

気候変動問題を念頭においた持続可能社会とは？

- 今後、30年程度の間に何をなすべきか？ -

1 温室効果ガス濃度が安定するということはどういうことか？

IPCC が世界の第一線の科学者を結集して整理したところによれば、

大気中の温室効果ガス濃度が一定のレベルで安定化するには、究極的には、毎年大気中に排出される温室効果ガスの量と毎年海洋等に吸収される温室効果ガスの量が等しくなることが必要。

千年ほどの間は、最終的な大気中の温室効果ガス濃度が高くなれば海洋等に吸収される温室効果ガスの量も若干増加する。

今後、100年程度を俯瞰した場合、大気中の濃度がどの程度で安定化するかは、毎年の排出量と毎年の吸収量がバランスするところまで排出量が削減されるまでの間に大気中に蓄積された温室効果ガスの量に依存する。従って、より早く排出量を減らせばより低い濃度で安定化することになる。

大気中の温室効果ガス濃度を安定化するには、

450ppmで安定化の場合、30年間程度で排出量の着実な削減への転換

550ppmで安定化の場合、50年間程度で排出量の着実な削減への転換

650ppmで安定化の場合、70年間程度で排出量の着実な削減への転換

750ppmで安定化の場合、80年間程度で排出量の着実な削減への転換

1000ppmで安定化の場合、100年間程度で排出量の着実な削減への転換が必要。

但し、大気中の温室効果ガス濃度が高くなれば海洋に溶解得る温室効果ガスの平衡濃度が上昇するため、海洋の深層まで全て大気との新たな平衡濃度になるまで海洋中の温室効果ガス濃度が上昇するのに千年程度要する。この千年程度の間は一時的に、本来、生物圏や地殻等との自然の循環で吸収され得る量（産業革命前の年間吸収量）より多い温室効果ガスの吸収が期待できるということを忘れてはならない。

（参考資料1 参照）

2 温室効果ガス濃度を安定化するにはどうするか？

温室効果ガス濃度を安定化するには、究極的には、化石燃料への依存度を大幅に下げることが必要。

生活水準を高めながら、化石燃料への依存度を大幅に下げするためには、
少ないエネルギーで最大効果を得られる、効率的利用

- エネルギー利用機器の省エネ化の徹底 -

地球の炭素循環を損ねない再生可能エネルギーの割合を大幅に増加

- 再生可能エネルギー体系の構築 -

捨てられていたエネルギー資源を極力利用

- 我が国に導入された資源をシャブリ尽くす戦略 -

化石燃料は天然ガス等の排出原単位の少ない燃料のウェイトを高める

- 大胆な天然ガスシフト -

を行うことが必要。

は、従来から努力が行われてきたが、今後、 で稼げる量には限界がある。
我が国で遅れている で大きく稼ぐことが必要。

このためには、社会システムの転換が必要であるが、これを直ちに実現することは難しい。数十年後には、社会システムがそのようになるように、今からこのような方向で手を打っていくことが重要。

普及に時間を要するものは、今すぐにでも着手する必要がある。

一般に技術の開発着手から製品化までの実用化に 10 年が必要。さらに、技術が全国的に普及するのに 10 年は必要。今直ちに着手したことが 20 年後に十分効果をあげる。

住宅のように木造住宅でも普及に 30 年程度以上必要とするものは、今直ちに
行って、30 年後にやっと普及することになる。

3 地域からの取り組みの重視

脱温暖化型の社会システムへの転換は、上流からの対応も重要であるが、下流側からの対応も重要。地域のシステムとして横断的に見たときにも効果的に機能するシステムとして構築する必要がある。

上流側のシステムが旧弊に捕らわれ転換のペースが遅れるような場合には、地域からの取り組みで転換を進めていくのも一つの考え。

4 再生可能エネルギーのポテンシャルは？

- 捨てられていたエネルギー資源、利用されていないエネルギー資源はないか？ -

有機資源（バイオマス）のポテンシャルはどうか？

我が国に輸入される化石燃料は約 4.7 億トン。一方、我が国で生産される食料・飼料・木材等の有機資源は約 1.0 億トン、我が国に輸入される食料・飼料・木材等の有機資源も約 1.1 億トン（水分を除いた固形分として、国内生産分と輸入分を合計して 1.1 億トン）。有機資源は、木材は最終的には廃木材となり、飼料は、例えば牛肉 1 トンに飼料 7 トンが必要とされているように、多くの部分は廃棄物となる。国産・輸入により調達された有機資源 1.1 億トンの 5 割に相当する約 0.5 億トン（水分を除いた固形分）が廃棄物として発生している。なお、この中には、剪定枝、間伐材、稲わらなど最初から廃棄物として計上されている有機物も含まれている。

重量ベースで化石燃料の 2 割程度にもなる、これらの有機資源（バイオマス）は、利用可能なエネルギー量で 1281PJ（わが国の一次エネルギー利用の約 6%）という推定もあり、これをいかに低コストで有効利用できるかがポイントとなると考えられる。

（参考資料 2 参照）

太陽光発電、風力発電の見込みはどうか？

太陽光発電、風力発電は、地球に入射した太陽光から与えられる再生可能なエネルギーであり、脱温暖化の観点から非常に重要なエネルギーである。

太陽光発電のポテンシャルは、平均日射量と太陽光発電システムを設置できる住宅や建築物の屋根や屋上などのスペースによることになるが、日当たりの良い住宅・建築物のすべての屋根等に設置するとして、約 340 億から 690 億 kWh / 年という推定がある。風力発電のポテンシャルは、風況と建設可能な土地の確保を考慮し、約 40 億から 81 億 kWh / 年という推定がある。このように、太陽光発電、風力発電のポテンシャルは、電気事業者による発電電力量約 9200 億 kWh / 年の数% ~ 10% 弱になると推定されている。

太陽光発電の大幅な普及のためには、コストの低減（住宅用太陽光発電で 35 ~ 45 円 / kWh 程度）、住宅設備・DIY 製品としての普及や大規模設置事業の事業化など体系的な普及がポイントとなると考えられる。

風力発電は、1000kW 規模で 7 ~ 9 円 / kWh 程度と低コスト化が進んでおり、普及を確実に進めるためには、風力発電の商業化へのインセンティブを確保していくことが必要であると考えられる。

（参考資料 3 参照）

水素資源のポテンシャルはどうか？

水素は、基本的に水以外の物質が生成せず、電気と熱の形でエネルギーが取り出せ、将来、電力と並ぶ2次エネルギーの中心となる、エネルギーキャリアーとして注目されている。水素は、単体としては存在しないので、水、バイオマス、化石燃料などの水素源となる物質から製造する必要がある。また、従来のエネルギーシステムとは異なる新しいトータルシステム（製造、貯蔵、輸送、利用）を構築する必要がある。

水素は、燃料電池を用いて熱と電気を化学反応によって直接取り出すことができ、少ないエネルギーで最大効果を得るエネルギーの効率的利用、省エネルギーになるが、加えて、水素の原料を再生可能なエネルギーから製造することによって、二酸化炭素を実質的に排出しないシステムとすることができる。太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーを用いて水の電気分解により水素を製造することや、バイオマスを転換して水素を製造することで、二酸化炭素を排出しない水素エネルギーを供給・利用することになる。

また、鉄鋼、石油精製、ソーダといった製造プロセスからの副生水素は、カスケード的に利用できる水素資源である。その利用可能量は、約93億Nm³/年とされ、燃料電池自動車5万台、定置型燃料電池210万kWに必要な水素約73億Nm³/年を上回っている。このほか、アルミドロスやシリコンなどから化学反応により水素を得ることが可能である。特に前者については、約11億Nm³/年の生産ポテンシャルを有している。

水素は、化石燃料以外に上記のような多様な経路で製造できるが、再生可能エネルギーによる水電解及びバイオマス転換により製造した水素の導入をいかに進めるかが、水素エネルギー利用による脱温暖化のポイントとなると考えられる。

また、製造プロセスの副生水素や廃棄物系の水素を有効に利用し尽くすことも必要であると考えられる。

（参考資料4参照）

その他の再生可能エネルギーはどうか？

太陽光で誘起される自然現象の結果、利用できる再生可能エネルギーとしては、バイオマス、風力のほかに、水力、波力、海洋温度差エネルギーがある。また、太陽光発電と同じように直接的な利用ができる太陽熱利用がある。

これらのうち、ダムを必要としない中小水力発電が注目されるほか、近年新たな設置が減少しているが、太陽熱利用は引き続き利用可能なエネルギーの重要な選択肢であると考えられる。

【中小水力を中心に今後資料を作成】

5 天然ガスシフトの可能性はどうか？

天然ガスをどこで利用拡大すべきか？

わが国では、天然ガスは、約70%が発電（一般電気事業）、約30%が都市ガスに供給されている。都市ガスの約60%は産業・業務で、約40%が家庭（約2500万世帯）で消費されている。

二酸化炭素排出原単位の少ない天然ガスの利用拡大は、一般電気事業と都市ガスのそれぞれで行うことができる。一般電気事業における利用拡大は、大規模集約型のエネルギーシステムの上流側から効率的に二酸化炭素の削減を進めるというアプローチである。また、都市ガスの利用拡大は、ガスエンジン、燃料電池などのコージェネレーションによる分散型のエネルギーシステムの構築や、天然ガス改質による水素供給につなげていくというアプローチである。

前者は効率的に天然ガス転換を進めることができるという利点があり、上流側からの対策として進めるべきであると考えられる。

また、後者は将来的に水素エネルギー利用のインフラへの活用の可能性も含め、分散型システムの構築を進めることができるという利点があり、地域からの取組として進めることができると考えられる。

（参考資料5 参照）

天然ガスは調達できるのか？

世界の天然ガスの確認可採埋蔵量は156兆 m^3 、可採年数は約60年とされており（2002年BP統計）、IEAの見方では、2000年の需要2兆5千億 m^3 が2030年には5兆 m^3 になるが、資源の量は予測される需要増に十分見合うとされている。

また、わが国の現在の年間需要は約760億 m^3 であるが、オーストラリア、ニュージーランド、日本の3カ国合計で2000年の需要が1220億 m^3 から2030年に2430億 m^3 になると予測され、わが国の需要は、東南アジア、中東、オーストラリアからのLNGに加え、ロシアからの天然ガスの輸入、中東からのLNG輸入増により、需要増がまかなわれると予測されている（WEO2002）。

（参考資料5 参照）

6 エネルギーはシャブリ尽くされているか？

コージェネレーションの普及の見込みは？

コージェネレーションは従来捨てられていた発電時の排熱を有効利用し、電力と熱を高効率で利用するシステムである。コージェネレーションの導入は1986年頃より増加しており、近年では毎年コンスタントに400～450MWの導入がなされている。2003年3月末（見込み含む）の時点で、コージェネレーションは4515の施設で7,425台、合計6,504MWの導入となっており、日本全国の電力用発電設備の約2.5%に相当する。

コージェネレーションシステムの個別の導入は、機械関連産業、大規模店舗、病院などをはじめとして、今後とも進んでいくと考えられる。

しかし、コージェネレーションシステムをエネルギーシステムに本格的に組み込むためには、個別の導入に加え、電力と熱を合理的に供給・利用できる適切なサイズの集団・地域単位でまとめたシステムの構築が重要であると考えられる。

このような集団・地域単位でのシステムは、将来の水素エネルギー利用時の燃料電池によるコージェネにおいても有効であり、重要なシステムとなると考えられる。

（参考資料6 参照）

エネルギーの相互融通は拡大できるか？

余剰エネルギーとして利用可能な工場排熱は、2000年で1100PJ発生しており、一次エネルギー国内供給の約5%程度であるが、空間（需要地と発生地が近い）、時間（需要時期と発生時期がマッチする）、形態（需要側と発生側の温度帯がマッチする）等の需要と発生側での条件が一致しなければ、エネルギーとして利用することはできない。

排熱を無駄にせず利用し尽くすためには、排熱のカスケード利用を可能とする地域単位でのシステムの構築、熱利用のネットワークを形成することが必要になると考えられる。

また、長期的には都市の構造を排熱のカスケード利用を考慮したものにしていくことも必要と考えられる。

（参考資料6 参照）

エネルギー - 消費機器、自動車の省エネはどこまで進むか？

【産業、業務、家庭、自動車における省エネについて、今後具体論を検討】

7 新たなシステムを支える技術

エネルギー - システムを支える技術の開発状況は？

【上記の3から6の技術の別に整理する。また、分散型システムを支える技術についても整理する。】

エネルギー - 利用機器の開発状況は？

【産業、業務、家庭、自動車における省エネについて、今後具体論を検討】

8 地域からの取り組み

新たなシステムはどのように地域に展開されるのか？

検討の方向性として次のような論点が考えられるのではないかな。

- ・分散型のエネルギー供給・利用のシステムを地域において形成することが重要ではないかな。
- ・そのシステムの中では、地域のバイオマス、太陽光、風力などの再生可能なエネルギーを導入することが脱温暖化の観点からのポイントの一つになるのではないかな。
- ・また、電力だけでなく熱も捨てることなく利用するシステムとすることが脱温暖化の観点からのポイントの一つになるのではないかな。
- ・分散型のエネルギー供給・利用のシステムでは、気候などの地理的条件、バイオマス・工場等の排熱など地域固有のエネルギー資源の分布、都市の規模といった地域の条件に適した技術の適用、技術の改良をすることが重要ではないかな。
- ・その上で、再生可能なエネルギーの導入技術、水素利用技術などの基盤的な技術を融合し、電力と熱を効率的に利用する分散型のシステムを形成することを考えることが重要ではないかな。
- ・このとき、電力系統などの大規模集中型システムとの分担関係は、どのようにすることが最も効率的かを考えることが重要ではないかな。
- ・このようなシステムを既存の都市構造の中に中長期的に導入していく地域づくりは、必要な都市インフラ及びその整備手法を含め、具体的にどのように行うことが考えられるかな。
- ・このようなシステムの具体的な担い手は、地域の事業者、住民であり、これらを地方公共団体がコーディネートし、国がサポートしていくことになると考えられるのではないかな。

【今後、社会資本整備など上記以外の論点を含め、具体論を検討】

9 どのような手順で手を打つべきか

技術開発の手順

技術開発は、開発の目標を設定し、評価を行いながら進めることが基本的な手順として必要となるが、さらに、次のような視点・方向性が考えられるのではないか。

- ・ バイオマス、太陽光、風力、水素利用、省エネ機器などの分野別に技術によるブレイクスルーを図るという視点。
- ・ 個々の技術を融合した分散型のシステムを構築し、管理・運営する技術の確立を図るという視点。
- ・ 低コスト化を図る技術開発、小規模で適用できる技術の開発という方向性。
- ・ バイオマス、副生水素、廃棄物系資源の利用に見られるような、循環型社会と脱温暖化社会の両方を支える技術の開発という方向性。
- ・ 国際貢献、C D Mにつながる技術の開発という方向性。

【今後、主要な技術について具体的に検討する中で具体論を整理】

技術導入の手順

【資料 1 の検討の方向性に示した、ビジネスとして成立するような状況、技術導入が進む周辺システムをはじめ、今後、具体論を検討】

(参考)

表 各種未利用資源のエネルギー利用ポテンシャルの一覧(単位:PJ/年)

再生可能エネルギー種類		賦存量 (物理的潜在量)	利用可能量 (実際の潜在量)	備 考
バイオマス ^{*1}	木質系バイオマス	471	395	利用可能量分の物量:2,264万t(含水率15%)
	製紙系バイオマス	523	254	利用可能量分の物量:1,950万t(うち黒液分1,670万dry-t)
	農業残さ	141	84	利用可能量分の物量:739万t(含水率30%)
	家畜糞尿など	185	185	利用可能量分の物量:6,158万t(有機物量1,084万dry-t)
	下水汚泥	78	78	利用可能量分の物量:547万dry-t
	食品廃棄物	285	285	利用可能量分の物量:4,603万t (うち食品加工廃棄物有機物量1,236万dry-t)
太陽光発電 ^{*2}	1,352	338 ~ 676	利用可能量分の発電量:34,398百万 ~ 68,756百万kWh、 利用可能量分のパネル設置に必要な面積:282 ~ 564km ²	
風力発電 ^{*3}	556	40 ~ 80	利用可能量分の発電出力:250万 ~ 500万kW、 利用可能量分の発電量:4,047百万 ~ 8,094百万kWh、 利用可能量分の風車設置に必要な面積:470 ~ 939km ²	
余剰エネルギー(排熱) ^{*4}	1,138	37	賦存量:工場等からのガス・温水・固体の各排熱の合計 利用可能量:再開発地区(478地区)との需給マッチング 及び立地や建築物等の制約を考慮	
副生水素 ^{*5}	256	100	利用可能量分の水素量:92.7億Nm ³	

参考: 2001年度の一次エネルギー総供給量 23,385PJ

2010年度の新エネルギー供給目標 745PJ

*1 出所: バイオマスエネルギーの利用・普及政策に関する調査((社)日本エネルギー学会、平成14年)

*2 出所: 新エネルギー部会資料(総合エネルギー調査会、平成12年1月)より作成

*3 出所: 新エネルギー部会資料(総合エネルギー調査会、平成12年1月)

*4 出所: (賦存量) 工場群の排熱実態調査研究要約集((財)省エネルギーセンター、平成13年)

(利用可能量) 新エネルギー部会資料(総合エネルギー調査会、平成12年1月)

*5 出所: 平成12年度WE-NET第 機研究開発タスク1システム評価に関する調査・研究(NEDO、平成13年)