

メキシコ合衆国

メキシコ合衆国  
重化学工業分野の省エネに関する  
「案件化調査」  
最終報告書

平成 28 年 8 月  
(2016 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

ADAPTEX 株式会社

国内
JR(先)
16-062

# 目次

第1章	対象国の現状	1
1.1	対象国の政治・社会経済状況	1
1.1.1	対象国の政治状況	1
1.1.2	対象国の社会経済状況	2
1.2	対象国の対象分野における開発課題	6
1.3	対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度	7
1.3.1	開発計画	7
1.3.2	関連計画	8
1.3.3	政策及び法制度	8
1.4	対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	10
1.4.1	ODA 事業の先行事例分析	10
1.4.2	他ドナーの分析	11
1.5	対象国のビジネス環境の分析	12
1.5.1	外国投資全般の状況	12
1.5.2	許認可等	13
第2章	提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	17
2.1	提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴	17
2.1.1	業界分析	17
2.1.2	提案企業の実績	19
2.1.3	業界における位置づけ	20
2.1.4	活用が見込まれる製品技術の特徴	20
2.1.5	国内外の同業他社	25
2.1.6	類似製品及び技術の概況	25
2.2	提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	26
2.2.1	提案企業の事業展開の方針	26
2.3	提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献	27
2.3.1	提案企業が海外進出することによる日本の地域経済への裨益	27
第3章	活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	28
3.1	製品・技術の検証活動	28
3.1.1	調査・検証活動の概要	28
3.2	製品・技術の現地適合性検証（非公開箇所）	30
3.3	製品・技術のニーズの確認	31
3.3.1	現地で確認されたニーズ	31
3.4	製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	33
3.4.1	調査及び検証結果に基づいた開発課題への整合性	33
3.4.2	PEMEX 及びカダレイタ製油所の有する課題との整合性	33
3.5	実現可能性の検討（非公開箇所）	34

第4章	ODA 案件化の具体的提案	35
4.1	ODA 案件化概要	35
4.1.1	具体的な ODA スキーム	35
4.2	具体的な協力計画及び開発効果	35
4.2.1	普及・実証事業	35
4.2.2	日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画	43
4.3	対象地域及びその周辺状況	45
4.3.1	候補サイト	45
4.3.2	関連インフラ整備	45
4.4	他 ODA 案件との連携可能性	46
4.4.1	既存の ODA 案件との連携可能性	46
4.5	ODA 案件形成における課題	46
4.5.1	新たに顕在化した課題と対応方法	46
第5章	ビジネス展開の具体的計画（非公開箇所）	48
	別添資料	49

# 図目次

図 1.1-1	経済新興国の人口推移（見直し含む）及び 2015 年を 1.00 とした場合の人口変動	2
図 1.1-2	「メ」国の年齢階層別人口構成	2
図 1.1-3	OECD 加盟諸国における所得格差の状況	3
図 2.1-1	世界の一次エネルギー需要の増加傾向	17
図 2.1-2	プラントに関わるビジネスとライフサイクル	18
図 2.1-3	石油製品の製造原価コスト構成	18
図 2.1-4	導入提案及び実績の分野別割合	20
図 2.1-5	製油所におけるハード交換による省エネ対策の一例	21
図 2.1-6	蒸留塔と加熱炉周辺と DCS のイメージ	23
図 2.1-7	当該サービスによる改善イメージ	24
図 2.2-1	国内石油需要の推移	26
図 3.3-1	「メ」国における石油化学品の需要と輸出入の収支状況	31
図 3.3-2	「メ」国における石油化学産業への投資推移（2007-2014）	31
図 3.3-3	ASEA のスコープ	32
図 4.3-1	モンテレイ中心地とカデレイタ製油所の位置関係	45

# 表目次

表 1.3-1	国家インフラプログラム（2014-2018）における分野別投資計画	7
表 1.3-2	PEMEX 製油所の近代化計画	8
表 1.3-3	最近実行（発注）された PEMEX 製油所の近代化工事	8
表 1.3-4	憲法改正等によるエネルギー改革の主な概要	9
表 1.3-5	エネルギー改革の進展状況	9
表 1.3-6	重化学工業分野に関する温室効果ガス削減に関する政策	10
表 1.4-1	「メ」国への援助形態別実績（年度別）	11
表 1.4-2	「メ」における重化学工業分野に対する技術協力事業実績	11
表 1.4-3	主要ドナーの対「メ」国経済協力実績（支出総額ベース、単位百万ドル）	12
表 1.5-1	外資参入規制のある業種等	12
表 1.5-2	外国からの投資奨励策の概要	13
表 1.5-3	「メ」国における当社事業展開に関連する主な税金（連邦税）	13
表 1.5-4	「メ」国での会社形態及び可変資本制度の活用実態	14
表 1.5-5	「メ」国の主な労働条件	15
表 1.5-6	従業員の解雇補償金の支払い条件	16
表 2.1-1	国内外の APC 提供企業及び製品	25
表 4.2-1	普及・実証事業のスケジュール案	36
表 4.2-2	協力概算額（普及・実証事業）	41

## 巻頭写真



PEMEX 本社での説明会の様子



CONUEE との面談の様子



経済省での面談の様子



PEMEX 本社での MoU 署名式の様子



カデレイタ製油所での面談の様子



ASEA での面談の様子



ATLATEC 株式会社での面談の様子



国立工科大学での面談の様子

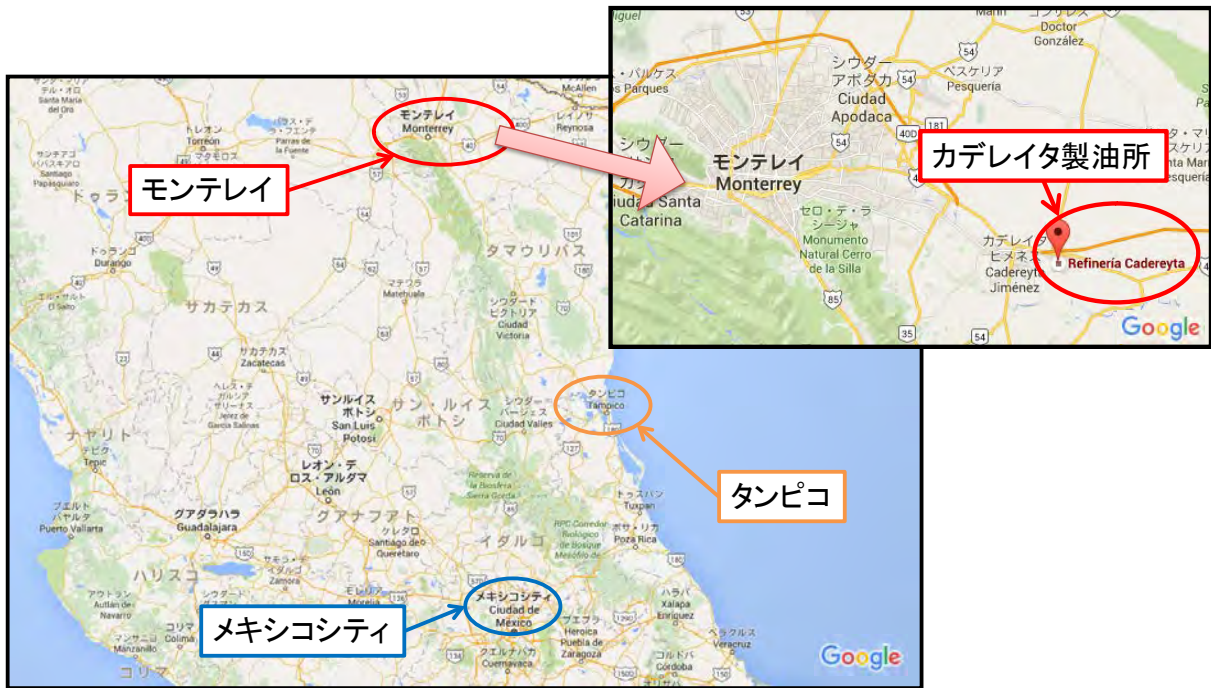
## 略語集

ANIQ	Asociación Nacional de la Industria Química
APC	Advanced Process Control
API	American Petroleum Institute
ASEA	Agencia de Seguridad Energegia y Ambiente
ASEAN	Association of South-East Asian Nations
CDU	Crude Distillation Unit
CFE	Comision Federal de Electricidad
CNH	Comision Nacional de Hidrocarburos
CONUEE	Comisió Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CRE	Comision Reguladora de Energia
DCS	Distributed Control System
EEN	Encuestas Económicas Nacionales
EPA	Economic Partnership Agreement
EPC	Engineering, Procurement and Construction)
FCC	Fluid Catalytic Cracking
HGO	Heavy Gas Oil
I.M.P.	Instituto Mexicano del Petróleo
IMPI	Instituto Mexico de la Propiedad Industrial
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
KPI	Key Performance Index
LAERFTE	Law on renewable energy utilization and energy transition financing
LGCC	Ley General de Cambio Climatico
LVGO	Light Vacuum Gas Oil
MFL	Mexico Federal Law on Copyright
MIPL	Mexican Industrial Property Law
NAFTA	North America Free Trade Agreement
O&M	Operation and Maintenance
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
PANAL	Partido Plitico Nueva Alianza
PEMEX	Petroleos Mexicanos
PRI	Partido Revolucionario Institucional
PVEM	Partid Verde Ecologista de Mexico
S. de R.L.de C.V	Sociedad de Responsabilidad Limitada de Capital Variable
S.A.de C.V	Sociedad Anonima de Capital Variable
SENER	Secretaria de Energia
SSOP	Steam System Optimization Program
T/G	Turbine Generator
TPP	Trans-Pacific Partnership

UCC  
VDU

Universal Copyright Convention  
Vacuum Distillation Unit

# 調査対象地域



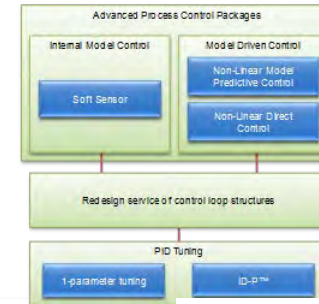


# 案件化調査

## メキシコ国 重化学工業分野の省エネに関する案件化調査

### 企業・サイト概要

- 提案企業 : ADAPTEX株式会社
- 提案企業所在地 : 広島県東広島市
- サイト・C/P機関 : メキシコ石油公社 (PEMEX) カデレイタ製油所



制御改善サービス概要

### メキシコ国の開発課題

- 国家収入全体の約3割を占める石油産業をPEMEXが担当してきたが、近年石油の埋蔵・生産量が減少し、原油価格も下落しているため、国家財政に深刻な影響を与えている。
- 石油産業を含めたエネルギー改革を実施しており、温室効果ガスの削減が急務である。

### 中小企業の技術・製品

- 製油所や石油化学工場の装置が持つ性能を、ハードウェアの追加を無くしてDCSのみで最適化する技術を核としたサービスを提供する。
- 制御の高度化や操業計画の最適化を通して制御性能の向上やそれによる使用燃料の削減等を実現し、温室効果ガス削減や収益改善を実現する。

### 調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 省エネに向けた普及・実証事業により、カデレイタ製油所の温室効果ガス排出量削減とPEMEXにおける収益改善が行われる。
- PEMEXの全製油所から排出される温室効果ガスのうち、カデレイタ製油所だけで0.96%の削減効果が期待される。
- 日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画の実施により、「メ」国の省エネ関連政府機関の関係者及びPEMEX関係者に日本と日本企業が取り組む省エネに関する知見について、研修を通じて習得される。

### 日本の中小企業のビジネス展開

- 「メ」国内に販路を持つビジネスパートナーと協業体制を構築する。
- PEMEX以外の石油化学やセメントのプラントへの事業拡大が可能になる。
- 現地における人材開発と拠点の設置に向けた事業展開が実現できる。
- 日本の中小企業がメキシコへ進出・展開する契機となる。

# 要約

## 第1章 対象国の現状

### A) 対象国の政治・社会経済状況

2012年12月に就任したエンリケ・ペニャ・ニエト大統領は、大統領任期までは安定した政権運営の下で、これまで進めてきた各種制度改革等の政策が継続される体制を確保している。

「メ」国の人口は、世界第10位の規模。今後更なる労働人口の増加と、それに伴う経済成長が見込まれている。その一方で、都市部と農村部や都市部の中でも、富裕層と貧困層が極端に二極化しているなど、国民の所得や教育、生活環境の格差が大きい社会となっている。「メ」国は、積極的な自由貿易政策を推進している。自動車産業は、2014年現在で世界第7位の年間生産台数（322万台）を誇っており、日系の各メーカーが進出している。

### B) 対象国の対象分野における開発課題

「メ」国は近年、石油・天然ガスの生産量減少に直面する一方で、経済成長に伴うエネルギー需要が増加していることから、石油精製や石油製品の生産効率を向上させるとともに、その生産過程における省エネルギー化を図ることでエネルギー部門の収支構造又は経営の改善を図ること、エネルギー部門以外においては、設備稼働効率・生産性の向上による経済的競争力の強化及び、温室効果ガスの排出量削減を主とした環境経営への取組みの強化、また併せてエネルギー部門における温室効果ガスの排出削減を図ること、が開発課題となっている。

### C) 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

2015年4月には同計画に基づいた国家インフラプログラムを策定し、エネルギー分野のプロジェクト数は全体の2割に満たない262件であるが、投資額では全体の約5割にあたる38,979億ペソの投資を計画している。2012年12月に就任したエンリケ・ペニャ・ニエト大統領は、大統領就任後1年でPEMEXの民営化に関連する憲法の改正・公布を実施し、また、それに伴う関連法及び政令を整備するなど、大胆かつ機動的なエネルギー改革を進めている。

### D) 対象国の対象分野におけるODA事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

我が国にとって政治的・経済的に重要な国であること等から、我が国は、「メ」国が持続的な経済成長をより一層促進し、幅広い国民が経済成長の恩恵を受けることで、貧困削減や格差是正を実現できる支援を行うことを基本方針とし、産業振興、特に、経済成長の恩恵を享受しにくいとされる中小企業や、裾野産業の振興に寄与する支援を行うとともに、地域における三角協力を推進することを通じて、中南米地域全体の発展に寄与する支援に重点を置いている。

### E) 対象国のビジネス環境の分析

「メ」国は外資に対して寛容な立場をとっている。「メ」国で継続的に事業活動を行う場合、納税実態があるとみなされ、その責任が外国法人の本国に直接及ぶこともあることや、相対的に不利な待遇を受ける可能性もあることから、現地法人を設立することが必要となる。また、我が国に比べ労働組合の活動が活発であり、「メ」国において労使間で問題が生じた場合には、

労働者に有利な法解釈が採用される。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### A) 活用が見込まれるサービスの特長

プロセス産業における装置の制御性能の評価に基づき、装置としての運転性能の改善を提案し、高度制御ロジック導入や制御ループ構造、制御コントローラの最適化を実施するサービスである。提案サービスでは、新しい設備の導入等の設備投資を行わずに、現存する装置の持つ性能のポテンシャルを可能な限り引き出すことが可能である。また、提案サービスは、設備投資を必要とせず省エネを実現することから、ハード交換による省エネでは1年以上となる投資対回収年よりも短期間である。

### B) 事業展開における海外進出の位置づけ

石油産業は提案企業の最大のクライアントであるが、燃油の国内需要は減少基調にある。これによって国内の石油精製企業は事業縮小の方向になっており、石油化学分野においても工場の海外移転や海外進出が進んでおり、製造コストの削減を図る動きが活発化している。この背景に鑑み、国内のみならず海外を視野に事業拡大を狙うと共に、装置のオペレーション技術の発展途上である新興国へ技術展開することが、世界的な環境負荷低減の課題解決には肝要である。展開方針として、日系企業が進出する新興国、次いではエネルギー産業がその国の国内産業の主体にある新興国等への展開を想定している。

### C) 海外進出による我が国地域経済への貢献

広島大学発ベンチャー企業として、「メ」国での広島大学のプレゼンス向上の一翼を担えると考えると共に現地大学と広島大学との学術協定締結の可能性や学生交流・交換留学の創出が考えられる。また、地元中小企業に対しては、東南アジアを大きく越えた地域でのビジネスが可能なことを示すことができ、広島の中小を中心とした企業の事業拡大につながると共に、広島県の地場産業の発展にも貢献できると見込んでいる。

## 第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

### A) 製品・技術の検証活動

PEMEX のカデレイタ製油所を対象として、提案サービスの実施を通して「メ」国のエネルギー部門が抱える課題である温室効果ガス削減に貢献できるか、また収益構造や経営の改善に寄与できるか検証した。具体的な調査以前に、提案サービスの流れと特徴を説明すると共に、具体的な導入事例について説明を実施し、提案サービスに対する関係者の理解を促した。その後、現地製油所において、5日間かけて、潜在する課題を明らかにすべく調査と情報収集を実施した。情報の入手は、サービスの実施に必要な情報をヒアリング、装置図面、電子データで入手を行った。

B) 製品・技術の現地適合性検証及び開発課題との整合性・有効性

(非公開)

C) 製品・技術のニーズ

「メ」国における石油化学製品の国内需要は年々上昇傾向にあり、これに伴って輸入も年々増加している。また、石油化学産業への投資が 2013 年以降は 2012 年の 2 倍以上へと大きく増加しており、数値データとして石油化学分野の企業の活躍が今後大きく見込まれることが把握できた。一方、石油化学企業のリスク管理と環境保護に対する監査等を行う政府機関からは、製造コストの削減を図れ、環境対策に繋がるならば、「メ」国の企業からの注目があるだろうとのコメントがあった。これに加えて、ヒアリングで訪問した現地民間企業からは、具体的な課題箇所について説明があり、その問題を解決できないかと相談を受けた。これらのヒアリングと情報収集の結果から、「メ」国の石油化学企業において提案サービスのニーズ及び展開余地が十分にあると判断できる。

D) 実現可能性の検討

(非公開)

#### 第 4 章 ODA 案件化の具体的提案

A) ODA 案件化概要

本調査では、特定の製油所及び施設を対象に調査を行っており、実証による確かな効果が期待でき、カウンターパートである PEMEX 関係者の調査結果に関する認識も高い。従って、本調査の結果をそのまま実装することが円滑な事業の推進と効果の実証となるため「普及・実証事業」を進めることが有効と考えられる。また、本調査を通じて工業分野の省エネルギー技術として、制御性能の改善による効果に対して認識が低く普及啓発が必要であり、これに対して「日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画」による研修が有効と考えられる。

B) 具体的な協力計画及び開発効果

普及・実証事業では、カウンターパートを PEMEX と CONUEE とし、PEMEX カデレイタ製油所を対象に制御最適化サービスとして DCS のチューニングを実装しモニタリング調査を行うとともに PEMEX の関係者に対して制御最適化サービスによる省エネルギー及び温室効果ガス排出量の削減の効果を含む解析およびサービスの調達について能力開発を行い、さらに重化学工業分野で当該技術と実証の事例を紹介するセミナーを開催することで普及の推進をはかる。

また、本調査を通じて、相手国の課題として「省エネルギー制度と技術の普及啓発」が挙げられ、これに対して 2016 年度に「日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画」が実施される予定である。「メ」国外務省、PEMEX、CONUEE (国家省エネルギー委員会)、ASEA (エネルギー・環境安全保障局) を対象に「日本のプロセス産業における省エネ制度と省エネ技術」のテーマで日本の石油精製や石油化学、セメント等のプロセス産業における省エネルギー化に

関する知見について研修を通じて習得する。

#### C) 対象地域及びその周辺状況

普及・実証事業における候補サイトは、本調査の対象製油所としたヌエボ・レオン州に位置するカデレイタ製油所を候補とする。モンテレイ中心地から約 40km 離れた郊外にあるが、現地まで有料道路が整備されているため、1 時間程度で向かうことが可能で、比較的安全なモンテレイ中心地を現地活動の拠点としても問題無く移動できる距離である。また、メキシコシティにある国際空港から現地モンテレイ国際空港への航空機便数も多く、時間にして約 1.5 時間程度であることから利便性も高い。

当該サービスに必要な基本的な設備として、2000 年以降に販売開始された DCS と各装置で監視している温度や圧力等の記録を電子的に蓄積するデータサーバが整備されていることが必要となる。本調査においてカデレイタ製油所には、この 2 つの必要設備が整っていることを確認済みである。

#### D) 他 ODA 案件との連携可能性

日本・メキシコ両政府が、二国間技術協力をより有意義なものにするために、中南米諸国をはじめとする第三国の利益となるような経済・社会開発を推進するための枠組みを定め、日本・メキシコ・パートナーシップ・プログラム (JMPP) として 2003 年 10 月に合意文書を締結し推進している。本取り組みの一つとして「プロセス産業の制御性能評価」に関する第三国研修を実施することで、より事業の拡充に貢献することが期待できる。また、1971 年より日墨両国の相互理解及び友好のためのシンボリック事業として推進してきた「日墨研修生・学生等交流計画 (日墨交流計画)」をより両国の現在のニーズを反映する内容として 2010 年より、「戦略的グローバルパートナーシップ研修計画」を新たに設置して省エネルギー分野を含む様々な研修が実施されてきている。本取り組みの一つとして短期または長期の研修計画に「日本のプロセス産業における省エネ制度と省エネ技術」を取り入れ、より事業の拡充に貢献することが期待できる。

#### E) ODA 案件形成における課題

①設備増強計画との整合性: カデレイタ製油所で処理する原油は API が低く重質であるため、コーカーに負荷が大きく掛かっているが、コーカー増設の設計段階において本調査結果による推計と導入により期待される効果を予め共有することで事業実施の安定化を図る。

②用役デマンドの管理状況: 現在は、製油所で必要な蒸気や電力は不足なく生産されているが、過不足のない生産をするための設備環境が十分ではなく、用役設備の省コスト化 (省エネ化) を図るうえで課題となっているが、本調査の解析結果と合わせて用役設備の稼働計画を最適化するシステム (ソフトウェア) を提案するとともにボイラー単位での最適な稼働実現等により個別の検討を促す。

③人員に関するリスク: 現状の PEMEX は経営改革の最中であることから、従前の上層部の意思が引き継がれず、大きく方針転換が行われる状況下であることが分かった。人員に関する

るリスクは存在すると考えるが、協議議事録にて事業を停滞無く進めること取り決めとして記載する。また、連絡先が絶たれることを防ぐため、PEMEX 本部 2 名、カデレイタ製油所 2 名の担当窓口を設けることを盛り込み、人事交代による ODA の進捗停滞を防止する対策を講じる予定である。

## 第 5 章 ビジネス展開の具体的計画

(非公開)

# 第1章 対象国の現状

## 1.1 対象国の政治・社会経済状況

### 1.1.1 対象国の政治状況

メキシコ合衆国（以下、「メ」国という。）の政治体制は、大統領を元首とする連邦共和制であり、行政、立法、司法の三権分立が憲法によって規定されている。行政府の最高責任者は、国民からの直接選挙で選出される大統領である。大統領の任期は6年間であり、再選は「メ」国憲法において認められていない。そのため、2012年12月に就任したエンリケ・ペニャ・ニエト大統領は、2018年11月までの任期となっている。同大統領は、就任以来「平和な国家」、「包摂国家」「全国民が質の高い教育を享受する国家」、「繁栄する国家」、「地球規模の責任ある役割を果たす国家」の達成を政策の5本柱として掲げ、エネルギーや財政、通信、教育、政治・選挙制度、労働制度の各改革に取り組んでいる。

立法府たる議会は、上院（任期6年／128議席）と下院（任期3年／500議席）の二院制である。2012年に大統領選挙と同時に実施された連邦上下両院議員選挙では、エンリケ・ペニャ・ニエト大統領が所属する伝統的与党である制度的革命党（PRI：Partido Revolucionario Institucional）が、上下両院ともに最大議席数を確保した。しかし、下院では協力関係にある緑の党（PVEM：Partido Verde Ecologista de Mexico）及び新同盟党（PANAL：Partido Plitico Nueva Alianza）と合わせて議席の過半数を確保できたものの、上院ではそれら協力政党との議席数を合わせても過半数の議席は確保できていない。なお、2015年6月に実施された連邦下院選挙では、与党PRI単独では議席を減らしたものの最大議席数は確保し、これまで同様に協力関係にある緑の党（PVEM）及び新同盟党（PANAL）と合わせて議席の過半数を維持している。その結果、大統領任期までは安定した政権運営の下で、これまで進めてきた各種制度改革等の政策が継続される体制を確保している。

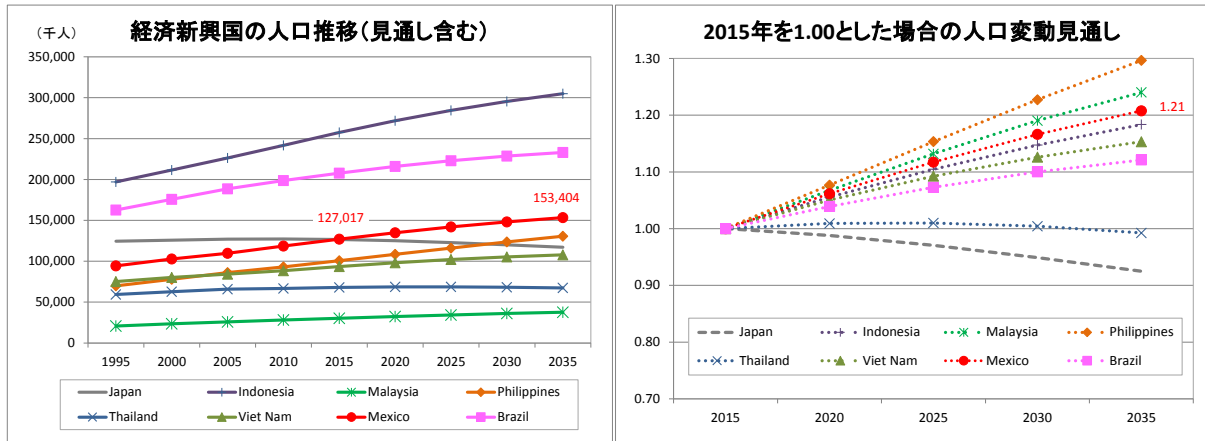
表 1.1-1 上院及び下院の概要及び政党別議席数

項目	上院	下院
主な専管権限	条約の承認、海外派兵の承認	予算の承認、国債発行・課税・徴兵に関する法案の先議
議員定数・任期	定数 128 議席・任期 6 年 (議員の連続再選は禁止)	定数 500 議席・任期 3 年 (議員の連続再選は禁止)
選挙制度（当時）	・ 31 州及び連邦特別区の計 32 州に該当する 32 議席は、全国比例代表制で選出 ・ 96 議席は 31 州及び連邦特別区の全 32 選挙区から選出	・ 200 議席は比例代表制で選出 ・ 300 議席は全国 300 の選挙区から選出
政権与党議席数	2012 年 7 月選挙結果	2015 年 6 月選挙結果
PRI	52 議席	203 議席
PVEM	9 議席	47 議席
PANAL	1 議席	10 議席
計	62 議席／128 議席	260 議席／500 議席

出典：総務省「メキシコの行政」、在「メ」国日本大使館資料、現地報道より作成

### 1.1.2 対象国の社会経済状況

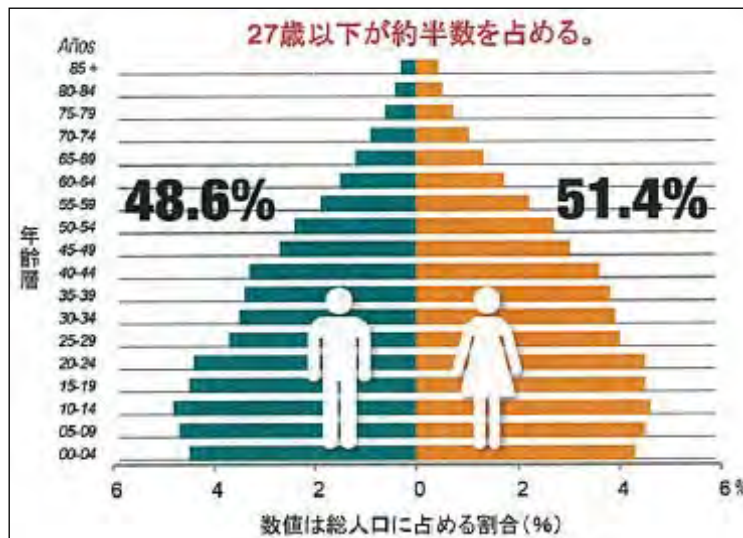
「メ」国の人口は、減少期に入った我が国を上回る1億2,701万人であり、世界第10位の規模となっている。国連の世界人口推計によると、今後も人口増加が見込まれ、2032年には1億5,000万人を超えることが見込まれている。



出典：UN World Population Prospects：The 2015 Revision より作成

図 1.1-1 経済新興国の人口推移（見通し含む）及び 2015 年を 1.00 とした場合の人口変動

また、総人口の約半数は27歳以下が占めるなど、年齢別の人口構成では30歳未満の割合が約54%と高く、2037年までは労働力人口の増加が総人口の増加よりも高くなる人口ボーナス期にあり、今後更なる労働人口の増加と、それに伴う経済成長が見込まれている。

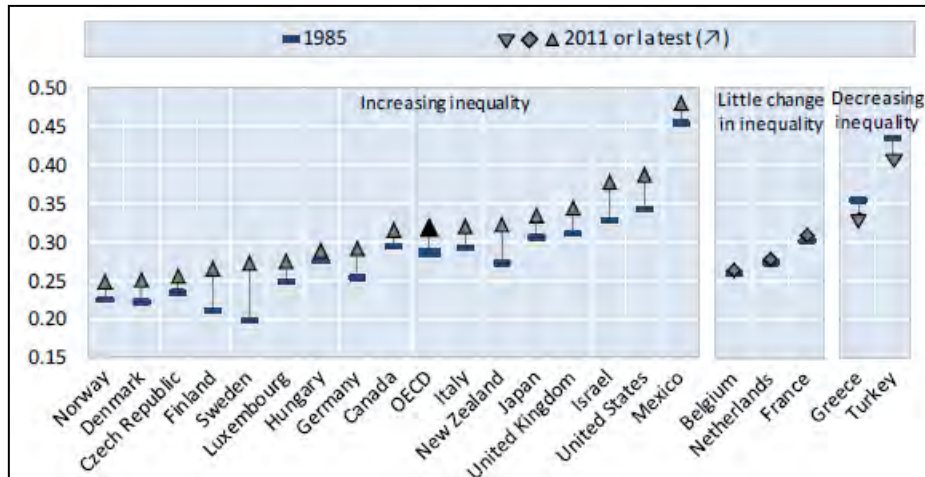


出典：在「メ」国日本大使館資料

図 1.1-2 「メ」国の年齢階層別人口構成



その一方で、都市部と農村部や都市部の中でも、富裕層と貧困層が極端に二極化しているなど、国民の所得や教育、生活環境の格差が大きい社会となっている。OECD の調査によると 1985 年と 2011/2012 年の所得格差を計るジニ係数の比較において、長期比較が可能な OECD 加盟国中「メ」国は所得格差が最も大きく、かつ、その格差は拡大している。



出典：OECD FOCUS on Inequality and Growth (December 2014)

図 1.1-3 OECD 加盟諸国における所得格差の状況

「メ」国は、財政金融上の安定を維持しつつ、できる限り高度の経済と雇用、生活水準の向上の達成を図り、世界経済の発展に貢献することなどを目的とした経済協力開発機構（OECD：Organization for Economic Co-operation and Development）への加盟も 1994 年に果たしている。また、1999 年からは、国際金融システム上重要な国々が主要な国際問題を議論し、世界経済の安定的かつ持続可能な成長に向けて協力することを目的として創設された 20 か国・地域首脳会合（G20 Summit）や、20 か国・地域財務大臣・中央銀行総裁会議（G20 Finance Ministers and Central Bank Governors）への参加国となっている。「メ」国経済は、リーマンショック後の 2009 年にマイナス成長（▲4.7%）となったが、その後は毎年 1.4%から 5.2%の間での成長を続けている。また、2015 年以降も継続して 2%台の成長が見込まれているなど、今後も安定した経済成長が見込まれている。

表 1.1-2 「メ」国の基礎的経済指標

	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年
実質 GDP 成長率 (前年比：%)	1.4	▲4.7	5.2	3.9	4.0	1.4	2.2
名目 GDP (1 億 USD)	11,013	8,950	10,511	11,712	11,866	12,619	12,911
1 人あたり GDP (USD)	9,894	7,930	9,197	10,124	10,137	10,658	10,784
消費者物価上昇率 (前年比：%)	6.53	3.57	4.40	3.82	3.57	3.97	4.08

出典：外務省（国・地域別基礎データ）

表 1.1-3 「メ」国及び経済新興国の経済成長見通し（前年比：％）

	2015年(推定)	2016年	2017年
メキシコ	2.5	2.6	2.9
ブラジル	▲3.8	▲3.5	0.0
ASEAN-5 (インドネシア、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナム)	4.7	4.8	5.1
日本(参考)	0.6	1.0	0.3

出典：IMF World Economic Outlook (January 2016)

「メ」国は、1994年のNAFTA（North America Free Trade Agreement）締結を皮切りに、現在までに約50の国・地域と自由貿易協定を締結し、我が国とも、2004年にアジア地域において唯一となる自由貿易協定（日墨経済連携協定 EPA：Economic Partnership Agreement）を締結している。また、我が国と同様に環太平洋戦略的経済連携協定（TPP：Trans-Pacific Partnership）へも参加しているなど、積極的な自由貿易政策を推進している。

表 1.1-4 自由貿易協定の締結状況

締結先	発効年	締結先	発効年
NAFTA（アメリカ、カナダ）	1994年	コロンビア、ベネズエラ	1995年
コスタリカ	1995年	ニカラグア	1998年
チリ	1999年	イスラエル	2000年
EU（28か国）	2000年	中米北部（3か国）	2001年
EFTA（4か国）	2001年	ウルグアイ	2004年
日本（日墨経済連携協定）	2005年	ペルー	2012年
中米（5か国）	2012年	パナマ	2015年
TPP（12か国）	2015年大筋合意	ヨルダン、トルコ	交渉中

出典：在「メ」国日本大使館資料より作成

「メ」国の産業をGDPの部門別構成からみると、第三次産業が中心でGDP全体の6割以上を占め、近年では商業、通信・マスメディア、金融・保険業が成長している。第二次産業では鉱業が低迷するなかで、製造業が成長している。前述のとおり自由貿易政策を積極的に推進している「メ」国では、製造業が同国の経済成長において重要な役割を担っている。特に自動車産業は、2014年にはブラジルを抜いて、南米最大の輸出国になるなど、2014年現在で世界第7位の年間生産台数（322万台）を誇っている。日系企業では、日産（1966年）、ホンダ（1995年）、トヨタ（2004年）、マツダ（2014年）の各メーカーが進出している。2014年における上記の日系自動車4メーカーの現地での自動車生産台数は112万台に達し、「メ」国における自動車生産の約35%を占めるなど事業の拡大を続けている。また、裾野の広い自動車産業の特性により、各メーカーに部品を供給する関連日系企業の進出も進んでいる。

表 1.1-5 「メ」国 GDP の産業部門別構成比 (%)

		2010	2011	2012	2013	2014
農林水産業		3.1	3.0	3.0	3.0	3.1
第二次産業	鉱業	8.3	8.0	7.7	7.5	7.3
	電気・ガス・水道	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
	建設	7.9	7.9	7.8	7.4	7.3
	製造業	16.4	16.5	16.5	16.6	16.7
	計	34.9	34.7	34.2	33.6	33.5
第三次産業・その他	商業	14.2	15.0	15.1	15.3	15.5
	運輸・郵便・倉庫	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8
	通信・マスメディア	2.9	2.9	3.2	3.4	3.4
	金融・保険	4.0	4.1	4.3	4.4	4.6
	不動産・賃貸	12.3	12.1	12.0	12.0	11.9
	教育	3.9	3.8	3.7	3.7	3.7
	その他	19.0	18.8	18.7	18.8	18.5
	計	62.0	62.3	62.8	63.4	63.4

出典：INEGI（国立統計地理情報院）より作成

労働事情については、かつては正規雇用の場合の雇用期間は原則無期限とされていたが、2012年の労働法改正により、期間雇用に類似した雇用形態も認められた。その労働法改正によって、業務内容によっては無期限以外の期間限定の雇用も認められることとなった。「メ」国の労働法では、採用時に会社と被雇用者との間で書面にて雇用契約を締結することや、メキシコ人の雇用義務が規定されている。それにより、すべての企業、事業所において、メキシコ人の雇用比率を9割以上にすることが義務付けられている。賃金は労働法によって規定されており、一般的に給与は現場労働者であるブルーカラーに対しては1週間ごとに支給され、それ以外の労働者に対しては15日ごとに支給されることが多い。なお、製造業における月額賃金を他の経済新興国と比較すると、エンジニア及び中間管理職クラスでは高めとなるものの、ワーカークラスの賃金は低額であり、賃金上昇率も低位で推移している。また、失業率も比較的低位で安定している。

表 1.1-6 「メ」国及び経済新興国の製造業における賃金比較（米ドル/月）

		ワーカー (一般工職)	エンジニア (中堅技術者)	中間管理職 (課長クラス)	名目賃金上昇率
メキシコ (メキシコシティ)		260~361	785~1,932	2,163~3,342	2012年：4.44% 2013年：2.99% 2014年：3.58%
ブラジル (リオデジャネイロ)		1,082	5,115	7,984	2011年：5.7% 2012年：9.7% 2013年：13.3%
ASEAN-5	インドネシア (ジャカルタ)	252	408	974	2012年：18.5% 2013年：43.9% 2014年：11.0%
	マレーシア (クアラルンプール)	418	924	1,715	2012年：6.29% 2013年：6.31% 2014年：5.53%
	フィリピン (マニラ)	268	386	1,077	2012年：7.04% 2013年：2.19% 2014年：n.a.%

		ワーカー (一般工職)	エンジニア (中堅技術者)	中間管理職 (課長クラス)	名目賃金上昇率
	タイ (バンコク)	363	669	1,461	2011年：7.18% 2012年：11.82% 2013年：8.28%
	ベトナム (ハノイ)	173	396	859	n.a.
日 本 (東京)：参考		2,373	3,147	4,227	2012年：▲0.3% 2013年：1.1% 2014年：0.5%

出典：JETRO 投資コスト比較より作成

表 1.1-7 「メ」国における失業率

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年
失業率 (%)	3.9	5.3	5.3	5.2	4.9	4.9	4.8

出典：外務省 (国・地域別基礎データ)

## 1.2 対象国の対象分野における開発課題

「メ」国は我が国の約 5 倍となる広大な国土に、石油、金、銀、銅、亜鉛などの鉱物資源に恵まれ、特に石油は 100 年を超える開発の歴史を持つ主要輸出産品の一つとなっている。これまで「メ」国では、石油等の地下天然資源の国家への帰属を憲法にて規定し、その採掘から販売まで国家事業として進めてきた。石油に関しては国営石油公社である PEMEX (Petroleos Mexicanos) が一連の事業を独占的に担当してきた。数年前まで「メ」国の財政は、石油関連からの歳入が国家予算の約 3 割を占める構造となっており、国家の開発計画でもエネルギー部門は主要部門として予算配分も大きかった。

しかし、PEMEX は収益の大半を税金として国庫へ納付しており、投資余力が小さいことから上流部門への投資を十分に行うことができなかった。その結果、近年は石油・天然ガスの生産量減少に直面する一方で、経済成長に伴うエネルギー需要が増加しており、地下資源開発及び生産量の向上が急務となっている。

こうした状況を踏まえ、大統領は同課題の解決を図るために、2012 年からエネルギー改革に着手し、これまで PEMEX が独占してきた石油の資源開発を 2014 年に民間事業者に開放した。また、「メ」国では、近年石油の埋蔵・生産量が減少しているだけでなく、近年の原油価格の下落も相まって、国家財政及び経済に大きな影響を及ぼしている。その結果、2014 年のエネルギー部門に対する国家予算は、1 兆円規模の削減を余儀なくされた。

PEMEX の予算においても同様であり、2015 年には新年度開始から間もない 2 月の段階で、当初予算額の約 12%に相当する 620 億ペソの削減を柱とした予算の見直しを行っている。

また、PEMEX では中期事業計画 (「PRINCIPALES ELEMENTOS DEL PLAN DE NEGOCIOS DE PEMEX Y SUS ORGANISMOS SUBSIDIARIOS 2014-2018」)において、プロセス効率の信頼性向上や使用するガス管理の改善を図ることなどで、温室効果ガス排出量の削減及び生産効率を高めることを経営目標に掲げている。

なお、PEMEX において大規模な精製能力を有するサリナクルス製油所やカデレイタ製油所などの操業開始は、1980 年前後で既に 30 年以上が経過している。他の製油所も含めて、製造設備に対しては定期的なメンテナンスが行われていると考えられるものの、制御性能や経済性の観点でみると効率的な操業ではないと想定され、効率的な操業時に比べて過大なエネルギー消費、温室効果ガスの排出、大気汚染につながっているものと考えられる。

また、「メ」国は産油国であることに起因して、化石燃料へのエネルギー依存度が高い。その結果、全世界の温室効果ガスの排出量に占める「メ」国の割合は 2012 年で 1.4%と近年低下傾向にあるものの、「メ」国経済活動の拡大によって排出量は増加している。

以上より、エネルギー部門に対する予算が削減されるなかで、石油精製や石油製品の生産効率を向上させるとともに、その生産過程における省エネルギー化を図ることでエネルギー部門の収支構造又は経営の改善を図ること。エネルギー部門以外においては、これまでの自由貿易の拡大に後押しされた生産拡大（設備稼働率の上昇）による経済成長から、設備稼働効率・生産性の向上による経済的競争力の強化及び、温室効果ガスの排出量削減を主とした環境経営への取り組みの強化また、併せてエネルギー部門における温室効果ガスの排出削減を図ることが、開発課題となっている。

### 1.3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策及び法制度

#### 1.3.1 開発計画

2012 年 12 月に就任したエンリケ・ペニャ・ニエト大統領は、2013 年 5 月に公表した国家開発計画（Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018）で、任期中の 6 年間に 4 兆ペソのインフラ投資を掲げた。また、翌 2015 年 4 月には同計画に基づいた国家インフラプログラム（Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018）を策定し、6 分野で 743 プロジェクト計 77,505 億ペソの投資計画を公表した。同プログラムによると、エネルギー分野のプロジェクト数は全体の 2 割に満たない 262 件であるが、投資額では全体の約 5 割にあたる 38,979 億ペソの投資を計画している。そのうち、PEMEX には 124 プロジェクトとして 32,995 億ペソの投資が計画されている。

表 1.3-1 国家インフラプログラム（2014-2018）における分野別投資計画

	プロジェクト数 (件)	投資額 (億ペソ)
通信・交通	223	13,201
住 宅	4	18,607
エネルギー	262	38,979
電力公社 (CFE)	138	5,984
石油公社 (PEMEX)	124	32,995
治水・用水	84	4,178
医療・健康	87	728
観 光	83	1,812
合 計	743	77,505

出典：Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

### 1.3.2 関連計画

PEMEX では、2014 年の夏まで中部のイダルゴ州に大規模な製油所新設する計画を進めていたが、当該計画を中止して既存製油所の近代化を優先する方針に転じている。近代化の内容は、高付加価値な製品の増産や、重質油の処理に適応した精製能力の向上、残渣燃料油の削減を目的として、トゥーラ、サラマンカ、サリナクルスの 3 製油所の精製施設改修を行うほか、超低硫黄ガソリン製造のために 31 億ドル、超低硫黄ディーゼルを製造する装置の新設及び改修に 39 億ドルの投資を、既存 6 製油所に対して計画している。

表 1.3-2 PEMEX 製油所の近代化計画

	製油所	ガソリン	ディーゼル
2014 年 11 月 時点	サラマンカ	触媒によるガソリンの事後処理プラントの新設 1 基	水素化脱硫処理プラントの新設 1 基、改修 3 基
	カデレイタ	同上 1 基	同上新設 1 基、改修 3 基
	マデロ	同上 2 基	同上新設 2 基、改修 1 基
	トゥーラ	同上 1 基	同上新設なし、改修 5 基
	サリナクルス	同上 2 基	同上新設なし、改修 4 基
	ミナティラン	同上 1 基	同上新設 1 基、改修 1 基
2015 年 12 月発表内容		既存 6 製油所に 31 億ドルを投資し、超低硫黄ガソリンの製造能力を 21 万バレル/日とする	既存 6 製油所に 39 億ドルを投資し、超低硫黄ディーゼルの製造装置を 19 基新設、17 基の装置を改修する。

出典：PEMEX 発表資料より作成

また、サラマンカ及びマデロ製油所では、次の投資が実行（発注）されたことが発表されている。

表 1.3-3 最近実行（発注）された PEMEX 製油所の近代化工事

製油所	投資金額	主な投資内容
サラマンカ	5.52 億ドル以上 (推定)	新 HDS 装置の建設と SWS 装置、既存 HDS 装置の増強 (2015 年 12 月 EPCC 発注)
マデロ	5 億ドル以上 (推定)	水素化装置や硫黄回収装置、酸性水処理装置の各建設、既存ディーゼル水素化脱硫装置、オフサイトユーティリティ設備の増強 (2016 年 1 月 EPC 発注)

出典：重化学工業新報より作成

### 1.3.3 政策及び法制度

「メ」国のエネルギー政策の原則は、エネルギーは国家が管理するというものである。「メ」国のエネルギー部門は、PEMEX 及びメキシコ電力公社（CFE：Comision Federal de Electricidad）の 2 つの国営企業が中心となっている。近年、既存油田の枯渇や PEMEX に課せられている高い税負担による開発資金不足による石油埋蔵量の減少・新規油田開発の停滞、PEMEX の非効率的経営による石油生産量の伸び悩み、石油価格の下落によって、PEMEX の納税額が国家予算や経済に及ぼす影響は大きくなっている。そのような背景から、2012 年 12 月に就任したエンリケ・ペニャ・ニエト大統領は、大統領就任後 1 年で PEMEX の民営化に関連する憲法の改正・公布を実施し、

また、それに伴う関連法及び政令を整備するなど、大胆かつ機動的なエネルギー改革を進めている。

表 1.3-4 憲法改正等によるエネルギー改革の主な概要

	概要
外資を含む 民間開放	これまで国家が独占していたエネルギー部門へ、国内外の民間企業による参入を可能とする。 (ダウストリームは製油を含む全分野への民間参入を認める) 炭化水素資源に対して、サービス契約、利益分与契約(プロフィットシェアリング契約)、生産物分与契約(プロダクツシェアリング契約)、ライセンス契約の各形態を認める。
国営企業の 経営改革	これまでエネルギー部門の中心を担っていた PEMEX 及び CFE は、国家が 100%所有するものの国家からの直接介入から離れて民間企業と同様の経営・自治を得る。また、経済的価値を向上させ、それにより「メ」国の国家歳入を改善する。 PEMEX の課税負担を段階的に軽減(2008年:79% →2015年:70% →2019年:65%)及び、年金債務の削減幅に比例した資金提供。
行政機能 の整理 (監督機能 の強化)	エネルギー部門の最高位機関としてエネルギー省(SENER: Secretaria de Energia)の権限を強化する。エネルギー省はエネルギー政策の立案、石油・ガス資源の探査・生産エリアの決定、さらには、PEMEX の運営を監督する。 エネルギー省の下部組織として設立済の国家炭化水素委員会(CNH: Comision Nacional de Hidrocarburos)の権限を強化し、炭化水素の探査生産のための契約の促進、入札、契約の管理を担当する。 エネルギー省の下部組織として設立済のエネルギー規制委員会(CRE: Comision Reguladora de Energia)の権限を強化し、石油・天然ガス・LPガスの輸送、貯蔵、分配、液化、一般への販売の有効な開発を規制、促進する。

出典: PEMEX 発表資料等の現地収集資料及び在「メ」国日本大使館資料等より作成

表 1.3-5 エネルギー改革の進展状況

	概要
2012年12月	エネルギー改革を公約に掲げたエンリケ・ペニャ・ニエト政権の発足
2013年8月	連邦政府が憲法改正法案を議会に提出
2013年12月	憲法改正法案が連邦議会で可決され、改正憲法の公布
2014年4月	連邦政府がエネルギー改革に係る21の関連法案を議会に提出
2014年8月	21の関連法案が連邦議会で可決され、関連法案の公布 PEMEX への割当鉱区(ラウンドゼロ)及び民間参入鉱区(ラウンドワン)、Farm Outs (PEMEX とのJV)の発表
2014年10月	連邦政府が関連21法に係る25の政令を公布
2014年12月	ラウンドワン第1段階(浅海油田14鉱区)の入札発表 → 2鉱区が落札(2015年7月発表)
2015年2月	ラウンドワン第2段階(浅海油田9鉱区)の入札発表 → 6鉱区が落札(2015年9月発表)
2015年5月	ラウンドワン第3段階(オンショア25鉱区)の入札発表 → 25鉱区すべてが落札(2015年12月発表)
2015年12月	ラウンドワン第4段階(深海及び超深海の10鉱区)の入札発表 → 2016年第3四半期に

出典: PEMEX 発表資料及び現地収集資料より作成

エネルギーに関する基本政策については、国家エネルギー戦略(National Energy Strategy 2013-2027)が策定されている。本戦略ではエネルギーの安全保障、経済効率性、環境負荷の低

減を大きな柱として達成することで、経済成長に伴うエネルギーの安定的な確保を基本としている。

また、温室効果ガスの削減に対しては、2010年に「メ」国のカンクンで開催された国連気候変動枠組条約第16回締約国会議（COP16：16<sup>th</sup> session of the Conference of the Parties）において、10年後の2020年には先進国からの資金・技術的支援が得られることを前提に、特段の対策を講じない場合に比べて30%を削減すること、40年後の2050年には対2000年比で50%を削減することを宣言している。昨年12月にパリで開催されたCOP21においても、2030年までに基準シナリオに比べて25%の温室効果ガスを削減することを目指し、国際的な財政支援や世界レベルの炭素価格導入など、いくつかの基準が順守されれば、その目標を大幅に引き上げることを表明している。現在、各産業や事業所に対して温室効果ガスの削減を課す法制度はないものの、2008年に代替エネルギー利用促進・新エネルギー移行金融支援法（LAERFTE：Law on renewable energy utilization and energy transition financing）が、2012年に気候変動一般化法（LGCC：Ley General de Cambio Climatico）が制定されている。それらのなかで重化学工業分野に関するものとしては、次の目標が設定されている。

表 1.3-6 重化学工業分野に関する温室効果ガス削減に関する政策

	概要
代替エネルギー利用促進・新エネルギー移行金融支援法	化石燃料による発電を最大65%にする。（達成目標年次：2024年）
	化石燃料による発電を最大60%にする。（達成目標年次：2035年）
	化石燃料による発電を最大50%にする。（達成目標年次：2050年）
気候変動一般化法	人口5万人以上の都市部でのインフラ設備の拡大、建設においてはメタンガスを大気中に排出しない適切な管理システムを構築する。メタンガス排出を伴う発電については、排出を防ぐための技術を実装する。（達成目標年次：2018年）
	風力、太陽光、小水力といったエネルギー源による発電を促進するためのインセンティブを付与するシステムを構築する。（達成目標年次：2020年）
	クリーンエネルギーによる発電を35%以上にする。（達成目標年次：2024年）

出典：SENER Prospectiva del Sector Electrico（2013-2027）より作成

本調査は、「メ」国のエネルギー改革の効果に直結するPEMEXの生産性向上（経営効率化）に貢献するだけでなく、温室効果ガスを削減する政策を推進する役割を果たすものとして、大きな期待が寄せられている。

## 1.4 対象国の対象分野におけるODA事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

### 1.4.1 ODA事業の先行事例分析

中南米地域における第二の経済大国である「メ」国は、我が国にとって政治的・経済的に重要な国であることや、2005年の日墨経済連携協定（EPA）発効後、両国間の経済関係の緊密化が進んだことにより、「メ」国に進出する我が国企業が急速に増加している。それらを背景に、「メ」国は中南米地域における我が国の重要な技術協力供与先となっている。我が国は、「メ」国が持続的な経済成長をより一層促進し、幅広い国民が経済成長の恩恵を受けることで、貧困削減や格差是正を実現できる支援を行うことを基本方針とし、産業振興、特に、経済成長の恩恵を享受しに



くいとされる中小企業や、裾野産業の振興に寄与する支援を行うとともに、地域における三角協力を推進することを通じて、中南米地域全体の発展に寄与する支援に重点を置いている。

近年における「メ」国への援助形態別実績は以下のとおりとなっている。なお、重化学工業分野の省エネに関する事業はこれまで存在しておらず、1996年から2001年にかけて実施された石油精製安全研修センター事業（表 1.4-2）が、重化学工業分野の安全管理技術の向上事業として存在している。

表 1.4-1 「メ」国への援助形態別実績（年度別）

年度	円借款（億円）	無償資金協力（億円）	技術協力（億円）
2010年度	—	0.22	10.24 (8.26)
2011年度	—	0.32	10.32 (7.69)
2012年度	—	0.39	11.05 (8.75)
2013年度	—	0.44	11.98 (8.88)
2014年度	—	0.38	10.13
類 計	2,295.68	61.27	761.51 (737.14)

注1：年度の区分及び金額は、円借款及び無償基金協力は交換公文ベース、技術協力は予算年度の経費実績ベースによる。

注2：2010年から2013年度の技術協力は、日本全体の技術協力の実績であり、2014年度の日本全体の実績については集計中であるため、JICA 実績のみを示している。() 内は JICA が実施している技術協力の実績及び類型となっている。

出典：外務省 政府開発援助国別データブック 2015

表 1.4-2 「メ」における重化学工業分野に対する技術協力事業実績

項 目	概 要 等
案 件 名	石油精製安全研修センター
スキーム	技術協力プロジェクト（民間セクター開発 - 産業基盤制度）
協力期間	1996年12月01日～2001年11月30日
日本側協力機関	経済産業省資源エネルギー庁 資源・燃料部石油精製備蓄課
相手国側期間	メキシコ石油公社（PEMEX）
プロジェクト内容	PEMEX のサラマンカ製油所における安全性向上を目的に、同製油所の従業員を対象とした安全研修センターでの研修コース実施及び製油所での現場指導、組織・体制・規則などの整備についての協力をを行うもの。

出典：JICA ナレッジサイト

#### 1.4.2 他ドナーの分析

2009年から2013年までの5年間における主要他ドナーによる「メ」国への経済協力状況は、上位4か国の顔ぶれに変化はなく、米国・フランス・ドイツとの関係が深い。我が国は、「メ」国にとって第4位又は第5位の経済協力の供与国となっている。

重化学工業分野に関連するエネルギー改革に関して、米国、ロシア、フランスなどが PEMEX と資源開発（探鉱・採掘）に関する協定締結や、中国及び韓国の政府系金融機関がクレジット・ライン供与に合意しているが、本調査のような省エネに関する技術協力は確認できていない。

表 1.4-3 主要ドナーの対「メ」国経済協力実績（支出総額ベース、単位百万ドル）

暦年	1位	2位	3位	4位	5位
2009年	米国 129.43	ドイツ 40.79	フランス 29.93	日本 23.93	スペイン 23.08
2010年	フランス 271.15	米国 205.60	スペイン 45.24	ドイツ 43.78	日本 14.27
2011年	フランス 442.40	米国 374.89	ドイツ 92.96	スペイン 16.50	日本 13.70
2012年	米国 212.14	フランス 103.93	ドイツ 92.23	日本 14.40	英国 10.42
2013年	フランス 271.92	米国 219.15	ドイツ 186.64	日本 13.49	英国 11.25

出典：外務省 政府開発援助国別データブック 2014

## 1.5 対象国のビジネス環境の分析

### 1.5.1 外国投資全般の状況

「メ」国は外資に対して寛容な立場をとっている。外国人投資家は、核燃料の生成等の国家留保事業や国内陸上輸送等の規制業種に参入できず、公共公益性の高い事業にも一定の外国資本比率による参入規制が設けられている。しかし、それら以外の事業については、「メ」国法人の株式又は持分の100%取得することも可能となっている。そのことから、現制度下において当社が「メ」国で技術サービス事業を展開するにあたり、外資を理由に規制を受けることはない。

表 1.5-1 外資参入規制のある業種等

	概要
国家留保の規制業種	原子力エネルギー、放射能物質、郵便、紙幣の発行・硬貨の铸造、港湾・空港・ヘリポートの管制・管理・監督等、該当法規が定めるもの
メキシコ人又は外国人排除条項を定めた法人に留保される規制業種	宅配便サービスを除く貨物の国内陸上運送及び旅客・観光、開発銀行、その他該当法規が定める専門技術サービス
外国資本比率規制業種	10%まで 協同組合
	25%まで 国内航空輸送、小型機による簡便な短距離航空輸送、特別航空輸送
	49%まで 花火・銃火器などの製造と販売、国内のみで流通する新聞の印刷と発行、排他的経済水域での漁業・遠洋漁業・淡水漁業、港湾統合管理業、国内航路の水先案内港湾サービス、内国開運会社、船舶・航空機・鉄道機器の燃料・潤滑油供給等
外資委員会の承認を要する規制業種	法務サービス、公共鉄道サービス（建設・操業・管理含む）、幼稚園・小学校・中学校・高等学校・上級学校の私立学校サービス、曳航・係留などの港湾サービス、遠洋運輸の船舶操業に従事する開運会社、公共飛行場

出典：Ley de Inversión Extranjera より作成

また、貿易の促進に寄与する輸出向けの製造業に関しては、原材料の輸入に係る租税免除や手続きを優遇する IMMEX や PROSEC、レグラ・オクターヴァなど、外国からの投資奨励策を設けている。

表 1.5-2 外国からの投資奨励策の概要

	概要
IMMEX	輸出向け製造・マキラドーラ・サービス産業制度。実行予定の輸出プログラムの許可を得ることで、「メ」国内で輸出向け製品を製造するために必要な原材料、コンテナ、機械設備等を一時輸入するときに、輸入に伴う税金の免除や繰り延べをうけることができる。
PROSEC	産業分野別生産促進プログラム。同プログラムのリストにある製品（完成品）を「メ」国内で製造する場合に必要な原材料、部品、機械、設備のうち優遇関税の適用を受けることができる制度。IMMEX と異なり、製品の輸出は義務付けられていない。
レグラ・オクターヴァ	PRODEC を補完する制度。PROSEC 指定外の製品（完成品）を「メ」国内で製造するための原材料、部品等に課せられる関税の軽減を受けることができる制度。

出典：調査団作成

法人に対する税制度は頻繁に改正されているが、現在の制度は2014年1月から施行されている。「メ」国で収益事業を展開する場合に適用される税は、連邦税（連邦政府）及び地方税（州及び自治体）であり、法人所得に関する税は連邦税となっている。当社の事業展開に係る主な税金及び税率は次のとおりである。

表 1.5-3 「メ」国における当社事業展開に関連する主な税金（連邦税）

税目	課税対象	税率
法人所得税	「メ」国法人は、「メ」国内外の事業から発生する所得。「メ」国内に法人格を持たない外国法人は、恒久的施設（PE）を有する場合、PE から発生する所得。PE を有しない場合、メキシコ源泉の所得。	30%
個人所得税	居住者：全世界所得 非居住者：メキシコ源泉の所得	最高 35% (累進)
付加価値税	「メ」国内での財及びサービスの生産、流通の各段階でその製品に加えられた付加価値。全国共通であり、食料品・医療費・教育費など一部の品目は非課税又は税率 0%。	16%

出典：調査団作成

なお、「メ」国における課税年度は法人・個人ともに暦年であり、法人の申告期限は翌年の3月末である。法人に対しては、前年度又は過年度の利益をベースにした法人所得税の予定納税が必要となっている。また、法人所得に関する税負担のほか、雇用主は社会保障関連費として、社会保険料（従業員の給与の約 26%）、住宅基金積立（従業員の給与の約 5%）、退職年金積立（従業員の給与の 2%）をそれぞれ拠出することが必要となっている。

### 1.5.2 許認可等

日本等の外国企業が「メ」国に事務所を設置する場合、現地法人を設立しての設置、支店や駐在事務所としての設置が考えられる。外国企業の駐在事務所は、その活動が補助的又は準備的性格のものであると考えられる限り、事業目的等の一定事項を届出れば設立できることになっている。また、現地法人を設立する場合には、設立後の各種法律行為を有効とするための外資登録が必要なこと以外、特に許認可の取得は求められていない。

しかし、「メ」国でこれらの手続きを行わずに継続的に事業活動を行う場合、納税実態があるとみなされ、法人所得税の追徴や延滞利息が課せられることがある。また、その責任が外国法人と

して本国に直接及ぶこともあることや、相対的に不利な待遇を受ける可能性もあることから、安定的な事業活動を継続的に行ううえでは、現地法人を設立することが必要となる。

「メ」国で現地法人（事業法人）を設立する場合、会社法によって6つの法人形態が存在しているが、出資者の責任範囲が有限となる合同会社及び株式会社での設立が一般的となっている。また、どちらの法人形態の場合でも、会社定款を変更せずに資本金を増減可能な可変資本制度を活用する企業も多い。それらのことから、当社が現地法人を設立する場合には、法人形態は合同会社又は株式会社を選択することを想定している。

表 1.5-4 「メ」国での会社形態及び可変資本制度の活用実態

	概要
合同会社 (Sociedad de Responsabilidad Limitada : S. de R.L.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・米国の LLC (Limited Liability Company) や日本の合同会社に類似している。</li> <li>・出資者は2名以上50名以内で、法人・個人のどちらでもよく、「メ」国の居住者に限定されない。</li> <li>・業務執行は、出資者によって選任された1名以上の執行役員により行われる。(メキシコ国籍以外の者及び非居住者も執行役員になることが可能だが、全国移民局から発行されたビザを有していることが必要)</li> <li>・会社定款を改定せずに資本金を増減可能な可変資本制度が認められており、可変資本合同会社 (Sociedad de Responsabilidad Limitada de Capital Variable : S. de R.L.de C.V) としての設立が一般的となっている。</li> </ul>
株式会社 (Sociedad Anonima : S.A)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の株式会社に類似している。</li> <li>・株主は2名以上で、法人・個人のどちらでもよく、「メ」国の居住者に限定されない。</li> <li>・取締役及び監査役が必要的設置機関とされ、任意で執行役員を設置することが一般的となっている。(メキシコ国籍以外の者及び非居住者も取締役及び執行役員になることが可能だが、全国移民局から発行されたビザを有していることが必要)</li> <li>・会社定款を改定せずに資本金を増減可能な可変資本制度が認められており、可変資本株式会社 (Sociedad Anonima de Capital Variable : S.A.de C.V) としての設立が一般的となっている。</li> <li>・最低資本金の定めは存在しないが、定款には固定資本金を定める必要がある。</li> <li>・増資に関しては、経済省外国投資局への登録だけで、登記は不要。</li> </ul>
その他の形態	合名会社 (Sociedad en Nombre Colectivo)、合資会社 (Sociedad en Comandita Simple) 株式合資会社 (Sociedad en Comandita por Acciones)、協同組合 (Sociedad Cooperative)

出典：調査団作成

本調査において対象としている技術サービスに関連するノウハウ等の知的財産権の保護に関しては、産業財産権法 (MIPL : Mexican Industrial Property Law) 及び連邦著作権法 (MFL : Mexico Federal Law on Copyright) によって保護される制度が確立している。特許権の保護期間は20年間であり、そのライセンス及び譲渡の第三者対抗には産業財産庁 (IMPI : Instituto Mexico de la Propiedad Industrial) への登録が必要となっている。商標権は IMPI への登録が必要であり、保護期間は10年間で更新が可能となっている。また、「メ」国は万国著作権条約 (UCC : Universal Copyright Convention) 及びベルヌ条約の締結国として、著作権は著作者の死後100年間存続・保護される。なお、営業秘密についても、MIPLのほか労働法や刑法でも保護されることになっているが、保護対象となるためには、秘密としてアクセス制限等の管理がされていること等の要件を満たすことが必要となる。

労働事情については、「メ」国の社会経済状況で既述のとおりであるが、我が国に比べ労働組合

の活動が活発である。労働組合は 14 歳以上の 20 名以上の労働者によって結成可能であり、産業別・職種別・企業別などの労働組合が存在している。ただし、既に労働組合を結成している企業に対しては、他の労働組合が干渉することが認められていないことから、企業は自社の労働者による労働組合の結成又は、自社の労働者を穏健な労働組合に加盟させることで、外部の過激な労働組合からの干渉を回避する取組みを行うことが多くなっている。労働組合が結成されると、労使間で労働協約や就業規則を締結することになる。労働者はその労働協約を通じて労働条件の改善を図る権利が保証されており、その期間は無期でも可能となっている。労働協約は、その対象から管理職を除くことも可能であるが、組合への加入有無に関わらず全ての従業員に適用されることになっている。また、従業員の雇用において、無期限雇用又は 180 日を超える雇用をする場合には、雇用契約書に試用期間を明記することで 30 日間、専門職や上級管理職については 180 日間の試用期間を設けることが可能である。なお、「メ」国において労使間で問題が生じた場合には、労働者に有利な法解釈が採用される。特に労働者の解雇自由の原則は採用されていないことから、企業側が正当な理由なく労働者を解雇する場合には、3 か月分の給与に加え、勤続 1 年あたり 20 日分の給与を加算した解雇補償金の支払いが必要となる。「メ」国労働法による主な労働条件及び従業員の解雇時に発生する解雇補償金については、次のとおりである。

表 1.5-5 「メ」国の主な労働条件

	概要
勤務時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 昼間（午前 6 時から午後 8 時）勤務は 1 日 8 時間以内、週 48 時間以内</li> <li>・ 夜間（午後 8 時から翌朝 6 時）勤務は 1 日 7 時間以内、週 42 時間以内</li> <li>・ 連続労働の場合は勤務時間内に 30 分以上の休憩時間を取らなければならない</li> </ul>
時間外労働	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1 日 3 時間以内で週 3 日以内とされ、1 週間に 9 時間までの残業は時間給の 2 倍の手当を、1 週間に 9 時間以上の残業には時間給の 3 倍以上の手当支払い義務が生じる</li> <li>・ 日曜日に労働する場合は、通常日の 25%割増の給与支払い義務が生じる</li> </ul> <p>※ただし、1 週間に 9 時間以上の残業が生じた場合には、企業に懲罰が課せられる可能性もある</p>
休日	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 週 1 日は休日を設ける必要がある</li> </ul>
有給休暇	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 勤続 6 か月以上で有給休暇を取得することができ、初年度は最低 6 日、2 年目以降は 2 日ずつ加算される</li> <li>・ 休暇を取得した場合、1 日あたり給与の 25%以上に相当する休暇手当の支給が必要</li> </ul>
クリスマス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 毎年 12 月 20 日までに、15 日分のクリスマス手当の支払いが必要</li> </ul>

出典：調査団作成

表 1.5-6 従業員の解雇補償金の支払い条件

	概要
会社都合による解雇	<ul style="list-style-type: none"> <li>解雇補償金（3ヶ月分の給与に加え勤続1年につき20日分の給与）、各種付加給与、年功者特別手当（給与又は最低賃金の2倍のいずれか低い額×12日分×勤続年数）のすべての支払いが必要</li> </ul>
生産縮小等による解雇	<ul style="list-style-type: none"> <li>解雇補償金（3ヶ月分の給与に加え勤続1年につき20日分の給与）及び年功特別手当（給与又は最低賃金の2倍のいずれか低い額×12日分×勤続年数）の支払いが必要</li> <li>※ただし、事前に調停仲裁委員会に申告して、承認・不承認の判断を仰ぐことが必要</li> <li>新規の機械設備や新生産工程の導入による人員削減の場合</li> <li>解雇補償金（4ヶ月分の給与に加え勤続1年につき20日分の給与）及び年功特別手当（給与又は最低賃金の2倍のいずれか低い額×12日分×勤続年数）の支払いが必要</li> <li>※ただし、仲裁調停委員会の許可が必要</li> </ul>

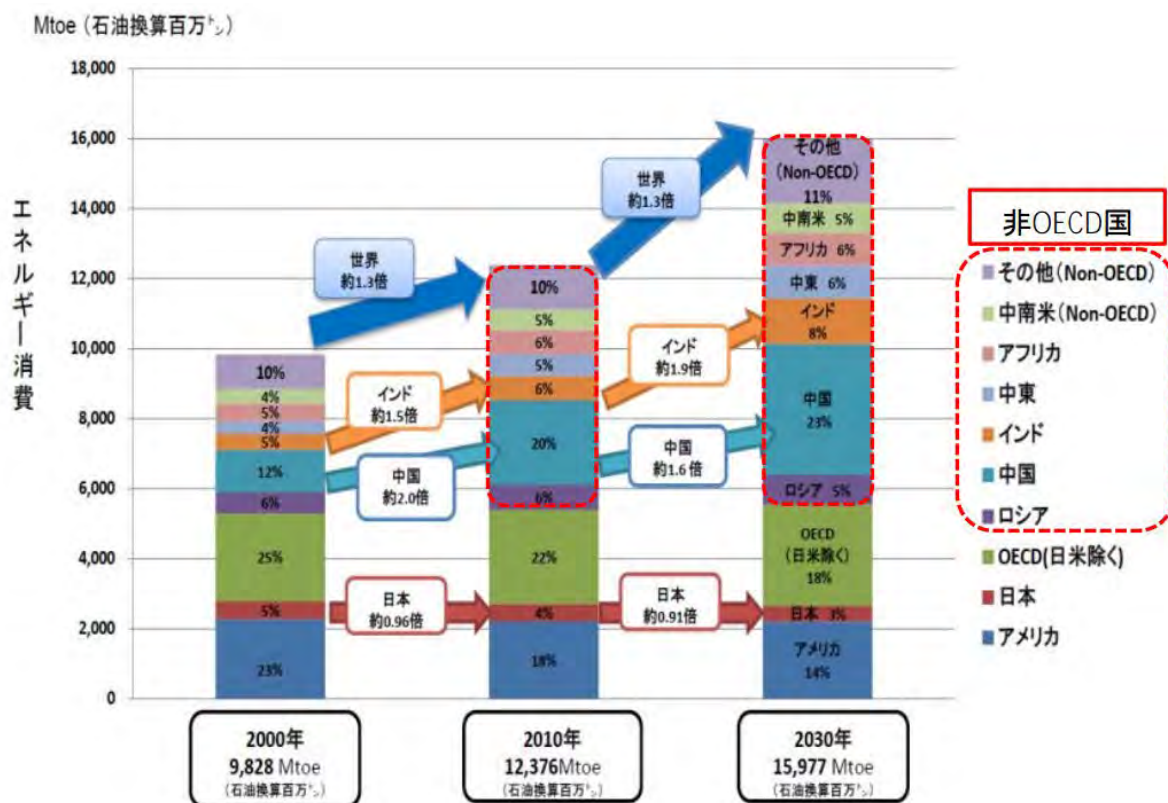
出典：調査団作成

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2.1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴

#### 2.1.1 業界分析

世界におけるエネルギー需要の増加傾向を図 2.1-1 に示す。エネルギー需要は、OECD においては減少傾向にあるものの、非 OECD においては増加傾向にある。世界全体で見た場合には、2030 年には 1.3 倍（2010 年比）のエネルギー需要になると試算されている。

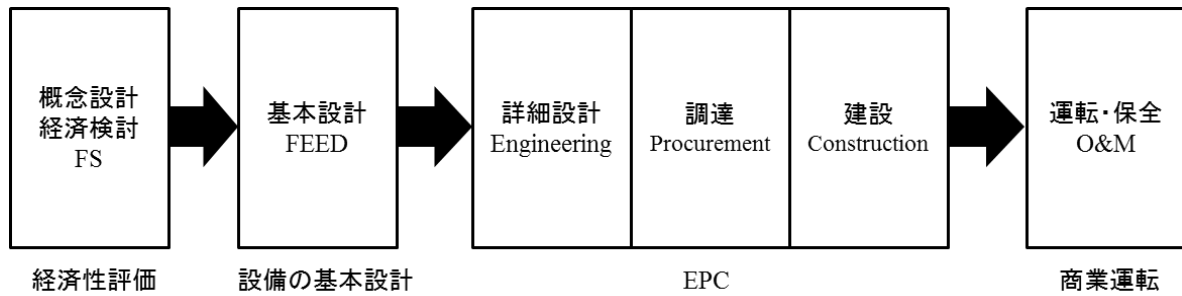


出典：総合資源エネルギー調査会基本政策分科会資料

図 2.1-1 世界の一次エネルギー需要の増加傾向

エネルギーを供給する主な立場にある石油会社においては、エネルギー需要の高まりに対して地球温暖化対策等の観点から省エネ化の推進が重要になる。

プラントに関わるビジネスは大別して、図 2.1-2 に示すとおり EPC (Engineering, Procurement and Construction) と O&M (Operation and Maintenance) の分野が挙げられる。

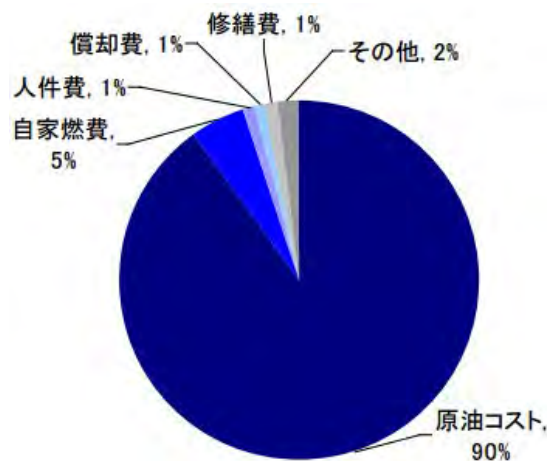


出典：調査団作成

図 2.1-2 プラントに関わるビジネスとライフサイクル

O&M は、EPC によって建設された装置がプラントオーナーへ引き渡されたあと、そのプラントを運転操業及び保安全管理することを意味する。EPC 後は、引き渡されたプラントを市況等も勘案しつつ、長いプラントライフサイクルを事故なく操業していくことが求められる。加えて、省エネを推進するにあたっては、プラントの運用（オペレーション）においてきめ細やかな運転を行っていくことが必要となる。

また、石油製品の製造原価コストについては、図 2.1-3 に示すとおり、原油コストがそのほとんどを占めており、次いで自家燃費等が続いている。原油コストや自家燃費は、オペレーションの高度化で節減できる対象コストであり、各社では競争力増強のためにこの点の改善を進めることが重要である。



出典：資源エネルギー庁「石油精製業の市場構造に関する調査報告」

図 2.1-3 石油製品の製造原価コスト構成

国内石油業界では、昨今需要の減少が進行しており、それに伴って産業競争力強化に向けた指針の策定がなされている。大きく分けて以下が挙げられる。



- (1) 精製能力の削減
- (2) 運営統合化による設備運用の最適化
- (3) 設備保全の強化による稼働率の向上
- (4) エネルギー効率の改善
- (5) 高付加価値化
- (6) 戦略的な原油の調達

出典：資源エネルギー庁「石油精製業の市場構造に関する調査報告」

(1)及び(5)に関しては、既に国内においては資源エネルギー庁によってエネルギー供給構造高度化法が施行されており、精製能力の削減を進めるか重質油分解装置を増強するかによって対応が二分されており、多くの企業においては(1)を進めている。(2)においては、業界再編として大手の石油元売り会社が経営統合を進める他、製油所毎の設備共有化が進められている。(3)に関しては、単に保全費を増額して対応するのではなく、戦略的な保全として、ビッグデータ等を活用した予知保全や予防保全を拡充して、保全コストを抑えつつも信頼性あるプラント保全を進める技術革新も進められている。(4)及び(6)に関しては、企業毎に戦略及びその取り組みのレベルが異なっており、本質的にこの部分の差が競争力の差として表れることが多いと言える。石油精製の場合、原油コストが全体コストの中でも極めて大部分を占めており、重軽の原油価格差を戦略的に取り込み、自社の生産計画や設備状況に合わせて選択することが極めて重要となる。原油選択は、プラントの運転や稼働計画と密接に繋がっており、各種装置の制約条件を考慮しながらネットバック価値算出等によって行う必要がある。原油選択は精製装置の運転への影響も多大であり、制御や計画業務と一体的に取り組むべき内容であると言える。これらに加え、機器単位のエネルギー効率改善も含めた製油所全体でのオペレーション改善は、まさに当社がフィールドとするところであり、今後その重要性は益々増大するものと考えられる。なお、上記は国内石油業界に関する記述であるが、海外の場合にも同様のことがいえる。国内と海外（非 OECD）における大きな差異は、(1)に関する項目であり、需要が供給を上回っている国においては、「精製能力の削減」は「精製能力の増大」となる。

### 2.1.2 提案企業の実績

当社は、自動車産業、石油産業、鉄鋼業等の、いわゆる装置産業に対する制御改善による省エネや収益改善といった内容を実現するサービスやコンサルティングを展開している。今回、「メ」国において展開を目指すサービスの基礎となる技術は、石油産業をはじめとするプロセス産業での活用を想定して研究されたものである。しかしながら、本技術は、プロセス産業のみならず、工場に在る装置を制御するためのプロセス制御用コンピュータである分散制御システム（DCS：Distributed Control System）が整備されていれば基本的に適用可能であることから、幅広い産業に対してアプローチできるものである。これにより、当該サービスは、石油精製、石油化学等のプロセス産業の企業にとどまらず、セメント製造企業、製糖やバター製造等の食品企業、また水処

理企業等に対してもサービス導入の提案と実績を有する。

下図に、当社が有する導入提案及びその実績を分野別の割合を示す。上述のとおり、石油精製・石油化学企業が半数以上を占めており、それに次いでセメント企業、食品と続いている。石油精製・石油化学企業に対しては設立当初から積極的なアプローチによる顧客開拓を行っており、国内大手の石油精製企業及び石油化学企業への提案や実績を有している。また、営業活動としてプロセス産業における専門雑誌や学会誌への記事掲載、また学会や業界関係者が集まるカンファレンスやセミナーを通して、セメント企業からのオファーを獲得し、両分野を合わせて8割程度の実績を有している。一方、食品分野に関しては、近年の営業活動を通して、装置や設備に当該サービスの導入の可能性が見出せたことから、石油関連企業と同様に開拓を進めている分野である。

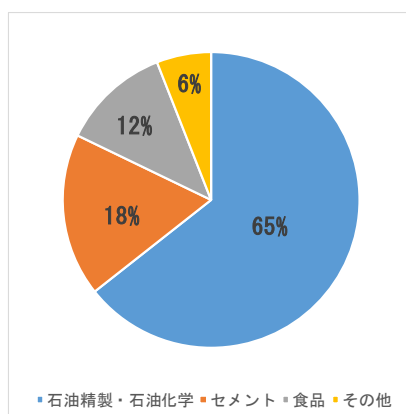


図 2.1-4 導入提案及び実績の分野別割合

### 2.1.3 業界における位置づけ

当社は、EPC 後、既にプラントが商業運転に移行した後のプラント運転における制御性能向上や省エネ化、または効率化等をフィールドとしている。顧客のそれぞれ異なる操業戦略を運転戦略まで落とし込み、それを実現するための制御系や最適化のためのシステムを構築する。技術の根幹は広島大学が様々な企業との共同研究によって培ってきたものであり、業界における学会等でもその産業応用の結果が表彰されており、対外的にもその内容と成果が認められている。現在では、大手エンジニアリング会社と連携を進めており、EPC 後、オペレーションの側面から省エネや効率化のニーズが顧客側から生じた際には、専属的に当社が課題解決にあたる仕組みの構築を進めている。

### 2.1.4 活用が見込まれる製品技術の特徴

当社のサービスは、プロセス産業における装置の制御性能の評価に基づき、装置としての運転性能の改善を提案し、高度制御ロジック<sup>1</sup>導入や制御ループ<sup>2</sup>構造、制御コントローラの最適化を実施するサービスである。当社のサービスでは、新しい設備の導入等の設備投資を行わずに、現

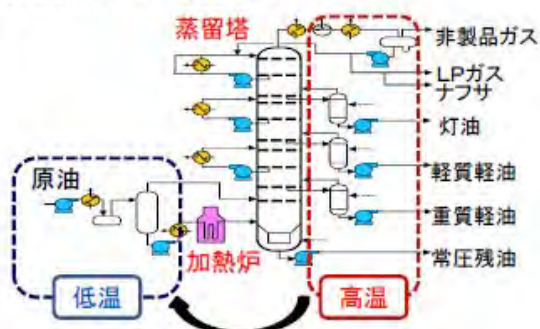
<sup>1</sup> 制御する上で必要な計算手続き。

<sup>2</sup> センサーからの信号や操作弁（バルブ）への信号、制御コントローラからの信号の繋がり。

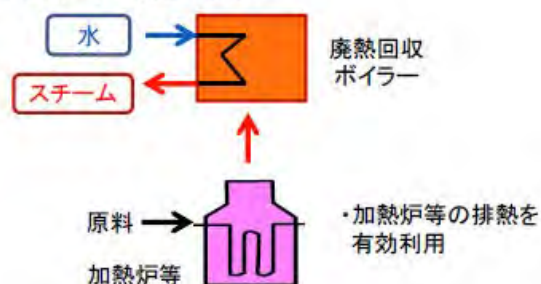
存する装置の持つ性能のポテンシャルを可能な限り引き出すことが可能である。

省エネには、ハードとソフトの両側面からのアプローチがあり、上述の通り、当社はソフトでのアプローチが中心である。ハードによるアプローチとして、例えば、用役設備（ボイラー等）の省エネを考える。改善案を適用すれば、蒸気の発生に必要な使用燃料を削減でき、蒸気の発生量が同じであっても、制御性能の向上によって、使用する燃料を抑えることができる。一般的に、熱に関連する省エネ実施に際しては、下図のように装置の改造により実現する場合が多い。これらは、何れもハードウェアに手を加えることで省エネを実現する。

### <装置間の熱の相互利用>



### <加熱炉等の排熱利用>



### <高効率熱交換器の導入>



- ・従来のシェル&チューブ型に比べ、プレート型熱交換器は熱回収率が向上し、圧力損失も低減する(ポンプの消費エネルギーも減少)

### <複数装置のインテグレーション/ホットチャージ>



出典：石油連盟 石油業界における省エネ技術・対策（2015年2月17日）

図 2.1-5 製油所におけるハード交換による省エネ対策の一例

ハード交換による省エネは導入効果が明瞭であり、大きな省エネ効果を得られる場合が多い点がメリットである。また、目に見えて取り替えるため、導入によって改善されるという期待感も高く、積極的に実施している企業が多い。しかし、物理的な改造が必要であることから大きなコストを要するため、投資回収年として1年以上となることが多い。加えて、通常、導入のタイミングとしては、1年もしくは2年に一度の頻度で行われる工場の定期修繕の時期に行われる。すなわち、優良省エネ案件があったとしても、それを把握したタイミングで直ぐに導入をすることが難しい。

一方、当社のサービスは冒頭説明のとおり、設備投資を必要とせず、現存の装置の制御性能や制御構造の見直しにより、省エネの実現することを可能とする。そのため、投資回収は、ハードウェア交換等による省エネに必要となる期間よりも短期間である点が大きなメリットである。また、導入時期に関しても、その実施改善内容によっては顧客の合意の上で、即座に改善作業の実

施が可能である。したがって、顧客に対する省エネの提案、そして、その内容の実現と効果確認までを、短期間で実現できることも当該サービスのメリットといえる。

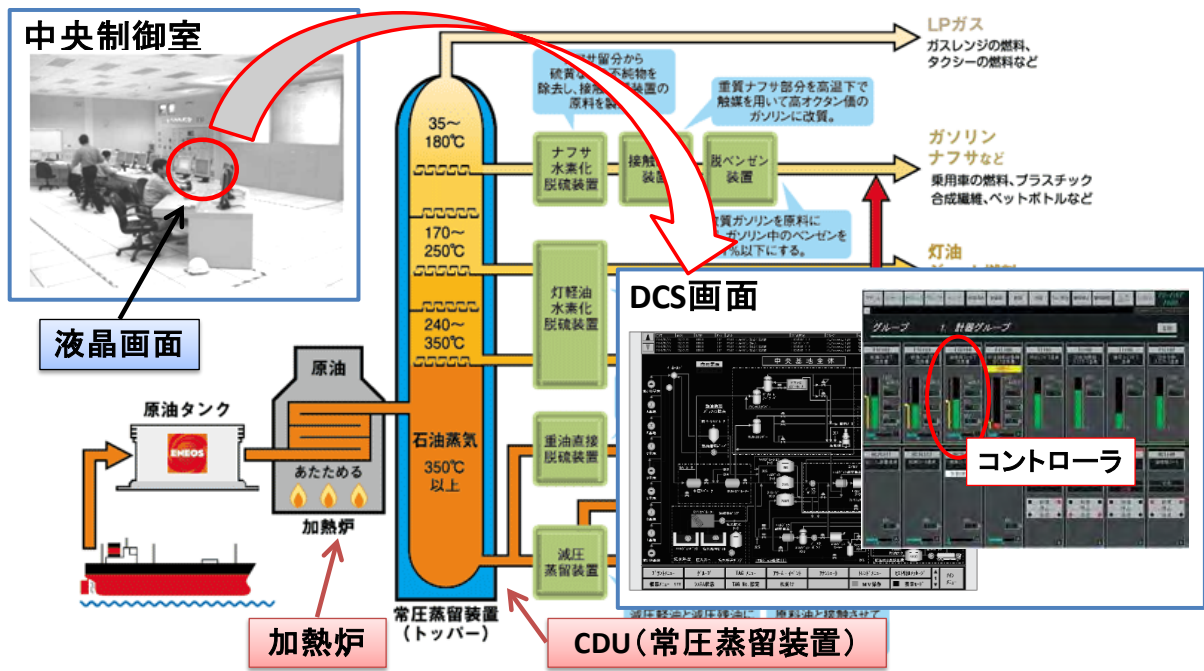
上記に説明したようなメリットを有する当該サービスについて、製油所の抱える課題を示しながら、その特徴について説明する。

## (1) 製油所の抱える課題

石油精製プラントでは、原油を蒸留し、それぞれの沸点の違いを利用してLPGやナフサ、ガソリン、灯油、軽油、重油等を精製している。蒸留の工程では、多量の熱を利用している。精製に必要な熱は、重油や石炭等を炊くことで蒸気を発生させることから、極力無駄のない運転を行い、エネルギー原単位を下げる試みが必要とされている。また、蒸留工程においては、沸点の違いを利用していることから、天候要因や原油銘柄変更などの外乱が多く存在する中、温度管理を適切に行わなければならない。蒸留は、常圧蒸留塔（CDU、Crude Distillation Unit）と呼ばれる装置を利用して行われるが、先述の多くの石油製品を同時に計画どおりに抽出するためには、蒸留塔の複数個所の温度管理を適正に行わなければならない。しかしながら、常圧蒸留装置には、エネルギー保全の観点から、様々な箇所にエネルギー（熱）回収装置が設けられており、これが大きな原因となり、温度管理を適正に行うにしても、同装置が干渉し特定の個所への操作が別の個所へ影響するなど、運転を行うにおいても非常に難しい装置であるといえる。この中で、常時安定した運用を行うためにDCSを用いて自動運転を行っている。

DCSは中央制御室に設置され、大型の製油所においては数千点にも及ぶ温度や圧力、流量、組成といった複数の装置上の各プロセス値を制御している。製油所においては、各プロセス値は複雑な干渉する性質（例えば、プロセス値Aの値を制御器Aが制御して変化した場合、その変化が装置を回りまわって、制御器Aとは直接的に関係しないプロセス値Bの値が変わってしまう状況）等があり、適切な制御性能改善を行うにも、その解析方法が難解である上に数が数千にも上るため、その改善は困難とされている。

通常、DCSは導入した時点では、DCS内部のコントローラは初期設定で運用されている場合が多い。一般的に、制御改善は、DCSユーザーが自らの責任において行う作業とされており、初期導入に関わったDCSメーカー等はその制御性能に保証を行うことはない。従って、制御性能が適正に保持されていない場合、各プロセス値はその時の装置の稼働状況によっては大きく変動し、その分付加価値の高いガスやガソリンが抽出できず、付加価値の低い重油に多くが落ちてしまう。それが原因で、製品の原価率が上がり経済性が悪化する。さらには、原料処理の効率性が悪化し、所望の製品量を得ようとする、エネルギー原単位までも悪化する。



出典：JX 日鉱日石エネルギー（株）、（株）東芝、富士電機（株）、  
タクマシステムコントロール（株）のHPを基に調査団作成

図 2.1-6 蒸留塔と加熱炉周辺と DCS のイメージ

## (2) 提案サービスによる解決

既存設備に対して新たな装置を導入せずに制御性能を改善する方策として、当社は主に以下を提供している。

- (A) 制御コントローラの内部パラメータの全体最適化
- (B) 制御構造の最適化

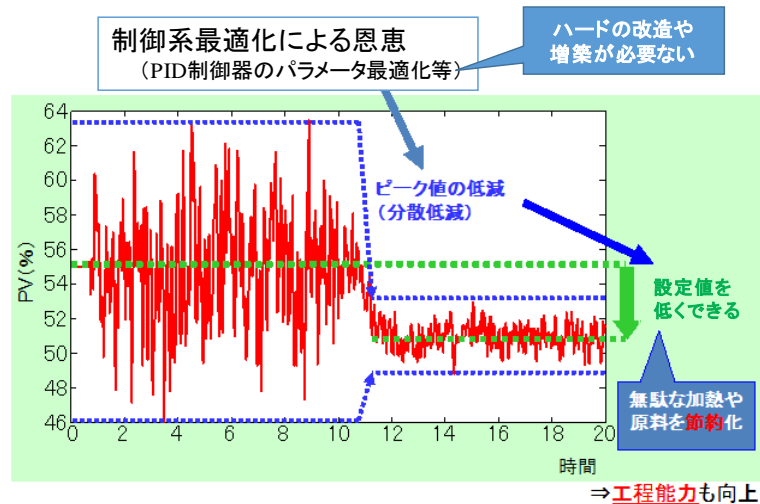
具体的には、制御性能の定量評価の結果、及び制御構造の見直しの実施によって改善の見込みがあるか否か明確に判断した上で制御性能の改善を進める。制御性能の改善により、例えば加熱炉では数%の省エネ（燃料費削減）が可能となる。

制御性能が改善できると、省エネ・省コスト化だけではなく、各プロセス値が変動しなくなることによって、以下のようなメリットも生まれる。

- (A) プロセス値の変動低減による品質の安定化
- (B) 管理値付近での運転実現による製品の増産
- (C) 外乱（突発的な風雨等による制御への悪影響）に対して安定的な動作が実現され、製油所の操業の安全性が向上
- (D) バルブの無駄な開閉の減少に伴う機械的寿命の延命化による保全費削減

各プロセス値には、維持すべき値（管理値）が設けられている。特に最終製品や中間製品に関

するプロセス値が管理値を大きく外れた場合、オフスペック品となり出荷ができない。このため、制御が不安定でプロセス値が大きく変動している場合には、予めその変動を考慮し管理値から大きく離して運転する必要があるために、離れた分ロスも大きくなる。一方で、制御性能が良好で、プロセス値の変動が少ない場合、その分管理値に近づけて運転することができる。すなわち、オフスペック品にならない程度に、少ないエネルギーや原料で製品を製造することができるようになるため、下図のように大きな省エネ効果が生まれる。



出典：調査団作成

図 2.1-7 当該サービスによる改善イメージ

### (3) 当該サービスの実施の流れ

当社の技術サービスは、技術導入のメリットがあるかを調査から、実際の技術導入までの一連の業務を行う。導入可能性調査からコミショニングまでの期間は、改善の適用範囲によって左右されるが最短で1年程度の期間が必要となる。なお、①・②は導入可能性確認フェーズであり、③以降は実働フェーズで通常は2フェーズに分けてサービスを提供している。

#### ① テクニカルインタビューの実施

具体的データの入手前もしくは入手手続きと合わせてテクニカルインタビューを実施し、装置の基礎情報や操業上の課題の抽出を行い、導入メリットや導入自体の可能性を整理する。これと合わせて、顧客の持つ装置がどのような構成になっているか、また改善の対象となる制御箇所のプロセス値の変化がどのように推移しているか、といった最適化に必要な情報を顧客から収集する。

#### ② フィージビリティスタディ (FS) の実施

収集した各種情報から、現在の制御性能を評価し、関連するすべての制御性能を定量的に評価する。この評価結果から制御性能の改善期待幅を算出する。同時に変動幅を低減することによって、どの程度管理値に近づけられるかを算定し、事前に収集した原料や用役コストと結び付けて経済性（コスト削減期待幅）を算定する。

#### ③ 最適化に向けた制御構造の設計

コストメリットがあることが確認された場合、具体的な運転状況や今後の運転方針（原料の調達や増産対応、減産対応等）のヒアリング情報に基づいて、制御改善のための基本戦略を

明確化する。基本設計に基づいて、具体的にコントローラの内部パラメータや制御構造を設計する。これらは、一旦図面を含む設計書としてまとめる。

④ 適用・コミッショニング

設計書に基づいてコントローラのチューニングや制御構造の変更を行う。適用した結果、プラントが想定どおりに稼働するか顧客側と相互確認を行う。

⑤ モニタリング（事後評価）

継続的に制御性能を確認する。所望の性能が得られていない場合には、機器の不良の確認も含めて再確認を実施する場合がある。

### 2.1.5 国内外の同業他社

プラント運営は、一般的に経営管理、生産管理、制御の3つの層に分けられる。いずれの層も最適化が求められ、コンサルティングや技術サービスが提供されている。当社は主に制御層にあるDCSによる制御の性能改善を技術サービスとして提供しているが、当社のようにDCSを利用した制御の改善サービスは他社にはない。

一般的な制御改善を目的とする他社では、APC (Advanced Process Control)<sup>3</sup>と呼ばれるパッケージを導入する。APCの導入にあたっては、DCSには実装できないため別途APC用のコンピュータを設置する等、追加の設備投資が必要となる。当社の制御改善技術は、既設のDCSを利用して構築することができる。APCを展開する企業は、以下のとおりである。

表 2.1-1 国内外の APC 提供企業及び製品

会社名	製品名
Aspen Tech (米国)	DMCplus
Honeywell (米国)	RMPCT
Schneider Electric (仏国)	Connoisseur APC
Yokogawa Electric Works (日本)	Exasmoc

価格帯はいずれも非公表ながら、おおむねライセンス費と導入に掛かるエンジニアリング費用を合わせると数億円（国内）となる。海外においては契約形態の差異によって数十億円となるケースもある。ただし、いずれも線形理論に基づいているものであるため、負荷変動等が大きいプロセスに対しての適用は難しい。また、DCS 制御でないために 1 秒周期での制御が不可能であり、応答の早い装置には適用できない。一方で、当社の制御技術は非線形技術を用いたコントローラも提供しており、負荷変動等にも強く大きなアドバンテージがある。また DCS 上で動作するので制御周期も 1 秒で実行でき、応答の早い装置にも適用できる。

### 2.1.6 類似製品及び技術の概況

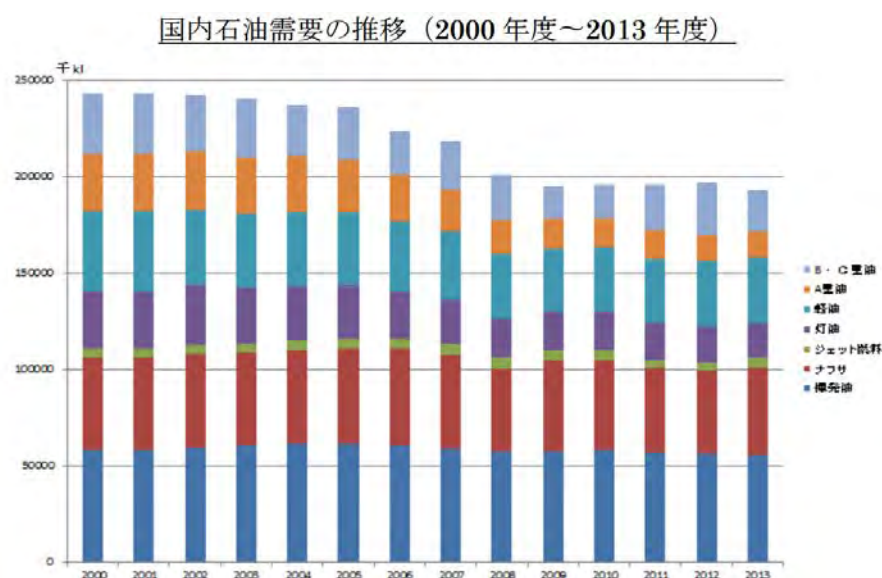
<sup>3</sup>高度プロセス制御：DCS 上に標準で搭載されている制御技術（PID 制御）では実現できない“高度な制御”方法を提供する制御技術のこと。

2.1.5 で先述したとおり、当社の技術サービスと類似したサービスを販売している他社は存在しない。制御性能を改善するという同じ目的を有した APC を販売している企業は 2.1.5 にまとめたとおりであるが、技術的特徴や提供方法も大きく異なることから類似サービスとは言えない。

## 2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### 2.2.1 提案企業の事業展開の方針

石油産業が当社の最大のクライアントであるが、図 2.2-1 に示すとおり、燃油は内国需要が減少基調にある。これに対応するため、エネルギー供給構造高度化法が既に施行され、結果として 2000 年 4 月 1 日時点で 535 万バレル/日であった国内総原油処理能力は、2014 年 4 月 1 日時点では 395 万バレル/日に減少されている。



出典：資源エネルギー庁「石油精製業の市場構造に関する調査報告」

図 2.2-1 国内石油需要の推移

国内での事業縮小に伴い石油精製のみならず、石油化学においても工場の海外移転・進出が進んでおり、コスト削減を図る動きも活発化されている。高機能化学品においても、新興国での需要の高まりに対応する目的もあって、大手だけでなく中堅の化学会社も進出を加速している現状がある。

上記の背景に鑑み、当社も海外展開を進める必要がある。事業拡大を狙うことの他に、オペレーション技術の発展途上である新興国企業へ技術展開することが、世界的な環境負荷低減の課題解決には肝要であると考えられるためである。展開の方針としては、日系企業が進出する新興国、次いではエネルギー産業がその国の国内産業の主体にある新興国等への展開を想定している。日系企業においては、現地でオペレーションを行っているスタッフは現地採用であることが多く、そこへの技術サポートは当該新興国国内企業への競争力の付与の観点でもニーズが高い。一方で、産油国やエネルギー産業を主体とした新興国では、その主力の多くが国営企業であることが多い。



国営企業の場合、国家歳入の多くの部分はその企業に依存しているケースもあり、エネルギー削減や省エネ化・コスト削減の達成は急務であると言える。

上記のような当社の顧客となりうる企業のある新興国として、産油国として有名な中東や東南アジアの国々を挙げることができる。これらの国々は高い市場性を有するも、事業展開先として重荷となるリスクや課題が存在する。例えば、前者の地域は、地域の安全性に大きな課題を抱えている。一方、後者は生産や製造による利益を第一に考えており、環境への配慮や効率的な生産が必要という意識を持たせることが、サービス実施以前の課題として存在する。また、ロシアやアメリカ等も挙げることができるが先進国であり、上述の方針とは十分にマッチしない。そのため、当社で海外での展開先を模索するも、いずれの地域に対しても直接展開するという判断が難しい状況であった。

このような中、2014年度「メキシコ国日系民間企業との連携による社会経済開発推進に関わる情報収集確認調査」を通して、メキシコにおいて省エネ技術のニーズが明らかになった。調査結果によれば、温室効果ガス削減に向けた取り組みを「メ」国として積極的に実施していること、またエネルギー改革が行われており、提案されている「製油所省エネ事業」に対して当社の有する制御改善技術が貢献できる可能性が明らかになった。上述のとおり、アジア地域など比較的近隣諸国を事業展開先として模索していたため、中南米に関しては展開先として十分な調査をしていなかったが、この調査結果を一つの契機としメキシコを当社の海外展開先の第一歩とした。

## 2.3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

### 2.3.1 提案企業が海外進出することによる日本の地域経済への裨益

広島県企業で現地法人や工場を有する企業と同様、広島県ブランド力アップ等間接的に貢献できると考えられる。また、広島大学発ベンチャー企業として弊社は広島大学とも積極的な連携を図っており、「メ」国にて広島大学のプレゼンス向上の一翼を担えるものと想定する。例えば、現地大学と広島大学との学術協定締結の可能性や、大学双方の学生交流や留学生の創出が考えられる。

また、広島県においては、マツダを中核とする自動車産業が盛んであり、県内 GDP の約 20% をマツダが担っている上、自動車関連分野の裾野産業を入れると更にこれは増加する。現在、マツダは「メ」国を海外戦略の中核拠点に位置付け進出を加速している。当社の現地展開が実現されれば、中小企業と現地企業の直接的な業務締結の実例となる。これは、大企業が現地企業と行う業務締結よりも大きな反響を及ぼすことが期待され、広島で活躍している中小の自動車裾野産業企業や自動車産業に関連のない中小企業が「メ」国に追従展開できる可能性を示すことができる。また、「メ」国にビジネスの機会があるか否かが企業進出の判断材料となるが、ビジネスチャンスがあるならば中小企業であっても東南アジアといったアジア圏を大きく越えた地域でのビジネスが可能であることを示すことができる。これにより、広島の中小を中心とした企業の事業拡大につながると同時に、広島県の地場産業の発展にも貢献すると考えられる。

## 第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討

### 結果

#### 3.1 製品・技術の検証活動

##### 3.1.1 調査・検証活動の概要

PEMEX は石油の採掘から運搬、製油、販売まで行っており、122.2 万バレル/日（PEMEX Annual Report 2013）の原油を精製している。国内に 6 製油所（サラマンカ、カデレイタ、マデロ、トゥーラ、サリナクルス、ミナティトラン）を有しており、いずれも現在稼働している。検証活動を実施するにあたり以下の経緯でこれら 6 製油所から 1 カ所選定した。

第一次現地調査において、当社のサービスの対象範囲および条件の説明会を開催し技術資料を提出した。その後、PEMEX 社内にて条件に適合する製油所としてサラマンカ、サリナクルス、トゥーラ、カデレイタが候補に挙げられ当方の意見が聴取された後、再度 PEMEX 社内の検討を経てカデレイタ製油所が選定された。選定の視点として①最大規模の処理能力を有していることからより高い効果が期待できる、②DCS 等の計装設備が近代化しており技術条件への適合性が高い、③他の製油所と比較して安定稼働しており改修・メンテナンスによる障害が少ない、ことが挙げられた。

また、検証活動を開始するにあたり調査団が入手した情報の取り扱いや調査による影響の責任等について、事前取り決めとして当社と PEMEX 間で Memorandum of Understanding (MoU) を締結した。PEMEX 法務部門で作成された雛形をもとに当社にて提案した技術仕様の追記等を行い、PEMEX 法務部門の確認を経て合意および署名に至った。第一次現地調査後の日本国内作業としてメールと電話による MoU 協議を行い、第二次現地調査の検証活動の開始前に PEMEX 本社において署名式を開催した。なお、署名式では山田彰 駐メキシコ日本国大使にご出席およびご挨拶を頂き、本調査に対する関心と支援を表明頂いた。

以下に検証活動の概要を示す。本調査では、2.1.4(3)に記載のサービス実施内容のうち、①と②を実施した。第二次現地調査にて①を実施し、収集したデータと情報を基に②を実施した。

検証対象：PEMEX カデレイタ製油所

調査手順：

- (1) 製油所設備とその状況を把握するため、設備構成を理解できる図（P&ID、DCS 画面）の入手とその図に基づくテクニカルインタビューの実施
- (2) P&ID を参考に FS に必要なデータと情報を整理
- (3) 蒸留塔、加熱炉、ボイラーに設置された各種センサーから取得されるトレンドデータの入手
- (4) 入手した設備情報とトレンドデータに基づく解析
- (5) 解析結果の報告

## 実施方法

基本的にカデレイタ製油所の職員を通じて情報の取得を行った。以下の職員に対して個別もしくは組織に対して取得した情報を要請し、各担当から情報の確認と取得を行ってもらい、電子ファイルに整理されたものを提供頂く形で実施した。

情報管理職員：各設備にて収集している電子情報をサーバから取得して閲覧可能な形式に編集して提供される。

施設管理職員：各施設にて日常的に管理している職員で、施設に関する深い知見を有しており、サーバから取得した情報の確実性を確認するとともに運用状況に基づいた異常値・欠損値に関する説明を行われる。

まず、施設管理職員に施設概要の説明を受け、調査団にて取得すべき情報を検討した後、情報管理職員に情報提供の要望を行い、情報管理職員がサーバから取得した情報について施設管理職員に内容の確認を行った上で調査団が入手した。情報は主に以下のとおりである。

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>・トレンドデータ（ボイラー、加熱炉、蒸留塔）及び P&amp;ID</li><li>・重油単価、LNG 単価、電力単価</li><li>・DCS 画面のスクリーンショット</li><li>・原油処理量（原油混合割合）</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>・製油所設備の装置構成</li><li>・蒸留塔、加熱炉のエネルギー使用量</li><li>・蒸留塔、加熱炉のタグ情報</li><li>・各装置の原油処理状況</li></ul> |
|--|---|

### 3.2 製品・技術の現地適合性検証（非公開箇所）

（非公開）

### 3.3 製品・技術のニーズの確認

#### 3.3.1 現地で確認されたニーズ

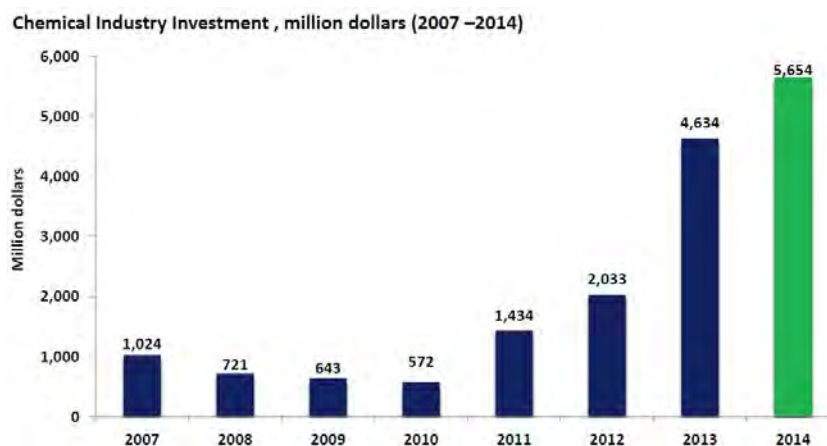
「メ」国の化学工業産業の業界団体である ANIQ（Asociación Nacional de la Industria Química、メキシコ化学工業会）で得た情報に基づくと、図 3.3-1 に示すとおり、「メ」国内における石油化学製品の国内需要は年々上昇傾向にあり、2014 年の需要は 2004 年と比べて 1.8 倍になっている。これに伴い製品の輸入も年々増加し、2014 年輸入量は 2004 年の約 2.5 倍となっている。



出典：Asociación Nacional de la Industria Química 提供資料

図 3.3-1 「メ」国における石油化学製品の需要と輸出入の収支状況

エネルギー改革以前は、外資を含む民間企業に対して石油化学産業への参入を禁止していたため、主に PEMEX が石油化学製品の輸入や「メ」国内へのサプライを行っており、石油化学製品を製造する上で必要なナフサ等の原料を唯一提供している企業であった。しかし、図 3.3-2 のように石油化学産業への投資が 2012 年以降 2 倍以上へと大きく増加している。

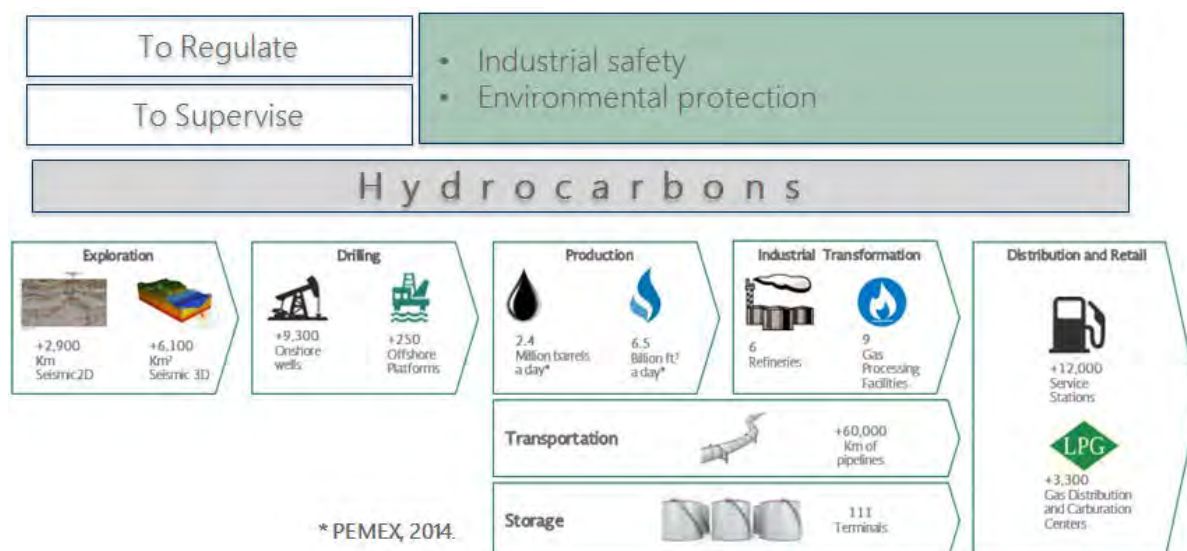


出典：Asociación Nacional de la Industria Química 提供資料

図 3.3-2 「メ」国における石油化学産業への投資推移（2007-2014）

その時期は2012年12月の新政権誕生年後であることから、2014年から始まる石油化学関連の事業展開の自由化を意識した投資の現れとみられる。この投資の大きな変化からは、今後「メ」国における石油化学企業間の競争の始まりが予想され、競争力強化とそれによる差別化を図るために収益性向上と環境負荷低減に向けて、効率的な操業の必要性が各社で高まると十分に予想される。

また、「メ」国では、数年前に新たな政府機関として ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) が組織された。ASEA は、石油化学企業のリスク管理と環境保護に対する監査を行うとともに、企業の自助努力によってそれらの規定作成や改善の積極的な活動を支援することに重きを置いている。図 3.3-3 に示すように、監査対象の企業は、PEMEX はもとより、天然ガス、LPガス、パイプライン、燃料タンク、ロジスティクス等、原油採掘から精製後の製品配送まで、一連の石油産業に関連する企業をターゲットとしておりその範囲は幅広い。このような対応を行う ASEA からは、当該サービスの実施により、企業が必要とする製品製造コストの削減を図れるとともに、環境対策に繋がるならば、「メ」国の企業からの注目があるだろうとのコメントを得た。



出典：Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente 提供資料

図 3.3-3 ASEA のスコープ

一方、「メ」国最大手の水エンジニアリング企業であり、水処理プラントの O&M 実績を有する Atlatec, S.A. de C.V.からは、当社技術サービスのような、基本的にハードウェアの交換等を伴わない制御改善サービスの紹介や導入提案に関するアプローチ実績が無いことを確認した。これに加えて、「メ」国の大手石油化学企業である ALFA, S.A.B. de C.V.の本社におけるヒアリングでは、O&M に対する技術サービスの売り込みは過去に例が無いことを確認したとともに、PETROTEMEX 社<sup>4</sup> (タマウリパス州アルタミラ所在) においても同様の回答を得た。ニーズ有無の観点とは若干異なるが、現地では普及していないサービスという視点で捉えることができ、新しいサービスとして企業の興味を引くものになると考えられる。

<sup>4</sup> Grupo Petrotremex, S.A. de C.V. : ALFA, S.A.B. de C.V. (「メ」国) の石油化学系関連子会社

また、PETROTEMEX 社と同様に、アルタミラ周辺の石油化学企業 (BIOFILM 社<sup>5</sup>、BASF 社<sup>6</sup>、MEXICHEM 社<sup>7</sup>)、及び独立系発電会社 IBERDROLA 社<sup>8</sup>も訪問し、サービス概要とニーズの確認を行った。ヒアリングの際、問題を抱えた状態で装置の操作を行っている企業があり、問題を解決できないかとの相談を受けた。多くの国に工場を持ち、高度な技術を有するワールドワイドな企業であっても、ローカルレベルでは潜在している課題は数多くある。今回の調査では、これについても上記の回答から改めて確認でき、「メ」国に当社の制御改善技術の導入余地を見いだせた。

これらのように、「メ」国の化学工業産業を取りまとめる ANIQ で得た情報、一連の石油産業関連企業へのエネルギー消費や環境保護に対する指導を行う ASEA からのコメント、民間企業でのヒアリング結果をまとめると、「メ」国の石油化学企業において当該サービスのニーズ及び展開余地が十分にあると判断できる。

### 3.4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

#### 3.4.1 調査及び検証結果に基づいた開発課題への整合性

「メ」国のエネルギー部門に対する予算が削減されるなかで、石油精製や石油製品の生産効率を向上させるとともに、その生産過程における省エネルギー化を図ることでエネルギー部門の収支構造又は経営の改善を図ること、また、併せてエネルギー部門における温室効果ガスの排出削減を図ることが、開発課題となっている。

検証結果からカデレイタ製油所において下記の詳述する効果が実現された場合、収益改善効果が 37.4 億円/年、温室効果ガス削減量が 65,327 tCO<sub>2</sub>/年となり、いずれも「メ」国の抱える開発課題に貢献する。

また、今回の検証では一部のみの施設を対象としたが、今後当社の事業展開によりカデレイタ製油所内のその他の施設へ拡大した場合は相応の規模で効果の拡大が期待でき、さらに他の 5 製油所へ展開も踏まえ当社の技術の認知が高まった将来では「メ」国の重化学工業分野の開発分野へ貢献することとなる。

#### 3.4.2 PEMEX 及びカデレイタ製油所の有する課題との整合性

PEMEX 本部及びカデレイタ製油所の要望は、温室効果ガスの削減と、装置を設計仕様どおりの稼働 (稼働率の向上) に近づけ収益改善を行うことである。しかし、3.2.1 に記載のとおりカデレイタ製油所で処理する原油が重質であることから、コーカーの処理能力が上限に達し、それが装置全体の稼働制約となって常圧蒸留塔 (CDU) や流動接触分解装置 (FCC) 等、他の装置の稼働率が低い状況になっている。

<sup>5</sup> Biofilm, S.A. de C.V. : BIOFILM 社 (コロンビア) の現地法人

<sup>6</sup> BASF Mexicana, S.A. de C.V. : BASF 社 (ドイツ) 現地法人

<sup>7</sup> Mexichem, S.A.B. de C.V. : 「メ」国の石油化学系企業

<sup>8</sup> Iberdrola México, S.A. de C.V. : IBERDROLA 社 (スペイン) 現地法人

処理する原油の変更やコーカーの増強を行えばカデレイタ製油所全体の稼働率を比較的容易に高められるが、前者はカデレイタ製油所で処理する原油がパイプラインで供給されており不可能に近く、後者は装置の増強となり多大な費用を要する。よって、本調査では、3.2 節にまとめた通り、現状の装置構成で制御改善を実現する方法を検討するため、現地調査にて製油所全体のヒアリングを実施した。

今回着目した範囲における課題に対する方策の実施によって得られる各削減幅や削減効果見込みは前節 3.4.1 に記載のとおりであり、PEMEX の温室効果ガス排出量削減及び収支改善にも有効に作用するものと考えられる。

### 3.5 実現可能性の検討（非公開箇所）

（非公開）



## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### 4.1 ODA 案件化概要

#### 4.1.1 具体的な ODA スキーム

本調査では、特定の製油所及び施設を対象に調査を行っており、実証による確かな効果が期待でき、カウンターパートである PEMEX 関係者の調査結果に関する認識も高い。従って、本調査の結果をそのまま実装することが円滑な事業の推進と効果の実証となるため「普及・実証事業」を進めることが有効と考えられる。

また、本調査を通じて工業分野の省エネルギー技術として、制御性能の改善による効果に対して認識が低く普及啓発が必要であり、これに対して「日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画」による研修が有効と考えられる。本 2 案について以下に協力計画を記述する。

### 4.2 具体的な協力計画及び開発効果

#### 4.2.1 普及・実証事業

本調査の成果を実装する事業として「普及・実証事業」を提案する。以下に提案内容を示す。

##### (1) 提案する ODA 案件の目標、投入、製品

###### 1) 案件名

「重化学工業分野の省エネ」普及・実証事業

###### 2) 目標

上位目標：

「メ」国の重化学工業分野において制御性能評価に基づいた制御最適化が活用され、省エネルギーおよび温室効果ガス排出量の削減が実現される。

プロジェクト目標：

提案企業の制御性能評価に基づいた制御最適化サービスが有効であることが PEMEX のカデレイタ製油所で実証され、PEMEX 及び「メ」国の重化学工業分野において制御最適化サービスによる省エネルギーおよび温室効果ガス排出量の削減に寄与することが認知される。

###### 3) 成果

- ① 制御最適化サービスがカデレイタ製油所で行われ、エネルギー節減効果がみられる。
- ② 制御最適化サービスの解析から最適化までの一連の技術がカデレイタ製油所の管理者に周知され、制御改善による省エネルギー活動が普及される。
- ③ PEMEX において事業者による省エネルギーサービスの導入能力が開発される。
- ④ 「メ」国の重化学工業分野の事業者により制御最適化サービスの有効性が認知される。

#### 4) 活動内容

成果①のための活動として

- ①-1：カデレイタ製油所における制御最適化サービスの適用箇所を選定する。
- ①-2：対象箇所に対する DCS チューニングのための詳細設計を実装する。
- ①-3：実装後のモニタリングおよび結果の解析を行い、実証結果を確認する。

成果②のための活動として

- ②-1：カデレイタ製油所の管理者と DCS チューニングを実装する事業者を交えて詳細設計に関する協議を行い、チューニングに関する技術を理解する。
- ②-2：カデレイタ製油所の管理者と DCS チューニングを実装する事業者が協働して実装作業を実施する。
- ②-3：カデレイタ製油所の管理者と CONUEE が協働してモニタリング調査を実施し、提案者と協力して結果の解析を行う。

成果③のための活動として

- ③-1：PEMEX の調達方式について調査する。
- ③-2：制御最適化サービスの調達方式を策定する。
- ③-3：策定した調達方式の実施方法について指導する。

成果④のための活動として

- ④-1：制御最適化サービスのビジネスモデルを策定する。
- ④-2：CONUEE において制御最適化サービスによる省エネルギーを重化学工業分野へ普及・適用させるための議論を行う。
- ④-3 制御最適化サービスの紹介としてカデレイタ製油所における実証事業を事例とするセミナーを開催する。

#### 5) 実施の流れ

想定する作業とスケジュールを以下の表に示す。

表 4.2-1 普及・実証事業のスケジュール案

ODAスキーム	作業	2015		2016				2017				2018				2019	
		3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q
案件化調査	案件化調査 実施																
-	普及・実証事業 応募																
-	普及・実証事業に向けたMoU締結準備																
普及・実証事業	実証事業	カデレイタ製油所-詳細設計															
		カデレイタ製油所-制御改善実施(適用)															
		カデレイタ製油所-実証・データ収集・状況確認															
		カデレイタ製油所-実証結果の評価															
		カデレイタ製油所-他装置の情報収集															
		カデレイタ製油所-他装置の評価・改善提案															
		普及活動	PEMEX-導入可能性調査														
	PEMEX-導入計画策定																
	PEMEX-調達能力の指導																
		市場調査の実施															
	ビジネス展開計画の策定																
	セミナーの開催																

出典：調査団作成

① 一年目

実証事業について概ね1年間の施工期間が見込まれる。本調査で取りまとめた結果に基づいて、カデレイタ製油所に導入する改善案を実際の装置に導入・実装できる形へ落とし込むための詳細設計を行い、制御改善を実装する。また、改善実施時点からトレンドデータの収集を開始する。

また、普及活動について概ね一年間の調査および計画策定期間が見込まれる。PEMEXをモデルとした省エネルギーサービスの導入可能性について現状の調達方式等の調査を実施し、サービスの導入計画を策定する。

重化学工業分野でビジネス展開をするにあたりさらに必要となる市場調査を実施し、有効性が認められる企業および地域を対象として普及啓発活動を目的としたセミナーの開催を計画する。

② 二年目

実証事業について施工完了から CONUEE と協力したモニタリング調査を実施し、トレンドデータの収集を一年間継続して行い、状況確認を行う。カデレイタ製油所において未検討エリアの装置に関する情報を収集する。

普及活動として PEMEX を対象とした省エネルギーサービス導入の従来の調達方式から改善した調達を可能にする方法を指導する。

また、モニタリング期間中に概ね半年の間で制御最適化サービスの導入が有望な重化学工業分野の企業が在籍する地域で普及セミナーを開催し、省エネルギー需要の喚起およびビジネスの展開を行う。

③ 三年目

カデレイタ製油所で収集した改善後の情報やプロセスデータを解析し、改善後の制御性能を評価する。さらなる改善が望まれる場合は、別途改善提案として報告書に盛り込む。

カデレイタ製油所における未検証のエリアの他の装置に関する情報を分析・評価し、実証事業の評価結果の報告と合わせて制御性能の評価と改善提案を取りまとめる。PEMEX の能力開発を通じて可能となる製油所を対象としたビジネス計画の実施を協議するとともに、「メ」国重化学工業分野のビジネス展開を推進する。

## 6) 指標

上位目標に関して

指標：2030年までに石油・ガス部門における温室効果ガス排出量が2030年のベースシナリオに対して3%削減される。

プロジェクト目標に関して

指標①：PEMEX カデレイタ製油所において予め定めた改善見込みが達成される。

指標②：重化学工業分野の集積地域において制御最適化サービスによる省エネルギーおよび温室効果ガス排出量の削減をテーマにしたセミナーが3カ所で開催される。

成果①に関して

指標①：カデレイタ製油所の加熱炉・ボイラーにおいて、DCS 制御性能評価に基づいた最適化の実証が実施され、省エネルギー効果および温室効果ガスの削減量 0.96%が達成される。

成果②に関して

指標②-1：カデレイタ製油所において詳細設計がDCSに実装される際に、カデレイタ製油所のDCS維持管理者に対する作業のOJTが実施される。

指標②-2：実証活動の期間中に収集されたトレンドデータをもとに、提案者が改善状況の見直しを行い、カウンターパートの関係者と効果についての検討・評価を行うための協議会が開催される。

指標②-3：実証活動の終了後に、すべての結果を整理した報告会が実施される。

成果③に関して

指標③：PEMEXにおいて、省エネルギー成功報酬型サービスの調達方式に関する技術移転が実施される。

成果④に関して

指標④：重化学工業分野が集積した地域において、事業者を対象にした一連の技術を通じた制御による省エネルギー効果の認識向上と活動の普及・啓発を目的としたセミナーが開催される。

## (2) 投入

### 1) 日本側

#### ① 日本人技術者

業務主任、チーフアドバイザー、DCS 最適化技術者、制御性能評価技術者、プロセスデータ解析、製油所改善評価、コーディネーター

#### ② 機材等

先方の定める規定に基づく現場作業着（安全靴、作業着、手袋、ヘルメット、ゴーグル）、制御解析用 CAE

#### ③ 経費

日本人技術者の旅費、現地活動費（車両借上げ、傭人費、現地交通費、現地再委託費、そ

の他)等

## 2) 「メ」国側

### ① カウンターパート要員の配置

プロジェクト責任者、プロジェクト管理者、コーディネーター、製油所の本普及・実証事業に対する責任者、製油所の対象とする設備における維持管理担当者、製油所の設備トレンドデータに関する技術者、製油所のエネルギー消費・温室効果ガス等に関する統計情報管理者

### ② プロジェクト運営に要する施設及び資機材の用意

カデレイタ製油所の実証事業対象設備へのアクセス権限の付与、他製油所における情報収集作業の作業場所、他製油所における制御性能評価報告会の会場、本社における制御性能評価報告会と制御の最適化による省エネ・温室効果ガス削減を啓発するセミナーの会場の確保

### ③ 「メ」国側の事業への協力に必要な予算確保

### ④ プロジェクト運営のための便宜供与

- ・実証活動における DCS のチューニング作業のためのスケジュール調整
- ・関係者への協力要請
- ・事業実施に必要な情報及びデータの提供

## (3) C/P 機関となる対象国の関連公的機関

### ① PEMEX

a. PEMEX 本社 (Dirección Corporativa de Planeación Coordinación y Desempeño, Subdirección de Desarrollo Sustentable y Seguridad Salud en el Trabajo y Protección Ambiental 経営業績・企画・調整 局、持続可能開発・安全保健・環境保護 支局)：実証事業の PEMEX 社内調整を担当するとともに、実証事業後の導入に際して必要となる調達能力の開発について、提案者と協力して調査・指導を実施する。

b. PEMEX 本社 (Dirección Corporativa de Alianzas y Nuevos Negocios, Subdirección de Desarrollo de Negocios de Transformación Industrial 企業提携・事業開発 局、産業転換ビジネス開発 支局)：実証事業において必要となる対象範囲選定および実装について、PEMEX 社内および製油所の調整を担当する。

c. PEMEX カデレイタ製油所：実証事業に協力するとともに一連の技術サービスを習得しモニタリング活動においては主体的にデータの収集・提供を行う。

### ② CONUEE：PEMEX 本社およびカデレイタ製油所と協力して実証事業のモニタリング調査を実施し、「メ」国重化学工業分野において制御最適化による省エネルギー事業を普及させる目的として事業の効果を事例として紹介するセミナーを開催する。

## (4) カウンターパート、関連公的機関等との協議状況実施体制及びスケジュール

## 1) カウンターパート機関等との協議状況

本調査の開始前より PEMEX 関係者と当該技術サービスに関する議論を行っており、PEMEX 関係者に対して当社の省エネルギー技術に関する紹介資料を送付した。これに加えて、2015 年 3 月に来日した際に当社の在籍する広島県へ招待し、省エネ案件の実施例のプレゼンテーションの実施を通じた技術理解を促すとともに本調査の応募に向けた協議を行い、本調査に対する協力の合意を得て本調査の実施に至っている。

第一次現地調査の前に当社が作成した技術サービスに関する PEMEX 向けプロジェクト提案書を提出し、PEMEX 本社における説明会の実施の合意を取り付けた。

第一次現地調査において、PEMEX 本社の主要関係者に対し当社のサービス概要や実施のメリットなどの説明を行い、製油所調査の実施に対する理解を得た。その後、当社の提供する製油所の選定基準に従って PEMEX 側でカデレイタ製油所が選定され、調査の実施に際して必要となる MoU の作成が行われた。

第二次現地調査において PEMEX と当社で MoU を締結しカデレイタ製油所の調査の実施に至った。製油所の関係部署および設備から必要なデータなどを収集し、PEMEX 本社で再度確認を行った。

第三次現地調査においてデータの解析および評価報告書を提出するとともに改善評価報告書の説明会を実施し、さらに上記プロジェクト概要を説明した上で普及・実証事業への実施に際して協力を要請した。現状としては、普及・実証事業に採択された場合に、事業に協力する趣旨のサポートレターの発行について了解を得ている。また、協議議事録に盛り込む必要事項について共有をしており、採択に至った場合、早期に事業の実施ができるよう、本調査終了後に引き続きリモートでの調整を進めることで一致している。

第一次現地調査と第二次現地調査において CONUEE を訪問し協議を行っており、普及・実証事業への参加について CONUEE からの要望を調査団に対して受けているが、実証事業の効果に関する情報開示について PEMEX 内での調整が課題で今後継続して調整が必要である。

## (5) 協力概算額

4.2.1 に記載した普及・実証事業を行う場合の協力概算額は、以下のとおりとなる。なお、普及・実証事業への応募に際しては、PEMEX との実施範囲の検討を経て、当社が必要とする協力先と費用の調整を実施し、最終的な協力概算額の精査を提案前に実施する。

表 4.2-2 協力概算額（普及・実証事業）

協力概算額		99,690,480 円
I.	人件費（外部人材の活用費）	37,468,000 円
	1. 実証事業人材	
	2. 普及活動人材	
	（上記合計で12.16MM計画）	
II.	直接経費	49,853,000 円
	1. 機材製造・購入	1,842,000 円
	（解析ソフトウェア購入費、DCS調整計画にかかる労務費）	
	2. 旅費	
	航空賃	8,447,000 円
	日当・宿泊料、内国旅費	7,475,000 円
	（全5回渡航計画）	
	3. 現地活動費	32,089,000 円
	（現地再委託費としてDCS改造費とセンサー取り付け費を含む費用とその他諸費用）	
III.	管理費	4,985,000 円
IV.	小計	92,306,000 円
V.	消費税及び地方消費税の合計金額	7,384,480 円
VI.	合計	99,690,480 円

## (6) 具体的な開発効果

PEMEX の年間 CO<sub>2</sub> 排出量は、PEMEX のサステナビリティレポート（2012 年）によると、年間の温室効果ガス排出量は 43.4Mt-CO<sub>2</sub> と報告されている。原油処理能力として、PEMEX 6 製油所分の能力は 154 万バレル/日であり、カデレイタ製油所のみでは 27.5 万バレル/日となっている。また、日本最大の石油精製企業である JX 社の根岸製油所は 27.0 万バレル/日（2015 年 6 月）であり、カデレイタ製油所と同等の原油処理能力を有するため、この 2 つの製油所の年間 CO<sub>2</sub> 排出量を比較する。カデレイタ製油所はの CO<sub>2</sub> 排出量は、原油処理能力に基づく 43.4Mt-CO<sub>2</sub> の按分と考え、年間 6.51Mt-CO<sub>2</sub> となる。一方、根岸製油所は 2.47Mt-CO<sub>2</sub>（出典：横浜市温暖化対策本部、地球温暖化対策実施状況報告書）となっている。両者の温室効果ガス排出量は国の算定基準等によって厳密には多少の差異があると思われるが、それを考慮したとしても 2 倍以上の CO<sub>2</sub> を排出量となっており、日本の製油所と比較しても改善の余地が十分にあると想定される。

上述のような開発課題が存在していることから、普及・実証活動では、制御性能評価に基づいた制御最適化によるカデレイタ製油所の省エネルギーおよび温室効果ガス排出量の削減の実証と、その他の製油所に対して解析を行い全体の性能評価を行う。

メキシコ石油公社のカデレイタ製油所において、提案製品の制御性能評価に基づいた制御最適化サービスを導入した際の効果は、

- ・温室効果ガス削減量：65,327 tCO<sub>2</sub>/年
- ・収益改善効果：37.4 億円/年

が想定され、「メ」国の重化学工業分野において制御最適化による省エネルギーおよび温室効果ガス排出量の削減に寄与することが認知される。

活動を通じて、解析から最適化までの一連の技術がカデレイタ製油所の管理者に周知され制御の最適化実施による省エネルギー活動が普及される。

また、モニタリング中に期待したパフォーマンスが得られない場合は、制御性能とは異なる要因があると考えられ、解析により施設の維持管理や運用上の問題が発見される場合があり、付随的な効果の可能性もある。

モニタリングと他製油所の解析結果についてカウンターパートに対して報告会を開催するが、効果が認知され、解析結果が理解されれば PEMEX の全製油所への導入や他事業者への導入が進み、「メ」国全体のエネルギー消費量削減・温室効果ガス排出量削減及びエネルギー使用料金の削減にともなう経済性の向上に寄与する。



#### 4.2.2 日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画

本調査を通じて、相手国の課題として「省エネルギー制度と技術の普及啓発」が挙げられ、これに対して2016年度に「日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画」によって実施される予定の研修計画を記す。

##### (1) 提案する ODA 案件の目標、投入、製品

###### 1) 案件名

2016年度日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画  
「日本のプロセス産業における省エネ制度と省エネ技術」

###### 2) 目標

日本の石油精製や石油化学、セメント等のプロセス産業における省エネルギー化に関する知見について研修を通じて習得する

###### 3) 活動内容

当該研修計画が設定する約2週間の短期コースを想定する。研修内容を以下に示す。

###### ① プロセス産業における日本の省エネと省エネ技術について

石油精製や石油化学、セメント等のプロセス産業における省エネの考え方や省エネのポイントを紹介し、省エネ実施に必要な観点を身につける内容を実施する。加えて、省エネに向けた具体的な方策について触れ、具体的な省エネに取り組むための視点を習得可能な内容とする。

- ・プロセス産業での省エネの考え方
- ・省エネを実施するポイントと方策
- ・プロセス産業に対する省エネ技術
- ・省エネ技術の導入事例
- ・最新の省エネ技術
- ・参考として再生可能エネルギーの概説
- ・日本国内製油所等の視察

###### ② 日本の省エネ規制や制度について

プロセス産業に関わらず、装置産業全般に関わる省エネに関する法律や政策、補助制度などを取り上げて紹介し、日本の省エネ制度を理解する。それに対して、日本企業が取り組んでいる省エネについて紹介する。

- ・日本の省エネ制度や規制、省エネ実施に対する補助
- ・省エネに向けた日本企業の取り組み

###### ③ まとめ、報告会

研修で実施した内容を咀嚼し、自国の取り組みや政策と日本の取り組み・政策との比較を通して、自国の政策に不足する部分、どのような政策を検討することによって、政府とし

て省エネを推進でき、また企業として省エネに取り組むという意識改革につなげられるかを取りまとめ報告する。

## (2) 技術の位置づけ

### 1) 日本側

- ① 研修要員の配置  
研修責任者、コーディネーター、講師、現地視察責任者
- ② 研修運営に要する施設及び資機材の用意  
研修会場、視察対象の製油所の選定
- ③ プロジェクト運営のための便宜供与  
関係者への協力要請

### 2) 「メ」国側

- ① 研修員  
5名程度（省エネルギー・地球温暖化対策に関する政策を推進する政府機関）
- ② 研修員の旅費・交通費、現地活動費

## (3) 実施パートナーとなる対象国の関連公的機関（カウンターパート）

- ① メキシコ国外務省
- ② 関連公的機関1：PEMEX
- ③ 関連公的機関2：CONUEE（国家省エネルギー委員会）
- ④ 関連公的機関3：ASEA（エネルギー・環境安全保障局）

## 4.3 対象地域及びその周辺状況

### 4.3.1 候補サイト



出典: 調査団作成

図 4.3-1 モンテレイ中心地とカデレイタ製油所の位置関係

普及・実証事業における候補サイトは、本調査の対象製油所としたヌエボ・レオン州に位置するカデレイタ製油所を引き続き候補とする。モンテレイ中心地から約40km離れた郊外にあるが、現地まで有料道路が整備されているため、1時間程度で向かうことが可能である。従って、比較的安全なモンテレイ中心地を現地活動の拠点としても問題無く移動できる距離である。また、メキシコシティにある国際空港から現地モンテレイ国際空港への航空機便数も多く、時間にして約1.5時間程度であることから利便性も高い。

効果をより多く見込める他の製油所を候補とすることも可能であるが、同じ調査が再度必要であることや PEMEX 本部及びカデレイタ製油所関係者から普及・実証事業の対象サイトとしての受け入れ意思を確認済みであること、また本調査で得た結果をダイレクトに適用できることから、カデレイタ製油所が候補サイトとして好都合である。

### 4.3.2 関連インフラ整備

当該サービスに必要な基本的な設備として、2000年以降に販売開始されたDCSが挙げられる。また、これに加えて各装置で監視している温度や圧力等の記録を電子的に蓄積するデータサーバが整備されていることが必要となる。一般的に、後者の設備は石油精製企業では設置が通例であり、大手の石油化学企業においても基本的に整備されているものである。本調査においては、後者の環境が整っていることを製油所選定の条件に含めなかったが、カデレイタ製油所には、この2つの必要設備が整っていることを確認済みである。

## 4.4 他 ODA 案件との連携可能性

### 4.4.1 既存の ODA 案件との連携可能性

#### (1) 日本・メキシコ・パートナーシップ・プログラム

日本・メキシコ両政府が、二国間技術協力をより有意義なものにするために、中南米諸国をはじめとする第三国の利益となるような経済・社会開発を推進するための枠組みを定め、日本・メキシコ・パートナーシップ・プログラム（JMPP）として 2003 年 10 月に合意文書を締結し推進しており、2012 年度から「廃棄物」「水質モニタリング」「排水処理」「産業自動化技術」などの分野で第三国研修が実施されている。本取り組みの一つとして「プロセス産業の制御性能評価」に関する第三国研修を実施することで、より事業の拡充に貢献することが期待できる。

#### (2) 日墨戦略的グローバルパートナーシップ研修計画

1971 年より日墨両国の相互理解及び友好のためのシンボルの事業として推進してきた「日墨研修生・学生等交流計画（日墨交流計画）」をより両国の現在のニーズを反映する内容として 2010 年より、「戦略的グローバルパートナーシップ研修計画」を新たに設置して省エネルギー分野を含む様々な研修が実施されてきている。本取り組みの一つとして短期または長期の研修計画に「日本のプロセス産業における省エネ制度と省エネ技術」を取り入れ、より事業の拡充に貢献することが期待できる。

## 4.5 ODA 案件形成における課題

### 4.5.1 新たに顕在化した課題と対応方法

本調査で明らかになった課題等とそれらに対する対応方法についてまとめる。

#### (1) 設備増強計画との整合性

3.2.1 節で記述したとおり、カデレイタ製油所で処理する原油は API が低く重質であるため、コーカーに負荷が大きく掛かっている。これに対しては、既に製油所で増設の対策が検討されており今後対応が進められていくことになり、時期によっては ODA 案件において行う設計へも影響するため、コーカー増設の設計段階において本調査結果による推計と導入により期待される効果を予め共有することで事業実施の安定化を図る。

#### (2) 用役デマンドの管理状況

通常、高圧ボイラー、中圧ボイラー、低圧ボイラー、タービンジェネレータの稼働負荷や買電量等について、月や週の単位で蒸気と電力の消費デマンドを想定し、それに基づいて計画が綿密になされる必要がある。現在は、製油所で必要な蒸気や電力は不足なく生産されているが、過不足のない生産をするための設備環境が十分ではなく、用役設備の省コスト化（省エネ化）を図るうえで課題となっている。これに対して、本調査の解析結果と合わせて用役設備の稼働計画を最適化するシステム（ソフトウェア）を提案するとともにボイラー単位での最適な稼働実現等、よ

り個別の検討を促す。その他、蒸気の需要量と供給量のバランス変化によって十分な制御性能が発揮されておらず、大型ボイラーに関しては、黒煙が出ていることも目視で確認されたことから、早急な制御改善の対応が必要である。これについても上記と同様に課題を訴えるとともに事業実施に際して改善策を提案する。

### (3) 人員に関するリスク

現状の PEMEX は経営改革の最中であることから、将来性を見込める実行中の事業であっても急遽休止になったり、予算凍結になったりする等、従前の上層部の意思が引き継がれず、大きく方針転換が行われる状況下であることが分かった。本調査実施中もトップが変わる人事が行われ、これによって大規模な改革が早々に行われている。従って、人員に関するリスクは存在すると思うが、普及・実証事業においては、協議議事録にて事業を停滞無く進めること取り決めとして記載する。また、連絡先が絶たれることを防ぐため、PEMEX 本部 2 名、カデレイタ製油所 2 名の担当窓口を設けることを盛り込み、人事交代による ODA の進捗停滞を防止する対策を講じる予定である。

## 第5章 ビジネス展開の具体的計画（非公開箇所）

（非公開）

## 別添資料

別添 1 州別企業数一覧

別添 2 ANIQ 会員企業の州別工場数

別添 1 州別企業数一覧

業種	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila de Zaragoza	Colima	Chiapas	Chihuahua	Distrito Federal	Durango	Guajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	México	Michoacán de Ocampo	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro de Arteaga	Quintana Roo	San Luis Potosí	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	TLaxcala	Veraacruz de Ignacio de la Llave	Yucatán	Zacatecas	合計	
1 石油精製業									*		*		*						*	*								*		*				0
2 石油・ガス採掘業				11					3																						15			49
3 石油化学工業		*					*	*	*		*		3	*	*				*	*	*				*		5	*			11			19
4 製薬工業	7	15	*		14		4	8	212	*	13	*	7	139	71	19	28		22	6	33	22		5	5	10	5	*	*	24	9		678	
5 その他化学工業	38	81	11	10	83	26	29	75	655	26	305	71	95	572	711	117	74	24	368	137	195	116	17	97	78	78	30	77	47	130	70	17	4460	
6 食品産業	1381	2039	867	1039	2637	1019	6206	2610	11105	1564	7608	6902	5616	10014	23044	8831	4174	1498	2930	15249	15125	2028	1109	3219	3318	4357	1589	2960	4710	10843	3957	1821	171369	
7 飲料産業	177		239	139	300	125	*	*	2049	197	459	682	375	*	3456	488	283	261	*	921	*	116	147	488	1019	894	294	415	215	995	*	237	14971	
8 セメント工業	34	123	120	21	174	30	570	230	152	71	209	151	245	238	623	252	99	108	194	417	663	69	48	239	150	168	133	180	180	450	161	154	6656	
9 製鉄業				*	*	*			*	*	3			3	4	*			3		*			*			*		*	7			20	
10 紙・パルプ製造業	*	7						4	19	*	11	*	*	9	36	6	*		12	*	264	3		4	5	11	*	*	3	7		*	401	
11 発電・送電・配電		*							14	*									*													*	14	
12 上下水道業	12	*	5	11	*	9	124	89	*	*	*	92	83	*	*	154	133	34	*	604	*	*	10	*	18	72	17	*	52	177	*	*	1696	
13 廃棄物処理業	8	35	11	14	34	6	12	36	56	12	39	3	9	59	67	17	6	*	60	10	25	14	23	15	15	30	18	26	6	24	12	3	705	

出典: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

注) \*はデータなし、または公営企業等の事業所あり。



別添 2 ANIQ 会員企業の州別工場数

ANIQ 登録企業の州別工場数	
1	Aguascalientes
1	Baja California
	Baja California Sur
	Campeche
5	Coahuila de Zaragoza
	Colima
	Chiapas
2	Chihuahua
2	Distrito Federal
1	Durango
11	Guanajuato
	Guerrero
8	Hidalgo
14	Jalisco
59	México
4	Michoacán de Ocampo
5	Morelos
	Nayarit
22	Nuevo León
	Oaxaca
6	Puebla
15	Querétaro de Arteaga
	Quintana Roo
5	San Luis Potosí
	Sinaloa
	Sonora
3	Tabasco
18	Tamaulipas
9	Tlaxcala
14	Veracruz de Ignacio de la Llave
	Yucatán
	Zacatecas
78	Overseas
14	Unknown
297	合計

出典: ANIQ