び制御• 安全管理• 現地視察、運用手順

表 3.5.3-2 日本における研修スケジュール

日程		研修内容
1	月	オリエンテーション
2	火	再生可能エネルギー関連の政策及び法規制
3	水	再生可能エネルギー関連の政策及び法規制
4	木	太陽光発電施設に関する技術的な基礎知識
5	金	太陽光発電施設に関する技術的な基礎知識
6	土	休日
7	日	休日
8	月	太陽光発電施設の設計基礎
9	火	太陽光発電施設の設計基礎
10	水	太陽光発電施設設備
11	木	太陽光発電施設設備
12	金	太陽光発電施設設備
13	土	休日
14	日	休日
15	月	安全管理/現地視察
16	火	太陽光発電施設における現地トレーニング
17	水	太陽光発電施設における現地トレーニング
18	木	太陽光発電施設における現地トレーニング
19	金	太陽光発電施設における現地トレーニング
20	土	休日
21	日	休日
22	月	太陽光発電施設における現地トレーニング
23	火	太陽光発電施設における現地トレーニング
24	水	太陽光発電施設における現地トレーニング
25	木	太陽光発電施設における現地トレーニング
26	金	運用管理
27	土	次世代エネルギーパーク視察
28	日	次世代エネルギーパーク視察
29	月	総括

(b) サウジアラビアでの研修

サウジアラビアでの研修プログラムにおいては、日本で習得した知見を参考にサウジアラビアにおける再生可能エネルギーの導入状況を把握することで、今後の太陽光発電教育を進めて行くための研修を実施する。研修プログラムの詳細を表 3.5.3-3、表 3.5.3-4 に示す。

表 3.5.3-3 サウジアラビアでの研修プログラム

研修期間	19 日
研修対象者	JIC の教員 (電気学科、計測制御学科、生産工学科)
研修対象人数	6 名
研修目的	日本で研修した太陽光発電施設の知見を基にしたサウジアラビアにおける再生可能エネルギーの状況に応じた太陽光発電教育の実施
主な内容	<ul style="list-style-type: none">• オリエンテーション• サウジアラビアにおけるエネルギー関連政策、法規制• 太陽光発電ビジネスマーケット (製造業、導入環境、ビジネス実施者)• システム概要 (電力分野)• 設計概要• 安全管理• 現地視察• 設備導入工事計画、運用管理• サウジアラビアにおける太陽光発電ビジネス展開の検討 (ディスカッション、グループワーク)• サウジアラビアにおける学生用太陽光発電教育カリキュラムの検討

表 3.5.3-4 サウジアラビアにおける研修スケジュール

日程		研修内容
1	日	オリエンテーション、世界的な再生可能エネルギーの動向
2	月	サウジアラビアにおける再生可能エネルギー関連の政策及び法規制 (JIC 教員によるプレゼンテーション)
3	火	太陽光発電ビジネスマーケット
4	水	サウジアラビアで求められる太陽光発電ビジネスの技術的要素
5	木	サウジアラビアで求められる太陽光発電ビジネスの技術的要素
6	金	休日
7	土	休日
8	日	サウジアラビアにおける太陽光発電ビジネスの見込み
9	月	太陽光発電施設的设计基礎
10	火	太陽光発電施設設備
11	水	太陽光発電導入サイト訪問、建設及び運用のポイント
12	木	太陽光発電導入サイト訪問、建設及び運用のポイント
13	金	休日
14	土	休日
15	日	グループワーク(サウジアラビアにおける太陽光発電教育のあり方)
16	月	グループワーク(サウジアラビアにおける太陽光発電教育のあり方)
17	火	学生用太陽光発電教育カリキュラムの検討
18	水	学生用太陽光発電教育カリキュラムの検討
19	木	総括

(3) 目的/期待効果

日本においても再生可能エネルギー（太陽光）に関する教育は比較的新しい分野であり、太陽光発電教育に関する内容は、既存の関連性が高い教育課程の中に取り込み実施されている。

JIC の教員を対象とした研修を通じて下図（図 3.5.3-5）に示す JIC における既存の教育課程の中に太陽光発電教育が取り込まれることが期待できる。

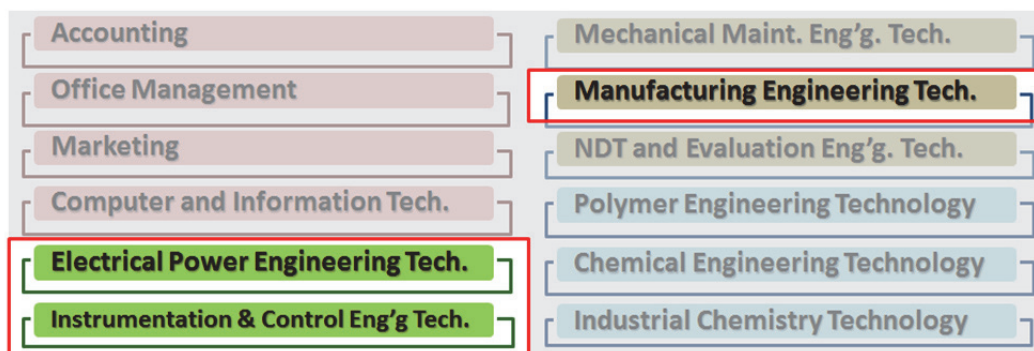


図 3.5.3-5 太陽光発電教育を取り込むことが期待できる JIC の教育課程

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(4) 初期導入コスト

下表に日本及びサウジアラビアにおける研修コストを示す。

表 3.5.3-5 日本における研修コスト

研修期間	29 日
研修対象人数	6 人
費用項目	コスト(SAR)
研修 講師料	112,000
教育プログラム及び 研修テキスト作成	210,000
旅費	250,000
合計	572,000

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

表 3.5.3-6 サウジアラビアにおける研修コスト

研修期間	19 日
研修対象人数	6 人
項目	コスト(SAR)
研修 講師料	84,200
教育プログラム及び 研修テキスト作成	210,000
旅費	75,900
合計	370,100

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(5) 実施スケジュール

表 3.5.3-7 に提案の項目を実施するスケジュールを示す。

表 3.5.3-7 実施スケジュール

実施項目	1	2	3	4
研修プログラム及びテキスト作成	■			
日本における研修		■		
サウジアラビアにおける研修				■

(出所：JICA スタディチーム、OC グローバル)

(6) 今後のアクション

現在、サウジアラビアに対してはコストシェア型の技術協力の実施が可能であるため、JICA スタディチームからは JIC の教員向けに太陽光発電教育に関する研修を実施するためのスキームとしてコストシェア型の技術協力の活用を提案した。