

7. エネルギー供給の低炭素化に伴う便益の評価

再生可能エネルギーの中長期導入目標の達成によるエネルギー供給の低炭素化に伴う便益として、ここでは、CO₂ 排出削減効果、エネルギー自給率の向上効果、経済波及効果及び雇用創出効果の評価を行う。

なお、これらの便益以外に、化石燃料の節約効果もあるが、これは費用総額を算出する際に回避可能原価を差し引いており、費用の方に織り込み済みであるため、便益の方では評価対象とせず試算を行った。

7.1 CO₂ 排出削減効果

再生可能エネルギー種類別に、2011 年から 2030 年にかけて導入される再生可能エネルギーにより、2010 年度比で節約される化石燃料起源の CO₂ 排出削減効果及びその金額換算値（割引率 4%、2010 価値換算）を算定した。

(1) CO₂ 排出削減効果の評価

今回評価した再生可能電力の発電電力量の 2011 年以降の増加分は以下のとおり。

表 7-1 再生可能電力の発電電力量の増加分

	2020			2030		
	25%①	25%②	25%③	下位 ケース	中位 ケース	上位 ケース
太陽光 億 kWh	358	410	494	935	970	1,026
風力 億 kWh	156	156	156	478	478	478
水力 億 kWh	71	188	307	313	391	470
地熱 億 kWh	72	72	72	111	111	111
バイオマス 億 kWh	92	92	92	112	112	112
小計 億 kWh	749	919	1,122	1,949	2,062	2,197

再生可能電力が普及した場合、既存の電力と置き換わるが、置き換わるのは最大限の稼働を目指す原子力発電ではなく、化石燃料による火力発電であると想定することが合理的である。そのうえで、再生可能電力の普及による CO₂ 排出削減量（置き換えられた火力発電に伴う CO₂ 排出量）の算定に用いた CO₂ 排出原単位（置き換わる火力発電の燃料構成）については、次のように設定した。

AIM 日本技術モデルにおいて、2020 年の固定ケースと比べて対策ケースにおいて削減されると想定されている火力発電の発電電力量に占める石炭・LNG・石油等火力の電力量の比率と同じであるとした。

表 7-2 置き換わる火力発電の CO₂ 排出原単位

	置き換わる 火力発電の電源構成	燃料種ごとの火力発電の CO ₂ 排出原単位 (注) kgCO ₂ /kWh
石炭	52%	0.808
LNG	30%	0.411
石油等	18%	0.625
	100%	0.655

注 1 : 燃料種ごとの熱効率は、電力需給の概要により、石炭 40.33%、LNG 43.32%、石油等 41.21%とした。

注 2 : 燃料種ごとの炭素排出係数は、地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度の係数に基づき、石炭 24.7 tC/TJ、LNG 13.5 tC/TJ、石油等 19.5 tC/TJ とした。

以上より、再生可能電力の導入による CO₂ 排出削減効果は以下のとおり。

表 7-3 再生可能電力の CO₂ 排出削減効果

		2020			2030		
		25%①	25%②	25%③	下位 ケース	中位 ケース	上位 ケース
太陽光	万 tCO ₂	2,341	2,685	3,236	6,122	6,351	6,718
風力	万 tCO ₂	1,025	1,025	1,025	3,128	3,128	3,128
水力	万 tCO ₂	466	1,230	2,013	2,048	2,558	3,080
地熱	万 tCO ₂	474	474	474	728	728	728
バイオマス	万 tCO ₂	600	600	600	733	733	733
小計	万 tCO ₂	4,905	6,014	7,347	12,759	13,498	14,387

(2) 熱及び燃料分の CO₂ 排出削減効果の評価

今回評価した再生可能熱及び燃料の 2011 年以降の増加分は以下のとおり。

表 7-4 再生可能エネルギー熱及び燃料の増加分

		2020			2030		
		25%①	25%②	25%③	下位 ケース	中位 ケース	上位 ケース
太陽熱	万 kL	73	73	120	193	193	224
バイオマス熱	万 kL	144	144	144	144	144	144
バイオマス燃料	万 kL	150	150	150	200	200	200
小計	万 kL	367	367	414	537	537	568

代替する熱及び燃料の炭素排出係数を、太陽熱は都市ガス（炭素排出係数：13.8tC/TJ）、バイオマス熱はA重油（炭素排出係数：18.9tC/TJ）、バイオマス燃料はガソリン（炭素排出係数：18.3tC/TJ）で代表させると、CO₂排出削減効果は以下のとおり。

表 7-5 再生可能エネルギー熱及び燃料の CO₂ 排出削減効果

	2020			2030		
	25%①	25%②	25%③	下位 ケース	中位 ケース	上位 ケース
太陽熱 万 tCO ₂	143	143	236	378	378	439
バイオマス熱 万 tCO ₂	386	386	386	386	386	386
バイオマス燃料 万 tCO ₂	390	390	390	520	520	520
小計 万 tCO ₂	919	919	1,011	1,283	1,283	1,345

(3) CO₂ 排出削減効果のまとめ

発電分と熱・燃料分の CO₂ 排出削減効果をまとめると以下のとおり。

表 7-6 再生可能エネルギーの導入による CO₂ 排出削減効果のまとめ

	2020			2030		
	25%①	25%②	25%③	下位 ケース	中位 ケース	上位 ケース
発電 万 tCO ₂	4,905	6,014	7,347	12,759	13,498	14,387
熱・燃料 万 tCO ₂	919	919	1,011	1,283	1,283	1,345
合計 万 tCO ₂	5,824	6,933	8,358	14,042	14,782	15,732

上記の CO₂ 排出削減効果に対し、CO₂ 1 トン当たりの価値を 2,000 円/t-CO₂⁴⁰ から 9,900 円/t-CO₂⁴¹ として経済効果を試算すると以下のとおり。なお、ここでは割引率 4% で 2010 年価値換算を行った。

⁴⁰ 日本政策金融公庫及び国際協力銀行が 2010 年 2 月に公表した「排出権価格の見通しアンケートについて」の 2011 年 3 月末中央値より設定

⁴¹ World Energy Outlook 2009 における、450ppm シナリオでの炭素価格 2020 年に 50\$/tCO₂、2030 年に 110\$/tCO₂ から設定した。

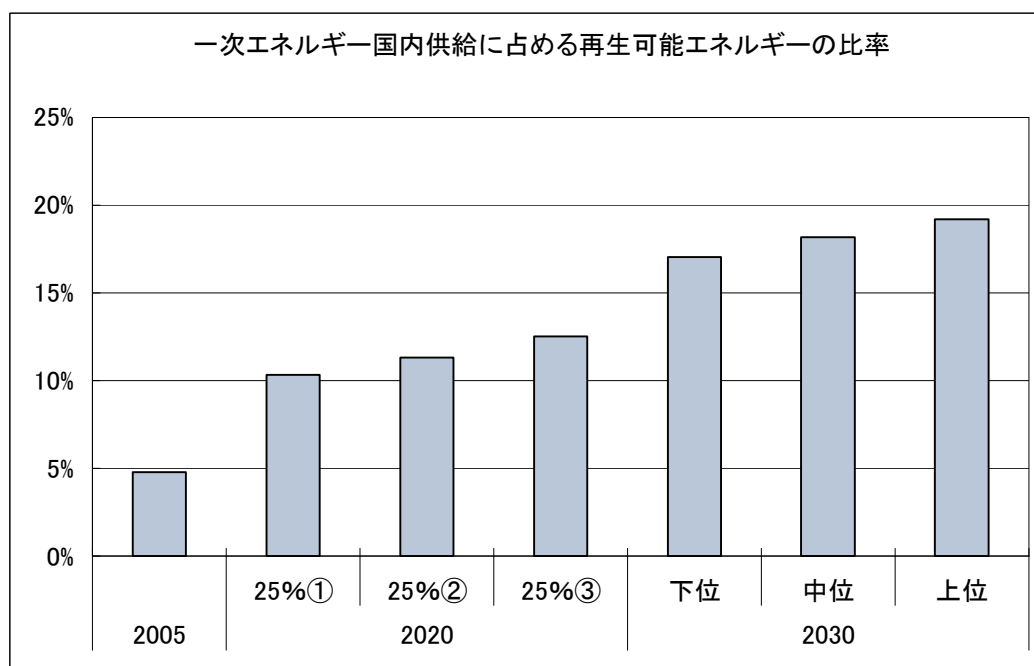
表 7-7 CO₂排出削減効果の金額換算結果（割引率4%で2010年価値換算）

クレジット価格	2020 累積			2030 累積		
	25%①	25%②	25%③	下位 ケース	中位 ケース	上位 ケース
2,000 円/tCO ₂	0.4 兆円	0.5 兆円	0.6 兆円	1.4 兆円	1.6 兆円	1.8 兆円
9,900 円/tCO ₂	1.4 兆円	1.6 兆円	1.8 兆円	5.1 兆円	5.6 兆円	6.3 兆円

7.2 エネルギーセキュリティの向上

エネルギーセキュリティの向上を定量的に評価するための指標としてはエネルギー自給率が考えられるが、ここではほぼ同値である一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの比率を用いることとした（国内で産出される化石燃料も自給率の分子に含まれるため、厳密には異なる数値となる）。今回の導入量評価に基づく再生可能エネルギーの比率は以下のとおり。2005年には5%程度であったが、2020年に10～13%、2030年に17～19%に達する。

なお、この向上効果には、省エネ対策による一次エネルギー国内供給（分母）の圧縮効果も含まれている。



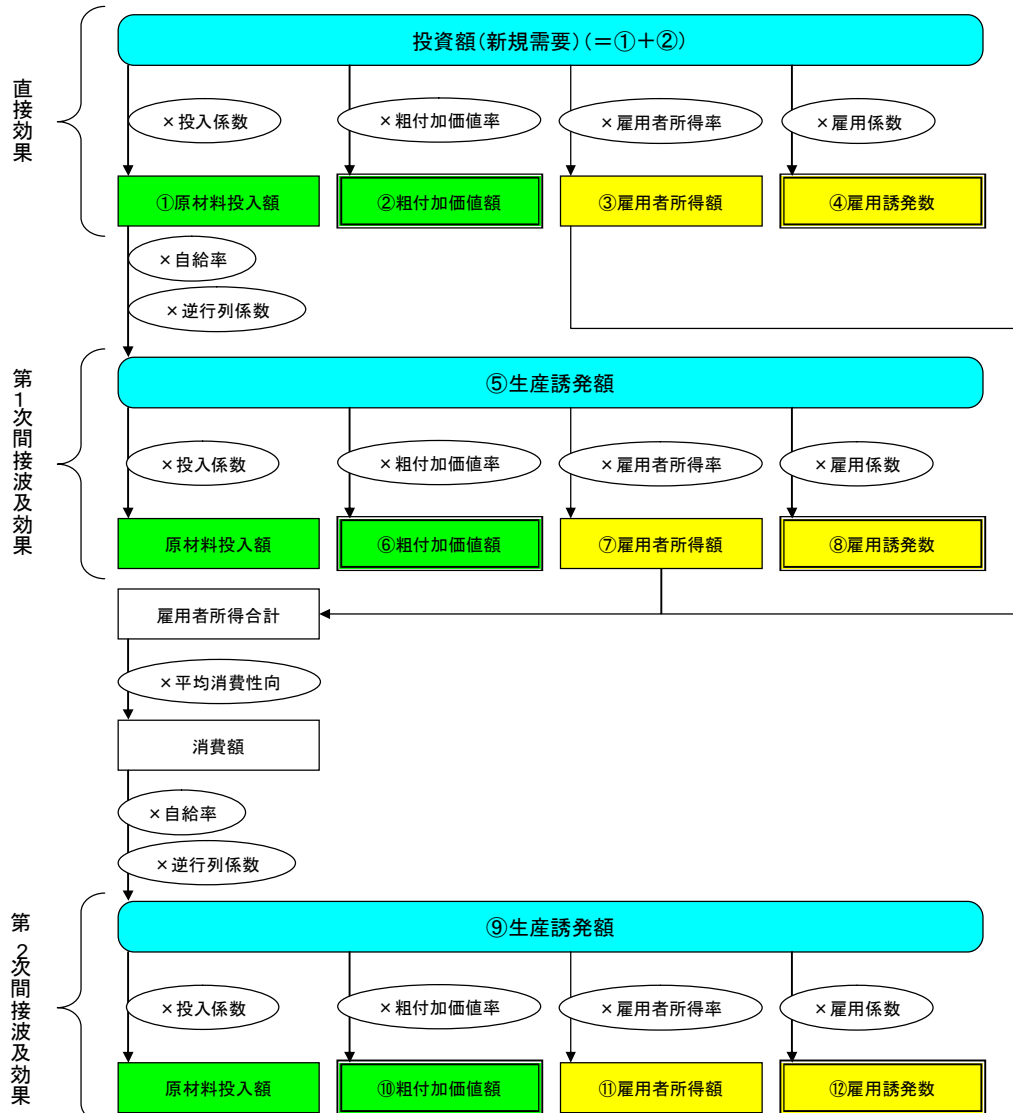
注：バイオ燃料については、輸入分を含む。

図 7-1 一次エネルギー国内供給に占める再生可能エネルギーの比率

7.3 経済波及効果・雇用創出効果

(1) 分析フロー

再生可能エネルギーが導入される際に発生する設備投資と設置工事等の額を需要創出額ととらえ、この需要により生み出される経済波及効果と雇用創出効果を、産業連関表を用いて分析した。産業連関表は2005年の190部門を用いた。分析フローは次のとおり。



区分	生産誘発額	生産誘発額		
		粗付加価値誘発値額	雇用者所得誘発額	
			雇用者所得誘発額	雇用誘発数
直接効果	①+②	②	③	④
第1次間接波及効果	⑤	⑥	⑦	⑧
第2次間接波及効果	⑨	⑩	⑪	⑫

図 7-2 産業連関分析フロー

(2) 需要創出額と連関表の対応

分析対象とする需要創出額と産業連関表で対応させる業種は、再生可能エネルギーの種類ごとに以下のとおりとした。

表 7-8 需要創出額的前提と産業連関表との対応

	需要創出額的前提	産業連関表の対象業種
太陽光発電	国内生産のモジュール価格分、設置及びメンテナンスにかかる費用を対象とする。	設備費はその他の電気機器 工事費は住宅建築
風力発電	本体価格分を対象とする。	設備費は産業用電気機器
中小水力発電	ポテンシャル調査で評価している設備費と工事費（提体工事費、取水口工事費等）を対象とする。	設備費は原動機・ボイラ 工事費はその他の土木建設
地熱発電	蒸気供給・発電設備分、掘削費や道路造成費などを対象とする。	設備費は原動機・ボイラ 工事費はその他の土木建設
太陽熱利用	本体価格分、設置にかかる費用を対象とする。	設備費はガス・石油機器及び暖厨房機器 工事費は住宅建築
バイオマス・廃棄物発電	本体価格分対象とする。	原動機・ボイラ
バイオマス熱利用	本体価格分対象とする。	原動機・ボイラ
バイオマス燃料	本体価格分対象とする。	その他の特殊産業用機械
系統対策（太陽光配電）	配電対策にかかる費用を対象とする。	産業用電気機器
系統対策（太陽光蓄電池）	蓄電池の導入にかかる費用を対象とする。	その他の電気機器
系統対策（太陽光パワコン等）	パワーコンディショナ・エネルギーモニター、制御システムの設置にかかる費用を対象とする。	産業用電気機器
系統対策（風力）	系統アクセス線、蓄電池、会社間連系線等にかかる費用を対象とする。	系統アクセス線に代表させて、電線・ケーブルとした。

なお、再生可能エネルギーを大量に導入する場合、導入に伴い需要が減少する可能性のある国内産業が存在する。具体的には、大規模電源は発電電力量が減少するため、関連して燃料の輸送、受入などを行う業種が影響を受ける可能性がある。この影響については、2011年以降の再生可能電力の増加量に対して、回避可能原価（6.4円/kWh）を乗じた金額

分を、産業連関表の電力に負の需要創出額として計上し、評価を行った。

また、長期的には、火力発電の立地そのものが回避される可能性もあるが、ここでは電源立地そのものの建設回避は2030年までには生じないものと仮定して、分析対象外とした。

(3) 分析結果

①2011～2020年の平均効果

2011～2020年の10年間の平均で、再生可能エネルギーの種類ごとの投資額、生産誘発額、粗付加価値額及び雇用創出効果は以下のとおり。ここで、投資額は再生可能エネルギーの導入に直接発生する需要額であり、生産誘発額は投資額によってもたらされる経済波及効果であり、直接投資、第1次間接波及効果及び第2次間接波及効果の総和である。粗付加価値額は、生産誘発額のうち原材料投入額を除いた額であり、GDPと比較可能な意味を持つ。

火力発電への負の影響を加味しても、これら再生可能エネルギーの導入拡大によって、国内に約46～63万人の雇用の創出が期待される。

表 7-9 2011～2020年の経済波及効果及び雇用創出効果の分析結果
(25%①ケース～25%③ケースに対応、割引率4%で2010年価値換算)

	投資額 (兆円)	生産誘発額 (兆円)	粗付加価値額 (兆円)		雇用創出 (万人)
			計	直接効果分 除く	
太陽光発電	2.7～3.2	7.0～8.5	2.9～3.5	2.0～2.4	33.7～40.7
風力発電	0.2	0.6	0.3	0.2	4.0
中小水力発電	0.0～0.3	0.1～1.0	0.1～0.4	0.0～0.3	0.9～6.3
地熱発電	0.1	0.2	0.1	0.1	1.6
太陽熱利用	0.3	0.8～1.0	0.3～0.4	0.2～0.3	4.0～5.1
バイオマス・廃棄物発電	0.1	0.2	0.1	0.1	0.9
バイオマス熱利用	0.1	0.2	0.1	0.1	0.8
系統対策	0.1～0.4	0.2～1.1	0.1～0.4	0.1～0.3	1.3～5.4
小計	3.5～4.7	9.5～12.8	3.8～5.2	2.6～3.6	47.2～64.9
火力発電への影響	▲0.2～ ▲0.3	▲0.4～ ▲0.6	▲0.2～ ▲0.3	▲0.1	▲1.5～ ▲2.2
正味合計	3.3～4.4	9.1～12.2	3.7～4.9	2.5～3.4	45.8～62.7

※ 太陽光発電、中小水力発電、太陽熱利用及び系統対策、火力発電への影響については、絶対値が小さい値が25%①ケースに、絶対値が大きい値が25%③ケースに相当する。

※ 系統対策については、蓄電池設置の考え方によって幅を持たせている

②2021～2030年の平均効果

2021～2030年の10年間の平均で、再生可能エネルギーの種類ごとの投資額、生産誘発額、粗付加価値額及び雇用創出効果は以下のとおり。

2020年の3ケースと2030年の3ケースで9通りの組合せがあるが、ここでは再生可能エネルギーの導入量が最も少ないパターンとして2020年25%①ケースと2030年下位ケースを繋いだ場合と、導入量が最も多いパターンとして2020年25%③ケースと2030年上位ケースを繋いだ場合の2通りの結果を示す。

分析の結果、火力発電への負の影響を加味しても、これら再生可能エネルギーの導入拡大によって、国内に約59.4～72.1万人の雇用創出が期待される。

表 7-10 2021～2030年の経済波及効果及び雇用創出効果の分析結果（1）
（2020年25%①ケース→2030年下位ケースに対応、割引率4%で2010年価値換算）

	投資額 (兆円)	生産誘発額 (兆円)	粗付加価値額（兆円）		雇用創出 (万人)
			計	直接効果分 除く	
太陽光発電	2.3	6.0	2.5	1.7	43.2
風力発電	0.4	1.1	0.5	0.3	10.5
中小水力発電	0.2	0.6	0.3	0.2	5.8
地熱発電	0.0	0.1	0.0	0.0	0.7
太陽熱利用	0.2	0.5	0.2	0.1	4.0
バイオマス・廃棄物発電	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
バイオマス熱利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
系統対策	0.2～0.7	0.5～1.9	0.2～0.8	0.1～0.5	3.4～12.7
小計	3.3～3.8	8.9～10.2	3.6～4.2	2.5～2.9	67.8～77.1
火力発電への影響	▲0.5	▲1.0	▲0.5	▲0.2	▲5.0
正味合計	2.8～3.3	7.9～9.3	3.2～3.7	2.2～2.6	62.7～72.1

※ 系統対策については、蓄電池設置の考え方によって幅を持たせている。

表 7-11 2021～2030 年の経済波及効果及び雇用創出効果の分析結果（2）
 (2020年25%③ケース→2030年上位ケースに対応、割引率4%で2010年価値換算)

	投資額 (兆円)	生産誘発額 (兆円)	粗付加価値額 (兆円)		雇用創出 (万人)
			計	直接効果分 除く	
太陽光発電	2.1	5.6	2.3	1.6	40.9
風力発電	0.4	1.1	0.5	0.3	10.5
中小水力発電	0.2	0.6	0.3	0.2	5.8
地熱発電	0.0	0.1	0.0	0.0	0.7
太陽熱利用	0.2	0.5	0.2	0.1	4.1
バイオマス・廃棄物発電	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
バイオマス熱利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
系統対策	0.2～0.7	0.5～1.8	0.2～0.7	0.1～0.5	3.3～11.9
小計	3.2～3.6	8.5～9.8	3.5～4.0	2.4～2.7	65.5～74.2
火力発電への影響	▲0.6	▲1.2	▲0.6	▲0.3	▲6.1
正味合計	2.6～3.1	7.3～8.6	2.9～3.4	2.1～2.4	59.4～68.1

※ 系統対策については、最大値が蓄電池設置を進める場合、最小値が全く設置しない場合に相当する。

なお、上記の経済波及効果及び雇用創出効果には、バイオマスの調達に係る需要及びそれに対応する雇用の増大分が考慮されていないため、実際には本分析結果を上回る効果が期待される。

7.4 その他の便益

7.1 ～7.3 で評価した定量的な便益以外に、再生可能エネルギーの導入拡大には、以下の便益があると考えられる。

- ・ 化石燃料の節約効果と同義であるが、化石燃料調達による資金の海外流出抑制というメリットがある。なお、石炭（原料炭及び一般炭）、原油及び LNG の調達で、2008年度は約 20 兆円が海外に流出している。

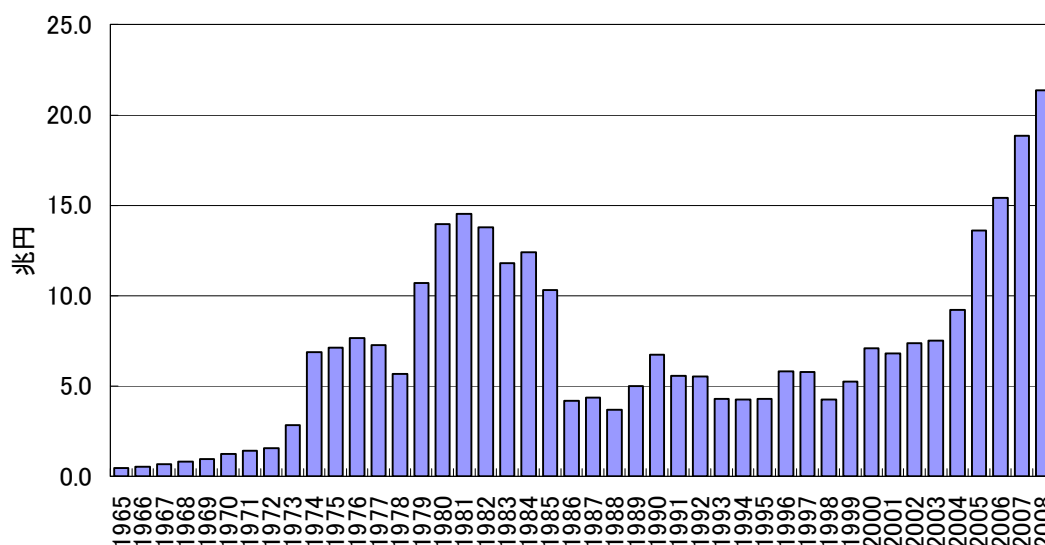


図 7-3 一次エネルギーの輸入金額の推移

- ・ 多くの再生可能エネルギーが分散型エネルギーであるという特性から、災害時の危機管理上のメリットが享受できる。
- ・ 戸建住宅の屋根面、豊富な日射、安定した風、落差ある河川、森林資源等、再生可能エネルギーは、都市部より郊外・地方部に導入ポテンシャルが期待できることから、地域の産業振興に繋がることが期待される。
- ・ 国内で太陽光発電パネル、太陽熱パネル、風車、タービンといった機器の需要が増加することにより、これらの機器の生産コストが下がり国際的な産業競争力の強化に繋がることが期待される。
- ・ 特に風力のように、タワー、ブレード、発電機、ギアボックス等の多くの部品点数からなる設備の場合、裾野が広く製造業を中心に活性化が期待される。
- ・ 再生可能エネルギーの普及に伴い必要となる系統対策は、地域偏在性が少なく、長期間安定的に発生する国内需要となり得る。
- ・ 日常生活での身近な範囲に発電等の施設が増えることで、環境教育・エネルギー教育での理解促進が期待される。

7.5 便益評価総括

ここでは、定量的評価を行った項目について、結果の総括を示す。

(1) CO₂ 排出削減効果

再生可能エネルギーの種類別に、2010年から2030年にかけて導入される再生可能エネルギーにより節約される化石燃料のCO₂換算値及び金額換算値（割引率4%、2010年価値換算）を算定した。

表 7-12 CO₂ 排出削減効果

	2011～2020年	2021～2030年
CO ₂ 排出削減効果	0.6～0.8 億 t-CO ₂	1.4～1.6 億 t-CO ₂
1990年度（基準年度） 比削減率	4.6～6.6%	11.1～12.5%
金額換算値（累積、2010 年価値換算）	0.4～1.8 兆円	1.4～6.3 兆円

(2) エネルギー自給率

再生可能エネルギーはほぼ純国産エネルギーであることから、ここでは一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの比率によって自給率向上効果を評価したところ、以下に示す結果が得られた（省エネ対策等による一次エネルギー国内供給（分母）の圧縮効果を含む）。

表 7-13 エネルギー自給率

2005年	2020年	2030年
5%	10～13%	17～19%

(3) 経済波及効果及び雇用創出効果

再生可能エネルギーが導入される際に発生する設備投資と設置工事等の額を需要創出額と捉え、この需要により生み出される経済波及効果と雇用創出効果を、産業連関表を用いて分析した。このとき、再生可能電力の導入によって需要が減少する産業の影響として、大規模火力電源の発電電力量減少に伴う影響を評価したが、それ以外の化石燃料供給に関わる業種における需要減は考慮していない。

表 7-14 経済波及効果及び雇用創出効果（金額はすべて 2010 年価値換算）

	2011～2020 年平均	2021～2030 年平均
投資額	3.3～4.4 兆円	2.6～3.3 兆円
生産誘発額	9.1～12.2 兆円	7.3～9.3 兆円
粗付加価値額	3.7～4.9 兆円	2.9～3.7 兆円
同直接効果除く	2.5～3.4 兆円	2.1～2.6 兆円
雇用創出	45.8～62.7 万人	59.4～72.1 万人

（４）その他の便益

上記以外の定性的な便益として、災害時の危機管理上のメリット、地域の産業振興及び地域間格差の是正、国際的な産業競争力の強化、裾野の広さから製造業を中心に活性化、地域偏在性の少ない系統対策による国内の長期安定需要創出及び環境教育・エネルギー教育での理解促進、が期待される。