

原子力国民会議だより

第52号 令和三年5月24日発行

原子力国民会議
Email: nnc@kokumin.org
http://www.kokumin.org

2050年のカーボンニュートラルで産業構造の大変革が必至！ 原子力と再エネで達成するための試算

1. 日本のCO2排出を削減するには産業構造の大変革が必要

1.1 CO2排出の大幅削減の点に必要な条件

日本は1990年頃から省エネ先進国として様々な省エネ技術の開発を行い、CO2削減に努力してきた。しかし第1図に示すように日本のCO2排出量は1990年からの30年間、毎年12億トン前後で推移しており、ほとんど減らすことが出来なかった。一方、菅総理大臣は**2030年までに46%削減**（2013年比）、つまり約6億トン削減すると宣言した。過去25年間で±0.5億トン程度しか変化しなかったものを2030年までの9年間で半分近くまで削減するためには大胆な化石燃料消費の低下を図る必要がある。

更に日本政府は2050年までにカーボンニュートラル（CN）を達成することを宣言している。しかしCO2排出を100%達成することは現実には不可能である。ここでは目標設定として第1表に示すように2050年までに、CO2排出ゼロエネルギーにより80%削減、つまり現在よりも約10億トン削減することとし、残り20%のうち、化石燃料燃焼でのCO2捕獲技術により10%削減、森林での吸収、海面吸収により10%削減とし、全体でCNが達成できると仮定する。

この仮定の下で、CO2排出80%削減を実現するには抜本的なエネルギー政策の変革が必要であり、一次エネルギー消費の多くの分野で化石燃料の使用を極端に下げる必要がある。

尚、石炭、石油、LNGのエネルギー当たりのCO2排出量が異なるが、以下の評価では、第0近似として石炭、石油、LNGの化石燃料のCO2排出量割合は同じとする。

1.2 2050年の80%減のために大胆なエネルギー転換が必要

現在の一次エネルギーへの供給割合は石油が約40%、石炭とLNGが25%前後、水力発電を含めた再生可能エネと原子力で約10%前後であり、90%近くが化石燃料である。地球温暖化の原因物質となっているCO2排出を削減するためにはこの化石燃料の消費を大幅に減らす必要がある。第2表に化石燃料消費の部門別CO2排出割合を示すが、**発電、産業、運輸の3部門だけで全体の85%を占め**、CO2排出を大幅に削減するためにはこれら3部門でのエネルギー転換が必要である。



第1図 化石燃料消費とCO2排出の推移

表-1 カーボンニュートラルの内訳

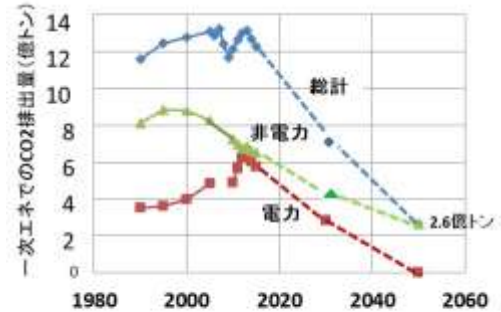
CO2ゼロ排出エネ(90%)	CO2排出ゼロエネルギー	80%
	化石燃料燃焼での炭素捕獲	10%
森林/海面吸収		10%
合計		100%

第2表 一次エネルギーでの部門別CO2排出割合

	2015年度の一次エネでの部門別CO2排出	2050年:80%削減を目指したCO2排出の案
発電部門	39%	ゼロ
産業部門	28%	7%
運輸部門	17%	7%
業務部門	5%	ゼロ
家庭部門	4%	ゼロ
工業プロセス	4%	4%
廃棄物	2%	2%
	100%	20%

2050年には、先ず、化石燃料は化学素材産業や製造業の一部、自衛隊車両、航空機等の燃料だけに限定する。これら以外のエネルギー源は化石燃料から再生可能エネルギーや原子力、電気や水素燃料に転換する。一次エネルギーの部門別消費の中で、技術的にCO₂の削減がしやすく、かつCO₂排出量の39%を占める発電部門では化石燃料の消費を限りなくゼロに近づけ、電気や水素に転換する。また産業部門と運輸部門も大幅に削減する。

この方針に沿って、第2表の2050年の欄に示すように、発電部門での化石燃料ゼロ（基本的に原子力と再生可能エネに限定）、産業部門が28%から7%に（大部分を水素と電気に転換し、一部のみ化石燃料使用）、運輸部門が17%から7%（多くを電気と水素に転換し、航空機や軍用車両のみ、石油を使用）、その他業務部門や家庭部門でゼロ（水素や電気に転換）にすると全体として80%削減が達成できる。この結果、1990年から2050年に亘るCO₂排出量の推移を第2図に示す。本図では、2050年のCO₂の総排出量は非電力部門だけで2.6億トン、電力部門ではゼロである。



第2図 発電部門で優先的にCO₂排出削減した場合の推移

2. 2050年のCO₂排出80%削減の状況で想定されるエネルギーミックス

2.1 発電部門での2050年のエネルギーミックスの展望

2018年時点で日本の総発電量（1兆512億kWh）のうち、第3表に示すように化石燃料が全体の80%近くを占め、残りが再生可能エネルギーや原子力である。これを2050年にはすべてをゼロエミッション電源とするが、化石燃料を代替できるゼロエミッション電源は再生可能エネルギーと原子力だけである。

ここで仮定として、2050年でのエネルギーミックスは、水力（8%）を含めた再生可能エネルギーが50%、原子力が50%とする。（第3図参照）

日本総研・報告書によると2050年の電力消費量は、省エネの進展や人口減少により、2016年比で23.5%減の7,268億kWhと評価されている（参考文献（1））。

ここでは、第4図に示すように2050年の電力消費量を7,300億kWhと仮定して、水力を含めた再生可能エネルギーで3,650億kWh、原子力でも同じ3,650億kWhを受け持つ。

第3表に示すように2018年時点での日本の発電量は1兆512億kWhで、そのうち、変動再エネは9%（946億kWh）、水力は8%（841億kWh）で、両方を合わせた17%が再生可能エネルギーである。この再生可能エネルギーの内、水力資源はほとんど増やすことは出来ないのので水力発電は841億kWh一定とする。変動再エネである太陽光や風力発電を増加させると、変動再エネは、2018年時点よりも

$(3650 \text{ 億 kWh} - 841 \text{ 億 kWh (水力)} - 946 \text{ 億 kWh (現在の変動再エネ)}) / 946 \text{ 億 kWh} = 1.97$

となり、現有設備の約2倍分相当の変動再エネ設備を増設する必要がある。2018年時点での変動再エネの設備容量は約6,500万kWなので、**2050年には3倍の19,500万kWの変動再エネ設備が必要となる。**

水力以外の再生可能エネの発電設備を現在の3倍にするには、バイオマス発電や地熱発電を大幅に増やすことは資源量から見て困難であり、ほとんどを太陽光と風力発電の変動再エネで賄うことが求められる。

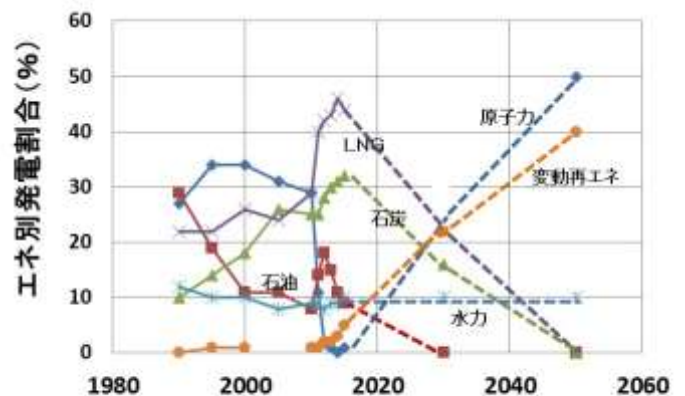
一方、原子力でも再生可能エネと同量の3,650億kWhを受け持つ。100万kW原発の発電量は、

$100 \text{ 万 kW} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日} \times 0.8 = 70 \text{ 億 kWh}$ （原発の稼働率を0.8と仮定）

第3表 日本の総発電量(1兆512億kWh/2018年)のエネルギー別割合

	再生エネ/水力以外	水力	原子力	天然ガス	石炭	石油
2018年	9%	8%	6%	38%	32%	7%
2050年	42%	8%	50%	0	0	0

（電気事業連合会・エネルギー・原子力図面集より抜粋）



第3図 2050年までのエネ別発電割合の推移

必要な原発の基数は 3676 億/70 億 = 53
つまり、百万 kW 級原発が 53 基必要となる。

2.2 非電力部門での 2050 年のエネルギーミックス

第 1 図の CO2 排出グラフで示したように 2050 年までに CO2 排出を全体で 9.7 億トン削減するが、このうち非発電部門の現在の排出量は 6.5 億トンであるが、これを 3.9 億トン（60%）削減して 2.6 億トンにする必要がある。

以下の計算では、第 0 近似として石油、石炭、LNG のエネルギー効率や CO2 排出率は同じと仮定して評価する。

尚、非電力部分でのエネルギー需要も電力部門と同様の理由で 2050 年には 2018 年の 30% 減として評価する。また非電力部門の一次エネルギー需要は産業部門、運輸部門、業務部門、家庭部門等であったが、2050 年には原材料としての需要及び航空機などを除いて、エネルギーとしての使用は水素、電力などに変換して供給すると仮定する。

一次エネルギー需要の電力部門と非電力部門の比率は 46 : 54（2018 年時点）（原子力文化財団；原子力・エネルギー図面集より引用）なので、2018 年時点での電力部門のエネルギー量；10,512 億 kWh を基準にして、2050 年の非電力部分のエネルギー量を電力換算で示すと、

$10,512 \text{ 億 kWh} \times (54/46) \times 0.7$ （2050 年の 30% 需要減） = 8,638 億 kWh 相当

となる。この結果、2050 年での一次エネルギーの総量は、電力量換算で、7,300（電力部門）+ 8,638（非電力部門） = 15,996 億 kWh ~ 1 兆 6,000 億 kWh 相当となる。（第 4 図参照）

上記、2050 年の非電力部門でのエネルギー：8,638 億 kWh 相当のうち、4,936 億 kWh 相当は石炭、石油、LNG として使用するが、残りの 3,702 億 kWh 相当分は化石燃料からゼロエミッションエネルギー、つまり電力と水素に変換することで非電力部門の CO2 排出を 3.9 億トン削減する。

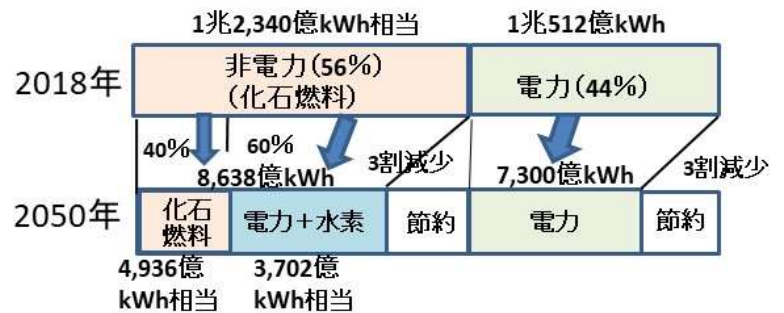
一次エネの非電力部門で化石燃料から電力+水素に転換するエネルギーは 3,702 億 kWh 相当であり、これを電力と水素に 1/2 ずつ変換すると仮定；

電力 = 1,851 億 kWh、水素が = 1,851 億 kWh 相当となる。

次に水素製造には電力が必要となるが、現在の電力から水素への変換効率は高くとも 20% 程度であるが、2050 年までには 50% まで改善できると仮定すると、1,851 億 kWh 相当の水素を製造するためには、 $1,851 \text{ 億 kWh} / 0.5 = 3,702 \text{ 億 kWh}$

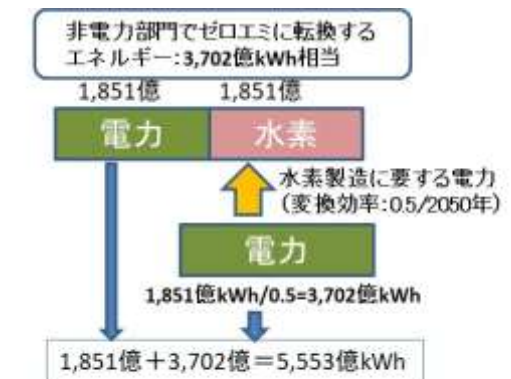
の電力が必要となる。この結果、非電力部門におけるゼロエミッション電力は $1,851 \text{ 億 kWh} (\text{電力への直接転換分}) + 3,702 \text{ 億 kWh} (\text{水素製造に必要な電力}) = 5,553 \text{ 億 kWh}$ となる。（第 5 図参照）

この非電力部門でゼロ排出部分のエネルギーを再生可能エネルギーと原子力で半分ずつ受け持つとすると、再生可能エネルギー = 2,777 億 kWh、原子力 = 2,777 億 kWh の電力量が新たに必要となる。



注) グラフの白抜き部はエネルギー/電力需要の減少分 (2050年には2018年比で70%のエネルギー需要が減少)

第4図 2018年と2050年の一次エネルギーの分類の一例



第5図 非電力部門でゼロエミへの転換に要するエネルギー量

3.電力部門と非電力部門の2050エネルギーミックスのまとめ

以上をまとめると、2050年での変動再エネ、水力、原子力の割合は**第5表**、また新增設が必要な原子力と変動再エネ設備容量を**第6表**に示す。

日本の原発の中で、現有設備を全て稼働したと仮定すると、原発の設備容量は3716万kW（既存の原発：33基と建設中の原発：3基をすべて稼働状態になった場合（廃炉決定した23基は除いて））である。稼働率を80%と仮定すると、既設原発の年間発電量は

3716 * 10E4 * 24H * 365D : 0.8 = 2604 億 kWh

必要な原発発電量は6427億kWhなので
6427億-2604億=3,823億kWhが不足する。

これを補うためには、既存原発のレプレース以外に、

$3823/70 = 54.6$

つまり、55基の新規原発の建設が必要となり、既存原発のレプレースと併せると原発：88基体制となる。

もしこの計画が実施できない場合には、日本は世界のカーボンニュートラル路線から脱落し、高額な国境炭素税や炭素排出権取得のためのコストが莫大となり、日本の経済活動は立ち行かなくなる恐れがある。このためには2050年に向けて、原子力と再生可能エネルギー施設の建設を早急に開始しなければならない。

第5表 ゼロエミッション電源による2050年のエネルギーミックス

	変動再エネ (kWh)	水力 (kWh)	原子力 (kWh)	石炭・LNG・石油 (kWh)
従来の電力部門	2,809億	841億	3,650億	0
非電力部門	2,777億	0	2,777億	4,936億
合計エネルギー供給(電力換算)	5,586億	841億	6,427億	4,936億
必要な設備容量	3億8,560万kW相当		100万kW原発:92基	

注1) 2018時点での変動再エネの発電量(946億kWh)で、その時の再エネの設備容量は、約6,500万kW;参考文献②

注2) 100万kW原子力発電所の発電量=100万kW*24H*365*0.8=70億kWh

第6表 2050年までに新增設が必要な再生可能エネルギーと原子力設備の概算

	変動再エネ	原子力
現有設備	6,900万kW(2019年) (注1) (発電量:725億kWh)	3716万kW (注2) (最大発電量:2604億kWh)
2050年までに増加が必要な発電量	4,861億kWh (=5,586億-725億)	3,823億kWh (=6,427億-2,604億)
2050年までに増設が必要な設備容量	4兆6,230億kWの変動再エネの増設(現在の6.7倍)(注3)	100万kW原発:55基の増設(既設33基は現状維持)(注4)

(注1) 日本の自然エネルギーの現状～2019年度電力編～環境エネルギー政策研究所2020年7月
(注2) 既存原発:33基+建設中の原発:3基を含む(廃炉決定の23基を除く)全てが稼働、かつ運転寿命を迎えた原発はリプレースすると仮定
(注3) 4,861億kWh/725億kWh=6.7倍となり、増設が必要な設備容量は6900万kW * 6.7 = 4兆6,230億kW
(注4) 増設が必要な100万kW原発:3823億kWh/70億kWh=54.6～55

参考文献：

(1) 2050年の電力消費量；日本総研・Research Focus, No.2018-003, 2018年5月14日

(2) 経産省・2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 令和2年12月；

[20201225012-1.pdf \(meti.go.jp\)](https://www.meti.go.jp/20201225012-1.pdf)