

原子力技術の根本問題と自然エネルギーの可能性

大友 詔雄

(株) N E R C (自然エネルギー研究センター) 代表



略歴

北海道大学大学院で原子核工学を専攻。元北海道大学工学部教員。北大在職中の1999年、北大ベンチャー企業として(株)NERC(自然エネルギー研究センター)を設立し、代表取締役センター長に就任、現在に至る。著書に『自然エネルギーが生み出す地域の雇用』(編著、自治体研究社)など。

ただいまご紹介いただきました大友でございます。大変過分なご紹介で恐縮しております。私、1945年生まれですので、計算していただくと歳がわかりますけども、原発は使えない技術だと思いたってから37年たちました。昨年の「3・11」のような、ああいう大災害がまさか日本で起こるといことは、正直いって私としても全く想定外の話でございます。「3・11」以降、外国の方々は「日本人は本当に大人しい」とか「怒りを表に出さない」とか、いろいろと言われてきました。しかし、1年たった頃から状況がずいぶん変わった、やはり国民、多くの方々が本当のことをよく見抜いたと思います。

今日ご紹介いたしますのは「原子力技術の根本問題と自然エネルギーの可能性」ということで、これは『経済』という雑誌の2012年7月・8月号に2回に分けて掲載させていただいた中身をご紹介するつもりでいたんですけども、これを1時間の時間でしゃべるといのは少々大変だということと、また技術論という学問を意識して書きましたので少々難解のところもございます。それで今日はどちらかといいますと、どういう事実があるのか、事実を重点にして原子力の問題、そして自然エネルギーについてご紹介したいと思っております。もちろんそれだけでも中身としては相当なものがございますので、時間の許す限りご紹介させていただきたいと思っております。それでは、さっそく中身に入らせていただきます。

被災地の現実

まずご覧いただきたいのは図1、対照的な被災地の現実ということです。左側は飯舘村の美しいのどかな村、日本で最も美しい村ということでNPO認証された村です。これは

「3・11」以降の写真で、何事もないのどかな光景です。一方、右側は世界最大の防潮堤に守られた町、田老町です。この世界最大の防潮堤の上を津波が乗り越えて悲惨な廃墟に

図1 対照的な被災地の現実



「飯館村」美しいどかな村
日本で最も美しい村」連合として
2006年2月24日にNPO認証

原発から30km離れているのに、
事故後の天候と地形のせいで放
射能に汚染された日本一美し
い農村風景を持つ飯館村



「田老町」廃墟となった町
世界最大の防潮堤に守られた町であったが...



なったということです。

まずここで心に刻んでいただきたいのは、右側は大変な被害で廃墟になったのですが、ここは間違いなく確実に復興できるんです。しかし左側、この何事もない美しい村、ここは放射能が降り注いだということだけで、おそらく数十年人が住むこともできません。数十年どころか未来永劫、ひよっとしたら難しいかもしれません。

まずこういうことを申し上げまして、私は北海道大学発ベンチャー企業として13年前にNERC（ネルク）という会社を作ったのですが、そのときに21世紀の社会の課題は一体なんだろうかと考えることを考え、3つの課題に整理したことがございます。1つ目は全人類的な課題、これは環境・エネルギー・食料・人口・核兵器などの問題。2つ目は緊

急不可避の課題、大規模災害、今回のような災害であるとか新たな疫病の蔓延、地球の温暖化ということとも相まっていろいろ疫病が蔓延するという問題。そして3つ目に、とりわけ地域社会と地域産業再構築の課題ということをおげました。日本の食料生産の場である地方の活力が、過疎・高齢化という形で失われているという問題は大変な問題になっていくと考えた次第でございます。

実は、福島の問題というのはこの3つあげました21世紀社会の課題のすべてが重なった、まさに21世紀時代の課題そのものだったということです。この福島の問題を私たちとしてどうこれから事実を学び、そして復興に向けていくかというのは、まさに21世紀社会をつくる仕事と同じことだと、こんなふうに思うわけでございます。

原発事故のメカニズム

前置きはこのぐらいにしまして、原発についてのお話に移ります。

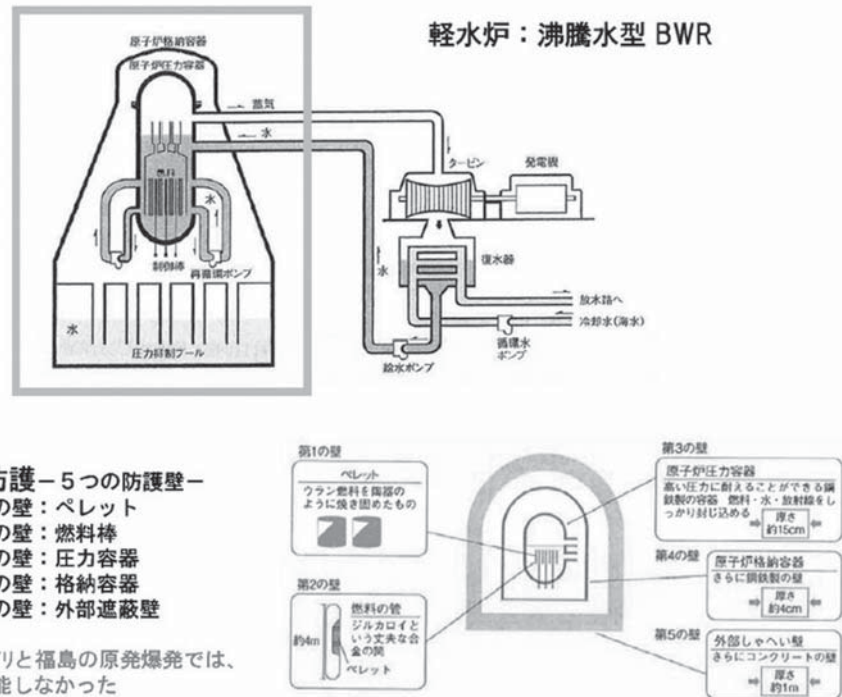
まず原発事故とはどういうものか、このことについて簡単にご紹介させていただきたいと思います。図2を見てください。原発というのは炉心があって、それで核反応がおきますと非常に膨大な熱が出てきます。その熱を水で冷やすわけですが、あっという間に沸騰して蒸気が出てきます。その蒸気のものでタービンをまわして電気をおこすのですが、その後蒸気を海水で冷やして水に戻し、炉心に返してやる。この循環を繰り返すだけの話です。

問題は、炉心の核反応によってとてつもない放射能を含んだ物質ができあがるということです。この放射能が環境に出てくると大変な被害を起こすので、多重防護と呼んでいる

5つの防護壁があるとよく言われています。①燃料自体をしっかりと固める。②それを燃料棒、ジルカロイという特殊な金属のさやの中におさめる。③そしてさらに厚さ15cmぐらいのぶ厚い鋼鉄の容器（圧力容器）に入れる。④さらに4cmぐらいの鋼鉄製の格納容器におさめる。⑤そして外部を1mぐらいの厚さのコンクリートの建物におさめる。ということで5つの防護壁を設けて、放射能を外に出さないようにするという話でございます。

しかし、チェルノブイリや福島のような爆発が起こると、こういう防護壁は何の役にも立たなかった。なぜ役に立たないかというのと、この話は、実はすでに1975年の段階でアメリカの物理学会が、軽水炉安全性研究でこのメカニズムを解明しているんです。原子炉では水が失われる「冷却材喪失」という事態が

図2 原発の仕組みと多重防護



起こると、膨大な熱が引き続き発生し続けるために炉心が溶融し、格納器が破壊されて放射能が環境に放出するという、このメカニズムは福島でも全く同じように起こった。わずかに1分たらずで炉心は1,100℃を超えてジルカロイと水蒸気が反応して水素が発生いたします。さらに3～15分ぐらいで炉心は2,800℃になって、これは鋼鉄を沸騰させる、溶かすんじゃなくて沸騰させる。その熱量は1時間に40 tの鋼鉄を沸騰させることになる、とてつもない熱です。ですから、水が止まって15分ぐらいたつと完全に炉心は溶けてしまうという話です。1時間ぐらいの間に、溶融した物質がひとかたまりになって圧力容器の底に落下する、あるいは圧力容器の底を溶かす（溶融貫通）、こういう状態が発生いたします。この場合には水がすでに下に落ちてたまっている可能性が非常に高いわけです。そこで水蒸気爆発を起こすという話でございます。

この水蒸気爆発は、大量に溶けた放射能が突然放出されるというとてつもない爆発になってしまいます。福島の場合はこの水蒸気爆発は起こりませんでした。しかし水素爆発が起こりました。水素爆発というのはなかなか聞きなれない言葉ですし、テレビで見たらもの凄く大きな大爆発ですね。しかし、水素爆発

というのは気体の水素と酸素が結びついて水になる反応です。ですから一瞬のうちに気体だったものが水になり、周囲は真空になる爆発です。一瞬のうちに真空になるので力は外から内側に働くのです。この爆発が起こったのはたまたま格納器の一番外側の建屋の中であるらしいですね。ですからここには当然空気や水蒸気あるいは放射能を含んだエアロゾルといわれる物質とかが充満しています。水素爆発ではだいたい2,200℃ぐらいの熱が一瞬のうちに放出されますから、その熱でもって建屋内に充満していた気体が、あっという間に急激に膨張する、すなわち大爆発をすることになるんですね。これが水素爆発です。

ところが、水蒸気爆発はもっとすごい大爆発になります。これが原子炉の底か、その下のあたりで起こる可能性があった。もし水蒸気爆発が起こると、この上にある圧力容器そのものも完全に破壊される、あるいはこっぴ微塵になるという事態が想定される。福島の場合には、本当に幸運だったのはこの水蒸気爆発が起こらなかったことだ、という話がございます。したがって、原子炉の災害というのは決して福島の今回の事態が最悪ではないということ、このことをよく記憶に留めていただきたいと思っております。

福島の今後——チェルノブイリから推察する

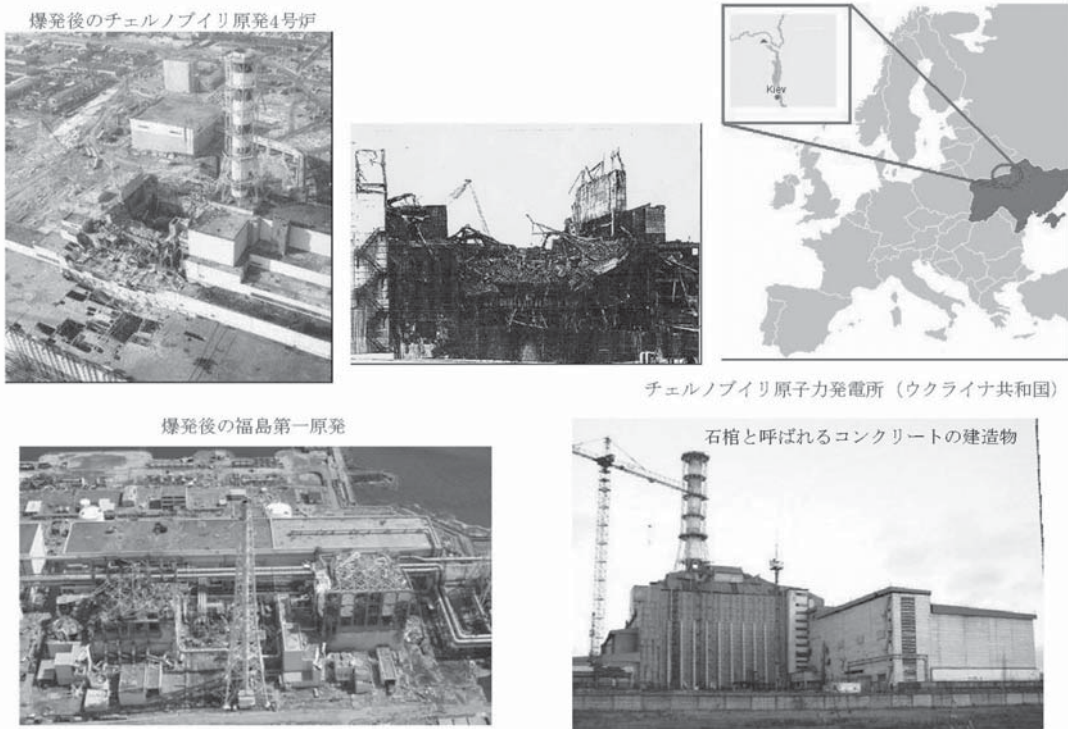
それでは、福島はこれからどうなるのでしょうか。これが一番気になる所です。これを推しはかるには、チェルノブイリの現在を見ればある程度推察できます。図3をご覧ください。チェルノブイリでは水蒸気爆発を起こしました。したがって、放射能の遮へい体がほとんど吹き飛んでしまった状態です。これはもう手がつけられないということで結局、ぶ厚いコンクリートでもって棺桶をつくっておさめました。問題はこの棺桶がいつ崩壊して

も不思議ではない、こういう事態になっていることです。

昨年、クルチャトフ研究所（旧ソ連及び現在のロシアで核開発に責任を持っている研究所）の最高責任者であるベリホフという人が来日して講演した中の一部を紹介いたします。読み上げるかたちでご紹介していきたいと思っております。

「調査の結果、燃料含有物質には炉心の残骸や塵、溶けて固まった溶岩状燃料、ウラン

図3 チェルノブイリ原子力発電所事故



水溶液があることがわかったが、比較的均一に分布していた。なお、数ミクロン単位の塵は、人間が呼吸する際、最も危険なものである。数10シーベルトの線量の区画ではサンプル採取の作業がわずか数秒しかできず、それが100シーベルトを超えるところでは、未だにアクセスできない場所もある。事故前の燃料重量190トンのうち5%が外部に放出して、80%は炉内に、残りはアクセス不能な場所にある」。要するに、近寄ることはできませんということですね。「溶けて固まった燃料は1,500°C以上で、セシウムは既に揮発して上下2段のサプレッションプールに流出した。問題は、このあと塵の飛散を防ぐために樹脂を散布したが、竜巻、地震、突風等でシェルターが破壊されると、ウラン燃料で換算して5トンの放射性塵のうち100kgが外部に放出すると予想される。水は放射性物質を拡散させると同時に、放射性物質を濃縮させて再臨界をもたらす」。こういう話です。

いろいろあるんですけども時間の関係で簡単に申し上げますと、まず「数ミクロンの

単位の塵が、人間が呼吸する際に最も危険な物だ」という指摘があります。このことは非常に重要なところで、今回のどういう局面で問題になっているかといいますと、例えば除染作業をテレビで見ると、高圧水で屋根瓦の上をブワーッと放水して除染している。その作業を下にいて見上げている。口をあけて見ているかどうかわからないですけども、とにかくそういう形で見ている。この状態が非常に危険なんですね。にも関わらず専門家は誰一人それを注意する人がいなかった。これは恐るべき事態です。

「作業が数秒しかできない」とか「近寄ることもできない」とありますが、福島の実実はまさにこの状態になっているはずですね。それから「竜巻、地震、突風」です。これは屋根が崩壊しますと、なかなかすぐにカバーするなんて非常に難しいのですね。そういう時に竜巻だとか突風だとかがこの箇所を襲う可能性がある。これはどれくらいの確率かというと、1%です。100個暴風雨が発生したら1個はここを通るというぐらいの確率がある。

これは大変なことになる。

それからもう1つ、「再臨界を起こす可能性がある」と言っている。再臨界という意味は、制御ができない形で核反応が進むことで、これは原爆の爆発と同じです。ただ、原爆の爆発は技術的に難しいことがあるんですけども、ここでは超小型の原爆が爆発するのと同じことが起こる危険性がある。そうすると石棺も何もかも当然みんな吹き飛んでしまいます。

これが26年たったチェルノブイリの現実なんです。ということは福島には、この状態に相当する原発が少なくとも4基あるんです。一体どうなるんでしょうかという問題があります。それでチェルノブイリではそういう危険性を回避するために、急きょ巨大な鋼鉄製のアーチ状の「新石棺」でおおってしまうという計画が実行に移されました。レールを作って外で組み立て、押し合つかぶせてしまう。なんでこんな方法を取るかというと、これはこの鋼鉄製アーチの耐用年数の問題です。だいたい100年といわれています。先ほどの石棺はだいたい30年と言われて、まさに30年でだめになった。新石棺は100年ですから、100年後にまた取り替えなきゃいけないんですね。上にかぶせてもいいんですけど、これはちょっと難しいと思いますから、取り替えるためにレールを敷いて交換する、という発想です。これを何回やる必要があるかというと、管理期間は最低でも数千年。ですから1000年だったら10回やらなきゃいけない、仮に1万年だったら100回やらなきゃいけない、という話になります。

それで、本当に何年だろうかと気にしていたら、「10万年後の安全」というフィンランドの放射性物質の処分場の話が登場しました。インターネットで、ムービーで見られますのでぜひご覧頂きたいと思います。これは放射性核廃棄物を地下貯蔵した時に、その廃棄物が再び環境に出てきたときに安全だと言えるまでに10万年かかるという話です。ちなみ

に10万年前というのはどういう時代かというと、ネアンデルタール人がいた時代なんです。そうすると、これから10万年後の時代、当然現代人はいないんですが、未来人はいるだろうと想定します。この未来人に「この場所に非常に危険な放射性物質が埋まっている」ということをどうやって伝えるかが実は大変な問題だと、まさにSFの世界かもしれないんですけど、真面目に議論されている内容が紹介されています。恐らく文字もだめ、絵もだめ、下手な事を書いてしまうと、未来人は私たちが古代の絵文字その他を100%解読できないのと同じように、誤って解読してしまい、「ここにはとてつもない素晴らしい物が埋まっている」と、まさに黄金伝説が振りまかれて一生懸命掘り出す人がいるのではないかと、こういう話が興味深く紹介されていますので、ぜひ見ていただきたいと思います。

私が言いたいのは、放射能というのはまず、ああいふ爆発が起こるととてつもない災害が起こります。しかしその後の始末が、その爆発を起こした原発自体を処理することも大変です。それ以上に、今日本のすべての地域で運転されてきた発電所の中に膨大に蓄積されている放射能を一体どうするんでしょうかという、この解決方法を私たちはまさに未来人に約束しなきゃいけない。これは我々の責任でもってちゃんとやらなければならない。しかし、本当にそういう事ができるのでしょうか、という問題になってまいります。ですから、まず原発を停止させる。停止させれば、少なくともああいふ爆発事故が起こりません。ですから後は、残念ながら手のひらを返したようには解決しないと思いますけれども、時間をかけて放射性物質を安全に管理する方法を、私たちはしっかり確立していかなければいけないという話になるのではないかと思います。

こういうことで原発の話をこのぐらいにしないと、あと時間がなくなりますので、次に移ります。

自然エネルギーとは何か

今日ご紹介したいのは、こういう話です。地域資源を石油にかわって使えば、エネルギー的に自立できる。この結果、地域外に流出していた石油代が地域内に留まって地域が豊かになります。このためにいったい何をどうすれば良いのか、という話です。たまたま北海道で木質バイオマス資源を使うことによって、いくつか見えてきた話がございしますので、その話を中心にご紹介したいと思います。

その前にまず、自然エネルギーとは一体なんぞやということからお話いたします。「自然エネルギー」、「再生可能エネルギー」という2つ言葉が使われているんですね。その他「新エネルギー」、「クリーンエネルギー」といろんな名前で呼ばれていますけども、とりあえず再生可能エネルギーと自然エネルギーの2つについて触れたいと思います。

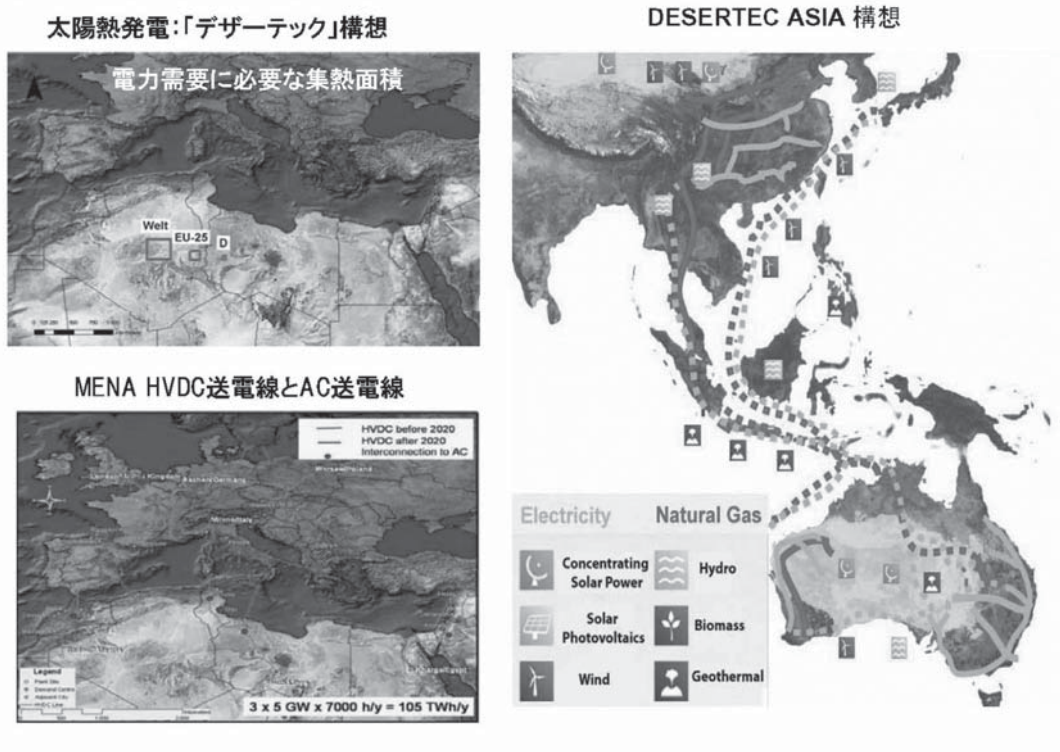
私はずっと「自然エネルギー」にこだわっています。これはどういういきさつがあるかといいますと、オイルショックの後、石油に代わるエネルギーをどうするかという議論がありました。そのときに自然エネルギーという言葉が登場しました。私もすぐに自然エネルギーにとびついた一人です。欧米のほうはけっこう議論好きな人がたくさんいて、これは悪いことではないですけども、「自然というのは地球の内部から宇宙の彼方まで全部自然である、そういう自然のエネルギーだったら核エネルギーだって、化石エネルギーだってみんな自然じゃないか」という議論がでました。それで、たしかにそうだと皆さん思った訳ではないのですが、再生可能エネルギーという言葉が欧米では使われるようになりました。しかし、そのあとの議論の中で、再生可能エネルギーにまず忍び寄ってきたのは、「核燃料を再処理してプルトニウムをつくり出して、高速増殖炉でまた使い回すというものもまさに再生可能エネルギーである」、と

いう議論です。とんでもない話なんですけどもね。これはごく少数ですけども、まだ主張している人もいますよ。

今現在、再生可能エネルギーで私としては非常に注意しないとイケないと思っているのは、例えば「岩体発電」です。地中何キロも深く岩盤まで水を押し込んで、そこで蒸気をつくって、その蒸気でもって発電するという話で、全世界的に取りざたされています。日本でもその計画がどんどん進んでいます。しかし、これは地震を多発するとか、火山を誘発するとか、あるいは吹き出てきた蒸気に何が入っているかわからないとか、いろんな問題があります。ですから、再生可能エネルギーというのは常にそういう問題が含まれてくるという話です。

「自然エネルギー」はどうなのか。豊かに存在する自然、ここに限定したエネルギーだけで十分であり、別に地中深くや宇宙の彼方までエネルギーを求める必要はないと考えています。生物が豊かに生息している自然に存在するエネルギーだけで十分ですということ、私の言っている自然エネルギーは、まさにこういう自然エネルギーです。ですから地球上の、地球の表面に出ている、あるいは表面で手にすることができる、こういうエネルギーだけで十分ですという話です。温泉水もその一部です。こういうところは、まさに食料生産に調和する話です。先ほどの21世紀の課題の3番目に地域の問題、これは食料生産の場、この問題が非常に重要ですよということを申し上げたのですが、自然エネルギーを考えるとときにはそうした食料生産と調和できないとイケない。ですから、そこに太陽エネルギー、水、土、空気そして生命体、これらが全部自然エネルギーという形でエネルギーを持っているという話になります。

図4 超大規模太陽熱発電



自然エネルギーの量と可能性

そういう自然エネルギーについて、かつては、そんな自然エネルギーを使えるのか、仮に使えるとしたら量的に大丈夫なのか、本当に他のエネルギーのように使うことができるのか、という質問が出ました。量的な問題では世界のエネルギー消費量、最も使われている時代の量と比べると、太陽エネルギーはだいたい1万6千倍ぐらいあります。

これをもうちょっと分かるようにすると、図4をご覧ください。サハラ砂漠にふり注ぐ太陽エネルギーで電気を起こします。そうすると、左上の地図中の「D」という四角で、ドイツで使っているすべての電気を賅えるんです。「EU-25」の四角でもってEUの25カ国が賅える。それから「We1t」の四角でもって全世界の電気が賅えると、こういう

話ですから量的には全く問題ない。ですから、太陽エネルギーは莫大であって、「使えるのか使えないのか」、こういう議論はする必要ありません。「いかにして使うか」ということに知恵を絞っていく必要があるんだということになります。

「3・11」が起こって、その2カ月半後の5月30日、「ドイツの安全なエネルギー供給に関する倫理委員会」から報告書が出ました。この中の結論部分にこういうことが書いてあります。「ドイツ国内の原子力からのリスクを将来的に取り除くためには、脱原発がまず必要だ。この脱原発は、リスクのより少ない様々な代替手段が利用可能であるから、脱原発は可能である」と言い切っています。そして、「原子力エネルギーに対して、反対であ

ろうと賛成であろうと、ドイツにおいては原子力エネルギーをリスクのより少ない技術によって生態学的・経済的・社会的に配慮した方法で代替できる」と言っています。反対であろうと賛成であろうと、ここが非常に重要ところなんです。倫理的に配慮した代替

ができるという話です。「このエネルギー転換を進めることによって、数多くの企業が創設され、新たな雇用を生み出す、脱原発は高い経済成果をもたらすチャンスだ」とも言っています。

ヨーロッパの状況——オーストリア、ドイツ、デンマーク

それで、今ドイツがこういうふう言い切った背景について、ヨーロッパの状況を簡単にご紹介させていただきます。まず図5、オーストリアのギュッシング（Güssing）です。先ほど埼玉の地図をスライドで見たら、なんとなくオーストリアに似ているなと感じたんですけど。ギュッシングはハンガリーに接した町で、ウィーンの郊外にあって非常に貧しい町です。みんなウィーンに出稼ぎに行って、土日しか戻ってこないという典型的なウィークエンド都市と言われた、そういう貧しい町

だったのが、これが今や大変豊かな町になったという話です。

1992年から取り組みが始まりました。それ以前はどういう状態だったかという、石油、電力、自動車燃料に地域でお金が払われます。そのお金はほとんど全部、地域の外に出ていました。それを、地域資源である太陽エネルギー、木質バイオマス、農業系の残渣物でエネルギーをつくります。熱、電気、自動車の燃料として地域の人がお金を払ったら、そのお金がぐるっと回って、全部地域に残っ

図5 地域内での富の流れ
—オーストリアGüssingの例—

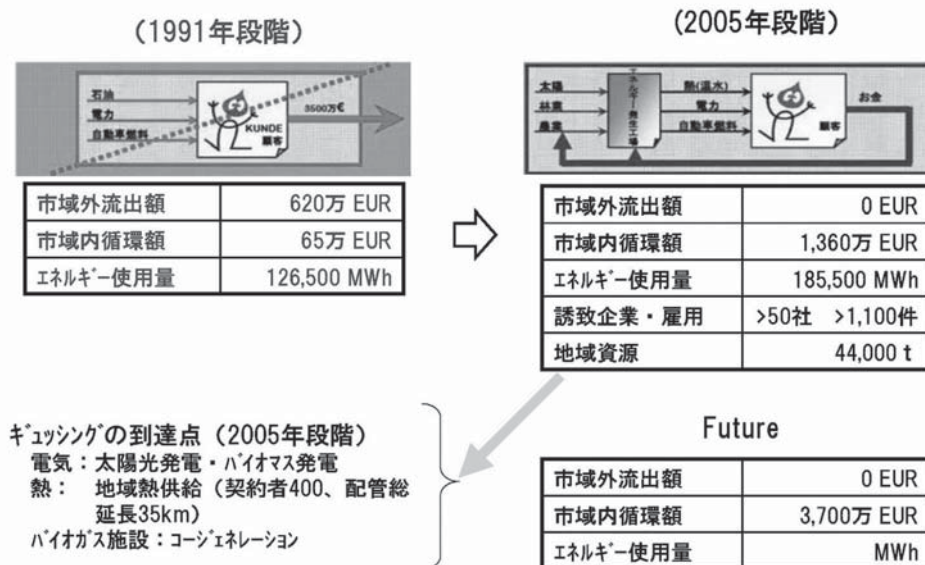
ギュッシング市
人口規模：約4,000人(2009年)



図6 ギュッシング市のまとめ

—石油・電力・車の化石燃料購入費用の流れ—

ギュッシング市 人口:約4,000人



て地域を循環するじゃないですか、非常に単純な話ですね。1992年にこの取り組みを開始したんです。その当時は石油がものすごい安い時代ですから、そう簡単にこれが成功するというわけではなかったんですね。2005年になって結果が出ました。

結果を図6に整理しました。1991年段階、地域外に620万ユーロ、これにゼロを2つつけていただくと円になりますから6億2千万円ぐらい。地域内にはその10%ぐらいが残っていました。ですから地域の中は6,500万円に対して6億2千万円が地域外に出ていた。これは毎年毎年出ていくわけですから、10年だったら62億円になるという話ですね。とてつもないお金が地域の外へ出て行った。これを地域資源におきかえて10年たった2005年段階では、地域外には0円、まったく1円たりとも出なくなりました。地域内には、なんと循環額が倍増して13億6千万円残るようになりました。残るという意味合いは、毎年毎年これが地域内に留まって循環す

る金額だという話ですね。エネルギー量も増えた。こうなると地域は非常に豊かになって住みやすくなって、エネルギー代も安くなるものですから企業がどんどん押し寄せて50社。人口4,000人の町に1,100件の雇用がうまれたという。これはウソではなくて本当の話ですから、こういう世界が実現したという話です。その結果、オーストリアは今現在、ありとあらゆるところで無数にバイオマスが使われるようになりました。この辺は基本的に山岳地帯ですから、こういう形で使うようになった。その中心は地域熱供給という形で、これも全国無数に存在するようになったという話ですね。

ドイツも同じように、この10年間で様変わりいたしました。例えばドイツの「バイオエネルギー村」という、バイオマスだけでも自分たちの住んでいる地域のエネルギーを全部まかなおうという発想の地域です。これが今現在、ドイツでだいたい70カ所ぐらいになります。バイオマスだけではなくて、風

力発電だとか太陽光発電とか、そういうものも使って自然エネルギーで地域のエネルギーを自活することを始めている地域はだいたい500カ所ぐらいになっています。ですからドイツは本当にすごい規模です。例えば家畜の糞尿やエネルギー作物などでバイオガスというガスを発生させて、電気と熱にして電気は売電するわけです。木質バイオマスで熱をつくって地域に熱供給する。これは一つの典型的なパターンになっています。

ですから、地域の熱供給普及率は、ドイツがダントツにすごい。ついで中国もあるんですけど、中国は人口比でいくとトップとは差がある。日本はほとんどまったく手がついていないという状況ですね。これは、日本は電気は原発、熱は外国から石油をもってくればいいという発想でずっときた国ですから、こういう結果になるのは如何ともしがたいですね。ドイツはだいたい100戸ぐらいの集落で、十分地域で熱供給が成り立っている。日本ではこんなふうにとると熱供給もインフラを整

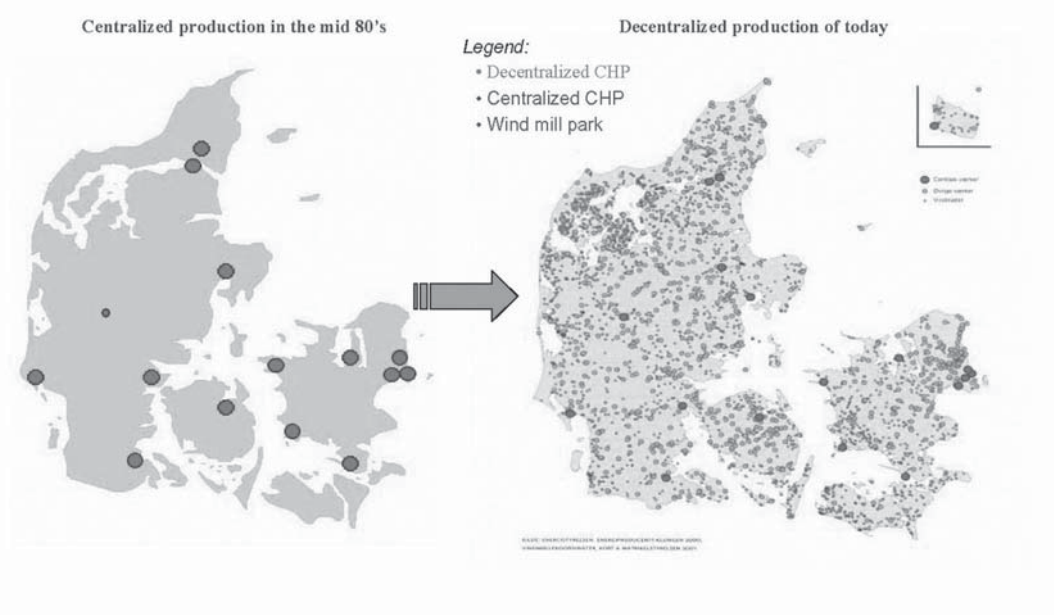
備するだけで大変なお金がかかって絶対合わないという話がすぐ出てきて、まったく顧みられない。インフラにお金がかかっても、エネルギー代が安くなることを考えれば、全然問題ないんですけども。

いろんな話がありますけど一つだけ、これからの農村地帯のあり方を考える上で、非常に重要な進歩がありますので、それをご紹介します。先ほどの家畜の排泄物によるバイオガスです。今現在、家畜の排泄物の他にエネルギー作物といわれているトウモロコシや菜種とかを入れて発酵槽で発酵させます。そうするとバイオガスというガスが出てきます。それはメタンガスが60%、二酸化炭素が40%というガスです。これは燃やすことができますから、それを燃やして熱と電気をつくる。残ったものは液体肥料として畑へ戻してやる。こういう話ですね。日本はこれがほとんど普及しなかった国でもあります。

一番早くこの取り組みに入ったのはデンマークなんです。デンマークでは1970年代に全

図7 From Centralized to Decentralized CHP

15ヶ所あった発電所は、約30年を経て無数の地域CHPに分割された。



国数カ所でバイオガスプラントが普及するようになった。それが今現在、無数に増えました。図7はデンマークの地図ですが、髪の毛、目、鼻、口で、これが鼻水と言われています。かつてはおできのように分布していた発電所が、現在は無数のあばたのように分布したという世界です。ですから、オーストリアの木質バイオマスをつくるどころがまさに、全国無数になりました。それと同じようにバイオガスはデンマークでは図7のようになっています。これに風力発電などがかぶさってくるわけです。

ドイツのバイオガスプラントが、2002年に1,900カ所、2010年で4,000カ所、そして今現在では5,800カ所ぐらいまで増加しました。全国ありとあらゆるところにバイオガスプラントが普及したわけです。そうすると、ここで一体何が起こってくるかと言いますと、先ほど言ったようにメタンガスという天然ガスと同じ成分に加えて、それに二酸化炭素が40%ある、そういうガスができるようになりました。二酸化炭素は邪魔なものだと思わないで下さいね、これが貴重になります。さらにバイオガスプラントの周辺に太陽光発電や風力発電が普及しました。そうすると、ある時間帯では電気が余ってしまうんです。余ってしまって、今までは発電を止めていたのですけれども、全国にバイオガスプラントが普及して、40%の高濃度の二酸化炭素があると

いう現実が、実は全く予想をしなかった世界をつくりました。電気を使って二酸化炭素をメタンガスに変えることができる「サバティエ反応」の工業化という話です。これは今まで非常にコストがかかるということで、宇宙船の中で宇宙飛行士が吐き出した二酸化炭素を処理する方法として使われたぐらいだったんですけれども、ドイツはこれの工業化に成功しました。全国5,800カ所に分布したバイオガスプラントで出る二酸化炭素をメタンガスに改質する場所ができあがる。工業化に成功したら、なんと自動車メーカーのアウディがすぐ目をつけて、2013年からこのガスを製造してアウディのディーゼル車を天然ガス自動車に改造して、走らせてもガス欠になっても心配ないという話が今できてきたわけですね。

ということで、農村地帯はこの10年間に元々は食料の供給地だったのが、エネルギーそして自動車の燃料供給地としての役割も持つようになった。こうなると地域は豊かになる、後継者も育つ、人間関係もよくなる、住みやすくなる、活性化する、そして農業生産の維持による農村地域の健全な発展がうながされるという世界が、今ドイツの典型になってきています。10年前の農村の実態をご覧になっている方が今行かれると、本当にすごい様変わりをしていることがよくわかります。

日本でも実現可能——北海道での取り組み

私どもも、こういう話を日本でなぜできないのか、ということでやってきた結果、実は日本でもちゃんとできます、という話を次に紹介いたします。

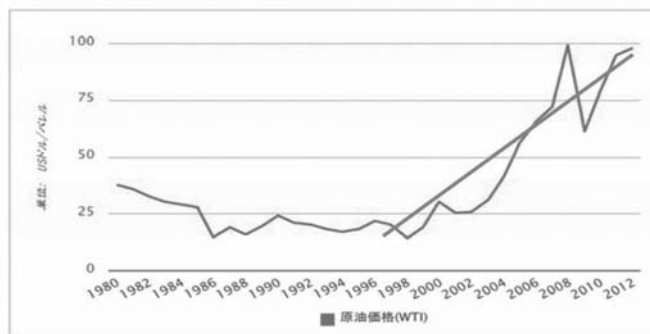
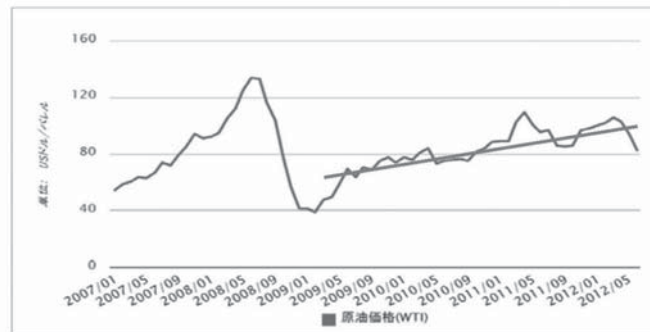
石油の値段というのは上がってもまた下がるといふふうに皆さん感じておられます。しかし図8のように、10年間の傾向は完全に上昇一方です。今は高値安定で、おそらく今

現在の石油の値段が相当期間続くだろうと言われてしています。この石油というのは、今では産油国から運んできて、例えば北海道で使う場合には、製油所で製油をして販売店を通してお金を払います。先ほどのギョッシングと同じように、そのお金は羽が生えて産油国に行ってしまう。

北海道芦別市にある市有のスターライトホ

図8 原油価格（WTI）の推移

2007年以降の
原油価格（WTI）
の推移（月次）



1980年以降の原油
価格（WTI）の推
移（年次）

テルでは、石油代を年間6,300万円使っていました。地域の燃料店に手数料として10%落ちるだろうと想定（実際には3%ぐらいしか落ちていません）すると、残りは全部地域外に出ていました。ですから地域に残ったのはわずか630万円ぐらいです。これが毎年毎年ずっと続いてきたわけですね。

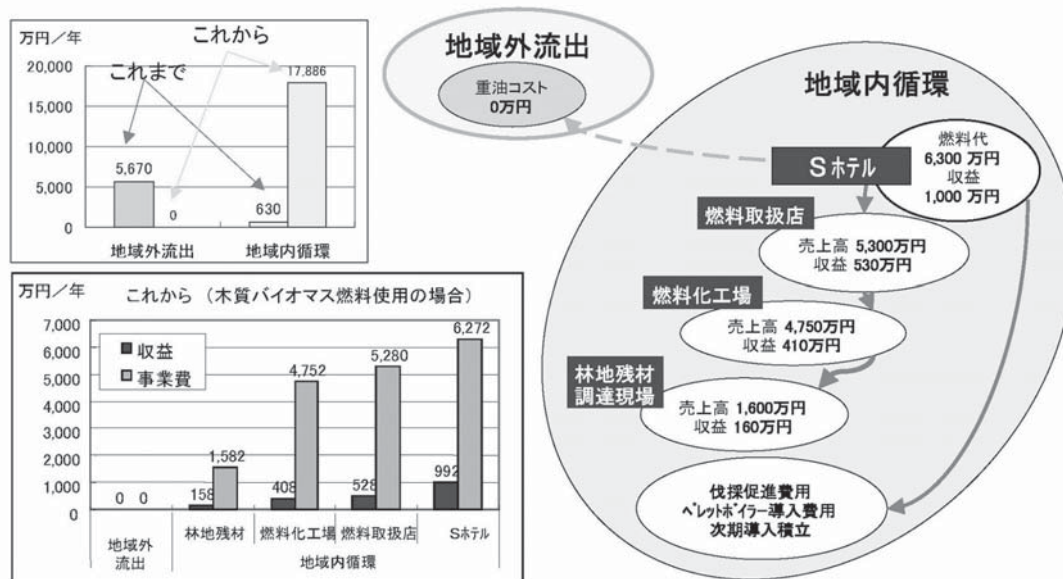
これを林地未利用材、使われずに山に残されている林地残材を収穫して搬出し、乾燥させて粉砕して燃料チップにして、それを使うことを1年かけて全部実地でやってみた。そうしたら、図9のように、林地残材調達現場での売り上げ収益、燃料製造での収益、燃料取扱店売り上げ収益、そしてホテルで燃料代としてお金が払われる。石油を扱っていた燃料取扱店が、この取り組みによって倒産するという事態は地域にとって決していいことで

はありません。ですから、そういうところは木質バイオマスの燃料を取り扱うように変わっていく。そして、全体で1千万円ぐらいの余剰金が出る。市の施設ですから、これはいろんなことに活用できるでしょう。

この結果、地域外には全くお金が出ていかないことがわかりました。そして、それぞれのところで人が雇われたり、物が調達されたりしますから、この売り上げに相当する分が地域内経済効果を生みます。ですから、経済効果は最大限1億7千万円ぐらいまであがっていくという話です。

この構造は日本のあらゆる地域でみんな共通です。ですから、このことをまず考える必要があるんだという話です。こういった例がいくつかございます。

図9 芦別市のこれから
地域内循環—Sホテルにおける利用—



一度この仕組が成立つと石油の価格変動に左右されない！

雇用効果が大きい自然エネルギー

まず、雇用の問題に関して説明します。ドイツの場合は図10のように、2010年には自然エネルギー関係で37万人ぐらい雇用が生まれました。日本の人口規模に換算すると50万人です。日本の電力会社10社で直接雇用している従業員数は合計して13万人ですから、いかに自然エネルギーの雇用効果が大きいかがわかります。

北海道の足寄(あしよろ)という町では、ペレットという木質燃料の製造工場をまずつくりました。廃校になった体育館を工場にしました。ここでできたペレットを役場で使う、ということをやるとき、地域にどんな雇用をうみだすかという検討をやったわけです。そうしましたら図11にあるように、林業・農業・製造業・流通小売業・建設業・サービ

ス業・観光業・教育産業と、ありとあらゆる分野で雇用の可能性がうまれてくる。ペレット工場1つ作っただけでこれだけの可能性がみえるということがわかりました。それで、足寄としてはいろいろな取り組みをやっているんですけども、雇用促進についての研修会を開いた。人口7,600の町で参加者1,100人という規模で行って、雇用は通年で139人生まれました。人口比で1.8%です。ちなみにこれを埼玉県の人口規模に換算すると13万人ぐらいになります。

かつて石炭を使っていた時代には、すべての地域で燃料屋さんがありました。今現在、石油はものすごい量を使っているわけですから、その石油を木質燃料に切り替えると考えたとき、一地域にそういう燃料工場あるいは

図 10

ドイツ 再生可能エネルギー分野における 雇用数とその割合

単位：人 (2007年現在：ドイツ環境省)					
	投資	運転・維持	供給	合計	割合 (%)
風力	67,500	16,800		84,300	34
太陽光	36,700	1,900		38,600	15
太陽熱	10,200	1,900		12,100	5
水力	5,000	4,400		9,400	4
地熱	4,200	300		4,500	2
バイオマス	22,700	22,100	51,300	96,100	39
公務員				4,300	2
総計				249,300	100

(2010年 367,400人)

日本の人口規模に換算して～50万人
日本の10電力会社の従業員数約13万人

図 11 木質バイオマス利活用により雇用創出をもたらす産業の可能性 (足寄町)

業 種	実 施 雇 用 体 制	
林業	造林・造材、育種・育苗	<ul style="list-style-type: none"> ・林地残材の需要拡大 ・エネルギー用樹種への転換 ・家畜敷料の需要拡大 ・通年栽培のための燃料確保
農業	農業、畜産業	<ul style="list-style-type: none"> ・良質堆肥の製造・普及 ・堆肥ペレットの製造・普及 ・クリーン農業化による高付加価値化
製造業	製材	<ul style="list-style-type: none"> ・オガ粉、端材、パークの需要拡大
	農産物加工製造	<ul style="list-style-type: none"> ・農業特産物の加工製造拡大 ・新規産業の起業拡大(笹・螺湾ブキ・カラマツ材)
	木質燃料製造	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマスエネルギー市場拡大
	木質燃料燃焼機製造	<ul style="list-style-type: none"> ・木質ペレット等燃料生産の拡大
流通小売業	燃料販売	<ul style="list-style-type: none"> ・石油代替燃料需要への対応 ・木質燃料販売
	ホームセンター等	<ul style="list-style-type: none"> ・ペレット及びストーブ、ボイラーの販売、メンテナンス
	林業機械販売	<ul style="list-style-type: none"> ・林業用機械の販売拡大
	輸送	<ul style="list-style-type: none"> ・運送需要の拡大
建設業	公共施設等の建築 異業種への参画	<ul style="list-style-type: none"> ・ペレットボイラー暖房施設の増加 ・バイオマス燃料による電力・熱供給施設の新規需要 ・バイオマス生産への事業ビジネス
サービス業	施設管理	※1と同様
観光業	宿泊	<ul style="list-style-type: none"> ・地域エネルギーミュージアム化
	飲食	<ul style="list-style-type: none"> ・エコツアー
	観光サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・地場名産品の販売促進 ・体験型観光のリーダー養成
教育産業	専門学校	<ul style="list-style-type: none"> ・森林の環境教育利用
	教材	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマス利用研究・支援

燃料販売取扱店が1つや2つあっても全然不思議じゃないんです。ですから、足寄でたった1カ所のペレット生産工場をつくることによってこういう経済効果が生まれたということは、北海道には180自治体ありますから、180自治体で全部やったらこれは10万人ぐらいになると思いますね。とにかくすごい雇用になります。地域の自然エネルギーの関係では建設業者の役割が非常に大きいですよ、という話がありますが、これは図12を見ていただくことにして、ちょっととぼします。

もう一つ、今ペレットの話を上げたんなんですけど、灯油・重油とカロリー（熱量）であわせると、ペレットは価格的にはほとんど同じなんです。ですからペレットはなかなか普及しづらい。それに対してチップという、木材を砕いたものがあります。チップはペレットの3分の1から半分ぐらいの値段になります。

ペレット工場ができて、十分使ってくれないと価格的下がらない。そういうことで、

こういう処方箋を考えたわけです。まず、ペレットは一般住宅の灯油ストーブのかわりに使う燃料です。正直、現状は価格が高いという問題があります。チップは安いので公共施設とか事業所系の重油の代替に使うのが一番望ましい。

これは美幌（びほろ）というところでやっていただいた導入のしかたです。公共施設に、チップを使うボイラーとペレットを使うボイラーを2つ同時に入れてもらったわけです。そのことによってペレットの生産量がちょっと上がってくると、価格が下がります。価格が下がると一般住宅にも十分使えるようになってきますので、ペレットストーブが普及拡大してきます。これが進むと、ペレットボイラーをチップボイラーに切り替えてやって経費削減を行なうという、こういうシナリオです。これをやってみてくれたわけです。町営の温泉で720kW、海洋センター（温水プール）は半分の大きさ（360kW）ですね。これにペレットを使ってもらおうという話です。



図12 地域建設業者が関与すべき自然エネルギーの種類

自然エネルギーの種類	特徴	地場技術の関与の度合い	建設業が関与する仕事
太陽エネルギー			建築構造物として設置
太陽光発電	半導体技術はハイテク	町工場でも製作・据付・保守管理できる	小型分散になればなるほど多くの仕事が生まる 大規模化は基礎工事が必須
太陽熱発電	全体技術はローテク		
太陽熱利用	全体技術はローテク		
風力エネルギー			運送道路・据付・基礎工事
バイオマスエネルギー			
木質バイオマス	林地残材の収穫が焦点	地域のあらゆる分野の雇用を生み出す	ダンプトラックやクレーン、ブルドーザー等の重機の活用
バイオガス	コンクリート製発酵槽	全ての地域で可能	寒冷地は基礎工事と一体化
水力エネルギー	用水路利用に注目集中	町工場でも製作・据付・保守管理できる	設置にクレーン等が必要
雪エネルギー	雪山造成	除排雪利用	ブルドーザー等重機が必要
その他：応用面	地域産業・社会の再構築		
災害対策	自然エネルギー活用の研究	地域内の総力で対処	
地場産業育成	地域における富の循環		

大地震や津波、大火事等で地域が孤立し復旧に長期間を要する例が多々ある。一般に災害復興に建設機械がフル動員することはごく当たり前のが、自然エネルギーの活用という面では、殆どその努力がなされていない。それは、これ迄の自然エネルギー技術が、建築構造物として実現されるために、それ自身が破壊されるためでもある。災害対策としての自然エネルギー利用については、もっと研究される必要があり、例えば、100%地場技術で作られる装置であれば、仮に壊れても直ぐに直す事も出来る。

そして何よりも災害対策については、地域内連携体制の構築が重要である。こうした視点で、今一度自然エネルギー技術を見直すことが大切である。そして、この分野における建設業の役割は今後ますます重要になって行くことは間違いないと思われる。

拙著「環境・地域・自然エネルギーの利活用と地域経済への波及効果」(「建設政策」誌、136号、2011年3月)より

図13 美幌町 燃料代の実績

(2010年：石油使用)

(2011年：木質バイオマス燃料使用)

	化石燃料	金額
峠の湯	A重油	20,112 千円/年
B&G	灯油	2,126 千円/年
計		22,238 千円/年
地域内循環額	10% (推定)	2,224 千円/年

美幌町経済部提供



	木質バイオマス	金額
峠の湯	チップ	10,790 千円/年
B&G	ペレット	2,632 千円/年
計		13,422 千円/年
地域内循環額		13,422 千円/年
町財政負担	峠の湯	9,322千円の削減
	B&G	506千円の増加
	計	8,816千円の削減

そうするとどうなるかという図13ですが、2010年は石油を使っていた段階で、温泉とプール合計で2,200万円ぐらい石油代がかかっていました。これで地域には推計10%が落ちて、あとは地域外に出ていった訳ですね。これを地域資源であるチップ、ペレットに置き換えました。そうすると、全部で1,300万円ぐらいかかったわけですが、これは地域資源ですから当然地域に留まります。しかし、チップのところはだいたい半減しているんです、安いですから。ペレットの

ところは残念ながら50万円ほど高くなってしまった。しかし、町の財政負担を考えたときには、温泉（チップ使用）で900万円ちょっとの黒字、プール（ペレット使用）で50万円ぐらいの赤字、足して880万円ぐらいは削減されたという世界ができました。これは実績です。ですからこういう形で、木質バイオマス燃料を有効に活用すると、実際に石油代が非常に高いものですからね、こういう経済効果がうまれてくるんだという話であります。

木質バイオマス活用の前提条件

このとき、前提条件がいくつかあります。林地に残されている林地未利用材、林地残材が安定的に確保できるのか、国有林・道有林をうまく使うようにしなきゃいけないとか、いろいろあります。それから、国産材はかつて伐採率が非常に高かったのに対して、今は伐採量がだいたい5分の1ぐらいまで落ち込んでいる。ですから、この問題も考えなきゃいけない。これは山にそういう木がないというわけじゃなくて、外国からどんどんどんどん安い木材が入ってくることによって、こう

いう現象が起こっているんです。ですから、安いからといってどんどん輸入して本当にいいのだろうかとか、いろいろとそういうことも考えなきゃいけない。

それからもう一つは、木質バイオマスは非常に貴重な地域資源なんですけれども、これを燃焼するボイラーの効率が悪いと元も子もない。外国ではすでに90%という効率が常識です。それに対して国産の場合は80%、これはメーカー公称値です。私たちが実際に使った経験ではだいたい60%そこそこがい

いところでは、そうすると、燃料の量が90%ボイラーと60%ボイラーとでは、だいたい1.5倍ぐらい違ってきます。含水率の問題も重なって、この辺についてはよく検討しなきゃいけない。

ということで、私たちも何とかしてこの国産ボイラーを北海道で効率のいいものができるものかと、自主開発も含めて検討し、実際にやった経緯もございます。しかしながら、ドイツを中心にヨーロッパで普及しているのを見ると、これは足元にも及ばないということで、現在私たちはドイツのボイラーを輸入することにしています。これは効率90%、完璧に間違いの無い性能です。完全自動で65年間製造実績があって、全世界で2万台普及して全機種オーダーメイドという、こんなボイラーがドイツにあるということが、3年前にわかりました。それで、北海道に5台実験的に導入して確かめてみたら、なるほど90%で間違いのないボイラーでした。この夏、これのライセンスが取得でき、それで今年から北海道で、いきなり生産というわけにはいかないで、とりあえずは部品をドイツから入れて、そして組み立てをする。そのことによって技術が確実に地域に培われます。そして保守・管理についても実際に対応できます。そして何よりも改良・改善ができる、あるいはコストダウンができる、輸入している段階ではこれは必ずしもできない。ライセンス料は高いですけども、それを払って自国の技術にしていくということをやっている最中でございます。

それと合わせて、ペレットストーブという一般家庭で使うストーブについても、ドイツのウエストフォイアー (Westfeuer) というドイツ最大のストーブメーカーのものがあります。ヨーロッパにも4工場もっていて、過去2万台普及しているけれどもノークレーム、

クレームが1件もないという「本当ですか?」という話もあるのですが、温水をつくることもできて夏でも使えるとか、薪も併用できるとか、さらに全自動コンピュータ制御になっています。音が全然しないとか振動もしないとか、自動的にクリーニングしてくれるとか、とにかく今現在私たちが使っている灯油ストーブよりはるかに優れた、こんなものがすでに実現されてきております。こういうものも今、日本国内で何とかして作らなくちゃいけないということで、ライセンスの交渉を始めたところでございます。

もう一つは、今までは木質をエネルギーに使うという観点だったんですけども、有用物として使うという面も重要です。林地残材をチップにして、さらに繊維にします。綿のようにはぐすんですね。そしてスポンジ状の断熱材にします。木の皮だとか余り物を燃料にして熱源に使うわけです。これはグラスウールと同じ機能をもっているが廃棄物が全く出てこないとか、省エネルギー生産でグラスウールの半分以下のエネルギーでできるとか、いろいろといい事づくめなんです。これもドイツの技術で、ライセンスを得て北海道に工場をつくりました。図14はこの断熱材を使ったニセコの別荘ですが、外気温がマイナス16℃以下になったのが4回ぐらいありますが、室内温度は全く一定でした。冬場はこうなりますし、夏場は外気温が上がるんですけど、同じような現象が起こる。ですから住宅建物のエネルギーを考えたときに、まず考えなきゃいけないのはこういう形で省エネ化するという話なのです。断熱をしっかりとやらない住宅でクーラーあるいは暖房をいくらやってもエネルギーを一方向的に使うだけですから、その前にこういう断熱をしなければいけないということでやったわけです。

図 14 実際の住宅における計測例



HOMATHERM
der evolutionäre Dämmstoff

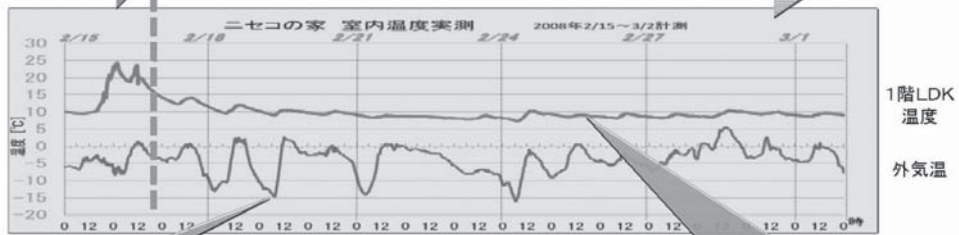
厳しい寒さでも安定した室内温度

北海道ニセコ町Tさん宅
木質繊維断熱材を壁・屋根に
施工。厳寒期(2/15~3/2)の
温度変化を記録しました。



暖房

無暖房状態



外気温
-16°C

抜群の省エネルギー効果

暖房費・CO₂大幅削減

無暖房でも7°Cから10°C
の安定した室内温度

木質繊維断熱材は高い熱容量を
もち急激な温度変化がありません。

冷暖房を止めても、温度の変化が緩
やか。室内温度は安定したままです。

自然エネルギー社会を準備する

今、私たちとしては最終的には「自然エネルギー社会」を準備しなくてはいけないということを考えるわけです。その時に社会の中核になるのは、何らかの自然エネルギーの生産工場です。それは無数にあります。木質バイオマスだけに限定した場合、今ご紹介したような断熱材とかボイラー工場とか、ストーブ工場とかいろいろあります。これらは北海道であれば1つぐらいあれば十分ですから、全国に5カ所あるいは10カ所、せいぜいそのぐらいの数の工場の規模です。ところが燃料工場は、1自治体1工場あっても不足ありません。ですから北海道で180工場ぐらいあってもよいし、全国すべての自治体数の半分ぐらいでも700以上になります。そして保守管理とか修理とか、こういった関連の会社とか、部品の関係あるいはそういったものの技術・

訓練体制も必要で、こういったものを含めていくと、各地域に関連会社や工場がどんどん増えてくる。こういう話になってきますので、なんとしても地域に石油に代わる自然エネルギーの生産工場を無数につくっていくことが非常に重要なことだと思います。

その時に、ではそういう生産工場を誰がつくるんだということですが、これは基本的には地域の住民がつくらなければいけません。しかし、地域の住民にはお金がありません、という話もあります。本当にお金がありませんか、という話ですけれども、実は先ほどご紹介したように元手が地域にあるのです。それは、大量の石油が使われているという話です。そのお金を原資にしたら十分できる、そういう世界がみえてきました。あるいは市民ファンドとか住民参加型ファンドとかいろいろ

るなファンドがあります。あるいは地域の金融機関がプロジェクトファイナンスという形で自然エネルギーに投資する、そういう可能

性も生まれてきている。あるいは今現在、固定価格買取制度もあるという話になります。

大都市での自然エネルギー普及

というようなことで、特に大都市のエネルギー自給自足もいろんな可能性があるんですけど、まず省エネをやった上で例えば1つの公共施設、1つの建物、1つの団地、1つの地域、こういうかなり限定した対象で丸ごと100%自給を考えるということから始めるのが一番賢明なのだと思います。もう一つは広域避難所だとか一時避難所、そういう避難所の緊急エネルギー源をしっかりと考えるという形で取り組みを決める。こういうのがおそらく大都市などでは適切な方法ではないかなと思っています。

ちなみに、札幌について私たちも検討いたしました。「3・11」が起こる前までは、私も講演なんかで「大都市は申し訳ないけど、原発で十分足りているはずだから、ここはひとまずあきらめてください」とか、「地方の、まさに食料生産をしなければいけないようなところで、いつまでもいつまでも石油を焚いて環境ホルモンを撒き散らしたらだめ。ですから、ここはいち早く自然エネルギーに代える」という話をしていたのですが、あの事故が起こって脱原発ということを真剣に考えますと、大都市が電気を100%自活をするという見通しをつくらないと脱原発はでき

ません。それで札幌の人口は180万人ですけども、これを検証したら電気はできるんです。かえって熱が難しい。

電気はどうしてできるかという、節電ということで今年の夏もだいたい10%から15%くらい節電できた。実は東京の城南信金が脱原発宣言をやったら簡単に3割節電できた。これは何も省エネ機器を使ったわけではないんですね。ライフスタイルの変更というか、こまめに電気を消すとかそういうことを繰り返した中で30%です。ですから、30%は努力が必要かもしれませんが、逆にいうとそのぐらい電気が余計に使われ過ぎているという話がありますので、30%はまず節電可能だろうと思います。その上で省エネ機器、LEDだとかいろんなものを使うと20%ぐらいの節電ができます。ということは50%の節電はできるんです。あとの50%をどうやって賄うか、という話になりますね。ということで、電気については比較的簡単です。あと、大都市として考えるべきことは、これから食料生産を考えたときに、外国からもってくることを考えないで植物工場のようなものも想定のうちに入るのかなと感じています。

今はどういう時代か——エネルギーを巡って

自然エネルギーの到達点の話をほとんど紹介できなかったのが最後に、一つだけご紹介させていただきたい。今現在エネルギーを巡ってどういう時代になってきているかという話の一つです。図15は今までの文明の歴史、

原始時代から古代社会、封建社会、資本主義社会、今現在は資本主義社会になっているわけですね。その時代の動力手段とエネルギー源、動力手段というのは力を出す仕組みです。原始社会は人間が力を出していたので、その時

のエネルギーは食べ物、古代社会は家畜を初めて使いましたから、家畜の餌。それから封建社会になって風車・水車、ドン・キホーテの時代ですね、それで初めて風水力自然エネルギーを使うようになりました。そして資本主義社会は内燃機関・蒸気機関ということで産業革命以降、これを改良・発展させて資本主義社会を作り上げてきたわけです。その中で石油・ガスが使われ、そして核燃料まで使われるようになりました。しかし、基本的には内燃型あるいは蒸気利用ということで一貫しています。核燃料といえども、原理は火力発電所と同じですから、全く同じ仕組みです。

それに対して今現在、天然ガスとかバイオガスとかのガスを使う。あるいは太陽光、風力などの自然エネルギーを使うということです。ガスタービン・ガスエンジン、外燃機関、これは説明しませんが、太陽光発電とか風力発電のような直接発電、あるいは燃料電池ということで、内燃型・蒸気利用というものでないエネルギーの使われ方が出てきました。どうも新しい時代に移り変わりつつあ

る感じですね。そうするとその先の話は一体どうなるのかというと、もう自然エネルギーしかない。ですから、すべての自然エネルギー資源を使って、自然エネルギーを使う各種動力技術が全面開花する、こういう時代になるんじゃないかと考えています。

その自然エネルギー社会はどんな世界なのだろうか、これについての話を紹介して終わりたい。ロビン・クラークという人が1970年代の前半にまとめた表が図16です。ロビン・クラークはイギリスの百科事典の編集を行なった科学評論家ですが、この人が「ハードな技術をもつ社会」と「ソフトな技術を持つ社会」の対比をしました。ハードな技術の社会というのは化石燃料・原子力を中心とした社会のことであり、ソフトな技術の社会というのは自然エネルギーを中心とした社会のことです。

いくつか紹介しますと、ハードな技術の社会というのは、生態的にみて危険とか、高度にエネルギー消費的、高度汚染、物質とエネルギーの使い捨て、短い時間尺度、大量生産、



図15 社会発展の法則性

社会構成体	動力手段	エネルギー源	備考
原始共同体	人間	食料	
古代社会	役畜	飼料	
封建社会	風車・水車	風水力	
資本主義社会	内燃機関・蒸気機関・蒸気タービン発電・原子力発電	石炭・石油・核燃料	内燃型・蒸気利用
(過度社会)	ガスタービン・ガスエンジン 外燃機関・直接発電・燃料電池	天然ガス・バイオガス・水素 太陽光・風力等の自然エネルギー	新しい画期:内燃機関・蒸気によらない動力手段の登場
自然エネルギー社会	各種動力技術の全面開花	全ての自然エネルギー資源	

ハードな技術をもつ社会
と
ソフトな技術をもつ社会

ロビン・クラーク

図 16



ロベルト・ユング著
「政治主義と技術主義」
(K.コーツ編「生活の質」、
岩波現代選書、1981年)

ハードな技術をもつ社会とソフトな技術をもつ社会

ハードな技術をもつ社会 (化石燃料・原子力を中心とした社会)	ソフトな技術をもつ社会 (自然エネルギーを中心とした社会)
1. 生態的にみて危険	1. 生態的にみて調和している
2. 高度にエネルギー消費的	2. エネルギー消費が少ない
3. 高度汚染	3. 低度または無汚染
4. 物質とエネルギーの使い捨て	4. 物質とエネルギーの循環利用
5. 短い時間尺度	5. 長い時間尺度
6. 大量生産	6. 職人芸の尊重
7. 高度の専門化	7. ゆるい専門化
8. 核家族	8. 大家族
9. 都市が支配的	9. 農村または小さな都市および町が一般的
10. 自然からの疎外	10. 自然との一体化
11. 独裁主義的政治	11. 民主主義的政治
12. 経済の法則が技術の制約条件になる	12. 自然が技術の制約条件となる
13. 世界貿易	13. 地域間交易
14. 地方文化の破壊	14. 地方文化の保存
15. 技術が誤用される可能性大	15. 技術の誤用の法的規制
16. 他の生物の破壊	16. 他の生物の存在への部分的相互依存
17. 利潤および戦争に動機づけられた発明	17. 必要に動機づけられた発明
18. 成長経済	18. ゼロ成長
19. 資本集約的	19. 労働集約的
20. 世代間断絶の発生	20. 青年と老人の協調
21. 集中化	21. 分散化
22. 規模による生産性の上昇	22. 小規模生産の利点
23. あまりに複雑化した生産過程	23. 誰にでもわかりやすい生産過程
24. 工場災害の多発と深刻さ	24. 工場災害はほとんど起らず重大でもない
25. 技術的社会的問題についての全体主義的解決	25. 技術的社会的問題についての多様な解決
26. 農業におけるモノカルチャー	26. 農業における多様化
27. 量の優先	27. 質の優先
28. 特化産業による食料生産	28. すべての人が食糧生産にたずさわる
29. 所得をうるための労働	29. 満足をうるための労働
30. すべての生産単位の完全な相互依存	30. 小規模な自給自足生産単位
31. 文化から遊離した科学技術	31. 文化の構成要素としての科学技術
32. 特権化した専門化集団の科学技術	32. 万人によって実践される科学技術
33. 仕事と余暇のきわだった相違	33. 仕事と余暇との間にほとんどあるいは全く差がない
34. 高い失業率	34. 仕事という概念が存在しない
35. 限られた時間内での地球上の一部地域での技術的目標	35. いつの時代においてもあらゆる人々にとって意味のある技術的目標

高度の専門化、核家族、都市が支配的、自然からの疎外、独裁主義的政治、経済の法則が技術の制約条件になる、世界貿易、地方文化の破壊、技術が誤用される可能性大、他の生物の破壊、利潤、戦争に動機づけられた発明、成長経済、資本集約的、世代間断絶、集中化、規模による生産性の上昇、ということで、35項目にわたって今現在の社会の負の側面が箇条書きにまとめられています。

そして、この一つ一つを180度改善した社会、例えば生態系に関しては生態的にみて調和している、高度エネルギー消費的に対してはエネルギー消費が少ない、高度汚染に対しては低度または無汚染、物質とエネルギーの使い捨てに対しては物質とエネルギーの循環利用というような形で、現代社会の負の側面を180度転回した社会が自然エネルギーを中心とした社会になるということを経験しているんです。ですから、ヨーロッパの議論というのはその頃から延々とずっと

続いていて、従ってドイツの倫理委員会の報告にいち早くそれが反映されて、あのような結論がすぐできる、という構造です。

私はこの話を今までずいぶん紹介してきました。その中で、これは大変素晴らしい話だということで、是が非でも自然エネルギーを普及させて、自然エネルギー社会を作らなきゃいけない、こういう意見がいろいろ出てまいります。しかし、そこで一つだけ頭に入れておいていただきたいのは、自然エネルギーを一生懸命普及したからといって、こういう自然エネルギー社会ができるわけではないということです。これはどういうことかということ、今のこの、悪いところばかりあるような社会というのは化石燃料・原子力を使ったからこういう社会になったわけではないのです。逆なんです。どういうことかといいますと、こういう社会、こういう悪いところばかりある社会だから、化石燃料・原子力を使ったんです。こういう社会の価値基準はよく言われ

ている効率・利潤です。ですから効率が良ければ、利潤がよければ多少危険であっても、要するに環境ホルモンができようが放射能を撒き散らそうが利潤が上がればいいということで、そう判断したから化石燃料や原子力を使ったんです。

ですからこの価値観をそのまま認めて、この悪いところをそのままにしておいて自然エネルギーをどんどん使っていると、いったいどんな世界が出てくるか。これが今、いみじぐもあちこちで行なわれているメガソーラーの取り組みです。全国、特に北海道は今草刈り場になっていて、大手のお金持ちがドッと押し寄せてやろうとしています。こういう世界はどういうことになるか。この話をご紹介できなかったんですけども、時間がありませんので一つだけお話しします。

北海道に風力発電がたくさんできています。

苫前というところでは町営のプロペラ発電が3機、民営が39機、これは東京に本社がある大手メーカーあるいは風力発電会社が持っています。図17を見ると町に落ちるお金は色々ありますけども、売電収入だけ見るとだいたい5千万円。大手メーカーや大企業もっている発電能力はその23倍ありますから、単純に計算しても地元へ落ちる5千万円に対して、そういう人たちがもっていくのが12億円を超えるんです。メガソーラーの話も全く同じ構造を今もち始めています。

この構造をしっかりと改めないかぎり、本当の自然エネルギーを使うことにはなりません。このこと最後に一言申し上げて、時間が少し長くなりましたけど、私のお話を終わりたいと思います。どうもご静聴ありがとうございました。

図17 風力発電の「地域内経済効果」(北海道T町の例)
— 風力発電は地域振興に役立つか? —

事業者	基数	完成年	総容量	総事業費
	基	年	千kWh	億円
町営	3	2001	2.2	7
民営	20	1999	20	45
	19	2000	30.6	65
合計	42		52.8	117

町営風力発電(3基総設備容量0.2万kWh)からの収支状況			
収入	売電金額	5,300	万円
	起債償還額	2,900	万円
支出	基金積立金その他	2,100	万円
	支出計	5,000	万円
	収支	300	万円
民営風力発電(39基総設備容量50.6万kWh)からの収入			
	固定資産税(9,000万円あるが、75%が地方交付税から減額)	2,250	万円
	土地借料(6,000m ²)	14	万円
	法人税	25	万円
	協力金(年間売上の2%)	2,160	万円
	合計	4,449	万円

町営の23倍

民間は町営の23倍
=12億1,900万円
地域内には?