

演習論文 有賀 裕二教授

我が国の電力需要の変遷と、今後
のエネルギー政策

08C2235060H

鈴木 貴喬

目次

- 1、 日本の消費エネルギーの推移とGDPとの比較・・・P 3
- 2、 二次エネルギーとしての電力の消費動向・・・・・・・・・・P 8
- 3、 発電設備の種類・・・・・・・・・・・・・・・・・・P 10
- 4、 一次エネルギーの各評価・・・・・・・・・・P 11
- 5、 これからの電力政策について・・・・・・・・・・P 19

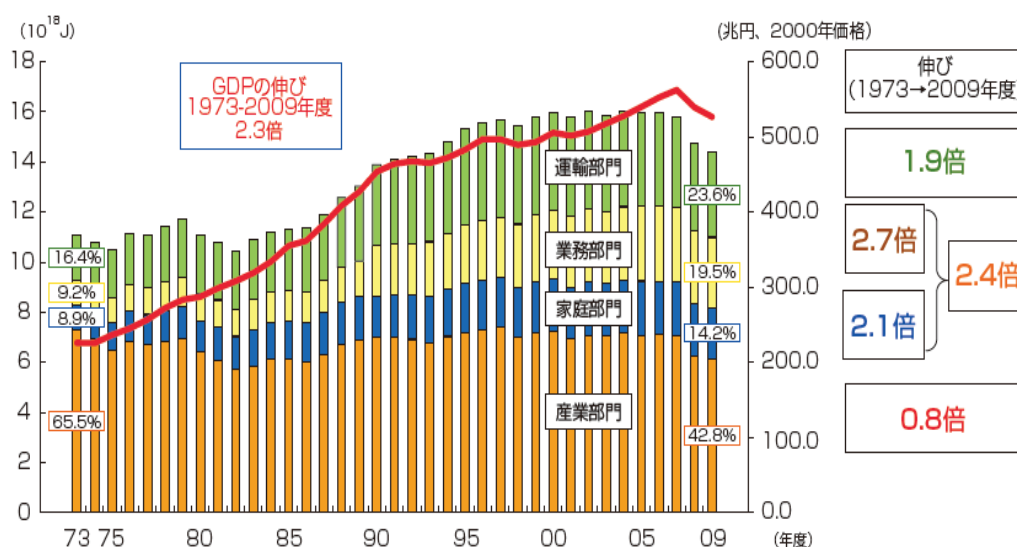
我が国の電力需要の推移と変化、これからの電力政策

はじめに

福島第一原発の事故によってエネルギー問題、それに伴う電力不足が議論されているなかで、我が国の過去の電力需要の推移について、今一度見直してみることに意義があると考え、調査した。まずは電力も含めた消費エネルギー全体の推移を見ていきたい

1、日本の消費エネルギーの推移と GDP との比較

【第 211-1-1】最終エネルギー消費と実質 GDP の推移



(注1) J (ジュール) =エネルギーの大きさを示す指標の一つで、1MJ = 0.0258 × 10⁻³原油換算kl

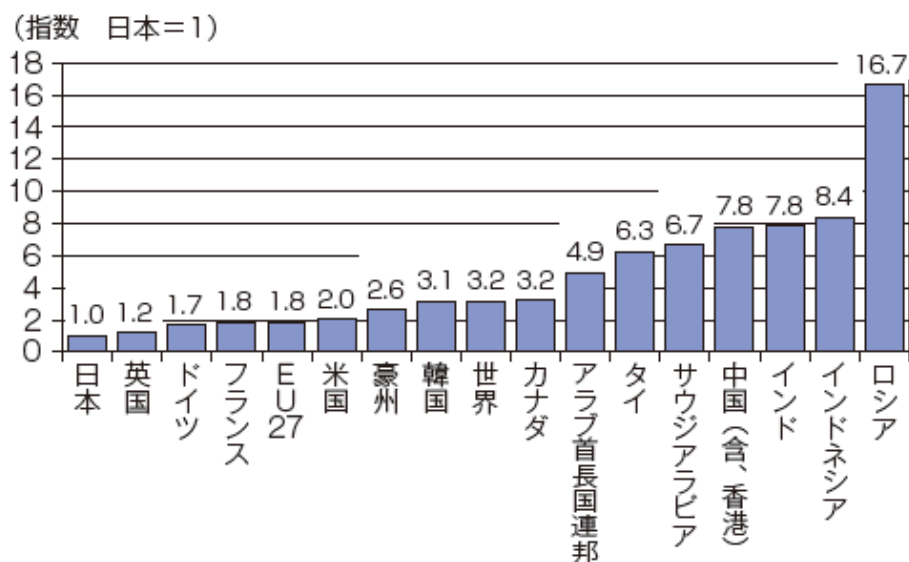
(注2) 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている¹⁾。

(注3) 構成比は端数処理 (四捨五入) の関係で合計が100%とならないことがある。

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」、(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

オイルショック後のエネルギー需要の推移であるが、ある程度は堅調にエネルギー需要は増加している。しかし、2008年ごろから景気悪化により、製造業、鉱業の生産量が低下したことにとともに、GDPと共に産業用のエネルギー需要は低下している。産業部門が横ばい、ないしは僅かに減少している事と比較して、民生部門 (家庭部門+業務部門) は1973年から二倍以上に伸びている、これは人々がより快適なライフスタイルを求め、より便利な家庭用電化製品やオール電化住宅が普及したことが考えられる。しかしながら省エネルギーという観点で見ると如何なものかとも思うが、GDP比較で我が国の一次エネルギーの総供給でみると我が国のエネルギー効率は先進国の中でも群を抜いている。

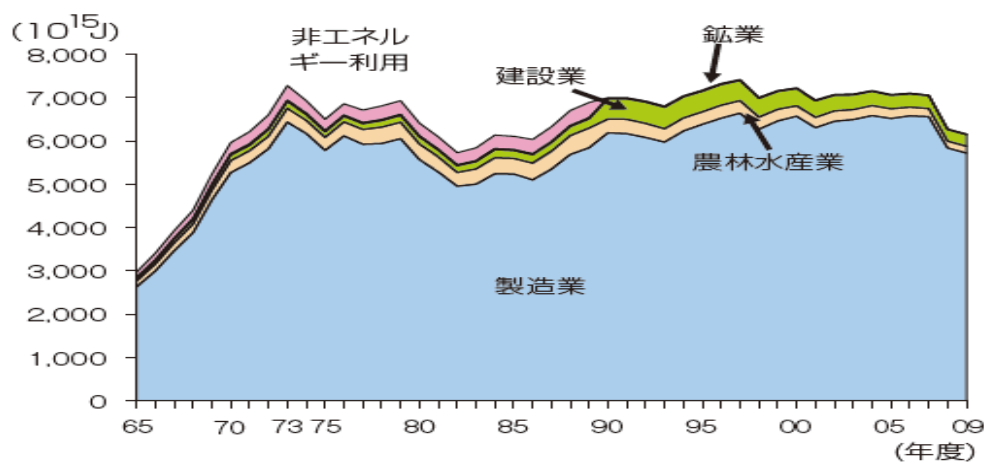
【第211-2-1】 GDP 当たりの一次エネルギー総供給の 主要国比較 (2008年)



(注) 一次エネルギー総供給量(石油換算トン)／実質GDP(米ドル、2000年基準)を日本=1として換算。

さて次に産業部門の中から業種ごとのエネルギーの推移を見てみる。

【第212-1-1】 産業部門のエネルギー消費の推移



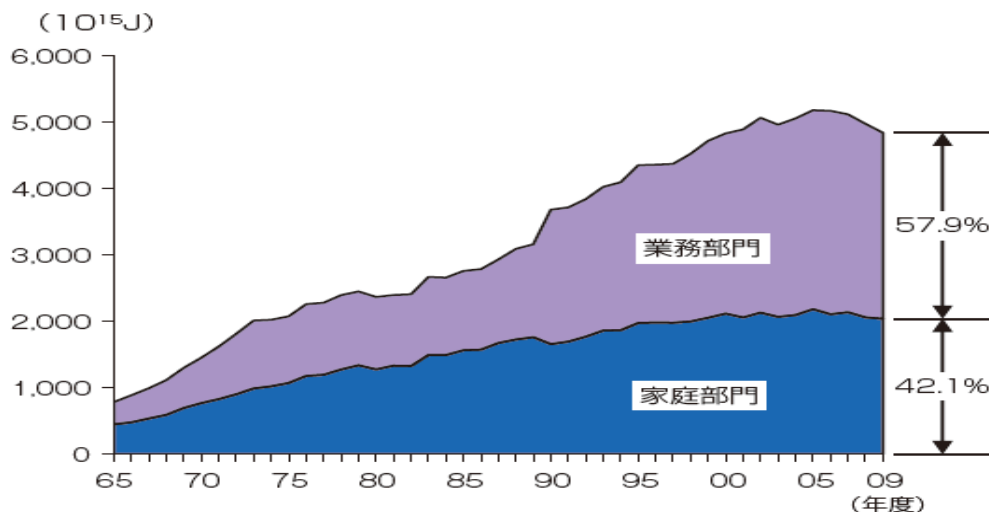
(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。非エネルギー利用分については、1990年度以降は各業種の消費量の内数となっている。

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

1965年から2009年まで一貫して製造業がその大半を占めている、しかし1973年のオイルショック以降、省エネルギーの進展、産業構造の変化（素材産業から加工組み立て型産業へ）等があり、全体として抑制されている。また2008年以降は世界経済の低迷も主因として挙げられる。

次に民生部門を見ていく。

【第212-2-2】 民生部門のエネルギー消費構成

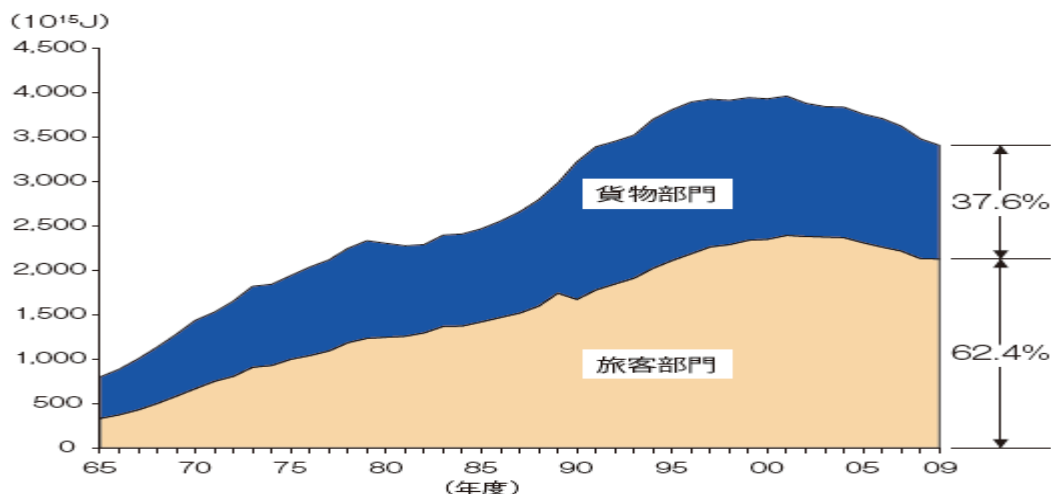


(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

民生部門は二つの部門に分かれている、家庭部門は自家用車の消費を除く家庭でのエネルギー消費であり、業務部門は、企業の管理部門等の事務所・ビル、ホテルや百貨店、サービス業等の第三次産業におけるエネルギー消費を対象としている。1965年から一貫し、産業用部門と違いオイルショック後も伸び続けている。家庭部門は1965年と比べるとエネルギー消費がほぼ二倍になり、省エネルギー推進が課題となった。家庭用機器のエネルギー効率の上昇などにより、伸び率は鈍化しているが、その機器が大型化や多様化してしまいまた、近年ではオール電化住宅の普及などで上昇自体は続いている。次に業務部門だが、1965年から安定して伸び続けていたが、1973年以降石油ショックの影響で伸びは鈍化している。しかし80年代後半から、オフィスのオートメーション化や深夜営業などの増加により急激な伸びを見せている。ただ2004年度以降は省エネルギーの進展、および「ウォームビズ」といったような断熱対策も進み消費量は横ばいになっている。

【第212-3-1】 運輸部門のエネルギー消費構成

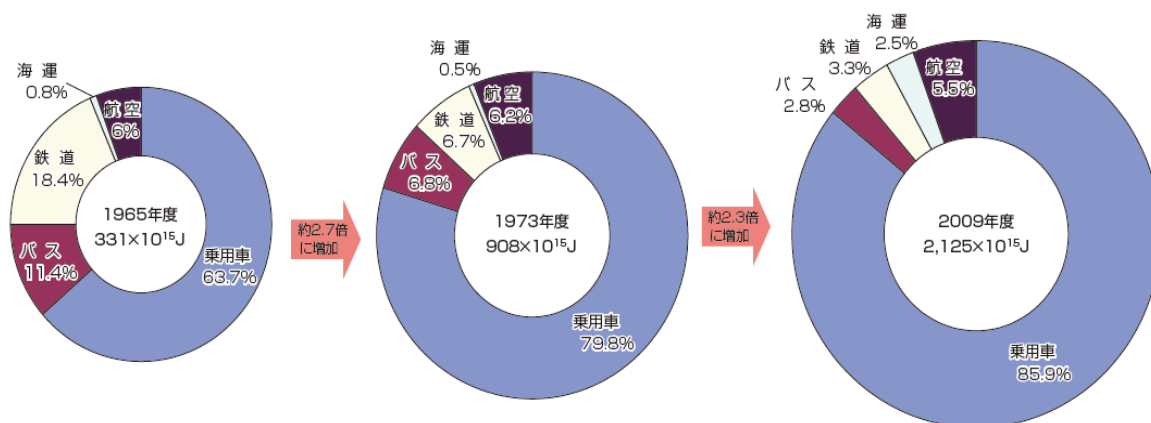


(注) 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

続いて運輸部門である、運輸部門は乗用車やバス等の旅客部門と、陸運や海運、航空貨物等の貨物部門に大別される。1965年度は貨物部門の消費量が5割以上を占めていたが、旅客部門が消費量を伸ばしていき2000年位は貨物4・旅客6の割合になっている。旅客部門のエネルギー消費は年平均4.3%で増加をしているがその原因の内もっとも重要なのは、自動車の保有台数の上昇である。

【第212-3-4】 旅客部門のエネルギー消費量の推移



(注) 1. 輸送機関内訳推計誤差を除く。

2. 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

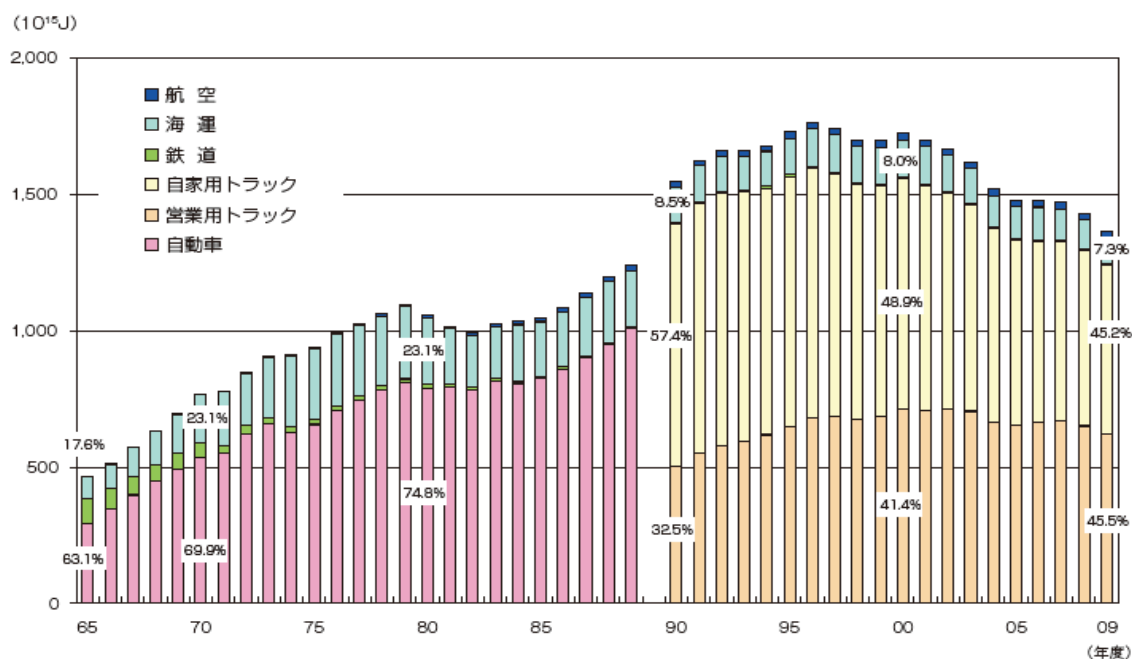
(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、(財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」をもとに作成

この様に乗用車のエネルギー消費は1965年度から大半を占めており、伸び率も顕著である。また電力消費量に関して言及すると、主として電力を使用して動いている鉄道の電力使用量をみると、1965年の7.2%から3.1%に低下している。ただしそもそも旅客部門、というよりは運輸部門全体に言えることであるが、そもそもこの部門での電力消費率は低い(全体のエネルギー別使用量割合で1965年で3.5%、2009年で2.0%、大半がガソリンである)

のである、しかし今はまだ実用化の目途が立った程度ではあるが、電気自動車やリニアの普及に伴い上昇する可能性もあると考える。

次に貨物部門であるが、貨物部門のエネルギー消費量は、第二次オイルショック後の1980年度から1982年度、バブル経済崩壊後の1993年度に前年度実績を割り込むことがあったものの基本的に拡大し続け、1997年度にピークに達し、それ以降、2000年度を除いて縮小し続けた。貨物部門は経済情勢、価格の変動、産業構造の変化及び省エネルギー技術の普及等に影響されやすく、そのエネルギー消費量は旅客部門に比べ、伸びが穏やかだが、より早い時期に減少局面に応じ、その減少幅がより大きいのが特徴である。

【第212-3-6】貨物部門のエネルギー消費量の推移



- (注) 1. 輸送機関内訳推計誤差を除く。
 2. 「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。また、それまで1つであった自動車によるエネルギー消費量は1990年度以降、自家用トラックによるものと営業用トラックによるものの2つに区分されている。
 3. 自家用トラックとは事業者が自社の貨物を輸送する目的で保有するもの、営業用トラックとは事業者等から依頼された貨物を輸送する目的で保有するものをいう。

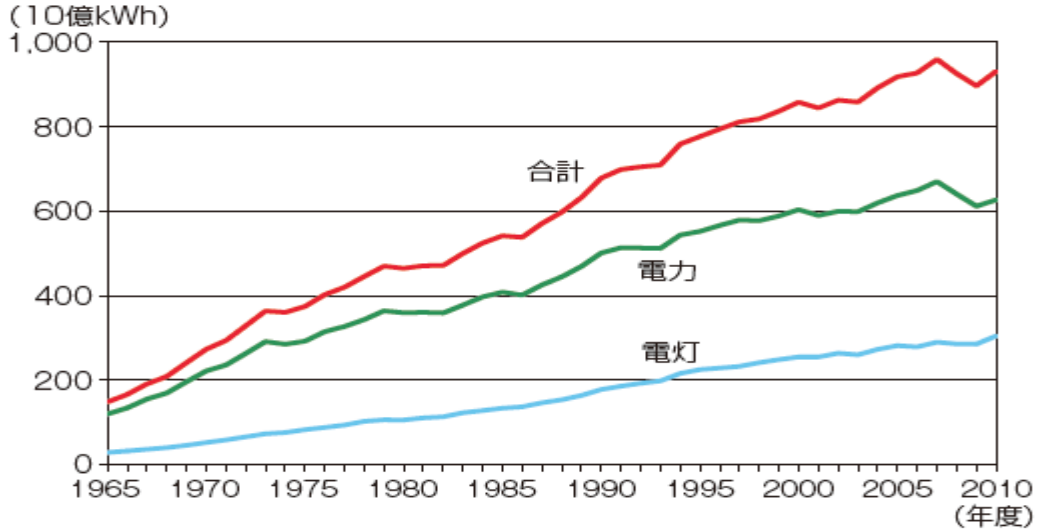
(出所) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」をもとに作成

貨物部門も主に自動車（自家用トラック 営業用トラック）の消費量で占められている。全体として省エネルギーが進んでいるが特に自家用トラックの省エネルギーは大幅に進んでいる。ただこれは自家用から営業用に切り替えただけというのもあると考えられる。

さて、ここまでは消費エネルギー全体を調べてきたが、ここからは「電力」について詳しく書きたい

2、二次エネルギーとしての電力の消費動向

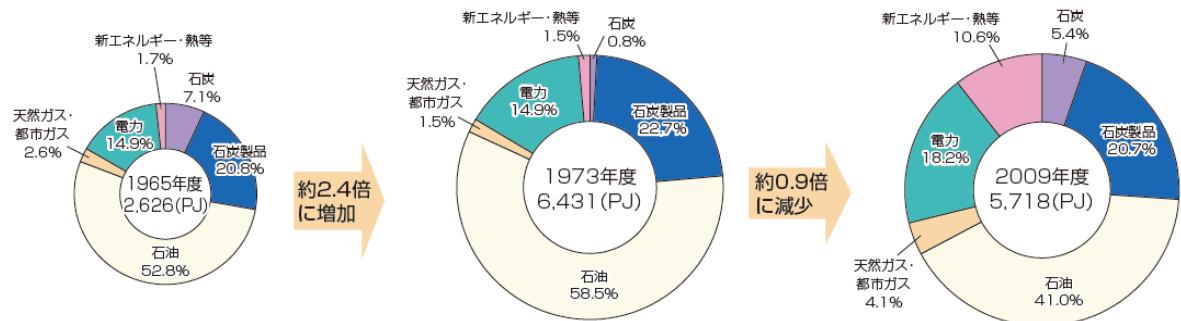
【第214-1-1】電灯電力使用電力量の推移



(注) 電気事業用計、電力には特定規模需要、特定供給、自家消費を含む。
 (出所) 経済産業省「電力調査統計月報」をもとに作成

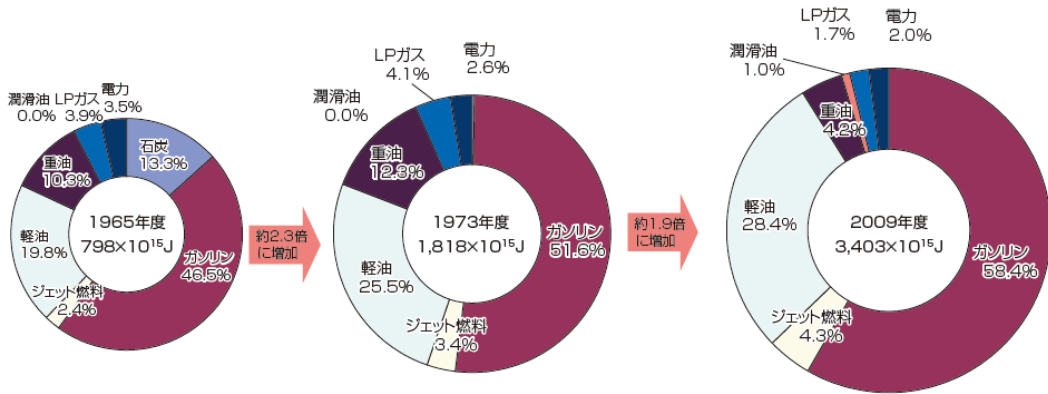
図を見て分かる通り、電力消費は、1973年のオイルショックを除き、伸び続けている。2008年度の景気低迷により、消費電力が一時下がることもあったが、その後上がっている、今年度のデータが出ていないから何とも言えないが、おそらく今年度は、東日本大震災や、それに伴う節電の影響で確実に電力消費は下がると思われる。

日本の電力需要の増加は民生部門がけん引している。産業部門の殆どを占める製造業のエネルギー源別消費量を見ても



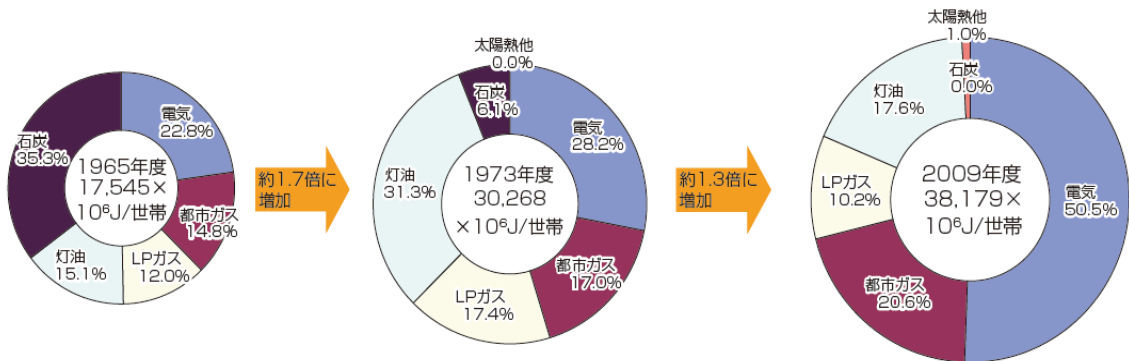
となっており、比重は少ない

運輸部門を見ても、

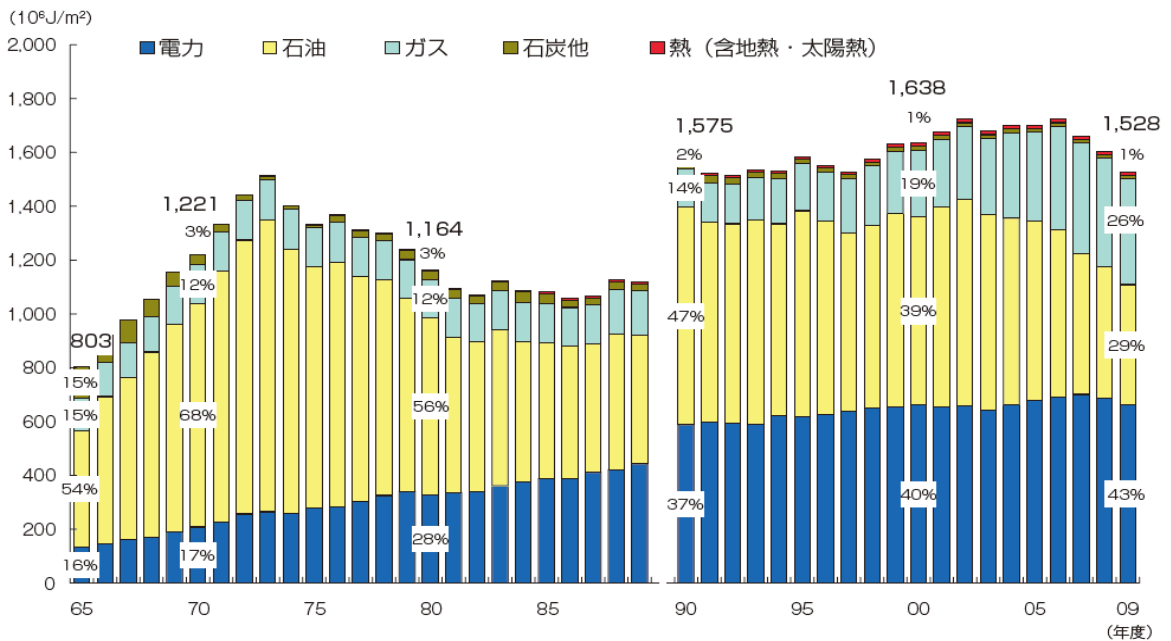


この様にガソリンが殆どを占めている。

ところが民生部門を見てみると、



まずは家庭部門である。次に業務部門も同じように、



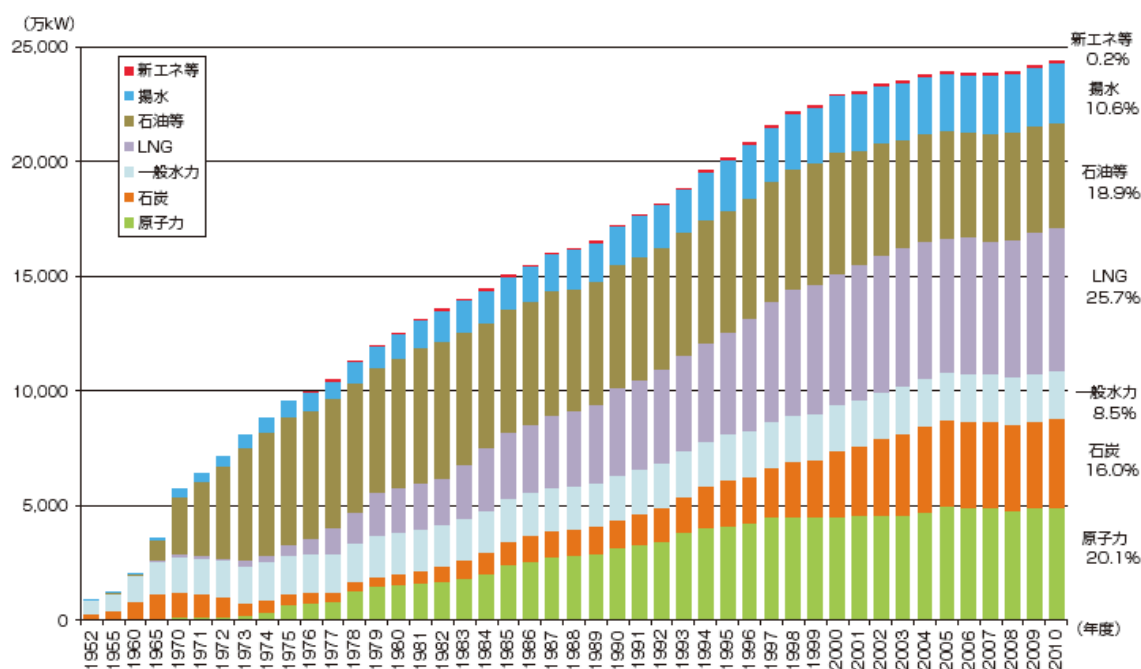
かなりの割合電気が占めていることがわかる。

これは、家庭部門では生活水準の向上等により、エアコンや電気カーペットなど冷暖房用途の機器の普及が急速に伸びていること等によるものだ。業務部門の電力消費の増加は、事務所ビルの増加や、経済の情報化・サービス化の進展を反映したオフィスビルにおけるOA機器の急速な普及等によるものである。このことから、我が国の電力需要の今後を考えるに、家庭用の電化機器のイノベーション（省電力という観点も含み）が重要になってくると考えられる。

次にこれらの電力需要の増加と共に、どのような発電形態が求められてきたか調べていく。

3、発電設備の種類

【第214-1-5】発電設備容量の推移（一般電気事業用）



(注) 71年度までは9電力会社計。

(出所) 資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」をもとに作成

1952年時は殆どが一般水力発電であるが、1965年度から石炭や石油による火力発電の比率が伸びてきており、1970年には逆転している。ちなみに今問題となっている原子力が登場したのもこの頃である。1973年の第一次オイルショック以降、石油の消費量を減らす、というよりは、原子力やそれに伴う揚水発電、およびLNG火力といった発電を増やし、脱石油依存を進めてきた。特に長期的に見ると伸びが顕著なのは、原子力とLNGと石炭である。LNGは二酸化炭素排出量が少なく、また埋蔵量も豊富である。

石炭は埋蔵量が豊富であることに加え、安価で、比較的政情が安定している国に多く埋蔵されている。原子力は二酸化炭素を全く出さず、一度火を入れると安定的に電力を供給でき、効率という面では群を抜いており、また燃料となるウランが比較的安価であることから国が主体となって推進してきた。しかし、その安価であるという点は今回の原発事故で

現在見直されてきており、来年度から原子力発電の比率は、設備容量はそのままであるだろうが、再稼働問題等も含め、発電量は大幅に下がると思われる。さて、現在話題である、二酸化炭素の排出量が全くなく、資源浪費が無いという点（正確にはレアメタル等を使用するのでゼロとはいかないが）で優れている自然エネルギー（表では新エネルギー）は0.2%程である、何故こんなに低いかと考えるに、まず国と電力会社が二酸化炭素排出、および燃料の海外調達偏重の解決策として原子力に全てを託していたという事実がある。発電方式の個々の将来性は、一次エネルギーと共に後述するが、有望そうな新エネルギーもいくつかあるので紹介していきたい。

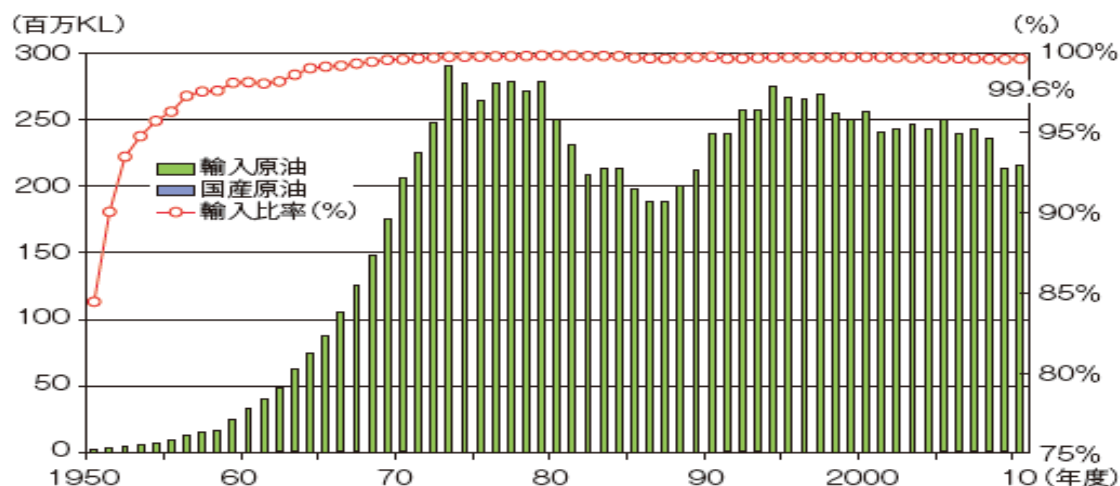
発電方式ごとの比率を見たならば、それらを個別に説明していかねばならないと思う。つまり一次エネルギーとしてのそれぞれの評価である。

4、一次エネルギーの各評価

・石油

まず前提として我が国は石油の調達をほぼ海外に頼っており、新潟県や秋田県、北海道などに油田はあるものの、自給率は0.4%と少ない

【第213-1-2】 国産原油供給量の推移

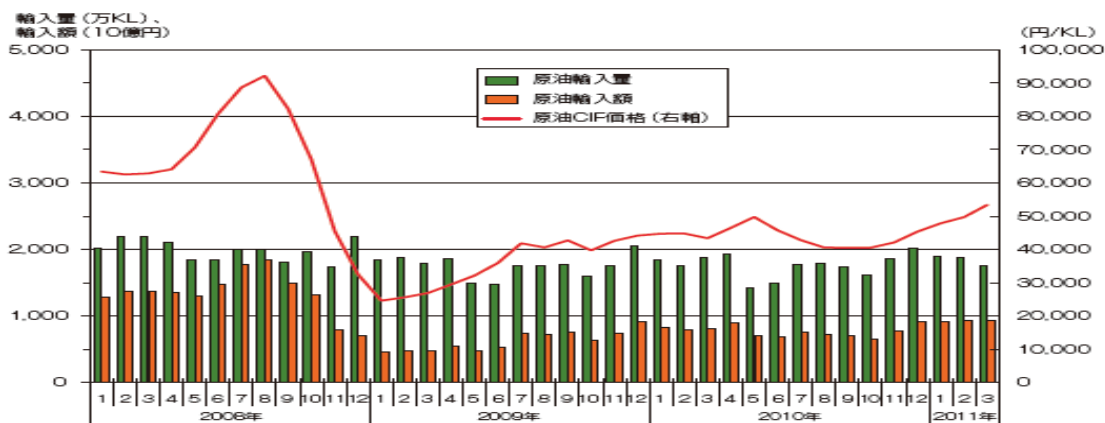


(出所) 資源エネルギー庁「資源・エネルギー統計年報・月報」、石油連盟「石油資料月報」をもとに作成

必然的に輸入に頼らざるを得ず、その結果1973年と1979年のオイルショックを招いた。このことから我が国では、石油の輸入先の多角化を計ったが、2010年度の輸入先を国別にみると、サウジアラビアが29.2%でトップにあり、以下、アラブ首長国連邦(20.9%)、カタール(11.6%)、イラン(9.8%)の順となり、中東依存度が上がっている。しかし石油の代替エネルギー利用の進展により、1990年代半ばから徐々に消費量は減っている。また原油価格については2008年度に一度急騰しその後下落したことを除けば、円高基調なことも含め、安定している。完全に海外に依存したエネルギー源であるため、主力とする

のは些か危険であり、枯渇問題、二酸化炭素排出問題もある、また我が国のエネルギー問題の主要命題として「石油依存からの脱却」があり、いかに依存度を減らしていくかが今後の課題になっている。

【第213-1-6】原油の輸入量・輸入額と原油 CIF 価格の推移 (2008～2011年)

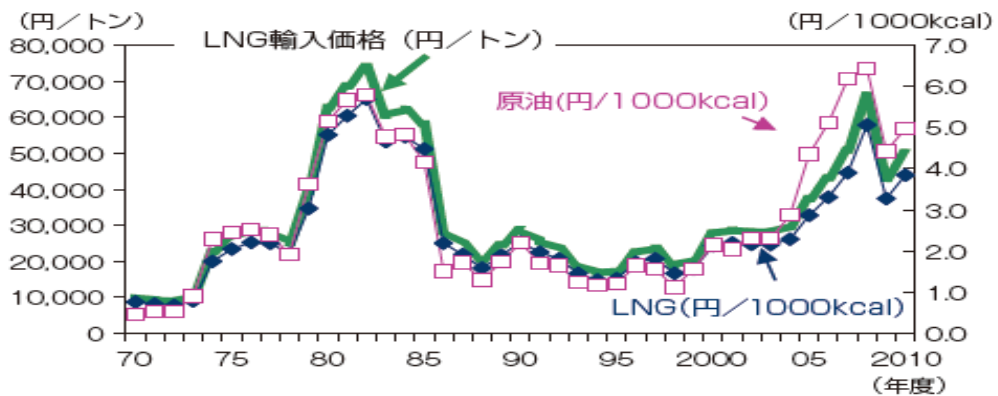


(出所) 財務省「貿易統計」より作成

・ガス体エネルギー

まずガスにはLPガスと天然ガスの二種類がある。少しおおざっぱだが前者はプロパンガス、後者はLNGと言えど馴染みが深いかもしれない。特にLNGは相対的にクリーンなエネルギーであるため、石油の代替として注目され、また、今回の原発事故後の日本の中期的な基幹エネルギーとしても注目されている。LNGは石油と同じく完全に海外に依存したエネルギーであるが(国内自給率3.3%)石油と違い二酸化炭素をあまり排出せず、また埋蔵量が豊富なことから、過信は禁物であるが当面は安定的に利用できるエネルギーである。主な調達先は、インドネシア、マレーシア、オーストラリア等のアジア大洋州地域がその78.1%を占めており、中東依存度は21.9%と相対的に低く、地域的に分散した。また2009年には世界のLNG貿易の35.4%を日本が占めた。LNGの価格は原油に比べ緩やかな動きをするが、オイルショック時と2008年度に原油が急騰したとき、連動して急騰している。このことから急激な原油の変動と連動する性質を持っていると考えられる。

【第213-1-12】LNG輸入価格の推移

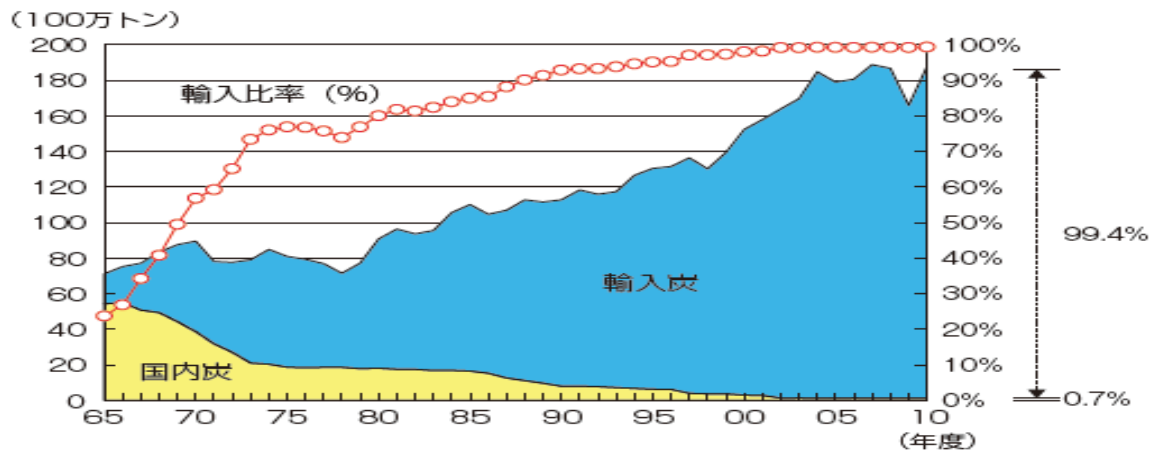


(出所) 日本関税協会「日本貿易月表」をもとに作成

・石炭

埋蔵量も豊富で、比較的政情が安定している国に埋蔵されているため、(石炭の輸入先はオーストラリアが62.3%を占めており、次いでインドネシア(19.0%)、ロシア(6.1%)、カナダ(5.6%)からの輸入である)当面は枯渇の心配もなく、徐々に使用料も増えている。また唯一石炭は火力燃料として、国内で採掘された物がシェアの殆どを占めていた時期がある。

【第213-1-19】国内炭・輸入炭供給量の推移

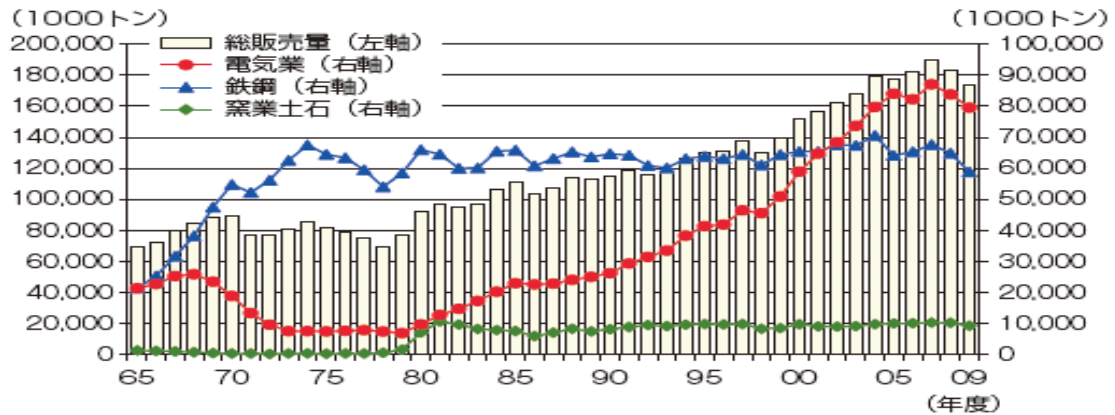


(注) 輸入一般炭には無煙炭¹⁵を含める。

(出所) 2000年度までは経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、2001年度より財務省「日本貿易統計」、JCOAL「炭鉱別石炭生産月報」をもとに作成

ただし、徐々に石油への転換、また割安な輸入炭への転換が進んでいき、今ではほぼ自給はしていない。殆どが発電用に使用されている。

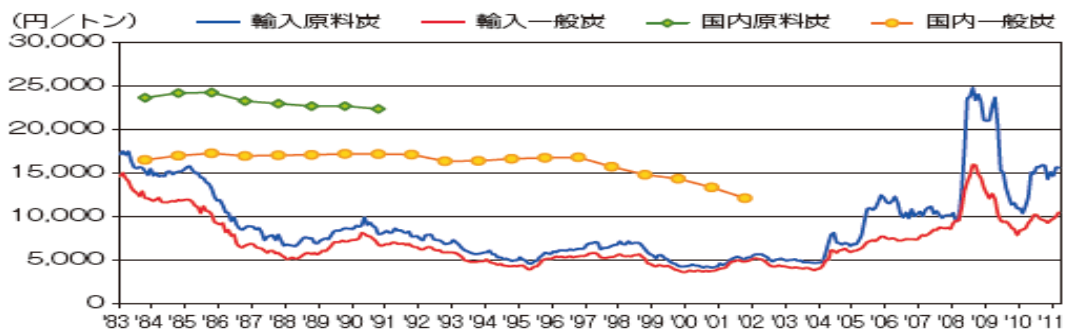
【第213-1-21】石炭の用途別消費量の推移



(出所) 2000年度までは経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、2001年度以降「石油消費動態統計年報」、「電力調査統計年報」より(財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット算定(「エネルギー・経済統計要覧2009年版」)をもとに作成

石炭の価格は一時的なものを除き比較的安定している。石炭も原油価格と連動して高騰する傾向があり、2008年度にかけて高騰したが、その後下落し落ち着いている。

【第213-1-22】国内炭・輸入炭価格(CIF)の推移



(注) 輸入炭は月次平均データ、国内原料炭は1983年度から1990年度までの年度平均データ、国内一般炭は1983年度から2001年度までの年度平均データを示す。
国内原料炭は1991年度で生産が終了したために、1992年度以降の価格は取り決められていない。
国内一般炭の価格は、2002年度以降の公表されていない。

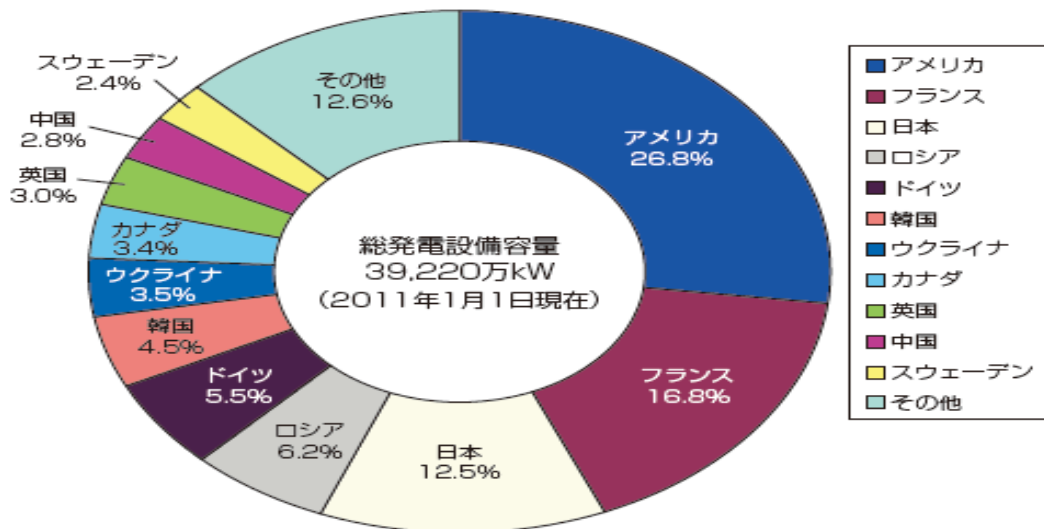
(出所) 輸入炭については財務省「日本貿易統計」、国内炭については資源エネルギー庁「コール・ノート2003年版」

原子力

今まで化石エネルギーを見てきたが、次に非化石エネルギーを見てゆく。

東日本大震災以降悪い意味で注目をあびているエネルギーであるが、日本で登場したのは、商業用としては1966年の東海発電所が初である。今の所海外に依存しない大規模な発電容量をもった方式である。また原発の設備容量は、アメリカ、フランスに次いで三番目に多い。

【第213-2-2】世界の原子力発電設備容量



(出所) 日本原子力産業会議

そのため日本では、日本では全体の設備容量では 20.1%、全体の発電実績では 30.8%と大きい。

原子力発電自体のメリットとしては、コストが安い、海外の情勢に影響されない、安定的に発電できる、といい事尽くめに見えるが、今回の原発事故で本当にこれらが正しいかは疑問が呈されている。*2 まずコストが安いというのは、事故が起こった時の除染費用、廃炉費用を無視した数値であるという批判がある。また使用済み核燃料棒の処理問題もあり、推移を見守りたい。

・再生可能エネルギー

同じく東日本大震災以降注目されているエネルギーが、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマス等の、再生可能エネルギーである。まず実績がある順に紹介したい。

① 水力発電

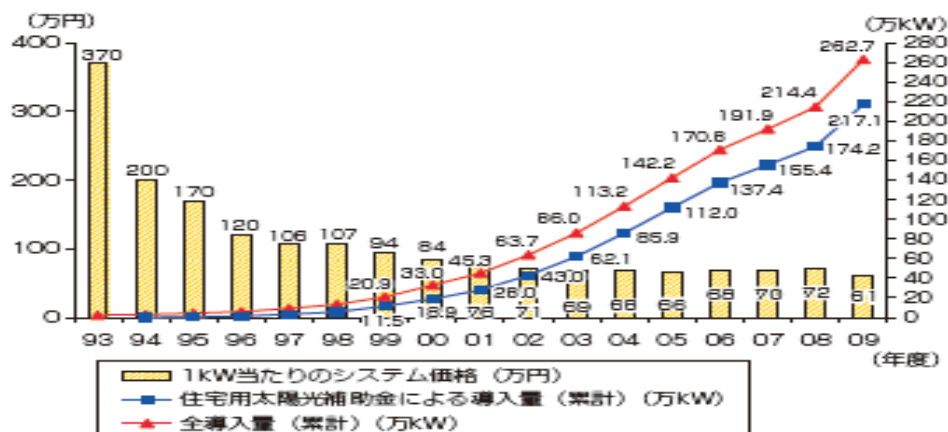
恐らく今の所一番実績がある再生可能エネルギーである。高所から流れ落ちる河川等の水を利用して落差を作り、水車を回し発電する。利用面から流れ込み式(水路式)、調整池式、貯水池式、揚水式に分けられ、揚水式以外を特に一般水力と呼んでいる。揚水式は、夜間等に下池の水を上池に揚げ、必要時に放流して発電するため、他とは区別されている。一般水力は、設備容量では全体の 8.5%、揚水発電は 10.6%と高い。しかし近年開発が頭打ちになっており、未開発地点は 2464 地点と多いのだが、平均発電能力が 7280 kW と既存のものより低く、また開発地点の奥地化が進み、コスト高になってしまっている。ただポテンシャルは高いので、運用方法を分散させ、地産地消を推進していくことが重要であると考えられる。

② 風力発電

風力発電は風の力で風車を回し、その回転運動を発電機に伝えて電気を起こす発電方法で

ける導入量は、近年着実に伸びており、2009 年末累積で 262.7 万 kW に達した。

【第 213-2-11】 太陽光発電の国内導入量とシステム価格の推移



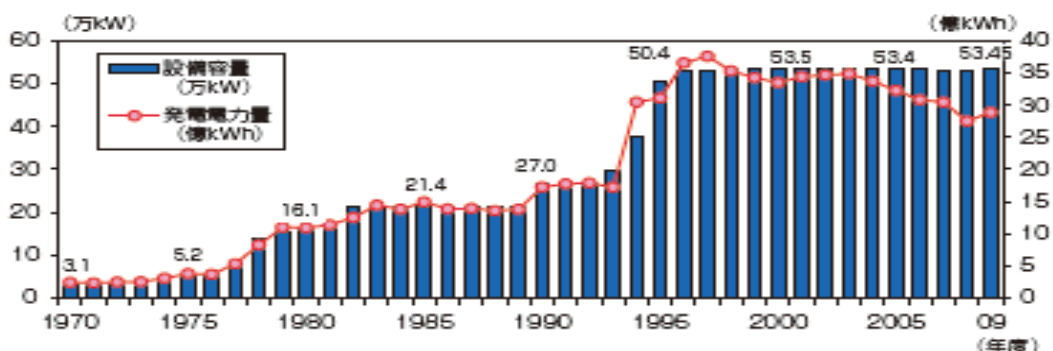
(出所) 資源エネルギー庁調べ

日本の場合、補助金も出るため*3、住宅用に導入することが多い。近年は、原発事故の影響からか、1000kW以上の設備容量を持つ、メガソーラーという大規模太陽光発電が各地自治体、や企業、各電力会社で計画されておりにわかに市場が賑わっている。また太陽光発電のパネルのコストは、普及が進めば進むほど経済的になっていくため、より一層の活性化が見込める。問題点としては、他の発電方式と比べ圧倒的に発電量が少ないこと、および風力と同じく安定しないことがあげられる。また市場での価格以外スケールメリットが働かないこともある。風力と同じく蓄電池での安定化なども図っている。ここからは筆者の個人的な意見であるが、分散配置が容易ということを生かし、メガソーラーよりも各家庭に取り付けることを推進した方が良いように考えられる。

④ 地熱

地熱発電は、地表から地下深部に浸透した雨水等が地熱によって加熱され、高温の熱水として貯えられている地熱貯留層から、坑井により地上に熱水・蒸気を取り出し、タービンを回し電気を起こすシステムである。我が国の地熱発電は第2次石油ショックを契機に増加したが、近年、リードタイムが長いこと、開発コストが高いこと等から設置が停滞してきた。

【第 213-2-22】 日本の地熱発電設備容量および発電電力量



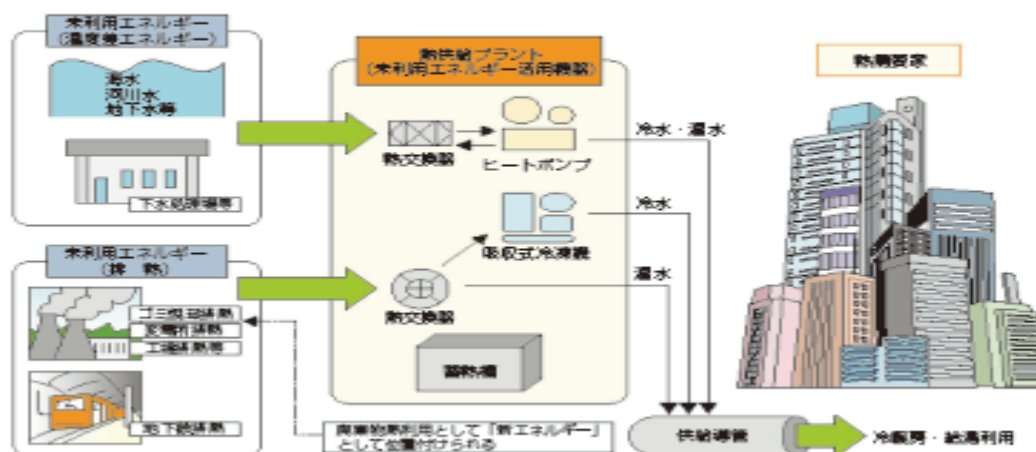
(出所) 火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向 2005年」、電気事業連合会「電気事業便覧(平成22年版)」をもとに作成

しかし、自然エネルギーの中では、発電量の変化が少なく安定しており、国が規制緩和や補助金を出す動き*4も見られており、普及が進むかもしれない。

⑤ 未利用エネルギー

「未利用エネルギー」とは、夏は大気よりも冷たく、冬は大気よりも暖かい河川水・下水等の温度差エネルギーや、工場等の排熱といった、今まで利用されていなかったエネルギーのことを意味する。具体的な未利用エネルギーの種類としては、①生活排水や中・下水・下水処理水の熱、②清掃工場の排熱、③変電所の排熱、④河川水・海水・地下水の熱、⑤工場排熱、⑥地下鉄や地下街の冷暖房排熱、⑦雪氷熱、等がある。

【第 213-2-24】 未利用エネルギーの活用概念



ここで使われているヒートポンプとは、冷媒を強制的に膨張・蒸発、圧縮・凝縮させながら循環させ、熱交換を行うことにより水や空気等の低温の物体から熱を吸収し高温部へ汲

み上げるシステムであり、従来システムに比べてエネルギー利用率が非常に高いことが特徴である。そのため、民生部門での二酸化炭素排出削減に大きく貢献することが期待されている。

以上のような再生可能エネルギーが、有効案としてあがってはいる。ただ共通して言えるのは、既設の一般水力と揚水発電を除き、発電能力の小ささが問題として挙げられる。

5、これからの電力政策について

今までの調査を統合したまとめに入りたい。

震災前のような二酸化炭素排出削減を原子力発電に頼った政策は、もう通用しなくなってしまった。原発再稼働が危ぶまれる中、電力不足をどう補っていくか？中長期的な政策ではなく、短期的な政策で論ぜねば日本経済が後退しかねない。とはいえ自然エネルギー、特に太陽光や風力は、設備利用率が12%~20%と低く*5、都市に大電力を通すとなると向かない、また送電網へ不安定なエネルギーを通すための設備投資のコストも膨大である。俄かに話題になっているスマートグリッドもスマートメーターといったものを整備するために多大な時間とコストがかかるだろう、中長期的な政策としては有効ではあるが、一朝一夕ではいかない。ではどうすればいいか？私個人の考えであるが、短期的な政策として、まず地方自治体と既存の電力会社が協力体制を築き、エネルギーの地産地消を目指すことが有効であると思う。食料の地産地消と同じく、地方で採れた電気をその地方で使いきる。電力消費量の少ない地域ならば賄いきれるところもあるだろう*6。余った電力を都市に売電することもできる。無論、民生部門が電力需要のカギを握っているとはいえ、これだけでは賄いきれないだろうが、その分は原子力や火力などの既存設備を運用し補えばよい、少なくとも今までの原子力や火力のような一極集中型では、発電所を建てられる場所も限られてくるであろう（無論メガソーラーも含む）。狭い国土では小規模を分散させ、賄う方式が有効ではなかろうか。無論送電網に投資すれば、地産地消に拘らずとも、あらゆる場所で発電が可能になるかもや知れないが、前述した通り、長期的な設備投資が必要となってくる。

参考文献

*1 資源エネルギー庁 エネルギー白書 2011 図、グラフなどを引用

<http://www.enecho.meti.go.jp/index.htm>

*2 毎日新聞社 2011,12,26 「社説」

<http://mainichi.jp/select/opinion/editorial/archive/news/20111226ddm004070038000c.html>

*3 一般社団法人 太陽光発電協会 <http://www.j-pec.or.jp/>

*4 読売新聞社 2011,10,12 「政治」

<http://www.yomiuri.co.jp/politics/news/20111012-OYT1T00646.htm>

* 5 資源エネルギー庁 電力調査統計

<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/denryoku/result-2.htm>

* 6 朝日新聞社 2011,12,30 「社会」

<http://www.asahi.com/national/update/1229/SEB201112280073.html>