

## 【連載】 エネルギーのはなし (その2)

藤川 卓爾 (昭和42年卒)

出典:「火力原子力発電」第60巻、第1号、2009-1、pp.27 ~ 33

発行: 火力原子力発電技術協会

### 3.3 自然エネルギー

水力や風力などの自然エネルギーの利用も行われた。日本では風車よりは水車の利用が進んでいた。図6は福岡県朝倉市の三連水車である。この水車は約200年前に作られたものであり、何回も作り直されて現在でも夏季の間は川から田に水を揚げています。筑後川から分岐して作られた堀川に設けられた水車は、上流側から順に直径が小さくなっている。水車の外周中央に設けられた板が堀川の水流を受けて回り、水車の外周両側面に取り付けられた柄杓で川の水を汲み揚げる。



図6 朝倉市の三連水車

[出典]「あじこじ九州 <http://www.ajkj.jp>」



図7 スペイン ラマンチャ カンポ デ クリプターナの風車

水車の回転によって柄杓が水車の上半部に行くと柄杓の水はこぼれて樋に落ち、田へ導かれる。この例のような揚水用の他、水車は穀物の製粉用にも用いられた。

図7はスペインのラマンチャ地方のカンポ デ クリプターナの丘の上の風車である。ドンキホーテがこの風車を巨人と違って、馬に乗って槍を持って突進したと伝えられている。ドンキ

ホーテの小説が書かれたのは約400年前である。この風車も何回か作り直されたと思うが、400年前の姿を留めているものと思われる。

図8はスペインの首都マドリッドのスペイン広場にある銅像である。馬に乗ったドンキホーテとロバに乗ったサンチョパンサの銅像を後方から小説ドンキホーテ デ ラマンチャの作者セルバンテスが見守っている。騎士道精神に満ち溢れた主人公のドンキホーテは理想主義者である。一方、百姓出身の家来のサンチョパンサは自分の目を見たもの、自分の耳で聞いたもの、自分の手で触れたものしか信じない現実主義者である。この二人が珍道中を繰り広げる。風車の他に帆船としても風力エネルギーは利用されている。



図8 スペイン広場の銅像

図8は横浜市のみなとみらいに係留されている初代の日本丸である。4本のマストに約30枚の帆が取り付けられている。図9は2007年の長崎帆船まつりに寄航した二代目の日本丸と海王丸である。

図10は東京都の江戸東京博物館に展示されている江戸時代の日本の帆船である。西洋の帆船がマルチマストで帆に働く揚力を用いて船を進めるのに対して、日本の帆船は1本マストで帆に働く抗力を用いて船を進めるものであった。日本でも安土桃山時代には3本マストの御朱印船が登場したが、江戸時代の鎖国令によって2本以上のマストを持つ大型船の建造が禁止された状態で、幕末の黒船の来航を迎えた。

自然エネルギーの利用では、この他に小規模ながら温泉熱、地熱も浴用、調理用等に利用されてきた。

### 3.4 燃料

#### 3.4.1 木材

燃料として最初に利用されたのは木材である。木材は火の利用と同じく、最初は暖房や調理用に用いられた。後に、金属の精錬用に木炭として用いられることになるが、木材を燃料として動力を得るのは、第2次世界大戦末期や戦後に用いられた木炭自動車等の限られた例のみである。

#### 3.4.2 化石燃料

次に燃料として登場した化石燃料は依然として現代のエネルギーの大部分を支えている。

石炭は18世紀後半から始まった産業革命の原動力となった。石炭と蒸気機関と鉄の3つがお互いに支えあって産業革命に貢献した。石炭の炭坑の排水のための人力や馬の力に代わる動力として蒸気機関が発明された。蒸気機関の燃料として石炭が使用された。蒸気機関の材料の鉄を作るのに石炭コークスが還元剤として使用された。

20世紀になってから、石油の使用が増大した。液体燃料なので取り扱いが便利である。石油の使用は20世紀の後半に急上昇した。1970年代に2度にわたってオイルショックが世界を襲い、その後石油の使用は抑制されたが、現在の日本では



図8 初代日本丸



図9 二代目日本丸(左)と二代目海王丸(右)

それでもエネルギー源の約半分は石油に頼っている。最近では天然ガスの使用が増大している。火力発電では熱効率が非常に高いガスタービン複合発電プラントが開発され、これの燃料として天然ガスが使用されている。



図10 江戸時代の日本の帆船

### 3.4.3 核燃料

20世紀の新しい発明は原子力エネルギーの利用である。

電気が第2の火といわれるのに対し、原子力は第3の火といわれている。原子力の

利用は核兵器という負の側面が先行したが、第二次世界大戦後に原子力発電が実用化された。原子力発電は国によっては総発電電力量の大きな部分を占めている。

2000年の実績ではフランスで76%、日本で34%である。

(つづく)

前号に、「故森先生のお宅を訪問して」の写真が掲載されておりましたが、訪問したのは森研の3人の卒業生(曾田、加藤、土井氏)です。

## —— 京機短信への寄稿、宜しくお願い申し上げます ——

### 【要領】

宛先は京機会の e-mail: [jimukyoku@keikikai.jp](mailto:jimukyoku@keikikai.jp) です。

原稿は、割付を考慮することなく、適当に書いてください。MSワードで書いて頂いても結構ですし、テキストファイルと図や写真を別のファイルとして送って頂いても結構です。割付等、掲載用の後処理は編集者が勝手に行います。宜しくお願い致します。

井上 憲太 (昭和36年卒)

## 10. 新しい交通社会の実現

自動車を中心とした「トランスポーターションシステム」の将来を考える時、必要なのは総合的視点である。すなわち、自動車それ自体の「原単位エネルギー消費の低減 エネルギー変換技術の革新」に加えて、「交通流の円滑化 街づくりと一体となった都市交通革新」および「多様な交通手段の最適・快適組み合わせ」である。

この記事中の写真は、本文と関係ありません。

各種交通機関の、乗員一人あたりのエネルギー消費率を平均車速に対してプロットして比較してみると、現在よく見られる、カローラクラスに一人乗員した状態を性能係数1と定義すると、乗員30人の大型バスや市電、1人乗りハイブリッド通勤車、4人乗りのハイブリッドファミリーカーなどは性能係数7、すなわち7倍の効率を示す。したがって、こ



のような性能係数の高い利用形態をいかに実現するかが課題となる。

### (1) 原単位エネルギー消費の低減

自動車単体としては、1人乗り、2人乗り等、利用形態に適応した小型化・軽量化車体に高効率パワートレインを組み合わせることがまず基本であるが、自動運転やコンボイ(隊列)走行など、人手による無駄な加減速を排したプログラム運転も、高速道路などでは選択肢に入ってくる。

### (2) 交通流の円滑化

非効率な渋滞や頻繁な加減速をできる限り減らすための道路設計、信号制御。さらには、路上の交通車両台数をへらすための「相乗り優遇システム」。個人用車両と公共交通機関(LRT、BRTなど)の利用を結合するための「パークアンドライド」など、都市交通と一体になった「街づくり」が必要である。

### (3) 多様な交通手段の最適・快適組み合わせ

そしてエネルギーの効率的利用をめざす「最適組み合わせ」に加えて、状況や目的に合わせ、交通弱者にやさしい「快適組み合わせ」が選択されなけ

ればならない。たとえば遠距離の都市間交通には鉄道やバス、場合によっては船、飛行機を利用し、目的地の地域内では、距離によって徒歩、自転車、バイク、自動車、LRT、BRTを選ぶ。さらに必要なのは、交通弱者への配慮として、交通手段間の安全・快適なバリアフリーな連結である。

異論もあるかもしれないが、東京から京都へ少人数の乗用車で出かけ、渋滞する京都市内をその車で観光してまわるなどは望ましい選択とはいえない。現に京都では、いまや「自転車」利用が見直され、「自転車販売・修理店」「レンタルショップ」「駐輪施設」「マップ」等が整備され、その魅力を実感して、利用者の輪が広がっているという。

### 11. LRT、BRTの技術・課題

自動車技術の将来像として「電動化」が重要なことは明らかであるが、10で概観したように自動車、交通をめぐる「社会システム」の革新も大きな課題である。

まず、LRT（ライトレールトランジット）、BRT（バスラピッドトランジット）について述べておきたい。これに関しては文部科学省科学技術政策研究所の藤本博也氏のすぐれた総括報告がある。



<http://www.urban.ne.jp-home-yaman-topphot.htm>

そのなかで指摘されている技術・課題を要約すると：

- (1) 給電方式（架線式、路面埋設式）
- (2) ハイブリッド化（外部給電 電池、エンジンー電池）
- (3) 低床化（独立駆動、車軸レス）
- (4) 操舵（2本レールと車輪、1本レールとタイヤ、磁気）
- (5) 加速・減速制御（前後左右のスムーズさ）と低振動騒音
- (6) ICカード改札
- (7) 緩スロープ通路、他交通機関・駅とのシームレス化
- (8) 停車場所・構造の利便性、屋内乗り入れ（電池運転モード）
- (9) 運行頻度、乗客への告知サービス
- (10) 安全・警告システム、渋滞マネジメントシステム、配車マネジメントシステム

等である。

昭和30年代まで日本の各都市に存在したいわゆる「市電」はその路線ネット

ワークと沢山の停留所のおかげで、市民にとって欠かせない交通機関であったが、日本のせまい道路を自動車と取り合って、ネットワークの途中を分断されたとたんに、その利便性を失い消滅していった。その復権のためには、道路の拡幅か、専用軌道の確保（自動車の制限）が必要で、それに加えて上記のような、ゆきとどいた設計の車両、インフラ、ソフト、サービスが提供されれば、魅力をとりもどすことができるであろう。

## 12. コンパクトシティー再構築にむけて

それにしても、一旦自由気ままな自家用自動車使用の魅力にとりつかれた人達に、このような「モーダルシフト」を受け入れさせるのは容易ではない。住み方の変化が必要である。すなわち「コンパクトシティー」の再構築である。モータリゼーションの普及にともなって一気に加速した「スプロール化」、「郊外住宅団地化」、「ニュータウン化」はここにきて深刻な反省に見舞われている。

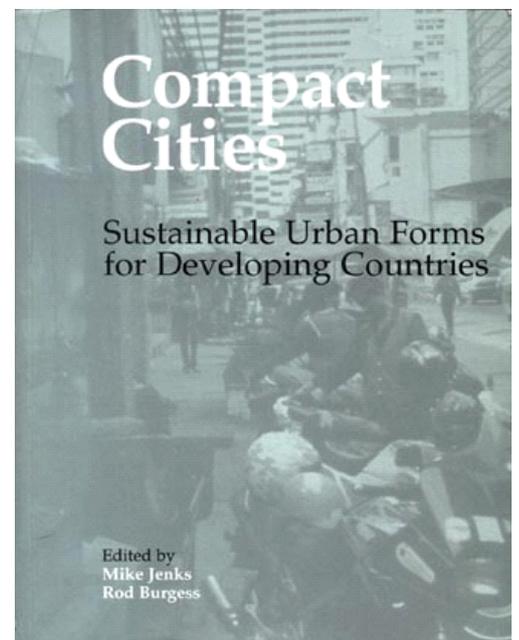
- (1) 移動エネルギーが過大である
- (2) 中心市街地の活性が低下する
- (3) 高齢者、子供、障害者のQOLが低下する
- (4) コミュニティー感が失われる

等々。そして、エネルギー価格の高騰、さらには入手さえ困難な事態になった時、その住民達は島流し同然の状態におかれることになる。

もしここに人口数万から10万人程度の、

- (1) 幅広い年齢構成の住民
- (2) 職・住・商接近
- (3) 歴史、文化、教育、コミュニティの求心力
- (4) なにより自分の家族、祖先、隣人、地域を愛する心

が保たれているコンパクトシティーがあって、その地域内交通は、近隣は徒歩か自転車、地域横断はLRT, BRT などによって保障されているとしたら、自動車は保有するとしてもその形態はエネルギー効率の高いものに進化し、使用も限定され、人々の交流ははるかに親密なものになるに違いない。このような生活はほんの数十年前までは、日本全国いたるところに存在していたのである。そのころの日本人のエネルギー消費は現在の半分、それにもかかわらず、人々は活力と向上心にあふれ、物質的生活レベルも決して貧しくはなく、精神生活にいたっては現在よりも充実していたように思われる。



しかし、コンパクトシティーは単に昔の生活形態に戻ることはない。今後進む人口減少と高齢化を考えると、いわゆる「田舎」に分散して居住することは、生活の便宜性からも、インフラおよび公共サービスの効率性の点からも、維持・継続が困難になるかもしれない。また、「住宅団地」も機能不全に陥り、人々は職、商、さらに公共サービス機関に近接した住居を選ばざるをえなくなることが考えられる。そして、高層アパートなど集積した住居が、商業地区の中に均等に配置されれば、いわゆる「シャッター通り」の問題も解決されるのではないだろうか。すなわち「コンパクトシティー」はエネルギーと環境のみならず人口動態的にも将来あるべき居住空間の姿を示しているといえる。

(つづく)



こう見ていると、綺麗でのどかです。しかし、猛烈な糞の爆撃で、歴史ある竹生島の後ろ半分は、禿げ山になりました。見るも無惨で竹生島の荘厳さは台無しです。ところが竹生島近くは宗教上の理由で、殺生禁止。どうしたらよいのか??? 世の中、色々な事を多面的に見ると難しい事ばかりです。

## 1. 科学技術動向政策

科学技術政策研究所

<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt090j/index.html>

### 【レポート1】温室効果ガス削減に貢献する電力技術

[http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt090j/0809\\_03\\_featurearticles/0809fa01/200809\\_fa01.html](http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt090j/0809_03_featurearticles/0809fa01/200809_fa01.html)

1. はじめに
2. エネルギー需要の見込みと排出ガスの現状
3. 我が国が世界トップクラスにある電力技術
4. 温室効果ガス抑制からみた電力分野に関する我が国の課題
5. これからの取り組み

### 【レポート2】排熱回収用高効率熱電変換材料の研究開発動向

[http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt090j/0809\\_03\\_featurearticles/0809fa02/200809\\_fa02.html](http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt090j/0809_03_featurearticles/0809fa02/200809_fa02.html)

1. はじめに
2. 待望される高効率熱電発電
3. 熱電発電システム
4. 熱電変換材料と発電性能
5. ナノ構造制御による革新的熱電変換材料
6. 我が国における熱電発電技術に関する研究開発プロジェクトの現状
7. 熱電変換材料に関する研究開発の今後の進め方
8. おわりに

## 2. 総合資源エネルギー調査会石油分科会（第5回）- 配付資料

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/data/g80929aj.html>

### 資料2 石油分科会の審議状況と今後の検討課題（9KB）

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g80929a02j.pdf>

### 資料3 バイオ燃料の導入の促進について（1,019KB）

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g80929a03j.pdf>

### 資料4 「改正揮発油等品質確保法」に係る技術的基準の検討の進め方について

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g80929a04j.pdf>

### 資料5 「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」のうち

石油・天然ガス及びメタンハイドレートに係る開発計画について（2,179KB）

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g80929a05j.pdf>

<http://www.meti.go.jp/committee/materials2/downloadfiles/g80929a06j.pdf>

## 3. 研究報告書

電力中央研究所

### (1) 火力発電 M08001 世界のエネルギー情勢

BP統計2007、WEO 2007などによる分析

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/M08001.html>

B P 統計 2007、World Energy Outlook 2007 などにより世界のエネルギー情勢の現状と将来動向を分析している。 **報告書全文**

[http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/cgi-bin/report\\_download.cgi?download\\_name=M08001&report\\_cde=M08001](http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/cgi-bin/report_download.cgi?download_name=M08001&report_cde=M08001)  
リーフレット <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/leaflet/M08001.pdf>

( 2 ) 火力発電 M08002 BP 統計 2008 に拠る世界のエネルギー情勢

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/M08002.html>

2008 年 6 月 11 日に公表された「BP 統計 2008」に拠り、世界のエネルギー情勢を分析している。 **報告書全文**

[http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/cgi-bin/report\\_download.cgi?download\\_name=M08002&report\\_cde=M08002](http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/cgi-bin/report_download.cgi?download_name=M08002&report_cde=M08002)  
リーフレット <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/leaflet/M08002.pdf>

( 3 ) 電気利用 Q07016 イオン液体を用いたリチウム二次電池の開発 ( )

イオン液体中の陰イオン構造変化によるカーボン系負極への適用可能性の検討

<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Q07016.html>

イオン液体を用いたリチウムイオン二次電池の実現を目的として、黒鉛系電極とイオン液体の充放電適合性について各種電気化学的・熱的手法により明らかにした。電気化学的に安定と考えられるカチオン成分である、四級アンモニウム系 N-methyl-N-propylpyrrolidinium ( P13 ) カチオン、アニオンにイオン半径の異なる (FSO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N ( FSI ) ( F3CSO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N ( TFSI ) を用いたイオン液体、P13-FSI 及び P13-TFSI 及びその LiTFSI 混合電解質を用いて、イオン伝導性・密度・[graphite | 電解質 | Li]セルの充放電特性、インピーダンス変化、熱的挙動をそれぞれ測定し、イオン液体電解質と黒鉛系電極間の適合性及び充放電メカニズムについて検討した。 **報告書全文**

[http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/cgi-bin/report\\_download.cgi?download\\_name=Q07016&report\\_cde=Q07016](http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/cgi-bin/report_download.cgi?download_name=Q07016&report_cde=Q07016)  
リーフレット <http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/leaflet/Q07016.pdf>

#### 4 . 燃料電池分野、次世代型熱電変換技術

\*\*\*\*\* 下記報告書の入手方法 \*\*\*\*\*

N E D O 技術情報データベース - 報告書検索 -

<http://www.tech.nedo.go.jp/jsp/tsjsp/HoukokushoKensaku.jsp>

「バーコードで検索」に下記「報告書バーコード」を入力、「検索」をクリックすれば、報告書ダウンロードのページにジャンプします。

( 注 ) 初めてのの方は「N E D O 成果報告書データベース」の「新規ユーザー登録フォーム」でユーザー登録が必要です ( 登録・ご利用は無料 )

N E D O 成果報告書データベース <http://www.nedo.go.jp/database/index.html>

\*\*\*\*\*

( 1 ) バーコード番号 : 100012651 平成 19 年度成果報告書

## 燃料電池分野の技術開発ロードマップ改定に関する調査 平成 20 年 6 月

<http://www.tech.nedo.go.jp/servlet/TopPageServlet?>

KENSAKU=HOKOKUSYO&kensakuHoho=Barcode\_Kensaku&db=n&SERCHBARCODE=100012651

新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託先 みずほ情報総研株式会社

**要 約** 燃料電池技術は、省エネルギー、環境負荷低減、石油代替・エネルギー供給の多様化、新規産業創出等に資する水素エネルギー利用社会構築を実現するための核となる技術であり、地球温暖化問題の深刻化、原油の高騰等により、その重要性が増している。

このような中で、現在、燃料電池実用化に向け、固体高分子形燃料電池を中心とする燃料電池技術開発事業、実証研究事業、基準・標準等の基盤整備事業等が国民の一体的な取り組みの下で実施されている。独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO 技術開発機構」とする）は、燃料電池技術開発事業の推進機関として産学の協力の下で研究開発を実施しているが、技術開発事業を適切に推進するためには、常にステークホルダー間で「技術開発シナリオ」を共有し、それに沿って効率的、効果的に実施する必要があることから、2030 年頃までを視野に入れた今後取り組むべき技術課題及びその実現期待時期を整理した「燃料電池技術開発ロードマップ」のとりまとめを 2005 年及び 2006 年に行い、産業界を中心に広く周知を図ってきた。

本調査では、最新の燃料電池技術に係る技術動向を整理するために技術文献調査を実施し、各種分析を加えた「燃料電池技術マップ」を作成した。また燃料電池技術開発ロードマップの数値目標等の見直しを検討するための有識者によるワーキンググループを設置し、検討された内容をまとめる等、NEDO 技術開発機構のロードマップ委員会において「燃料電池技術開発ロードマップ」を改定するための基礎調査を行った。

( 2 ) バーコード番号 : 100012486 平成 19 年度成果報告書

## 次世代型熱電変換技術に関する調査

<http://www.tech.nedo.go.jp/servlet/TopPageServlet?>

KENSAKU=HOKOKUSYO&kensakuHoho=Barcode\_Kensaku&db=n&SERCHBARCODE=100012486

NEDO 技術開発機構

「次世代型熱電変換技術に関する調査」は、前年度の NEDO「革新的な熱電変換材料に関する調査」の結果を踏まえ、今後の研究開発の進め方についてまとめることを目的に、熱電変換技術の自動車分野への適用について、技術シーズと技術ニーズの両面から可能性を調査した。

調査活動の内容を以下に示す。

(1) 次世代型熱電変換技術に関する技術シーズとしては、熱電材料研究における計

算科学の可能性、薄膜機能素子、および熱電デバイス技術について調査した。

- (2)次世代型熱電変換技術に関する技術ニーズとしては、内燃エンジン自動車における排熱回収熱電発電の可能性と、電子機器の冷却における熱電変換技術の適用の可能性について調査した。
- (3)国内動向調査としては、国内の自動車関連企業の技術者に熱電変換技術の課題についてヒアリング調査を実施し、問題点と可能性についてまとめた。
- (4)米国エネルギー省(DOE)が推進している自動車用熱電プログラムに関しては、現地の実施担当者らを訪問し、研究開発状況と今後の展望について意見交換を行い、プログラムの内容把握に努めた。プログラムの目標は、熱電変換技術の適用により、燃費 10% 向上を目指している。
- (5)次世代型熱電変換技術の実用化に関する課題整理としては、ニーズとシーズをつなぐ具体的な課題を列挙し、それらの関連を整理した。ニーズの実現の方策としては、熱電材料開発と熱マネジメント技術の融合について検討した。調査委員会は、今後進めるべき国プロジェクトの必要性およびその概要を提言としてまとめた。
- (6)次世代型熱電変換技術の実用化による波及効果および省エネ効果については、自動車に熱電変換システムを搭載することにより、どの程度の省エネルギーとCO<sub>2</sub>排出量削減が可能であるかを見積もった。自動車への熱電変換システム搭載による省エネルギー量は、普及 10 年目の 2030 年において、原油換算で年間約 170 万 kL、CO<sub>2</sub> 排出削減量で年間約 430 万トンと試算された。これは 2006 年自動車用ガソリン販売量の約 3% に相当する。