



脱炭素社会に向けた長期シナリオ 2017 ＜補足資料：費用算定編＞

WWF ジャパン研究委託

2017年2月
株式会社システム技術研究所

目次

第1章 エネルギー価格と費用算定の方法.....	2
1.1 エネルギー価格.....	2
1.2 将来の電力価格.....	3
1.3 費用算定の方法.....	4
第2章 省エネルギーの費用（100%自然エネルギーシナリオ）.....	5
2.1 産業部門の省エネルギー費用.....	5
2.2 家庭部門の省エネルギー費用.....	6
2.3 業務部門の省エネルギー費用.....	9
2.4 運輸部門の省エネルギー費用.....	11
第3章 省エネルギーの費用（ブリッジシナリオ）.....	13
3.1 産業部門の省エネルギー費用.....	13
3.2 家庭部門の省エネルギー費用.....	14
3.3 業務部門の省エネルギー費用.....	16
3.4 運輸部門の省エネルギー費用.....	18
第4章 自然エネルギーの費用（100%自然エネルギーシナリオ）.....	20
4.1 太陽光発電の費用.....	20
4.2 風力発電の費用.....	21
4.3 地熱発電の費用.....	23
4.4 水力発電の費用.....	24
4.5 太陽熱の費用.....	25
4.6 燃料用電力.....	26
第5章 自然エネルギーの費用（ブリッジシナリオ）.....	27
5.1 燃料用電力.....	27
第6章 費用算定のまとめ.....	28

表目次

表 1.1	2010年におけるエネルギー価格	2
表 2.1	産業部門の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	5
表 2.2	住宅の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	6
表 2.3	「100%自然エネルギーシナリオ」の住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・ 正味費用（5年間ごとの平均値）	7
表 2.4	エアコンの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	8
表 2.5	省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	9
表 2.6	業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用（5年間ごとの平均値）	10
表 2.7	自動車の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	11
表 3.1	産業部門の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	13
表 3.2	住宅の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	14
表 3.3	住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	15
表 3.4	エアコンの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	16
表 3.5	省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	17
表 3.6	業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用（5年間ごとの平均値）	18
表 3.7	自動車の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	19
表 4.1	純粹電力用太陽光発電の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	20
表 4.2	陸上風力発電の投資と正味費用（5年間ごとの平均値）	21
表 4.3	洋上風力の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	22
表 4.4	地熱発電の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	23
表 4.5	水力発電の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	24
表 4.6	太陽熱の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	25
表 4.7	燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	26
表 5.1	燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	27
表 6.1	省エネルギーと自然エネルギー設備投資・運転費用・正味費用	28

図目次

図 1.1	エネルギー価格	2
図 1.2	100%自然エネルギーシナリオの電力価格（各エネルギー源の発電電力価格）	3

図 1.3	100%自然エネルギーシナリオの総合電力価格（BAU 電力価格と WWF 電力価格） ..	3
図 2.1	産業部門の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	5
図 2.2	住宅の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	6
図 2.3	住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値） ...	8
図 2.4	エアコンの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	9
図 2.5	省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	10
図 2.6	業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用（5年間ごとの平均値）	11
図 2.7	自動車の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	12
図 3.1	産業部門の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	13
図 3.2	住宅の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	14
図 3.3	住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値） .	15
図 3.4	エアコンの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	16
図 3.5	省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	17
図 3.6	業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用（5年間ごとの平均値）	18
図 3.7	自動車の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	19
図 4.1	太陽光発電の省エネルギー投資と正味費用（5年間ごとの平均値）	20
図 4.2	陸上風力発電の投資と正味費用（5年間ごとの平均値）	21
図 4.3	洋上風力の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	22
図 4.4	地熱発電の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	23
図 4.5	水力発電の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	24
図 4.6	太陽熱の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	25
図 4.7	燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	26
図 5.1	燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用（5年間ごとの平均値）	27

概要

本報告は、『脱炭素社会に向けた長期シナリオ 2017』（温室効果ガス削減シナリオ 2017）の実現のために必要な「費用算定」に関する報告である。

本報告は上記2つの WWF シナリオ「ブリッジシナリオ」と「100%自然エネルギーシナリオ」について、2010年から2050年に至る設備投資 (CapEx)、運転費用 (OpEx)、正味費用 (Net) を計算し、必要な費用を検討している。

1) エネルギー価格

石炭、石油、天然ガスの価格は2016年のEIA（米国エネルギー省情報局）の想定を用いて、これをBAUエネルギー価格とした。この想定は、エネルギー価格が2050年に向かって上昇してゆくものとしている。省エネルギーと自然エネルギーの費用計算には、BAUエネルギー価格をシナリオの対照評価用に使用している。

2) 省エネルギー費用

費用の推定は、産業、家庭、業務、運輸部門における代表的なエネルギー最終用途について WWF シナリオの省エネルギー技術の費用を検討した。省エネルギー費用の計算にあたっては、シナリオを実現するために必要な総費用ではなく、BAUシナリオと比較してどれだけの費用が追加的に必要かに着目して計算した。ただし、産業部門の費用についてはBAUシナリオとの比較ではなく、活動指数のみ変化したシナリオと比較して追加的に必要な費用を示している。

3) 自然エネルギーの費用

自然エネルギーとして、太陽光発電、風力発電、地熱発電、水力発電、太陽熱、バイオマスについてその費用を算定した。「ブリッジシナリオ」と「100%自然エネルギーシナリオ」における自然エネルギーの導入量をもとにエネルギー価格を計算した。一方、BAUシナリオのエネルギー供給構成を使ってエネルギー価格を算出して、WWFシナリオの価格との差を費用として計上している。

本報告は、WWFシナリオに必要な費用の主要部分を扱ったが、すべての費用を分析したものではない。省エネルギーと自然エネルギーにかかる主要な費用について検討したものである。

第1章 エネルギー価格と費用算定の方法

本報告は、省エネルギー技術と自然エネルギーの費用を検討することを目的としている。検討の対象にしたのは、産業、家庭、業務、運輸部門における代表的な省エネルギー技術と、太陽光、風力、地熱、水力などの自然エネルギー技術である。その費用を評価するために、まず将来のエネルギー価格を検討する。

1.1 エネルギー価格

2010年の日本における実際のエネルギー価格は以下のようにになっている。

表 1.1 2010年におけるエネルギー価格

卸売り価格 2010年	円/1000kcal
ガソリン	14.63
灯油	7.79
軽油	11.10
A重油	5.02
C重油	4.49
都市ガス(大手3社)	7.73
電力(総合単価)	16.66
電灯・電力総合単価	19.42
原料炭(輸入価格)	2.17
一般炭(輸入価格)	1.59

(出典) 日本エネルギー経済研究所「エネルギー経済統計要覧」より作成

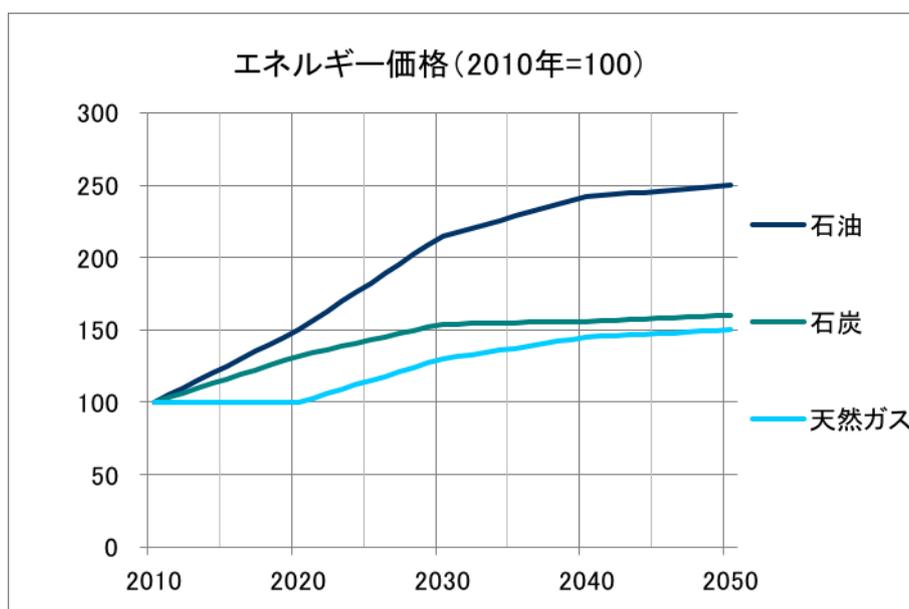


図 1.1 エネルギー価格

本報告では、米国エネルギー省 EIA から発表されている将来エネルギー価格を用いて 2050 年までの石油、石炭、ガスのエネルギー価格指数を計算している。表 1.1 の日本の 2010 年のエネルギー価格を基準にして、図 1.1 の指数によって将来のエネルギー価格が推移するものと想定した。2050 年には、石油は 2.5 倍に、石炭は 1.6 倍に、ガスは 1.5 倍になる。

1.2 将来の電力価格

本報告では、2050 年までに自然エネルギーが大量に普及してゆくことを想定している。将来の WWF シナリオの電力価格を以下のように推定した。

まず、自然エネルギーの将来価格は、固定価格買取制度(2012 年 7 月開始)の価格と国立環境研究所、コスト等検証委員会を参考にして、学習曲線を利用して計算している。

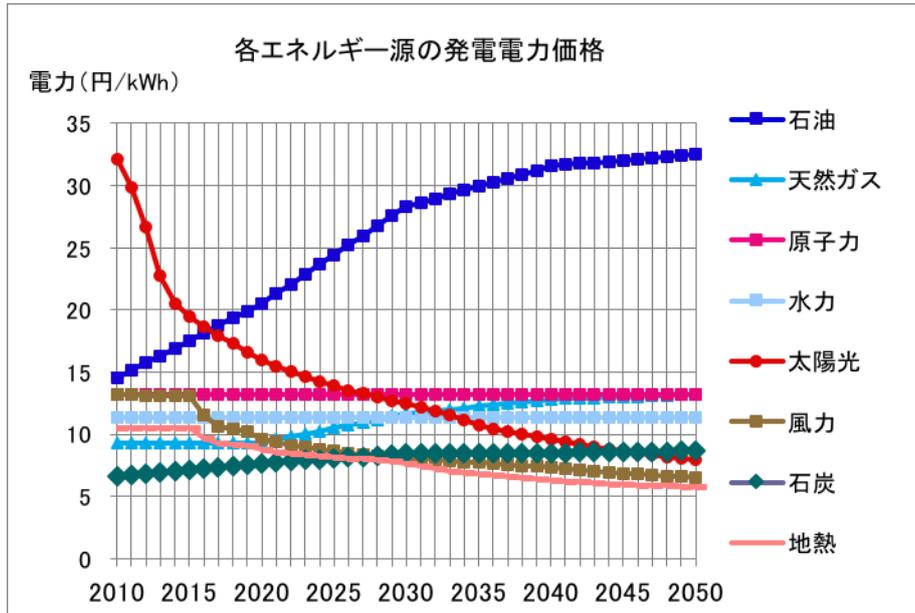


図 1.2 100%自然エネルギーシナリオの電力価格(各エネルギー源の発電電力価格)

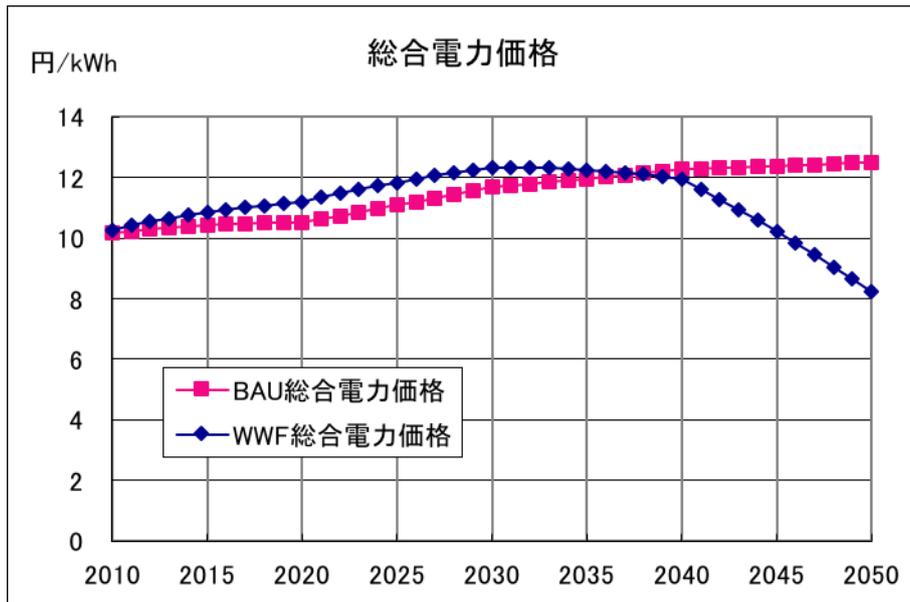


図 1.3 100%自然エネルギーシナリオの総合電力価格(BAU 電力価格と WWF 電力価格)

発電設備建設費（初期投資）、燃料費、固定資産税、発電効率などを用いて、各種エネルギー源による発電価格をもとめて、図 1.2 に示した。石油、天然ガスの発電価格は 2050 年まで上昇してゆき、太陽光、風力発電は価格が低下してゆく。

BAU 総合電力価格は、2010 年の発電燃料構成を固定して将来の発電価格を計算したものであり、化石燃料の価格上昇によって上昇してゆき、WWF シナリオの発電価格は 2035 年ごろまで BAU 電力価格よりわずかに大きくなっている。自然エネルギーによる発電の代替を評価するために BAU 総合電力価格を使用している。具体的には運転費用の計算にあたって、運転を維持費用から、省エネまたは代替されるエネルギー費用によって回収される費用を差し引くときに BAU 電力価格を適用している。

1.3 費用算定の方法

本報告は、以下のような方法で 2 つの WWF シナリオの省エネルギー費用と自然エネルギーの費用を検討している。

- ① 設備投資 (CapEx)
- ② 運転費用（運転維持費用—省エネまたは代替エネルギーにより回収される金額）(OpEx)
- ③ 正味費用（設備投資金額+運転費用）(Net)

設備投資は、BAU シナリオの省エネルギーに対する追加の省エネルギー費用、および太陽光発電などの初期投資の費用を意味している。

運転費用には、まず省エネ設備の運転や、自然エネルギー設備の運転に必要な運転維持費用がある。これから、省エネルギーや自然エネルギー（太陽光や風力発電など）によって削減または代替される化石燃料などの費用をさしひいたものである。これは代替される対象の BAU シナリオの運転費用に相当する。なお金利は考慮していない。

各年について、正味費用を以下のように計算する。

正味費用＝設備投資＋運転費用　である。

(Net)　　(CapEx)　　(OpEx)

設備投資は正の数値であるが、運転費用は省エネまたは自然エネルギーでのエネルギー費用代替により回収される金額を差し引くため、多くの場合はマイナスになる。したがって、一般に投資が適切なものであれば、正味費用は初期の設備投資のため当初はプラスの値であるが、次第に減少してゆき、多くの場合、2050 年に至る以前にマイナスの値になる。これは、設備投資が回収されるだけでなく、利益となることを意味している。

本報告では、利用可能なデータの制限から、各エネルギー需要部門において、代表的な対策・技術の費用を算定することによって、当該部門の費用を推計している。

第2章 省エネルギーの費用（100%自然エネルギーシナリオ）

以下は、「100%自然エネルギーシナリオ」における産業、家庭、業務、輸送の各部門における代表的な技術について、その省エネルギー費用を算定したものである。

2.1 産業部門の省エネルギー費用

本報告では利用可能なデータの制限から、個別の技術対策費用を積み上げる方式ではなく、産業部門全体の設備投資額を推計する方式を採用している。詳細については、WWF ジャパン(2013)『脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ提案 <費用算定編>』を参照。

表 2.1 産業部門の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	2,974	-1,900	1,073
2020	3,568	-6,048	-2,480
2025	5,703	-11,635	-5,931
2030	6,201	-18,817	-12,616
2035	8,082	-26,089	-18,007
2040	8,564	-33,250	-24,687
2045	9,121	-38,286	-29,165
2050	8,300	-41,716	-33,416
計(40年)	262,569	-888,705	-626,137

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

計算結果をみると、40年間で26.2兆円の追加の設備投資、運転費用は-88.8兆円となり、正味費用は-62.6兆円になっている（表 2.1・図 2.1）。

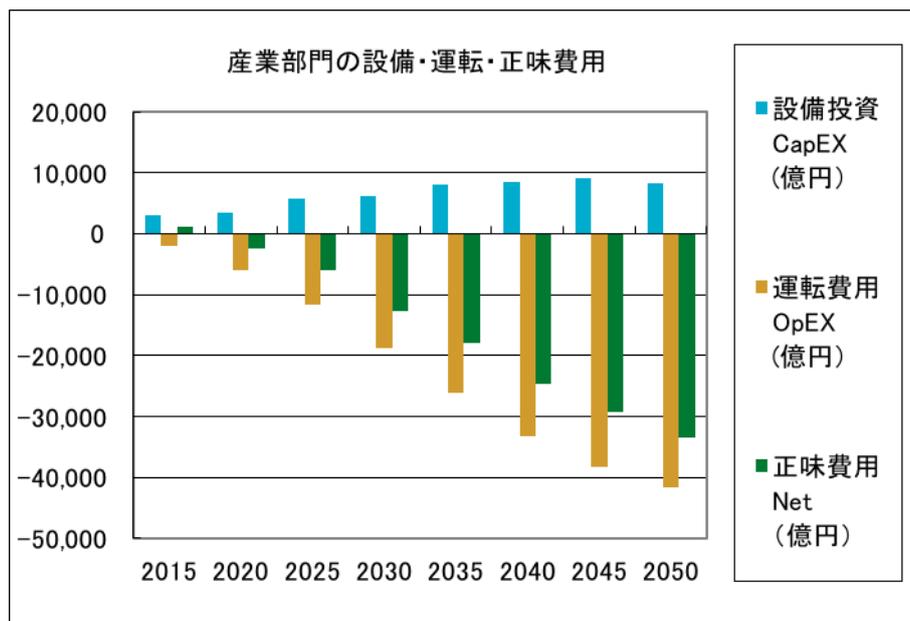


図 2.1 産業部門の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

2.2 家庭部門の省エネルギー費用

家庭部門の省エネルギーとしては、住宅の断熱化、照明、エアコンを取り上げて検討した。

1) 住宅の断熱化の費用

住宅の断熱化に必要な費用は、新築・改築の際に住宅の省エネルギー基準にしたがう住宅の戸数によって推定できる。住宅の戸数は、戸建住宅と集合住宅を合計した戸数で表している。両者の暖冷房のエネルギー消費は異なっているが、構成比を考慮したうえで合計して扱っている。

表 2.2 住宅の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	12,621	-1,489	11,132
2020	12,621	-4,357	8,264
2025	8,127	-6,761	1,366
2030	8,127	-8,939	-813
2035	10,748	-11,582	-833
2040	10,748	-14,552	-3,804
2045	10,033	-15,748	-5,715
2050	10,033	-15,780	-5,746
計(40年)	415,297	-396,040	19,256

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

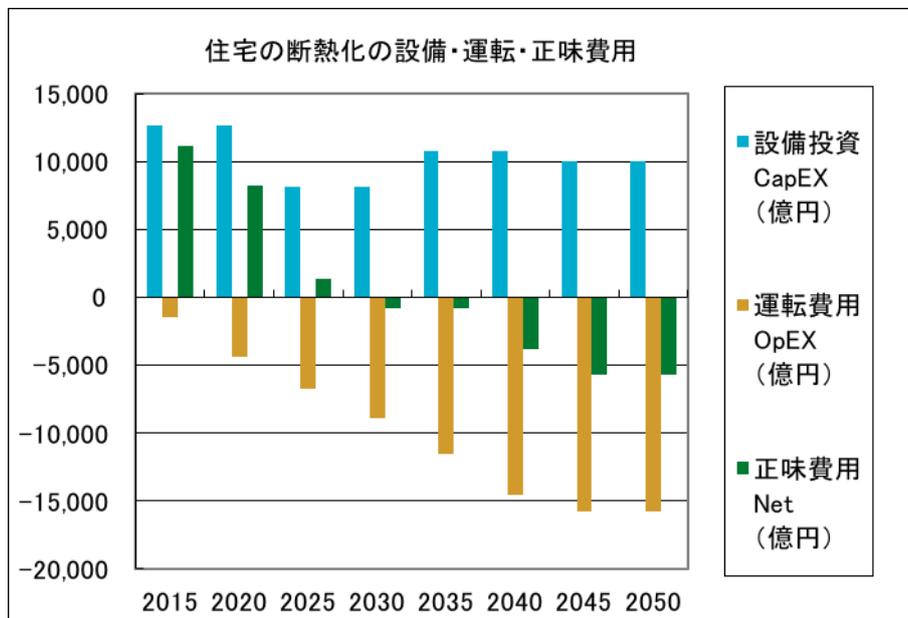


図 2.2 住宅の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

計算の結果(表 2.2・図 2.2)、住宅の断熱化は、2010~2050年の40年間に、設備投資41.5兆円、運転費用-39.6兆円、正味費用は-1.9兆円となっている。正味費用はほとんどゼロであ

り、投資額と同額のリターンになっている。図には見えないが、実際には、2050年以降に投資効果が表れてくる。

2) 住宅における高効率照明の費用

住宅における照明の効率化は、白熱電球と蛍光灯がLED電球に交代することを検討し、その交代に伴う費用を計算した。WWFシナリオでは早いペースでの交代が起こり、BAUシナリオでは交代が遅くなると想定している。

現状では、同じ明るさを得るために、白熱電球60WをLEDにすると7Wになり、蛍光灯20Wを、LEDにすると12Wになる。この後、LEDの効率は向上してゆき、2050年には3倍になるものと想定した。

家庭の電力消費として統計に表れる照明・動力のうちの22%が照明用である。また、2010年の照明用電力のうち白熱灯用電力の割合は9%である。

WWFシナリオでは白熱灯は2020年までにすべて代替されるものとした。蛍光灯はLEDに代替されてゆき、2050年にはすべての照明灯がLEDあるいはLEDと同等の効率の照明器具に代替するものとした。

60Wの白熱灯の価格は140円で不変とした。2050年までに、大量生産効果により20Wの蛍光灯の価格は、760円から350円になり、7W相当のLEDは効率を上げながら1Wあたり400円から100円に低下するものと想定した。費用構成は表2.3および図2.3のようになった。

表 2.3 「100%自然エネルギーシナリオ」の住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	723	-358	365
2020	422	-967	-545
2025	767	-1,534	-766
2030	587	-2,110	-1,523
2035	793	-2,697	-1,904
2040	620	-3,288	-2,668
2045	695	-3,872	-3,177
2050	512	-4,448	-3,936
計(40年)	25,602	-96,374	-70,772

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

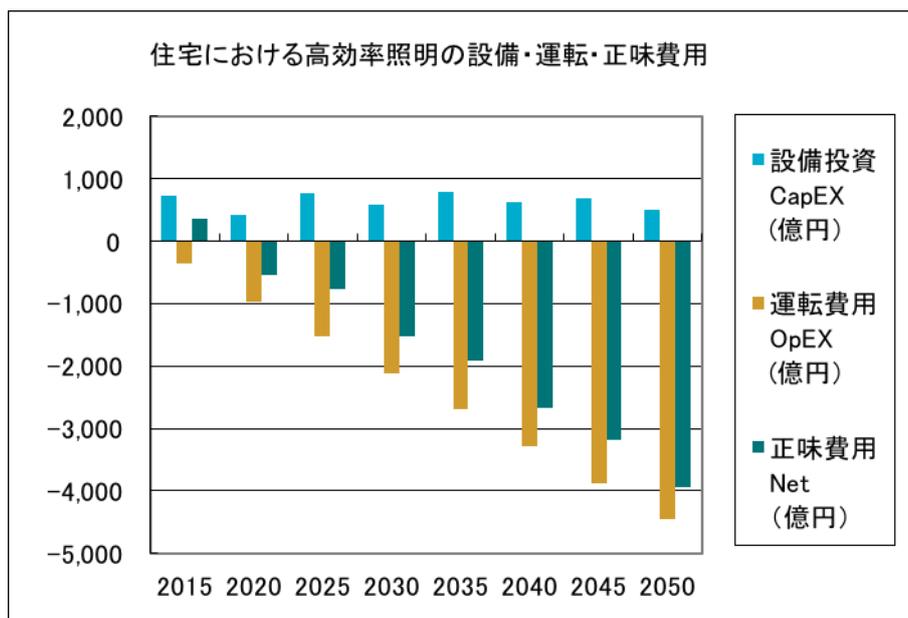


図 2.3 住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

2010年から2050年までに、この高効率照明への転換の設備投資金額は2.6兆円、運転費用が-9.6兆円になることで、正味費用は-70.7兆円になる。

3) 住宅におけるエアコンの省エネルギー費用

次に、住宅においてエアコンが高効率のものに転換してゆくのに必要な費用を計算した。

表 2.4 エアコンの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	117	-13	104
2020	216	-102	114
2025	510	-395	115
2030	678	-1,067	-389
2035	678	-1,811	-1,133
2040	678	-2,319	-1,641
2045	678	-2,775	-2,097
2050	678	-3,227	-2,549
計(40年)	21,165	-58,541	-37,376

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

2010年から2050年までに、この高効率エアコンへの転換の設備投資金額は2.1兆円、運転費用は-5.8兆円、正味費用は-3.7兆円になる(表 2.4・図 2.4)。設備投資は2030年まで増大してゆくがその後はほぼ一定になる。

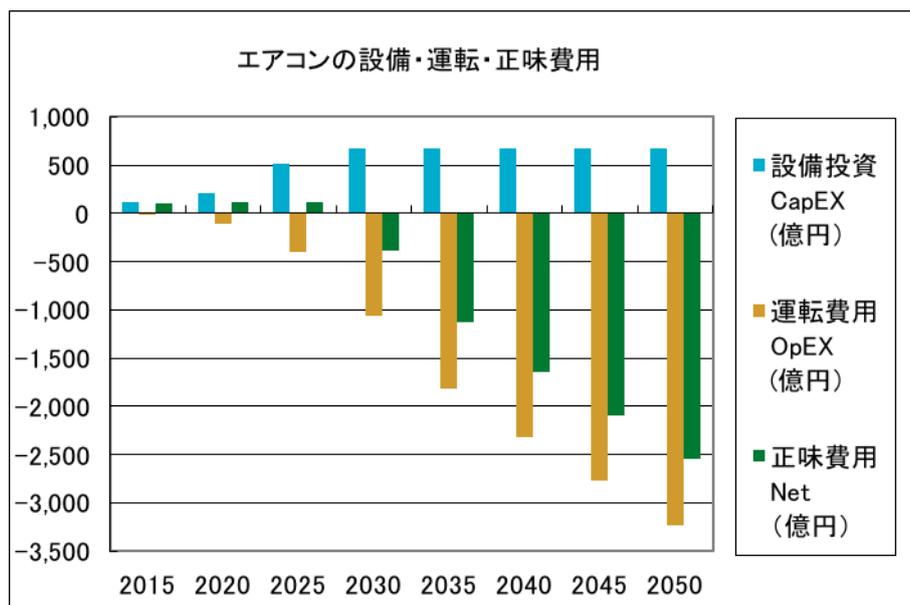


図 2.4 エアコンの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

2.3 業務部門の省エネルギー費用

業務部門については、建物の断熱化と照明を取り上げて検討した。

1) 省エネビル

WWF シナリオでは、建築物の全てが現状の次世代省エネ基準相当の省エネを達成すると想定している。そこで、建物の断熱化を中心とするビルの省エネ化に係る追加費用を算定した。

業務用ビルの暖冷房消費は、断熱化や様々な工夫により削減できることが知られている。

その省エネルギー技術の内容は、建築のプランニング、衛生動力の低減、換気動力の低減、熱負荷の低減、断熱・日射遮蔽・通風、搬送動力の低減、照明電力の低減、効率向上、アクティブソーラーなどである。

表 2.5 省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	919	-89	830
2020	2,143	-426	1,717
2025	3,202	-1,065	2,137
2030	4,095	-2,071	2,023
2035	4,817	-3,433	1,384
2040	5,365	-5,157	208
2045	5,737	-7,227	-1,490
2050	5,928	-9,642	-3,713
計(40年)	161,027	-145,544	15,483

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

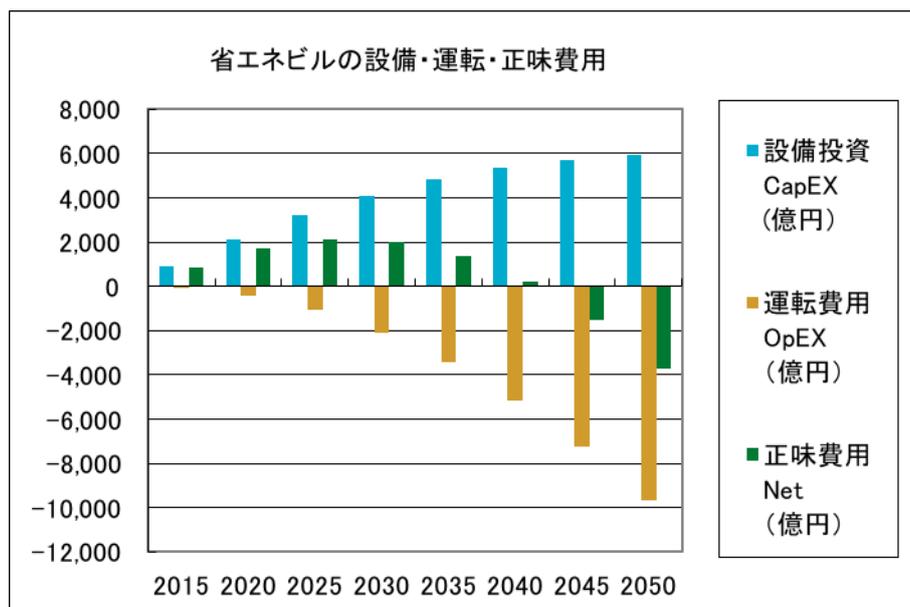


図 2.5 省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

2050年までの40年間の設備投資は16.1兆円、運転費用は-14.5兆円、正味費用はほぼ1.54兆円になっている(表2.5・図2.5)。

2) 業務用ビルの高効率照明

業務用ビルにおける照明が、高効率なものに転換されるために必要な費用を計算した。WWFシナリオでは、BAUシナリオよりも早いペースで転換が行われる。

表 2.6 業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	1,949	-329	1,620
2020	1,508	-888	620
2025	1,867	-1,408	458
2030	1,327	-1,938	-611
2035	1,387	-2,477	-1,090
2040	985	-3,020	-2,035
2045	942	-3,556	-2,614
2050	643	-4,085	-3,441
計(40年)	53,039	-88,506	-35,467

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

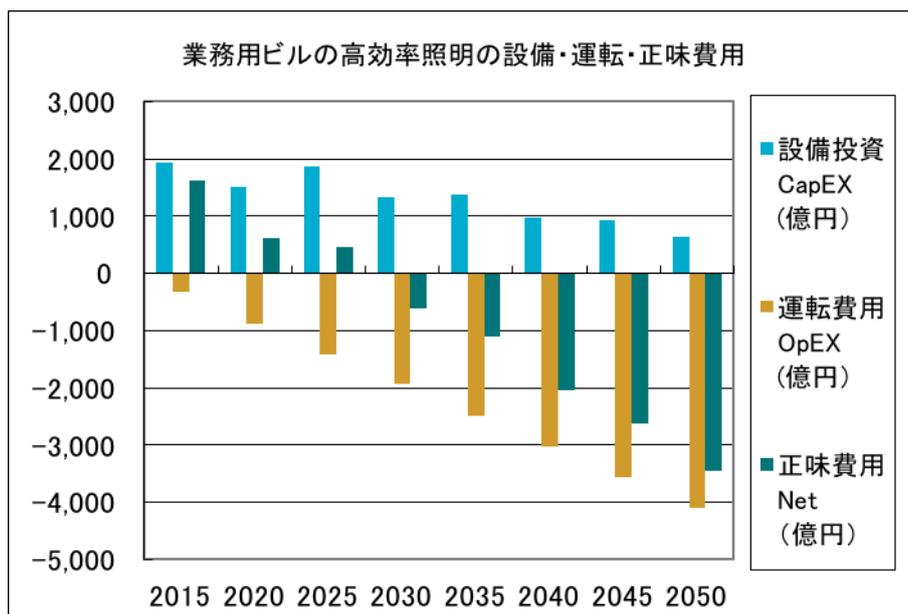


図 2.6 業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用(5年間ごとの平均値)

業務用ビルの照明の高効率化に必要な費用は、2010-2050年の40年間に設備投資が5.3兆円、運転費用が-8.8兆円、正味費用は-3.5兆円になっている(表 2.6・図 2.6)。

2.4 運輸部門の省エネルギー費用

自動車は、BAU シナリオではガソリン車からハイブリッド車へ、WWF シナリオではさらに電気自動車(EV)、燃料電池車(FCV)への転換が進むと想定している。

EVやFCVの効率について、現状の日産の電気自動車リーフを参考にして検討すると、2010年時点の段階では技術がまだ開発される余地が残っている。充電や水素製造をふくめた電力供給側からみた効率は、EVは2010年に107Wh/kmで2050年には100Wh/kmとなり、FCVは2016年の実用化走行開始時に198Wh/km、2050年には185Wh/kmと想定した。

計算結果は表 2.7 のようになっている。

表 2.7 自動車の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	676	-66	609
2020	15,329	-1,550	13,780
2025	29,885	-9,962	19,923
2030	23,583	-22,894	688
2035	17,559	-34,055	-16,497
2040	21,384	-40,582	-19,197
2045	39,347	-52,121	-12,774
2050	47,077	-73,934	-26,857
計(40年)	974,199	-1,175,824	-201,625

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

EV と FCV への転換による自動車の効率化は、2010-2050 年の 40 年間に設備投資が 97 兆円、
 運転費用が-117 兆円、正味費用は-20 兆円になる。

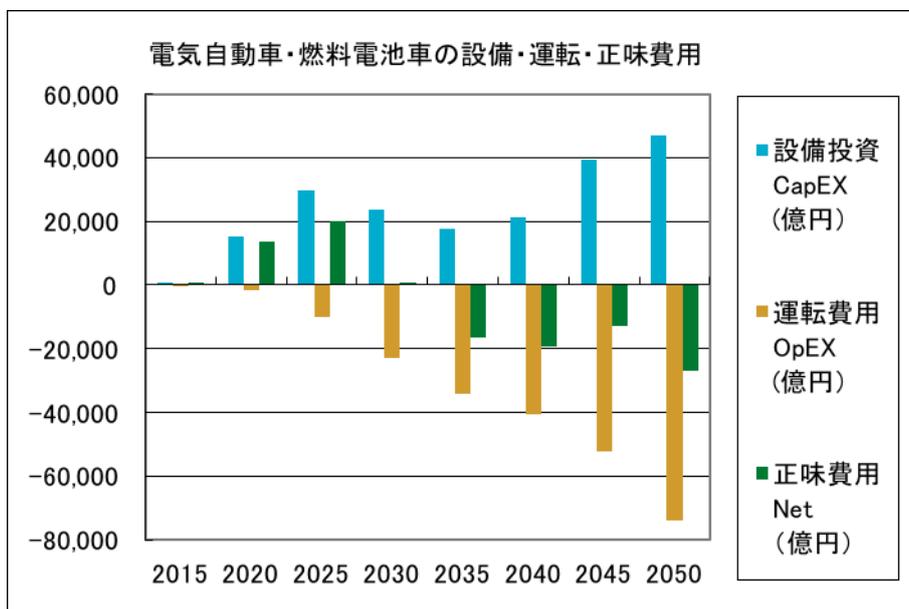


図 2.7 自動車の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

第3章 省エネルギーの費用（ブリッジシナリオ）

以下は、2050年のCO2排出量を80%削減する「ブリッジシナリオ」における産業、家庭、業務、輸送の各部門における代表的な技術について、その省エネルギー費用を算定したものである。説明は、100%自然エネルギーシナリオと重複するので、結果のみを示している。

3.1 産業部門の省エネルギー費用

表 3.1 産業部門の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	2,974	-1,900	1,073
2020	3,568	-6,048	-2,480
2025	4,516	-10,521	-6,004
2030	4,539	-15,336	-10,797
2035	5,167	-20,664	-15,498
2040	5,798	-26,345	-20,547
2045	7,231	-30,331	-23,100
2050	6,576	-33,038	-26,462
計(40年)	201,849	-720,916	-519,067

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

計算結果をみると、40年間で20.1兆円の追加の設備投資、運転費用は-72兆円となり、正味費用は-51.9兆円になっている（表 3.1・図 3.1）。

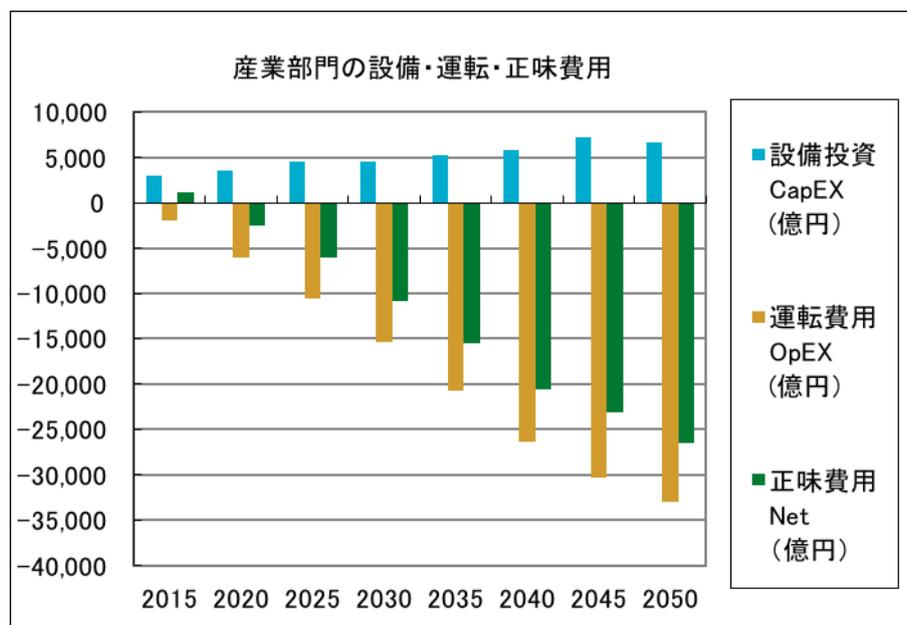


図 3.1 産業部門の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

3.2 家庭部門の省エネルギー費用

1) 住宅の断熱化の費用

表 3.2 住宅の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	12,621	-1,489	11,132
2020	12,621	-4,357	8,264
2025	6,016	-6,570	-555
2030	6,016	-8,515	-2,499
2035	9,852	-11,049	-1,198
2040	9,852	-14,008	-4,156
2045	5,493	-14,784	-9,291
2050	5,493	-14,019	-8,525
計(40年)	339,819	-373,961	-34,142

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

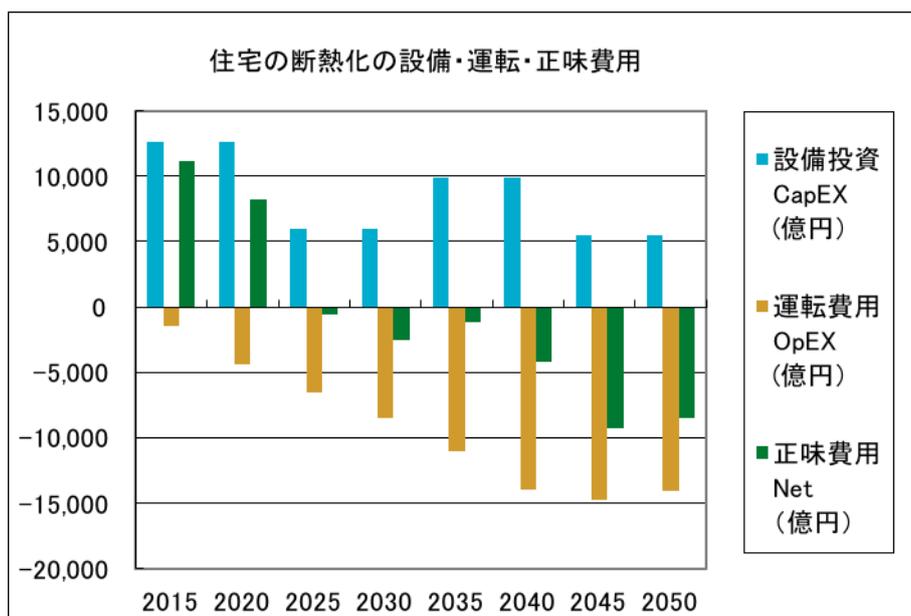


図 3.2 住宅の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

計算の結果(表 3.2・図 3.2)、住宅の断熱化は、2010~2050年の40年間に、設備投資33.9兆円、運転費用-37.3兆円、正味費用は-3.41兆円となっている。

2) 住宅における高効率照明の費用

2010年から2050年までに、この高効率照明への転換の設備投資金額は2.4兆円、運転費用が-4.8兆円になり、正味費用は-2.4兆円になる。

表 3.3 住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	1,058	-179	878
2020	586	-484	102
2025	703	-767	-64
2030	511	-1,055	-544
2035	609	-1,349	-740
2040	455	-1,644	-1,189
2045	485	-1,936	-1,452
2050	342	-2,224	-1,881
計(40年)	23,736	-48,187	-24,451

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

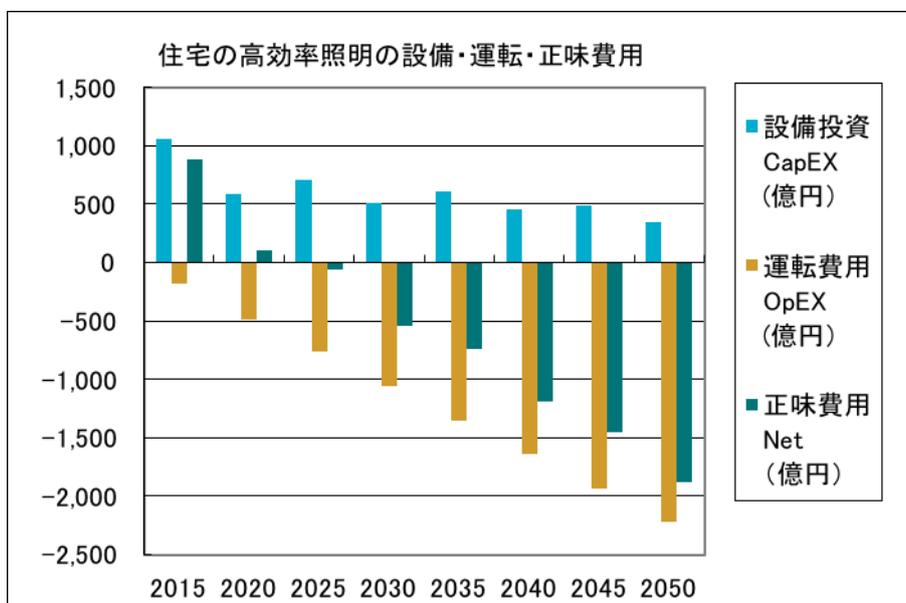


図 3.3 住宅における高効率照明の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

3) 住宅におけるエアコンの省エネルギー費用

2010年から2050年までに、この高効率エアコンへの転換の設備投資金額は1.7兆円、運転費用は-4.7兆円、正味費用は-3.0兆円になる(表3.4・図3.4)。設備投資は2030年まで増大してゆくがその後はほぼ一定になる。

表 3.4 エアコンの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	117	-13	104
2020	216	-102	114
2025	444	-375	69
2030	542	-910	-368
2035	542	-1,455	-913
2040	542	-1,855	-1,313
2045	542	-2,220	-1,678
2050	542	-2,581	-2,039
計(40年)	17,445	-47,561	-30,116

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

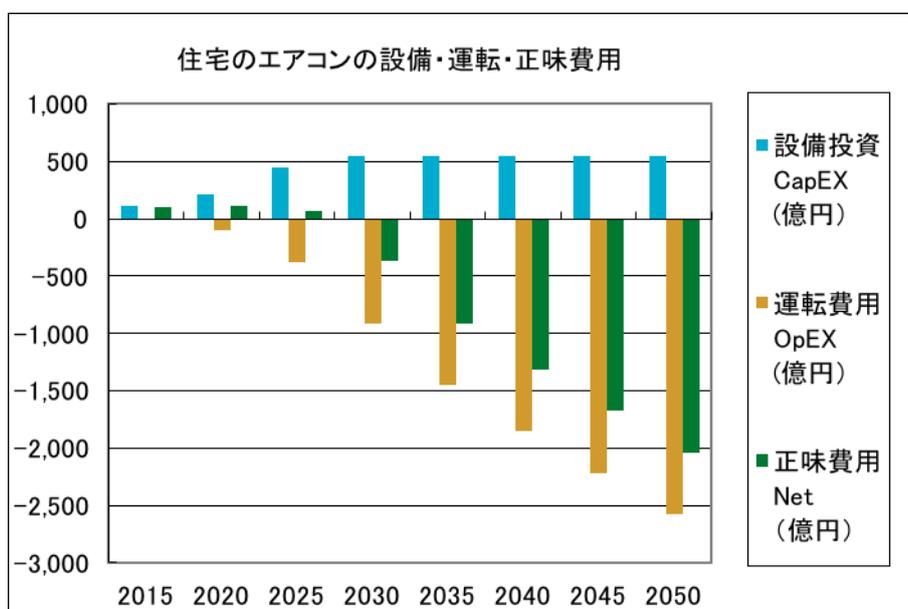


図 3.4 エアコンの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

3.3 業務部門の省エネルギー費用

1) 省エネビル

2050年までの40年間の設備投資は12.8兆円、運転費用は-11.6兆円、正味費用はほぼ1.23兆円になっている(表3.5・図3.5)。

表 3.5 省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	735	-71	664
2020	1,714	-341	1,374
2025	2,562	-852	1,710
2030	3,276	-1,657	1,619
2035	3,853	-2,746	1,107
2040	4,292	-4,126	167
2045	4,589	-5,782	-1,192
2050	4,743	-7,713	-2,971
計(40年)	128,822	-116,435	12,387

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

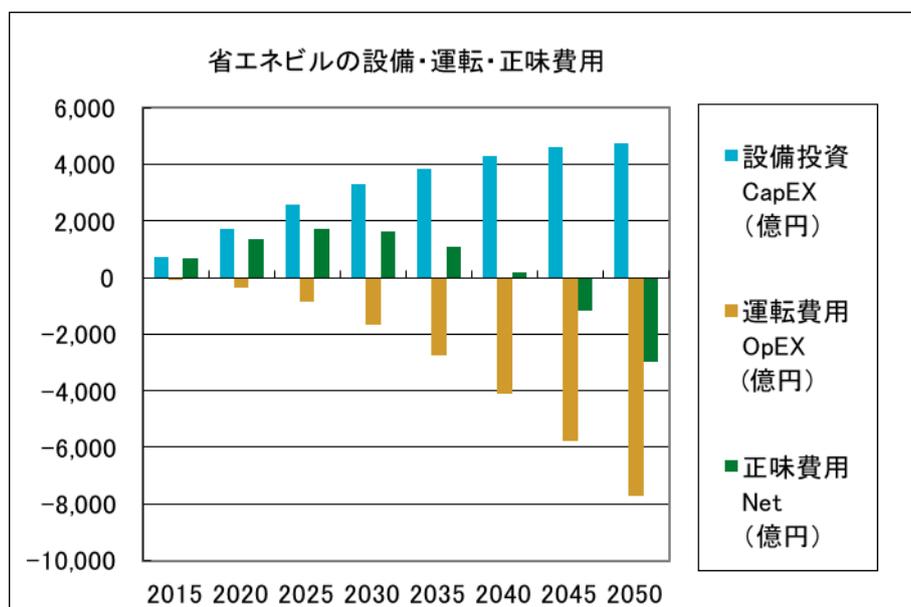


図 3.5 省エネビルの設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

2) 業務用ビルの高効率照明

業務用ビルの照明の高効率化に必要な費用は、2010-2050年の40年間に設備投資が5.1兆円、運転費用が-4.4兆円、正味費用は+0.65兆円になっている(表3.6・図3.6)。

2050年以降に資金が回収されると考えられる。

表 3.6 業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	2,249	-164	2,085
2020	1,721	-444	1,277
2025	1,744	-704	1,040
2030	1,241	-969	272
2035	1,158	-1,239	-81
2040	822	-1,510	-688
2045	731	-1,778	-1,047
2050	497	-2,042	-1,545
計(40年)	50,811	-44,253	6,558

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

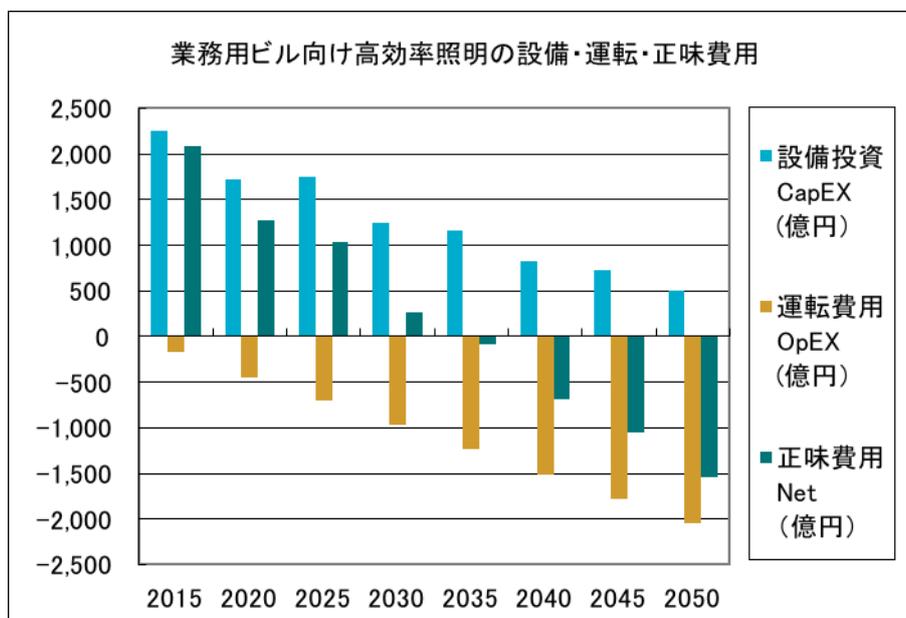


図 3.6 業務用ビルの高効率照明の投資と正味費用(5年間ごとの平均値)

3.4 運輸部門の省エネルギー費用

EV と FCV への転換による自動車の効率化の費用は、2010-2050 年の 40 年間に設備投資が 80 兆円、運転費用が-107 兆円、正味費用は-27 兆円になる。

表 3.7 自動車の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	676	-66	610
2020	15,329	-1,549	13,780
2025	29,885	-9,961	19,924
2030	23,583	-22,886	697
2035	14,476	-33,526	-19,050
2040	18,497	-38,767	-20,270
2045	24,649	-46,892	-22,243
2050	33,184	-60,985	-27,800
計(40年)	801,398	-1,073,157	-271,759

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

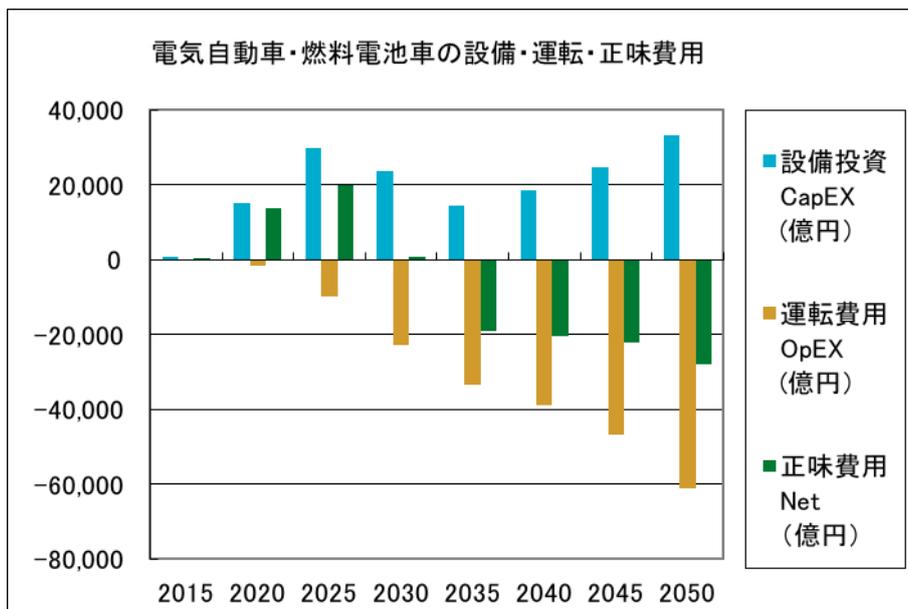


図 3.7 自動車の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

第4章 自然エネルギーの費用(100%自然エネルギーシナリオ)

自然エネルギーとして、太陽光発電、風力発電、地熱発電、水力発電を取り上げて、その費用を算定した。

4.1 太陽光発電の費用

太陽光発電は追尾式のような高度技術を想定せず、すでに実用化されている固定式を想定している。設備の寿命は20年、設備利用率は12%、年間運転費として1kWあたり0.5万円の費用を見込んでいる。年間発電金額として化石燃料ベースのBAU総合発電価格を用いて発電量を評価した。これが運転費用(の節約)額となる。2050年までに寿命20年で設備の交代が生じてゆく過程をシミュレーションで検討している(表4.1)。

表 4.1 純粋電力用太陽光発電の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	14,315	-812	13,503
2020	11,533	-2,455	9,078
2025	9,950	-4,091	5,859
2030	8,913	-6,133	2,780
2035	15,744	-8,339	7,405
2040	14,011	-10,649	3,362
2045	16,912	-13,715	3,196
2050	15,444	-17,297	-1,853
計(40年)	534,114	-317,457	216,657

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

純粋電力用の太陽光発電は、2010-2050年の40年間に設備投資が53.4兆円、運転費用が-31.7兆円、正味費用は+21.6兆円になっている。投資額に対するリターンは2030年台になると大きくなるが、投資は2050年以降に回収される形になっている。

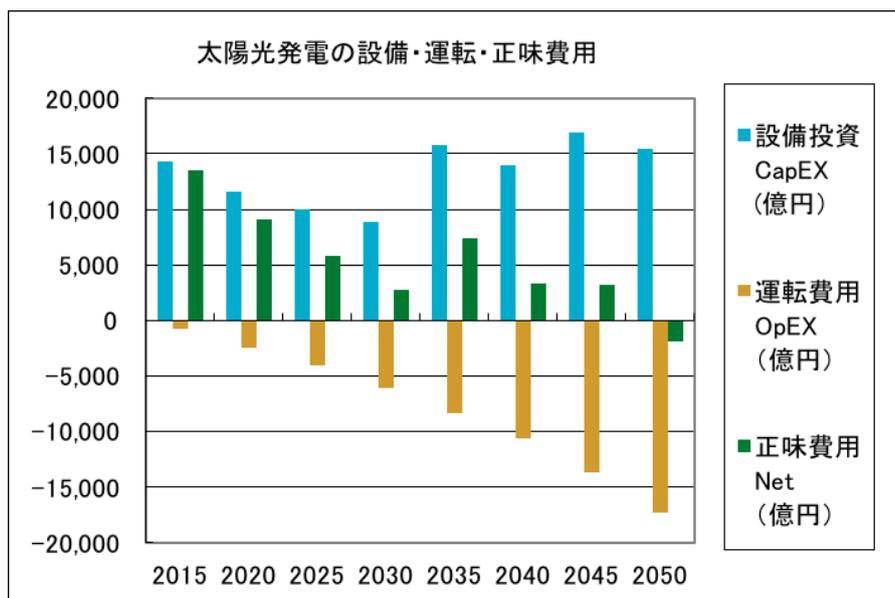


図 4.1 太陽光発電の省エネルギー投資と正味費用(5年間ごとの平均値)

4.2 風力発電の費用

風力発電は陸上風力と洋上風力があり、これを区分して扱った。風力発電の設備の寿命は20年、学習曲線の進歩指数は90%であり、コスト低下の余地を見込んだ。

設備利用率は27%、年間運転費として1kWあたり0.6万円の費用を見込んでいる。年間発電金額として化石燃料ベースのBAU総合発電価格を用いて発電量を評価した。

1) 陸上風力発電の費用

陸上風力発電の1kWあたり建設コストは、2010年に30万円とし、学習効果により低下してゆくものとした。

表 4.2 陸上風力発電の投資と正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	209	-685	-476
2020	88	-616	-528
2025	1,356	-961	395
2030	1,334	-1,569	-234
2035	1,357	-2,241	-884
2040	1,298	-2,955	-1,657
2045	3,326	-4,052	-726
2050	3,216	-5,410	-2,194
計(40年)	60,925	-92,440	-31,515

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

純粋電力用の陸上風力は、2010-2050年の40年間に設備投資が6.0兆円、運転費用が-9.2兆円、正味費用は-3.1兆円になっている(表4.2・図4.2)。

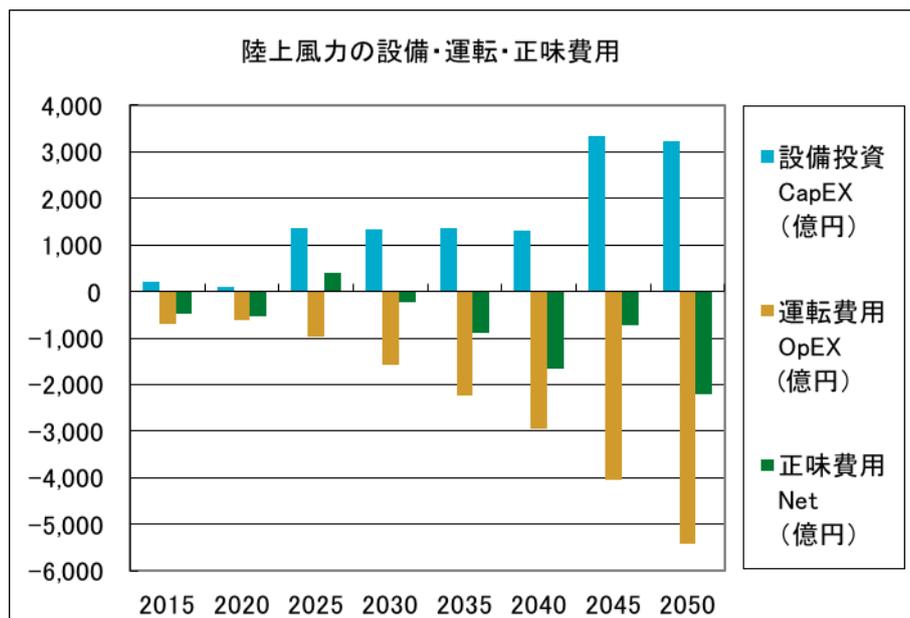


図 4.2 陸上風力発電の投資と正味費用(5年間ごとの平均値)

2) 洋上風力発電の費用

洋上風力は陸上より風況がよいので設備利用率は大きくなるはずだが、詳細な気象データがないため陸上と同じ条件とした。

表 4.3 洋上風力の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	100	-4	96
2020	2,065	-289	1,776
2025	1,412	-961	451
2030	1,322	-1,569	-246
2035	1,443	-2,241	-797
2040	2,810	-2,955	-146
2045	3,553	-4,052	-499
2050	3,387	-5,410	-2,022
計(40年)	80,460	-87,403	-6,942

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

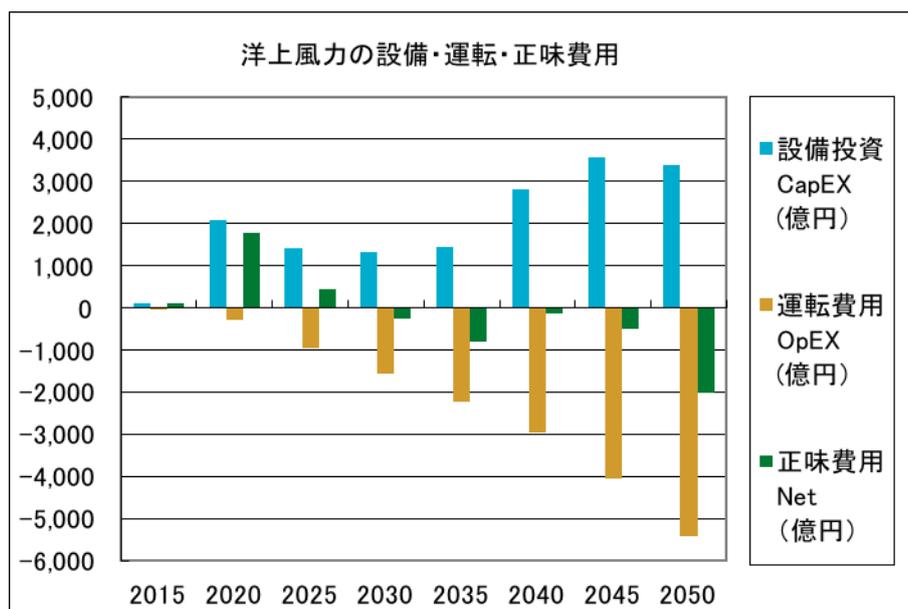


図 4.3 洋上風力の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

洋上風力発電の年間運転費は0.6万円/kWを計上している。1kWあたりの建設コストは、2010年に50万円としているが、学習効果により低下してゆくことがわかる。

純粋電力用の洋上風力は、2010-2050年の40年間に設備投資が8.0兆円、運転費用が-8.7兆円、正味費用は-0.69兆円になっている(表4.3・図4.3)。投資額に対するリターンは陸上風力より小さいが、洋上の気象データが入手できればこの数値は大きく改善されるものと考えられる。

4.3 地熱発電の費用

地熱発電の設備の寿命は20年、学習曲線の進歩指数は90%としてコスト低下の余地を見込んだ。設備利用率は70%、年間運転費として1kWあたり2万円の費用を見込んでいる。年間発電金額として化石燃料ベースのBAU総合発電価格を用いて運転費用を評価した。

表 4.4 地熱発電の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	384	-280	103
2020	63	-259	-196
2025	452	-364	88
2030	703	-543	160
2035	3,028	-1,395	1,634
2040	2,747	-2,750	-3
2045	2,447	-4,009	-1,563
2050	2,550	-5,190	-2,640
計(40年)	61,866	-73,957	-12,091

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

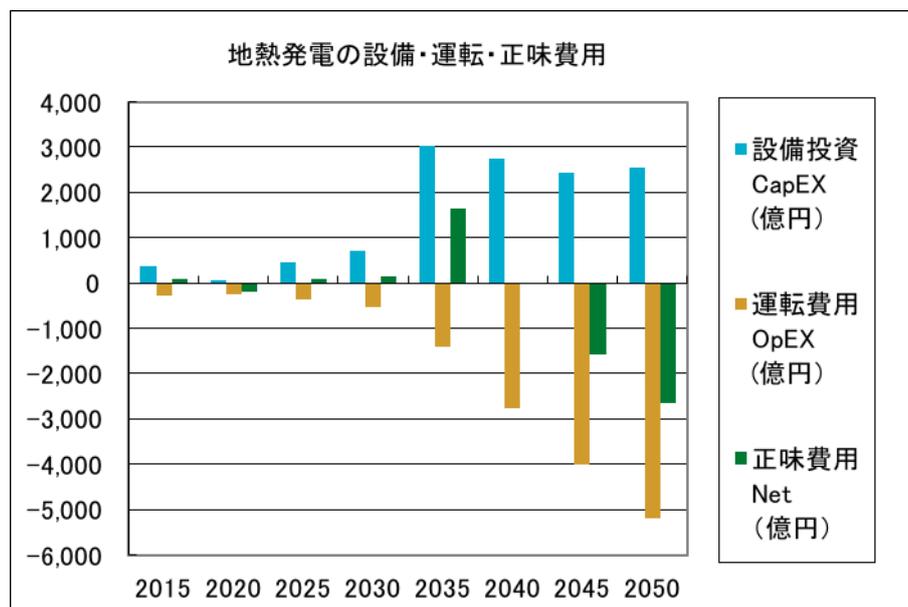


図 4.4 地熱発電の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

地熱発電は、2010-2050年の40年間に設備投資が6.1兆円、運転費用が-7.4兆円、正味費用は-1.2兆円になっている(表4.4・図4.4)。投資額に対するリターンは自然エネルギーのなかでは大きいほうである。

4.4 水力発電の費用

水力発電設備の寿命は40年、1kWあたり建設コストは90万円である。学習曲線の進歩指数は99%とした。年間発電金額(=運転費用)として化石燃料ベースのBAU総合発電価格を用いて発電量を評価した。

表 4.5 水力発電の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	4,374	-690	3,684
2020	3,670	-1,707	1,963
2025	2,118	-2,585	-466
2030	2,005	-3,415	-1,410
2035	1,903	-4,254	-2,350
2040	1,812	-5,093	-3,281
2045	7,810	-7,710	100
2050	6,467	-11,551	-5,084
計(40年)	150,793	-185,027	-34,235

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

水力発電は、2010-2050年の40年間に設備投資が15.0兆円、運転費用が-18.5兆円、正味費用は-3.4兆円になっている(表4.5・図4.5)。

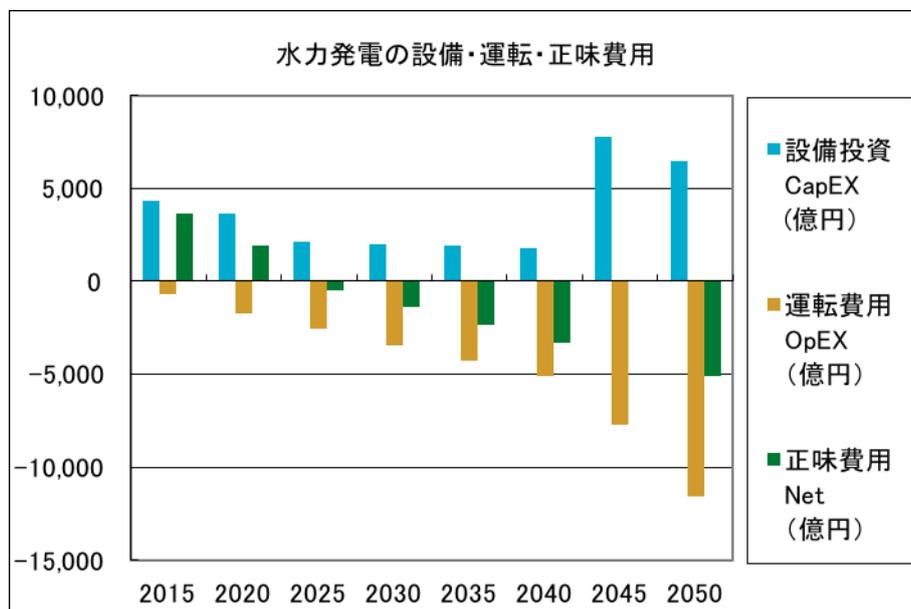


図 4.5 水力発電の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

4.5 太陽熱の費用

表 4.6 太陽熱の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	460	-140	320
2020	369	-423	-54
2025	1,591	-1,602	-11
2030	1,435	-3,784	-2,349
2035	4,340	-9,051	-4,711
2040	3,968	-16,729	-12,762
2045	2,816	-22,327	-19,511
2050	2,735	-26,298	-23,563
計(40年)	88,564	-401,766	-313,201

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

2010年から2050年までの設備投資は8.8兆円、運転費用は-40.1兆円、正味費用は-31.3兆円になっている(表4.6・図4.6)。

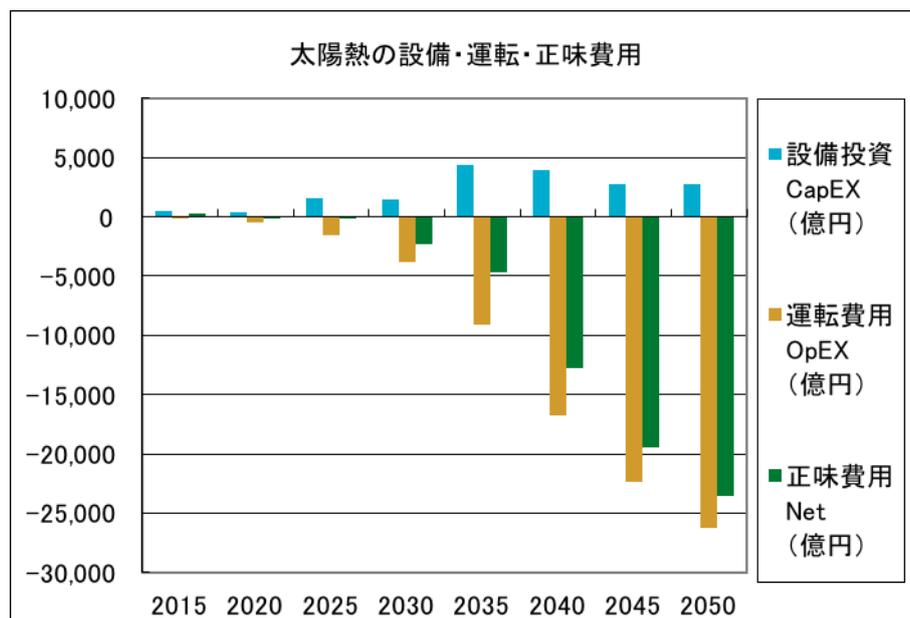


図 4.6 太陽熱の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

4.6 燃料用電力

表 4.7 燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	0	0	0
2020	11,819	-987	10,832
2025	26,130	-4,309	21,821
2030	23,339	-9,315	14,024
2035	19,327	-14,944	4,382
2040	24,425	-20,962	3,463
2045	25,182	-25,574	-392
2050	23,155	-29,153	-5,998
計(40年)	766,883	-526,220	240,663

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

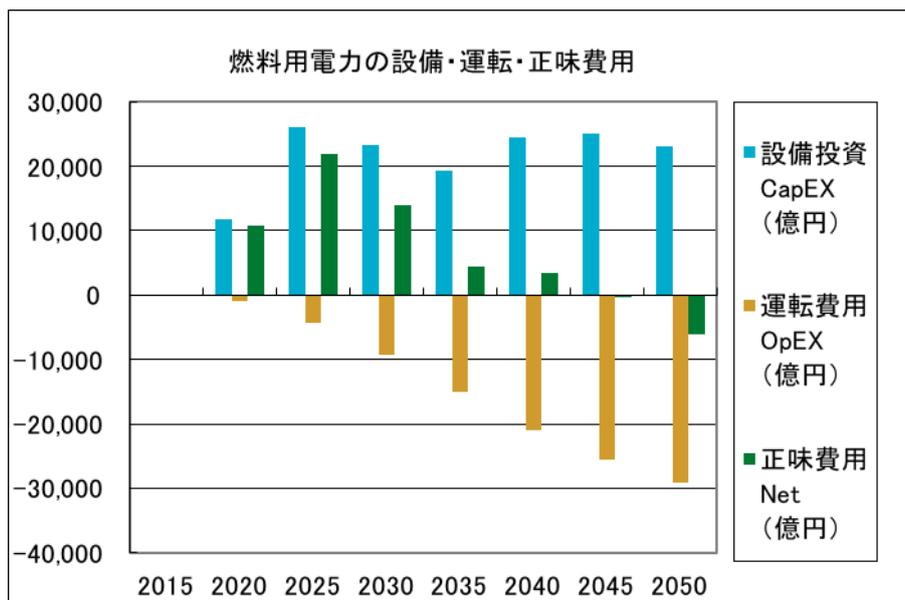


図 4.7 燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

燃料用電力については、2010年から2050年までの設備投資は76.6兆円、運転費用は-52.6兆円、正味費用は+24兆円になっている(表4.7・図4.7)。

第5章 自然エネルギーの費用(ブリッジシナリオ)

「ブリッジシナリオ」における自然エネルギーとしては、太陽光発電、風力発電、地熱発電、水力発電、太陽熱があるが、これらは「100%自然エネルギーシナリオ」と同じ規模を想定しているため費用は同じである。異なるのは燃料用電力であるので、以下には燃料用電力の費用を示した。

5.1 燃料用電力

表 5.1 燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

年	設備投資 CapEX(億円)	運転費用 OpEX(億円)	正味費用 Net(億円)
2015	0	0	0
2020	1,966	-182	1,783
2025	16,158	-2,219	13,939
2030	14,511	-5,801	8,710
2035	9,122	-8,752	370
2040	9,238	-11,188	-1,950
2045	20,095	-14,304	5,792
2050	18,534	-17,874	660
計(40年)	448,119	-301,598	146,520

注)各年の数値は5年間の年平均値、合計は40年間の合計

燃料用電力用については、2010-2050年の40年間に設備投資が44.8兆円、運転費用が-30.1兆円、正味費用は+14.6兆円になっている。正味費用の合計がプラスであるが、この投資額に対するリターンは2050年以降に回収される形になっている。

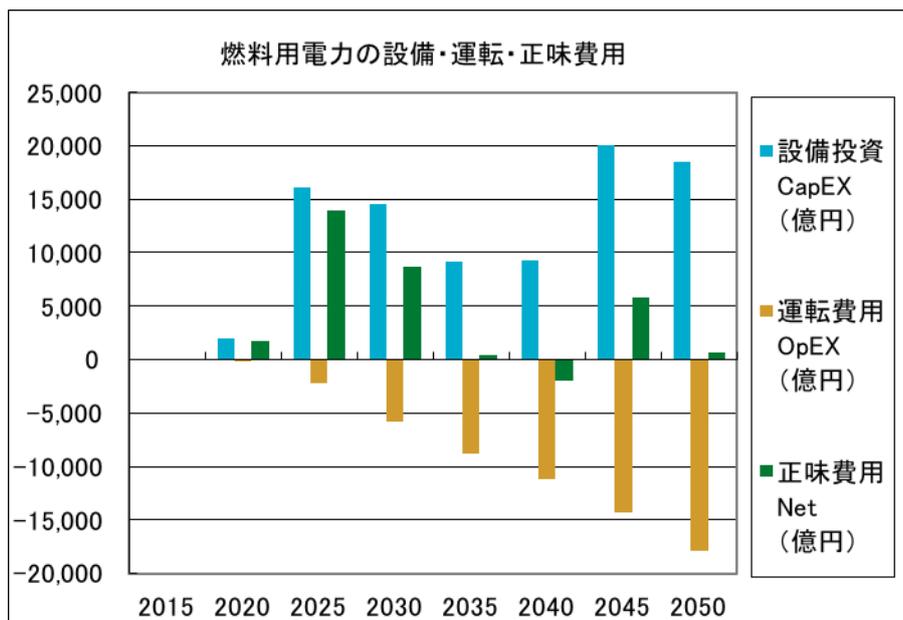


図 5.1 燃料用電力の設備投資・運転費用・正味費用(5年間ごとの平均値)

第6章 費用算定のまとめ

ここでは、以上のふたつのシナリオの費用計算についてとりまとめて比較している。

ふたつのシナリオの費用を、省エネルギーと自然エネルギーについてまとめると表 6.1 のようになった。

表 6.1 省エネルギーと自然エネルギー設備投資・運転費用・正味費用

省エネルギーと自然エネルギー設備投資・運転費用・正味費用						
単位:兆円	100%自然エネルギーシナリオ			ブリッジシナリオ		
	設備投資 CapEX	運転費用 OpEX	正味費用 Net	設備投資 CapEX	運転費用 OpEX	正味費用 Net
産業部門省エネ	26.3	-88.9	-62.6	20.2	-72.1	-51.9
家庭部門 断熱化	41.5	-39.6	1.9	34.0	-37.4	-3.4
照明	2.6	-9.6	-7.1	2.4	-4.8	-2.4
エアコン	2.1	-5.9	-3.7	1.7	-4.8	-3.0
業務部門 省エネビル	16.1	-14.6	1.5	12.9	-11.6	1.2
照明	5.1	-4.4	0.7	5.1	-4.4	0.7
輸送部門 自動車	97.4	-117.6	-20.2	80.1	-107.3	-27.2
省エネ合計	191.1	-280.5	-89.5	156.4	-242.4	-86.1
純電力用 太陽光	53.4	-31.7	21.7	53.4	-31.7	21.7
陸上風力	6.1	-9.2	-3.1	6.1	-9.2	-3.1
洋上風力	8.0	-8.7	-0.7	8.0	-8.7	-0.7
燃料用電力	76.7	-52.6	24.1	44.8	-30.2	14.7
太陽熱	8.9	-40.2	-31.3	8.9	-40.2	-31.3
地熱	6.2	-7.4	-1.2	6.2	-7.4	-1.2
水力	15.1	-18.5	-3.4	15.1	-18.5	-3.4
自然エネルギー合計	174.4	-168.4	5.9	142.5	-146.0	-3.5
省エネ+自然エネ合計	365.4	-448.9	-83.5	298.9	-388.4	-89.5
年間平均	9.1	-11.2	-2.1	7.5	-9.7	-2.2

それぞれのシナリオの費用構成は以下のような数値になっている。

1) 100%自然エネルギーシナリオ

2010年から2050年までの40年間の設備投資は、省エネルギーに191兆円、自然エネルギーに174兆円、合計で365兆円であり、運転費用は省エネルギー-281兆円、自然エネルギーが-168兆円、合計で-449兆円である。正味費用は省エネルギー-90兆円、自然エネルギー+5.9

兆円、合計－84兆円となった。省エネルギーの導入がきわめて有効であることを示している。正味費用の合計がプラスになっているが、この投資は2050年以降に回収される。

2) ブリッジシナリオ

2010年から2050年までの40年間の設備投資は、省エネルギーに156兆円、自然エネルギーに143兆円、合計で299兆円であり、運転費用は省エネルギー－242兆円、自然エネルギーが－146兆円、合計で－388兆円である。正味費用は省エネルギー－86兆円、自然エネルギーが－3.5兆円、合計で－89.5兆円である。

「100%自然エネルギーシナリオ」に対して、「ブリッジシナリオ」の省エネルギー設備投資と自然エネルギー設備投資はともにおよそ80%となっている。

(以上)

問い合わせ先：

WWF ジャパン 気候変動・エネルギーグループ

〒105-0014 東京都港区芝3-1-14 日本生命赤羽橋ビル6F

Tel: 03-3769-3509 / Fax: 03-3769-1717 / Email: climatechange@wwf.or.jp

本報告書はWWFジャパンのウェブサイトからダウンロードできます

→ http://www.wwf.or.jp/re100_2017/