	<h2 style="color: blue;">日本のエネルギー状況の 一つの考察（2016年の推測）</h2> <p style="color: blue;">弓削 耕</p>	<p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">R-52</p> <p>発行日 2017.7.7</p>
---	--	--

はじめに

日本のエネルギーの将来状況については、2010年にSCE・Netエネルギー研究会で第1回の推測を私案としてまとめたことがある。その後、東日本大震災が起こり、日本のエネルギー事情はすっかり変わったしまった。そこで状況が落ち着くのを待って、2013年に震災後の状況を踏まえて第2回目の私案をSCE・Net神奈川研究会で報告した。その結果は「化学装置」¹⁰⁾にも掲載された。その後あまり考察することはなかったが、小生としては最後のまとめとして、第2報のデータに多少手を加え、第3回目の報告として、一応の集大成としてデータを主として最後の資料を書き置くことを試みた。

今回の予測でも主な手法は前回までの方法を踏襲し、人口の減少、省エネの継続、再生可能エネルギーの積極的導入、原子力発電の漸進的縮小などを前提に考えた。エネルギーの絶対使用量は大幅に減少すると予想はしているが、再生可能エネルギーで全てを補うことは出来ないし、化石エネルギーの使用を残しておくことは、国家戦略、技術保存・開発の面からも必要であろう。エネルギー使用量、特に化石燃料が減るので、CO₂の排出量が減り環境改善は進むであろう。

ここで考えたことはあくまで素人の予測に過ぎないので、実際に如何展開していくかは不明である。これが日本の将来のエネルギーを考えるきっかけの1つにでもなれば幸いである。国としては諸般の情勢を考えながら、エネルギー源、入手方法、使用量・方法などの基本的な方向を決め、それに沿った政策を立て、実施していくことが必要であり、常に確たる政策、計画を持ち実施していくことが望まれる。

1. まとめ方

- ・将来の人口予測を前提とする
- ・現在の1人当りのエネルギー消費量を前提に、省エネ効果を考慮し、将来の総人口でのエネルギー消費量を推定する
- ・エネルギー消費量を、現在の家庭、業務、製造、運輸部門別に、電力と燃料の使用別にエネルギーを分け推定する
- ・再生可能エネルギーを種類別に今後の利用可能量を推定する
- ・原子力発電は現存の設備で安全と認定されたものを40年間稼働し、その後

は稼働を停止する。また今後の稼働を行わないケースも考えた。

- ・全エネルギー消費量から再生可能エネルギー、水力発電、原子力発電分を差し引いた分（不足分）を石油、LNG、石炭エネルギーで補う
- ・2014年の実績値を基礎に考える

2. 人口の推移

国立社会保障・人口問題研究所の推定するデータをもとにする。これによれば、今後、人口は減少を続け、2030年に1億1700万人、2050年には現状の76%、9760万人になる。1960年代の人口（1960年／9340万人、1965年／9830万人）である。今後、人口増の対策を取らない限り、この傾向は続く。この人口減を前提に今後のエネルギーを考える。

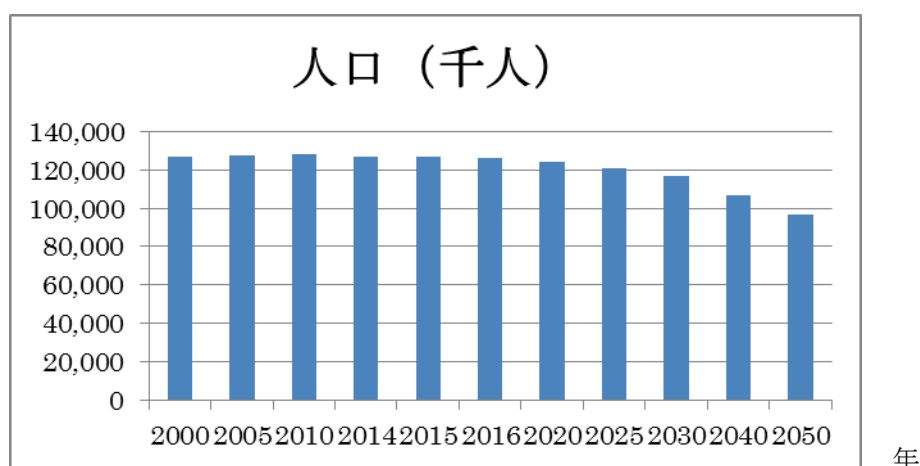


図1 人口の推移

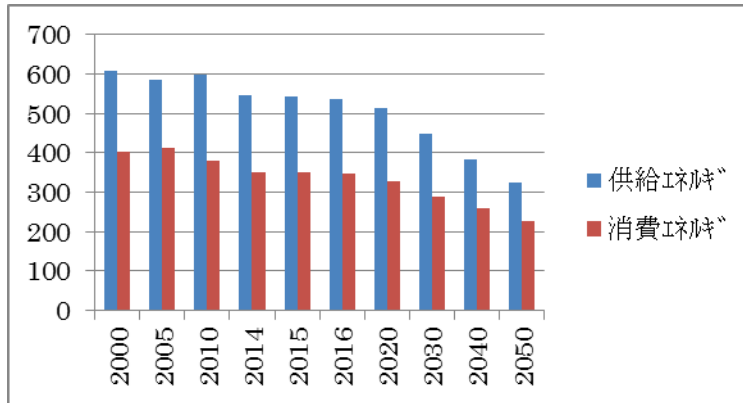
前提 出生中位：出生率 1.39、24年 1.33、30年 1.34、60年 1.35

死亡中位：平均寿命 30年男 82.65、女 89.39、40年男 85.14、女 91.90歳

3. 1次エネルギー供給量・消費量

1次エネルギー供給量は省エネ率を0.007とし、人口減少率×省エネ率で2014年を基準に推移していくとした。消費量は各部門の消費量の総和とした。1人当りのエネルギー消費量（原油換算）は2.77kLである。供給量のうち消費量は64～70%である。この比率を上げていくことが必要である。省エネの実施を継続していくことが必須である。

100 万 kL (原油換算)

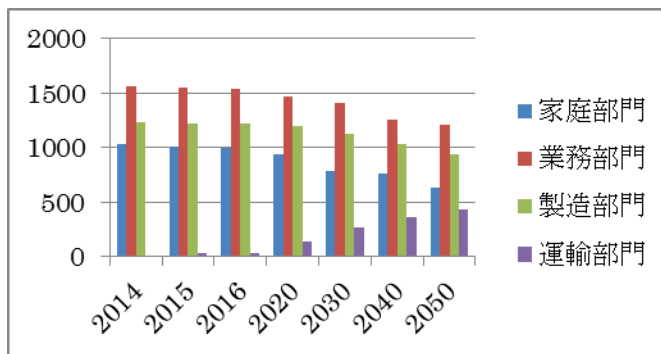


年

図2 1次供給エネルギーと消費エネルギー(量)

4. 部門別電力・エネルギーの消費量

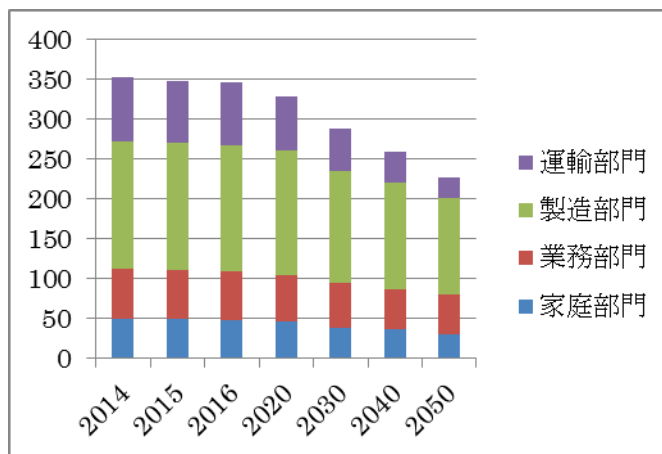
電力 (億 kWh)



年

図3 部門別電力消費量(使用量)

100 万 kL (原油換算)



年

図4 部門別エネルギー消費量(使用量)(原油換算)

5. 再生可能エネルギー（各論）

A. 太陽光

設備（GW）

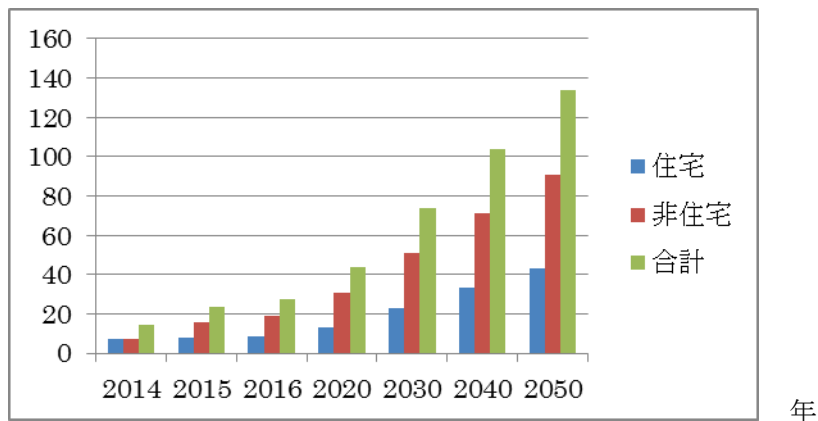


図5 太陽光発電設備

太陽光発電設備は、FITの導入によりメガソーラーを中心に設置量が急伸したが、申請に対して設置は遅れているし、設置場所の確保が難しくなり、電気料金の増加などでFIT制度の見直しが進むことであろう。住宅用は年1GW（33万戸）で設置、非住宅用はFIT見直しの影響を考え、20年までは年3GW、以降は年2GWとした。総計で30年に74GW、50年に134GWの累積設置を予測した。

土地としては、ゴルフ場跡とか水上、屋上などの利用が進もうが、土地の狭い日本では対応をしっかりとっての過疎地の利用が望ましい。

家庭用では、新築の際に設置することを増やしていくことが望まれる。

B. 太陽熱

熱量(原油換算 100万 kL)

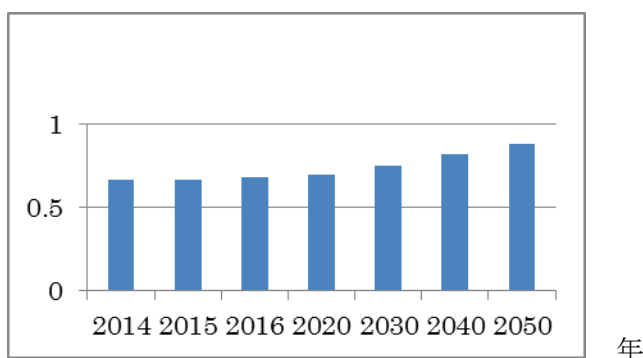


図6 太陽熱利用熱量

太陽熱の利用は、当初は石油危機の時を含めて、大量に出回ったが、売り方に不備があり、その後は毎年の微増（年0.8%）に留まっているが、増加はしている。

C. 風力

発電設備 (GW)

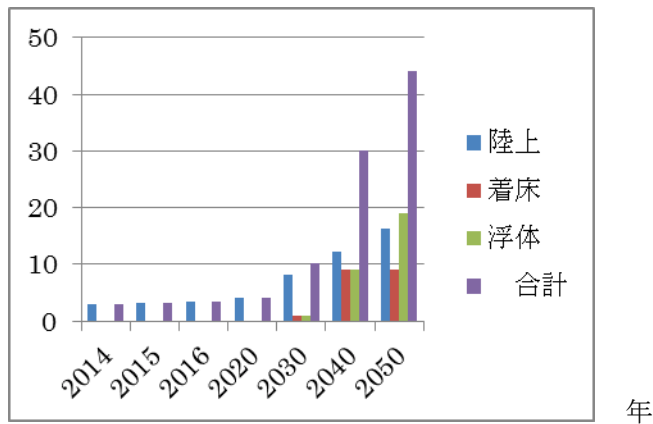


図7 風力発電設備

日本は立地条件に恵まれないので、FIT 制度でも設置はあまり進まない。陸上風力は場所的な制約が大きく期待薄で、今後は洋上風力に期待するところが大きい。開発・実行には時間がかかる。本格的稼働はやや遅く 30 年代からとした。総量で 30 年に 10GW、50 年に 44GW と推定した。

D. 地熱

発電設備(GW)

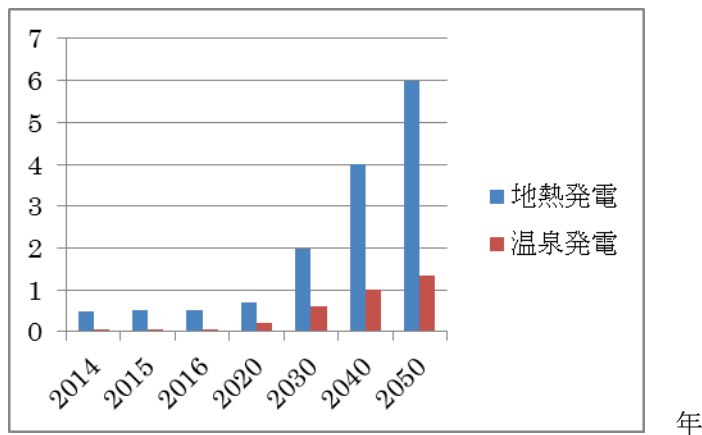


図8 地熱発電と温泉発電設備

地熱発電は設備効率が高く、安定運転が可能でベース電力に適しているが、設置場所に制約が多く、着手から運転実現までの時間が長く費用が掛かるのが問題で、大きく発展するには立地上の制約を減らし、設置費用を削減することが必要となる。日本では恵まれた資源なので発展を期待したい。30 年に 2GW（東北目標の 80%）と推定した。

温泉発電は温泉源の高熱を有効利用するものであり、地産地消型として、各地

の温泉地帯で利用されることを期待する。30年に0.6GWと推定した。

熱量（原油換算 100万 kL）

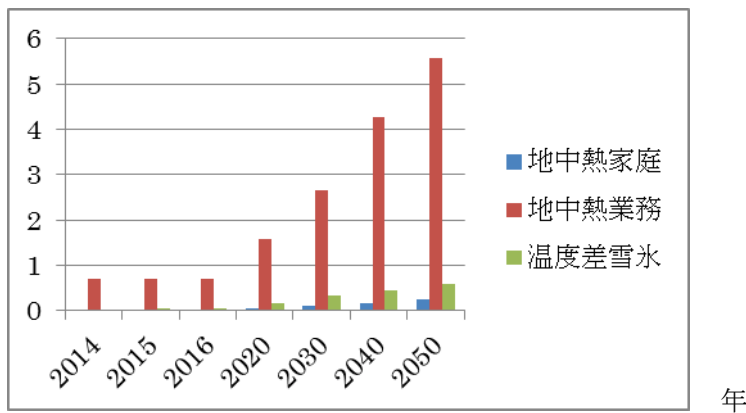


図9 地中熱・温度差熱利用量

家庭用地中熱発電は工事が大掛かりになるので、新築で敷地に余裕のある住宅への設置を期待する。業務用地中発電はビルや業務用建物を建設する際に設置ができるので、家庭用よりは多くなると考える。家庭用は家庭の2%、業務は建物の5%に普及するとして、各々

30年に0.2GL、2.7GLと推定した。

温度差・雪氷熱利用は、雪氷の貯蔵による冷却熱の利用、排水や排熱の利用を考える。

目標値0.58GLを50年に達成すると推定した。

E. 大・中小水力

発電量（億 kWh）

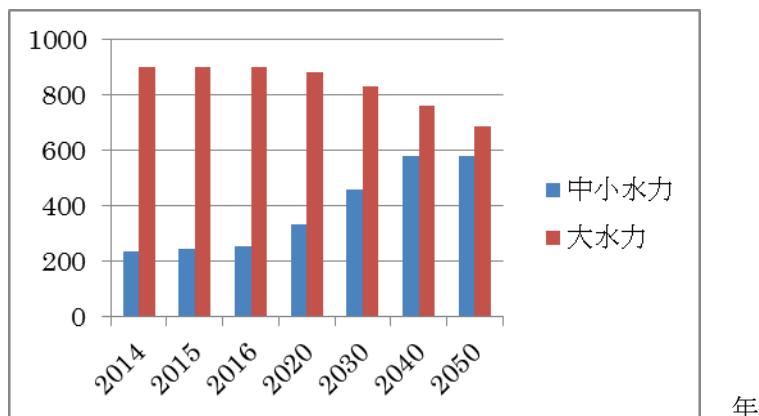


図10 水力発電慮

水の流れる場所は多いが、それを上手に発電に生かすのが必要である。地産地消型としてよいが、農業用水などの水利権、申請作業などが容易に解決できることが望まれる。小水力の発電量をポテンシャルから30年に460億kWhと推定した。

大水力は開発がほぼ限界で設備劣化(土砂堆積)などでの能力減が危惧される。

F. 海洋

発電設備 (GW)

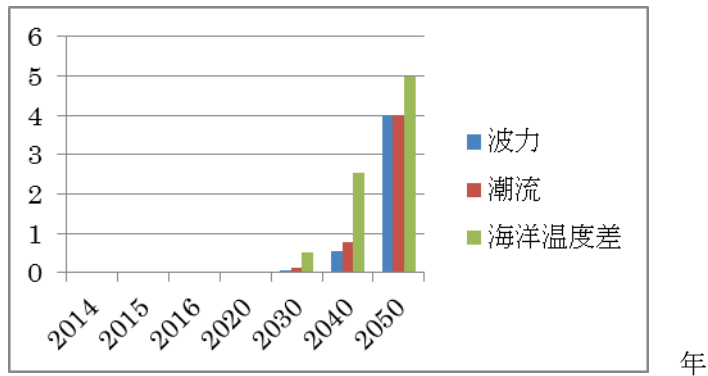


図 11 海洋発電設備

日本は海洋国であり、海洋エネルギーの利用には期待したいが開発には時間と費用がかかるので、直ぐには進まない。設備は期待目標値から推定した。

波力発電は日本にはあまり向いていない、潮流が激しい所があるので潮流発電は進められそうである。

海洋温度差発電は場所を上手に選定すれば費用も少なく開発も進むであろう。

G. バイオマス

発電量 (億 kWh)

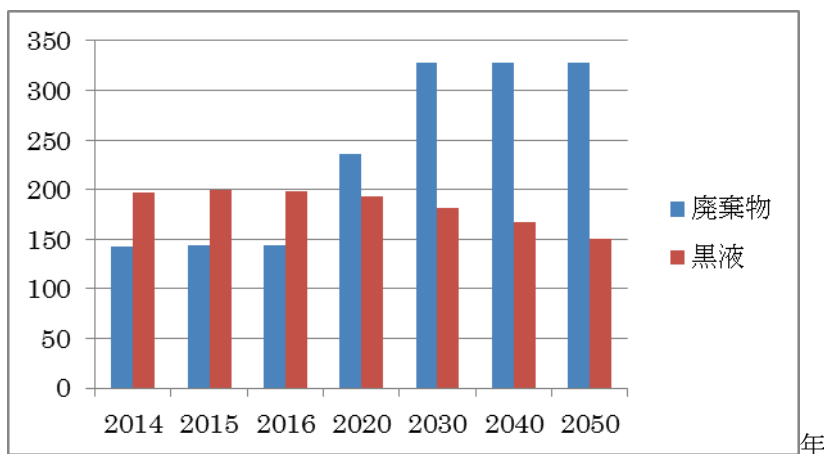


図 12 廃棄物・黒液発電量

今までは黒液が主体であったが、今後は廃棄物の利用が増えていく、しかし原料の集積が難しく、発電は 30 年に限界の 328 億 kWh に、熱量は 4.2GL になると推定した。FIT 制度の適用を受けるが、さりとて原料を海外から輸入し、森林資源を荒らすのは本末転倒となる。あくまで地産地消のエネルギーとすべきである。

熱量（原油換算 100 万 kL）

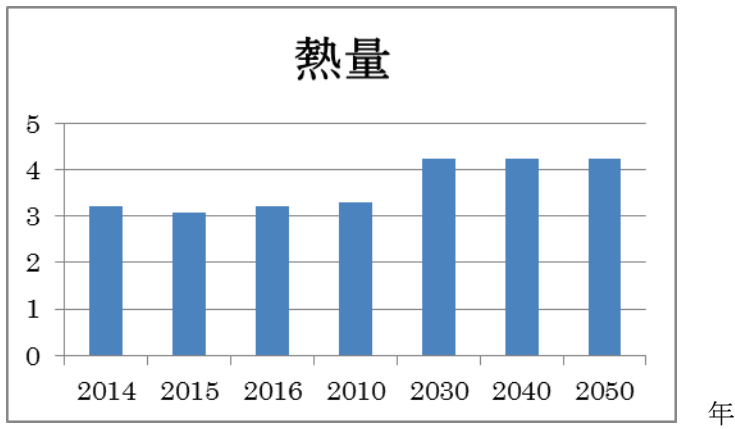


図 13 バイオマス熱利用量

6. 原子力発電

設備（万 kW）、発電量（億 kWh）

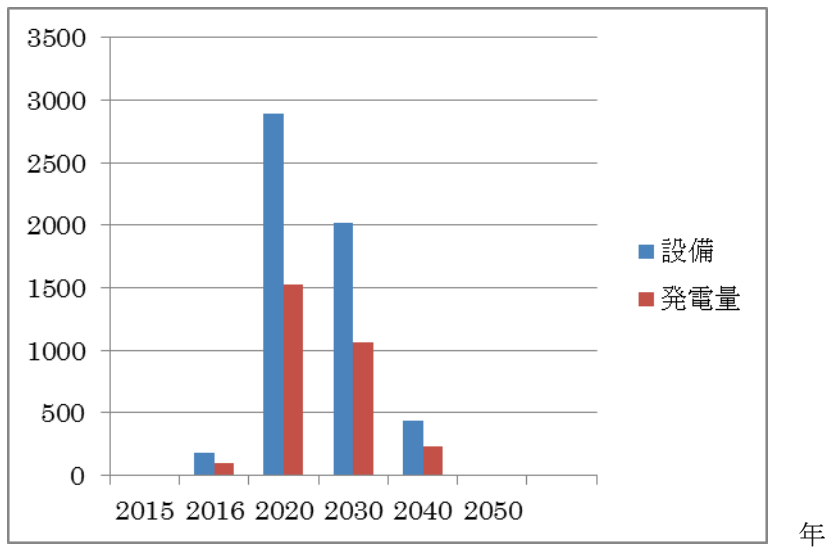


図 14 原子力発電設備と発電量

設備は安全運転が確認されたものを 40 年稼働すると考えたが、今後の稼働開始、運転再開には不透明な点が多い。

7. 再生可能エネルギー（まとめ）

エネルギー（原油換算 100 万 kL）

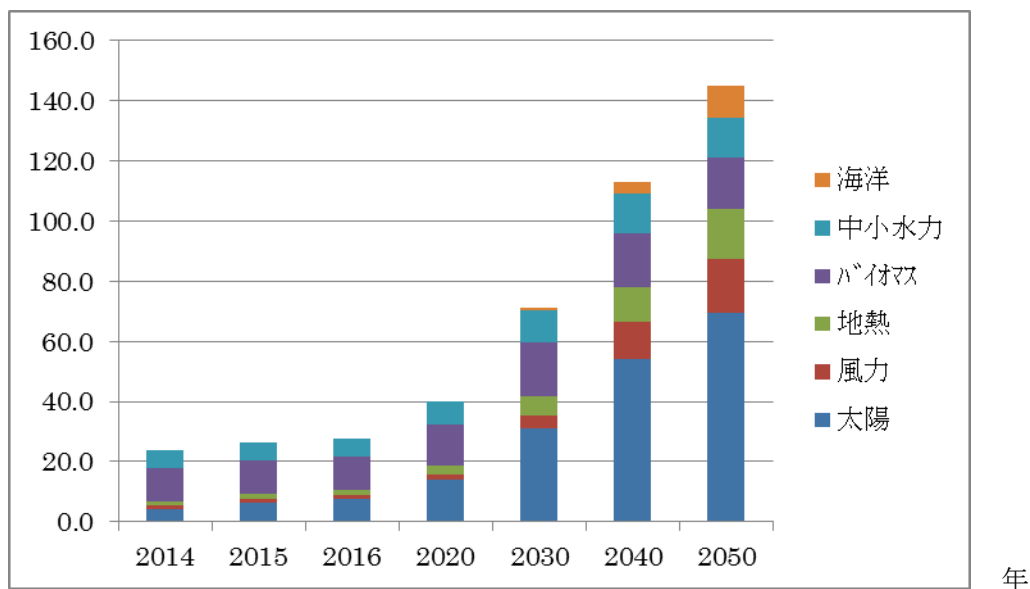


図 15 再生可能エネルギーの年次推定（種類別）

発電量（億 kWh）

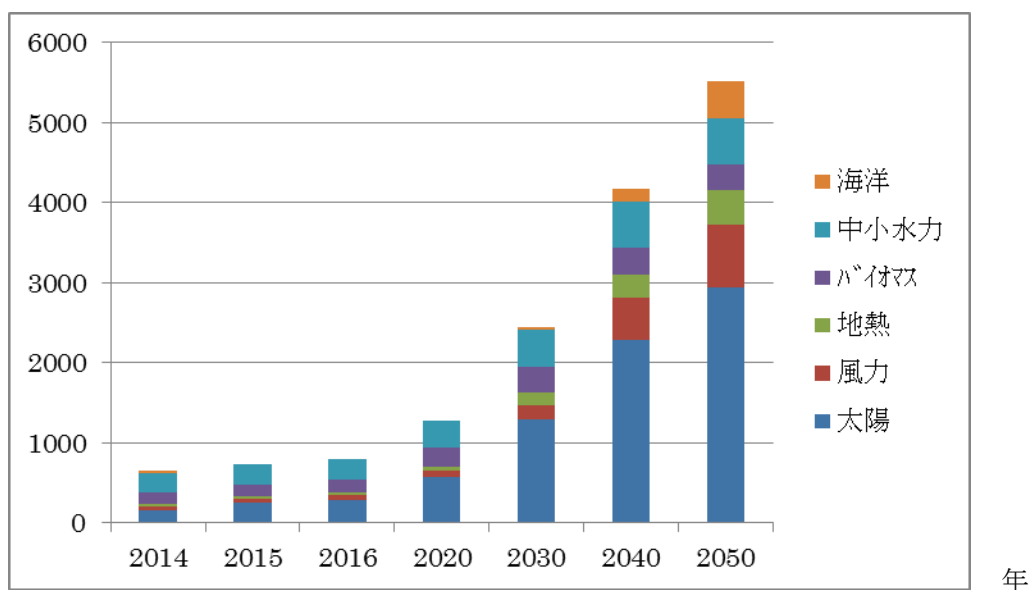


図 16 再生可能エネルギー発電量の年次推定（種類別）

再生可能エネルギーの中では太陽光発電が主力で、その比率は 50%を超える。次いで風力、中小水力、地熱、バイオマスとなり、これらに FIT が適用される。

8. 1次エネルギー供給量（まとめ）

エネルギー（原油換算 100万 kL）

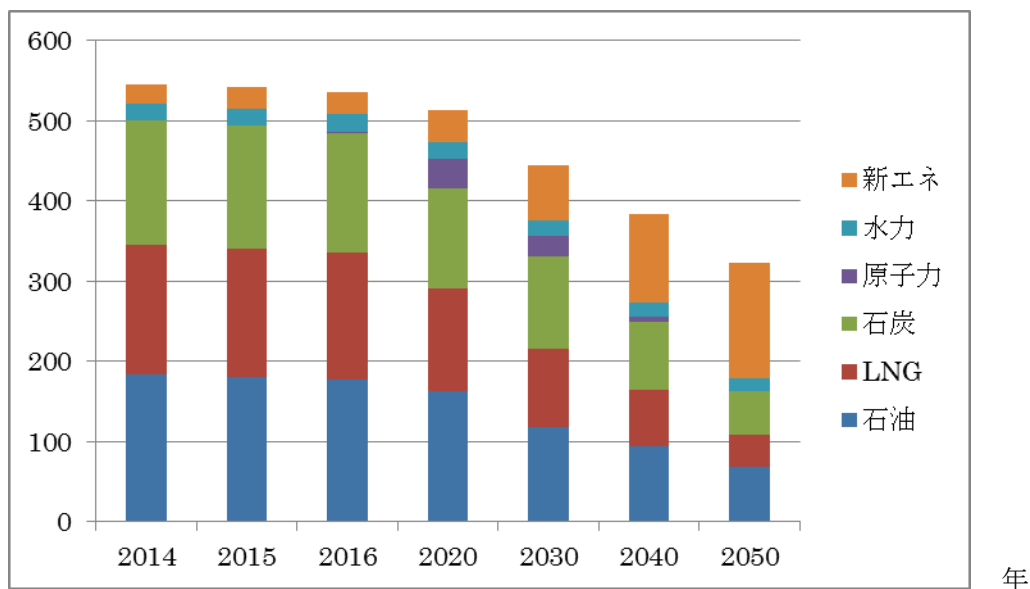


図 17 1次エネルギー供給量の年次推定（種類別）

エネルギー（原油換算 100万 kL）

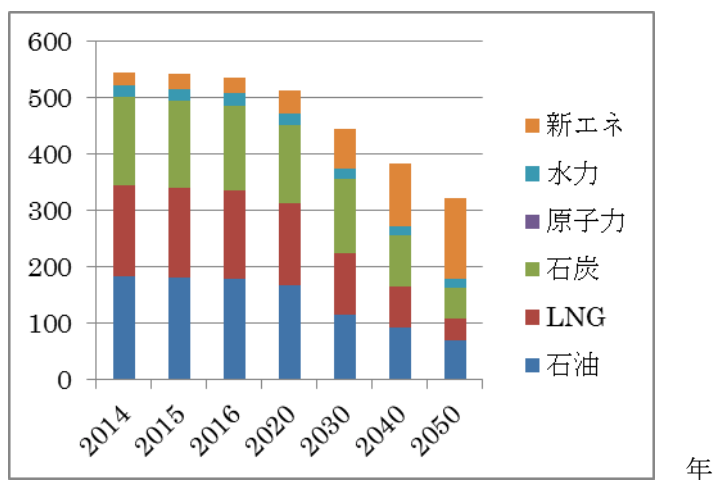


図 18 1次エネルギー供給量の年次推定（種類別）（原子力発電ゼロのケース）

発電量（億 kWh）

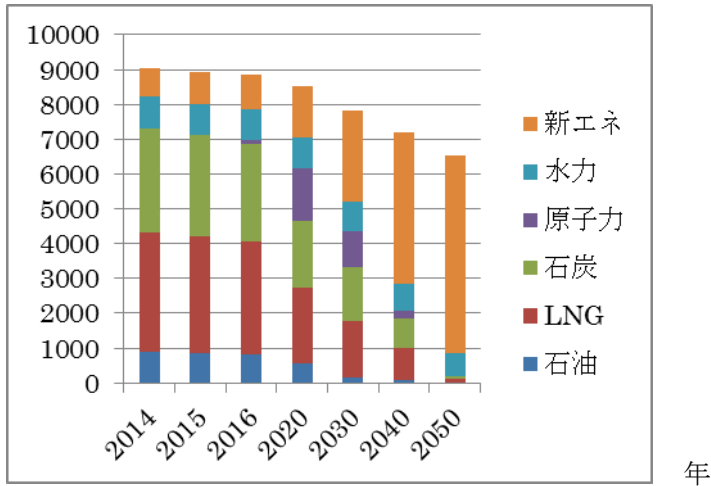


図 19 1次エネルギーの発電量の年次推定（種類別）

発電量（億 kWh）

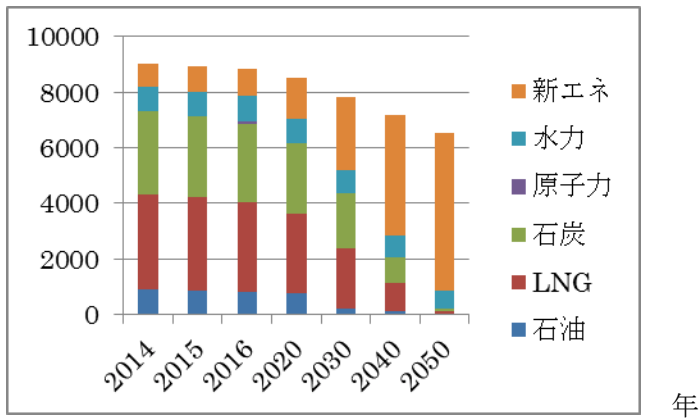


図 20 1次エネルギーの発電量の年次推定（種類別）（原子力発電ゼロのケース）

1次エネルギーのうち再生可能エネルギーの占める割合は30年で15%、50年で45%と予測する。電力としては30年で33%、50年で86%と、再生可能エネルギーの占める比率は大きくなるが、再生可能エネルギーが主役とまではいかない。電力消費量の予測は現状比72%（三菱総研予測2/3）と予測している。

原子力発電ゼロのケースでは、石油、LNG、石炭に負荷をかけるようにした。

9. CO₂ 排出量

CO₂ 排出量 (万 t)

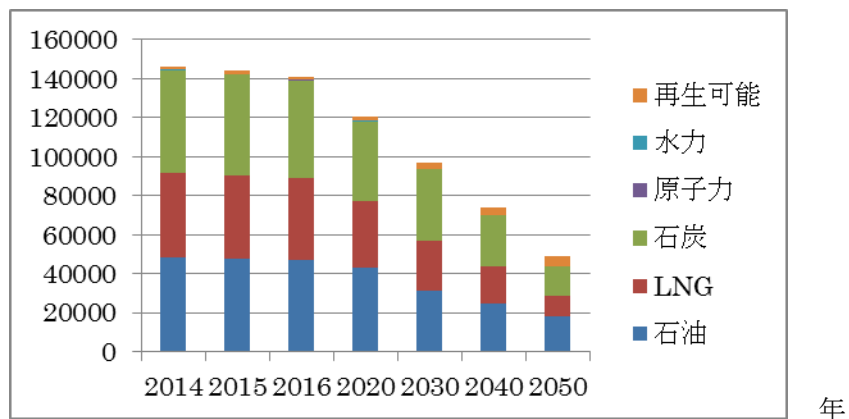


図 21 CO₂ 排出量推定 (資源別)

減少率

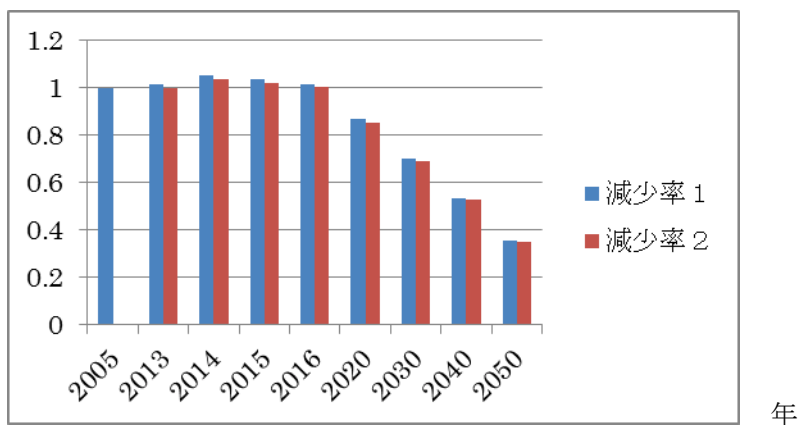


図 22 CO₂ 排出量減少率 (2005年基準①減少率1、13年基準②減少率2)

CO₂ 排出の主役は化石エネルギーで、石炭、石油、LNG からの排出量が多い。再生エネルギーからの排出量は少なく、再生可能エネルギーの比率を増やすことが、CO₂ 排出量の削減に寄与する。

2030年のCO₂排出量は2005年比70%、2013年比69%となり、目標(05年比25.4%減、13年比26%減)は達成される。

CO₂ 排出量 (万 t)

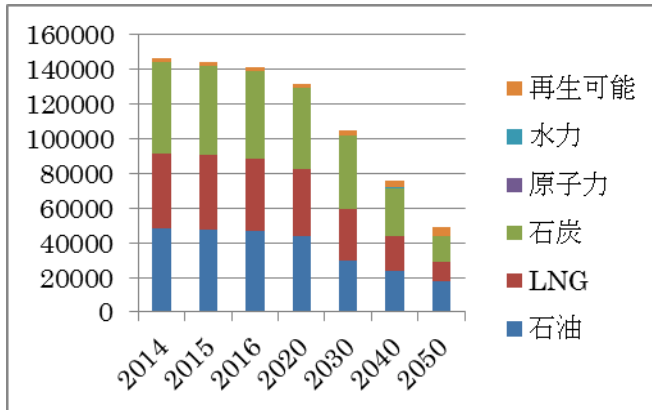


図 23 CO₂ 排出量推定 (資源別) (原子力発電ゼロのケース)

減少率

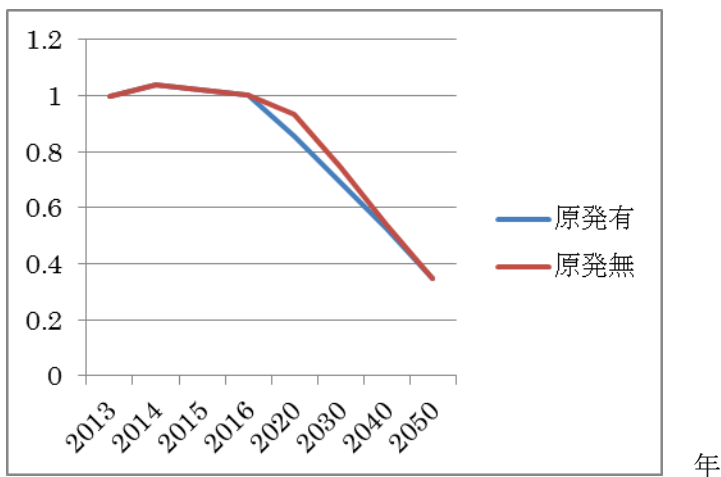


図 24 原子力発電有無による CO₂ 排出量推定の比較

原子力発電を止めると、CO₂ 削減率は 30 年に減少率は 25% (13 年比) となり、目標を達成できない。差は小さいがさらなる削減努力が必要となる。

10. 今後の課題と問題点／まとめ後の感想

1) 現在の少子高齢化の傾向が続けば人口の減少は避けられない。エネルギーを含む経済状況は、この状況に左右されるのは止むを得ない。人口が減れば使用するエネルギーも減少の傾向になるであろう。人口減少での経済対策を考えておくことが肝要である。

2) 省エネルギー、エネルギー使用効率の向上はエネルギー削減のポイントであり、この努力を進めなければならない。人口減、省エネルギーでエネルギー使用量は減少していくが、今後の生活様式の変化でエネルギーを多用する社会、極度のロボット・機械化、IT の進歩拡大による高度な通信社会の出現などでエネルギー消費が減らない場合も予想される。

3) エネルギー源として何を選択するかは、将来計画設定の上で、その時点時点

で慎重に考える必要がある。資源を確保するには確固たる戦略を考え実行する必要がある。原子力発電の減速により化石燃料の使用量が多くなり国内資金が流出し国力を低下させている。このためにも代替エネルギー開発の促進、安価なエネルギー源の獲得が急務になっている。

4) 化石燃料はまだ暫くは主力となる。現状からは石油が減少し、LNG は石炭とともに増加する傾向にはあるが、量的に減少するにはまだ時間がかかろう。石油資源は減少傾向にはあり、大切に使用すべきである。ロシアの LNG、アメリカのシェールガスが注目の資源であるが、相手のある問題であり対応は容易ではないが、国益にかなう戦略を考えていく必要がある。資源国とは常に友好関係を保っていき努力が必要である。日本としてはメタンハイドレートの開発に期待がかかるが、まだ時間がかかり、問題も多いであろうが、国産資源としての価値は大きい。これが資源として使えれば、日本のエネルギー状況は大きく変わるであろう。30 年の CO₂ 排出量削減は達成できる予測であるが、原子力発電停止ではさらに努力しないと、多少なりとも 30 年の目標は達成できなくなる

5) 原子力発電は既設のものは安全性、事故への対応を万全にして、規制に合格した設備は住民の同意を得て稼働すべきである。そして 40 年を経過した設備は廃炉とする。廃棄物対策(埋設処分、核変換技術適用など)は国民の総意で早急に決める。ウラン固体原子炉は 2040 年代に収束させる。それに代わるものとして、又はエネルギー源の選択の一つとしてトリウム熔融炉の開発を行ない、実効を確認されれば採用する。この方式はプルトニウムの処理問題にも貢献することが期待できる。原子力関係の研究開発を怠ると、技術が低迷し、技術者の不足し、諸外国に技術の遅れをとることになる。

6) 再生可能エネルギーの普及には時間がかかる。50 年で電力では 80%程度を占めるようにはなるが(三菱総研予測も 80%)¹¹⁾、30 年にはまだ 30%程度であろう。使用量が増えると安定して使えるようにすることが必要である。技術開発の余地はまだ大きいので、日本の技術力を基に事業化も諸外国に負けずに進めていくべきである。「再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度 (FIT)」は国民の負担が大きくなるように考えていくのがよい。再生可能エネルギーの普及に当たっては国土の狭隘が律速となることが多いが、人口が減り、過疎地が増えると、過疎地をエネルギー供給基地と考えるのが良いのではないか。地産地消のエネルギー利用が重要で、地域ごとのエネルギーの利用を進め、都会集中ではなく、適当に地方に中核がある国土強靱化が自然災害の多い国では必要である。バイオマスセンターとかプラチナ社会構想なども期待される。

7) 再生エネルギーの中では太陽エネルギーが主力である。当面は拡大が進むが、将来的には多様な場所での設置を拡げて行かないと行き詰まる。そのためにも発電効率の向上への技術開発に注力すべきである。

8) 風力エネルギーも土地、風光が制約となる。洋上発電も進もうが、日本の自然環境を如何に克服していくかが問題である。大型化、厳しい条件に耐える機器・

設置・運営などについて今後の技術開発に期待したい。

9) 地熱エネルギーは資源量には恵まれているが、環境問題がネックとなる。温泉への影響は科学的に原因を明らかにし、実績を積み上げれば、可能性は広がると思う。発電所はデザインを考え、自然との調和を考えていくことが必要である。

10) バイオマスの廃棄物は完全再利用に至るほどまでに利用を拡大する。木材の利用については森林育成、国土強化の観点からも早急に進めていくことが必要である。FITで利益を上げようとするあまり、輸入品などを無理して原料として集めるのは邪道であろう。

11) 中小水力エネルギーも地産地消の一環として生かして行くべきである。水利権問題は利己的にならぬように解決したいが歴史が長いので時間がかかろう。

12) 海洋エネルギーは夢のある技術の利用である。日本は海洋国なので大いに発展させてもらいたい。海洋資源の開発と合わせて力を入れて、海洋国日本としての実力をつけていくべきである。

13) 地中熱、温度差エネルギーなどは身近なエネルギー源として地道に活用していくことを念頭に拡がっていくことが期待できる。

14) 地産地消エネルギーとしてはバイオマス、中小水力、地中熱・温度差エネルギー、住宅用太陽エネルギーが中心になる。スマートグリッドなどを活用し、地域を発展させ、住みやすい地域が日本各地にできていくことを大いに期待したい。

おわりに: 小生がエネルギーについて将来の推測をまとめた駄文もこれで3報になる。いずれも不十分なものであるが、個人的な頭の整理にはなっている。最近では情報収集にあまり力を入れていないので、この第3報は第2報に多少の補足をした程度の内容の薄いものとなってしまった。小生のエネルギーとの関わり合いもこの辺で収束させたいので、これは小生のエネルギー問題に関する最後の報告書となる。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所資料：HP 人口の推計
- 2) 石油連盟：日本の石油 2016 年
- 3) 資源エネルギー庁：日本のエネルギー
- 4) 資源エネルギー庁：エネルギー白書 2016 年
- 5) NEDO：再生可能エネルギー技術白書 2013 年
- 6) 環境省：再生可能エネルギー導入見込量
http://www.env.go.jp/earth/report/h27-01/h26_re_4.pdf
- 7) 資源エネルギー庁：再生可能エネルギーの導入促進に向けた制度の現状と課題（H27.6.24）
- 8) 資源エネルギー庁：長期エネルギー需給見通し関連資料（H27 年 7 月）
- 9) 環境省：H22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査概要（H23.4）
- 10) 弓削耕：化学装置、Vol57、No3、17(2014)（(株)工業通信）
- 11) 小宮山宏（三菱総合研究所）：朝日新聞記事,16.11.4
(2016.10.22/11.11 弓削耕)