

1. 持続可能な地域社会の物的構成 ー2012年バージョンー

水谷 潤太郎

土木学会フェロー（〒222-0024横浜市港北区篠原台町36-20）

E-mail: QZF02502@nifty.ne.jp

日本政治の停滞とも相まって、地球環境問題の解決への取組は足踏みしている。その打破を目指して、原子力の評価、永続エネルギー源、水素エネルギー社会など検討し、電力網とガスパイプラインの二重体制が持続可能なエネルギーシステムの基幹であることを示した。

また、災害がれきの処分、除染、海洋保護区など新たな地球環境問題も考察した。

さらに近年の「安全・安心」志向に警鐘を鳴らし、こうした他人依存のメンタリティーから、環境リスクを主体的に選択していく生き方へ、転換していくことを求めた。

本論文の手法であるシンセシスについても考察を加えた。

Key Words : *sustainability, hydrogen energy society, pipeline, disaster wreckage, risk*

1. はじめに

2011年3月11日に起きた東日本大震災&津波及びそれに引き続く福島第一原子力発電所の水素爆発事故（以下GEJET&FNPA=Great East Japan Earthquake & Tsunami and Fukushima Nuclear Plant Accidentと言う）から1年半が経過した。ようやくその評価も定まってきており、原子力発電所も一部が再稼働し、あるいは中立性が強化された原子力規制委員会も発足することが決まるなど、一定の回復も見られるが、国民の対原発嫌悪感は依然として根強いものがあり、なお予断は許されない。

こうした反原発の世論に右往左往する日本政治の混乱のため、地球環境問題解決への取組は進展せず、温暖化対策への無関心など、むしろ後退している面もある。筆者は昨年9月の地球環境シンポジウム¹⁾で、GEJET&FNPA後の時期に、今後構築すべきエネルギー等インフラシステムについて考察し、その後多くの方々と議論を積み重ねてきた。その内容は一部の識者には浸透しつつあるが、依然として多くの人々の知見とはなっておらず、地球環境問題への取組の遅れを押し戻すことはできなかった。そこで今年も、この課題のさらなるビジョンを提示し、温暖化対策などの進展を期したい。

具体的には、まず今後構築すべきエネルギーシステムについてビジョンを提示する（3章）。原子力への対応方針、火力発電の効率向上とガスパイプライン、水素エ

ネルギー社会が検討され、これらを包括的に示すエネルギーインフラ図（2012年7月）が示される。

エネルギー関連以外に、現在までの間に新たに提示された地球環境問題についても、見解を提示する。こうした事項には、海洋保全区域の設定、災害がれきの処分、除染などがある。またGEJET&FNPAからの復興を契機とした住民の集団移転事業とコンパクトシティについて、生態系保全と国土づくりの観点から考察する。これらと3章の内容を踏まえて、持続可能な地域社会の物的構成（2012年7月）を提示する（4章）。

GEJET&FNPAとそれからの復興の過程で明らかになったのは、日本国民の間で「安全・安心」志向がまん延していることである。しかし、こうした他人依存の甘えの構造から脱却し、環境リスクを主体的に選択していく生き方への転換が求められる。このことについては5章で検討する。

6章では、本論文の評価と暫定的なまとめを提示する。

本論文のアプローチ手法はシンセシスである。2章で解説する。

2. シンセシス型論文の提示方法

ある対象存在が持続的に進化するには、統合的知性のループを経なければならない。地球環境問題もまた同様の轍を踏む。吉川がこうしたループを提示している²⁾。

それによると、自然・社会・マーケットなどの対象存在の状態が観察者に観察され、特徴点が抽出される（アナリシス）。観察者はこうした特性を、アナリシス的あるいは観察的論文などで、構成者（設計者）に指摘する。構成者は、設計的あるいはシンセシス的な論文などの中で、多数の観察者からの指摘事項に基づいて、対象存在の持続的な進化を図る解決策を創り出し（シンセシスし）、行動者に助言として与える。行動者は多くの助言の中から適当なものを選択し、これに基づき必要な行動をとる。この行動を受容した対象存在の状態は変化する。この変化した対象存在の状態が再び観察者に観察され、持続的な進化のループが再起動する。

地球環境問題に関しては、過度に多くの観察者が存在するが、構成者（設計者）は極めて少ない。本論文は、この構成者の役割を引き受けるために作成された。

筆者は構成的（シンセシス的）な論文の作成方法について提案している³⁾⁴⁾。つまり、ビルや下水道の計画・設計手法にならって、まず基本となるコンセプト案を提示し、各方面からのチェックに基づいて、繰り返し修正を加える、というものである。こうしてシンセシスの結果が進化により創出され、正当化される。

本論文では、昨年に地球環境シンポジウムへ提出した論文⁵⁾を叩き台として、必要な修正を加え、持続可能な地域社会の物的構成（2012年7月）として4章に提示する

3. 今後構築すべきエネルギーシステム

福島第1原子力発電所はGEJET&FNPAにより打撃を受け、水素爆発により放射性物質が広範囲に撒き散らされた。原子炉の安定的な冷温停止に到るまでに長期間を要した。このため、原子力発電所の安全性に疑問符が投げかけられ、脱原発の世論が勢いを増した。すべての原子力発電所の運転が停止させられた（2012年6月15日現在）。

しかし、エネルギーインフラの形やその需給構造は急に変更することが出来ないものであり、エネルギー供給を確保し、電力費を抑え、温暖化ガス排出を削減するためには、原子力発電所の早期の全面的な再稼働が必須である。現在、一部の原子力発電所が再起動され、中立性が強化された原子力規制委員会も発足するなど、一定の回復も見られるが、国民の対原発嫌悪感は依然として根

強いものがあり、なお予断は許されない。

こうした情勢を踏まえて、これからの数十年～数百年間の中長期的な原子力エネルギー政策を構築する必要がある。

(1) 今後数十年～数百年間の中長期的な原子力エネルギー政策

第一に、先端的な技術を用いて格段に安全度を高めた原子力発電所を、日本では、今後数十年～数百年の中長期間、基幹電源として使用継続する必要がある。その理由は以下のとおり¹⁾：

(a) 原子力はコストが安く、エネルギー安全保障を強化し、同時に温暖化ガス排出も抑制できる、極めて優れたエネルギー源である。5年以内にすべての原子力発電所を停止すると、2020年には、日本の燃料費は年間4兆5千億円（国民一人当たり約4万5千円）増加し、温暖化ガスの排出量は年間2億5千万トン増加すると、試算されている⁶⁾⁷⁾。原子力発電所が停止すると、天然ガスなどの購入交渉で、日本の交渉力が低下する。さらに2017年には、既存の火力発電所・工場・ビルなどから排出される温暖化ガスだけで、温度上昇を2℃以下に抑える排出枠は満杯になると指摘されているので、原子力の増強などでカバーしていく必要がある⁷⁾。

中西⁸⁾は、（現状の）原子力発電のリスクは地球温暖化のリスクより大きいようなので、日本のような国土狭小で人口稠密な国では、原子力発電から撤退して、当面は化石燃料によるべきだと、指摘している。しかしこれは、より安全な原子力発電を実現して、地球温暖化のリスク削減にも取り組むべきことを排除しない。

(b) 核廃棄物に含まれているプルトニウムは価値ある国内産エネルギー源である。

(c) 近年、世界中で原子力発電所の急速な能力増強が図られている。この廉価なエネルギー源から単独で離脱することは、日本の経済的な国際競争力を損なう。

(d) 関係者はGEJET&FNPAから大きな教訓を学んでいる。今後は格段に安全な原子力発電所を造ることが期待される。彼らに活躍の場を与えないことは、特に原子力の平和利用の面で、世界的な損失である。

(e) 原子力発電所の事故は周辺地域に非可逆的な損害を与えるものではない。表土を上下転倒することで、放射性セシウムを除染することは可能である。放射性セシウムの半減期は30年と短く、未来永劫有毒な有機水銀や有機塩素化合物に比して、相当弱い毒性であると考えられる。現在までに、GEJET&FNPAによる、放射線による死亡は1件も報告されていない。累積線量100mSv以下では、放射線によるがんの増加は極めて僅かであることが指摘されており⁹⁾、この知見に基づく政府の規制により、

人々の健康は十全に守られる。現下では、人々の原子力発電所事故による損害に対する印象は、極めて過大評価されたものであり、この感情に基づく脱原発の主張は言い過ぎである。

第二に、今後数十年～数百年の中長期間、どのような原子力発電プラントをどこに設けるのか検討する必要がある。核廃棄物の処分方法も決めなくてはならない。原子力発電プラントの耐用年数と再構築の手続きも決定する。さらに、超長期間あるいは恒久的なエネルギーシステムへの遷移についても考慮しなければならない。

新規の原子力発電所は、人口が希薄で、巨大地震の震源から遠く、巨大津波の記録が見つからない地区に設ける必要がある。日本では、オホーツク海沿岸、鳥取・島根県などが候補地だと言われている¹⁰⁾。今後、日本の人口は減少に向かうので、こうした地区は増えることが期待される。居住人口がほとんどなくなった福島原子力発電所の周辺地区も、候補地だと考えられる。

新規に設置される原子力発電所は、当然、より安全なものでなければならない。現在、AP1000（ウェスティングハウス社）やEPR（ヨーロッパ加圧水型原子炉）が提案されており、全電源喪失時にも自動的に供給される水により冷却を継続することが可能だとされている。自然循環除熱が開発されている¹¹⁾。

こうした安全度が向上したプラントは、当該地区が希望するなら、既存施設の更新としても設置が考えられる。原子力発電所は地域開発の基盤施設であり、多くの地区がその設置を希望すると考えられる。

核燃料サイクルについては、既に技術的知見が蓄積されていることから、高速増殖炉が依然として主要施設である。現在までのところ高速増殖炉の安全対策は、けして破壊に到らないことを目標として推進されてきた¹²⁾。しかしこれからは他の目標として、プラントが破壊に到っても、なお破局には到らないことを目指すべきであろう。ナノ粒子を添加してナトリウム熱媒体の化学活性を抑制する技術が開発されており¹³⁾、後者の安全度を向上させると考えられる。

同時に、より安全だと言われるトリウム熔融塩炉の開発も進めるべきである¹⁴⁾。このシステムは、高速増殖炉に匹敵する、300年以上というサービス可能年数をもっている。またこのシステムは、トリウム熔融塩を熱媒体／燃料に用い、水素をまったく発生させないので、安全度が高い。その運転に際しては、プルトニウムを発火剤として用いるので、核廃棄物の減少にも役立つ。

上記の原子力発電施設は新規のあるいは既存のサイトに設置される。

高レベル放射性廃棄物を含む核廃棄物は、原子力発電

所が立地する地域内で処分することをめざす。こうした廃棄物を外部に搬出することは困難であろう。高レベル放射性廃棄物は、原子力発電所近傍の厳正自然保護区域の地下に埋設することが考えられる。放射性廃棄物の処分地と厳正自然保護区域はどちらも立ち入り禁止であるので、同一の土地に設置するのが有益である。これから新規の原子力発電所は人口の希薄な地区に設けられるので、こうした核廃棄物処分地～厳正自然保護区域をその近傍に設けることは相当容易になるであろう。

原子力施設の耐用年数と再構築の手続きであるが、土木建築構造物や送電設備などは恒久的に用いることが考えられる。プラントなどの施設の耐用年数は暫定的に40年とされているが、それ以降必要に応じて、順次更新していくことになる。周辺の地域コミュニティが既存原子力発電所の継続を希望しない場合には、耐用年数経過後、こうした施設は解体される。こうしたプラントの発電能力は、新規サイトに引き継がれていくことになろう。

数百年の年月で考えれば、ウランやトリウムなど原子燃料の枯渇は避けられない。核融合や宇宙太陽光発電あるいは全面的な再生可能エネルギーの利用などが、核分裂を利用する原子力発電所に代替する、恒久的なエネルギー源の候補であると言われている。核融合プラントについて言えば、原子力発電所と同様のシステム形状を有しているので、既存原子力発電所に隣接して設置することが考えられる。他の恒久的エネルギー源が選択された場合には、原子力発電所の競争優位性が無くなったことを意味するので、原子力発電所は順次解体されていく。しかし、核廃棄物の処分とその後の監視は、数千年に及ぶ管理を必要とする。植物工場技術を用いた大規模食料生産基地を、この処分地の近傍に設けることを提案したい。この植物工場は、核廃棄物から発生する膨大な崩壊熱をプラント内部の加温に利用する。

(2) 既存火力発電所をトリプル複合発電システムなどで効率アップし、ガスパイプラインのネットワークで結合する

人々の原子力発電に対する嫌悪感は依然として増大しており、今後、逆風が強まることが懸念される。地球温暖化対策がこうした感情により遅延されてはならない。現下では、当面の方針を打ち出す必要がある。

こうした他の方策も含んで、今後構築すべきエネルギーインフラシステムを図-1に示す。以下、本図について説明する。

金子¹⁵⁾は、天然ガス焚きあるいは石炭ガス化のトリプル複合発電システムにより、火力発電所を代替していくことを提案している。トリプル複合発電は、固体酸化物型燃料電池（SOFC）＋ガスタービン＋蒸気タービンの組

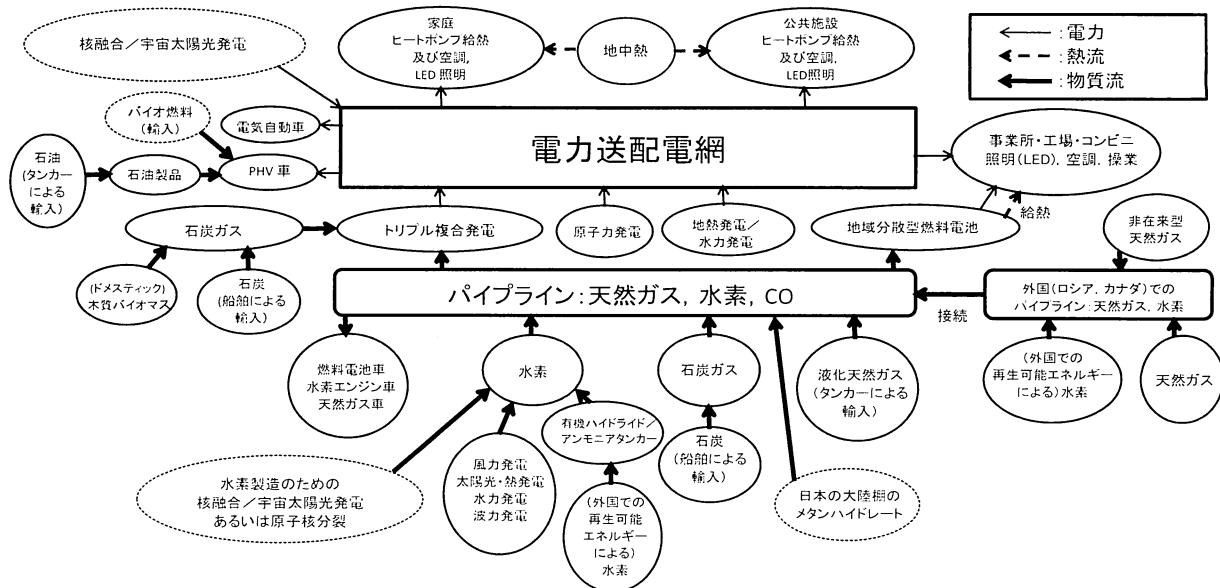


図-1 今後構築すべきエネルギーインフラシステム (2012年7月)

み合わせで、天然ガスや石炭ガスを燃料として行う火力発電で、発電効率は天然ガス燃料で65%、石炭燃料で55%になる。日本の平均的な火力発電の効率は39%であるから、発電量当たりの燃料消費量、したがって炭酸ガス発生量は3割から4割減少する¹⁶⁾。原子力が抑制され、再生可能エネルギーが頼りにならない現下では、温暖化対策としてもこの方策を進めるべきとされている。

この方策により当面の温暖化対策に対処できる。2007年度の1次エネルギー供給のうち石炭+天然ガス+LPGの占める割合は合計23+19+3=45%であり¹⁷⁾、その30～40%が削減できれば、エネルギー供給全体では15%程度は削減できる。

この発電方式のメガワット当たりのコストは、各種の再生可能エネルギーの発電コストに比して1/2～1/5と、低廉である¹⁸⁾。

天然ガスだけでなく石炭ガスも燃料とするのは、天然ガスは世界的に需要が急増しているの、こればかりに頼るのは危険であり、比較的豊富かつ低廉な石炭の活用を併せて行うべきだからである。

GEJET&FNPAでは、原子力発電所だけでなく火力発電所も大きな打撃を受けた。この場合も、地震による被害より津波によるものがはるかに甚大であり、火力発電所の立地について検討が必要である。火力発電所を内陸に設ける場合には、天然ガスなどを輸送する手段が必要であり、パイプラインの充実を図る必要がある。こうしたパイプラインは全国的ネットワークにまとめ上げるとともに、適宜地下貯蔵施設なども設け、災害時のガスエネルギー安全保障を確保する¹⁹⁾。

ただしこれは、パイプラインを各家庭まで限なく連結する、現在のガス管網を推奨しているのではない。各家庭や公共施設では、(地中熱・空気熱)ヒートポンプを利用した給湯や空調による、オール電化方式とすべきであろう²⁰⁾。パイプラインからのガスで地域分散型燃料電池により給熱と給電を行うのは、事業所・工場・コンビニなどに限るべきである。各家庭まで電線とパイプラインのエネルギー二重供給体制を維持するのは無駄である。

上記パイプラインは国内に限るのではなく、ロシア(シベリア)あるいはアラスカ・カナダまで接続することが考えられる。こうすればシベリアの天然ガスやカナダの非在来型天然ガス(シェールガス²¹⁾)などをより廉価に入手できる可能性がある²²⁾。ロシアは、従来からのEUや中国以外に、新たな顧客を得ることができるので、日本へのガス輸出を強く望んでいると言われている²³⁾。

(3) 水素エネルギー社会

温暖化対策はさらに進める必要があり、また数百年オーダーで考えれば、原子力や天然ガスも枯渇することは明らかである。一つのオプションは、長期的に、再生可能エネルギーでほとんどすべてのエネルギー需要をみたすことである。再生可能エネルギーをうまく利用するためには、水素エネルギー社会を構築することが望ましい。再生可能エネルギー等を用いて水素を作り、前項で天然ガス輸送のために構築したパイプラインを兼用して輸送し、火力発電(トリプル複合発電)や固定式燃料電池あるいは燃料電池車・水素エンジン車に用いることが考えられる²⁴⁾。このシステムでは、再生可能エネルギー(風力や太陽光)などの不安定電源を接続する場合でも、電

力系統の安定化を図るための電池による電力貯蔵²⁹⁾を削減することができる。水素燃料を輸送するパイプラインは巨大な貯留容量をもつので、一種の巨大な蓄電池であると見なしうる。

しかし、地熱発電や水力発電などの安定的な再生可能エネルギーは電力網に当然接続できる。

上記パイプラインを通じて、シベリアやカナダの水力や地熱など、比較的廉価な再生可能エネルギーを、水素の形態で得ることができる。

パイプラインを通じて水素を送れない場合には、有機ハイドライドタンカー等で輸送することが考えられる²⁹⁾。あるいはアンモニアの形態で輸送する²⁹⁾。後者は、オーストラリア等サンベルト地帯の太陽熱水分解水素を輸送する媒体として構想されている²⁹⁾。

もちろん当初は、再生可能エネルギーから水素を得るのは高くつくことが懸念される。そのため、天然ガスなどの化石燃料から水素を作りだすことが考えられる。現在でも、既にこの方法でアンモニアが生産されている。

再生可能エネルギー由来の水素を順次それに加えていく。

核融合や宇宙太陽光発電も、再生エネルギーと並んで、恒久的なエネルギー源であるとされている。こうしたエネルギー源が実現した場合には、電力送配電網に接続するか、あるいはこれらのエネルギーで製造された水素をパイプラインに注入することが考えられる。後者の場合には、こうしたプラントを遠隔地に置くことができるので、その設置への地元同意を得ることが容易になる。もちろん、この方法は核分裂原子力エネルギー利用の場合にも応用できる。

太陽光などの再生可能エネルギーの利用は生態系保全や農業と土地利用の面で相互にぶつかり合う。稠密な土地利用が行われている日本国内では再生可能エネルギーに頼り切ることはできない。しかし上記のようにして再生可能エネルギーの輸入が可能となれば、この問題は解決し、再生可能エネルギーの活用により温暖化対策が格段に進展する³¹⁾。

電力系統とパイプラインの二重システムは、不安定な再生可能エネルギーを受け入れて、過度に情報システムの利用に頼らずに、その効率的な利用を可能とする。そのため、現在のスマートグリッドシステムに比して、よりITテロに対し安全であり、また消費者などのプライバシーを守ることができる。

(4) その他

間伐材などのバイオマスもガス化して、火力発電所の燃料とすれば、さらに温暖化ガス発生量を削減できるとされている。

国外から輸入するバイオ燃料により、将来的にはHV車

やPHV車の燃料として、石油製品を代替することが考えられる。このことにより、さらに温暖化ガスの排出が抑制される。

電力網とガスパイプラインの二重システムは、エネルギー安全保障上一つの弱点を抱えている。つまり政治危機時などに限られたエネルギー備蓄しか有していないということである。また、災害時などにユーティティが途絶すると、液体燃料などに比してリカバリーが難しいことも懸念される。パイプラインには地中ガス備蓄も組み込まれているので、前者の問題は対応可能であるとも考えられるが、後者については、当面は石油備蓄を活用することもやむをえないだろう。しかし長期的には脱石油は避けられないので、太陽光やミニ原発あるいはバイオディーゼル自家発電設備や有機ハイドライド備蓄などを、適宜配置することも検討すべきだろう。

日本の大陸棚には大量のメタンハイドレート資源があるとされている。これが開発されると、安定的な天然ガス源となることが期待される。

日本は、その専管水域に巨大な海面を有しているので、そこで再生可能エネルギーを得よう努力すべきだと言われている。しかし日本周辺の海洋は極めて深いので、それは技術的に困難度が高いとされている。国外からの再生エネルギーの輸入と慎重な比較が必要である。

日本には多くの揚水発電の適地があり、化学電池に比して廉価な貯電能力を提供することが期待される²⁹⁾。中小規模の発電と同時に、こうした揚水発電設備をダムに設けることは、再生可能エネルギー開発の新たな取組の一つである。

パイプラインを用いてガスの形態でエネルギー輸送することにより、長距離送電線に大量に必要とされる銅の使用を抑制できる可能性がある。銅から鉄への資源のシフトが行われる。

自己熱再生技術により、化学プラントなどの熱エネルギー消費は1/5～1/20に減少するとされている³⁰⁾。このシステムは、燃料の燃焼や加熱なしに、熱の循環利用を可能ならしめるものであり、加熱炉やボイラーをコンプレッサーや熱交換機で置き換えようとするものである。このアイデアはエクセルギー再生原理を応用するものであり、エネルギーカスケディングよりも本質的に優れている。このシステムはほとんどすべての熱プロセスに適用可能であり、エネルギー需要をドラスティックに削減するものである。

熱交換機の効率は地中熱の利用により大幅に向上し、省エネルギーとなり、温暖化ガスの排出を抑制する³⁰⁾。地中熱ヒートポンプシステムには、水・不凍液を循環するクローズドループシステムと、地下水を利用するオープンループシステムの二つがある。クローズドシステム

を利用した東京スカイツリータウンでは年間炭酸ガス排出量48%削減、オープンループシステムを利用した高崎地域冷暖房で年間炭酸ガス排出量24%削減と報告されている。オープンループシステムは、井戸を掘れば良いだけなので、設置がより容易であると考えられるが、地下水利用の規制緩和が必要である。

4. 持続可能な地域社会の物的構成 (2012年7月)

(1) この間提起された新たな地球環境問題

昨年の地球環境シンポから今年までに、新たに提起されたエネルギー関連以外の地球環境問題として、災害がれきの処分、除染、住民の集団移転事業とコンパクトシティなどがある。また、海洋保全区域の設定も昨年始められた。

GEJET&FNPA災害のがれきについては、リサイクルを優先して対策が進められてきた²⁹⁾。このため、がれきがなかなか片付かないという問題が発生した。また、木質がれきなど焼却処理を主体に進められたものもあり、地球温暖化対策面で問題を残した。これに対し宮脇³⁰⁾あるいは造園学の立場から³¹⁾、震災がれきを利用して海岸部に防潮堤を築き、上部にはタブなど植栽して鎮魂の森&森の防波堤とすることが提唱されている。コンクリートがらや木質がれきなどは防潮堤の基盤とするのである。この方法だと、危険物・有害物や金属などを回収するだけで、がれきのすみやかな処分が可能になるので、優れた方法であると考えられる。学会会議でも、災害廃棄物も県内処理が原則であるとしている³¹⁾。

また今後は、どうしてもリサイクルすべきものと、どちらでもいいものと仕分けすることも求められよう。

国際放射線防護委員会(ICRP)は広島、長崎の疫学調査などをもとに、累積100mSv以下の放射線を浴びても、発がんの増加は極めて僅かであると指摘している³²⁾。経年的な放射線量の低下も考慮して、年間20mSv以下の地区を居住するゾーンであると、政府は指定している。なお、南相馬市小高区の警戒区域内で事故後105日間飼育され続けていた原種ブタの生殖機能を調べたところ特記すべき異常はなく、現在までに5頭の母豚が51頭の子豚を出産していると報告されている³³⁾。

学会会議³³⁾では、こうした知見をまとめ、放射能対策の指針を提言している。当然のことではあるが、高線量地区では、除染を継続して低減化を図らないと、100mSv以下の累積放射線量とはならない。したがって除染を継続して、住民が早期に帰還できるようにすることが求められる。

あるいはこうした土地は国が買い上げて、国有地とす

ることも考えられる。この場合は除染を行わず、こうした土地は放射性廃棄物の処分地や新規の原子力発電所のサイトとすることが考えられる。

除染後の土砂などは、現地で地中に埋設するのが、土壌の放射線遮蔽力を有効利用できるのでベターであると考えられる、あるいは先に述べた、がれき利用の防潮堤の基盤に利用する³⁴⁾

従来より筆者は、コンパクトシティや植物工場による省土地効果で陸域の生態系を保全することを提唱してきており、GEJET&FNPAからの復興にあたっても、この精神は貫かれるべきである。住民の集団移転にあたっても、移転後の土地は鎮魂の森の構築や三陸地方の国立公園としての再編など、緑地・生態系化すべきである。

2011年3月には海洋生物多様性保全戦略が環境省により策定されており、海洋保護区の充実とネットワーク化の推進が求められている。本文においてもこの点を織り込んでいく。

昨年の第19回地球環境シンポジウムで提出した論文に対し³⁵⁾、本章までの検討結果を加味したものが、図-2に示す「持続可能な地域社会の物的構成図(2012年7月)」である。そのポイントは以下のとおり。

なお本論文においては、地域とは数十Km四方の比較的広い面積を占める領域であり、日本では「県」に相当する、地区とは地域より相当狭い領域である。

(2) 持続可能な地域社会の物的構成 (2011年7月)

a) 食

水田で人間の食用米だけでなく、飼料米や飼料稲などの飼料用穀物も栽培して、食料自給率を高める。残りは海外から輸入し、低廉な食料価格を享受する。なお、日本はこれから人口減少し、地球温暖化の効果で二期作可能地帯が増えるので、長期的には食料自給が可能であると指摘されている³⁶⁾。

消費者に米消費の拡大を訴える。併せて、食品残渣が減るような食生活を確立するよう働きかける。

バイオ燃料については、セルロースを用いた、食料を原料としないものを開発・普及する。

マーケット志向型の植物工場を推進し野菜や果樹などの企業的生産を行う。国内向けだけでなく輸出産業化も推進する。このさい農業用ロボットを開発し生産性の向上を図る。津波で浸水した農地についても、塩抜きせずに利用できる人工土壌を用いた植物工場の活用を図る³⁷⁾。

食料安全保障は備蓄の増強により対処できる。遺伝子組み換え技術も含むバイオテクノロジーと(自然光利用型の)植物工場を組み合わせた先端的な農業技術を確立しておき、非常時に拡大・展開して食料安全保障を確保する方策も、併せて検討する。

(改善後)

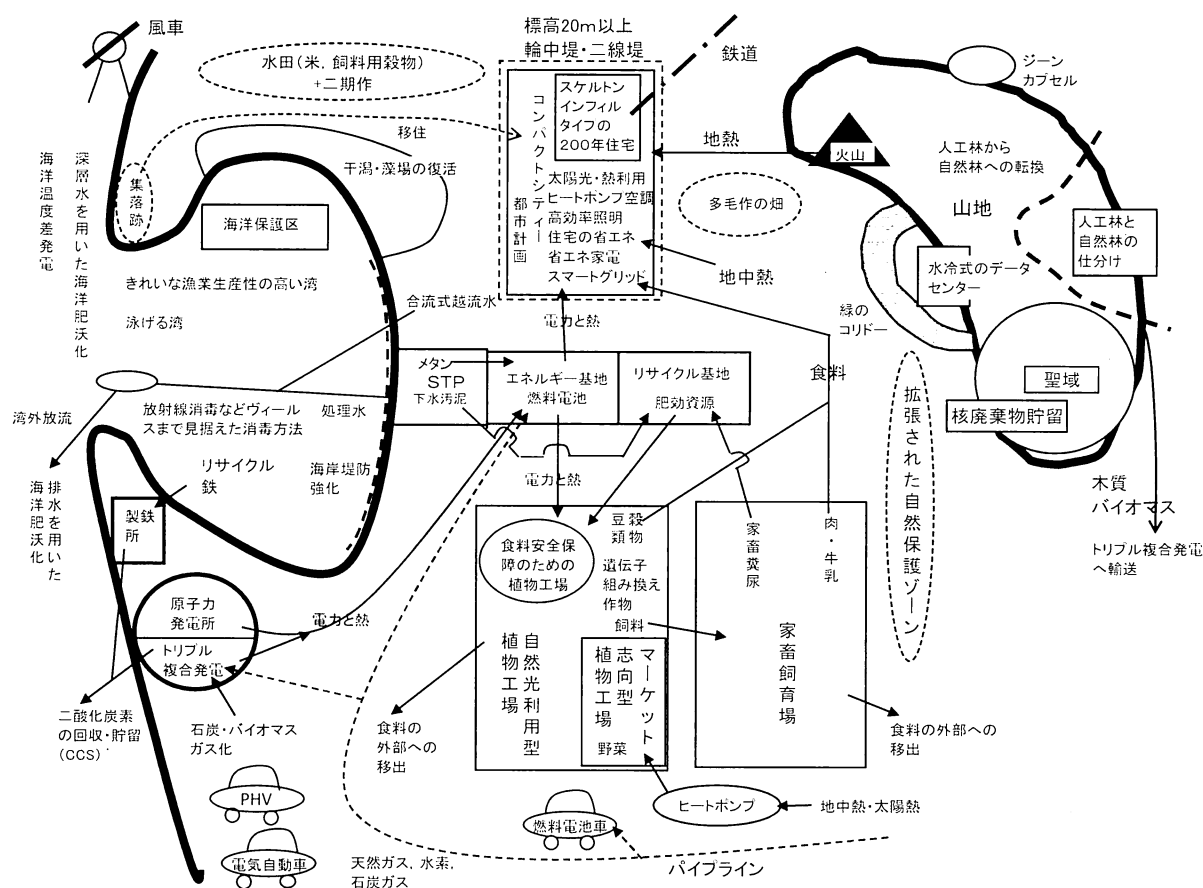


図-2 持続可能な地域社会の物的構成図 (2012年7月)

植物工場の利用や二期作・二毛作などにより食料の単収を飛躍的に高め、農地の拡大を防ぎ、あるいは休耕地の一部を自然生態系や森林に戻す。

漁業資源の持続的利用を図るため、広範な魚種に対し科学的調査に基づく漁獲量の上限を定め、厳格に守らせる³⁵⁾。特にGEJET&FNPAで三陸の漁業が壊滅している現下は、こうした改革を実施するチャンスである。長期の休漁や減船には保障を行う。

漁業資源の増殖を図るため、深層水を活用して海洋肥沃化を行う。また湾の水質を改善し干潟や藻場を復活して、内湾漁業を振興する。

下水処理水などの栄養物質に富む排水は、湾内外の栄養物質を必要としている地点に個別に配給するようにし、資源の有効利用を図るとともに、富栄養化や海洋汚染を避ける³⁶⁾。その際、衛生面に配慮する必要があるため、放射線消毒など、ヴィールスまで見据えた方法で排水を消毒する。

b) 住

市街地は一点集中型でないコンパクトシティ³⁷⁾にまとめる。そうなるように都市計画で誘導する。こうすれば、福祉、上下水道あるいは交通などのサービス効率がよくなり、居住のエネルギー効率も向上する。また近傍にオープンスペースを確保できるので、良好な住環境を保てる。

コンパクトシティは安全な土地を選んで立地できるので、防災(洪水・土砂災害・地震・津波・高水)の観点からも有利である。限界集落などの防災上問題のある地域から移住を進める。GEJET&FNPAの教訓に鑑み、コンパクトシティは20m~30m以上の高度を持つ丘上、あるいは二重堤や輪中堤の内側に設ける。

地域社会に誰でも低廉に居住できるようにするため、例えばスケルトンインフィル型のアパートを整備する。スケルトン(外枠)部分は長期の利用が可能であり、随時インフィル(内装)部分を変更して居住者のニーズに応える。こうして200年住宅など、住宅の長期利用が可

能となる。このアパートにはエレベーターを設置し、高齢者に便宜を図る。

高効率照明と照明制御・複層ガラスや外断熱など住宅の省エネを進める³⁸⁾。併せて、都市計画でRC造りのアパートを促進し、一戸建てを制限する³⁹⁾。

温暖化の適応策として堤防の強化などの護岸工事、海岸堤防の嵩上げや強化、輪中堤や二線堤の整備を進める。

c) エネルギー

GEJET&FNP後の状況下でも温暖化対策を着実に推進するため、以下を進める。

原子力の継続

原子力を継続する。現在のものより格段に安全性を高めた施設を構築する。

放射性廃棄物は地域内で管理する。こうした廃棄物は自然保護区域の地下に保管する。両者とも立ち入り禁止地域である。

先端的な原子力発電施設を開発する。将来的には、核融合を研究開発する。

電力送配電網の建設

送配電網は、原子力発電、地熱発電、水力発電、高効率火力発電から受電し、各家庭・事業所・公共施設に配電する。電気自動車・PHV車に給電する。

高効率火力発電

トリプル複合発電などの高効率火力発電を行う。燃料は天然ガスまたは石炭ガス化から得る。将来的には水素ガス主体の燃料で発電する。

必要に応じ炭酸ガス回収・貯留（CCSという）を行う。

パイプライン

天然ガスのパイプラインを整備する。将来的にはロシア（シベリア）・アラスカ・カナダまで連結し、シベリアの天然ガスやカナダの非在来型天然ガス（シェールガス）を受け入れる。

このパイプラインには再生可能エネルギー等で造られた水素ガスも受け入れる。

パイプラインに接続しない海外からのガスは、LNGタンカーあるいはアンモニア／有機ヒドライド（水素）タンカーにて運搬する。

このパイプラインから燃料電池車・水素エンジン車・天然ガス車にガスを供給する。

またトリプル複合発電等の火力発電に燃料を供給する。

さらに、このパイプラインから地域分散型燃料電池にガス供給する。燃料電池は熱と電力をコジェネレーションし、事業所・工場・コンビニに供給する。

家庭・公共施設などの省エネルギー

LED・液晶・有機EL照明とテレビ・省エネエアコン・高効率給湯機など家電の省エネを進める。また、周辺熱源（外気・水源・浅部地下・太陽熱）を利用したヒート

ポンプによる空調を行う。

植物工場の断熱性の向上と、ヒートポンプを用いた地中熱や太陽熱の利用を行う³⁰⁾。

再生可能エネルギーの利用

太陽光・海洋温度差発電・風車・波力などの再生可能エネルギーは水素の製造に用い、パイプラインでこの水素を受け入れる。こうすれば、電池などを用いた電力の貯蔵を減らすことができる。

間伐材などのバイオマスは、石炭ガス化施設に送り、トリプル複合発電の燃料とする。バイオマスは食料供給と競合しないものとする。

再生可能エネルギーは、国内産だけでなく、国外からの輸入も行う。

d) 湾の水質保全

下水処理水などの栄養物質に富む排水は、湾内外の栄養物質を必要としている地点に個別に配給するようにし、資源の有効利用を図るとともに、富栄養化や海洋汚染を防止する³⁰⁾。その際、衛生面に配慮する必要があり、放射線消毒など、ウイルスまで見据えた方法で排水を消毒する。

しかし東京湾などの排水量が多い内湾では、高度処理しても十分な浄化効果は期待できない。下水処理水や合流式下水道の越流水などは湾外にバイパスし、湾への負荷を削減する³⁰⁾。

植物工場を利用し、循環養液を適正に管理することも、湾への負荷削減につながる。一般に、露地栽培である田畑からの排水を管理するより、植物工場の循環養液を管理する方が容易である。

さらに家畜糞尿をリサイクル基地へ回収して適正処理すれば、農地などに放置するより肥効資源の流出が少なくなる。こうして湾の水質が保全される。

e) 自然保護

市街地をコンパクトシティーにし、農地の単収を高めると、広大な土地が空く。これを利用して干潟や藻場を復活し、また押し縮められた自然保護ゾーンを拡大する。

将来の自然生態系の復活に備えて、種地となる生態系を適宜確保し死守する。また生物のジーンカプセルを整備し、絶滅危惧種のバックアップとする。

温暖化の適応策としても緑の廊下創出・機能強化、人工林から自然林への転換、人工林の分断を進める。

政府は国内木材供給量を50%に引き上げる目標を掲げている。自然保護の立場からは、自然生態系と造林地を適正に区分けした後取り組むべきだと考える。

海洋保護区を適正に配置する。

f) 肥効資源の循環

下水汚泥や畜産廃棄物から肥効資源を無機的に抽出して、植物工場の肥料分とする。これを露地栽培に散布す

ることは、リン資源の損失につながる¹¹⁾。

また先に述べたように、下水処理水などの栄養物質に富む排水を湾内外の栄養物質を必要としている地点に個別に配給するようにすることも、肥効資源の循環を促進する。

こうして肥効資源のほぼ完全な循環が可能となる。

g) 交通

都市間や長距離交通では、今後とも自動車・鉄道・船舶及び航空機を用いる。モーダルシフトを行い、できるだけエネルギー使用の少ない交通を利用する。

自動車は電気自動車や（プラグイン）ハイブリッド（PHV）車の普及を図る。また、水素燃料の燃料電池車も普及する。この際、高速道路などで非接触にて電力を供給し、長距離運行を可能とすることも考えられる。

船舶においてもハイブリッド化など化石燃料使用の抑制を図る。将来的には原子力の利用も選択肢である。鉄道も、エネルギーの回生などさらに省エネを図る。

航空機の省エネは、燃費の向上により、しだいに進展している。バイオ燃料の利用などが構想されている。テレビ会議の普及により、交通需要を抑制し、省エネするという意見もある¹²⁾。

都市内の交通については、地下鉄や路面電車あるいは（電動）バスなど公共交通機関を整備する。ただ歩くことや（電動）自転車利用も促進する。しかし交通弱者の問題は依然として残るので、低速小型自動車やモバイルスーツ型車の開発が求められる。

h) 元素戦略

以上のような各施策を遂行するためには、その基盤となる材料を確保する必要がある。特にレアメタルや銅など枯渇が懸念されているものがあり、各施策をこの隘路からも評価する必要がある。

元素に対する戦略としては、できるだけ普遍性の高い資源にシフトするとともに、希少資源を避ける製品デザインとし、用途ごとの使用量を原子レベルで減らし、効果的に用いるようにし、回収技術や非拡散設計などリサイクル戦略を向上させる等がある。このため検出・分析技術、処理・保管用材料技術などの確立が必要とされる。さらに、新たな鉱床の開発など行う必要がある。

近年、材料物性学の進展とともに、材料の電子状態を制御して、希少金属なしに同等の性能をもつ材料を作り出すことが可能になりつつある¹³⁾。これは究極の元素戦略と言えるものであり、今後の進展が期待される。

近年、銅資源が逼迫しつつあり、相対的に豊富な鉄資源などに代替していく必要がある。長距離送電網ではなくガスパイプラインを敷設し、燃料電池車にシフトしていくなどの方策が考えられる。

高速増殖炉やトリウム熔融塩炉を開発し、トリウムや

プルトニウムの安全な有効活用を図る。中長期的なエネルギーを確保するとともに、放射性廃棄物の削減を図る。廃コンクリートのリサイクルを推進する。

セルロースナノファイバーやポリ乳酸バイオプラスチックなどの低炭素型材料の使用を増やし、鉄鋼などに代替して、自動車等移動体部材・家電筐体・住宅材料に用いる。

鉄鋼生産の原料につき、リサイクル鉄の割合を増やす。

i) その他

製鉄所・セメント工場などはプロセス自体から二酸化炭素が発生するので、CCS以外に有力な対応策は見出されていない。国際的なセクター毎の合意の下に、施設の周辺でCCSを行う必要がある。

IT関連機器の電力消費は依然として増加している。発熱量の少ない半導体が開発されつつあるが、現状では十分に開発されていない。特にデータセンターの熱対策が求められており、効率的な空冷あるいは水冷が提唱されている。一つの対応策は、発生する熱をオフィスや植物工場などの熱源として利用することである。一種のコジェネレーションであり、トータルで省エネとなり、炭酸ガスの発生量を削減する。

5. 安全・安心志向のまん延と、主体的にリスクを選択する生き方

安全・安心という言葉は日本の流行語となっており、国民はこの耳障りのよい言葉に満足しきっている。しかし、この傾向に警鐘をならす識者がおり、ここで2名の方の見解を紹介したい。

木下¹⁴⁾はリスク学から見た安全と安心について、下記のように述べている。

「安心」は感情レベルの主観的概念で、心理学的レベルの概念である。安心に対応する英語は無く、日本的な発想のものである。

「安全」は自然科学レベルの概念に、国民の支持という価値レベルの概念を加えた使い方で、客観レベルと主観レベルの合成概念である。外国の定義や日本の規制行政はこの立場のようである。ここには安心という言葉は入ってこない。

「安全・安心」が今一つ歯切れが悪いのは、そもそも客観的な「安全」を操作的に定義できないからではないか。安全・安心はスローガンに過ぎず、学問的立場からは操作的に定義可能な「リスク」概念を用いた方が生産的である。安全とは「許容リスク」、安心とはその「リスク認知」のこと。

私たちがとるべき態度は、「安全・安心」という定義

不能で情緒的な言葉に満足するのではなく、世の中に絶対的な安全や安心は存在しないことを認めたうえで、その対処法を考えて納得すること。そこで「許容リスク」という考え方が出てくる。一般的には 10^{-6} 以下が市民の受け入れ可能なリスク、 10^{-4} 以下が（リスクトレードオフを考えて⁸⁹⁾）我慢する領域とされている。

日本人は、行政や学者も含めてリスクという言葉を好まない。これは地政学的に安全な国にどっぷり浸かって、冒険するという積極的態度が乏しいため。また自然災害は自分とは関係なくやってくるので、一種の諦観もある。

しかし日本人も安全／危険という二分法的発想から脱却し、リスクという確率的発想に慣れるべきである。

次に土木学会元会長の丹保⁹⁰⁾は、安全と安心について次のように述べている。

安心・安全と、並べて使うのは正しくないと僕は思っています。・・・

それまで（昭和50年代終わり）の水道の水質基準は、腸チフスやコレラ、ヒ素中毒にならないといった慢性中毒や急性伝染病の基準でした。それをクリアしているから水道の水は安全だと、水道局長や厚生省の課長が国会でも答弁していたのです。

ところがアメリカでは、レイチェル・カーソンが1962年に、農薬などによる微量汚染で鳥が鳴かなくなったという「沈黙の春」を発表し、新たな基準ができました。それはリスクの基準で、飲んだらすぐに腸チフスやヒ素中毒になる安全基準とは思っておりました。それは、毎日2Lの水を70年間飲み続けて、100万人に1人が、がんになることが否定されることがないというような確率なのです。これは「安心とは何ですか」という話です。・・・リスクはきわめて少ない。でも「安心ですか」と言われたら、わかりません。それが今の放射能の何Bq何Svという話なのです。・・・わからないし、証明できないところの話を要求するのが安心というものなのです。日本では安心・安全とワンフレーズで言いますが、全然違うのです。・・・安心は科学の問題ではないのです。

結局両者とも、安心・安全という情緒的な言葉にどっぷり浸かるのではなく、また安全／危険という二分法的発想からも脱却して、リスクという確率的発想に慣れるべきことを示唆しているようである。

私は、安全・安心志向というのは、他人に責任を押し付けて自分は批判者になろうとする、ずるい思想傾向であると考えている。あるいは、地球温暖化と原子力というリスク選択を回避して、再生エネルギーと省エネだけを言うような、卑怯な態度である⁹¹⁾。我々は、確率的なリスクを主体的に選択していく、自立した個人の立場に立つべきであろう。

6. 本論文の評価と暫定的なまとめ

持続可能な社会の技術的配意事項は次の4箇条であると指摘した⁹²⁾。

(1) 資源利用に当たっては、「再生可能な資源の持続可能な利用」を第一義とし、利用速度が供給源の再生速度を超えないようにする。「再生不可能な資源」の利用は、リユース・リサイクルを促進して、順次減少させる。また「再生可能な資源の利用」へ転換するべく、技術開発を促進する。

(2) 「汚染物質」の排出速度は、環境がそうした汚染物質を吸収し、無害化できる範囲内とし、浄化できる速度を超えない。

(3) 調達・製造・使用（循環使用を含む）・廃棄等の全ライフサイクルを通して、温暖化ガス排出量の把握と削減を最重要課題として組み込む。

(4) 事業活動に必要な土地面積を減らし、生態系の保全と復活に努める。

そして本文は、これらの事項を十分に満たしていると、評価されている⁹³⁾。

本文は、各地域において、必要なインフラを総合的に整備することにより、地球環境保全を促進しようとするものであり、その着実な進展が期待される。

小さい集落で、自給自足的な、持続可能な社会モデルを構築することが提唱されている。これは大規模な社会資本整備に反対して言われることもある。

こうしたモデルは、大都市では無理だと思われるが、地方の小集落では可能かもしれない。しかし必要機器を領域内ですべて調達するのは困難であろう。こうしたモデルを追求するのは、過度の補助金を目当てにするのであれば、一定の価値はある。

むしろ、ソフト・エネルギー・パスとか地産地消などのモデルは、災害時の安全保障策と見なすべきかもしれない。太陽光パネルを非常時電源にするとか、雨水を貯めておくことなどが言われている。

このように異論もあるが、本文で提示した各インフラを粛々と整備していくことが求められる。これが本論文の暫定的な結論である。将来、革新的なイノベーションが起きたら、全プランの再考が再起動するだろう。

参考文献

- 1) 水谷潤太郎：持続可能な地域社会の物的構成－2011年バージョン－，第19回地球環境シンポジウム講演集，土木学会，pp. 57-64, 2011/9.
- 2) 古川弘之：科学・統合的知性創造のために，日本学術会議・学術フォーラム, 2011/11/7.

- 3) Mizutani J.: Methodology to present whole picture of sustainable infrastructures in a region, Proceedings of the 5th Civil Engineering Conference in the Asian Region, Sydney, 2010/8.
- 4) Mizutani J.: Methodology to present whole picture of sustainable infrastructures in a region, *Journal of Civil Engineering and Architecture*, David Publishing Company, Vol. 6, Issue 3, 2012 accepted.
- 5) 萩本和彦：エネルギー需給の将来を考えるーエネルギーインテグレーションー, 先端エネルギー変換工学寄付研究部門・第5回技術フォーラム・東日本大震災とエネルギーの動向ー課題と革新的解決策ー講演資料集, 東京大学生産技術研究所, pp. 171-193, 2011/5.
- 6) 萩本和彦：エネルギーインテグレーションと国内実証, 第10回CEEシンポジウム「エネルギーシステムインテグレーションースマートグリッドがもたらすものー」講演要旨集, 東京大学エネルギー工学連携研究センター, pp. 39-71, 2011/6.
- 7) Birol, F., IEA Chief Economist : Global energy trends and their implications for Asia, Lecture Handout at the Symposium “Energy Policy Roundtable Vol.1”, Todai Policy Alternatives Research Institute, The University of Tokyo, 2012/2/21.
- 8) 中西準子：リスク評価と安全・安心, 安全工学シンポジウム2012 講演予稿集・特別講演, 日本学術会議総合工学委員会, 2012/7/5.
- 9) 放射線とからだ, 日本経済新聞, 2011/5/8.
- 10) 伊藤滋：国土計画は必要か？第54回NSRI都市・環境フォーラム, 2012/6/20.
- 11) 渡辺収：崩壊熱除去系に対する自然循環除熱評価手法の開発, 文部科学省国家基幹研究開発推進事業・原子力システム研究開発及び原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ・成果報告会資料集, pp. 63-66, 2012/2.
- 12) 竹田敏一：「もんじゅ」における高速増殖炉の実用化のための中核的研究開発, 文部科学省国家基幹研究開発推進事業・原子力システム研究開発及び原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ・成果報告会資料集, pp. 1-4, 2012/2.
- 13) 荒邦章：ナノ粒子分散ナトリウム的高速炉への適用化技術の開発, 文部科学省国家基幹研究開発推進事業・原子力システム研究開発及び原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ・成果報告会資料集, pp. 123-126, 2012/2.
- 14) 三田地紘史：トリウム熔融塩炉とエネルギーの持続可能性, 環境監査研究会例会資料, 2011/6/19.
- 15) 金子祥三：大震災の教訓とエネルギー問題の課題と解決策, 先端エネルギー変換工学寄付研究部門・第5回技術フォーラム・東日本大震災とエネルギーの動向ー課題と革新的解決策ー講演資料集, 東京大学生産技術研究所, pp. 29-131, 2011/5.
- 16) 橋本彰：複合発電の時代へー天然ガス焚きと石炭 IGCC 更にはトリプル複合発電へー, 先端エネルギー変換工学寄付研究部門・第5回技術フォーラム・東日本大震災とエネルギーの動向ー課題と革新的解決策ー講演資料集, 東京大学生産技術研究所, pp. 133-150, 2011/5.
- 17) 石崎隆：震災とエネルギー情勢, 先端エネルギー変換工学寄付研究部門・第5回技術フォーラム・東日本大震災とエネルギーの動向ー課題と革新的解決策ー講演資料集, 東京大学生産技術研究所, pp. 17-24, 2011/5.
- 18) 大橋弘：自然エネルギーの電力買い取り・効率最優先の価格設定を, 日本経済新聞, 2011/7/8.
- 19) 東北～九州パイプライン 2 兆円・長岡の枯渇ガス田利用地下貯蔵施設, 読売新聞, 2012/6/14.
- 20) Mizutani J.: Wholly electrified infrastructures as the most vital first step towards the sustainable regional society, *Journal of Global Environment Engineering*, JSCE, Vol. 15, pp. 69-77, 2010.
- 21) 石井彰：非在来型天然ガス革命と日本の温暖化対策, 東京大学工学系エネルギー関連3研究センター第2回合同シンポジウムー低炭素社会におけるエネルギー・資源開発の役割ー講演要旨集, pp. 12-30, 2011/3/8.
- 22) 栗飯原周二：高圧ガスパイプラインで構築する水素エネルギー社会, 東京大学工学系エネルギー関連3研究センター第2回合同シンポジウムー低炭素社会におけるエネルギー・資源開発の役割ー講演要旨集, pp. 72-96, 2011/3/8.
- 23) 谷口治人：電力システムの将来, 第10回CEEシンポジウム「エネルギーシステムインテグレーションースマートグリッドがもたらすものー」講演要旨集, 東京大学エネルギー工学連携研究センター, pp. 103-122, 2011/6.
- 24) 児玉竜也：2 塔式内循環流動床ソーラー反応器を用いた二段階水熱分解による水素製造法及び水素製造装置, 新潟大学・新技術説明会資料集, (独) 科学技術振興機構, pp. 35-40, 2012/6/5.
- 25) 阪田憲次：ダムの役割を考える, ダム工学会・第5回語り部の会・講演, 2012/1/26.
- 26) 堤敦司：エネルギーカスケーディングからエクセルギー再生へ, 第11回コプロワークショップ「エネルギー・物質の併産(コプロダクション) およびエクセルギー再生による革新的省エネルギーと次世代産業基盤の構築」講演要旨集, 東京大学, エネルギー工学連携研究センター, pp. 1-19, 2012/2/2.
- 27) 笹田正克, 内田洋平, 大岡龍三, 今野真一郎, 石上孝：ー日本を元気にする産業技術会議シンポジウムー再生可能エネルギーとしての地中熱活用に向けた将来展望, 産業技術総合研究所/日本を元気にする産業技術会議, 2012/6/8.
- 28) 吉岡敏明：リサイクルを主眼とした災害廃棄物処理から見える地域・まちづくり, 連続シンポジウム・巨大災害から生命と国土を護る・第5回「大震災を契機に地域・まちづくりを考える」, 日本学術会議土木工学・建築学委員会並びに東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会主催, 2012/6/21.

- 29) 桜井勝郎, 宮脇昭: 震災がれきの広域処理, MSN 産経ニュース, 2012/6/15.
- 30) 増田昇: ランドスケープの再生を通じた震災復興—大震災を契機に地域・街づくりを考える—, 連続シンポジウム・巨大災害から生命と国土を護る・第5回「大震災を契機に地域・まちづくりを考える」, 日本学術会議土木工学・建築学委員会並びに東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会主催, 2012/6/21.
- 31) 日本学術会議・東日本大震災復興支援委員会: 提言・学術からの提言—今, 復興の力強い歩みを—, 2012/4/9.
- 32) 眞鍋昇, 李俊佑, 飯塚裕彦, 遠藤麻衣子, 小野山一郎, 田野井慶太郎, 中西友子: 警戒区域内で原発事故後 105 日間飼養されていた原種ブタの生殖機能について (中間報告), 第3回放射線の農畜水産物等への影響についての研究報告会—東日本大震災に関する救援・復興に係る農学生命科学研究科の取組み—, 東京大学大学院農学生命科学研究科, 2012/5/26.
- 33) 日本学術会議・東日本大震災復興支援委員会・放射能対策分科会: 提言・放射能対策の新たな一歩を踏み出すために—事実の科学的探索に基づく行動を—, 2012/4/9.
- 34) 伊藤保: 震災復興と植物工場 (陸前高田市での取組について), 日本生物環境工学会関東支部 2012 年度講演会要旨集, pp. 1-10, 2012/6/29.
- 35) 小松正之: 日本の漁業は大丈夫? 朝日新聞, 2008/8/10.
- 36) 海の栄養減りすぎ防止, 日本経済新聞, 2010/8/23.
- 37) 水谷潤太郎: エネルギー・資源基地としての下水道 (近代下水道制度 100 年記念懸賞論文・21 世紀における下水道のあり方, 下水道協会誌, Vol. 38, No. 461, 2001.
- 38) 村上周三: 生命親和建築・都市システムによる民生用エネルギー消費の削減, 慶応義塾大学理工学部・生命親和建築・都市システム寄付講座記念シンポジウム「民生用エネルギー消費の削減対策の推進と対応」, 2008/1/11.
- 39) 伊藤滋: 都市計画による低炭素化 (試案), 第1回 NSRI 都市・環境フォーラム, 2008/1/24.
- 40) 水谷潤太郎: 東京湾の水質保全, 下水道協会誌, Vol. 39, No. 475, 2002.
- 41) 水谷潤太郎: 長期に持続可能な肥効資源の循環, 環境科学会誌, 16(2), pp. 87-96, 2003.
- 42) 松野泰也: 二つの視点で目指すグリーン IT, ITpro グリーン IT フォーラム基調講演, 2008/3/13.
- 43) 高橋雅之: 文部科学省における元素戦略プロジェクトの検討経緯, 元素戦略/希少金属代替材料開発 (第2回シンポジウム)・我が国材料技術の新展開—レアメタル問題解決に向けて—講演要旨集, 2008/1/23.
- 44) 木下富雄: リスク学から見た安全と安心, 「原子力の安全を問う」〜巨大技術のリスクは制御できるか〜シリーズセミナー・第1回シンポジウム「論点整理」講演集, 2011/10/8.
- 45) 丹保憲仁: 元会長インタビュー・社会安全哲学の構築に向けて, 土木学会誌, Vol. 97, No. 6, pp. 118-121, 2012/6.
- 46) 水谷潤太郎: イノベーション・フォー・サステナビリティにおける技術的配慮事項とその実現方策, 第18回地球環境シンポジウム講演集, 土木学会, Vol. 18, pp. 19-29, 2010/8.

Basic Infrastructures of Sustainable Regional Society -2012 Version-

Juntaro MIZUTANI

Fellow of JSCE

E-mail: QZF02502@nifty.ne.jp

Efforts to resolve the global environmental problems are at a standstill nowadays interdependently with the stagnant Japanese politics. To break down such situation, study of nuclear power, permanent energy source and hydrogen energy society is tackled and dual infrastructure system of electric power distribution grid and gas pipeline is presented as the basis of sustainable energy system.

Newly presented global environmental matters such as disposal of the disaster wreckage, decontamination of radioactive particles off structures and land, and setting of marine protected area network are also discussed.

Further, current tendency of too much aspiration for reassurance on safety is warned, and proactive choice of environmental risks is encouraged, breaking away from Anatomy of Dependence.

Methodology to present the synthetic papers is again discussed in this paper.