

春夏秋冬

昨年を思い返すと、ただ暑かったことの印象が強いが、私にとっては新たな「出会い」のあった年だったといえる。この歳で大学の学生になって、多くの学友を持った。そして、授業料捻出のため、アルバイトをする苦学生になってしまった。そのアルバイト先でも新たな仲間と出会うことが出来た。歴史は繰り返し、40年前の苦学生だった自分と重なった。その当時の苦学生仲間は、今でも頻繁に交流する仲間達だ。

人との出会いで“人間”との意味を改めて考えさせてくれる。“人間”の意味は、当然“ヒト”であるが、“間”をいれると“仲間”の意味がある。ヒトは仲間なしに人間になれない、ということなのだろう。“ヒト”が新たな「出会い」をもつ瞬間は興味深い。会った瞬間に交流ができ、仲良くなる人。最初は取っ付きにくくても、交流しているうちに仲良くなる人。最初から取っ付きにくく、そのまま疎遠になる人。最初からお互い無視している人。人間には様々なランクがある。ヒトではなく人間。人間だから家族・家庭がある。家族・家庭は地域の共同体を構成し、お互い助けあう。この共同体の基盤があって社会がある。今、その社会が崩れている。

まあ、難しい話はさておいて、新しい「出会い」があったこと、そして仲間ができたことは貴重な体験だった。ただ、「出会い」があることは当然の流れとして「別れ」もある。この歳になっても、仲間になったばかりの人との「別れ」は結構複雑で悲しい。こんな気持ちは、はるか昔の青春の頃以来だ。3月は卒業の季節になる。今年の春には、青春時代の甘酸っぱい「別れ」があるかもしれないと、実は心密かに期待している。



星幾万石段百段初詣

風月(M)

循環研通信29号で誤りがありました。訂正してお詫びいたします。

- ・10ページ右段17行目 1kw/h→訂正後：1kWh
- ・16ページ右段下から6行目 ウランは、放射能を出さなくなる→訂正後：ウランは、放射線を出さなくなる

循環型社会研究会 (Workers Club for Eco-harmonic Renewable Society) とは

循環型社会研究会は、10年来有志で環境問題現場でのフィールドワークを中心に活動しておりましたが、2002年の7月3日に特定非営利活動法人の法人格を取得しました。

「次世代に継承すべき自然生態系と調和した循環型社会のあり方を地球的視点から考察し、地域における市民、事業者、行政の循環型社会形成に向けた取組みの研究、支援、実践およびそのための交流を行う」ことを目的として活動しております。単に、資源のリサイクルや物質循環に注目だけでなく、自然生態系と調和した未来世代にとっても維持更新が可能な仕組みを備えた具体的な地域における循環型社会づくりと、それを担う“循環ワーカー”の養成がわれわれのテーマです。

循環研通信／JUNKAN No.30
2011年1月発行

発行人：山口 民雄（代表）
編集責任者：政岡 朋（事務局）

特定非営利活動法人循環型社会研究会
東京都中央区京橋 1-9-10 フォレストタワー 株式会社ノルド内
Tel：03-5524-7334 Fax：03-5524-7332
Eメール：junkan@nord-ise.com
HP：http://www.nord-ise.com/junkan

JUNKAN 循環研通信

NO.30 2011 JANUARY

Junkan Workers Club

特定非営利活動法人 循環型社会研究会

2010年度 循環ワーカー養成講座 「循環型社会と原子力発電」 第4回

『日本の原子力関連施設周辺における活断層評価の問題』

講師：渡辺 満久氏（東洋大学 教授）

日時：2010年9月28日(火) 18:30～20:30

会場：ノルドスペース セミナールーム（東京都中央区京橋 1-9-10 フォレストタワー）

はじめに

私は原子力の専門家でもないし建物の専門家でもありません。あくまで変動地形とか活断層ということが専門であり、私の専門分野から見て日本の原子力施設の主に立地について数年扱ってきました。本日は、その中のいくつかにつき具体的に何が問題なのかを見ていこうと思います。私は原子力発電については、いわゆる反対派ではありません。また、活断層の専門家ではあるものの地震の専門家ではない。それを承知の上で話を聞いてください。そして、これらの説明を基に、この問題を審査している人、調査している人の意識と一般国民の意識とに大分ずれがあるのではないかと。また、間違っただけではなくちゃんと反省して将来に役立つようなことを



やってください、という形でまとめて行きたいと思います。

私がこのような話をする「渡辺は反原発だ」と、そういう片付け方をしたがる人がたくさんいます。しかし、私は推進派です。積極的推進

「循環型社会と原子力発電」について考えるワークショップ開催のお知らせ

今年度の循環ワーカー養成講座「循環型社会と原子力発電」の内容を踏まえ、原子力発電や核燃料サイクルがわれわれがめざす循環型社会と調和するものかどうかについて会員同士で意見を交換し、考えるワークショップを開催します。養成講座を聴講された方はぜひご参加ください。

○日時：2月9日(水) 18:30～20:30

○場所：ノルドスペースセミナールーム

○申込：循環研事務局にメールまたは電話

CONTENTS

01 2010年度 循環ワーカー養成講座 第4回
「日本の原子力関連施設周辺における活断層評価の問題」
講師：渡辺 満久氏（東洋大学 教授）

07 2010年度 循環ワーカー養成講座 第5回
「核燃料サイクル技術とその施設の安全性について」
講師：松本 史朗氏（独立行政法人 原子力安全基盤機構 技術顧問）

14 2010年度 循環ワーカー養成講座 第6回
「原発のない社会は可能か」
講師：牛山 泉氏（足利工業大学 学長）

20 ワークショップ活動報告
CSR ワークショップ
棚田・森づくりワークショップ
エココミュニティワークショップ

24 春夏秋冬

派とは言いませんが、現状において原発はやむをえないし、利用すべきだと思っています。具体的な話に入る前に、二つ話をさせていただきます。

1. 地形学とは？

一つ目は、「変動地形学」というものなのですが、これって一体どういうものなのか、また、これが活断層にどう関係があるのかということです。結論から言うと、活断層がどこにあるかということを知りうる、また、理解することが出来るのはこの分野の者だけなのです。

二つ目は、活断層の話をするのに何故社会学部の人間が来たのかということですね。私の所属は、社会学部です。何か専門外の奴が来たと思われるのもいけないので、この点についてもご説明しておきたいと思います。

さて、私のような変動地形の研究者には、一つ特技があります。地下を見なくても崖を見て川が作った崖か、海が作った崖か、あるいは、断層が作った崖かを見分けることができるという能力です。一連の調査に手を染める2006年までは、不謹慎ながら、崖を見て次に何時動くのだろうかなどと楽しみにしていたところがあります。あと何回動くと山になるのだろうかとか、そういう勉強をしていました。

先ほど、地震の研究者ではないとご紹介いただいたのですが、地震を全くやっていないわけではなく、これは活断層だと分かっている、いずれは地震を起こすものだということが分かっている。これが動いたときに地殻変動によりどのような起伏が出来るのかということを研究しています。それから、地盤がいいか悪いかということもある程度判断できるので、地震が起こったときの被害の中心地域（被害が何処に集中して起こるのか）に関する情報を私たちの分野から発信しています。それからもう一つ、地層のずれから、その活断層の過去の活動履歴（何時ごろに動いたのか）を調べるというのも私たちの仕事の分野です。

（中略）

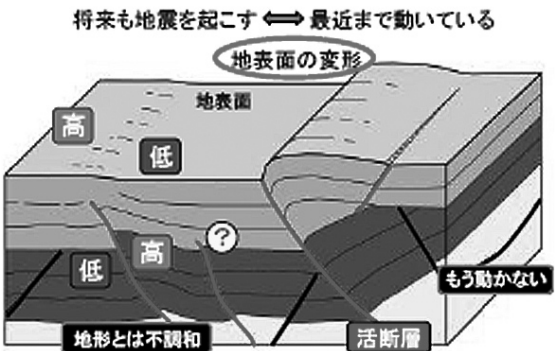
2. 断層とは何か？

そもそも「活断層」とは何かということからご説明します。断層というのは、強い力（地震の発生）で破壊が起こり、地層が食い違っている構造です。

（中略）

日本には絶えず動いているという断層はなく、普段は全く動かず、突如大きく動いて地震を起こすわけです。「活断層」という生きている断層は、死んだように見えるのだけれども近い将来動いて地震を起こすものを言います。一方、死んでいる断層もあるわけで、これは活断層ではないということはこれからのお話でお分かりいただけます。見分け方ですが、ここに地層とか断層を模式的に描いていますが、この中で例えば、地面付近まで変形が及んでいないものは死んだ断層と判断します。

活断層の見分け方



即ち、黒で示したものは、古い地層にずれがあるが、上の新しい地層には全くずれがない。ある時期動いていたが最近動いていない。これからは多分動かないだろうと。一方、赤で示したもので地面まで届いているもの。これは地面まで動かしているのも、最近まで動いていた。そうするとこれからは動くだろうと判断し、これを活断層と呼んでいるのです。難しい例も沢山あって、よく問題になるのは、地下の地層を見ていると右側が高く左側が低くなっており、一見活断層に見えます。しかし、地面は逆ですね。だから最近動いているとは思えないのです。難しいところですが、こういうものは活断層ではないと判断することが普通です。要するに、

小さな活断層は別として大きな活断層であれば、地面に痕跡が出ているというのが普通です。従って、このように地面にしわがよっているというのは、ほとんどが活断層です。

（中略）

3. 原発立地と活断層：具体例を踏まえて

(1) 島根原発

島根原発の説明をします。

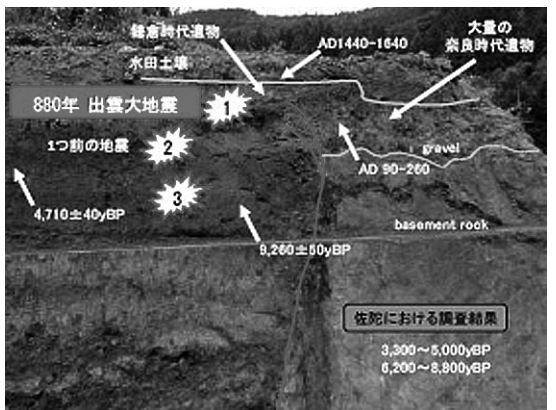


中国電力と国が示した活断層はこの緑の線ですね。これは最初は本当に短かった。それがだんだん長くなってここまで来た。それに対して広島大学の中田先生のグループは、活断層はこれだけあると主張していきます。実は、私は中田先生にこの活断層の調査を手伝ってくれと言われて、付いて行ってびっくりしたんです。拡大図を見ていただくと、我々の活断層調査とは全く違うということが分かります。私は最初にこれを見たときに何の図か分かりませんでした。報告書を読むと「リニアメント調査」と書いてある。これは、直線構造といって定規で引いたような直線があるところだけを抜き出す調査なんですね。こんなものは見たことがないので驚きました。なお、土木工学の人たちは、このリニアメントというのをよく使いますが、地形学的には、私たちはこの手法は使いません。現在は、このリニアメント調査はほとんど行われていません。

変動地形的に、これは横のずれなんです。もともとまっすぐに流れていたものが直角に曲がっている。川のずれを使って地形学的にはここ

に活断層があると認定して、中田グループの活断層はこういう形になっています。邪魔なものを消しますと、何となく重なっていたものが全く違うものだとお分かりいただけますね。それから中電と国は、断層はこちらには絶対にはないと言ったのですが、我々は延々とこれを描いています。何故こんなに違うのかということで驚きです。私たちの立場から言うと、全く地形を見ていないということです。好意的に言えば活断層を認定する能力がないのだろうと考えますが、意図的な操作で、ひょっとしたら両方ではないかとも思いました。

中電と国が絶対にはないといった場所で、分からないというのだから掘って見せてやれと考えて掘ったところ、活断層が出てきたのです。そこには岩盤があってやわらかい堆積物があります。重要なのはこの部分で、ここをクローズアップして見ていただくと、断層がこれです。岩盤があって礫層があり、活断層はずっとここまであります。



地層は、この青い線のところまで活断層がずらしています。この上には全く乱れはありません。つまり、この活断層は、この地層が溜まった後に動いています。活断層が動いた後にこれが溜まっています。活断層が動くというのは地震の発生ですから、この青い線のところで地震が発生したということです。いつごろかということ調べたのです。この下から大量の奈良時代末期の茶碗が出てきました。そして、これが江戸時代の水田土壌です。地震が起こったのは鎌倉と奈良の間、平安時代です。平安時代に出

雲に大きな地震記録が一つだけあるのです。西暦880年に出雲の大地震があり、出雲大社がひっくり返っている。この地震は大変有名なのですが、どの活断層が引き起こしたのか分かっていなかった。掘った結果これが出てきた。国が絶対にないと言ったところにこんな地震を起こした活断層が出てきた。これは大変大きなニュースで、大きな見出しで新聞に出ました。

(中略)

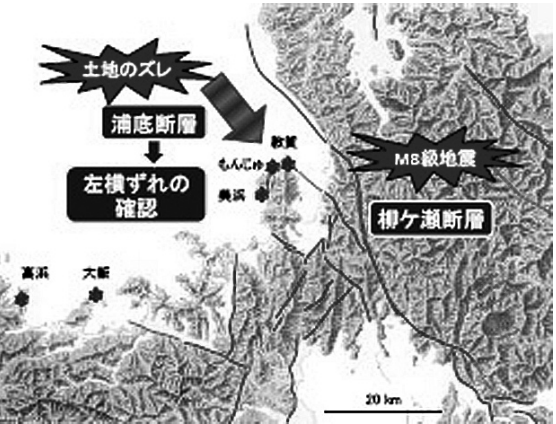
鹿島断層は最初は2kmと言っていたのです。それが8kmになり、10kmになり、しばらくはここで止めていたのですが、中田グループが掘った結果により24kmまで来ました。何故国がこのようにしたがるのかと言うと、断層が長くなると想定される地震の規模が大きくなるからです。これほど長いのは困る。こんな大きな地震が起きてしまったら困るから、この辺にまけてくれというような言い方をしているのではないかと。それを「値切り」と批判しているのです。ようやく24kmにたどり着いたのですが、私はもっと長いと思っています。なお、絶対ではないのですが、あくまで経験則で言うと、活断層は、100km近くなると全てマグニチュードは8に達します。50～60kmくらいだとマグニチュードが7.6くらいでしょうか。ともかく少しでも値切って、建設コストを安くしたいということではないのでしょうか。

もう一つの問題は、全く反省がないことです。彼らはここには絶対にないと言っていたのです。ここまで伸ばしたのは中田さんの研究成果です。それを自分たちがやったような形で報告をしている。全く反省がありません。

(2) 敦賀

次は、敦賀です。敦賀、若狭湾周辺には原発がいっぱいあるのですが、ここには養老断層と言って、本州をぶった切っている大断層があります。ここの柳ヶ瀬断層は、この養老断層と合わせて柳ヶ瀬－養老断層系と称されることがある断層群であり、すぐ横にあるのです。これをまず値切っています。

これだけ原発があります(下図)。それでこれが柳ヶ瀬断層です。ものすごく長いです。問題にしたのは、ここの浦底断層ですが、日本原発が値切ったのは2つです。



1つは、この断層をここでぶった切って、マグニチュード7少しの地震にしていますが、それは多分ありえない。日本で有数の長大な断層なので8クラスを想定しなければいけないと思います。それから、この断層をこことつながずにここで切っている。それも値切りです。それは小さな値切りだとは思いますが、問題はここで大地が裂けるということです。活断層がまともにあってこれが動くと強く揺れます。大地が裂けてしまうのです。それをどう扱っていくかというのは大変大きな問題です。

(中略)

(3) 佐渡海盆、中越沖地震

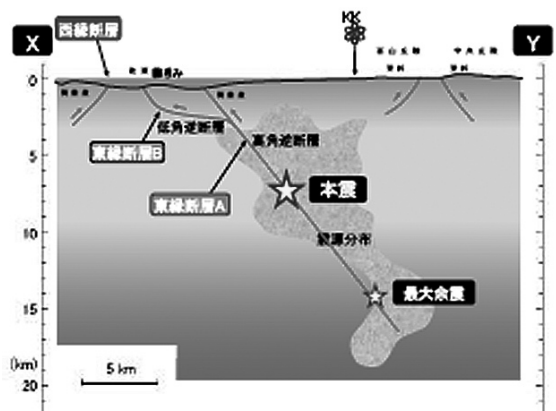
次は、佐渡海盆、中越沖地震です。プレート境界で、地震がいっぱい起こっています。非常に大きな凹み(盆地)に対応するところでは、マグニチュードは非常に大きいのです。ところが、佐渡海盆はすごく大きいのですが、地震の規模としては、マグニチュード6.8と非常に小さかった。これは不思議だということで検討を始めたわけです。

(中略)

原発の敷地の中に地割れがいくつか見えているのですが、それは活断層とは関係ないという結論になっているので信じたいと思います。

こういう方向に断面を取ると、ここが柏崎刈

羽でこれが海底です。



ここにA,B二つの断層があるのです。こういう形になっていて、ここで本震が起きて、最大余震がここで、ここが震源域ですから間違いなくこの断層が地震を起こしています。

さて、問題なのは、この断層が動いてここにふくらみが出来ている。海底が盛り上がっているのです。同様にこれが動いてここに撓曲崖を作っている。地震前には活断層はないと言っていた。ここに断層はあるが活断層ではないと言っていたのです。このような資料を私たちは初めて見て、本当に活断層はないのかということ。地震の直後に3人でその資料を判読したのですが、あっという間にこれだけ断層が引けてしまったのです。これは驚くべき違いで、これはおかしいのではないかと言ったのです。すると、地震の後にこれは活断層だと言い直しました。しかし、これに対しても私たちは疑問を提起したのです。

断面で見てももらいますと、盛り上がった部分がある。これは断層運動で盛り上がっている。ここに活断層があってそれが動くから盛り上がるのです。つまり、原因があって結果として膨らむのです。その結果がつながっているのに断層が切れるというのはどういうことか。原因だけ途中でなくなるという意味が分からないと主張してきました。そうしたら、新潟県の委員会でここの音波探査による地下の構造を出したのです。それを見る限りここに活断層を認定することは科学的にありえない。渡辺たちはとてもない嘘を言っていると言われたのです。

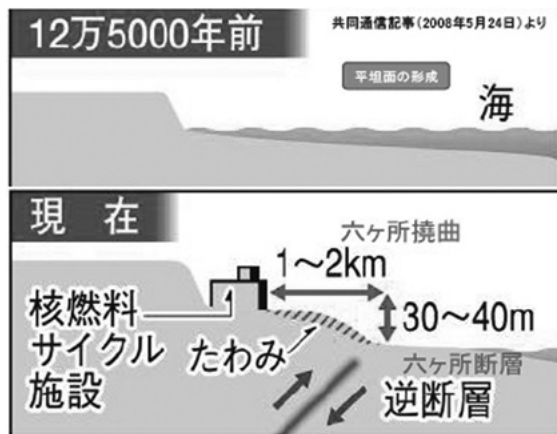
しかし、あるとき、ないと言ったものが突然あっという間に34kmまで成長した活断層に、私たちが発表したものと全く同じものになりました。私たちの言っていることを無視し続けてきたものが、委員会のある一人が同じことを言うようになったのです。これは明らかに専門的知識の欠如による見落としだろうと思わざるを得ません。

先ほど科学的にありえないと言った音波探査の図は、実に大きな矛盾を露呈してしまいます。ここに地震が起こったところがあります。震源です。これで渡辺が言うような断層があるわけがないと言った。これが問題なのです。この音波探査が正しいとしたらここに断層はないというのは正しい。しかし、地震はあった。それでよく調べたら活断層はなかったと言っているのです。それは、例えば、火事があった。そこで現場検証に行ったが火元が見つからなかった。火事はなかったと言っているようなものです。地震が起こったら断層があるのは決まっていることで、音波探査では見えないだけです。音波探査では分からない断層があるのであり、これだけで活断層はないという否定の仕方はできないということで、これは大変重要な問題です。即ち、1980年代のこの海域の調査を行ったときにこの活断層を見落とししたということであり、同じことが繰り返されている。全く反省しないし、間違っていたとも言わない。だから、また同じことを繰り返す。もっと大きな見逃しになる。こういう主張をしているわけです。

(4) 六ヶ所断層

具体例の最後、六ヶ所断層についてです。これは約12万年位前に海底に出来た平らなところ。新聞社の方が描いた分かりやすいものがあります(次ページ)。

これは高さがこんなに高いですね。これは専門的に見れば自然に出来たものではなく、必ず隆起していなければならない。問題は、何故隆起したのかということです。一つここに小さな活断層があるということは分かっています



が、全体を隆起させることは出来ません。私たちは、2008年の1～2月にここを調査し始めて、本体はこれだという発表をしたのです。ここは平らですが、ここからぎゅっと傾いている。折れ曲がっていて地下に断層がある。これは六ヶ所断層といって、この曲がっているところを六ヶ所撓曲と名づけました。内陸部から海成段丘面は0.5度程度の傾きでほとんど平らですが、六ヶ所撓曲から海側に向かって2度とか1.5度とか急激に傾いている。2度くらい傾いているところで地層が観察できました。地表が2度傾いていて、10万年位前の地層が2度傾いている。こんなに傾いた段丘はないのです。そして、もっと古いのは5～6度も傾いている。右側が海ですが、海側に傾いていくような運動がずっと続いているので、このような傾きになる。こんな海岸段丘はありえないと報告しましたが、誰もが断層はないと言います。問題にしたいのは、リサイクル施設はここにあるということです。当局が行った最大の値切りは、ここに活断層がないと主張していることですが、もう一つは、このところが曲がってしまうということをもっと深刻に考えてほしいということです。昔、海底でほとんど平らだったところがこの断層で隆起してくる。この撓曲してくる所にリサイクル施設が出来ている。私たちの主張は、もともと平らだったものが断層によってたわんでしまっ、ここにリサイクル施設が建っているということです。

(中略)

今年の2月に原子力安全委員会から出てきた

最終報告書では、私が六ヶ所撓曲と呼んでいるところについて、ここはもともと急に傾いているのだと言っています。何故、急に傾いているのだという説明は何もないのです。ここに再処理施設があり、ここに活断層があるのは間違いないと思います。

さらに、この海底が気になるのです。無関係なはずはないと最初から言い続けているのですが、ここに大陸棚外縁断層といわれている大きな断層がある。これが活断層かどうか大きな問題ですが、活断層ではないということになっています。音波探査では、活断層はないと言っているのですが、先ほどの中越沖でお分かりいただいたように、音波探査は重要な手法ではありますが、これで見えないから活断層はないということは断定できないのです。当然こういうものはあるので、安全側にたってこれ全体を活断層と評価すべきだ。値切らなければ、これはマグニチュード8クラスだと主張しています。

4. まとめ

レジュメで「正しい審査を」してくださいと書きました。東京電力東通原子力発電所の敷地及び施設設置位置付近の地質・地質構造を見ると、断層がいっぱいあって、活断層でなければいいがとずっと思っていました。しっかりと調査して活断層でないことを確認していればいいのですが、それにしても断層がこんなにあるところに何故原発を作るのかと思います。少し外せばいいのではないかと。このようなところに作っているということは多分知らされていないと思いますが、これはきちんと知らせるべきです。

(中略)

調査するための手引き委員会というのがあります。ここで非常に変なことが問題になりました。中田先生が、断層の密集域には原子力発電所を建設すべきではない。特に活断層の可能性のあるところには作るべきではないということを手引きに書くべきであると主張したのです。すると、そんなことは書く必要はない。大体、あれくらいなら大丈夫だ。活断層はあってもい

いのだ、ということまで言い出して、私は啞然としてしまいました。これは一般国民の意識と大きくずれている。こんなことをみんな本当に思っているのだろうかと思いました。

私の言っていることを聞いていると原子力発電所なんて作れない。そんなところまで備えてしまうものすごくお金が掛かってしまい、それに伴って電力の単価が高くなる。そんな負担を国民に強いることはできない、と言いますが、これは国民に聞いてみるべきだと思います。即ち、今のままであれば原発はかなり危険だが、電気は安く作れる。これを安全にすることは出来るが、その分電気代が高くなる。どちらを選択するのかということです。今まで聞いたことがないので是非一度聞いてみるべきだと思います。

例えば、ここでマグニチュード8の地震が起ったときに、この建物が倒れるかどうか私に

は分かりません。しかし、マグニチュード7しか想定していないのが問題なのです。8を想定しているのであればそれでいいのです。適切に地震規模を想定すべきであり、値切りはよくないと考えています。

それから「ずれ」を甘く見ないほうがいい。ずれる所があるとすると、そこは地面が裂けるのです。最初に言いましたように、私は心の中では、電力会社を応援しています。値切りを止めて、過去に対する真摯な反省を行って、それを踏まえてきちっとした安全なものを作ってくださいと申し上げます。

(中略箇所の内容に関心がおありの方は、『2010年度循環ワーカー養成講座記録集』をご覧ください。尚、この記録は、循環研会員の咲田宏氏が作成し、渡辺氏にご加筆・ご修正いただいたものです。)

2010年度 循環ワーカー養成講座 「循環型社会と原子力発電」 第5回

『核燃料サイクル技術とその施設の安全性について』

講師：松本 史朗氏 (独立行政法人 原子力安全基盤機構 技術顧問)

日時：2010年10月14日(木) 18:30～20:30

会場：ノルドスペース セミナールーム (東京都中央区京橋 1-9-10 フォレストタワー)

はじめに

東京工業大学原子炉工学研究所助手、ウィスコンシン大学化学工学科博士研究員、埼玉大学工学部応用化学科教授を経て、独立行政法人原子力安全基盤機構技術顧問をしています。専門は化学工学、核燃料サイクル工学です。大学にいたころに科学技術論の講義も担当していたので、そのころに作った資料を参考にして、最初は原子力という話とは異なりますが、そこから徐々に原子力、核燃料サイクル技術というお話に入っていくこととします。

1. 技術とは：その進歩と責任

まず最初に、「技術」と「科学」との仕切りをきちっとしておかなければならないと思いま



す。「技術」とは「科学」の原理を実現し、実用化する手段であるということです。ですから、技術は社会を変えることもありますし、また、技術は、社会環境の変化に伴いそれに合った形

で修正していかなければ、その技術はおそらく死んでいってしまうのだろーと思います。私は化学プロセス工学が専門であったものですから、その中で化学産業の基礎原料であるソーダの製造法の歴史を例に説明します。(図は省略)

18世紀終わり近くに世界で最初の工業的なソーダ製造法であるルブラン法が開発されました。しかし、初期のころの製品の品質は良くなく、コストは高いし、いわゆる公害を伴うような製造法でもあったわけです。技術的には、ある程度のものだったのですが、種々の欠点があった。世間はその欠点に対する技術改良を要請しますから、(中略) 現在ではイオン交換法という、品質、コスト、環境によいという技術に進化してきているわけです。このように、技術というものは社会との接点において、きちっと社会の要請に対応していかなければなりません。一方、技術が社会を変えることがあります。それは例えば、イギリスで蒸気機関が発明されて社会の仕組みを変える形で産業革命が起こったことです。即ち、今まで人間が行っていたものを機械に置き換えるということが出来るようになったために、それを集中して工場をすることになり、当時のイギリスの社会を変えることになりました。

(中略)

一方、1985年にカナダの化学品生産者協会が、「Responsible Care」という運動を起こしました。(中略) この運動は、生産者、取り扱い事業者として、製品の開発から廃棄にいたるまでの環境、安全、人間の健康に対して責任を持って配慮する。即ち、化学物質というものが開発されて、それが使われ、捨てられ、あるいは人体に入ることによって様々な影響を起こすということが生じてきたために、化学物質を開発し、その製品の製造、流通、使用、消費を経て廃棄にいたる製品の全ライフサイクルにおいて社会、環境にどういう影響を及ぼすかということを経営方針において宣誓し、対策を実行していくという自主的な管理運動です。

このことを如実に喚起している例が、冷媒としてのフロン（クロロフルオロカーボン）の問題です。今ではフロンは使えないことになっていますが、これが発明されたときには極めて有用なものとしてもはやされたのです。1900年代に冷凍用冷媒というのは二酸化硫黄でした。これは人間が吸いますと危険なものでした。そして、1929年にアメリカのクリーブランド病院で冷凍システムの故障が生じ、二酸化硫黄で100人以上が死亡するという事故が発生しました。この事故がフロン開発のきっかけになりました。デュポンという化学メーカーとGM(ジェネラル・モーターズ)が共同して、新しい冷媒としてフレオン12（フレオンという名称はデュポン社の商標で、日本ではフロンと呼ばれている。）を開発し、生産プラントを1930年に立ち上げました。その後、フレオンが冷媒として使用されてきたのですが、それに対し、ローランド博士らが1974年にフロンによるオゾン層の破壊予測の論文を発表したのです。

(中略)

オゾン層破壊の問題は、スケールが極めて大きい。そして、それが現れるまでの時間が極めて長い。今までの公害問題では、その原因の究明と対策というものは比較的短時間で出来たものですが、このような地球規模的な環境問題は顕在化しにくい。即ち、原因が発生してからその結果が現れるまでに極めて長い時間がかかるということです。そういうことは、それに対する対策を採ったとしても、それが効果を現すまでには同じくらいの時間がかかるか、このような規模の問題が生じると恐らくそれを解決することは不可能なのではないかということが危惧されるわけです。これはどういうことかと言いますと、今までの公害問題は事後対策で対処可能だったのですが、これが通用しなくなり、今後は事前対策が必要になるということです。その意味では、ローランド博士が1974年にオゾン層破壊予測の論文を発表し、オゾン層の破壊が1982年に発見されたということは、科学の世界では極めて珍しいことであり、一つの啓示

と言え、これからの地球規模の環境問題はこのような対応が必要になってくるのではないかと考えています。

2. 核燃料サイクルについて

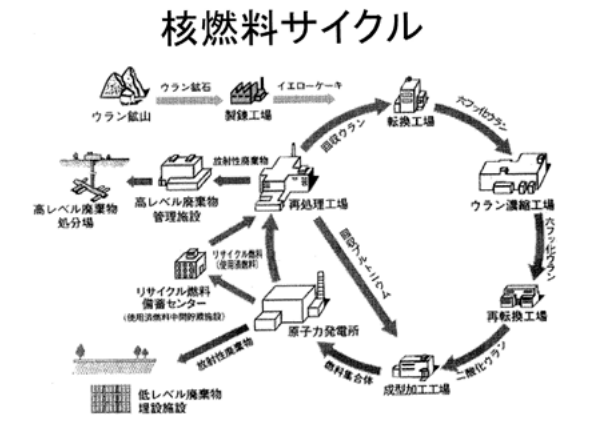
(1) 核燃料サイクルの概念

原子力技術の開発は、不幸にして原子爆弾の開発ということから始まったのですが、50～60年前に原子力発電用核燃料の開発が始まった時点では、既に核燃料サイクルということが考えられていたのです。それは、大量のエネルギーを安定的に得るために、原子力発電所に供給しなければならない核燃料及び使用済み核燃料のその後の処理及びリサイクルの体系が、自然環境のみならず政治、経済、安全保障の体系に大きなインパクトを与えるということが、原子力の平和利用の開発の初期から認識されていたということです。そして、核燃料サイクルに対する取り組みは、それが社会環境や自然環境に与える影響を定量的に評価することを目的としているということでした。即ち、核燃料サイクルという問題は、先ほど述べた地球環境問題における事後対策というよりも事前対策なのだということを意識しながら検討されてきたということを経験に理解いただきたいのです。

核燃料サイクルとは、右上の図で説明しますと、ウラン鉱山からのウラン鉱石を製錬して転換工場に送り、ここでウラン化合物を六フッ化ウラン(UF₆)の気体にして、これをウラン濃縮工場で天然に存在する質量数235のウランと質量数238のウランの存在割合を質量数235のウランの存在割合を高めるとい、いわゆる濃縮するという作業を行います。質量数235のウランが濃縮した気体は原子力発電所で使えるような形の酸化ウラン(UO₂)に転換され成型加工され、核燃料として原子力発電所に供給されます。それが原子力発電所で3～4年くらい核分裂反応に使用された後、使用済み核燃料は再処理工場に送られ、そこでウランおよびプルトニウムと核分裂生成物に分離し、回収ウラン、回収プルトニウムはリサイクルして再び原子力

発電用の核燃料として利用し、核分裂生成物を安全に処分しようというものです。

(中略)



(2) ウラン濃縮について

(中略) 現在わが国が採用している濃縮技術は遠心分離法です。分離の原理は、円筒を数万回転の速度で回すことによる遠心力で、重いガス(ウラン238)は壁の方に、軽いガス(ウラン235)は中心の方に集まりやすくなることです。この方法で、ウラン235の濃度を高めていくというのがこの技術です。物質を分離する技術を選択する上での重要な判断指標として分離係数が使われます。分離係数が1ということは、全然分離しないということで、分離係数が1から大きくなっていくほど分離しやすいということです。

アメリカで原爆が開発されたときには、遠心分離法が開発されていなかったため、隔膜を使ったガス拡散法という方法が用いられていました。この方法は今でも使われているのですが、これは圧力差を利用して小さな穴の開いた隔膜を通して、高圧側から低圧側にガスを流すというものです。ガスの圧力が小さい状態では、隔膜を通過するガスの量は気体の重さによってわずかに違うという原理を用いているのです。この方法による分離係数は1.0042という1に近いものであります。それに対して遠心分離法はどうかといいますと、分離係数が1.04～1.3程度になっているわけです。その他の方法は、分離係数的には限りなく1に近くなっており、そう

簡単には分離ができません。ただし、レーザー法は分離係数が非常に大きくて20とか30とかになるのですが、これは科学的な原理は分かっているものの、実用化技術としては現状では必ずしも成功していません。ということで、現在は、遠心分離法とガス拡散法が実用化されたものとして用いられているのです。

遠心分離法は、一台の遠心分離機でできるというのではなく、カスケード（階段状に液体が流れ落ちる状態）という形で、縦横に分離機を並べて、それを連続的に動かすということで、例えば、濃度0.7%のウラン235のUF₆を6t供給すると、濃度3%の濃縮ウラン235のUF₆が1t採れて、減損した濃度0.25%のウラン235UF₆が5tとなる。即ち、原子力発電に適した濃縮ウランは、供給したウラン量の1/6程度しか生産されないということです。分離係数が小さいためにこのようになるのです。なお、遠心分離法の原理を分かっているでもこれを成し遂げるためにはかなり高度の工業的な技術力を持っていなければできません。

現在、ウラン濃縮技術はガス拡散法から遠心分離法に変わってきていますが、その理由は、ガス拡散法の場合には、非常に多くの電力を必要とするということです。需要に合った形で核燃料の供給に対応しようとしますと、使用電力がガス拡散法の数十分の一で済む遠心分離法の方が経済性も高いこと、また、生産効率がいいことから、台数が少なくて済みますので、需要を満たすということを考えれば遠心分離法がより妥当性があるということになります。

(中略)

(3) 使用済み核燃料の再処理について

原子力発電所で所定量の核分裂反応をした核燃料は使用済み燃料として再処理工場にまわされていくわけです。どれだけ核分裂反応をさせたかということを「burn-up」(焼焼)という熱出力で把握しているのです。例えば、1tの核燃料を燃焼させたとして、使用済み燃料として出てきたものは、ウランの減少した量が38kg、

そして、プルトニウムが8kg程度生産されて、核分裂生成物(FP)が30kg。ウランは38kg減少して、それにほぼ相当する量がプルトニウムと核分裂生成物に変換されている。即ち、質量(重さ)が減るということはほとんどない。このように核分裂反応というものはアインシュタインの唱えた相対性理論どおりの形で減った分だけがエネルギーに変わります。但し、物質は他のものに変換されているということです。その結果、使用済み核燃料中には、多くの放射性物質とともに、まだ多量なウランおよび新たな核燃料物質としてのプルトニウムが残っているということになるわけです。使用済み核燃料から核燃料物質をリサイクルするために分離回収する技術が、現在、フランスなど主要な国で行われているPUREX法と言われる再処理技術です。PUREXとは、「Plutonium and Uranium Recovery by Extraction」の頭文字をとったもので、このまま訳せば、「抽出法によるプルトニウム及びウランの再生利用」ということになりますかね。これは、簡単に言えば、使用済み燃料を硝酸に溶解させ、その溶液からウランやプルトニウムを選択的に抽出するという性質を持つ、リン酸トリブチル(TBP)という有機溶媒を用いてウランとプルトニウムなどを分離回収する方法です。これを溶媒抽出といいます。

先ほどのウラン濃縮技術のところでは、分離係数ということをお話しましたが、再処理では物質分離度合いを「分配比」といいます。この分配比というのは、化学実験的に説明すれば、分液ロートを用いて、下に水相といわれる硝酸に溶解させた使用済み核燃料液、上に軽い有機溶媒(TBP及びドデカン)を入れて、これを攪拌する。そうすると二つの液が混じりエマルジョン化する。これを静置すると再度分離するのですが、その時には有機溶媒と反応してウランやプルトニウムが有機溶媒側に移っている。このウランやプルトニウムが有機溶媒に存在している量と水相に存在している量の割合を「配分比」といいます。分配比は硝酸の濃度にもよ

りますが、数値的にはウラン、プルトニウムが10以上、ほとんどの核分裂生成物は0.1以下という形で現れてきます。このように溶媒抽出という方法で使用済み核燃料の溶解液からウランとプルトニウムを選択的に取り出すということが技術的なポイントなのです。

原理はこういうことなのですが、これをどのようにして工業的に成し遂げていくか。これは放射線場の非常に強いところで行われるわけですから、人間が立ち入ることは出来ません。ですから、遮蔽されたセルの中に装置を組み込んで、遠隔操作で動かすという工業的に高度な技術が必要なのです。

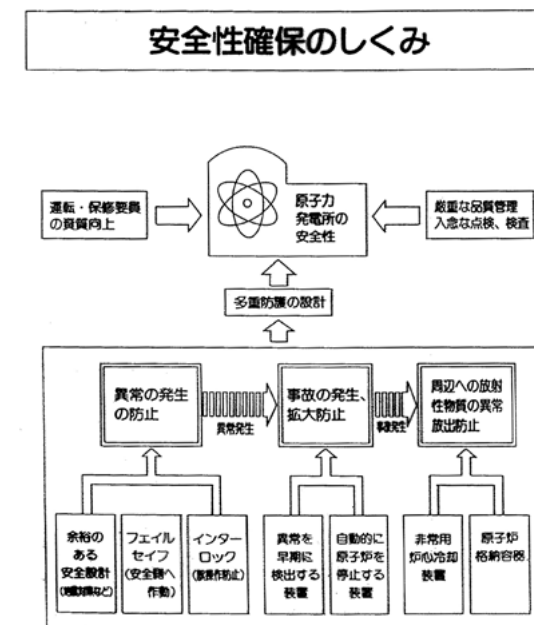
(中略)

核燃料サイクル技術は、ウラン濃縮から核燃料加工技術および使用済み核燃料の再処理という一連の技術体系になっているのです。以上のように、原理そのものは非常にシンプルなのですが、それを実用化するという段階で高度な技術を要するということなのです。と同時に、核燃料に関しては、安全保障という観点からの核不拡散という基本が守られなければならないという宿命を持っていますので、これをしっかりと守っていくという中での技術開発ということになっていくわけです。

(中略)

(4) 原子力施設の安全確保の仕組み

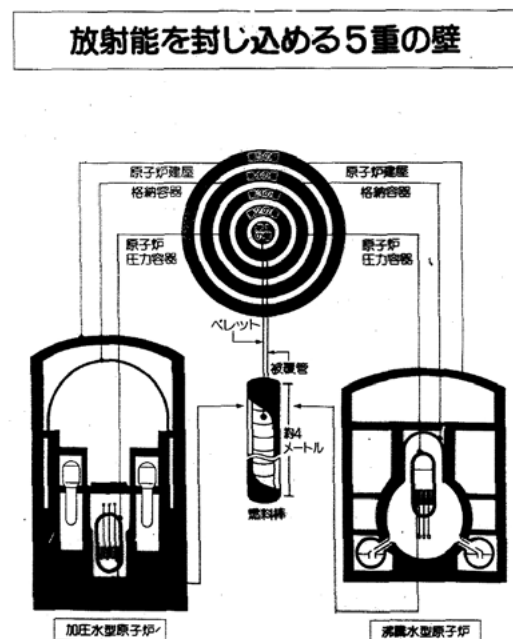
次に、原子力発電所の基本的な安全確保の仕組みがどうなっているのかの話に移していきます。核燃料サイクル施設も基本的には同じです。右上の図は、原子力発電所の安全性確保の仕組みを示したのですが、原子力設備に関する安全性確保は、基本的には「深層防護」(Defense in depth)という考え方に基づいて行われています。その内容は、第一に「異常の発生の防止」。第二が「事故の発生、拡大の防止」。そして、第三が「周辺への放射性物質の異常放出防止」ということです。



この三つの基本思想を踏まえてシステムのデザインをします。ですから、例えば、「異常の発生の防止」ということについては、設備を地震対策などの観点から余裕のある安全設計にするとか、フェイルセーフやインターロックという考え方で、システムの作動に間違いがあったときや誰かが誤操作したときにこれを防止するということ。要するに、手順書にのっとった形で動かさない限りは、ブロックが掛かって作動しないというような思想でシステムの設計をするわけです。それでも運転をしている過程で機械の故障などの事象が発生することがあり得るわけですから、そういう場合には、「事故の発生、拡大の防止」ということで、異常を早期に検出する装置とか自動的に原子炉を停止する装置とかを設備することで対応する。それでも万が一、事故が起こった場合には、非常用炉心冷却装置を作動させるとか原子炉格納容器の中に閉じ込めるという対策を講じて「周辺への放射性物質の異常放出を防止」するわけです。

もう一つの重要な概念は、放射能を閉じ込めるということです。原子炉は、その中心部に燃料棒があり、燃料ウランの核分裂により核分裂生成物が発生しますが、ウランは①ペレットに焼き固められ、かつ②被覆管という丈夫な容器に入れ、更に、これを③原子炉の圧力容器、④

格納容器、そして、⑤原子炉建屋で覆うという形で、5重の壁で封じ込める設計がなされています。即ち、原子力のシステムは、「深層防護」という考え方と同時に、「多重防護」という考え方にに基づき設計されているということです。



再処理工場もほとんど同じような考え方で設計されており、当然、異常の発生の防止をする、異常の拡大及び事故への進展の防止をするという考え方で設計をするし、事故が発生したとしても周辺への放射性物質の異常放出を防止するという仕組みを再処理工場の中でも考えているわけです。ただ、原子炉と少し違うのは、再処理工場は化学プラントですから、建屋の中の一部の機器類から出た排ガスは排ガス処理システムによって放射性物質の除去を行い、放出規定値が十分低いことを監視することとしており、また、閉じ込めの方法として、負圧の管理という考え方で行なわれています。即ち、建屋の外の圧力より建屋の中の圧力が低い。更に、建屋内部の圧力より機器類を入れてあるセルの気圧のほうが低いという形で、圧力差を用いて封じ込めをするわけです。原子炉と閉じ込めの概念は全く同じですが、再処理施設の場合には、物質が機器間を移動させるわけですからこのような形での閉じ込めになるわけです。

原子炉と再処理施設の基本的な特性を比較すると、その閉じ込め機構は、炉の場合が多重の静的なバリアによるのに対して、再処理の場合には、負圧管理による動的な閉じ込めと放射性物質の一部については吸着除去によって環境への放出を制限値以下に抑えるというシステムで閉じ込めるわけです。また、施設のリスクという点を見ますと、炉の場合には、炉心自体が一番大切なものですからここに集中できますが、再処理の場合には、種々の機能が各工程に分散しているところが炉と異なり、その点の配慮をする必要があります。

安全な操作という観点で考えますと、原子炉の場合には、「停めて、冷す、閉じ込める」という言葉が標語になっていて、比較的単純なのですが、再処理施設の場合には、簡単に全体を停めるというわけにはいきません。各工程がつながっていますので、停める場合には、その運転毎に合わせた形で停める操作を行わなければならないということになります。

原子炉の場合には、正常運転の状態と事故の状態ということしかないので、再処理施設の場合には、化学プラントですから、ノーマルな状態と事故の状態の間にアブノーマルな状態というものがあります。このアブノーマルな状態になったときにはノーマルな状態に戻す操作をするわけです。ここでノーマルな状態に戻せない場合には安全な状態に戻すということを行うのです。それでも事故に至ってしまったときには、その影響をどれだけ少なくするかという運転を行うのです。ですから、再処理施設における「停止操作」というものは、安全な状態に持っていくということが停止操作の対応となるわけです。

(中略)

再処理工場の場合には、「Smooth and safe control」というような運転をするということが重要なことです。これはフランス人が考えた標語ですが、六ヶ所では「Smooth and safe control」という考え方の下で、運転されています。即ち、オペレーションのエリアがあって、

更にその外側にセーフティ・エリアがある。その端にセーフティ・リミットがある。そのリミットを如何に超えないように運転するかということです。六ヶ所の場合には、ほとんどがフランスの技術で作られているものですから、既にフランスで実績があるプラントを基に作られており、この思想に基づいた運転が行われていますので、プラントを動かす以上小さなトラブルはありますが、重大な事故は起こらないだろうと思っています。

3. 六ヶ所再処理工場の現状について

六ヶ所再処理工場の状況ですが、基本的には、いくつかのステップを踏み使用済み燃料を処理する試運転が進められているところですが、使用済み燃料の溶解、溶媒抽出分離、それからウラン、プルトニウムの精製、それを混ぜてMOXの原料になるMOXの粉を作るまでのプロセスは、ほぼ順調に行われたと思います。ちなみに、MOXとは、Mixed OXidの頭文字をとったもので、MOX燃料とは混合酸化物燃料のことです。再処理により使用済み核燃料に含まれるプルトニウムを取り出し、二酸化プルトニウムと二酸化ウランを混ぜ合わせたものです。なお、六ヶ所再処理工場は試運転ですから、マイナーなトラブルは起こっており、それらのデータも収集しており、基本的なプロセスはフランス・イギリスからの導入技術であり、両国での経験に基づいた運転をしておりますので、問題はありません。

一方、皆さんも新聞等でご存知のように、現在、高レベル放射性廃液をガラス固化するという試験を行っている段階でトラブルが生じています。最初のころは、ケミカル試験と言って装置が正常に作動するのかということで炉の運転特性を見る上で、放射性物質を使わない形での試験を行っていました。そこまでは順調だったのです。しかし、実際に高レベル放射性廃液を使った試験を開始した段階で、ノズルから溶融ガラスをキャニスター(保管用のふたつき容器)に注入し、それにふたをしなければならないの

ですが、ふたの溶接が上手く行かず手間取ってしまいました。そのことを含めて廃液中の核分裂生成物の一部の成分等による影響により、炉内の温度管理に不具合が生じ、炉底に白金族成分の堆積によって次の処理が難しくなっていました。この状態というのは、ガラスの粘性が高くなり流動性が悪くなるために、ノズルから流出しづらくなり、閉塞が起こってしまったということです。その炉底に溜まったガラスを、機械的に攪拌して、下のノズルから落とすような作業を行ったのですが、ノズルの直径は小さく、モニターを見ながら遠隔操作で行うものですから、なかなか難しく、少し強く押したときに攪拌棒が曲がってしまった。それと時系列は分からないのですが、上部レンガが落ちてしまった。落ちたレンガがノズルのところに留まりガラスが流下できなくなった。このようなトラブルが起こったためにガラス溶融炉の運転がストップしております。それを解決するために東海にあるモックアップ(実物とほぼそっくりな溶融炉)施設で原因究明ならびにこのようなトラブルが起こらないような運転管理技術を確認するためにデータの取得試験を行っているところです。

4. 六ヶ所再処理工場の安全性について：質疑を踏まえて

(省略)

(中略箇所の内容に関心がおありの方は、『2010年度循環ワーカー養成講座記録集』をご覧ください。尚、この記録は、循環研会員の咲田宏氏が作成し、松本氏にご加筆・ご修正いただいたものです。)

2010年度 循環ワーカー養成講座「循環型社会と原子力発電」第6回

『原発のない社会は可能か』

講師：牛山 泉氏（足利工業大学 学長）

日時：2010年11月19日(金) 18:30～20:30

会場：ノルドスペース セミナールーム（東京都中央区京橋 1-9-10 フォレストタワー）

はじめに

本日のお話では、原発に賛成・反対ということとはともかくとして、まずはこの国にあるエネルギーのポテンシャルを知っていただきたいと思います。例えば、デンマークでは原発を考えていたのですが、1986年に国会で原発は入れないということを決めて、現状では風力発電で電力需要の20%程度をまかなっています。（中略）風力発電の輸出でも世界一になっております。ですから、雇用も自然エネルギーで生み出しています。そして、風力発電、バイオマス、太陽光発電などの自然のエネルギーで国のエネルギー供給を成り立たせている。既にそのような国があるのですが、これは結局は、やるかどうかということになります。

1. いまなぜ再生可能エネルギーか？

(1) 人口の爆発的増加

（中略）1945年、第二次世界大戦が終わった年の世界の人口は23億人でした。それが65年経った現在は67億人ということですから3倍近くに増えている。このような状態は増加とは言わないのです。爆発ですね。人口は爆発的に増えた。先進国の人口は微増なのですが、世界的には爆発しているのです。

人口はこのように爆発的に増えているのですが、食料とかエネルギーを爆発的に増やせるかということこれは無理ですね。世界の総人口が67億人に対して、バイオ・水力・石炭・石油・原子力・天然ガスなど統計的に供給できるエネルギーはおおよそ40億人分なのです。ですから、この差の27億人くらいはエネルギー難民ということになります。その人たちは、例えば、牛糞にわらを混ぜて干したものとかを燃料にして



いるのですが、このような生活をしている人たちが地球上に25億人以上いるのだということです。

(2) 地球温暖化の影響

記憶している方も多いのではないかと思います。2005年8月にカトリーナと命名された猛烈なハリケーンが米国のニュー・オーリンズを中心に襲いました。これは風速が160マイル/時（日本的に表現しますと風速70m/秒）という50年に1回、あるいは100年に1～2回しかないというものすごい強風です。何故このようなことが起きたかという、メキシコ湾の水温が徐々に上がってきていることが原因です。かつてメキシコ湾の水温が低かった時代には、発生したハリケーンはエネルギーを失って温帯性の低気圧に変わっていました。ところが最近、海水の温度が高く海面からの蒸気を取り込んでエネルギーを増してすごい勢いになるのです。

（中略）

この温暖化の原因は、化石燃料にあるということが世界の科学者の間で結論付けられており、それを使わないエネルギーを考えなければいけないということです。化石燃料を使います

と当然のことながらCO₂が発生し、これが温暖化に最も影響を与えるわけです。ようやく最近ではこれが原因だということが認知されてきたのですが、この点を産業界はなかなか認めようとしなかったのです。

原因が分かっているのだから減らせばいいということなのですが、産業革命以降、化石燃料をどんどん使ってきているものですから、大気中にこれが溜まってしまっています。時間をかけてこのような状態にしたのだから同じく時間をかけて戻していく以外にないのです。

（中略）

(3) 日本のエネルギー事情

（中略）最近、日本の食糧の自給率がカロリーベースで40%を切ったということで大変だという話ですが、エネルギーの自給率は僅か4%、96%は外国から輸入しているのです。先進国の中では最も低い自給率です。原子力を国産とした場合には18%くらいが自給と言っているのですが、日本はウランをオーストラリアとかカザフスタンから輸入しているものであり、これをどうして国産に含めて考えようとするのか非常に不思議です。18%の自給率という数字がいきわたっている部分がないのですが、実質は4%しかありません。

日本のエネルギーの消費構成を見ますと、石油がおおよそ50%で、あとは石炭、天然ガス、原子力ということになっています。

（中略）

では、日本はその石油を何処から持ってくるかといいますと、UAE（アラブ首長国連邦）、サウジアラビア、イラン、カタール、クウェート（以上で80%）など、ここまでは全て中東の国です。日本に1年間に輸入されている石油の量は約245百万klですが、これではどうも分かりにくいので日本人一人当たりで換算すると日本人は1年間に2kl（ドラム缶2本）の石油を消費しているということになり、1日に換算すると5ℓの石油を消費しているという構造になっています。この石油をほとんど中東から輸

入していますから、原油を運ぶためのスーパータンカーが1日で3隻必要となります。中東と日本の間は20日間かかりますので、片道で60隻のタンカーが日本に向かっていなければ日本はやっていけない。往復で考えますと120隻のスーパータンカーがぐるぐると回っていることでようやく日本がやっていける。これが日本の現実です。こんなことが何時までも続くはずがありません。石油はあと40年程度しかないのです。（中略）

そこで、自然エネルギーの役割が重要になってくるのです。自然エネルギーの役割としては、3つが考えられます。一つ目は「環境保全」です。これは温室効果ガスやSO_x、NO_xの削減ということです。二つ目は「エネルギーセキュリティ」。先ほど述べましたが、1日にタンカーが3隻来なければやっていけないという状況は全く安全ではないのです。自然エネルギーというのは日本にあるエネルギーを使うわけですから、これからの説明で日本にはそんなにエネルギーがあるのかということを感じていただければいいと思います。三つ目は「経済効果」です。例えば、風力発電だけでもこれにかかわる人は全世界で50万人います。日本では、三菱重工で大きな風車を作っていますが、長崎と横浜でそれに従事している人が3,000人いるのですね。このように雇用の創出とかエネルギーの地産地消ということが進むことで、地域経済の活性化が進むと考えられます。

次に、発電システム別の電力を1kWh作るときに発生するCO₂の量を見ますと、日本の電力の60%は火力であり、これらは燃料（石炭・石油・LNG）を燃やしますから当然CO₂の発生量が多い。これに対して自然エネルギーは、装置を作るときに少しCO₂を発生しますが、発電に伴うCO₂の発生が極めて少ない。一番の優等生は水力です。

しかし、ウランの場合には、海外でウラン鉱石からペレット化するまでに精製工場で大変なCO₂を出しているのです。これは日本ではCO₂を出していないだけで、海外では大変なCO₂を

出しています。それだけではなく、出来たウランを日本に運んでくるに伴って輸送にCO₂の排出が伴います。更に、ウランを使用した後に使用済み燃料を40年間冷却しながら保存するのですが、この冷却に伴い全くCO₂が発生しないのでしょうか。そういうデータを公表しないのですが、それは国民をだましているとしか言いようがないと私は思います。その後、2010年には、電力中央研究所からライフサイクルで考えたCO₂の排出量評価に関する報告が出ておりますが、これもアメリカの環境学者レスター・ブラウンなどのデータに比べて過少に見積もっています。(中略)

2. 風のエネルギー

これが世界における最近の風力発電の伸びです(図は省略)。つい最近のデータですと170百万kWになっています。170百万kWというのは、大型の火力発電、原子力発電が1基1百万kWですから、その170基分に相当する大変な量です。風力発電はここ13年くらいの間に平均年率25%近い勢いで伸びているのですが、人類の歴史の中で年率25%の伸びが10年以上にわたって続いたエネルギー施設というものは存在しないのです。(中略)

何故ドイツが世界の1、2位の風力先進国になっているのかといいますと、前の首相のシュレーダー氏のときに、ドイツは2020年までに原子力発電を段階的に停めていくという政策を決定しました。原子力が減っていくとなるとそれに変わるCO₂を発生しないエネルギーを何かで生み出さなければならない。それが風力とか太陽光ということですが、ドイツも決してお金があるわけではないので、お金をかけずに、これを推進する仕組みを導入したのです。「feed-in tariff」(固定価格買取制度、あるいは電力買取補償制度)という制度です。つまり、自然エネルギーで出来た電気は100%電力会社を買わなければいけないという義務を課し、しかもそれを十数年間に亘り比較的高い固定価格で買うことを法的に義務付けているのです。

(中略)

ドイツの場合は補助金を出さないが電力を高く買ってくれるのです。CO₂を出さないことに貢献しているということで高く買うのです。日本の場合には、実際に稼動するかどうか分からないのに補助金(交付金)を出してしまう。ですから筑波で実際にあったような回らない風車というような事態が起こるのです。補助金のような古い体質のばら撒き政策は世界で最も遅れたものだと言っていると思っています。このような政策の違いで日本とドイツに大きな差が生じてしまったわけです。

(中略) 日本においては、昨年の10月までは太陽光発電で出来た余剰電力を24円/kWという固定価格で買い取っていたのですが、11月からは48円/kWで買い取ることとなりました。ドイツの場合には、通常の電力価格は18円程度と日本より安いのですが、太陽光での電力は75円程度で買い上げているのです。しかも10数年間の固定価格です。そうすればこれを建てれば儲かるということになり、急増するわけです。ドイツ政府は一切お金を出さずにそのような仕組みを作っただけなのです。もっとも、これに伴い一般利用者の電力料金は少し高くなりましたが、国民はこれを受け入れてやっている。ただ最近では、少し増えすぎたので抑えなければならないということになっているようです。

2-1. 風力発電の実際

標準的な風車である2MW(2,000kW)の風車では、風速が秒速平均7mで年間約700万kWhの発電量が得られます。単純に数字だけでいえば、13万台のこの規模の風車があれば日本の全電力需要を賄えることになります。

現在、日本にある風力発電装置は1,700台弱です。これを分かりやすく説明しますと、1台の2MW風車の発電量は、一般家庭であれば1,400世帯分の電力に相当します。これだけの電気を火力で作るとすると、約17,000kl(ドラム缶8,600本)が必要となり、これに伴い5,000tのCO₂が発生することになります。このCO₂を

樹木で吸収するということになると、杉の木が約36万本も必要ということになります。1台の風車があるだけでこれだけの環境貢献が出来ることになります。日本でも風車の導入は進んできていますが、現状では2,000MW(2百万kW)程度です。原子力発電所2基分程度ですね。(中略)

風車は、風を受けるためにむき出しで設置しなければならない。そのために、雷を受けたり、台風襲来されたりしますが、この点が難点と言えます。

更に、風車の場合には、音の問題があるということです。(中略) 基本的には、可聴音にしても低周波音にしても、距離を離せばいいのですが、自治体によってはコンサルに丸投げしてしまい、質の悪いコンサルですと、仕事を取りたいために大丈夫だとしてやってしまう。結果、今あちらこちらで問題が起きています。昔、ソーラー発電でも一世を風靡した企業がねずみ講のようないい加減なことをして評判を落とし、それだけで技術はよくても導入が進まなくなったというようなこともありました。(中略)

2-2. 発電種類別のコスト

次に、米国での種類別の発電コストを見てみましょう。米国では、天然ガスが最も安い、ついで風力、石炭、水力(地域によってコストに幅があります)、バイオマス、原子力と続きます。日本の場合には、原子力は安いと言いますが、廃棄物処理のコストを入れないのです。米国はこれを正直に入れているので高くなっている。日本もこここのところをはっきりとしなければいけません。後になって間違っていたとか(意識的に)忘れていたというようなことでは駄目です。米国の示しているのが世界の常識であり、原子力発電のコストは高いのです。

更に、このコスト比較の中に環境コストというものが織り込まれていないのですが、これをどう定量化するかという点が課題です。例えば、CO₂を出さないとか、当該設備の近くに喘息など特定の疾病にかかる人の比率が高いというよ

うなことを定量化して行けば、このコストも更に違ったものとなってくるものと思われます。自然エネルギーが有利な点はそういうところにもあるものと思われます。

2-3. 「WIND FORCE 12」と風力技術開発

EUには「WIND FORCE 12」という標語がありまして、2020年までに全世界の電力の12%を風力発電で賄おうとしています。デンマークは既に18%、ドイツ・ポルトガルは8%くらい、更にアイルランドは6%行っており、5%以上やっている国が5~6カ国あります。やろうと思えば出来ないことはありません。

(中略)

風車の心臓部(ナセル)には色々な部品が入っているのですが、日本で大型風車を作っているのが三菱重工、富士重工、日本製鋼所など。その他発電機なども作っていますが、日本は特に、軸受けの技術が優れていて、ジェイテクト、日本精工、NTNの3社で世界のベアリングの6割以上を生産しています。このような日本の優れた技術を更に活かすような国策が不可欠だと思います。なお、日本製鋼所は、この風車以外にも世界の原子力発電所の圧力容器と炉心の60%近くを供給している会社です。昔は、戦艦大和などの直径40cmもある大砲を作っていました。それを作るのに鋼を鍛える技術(鍛鋼)があり、その技術が原子力発電所の炉心や圧力容器に活かされているということです。

3. 太陽のエネルギー

(中略) 太陽光発電は、一般の戸建て住宅の屋根に10㎡(発電力3.5kW)くらいありますと、標準世帯で消費する年間の電力(約3,600kWh)とほぼ同じか少し多いくらいの電力を得られます。これを更に進めていこうというのが日本の国策でもありますし、この電力を高く買い上げるということにもなりましたからよかったと思っています。ただ、現実的には、日本での太陽光発電の導入実績はまだまだ僅かな状態であり、これを伸ばしていかなければならないので

すが、このやり方として補助金でやるのではなく、先にご説明しました「固定価格買取制度」で、できた電力は高く買いますよということにすべきだと思います。(中略) なお、世界のエネルギー消費に対してそれを賄う太陽電池システムは、地球上の全砂漠面積の4%程度があれば可能だと言われています。

4. バイオマスエネルギー

バイオマスとは、化石燃料を除く生物資源(草・木・生ごみ・汚泥・糞尿など) のことです。植物は、炭酸同化作用でCO₂を吸収し酸素を出すという非常にいい機能を持っています。ですから、植物を燃料に使ったとして、これと同じ量を植栽しておけばカーボンが減りも増えもしない状態(カーボンニュートラル)を作ってくれる。まさに循環型社会にお勧めのエネルギーと言ってもいいですね。

(中略) 日本の場合には、里山をきちっと保全して木炭や薪を作るとか、都市ごみや畜産廃棄物からメタンを作るなどが重要です。(中略)

5. 水力・地熱・海洋エネルギー

昔は、発電については、「水主・火従」といわれて、水力が中心で火力はそれを補うために使っているということだったのです。1965年当時は水力が42%強もありました。これ以前はもっと比率が大きかったのですが、それが石油・ガスと原子力に置き換わって、現在は8%程度でしかありません。日本には3万本の川があり、年間の平均降水量は1,800mmもあります。このような水資源に恵まれた国は世界でも少ないのですから、水力発電をもう少し増やす必要があると思います。(中略)

また、日本の川の特徴は、落差が大きく急流であるということで、この特長を発電に活かすべきだと思います。ただ、大型のダムは環境破壊を伴いますので、これは止めるべきだと考えています。現在では、環境負荷の少ない1,000kW程度の小さな規模の水力発電があり、地場電力として開発が期待できるところです。

(中略) 日本では1996年ころまでは地熱発電量は増えていたのですが、そこで頭打ちになり、最近では発電量は減少しつつあります。その理由の一つは、温泉業者の反対です。即ち、地熱をやればどんどんエネルギーを持っていかれて温泉が駄目になってしまうというのです。しかし、地熱発電の場合には1,500mもの深井戸を掘って蒸気を得る。それに対して温泉の多くの場合には比較的地表に近い部分を利用するので、地熱発電は温泉には影響を与えないのですが、そのあたりをしっかりと温泉業者の方々に説明できていないのが問題だと思います。特に、最近の温泉では、深度が1,000mを超えるものが増えてきておりますので、サイトの実情に応じた定量的な説明が必要でしょう。更に、地熱発電に適した場所の多くが国立公園や国定公園内にあり、規制があることも開発が進まない原因のひとつと言えます。(中略)

もう一つ面白い取り組みがあるのですが、深海の温度(4～5度)と海面の温度(24度程度)との差を利用して発電しようという海洋温度差発電です。作動流体にはアンモニアを利用するのですが、僅か20度くらいの温度差があればアンモニアの蒸気が出る。その蒸気を利用してタービンを回して発電するのです。アンモニアを海面と深海の間で循環させることで発電するのですね。この技術は日本が一番進んでおり、現在、インド洋で1,000kWのものをやっています。ただ、20度くらいの温度差であれば発電効率は極めて悪く、余り面白くないとは思いますが、また、日本近海では、海面温度が24、5度になるのが難しいかなという感じです。その他には、海流を利用した発電というものもあります。

6. 足利工業大学での取り組み

私どもの大学には「風と光の広場」というのがありまして、各種の発電システムがおかれています。そこに、トリプルハイブリッド発電システムがあります。トリプルというと、風、太陽光、そして、木質バイオマスです。風と太陽光は自然任せなので、それらが使えないときの

安定的な電力供給源としての木質バイオマスを組み合わせているわけです。原料は、隣接する桐生市の製材所の端材を利用しています。

(中略) このように、自然エネルギーとコントロール可能な安定的なエネルギーとの組み合わせにより、常に安定的に電力を得ることが出来るのです。これがトリプルハイブリッド発電です。これからはエネルギーも地産地消を考える時代だと思います。遠くで作った電力をロスしながら延々と送電するというようなことは止めなければなりません。各地場にある自然エネルギーを利用してそこでやれることをやればいい。大規模発電を考えるのではなく、コミュニティ発電というような発想でいいのではないかと思います。(中略)

まとめ

太陽光発電	5,000万kW(黒川・浜川による)
風力発電	2,500万kW(JWPAによる)
中小水力発電	1,200万kW(METIによる)
バイオマス発電	1,000万kW(NEFより推定)
地熱発電	350万kW(NEFより推定)
波力発電	150万kW(国土交通省資料)
合 計	10,200万kW
原子力発電	4,820万kW(2010年3月現在)
	6,842万kW(建設予定含む)

【日本における再生可能エネルギーによる発電容量】

それぞれの研究機関が発表している数字に基づき、これから開発が可能とされる太陽光発電、風力発電、中小水力発電、バイオマス発電、地熱発電、波力発電などを合わせますと、その総発電容量は102百万kWといわれています。更に、これに洋上風力が50百万kW加わることで、合計で152百万kWということです。これに対して、原子力発電は、本年3月現在で48.2百万kW。これに建設予定などを加えると68百万kWくらいですから、これから期待される再生可能エネルギーの発電容量だけで原子力発電の容量を十分に上回っています。ただ、発電量はどうかといいますと、原子力は燃料を投

入しますと基本的に継続稼働します(なお、日本の原子力の稼働率は、65%程度です)が、太陽光15%、風力30%というように自然環境により自然エネルギー発電の稼働率は落ちますので、これから開発が期待される自然エネルギーで発電量的には原子力発電と同程度といえることができるかと思っています。

持続可能な社会を作るためには持続可能なエネルギーが必要なのです。食料に例をとって考えて見ますと、人類は、大昔は、狩猟・漁労で食料を調達していたのです。これは食料ハンティングであり、常に明日の食料のことを心配しなければならなかった。これではいけないということで「食料の栽培」、即ち、農業を覚えたのです。これでようやく人類は生きのびることが可能となったのです。

これをエネルギーに当てはめて考えてみますと、現在やっていることは、化石燃料のハンティングです。ハンティングするだけに留まらず、環境汚染もやっているのです。そして、もうこれがなくなることが分かってきた。今は過渡期だからということで原子力をやっていますが、これも永続性のあるものではありません。ウランはあと70年しかないといわれています。これを食料の例で考えると、生き延びるためには、「エネルギー栽培型」すなわち、再生可能エネルギーの開発・利用が不可欠ということになります。これができて初めて持続可能な社会ということになるわけであり、私は原子力には持続可能性はないと考えています。

(中略箇所の内容に関心がおありの方は、『2010年度循環ワーカー養成講座記録集』をご覧ください。尚、この記録は、循環研究会員の咲田宏氏が作成し、牛山氏にご加筆・ご修正いただいたものです。)

ワークショップ活動報告

▶CSRワークショップ報告

1. WS活動の背景

企業活動が拡大しグローバル化が進む中で、企業活動の環境に及ぼす影響や社会に与える負の側面がクローズアップされ、企業の社会的責任が問われるようになってきました。

そこで企業活動を単に財務的側面から見だけでなく非財務的側面についても見る必要があるとの認識が高まり、環境側面の取組みを知るための「環境報告書」の作成と情報開示が世界的に求められてきました。報告書作成のためには種々のガイドラインも出され、これを受けて環境報告書を発行する企業も増加してきました。また、「環境」を企業活動にとっての単なる客体と捉えるだけでなく、主体的に捉える「環境経営」への取組みもなされるようになり、さらに企業活動を「経済性」、「環境対応」、「社会性」の3つの側面で評価する「トリプルボトムライン」の考えが一般化するようになってきました。このような流れの中で非財務報告書も進化し、「環境報告書」から「環境・社会報告書」、「CSR報告書」あるいは「サステナビリティ報告書」へと発展し、ステークホルダーとのコミュニケーションやエンゲージメントが重視されるようになってきました。

循環研では会の発足以来、循環型社会形成に関わるテーマについて各種の勉強会、セミナー、フィールドワークを行ってきましたが、循環型社会形成に向けて企業が大きな影響力をもつだけに、このような背景を意識して企業行動を常にウォッチし意見交換を行い、企業とのコミュニケーションを重視してきました。

2. WS発足の経緯

循環研では一部の有志ではありますが、企業が発行する環境報告書、環境・社会報告書、CSR報告書を常にモニターし、要請のある企業に対しては第三者的、中立的、市民の視点で第三者意見の提供も行っています。特に代表の山口は毎年300社以上にものぼる各企業の報告

書を集集・分析し、また第三者意見の執筆活動を行っています。また毎年末には当研究会の事務局を担っている(株)ノルド社会環境研究所の協力を得て特別セミナーを開催し、その年度の報告書の動向と傾向分析及び次年度に向けての報告書作成に対する提言を行っています。循環研としては、このような活動に関心をもつ会員が広く参加できるようにと考え、2005年10月に現在のWSの前身である「環境コミュニケーションWS」を立上げました。そして2009年度には議論の範囲をコミュニケーションだけでなくCSR活動そのものも対象にするためにWSの名称を現在の「CSR WS」と改め、企業のCSR活動や情報開示の在り方についての検討や企業とのコミュニケーション活動を行っています。

3. WSのこれまでの活動概況

WSを立ち上げた最初の1年ほどはメンバーの勉強・蓄積を目的に、2005年度に表彰された報告書の読み込みや分析評価を行いました。そしてこれを踏まえて各自が報告書に必要な開示項目を出し合うなどして、市民の目線で捉えて報告書はどのような情報開示を図るべきかを考察してきました。一方、報告書作成がガイドラインに沿った網羅性を重視してなされる結果、報告内容が複雑になり企業活動におけるリスクと機会の状況が読者にとって分かりづらくなってきたために、報告内容に関する重要性(マテリアリティ)を吟味して対応する必要があることが指摘されてきました。そこで当WSでは2007年、2008年にかけて市民の視点でのマテリアリティ特定の枠組みを検討し業界別にマテリアリティを特定する作業を行いました。そして今や大きな影響力を持った企業は、近年クローズアップされてきた多くの社会的課題に対しても積極的な対応が必要で、この取組みをマテリアリティ項目として含めることは必要不可欠だとの認識を持ちました。このことは2008年5月に経済同友会が提言した「価値創造型CSR

による社会変革」でも「企業を取り巻く社会的課題を直視し……信頼と価値創造につなげるCSR経営を目指す」と提言しているのと同じものがあり、2009年度には「サステナビリティ社会の実現にとって重要な社会的課題と企業の取組み」をテーマにして議論を重ねてきました。これらの検討成果は毎年末に報告書の作成担当者を対象に行っている「報告書の動向と次年度への提言に関する特別セミナー」において発表してきました。興味のある方は是非そのセミナー資料をご覧ください。

4. 今年度（2010年度）の取組み

WSの本年度の第1回目の会合は5月7日に行われ、本年度の取組みテーマを検討しました。議論の中では、サステナビリティの視点での中・長期的な企業経営環境の研究、効果的なステークホルダーエンゲージメントの実現が期待できるコミュニケーション手法の考察、ISO26000のスタートを受けた今後の報告書の方向性の検討なども候補に挙がりましたが、昨年度からの継続性を考え、社会的課題に企業はどう対応していくべきか、そのための社会的事業（ソーシャルビジネス）はどのように展開するのか等を議論のテーマとすることにしました。その後、月1回のペースで会合を持ち、ソーシャルビジネスの事例収集、ソーシャルビジネスの概念の考察、ソーシャルビジネスのタイプや要件の検討、事業展開の類型化などを行ってきました。WSとしてはこのような議論・作業を通じて、企業におけるソーシャルビジネスをCSR活動の新たなステージとして位置づけると共に、その推進にあたってはNPO等企業外部のグループとのパートナーリングが重要であることを訴えていきたいと考えています。

(文責：田中宏二郎)

5. CSR特別セミナーを終えて

2010年度も12月21日にCSR特別セミナー「2011年版CSR報告書作成に向けて」（プログラム：①2010年版報告書の動向と2011年版作

成の留意点：山口、②企業におけるソーシャルビジネスの取組みとCSR：田中）を無事終了することができました。当研究会としては「高額」な参加費にもかかわらず、ほぼ満席になったことを大変うれしく思っております。中には数年連続で出席されている方もいらっしゃり、改めて責任を痛感する次第です。

報告書の動向やCSR課題にこのような関心があるのは、以下のような5点の要因があると考えます。本セミナーがこうした課題解決に向けた一助になることを期待しています。

1) 報告書に対する信頼性の後退

毎年報告書を分析していますが、年々、玉石混交の報告書の中で石が多くなってきており、信頼性に欠く報告書が目立ってきています。NTTグループの調査においてもあらゆる指標で信頼性が後退しています。「報告書はあまり読まれない」という現実がありますが、この現実よりも第1情報として期待する読者に「信頼性がない」と評価されることの方が問題の根が深いと考えます。

信頼性後退の最大の原因は「情報の非対称性」、すなわちステークホルダーの知りたい情報と企業の開示する情報が非対称になっていることです。広範なステークホルダー・ダイアログこそが唯一の処方箋と考えます。

2) 何をどこまで開示すべきか、難しい合意形成

1)と密接に関係しますが、開示情報について社内合意が難しいという現実があります。社内の組織には情報開示とその意義について経験や認識がなく情報開示の“抵抗勢力”となります。当セミナーでの「動向報告書」は、市民目線で選択した項目に従って“ベストプラクティス”の開示事例を紹介していますので、社内の議論に役立つと自負しています。

3) 報告書発行意義の希薄化

なぜ、経営資源を活用して報告書を発行する

のかという最も基本的な認識が組織内で希薄化してきています。極端な言い方をすれば、前年と数値を変えただけの報告書、ネガティブ情報の非開示、活動プロセスや課題の非開示といった報告書も少なくありません。これでは経営資源の無駄使い以外の何物でもありません。発行することによって、ステークホルダーに自社の誠実性や透明性を伝えるとともに、自社の企業風土、仕組み、活動を検証し、自己変革しなければなりません。

4) ISO26000の発行

ISO26000が2010年11月1日に発行されました。本規格はマルチステークホルダーにより長期間をかけて議論されたもので“SR（社会的責任）のグローバルスタンダード”と評価できます。本規格により、自社のCSR活動や説明責任について検証する企業が出てきており、報告書においても記載例が出てきました。

5) 自社のCSR活動を進展させたいとの想い

CSR活動に取り組んだものの、停滞感に悩んでいる企業は少なくありません。こうした中で、「社会的課題の解決」への寄与がCSR活動の基軸になってきています。当研究会もこの間「社会的課題への認識・取り組み」を提案し、今回は一歩、進めてソーシャルビジネスやBOPビジネスの先進事例を紹介するとともに、CSR活動の過程でこれらのビジネスを成功させるための独自の要諦を提案しました。

なお、ご関心のある会員の方には当日配布したP.P.Tを送付しますので事務局までご連絡ください。また、第2回目の特別セミナーを1月24日に開催予定です。

(CSRWSリーダー 山口民雄)

▶ 棚田・森づくりワークショップ報告

棚田・森づくりワークショップのメイン活動である鴨川大山千枚田での米作り作業は、5月2日（日）の田植えに始まり、6月6日（日）、7月4日（日）、8月8日（日）の3回の草刈、9月5日（日）の稲刈り、10月10日の収穫祭で2010年度の活動を終了しました。8月8日は久米谷理事と事務局の寒田さんの2名だけのちょっと寂しい参加状況でしたが、案山子づくりコンテストに応募して、「生物多様性案山子マNDERラ」と題する案山子を出品し循環研の存在をアピールしてくれました。2010年度は夏の異常な暑さ等、天候が例年に比べて特異なことが多くて農作物にも多大な影響を及ぼし、鴨川での米の収穫は収量も若干少ないようでしたが先ず先ずの結果で終えたことと思います。

ところで、2010年度の当ワークショップへの参加は以下のようにあまり芳しくなく、年度始めに会員の皆様に意向を伺ったアンケート調査でも、交通の便の悪さ、休日と重なることや年齢的な制約などで参加しづらいとする意見も多く、リーダーの私自身も諸事情で都合がつかないことが多い状況です。このため来年度も継続するか否かが議論になっておりましたが、幸い会員の羽山和行さん（株式会社 サスティスファクトリーインターナショナル所属）のご実家が現地に近いこともあり、来年度のリーダーを引き受けていただけることで継続することになりました。どうぞよろしくお願い致します。

〔2010 年度の参加状況〕

5月2日（日）	田植え：9名
6月6日（日）	草刈：2名
7月4日（日）	草刈：7名
8月8日（日）	草刈：2名
9月5日（日）	稲刈り：5名
10月10日（日）	収穫祭：1名

大山千枚田は大都市近郊で都市住民が自然と接する事ができる場所として貴重な存在だけに、そのオーナーの資格は出来るだけ大切に保持したいものです。来年度は是非多くの会員の方々のご参加を期待したいと思います。



【案山子作りにも参加 !!】



【はさかけも終わってポーズ】

(棚田・森づくりWSリーダー 田中宏二郎)

▶ エココミュニティワークショップ報告

地球環境基金及び郵便事業株式会社の助成事業の作業がいよいよ佳境に入ってきました。エココミュニティの要件研究、中央区における低炭素化シナリオ作成などについて、そろそろまとめに入ります。

昨年10月にはエコエナジーラボの善養寺幸子氏による「エコうち、エコまちのつくり方」、11月には東京大学の大西隆氏による「逆都市化と低炭素社会—東京のまん中からやるべきこと」という循環研セミナーを開催し、低炭素化やエココミュニティづくりへのヒントをいただきました。その内容は循環研通信の次号でご紹介します。

1月～2月にかけてはワークショップを数回開催し、そこでの議論を踏まえながら報告書をまとめていきます。メーリングリストで告知いたしますので、ご関心をお持ちの方はぜひご参加ください。

(エココミュニティWSリーダー 久米谷)