

未来を見通せるか？

エネルギーの持続可能性という観点から

(株)バックキャストテクノロジー総合研究所エクゼクティブフェロー 東京大学名誉教授 **安井 至氏**

東京大学大学院工学研究科博士課程修了、工学博士(1973年)。東京大学生産技術研究所教授、東京大学 国際・産学共同研究センター教授、同センター長を経て、東京大学名誉教授および国連大学副学長に就任。その後、(独)製品評価技術基盤機構 理事長・名誉顧問(2009～15年)、(一財)持続性推進機構 理事長・名誉顧問(2015～20年)を歴任し、2020年より現職。NEDO ICEFステアリングメンバー&未踏チャレンジPD、環境省中央環境審議会 総合政策部会委員、総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会委員長。



地球温暖化対策で、どのような社会にするのか

地球温暖化(=気候変動)対策は不可欠ですが、それを実行して「どのような社会にするか」が最も重要な政治課題であり、市民社会からどのように理解を得て合意を形成するかが極めて重要です。

そのために何を考えるべきでしょうか？一つは、未来のことなので時間軸をできるだけ長くとり、社会変化について合意を図ることです。「温暖化防止のためのエネルギー選択は?」「資源の枯渇に伴う価格上昇への対応は?」「偏在する資源をどの国から入手するのか?」「市民レベルの意識改革をどうするか?」などを広範に検討し、自治体や企業が主体的に合意形成の準備を進めることが大切です。

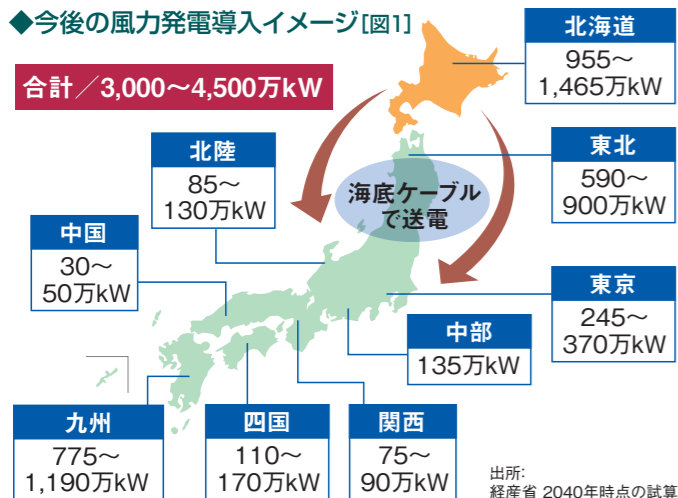
二つ目は、地球規模の課題ですから世界の動向を知ることが重要です。国際情勢を観るのはもちろん、できれば2～3名で自力の旅をして肌感覚でその国に触れることが一番です。私はこれまで55カ国を訪問し、そのうち37カ国を自分で運転しましたが、その経験から科学的な情報より文化的な背景を知ることが有用で、特に宗教によって生まれた国民性や物事の考え方に接するとその国への理解が深まります。

また、これらを自ら見聞することで日本の地勢や文化的背景が、いかに西欧社会と異なっているかも実感できます。

温室効果ゼロのエネルギー源は?

地球温暖化は化石燃料を燃やして出るCO₂やメタンなどの「温室効果ガス」の濃度が高すぎるのが要因です。では温室効果ゼロのエネルギー源というと、欧州や米国では「風力

◆今後の風力発電導入イメージ[図1]



発電」が主体になりそうです。特に西ヨーロッパの海を空から眺めると海上に生えているかのように風車が林立しています。これは遠浅の海であることに加えて偏西風が常に吹いていて洋上風力発電に適しているからです。

かたや大陸の東側の日本は、山脈によって偏西風が乱されるうえに海が深く、低気圧や台風の影響も受けやすい。そのため風力発電に適しているのは北海道ぐらいで、経済産業省は2030年までに北海道で発電した電気を海底ケーブルで首都圏へ送る案を公表しています。[図1]

もう一つ、主たるエネルギー源になるのが「水素」です。これは燃やしてもCO₂を出しませんから温室効果はありません。ただ純粋な水素は扱いが難しいので、発電や動力に活用するべく様々な分野で実用化に向けた研究開発が進められています。(具体的な事例などは、当会ホームページ「シープレス119号」エネルギー論をご覧ください)

2050年に何が変わり、何が求められる?

30年後の未来予想は極めて難しいのですが、日本は2050年に「カーボンニュートラル(CO₂排出ゼロ)」を宣言していますから、それをもとに想像してみましょう。

2050年の快適な日常【予想】

- エネルギーは電力(再エネと原子力)のみ
 - ・一部の地域で熱供給も(高温が必須の産業排熱の利用)
 - ・都市ガスやプロパンガスは無くなる?
- 給湯は地域熱供給と太陽熱温水器の併用
- ほぼ全戸で太陽光発電と大型蓄電池が稼働し、余った再エネの発電を随時蓄電して安価で利用
- 移動は電気自動車、AIによる自動運転で運転できない人でも自由にどこへでも行ける など

2050年の最悪のシナリオ【予想】

- 気候変動がさらに悪化し気温上昇が2℃になり、荒れた天候により大きな被害が続出
- 台風やハリケーン等が大型化し進路も予測不能
- 化石燃料は非常用備蓄を除いて使用不可に
- エネルギーのほぼ全てが太陽光と風力による不安定な電源となり生活にも影響が
 - ・自己防衛として家庭用蓄電池と電気自動車のバッテリー
- 長寿命でない家庭用蓄電池への投資が負担に など

いずれにせよ地球の不安定化を回避するには、あらゆる環境対応策を実施したうえで「化石燃料の使用をゼロにする」必要があります。ただ、非常用エネルギーとして自己放電する

性質のある蓄電池に頼るわけにはいかないので、貯蔵しやすい化石燃料がその役割を担うと思います。

また、地政学的にも文化的にも日本社会ならではの特殊性(例:宗教感の違い、リスクを数値化するより安心度を重視する国民性、政府に依存し過ぎる市民など)を認識したうえで2050年の在るべき姿を考えてください。他国と同じである必要はありませんが、日本の独自性を活かすと同時に世界的に不利になる要素は修正していくべきでしょう。

適応策の発見と必要な人材像は?

今後、人類は気候変動に適応して生存していくために、自然環境から災害、農林水産業、エネルギーのインフラ、医療・健康に至るまで広範な対策が必要となります。それには自然環境に対する高い感度を持ち、必須対策の発見や新たな発明・技術革新が不可欠であり、これらを担う若い人材を育てていかねばなりません。

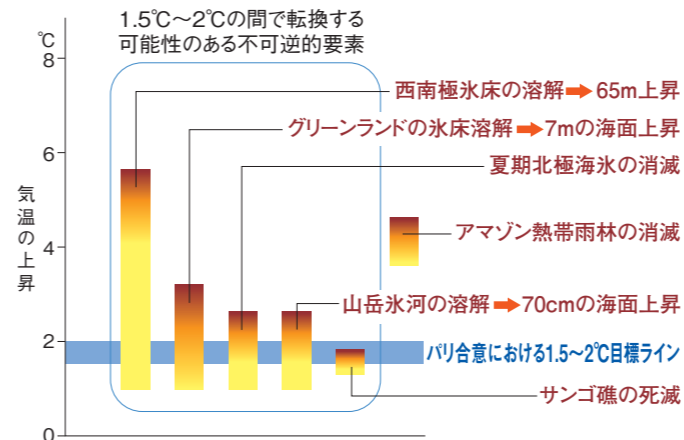
例えば、「他」に対して高い感度を持って様々に交流している人、バランスの良い情報収集能力がある人、自然に対して高い感度を持っている人、どうして環境が変化してしまうのかを知っている人、人類の歴史に関心があり何が正しいかを議論できる人、日本人の特性を十分に理解している人…こうした人材を育成することこそ世紀の大事業かもしれません。

パリ協定における「気候正義」を理解すべき

気候変動対策のターニングポイントとなったのは、2015年12月に国連で採択された「パリ協定」ですが、日本は対応に後れをとりました。その要因は、キリスト教国が打ち出した「気候正義(climate justice)」という概念を理解できなかったからです。西欧では、決して「望ましい未来」ではないが人類のために「実現しなければならない未来」なのだから、気候変動の抑制こそが「正義」と考えるのです。

気候変動の最大リスクは海面上昇で、気温上昇が海面上昇を招く⇒一度上昇した気温は低下しない⇒ひとたび上昇した海面は下がらない、という科学的知見に基づき、今世紀後半の「Net Zero Emission(CO₂排出ゼロ)」達成を掲げました。そして、巨大な資金力を有する機関投資家は、世界中の企業に対して「気候変動対策に有能な役員がいるか」を

◆気温上昇で起こる「元には戻せない事態」



チェックし、脱炭素化に消極的な企業には投資や融資をしないという姿勢を鮮明に打ち出したのです。

もちろん海面上昇は日本の国土にも大きな影響を及ぼします。人口が密集する大都市にも「海拔ゼロメートル地帯」どころかゼロメートル以下の低地が多数あり、海岸堤防の老朽化対策や高潮ハザードマップの整備が進んでいません。

万能のエネルギーはなく「大量・偏在」は高リスク

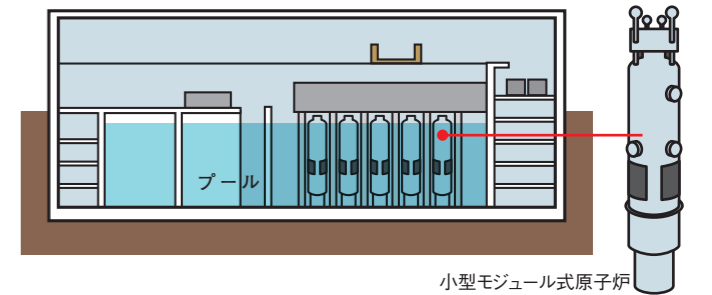
海面が上昇しないよう気温上昇を抑えるためのエネルギー源は、「太陽光・風力」などの再生可能エネルギーを主体にせざるを得ないでしょう。ただし、これらの電源はゆらぎが非常に大きく不安定のため、電力の安定供給を維持するには、「発電量の制御と蓄電の能力強化」が必須となります。

発電量の制御能力を強化するには、水力発電を増やすのはほぼ無理なので、当面はアンモニア(水素)混焼による火力発電が原子力発電が現実的です。

原子力発電については、福島原発の事故を教訓に、非常時にも追加の冷却水や電源などを必要としない「小型原子炉(SMR)」の開発に各国が力を注いでいます。格納容器ごとプールに入れて稼働させる方式で、出力が30万kW以下と小さいため、事故が起きた場合でも非常用電源や追加の冷却水がなくても、炉心を冷やして停止できる仕組みです。

また、日本の保有するプルトニウムが50トンを超えて問題視される中で、小型原子炉はプルトニウムを消費させる「高速減容炉」としての利用も考えられています。

◆小型原子炉のイメージ



蓄電能力の向上については、太陽光発電の普及に見合うだけの家庭用蓄電池の能力とコスト低減の促進を急ぐ必要があります。

いずれにせよ世の中に万能のエネルギーは存在せず、特定のエネルギーが大量かつ偏在していると災害など非常時への対応が難しいため、多様な電源をバランスよく配置することが肝要です。

結論

- 今世紀は300年以上続いた「化石燃料」から離脱し、新しい「人類(エネルギー)文明」をつくる期間。
- それを実現するキーワードは「我々は変わる」という覚悟と強い意志。「どのように変わるか」それは「地球全体の2030~2080年の状況を予測しつつ考える」しか方法はない。
- 日本人は一般に、未来を読み自分を変えることが苦手。企業も政府も保守的だが、こうした苦手を克服して明るい未来を描けるかが最大のチャレンジとなる。