IOJだより　第１４１号　2017年3月30日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

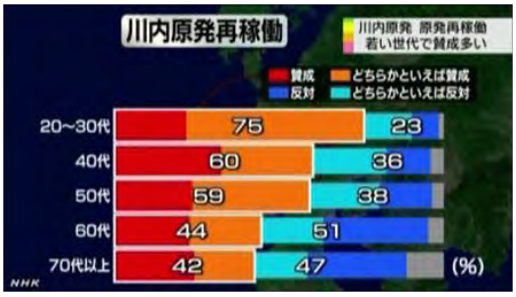
2050年へ向けて

―地球環境・原子力・再生可能エネルギー問題を考える－

はじめに

前回シリーズ「エネルギーの将来を考えましょう」では、早急に原子力発電所を再稼働することによって、当面のエネルギー供給に不安がないように態勢を整え、2050年を目標にやれることをやるべきであるとの結論を出しました。これに続くシリーズとして、日本ではこれから「エネルギーのために何をなすべきか」を取り上げて議論致します。

最近の世論調査などによると、原子力発電所に対する否定的な考えを持っているのは主に高齢者で、日本の将来を担う若者たちは将来のエネルギー源として原子力は必要であるとの認識を持っていることが分かってきました。（右図　NHK報道）将来の日本のエネルギー事情を飛躍的に改善し、地球環境保護を含め安定した世界を作り上げることのできる若者たちに期待をしたいと思います。

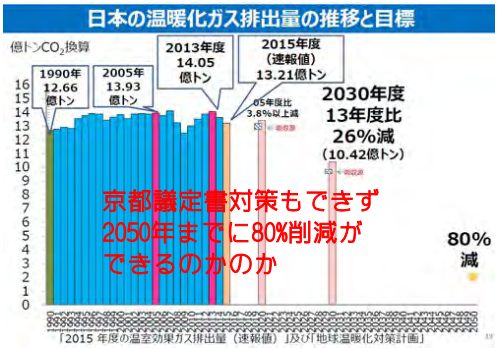


与えられた課題とその問題点

①2050年には地球温暖化対策としてCO2 排出量を80%減らすこと

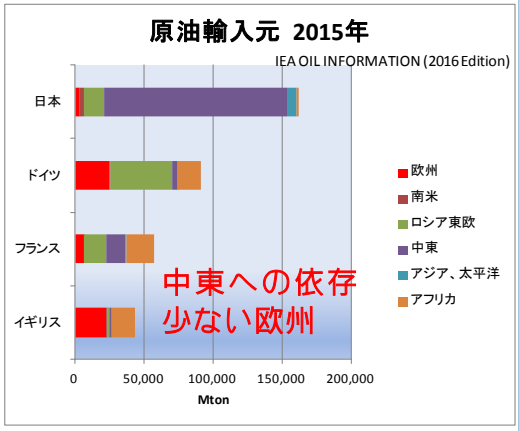
日本は2030年までに温室効果ガスの26%削減を目標として、これに取り組んでいますが、これではその延長上にある2050年までにCO2排出量を80%減らす目標（地球温暖化対策法　2016年5月閣議決定）や2° C以下に温度上昇を抑える450シナリオ（WE02016提案　IOJだより135号参照）には到底達しません。日本は既に省エネルギーが進んでいる国であり、節約だけでCO2排出量を減らすことは極めて困難です。

「原子力を廃止して再生可能エネルギーに切り替えれば良い」と主張する人々がいますが、このためには年間70兆円もの費用を要することが判っており、国家予算の70%以上の費用を掛ける対策は非現実的であると言えます。それだけではありません。450シナリオを達成するためには産業構造や社会の仕組みまで変えなければならず、これは「Wicked Problem」（解決策のない課題）と言われるものとなります。近年、この目標達成の難しさが国際的に認識され始め、2050年までの数値目標を見直すとの動きもあります。しかし、困難であるからといって放置して良い問題ではないことは明らかです。



②中東からの原油輸入停止等に伴う悪影響に備え、エネルギーの自給率を向上すること

日本では、原油調達先が過剰に中東に偏っていますので、トランプ政権の打ち出した中東敵視政策や自国主義が益々進むと、原油確保に大きく影響されてしまいます。更に、中国、インドや発展途上国のエネルギー需要の拡大に伴い、日本にとっては原油ばかりではなく全ての化石燃料の確保が深刻な問題となり得ます。欧米は中東への原油依存はほとんどないこともあり、日本だけが化石燃料を得られなくなるという懸念の材料となります。このような問題への対策として自給率を向上すれば、地球温暖化対策と共通の効果が得られますので積極的に推進すべきでしょう。



③大都市圏における大地震、大津波などの自然災害の脅威と危険性に対処すること

東日本大震災に伴い起こった大津波では約２万人の人が亡くなり、石油タンクなどの流失や火災が発生しましたが、幸い大都市圏ではありませんでした。今後、南海トラフなどの巨大地震による建物の倒壊に加え、大津波により大量の天然ガス、石油を貯蔵している火力発電所などのタンクが損壊すると大火災が発生し周辺地域に及び大災害になる恐れがあります。大都市近傍の火力発電所の再配置も考慮する必要

IOJだより　第142号　2017年4月25日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

2050年に向けての考慮すべき課題(Ⅰ)

－どうする地球温暖化－

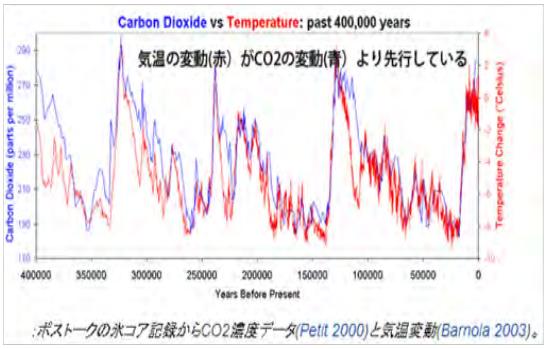
1．はじめに

IPCCは現状のままCO2を排出し続ければ地球が温暖化すると主張しており、日本政府はこれを受けて地球温暖化対策として、2050年にはCO2排出量を80%減らすこととしています。しかし、これを達成するためには「Wicked Problem」（解決策のない課題）と言われるほど大変な取り組みが必要とされます。改めてIPCC（気象変動に関する政府間パネル）報告に基づく温暖化の科学的根拠とそれに対する疑念について検証してみました。

2．温暖化も寒冷化もある

現在は主に地球温暖化が心配されていますが、100万年前以降「氷期-間氷期」サイクルが約4万から10万年の周期で繰り返されています。これまでの「氷期-間氷期」サイクルでは温度上昇すると遅れてCO2が増加していますが、今問題になっている温暖化はCO2の増加が先で逆です。（参考文献：Skeptical Scienece）

更に、今のCO2増加速度は過去100万年の歴史に比べると3ケタ程も大きく、濃度は類を見ないレベルです。現在は間氷期に入って1.8万年経過しており、これから氷河期に入るのは確実ですが、現在の気象学ではその時期すら推定できません。IPCCは温暖化のみを評価していますが、同時に「氷期―間氷期」サイクルの影響についても同時に評価すべきではないでしょうか。



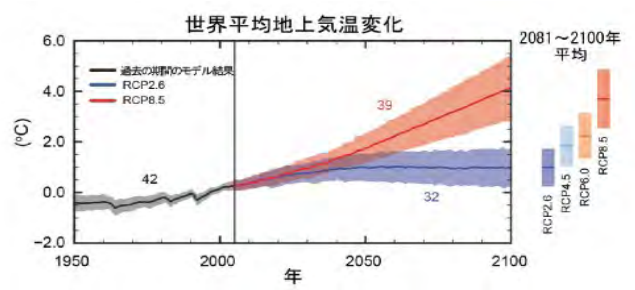
:ボストークの氷コア記録からCO2濃度データ(Petit 2000)と気温変動(Barnola 2003)。

3．温暖化によって何が起こり、どのような疑念があるのか

温暖化発生を支持している科学者は、何が起こると主張しているのでしょうか。

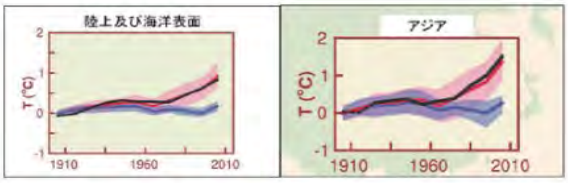
① 将来の温度の上昇の予想

図に示すように、1986～2005年平均に対して最大の温度上昇は2035年までで、0.7℃、2081～2100年の間には低位シナリオ（十分な対策をとる）で1.7℃、高位シナリオ(十分対策を取らない）では4.8℃上昇します。その結果、気温上昇するにつれて極端な高温がより頻繁に起こり、極端な低温の発生が減少します。



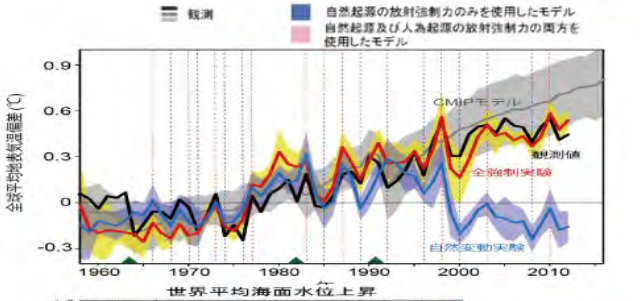
CO2の影響で温度が上昇するのは確かなのか

地球外に自然に放出される熱量について、CO2やメタンなど温室効果ガスの存在を考慮する場合としない場合とで検討しその結果を比較してみると、温室効果ガスを考慮しないと観測に合わないことから、気温上昇のシミュレーション・モデルは妥当とされています。



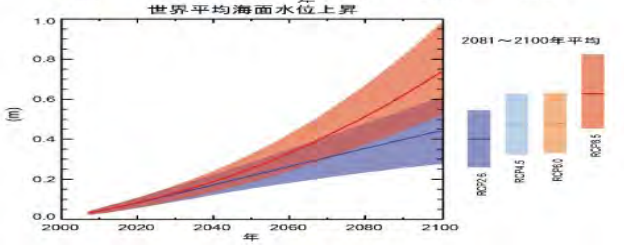
温度停滞があり、将来温度が下がるのではないか

シミュレーションで将来を予測する以上、観測されている温度停滞も模擬することが望ましいが出来ていません。火山の影響やラニーニョなど太平洋などの影響が適切に考慮されていないことが原因であると考えられています。しかし、最新の日本の研究ではこの現象を組み込んだシミュレーションに成功（図）したという報告があり、その結果から、将来は温度が上昇すると予想されます。（参考文献：地球温暖化の停滞現象の要因究明）



②将来の 海面水位の上昇

2081～2100年平均の世界平均海面水位の上昇（最大）は低位シナリオで25~55cm、高位シナリオで52~82cmの範囲となる可能性が高いと言われています。水位の上昇は主として熱膨張が30~55%、氷河による上昇が15~35%寄与します。氷河の影響の内訳は氷床の表面の融解と降雪量の収支予想から、グリーンランドではプラスに南極はマイナスに作用し、氷河の流出は両極合計で3~20cmの範囲で海面上昇に寄与するとされます。



③気候変動の不可逆性

二酸化炭素の排出に起因する人為的な気候変動の大部分は、大気中から二酸化炭素を大規模に除去しない限り数百年から千年規模の時間スケールで不可逆です。その結果、二酸化炭素の排出を停止しても排出された二酸化炭素の約15～40%は、1,000年以上大気中に残り、数世紀にもわたって地上気温や海洋の温暖化が続きます。
しかし、温暖化が1000年以上残るというが、この間に氷期が来るかも知れない。この判断は氷期の推定も含め総合的な研究を待ちたい。　（参考文献　IPCC第一作業部会報告書抜粋）

４．温暖化対策に躊躇するわけは・・・

背景にあるのは科学的根拠についての考え方の違いもさることながら、環境派の国やグループが必ずしも立証されてはいないIPCCの主張を根拠にCO2排出量の低減を強力に推進しようとしており、その対策には莫大な費用がかかるという問題が含まれているからです。また、産業構造、社会構造まで大きく改変しなくてはならない可能性もあります。
トランプ大統領の石炭政策や石油パイプライン敷設の復活という政策変更の提案があるのも地球温暖化対策への疑念の現れの一つです。IOJだより135号で紹介したようにIEAが検討した世界全体の対策費用の見積額の累積は450シナリオ（温度上昇につきおよそ2℃以下を目指す）では2016年から2040年までに合計8,500兆円、年間340兆円という巨額な費用が必要です。日本の検討でも年間50～70兆円の費用が必要となるようです。詳しい内容は次回以降に紹介します。

■経産省案と環境省案の論点の違い　朝日29.4.8

経産省	環境省
国内対策と国際貢献	
国内対策が前提との考えは問題解決につながらない	先進国が排出削減の先頭に立つとパリ協定が規定
温暖化対策の優先度	
温暖化以外にも外交や防衛、財政健全化などの課題がある	温暖化は全人類が一丸となって取り組むべき最重要課題
炭素税や排出量取引	
排出削減に有効かどうかは賛否両論ある。追加的な施策が必要な状況にない	海外では多様な政策に使われ、早期に実効的な形での導入を期待

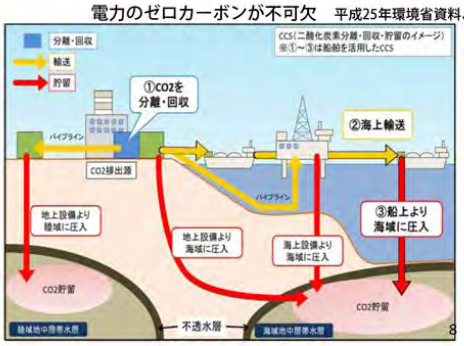
５．まずは必ずやってくる化石燃料資源の枯渇に備えるべき

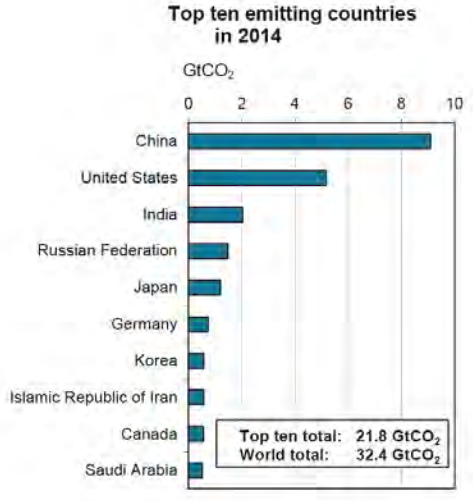
以上説明をしてきましたように、温室効果ガスの排出と地球温暖化の因果関係や「氷期－間氷期」サイクルの影響等を見極めるにはまだまだ時間が必要です。そこで、今は地球温暖化防止が本当に必要かどうか判らない段階であることから、CO2排出削減を直接目的とした行動を採るのではなく、まずは必ずやってくる化石燃料資源の枯渇に備えて、この消費の節減をすべきであると考えます。

６．化石燃料枯渇対策と地球温暖化対策は何が違うか

- 化石燃料枯渇対策は温暖化の進み具合、エネルギー消費の動向を見ながら必要に応じて化石燃料消費を抑制するという方法でできますが、
- 地球温暖化対策は2030年まで、及び2050年までの削減目標に沿って、Wicked Problem」（解決策のない課題）といわれているあらゆる犠牲を払った対策が必要になります。非化石エネルギーだけで需要を賄うことが不可能な場合には、この不足を補うために止むなく化石燃料を使用することで、火力発電所から出たCO2を地下に貯蔵する対策が必要になるなど、まだ技術開発が必要でかつ膨大な費用のかかる可能性が高い対策が必要になります。再生可能エネルギーの拡大などに要する対策費の試算がどうなっているかはIOJだより１３５号をご覧ください。

2050年温室効果ガス80%削減には
電力のゼロカーボンが不可欠　平成25年環境省資料より





７．おわりに

日本が排出するCO2の量は現在の世界の排出量の1.7%程度であり、IPCCの主張が正しいとしても日本のCO2排出量の増減は世界全体に大きな影響を与えるものではありません。しかし、IOJだより141号に述べたように化石燃料資源小国の日本は化石燃料に頼らない自給率の向上を図らなければなりません。化石燃料枯渇対策としての非化石化のために、再生可能エネルギーや原子力の有効利用を積極的に推進し、その技術を世界に発信するのが日本の役割と言えるでしょう。
また、地球温暖化や「氷期－間氷期」サイクルの問題は人類にとって重要な課題であり、将来予測のためには、一方の主張ばかりを取り上げるのではなく、予見を持たないバランスのある研究開発が望まれます。

があります。このように化石燃料を大量に貯蔵する現在の仕組みから、原子燃料や再生可能エネルギーなどの火災を起こしにくいエネルギー源に切り替えていくことで、危険性を減らす必要があります。

2．何をしなければならないか

「Wicked Problem」（解決策のない課題）に対処するには、考え過ぎて何もしないより「**どうありたいか**」という意思が重要で、それに向けてPDCAをまわす必要があります。「どうありたいか」を挙げてゆくと以下のような項目が考えられます。

- ●発電だけではなく、家庭生活、商業活動や産業活動の分野まで非化石化すること
- ●あらゆる分野で電化を大幅に拡大すること
- ●原子力や再生可能エネルギーの活用範囲を発電以外の分野、例えば水素製造、地域暖房、原子力製鉄などに拡大すること
- ●次世代型の原子炉の開発などにより、原子力発電の拡大に寄与すること
- ●再生可能エネルギーを大幅に拡大できる技術（海流発電、人工光合成、変動電源の調整技術、安価な蓄電方式など）を開発すること、
- ●感覚的な原子力反対を排除するために、エネルギー安全保障、放射線影響等の教育を充実すること

①どうありたいという意思が重要

若者たちが**「どうありたい」**という強い意志を持ち、それに向けてPDCAをまわしてゆくことが重要だと考えます。　30～40年後に発生するかも知れない問題を解決できるのは今の若者たちです。結局、若者たちの意思が、あるべき姿を実現する原動力になります。このような時は考え過ぎて何もしないより、科学的な見地に立ち強い意志を持って行動することが大切でしょう。

②現実がどうなっているか再確認をする

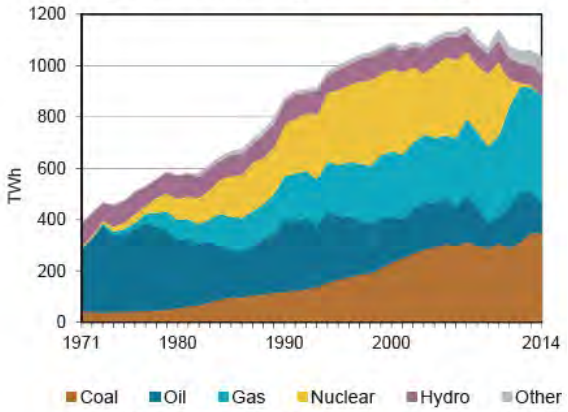
IOJだより136号、137号で確認したように、再生可能エネルギーでは2050年に要求される化石燃料の大幅削減、CO2 排出量の大幅削減は莫大な費用を要してとても現実的な解が見いだせません。

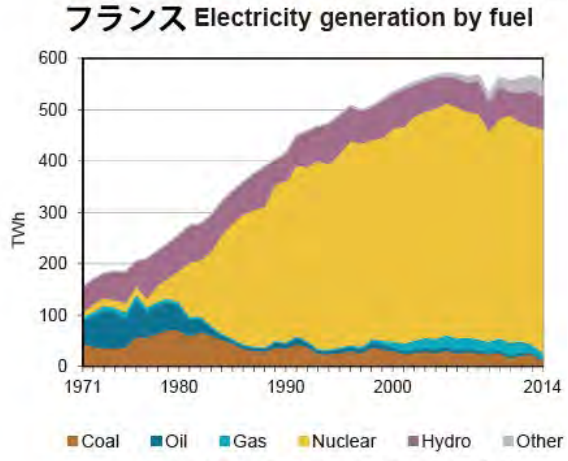
a)特に、国土が狭く人口密度が高い日本では、陸上での太陽光発電だけでは需要全てを賄うのは不可能です。広大な経済水域を利用した洋上風力発電ならば可能性がありますが、技術的問題や漁業権、船舶航行などの課題をまず解決する必要があります。

b）フランスでは現在でも電力は原子力と水力とでほぼ全量を賄っており、全エネルギーの50%を自給しているという実績があります。自然条件が厳しいというハンディはありますが、日本には技術もあり同様の状況を作り出すことは不可能ではありません。

C)原子力の導入拡大には国民の理解が必要ですが、マスコミや一部の有識者などによる主張にもとづく空気に流されて、１．で述べた解決しなくてはならない目標を忘れているのがネックになっています。国民が一体となって原子力を推進していこうとなれば、問題の大半は解決したようなものです。

発電に占める原子力の割合





World Energy Balance 2016 IEA より

フランス並みは不可能ではない

まとめ

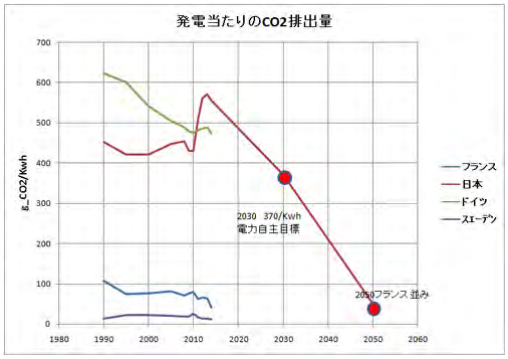
以上2050年へのアプローチについて、主に心構えについて述べてきました。次回からは原子力への国民的理解を得ながら、今後どのように推進してゆけばよいかを検討致します。

IOJだより　第143号　2017年6月3日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

2050年に向けての考慮すべき課題(2)
－まず発電の非化石化から考えよう－

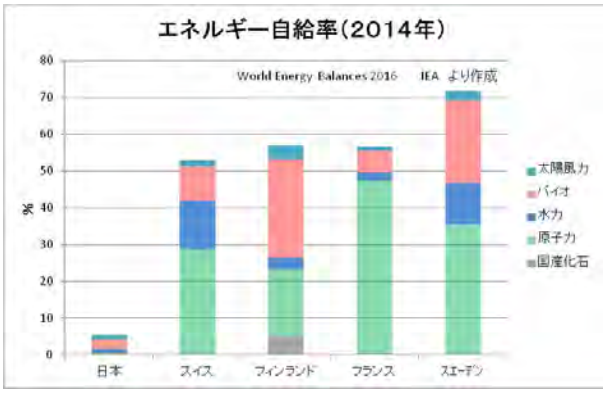
1．はじめに



国は長期エネルギー需給見通し策定の基本方針を以下のように示している。
「安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合に関する具体的な政策目標を同時達成する中で、徹底した省エネルギーと再生可能エネルギー導入の取組や火力発電所の効率化などにより、原発依存度を可能な限り低減させる。また、再生可能エネルギーの最大限の導入拡大に際しては、各電源の個性に応じた最大限の導入拡大と国民負担の抑制を両立する。」
一方、環境基本計画では2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すという方針が出されている。これに従うとするならば我が国のエネルギー政策は化石燃料の使用を大幅に削減しなければならないはずである。しかしながら、上記の基本方針に沿って検討すると、この目標に到達できるか大いに疑問であり、現実の対応を見ても化石燃料を削減する傾向はみられない。

2．2050年にむけて非化石化が必要

IOJだより142号で私達は、動機が地球温暖化対策であろうと、エネルギー自給率の向上であろうと、2050年に向けて考慮すべき課題は、日本が消費するエネルギーの非化石化であると主張した。
この主張を具体化する方策として化石燃料の30%以上を使う発電分野について火力発電を段階的に廃止して行くべきであり、その場合何が必要かを検討した。



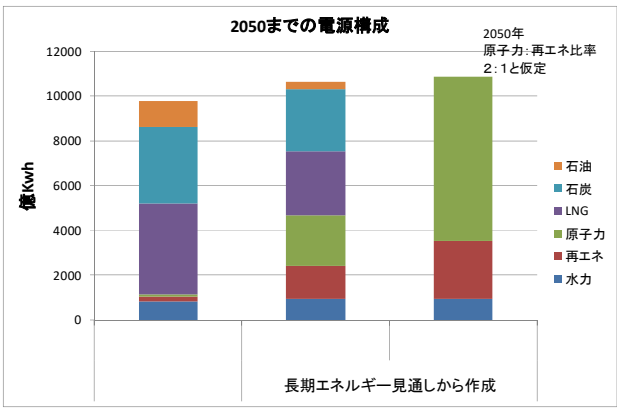
①火力発電の廃止が技術的、現実的に可能なのか

先進国には、火力発電に頼らない国がある。化石燃料を産出しないが自給率が高い先進国はフランス、ｽｴｰﾃﾞﾝ、フィンランド、スイスであり、1990年には政策によって現在の自給率を実現している。これらの国は原子力が中心で、不足分を水力、バイオで補っている。

②日本ではできないのか

ｽｴｰﾃﾞﾝやスイスのように水力資源が大きくはないが、最近は風力発電や太陽光など再生可能エネルギー技術が進んでおり、原子力と組み合わせれば十分に可能と考えられる。しかし、福島原発事故で原子力の安全に対して信頼が失われており、電源の組み合わせの中に原子力を入れるためには、信頼を取り戻すことが絶対条件であろう。信頼を取り戻すことができなければ、日本の将来はないといっても過言でない。
21世紀後半には自国で化石燃料を産出する国は別として、先進国での化石燃料の使用は最低限になると予想されるが、国土が狭く、人口密度が高く、山地が半分を占める日本では、再生エネルギーだけでは十分なエネルギーを供給できないからである。

3．非化石化への道筋



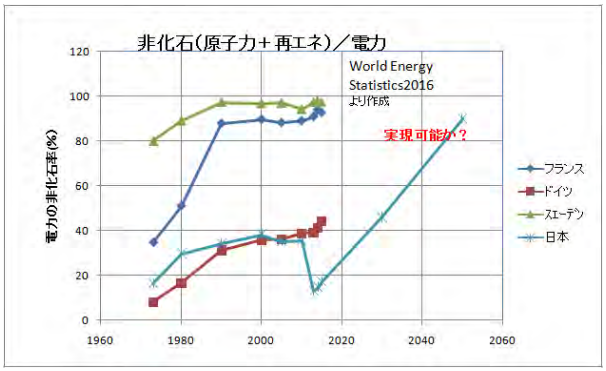
①第一ステップ　火力発電所を廃止するという方針を立て実行に移す

温暖化対策の基準年となる福島原発事故後の2013年のデータと、長期エネルギー需給見通しに基づく2030年の予想、化石燃料を全廃して原発と再生可能エネルギーで（2：1）で代替した場合の2050年の予想を図に示す。これが早期に達成できれば、発電電力は化石燃料に頼らず、化石燃料の使用量（一次エルギー）は半減されフランス並みになる。

②第二ステップ　2050年の目標である80%の削減には、残りの化石燃料の使用量を20%程度に下げる必要がある

この分野は産業分野の利用が主体であり、運輸分野ではガソリンを使わない電気自動車、水素自動車、電車、原子力輸送船の利用など、家庭・商業分野では建物の断熱構造の高度化、暖房のガス・灯油から電気への変更、産業分野での石炭利用の見直しなど、分野が広いので別の機会の検討に譲りたい。この分野の代替エネルギーの大半は電力であり、増加分は原子力や再生エネルギーで賄われるのは言うまでもない。いずれにせよ、この分野は

第一のステップの進捗を見ながら進めることが可能であろう。



４．推進方法に問題がある

①現在の自給率は低いまま

図は最近の電力供給における国産の原子力と再生可能エネルギーが占める割合（非化石率）の推移を示す。各国別の比較で示したたように、ｽｴｰﾃﾞﾝ、スイス、フランスの90%以上の自給率であり、ドイツは非化石率は小さいが、国産の石炭火力発電を考慮すると87%の自給率である。これに対して、日本では発足したばかりとはいえ、自給率の飛躍的増加の兆しさえ見えていない。

②なぜなのか？

基本方針が具体性を欠いており、責任の所在もあいまいなので自給率向上の素地が出来上がっていないといえよう。化石燃料使用の主体は電気事業者であるが、福島事故以降は原子力の再稼働はごく少数に留まっている上、それ以前から経産省は電気料金の低減を目指して独立電気事業者との競争を意図した電力供給の仕組みの変更を行って来ており、電気事業者を自給率の向上より、リスクが少なく安価な電力供給が可能な石炭火力やガス火力の拡大を志向するような方向に向かわせているからである。いわば、アクセルとブレーキを踏みながらの成り行き任せの政策であり、これではフランスのように飛躍的な自給率の向上は不可能であろう。

原子力は確立された技術であり、安全性は確認されており、今後の需給計画の5年毎の見直しではまず、フランス並みの自給率の向上を目指して目標を立て直し、事業者が安心して非化石化への取り組みに注力できるような施策を行ってほしいものである。

５．今後の進め方

政府は残された期間に実施すべき対策を明確に示すとともに、目標達成に必要な法律改正等の措置をとるべきであろう。第一のステップは電気事業者が化石燃料（火力発電）の段階的廃止を具体化できるような基本方針を政府が策定し、事業者に実行させること。廃止に伴う損害は、料金や事業税の減税等で政府が補填すること。政府は原子力の拡大への方針を明確にするとともに、関連法の改定を行うこと。（原子炉等規制法、原子力規制委員会設置法など）電気事業者にも大規模再生可能エネルギーの拡大に寄与するよう一定の義務を課すること（再生可能エネルギー利用設備の設置、導入に資する送電網の整備、揚水発電の利用等）。

６．国に求められる施策

以上のような具体的な方針を立てた上で、①、②,③を提案したい。

①原子力

許認可については、バランスの採れたリスク管理に基づく規制をすべきである。リスクゼロを目指す現状の規制の下では、不当に国民に大きな負担をさせている。法律を改正するとともに、原発訴訟について米国のように専門の訴訟の仕組みを作るべきである。放射線のリスクについて、国民の安全を司る放射線医療機関等を通じて説明責任を果たすとともに、放射線教育の充実を図るべきである。許容できるリスクなどについて必要に応じて原子炉等規制法にも反映する必要があろう。

福島事故以前から安全性にはほとんど影響のない極めて小さいトラブルや提出書類の記載ミスまで原発が運転停止に追い込まれるような規制環境となっていることから、日本の原発の稼働率は世界で最低のレベルであり、また、その対応に注力するあまり、大きな事故を起こしたともいえる。規制のやり方の根本的な見直しが必要である。また、規制当局の人員不足が迅速な再稼働審査の足かせになっており、改善を図るべきである。

更に将来を見越して、新しい次世代の安全性と発電効率の高い原発の開発に取り組むべきであり、日本がウェスチングハウスとともに開発に取り組んできた動力源なしで原子炉を冷却できるAP1000 の普及を後押しする必要もあろう。また、JAEAが研究を進めている水素製造や熱供給を可能とする高温ガス炉の開発を加速することも是非実現して欲しいものである。

②再生可能エネルギー

有力とされる洋上風力発電が民間の事業者では開発が円滑に進まないなら、電気事業者にも対応させるべきであろう。太陽光発電は農地や未利用地での設置が目に余るものがあり、国はどこまで開発を許容すべきか、方針を定める必要がある。食料の自給率向上はエネルギーと同様に重要な国の施策であり、これを阻害するような太陽光発電設備の設置拡大を許してはならないであろう。

海洋を利用したエネルギーで、将来性の面から潜在量があり、可能性が高いのは、黒潮を利用した海流発電であり、これの開発を後押しして貰いたい。

③送電網、揚水発電

変動電源のネックを解消するためには、莫大な費用を要する送電網の拡充が必要になる。国は電源開発が行ったように国が整備するか、電気事業者に整備の責任を負わすべきである。

現在負荷変動に対応している火力発電を廃止するのであるから、原子力発電も負荷変動運転を許容すべきである。またその結果、再生可能エネルギーを揚水設備をの電源として利用できることになるので、再生可能エネルギーのための蓄電設備として活用が可能になるという二重のメリットが生まれるのである。

政府は以上のような施策の実現に取り組んでもらいたい。

IOJだより　第144号　2017年6月14日発行

NPO-IOJ
日本の将来を考える会
Innovation Of Japan
現会員数　1480名

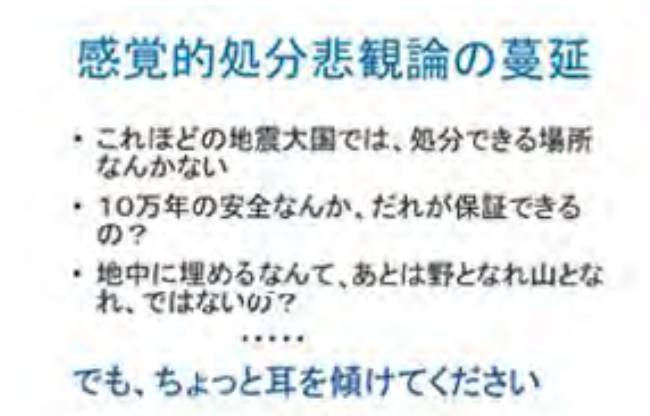
高レベル放射性廃棄物の地層処分を考える

－原子力国民会議　草の根セミナーin Springより－

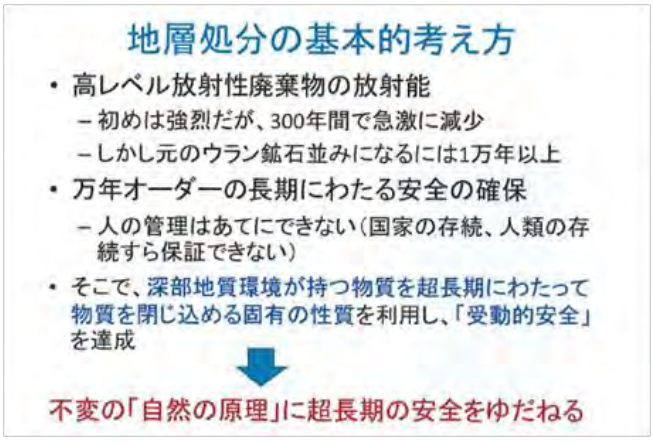
2017年4月24日、（一般社団法人）原子力国民会議により「高レベル放射性廃棄物の地層処分を考える」と題する草の根セミナー（於・東京都台東区池之端）が開催されました。
講演内容は、
　第一部　「解決できるトイレなきマンション」　講師　河田東海夫氏
　第二部　「高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全確保の考え方」　講師　石川博久氏
両講師の話は地層処分の正しい理解に役立つと思いますので紹介いたします。

第一部　「解決できるトイレなきマンション」

（河田東海夫氏の講演資料から）



地層処分場がない現状では、原子力発電所はトイレなきマンションと揶揄されています。これは、原子力発電所の運転に伴って発生する高レベル放射性廃棄物の最終的な処分場がまだ決まっていないことを指しています。なぜ決まらないかというと、一般の国民の方は上図に代表されるような疑問を持っていて簡単には納得してくれないからでしょう。この疑問はいささか情緒的ではありますが、大事な論点であることも確かです。
　今回は河田講師のお話しに沿ってこの疑問はどう解決できるのかみていきたいと思います。

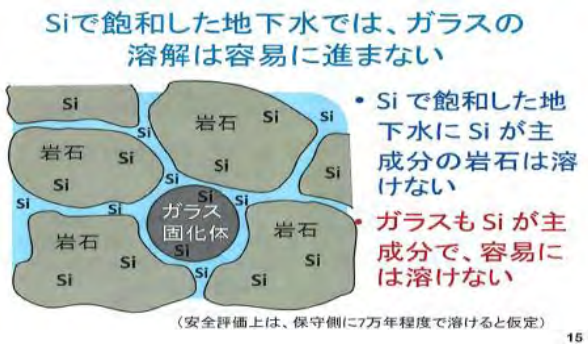


地層処分の考え方は、①1万年以上という時間はかかるが放射能は減衰していく、②人間の管理はあてにならない、そして③深部地下環境には物質を閉じ込める性質がある、ということを利用することです。ここで言いたいことは、「自然の原理」が超長期の閉じ込めを保証してくれるということです。
では、地層処分がどのように「自然の原理」を利用しているか順にみていきましょう。

「自然の原理１」は3000年前のエジプトのガラスが色鮮やかな状態で保存されている事実です。これは色を付ける元素がガラスに閉じ込められていて、抜け出られないことを示しています。同様に高レベル放射性廃棄物の各成分も様々な元素ですのでガラスと混ぜ合わせて固めると抜け出られません。

「自然の原理２」は、地下は還元環境（酸欠の環境）にあり物質は容易に錆びない、腐らない、溶けにくいということです。鳥取県の青谷上寺地遺跡で1800年前の人間の脳が発見されました。還元環境の中で腐食が抑えられたのです。このような環境であればガラスが腐食し、溶ける可能性は限りなく低いことを意味します。

自然の原理その３



「自然の原理３」は、地下深いところでは地下水はほとんど動かないということです。そのため地下深部の地下水は、周りの岩石の主成分であるシリコンで飽和しています。シリコンで飽和した地下水に主成分がシリコンであるガラスは溶けないことは明らかです。

「自然の原理４」は地下深部では水の動きは極めて遅いということです。

例えば、幌延深地層研究所の地下350メートルの地下水の年代を測定すると百万年以上になります。こういう場所であれば仮に放射能が溶け出たとしても100万年経っても地表に出てこないことを意味します。こうした場所が現実にあるということは、日本にも地層処分の適地があるという端的な証拠です。

「自然の原理５」は、地下深部は地表に比べて地震の揺れが小さいということです。左図に示した中国唐山地震の例では、死者数を比べると明らかに地下の方が少なくなっています。

宮城県栗駒市にある細倉マインパーク（旧細倉鉱山）では、東日本大震災の際、見学者が地下坑道内を見学していましたが、大地震が起きたことに気が付かなかったか分からなかったそうです。

そのくらい地下では地表より揺れが小さいということでしょう。このことから、操業中でも地下施設は揺れが小さいので地表施設よりも安全といえます。埋設後の廃棄物は周囲の岩盤と一体として揺れるので、揺れで破壊されることはないと考えられます。

図は諸外国の地層処分場の進捗状況を示しています。フィンランドは処分場建設の許可がおり、処分坑道の掘削工事が開始されました。スウェーデンは、場所が決まり、処分場の安全審査が行われています。

フランスは広域の候補地が決まり、建設地絞り込みと安全審査開始に向けた諸準備が行われています。

図には示されていませんが、米国ではユッカマウンテンのプロジェクトを再開するための予算がトランプ政権でついています。米国が今後どのように取り組んでいくのか注目されます。

地層処分をする場合、原子力発電所からの使用済み燃料をそのまま処分する方法（直接処分）と再処理してウランとプルトニウムを回収して残りを処分する方法（再処理方式）があります。直接処分を選択すると処分場の必要面積は再処理の場合の3倍にもなります。その他に、放射能が十分に減衰するまでの期間も10倍くらい長くなります。国土の狭い日本では再処理方式を堅持することが望まれます。

第１部　まとめ

地下水年代が非常に古い場所があるということは、日本にも地層処分の適地があることを示しています。地層処分場は、自然の原理を巧みに利用することで、放射性廃棄物の超長期の閉じ込めを実現します。。

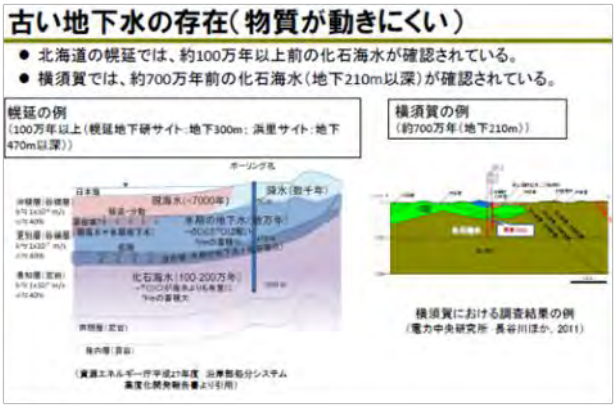
また、使用済み燃料を再処理して地層処分する方法には処分場の面積が少なくて済む、放射能の減衰する期間が短くなるという大きなメリットがあります。

第二部　「高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全確保の考え方」

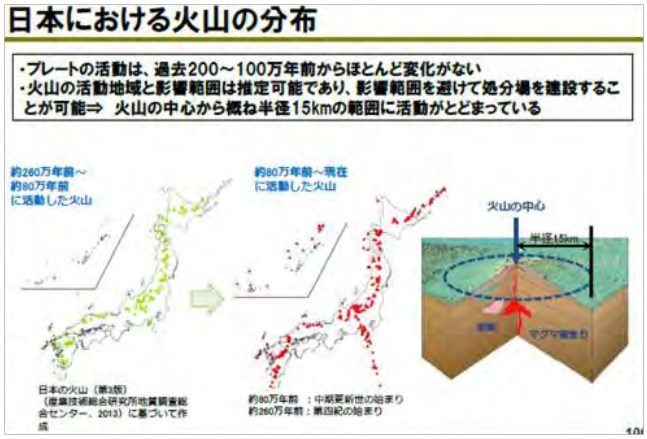
（石川博久氏の講演資料から）

第２部で、地層処分システムの重要な要素である人工バリアについて、それがどのような構造になっているのか、各部の働きはどのようなものか、地層処分システムの安全評価はどうなっているのかを見てみましょう。

図は、地表と地下について、自然現象、人の行為、モノの動き、遺跡等について比較してみたものです。地下の方が、処分場として適していることは明らかです。



日本には100万年以上の古い海水（化石水）が存在していることが確認されています。このような個所に地層処分場を設置すると、たとえ地下水に放射能が漏えいしてもほとんどその場所で動かないことを意味しています。



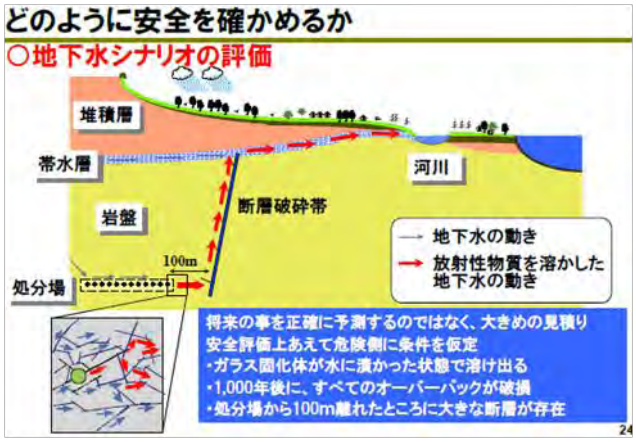
火山の活動地域（火山中心）はほぼ決まっています。た、火山の中心から15kmの範囲にその影響がとどまっています。これは火山の影響を避けて処分場を建設することが可能であることを意味します。

多重のバリアで放射性物質を長期間閉じ込めます。多重バリアはガラス固化体等の人工バリアと天然バリアで構成されています。天然バリアは地下300メートル以深の岩盤です。各バリアの働きが上図に示されています。

人工バリアの模型図を示します。横に立つ人間との比較で、大きさなどのイメージが掴めると思います。
ガラス固化体の分子構造の中心に放射性物質が閉じ込められており、外に出ることができません。

この外側は厚さ20cm、重さ6トンの金属容器（オーバパック）に収納され、地下水との接触を遮断します。
そしてその外側はベントナイトといわれる粘土の緩衝材内に収納し、地下水の浸透や万一漏れた場合の放射性物質の移動を遅らせます。

地層処分場の安全性とは、放射性物質が地下水に漏えいし、その地下水が長時間後に地表に出てきたとしても人間に基準値を超える放射線被ばくをもたらさないことでしょう。それを確かめるため、予想されるシナリオを描き、解析するための数学モデルを作りコンピュータ解析を行います。



安全性を確認するために、例として図に地下水シナリオを示します。処分場の100メートル先に断層があると仮定し、そこを地下水とともに放射性物質が移動し人間の生活圏に出てくるものと仮定します。
このように地表まで地下水が動きやすい条件でも、生活圏へ地下水が出てきたときに、放射能の人間への影響ほとんどありません。

第２部　まとめ

人工バリアと天然バリアを組み合わせた地層処分システムについて安全評価を行った結果、地下300メートル以深の岩盤に埋設すれば地下水に放射性物質が溶け出しても、基準値よりはるかに低い放射線被ばくしか生じないことが分かっています。

結び

高レベル放射性廃棄物の最終処分場の選定は、古くから取り組まれてきてはいましたが、長く進展してきませんでした。最近になって、国が前面に立つことになり、処分地選定のための科学的特性マップを発表する段階まできました。
このように状況になったのは、最終処分場とはどんなものか、その安全性について分かりやすい説明が行われていなかったことも一因に挙げられると思います。
今回の草の根セミナーは、そのことを念頭に置いて開催されました。両講師の話から地層処分は、自然の特性（原理）を活かした無理をしない処分システムであり、安全性も高いことが分かったと思います。
講演後の意見交換会で参加者から、専門家と普通の方の橋渡しができるような物差しの必要性、最終処分場の解決は今後の原子力推進にとって避けることのできない重要な問題であるとの意見が出されました。

IOJだより　第１４５号　2017年７月20日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

２０５０年に向けての考慮すべき課題（３）
－原発が止まっていても困らないか？－

はじめに

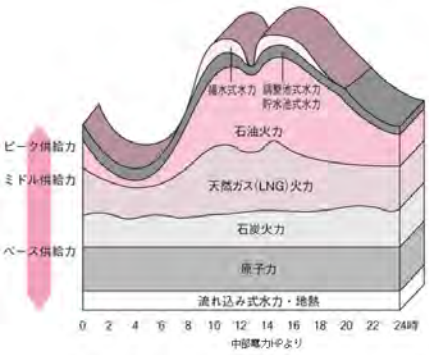
私たちは、長期的な観点から原子力問題を考えるべきであるとの立場から、１３５号からの「エネルギーの将来を考えましょう」というシリーズ、そして、１４１号からの「２０５０年に向けての考慮すべき課題」のシリーズによって、日本の２０５０年のあるべき姿を想定し、それを実現するための方策についての意見、主張を発表してきました。しかしながら、福島第一原発の事故から6年余が経過した現在も原発の再稼働に反対するという国民の意見が広く報道されています。これらの反対意見の骨子は、以下の4点に集約されると考えております。

①福島第一原発により、多くの住民が避難を余儀なくされ、彼らの精神的・経済的な負担は計り知れず、未だ多くの住民が帰還できていない。このような大惨事が再び起きないとは誰も言いきれない。➡【原発に対する「絶対安全」の要求】
②事故原因も未だ解明されていない。国は、福島第一原発事故の教訓を生かした安全対策について国民への説明責任を果たしていない。➡【事故後の「安全対策」の公表】
③原発から出る高レベル放射性廃棄物の安全な処分方法も未だ確立されていない。このような状況下で放射性廃棄物を更に増やす原発の再稼働は認められない。➡所謂【「トイレなきマンション」の解消】
④この数年間、“原発ゼロ”でも国民は経済的な負担は強いられたが日常生活には支障を来たさなかった。今後は、太陽光発電などの再生可能エネルギー（再エネ）を積極的に増やせば“原発ゼロ”でも良いのではないか。➡【再エネ導入による“原発ゼロ”政策】

私たちは、１３９号で原子力発電所の安全性がいかに高められているかを取り上げて、①と②に対する私たちの回答を発表しています。そして、１４４号で③が既に技術的には解決されていることを説明しました。廃棄物問題は、技術問題から政治問題へとその性格が変化していると言えるでしょう。
今回は④への回答として、本当に支障がなかったのか、再生可能エネルギーが原発を代替できるのかを検証したいと思います。
再生可能エネルギー導入の技術的限界については、１３６号と１３７号で説明をいたしました。今回は、経済的な負担を強いられたが、日常生活には支障を来さなかったという意見の間違いについて指摘をしたいと考えています。

2. 停電がなかった理由

原子力発電所が稼働していなくても困らなかったと考えているのは、停電が無かったことと、電気料金がそれほどの上昇をしなかったことによるのでしょう。短期的にはそのような印象を受けるのは当然かもしれません。

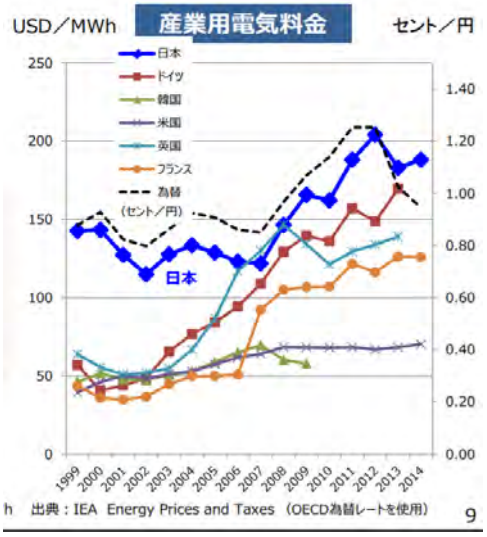


４千万KW以上の発電能力が一気に失われたのですから、電力会社が何もしなければ直ちに供給不足になるところです。これまでのやり方ですと夜間に原子力発電所や（流水式）水力発電所で供給し、発電単価の高い石油火力発電所等は夜間に停止して昼間の需要の大きいときに運転していました。全体の発電容量は夏や冬のピークでも余裕をもって安定供給するために技術的に必要な３％の予備率を確保していました。したがって、コストの高い火力発電所を夜間も使用すれば、原発の停止分をある程度まではまかなうことができます。しかし、それには限界があります。

実は、供給不足で停電にならないように、供給安定を目的として従来から電力会社が持っていた余剰設備（最大需要の８％以上が供給予備力として確保されていました）を最大限活用したことと、短納期で設置することが可能なLNG火力発電所（ガスタービン・複合発電設備）を、メーカの多大な協力を得て多数設置できたからです。勿論家庭や企業の節電努力も大いに影響したものと思われます。LEDの普及がこれを助けた面もありそうです。

しかし、余剰設備の中にはかなり老朽化した発電設備（４０年以上稼動している老朽火力発電設備）も含まれていま

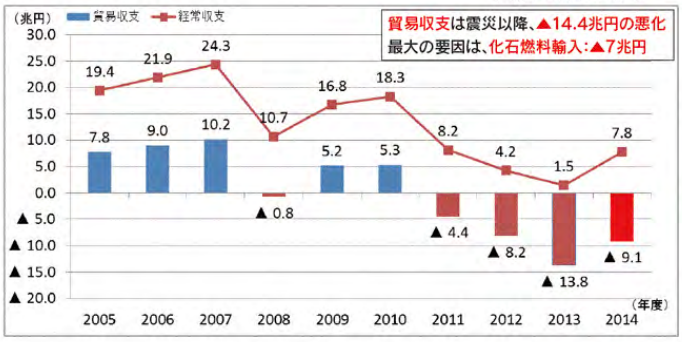
すが、古い発電設備は万一のために定期的な補修、点検をして維持していました。これらの発電所が突然フル・パワーで運転を継続しなくてはならない状況になったのです。もともと、古い発電設備は万が一対応ですから、需要が突然急伸した時に短期間の運転に耐えれば良いものでしたが、原子力発電所が止まってしまったことから、これらの老朽発電所設備が一斉に稼働し始めたのです。２０１４年度についてのエネルギー白書によりますと、多い時には需要の２０％以上の電力がこのような老朽火力発電設備から送られていたのです。
景気の後退により電気の使用量が減少したことに加えて、円高がある程度定着しており、原油安が継続している事から電力料金がそれほど上がらなかったことが要因です。発展途上国の電力消費は急増しつつありますので、化石燃料獲得競争はますます熾烈になってゆく可能性がありますので将来電気代が上昇することも覚悟しておく必要があると考えられます。



3. 原発を代替するためにいくらのムダをしたか

福島事故後、当時の政権の不適切な判断で稼働していた原発まで停止することになってしまった結果原発が稼働していない分を賄うために化石燃料が購入され、その額は毎年３兆円以上にのぼっています。経産省の試算では原発の不稼働の影響で電力料金は家庭用で約２５％、産業用では何と４０％弱の上昇を見ており、電力多消費産業では競争力が低下し死活問題となっています。現在に至っても、稼働している原子力発電所は僅かに５基（川内１・２号機、伊方３号機、高浜３・４号機）です。既に安全性が確認された原子力発電所を早期に再稼働させて、これ以上のムダの垂れ流しを止めるべきでしょう。

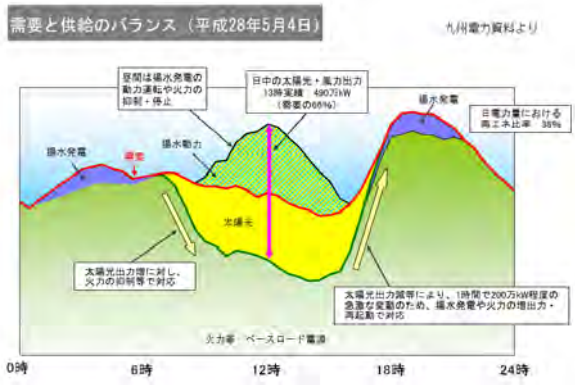
貿易収支及び経常収支の推移（年度ベース）
資源エネ庁HPより



（出典）　財務省「貿易統計」、日本銀行「国際収支統計」等を基に作成

4. 再生可能エネルギーを増やすために必要なこと

再生可能エネルギーは変動電源ですので、需要と供給のギャップを埋めるために火力や原子力発電所の運転で調整を行う必要がありますが、原子力発電所を止めると、CO2を発生する火力発電所だけで調整を行うことになります。この調整用の発電能力の必要性を無視している論調が多すぎるように思われます。
原子力発電所を活用しながらこの供給調整を行うための解決策としては、原子力発電所の負荷追従運転の許容が重要だと考えます。
現在は原子力発電所では出力一定運転をしていますが、フランスのように負荷追従運転に切り替えて再生可能エネルギーの変動に応じた運転出力の調整に使用するべきです。これまでは原子力発電所の夜間電力の一部は揚水発電に振り向けていましたが、これを再生可能エネルギーの余剰出力を揚水発電に振り向けるという方式に切り替えることが可能になります。



5. まとめ

もう一度日本の置かれている立場、環境を見直していかに危機的状況にあるかを認識し、まともなエネルギー政策が立案されるようになることが重要であると考えます。
目の前の高い電力料金もさることながら、原子力発電なしに、再生可能エネルギーでは地球温暖化対策は乗り切ることは不可能であり、脱原発は東芝が経営の危機にみられるように、日本の最先端で裾野の広い原子力産業の破綻は日本の景気後退を加速することになるでしょう。
茹で蛙になる前に、このための必要不可欠な対策として、原子力発電所の早期再稼働を働きかけていこうではありませんか。

IOJだより　第１４６号　2017年8月22日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

会員の声　朝日新聞のコラム「事実を利用するメディア」から考えること

－報道の在り方が大きな問題－

はじめに

８月４日付の朝日新聞に京都大学の佐伯名誉教授がコラム（異論のススメ）に、《森友・加計問題めぐる報道　「事実」を利用するメディア》と題する文章を寄せています。内容はまさに今の日本の状況を喝破しており、「仰る通り」と拍手を送りたくなります。しかし、朝日新聞がこのような自己批判とも取れる文章を掲載したことが何を意味するのか考えてみると、何か気持ち悪い疑念が湧いてきます。佐伯氏の文章に触発されて浮かんできた思いを以下に述べていきます。

１．政治改革後の混迷と新聞の責任

１９９０年代の政治改革後に、私達は長年続いてきた官僚主導の自民党政治に辟易していてた事と二大政党制を日本に実現させたいとの大きな思いから相まって、２００３年以降徐々に勢力を拡大し自民党政治に批判してきた民主党（当時）への期待を高め、２００９年にはついに政権を任せるという決断をしました。今から考えると全く浅はかだったとしか言いようがありませんが、朝日をはじめ多くのメディアが支持した当時のこの風潮の中で踊らされてしまった自分を責めることしかできません。２０１２年の総選挙で民主党が大敗したことを見れば、民主党の政権担当能力の欠落に日本国民の多くが気付くのにはそれほど時間は掛からなかったことが分かります。

ここで思い至るのは、民主党はその無能が明らかになった結果、選挙で大敗し下野することになったのですが、朝日新聞はどうだったかということです。新聞社は、日刊新聞法と定期購読者への宅配制度とに守られて、いかに好い加減な報道をしようとも責任を取ることなど有り得ず、無能であろうと偏向していようと平然と居座り、世論あるいは支持率という訳の分からない怪物を飼い慣らし続けています。「安倍の葬式はウチが出す」と豪語した論説委員の顔などが浮かんできます。

２．森友・加計問題の扱いとその意味

佐伯氏も述べていますが、この二つの問題は国政に関わる重大事件などではなく、ただのスキャンダルに過ぎません。そのような問題を針小棒大に取り上げて半年近くにもわたって大騒ぎをするマスコミの体質が疑われます。佐伯氏はもマスコミが「事実」を錦の御旗にしているが、実は「推測」がその根拠となっていると指摘しています。加計問題の当初「印象操作」という言葉が話題となりましたが、マスコミは都合に合う事だけをあたかも事実であるかのように報道し、都合に合わないことは隠蔽して報道しません。これこそ、朝日の最も得意とする世論誘導、世論操作の手口なのです。佐伯氏は大人ですからマスコミが事実を隠蔽しているなどとは書きませんが、「事実」をめぐる検証の体をとりながら、実際には「疑惑の安倍政権」とのイメージを醸成する一種の「世論」操作のように見えると述べています。私達はこのような意図的な反政府の世論操作に決して振り回されてはならないと思います。

３．民主政治は言論を通じた権力闘争である

言論の自由には、報道の自由があり、その中には報道しない自由もあるとほとんどのマスコミ人は

考えています。実際問題として、世界中でそして日本中で起こっている事件をすべて報道することは不可能ですから、取捨選択が必要になります。その取捨選択の過程で、何が重要で何が些細な出来事であるのかを公正な目で判断することがマスコミにも求められています。マスコミが公正であるよう努力すれば、日本の政治風土も随分改善するのではないかと思われます。現在の日本を取り巻く国際環境は危機的状況にありますが、視聴率や購読者数争いに勝つために国民に快い事ばかりを取り上げる、あるいは野次馬的な話題に終始するような記事はもう読みたくありません。本当の意味での言論を重視し、国民が知るべきことを知り、浮わついた推測記事などが排除されるようになれば、日本の民主政治も正しい権力闘争に変わっていけるかもしれません。

終わりに

今回のコラムを読んで、一部の人は朝日新聞にも自浄能力があり、これまでの報道姿勢を改めようと考えているのではないかと好意的に受け止めています。本当でしょうか。これまでに朝日新聞が意図的に垂れ流してきた虚偽報道に代表される報道姿勢が、一人の智者の提言で変わるとは到底思えません。それよりは、これまでに何回もやってきた「アリバイ作り」と考える方が妥当でしょう。「朝日は公正な新聞です。異論もきちんと載せています。偏向していません。」後日批判を受けそうになった場合に予め備え、このように言い訳できるようにこのような自分たちの立場を否定する記事を書いておくという、卑劣な姿勢の表れと解釈する方が余程正しく思われます。もしも本当に自浄能力があるのならば、今後の報道姿勢に顕著に表れるはずです。まったく期待できませんが、これからの報道姿勢に注目しましょう。

詳しくは８月４日付の佐伯氏の文章をお読みいただきたいのですが、その骨子はおおむね以下のようなものです。（赤ペン親父　記）

佐伯啓思著　朝日新聞（異論のススメ）森友・加計問題めぐる報道　「事実」を利用するメディア
（平成29年8月4日付）

＊＊＊

日本の政界を見るに、野党が弱体であるにも拘らず安倍政権は「１強」とは言えない。なぜならば、敵は「世論」であり、それを端的に数値化した「支持率」だからである。

１９９０年代の政治改革によって二大政党制が実現すると思われたが、実際に進展したのは、もっぱら支持率を通して世論が政治を動かすという事態であった。

安倍政権の「１強」を崩したのは半分が身から出た錆であるが、あとの半分は森友学園・加計学園問題である。これらの国家の方向を左右する大問題とは言えない問題をマスコミは半年近くにわたって報道し続けた。この問題が「事実」をめぐってどうにもならない泥沼に陥ってしまった。

メディアは「事実」を御旗にするが、森友・加計問題で事実が出てくるはずもなく、彼らは「事実」を示さないのは「事実」を隠蔽しているからだという推測に基づいて政府を攻撃しているのだ。この攻撃によって、内閣支持率が急落していったのである。

政府を弁護しようとしているわけではなく、「事実」と言っているメディアが実は「事実」を本当は信用しておらず、ただ利用しているだけなのではないかと言いたいのである。実際には、「疑惑の安倍政権」というイメージを醸成する一種の「世論」操作に見える。

論争は、不確かな「事実」をめぐる駆け引きではなく、世界観や政策をめぐる意見の対立にこそあるべきである。

＊＊＊

IOJだより　第147号　2017年8月28日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

進展する米国の地層処分場
ーユッカマウンテン地層処分場の概要ー

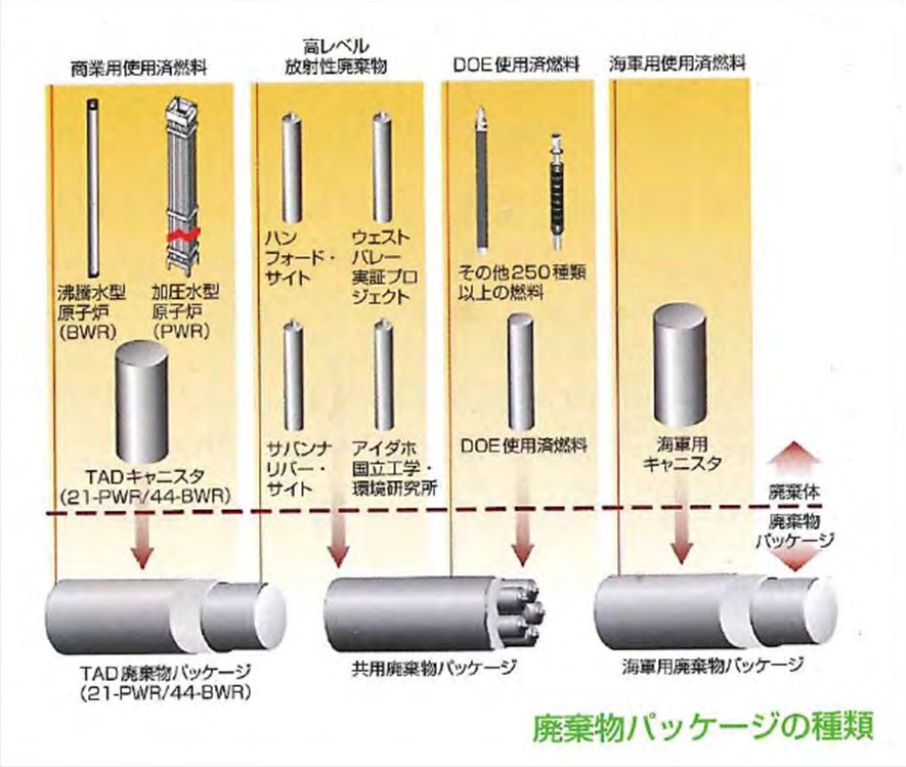
平成29年7月28日に国（経済産業省・資源エネルギー庁）は地層処分に関する「科学的特性マップ」を公表した。地層処分地の選定に関し国が前面に立って活動を進める第一歩です。米国の例は、今後の日本の処分場選定を進めるうえで大きな参考となるので調べてみました。オバマ政権下ではユッカマウンテンは棚上げになってしまったが、トランプ政権下では、再びユッカマウンテンの許認可を進めるための予算が計上されました。トランプ政権のこのような方針で、これからの進展が期待されます。2017年8月8日付で、NRCは、委員会がユッカマウンテンの裁定再開のための予算を認めたと報じました。これからの米国の動きは、日本の活動に大きな影響を与えるため目が離せません。これを機会にユッカマウンテンの地層処分場の概要についてまとめてみました。

1．米国の放射性廃棄物にはどんなものがあるか

①商業発電所から発生した使用済み燃料が63000トン（重金属換算）、

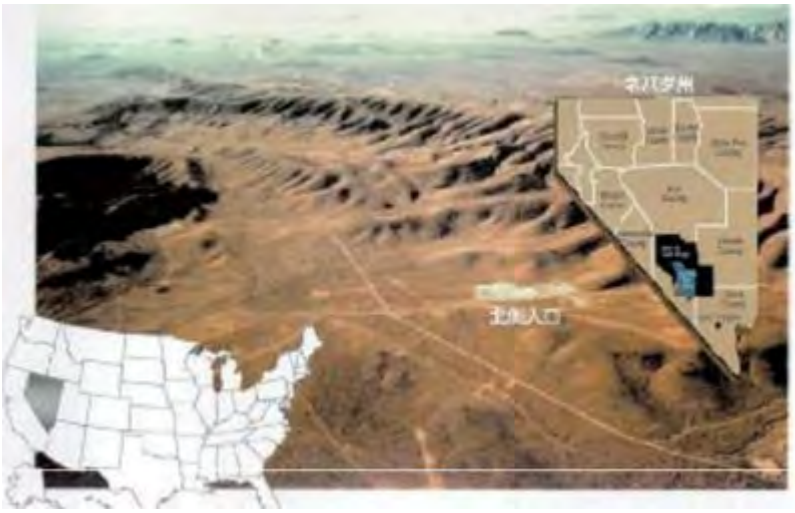
②使用済み燃料の再処理によって発生した高レベル放射性廃棄物4667トンで合計70，000トン

③エネルギー省(以下DOE)保有の使用済み燃料（研究炉と軍用分）が2333トン、



2．ユッカマウンテン周辺の地質構造

ネバダ州にあるユッカマウンテンの周辺の岩盤は、約1000万年以上前の火山灰が堆積した凝灰岩です。年間の降水量が少ない砂漠地帯にあります。地下水面は地表から500~800mのところにあります。



3. 処分場の概念

処分場は、地表から200～500mの深さ、地下水面から平均約300ｍ上部に建設すると考えられている。処分場の規模は総面積が約5km2、処分坑道の延長距離は約64kmあります。

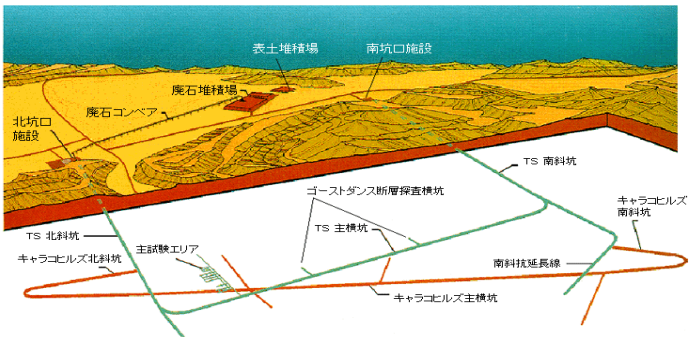
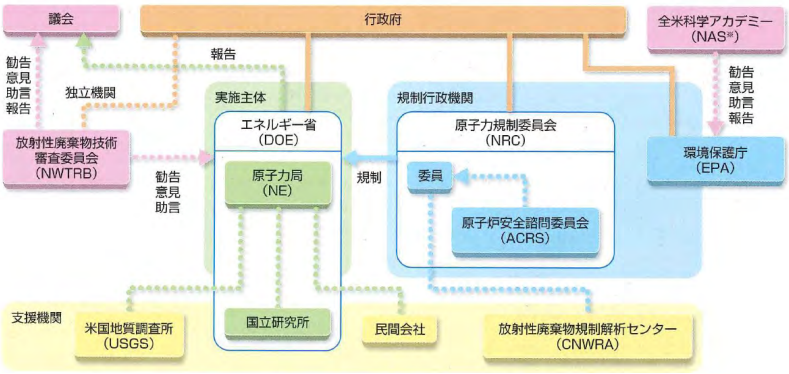


図２　ユッカマウンテン処分場の概念図

［出典］Committed to Results : DOE's Environmental Management Program DOE/EM-0152P（1994年4月）p.36

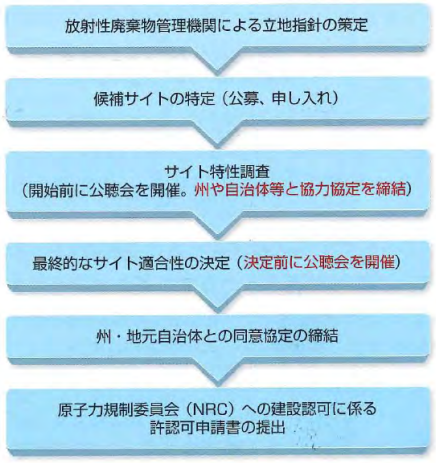
4. 処分事業の実施体制

米国では、1982年放射性廃棄物政策法により高レベル放射性廃棄物及び使用済み燃料の処分の責任は連邦政府にあると定められています。連邦政府の実施体制は図のようになります。



5. 処分地の選定の流れ

2015年放射性廃棄物管理法の法案では、図の流れでサイト選定を進めることとなっています。



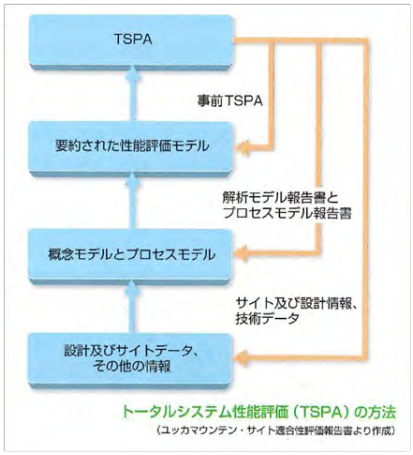
「2015年放射性廃棄物管理法」の法案におけるサイト選定の流れ

※赤文字部分は処分場の場合のみ必要とされる手続

（2015年放射性廃棄物管理法の法案より作成）

6. 安全確保

ユッカマウンテン・サイト適合性指針（10CFR Part963）に従って処分場の閉鎖前及び閉鎖後の期間でのサイト適合性が判断されます。閉鎖前には、処分場が本来の機能を果たし、発生確率が1万分の1以上の事象による影響を防止できるか、あるいは軽減、できるか、安全基準に照らし合わせて評価します。閉鎖後の期間の安全性についてはトータルシステム性能評価（TSPA）を用いて評価されます。評価システムと評価結果を図に示します。



トータルシステム性能評価（TSPA）の方法

（ユッカマウンテン・サイト適合性評価報告書より作成）

閉鎖後のトータルシステム性能評価の結果

	処分後１万年間	１万年～100万年
個人防護基準	0.15mSv/年	1.0mSv/年 1)
評価結果	0.0024mSv/年	0.0096mSv/年 2)
線量の出現時期	１万年後	～72万年後 2)
人間侵入での個人防護基準	0.15mSv/年	1.0mSv/年 1)
評価結果	0mSv/年	0.0001mSv/年

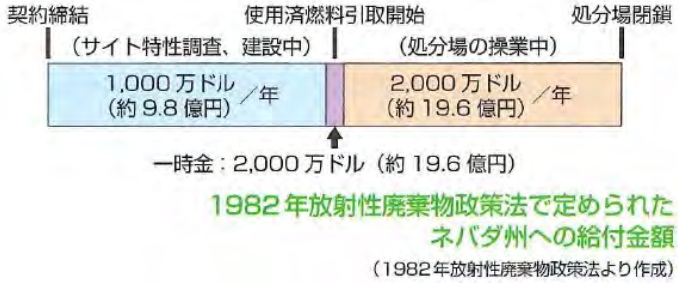
1）40 CFR Part 197及び10 CFR Part 63の最終版で規定された線量基準値

2）線量の評価結果及び出現時期は中央値について示している。40 CFR Part 197最終版では、算術平均での計算によることとされている。

（ユッカマウンテンの許認可申請書及び40 CFR Part 197・10 CFR Part 63最終版より作成）

7. 地域振興策

立地地域の財政支援として、立地を受け入れたネバダ州と関係10郡に対し、使用目的に制限のない補助金の交付や国が行う処分場開発活動に対する課税相当額を補填する制度が設けられています。



1982年放射性廃棄物政策法で定められた
ネバダ州への給付金額
（1982年放射性廃棄物政策法より作成）

8. 処分事業の透明性確保

処分事業の透明性確保について1982年放射性廃棄物政策法に基づいて、以下のことが行われています。

・情報提供と住民のコメント募集

・地元の意思表明と許認可手続きへの参加

地元ネバダ州には、サイト推薦に不承認の意思を表明することが認められていますが、連邦議会はそれを覆すことが可能とされています。実際2002年7月に連邦議会の立地承認決議が行われました。

9. まとめ

ブルーリボン委員会が2012年1月に公表した最終報告書では、放射性廃棄物管理・処分施設の立地プロセスは、以下の条件を満たす場合に成功の可能性が高くなるとしています。

１）同意に基づいている。
２）透明性がある。
３）段階的である。
４）適応性がある。
５）基準及び科学に基づいている。
６）実施主体と受け入れ先の州、地方自治体との間のパートナーシップ契約または法的に強制力のある協定があると、これに基づき協議できる。

日本でも、政府、NUMOは基本的に、１）～５）を確保するように活動していると考えます。

以下に日米の地層処分場の取り組みの比較を示します。（表参照）。

計画中の地層処分場概念の比較

	米国	日本
法律	放射性廃棄物政策法 1982年 修正法 1987年	特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律 2000年 最終処分基本方針の改定　閣議決定2015年
実施主体	民間放射性廃棄物管理局（OCRWM:DOE内部に設置）	原子力発電環境整備機構（NUMO）
候補地	ユッカマウンテン	未定（公募による選定等）
総面積	約5km^2	6～10km^2
坑道の延長距離	約64km	200～300km
坑道の直径	5.5m	5m
深さ	地表から200～500m 地下水面から300m上部	300m以深
総処分量	70,000トン	約20,000トン 平成33年までガラス固化体約40,000本
予定総費用	約11.6兆円	約3.7兆円

参考とした資料

１）資源エネルギー庁　諸外国における高レベル放射性廃棄物の処分について　2016年2月
２）高度用法科学技術研究機構　ATOMICA

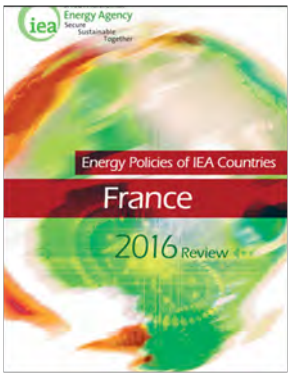
IOJだより　第１４８号　2017年9月19日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

２０５０年に向けての考慮すべき課題（４）
－日本はフランスから学ぼう －

はじめに

日本のマスコミも反原発の団体も何故かドイツの例をしばしば引用します。多分、ドイツでは３．１１直後にメルケル首相が原発を廃止すると宣言したことや、再生可能エネルギーの導入に積極的であるなどの理由で、彼らにとっては引き合いに出すのに好都合なのでしょう。しかし彼らは、ドイツの再生可能エネルギー導入に伴う賦課金によって電気料金が高騰しドイツの家計を圧迫していること、天候の変化に伴う急激な出力変動に対応する火力発電所の運転によって炭酸ガスの排出量が導入前よりも増加していることや未だに８基の原発を稼働していることなどは無視しています。一方、フランスは原子力大国であり、米国に次いで多くの原発を運転していますので、反原発派には不都合なのでしょう。しかし、置かれている環境などを考えると、日本はドイツに習うよりはむしろフランスから学ぶことの方が多いのではないかと思われます。フランスは日本同様化石燃料に関しては無資源と言えるため、１９７０年代のオイル・ショックを契機に原子力発電確立に大きく舵を切りました。日本も、石油禁輸などの措置を講じられても困らないように、1950年代から原子力開発に取り組んできたという歴史があります。



ドイツの周辺国は民主主義国家であり、これらの国々との間の電力融通は既に確立されています。また、国内には豊富な褐炭資源があり、外国からの電力供給が途絶えたとしても自力で電力を確保することができます。一方、日本の場合は無資源ですので、全ての化石燃料は海外に依存せざるを得ません。また、周辺国は友好的ではない国ばかりですので、これらの国と送電線を結び電力を融通するなどは危険すぎて想像することもできません。

　このような環境の違いを勘案すると、日本はドイツよりはフランスに似た環境にありますので、フランスがどのようなエネルギー政策を取っているのか、2017年版の国際エネルギー機関（ＩＥＡ）発行の報告書「IEA諸国のエネルギー政策　フランス2016年レビュー」を見てみましょう。

＊＊

1. 目標の立法化

フランスでは、エネルギーの変革について2013年1月から7月にかけて関係者による徹底的かつ国家的な議論を実施し、その成果を2015年8月に「緑の成長のためのエネルギー改革法」として立法化しました。これによって、2030年と2050年までのエネルギー改革の長期的な目標を設定したのです。立法化したことにより、2030年までの炭素税の推移も拘束力のある目標となりました。この目標設定にあたっては、エネルギー生産、エネルギー効率、供給保障及び全エネルギー源の需給バランスが勘案されています。そして、これらの立法化された設定目標は、時間経過に伴う目標達成の進捗状況に合わせて適宜政策を修正できるようになっています。

2. 意欲的な目標設定

フランスのこの法律では大変意欲的な目標設定がなされています。

- 2030年までに温室効果ガスの排出を40%削減するために、炭酸ガスを排出しない電源（原子力、再生可能エネルギーなど）を維持しながら、輸送部門、産業部門、建設部門での対策を加速する。
- 輸送部門では電気自動車の普及を後押しするために、2030年までに７百万ヶ所に充電設備を設ける。
- 建設部門では、低所得者層の住居を年間50万戸ずつ、2012年の新断熱規制に合わせて改修してゆく。
- 発電部門では、2030年までに再生可能エネルギーの比率を現在の16.5%から40%に増やす。
- 原発の老朽化もあるので、エネルギーの節約を加速することによって2015年の原発比率78%を2025年には50%にまで削減する。但し、現在規制当局が原発を当初設計時の寿命である40年で稼働を停止するか、必要な保全を行って長期運転を許容するか検討中であるので、その結論次第では方針が変わることもありうる。
- 原子力発電の設備容量を現行の6320万ｋｗを上限とする（原発を１基新設するためには既設の原発１基を廃止しなくてはならない）。
- 最終エネルギー消費量は、2012年比で2030年までに20%、2050年までに50%削減する。また、化石燃料の消費量も2030年までに30%削減する。
- 2030年までに、再生可能エネルギーをエネルギー全体の消費量の32%に、発電量の40%にする。
- 2012年比で、最終エネルギー使用量を2030年までに20%、2050年までに50%削減する及び2030年までに化石燃料の消費を30%削減する。

３．フランスが抱える課題

上記のような意欲的な目標設定があるものの、必ずしも順調にこのような意欲的な目標が達成できるわけではありません。

1)全発電量のうち原子力発電が78%、水力発電が10%を占めていますが、次の事由により再生可能エネルギーでその一部が賄われているものの供給量が減少しています。原子力発電の経年化に対する保守や安全性強化などによる停止や少雨による水力発電の減少、火力発電の閉鎖などです。一方、需要量は年間1%増加しています。その結果、何らかのトラブルによって発電所が長期停止すると、冬季には火力発電次第では余裕がなくなる可能性があり、隣国からの供給が必要になります。

Security of supply adequacy assessment (baseline scenario) with and without interconnections

	Winter 2015/16	Winter 2016/17	Winter 2017/18	Winter 2018/19	Winter 2019/20
With interconnections					
Expected energy not served	1.4 GWh	3.7 GWh	7.6 GWh	6.7 GWh	7.0 GWh
Loss of load expected	0h60	0h15	2h00	1h45	2h00
Capacity margin or deficit	4 800 MW	3 200 MW	1 300 MW	1 800 MW	1 200 MW
Without interconnections					
Expected energy not served	53.8 GWh	85.1 GWh	458.9 GWh	128.8 GWh	133.2 GWh
Loss of load expected	14h	20h	34h	28h	30h
Capacity deficit	-4 600 MW	-5 400 MW	-7 200 MW	-6 600 MW	-6 700 MW

Source: RTE (2015b), *Electricity Supply-Demand Balance in France (Bilan Prévisionel)*, Paris.

2）2014年には再生可能エネルギーの全エネルギー消費量に対する比率は15%に達したのですが、2020年までに23%にまで増やすという目標を達成するには、まだまだ不十分です。この目標を達成するには、2005年から2014年の間に達成された導入速度の倍のスピードで2015年から2020年に導入を進めなくてはなりません。

太陽光発電とバイオマスでは目標が達成されており、2005年からの再生可能エネルギーの増加の36%はこの二つが賄っています。しかし、水力と風力発電及び熱源では、目標には大きく及ばない状況です。陸上風力では1千万ｋｗを達成していますが、洋上風力はまだ始まってもいません。風力発電の導入の遅れは経済性の問題ではなく、許認可手続きや法的問題による遅れ（平均7年掛かる）によるものが大きく、これに加えて大衆による容認が滞っていることによります。

Expansion plans for cumulative renewable energy installed capacity by technology (in GW)

Technology/timeframe	2018	2023
Wind onshore	15	min: 21.8 and max: 26
Wind offshore	0.5*	3*
Marine		0.1 plus additional 0.2-2
Solar PV	10.2	min: 18.2 and max: 20.2
Hydro**	25.3 or 61 TWh generation	min: 25.8 (63 TWh) and max: 26.05 (64 TWh)
Biomass	0.54	min: 0.79 and max: 1.04
Methanisation	0.137	min: 0.237 and max: 0.3

* Plus additional 0.5 to 6 GW depending on financing and experience

** Hydro is recorded in electricity generation (TWh)

Notes: in addition to PPI targets, pump hydro storage projects shall be started in the period up to 2023 to achieve expansion of 1 to 2 GW during 2025-30. Marine energy includes floating wind generator farms and river-based tidal-stream generators.

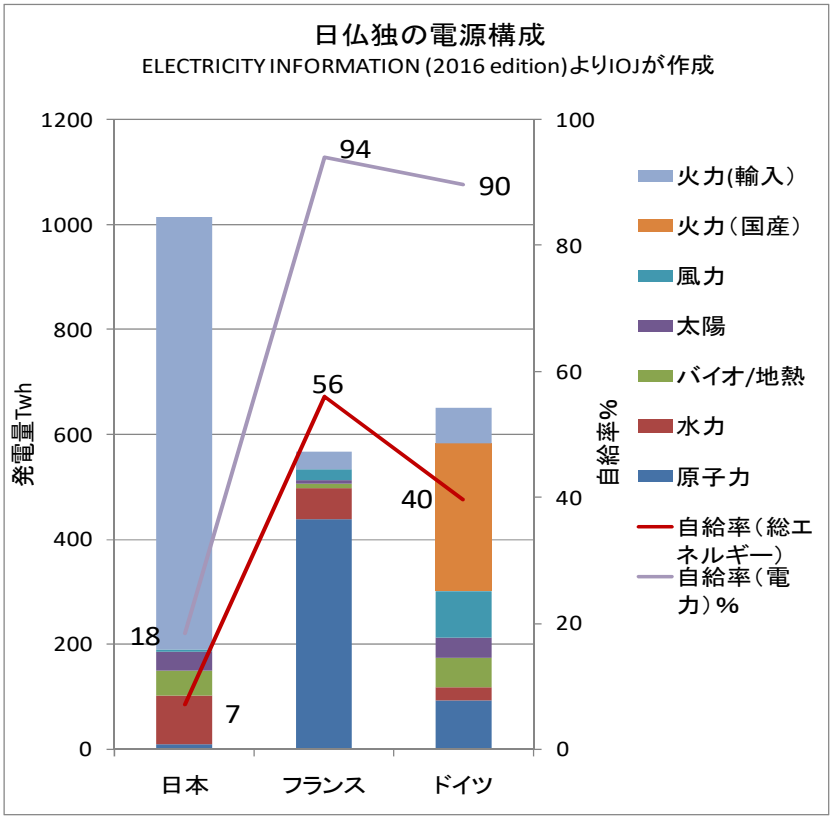
4. IOJの意見

日本では、エネルギー自給率は7%程度しかありませんので、フランスの例に倣ってエネルギー自給率の積極的向上を達成できるよう、具体的な目標設定を行うべき時が来たと思われます。

ドイツでは図の折れ線グラフに示すように国産の褐炭の火力発電により自給率は電力で90%、総エネルギーで40%を賄っています。

このように、化石燃料資源がない日本はドイツをお手本にすることは考えられません。

現在、福島事故に影響されて原発の再稼働すら遅れに遅れてしまっていますが、電力が不足し、化石燃料が不足し始めてから対策を施そうとしても、３．で述べたフランスの例を見れば分かるように簡単には対策の効果は出てきません。早く頭の切り替えをして、国会での徹底的な議論を行った上でフランス同様長期的な設定目標を明示した法律を作るべきと提案します。



IOJだより　第１４９号　2017年9月29日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

２０５０年に向けての考慮すべき課題（5）

－太陽光発電を主役にするには!!－

１．はじめに

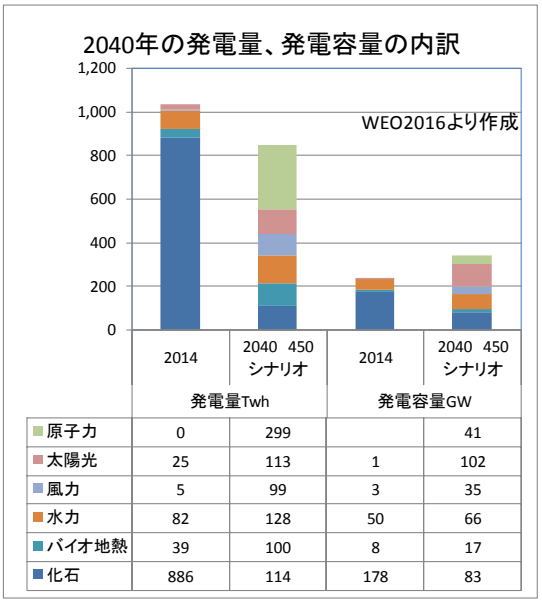
国は2050年に向けてのエネルギー基本計画と2050年時点での長期的なエネルギー政策の方向性を検討するために、2017年8月9日に総合エネルギー調査会基本政策分科会を、8月30日にエネルギー情勢懇談会を発足させた。
ここでは、2050年にCO2を80%削減するには、国内の既存技術だけでの対策では限界があり、既存技術の最大限の活用とイノベー ションの創出を必要とするとし、電力分野では低炭素電源（再生可能エネルギー、 CCS付火力発電、原子力発電）が9割必要になると指摘している。
私たちはIOJだより143号で、「2050年に向けて、パリ協定の温暖化対策としてか、自給率の向上としてか、のいずれを実現するにしても、化石燃料の使用量の削減を目標にする必要があるが、今のエネルギー基本計画の延長では目標が達成できそうもない。まずは化石燃料を大量に使う発電分野について、火力発電を段階的に廃止してはどうでしょうか？」と提案した。
本稿では2050年に向けて電力供給の主力となる太陽光発電をどのようにしたら日本の仕組みにマッチできるか検討した。

２．2050年に向けてエネルギー供給をどうするか

自給率の向上とCO2削減が課題だが、日本ではまだ具体的な検討が行われていない。
World Energy Outlook 2016（以下WEO2016）では450シナリオ（温度上昇を2℃以内に抑えるためのシナリオ）があり、日本をはじめ、主要国や地域の評価があるのでこれをもとに分析してみた。

２０４０年の発電量の内訳は

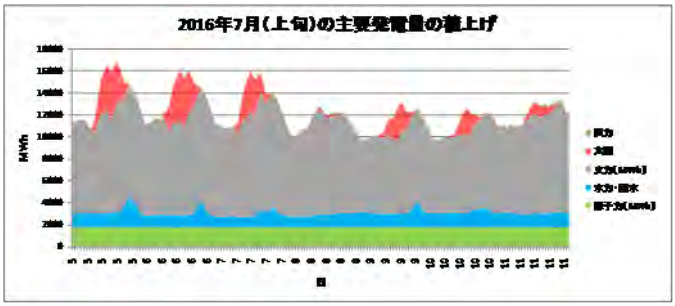
表に示すように原子力が299Twh、太陽光が113Twh、風力が99Twh、水力が128Twh、バイオ・地熱が100Twhとなっており、太陽光発電の発電量は総発電量の１3%だが、発電設備能力としては全体の30%を占めており、原子力発電容量の2倍、火力（ガス、石油、石炭）の合計に匹敵する容量であり、太陽光発電のピーク時にはこれら他電源を制限しなければならない。
太陽光発電は、日本では電力量が最も期待できる再生可能エネルギー源だが、この問題を解決しない限り主力電源にはなりえない。
なお、化石燃料が大きく減っていないのは発生するＣＯ２を地下に貯蔵することも考慮しているようだ。

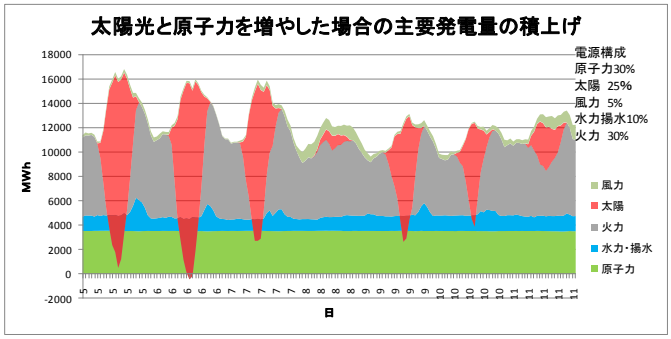


	発電量Twh		発電容量GW	
	2014	2040 450 シナリオ	2014	2040 450 シナリオ
原子力	0	299		41
太陽光	25	113	1	102
風力	5	99	3	35
水力	82	128	50	66
バイオ地熱	39	100	8	17
化石	886	114	178	83

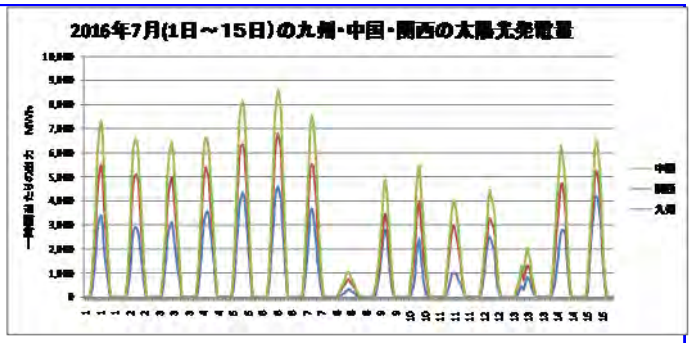
３．変動する太陽光発電の実情

太陽光発電の導入が進んでいる九州電力の電源別、時間ごとの発電量の積み上げの内訳をみてみよう。
上図は2016年7月の第一週の電力供給の内訳である。図は火力、原子力、太陽光、水力などの積み上げを示すが、大きく変動する太陽光発電に対応して火力発電の供給が変動していることが分かる。
将来、現状より仮に太陽光発電を3.5倍に、原子力を2倍に増やした場合を下図に示す。このままでは巨大な太陽光の発電出力とバランスをとるためは、火力、水力、原子力などを止めなければならない。
そして、2050年に脱化石や脱ＣＯ２を進めるためには、太陽光発電や原子力発電の規模を更に拡大する必要がある。
太陽光発電の変動に対して今の原子力発電の設計では急激な負荷変動対応が難しく、新たな原水力発電の開発や後述する変動を吸収できる新たな需要が必要となる。
一方、今年の8月のように全国的に、一ヶ月近く雨天や曇天が続く場合は、長期に亘り太陽光発電からの電力が途絶えるので、晴天時には必要のない原子力や他の再生可能エネ





ルギーの発電設備を待機させておく必要がある。このような対応では、発電設備の稼働率が損なわれ、現実的ではない。
電力が余った場合や不足した場合には、電力を周辺電力と融通して調整すれば良いと考えるだろう。しかし、例えば、太陽の日照は右図に示すように九州、中国、関西まで同時に変動するので事情は同じである。
このように、大量の太陽光発電の変動を調整するためには、現状の電力供給の仕組みでは解決できず、他の方法を考えなければならない。



４．どうしたらよいのか

発電にこだわらず輸送部門で有効利用する

太陽光発電は優れた電源ではあるが、少量の電力量ならともかく、変動する電力を既存の電力網に乗せ、料金の回収を電力会社に代行させようとしたことに無理がある。
再生可能エネルギーの導入は、化石燃料の削減による自給率の向上とCO2排出削減が目的であるということを忘れてはならない。
化石燃料の利用は火力発電に使われるものと、輸送（自動車、船舶、航空機）に使用する石油が主なものである
WEO2016 から発電部門と輸送部門の2014年と2040年（450シナリオ）のエネルギー消費量（石油換算）を示す。2040年に輸送に使用する石油換算量は2014年の72Mtoeから39Mtoe へと約半分にしなければならない。この削減量は2040年に発電に投入する他の再生可能エネルギー（太陽、風力等）のエネルギーに匹敵する量である。

World EnergyOutlook 2016より

日本
エネルギー消費量Mtoe（石油換算）

		450シナリオ
	2014	2040
発電部門	188	169
石炭	61	5
石油	7	0
ガス	51	14
原子力	37	78
水力	8	11
バイオ	9	15
他の再エネ	5	46

		450シナリオ
	2014	2040
輸送部門	72	39
石油	70	30
電力	2	5
バイオ	-	3
その他	0	1

EU
エネルギー消費量Mtoe（石油換算）

		450シナリオ
	2014	2040
発電部門	667	598
石炭	202	31
石油	16	2
ガス	92	60
原子力	228	230
水力	32	37
バイオ	58	93
他の再エネ	38	146

		450シナリオ
	2014	2040
輸送部門	307	191
石油	285	100
電力	5	34
バイオ	14	44
その他	3	13

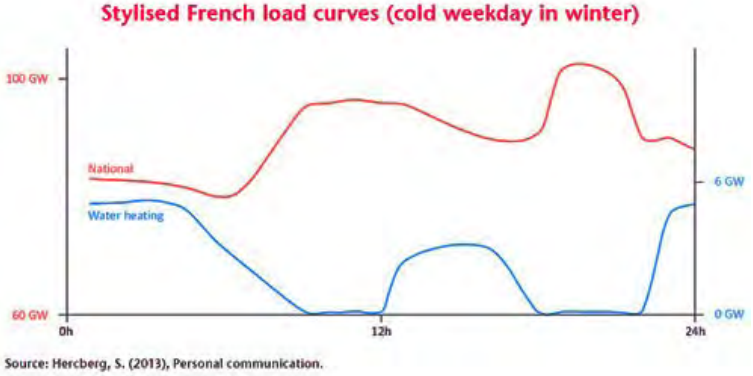
欧州でのガソリン車やジーゼル車を廃止し電気自動車に切り替える動向と一致していると言えよう。米国ではメタノールなどを燃料に使うことも検討している。
日本では電気自動車の他に水素系の燃料も検討している。
このような背景を考えるなら太陽光発電を積極的に導入するためには、今の電力系統とは分離し、発電した電力を電気自動車の充電や水素系燃料の製造に使うことも考えるべきであろう。

エネルギー貯蔵の技術を開発する

太陽光発電の負荷変動を吸収するため、電力間の電力融通や揚水発電などを検討しているが容易ではない。
負荷変動に対応するためには秒単位から時間単位、日単位、週単位、月単位までの対応、需要側、配電側、供給側での対応など様々の技術が考えられるが多くは実用化されていない。

揚水発電にはどれだけ頼れるか

揚水発電量が大きかった2003年の9電力の水力発電量は724億Kwhであり、その内、揚水発電量は14%の95億Kwhであった。太陽光による総発電量（2040年）１１３０億Kwhの10%程度である。この程度の量では短時間の負荷変動吸収はありうるが、大きな調整力の期待はできない。

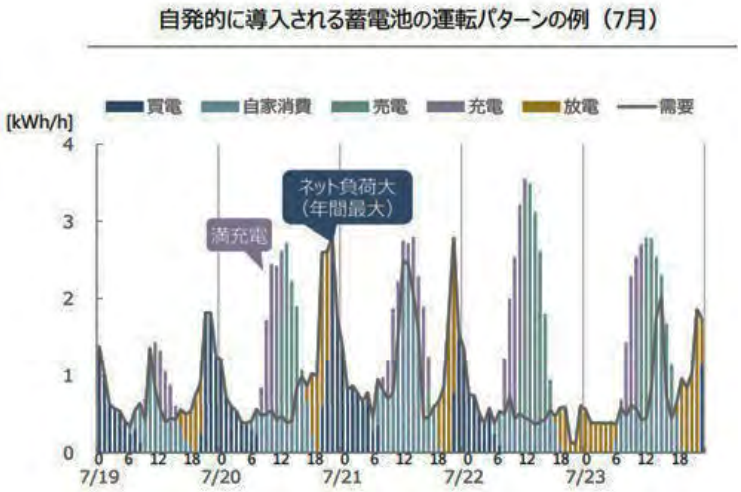


ローテクの電気温水器の活用

フランスは1961年から、負荷変動にスムースに対応するため家庭での温水貯蔵技術を積極的に進めており、家庭用の電力の43%が使われている。フランスでは原子力発電が70%以上を占めているため、需要の少ない夜間にできるだけ温水器による蓄熱を進め昼間の需要を削減するとともに、昼間のピークロード需要を過ぎて急激に需要が低減する時間帯には再度温水器での蓄熱を進め、全体として負荷変動を滑らかにしている（図）。そのため、フランスでは家庭の1/3が2つの時間でオンオフ（夜間と昼間にオンオフする）する電気温水器が使われている。そしてピーク時では0.13

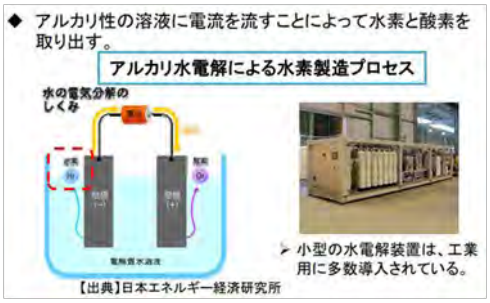
ユーロ／Kwh、それ以外では0.10ユーロ/Kwhとオフ・ピーク時には30%安くなっている。青線は冬季の家庭での温水器の使用状況を示しているが、夜間と昼間のピークを過ぎた時間帯に温水器が使われており、茶色の国全体の負荷が平たん化されていることが分かる。（Technology Roadmap Energy storage　2014　IEA　）
日本では、家庭での太陽光発電の電気は積極的に系統に入れるようにしているため、負荷変動を助長することになっている。フランスの取り組みに倣って、時間帯によっては昼間でも家庭の電気温水器などに蓄熱するようにすれば太陽光による急激な変動を調整できるようになるであろう。

家庭用ソーラシステムと蓄電器の組み合わせ



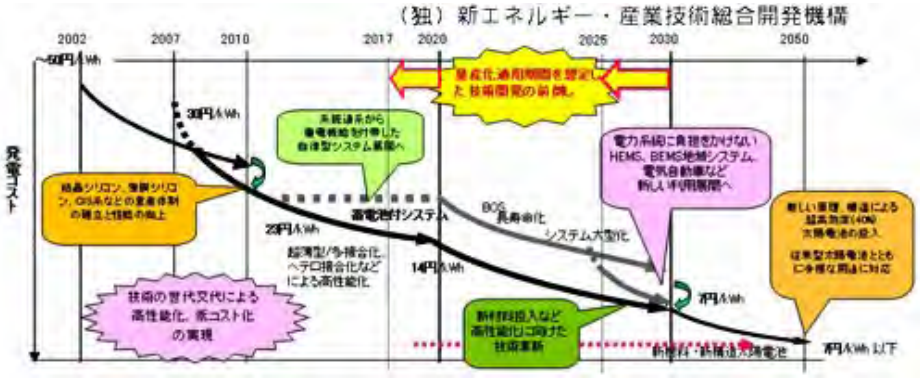
三菱総研は経産省の委託を受けて平成２８年度にソーラーシンギュラリティの影響度等に関する調査を行っている。蓄電池の価格が十分に低下し、需要家にとって蓄電池を導入するほうが導入しないよりも経済的である状態になれば、蓄電池の「自発的」な導入が進むと考えられる。太陽光発電パネルを保有していない平均的な住宅において電力の余剰買取がなくても、蓄電池価格が7万円/kWh前後まで低下すれば、太陽光発電パネルの価格低下の程度に関わらず、6kWh程度の蓄電池を導入することが最適になると評価している。今の予想ではこの蓄電池価格に到達するのは2020年代後半と見込まれる。そして、2030年の住宅の太陽光発電パネル導入量は、足元の伸びや新築住宅の増加を考慮すると、19GW（430万世帯）に達すると見込まれる。
今後、電気自動車が大半の乗用車に適用される時代になれば、過剰に発電される時間帯には電気自動車のバッテリーに蓄電でき、太陽光発電の変動問題は解決するかもしれない。

太陽光発電を利用した水素製造



アルカリ性の溶液に電流を流すことによって水素と酸素を低コストで分離するアルカリ水電解システムの開発が行われている。理論値でも１㎥の水素製造に3.6kWh の電力（現実は5～6kWh）が必要であり、電力コストが相当程度安くないと採算が取れない。水素製造の効率向上、大規模化への対応、再生可能エネルギーの負荷変動への対応　などが今後の課題となっている。

太陽光発電のコストも大幅に下がる



太陽光発電パネルは変換効率が23%台まで達しているが、原理が異なる画期的な「量子ドット型太陽電池」が開発中であり、これが実現すると変換効率は約50%にまで向上すると考えられている。発電単価は原子力発電を上回る7円/Kwhと評価されており、発電の考えが変わるかもしれない。
このような時代には、どのように太陽光発電を利用するかが問われることになり、電気事業者も主力となる原子力発電と太陽光発電をうまくマッチできる仕組みを考えなければならない。

５．まとめ

変動する太陽光発電を大量に利用する場合、昼間にはほぼ全電力が太陽光発電だけで供給されることになり、現在の電力システムでは、原子力などの他電源で調整が必要になる。
そのためには太陽光発電がピークに近い時間帯への対応として、例えば、

電気自動車への充電、家庭用、商業用の温水器、冷水器への給電
太陽光発電による水素製造など既存の電力システムと切り離した仕組み
家庭用太陽光発電の電力系統への送電の禁止
大規模揚水発電所の増設

など新しい方式を考えることによって太陽光発電の積極的な導入を後押しする必要がある。

IOJだより　第１５０号　2017年10月26日発行

NPO法人-IOJ
日本の将来を考える会
http://ioj-japan.com/xoops/

２０５０年に向けての考慮すべき課題（6）

－今こそ原子力・再エネ共存の政策を打ち出すべきである　－

はじめに

平成29年10月22日の総選挙では与党が圧勝した。政府与党はその原子力政策については「原子力は安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベース・ロード電源と位置付け、安全と認められた原発の再稼働を推進するとともに、エネルギー基本計画を踏まえ、再生可能エネルギーの最大限の導入、火力発電の高効率化などにより、原発依存度を可能な限り低減する」としていたが、その方針が与党圧勝という選挙結果で認められたことで、原発ゼロを主張した多くの野党の公約は否定されたと言えるであろう。

しかしながら、自民党や国の原子力政策は具体的内容が明確ではなく、経産省の基本政策分科会やエネルギー情勢懇談会で本年8月から検討が開始されたところである。

そこで、これら委員会の議論を踏まえて今後の方向性について検討してみたい。

＜２０５０年の不確実性＞

1. 大切なエネルギーの安全保障

図に示すように、原子力の再稼働が遅れている日本では、自給率は主要国が40～80%なのに対して8%と極端に低く、2050年にはこれら主要国の水準に近づけなければならないだろう。

日本が自給率を高めなくてはならないのは、化石燃料の輸入先が紛争の絶えない中東に偏っており、また欧州のように隣国からの融通が受けられないからである。

しかし、原子力以外にこれを代替していくべき再生可能エネルギーには自然災害によるリスクなどで長期に供給が途絶える可能性も否定できず、供給に不安が少ない石炭火力の革新技術の追求と役割を見直すことも視野に入れておくべきであろう。

このように、2050年までに原子力、再生可能エネルギー等の長期の目標をどう見込むのかだけではなく、考慮すべき変数がどういうものがあるかを冷静に見極め、状況の変化に応じ柔軟に対応できるよう準備を整えておくべきだろう。

2. 地球温暖化対策

米国がパリ協定を離脱したとしても脱CO2のトレンドは変わらない。しかし、この協定の目標設定や達成には法的拘束力がないので、多くの関係国では自国の対策を怠り他国任せになる傾向がある。図はWE02016の450シナリオ（地球環境の温度上昇を２℃以下に）を達成しようとする場合の2040年での電力並びに電力以外の2014年から2040年までのCO2削減量と削減比率を示す。

電力からのCO2削減比率は東欧、ロシアは40%程度に過ぎないが、他の主要国では80%程度である。また、電力以外（産業用、自動車などの燃料）では70%程度にとどまる。この評価の前提は、火力発電や産業用からのCO2の一部を回収して地下または海底に貯留するCCSを前提としている。

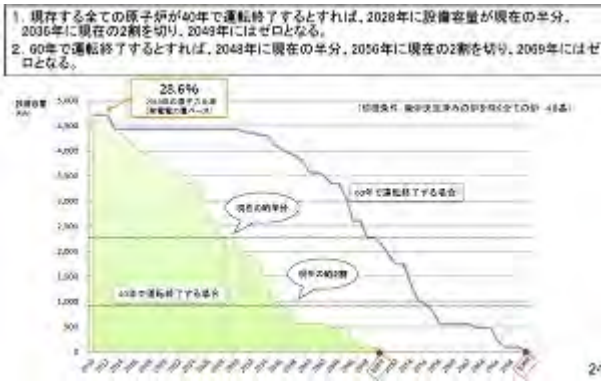
再生可能エネルギーや原子力の大幅導入をしない限り火力発電の継続利用はさけられず、 まだ完全には技術が確立していないCCSの導入や産業構造の大幅変更が必要とされ、現状では解決策のない課題（wicked Problem）とされている。

経産省の基本政策分科会やエネルギー情勢懇談会では、再生可能エネルギーと原子力の積極的拡大方法及び国民のコンセンサス獲得策を検討すべきであろう。

一部の政党やマスコミの主張する脱原発ではCO2削減問題の解決ははるか遠くにあるに違いない。

3. 原子力発電の安定的利用

2050年には、CO2の排出を抑制するため電源の大半を再生可能エネルギーと原子力発電にする必要があるので、原子力発電の安全性の強化や寿命延長、新規原発の建設が鍵となる。

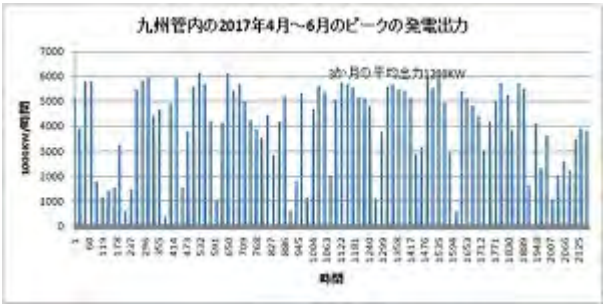


しかしながら、福島事故対策関連の新たな規制強化により対策費の増大でBWRはおろかPWRまで廃炉しようとしている。これでは、2030年の電源構成において原子力が2割を担うことには遠く及ばなくなりつつあり、このままだと2050年には原子力はほぼなくなってしまうことが危惧される。また、既存の原子力発電所の運転費用は新たな改造費用がない限りコストの安い電源であり、電気事業者にとってなくてはならないものである。廃炉を進めることや新規原発を否定することは、電力会社の事業基盤が失われてしまう結果となる。それでは、新規原発の建設や再生可能エネルギーの導入を可能とする系統安定化のための送電網の整備、蓄電設備の増強などは困難になるであろう。そのためにも、原子力発電事業を維持していくにはどうすればよいかを議論していくことが必要である。

4. 再生可能エネルギーの拡大のために

①太陽光発電

エネルギー情勢懇談会の委員から、「日本はもはや再生可能エネルギー後進国ではない！ 2016年5月4日のピークの1時間（12～13時）には日本全体の電力需要のうち、 再生可能エネルギーがまかなったのは45.7% 四国電力では79 %、九州電力が77% 北海道電力が71%弱 東北電力が62%弱であった。 5月4日の1日間をとると27.5%、 5月の1ヶ月間で20%、 2016年度の1年間が13.8%であった。2050年以後、再生可能エネルギーでコスト的にも量的にも電力がまかなえるようになっても、原発は必要なのか?」という意見が出された。



私たちは、140号で九州電力の時間ごとの電力供給の実態を示したが、一見良いようであるが、恐ろしい問題を抱えている。

図は2017年4月から6月の3か月の毎時の太陽光発電のピーク出力を示す。この出力は3か月の平均120万KW に対して約5倍の600万KW の電気が出ている。2050年には数倍の発電量を期待しているので、3倍としても1800万KW となり九州管内の需要約1000万KWを大きく超えることになる。

電気は短時間といえども需要と供給がバランスしていなければならず、このまま太陽光発電が伸びるならば、日照のある時間は他の電源の接続を外さなければならない。送電網を拡充して他地域に余剰分を送ればよいとの指摘もあろうが、晴天、雨天も広範囲の地域で共通の気候条件なのであまり期待できない。

雨天が長期間続く場合に備えて代替する火力発電所を待機させると、火力発電所の稼働率は低下して経済性が極端に落ちるし、あるいは晴天続きで余剰となる太陽光からの電力を蓄電するか水素などへ転換して貯蔵するなどの方法もあるが、いずれの対策も膨大なコストがかかり、現時点では非現実的である。

②風力発電

風力発電は発電規模が大きく時間変動が比較的少ない優良な電源であるが、適地が少なく、また設置、運転保守管理が容易でないところが多く普及が進んでいない。

洋上の風力発電は比較的全国に広がっているが、欧州のように遠浅で風が安定して吹く北海のような洋上は少なく、また台風や日本海側の冬の荒天など気象的に厳しく保守も難しい。日本の洋上風力は着床が難しく浮体式が検討されており、コスト面や沿岸漁業との共存などこれからの課題である。

③海流発電

日本の有利な点は広大な経済水域と安定した海流である。NEDOの支援のもとに、IHIは沖縄で海流発電の試験をしている。これが実現すれば電力が安定して得られるので、日本は

一大エネルギー生産国になるかもしれない。

5. 系統への円滑な受入れのために

①調整余裕の確保

短時間の出力調整には火力発電が向くが、CO2削減のために2050年には火力は最小限に抑える必要があり、揚水発電や蓄電池の拡大が期待される。しかし、太陽光だけで需要の大半を占める場合はその調整範囲をはるかに超える。主力である原子力発電をベース・ロードにするだけではなく、フランスのように、予見可能性を高め出力の制御の調整余裕がとれるような方法を導入する必要がある。

②現在の送電網には電力間の送電余裕はない

日本は電力会社地域内の送電網は充実しているが、所管地域外からの送電網は水力発電や原子力発電、石炭火力などが自社管内にないため、計画的に長距離の送電線を設置してきた。このように、これらはもともと自社内の送電能力確保を目的として設置したものであって、原子力発電をやめるのならともかく、再生可能エネルギー拡大のために利用するような余裕はない。

したがって系統の拡充も必要であるが、原子力のベース・ロード利用とともに負荷変動にも対応させて、系統増強の必要性を軽減することも考えるべきであろう。

③需要家を入れての調整

現在は家庭用の太陽光発電は余剰分を電力網に売却している。フランスでは冬季は電気温水器を夜間だけではなくピーク時にも使用する仕組みになっている。

日本でも、太陽光で得られた家庭の電力を系統に入れるのではなく、自家で使用（EVの充電、温水器）するか、あるいは蓄電する仕組みも考える必要がある。また大規模需要家に対しては、太陽光発電のピーク時に需要を促進するための値下げも考えられる。

6. まとめ

今回の与党圧勝という総選挙の結果を踏まえ、政府は原子力発電推進に自信を持ち積極的に開発を進めるように舵を大きく切り直すべき時が来たと認識すべきであろう。原発反対派は別として、原発推進をためらっている人たちには丁寧に日本の置かれている状況や自給率向上の必要性を説明すれば、分かって貰える状況になってきたと考えてはどうだろうか。以上に述べてきた通り、2050年という長期を見据えると、再生可能エネルギーと原子力を合理的に組み合わせたエネルギー政策への転換が望まれるのであり、このような大方針を打ち出すべき時は今しかないのである。