

第2部 エネルギー動向

第1章 国内エネルギー動向

第1節 エネルギー需給の概要

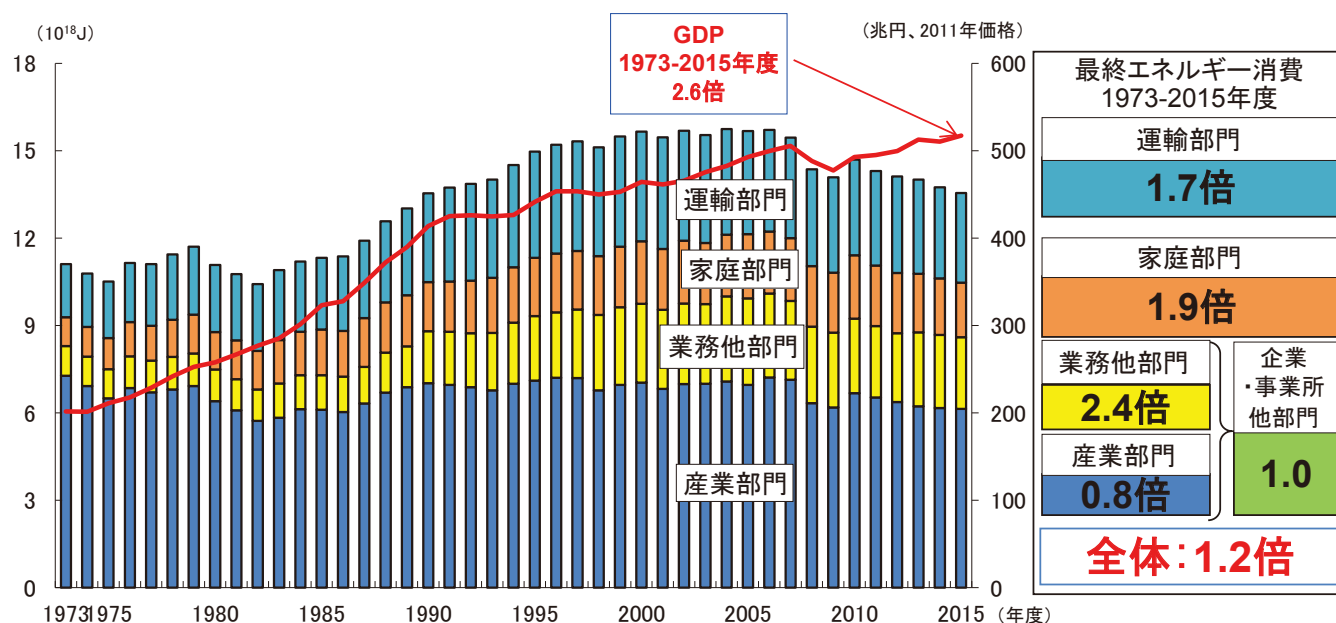
1. エネルギー消費の動向

1970年代までの高度経済成長期に、我が国のエネルギー消費は国内総生産(GDP)よりも高い伸び率で増加しました。しかし、1970年代の二度の石油ショックを契機に、製造業を中心に省エネルギー化が進むとともに、省エネルギー型製品の開発も盛んになりました。このような努力の結果、エネルギー消費を抑制しながら経済成長を果たすことができました。1990年代を通して原油価格が低水準で推移する中で、家庭部門、業務他部門を中心にエネルギー消費は増加しました。2000年代半ば以降は再び原油価格が上昇したこともあり、2004年度をピークに最終エネルギー消費は減少傾向になりました。2011年度からは東日本大震災以降の節電意識の高

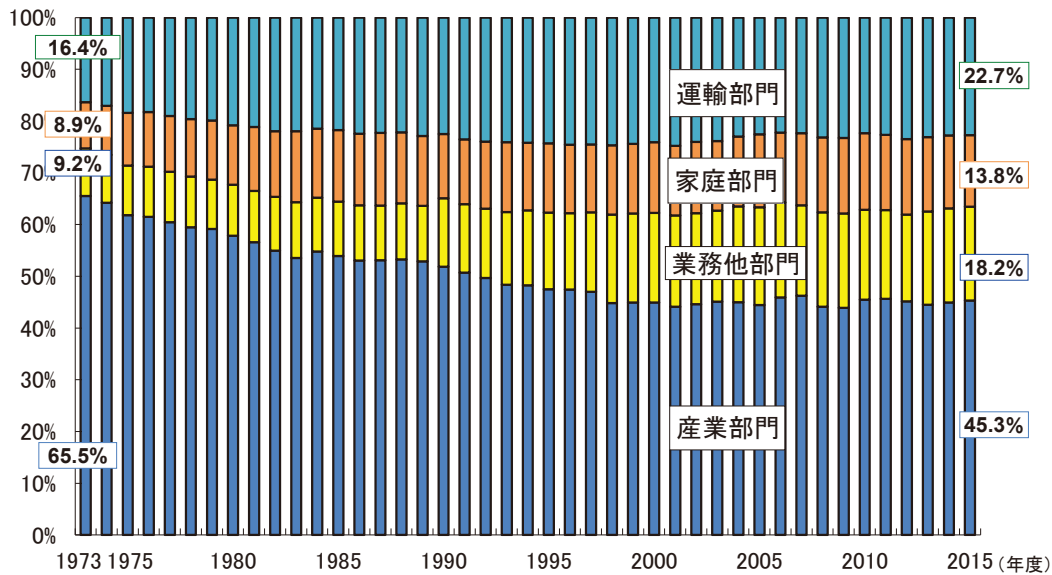
まりなどによってさらに減少が進みました。2015年度は実質GDPが2014年度より1.3%増加しましたが、前年度より冷夏、暖冬であったことや省エネルギーが進展したことから、最終エネルギー消費は同1.4%減少しました(第211-1-1)。

部門別にエネルギー消費の動向を見ると、1973年度から2015年度までの伸びは、企業・事業所他部門が1.0倍(産業部門¹0.8倍、業務他部門2.4倍)、家庭部門が1.9倍、運輸部門が1.7倍となりました。企業・事業所他部門では第一次石油ショック以降、経済成長する中でも製造業を中心に省エネルギー化が進んだことから微増で推移しました。一方、家庭部門・運輸部門ではエネルギー利用機器や自動車などの普及が進んだことから、大きく増加しました。その結果、企業・事業所他、家庭、運輸の各部門のシェアは第一次石油ショック当時の1973年度の74.7%、8.9%、16.4%から、2015年度には63.5%、13.8%、22.7%へと変化しました。

【第211-1-1】最終エネルギー消費と実質GDPの推移



¹ 産業部門は農林水産鉱建設業と製造業の合計



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

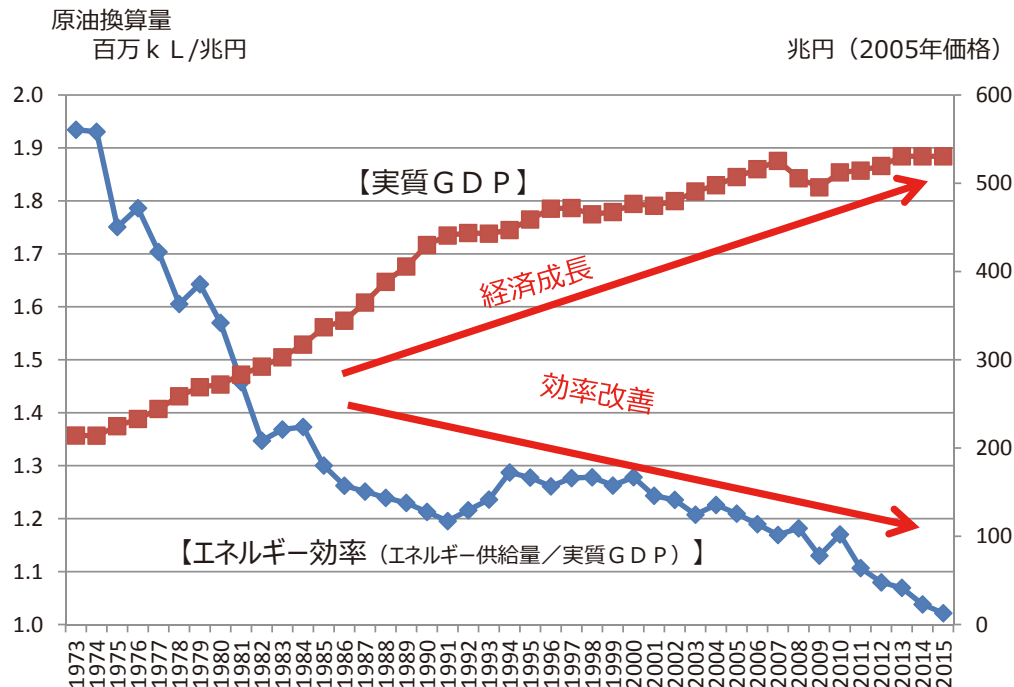
(注2)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている²。

(注3)産業部門は農林水産鉱建設業と製造業の合計。

(注4)1993年度以前のGDPは日本エネルギー経済研究所推計。

出典：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」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

【第211-1-2】我が国の実質GDPとエネルギー効率(エネルギー供給量/実質GDP)の推移



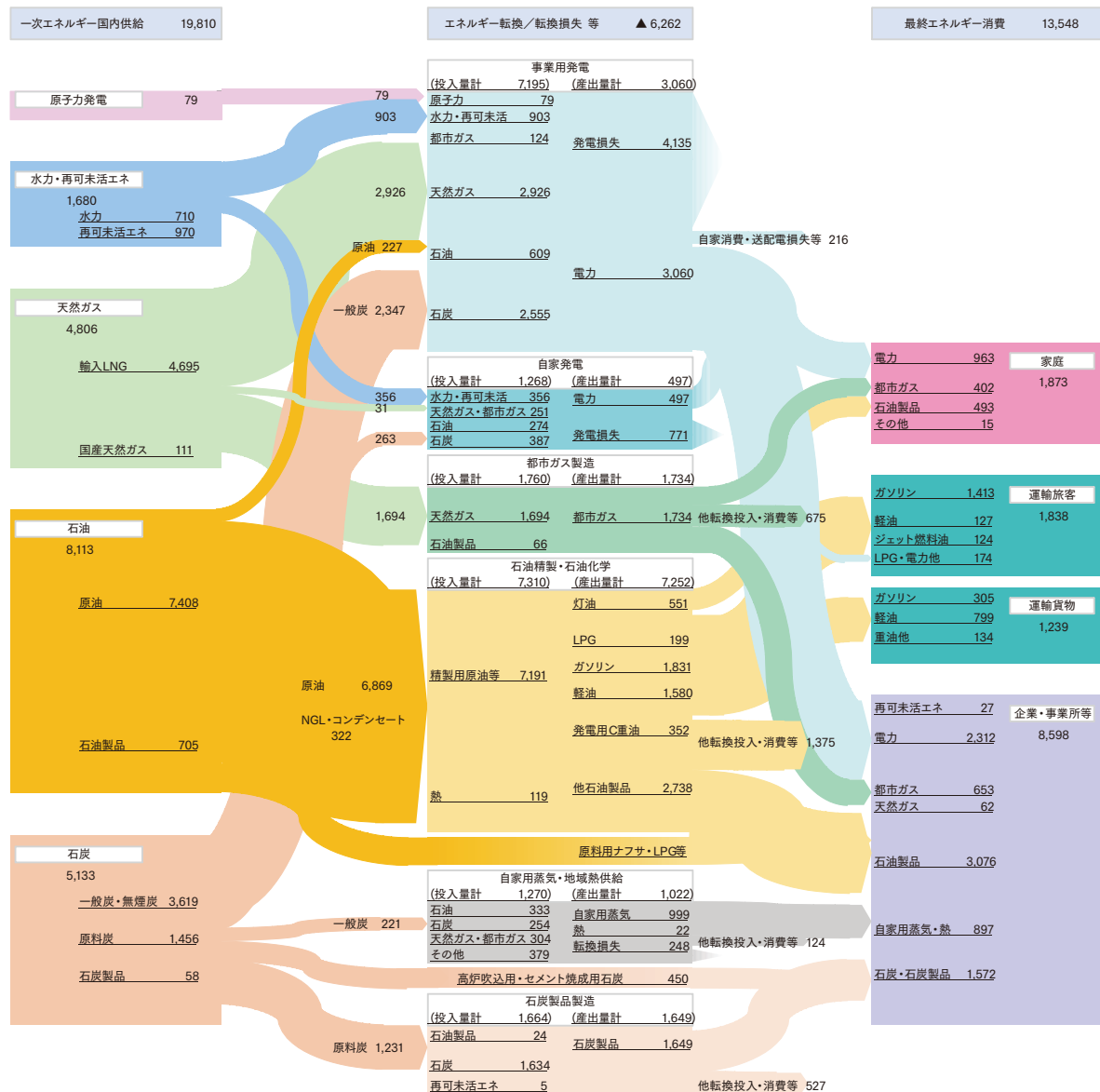
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、内閣府「国民経済計算年報」を基に作成

² 旧総合エネルギー統計は、「エネルギー生産・需給統計」を中心に販売側の統計に基づいた算出が行われていましたが、政府統計の整理合理化対策の一環として石炭・石油製品の販売統計調査が2000年を最後に廃止されたことなどから、継続して作成することができなくなりました。このようなことから、新しい総合エネルギー統計では、石油等消費動態統計・家計調査報告や自動車燃料消費調査などの消費側の各種統計調査を中心とする算出方法に変更されています。よって、1990年度の前後の比較にあたっては留意する必要があります(以下「総合エネルギー統計」に係る比較についても同じです)。

C O L U M N

エネルギーがどのように供給され、どのように消費されているか大きな流れを見てみましょう。エネルギーは生産されてから、私たちエネルギー消費者に使用されるまでの間に様々な段階を経ています。概して、原油、石炭、天然ガスなどの各種エネルギーが供給され、電気や石油製品などに形を変える発電・転換部門(発電所、石油精製工場など)を経て、私たちが最終的に消費するという流れになっています。この際、発電・転換部門で生じるロスまでを含めた我が国が必要とする全てのエネルギー量として「一次エネルギー供給」の概念が用いられます。そして、最終的に消費者が使用するエネルギー量として「最終エネルギー消費」の概念が用いられています。国内に供給されたエネルギーが最終消費者に供給されるまでには、発電ロス、輸送中のロス、及び発電・転換部門での自家消費などが発生するため、最終エネルギー消費は一次エネルギー消費からこれらを差し引いたものになります。2015年度は、日本の一次エネルギー国内供給を100とすれば、最終エネルギー消費は68程度でした(第211-1-2)。

【第211-1-2】我が国のエネルギー・フロー概要(2015年度)

単位: 10¹⁵J

(注1)本フロー図は、我が国のエネルギー・フローの概要を示すものであり、細かいフローについては表現されていない。

(注2)「石油」は、原油、NGL・コンデンセートのほか、石油製品を含む。

(注3)「石炭」は、一般炭・無煙炭、原料炭のほか、石炭製品を含む。

出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

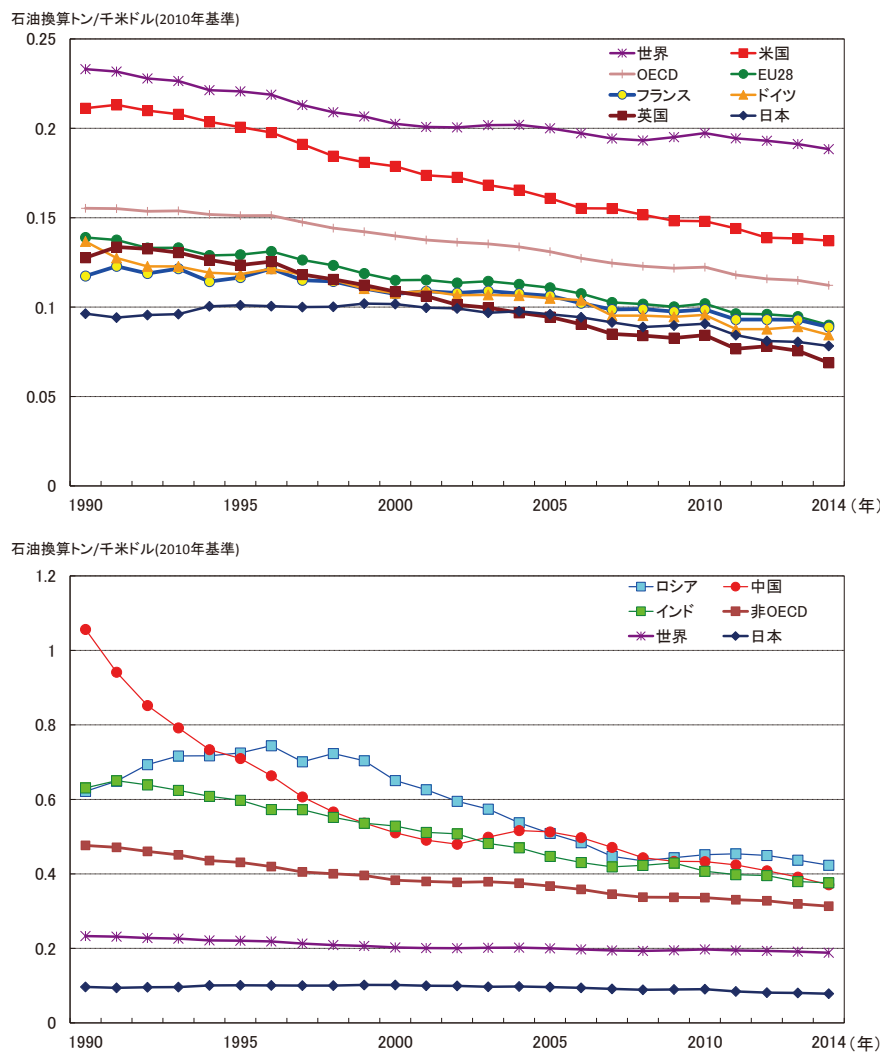
具体的には、一次エネルギー供給は、石油、天然ガス、石炭、原子力、太陽光、風力などといったエネルギーの元々の形態であることに対して、最終エネルギー消費では、私たちが最終的に使用する石油製品(ガソリン、灯油、重油など)、都市ガス、電力、熱などの形態のエネルギーになっています。一次エネルギーの種類別にその流れを見ますと、原子力、再生可能エネルギーなどは、その多くが電力に転換され、消費されました。一方、天然ガスについては、電力への転換のみならず熱量を調整した上で都市ガスへの転換も大きな割合を占めました。石油については、電力への転換の割合は比較的小さく、そのほとんどが石油精製の過程を経て、ガソリン、軽油などの輸送用燃料、灯油や重油などの石油製品、石油化学原料用のナフサなどとして消費されました。石炭については、電力への転換及び製鉄に必要なコークス用原料としての使用が大きな割合を占めました。

2. 海外との比較

1単位の国内総生産(GDP)を産出するために必要

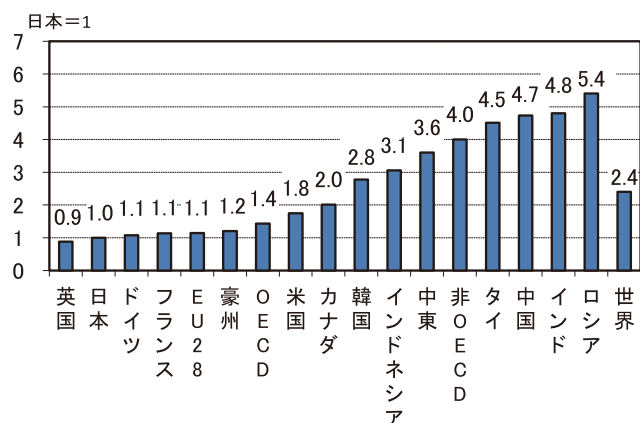
なエネルギー消費量の1990年からの推移を見ると、日本は世界平均を大きく下回る水準を維持しています(第211-2-1)。

【第211-2-1】実質 GDP 当たりのエネルギー消費の主要国比較



(注)一次エネルギー消費量(石油換算トン)/実質GDP(千米ドル、2010年基準)。

出典:IEA「World Energy Balances 2016 Edition」、World Bank「World Development Indicators 2016」を基に作成

【第211-2-2】実質GDP当たりのエネルギー消費の
主要国比較(2014年)

(注)一次エネルギー消費量(石油換算トン)/実質GDP(米ドル、2010年基準)を日本=1として換算。

出典:IEA [World Energy Balances 2016 Edition]、World Bank [World Development Indicators 2016]を基に作成

2014年における日本の実質GDP当たりのエネルギー消費は、中国やインドと比べると5分の1程度の少なさであり、省エネルギーが進んでいる欧州と比較しても遜色ない水準です。現在の我が国のエネルギー利用効率が、依然として高いことが分かります(第211-2-2)。

3. エネルギー供給の動向

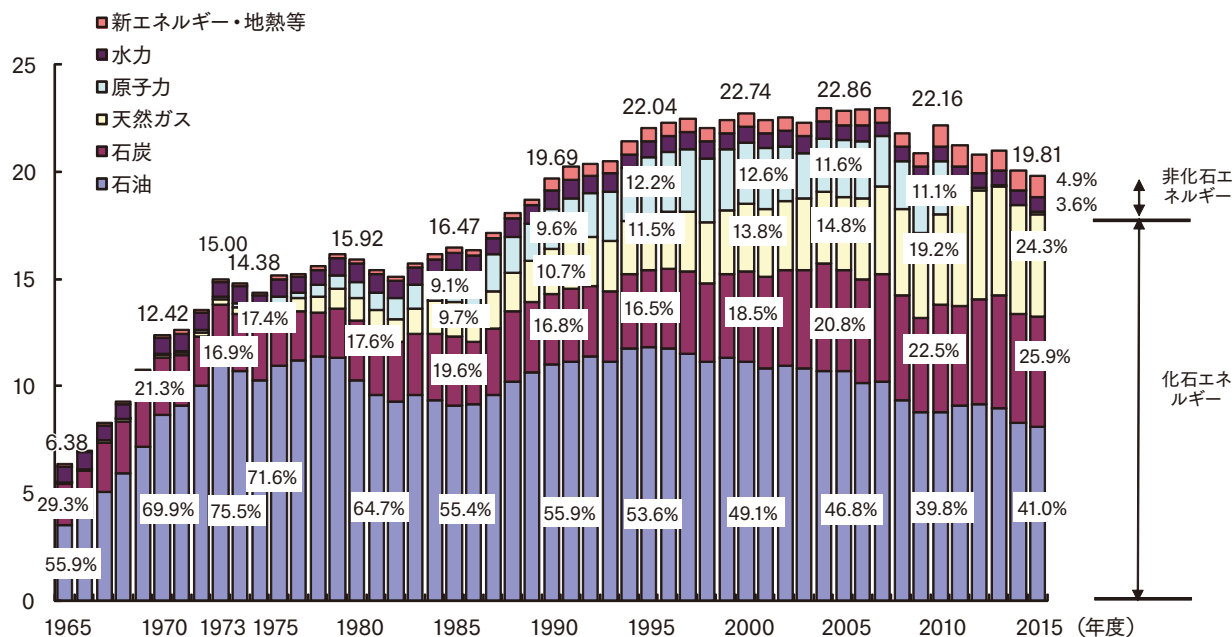
我が国のエネルギー需要は、1960年代以降急速

に増大しました。それまでは、国産石炭が我が国のエネルギー供給の中心を担っていました。その後、国産石炭が価格競争力を失う中で、我が国の高度経済成長期をエネルギー供給の面で支えたのが、中東地域などで大量に生産されている石油でした。我が国は、安価な石油を大量に輸入し、1973年度には一次エネルギー国内供給の75.5%を石油に依存していました。しかし、第四次中東戦争を契機に1973年に発生した第一次石油ショックによって、原油価格の高騰と石油供給断絶の不安を経験した我が国は、エネルギー供給を安定化させるため、石油依存度を低減させ、石油に代わるエネルギーとして、原子力、天然ガス、石炭などの導入を推進しました。また、イラン革命によってイランでの石油生産が中断したことに伴い、再び原油価格が大幅に高騰した第二次石油ショック(1979年)は、原子力、天然ガス、石炭の導入をさらに促進し、新エネルギーの開発をさらに加速させました。

その結果、一次エネルギー国内供給に占める石油の割合は、2010年度には、39.8%と第一次石油ショック時の1973年度における75.5%から大幅に低下し、その代替として、石炭(22.5%)、天然ガス(19.2%)、原子力(11.1%)の割合が増加するなど、エネルギー源の多様化が図られました(第211-3-1)。しかし、2011年に発生した東日本大震災とそれによる原子

【第211-3-1】一次エネルギー国内供給の推移

(10¹⁸J)



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

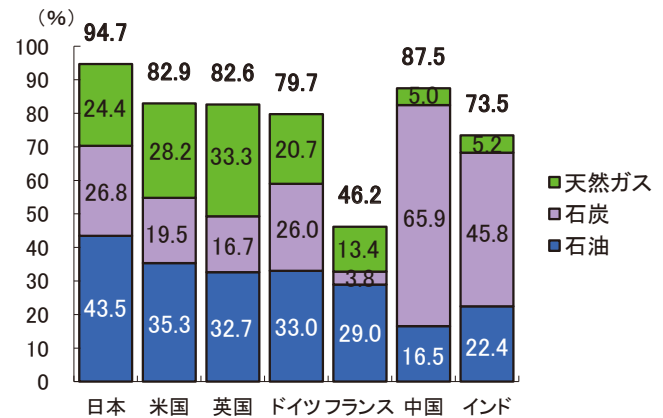
(注2)「新エネルギー・地熱等」とは、太陽光、風力、バイオマス、地熱などのこと(以下同様)。

出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

力発電所の停止により、原子力の代替発電燃料として化石燃料の割合が増加し、近年減少傾向にあった石油の割合は2012年度に44.1%まで上昇しました。2015年度には、発電部門において、再生可能エネルギーの導入や原子力の再稼働が進んだことなどにより石油火力の発電量が減少し、石油の割合は41.0%となり、3年連続で減少しました。

一次エネルギー国内供給に占める化石エネルギーの依存度を世界の主要国と比較した場合、2014年の日本の依存度は94.7%であり、原子力や風力、太陽光などの導入を積極的に進めているフランスやドイツなどと比べると依然として高い水準でした(第211-3-2)。このため、化石燃料のほとんどを輸入に依存している我が国にとってその安定的な供給は大きな課題です。特に、石油の供給先については、1960年代後半から安定的な供給に向けた取組が進められた結果、中東への依存度が1980年代中頃にかけて減少に向かいましたが、その後、インドネシア、メキシコなどの非中東地域において国内需要増による輸出の減少により再び高まりました。2010年度以降はロシアからの輸入増によって、中東への

【第211-3-2】主要国の化石エネルギー依存度(2014年)

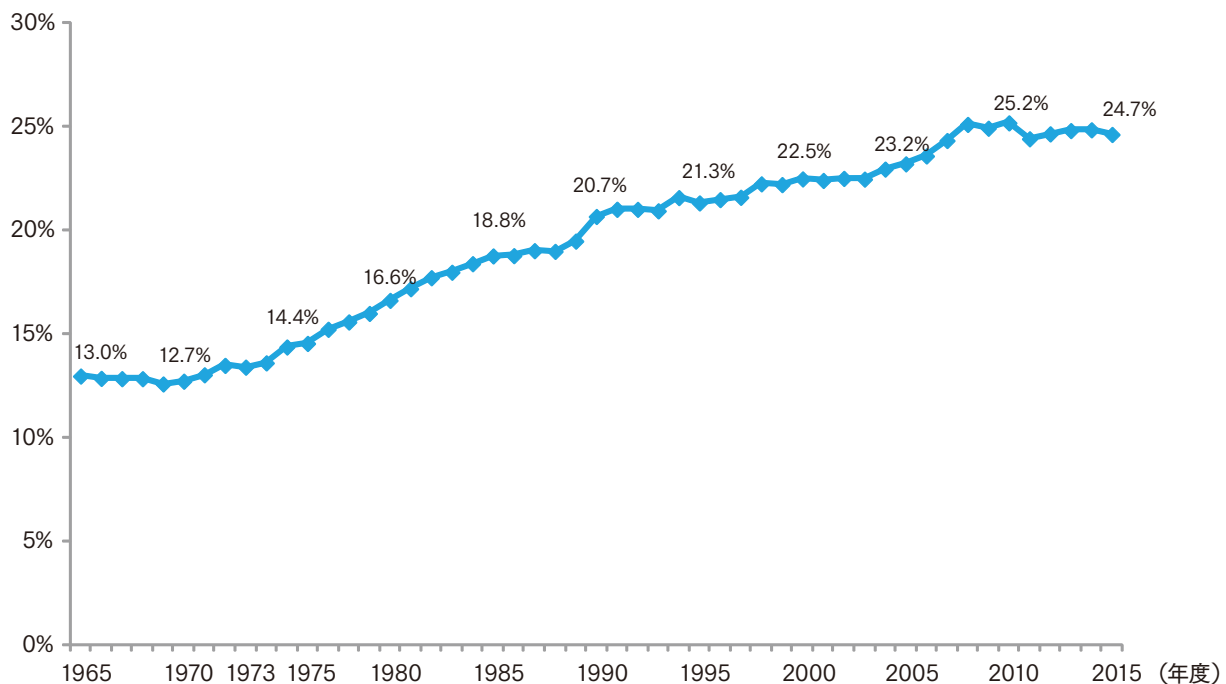


(注)化石エネルギー依存度(%)=(一次エネルギー供給のうち原油・石油製品、石炭、天然ガスの供給)/(一次エネルギー供給)×100。
出典:IEA「World Energy Balances 2016 Edition」を基に作成

依存度が低下に転じています(第213-1-4「原油の輸入量と中東依存度の推移」参照)。

なお、二次エネルギーである電気は家庭用及び業務用を中心にその需要は増加の一途をたどっています。電力化率³は、1970年度には12.7%でしたが、2015年度には24.7%に達しました(第211-3-3)。

【第211-3-3】電力化率の推移



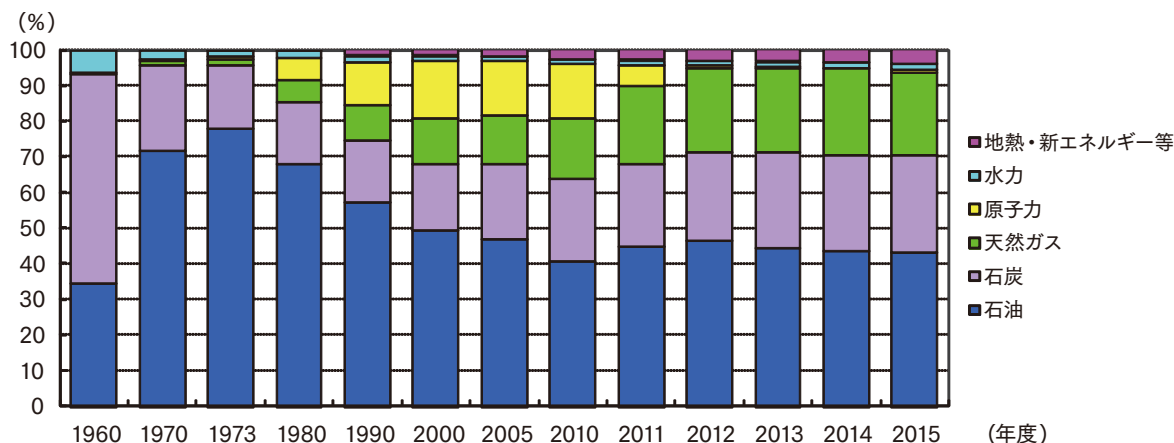
(注1)電力化率(%)=電力消費/最終エネルギー消費×100。

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

出典:資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

³ 最終エネルギー消費量に占める電力消費量の割合を示します。

【第211-4-1】日本の一次エネルギー国内供給構成及び自給率の推移



年度	1960	1970	1973	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
エネルギー自給率(%)	58.1	15.3	9.2	12.6	17.0	20.2	19.1	19.9	11.1	6.2	6.1	6.0	7.0

(注1)IEAは原子力を国産エネルギーとしている。(注2)エネルギー自給率(%)=国内産出/一次エネルギー供給×100。

(注3)2015年はIEAによる推計値である。

出典：IEA「World Energy Balances 2016 Edition」を基に作成

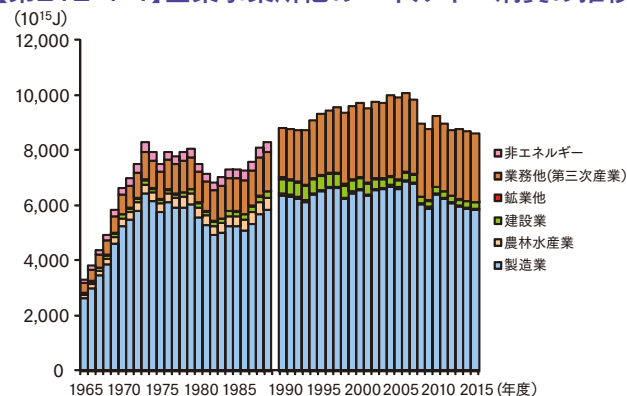
4. エネルギー自給率の動向

国民生活や経済活動に必要な一次エネルギーのうち、自国内で確保できる比率をエネルギー自給率と言います。我が国では、高度経済成長期にエネルギー需要量が大きくなる中で、供給側では石炭から石油への燃料転換が進み、石油が大量に輸入されるようになりました。1960年度には主に石炭や水力など国内の天然資源により58.1%であったエネルギー自給率は、それ以降大幅に低下しました(第211-4-1)。

石炭・石油だけでなく、石油ショック後に普及拡大した天然ガスは、ほぼ全量が海外から輸入されています。2014年度は原子力の発電量がゼロになったこともあり、過去最低の6.0%に低下しました。2015年度は新エネルギー等の導入や原子力発電所の再稼働が進み、我が国のエネルギー自給率は7.0%(推計値)となりました。

り、1965年度から2015年度までの全期間において最終エネルギー消費で最大のシェアを占める部門です。2015年度は企業・事業所他部門が最終エネルギー消費全体の63.5%を占めました。1965年度から2015年度まで企業・事業所他部門の中では製造業が最大のシェアを占め、2015年度には68.0%を製造業が占めました(第212-1-1)。

【第212-1-1】企業事業所他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。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

第2節 部門別エネルギー消費の動向

1. 企業・事業所他部門のエネルギー消費の動向

(1) 企業・事業所他部門のエネルギー消費の動向

企業・事業所他部門とは、産業部門(製造業⁴、農林水産・建設業)と業務他(第三次産業)⁵の合計であ

(2) 製造業のエネルギー消費の動向

製造業のエネルギー消費は第一次石油ショック前の1965年度から1973年度まで年平均11.8%で増加し、実質GDPの伸び率を上回りました。その後、1973年

⁴ 石炭・石油産業などのエネルギー産業は転換部門に含まれます。

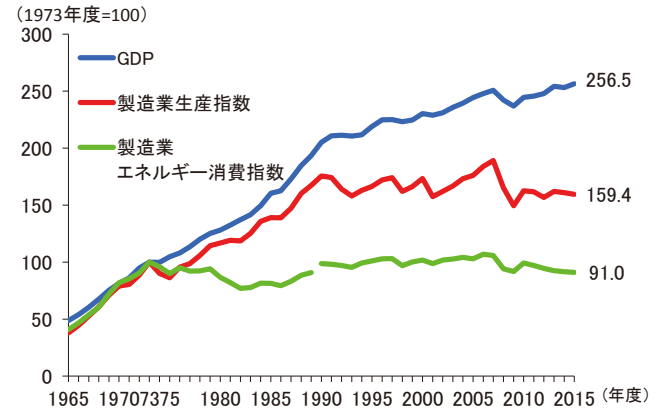
⁵ ここでの第三次産業は運輸関係事業、エネルギー転換事業を除きます。

の第一次石油ショック以降は減少傾向を示し、1973年度から1983年度までの10年間では実質GDPが増加する一方で、エネルギー消費は年平均2.5%減少しました。しかし、1987年度から再び増加に転じ、1995年度には1973年度を上回りました。2008年度以降は世界的な経済の低迷や東日本大震災などが影響して、製造業のエネルギー消費は1973年度の水準を下回っています。2015年度は、化学工業のエネルギー消費は増加しましたが、鉄鋼、非鉄金属工業、窯業土石業、機械工業などのエネルギー消費が減少し、全体では前年度比で0.7%減少しました。1973年度と2015年度を比較すると、経済規模は2.6倍になり、製造業全体の生産も1.6倍に増加していますが、製造業のエネルギー消費は0.9倍まで低下しました(第212-1-2)。

このように、石油ショック以降、製造業において生産量が増加しつつもエネルギー消費が抑制された主要因として、省エネルギーの進展(原単位要因)及び素材産業から加工組立型産業へのシフト(構造要因)が考えられます(第212-1-3)。

製造業は、生産コスト低減の観点から、エネルギー効率向上に対する関心が高い業種です。1973年の石油ショックによるエネルギー価格の高騰を契機に、省エネルギーに積極的に取り組んだ結果、製造業部門では生産1単位当たりに必要なエネルギー消費を表す「IIP(鉱工業生産指数)⁶当たりのエネルギー消費原単位」は急速に下がりました(第212-1-4)。しかしながら、1980年代後半から、国際原油価格の低迷により、IIP

【第212-1-2】製造業のエネルギー消費と経済活動



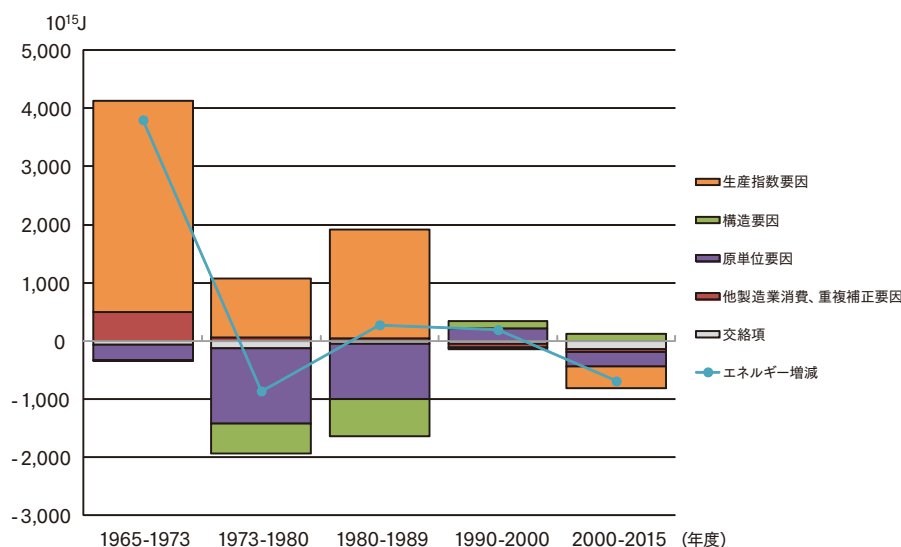
(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2)1993年度以前のGDPは日本エネルギー経済研究所推計。

出典：内閣府「国民経済計算」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、経済産業省「鉱工業指数」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

当たりのエネルギー消費原単位に若干の上昇傾向が見られました。2000年以降企業の環境保護意識が高まり、再び省エネルギーへの努力が一層強まったことにより、省エネルギー効果が現れました。しかし2008年の世界金融危機によって日本経済が低迷し、設備稼働率が低下したことなどの影響でエネルギー消費効率が悪化しました。2011年以降、製造業全体の4割ほどを占める化学産業のエネルギー消費原単位の低下などもあり、再び製造業全体のエネルギー消費効率の改善が見られました。製造業のエネルギー消費は、依然として最終エネルギー消費全体の4割を占めていることから、引き続き省エネルギー対策が必要とされています。

【第212-1-3】製造業のエネルギー消費の要因分解



(注1)1998年に一次統計の調査対象の見直しが行われたため、1997年度と1998年度の数値に不連続が生じている。

(注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。

(注3)生産指数要因は生産指数の変化による要因で、生産指数の増加がエネルギー消費の増加要因となる。構造要因は産業構造の変化による要因で、エネルギー多消費型産業に移る場合はエネルギー消費の増加要因、素材産業から加工組立型産業に移る場合はエネルギー消費の減少要因となる。原単位要因は生産量の単位当たりのエネルギー消費量の変化による要因であり、省エネルギーが進めばエネルギー消費の減少要因となる。

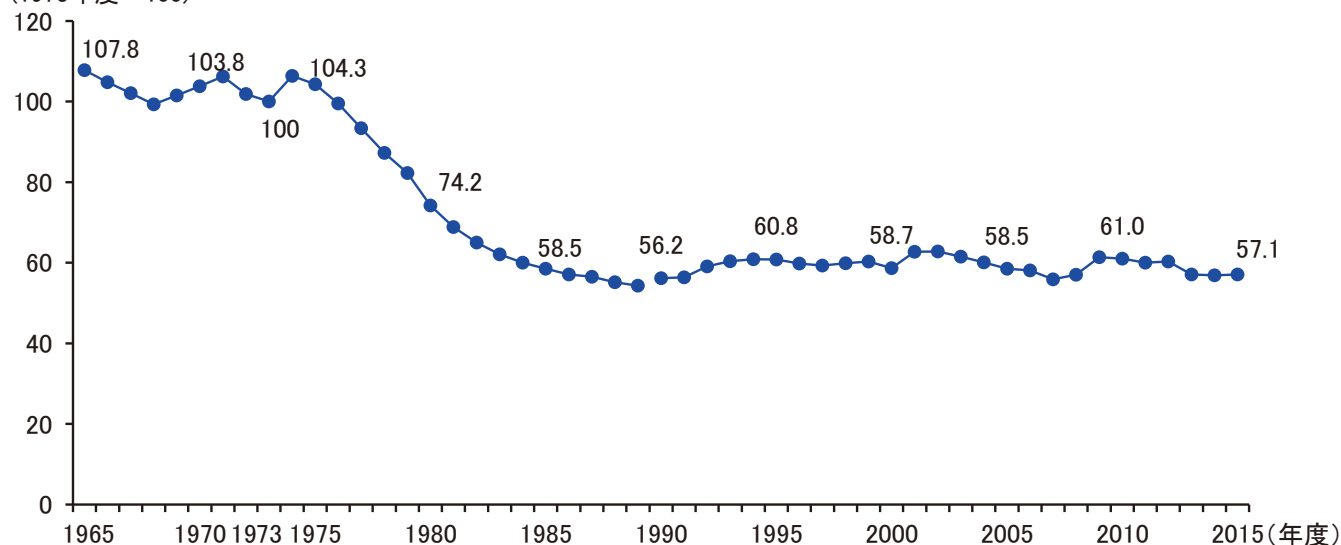
(注4)要因分解の対象は食品飲料製造業、パルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、窯業・土石製品製造業、鉄鋼業、非鉄・金属製造業、機械製造業、それら以外の業種は他製造業に分類する。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、経済産業省「鉱工業指数」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

⁶ IIP(鉱工業生産指数:Indices of Industrial Production)は、鉱工業全体の生産水準の動きを示す代表的な指数であり、ある時点への鉱業・製造業の生産量について、生産量と基準年の付加価値額を基準に指数化したものです。

【第212-1-4】製造業のエネルギー消費原単位の推移

(1973年度=100)



(注1)原単位は製造業IIP(付加価値ウェイト)1単位当たりの最終エネルギー消費量で、1973年度を100とした場合の指数である。

(注2)このグラフでは完全に評価されていないが、製造業では廃熱回収などの省エネルギー努力も行われている。

(注3)「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。

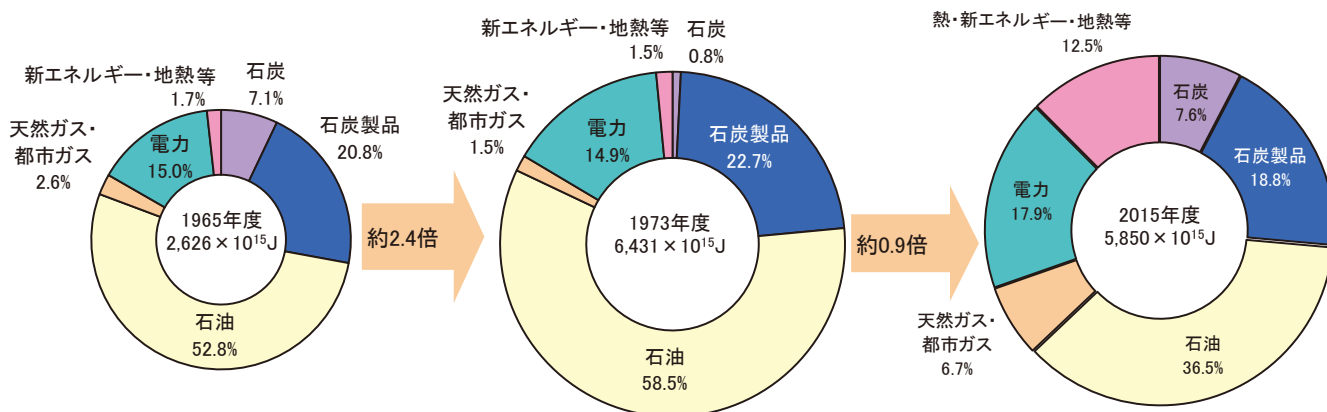
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、経済産業省「鉱工業指数」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

次に製造業で消費されるエネルギー源を見ると、1973年度の第一次石油ショックまでは石油の消費の伸びが顕著でしたが、その後は素材系産業を中心に石炭などへの燃料転換が進み、石油からの代替が進展しました(第212-1-5)。さらに、第二次石油ショック以降には、都市ガスの消費も増加しています。また、電力消費量は産業構造の高度化や製造工程の自動化などにより、この42年間で8.9%増加しました。

製造業は素材系産業と非素材(加工組立型)系産業に大別できます。前者の素材系産業とは、鉄鋼、化学、窯業土石(セメントなど)及び紙パルプの素材物資を

生産する産業を指し、エネルギーを比較的多く消費する産業です。一方、後者の非素材系産業とは、それ以外の食品、煙草、繊維、金属、機械、その他の製造業(プラスチック製造業など)を指しています。2015年度のエネルギー消費の構成を見ると、素材系産業である前述の4つの業種が製造業全体のエネルギー消費の8割以上を占めました(第212-1-6)。

【第212-1-5】製造業エネルギー源別消費の推移

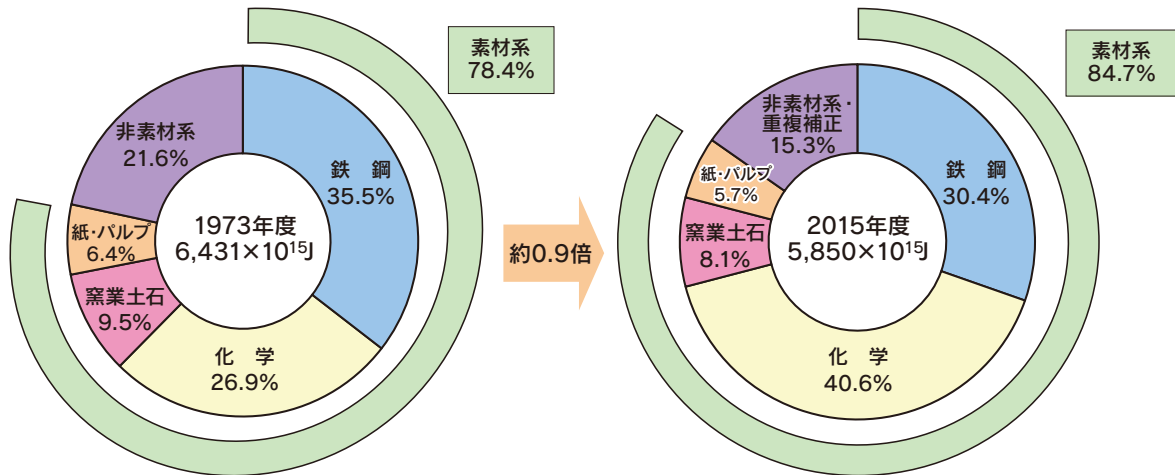


(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2)石油は原油と石油製品の合計を表す。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

【第212-1-6】製造業業種別エネルギー消費の推移



(注1)「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。

(注2)化学のエネルギー消費には、ナフサなどの石油化学製品製造用原料を含む。

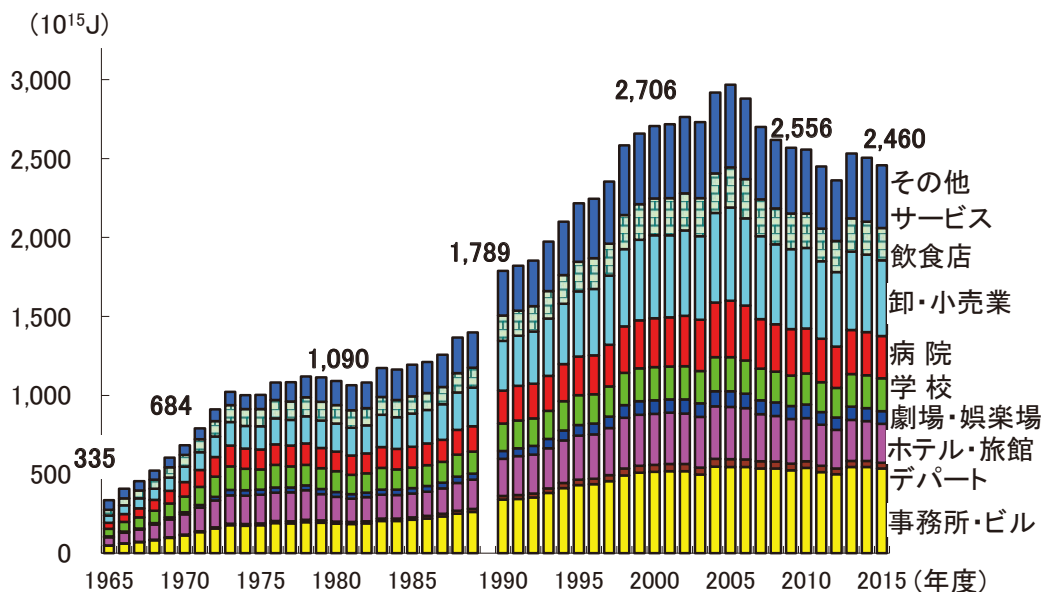
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

(3) 業務他部門のエネルギー消費の動向

業務他部門は、事務所・ビル、デパート、ホテル・旅館、劇場・娯楽場、学校、病院、卸・小売業、飲食店、その他サービス(福祉施設など)の9業種に大別されます。これら9業種のエネルギー消費を見ると、1975年度までホテル・旅館のエネルギー消費が最大シェアを占めていましたが、1976年度以降、事務所・ビルが最も大きなシェアを占め、1979年度から卸・小売業のシェアが2位になりました。2000年代前半では、卸・小売業のシェアは一時的に事務所・ビルを抜き、最大となりましたが、その後再び事務所・ビルが1位になりました(第212-1-7)。

業務他部門のエネルギー消費量の推移を見ますと、1965年度から1973年度までは、高度経済成長を背景に年率15%増と顕著に伸びましたが、第一次石油ショックを契機とした省エネルギーの進展により、その後しばらくエネルギー消費はほぼ横ばいで推移してきました。しかし、1980年代後半からのバブル経済期には再び増加傾向が強まりました。その後は2000年代後半からのエネルギー価格の高騰や2008年の世界金融危機を背景に、業務他部門のエネルギー消費量は減少傾向に転じました。2013年度に一度増加しましたが、2014年度以降再び減少しました(第212-1-8)。

【第212-1-7】業務他部門業種別エネルギー消費の推移



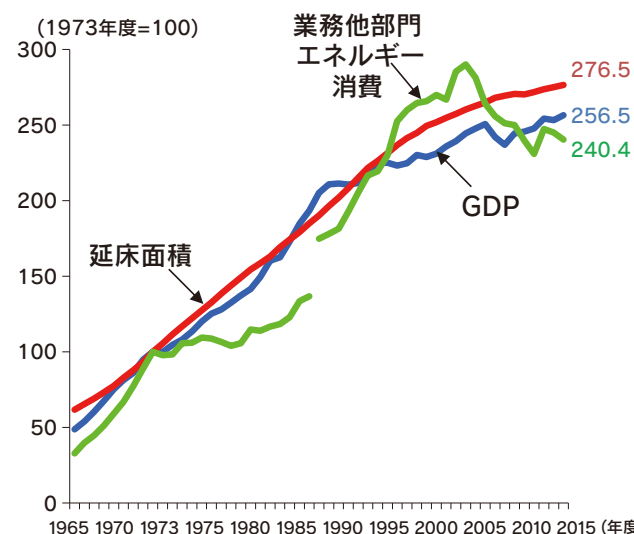
(注)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

業務他部門のエネルギー消費を用途別に見た場合、主に動力・照明、冷房、給湯、暖房、ちゅう房の5用途に分けられます。用途別の延床面積当たりエネルギー消費原単位の推移を見ると、動力・照明用のエネルギー消費原単位は、OA化などを反映して高い伸びを示しました。その結果、動力・照明用の業務他部門のエネルギー消費全体に占める割合は、2015年度では42%に達しました。一方、冷房用のエネルギー消費原単位は空調機器普及により拡大しましたが、2000年代後半から空調機器の普及が一巡したこと及び機器のエネルギー消費効率の上昇により減少傾向に転じました。また、暖房用のエネルギー消費原単位は、ビルの断熱対策が進んだことや「ウォームビズ」に代表される様々な省エネルギー対策が進展したことなどから減少傾向で推移し、2005年度から2015年度の10年間で年平均4.2%の減少を示しました(第212-1-9)。

また、業務他部門のエネルギー消費では、電力の割合が増加傾向にあります。ガスも、発電すると同時に排熱を給湯や空調に利用するコージェネレーションシステムなどの普及拡大に伴い増加傾向を示しています。一方、主として暖房用に利用される石油は減少傾向にあります(第212-1-10)。

【第212-1-8】業務他部門におけるエネルギー消費の推移



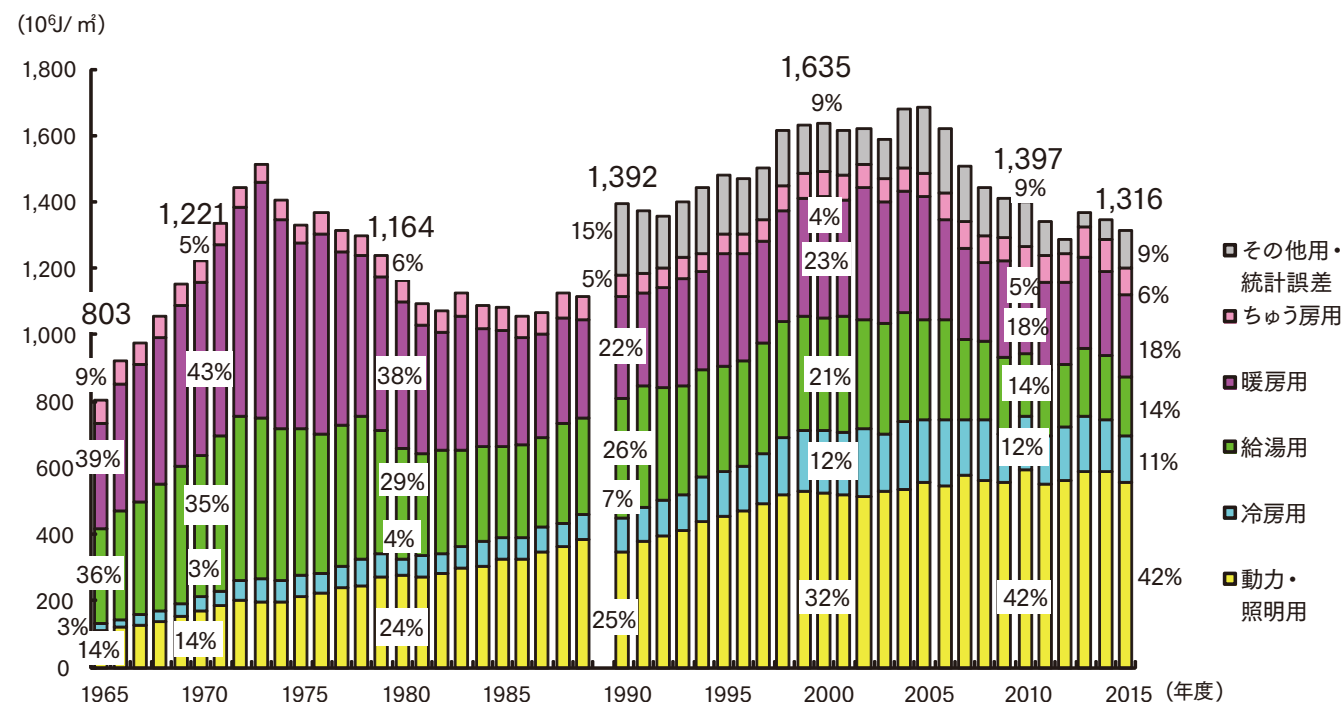
(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2)1993年度以前のGDPは日本エネルギー経済研究所推計。

出典：内閣府「国民経済計算」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

業務他部門における省エネルギーを実現するためには、建物の断熱性強化や冷暖房効率の向上、照明などの機器の効率化を行うとともに、さらなるエネルギー管理の徹底が必要であると言えます。

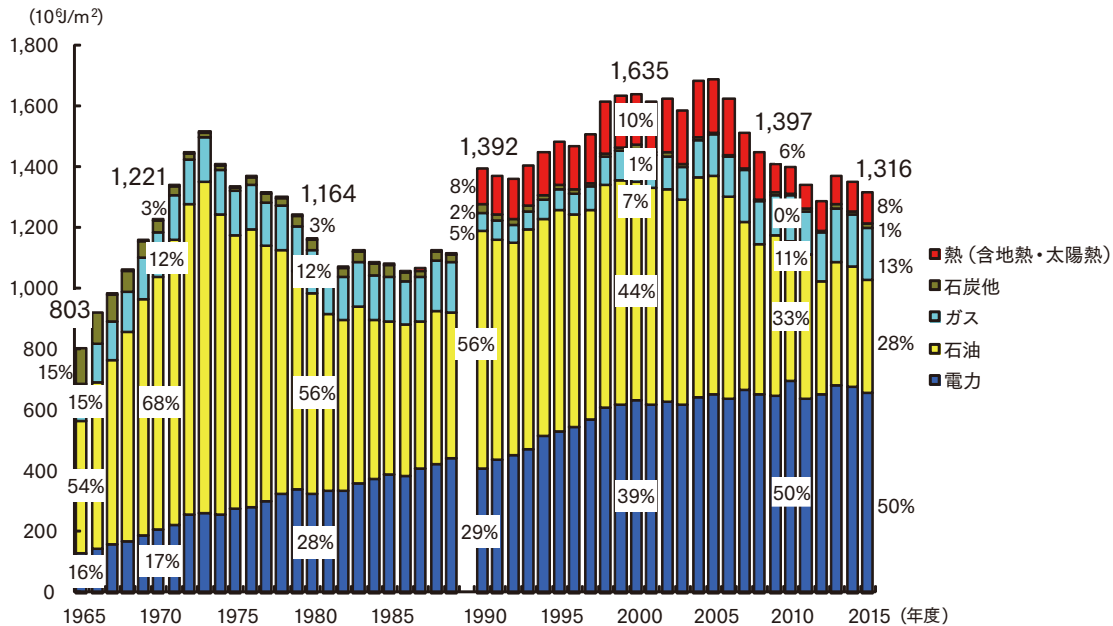
【第212-1-9】業務他部門エネルギー消費原単位の推移



(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。

出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

【第212-1-10】業務他部門エネルギー源別消費原単位の推移



(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。ガスは天然ガス、都市ガスの合計である。

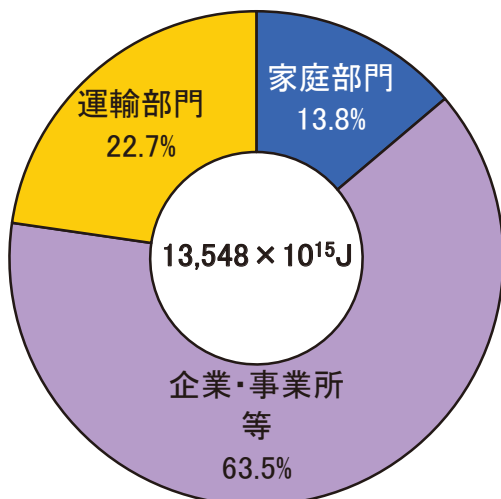
出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

2. 家庭部門のエネルギー消費の動向

家庭部門は、自家用自動車などの運輸関係を除く家庭でのエネルギー消費を対象とします。2015年度の最終エネルギー消費全体に占める家庭部門の比率は13.8%でした(第212-2-1)。

家庭部門のエネルギー消費は、生活の利便性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化、世帯数増加などの社会構造変化の影響を受け、個人消費の伸びとともに、著しく増加しました。第一次石油ショックのあった1973年度の家庭部門のエネルギー消費量を100とすると、2000年度には216.9まで拡大しました。その後、2010年度までは個人消費や世帯数が伸びましたが、トップランナー制度を中心とした省エネルギー技術の普及と国民の環境保護意識の高揚に伴って、家庭部門のエネルギー消費量はほぼ横ばいとなりました。東日本大震災以降は国民の節電などの省エネルギー意識の高まりにより、個人消費や世帯数の増加に反して低下を続け、2015年度には189.7まで低下しました。近年は省エネルギー機器の普及とともに、個人消費とエネルギー消費の相関が弱まっています(第212-2-2)。

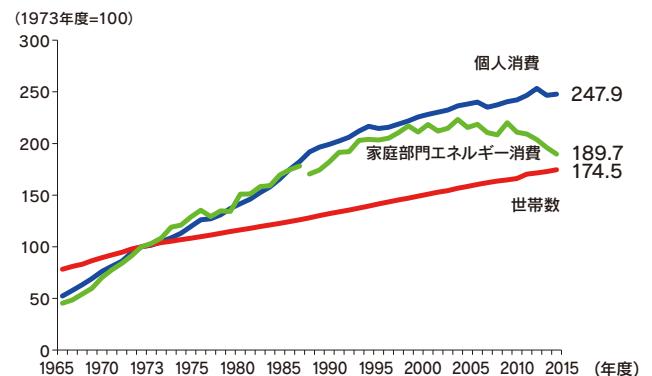
【第212-2-1】最終エネルギー消費の構成比(2015年度)



出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

ギー消費量を100とすると、2000年度には216.9まで拡大しました。その後、2010年度までは個人消費や世帯数が伸びましたが、トップランナー制度を中心とした省エネルギー技術の普及と国民の環境保護意識の高揚に伴って、家庭部門のエネルギー消費量はほぼ横ばいとなりました。東日本大震災以降は国民の節電などの省エネルギー意識の高まりにより、個人消費や世帯数の増加に反して低下を続け、2015年度には189.7まで低下しました。近年は省エネルギー機器の普及とともに、個人消費とエネルギー消費の相関が弱まっています(第212-2-2)。

【第212-2-2】家庭部門におけるエネルギー消費の推移



(注1)1993年度以前の個人消費は日本エネルギー経済研究所推計。

(注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。

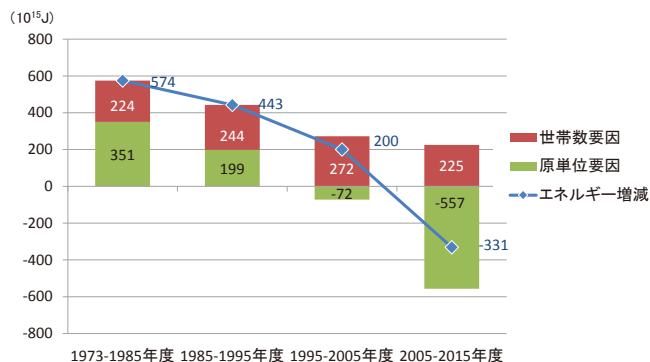
出典：内閣府「国民経済計算」、日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」を基に作成

家庭部門のエネルギー消費量は、「世帯当たり消費量×世帯数」で表すことができます。したがって、世帯当たり消費量の増減(原単位要因)及び世帯数の増減(世帯数要因)が、家庭部門のエネルギー消費の増減に影響を与えます。世帯当たりの消費量は、エネルギー消費機器の保有状況・効率、所得、エネルギー価格、世帯人員、省エネルギー行動などに左右されるほか、短期的には気候変動の影響も大きく受けます。1973年度から2005年度までのエネルギー消費増減の合計は $1,217 \times 10^{15} \text{J}$ であり、そのうち世帯数要因によるものは $740 \times 10^{15} \text{J}$ 、原単位要因は $477 \times 10^{15} \text{J}$ でした(第212-2-3)。世帯数の増加と家電製品などの普及による世帯当たり消費量増がともに増加に寄与していました(第212-2-4)。一方、2005年度から2015年度の間はエネルギー消費増減の合計は $-331 \times 10^{15} \text{J}$ であり、そのうち世帯数要因によるものは $225 \times 10^{15} \text{J}$ 、原単位要因は $-557 \times 10^{15} \text{J}$ でした。省エネ技術の普及や世帯人員の減少などに加え、東日本大震災後には省エネルギーへの取組の強化が、増加し続ける世帯数の増加寄与を上回り、家庭部門のエネルギー消費量を抑えたことが分かります(第212-2-5)。

用途別に見ますと、家庭用エネルギー消費は、冷房、暖房、給湯、ちゅう房、動力・照明他(家電機器の使用等)の5用途に分類することができます。1965年度におけるシェアは、給湯(33.8%)、暖房(30.7%)、動力・照明他(19.0%)、ちゅう房(16.0%)、冷房(0.5%)の順でしたが、家電機器の普及・大型化・多様化や生活様式の変化などに伴い、動力・照明他用のシェアが増加しました。またエアコンの普及などにより冷房用が増加し、相対的に暖房用・ちゅう房用・給湯用が減少しました。この結果、2015年度におけるシェアは動力・照明他(37.3%)、給湯(28.9%)、暖房(22.4%)、ちゅう房(9.3%)、冷房(2.2%)の順となりました(第212-2-6)。

我が国の高度経済成長が始まったとされる1965年度頃までは家庭部門のエネルギー消費の3分の1以上を石炭が占めていましたが、その後主に灯油に代替され、1973年度には石炭はわずか6%程度になりました。この時点では、灯油、電力、ガス(都市ガス及びLPガス)がそれぞれ約3分の1のシェアでしたが、その後の新たな家電製品の普及、大型化・多機能化などによって電気のシェアは大幅に増加しました。また、オール電化住宅の普及拡大もあり、2009年度には電気のシェアは初めて50%を超え、2015年度には51.4%となりました(第212-2-7)。

【第212-2-3】家庭部門のエネルギー消費の要因分析

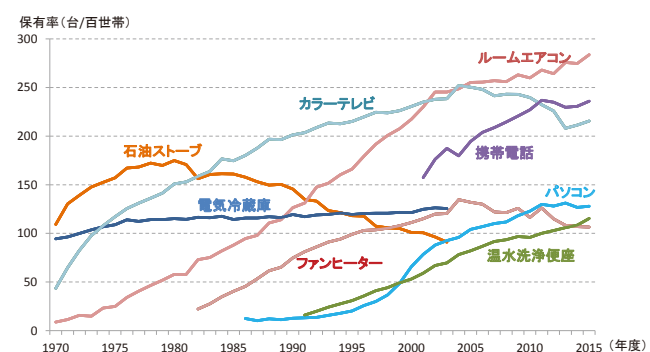


(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2)完全要因分析法で交絡項を均等配分する。

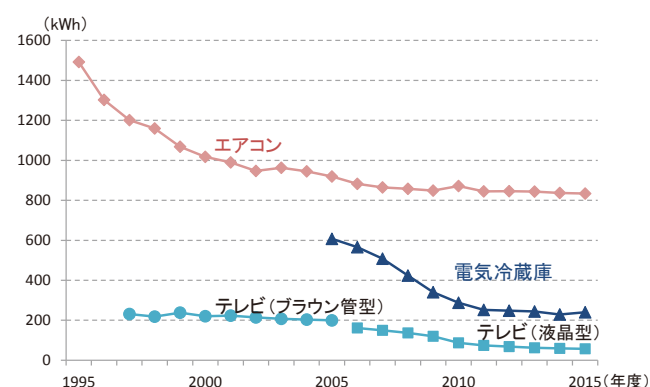
出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」を基に作成

【第212-2-4】家庭用エネルギー消費機器の保有状況



(注)カラーテレビのうち、ブラウン管テレビは2012年度調査で終了。
出典：内閣府「消費動向調査(二人以上の世帯)」を基に作成

【第212-2-5】主要家電製品のエネルギー効率の変化



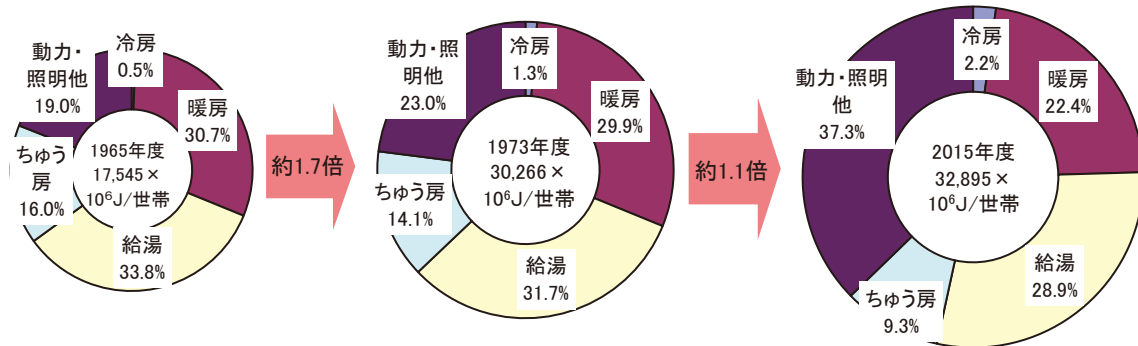
(注1)エアコンは冷房・暖房期間中の電力消費量。冷暖房兼用・壁掛け型・冷房能力2.8kWクラス・省エネルギー型の代表機種種の単純平均値。

(注2)電気冷蔵庫は年間消費電力量。定格内容積400リットルとする場合。定格内容積当たりの年間消費電力量は主力製品(定格内容積401～450リットル)の単純平均値を使用。

(注3)テレビは年間電力消費量。ワイド32型のカタログ値の単純平均値。

出典：資源エネルギー庁、省エネルギーセンター「省エネ性能カタログ」等を基に作成

【第212-2-6】世帯当たりのエネルギー消費原単位と用途別エネルギー消費の推移

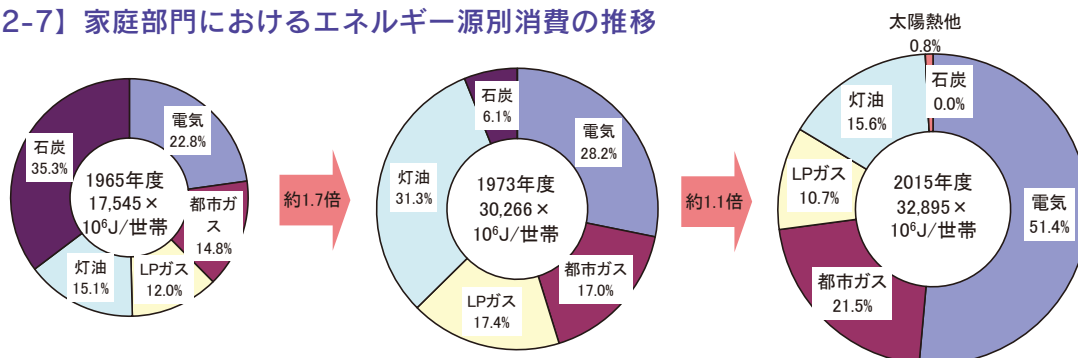


(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2)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。

出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」を基に作成

【第212-2-7】家庭部門におけるエネルギー源別消費の推移



(注1)「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。

(注2)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。

出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳」を基に作成

なお、家庭において電力を多く消費しているのはエアコンなどの空調機器、冷蔵庫や洗濯機などを動かすための動力や照明器具、テレビなどです。また、待機時消費電力⁷は近年減少傾向にあります⁸、2012年度において家庭の世帯当たり全消費電力の5%以上も占め、まだ削減する余地があります⁸。

3. 運輸部門のエネルギー消費の動向

(1) 運輸部門のエネルギー消費の動向

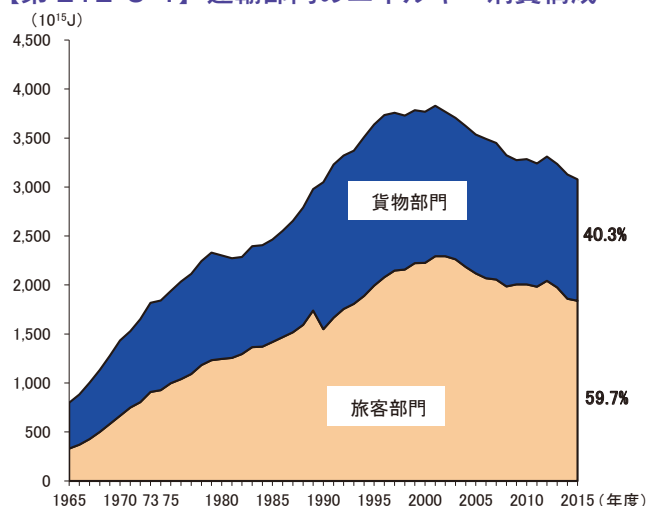
運輸部門は、乗用車やバスなどの旅客部門と、陸運や海運、航空貨物などの貨物部門に大別されます。2015年度、運輸部門は、最終エネルギー消費全体の22.7%を占めており、このうち、旅客部門のエネルギー消費量が運輸部門全体の59.7%、貨物部門が40.3%を占めました(第212-3-1)。

1965年度における運輸部門のエネルギー消費量は約 800×10^{15} J(最終エネルギー消費全体の18%)であり、その構成は、旅客部門が41.5%、貨物部門が58.5%でした。1965年度から1973年度の8年間にエネルギー消費量は運輸部門全体で2.3倍(年率10.8%増)となり、二度の石油ショックを経て伸び率は鈍化したものの、1973年度から2001年度の28年間でさらに2.1倍(年率2.7%増)に拡大しました。一方、2000年代以降は輸送量の低下と輸送効率の改善などで、運輸部門のエネルギー消費量は減少に転じています。2015年度のエネルギー消費は1965年度から50年間でみると3.9倍、年率2.7%の増加となりました。このうち旅客部門は5.6倍(年率3.5%増)、貨物部門は2.7倍(年率2.0%増)と、旅客部門は貨物部門以上に増加しています。1974年度に旅客部門が貨物部門を上回り、2015年度には貨物部門の1.48倍となっています(第212-3-2)。

⁷ 待機時消費電力とは、リモコンやマイコンなどを組み込んだ家電機器が、その機器を使っていないときでもコンセントにつながっていることで消費される電力のことを言います。

⁸ 資源エネルギー庁省エネルギー対策課「平成24年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業(待機時消費電力調査)報告書概要」によると、全体の消費量4,432kWh/年のうち228kWh/年が待機電力であり、電力消費の5.1%を占めています。

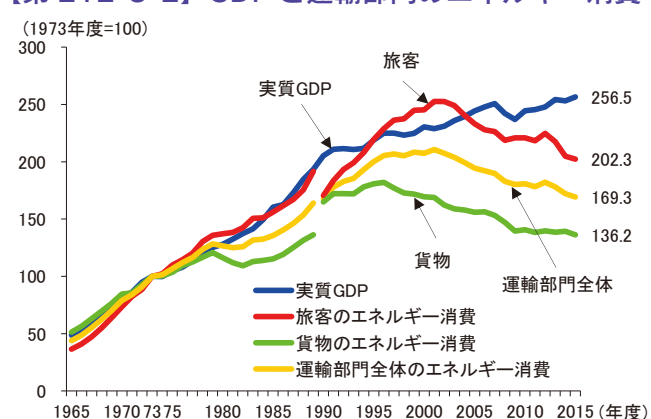
【第212-3-1】 運輸部門のエネルギー消費構成



(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。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

【第212-3-2】 GDP と運輸部門のエネルギー消費

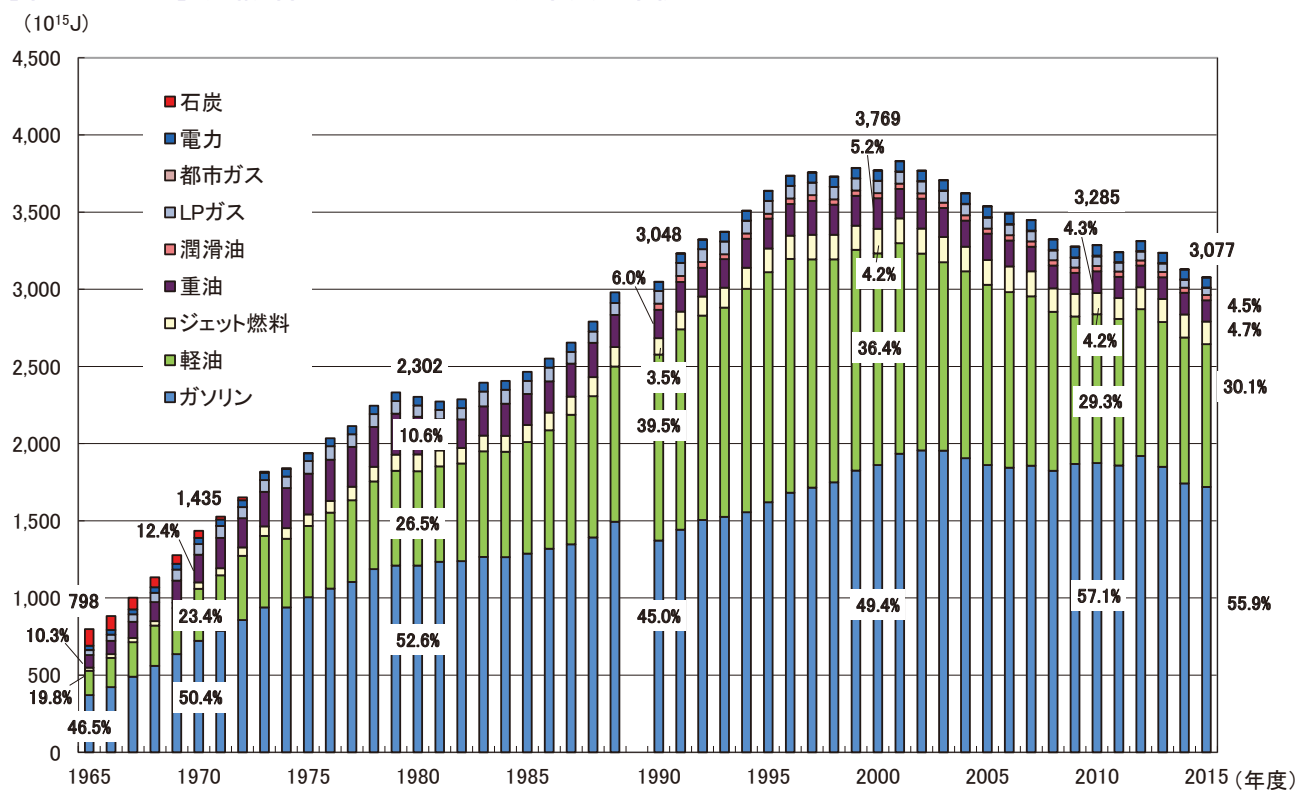


(注1) 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降の数値について算出方法が変更されている。

(注2) 1993年度以前のGDPは日本エネルギー経済研究所推計。

出典：内閣府「国民経済計算」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

【第212-3-3】 運輸部門のエネルギー源別消費の推移



(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。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

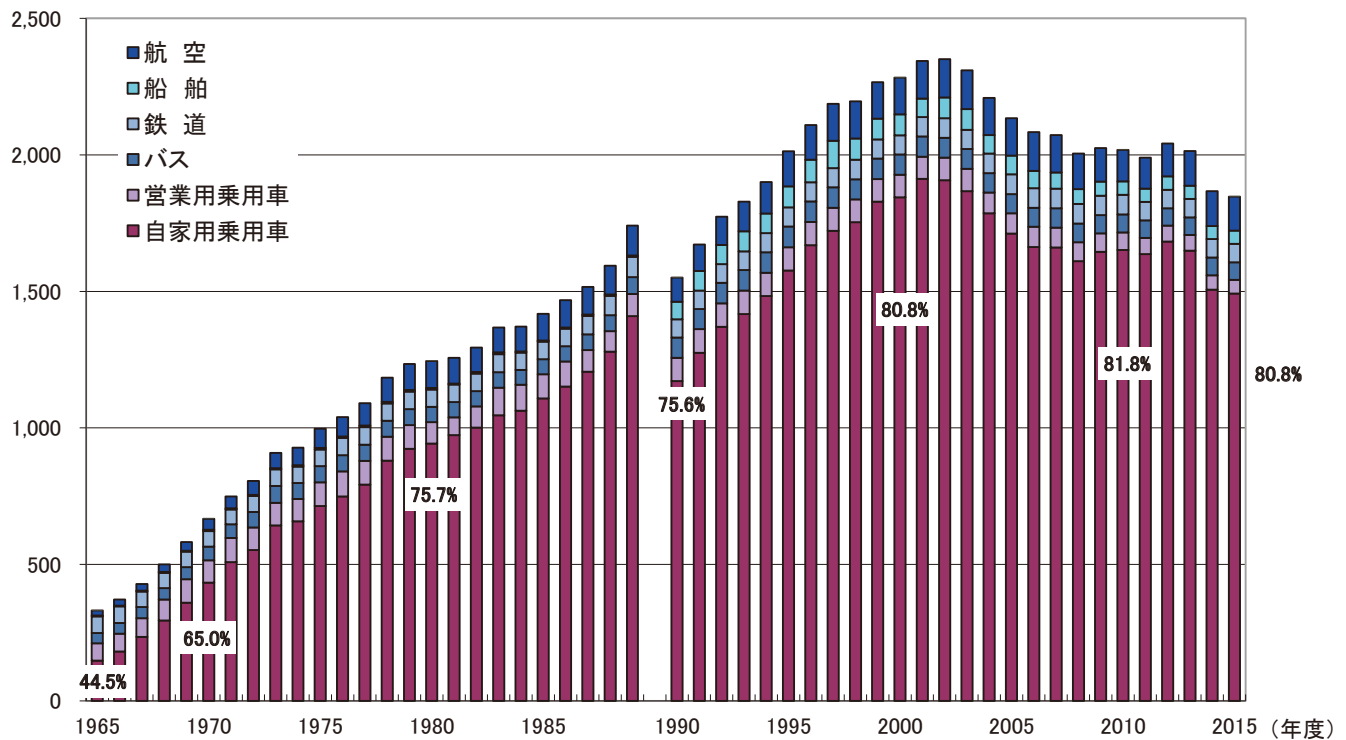
2015年度の運輸部門におけるエネルギー源別の構成比を見ますと、ガソリンが55.9%、軽油が30.1%、ジェット燃料が4.7%、重油が4.5%を占めました(第212-3-3)。

(2) 旅客部門のエネルギー消費の動向

旅客部門のエネルギー消費量は、自動車の保有台

数の増加もあり、GDPの伸び率を上回る伸びで増加してきましたが、2001年度をピークに減少傾向に転じました。2015年度にはピーク期に比べて20%縮小しました(第212-3-4)。これには、自動車の燃費が改善したことに加え、軽自動車やハイブリッド自動車など低燃費な自動車のシェアが高まったことが大きく影響しています(第212-3-5、第212-3-6)。

【第212-3-4】旅客部門のエネルギー消費の推移

(10¹⁵J)

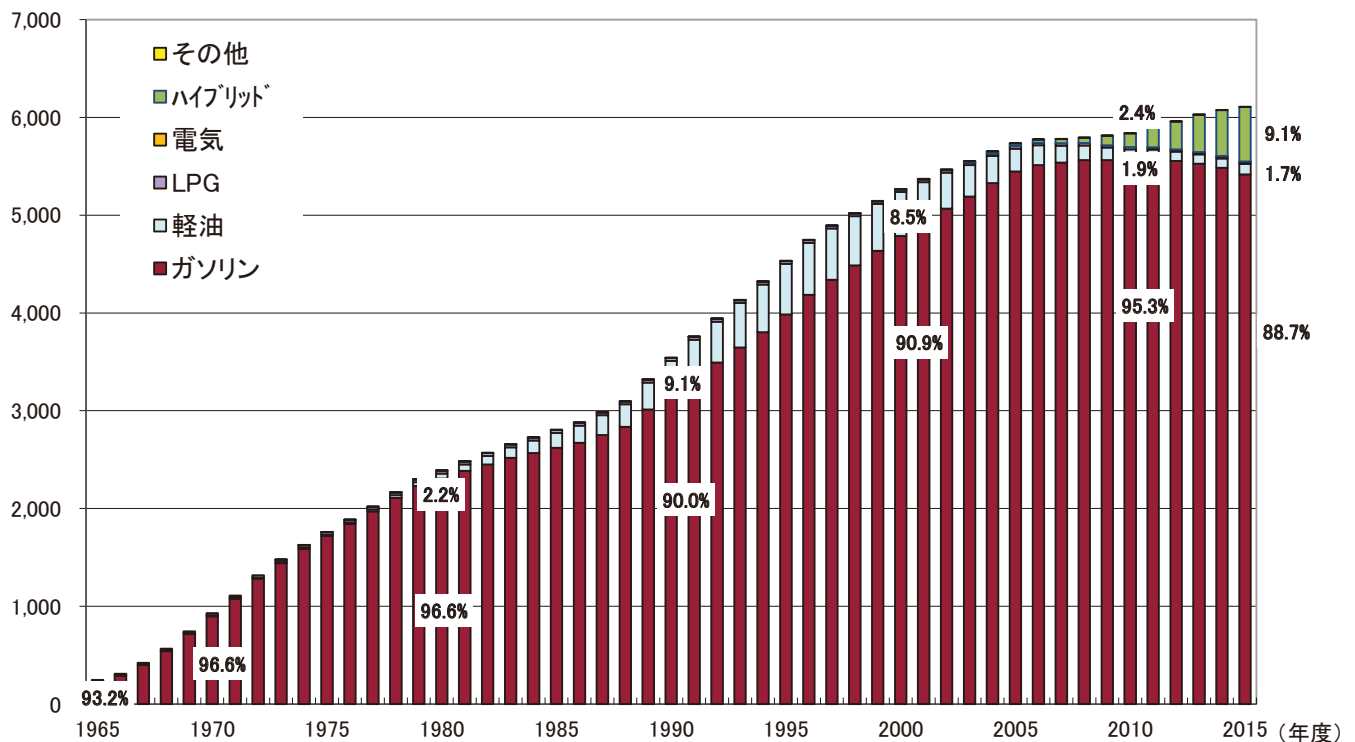
(注1)「総合エネルギー統計」では、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2)輸送機関内訳推計誤差を除く。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

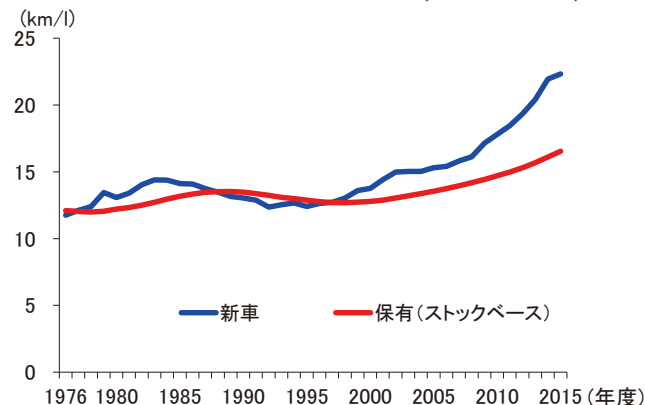
【第212-3-5】旅客自動車の車種別保有台数の推移

(万台)



(注)2003年度より「ハイブリッド」と「その他」の定義が変更されている。 出典：自動車検査登録情報協会「自動車保有車両数」を基に作成

【第212-3-6】ガソリン乗用車平均燃費(10・15モード)の推移



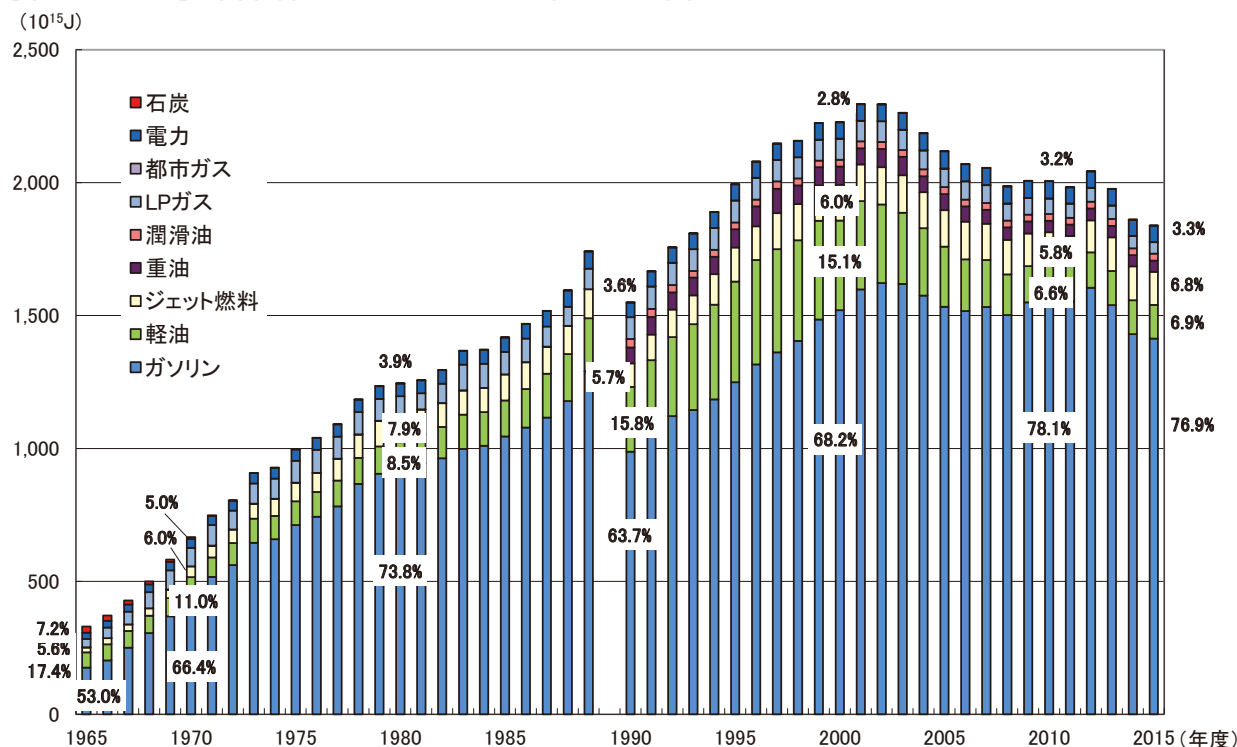
(注)日本エネルギー経済研究所推計

出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

旅客部門のエネルギー消費の内訳を見ますと、1967年度以降は自家用乗用車が半分以上を占め、堅調に拡大してきました。自家用乗用車のエネルギー消費量は2001年度をピークに減少傾向を示しているものの、依然として旅客部門全体の約8割を占めています。

旅客部門におけるエネルギー源は、2015年度では76.9%が主として乗用車に使われるガソリン、6.9%が軽油、6.8%が航空に使われるジェット燃料、3.3%が主として鉄道に使われる電力でした(第212-3-7)。

【第212-3-7】旅客部門のエネルギー源別消費量の推移



(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。出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

(3) 貨物部門のエネルギー消費の動向

貨物部門のエネルギー消費量は、第二次石油ショック後の1980年度から1982年度、バブル経済崩壊後の1992年度から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、1996年度にピークに達しました。それ以降は、減少に転じ、2015年度にはピーク期に比べて26%縮小しました。貨物部門は経済情勢、燃料価格の変動、産業構造の変化及び省エネルギー技術の普及などに影響されやすく、そのエネルギー消費量は旅客部門に比べ、伸びが穏やかで、より早い時期に減少局面

に転じ、その減少幅がより大きいのが特徴でした。

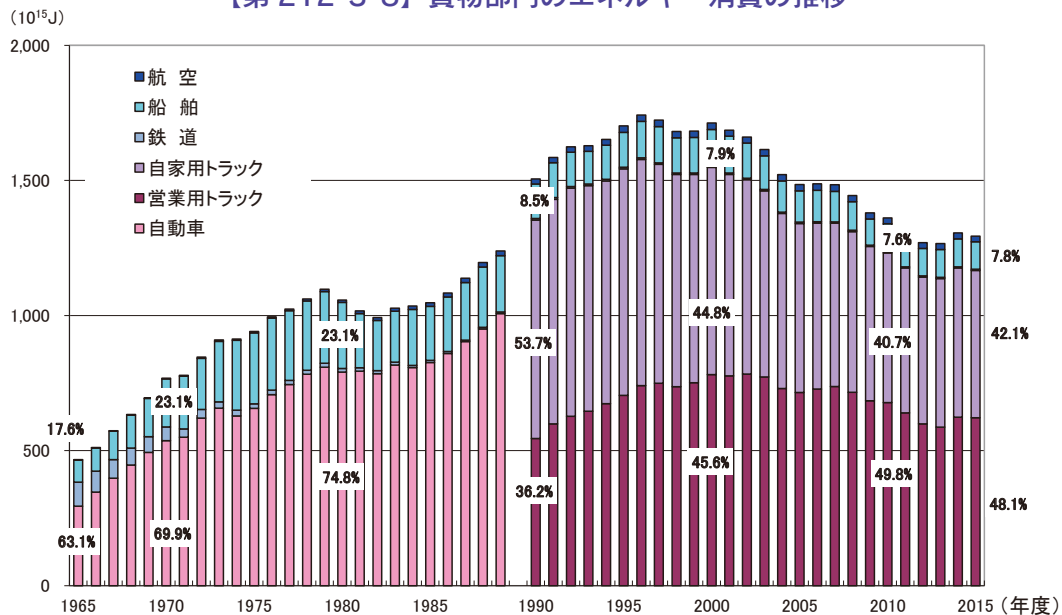
貨物部門のエネルギー消費の内訳を見ますと、そのほとんどが自動車で占められています。1990年度は、自家用トラックのエネルギー消費は貨物部門全体の半分以上を占めましたが、1992年度をピークに減少に転じ、全体に占める比率も低下しました。一方、営業用トラックのエネルギー消費は1990年代にかけて増加し、2000年度から自家用トラックを上回るようになりましたが、2002年度にピークに達し、その後は下降傾向に転じました。

船舶のエネルギー消費は、高度経済成長期を通じて増加したものの、1980年度から減少に転じました。そして、1990年代ではほぼ横ばいか、やや増加傾向にありましたが、2002年度から再び減少傾向に転じました。航空のエネルギー消費量は、輸送能力の増大や輸送コストの低廉化などによって、1990年代半ばまで輸送量の急増とともに伸びましたが、その後、経済の停滞とともに伸び悩みました。

鉄道のエネルギー消費は、1987年度まで急速に縮小しましたが、その後ほぼ横ばいで推移した後、再び減少傾向となりました(第212-3-8)。

2015年度の貨物輸送のエネルギー源は64.5%が主として大型トラックで消費される軽油、24.7%が主として配送用の小型貨物車で消費されるガソリン、残りが主として船舶に使われる重油や航空用のジェット燃料などでした(第212-3-9)。

【第212-3-8】貨物部門のエネルギー消費の推移



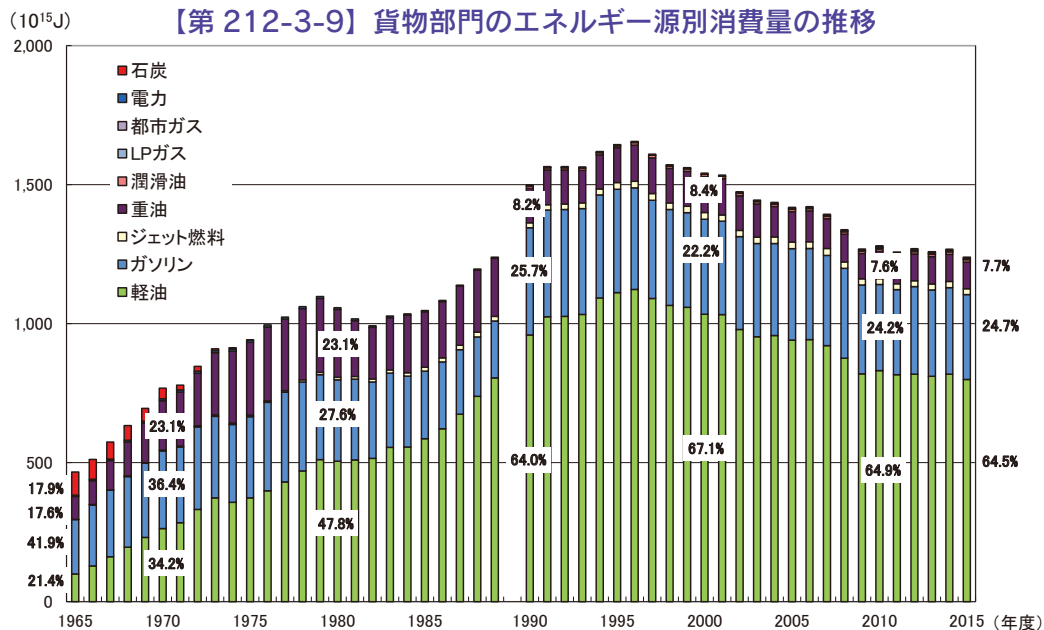
(注1) 輸送機関内訳推計誤差を除く。

(注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。

(注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依頼された貨物を輸送する目的で保有するものを言う。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

【第212-3-9】貨物部門のエネルギー源別消費量の推移



(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。

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

第3節 一次エネルギーの動向

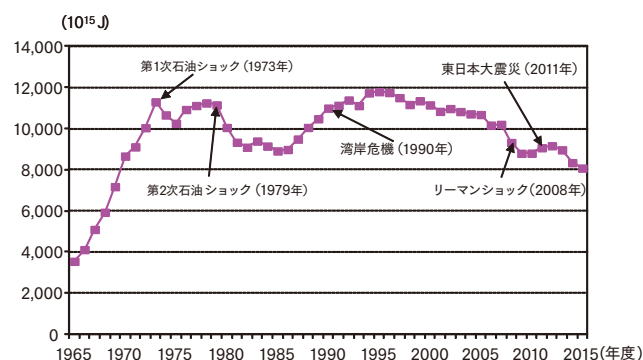
1. 化石エネルギーの動向

(1) 石油

①供給の動向

我が国における一次エネルギーとしての石油の供給は、石油ショックを契機とした石油代替政策や省エネルギー政策の推進により減少しましたが、1980年代後半には取り組みやすい省エネルギー対策の一巡や原油価格の下落に伴って増加に転じました。1990年代半ば以降は、石油代替エネルギー利用の進展などにより減少基調で推移しました(第213-1-1)。

【第213-1-1】日本の石油供給量の推移

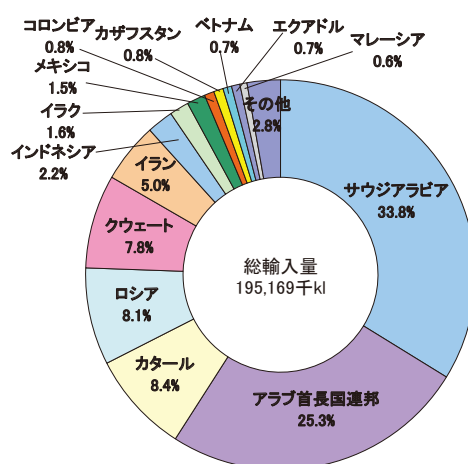


(注)石油(原油+石油製品)の一次エネルギー国内供給量

出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計(速報値)」を基に作成

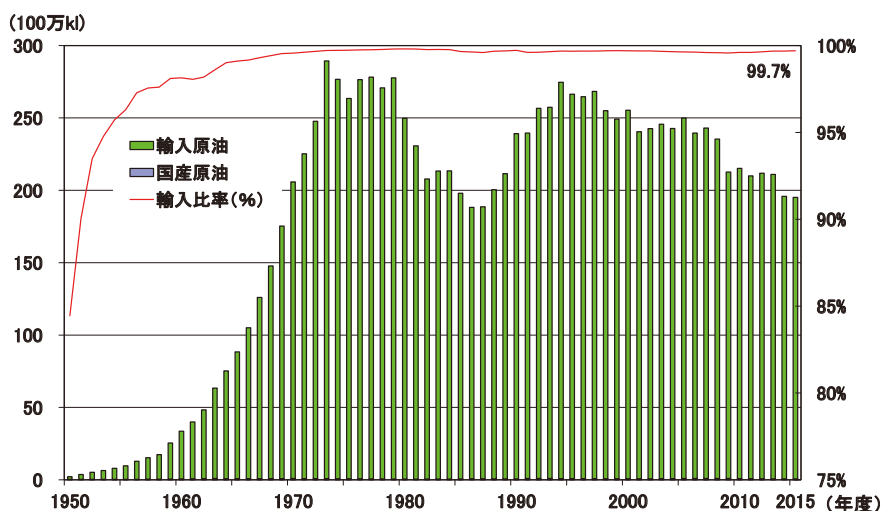
我が国の原油自給率⁹は2015年度で0.3%であり、新潟県、秋田県及び北海道に主要な油田が存在しています(第213-1-2)。このように自給率が低いいため、我が国は2015年度において原油の99.7%を海外からの輸入に依存しており、輸入先では中東地域が8割以上を占めました。2015年の米国の中東依存度¹⁰は20.2%、欧州OECDは18.9%であり、我が国の中東依存度は諸外国と比べて高くなっています。2015年度の輸入先を国別に見ますと、サウジアラビアが33.8%でトップにあり、以下、アラブ首長国連邦(25.3%)、カタール(8.4%)、ロシア(8.1%)の順となりました(第213-1-3)。また、IEAは各加盟国に対して、90日分の石油備蓄を義務づけていますが、2017年1月時点において、我が国は176日分の石油

【第213-1-3】原油の輸入先(2015年度)



出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報」を基に作成

【第213-1-2】国産と輸入原油供給量の推移



出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報・月報」、石油連盟「石油資料月報」を基に作成

⁹ ここでの原油自給率は、日本の海外における自主開発原油は含まれず、日本の原油供給のうち国内で産出された原油の割合を示します。

¹⁰ 米国及び欧州OECDの中東依存度については、天然ガス液(Natural gas liquids)を含まない原油(Crude oil)のみの数値を示します。

出典：IEA「Oil Information (2015)」

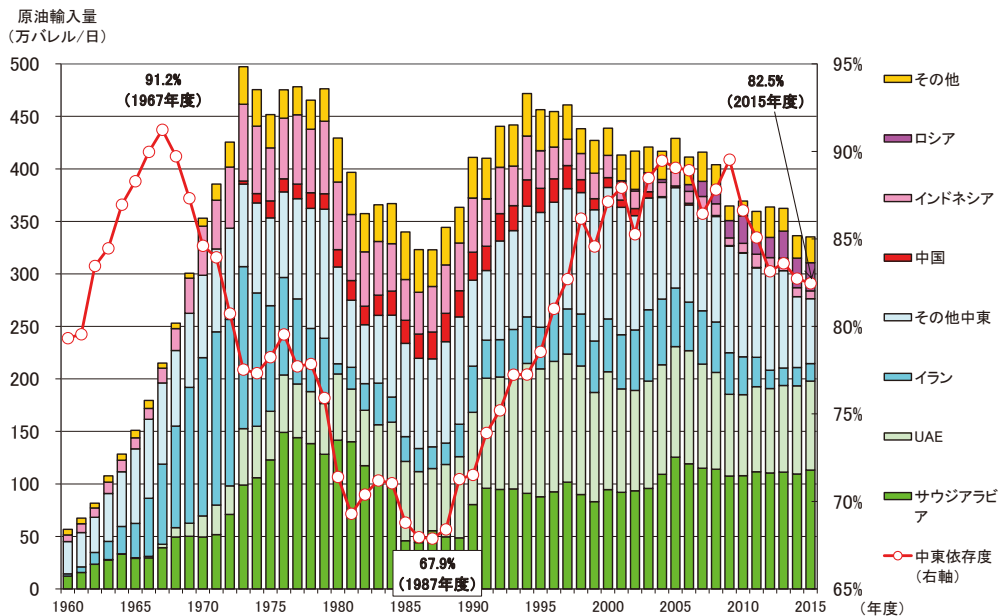
備蓄を保有しており、加盟国29か国中9番目となり、平均程度の備蓄を有していました(第213-1-6)。

我が国は、二度の石油ショックの経験から原油輸入先の多角化を図り、中国やインドネシアからの原油輸入を増やし、1967年度に91.2%であった中東地域からの輸入の割合を1987年度には67.9%まで低下させました。しかし、近年、我が国の中東依存度は再び上昇し、2009年度は89.5%と非常に高くなりました。その後、サハリンや東シベリア・太平洋石

油パイプライン(ESPO)経由の輸入拡大によりロシアからの原油輸入が増加するなどして、中東依存度は2009年度と比べると低下しており、2015年度は82.5%でした(第213-1-4)。

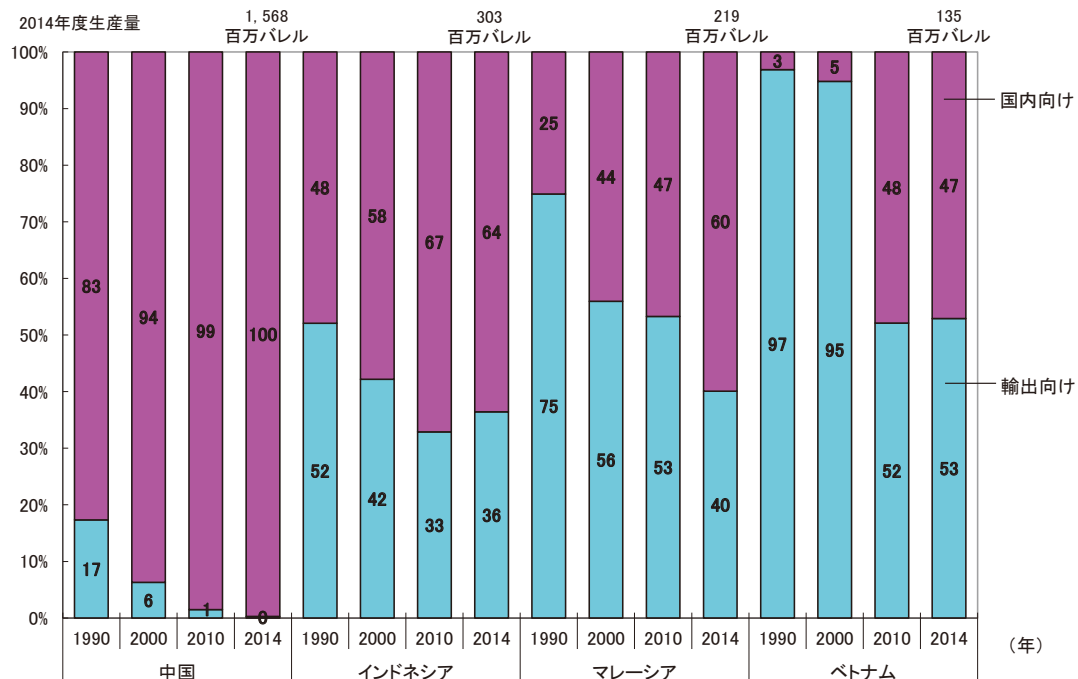
アジアの産油国について、石油需給の動向を見ると、国内の石油需要が増加し、これまで輸出していた原油を国内向けに振り向けた結果、輸出向けが減少する傾向にあります(第213-1-5)。

【第213-1-4】原油の輸入量と中東依存度の推移



出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報・月報」を基に作成

【第213-1-5】原油生産に占める国内向け原油、輸出向け原油の割合



出典：IEA「World Energy Balances 2016 Edition」を基に作成

また、IEAは各加盟国に対して、90日分の石油備蓄を義務づけていますが、2017年1月時点において、我が国は176日分の石油備蓄を保有しており、加盟国29か国中9番目となり、平均程度の備蓄を有していました(第213-1-6)。

②消費の動向

我が国では原油のほとんどが蒸留・精製により石油製品に転換されて販売されており、石油製品については輸入と輸出が行われています。2015年度の石油製品販売量は、燃料油合計で1億8,254万klであり、2000年代に入り減少傾向になりました。油種別販売構成を見ると、B・C重油¹¹販売量が第一次石油ショック以前の1971年度までは5割以上を占めていましたが、その後、ガソリン、ナフサ、軽油などの消費が増加し、白油化が進みました。2015年度の販売構成を見ると、B・C重油販売量の割合は8%まで減少しました(第214-4-1参照)。

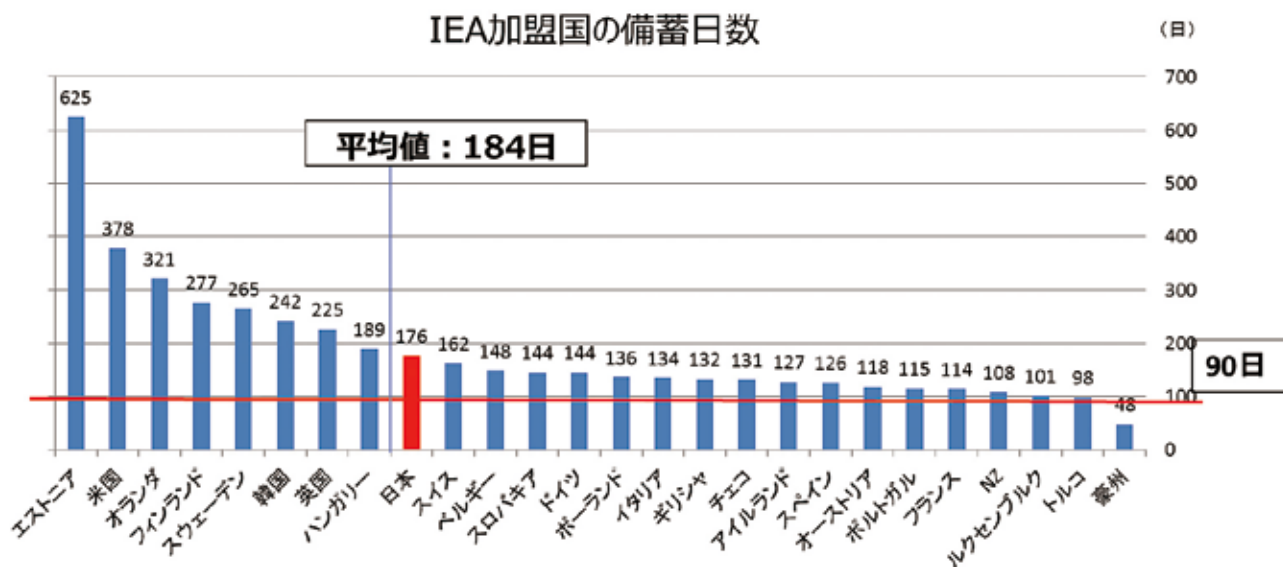
③原油価格の推移

日本に到着する原油の価格(CIF価格¹²)は、世界金融危機によって2008年9月以降低下し、2009年1月には一旦1kl当たり2万5,000円以下まで急落しました。その後各国による景気刺激策を背景に原油需要の回復

期待が高まる中、CIF価格は2009年5月に1kl当たり3万円台まで上昇し、同年7月には同4万円台、2011年3月には同5万円台へと上昇しました。2011年度以降は総じて上昇傾向となり、2014年1月には7万5,000円近くまでなりました。しかし、米国のシェールオイル増産、欧州や中国の景気減速の中、2014年11月のOPEC総会における減産見送りの決定が契機となり、2015年2月には3万円台まで再び低下しました。2014年度は為替が前年度比9%円安方向へ推移したにもかかわらず、ドル建て原油価格が19%下落したことにより、円建て価格は11%下落しました。2015年6月にはCIF価格が約5万円近くまで上昇したものの、中国経済の先行き不安と供給過剰感が強まり、2016年第1四半期は2万円台まで低下しました。その後、2016年4月以降は世界経済の緩やかな回復に加え、2016年11月のOPEC総会、2016年12月のOPEC・非OPEC閣僚会合での減産合意などをを受け、上昇しています(第213-1-7)。

また、日本の総輸入金額に占める原油輸入金額¹³の割合を見ると、石油ショック以降、減少基調が続き、1986年度以降はおおむね10%程度で推移してきました。石油ショック以後の石油代替政策、省エネルギー政策などを反映して、輸入全体に占める原油の割合が低下し、石油ショック時と比べて原油価格高騰による日本経済への影響は小さくなりました。

【第213-1-6】我が国及びIEA加盟国の石油備蓄日数比較



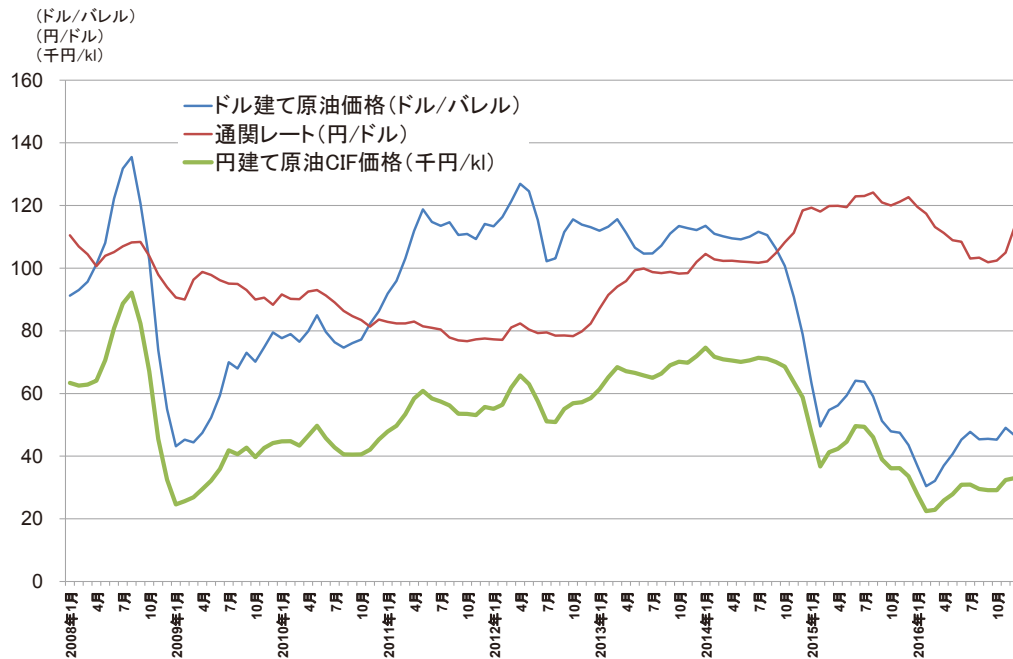
出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

¹¹ B重油は船舶のディーゼルエンジン用などに使用されていましたが、C重油などに需要がシフトし、ほとんど生産されなくなっています。C重油は火力発電や船舶などの大型のディーゼルエンジン用などに使用されています。

¹² Cost, Insurance and Freightの略で、引渡し地までの保険料、運送料を含む価格を意味しています。

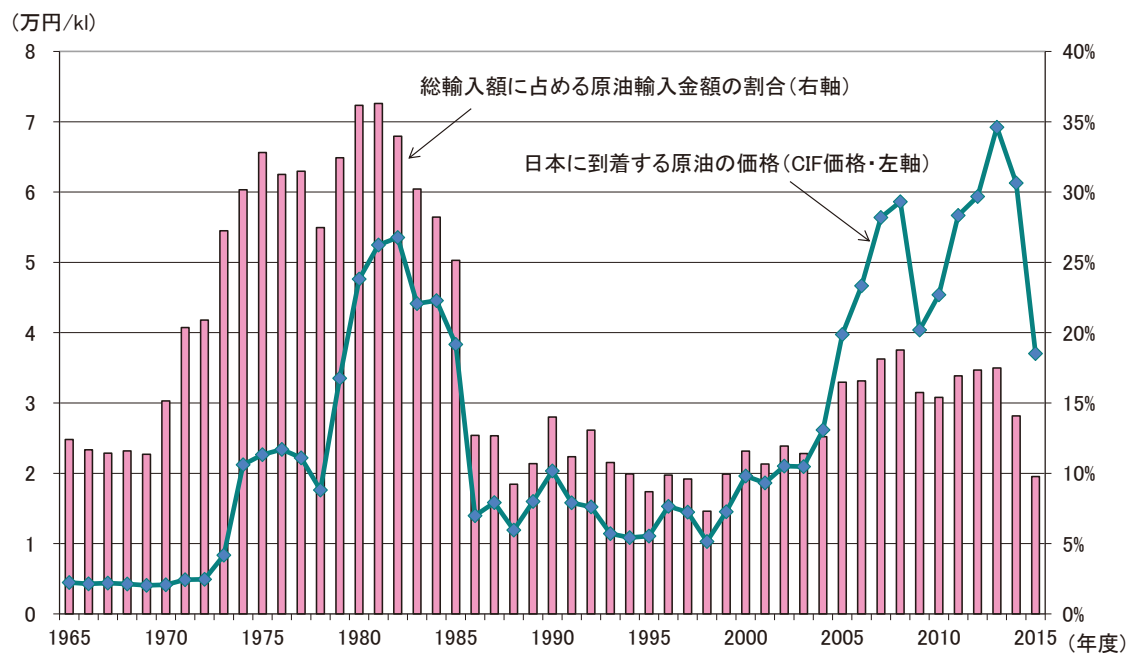
¹³ 原油輸入金額は、「原油」の輸入額の合計を示しています。

【第213-1-7】原油の円建て輸入価格とドル建て輸入価格の推移



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

【第213-1-8】原油の輸入価格と原油輸入額が輸入全体に占める割合

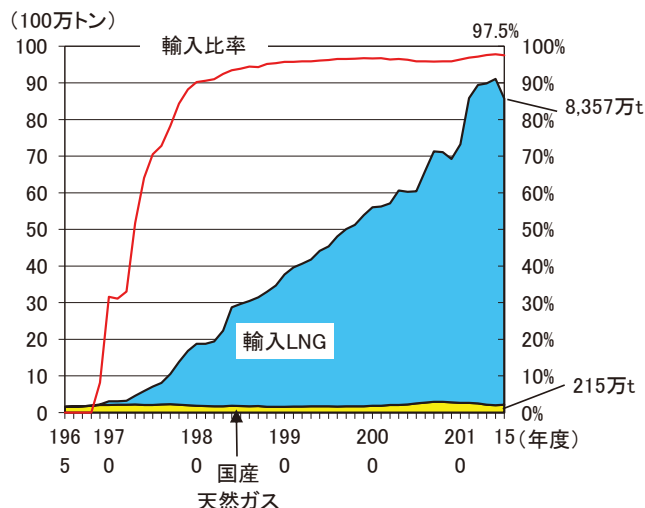


出典：財務省「日本貿易統計」、石油連盟「内外石油資料」を基に作成

ただし、2000年代半ばより、国際的な原油価格高騰を受けて、総輸入金額に占める原油輸入金額の割合は再上昇し、2008年度には20%近くになりましたが、依然として第二次石油ショック後の半分程度の水準でした。2009年度には原油価格の急落により、15%台にまで一旦低下しましたが、2011年度以降は原油価格の上昇と原子力発電停止による発電用需要の増加により、総輸入金額に占める原油輸入金額の

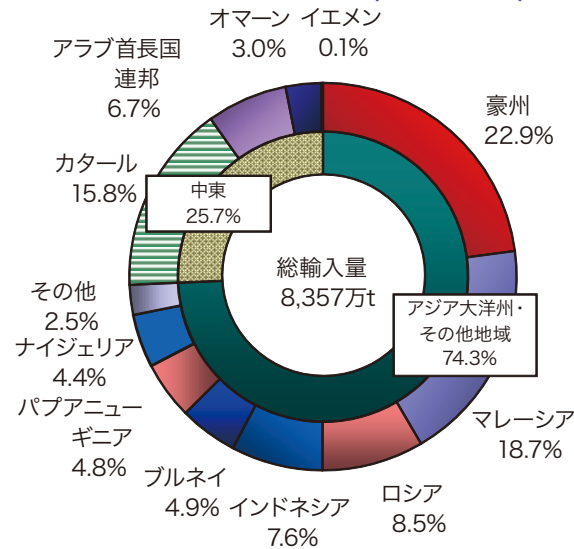
割合は再び上昇しました。しかし、2014年度は発電用途や輸送用途の需要減少と原油価格の下落により、原油輸入金額は前年度比20%減少しました。総輸入金額に占める原油輸入金額の割合は14%となり、東日本大震災以降初めて減少に転じました。原油価格が低迷した2015年度は、原油輸入金額は前年度より38%減少し、総輸入金額に占める割合は16年ぶりに10%を下回りました(第213-1-8)。

【第213-1-9】天然ガスの国産、輸入別の供給量



出典：経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、「電力調査統計月報」、財務省「日本貿易統計」、経済産業省「ガス事業統計月報」を基に作成

【第213-1-10】LNGの輸入先(2015年度)



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

(2) ガス体エネルギー

ガス体エネルギーの主なものとしては天然ガスとLPガスがあります。天然ガスは、油田の随伴ガスや単独のガス田から生産され、メタンを主成分としています。常温・常圧では気体であるため、気体のままパイプラインにより輸送するか、マイナス162℃まで冷却して液体にし、液化天然ガス(LNG、Liquefied Natural Gas)としてタンカーで輸送するか、いずれかの方法がとられています。天然ガスは、化石燃料の中では相対的にクリーンであるために利用が増えています。また、LPガスは液化石油ガス(Liquefied Petroleum Gas)のことで、油田や天然ガス田の随伴ガス、石油精製設備などの副生ガスから取り出したブタン・プロパンなどを主成分としています。簡単な圧縮装置を使って常温で容易に液化できる気体燃料であるため、液体の状態で輸送、貯蔵、配送が行われています。

①天然ガス

(ア)供給の動向

我が国において、1969年の液化天然ガス(LNG)の導入以前の天然ガス利用は国産天然ガスに限られ、一次エネルギー国内供給に占める割合は1～2%に過ぎませんでした。しかし、1969年の米国(アラスカ)からのLNG導入を皮切りに東南アジア、中東からも輸入が開始され、我が国におけるLNGの導入が進み、2015年度の一次エネルギー国内供給に占める天然ガスの割合は24.3%に達しました。2015年度における天然ガス供給の輸入割合は、石油と同様に

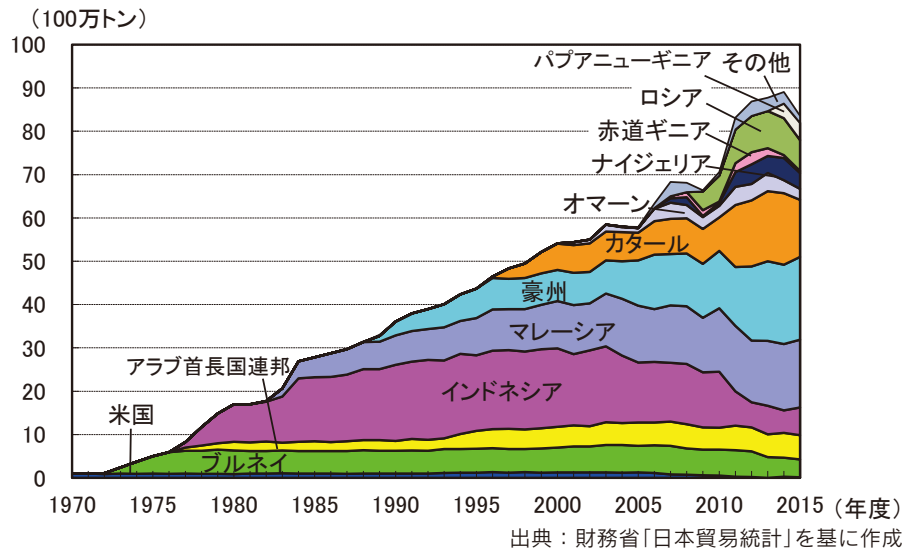
極めて高い97.5%であり、全量(8,357万トン)がLNGとして輸入されました。なお、主に新潟県、千葉県、北海道などで産出されている国産天然ガス生産量は、2015年度において約29億 m^3 (LNG換算で約215万トン)であり、天然ガスの国内消費量の約2.5%を占めています(第213-1-9)。

我が国に対するLNGの供給先は、2015年度において、豪州、マレーシア、ロシアなどのアジア大洋州地域を始めとする中東以外の地域が74.3%を占めており、中東依存度は25.7%と石油と比べて低く、地政学的リスクも相対的に低いと言えます(第213-1-10、第213-1-11)。2014年度にはパプアニューギニアからのLNG輸入も開始され、供給先の多角化がさらに前進しました。なお、2015年において、世界のLNG貿易の34.9%を日本の輸入が占めました(第2章 国際エネルギー動向 第222-1-21「世界のLNG輸入」参照)。そして、2017年1月にはシェールガスを原料にしたLNGが初めて米国から日本に到着しました。日本がアラスカを除く米国産のLNGを輸入したのも初めてのことになります。

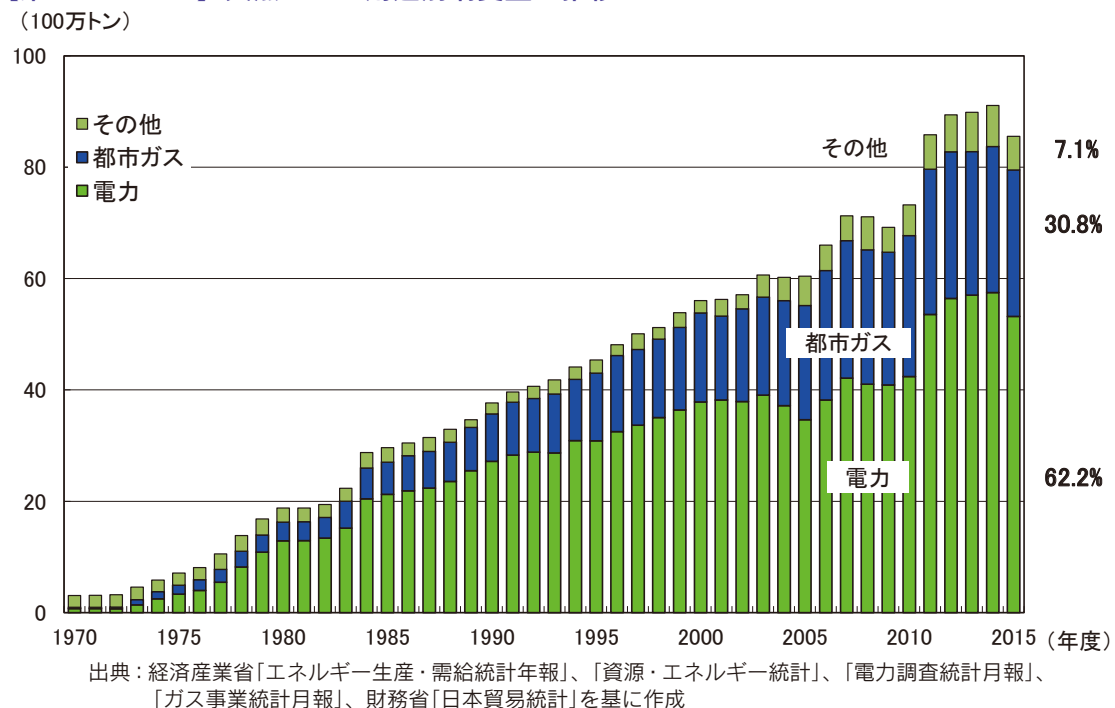
(イ)消費の動向

我が国では、天然ガスは発電用に約62%、都市ガス用に約31%が使われ、約7%はその他工業用燃料などに用いられています(第213-1-12)。天然ガスは、一次エネルギーの供給源多様化政策の一環として、その利用が増加しました。特に2011年3月の東日本大震災以降、原子力発電所の稼働停止を受け発電用を中心に増加しましたが、2014年度に過去最高と

【第 213-1-11】 LNG の供給国別輸入量の推移



【第 213-1-12】 天然ガスの用途別消費量の推移



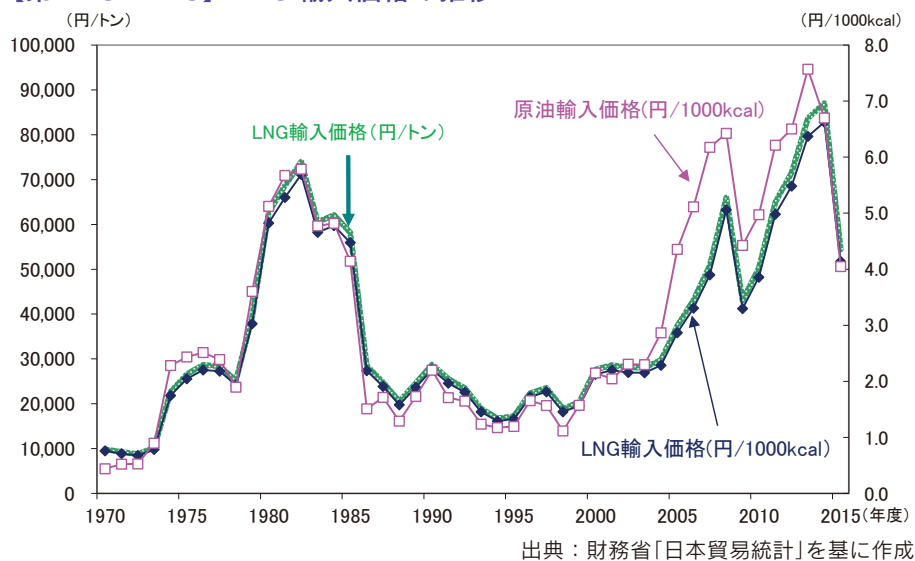
なった後、2015年度は原子力発電所の再稼働などにより、減少に転じています。なお、都市ガスの用途別販売量としては、2000年頃までは家庭用が最大のシェアを占めていましたが、近年は工業用が増加しており、最大のシェアを占めています(第214-2-2「用途別都市ガス販売量の推移」参照)。

(ウ) LNG価格の動向

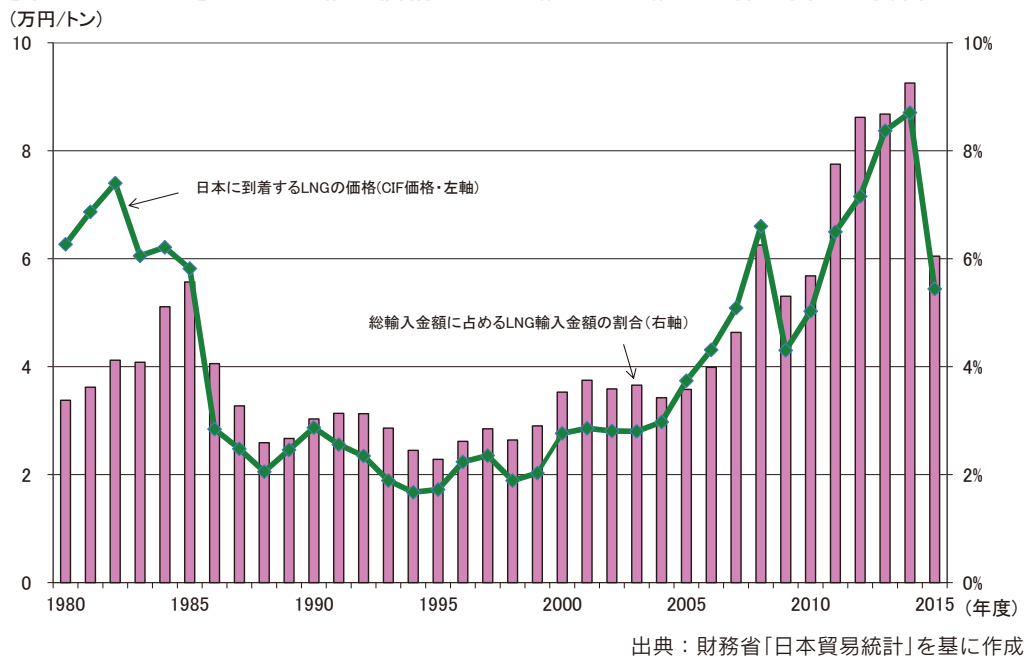
我が国のLNG輸入価格は、1969年の輸入開始以来、原油価格に連動してきました。1970年代の二度の石油ショックで原油価格が高騰すると、LNG価格も上昇し、1980年代後半に原油価格が下落す

ると、LNG価格も低下しました。日本のLNG輸入量の大半を占める長期契約におけるLNG価格は日本向け原油の輸入平均CIF価格に連動しているため、2004年度以降の原油価格の高騰につれて、日本向けLNG価格も上昇してきました(第213-1-13)。ただし、一部の日本向けLNG価格は、原油価格変動の影響を緩和するために、S字カーブと言われる調整システムを織り込んだ価格フォーミュラにより決定されています。2004年度以降の原油価格急騰の環境下では、この価格フォーミュラの影響などもあって、LNG価格の変化は原油に比べると緩やかになっています。

【第213-1-13】LNG 輸入価格の推移



【第213-1-14】LNG の輸入価格と LNG 輸入額が輸入全体に占める割合



2011～2013年度の間は、原油輸入CIF価格が3年連続で年平均1バレル当たり100ドル超の水準が続き、円建てLNG輸入価格も2014年度に過去最高を更新しました。2014年度の下期以降、国際原油価格の下落に伴い、ドル建て価格は下落傾向を示したものの、12月以降の一段の円安方向への為替の動きにより、円建てLNG輸入価格は前年度からさらに上昇しました。2015年に入ってから、円建てLNG輸入価格は急落し、2015年5月には1トン当たり5万円台、2016年1月には4万円台となりました。

また、日本の総輸入金額に占めるLNG輸入金額の割合を見ると、1980年代の後半からはLNG価格

の低下に伴い、5%を下回る水準で推移してきました。ただ、2000年代後半以降は原油価格の上昇によりLNG価格も上昇したことに加え、特に、2011年3月の東日本大震災以降の原子力発電所の稼働停止に伴う、発電用途のLNG輸入量が増加しました。これにより、2012年度以降、輸入総額に占めるLNG輸入金額の割合は8%を上回るようになり、2014年度には9.3%まで上昇しました。2015年度は、LNG輸入価格の急落と輸入量の減少で、LNG輸入金額は前年度より41%減少し、輸入総額に占める割合は6.0%に低下しました(第213-1-14)。

②LPガス

(ア)供給の動向

LPガスは、天然ガス生産からの随伴ガス、原油生産からの随伴ガス、さらに石油精製過程などからの分離ガスとして生産されています。LPガスの供給は1960年代までは、国内の石油精製の分離ガスが中心でしたが、年々輸入の比率が高まり、2015年度には供給量の71.5% (1,091万トン)が輸入されました(第213-1-15)。

2015年度における我が国のLPガスの主な輸入先は、カタール、アラブ首長国連邦、クウェート、サウジアラビアなどの中東諸国及び米国、豪州でした。2013年に米国から、シェールガス・シェールオイル開発に伴って生産されるLPガスの輸入が開始されたことにより、LPガス全体の輸入量が減少傾向にある中で、米国からの輸入量は4年連続で最も増加し、そのシェアは2013年度の10.5%から、2014年度には17.1%へ、2015年度には25.8%へと拡大しました。その結果、LPガス輸入の中東依存度は2013年度の76.0%から、2014年度には71.9%へ、2015年度には61.6%へと低下傾向が続いています(第213-1-16)。

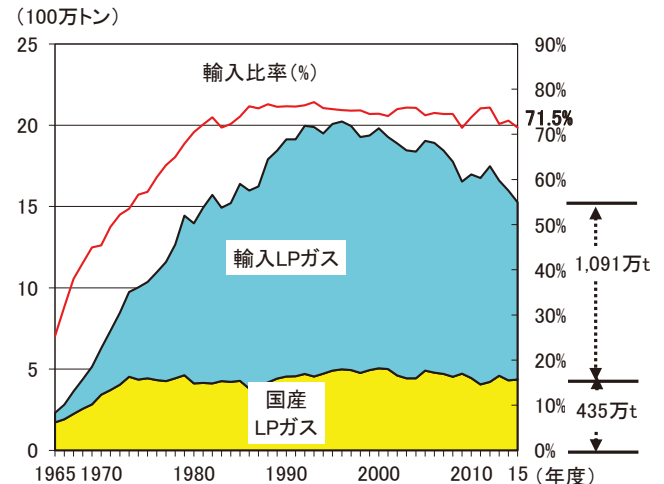
(イ)消費の動向

LPガスの消費は、1996年度に過去最高の19,703千トンとなった後、燃料転換などにより減少傾向が続き、2015年度には14,229千トンと1996年度から3割弱減少し、1983年度並みの水準になっています。2015年度のLPガスの消費は、用途別に見ると、家庭業務用の消費が全体の44.3%を占めました。次いで一般工業用のシェア(20.7%)が大きく、化学原料用のシェア(19.0%)、自動車用のシェア(7.3%)と続きます(第213-1-17)。

(ウ) LPガス輸入価格の動向

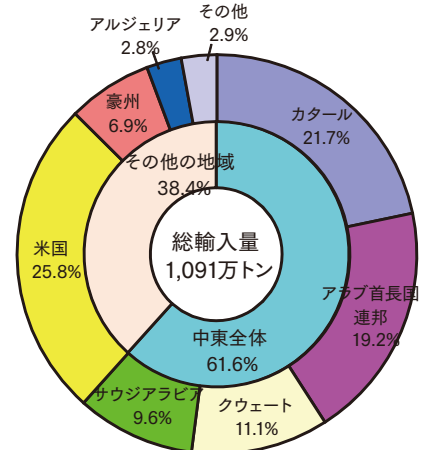
日本のLPガス輸入(以下「CIF」という。)価格は、サウジアラビアのサウジアラムコ社が決定する通告価格¹⁴に大きく左右される構造となっており、現在も不安定な状況にあります。2010年度以降の原油価格高騰とともに、2013年度のCIF価格(年度平均)は過去最高の93,177円/トンという高値圏で推移しましたが、その後は国際原油価格の下落に伴い、2014年度は80,574円/トン、2015年度は52,955円/トンまで低下しました(第213-1-18)。

【第213-1-15】LPガスの国産、輸入別の供給量



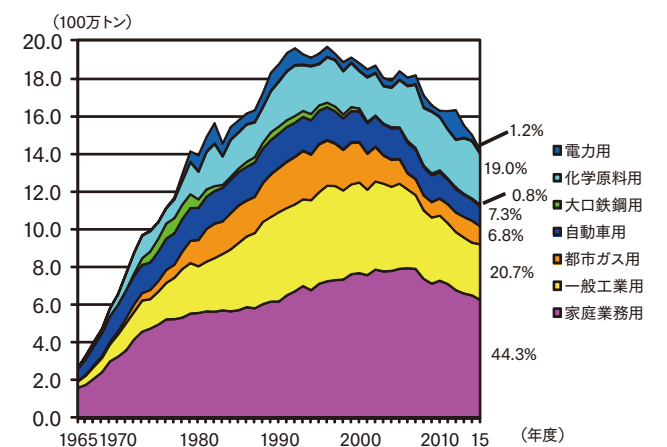
出典：経済産業省「資源・エネルギー統計」、財務省「日本貿易統計」を基に作成

【第213-1-16】LPガスの輸入先(2015年度)



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

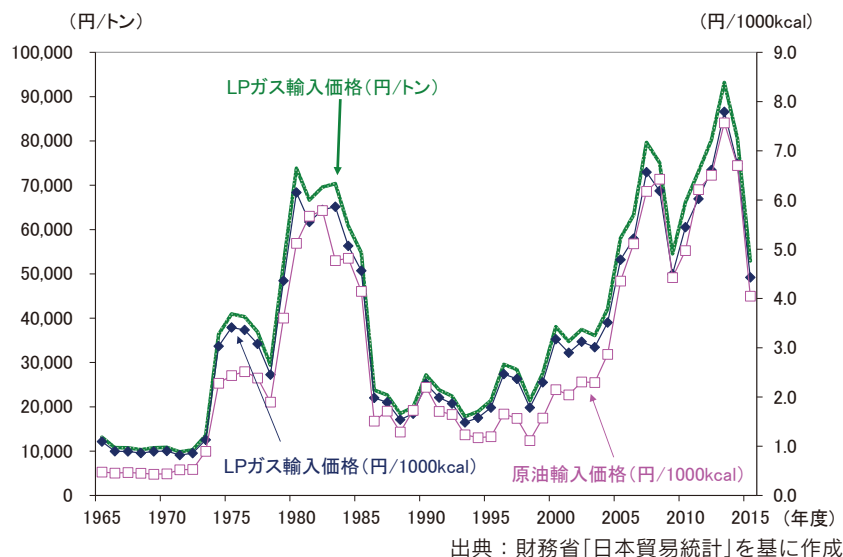
【第213-1-17】LPガスの用途別消費量の推移



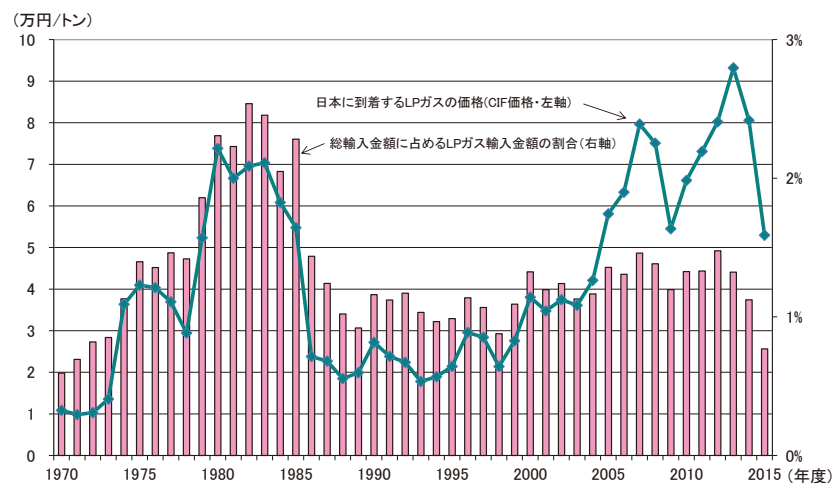
出典：日本LPガス協会

¹⁴サウジアラムコ社の通告価格とはコントラクトプライス (CP) と呼ばれ、サウジアラムコ社が、原油価格やマーケット情報を参考にしながら総合的に判断し、決定します。日本を含めた極東地域に輸入されるLPガスについては、サウジアラビア以外の産ガス国も多くがこのCPにリンクしています。2013年度ごろからは、価格指標の多様化を目的とし、米国プロパン連動価格を価格指標とするLPガスを輸入する動きも出てきています。

【第213-1-18】LPガス輸入(CIF)価格の推移



【第213-1-19】LPガスの輸入価格とLPガス輸入額が輸入全体に占める割合



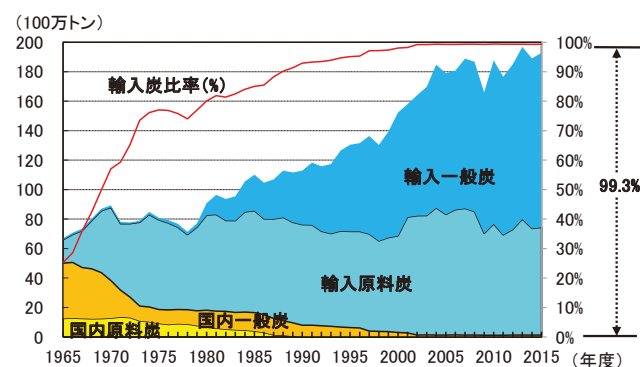
また、日本の総輸入金額に占めるLPガスの輸入金額の割合を見ると、二度の石油ショックを契機に2%を上回る水準にまで上昇しました。1985年度以降下落し、1990年代からはほぼ1%強の水準で推移していましたが、2015年度はLPガス輸入価格の低下と輸入量の減少に伴い、1972年度以来の低水準となる0.8%まで低下しています(第213-1-19)。

(3) 石炭

①供給の動向

2015年度、我が国は、石炭の国内供給のほぼ全量(99%以上)を海外からの輸入に依存しました(第213-1-20)。

【第213-1-20】国内炭・輸入炭供給量の推移



¹⁵無煙炭は、石炭の中でも最も炭化が進んだ石炭で、燃焼の際にほとんど煙を出さず、また、火力が強いという特徴があります。

我が国の国内石炭生産量は、1960年代には石油への転換の影響、さらには1980年代以降、割安な輸入炭の影響を受けて減少を続けました。1990年度から国内原料炭¹⁶の生産がなくなり、国内一般炭¹⁷も近年大規模な商業生産がなくなり、生産量は年間100万トン程度の横ばいとなっています。2015年度は国内一般炭の生産量は126万トンで、そのほとんどが発電用に消費されました。

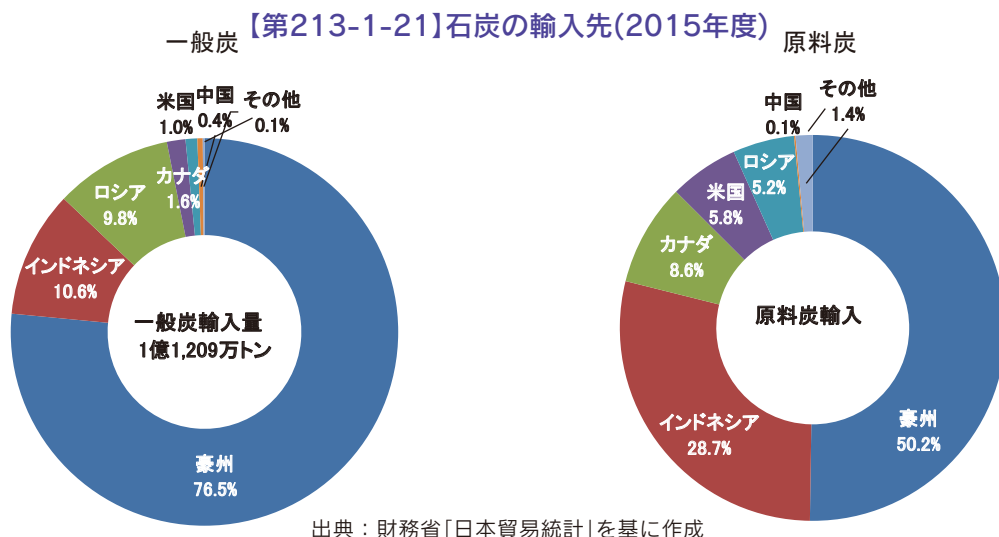
海外炭の輸入量は1970年度には国内炭の生産量を上回り、1988年度には1億トンを突破しました。その後も、一般炭を中心に増加し、2015年度は輸入原料炭が7,307万トン、輸入一般炭が1億1,209万トンとなり、無煙炭を合わせて前年度より386万トン増加し、史上2位の1億9,155万トンとなりました。同年度の一般炭の輸入先は豪州が76.5%を占めており、次いでインドネシア(10.6%)、ロシア(9.8%)、カナダ(1.6%)からの輸入がこれに続きました。原料炭の輸

入先は豪州が50.2%を占めており、次いでインドネシア(28.7%)、カナダ(8.6%)、米国(5.8%)、ロシア(5.2%)からの輸入がこれに続きました(第213-1-21)。

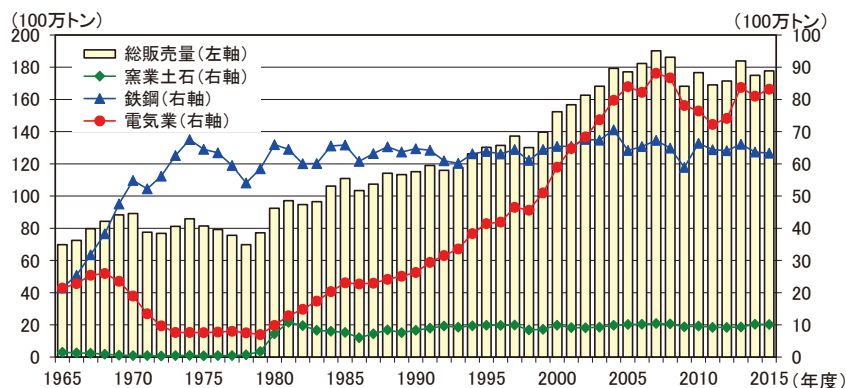
こうした中で、日本企業は、探査から開発、操業の各段階において、海外炭鉱の開発に積極的に参加してきました。豪州を中心に20社を超える日本企業は海外石炭資産を保有しています。

②消費の動向

我が国の石炭消費(産業別石炭販売量)の推移を見ると、1965年度の6,978万トンから1984年度には1億トンを、2000年度には1億5,000万トンを超えました。2015年度は前年度に比べて277万トン増加し、1億7,770万トンとなりました。主な業種における石炭消費は、電気業が8,318万トンと最も多く、次いで鉄鋼業が6,332万トンで、この2つの業種で全消費の82.4%を占めました(第213-1-22)。



【第213-1-22】石炭の用途別消費量の推移



¹⁶一般炭は、主に発電所用のボイラ燃料として用いられています。

¹⁷原料炭は、主に高炉製鉄用コークス製造のための原料として用いられています。

電気業における石炭消費量は、1960年代後半は2,000万トンを上回っていましたが、石炭火力発電の他電源への転換が進んだことから1979年度には701万トンにまで低下しました。しかし、第二次石油ショック以降は、石油代替政策の一環としての石炭火力発電所の新設及び増設に伴い、石炭消費量は増加に転じ、現在では電気業が最大の石炭消費部門となりました。2009年度以降、世界的不景気、「みなし措置」¹⁸ 満了で従来から卸電気事業にかかわる許可を受けていた共同火力が電気事業者から外れたこと、さらに東日本大震災で一部の石炭火力発電所が被災したこと等の原因で発電用石炭消費は2011年度にかけて減少しました。2013年度以降、被災石炭火力の復旧と増設により石炭消費量は再び増加傾向となりました。

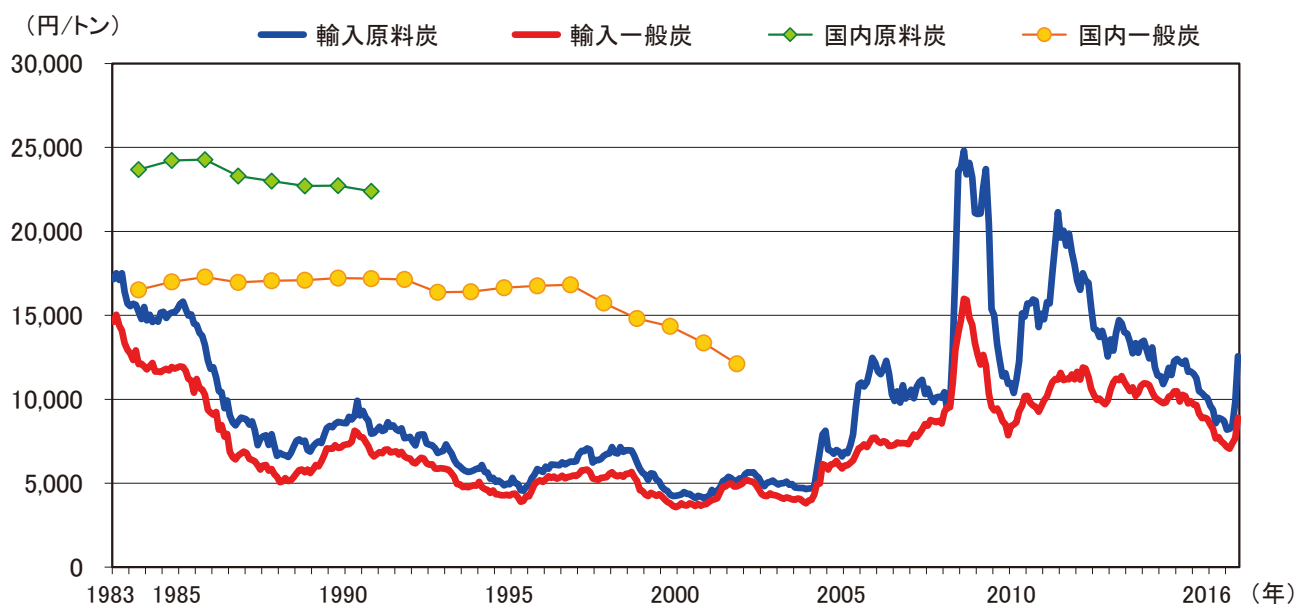
③石炭価格の動向

我が国の輸入石炭価格(CIF価格)は、1990年度以降、原料炭が4,000～10,000円/トンの価格帯で、一般炭は3,500～8,000円/トンの価格帯で推移してきました。2000年代半ば以降は原油価格の上昇を受

けて、石炭の採炭コスト、輸送コストも上昇し、世界的な石炭需要の増大とも相まって石炭価格が急騰しましたが、2009年に世界金融危機によって急落しました。中国などの需要増加により、2011年まで石炭価格が再び上昇しましたが、その後、欧米における脱石炭化の進展、中国の需要低迷などが原因で、2016年夏まで石炭価格は低下傾向が続きました。2016年夏以降、中国における需給のひっ迫などにより、原料炭を始め石炭価格は急騰し、2016年11月の原料炭、一般炭の輸入価格はそれぞれ12,558円/トン、8,901円/トンに上昇しました。なお、国内炭は1980年代後半から輸入炭との価格差が拡大し、競争力を失って生産量が減少しました(第213-1-23)。

また、日本の総輸入金額に占める石炭の輸入金額の割合は1970年度に7%を超えていましたが、1980年代後半からは3%を下回る水準で推移してきました。2008年度以降は価格上昇のため再び3%を上回る状況となりましたが、2012年度には3%を切りました。2015年度は石炭の輸入価格が低下した結果、石炭の輸入金額の割合は2.4%となりました(第213-1-24)。

【第213-1-23】国内炭価格・輸入炭価格(CIF)の推移

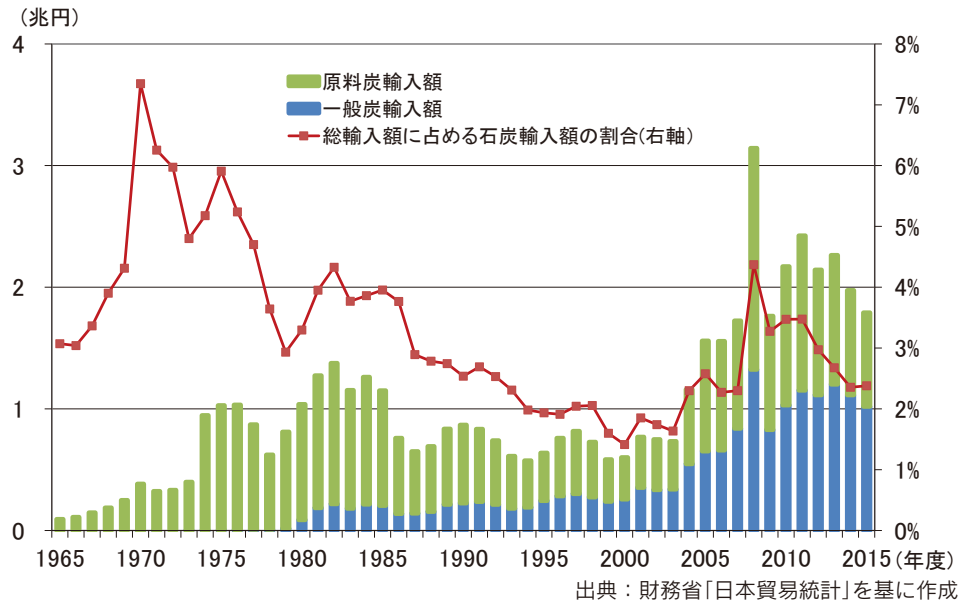


(注)輸入炭は月次平均データ、国内原料炭、国内一般炭は年度平均データ。国内原料炭は1990年度で生産が終了。国内一般炭の価格は、2002年度以降公表されていない。

出典：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」を基に作成

¹⁸1995年の電気事業法改正を受けて、共同火力及び公営電気事業は、卸電気事業から卸供給へ移行することとなりましたが、経過措置により2010年3月までは「みなし卸電気事業者」として位置付けられていました。

【第213-1-24】石炭の輸入価格と石炭輸入額が輸入全体に占める割合



2. 非化石エネルギーの動向

(1) 原子力

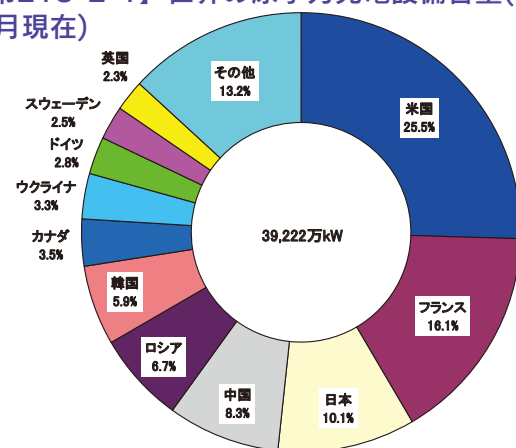
① 原子力発電の現状

原子力は、エネルギー資源に乏しい我が国にとって、技術で獲得できる事実上の国産エネルギーとして、1954年5月の内閣諮問機関「原子力利用準備調査会」発足以降、電気事業者による原子力発電所の建設が相次いで行われ、2011年2月末時点で、日本国内では、54基の商業用原子力発電所が運転されていました。しかし、2011年3月に発生した東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所事故後の同発電所1～6号機の廃止に伴い、原子力発電所数は48基となりました。2015年4月には、民間事業者が適切かつ円滑な廃炉判断を行うことができるよう、政府として財務・会計上の措置を講じたことを踏まえ、高経年炉(=「運転開始後40年以上が経過した」)8基(2017年3月時点)のうち、日本原子力発電敦賀発電所1号機、関西電力美浜発電所1、2号機、中国電力島根原子力発電所1号機、九州電力玄海原子力発電所1号機に加え、2016年5月には四国電力伊方発電所1号機について、各事業者が廃炉の判断を行い、運転を終了しました。

我が国は、米国、フランスに次ぎ、世界で3番目の設備能力を有しており(2017年3月現在の原子力発電設備容量)、中国、ロシア、韓国がこれに続いています(第213-2-1)。

東日本大震災の影響により原子力発電所が順次停止し、2012年5月に北海道電力泊発電所3号機が定

【第213-2-1】世界の原子力発電設備容量(2017年3月現在)



出典：IAEA-PRIS資料を基に作成

期検査のため停止したことで、1970年以来、42年ぶりに国内全ての原子力発電所が発電していない状態となりました。その後、関西電力大飯発電所3、4号機が2012年7月から1年2か月の稼働後、2013年9月に停止し、東日本大震災後初めて原子力発電ゼロで冬の電力需要期を迎えました。2013年9月以降、国内全ての原子力発電所が停止した状態が続きましたが、九州電力川内原子力発電所については、2015年5月までに原子力規制委員会による新規制基準(2013年7月8日施行)への適合性を確認する審査が修了し、その8月には1号機が、10月には2号機が再稼働し、原子力発電ゼロの状況は約2年ぶりに解消されました。また、2017年3月末現在、関西電力高浜発電所3、4号機、四国電力伊方発電所3号機、関西電力美浜発電所3号機、九州電力玄海原子力発電所3、4号機が新規制基準の審査を終えています。

しかし、現在稼働中の原子力発電所は、九州電力川内原子力発電所1、2号機と2016年9月に再稼働した四国電力伊方発電所3号機の3基のみです。2015年1月に再稼働した関西電力高浜発電所3号機と2月に発電機トラブルで自動停止した同4号機については、大津地方裁判所が運転の停止を求める仮処分を決定したため、現在運転を停止しています。関西電力は大阪高等裁判所に対して仮処分の不服申立てを行い、2017年3月末に大阪高等裁判所は関西電力の主張を認め仮処分の取り消しを命じ、関西電力は再稼働に向けた準備を進めています。2017年3月末現在、11原子力発電所16基の新規制基準への適合性審査を申請中です。

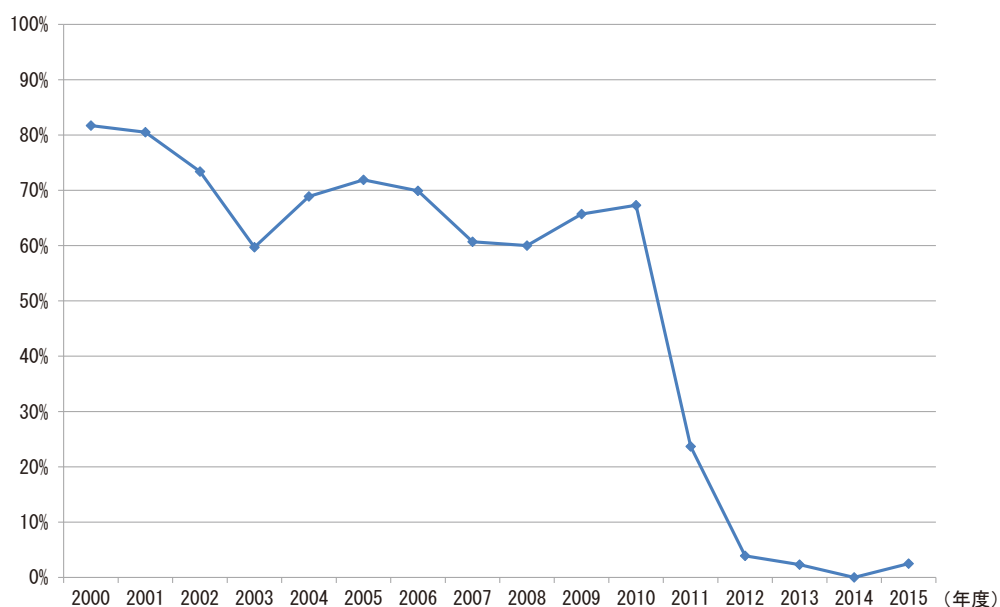
また、2012年に原子炉等規制法が改正され、原子炉の運転期間を運転開始から40年とし、その満了までに認可を受けた場合には、1回に限り最大20年間延長することを認める「運転期間延長認可制度」が導入されました。この認可には、新規制基準の適合のために必要となる工事計画の認可等を受けた上で、特別点検の結果を踏まえた劣化技術評価等によって長期間の運転が問題ないと判断されることが条件となり、2015年4月には、関西電力高浜発電所1、2号機の運転期間延長認可申請が提出され、また、

2015年11月には関西電力美浜発電所3号機の運転期間延長認可申請が提出されました。そして、2016年6月には関西電力高浜発電所1、2号機の運転期間延長が認可され、2016年11月には関西電力美浜発電所3号機も運転期間延長が認可されました。

原子力発電の発電電力量に占めるシェアは、2010年度に30.8%でしたが、2011年度に10.7%、2012年度に1.7%となり、2013年度に1.0%、2014年度は原子力発電所の稼働基数ゼロに伴い0%となり、2015年度には川内原子力発電所が再稼働したため1.1%となっています。また、原子力の設備利用率は、2010年度は67.3%でしたが、2013年度に2.3%、2014年度に0%、2015年度には2.5%となっています(第213-2-2)。

我が国で主として採用されている原子炉は、軽水炉と呼ばれるものであり、軽水¹⁹を減速材・冷却材²⁰に兼用し、燃料には低濃縮ウランを用いるものです。軽水炉は、世界の原子力発電の中心となっており、沸騰水型(BWR)と加圧水型(PWR)の2種類に分類されます。このうち、BWRは原子炉の中で蒸気を発生させ、それにより直接タービンを回す方式であり、PWRは原子炉で発生した高温高压の水を蒸気発生器に送り、そこで蒸気を作ってタービンを回す方式です(第213-2-3)。

【第213-2-2】日本の原子力発電設備利用率の推移

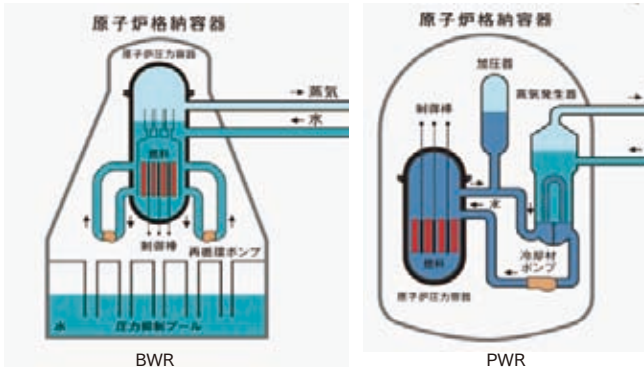


出典：電気事業連合会資料を基に作成

¹⁹ 軽水とは普通の水のことを指し、軽水炉の減速材、冷却材などに用いられます。これに対し、重水素(水素原子に中性子が加わったもの)に酸素が結合したものが重水であり、重水炉に用いられます。

²⁰ 核分裂によって新しく発生する中性子は非常に高速であり、これを高速中性子と呼びます。このままでも核分裂を引き起こすことは可能ですが、この速度を遅くすると次の核分裂を引き起こしやすくなります。この速度の遅い中性子を熱中性子と呼び、高速中性子を減速し熱中性子にするものを減速材と呼びます。軽水炉では、熱中性子で核分裂連鎖反応を維持するために減速能力の高い軽水(水)を減速材として用います。また、核分裂によって発生した熱を炉心から外部に取り出すものを冷却材と呼びます。軽水炉では水を冷却材として用いるので、冷却材が減速材を兼ねています。

【第213-2-3】BWRとPWR



出典：日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集2016」を基に作成

2017年3月現在の日本国内のBWRとPWRは廃炉決定済みの原子炉含めそれぞれ24基、その他の形式の原子炉としては、日本原子力研究開発機構(JAEA)の「もんじゅ」や、大学やJAEAが所有する「常陽」などの試験研究用原子炉などがあります。なお、「もんじゅ」は、2016年12月に政府より廃炉が決定され、

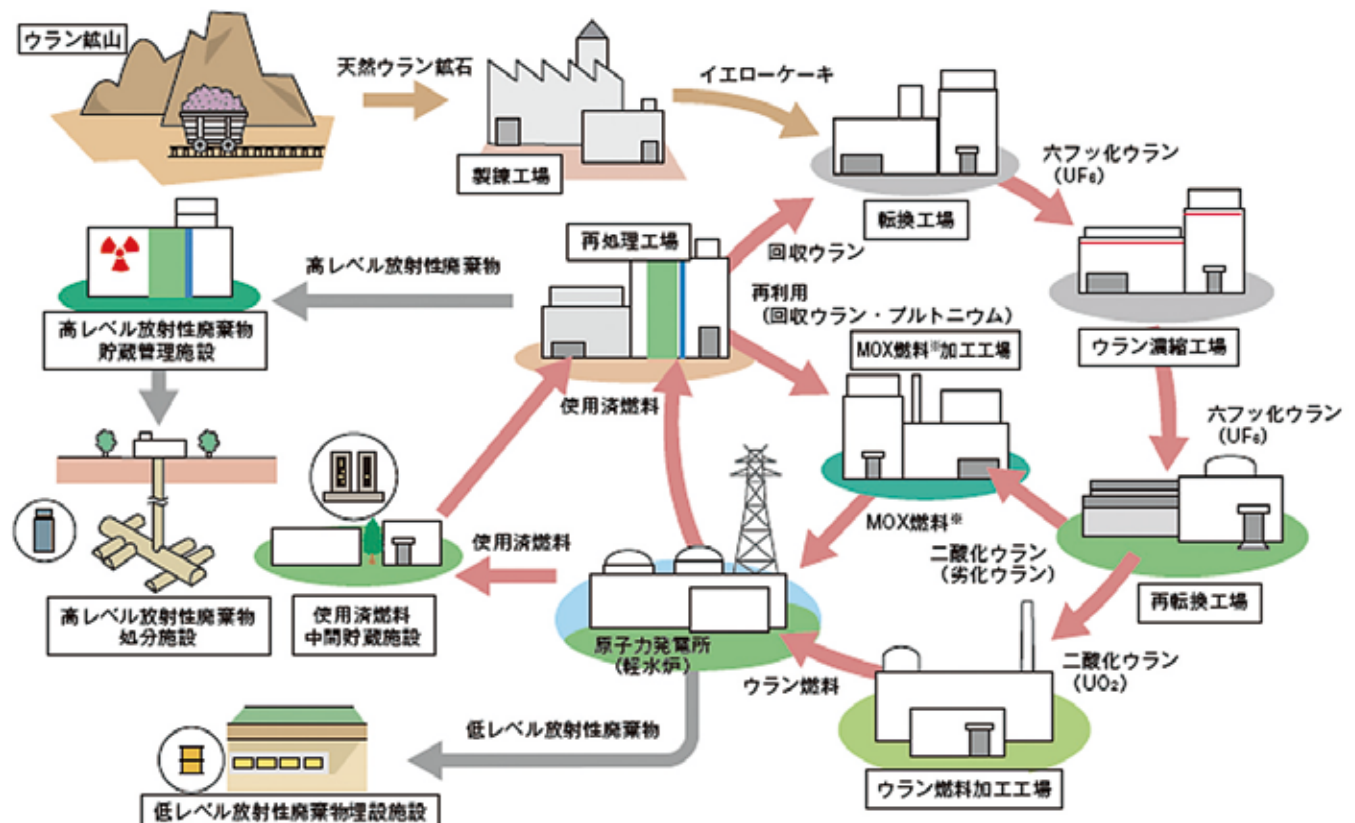
2017年3月現在、解体に向けて海外事例を参考にしつつ、解体方法の検討を進めています。

②核燃料サイクル

核燃料サイクルは、原子力発電所から出る使用済燃料を再処理し、未使用のウランや新たに生まれたプルトニウムなどの有用資源を回収して、再び燃料として利用するものです。具体的には、再処理工場で回収されたプルトニウムを既存の原子力発電所(軽水炉)で利用するプルサーマルが挙げられ、回収されたプルトニウムをウランと混ぜて加工されるMOX燃料(混合酸化物燃料)が、プルサーマルに使用されています。

我が国は、資源の有効利用、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減などの観点から、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウムなどを有効利用する核燃料サイクルの推進を基本的方針としています(第213-2-4)。

【第213-2-4】核燃料サイクル



※MOX (Mixed Oxide) 燃料：プルトニウムとウランの混合燃料

出典：日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集2016」

(ア)使用済燃料問題の解決に向けた取組

我が国は、原子力利用に伴い確実に発生する使用済燃料について、将来世代に負担を先送りしないように対策を総合的に推進しており、高レベル放射性廃棄物についても、国が前面に立ち、最終処分に向けた取組を進めています。また、使用済燃料については、六ヶ所再処理工場への搬出を前提とし、その搬出までの間、各原子力発電所等において、安全を確保しながら計画的に貯蔵対策を進めており、引き続き、発電所の敷地内外を問わず、中間貯蔵施設や乾式貯蔵施設等の建設・活用を進めることにより、使用済燃料の貯蔵能力の拡大に向けた取組を進めています。あわせて、将来の幅広い選択肢を確保するため、放射性廃棄物の減容化・有害度低減などの技術開発を進めます。

(i)放射性廃棄物の処分

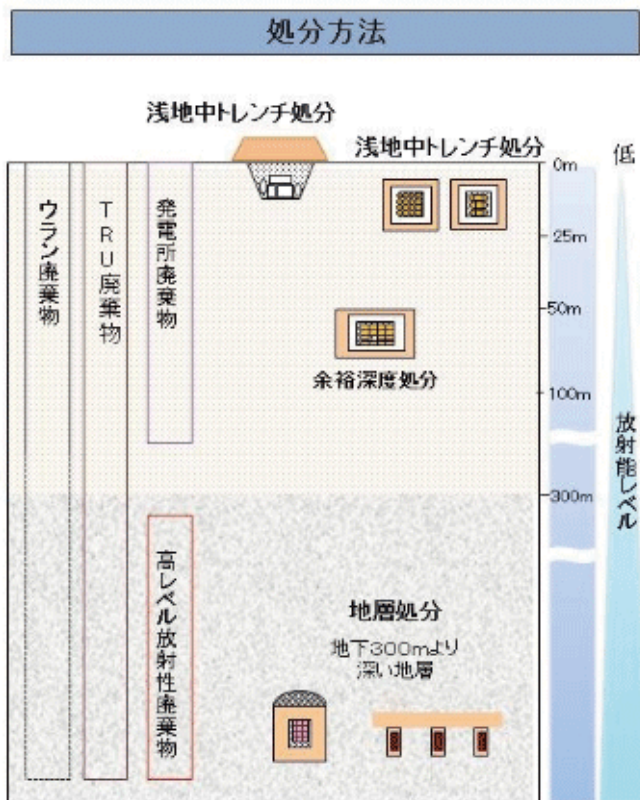
原子力発電所で発生した低レベル放射性廃棄物(再処理施設やMOX燃料加工施設から発生するTRU廃棄物(長半減期低発熱放射性廃棄物)を含む)の処分については、発生者責任に基づき、原子力事業者などが処分に向けた取組を進めることとしています。放射能レベルに応じて、処分する深さや放射性

物質の漏出を抑制するためのバリアの違いにより、人工構造物を設けない浅地中埋設処分(浅地中トレンチ処分)、コンクリートピットを設けた浅地中への処分(浅地中ピット処分)、一般的な地下利用に対して十分余裕を持った深度(地下50～100m)への処分(余裕深度処分)、地下300mより深い地層中への処分(地層処分)のいずれかの方法により処分することとしています(第213-2-5)。ただし、余裕深度処分については、その名称や深度等について原子力規制委員会において検討されているところです。

各原子力施設の運転及び解体により発生する低レベル放射性廃棄物の保管量は、2013年3月末、全国の原子炉施設(原子炉、加工、再処理、廃棄物埋設・管理施設)と、取扱事業者の合計で、容量200Lドラム缶に換算して約135万本分の貯蔵となりました。また、日本原燃は、青森県六ヶ所村において1992年12月に低レベル放射性廃棄物埋設施設の操業を開始し、2017年1月時点で、約29万本のドラム缶を埋設処理してきました。加えて、日本原子力研究所(現日本原子力研究開発機構)動力試験炉(JPDR)の解体に伴い発生したものについては、茨城県東海村の同機構敷地内の廃棄物埋設実地試験施設において、約1,670トンの浅地中トレンチ処分が行われています。

【第213-2-5】放射性廃棄物の種類と概要

発生場所	種類
原子力発電所	放射能レベル(放射性物質濃度)の極めて低い廃棄物
	放射能レベル(放射性物質濃度)の比較的低い廃棄物
	放射能レベル(放射性物質濃度)の比較的高い廃棄物
ウラン濃縮工場・燃料加工工場	ウラン廃棄物
MOX燃料加工工場	TRU廃棄物
再処理工場	高レベル放射性廃棄物



出典：資源エネルギー庁

再処理施設やMOX燃料加工施設から発生した低レベル放射性廃棄物のうちTRU廃棄物は、2015年3月末時点で、日本原子力研究開発機構と日本原燃において、200Lドラム缶に換算して約15.5万本の廃棄物が保管されました。また、ウラン濃縮施設やウラン燃料成型加工施設から発生した低レベル放射性廃棄物であるウラン廃棄物については、2015年3月末時点で、民間のウラン燃料加工業者に容量200Lドラム缶に換算して約4.4万本、日本原燃に約0.7万本、日本原子力研究開発機構に約5.0万本、合計で約10万本が保管されました。

一方、発電によって発生した使用済燃料は、高レベル放射性廃棄物としてガラス固化され、冷却のため30年～50年間程度貯蔵した後、地下300mより深い地層に処分されます。

国内では、日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所の再処理施設において、国外では、フランス、英国の再処理施設において再処理が行われてきました。使用済燃料の再処理に伴って発生する高レベル放射性廃棄物は、ガラス固化体として、2017年3月末時点で、国内で処理されたもの、海外から返還されたものを合わせて2,264本が国内(青森県六ヶ所村、茨城県東海村)で貯蔵されてきました。高レベル放射性廃棄物は、同月末までの原子力発電の運転により生じた使用済燃料を全て再処理しガラス固化体にした本数に換算すると、約24,800本相当が発生しました。この高レベル放射性廃棄物及び一部のTRU廃棄物については、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律(平成12年法律第117号)」に基づき、地層処分を行うべく、原子力発電環境整備機構(NUMO)が、処分地選定に向け調査を受け入れる自治体を公募していましたが、実際に調査を実施したケースはありませんでした。このため、経済産業省は、2013年から最終処分政策の見直しに向けた検討を行い、2015年5月、最終処分法に基づく基本方針を改定(閣議決定)し、国から科学的有望地を提示するなど、国が前面に立って取組を進めることとしました。その後、科学的有望地の要件・基準等について、総合資源エネルギー調査会において専門家による議論を行うとともに、そうした議論の状況等について、全国的な理解活動を行いました。こうした状況を踏まえ、2015年12月の最終処分関係閣僚会議において、「関係行政機関の緊密な連携の下、科学的有望地の検討等を積極的に進め、原子力委員会で評価し、国民や地域に冷静に受け止められる環境を整えた上で、平成28年中の提示を目指す」旨を決定しました。

(ii) 使用済燃料の中間貯蔵

使用済燃料の中間貯蔵とは、使用済燃料が再処理されるまでの間の時間的調整を図るための措置として中間的に貯蔵・管理することを言います。

我が国では、青森県むつ市において、使用済燃料を貯蔵・管理する法人のリサイクル燃料貯蔵の中間貯蔵施設1棟目が2010年8月に貯蔵建屋の建設工事を着工し、2013年8月に完成しました。

2014年1月、リサイクル燃料貯蔵は、新規制基準(2013年12月施行)への適合性審査を原子力規制委員会に申請し、2018年後半の事業開始を目指しています。

(iii) 放射性廃棄物の減容化・有害度低減に向けた取組

原子力利用に伴い発生する放射性廃棄物の問題は、世界共通の課題であり、将来世代に負担を先送りしないよう、その対策を着実に進めることが不可欠です。

高速炉は、燃料の増殖が可能であるだけでなく、マイナーアクチニドなどの長寿命核種を燃焼させることができるなど、放射性廃棄物の減容化・有害度の低減を可能とする有用な技術であり、フランス、ロシア、中国などの諸外国においては、その開発が進められています。

このような国際動向のもと、二国間の国際協力として、2014年5月の安倍総理大臣訪仏の際に、日本側の経済産業省と文部科学省、仏側の原子力・代替エネルギー庁が、仏国のナトリウム冷却高速炉の実証炉開発計画である第4世代ナトリウム冷却高速炉実証炉(ASTRID)計画及びナトリウム冷却炉の開発に関する協力取決めに署名し、日仏間の研究開発協力を開始しました。また、多国間協力としては、高い安全性を実現することをねらいとして、国際的な枠組み(第4世代原子力システムに関する国際フォーラム(GIF))において、ナトリウム冷却高速炉に関する安全設計の基準の構築を進めると同時に、その基準を国際的な標準とするべく専門家間での議論を実施しています。

(イ) 核燃料サイクルの工程(プルサーマルの場合)

原子力発電の燃料となるウランは、最初、ウラン鉱石の形で鉱山から採掘されます。ウランは、様々な工程(製錬→転換→濃縮→再転換→成型加工)を経て燃料集合体に加工された後、原子炉に装荷され発電を行います。発電後には、使用済燃料を再処理することにより、有用資源であるプルトニウムなどを回収します。

(i) 製錬

ウラン鉱山からウラン鉱石を採掘して、ウラン鉱石を化学処理してウラン(イエローケーキ、 U_3O_8)を取り出す工程です。我が国では、ウラン鉱石をカナダ、豪州、カザフスタンなどから調達してきました。現在、国内ではこの工程は行われていません。

(ii) 転換

イエローケーキを次の濃縮工程のためにガス状(UF_6)にする工程であり、我が国ではこの工程を海外にある転換会社に委託してきました。

(iii) 濃縮

ウラン濃縮とは、核分裂性物質であるウラン235の濃縮度を、天然の状態の約0.7%から軽水炉による原子力発電に適した3%～5%に高めることを意味し、我が国では、日本原燃が青森県六ヶ所村のウラン濃縮施設において遠心分離法という濃縮技術を採用しました。

日本原燃は、1992年3月から年間150トンSWU²¹の規模で操業を開始し、1998年末には年間1,050トンSWU規模で操業を行っていましたが、2010年4月に既設遠心機の撤去工事を開始、2010年10月から新型遠心分離機の据付、調整工事を開始しました。2000年度から新型遠心分離機の開発を行い、遠心分離機を順次新型遠心分離機に置き換えており、初期導入の前半分は2012年3月に年間37.5トンSWU規模で生産運転を開始しました。後半分は2013年5月から年間37.5トンSWU規模で生産運転を開始しました。

2014年1月、日本原燃はウラン濃縮工場の新規制基準(2013年12月施行)への適合性審査を原子力規制委員会に申請し、現在、適合性審査を受けています。2015年8月に、原子力規制委員会は、濃縮工場の最終工程である「均質・ブレンディング設備」に関する保安規定を認可しました。本認可により、同工場の全ての工程が使用可能になり、2018年12月までは暫定的に全工程の稼働が可能になりました。

(iv) 再転換

成型加工工程のために UF_6 をパウダー状の UO_2 にする工程であり、我が国では、三菱原子燃料(茨城県東海村)のみが再転換事業を行っています。なお、

それ以外の分については、海外の再転換工場に委託してきました。

(v) 成型加工

UO_2 粉末を焼き固めたペレットにした後、燃料集合体に加工する工程で、我が国ではこの工程の大半を国内の成型加工工場で行ってきました。

(vi) 再処理

使用済燃料の再処理とは、原子力発電所で発生した使用済燃料から、まだ燃料として使うことのできるウランと新たに生成されたプルトニウムを取り出すことを言います。青森県六ヶ所村に建設中の日本原燃再処理事業所再処理施設(年間最大処理能力：800トン)では、2006年3月から実際の使用済燃料を用いた最終試験であるアクティブ試験を実施してきました。

使用済燃料からプルトニウム・ウランを抽出する工程などの試験は既に完了しており、高レベル放射性廃液をガラス固化する工程の確立に時間を要していましたが、2012年6月から試験を再開し、安定運転に向けた最終段階の試験を実施しました。最大処理能力での性能確認などを実施し、2013年5月に事業者が行う全ての試験を終了しました。2014年1月、日本原燃は、六ヶ所再処理工場の新規制基準(2013年12月施行)への適合性審査を原子力規制委員会に申請し、2018年上期のしゅん工を目指しています。

(vii) MOX燃料加工

MOX燃料加工は、再処理工場で回収されたプルトニウムをウランと混ぜて、プルサーマルに使用されるMOX燃料に加工することを言います。我が国では、日本原燃が青森県六ヶ所村においてMOX燃料加工工場を2016年3月にしゅん工すべく2010年10月に工事着工しました。その後東日本大震災の影響により一時中断していましたが、2012年4月から建設を再開しました。2014年1月、日本原燃はMOX燃料加工工場の新規制基準(2013年12月施行)への適合性審査を原子力規制委員会に申請し、2019年上期のしゅん工を目指しています。

²¹ SWU (Separative Work Unit=分離作業量)は、ウランを濃縮する際に必要となる仕事量を表す単位です。例えば、濃度約0.7%の天然ウランから約3%に濃縮されたウランを1kg生成するためには、約4.3kgSWUの分離作業量が必要です。

(viii) プルトニウムの適切な管理と利用

我が国は、プルトニウム利用の透明性向上のため、1994年より毎年「我が国のプルトニウム管理状況」を公表しており、内閣府が取りまとめを行っています。また、1998年からはプルトニウム管理に関する指針に基づき、国際原子力機関(IAEA)を通じて、我が国のプルトニウム保有量を公表しています。

また、回収したプルトニウムを既存の原子力発電所(軽水炉)で利用するプルサーマルについて、「我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方について」(2003年8月、原子力委員会決定)を受け、さらなるプルトニウム利用の透明性の向上を目的として、電気事業者などは2006年より、「プルトニウム利用計画」を公表しており、原子力委員会がその利用目的の妥当性の確認を行ってきました。東日本大震災前の2010年9月17日に電気事業者が示したプルトニウム利用計画では、2015年度までに16～18基の軽水炉でプルサーマルを順次実施することとしていました。その後電気事業者は、2013年3月26日に、今後、六ヶ所再処理工場がしゅん工し、新たなプルトニウムの回収が開始されるまでに、プルトニウム利用計画を策定・公表することを示し、さらに、2016年3月29日には、導入目標時期である「2015年度」は見直す必要があるものの、全国の16～18基の軽水炉でプルサーマルの導入を目指す考え方に変わりはないことを示しました。

さらに、2016年10月に設立された使用済燃料再処理機構は、再処理や再処理関連加工に関する実施中期計画を策定することとなっており、経済産業省は、プルトニウムの需給バランス確保の観点から、原子力委員会の意見を聴いた上で、同計画を認可することとなっています。

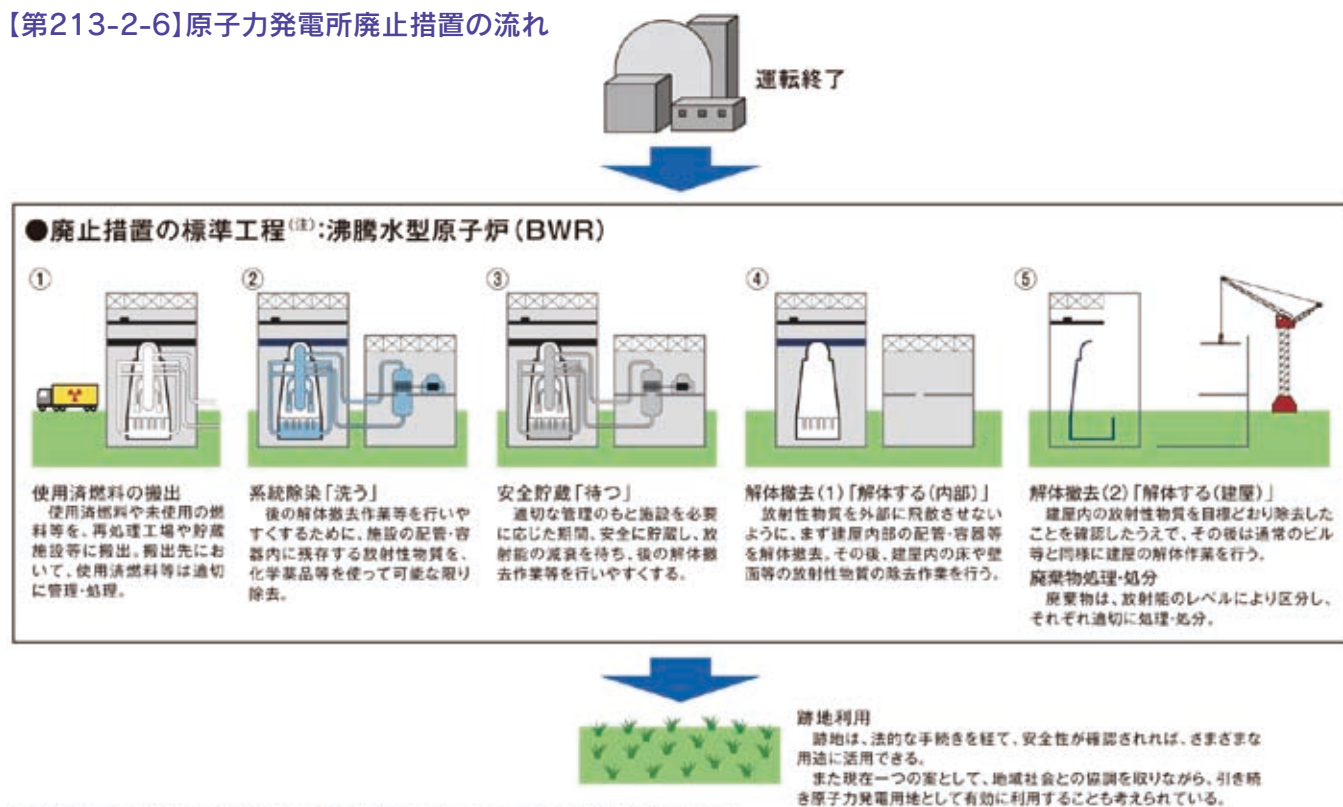
さらに、2014年3月、日本と米国は日本原子力研究開発機構の高速炉臨界実験装置から高濃縮ウランと分離プルトニウムを全量撤去し処分することで合意し、両国の声明により、「この取組は、数百キロの核物質の撤廃を含んでおり、世界規模で高濃縮ウラン及び分離プルトニウムの保有量を最小化するという共通の目標を推し進めるものであり、これはそのような核物質を権限のない者や犯罪者、テロリストらが入手することを防ぐのに役立つ」と説明しました。また、同月オランダ・ハーグで開催された第3回核セキュリティ・サミットにおいて、安倍総理は「利用目的のないプルトニウムは持たない」との原則を引き続き堅持する旨表明するとともに、プルトニウムの回収と利用のバランスを十分に考慮するこ

と、プルトニウムの適切な管理を引き続き徹底することを表明しました。2016年4月には、米国・ワシントンD.C.で開催された第4回核セキュリティ・サミットにおいて、安倍総理は①国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の高速炉臨界実験装置(FCA)から高濃縮ウラン(HEU)燃料及びプルトニウム燃料の全量撤去を完了したことと、②現在HEU燃料を利用している京都大学臨界集合体実験装置(KUCA)を低濃縮ウラン(LEU)燃料利用の原子炉に転換し、全てのHEU燃料を米国に移送することの2点を発表しました。なお、FCAの燃料の撤去については、第3回核セキュリティ・サミットにおける日米首脳間の共同声明で表明したものです。

③原子力施設の廃止措置

原子力発電所の廃止措置について、我が国では、「安全貯蔵－解体撤去」方式を標準的な工程として採用しました。運転を終えた原子力発電所は、営業運転を終了すると国の認可を受けて廃止措置が開始されます。廃止措置では、「洗う」、「待つ」、「解体する」の3ステップを基本としています。燃料搬出後、まず配管内などに付着している放射性物質を除去し(系統除染:「洗う」)、その後5～10年ほど放射能の減衰を待ため安全に貯蔵し(安全貯蔵:「待つ」)、最終的に解体します(解体撤去:「解体する」)。解体撤去が完了した跡地は、地域社会と協調をとりながら、原子力発電所用地として引き続き有効に利用することを基本的な方針としました(第213-2-6)。

【第213-2-6】原子力発電所廃止措置の流れ



(注) 具体的な方法については、状況によって事業者が決定し、原子力規制委員会が安全性を確認

出典：原子力安全・保安院「原子力施設の廃止措置パンフレット」

1950年代に始まった我が国の原子力利用から既に50年以上が経過し、一部の原子力施設では施設の廃止や解体が行われ、所要の安全確保の実績が積み上げられてきました。一方、これらの経験を踏まえ、安全確保のための制度上の手続面の明確化や、原子力施設の廃止や解体に伴って発生する様々な種類の廃棄物などから、放射性物質として管理する必要のあるものと、汚染のレベルが自然界の放射性物質の放射線レベルと比べても極めて低く、管理すべき放射性物質として扱う必要のないものを区分するための制度(クリアランス制度)の創設が必要とされていました。こうした状況を踏まえ、2005年5月に「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」を改正して、廃止措置及びクリアランス制度などの導入が行われました。

原子力発電所の廃止措置に伴い発生する解体廃棄物の総量は、110万kW級の軽水炉の場合、約49～54万トンとなり、これらの廃棄物を適正に処分していくことが重要です。

運転中・解体中に発生する廃棄物の中には、安全上「放射性物質として扱う必要のないもの」も含まれています。これらは、放射能を測定し安全であることを確認し、国のチェックを受けた後、再利用できるものはリサイクルし、できないものは産業廃棄物として処

分することとしています。国によるチェックが行われた後、放射性廃棄物として適切に処理処分する必要がある低レベル放射性廃棄物の量は、1万トン前後(総廃棄物重量の3%以下)と試算されました。この中には炉内構造物などの「放射能レベルの比較的高いもの」が200トン前後(総廃棄物処分の0.1%以下)、また、堀削した土壤中への埋設処分(浅地中トレンチ処分)が可能な「放射能レベルが極めて低いもの」が1万トン以下(1～2%程度)含まれていると試算されました。

我が国では1998年に日本原子力発電東海発電所が営業運転を停止し、廃止措置段階に入っており、試験研究炉では、日本原子力研究所(現・国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構)の動力試験炉(JPDR)の解体撤去が、1996年3月に計画どおり完了し、2002年10月に廃止届が届けられました。また、研究開発段階にある発電用原子炉では、2003年に運転を終了した国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構の新型転換炉ふげん発電所の廃止措置計画の認可が2008年2月に行われました。同発電所は、原子炉廃止措置研究開発センターに改組され、廃止措置のための技術開発を進めてきました。

2009年1月、中部電力は浜岡原子力発電所1号機と2号機を廃止し、11月に廃止措置計画の認可が行われました。また、2011年3月に発生した東日本大

震災による東京電力福島第一原子力発電所事故後、同発電所1～6号機が廃止となっています。さらに、2015年4月には、日本原子力発電敦賀発電所1号機、関西電力美浜発電所1、2号機、中国電力島根原子力発電所1号機、九州電力玄海原子力発電所1号機が、2016年5月には四国電力伊方発電所1号機が運転を終了しました。2016年12月にはJAEAの「もんじゅ」の廃炉が政府により決定されました。

(2)再生可能エネルギー

①全般

再生可能エネルギーとは、化石燃料以外のエネルギー源のうち永続的に利用することができるものを利用したエネルギーであり、代表的な再生可能エネルギー源としては太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスなどが挙げられます。

我が国の再生可能エネルギーの導入拡大に向けた取組は、石油代替エネルギー法に基づく石油代替政策に端を発しました。1970年代の二度の石油ショックを契機に、我が国では石油から石炭、天然ガス、原子力、再生可能エネルギーなどの石油代替エネルギーへのシフトを進めてきました。

法制度については1980年に、「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」(昭和55年法律71号)(以下「石油代替エネルギー法」という。)が制定されました。

石油代替エネルギーの技術開発については、1974年に通商産業省工業技術院(現・国立研究開発法人産業技術総合研究所)において「サンシャイン計画」を開始しました。この計画は、将来的にエネルギー需要の相当部分を賄い得るエネルギーの供給を目標として、太陽、地熱、石炭、水素エネルギーの4つの石油代替エネルギー技術について重点的に研究開発を進めるものでした。

また、1980年に設立された新エネルギー総合開発機構(現・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))において石炭液化技術開発、大規模深部地熱開発のための探査・掘削技術開発、太陽光発電技術開発などが重点プロジェクトとして推進されました。

1993年、「サンシャイン計画」は、「ムーンライト計画」と統合され、「ニューサンシャイン計画」として再スタートすることとなりました。「ニューサンシャイン計画」は、従来独立して推進されていた新

エネルギー、省エネルギー及び地球環境の三分野に関する技術開発を総合的に推進するものでしたが、2001年の中央省庁再編に伴い、「ニューサンシャイン計画」の研究開発テーマは、以後「研究開発プログラム方式」によって実施されることとなりました。

また、国内外のエネルギーを巡る経済的・社会的環境の変化に伴い、石油代替エネルギー供給目標の達成のために、石油代替エネルギーのうち、経済性における制約から普及が十分でない、新エネルギーの普及促進を目的として、1997年に「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」(平成9年法律第37号)(以下「新エネルギー法」という。)が制定されました。新エネルギー法は、国や地方公共団体、事業者、国民などの各主体の役割を明確化する基本方針の策定や新エネルギー利用などを行う事業者に対する財政面の支援措置などを定めたものです。

こうした取組の結果、一次エネルギー国内供給に占める石油の割合は、1973年度の75.5%から、2015年度には41.0%にまで低下しました。しかし、天然ガス、石炭なども含めた化石燃料全体の依存度は、1998年度には80.0%となったものの、東日本大震災後の火力発電の増加により2015年度に91.1%まで上昇しました。

一方、近年の世界のエネルギー需要の急増などを背景に、今後は従来どおりの質・量の化石燃料を確保していくことが困難となることが懸念されています。このような事態に対応し、また、低炭素社会の実現にも寄与すべく、2009年7月に、石油への依存の脱却を図るというこれまでの石油代替施策の抜本的な見直しが行われました。この結果、研究開発や導入を促進する対象を「石油代替エネルギー」から、再生可能エネルギーや原子力などを対象とした「非化石エネルギー」とすることを骨子とした石油代替エネルギー法の改正が行われ、同法の題名も「非化石エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」に改められました。またあわせて「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」(平成21年法律72号)(以下「エネルギー供給構造高度化法」という。)が制定され、エネルギー供給事業者に対して再生可能エネルギーなどの非化石エネルギーの利用を一層促進する枠組みが構築されました。

また、2003年からは、「電気事業者による新エネルギー電気等の利用に関する特別措置法」に基づき、RPS制度²²を開始し、電気分野における再生可能

²²電気事業者に毎年度、一定量以上の再生可能エネルギーの発電や調達を義務付ける制度。

エネルギーの導入拡大を進めてきました。さらに、2012年7月からは、このRPS制度に替えて、固定価格買取制度(FIT)を導入し、再生可能エネルギーの大幅な導入拡大を進めています。固定価格買取制度の導入により、再生可能エネルギーに対する投資回収の見込みが安定化したこともあり、制度開始後、2015年度末までに運転を開始した再生可能エネルギー発電設備は制度開始前と比較して約8割増加しています。

②太陽光発電

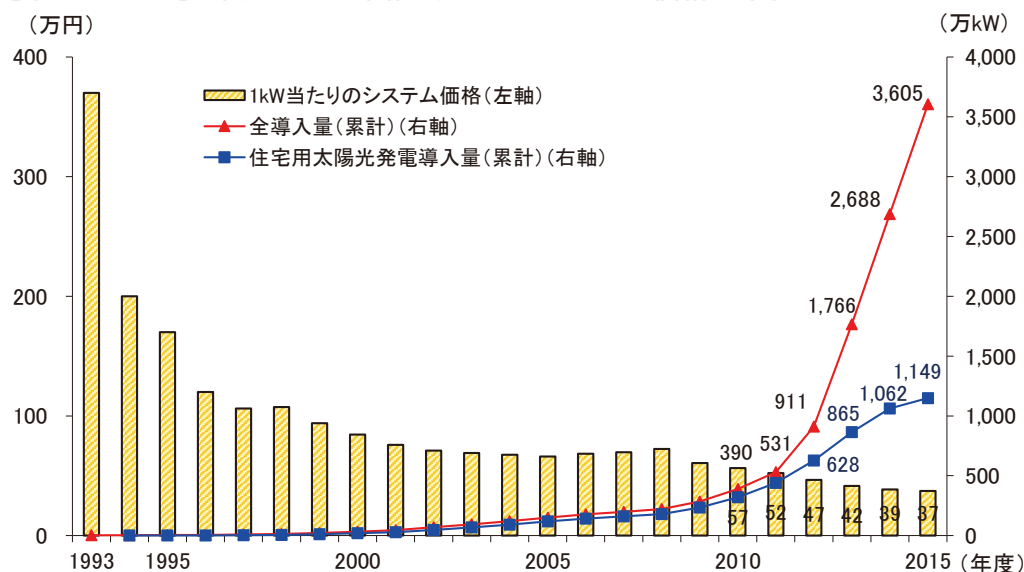
太陽光発電は、シリコン半導体などに光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽の光エネルギーを太陽電池(半導体素子)により直接電気に変換する発電方法です。日本における導入量は、近年着実に伸びており、2015年度末累積で3,605万kWに達しました。企業による技術開発や、国内で堅調に太陽光発電の導入が進んだことにより、太陽光発電設備のコストも着実に低下しています(第213-2-7)。

太陽電池の国内出荷量は、政府の住宅用太陽光発電設備に対する補助制度が一時打ち切られた2005年度をピークに伸び悩んでいましたが、2009年11月に、太陽光発電の余剰電力買取制度²³が開始されたことや、2009年1月に補助制度が再度導入され、地方自治体による独自の補助制度も合わせると設置費用が低減したことを受けて、2009年度から大幅

な増加基調に転じています。また、2012年に開始した固定価格買取制度の効果により、非住宅分野での太陽光発電の導入が急拡大しており、2014年度に太陽電池の国内出荷量は過去最高を記録しました。しかし、買取価格が引き下げられたことなどにより、2015年度以降の出荷量は減少傾向にあります(第213-2-8)。

世界的に見ると、日本は2003年末まで世界最大の太陽光発電導入国でしたが、ドイツの導入量が急速に増加した結果、2004年にはドイツに次いで世界第2位となりました。その後中国の導入量が急速に増加しており、IEA-PVPSによると、2015年末時点では、日本は中国、ドイツに次ぐ世界第3位の累積導入量となっています²⁴(第213-2-9)。また、日本は太陽電池の生産量でも2007年まで世界でトップの地位にありましたが、2013年をピークに減少傾向にあり、さらに中国の企業が生産を拡大した結果、2015年時点では、生産量は世界第3位、世界の太陽電池(モジュール)生産量に占める割合は5%となりました。なお、生産量が第1位の中国は69%を占めています(第213-2-10)。日本における太陽電池の国内出荷量に占める国内生産品の割合を見ると、2008年度まではほぼ100%でしたが、国内出荷量が大幅な増加基調に転じた2009年度から低下しており、2016年度第3四半期まで(12月まで)は35%となりました(第213-2-11)。

【第213-2-7】太陽光発電の国内導入量とシステム価格の推移

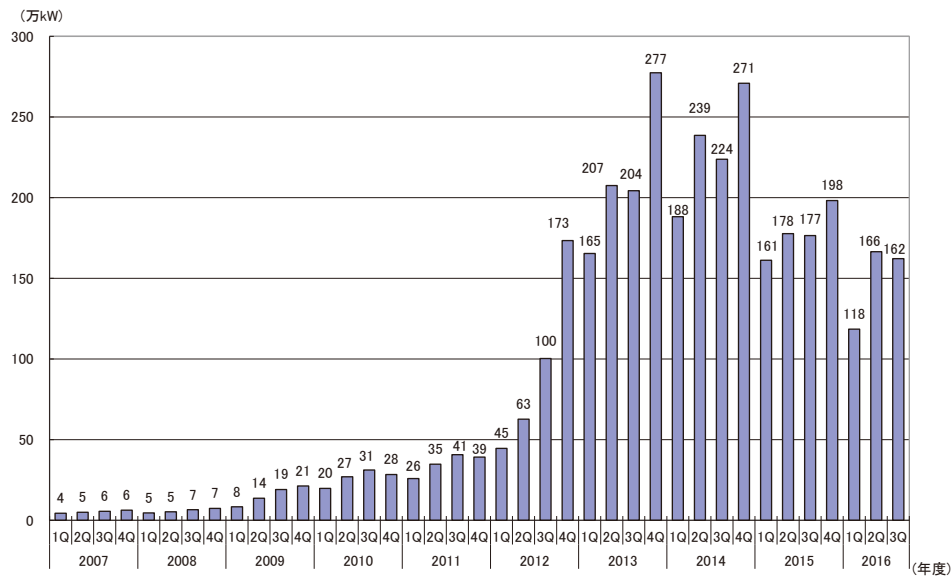


出典：経済産業省資源エネルギー庁資料及び太陽光発電普及拡大センター資料を基に作成

²³ 余剰電力購入とは新エネルギーなどの導入促進の観点から、各一般電気事業者が太陽光発電や風力発電などから生ずる余剰電力の購入条件を、各一般電気事業者が各社の需給状況などに応じて余剰電力の購入条件をあらかじめ設定し、これをメニューの形で示しているものです。

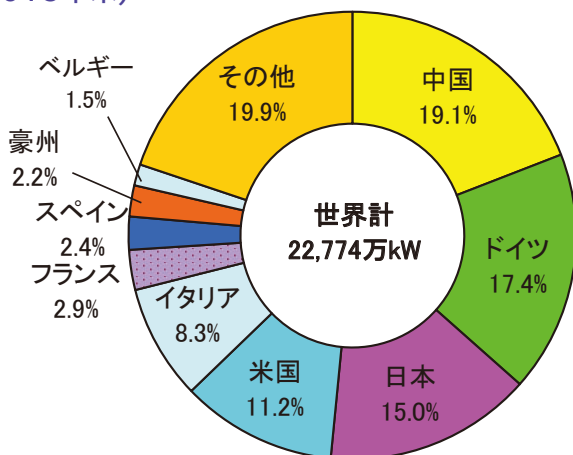
²⁴ IEA、Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS)によります。

【第213-2-8】太陽電池の国内出荷量の推移



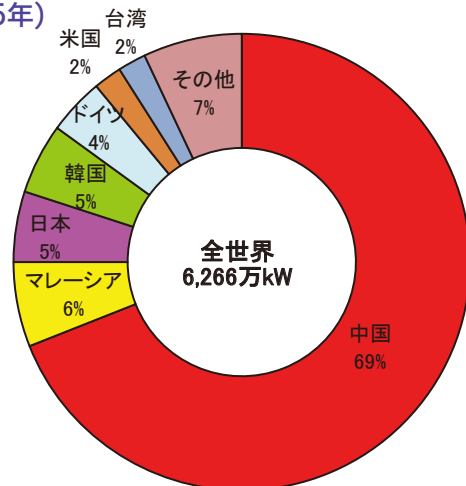
出典：太陽光発電協会資料を基に作成

【第213-2-9】世界の累積太陽光発電設備容量 (2015年末)



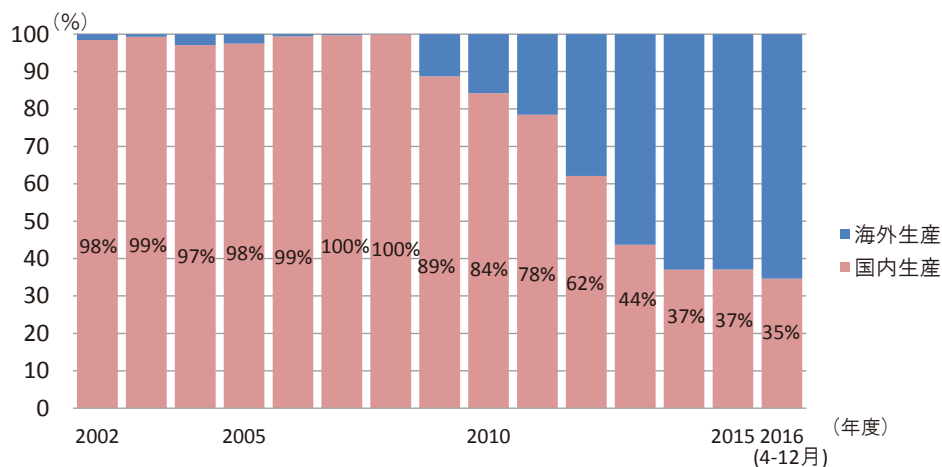
出典：IEA Photovoltaic Power Systems Programme 「Trends 2016 in Photovoltaic Applications」を基に作成

【第213-2-10】世界の太陽電池(モジュール)生産量 (2015年)



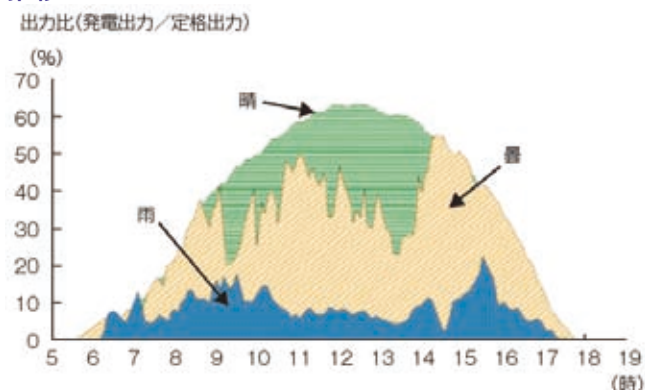
出典：IEA Photovoltaic Power Systems Programme 「Trends 2016 in Photovoltaic Applications」を基に作成

【第213-2-11】太陽電池国内出荷量の生産地構成の推移



出典：太陽光発電協会資料を基に作成

【第213-2-12】太陽光発電の天候別発電電力量の推移



一方で、太陽光発電には他電源と比較して導入のためのコストが高いという課題や、天候や日照条件などにより出力が不安定であるという課題も残されています(第213-2-12)。今後のさらなる導入拡大のためには、低コストに向けた技術開発や系統安定化対策を進めることが重要です。

③太陽熱利用

太陽エネルギーによる熱利用は、古くは太陽光を室内に取り入れることから始まっていますが、積極的に

利用され始めたのは、太陽熱を集めて温水を作る温水器の登場からです。太陽熱利用機器はエネルギー変換効率が高く、新エネルギーの中でも設備費用が比較的安価で費用対効果の面でも有効であり、現在までの技術開発により、用途も給湯に加え暖房や冷房にまで広げた高性能なソーラーシステムが開発されました。

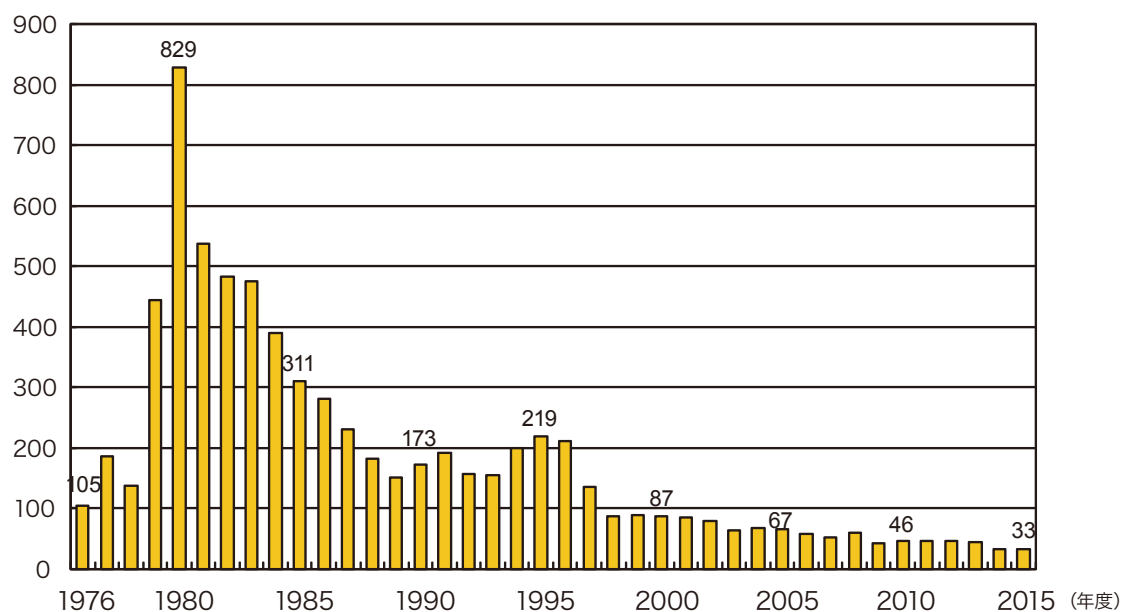
太陽熱利用機器の普及は、1979年の第二次石油ショックを経て、1990年代前半にピークを迎えましたが、1990年代の石油価格の低位安定、円高方向への為替の変化、競合するほかの製品の台頭などを背景に新規設置台数が年々減少してきました(第213-2-13)。

④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す。

1997年度に開始された設備導入支援を始め、1998年度に行われた電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドラインの整備や2003年度のRPS法の施行を通じて着実に導入が進み、2012年に開始した固定価格買取制度により、今後さらに風力発電の導入が拡大することが見込まれます。

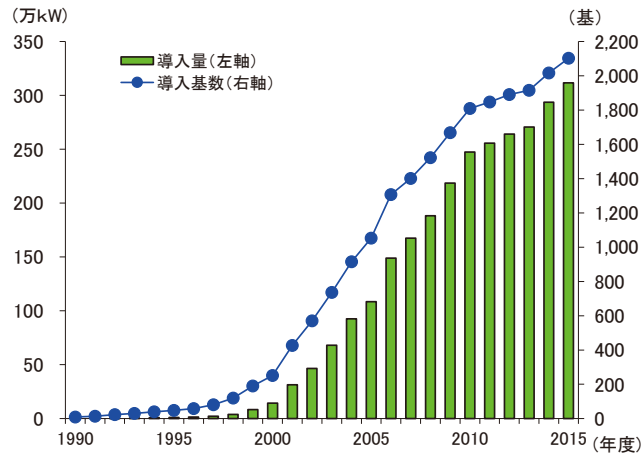
【第213-2-13】太陽熱温水器(ソーラーシステムを含む)の新規設置台数(千台)



(注)うち、太陽熱温水器の1985～1999年度は暦年の値。

出典：経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」、ソーラーシステム振興協会自主統計を基に作成

【第213-2-14】日本における風力発電導入の推移



出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)ホームページ資料を基に作成

2015年度末時点での導入量は、2,102基、出力約312万kW(新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)調べ：設備容量10kW以上の施設で稼働中のもの)(第213-2-14、第213-2-15)であるとともに、環境アセスメント手続中のものが134件存在しており、今後こうした案件が順次運転開始していくことが見込まれています。

他方、日本の風力発電導入量は、2015年時点で世界第18位であり(第213-2-16)、これは、日本は諸外国に比べて平地が少なく地形も複雑なこと、電力会社の系統に余力がない場合があること等の理由か

ら、風力発電の設置が進みにくいといった事情があります。また、出力の不安定な風力発電の大規模導入が電力系統に及ぼす影響を緩和すべく、出力の安定化や系統の強化が課題となっています。

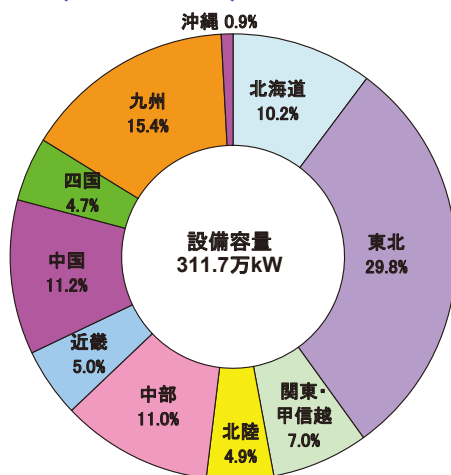
また再生可能エネルギーの中でも相対的にコストの低い風力発電の導入を推進するため、電力会社の系統受入容量の拡大や、広域的な運用による調整力の確保に向けた対策や、通常3～4年かかると想定される環境アセスメントの手続き期間をおおむね半減まで短縮を目指した取組を行っています。

⑤ バイオマスエネルギー

バイオマス(生物起源)エネルギーとは、化石資源を除く、動植物に由来する有機物で、エネルギー源として利用可能なものを指します。特に植物由来のバイオマスは、その生育過程で大気中の二酸化炭素を吸収しながら成長するため、これらを燃焼させたとしても追加的な二酸化炭素は排出されないことから、「カーボンニュートラル」なエネルギーとされています。

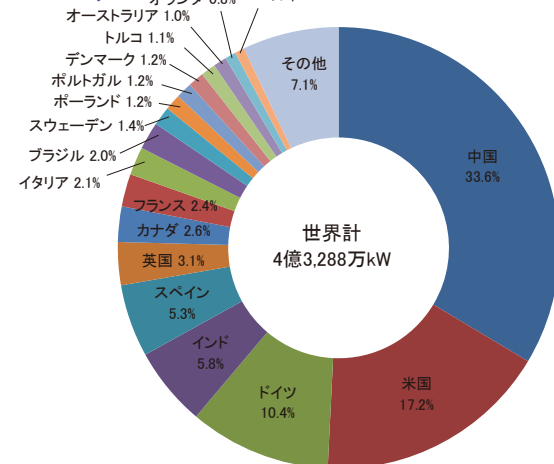
バイオマスエネルギーは、原料の性状や取扱形態などから廃棄物系と未利用系に大別されます。利用方法については、直接燃焼のほか、エタノール発酵などの生物化学的変換、炭化などの熱化学的変換による燃料化などがあります(第213-2-17)。

【第213-2-15】風力発電総設備容量に占める各地域別の割合(2015年度末)



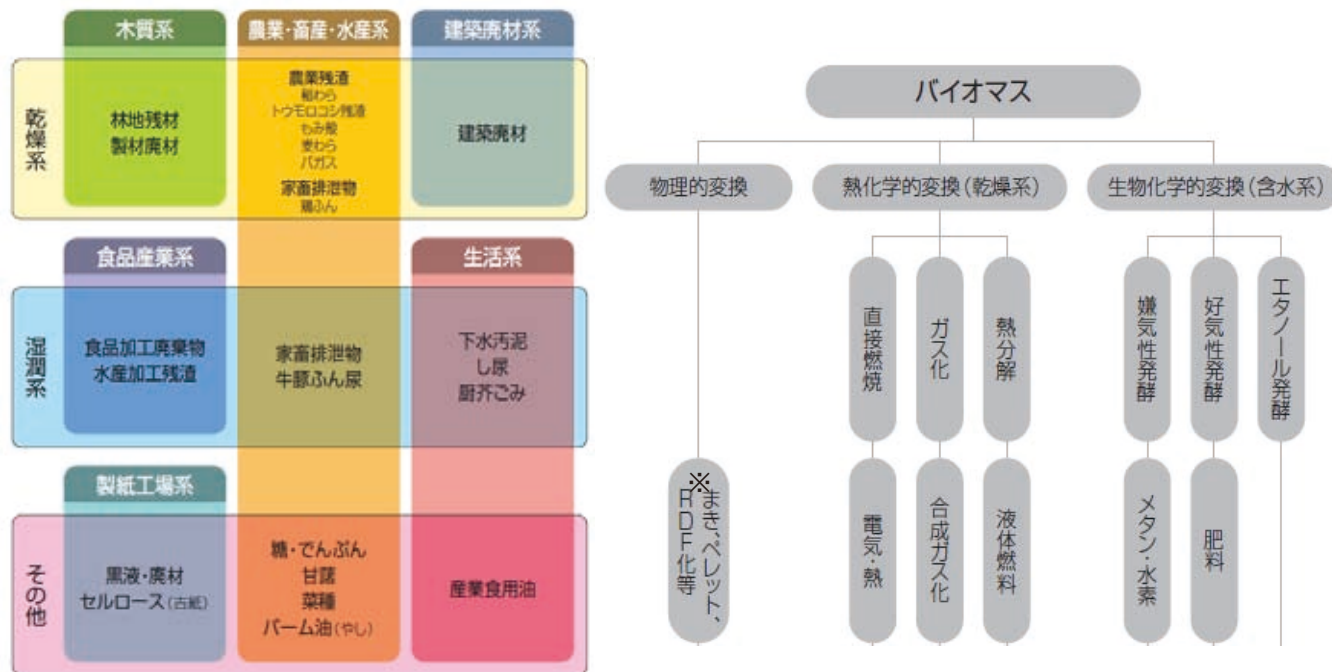
出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)ホームページ資料を基に作成

【第213-2-16】風力発電導入量の国際比較(2015年末時点)



出典：Global Wind Energy Council「Global Wind Statistics 2015」を基に作成

【第213-2-17】バイオマスの分類及び主要なエネルギー利用形態



※RDF：Refuse Derived Fuelの略で、廃棄物（ごみ）から生成された固形燃料

出典：資源エネルギー庁「新エネルギー導入ガイド 企業のためのAtoZ バイオマス導入」

我が国において2015年度に利用されたバイオマスエネルギーは原油に換算すると1,272万klであり、一次エネルギー国内供給量51,162万klに占める割合は2.5%でした。ここで計上されたバイオマスエネルギーは廃棄物の焼却によるエネルギーが主であり、製紙業などのパルプ化工程で排出される黒液や製材工程から排出される木質廃材、農林・畜産業の過程で排出される木くずや農作物残さ、家庭や事務所などから出るゴミなどを燃焼させることによって得られる電力・熱を利用するものなどがあります。特に黒液や廃材などを直接燃焼させる形態を中心に導入が進展してきました。

生物化学的変換のうちメタン発酵については、家畜排せつ物や食品廃棄物からメタンガスを生成する技術は確立されているものの、普及に向けては、原料の収集・輸送やメタン発酵後の残さ処理などが課題となっています。一方、下水処理場における収集が容易な下水汚泥は、一部の大規模な下水処理場を中心に、メタンを生成することでエネルギー利用を図ってきました。

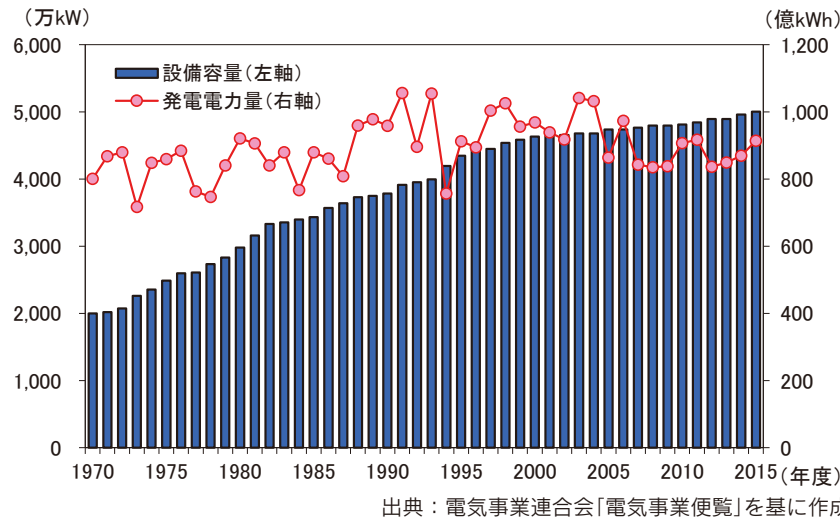
バイオマスエネルギーを活用した発電については、2012年に開始した固定価格買取制度により、導入が進んでいます。また、2015年度より新たに2,000kW未満の未利用木質バイオマス発電について

別個の買取区分が設けられ、より小さい事業規模でも木質バイオマス発電に取り組めるようになり、更なる木質バイオマスの利用推進につながる事が期待されます。他方で、いずれの類型・原料種についても、原料バイオマスを長期的かつ安定的に確保することが共通の課題です。

また、輸送用燃料であるバイオエタノールやバイオディーゼルは、生物化学的変換により、その大部分を製造しています。これまで一般的にバイオエタノールは、サトウキビなどの糖質やトウモロコシなどのでん粉質等を原料として製造されてきましたが、我が国としては食糧競合を避けるため、稲わらや木材などのセルロース系バイオマスを原料として商業的に生産できるよう研究開発を推進しています。利用方式としては、ガソリンに直接混合する方式と、添加剤(ETBE²⁵)として利用する方式の2通りがあります。一方、バイオディーゼルは、ナタネやパームなどの植物油をメチルエステル化して、そのまま又は軽油に混合した状態でディーゼル車の燃料として利用され、欧米等では大規模な原料栽培から商業的に取り組まれています。我が国では、使用済みの植物油(廃食用油等)を回収・再利用する形でのバイオディーゼル製造が主流です。

²⁵ETBEとは、Ethyl Tertiary-Butyl Etherの略で、エタノールとイソブテンにより合成され、ガソリンの添加剤として利用されています。

【第213-2-18】日本の水力発電設備容量及び発電電力量の推移



また、近年では、新たなバイオ燃料製造技術として、炭化水素を生産する微細藻類を活用した燃料製造技術や、これまで燃料化が難しかった樹皮などを活用する熱化学的変換技術、いわゆるBTL(Biomass to liquid)に関する技術開発が活発に行われており、軽油代替・ジェット燃料代替の製造技術として早期の実用化が期待されています。

⑥水力

水力発電は、高所から流れ落ちる河川などの水を利用して落差を作り、水車を回し発電するものです。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ます。揚水式は、夜間など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ます。

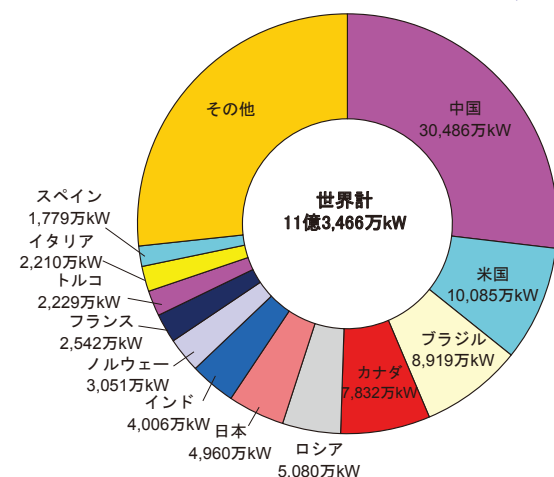
2015年度末の時点で、我が国の一般水力発電所は、既存発電所数が計1,969、新規建設中のものが56に上りました。また、未開発地点は2,698地点(既開発・工事中の約1.3倍)であり、その出力の合計は約1,195万kW(既開発・工事中の約2分の1)に上りました。しかし、未開発の一般水力の平均発電能力(包蔵水力)は約4,427kWであり、既開発や工事中の平均出力よりもかなり小さなものとなっています。開発地点の小規模化が進んだことに加えて、開発地点の奥地化も進んでいることから、発電原価が他の電源と比べて割高となり、開発の大きな阻害要因となっています。今後は、農業用水などを活用した小水力発電のポテンシャルを活かしていくことが重要になります。小水力発電は、地域におけるエネルギーの地産地消の取組を推進していくことにもつな

がります。2012年に開始した固定価格買取制度の効果により、2016年11月時点で22.5万kWが新たに運転開始しており、今後も開発が進むことが見込まれます。

なお、一般水力及び揚水を含む全水力発電の設備容量は2015年度末で約5,003万kWに達しており、年間発電電力量は約914億kWhとなりました(第213-2-18)。

また、国際的に見ると、水力発電導入量の日本のシェアは4%程度となりました(第213-2-19)。

【第213-2-19】水力発電導入量の国際比較(2014年末)



(注)世界計は2012年、インド、ノルウェー、トルコは2013年の値。
出典：海外電力調査会「海外電気事業統計2016年版」を基に作成

⑦地熱

地熱発電は、地表から地下深部に浸透した雨水などが地熱によって加熱され、高温の熱水・蒸気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、タービンを回して電気を起こす

発電方式です。CO₂の排出量がほぼゼロで環境適合性に優れ、低廉で安定的な発電が可能なベースロード電源である地熱発電は、世界第3位の資源量(2,347万kW)を有する電源として注目を集めています(第213-2-20)。地熱発電の導入にあたっては、地下の地熱資源開発に係る事業リスクやコストが高いこと、温泉事業者を始めとする地域の方々などの理解が必要であること、開発から発電所の稼働に至るまでに10年を超える期間を要することといった課題が存在しています。

こうした課題を解決するために、特に近年、様々な支援措置が講じられています。例えば、事業リスクが特に高い開発の初期調査段階におけるコストの低減のため、地熱資源量の把握に向けた地表調査や掘削調査等に対して支援を実施しています。

また、地域の理解促進のため、①地熱発電に関する勉強会等を実施する事業のほか、②熱水を利用したハウス栽培事業など、地熱を有効利用することで、地域の地熱に対する理解促進に資する事業を支援しています。

さらに、開発期間の短縮のため、通常は3、4年程度かかるとされる環境アセスメントの手続期間を半減させることを目標に、国の審査期間を短縮するとともに、2014年度から、実地での環境影響調査を前倒しで進める場合の課題の特定・解決を図るため

【第213-2-20】主要国における地熱資源量及び地熱発電設備容量

国名	地熱資源量 (万kW)	地熱発電設備容量 (万kW) 2015年末時点
米国	3,000	360
インドネシア	2,779	140
日本	2,347	52
ケニア	700	61
フィリピン	600	192
メキシコ	600	89
アイスランド	580	67
ニュージーランド	365	97
イタリア	327	92
ペルー	300	0

出典：JICA作成資料(平成22年)及び産業総合技術研究所作成資料(平成20年)、BP「Statistical Review of World Energy 2016」等より抜粋して作成

の実証事業を実施しています。2012年7月に開始された固定価格買取制度による支援もあり、地熱発電の開発機運はますます高まっています。実際に、開発の初期調査段階で必要となる地熱資源量の調査が、2016年度に26件行われており(うち、2016年度からの新規事業は10件)、着実に地熱開発が進んでいます。(第213-2-21)。

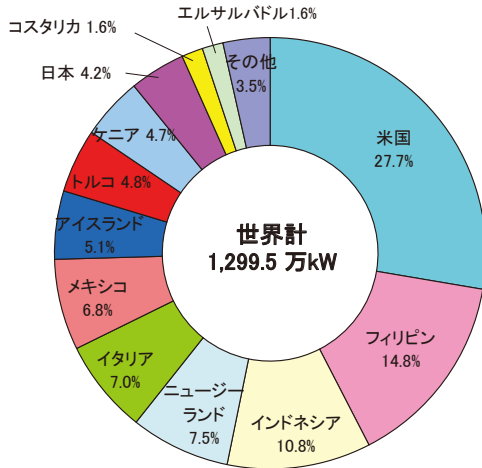
【第213-2-21】地熱開発の進捗状況



※1 地表調査・掘削調査の案件数・想定出力は、平成28年度補助金交付案件より集計。
 ※2 探査以降の案件数・想定出力は、FIT認定情報等より集計。

出典：資源エネルギー庁作成

【第213-2-22】地熱発電導入量の国際比較(2015年末時点)



出典：BP「Statistical Review of World Energy 2016」を基に作成

また、国際的に見ると、世界の地熱発電導入量のうち、日本のシェアは4%程度となっており、ケニアに次いで世界第10位の規模となります(第213-2-22)。

⑧未利用エネルギー

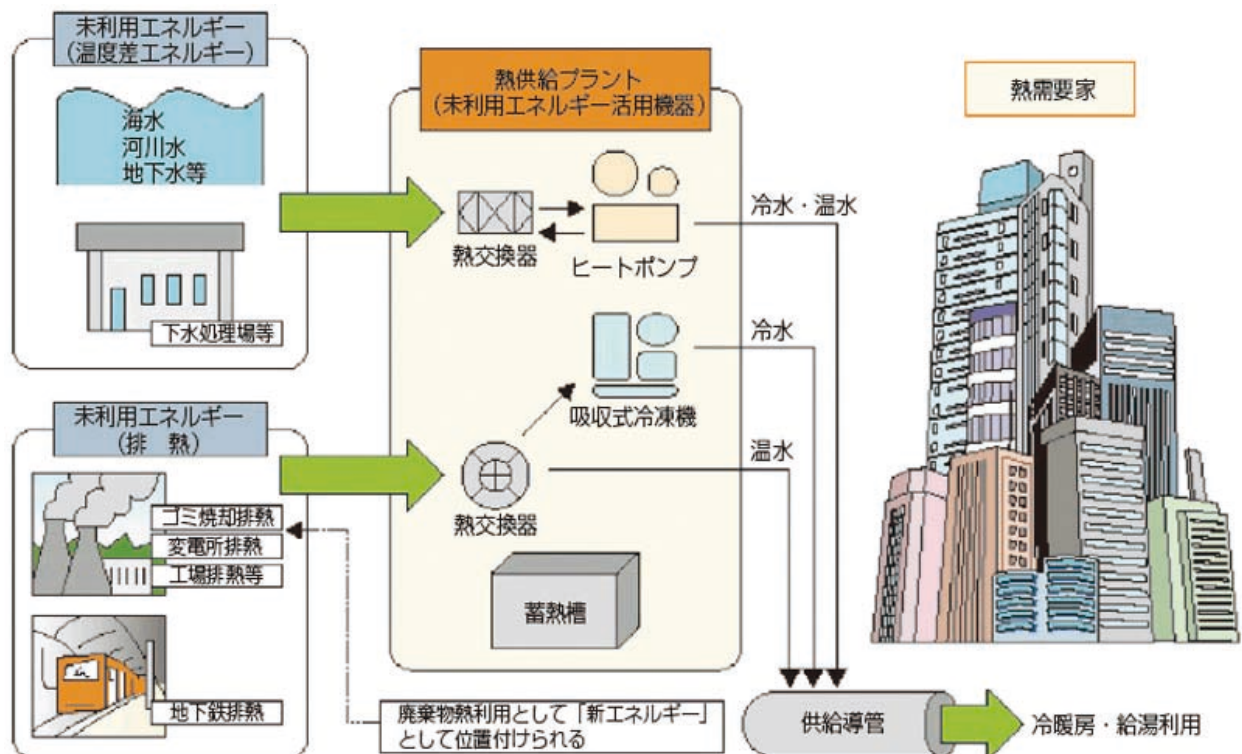
「未利用エネルギー」とは、夏は大気よりも冷たく、冬は大気よりも温かい河川水・下水などの温度差エネルギーや、工場などの排熱といった、今まで利用されていなかったエネルギーのことを意味します。

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雪氷熱などがあります。

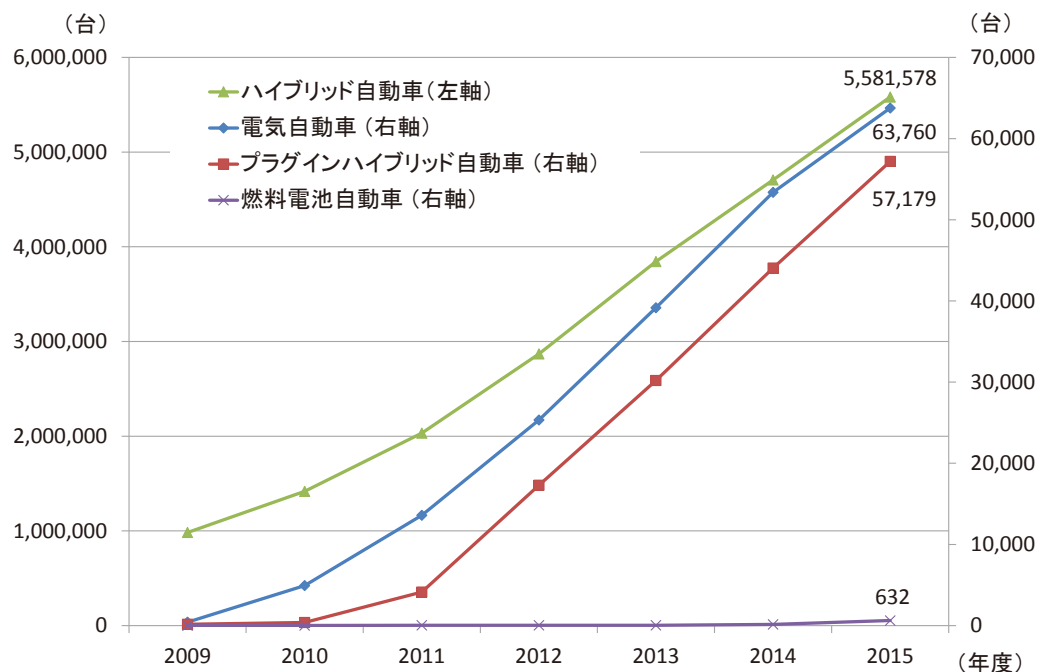
特に、雪氷熱利用については、古くから、北海道、東北地方、日本海沿岸部を中心とした降雪量の多い地域において、生活上の障害であった雪氷を夏季まで保存し、雪室や氷室として農産物などの冷蔵用に利用してきました。近年、地方自治体などが中心となった雪氷熱利用の取組が活発化しており、農作物保存用の農業用低温貯蔵施設、病院、介護老人保健施設、公共施設、集合住宅などの冷房用の冷熱源に利用されています。

また、清掃工場の排熱の利用や下水・河川水・海水・地下水の温度差エネルギー利用は、利用可能量が非常に多いことや、比較的に都心域の消費に近いところにあることなどから、今後更なる有効活用が期待される未利用エネルギーであり、エネルギー供給システムとして、環境政策、エネルギー政策、都市政策への貢献が期待されている地域熱供給を始めとしたエネルギーの面的利用と併せて、さらに導入効果が発揮できるエネルギーです(第213-2-23)。

【第213-2-23】未利用エネルギーの活用概念



【第213-3-1】次世代自動車の保有台数の推移



出典：自動車検査登録情報協会「自動車保有車両数」を基に作成

3. エネルギーの高度利用

(1) クリーンエネルギー自動車

クリーンエネルギー自動車には、燃料電池自動車、電気自動車、ハイブリッド自動車、クリーンディーゼル自動車などがあります。

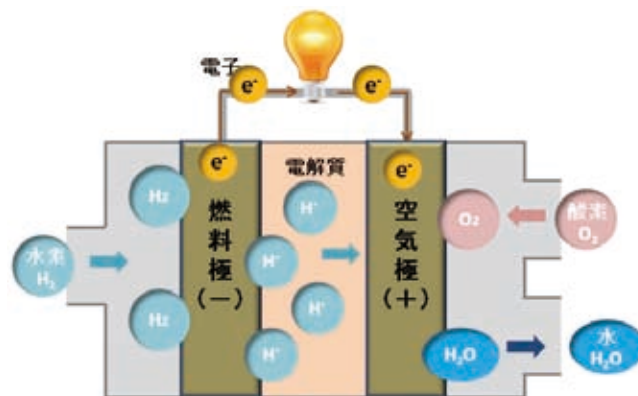
我が国において、運輸部門のエネルギー消費の大半は、ガソリンと軽油の使用を前提とする自動車によるものであり、これらの燃料を消費しない、あるいは使用を抑制するクリーンエネルギー自動車の導入は環境面への対応などの観点から非常に有効な手段です。クリーンエネルギー自動車は、その導入について価格面を中心に様々な課題がありますが、いわゆるエコカー補助金・減税などのインセンティブの効果などもあり、ハイブリッド自動車を中心に普及台数が拡大しています。さらに、2009年には電気自動車・プラグインハイブリッド自動車の市販が開始され、2014年12月には燃料電池自動車の市販も開始されました。2015年度末時点の我が国の保有台数はハイブリッド自動車が約558万台、電気自動車が約6.4万台、プラグインハイブリッド自動車が約5.7万台、燃料電池自動車が632台となりました(第213-3-1)。

(2) 燃料電池

燃料電池は、水素と空気中の酸素を化学的に反応させることによって直接電気を発生させる装置です。燃

料電池は、①燃料となる水素は製造原料の代替性が高く、副生水素、原油随伴ガス、褐炭といった未利用エネルギーや、再生可能エネルギーを含む多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造可能なこと、②発電効率が30～60%と高く、反応時に生じる熱を活用し、コージェネレーションシステム(熱電併給システム)として利用した場合には総合効率が90%以上とエネルギー効率が非常に高いシステムであること、③また、発電過程で二酸化炭素や窒素酸化物、硫黄酸化物を排出せず、環境特性に優れたクリーンなエネルギーシステムであることから、エネルギー供給構造のぜい弱な我が国においては、エネルギーの安定供給の確保の観点のみならず、地球環境問題の観点からも極めて重要なエネルギーシステムであると考えられます。

【第213-3-2】燃料電池の原理



出典：新エネルギー財団ホームページ

我が国では2009年5月に世界に先駆けて一般消費者向けとして家庭用燃料電池の市場での本格的な販売が開始され、2016年12月末時点までに約18.5万台が導入されています(第213-3-3)。

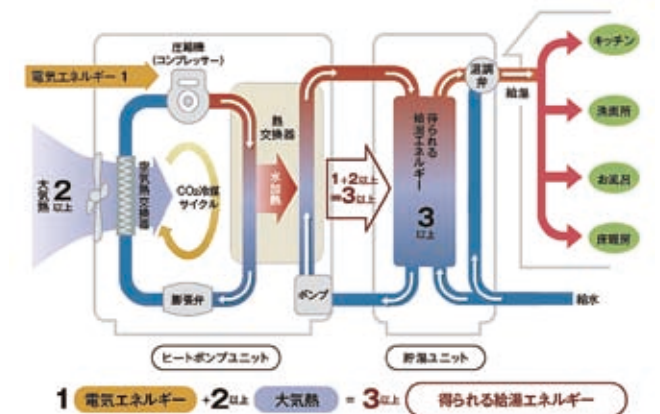
(3) ヒートポンプ

ヒートポンプ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など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、従来のシステムに比べてエネルギー利用効率が非常に高いことが特長です。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ます。

高効率ヒートポンプの初期費用は、比較的高くなることから、市場化・普及までの期間短縮を図ることが必要です。また、欧米ではヒートポンプによる熱利用を再生可能エネルギーとして評価する動きもあります。エネルギー供給構造高度化法施行令では、「大気中の熱その他の自然界に存在する熱」が再生可能エネルギー源として位置付けられました。

我が国のヒートポンプは、家庭部門でエアコンの空調に多く導入されていますが、給湯機器や冷蔵・冷凍庫など様々な製品にも使用されています。また、高効率で大規模施設にも対応できるヒートポンプはオフィスビルの空調や病院・ホテルの給湯などに利用されていますが、今後は工場や農場などでも普及拡大が期待されています。

【第213-3-4】ヒートポンプ(CO₂冷媒)の原理

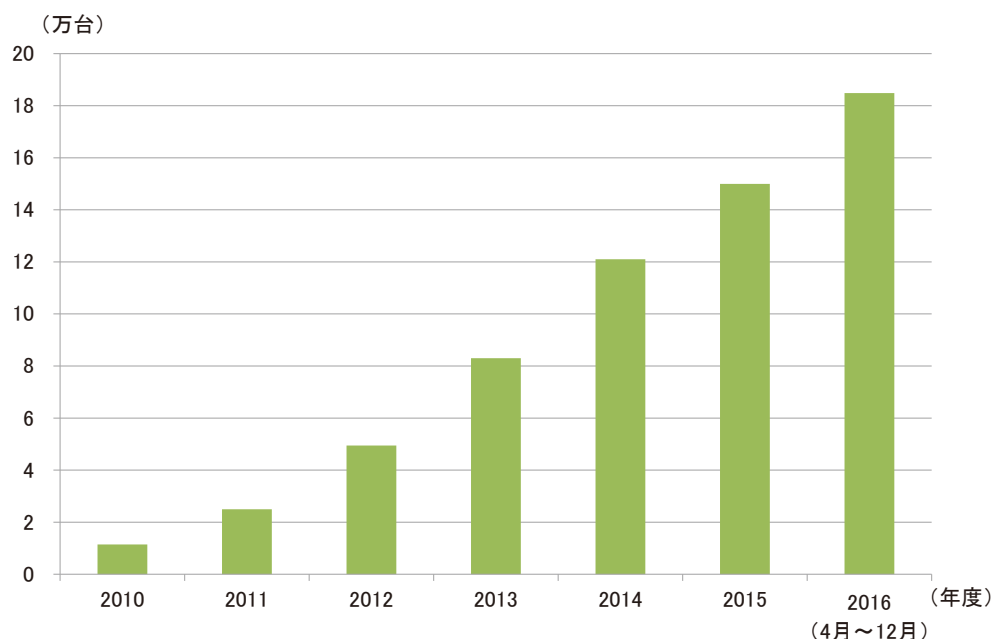


出典：日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集2016」

(4) コージェネレーション

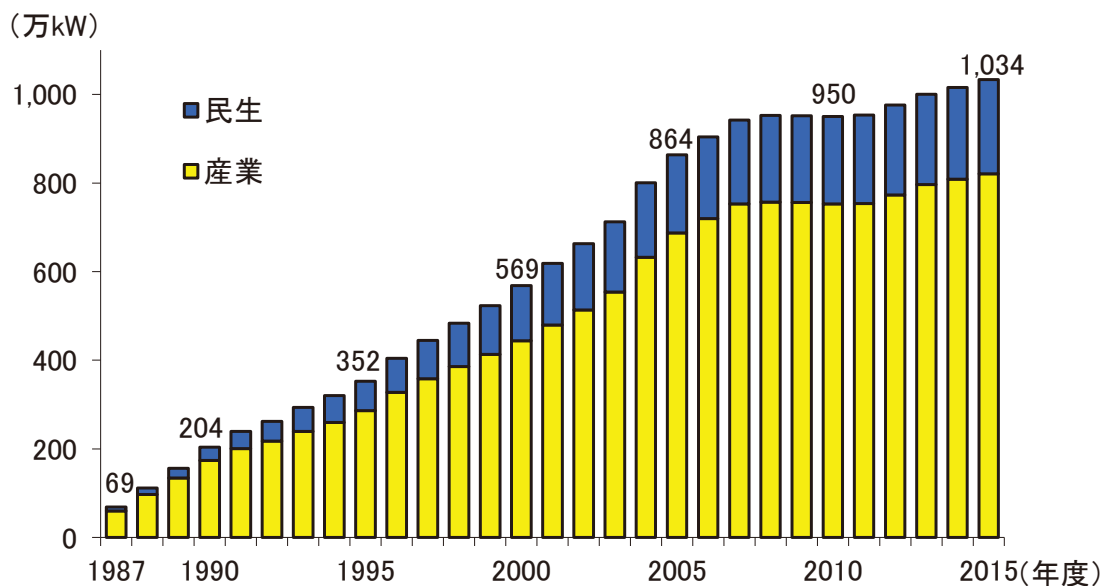
コージェネレーション(Cogeneration)とは熱と電気(または動力)を同時に供給するシステムです。消費地に近いところに発電施設を設置できるため、送電ロスが少なく、また、発電に伴う冷却水、排気ガスなどの排熱を回収利用できるため、エネルギーを有効利用することができます。排熱を有効に利用した場合には、エネルギーの総合効率が最大で90%以上に達し、省エネルギーや二酸化炭素排出の削減に貢献できます。我が国におけるコージェネレーションの設備容量は、産業用を中心として着実に増加してきました。民生用では病院、ホテルなどの熱・電力需要の大きい業種、産業用では、化学、食品などの熱多消費型の業種を中心に導入されてきました(第213-3-5)。

【第213-3-3】家庭用燃料電池の累積導入台数の推移



出典：コージェネレーション・エネルギー高度利用センター「コージェネ導入実績報告」を基に作成

【第213-3-5】日本におけるコージェネレーション設備容量の推移



(注)民生用には、戸別設置型の家庭用燃料電池やガスエンジンなどを含まない。

出典：コージェネレーション・エネルギー高度利用センター「コージェネ導入実績報告」を基に作成

(5) 廃棄物エネルギー

廃棄物エネルギーとは、再利用及び再生利用がされない廃棄物を廃棄物発電などの熱回収により有効利用したり、木質チップの製造など廃棄物から燃料を製造したりすることができるものです。再生可能エネルギーの1つであるバイオマス系の廃棄物エネルギーに加え、化石燃料に由来する廃棄物エネルギーについても有効活用などの意義があります。

廃棄物エネルギーの利用方法としては、廃棄物発電、廃棄物熱供給、廃棄物燃料製造が挙げられます。2015年度末時点の我が国の廃棄物発電(一般廃棄物に限る)の施設数は348で、1,141に上る全一般廃棄物焼却施設の30.5%を占めました。また、発電設備容量は合計で193.4万kWに達しました。

第4節 二次エネルギーの動向

1. 電力

(1) 消費の動向

電力消費は、石油ショックの1973年度以降も着実に増加し、1973年度から2007年度の間に2.6倍に拡

大しました²⁶(第214-1-1)。ただし、2008年度から、世界的金融危機の影響で生産が低迷し、企業向けを中心に電力消費が減少に転じました。景気の回復とともに2010年度は前年度より3.8%の増加とやや回復しました。しかしながら、東京電力福島第一原子力発電所事故を発端に、電力需給がひっ迫する中で電力使用制限令の発令や節電目標の設定で、2011年度は前年度より5.1%、2012年度は同1.0%減少しました。2013年度は東日本大震災後に初めて増加に転じたものの、節電マインドの浸透と省エネ家電の普及により、0.1%の微増にとどまりました。2014年度は、冷夏、消費増税後の景気低迷により2.4%の減少となり、2015年度は、冷夏・暖冬影響、生産・経済活動の回復遅れで1.6%の減少となりました。

電力消費の増加は、長期的に見ると民生用消費によってより強くけん引されてきました。使用種別で見ると、電灯の使用電力量は、1973年度から2015年度の間に3.7倍に増加した一方、電力の使用電力量は2.0倍への増加にとどまりました。2015年度には、民生部門の需要が自家発電を含む電力最終消費の65%を占めるに至りました(第214-1-2)。これは、家庭部門では生活水準の向上などにより、エアコンや電気カーペットなど冷暖房用途や他の家電機器が急速に

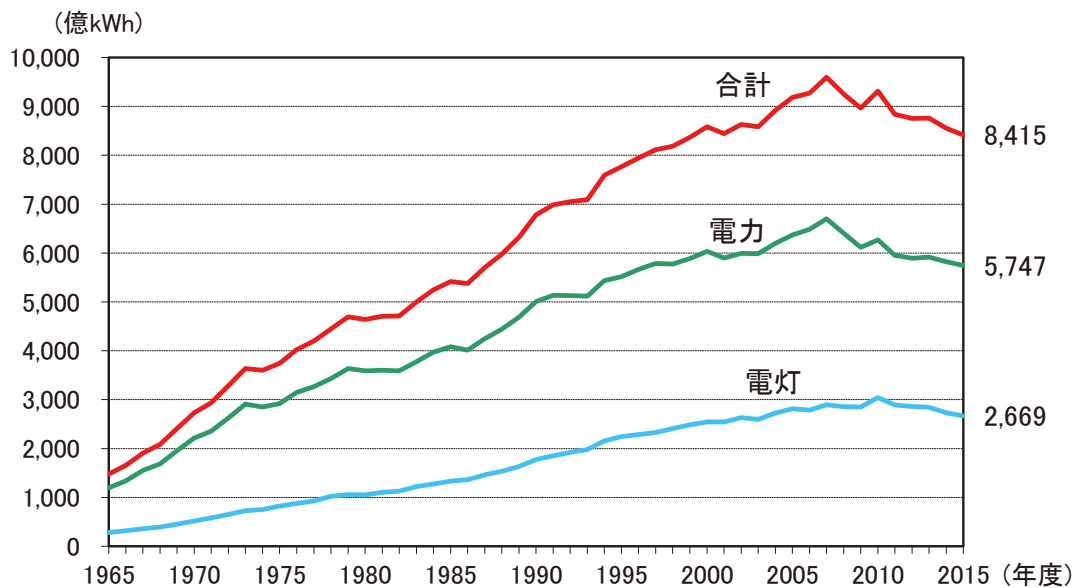
²⁶我が国の電力需要は、2016年3月までの制度において、〔1〕電灯(一般家庭など向け)、〔2〕低圧電力(商店や小規模工場など向け)、〔3〕その他電力〔〔1〕～〔2〕のカテゴリーに入らない契約電力50kW未満のもの〕、〔4〕特定規模需要(全ての高圧需要家(原則50kW以上))、〔5〕自家発電などに分けられます。

普及したことなどによるものです。業務他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機器の急速な普及などによるものです。最終エネルギー消費における電力化率は、1970年度には12.7%でしたが、2015年度には24.7%に達しました。

また、自家用発電自家消費電力(以下「自家発自家消費」という。)はエネルギー消費におけるコスト削減の観点から増加し続け、2004年度時点で1,310億kWh

とピークに達しました。その後、燃料コストの上昇により大口需要(産業用)全体の自家発自家消費は年々減少を続け、2009年度には景気の低迷も重なり1,062億kWhまで下がりましたが、2010年度には1,240億kWhまで上昇し、2011年度以降は減少傾向にあり、2015年度は1,137億kWhまで下落しました。2015年度の自家発自家消費の比率を業種別に見ますと、製造業で最も自家発の比率が高かったのは、石油・石炭製品製造で74%、以下、紙・パルプ67%、化学53%、鉄鋼51%、繊維38%、窯業・土石26%と続きました。

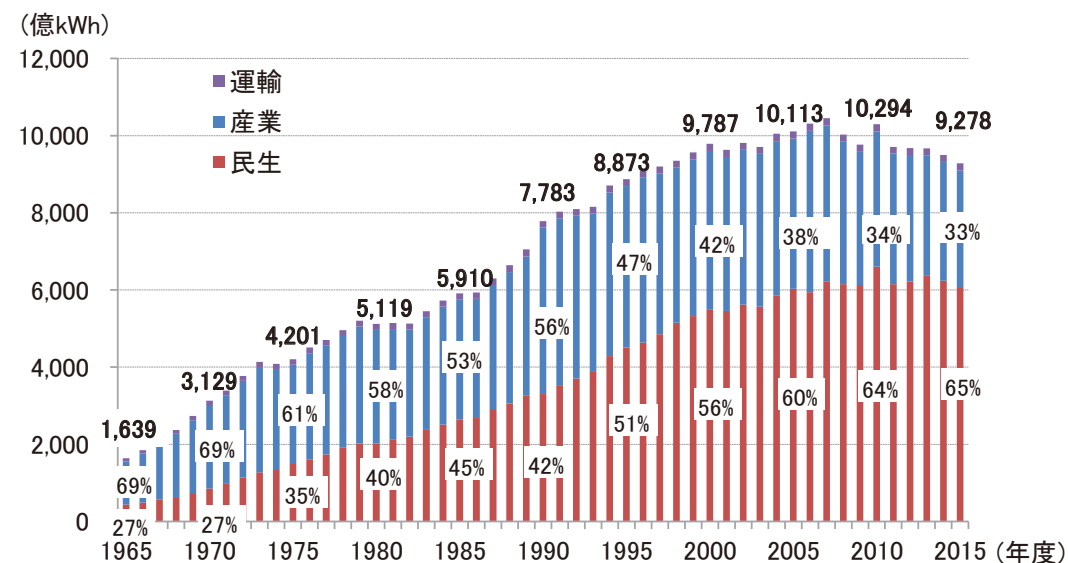
【第214-1-1】電灯電力使用電力量の推移



(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。

出典：経済産業省「電力調査統計月報」を基に作成

【第214-1-2】部門別電力最終消費の推移



(注1)「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。

(注2)民生は家庭部門及び業務他(第三次産業)。産業は農林水産鉱建設業及び製造業。

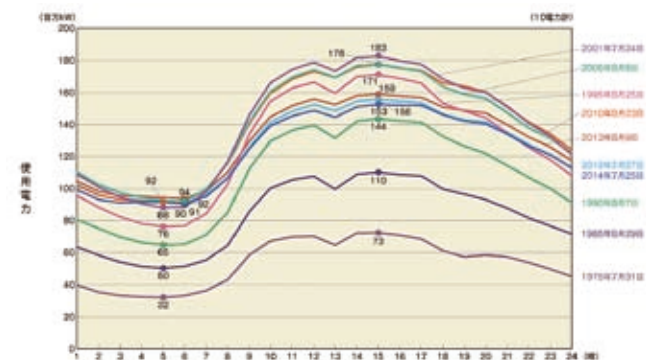
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

電気の使われ方には季節や昼夜間で大きな差があります。特に近年では、冷暖房などによる「夏季需要」、「冬季需要」の割合が高いため、電気の使われ方の差が大きくなりました(第214-1-3、第214-1-4)。

電気は貯蔵しておくことができないため、需要のピークに見合った発電設備が必要となります。したがって、このように需要の格差が拡大するほど発電設備の利用効率などが悪化し、電力供給コストを上昇させることになります。こうしたことを緩和するための電力の負荷平準化対策は、電力需要の急激な増加に伴う電力供給上のリスクを軽減し、電力供給システムの安定化、信頼性向上にも寄与することになります。発電設備の利用効率を表す年負荷率(年間の最大電力に対する年間の平均電力の比率)を見ますと、1970年代にはおおむね60%を上回る水準で推移していましたが、1990年代は50%台にその水準が低下しました。2000年代半ば以降、負荷平準化対策により、我が国の年負荷率は改善されつつあり、60%台で推移しています。ただし、年負荷率は夏季の気温の影響も大きく、冷夏であった2009年度は、66.7%と高い値でした。逆に、記録的な猛暑となった2010年度には、62.5%まで下がりました。東日本大震災以降は、省エネ機器の導入とピークカットの推進により2011年度には67.8%と高い値を記録

しました。その後、2012年度は66.9%、2013年度は65.4%と2年連続で低下しましたが、2014年度は冷夏により再び上昇し、67.2%となりました。2015年度は前年度よりも低下し、63.3%となっています(第214-1-5)。他の主要国との比較では、2014年時点では、英国に次いで2番目となり、高水準となっています(第214-1-6)。

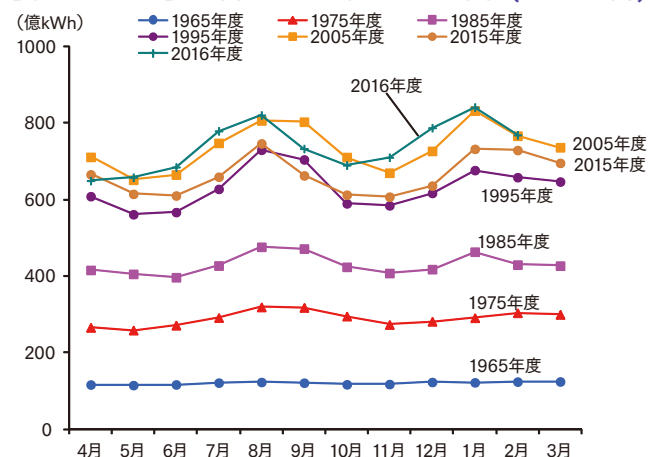
【第214-1-3】夏季1日の電気使用量の推移
(年間最大電力を記録した日)(10電力²⁷計)



(注) 1975年度は沖縄電力を除く。

出典：日本原子力文化財団「原子力・エネルギー図面集2016」

【第214-1-4】1年間の電気使用量の推移(10電力計)



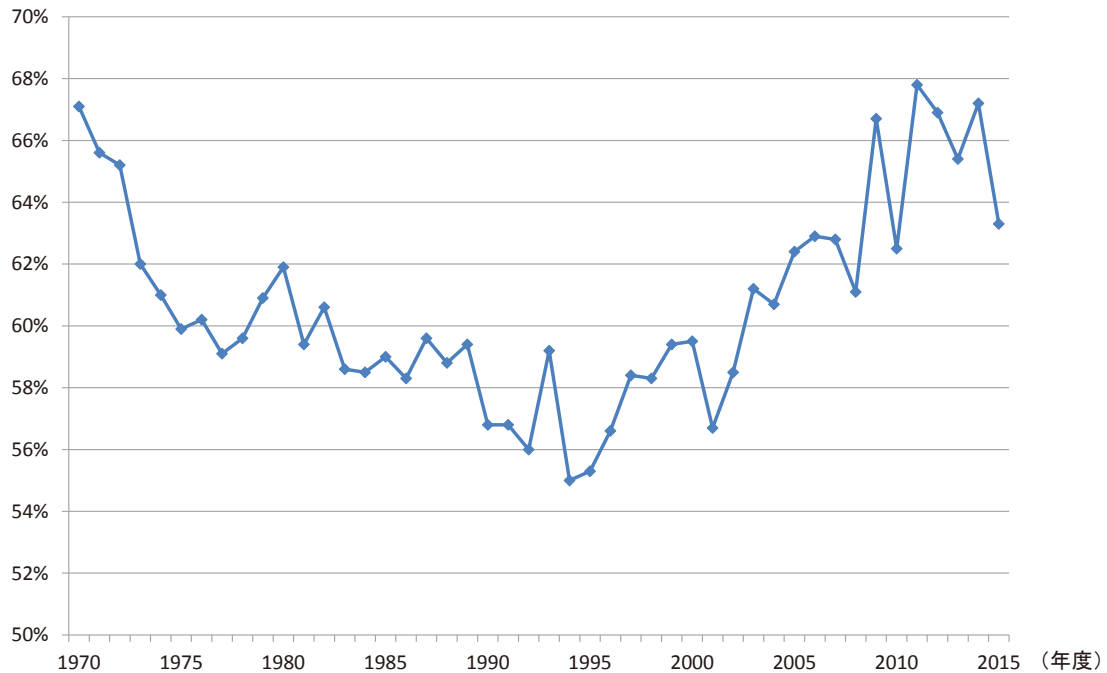
(注1) 1965、1975、1985年度は沖縄電力を除く。

(注2) 2016年度は10エリア計。

出典：電気事業連合会「電力需要実績」、電力広域的運営推進機関「需給関連情報」を基に作成

²⁷ 北海道電力、東北電力、東京電力、中部電力、北陸電力、関西電力、中国電力、四国電力、九州電力、沖縄電力。

【第214-1-5】日本の年負荷率の推移



出典：電気事業連合会「電気事業便覧」を基に作成

【第214-1-6】主要国の年負荷率比較(2014年) %

英国	ドイツ	米国	フランス	日本
67.3	58.9	59.3	58.0	67.2

(注)日本は2014年度数値。

出典：海外電力調査会「海外電気事業統計2016年版」を基に作成

(2) 供給の動向

発電設備容量の推移を見ると、1963年度に初めて火力発電設備出力が水力発電設備出力を上回り、いわゆる「火主水従」の発電形態に移行しました。その後の電源開発は、石炭火力から石油火力への転換により、大容量・高効率の石油火力発電所を中心に進められました。

しかし、1973年の第一次石油ショックを契機として、原子力発電、石炭火力発電、LNG火力発電などの石油代替電源の開発が積極的に進められ、電源の多様化が図られてきました。ただし、原子力については、東日本大震災の影響により、2013年9月以降原子力発電所の停止が続いていましたが、2015年8月から九州電力川内原子力発電所が運転を再開し、順次原子力発電所の再稼働が進んでいます。2015年度末の発電設備容量(10電力計(受電を含む))の電源構成は、LNG火力28.2% (7,311 万kW)、石油等火力15.6% (4,041万kW)、石炭火力15.4% (4,006 万kW)、水力18.6% (4,837万kW)、原子力16.2% (4,205万kW)、新エネ等6.0% (1,550万kW)となりました(第214-1-7)。

また、発電電力量(一般電気事業用)で見た場合、2015年度末の電源構成(10電力計(受電を含む))は、LNG火力44.0% (3,892億kWh)、石炭火力31.6% (2,800億kWh)、石油等火力9.0% (801億kWh)、水力9.7% (855億kWh)、新エネ等4.7% (413億kWh)、原子力1.1% (94億 kWh)となりました(第214-1-8)。

我が国の原子力開発は、1955年に原子力基本法が制定されて以来、60年以上が経過しました。1966年には初の商業用原子力発電所である日本原子力発電東海発電所(16.6万kW)が営業運転を開始し、2010年度には発電量が2,882億kWhとなりました。しかしながら、2011年の東日本大震災後、検査などで停止中の原子力発電所が徐々に増加したため、2012年度の発電量は159億kWh、2013年度は93億kWhと減少し、2014年度は0kWhとなりました。2015年度は、2015年8月に九州電力川内原子力発電所が再稼働したため、発電量は94億kWhとなりました。

石炭は、確認可採埋蔵量が豊富で、比較的政情が安定している国々に広く存在しているため供給安定性に優れ、石油・LNGなどより相対的に安価なエ

エネルギー源です。二度の石油ショックを機に、石油中心のエネルギー政策からの転換の一環として、石炭火力発電の導入が図られてきました。2015年度の石炭火力の発電電力量(一般電気事業用)は、東日本大震災による原子力発電所停止の影響もあり、2013、2014年度並みの2,800億kWh、1973年度との比較では約16倍の水準となりました。

LNGは、1969年にアラスカから購入が開始されて以来、安定的かつクリーンなエネルギーとしての特性を生かし、環境規制の厳しい都市圏での大気汚染防止対策上、極めて有効な発電用燃料として導入されてきました。二度の石油ショックを経て、石油代替エネルギーの重要な柱となり、その導入が促進されてきました。2011年度以降は原子力発電の代替としての利用が進み、2015年度のLNG火力の発電電力量(一般電気事業用)は3,892億kWh、1973年度との比較では約43倍の水準となりました。

火力発電所の熱効率は年々上昇して、1951年の9電力発電当時の18.9%(9電力平均)から2015年度は約42.9%(HHV²⁸、発電端、10電力平均)となっており、最新鋭の1,600℃級コンバインドサイクル発電では55%(HHV)の熱効率を達成しました。

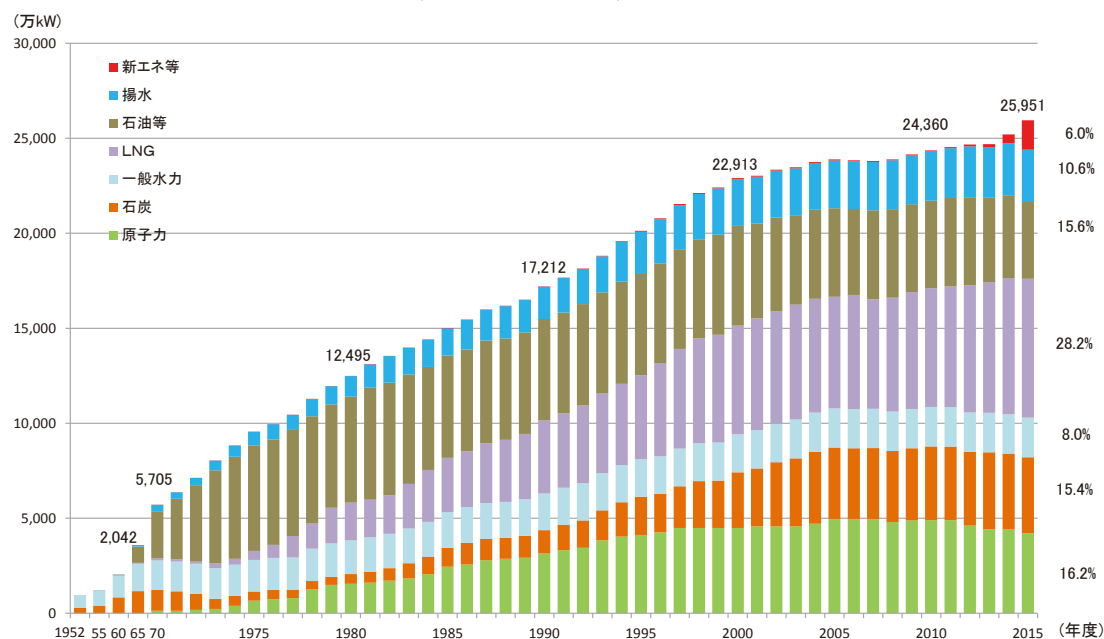
石油による発電は第一次石油ショック以降、1980年代前半は、石油代替エネルギーの開発・導入などにより減少基調で推移しました。1987年以降、一時的に増加傾向に転じましたが、原子力発電所の新規

運転開始・高稼働などにより、ベース電源、ミドル電源からピーク対応電源へと移行しており、その発電電力量は著しく減少しました。2015年度の石油等火力の発電電力量(一般電気事業用)は801億kWhと、1973年度との比較では約3割の水準となりました。2011年度以降、原子力発電所の稼働率の低下などを補うため発電量が上昇していましたが、2015年度は、石炭やLNGなどのほかの火力発電が増えたことで、石油等は前年度比16.8%減少しました。

水力は、戦前から開発が始まり、1960年代には大規模な水力発電所はほぼ開発されました。発電電力量は横ばいの状態が続き、2015年度の揚水発電を含む水力の発電電力量は855億kWh、1973年度に比べ1.3倍の水準となりました(第214-1-8)。

また、電気の品質を図る目安の一つとしての停電時間及び停電回数については、現在、我が国においては極めて少なく、世界トップ水準を維持しています。この要因は、電気事業者が発電所の安定した運転、送配電線の整備や拡充に努める一方、最新の無停電工法の導入、迅速な災害復旧作業などによる事故停電の発生回数の減少、発生した場合の1事故当たりの停電時間の短縮に取り組んでいることによるものと考えられます。具体的には、2014年度の停電回数は0.16回、停電時間は20分で、2015年度には0.13回、21分となりました(図214-1-9)。

【第214-1-7】発電設備容量の推移(一般電気事業用)

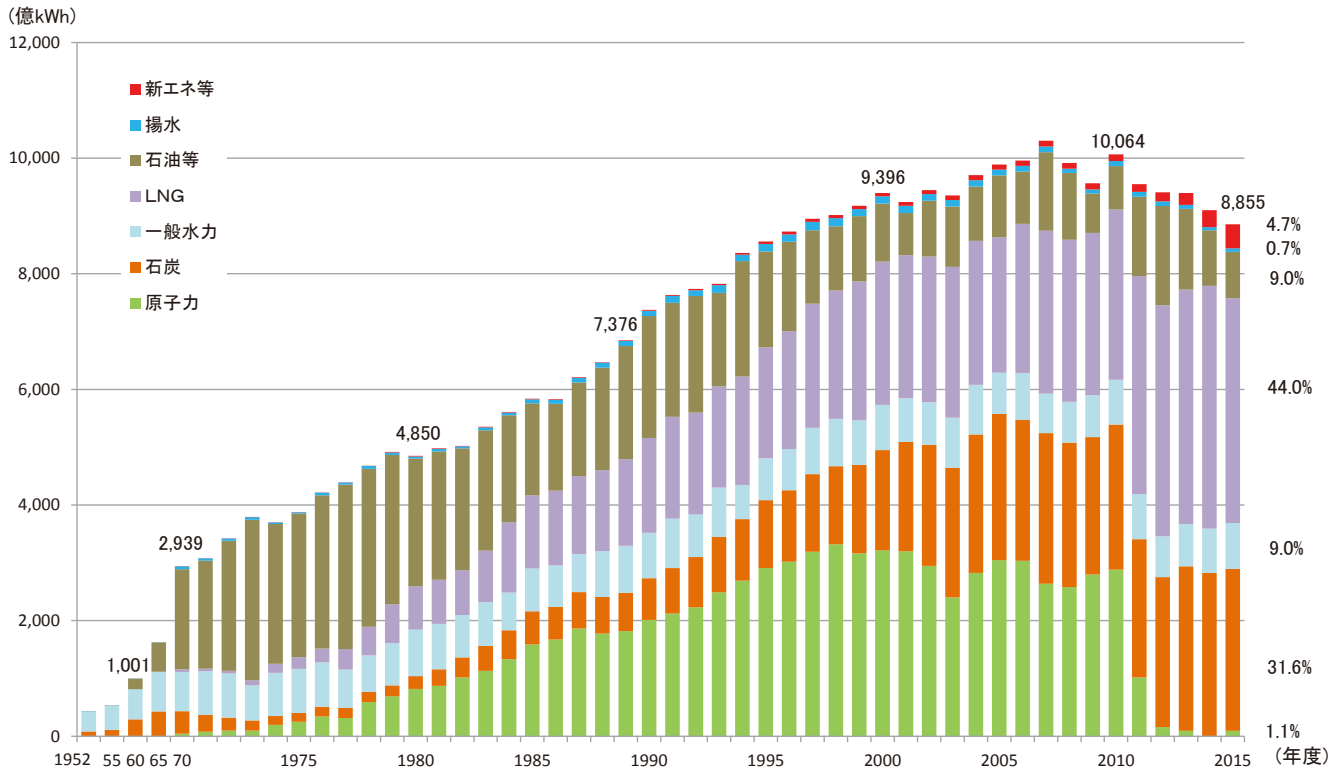


(注)1971年度までは沖縄電力を除く。

出典：資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」を基に作成

²⁸HHVとは高位発熱量(Higher Heating Value)の略。高位発熱量とは蒸発するときに奪われる熱量(蒸発潜熱)を含む熱量のことを言います。

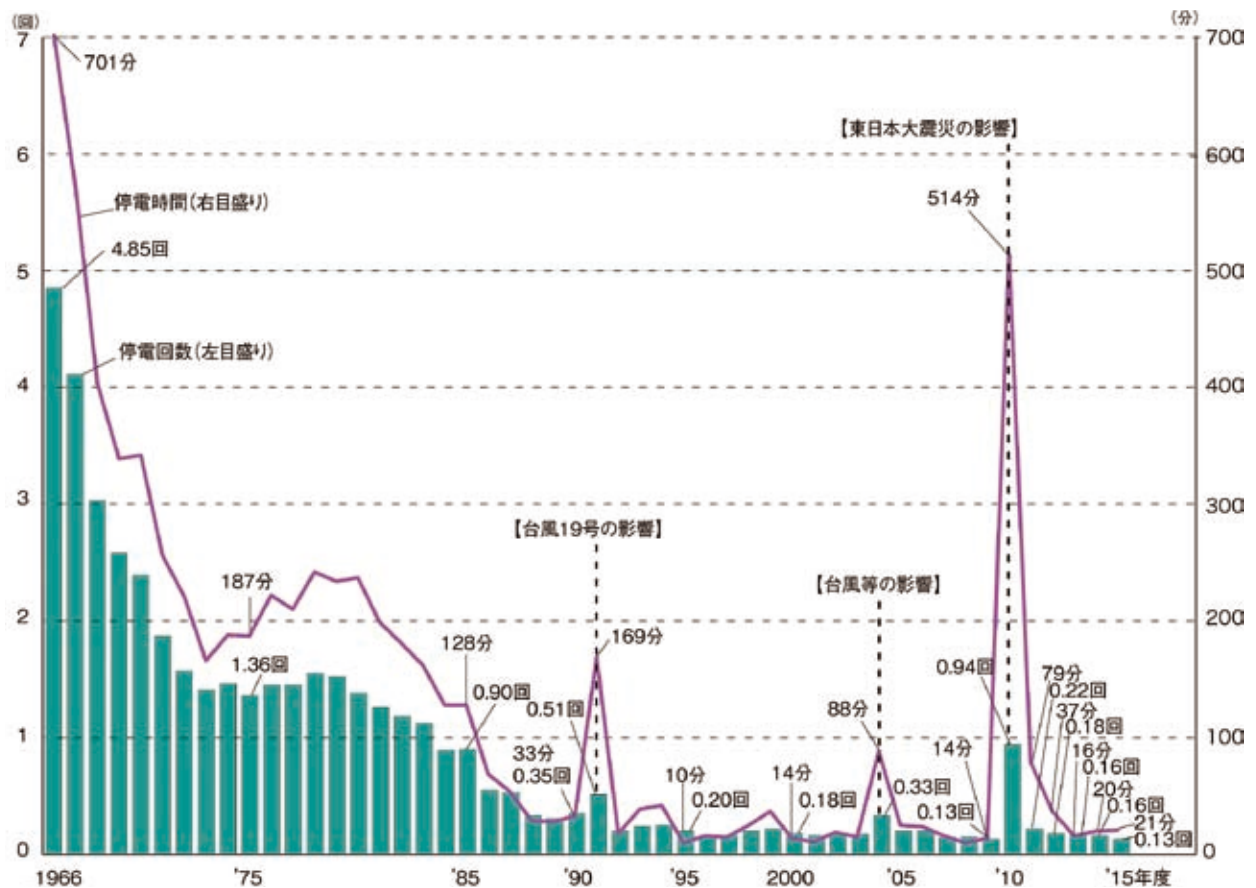
【第214-1-8】発受電電力量の推移(一般電気事業用)



(注)1971年度までは沖縄電力を除く。

出典：資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」を基に作成

【第214-1-9】1軒当たりの年間停電回数と停電時間の推移(10電力計)



(注)1988年度までは9電力計

出典：電気事業連合会「電気事業のデータベース」より

(3) 価格の動向

電気料金は、石油ショック後には当時石油火力が主流だったこともあり急上昇しましたが、その後は低下傾向となりました。1994年度から2007年度の間に於いて、単純比較では約2割低下しました。2008年度では、上半期までの歴史的な原油価格の高騰などにより、電気料金が比較的大きい幅で上昇しました。2010年度は原油などの燃料価格の低下で、電気料金は2007年度水準まで戻りましたが、2011年度以降は原子力発電所の稼働率低下、燃料価格の高騰などに伴う火力発電費の増大の影響などにより、再び電気料金が上昇しました(第214-1-10)。2015年度は、燃料価格の低下に伴う火力発電費の減少により、電気料金は2011年度以降初めて低下しました。

(4) 電力小売全面自由化の動向

2016年度から電気の小売業への参入が全面的に自由化されました。電力の小売自由化は2003年3月に始まり、はじめは大規模工場やデパート、オフィ

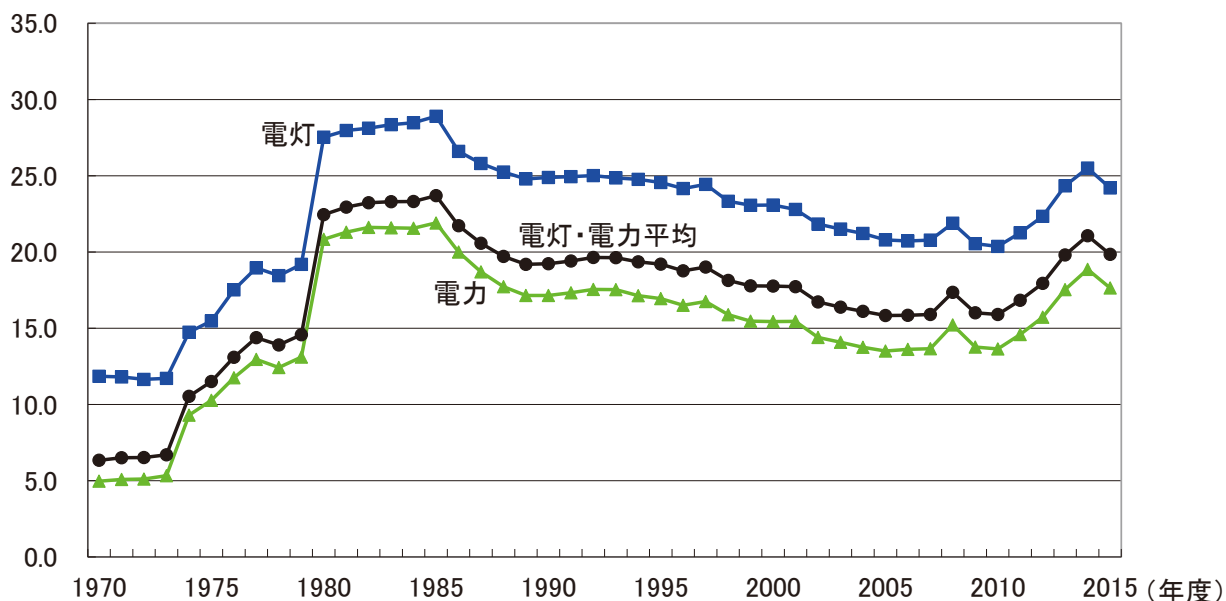
スビルが電力会社を自由に選べるようになりました。その後、小売自由化の対象が、中小規模工場や中小ビルへと拡大していき、そして2016年4月1からは、家庭や商店などにおいても電力会社を自由に選べるようになりました。

2016年4月末時点での登録小売電気事業者数は、291事業者でしたが、2017年3月28日時点での登録小売電気事業は、計383事業者に増加しました。また、2016年4月における旧一般電気事業者を除く登録小売電気事業者及び特定送配電事業者(新電力)による販売電力量は、35億kWhと販売電力量全体の5.2%でしたが、同年12月における、新電力による販売電力量は60億kWhと販売電力量全体の8.6%を占めています(第214-1-11)。

また、一般家庭における電力契約の切替え累計件数は、2016年4月末時点では81万9500件でしたが、2017年2月末時点では311万200件にまで増加し、全体の約5%の家庭が電力の契約を切替えたことになります(第214-1-12)。

【第214-1-10】電気料金の推移

(円/kWh)

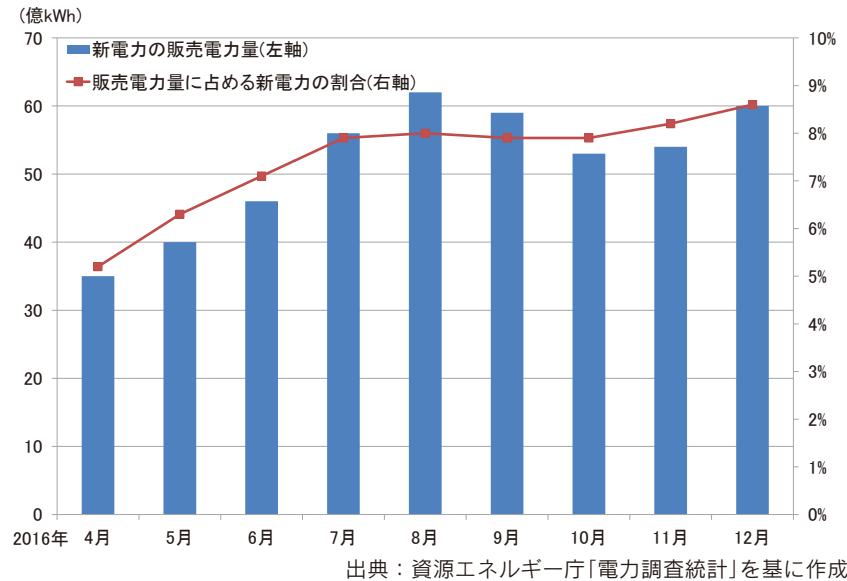


(注1)旧一般電気事業者10社を対象。

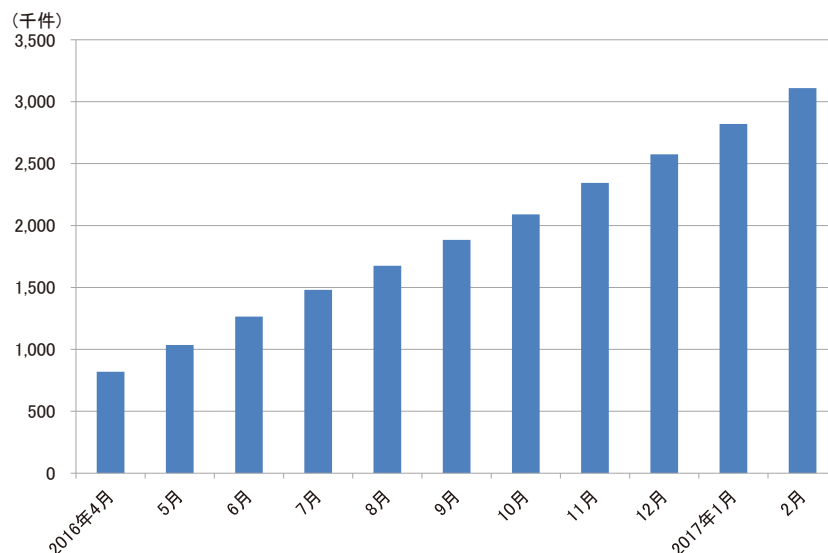
(注2)電灯料金は、主に一般家庭部門における電気料金の平均単価で、電力料金は、各時点における自由化対象需要分を含み、主に工場、オフィスなどに対する電気料金の平均単価。平均単価は、電灯料収入、電力料収入をそれぞれ電灯、電力の販売電力量(kWh)で除したものの。

出典：電気事業連合会「電力需要実績」、「電気事業便覧」を基に作成

【第214-1-11】新電力の販売電力量と販売電力量に占める割合の推移



【第214-1-12】家庭向け電力契約切替え累計件数の推移



(注)各月末時点の累計件数。

出典：電力広域的運営推進機関「スイッチング支援システムの利用状況について」を基に作成

2. ガス

(1) 全体

我が国のガス供給の主な形態には、ガス事業法で規制されている〔1〕一般ガス事業、〔2〕ガス導管事業、〔3〕大口ガス事業(以上、「都市ガス事業」と呼ぶ。)と、〔4〕簡易ガス事業及び「液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律」で規制されている〔5〕液化石油ガス販売事業(以下「LPガス販売事業」という。)などの形態が存在します(第214-2-1)。

(2) 都市ガス事業(一般ガス事業、ガス導管事業、大口ガス事業)

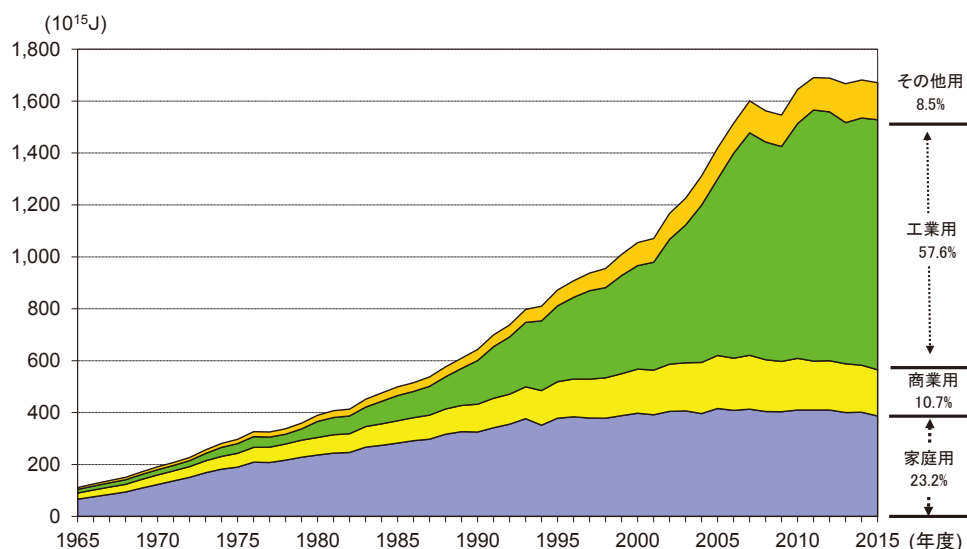
①消費の動向

都市ガス事業における消費は、2000年代後半まで、家庭用・工業用・商業用消費のいずれも着実に増加してきました。その構成の推移を見ると、かつて、消費の中心であった家庭用消費のシェアは、1990年代以降、5割を下回る一方、工業用・商業用消費のシェアが急速に増大し、工業用消費のシェアは2006年度には5割を上回りました。しかし、2000年代半ば以降、家庭用、商業用の消費は微減の傾向にあり、工業用の消費の増加傾向も鈍化しているため、総量の消費は横ばい傾向にあります(第214-2-2)。

【第214-2-1】ガス事業の主な形態(2007年以降)

事業区分	製造方式	供給形態	適用法令
一般ガス事業	液化天然ガス(LNG)やLPガスなどから、大規模な設備を用いてガスを製造。	供給区域を設定し、効率的な導管網を整備することにより、その規模の経済性を発揮しつつ、一般の需要に応じてガスを供給。	ガス事業法
ガス導管事業	規定なし	国産天然ガス事業者や電気事業者など、一般ガス事業者以外の主体が一定規模以上の供給能力を有する導管を保有または運営し、大口供給や卸供給を行う。	
大口ガス事業	規定なし	一般ガス事業者、簡易ガス事業者、ガス導管事業者以外の主体が大口供給(年間契約使用量10万m ³ 以上のガス供給)を行う。	
簡易ガス事業	LPガスポンペを集中するなどの簡易な設備によってガスを製造。	一定規模(70戸以上)の団地等に供給地点を設定し、一般の需要に応じて簡易なガス発生設備においてガスを発生させ、導管により供給。	
LPガス販売事業	LPガスのポンペ等を集中または個別に設置してガスを製造。	戸別のポンペ配送等による供給、または一団地(69戸以下)に簡易なガス発生設備を通じて発生したガスを導管で供給。	液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律

【第214-2-2】用途別都市ガス販売量の推移



(注1)全都市ガス事業者。

(注2)1996年度から2006年度の用途別販売量は日本エネルギー経済研究所推計。

出典：経済産業省「ガス事業統計」などを基に作成

それでも、2001年度から2015年度までの15年間で工業用は2.3倍に、商業用・その他用は1.2倍に拡大しました。

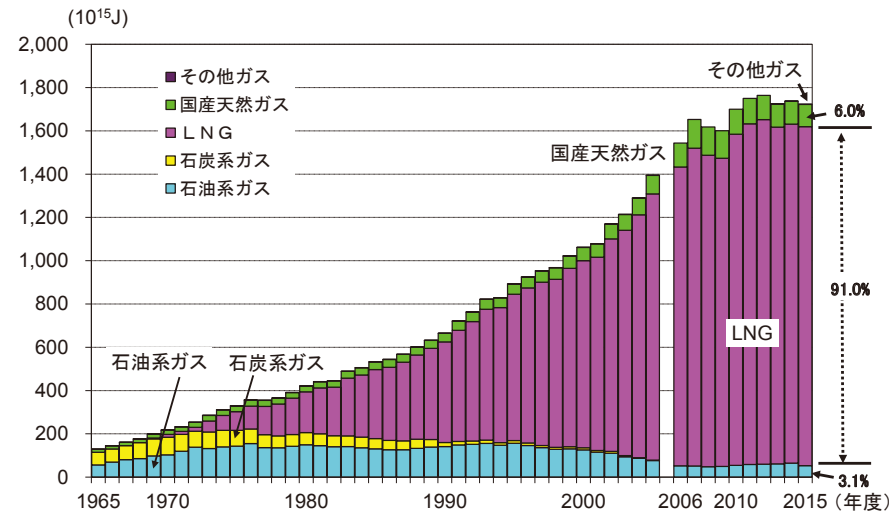
消費増加の要因を見ると、都市ガス需要件数の9割強を占める家庭用では、近年、需要家当たりの消費量の減少を、供給区域の拡大などによる需要件数の増加でカバーしてきました。一方、工業用では、LNGを導入した大手都市ガス事業者による産業用の大規模・高負荷需要(季節間の使用量変動が少ないなど)を顕在化させる料金制度の導入などにより、1980年以降、大規模需要家への天然ガス導入が急速に進んだことに加えて、近年のガス利用設

備に係る技術革新の進展や地球環境問題への対応の要請などにより、需要家当たりの消費量が急激に伸びたことが大幅な消費の増加につながりました。

②供給の動向

都市ガス事業における原料は、その主体を石炭系ガスから石油系ガスに、石油系ガスから天然ガスへと変遷を遂げてきました。天然ガスは、一部の国産天然ガスを除き、その大部分が大手一般ガス事業者を中心としたLNG輸入プロジェクト(海外の産出先との長期契約)により調達されてきました。原料に占める天然ガスの割合は年々高まってきており、

【第214-2-3】原料別都市ガス生産・購入量の推移



(注)2005年度までは一般ガス事業者のみ。2006年度以降は全都市ガス事業者。

出典：日本ガス協会「ガス事業便覧」、経済産業省「ガス事業統計」を基に作成

1980年代に入って50%を超え、2015年度には、97%を占めるに至りました(第214-2-3)。

このように天然ガスの導入は、大手一般ガス事業者を中心に拡大しました。2017年1月時点で203事業者中202事業者が天然ガスを中心とした高カロリー化を実施しました。

また、一般ガス事業者の供給ガスの調達方法としては、大手事業者などでは上記のように海外からLNGを調達していますが、石油系のガスを主な原料としている事業者では石油元売りからLPガスを調達しています。他の一般ガス事業者や国産天然ガス事業者などから卸供給を受ける場合もあります。

一方、ガス供給インフラであるパイプライン網は、我が国の場合、これまで消費地近傍に建設したLNG基地などのガス製造施設を起点としたパイプライン網となっています。一部の地域において、国産天然ガス事業者による長距離輸送導管や大規模消費地における大手一般ガス事業者の輸送導管はある程度発達していますが、基本的には、消費地ごとに独立したパイプライン網となっています。

③価格の動向

都市ガスの小売価格は、石油ショック後に急上昇しましたが、1983年度以降、低下傾向にありました。規制料金である都市ガス小口料金部門においても、1995年の部分自由化の開始後、大手事業者を中心として数度の料金改定が実施され、価格が引き下げられました。また、都市ガスの平均販売単価(m³当たりの販売価格)は、1995年度から2004年度まで、LNG輸入価格の上昇傾向などを受けて原料費が上昇した

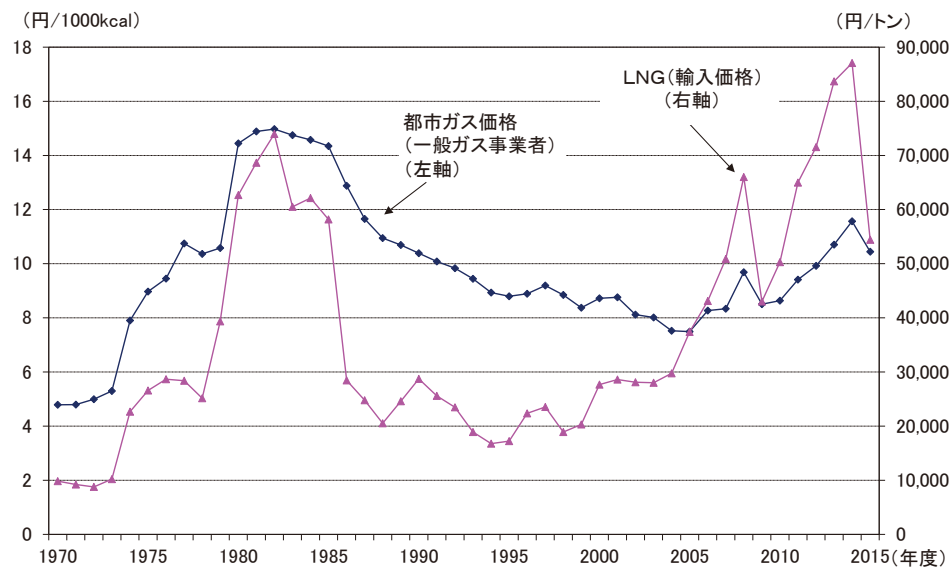
ものの、労務費などのコスト削減努力や大口需要家の増加などを背景に低下傾向をたどりしました。その後、2005年度以降、LNG輸入価格の大幅な上昇の影響を吸収できず、都市ガス価格は上昇傾向に転じました。2009年度には、世界的な景気後退によるLNG輸入価格の下落があり、都市ガス価格も低下しましたが、2010年度以降のLNG輸入価格の再上昇に伴い、都市ガス価格も再び上昇し、2014年度は1987年度以来の最高値となりました。2015年度は国際原油価格下落を受けたLNG輸入価格の下落により、都市ガス価格は6年ぶりに低下しました(第214-2-4)。

ガス料金を国際比較すると、部分自由化後は内外価格差が縮小していましたが、近年のシェールガスの生産増加により北米との価格差が拡大しており、我が国のガス料金は欧米先進国と比べ、家庭用は約1.5～3.1倍、産業用は約1.1～3.2倍となりました(「第2部第2章第4節5.ガス料金の国際比較」参照)。これは、欧米と比較した際、天然ガスの輸送形態が複雑なこと(LNGで輸入後、再気化するものが大半であり、国産天然ガスのパイプライン供給はわずか)、需要家1件当たりの使用規模が欧米の1.9分の1から7.7分の1と小さいこと及び導管埋設の施工環境(特に市街地における工事帯延長の確保の問題、他埋設物との輻輳による導管の浅層埋設の困難など)が厳しいことなどの理由です(第214-2-5)。

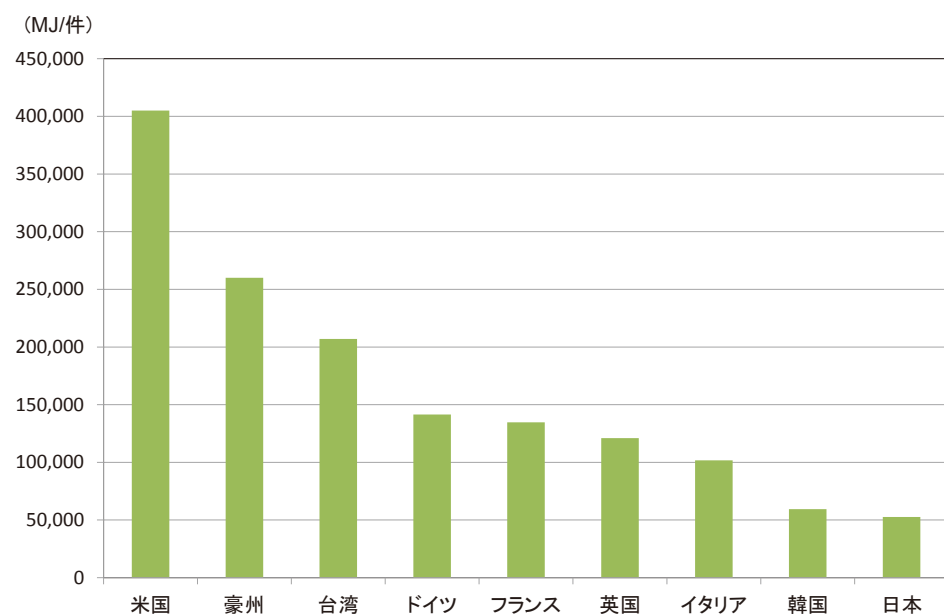
④ガス導管事業・大口ガス事業

2003年のガス事業法改正により、一般ガス事業者以外で一定規模以上の導管を維持・運用してガス供給(大口供給・卸供給・託送供給)を行う電気事業

【第214-2-4】都市ガス価格及びLNG価格の推移



【第214-2-5】主要国の需要家1件当たり都市ガス消費量(2014年)



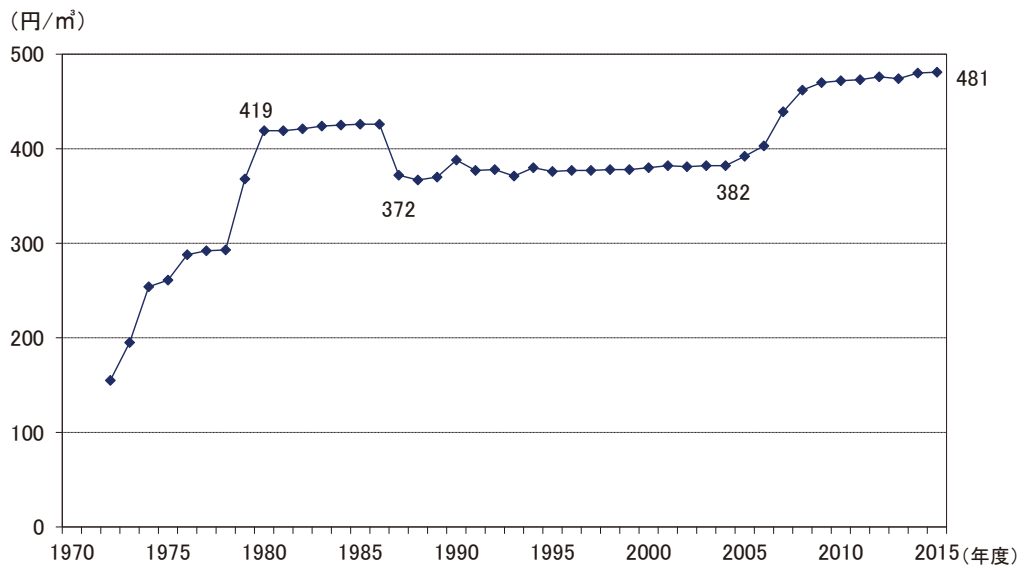
者あるいは国産天然ガス事業者などが「ガス導管事業者」として位置付けられ、新たに託送などの役割を担うこととなりました。また、ガス導管事業者のように一定規模以上の導管を維持及び運用していない主体で大口供給を行っている事業者を「大口ガス事業者」と言います。

ガス導管事業者は、2015年4月1日現在、事業者数で15事業者であり、ガス導管事業者及び大口ガス事業者による大口供給は、38事業者371件(許可、届出ベース)となりました。

(2)簡易ガス事業

簡易ガス事業における消費は、1970年の制度創設以来、家庭用を中心に着実に増加してきましたが、近年は大手事業者への事業売却などにより減少傾向にあります。簡易ガス事業は、2016年3月末現在、事業者数で1,375事業者であり、その供給地点群数は7,432地点群(計約184万地点)となっています。2015年の年間生産量(販売量)は、15,562万 m^3 で、調定数当たりの全国平均販売量は11.16 m^3 /月でした。簡易ガス事業は、LPガスバルクによる供給設

【第214-2-6】簡易ガス全国平均価格の推移



出典：日本ガス協会「ガス事業便覧」を基に作成

備やLPガスボンベを集中するなど簡易なガス発生設備によるガス供給であるという特性から、2015年の年間用途別販売量は家庭用が94%を占め、残りが商業用などの用途となりました。簡易ガスの料金は石油ショック後に急上昇し(1980年度419円/㎡)、1987年度に低下に転じた以降(1987年度372円/㎡)、2004年度までほぼ横ばいで推移してきましたが(2004年度382円/㎡)、2005年度以降上昇してきました(2015年度481円/㎡)(第214-2-6)

(3) LPガス販売事業

①需給の動向

LPガスは全国世帯の半数で使用されているほか、大部分のタクシーなどの自動車用、工業用、化学原料用、都市ガス用、電力用など幅広い用途に使われるなど、国民生活に密着したエネルギーです。

LPガスは、プロパンガスとブタンガスの2種類があり、プロパンガスは主として家庭用・業務用、ブタンガスは主として産業用、自動車用に使用されてきました。

②価格の動向

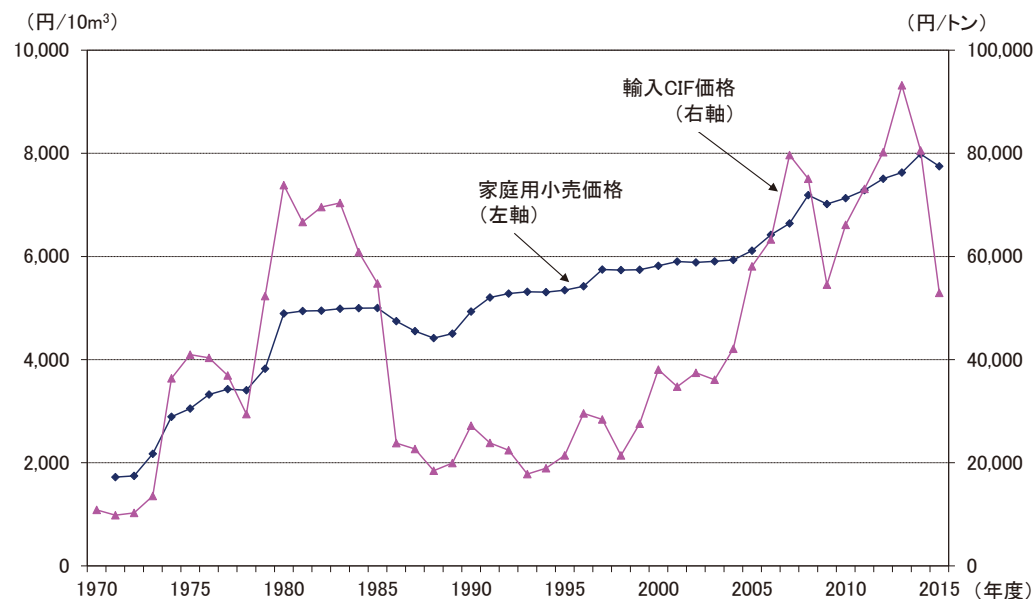
家庭用LPガスの料金は、電気・都市ガスの規制料金とは異なり、販売事業者がそれぞれの料金計算方法によって料金を設定する方式になっています。

近年では、2010年度から2014年度まではLPガス輸入価格上昇に伴い上昇傾向となりました。2015年度はLPガス輸入価格の下落により小売価格は3%低下したものの、輸入価格の下落(34%)に比べるとその幅は小さいものとなっています(第214-2-7)。

これは、家庭用LPガス価格の構成を見ると小売段階での配送費、人件費、保安費などが約6割²⁹を占めているためであり、小売価格低減のためには、各流通段階、とりわけ小売段階での合理化・効率化努力が求められます。

²⁹LPガス振興センター「LPガスガイド」(2015年3月)の小売価格の構成より算出しています。

【第214-2-7】LPガス家庭用小売価格及び輸入CIF価格の推移

(注)家庭用小売価格は10m³当たり。

出典：日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

3. 熱供給

熱供給事業とは、一般的には地域冷暖房などと呼ばれ、一定地域の建物群に対し、蒸気・温水・冷水などの熱媒を熱源プラントから導管を通じて供給する事業です(第214-3-1)。

熱供給事業は、それぞれの施設・建物が個別に冷温水発生機などの熱源設備を設置する自己熱源方式

とは異なり、供給地区内に設置された熱源プラントで熱供給を集約して行うことにより省エネルギー、環境負荷の低減といった効果が得られます。さらに、都市エネルギー供給システムとして複数の施設・建物への効率的なエネルギー供給、施設・建物間でのエネルギー融通、未利用エネルギーの活用など、エネルギーの面的利用は地域における大きなCO₂削減効果があると期待されています。そのほか、各建築物内に熱

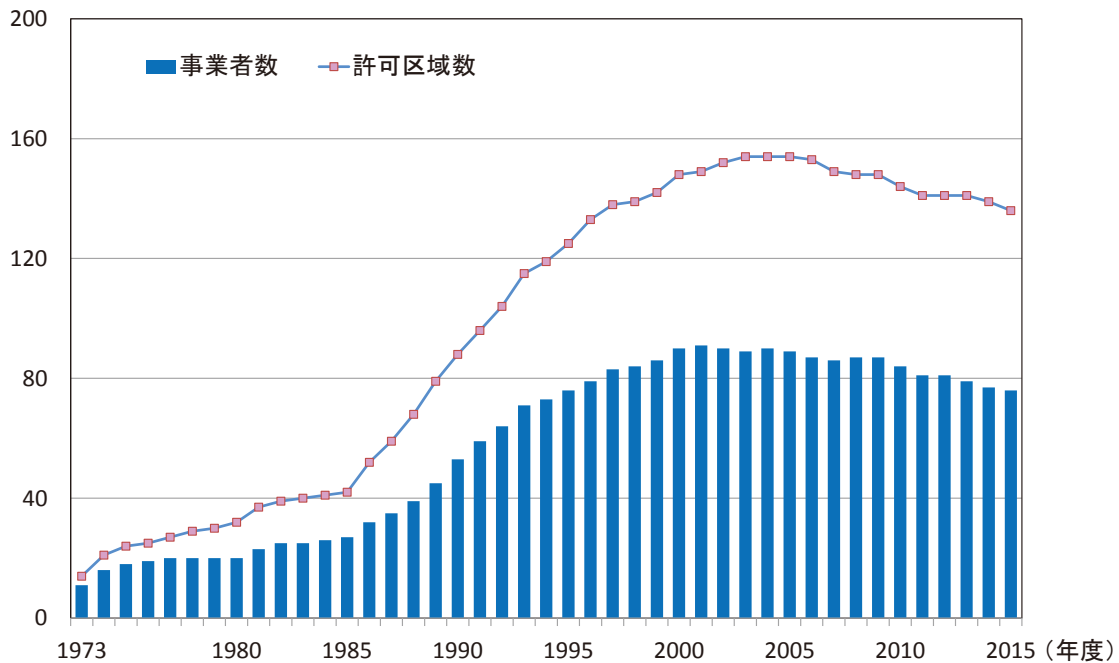
【第214-3-1】熱供給事業の概要



出典：日本熱供給事業協会ホームページ

【第214-3-2】熱供給事業の年度別許可推移

(事業者数・区域数)



出典：日本熱供給事業協会「熱供給事業便覧」を基に作成

源設備や屋上へ冷却塔を設置する必要がなくなるため、震災時などの二次災害防止や屋上へリポートの設置を行うことができます。さらに、熱源プラントの蓄熱槽や受水槽の水を火災や震災発生時に利用できるなど災害に強いまちづくりに資する事業です。

熱供給事業は「熱供給事業法」に基づき、21GJ/h以上の加熱能力をもって一般の需要に応じて熱供給を行う事業を指し、我が国の熱供給事業は2016年3月末現在で、事業許可区域数は136区域(76事業者)となりました(第214-3-2)。

2015年度の販売熱量(2,131万GJ)を熱媒体別に見ると、冷熱需要が大半を占め(59%)、以下、温熱(39%)、給湯・直接蒸気(3%)となりました。使用燃料は、都市ガスが大半を占め(68%)、以下、電力(17%)、排熱他(14%)などがありました。近年、海水、河川水、下水、清掃工場排熱などの「未利用エネルギー」を利用する形態や、コージェネレーションシステムの活用などの形態も出てきました。こうした未利用エネルギーやコージェネレーションシステムを活用することにより、エネルギーの総合的な有効利用や熱源システムの効率化が進んできました。

4. 石油製品

(1)消費の動向

我が国の石油製品消費の推移を見ると、第一次石油ショックまでは急激な右肩上がりで伸びてきましたが、二度にわたる石油ショックにより原油価格が高騰し、燃料油販売量は減少に転じました。その後、1986年度以降は、原油価格が下落したことと円高方向で為替の変動が続いたことによって石油製品価格が低下したため、堅調な消費の伸びを見せました。1990年代半ば以降はほぼ横ばいとなり、2003年度以降は2009年度までは減少しました。東日本大震災後は発電用C重油が増加しましたが、2015年度は川内原子力発電所再稼働による発電用C重油の需要減の影響もあり、1970年度以降では最も低い水準である1億8千万klまで減少しました。

油種別構成を概観すると、自動車の保有台数が伸びたことによりガソリン・軽油の販売量が相対的に増加したこと、石油化学産業の生産の伸びに応じてナフサの販売量が増加したこと、ジェット燃料の消費が増えたことなどから、いわゆる白油化³⁰が進んできました。

³⁰ 燃料油は白油と黒油に大別されます。白油とは、ガソリン、灯油、軽油など、無色透明あるいはそれに近い色相のものをいい、黒油とは、重油など、黒い色相のものを言います。

第1章 国内エネルギー動向

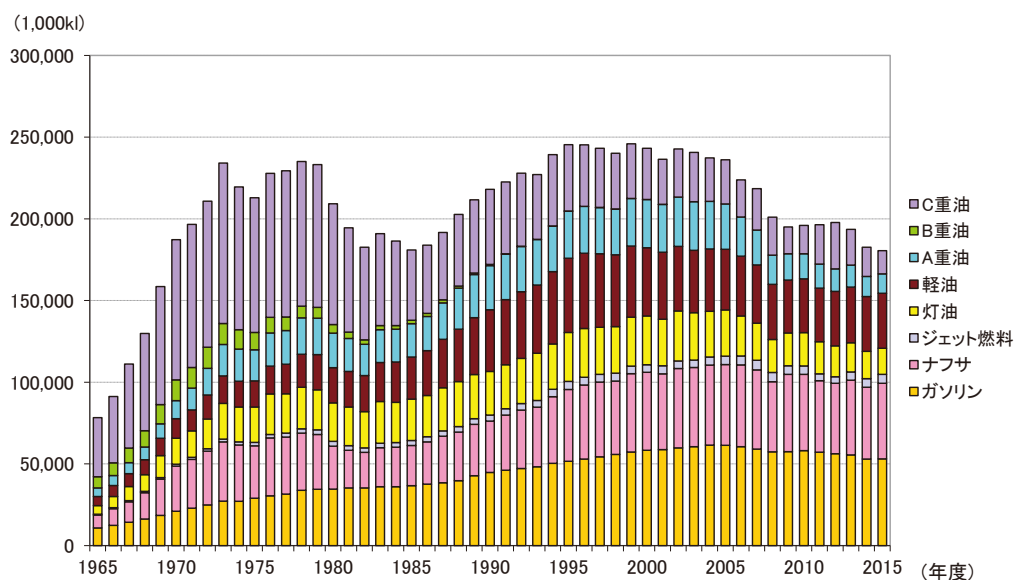
B重油及びC重油の販売量の比率は、石油ショック前は50%以上でしたが、1980年代以降、製造業の省エネルギー化による需要減少や石炭、天然ガスなど石油以外の燃料への転換、電力部門における石油火力の縮小などにより販売量は減少し、石油製品全体に占める割合は、2009年度には8%となりました。東日本大震災以降は、原子力発電量減少による石油火力の稼働率上昇の結果、2012年度は14%まで再び上昇しましたが、2015年度は川内原子力発電所再稼働による発電用C重油の需要減の影響もあり、8%まで低下しました(第214-4-1)。

石油製品の用途は、2014年度は自動車など運輸関係が多く、次いで化学原料となりました。家庭・業務のシェアは鉱工業、電力のシェアを上回り、第3位となっています(第214-4-2)。

(2) 価格の動向

特定石油製品輸入暫定措置法(特石法)廃止の検討が開始された1994年初頭以降、日本の石油製品価格はガソリンを中心に大幅に下落しました。しかし、2003年後半以降は、中国の石油消費・輸入が拡大するなど世界の需要が拡大したこと、これに対する

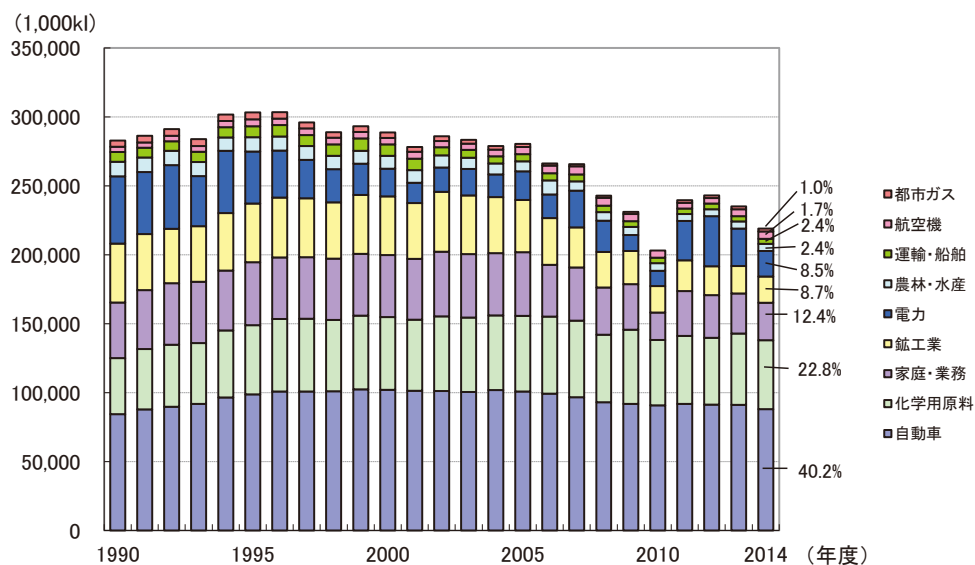
【第214-4-1】燃料油の油種別販売量の内訳



(注)2002年1月よりB重油はC重油に含まれる。

出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報」を基に作成

【第214-4-2】石油製品の用途別消費量

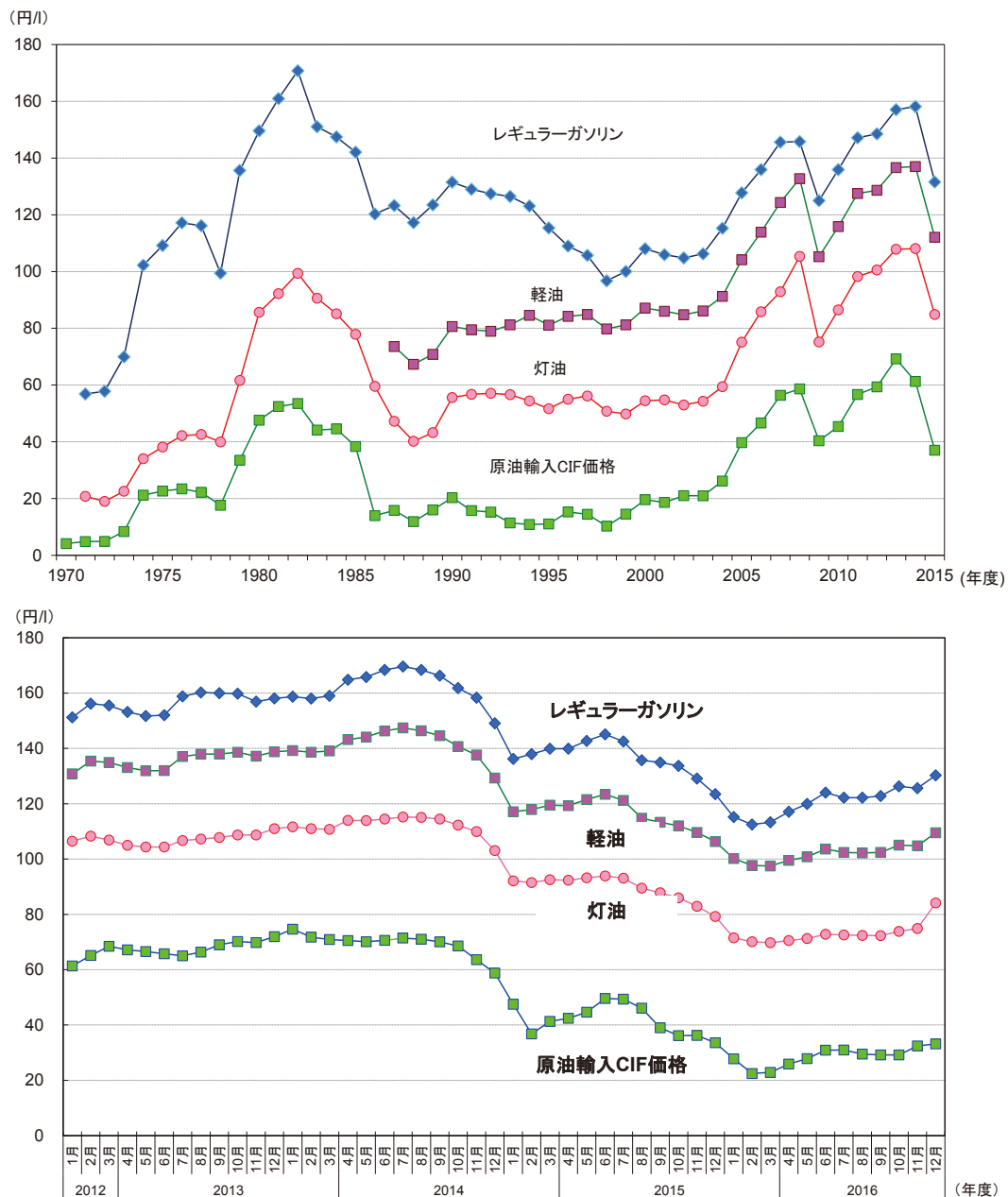


出典：石油連盟「今日の石油産業データ集」を基に作成

原油供給が伸び悩んだこと、イラクやイランなど一部の産油国の情勢混乱による原油供給に対する不安や、こうした将来的な需給懸念や世界的な過剰流動性を背景に資金が原油先物市場に流出入したことなどから世界的に原油価格が乱高下しました。2008年7月には、ニューヨーク市場の原油(WTI)が一時史上最高値である1バレル当たり147ドルを記録しましたが、2008年9月のリーマン・ショックによる悪影響の世界的な実体経済への波及などを背景に原油価格は大きく下落しました。その後、欧州諸国を中心とするイランへの経済制裁の強化によるイラン産原油の禁輸、シリア内戦激化など中東情勢の不安

定化や世界的な原油需要の回復により、再び上昇しました。このような状況から日本の原油輸入価格も大きく乱高下しており、それに伴って石油製品価格も大きく変動してきました。2014年度は下期以降に原油輸入価格が下落したことにより、石油製品価格も大きく低下しました。中国の景気後退懸念やイラン核合意による原油供給量の増加観測もあり、2015年度は2016年1月にはWTIが1バレル当たり20ドル台まで下落しました。2016年度は世界経済の緩やかな回復や2016年11月のOPEC総会での8年ぶりの減産合意もあり、再び上昇しています(第214-4-3)。

【第214-4-3】原油輸入価格と石油製品小売価格



出典：日本エネルギー経済研究所石油情報センター資料、財務省「日本貿易統計」を基に作成

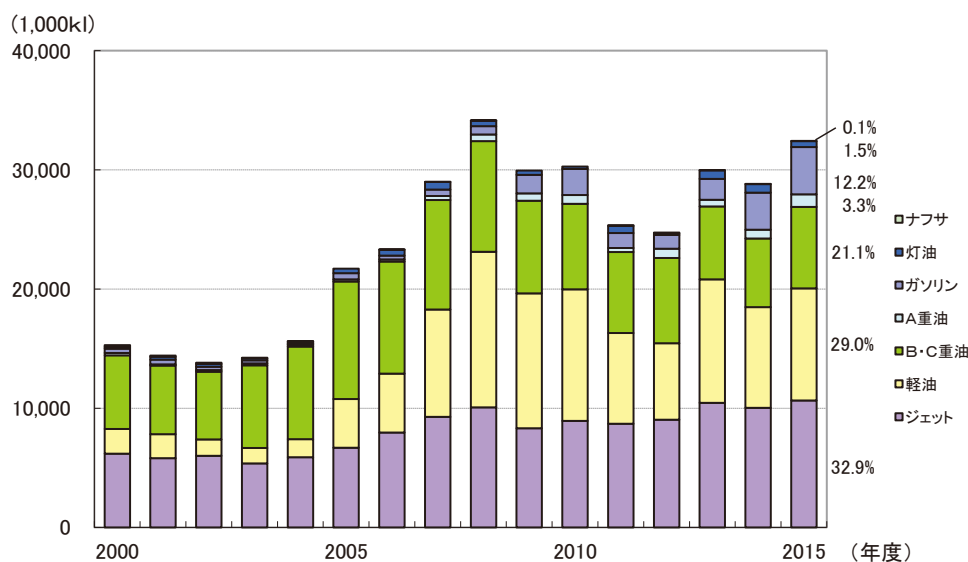
(3)石油製品輸出の動向

我が国の石油製品の国内需要は緩やかな減少傾向にあり、さらには国内の人口減少もあって長期的に精製設備能力は余剰となるため、石油各社は生産設備の集約化を進めてきました。その結果、燃料油の生産は2000年度の225,105千klから2015年度は178,829千klに減少しました。その一方で、石油各社は燃料供給の多様性を維持する企業努力として、余剰設備の有効利用を図り、設備稼働率の低下による製造コスト上昇を回避すべく、各種石油製品の輸出を行ってきました。2015年度の燃料油の輸出量は前年度比12.5%増の32,416千klとなりました。油

種別輸出比率では、ジェット燃料が32.9%、B・C重油は21.1%となっています。これはジェット燃料には海外を往復する航空機への燃料供給が輸出として計上されること、B・C重油も外国航路を行き来する船舶に日本で生産した燃料を供給した場合は輸出とみなされるためです。軽油については品質面の優位性もあり、29.0%となりました(第214-4-4)。

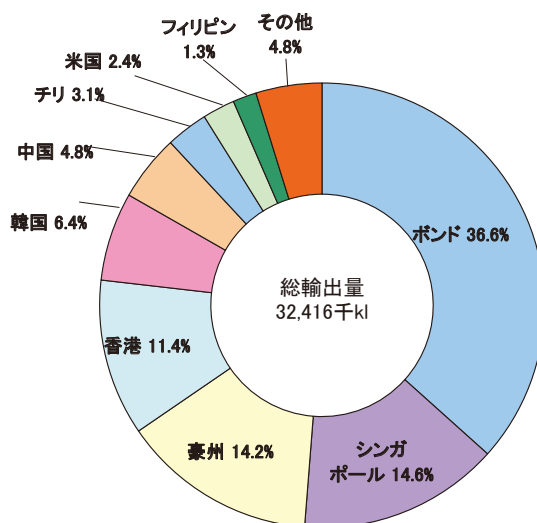
2015年度の燃料油の輸出先については、海外を往復する航空機や船舶向けの比率が36.6%となっており、シンガポール、豪州、香港、韓国、中国などアジア・オセアニア向けが上位を占めています。

【第214-4-4】燃料油の油種別輸出量の推移



出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報」を基に作成

【第214-4-5】燃料油の輸出先(2015年度)



(注)ボンドは外航船舶と航空機向け供給分。

出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報」を基に作成