

筑波銀行

# 調査情報

2012年10月号 No.36

1. 産業レポート  
再生可能エネルギーの可能性と利用拡大に向けた取組み  
—茨城県における取組み事例を中心に—
2. インタビュー  
「産業の中に文化あり—日本一の牛乳工場を目指して」  
トモエ乳業株式会社 代表取締役社長 中田俊男氏

## 【産業レポート】

# 再生可能エネルギーの可能性と利用拡大に向けた取組み

## —茨城県における取組み事例を中心に—

### ■はじめに

「3・11」・「東日本大震災」・「福島原発事故」後、わが国はエネルギー戦略においても大転換を迫られている。すなわち、わが国は1970年代の「石油危機」以降、石油供給制約と石油価格高騰に対応するため、また、1990年代に入ってから強まった国際的な地球温暖化問題に対応するために、特に、1997年の京都議定書採択を受けた温室効果ガス排出量の削減目標達成のために、エネルギー源の「脱石油化」「脱化石燃料化」をはかるべく一貫して「原子力シフト」「原子力立国」を推進してきた。そうした動きの中で、再生可能エネルギーの開発利用については、コスト・効率面から、ドイツを始めとする欧州諸国などに比べると開発利用に消極的であった。しかしながら、「3・11」を契機に、事情は一変した。いまや、「脱原子力」が国民的コンセンサスになりつつある。また、原子力発電オプションを持つか持たないかにかかわらず、再生可能エネルギーを長期的な視点から本格的に開発しそのポリュームを極大化していくこと及び省エネルギーを進めてエネルギー消費を縮小・効率化していくことが、いかなる立場の日本人にも異論なきものとなった。再生可能エネルギー利用の極大化こそ原子力に代わる新たな地球温暖化・環境保全対策の切り札と見られているからである。

幸いなことに、わが国は「海洋国」であり、「森林国」であり、「火山国」である等、再生可能エネルギーの利用可能性が極めて高い。その上、わが国は、「技術大国」・「ものづくり大国」であって、再生可能エネルギーを創る機器・システムの開発や省エネルギーの機器・システムの開発は得意分野である。エネルギー政策面では、欧米の再生可能エネルギー先進国に周回遅れで取組むことにはなるが、この「国難」を乗り越え、後世につけを回さないために、「総力戦」で再生可能エネルギーの開発利用に取組んでいく必要があると思う。

本稿は、以上を踏まえて、茨城県における再生可能エネルギーの利用拡大に向けた取組み事例の一部を紹介し、その可能性を探るものである。茨城県は、日本

全体の縮図のような県であり、再生可能エネルギーの開発利用面でもそのモデルとなりうる地域である。県北山間地域では、明治・大正時代から水路式の水力発電が行われ、森林からの間伐材や果樹剪定枝など木質バイオマスの利用可能性も大きい。臨海・鹿行地域は、風力・洋上風力発電の日本の先進地域になる可能性が高い。広大な関東平野の一部をなす県西・県南地域は、太陽光発電に適している。また、全国第2位の農業県である茨城県全域において、農業廃棄物や畜産廃棄物などを利用したバイオマスエネルギーの農業分野における活用が可能である。さらに、日立を発祥の地とする日立製作所グループの再生可能エネルギー分野への取組みも本格化している。ものづくり中小企業の中には、サバイバル戦略の一環としての自社製品開発の中で再生可能エネルギー関連機器を開発している企業も出てきた。筑波大学、茨城大学、産総研など県内に集積した大学・研究機関も最先端の再生可能エネルギーの研究を進めており、民間企業との連携事例も見られる。今後、大規模なメガソーラーや洋上風力発電などの建設が進むと地域の景色も変わってゆくであろうが、それを見学に世界中から関係者が訪れ、一般の観光客も入り込んでそれらを観光資源とする「グリーンツーリズム」や「都市農村交流」が活発化する可能性もあろう。そうした可能性を、本稿で紹介する事例から読み取ることができれば幸いである。

### ■わが国の再生可能エネルギー利用の現状と可能性

#### (1) 再生可能エネルギーとは

再生可能エネルギーとは、資源に限りがある化石燃料やウランを使う原子力と異なり、循環する自然現象の中で半永久的に取り出せるエネルギーであり、太陽、風力、地熱、地中熱、水力、海洋（波力、潮力、海洋温度差など）、動植物由来のバイオマスなどがある。

わが国の1次エネルギー総供給（2010年度）の構成比は、石油43.7%、石炭21.6%、天然ガス（LNG）17.3%、原子力10.8%、水力3.1%、再生可能エネルギー（廃棄物エネルギーなど未活用エネルギーを含

む)3.5%となっている。再生可能エネルギーの利用は、現状、水力を含めても6.6%と低い。電力に限ってみても、再生可能エネルギーの利用比率は、2011年に僅か1.2%にすぎず、大規模水力発電を含めて約10%程度である。そして、わが国のエネルギー供給構造の特徴は、化石エネルギー依存度が82.6%と高く（特に石油依存度が43.7%）、エネルギー自給率が7.7%と低いことである。こうしたエネルギー供給構造の脆弱性を改善するためにも、今後、再生可能エネルギーの開発推進が急務である。

表1は、再生可能エネルギーを電力分野、熱利用分野、輸送燃料分野に分け、さらに、それぞれについて規模別に分類してみたものである。わが国では、再生可能エネルギーを電力分野に限って取上げ、政策対象にすることが多いが、わが国のエネルギーの需要は、電力部門、熱利用部門、輸送燃料部門に分けられる。再生可能エネルギーはそれらすべての部門に係わるものであることを再認識したい。国の再生可能エネルギー開発利用政策も、熱利用部門や輸送燃料部門も含めて全エネルギー分野に広げて検討されるべきである。

(表1) 規模別・エネルギー種類別の主要な再生可能エネルギー

	電力	熱利用	輸送燃料
大規模	メガソーラー メガ風力・洋上風力 地熱発電 大規模水力発電 大規模バイオマス	太陽熱	藻類バイオマス燃料
中規模	産業用ソーラー 市民風車 温泉熱バイナリー発電 中小水力発電 中規模バイオマス	コージェネレーション 温泉熱利用 木質バイオマスボイラー 地中熱	バイオエタノール バイオディーゼル
小規模	家庭用ソーラー 小型風車 マイクロ水力発電	木質バイオマスストーブ(ペレットストーブ) 畜産廃棄物ガス コージェネレーション 地中熱	家畜糞尿メタンガス

## (2) わが国の再生可能エネルギーの利用状況

わが国は島国であり南北に長大な距離を持つ国土であるため、地域ごとに多様な再生可能エネルギーの利用可能性がある。2011年に環境省が推計した導入ポテンシャル(導入可能発電容量)は、太陽光22,520万kw、

(表2) わが国の主要再生可能エネルギー一覧

	用途			導入可能発電容量	発電設備容量 (2010年)	特徴と課題
	電力	熱	輸送燃料			
太陽光	○	○		22,520万kw (原発220基)	390万kw ドイツ、スペインに次いで第3位	変換効率が14~18%と低位 日変動・年間変動を電力需要調整が必要 電池メーカーは中国・台湾躍進。次世代電池開発
風力	○			188,000万kw (原発1,900基) (内、洋上風力160,000万kw)	244万kw・1,807基 世界12位 中国・アメリカ・ドイツで急拡大	エネルギーは面積比率・風速の3乗に比例 土地確保、送電網の整備、系統連係対策 洋上風力が有望(原発1,600基分)
中小水力	○			1,400万kw (原発14基)	323万kw	一般河川2,700地点で1,200万kw(原発12基分) マイクロ水力発電(200kw以下) 初期コストの高さ、水利権調整
地熱	○	○		1,400万kw (原発14基)	54万kw・18ヶ所 世界8位	バイナリー発電による低温蒸気利用、温泉発電 地中熱利用システム有望(コスト問題) 立地候補地の8割が国立・国定公園内
バイオマス	○	○	○	バイオエタノール、バイオディーゼル 木質バイオマス(廃材・間伐材) 家畜糞尿等	325万kw	間伐材利用が有望(100万kw・原発1基分) 藻類バイオマスエネルギーのインパクト大 (輸送用燃料利用、遊休地活用で石油石炭同量)

(注) 導入可能発電容量は、平成22年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査概要、2011年4月、環境省

風力188,000万kw、中小水力1,400万kw、地熱1,400万kwの合計213,320万kwであり、これだけでも原発2,133基分に相当する。特に風力発電のポテンシャルが高く、そのうち洋上風力発電だけでも現状の原発54基分の約30倍に当たる1,600基分もの導入可能性がある。

これに対して、それらの開発利用状況はその0.5%程度にすぎず、未だ極めて微少である。2010年の発電設備容量は、太陽光390万kw、風力244万kw、中小水力323万kw、地熱54万kw、バイオマス325万kwの合計1,336万kwにすぎない(表2)。したがって、再生可能エネルギーの今後の開発余力は極めて大きく、その開発利用を促進することが期待される。

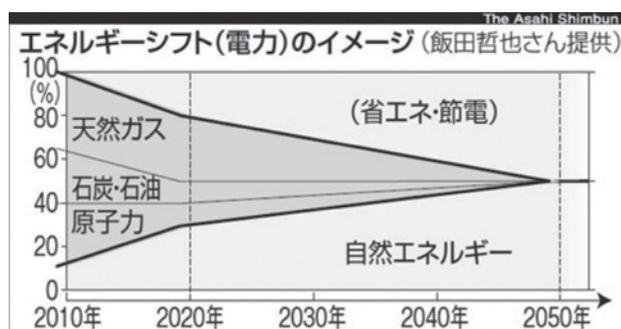
## (3) 長期のエネルギーシフトのイメージ(電力)

政府は今年9月14日に「革新的エネルギー・環境戦略」をまとめた(「参考文書」扱い)。その骨子は、「原発に依存しない社会の一日も早い実現」を目標に、原発については、①40年で廃炉、②安全確認を得た原発の再稼働、③新增設を行わない、という「3原則」を示し、「2030年代に原発稼働ゼロが可能となるようにあらゆる政策資源を投入」というものである。このために代替エネルギー投資を約50兆円と試算している。この「戦略」に関しては、未だ、各界から様々な反論があり、国家戦略として定まったものとは言い難い。

そもそもエネルギーは、「社会的共通資本」というべきものであって、「わが国ないし地域に住むすべての人々が、豊かな経済生活を営み、すぐれた文化を展開し、人間的に魅力ある社会を持続的、安定的に維持することを可能とするような社会的装置」(宇沢弘文「社会的共通資本」(2000))のひとつである。したがって、エネルギー政策は、経済政策(財政・金融)、産業政策(産業構造ビジョン、食料、科学技術、中小企業、ベンチャーなどを含む)、地域政策、環境政策、教育政策、福祉政策などと整合性を持たせながら構築されるべき重要なものである。

わが国の長期エネルギー政策（戦略）の方向を考えるために、飯田哲也氏が提案された図1を参考にしながら、いくつかの重要なポイントをあげておきたい。全体として目指すべき方向は、「省エネルギーと自然エネルギー＝再生可能エネルギーによる低炭素化と脱原子力の実現」ということになる。今後40年程度かけて、2050年までに化石燃料と原子力をゼロにし、再生可能エネルギーですべてを賄うというイメージが図1の骨子である。この図における原子力の前提は、新增設を行わず、既存の原子力は40年で廃炉にするというものである。

(図1)



(資料) 飯田哲也 (出所) 朝日新聞 平成23年4月13日

そこで、こうしたイメージを実現するために政策立案上重要と思われることをあげると以下の通りである。第1は、需要と供給両面から長期的な視点で考えることである。需要と供給のマッチング、需給構造の「スマート化」、需給システムの「小規模分散化」などが重要となろう。第2は、省エネルギーや節電、エネルギー利用の効率化や消費抑制によってエネルギー消費量を減らしてゆくことである。そのために、「小規模分散化」による発電ロスや送電ロスの極小化、スマートグリッドの導入、省エネルギー機器の普及などが重要課題となろう。発電所や工場の廃熱利用、高温廃熱の多段階利用（カスケード利用）、コージェネレーション（熱電併給）、ヒートポンプの利用など、エネルギーのロスを少なくするための「高度なエネルギーマネジメント」が必要になろう。第3は、特に、エネルギー需要の量と質の両面から省エネルギーを考えることである。「電動のこぎりでバッテリーを切るな」(A.ロビンズ)の譬えがあるように、エネルギーの「質」を考えてエネルギー需給のマッチングを図る必要がある。電気は最も高質なエネルギー源であるが、これを熱源につかうことは極めて非効率なことである。そうした観点から、「電力シフト」や「オール電化」を見直してゆくことも重要であろう。住宅分野や農業分野の低温熱利用分野において地中熱や太陽熱などの再生可能エネルギー利用も課題となろう。第4は、エネルギー供

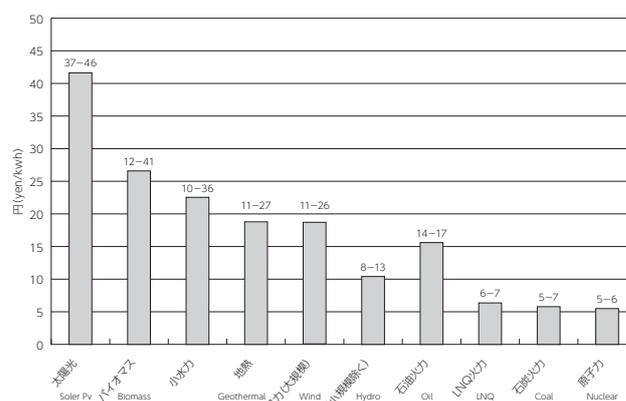
給の多様化を図りながら、再生可能エネルギーの開発利用を極大化することである。そして、再生可能エネルギーの開発利用が本格化するまでの間の「つなぎエネルギー」としては、天然ガス・LNGが最適であろう。天然ガスは、他の化石燃料に比べて温暖化ガスや廃棄物の排出が少なく、供給源も石油よりも分散化されており、さらに、アメリカやカナダなどを中心にシェールガス生産が増大していることなど、プラス要因が多い。また、再生可能エネルギーがもつ供給の不安定性をカバーするためにはある程度の「バックアップ電源」を持つ必要があるが、そこでも天然ガスに依存する必要があるとそうだ。第5は、社会的共通資本としてのエネルギーの長期戦略を構築するに際しては、ナショナルセキュリティの向上、エネルギー自給率の向上、エネルギー価格の安定化などを目標にして、エネルギー市場の自由化と国家管理とのバランス（併用）を上手にとることも重要となろう。

#### (4) 再生可能エネルギーのコストと長期的な展望

図2は、総合資源エネルギー調査会（2011年3月）によるエネルギー（発電）コストの比較表である。原子力5~6円/kwh、石炭火力5~7円/kwh、LNG火力6~7円/kwhに比べると、太陽光37~46円/kwh、バイオマス12~41円/kwh、小水力10~36円/kwh、地熱11~27円/kwh、風力（大規模）11~26円/kwhと、現状、再生可能エネルギーの経済性は低いように見える。

しかしながら、長い間最安値と見られていた原子力のコストは、①発電に直接要する費用、②使用済み燃料再処理費用・廃棄物処分費用・廃炉費用、③国家からの資金投入等を付加すると、10.68円/kwhと2倍にも増加し（立命館大学・大島堅一教授）、原発事故に伴う事故処理費用や損害賠償費用を付加するとさらに増加すると見られている。今後、事故リスクに対応した損害保険料も増大しよう。こうしてみると、将来に

(図2) エネルギー別コスト比較



(資料) 総合資源エネルギー調査会2011年3月

おける原子力の発電コストは不確実性が高く、費用負担が増大することはあっても低下する可能性は低い。

これに対して、再生可能エネルギーのコストは、全てのエネルギーについて確実に低下すると予想されている。今後、開発利用が進み生産量が増えるにつれて量産効果により生産コストが低下するであろう。太陽光パネルや風力発電システム等は、量産効果、技術学習効果の他に、技術革新による大幅なコストダウンも期待できよう。

### (5) 再生可能エネルギー固定価格買取制度への期待

今年7月1日より、わが国においても、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT=Feed-in Tariff）がスタートした。わが国政府は、2003年に、電力会社に一定量の再生可能エネルギーの活用を義務付けるRPS制度（Renewables Portfolio Standard、「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法」）を導入した。その後、2009年に住宅用太陽光分野で余剰買取制度導入により一足先に固定価格による調達に移行していた。これらにより風力発電やバイオマス発電が増加し、特に太陽光発電については、制度導入前2008年累計の214万kw・50万世帯から2011年累計491万kw・100万世帯へ倍増するなど、ある程度の成果が見られたが、既述のように、欧米諸国と比較すると全体的としては不進捗であった。

今年7月からのFITは、電力会社に対して、再生可能エネルギー発電事業者から、政府が定めた買取価格・買取期間による電気の供給契約の申込みがあった場合には、応ずるよう義務付けるものである。そして、政府による買取価格・期間の決定方法、買取義務の対象となる設備の認定、買取費用に関する賦課金（電気料金と合わせて利用者から回収するサーチャージ）の徴収・調整、電力会社による契約・接続拒否事由などを規定している。FITは、「グリーン投資減税」や国・都道府県・市町村の補助金等に比べて、再生可能エネルギー発電事業者の投資リスクを効果的に減らすことができる制度と言われ、発電事業者の収益が確実に確保され、設置費用を確実に回収できる制度である。また、FITは、再生可能エネルギー開発利用にインセンティブを与え投資促進や関連産業育成効果を発揮するとともに、賦課金による電力料金の価格効果によって省エネルギー（電力）や産業構造の転換をも進める効果を持つ。

表3は、今回示された買取価格と買取期間である。この制度を前提に、2012年度の発電事業認定予想は250万kwと原発2.5基分が想定されている。

FITは、ヨーロッパ諸国、特にドイツにおいて先行

(表3) 固定価格買取制度の価格・期間

電 源	区 分	買取価格 (円/kwh)	買取期間 (年)
太 陽 光	10kw以上	42円	20年
	10kw未満	42円	10年
風 力	20kw以上	23.1円	20年
	20kw未満	57.75円	20年
地 熱	1.5万kw以上	27.3円	15年
	1.5万kw未満	42円	15年
中小水力	1千～3千kw未満	25.2円	20年
	200～1千kw未満	30.45円	20年
	200kw未満	35.7円	20年
バイオマス	メタン発酵ガス化	40.95円	20年
	未利用木材燃料	33.6円	20年
	一般木材燃料	25.2円	20年
	廃棄物燃料	17.85円	20年
	リサイクル木材	13.65円	20年

(資料) 経済産業省

している。ドイツは2000年にFITを導入したが、その後、再生可能エネルギーは順調に拡大し、電力に占める再生可能エネルギーの比率は当初の6%から2012年上半期には24%まで拡大した。そして、2011年の発電量は1,220億kwhと原発の1,080億kwhを上回った。さらに、再生可能エネルギーにかかわる雇用も2010年37万人と6年前から倍増している（梶山恵司論文）。

わが国においても、今後、地域特性と地域の需要に応じた、多様な主体による、多様な規模の、多様なエネルギー開発の促進を図るため、ドイツに見習ったきめ細かな買取制度・買取価格を試行し、長期間に亘って継続していく必要がある。

### ■茨城県における再生可能エネルギー利用拡大に向けた取組み状況

もともと、茨城県は、大規模なエネルギー施設を有する電源立地県である。東海村はわが国の原子力発電発祥の地であり、現在も日本原子力発電（株）東海第二発電所（110万kw）がある。大規模な火力発電所としては、東京電力（株）の鹿島火力発電所1～6号（重油・原油、440万kw）、鹿島火力7号（ガス、80万kw、ガスコンバインド化計画あり124万kwへ）、常陸那珂1号（石炭、100万kw、2号機100万kw建設中）、鹿島共同火力（株）の鹿島共同発電所1～4号（重油・ガス、140万kw）、住友金属（株）鹿島火力発電所（石炭、90万kw）などがある。

そうした大規模集中型のエネルギー施設に対して、茨城県内全域で開発利用されている再生可能エネルギー（電力）は、表4の通りである。茨城県の資料によれば、最近時の太陽光発電は10.8万kw（内、住宅用9.2万kw）、風力発電8.6万kw、中小水力発電1.8万kw、バイオマス発電（除く廃棄物発電）8.3万kwの合計約30万kwである。それは、県内の大規模な発電施設の発電量から見ると3～4%の水準に過ぎないが、しかしながら、茨城県には、地域特性を活かした多様で、多く

(表4) 茨城県における主な再生可能エネルギー開発利用(電力)への取組み状況

事業主体	太陽光	風力	中小水力	バイオマス(除く廃棄物)
エネルギー資源量(kw) 利用状況(kw)	3,101,700 108,615(非住宅288件)	11,600,000 86,280(54基)	25,000 18,259(16カ所)	105,259 83,190(6ヶ所)
県	・水戸浄水場(那珂市, 1,000) ・洞峰公園(つくば市, 171) ・カシマサッカースタジアム(鹿嶋市, 100) 他	・深芝下水処理場(神栖市, 2,000) ・神栖市沖洋上風力公募		
市町村	・牛久市・小学校(173) ・つくば市・市庁舎・中学校(115) ・鹿嶋市(682)	・常陸太田市(600)		
大学・研究機関	・産総研(つくば市, 1,017) ・筑波大学(つくば市, 200) ・国立環境研(つくば市, 175)			
協同組合・NPO法人等		・波崎未来エネルギー(1500) ・はさき漁港(1000)		
企業	・LIXIL(東京)岩井工場(坂東市, 3,750) ・美樹工業(兵庫)(つくば市, 2,000) ・英弘精機(東京)(阿見町) ・ウィンド ・藤崎建設工業(行方市)	・ウィンドパワーいばらき(神栖市他, 19,950) ・サミットウィンドパワー鹿島(鹿嶋市, 20,000) ・神栖グリーンエネルギー(神栖市, 10,000) ・ユースエナジー里美(常陸太田市, 10,020) ・波崎ウィンドファーム(神栖市, 15,000) ・日立製作所(神栖市, 4,600) ・エコパワー(神栖市, 1,200)	・東京発電(東北地区14カ所, 17,910)	・北越紀州製紙(ひたちなか市, 41,000) ・神之池バイオエネルギー(神栖市, 21,000) ・高砂製紙(常総市, 11,400) ・バイオパワー勝田(ひたちなか市, 4,800) ・DIC鹿島工場(神栖市, 4,000) ・日本パボン(つくば市, 990)

(資料) 茨城県、茨城新聞等。エネルギー資源量は茨城大学・小林久教授による(毎日新聞平成24年6月30日)。利用状況は、茨城県資料。

の事業主体(県、市町村、大学・研究機関、協同組合・NPO法人等、企業)による再生可能エネルギーの創造活動が見られる。再生エネルギーへの取組みについても全国のモデルといわれる所以である。さらに、再生可能エネルギーの利用開発促進に向けて、様々な関係者による以下のような様々な取組みが見られ、将来への期待が持てる。

第1に、茨城県企画部は、現在、「新エネルギープラン(2012~2020年度)」を策定中であり、「県エネルギープラン策定委員会」(委員長・内山洋司筑波大大学院教授)でその骨子(案)が議論されている。その中で、①再生可能エネルギーの地産地消の実現、②省エネルギー社会の実現、③グリーンイノベーションの実現の3つを中心に検討が進められている。茨城県企画部の理事兼科学技術振興監の増子千勝氏は、「茨城県の新エネルギープランは、国のエネルギー政策に準じて施策を講じることになるが(「エネルギー政策基本法」第6条:地方公共団体の責務)、再生可能エネルギーの開発利用についても、専門家の叢智を集めながら、茨城県の実情に応じた、実現可能性のある新エネルギープランを策定したい」と語っておられる。そして、今年度4月から、再生可能エネルギーに関する庁内の総合調整窓口として「新エネルギー対策室」(根崎良文室長)が新設され、再生可能エネルギーの普及・促進に努めている。表4のように、県独自の事業としても、県水戸浄水場への太陽光発電の導入、鹿島下水処理場への風力発電の導入、災害時の防災拠点となる土木事務所や県立学校等約70の県有施設への蓄電池を備えた太陽光発電施設の整備、企業と共同したメガソーラーの整備、鹿島港港湾区域の一部を再生可能エネルギー利活用ゾーンと位置付けて大規模洋上風力発電事業者の公募を行う等、積極的な取組みが見られる。

第2は、県内の多くの市町村も再生可能エネルギー

や省エネルギーに関する計画を策定している。日立市、牛久市、つくば市、守谷市、常陸大宮市などが「地域新エネルギービジョン・省エネルギービジョン」を策定している。日立市、土浦市、牛久市、ひたちなか市、常陸大宮市、稲敷市、八千代町などが「バイオマスタウン構想」を策定している。市町村による再生可能エネルギーや省エネルギーの普及促進に向けた補助金の実施も盛んである。太陽熱利用システムへの補助は、つくば市と神栖市で行われている。太陽光利用システムは、県内18市、5町、1村の24自治体で実施されている。補助金はkwあたり2~6万円、限度額は6万円~25万円と自治体によって異なる。省エネルギーを進めるためのヒートポンプ給湯器や家庭用燃料電池コージェネレーションシステム等への補助金も11自治体で実施されている(以上、茨城県企画部資料)。また、東海村の村上達也村長が世話人をつとめる全国的な会議・「脱原発をめざす首長会議」に参加している東海村、城里町、小美玉市、美浦町、かすみがうら市、北茨城市も、太陽光発電など再生可能エネルギーへの取組みに積極的である。

第3は、茨城県商工労働部を事務局とし、県内の中小企業を会員として平成22年6月、「いばらき成長産業振興協議会」(会長・宮田武雄茨城産業短大校長)が設立された。次世代自動車、環境・新エネルギー、健康・医療機器、食品の4つの研究会が設置されているが、再生可能エネルギーに関しても、太陽光発電、燃料電池、風力発電、地中熱、省エネルギー、スマートグリッド(次世代送電網)等に関する研究開発や事業化に取組まれている。

第4は、県内で実践的な取組みを進めている自治体、団体、企業、研究機関の有志が、平成24年3月に「いばらき自然エネルギーネットワーク」(代表・小林久茨城大学農学部地域環境科学科教授)を立ち上げた。

小林教授は、「効率的な大規模集中型エネルギーシステムに対して、小規模分散型システムはエネルギー密度が薄いという問題があり、面積が



茨城大学農学部・小林久教授

必要となる。そのために、小さなものを数多く作って集めていく必要がある。今あるものを集めて利用すること、継続性のあるものを作ることが重要であり、エネルギー需給の効率化・スマート化も大事である。会員同士が相互に気付きあうことが出来るネットワークを作りたい。現在、会員は100名を超えているが、当ネットワークが目指すところは、再生可能エネルギーに関する全てのものを包摂したプラットフォームであり、事業化、企業の立上げ、ファンビジネス、環境エネルギー教育など、多様なことを実践していきたい」と抱負を語られている。

## ■茨城県における主な取組み事例：太陽光発電

再生可能エネルギーの中で太陽光発電は、わが国全体でも茨城県内においても最も導入が進んでいる。FITスタート後のトップバッターであり、牽引役である。ここでは、エネルギー関係会社以外で日本最大規模のメガソーラーの一つであるLIXIL岩井工場のメガソーラー、研究学園都市つくばの研究機関である（独）産業技術総合研究所のメガソーラー、家庭用からメガソーラーまで太陽光発電事業を幅広く展開し茨城県との係わりも深いウエストホールディングス・グループの太陽光発電事業戦略を取上げたい。

### (1) LIXIL岩井工場のメガソーラー

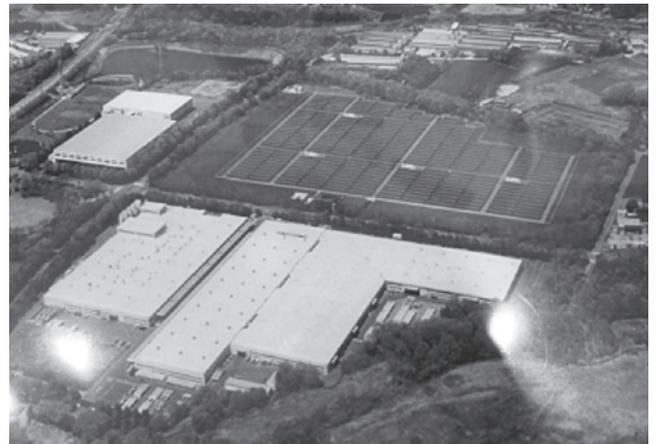


LIXILつくばSOLAR POWER入口

LIXIL（リクシル）は、2011年4月に、トステム（株）、（株）INAX、新日軽（株）、サンウェーブ工業（株）、東洋エクステリア（株）が統合して発足した企業で、総合的な住環境ソリューション提供企業である（本社：東京都、従業員：23,916人、資本金：346億円）。当社は、茨城県内に水戸工場（常陸大宮市）、大和工場（桜川市）、下妻工場（下妻市）、藤花工場（下妻市）、石下工場（常総市）、岩井工場（坂東市）、土浦工場（土浦市）など、多くの工場を有している。その内、坂東市の「つくばハイテクパークいわい」の一面にある岩井工場（工場敷地面積約239千㎡、従業員数385名、シャッター、サッシ、出窓、天窓、外壁材等製造）の敷地内に、「LIXILつくばSOLAR POWER」がある。これは当社と茨城県と坂東市が共同で申請を行い、国の補助金を得て設置されたもので、エネルギー関連会社以外では日本最大規模のメガソーラーの一つである。

「メガソーラー」とは、1MW（メガワット）=1,000kwを超える大規模な太陽光発電施設をいうが、わが国には、浮島太陽光発電所（7MW、川崎市、東京電力）、堺太陽光発電所（6.3MW、堺市、関西電力）、シャープ亀山工場（5.2MW、三重県亀山市、シャープ）、稚内メガソーラー発電所（5MW、稚内市、NEDO・北海道電力）、宮古島メガソーラー実証研究設備（4MW、沖縄県宮古島、沖縄電力）、メガソーラー大牟田発電所（3MW、大牟田市、九州電力）など40ヶ所程度ある。また、最近、ソフトバンク、オリックス、NTTファシリティーズなどの大手企業が地域と連携してメガソーラーを設置し、新電力を創出しようとする動きも増えている。

施設概要は、①着工：2010年8月、②完工：2011年1月、③最大発電出力：3.75MW（約1,000世帯分）、④モジュール設置枚数：20,880枚、⑤モジュール設置面積：69,000㎡（東京ドーム1.5個分）、⑥敷地面積：約131,000㎡（東京ドーム3個分）、⑦向き／角度：南南



LIXIL岩井工場全景



LIXILつくばSOLAR POWERのソーラーパネル

東／15度、⑧パワーコンディショナー：500kw（国内最大級）8台、⑨建設費：15億円（内7.5億円が国の補助金）、⑩モジュールメーカー：シャープ（シリコン単結晶型）、⑪システム設計・施工：NTTファシリティーズである。1㎡のパネル（17kg、180w、家庭用はこれが16～20枚）を72枚のせたモジュールが290アレイ（4並列・18直列）並んでいる光景は壮大である。それらのパネルに太陽光があたると直流電流がつくられる（420V）。それをパワーコンディショナーで交流に変換し、工場で利用する（6,600V）。同社岩井工場の年間電力使用量の約30%が賄えているという。余剰分は、敷地内にある変電所で66,000Vに変圧され、東京電力に売電される。稼働状況は、日変動は午前11時～12時がピークであり、年間変動では4月がピーク（513千kwh）、11月がボトム（306kwh）である。年間出力実績は、470万kwhである。本プロジェクトの投下資本回収期間は、15年と見込まれている。

当社の本件プロジェクトの目的は、①遊休化していた工場用地の活用、②当社の経営方針である地球との共存、環境保全、ゼロエミッションを目指すなどの実践、③メガソーラーによる創エネルギーと地域へのソーラーの普及、④当社製品の展示と販売促進への利用などである。なお、当社はソーラーパネルは製造しておらず、シャープとサンテック（中国）のものを仕入販売しているが、それらのメーカーのパネルの性能を茨城と熊本県長洲町（「LIXIL有明SOLAR POWER」、発電出力3.75MW）の2ヶ所で実証実験している。当社が製造している製品は、アルミ製架台であり、軽量で安価、高耐食という特徴がある。スチール製よりも施行時間が35%短縮され、錆びないので、海岸付近での設置にも向くという。販売は、子会社のLIXILエナジー（株）が担当している。見学者受け入れ態勢も整えられており、40名収容の教室、バス2台、普通車40台の駐車場があって、昨年4月以来2,600名（年間約2,000人）の見学者があったとのことである。



ソーラーパネルの支柱とアルミ架台

## （2）（独）産業技術総合研究所のメガソーラー：運転性能や信頼性の実験

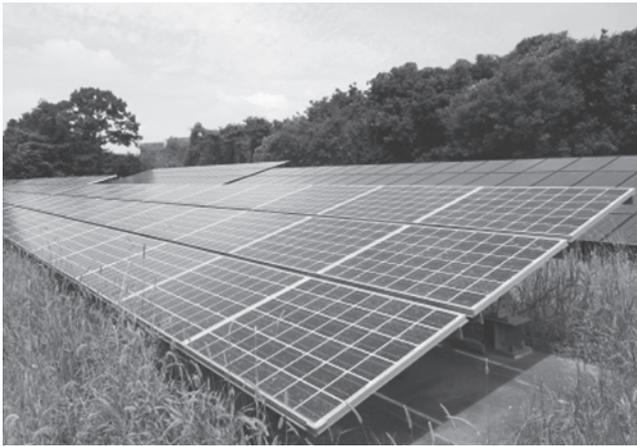
つくば市にある（独）産業技術総合研究所（産総研）のつくばセンター中央地区にもメガワット級太陽光発電設備がある。ここでは、環境性能と省エネルギー性能に優れた最新のエネルギー技術を実証・評価することを目的に、家庭用システムを使用して分散型設置がなされ、運転性能やピークカット効果、長期信頼性などの評価が実施されている。

総設備容量は1MW、総モジュール数は5,645枚、6,500㎡（サッカーグラウンド1面分）、年間発電量は850MWh（電力料金で年間900万円相当）、年間CO<sub>2</sub>削減量は300トン、設置費用は8億円（2003年度）である。モジュールの種類は、5種類13型式で、京セラ、シャープ、三菱電機、シェルソーラー・ジャパン、不二サッシ、三洋電機、松下エコシステムズ、三菱重工業などのものが並んでいる。

「太陽の丘」では、多結晶シリコン太陽電池が四角錐の人口丘の斜面に設置されている。家庭用システムが35ユニットで、発電容量は140.3kwである。家庭用システム1ユニットとは、54枚のセル（0.6V）を直列配線で1㎡に並べたモジュール（32.4V）を、直列に8枚つないだストリング（約260V）が3本から構成され



産総研の「太陽の丘」



産総研の実験用ソーラーパネル

る。3本のストリングから並列でパワーコンディショナーに入力し、直流260Vから交流100Vへ変換される。

この施設は、「茨城県次世代エネルギーパーク」（茨城県次世代エネルギーパーク推進協議会）に指定されており、小中学生をはじめとして多くの見学者が訪れており、実験研究の他に教育啓蒙にも一役買っている。

### (3) ウエストホールディングス・グループの太陽光発電事業戦略

(株) ウエストホールディングス（本社：広島市・東京都新宿区、代表取締役会長・吉川隆氏）は、広島を発祥とする住宅修理・リフォーム業の企業であったが、太陽光発電事業に参入し、全国的にその事業を展開している。同社グループは、家庭用からメガソーラーまで、太陽光発電事業の大規模・中規模・小規模の全てに係わり合いを持つ企業である。通常、大規模（メガソーラー：売電用）1,000kw（1MW）以上、中規模（産業用）50kw～1,000kw未満、中小規模（産業用）10kw～50kw未満、小規模（家庭用）10kw未満と分けられる。当社グループは、グループ企業が分担してそれら全部門をカバーしている。すなわち、① (株) ウエスト（一般住宅向け太陽光発電システム）、② (株) ハウスケア（スマートグリッド商材のシステムインテグレーション）、③ (株) ウエストエネルギーソリューション（産業用・大型太陽光発電システム）である。

この中で、産業用・大型太陽光発電事業を担当している(株) ウエストエネルギーソリューション（代表取締役社長・恩田英久氏）の戦略が注目される。当社は、メガソーラー発電事業を自社で行い、将来、発電事業者（新電力）として事業収益の基盤としたい考えだ。「将来、メガソーラー事業で収益の半分を稼ぐ企業に成長させたい。そのために、ここ3～5年間で、250件程度のメガソーラープロジェクトを推進したい。その内、1割程度を茨城県で行いたい。茨城県は平野部が多く、隣接物件の障害物も少ないため、太陽光発

電の可能性が高い地域であるからだ。メガソーラーは、「地産地消」のエネルギーであり、地域振興の要になるものだ。民有地で動いていない物件、公有地で不稼働な物件、工業団地で売れ残っているもの、遊休化した農地などを対象にプロジェクト候補地を探している」（恩田社長談）ということである。

当社の主なメガソーラープロジェクトは、表5の通りである。太陽光ビジネスは、「西高東低」で、中四国や九州の計画が多いという。既述のように、茨城県は太陽エネルギーの利用可能性が高く、当社の関東地区でのプライオリティは、茨城・栃木・山梨・千葉の順であるとのことだ。そして、茨城県の「ランドマーク」案件、関東地区の第1号案件が、茨城県美浦村のメガソーラープロジェクトである。スカイソーラージャパン（東京）と当社が共同で建設するもので、美浦村が10数名の地権者をまとめて、3.3haの土地に、1.7MW、約500世帯分の電力をつくり、東京電力に販売、今年10月より稼働予定である。

(表5) (株) ウエストエネルギーソリューションの主なメガソーラープロジェクト一覧

場 所	用地面積	出 力	投資規模	稼働開始
福岡県東峰村	3.5ha	1.8MW	6億円	2012年 7月
広島県世羅町	1.3ha	1.0MW	未発表	2012年 7月
和歌山県和歌山市	2.8ha	2.0MW	5.4億円	2012年 8月
岡山県笠岡市	3.8ha	1.75MW	未発表	2012年 8月
新潟県胎内市	2.3ha	1.5MW	4億円	2012年 8月
山口県萩市	3.0ha	1.5MW	4.5億円	2012年10月
茨城県美浦村	3.3ha	1.7MW	未発表	2012年10月

また、当社は太陽光発電事業のシステムインテグレーターとして、多くの企業と連携し、事業の垂直的な統合を目指している。当社は、松山に自前のソーラーパネル工場も持っている。固定価格買取制度が進むとパネルメーカーはいずれ過剰生産から苦境に陥る可能性が高いが、将来、販売したパネルのメンテナンスを保障し、そのノウハウを蓄積するためにパネルメーカーを傘下におさめたという。もともと、当社は中国のサンテックの日本第1号の代理店となったが、今は、サンテックのウエートは低下し、世界第2位のメーカーであるJAソーラー（中国）のシェアが増えている。さらに、世界中のソーラー機器メーカーの機材を利用して、比較している。当社は、メガソーラー事業を自社の収益基盤にするほか、将来、販売した産業用太陽光発電システムのメンテナンス業務等を取り込もうとしており、この点が他社戦略と違っている。そして、将来の保証力を担保するために高収益をあげ純資産を増やしておきたい考えだ。メガソーラー事業の新会社として当社が筆頭株主となり、東京海上日動、オリッ

クス等10社と共同で「日本メガソーラー発電」も設立した。当社のマーケティング戦略上のネットワークは、地銀ルート、会計事務所ルート、JAルートと多岐にわたっている。家庭用ソーラー分野では、ヤマダ電機やドイトなどのホームセンターと提携しており、住宅産業では、東栄住宅などと提携している。

この他、当社グループのソーラービジネスは、韓国で行われている湖での太陽光発電に習った水上メガソーラー構想（桶川市の調整池、茨城県霞ヶ浦での可能性など）、プロジェクトファイナンスの組成・金融パッケージ商品化、資産運用・節税対策商品の販売なども検討している。また、その他の再生可能エネルギーとしては、「地中熱」に興味を持っており、太陽エネルギーと組み合わせた利用の研究開発を計画している。

## ■茨城県における取組み事例：風力発電

わが国の再生可能エネルギーの中で最もポテンシャルが高いのは、風力発電である。先に見たように、茨城県においてもそれがあてはまる。臨海・鹿行地域において大きな利用可能性を秘めている。ここでは、関東最大の風力発電所としてサミットウィンドパワー（株）鹿嶋発電所、日本初の洋上風力発電事業を行っている地元企業（株）ウィンドパワーいばらきの取組み事例を取上げたい。

### （1）サミットウィンドパワー（株）鹿嶋発電所：関東最大の風力発電所

茨城県における風力発電は、鹿行地区を中心にすでに、54基・86千kwの開発利用がなされている。その中で関東最大の風力発電所といわれているのがサミットウィンドパワー（株）鹿嶋発電所である。同社は、住友商事100%の子会社であり、山形県酒田市（2,000kw・8基）と茨城県鹿嶋市（2,000kw・10基）



サミットウィンドパワー（株）鹿嶋発電所の風車

において風力発電事業を行っている。

鹿嶋発電所は、出力2,000kwのスペインのガメサ・エオリカ製の風車10基が、住友金属工業鹿島製鉄所の構内（4基）、鹿嶋市北海浜工業団地内（4基）、平井浜（1基）、市営北海浜多目的球技場（1基）に設置されている。2005年10月着工、2007年7月操業開始である。それぞれの風車のローター径は80mもあり、ハブ高さは78mもある。

この事業は、資源エネルギー庁の「新エネルギー事業者支援対策事業」の事業費補助を受け、総事業費約35億円であった。年間総発電量は4,200万kwhで、全量が東京電力に売電されている。これは、約12,000世帯の年間消費電力量に相当し、鹿嶋市の一般家庭の年間消費電力の約半分を賄う規模となっている。原油換算では年間1万kl相当であり、二酸化炭素を年間約18,000t削減する効果があるとのことである。

### （2）（株）ウィンドパワーいばらき：日本初の本格的洋上風力発電

（株）ウィンドパワーいばらきは、地元茨城県出身の小松崎衛氏が創業した会社である。同氏の再生可能エネルギー・風力開発事業への思



い入れは強く、次のように語っておられる。「自分の信念は、エネルギーの95%海外依存を改善してナショナルセキュリティを高め、自国生産のエネルギーにシフトすること、自国内に投資をすることである。再生可能エネルギーで20~25%を賄うことは可能である。ドイツやスペインにできていることが日本にできないわけがない。再生可能エネルギーで3割程度賄えればいいと思う。内1割は水力で賄えるので、風力や太陽の割合は残り2割である。再生可能エネルギーの比率を今の約1%から20倍以上を増やすことになる。こんなに明るく、伸びしろのある事業はない。こうした事業を地元根付かせたいと思っている」という。

小松崎社長が風力発電事業に取組んで15年が経過した。真壁町・加波山プロジェクトに取組んでから7~8年経過、日本初の本格的洋上風力発電を神栖で取組んでから9年、それら7基が稼働してから3年目に入った。「東日本大震災やFIT導入で、今でこそ注目されるようになったが、この13~14年は壁にぶつかり通じなかった。もともと、風力発電事業は、風況調査1年、許認



(株) ウィンドパワーいばらきの風車

可や環境アセスメント2~3年、発注後風車建設まで2年と、5~6年のリードタイムが必要である」と、語られる。今年7月からのFITの追い風を受けながらも、小松崎社長は、長期的・全体的な視点に立って次のようにコメントされている。「FITの導入で、再生可能エネルギーの利用導入は拡大しよう。今後、普及が進めば、イニシャルコストが下がり、結果的に発電コストも下がると思う。再生可能エネルギーは、事業としてのコストバランスが重要であって、高ければいいというものではない。長期的に継続されることが重要だ。発電コスト=売渡価格が高すぎれば、消費者の電気料金が高くなるので長続きしない。一般の電気料金から勘案すれば23~24円/kwh程度に収まっていく必要がある。太陽光も推奨期間が終わったら、価格を下げていくべきだろう。そうすれば、環境やナショナルセキュリティに資するということから、国民の理解も得られやすいだろう」ということである。

当社は、現在、茨城県内4ヶ所で11基、合計2万kwの風力発電を行っている。その内、かみす洋上発電



北側から見たかみす洋上風力発電所

所7基は、国内初の本格的洋上発電所である。さらに、その北側の洋上に、現在、8基、16千kwの洋上発電所を建設中であり、来年3月稼働予定である。当社は、今春、本社事務所も水戸から神栖の鹿嶋港側に移転し、日本で一番風車に近い所に本社を建てた。「高床式の2階に本社



南側から見たかみす洋上風力発電所(受変電設備とブリッジ)

機能を置き、風当たりの強い場所で風車の音を感じやすくしている。地元の人たちもこうしたことで事業に対して安心感を持っていただいている」と地元との調和を心がける小松崎社長の話を聞くことができた。

当社の稼働中・計画中の設備は以下のとおりである。

- ①つくば発電所（真壁町、平成19年2月、1,000kw×2基、ドイツ・ファーランダー製）
- ②はさき発電所（神栖市、2,000kw、ダウンウインド方式、日立製作所製）
- ③日立化成発電所（神栖市、2,000kw、ダウンウインド方式、日立製作所製）
- ④かみす洋上発電所（神栖市南浜、平成23年7月、2,000kw×7基、日立製作所製）
- ⑤かしま洋上発電所（神栖市北浜、現在建設中、平成25年3月稼働予定、2,000kw×8基）

国内初の本格的洋上風力発電といわれる④かみす洋上風力発電所は、護岸から約50m先に風車が建設され、護岸からブリッジで結ばれている。護岸側に、風車ごとに建屋があるが、中には受変電設備が入っている。2,000kw、7基、日立製作所製であるが、メーカーの機器保証上、直径80mの3倍の間隔に設置することで干渉ロスを防ぐことになっており、当社では約250m間隔で設置している。稼働率は95%、設備利用率は25%（損益分岐は20%）となっており、平均すると1時間2,000kwの出力に対して500kwの発電実績ということである。当地は地盤がよく、東日本大震災でも津波の影響も受けず稼働した。

わが国の再生可能エネルギーの切り札ともいえる「洋上風力発電」の可能性について、小松崎社長の考えは以下のようなものである。「日本は島国であり、海岸線が長いので、洋上風力発電の可能性が大きい。内陸部の土地利用には制約があり、住宅の近くでの風力発電は賛成できない。洋上といっても、海外のように20~30km沖合いに作ることは問題が多い。4~5km先の水平線よりも遠いところでは風車が見えない、工事費

も高い、メンテナンスも大変である、送電ロスが大きいなどである。やはり、水際や海岸線からできるだけ近いところで行うべきだ。洋上風力発電には、着床式と浮体式があるが、自分は浮体式には興味がない。環境省の再生可能エネルギー導入可能性調査報告によると、風力発電の導入可能発電容量は19億kwあり、内3億kwが陸地、16億kwが洋上、さらにその内3億kwが着床式、13億kwが浮体式と見ている。わが国の年間必要電力1兆kwhの2割を風力で賄うとして2,000億kwhであり、着床式の3分の1の1億kwの出力で設備利用率を25%で見ても約2,000億kwhとなり、わざわざ外洋に出て浮体式を作らなくても十分である」とその可能性を展望されている。

そこで、当社の今後の洋上風力発電事業計画について付け加えておこう。茨城県が、神栖沖（当社本社事務所の沖合い）2km先を洋上風力発電エリアに指定し（東西1km、南北7km、約680ha）、発電施設の設置事業者を公募した。当社もそれに応募し、その結果、本年8月29日に、当社は丸紅と共に事業予定者に選定された。第1期は5,000kwを50基、3列配置、25万kw、総工費600～650億円、売上高約150億円の計画である。平成27～28年に工事着工を目指す。その後、将来的には100基まで拡大し、大型発電所1基分規模としたい意向のようだ。この計画については、当社と提携している日立製作所が本年7月13日に、「世界初の5MW級ダウンウインド洋上風力発電システムの開発着手。2015年度の販売開始をめざす」としてプレス発表を行っている。本プロジェクト（当社部分）は、オール日立で進める方針で、日立製作所と事業譲渡が完了した富士重工業・風力発電システム事業、海底ケーブル担当の日立電線など約300億円規模の工事が見込まれている。地元の日立の下請け中小企業の事業機会もかなり増えそうである。「大型風車には1～2万点の部品が必要となる。日立製作所製の風車を使い、その製造過程で地元中小企業の部品を使えないか、風車産業育成で地元雇用が生まれませんか、地元産業の活性化や雇用を考えながら働いている。エネルギーと環境の調和を目指して、地元茨城県の中小企業も一歩踏み込めないか」、小松崎社長の地域振興への思いが募る。

さらに、小松崎社長は他の再生可能エネルギーの開発利用についても次のように考えておられる。すなわち、風力発電の出力変動を平準化するために、太陽光発電を併設すること、蓄電池を併用することを検討している。「気象予想の精度が向上しており、72時間先、24時間先の発電量が予想できる。東京電力の需要・消費電力量予測は極めて精度が高く、需給両サイドの予測精度があがると、最小限の蓄電池を利用して平準化



当社本社より洋上風力発電予定地を望む

することによって、風力発電など再生可能エネルギーは不安定電源ではなくなる。こうしたマニアックな技術は日立製作所が得意とするところである。こうして、従来の再生可能エネルギーの弱点であった、小さい、弱い、不安定という問題は、蓄電池と受給予測システム開発によって克服される」と展望される。そして、「茨城産のグリーン電力を地元茨城で使うことが夢である」と結ばれた。最近、洋上風力発電への関心が高まり、当地が東京駅からバスで90分という近さもあって、当社への見学者は従来の3倍に増えたという。鹿島のホテルの展望レストランから沖合いに回転する洋上風車を見ながら明るい未来を語り合いたいものである。

## ■茨城県における取組み事例：中小水力発電

近年、わが国の水力発電の開発の中心は、大規模水力から中小水力にシフトしており、3万kw以下の中小水力発電の開発余地が大きいと見られている。茨城県は県北部を除いて平野部が多く、栃木県や群馬県などと違って中小水力発電の開発余地は小さいと見られている。しかし、農業県として農業水路や自治体の上下水道処理施設を利用したマイクロ水力発電の可能性はあると見られる。ここでは、県内の中小水力発電量の98%を開発している東京発電（株）の水路式水力発電を紹介し、また、日立地区のものづくり中小企業である（株）茨城製作所の自社製品開発としてのマイクロ水力発電機開発の取組みについて取上げたい。

### （1）東京発電（株）の水路式水力発電と茨城県内での開発余地

東京発電（株）は、東京電力100%の子会社で、関東甲信越エリアに68ヶ所、18万kwの出力を持つ水力発電会社である（資本金25億円。従業員数255名）。1928年東京電燈の傍系会社・姫川電力として創立された。68ヶ所の発電所は、全て無人であり、群馬事業所

が全てを24時間3交代制で集中管理している。当社の発電量は18万kwと大型火力発電所1基にも満たず、東京電力全体の発電量の僅か0.04%にすぎないが、福島原発事故以来、再生可能エネルギーとして脚光を浴びるようになった。当社の発電所は明治時代や大正時代に作られたものも多く、償却済資産が相当ある。発電機や水車は定期的にメンテナンスを行うが、土木設備は一旦建設すれば半永久的なものとなる。当社の最古の発電所は、茨城県日立市にある中里発電所で、明治41年12月に運転開始したものである。

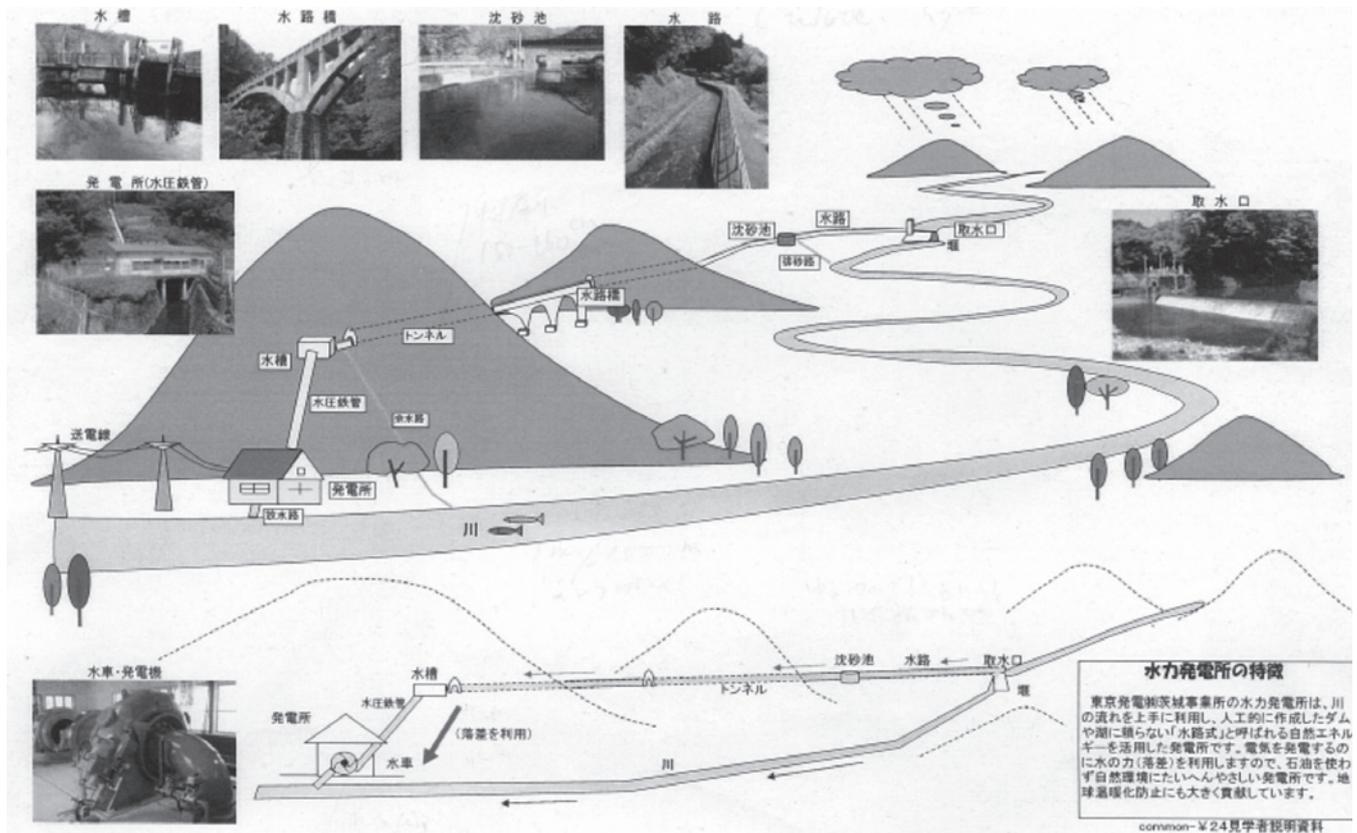
茨城県における水力発電事業は、表4のように、総出力の98%が当社の分である。茨城県は、山が少ない地域であり、水力発電の適地となる「有効落差」がある地域が少ない。水力発電の出力は、 $9.8 \times q \times h$  (水量)  $\times h$  (落差) で表される。「有効落差」が大きき利用可能性があるのは、県北地域に限られる。当社の発電所も、県北地域の太北川、花貫川、十王川、里川流域に立地している。当社の茨城県内の発電所は14ヶ所あり、合計最大出力は17,910kwである。

当社の水力発電の特徴は、図3のように、「水路式」とよばれるもので、川の流れを上手に利用し、人工的に作成したダムや湖に頼らないものである。取水口から取り込まれた水は、約2~3kmの水路を1,000分の1程度の緩やかな勾配で流れる。そして、水槽から水圧

鉄管を通じて落差を利用して発電所に流れ、水車を回して発電し、排水路より川に流される。水量は毎分5m<sup>3</sup>ぐらいだが、それより少なくなると出力が落ちる。逆に台風や大雨の時には土石が混じると機械が磨耗するので遠隔操作で水を止めてしまう。こうして作られた6,000VAの電力は、全て東京電力に販売される。送電系統は里川流域に5ヶ所あり、里美、日立にある変電所を経由する。

当社の石岡第1発電所は、明治44年に運転を開始したが、平成20年12月に国の重要文化財に指定された。近代化遺産の日には一般公開するが、見学者は年間500人程度いる。最近運転を開始した華川発電所（北茨城市）は、明治41年常磐興産が炭坑の電源用に作ったものだが、昭和46年に大雨で炭鉱が水没し閉山したのをきっかけに平成3年以降閉鎖されていた。平成21年、当社がそれら設備を北茨城市より譲り受け、平成23年に再稼働させた。さらに、現在、FITの適用を受けた新しい発電所の計画がある。中里発電所の下流に計画している町屋発電所（500kw程度）である。残念ながら、現在のところ、当社が開発してきたような中小水力発電は、茨城県ではほぼ開発し尽くされていると見られている。ただし、もう少し規模が小さな「マイクロ水力発電」に関しては、当社に対して市町村等からの問い合わせがあるといい、当社は本社でそうし

(図3) 水路式水力発電のしくみ



(資料) 東京発電 (株)

た計画の各種相談にも応じている。

## (2) (株) 茨城製作所のマイクロ水力発電機開発

(株) 茨城製作所(茨城県日立市、代表取締役社長・渡辺英俊氏)は、日立製作所工業協同組合加入している日立製作所の1次下請企業で



(株) 茨城製作所・渡辺英俊社長

あり、同社のモーターや発電機などを製造している。当社は、ものづくり企業の受難を乗り越えるべく、「サバイバル戦略」として、①価格競争が少ない製品への特化、②メンテナンス部門の強化、③自社製品の開発などを検討しているが、その一環として、モーター製造技術を応用して水力発電機の開発に取り組んでいる。

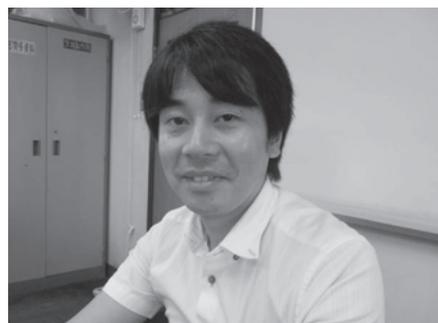
当社が開発中の「マイクロ水力発電機」は、円筒の中にプロペラを収めた形状で、落差が殆どないような平坦な土地の中低速の流水、小川のようなところに設置するものである。流水の運動エネルギーを、従来よりも飛躍的に効率よく回収できる画期的な構造を開発した(特許出願中)。円筒の形状やフィンのおおきさ等を工夫して円筒内部で流速が1.5倍になるようにした。水力エネルギーは、流速の3乗と羽根面積に比例するため、発電出力が約3~5倍に上がる。発電出力は、平均流速が1.2~2.0m/sの流れで約70~330wである。水深は43cm以上、水路幅は約1m以上が条件である。水車効率、80%を目指しており、それが達成されれば単位面積当たりの流水式水車効率では世界一となる。

当社のこの発電システムは、水車発電機、発電制御盤、可搬型補助バッテリーで構成される。特徴は、軽量コンパクト、工事不要であり、常務取締役兼経営戦



マイクロ水力発電機

略室長の菊池伯夫氏(理学博士)は「この発電機は、簡単に扱って人に優しい、工事不要でコストが安い、環境に優しい、従来なかったもので



(株) 茨城製作所・菊池伯夫常務

す。私たちの暮らしや社会を優しく変えてゆく、新しい水力発電機で、より多くの人に使っていただきたい。用途としては、地産地消の補助電源として、防災用途や地域住民の共同電源、キャンプ場などで使っていただきたい」と話されている。

本件の開発体制は、当社の菊池常務が中心となり、日立製作所出身の技術者と新入社員(茨城大学の社会人大学院生)の3人でこの新製品開発を担当している。また、本件開発は「産学官連携」の形をとり、茨城県や日立市からの助成を受け、水車開発は茨城大学工学部と連携、発電機は茨城県工業技術センターと共同研究するなど、ものづくり大県・茨城らしい取り組みとなっている。

実証実験を常陸大宮市、日立市などの他、本年8月には福島県只見町で行った。只見町では、水深53cm、流速1.6mの用水路で約2.6kwhの発電量が得られ、地域の人々の関心をひいた。今後、本年12



福島県只見町での実証実験の光景



実験の参加者と実験で得られた電力で廻る扇風機と電光表示板

月に幕張メッセで開催される「第7回再生可能エネルギー世界展示会」に出展予定であり、来春には商品化して販売予定である。再生可能エネルギーづくりは、ものづくりからも貢献できることを実証していただきたい。

## ■茨城県における取組み事例：木質バイオマス

バイオマスは、木質系、農業残渣系、家畜排泄物、下水汚泥、食品廃棄物など極めて多様であり、地域の未利用資源の利用が可能であって、かつ、エネルギーとして利用する場合には気体燃料（メタンガス）、液体燃料（バイオエタノール、バイオディーゼル等）、固体燃料（薪炭、チップ、木質ペレット）の3つの形態があり、それらの用途は発電のみならず熱利用や輸送燃料と全ての部門で利用される。さらに、肥料・飼料、工業原料などマテリアル利用も可能である。こうした中から本稿では、茨城県で利用実績が高く、今後の可能性も大きな木質バイオマスについて取上げ、国内最大級の木質バイオマス専焼発電所である神之池バイオエネルギー（株）と、ものづくり中小企業である伸栄工業（株）の木質ペレット関連機器開発販売への取組みを取上げたい。

### （1）神之池バイオエネルギー（株）：国内最大級の木質バイオマス専焼発電所

神之池バイオエネルギー（株）は、茨城県神栖市の中国木材（株）鹿島工場内にある中国木材（株）（本社：広島市）と三菱商事（株）の折半出資によるオンサイト発電事業会社（SPC）である（平成17年7月設立）。敷地内にある中国木材鹿島工場（製材・加工工場）で発生したオガ粉や樹皮（バーク）を燃料として活用し、化石燃料を使わずにクリーンな電力と蒸気を生産している。燃料は、主にベイマツ（米国産の松）を利用しているが、他の燃料利用も検討している。消



神之池バイオエネルギー・木質バイオマス発電所



中国木材（株）鹿島工場内部

費燃料量は、年間22万tで、発電出力は21,000kwである。木質系バイオマスの専焼発電設備としては、日本最大級のものである。電力は、中国木材・鹿島工場（年間約40,440MWh）で利用され、余剰電力（年間約85,000MWh）を電気事業者に販売している。また、発生した蒸気は、中国木材・鹿島工場（年間約16万t）と近隣の飼料コンビナート7社（年間約12万t）に供給・販売されている。

茨城県には、表4のとおり、大型のバイオマス発電施設が6ヶ所もあるが、本施設も北越紀州製紙（株）バイオマス発電設備（ひたちなか市、41,000kw）、（株）バイオパワー勝田・木質バイオマス発電所（ひたちなか市、4,800kw）と並んで、茨城県の次世代エネルギーパークに組み入れられており、巨大で地球に優しい施設の見学が可能である。

### （2）伸栄工業（株）の木質ペレット関連機器の開発・販売

伸栄工業（株）（茨城県かすみがうら市、代表取締役・大和幸生氏）は、1983年創業、高い技術力を持つ独立系の金属加工メーカーで、高



伸栄工業（株）大和幸生社長

圧ガス製品（LPガスボンベ等）、真空関連製品、製缶品などを製造してきた。また、内部が高精度に研磨されたクリーンな高圧ガスボンベを作る技術を発展させて半導体製造装置（チャンバー、炉）の部品製造も手がけている。しかし、わが国の製造業の国際競争上の変化は激しく、当社は「サバイバル戦略」として、自社製品の開発を心がけ、売上げの3割程度を自社製品にしようと志してきた。その一つが、森林バイオマス

エネルギーである「木質ペレット」の製造機と燃焼機（ストーブ、ボイラー）の製造販売への取組みである。現在、試作段階から製品化への移行期にあるが、この1年以内に本格販売ができる目処がたちつつある。また、大和社長は、茨城大学の小林久教授が主宰する「いばらき自然エネルギーネットワーク」の主力メンバーであり、コーディネーターに選任されている。さらに、大和社長は、木質ペレット推進協議会（WPPC）茨城支部支部長でもある。

そもそも、当社とバイオマス事業との係わりは、大和社長が12年前に霞ヶ浦の浄化の研究を行っていたことに始まる。3～4年間、国交省予算でケナフという植物を育てて水の浄化を行う実験を行っていた。その後、今から6～7年前に、テレビ朝日の「報道ステーション」で（株）さいかい産業（新潟市）の古川正司社長が出演し、木質バイオマスエネルギーについて熱く語っているのを見た。早速、テレビ朝日に電話して、古川社長を紹介してもらい、「ペレットストーブを作らせて欲しい」旨伝えた。こうして大和社長の日本の森林資源を守り、環境を守ることに関心が高まっていった。その後、古川社長と森林管理会社を共同経営したり、社団法人モア・トゥリーズ（坂本龍一代表）と森林づくりパートナーシップ基本協定を結び、ペレットで加温して作ったフラワーを商品化・ブランド化して日比谷花壇で販売したりと、ネットワークが拡大している。

大和社長に、森林エネルギー・木質バイオマスエネルギーへの思いを伺ってみた。「歴史的に人間の使うエネルギーは木であった。木は燃焼により二酸化炭素は出すが、もともと大気中の二酸化炭素を植物が光合成により固定したものであるため、実質的に大気中の二酸化炭素は増加しない「カーボンニュートラル」なものである。木質バイオマスは、環境に良く、空気をきれいにし、かつ、エネルギー源となり、さらに、雇用も生み出す再生可能エネルギーである。さらに、再生可能エネルギーの中で、水力も風力も太陽も人間が作れるものは一つもないが、木は唯一「人間が作れるエネルギー」である。そこで、木をエネルギーとして使いながら、日本の森を守り、日本の森を育てていきたいと考えている。貴行を含めて、地銀の社会貢献事業として日本の森を守る運動があるが、興味を持っている」と、まずは、全体的な思いを伺った。

次に、日本の森林資源を守るための具体的なお話を伺った。「日本の森林資源は世界第3位だが、手入れが悪く、資源が有効に利用されていない。切捨て間伐の量は、年間800万tあるが、使われているのは1%にすぎず、99%は山に置き去りにされている（写真）。使い道がないためであり、税金の無駄遣いになっている。

そこで、植林→下草刈り・間伐→間伐材利用（エネルギー利用）→植林という循環を形成する必要がある。再生可能エネルギーの中で唯一、人間が生産できる森林バイオマスエネルギーの利用・生産の意義は絶大である。日本の森林業は、もともと、薪や炭などを算出するエネルギー産業でもあったが、石油利用によって衰退してきた。他方、ヨーロッパでは森林エネルギーの利用が盛んである。たとえば、スウェーデンの1人当りの薪、チップ、ペレットなど森林エネルギーの利用は日本の1,000倍もある。日本は森を捨てて、中東の石油に全て依存してしまったわけで、資源を外部流出させた」と強調された。

大和社長は、再生可能エネルギーとして、特に、木質ペレットに注目している。そして、木質ペレット推進協議会（WPPC）に加入し、木質ペレット燃料の普及を通じて低炭素型循環社会をつくること、使われていない森林エネルギーを利用することで日本の森を育てることを目指している。同協議会の基本的な考え方は、石油輸入による油漬けの経済構造、「外産地消」（雇用減・住民減）から森林エネルギーの活用による「地産地消」をめざし、雇用の創出と住民定着を目指すことである。さらに、森林保全による二酸化炭素排出削減



(写真) 伸栄工業(株) 放置された間伐材



(資料) 伸栄工業(株)

減により削減された二酸化炭素クレジットを「カーボンオフセット」に取組む環境先進企業に売ることによって、「地産外消」へと発展させ、地域活性化をはかることができるという。わが国の木質ペレット利用は年間6~8万トンであるが、海外から低価格製品の輸入もしており、一部は電力会社の火力発電所で助燃材としても使われている。木質ペレットは、薪の3分の1の嵩だが、熱エネルギーは2倍ある（kg当たり4,300~5,000kcal、価格もkg当たり50~55円程度）。木質ペレットは、ガス化燃焼と固体燃焼（炭）の2つの燃焼形態があるため効率的で、さらに、ペレットの高効率燃焼器をつくれれば、石油が1ℓ 90円に対して、ペレットはカロリー対比で15%程度安くなるという。「従来、わが国は、輸入の燃焼機を使っていたが、欧州製品は効率が悪いので日本に合った燃焼機を開発すべきである。ペレット燃焼機メーカーは、日本に15社程度あるが、市場規模が小さいので、大手企業は参入しないだろう。そこで、当社も、自社製品開発の一環として取組むことにした」とのことである。

当社が開発・製造・販売に取組んでいる「木質ペレット関連製品」は、表6の通りである。当社の自社開発製品は、木質ペレット製造機と木質ペレット燃焼機「エコマスター」（木質ペレット使用のボイラー）である。また、家庭用給湯器は、提携先である新潟のさいかい産業と共同開発をしており、家庭用小型ペレットストーブは同社製のもを販売している。そして、当社は、木質バイオマスエネルギー利用に関して、①森林整備、②燃料プラント（木質ペレット製造機）の設計・製造・据付・製造指導、③燃焼機器（ボイラー、給湯器、ペレットストーブ）の製造・販売までを一貫して行う企業を目指している。

わが国にペレット製造工場は80社あるという。ドイツ製のペレット製造機は効率が悪く、ペレット100kg作るのに10kwもの電気エネルギーを使い、ペレット製造原価は28円/kgになってしまう。当社が開発したペレット製造機は、ペレット化する際のミルの歯車の

(表6) 当社が開発製造販売中の「木質ペレット関連製品」

	試作段階	製品化
ペレット製造機		販売中
大型ボイラー (工場用・業務用・農業用)	当社製試作機「エコマスター」を何機か販売	コストダウンをはかり本格的製品化。地域にメンテナンス、販売代理店を確保の要あり
家庭用給湯器	「エコキュート」代替品をさいかい産業（新潟）と共同開発中	平成25年4月に100台販売予定
家庭用小型ペレットストーブ		さいかい産業（新潟）が製造したものを当社が販売中



伸栄工業製・農業用ペレットヒーター「エコマスター」

構造が特殊であり、効率的に製造できて、電気代もドイツ製の5分の1であるとのことである。また、当社は、移動式のペレット製造機も開発している。倉庫や工場等の原料発生源にそれを持って行ってペレットを製造できるようにすれば、原料の移送コストが低減される。「全国には廃校が3,000程度あるようだが、そこをペレット工場にして間伐材をペレット化すれば山間地の振興にも寄与する」と、大和社長の思いは膨らむ。さらに、当社はペレットそのものの研究もしており、当社の半導体製造装置製造技術を応用して無煙のペレット（無煙化）にも取組んでいる。

大型ペレットボイラー（工場用・業務用・農業用）は、試作機を何機か作り、「エコマスター」として販売している。「当社は、東日本大震災直後に、当社の試作機を宮城県の南三陸町に無償で提供した。避難所の暖房や入浴サービスに貢献した。石油は運送に危険が伴い、かつ、供給面での制約も発生したが、ペレットは宮城県で製造していたため入手が容易であり、かつ、全国からも集められた。大規模集中型エネルギー供給システムは、災害による供給中断リスクが大きい。木質ペレットエネルギーのように、小規模分散型は、供給不安が少なく、災害時の立ち直りも早いことを思い知った」と木質ペレットの意義の一つを語られた。現在、当社の木質ペレット製品の茨城県での設置例は、鉾田商工会議所・ペレットストーブ、阿字ヶ浦の温泉施設「のぞみ」・30万klペレットボイラー、社会福祉法人明岳会「ピツ天神」（狩野岳也代表）・小型ボイラー、石岡のブルーベリー農家・農業用温風暖房機などがある。地方自治体向けの防災対策用の他、全国有数の農業県である茨城県では農業分野でのペレット燃焼機の普及が期待される。当社の「エコマスター」を3年利用した農家の事例では、従来廃棄物扱いだったもみガラや剪定枝をペレットと混焼し、ペレットの消費自体を4分の1に減少させ、効率化を図ったという。その他、東京の豆腐屋ではおからを産業廃棄物から乾

燥・固形化して燃える燃料に変えた。関西では、竹の使い道がなく問題化していたが、当社の大型ボイラーを利用して燠炭を製造している。工場の廃パレットや梱包くずなどの産業廃棄物も使用できそうだ。木質パレット燃焼機器は、用途が広そうだ。

最後に、大和社長の再生可能エネルギーに関する考えと今後の課題を伺った。「7月から始まったFITでは、バイオマスエネルギーの内、固形燃料燃焼（リサイクル木材）の調達価格は税込み13.65円/kwh、20年となっている。しかし、これはあくまで発電に対する補助であり、熱に対する補助はない。エネルギー利用の7割は電気ではなく、熱利用であることを考えれば、国の政策はまだ不十分である。ドイツのようにエネルギーの高効率利用の考え方をとって、熱を含めて幅広く補助制度などを展開すれば、いずれ原発は不要となろう。将来、コストダウンのための技術革新が必要だが、木質パレットによる家庭用の小型コージェネレーションも実用化され、200℃の廃棄熱エネルギーから発電することも可能となろう。当社も、廃熱を極力出さない効率的な燃焼機の開発を行っている。そのために、産学連携や民民連携も進めたい。また、木質バイオマスエネルギー利用の普及には自治体首長のリーダーシップに負うところも大きい。防災対策での利用に加え、公営事業の中でも利用機会がある。たとえば、森林・公園管理で出てくる廃木材2,000㎥から300tのペレットがとれる。kg当たり50円として、年間1,500万円の収入源になる。当社の事業について展望すれば、当社の再生可能エネルギー関連の事業は、現在、まだ売上げの1割にも至っていないが、将来的には3割以上にしたい。今後、再生可能エネルギーの意義が広く認められ、市民の意識も高まってゆけば、何十万台オーダーのペレットストーブ需要が生じ、ブレイクする可能性は十分ある。ペレットストーブや大型ボイラー（工場、公共施設、農業用）を拡販し、ペレット燃料需要を拡大していくことが、ひいては日本の森を守ることにつながる。ペレットストーブ100台で月100トンのペレットを使うが、そこから森林産業の雇用が生まれ、製造企業の雇用が生まれ、地域内で所得が循環し、地域循環型経済が作れる。さらに、CO2取引、地域通貨への発展等も考えられよう」と、大和社長の地域エネルギー経済論は、尽きるところを知らなかった。

## ■茨城県における取組み事例：藻類バイオマス

バイオマスエネルギーの開発の中で、将来的にわが国の石油や石炭の輸入全量に匹敵するようなボリュームを国産化できるようなインパクトのある研究が筑波

大学で進められている。それは、「つくば国際総合戦略特区」の4大先導的プロジェクトの一つにも選定されている。筑波大学生命環境系教授・渡邊信先生に近況を伺ってみた。

再生可能エネルギーとしての微細藻類バイオマスエネルギーの可能性は絶大である。渡邊教授によれば、国際エネルギー機

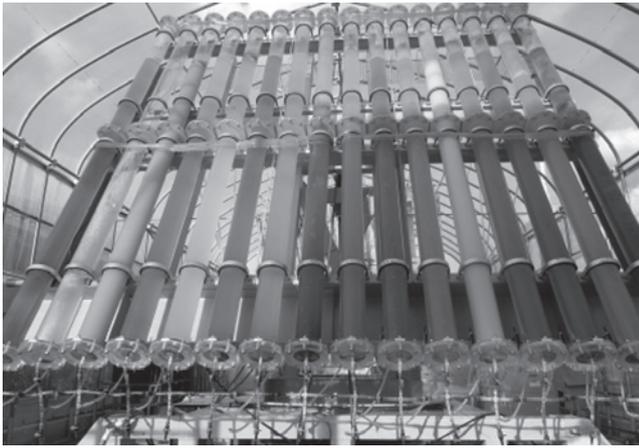


筑波大学生命環境系教授・渡邊信先生

関（IEA）のオイル供給予測にもとづき、藻類バイオマスエネルギーを、1リットル130円として、1ha当たり年間100tのオイルがとれると仮定して供給量を算定すれば、2050年頃に、藻類バイオマス油の供給が原油を超えるという見通しになるそうだ。

筑波大学で研究開発を進めている微細藻類は、淡水に生息し光合成を行うボトリオコッカスと、海水に生息し光合成をしない従属栄養生物のオーランチオキトリウムである。ボトリオコッカスやオーランチオキトリウムからは、トウモロコシの235～700倍、大豆の94～280倍ものオイルがとれる。その性状は、「重質油だがB重油か軽油に近く、さらさらしており、C重油のように発電所で燃焼するのはもったいない。運輸用の燃料（船舶や自動車）がよいだろう。もちろん精製すれば灯油やガソリンもとれる」（渡邊教授談）ということである。また、「オーランチオキトリウムには、スクアレンを良く作るものと、DHAを良く作るものの2種類ある。この内、DHAについては、アメリカのベンチャー・ソラザイム社が商業化している。75㎥のタンクで生産。エネルギー省が25億円を投資。燃料、化成品としては1ℓ＝1ドル、栄養品や化粧品としてはかなり高く売られており、全体として採算が取れている。同社は上場しており、株価も他のバイオマス事業が低迷している中で、うなぎのぼりである」（渡邊教授）とのことである。他方のスクアレンも利用価値があり、化粧品として高いブランド品が作れるようになる。

そして、筑波大学のチームの計画では、室内試験プラント（10ℓ培養、30ℓ培養、300ℓ培養）、実証プラント（チューブリアクター0.5t、パイプリアクター2t、プール利用100～1,000t）、野外大規模培養システムと順にスケールアップし、2020年までに実規模プラントで実証、2030年までに実用化を目指している。その際の収量が、1ha当たり年間1,000tを実現できれ



筑波大藻類・エネルギーシステム研究拠点の培養施設

ば、わが国の耕作放棄地と休耕田（約62万ha）の半分を利用することで、わが国の年間の石油・石炭輸入量（石油2.2億t、石炭1.15億t）を賄うことができるという。

筑波大学の藻類バイオマス実用化プロジェクトの現況は、「つくば国際戦略総合特区」のプロジェクトに認定され、内閣府から文科省を通じた予算で藻類大量生産実証実験農地をつくり、農水省予算で実証実験を開始する予定である。温室内で2トン規模の培養実験、プールを利用した実証実験等を行い、今年度中に、「特区」指定を踏まえて、つくば市内の水田2haを借り、実用化事業に取り組む。また、東日本大震災復興プロジェクトの一環として、筑波大学、東北大学、仙台市で協定を結び、仙台市南蒲生の下水道で汚水を利用した藻類バイオマス生産技術を開発する。これは、文科省の予算を使った小規模のパイロットプラント実験であり、将来スケールアップしていく予定である。

プロジェクト分担体制は、筑波大学は藻類生産技術開発を中心に、東北大は生産された藻類の濃縮・収穫、オイルの抽出・精製技術開発を中心にしている。また、筑波大学発ベンチャーとして、(株)新産業創造研究所（筑波大学産学リエゾン共同研究センター内）が設立されており、そこが産業界への技術移転やコンサルタントなどの事業を展開する。本プロジェクトへの参

加を、藻類産業創成コンソーシアム（地方自治体や大手企業など会員が83以上参加し、情報交換、政府への提言などを行っている組織）に呼びかけている。「つくば国際総合戦略特区」の藻類バイオマス実用化プロジェクトを新産業・新事業の創出につなげていくために、茨城県、つくば市、筑波大学が全面的に支援を行っている。

事業化を促進するためには、予算の集中投下が必要と思われる。海外では、アメリカが藻類の基礎研究をロスアラモスで20～30年がかりで行う体制をつくり、同時に、藻類産業の創出と発展のため1,000億円以上の投資を行っている。フランスは産学連携で10年間で200億円、韓国は9年間で150億円の規模である。日本は、1テーマにつき50～200百万円で、20～30のプロジェクトにばら撒いているようだ。なお、本プロジェクトは、つくば国際総合戦略特区で実施される藻類エネルギー実用化プロジェクトでは、海外との連携も重要になる。東南アジアの人材を筑波で養成し、気候条件のよいアジアで農業的な生産を行うような構想も出てこよう。

### ■日立製作所グループの再生可能エネルギー開発への取組み

茨城県のものづくりにおいて、日立地区を発祥の地とする日立製作所グループの存在は極めて大きい。再生可能エネルギー分野における同社グループの戦略について、同社ブランド・コミュニケーション本部・広報・IR部の紺野篤志部長代理から伺った話を、以下まとめておこう。

日立製作所グループは、再生可能エネルギーに従来から注力してきたが、今後一層取組みを強化していく方針である。それぞれのエネルギー別に取り組み状況をあげると、風力では本年7月に富士電機（スバル）の風車部門を吸収した。福島県沖合いの洋上風力国家プロジェクトでは、グリッド・送電線側の技術で参加している。陸上風力システムは、現在2MW級を開発している。洋上風力システムは、5MW級のシステムを



(写真) 日立製作所提供 東京電力扇島メガソーラー



(写真) 日立製作所提供 東京電力扇島メガソーラー

開発中で、2014年実証実験、2015年販売開始を目指している。茨城県の洋上風力発電計画にも関わっているが、茨城県の洋上風力は今後、注目されよう。福島や茨城の海岸線は、高圧送電線があるので、大型の風力発電が進めやすい面もあろう。水力では、三菱グループと三菱日立水力という会社を持っている。太陽光では、かつて、両面受光型の太陽光パネルを製造していたが現在は製造していない。当社はシステムインテグレーターとして、太陽光発電に参画している。扇島の東京電力のメガソーラーがその例である(写真)。パワーコンディショナーについては、内製している。中小水力や地熱やバイオマスなどの発電は、タービンや発電機などのシステム構成機材面で当社のビジネスチャンスが広がる。燃料電池は、スマートグリッドにつないでバランスをとるために必要となるが、日立研究所で研究開発が進められている。系統=グリッドや流通システムでは、蓄電池と組み合わせたシステムやスマートグリッドの開発を行っている。蓄電池は、車載用は、日立オートモティブシステムズが、産業用のリチウムイオン電池と鉛蓄電池は日立化成の子会社となる新神戸電機が担当している。

再生可能エネルギーの研究開発は、日立研究所が材料開発や発電システム開発を行っている。それら機器の生産を担当する事業所は、電力システム社の日立事業所、大みか事業所、国分事業所の3事業所が中心である。再生可能エネルギーは、発電側も不安定になるので、需要と供給をマッチングさせるのが従来よりも難しくなる。そのため需要予測により系統制御をしつかりすること、電気を貯めること等が重要となってこよう。そして、電力の品質をどこまで保つのか、バックアップ電源として何を使うのか、停電対策として誰がどの程度負担するのか、総量の議論に加えて技術的な議論も必要となるのではなかろうか。

茨城県の下請中小企業からの再生可能エネルギー関連機器部材調達の可能性については、他の部材同様、

茨城県内に集積した協力会社は、大事なパートナーであり、グローバル化、海外調達が増える中でも位置付けは変わらない。職人のものづくりなど、海外に行っても、茨城の技術なしでは成り立たないものもあるということである。

日立製作所グループの茨城県内における再生可能エネルギープロジェクトや具体的な取組み事例としては、大みか工場が、電力ネットワークの制御部門の担当工場であり、まず、自工場で最先端の実証実験をしている。電力の使用状況を「見える化」し、省エネ、節電に努めてピークカットに貢献している。こうしたシステムは、日立全社が取組んでおり、契約電力に対する利用状況が一人ひとりのパソコンで見えるようになっており、オーバーしそうになるとアラームが鳴るなど、「電気予報」ともいべきシステムができています。大みか工場は、工場の中をひとつの町に見立てた実験を行っているが、これは、当社が日立市の「スマート工業都市」などの未来都市、スマートコミュニティ形成に向けた実験でもあり、今後、これを拡張していくことになろう。スマートグリッドを構成する制御コンピューターは大みか工場、変電設備は国分工場、スマートメーターは大崎電気からの購入で、全体のシステムが構成される。スマートグリッドで大事な需要予測は、アルゴリズムの開発は日立研究所で、その商品・システム化は大みか工場

が担当する。ひたちなか地区のベンチャー企業の中にも、制御部門を構成するコンピュータソフトの開発を行う協力会社が多数あると思う。電力の需要予測は、当社、電力、エンドユーザーが協力連携し、データを分析して作成している。スマートシティーのプロジェクトは、ハワイの離島で行っているが、国内では柏の葉、北九州、山口等でも関わっている。



(写真) 日立製作所提供  
(株)ウィンド・パワー・いばらき  
かみす洋上風力発電所

## ■むすびにかえて

以上、茨城県を中心とした再生可能エネルギー利用拡大に向けた取組みについて、いくつかの事例を中心

に紹介してきたが、茨城県が再生可能エネルギーの全国モデルとなりうる可能性を感じ取っていただけたであろうか。

最後に、再生可能エネルギー利用拡大を図るためのいくつかの提案を示してむすびにかえたい。

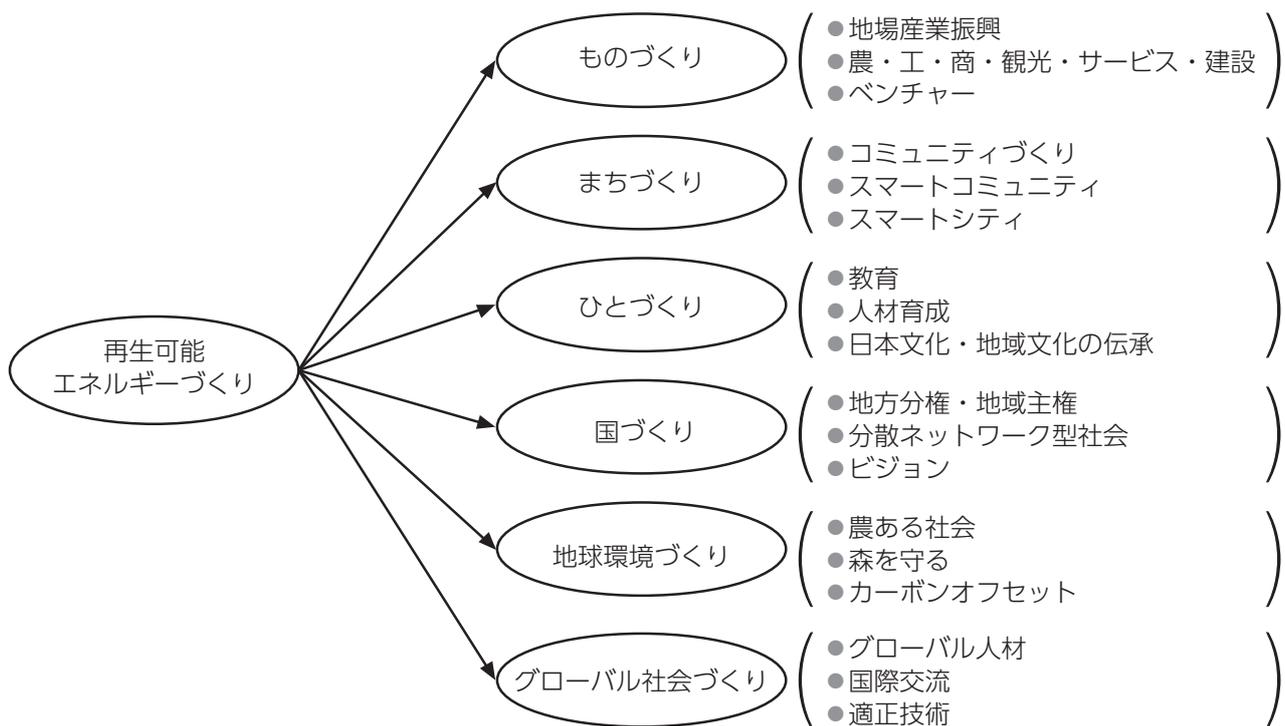
第1は、様々な地域で、様々な主体による、様々なエネルギー創造を拡げてゆくことである。エネルギーを国と電力会社に任せてしまうのではなく、都道府県、市町村、協同組合、NPO、町内会、企業、家庭、個人がエネルギー創造活動に参加することが重要であろう。そうした地域(エネルギー)経営に必要な人材には、①Vision (構想・理想)、②Passion (情熱・タフネススキル)、③Decision (決断・組織力・マルチスキル)、④Action (行動力・グローバルスキル)が必要であることは(下平尾勲)、本稿で取上げたいいくつかの取組み事例からも明らかである。

第2は、再生可能エネルギーづくりは、長期的な取組みであり、微細な量を積み上げて大きくしていくような地味な活動であり、ややもすれば挫折しがちになるし、諦められやすい。ところが、図4で示したように、再生可能エネルギーづくりは、①ものづくり、②まちづくり、③ひとづくり、④国づくり、⑤地球環境づくり、⑥グローバル社会づくりと、非常に多くのことと係わり合いを持ち、そうした事柄に波及する大事なことであることを再認識すべきである。

第3は、こうした大事なことを進めていくにあたって、いくつかの地域に「モデルランド」のようなもの

があればよいと思われる。英国ウェールズ西端のマキンレス (Machynlleth) という町の郊外(丘陵地帯)にCAT (The Centre for Alternative Technology) というテーマパークがある。そこは、ロンドンからバスで5時間もかかる辺鄙な場所である。1974年に民間の慈善団体によって設立され、エンジニア、建築技師、生物学者ら20人のスタッフがエネルギーと食糧を自給自足しながら生活し、実験と展示・教育と情報発信をしていた。石油危機後の1980年ごろには、わが国をはじめとして世界中からこの田舎の施設に見学者が出向いたものである(日本長期信用銀行調査部「調査月報」No.181参照)。それから40年近く経った現在もこのCATは健在であり(常勤スタッフ約100名)、再生可能エネルギーや省エネルギーのテーマパークとして施設や機器を展示し、調査・研究、出版、教育(初等・高等・一般向け)・研修、訪問者への情報提供など広範な活動をしており、コンサルタントとして産業界とも交流しているようだ。そして、ウェブで世界中に情報も発信している。さらに、CATから派生し独立した企業やCAT出身者が始めたグリーンビジネス等が地域社会や地域外に大きな影響を及ぼしているようだ。茨城県には、既述のように、県内全域に点在する「茨城県次世代エネルギーパーク」が存在し、見学や啓蒙に貢献している。ただ、今後、再生可能エネルギーをリードする県として、県内にCATのような「エネルギーモデルランド」があればどうか。地方自治体や大学・研究機関や地元の協同組合や市民団体や企業

(図4) 再生可能エネルギーを軸にした「ひと・まち・ものづくり」



など、多くの事業主体が協力し、太陽光、太陽熱、地中熱、小型風車、マイクロ水車、木質バイオマス、家畜糞尿などの廃棄物など多くの再生可能エネルギーから所内のエネルギーをつくり、実証と展示をする。所内には、何棟かの再生可能エネルギーで自給している省エネルギーハウスがある。エネルギー関連機器の展示場があり、茨城県のものづくり地場産業が開発した様々な再生可能エネルギーの利用機器が並んでいる。レストランでは、茨城産の食材で作られた「うまいもん」が提供され、ショップでは、茨城の特産品が沢山並んでいる他、家庭で自給自足できるエネルギーや食糧生産のノウハウ本やわかりやすく書かれた再生可能エネルギーのハンドブックやパンフレット等も並べられている。セミナールームでは、本稿で紹介したような茨城の賢人たちが「創エネルギー学」や「省エネ

ギー学」について一席講じている。時には、外国人相手に同時通訳付きの説明もなされている。いかがだろうか。

今から40年後の「2050年」、日本の、世界のエネルギーは、社会はどうなっているだろうか。わが国のエネルギー供給は、「つなぎエネルギー」としての「天然ガス・LNG」の時代がすぎて、「再生可能エネルギー・自然エネルギー」へのシフトが相当進んでいるだろうか。はたまた、技術革新によって「水素エネルギー」など次世代エネルギーの萌芽が見られるのだろうか。そして、「Fukushima」は、どうなっているのだろうか。

(熊坂敏彦)

#### (参考文献)

- ・熊坂敏彦「ローカル・エネルギー・システム開発の現状と課題」日本長期信用銀行調査部「調査月報」No.181 (1981)
- ・熊坂敏彦「ローカルエネルギーシステム再考」筑波銀行「調査情報」No.26 (2010)
- ・熊坂敏彦「つくば発グリーンイノベーション—微細藻類エネルギー革命—」筑波銀行「調査情報」No.31 (2011)
- ・澤山弘「躍動する環境ビジネス—地球温暖化対策の新展開—」金融財政事情研究会 (2012)
- ・倉阪秀史編「地域主導のエネルギー革命」本の泉社 (2012)
- ・飯田哲也「エネルギー進化論—「第4の革命」が日本を変える—」筑摩書房 (2011)
- ・植田和弘・梶山恵司編「国民のためのエネルギー原論」日本経済新聞出版社 (2011)
- ・北澤宏一「日本は再生可能エネルギー大国になりうるか」ディスカヴァー・トゥエンティワン (2012)
- ・本間琢也・牛山泉・梶川武信「再生可能エネルギーのキホン」ソフトバンククリエイティブ (2012)
- ・化学工業会緊急提言委員会編「ゼロから見直すエネルギー」丸善出版 (2012)
- ・刑部真弘「エネルギーのはなし」朝倉書店 (2011)
- ・伊藤義康「分散型エネルギー入門 電力の地産地消と再生可能エネルギーの活用」講談社 (2012)
- ・熊谷徹「脱原発を決めたドイツの挑戦—再生可能エネルギー大国への道—」角川マガジズ (2012)
- ・協阪紀行「欧州のエネルギーシフト」岩波書店 (2012)
- ・梶山恵司「再生可能エネルギー拡大の課題—FITを中心とした日独比較分析—」富士通総研経済研究所 研究レポートNo.396 (2012)
- ・三浦秀一・古川正司「エネルギーはそこにある。木質ペレットの地産地消が、地方経済をまわす」木質ペレット推進協議会 (2011)
- ・横村久子「イギリスのCAT (代替技術研究所) とコミュニティの持続的開発」京都女子大学現代社会学部「現代社会研究」(2006)
- ・十名直喜「ひと・まち・ものづくりの経済学—現代産業論の新地平—」法律文化社 (2012)
- ・下平尾勲「地元学のすすめ」新評論 (2006)

【インタビュー】

## 「産業の中に文化ありー日本一の牛乳工場を目指して」

トモエ乳業株式会社 代表取締役社長 中田俊男 氏



中田俊男社長



当社本社工場の全景

御社は、昭和16年（1941）に設立され、茨城県古河市に本社を置かれて北関東を地盤とする乳業メーカーで、牛乳工場の単独のプラントとしては日本のトップクラスと伺っております。今までの事業の経過としては、学校給食牛乳の製造販売や家庭配達から始まり、冷蔵移動販売車での直送販売、その後大手のスーパー等のPB商品製造へと販路・業容を拡大し、さらにヨーグルト、プリン、ジュース、カップ飲料など製品も多様化されてきました。平成10年（1998）厚生省より総合衛生管理製造過程（HACCP）の承認工場に認定され、平成19年（2007）にはISO9001（品質管理及び品質保証のための国際規格）認証も取得されました。まず、御社の社名「トモエ」に込められた意味をお教えてください。

ビルマ語で「セツチャー」という言葉があるが、日本語の「説教」と同義である。「宇宙に向かって無限に導く」というような意味がある。また、ミャンマーに生息する「セツチャー」という木（日本流には巴の木）があり、その花は当社・トモエ乳業のマークと似ている。その木をミャンマーから持ち帰り、本社内に鉢植えにしてあるが、一年中その花が咲いている。奇しくも佐賀県の吉野ヶ里遺跡出土の巴形銅器にも全く同じ花が描かれている。トモエ乳業が生産者（酪農家）、処理メーカー（トモエ乳業）、販売者（販売店・小売業者等）が生・処・販三位一体となり、無限に成長し

ていく事をイメージしている。

中田社長は、世界各国を巡られ、各地の風土や文化に造詣が深くていらっしゃるようですが、ご事業との関係はいかがですか？

今までに100～150カ国を訪問したと思う。発展途国に行ったときには、手造りの乳製品の原点を見て、それを改良して商品化の参考にした。先進国に行ったときには、完成品を分析して、商品開発の参考にした。海外に行くのは、あくまで「仕事」「勉強」であり、そのついでに好きな「歴史」を学ぶために名所旧跡めぐりもした。トルコの Cappadocia にもユネスコの世界遺産指定の前に行ったが、感動した。パラオにも何



セツチャー（巴）の木と花

度も出向いたが、これは、茨城県・水戸の連隊がパラオで全滅したことが訪問のきっかけであった。その中に古河市出身の堀江義孝という陸軍参謀がいたが、陣地づくりの天才といわれた人で、後にアメリカ人がその能力を評価して「Fighting Spirit」という本で紹介している。

当社の経営理念は、「産業の中に文化あり」だが、当社の本社工場にある日本唯一の「牛乳博物館」に端的にそれが表わされている。私が50数年間、世界各国を廻って収集したコレクションを紹介するために、平成6年（1994）、本社の1階に150㎡の展示室を設けた。現在では約500㎡に増床し、酪農文化（酪農を発展させた世界各国の人間の知恵とその歴史）や牛乳文化（バラエティに富む乳製品の手作りの技とその歴史と文化）を広く紹介するために、酪農乳業に関する器具、書物など約6,000点を所蔵している。企業や産業には文化がなければ単なる金儲けに終わってしまう。これは、企業の社会貢献の一つでもある。

江戸末期のものといわれる日本最初の牛乳瓶を始めとした牛乳瓶の変遷、牛乳の製造機器、世界の歴史的なバターチャーンなど、珍しく、懐かしい資料が数多くあって、とても興味深く拝見して参りました。

私が収集した牛乳瓶は、小学館の「もののはじまり館」という図鑑の「ガラス」の項目に掲載されており、全国の小学校の図書館に配置されている。江戸時代には牛乳は薬用であったようで、牛乳ビンも薬ビンのように小さかった。また、正倉院には、茨城から牛乳を納めたというビンが残っている。当時、茨城県は砂糖大根の産地であり、牛乳にそれを入れて煮詰めてコンデンスミルクのようにし、腐らないように加工して献上していたようだ。この時の製品が「蘇」といわれ、それが大変美味しく「醍醐味」の語源とも言われている。



牛乳博物館の内部

ところで、もうひとつの経営理念である、「医食同源」についてはどのようなお考えですか。

牛が昔も今も人の暮らしに密接に関わる大切な動物であり、そこから作り出される乳製品は、私たちが健康を維持するために不可欠な栄養素がバランスよく含まれ「カルシウム」も充分補給され、「医食同源」という言葉のごとく、これからも健康の源をお届けしたいと思っている。私の息子は医学部を出て、東京女子医大救命救急センターの勤務を含む17年間、医師として研鑽を積んだ。3年前に、私のこの「医食同源」の志を理解して、当社の副社長として入社してくれた。

ご本業である牛乳・乳製品市場は、長期的に見て、需要の減少、輸入品との競合、TPP参加による海外との競合の加速化懸念など大きな問題を抱えています。御社は乳業メーカーの中でどのような位置付けで、どこに強みがおありでしょうか。

乳業メーカーは、大手数社の「在京乳業」（本社が東京にあるメーカー）、当社を含む50社程度の「中堅乳業」、家内工業的な企業や観光牧場などの「小規模乳業」の3業態に分けられる。かつて、茨城県には123社の乳業メーカーがあったが、今は5社に淘汰されてしまった。「在京乳業」を「メガバンク」にたとえれば、当社は「地方銀行」にたとえられよう。当社の強みは、大手とは違って、小回りがきくことであり、きめ細かな経営をしていることである。特に、大手が失敗につながった品質管理面には万全の配慮をしている。トップの目が届く体制をつくり、決して油断しないように気をつけている。品質管理面は、工場の設備面もさることながら、人材面でも優秀な人材を配置している。なお、当社は、牛乳の売上げが全体の4割を占め、その他、ヨーグルト、プリン、ゼリー、ジュース、お茶等を製造販売しているが、メインの牛乳については、自社ブランドが5割、大手スーパー約20社向けのPB商品が4割、学校給食とその他が1割といった構成になっている。



工場内の品質管理室の一部

人材育成はどのようにされておられるのでしょうか。

当社では農業系、機械系、電気系など理系の大卒者や大学院卒者を毎年30名程度採用している。最近の競争率は10倍程度で、優秀な人材が採れている。品質検査や衛生管理面で女性を含めた現場の力を大切にしている。商品開発等を目的に、若い人を海外に出張させることもある。管理職とトップとのコミュニケーションも大事にしており、こまめに打合せや懇親会を実施している。ノコミュニケーションも大事であると思っている。

現在、工場の北側の隣接地に第2工場を建設されておられますが、来年6月に完成すると1工場の生産能力としては日本一の規模になると伺っております。投資の目的や効果はいかがですか。

現在建設工事中の第2工場は、地上4階建て、延べ床面積16千㎡、投資額約80億円で、コーヒー飲料や果汁飲料の製造を既存工場から移管し、スーパーやコンビニの大口注文に対応する。そして、牛乳生産の量を拡大するとともに、同時に少量多品種の生産に機動的に対応できる小回りのきく拠点としたい。また、冷蔵庫を新築工場に一本化し、自動化・大型化することにより、コストダウンを図る。さらに、防災対策も従来以上に強化する。この工場が完成した暁には一工場当り日本一の規模となる。

御社の将来ビジョンはいかがですか。

当社は、茨城県古河市という茨城県最西部にあるが、ここは茨城・栃木・埼玉・群馬の県境にあって「関東のど真ん中」にあり、日本最大の関東市場の真中に位置しているわけで、経済的立地条件に恵まれている。当社は、原料調達に茨城県の農家から50%（他に岩手県、北海道、栃木県など）、販売は茨城県が1割であり関東一円をマーケットにしている。したがって、橋本県知事にも申し上げているが、当社は茨城県の企業と



建設工事中の第2工場



つくば航空（株）のヘリコプター

して県内でも屈指の「外貨獲得企業」といえる。今後、日本の消費構造を見るに、関東、東海、近畿が主要市場であり、顧客であるスーパーのニーズに応えるためには関西地区にも工場がもてればよいと思っている。

御社は事業の多角化の中で、ヘリコプター部門の「つくば航空株式会社」をお持ちですが、これは社長の戦略の中でどのように位置付けられるのでしょうか。

従来、茨城県は新幹線や高速道路と縁が薄かったので、迅速な移動は「空」がよいと思っていた。私は、原乳の生産者である北海道の牧場に行くときにはヘリコプターを利用している。また、筑波は、日本屈指の頭脳の集積地であり、今後、日本が「頭脳立国」を目指すうえで筑波がますます重要になると思っている。そこで、筑波に集積した頭脳をヘリコプターで効率的に移動させることにも事業の意義を見出している。例えば、原子力の研究者や技術者は、今大変注目されているが、ヘリコプターを利用すれば筑波を中心に、東海、福島、東京と1日に数箇所を移動しながら効率的に仕事をする事ができよう。また、震災発生時の非常用移動手段としても成果を挙げている。

それは大変未来志向の事業プランですね。バブルの頃に、日本の代表的なベンチャー企業の経営者がヘリコプターを移動手段に使いながら、全国を飛び回って事業を展開されておられましたが、今後、筑波のベンチャー企業の企業家が時間・コストをセーブしながら積極的に事業を展開するために御社のヘリコプターを活用し、筑波のベンチャーが一段と発展すればいいですね。

お伺いしたいことが沢山ありますが、今日はこの辺で失礼いたします。長時間ありがとうございました。茨城県の産業、文化の発展のために、ますますご尽力なされますよう祈念いたします。

(平成24年8月9日)

聞き手・文責：

筑波銀行総合企画部経済調査室長 熊坂敏彦

ご参考

「産業レポート」のバックナンバー

調査情報誌	産業レポート
関東つくば銀行 調査情報 2009年10月号 No.24	茨城県における「農商工連携」の可能性について 和郷園にみる革新的農業経営
関東つくば銀行 調査情報 2010年1月号 No.25	茨城マグネシウムプロジェクトの成果と今後の課題 新たな地場産業の生成：ひたちなか地区のほしいも産業
筑波銀行 調査情報 2010年4月号 No.26	茨城らしい観光振興への取組み —笠間市の地域密着型ニューツーリズム— ローカルエネルギーシステム再考
筑波銀行 調査情報 2010年6月号 No.27	つくば発ベンチャー企業の現状と課題 茨城県内の元気な商店街とその成功要因 —つくば市北条商店街と常陸太田市鯨ヶ丘商店街の事例—
筑波銀行 調査情報 2010年9月号 No.28	茨城県の石材地場産業の現状と課題 山形カロツェリア研究会にみる地場産業産地の革新
筑波銀行 調査情報 2011年1月号 No.29	関東二大陶磁器産地の特性比較 —笠間焼産地と益子焼産地— 茨城県内企業の中国進出の現状と課題 —上海進出企業向けアンケート調査を中心に—
筑波銀行 調査情報 2011年3月号 No.30	結城紬産地の現状と課題
筑波銀行 調査情報 2011年7月号 No.31	東日本大震災の特徴と復興に向けて —茨城県との係りを中心に— つくば発グリーンイノベーション —微細藻類エネルギー革命—
筑波銀行 調査情報 2011年10月号 No.32	茨城農業の特徴と革新への取組
筑波銀行 調査情報 2012年1月号 No.33	茨城・栃木における地域ブランド力向上に向けた取組み
筑波銀行 調査情報 2012年4月号 No.34	清酒製造業の現況と老舗企業の革新への取組み—茨城・栃木両県を中心に—
筑波銀行 調査情報 2012年7月号 No.35	日立・ひたちなか地域の「ものづくり」中小企業の特徴とサバイバル戦略の方向性 東日本大震災被災地における新たな「まちづくり」の息吹き —宮城県南三陸町の事例を中心に—

## 筑波銀行 調査情報 No.36

2012年10月 発行

発行 株式会社筑波銀行

総合企画部 広報CSR室

〒305-0032

茨城県つくば市竹園1丁目7番

電話 029 (859) 8111