



# 低炭素社会を目指した グリーン成長戦略と技術士の役割

市村 一志

## はじめに

2009年9月、日本政府は、2020年の温室効果ガス削減目標について、1990年比で25%削減を打ち出し、リーダーシップを取りながら日本が培ってきた省エネルギー・環境技術で世界の排出削減に貢献したいと国際公約をした。すべての主要国による公平かつ実効性のある国際枠組みの構築及び意欲的な目標の合意を前提としているものの、前政権の目標から急激な変化を示した。

目標実現にあたって大きな課題になるのは、低炭素社会のあるべき姿を明確にしつつ、成長戦略にどう取り込まれ、どの様な国益をもたらすかを明確にする基本方針・実行計画を立案することである。温室効果ガス削減を成長戦略に取り込むためには、特に日本の場合、省エネや脱化石燃料の関連技術の革新とグローバルな標準作り、資源の維持・確保にどう結びつけるか、新しい環境ビジネスの仕組みをどう構築するか、技術開発力とどのタイミングで市場に製品を投入できるか等、課題が山積しているのが現状である。

ここでは、低炭素社会とは、低炭素社会の必要性、低炭素社会実現の方法、環境ビジネスの内容と戦略的な環境ビジネス、環境ビジネスの担い手、技術士の役割を述べる。

## 1 目指すべき低炭素社会

### 1.1 IPCC 評価報告に見る低炭素社会の必要性

2007年、IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change: 気候変動に関する政府間パネル) は、世界の政策決定者に向けて地球気候変動の第4次評価報告書を発表し、気候変動の原因が90%以上で人為的起源であるとした。

IPCC が評価報告書を公表した主な内容は次のとおりである。

- ① 20世紀半ば以降の世界平均温度上昇の主な原因は、90%以上の確率で人為起源の温室効果ガス濃度の上昇である。
- ② 想定していた以上に地球は温まりやすく、排出量が増加するほどリスクは高まる。
- ③ 既に温暖化の影響は起きている。
- ④ 将来起こることも系統的に推測することができる。気温の上昇が1990年レベルから約2~3℃以上ではどこの地域でも温暖化による負の影響を受ける。
- ⑤ 1970年から2000年まで温室効果ガス排出量は70%増加し、積極的な温暖化対策をとらなければ、今後20~30年も増加を続ける。しかし、今後数十年の排出量を現状以下にする経済的なポテンシャルが存在する。
- ⑥ 平均温度の上昇を1990年レベルから2℃以下に抑えるためには、世界全体の温室効果ガス排出量を2020年までに減少に転じさせ、2050年には1990年比30~60%削減させる必要がある。

IPCC の報告は、世界中の知識人の中で様々な意見があるものの、90%以上の確率で人為的な起源にあると断言したことが大きい。この評価報告書に対して各国の政策決定者は、世界の長期目標として主要経済国フォーラムが2050年に世界全体で1990年比50%削減を宣言し、そのうち先進国について80%削減を盛り込んでいる。

世界各国の2020年の目標は、コペンハーゲン合意に基づき次の表のとおりである。

各 国	削減率(%)	基準年	備 考
中 国	40～45	2005	GDPあたり CO <sub>2</sub> 排出量
インド	20～25	2005	
ブラジル	36.1～38.9	1990	対策を取らなかった場合の20年時点の排出量見込み
E U	20～30	1990	排出枠の購入有
ロシア	15～25	2000	
オーストラリア	5～25	2005	排出枠の購入有
U.S.A.	17前後	1990	
日本	25		排出枠の購入有

表1 主要国の温室効果ガス削減の2020年目標  
(UNFCCC事務局の集計を新聞情報より作成)

日本政府は、温室効果ガス削減の目標達成のため工程表(案)を作成した。25%削減の内、15%を国内で実現し、残りを海外からの排出枠購入と森林吸収分で賄う計画になっている。部門別の削減について具体的に明示している。産業部門が17～24%の削減、家庭部門、業務部門、運輸部門がエコ住宅、省エネ家電、太陽光発電、次世代自動車の普及等で大幅の削減を進めるとしている。この工程表(案)は、一方では家庭、産業、財政に大きな負担を強いることになりかねない。温室効果ガス削減のために、低炭素社会に向けてあるべき姿の策定、国民的合意及び新成長戦略等具体的な内容が求められる段階に入った。

### 1. 2 低炭素社会とは

IPCCの報告から我々は、従来の豊かさを得るための経済発展や生活行動が、自然環境の破壊、資源の枯渇化、化石燃料使用の限界を示している現実から、地球全体の持続可能性が求められる新たな入口に入ったと認識すべきである。

低炭素社会は、地球気候変動の原因とされる温室効果ガス排出量の少ない産業や生活システムを構築した社会で、気候が安定し、その基で築かれる持続可能で豊かな社会を目指している。低炭素社会は、決して産業や生活がミニマムではなく、対策を講じ

ることによって活性化し、持続的に成長を実現する社会である。それは、産業や生活に負担をかけるのではなく、新たに持続し豊かな暮らしを実現するために、技術革新を促し、環境に関する投資を掘り起こし、需要拡大に結びつけ、産業構造の転換を図り生活の価値観を変える積極的な社会である。

具体的に産業経済について考えると、環境汚染防止、リサイクル等の単一の課題を扱うのではなく、資源の少ない日本ならば、早期により深刻になると言われている資源の維持・確保を同時に考え、複数の課題を重層的に捉え、ダイナミックにバランスさせた社会を想定することである。維持・確保されるべき資源は、エネルギー、食糧、水、生物多様性、クリーンな環境、リサイクル資源等巾広い内容で捉える必要がある

### 1. 3 低炭素社会実現の方法

低炭素社会への実現の根源は、生活者(消費者)の環境に対する価値観の変化が、具体的に行動や購買に現れるいわゆる「環境価値行動」である。「環境価値行動」とは、生活者(消費者)の価値が「安い・便利」から「少し高い・少し不便」でも「環境にいいから購入する・使う」へ、すなわち化石燃料の使用削減への価値転換に伴う行動である。市場のニーズに答えるために企業は、生産過程の効率化、技術の複合的な組み合わせ、技術革新、投資資金の引き寄せ、更に新しい製品の生産等でより一層「環境価値行動」に刺激を与え、その循環の中で市場の確保、拡大、成長、持続が可能となる。もちろん雇用の確保・拡大に結びつく。

以上の背景を受けて、最近企業が急に環境に目を向け始めた理由は、自然の限界を無視した経営が難しくなってきたこと、環境に関するステークホルダーが増加してきたと考えるべきである。環境に配慮せずに戦略を立てる企業は商機を逃がすことになり、環境に配慮した企業がこれから利益を上げることが出来る時代になりつつある。

低炭素社会実現のためには、具体的でしかも持続可能な成長手段が必要である。市民の「環境価値行動」への変化が産業の活性化と雇用につながり、し

かも持続可能で成長続ける構造的なグリーン成長戦略、それらを構成する一連の活動を「環境ビジネス」と位置づける。

## 2 グリーン成長戦略・環境ビジネス

### 2.1 環境ビジネスの捉え方

環境省は、環境ビジネスを「環境保全に資する製品やサービスを提供し、環境への負荷の少ない持続可能な社会の実現を目指す上で、極めて重要な役割を果たすと同時に経済の活性化、国際競争力の強化や雇用の確保を図る上でも大きな役割を果たす」と定義している。すなわち、環境ビジネスは、環境汚染、エネルギーなどの環境問題の解決策を提供するビジネスで、産業経済の活性化等の役割も果たしている。

筆者はここで環境ビジネスの捉え方を、温室効果ガス削減を当然のこととして、これからの低炭素社会の形成・持続・成長が実現する産業経済や生活システム構造の変革のため、在来の技術の延長に止まらない技術革新を誘発し、新たな社会システムを構築させる優先されるべき積極的具体的な手段と考える。具体的な環境ビジネスを抽出するキーワードは、資源の維持・確保、規制、クリーンな環境と考え次の項目を抽出した。

- ・資源に関する環境ビジネス(エネルギー)
- ・資源に関する環境ビジネス(食糧・水・森林・生物多様性)、クリーンな環境
- ・規制

現在、環境ビジネスと考えられる項目について出来得る限り抽出・整理し、その中から戦略的な環境ビジネスを詳述する。

### 2.2 エネルギー資源に関する環境ビジネス

エネルギー資源の環境ビジネスは、その生産から消費まで幾つかの段階に区分して整理すると把握し易い。すなわち供給、運輸・貯蔵、需要の3側面である。供給側は、化石燃料の効率化、再生可能エネルギーの採用、革新的なエネルギー開発、持続する原子力と区分する。輸送・貯蔵側は、電気、熱の最適配分と区分する。需要側は、オフィス・工場、

住宅、家電、自動車、物流の省エネルギーに区分する。区分した項目毎に細項目を整理し、細項目毎に環境ビジネスの技術概要を記述する。

### 1) 供給側エネルギー

表2 供給側エネルギーの環境ビジネス

区分	項目	環境ビジネスの概要
化石燃料効率化	クリーン・コール・テクノロジー	石炭のマイナス面の解決策を総合的に推進 石炭のガス化、ガス化複合発電(コンバインドサイクル発電)、CO <sub>2</sub> 回収プラント、都市型発電
	CCS	Carbon dioxide Capture and Storage CO <sub>2</sub> 地下貯留技術
	ガス液化燃料	Gas to liquids 天然ガスを一酸化炭素と水素に分解後分子構造を組み替えて液体燃料等製造
再生可能エネルギー	太陽光発電	シリコン半導体等に光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽光エネルギーを直接電気に変換(詳細後述)
	太陽熱	太陽の熱エネルギーを集め温水を作る暖冷房、給湯に利用 太陽熱発電(ビームダウン型、タワー型)
	風力発電	風の方で風車の羽を回し、回転運動を発電機に伝えて発電
	バイオ燃料、熱、発電	生物体を構成する有機物から、醗酵・燃焼等の化学反応を介して出る燃料、熱、発電
	雪氷冷熱	雪や氷の潜熱から得られる冷熱エネルギー、雪貯蔵、アイスシェルダー
	地熱発電	地下数kmに溶けた鉱物や岩石の高温のマグマ溜まりで熱せられた高温高压の熱水や蒸気から発電、熱の利用
	温度差熱利用	表層水と深層水の温度差を利用して熱媒体を循環させる時、相変化に伴う膨張圧力で発電
	海洋エネルギー	波で起こる海面の上下運動のエネルギーで発電、海面の干満差を利用する発電
	水力発電	水の位置・運動エネルギーを利用する発電 大型水力発電、中小水力発電、マイクロ水力発電
革新的なエネルギー	燃料電池	水素と酸素を化学反応させて直接電気を発電する装置、同時に発生する熱を利用し効率を高められる(詳細後述)
	コージェネレーション	発電機で電気を作るときに使用する冷却水や排気ガス等の熱を温水や蒸気にして同時に利用するシステム

区分	項目	環境ビジネスの概要
供給側エネルギー	革新的なエネルギー クリーン・エネルギー自動車	石油代替エネルギー及びガソリンの消費量を削減して排気ガスの少ない自動車、ガソリンを使用しない自動車、ハイブリッド自動車、プラグ・イン・ハイブリッド自動車、電気自動車(詳細後述)
	ヒートポンプ	コンプレッサーで冷媒を圧縮したり蒸発させたりすることによって熱交換を行う冷暖房機、インバータの利用、エアコン、地域冷暖房
	原子力 原子力発電	次世代軽水炉の開発、高レベル放射能廃棄物の安全管理、大型蒸気発生器の開発、原子炉用の特殊コンクリートの開発、大型鋼塊の鍛造技術、超大型の鍛造部材の製造技術、解体技術の開発、高速増殖炉の技術開発

2) 運輸・貯蔵側エネルギーの環境ビジネス

表3 運輸・貯蔵側エネルギーの環境ビジネス

区分	項目	環境ビジネスの概要
運輸・貯蔵側エネルギー	スマートグリッド	次世代送電網(詳細後述) 各種発電、蓄電池、全体制御、建物制御をITの駆使により電力の流れをきめ細かに監視・管理する技術、世界標準化
	長距離送電	直流を利用した長距離電送のため材料加工技術 超伝導
	エネルギーの地産地消	再生可能エネルギーの地元消費システム 再生可能エネルギーの発電量予測技術の開発
	エネルギーの貯蔵技術	供給と需要を調節して効率を高めるための蓄電池 リチウム・イオン電池、他

3) 需要側エネルギー

表4 需要側エネルギーの環境ビジネス

区分	項目	環境ビジネスの概要
需要側	オフィス・工場省エネルギー ESCO	Energy service companies 省エネルギーに関する包括的なサービスを提供し、利用者の利益と地球環境の保全に貢献するビジネス
	工場、商業施設	省エネルギー制御システム
	住宅省エネルギー HEMS	Home Energy Management System 家電機器や給湯機器など住宅内のエネルギー消費機器をネットワーク化し自動制御するシステム

区分	項目	環境ビジネスの概要
住宅省エネルギー	高気密・高断熱	住宅の熱損失を防ぐために断熱の品質向上 健康を守りながら換気の制御システム 複層硝子の2枚使用
	200年住宅	良質な住宅の長期使用による地球環境への負荷の低減化、建替えコストの削減による負担の軽減化
	ガス給湯暖房、ヒートポンプ温水暖房	天然ガスやLPガス、ヒートポンプを利用してエネルギー消費効率を高めたシステム
	住宅用太陽光発電	住宅の屋根や壁に太陽光発電パネルを設置し自家消費し余剰電力を電力会社買取制度の利用 屋根一体型、交流・直流の併用
	緑化	室内・壁面・屋上緑化
IT・家電省エネルギー	グリーンIT	サービス向上、業務効率化、コスト削減を目指しながらCO <sub>2</sub> 排出量の削減を行うシステム エネルギー利用効率の改善、物の生産・効率化と削減、人・物の移動の削減、環境計測・環境予測
	LED	Light Emitting Diode、順方向に電圧を加えて発光させる半導体素子、寿命が長く消費電力が少ない、照明、テレビに利用
	有機EL	Organic Electro Luminescence 基板に形成された電極で挟まれた有機材料が電気を通すことによって励起され発光する 構造が簡単、発光材料無限、水銀ゼロ使用
	待機電力	ゼロ化
自動車省エネルギー	ハイブリッド車	複数の動力源を組み合わせることで低燃料やCO <sub>2</sub> ・有害ガスの排出量を削減
	プラグ・イン・ハイブリッド車	ハイブリッド車のモーター機能を拡充してガソリン使用を削減し、電池機能を充実し電気だけの走行距離を伸ばした車
	電気自動車	エンジンを使わず充電したバッテリーを積んでモーターのみで走る車(詳細後述)
燃料電池自動車	燃料電池自動車	水素を使った燃料電池を動力源としモーターで走る車
	バイオ燃料自動車	バイオ燃料で走る車
	ガソリン車省エネルギー	車体の軽量化による燃費向上、車体製作の工程削減 解体の資源回収
物流省エネルギー	グリーン物流	荷主・物流事業者が物流におけるCO <sub>2</sub> 排出削減への自主的な取り組み、トラック輸送効率化、モーダルシフト、共同輸送等、グリーン物流パートナーシップ

区分	項目	環境ビジネスの概要
需要側	物流省エネルギー	トラックによる幹線貨物輸送を大量輸送が可能な海運又は鉄道に転換する
	漁船	二重反転プロペラ

## 2.3 食糧・水・生物多様性資源に関する環境ビジネス

人類にとって必要な資源は、エネルギーばかりではなく食糧、水、生物多様性、クリーンな環境、リサイクル資源がビジネスにとって貴重な資源である。

表5 食糧・水・生物資源の環境ビジネス

区分	項目	環境ビジネスの概要	
食糧	緑の革命	少ない水と効率的な肥料の使用で農業が行える技術革新、有機農業の成立メカニズムの解明、資源循環型農業	
	農業と環境の共生	環境負荷の少ない農業 スーパー雑草の駆除、除草剤の削減、農作方法の組合せ	
	水産資源の確保	水産資源の完全養殖ビジネス	鮪の完全養殖、うなぎの完全養殖
		海水のクリーン化	鉛の錘から鉄の錘へ
	食糧と再生エネルギーの融合	温室熱源の省エネルギー化	木質ペレット、地中熱の利用
		農業生産物の貯蔵	氷の潜熱の利用(アイスシェルターの長期貯蔵)、雪の潜熱の利用
水	水資源の確保	基本技術	水処理技術、造水技術、節水技術
		水浄化事業	海水の淡水化、排水の浄化
	水プラント事業	海水淡水化事業、水源から排水処理一環事業	
水ビジネス	水インフラ事業	水の輸送インフラの構築 水道インフラの建設・運用・管理一括システム	
生物多様性	保護と経済の両立 Value chain	熱帯雨林保護RA認証珈琲豆 家具の材料の入手を植林による認定林、NPO法人の活動	
	林業経営の近代化	林業専用機械の技術開発、林業道路等のルートの整備 森林管理の技術開発・専門家の育成、国産材の流通市場整備、利用分野の開拓、経済性の向上、環境価値の創造	
	ゼロエミッション	バイオマスエネルギーの原料、ペレット	

区分	項目	環境ビジネスの概要	
生物多様性	珊瑚礁生態系	珊瑚礁の保護 珊瑚の人口養殖技術	
	有用性資源	遺伝資源、バイオミクリー 新遺伝資源の採取、科学技術への応用	
	木材資源の維持	ディーゼルエンジンの浄化 ディーゼル微粒子除去装置	
	木材廃棄物ゼロ	化石燃料製造プロセスのクリーン化 コスト競争力、排気ガスの清浄効率 拭く生産物の高品質、寿命の長さ、汚染への耐久性	
	自動車排気ガスの浄化	有害物質の隔離 有害物質の漏れを防ぐ構造の開発	
クリーンな環境	化学工場のクリーン化	バイオ・ファイナリー 遺伝子組み換えで高発酵能力の微生物 微生物と化学反応の組み合わせ	
	有機性廃棄物を資源化	有機廃棄物の浄化	悪臭除去技術、高速真空発酵等の組み合わせ メタンガスの生産、有機肥料の生産
		分別・分解技術	建設現場等の廃棄物の分別技術 汚染土壌等のバイオ分解技術 自動車・携帯電話・家電等の最初からリサイクルを想定した材料の開発、組立て
	貴重価値・危険物の回収	金・リチウム・コバルト等レアメタルの回収 危険物の輸送・分解・再利用等の回収 食品廃棄物の回収し肥料等に利用	

## 2.4 規制の先取りの確保による環境ビジネス

環境規制が作られるところに環境ビジネスが生まれる。その時代に合った環境規制でも解決できない分野に対して、更に新たな規制が作られ、新たな環境ビジネスの機会が出てくる。今は、規制の変化を先取りして環境ビジネスに結びつけることが可能な時代である。

表6 規制から生まれる環境ビジネス

区分	項目	環境ビジネスの概要
削減規制	産業部門	製造業のエネルギー・CO <sub>2</sub> 共同削減事業、バイオマスの利活用推進事業
	業務その他	CASBEEによる省エネルギー事業、環境配慮契約、屋上緑化

区分	環境ビジネスの概要	
温室効果ガス削減規制	家庭	省エネルギーによるリフォーム、省エネルギー給湯 太陽光発電の普及・買取価格
	運輸	LRT、BRTの導入、物流体系のクリーン化、Cool Shipping、環境自動車の開発
	エネルギー転換	原子力、天然ガスへの転換、新エネルギーの導入促進
	メタン等	発生抑制、再生利用、一般廃棄物処理の利用拡大等
	代替フロン等	代替物質の利用促進、フロン回収・破壊
	温室効果ガス吸収源	森林整備、担い手・地域づくり、市民・企業参加
	横断的施策	温室効果ガス排出量の算定・報告・公表 事業者の排出抑制、Team・Minus6%運動、「見える化」推進、環境税等経済的手法、国内排出量取引、カーボンオフセット
	基盤的政策	排出量・吸収量算定方式、観測・調査研究の推進
	投融資の促進	温室効果ガス削減のための低利融資、大気汚染・水質汚濁対策に対する融資 廃棄物処理・抑制・有効利用に対する融資、省エネルギーに対する融資
	有機物質の規制	ダイオキシン
農薬		生態リスクの評価手法の確立、農薬飛散の評価・管理手法、残留農薬等調査研究
小児環境保健		出生コウホート調査技術・連携
毒ガス弾		地下水モニタリング、土壌改変技術
大気汚染規制	移動発生源	総排気ガス削減・高燃費化、低公害車の開発、道路交通通信システム、交通需要マネジメント、公共車両優先システム、排気ガス削減建設機械、排気ガス削減船舶原動機
	微小粒子状物質	大気環境モニタリング、シミュレーション手法
	石綿	環境モニタリング手法
	ヒート・アイランド	人工排熱の低減、地表面被覆の改善、都市の形態改善 ライフスタイルの改善
水環境の規制・土壌汚染	水環境の安全性	化学物質の総合的な毒性の評価手法 地下水汚濁の除去技術、水中生物のモニタリング手法 貧酸素水塊等による漁業の被害予測・対策手法
	閉鎖性水域の水循環	浄化施設の工夫、水質改善、覆砂・干潟・藻場の創出、漂流塵・油の回収技術

区分	環境ビジネスの概要	
水環境の規制・土壌汚染	水循環の確保	水辺空間の再生・創造・活動、効率的な汚濁負荷削減施策、水量・水生生物・水辺地の総合的な取組、清流回復、自然浄化能力の維持・回復、湧水保全・回復、農業排水路の水質浄化、集落生活排水の整備
	土壌汚染防止	工場・事業場の有害物質・ばい煙の除去技術
	土壌汚染対策	ダイオキシン除去技術、農作物のカドミウム除去技術
	地盤環境	地下水の総合的な管理手法
	循環型社会の形成	再生可能な資源の消費は再生ペースを上回らないシステム 再生不可能資源の消費は代わりうる資源開発ペースを上回らないシステム 汚染の排出量は環境の吸収能力を上回らないシステム
リサイクル規制	自動車リサイクル	リサイクル前提の設計、発生抑制、リサイクルしやすい素材の採用等
	容器梱包リサイクル	回収ビンのデザイン・利便性、ボトル・トゥ・ボトル技術
	食品リサイクル	収集システムと堆肥・バイオマス等再利用技術
	家電リサイクル	リサイクル前提の設計、リサイクルしやすい素材の採用
	建材リサイクル	コンクリート・アスファルトの再利用の採算技術

### 3 グリーン成長戦略・戦略的環境ビジネス

以上項目別に環境ビジネスを整理した。その中でも、特にこれから破壊的な技術革新を予感させ、経済産業構造の変換に大きな影響力を与え、関連産業や他の産業へ波及効果が大きく、グローバルな市場のニーズに対応することによって温室効果ガス削減に多大な寄与をするビジネスに対して「戦略的環境ビジネス」と位置づけ詳述する。「戦略的環境ビジネス」は、国の政策として挙げられ、制度や予算配分が考慮されるべき項目である。

全般的な環境ビジネスの中から前記考え方に照らして次の4項目を抽出した。

- ・ 太陽光発電
- ・ 電気自動車
- ・ 燃料電池
- ・ スマートグリッド

この4項目の戦略性を検討してみると、お互い

に密接な関係を持ってスパイラル的に重層して日進月歩し、スピードのある技術革新が行われていて、次世代の産業革命を予感させる。

### 3. 1 太陽光発電

日本政府は、太陽光発電について、再生可能エネルギーの中でも特に利用可能量が多く、エネルギー自給率の低い日本にとって国産エネルギーの重要な位置を占める可能性があるとして、導入量を現在に対し 2020 年に 10 倍、2030 年に 40 倍にする計画を打ち出し大幅な推進を行っている。更に固定価格買い取り制度を立上げ 2009 年 11 月から最高で住宅に 10 年間 48 円 / kWh (2009 年度現在) で各電力会社の買い取り義務が実行されている。この買い取りの財源は、標準家庭の電気料金にして 100 円 / 月程度の負担が試算されている。太陽光発電の住宅の設置費用は標準で 70 万円 / kW (2009 年度現在) であるが、3 ~ 5 年後には約 1 / 2 にまで引き下げる技術革新が進んでいる。

太陽光発電に対する技術革新は、太陽光発電パネルについては、短期・中長期別に低コスト、新材料の開発、耐久性、リユース、リサイクル、生産プロセス等の課題に取り組み、結晶シリコン、薄膜シリコン、化合物系、色素増感型、有機薄膜等変換効率を高める技術革新が起きている。周辺機器については、耐久性、部材の標準化、蓄電池の高性能・低コスト・長寿命を課題として技術革新が起きている。

太陽光発電の世界の生産量は、2005 年に比べて

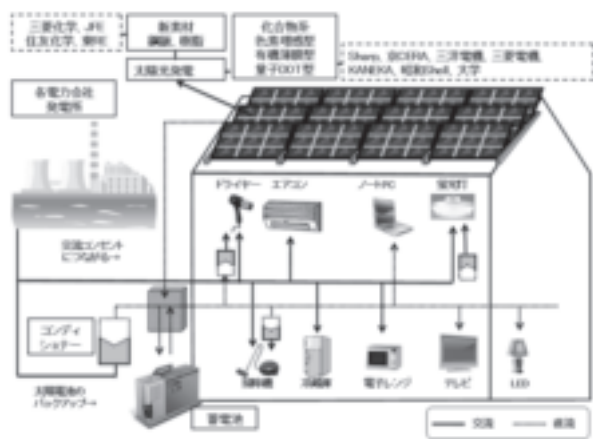


図1 太陽光発電の環境ビジネス

2008 年が約 4 倍の 69 MW である。メーカーは、ドイツ、米国、中国、台湾そして日本の乱立状態になっている。将来の需要は依然として高いが、作れば売れる時代から、技術力とコスト競争力が問われ、メーカーが選別される時代に突入している。太陽光発電や蓄電池の技術開発を中心に直流の使用も検討され、家庭に交流と直流の併用で設備を設置し、直流の方が効率の良い LED、テレビ、ノートブック PC が直流コンセントを使用する検討も行われている。

### 3. 2 電気自動車

1908 年、米フォード・モーター・カンパニーがアフターサービス体制を整えて、T 型フォードを大量生産開始し、百年前の 1909 年には 18,000 台の生産をして以来、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンの燃焼効率、排気ガスの削減、快適性の追及等技術開発が進められた。

地球気候変動の問題から、日本、米国、EU 等の燃費に対する規制から、トヨタ、ホンダを中心にハイブリッド自動車の導入が加速し、プラグ・イン・ハイブリッド自動車、電気自動車の普及が早急に求められるようになった。

現在電気自動車は、コストが高く走行距離が短く課題が多いが、温室効果ガス削減のニーズに最適であること、加速性や静粛性に優れていること、構造が簡単なこと、再生可能エネルギー等他のエネルギーとの互換性を有することから、やがて自動車の主役になると確信している。更なるコストの低減、バッテリー能力の一段の飛躍、充電インフラの整備等課題が多々あり、各企業が構想、投資、技術開発等競っている最中である。

電気自動車は、ガソリン車の必要製造部品が約 3 万点に比べて、1 / 10 の部品で済むことから、設計、製造等の企業の概念を激変させる可能性を持っている。すなわち、汎用性の高いモーターと大容量の電池調達さえ出来れば、小規模や少人数の工場生産、大型家電店の取扱い、ベンチャー企業の参入が容易に可能である。電気自動車の普及は、三菱自動車の [i-MiEV] の昨年の発売、日産自動車の 2010 年の日米の発売、トヨタ自動車の 2012 年までに日米

欧に投入、米 GM の 2010 年発売、米 FM の 2010 年発売、独 D の 2010 年の市場投入、中国 BYD の昨年末の投入等々、各社の特色を打ち出しながら発売へ向けて技術開発中である。電気自動車の需要予測は、2015 年に 400 万台、2020 年頃にはその倍くらいまで増加すると見られている。更に電気自動車は、電池の性能向上に伴って後述するスマートグリッドの重要な構成要素にも位置づけられている。

### 3.3 燃料電池

燃料電池は、水素と酸素を化学反応させて、CO<sub>2</sub>を出さずに発電する極めて優れた装置である。システムは、燃料電池本体、燃料供給システム、酸素供給システム、熱回収・利用システム、電力変換し、制御システムから構成されている。

日本の燃料電池開発は、1978 年のムーンライト計画から始まり、現在固体高分子形燃料電池を中心に、自動車用、モバイル電源用、定置用の 3 つの応用分野で研究開発が展開されている。燃料電池の低コスト化、耐久性向上、自動車の場合の水素を供給するインフラ整備等課題は多々あり、基礎研究も含めて積極的な研究、技術開発、実証実験を進めており、幾つかの製品が出されているものの、これからの分野である。トヨタ自動車は、「次の百年度後の課題に対する挑戦として、燃料電池自動車の実用化に大きな成果を出している」として、5 年後に商用車を発売すると表明している。昨年東芝は、外出先

で携帯電話や PC 等に充電できる小型の燃料電池の量産に乗り出している。携帯機器用としてダイレクト・メタノール型燃料電池 (DMFC) でメタノールを燃料としていてリチウム・イオン電池の 2 倍の連続駆動ができる。

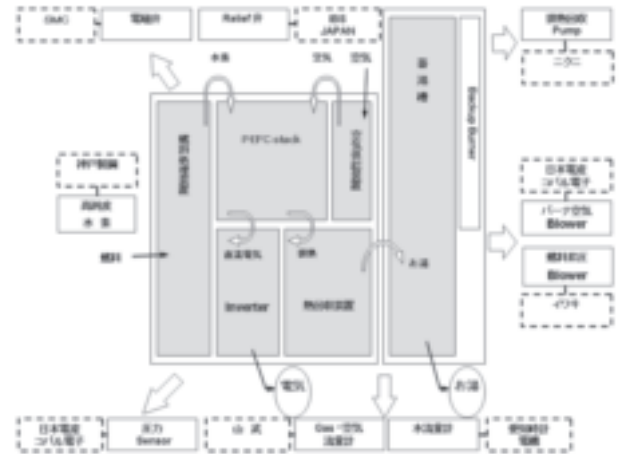


図3 燃料電池の環境ビジネス

### 3.4 スマートグリッド

米国のオバマ政権は経済立て直しの切り札に「グリーン・ニューディール」政策を掲げ、その根幹を成す一つが「スマートグリッド」(次世代送電網)による電力革命である。今、ジェネラル・エレクトリック (GE) 等に日本の東芝も加わって検討中である。スマートグリッドは、IT を活用した制御装置で電力の流れを供給側、需要側の双方から自動調整する次世代送電網で、発電だけではなく家庭等の電力需要も管理・調整し、蓄電池を使って需給のバランスを取る。再生可能エネルギーの導入増加は、発電量の制御の難しさが普及の妨げの一つになっているが、スマートグリッドに組み込まれることにより解消可能になる。

スマートグリッドの構成は、導電網と IT 通信網による全体制御システムがあり、そのシステムに個別の制御システムをもった既存の火力発電所や原子力発電所等、太陽光発電や風力発電所等の再生可能エネルギー、蓄電設備、事務所・商業ビル、工場、家庭等がネットワークされている。各分野の裾野が広く、主な企業がグローバルに異業種が共同して技術開発、需要開拓に取り組んでおり、今後の市場拡

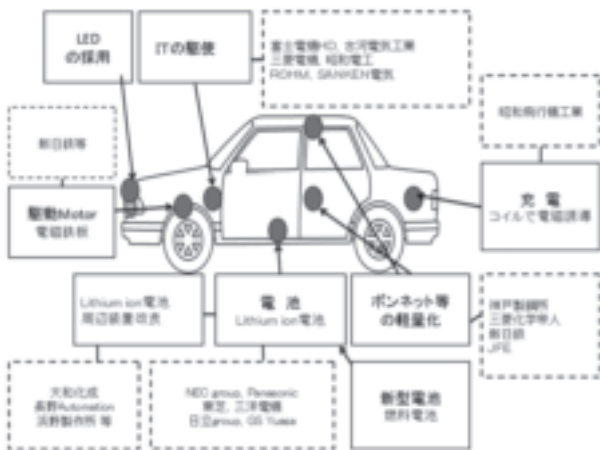


図2 電気自動車の環境ビジネス





図4 スマートグリッドの環境ビジネス

大につながる期待感が極めて高い。

日本は、各地域の電力会社が発電所と送電線を所有し維持・管理を行っており、米国のように送電線が老朽化しているわけではない。しかし、自動車や家電など産業全体への波及効果を考えると、電力革命に取り組む必要がある。住宅用の太陽光発電の普及が政策となった個別の家庭で『電力を作る、貯める、使う』の効率を最適化するシステムとして、特定のエリアでマイクログリッドが実験されている。家庭の給湯、空調、暖房等のエネルギーの使い方も多義にわたり、季節によっても違う。自宅で作った電力、家庭用の蓄電池、電気自動車の電池、交流と直流の使い分け等を効率よく使う制御の仕組みを、最小単位の家庭でコントロールするシステムがこれから期待される。飛躍的なエネルギーの効率利用がスマートグリッドによって得ることが可能となる。

## 4 グリーン成長戦略を推進する担い手

### 4.1 環境ビジネスを持続的に成長させる条件

環境ビジネスを持続的に成長させるためにはいくつかの課題があり、これから乗り越えるべき大きな課題を挙げる。

#### ・コスト削減等

環境ビジネスは、従来の産業に比べて、コストが高い、耐久性が短い、性能が低い等の評価に対する競争である。この要求に答えるためには全ての生産活動の見直しが必要となる。

#### ・収益機会の増加

生活者(消費者)の「環境価値行動」を先取りすること、技術開発が進むこと、タイミングよく製品を市場に送り出すこと等が求められる。

#### ・環境価値の分離取引

環境ビジネスを支援する制度として、環境製品に対して、実価格とは別に温室効果ガス削減分について、環境価値を作り分離取引ができる制度が必要である。国際的な基準と共通する必要がある。

#### ・金融の活用

環境ビジネスに魅力や将来性を与え、投資家に対する投資資金の多様化やリスク分散のシステム作りが必要である。環境格付けに応じて金利優遇措置も考えられる。

環境ビジネスを成功させるためには、環境経営に信念を持って取り組む企業トップの強力なリーダーシップと、環境ビジネスを育成し発展させるための制度整備が必要である。

## 4.2 大企業とベンチャー企業

日本では、大企業に環境ビジネスのノウハウの大半が蓄積されていて、市場全体として活性化していない傾向がある。日本企業の技術水準は、現在世界トップレベルだと安心していても、市場の激変がいつでも技術の優位性を覆すリスクを考えなければならない。日本では、環境ビジネスを構築する仕組み、人材を育成する体制が不完全なので、それらの構築が急務である。

ハーバード・ビジネス・スクール教授クレイトン・クリステンセンの著書「イノベーションのジレンマ・技術革新が巨大企業を滅ぼすとき」によると、優れた特色を持つ商品を作る巨大企業が、要求水準の高い顧客のニーズに答えるために、研究開発投資に力を入れ、より高機能な商品を作ろうとする。その特色を改良する事だけに目を奪われ、顧客の別の需要に目が届かず、現在の主流製品の延長線上にはなく、その商品より劣るが新たな特色を持つ商品を作り出した「新興企業」の前にやがて力を失うことになる、とする理論がある。一般的にビジネスが成長している分野には、資金が集まりスピード競争

が生じ、ベンチャー企業と提携するインセンティブが大企業に強く働くことになる。しかし日本の大企業には、ノウハウの大半が蓄積されているという自負があり、資金・人材・情報等提供のリスクを回避しようと、ベンチャー企業に対して完成品や製品の結果を求める傾向がある。創造的なアイデアや新たな特色を持つ商品が他に流れ、国益を損なうケースが多々起きている。

環境ビジネスを考えた場合、前述の「新興企業」に当てはまるのが「環境ベンチャー企業」である。最近の事例を挙げる。日本のある町の小さな自動車整備工場が、最近発売された中国の電気自動車を輸入し、日本の規格に合わせて改良して発売したところ、大変評判がよく売れているという。町の中で使うならこれで充分だし、電気料金が夜間電力を使って2,000～3,000円/月の費用で済むと好評なのである。この電気自動車の利用の仕方を考えると、高齢者向け、福祉利用、共同使用、公共利用等様々な利用分野が広がってくる。このことは、「イノベーションのジレンマ」が各地各様に起こり、やがて大きなうねりとなり「新興企業」になる可能性を示唆している。

#### 4.3 環境ビジネス推進体制の事例

2009年7月、日本の経済産業省の「産業活力の再生及び産業活動の革新に関する特別措置法」に基づき(株)産業革新機構が設立された。

当機構設立の目的は、日本国内の優れた経営資源を再編し、次世代を担う産業のプラットフォームを構築し持続的発展につなぐため、革新性を有する事業にリスク資金を供給することで産業革新を支援することである。支援対象は、企業や大学の先端基礎技術の集約・有効活用、ベンチャー企業等の技術・資産の有効活用、大企業との協働等新たな枠組み、技術等を核とした事業部門・子会社の再編である。特に注目されている対象分野は、環境エネルギー、ライフサイエンス、エレクトロニクス等である。

特にベンチャー企業に対しては、保有する技術・資産の有効活用を促進し、大企業との協働を念頭に新たな枠組みを構築する、としている。そのような支援先に対して(株)産業革新機構は、長期的な収益力

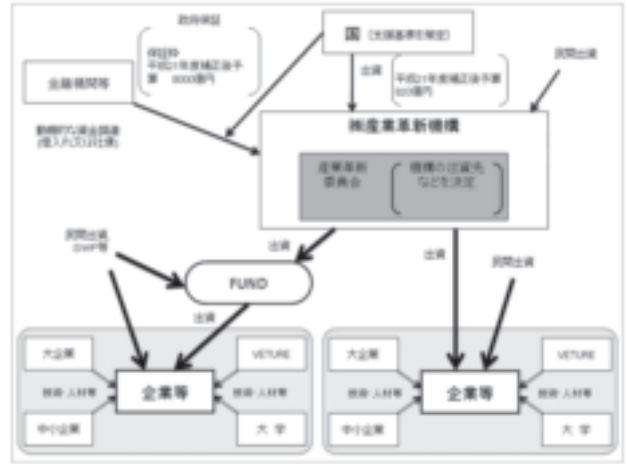


図6 環境ビジネス推進体制の一例  
(株)産業革新機構のHPより作成)

を確保するための成長資金の提供を行い、経営参加型支援、経営資源や各分野とのネットワークの活用等価値向上を図る、としている。

環境ビジネスの「新興企業」としての環境ベンチャー企業が、資金・人材・市場性・製品化等の様々なリスクを(株)産業革新機構や制度の支援を受けることによって、今までの延長線上にはない破壊的な技術革新が起こり得る可能性がある。

#### 4.4 技術士の役割

今まで述べてきた環境ビジネスは、今までに技術士が活動してきた各分野に符合するものである。すなわち技術士は、環境ビジネスに携わり技術革新の当事者になるチャンスを持っていることになる。技術士の役割は、新しい環境ビジネスを作る仕組みに課題がある現状において、環境経営に取り組む企業のトップリーダーと環境政策立案者に対して、提案、制度作りや体制の組み立て等実現に寄与することである。そのためには、技術士の先進性、科学技術の先取り、技術士の提案能力とコーディネート力が求められる。

低炭素社会は、温室効果ガス削減と経済成長の両立を持続させた社会とすることができる。しかし、この両立には様々に対立する利害が存在して、なかなか調整が難しい場面が出ている。

具体的な事例を挙げる。温室効果ガス削減のE-スというべき再生可能エネルギーの普及は、経済成

長の上でも最も期待される分野である。一つの事例として風力発電の普及について考えると、今までもバード・ストライクや景観の問題があって立地に疑問を持つ市民がいた。最近、周辺住民から騒音、低周波による体調不良、環境破壊という問題が多々提起され、調整の付かない事業が出てきている。事業者が計画を進めるにあたり、住民の声を受け止め、地元と調整をしなければならない。その時双方から信頼され中立的に両者の立場を調整できるコーディネーターが必要である。このコーディネーターこそ技術士の役割である。環境ビジネスを遂行するにあたり、双方の利害を調整して合意形成を図ることの重要性が今後益々増えるものと確信する。

## おわりに

日本政府は、温室効果ガス削減について、2020年で1990年比25%、2050年60%の削減の目標に向けて、主要排出国の参加、キャップ&トレード方式を採用した市場の創設、地球温暖化対策税の検討、家電製品等の情報通知、エネルギー分野の技術開発・産業育成・雇用、再生可能エネルギーの全量買取制度の導入、スマートグリッドの技術開発・普及、太陽光発電の普及、リサイクル、省エネルギー等の具体策を挙げている。更に2020年までに一次エネルギーの総供給量に占める再生可能エネルギーの割合を現状の2%（水力、地熱含む）から10%程度まで上げ、更に環境技術の研究開発・実用化を進め国際競争力を維持・向上するため、燃料電池、超伝導、新産業の育成、研究者奨励金制度の創設等に重点を置いている。

温室効果ガス削減への取り組みが、日本の産業経済の成長戦略にどう取り込まれ、どのような国益をもたらすかの自問からスタートした。これまでに述べてきた環境ビジネスは、今までの経済産業を乗り越えて、いかに新しい発想を入れた創造的な技術革新が起こり、低炭素社会を支える構造改革ができるかに答えてきた。それはもちろん原動力になる生活者（消費者）に「環境価値行動」のある限り、可能であると自答するプロセスであった。

尚、今回の論文では、環境ビジネスである京都議

定書の排出量取引等について割愛した。取り扱った分野以外にも、私の専門である都市計画において、温室効果ガス削減に向けて、都市の公共交通機関等のあり方、都市構成・土地利用のあり方、公園・緑地のあり方、水のサイクル利用、等々これからの検討課題が沢山ある。特に温室効果ガス削減は、個々の項目毎の技術革新がもちろん必要であることに加え、複合的にかつ業種の垣根を越えること、都市・農村等地域全体で取り組むことがより効果を上げると確認でき、今後も検討を続けたい。

## 参考資料

- ・イノベーションのジレンマ 2001年クレイトン・クリステンセン
- ・IPCC 地球温暖化第四次レポート 2007年 IPCC
- ・燃料電池 2007年 堤敦司 槌屋治紀
- ・持続可能な経済発展 2007年 福島清彦
- ・長期エネルギー需給見通し 2008年 経済産業省
- ・クール・アースーエネルギー革新時術改革 2008年 経済産業省
- ・低炭素社会づくり行動計画 2008年 日本政府
- ・グリーン・トゥー・ゴールド 2008年 Daniel C. Esty Andrew S. Winston
- ・民主党 マニフェスト
- ・環境白書 2009年度 環境省
- ・エネルギー白書 2009年 経済産業省
- ・次世代環境ビジネス 2009年 尾崎弘之
- ・スマートグリッド入門 2009年 福井エドワード
- ・グリーン・ニューディール 2009年 研究開発戦略センター編
- ・新成長戦略(基本方針)～輝きのある日本へ～ 2009年 日本政府国家戦略室 その他
- ・Newton 2009

---

## 市村 一志 (いちむら かずし)

技術士(建設部門)

有限会社市村都市環境研究所

