

エネルギー・環境問題研究会
2010年度 報告書

2010年3月

財団法人 商工会館
エネルギー・環境問題研究会

はじめに

エネルギー・環境問題研究会は、財団法人商工会館の人材交流プロジェクトの一環として、2008年11月に設置された。その目的は、今後ますます重要性が高まるエネルギー・環境問題について、政府及び企業の関係者が知識を深めるとともに、率直な意見交換を行うことにより、日本のエネルギー・環境保全の健全な発展に資することにある。

原則として隔月の第2木曜日夜に開催することとし、2010年度は第10回から第15回まで6回の会合と現地見学会を開催した。研究会参加者及び開催日・講演者・講演題目は別掲の通りである。

毎日の業務に追われる政府・企業の中堅層にとって、本研究会は貴重な情報収集・意見交換の場であり、このような場を設定していただいた財団法人商工会館の創意に深く感謝したい。また、多忙な中、研究会に参集し、熱心に議論を交わしていただいた研究会メンバー各位にも改めて敬意を表したい。

本報告書には、各回の講演・プレゼンテーションの要旨と質疑応答・意見交換における主なやりとりを収めた。率直な意見交換を促進する観点から、質疑応答・意見交換における質問者・発言者の氏名は記していない。なお、各回の配布資料は大部となるため、講師の許諾が得られた範囲で載録し、本報告書の付属資料として（財）商工会館に別途提出することとした。

議事概要をご確認いただくとともに講演・プレゼンテーション資料載録を許諾していただいた講師各位に感謝の念を申し上げるとともに、編集作業に当たった事務局菅原慎悦・古川匡両君の労苦をねぎらいたい。

本研究会は2011年度も継続して開催する予定である。本年3月11日に発生した東日本大震災の影響により、日本のエネルギー・環境問題にも大きな変化が予見される。このような時期こそ、政府・企業関係者の活発な議論を通じて、難局打開のヒントが得られるのではないかと期待しているところである。

2011年3月

エネルギー・環境問題研究会

座長 入江 一友

東京大学大学院工学系研究科

原子力国際専攻教授（委嘱）

エネルギー・環境問題研究会 参加者一覧

(50音順)

メンバー（延べ25名）

氏名	所属（参加当時）	備考
池田 寛	国際石油開発帝石株式会社 経営企画本部 経営企画グループマネージャー 広報・IRユニット シニアコーディネーター	第13回まで（戸出氏へ交代）
井上 啓太郎	JX日鉱日石エネルギー株式会社 エネルギーソリューション本部 ES1部 ES1グループ マネージャー	
池山 成俊	経済産業省資源エネルギー庁 長官官房国際課・国際エネルギー戦略推進室長	第11回まで（三浦氏へ交代）
入江 一友	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻 教授（委嘱）	座長
大國 浩太郎	財団法人省エネルギーセンター 教育部課長	
小川 要	経済産業省資源エネルギー庁 電力・ガス事業部政策課 課長補佐	第11回（西山氏の後任）から第15回まで
可児 行夫	東京電力株式会社 燃料部燃料事業第一グループ マネージャー	第12回まで（高木氏へ交代）
木本 憲太郎	東京ガス株式会社 原料部原料企画グループ マネージャー	
斉藤 勝	三菱商事株式会社 天然ガス事業第一・第二本部 事業戦略室長	第12回まで（柳内氏へ交代）
榊原 幸彦	みずほコーポレート銀行 産業調査部次長	
佐々木 雅人	経済産業省資源エネルギー庁 資源・燃料部政策課 課長補佐	
清水 淳太郎	経済産業省産業技術環境局 地球環境対策室長補佐	
正田 聡	経済産業省資源エネルギー庁 資源・燃料部政策課 課長補佐	第11回から
早田 豪	経済産業省資源エネルギー庁 総合政策課 課長補佐（特別会計・政策評価担当）	第11回から
高木 学	東京電力株式会社 燃料部燃料計画・調査グループ マネージャー	第13回から（可児氏の後任）
田中 克洋	パナソニック株式会社 環境本部環境企画グループ渉外チーム 参事	
田中 伸彦	経済産業省大臣 官房参事官（環境経済手法担当）付参事官補佐	第11回まで
谷本 正行	国際協力銀行（JBIC） 資源ファイナンス部第1班 課長	
戸出 繁	国際石油開発帝石株式会社 経営企画本部 経営企画ユニット 経営企画グループ マネージャー	第13回から（池田氏の後任）
西山 英将	経済産業省資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 政策課課長補佐	第10回まで（小川氏へ交代）
沼田 泰	トヨタ自動車株式会社 渉外部第2 渉外室産業政策グループ 担当課長	
能勢 大伸	新日本製鐵株式会社 環境部環境リレーションズ グループリーダー	
三浦 聡	経済産業省資源エネルギー庁 長官官房国際課・国際エネルギー戦略推進室長	第12回から（池山氏の後任）
峯村 直志	日本貿易振興機構（JETRO） 企画部 主幹	
村上 朋子	財団法人エネルギー経済研究所 戦略・産業ユニット原子力グループ リーダー	
柳内 澄人	三菱商事株式会社 エネルギー事業グループ 天然ガス事業第一・第二本部 事業戦略室 総括マネージャー	第13回から（斉藤氏の後任）

オブザーバー（4名）

氏名	所属（参加当時）	備考
秋山 収	財団法人新エネルギー財団 会長 / 財団法人商工会館 評議員	
池山 成俊	警察庁組織犯罪対策部 国際連携対策官	第11回までメンバー 第12回からオブザーバー
白川 進	東京電力株式会社 副社長 / 財団法人商工会館 評議員	
塚本 弘	財団法人貿易研修センター理事長 / 日欧産業協力センター事務局長	

事務局（2名）

氏名	所属（参加当時）	備考
菅原 慎悦	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻 博士課程	
古川 匡	東京大学大学院工学系研究科原子力国際専攻 博士課程	

エネルギー・環境問題研究会 2010 年度開催概要

2010 年度開催概要

回次 (通算)	開催日	講演者・講演題目
第 10 回	2010 年 4 月 8 日	坂梨祥 氏 (財団法人日本エネルギー経済研究所) 「資源大国イランのエネルギー政策—挑戦と課題」
第 11 回	2010 年 6 月 10 日	田中克洋 氏 (パナソニック株式会社) 「パナソニックの環境・エネルギーへの取組」 沼田泰 氏 (トヨタ自動車株式会社) 「環境・エネルギー問題に対する自動車の取り組み」
第 12 回	2010 年 9 月 30 日	櫻井繁樹 氏 (財団法人石炭エネルギーセンター) 「石炭を巡る最近の状況」
第 13 回	2010 年 11 月 11 日	大國浩太郎 氏 (財団法人省エネルギーセンター) 「省エネルギーセンターの活動について」 谷本正行 氏 (国際協力銀行) 「エネルギー・環境に対する JBIC の取り組み」
第 14 回	2011 年 1 月 13 日	園山実 氏・鈴木敦士 氏 (株式会社三菱総合研究所) 「エネルギーモデルに基づく将来エネルギー需給展望」
第 15 回	2011 年 3 月 10 日	峯村直志 氏 (日本貿易振興機構) 「世界の環境ビジネス市場と日本企業の可能性」 沼田泰 氏 (トヨタ自動車株式会社) 「レアアースの最近の動向」
現地見学会	2010 年 10 月 16 日	王子製紙株式会社 苫小牧工場等見学

※ 開催場所：商工会館会議室（現地見学会を除く）

目次

はじめに	2
エネルギー・環境問題研究会 参加者一覧	3
エネルギー・環境問題研究会 2010 年度開催概要	4
第 10 回 2009 年 4 月 9 日	
議事概要 (坂梨祥氏)	6
第 11 回 2009 年 6 月 11 日	
講演① 議事概要 (田中克洋氏)	11
講演② 議事概要 (沼田泰氏)	14
第 12 回 2009 年 9 月 10 日	
議事概要 (櫻井繁樹氏)	17
第 13 回 2009 年 10 月 8 日	
講演① 議事概要 (大國浩太郎氏)	22
講演② 議事概要 (谷本正行氏)	25
第 14 回 2009 年 12 月 8 日	
議事概要 (園山実氏・鈴木敦士氏)	28
第 15 回 2010 年 2 月 18 日	
講演① 議事概要 (峯村直志氏)	33
講演② 議事概要 (沼田泰氏)	36
現地見学会 2010 年 10 月 16 日	
現地見学会概要 (王子製紙苫小牧工場等)	39

講演

資源大国イランのエネルギー政策——挑戦と課題

講師：坂梨 祥 氏（財団法人日本エネルギー経済研究所・中東研究センター 主任研究員）

本報告のタイトルに「資源大国」イランと記したのは、イランが豊富な資源を持っていることが、同国が現在置かれている状況に、多大な影響を及ぼしていると考えられるからである。本報告では、①まず「資源大国」イランの概要を述べた上で、②イランの厳しい現状を概説し、③次いで同国のエネルギー政策について説明し、④さまざまな難題に直面している昨今のイランのエネルギー部門の状況を述べ、⑤最後に同国が地域へ及ぼす影響について述べる。

1. 「資源大国」イランの概要

「資源大国」イランは、原油・天然ガスともに世界第二位の埋蔵量を誇っており、世界全体で10.9%の原油及び16%の天然ガスが、同国に集中している（2008年）。イラン政府関係者の多くは、こうした豊富な資源を持つがゆえに、イランは歴史的に大国の思惑に翻弄されてきた、という自己認識を強く抱いている。

実際の歴史をひもとけば、1908年にイラン南西部でイギリス人が石油を発見したことが端緒となり、イギリス・イラン共同でアングロ・ペルシャ・オイルカンパニーが設立された。1935年、国名がペルシャからイランに変更されたことに伴い、同社の名称もアングロ・イラニアン・オイルカンパニー（AIOC）へと変更された。AIOCは、社名こそ「アングロ・イラニアン」ではあったが、イギリスが事実上その実権を握っており、イランにおける原油の開発・生産・販売すべてを管理していた。このため、イランの資源がイギリスに寡奪されているという国内世論が高まり、1951年に成立した民族主義的なモサデク政権（当時）が石油国有化宣言を行って、イラン国営石油会社（ナショナル・イラニアン・オイルカンパニー：NIOC）を設立した。

しかし、この一方的な国有化宣言にイギリスが反発し、イラン産原油のボイコット等を行ったことから、NIOCの活動は麻痺状態に陥った。そのわずか2年後の1953年には、アメリカCIAの支援するクーデターによってモサデク政権が転覆させられ、これを受けて翌1954年にはNIOCとメジャー7社のコンソーシアムがサービス契約を締結、その後も外国企業によるイランの石油の実質的なコントロールは継続した。結局、完全な国有化が達成されたのは、1979年のイラン革命以後のことである。

こうした歴史的経緯から、イランは現在でも被害者意識を持ち続けているが、その一方で、「資源大国」であるという強い自意識も持っている。「イランの持つ豊富な資源を必要としている国々は数多くある」という認識のもと、アメリカとの関係が悪化しても、核開発の推進等で強気の姿勢を貫いている背景には、こうした自己認識が強く作用している。また、イランは豊富な資源を元手として壮大な開発計画を構想しており、5カ年計画や20年長期計画等さまざまなプランを持つ一方、「自力での発展」を強く志向しており、外資に対しては厳しい条件を提示している。さらに、地域におけるプレゼンスを高める試みの一つとして、イランはエネルギー輸送のハブとなることを目指しており、アゼルバイジャン、UAE、オマーン、パキスタン、インド、さらにはトルコを経由してヨーロッパなど、多方面への輸出計画等を構想している。

2. イランの現状

しかしながら、イランの現状を見ると、まさに内憂外患と言うべき状況にある。

外交面では、自力での核技術の達成を目指すゆえに、数々の制裁下に置かれており、いわば「挑戦」の帰結としての「苦境」という状態である。現在でも、イランは度重なる制裁や警告を無視してウラン濃縮活動を継続・拡大中であり、2010年2月の天野IAEA新事務局長による報告では、すでに同国は3.5%の低濃縮ウランを2000kg以上製造し、19.8%の濃縮にも成功したとされている。この天野報告は、エルバラダイ前事務局長時代と異なり、イランが新規核活動に関する申告義務を怠っていると断定し、軍事転用の可能性にもはじめて明示的に言及した点が特徴的であり、イランには「懲罰」が必要と考える国際社会のムードを反映している一方で、IAEAの「中立性」を放棄したのではないか、という意見も一部にはある。

また内政面でも、2009年6月の大統領選挙とそれ以降の混乱で、現体制の正統性が大幅に揺らぐこととなった。革命最高指導者でイスラム法学者のハーメネイ師をはじめ、現在の革命体制側からは、アフマディネジャード大統領は、革命の理想に向けて邁進したという点で高い評価を受けてきた。具体的には、国際社会からの圧力を受けながらも核技術開発を進めたこと、国内でも「石油マフィア」（後述）を追放して富の公正分配に努めたこと、等が評価され、大統領の再選はいわば「既定路線」であった。これに対し、対抗馬であるムーサヴィ前首相は選挙時期が近づくと多くの支持を集めるようになり、危機感を覚えた体制側が、選挙結果発表の際に何らかのシナリオを用意したものと思われる。しかし、それが国民の広範な抗議行動を招く結果となり、事態の沈静化までには半年程度も混乱が見られた。ただ、この混乱に乗じて、現政権の保守派グループが改革派の有力政治家を一斉に逮捕し、その政治的影響力を大きく損なわせたため、現在は以前よりもむしろ体制の安定度が増す結果となっている。

3. イランのエネルギー政策

イランのエネルギー政策は、石油輸出入の確保、及びエネルギー安定供給という、オーソドックスな二大目標を掲げている。前者については、石油輸出をイラン経済発展の原資として捉え、石油は可能な限り輸出にまわすべく、天然ガスによる石油代替の推進や、原子力導入の試み等が行われてきた。後者については、年々増加するエネルギー需要に対し、上記のように石油は優先的に輸出へ向けるため、主に天然ガス利用の促進で対処してきており、近年では電源別で見ると発電電力量の約8割を天然ガスが占めるまでになっている。また、イランはガソリンの約4割を輸入に頼っているが、アメリカがガソリン禁輸の動きを見せており、イラン側も国内の製油所の増強・新設等で対応を図っているところである。

上記の目標を実現するために、イラン石油省が掲げている優先課題が、原油生産能力の回復・増強、及び国境地帯の油ガス田の開発促進である。前者に関して、イラン国内の油田は比較的古いものが多く、年々生産量が減衰しているといわれており、天然ガス圧入等によって生産量を回復させる対策が行われている。後者に関しては、国境付近の油ガス田について、優先的に開発を進めていくというものであり、カタールに隣接しているサウスパルス・ガス田や、クウェートと共有するArash (Dorra) ガス田等が、その対象とされている。

しかし、上記のエネルギー政策は現在さまざまな壁にぶつかっている。特に、外資の参入躊躇を主因とした資金及び技術の不足が大きな問題となっており、その背景には、国連安保理制裁や米国主導による制裁のほか、イランが以前から外資にとって非常に厳しい投資条件を課してきたことが指摘できる。現在のイラン憲法下では通常産油国で採られている生産分与方式が使えないため、バイバックという、外資に一定期間の開発を認めるが利権は与えずコストや報酬は生産物で返すという契約方式が採られており、これがさまざまな問題を生んでいる。具体的には、外資の関与期間が短い、外資への報酬額に直結する生産はNIOCがコントロールする、コストオーバーランの回収が認められない等であり、こうした厳しい条件を緩めなければ外

国企業の参入は望めないといラン政府自身も考えているものの、いまだ改正には至っていない。

4. イランのエネルギー部門の状況

まず、イランのエネルギー部門の構成であるが、関係省庁としては、革命とともに設立された石油省、旧・水電力省が改名したエネルギー省（傘下に原子力エネルギー庁）、大統領府傘下の環境庁、等が挙げられる。とりわけ重要なのは、石油・エネルギー部門を管轄する石油省と、その傘下に置かれている NIOC である。石油省の傘下には、NIOC のほか、ガスを扱う NIGC、石油化学を扱う NPC、精製・販売を扱う NIORDC という 4 つの国営企業が置かれている。さらに NIOC はその傘下に多くの子会社を持っており、国内地域別の探鉱・生産関連企業や、輸出関連・サービス関連会社、商社等も持っている。

しかし、資金・技術不足がエネルギー関連企業の共通課題になっており、これらはイランの現行体制自体に起因するところが大きい。こうした困難な状況のなかで、いかに「ベストを尽くす」か、という努力が行われている。たとえば、2005 年 8 月にアフマディネジャード政権が成立して以降、外国と何らかの接点を持ち不正利益供与等が疑われた幹部たち（「石油マフィア」）が次々と職を追われ、「困難はやる気で克服する」意欲ある人物が、相次いでエネルギー企業の幹部に就任している。たとえば NIOC の新総裁には、元 NIOC サウスの社長であったジャシュンサーズ氏が就任しており、総裁就任時の演説で「制裁下の今こそ、イラン企業のチャンス」と述べている。彼は、従来の NIOC 幹部のように欧米諸国に留学経験のあるエリートではなく、現場のたたき上げで、PEDEC や PEDCO 等の外資の進出を取り持つサービス会社に対しては強い反感を抱いているといわれる。また、2009 年 10 月に就任した NPC の新総裁は、もと革命防衛隊の幹部で、アラークの石油化学施設に勤務していた人物であり、従業員の「適性」を監督する業務、すなわち従業員が現体制に対して忠実かどうかを監督する部署の出身である。このように、外国との関係を重視するような従来型の幹部が放逐され、イランの体制に近い人物が、新しくエネルギー関連企業を率いる立場に就く傾向がある。

加えて、エネルギー各部門が独自に野心的な目標を設定し、壮大な計画が数多く策定されるようになってきている。たとえば NIOC は、今後 5 年間に 350 億ドルを投じて生産能力を 100 万 b/d 近く引き上げるとしているし、精製を管轄する NIORDC も、150 億ドルを投じて精製能力を現行の倍の 300 万 b/d まで引き上げると発表している。しかし、全体像の調整が図られておらず、目標どうしの整合性には疑問もあり、予算確保の見通しも不透明な状況である。たとえば 2010 年の予算法で、石油省は 10 億ユーロのユーロ債を発行することを認めたが、現在のような金融制裁下でイラン発行のファンドに買い手が集まることは考えにくいのが実情であろう。

このように、困難な状況にあるイランのエネルギー部門であるが、近年は中国企業の進出が著しく、石油・天然ガス・精製の各部門に、CNPC、Sinopec、CNOOC 等の主要企業がそろって進出している。イランにある既存製油所 9 箇所のうち、6 箇所の増強計画に中国がかかわっているし、いくつかの油田に関しては既に中国企業との間で正式契約が締結されている。中国以外にも、マレーシアやインド、イタリア等が最近になって契約をとっているが、一方でフランスやノルウェーの企業等、ヨーロッパ系企業のなかにはイランから撤退する動きも見られ、一進一退の様相を呈している。なお、イラン政府は、日本に対して、なぜイランに入っていないのか、大きなチャンスを失っているのではないかと、といったことを繰り返し指摘している。

5. 地域への影響

最後に、イランが地域にどのような影響を与えているかについて述べる。これまで見てきたように、イランの方針は、ひたすら自力で発展を目指すという方向であり、また地域（及び世界）におけるコンスタントなプレゼンス拡大を目指すというものであるが、革命以降のアメリカとの対立は深まる一方であり、イラン

を孤立させようとする包囲網が年々強まっている。これに対してイランは、対イラン包囲網のほころびをつくくという戦略で対抗してきた。たとえば、アメリカの制裁に対しては欧州諸国へ接近したり、安保理決議採択に際しては中国やロシアに接近したり、また安保理常任理事国+ドイツ（P5+1）からの圧力には非核保有国としての利害を共有するトルコやブラジルに接近したり、といった戦略をとっている。

また、イランを悪者扱いする傾向の強い、アメリカ・イスラエル・穏健派アラブ諸国連合に対しては、反イスラエル・レトリックを使って、アラブ諸国の民衆の支持を取り付けようとしている。加えて、アラブ諸国といっても一枚岩ではなく、サウジアラビアの主導権とは一線を画したいカタールやシリア等に接近する傾向が見られる。このようにイランは、対イラン包囲網のほころびをつく形で、綱渡りではあるが戦略的な外交を展開し、且つそれが一定程度は功を奏してきた、とすることができる。

まとめ

イランは豊富な資源を有しているが、それこそが、今日イランが直面している多くの困難の主因といえる。イランのエネルギー政策はオーソドックスなものであるが、その実現には資金・技術不足という壁がある。しかし、昨今の原油高によって問題の根本的解決が先送りされており、イランはおそらく今後も、緻密な長期計画というよりも、目先の問題に対処しつつ新たな友邦を求めていく、という行動を続けることが予想される。

質疑応答

- Q.** IAEA の天野報告に関して、中立性を放棄しているという意見は、どの分野の専門家から出されたものであるか？
- A.** 最近聞いたのは、ロシアの原子力政策の専門家の発言である。私自身、これまでエルバラダイ報告をずっと読んできて、今回の天野報告を見ると、非常にトーンが違うという印象を受けた。国際的な一応のコンセンサスとしては、アメリカの国家情報評価（NIE）が示したように、イランの核弾頭開発疑惑に関して、2003年以前は行っていたが現在では中止している、と理解されている。しかし、天野報告では軍事転用の可能性に直接的に言及しており、少なくとも従来からのIAEA報告とは、相当に異なっているように思われる。
- Q.** イラク戦争後、アメリカの介入によって現在ではイラク国内でもシーア派の勢力が大きくなっており、シーア派の盟主であるイランの影響も取り沙汰されている。現時点で、イランとイラクはどのような関係になっているのか？
- A.** フセイン政権時代は、両国は互いに敵国視していた。しかし、イラクの現政権はシーア派政権であり、首相もかつてイランに亡命していた人物であるため、イランがイラクに対する干渉を強めるのではないかと、という見方もある。ただ、2010年3月の選挙では、マリキ首相は第2党であり、第1党は「イラク人のイラク」を掲げたアッラーウィー元首相の政党であった。このことから、イランが裏で何かを画策しているという根拠はない。ただ、イランは、中東周辺で何かあればイランの所為だ、といえは済んでしまうような役割を負ってしまっているのも事実である。
- Q.** アメリカは、イランに対してガソリン禁輸など厳しい姿勢を崩していないが、ヨーロッパ諸国もアメリカと同様に、二国間での制裁措置を実施するような動きはあるのか？
- A.** イギリスなど一部の国ではイランの銀行との取引を避ける動きもあるが、ヨーロッパ・EUとして制裁措置を発動することはなく、各国の決定に委ねられているように見える。たとえばフランスは、外交上は厳しい態度をとりつつも、実際には普通にイラン国内でビジネスを展開している。

- Q.** イランは禁輸措置への備えとしてガソリンを輸入しているとのことだが、産油国で原油をこれだけ輸出しているにもかかわらず、なぜガソリンは輸入せざるを得ないのか？
- A.** イランイラク戦争の際、もともとあった製油所の多くが破壊されてしまったが、戦争後、国内のガソリン価格は低く抑える一方で、修復は先送りしてとりあえず輸入を選択した、という経緯がある。そのため、現時点では精製能力自体が追いついていない。
- Q.** カタールは安全保障も含めてアメリカへの依存度が非常に高い国であると思うが、アメリカと対立しているイランがカタールと接近することは可能なのか？
- A.** まず、サウジアラビアとイランは関係が非常に悪く、サウジアラビアとカタールも、そこまでではないが、やはり関係が良くない。たとえば、イスラエルのガザ攻撃の際にはカタールで非難会議を開いたり、レバノンのヒズボラがイスラエルと戦争状態に入ったときにはヒズボラを讃える会議を開いたり、サウジアラビアにとっては不快な行動を、しばしばカタールはとってきた。そのため、対サウジアラビアという観点で、両国は接近する余地がある。他方、ご指摘のようにカタールはアメリカへの依存が強いが、近年はイランとの関係も重視するようになっており、カタール国営銀行がイランのエネルギー部門への投資を検討する等、カタールの側からも歩み寄りが見られる。カタールの立場とすれば、アメリカが安全を保障してくれるとはいっても、真上にあるイランが大きな隣国であることには変わりがないため、イランとも良好な関係を築く必要があると考え、現実的な行動をとっているものと推測される。
- Q.** 現在のイランの政治体制は、世界でもほとんど例を見ない聖職者支配になっているが、その背景には何があるのか？ また、今後変わっていく可能性は考えられるか？
- A.** 革命が起こった理由については多くの研究が為されているが、簡単に述べれば、1953年のクーデターで返り咲いたシャー（国王）が強権化し、国内のあらゆる層から反発を受けることとなった。国王は反対派を厳しく弾圧したが、モスクを弾圧することはできず、結局は宗教勢力が中心となって反対勢力を糾合し、革命にまで至ったという経緯がある。今後の体制の動向に関しては、大統領選挙の直後は相当に混乱していたが、反対派を排除したことで、現在はむしろ安定傾向を強めている。ただ、水面下には多くの不満が蓄積されていると考えられるため、それを今後も抑えていけるのかどうか、体制持続の重要なポイントであろう。
- Q.** イランの一次エネルギー供給や電力供給は上がり続けているようだが、厳しい制裁を受けつつも、イラン経済は発展していると考えてよいのか？
- A.** 第4次五カ年計画では年率8%という高い成長目標を掲げていたが、2009年は4%程度にとどまっている。ただ、こうした厳しい状況のなかでも4%は成長しており、やや減速気味ではあるが、一定の成長は達成しているといえる。
- Q.** イラン関係の統計は、どの程度信頼のおける数字なのか？
- A.** 残念ながら、そこまで信頼性の高い値とは言いがたいのが実情である。最も信頼できるのは、IMFにも提出しているイラン中央銀行のデータであり、ヨーロッパへの留学経験もある優秀なエコノミストが作成している。無論、政府や大統領から圧力はかかっている可能性もあるが、中央銀行が現実と全く異なる数字を出すことは考えにくい。そのため、完全には信頼できないが、一番信頼できる数字として、中央銀行のデータが一つの目安になると思われる。

講演 ①

パナソニックの環境・エネルギーへの取組

講師：田中 克洋 氏（パナソニック株式会社 環境本部環境企画グループ渉外チーム 参事）

本報告では、①会社の概要と3カ年の中期計画、②低炭素化に向けた省エネ等の取組、③今後力を注いでいくエナジーシステム事業、についてそれぞれ簡単に説明する。

1. 会社概要と中期計画

パナソニックの創業は1918年であり、2018年には創業100年を迎える。2009年度売上高は7兆4000億円超（第4四半期のみSANYOの売上を含む）、従業員は約385,000人であり、小さな電子部品から大きな燃料電池、産業用ロボットまで、さまざまな商品を扱っている。操業100年に向け、全事業活動の機軸を「環境」に置き、ふだんの生活とビジネスとの両方でイノベーションを起こし、エレクトロニクスNo.1の「環境革新企業」を目指す、ということ掲げている。

その実現に向けて、2010年5月に「新中期計画」を発表し、SANYOを含めた新しいパナソニックグループとして、初めての3カ年計画を策定した。この計画のなかでは、冷熱コンディショニング、エナジーシステム、ネットワークAV、セキュリティ、ヘルスケア、LEDという6つの重点事業を掲げており、これらの事業を一括し「家・ビルまるごとソリューション」というかたちで、グループならではの成長を目指していく計画である。

2. 低炭素化に向けた取組

2006年、パナソニックは、国内外の製造事業場294拠点から出るCO₂排出量を、2007～2009年の3年間で30万トン削減し、2000年の水準を目指すという計画を立てた。2003～2006年実績では12万トンしか減少しておらず、相当にアグレッシブな目標であった。その結果として、2010年度のCO₂排出量は314万トンであり、2006年比で84万トンの削減に成功している。なお、リーマン・ショックの影響による削減分は約2万トンであり、大半は日ごろの削減努力の結果と見てよい。

削減の具体的方法についてであるが、一つには、CO₂排出量を経営指標の一つに組み入れたことが挙げられる。従来、各事業場の業績を評価する基幹的経営指標として、売上高、営業利益、在庫、CCM（Capital Cost Management: 資本コスト）等が設定されていたが、これにCO₂排出量という指標を新たに加えた。具体的には、CO₂排出量や水の使用量等23項目について、各拠点から本社に対して毎月報告し、月次で報告書を作成してそれを詳細に分析し、翌月以降へとフィードバックさせる、という仕組みである。

これに加えて、工場でもさまざまな省エネ施策を推進している。たとえば、「メタゲジ」活動（「メタリング」＋「ゲージ」）の推進ということで、従来は工場全体で電力メーター1つしかなかったものを、設備1つ1つにメーターを取り付けることで、どのラインでどのような無駄があるのかを可視化している。また、本社で省エネ技術支援チームを結成し、現場の方々と一緒に工場の省エネ診断を行っており、2009年度は15工場で350件の対策を実施した。さらに、省エネの観点から抜本的な見直しが必要な場合には、生産技術本部が中心となって、工場の生産プロセス自体の改善等を行っている。加えて、各事業場の取組を「BAチャート」（Before/After）としてデータベース化し、省エネ事例を積極的に横展開させている。

次に、省エネ商品・環境配慮製品の開発について述べる。主な商品としては、鉛フリー PDP、ヒートポンプ式斜め度ラブ洗濯乾燥機、お掃除ロボットエアコン、瞬間式温水洗浄便座、HEMS (Home Energy Management System)、電球型蛍光灯、等が挙げられる。また、冷蔵庫や洗濯機等さまざまな商品に「エコナビ」機能をつけ、多数のセンサーを利用して家電自らが利用時間等を学習し、無駄な電力使用を抑える、という先進機能を持たせている。

ただ、省エネ商品であっても、商品を生産すれば CO2 増加を招くのではないか、という批判があるのも事実であり、これに対してパナソニックとしては、省エネ機器をより多くつくることで実際の CO2 削減に貢献している、という考え方で答えている。たとえば、2005 年の商品を 2012 年まで使う場合、商品の使用段階で CO2 を大量に排出することになるが、途中で新しい省エネ商品に切り替えることで、CO2 削減に貢献できることになる。実際、2005 年を基準年としたとき、2012 年度時点の推計値で、新商品への切り替えで 4830 万トン、生産段階で 170 万トン、累計 5000 万トンの CO2 削減に貢献することになる。さらに、2018 年度にはピークアウトを迎えることを目指しており、商品の生産・使用段階での CO2 排出量をトータルで削減方向に向かわせることを掲げている。

3. エナジーシステム事業

エナジーシステム事業では、製品の「省エネ」のほか、「創エネルギー」にも力を入れている。主な商品として、まず太陽電池があり、SANYO 買収によって新たに太陽電池市場に参入し、2015 年には世界 TOP3 を目指している。また家庭用燃料電池では、すでに世界最高水準のエネルギー有効利用効率を達成しており、こちらでもコストダウンとグローバル展開を目指す。このほか、「蓄エネルギー」として、携帯電話やデジカメ等に広く使われるリチウム二次電池についても、今後は高容量化に伴って車両や家庭等でも利用される可能性が高く、重点的に力を入れていく。

以上のような省エネ・創エネ・蓄エネに加え、これらのエネルギーを管理・運営していくエネルギー・マネジメントにも注力している。たとえば、グリッド側と家庭とをつなぐ役割をするスマート・エナジー・ゲートウェイ (SEG) や、AC/DC ハイブリッド配電システム等の研究開発を進めている。さらに、これらを「まるとエナジーソリューション」として家全体で実施し、省エネと創エネ・蓄エネを組み合わせることで、家全体からの CO2 排出量をトータルでゼロにすることを目指している。また、家だけではなく街全体へのアプローチも検討中であり、街全体での CO2・廃棄物削減、エネルギー地産地消、効率的な社会インフラやセキュリティ等も組み込んだ、「世界に広がるスマートタウン構想」を立ち上げている。現在、パナソニック工場跡地を活用し、藤沢市とともに「FUJISAWA サスティナブル・スマートタウン構想」を企画中である。

このほか、会社で働く人たちが環境意識を持つために、電気代やガス代等を毎月報告する「環境家計簿」や、世界中の社員・家族の方がいろいろな活動を考え、それらをリレー形式で世界をつなぐという、「Panasonic Eco Relay」という取組も行っている。

質疑応答

Q. グローバルでの CO2 排出量 368 万トン (2009 年) のうち、国内分はどれくらいか？

A. およそ 200 万トン程度である。

Q. 工場での省エネ推進施策でさまざまな取組があったが、これらの取組だけで、CO2 排出量を 10% 近くも減らすことが可能なのか？

A. 可能である。特に、海外の工場・事業所ではまだ意識が低いところもあり、地道な取組だけでも相当の排

出量削減につながる。

- Q.** 太陽電池に関して、中国製に比べると良質な分、コスト高なのは否めないが、日本の太陽電池の国際競争力についてどう見るか？
- A.** 中国製品は確かに安いですが、質の低いシリコンを使っており、効率も良くない。しかし、国際的に見て、中国製品のシェアは拡大している。たとえば、ドイツではフィード・イン・タリフ制度が導入されており、質の高低にかかわらず、太陽光発電であれば高値で電気が買い取られるため、良質な SANYO 製品が中国製品に駆逐されつつある。日本でも全量買取制度導入の議論があるが、結果的に低質な中国製品を助長することにならないよう、十分留意した制度設計が求められる。

講演 ②

環境・エネルギー問題に対する自動車の取り組み

講師：沼田 泰 氏（トヨタ自動車株式会社 渉外部第 2 渉外室産業政策グループ 担当課長）

本報告では、①クルマ単体での燃費向上について、次いで②いわゆる次世代自動車や代替エネルギーについて、最後に③経済産業省も掲げている「スマートコミュニティ」への参画、の 3 点について概説する。

1. 燃費向上の取り組み

クルマは非常に石油依存度が高い商品であり、将来の原油価格やオイル・ピークへの備えとして、石油に替わる燃料の開発等、多くの取り組みを行っている。ただ、たとえばバイオマス利用におけるセルロース活用技術、水素の場合は貯蔵技術やコスト等、さまざまな問題が残されており、現状しばらくはガソリンが主流であり続けられると思われる。CO₂ 排出を見ると、燃費向上や交通対策、走行量低下等により、運輸部門全体（うちクルマからの排出が大半を占める）で既にピークアウトを迎えている。

トヨタでは、継続的な技術開発によりほぼ直線的に燃費を向上させ、ここ 10 年で 3 割強の燃費改善に成功している。業界全体でも、国の方針として決められた 2010 年度燃費基準を早期に達成し、2015 年の基準に向けて、従来車の燃費向上に加え、ハイブリッド車（HV）や電気自動車（EV）の開発等を含めた対応を行っている。従来車の燃費については、エンジン構成技術の改善や車両の軽量化、流体力学のシミュレーションを用いた空力向上、車両全体での熱エネルギーマネジメント等を、一つ一つ積み上げることで改善させてきた。

2. 次世代自動車・代替エネルギー

従来車では、エネルギーの 6 割程度を熱として無駄に捨てていたが、これを回生ブレーキという原理を用いて再利用したものが、HV である。HV の主要要素技術には、モーター、インバータ、バッテリーが挙げられ、年々小型軽量化が進んでいる。1997 年に初代プリウスを販売して以降、2009 年 10 月までで全世界の販売累計 200 万台を突破し、約 1200 万トンの CO₂ 削減に寄与している。2009 年からエコカー減税が導入され、全販売台数に占める次世代自動車（HV、プラグイン・ハイブリッド（PHV）、EV）の割合は、従来の 2% 程度から 10% まで向上しており、同制度が消費行動に大きく影響したものであると思われる。なお、HV の燃費性能は燃費基準値を大幅に上回っているが、HV も車両サイズによって燃費値には差があり、すべての重量帯で軽量のプリウスと同程度の燃費を達成しているわけではない。

HV まではコンベンショナルな技術の延長といえるが、自動車業界ではこれに加えて、代替エネルギーへの取り組みも積極的に行っている。基本的に、ガソリンや軽油のような液体燃料は体積当りのエネルギー密度が非常に高く、次いでガス燃料、そして電気という順になっているため、従来の液体燃料に勝る燃料の開発はさまざまな困難が伴う。

液体系の代替燃料としては、バイオ・エタノールが挙げられる。日本ではあまり普及していないものの、10% 程度のバイオ・エタノール混合が国際標準になりつつあり、またブラジルやアメリカのように高濃度のバイオ燃料が普及している国もあり、トヨタでも対応を行っている。ただ、バイオ燃料は供給量の確保が課題となっているほか、ライフサイクル全体で見ると、トウモロコシ・エタノールのように生産段階で CO₂ を相当量排出するものもあり、適切な評価が必要である。

次いで電気利用についてであるが、まず、EVは主に都市内での低速・短距離走行を、PHVは都市周辺の中速・中距離走行を想定しており、大型トラックのように高速・長距離走行の領域はEVでは難しく、燃料電池自動車(FCHV)等の開発が必要である。トヨタは早くからEV開発に取り組んでおり、アメリカZEV(Zero Emission Vehicle)規制の対応として開発したRAV4EVをはじめ、豊田市内で社会実験を行ったe-com等があり、2010年代早期には、航続距離や充電時間等の過去の課題を踏まえた新しいEVを開発する予定である。ただ、EVやPHVの課題としては、電池のコストや耐久性に加え、充電スタンド等のインフラ整備が今後の課題となっている。

なお、EVやPHVは一部の先進国市場のみが対象だが、世界の自動車市場を見ると新興市場が急速に伸びてきており、将来的には半分程度を占めるのではないかとされており、ガソリン・軽油利用も依然として重要である。他方、こうした状況のなか、自動車産業の「EV化」においては、蓄電池やインバータ等をメガサプライヤーが供給して新興国で組み立てるという水平分業型へと、産業構造がシフトしていく可能性がある。こうした構造転換は、90年代以降のパソコン産業や携帯電話産業ですでに起きていることであり、トヨタとしてもこうした動きに備えていく必要がある。

もう一つの代替エネルギーとして、水素利用が挙げられる。2015年の商業化に向けてコストダウンに取り組んでいるが、FCHVの普及には車両開発のみならず、水素の供給インフラ整備、さらに多様な政策支援等が求められる。燃料電池実用化推進協議会(FCCJ)では、2015年のFCHV普及開始、2025年以降の自立拡大を目指して、それに先んじて水素供給ステーションの整備(1000箇所程度)を始めるべき、という意見も出されている。また、高圧ガス保安法をはじめとする日本の関連法体系は、ドイツ等諸外国と比較しても非常に厳しい規制となっており、安全性を担保しながらも商業化に見合った法規制へと見直し求められる。

3. 「スマートコミュニティ」への参画

「スマートコミュニティ」は、系統電力からさまざまなエネルギー使用の場面まで含んだ、非常に幅広い概念であり、クルマはあくまでもその構成要素の一つである。この新しい社会システムが実現すると、エネルギーや情報の流れが双方向化し、カーライフも大きく変化することが予想される。たとえばエネルギー面では、ガソリンスタンドからクルマへという一方通行から、クルマで溜めた電気を逆に系統へ戻すという流れが考えられる。EVは一般家庭の消費電力に匹敵する程度の電気容量を持っており、電池寿命等の問題は大きいですが、単なる移動手段だけではない、新たな役割をクルマが担っていくことも考えられる。

これらを念頭に置き、トヨタの将来戦略としては、エネルギー、情報、クルマ、住宅等を相互に関連させながら、電力、IT、エレクトロニクス等の各業界、自治体等とも連携し、社会へ貢献していきたいと考えている。すでに、豊田市や青森県六ヶ所村での実証実験にも参画しており、海外のプロジェクトにも積極的に関わっている。

今後の課題としては、EV・PHVの普及やスマートグリッドとの連携等、従来のクルマ作りとは異なる課題が浮かび上がっており、特に蓄電池等の技術開発、標準化、他企業とのアライアンス構築、の3点が重要課題として挙げられる。

質疑応答

Q. 「エネルギー密度」とは、どのような概念か？

A. 体積当りのエネルギーでクルマをどの程度長く走らせることが可能か、という考え方である。

Q. バイオ燃料のCO₂評価グラフにおける、「WtT」及び「TtW」とは何か？

- A.** 「WtT」とは「Well to Tank」であり、クルマの燃料タンクに入るまでの燃料製造過程で排出されるCO₂を指す。一方、「TtW」は「Tank to Wheel」であり、クルマを走らせる過程でのCO₂排出量である。植物由来の燃料の場合、植物をつくる過程で空気中のCO₂を固定するため、それらはマイナスのカウントになるが、植物を育てる際に使う燃料やエタノールへの加工工程等で、CO₂を排出してしまう。サトウキビはそれほど手間をかけなくても育つため、ガソリンに比べればCO₂削減効果が大きいですが、トウモロコシはトータルで見るとあまり効果がない。
- Q.** PHV車の場合、発電側のCO₂排出については、どのように計算するのか？
- A.** 現在、「電費」という概念が出され、議論されているところである。EVやPHVの燃費を評価するには、その電気を生産する過程まで含めてライフサイクルでの評価が求められる。ただ、現在の燃費基準は、省エネ法に基づいて、化石燃料消費を減らすという観点でしか制度設計されていないため、現時点ではまだ評価が難しい、という状況である。
- Q.** 次世代自動車として、鉄を一切使わず、炭素繊維を構造材として用いることで相当軽量化できる、という話は現実的か？
- A.** 一品生産のスポーツカー等であれば可能であり、トヨタもLEXUSのLFAという試作車は炭素繊維を使っている。しかし、炭素繊維は高価であり、また非常に高度な加工技術が必要であるため、現時点では量産はできない。
- Q.** 次世代自動車の開発で、日本は国際的にリードしている立場にあるのか？
- A.** 現在は、圧倒的に日本がリードしている。バッテリー、インバータ、シリコン・カーバイド等の分野で、日本の関係企業が非常に優れた技術を持っている。ただ、中国をはじめ外国企業も急速に追いついており、個人的には危機感を抱いている。従来のように垂直統合型で全ての要素技術を囲い込んで開発に取り組むよりも、サムソンとポッシュの連合、あるいはフォルクスワーゲンとBYDの連合のように、電池会社等とアライアンスを組んだほうが、開発スピードが速いのは明らかであり、こうした水平分業型への対応を検討しなければならない。特にEVは、電池やモーター等の主要部品を外から買ってきて、組み立てるだけでできてしまうという性質があり、実際、もともとIT企業でクルマのノウハウを全く持たないテスラ社なども、EV事業に参入しようとしている。今後、FCHVでも、FCのスタックだけをブラックボックスにして供給する、というビジネスモデルも考えられる。

講演

石炭を巡る最近の状況

講師：櫻井 繁樹 氏（財団法人石炭エネルギーセンター 専務理事）

本報告では、①石炭資源の概要、②我が国の石炭政策、③主要産炭国の概要、④石炭をめぐる Key Issue の動向、について概説した上で、個人的見解として、⑤今後の石炭をめぐる展望を述べる。

1. 石炭資源の概要

石炭資源の特徴としては、石油や天然ガスと比べて可採年数が長く、賦存地域が分散しているため供給安定性が高く、価格も低位で安定している一方、熱量当りの CO2 発生量が多いことが挙げられる。世界の一次エネルギー消費のなかで、石炭は約 4 分の 1 を占めており（2007 年）、2030 年の消費量は現在の 1.5 倍に達すると見込まれている。生産量では、世界全体で一般炭が約 52 億トン、原料炭が約 8 億トン、褐炭が約 9 億トンである（2009 年）。

世界の発電電力量で見ると、石炭火力発電は 40%以上を占めており、2030 年には発電量で倍増、全体に占める割合も微増する見通しである。中国とインドでは石炭火力発電の占める割合が特に高く、両国を中心とするアジア地域では、今後も経済成長とともに需要が拡大していくことが予想されている。一方、日本では、石油ショック以後、石油代替エネルギーとして石炭、天然ガス、原子力をバランスよく導入しており、一次エネルギー消費全体の約 20%、発電電力量の約 25%を、石炭で賄っている。

石炭の埋蔵量を見ると、アメリカ、ロシア、中国、豪州、インドの上位 5 カ国で、世界全体の 8 割近くを占めている。消費量では、中国、アメリカ、インドの上位 3 カ国で世界全体の 73%を占めており、埋蔵量の多い国と消費量の多い国がほぼ重なっていることから、地産地消のエネルギーといわれてきた。アメリカ EIA による石炭消費予測では、日本や EU はほぼ頭打ちになっているのに対し、中国、アメリカ、インドは依然として増加傾向にある。

なお、化石エネルギーの可採年数（BP 統計）を見ると、石油は約 40 年、天然ガスも約 60 年で、何年経ってもほぼ横ばいで推移してきたのに対し、石炭の場合には変動が大きく、年々減少傾向にあるのが特徴的である。ただ、この統計には、約 1500 億トンの埋蔵量があるともいわれるモンゴル（タバン・トルゴイ炭田等）や、モザンビーク、西アジア等の埋蔵量が入っていないほか、国ごとに基準が異なり、ロシアや中国の公表埋蔵量はここ数年変わっていない等、不確実な部分も大きい。

世界の主要石炭企業を見ると、生産量が大きいのは、インドの Coal India Ltd.、中国の神華集団、アメリカの Peabody Energy 等が挙げられるが、地産地消型であり、生産量に占める輸出量の割合はそれほど多くない。一方、イギリス・オーストラリアの BHP Billiton や、イギリス・スイスの Xstrata、インドネシアの Pt. Bumi Resources 等は、輸出の割合が多い点特徴的である。

石炭の生産と消費のバランスを見ると、中国、アメリカ、インドは大量生産・大量消費型であるのに対し、日本、韓国、台湾は、生産量がほぼゼロで大部分を輸入に頼っていることがわかる。実際、日本は世界最大の石炭輸入国であり、年間約 1.65 億トンを輸入しており、オーストラリアとインドネシアにその約 8 割を依存している。特に、良質の鉄をつくる際には、良質な原料炭からつくられるコークスが不可欠であるが、日本と韓国はこの原料炭をほぼ全面的に輸入に頼っているのが現状である。

世界全体の石炭の貿易の流れを見ると、オーストラリアやインドネシアからアジアへ、ロシア、南アフリカ、コロンビアからヨーロッパへ、という大きな流れが見える。中国は、約30億トンの消費量をほぼ自国の生産分で賄っていたが、2009年にはリーマンショックの影響で海外相場が下落したことを受けて輸入が急増し、日本に次いで世界第2位の輸入国となった。中国の全消費量から見ればわずかな量に過ぎないものの、変動幅も大きいことから、日本にとっては留意すべき点である。

石炭の質に着目すると、全世界の可採埋蔵量のうち、瀝青炭や無煙炭といった良質の炭が約半分を占め、残りは亜瀝青炭や褐炭といった灰分や水分の多い低品位炭である。近年の石炭需要の拡大を背景に、高品位な瀝青炭や無煙炭の消費は拡大傾向にあるが、低品位炭の消費量は低位で推移してきた。しかし、低品位炭は酸素や水素を多く含有し、比較的低温でガス化できるため、今後はガス化・液化による多目的利用が進むものと予想される。

2. 我が国の石炭政策

次に、日本の石炭政策について概説する。現行のエネルギー基本計画では、石炭をコストや供給安定性に優れたエネルギー源であるとして、CCS（CO₂貯留・回収技術）やIGCC（石炭ガス化複合発電）等、地球環境と調和した石炭利用技術（いわゆるクリーン・コール・テクノロジー（CCT））を確立し、今後も適切に活用していくことが謳われている。特にCCSについては、2020年後半の本格的導入を目指し、官民が連携してプロジェクトを推進するとされている。また、国際展開の推進として、金融・国際ルール面等の海外展開支援、日本企業の貢献を適切に評価する新たなメカニズムの構築等、ソフト面での支援策の必要性も指摘されている。

これらを踏まえて、資源エネルギー庁石炭課で作成された資料をベースに、日本の新たなクリーンコール政策について簡単に述べる。その基本的考え方として、石炭火力の低炭素化と、石炭資源の安定供給確保の2つが挙げられている。

前者は、日本はすでに世界一の環境性能を持つ石炭火力（発電効率41.6%）を有しており、それをさらに高効率化していくことと、その技術を海外の石炭火力にも導入していくことが挙げられる。たとえば、仮に中国とインドの古い石炭火力に日本の最新鋭技術を導入すれば、日本の1年分のCO₂排出量に匹敵する13億トン程度の削減につながるといわれている。日本国内でも、石炭火力発電のさらなる効率向上と、ゼロエミッション化の推進を図るべく、多くのプロジェクトが進められている。

後者については、現在依存度の大きいオーストラリアとインドネシアのみならず、ロシアやモンゴル、南東部アフリカ等の新たな供給先を確保することが挙げられている。産炭国との政策対話等を通じて相手国のニーズを把握し、政府主導の産炭国支援と民間企業支援をあわせて行って、重層的な協力関係を構築することが必要であるとされている。加えて、未利用資源である低品位炭の有効活用に取り組むことも重要であり、低品位炭の液化・ガス化技術や、褐炭高効率利用の基礎研究、輸送・燃焼効率改善のための改質技術の開発等を進めている。

石炭をめぐるこうした技術開発や海外への技術移転は、日本の産業のグローバル競争力強化にも貢献すると見込まれている。実際、経済産業省が打ち出している「産業構造ビジョン」では、特に力を入れる戦略五分野の一つにインフラ関連・システム輸出が挙げられており、その主要分野の一つとして、石炭火力発電・石炭ガス化プラントが位置づけられている。

3. 主要産炭国の概要

まず、日本が最も輸入を依存しているオーストラリアの概要から述べる。オーストラリアは年間約4億トンの石炭を生産し、うち2.6億トン程度を輸出している。また、環境対策にも積極的に取り組んでおり、た

例えば近年ではグローバル・CCS・インスティテュート（GCCSI）を設立し、毎年1億豪州ドルもの資金をつけて、CCS実用化を目指している。このほか、民間会社がIGCCプロジェクトを進める等、さまざまな取り組みを開始しており、日本企業とのかかわりも深い。

次にアメリカであるが、同国は世界第2位の年間約9.7億トンもの石炭生産量を誇り、そのうち約9割は発電用に消費されている。オバマ政権誕生時は、石炭から再生可能エネルギーへのシフトということも一時期言われたものの、現在では再び石炭の積極利用推進に転じており、さまざまなCCTの開発等も行っている。アメリカの石炭火力は現状ではそこまで高効率ではないが、今後数年内にはIGCCプロジェクトも数多く立ち上がる予定である。

つづいて、中国の概要を述べる。中国は世界最大の石炭生産・消費国であり、年間消費量は約30億トンに上る。最近では環境対策にも非常に熱心であり、Green Gen Programという新たなIGCCプロジェクトや、日本と共同でのCCSプロジェクト等、多くの取り組みが行われている。石炭産業の状況を見ると、石炭企業が産炭のみならず、電力や肥料、化学産業等の下流側にも展開し始めているのが特徴的である。地理的には、中国全土で13大石炭生産基地があり、7大石炭化工基地とバランスよく結びついている。

その他のアジア諸国のうち、インドは世界第3位の石炭生産量であるが、国内需要を賄いきれず、世界第4位の石炭輸入国でもある（2009年）。同国に賦存する石炭の多くは高灰分の低品位炭であるため、その改質技術の開発等を模索している。インドネシアでは、石炭は外貨獲得の資源とも位置づけられ、積極的に輸出されてきたが、最近では国内需要急増のため見直されつつある。ベトナムでは、良質の鉄を生産する際に必要な無煙炭を産出するため、日本も多くを輸入していたが、ここもインドネシアと同様、自国の経済成長にともなって電力用石炭の需要が増加し、数年後には輸入側にまわる見込である。

最後に、EUについては、生産量が5～6億トン程度であるのに対し、消費量は8億トンに上るため、2.5億トン程度が輸入となっている。

4. 石炭をめぐる Key Issue の動向

ここまで述べてきたように、日本をはじめ世界各国で、CCSやIGCC、USC（超臨界圧石炭火力発電）等に取り組んでいる。世界全体では、現在275のCCSプロジェクトが動いており、その8割はアメリカ、カナダ、オーストラリア、ヨーロッパで占められている。

IGCC用ガス化炉には、勿来で使われている国産の三菱重工炉のほか、GE炉、E-Gas炉、Shell炉等の炉型があるが、これらの多くは、もともと石油系企業の技術を元にしてしているのが特徴である。たとえば、Shellはもともと石油・化学の企業であるし、GE炉はTEXACOからガス化技術を買ったものであり、E-Gas炉もConoco Phillipsがかかわっている。

5. 今後の石炭をめぐる展望

以上を念頭に、個人的見解として、今後の石炭をめぐる展望について述べたい。

従来、エネルギーのベストミックスを考える際、化石燃料から原子力等への緩やかなシフトということが言われてきたが、近年の地球環境問題への対応で時間軸に変化が生じ、原子力をより加速的に利用していく必要が出てきている。仮に高速増殖炉サイクルが確立すれば、ウラン資源は2500年ほど利用できることになり、化石燃料資源への負荷も軽減できると思われる。化石燃料は燃料だけではなく原料としても重要であり、高速増殖炉サイクルの技術開発によって、そうした思考の余裕を持つことが可能になるだろう。こうしたエネルギーのベストミックスの過渡期を乗りきるに当たり、石炭資源は、CO₂対策技術と組み合わせることで、切り札になるものと考えている。

次に、石炭ガス化や液化技術の商用化が意味するところとして、化石エネルギー市場の融合という点を主

張したい。ガス化・液化してしまえば、石炭であっても、石油・天然ガスであっても、大きな違いはなくなる。このように、化石資源マーケットの間接統合が起きた場合、そのなかで重要な役割をどのようなプレーヤーが果たしていくのかが Key となる。さらに、燃料としてよりも原料として化石エネルギーを利用することにより、より高度化された石油化学の可能性や、石炭化学の復活も視野に入れておくことが必要であろう。

石炭利用に係る日本の使命としては、先進 CCT 技術開発の牽引や、他国への CCT 技術の移転等が挙げられる。日本が石炭資源活用の最大化を目指す実践の場となることが、ひいては安定供給確保にもつながると考えられる。また、し尿と石炭の混合ガス化等廃棄物処理と組み合わせて、サステイナブルな地域社会の構築とも絡めて考えていくことが重要である。海外展開を図るに当たり、CCS やガス化技術等の技術移転のみならず、石炭開発の早期から現地に深く入り込むことで、石炭サイクルの効用最大化、環境負荷最小化を実現するほか、鉱業終息後の地域社会の持続的発展まで展望した、Smart Mine & Sustainable Development を目指すことが重要だと考えている。

最後に、今後、化石資源をコントロールする主体は誰か、ということを描きたい。従来、石炭資源の多くは、産炭国の生産者や国際石炭メジャーが権益を確保することでコントロールしてきた。しかし、地球環境問題の影響から、ただ石炭を保有しているだけでは不十分で、ガス化・液化技術や CCS 等の技術を押さえることがより重要になってきている。こうした Key Technology を持っているのは、電力やメーカー、石油化学等の企業である場合も多く、今後は中長期的に、こうした技術を有する主体と、石炭権益を有する主体との間でのせめぎあい状態が現出することも予想される。そうしたなかで、日本の関係企業がどのような役割を果たしていけるのかが、石炭資源をめぐる今後の情勢の重要なポイントになると考えている。

質疑応答

- Q.** 石炭ガス化技術は CCT のなかに位置づけられているが、IGCC を利用すれば通常の石炭火力よりも CO2 排出を減らすことが可能なのか？ CO2 低減よりもむしろ、低品位炭活用の意味合いが大きいのではないのか？
- A.** ガス化技術等の持つ意味合いとしては、その両面ともに大きいと考えている。低品位炭活用という点で資源論としての意義も大きいし、またガス化する段階で CO2 を除くことができるため、CCS と組み合わせることによって、CO2 排出を抑えることも可能である。
- Q.** 石炭をガス化する場合、CCS は産炭国側でも可能なのか？
- A.** 可能である。ガス化した場合には、産炭地の近傍で CCS を行うことが基本的に可能であり、付随してアンモニア製造や化学肥料製造、メタン製造等の産業も発達させることができる。そのため、上述した Smart Mine & Sustainable Development のような概念が可能になるのであり、そのなかで日本の技術が重要な役割を担い、同時に石炭の安定供給確保も求められる。
- Q.** 今後の石炭資源のコントロール主体は誰かという点について、産炭国の石炭業者や国際石炭メジャー、加えて石油メジャー等が、すでに技術面や関連産業、システム構築等にも多大な投資をしている。Key Technology を持っている日本企業が、それらと対等に伍していくことは可能だと思うか？
- A.** それには、経産省の所要の支援も必要だと考える。単にプラントやシステムを輸出して一時的に利益を得るだけでなく、日本独自の最新鋭の技術をブラックボックス化して産業の中核部分に入りこませるための方策が求められる。Sasol 社の石炭液化技術は、そうしたブラックボックス化での流通に成功した好例であろう。
- Q.** 石油ショック後、日本でも石炭液化の技術開発を行っていたと思うが、それと現在のガス化・液化技術と

は、どのように異なるのか？

- A.** 現在の液化技術は、石炭を一旦ガス化した後で液化するという方式であり、これらがパッケージになって普及している。一方、以前日本で取り組んでいた液化技術は、石炭をガス化せずに直接液化するというもので、可能になれば用途は広いが、さまざまな困難があった。現在、日本は直接液化の技術開発はほとんど行っておらず、むしろ中国で実施されている。
- Q.** 石油や天然ガス利用が盛んになる以前から、石炭のガス化は行われていたのではないかと？
- A.** その通りである。実際、昔の都市ガスは石炭からつくられていた。しかし、当時の方法はコストがかかり、また天然ガスに比べれば非常に無駄が多かった。ただ、当時構想されていた石炭コンビナートのようなものが、新たな石炭ガス化技術によって、より高度な形で実現できると思われる。
- Q.** IGCC や CCS といった新技術も重要であるが、そこまでいかなくとも、先進国の老朽化した火力プラントを日本並みの効率にするだけで、相当の CO2 削減になるのではないかと？
- A.** その通りである。IGCC 等は、世間の耳目を集めやすく、また将来的にも非常に重要であるが、それ以前にやるべきことも多々あるのは事実である。国際会議等の場で、毎回のように現状の各国石炭火力発電効率比較の話が出されるのも、こうした考えが背景にあるものと思われる。
- Q.** 近年、中国は世界のいろいろなところで石炭権益を確保しているが、これは自国の需要を満たすためなのか、それとも将来的に中国自身が石炭メジャーのように流通をコントロールしたいと考えているからなのか？
- A.** おそらく、場所によっては国内で調達するよりも、国際マーケットで調達するほうが安いということが主因だと考えている。特に沿岸部の発電所では、内陸部から運んでくるよりも、海外から質のよい石炭を輸入したほうが良い場合が多い。現在、石炭権益を買っている中国企業には、華能集団のような下流側の電力会社もある。彼らは国内で約 5000 万トンの権益を持っているが、さらに国内炭を調達した上でそれでも需要に追いつかず、オーストラリアやインドネシア等から買っている、というのが実情であろう。そのため、石油や天然ガスのように、世界の権益確保に戦略的に動いているというわけでは必ずしもなく、場当たり的に動いているという印象が強いが、それでも消費・輸入の絶対量が大きいため、日本としては注意が必要である。
- Q.** モンゴルで新たに発見された石炭について、日本への積み出しには中国領を通る必要があるかと？
- A.** 中国領を通るのが最短であるが、ロシア領を通り沿海州まで持ってくるルートもある。ロシアも戦略的に動いており、外交交渉では、中国領ルートと同じ価格で通す、という大統領の発言もあつたやに聞いている。

講演 ①

省エネルギーセンターの活動について

講師：大國 浩太郎 氏（財団法人省エネルギーセンター 教育部 課長）

本報告では、①省エネルギーセンターの概要紹介、②省エネルギーセンターの現状と今後、について述べる。

1. 省エネルギーセンターの概要

まず、省エネルギーセンターの歴史について述べる。

1948年、省エネルギーセンターの前身である中央熱管理協議会が設置され、1951年には熱管理法が施行されている。当時は、エネルギー関連規制といえば、熱の管理が主な分野であった。その後、1978年に省エネルギーセンターが設立され、翌1979年には、エネルギーの使用の合理化に関する法律、いわゆる省エネ法が施行された。以後、省エネルギーセンターは、省エネ法と密接に関連しながら事業を行っている。たとえば、1999年の改正省エネ法施行に伴うトップランナー基準の導入にあたっては、電子レンジのエネルギー消費の試験方法の開発等、省エネルギーセンターが事前の検討に大きく貢献している。

2006年には、再び省エネ法が改正され、熱と電気を一体管理することが明記された。さらに、2010年の同法改正では、従来の工場・ビル単位であった規制から、事業者単位の規制体系に変わっている。

省エネルギーセンターの最も基幹的な事業が、工場やビルの省エネ推進、及びCO₂削減支援である。たとえば、「省エネ診断」として、工場やビルに専門家を派遣し、エネルギー効率改善の具体的手法等をアドバイスしており、2009年度までの約30年間で、およそ1万4000件の実績がある。また、国からの委託業務として、省エネ法の遵守状況を確認するために、工場の省エネ調査を年間200～300件程度実施している。さらに、省エネ対策についてのさまざまな情報提供を実施しており、シンポジウムや各種講座の開催等を行っている。

また、省エネルギーセンターが持っている全国の支部を活用して、各地の工場・ビルにおける省エネ対策の事例を収集し、広く優秀事例を紹介する事業を実施している。加えて、CO₂削減支援事業も行っており、国内クレジット制度の一環としてCO₂排出削減設備や中小企業のCO₂排出削減計画の技術的助言等のほか、東京都の温室効果ガス検証業務にも参加している。

また、省エネ機器の普及等による国民的省エネ活動の支援として、トップランナー基準や省エネラベリングの広報、国際エネルギースタープログラム、省エネ家電普及に係る優良店の表彰等を、国からの委託事業として省エネルギーセンターが実施している。工場やビルの省エネにとどまらず、比較的省エネが進んでいない民生部門に関しても、自治体等とも連携しながらさまざまな活動を行っている。たとえば、地域の省エネの核となる人材を「省エネルギー普及指導員」として登録し、地域における省エネ実践行動の促進に努めている。さらに、研修や出前講座の実施等、省エネ関連人材の育成・活動支援にも積極的に取り組んでいるほか、月刊『省エネルギー』誌の発行や書籍の作成等も行っている。

このほか、省エネ法にかかわる重要な業務として、省エネの専門資格者に係る国家試験等の実施が挙げられる。エネルギー多消費の企業等においては、省エネ法に基づいて、エネルギー管理について企業全体を統括する責任者や、「エネルギー管理士」等の資格を持つ工場等の担当者を置くこととされており、省エネルギーセンターは、上記資格の指定試験機関となっている。

2. 省エネルギーセンターの現状と今後

まず、省エネルギーセンターの実施業務で比較的知られていた「省エネ大賞」は、2010年の事業仕分けで事業廃止の判定を受けた。「省エネ大賞」は、機器・システム部門、人材部門、組織部門から成っていたが、このうち機器・システム部門の「省エネルギー性を有する民生用のエネルギー消費機器及びシステム」に関する表彰制度が、役割を終えたという判定を出され、これにあわせて人材部門、組織部門の表彰も、事実上なくなることとなった。省エネの好事例や多大な貢献を行った人を表彰する「省エネ大賞」は、省エネの第一歩である「人の真似をする」という点で価値が高いと考えており、また実際に好評を博していただけに、そうした機会が失われたのは非常に残念なことである。

2010年の省エネ法改正についてはすでに簡単に触れたが、詳細についてあらためて説明する。従来は、企業単位ではなく、「第一種指定工場等」や「第二種指定工場等」のように、ある程度の規模を有する工場やビルにおいて、「エネルギー管理者」や「エネルギー管理員」を置く、という規定であった。今回の法改正で、事業者単位での省エネ推進が強化され、対象となる特定事業者の代表者の下に、「エネルギー管理統括者」及びそれをサポートする形で「エネルギー管理企画推進者」を置かなければならない、という規定が新たに付け加えられた。省エネを進めていく上で、工場の現場でエネルギー管理者や管理員が省エネを進めようとしても、上層部の理解が得られなければ実践が難しいことが指摘されており、今回の改正ではこの点を改善し、省エネを進めるための組織づくりにつながるものと期待されている。

このほか、人材育成に関する業務として、2010年11月より、「ビル省エネ診断技術者」という認定資格を新たに作ったことが挙げられる。従来、工場の省エネについては、前述のエネルギー管理士等が現場ですでに活躍してきたが、ビルの場合には、ビルメンテナンス業者に管理が丸投げされているケースがほとんどであった。ビルメンテナンス業者の多くは、衛生管理や清掃業務等の能力は高いものの、エネルギー管理についてはあまり知見を持っていない状況である。そこで、ビルメンテナンス協会と協力し、省エネルギーセンターが認定制度を整備して、日本のビルの省エネを一層進めることを目指している。

省エネ専門家との協力に関しては、省エネ診断に際して、省エネルギーセンターに登録されている「エネルギー使用合理化専門員」と協力し、現場診断を実施して報告書を作成する、という仕組みを作っている。ただ現状では、報告書の作成、及び希望があれば説明会の開催等を行うにとどまり、最終的には事業者の自主的な改善に任されているため、改善策実施への関与については今後の課題である。省エネ診断による実際の提案例としては、運用によって実践可能な省エネ、3～5年程度の投資で回収可能な省エネ、建物のリニューアル時に実施可能な省エネ、といった3区分で提案を行っている。これまでの診断実績では、運用改善あるいは小額投資で可能な省エネとして、庁舎で約10%、研究所や通信・電算用事務所で約5%の省エネが可能であることが確認されている。

省エネルギーセンターの今後の展開としては、従来の知見を活かして認定資格制度をさらに拡大し、上述の「ビル省エネ診断技術者」に加えて、工場も含めて省エネ提案ができる「省エネ診断士」や、家庭部門でも「省エネアドバイザー」等の資格を整備していきたいと考えている。また、関係業界と協力しながら各業界における省エネの手引き等を整備する等、省エネコンサルティングのような分野への進出も視野に入れている。加えて、省エネとは必ずしも合致しないところもあるが、省CO₂や排出量取引スキーム等への参加についても検討中である。

質疑応答

- Q.** 民生部門は90年比で40%もCO2排出量が増加しているが、これはエネルギー使用量で見てもやはり増加傾向にあるのか？
- A.** 増加傾向にあると思われる。増加理由の一つとして、単身世帯が増えていることが挙げられる。1990年当時は全国で4000万世帯なのに対し、現在はほぼ5000万世帯に達している。4～5人家族でのCO2排出量やエネルギー量を100とすると、単身世帯は60程度と言われており、単身世帯が増えると世帯当りのCO2排出量やエネルギー消費が増える。
- Q.** 家庭内で、各機器でどの程度のエネルギー消費があるか、の正確な統計はあるのか？
- A.** 統計データとしては2004年に環境省が行った例があるが、これはアンケート調査やサンプル調査から推計したものである。民生部門での省エネやCO2削減を効果的に実施するためには、より正確なデータが必要だと思われる。また、1階が工場で2階が住居のような場合、電力やエネルギー消費はどちらの部門に分類されているのか、不明な点もある。
- Q.** 省エネ関連の資格取得について、取得者のインセンティブにはどのようなものがあるか？
- A.** たとえばビルメンテナンス業界の場合、こうした省エネの有資格者を抱えることで、他社との差別化を図り、有利な契約を結ぶことにつながる、といった例が挙げられる。
- Q.** 優秀事例の紹介とあるが、省エネを進めてコストを削減することは競争上優位であるから、他社にそれをタダで教えてしまうことに躊躇はないのか？
- A.** たしかにそうした意見もあるが、省エネという分野では、企業利益のみならず、「エネルギー管理」という共通の課題を持つ人と人との横断的なつながりもまた重要だと考えている。

講演 ②

エネルギー・環境に対する JBIC の取り組み

講師：谷本 正行 氏（国際協力銀行 国際業務戦略部企画課 課長）

本報告では、まず、① JBIC の沿革を述べた後、② JBIC への資源への取り組み、次いで③ JBIC の環境への取り組みについて、述べる。

1. JBIC の沿革

1950年に設立された「日本輸出入銀行」が JBIC の前身であったが、近年の公的部門改革の潮流を受け、1999年、円借款業務を行っていた「海外経済協力基金」と合わさって「国際協力銀行」となった。しかし、2008年10月に組織再編が行われ、海外経済協力業務は再び別組織（JICA）に移され、われわれ国際金融関係の業務は、国民生活金融公庫や農林漁業金融公庫、中小企業金融公庫等の国内部門と合わさって、「日本政策金融公庫」を形成することとなった。現在、「国際協力銀行」（JBIC）は公庫の一部門となっているものの、名称の使用は法律で引き続き許されている。2010年現在、JBIC の資本金は単体で1兆円強、出融資保証残高が10兆円程度であり、残高の規模としては相当大きい、勤務者数は500人程度に過ぎない。

JBIC の主要ミッションの一つとして、「日本にとって重要な資源の海外における開発及び取得の促進」があるのに加え、2010年3月の法改正で「地球温暖化の防止等の地球環境の保全を目的とする海外における事業の促進」という環境関係業務が新たに加わった。主な金融ツールとして、輸出金融、輸入金融、投資金融、アンタイドローン等があり、公的機関としてこれほど多様なツールを持っているところは、世界的にも珍しいといえる。日本経済や世界経済の状況に合わせて業務内容が大きく変化することも特徴の一つであり、50年代から70年代にかけては輸出金融が大半を占めていたが、90年代には新興国支援等でアンタイドローンが増加し、最近では投資金融、なかでも資源関係の資源金融の割合が増えている。最近10年間で日本企業が関わった主要資源案件にはほとんど入っており、これまで約4.5兆円もの融資実績がある。

2. JBIC の資源への取り組み

資源案件向け融資をめぐる JBIC の姿勢として、民間金融機関との協業を第一に掲げている。JBIC の特性として、政府100%であるという公的ステータスを活かした、相手国政府や政府機関との対等な交渉力をはじめ、直接融資機能、資源エネルギー庁等との協力を通じた情報収集力等が挙げられる。民間銀行がやりにくいマージナルな部分に入っていくのが JBIC の任務であり、カントリーリスクや巨額・長期等の制約要因があっても、協調融資やさまざまな保証等を通じて、民間銀行とも協調しながら資源プロジェクトの実現に貢献している。

資源確保に向けた JBIC の考え方として、主要資源供給国における安定確保と、新規供給国への展開という、大きく2つの方向性を持っている。前者については、中東等の供給国における重層的関係の構築・強化が一つのポイントだと考えており、従来のように自動車を輸出して石油を輸入するという単純な関係のみならず、相手国の産業多角化ニーズに応える形で、アンタイドローンを通じた港湾施設の整備や周辺インフラへの総合的支援等を行っている。後者については、資源確保のリスク分散と多角化を目指して新規供給国の開拓を行っているが、新規国には途上国や政情不安定な国も多く、さまざまなリスクの考慮や経済協力的側面も含

めて戦略的に動いている。

これまでに JBIC が関わった資源プロジェクトの具体例をいくつか述べる。まず、カスピ海周辺の油田開発の例では、産出した原油を運ぶ手段やルートが課題となった。ACG 油田の場合、戦略的見地からロシアを回避して、アゼルバイジャンからグルジア・トルコを経由して地中海へとパイプラインで運ぶルート（BTC パイプライン）が選択され、JBIC も輸出金融や投資金融等でサポートを行った。また、カスピ海北部のカシャガン油田の場合、国際的な駆け引きのなかで中国経由のルートを通る案も出されたが、日本としてはこれを回避するべく、BTC パイプライン拡張等を主張しており、そのための周辺港湾の整備等に対して、JBIC も融資等を行っている。

LNG 関係でも、ガス田開発のみならず、港湾インフラや LNG プラント、産出国の国内供給、LNG 船等、周辺インフラ整備全般（日本国内のターミナルを除く）に対してさまざまな金融ツールを使ってサポートを行うことができる。実際、カタールやオマーン等に対して、サムライ債発行やアンタイドローン等を実施している例がある。

また、ブラジルのペトロプラスに対し、1980 年代後半の債務危機の頃から、油田開発やタンカー、製油所近代化、パイプライン等で包括的支援を行ってきたという経緯がある。現在、同社は順調に事業規模を拡大しているが、JBIC とは相変わらず良好な関係を保っており、第三国での共同開発や新エネルギー事業等で、今後も協力していく予定である。

3. JBIC の環境への取り組み

JBIC の環境に対する姿勢として、「攻めの環境」と「守りの環境」の2つがあると考えている。前者は、省エネや新エネ関係事業への融資であり、後者は、環境社会配慮ガイドライン策定のような活動を指す。環境というのは、市場だけでは十分に処理しきれない外部経済的な要素があるため、市場と公的機関との間にある JBIC のような機関が、積極的に取り組んでいくことが必要と考えている。

「攻めの環境」については、近年多くのファシリティやアクションを立ち上げている。たとえば、洞爺湖サミットの際に立ち上げた「FACE」（JBIC Facility for Asia Cooperation and Environment）は、アジアの ESCO プロジェクト等に対する出資や保証を用いたスキームであり、ローマ G7 開催の際に立ち上げた「LIFE」（Leading Investment to Future Environment）は、環境分野のプロジェクトに対する融資を主としたプロジェクトである。

また、最近では、2010 年 3 月の法改正で JBIC のミッションとして環境分野が公式に加えられたことを受け、「GREEN」（Global Action for Reconciling Economic Growth and Environmental Preservation）を立ち上げた。従来、JBIC の対象は、日本企業の国際競争力に資する案件に限定されていたものを、GREEN では、環境によい案件であれば日本企業の関与がなくとも融資等を実施するとして、経済協力的な意味も持たせている。GREEN の適格プロジェクトは、JBIC-MRV（Measurement - Reporting - Verification）という、地球環境保全効果の定量化・検証プロセスを受け入れる事業であることを要件としている。JBIC-MRV の策定にあたっては、有識者による検討委員会等で相当の議論を行い、CDM の MRV よりシンプル且つ実効的なものを目指した。

このほか、日経新聞と協力して Carbon Credit Trading Platform を立ち上げ、トレーダーへのヒアリング等を行って日本のカーボン価格の Quotation Index を定期的に発表しており、これも一種の「攻めの環境」といえる。

一方、「守りの環境」の代表例として、環境ガイドラインの制定が挙げられる。環境ガイドラインは、1999 年に旧輸銀が制定したものが端緒となっているが、それ以降も、個別案件での経験やステークホルダーの意見等を踏まえつつ、苦勞しつつ歩みを進めている。ガイドラインの内容については、NGO や産業界、コ

ンサル業界等の関係者と多くの議論を行い、これまでに度々改訂を行ってきた。2009年の改訂では、JBICが入手した環境アセスメント結果等の積極的な情報公開、国際的基準に合わせたチェックの実施、住民移転や先住民への配慮等が、新たに明記された。

なお現在、アメリカは、OECD等で、各国の輸出信用機関はCO₂の出るプロジェクトに融資すべきではない、といった主張を展開しており、国際的な議論が続いている。

質疑応答

- Q.** 今後、レアアース等の案件も、JBICとして扱っていくのか？
- A.** 可能性はあると考えている。ただ、JOGMECが探鉱部門を持っており、JBICはどちらかというと開発サイドにあるため、JOGMECとも協力しながら取り組むことになると思われる。
- Q.** GREENのJ-MRVの枠組みで、削減したCO₂を日本に移転することは可能か？
- A.** 現在ではできないが、将来、二国間クレジットの枠組みで活かす方向も考えられなくはない。
- Q.** FACEの枠組みで、原子力の事例も扱っているか？
- A.** 原子力はFACEの対象外となっているが、現在の国際社会の潮流としては、原子力発電を含むパッケージ型インフラの海外展開を積極的に進める方向であり、今後は変わっていく可能性も考えられる。

講演

エネルギーモデルに基づく将来エネルギー需給展望

講師：園山 実 氏（株式会社三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部 主任研究員）
鈴木 敦士 氏（ 同 上 ）

本報告では、ここ2年ほど三菱総合研究所（MRI）にて取り組んできた、エネルギーモデルに基づく将来エネルギー需給展望について、①MRIエネルギーモデルの概要、②2050年エネルギー環境ビジョン、③「エネルギーサービス需要」の想定、④最新の試算結果と考察、⑤さらなる取り組みの状況紹介、の順で述べる。

1. MRI エネルギーモデルの概要

MRIでは、理論上最適なエネルギーの需給構造を導出するツールとして、MRIエネルギーモデル（MARKAL-JAPAN-MRI）を用いている。MARKALは線形計画モデルの一種であり、経済シナリオやエネルギー・環境技術見通し、CO2削減目標等、各種シナリオに応じた、将来のエネルギー需給構造と必要な技術等を展望することが可能である。

MARKALでは、構築シナリオとして、エネルギー需要の想定として経済状況を、これにどのような技術で対応していくかというエネルギー利用技術を入力し、さらにCO2制約の想定を行い、エネルギーシステムコストの最小化を目的関数として、最適解（将来需給展望）を導く。経済状況の想定は、人口予測とGDP推移、資本ストックの変動等を独自に推計した上で、現状から極端な産業構造の変化がないと仮定して、それに必要な産業の生産量や民生部門の活動量等を、エネルギー価格等も考慮しながら算出する。エネルギー利用技術については、基本エネルギーシステムの構造や、各技術要素の性能、コスト、導入上限等を入力し、これらの技術のなかからコスト的に最適な組み合わせが、計算結果として得られる。また、最適化の対象となるコストの範囲は非常に幅広く、資源輸入費や転換コスト等の上流側から、需要家側で使う自動車やエアコン等の設備・機器費や燃料費等をすべて含んでおり、年間当たり80～90兆円程度の規模となっている。

MRIモデルの特長として、個別技術の導入拡大に必要なコスト低減や効率向上の水準を分析することも可能である。一方、弱点として、全体としてのコスト最小化を図るため、個々の主体（発電事業者、家庭等）ごとの個別最適化ではなく、たとえば、あるシナリオにおける産業用と家庭用の適正な電気代がいくらか、といった議論まではできないという点が挙げられる。

MARKALを用いたこれまでの取り組みとして、まず、麻生政権（当時）による中期目標発表直前の2009年5月25日に、「2050年エネルギー環境ビジョン」として、計算結果を発表している（詳細は②に述べる）。また、2009年12月には、鳩山政権（当時）の中期目標であった2020年断面で温室効果ガス（GHG）90年比25%削減の可能性について、対策コストの観点から検証した結果をプレス発表した。その後も、新たな指標の検討など、さまざまな取り組みを行っている。

2. 2050年エネルギー環境ビジョン

ここでは、2009年5月の段階で、2020年断面でGHG2005年比15%削減の議論が行われていたときの、MARKALの計算結果に基づく「2050年エネルギー環境ビジョン」について概説する。ビジョンの主要な前提条件として、産業部門は製造業を中心に再活性化すること、原油価格は2050年で130バレル程度と想定してそれまでは直線的に伸びること、新技術については現段階で実現確実な技術に限定したこと、等が挙げ

られる。

次に、最適化する上での制約条件となるCO₂排出規制の想定であるが、麻生政権当時の議論を背景にコスト等を試算した結果、2005年比で2020年に10%、2050年に60%の削減量を設定した。また、主要技術の「上限設定」として、原子力発電や太陽光発電、CCS（CO₂回収・貯留技術）等については、現実的な導入可能量を設定している。

これらの前提条件をもとに試算したところ、GDPは2050年で約680兆円まで伸びる一方で、人口減少および経済合理性に基づく技術選択の結果として省エネ機器の導入が進むことから、最終エネルギー消費は2005年比78%まで削減可能との結果が得られた。部門別の内訳では、産業はほぼ横ばい、運輸、家庭、業務の各部門で大幅な削減が見込まれ、具体的には、産業部門では天然ガス利用の大幅拡大と部分的なヒートポンプの導入が、民生部門では電化と断熱による総エネルギー消費量の減少が予測される。エネルギー種別では、石油、石炭を削減し電気と天然ガスを増やすという現状の方向性が継続している。エネルギー供給側では、一次エネルギー供給に占める化石燃料の比率が、現状の約8割から5割程度まで低下し、エネルギー・セキュリティ上も一見では改善しているように見える。発電部門を見ると、原子力や再生可能エネルギーが設定上限値の限界まで入っており、残りはLNG火力で補い、石炭火力は無くなる方向に向かっている。現実的には、LNG供給の制約や余剰設備等の問題もあるため、実際を考えるといろいろと議論はあるが、あくまでモデル上の理論的な計算値として紹介している。

こうした点は、燃料別乗用車の台数推移予測についても言える。予測結果では、2020年にプラグイン・ハイブリッドが瞬間的に普及するものの、その後すぐに無くなり、2040年以降は電気自動車が増加することとなっているが、実際には、一度普及し始めた技術が突然使われなくなるというのは考えにくい。これには、2020～30年にかけて原子力発電の導入量がわずかしか伸びないという背景があり、家庭部門でのヒートポンプ利用のほう効率は良いため、計算上はそちらに優先的に電気を使うこととなり、自動車までは電気が回らないということによるものと解釈している。

コスト面に注目すると、05年比で2020年10%減、2050年60%減というCO₂排出制限をかけた場合、何も制約がない場合と比べてときの追加コストは、41年間の累積で約109兆円、年間2.7兆円と試算される。このうち、世帯負担分は約1兆円であり、世帯当たりでは2万円程度になると見込まれる。

MARKALモデルでは、条件の一部を変えた場合の影響を見ることも容易に可能である。たとえば、原子力発電所立地の遅延、具体的には、計画中13基のうち9基のみが5～15年程度遅延して立地し、寿命を迎えた原子炉のリプレースが進まないと仮定した場合、CO₂排出は2050年で05年比50%削減が限度であり、産業部門での高効率設備導入や燃料輸入コスト増等により、年平均1.5兆円程度の負担増加になると試算される。また、電気自動車が全く普及しなかった場合を想定すると、CO₂排出は2050年で05年比55%が限度であり、燃料輸入コストが年平均14.5兆円程度も増加すると見込まれる。

以上の試算結果は、2050年GDPが680兆円まで伸びるベースシナリオであるが、より高い経済成長を達成する大量生産・消費経済シナリオ、反対に縮小経済・自然回帰シナリオについても、同様の試算結果を得ている。2050年にGDPが980兆円まで伸びると想定した大量生産・消費経済シナリオでは、CO₂は05年比で35%削減が限界であり、原子力発電のさらなる導入や産業部門での革新技術導入等が必要となる。一方、2050年GDPが480兆円に縮小すると想定した縮小経済・自然回帰シナリオでは、発電部門で再生可能エネルギー4割を達成するものの、それでも原子力が33%程度必要であるとの結果が得られている。

3. 「エネルギーサービス需要」の想定

MARKALモデルでエネルギーの需給構造を算定した際の、前提条件の考え方について述べる。エネルギーにより提供され得る機能の種類や量を「エネルギーサービス需要」と定義し、産業、民生、輸送各部門につ

いて細かく種類を想定し、それぞれ固有の物理量（トン、人・km等）やエネルギー単位（J）で表している。これらエネルギーサービス需要を推計するにあたり、GDP、人口、世帯数、労働時間等の仮定をもとに、統計データ分析、有識者ヒアリング、市民アンケート調査結果を反映させた。GDPは、将来の労働力想定も入れながら、コブ・ダグラス型の生産関数を用いて推計しており、需要想定ともリンクさせている。

需要推計の具体例方法として、たとえば鉄鋼の例では、日本からの主要な輸出国の鉄鋼消費量等も予測に用いている。粗鋼消費量は一人当たりGDPと相関が高く、それが2万ドルを超えるとほぼフラットになるという性質があり、これを用いて主要国の鉄鋼消費量を推計したところ、鉄鋼の世界需要はアジアを中心に大幅に増加傾向が見込まれる。中国や韓国等が生産量・輸出量を増加させていくものの、需要増加分を完全にまかないきれぬとは考えにくく、高付加価値製品を中心に日本の鉄鋼産業の役割はいまだ大きいと予測し、2020年までは輸出量・生産量も増加する、という推計をした。このように、産業の活性化に伴って需要増を見込んだものがある一方で、人口減の影響が大きい項目については、需要推計も顕著な減少傾向となっている。

4. 最新の試算結果と考察

2011年1月現在、新政権が90年比で2050年GHG25%削減を打ち出したこともあり、諸条件が大きく変化している。これらを踏まえた、新たなMARKALの試算結果を紹介する。条件設定の主要な変更点は、エネルギー革新技術と効率向上をより丁寧に想定したこと、燃料価格想定の見直しを行ったこと、等である。

ケースとしては、GHGの排出制約を設けない成り行きの「対策なしケース」、GHGを90年比で2020年に15%、2050年に60%削減する「15%削減ケース」、想定している技術や前提条件に基づきGHGガスを最大限削減する「最大削減ケース」、2010年の排出量と2010～2050年のCO₂排出量が15%削減ケースと同量で、累積コストを最小化する削減カーブを設定した「効率削減カーブケース」の4ケースを設定した。15%削減の想定根拠は、2020年断面のGHG削減量と平均削減費用（2020年において、「対策なしケース」から当該削減レベルまでCO₂を削減するために必要な費用増分を、そのCO₂削減量で除した値）との関係から、費用対効果を考慮したものである。

分析結果であるが、まず「対策なしケース」と「15%削減ケース」を比較した場合、原子力は両方ともほぼ上限まで導入されるのに対し、石炭の利用傾向が大きく変化する結果となった。「15%削減ケース」では、石炭の供給量が2010年の半分程度まで低下し、天然ガスや再生可能エネルギーへシフトする。両ケースとも電化が進展し、特に運輸部門では双方とも電気自動車の伸びが著しいが、「15%削減ケース」のほうが、ヒートポンプの普及等により民生の電化率がさらに向上する。トータルコストでは、発電部門での最新鋭火力の導入、LNG輸入増による燃料調達費、民生部門におけるヒートポンプ導入等があり、「15%削減ケース」では「対策なしケース」に比べて年平均約3.8兆円の負担増加となる。

次に「最大削減ケース」では、90年比で2020年22.6%、2050年64.8%のGHG削減が可能となるが、設備導入上限等の制約が厳しく、「15%削減ケース」と比べてあまり大きな積み増しにはなっていない。また、「効率削減カーブケース」では、90年比で2020年10.9%削減、2050年で61.8%削減という結果が得られた。「15%削減ケース」と比較した場合、2020年までは比較的成本をかけず、それ以降に重点的にコストを投じるほうが、2050年までの年経費コストで平均約940億円の負担減と試算された。

なお、国際排出権取引等の国外削減も視野に入れ、排出削減の国外分と真水分の割合を変えてGHG削減量25%達成のための負担額を試算すると、取引価格のほうが国内削減のコストよりも相当程度安いいため、国外削減率を増やしたほうが負担減になる、という結果となる。ただ、単なる国際取引では円の流出につながるため、そこに日本の技術をどれだけ使っていけるかという点が重要であり、今まさに二国間クレジット等で議論されているところである。

5. さらなる取り組みの紹介

CO2削減をコスト最小の観点のみで検討すると、エネルギー安定供給の観点では問題が生じるおそれがあるため、エネルギーセキュリティの考え方をモデルに組み込むことが、現在取り組んでいる主要課題である。エネルギーセキュリティ上のリスクは、短期的リスクと長期的リスクに分類され、後者は従来のMARKALのシナリオ分析でも評価可能であるが、前者については評価できていない。そこで、短期的リスクを定量的に評価するため、エネルギー資源の組み合わせに着目した「エネルギーセキュリティ指標」を現在検討中である。参考までに、この指標をもって「15%削減ケース」の電源構成を評価すると、「対策なしケース」に比べて石炭から天然ガスへのシフトが起きており、全体のエネルギーミックスとして低い評価となっている。

このほか、従来は日本国内のみの予測・分析であったところ、今後は海外とのつながりも含めて検討したい。現在、アメリカとヨーロッパで同様のモデルが独立に動いており、これらとリンクさせながら、各国のエネルギー需給構造が相互に及ぼす影響や、世界全体としての最適解を探っていきたいと考えている。

質疑応答

- Q.** 太陽光発電の導入が相当に進むような試算結果となっているが、系統安定化対策コストや国の補助金等は考慮に入れているのか？
- A.** 太陽光発電については、導入の上限設定を置いているが、将来的な設備コストの低減をやや積極的に想定したこともあり、上限ぎりぎりまで導入するという結果になった。系統安定化対策については、1000万kW以上導入したところで、電池の併設を前提としている。電池のコストは、現状のkWh当たり10万円から1.5万円程度まで下がるという見通しで計算した。なお、MARKALモデルでは全体でのコスト最適化を図れるものの、誰がどの程度負担するのが最適かというのは議論できないため、補助金の額までは考慮できていない。
- Q.** 蓄電池を伴わない太陽光発電設備が、2020年までいったん増加したあと減少し、2050年には再度増加しているが、蓄電池を伴う設備のほうが増加すると考えるのが自然ではないか？
- A.** たしかに現実的には不自然であるが、2050年は原子力のリプレースが進むという想定のため、安価な電源が確保できることから、蓄電池付きの太陽光は相対的に高コストとなるため、計算上このような結果が出たものと解釈している。また、モデル上では各設備の耐用年数を一応想定しているものの、いろいろな点で拮抗している技術がある場合、耐用年数が切れた瞬間に別の技術に変わるという計算結果が出やすくなっている。
- Q.** 石炭火力でCCSを導入すればCO2削減に効果的と思われるが、試算結果で石炭火力が減り続けているのは、対策費用が高つくからと考えてよいのか？
- A.** 本モデルでは、CCSの利用対象として石炭火力、LNG火力、鉄鋼の3つを想定しており、計算上、まず代替技術のない鉄鋼、次いでLNG火力へと優先的にCCSを導入することになるため、石炭にまでCCSの容量が回ってこなかった、と解釈できる。
- Q.** 今後、電機電子等の分野では、太陽光パネルや電気自動車の電池をはじめデバイス系の需要が増加するに従って、生産設備を増強し、CO2排出も増えることが見込まれているが、こうした点はモデル上考慮されているか？
- A.** 鉄鋼や化学等は細かく積み上げて想定しているが、電機電子は「その他製造業」という分類に入っており、

大幅増加を見込んでいるものの、細かい予測まではできておらず、関連の業界団体等のご意見も取り入れて、より精緻な予測を行っていきたい。

- Q.** 試算結果ではヒートポンプが相当量導入されることになっているが、日本の現状を見ると、欧米と比べて普及速度が遅く、実際には難しいのではないか？
- A.** たしかに、現状のヒートポンプの普及速度では、計算結果で得られた導入水準に到達するのは難しいと思われる。むしろ、こうした計算結果が導入促進につながれば、と考えている。他方、北海道等の寒冷地では成績係数（COP）が低くなる、あるいは、既存のマンションに後から設置するのが難しい等々の課題もあるため、より細かい想定が必要と考えている。
- Q.** 人口減少社会になり、さまざまな面でライフスタイルの変化が予測されるが、これらはエネルギー需給構造にどのような影響を与えるか？
- A.** 2009年に市民アンケートを行い、経済成長をめぐる価値観やライフスタイルについても調査を試みた。既に説明した複数の経済成長シナリオはこの結果に基づいているが、ライフスタイルについてはあまり明確な分析結果が得られておらず、今後の検討課題である。

講演 ①

世界の環境ビジネス市場と日本企業の可能性

講師：峯村 直志 氏（日本貿易振興機構（JETRO）企画部 主幹）

本報告では、①世界の環境ビジネス市場、②米中の環境市場、③日本企業の可能性、④JETROの支援内容、について述べる。

1. 世界の環境ビジネス市場

イギリスのビジネス・エンタープライズ・規制改革省（2008年当時）の統計によれば、世界の環境ビジネス市場規模は約600兆円とされる。国別では、アメリカが世界全体の2割近くを占めており最も大きく、次いで中国、日本、インド、ドイツ等となっている。貿易統計から各国の環境物品輸入額を見ると、アメリカ、ドイツ、中国等が上位に入っている一方、日本はその市場規模に比して輸入額が小さい。工業製品に対する日本の関税率は低く、日本だけ特別な障壁があるわけではないため、これは日本製品の強い国際競争力の傍証と見ることもできる。

なお、環境エネルギー関係の対象品目の定義づけにはいろいろな議論があり、上記統計の環境物品は、世界銀行報告にある43品目を対象としている。この43品目はきわめて限定的な数え方であり、たとえば、日本が強い競争力を誇る電気自動車やプラグインハイブリッド、リチウムイオンバッテリー等は含まれていない。WTOの議論では、日本をはじめ先進国が153品目を環境物品として定義したいと主張しており、議論が続いている。

環境物品の輸入量を分野別に見ると、廃棄物や再生可能エネルギー、下水・上水管理等の多くの分野で、やはりアメリカ、ドイツ、中国が上位にあらわれている。特徴的なところでは、大気汚染管理の分野で、中国に加えてロシアや韓国の輸入量が多い。これらの国々では古い石炭火力発電所が多く、その大気汚染の改善やリプレースのニーズがあるためと推測される。

2. 米中の環境市場

次に、世界的にみて市場規模の大きい、アメリカと中国の環境マーケットについて述べる。

まずアメリカについて、米商務省資料（2010年5月）は、原子力やバイオ燃料等を含む、比較的広義な分野の出荷・売上高を積み上げ、グリーン経済の規模を算出している。それによれば、省エネ分野が全体の約3分の1を占め、うち約3分の1はグリーンビルディング関連である。次いで、リサイクルやスクラップ等の資源保全分野、水処理や大気汚染、廃棄物処理等の汚染防止分野が続いている。アメリカは再生可能エネルギーに注力しているイメージがあるが、市場規模としては13%程度に過ぎず、コンベンショナルな分野のマーケットが依然として大きな割合を占めている。

中国の環境ビジネスのデータは、JETROの在中国5事務所に設置された「日中省エネ・環境相談窓口」に中国企業から寄せられた、日本の環境エネルギー製品・技術に関する引き合い件数を基にしている。2008年4月から2011年1月の引き合い件数の累計では、省エネ関係が24%で最も多く、次いで水質汚濁対策、環境保全、廃棄物処理等が多い。一例として、中国は食堂や厨房からの食品残渣が多く、それに混じっているプラスチックや箸を分類する機械や技術の問い合わせ等が挙げられる。

3. 日本企業の可能性

前述の環境物品43品目の国別輸出額を見ると、日本は、2006年には12%で世界第2位のシェアであったが、2009年には8.9%まで落ち込んでいる。一方、中国のシェアは2006年の7.3%から2009年には13.4%まで拡大している。輸出額を分野別に見ると、全体の約7割が再生可能エネルギー関係であり、風力発電に使う風車のブレードや鉄塔等も含まれている。既に述べたように、統計上の環境物品は非常に限定的なものであるため、日本のシェアが直ちに中国にとって代わられると悲観すべきものではない。

JETROが中国企業から受けた引き合いを日本企業に紹介して始まった商談の内訳を見ると、水質汚濁対策が約4割で最も多く、次いで省エネ、大気汚染となっている。これまで成約に至った例として、大和化学工業と北京大学深圳分校の減圧脱水処理に関する共同研究や、日本環境技術と広州市粵水環保科技有限広司の脱水技術の実証実験契約等が挙げられる。しかし、日本の中小企業にとって、中国市場への参入には多くの困難があるのが現状である。中国側のニーズは中小企業にとっては大規模なものが多く、また知財等の問題で躊躇する例も見られる。

中国のみならず、世界の環境エネルギー分野で日本企業が成功するためには、以下の5つの要因が挙げられる。まずは技術力であり、日本の場合には中小企業が独自の技術を有する例が多い。次に、現地事情に精通するパートナーを見つけることが重要である。また、技術のセールスポイントを外国語でわかりやすく伝える営業力や、時機をとらえた決断力も必要である。最後にコストの問題があり、日本ではハイスペックの技術を高コストで提供する例が多いが、新興国のニーズに合わせたダウンスペックや、現地でのライセンス生産等が求められることもある。実際、新興国は先進国に比べて工業製品の関税率が高く、日本からの輸出という形では、もともとの製造コスト高に加えて高関税がかかることになる。前述の大和化学工業の事例では、共同研究で用いる基礎技術は日本側から無償提供という形であり、北京大学のブランド名で将来的に市場を開拓していくという考え方に基づいている。

4. JETROの支援内容

以下、環境・エネルギー分野でのJETROの支援内容について、簡単に紹介する。

まず、環境エネルギー関係の見本市が挙げられる。世界中で数多く開催されている展示会等でJETROがJAPANブースをつくり、中小企業には出展料の半額を負担する等、民間企業の商談支援を行っている。実際、これまでの見本市では、小型風力発電機や廃液処理機械、遮熱塗料等の成約事例がある。

続いて、展示会の開催例が少ない国や、マーケットの先行きが不透明な地域等において、個別にミッション・商談会をアレンジしている。直近では、2011年1月1日から中台間でFTAが発効したことを受け、4月に台湾でミッションを実施する予定であり、他にもブラジルやインド、中東等で商談会の開催を計画中である。2010年7月のメキシコ官民合同ミッションの例では、視察先の食品企業との間で商談が成約したほか、米ペプシコの現地法人からの引き合いでマエカワ製作所が吸着冷凍機の商談を成立させる等の成果が出ており、日本の企業にとって官側のサポートが得られることには大きな意義があると見ている。また、国内でも海外有望企業と商談会を実施しており、2011年2月には13カ国からのバイヤー招聘事業を行った。

北米では、展示会への出展料が高額である、州ごとに規制やインセンティブが異なる、といった背景を受け、「北米環境ビジネス・チャレンジ」という取り組みを行っている。具体的には、日本企業の英文フライヤーを作成してWEB上に掲載したり、カンファレンスで情報発信を行ったりする等、JETROの駐在員がテスト・マーケティングを代行するような形をとっている。

このほか、海外ビジネス経験がある方を世界中に配置して相談等に応じる海外コーディネータ制度や、輸出経験のない中小企業に対して輸出戦略から代金回収までを一貫して支援する輸出有望案件発掘支援事業等を行っているほか、各国の政策・制度やビジネス情報を、WEBやメールマガジン、情報誌等で積極的に発信

している。

質疑応答

- Q.** 大和化学工業の事例では無償で技術提供を行っているとのことだが、知的財産保護の問題に対して、JETRO はどのような対応をとっているか？
- A.** JETRO の知的財産課にて、啓蒙活動や弁護士紹介等の一般的なサポートは行っているが、個々の事例については基本的に企業の判断に委ねている。大和化学工業の例では、北京大学には技術を無償提供するが、第三者には譲渡できないという条件になっている。また、同案件は、日中両国の閣僚級が参加する日中省エネ環境フォーラムの場で調印式を行っており、中国側も不適切な対応は行いづらい状況がつけられている。
- Q.** アメリカで、日本企業に対する現地ニーズが高いところはどの辺りか？
- A.** 最も現地ニーズが高いのは、カリフォルニア州だと思われる。同州は他州に比べて環境規制が厳しく、太陽光パネル等の補助金制度もあり、スマートグリッドの取り組みも行っている。
- Q.** 一般のビジネス市場と比べて、環境ビジネス市場にはどのような特徴があるか？
- A.** 環境ビジネスの場合、市場が自然発生型ではなく、規制によって作られるという特徴がある。そのため、各国の政策や規制に注目し、拡大が見込める国を精査することが求められる。
- Q.** 商談会等に参加する日本企業には、どのような例があるか？
- A.** 日本各地の環境エネルギー関係企業が参加しているが、大阪や福岡、北九州等、西日本の企業が多い。また、本来は他用途の技術を、新しく環境ビジネスに転化する例も見られる。たとえば、徳島県の松浦酒造は、酒の蒸留技術を応用し、バイオエタノール生産や排水分離技術、海水淡水化等の分野から引き合いが来ている。

講演 ②

レアアースの最近の動向

講師：沼田 泰 氏（トヨタ自動車株式会社 渉外部第 2 渉外室産業政策グループ 担当課長）

本報告では、レアアースをめぐる最近の動向について、①レアアースの定義と用途、②レアアースの偏在リスク、③中国政府のレアアース政策と日本の対応、について述べる。

1. レアアースの定義と用途

工業用需要がある 47 鉱種の希少金属をレアメタルといい、そのうち 17 種の希土類元素をレアアースと呼んでいる。レアアースのうち、ランタンやセリウム等の軽希土類は産出量が比較的多いのに対し、ジスプロシウムやイットリウム等の重希土類は、現在ではほぼ中国の華南地区でのみ産出され、希少性が極めて高い。

レアアースは幅広い産業分野で利用されている。軽希土類では、ランタンが光学レンズや触媒、セリウムがガラス研磨剤や UV カットガラス、ネオジウムが永久磁石やセラミックコンデンサ、複数のレアアースの合金であるミッシュメタルがニッケル水素電池や鋳鉄等に使われている。また、重希土類では、ジスプロシウムが磁石材料の耐熱性向上に、イットリウムが蛍光体塗料や電池極材等に用いられている。

自動車では、ハイブリッド車のモーターには磁石材料としてネオジウムやジスプロシウムが、ニッケル電池の負極にミッシュメタルが使用されているほか、現在のコンベンショナルな車にも、ガラスや排ガス浄化の触媒、電気部品の一部等に、セリウム、ランタン、プラセオジウム、イットリウム等が使われている。なお、ネオジウム磁石は日本人の発明によるもので、永久磁石のなかで最も強い磁力を誇っており、モーターの小型軽量化や高性能化に大きく貢献している。

2. レアアースの偏在リスク

レアアースの埋蔵量を見ると、中国は約 29%を占めるにとどまり、資源量としては比較的分散している。そのため、埋蔵量でブラジルが約 96%を占めるニオブや、チリが同約 73%を占めるリチウム等とは異なり、レアアースの場合には埋蔵量自体が偏在しているわけではない。しかし、レアアースの生産は全世界の 97%を中国が占め、ほぼ独占状態である。以前は、アメリカ等の鉱山も稼動していたが、90 年代から中国がダンピング攻勢を行ったため他国での採算が悪化し、生産中止に追い込まれたという経緯がある。またレアアース以外にも、インジウムやアンチモン等、いくつかのレアメタルで中国への依存度が高い。

3. 中国政府のレアアース政策と日本の対応

近年、中国政府は、国内産業育成の観点から輸出抑制策を強化しており、輸出税の増税や、輸出許可枠（EL 枠）の削減等を行っている。このため、レアアースの価格は上昇傾向にあり、中国の影響力が非常に強まっているのが現状である。直近の EL 枠動向を見ると、2010 年下期は前年比 72%削減、通年で 4 割減となり、これに加えて尖閣諸島問題で日本向け通関手続きを停止したことから、日本の産業界は非常に苦しい状況となった。2010 年秋には、普通乗用車用の鋳鉄のミッシュメタルの調達に止まりかけたため、トヨタやホンダでは生産停止に追い込まれる寸前であった。2011 年上期の EL 枠は前年比 35%減であり、下期の見直し

は不明であるが、大きい削減率になる場合には需給の逼迫が予想される。

こうした状況に対し、日本のメーカーとしても、資源リスク低減のためにさまざまな取り組みを行っている。使用量の削減や代替技術の開発に加え、リサイクルも推進している。また、政府・関係機関の支援を受けながら、資源国との外交や新規鉱山開発等を通じて、安定供給を図っている。経済産業省は、レアアース等鉱物資源確保対策として、2011年度補正予算で1000億円を充て、トヨタもレアアース関連の設備投資事業が補助対象として採択された。

また、中国以外でも、レアアース資源開発の動きが強まっている。アメリカでは休止中の鉱山再開に向けて政府が支援を行っており、オーストラリアでも数年内に新鉱山の生産開始を予定している。日系資本で事業を進めている鉱山としては、豊田通商が参画しているベトナムのDong Paoや、インドのOrissa、住商の出資するカザフスタンのプロジェクト等がある。

質疑応答

Q. レアアースのリサイクルには技術的困難があるのか？

A. 技術的には確立されているが、コスト面で課題が多い。たとえば、ハイブリッド自動車からレアアースを回収するためには、磁石等を取り外して回収する仕組みをつくる必要があるほか、分離・抽出工場が日本にはないため、ベトナムの鉱山に隣接した工場に持っていかなければならない。日本で新規に設備投資を行うとなると、非常にコスト高となる。

Q. レアアースとは言うものの、資源としては世界的に賦存していると考えてよいのか？

A. 全体としてはその通りだが、重希土類については資源量自体が非常に少なく、とりわけイオン吸着鉱と呼ばれる重希土類に富む鉱床は、商業ベースに乗るものは中国の華南地域にしか存在していない。現在、カザフスタン等で開発が進められているが、依然として希少である。

Q. EL 枠削減に伴い、日本だけでなく世界的に影響があったのか？

A. EL 枠は全世界向けの値であり、自動車業界でいえば、世界中の企業に影響があった。実際には、自動車メーカーが材料を直接調達するのではなく、数少ないサプライチェーンの上流企業が調達を担っており、たとえば触媒の場合、調達会社は全世界で4～5社しかない。そのため、こうした上流企業数社の調達力が問われることになった。

Q. EL 枠は金属種別に定められているのか？

A. トータルで定められている。そのため、単価の高いネオジウムやジスプロシウム等は比較的入手しやすいが、これまで大量に産出されており単価の安いセリウムやランタン等が入手困難になった。鋳鉄に不可欠なミッシュメタルが手に入らなければ自動車はつくれなくなるため、トヨタとしても調達に必至の努力を払った。

Q. レアアースの使用量削減や代替技術の推進で、どの程度の削減が可能なのか？

A. 国家プロジェクトとして実施している、磁石のネオジウムやジスプロシウムの削減率は、3分の1減が目標として掲げられており、トヨタとしては5年間で半減を目指している。ただ、レアアースを混ぜたときの磁力や耐熱性の向上メカニズムが解明されていないため、試行錯誤しながら研究開発を行っているのが現状である。実際には、自動車メーカーではなく、日立金属やTDK、信越化学といった素材メーカーが、研究開発の中心を担っている。

Q. こうした中国の強い影響力は、今後も続くと予想されるか？

- A.** 中国政府は現在、鉱工業の業界再編に取り組んでおり、環境アセスメントに適合しない中小企業を潰して、大企業に再編統合しているところである。その間、レアアースが無計画に海外へ流出しないよう規制を強化している、というのが実態に近いと考えられる。2013～14年には、アメリカやオーストラリアの鉱山が生産を開始するため、軽希土類については需給構造が相当緩和することが予想される。一方、重希土類については、依然として中国の寡占状況が続くという見方が強い。ただ、世界の通関統計を見ると、アメリカの輸入量だけが減少しておらず、国際石油メジャーが精製用の触媒材料としてランタン等を大量に確保しているのではないかと、中国もアメリカに対しては配慮しているのではないかと、いった噂も聞かれる。
- Q.** レアアースの輸送は、現地で精錬してから行われるのか？
- A.** 精錬後に輸送するほうが、低コストで済む。また、一部の元素は、周期律表で近くにある放射性元素とセットで産出する場合があるため、分離精製してこれらを除去する必要がある。
- Q.** レアアースの採掘方法はどのようなものか？
- A.** 中国での採掘方法を見ると、硫酸を山に直接かけて溶け出したレアアースを回収しており、悲惨な環境破壊を招いている。
- Q.** 日中共同で技術開発を行うという提案が中国からあったと聞かすが、日本側で受け皿となる企業はあるのか？
- A.** 中国は包頭市にレアアース特区をつくっており、外資系企業が多数入っている。信越化学や昭和電工のように、いくつかの日本企業も材料確保のために進出しているが、ジルコニウムで有名な第一稀元素化学工業のように、技術漏洩を恐れて躊躇している企業もある。

王子製紙株式会社 苫小牧工場等 見学

エネルギー・環境問題への取り組み等の現場を学ぶことを目的として、2010年10月16日、王子製紙株式会社苫小牧工場等にて、以下の通り現地見学会を実施した。

- 王子製紙専用港である苫小牧港晴海埠頭にて、新聞用紙専用船の横付け等を見学し、王子物流株式会社苫小牧事業所長らから説明を受けた。
- 王子製紙株式会社苫小牧工場の多目的ホールにて、同社調査役らから、苫小牧工場の歴史や環境対策等について説明を受け、質疑応答を行った。
- 続いて、同工場内に入り、古紙集積処理場（DIP）、新エネルギーボイラー（RPF）、5・6番抄紙機（M/C）等を見学した。
- その後、千歳川上流にある千歳発電所を見学した。同水力発電所は、1910年代から苫小牧工場に電力を供給しており、近代化産業遺産群にも指定されているとのことであった。