

第2部 エネルギー動向

第1章 国内エネルギー動向

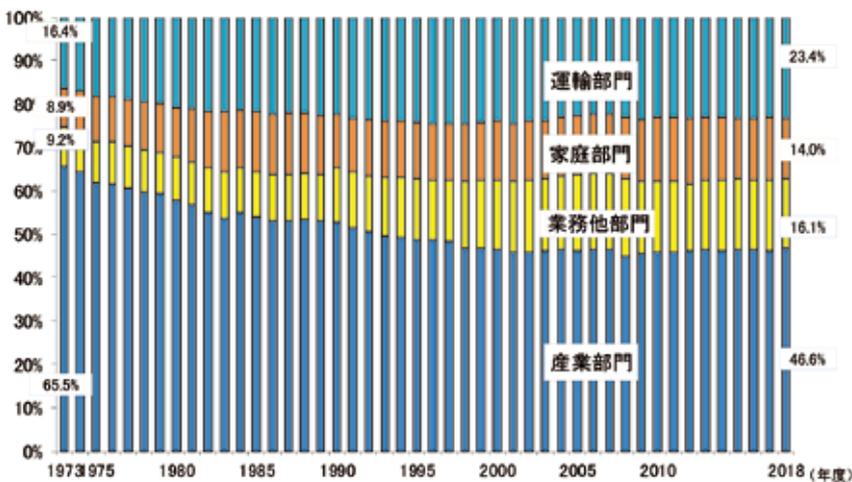
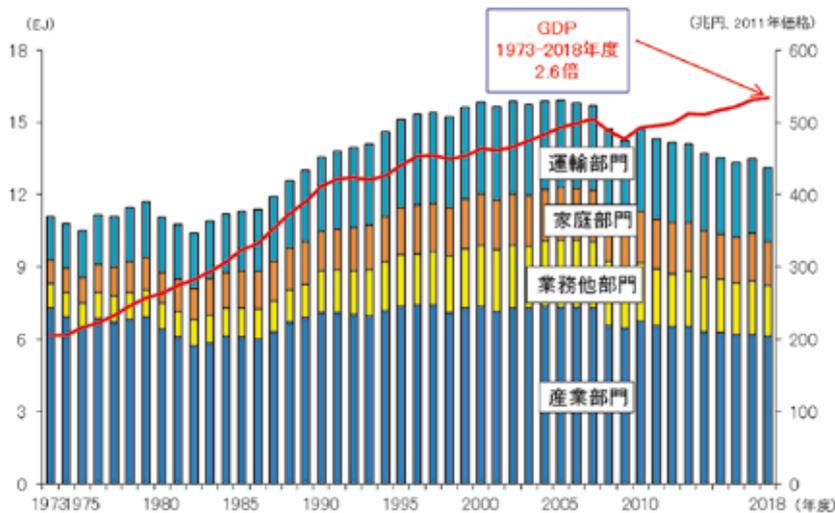
第1節 エネルギー需給の概要

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

【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1つで、1MJ=0.0258×10⁻³原油換算kl。

(注2) 1EJ=10¹⁸J

(注3) 「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4) 産業部門は農林水産鉱建設業と製造業の合計。

(注5) 1993年度以前のGDPは(一財)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」、(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

¹ 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)。

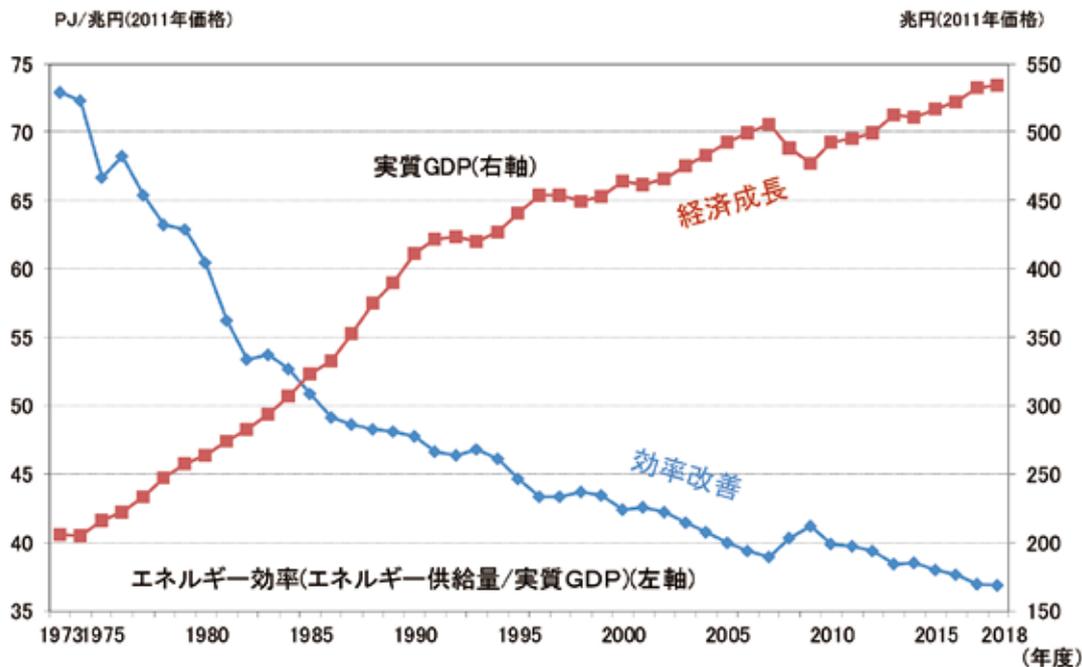
した。1990年代を通して原油価格が低水準で推移する中で、家庭部門、業務他部門を中心にエネルギー消費は増加しました。2000年代半ば以降は再び原油価格が上昇したこともあり、2005年度をピークに最終エネルギー消費は減少傾向になりました。2011年度からは東日本大震災以降の節電意識の高まりなどによってさらに減少が進みました。2018年度は実質GDPが2017年度より0.3%増加しましたが、前年度よりも気温が高めに推移したため暖房需要が伸びなかったことから、最終エネルギー消費は2.7%減少しました(第211-1-1)。

部門別にエネルギー消費の動向を見ると、1973年度から2018年度までの伸びは、企業・事業所他部門が1.0倍(産業部門²0.8倍、業務他部門2.1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同程度の水準で推移しました。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、2018年度には62.7%、14.0%、23.4%へと変化しました。

1単位の国内総生産(GDP)に対する一次エネルギー供給量を見ますと、1973年度では73PJ³/兆円でしたが、2018年度はほぼ半分の37PJ/兆円になりました。2010年度以降は8年連続で減少しており、エネルギー効率の改善が進展しています(第211-1-2)。

【第211-1-2】実質GDPとエネルギー効率(一次エネルギー供給量/実質GDP)の推移



(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(一財)日本エネルギー経済研究所推計。

(注3) 1PJ=10¹⁵J

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」を基に作成

² 産業部門は農林水産鉱建設業と製造業の合計

³ 1PJ=10¹⁵J

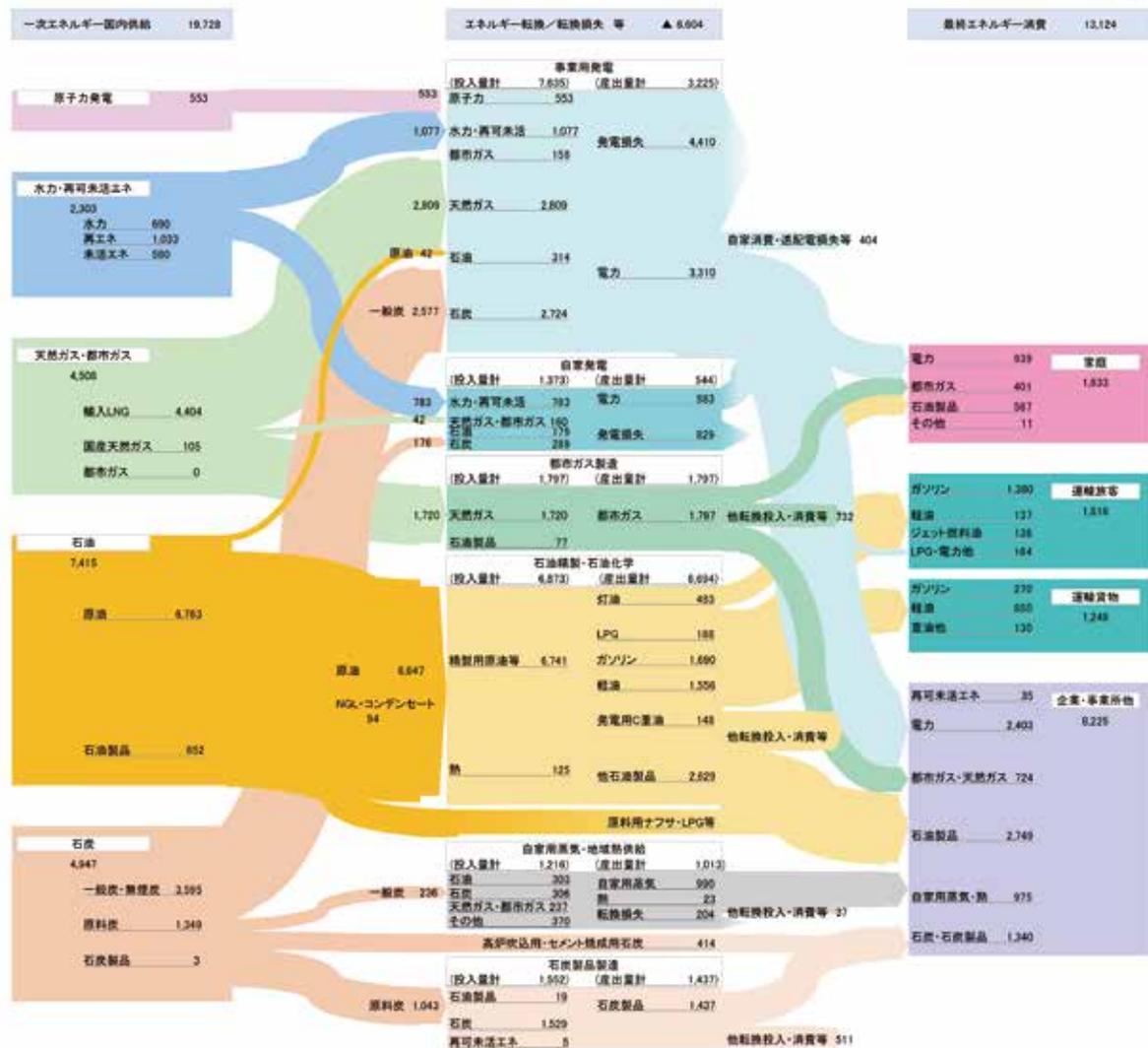
C O L U M N

我が国のエネルギー・フロー概要

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、経路を經過しています。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すべ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。2018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66程度でした(第211-1-3)。

【第211-1-3】我が国のエネルギー・フロー概要(2018年度)

単位：PJ



(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・コンデンサートのほか、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。

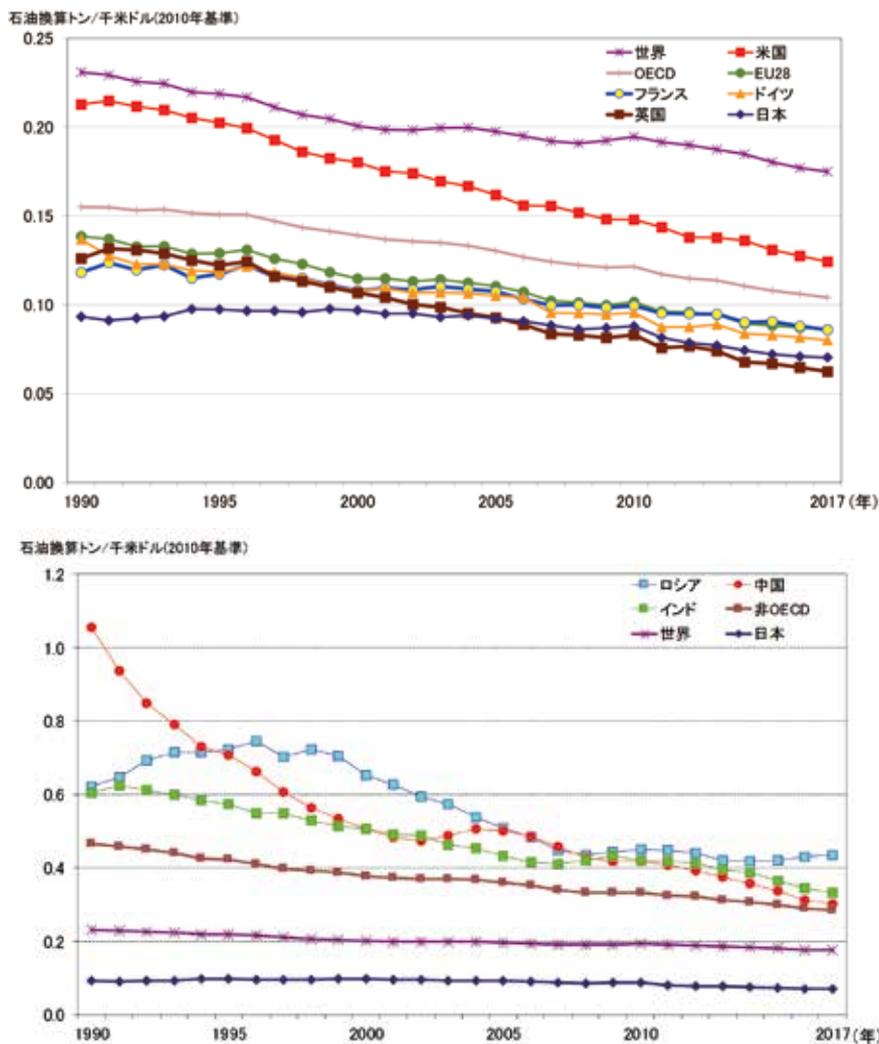
2. 海外との比較

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)。

2017年における日本の実質GDP当たりのエネルギー消費は、インド、中国の5分の1から4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

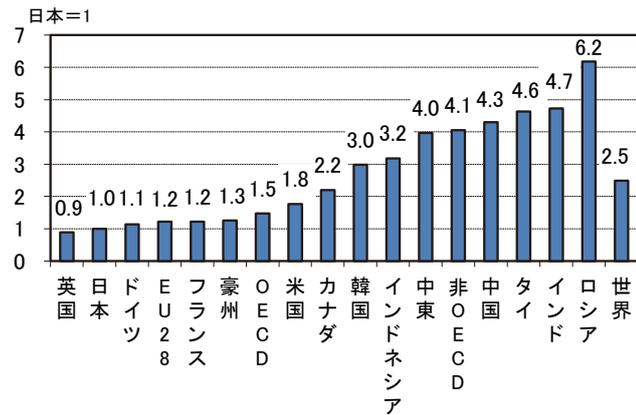
【第211-2-1】実質GDP当たりのエネルギー消費の主要国・地域比較



(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 2019 Edition」、World Bank「World Development Indicators 2019」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・地域比較(2017年)



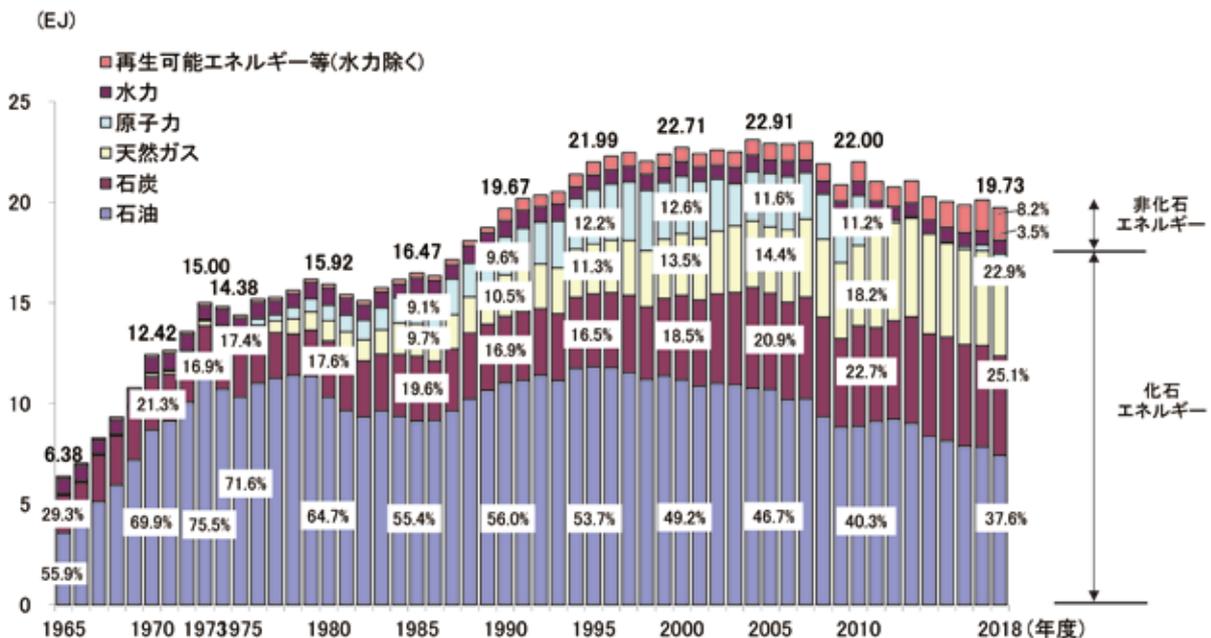
(注)一次エネルギー消費量(石油換算トン)/実質GDP(米ドル、2010年基準)を日本=1として換算。
 出典:IEA「World Energy Balances 2019 Edition」、World Bank「World Development Indicators 201」を基に作成

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、

【第211-3-1】一次エネルギー国内供給の推移



(注1)「総合エネルギー統計」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)「再生可能エネルギー等(水力除く)」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

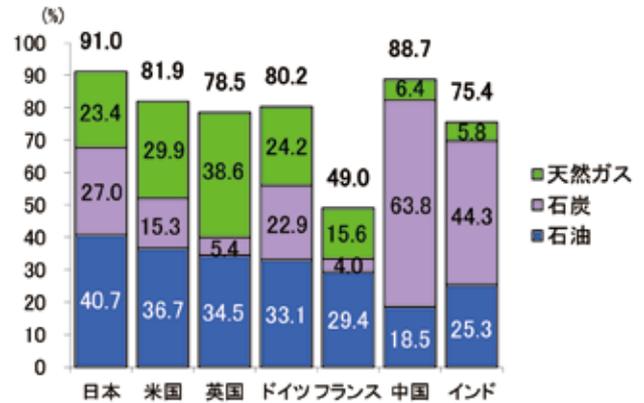
国産石炭が価格競争力を失う中で、我が国の高度経済成長期をエネルギー供給の面で支えたのが、中東地域などで大量に生産されている石油でした。我が国は、安価な石油を大量に輸入し、1973年度には一次エネルギー国内供給の75.5%を石油に依存していました。しかし、第四次中東戦争を契機に1973年に発生した第一次石油ショックによって、原油価格の高騰と石油供給断絶の不安を経験した我が国は、エネルギー供給を安定化させるため、石油依存度を低減させ、石油に代わるエネルギーとして、原子力、天然ガス、石炭などの導入を推進しました。また、イラン革命によってイランでの石油生産が中断したことに伴い、再び原油価格が大幅に高騰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、40.3%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(22.7%)、天然ガス(18.2%)、原子力(11.2%)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。しかし、2011年に発生した東日本大震災とその後の原子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44.5%まで上昇しました。2018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動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6年連続で減少して1965年度以来最低の37.6%となり、3年連続で40%を下回りました(第211-3-1)。

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、2017年の日本の依存度は91.0%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、中東への依存度が低下に転じていました。しかし、2016年度はロシアからの輸入が大きく減少し、中東への依存度は87.2%と2010年度よりも大きくなりました。

【第211-3-2】主要国の化石エネルギー依存度(2017年)

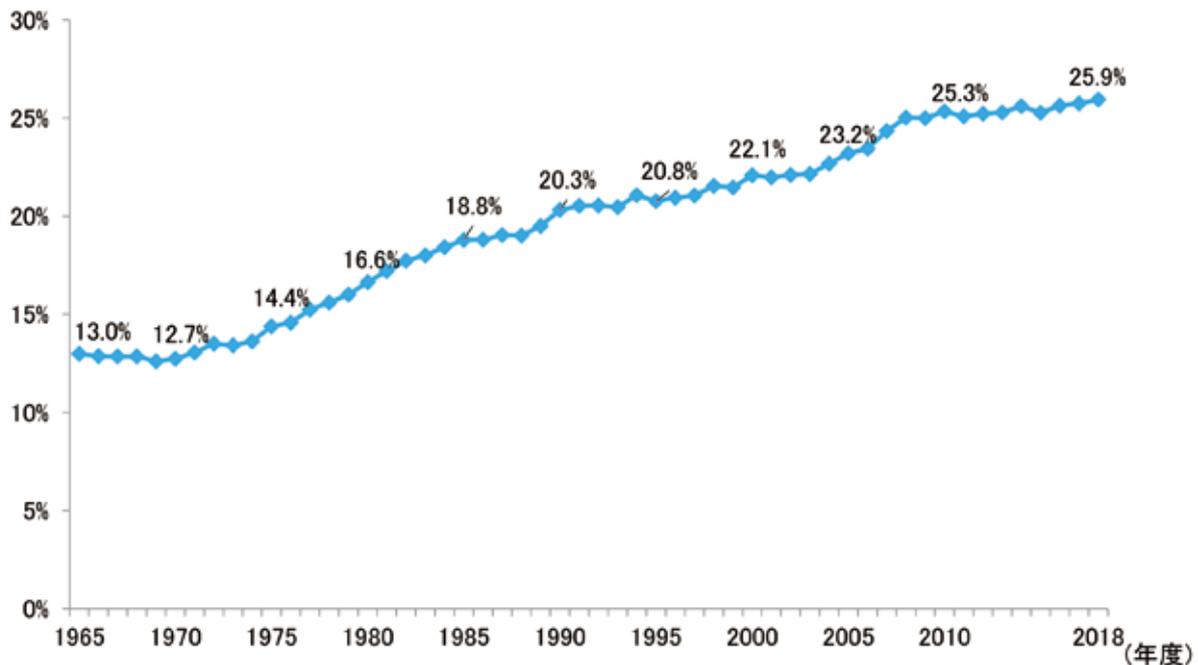


(注)化石エネルギー依存度(%)=(一次エネルギー供給のうち原油・石油製品、石炭、天然ガスの供給)/(一次エネルギー供給)×100。
出典:IEA[World Energy Balances 2019 Edition]を基に作成

2018年度は、さらに依存度が高まり、88.3%となっています(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2000年代後半まで増加の一途をたどった後、特に東日本大震災後は節電などにより水準が低下しました。電化率⁴は、1970年度には12.7%でしたが、2018年度には25.9%に達しました(第211-3-3)。

【第211-3-3】電化率の推移



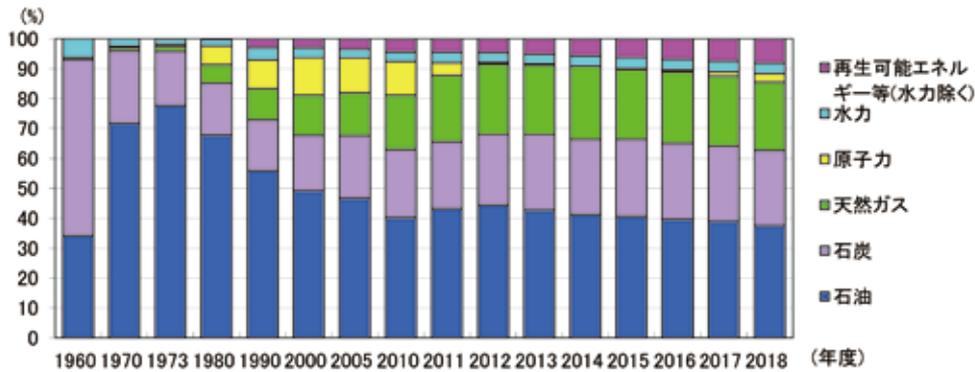
(注1)電化率(%)=電力消費/最終エネルギー消費×100。

(注2)「総合エネルギー統計」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

4 最終エネルギー消費に占める電力消費の割合を示します。

【第211-4-1】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	2016	2017	2018
エネルギー自給率(%)	58.1	15.3	9.2	12.6	17.0	20.2	19.6	20.3	11.6	6.7	6.6	6.4	7.4	8.2	9.5	11.8

(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。
 出典：1989年度以前はIEA「World Energy Balances 2019 Edition」、1990年度以降は資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

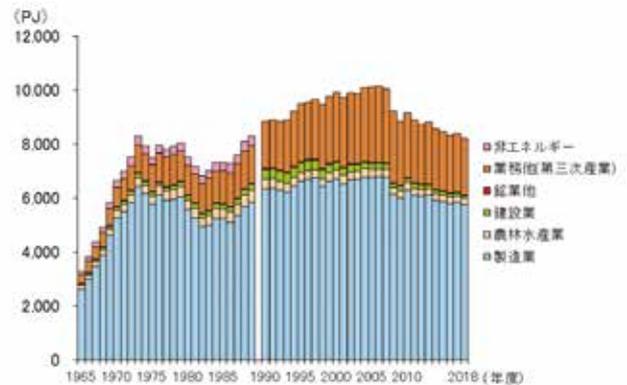
4. エネルギー自給率の動向

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いいます。我が国では、高度経済成長期にエネルギー需要が大きくなる中で、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6.4%に低下しました。2018年度は再生可能エネルギーの導入や原子力発電所の再稼働が進み、エネルギー自給率は11.8%となりました。

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。2018年度は企業・事業所他部門が最終エネルギー消費全体の62.7%を占めました。1965年度から2018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、2018年度には70.0%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」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⁵、農林水産業建設業)と業務他部門(第三次産業⁶)の合計であり、1965年度から2018年度までの全期間に

(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

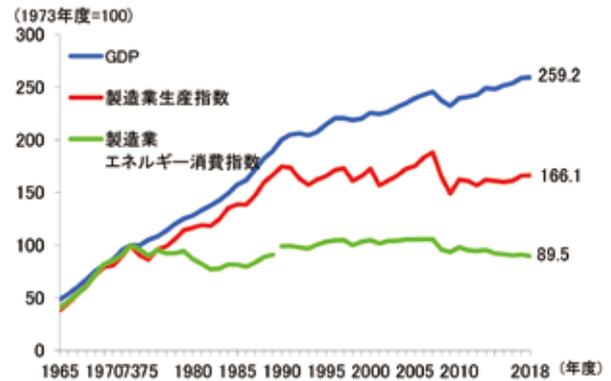
⁵ 石炭・石油製品製造業などのエネルギー産業は転換部門に含まれます。
⁶ ここでの第三次産業は運輸関係事業、エネルギー転換事業を除きます。

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、1994年度には1973年度を上回りました。2008年度以降は、世界金融危機による世界的な経済の低迷や東日本大震災以降の省エネルギーのさらなる進展により、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。2018年度は、前年度比で2.4%減少しました。1973年度と2018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1.7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「鉱工業生産指数(IIP)⁷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

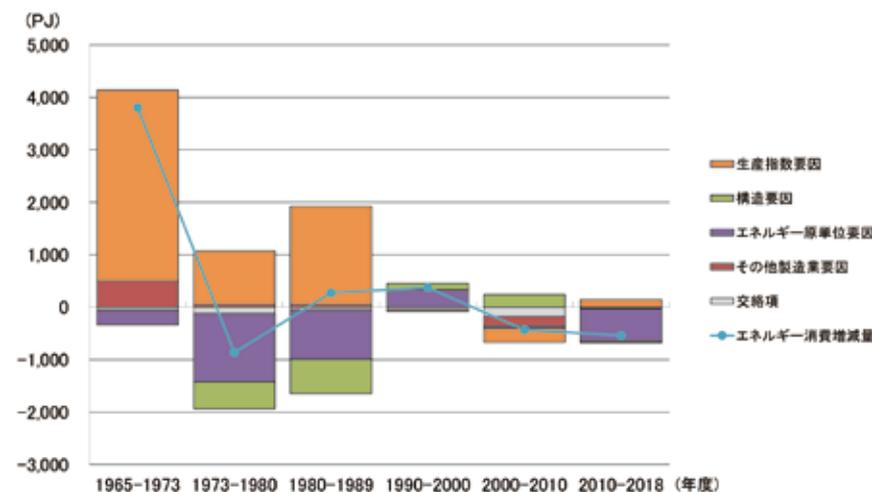
【第212-1-2】製造業のエネルギー消費と経済活動



(注1) 「総合エネルギー統計」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(一財)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」、(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

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年度以降、製造業全体のエネルギー消費の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割強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

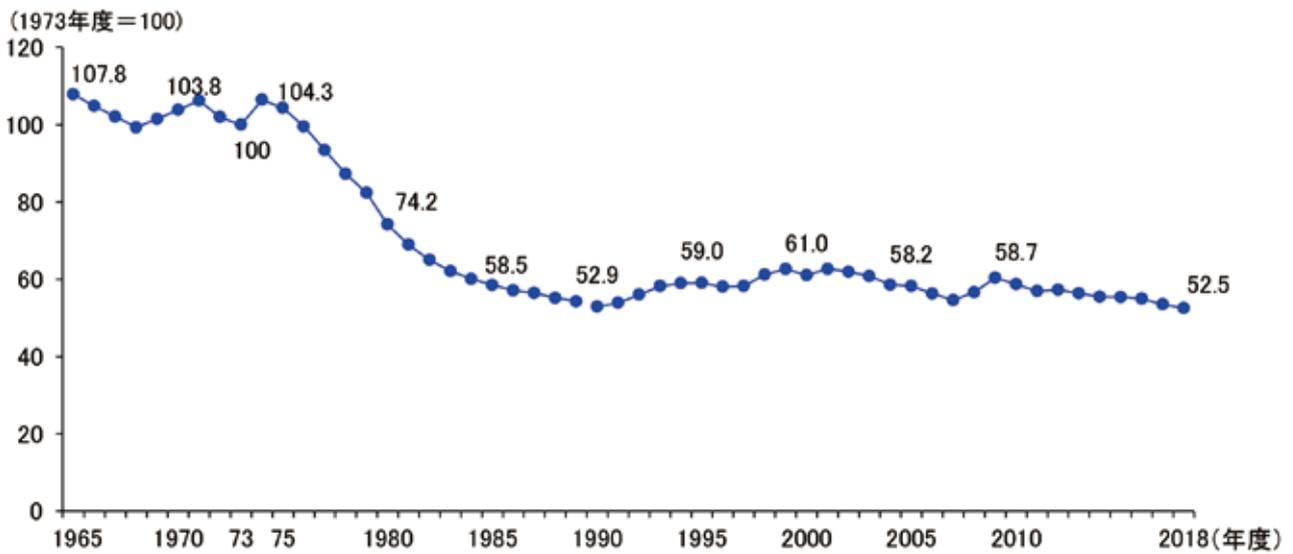


(注1) 「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
 (注2) 生産指数要因は生産指数の変化による要因で、生産指数の増加がエネルギー消費の増加要因となる。構造要因は産業構造の変化による要因で、エネルギー多消費型産業に移る場合はエネルギー消費の増加要因、素材産業から加工組立型産業に移る場合はエネルギー消費の減少要因となる。原単位要因は生産指数1単位当たりのエネルギー消費量の変化による要因であり、省エネルギーが進めばエネルギー消費の減少要因となる。
 (注3) 要因分解において、製造業を食品飲料製造業、パルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、窯業・土石製品製造業、鉄鋼業、非鉄・金属製造業、機械製造業とその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」、(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

⁷ 鉱工業生産指数(IIP: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、ある時点の鉱業・製造業の生産量について、基準年を100として指数化し、基準年の付加価値額をウェイトとして加重平均したものです。

【第212-1-4】製造業のエネルギー消費原単位の推移



(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」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

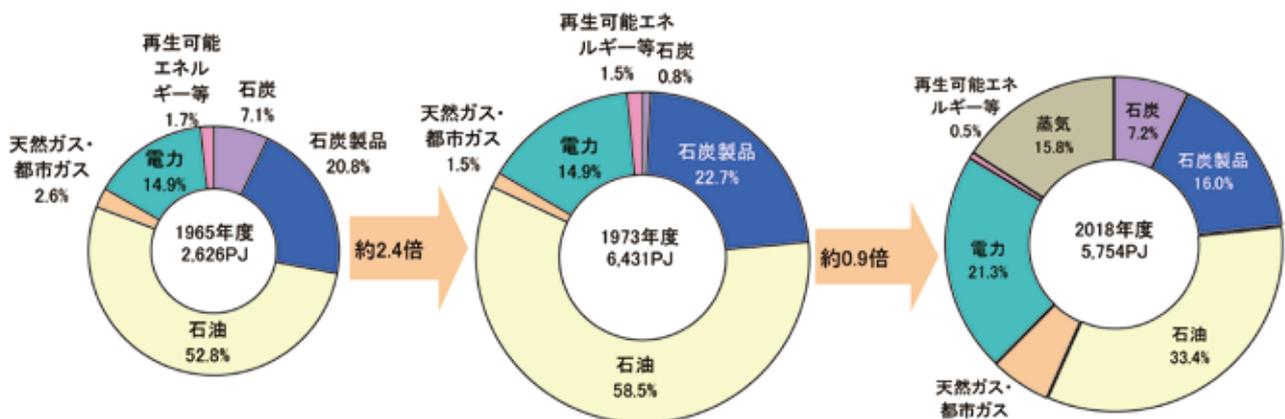
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、経済産業省「鉱工業指数」、(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

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、第一次石油ショック以降の45年間で27.7%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。2018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)。

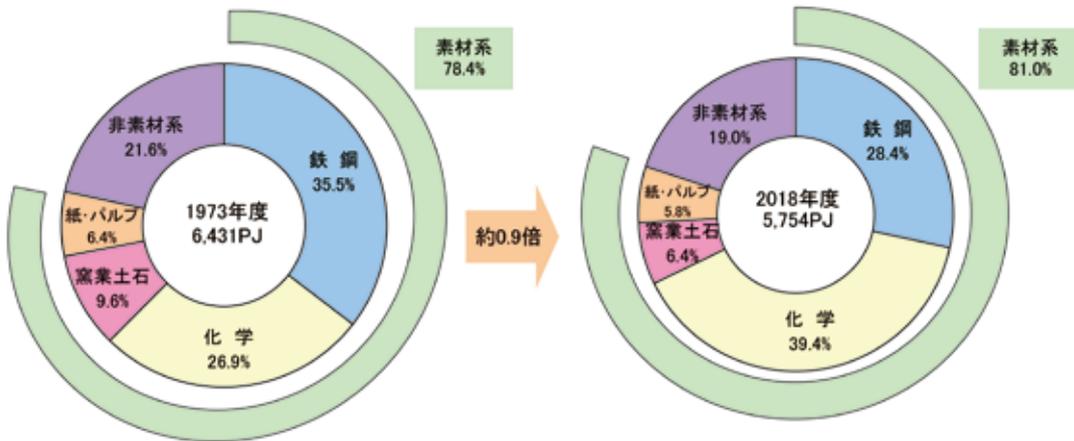
【第212-1-5】製造業エネルギー源別消費の推移



(注1) 「総合エネルギー統計」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」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。

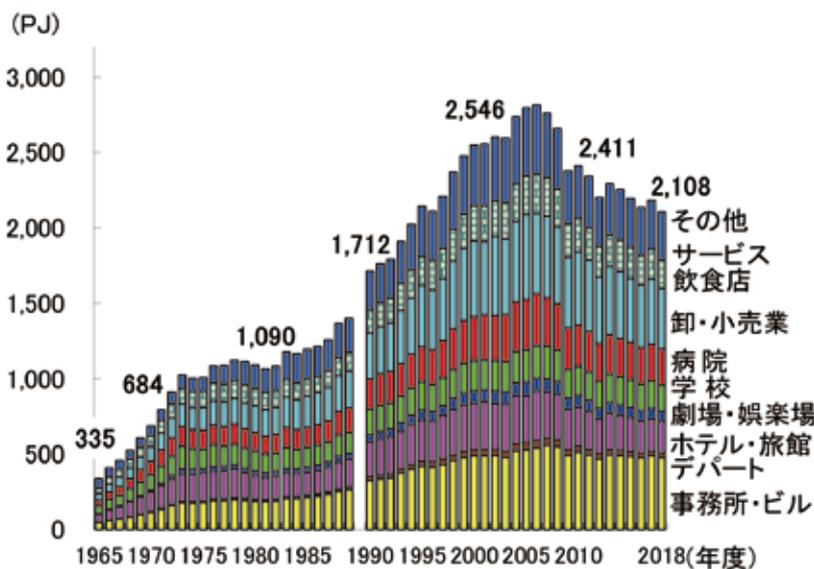
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

(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ると、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(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



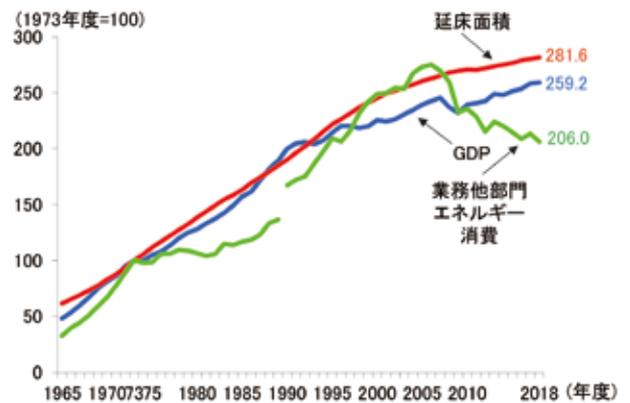
(注)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

出典：(一財)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、2018年度では43%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化したことなどから減少傾向で推移し、2005年度から2018年度までの12年間で年平均5.6%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。ガスの割合も、発電時の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の割合は減少傾向にあります(第212-1-10)。

【第212-1-8】業務他部門のエネルギー消費と経済活動

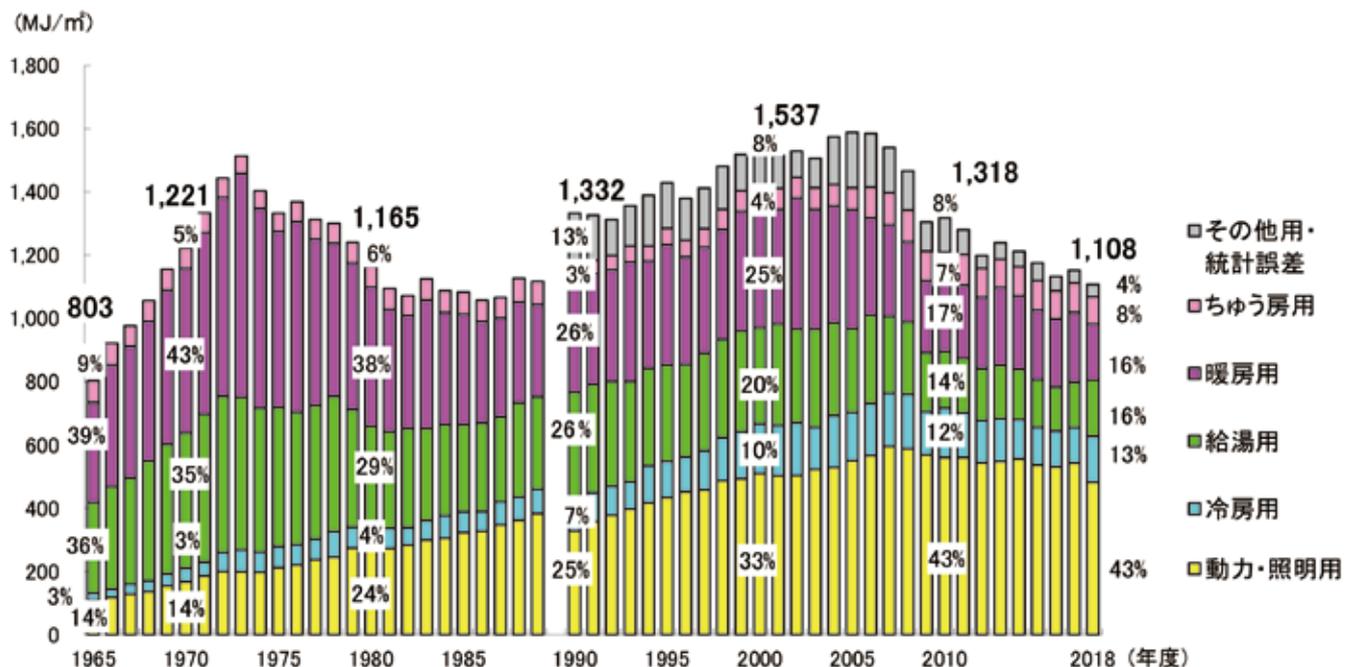


(注1)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(注2) 1993年度以前のGDPは(一財)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」、(一財)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いえます。

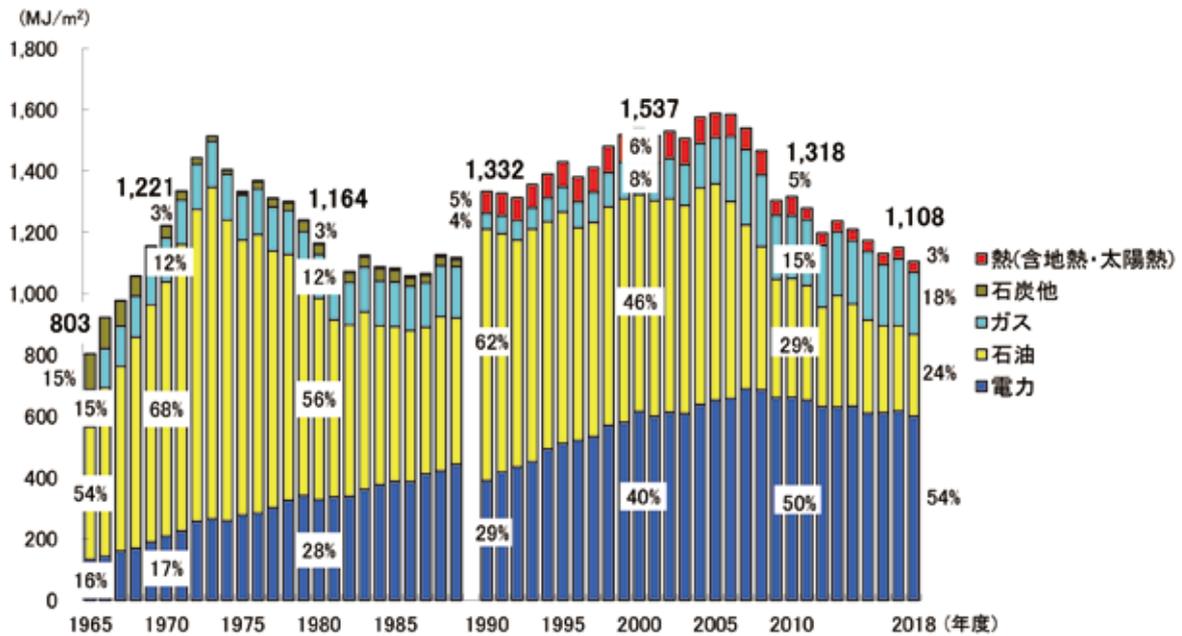
【第212-1-9】業務他部門用途別エネルギー消費原単位の推移



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

出典：(一財)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



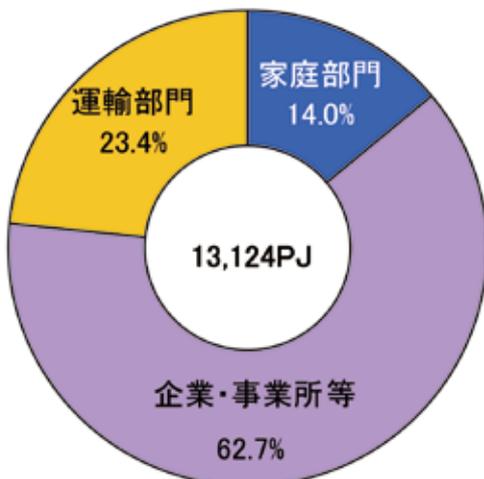
(注)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。ガスは天然ガス、都市ガスの合計である。
出典：(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

2. 家庭部門のエネルギー消費の動向

家庭部門の最終エネルギー消費は、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。2018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14.0%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があった1973年度の家庭部門のエネルギー消費量を100とすると、2005年度には221.4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などによる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、2018年度には185.6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きています(第212-2-2)。

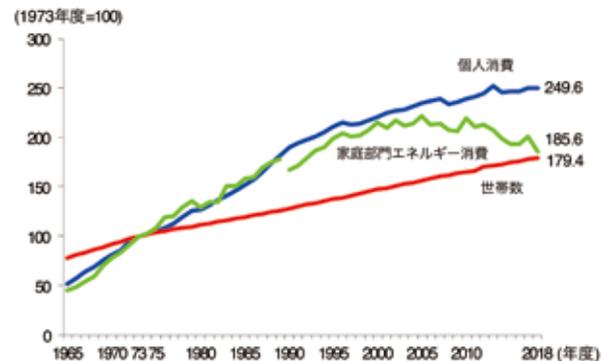
【第212-2-1】最終エネルギー消費の構成比(2018年度)



出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

個人消費や世帯数の増加に反して低下を続け、2018年度には185.6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きています(第212-2-2)。

【第212-2-2】家庭部門のエネルギー消費と経済活動等



(注1) 1993年度以前の個人消費は(一財)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」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」、(一財)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「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」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、短期的には気温変動の影響も大きく受けます。1973年度から2005年度までにエネルギー消費は1,199PJ増加しており、そのうち世帯数要因によるものは736PJの増加寄与、原単位要因は463PJの増加寄与でした(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2018年度までの間でエネルギー消費は353PJ減少し、そのうち世帯数要因は278PJの増加寄与、原単位要因は631PJの減少寄与でした。省エネルギー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、2018年度におけるシェアは動力・照明他(33.8%)、給湯(28.4%)、暖房(25.4%)、ちゅう房(9.2%)、冷房(3.2%)の順となりました(第212-2-6)。

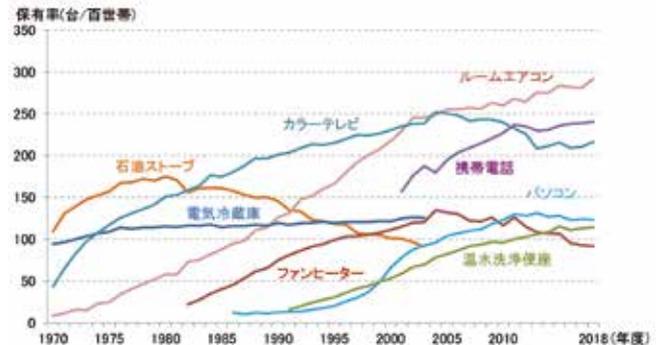
我が国の高度経済成長が始まったとされる1965年度頃までは家庭部門のエネルギー消費の3分の1以上を石炭が占めていましたが、その後主に灯油に代替され、1973年度には石炭はわずか6%程度になりました。この時点では、灯油、電力、ガス(都市ガス及びLPガス)がそれぞれ約3分の1のシェアでしたが、その後の新たな家電製品の普及、大型化・多機能化などによって電気のシェアは大幅に増加しました。また、オール電化住宅の普及拡大もあり、2013年度には電気のシェアは初めて50%を超え、2018年度は51.2%でした(第212-2-7)。

【第212-2-3】家庭部門のエネルギー消費の要因分析



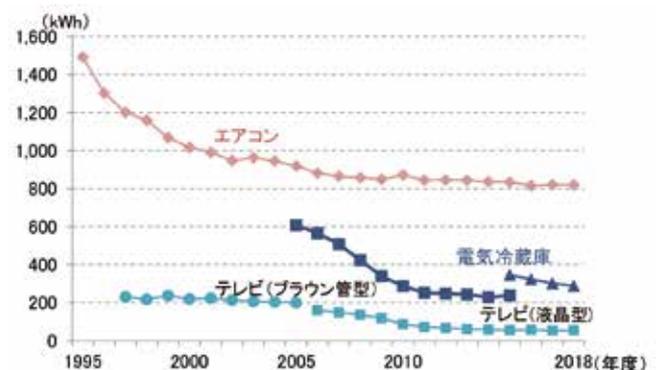
(注1)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
 (注2)完全要因分析法で交絡項を均等配分する。
 出典：(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」、総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」を基に作成

【第212-2-4】家庭用エネルギー消費機器の保有状況



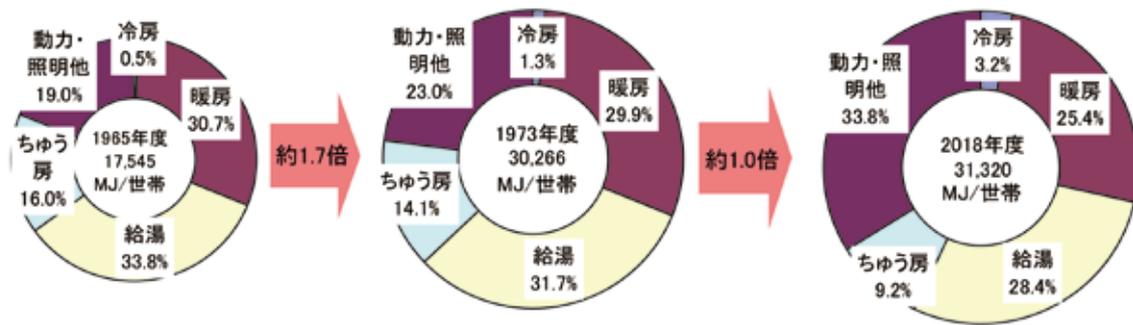
(注)カラーテレビのうち、ブラウン管テレビは2012年度調査で終了。
 出典：内閣府「消費動向調査(二人以上の世帯)」を基に作成

【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400l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401~450l)の単純平均値を使用。2015年度以降JIS規格が改訂されている。
 (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

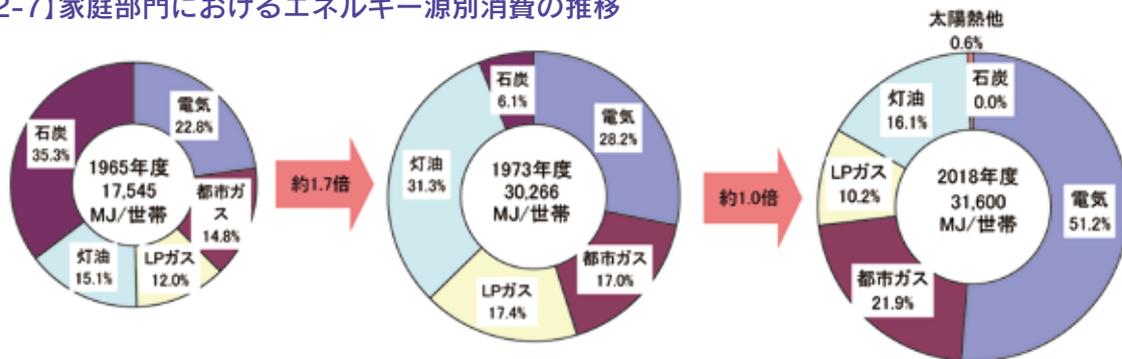


(注1)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。

(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：(一財)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「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」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」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：(一財)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「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」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⁸は近年減少傾向にあります⁹が、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⁹。

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。2018年度の最終エネルギー消費全体に占める運輸部門の比率は23.4%であり(第211-1-1)、旅客部門のエネルギー消費量が運輸部門全体の59.3%、貨物部門が40.7%を占めました(第212-3-1)。

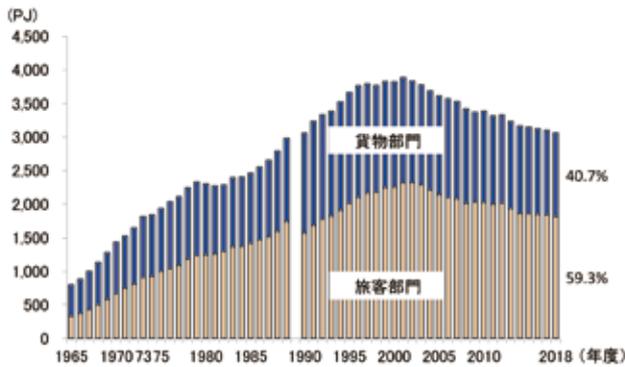
1965年度における運輸部門のエネルギー消費量は798PJ(最終エネルギー消費全体の18%)であり、そ

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年度までの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年度からピークを迎えた2001年度(3,887PJ)までの28年間でさらに2.1倍(年率2.8%増)に増大しました。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。2018年度のエネルギー消費は1965年度からの53年間で見ると3.8倍、年率2.6%の増加となりました。このうち旅客部門は5.5倍(年率3.3%増)、貨物部門は2.7倍(年率1.9%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、2018年度には貨物部門の1.46倍となっています。1973年の最終エネルギー消費を100とした場合、2018年度現在の消費水準は、旅客部門が200.0、貨物部門が137.3となっています(第212-3-2)。

⁸ 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いいます。

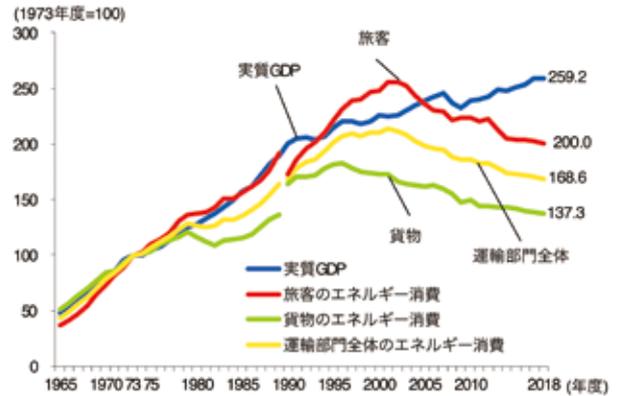
⁹ 資源エネルギー庁省エネルギー対策課「平成24年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業(待機時消費電力調査)報告書概要」によると、全体の消費量4,432kWh/年・世帯のうち228kWh/年・世帯が待機電力であり、電力消費の5.1%を占めています。

【第212-3-1】運輸部門のエネルギー消費構成



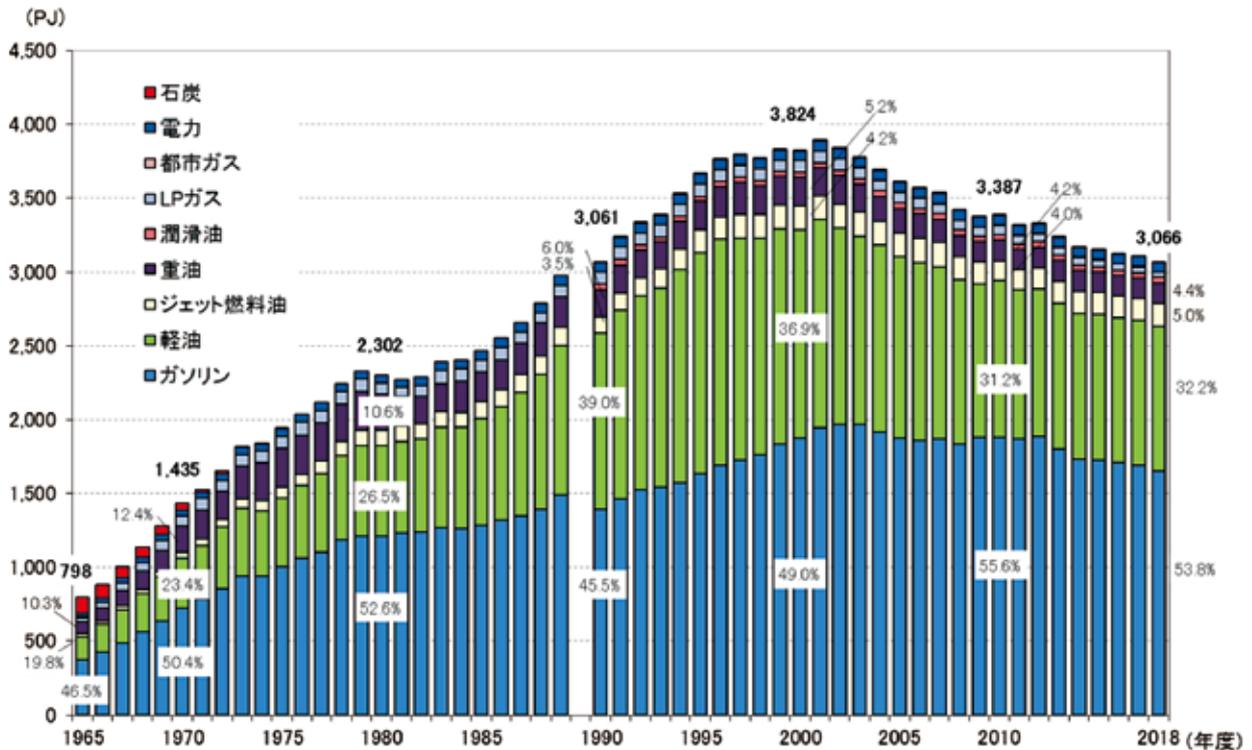
(注)「総合エネルギー統計」は、1990年度以降、数値の算出方法が変更されている。
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

【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、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(一財)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」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

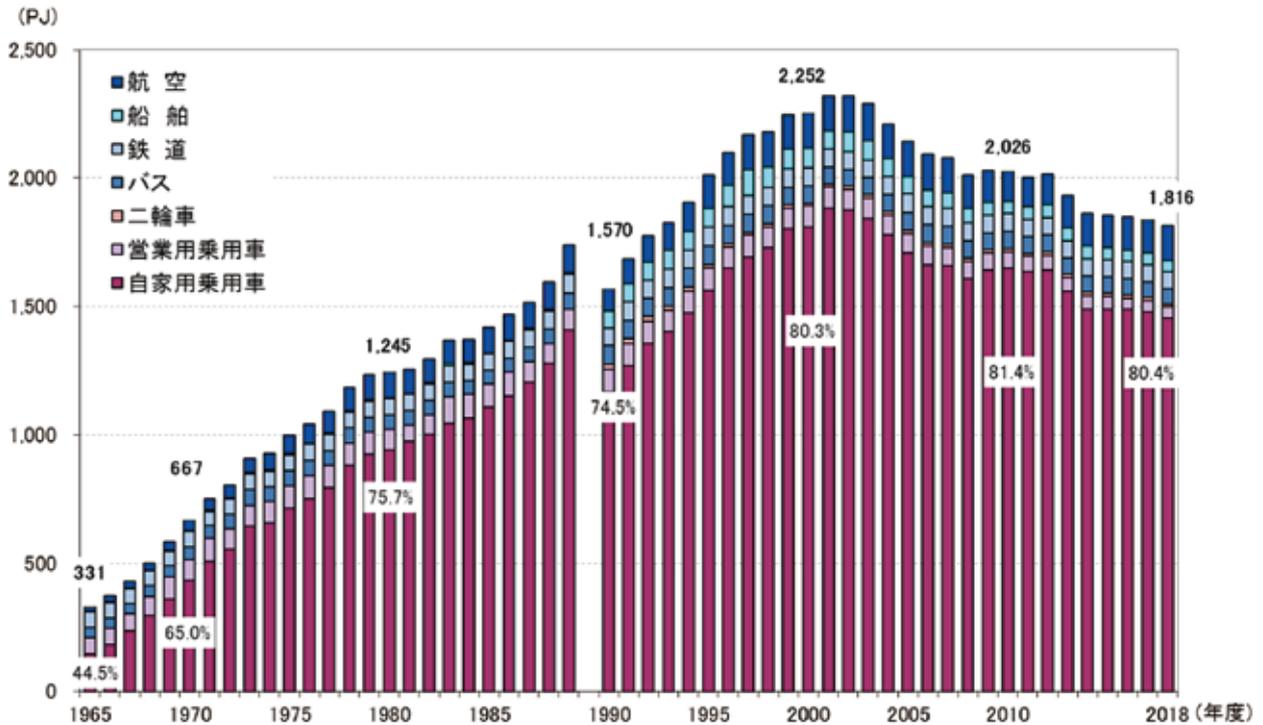
2018年度の運輸部門におけるエネルギー源別の構成比を見ると、ガソリンが53.8%、軽油が32.2%、ジェット燃料油が5.0%、重油が4.4%を占めました(第212-3-3)。

(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、2002年度をピークに減少傾向に転じました。2018年度にはピーク期に比べて22%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)。

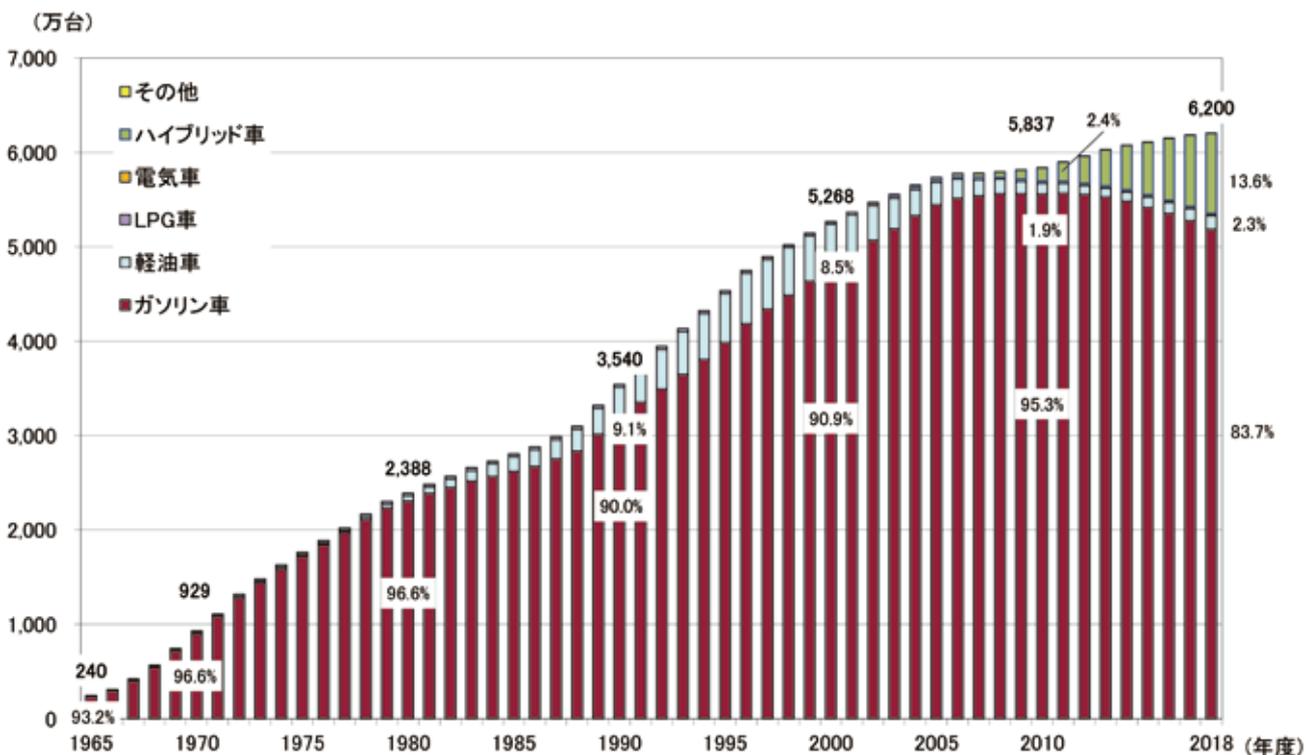
【第212-3-4】旅客部門の機関別エネルギー消費の推移



(注)「総合エネルギー統計」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

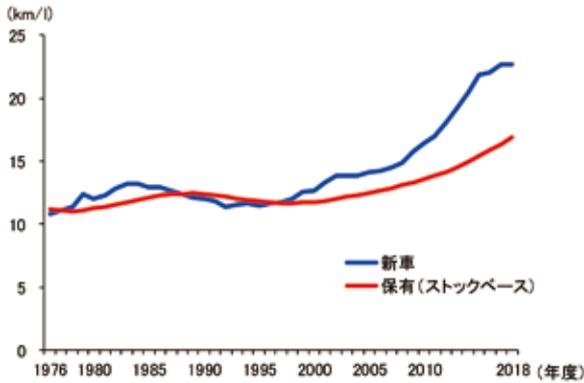
【第212-3-5】旅客自動車の車種別保有台数の推移



(注) 2003年度から「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

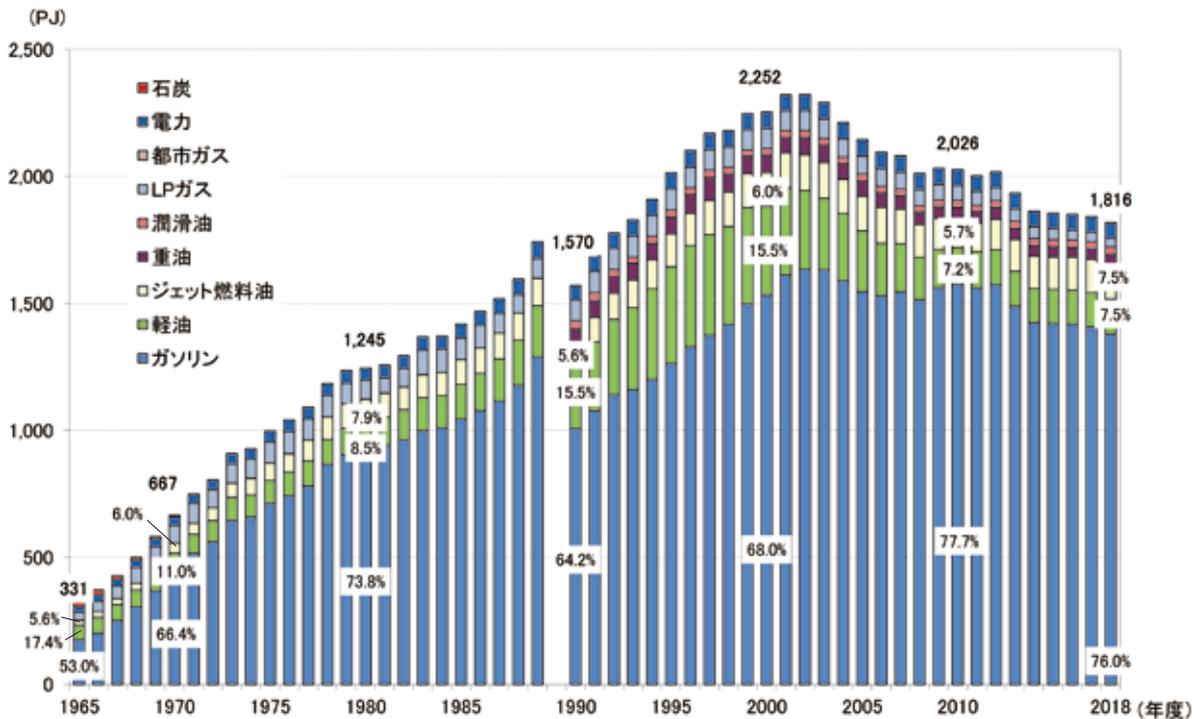


(注1) (一財)日本エネルギー経済研究所推計
 (注2) 10・15モード：国土交通省が1991年に定めた燃費測定方法。
 出典：(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

旅客部門のエネルギー消費の内訳を観察すると、1967年度以降は自家用乗用車が半分以上を占め、堅調に増大してきました。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、2018年度では76.0%が主として乗用車に使われるガソリン、7.5%が軽油、7.5%が航空に使われるジェット燃料油、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の推移



(注)「総合エネルギー統計」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年度まで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、減少傾向に転じ、2018年度にはピーク期に比べて25%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

です。

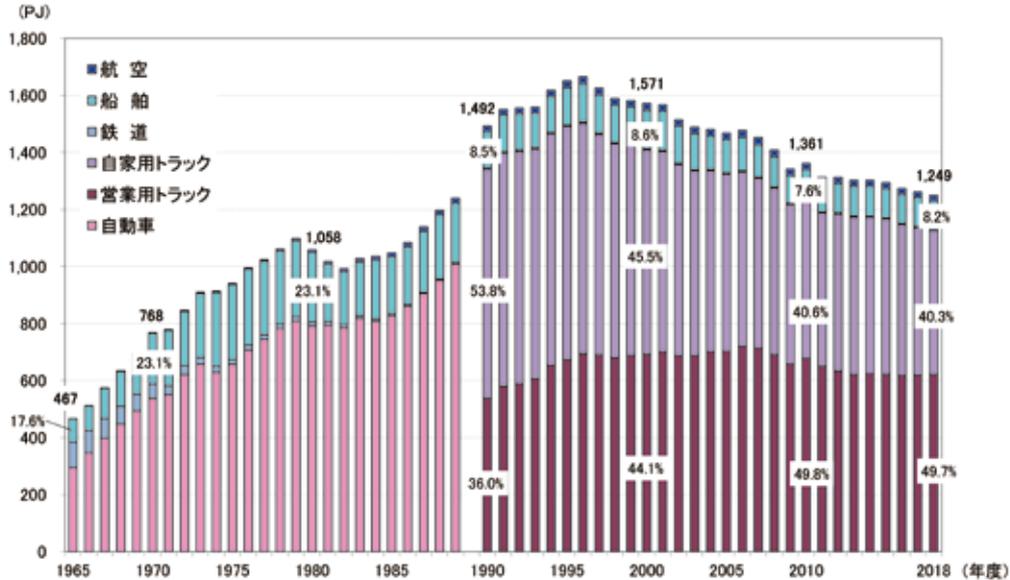
貨物部門のエネルギー消費の内訳を見ると、約9割が自動車で占められています。1990年度は、自家用トラックのエネルギー消費は貨物部門全体の半分以上を占めましたが、1995年度をピークに減少に転じ、全体に占める比率も低下しました。一方、営業用トラックのエネルギー消費は1990年代にかけて増加し、2002年度から自家用トラックを上回るようになりましたが、2006年度にピークに達し、その後は減少傾向に転じました。

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、1990年代中期以降再び減少傾向となりました(第212-3-8)。

2018年度の貨物輸送のエネルギー源は68.0%が主として大型トラックで消費される軽油、21.6%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油などでした(第212-3-9)。

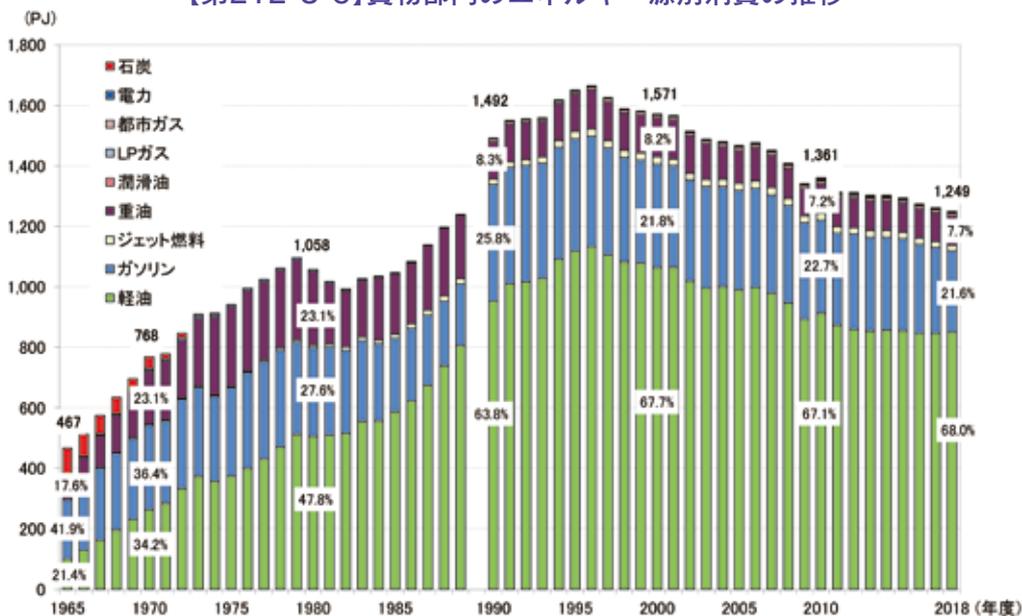
【第212-3-8】貨物部門の機関別エネルギー消費の推移



(注1)「総合エネルギー統計」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2) 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いう。
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の推移



(注)「総合エネルギー統計」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

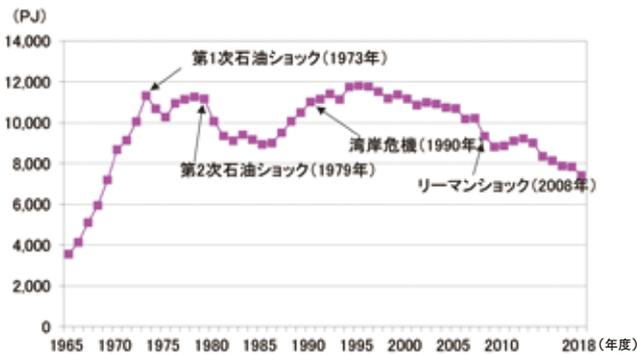
(1) 石油

①供給の動向

我が国の一次エネルギー供給において、石油供給量は、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再び減少基調で推移し、2018年度は、供給量は熱量ベースで7,415PJとなっています(第213-1-1)。

我が国の原油自給率¹⁰に関しては、1970年頃から2017年度に至るまで0.5%未満の水準を継続して

【第213-1-1】日本の石油供給量の推移

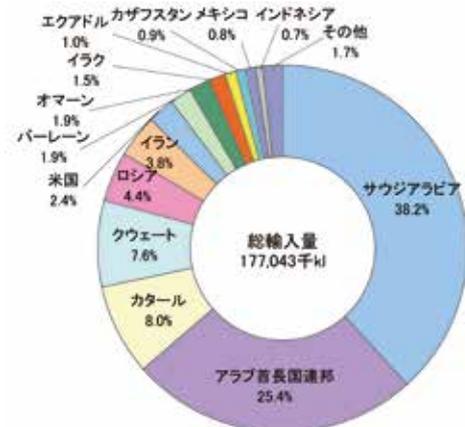


(注) 石油(原油+石油製品)の一次エネルギー国内供給量
出典：資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」を基に作成

います(第213-1-2)。エネルギー資源の大部分を海外に依存する供給構造は、2018年7月に改訂された第5次エネルギー基本計画においても、我が国のエネルギー需給における構造的課題として明記されています。我が国は中東地域のサウジアラビア、アラブ首長国連邦、カタール、クウェート、イラン、イラク、オマーンなどから輸入しており、全体に対しそれらの合計が約88%となっています(第213-1-3)。特に輸入先構成比率が高いのは、サウジアラビア、アラブ首長国連邦となっておりそれぞれ、シェアが38.2%及び25.4%となっています。これに対し、2018年の米国の中東依存度¹¹は19.0%、欧州OECDは21.6%であり、我が国の中東依存度は諸外国と比べて高い水準となっています。

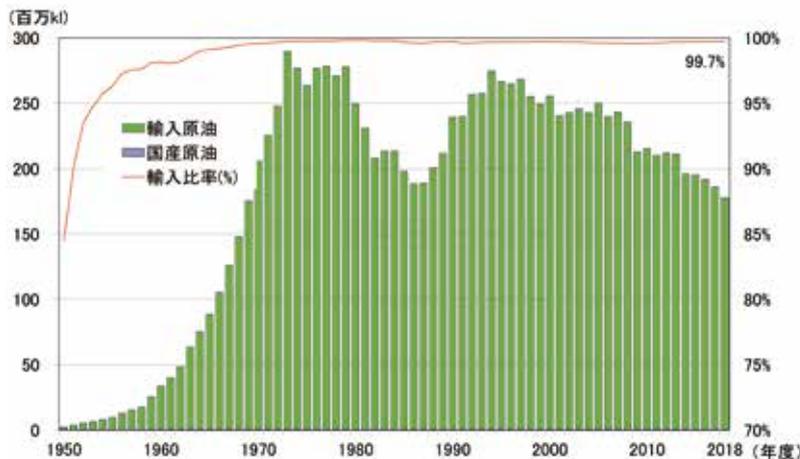
我が国は、二度の石油ショックの経験から原油輸入先の多角化を図り、中国やインドネシアからの原油輸入を増やし、1967年度に91.2%であった中東

【第213-1-3】原油の輸入先(2018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」を基に作成

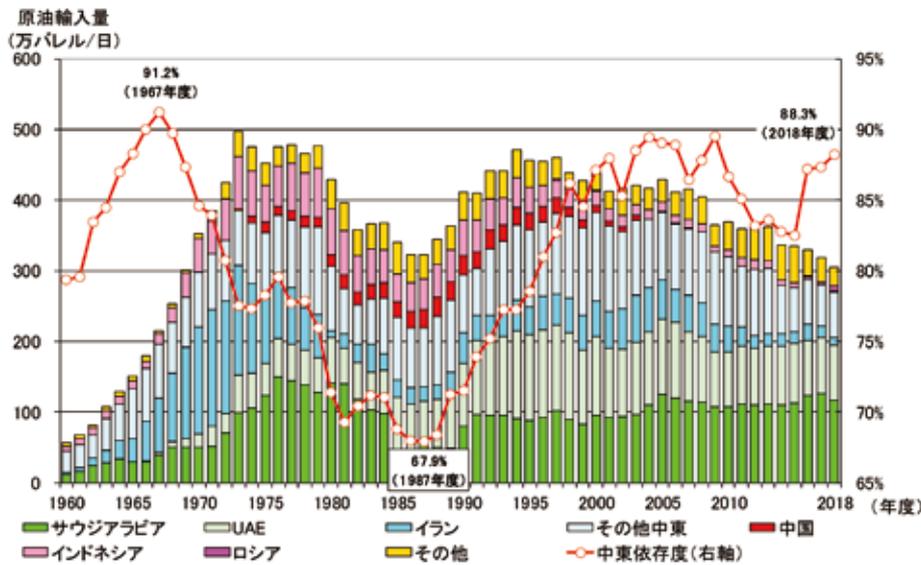
¹⁰ ここでの原油自給率は、日本の海外における自主開発原油は含まれず、日本の原油供給のうち国内で産出された原油の割合を示します。
¹¹ 米国及び欧州OECDの中東依存度については、天然ガス液(Natural gas liquids)を含まない原油(Crude oil)のみの数値を示します。
出典：IEA「Oil Information 2019」

地域の割合を1987年度には67.9%まで低下させました。しかしながら、その後、中東依存度は再び上昇し、2009年度には89.5%に達しました。2010年代に入ると、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、極東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傾向にありました。しかしながら、2016年度には極東ロシアを始めとするアジア地域からの輸入が減少したため、中東依存度は再び増大しはじめ、2018年度は88.3%となってい

ます(第213-1-4)。

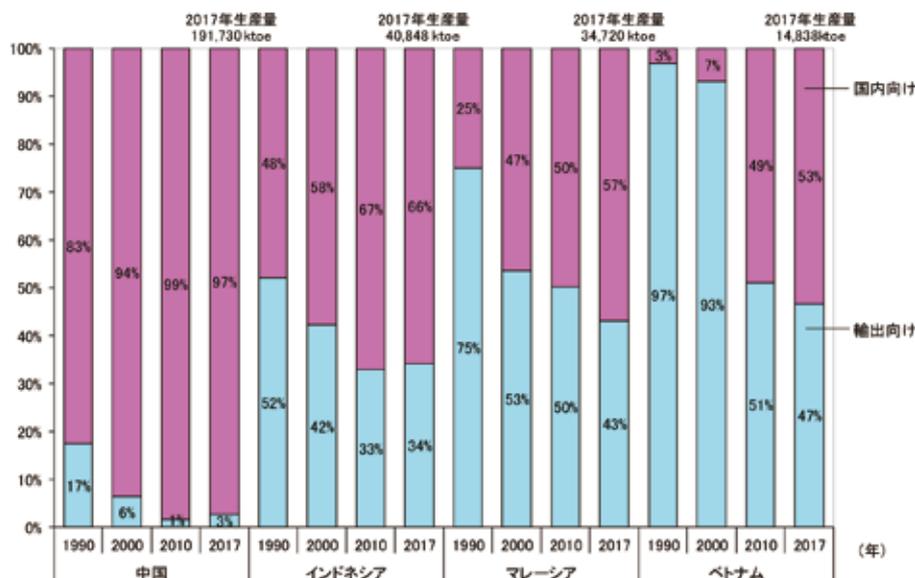
アジアの産油国について、石油需給の動向を見ると、国内の石油需要が増加し、これまで輸出していた原油を国内向けに振り向けた結果、1990年に比べて輸出向けが減少している傾向にあります(第213-1-5)。また、IEAは各加盟国に対して、90日分の石油備蓄を義務付けていますが、2019年3月時点において、我が国は180日分の石油備蓄を保有しています。これは加盟国30か国中9番目であり、平均153.7日より多い日数の備蓄を有しています(第213-1-6)。

【第213-1-4】原油の輸入量と中東依存度の推移



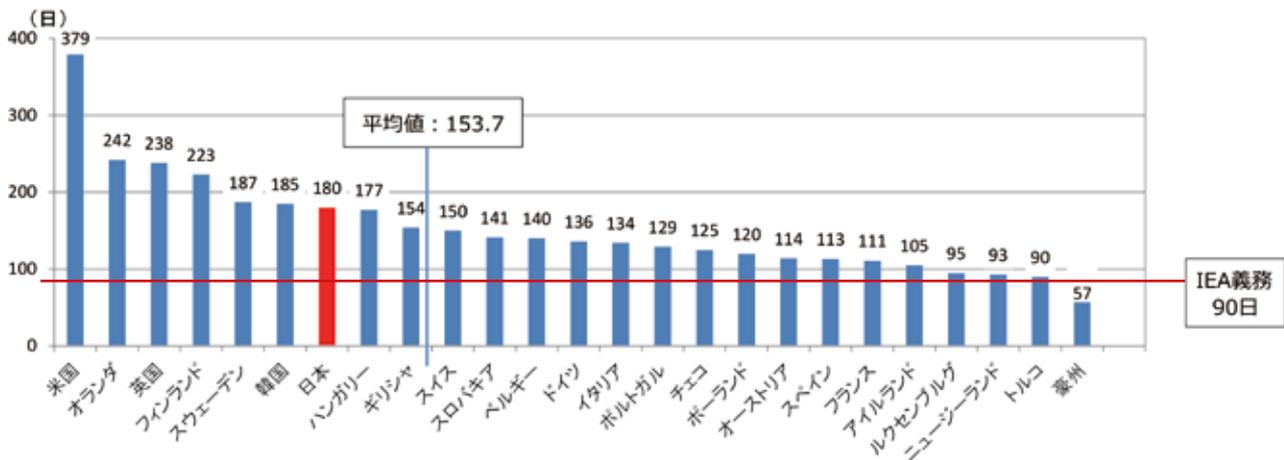
出典：経済産業省「資源・エネルギー統計年報・月報」を基に作成

【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 2019 Edition] を基に作成

【第213-1-6】我が国及びIEA加盟国の石油備蓄日数比較(2018年3月時点)



(注)備蓄義務を負う石油純輸入国27か国のうち、産油量があり純輸入量が少ないため備蓄日数が多く算出されるデンマーク、エストニアを除く25か国を比較した。

出典：IEA「Closing Oil Stock Levels in Days of Net Imports」を基に作成

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、それらの石油製品は国内販売あるいは輸出されています。国内消費向けの石油製品に関しては、輸入されるものもあります。2018年度の石油製品販売量は、燃料油合計で1億6,766万klであり、2000年代に入り減少傾向となっています。油種別販売構成を見ると、B・C重油¹²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、ガソリン、ナフサ、軽油などの消費が増加し、白油化が進んでいます。2018年現在、ガソリン、ナフサ及び軽油の油種別販売量のシェアは、それぞれ、30.2%、26.2%及び20.1%となっています。B・C重油は5.3%まで減少しました(第214-4-1「燃料油の油種別販売量の内訳」参照)。

③原油価格の推移

原油輸入CIF価格は、世界金融危機の影響により2009年初頭には一旦1kl当たり2万5,000円の水準まで急落した後に上昇傾向をたどりましたが、中国経済の先行き不安と供給過剰感などの影響により、2014年秋から急落し、2016年初頭には2万2,000円/kLの水準まで再び低下しました。2016年以降は緩やかな上昇傾向を継続した後、2018年の12月頃から小幅な上昇と下落を繰り返し、2020年1月現在、4万8,000円/kLという水

準です(第213-1-7)。2016年以降、為替は110円/ドル程度を平均としながら若干の変動はあるものの、2020年1月現在、円建て価格、ドル建て価格ともほぼ同様の推移を示しています。

詳細な動向に着目すると、輸入CIF価格は、2009年1月に2万5,000円/kLの水準にまで急落した後、各国による景気刺激策の影響を受け、原油需要の回復期待が高まる中、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年度以降も上昇傾向を継続し、2014年1月には7万5,000円程度まで上昇しました。しかしながら、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。2016年4月以降は世界経済の緩やかな回復に加え、2016年9月のOPEC総会で8年ぶりの減産の方向性が打ち出されたこと、2016年11月の米国大統領選後の円下落などで再び上昇に転じました。2017年前半は低下傾向にありましたが、OPEC諸国その他の協調減産が着実に履行され、2017年9月頃から再び上昇に転じており、2018年10月頃までその傾向が維持されていました。しかしながら、米国によるイラン原油禁輸の適用除外措置発表などの影響により原油価格は2018年12月から下落しました。その後、小幅な動きを繰り返していましたが、米国シェールオイルの増産な

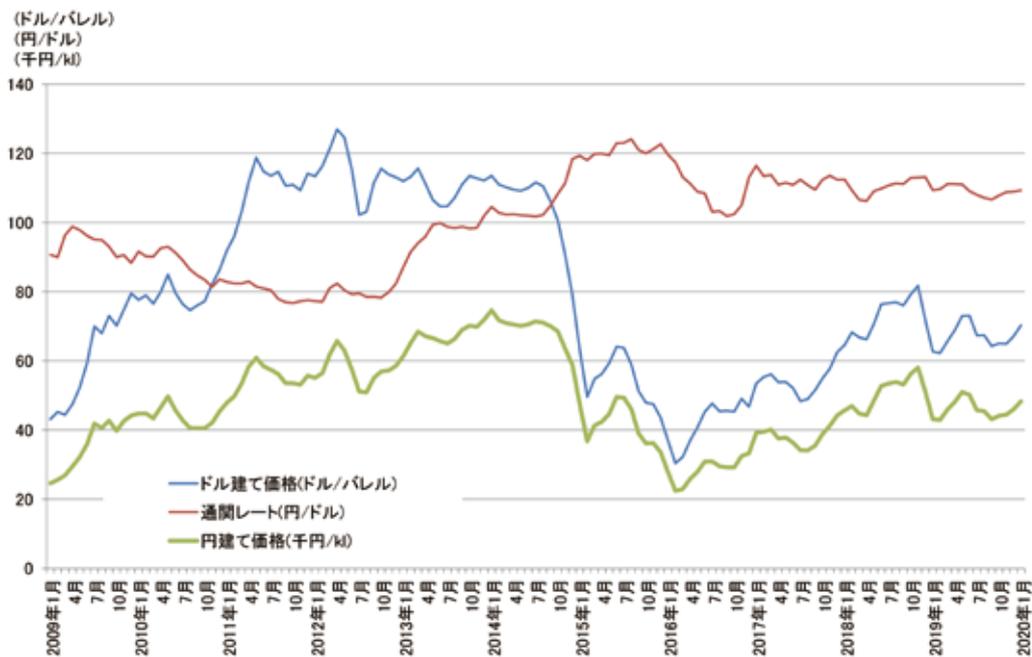
¹² 重油は動粘度の違いにより、A重油、B重油とC重油に分類されています。同じ種類の中ではさらに硫黄分により品質が分類されています。A重油は重油の中では最も動粘度が低く、茶褐色の製品です。用途は、工場の小型ボイラ類をはじめ、ビル暖房、農耕用ハウス加温器、陶器窯焼き用の他に、漁船など船舶用燃料などとしても使われています。C重油は、A重油に比べて粘度が高く、黒褐色の製品です。その用途は、火力発電や工場の大型ボイラ、大型船舶のディーゼルエンジン用の燃料などに用いられています。B重油はA重油とC重油の中間の動粘度の製品ですが、現在ほとんど生産されていません。燃焼用の燃料としては、取り扱い面から、引火点、動粘度、流動点など、燃焼面からは発熱量、硫黄分、水分、水泥分、燃焼後の管理のための灰分などが重要な品質管理項目になっています。

どにより、需給が緩み2019年後半に価格が下落しました。そういった環境下、OPEC及び、非OPEC産油国はさらなる追加減産に合意しました。合意によりOPEC諸国・その他は2020年1月より減産強化を決めていましたが、その矢先に新型コロナウイルス感染症拡大に伴い世界で経済の減速がはじまりました。そのため、OPECは2020年3月に、さらなる減産実施について非OPEC産油国にリコメンドしたものの、ロシアが減産への参加を拒否し、協調減産そのものが決裂・崩壊しました。その後、これまでロシアとの調整を図り、協調減産をリードしてきたサウジアラビアが一転して増産に踏み切ることを表明し、市場は価格競争に突入するとの見方から、原油価格が急落しました。原油価格の急落を受けて、2020年4月にOPECとロシアなど非加盟国(OPECプラス)は協調減産に合意しました。しかし、新型コロナウイルス感染症拡大に伴う都市封鎖(ロックダウン)などで世界の石油需要は急減し、原油の貯蔵能力の限界を超えるとの見方から、2020年4月下旬にはさらに原油価格は急落しています(第213-1-8)。

また、日本の総輸入金額に占める原油輸入金額の割合を見ると、2016年に10%を下回って以降、9%から11%程度の水準が継続しており、2018年度現在、10.8%となっています。これは1990年代後半の平均とほぼ同水準です。この石油輸入額の割合に関しては、

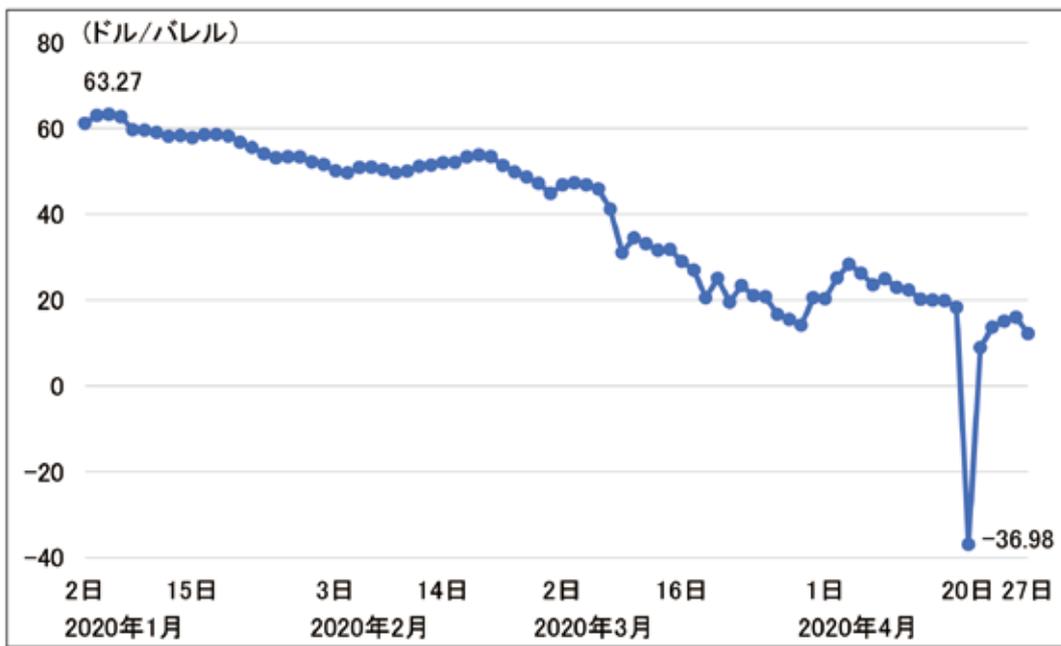
石油ショック以降、減少基調が続き、1986年度以降はおおむね10%程度で推移してきました。石油ショック以後の石油代替政策、省エネルギー政策などを反映して、輸入全体に占める原油の割合が低下し、石油ショック時と比べて原油価格高騰による日本経済への影響は小さくなりました。ただし、2000年代半ばから、国際的な原油価格高騰を受けて、総輸入金額に占める原油輸入金額の割合は再上昇し、2008年度には22.4%まで上昇しました。2009年度には原油価格の急落により、13.9%にまで一旦低下しましたが、2011年度以降は原油価格の上昇と原子力発電停止による発電用需要の増加により、総輸入金額に占める原油輸入金額の割合は再び上昇しました。しかしながら、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3%減少しました。東日本大震災以降初めて減少に転じており、2014年度は総輸入金額に占める原油輸入金額の割合は16.5%となりました。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さらに41%減少し、総輸入金額に占める割合は10.8%となりました。2018年度は前述のようにOPEC諸国の協調減産などの影響により原油価格は上昇し、原油輸入金額も前年度比24.5%増の8兆2,304億円となり、輸入総額に占める割合は10.8%となっています(第213-1-8)。

【第213-1-7】原油の円建て輸入CIF価格とドル建て輸入CIF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】2020年1月以降の米WTI原油スポット価格の推移



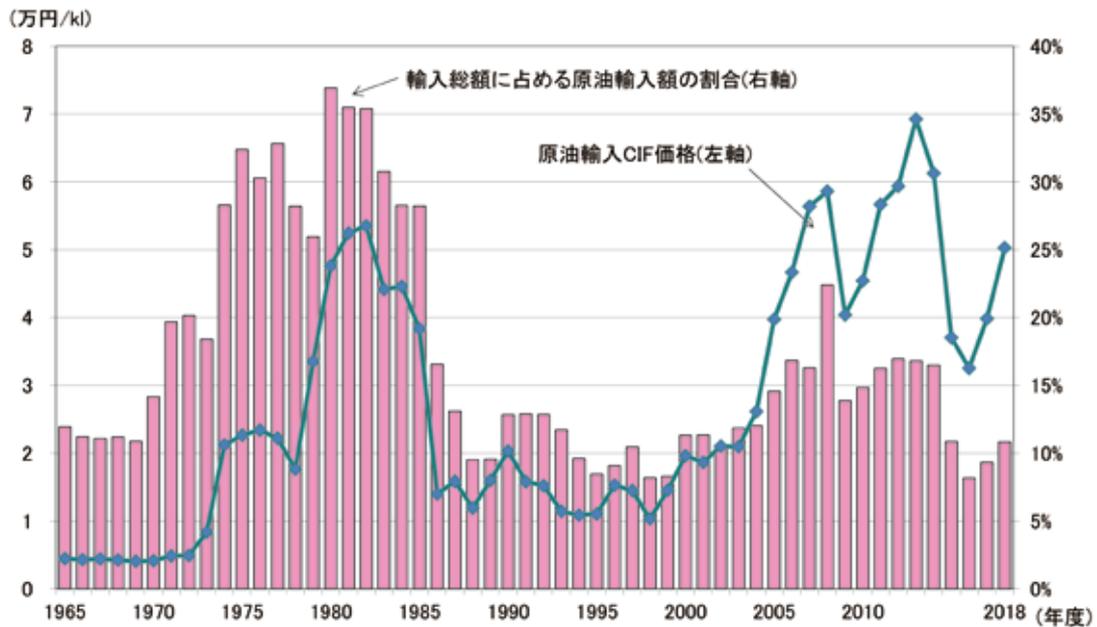
(注1) WTI (West Texas Intermediate)原油は米国の代表的な指標原油。

(注2) オクラホマ州クッシングの原油集積基地渡し価格。

(注3) 4月20日のマイナス価格は、売主がお金を支払い、買主はお金をもらえることを意味する。

出典：米エネルギー省エネルギー情報局のデータを元に作成

【第213-1-9】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」を基に作成

(2) ガス体エネルギー

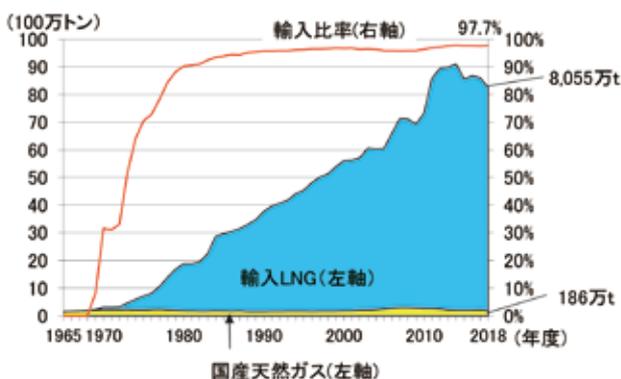
ガス体エネルギーの主なものとしては天然ガスとLPガスがあります。天然ガスは、油田の随伴ガスや単独のガス田から生産され、メタンを主成分としています。常温・常圧では気体であるため、気体のままパイプラインにより輸送するか、マイナス162℃まで冷却して液体にし、液化天然ガス(LNG、Liquefied Natural Gas)としてタンカーなどで輸送するか、いずれかの方法がとられています。天然ガスは、化石燃料の中では相対的にクリーンであるために利用が増えました。また、LPガスは液化石油ガス(Liquefied Petroleum Gas)のことで、油田や天然ガス田の随伴ガス、石油精製設備などの副生ガス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、液体の状態での輸送、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LNG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1.1%にすぎませんでした。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、一次エネルギー国内供給に占める天然ガスの割合は2014年度に過去最高の24.5%に達し、2018年度は22.8%となりました。2018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97.6%であり、全量(8,055万トン)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

【第213-1-10】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

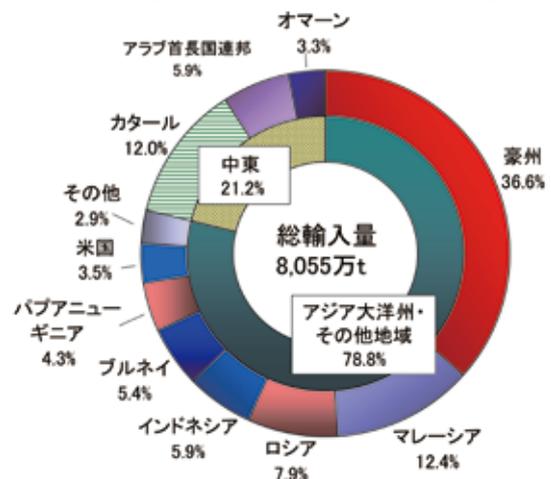
生産量は、2018年度において約27億 m^3 (LNG換算で約186万トン)であり、天然ガスの国内消費量の2.3%を占めています(第213-1-10)。

我が国に対するLNGの輸入先は、2018年度において、豪州、マレーシアなどのアジア大洋州地域とロシア、米国等の中東以外の地域が78.8%を占めており、中東依存度は21.2%と石油と比べて低く、地政学的リスクも相対的に低いといえます。特に、2012年度から最大のLNG輸入先となっている豪州は、新規LNG基地からの輸入が順次開始されており、その割合は2012年度の19.6%から2018年度には36.6%に拡大しています(第213-1-11、第213-1-12)。また、2014年度にはパプアニューギニアからの輸入が、2017年1月には米国からのシェールガスを原料にしたLNG輸入が開始されるなど、供給先の多角化がさらに進展しています。なお、2018年において、世界のLNG貿易の26%を日本の輸入が占めました(第2部第2章 国際エネルギー動向 第222-1-23「世界のLNG輸入」参照)。

(イ) 消費の動向

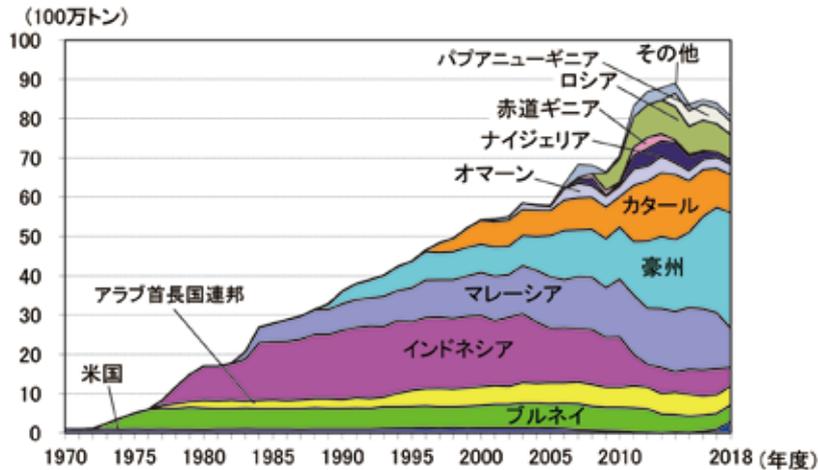
我が国では、2018年度に天然ガスは電力用LNGとして約60%、都市ガス用LNGとして約33%が使われました(第213-1-13)。天然ガスは、一次エネルギーの供給源多様化政策の一環として、その利用が増加してきました。特に2011年3月の東日本大震災以降、原子力発電所の稼働停止を受け発電用を中心に増加しましたが、2014年度に過去最高となった後、2015年度は原子力発電所の再稼働や再生可能エネルギーの普及などにより、減少に転じました。2016年度は、発電電力量の増加や都市ガスの販売量が過去最高を更新したことなどから2年ぶりに増

【第213-1-11】LNGの輸入先(2018年度)



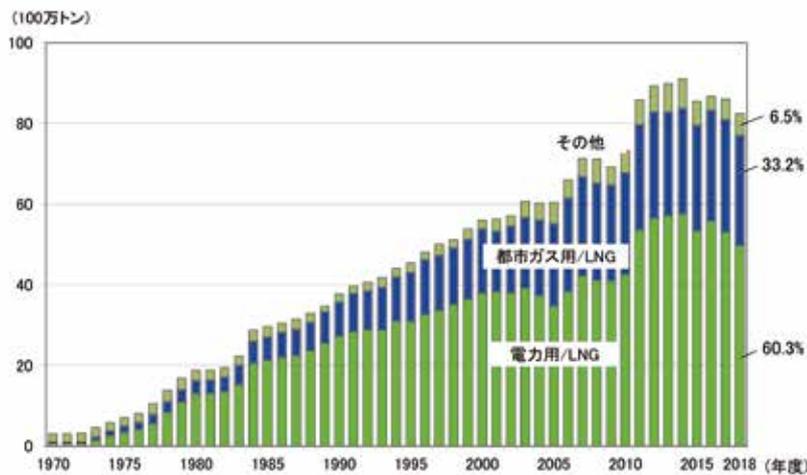
出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

【第213-1-12】LNGの供給国別輸入量の推移



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

【第213-1-13】天然ガスの用途別消費量の推移



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

加しましたが、2017年度、2018年度は発電用が減ったことなどにより2年連続で減少しました。

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)。

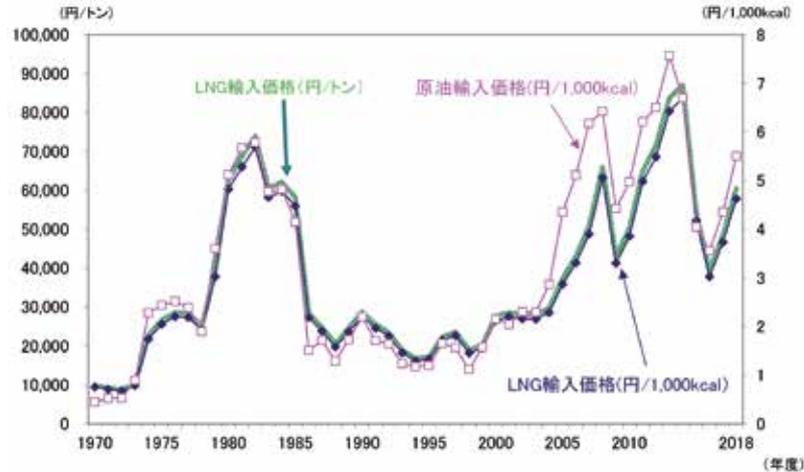
(ウ) LNG価格の動向

我が国のLNG輸入価格は、1969年の輸入開始以来、初期の数年間を除き、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輸入価格も上昇し、1980年代後半に原油価格が下落すると、LNG輸入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輸入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輸入CIF価格も上昇してきました(第213-1-14)。ただし、連動率は概ね65%～90%であり、また一部の日本向けLNG輸入価格は、原油価格変動の影響を緩和するために、Sカーブとい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輸入価格の変化は原油に比べると緩やかになっています。なお、2016年度に開始された米国からのシェールガスを原料にしたLNG輸入は、米国国内のガス市場価格(ヘンリーハブ価格)に連動するものが多く、価格決定方式の多様化につながります。さらに2010年代以降増加しているスポット調達では、原油価格、他ガス価格等の動向を参照しながらも、相対交渉により独自の価格設定がなされるようになっています。

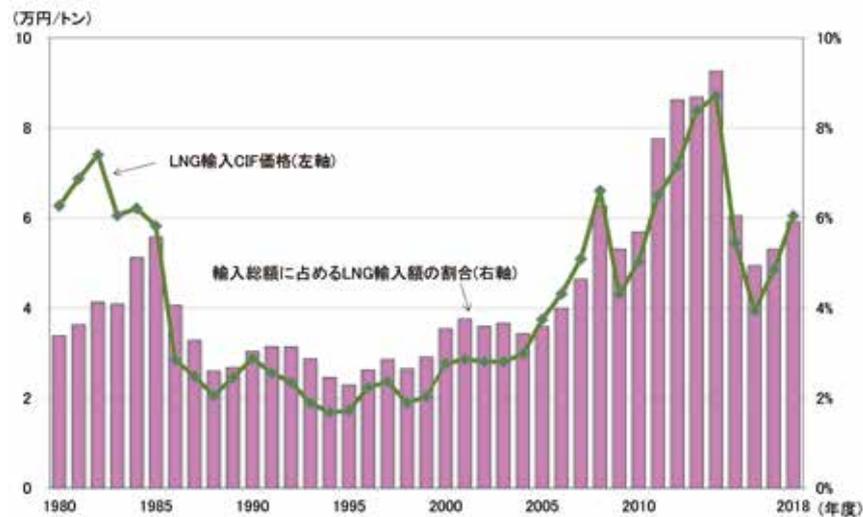
2011～2013年度の間は、原油輸入CIF価格が3年連続で年度平均1バレル当たり100ドル超の水準が続き、円建てLNG輸入CIF価格も2014年度に過去最高を更新

【第213-1-14】LNG輸入CIF価格の推移



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

【第213-1-15】LNGの輸入価格とLNG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」を基に作成

し1トン当たり約8.7万円となりました。2014年度の下期以降、国際原油価格の下落に伴い、円建てLNG輸入価格は低下し、2016年度の円建てLNG輸入価格は約3.9万円と、過去最高であった2014年度の半分以下の水準となりました。2017年度からは国際原油価格が上昇に転じたことに伴い、2018年度の円建てLNG輸入価格も上昇し、1トン当たり約6.0万円となりました。2019年度は再び原油価格が減少に転じ、また原油価格に連動しない米国産LNG・スポットLNG増加の影響もあり、1トン当たり5万円台に下がっています。

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輸入価格の低下に伴い、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輸入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稼働停止に伴い、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。2016年度は、LNGの輸入量は増加したものの、それ以上に円建てLNG輸入価格が低下したことにより、LNG輸入金額は前年度より27%減少し、輸入総額に占める割合は4.9%に低下、2007年度以来9年ぶりに5%を下回りました。2017年度は、LNGの輸入量は減少したものの、それ以上に円建てLNG輸入価格が上昇したことにより、LNG輸入金額は前年度より22%増加し、輸入総額に占める割合は5.3%に上昇しました。2018年度も前年の傾向が引き続き、LNGの輸入総額に占める割合は5.9%まで上昇しました(第213-1-15)。

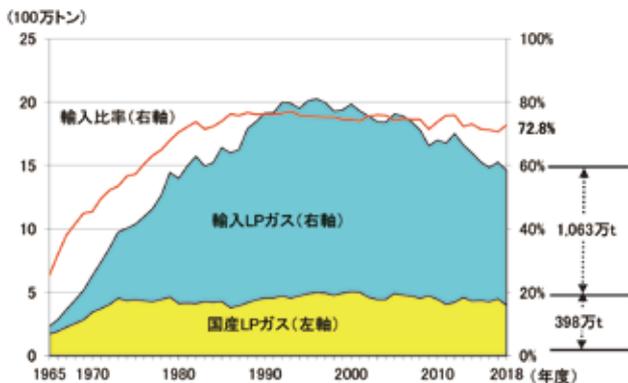
②LPガス

(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、1980年代まで年々輸入の比率が高まりました。2010年代の輸入比率は緩やかな減少傾向にあり、2017年度の輸入比率は供給量の70.6% (1,075万トン) まで下がりましたが、2018年度は国産LPガスの生産が1980年台半ば以来約30年ぶりに400万トンを割り込んだこともあり、輸入比率は供給量の72.8% (1,063万トン) と前年から増加となりました(第213-1-16)。

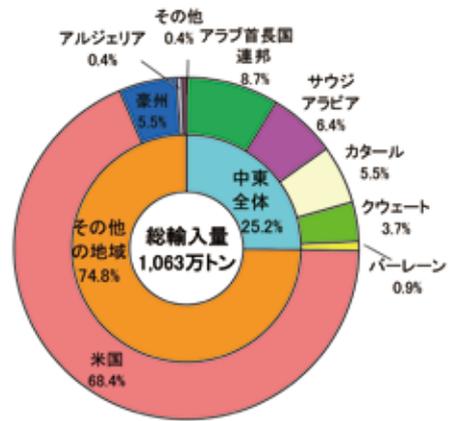
2018年度における我が国のLPガスの主な輸入先は、アラブ首長国連邦、サウジアラビア、カタール、クウェートなどの中東諸国及び米国、豪州でした。2013年に米国から、シェールガス・シェールオイル開発に伴って生産されるLPガスの輸入が開始されたことにより、LPガス全体の輸入量が減少傾向にある中で、米国からの輸入量は7年連続で最も増加し、そのシェアは2011年度の0.8%から、2018年度には68.4%へと急拡大しました。シェール革命に加え、2016年6月に新パナマ運河が開通したことで、大型LPG船の通航が可能になったことも追い風となっています。米国は2015年度にはアラブ首長国連邦、カタールを抜き、最大の輸入先となっています。その結果、LPガス輸入の中東依存度は2011年度の86.6%から、2018年度には25.2%へと低下しています(第213-1-17)。

【第213-1-16】LPガスの国産、輸入別の供給量



(注)「国産LPガス」は、製油所の数値。
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213-1-17】LPガスの輸入先(2018年度)

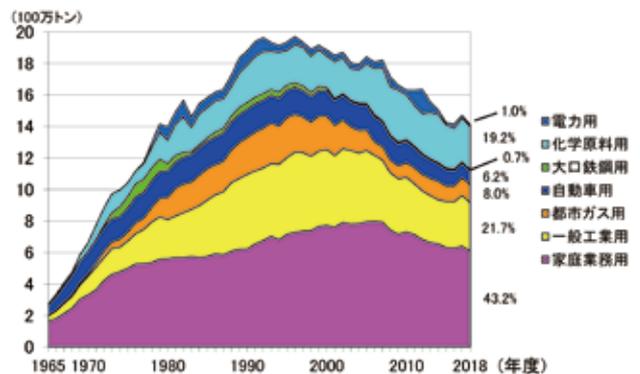


出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

(イ)消費の動向

LPガスの消費は、1996年度に過去最高の1,970万トンとなった後、燃料転換などにより減少傾向が続きました。2017年度には厳冬により給湯・暖房需要が増加したことで5年ぶりに増加したものの、2018年度には再び減少に転じ、消費量は1,411万トンと1996年度から28%減少して1979年度並みの水準になっています。2018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43.2%を占めました。次いで一般工業用が21.7%、化学原料用が19.2%と大きなシェアを持ち、都市ガス用(8.0%)、自動車用(6.2%)と続きます(第213-1-18)。

【第213-1-18】LPガスの用途別消費量の推移



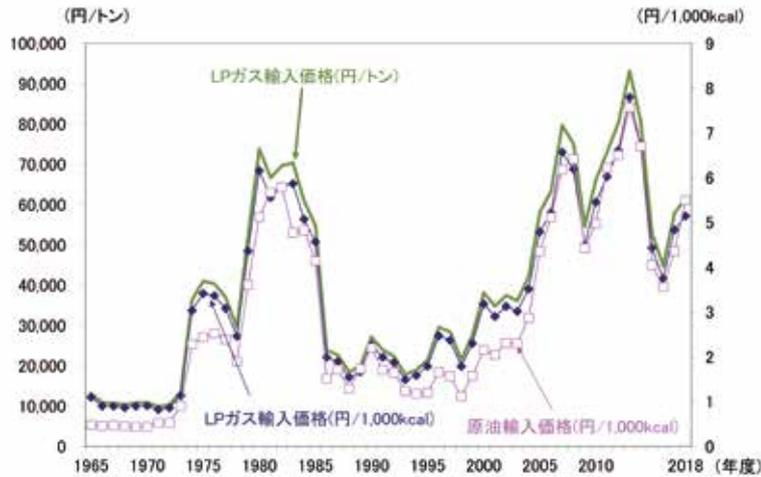
出典：日本LPガス協会資料を基に作成

(ウ)LPガス輸入価格の動向

日本のLPガス輸入価格は、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¹³に大きく左右される構造となっていました。しかし、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ガスの輸入も活発

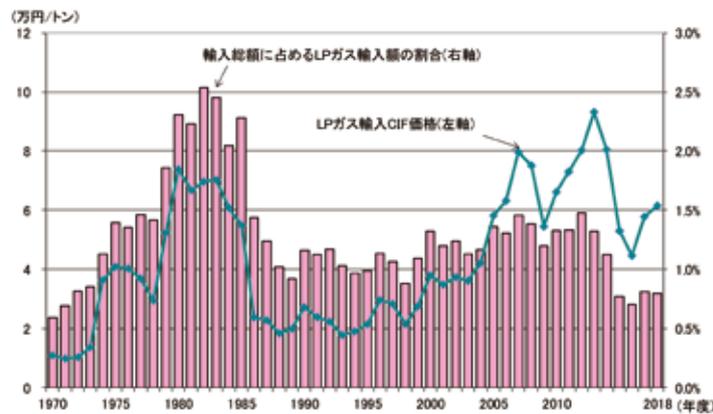
13 サウジアラムコ社の通告価格とはコントラクトプライス(CP)と呼ばれ、サウジアラムコ社が、原油価格やマーケット情報を参考にしながら総合的に判断し、決定します。日本を含めた極東地域に輸入されるLPガスについては、サウジアラビア以外の産ガス国も多くがこのCPにリンクしています。

【第213-1-19】LPガス輸入CIF価格の推移



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

【第213-1-20】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



出典：財務省「日本貿易統計」、(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」を基に作成

化しています。2010年度以降の原油価格高騰とともに、2013年度のLPガス輸入(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、2016年度には44,734円/トンまで低下しました。2017年度から国際原油価格が上昇に転じたことに伴いLPガス輸入価格も上昇し、2018年度は61,534円/トンとなりました(第213-1-19)。

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1980年代には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、2016年度はLPガス輸入価格の低下と輸入量の減少に伴い、1971年度以来の低水準となる0.7%まで低下していましたが、2017年度はLPガス輸入価格の上昇と輸入量の増加に伴い、0.8%に上昇しました。2018年度はLPガス輸入価格

が引き続き上昇したものの、輸入量が減少したため、総輸入金額に占めるLPガスの輸入金額の割合は前年並みの0.8%となりました(第213-1-20)。

(3)石炭

①供給の動向

2018年度、我が国は、石炭の国内供給のほぼ全量(99.5%)を海外からの輸入に依存しました(第213-1-21)。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¹⁴の生産がゼロになり、国内一般炭¹⁵の生産量は減少で推移しました。2000年代以降国内一般炭の生産量は年間120万トン程度の横ばいで推移してきましたが、2018年度は96万トンまで減少しました。国内一般炭のほとんどが発電用として消費されています。

¹⁴ 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。

¹⁵ 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。

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1億トンを超え、その後も、一般炭を中心に増加し、現在は2億トン近い水準となっています。2018年度は輸入原料炭が6,879万トン、輸入一般炭が1億1,369万トンとなり、無煙炭¹⁶を合わせた石炭輸入量合計は1億8,853万トンとなっています。同年度の一般炭の輸入先は豪州が71.6%を占めており、次いでインドネシア(11.4%)、ロシア(11.1%)、米国(2.8%)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45.6%を占めており、次いでインドネシア(22.3%)、米国(13.0%)、カナ

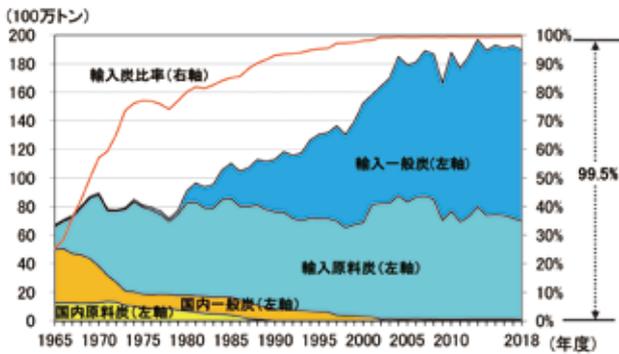
ダ(9.9%)、ロシア(5.6%)からの輸入がこれに続きました(第213-1-22)。

②消費の動向

我が国の2018年度の主な業種における石炭消費は、電気業が1億1,056万トンと最も多く¹⁷、次いで鉄鋼業が5,533万トンとなっています(第213-1-23)。

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、第二次石油危機

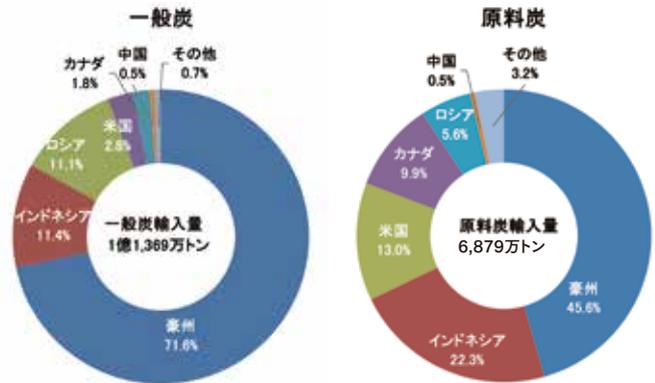
【第213-1-21】国内炭・輸入炭供給量の推移



(注) 国内一般炭には国内無煙炭、輸入一般炭には輸入無煙炭をそれぞれ含む。

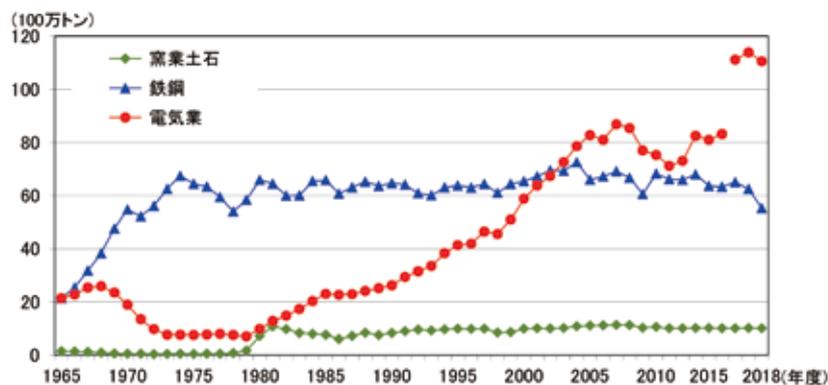
出典：2000年度までは経済産業省「エネルギー生産・需給統計年報」、2001年度から財務省「日本貿易統計」、石炭エネルギーセンター「炭鉱別石炭生産月報」を基に作成

【第213-1-22】石炭の輸入先(2018年度)



出典：財務省「日本貿易統計」を基に作成

【第213-1-23】石炭の用途別消費量の推移



(注) 2016年度以降の電気業は、小売業参入の全面自由化に伴う電気事業類型の見直しにより、調査対象事業者が変更されている。

出典：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年度以降同「石油等消費動態統計年報」、「電力調査統計年報」を基に作成

¹⁶ 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。

¹⁷ ただし、小売業参入の全面自由化に伴う電気事業類型の見直しにより、2016年度以降は電気業以外の消費量との重複を一部含みます。

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、電気業が最大の石炭消費部門となりました。2009年度以降、世界的不景気や、「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2011年度は東日本大震災で一部の石炭火力発電所が被災したことから発電用石炭消費は減少しました。2012年度以降、被災石炭火力の復旧と新設により石炭消費量は再び増加しました。

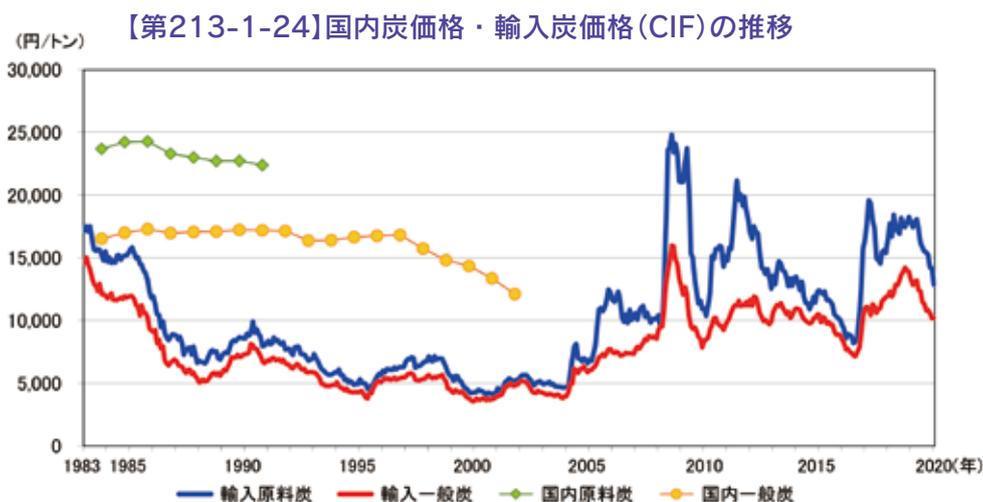
鉄鋼業における石炭消費量は、1960年代後半から1970年代前半にかけて、経済成長に伴い2,000万トンから6,800万トンまで増加しました。その後、1970年代後半は減少が続きましたが、1980年代以降は6,000万トン台で推移し、2002年度及び2004年度は7,000万トン台となりました。2009年度には世界金融危機により銑鉄生産が停滞し石炭消費が減少しましたが、その後は再び6,000万トン台で推移しました。2018年度は鉄鋼需要の停滞から銑鉄生産が減少し、石炭消費は前年度比12%減となり、6,000万トンを割り込みました。

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。中国等の需要増加により、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、中国の需要低迷等が原因で、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等により、石炭価格は原料炭、一般炭ともに急騰しました。原料炭の輸入価格は2017年3月には5年ぶりに2万円/トン付近まで上昇し、その後は反動減があったものの再び上昇し、2019年5月まで1.7～1.8万円/トン台で推移しました。しかし、生産、輸出が順調であるなか、需要の伸びは鈍化したことから、2020年1月までに1.2万円/トン近くまで下落しました。一般炭の輸入価格は2016年12月以降、1万円/トンを超える水準となっています。この間、2018年10月には1.4万円/トンを超えるまで上昇し、2020年1月時点では1.1万円/トンとなりました。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213-1-24)。

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、その後低下したものの、近年は再び上昇が続いており、2018年度は3.3%となりました(第213-1-25)。



(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

¹⁸ 1995年の「電気事業法(昭和39年法律第170号)」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213-1-25】石炭の輸入額と石炭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」を基に作成

2. 非化石エネルギーの動向

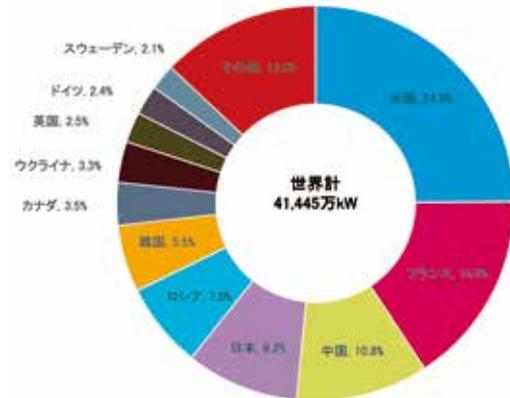
(1) 原子力

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」)7基のうち、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号機について、さらに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。また、2018年3月には関西電力大飯発電所1、2号機が、5月には四国電力伊方発電所2号機が、12月には東北電力女川原子力発電所1号機が運転を終了しました。さらに、2019年4月には九州電力玄海原子力発電所2号機が、9月には東京電力福島第二原子力発電所1～4号機が運転を終了しました。

我が国は、米国、フランス、中国に次ぎ、世界で4番目の設備能力を有しており(2019年1月現在の原子力発電設備容量)、ロシア、韓国、カナダがこれに続

【第213-2-1】世界の原子力発電設備容量(2019年1月現在)



出典：日本原子力産業協会「世界の原子力発電開発の動向 2019年版」を基に作成

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号機が定期検査のため停止したことで、1970年以来、42年ぶりに国内すべ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、国内すべ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1、2号機に関する原子力規制委員会による新規制基準(2013年7月8日施行)適合性審査がそれぞれ2015年3月、5月に完了し、9月には1号機が、11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。その後、2016年2月には関西電力高浜発電所3号機が、2017年6月には4号機が、また、2016年9月には四国電力伊方発電所3号機が再稼働し、

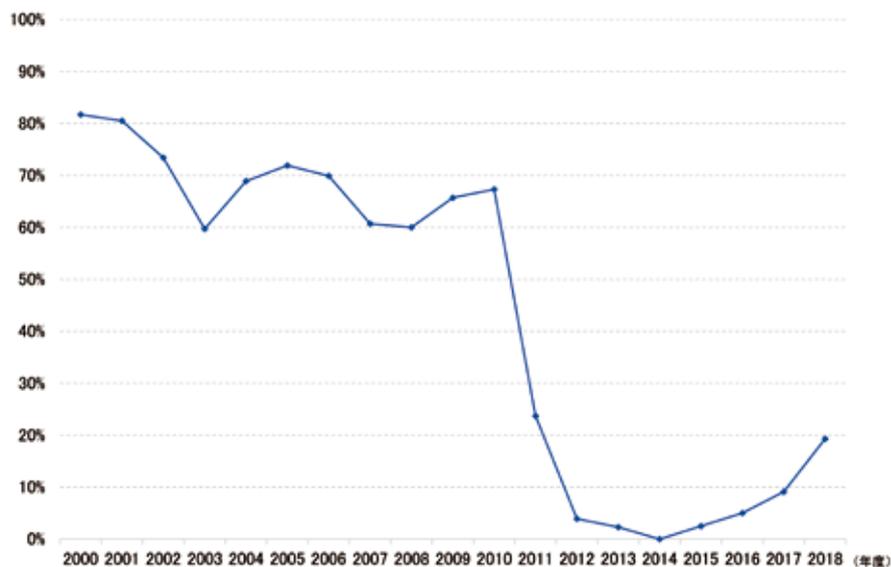
さらに2018年4月には関西電力大飯発電所3号機が、5月には九州電力玄海原子力発電所3号機が、6月には大飯発電所4号機が、7月には玄海原子力発電所4号機が再稼動しています。さらに2020年3月末現在、東京電力ホールディングス柏崎刈羽原子力発電所6、7号機、関西電力高浜発電所1、2号機、関西電力美浜発電所3号機、日本原子力発電東海第二発電所、東北電力女川原子力発電所2号機について、原子力規制委員会により、新規制基準に係る設置変更の許可がなされています。関西電力高浜発電所3、4号機は、2016年3月に大阪地方裁判所が運転の停止を求める仮処分を決定したため一時的に運転を停止しましたが、2017年3月末には大阪高等裁判所が関西電力の主張を認め仮処分命令の取消しを命じ、6月には4号機が、7月には3号機が営業運転を開始しました。また、2017年12月には広島高等裁判所での抗告審において、定期検査中であった四国電力伊方発電所3号機について、運転差止めを命じる仮処分が決定されました。この仮処分は2018年9月に同裁判所での異議審で取り消され、11月には営業運転を開始しました。しかし、2020年1月に上述した裁判とは別に申し立てられた広島高等裁判所での抗告審において、定期検査中であった四国電力伊方発電所3号機について、本案訴訟の判決が言い渡されるまでの運転差止めを命じる仮処分が決定されました。これに対し、四国電力は、仮処分の執行停止及び保全異議の申し立てを行っています。2020年3月末現在、7原子力発電所11基の新規制基準への適合性審査を申請中です。その他、原子力発電所の特定重大事故等対処施設については、本体施設等の工事計画認可から5年以内に設置することが求められているところ、九州電力川内原子力

発電所1号機については、設置期限内に完成することができない見通しを得たことから、設置期限前の2020年3月16日に運転を停止し、定期検査に入りました。

また、2012年に「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和32年法律第166号)」(以下、「原子炉等規制法」という。)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状況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っています。2015年4月には関西電力高浜発電所1、2号機の、11月には関西電力美浜発電所3号機の、また、2017年11月には日本原子力発電東海第二発電所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、11月には関西電力美浜発電所3号機の運転期間延長が認可され、2018年11月には日本原子力発電東海第二発電所の運転期間延長も認可されました。

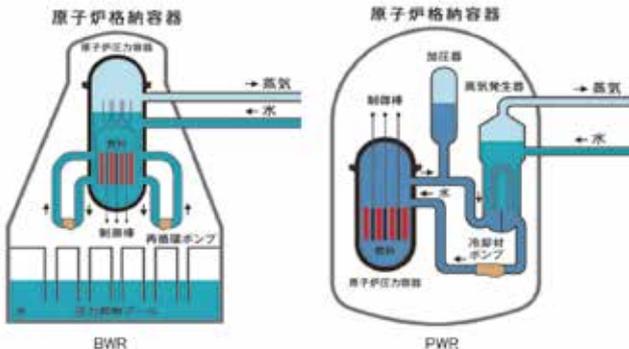
原子力発電の発電電力量に占めるシェアは、2010年度に25.1%でしたが、2011年度に9.39%、2012年度に1.5%、2013年度に0.9%となり、2014年度は原子力発電所の稼働基数ゼロに伴い0%となりました。その後再稼動が進んだため、2017年度に3.1%、2018年度に6.2%となっています。また、原子力の設備利用率は、2010年は67.3%でしたが、2013年に2.3%、2014年に0%まで低下した後、2015年に2.5%、2016年に5.0%、2017年に9.1%、2018年に19.3%となっています(第213-2-2)。

【第213-2-2】日本の原子力発電設備利用率の推移



出典：IAEA「Power Reactor Information System (PRIS)」を基に作成

【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」を基に作成

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)。

2020年3月現在の日本国内のBWRとPWRは建設中のものを含めそれぞれ20基及び16基、その他の形式

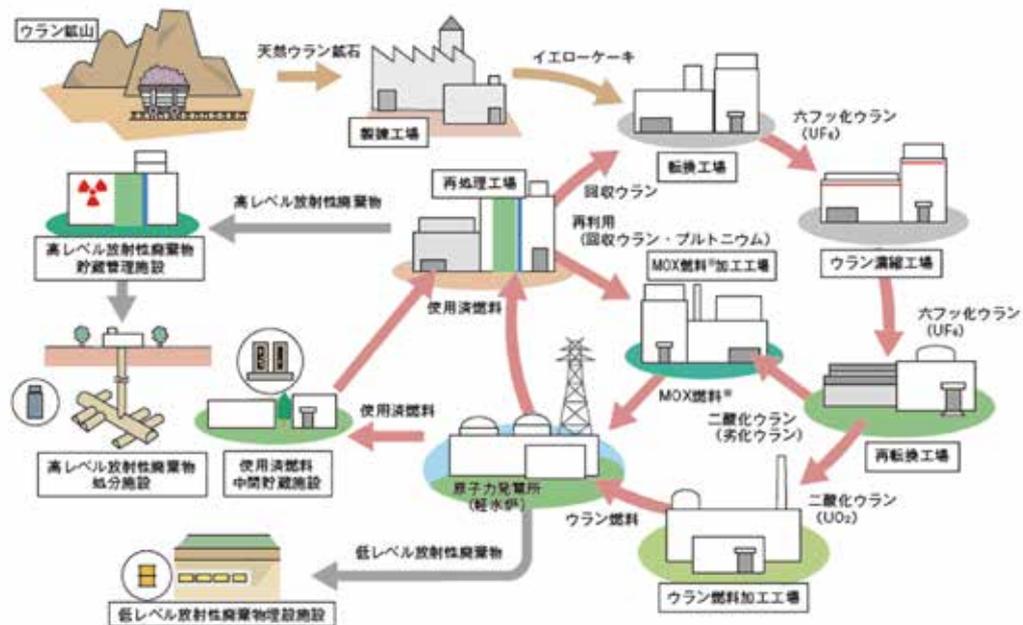
の原子炉としては、日本原子力研究開発機構(JAEA)の「もんじゅ」や、大学やJAEAが所有する「常陽」などの試験研究用原子炉などがあります。なお、「もんじゅ」は、2016年12月に政府より廃止措置へと移行が決定され、2018年3月の廃止措置計画の認可を受けたのち、2018年8月からは燃料取出し作業が進められています。

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混合酸化物燃料(MOX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の方針としています(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」

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。

(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。併せて、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ています。

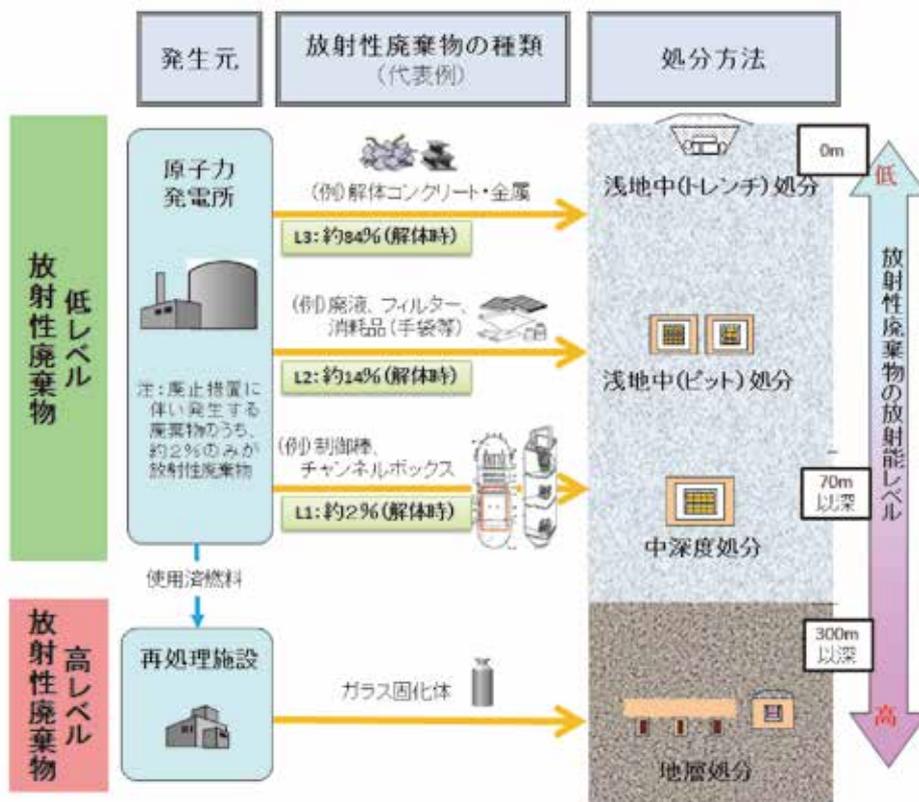
(i)放射性廃棄物の処分

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長半減期低発熱放射性廃棄物(TRU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70m以深)への処分(中深度処分)、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)。

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、2019年3月末、全国の原子力施設(原子炉施設、加工施設、再処理施設、廃棄物埋設・管理施設、核燃料物質使用施設)において、容量200Lドラム缶に換算して約116万本分の貯蔵となりました。また、使用済燃料プール、サイト банка、タンク等には、使用済制御棒、チャンネルボックス、使用済樹脂、シュラウド取替により発生した放射性廃棄物の一部等が保管されています。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、2020年3月時点で、約31万本のドラム缶を埋設処分しています。加えて、日本原子力研究所(現 日本原

【第213-2-5】放射性廃棄物の種類と概要



出典：資源エネルギー庁

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。

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、2019年12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2,492本が国内(青森県六ヶ所村、茨城県東海村)で貯蔵されています。また、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すべて再処理しガラス固化体にした本数に換算すると、約23,750本相当が発生しています。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)」(以下、「最終処分法」という。)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、2002年から文献調査の受入れ自治体の公募を開始しましたが、現在まで文献調査の実施に至っていません。このため、経済産業省は、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、科学的に適性が高いと考えられる地域を国から提示するなど、国が前面に立って取組を進めることとしました。そして2017年7月、最終処分関係閣僚会議を経て、火山や断層などといった、処分地選定で考慮すべき科学的特性を全国地図の形で示した「科学的特性マップ」を公表しました。科学的特性マップ公表後は、地層処分という処分方法の仕組みや我が国の地下環境等に関する国民の皆さまの理解を深めていただくため、マップを活用した全国各地での説明会を実施するなど全国的な対話活動に取り組んでいます。また、マップ公表から2年が経過し、総合資源エネルギー調査会(放射性廃棄物ワーキンググループ)での議論を経て、2020年目途に関心グループを現在の約50グループから倍増させていくことに加え、処分事業をより具体的に考えていただけるよう、処分事業に伴う地域発展イメージを共有し、実際に調査を実施する地域が出てくれば、その発展に最大限貢献していく等の当面の取組方針を取りまとめました。引き続き、

この方針を踏まえ、複数地域での文献調査の実施に向けて、一歩ずつ着実に取り組んでいきます。

(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・管理することをいいます。

我が国では、青森県むつ市において、使用済燃料を貯蔵・管理する法人である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、2021年度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、ロシアや中国などの諸外国において、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実証炉(ASTRID)計画及びナトリウム冷却高速炉の開発に関する一般取決めに署名し、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規模に到達しました。その後、遠心分離機を順次新型遠心分離機に置き換えるため、2010年3月から導入初期分、年間75トンSWUの更新工事を行い、前半分は2012年3月に、後半分は2013年5月に、それぞれ年間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、2015年8月の認可によって暫定的に全工程の稼動が可能となった後、2017年5月に正式に審査が完了しました。既設遠心機の一部の生産機能停止によって、現在の施設規模は年間450トンSWUとなっており、今後、段階的にすべてを新型遠心機に更新することとしています。また、2017年9月から、安全性向上工事や新型遠心機への更新工事などのため、年間75トンSWU分について、生産運転を自主的に一時停止しています。今後は2027年度までにRE-2の残り年間375トンSWUについて、段階的に新型遠心機の更新工事等を行い、最終的には年間

1,500トンSWU規模を達成する計画です。

(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いいます。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月に事業者が行うすべての試験を終了しました。また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、2020年5月には同委員会により事業変更許可手続の審査書案が了承されました。引き続き、設計及び工事の方法の認可を含めた審査への対応、並びに安全対策工事を進めています。

(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いいます。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月に竣工すべく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

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。

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、2022年度上期の竣工を目指しています。

(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年から毎年「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年から、「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竣工し、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。また、プルトニウム管理については2018年7月3日のエネルギー基本計画において、プルトニウム削減に取り組むことが記載されました。加えて、同月31日、原子力委員会が「我が国におけるプルトニウム利用の基本的考え方」を改訂し、プルトニウム保有量を減少させる等の方針を打ち出しました。

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(HEU)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、また日米首脳間の共同声明で、日本原子力研究開発機構の高速炉臨界実験装置(FCA)からHEUとプルトニウムを全量撤去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、FCAからの燃料の撤去予定を大幅に前倒しして完了したこと、さらに現在HEU燃料を利用している京都大学臨界集集体実験装置(KUCA)を低濃縮ウラン(LEU)燃料利用の原子炉に転換し、すべてのHEU燃料を米国に移送することなどを発表しました。

③原子力施設の廃止措置

廃止が決定された原子力発電所の廃止措置は、事業者が作成し規制機関の認可を受けた廃止措置計画に基づき実施されます。廃止措置の主な手順としては、「原子炉の解体」を中心として主に4つのステップがあります(第213-2-6)。使用済燃料の搬出のほか、放射性物質を多く含むものは放射線を出す能力が徐々に減る性質を利用して、時間を置いてその量を減らしたり(安全貯蔵)、一部の放射性物質を先に取り除いたり(汚染の除去)して、規制に基づいて解体を進め、丁寧に放射性物質を取り除いていきます。規制機関により廃止措置の終了が確認された後の敷地は、原子力発電所用地として引き続き有効に利用することが重要、との方針が国によって示されています。

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きました。こうした状況を踏まえ、2005年5月に原子炉等規制法を改正して、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50万トンとなり、これらの廃棄物を適正に処分していくことが重要です。

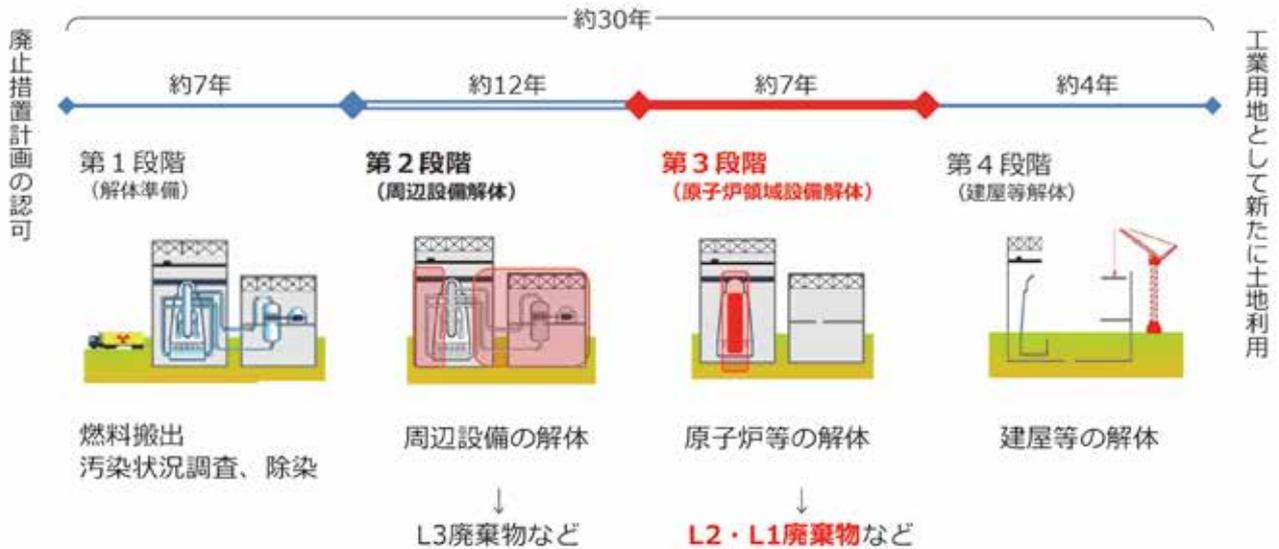
運転中・解体中に発生する廃棄物の中には、安全上「放射性物質として扱う必要のないもの」も含まれています。これらは、放射能を測定し安全であることを確認し、国のチェックを受けた後、再利用できるものはリサイクルし、できないものは産業廃棄物として処分することとしています。国によるチェックが行われた後、放射性廃棄物として適切に処理処分する必要がある低レベル放射性廃棄物の量は、各電力会社が2018年末に策定した「廃止措置実施方針」によると、57プラント合計で約49万トン（総廃棄物重量の約2%）と試算されました。この中には炉内構造物などの「放射能レベルの比較的高いもの」が約8,000トン（総廃棄物重量の約0.04%）、コンクリートピットを設けた浅地中への処分が可能な「放射能レベルの比較的低いもの」が約8万トン（総廃棄物重量の約0.3%）、また、堀削した土壌中への埋設処分（浅地中トレンチ処分）が可能な「放射能レベルの

極めて低いもの」が約40万トン（総廃棄物重量の約1.9%）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・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月に廃止届が提出されました。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号機が廃止となり、以後、各事業者の判断で廃炉が決定されています。

【第213-2-6】原子力発電所の廃止措置の流れ



出典：2019年4月23日「総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会原子力小委員会」

(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の開発及び導入の促進に関する法律(昭和55年法律第71号)」(以下、「石油代替エネルギー法」という。)に基づく石油代替政策に端を発しており、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。

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・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・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、2018年度には37.6%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79.9%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2012年度には91.5%まで上昇しました。その後、化石燃料全体の依存度は低下し、2018年度には85.5%になりました。

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、併せて「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(平成14年法律第62号)」(以下、「RPS法」という。)に基づき、RPS(Renewables Portfolio Standard)制度²²を開始し、電気分野における再生可能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(FIT)制度を導入し、再生可能エネルギーの大幅な導入拡大を進めています。2017年4月にはこの固定価格買取(FIT)制度が改正され、設備に代わり事業計画を確認する制度となったことで、適切なメンテナンス等を事業者に課すようになりました。固定価格買取(FIT)制

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。

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、2018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2.3倍に増加しています。

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、2018年度で5,337万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(FIT)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。その後太陽光発電の買取価格が引き下げられていることなどにより、2015年度以降の出

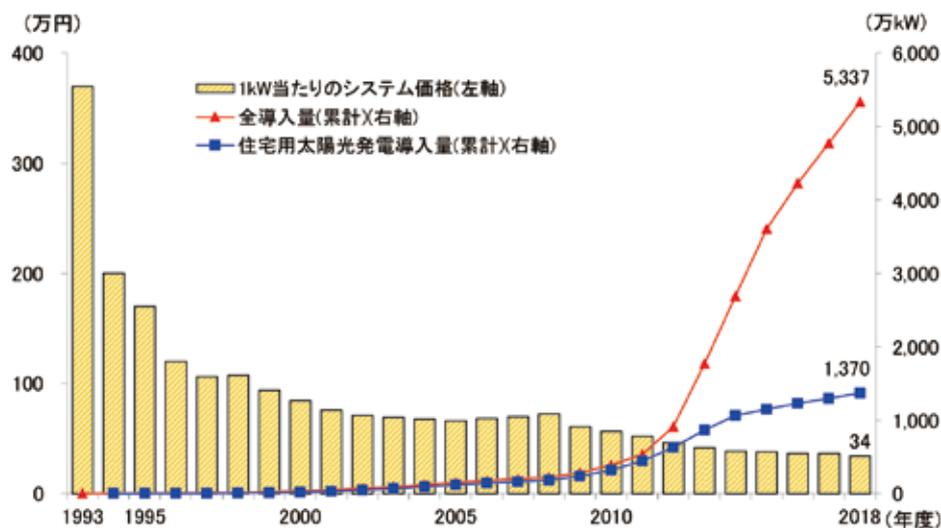
荷量は減少傾向にありましたが、太陽電池の価格が低下したこと、新規発電事業の認定が進んだことにより、2019年度の出荷量(12月まで)は前年度同期を上回りました(第213-2-8)。

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。その後ドイツの導入量を再び追い抜いた一方で、中国、米国の導入量が急速に増加しており、2018年末では世界第3位の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、さらに中国を始めとするアジアの企業が生産を拡大した結果、2018年時点では、生産量は世界第4位、世界の太陽電池(モジュール)生産量に占める割合は1%となりました。なお、生産量が第1位の中国は73%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してみると、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、2019年度(12月まで)では17%となりました(第213-2-11)。

一方で、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)。特に九州、四国地域では需要に比して大規模な導入が進んでおり(第213-2-13)、近年は太陽光発電のピーク時にエリア内電力需要(1時間値)の8割以上

【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



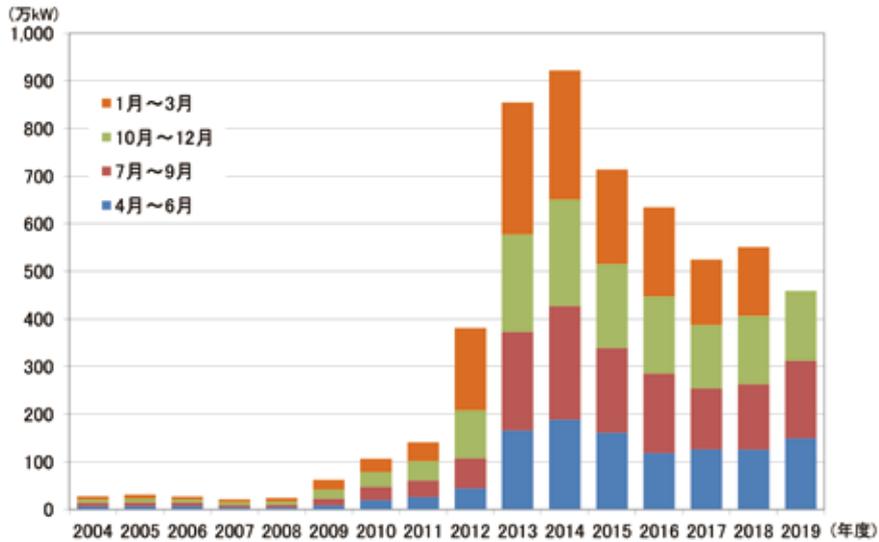
(注)システム価格は住宅用(10kW未満)の平均値。

出典：システム価格は経済産業省資源エネルギー庁資料を基に作成、国内導入量は2014年度まで太陽光発電普及拡大センター資料、2015年度以降は資源エネルギー庁「固定価格買取(FIT)制度 情報公開用ウェブサイト」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。

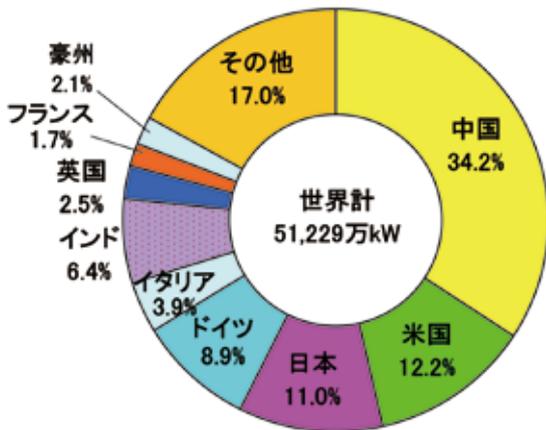
【第213-2-8】太陽電池の国内出荷量の推移



(注) 2019年度は4月から12月まで。

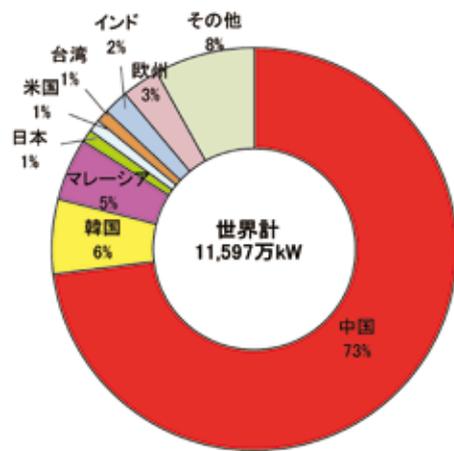
出典：太陽光発電協会資料を基に作成

【第213-2-9】世界の累積太陽光発電設備容量 (2018年)



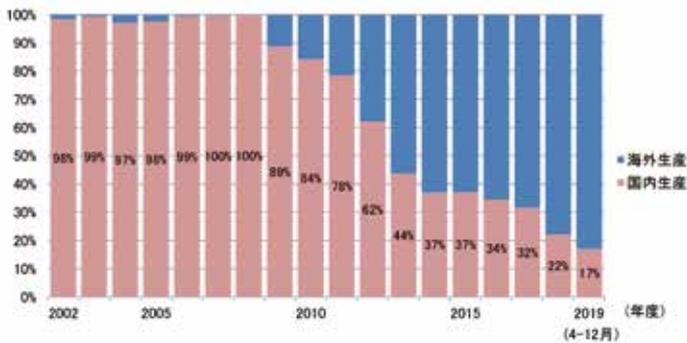
出典：IEA Photovoltaic Power Systems Programme「Trends in Photovoltaic Applications 2019」, 「2019 Snapshot of Global PV Markets」を基に作成

【第213-2-10】世界の太陽電池 (モジュール) 生産量 (2017年)



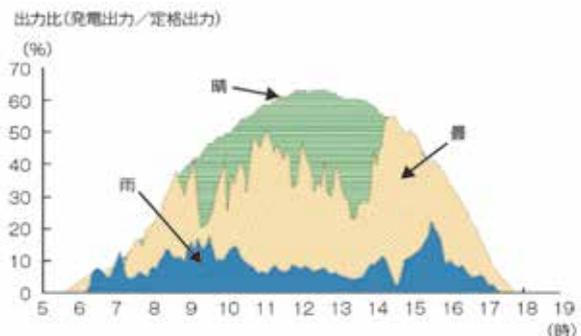
出典：IEA Photovoltaic Power Systems Programme「Trends in Photovoltaic Applications 2019」を基に作成

【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



出典：資源エネルギー庁調べ

【第213-2-13】固定価格買取(FIT)制度による太陽光発電の認定量・導入量(2018年度末)



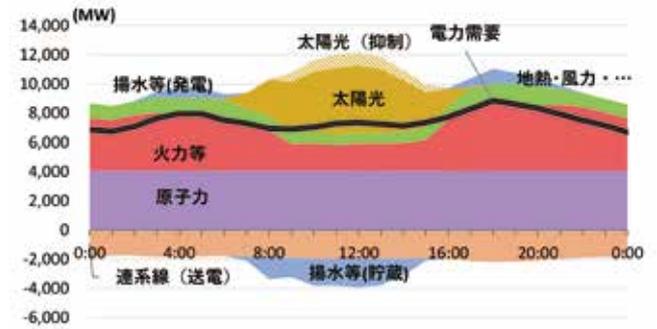
出典：資源エネルギー庁 固定価格買取(FIT)制度Webサイトを基に作成

になることもあります。導入が進展する地域においては、午前の残余需要減少及び夕方の残余需要増加の度合いが以前より急激になっており、系統運用上の課題となっています。太陽光導入量が多い九州エリアではこの問題が特に顕著であり、太陽光の出力変動に対し、火力、揚水等だけでは調整が困難になり始めたため、2018年10月に計4日、離島を除き国内で初めてとなる太陽光の出力抑制を実施しました(第213-2-14)。太陽光発電のさらなる導入拡大のためには、コスト低減に向けた技術開発や出力変動への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

【第213-2-14】九州エリア需給実績と出力抑制の状況(2018年10月21日)



(注)太陽光発電の自家消費分は、「太陽光」には含まれず、「電力需要」の減少分として表れている。

出典：九州電力Webサイトを基に作成

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。

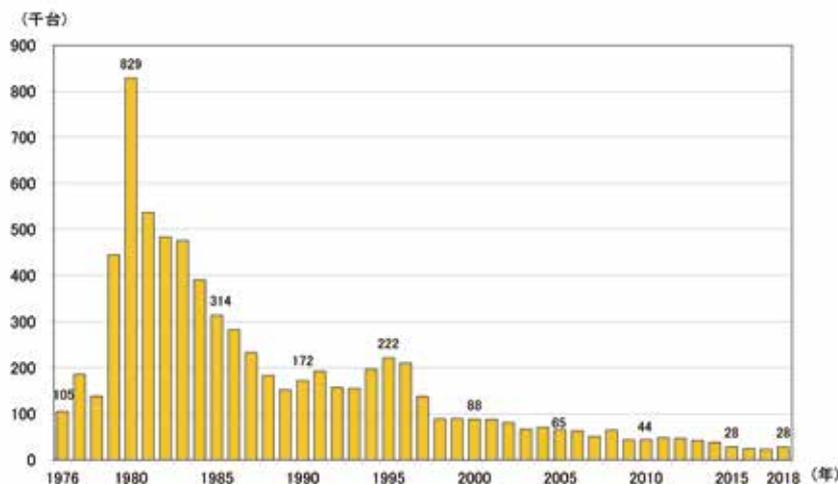
太陽熱利用機器の普及は、1979年の第二次石油ショックを経て、1980年代前半にピークを迎えました。1990年代中期以降は石油価格の低位安定、競合するほかの製品の台頭などを背景に新規設置台数が年々減少してきました(第213-2-15)。

④風力発電

風力発電は風力で風車を回し、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。

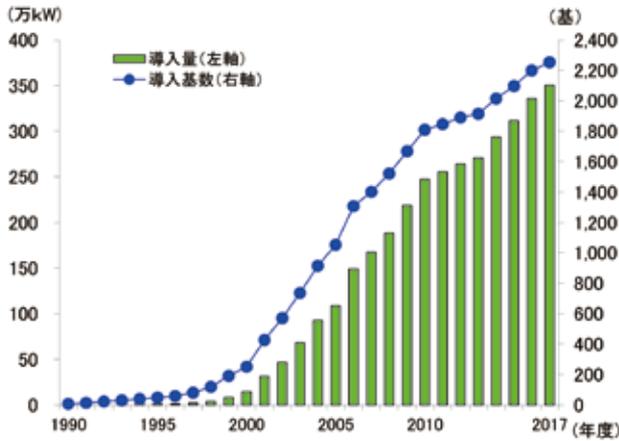
1997年度に開始された設備導入支援を始め、1998年度に行われた電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドラインの整備や2003年度のRPS法の施行を

【第213-2-15】太陽熱温水器(ソーラーシステムを含む)の新規設置台数



出典：ソーラーシステム振興協会資料を基に作成

【第213-2-16】日本における風力発電導入の推移

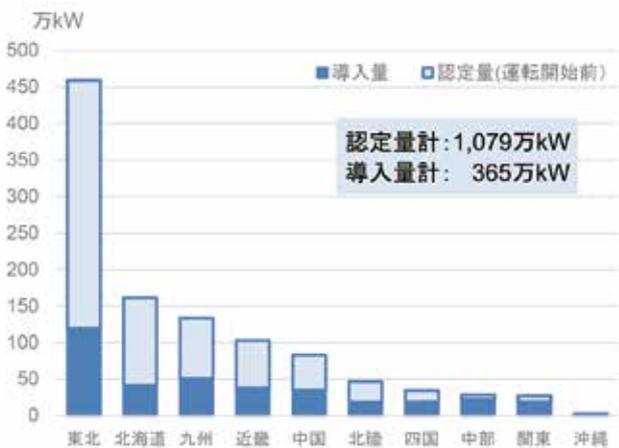


出典：NEDOホームページ資料を基に作成

通じて着実に導入が進み、2012年に開始した固定価格買取(FIT)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。2017年度末時点での導入量は、2,253基、出力約350万kW(NEDO調べ:単機出力10kW以上かつ総出力20kW以上の風力発電設備で稼働中のもの)(第213-2-16)であるとともに、未稼働分を含めた固定価格買取(FIT)制度による認定量は1,079万kW、そのうちおよそ4割は東北に集中しています(第213-2-17)。これらの案件が順次稼働すれば、太陽光同様出力変動の問題がより大きくなり、電力システムへの影響緩和のため、出力変動に応じた調整力の確保やシステムの強化が課題となっています。

他方、日本の風力発電導入量は、2017年末時点で世界第19位であり(第213-2-18)、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、電力会社のシステムに余裕がない場合があること等の理由

【第213-2-17】固定価格買取(FIT)制度による風力発電の認定量・導入量(2018年度末)



出典：資源エネルギー庁 固定価格買取(FIT)制度Webサイトを基に作成

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。

そのような課題に直面しつつも、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が行われています。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期間を半減させることを目標に、地方公共団体の協力を得て審査期間の短縮を図るとともに、環境調査を前倒して他の手続と同時並行で進める手法の実証事業を行い、「環境アセスメント迅速化手法のガイドー前倒環境調査の方法論を中心にー」(2018年3月、NEDO)をとりまとめ、「発電所に係る環境影響評価の手引」に前倒し手法を反映しました(2019年3月)。

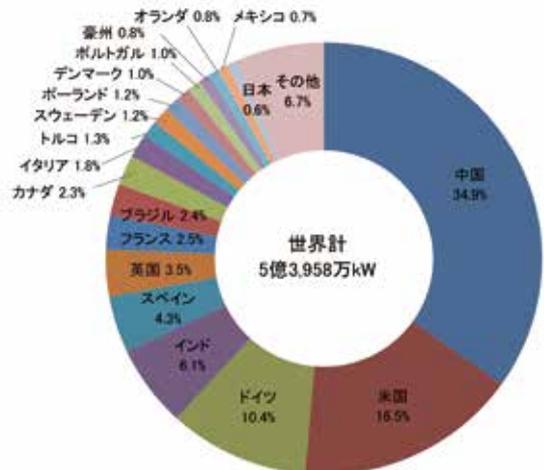
⑤ バイオマスエネルギー

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213-2-19)。

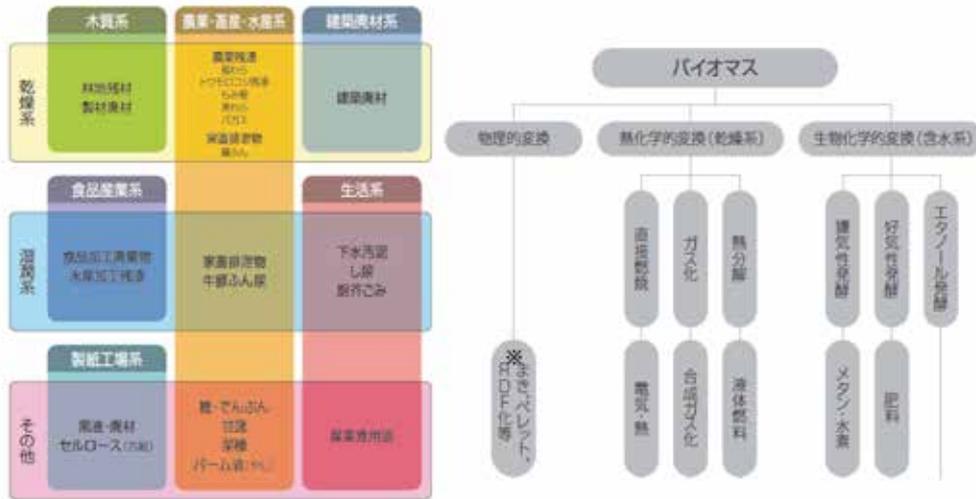
我が国において2018年度に利用されたバイオマス

【第213-2-18】風力発電導入量の国際比較(2017年末時点)



出典：Global Wind Energy Council (GWEC)「Global Wind Report(各年)」を基に作成

【第213-2-19】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」

【第213-2-20】固定価格買取(FIT)制度によるバイオマス発電導入設備容量の推移



(注)「RPS制度からの移行導入量」は2014年度以降の数値のみ掲載している。
 出典：資源エネルギー庁「固定価格買取(FIT)制度 情報公開用ウェブサイト」を基に作成

エネルギーは原油に換算すると1,789万klであり、一次エネルギー供給量50,949万klに占める割合は3.5%でした²⁵。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

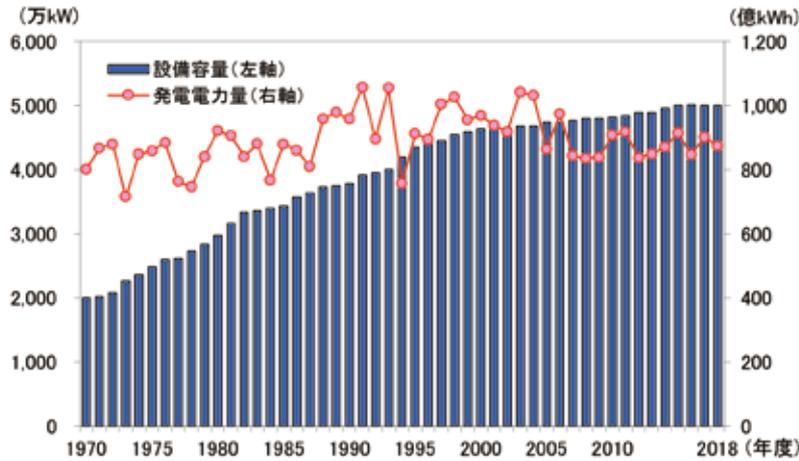
となっています。一方、下水処理場における収集が容易な下水汚泥は、一部の大規模な下水処理場を中心に、メタンを生成することでエネルギー利用を図ってきました。

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(FIT)制度により、導入が進んでいます。また、2015年度から新たに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ました。近年、バイオマス発電の設備容量は増加の勢いを強めており、2017年度末の固定価格買取(FIT)制度によるバイオマス発電導入設備容量は、290万kW(RPS制度からの移行導入量を含む。)に達しました(第213-2-20)。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となっています。

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で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(ETBE²⁶)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

²⁵ この「バイオマスエネルギー」は、総合エネルギー統計における「バイオマスエネルギー」と「廃棄物エネルギー」の国内供給量の合計を指しています。
²⁶ ETBE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213-2-21】日本の水力発電設備容量及び発電電力量の推移



出典：2015年度までは電気事業連合会「電気事業便覧」、2016年度以降は資源エネルギー庁「電力調査統計」を基に作成

テル化して、そのまま若しく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。

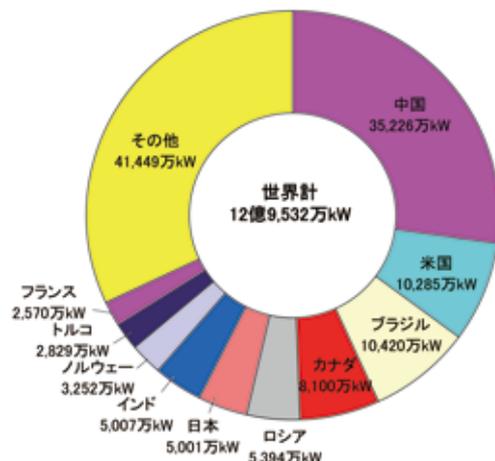
また、近年では、新たなバイオ燃料製造技術として、炭化水素を生産する微細藻類を活用した燃料製造技術や、これまで燃料化が難しかった樹皮などを活用する熱化学的変換技術、いわゆるBTL (Biomass to liquid) に関する技術開発が活発に行われており、軽油代替・ジェット燃料油代替の製造技術として早期の実用化が期待されています。

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、電力需要が供給より小さい時間帯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。

2017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2,029か所、新規建設中のものが62か所に上りました。また、未開発地点は2,709地点(既開発・工事中の約1.3倍)であり、その出力の合計は1,884万kW(既開発・工事中の約3分の2)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5,122kW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

【第213-2-22】水力発電導入量の国際比較(2018年末)



出典：IRENA「Renewable Energy Statistics 2019」を基に作成

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生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 (FIT) 制度の効果により、2018年3月時点で31万kWの小水力発電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2018年度末で5,004万kWに達しており、年間発電電力量は874億kWhとなりました(第213-2-21)。

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213-2-22)。

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す。二酸化炭素(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、日本が世界第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213-2-23)。地熱発電の導入にあたっては、地下の開発に係る高いリスクやコスト、温泉事業者を始めとする地域の方々など地元の理解や、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、開発リスクが特に高い初期調査段階におけるコストの低減のため、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の支援として、①地熱利用によるハウス栽培事業や道路の融雪事業のほか、②専門家を呼んだセミナーや見学会を実施する事業など、地熱を有効利用して地域の地熱利用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術期間を半

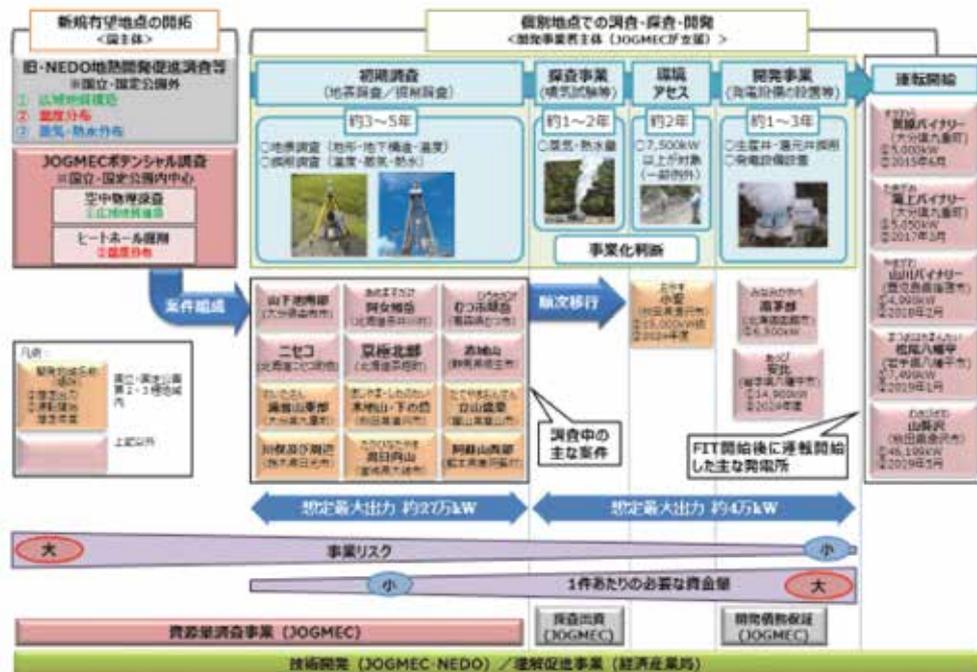
【第213-2-23】主要国における地熱資源量及び地熱発電設備容量

国名	地熱資源量 (万kW)	地熱発電設備容量 (万kW) 2018年末時点
米国	3,000	380
インドネシア	2,779	195
日本	2,347	54
ケニア	700	66
フィリピン	600	193
メキシコ	600	95
アイスランド	580	75
ニュージーランド	365	100
イタリア	327	77
ペルー	300	0

出典：地熱資源量は国際協力機構作成資料(2010年)及び産業総合技術研究所作成資料(2008年)より、地熱発電設備容量はBP「Statistical Review of World Energy 2019」より抜粋して作成

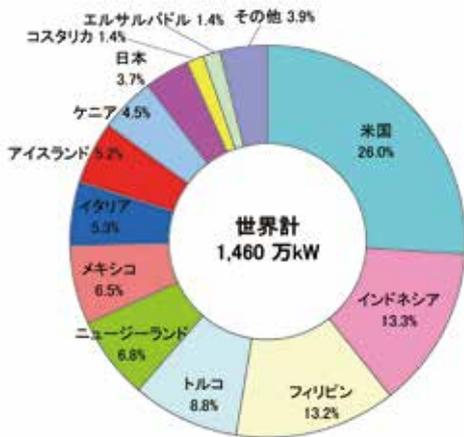
減させることを目標に、国の審査期間を短縮するとともに、2014年度から、実地での環境影響調査を前倒しで進める場合の課題の特定・解決を図るための実証事業を実施し、得られた知見をまとめた「前倒環境調査のガイド」が2016年、2017年にNEDOより公表されています。2012年7月に開始された固定価格買取(FIT)制度による支援もあり、地熱発電の開発機運はますます高まっています。実際に、開発の初期段階で必要となる地熱資源量の調査が、2018年度26件行われており(うち新規事業4件)、着実に地熱開発が進んでいます(第213-2-24)。

【第213-2-24】地熱発電開発の進捗状況



出典：資源エネルギー庁作成

【第213-2-25】地熱発電導入量の国際比較(2018年末時点)



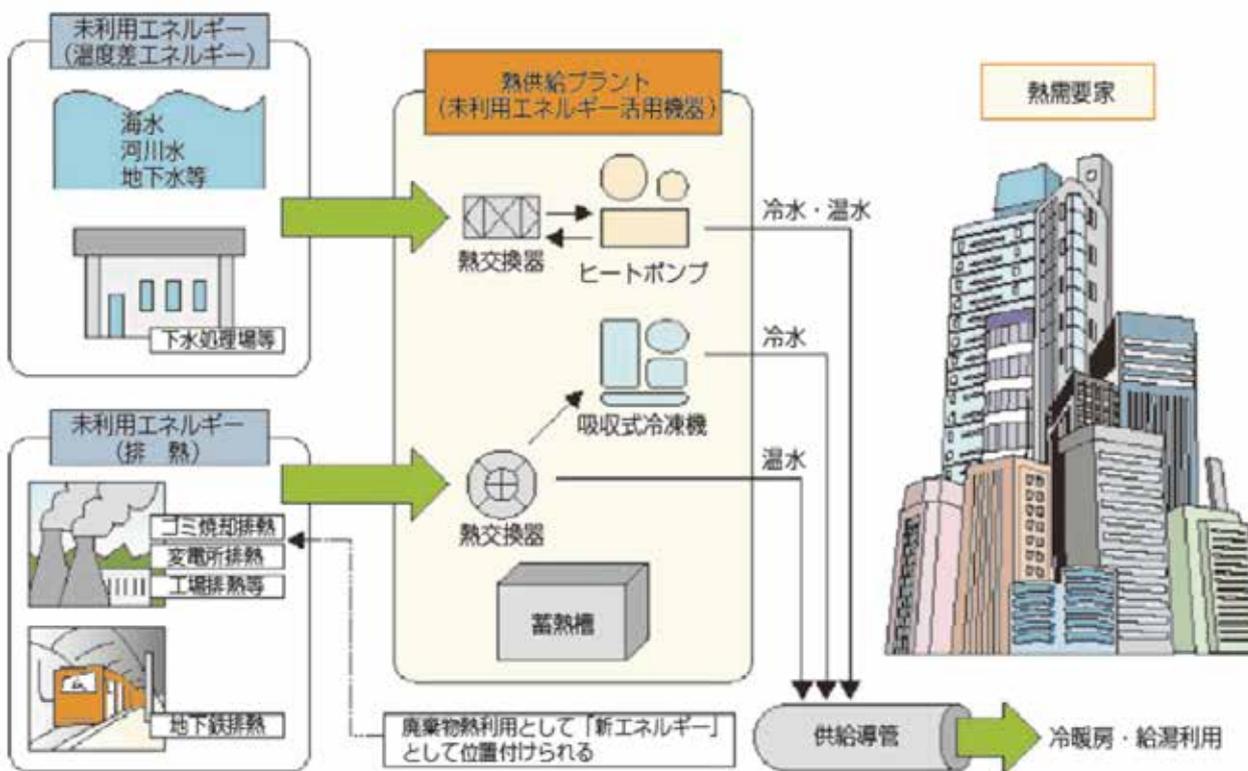
出典：BP「Statistical Review of World Energy 2019」を基に作成

また、国際的に見ると、地熱発電導入量の日本のシェアは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213-2-25)。

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。

【第213-2-26】未利用エネルギーの活用概念



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、都心域の消費に近いところにあることなどから、今後さら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213-2-26)。

3. エネルギーの高度利用

(1) 次世代自動車

次世代自動車には、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、ガソリンや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次世代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。次世代自動車は、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年には燃料電池自動車の市販も開始されました。2018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848.5万台、電気自動車が約10.8万台、プラグインハイブリッド自動車が約12.2万台、燃料電池自動車が約0.3万台となりました(第213-3-1)。

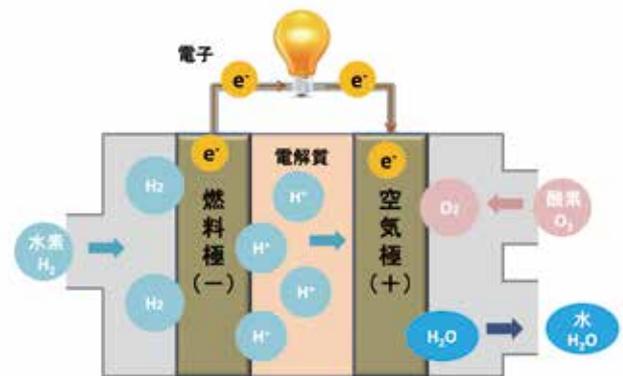
(2) 燃料電池

燃料電池は、水素などの燃料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(第213-3-2)。燃料電池は、以下の3点か

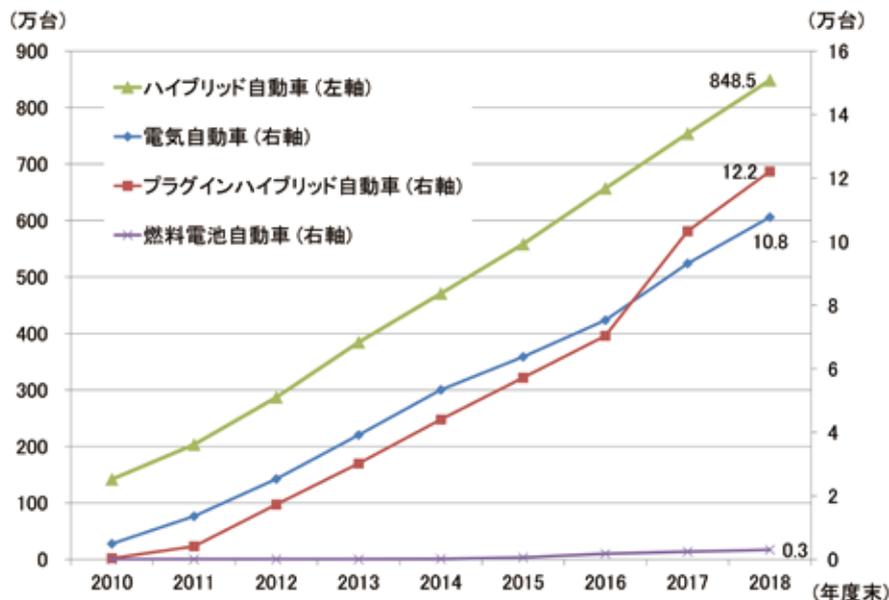
ら、エネルギー安定供給の確保の観点のみならず、地球環境問題の観点からも重要なエネルギーシステムであると考えられます。

- 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 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、環境特性に優れるクリーンなエネルギーシステムであること。

【第213-3-2】燃料電池の原理



【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

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、2019年12月末時点までに約33.6万台が導入されています(第213-3-3)。

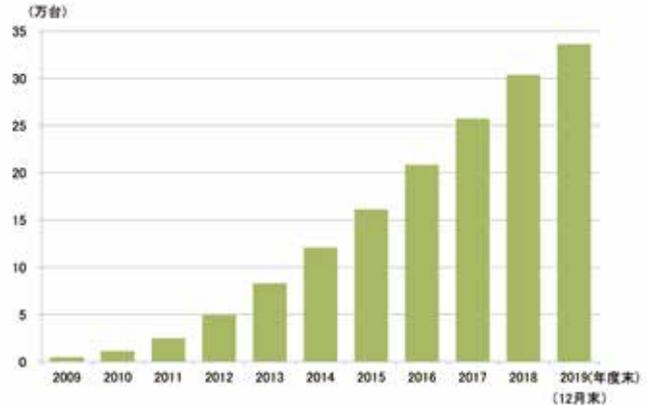
(3) ヒートポンプ

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(第213-3-4)。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。

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。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・普及までの期間を短縮することが必要です。

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213-3-3】家庭用燃料電池の累積導入台数の推移

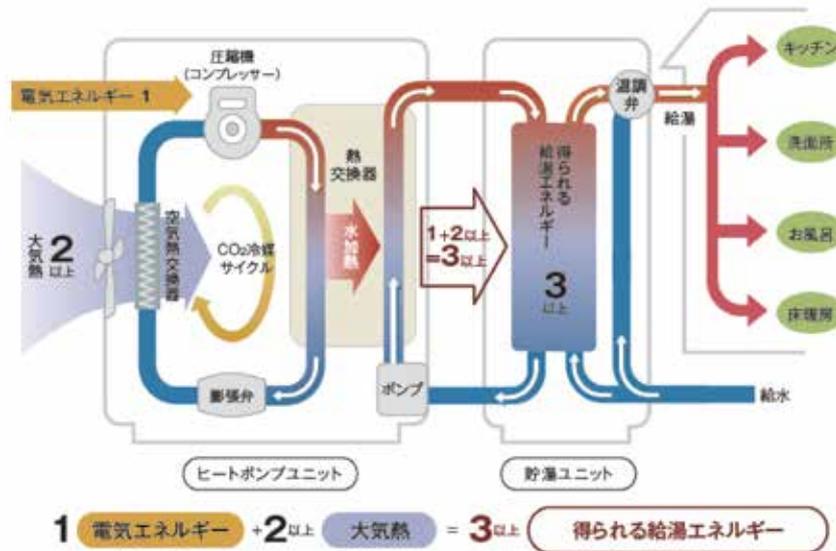


出典：コージェネレーション・エネルギー高度利用センター「コージェネ導入実績報告」を基に作成

(4) コージェネレーション

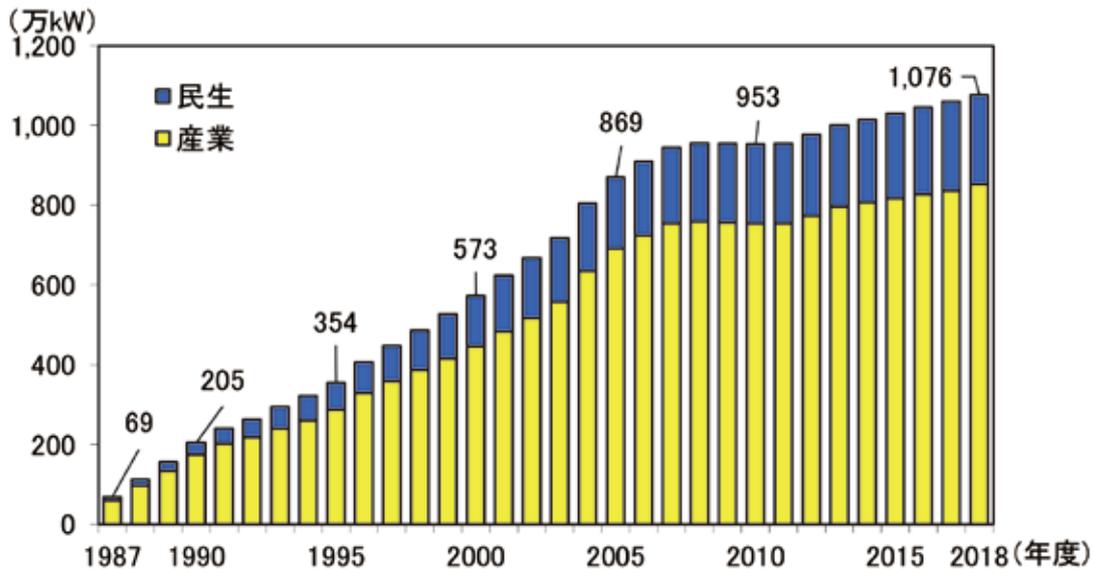
コージェネレーション(Cogeneration)とは熱と電気(または動力)を同時に供給するシステムです。消費地に近いところに発電施設を設置できるため、送電ロスが少なく、また、発電に伴う冷却水、排気ガスなどの排熱を回収利用できるため、エネルギーを有効利用することができます。排熱を有効に利用した場合には、エネルギーの総合効率が最大で90%以上に達し、省エネルギーや二酸化炭素排出の削減に貢献できます。我が国におけるコージェネレーションの設備容量は、産業用を中心として着実に増加してきました。民生用では病院、ホテルなどの熱・電力需要の大きい業種、産業用では化学、食品などの熱多消費型の業種を中心に導入されてきました(第213-3-5)。2018年度末におけるコージェネレーションの累計設置容量は、1,076万kWとなりました。

【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」

【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。四捨五入による誤差を含む。
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。2018年度末における我が国の廃棄物発電（一般廃棄物に限る）の施設数は379で、1,082に上る全一般廃棄物焼却施設の35.0%を占めました。また、発電設備容量は合計で206.9万kWに達しました。（出典：環境省「一般廃棄物処理事業実態調査の結果（平成30年度）について」）

済が低迷し、企業向けを中心に電力消費が減少に転じました。その後、景気の回復とともに2010年度は前年度比4.7%増を示し、1兆354億kWhを記録しました。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3.7%減少するとともに、2015年度までその減少傾向を継続しました。2017年度は前年度比増となりましたが、2018年度に再び前年度比マイナス1.9%の9,455億kWhとなりました（第214-1-1）。

部門別の構成比に着目すると、産業部門は依然として最大の電力消費部門ですが、1990年代から素材産業の生産の伸び悩みと省エネルギーの進展などにより、その需要は減少傾向に転じており、2018年度はピーク時の1991年度に対して18.0%減の3,506億kWhとなっています。電力消費の増加は、長期的に見ると業務他や家庭といった民生用消費によって強くけん引されてきました。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。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の冷暖房用途や他の家電機器が急速に普及し、電力消費は2005年度まで増大する傾向を維持しました。その後、機器保有の飽和、省エネルギー家電のシェア拡大などにより横ばいとなりました。2011年度からは東京電力福島第一原子力発電所事故

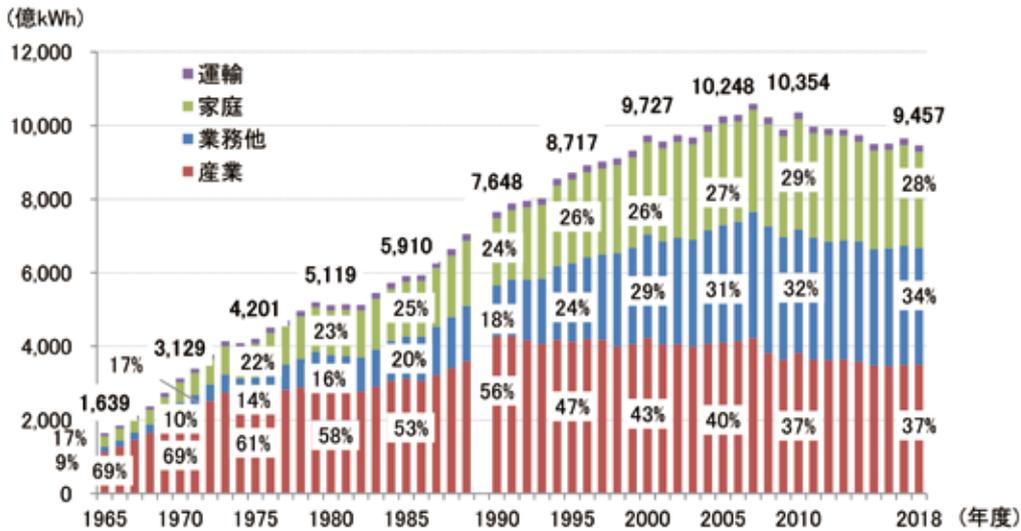
第4節 二次エネルギーの動向

1. 電力

(1) 消費の動向

電力消費は、石油ショックが発生した1973年度以降も着実に増加し、1973年度から2007年度の間2.6倍に増大しました（第214-1-1）。一方で、2008年度から2009年度にかけては世界的金融危機の影響で経

【第214-1-1】部門別電力最終消費の推移



(注1)「総合エネルギー統計」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部門(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

を契機に節電意識が高まり、減少傾向に転じました。2018年度には、業務他と家庭の需要が電力最終消費の61.1%を占めています。

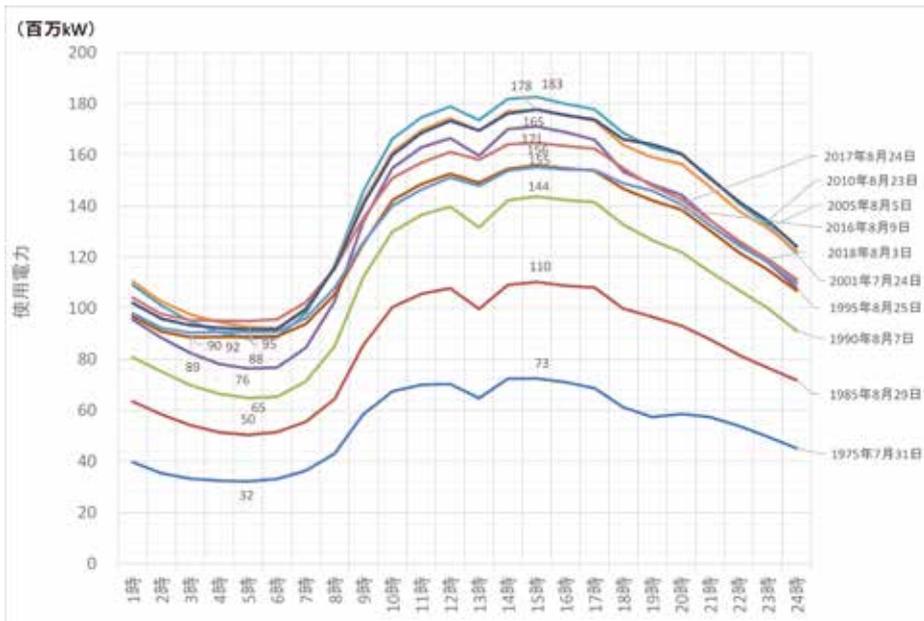
最終エネルギー消費における電化率は、1970年度には12.7%でしたが、2018年度には25.9%に達しました。

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214-1-2、第214-1-3)。

電気は大量に貯蔵しておくことが難しく、需給バランスに同時同量が求められるため、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、需要の時間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となります(第214-1-2及び214-1-3)。こうしたことを緩

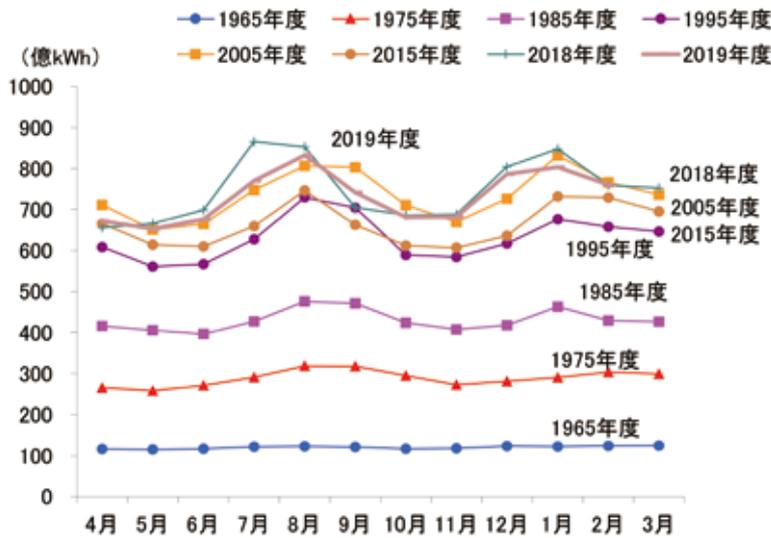
【第214-1-2】最大電力発生日における1日の電気使用量の推移(10電力²⁷計)



(注) 1975年度は沖縄電力を除く。 出典：電力広域的運営推進機関「系統情報サービス」

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214-1-3】1年間の電気使用量の推移

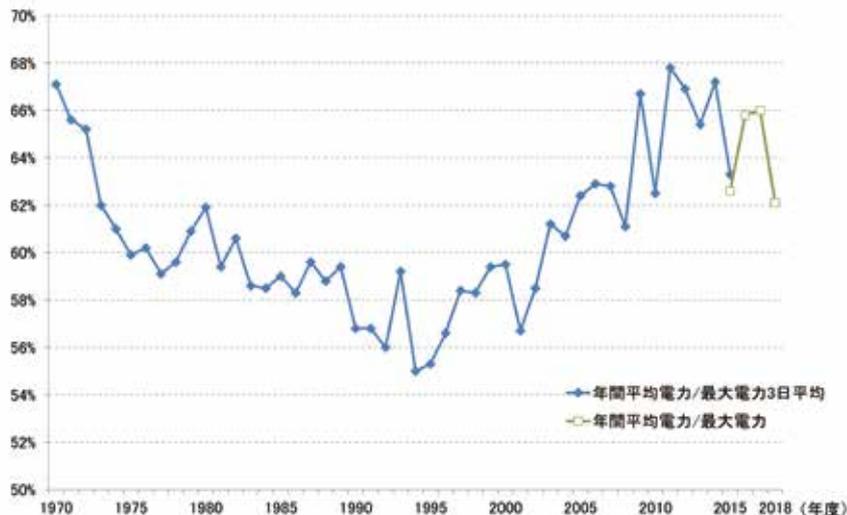


(注1) 2015年度までは10電力計。ただし、1965、1975、1985年度は沖縄電力を除く。
 (注2) 2017年度以降は10エリア計。
 出典：2015年度までは電気事業連合会「電力需要実績」、2017年度以降は電力広域的運営推進機関「需給関連情報」を基に作成

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、省エネルギー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。その後も、2015年度を除き65%を上回る水準を維持しておりましたが、2018年度は62.1%に低下しています(第214-1-4)。他の主要国との比較では、2017年時点では、英国に次いで2番目となり、高水準を維持しています(第214-1-5)。

【第214-1-4】日本の年負荷率の推移



出典：年間平均電力/最大電力3日平均(2015年度まで)は電気事業連合会「電気事業便覧」、年間平均電力/最大電力(2015年度から)は電力広域的運営推進機関「電力需給及び電力システムに関する概況」を基に作成

【第214-1-5】主要国の年負荷率比較(2017年)

(%)				
英国	ドイツ	米国	フランス	日本
66.5	57.7	59.4	58.3	66.0

(注)日本は2017年度数値。

出典：海外電力調査会「海外電気事業統計」(2019年版)を基に作成

(2)供給の動向

我が国では、1973年の第一次石油ショックを契機として、電源の多様化が図られてきました(第214-1-6)。一方で、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月に九州電力川内原子力発電所1号機が運転を再開し、順次原子力発電所の再稼働が進んでいます。同様に九州電力川内原子力発電所2号機が2015年10月、関西電力高浜発電所3・4号機が2016年1月と同年2月、四国電力伊方発電所3号機が2016年8月、関西電力大飯発電所3・4号機が2018年3月と同年5月、九州電力玄海原子力発電所3・4号機が2018年3月と同年6月に再稼働に至っています。

2018年度の電源構成は、LNG火力38.3%(4,029億kWh)、石炭火力31.6%(3,324億kWh)、石油等火力7.0%(737億kWh)、新エネ等9.2%(963億kWh)、水力7.7%(810億kWh)、原子力6.2%(649億kWh)となりました(第214-1-6)。2017年度と比べて化石燃料のシェアが低減する一方で、原子力及び新エネ等が増大しています。

我が国の原子力開発は、1955年に「原子力基本法(昭和30年法律第186号)」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年度には原子力の発電量が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年度以降前述の原子力発電所の再稼働が始まり、2018年度の発電量は、649億kWhまで増加しました。前年度比で構成比が増大しているものの、設備容量(廃炉除く)に対しては依然として低い水準に留まっています。

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、

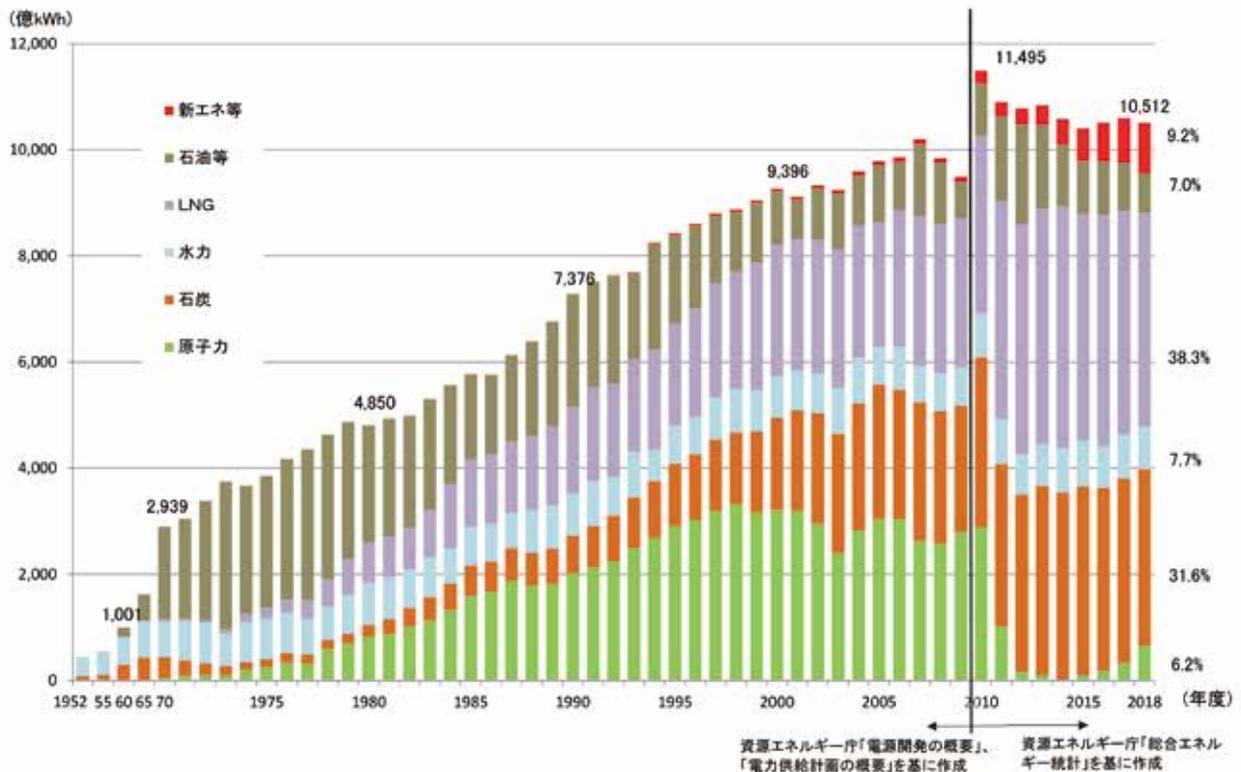
石油中心のエネルギー供給構造からの転換の一環として、石炭火力発電の導入が図られてきました。2018年度の石炭火力の発電電力量は、前年度から4.3%減の3,324億kWhとなりました。

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、2018年度のLNG火力の発電電力量は4,029億kWhとなりました。

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、ベース電源からミドル電源を経て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。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、原子力発電所の再稼働や、再生可能エネルギー普及の影響などもあり、2018年度は前年度比17.2%減少の737億kWhとなりました。

水力は、戦前から開発が始まり、1960年代には大規模水力発電所に適した地点での開発はほぼ完了しました。発電電力量は横ばいの状態が続き、2018年度の揚水発電を含む水力の発電電力量は810億kWhとなっています。

【第214-1-6】発電電力量の推移



(注) 1971年度までは沖縄電力を除く。

発電電力量の推移は、「エネルギー白書2016」まで、旧一般電気事業者を対象に資源エネルギー庁がまとめた「電源開発の概要」及び「電力供給計画の概要」を基に作成してきたが、2016年度の電力小売全面自由化に伴い、自家発電を含む全ての発電を対象とする「総合エネルギー統計」の数値を用いることとした。

なお、「総合エネルギー統計」は、2010年度以降のデータしか存在しないため、2009年度以前分については、引き続き、「電源開発の概要」及び「電力供給計画の概要」を基に作成している。

【第214-1-7】低圧電灯需要家1軒当たりの年間停電回数と停電時間の推移

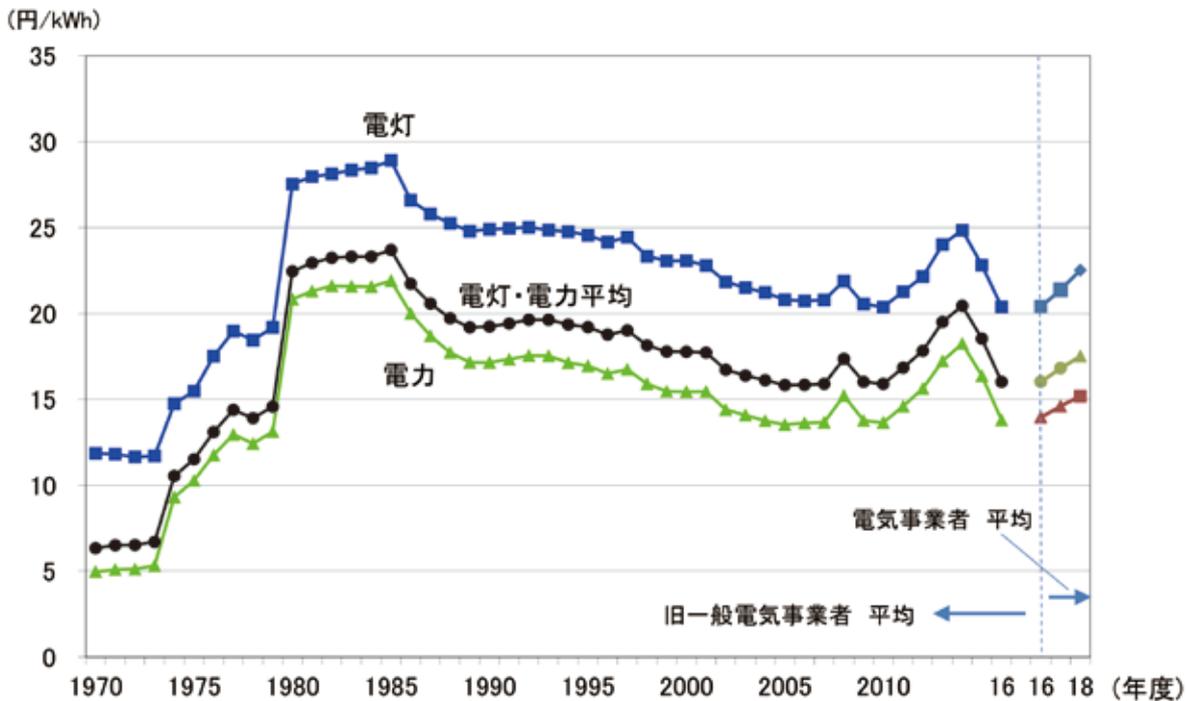


(注1) 2015年度までは10電力計。ただし、1988年度までは沖縄電力を除く。

(注2) 2016年度は一般送配電事業者計。

出典：2015年度までは電気事業連合会「電気事業のデータベース」、2016年度以降は電力広域的運営推進機関「電気の質に関する報告書」を基に作成

【第214-1-8】電気料金の推移



(注1) 2016年度以前は旧一般電気事業者10社を対象。2016年度以降は全電気事業者を対象。

(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。

(注3) 再生可能エネルギー賦課金は含まない。

出典：電気事業連合会「電力需要実績」、「電気事業便覧」、電力・ガス取引監視等委員会「電力取引の状況(電力取引報結果)」を基に作成

電気の品質を図る指標の一つである停電時間及び停電回数については、現在、我が国は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、2017年度の低圧電灯需要家1軒当たりの年間停電回数は0.14回、停電時間は16分となりました(第214-1-7)。一方で、2018年度は、北海道胆振東部地震に伴う大規模な停電など、自然災害による停電が多発し、年間停電回数は0.31回、停電時間は225分と増加しました。政府も重要インフラの機能確保を目的として、「重要インフラの緊急点検」を実施し、対応を強化しています。

(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。1985年度から2007年度までの間において、電灯・電力平均では約3割低下しました。2008年度は上半期までの急激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停止、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214-1-8)。2015年度、2016年度は燃料価格の低下に伴う火力発電費の減少により、電気料金は大きく低下しました。2018年度は燃料価格の上昇に伴う火力発電費の増加により、電灯・電力平均で4.3%上昇しました。

(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、オフィスビルなど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、2019年12月10日時点では630事業者に増加しました。また、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、2016年4月においては35億kWhと販売電力量全体の5.2%でしたが、2019年12月には110億kWhと販売電力量全体の16%まで増加しています(第214-1-9)。用途別では、特に高圧で新電力の割合が増加しており、2019年12月には24%

を超えました。地域別では、北海道、東京で20%を超え、関西で15%を超える一方、沖縄では約6%となっています。

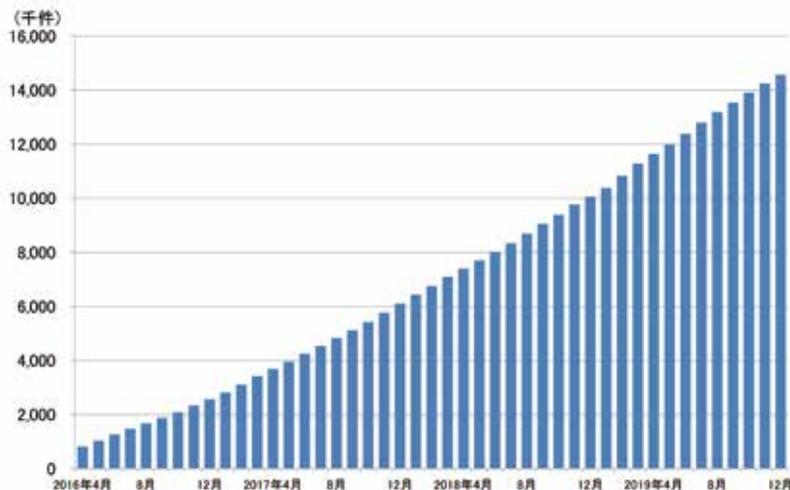
また、一般家庭が主な対象となる電力契約の供給者変更(スイッチング)申込件数は、2016年4月末時点では81万9,500件でしたが、全面自由化後3年を経過してもペースは落ちずに2019年12月末時点では1,457万1,700件と1,500万件近くにまで増加し、全体の約23.3%が電力契約の切替えを申し込んだこととなります(第214-1-10)。地域別では、東京、関西で約30%、北海道で20%を超え、九州で15%に近い一方、沖縄では3%台となっています。

【第214-1-9】新電力の販売電力量と販売電力量に占める割合の推移



出典：資源エネルギー庁「電力調査統計」を基に作成

【第214-1-10】電力契約のスイッチング申込件数の推移



(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) 概要

我が国のガス供給の主な形態は、2016年度までは「ガス事業法(昭和29年法律第51号)」で規制されていた①一般ガス事業、②ガス導管事業、③大口ガス事業(以下この3つを、「都市ガス事業」という。)、④簡易ガス事業が存在しました。また、「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(昭和42年法律第149号)」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した。都市ガス小売全面自由化を踏まえたガス事業法の改正により、都市ガス事業は2017年4月から事業類型が変更されています(第214-2-1)。

【第214-2-1】ガス事業の主な形態

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。	戸別のポンペ配達等による供給、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

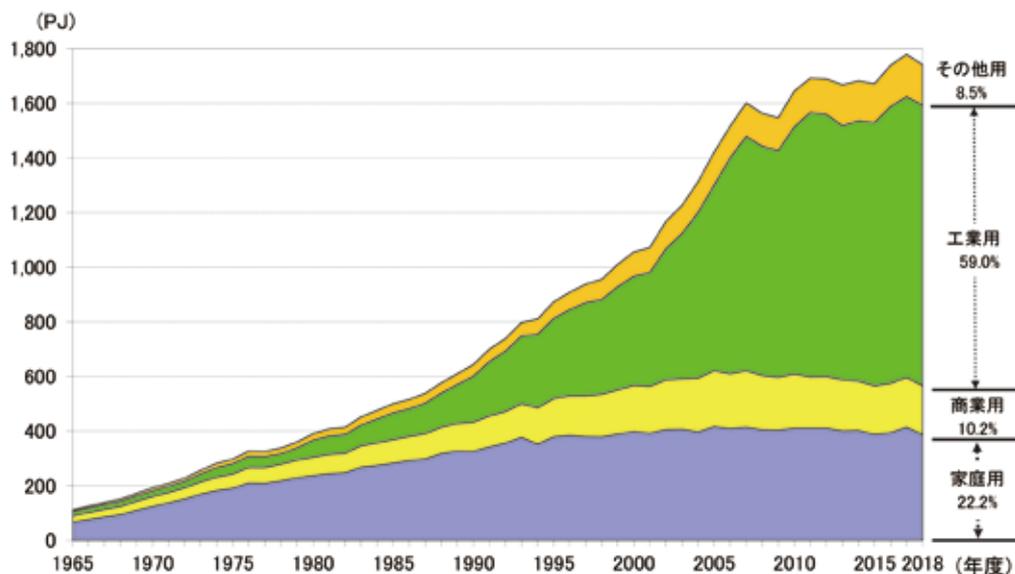
(2) 都市ガス事業

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。2000年代半ば以降は、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、消費総量の伸びは緩やかになりました。2018年度の販売量は、家庭用、商業用が昨年度より下落した影響により、2.2%減少しました(第214-2-2)。

事業区分	事業形態	適用法令
ガス製造事業(LNG基地事業)	自らが維持・運用する液化ガス貯蔵設備(LNGタンク)等を用いて、ガスを製造する事業。	ガス事業法
一般ガス導管事業	自らが維持・運用する導管を用いて、その供給区域において託送供給を行う事業。	
特定ガス導管事業	自らが維持・運用し一定の要件を満たす中高圧の導管を用いて、特定の供給地点において託送供給を行う事業。	
ガス小売事業	小売供給を行う事業。	
LPガス販売事業	戸別のポンペ配達等による供給、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する事業。	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2005年度までの用途別販売量は(一財)日本エネルギー経済研究所推計。

出典：経済産業省「ガス事業生産動態統計調査」などを基に作成

2001年度から2018年度までの18年間では、家庭用はほぼ横ばい、工業用は2.5倍に、商業用・その他用は1.2倍に拡大しました。

用途別に増減要因を見ると、都市ガス需要家件数の9割強を占める家庭用では、近年、高効率給湯器など省エネルギー機器の普及に伴う需要家当たりの消費量の減少寄与を、継続的な新規需要家の獲得や都市ガス利用機器の普及拡大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、大規模需要家へのガス導入が急速に進んだことに加えて、ガス利用設備の技術進展や地球環境問題への対応などにより、需要家当たりの消費量が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り、1980年代に入って50%を超え、2018年度では、約97%を占めて

います(第214-2-3)。

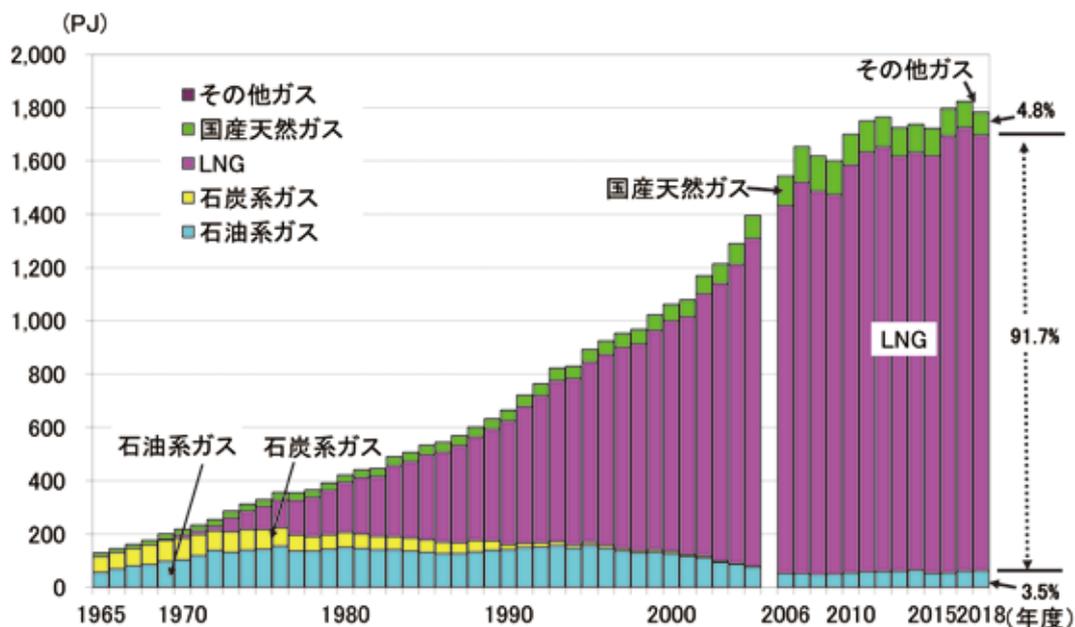
また、ガス事業者の供給ガスの調達方法としては、大手事業者などでは上記のように海外からLNGを調達していますが、石油系のガスを主な原料としている事業者では石油元売りからLPガスを調達しています。他のガス事業者や国産天然ガス事業者などから卸供給を受ける場合もあります。

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ものとなっています。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(㎡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

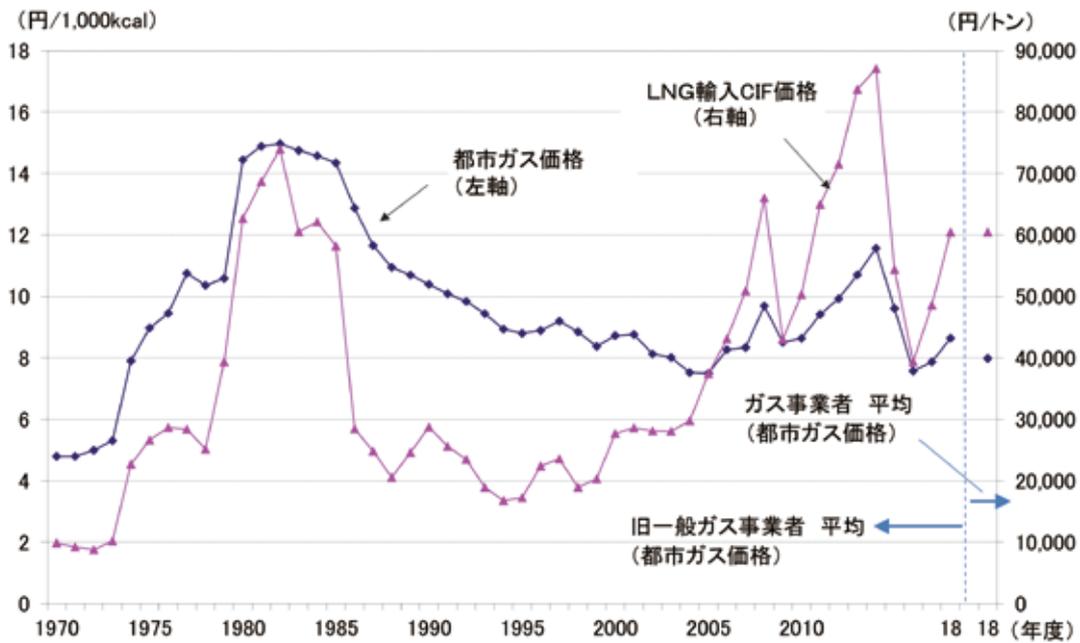
【第214-2-3】原料別都市ガス生産・購入量の推移



(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「ガス事業生産動態統計調査」を基に作成

【第214-2-4】都市ガス価格及びLNG輸入価格の推移



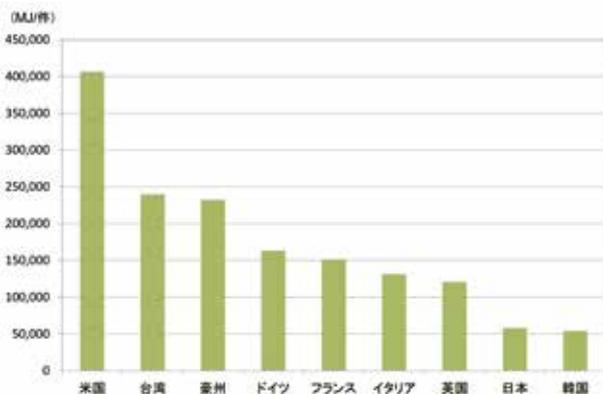
出典：(一財)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」、電力・ガス取引監視等委員会「ガス取引報結果」を基に作成

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輸入価格の上昇に伴い、都市ガス価格も上昇し、2014年度は1987年度以来の最高値となりました。2015、2016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2年連続で低下し、2016年度には2005年度以来の低水準となりました。2018年度はLNG輸入価格の上

昇に伴い都市ガス価格は2年連続で上昇しました(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1.3～3.4倍、産業用は約1.04～3.3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2.1分の1から7.0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(ふくそう)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によります。

【第214-2-5】主要国・地域の需要家1件当たり都市ガス消費量(2017年)



出典：日本ガス協会「ガス事業便覧」を基に作成

④都市ガス小売全面自由化の動向

2017年度から都市ガスの小売業への参入が全面的に自由化されました。都市ガスの小売自由化は1995年に始まり、はじめは大規模工場などが都市ガス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、中小規模工場や商業施設などへと拡大していき、そして2017年4月からは、家庭や商店などにおいても都市ガス会社を自由に選べるようになりました。

ガス小売事業者(新規小売)による都市ガス販売量は、2017年4月には2.8億 m^3 と全体の8.2%でしたが、2019年12月には4.86億 m^3 と全体の14.6%まで増加しています(第214-2-6)。用途別では、特に工業用での新規小売の割合が牽引しており、2019年12月には19.2%となっています。2019年12月時点の地域別では、東北で24.3%となり、近畿で15.1%、関東で12.8%となった一方、その他の地域では1桁台となっています。

また、一般家庭が主な対象となる都市ガス契約の供給者変更(スイッチング)申込件数の推移は、2017年4月末時点では17万1,500件でしたが、全面自由化後1年を経過してもペースは落ちずに、2020年2月末時点では329万2,115件にまで増加し、全体の約12%が都市ガス契約の切替えを申し込んだこととなります(第214-2-7)。地域別では、近畿では17%を超え、中部・北陸で16%、関東でも11%を超えました。一方、2020年2月時点で北海道、東北、中国・四国ではまだスイッチングはありません。

⑤ガス小売事業のうち、特定ガス発生設備においてガスを発生させ、導管によりこれを供給する事業(旧簡易ガス事業)

2017年4月に改正ガス事業法が施行されたことにより、法律上、旧簡易ガス事業²⁸は「ガス小売事業」の一部となりました。旧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。旧簡易ガス事業は、2019年3月末時点、事業者数で1,280事業者であり、その供給地点群数は7,347地点群(計約182万地点)でした。2018年の年間生産量(販売量)は、14,601万 m^3 で、調定数当たりの全国平均販売量は10.73 m^3 /月でした。旧簡易ガス事業は、LPガスバルクによる供給設備や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、2018年の年間用途別販売量は家庭用が92.4%を占め、残りが商業用などの用途となりました。旧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/ m^3)、1987年度に低下に転じて以降(1987年度372円/ m^3)、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/ m^3)、2005年度以降上昇し近年は横ばい傾向にあります(2016年度482円/ m^3)(第214-2-8)。

(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、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。

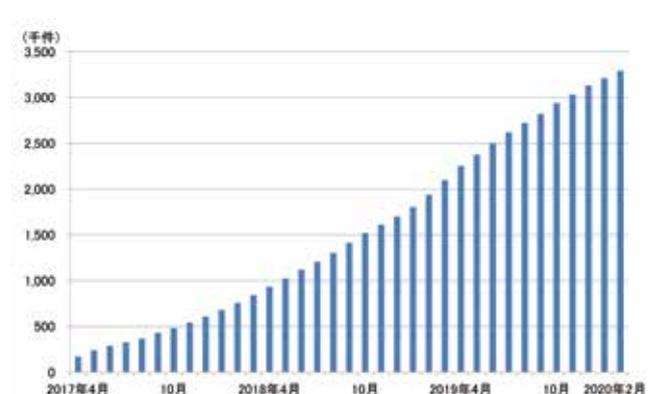
LPガスは、プロパンガスとブタンガスの2種類があり、プロパンガスは主として家庭用・業務用、ブタンガスは主として産業用、自動車用に使用されています。

【第214-2-6】新規小売の都市ガス販売量と都市ガス販売量に占める割合の推移



出典：電力・ガス取引監視等委員会「ガス取引報結果」を基に作成

【第214-2-7】都市ガス契約のスイッチング申込件数の推移

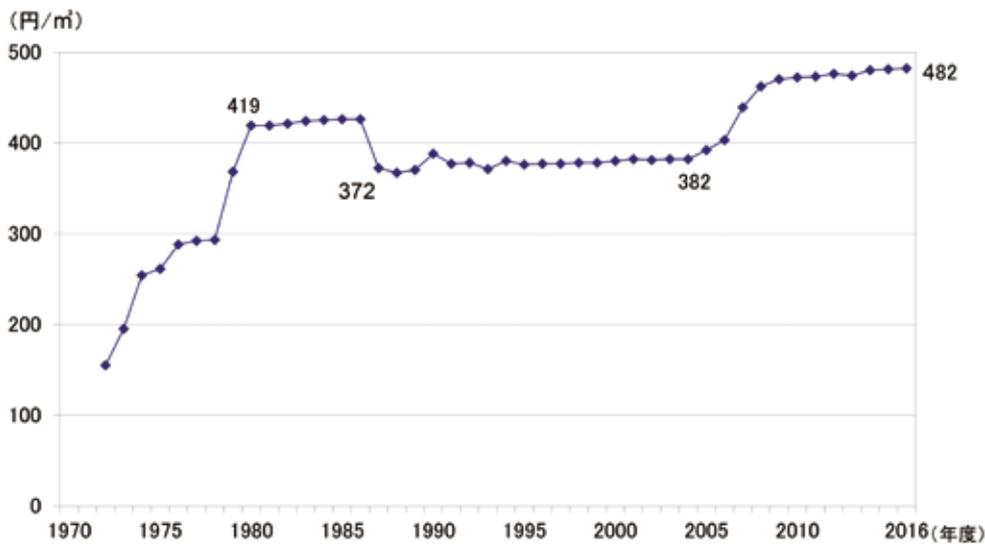


(注) 各月末時点の累計件数。

出典：資源エネルギー庁「スイッチング申込件数」を基に作成

²⁸ 簡易ガス事業とは、ガス事業法に基づき許可を受けた簡易ガス事業者が、「一般の需要に応じ、政令で定める簡易なガス発生設備においてガスを発生させ、導管によりこれを供給する事業であつて、一の団地内におけるガスの供給地点の数が70以上のものをいう。」とされていました。

【第214-2-8】旧簡易ガス事業全国平均価格の推移



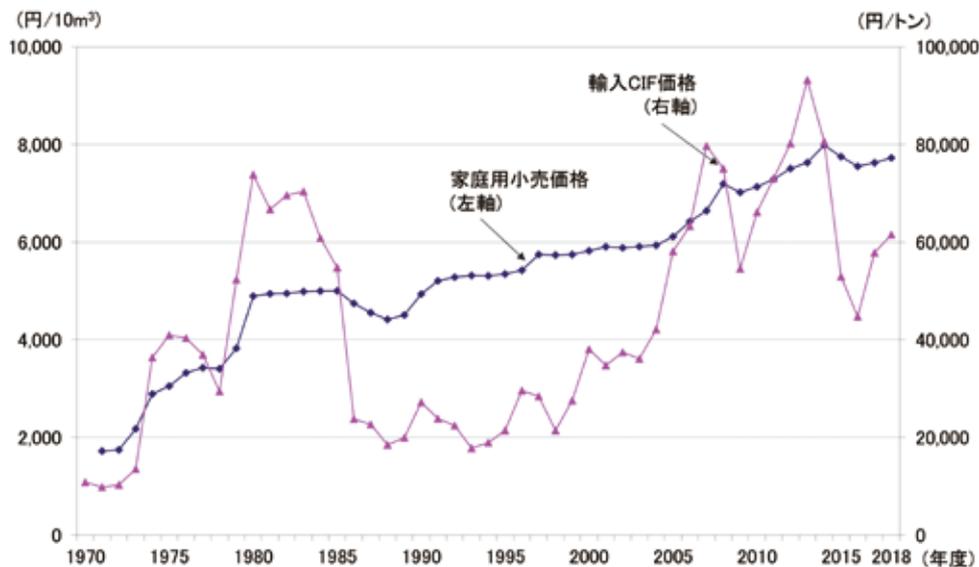
出典：日本ガス協会「ガス事業便覧」を基に作成

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。2016年度はLPガス輸入価格の下落により小売価格は前年度比2.6%低下したものの、輸入価格の下落(同

15.5%)に比べるとその幅は小さいものとなっています(第214-2-9)。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65%²⁹を占めている(2018年10月時点)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。2018年度はLPガス輸入価格の上昇を受け、小売価格も同1.3%上昇しています。

【第214-2-9】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。小売物価統計調査の結果は年平均の結果である。

出典：財務省「日本貿易月表」、総務省「小売物価統計調査」、石油情報センター「価格情報」などを基に作成

²⁹ LPガス振興センター「LPガスガイド」の小売価格の構成より算出

3. 熱供給

熱供給事業とは、「熱供給事業法(昭和47年法律第88号)」に基づき、21GJ/h以上の加熱能力を持つ設備を用いて、一般の需要に応じて熱供給を行う事業を指します。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します(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

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。

我が国の熱供給事業による2018年度の販売熱量は23PJ、2019年3月末現在で供給延床面積は5,291万㎡となりました(第214-3-2)。販売熱量を熱媒体別に見ると、冷熱需要が大半を占め(60%)、以下、温熱(37%)、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(70%)、以下、電力(18%)、排熱他(12%)などがありました。

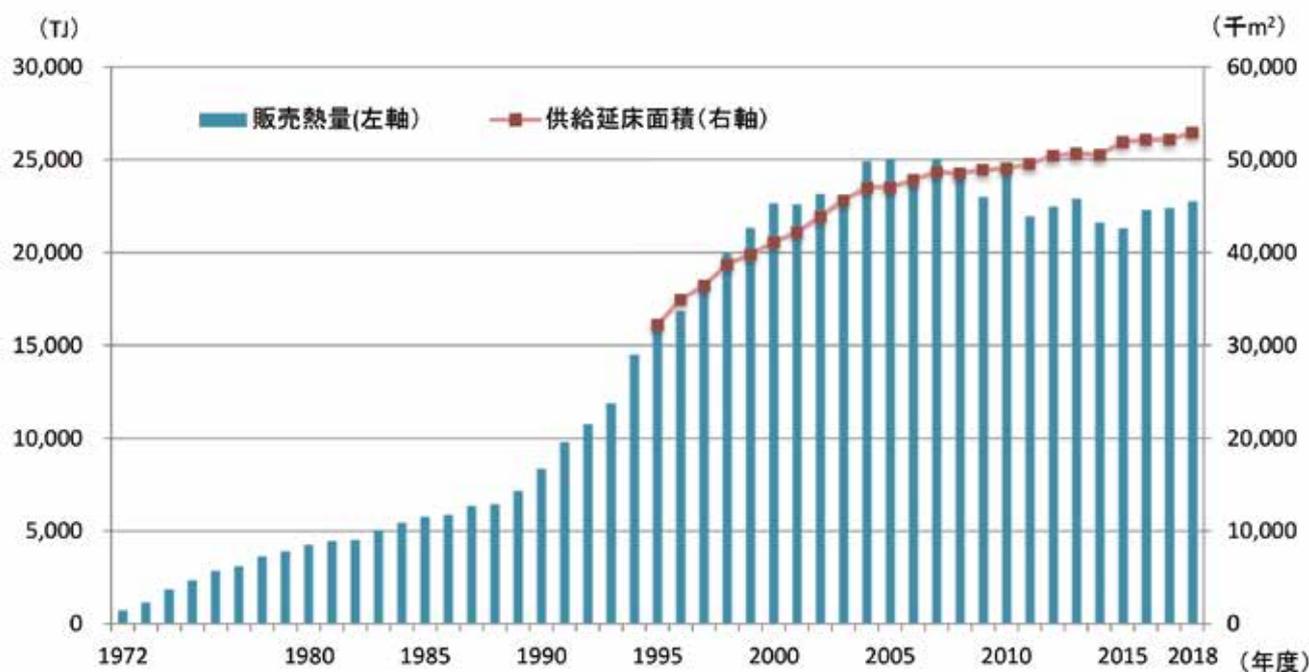
近年、海水、河川水、下水、清掃工場排熱などの「未利用エネルギー」を利用する形態や、コージェネレーションシステムの活用などの形態も出てきました。こうした未利用エネルギーやコージェネレーションシステムを活用することにより、エネルギーの総合的な有効利用や熱源システムの効率化が進んできました。

【第214-3-1】熱供給事業の概要



出典：日本熱供給事業協会

【第214-3-2】熱供給事業の販売熱量と供給延床面積

(注) 1TJ=10¹²J

出典：日本熱供給事業協会「熱供給事業便覧」を基に作成

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あり伸びてきましたが、二度にわたる石油ショックを踏まえ、エネルギーセキュリティの観点から石油代替を進め、燃料油販売量は減少に転じました。1986年度以降、原油価格の下落、円高などの影響により石油製品価格が低下したため、堅調に消費が増加しました。1990年代半ば以降はほぼ横ばいに推移しましたが、2003年度頃から2009年度まで減少傾向となりました。東日本大震災後は原子力発電の稼働停止により、老朽化した石油火力が緊急的に運転され、2011年度、2012年度と石油製品の消費は増加しました。2013年度以降は運輸部門の石油消費の減少なども影響し、再び減少傾向となっています。2018年度は発電用などに用いられるC重油の消費が、原子力

発電の再稼働、再生可能エネルギー電源の導入進展などの影響により減少したことや、暖冬の影響による灯油需要の減少により石油消費は前年度比4.1%減の1億6,766万kLとなりました。

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るガソリン・軽油の販売量比率の上昇、石油化学産業の生産の伸びに応じたナフサの販売量比率の上昇、ジェット燃料の消費量増加など、いわゆる白油化が進んできました。足元の変化としては、2018年度のガソリンの販売量比率は、2017年度とほぼ同水準の30.2%となっています。また、ナフサは26.2%、軽油は20.1%となりました。

B重油及びC重油の販売量比率は、第一次石油ショック前は5割以上でしたが、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

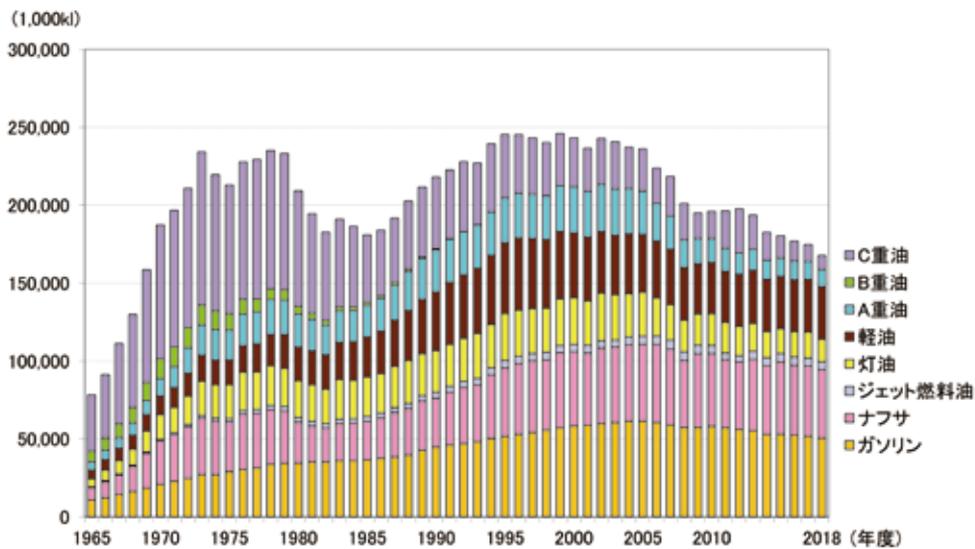
ました。東日本大震災以降は、原子力発電量減少による石油火力の稼働率上昇の結果、2012年度は14%まで上昇しましたが、再生可能エネルギーの増加や原子力発電所再稼働による発電用C重油の需要減の影響もあり、2018年度は5.3%まで低下しました(第214-4-1)。

石油製品の用途は、自動車の燃料が最も大きな比率を維持しており、2017年度現在、42.3%となっています。また、1990年代前半に電力用と化学原料用の消費が逆転して以降は、化学原料用が自動車燃料に次いで大きな消費となっています(第214-4-2)。

(2) 価格の動向

ガソリン、軽油、灯油などの石油製品は、原油から蒸留・精製されて生産されるため、価格動向が原油にほぼ連動しています。「特定石油製品輸入暫定措置法(昭和60年法律第95号)」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低下しました。しかしながら、2003年度後半以降は、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、これに対する原油供給が伸び悩んだことなどが影響し、世界的に原油価格は上昇の推移をたどりました。また、これには、イラクやイランなど、一部の産油国の情勢混乱によ

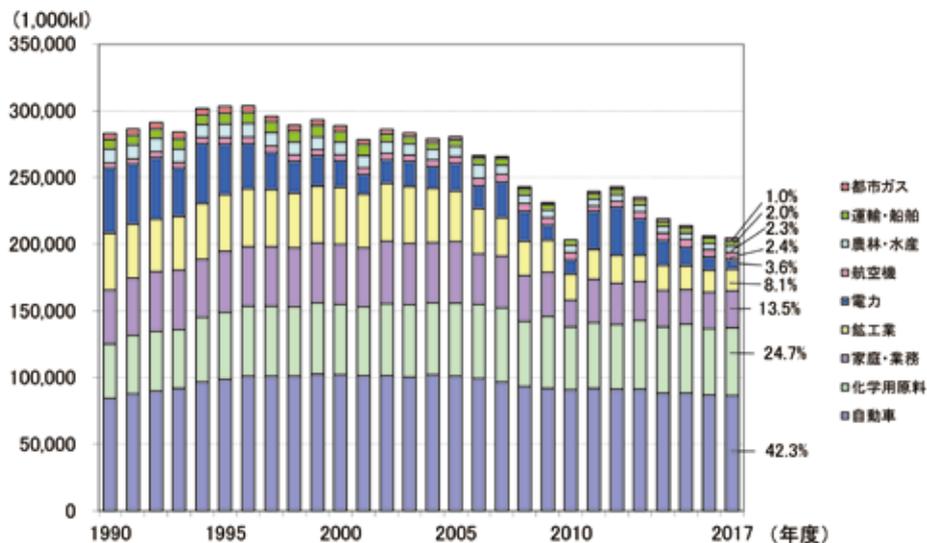
【第214-4-1】燃料油の油種別販売量の内訳



(注) B重油はA重油とC重油の中間の動粘度の製品だが、現在ほとんど生産されておらず、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



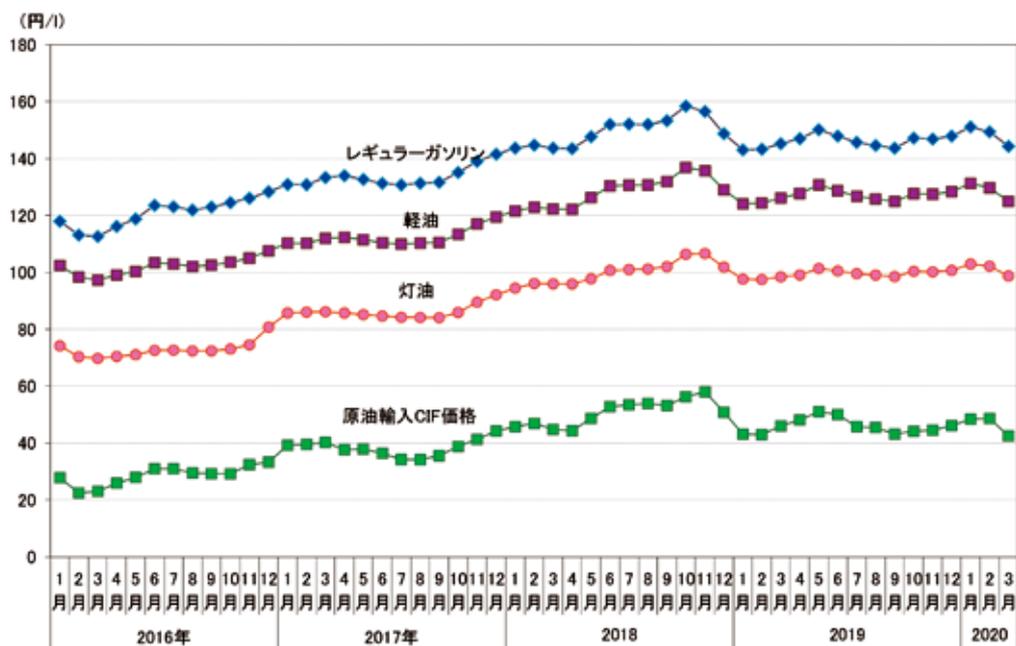
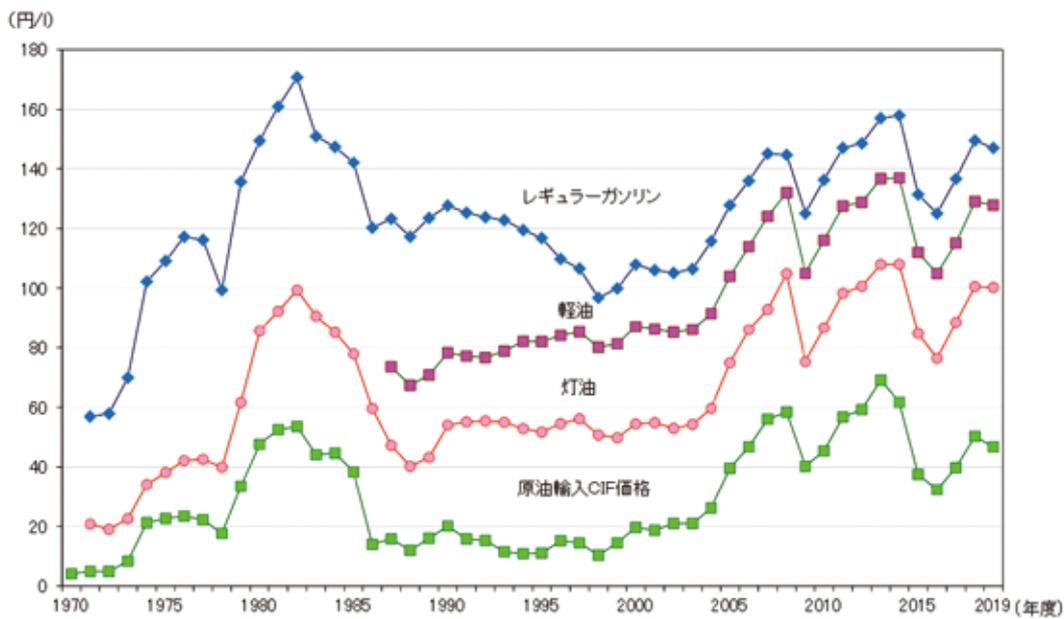
(注) 端数処理の関係で合計100%にならない場合がある

出典：石油連盟「今日の石油産業データ集」を基に作成

る原油供給に対する不安や、世界的な過剰流動性を背景に資金が原油先物市場に流し込まれたことなども影響を及ぼしています。その後も上昇を継続しましたが、2008年9月には、リーマンショックの世界的な実体経済への波及などを背景に原油輸入価格は大きく下落しました。経済の回復に応じて上昇に転じましたが、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、2016年1月には再び下落しました。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、再び上昇に転じました。その後価格は緩や

かな上昇を続けたのち、米国によるイラン原油禁輸の適用除外措置発表などの影響により2018年12月頃から下落しました。その後は小幅な動きが続きましたが、2019年後半には米国シェールオイルの増産、2020年に入ってから新型コロナウイルス蔓延防止のための都市封鎖(ロックダウン)による世界的な石油需要減少などもあり需給が緩んだことから再び下落傾向になり、2020年3月時点では、原油の輸入価格は42円程度となっています。また、ガソリン小売価格は144円/L、軽油小売価格は125円/L、灯油小売価格(配達)は99円/Lという水準です(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：(一財)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

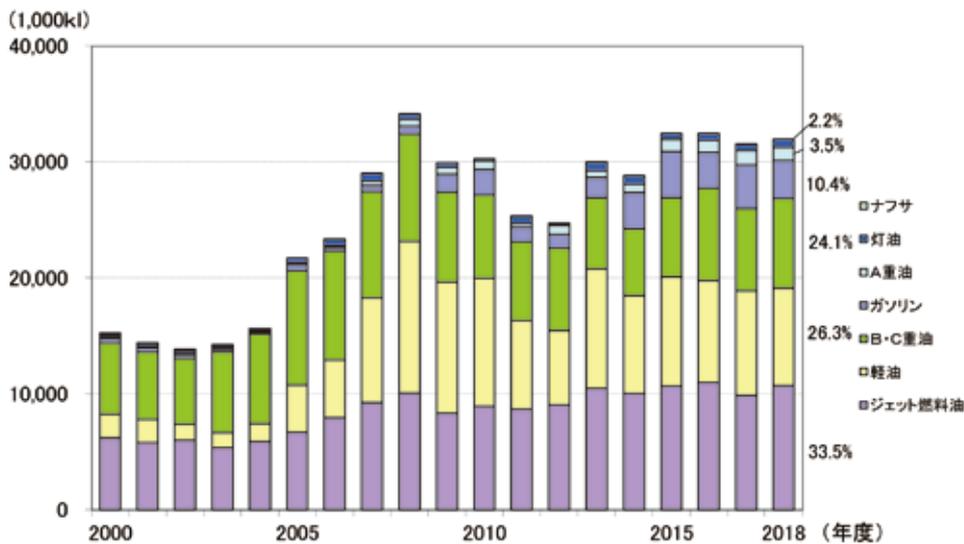
(3) 石油製品輸出の動向

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、燃料油生産は2000年度の225,105千kLから2018年度は165,922千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。2018年度の燃料油の輸出量は2000年度比109%増の31,952千kLとなりました。

油種別輸出比率では、ジェット燃料が33.5%、B・C重油は24.1%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。軽油は26.3%となりました(第214-4-4)。

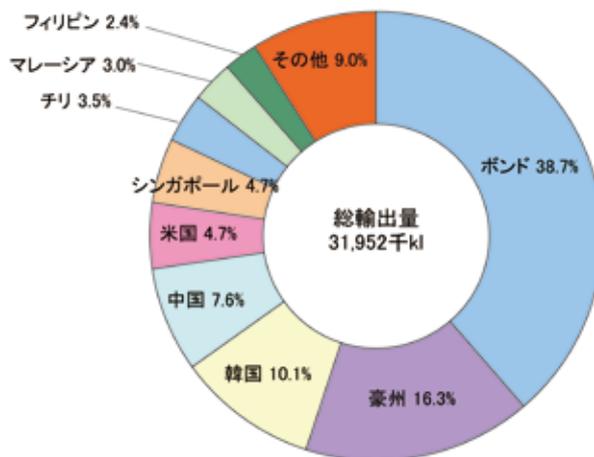
2017年度の燃料油の輸出先については、海外を往復する航空機や船舶向け(ボンド)の比率が38.7%となっており、豪州、韓国、中国などアジア・オセアニア向けが上位を占めています(第214-4-5)。

【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(2018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