



京機短信

No.110 2009.05.05

京都大学機械系工学会(京機会) tel.& Fax. 075-753-5183

E-Mail: jimukyoku@keikikai.jp

URL: <http://www.keikikai.jp>

編修責任者 久保愛三

い
の
ち
の
春

萌
え
出
づ
る
緑

F C7

1. Komm, lie - ber Mai, und ma - che die Bäu - me wie - der

F

grün, und laß uns an dem Ba - che die

C C7 F C7

klei - nen Veil - chen blühn! Wie möch - ten wir so

F Dm G7 C

ger - ne ein Veil - chen wie - der sehn, ach,

F B F C7 C

lie - ber Mai, wie ger - ne ein - mal - spa - zie - ren gehn.

空
の
青

白
い
雲

さ
わ
や
か
な
風



S42 卒 川合等氏作

【連載】 エネルギーのはなし (その1)

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

1. はじめに

21世紀に入ってエネルギーに対する関心がますます高まっている。「火力原子力発電」の読者にはエネルギー変換やエネルギー利用技術の専門家が多いと思われるが、今回は「釈迦に説法」を覚悟の上で、筆者が日頃高校生や女性など一般の人達向けに話している「エネルギーのはなし」を紹介し、21世紀のエネルギーについて改めて考えるきっかけを提供させていただきたい。

まず、(その1)として、エネルギーの定義、エネルギーの種類、エネルギー利用の移り変わり、現代のエネルギーの主役である電気エネルギー、その電気エネルギーの大半を生み出している火力発電について述べる。



図1 中国電力(株)のロゴ

2. エネルギーとは

エネルギーの語源はラテン語の *Energia* である。図1のように中国電力(株)のロゴに使用されている。エネルギーとは仕事をする能力のことである。一般に仕事といえば、職場で作業をすることであるが、物理学、工学の世界では、仕事 = 力 × 距離である。掛け算であるのでどちらかが0であれば仕事は0である。水を一杯入れた重いバケツを長時間持っても仕事にはならない。空のバケツを1m持ち上げるとバケツの重さ(バケツにかかる重力) × 1mの仕事になる。

表1 エネルギーの種類

エネルギー	例
化学エネルギー	燃料の持っているエネルギー
熱エネルギー	蒸気のエネルギー、太陽熱のエネルギー
光エネルギー	太陽光のエネルギー
機械エネルギー 位置エネルギー 運動エネルギー	機械的なエネルギー 高いところにある水の持っているエネルギー 速度を持って運動している物体の持っているエネルギー
電気エネルギー	電氣的なエネルギー
核エネルギー	核燃料が持っているエネルギー

エネルギーには表1に例示するように色々な種類がある。これらのエネルギーは少なくともその一部を互いに別の種類のエネルギーに変えることができる。燃料の持つエネルギーは化学エネルギーであり、燃焼によって熱エネルギーを発生する。木材は人類が最初に利用した燃料であるが、木材の持つエネルギーは植物が太陽の熱エネルギーと光エネルギーを吸収して蓄えたものである。これは、現在の主要なエネルギー源になっている化石燃料についても同じである。石油と天然ガスは動物(プランクトン)、石炭は植物が起源である。

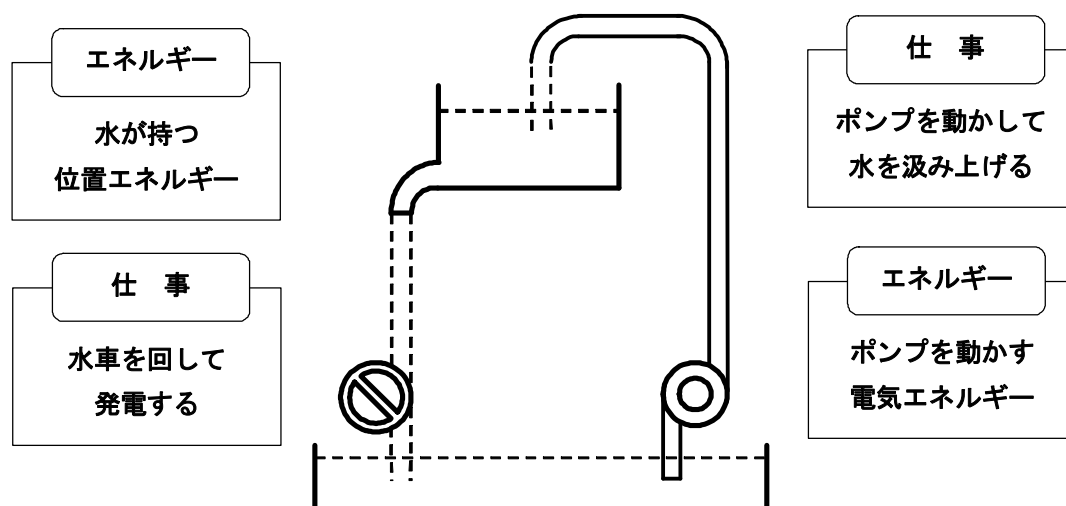


図2 エネルギーは仕事をする

エネルギーは仕事をする。図2に示すように、地面から高い位置にある水は位置のエネルギーを持っている。この水が持つ位置エネルギーは、地面まで落下することによって運動エネルギーとなる。水車を用いて水の運動エネルギーを仕事に変えることができる。水車で発電機を駆動すれば電気エネルギーとして仕事を取り出せる。地面まで落下した水はもはや位置エネルギーを持たない。水車を駆動した水は運動エネルギーも失っている。この水を再び元の地面から高い位置に戻すためには、何らかのエネルギーを加えてやる必要がある。例えばモータでポンプを駆動して水をくみ上げる場合には電気エネルギーが必要となる¹⁾。

3. エネルギー利用の移り変わり

人類の歴史とともにエネルギー利用の歴史が始まった。順を追ってエネルギー利用の移り変わりを見てみよう。図3に人類とエネルギーのかかわりを示す²⁾。原始人の1人1日あたりのエネルギー消費量は約2,000キロカロリー(約8.4kJ)である。これは人間が生物として生命を維持していくためのエネルギーであり、現在も変わりが無い。このエネルギーは食物から摂取するが、このエネルギーを石

油に換算すると約1/4リットルとなる。 それに対して、現在の日本人は、石油に換算すると1人1日あたり約15リットルのエネルギーを消費している。 原始人の60倍である。

人類とエネルギーのかかわり

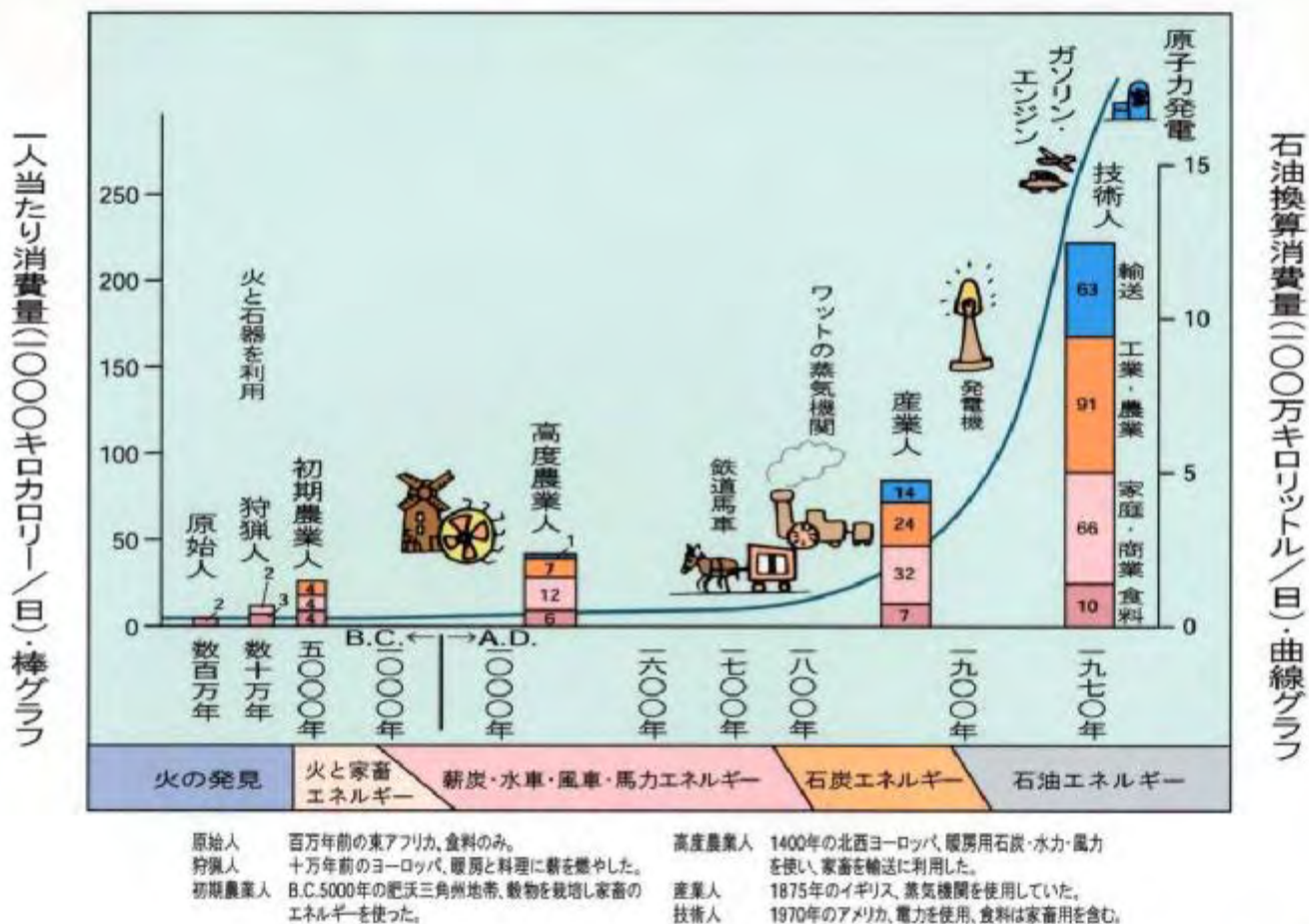


図3 人類とエネルギーのかかわり

出典：総合研究開発機構「エネルギーを考える」

[出典]「エネルギーを考える」(総合研究開発機構)

3.1 人 力

最初は人力のみである。 人力は小さなものであるが、道具の発明によって、人力を上手に使えるようになった。 例えば、狩猟で獣を捕らえても人力では皮や肉を切ることは難しいが、石器を用いると同じ力でも切りやすくなる。 弓矢の発明によって人力を利用して鳥を落とすこともできるようになった。

道具とともに人類が得たものは火の利用である。 これは熱エネルギーの利用の一形態であるが、初めは暖房や調理用に用いられた。「火力原子力発電」の火力は火の熱エネルギーを動力(機械エネルギー)として利用する形態であるが、これは

ずっと後世まで遅れた。

3.2 畜力

次に、動物の力を利用し始めた。野生の動物を飼いならして、家畜として利用する。乗用や農耕用に馬や牛を利用することは現在でも行われている。日本に



図4 平治物語絵巻」(その1)

[出典] 東京国立博物館C0026140「平治物語絵巻__六波羅御幸巻」

Image : TNM Image Archives Source : <http://Tnm Archives>

おける畜力利用の一例を図4、図5に示す。これは平治物語絵巻の場面である。保元の乱、平治の乱は平安時代末期の12世紀中ごろに起こった貴族の権力争いであるが、武力を有する武士が台頭するきっかけとなった。図4では、馬に乗った武士と馬から下りた武士、図4と図5では、牛車が描かれている。牛車はぎゅう



図5 平治物語絵巻(その2)

「出典」東京国立博物館C0035286「平治物語絵巻(六波羅行幸巻)」

Image : TNM Image Archives Source : <http://Tnm Archives>

しゃではなくぎっしゃと読む。 図5の牛車には十二単のお姫様が乗っている姿が描かれている。 平清盛が都を離れた際に、反対勢力がクーデターを起こして、御所を占拠した。 大急ぎで都に戻った平清盛が先ず行ったことはクーデター軍が占拠する御所から幼い二条天皇を救い出すことである。 牛車のお姫様は、お姫様ではなく女装した二条天皇である。 かくしてクーデター軍は朝敵となって敗れ去った。

(つづく)



故森先生のご自宅を訪問して

—— 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 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)

7. 自動車の電動化

自動車電動化のメニューは「ハイブリッド車」、「プラグインハイブリッド車」、「燃料電池ハイブリッド車」そして「電気自動車」であろう。その技術ポテンシャルに関しては、いろいろな議論があるが、関係者は日夜必死の努力を続けている。マスキー法による極めて厳しい排気ガス規制という難題に対するエンジン、触媒および電子制御技術による対応、衝突事故に対する厳しい警鐘とそれに対する車両制御、車体剛性とエアバッグ技術による対処などの例に見るごとく、「自動車の将来」に関する課題を真正面から受け止めて技術開発に誠実の取り組んだものが、社会のニーズに答えてビジネス上の成功者になったのである。われわれが今遭遇しているのは趣味や趣向の問題ではなく「コンポン」的な課題である。技術確立を急ぐ必要がある。

しかし、性急な理想論では失敗する。「実現可能性」こそ大切である。「ハイブリッド車」はそのような「現実解」として成功したといえよう。今、また「プラグインハイブリッド車」が話題にのぼってきたが、私の知るある技術者がその重要性を熱心に説き、内外の



電力会社とのスタディーを開始したのは、ほんの3年ほど前のことであった。事態は急速に進んでいる。プラグイン化によって自動車は電力会社のネットワークにリンクされる。内燃機関ベースの機械装置を除くほとんどすべての動力機械が既に電動化されていることを考えると、自動車を電力供給網の末端に位置づけることは、「現実解」の有力候補であろう。

電力セクターのCO2排出量は発電方式によって異なる。たとえば火力発電の多い米国に比べ、原子力発電の比率の高いフランスでは60%程度に留まる。日本の原子力発電比率はその中間にある。その電力を利用するプラグインハイブリッド車は、国の発電事情によって車自身の排出量が異なることになる。さらにその米国にあってもガソリンのかわりに、いわゆるカーボンニュートラルなバイオエタノール85%の燃料を用いると、それだけ排出量を減らすことができる。このようにプラグインハイブリッド車は純「電動化自動車」への現実的な「中間形

態」として、電池技術の進歩をにらみながら普及してゆくことになるであろう。

一方、充電技術もキー技術である。主として乗用車に想定されている「プラグイン」方式に対し、バス、トラック等には「インダクティブ充電」方式が開発されている。配車センターでの利用に加えて、BRT(Bus Rapid Transit) をハイブリッド化する場合にも必要な技術である。こうして、自動車の電動化は従来ばらばらだった自動車運用の「システム化」へともつながってゆくと考えられる。

8 . 燃料電池ハイブリッド車

水素ベースの燃料電池車は使用段階での温暖化ガス放出がゼロである点と熱効率の高さが特徴であり、さまざまな困難さにもかかわらず精力的な研究開発がつづけられている。実用上の大きな課題である、「航続距離」に関しては、ガソリン車の実用航続距離 450 - 680 Km に対し、最近の改良型「燃料電池ハイブリッド車」が大阪 東京間 (約 560 Km) を余裕を持って完走しており、性能向上が著しい。また、反応生成物が水であることから、困難が予想された「凍結」と「低温始動」問題も摂氏マイナス 37 度の極寒地での始動性および運転性が確認され、始動直後の動力性能もガソリン車と同等のレベルで、燃料電池ユニットに関する大きな不具合も報告されていない。

もとより、安全性の心配 (可燃範囲が広い) がありエネルギー密度が低いガス燃料である水素を、高圧タンクに貯蔵して車両搭載しなければならない点は大きな欠点であるし、その製造、供給に目途がついたとはいえない。さらに、燃料電池の電極その他に使用される貴金属、レアメタルの価格高騰は今後必要になる大幅なコストダウンの大きな障害である。「2015年にある程度実用化する」という掛け声が、直近では、「2015年はその判断をする時期である」と、ややトーンダウンしているのも、これらの事情が反映していると思われる。

9 . 自動車電動化への課題

これら自動車の電動化への課題をまとめて見ると、

- (1) 低炭素電力供給：原子力発電、太陽光発電
- (2) 電池技術
- (3) 充電技術
- (4) モータ技術
- (5) 電力制御技術
- (6) 駆動技術



(7)リサイクル技術

などが挙げられる。

とりわけ電力供給はすべての基本であって、まず現行の化石燃料発電そのものの低炭素化が図られなければならない。発電効率向上、天然ガス火力、石炭ガス化火力、二酸化炭素回収・貯留、高効率送電（超電導）がメニューにあがっているが、原子力発電への期待が大きい。よく議論されることだが「はたして日本の全乗用車に供給するだけの電力余裕があるのか？」という疑問に対しては、「増強は必要だが、可能性はある」というのが答えのようだ。

電池技術に関しては、「燃料電池」に関する膨大な研究投資に加えて、ハイブリッド車用ニッケル水素電池、電気自動車用リチウムイオン電池、さらに高密度の電池の研究開発が加速され始めた。従来電池研究は基礎研究が先行していたが、こうして待ったなしの状態になると、それに加えて、材料、設計、充放電管理、冷却、耐久性、コストダウンとあらゆる角度から、多数の研究者・技術者を動員して展開されるのは、われわれが「自動車用触媒」や「自動車用半導体・マイクロコンピュータ」という新しい分野に挑戦した時に経験したことであって、今回も決して生易しい課題ではないが、必ずや新しいブレークスルーがあるであろう。

その他の課題についても地道な技術開発の積み上げを要するが、これまた、自動車用という新しいニーズが「必要は発明の母」になって、従来の定地用の電動機械システムとは異なったすぐれた技術が生み出されるにちがいない。

(つづく)

「NEDO 海外レポート 特集：燃料電池・水素特集」のご紹介です。

NEDO 海外レポート 1029号 平成 2008 年 9 月 17 日

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/index.html>

全文(2,033KB) <http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029.pdf>

I. テーマ特集：燃料電池・水素特集

NEDO 燃料電池・水素技術開発部

米国エネルギー省「水素プログラム」における研究開発

- DOE 水素プログラム 2008 年次成果評価会議より -

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-01.pdf>

「燃料電池車への移行、および燃料インフラ要件」の解析(米国)(910KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-02.pdf>

EU の水素貯蔵に関する研究開発プロジェクト StorHy の成果(66KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-03.pdf>

水素・燃料電池技術開発を連邦の4省が共同で推進(ドイツ)(24KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-04.pdf>

水素・燃料電池技術開発の推進(英国)(24KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-05.pdf>

水素および燃料電池利用に関する最近の話題(イタリア)(26KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-06.pdf>

輸送分野の水素・燃料電池推進に関する新戦略(デンマーク)(46KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-07.pdf>

DOE は長期的な水素自動車開発のために 1530 万ドルを提供(米国)(17KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-08.pdf>

カリフォルニア初のガソリンスタンド併設水素ステーション(米国)(15KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-09.pdf>

プラグイン電気自動車 2008 - ワシントンの役割は何か - (NEDO ワシントン事務所)(52KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-10.pdf>

プラグインハイブリッド車の配電網接続に関する研究(米国)(20KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-11.pdf>

II. 一般記事エネルギー

DOE は飛躍的な太陽エネルギー製品開発に 2,400 万ドル投資(米国)(23KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-12.pdf>

DOE が古い冷蔵庫のリサイクル活動を開始(米国)(20KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-13.pdf>

環境

エアロゾルが気候に与える影響を NASA が調査 (米国) (18KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-14.pdf>

産業技術

タンパク質の劣化を防ぐ甘いコーティング(米国)(30KB)

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-15.pdf>

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1029/1029-16.pdf>

2020年の自動車産業の将来展望

IBM

～世界の自動車リーダーと描く将来への展望～ インテリジェント・ビークル

<https://www-304.ibm.com/jct03004c/easyaccess/jpgsind/contenttemplate/!!/xmlid=163228>

新しい変革の可能性を持つ5つの差別化の軸のうち、「環境」と「つながる」クルマという観点から、インテリジェント化するクルマについて紹介します。

電気自動車普及の自動車業界へのインパクト

オートモーティブ・ニューズレター【NavigatorVol.20】

ローランド・ベルガー

電気自動車普及における自動車業界への影響を、完成車メーカー、サプライヤーやディーラーの視点から事例を挙げて分析と考察をしております。(PDF, 962 KB)