

再生可能エネルギーで原発代替はできるか

千葉大学

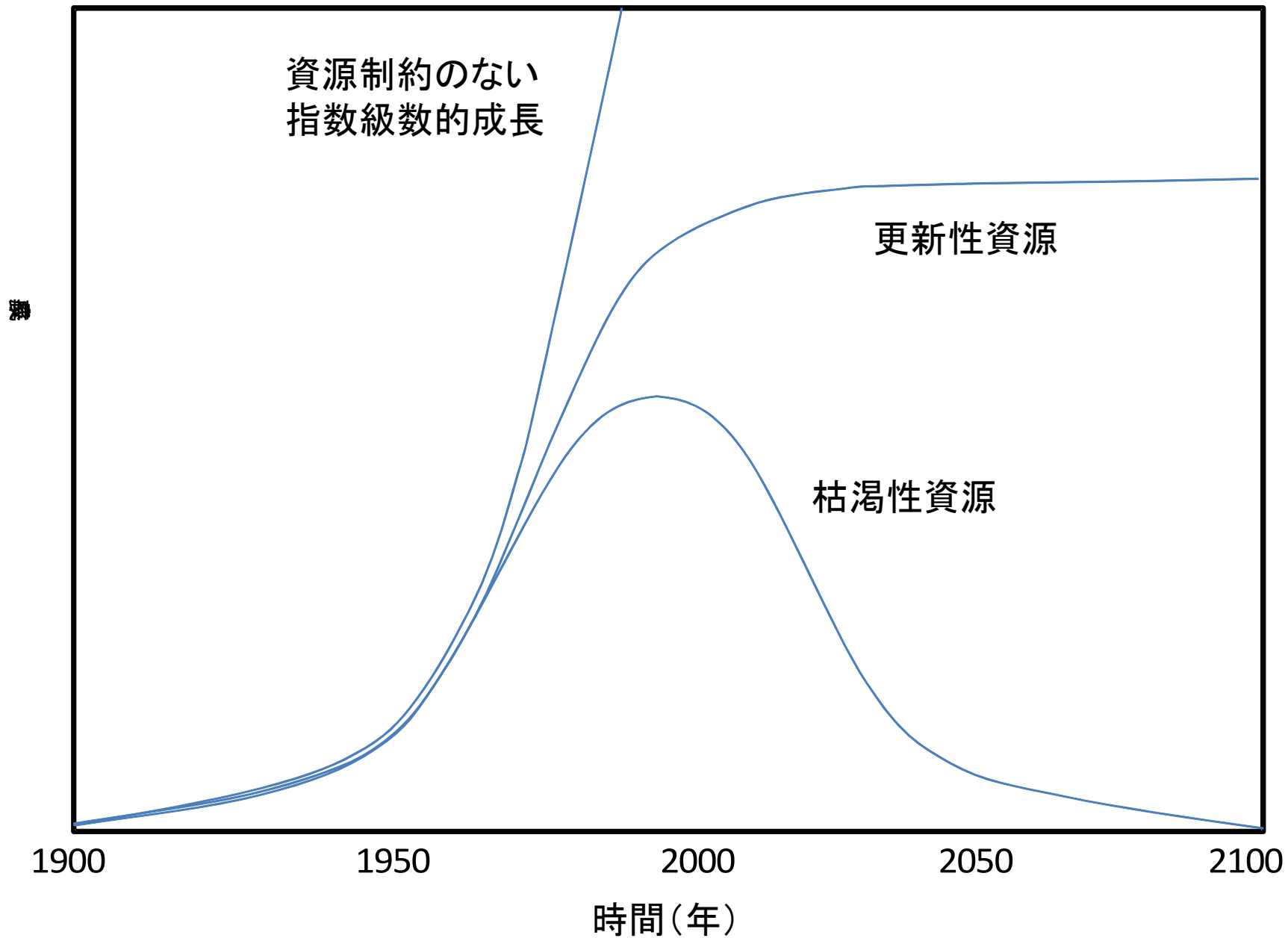
倉阪秀史

時代背景

転機の世代としての現代

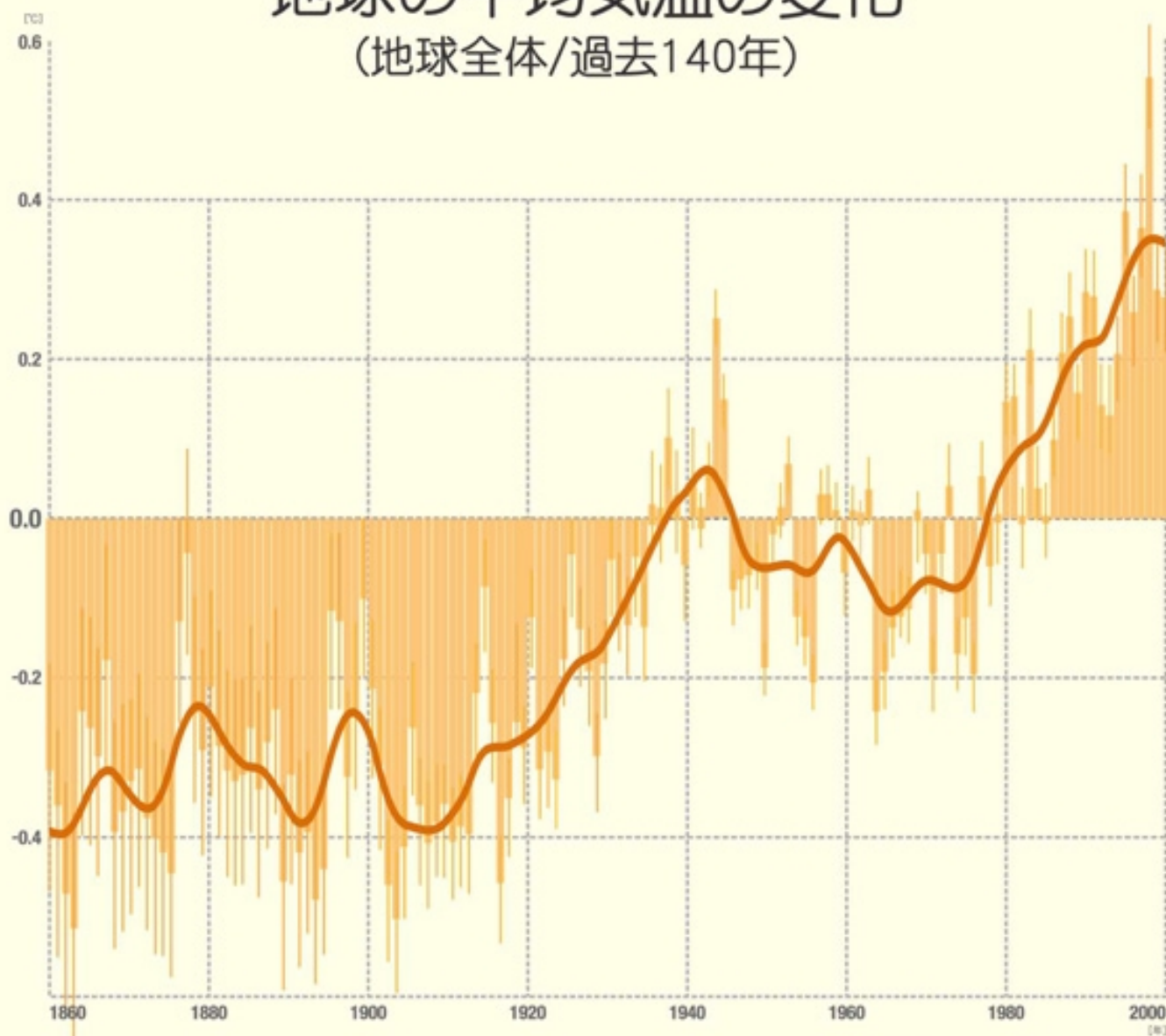
- 資源基盤の持続可能性への懸念
 - 枯渇性資源への依存
 - 臨界点に達した場合に連鎖反応的に資源基盤が崩壊する可能性がある再生可能(更新性)資源
- 地球温暖化の制約
- (日本の場合)人口減少の制約
- 3・11のエネルギー政策への影響

図3 成長の三つのタイプ



(出典) M. King Hubbert (1976) Figure 5.9

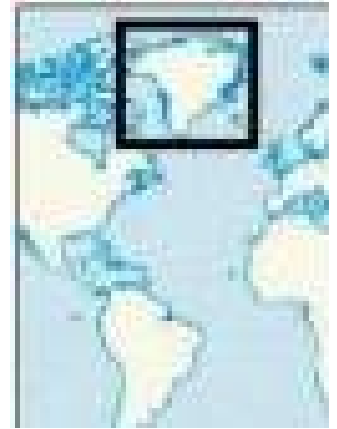
地球の平均気温の変化 (地球全体/過去140年)



※ 気温は1961~1990年の平均からの気温の偏差を表す
出典) IPCC第3次評価報告書

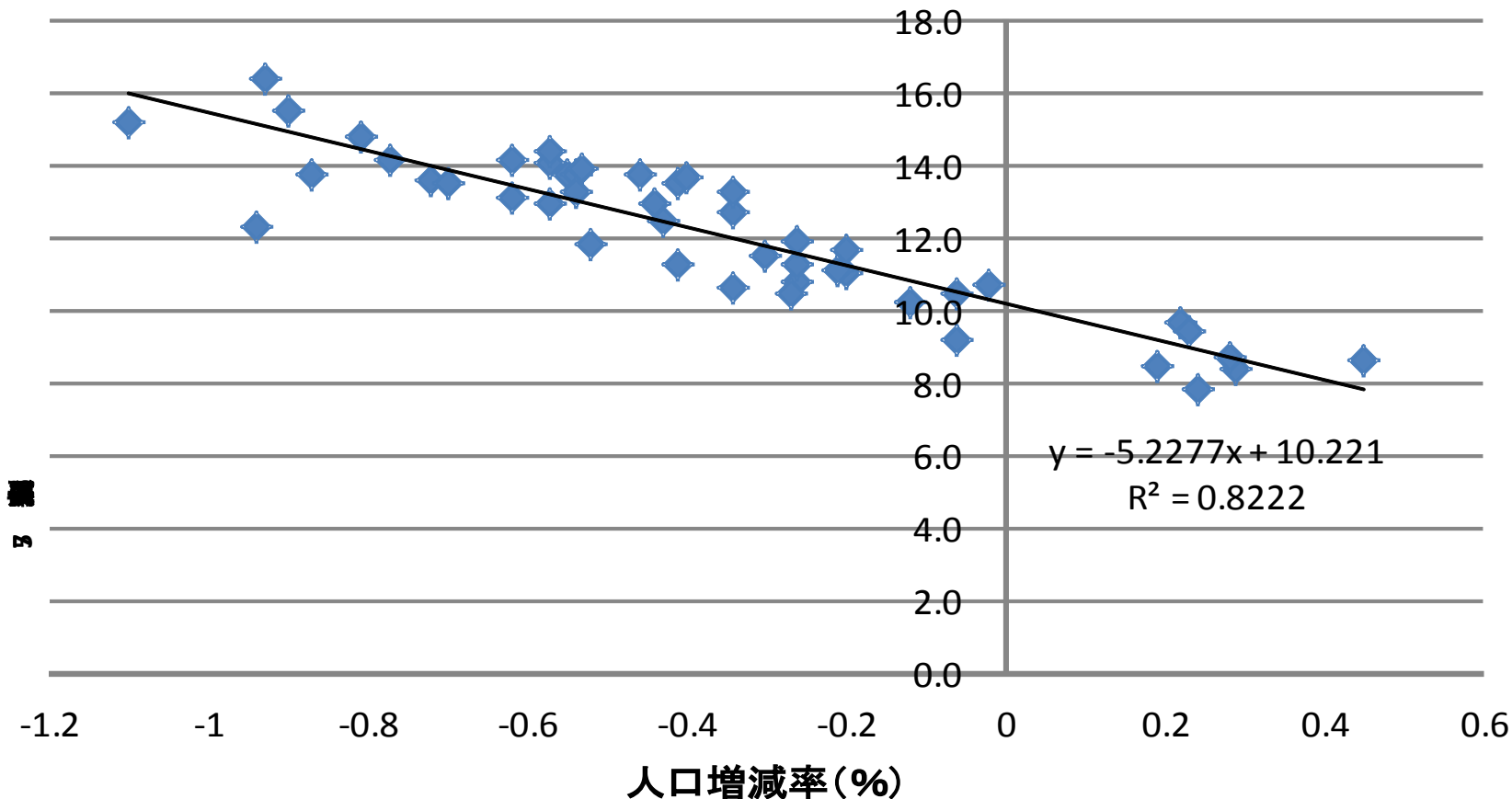
温暖化による影響

- 温暖化はいろいろな面で悪い影響を持つ。
 - 数億人が水不足に直面する。
 - 絶滅する生物が増える。
 - 食糧生産地が変化する。
 - 暴風雨の被害が増える。
 - 南から新しい感染症がはいてくる。
 - 熱波で死ぬ人が増える。
- とくに、産業革命以前と比較して、地球の平均気温が2度上がると…
 - 海洋大循環が弱まるかもしれない
 - グリーンランドの氷が溶け出すかもしれない



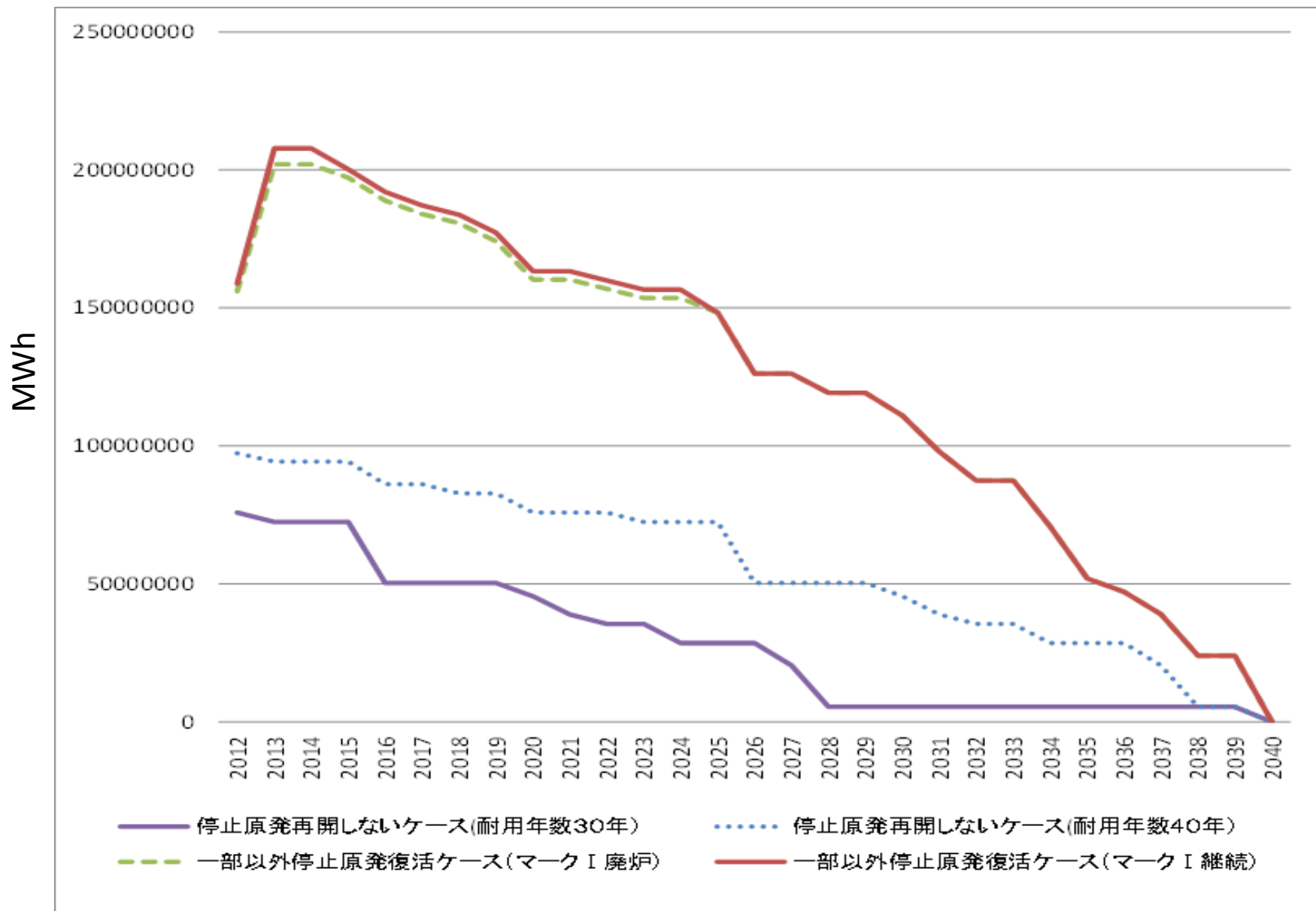
人口の減少と高齢化の進行

都道府県別人口増減率×75才以上人口割合



(出典)人口推計(平成21年10月1日現在)より筆者作成

原子力発電による発電量推移



全国での再生可能エネルギーの広がり 「永続地帯研究」

日本における再生可能エネルギー

- 太陽光発電

- 日本には技術的なポテンシャルがある。2005年にドイツに抜かれるまでは、太陽光発電の設備容量は世界一であった。日本は国土が狭いが、日本の国土に降り注ぐ太陽エネルギーは、そのみで日本の最終エネルギー消費量の100倍の量がある。日本は海に取り巻かれているので、海洋に太陽電池のいかだを流して発電するといった研究をすすめている研究者もいる。

- 水力

- 日本は、欧米の2, 3倍の降水量に恵まれている。戦後、資源調査会は、日本の将来のエネルギー供給は水力によって担われるだろうと考えていた。ダム建設については、適地が限られていることと、その環境への影響が問題視されているが、日本は、ダムを用いなくても、発電に必要な落差を得ることができる国である。

日本における再生可能エネルギー

- 地熱

- 世界の活火山の1割を有する日本は、地熱大国でもある。地熱資源の賦存量は、インドネシア、米国につぐ世界3位であり、第4位のフィリピンを大きく引き離している。地熱は、地熱発電という利用法のみならず、熱利用にもまだ余地がある。従来から温泉という形で利用されてきたが、その熱を生かし切れず、温泉熱を水でさましたり、温かいまま捨ててしまったりしている場所がある。

- 風力

- 地形が急峻で風が舞う日本では、安定的に強い風が吹く風力発電に適する場所は限られている。陸上では、海沿いの地域、半島、岬といった場所や、山の上といった場所に適地があるが、とくに山の上については、風力発電所の設置のために取り付け道路を開発しなければならないという問題がある。洋上では、安定的に強い風が吹いており、海に囲まれた国である日本はそれを利用できる。

日本における再生可能エネルギー

- バイオマス(生物資源)
 - 国土の6割以上を森林で覆われている国として、まず、間伐材をはじめとする木質系のバイオマスの有効利用を図っていく必要がある。地形の急峻さが災いして、その切り出しなどの費用が高い点が課題である。また、稲藁、籾殻、家畜ふん尿などの農業廃棄物の有効活用も必要である。
- 日本は、再生可能エネルギーには恵まれている国といえる。

「永続地帯」のコンセプト

- 「永続地帯(sustainable zone)」
 - その区域で得られる再生可能エネルギーと食糧によって、その区域におけるエネルギー需要と食糧需要を賄うことができる区域
 - 実際に自給自足していなくてもかまわない。
- 「エネルギー永続地帯」
 - その区域における再生可能エネルギーのみによって、その区域におけるエネルギー需要を賄うことができる区域
 - 今回の試算では、再生可能エネルギーによって供給することができるエネルギー需要として、民生用需要と農水用(食糧生産用)エネルギー需要を取り上げた。
- 「食糧自給地帯」
 - その区域における食糧生産のみによって、その区域における食糧需要のすべてを賄うことができる区域
 - カロリーベースで試算した。
- 千葉大学公共研究センター(倉阪研究室)とNPO法人環境エネルギー政策研究所が、2005年から共同研究。昨年12月に、2009年3月時点の試算を公表。

エネルギー永続地帯試算方法

- ある「区域」において生み出される自然エネルギーの供給量と、その「区域」内のエネルギー需要量を、それぞれ推計し、前者を後者で割る。
 - (1)「区域」は、基礎自治体の単位。
 - (2) エネルギーの形態としては、「電力」と「熱」を対象とする。
 - (3) エネルギー需要の部門としては、「民生部門」と「農水部門」を対象とする。民生部門は、「家庭用」と「業務用」からなる。
 - (4) 自然エネルギー供給の種類としては、再生可能な自然エネルギーを推計の対象とする。
 - 太陽光発電(一般家庭、業務用)、事業用風力発電、地熱発電、小水力発電(10000kW以下の水路式に限る)、バイオマス発電(バイオマス比率が明確なもの)
 - 太陽熱(一般家庭、業務用)、地熱利用(地熱直接利用・地中熱利用)、温泉熱(浴用・飲用)

永続地帯研究の成果①

日本における自然エネルギーの総成長率は2.3%
(Doubling period = 30years)

表1 再生可能エネルギー供給の推移 (全国)

	2007.3(再集計版)			2008.3(再集計版)				2009.3			
	総量(TJ)	電力のみ比率	全体比率	総量(TJ)	電力のみ比率	全体比率	伸び率	総量(TJ)	電力のみ比率	全体比率	伸び率
太陽光発電	15019	7.11%	5.45%	17123	7.89%	6.08%	114.0%	19451	8.75%	6.75%	113.6%
風力発電	29965	14.18%	10.87%	34037	15.68%	12.08%	113.6%	38322	17.24%	13.30%	112.6%
地熱発電	27450	12.99%	9.96%	27074	12.48%	9.61%	98.6%	24382	10.97%	8.46%	90.1%
小水力発電	133200	63.04%	48.34%	131591	60.64%	46.71%	98.8%	132060	59.40%	45.84%	100.4%
バイオマス発電	5652	2.68%	2.05%	7181	3.31%	2.55%	127.1%	8091	3.64%	2.81%	112.7%
再生エネ発電計	211286	100.00%	76.67%	217007	100.00%	77.03%	102.7%	222305	100.00%	77.17%	102.4%
太陽熱利用	36817		13.36%	37149		13.19%	100.9%	37517		13.02%	101.0%
地熱利用	27458		9.96%	27545		9.78%	100.3%	28241		9.80%	102.5%
再生エネ熱利用計	64275		23.33%	64694		22.97%	100.7%	65758		22.83%	101.6%
総計	275560		100.00%	281701		100.00%	102.2%	288063		100.00%	102.3%
日本全国の民生+農水エネルギー需要に占める比率			3.11%			3.18%				3.25%	

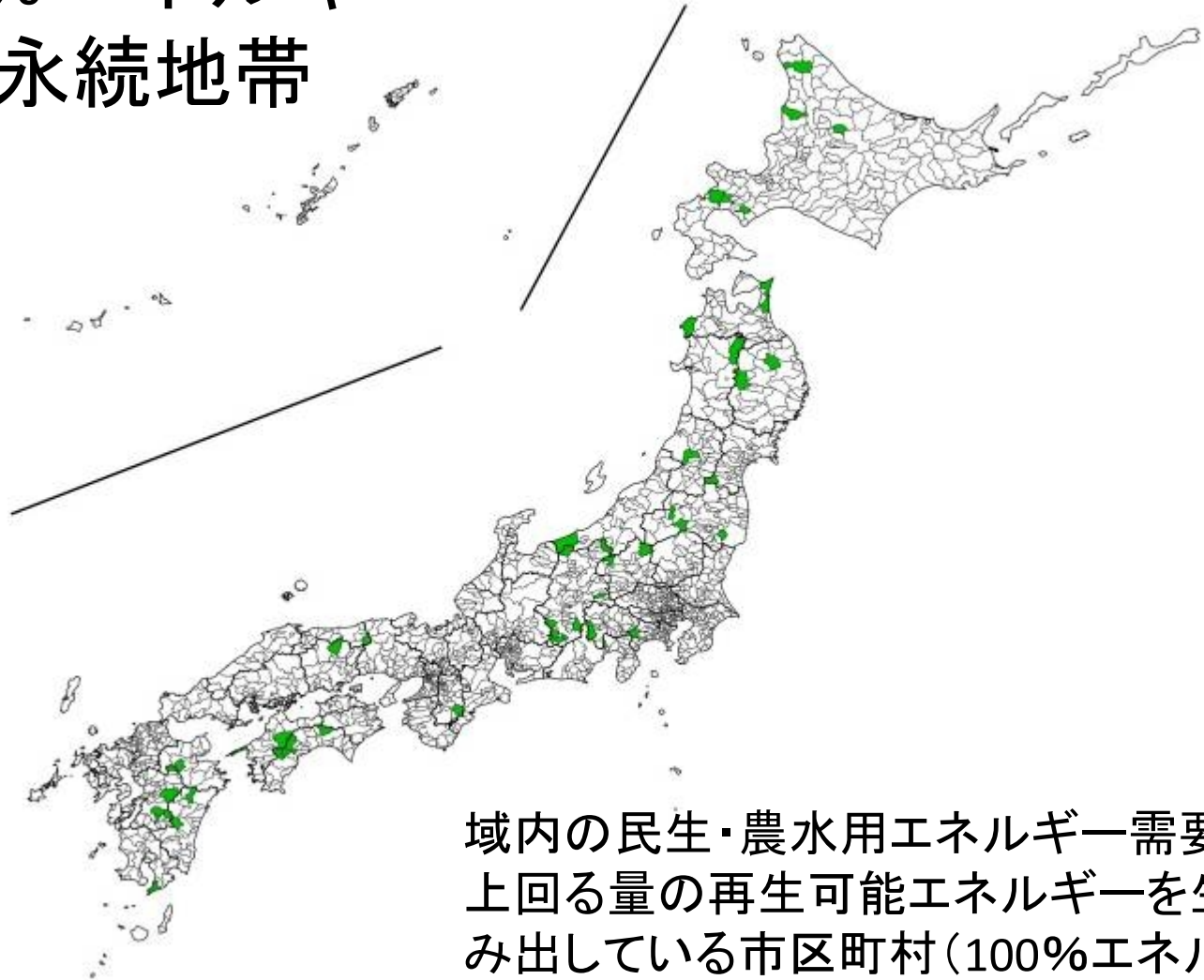
永続地帯研究の成果②

- 2009年版において、再生可能エネルギーによるエネルギー供給が域内の民生＋農水用エネルギー需要の10%を超える都道府県は7県（大分県25.2%、秋田県18.3%、富山県18.1%、青森県13.8%、鹿児島県13.0%、長野県11.8%、熊本県10.0%）。2008年3月と比較すると、鹿児島県と熊本県が新たに10%を超え、地熱発電所の出力低下の影響で岩手県が10%を切った。
- 再生可能エネルギーによる電力供給が域内の民生＋農水用電力需要の10%を超えている都道府県は、2008年3月と同じ11県（大分県29.7%、秋田県26.9%、富山県24.9%、青森県19.5%、長野県14.7%、鹿児島県13.0%、福島県12.4%、岩手県12.1%、鳥取県10.9%、熊本県10.6%、新潟県10.0%）。

永続地帯研究の成果③

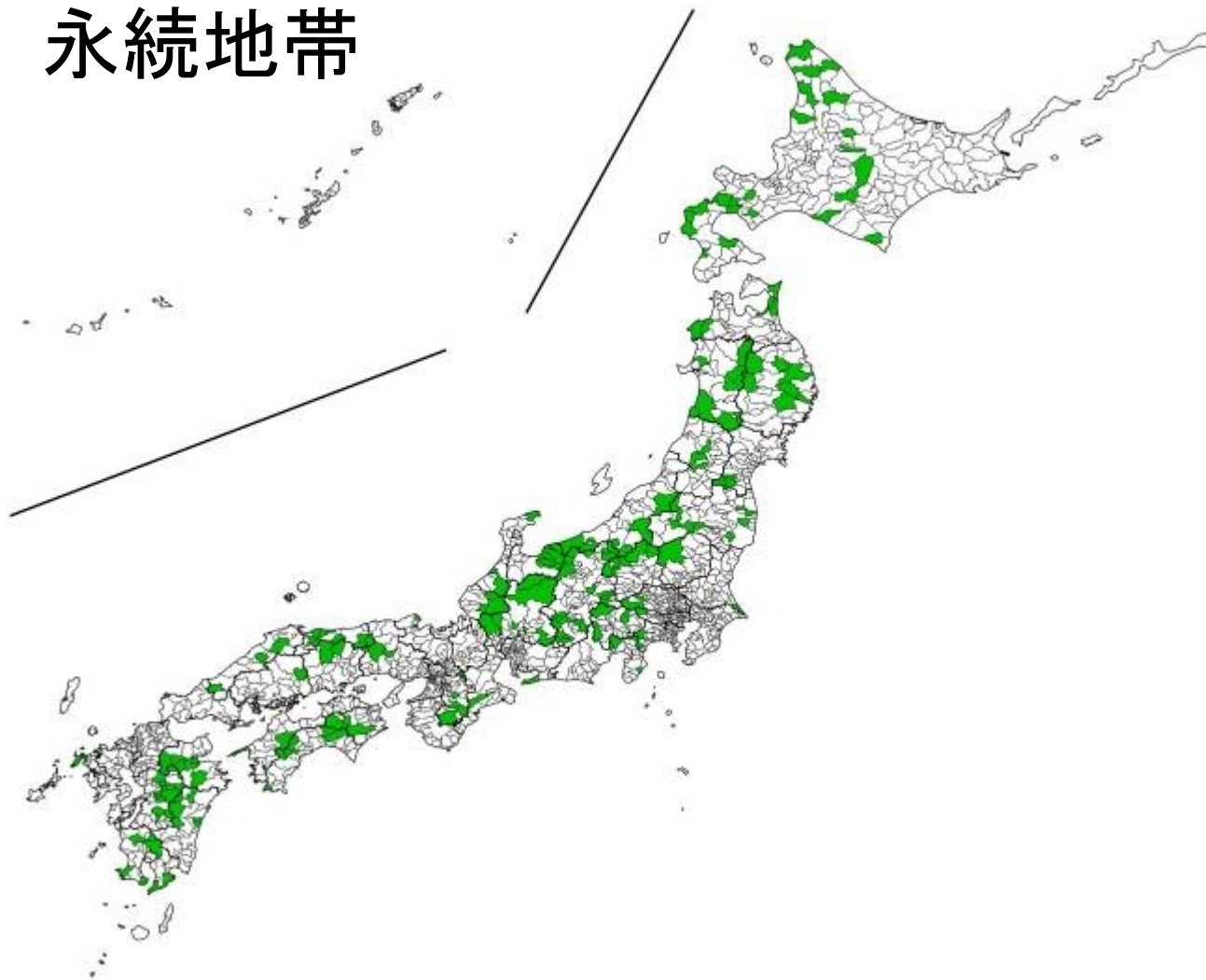
- 域内の民生・農水用エネルギー需要を上回る量の再生可能エネルギーを生み出している市区町村(100%エネルギー永続地帯)は、2008年3月時点で52あったが、2009年3月時点では57に増加。
- 域内の民生・農水用電力需要を上回る量の再生可能エネルギー電力を生み出している市町区村(100%電力永続地帯)は、2008年3月時点の83市町村から、2009年3月時点では86市町村に増加。

100% エネルギー 永続地帯

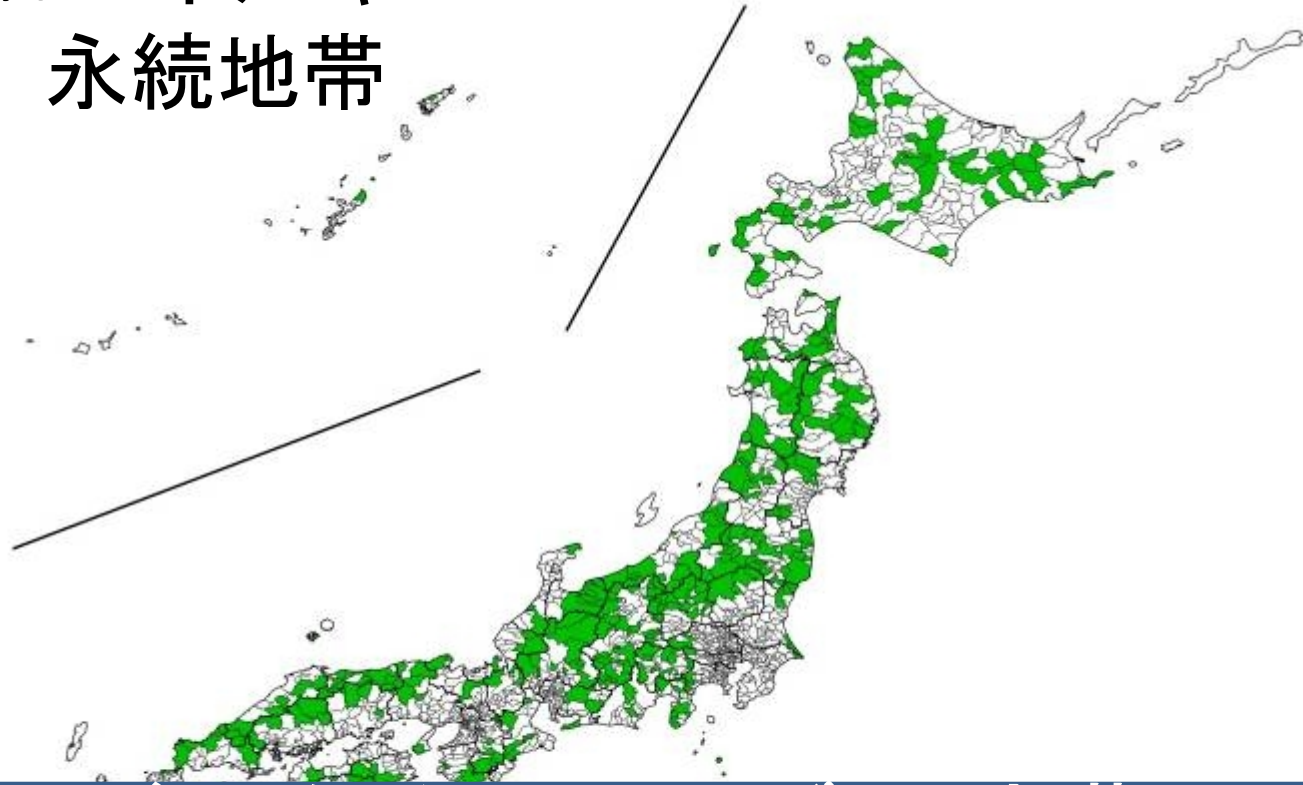


域内の民生・農水用エネルギー需要を上回る量の再生可能エネルギーを生み出している市区町村(100%エネルギー永続地帯)は、2008年3月時点で52あったが、2009年3月時点では57に増加した。

20% エネルギー 永続地帯



5% エネルギー 永続地帯



人口が少なくエネルギー消費量の
少ない地域から永続地帯に近づく

永続地帯研究の成果④

- 100%エネルギー市区町村の中で、26市町村が食糧自給率においても100%を超えていることがわかった。これらの市町村は、計算上、域内の再生可能エネルギーで域内の民生用と食糧生産用のエネルギー需要を賄いいうるとともに、域内で生産された食糧で域内の食糧需要を賄いいうる地域であり、まさに「永続地帯」であると言える。

北海道 磯谷郡蘭越町、北海道 苫前郡苫前町、北海道 上川郡愛別町、
北海道 虻田郡ニセコ町、北海道 天塩郡幌延町、北海道 有珠郡壮瞥町

、
青森県 下北郡東通村、青森県 西津軽郡深浦町、青森県 上北郡六ヶ所村、
岩手県 岩手郡葛巻町、秋田県 鹿角市、宮城県 刈田郡七ヶ宿町、
福島県 河沼郡柳津町、福島県 石川郡古殿町、福島県 南会津郡下郷町、
富山県 下新川郡朝日町、長野県 下水内郡栄村、長野県 南佐久郡小海町、
岡山県 苫田郡鏡野町、大分県 玖珠郡九重町、熊本県 上益城郡山都町、
熊本県 球磨郡相良村、熊本県 阿蘇郡小国町、熊本県 球磨郡水上村、
鹿児島県 出水郡長島町、鹿児島県 肝属郡南大隅町

自然エネルギーによる自給率と食糧自給率の双方が高く「永続地帯」に近い都道府県は東北に多い

- エネルギー供給が域内の民生＋農水用エネルギー需要の10%を超える都道府県の中で、秋田、青森、岩手の3県は、食糧自給率(カロリーベース)が100%を超えており、「永続地帯」にもっとも近いといえる。

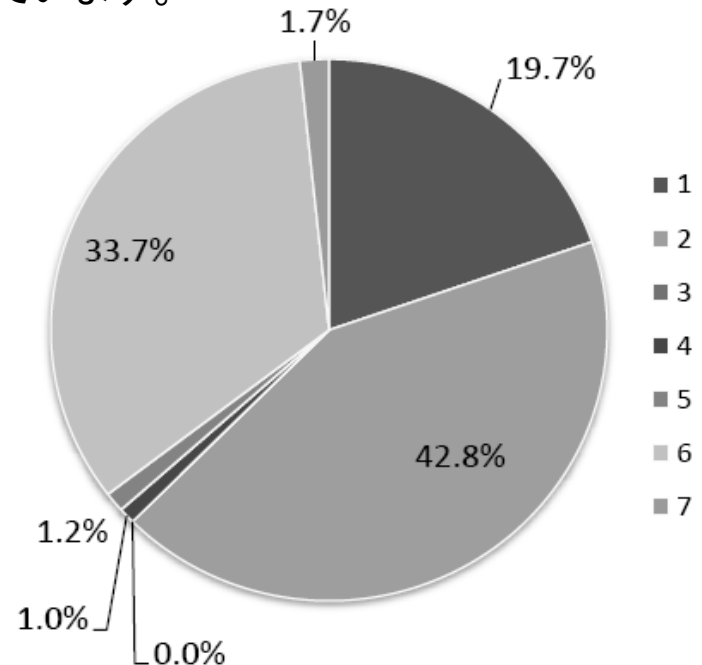
エネルギー自給率と食糧自給率の相関図 (都道府県別)

千葉県の場合

再生可能エネルギー供給状況

エネルギー種	年間供給量	供給 量ラン	自給 率ラン	供給密 度ランク	供給比率
1 太陽光発電	622TJ	11	36	10	19.7%
2 風力発電	1,349TJ	8	21	6	42.8%
3 地熱発電	0TJ	9	9	9	0.0%
4 小水力発電	30TJ	44	44	44	1.0%
5 バイオマス発電	37TJ	22	22	20	1.2%
6 太陽熱利用	1,063TJ	14	32	11	33.7%
7 地熱利用	53TJ	37	41	37	1.7%
合計(供給量)	3,154TJ	35	44	29	
自給率					0.84%
民生+農水エネルギー需要					376,463TJ
供給密度					0.628TJ/km ²
区域面積					5,020km ²

千葉県は、再生可能エネルギー供給量が全国35位で、そのうち風力発電が約43%、太陽熱利用が約34%、太陽光発電が約20%を占めています。風力発電は供給量全国8位、供給密度全国6位です。また、太陽光発電は供給量全国11位、供給密度全国10位です。再生可能エネルギー自給率は全国44位、供給密度は全国29位となっています。



千葉県②

再生可能エネルギー自給率・供給密度市区町村別ランキング

市区町村別自給率ランキング						市区町村別供給密度ランキング					
順位	市区町村	自給率	順位	市区町村	自給率	順位	市区町村	供給密度	順位	市区町村	供給密度
1	銚子市	21.56%	11	香取郡神崎町	1.64%	1	銚子市	12.84	11	千葉市稲毛区	1.02
2	鴨川市	3.69%	12	印旛郡酒々井町	1.63%	2	流山市	2.31	12	袖ヶ浦市	1.01
3	勝浦市	3.58%	13	長生郡長生村	1.61%	3	白井市	2.09	13	印旛郡酒々井町	0.93
4	袖ヶ浦市	2.80%	14	山武郡大網白里町	1.57%	4	千葉市花見川区	1.52	14	野田市	0.89
5	白井市	2.68%	15	印旛郡栄町	1.48%	5	旭市	1.39	15	習志野市	0.85
6	旭市	2.26%	16	山武郡横芝光町	1.47%	6	千葉市美浜区	1.27	16	八千代市	0.72
7	印旛郡本埜村	1.82%	17	安房郡鋸南町	1.44%	7	松戸市	1.16	17	千葉市若葉区	0.66
8	山武郡芝山町	1.74%	18	夷隅郡御宿町	1.43%	8	船橋市	1.07	18	印西市	0.65
9	山武郡九十九里町	1.70%	19	長生郡睦沢町	1.39%	9	市川市	1.03	19	山武郡九十九里町	0.65
10	山武市	1.69%	20	長生郡一宮町	1.36%	10	鎌ヶ谷市	1.03	20	山武郡大網白里町	0.63

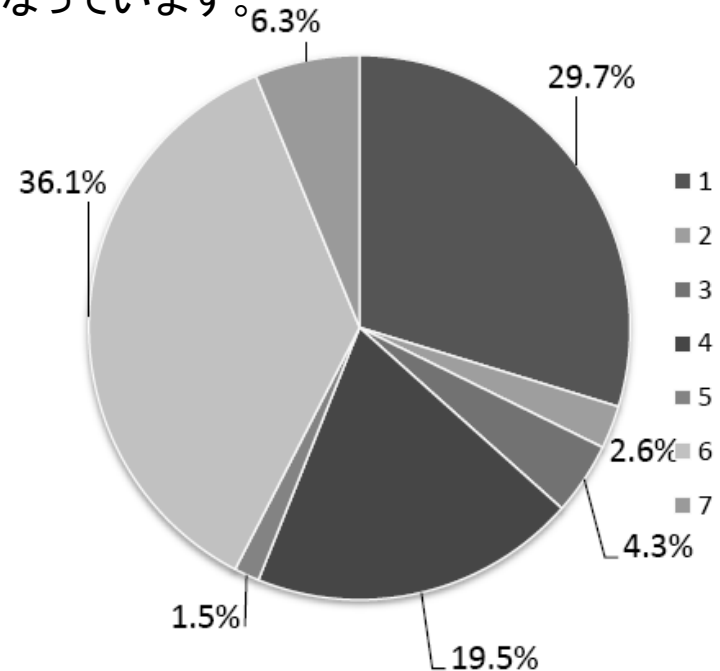
* 供給密度の単位はTJ/km²

東京都の状況

再生可能エネルギー供給状況

エネルギー種	年間供給量	供給量ラン	自給率ラン	供給密度ランク	供給比率
1 太陽光発電	748TJ	7	45	2	29.7%
2 風力発電	65TJ	32	36	29	2.6%
3 地熱発電	109TJ	8	8	7	4.3%
4 小水力発電	492TJ	41	43	31	19.5%
5 バイオマス発電	38TJ	21	26	13	1.5%
6 太陽熱利用	911TJ	19	45	5	36.1%
7 地熱利用	158TJ	31	43	20	6.3%
合計(供給量)	2,520TJ	40	47	14	
自給率	0.20%				
民生+農水エネルギー需要	1,229,557TJ				
供給密度	1.155TJ/km ²				
区域面積	2,182km ²				

東京都は、再生可能エネルギー供給量が全国40位で、そのうち太陽熱利用が約36%、太陽光発電が約30%、小水力発電が約20%を占めています。太陽光発電は、供給量全国7位、供給密度全国2位、太陽熱供給は供給量全国19位、供給密度全国5位です。消費量が多いため再生可能エネルギー自給率は全国最下位ですが、再生可能エネルギー供給密度は全国14位となっています。



東京都の状況②

再生可能エネルギー自給率・供給密度市区町村別ランキング

市区町村別自給率ランキング					市区町村別供給密度ランキング						
順位	市区町村	自給率	順位	市区町村	自給率	順位	市区町村	供給密度	順位	市区町村	供給密度
1	西多摩郡奥多摩町	55.73%	11	東村山市	2.00%	1	東村山市	8.60	11	世田谷区	2.49
2	青ヶ島村	29.65%	12	西多摩郡檜原村	1.67%	2	荒川区	5.81	12	日野市	2.35
3	利島村	16.93%	13	小金井市	0.91%	3	小金井市	4.95	13	武蔵野市	2.18
4	御蔵島村	13.77%	14	小平市	0.71%	4	西東京市	3.52	14	国分寺市	2.17
5	八丈町	12.04%	15	日野市	0.66%	5	小平市	3.42	15	東久留米市	2.11
6	三宅村	6.62%	16	東大和市	0.55%	6	立川市	2.89	16	八丈町	2.07
7	神津島村	4.11%	17	西東京市	0.54%	7	府中市	2.79	17	品川区	1.95
8	西多摩郡日の出町	3.00%	18	府中市	0.52%	8	利島村	2.67	18	青ヶ島村	1.94
9	大島町	2.41%	19	武蔵村山市	0.51%	9	目黒区	2.67	19	狛江市	1.92
10	新島村	2.16%	20	東久留米市	0.49%	10	江戸川区	2.66	20	西多摩郡奥多摩町	1.85

* 供給密度の単位はTJ/km²

千葉市での再生可能エネルギーの 導入可能性

千葉市での再生可能エネルギーの導入状況

- 千葉市における自然エネルギー総供給量は、約180000GJ/年(2008年3月末・永続地帯研究による)であり、政令市・東京23区(総数19)の中で17位となっている。
- 自然エネルギー総供給量を市内の民生用+農水用エネルギー需要で割った「自給率」は0.27%で13位、自然エネルギー総供給量を市域の面積で割った「供給密度」も0.66TJ/km²で13位と、自然エネルギーの普及に関して千葉市は都市自治体の中では低位に位置するといわざるを得ない状況である。

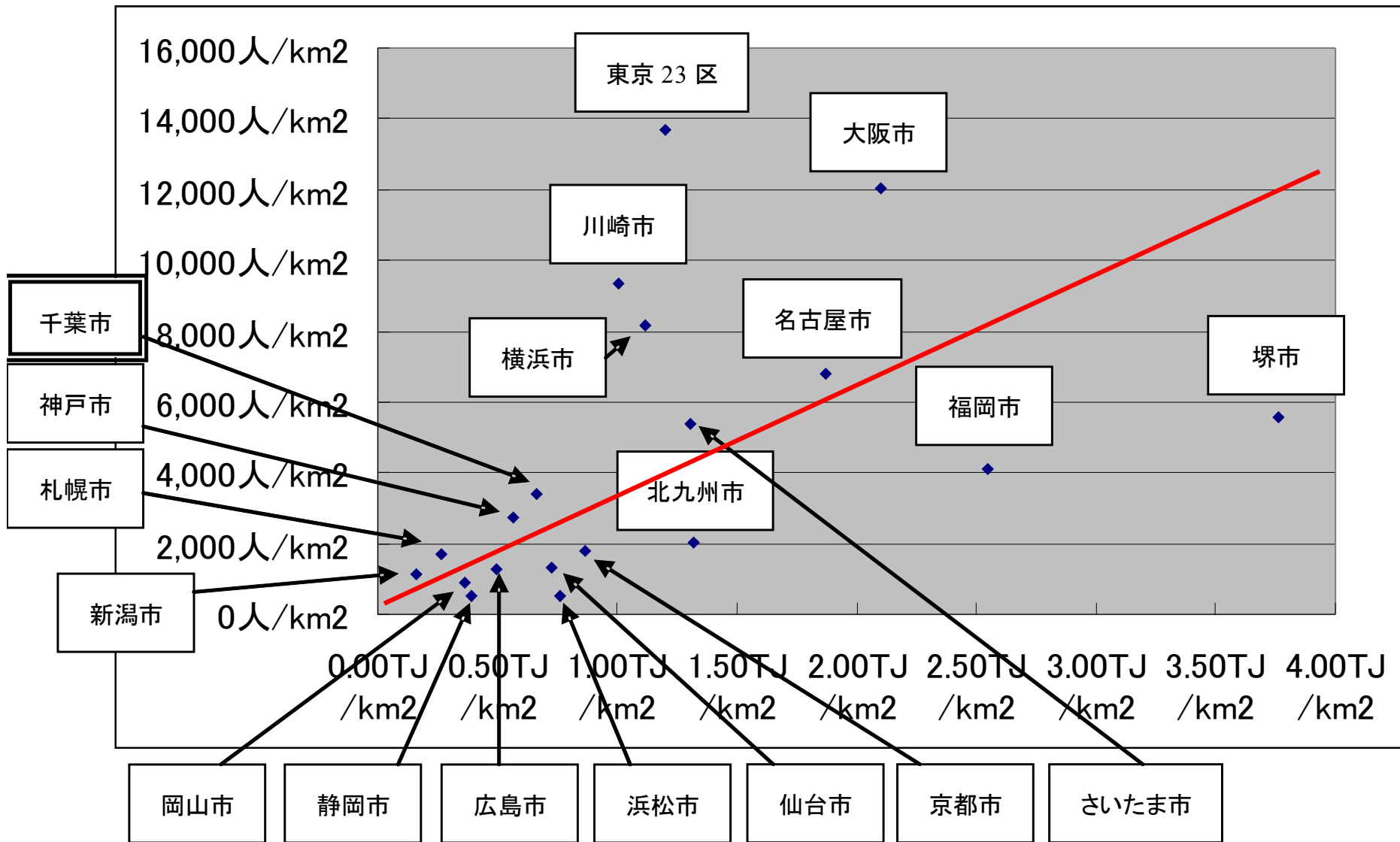
市区町村	自然エネルギー総供給	自給率	供給密度
札幌市	298.1TJ	0.19%	0.27TJ/km ²
仙台市	573.1TJ	0.60%	0.73TJ/km ²
さいたま市	285.5TJ	0.38%	1.31TJ/km ²
千葉市	180.0TJ	0.27%	0.66TJ/km ²
東京23区	742.6TJ	0.08%	1.20TJ/km ²
横浜市	489.7TJ	0.22%	1.12TJ/km ²
川崎市	142.6TJ	0.17%	1.01TJ/km ²
新潟市	115.3TJ	0.18%	0.16TJ/km ²
静岡市	546.0TJ	1.15%	0.39TJ/km ²
浜松市	1,203.7TJ	2.51%	0.76TJ/km ²
名古屋市	611.9TJ	0.31%	1.87TJ/km ²
京都市	718.1TJ	0.60%	0.87TJ/km ²
大阪市	460.0TJ	0.16%	2.10TJ/km ²
堺市	564.0TJ	1.25%	3.76TJ/km ²
神戸市	312.4TJ	0.28%	0.56TJ/km ²
岡山市	290.1TJ	0.59%	0.37TJ/km ²
広島市	444.5TJ	0.43%	0.49TJ/km ²
北九州市	643.4TJ	0.97%	1.32TJ/km ²
福岡市	870.4TJ	0.70%	2.55TJ/km ²

市区町村	自然エネルギー総供給	自給率	供給密度
札幌市	14	15	18
仙台市	7	7	12
さいたま市	16	10	6
千葉市	17	13	13
東京23区	3	19	7
横浜市	10	14	8
川崎市	18	17	9
新潟市	19	16	19
静岡市	9	3	16
浜松市	1	1	11
名古屋市	6	11	4
京都市	4	6	10
大阪市	11	18	3
堺市	8	2	1
神戸市	13	12	14
岡山市	15	8	17
広島市	12	9	15
北九州市	5	4	5
福岡市	2	5	2

自給率＝総供給／民生用＋農水用エネルギー需要

供給密度＝総供給／面積

図1-2 人口密度と自然エネルギー供給密度との関係



千葉市での再生可能エネルギーの最大導入量 ①太陽光発電

- 一般住宅(戸建て・長屋・共同住宅)、民間企業の事業所(以上、新耐震基準以降に建設されたもののみを対象)、市有公共施設(区役所、保健福祉センター、市立病院、いきいきプラザ、いきいきセンター、公立学校、中央卸売市場、清掃工場、最終処分場、し尿処理施設)、道路中央分離帯、一部の大規模駐車場を候補
- 一戸建て及び長屋建ては一律に設備容量3.47kW(25m²)、共同住宅、民間事業所、公立学校には20kWの設備を置く。中央卸売市場は建物の床面積が分かる場所の推定屋根面積の30%、清掃工場は稼働中のものは床面積、廃止予定のものは跡地の30%、最終処分場は敷地面積の30%に設置するものとし、それ以外の施設については推定屋根面積の30%に設置する。道路中央分離帯については、市道の中央分離帯総延長70,241mに2mで1枚のパネルを設置する。駐車場については市内にある4つの大規模駐車場(稲毛海浜公園駐車場、幕張海浜公園駐車場、動物公園駐車場、幕張メッセ駐車場)の敷地面積(合計約263,000m²)の30%に設置する。

千葉市での再生可能エネルギーの最大導入量 ①太陽光発電、②太陽熱利用

- 太陽光発電設備の最大導入ケースとして設備容量749,701kW、年間発電電力量752,084.41MWh。
 - 東京電力千葉火力発電所の定格出力の約1/4に相当。市内の電力総需要の約7.8%を賄える。
- 太陽熱利用は、一般住宅の戸建て及び長屋建て(新耐震基準以降に建設されたもののみ)におけるソーラーシステムの設置を対象。
- 有効集熱面積 3.82m^2 (太陽光と両立可能な範囲)。
- 年間熱供給量763,650.36GJ
 - 本市の家庭用熱需要(9,649TJ(2005年度))の約7.9%に相当

千葉市での再生可能エネルギーの最大導入量 ③風力発電

- 出力1,000kW以上の大型風車については、市内の候補地のいずれにおいても地上高70mでさえ風力発電の採算ラインとなる風速6m/s以上を満たさず、試算の対象外とした。
- 定格出力1.1kWのマイクロ風車とし、屋上の地上高が30m以上のビル300棟に各10基を設置すると仮定。
- 年間供給電力量3,285.00MWh
 - 市内の一般家庭約600世帯分の年間消費電力量を賄える

千葉市での再生可能エネルギーの最大導入量 ④バイオマスエネルギー

- ①木質系、②農産系、③畜産系、④食品系、⑤バイオ燃料系、⑥汚泥系についてそれぞれ最大導入量を把握。最大導入量の把握に当たっては、まず、物理的な賦存量を把握したうえで、その賦存量に対し、利用可能率を検討することで、最大導入量を算定した。利用可能率については、基本的には、NEDOで用いられている利用可能率を採用し、ヒアリングなどで所要の補正を行った。
- ①木質系は「林地残材」「公園剪定枝」「果樹剪定枝」を対象、②農産系は、稲わら、籾殻、麦わら、そして千葉の特産である落花生の殻を対象、③畜産系は、乳用牛、肉用牛、豚、鶏(ブロイラー)の糞尿をメタン発酵させて得られるエネルギーを対象、④食品系は、一般廃棄物に分類される食品廃棄物(家庭・事業系)を対象、⑤バイオ燃料系は、「エネルギー作物」と「廃食油」を対象、⑥汚泥系は、南部浄化センターで焼却処分されている部分を対象とした。

名称	賦存量	利用可能量	
		直接燃焼	発電
木質系バイオマス	25,785GJ	13,499GJ	2,382GJ
農産系バイオマス	79,020GJ	8,615GJ	1,520GJ
畜産系バイオマス	52,629GJ	3,789GJ	1,053GJ
食品系バイオマス	337,430GJ	129,371GJ	35,936GJ
BDF 燃料利用	64,423GJ	12,885GJ	
汚泥系バイオマス	58,515GJ	16,146GJ	4,485GJ
合計	617,802GJ	184,305GJ	45,376GJ

千葉市での再生可能エネルギーの最大導入量 ⑤水力エネルギー

- 花見川汐留橋の堰で 2m^3 を取水し利用したと仮定し、設備容量 20kW 、年間発電電力量 160MWh 程度。これは、市内の一般家庭約30世帯分の年間消費電力量に相当。
- 市内では県水道局の幕張給水場において 350kW マイクロ水力発電設備が設置されているが、同様の設備を園生給水場と誉田給水場に設置するとして、園生が 171kW 程度、誉田が 100kW 程度のものとなり、各々年間 520MWh と 890MWh の電力が得られる。

千葉市での再生可能エネルギーの最大導入量 ⑥地中熱エネルギー

- 地中熱利用とは、地中熱地表との温度差を熱エネルギーとして利用するもので、導入件数の多いGEOパワーシステムを新築の一般住宅に導入した場合を想定して賦存量の算定を行った。
- 新築の3割に導入すると、17,731GJ/年。

千葉市の再生可能エネルギーの内部 利益率曲線

- 内部利益率 (IRR) : 投資に対する将来のキャッシュフローの現在価値と、投資額の現在価値とがちょうど等しくなる割引率
- 内部利益率 = 8 のレベルが民間企業による投資が行われるかどうかの判断基準と考えられている (国のロードマップ検討会などで採用)
- 再生可能エネルギー種ごとに、設置に際する初期費用 (イニシャルコスト) と、資源調達費用とメンテナンス費用からなる運営費用 (ランニングコスト) の試算を行い、国が全種全量買取制度を 48 円 / kwh のレベルで導入した場合の内部利益率 (IRR) を算出した。
- 採算がとれないために IRR が算出できなかったエネルギー種については、買取制度をどの程度充実させれば、IRR = 8 のレベルに到達するかについて、試算をおこなった。

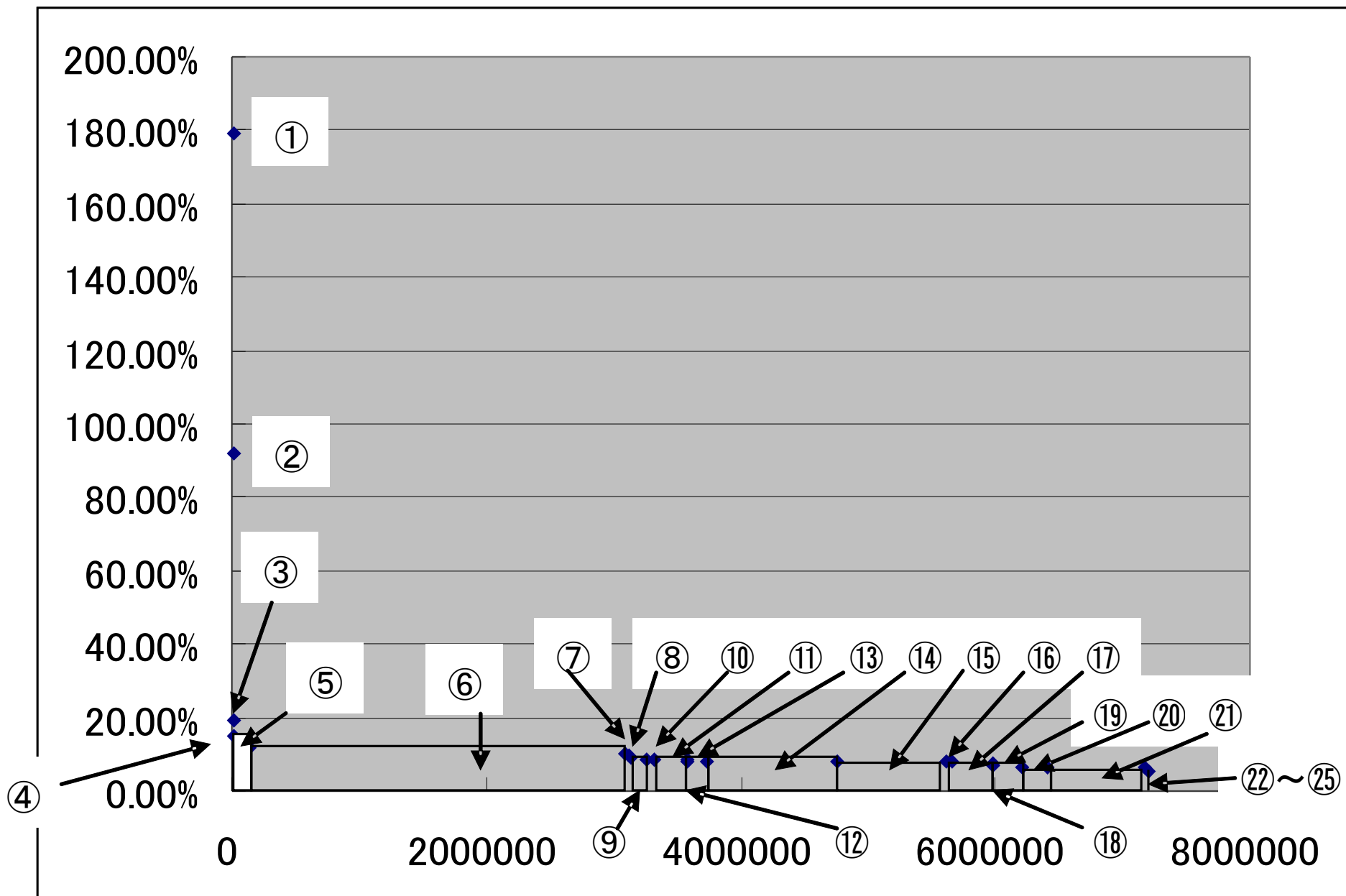
エネルギー種別	設置形態	条件	対象地点数	資源調達コスト	設置費用	総設置費用	ランニングコスト
太陽光発電A	一戸建て・長屋建て（新築）	追加コストなし	3,581戸	¥0	¥1,494,537	¥5,352,085,383	¥0
太陽光発電B	一戸建て・長屋建て（新築）	屋根傾斜対策	398戸	¥0	¥1,809,307	¥719,923,414	¥0
太陽光発電C	一戸建て・長屋建て（既設）	追加コストなし	84,600戸	¥0	¥1,676,339	¥141,818,289,927	¥0
太陽光発電D	一戸建て・長屋建て（既設）	屋根傾斜対策	9,400戸	¥0	¥2,029,400	¥19,076,360,000	¥0
太陽光発電E	一戸建て・長屋建て（既設）	老朽化対策	1,000戸	¥0	¥2,382,461	¥2,382,460,876	¥0
太陽光発電F	共同住宅（新築）	3階まで	200棟	¥0	¥6,233,850	¥1,246,770,000	¥0
太陽光発電G	共同住宅（新築）	4階以上9階未満	45棟	¥0	¥6,946,290	¥312,583,050	¥0
太陽光発電H	共同住宅（既設）	3階まで	8,106棟	¥0	¥7,000,000	¥56,742,000,000	¥0
太陽光発電I	共同住宅（既設）	4階以上9階未満	1,819棟	¥0	¥7,800,000	¥14,188,200,000	¥0
太陽光発電J	事業所	3階まで	6,914棟	¥0	¥7,000,000	¥48,398,000,000	¥0
太陽光発電K	事業所	4階以上9階未満	1,552棟	¥0	¥7,800,000	¥12,105,600,000	¥0
太陽光発電L	道路中央分離帯	2mおき	-	¥0	-	¥3,345,438,348	¥0
太陽光発電M	公共施設（ビル）	建築物	-	¥0	-	¥8,263,216,883	¥0
太陽光発電N	公共施設（地面直置き）	更地に設置	-	¥0	-	¥14,182,151,869	¥0
太陽光発電O	大規模平面駐車場	78,889.43㎡	-	¥0	-	¥7,028,128,604	¥0
太陽熱利用A	一戸建て・長屋建て（新築）	YAZAKI	3,979戸	¥0	¥456,850	¥1,817,806,150	¥0
太陽熱利用C	一戸建て・長屋建て（既設）	YAZAKI	95,000戸	¥0	¥500,000	¥47,500,000,000	¥0
マイクロ風力発電A	ビル屋上	5.0m/s	240棟	¥0	¥550,000	¥132,000,000	¥0
マイクロ風力発電B	ビル屋上	6.0m/s	60棟	¥0	¥550,000	¥33,000,000	¥0
小水力発電A	花見川	20kW級	1地点	¥0	-	¥40,000,000	¥1,000,000
小水力発電B	誉田給水場	上水道	1地点	¥0	-	¥50,000,000	¥1,000,000
小水力発電C	園生給水場	上水道	1地点	¥0	-	¥65,000,000	¥1,000,000
バイオマス発電	バイオマス発電所	木質系（林地残材）		¥28,666,150	¥54,000,000	¥54,000,000	¥8,594,000
バイオマス発電	バイオマス発電所	木質系（公園剪定枝）		¥21,000,000	¥54,000,000	¥54,000,000	¥8,594,000
バイオマス発電	バイオマス発電所	木質系（果樹剪定枝）		¥22,116,930	¥54,000,000	¥54,000,000	¥8,594,000
バイオマス発電	バイオマス発電所	農産系		¥3,210,779	¥54,000,000	¥54,000,000	¥8,594,000
バイオガス発電A	バイオガス発電所	畜産系		¥34,929,477	¥790,000,000	¥790,000,000	¥32,000,000
バイオガス発電A	バイオガス発電所	生活残渣系		¥167,783,534			
バイオガス発電B	バイオガス発電所	汚泥系		¥0	¥1,185,000,000	¥1,185,000,000	¥48,000,000
バイオマス燃料	バイオマス燃料	BDF		¥61,414,488	¥624,000,000	¥624,000,000	¥29,010,000
地中熱利用	新築一戸建てに導入	30%	1,780カ所	¥0	¥2,300,000	¥4,094,460,000	¥12,000

エネルギー種別	設置形態	条件	年間エネルギー 総供給量	IRR(電力料金 換算24円/kWh 買取ケース)	IRR(電力料金 換算48円/kWh 買取ケース)	IRR(原油価格 並み買取ケー ス)	IRR=8レベルに するための買い取 り価格(電力換 算)	IRR=8レベルにす るための買い取り価 格(原油価格の何倍 か)
太陽光発電A	一戸建て・長屋建て(新築)	追加コストなし	124,917.73GJ	2.982%	12.003%	-0.350%		
太陽光発電B	一戸建て・長屋建て(新築)	屋根傾斜対策	13,879.75GJ	1.106%	9.036%	-1.864%		
太陽光発電C	一戸建て・長屋建て(既設)	追加コストなし	2,951,059.60GJ	1.834%	10.167%	引き合わず		
太陽光発電D	一戸建て・長屋建て(既設)	屋根傾斜対策	327,895.51GJ	0.056%	7.464%	-2.734%	50.0円/kWh	
太陽光発電E	一戸建て・長屋建て(既設)	老朽化対策	34,882.50GJ	-1.330%	5.475%	-3.908%	59.0円/kWh	
太陽光発電F	共同住宅(新築)	3階まで	25,095.32GJ	1.514%	9.664%	-1.531%		
太陽光発電G	共同住宅(新築)	4階以上9階未満	5,646.45GJ	0.504%	8.128%	-2.361%		
太陽光発電H	共同住宅(既設)	3階まで	1,017,113.51GJ	0.434%	8.023%	-2.419%		
太陽光発電I	共同住宅(既設)	4階以上9階未満	228,241.98GJ	-0.527%	6.616%	-3.225%	53.4円/kWh	
太陽光発電J	事業所	3階まで	867,545.37GJ	0.434%	8.023%	-2.419%		
太陽光発電K	事業所	4階以上9階未満	194,739.72GJ	-0.527%	6.616%	-3.225%	53.4円/kWh	
太陽光発電L	道路中央分離帯	2mおき	61,254.54GJ	0.628%	8.313%	-2.259%		
太陽光発電M	公共施設(ビル)	建築物	148,952.43GJ	0.485%	8.099%	-2.377%		
太陽光発電N	公共施設(地面直置き)	更地に設置	259,673.37GJ	0.628%	8.313%	-2.259%		
太陽光発電O	大規模平面駐車場	78,889.43㎡	128,684.13GJ	0.628%	8.313%	-2.259%		
太陽熱利用A	一戸建て・長屋建て(新築)	YAZAKI	31,984.89GJ	0.266%	7.774%	-2.559%	49.0円/kWh	
太陽熱利用C	一戸建て・長屋建て(既設)	YAZAKI	763,650.36GJ	-0.532%	6.608%	-3.229%	53.4円/kWh	
マイクロ風力発電A	ビル屋上	5.0m/s	2,564.93GJ	-2.474%	6.972%	-6.487%	51.0円/kWh	
マイクロ風力発電B	ビル屋上	6.0m/s	961.85GJ	2.602%	14.927%	-2.426%		
小水力発電A	花見川	20kW級	1,561.60GJ	3.697%	19.275%	-2.038%		
小水力発電B	誉田給水場	上水道	5,072.38GJ	29.531%	91.909%	14.287%		
小水力発電C	園生給水場	上水道	8,684.23GJ	45.547%	179.082%	21.425%		
バイオマス発電	バイオマス発電所	木質系(林地残材)	7,821.20GJ	引き合わず	引き合わず	引き合わず	109.7円/kWh	7.2倍
バイオマス発電	バイオマス発電所	木質系(公園剪定枝)		引き合わず	引き合わず	引き合わず	109.7円/kWh	7.2倍
バイオマス発電	バイオマス発電所	木質系(果樹剪定枝)		引き合わず	引き合わず	引き合わず	109.7円/kWh	7.2倍
バイオマス発電	バイオマス発電所	農産系		引き合わず	引き合わず	引き合わず	109.7円/kWh	7.2倍
バイオガス発電A	バイオガス発電所	畜産系	44,810.09GJ	引き合わず	引き合わず	引き合わず	67.6円/kWh	4.4倍
バイオガス発電A	バイオガス発電所	生活残渣系		引き合わず	引き合わず	引き合わず	67.6円/kWh	4.4倍
バイオガス発電B	バイオガス発電所	污泥系	4,485.04GJ	引き合わず	引き合わず	引き合わず	347.7円/kWh	22.5倍
バイオマス燃料	バイオマス燃料	BDF	13,897.80GJ	引き合わず	引き合わず	引き合わず	104.8円/kWh	6.8倍
地中熱利用	新築一戸建てに導入	30%	17,730.79GJ	引き合わず	引き合わず	引き合わず	212.6円/kWh	13.8倍

電力料金換算48円/kWh買取ケース での分析

- 国は、2009年11月から太陽光に限って余剰電力分を48円/kWhのレベルでの固定価格買い取り制度を導入しているが、このレベルの施策を全量全種に拡大した場合のケースと言える。熱供給については、供給熱量と同量の原油が代替されると考え、その原油での発電量相当分を買い取ると考えた。
- この場合、一戸建て・長屋建て(既設)で屋根傾斜対策や老朽化対策を行わなければならない箇所への太陽光発電と、4階以上9階未満の共同住宅(既設)や事業所への太陽光発電はIRRが8未満であるが、その他の太陽光発電、風速6m/s以上のマイクロ風力、3カ所の小水力発電はIRRが8を超えるため民間投資が発生すると考えられる。一方、太陽熱利用、風速5m/sのマイクロ風力、バイオマス発電、バイオガス発電、地中熱利用は未だ引き合わないことがわかった。

図1-3 千葉市における再生可能エネルギーの供給量とIRR との関係



	エネルギー種別	設置形態	条件	年間エネルギー 総供給量	IRR(電力料金換算48円 /kWh買取ケース)
①	小水力発電C	園生給水場	上水道	8684	179.08%
②	小水力発電B	誉田給水場	上水道	5072	91.91%
③	小水力発電A	花見川	20kW級	1562	19.27%
④	マイクロ風力発電B	ビル屋上	6.0m/s	962	14.93%
⑤	太陽光発電A	一戸建て・長屋建て(新築)	追加コストなし	124918	12.00%
⑥	太陽光発電C	一戸建て・長屋建て(既設)	追加コストなし	2951060	10.17%
⑦	太陽光発電F	共同住宅(新築)	3階まで	25095	9.66%
⑧	太陽光発電B	一戸建て・長屋建て(新築)	屋根傾斜対策	13880	9.04%
⑨	太陽光発電O	大規模平面駐車場		128684	8.31%
⑩	太陽光発電L	道路中央分離帯	2mおき	61255	8.31%
⑪	太陽光発電N	公共施設(地面直置き)	更地に設置	259673	8.31%
⑫	太陽光発電G	共同住宅(新築)	4階以上9階未満	5646	8.13%
⑬	太陽光発電M	公共施設(ビル)	建築物	148952	8.10%
⑭	太陽光発電H	共同住宅(既設)	3階まで	1017114	8.02%
⑮	太陽光発電J	事業所	3階まで	867545	8.02%
⑯	太陽熱利用A	一戸建て・長屋建て(新築)	YAZAKI	31985	7.77%
⑰	太陽光発電D	一戸建て・長屋建て(既設)	屋根傾斜対策	327896	7.46%
⑱	マイクロ風力発電A	ビル屋上	5.0m/s	2565	6.97%
⑲	太陽光発電I	共同住宅(既設)	4階以上9階未満	228242	6.62%
⑳	太陽光発電K	事業所	4階以上9階未満	194740	6.62%
㉑	太陽熱利用C	一戸建て・長屋建て(既設)	YAZAKI	763650	6.61%
㉒	太陽光発電E	一戸建て・長屋建て(既設)	老朽化対策	34883	5.47%
㉓	バイオガス発電A	バイオガス発電所	畜産系	44810	(67.63円)
		バイオガス発電所	生活残渣系		
㉔	バイオマス燃料	バイオマス燃料	BDF	13898	(104.83円)
㉕	バイオマス発電	バイオマス発電所	木質系(林地残材)	7821	(109.67円)
		バイオマス発電所	木質系(公園剪定枝)		
		バイオマス発電所	木質系(果樹剪定枝)		
		バイオマス発電所	農産系		
㉖	地中熱利用	新築一戸建てに導入	3割導入	17731	(212.6円)
㉗	バイオガス発電B	バイオガス発電所	汚泥系	4485	(347.7円)

内部利益率曲線に基づく分析

- 図1-3は、IRRの高い順に千葉市における再生可能エネルギー導入累積量を図示したものである。国が全量全種の固定価格買取制度を48円/kWhのレベルで導入した場合には、累積で、5620102GJの導入が見込まれる。これは、千葉市の民生用＋農水用エネルギー消費量の8.39%に相当する。
- 千葉市が導入インセンティブを上乗せすることによって、②の選択肢まで導入を進めた場合には、1583960GJ追加され、7204062GJまで導入が可能である。これは、千葉市の民生用＋農水用エネルギー消費量の10.76%に相当する。
- さらにすべての選択肢を実現させた場合には、最終的には、7292807GJまで導入できる。千葉市の民生用＋農水用エネルギー消費量の10.89%に相当する。
- ただし、上記の分析は、単年度の分析であり、計画年度が長期に及ぶ場合には、とくに、新築着工件数など累積させて検討することが必要となる点に留意されたい。

再生可能エネルギーによる原発代替可能性

再生可能エネルギー発電設備の 必要導入量

	出力(kW)	稼働率	箇所	総出力(万kW)	発電量(MWh)	構成比
原子力発電所(2009)	48847000	65.7	54	4884.7	277,470,149	99.87%
福島第一原発					32,948,357	11.86%
水力発電				1,044	63,089,520	22.71%
水力発電所(3kW級)	3	80	80,000	24	1,681,920	0.61%
水力発電所(30kW級)	30	80	40,000	120	8,409,600	3.03%
水力発電所(100kW級)	100	75	10,000	100	6,570,000	2.36%
水力発電所(1000kW級)	1000	70	2,000	200	12,264,000	4.41%
水力発電所(10000kW級)	10000	65	600	600	34,164,000	12.30%
地熱発電				430	28,294,800	10.18%
地熱発電所(中規模)	3000	70	500	150	9,198,000	3.31%
地熱発電所(大規模)	50000	80	50	250	17,520,000	6.31%
地熱発電所(温泉発電)	50	60	6,000	30	1,576,800	0.57%
風力発電				3,850	90,666,000	32.63%
風力発電所(1000kW級)	1000	20	6,000	600	10,512,000	3.78%
風力発電所(2000kW級・陸上)	2000	24	5,000	1,000	21,024,000	7.57%
風力発電所(2500kW級・洋上)	2500	30	9,000	2,250	59,130,000	21.28%
太陽光発電				7,429	88,417,330	31.82%
太陽光発電所(一般住宅)	3.47	13.6	7,000,000	2,429	28,909,099	10.41%
太陽光発電所(共同住宅・オフィス・工場)	10	13.6	2,000,000	2,000	23,803,293	8.57%
太陽光発電所(メガソーラー)	3000	13.6	10,000	3,000	35,704,939	12.85%
バイオマス発電				120	7,358,400	2.65%
バイオマス発電(中小規模)	3000	70	200	60	3,679,200	1.32%
バイオマス発電(大規模)	12000	70	50	60	3,679,200	1.32%
水力+地熱+風力					182,050,320	65.53%
水力+地熱+風力+太陽光+バイオマス					277,826,050	100.00%

水力発電(小水力)

- 環境省ポテンシャル調査 1400万kW
 - この調査は、河川から取水して水路で落差を得ることができる地点を集計したもので、農業用水など水の流れの中で発電する水力発電を想定していない。
- 本試算での到達目標 1044万kW
 - 30年間で、現状(約955万kW)の約2.1倍。
 - うち、3kW級 8万箇所、30kW級 4万箇所
 - 日本における昭和17年の農事用水車数 78482箇所
 - たとえば、土地改良区管轄の農業用水延長260000kmの3.3kmごとに3kW級1基、6.5kmごとに30kW級1基に相当。
 - うち、100kW以上の設備容量 900万kW
 - 経済産業省未開発水力(100kW以上)2004年3月調べ1212万kW

3kW級、30kW 級の小水力

- 3kW級
 - 3kwは、たとえば毎秒約200リットルの水が2m落下する箇所で得られる出力。
 - 自宅前用水路に設置した有効落差45cm、水量 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ の川上水力(大町市)は出力0.3kW
 - <http://www.pref.nagano.jp/nousei/nochi/suiryoku/jirei15.htm>
- 30kW級
 - たとえば、有効落差2m、水量 $2.4\text{m}^3/\text{s}$ の百村第一発電所(那須野が原土地改良区)が30kW。
 - <http://j-water.jp/database/detail.php?no=11>



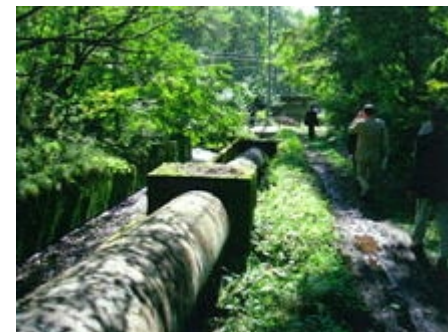
川上水力発電所



百村第一発電所

100kW ~ 10000kW の 小水力

- 100kW級
 - たとえば、有効落差21m、水量 $0.695\text{m}^3/\text{s}$ の星野温泉第二発電所が出力100kW
 - <http://www.pref.nagano.jp/nousei/nochi/suiryoku/jirei4.htm>
- 1000kW級
 - たとえば、有効落差6.97m、水量 $18.09\text{m}^3/\text{s}$ の福沢第二発電所が出力1030kW
 - <http://www.suiryoku.com/gallery/kanagawa/fukuzaw2/fukuzaw2.html>
- 10000kW級
 - たとえば、有効落差107.7m、水量 $9.2\text{m}^3/\text{s}$ の氷川発電所(奥多摩)が、出力8200kW
 - <http://www.suiryoku.com/gallery/tokyo/hikawa/hikawa.html>



星野温泉第二



福沢第二



氷川

地熱発電

- 環境省ポテンシャル調査 1400万kW
- 本試算での到達目標 430万kW
 - 30年間で現状(53万kW)の約9.1倍。
 - 3000kW級(中規模)地熱発電 500箇所
 - 50000kW級(大規模)地熱発電 50箇所
 - 上記設備容量 400万kW
 - 経済産業省「地熱発電に関する研究会」中間報告による地熱発電出力累計
 - 発電コスト20円/kWhのとき348.6万kW、同30円/kWhのとき819.6万kW
 - 上記地熱発電は、運転開始までのリードタイム8~10年を想定。
 - 温泉発電(50kW) 6000箇所
 - 温泉源泉数(2009年3月) 23,886箇所の約1/6に設置

地熱発電の例

- 3000kW級の地熱発電
 - たとえば、八丈島地熱発電所が出力3300kW
 - http://www.tepco.co.jp/hachijojima-gp/hachijo/g_ps-j.html
- 50000kW級の地熱発電
 - たとえば、澄川地熱発電所が出力50000kW
 - http://www.tohoku.meti.go.jp/s_shigen_ene/geo/sumikawa.html
- 温泉発電50kW級
 - たとえば、大島御神火温泉を活用した50kWのプロジェクトが提案されている（東京都環境局、平成23年度導入予定）
 -
 - http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/other/municipal_support/case_study/project_oshima.html



八丈島地熱発電所



澄川地熱発電所



大島御神火温泉のプロジェクト

風力発電

- 環境省ポテンシャル調査 190000万kW
- 本試算での到達目標 3850万kW
 - 30年間で現状(219万kW)の約18.6倍。
 - 年平均の必要伸び率は、約10.4%
 - 2007年度伸び率13.6%、2008年度伸び率12.6%
 - 1000kW級風力発電(陸上) 6000箇所(現状約600基の10倍)
 - 2000kW級風力発電(陸上) 5000箇所(現状約600基の8.3倍)
 - 2500kW級風力発電(洋上) 9000箇所(2016年から実用開始と想定)
 - すでにノルウェーで2300kWの浮体式洋上風力が稼働。日本でも2016年からの実用開始に向け、環境省が2000kW級の実験を長崎で実施することを2010年12月に公表している。

風力発電の例

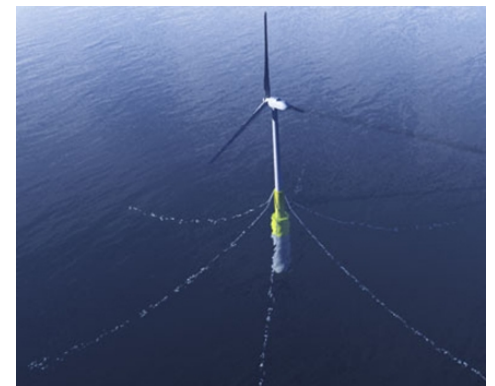
- 1000kW級
 - たとえば佐多岬風力発電所(タワー高68m)が1基あたり1000kW(既建設9基)
 - http://www.daiwahouse.co.jp/topix/release_178.html
- 2000kW級
 - たとえば浜松風力発電所(タワー高78m)が1基あたり2000kW(既建設10基)
 - <http://www.reetech.co.jp/33/51.html>
- 洋上風力
 - 長崎五島列島で環境省が実証実験(2000kW級)
 - 2500kW級の浮体式洋上風力も開発されつつある。
 - 写真は京都大学HP(http://www.kyoto-u.ac.jp/ja/news_data/h/h1/news6/2009/090908_2.htm)から



佐多岬風力発電所



浜松風力発電所



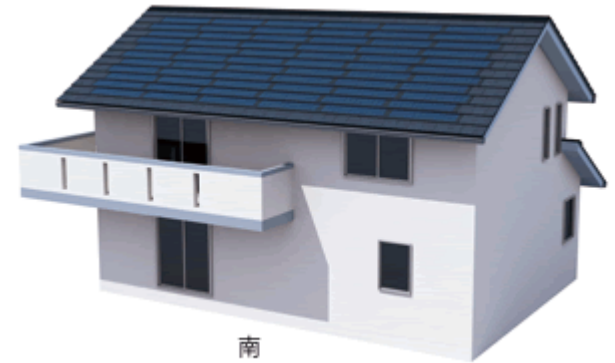
浮体式洋上風力(2MW級)

太陽光発電

- 環境省ポテンシャル調査 15000万kW
- 本試算での到達目標 7429万kW
 - 30年間で現状(263万kW)の約29.2倍。
 - 年平均の必要伸び率は、約12.2%
 - 2007年度伸び率14.0%、2008年度伸び率13.6%(これらは固定価格買い取り制度導入前の値)
 - 3.47kW(一般住宅用)を700万軒に設置
 - 居住専用住宅年間新築数(48万4千軒)の14.4倍。全世帯数の14.3%。
 - 10kW(共同住宅・オフィス用)を200万軒に設置
 - 事業所年間新築数(7万9千軒)の25.4倍。
 - 3000kW(メガソーラー)を10000箇所を設置
 - 関西電力が堺市で、6290kWのメガソーラーを2011年3月から運転開始。
- 太陽光発電の設備容量が7,900万kWを超えると、コストが火力発電なみの7円/kWhまで低下する見込み
 - 習熟効果が働くため(環境省「低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策検討会」2009年2月)

太陽光発電の例

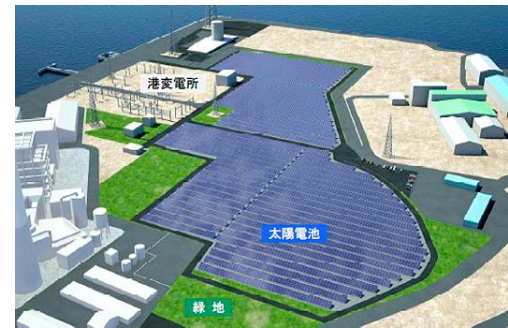
- 3.47kWの太陽光発電
 - たとえば、右上の図(設置面積28.4m²)
(<http://www.sharp.co.jp/sunvista/inquire/product/example/>)
- 10kWの太陽光発電
 - たとえば、福岡市本庁舎屋上に設置されたもの(設置面積約75m²)
 - <http://www.city.fukuoka.lg.jp/kankyoushinene/contents/energy01.html>
- 3000kWの太陽光発電
 - たとえば、九州電力「メガソーラー大牟田発電所」が出力3000kW(設置面積約8万m²: ヤフードームとほぼ同じ)
 - <http://eco.nikkeibp.co.jp/high-ecology/news/29/index.shtml>



南



福岡市本庁舎屋上



メガソーラー大牟田発電所

バイオマス発電

- 環境省ポテンシャル調査 記述なし
- 本試算での到達目標 120万kW
 - 30年間で現状(3万kW)の約40倍。
 - 3000kW級の設備を現状の14箇所から200箇所に
 - 12000kW級の設備を現状の6箇所から50箇所に
- バイオマス活用設備については、熱供給と合わせて、さらに小型の設備を、特に寒冷地のコミュニティに配置していくことも考慮すべき。

バイオマス発電所の例

- 3000kWのバイオマス発電所
 - たとえば、能代バイオ発電所(秋田県:能代森林資源利用協同組合)が出力3000kW
 - 施設概要は、<http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/static/6/05/605060100.html#top>
 - 写真は<http://delarie.exblog.jp/7890441/>
- 12000kWのバイオマス発電所
 - たとえば、日田ウッドパワー日田発電所(大分)が出力12000kW
 - <http://www.fesco.co.jp/hwp/index.html>



能代バイオ発電所



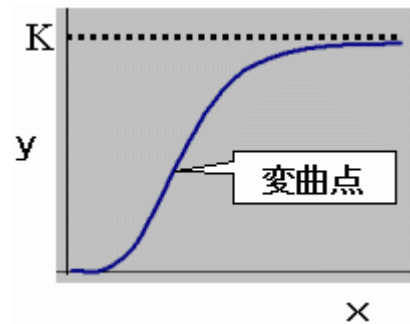
日田ウッドパワー日田発電所

安定的再生可能エネルギー比率

- 本試算では、小水力、地熱、風力といった、比較的安定的に、24時間発電することができる再生可能エネルギー比率は、65.5%に上る。
 - 風力は稼働率は低い(20-30%)ものの、多くの風力発電を送電網につなげば、均し効果が生じて、安定的な電源となる。
- ただし、需給調整などのために、揚水発電などを活用することが必要。スマートグリッドも必要。

再生可能エネルギー発電量の 推移の試算

- 現状の設備量から、2040年の目標設備量になだらかに到達するように、シグモイド曲線を適用して、中間年の設備量を仮定した。

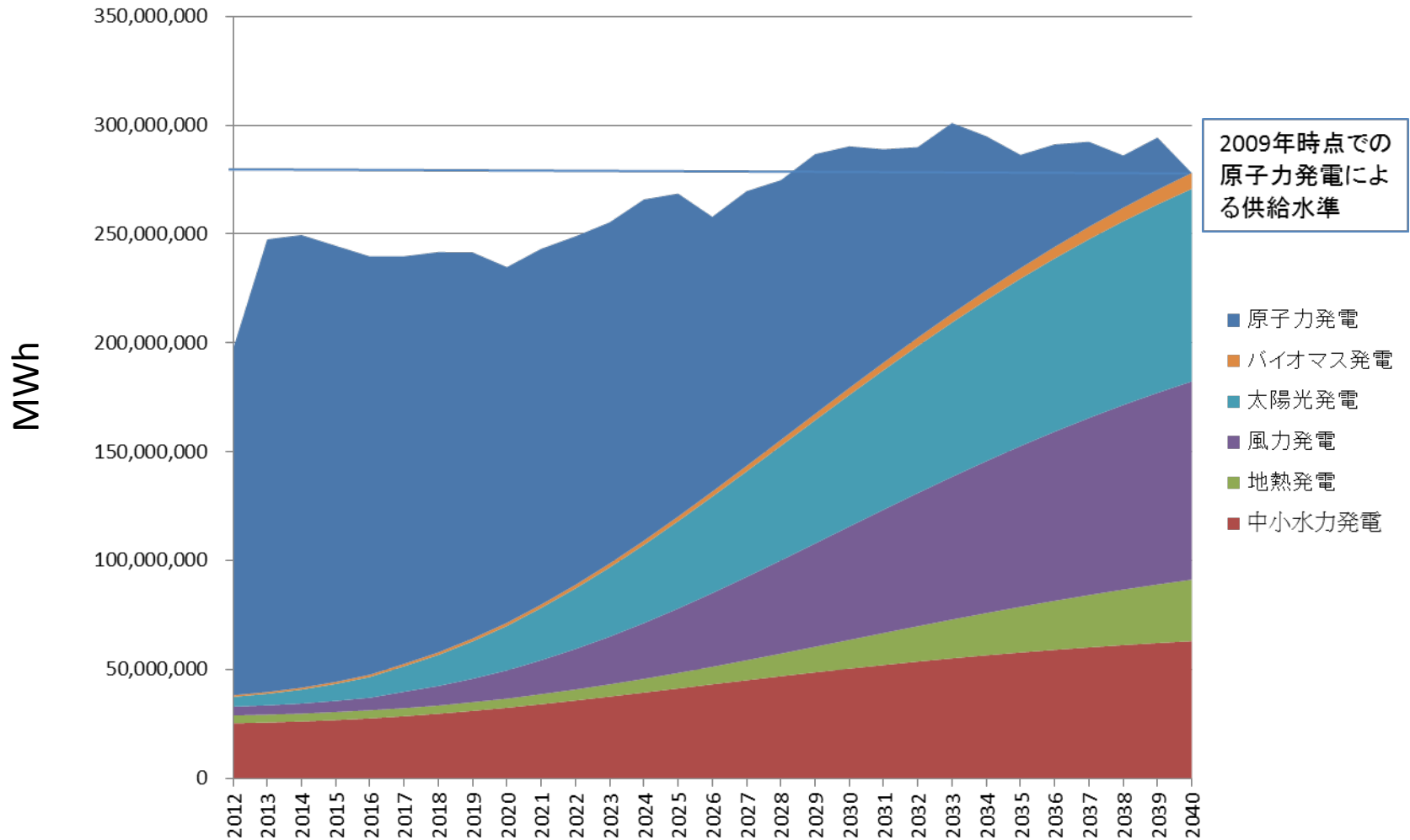


シグモイド曲線のイメージ

http://home.a02.itscom.net/coffee/takolimages/gom_curve.gif

- 中間年の発電量を、稼働率や発電効率などを仮定して、試算した。

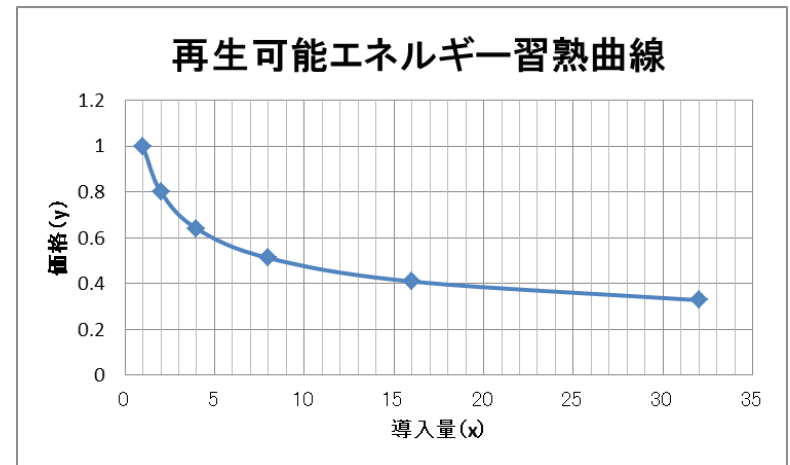
発電量推移



省エネ、熱による電気の代替なども実施しないと、温暖化対策の観点から不適

費用の試算

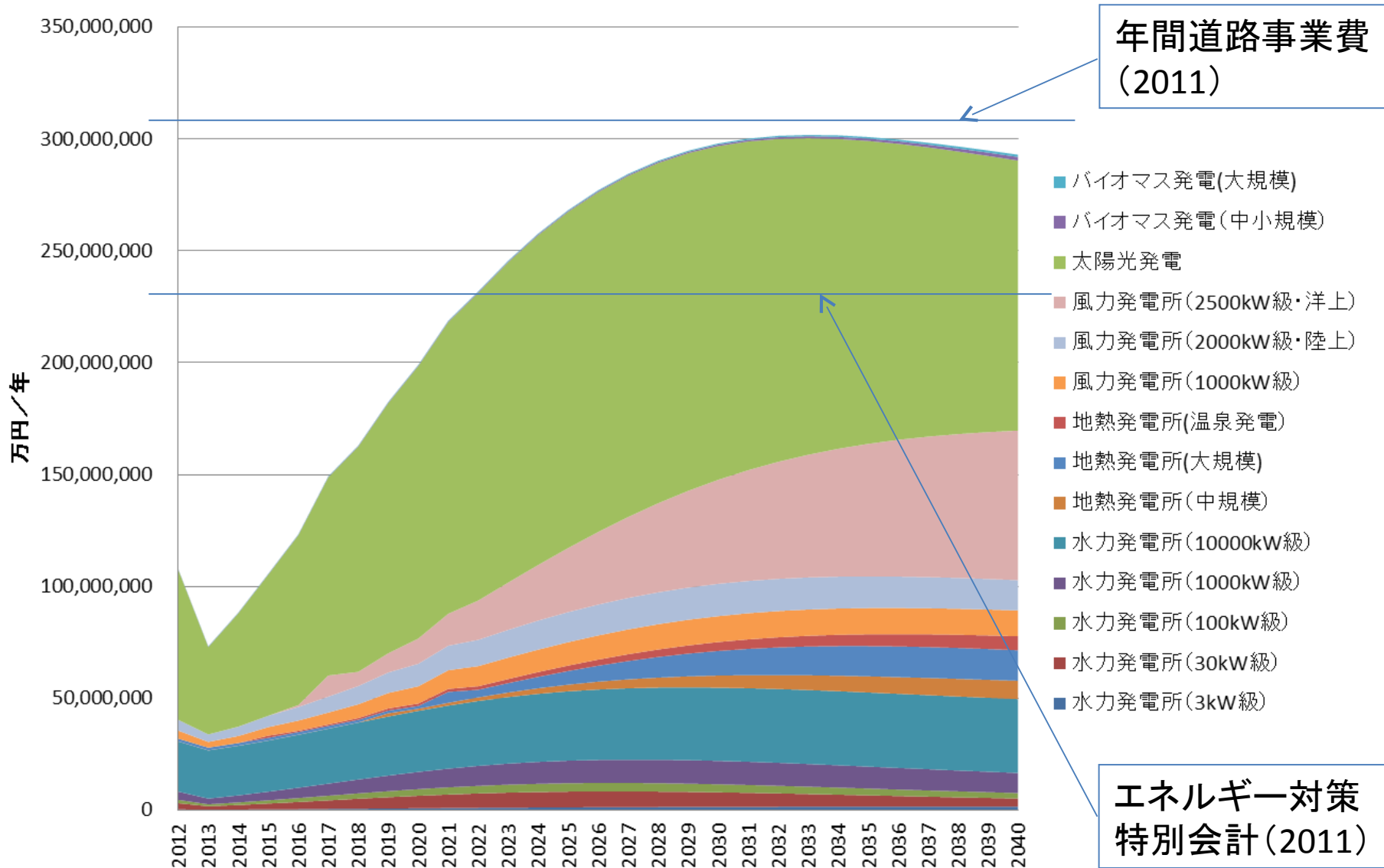
- それぞれの設備ごとの初期投資額と運営コスト額を、具体的な事例などから仮定。
- 初期投資額の一部については、累積投資量が2倍になれば0.8になるという習熟曲線を適用して、徐々にコストが減少していくこととした。
 - 初期投資額中の習熟効果対象比
 - 小水力、地熱、バイオマス 0.5
 - 風力(陸上) 0.6
 - 太陽光、風力(洋上) 0.8



初期投資額(設置コスト)と 運営コストの仮定

水力発電	設置コスト(万円)	習熟効果対象	運営コスト(万円/年)
水力発電所(3kW級)	300	0.5	15
水力発電所(30kW級)	6000	0.5	15
水力発電所(100kW級)	10000	0.5	100
水力発電所(1000kW級)	100000	0.5	3000
水力発電所(10000kW級)	700000	0.5	50000
地熱発電			
地熱発電所(中規模)	150000	0.5	12000
地熱発電所(大規模)	4000000	0.5	120000
地熱発電所(温泉発電)	2400	0.5	1000
風力発電			
風力発電所(1000kW級)	30000	0.6	1500
風力発電所(2000kW級・陸上)	50000	0.6	2000
風力発電所(2500kW級・洋上)	150000	0.8	6000
太陽光発電(1kw)			
	60	0.8	1
バイオマス発電			
バイオマス発電(中小規模)	49200	0.5	5000
バイオマス発電(大規模)	196800	0.5	10000

年間事業費の試算結果



年間事業費の実現可能性

- 平均年間事業費 23,612億円
- 最大年間事業費 30,188億円(2033)
 - cf. 道路事業費(2011年度) 30,982億円
 - cf. エネルギー対策特別会計(2011年度)23,873億円[電源開発促進勘定3,286億円、エネルギー需給勘定 20,587億円]
 - cf. 公共事業費(2011年度) 54,799億円(一括交付金化による減少分含む)
- 再生可能エネルギー関係年間事業費は、民間投資と公共投資の双方から賄われる。
 - 太陽光発電、風力発電、地熱発電などについては、固定価格買い取り制度を適切に運用することによって、一定程度、民間投資として事業費を引き出すことができる。
 - それでは足りない部分や、小水力発電、バイオマス発電などについては、公共投資として進めていくことも必要。
 - 太陽光、風力、地熱を除く事業費では、平均年間事業費 4,788億円 最大年間事業費 5,592億円(2029)

試算の結果

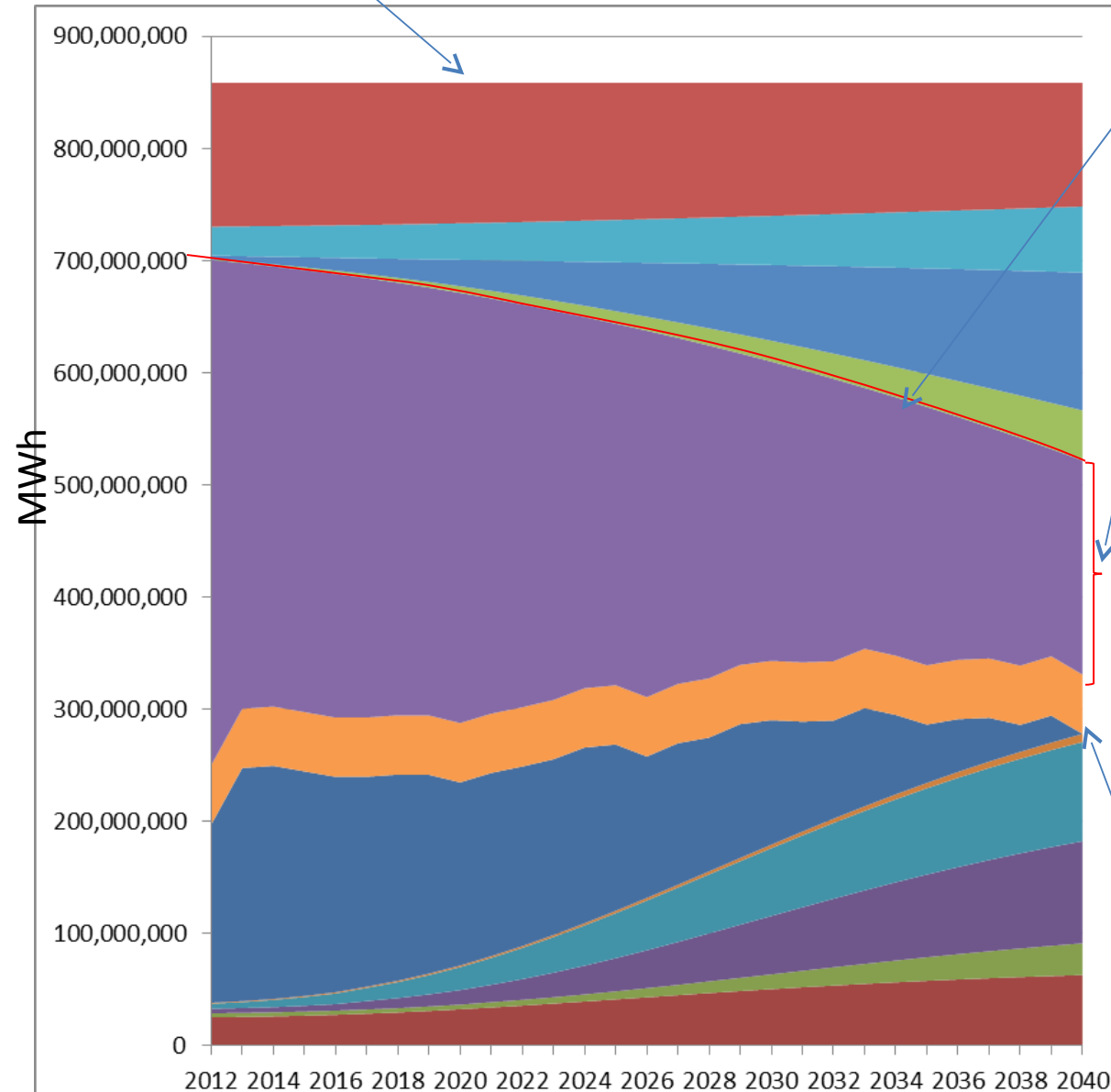
2009年の電力供給量水準

対策を講じた場合の電力供給量水準

化石燃料によって補う電力需要分は、2040年に現状に比べて57.6%減。

- 一人あたりの省エネによる電力需要減
- 各種機器の省エネ効率向上による電力需要減
- 人口減による電力需要減
- 自然エネルギー熱代替による電力需要減
- 化石燃料によって補う電力需要
- 大規模水力発電
- 原子力発電
- バイオマス発電
- 太陽光発電
- 風力発電
- 地熱発電
- 中小水力発電

原子力発電は、2040年に終了。



実現の方向性

- 小水力発電と地熱発電、再生エネルギー熱の導入促進が急務
 - 小水力(降水量世界第6位)、地熱(賦存量世界第3位)は、日本の風土に適した、しかも比較的安定的に供給できる再生可能エネルギー。しかし、2007年度、2008年度とも、前年比横ばいないし減少。
 - 再生エネルギー熱も微増にとどまる。
- 太陽光発電、風力発電、バイオマス発電の現状の伸び率の維持、伸張も必要
 - 太陽光発電、風力発電、バイオマス発電については、2007年度、2008年度ともに前年比10%以上の伸び。この伸びを続ければよい。

表1 再生可能エネルギー供給の推移(全国)

	2007.3(再集計版)			2008.3(再集計版)				2009.3			
	総量(TJ)	電力のみ比率	全体比率	総量(TJ)	電力のみ比率	全体比率	伸び率	総量(TJ)	電力のみ比率	全体比率	伸び率
太陽光発電	15019	7.11%	5.45%	17123	7.89%	6.08%	114.0%	19451	8.75%	6.75%	113.6%
風力発電	29965	14.18%	10.87%	34037	15.68%	12.08%	113.6%	38322	17.24%	13.30%	112.6%
地熱発電	27450	12.99%	9.96%	27074	12.48%	9.61%	98.6%	24382	10.97%	8.46%	90.1%
小水力発電	133200	63.04%	48.34%	131591	60.64%	46.71%	98.8%	132060	59.40%	45.84%	100.4%
バイオマス発電	5652	2.68%	2.05%	7181	3.31%	2.55%	127.1%	8091	3.64%	2.81%	112.7%
再生エネ発電計	211286	100.00%	76.67%	217007	100.00%	77.03%	102.7%	222305	100.00%	77.17%	102.4%
太陽熱利用	36817		13.36%	37149		13.19%	100.9%	37517		13.02%	101.0%
地熱利用	27458		9.96%	27545		9.78%	100.3%	28241		9.80%	102.5%
再生エネ熱利用計	64275		23.33%	64694		22.97%	100.7%	65758		22.83%	101.6%
総計	275560		100.00%	281701		100.00%	102.2%	288063		100.00%	102.3%
日本全国の民生+農水エネルギー需要に占める比率			3.11%			3.18%				3.25%	

(出典) 千葉大学倉阪研究室+NPO法人環境エネルギー政策研究所「永続地帯報告書2010」
<http://sustainable-zone.org/>

実現するための政策概要

- 全量全種固定価格買い取り制度により、民間投資を引き出すべき。
 - 環境省検討会では、投資回収年数10年の水準で民間投資を引き出し、その民間投資と同じ量だけ公共投資を行えば、2030年に7900万kWの太陽光導入が可能とした。その際の負担増は標準世帯で月額平均260円程度の負担。ちなみに現行の余剰分買い取り制度は投資回収年数は約17年。
 - 環境省「低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策検討会」2009年2月
 - 地熱発電も、発電コスト20円/kWh強をカバーできれば、目標水準に達する見込み。
 - 経済産業省「地熱発電に関する研究会」中間報告2009年8月
- 公共事業として、小水力発電と、公共施設への太陽光発電導入を進めるべき。
 - これらは、新しい公共事業として、道路予算などを振り向けて、導入を促進すべき。これは、地域密着型の雇用を生み出し、建設業の雇用の受け皿にもなる。
- 地域によって適する再生可能エネルギーに違いがあるため、地方自治体の再生可能エネルギー政策を立ち上げるべき。
 - 市町村レベルで、再生可能エネルギーの開発計画を策定することとし、再生可能エネルギーの導入量に応じて、交付金を支出する仕組みにすべき。エネルギー対策特別会計の新規原発開発に支出する予定額をこの交付金の原資にすべき。