

福井の科学者

地域に根ざす科学者運動 **119**

2012・11

目 次

自然エネルギー利用を考える

ー現状・将来展望雑感と地中熱利用の事例紹介ー

永井二郎 (1)

福井の平野と技術で、再生可能なエネルギーを

ー地中熱と地中蓄熱ー

宮本重信 (7)

自然エネルギー普及へのNPOの試み

～ふくい市民共同発電所と市民共同節電所～

由田昭治 (21)

いま改めて 66 年前の日本国憲法制定過程を振り返る (第 1 回)

ー憲法問題に無関心な若者たちはどれだけ事実を知っているだろうかー

高木秀男 (24)

＝古書発掘＝

清水高等商船学校という学校があった！

高木秀男 (33)

編集後記

(37)

日本科学者会議福井支部

日本科学者会議・第33回原子力発電問題全国シンポジウム予稿集 －福島原発災害の教訓をどうかすか－

I. 福島原発事故は現在どうなっているのか、なぜ起きたのか		
1. 基調報告「安全神話と原子カムラの形成から崩壊まで」	山本富士夫 (JSA エネルギー・原子力問題研究委員)	2
2. シビアアクシデントとしての福島事故	舘野 淳 (核・エネルギー問題情報センター事務局長)	12
3. 福島の現状と再稼働問題	伊藤 宏之 (福島大学特任教授)	16
4. 福島の汚染状況	野口 邦和 (日本大学歯学部)	23
II. 福島原発事故をふまえて、今後の進むべき道をさぐる		
1. 原子力防災計画と防災訓練	児玉 一八 (日本科学者会議石川支部)	29
2. 原子力発電所と雇用問題	坪田嘉奈弥 (敦賀市)	35
3. 原発の停止・廃止に伴う電力需給と電力システム	本島 勲 (元電力中央研究所)	39
4. 電力買取制度下での再生可能エネルギー普及と地域の発展	和田 武 (元立命館大学)	43
5. 原発に依存しない地域づくり	清水 修二 (福島大学)	47
III. 特別講演		
1. 福島の惨禍に何を見るか	清水 修二 (福島大学)	51
資料 1. 日本科学者会議第 43 回大会決議：		
原発のない社会を実現するために国民的共同を進めよう		54
資料 2. 日本科学者会議北陸地区シンポジウム決議：		
大飯原発 3、4 号機を再稼働しないように訴える		55
資料 3. 日本科学者会議第 42 回大会決議：		
東電福島第一原発事故を教訓に原発に依存しない社会をめざそう		57
資料 4. 日本科学者会議・原子力発電問題全国シンポジウムの歩み		59

A 4 判 60 ページ 頒価 500 円

ご注文は下記まで

〒 910-8507 福井市文京 3-9-1

福井大学大学院教育学研究科教職開発専攻 (教職大学院)

森 透 (Tel/Fax 0776-27-8725 : E-mail t-mori@u-fukui.ac.jp)

自然エネルギー利用を考える ー 現状・将来展望雑感と地中熱利用の事例紹介 ー

永 井 二 郎 (福井大学)

1. はじめに

平成 24 年 4 月 14 日 (土) に福井大学で開催された日本科学者会議北陸地区合同シンポジウム「これからの原子力問題・エネルギー問題を考える」にて、福井大学産学官連携本部・特命教授の宮本重信先生と分担して、“自然エネルギー利用を考える ～福井に相応しい省エネ・地中熱利用～” のタイトルで講演を行った。本誌編集長の高木先生より、この講演内容をベースとして自然エネルギー利用に関する原稿を執筆するよう打診を頂いた。

講演内容を改めて見直すと、雑多な内容を取りとめもなくお話ししており、全てを活字にするとさらに焦点がぼけるので、下記 2 点に内容を集約することとした。

- ①筆者がここ 10 年 (特に昨年から今年)、エネルギーシステム全体の中での自然エネルギー利用について、知り得たことや強く感ずることを、小項目に分けて順不同でまとめる。
- ②筆者が、ここ数年間取り組んでいる研究事例の紹介として、ヒートパイプを利用した地中熱利用を解説する。

2. 自然エネルギー利用の現状と将来 雑感

本稿で「自然エネルギー」とは、太陽 (太陽光、太陽熱)、風力、水力、地熱 (地熱発電、浅層の地中熱)、海洋 (波、温度差発電) にバイオマスまで含めた一次エネルギーとする。

上記シンポジウムの講演直前の昼食雑談中に、庄野先生 (福井大学名誉教授) から「自然エネルギーは、元をたどると全て核エネルギーなんですよね」とうかがい、目から鱗がおちる思い

であった。風力・水力・海洋・バイオマス・浅層地中熱の源は太陽エネルギーであり、その太陽エネルギーの源は太陽での核融合である。地球内部の核分裂エネルギーが地熱発電の源の深層地熱となる。物質とエネルギーは様々に形態を変えるので、その定義により見方が変わる。以下、上記定義の「自然エネルギー」について、筆者の思いを (1) ～ (5) に羅列する。

- (1) 現状では、少なくとも日本では、自然エネルギー利用は minor である。資源エネルギー庁の資料によれば、2008 年度国内の一次エネルギー供給量は年間約 $2.2 \times 10^{19} \text{J}$ 。このような数字では実感が伴わないが、仮に日本の人口を 1 億 2 千万人とする、日本人全員が毎日毎日灯油を 14 リットル燃やすエネルギーに匹敵する。電力量にすれば、毎日一人当たり 140kWh。その全供給量の内、自然エネルギーは $1.3 \times 10^{18} \text{J}$ で全体の約 6 % であり、大半は化石燃料 (天然ガス、石炭、石油) の $1.8 \times 10^{19} \text{J}$ で約 83 % を占める。残りは原発であり $2.2 \times 10^{18} \text{J}$ (全体の約 10 %) であった。現在は原発がほぼ停止しているので、総量やパーセントは異なっているはずだが、傾向は変わらず、化石燃料中心であることは間違いない。
- (2) 自然エネルギー利用の割合が近い将来飛躍的に増えるのか？ 数年では無理なことは間違いないが、では 2030 年頃にはどうか？ 筆者には何ら根拠となるデータは無いが、直感的に言えば、日本では自然エネルギー利用割合は現在よりも増えて 10 ～ 15 % に達すると思う。ただ、そのためには社会全体がインフラ設立のための痛み (初期コスト負担) を共有し、自然

エネルギーに多く見られる不安定性をカバーするためのスマートグリッド（小型分散蓄電設備を含む）が全体に確実に普及・運用されていない。それでも 15% を超すことは無いと思う（繰り返しになるが、根拠データ無し）。ちなみに、国際エネルギー機関 IEA の世界全体の予測値では、2030 年の自然エネルギー利用割合は 6 % 程度となっている。

（3）参考文献として、谷口らの『エネルギー・環境への考え方』養賢堂（2008）を参照すると、次の記載がある。

● 世界消費エネルギー 2000 年	3.5×10^{20} J/年
● 2030 年	5.8×10^{20} J/年
● 地球表面での太陽エネルギー	2.6×10^{24} J/年
〈自然エネルギー可採量 試算〉	
● 太陽光発電	3.8×10^{19} J/年
● 水力・風力発電	4.6×10^{19} J/年
● バイオマス	1.9×10^{19} J/年
● 廃熱利用	2.3×10^{19} J/年
● 潮力・地熱	0.5×10^{19} J/年

世界全体のエネルギー消費が今後増えることに異論を唱える人はほとんどいない。また、地球全体に太陽から照射されるエネルギー量も、まずはほぼ一定値と考えて間違いないだろう。すると、先の記載の内、最初の 3 つの数字はほぼ正確だと思われ、地球には全消費エネルギーの数千倍に達する太陽エネルギーが照射している。逆に言えば、地球に到達する太陽エネルギーの数千分の 1 を有効に利用することができれば、エネルギー問題は解決する。その「数千分の 1」が困難であることを谷口らは主張している。後半 5 つの数字は、各種自然エネルギーの可採量を谷口らが独自に試算したものであり、5 つの数字を全て合計しても 1.31×10^{20} J/年にしかならず、2030 年の消費エネルギーの約 1/4 に

しかない。可採量とは、現実的な意味で利用可能となる最大の自然エネルギー量であり、例えば全ての家屋の屋根や休耕田等に太陽電池を敷き詰める場合を想定している。宇宙太陽光発電は技術的には可能になるが、コストの面で現実的ではないと判断している。

これら 5 つの数字の正確性は筆者には検討のしようもないが、大きくははずれていないと捉え、筆者は 2 つのを感じ取った。1 つ目は、総量としては膨大な自然エネルギーであるが、現実的な手段・コストで利用可能な割合は思ったより少ないこと。2 つ目は、だからといって自然エネルギー利用を断念するのではなく、全てのタイプの自然エネルギー利用を進めれば、全体の 20% 程度までカバーできる可能性があることである。過剰な期待は非現実的であるが、冷静に判断し、例えば 20% でも自然エネルギー利用の割合を増やすべきである。そして、谷口らの可採量試算時点では非現実的とされる手法が、技術革新等により現実的になり、50 年後には自然エネルギー利用が major になることを強く期待する。

（4）今夏の日本は、ほぼ原発無しで電力需要をカバーした。しかしこの状態は、原発事故というリスクは相対的に低いものの、逆のリスクは高い状態である。それは、火力発電所の機器やシステムの故障である。実際に昨年から今夏にかけて、火力発電所の重要設備の一部で事故が発生している。メンテナンスを行う時間的なゆとりが無くフル回転に近い状況で運転されるために、火力発電所のリスクはじわじわと高まっている。現有の発電設備だけで今後 5 ～ 10 年乗り切れるとは、筆者には思えない。どこかで大規模な停電が発生し、社会的・経済的な混乱をきたすのではないか。では今後 10 ～ 20 年はどうすべきなのか？ 例えば EU 諸国では隣国間で電力の売買が可能であるが、日本

ではそれができない。自然エネルギー利用は(2)で述べた通り、近未来に原発発電量を代替できるほどの発電能力にさせるのは無理である。

とすれば大きくは3つの道があると言われている。1つ目は、現有の発電設備だけとして、火力発電所事故のリスクには目をつぶる(出来る限りのメンテは行うが、事故が起これば諦める)。2つ目は、絶対安全と思われる原発のみ再稼働させ、火力発電所のリスクを低減させる。今後原子力規制委員会が、原発立地場所の地層や原発の耐震性等、想定される様々なリスクへの安全性を厳格に評価し、安全と思われるものの再稼働の判断は政府が行う(のだろうか)。3つ目は、原発は直ちに全撤廃する代わりに、大急ぎでそれに見合う火力発電所を大幅に増強・増設させる(ただし建設には数年以上は必要)。もはや地球温暖化という数十年先に顕著となる問題は後回しとして、CO₂排出には目をつぶり、現社会の安全性・快適性を優先させる。その代わりに、40年前のオイルショックのように、化石燃料依存によるリスクは高まる。

3つの道はいずれも、何らかの大きなリスクを抱えていて、日本という国家基盤の脆弱さを痛感させられる。筆者は2011.3.11までは原発推進側の考え方であった。つまり、今後20～30年間では、自然エネルギーはmajorにはなれず、化石燃料は地球温暖化の側面から極力減らしたく、従来の軽水炉原発にも将来は無い(地中のウラン235だけでは保たない)。とすれば、推進側が主張するように、高速増殖炉+核燃料サイクルを実現させ、ほぼ無限ともいえるエネルギー資源を獲得するしかないのではないか、またその20～30年間で革新的な自然エネルギー利用手段を確立し、50年後には自然エネルギー利用をmajorとする、という考

え方である。ただ、この考え方の大前提に、「日本で設計・製造された原発(高速炉も含む)は、様々なリスク要因に対して適切に対応可能で、軽度の事故は発生するだろうが重大事故(シビアアクシデント)には至らないだろう」という信仰にも似た思いがある。筆者もそう思っていた。しかし3.11以降、重大事故は現実発生し、その影響度の深さ・広さを世界に示している。もはや日本で高速増殖炉+核燃料サイクルの路線は取り得るはずもなく、従って軽水炉新規建設も無いだろう(建設途中のものは不明)。しかし、ある意味残念で、ある意味恐れを知らない選択肢であるが、前述の3つの内2つ目の選択肢を日本は採用せざるを得ないのではないのか。1つ目は余りにも危うい。3つ目は、悪く言えば、自分(の世代)さえ良ければ他人(子孫の世代)はどうでもいい、という側面が見え隠れする。新規増設火力発電所は期間限定で活用すればいいのでは?という考え方もあるが、日本の国力にそれだけの余裕があるとも思えない。2つ目の選択肢は、かなりの高い確率で安全と判断できる比較的新規の軽水炉原発が既にあるのであれば、もったいないから活用し、安全と思えない古いものは確実に廃炉にすることを意味する。

(5) 自然エネルギー雑感の最後の項目として、「エクセルギー的な見方」の重要性を挙げたい。エクセルギーの定義は、熱力学のテキストを参照頂くとして、本稿では厳密さを少し犠牲にして分かりやすい説明を試みる(筆者が市民向け公開講座等で説明している内容)。

例えば話として、「現金」と「図書カード」を考える。現金1万円と図書カード1万円、どちらが欲しいかと聞かれれば、間違いなく現金を選択する。その理由は、図書カードでは書籍類しか購入できないのに比べて、現金では書籍類はもちろん、その他あらゆるサービス・商品を

購入できるからである。金額の多少ではなく、その価値（＝用途の多様性）を判断するからである。それではエネルギーではどうだろうか。極端な例として、「電気」と「熱」を考えよう。電気 1MJ と熱 1MJ、どちらが欲しいかと聞かれれば、状況にもよるが、筆者は間違いなく電気を選択する。その理由は、熱エネルギーをもらっても、暖房や給湯といった熱的な用途にしか活用できない。それに比べて電気は、電気ヒーターやエアコン等により熱的な用途に高効率で変換可能であるのはもちろん、その他に電気製品稼働に利用可能だからである。つまり、熱に比べて電気は、価値（＝用途の多様性）が高い。エクセルギーとは、あるエネルギーのうち、電気や動力に利用可能なエネルギーのことであり、上記の例で言えば、電気はその全てがエクセルギーであるが、熱はエクセルギーをあまり保有していない。従って、電気は高級で熱は低級なエネルギーと言える。灯油やガソリンといった化学エネルギーは、電気に近く、ほぼ全てがエクセルギーの高級エネルギーである。熱は低級であるが、その中で、高温の熱エネルギーは比較的多くのエクセルギーを有するが、低温の熱はエクセルギーゼロに近い。

一方で、家庭でのエネルギー需要の約 60% が、暖房・給湯といった低温の熱である。「エクセルギー的な見方」から、最もまずい方法は、電気という高級なエネルギーをそのまま低温の熱に変換することで、電熱ヒーターでの暖房や IH による湯沸かしがこれである。「電気」という高級で貴重なエネルギーは、電気ですら作動しない用途（TV、PC、スマホ、EV 等）に利用し、低温の熱などという下らない用途に本来は変換すべきではない（人間にとって、低温熱は必要であるが、エネルギーの質という面から見て低級、という意味）。では、家庭でどのように低温の熱を得るのか？ 1 つは、現

在 major となったヒートポンプの利用である。ヒートポンプとは、エアコン暖房やエコキュートの総称であり、投入する電力に対して数倍の熱エネルギーが得られる。エネルギー保存則を破っているのではなく、暖房や給湯に必要なエネルギーの大半を、室外の低温空気が保有する熱エネルギーを取り込んでいる。先の例に沿えば、書籍（＝暖房や給湯のための熱）を購入する際に、現金（＝電気）をあまり使わず図書カード（＝熱、しかも無料）を利用しているのである。ヒートポンプは、今以上に活用されるべき機器であると考え、そしてもう 1 つの方法が、現時点ではほとんど実現されていないが、太陽熱や浅層の地中熱といった自然エネルギーを利用する方法であり、次節でその一例を紹介する。

3. ヒートパイプによる地中熱利用 紹介

本節では一転して、スケールは小さくなるが具体的な研究開発の一例紹介として、筆者が数年前から取り組んでいる「ヒートパイプ BACH による地中熱利用技術開発」を簡単に紹介する。詳しくは次の文献等を参照して頂きたい。

[1] N.Nagai, et al., “Advances and Opportunities in Bubble-Actuated Circulating Heat Pipe (BACH)”, *Frontiers in Heat Pipes*, 1-2 (2010), pp.1-7.

[2] 永井ら, 「ヒートパイプを用いた防火水槽鉄蓋周辺融雪システムの検討」『日本冷凍空調学会論文集』27-3 (2010), pp.271-279.

ヒートパイプ BACH は、平成 20 ～ 22 年度の都市エリア産学官連携促進事業（ふくい若狭エリア）において、若狭湾エネルギー研究センターを中核機関として研究開発が進められた新しいヒートパイプである。筆者は、WG リーダーとしてその研究開発に従事した。ヒートパイプは、ヒートポンプとは異なり、外部からの投入

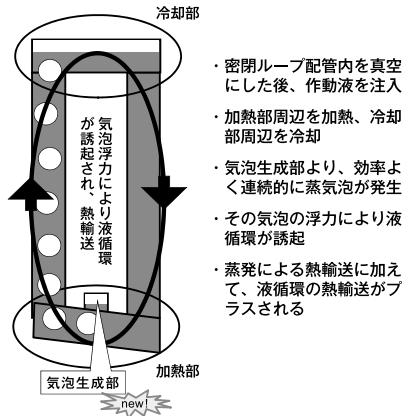


図 1. ヒートパイプ BACH 作動原理の概略^[1]

電力は不要で、高温部から低温部へ効率の良い熱輸送を実現する。ヒートパイプ BACH とは、Bubble-Actuated Circulating Heat pipe の略称で、図 1 にその作動原理の概略^[1]を示す。ループ状の密閉配管内を真空にした後、作動流体を封入する。加熱部と冷却部に温度差が生じると、加熱部に設けられた気泡生成部より、作動流体の蒸気泡が生成され、その泡の浮力により液循環が誘起され熱輸送を実現する。

このヒートパイプ BACH を用いて、図 2 に示すような地中熱利用融雪システムの実証試験を行った^[2]。地表から 5～6 m 深い場所では、四季を通じてほぼ一定温度を保つ。例えば福井地域では、約 16℃ で一定である。図 2 に示すように通常防火水槽は地中に埋設されている。冬季積雪地域では、地表の吸管投入孔の鉄蓋部分が凍結したり、鉄蓋周辺の積雪により発見が阻害され、迅速な消火活動に支障を来す場合がある。そこで、ヒートパイプ BACH により、浅層地中熱でわずかに温められた防火水槽内の熱（約 10℃）から消費電力ゼロで熱を地上に輸送し、凍結防止・融雪効果を狙う。ここ数年間の実証試験により、越前市および大野市にて図 2 のシステムは良好に作動し、凍結防止と融

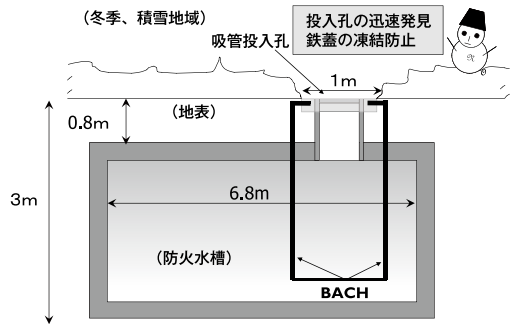


図 2. ヒートパイプ BACH による防火水槽融雪システムの概略図^[2]

雪効果があることが分かった。現在、全国（特に日本海側の寒冷積雪地域）の気象条件に応じて適切な図 2 のシステムが設計可能となるよう、事業化を進める（株）ホクコンと協力して、数値計算による検討を行っている。

図 2 の地中熱利用融雪システムは、ヒートパイプや浅層地中熱の特性をうまく使ったものといえるが、社会のエネルギーシステムに影響を与えるものではない。そこで並行して、図 3 に示すように、ヒートパイプ BACH により地中熱源を用いて無動力（消費電力ゼロ）で冷暖房が実現できないか、小規模フィールド試験を進めている。図 1 に示した BACH は、ボトムヒート（下部加熱、上部冷却）状態で作動する。そこに一部工夫を加えて、中間放熱部という熱交換部を設ければ、トップヒート（上部加熱、下部冷却）状態でも作動することが、これまでのラボ実験で確認できていた。そこで、ボトム・トップヒート双方を実現可能な BACH を考案し、地中熱源利用冷暖房を目指す。夏季は、地上の 30℃ を超す気温は十分に地中温（16℃）より高温のため、ヒートパイプ BACH はトップヒート状態で作動し、地上で吸熱（＝冷房）し地中で放熱する。逆に冬季は、地上の

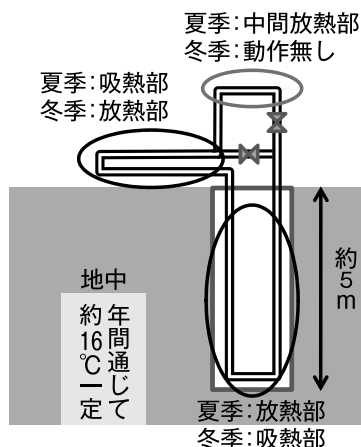


図 3. ヒートパイプ BACH による地中熱源を用いた無動力冷暖房？

0℃近くの気温は十分に地中温より低温のため、BACH はボトムヒート状態で作動し、地上で放熱（＝暖房）する。

もちろん、図 3 の冷暖房システムが、現在主流の空気熱源エアコン（夏季は冷凍機として、冬季はヒートポンプとして作動）に取って代わるとは想定できない。図 3 の冷暖房システムの冷房・暖房能力 [W] は、1 ユニットあたり 100 ～ 200W と小さいため“おだやかな”冷暖房しか実現できない。しかし、W 数は小さくても構わないから、消費電力ゼロで“おだやかに”冷暖房できればよい、という用途に徐々に浸透し、自然エネルギー利用社会の実現に極めて微力ながらも貢献したいと考えている。

4. 最後に

貴重な原稿執筆の機会を頂いたので、現時点の筆者の本音を全て提示するよう努めた。工学研究者らしくなく文字ばかりの原稿となり、また自己満足するだけの内容となったが、ご一読頂ければ幸いである。ご意見・ご批判をお待ちしております。

<ご意見・ご批判等 あて先>

〒 910-8507 福井市文京 3-9-1

福井大学大学院工学研究科機械工学専攻

永井 二郎

Tel: 0776-27-8537 Fax: 0776-27-8748

E-mail: nagai@u-fukui.ac.jp

福井の平野と技術で、再生可能なエネルギーを — 地中熱と地中蓄熱 —

宮 本 重 信 (福井大学産学官連携本部)

はじめに

先進国には二酸化炭素排出量を現状より 2050 年までに 80% 以上の削減が課せられる中で、3.11 で原子力発電の破綻が一層明白になり、再生可能エネルギーへのシフトが一気に高まってきた。ドイツでは 2010 年の 1 年間で原発約 7 台相当 740 万 kW の太陽光発電が設置されるなど、再生可能エネルギーのシェアは既に約 20% になったという。この再生可能エネルギー技術は原発とは異なり、小規模分散なので短期間に創意工夫が活かされ、量産普及で価格・性能が短期間に向上する。また、地域の自然と社会の条件の制約が大きいため、それを活かすことを要し、地域で働く人の雇用、発達、自己実現になる。また、空間的にも、廃棄までの時間も巨大すぎて全体が分かりにくく、評価決定の主体も不明な原発と異なり、分権と参加という自治と繋がる身の丈の技術である。こうした適正技術、代替技術こそ望ましい¹⁾。

それでは私らが生活する福井の平野では、自然と社会条件を活かしたどのようなエネルギーが展望できるだろうか。筆者らは、その一つとして、福井平野の地中熱利用を実用化してきた。それは頁岩^{シェール}のガスを実用的に取り出せるようにしたことと同じように、地中熱を実用的に採取できるようにしたことである。また、それは空気熱源のいわゆるエアコンでは、霜で性能が十分でない冬の高温な福井の気象への対応でもあった。

この数年、その延長での戸建て住宅レベルでの取り組みと、新たに福井を文字通りの「福の井」にする取り組みを行ってきたので紹介する。

1. 地中熱利用 (クローズド・ループと地下^{オープン・}水^{ループ}循環) の経緯と現状

注目は発電に向けられているが、最終利用が常温に近い冷暖房や給湯に電気や化石燃料を使用するのは不合理で、自然の熱を使う方が論理的である。発電より、省エネルギーや節電が効率的なことが多い。とりわけ対象が 0℃ の雪を溶かすことなら大量の熱が必要だが、低温の熱で十分なので大量の地下水が使われている。だが地下水の使い捨て利用は地盤沈下をもたらし、金沢市でも 2009 年から井戸の規制に至っている。筆者らは基礎杭を利用した地中熱集熱の利用で、持続可能な融雪技術開発を 1990 年から行ってきた。平野部の地中は、地下水位が高く水没しているので、その熱容量は体積当たりで水の約 72% と大きい。そして、地表面からの熱が伝導・拡散して地表面と半年で約 6 m の位相で 1～3℃ の振幅を有するが、平均地中温度はその地方の平均気温プラス 2～3℃ になる。100m 深くてもマグマ熱の影響は約 2.5℃ 高くなるに過ぎない。だから、地中の温度は空気に比べると、冬は高温で夏は低温となる。従って、地中熱は、空気を熱源とする所謂エアコンに比べて省エネルギーとなる。

既に、欧米では日本とは桁違いに地中熱利用が普及している。日本で普及が進まない理由は、欧米に比べて日本では、崩れやすい層や硬い層などの多層の地盤なので、熱交換杭設置のためのボーリング費用が高くなることが第 1 に挙げられる。第 2 に、そのことで水熱源ヒートポンプが量産化されなくて、本来は水の熱交換だから空気よりコンパクトで割安になるはずだ

が高価なままである。この第1の課題をクリアしたのが、筆者らの建築用基礎のコンクリート基礎杭の中空に水を貯め、その水をポンプで循環することでその杭周囲から地中熱を集熱した、1992年の世界的に最初の実用規模の県立大学職員住宅での融雪の施工であった。この方法で、地中熱の集熱費用を大幅に縮減した。更に、数℃の放熱管の流水であっても放熱管を舗装の浅くに埋設する、あるいは福井県南越前町特産の高熱伝導骨材珪石の利用で、ヒートポンプなしでの融雪としたことで、第2の課題のヒートポンプを外した。

この基礎杭の兼用利用の実績がヒートポンプを用いた冷暖房にと繋がった。福井の県立図書館と教職員組合の教育センターでは、それを熱源としてヒートポンプで冷暖房を行った(図-1, 中央の図)。この国内最初の取りくみは、空気熱源に比べ約30%の省エネルギーとなった^{2) 3)}。県立図書館のように安価な深夜電力利用方式であっても、地中熱集熱で割高となる設置費用を約12年の節電で償還できた。深夜電力利用でない福井県教育センターでは約6年で償還される。県立図書館では、打撃で打ち込んだ杭であったことで、杭底の鉄板が破損し漏水が生じた。漏水には微細な繊維を注水することで対応した。更に、コンクリート杭ではコンクリートから出るカルシウムが二酸化炭素と反応し空調の熱交換器などで目づまりが生じた。この炭酸カルシウムには食塩を用いた軟水化で対策も行い、順調な運転となっている。更に、炭酸カルシウムの析出と漏水を同時に安価に解決する実験も計画している。また、福井平野での最適な箇所の選定などを地中温度場や地下水流れから明らかにした⁴⁾。

こうした福井での取りくみは、その後、新日鉄エンジニアリング(株)やJFEエンジニアリング(株)、旭化成ホームズ(株)の参入に繋がった。

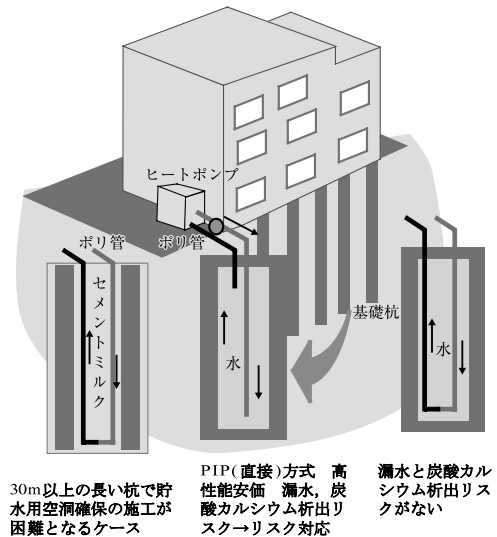


図-1 基礎杭兼用利用のクローズド・ループ・システム

漏水などのトラブルを公表したことで、後発となった鋼管杭メーカーなどは杭内部に水を貯めてその中にU字ポリエチレン管を挿入する方法(図-1の右図)を採用した。施工費は割高で、熱抵抗が増え性能が冷暖房では約1~2割低下するようだが、この方法を採用している。

このような地中熱利用法は、クローズド・ループ・システムと言われ、クローズドされた管路内を循環する熱媒体で地中との熱交換がされる。この方式は、利用するにつれて次第に地中温度が冬は低下し、夏は高くなり、温度が不利になる。更に、夏と冬の利用熱量が大きく異なると、地中が経年的に上昇あるいは下降し、冷暖房のいずれかの能力がダウンする欠点がある。この二つの欠点を熱交換杭を長くすることで減らしている。そして、地盤に地下水流れがあれば軽減されるが、福井平野ではそれは見込めない。

この熱交換杭の相互干渉という欠点を逆に活かし、夏の熱を蓄熱して冬の融雪に用いることを考えた。福井市内の幸橋では、諸条件から

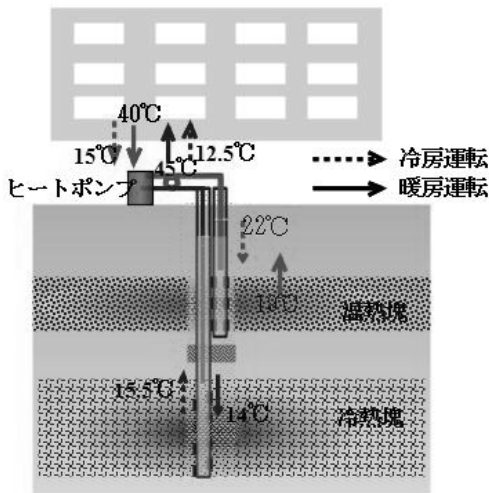


図-2 上下2つの帯水層を利用した地下水循環システム

基礎杭を熱交換杭に兼用できなかったことから、熱交換のためだけに鋼管杭を設置することとなった。専用の杭なので杭間隔を自由に決められて、その間隔を約 1.5 m に行列に設置すれば杭同士が熱干渉する群杭効果で夏の熱を保存できるという発明に繋がり、従来の熱交換杭の約 1/2 の長さで、同じ融雪能力が得られた^{5) 6)}。この季節間蓄熱融雪は福井市内の4カ所で供用されている。

地中熱利用には、もう一つ、地下水を揚水し、熱だけ利用し、利用後の地下水を別の熱的に離れた井戸に注水する地下水循環システムがある。この1例を図-2に示す。この方法では、運転が経過しても一定温度の広範囲の帯水層からの大量の熱が得られる。更に、福井平野のように、融雪等利用の局地的な箇所を除いて図-3のように地下水が半年で1mほどしか流れない帯水層では、夏の温排熱が冬に、冬の冷排熱が夏に利用できる(図-2)。地下水の流速が遅いのは、河川の水の流れから想像できるように、地下水の上流と下流との水位差が小さい

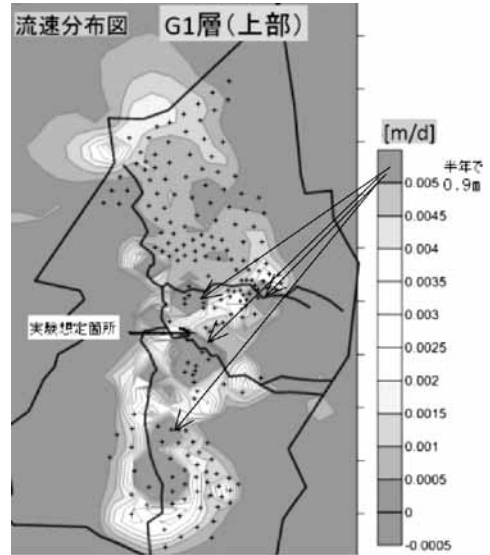


図-3 福井平野の最初の礫層上部の流速⁴⁾

ことによる。前述のクローズド・ループでの群杭効果による蓄熱では冷熱塊と温熱塊を同時に作ることはできない。しかし、この地下水循環システムは、帯水層という貯水・管路で遠方から安定した熱を得て、更に条件によっては温熱塊と冷熱塊の2つの蓄熱が可能となる。福井平野の多くには、多層に帯水(砂礫)層が形成され、その上下の2層の帯水層を冷水塊と温水塊と区分して利用できる。その帯水層が均一で厚ければ半年の蓄熱もある程度可能となるだろう。少なくとも、クローズド・ループでは、利用とともに温度が奪われ次第に能力が減るが、地下水循環ではそれは生じない。また、この地下水の循環利用によって地下水揚水で問題となる地盤沈下は抑制される。地下水循環利用はクローズド・システムに比べてハイ・リターンと言える。しかし、地下水の量が十分でなく、質も熱交換器と注水井戸の目詰まりを招くリスクが伴う。地下水循環方式はハイ・リスクでハイ・リターン、水物である。

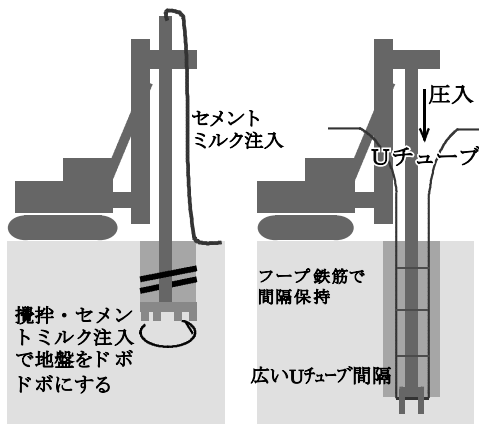


図-4 杭打ち機による
地盤攪拌とWUチューブの挿入



2. クローズド・ループ熱交換杭の設置費を 杭打ち機で 1/3 に

クローズド・ループは、リスクが少なく確実に、長い熱交換杭が必要で設置コストが高い。基礎杭兼用杭で設置を縮減したものの、基礎杭がなければ使えないし、20～30mの基礎杭ではビルの2階相当の広さまでしか冷暖房に使えない。また、住宅基礎杭の5mほどの兼用では短くて配管費用が嵩む。旭化成ホームズ(株)では、地中熱に自社製品の鋼管杭を専用熱交換に用いたが価格が高くて普及は十分でない。(株)LIXIL 住宅研究所はボーリングマシンで地中を100m掘削し、その中にポリエチレン製Uチューブを挿入しているが、Uチューブ設置費150万円に水熱源ヒートポンプや配管で合計250万円弱になる。(株)LIXIL 住宅研究所の全国的な実績では、従来のエアコンに比べ電気使用量は約1/3になるというが、戸建て住宅での電気使用量が少ないこともあって、熱交換杭設置費が高いことが普及の桎梏となっている。一方、夏の熱の地中蓄熱融雪で使用した幸橋等での鋼管杭も、その後、鋼材が2倍に高騰し、コスト縮減が課題となった。

そこで鋼管を用いない専用熱交換杭のコスト縮減に取り組んだ。鋼管杭を地中に回転貫入で押し込んで、その杭内側にポリエチレンUチューブを挿入し、鋼管の底先端を開いてUチューブを置いたまま鋼管杭を引く抜くなどの施工法の開発を行った。だが、困難を伴った。ボーリングに比べて、柔らかい地盤なら杭打ち機の方が掘削が速く、建築現場にある杭打ち機ならば搬入費が必要ないので、杭打ち機利用による設置はコスト縮減となることは間違いはない。そこに、三谷セキサン(株)の橋詰善光氏から熱交換杭の設置費を深さ20～12mまでなら1/3になるとの新たな提案があって、杭打ち機による井戸と合わせて環境省に研究を提案して開発を進めた。

その新たな施工法の代表的なものは、杭打ち機のオーガーで地盤を解して緩めて、その中にUチューブ先端をロッドで地中に押し込むものである。2010年には舞鶴若狭自動車道路の小浜料金所、2012年には坂井市のフィアス住宅展示場で試験施工と冷暖房を実際に行った。集熱性能の実測から施工法の改良を行い、現時点では図-4、写真-1の施工法に至った。ロッ

ド先端の攪拌ヘッドで土を解し、地盤改良同様にロッド先端からセメントミルクを注入し地盤を泥のように緩める。次に、オーガー先端の攪拌ヘッドをU字の押し込みヘッドに取り替えて、Uチューブを挟んでロッドで圧入する。従来のボーリング方式に比べて、深さ 12 ～ 20m までしか施工できないので地中温度では不利になるが、Uチューブの間隔を 7 倍も広くでき集熱性能は高まる。住宅用なら地盤改良や杭打ちの工事後に 1 日で施工でき、コストは従来の 1/3 に縮減できる。舞鶴若狭自動車道路小浜料金所では、セメントミルクを注入せずにUチューブを 1 穴に 2 組ダブルで挿入する WU チューブを 20m の深さまで 12 箇所を設置した。この 12 孔の WU チューブに加えて、図-1 のようにコンクリート基礎杭長さ 23m 内径 34cm に貯水した熱交換杭 19 本を用いて、冷暖房を実施した。

3. ヒートポンプの選定で、費用 1/2, 電気使用量 1/2 に

この小浜の現場では、設計基準に基づいて建物内部の冷暖房負荷を計算すると、相当に少なく見積もっても電気機器からの発熱で冷房負荷が大きく冷房定格 45kW の水熱源ヒートポンプが必要になった。冬でも暖房が不要になるその計算では地中熱交換杭からの排熱が蓄積されて 20 年後には冷房の性能が出なくなる。それで福知山料金所に尋ねると 12 月からエアコンは暖房しているという。それで安心して工事を進めた。ところが、3.11 の震災でヒートポンプが納期に間に合わなくなり、1 ランク大きな冷房定格 63kW のヒートポンプが納入された。実際の運転では、最大負荷の真夏の 1 時間ピークでも 26kW で最大負荷率は 42% であった。定格の 100 ～ 50% までの負荷率であれば成績係数（消費電力に対して得られるエネル

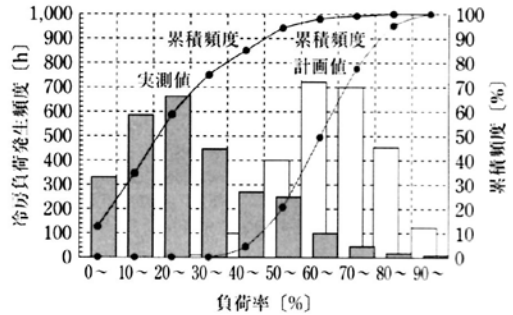


図-5 冷暖房負荷率－負荷発生頻度の計画と実測（大規模事務所ビル）⁷⁾

ギーの割合) は約 6 になるが、実際の負荷率は平均で 11 ～ 14% と少なく成績係数は約半分強しか出なかった。それでも空気熱源よりは良いと見積もられた。こうした過大な設備設計は図-5 が示すように多く発生している。工事費も電気使用量も約 2 倍になりかねないのである。

筆者は、8 年前に家電量販店で小さいヒートポンプでは省エネルギーにならないからと店員の説明で定格の大きなエアコンを購入した。後日、この分野の研究者新潟大学の赤林伸一教授から、必要以上の高い買い物で、しかも負荷率が小さい状況が頻発し、インバーターで対応できない断続運転で省エネルギーを損ねたねと言われた。

冷暖房が効かないとの苦情はあっても、過大と苦情は生じなくて大容量にすれば儲かることが背景にある。儲けを背景にした大きな容量が良い、オール電化が良い、ガスが良いではなくて、公的調査や情報収集によって適切なヒートポンプやシステムを選択できれば、費用をかけずに二酸化炭素の削減となる。

4. オープン・ループ地下水循環システムと杭打ち機での井戸施工

さて、筆者らは、基礎杭を兼用する、あるいは専用の交換杭を地中熱の集熱に用いてきた。



写真-2 杭打ち機オーガー先端からの
ゲル材注入による孔壁保護掘削
(坂井市中学校)



写真-3 井戸ケーシングの吊り上げ埋設

これは沖積平野の都市が進化させた基礎杭を熱交換杭に用いたのだが、そこでは、その掘削法を用いれば井戸も安価にできると考えた。とりわけ、建築現場にある杭打ち機を使えば、組み立て解体搬送の費用は要しない。そのことで、井戸や熱交換杭の設置費を約 1/3 に縮減できると見積もられた。これには、1970 年代から当時主流だった中掘工法をプレボーリングという施工技術で席卷し、コンクリート・パイル・メーカーとしては国内トップシェアに至った三谷セキサン(株)の、その工法が井戸の施工法

に適する。

杭打ち機であれば直径 30 ～ 150cm の大口径で、杭の支持層となる砂礫層まで掘削できる。その大口径掘削と砂礫の帯水層が支持層までに多層にある沖積平野を活かして、上下 2 層の井戸を 1 度の掘削で造った。このことで井戸施工費と配管工事費の縮減が図られた。

この井戸施工の手順は、図-6 の通りで、まず掘削すると孔壁が崩れるので、杭打ちではセメントミルクを攪拌機で混合し、掘削オーガーの底から出して、孔壁を保護している(写真-2)。井戸づくりでは、このセメントミルクを 4 日間ほどゲル状態になる増粘剤で置き換える。増粘剤は、セメントミルク製造機で混合され、掘削オーガーの先端から出る。コンクリート杭に替えて帯水層は井戸スクリーンやケーシングを現場のクレーンで吊って設置する(写真-3)。次に、地上から孔内に粗い砂(フィルター)を投入する。砂が深い帯水層上面まで埋まるとセメントミルクを投入し、帯水層 2 層の間の水の流れを遮断する。数日後、井戸内部の洗浄を行い、井戸を完成させた。福井平野のように、帯水層が多層にあり井戸深さ 7 m までの帯水層で、戸建て住宅規模の杭打ち機でも同じ方法でも井戸は造れた。

5. 鉄の酸化析出と遊離炭酸による目づまり となる浅い注水井戸への対応

福井平野の浅い地下水は表-1 に示すように、鉄分と遊離炭酸が冷凍空調機器用冷却水基準からは明らかに使用できない。だから使われなくなつた。流れの少ない地下水は新鮮な水が入らなくて、有機物の腐敗で酸素はなくなり二酸化炭素(遊離炭酸)が多く、鉄とで $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ となって水に溶けた状態が保持されている。それが空気に触れると次のように鉄が酸化析出する。

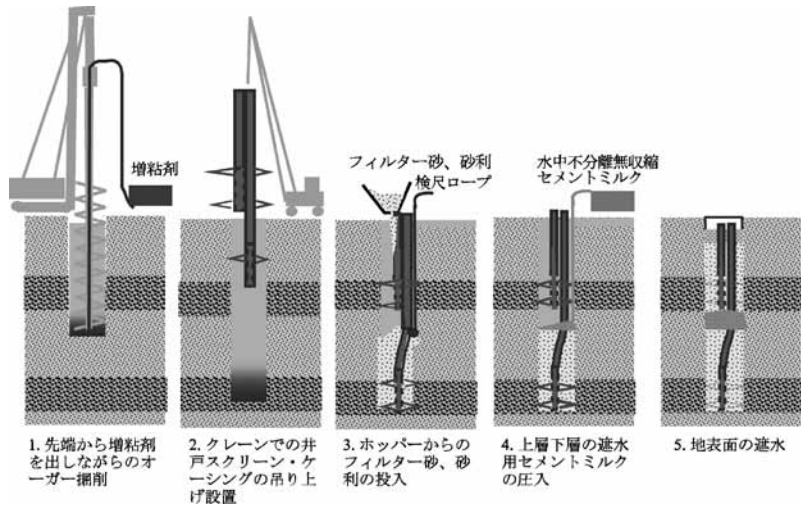


図-6 杭打ち機（プレボーリング工法）で上下2層の井戸をつくる

表-1 福井平野の水質

	単位	福井市城東 深さ 7m/12m	坂井中学校 深さ 15m	坂井中学校 深さ 35m	福井市河増町 深さ6 m			
pH	—	6.7	7	7.2		冷凍空調機器用冷却水基準	基準項目	6~8
酸消費量(pH4.8)	mg/L	153	224	95.4				50以下
全硬度	mg/L	94	193	72.6				70以下
カルシウム硬度	mg/L	56	142	40.2				50以下
イオン状シリカ	mg/L	38	47	24				30以下
鉄	mg/L	74/2.7	6.7	1	52	（冷却水系一過式）	参考項目	1.0以下
アンモニウムイオン	mg/L	2.1	5.1	0.3				1.0以下
残留塩素	mg/L	0.01未満	0.01未満	0.01未満				0.3以下
遊離炭酸	mg/L	85.3	24.3	22.9	144			4以下
有機体炭素	mg/L	2.4	17	2.9			水道水質基準	5以下
濁度	度	170	39	8.1				2以下
ランゲリア指数	—	-1.3	0.5	-1				

注：濁度は地盤調査時の値なので高い。溶存酸素はいずれも0.01mg/L以下。

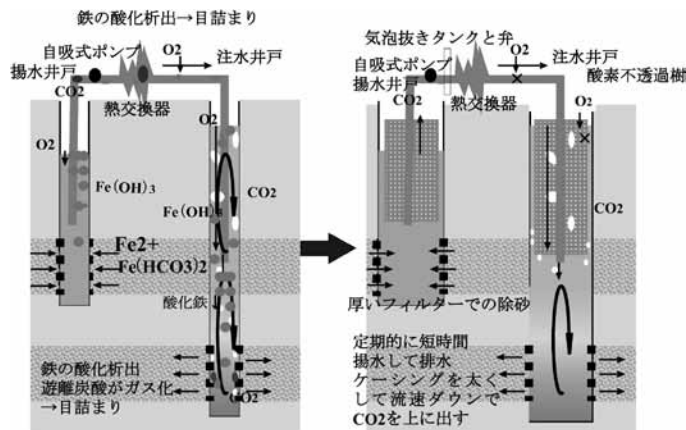
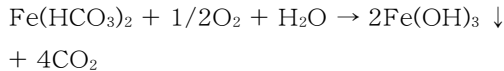


図-7 福井平野の浅い地下水利用 目詰まり対策



更に、そこにはゲル状の鉄バクテリアが発生する。このことが熱交換器と注水井戸の目詰まりをもたらす。とりわけ、水熱源ヒートポンプに多用される熱交換器は厚さが非常に薄いプレートを交互に隣接させたプレート式熱交換器がコンパクト・安価なことで使われ、その内部が酸化鉄で赤くなって目づまりとなる。更に、夏に冷房後の温熱排水を注水した井戸内では対流が生じて、水面からの酸素が深部に至って酸化鉄となって析出する。それが注水井戸のスクリーンや帯水層の砂に付着し、目づまりとなる（図-7 左図）。そこで、図-7 右図のように、揚水管に自然水位前後を含めて広く水を含まない配管用の断熱材で覆って、ケーシングとの隙間を 5 mm 程にした。隙間を減じることで、大気と水面の接触は減り、自然対流は減じて、酸素の浸透が激減する。特許を出願した。配管には酸素が透過しやすいポリエチレン管や酸素浸透になるような空気抜き弁は使用しないことが大切である。更に、杭打ち機による大口径の掘削では井戸スクリーン周りの粗砂フィルターを厚くできるので、帯水砂層内の地下水の揚水・注水時での流れは遅くなり砂が流れにくくなる。注水井戸の帯水層内で、細かい砂が流れ始めると帯水層が砂で詰まり、地下水を注水できなくなる。

福井市河増の深さ 5～7 m の地下水の鉄分は冷凍空調機器用冷却水基準の 52 倍、無酸素で、遊離炭酸は冷凍空調機器用冷却水基準の 36 倍 144 mg/L である。この使えないとされるものを工夫して使えるようにするのが目標である。

まず井戸と配管からの地下水への酸素浸透を遮断して、地下水を揚水し、プレート式熱交換器に流して、それを注水井戸に戻すことを 282 日間行った。その熱交換器の内部は新品同様で



写真-4 鉄分52mg/L、酸素遮断地下水を282日間運転後のプレート式熱交換器 新品同様

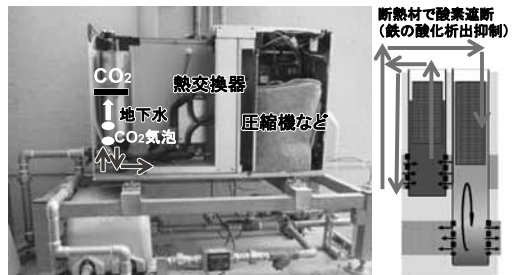


写真-5 地下水循環ヒートポンプ冷暖房システム（坂井中学校）

あった（写真-4）。

ところが、注水井戸の水位は、連続運転後の1ヶ月半後に地表に達して、地下水が溢れだした。そこで、注水井戸から逆に揚水して、その水を布で漉した。布には、砂や析出鉄は残らなかった。注水井戸からの排水をビニル袋で覆って流すと袋内の二酸化炭素濃度は 3000 mg/L にもなった。そして、この 10 分間の反転排水後に元の揚水・注水の運転に戻すと水位は元に戻った。自吸式ポンプによる揚水で、地下水は負圧となりビールの栓を抜いたように遊離炭酸が気泡になる。その微細な気泡は注水井戸のスクリーンに流れ付着し目詰まりとなり、注水井戸の水位が上昇したようである。その後、注水井戸の中を観察すると、水面からわずかな気泡が出ていた。細かい気泡は水流と一緒に注水井

戸のスクリーンに流されるが、大きな気泡は浮力で水面に浮んでくる。

福井土木事務所と坂井中学校で、杭打ち機で上下2層の井戸を作り、それぞれ家庭用に販売を始めたコロナ(株)の水熱源ヒートポンプを用いて冷暖房を行っている。井戸と配管から地下水に酸素が入らないようにしたことで、プレート式熱交換器に直接地下水を流しているが、目づまりの兆候は見られない。この現場の水熱源ヒートポンプは、クローズド・ループ地中熱の戸建て住宅用定格出力5kWの製品をメーカーのコロナ(株)と(株)LIXIL住宅研究所の協力で、はじめて地下水循環に使用したものである。写真-5は坂井中学校に設置した水熱源ヒートポンプでの実験である。この学校での冷暖房の部屋は井戸と冷暖房対象の部屋が約50m離れているが、それでも家庭用ヒートポンプに必要な15ℓ/分ほどの地下水循環量には最も小型の汎用自吸式ポンプでも大きすぎるので、自吸式ポンプの消費電力が大きくなると考えた。そこで、自吸式ポンプで最初に揚水井戸と注水井戸とを繋ぐ管路をサイフォンに一度してしまえば、ヒートポンプ内蔵のインバータ付きの循環ポンプで運転でき、成績係数が10になると目論んだ。しかし、内蔵の循環ポンプはクローズド・ループ用で、そのポンプ内がサイフォンになった時に大気圧より負圧になるため、内部の地下水が水蒸気になる空所現象^{キャビテーション}が生じ運転できなかった。その結果、2012年夏の成績係数は5.6に止まった。それでも大きな省エネルギーである。

さて、写真-5のヒートポンプ内の左上のタンク内では地下水流速が遅くなるため、気泡となった二酸化炭素が貯まった。タンクが地下水の気泡抜きとして機能して、注水井戸には気泡が流れない。メーカーには、このタンク上部に逆流防止機能付き空気抜き弁を設置して地下水

利用可能仕様にすることを提案している。

6. 費用対効果 実現可能性

福井での浅い地下水循環空調の実現可能性を試算した。従来の空冷システム約25kW出力を本システムにすると井戸の設置費用を杭打ち機で1/3に縮減できても水熱源ヒートポンプが量産化されていないので高価で、工事費は従来の空冷ヒートポンプ・システムの3倍になる。しかし、電気使用量を約1/2に縮減でき、割高の工事費は24時間定格運転の病院・施設・工場では5.6年、一般事務所で11年で償還できると見積もられた。昨年度からの再生可能エネルギーの補助率が病院などで1/2、営利民間で1/3なので、これに採択されれば、更に短期間に償還される。更に、病院や高齢者の施設では地震防災としてトイレの雑用水等確保が大変となるが、その防災用水にもなる。病院や施設などは省エネルギーで、また地震防災として大きな利点となる。

なお、ここでは、注水井戸の設置費も加えているが、夏(冬)の温(冷)排水を注水することでの半年後の季節間蓄熱効果は、地下水温度が5℃有利になっても、現状の汎用ヒートポンプでは成績係数で約6%、暖房能力の向上で約7%に過ぎない。この程度では、注水井戸設置費の償還には不十分で利用者個人の利益には直接繋がらない。地盤沈下の抑制から、地域で注水を義務づけることが求められる。そのような規制を考えると現状の融雪目的の使い捨て地下水の扱いも当然問題となる。地域では、一定規模以上の融雪については路面の積雪の有無で運転を制御するセンサの設置や熱利用した地下水を帯水層に戻すなどの義務づけが求められている。但し、そのような動きは現状では見られない。

そこで、注水が社会的な強制なしで、利用者が積極的に行うような技術を考えてみた。暖

房時に地下水流量を大幅に減じて注水温度を下げて、そのことで半年後にヒートポンプなしのフリー・クーリングを行うシミュレーションを行った。ヒートポンプの温度依存性が小さいことから循環水量を減じて地下水水温を低くまで利用しても暖房時の省エネルギー性の低下は少なくて、半年後の冷房での著しい節電によって補える結果が得られた。

更に、住宅用ではジオパワーという商品名での地中熱利用が福井でも展開されている。これは深さ 5 m の孔からの空気を熱媒体に地中熱を集熱し、ヒートポンプなし冷暖房としている。クローズド・ループなので、長時間運転すれば、孔の周囲が次第に気温に近づき性能が減じるが、運転経費が安価で全室を緩やかには冷暖房するということが普及に至っている。これに比べると同じヒートポンプなしでも地下水は一定温度なので効果は大きい。更に、フクビ化学工業(株)のエアサイクル住宅など、壁面や天井、床の温度を温めたり冷やす輻射方式を併用すればヒートポンプなしでの実用性は高まる。これらはヒートポンプなしであればより節電となることから 3.11 を契機にニーズが高まっている。補助的にエアコンを用いて、ヒートポンプなしの地下水利用の老人施設が岡山市内にある。3.11 以後、ここで使用されている地下水と空気の樹脂製熱交換器の注文が急増したという。また、過日、自動車修理工場への地中熱空調の相談があったが、農業ハウスなどを含めてヒートポンプなしでの利用が考えられる。

坂井市では自宅に深さ 40 m の井戸を約 40 万円で掘って、水質がよいので、ダム貯留でまわらず高料金になった上水道は使っていないという事例や、鯖江市新庄では帯水層が浅いことから、自吸式ポンプを含めて約 15 万円で井戸を掘って雑用水に利用している事例がある。こうした井戸を有する住宅では水熱源ヒートポン

プ 5 kW のクローズド・ループのヒートポンプが地下水でも使える。但し、熱利用後に注水しないシステムの大量普及は地盤沈下となり、持続可能にはならない。

7. 帯水層蓄熱の効果

福井市内で井戸を扱う会社の社長が自宅駐車場の融雪を浅い帯水層で環境負荷のない地下水循環方式で無散水融雪を行いたいと相談にいられた。その計測と解析を福井大学の永井二郎先生らとさせて頂いた。その結果を紹介する。ここでは図-8 に示すように、深さ 6 ~ 9 m の帯水層から揚水した地下水を駐車場舗装内の放熱管に流して融雪し、融雪で冷たくなった地下水を深さ 12 ~ 15 m の帯水層に戻す。また、夏の昼に、深い帯水層からの地下水を揚水し、太陽熱で熱くなった地下水を浅い帯水層に戻した。井戸から 20 cm の地中温度を蓄熱中、融雪スタート前、融雪中について図-9 に、井戸から 30 cm 離れた地点の温度場の実測と気象データで融雪面や帯水層を水と熱の流れを数値シミュレーションした結果を示す。図から、上層の 3 m 厚の帯水層には夏の蓄熱で 9 月中旬に 27℃ の熱塊が円筒状にできていることが想像される。これが 12 月中旬には 18℃ にまで下がって蓄熱は拡散し、効果がないようにも見える。そこで、融雪面と帯水層の熱と水の移動をモデル化した数値シミュレーションを作り、気象データと運転データに基づいて計算した。その結果を図-9 に線で示し、実測値のドットと比較した。計算は実測とほぼ一致している。そこで今度は装置がない自然状態を計算し、装置を動かした状態とで比較した。それが図-10 である。自然状態に比べて、夏の蓄熱の温度上昇の約 3 割が 2 月初旬まで継続している。

現状のヒートポンプの性能を前提にすると、この程度の蓄熱効果では大きな省エネルギーに

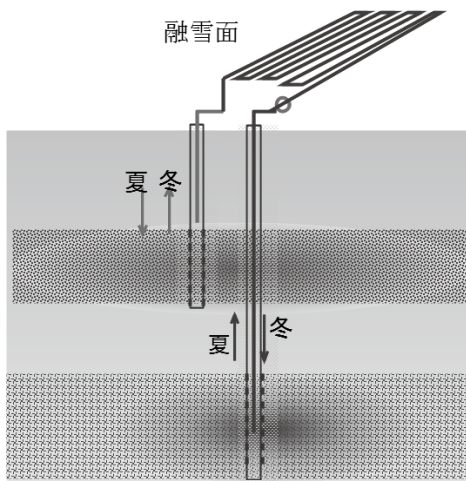


図-8 夏の熱2層帯水層蓄熱での融雪

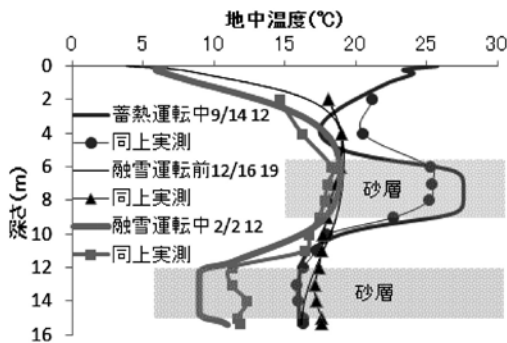


図-9 図-7 融雪での地中温度の変化 実測値と計算値

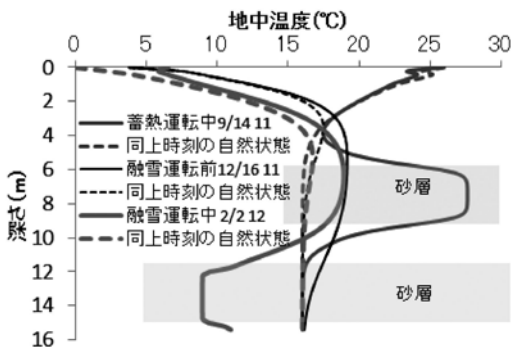


図-10 自然状態と図-7 システムの地中温度

は繋がらない。しかし、このわずかな温度差が前述した輻射方式の併用あるいは工場・農業ハウスの用途で、ヒートポンプを用いない冷暖房に繋がるなら省エネルギーとコスト縮減で実用可能性が高まる。個別に数値シミュレーションし費用の節電による償還年数を試算したいと思っている。

8. 地下水の環境保全と利用

地下水利用では、地下水環境の保全との関わりが問題になる。福井県大野市では地下水が上水道に比べて安価でおいしいことで飲用、生活水として利用されてきた。そのことが地下水への関心を高め、汚染と水位低下を抑制し、地下水環境を保全してきた。また、福井市内では1960年頃までは各家庭で浅い砂層帯水層に井戸を設けて手押しポンプで生活用水としていた。これが上水道の整備で利用されなくなり関心が持たれなくなって、浅い帯水層は水質が悪くなっている。このように、身近な水環境は、里山と同じように持続可能に利用することで保全される。福井平野の地下水も持続可能な利用で、量的にも質的にも保全される。

また、地下水利用では、揚水量からの地盤沈下、水質の汚染、水温変化による生物へ影響のリスクの3つが主なものとなる。近年のリスク・トレード・オフという概念からは、これらのリスクと地下水を使わないことでの地球温暖化のリスクとの価格をも考慮した比較が必要になる。今回の地下水循環利用では、冬と夏の利用水量の違いと半年間の揚水と注水のずれによる水位変化による地盤沈下が問題になる。これは坂井中学校での地盤の圧密試験値からは問題が生じないと推定された。また、福井平野の帯水層地下水は年間約2mの流れなので、想定外の汚染が生じてでも広範囲に広がることはない。また、井戸から雑用水利用は汚染の早期発見と

なる。温度変化による生物への影響も、環境省の既往研究では問題になるほどではなくて、温泉などに比べてこの程度の温度変化は問題にならないだろう。以上から、福井平野では浅い地下水帯水層を熱源として、あるいは蓄熱層として活用することが環境保全から促進されるべきだと思われる。

地下水の過剰揚水で福井市内でも地盤沈下が生じて足羽川以南では小口径の井戸を除いて新規の井戸を規制するという福井県地盤沈下対策要綱が昭和 50 年に作られた。金沢市では 2009 年地下水の融雪利用の拡大による地盤沈下から、2009 年より節水タイプ以外は新規の井戸をつくらせないとした。筆者らが開発し、その後県雪対策・建設技術研究所が進化させた画像処理積雪センサを地下水利用融雪に義務づければ水の使用量を約半分にできる。福井駅前後の JR 高架や道路の融雪装置で、従来の降雪センサを画像処理タイプの積雪センサに取り替えると電気の使用量も半減でき、その費用を約 10 年余で償還できる。今後は、このような積雪センサ設置の義務づけや、青森市のように地下水循環であれば規制から外すなど新技術を取り込んで、地域資源の地下水を積極的に活かすことが求められている。

一方で規制の強化も緊要である。地下水は上流の扇状地から浸透しているが、その扇状地では砂利採取で浸透しなくなっている。大野市のように、砂利採取企業と協議して保全することは地下水保全として緊要である。これらは以前から指摘提案しているが⁷⁾、福井で将来までも“井”を残せるか、対応が問われている。

9. 緊急防災としての井戸の活用

地下水の利用では、神戸震災直後に灘の酒造の井戸を私は調査した。耐震性のあることと水道は永く復旧されない下で、井戸からの地下水

は周辺の人々に役だったことを知った⁸⁾。そして、地震防災用として、道路融雪の井戸に点検用と兼ねた蛇口を設けることなどを提案し、実際に福井の消防とで発電機での消防散水のパフォーマンスも行った。それは翌年地域性を活かした防災として NHK でも放映された。しかし、県地域防災計画からは、神戸震災後に私の提案で書き込まれた融雪井戸利用の検討はなぜか消えた。福井市では学区区毎に 3000 万円の貯水で、3 日間の飲料水を確保している。震災時には、飲料水はペットボトルでも対応できて、困るのはトイレなどの生活雑用水だという。飲料に比べて多量の水である。更に、上水道が破綻した状態で、電気が復旧した 3 日経過頃の漏電等からの火災の発生が神戸震災ではかなり生じたという。こうした際に、道路融雪や地下水循環地中熱の井戸水の利用が考えられる。県内企業が開発や販売している緊急防災としての業務用浄水器があれば飲用にも対応できる。こうした方法ならば費用は現状の貯水槽設置よりは、遙かに安価で量的な制約もなくなる。

東京都の幾つかの区では、井戸を地震防災に位置づけて、民間の井戸への補助金交付や学校への井戸設置を行っている。福井には、公的な井戸が多数ある。

10. 大地に下ろす太陽熱

このほか給湯需要の多い、病院や施設、マンションについては太陽熱と地中蓄熱、帯水層蓄熱の可能性がある。不安定な変動の激しい太陽熱を帯水層や地中に蓄熱するというアイデアである。

そもそも灯油ボイラに太陽熱温水器を付けている私の家での 1 年間の計測では、灯油代を 90 円/ℓとすると 17 年で太陽熱温水器 25 万円を償還できる。これは補助金や昼間の固定余剰電力買い取りを考慮した太陽光発電とほぼ同

じ償還年数である。しかも拙宅の太陽光発電(定格 4 kW) の 3500kWh/ 年の省エネと比べると太陽熱温水器の設置費は 1/10 で、太陽熱温水器は 1400kWh/ 年の省エネだから、費用対効果は約 4 倍である。しかし、昼夜で変動が困難な原子力発電をベースにした深夜電力を通常の 1/3 という価格と国の補助金で、エコキュートなどの深夜蓄熱の給湯が席巻したこともあって、太陽熱温水器は低迷を続けている。前述の費用対効果からすれば太陽熱温水器は手厚く補助促進されても良い。東京都が近年 2 年間補助を行ったが、福井県内では鯖江市に続いて福井市が補助を始めた。家庭用の 1 台 25 万円では儲けにならないため普及されない。電力会社のエコキュート給湯によるオール電化に、東京ガスはマンション用太陽熱温水器をガス給湯に併用して対抗している。福井市や越前市の都市ガスにも、地球温暖化対策と兼ねた太陽熱温水器併用での展開を期待したい。更に、断熱した蓄熱タンクが 1 m³ で約 15 万円と高いから、群杭効果や帯水層での蓄熱では仮に半分しか利用できないとしても蓄熱容量では 1 桁安価なことから、変動の大きな太陽熱の地中蓄熱は実用的かもしれない。熱利用の大きな施設を対象に、上昇する設置費の省エネによる償還年数を数値シミュレーションで見積もる予定である。

おわりに

福井においても、福島のように原発から地域に相応しい再生可能エネルギーへのシフトを行う機会だと思われる。福井は、これまで井戸から上水道の水源や融雪熱源を得てきた。過去には放送会館や電気ビル、工場などで冷暖房の熱源を得てきた。冷暖房利用を持続可能でかつ実用的にすることは、エネルギーの地産地消、二酸化炭素削減につながる。また、地域産業の連関、強みを活かした産業、人間発達につながる。

県内で最も多くの人々が生活する福井平野では、この大地特性を活かし、大地と共生する再生可能エネルギーの利用が一つの方法で、それは内発型の経済発展になる。同じ再生可能エネルギーでも、太陽光発電や風車は国内製のシェアが減り、仮に国産であっても地元の雇用や資本の循環には繋がらないことが多い。その点で、今回のそれは他地域への技術移転はされるが、現場工事が多いためその地域の雇用に繋がる。再生可能エネルギーの中でも地中熱は、地盤特性が非常に強い。全国一律の技術でなく、地域特性を考えて、創意工夫していくことが求められる。地域性が強くて、全国の手を出しにくい。例えば、かつて地下水循環での冷暖房を経済産業省の委託で研究した積水ハウス(株)の開発担当者は、私に、地下水は非常に地域性があるため、全国展開の私たちの会社ではリスクが多くて手を出しにくいと語った。また、県内進出の大企業の工場建設など大きな物件では、大手の設備会社が大量受注で安価な機器を得るために、福井の設備会社が空調などの仕事を直接受注することはない。地元企業が対抗するには、地の利を活かして省エネルギーを提案するのも方法だと思われる。地の利に各企業が有する強みを活かし、不足を連携で補えば、温暖化対策と脱原発でニーズが高まる再生可能エネルギーの分野で活躍できる。筆者自身はそのことを目指しており、この分野ではそうした企業によく出会う。

地域の経済的な発展だけではない。グローバルには「石油は多くの戦争の原因となった」「太陽による平和を」とドイツでの自然エネルギー 2004 国際会議は呼びかけている。一方、原発は核兵器のベースとなる。こうしたことから、再生可能エネルギーは、地域の個性ある持続可能な発展、地球温暖化対策抑制、世界の平和、核廃絶につながる。

謝辞

この数年の研究は、環境省地球温暖化対策技術開発・実証研究事業“杭打ち機を用いた井戸、熱交換杭の開発と地中熱利用等への適用”として三谷セキサン(株)、岡山大学西垣誠教授、北海道大学長野克則教授、福井大学永井二郎准教授、福井県雪対策・建設技術研究所との共同研究として実施されているものである。竹内正紀福井大学名誉教授には、地中でのUチューブ利用の融雪ソフトをこの研究事業で作成して頂いた。また、福井土木事務所、坂井市教育委員会・坂井中学校、NEXCO 西日本、(株)LIXIL 住宅研究所、(株)サンケン試錐コンサルタント(株)、福日機電(株)、(株)コロナ、セキサン・ピーシー(株)、(有)北陸サヤマ、三谷設備(株)には、実験の場所の提供や技術の提供などで協力を戴いている。福井地方気象台には、気象データの収集で協力を頂いた。県環境政策課、県衛生環境研究センター、福井市環境課などにも協力を頂いてきた。記して関係者への謝辞とする。

文献

- 1) 田中直:適正技術と代替社会, 岩波新書, 2012.8
- 2) 梅田正浩, 宮本重信, 加賀久宣, 竹内正紀:基礎杭利用地中熱空調システムの研究開発 実証化施設の稼働後の運転実績, 日本冷凍空調学会年次大会, 2004.10
- 3) 大岡龍三:建物基礎杭を利用した地中熱空調システム建築基礎杭を利用した地中熱空調システム, 伝熱, VOL.46, No.196, 2007.7
- 4) 内田洋平, 與田佑季, 藤井光, 宮本重信, 吉岡真弓:地中熱利用適地の選定方法その1-地下水流動・熱輸送解析とGISを用いた地中熱利用マップの作成, 日本地熱学会第32号第4号, 2010.2
- 5) 宮本重信, 竹内正紀, 永井二郎, 菅原桂一郎:熱交換杭群を用いた合成鋼床版橋での季節間蓄

熱融雪の一設計 土木学会論文集G, 2008.2

- 6) 宮本重信, 青木靖, 竹内正紀, 永井二郎, 五十嵐俊介, 藤井政志, 広松淳:夏の熱, 群杭効果で地中に保存して融雪, 第22回寒地技術シンポジウム, 2006.11
- 7) 社団法人建築設備技術者協会編:設計技術者のためのヒートポンプ空調・給湯システムの実務知識, pp52-54, 2010.5
- 8) 宮本重信:次世紀にもおいしくて安価な水道を!!, 福井の科学者, No.63, 1992.5
- 9) 宮本重信:地震時防災としての消雪井戸の利用, 福井県雪対策・建設技術研究所年報, 1995.8

自然エネルギー普及への NPO の試み ～ふくい市民共同発電所と市民共同節電所～

由 田 昭 治 (NPO 法人・エコプランふくい)

今日は、「NPO・ふくい市民共同発電所を作る会」¹⁾とその母体とも言える「NPO 法人・エコプランふくい」²⁾が行っております市民を交えた自然エネルギー普及活動について、さらに今後勤めていく予定の省エネ活動についてお話しします。

1998 年、福井市が環境基本条例を作るという情報のもと、行政任せではなく「福井市環境基本条例市民案」を作ろうと集まった市民有志が、「市民案」作成後解散せずに作ったのが「エコプランふくい」という環境 NPO です。当初から環境に関して、会員それぞれが、興味を持つ分野を担当し、手探りで活動し始めました。

自然エネルギーに関しても、興味はありその必要性は感じていました。だが何しろ素人集団ですから暗中模索の中いろいろな講演会やセミナーに参加している中で、福井大学で行われていた「ソーラーハウス研究会」との接点が出来、同研究会の協力のもと自然エネルギーの必要性を一人でも多くの市民の皆さんに知ってもらうため、福井大学を会場にして市民対象の「自然エネルギーセミナー」を開催しました。県内外で自然エネルギーに憧憬の深いいろいろな人たちを講師に招きシリーズで開きました。内容も太陽熱に始まり、太陽光、バイオマス、風力、水力、雨水利用などと広がり、講師の方も、新聞記者や大学の先生、市民活動家など多彩な先生がたに来ていただきました。シリーズとしての自然エネルギー講座は福井ではまだあまり例がなく毎回多くの人の参加が有り、活発な議論がなされました。このセミナーは 2002 年と 2003 年の 2 年間開催しました。

しかし、何分財政基盤の無い小さい NPO のことです。このセミナーも助成金で動いていましたが、3 分の 2 助成という制度でしたから続けるかどうか迷っていた時、親子対象の体験教室で全額助成の募集がありました。財政上の問題に加え、対象がこれからの社会を担う子どもたちということもあり、自然エネルギー普及セミナーを親子対象の体験教室に切り替えました。身近な自然エネルギーの素晴らしさを実験や体験を通して親子で感じてもらう教室です。

太陽熱では各自がソーラークッカー（太陽熱調理器）を作り芋を蒸したり茹で卵を作る。また、ソーラーカーを組み立てたり太陽光発電パネルや手作り燃料電池で LED を灯してみる。雨水の利用とエネルギーについて学び、手作り浄水器で雨水を浄化し飲んでみるなど様々なアイデアが生かされています。

親子でということも効果的で、協力し合って作ってもらったものは必ず持ち帰ってもらい、家に帰っても再度みんなで試してもらうようにしています。さらに、せっかく若いお父さんお母さんもおられることですから、この機会に、戦争は最大の環境破壊ではないですかといろいろ例を出して話し合いながら平和についても少し話し合っています。

一方自然エネルギー普及に関して国は、太陽光発電普及促進のため、1992 年から太陽光による発電の余剰電力を販売価格で買い取る制度を始めていました。しかし、当時の太陽光発電設備は現在と比べても非常に高価で、なかなか普及していませんでした。そんな中、高価な設備費用を一人でなく多くの人で出し合って設置

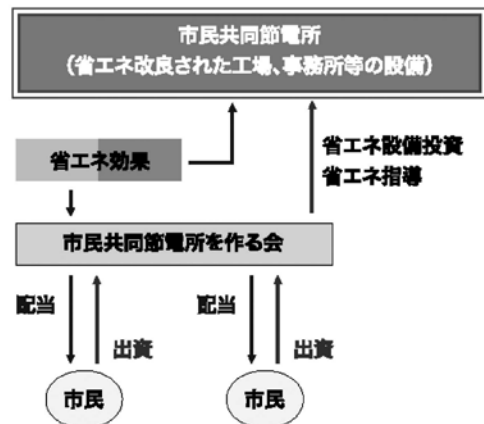
しようという動きが関西地方から始まりました。これが市民共同発電所の取り組みです。この話を聞いたエコプランふくいの何人かが中心になり、早速滋賀県に見学に行き、「ふくい市民共同発電所をつくる会」を立ち上げました。

そして、2000 年 10 月に 1 号機「文殊山」、2002 年 3 月に 2 号機「にこにこ」、そして 2010 年 6 月に 3 号機「さんさん」と 3 つの発電所を作りました。

このシステムは、前述したように、一人では大変な発電設備設置費用を多くの市民有志で出し合い（出資）、太陽光発電に適した屋根の住宅を借り受けその屋根に設置するというものです。設置した太陽光発電設備が発電した電力は設置したお宅に買い取ってもらい、その売電料金から屋根の所有者に決められた賃借料を払い、残りの金額を出資した人たちで分ける（配当）システムです。このシステムのさらに良いところは、環境をほとんど汚さないきれいな電気を作り出す太陽光発電設備を機器の設置場所を持たない人々（例えばマンション住まいの人など）も参加できること、多くの人が参加することで、節電を始め環境意識の高まりにより多くの人を巻き込むことなどです。そして、前述したように、売電料金を分けることにより、最初に出したお金は単なるボランティアの寄付ではなく毎年少しずつですが返却されるという僅かな楽しみもあります。しかし当初の金額の保証はしていません³⁾。

このように市民が協力して市民共同発電所を作っていくことは、非常に意義があることで続けていく必要があります。しかし一方、現代社会のエネルギー事情を考えると、その供給から需要全般にわたり、余りの効率の悪さに愕然とすることがあります。その究極は 40% の発電効率しかない原発であり、身近なところでは、白熱電球に代表されるような少し古いエネル

市民共同節電所のしくみ



ギー使用設備です。これらの古く効率の悪い設備を省エネ機器に改良し、その結果電力量を節約することが出来る時、そこに供給している電力会社の立場に経てば、その節約された電力量を別のところに売る事が出来ます。その分新しく発電したのと同じことになります。新たに発電所を作らなくても「発電」出来るのです。このように、設備を改良して電気を節約したところを「節電所」と呼びます。節電所は発電所と同じ意味を持つのです⁴⁾。

このように考える時、当然のこととして、節電所も市民共同発電所と同じシステムで市民共同で作ろうという考えが浮かんできます。幸いなことに、節電所の考えはまだそのようにネーミングされてはいませんが、日本でもすでにいくつも実現しています。設備を改良してエネルギー消費量を減らす提案・ESCO 事業です⁵⁾。

これは事業としてコスト計算でも十分成り立っているのです。この ESCO 事業を市民主体で行うこと、それが私たちの提案している「市民共同節電所」です。前述しましたエネルギー効率の悪さと、加えてエネルギーを作るときの環境汚染と資源の有限性が現代のエネルギー問題の全てだといっても過言ではありません。こ

の二つをより良い方向に向かわせる「自然エネルギーの使用による発電所」と「節電所」をどちらも市民が主体で作っていかうという提案です。

市民共同節電所はのように省エネへの設備投資をした所ですから、身近なところで沢山考えることが出来ます。その上、市民共同発電所より設備投資額も少なくとも出来る場合があります。その結果例えば、市町村の建物のエネルギー設備改良を市民の出資で行う、学校や幼稚園を PTA や地域住民からの出資で節電所にする、企業の設備を社員や取引業者の出資で省エネにするなどいろいろな展開が考えられます。この場合前述の ESCO 事業の例のごとく十分採算を考えれば、出資した人たちも当然出資金に合わせた配当金が受け取れるメリットもあります。

今年 7 月の再生可能エネルギー買取法の成立により、大規模風力発電所やメガソーラー発電所が各地で計画されています。当然エネルギー問題解決には絶対必要で良いことですが、その資金が外部からもたらされる場合、そこで発電された売電料金は地元に戻元されず、設備が大規模であればあるほど工事も外部からということも多くなります。地元に残るのは地代と固定資産税だけということにもなりかねません。市民共同で作る発電所や節電所では配当金のほとんどが地元に戻元されます。さらに、配当金の一部を地域通貨や地元商店街の商品券で行う、あるいは、行政設備につくる場合地方税や手数料支払いに配当金が使えというシステムも可能と思われます。その結果、エネルギーとお金の「地産地消」も成立するのです。

最後に、「NPO 法人・エコプランふくい」「NPO・ふくい市民共同発電所を作る会」の活動への多くの方々のご理解・ご支援・ご参加を期待しています。

- 1) NPO・ふくい市民共同発電所を作る会：<http://ecoplanf.com/sunf.htm>
- 2) NPO 法人・エコプランふくい：<http://ecoplanf.com/xoops/>
- 3) 2012 年 7 月に「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が施行され、10 kw以上の太陽光発電の場合全発電量を1kwh 当たり42 円で買い取ることが決まり、利益配当が可能になった。
- 4) 節電所に関しては、『ネガワット』ベーター・ヘニッケ / ディーター・ザイフリート共著、朴勝俊訳、省エネルギーセンター、2001 年参照
- 5) ESCO 事業については：<http://www.jaesco.or.jp/esco/> を参照

いま改めて 66 年前の日本国憲法制定過程を振り返る（第 1 回） － 憲法問題に無関心な若者たちはどれだけ事実を知っているだろうか－

高 木 秀 男（日本科学者会議福井支部）

1. はじめに

平和憲法を守り・生かすための「九条の会」は全国各地にさまざまな形で結成され、それぞれ工夫を凝らした活動を展開している。だが最近、石原慎太郎（1932～）のような偏狭な民族主義者の策動から竹島・尖閣列島をめぐる動きが急にきな臭くなり、「国家の主権」、「国益」などがさかんに叫ばれ、自民党をはじめとする保守勢力の憲法改正への動きも活発化しているように感じる。また「日本維新の会」を率いる橋下徹（1969～）のようなタカ派の独裁者も、国民の危機意識を煽って政界制覇の機会にしようとして企んでいる。

この小論では、特に 66 年前の日本国憲法制定の経緯について見ていくことにする。というのは、戦争放棄をうたった憲法 9 条を目の敵にする自民党や右翼など「憲法改正」をめざす反動勢力は、従来から「憲法改正」の理由として、日本国憲法はアメリカから押し付けられたものだから「自主憲法」を作る必要があると主張しているからである。憲法の中身の議論より「自主憲法でないから」という理由を先行させた議論が、「憲法改正」の正当な理由になりうるかどうか検討するためにも、その制定の詳細な経緯を知っておく必要がある。

そもそも近代憲法は、憲法学者・鈴木安蔵（1904～83）が『憲法制定前後』¹⁾（青木書店）の中で指摘したように、近代民主主義革命あるいはブルジョア革命といわれる政治的変革の成果であり、現実の権力交代の法的表現であり、新しい権力のみずからの体制の法的保証、したがってまたその政治支配の道具である。各国の

近代憲法の多くが、国民主権の原理の確認・宣言、ひろく国民一般の権利保障の規範をふくむものとして確定され、被支配階級の政治的自覚と組織的成長に応じて、人権保障の道具としても機能を果たしてきたことは、民主的諸国の憲法史が示している。

日本国憲法は敗戦後の占領下で制定されたため、いちじるしく複雑な制定過程をたどった。この日本国憲法に対し、65 年以上たった今日においても、その理念や基本原理に反対する保守・反動勢力からさまざまな批判・抵抗が行なわれている。それは、歴史の発展、国民的レベルでの民主主義の自覚に即応した、歴史的に前進的で必然的な憲法体制への発展を希求するものではなく、逆にこの憲法で確保された国民主権・絶対平和主義・基本的人権の保障という基本原理に対する反動的な意図をもった挑戦であるところにその特徴がある。

日本国憲法の制定の経緯については、すでに多くの人によって詳細に研究されており、文献も非常に多い。その中でも、古関彰一（1943～）の『日本国憲法の誕生』²⁾（岩波現代文庫）は、占領下という複雑な当時の情勢下における経緯を要領よくまとめている有益である。また日本国憲法が「押し付けられた憲法」で「自主的でない」という主張の成否については、竹前栄治（1930～）・岡部史信（1963～）の『憲法制定史』³⁾（小学館文庫）や小西豊治（1948～）の『憲法「押しつけ」論の幻』⁴⁾（講談社現代新書）が、簡単に手に入り分かり易くまとめられていて役に立つ。なお憲法九条に関しては、小林直樹（1921～）の名著『憲法第

九条』⁵⁾ (岩波文庫) を勧めたい。以下これらの本を参考にして議論をすすめる。

2. 憲法改正への始動

日本の敗戦が目前にせまった 1945 年 7 月 26 日、連合国はポツダム宣言を発表しその受諾を日本政府にせまった。ポツダム宣言は、軍国主義指導者の権力と勢力の排除、平和的秩序の確立と戦争能力破壊の確認までの占領、軍隊の武装解除と兵士の復員、戦争犯罪人の処罰と民主主義的傾向の復活強化に対する障害の除去、言論・宗教・思想の自由などの基本人権の確立、平和的傾向を有する責任ある政府の樹立など、13 項目を明記した要求文書である。

この文書には憲法改正について直接的にも触れられていないので、一見、必ずしも憲法改正を要求していないという見方もできる。しかし、ポツダム宣言全文を総合的に考えれば明らかに大日本帝国憲法 (明治憲法) との抵触が予想されるので、その受諾は必然的に明治憲法改正の必要性に直結していたといえよう。だが当の鈴木貫太郎 (1868 ~ 1948) 内閣は、「国体護持」 (天皇制維持)こそが最大の関心事だったので、明治憲法の改正などまったく念頭になかった。

ポツダム宣言を受諾し日本の敗戦が決まった後も、日本政府関係者はもちろんのこと、美濃部達吉 (1873 ~ 1948) や宮澤俊義 (1899 ~ 1976) 東京帝大教授ら著名な憲法学者たちも、明治憲法改正の必要性に対する認識をもっていなかったという。それに「敗戦という混乱期に国家の基本法である憲法を変更することは軽率であり、国民がもっと冷静になったときに変える必要があれば変えればよい」というのが、彼らの共通の考えであった。また憲法問題の重要性を認識していた人も、意識的にこの問題を回避していたといってもよい。

一方、連合国軍最高司令官総司令部 (GHQ)

は、ポツダム宣言受諾が当然憲法改正の根拠になると考えていた。その理由の一つは、アメリカ国民の憲法観にあった。アメリカでは憲法改正にあまり抵抗感がなく、必要に応じて修正するのは当然と考える傾向があった。したがって、一連の民主化改革の当然の帰結として、憲法改正の必要性が考えられたのである。ところが日本人の感覚では明治憲法は天皇が定めた「不磨の大典」であり、改正など論外とする考え方が一般的であった。実際、憲法は簡単には改正しないという主義が、今日の日本でも生きているといえる。

鈴木内閣はポツダム宣言受諾により 8 月 15 日に総辞職し、かわって東久邇宮稔彦 (1887 ~ 1990) 内閣が誕生したが、この内閣もまた憲法見直しには消極的であった。もちろん敗戦直後の占領下ということもあって、憲法問題など考慮している余裕もなかったのであるが、GHQ からのさまざまな要求をすべてそのまま誠実に実行することが、「国体護持」のためになると考えてもいたであろう。

ただし東久邇宮の日記に「内閣組閣直後、近衛文麿 (1891 ~ 1945)、緒方竹虎 (1888 ~ 1956) 両大臣と平和的、民主的新憲法の制定を実現しようと計画した」との記述があるので、彼も憲法改正問題を意識していなかったわけではない。だが出来るだけ回避したいと考えていたと思われる。その理由は、閣僚の大部分がそう考えていたし、皇族である彼自身が国体護持を望んでいたからである。そして東久邇宮内閣は、10 月 4 日の内務大臣以下全国の警察首脳の解職・政治犯釈放・天皇制に対する自由討議を要求する、GHQ からいわゆる「人権指令」が出されたことで、総辞職してしまうのである。

それでも東久邇宮内閣のとき、政府内に誰も憲法問題を重要視していなかったわけではない。この問題の重要性にいち早く注目し、検討した

のは内閣法制局と外務省であった。内閣法制局第一部長の入江俊郎 (1901 ~ 72) は、ポツダム宣言の内容とそれに続く GHQ の一連の指令から、GHQ の民主化方針のベクトルが憲法改正問題に向いていることを察知して検討し、9 月 18 日、「終戦ト憲法」にまとめて村瀬直養^{なおかい} (1980 ~ 1968) 法制局長官に提出している。

また外務省でも、条約局が初期対日方針の内容を検討した結果、日本の統治制度の改革を少しでも有利にすすめるため、日本自らが自発的意思で平和主義と合理主義を基調とする民主主義体制を整備する必要があると判断し、9 月ごろから独自の検討を始めていた。なお、これらの作業を行なった入江や外務省のメンバーは、後述する「松本委員会」のメンバーとして憲法改正作業で中心的な役割をはたした。

さらに、憲法の見直しではなく、改正の必要性がはっきりしたのも東久邇宮内閣のときである。憲法改正を最初に言い出したのはマッカーサー (1880 ~ 1964) である。東久邇宮内閣の無任所大臣だった近衛文麿 (1891 ~ 1945) は、1945 年 9 月 13 日、横浜港に近い税関ビルを訪れた。GHQ の本部が皇居前の第一生命ビルに移転するのは 9 月 17 日のことであり、まだこの時点では GHQ の本部は横浜にあり、そこは連合国最高司令官総司令部 (GHQ・SCAP) ではなく、米太平洋陸軍総司令部 (GHQ・USAFAPAC) であった。GHQ・SCAP が設立されるのは 10 月 2 日のことである。

東條英機 (1884 ~ 1948) をはじめ戦犯容疑者への逮捕命令がだされた 2 日後にあたるこの時の近衛の訪問は、日本政府を代表してマッカーサーの意向を探るためであった。だが、GHQ がつけた通訳が十分その役割を果たさなかったために、会談は 1 時間ほどで終わった。2 回目の会談は、10 月 4 日に第一生命ビルの GHQ 本部で行なわれた。このときの通訳

は外交官の奥村勝蔵 (1903 ~ 75) が行なった。会談が予定より 20 分遅れたのは、この日、一般に「人権指令」と呼ばれている重要指令が出されたためという。

この会談で近衛は、今回の戦争責任を軍閥とマルキストに求め、「軍閥や国家主義勢力をたすけ、その理論的な裏付けをしたのはマルキストであり、日本を今日の破局に導いたものは、軍閥勢力と左翼勢力との結合によるものである」という、反共主義者のマッカーサーも驚く珍説をぶった。このあと彼が「政府の組織および議会の構成について、何かご意見なりご指示があれば承りたい」というと、マッカーサーは「第一に、日本の“憲法 (Constitution)”は改正しなければならん。憲法を改正して、自由主義的要素を十分取り入れる必要がある」といったという。近衛はこの言葉を憲法改正作業の直接の指示と受け止め、急いで憲法改正に向けて動き出すことになる。

近衛は会談を終えるとすぐに木戸幸一 (1889 ~ 1977) 内大臣を訪れ、マッカーサーから憲法改正の直接示唆を受けたことを伝えた。そして憲法改正作業を内大臣府御用掛として行なう話をつめた。幣原喜重郎^{しではら} (1872 ~ 1951) 内閣の成立は翌日にせまっていた。近衛は高木^{やさか} 八尺 (1889 ~ 1984) 東京帝大教授を伴い娘婿で秘書でもある細川護貞 (1912 ~ 2005) 邸を訪れ改憲作業の策をねり、学生時代に師事したことのある佐々木惣一 (1878 ~ 1965) 京都帝大名誉教授に頼むことに決めた。そして 10 月 9 日に近衛は昭和天皇 (1901 ~ 89) に拝謁してこの間の経緯を報告し、天皇から「憲法改正の要否について調査せよ」という勅命を受け、11 日の正午に内大臣府御用掛の任命を受けた。

同じ 11 日の夕刻には幣原新首相がマッカーサーを訪問して、有名な「五大改革指令」①

婦人解放、②労働組合の助長、③教育の自由化・民主化、④秘密的弾圧機構の廃止、⑤経済機構の民主化)を指示された。しかし翌日の新聞のトップ記事は、天皇が近衛を内大臣府御用掛に任命したとの記事であったために、記事を読む限り憲法改正は天皇が近衛に命令し、五大改革はマッカーサーが幣原に命じたと読み取れる紙面になっていた。

幣原はマッカーサーとの会談直後に行なわれた 10 月 13 日の閣議で、はやくも松本^{じょうじ}丞治(1877～1954)を委員長とする憲法問題調査委員会の設置をきめた。幣原は事前に木戸内大臣から「近衛に憲法改正のことを委任する」という話を聞いており、憲法改正は内閣がやるべきと考えていたから事を急いだのである。

こうして内大臣府と内閣が競って憲法改正にかかわることになった。しかし、このことが 10 月 15 日の松本談話で公になると、学者たちから批判が出された。宮澤俊義は、10 月 16 日の『毎日新聞』に、「政府と内大臣府との双方で各自に憲法改正案を起草するが如きは、不穏当なること余りにも明瞭である。欽定憲法といふことを誤解して、憲法の改正は政府の輔弼や責任と関係のない楽屋裏でなすべきもののやうに解するのは、わが憲法の定むる立憲主義の大原則を無視するものと信ずる」と述べた。

これに対し 10 月 13 日に御用掛に任命され、弟子たちを含めて憲法草案作りに取り掛かっていた佐々木は、10 月 21 日の『大阪毎日新聞』で、政府と内大臣府の輔弼の性質は異なるとして次のように反論した。

政府が憲法改正に関して輔弼するのは、天皇が憲法改正に関して、現実の行為あらせられるやう、また現実の行為あらせられざるやう、願ひするものである。これに対し内大臣府において、憲法改正に関して輔弼するのは、天皇が、憲法改正に関して、聖慮を用ひ

させ給ふ場合、内大臣府の見るところを上聞に達して、正しくご判断あらせられる為の一助として御参考あらせられるやう、願ひするのである。

どちらの主張も大日本帝国憲法 73 条の解釈の問題であった。73 条は「将来此ノ憲法ノ条項ヲ改正スルノ必要アルトキハ勅命ヲ以テ議案ヲ帝国議會ノ議ニ付スヘシ」と規定していた。帝国憲法は「不磨の大典」として一度も改正されていないので、改正に関して論争が起きても不思議はない。ちなみに憲法問題調査委員会の主要メンバーはほぼ東京帝大系で占められていたのに対し、近衛のグループは木戸・近衛・細川・佐々木いずれも京都帝大出身であった。だが論争の大勢は改正権限を内閣に与える主張に傾いていた。そして海外でも、10 月 26 日づけの『ニューヨーク・ヘラルド・トリビューン』紙が、「戦犯容疑者の近衛公爵を新憲法の起草者に選んだ」ことを痛烈に批判した。

だが近衛や佐々木は、マッカーサーからの直接の示唆、勅命の拝受、GHQ との関係維持などの意識から強気であった。それに日本側の自主的改正作業が遅れば、GHQ から改正案を突きつけられる恐れがあるし、明治憲法の改正発議権は天皇のみにあるから、勅命を受けた内大臣府が改正案を起草することは問題ないと考えていた。

近衛らは GHQ のアチソン政治顧問の下にいたエマーソンらと接触し、GHQ の意向をさぐりながら憲法改定案作成の作業にはいった。ところが、この問題の決着は意外に早くやってきた。GHQ は 11 月 1 日夜、突然「近衛公は連合軍当局によってこの(憲法改正の)目的のために専任されたのではない」という声明を発したのである。この声明は 3 日付で新聞に発表された。GHQ は、「近衛公は首相の代理としての資格において、日本政府が憲法を改正するこ

とを要求されるであろう旨通達されたのであるが、内閣が変わった以上近衛はその任にないとし、幣原新首相に対し憲法改正に関する総司令部の命令を伝えた」というのである。

実はこのとき、GHQ の近衛に対する態度は 180 度転換していた。アチソンは GHQ 民間諜報局調査分析課長のノーマン（1909～57）に対し近衛の戦争犯罪に関する調査を命じていて、11 月 5 日には報告書が提出されたのである。近衛の運命は大きく暗転していたが、彼は失意の中で改正案作成を急いだ。

この突然の声明が出された理由としては、戦犯の疑いのある人物に憲法改正の主導権を与えていいのかというアメリカ世論の高まりにあったなど、さまざまな理由が挙げられている。一方、内大臣府部内の作業の過程でも、近衛と佐々木の間で不調和音が生じていた。近衛は GHQ の意向を確かめながら作業を進めようとしたのに対し、佐々木は GHQ の意向にかかわらずあくまでも憲法学者として検討しようとしていた。さらに内大臣府そのものの廃止が 10 月 24 日に突然決まり、近衛と佐々木の両案の調整をする時間的余裕もなく、近衛案は 11 月 22 日、佐々木案は 11 月 24 日に天皇に進講された。

両案の主な相違点は、①佐々木案が天皇大権を認めているのに対し、近衛案は認めず、総理が奏請した事項に対して承認を与える権限のみを有するとした点、②佐々木案は枢密院に準ずるものを残しているが、近衛案では立法権を制限するという理由で廃止している点、③佐々木案は天皇の統帥権を認めているが、近衛案は自らの苦い経験から、国務と統帥をすべて総理に集中している点である。要するに佐々木案は本質的には明治憲法から出ていず、むしろ近衛案のほうが進歩的であった。

敗戦によって新しい時代になったにもかかわらず、自由主義者・佐々木惣一はその限界を

露呈し、美濃部達吉同様、彼もこのときには憲法学者としては過去の人となっていたのである。そして一方、マッカーサーから見放された近衛文麿は、12 月 6 日夜、戦犯指名の電話が入り、出頭命令を受けた 12 月 16 日未明に服毒自殺を遂げたのである。そのため、両案とも明治憲法の一部改正にとどまるものであったが、正式には幣原内閣のもとで全く検討されることなく葬り去られた。

3. 政府の憲法問題調査委員会設置

ところで幣原喜重郎首相がマッカーサーと会談した 1945 年 10 月 11 日、彼はマッカーサーから「五大改革指令」とともに、憲法改正の必要性を言明された。そして 10 月 13 日には、松本烝治を主任として憲法問題調査委員会（松本委員会）をスタートさせた。この委員会には帝国学士院会員の清水澄^{とある}（1868～1947）、東京帝大名誉教授の美濃部達吉・野村淳治（1876～1950）を顧問に、宮澤俊義、清宮四郎（1898～1989）東北帝大教授、河村又介（1894～1979）九州帝大教授ら憲法学者や入江俊郎、法制局の佐藤達夫（1904～74）ら 12 名の委員が集められた。

松本委員会の作業は秘密主義のもとで行なわれ、わずかに 12 月 8 日の衆議院予算委員会で、天皇の地位・権限には何らの変更も加えないという「松本四原則」が示されただけであった。しかし、この方針は突然変更を余儀なくされた。それは 12 月 15 日、GHQ からいわゆる「神道指令」が出され、それを受けて 1946 年 1 月 1 日に天皇が、「新日本建設に関する詔書」いわゆる「人間宣言」を発表したことが契機となった。そこで松本委員会は、明治憲法を大幅に改正する場合（松本乙案）と、小改正の場合（松本甲案）を併記するという形式で作業を進めることに改めたのである。

ところが 1946 年 2 月 1 日、『毎日新聞』が宮澤試案（松本甲案）を、松本委員会試案と称して「あまりにも保守的、現状維持的な案」だと、突然発表したのである。それを見ると松本を中心とする委員会のメンバーが、ポツダム宣言受諾の意味、敗戦の意味、民主化政策の意味を全く理解していなかったことがわかる。高木八尺は 1946 年 1 月 26 日、まさに松本甲案と乙案が提出された日に、松本を訪ね、GHQ の意向を聴取した方がよいと進言したが、松本は「この改正は自発的に自主的にやることであるから、GHQ の意向を聞きながら調整する必要はない」と突っぱねたという。

『毎日新聞』のスクープ記事は憲法問題に対する国民の関心を高め、松本委員会の作業を急がせるとともに、GHQ が政府案は国民の支持を受けていないと判断する大きなきっかけとなった。そして政府案が最終的に「憲法改正要綱」として GHQ に提出されたのは、2 月 8 日のことである。「政府案」と一般に呼ばれるこの松本案は、正式な政府決定をみたものではなく、せいぜい憲法問題調査委員会案にすぎなかった。しかも、その委員会も官制に基づいていないという意味では、公式なものでもなかった。だがこの適正手続を得ていない私案によって、一国の最高法規である憲法の制定過程は運命の曲がり角を大きく曲がることになる。

この「憲法改正要綱」の中身は、明治憲法の絶対主義的天皇制をそのまま温存した極めて保守的なものであった。そうなったのは中心メンバーの美濃部や宮澤らが、衆議院の権限を強化すれば、明治憲法の立憲的解釈によって日本の民主化は可能であると考えていたからである。ただ野村淳治だけは明治憲法の第 1 条から第 4 条までの変更を大胆に主張したが、松本・美濃部・宮澤らの意見によって握りつぶされたという。

すこし後になるが、美濃部達吉は『法律新報』（1946 年 5 月号）に、「天皇制の維持は民主主義と矛盾せず、その憲法体制は立憲君主制である」として、次のように書いている。

「如何なる形態に於いて天皇制を支持すべきかと言えば、それは単なる儀礼的の装飾としてではなく、又は単に『国民統合の象徴』としてでもなく、立憲君主国たる我が日本国の君主として、言い換ふれば、国の最高統治者であり、統治権の最高の源泉に在ます上御一人としての天皇制を支持することが、国民総意の存する所であり又それが国家の統一を保つ上にも欠くべからざる必要であると信ずる。

少なくとも、憲法の下に於ける国家最高の意思表示たる法律は、天皇の裁可に依って始めて成立するものであり、又国务大臣及最高裁判所長をはじめ行政及司法の総ての官吏は直接又は間接に天皇の任命に依って其の職に就き天皇の委任に依り其の権限を行ふものであるとすることが、此の意義に於ける天皇制支持の絶対の要件として認むべきである。」

ここには敗戦によって新しい時代が到達したという時代認識がまったく欠けているだけでなく、これが絶対主義的天皇制のもとで引き起こされた天皇機関説事件によって弾圧された本人の言葉かと疑うような内容である。この事実は、いかに「すぐれた」学者であっても、きわめて稀な例外を別にして、時代の支配的風潮やその置かれていた社会的階級的存在による意識の被決定性から免れないということを示している⁶⁾。

4. 憲法改正の動きに政党や諸団体・国民はどう対応したか

では政府以外の政党や民間あるいは日本国民は、憲法問題をどう考えていたのであろうか。日本国民は敗戦という虚脱と混乱のなかで、何

といってもまず生活を支えることが第一であった。しかし、近衛文麿のグループがマスコミを使って作業状況を知らせたことがきっかけで、憲法問題は国民の間にもかなり意識されるようになっていった。

政党の中でもっとも早く憲法問題に対応したのは日本共産党で、1945 年 11 月 11 日、はやくも草案作成の基本方針を打ち出した。ところが 1946 年 4 月 17 日に政府案が発表されたため、日本共産党も急遽具体的な草案をだす必要にせまられ準備をすすめた。ついで鳩山一郎を総裁とする自由党は、1946 年 1 月 21 日に「憲法改正要綱」を発表、日本進歩党は 2 月 14 日にもっとも保守的な「憲法改正問題」を示した。これら保守政党の案は、松本案と同工異曲の欽定憲法の精神を引き継いだもので、国際世論の動向をまったく無視したものにすぎなかった。

1945 年 11 月 2 日に戦前に解党した無産政당을結集して組織された日本社会党は、1946 年 2 月 23 日、民主主義政治の確立と社会主義経済の断行を基調とした「新憲法要綱」を発表した。その起草には元・東京帝大教授の高野岩三郎 (1871 ~ 1949)、森戸辰男 (1888 ~ 1984)、憲法懇話会のメンバーで弁護士の海野晋吉 (1885 ~ 1968) らが参加した。その内容の特徴は、主権については天皇を含めた国民協同体としての国家にあるとして、統治権を分割して主要部分を議会に、一部を天皇に帰属させるというものであった。また人権規程全般にも大胆な提案はなされていないものであった。

有識者を中心とした民間団体でも憲法草案がつくられた。そのなかでもっとも重要なのは憲法研究会の案であった。憲法研究会は、高野岩三郎 (当時 74 歳)、杉森孝次郎 (64 歳)、森戸辰男 (56 歳)、評論家の室伏高信 (1892 ~ 1970) (53 歳)、岩淵辰雄 (1892 ~ 1975) (53 歳)、市井の憲法研究家・鈴木安蔵 (41

歳) ら学識者や知識人によって 1945 年 11 月 5 日に結成され、後にジャーナリストの馬場恒吾 (1875 ~ 1956) (70 歳) が加わった。このほか会合には経済学者の大内兵衛 (1888 ~ 1980) や戦後に日本社会党の結成に係わった鈴木義男 (1894 ~ 1963)・原彪^{ひょう} (1894 ~ 1975)、九州帝大教授の政治学者・今中次麿 (1893 ~ 1980)、ジャーナリストの有竹修二 (1902 ~ 76)・木村禧八郎^{きはちろう} (1901 ~ 75) らも顔をみせたという。

憲法研究会の中心には常に高野と鈴木がいた。高野と鈴木を引き合わせたのは室伏高信である。そして憲法研究会は、室伏が顧問をしていた出来たばかりの新生社の会議室を根城とした。高野は自由民権期の民権思想の息吹をかいで成長し、鈴木は自由民権期の憲法思想を研究して戦時下を生きてきた。このような視点からみると、憲法研究会案とは、自由民権期の憲法思想が、半世紀にわたる弾圧との苦闘のあとでこの二人の歴史の継承者を通じて復権を果たしたことを意味するといえそうである。

憲法研究会の最終案である「憲法改正案要綱」は、1945 年 12 月 26 日に公表され、日本政府に提出された。そして非公式に GHQ にも提出された。憲法研究会案の特徴は、植木枝盛 (1857 ~ 92) が 1880 年に起草した「日本国国憲案」を基礎にしたもので、国民主権主義にもとづき天皇の権限を国家的儀礼のみに制限し、議会の解散や内閣不信任案の国民投票といった直接民主制の採用、内閣の連帯責任、男女平等、国民の文化的生存権、基本的人権の尊重などをもった進歩的な内容であった。この「憲法改正案要綱」こそ「マッカーサー憲法草案」に多大な影響を与え、日本国憲法の重要な柱を決めるものとなったものである。

憲法研究会のなかで中心的に活動したのは、憲法問題に詳しくった一番若い鈴木安蔵である。

河上肇 (1879 ~ 1946) に影響を受けた彼は、1926 年 1 月の京都学聯事件で逮捕され京都帝大を自主退学し豊多摩刑務所に 2 年間服役した。服役後、上京して「プロレタリア科学研究所」の創立者の一人となったが、1929 年 10 月、『第二無産新聞』での活動で再び逮捕され、この逮捕と京都学聯事件で下された禁固刑の執行が重なって 1932 年 6 月まで入獄した。

そしてこの間、鈴木は吉野作造 (1878 ~ 1933) の影響を受けてマルクス主義の立場から大日本帝国憲法の制定史を研究し、1933 年 6 月に『憲法の歴史的研究』(叢文閣)を出版したが、発禁処分となり学界から完全にパージされた。吉野の死後、彼は明治文化研究会の会長に就任してファシズム批判を続けながら地道な研究をつづけていた。敗戦後、彼は高野岩三郎の呼びかけで憲法研究会に参加して大きな役割を果たし、その後、静岡大学教授になった。

憲法研究会での討論のなかでもっとも中心的な議論となった問題点は、天皇制をどうするかという点であった。委員会のメンバーの中には反動的な国体護持論者はいなかったが、それでも意見は三つに分かれた。第一は、「国家主権論」にもとづく天皇機関説の立場から、行政の長としての天皇を認めるという立場の意見、第二は、主権は天皇をふくむ国民共同体にあると考え、儀礼的精神的存在としての天皇を残そうとする立場の意見、第三は、いかなる意味においても天皇を認めず、大統領を元首とする共和制にすべきだとする意見である。

このうち第二の意見が研究会の多数意見となり、11 月末に第一案が公表され、12 月 27 日に最終 (第三) 案「憲法草案要綱」が発表された。憲法草案要綱の根本原則には「日本国ノ統治権ハ日本国民ヨリ発ス」「天皇ハ国政ヲ親ラセス国政ノ一切ノ最高責任者ハ内閣トス」「天皇ハ国民ノ委任ニヨリ専ラ国家的儀礼ヲ司ル」と規

定された。

高野は憲法研究会では最終的には多数意見に従ったが、個人的には第三の見解、すなわち天皇制を廃止して共和制にすべきであるという見解をもっていた。そして主権在民の根本原則を認める以上、天皇制が廃止されるのは当然の帰結であるとして一貫して主張した。会員のなかにも天皇制は廃止すべきだという意見に賛成するものも相当数いたが、当時の国民感情を考慮すると、ただちに天皇制廃止に踏み切るのは難しいのではないかという意見が多数であった。

しかし、高野は天皇制維持の問題点を次のように的確に指摘した。天皇をもつば国民的儀礼機関とするということは、天皇制をあたかも家の中の神棚のごとき意義以上にみないということであり、皇室の尊厳を主張する人たちを満足させず、天皇の地位を軽侮するものであると非難を受けることにならないか。憲法改正により主権在民の基本原則を容認せしむることができると考えるならば、なぜ単に儀礼的機関にすぎない天皇制を存置する必要があるのか。儀礼的にせよ天皇制を残そうというのは、民主主義に対する確信が足りぬからではないか。天皇制を儀礼的にでも残すことは、5 年、10 年の後、連合軍の威圧が減少した暁には、反動分子が天皇を担いで再挙をはかることも絶無とはいえないなどと主張した。

そして高野は、憲法研究会の案とは別にアメリカ合衆国憲法・ソヴィエト連邦憲法・ドイツワイマール憲法などを参考にして、「日本共和国憲法私案要綱」を作った。彼の私案には天皇制を廃して公選による大統領制をとるだけでなく、土地の国有化、公益上必要な生産手段の国有化などを含んだユニークなものであった。彼の私案は憲法研究会では賛成が得られなかったが、後に彼の意思で 12 月 28 日に一般にも公開された。当時さまざまな憲法案が出されたが、

もっとも民主的な共和国案を出したのは日本共産党案と高野案だけである。

憲法研究会の活動の経緯と、「憲法改正案要綱」「マッカーサー憲法草案」「日本国憲法」を比較してみれば、憲法研究会の果たした役割の大きさがよくわかる。日本国憲法は、けっして米国が勝手に作って無理矢理押しつけたという単純なものではない。なお憲法研究会の活動については、小西豊治の『憲法「押しつけ」論の幻』に詳しい。また鈴木安蔵自身の著作として『憲法制定前後』があることは、前にも記した。

この他、憲法懇談会、民主主義科学者協会、大日本弁護士連合会、弁護士の清瀬一郎（1884～1967）や布施辰治（1880～1953）などが、独自の見解を発表している。これに対し、GHQは政府案、民間団体、個人の憲法草案を検討し、政府案をもっとも遅れたものとした。各種の案のうち、GHQがもっとも注目したのは憲法研究会案である。この草案の翻訳は早くも草案が公表された5日後の12月31日に完成されている。後に、GHQ草案の起草者になる民生局法規課長のラウエル（1903～77）海軍中佐は、早くからこの案に注目し、翌年の1月11日にこの案に対する高い評価をつけたコメントを民生局長のホイットニー（1897～1969）准将に提出している。

（つづく）

参考文献

- 1) 鈴木安蔵『憲法制定前後』青木書店（1977）
- 2) 古関彰一『日本国憲法の誕生』岩波現代文庫（2009）
- 3) 竹前栄治・岡部史信『憲法制定史』小学館文庫（2000）
- 4) 小西豊治『憲法「押しつけ」論の幻』講談社現代新書（2006）
- 5) 小林直樹『憲法第九条』岩波新書（1982）
- 6) 高木秀男『近代日本の教育政策と科学技術体制－学問・思想の自由と科学者の社会的責任－上、下』科学堂（2011）

＝古書発掘＝

清水高等商船学校という学校があった！

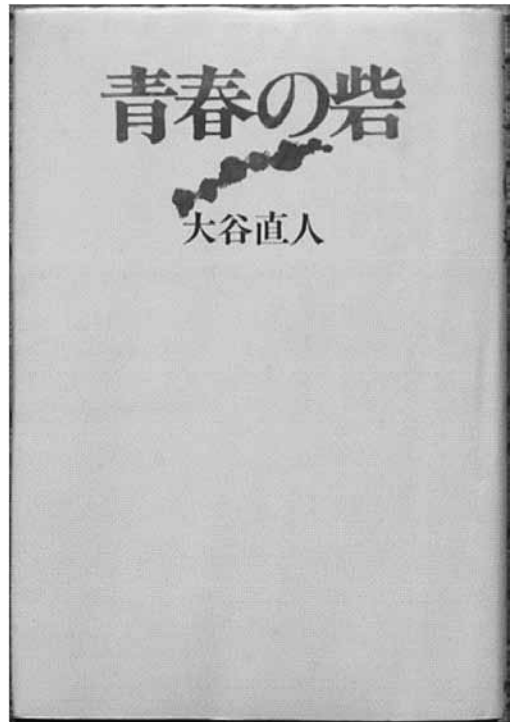
高 木 秀 男（日本科学者会議福井支部）

2008 年に小林多喜二の『蟹工船』が多くの若者に読まれブームを巻き起こしたが、若い人、とりわけ学生たちに是非読んでほしいと思った本を 1 冊紹介したい。その本とは、1979 年に新潮社から出版された大谷直人の長編小説『青春の砦』である。私は昨年自費出版した『近代日本の教育政策と科学技術体制－学問・思想の自由と科学者の社会的責任－上、下』（科学堂）の第 1 章 8 節に「三菱商船学校の創立とその後の発展」を書いたが、その原稿を書く過程でこの本の存在を知った。

私立の三菱商船学校は、東京商船大学（現・東京海洋大学）の最初期の前身校である。著者の大谷直人（本名・小沢郁郎（1925 年生まれ））は、やはり東京商船大学の前身校である清水高等商船学校に入学し、同校を卒業した後、東京大学文学部西洋史学科を卒業して都立高校の教諭を務めた人物である。

三菱商船学校、清水高等商船学校と聞いても、若者はもちろん、成人でも知っている人は非常に少ないであろう。清水高等商船学校は太平洋戦争中の 1943 年 4 月に開校した学校である。太平洋戦争が始まった 1941 年 12 月現在の船員教育機関には、次の機関があった。

東京高等商船学校	神戸高等商船学校
航海練習所	
鳥羽商船学校	大島商船学校
広島商船学校	弓削商船学校
富山商船学校	鹿児島商船学校
栗島商船学校	
特別高等海員養成所	高等船員養成所
短期高等船員養成所	児島海員養成所



小樽海員養成所
宮古海員養成所

唐津海員養成所

しかし戦争が始まると、軍需・民需を問わず物資輸送の船舶および海員の確保は緊急不可欠であった。海員の確保については既存の養成機関では不十分で、東京高等商船学校・神戸高等商船学校に加えてあらたな高等商船学校新設の必要性が叫ばれ、1942 年の第八十帝国議会でのための予算が提案され認められた。新設の高等商船学校の立地として清水市が選ばれ、1942 年 12 月から校舎の建設に着手され、1943 年 4 月に敷地 16 万坪の清水高等商船学校が開校し、初代校長には松永次郎海軍中将が就任した。そして小沢郁郎は清水高等商船学校

航海科の第一期生となった。

『青春の砦』は、小沢がこの学校で過ごした三年間の経験を小説化したものである。彼はこの本のあとがきに出版の経過を述べているが、この本は清水高等商船学校時代の状況を書き残しておきたいと思い、1951 年 1 月に筆を起こし 5 月 2 日に脱稿したという。すなわち、これは彼の 26 歳の時の作品ということになる。ちなみに小林多喜二が雑誌『戦旗』に「蟹工船」を発表したのは、25 歳の時である。

『青春の砦』を「実録」ではなくフィクションにしたのは、フィクションの方が訴えたいものの「真実」、または雰囲気までもふくめた全体像を表現しやすいと思ったからという。だがその草稿は活字にされることもなく、小沢の書架に長く眠り続けた。そして 1974 年、小説にモデルとしても登場する同期生がガンで亡くなった。その同期生は、小沢がこの物語をもっとも読んでほしかった友人であった。

親友の死を機に小沢は草稿の出版を考え、親しい編集者に出版の話を持ち込んだが、どれもうまくいかなかった。そのため自費出版の腹をきめ、1977 年から草稿に手をいれ、1,360 枚の原稿を約 900 枚に縮めて、1978 年に『破魂』というタイトルで 200 部を自費出版した。そして『破魂』の内容のすばらしさが認められ、晴れて新潮社からタイトルを改めて出されたのが『青春の砦』である。

前述した拙著のなかで、私はこの本について次のように紹介した。

「太平洋戦争末期の清水高等商船学校は、軍人の教官が学校を支配し次第に海軍兵学校化していった。海軍兵学校や陸軍士官学校を避けてここに來たのにと、兵学校化に反発した生徒たちの反逆と挫折と死を描いたのが、一期生・大谷直人（本名・小沢郁郎）の長編小説『青春の砦』（新潮社）である。『青春の

砦』はほとんど知られていないが、小林多喜二（1903～33）の『蟹工船』や徳永直（1899～1958）の『太陽のない街』を読んだ時の感動を思い出させる本で、戦争を知らない若い人に読んでほしい傑出した作品である。」

東京商船大学は別表の年表にあるように、つぎつぎと名前を変え、所管官庁も農商務省、通信省、文部省、運輸省、文部省と変遷した。清水高等商船学校時代は運輸省の管轄であったが、校長は海軍中将、教官の多くは海軍士官で海軍兵学校と同様な厳しい管理運営がなされていた。海軍士官になる通常のルートは、海軍兵学校・海軍機関学校・海軍経理学校などを卒業するコースであるが、高等商船学校の生徒は、入学すると自動的に海軍予備学生となり、卒業すれば海軍予備士官となった。清水高等商船学校の武官の教官には、海軍兵学校・海軍機関学校卒の者と高等商船学校卒の者がおり、同じ武官でも仲は良くなかったようだ。

高等専門学校の一つであった清水高等商船学校が、実は学校というより軍隊そのものであったという様子が、小説という形ではあるが『青春の砦』によく描かれている。この学校では、規則により外出日に外で買ってきた食料はもちろん、本すらも自由に寄宿舎に持ち込むことが禁止されていた。

詳しい内情については本を読んでもいただかないが、戦時下における生徒たちの心情、生徒同士の反目と団結、教官と生徒との対立、忘れられない教官たちの言葉や別れの時などが生き生きと描かれている。ストーリーも終盤には校長への直訴・生徒処分から、敬愛していた教官と同級生の戦死、敗戦のフィナーレへと劇的な展開をみせ、一気に読ませて大きな感動を呼ぶ。映画化やテレビドラマ化すれば素晴らしい作品となること請け合いだが、せめて同じ世代の学生に本を読ませたいというのが私の思いで

ある。

1945 年 4 月 1 日、高等商船学校官制が改正され、すでに 1944 年度から東京・神戸両高等商船学校の生徒募集がとりやめとなっていたが、官制の改正により両校の本科および専科が清水高等商船学校と統合され、校名が高等商船学校に改められた。しかし、このとき日本の敗色は

誰の目にも明らかになってきており、敗戦の日が刻々と近づいていた。『青春の砦』は、その頃のこの学校の実態を描いた貴重な作品である。

そして日本は敗戦を迎えるが、高等商船学校は終戦後も多難な道を歩まなければならなかった。旧東京高等商船学校の江東区越中島施設の大部分は、1945 年 9 月 22 日に突然占領軍に

表 三菱商船学校（現・東京海洋大学）沿革

1875 年	郵便汽船三菱会社が政府の助成と引き換えに三菱商船学校設立
1882 年	三菱商船学校は官立となり東京商船学校と改称し農商務省の管轄となる
1884 年	第五代練習船・月島丸就航
1885 年	逓信省の設置に伴い逓信省の所轄となる
1886 年	官制を改正し校名を商船学校と改める
1890 年	商船学校を東京・函館に設置することになり校名を東京商船学校に
1896 年	校名を商船学校に改める
1897 年	灯台巡視船・明治丸が海軍より移管され以後係留練習船となる
1900 年	月島丸が駿河湾にて台風により沈没し 122 名が死亡
1904 年	第六代練習船・大成丸就航
1920 年	神戸高等商船学校創立
1925 年	文部省に移管され東京高等商船学校と改称（就業年限を 4 年半から 5 年半に）
1933 年	生徒は卒業と同時に全員海軍予備士官に任じられる
1943 年	清水高等商船学校発足
1945 年	東京・神戸・清水の高等商船学校を統合して高等商船学校設立（修業年限を 4 年半に）し運輸省の所管とする
	船舶運航に関する専門教育機関として海務学院を設置し運輸省の所管とする
	大成丸機雷に接触して沈没し 41 名死亡
1949 年	清水市に新制大学の商船大学を設置し高等商船学校と海務学院を包括
1950 年	官制を改正し文部省の所管とする
1957 年	商船大学を東京に移転して東京商船大学と改称
1974 年	大学院商船学研究科修士課程設置
1978 年	明治丸が重要文化財に指定される
1990 年	商船学部の全学科を改組
1997 年	大学院商船学研究科博士課程設置
2003 年	東京商船大学と東京水産大学が統合され東京海洋大学となる
2004 年	国立大学法人東京海洋大学設置

よって接收され、その一部は GHQ 民事部別館となり、他はアメリカ第一騎兵師団所属の第七連隊駐屯地になったのである。

連合国からの接收解除は 1952 年 11 月 21 日に実現したが、1950 年夏より校舎の一部を使用していた警察予備隊（現在の防衛省の前身）が引き続き使用することになってしまった。その一時使用の期間は年々延長され、商船大学の一部東京移転後にも使用され、ようやく大学に返還されたのは 1956 年 8 月 20 日のことである。高等商船学校から東京商船大学への苦難の道のりについては、前述の拙著第 6 章 7 節の「学制改革と新制大学の発足」に書いたので参照されたい。

最後に、『青春の砦』は脚本化され瓜生正美著『青少年演劇脚本集－青春の砦－』晩成書房（1987 年）として公刊されているので、おそらく演劇としては公演されていると思われる。本当に素晴らしい小説なので、あとは是非、映画化・テレビドラマ化してほしいと望まずにはいられない。なお『青春の砦』は、福井県内の図書館では、福井市立みどり図書館、勝山市立図書館、鯖江市立図書館、越前市立中央図書館にしか所蔵されていないが、古書店では、たとえばアマゾンを利用すれば容易に手に入ることを付記しておく。



編集後記

福井支部が主管で敦賀市にて行なった第 33 回原子力問題全国シンポジウム（8 月 25・26 日）は、近県の石川・京都・大阪支部の協力を得て 200 名を超える参加者があり成功裏に終えることができた。原発ゼロをめざす全国的な運動はかつてないほど盛り上がりを見せているが、一方で大飯原発は再稼働され、原子力ムラの住民たちは依然として原発にからむお金に執着して、エネルギー政策の根本的な転換に反対している。

さて今号は、支部例会や北陸地区シンポで報告された自然エネルギー問題の小特集号とした。熱流体システムが専門の永井二郎氏には、自然エネルギー利用の現状と将来および永井氏自身が開発した「ヒートパイプによる地中熱利用」について紹介していただいた。これからのエネルギー問題、とりわけ「原発をどうするか、原発はどうなるか」という問題についても永井氏の考えが述べられている。この問題については『日本の科学者』の「討論の広場」でも白熱の議論が続けられているので、あわせて参照されたい。

NPO 法人・エコプランふくいの由田昭治氏には、長年取り組んでこられた自然エネルギー

普及の取り組み、とりわけ太陽エネルギー利用の講演・実演活動、市民共同発電所活動、市民共同発電所づくりの活動などについて報告していただいた。宮本氏には、福井県庁の専門技術者として長年取り組んできた、再生可能な地中熱と地中蓄熱の技術開発に関する豊富な実践例について報告していただいた。

最近国境問題がやかましくなってきたり、これとからめて憲法改悪の動きも活発となると思われるので、日本国憲法の成立経緯に関する私の連載を載せることにした。三回連載の予定である。これは昨年出版した拙著『近代日本の教育政策と科学技術体制—学問・思想の自由と科学者の責任— 上、下』（科学堂）の第 6 章第 5 節「新憲法制定の経緯と日本国憲法の公布」を大幅に加筆したものである。ご批判をいただければ幸いである。なお古書発掘のコーナーは、戦争を知らない若い人に是非紹介したいと思った本について書いてみた読書案内である。

最後に、『福井の科学者』は年 3 回発行していたが、支部財政の逼迫により残念ながら今年度より年 2 回の発行になった。支部機関誌を発行している支部は僅かしかないので、できる限り継続して発行していきたいと考えている。支部会員各位のご協力をお願いしたい。

(高木秀男)

福井の科学者 第 119 号 2012 年 11 月 20 日発行

編集・発行 日本科学者会議福井支部 頒価 500 円

連絡先 〒 910-8507 福井市文京 3-9-1 (郵送の場合)
福井大学大学院教育学研究科 680 円
教職開発専攻 (教職大学院)
森 透 研究室気付
TEL/FAX 0776-27-8725
E-mail t-mori@u-fukui.ac.jp

＝会員の著書紹介＝

書名 **畜産物と健康** —卵・牛乳・肉の生産から考える

著 者 加藤武市 発 行 科学堂
発行年月日 2005 年 6 月 定 価 1500 円

福 井 県 医 療 生 活 協 同 組 合

〒 910-0026 福井市光陽 2 丁目 18 - 15 TEL (0776) 27-2318
FAX (0776) 24-8290

光 陽 生 協 病 院

TEL (0776) 24-5009

つるが生協診療所

TEL (0770) 21-0176

ショートステイきらら

TEL (0776) 21-8525

光陽生協歯科診療所

TEL (0776) 24-8784

光陽生協クリニック

TEL (0776) 24-3310

たけふ生協歯科診療所

TEL (0778) 22-5666

デイケアさんさん

TEL (0776) 24-5524

さかい生協歯科診療所

TEL (0776) 67-6333

光陽訪問看護ステーション

TEL (0776) 24-9996

つるが生協在宅総合センター^{なごみ}「和」

TEL (0770) 25-4311

光陽ホームヘルプステーション

TEL (0776) 24-9997

小規模多機能介護施設しんじょういこい

TEL (0776) 60-2110

光陽訪問看護ステーション居宅介護支援事業所

TEL (0776) 24-9990

総合企画印刷 広告・パンフレット・DM・雑誌・記念誌・機関誌
自費出版・会員名簿・会員管理・アンケート集計

(有)ワープロセンター HOPE

〒 915-0847 福井県越前市東千福町 21-4
TEL: (0778) 24-1146 FAX: (0778) 24-2339
e-mail: hope01@galaxy.ocn.ne.jp