

## 化石燃料ゼロハウス「風の学舎」からのメッセージ（I）

——自然エネルギー社会は家庭から——

### 1 風の学舎について

私の所属する NPO 法人いいだ自然エネルギーネット山法師では、足掛け4年の歳月をかけ会員の手作りで化石燃料ゼロハウス「風の学舎」を建設し2008年5月にオープンした。会員には、サラリーマンの他設計、建築、大工、土木、給排水などに係わる技術者が加入していたお陰でこのプロジェクトが実現できた。

会の活動目的は、資源・エネルギーの地産地消による「環境保全と地域活性化」である。

風の学舎の建設コンセプトは、

- ①地域材と伝統工法による家造り
- ②温暖化防止、廃棄物の削減
- ③化石燃料ゼロ、エネルギーの自給
- ④地域景観との調和
- ⑤職人の雇用確保や技術の継承

などであり、

施設を拠点とした活動の柱は、

- ① 環境体験学習の受け入れ
- ② 自然エネや地域材による家造り等に関する視察研修の受け入れ
- ③ 都市農村交流事業の推進

（大豆人プロジェクト、南信州フォーラムの取り組みを通じた農ある暮らしの普及や次世代育成など）

- ④ 他団体との連携による環境イベントや啓発事業の推進

などである。

また、活動に当たっての会員の心構えや姿勢として大切にしていることは次の点である。

- ①可能なことはできる限り会員自身の手で行う。「Do it yourself」
- ②活動はヒューマンスケールを大切にする。「なるべく機械に頼らない」

必然的に作業等への参加協力が必要で達成感の共有化につながり結果として意思疎通や連帯が生まれからである。

温暖化防止には CO2 の削減が不可欠だという点について社会の関心が少しずつ高まっているとはいえ、当初計画段階においては灯油やガスを用いず囲炉裏や竈など手間暇のかかる施設の導入に、果たして人々が訪れてくれるのか疑問視する意見が少なからずあった。

4年を費やした建築作業は、この間にマスコミや訪れる人などを通して様々な PR ができたことも事実で、オープンの前から問い合わせや利用の申し込みを受けることとなった。お陰で2008年5月の竣工以来、今日まで年々利用者は増加傾向にある。

社会の流れは相も変わらず、高速化、都市化、コンピュータ化、電化などの傾向にある一方で、自然との共生や半農半 X などスローな生き方を暮らしの中心に据えるような流れも確実に広まっており、そんな人々のニーズにもマッチしていたのかもしれない。

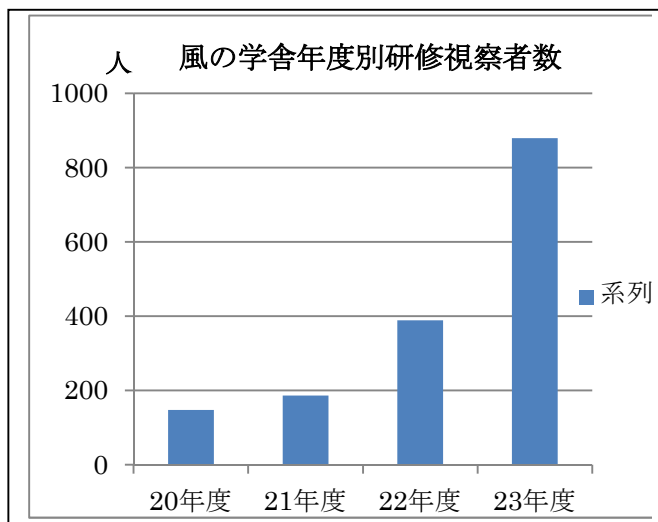


風の学舎と中央アルプスを望む

そこへ来て、2011年3月に発生した東北大震災と原発事故でまちづくりや暮らしを見直そうとする社会の潮流が生まれ、電力使用制限令などを切っ掛けに自然エネルギーに対する国民的関心が特に高まった。その結果、下記グラフのとおり自然エネルギーに関する視察や学習で風の学舎を訪れる人々が急増することとなった。(体験学習や交流会などで訪れる利用者は含めてないが、それらも増加傾向にある。) 24年度も同様の傾向が続いている。関東地区が中心だが、中には福島県からの視察もあった。

研修視察は、基本的に自然エネルギー施設の見学とその後の学習会を組み合わせ90分という単位で受け入れている。

施設では9種類の自然エネルギーの利用設備が具体的に見学できるほか、暮らしなどにどのように取り入れるのか、そのメリット・デメリットなどについての質疑応答の時間も設定している。このほか、これからのエネルギー利用について一人一人が考えなければならないことなどについて、先進事例なども交え説明をさせていただいている。



## 2 風の学舎の自然エネルギー施設

以下に、風の学舎の自然エネルギー施設を順次紹介する。設置からほぼ5年が経過する中で実際の稼働運用がどうであったのか、トラブルなども含め報告させていただくので、読者の皆さんの今後の導入に当たっての参考にしていただければと思う。大切なことは自然エネルギーにも様々な種類と特性がある。また、利用する側も汗をかかなければ持続的な利用ができない施設もある。それらを踏まえたうえで適材適所に利用することである。



<太陽光発電施設> 2008年設置

- ・シリコン多結晶型パネル 22枚 (真南に16枚 南東に6枚)
- ・屋根の傾斜角約25度
- ・最大発電能力3.3kW
- ・メーカー・・・シャープ
- ・施設の電力契約容量100V30A
- ・用途・・・照明、冷蔵庫、音響機器等

- ・設置費・・・おひさま進歩エネ(株)の屋根貸し事業で設置。売電料20年間払い
  - ・余剰売電単価・・・48円/kWh(2009.11～)
  - ・設置者と屋根所有者間の売電額の配分 (おひさま進歩・・・34円、山法師14円)
  - ・年間発電量・・・(平均)約3,300kWh
  - ・夜間等未発電時の対応・・・中部電力(株)との系統連携による。
  - ・2008.8月から2013年2月までの売電・買電状況「売電14,025kWh 買電5,707kWh」
  - ・特徴・・・気温上昇に伴い発電量が低下。
  - ・運用管理・・・エアコンコンデションの故障2回 (製造元の技術者が対応2-3日で復旧)
- \*発電量は、ほぼ予想通りである。常駐する者はいないため、不具合は電力会社からの伝票で始めて知ることとなる。エアコンの故障で1ヶ月売電できないときが2回あり。



＜垂直軸型風力発電施設＞2007年設置

- ・無指向性、無回転音、ハイブリッド式
- ・最大発電能力 1.0kW（風速 7-8 時）
- ・太陽光発電パネル 240W
- ・ブレードの直径 1m
- ・メーカー・・・シンフォニアテクノロジー(神鋼電機)
- ・用途・・・合併浄化槽ブロアモーター専用
- ・発電量は風速の3乗、回転翼の直径の2乗に比例

- ・設置工事費・・・約 2,480,000 円  
(内環境省補助 2/3)
- ・年間発電量・・・平均 250kWh
- ・無風時の対応・・・中部電力(株)との系統連携による。商用電源自動切り替え装置により電力確保。
- ・運用管理・・・トラブルはほとんど無し  
(5年後タワーの一部に錆が出る。)

\*伊那谷は元々風の弱い地域であるが、その中で当地区一帯は「あらしやま」と呼ばれ、比較的風が強いところ。しかし、規模も小さく稼働率は 20%程度のため太陽光発電に比較すると kW 当たり 1/4 程度の発電量である。

合併浄化槽のブロア用モーターの出力は 70W ほどで常に稼働しているため年間 600kWh の電力を要する。不足分は電力会社から購入。

施設のシンボルと環境学習のため設置したが、平均風速 4m 程度でないとペイしない。



＜太陽熱温水器＞2007年設置

- ・強制循環タイプ、2回路式
- ・太陽光発電小型パネルで不凍液の循環による熱交換方式
- ・パネル集熱面積 3 m<sup>2</sup> 傾斜角約 35 度
- ・貯湯容量 200ℓ
- ・メーカー・・・NORITZ
- ・用途・・・台所、洗面、風呂の給湯
- ・温水器による一搬家庭の年間給湯量をエネルギー換算すると約 1,400kWh と 3kw 規模太陽光発電施設の 45%程度となる

- ・設置工事費・・・約 470,000 円  
(内環境省補助 2/3)
- ・年間使用量・・・平均 9.5m<sup>3</sup>
- ・使用制限・・・12月中旬から3月中旬までは凍結による破損防止のため使用中止。12月に水を抜く。
- ・運用管理・・・トラブルはほとんど無し  
不凍液が減少した場合は追加注入要

\*一般家庭では、ほぼ毎日給湯が必要であるが、当施設は土日の利用者が中心のため温水器の利用水量は一般家庭の 1/3 程度である。

また、水をタンクに上げるタイプのため冬期は使用できない。

3月中旬から11月末まで、晴れる日は 4~5 人程度なら風呂などに十分利用可能である。

使用できないときは、ウッドボイラーからの給湯にレバーで切り替え。1年を通して利用可能な不凍液循環タイプのモノもある。少し高価となるが管理の手間は省ける。

メーカー試算では一般家庭の場合 LP ガスに比較して年間で 37,000 円程度の節約としている。





＜ヒートウォール＞2011年設置  
 ・太陽熱温水器中古パネル2枚  
 （南向きと西向き）  
 ・室内温度センサー付、冬期使用

設置工事費・・・約137,000円（会員で製作設置）  
 仕組み・・・冬期太陽の高度が低くなると壁のパネルに太陽光が当たり、中の空気が暖められそれをファンで10畳和室内に吹き込む。室内温度が外気温より低いときのみファンが自動に回る。寒い時期以外は不使用。ファンの電源は太陽光発電。この仕組みは、OMソーラーハウスのようにソーラーシステムの一環として既に実用化されている。  
 運用管理・・・特にトラブル無し  
 暖房効果（例）・・・25年2月3日 a.m.11 屋外温度12℃、室内温度5℃、室内吹き出し口温度33℃  
 ＊＊晴れた日は午後になると室内がほんのり暖かいが、真冬は炬燵などの補助暖房が必要。太陽熱温水器と同じく仕組みが単純なので管理しやすい。熱量的な計測評価は今後。



＜ウッドボイラー＞2006年設置  
 ・貯湯容量・・・220ℓ 自動給水  
 ・熱源能力・・・33000-40000kcal/h  
 ・メーカー・・・ATO

・燃焼室サイズ・・・560mm×750mm×1100mm  
 ・用途・・・台所、洗面、風呂給湯  
 ・設置工事費・・・189,000円（中古）  
 ・使用期間・・・冬期が中心  
 ・運用管理・・・トラブル殆ど無し。春、秋に煙突掃除を必ず行う。樹種を選ばないので煤の量が多い。  
 ＊＊田舎でスローライフをおくるには最も役立つ設備である。燃焼室の奥行きが1100mmと比較的長い枝や材木も燃やせる。また、薪ストーブと異なり自然素材なら全て燃やして給湯に利用できる。当施設では当初金銭的余裕が無かったため採用しなかったが、床暖房にも十分利用可能。  
 一旦100℃前後まで沸かせば4-5人家族で風呂にも十分可能。当施設のように一度に大勢が利用する場合は追い炊きが必要。



＜雨水利用施設＞2007年設置  
 ・ホロータンク容量・・・2基約1300ℓ  
 ・ドイツ製雨水集水器取り付け

・公共水道自動切替装置取り付け  
 ・濾過方式・・・砂礫濾過（写真右側タンク）  
 ・年間使用量・・・平均7.0m<sup>3</sup>。冬期は不使用  
 ・機材費・・・約200,000円（会員で設計工事）  
 ・用途・・・トイレ便器の排水のみ  
 ・運用管理・・・ほとんどトラブル無し。年に1度集水器のフィルター掃除と水抜きが必要。  
 ＊＊酒の醸造用タンク中古2基を利用し会で製作。砂礫を通す濾過方式をタンクの下から上に雨水が滲み出すようにした点に特徴がある。このことにより貯留水面にゴミなどがほとんど上がってこない。タンクの水位が一定レベル以下で自動に公水に切り替わる。



＜薪ストーブ＞2005年設置  
 ・クリーンバーン方式、オーブン付き  
 ・出力 15.0kw (12,900kcal/h)  
 ・暖房能力・・・約 60 m<sup>2</sup>  
 ・メーカー・・・オーストラリア「ピキャン」  
 ・燃料・・・薪類などの落葉樹限定

・機材費・・・約 550,000 円  
 (本体、煙突、耐火煉瓦含、会員で設計工事)  
 ・用途・・・暖房、調理  
 ・年間薪の使用量・・・平均約 1m<sup>3</sup>  
 (常駐者はいないので施設使用時のみ)  
 ・運用管理・・・耐熱ガラス 1 回交換。春秋掃除  
 \*\*冬期には欠かせない設備。ストーブの上に鍋・ヤカンなどがかけられ、下部にはオーブンが設置されているためピザや餅なども焼ける。  
 選ぶならこのように暖房と煮炊きが同時にできるモノが良い。いざ冬期にライフラインが停止してもこれ一台で過ごすことが可能。  
 数年で燃焼室の耐火ガラスが割れることがあるが上下同形なので発注の間取り替えて暖房に利用可能。落葉樹のみ燃やせば年間に煤は湯飲み茶碗 1/2 程度である。薪ストーブの火は人を癒やすという精神的効果も大きい。



＜囲炉裏 2 連自在鉤＞2005 年設置  
 ・灰受けの部分床下に収納可能  
 (床面はフローリングに変更)  
 ・燃料・・・炭

・資材費・・・約 20,000 円 (会員で設計工事)  
 ・囲炉裏の縁・・・ケヤキのうづくり  
 ・用途・・・暖房、煮炊き  
 ・炭の使用量・・・約 50kg  
 \*\*年間通して利用頻度が高い。利用者がバーベキューなどを行うことが多いため。  
 炭火で焼く五平餅体験などでの利用もある。  
 炭は、施設下の炭焼き竈で毎年作っている。  
 700 キロの薪からおよそ 150 キロの炭が焼き上がる。自然エネの中でも最も長期に保存できる形で有り、必要な時に利用できる。  
 囲炉裏を囲むと会話が弾むという良さもある。



＜竈 2 連＞2006 年設置  
 釜輪・・・最大左 39 cm、右 33 cm  
 材料・・・内部耐火煉瓦、表面漆喰仕上げ

・資材費・・・約 110,000 円 (会員で設計工事)  
 ・可能な釜の大きさ・・・5 升釜と 3 升釜  
 (径の小さな釜輪を順次はめていくことにより小規模な鍋などに対応可能)  
 ・用途・・・調理  
 ・竈ご飯・・・約 40 分で炊きあげ  
 (写真左は 3 升釜で約 35 人分の炊飯が可能)  
 ・運用管理・・・数年で釜輪の交換を要する  
 \*\*竈体験は当施設の売りである。今時家で火を焚くこともないのでマッチもろくに擦れない人が多いが、利用者は皆楽しんで挑戦している。竈ご飯は炊飯器にはないおいしさが味わえる。

以上、自然エネルギー施設を順追って紹介してきた。これら施設をエネルギー利用形態や用途別に整理すると次のようになる。

### 風の学舎の自然エネルギー 利用施設

エネルギー利用形態	施設・設備名	設備等の内容	用途
照明(電力) 動作・動力(電力) 熱供給(電力)	太陽光発電パネル	シリコン多結晶型 3.3kW パネル 22 枚	照明、電化製品、凍結防止帯等
	風力発電	無指向性垂直軸型 1kW 太陽光発電パネル 240w ハイブリッド方式	合併浄化槽ブローのモーター専用
熱供給	太陽熱温水器	水道水強制循環型 210 ㍓	風呂、洗面、台所の給湯
	ヒートウォール	太陽熱温水器の中古パネル2枚利用。パネル内の空気を暖めファンで室内に引き込む。	部屋の暖房
	薪ストーブ	二次燃焼付き調理用ストーブ 最大出力 15kW(12,900kcal) クヌギ・コナラ等落葉樹専用	暖房、調理
	ウッドボイラー	貯湯容量 220 ㍓ 出力 33,000-44,000kcal 自然素材なら全て焼却可能	風呂、洗面、台所の給湯
	囲炉裏	2連自在鉤 規格 140 cm × 80 cm 灰受床下収納式、板間変更可能。炭の利用	調理、暖房
	竈	2連式(釜輪 39cm、33cm) 薪の利用	調理
水供給	雨水タンク	650 ㍓ホーロータンク2基 1基は濾過装置として利用 初期雨水は排水する雨水集水器を設置	トイレ便器の排水
エネルギーストック	炭焼き竈	竈の大きさ1.4m <sup>3</sup> 1回の焼上がる量約 150kg	囲炉裏で調理、暖房

こうしてみると、住宅のエネルギー全てを電力のみで賄うオール電化住宅とは大きく異なり多様性のあるエネルギーの利用形態となっている。中でも家庭のおよそ2/3を占める熱利用をどう工夫するかが大切で、二酸化炭素の削減やエネルギー効率の向上に大きく関係するのである。自然エネルギー社会の構築という将来目標に向かって、エネルギー自給率を高めるには、消費量そのものを減らすことも不可欠であり当施設では照明のLED化や家電製品についても省エネ型に転換している。

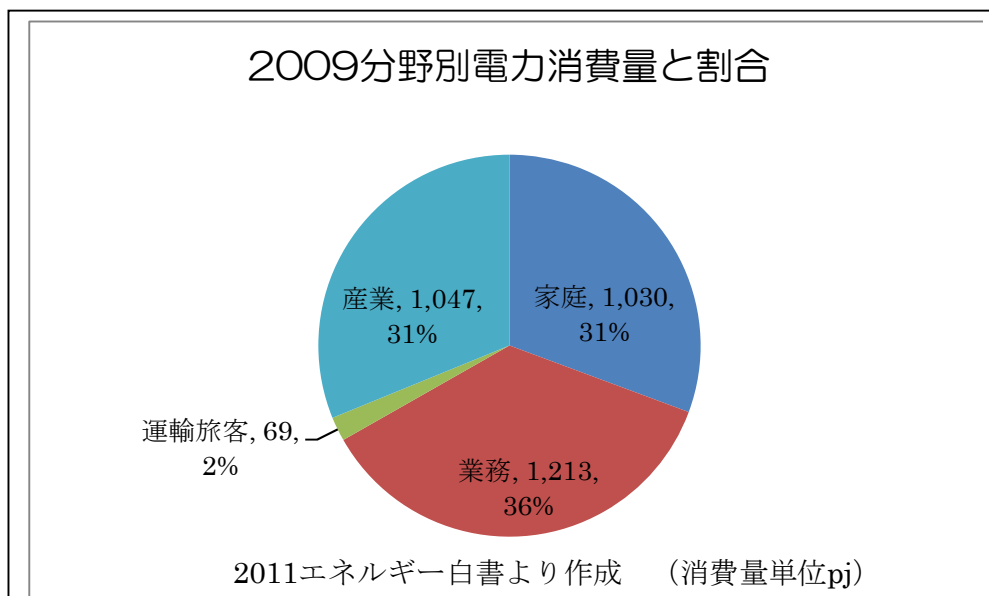
#### 3 住宅に自然エネルギーの熱利用を



エネルギーは、家庭、業務、運輸、産業と社会経済活動全ての分野に不可欠でまた転換後の利用形態も、電力、ガソリン・灯油、ガス、石炭、石油製品など多様であるが、今回は、一般に関心の高い家庭の電力や熱利用について我々の取り組みを踏まえ一考してみる。

下記グラフの通り 2011 エネルギー白書によれば、電力消費の内約 3 割が家庭におけるものであり、電力自給率向上のために住宅の省エネ推進や自然エネ導入は不可欠である。

2011.3.11 以降発電量のおよそ 9 割を火力発電に依存せざるを得ない状況だが、当然 CO2 電力排出源単位が悪化し従前と同じ電力使用量でも CO2 は増加する。円安になればコストも嵩む。しかし、原発の安全性の



確保に加え将来の使用済み燃料の処分に係る放射性物質の隔離やコストのリスクの大きさに比較すれば、当面はやむを得ない。だからこそ、他方で温暖化の影響や価格リスクを低減するためにエネルギー効率の向上とともに自然エネルギーの開発利用や省エネに迅速に取り組まなければならない。

ご存じのように火力発電所の発電効率はまだ 40%程度であり、加えて送電ロスも 5%程ある。火力発電所で 100 エネルギーを投入しても家庭など末端に電力として届くのはその内の 35 程度で有り、残りは熱として放散してしまう。大きなエネルギーロスの上で成り立つオール電化住宅である。仮に背景を知らずしてそのような住宅にしてしまった方は、少なくとも自然エネルギー機器の導入や市民共同発電のためのグリーンファンドに投資するなどしてエネルギー自給率の向上に努めてもらいたいと思うところである。一見便利で快適に思えても、地震ばかりで無く台風や竜巻などでも停電はしばしば起こる。以前に新潟県山古志村の地震被災現場を訪れる機会があり、その折に、住民から最も困った点の一つとしてオール電化住宅が話題に上った。今回は秋だったが真冬に送電が 3 日も停止したら生死に関わるとのことだった。ハイテクで便利な暮らしほど災害時には脆い。いざとなれば廃材等で煮炊きと暖が確保できる、ローテクであるが簡易竈やマッチなどの備えは必須である。風の学舎は、化石燃料を使用しないライフスタイルを追求した施設なので、現実的には直ちに全てを一般家庭の暮らしに取り入れる事は困難あるが、十分取り入れられる設備もある。市街地でも可能でコスト、自然熱利用、設置面積などからして最も推奨できるものは太陽熱温水器である。当施設には設置していないが、給湯用のボイラーにしても灯油と薪の兼用の製品も出回っているし、薪に比べて扱いやすいペレットストーブの開発導入も進みつつある。生産工場のある地域では自宅にペレット燃料を配達してくれる仕組みもある。このような設備から導入し少しずつ自然エネルギーの利用に移行していく方法もある。自然エネルギーというと発電利用ということが直ぐ頭に浮かぶ、それも大切だが、そのことと同じく自然の熱を如何に暮らしに取り込むかが重要である。

#### 4 森林資源の活用は外せない

熱利用といえは最も適した資源はやはり森林資源である。国内に豊富に存在し、伝統的利用技術も確立している。炭という形で長期に保存も可能であり、なんといたっても適正に管理すれば永続的に再生産可能である。今日針葉樹でも燃焼効率の高いストーブなどが開発され余り樹種を問わず利用可能となってきたが、これら木質資源のエネルギー利用の前にやるべき最も重要な取り組みがある。地域材による住宅造りである。成木1本から柱などの建築材を取り出す場合およそ50%は利用できない端材やおが屑などが出る。地域材による住宅造りが広がれば山元や製材工場から自ずと未利用資源が排出され、これらをペレットなどエネルギー資源としてカスケード利用できるのである。そのためにだけ樹木を裁断・粉碎しペレットなどを製造すれば大きなエネルギーを別途要する。

問題は、山からの切り出しである。化石燃料を使用した大型機械では、投入資金の回収のために大規模集中型の皆伐になりやすく山の環境保全という点で課題も残す。持続できないほどの地域でも利用できるというモノで無い。そこで土佐の森方式などに倣い、地域住民やNPOの参加協力による小規模だけれど効率的な搬出方法を地域毎に工夫し上げていくことが肝心で有り、そのような取り組みこそ行政や森林組合などが支援すべきである。

#### 5 終わりに

海外で産する化石資源やウランへの依存度を減らしエネルギー自給率を高めるためには、身近な地域単位で資源循環が成り立つ方向に生活様式や地域社会の仕組みを変えてく事が必要である。そのような小さな循環の輪が網の目のように広がるその先に持続可能な資源循環型社会が開けるのである。資源循環型社会とは分かりやすく言えば、食料・資源・エネルギーが持続的に再生産可能な社会だということである。太陽光だけでなく、身近に土、緑、水のある暮らしがあってはじめて成り立つのであり、原点は住まう環境にある。これからは外材とプラスチックから脱却し一人一人が地域材を基本に本来の意味のマイホーム（家庭）を建てることである。ホームとは家と庭（緑や土）があって初めてそう呼べる。コンクリートマンション住まいでは家（ハウス）はあってもホームレスなのである。そうすれば、都市部ではとても使用できそうもない薪ストーブなど、森林資源を活用した多様なエネルギー施設が利用可能となり、地域活性化にも貢献する。さらに一歩進んでキューバのように大多数の国民が半農半Xの暮らしを楽しめるようになればさらに循環型社会に近づける。エネルギー自給率の向上は、まさに一人一人のライフスタイルと近隣のコミュニティの如何に負っているのである。

突き詰めれば、太陽光発電や風力発電はもとより、原子力発電といえども部品組み立てや建設のための資材の確保は採掘、精錬、運搬、転換などの段階で化石燃料を大量に使用しているのであり、石油依存技術である。そういう意味では過渡期の技術でもある。

国から地方まで将来計画に於いて2050年の社会の姿をハイテク機器を応用したスマートな地域社会としてバラ色に描いている。しかし、森の恵から縁を切った暮らしの先に見える世界は果たしてバラ色なのだろうか。

日本は、世界で最も省エネ技術が進んだ国であると認められてきた。オイルショック以降今日まで家電製品や車等の省エネ性能は大きく進んだ。しかし、1990年以降を見てもCO<sub>2</sub>の排出量（≒エネルギー消費量）は増加の一途をたどって来た。都市化、核家族化、車の増加、情報化、電化などが、その効果を相殺どころか大きく上回って来た。ライフスタイルや社会構造の変化の要因が大きいのである。将来像を相も変わらず石油に依存した技術偏重で描いても達成持続できるのだろうか。暮らし、産業、まちづくり全てにおいて地域単位で森林資源を中心とした自然の恵みを取り入れる方向に舵を切らなければ、持続可能な自然エネルギー社会は見えようも無いのである。