

持続可能な地域社会の物的構成 ーフォローアップー

水谷 潤太郎

上級技術者（環境&流域・都市）日本上下水道設計協（〒162-0067 東京都新宿区富久町6-8）
E-mail: QZF02502@nifty.ne.jp

本文は、2005年に発表した論文「持続可能な地域社会の物的構成ーシンセシスを用いた解決策の提示ー」に対し、フォローアップを行ったものである。主要なポイントは以下のとおり。

- 自然生態系の保全や自然エネルギーと食糧の確保などの課題は、土地利用に関して相互にぶつかり合う。この衝突を緩和するため、原子力エネルギーの利用、植物工場による食糧の面積当り生産性の増大、あるいは海を耕すことが必要とされる。
- 植物工場は、農業公害が少なくしかも面積当り生産性を高める、優れた方法である。今後はそのエネルギーとコストの削減が必要とされる。
- 本論文の方法を用いれば、自然破壊を食い止め、自然保護ゾーンの確保が可能となる、しかし失われた生物種を回復する技術は開発されていないので、完全な自然の復活は可能ではない。更新世バークなど、擬似的に自然を復活することが構想されている。

Key Words: sustainability, plant factory, recovery of nature to its original condition, nuclear fusion, marine wastewater discharge

はじめに

筆者は第 33 回環境システム研究論文発表会（2005 年）で論文「持続可能な地域社会の物的構成ーシンセシスを用いた解決策の提示ー¹⁾」を発表し、その後多くの方々との議論を積み重ねてきた。

その際述べたように、この論文はシンセシスの方法を前提として作成されたものであり、提示した作業仮説を叩き台として、幾多の実践を踏まえた後、反省と総括により、さらに高レベルの作業仮説を生み出すことをめざしたものであった。

その後 2 カ年が経過し、ここでフォローアップを行い、最近の知見を取り入れ、さらに改善された作業仮説を提示したい。

1. 物的構成図の提示

フォローアップ後の、持続可能な地域社会の物的構成図を図-1に示す。持続可能な地域社会では、以下の諸点について現況を改善する。

(1) 食

食糧生産は植物工場で行う。植物工場は温度・湿度・照度を制御し、年間を通して農業生産できるので、面積当り生産性を大幅に増やすことができる。したがって食糧自給を図ってもなお広大な土地が空く。

植物工場の一部は公共事業で整備し、希望する住民が即座に就業できるようにする。

現況の家畜飼育場も、臭気公害がないように、配置を変更する。

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。あわせてその乱獲を防ぐ。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を湾外までパイパスし、水産資源の増殖を行う。その際、衛生面に配慮する必要があり、排水の放射線消毒など行う²⁾。

食品の流通過程を改善し、残渣を減らすようにする。例えば中食屋やレストランの外販などを増やし、コンビニ弁当などに代替する。

(2) 住

無計画に広がる市街地は一点集中型でないコンパクトシティーにまとめる。各市街地の間には緑地や水辺を設ける。こうすれば福祉、上下水道あるいは交通などのサ

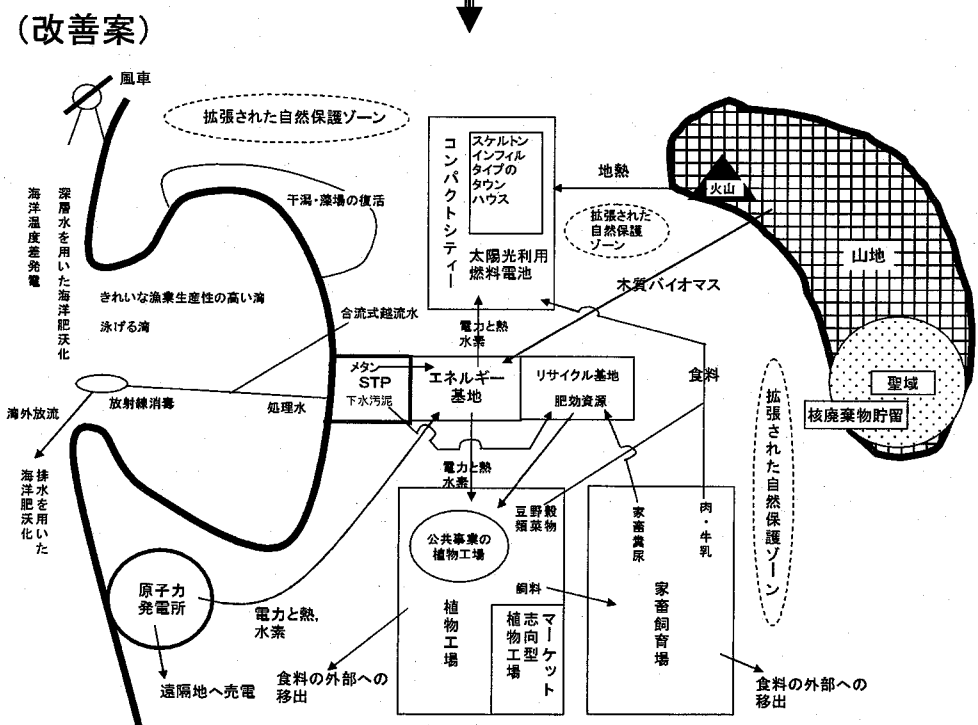
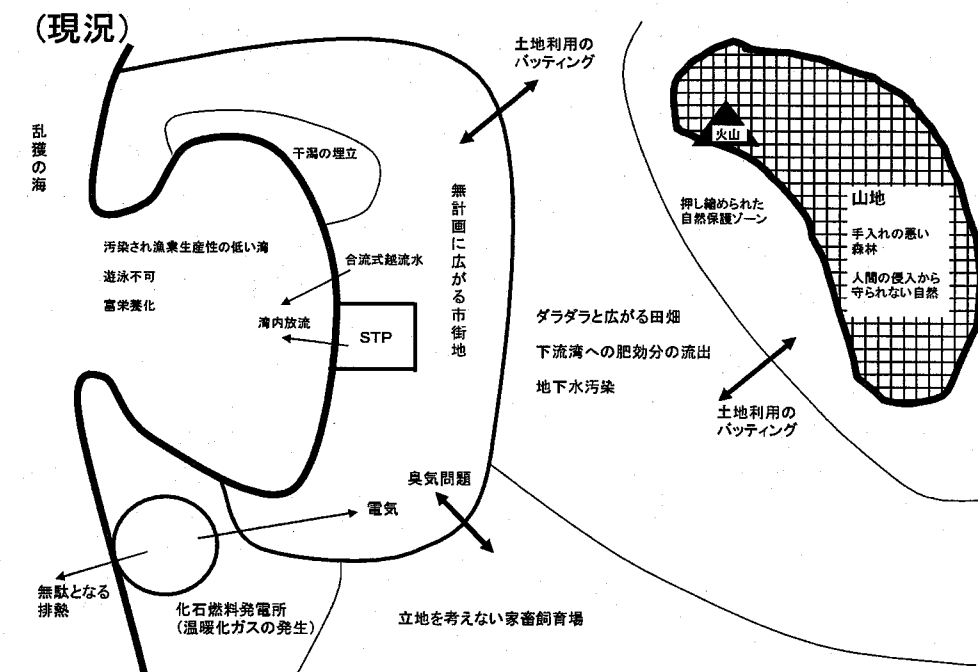


図-1 持続可能な地域社会の物的構成 (フォローアップ)

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）の観点からも有利である。

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公営住宅などとして整備する。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。

(3) エネルギー

エネルギーの太宗は原子力とする。その際、エネルギー利用効率を高めるため、コジェネレーション（＋水素）とする。将来はブルサーマル→増殖炉→核融合をめざし、再生可能エネルギー源とする。

原子力の利用に伴う放射性廃棄物は地域内で管理することをめざす。こうした廃棄物は自然保護区域の地下に保管して、自然保護区域「聖域化」の寄す処とすることが考えられる。また高レベル廃棄物から発生する熱は、熱エネルギー源として活用する。

市街地では太陽光利用や燃料電池など活用する。山地から木質バイオマスを集め、エネルギー基地に運んでコジェネレーション（＋水素）を行う。海洋温度差発電や地熱の利用も考えられる。海岸部等に風車を設置する。

化石燃料発電所を当分の間利用する場合には、排気中の炭酸ガスなどは地下や海中に貯留する。

エネルギーの消費効率を高めるため、ヒートポンプによる空調を行う。また住宅の省エネルギーも配慮する。

(4) 湾の水質保全

下水処理水や合流式下水道の越流水を湾外にバイパス放流し、湾への負荷を削減する³⁾。

また植物工場を利用し、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に処理すれば、こうしたものを農地などに放置するより、肥効分の流出が少なくなる。

こうして湾の水質が保全される。

(5) 自然保護

市街地や田畑をコンパクトシティや植物工場にするので広大な土地が空く。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張する。

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。

(6) 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。

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外までバイパスし、水産資源の増殖を行うことも、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。

(7) 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。

自動車は、電気自動車や燃料電池車の普及を図る。当面はプラグインタイプのハイブリッド車や低公害ディーゼル車の普及をめざす。この際、高速道路などで（マイクロ波を用いた）電力供給を行い、長距離運行を可能にすることも考えられる。

船舶においては原子力の利用を進め、化石燃料使用の抑制を図る。鉄道も、エネルギーの回生などさらに省エネルギーを図る。

航空機については、温暖化ガス排出を抑制する方法は未開発である。したがって航空需要を抑制する必要がある。貨物輸送などは鉄道や船舶にシフトする。

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）自転車の利用も促進する。しかし交通弱者の問題は依然として残るので、将来的にはモビリティスーツ型の電気自動車など開発する必要がある。

(8) 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。特にレアメタルなど枯渇が懸念されているものがあり、各地球環境保全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、極低不純物プロセッシング技術、処理・保管用材料技術などの確立が必要とされる⁴⁾。

さらに、新たな鉱床の開発など行う必要がある。

2. 持続可能主張の根拠

本文は、1章の物的構成が持続可能なものであるとしている。その理由は、以下が可能となるからである。

(1) 温暖化ガスや大気汚染物質の排出削減

エネルギー源が自然エネルギーや原子力になるので、炭酸ガスなどの温暖化ガスの排出が削減される。また原子力発電を用いるので、有害大気汚染物質や酸性物質の排出も減少する。

(2) 持続的なエネルギー源の確保

自然エネルギーは持続的なエネルギーである。原子力もブルサーマル増殖炉となれば千年は持続できる。さらに核融合が実現すれば、ほぼ持続的なエネルギーとなる。

(3) 食糧が確保される

植物工場で食糧生産を行うので、十分量の食糧が確保される。

また干潟や藻場を復活して、内湾漁業を振興すると共に、海洋深層水や下水処理水など栄養物質に富んだ排水を用いて水産増養殖を行うので、漁業資源が確保される。

食品の流通過程を改善し、残渣を削減するので、食糧の消費量が減少する。

こうして食糧が確保される。

(4) 農業や畜産に起因する水質汚濁の防止

植物工場で農業を行うので、循環養液を適正に管理すれば、土壌を通じた下流水域や地下水の汚濁を避けることができる。露地栽培ではこの効果を得るために多大の労力を必要とし、高齢化社会では実現困難であろう。また家畜糞尿もリサイクル工場で適正に処理されるので、こうしたものを農地などに放置する場合に比して、汚濁負荷が減少する。

(5) 肥効資源の循環の確保と、枯渇性資源であるリン鉱石の利用回避

肥効資源のほぼ完全な循環が確保されるので、枯渇性資源であるリン鉱石の利用が不要となる⁹⁾。

(6) 都市排水による汚濁の防止

下水処理水や合流式下水道の越流水を湾外にバイパス放流するので、閉鎖性水域である湾への負荷が削減され、湾の水質が保全される⁹⁾。

(7) 廃棄物問題の大幅軽減

食品の流通過程を改善し、残渣を減らすようにするの

で、食品廃棄物が減少する。

スケルトンインフィル型のアパートを整備するので、建設廃棄物が減少する。

元素戦略で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ので、製造過程からの廃棄物が減少する。

こうして廃棄物問題が大幅に軽減される。

(8) 化学物質による環境リスクの軽減、環境衛生の向上

閉鎖空間である植物工場で農業を行うので、害虫や雑草の種が入らず、農薬使用を最小限にすることができる。したがって、こうした化学物質による人体と生態系に対する環境リスクを低減できる。

下水処理水などの排水を湾外までバイパスし、放射線消毒など行うので、水系の衛生が向上する。

家畜糞尿をリサイクル基地へ回収し、また食品残渣を減らすようにするので、環境衛生が向上する。

(9) コンパクトシティによる省エネルギー化

コンパクトシティでは福祉、上下水道あるいは交通などのサービス効率がよくなり、省エネルギーとなる。居住のエネルギー効率も向上する。

(10) 自然保護ゾーンと干潟・藻場の復活

結果として自然保護ゾーンが拡大し、湾では干潟・藻場が復活するので、自然保護が推進される。

各市街地の間に緑地や水辺を設けることも、自然保護を増進する。

(11) 遺伝子資源の確保

自然保護区域でも特に人の立ち入りが禁止される聖域ゾーンが確保されるので、遺伝子資源が保全される。

また種地となる生態系を確保し、ジーンカプセルを整備することも、遺伝子資源の確保に役立つ。

(12) 放射性廃棄物処分地の確保

放射性廃棄物処分地が地域内に確保され、その適正な管理が可能となる。

(13) 材料面の隘路の克服

元素戦略により材料面の隘路が克服される。

(14) 安定した地域社会の構築

地域内で食糧が自給され、エネルギーも確保されるので、地域社会が安定する⁹⁾。

特に植物工場などは、地域に安定した職場を提供するものであるため、この面から地域の安定化に寄与する。

3. 自己討議

本案について、以下のとおり自己討議する。

(1) なぜ植物工場を用いるのか

農業を植物工場で行うと、害虫や雑草の種が入らず、農薬使用が削減されて下流の水環境が保全される。また循環養液を適正に管理すれば、肥効資源の流出が抑えられて地下水や内湾などの汚染や富栄養化が防止される。さらに、肥効資源のほぼ完全な循環が可能となり、枯渇性資源であるリン鉱石が不要となる⁹⁾。

さらに、植物工場の面積当たり生産性は露地栽培の数倍～10倍にすることができ、たとえ人口が増大しても自給率の向上が図れる上、現状で農地となっている広大な土地を空けて、自然保護ゾーンに供することができる。

例えば、培地(土壌)を3段にし、年4回収穫すれば、それだけでも10倍以上になる。その上、遺伝子工学なども活用して品種改良を行い、生長点培養などの技術も活用すれば、さらに多くの収穫が期待できる。将来的には、人工光合成などの応用も考えられる。

現在通常用いられている農業技術は、自給率の向上は可能であろうが、肥効資源の大量投入を必要とし、必然的に下流に大量の肥効分が流出してしまう。また、農薬使用も不可避である。

一方この反省から提唱されている有機農法や既存の環境保全型農業では、面積当たりの生産量を増やすことは難しく、自給率の向上は期待できない。さらに農地による自然保護ゾーンの侵食の緩和も期待できない。

したがって、上記のようにこうした弱点をすべてカバーしている植物工場が必要である。

植物工場は雇用対策の公共事業として最適である。植物工場は建設段階だけでなく、操業段階でも雇用の受け皿になるからである。また産出される食料は販売でき、経費を回収できる。最悪の場合でも被雇用者に生活必需物資である食料を現物支給できる⁹⁾。さらに植物工場での作業は比較的楽であり、ほとんどの市民が対応できる。

植物工場の培地については、ハイドロメンブランを用いた方法が開発されるなど、近年大きな前進があった。

(メビオール(株)資料: Hymec[®], <http://www.mebirol.co.jp/>.) これは温室全体を暖冷房するのではなく、養液と植物体だけ温度制御するものであり、こうしたエネルギーの消費量が数分の一になる、とされている。したがって、植物工場における培地の年回転率を高めてもエネルギー消費を抑えることができ、植物工場の実用化に向けて大きな前進となる。

植物工場の実用化のためには、おいしい作物を作り、面積当たり生産性を格段に高めて、さらに経営的に成り立

つことが必要である。この課題にシステム的に取り組むため、スーパーホルトプロジェクトが進められている⁹⁾。経営規模1haで夫婦2人が農業所得1800万円をあげ、糖度6度、10a当たり収量50t(露地栽培の7倍)のトマトを生産することを目標にしている。このため、超低コストハウスや長耐久性フィルム、自立分散型環境制御システム、汎用性管理作業支援ロボットを開発し、施設・装置コストの半減化を図るとしている。適正品種を選抜するとともに、低段密植で年4回収穫するとしている。今後は他の作物でも、こうしたシステムの開発が求められる。

現状では、日本の農業は年1回の収穫に留まっており、これが面積当たり生産性を低くする原因となっている。この抜本的な解決は植物工場を待つのであるが、当面、裏作などを振興し、農地の回転率をあげることは有効である。例えば、米作と菜種やヒマワリ、大豆などを組み合わせることが進められている⁹⁾。栽培時期の調整に余裕がなくなる等の問題があるが、積極的に進める必要がある。この際、草取り手間を省くため、遺伝子改変生物(+農薬)を用いることは、これからの高齢化社会で農業を続けるためにはやむを得ないと思われるが、周辺生態系に及ぼす影響を注意深く監視する必要がある。

日本の食糧自給率低下の主原因の一つは、米食が減少したことである⁹⁾。そのため米の消費拡大を図り、併せて飼料用穀物を増産して、自給率を高めることが提唱されている。これは優れた方策であり、広く消費者の協力を求めていく必要がある。

その際、植物工場の生産技術を米作や穀物作にも取り入れ、生産を大幅に増やすことも選択肢である。また、多年生穀物の利用が提案されている¹⁰⁾。

(2) 湾の水質保全是下水の高度処理や合流式下水道の越流水対策で対応すればよいのではない。なぜ排水の湾外へのバイパス放流を提案するのか

湾の富栄養化や水質保全だけに対処するなら、下水の高度処理で栄養物質を除去し、あるいは合流式下水道の越流水対策を進めることで、相当程度対応できる場合もあると考えられる。

もっともこの場合でも、高度処理水中の残存栄養物質だけで富栄養化を進めてしまう場合もある。例えば東京湾のように、流域人口が極めて多い場合などである⁹⁾。

また合流式下水道の越流水対策だけで、病原菌対策が全うできるか疑問である。越流水対策は簡易な処理方法となるので、ウイルスまで含んだ病原菌対策としては不徹底になりやすい。さらに、都市の雨天時排水は路面の汚濁物を掃流してくるので、それ自体相当汚染されており、分流下水道化しても効果は限定的である。

こうした排水を湾外にバイパスし放射線消毒すれば、

残存栄養物質による富栄養化や越流水中の病原菌の問題を避けることができるので、湾の水質保全上有利である。

下水処理水中の栄養物質は、湾の富栄養化の原因となるだけでなく、湾外の水産増殖の栄養源ともなるものである。したがって、こうした排水は湾外までバイパスする方が、肥効資源循環の観点からはベターである²⁾。

よって本文では、下水処理水や合流式下水道の越流水を湾外にバイパス放流し、かつ放射線消毒することを提案している。

(3) 放射性廃棄物処分地は反対が強いので、本当に設置できるのか

原子力をエネルギーの太宗とするには、放射性廃棄物の処分地を確保しなければならない。既に大量の放射性廃棄物が生み出されており、この確保は焦眉の急である。

しかし放射性廃棄物の処分地は市民の反対が根強く、未だその設置に至っていない。市民の中には、この設置に反対することが環境保全であると誤解する者がいるが、本文から分かるように、これは持続可能な社会の到来を妨げるものである²⁾。

政府は処分地の必要性について全国的に説明することとしており、土木技術者もこれに協力していく必要がある。また設置を受け入れてくれた自治体に対しては、その町づくりなど強気にサポートするよう配慮する。

しかし、それでも地方が自発的に受け入れない場合には、国土計画の観点から、国が設置場所を決定していく必要がある。例えば国会の議決で設置場所を決め、関連自治体の権限はすべて国に移すなどの方法が考えられる。

さらに将来「道州制」が導入される場合には、一部の国土を国直轄地とし、道州や市町村の管轄を外すなどの方法も考えられる。該当地はすべて国有地にすれば、住民のいない土地とすることができよう。

こうした方策の法的問題について、憲法も視野に入れて検討する必要がある。

最近、放射性廃棄物の国際管理が検討されており、ロシア等が処分地を提供するという見解も出されている。こうした枠組みも利用し、処分地を確保することは意義がある。

しかし下記の理由から、国内でも放射性廃棄物処分地を確保する努力は怠ってはならないと料する。

- ・ 外国に放射性廃棄物処分地を完全に握られることは、わが国のエネルギー安全保障上問題である。
- ・ 現在のところ放射性廃棄物処分地は嫌われものであるが、実は周辺に公害をほとんど及ぼさず、地元振興の豊かな原資を半永久的にもたらす福の神である。これを失って、外国に差し上げるのはもったいない。

(4) 核融合は永続的エネルギー源として頼れるのか

増殖タイプの原子炉が実用化すれば千年間のエネルギー源が入手でき、さらに核融合に至れば人類はほぼ永続的なエネルギー源を入手できるので、これらの推進を図る必要がある。

永続的なエネルギー源の候補としては、他に宇宙太陽光発電やグローバル（砂漠）太陽光発電ネットなどの構想があるが、現在すでに動き出しているのは核融合だけであり、この推進に努めるのが妥当である。また地域エネルギーという観点からも、地域内に設置でき、電力だけでなく熱源にもなるので、核融合がもっとも望ましい永続型エネルギー源である。

磁場核融合では国際熱核融合実験炉（ITER）が本年建設段階に入り、2017年実験開始、2020年代初頭に点火が予定されている。（東京大学立花隆ゼミ：徹底討論・核融合「点火&アフター」、SCInote²⁾、<http://sci.gr.jp/>, 2007.）

一方、慣性閉じ込め核融合（レーザー核融合）では、1997年から建設が開始された米国立点火施設（NIF）が完成に向かいつつある。2010年からフルショットの実験が行われ、実験開始後まもなく点火する、と言っている。

核融合は点火後の実用化（商業発電）を論ずべき時を迎えている。原型炉の登場が予想される中期未来（およそ30年後）から、商業発電が行われるようになる中長期未来（およそ50年後か?）にかけて、どのようなロードマップとなるのか検討する必要がある。

特に、日本の核融合は磁場核融合に極端にシフトしているが、慣性閉じ込め核融合においても、大阪大学の激光XII号など日本の実績は大きいものがあり、この両者をどのようにバランスをとって進めるのが課題である。

(5) 自然エネルギーでも賄えるのではない

人類が必要とするエネルギー量は太陽光が地上に降りそそぐエネルギー量よりはるかに少ないので、計算上は太陽光発電などで人類のエネルギー需要を全て賄えることになる。したがって、こうした自然エネルギーを開発していくことは大きな意義がある。

しかし自然エネルギーは希薄なエネルギー源であるので、その収集と輸送は困難であり、エネルギー収率は低い。今後ともエネルギーの太宗とすることは無理がある。

したがって、自然エネルギー開発を進めているから原子力をやめることができる、と言うことはできない。両者は互いに足を引っ張ることなく、共に進めていくべきだと考える。

特に太陽光発電などは、夏場のピーク電力の低減に効果があるので、原子力などベース電力の発電能力を抑制することが可能となる。こうした組み合わせも追求していく必要がある。

(6) 自然の復活など本当にできるのか

自然破壊が急速に進んでいるのは、森などの自然生態系を農地や都市的土地利用に転換する動きが激しいためである。本文に示すように、農業は植物工場で行って面積当り生産性を大幅に増やし、都市もコンパクト化すれば、こうした圧力が緩和し、自然破壊が止まるとともに、自然保護ゾーンの拡大も図ることができる。

しかし現状では、失われた生物種を回復する技術は開発されておらず、近い将来可能となる見込みも無いので、完全な自然の復活は可能ではない。当面できることは、将来の自然の回復に向けて、種地となる保護ゾーンを確保して死守し、また絶滅危惧種をジーンカプセルに保管することである。

あるいは究極の野生生物保護策として、擬似的に自然を復活する「更新世パーク」構想が提唱されている¹⁰⁾。これは、氷河に覆われたベーリング海峡を渡って人類が北米大陸に入って（約 13,000 年前）以降に絶滅した大型動物（ゾウ、ラクダ、ライオン、チーター等）を、アフリカやアジアなど他地域から類縁種も含めて米国に導入して、大型牧場公園で放ち飼いたいというものである。この構想の妥当性を今後評価していく必要がある。

ジュラシックパークのように失われた生物種を回復することが可能になったとして、それを行うことが妥当であるかは意見の分かれる所である。これも又、生物の自然な進化の人為的攪乱であるかもしれない。

残された自然を種に、数千万年あるいは数億年かけて、新たに豊かな生態系を齎すことが、とるべき道である？

(7) コンパクトシティーは今後どうするのか

コンパクトシティーはこれからの町づくりの大方針として確立した観があり、今後ともその推進が図られよう。これからの高齢化社会では最善の都市経営方策であると考えられる。

コンパクトシティーはたしかに集中した町づくりを目指すのであるが、その大きさには一定の限度があり、余りに巨大な町を作り出すことは、住民の生活環境を損ねることになる。一定の大きさのコンパクトシティーの周辺には緑と水辺のオープンスペースが必要であり、多元集中型のコンパクトシティーが望まれる¹¹⁾。

コンパクトシティーを実現するためには、空洞化する中心市街地に市民を呼び戻さなければならない。そのためには、公共施設や医療機関、公会堂やスポーツ施設など集客力のある施設を集めたり、マンションや市営住宅など中心市街地居住を進めたりする必要がある。商業施設も人集めの候補であるが、必ずしもこだわる必要はない。駅前にはサラリーマン向け住宅街で、郊外のモールでショッピングというライフスタイルも考えられる。

中心市街地の商業施設を活性化して集客力を高めるためには、市民への有用性や魅力を向上させなければならない。例えば商店街の土地の所有と利用の分離を図り、外部の経営力を導入することも考慮する必要がある。

(8) 元素戦略など遂行すると、鉱山でのエコリユクサックなど環境負荷を増やすことになる

金属資源を鉱山から獲得しようとする、当該鉱石以外にも大量のずりを掘ることになる。このため、鉱山地域では膨大なぼた山ができ、また地表面の緑被が大量にはがされて、広大な荒地となる。

さらに鉱石の採掘と処理に起因して、有害金属や酸性の鉱水が排出され、有毒な排ガスが生成されるなど、公害問題が激化する¹²⁾。

特に希少金属の場合には、得られる鉱石に比して、こうした環境負荷（エコリユクサック）が大きい傾向があり、この問題が懸念されている。これは持続可能性の問題ではないが、適切な対応を求められる課題である。

対策としては、鉱石採取後、周囲のずりを再び埋め戻し、表面は覆土して緑化することである。鉱山の排水や排ガスも適切に処理し続ける必要がある。

こうした復元や処理を行うには多額の費用が必要であり、金属の価格を押し上げることが懸念される。これはやむをえない負担であり、高価になった金属は無駄なく用いることが求められる。必要な技術については1章で述べた。なお一部の費用については、放射性廃棄物の処分を受け入れることで、賄うことができると考えられる。

(9) 提案された社会システムは、地域の経済的持続可能性も向上させるのか

本文で提案された社会システムは、地域を二重経済として確立するので、経済的持続可能性も向上させる¹³⁾。

二重経済におけるものと通貨の循環を図-2に示す。こうすれば、地域雇用部門や地域通貨部門などの地域経済が国際経済の変動から遮蔽され、雇用が確保され、生活が安定する。地域通貨はこの分離を確実なものとする。

二重経済が成立するためには、少なくとも食糧やエネルギーについて地域自給度が高い必要がある。本案では、食糧生産は面積当り生産性が高い植物工場で行うことを想定しており、これは食糧の地域自給度を大幅に高めるものである。またエネルギー供給も、増殖炉や核融合炉あるいは太陽光発電などを主体としたものになるので、その地域自給度も大幅に高まる。ただし、こうした技術の省エネルギー及び省コストを進める必要がある。

二重経済の社会の市民は、グローバルに活躍するとともに、地域に根ざした生活者でもある者となり、こうした持続可能な社会の構成員となる。

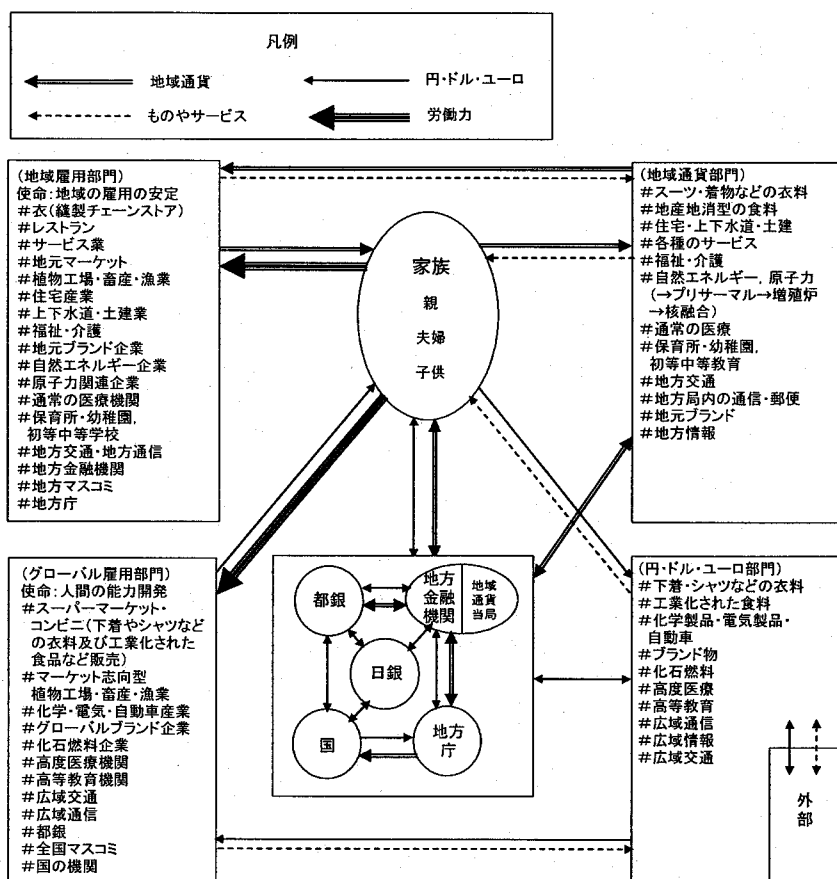


図-2 二重経済におけるものと通貨の循環*

(10) 環境倫理の教えに従い、欲望を抑えた生活を送れば良いのではないか

環境倫理の主張は、世界の有限性、世代間倫理、生物種の生存権の3点である¹³⁾¹⁴⁾。本文で提案された社会システムは、世界の有限性を認識し、生物の生存権を最大限尊重し、次世代に豊かな地球を引き継ぐことを志向するものである。この3点の環境倫理の主張に十全に応えるものである。

次世代に引き継ぐべき社会システムは、環境破壊的であってはならないのは当然であるが、またその市民を貧困から解放するものでなければならない。

先進国の市民が欲望を抑えた生活をするのはもとより当然のことであるが、このことを貧困に喘ぐ世界中の多数の人々に押し付けるのは妥当ではない。

本文で原子力や植物工場の利用を提案しているのは、環境を守るとともに、人々を貧困から救う途を見出すためである。

しかし人類の欲望を野放図に増大させることは、際限ない開発につながり、いくら技術開発を進めても、持続可能な社会に至らなくなる恐れがある。これを抑止するべく、「食らず、物を大切に」倫理を環境倫理に加えるよう提案する。

(11) 地震で施設に損傷があったようだが、それでも原子力を進めるのか

新潟県中越沖地震(2007/7)では柏崎刈羽原子力発電所も被害を蒙り、発電所は運転停止に追い込まれている。

しかし想定を超える強震動を蒙ったにも関わらず、主要部分は構造的に耐え、自動停止装置が作動するなど、原子力発電所の安全性が改めて示された。変圧器の火災や微量の放射性物質を含んだ水が溢れ出るなどの事故が報告されているが、重大な災害に到らなかった。

発電所の長期間運転停止に伴い、電力供給能力に余裕がなくなり、また温暖化ガス排出量が増えるなど深刻な

影響を与えている。早期の運転再開が望まれる。

原子力発電施設の本体は岩着して構築されており、重大損傷が無かった一因であると考えられるが、施設周囲の埋め戻し土が大幅に沈下し変圧器や土中配管に損傷を与えたことが、火災などの付随的な事故の原因である¹⁰⁾。またタンクの振動により水が溢れ、クレーンや鉄扉が破壊されて被害の事後確認に手間取った。今後はこうした点にも配慮する必要がある。

今後とも原子力発電所を大地震が襲うことは想定されるものであり、土木技術者も施設の耐震化に向けてさらに努力を傾注し、安全・安心だけでなく、早期に運転再開可能な施設を建設していく必要がある。例えば、減震・免震・制震炉の開発等による耐震性の向上、管路の地上化・可撓化・二重化、埋め戻し土の固化、建屋及び付属施設の耐震補強などの検討項目がある。

想定地震動を適正に見直すことも当然である。

人類には他に選択肢がない以上、上記事項に配慮しつつ、今後とも原子力を進める必要がある。

参考文献

- 1) 水谷潤太郎：持続可能な地域社会の物的構成－シンセシスをを用いた解決策の提示－，第33回環境システム研究論文発表会講演集（土木学会），2005。
- 2) 水谷潤太郎：環境問題はなぜ途方に暮れるのか？，水道公論，第43巻第7号，2007/7。
- 3) 水谷潤太郎：東京湾の水質保全，下水道協会誌，Vol.39，No.475，2002。
- 4) 原田幸明：元素戦略，環境監査研究会資料，2007。
- 5) 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)，87-96，2003。
- 6) 水谷潤太郎：持続可能な地域社会のイメージ，環境経済・政策学会2003年大会報告書，2003。
- 7) 石内傳治：わが国における施設園芸の現状と今後の展開方向－スーパーホルトプロジェクトの目指すもの－，平成19年度日本生物環境工学会関東支部講演会テキスト，2007。
- 8) 岡田健介：地域活性化とバイオディーゼルを目的としたナタネ・ヒマワリの生産と利用，平成19年度日本生物環境工学会関東支部講演会テキスト，2007。
- 9) 野口明徳：世界の食料需給と日本の少子高齢化，「食品研究会講演会－食の持続性を求めて－」講演集，pp.19-39，日本LCA学会，2007/8。
- 10) 生態系を守る多年生穀物農業，日経サイエンス，Vol.37，No.12，2007/11掲載予定。
- 11) C.J. ドンラン：究極の野生生物保護？更新世パーク構想，日経サイエンス，Vol.37，No.10，2007/9。
- 12) Malone-Lee Lai Choo: The twinning strategy: - new towns with familiar places as an alternative planning strategy for Asian cities, *Abstracts for international conference on science and technology for sustainability 2004 "Asian mega-cities and global sustainability"*, pp.134-136, Science council of Japan, 2004。
- 13) 加藤尚武：環境倫理学のすすめ，丸善ライブラリー032，1991。
- 14) 加藤尚武：新・環境倫理学のすすめ，丸善ライブラリー373，2005。
- 15) 土木学会，地盤工学会，日本地震工学会，日本建築学会，日本地震学会：2007年新潟県中越沖地震災害調査報告会・資料集，2007/8。

BASIC INFRASTRUCTURES OF SUSTAINABLE REGIONAL SOCIETY - FOLLOW-UP -

Juntaro MIZUTANI

This paper presents a follow-up for the previous paper "Basic infrastructures of sustainable regional society -presentation of a solution using the synthesis method-", which was submitted to 33rd annual meeting of Environmental Systems Research 2005 (JSCE). Main points are as follows:

- Land use for conservation of natural ecology is severe competitive to food production and natural energy exploitation. Therefore, atomic energy, plant factory and fishery stock enhancement is needed to alleviate this conflict.
- Plant factory is an excellent food producing method, which can simultaneously alleviate the agriculture-related environmental destruction and increase the per area productivity. Reduction of energy consumption and cost is most vital henceforth.
- Destruction of nature can be stemmed and natural conservation area can be secured if the proposal of this paper is employed. However, it is not possible to recover the lost nature as no technology to recover the extinct species is developed. Pseudo-recovery project of nature to its original condition is currently planned such as the "Pleistocene park".