

公開研究会講演記録〈第 316 回 (2024. 10. 10)〉

第 316 回 産業経営研究所公開研究会

一般財団法人機械振興協会執行理事兼経済研究所所長代理

北 嶋 守

1. はじめに

すでに 30 年ぐらい研究所にすることになりましたけれども、最初 90 年代に入ったとき、産業のことは特にわからず飛び込んだのですが、先輩の方が中小企業を研究している先生で、その方が大学に移られ、それを引き継ぐかたちで中小企業のほうを担当いたしました。機械振興協会ですから、名前の通り、自動車部品、半導体、電子部品等々幅広いんですが、製造業の中でも機械製造業、機械金属などが対象になっている研究所です。

研究所自体、ことしで 60 周年になりますけれども、BIC ライブラリという専門図書館を持っておりまして、「機械振興協会」と打って検索していただくとホームページが出てまいりますので、何か調べることがありましたらぜひご利用いただきたいと思います。電子図書館も目指していますが、最近ではライブラリアンがいろいろなアドバイスをする活動もしています。東京タワーの真ん前に機械振興会館というビルがありまして、われわれはそこのオーナーとして、その会館の収益に基づいて事業をやらせていただいています。

私は 90 年代に入ってから中小企業のほうを学ばせていただきましたが、産業という視点で少しおさらいいたしますと、90 年代は ASEAN 地域、東南アジア地域が工業化に乗り出した時期でした。日本では初めて中小企業自身が海外に工場を持ち始め、東南アジアを中心に海外展開が始まった時期でもありました。

特に 1985 年のプラザ合意によって 1 ドル = 80 円台という急速な円高になりましたので、国内でのモノづくり活動は輸出に対してはマイナスで、いくら節約しても円が強すぎるので輸出するときに高くついてしまうことから、中小企業の多くが海外展開ということで東南アジアに矛先を向けた

のがこの 90 年代です。さらにその後、2000 年代からは中国が台頭し始め、現在の中国の発展というのは皆さんご承知の通りです。

私自身も 90 年代は ASEAN 地域に進出している日系企業の調査研究に従事し、タイ、マレーシア、シンガポールに何回か行かせていただき、その後は台湾、韓国および中国でも調査をさせていただきました。そうした海外調査を通じて、追いついてくる東南アジアや中国と日本が同じことをしてもダメだし、少子高齢化社会が進む中、日本にとってこれからの産業や社会システムとは何なんだろうということを考え始めました。

2. モデルをヨーロッパに求める

2000 年代に入りまして中小企業の支援ということが続けておりましたけれども、1 つ手本になるのはヨーロッパではないかと考えました。急速に発展し、ある意味衰退過程に入ったという点では、ヨーロッパの国々がお手本になるということで、イギリスでも調査をいたしました。中小企業が世界に伸びていくという点では、ブランド力を持っているということでイタリアも視野に入れたりいたしましたが、高齢化社会とエネルギー問題にだんだん矛先が向く中で、2007 年から 8 年にかけてはデンマークとフィンランドで調査する機会を得ました。

そのとき、私は 2 つテーマを掲げました。一つ目は再生可能エネルギーです。デンマークでは、きょうお話しする再生可能エネルギー関係、特に風力発電に興味を持ちました。二つ目は、高齢化社会におけるヘルスケア産業です。フィンランドでは、高齢化社会の中で IT、今で言う ICT (情報通信技術) をどう活用していくかを探りました。フィンランドは小さな国ですが、存在力を持っているのは何故か。当時はノキアの携帯電話

が世界で売れておりました。フィンランドはヘルシンキが首都ですけれども、そこから北へ500キロ以上行ったところにオウルという市があります。ここが「北欧のシリコンバレー」として成長し、いまはバイオ産業も盛んです。北欧という北の、そんなに恵まれていないところでも発展する、これはどうして可能になったのだろうという興味から「地域イノベーション」というところに研究テーマが向かって行きました。その結果、その後はフィンランドの高齢化社会に対応した産業をヒントに「ヘルスケア産業クラスター」に焦点を当てた研究を行い、2018年に論文をまとめ博士号を取得しました。

しかし、もう1つやり残していたテーマがありました。それがデンマークで刺激を受けた再生可能エネルギー、特に風力発電でした。そこで現在は風力発電も含めて再生可能エネルギーに焦点を当てた研究に取り組んでいます。

3. 再生可能エネルギーの普及と地域産業の活性化

日本の場合、再生可能エネルギーは最初なかなか認められてこなかったのですが、原発の事故もありましたし、気候変動対策の観点からCO₂を削減していかなければならないという中で、現在、再生可能エネルギーはエネルギー政策の中で大きな柱になってきています。そこで、きょうは「脱炭素社会の中の地域イノベーションシステム」ということで、特に小規模な再生可能エネルギーに焦点を当ててみたいと思っています。

きょうのお話は、私どもの研究所で2年から3年かけて実施し、2年前に終了した調査研究の成果に基づいています。その成果に関してはわかりやすく「報告書」というかたちでもまとめましたが、先ほど日比野先生にご紹介いただいた『脱炭素社会の地域イノベーション』という本にすることもできました。

きょうお話する内容は、調査研究の概要から始まって、先進地域の取り組み事例、地産地消型再エネ機器への取り組み、それから、再エネ機器の普及と同時に、私どもは機械振興協会ですので、それに中小製造業がどう関与していけるかというところにも焦点を当てています。経済産業省には製造産業局というのがありますが、エネルギー関係では資源エネルギー庁が再エネを含めてエネル

ギーの政策をやっています。そこで、再エネの普及と製造業の活性化の2つを結びつけて研究に取り組んできました。

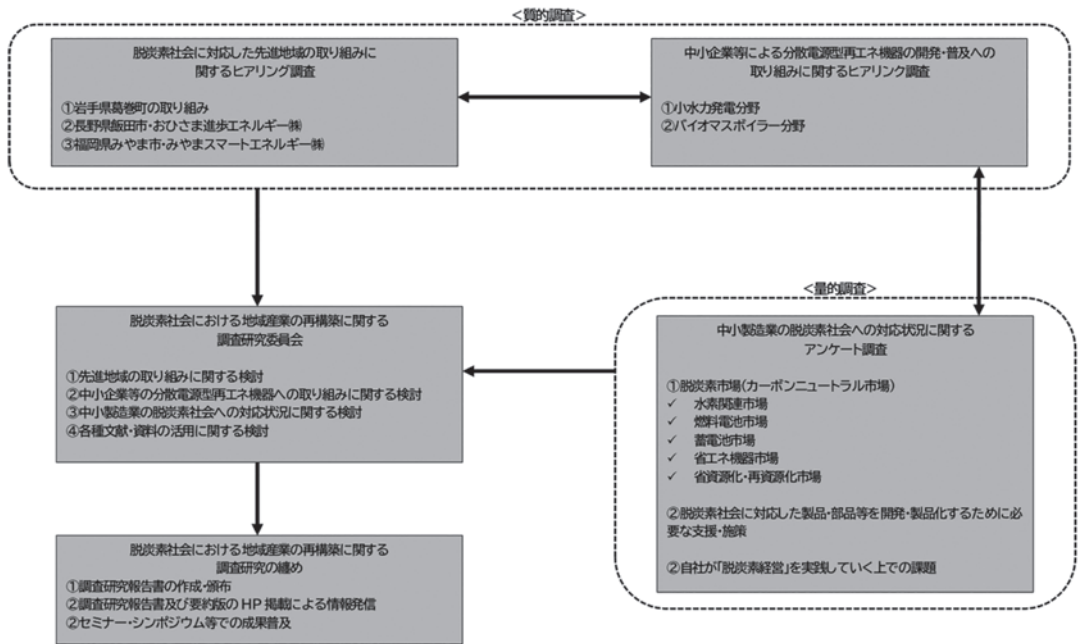
地域産業の再構築に必要な再エネですが、それを進めていくためにはどんな概念が参考になるのかということについては後半に説明したいと思います。また、それと関連して、地域の新しい取り組みにトライしていくうえでは活動体と呼ばれる組織が必要である点についても言及したいと思います。簡単に言いますと、キーパーソンが重要だ、キーパーソンがいるところは活性化しているという話をよく聞きますが、キーパーソンがいるだけではだめで、キーパーソンがいなくなると急速に衰退します。ある程度組織体として、集合体として活動していくような取り組みがないと持続的なイノベーションは起きないと考えています。さらに、最後に、なぜ地域イノベーションあるいは地域社会に注目するのかという理由について、「人間の視野」という視点から少し述べたいと思います。なお、補足と参考論文等については資料の末尾に表示していますが、お手元の補足「洋上風力産業による地域産業振興」では大規模発電である洋上風力についても少しだけ言及する予定です。

4. 調査研究の基本フレーム

それでは中身に入ります。この調査研究は主にインタビュー調査と中小企業を対象としたアンケート調査に基づく実証研究のスタイルを採用しています。調査研究の基本フレームは、図表1に示したとおりです。調査研究報告書では、先進地域として、岩手県葛巻町、長野県飯田市および福岡県みやま市の3つを紹介していますが、今回出版した『脱炭素社会の地域イノベーション』では長野県飯田市、福岡県みやま市の紹介をしていますので、今回もこの2地域について紹介したいと思います。

ところで、再生可能エネルギーと同時に語られる新エネルギー、つまり新エネと呼ばれる分野について少しだけ説明しておきたいと思います。新エネには、水素、燃料電池、蓄電池、省エネ、省資源化・再資源化が含まれます。私自身は製造業を担当していますので、最近注目しているのが燃料電池・蓄電池で、特に蓄電池に関する調査研究もいま並行して進めています。また今後進めていくうえで中小企業が取り組みやすい分野としては

図表1 調査研究の基本フレーム



出所：機械振興協会経済研究所（2023）『脱炭素社会における地域産業の再構築』p.2より。

省エネ機器、ここが日本の得意とする分野だと考えています。省資源・再資源化もこれから重要になっていきます。さまざまなものをリユース、リサイクル、あるいはリデュースしていくような仕組みです。

2012年に固定価格買取制度（FIT = Feed-in Tariff）が導入されました。余った電力は大手の電力会社が買ってくれますよということで売電できる、これによって太陽光パネルが普及しました。日本の技術を活かして太陽光パネル自身もビジネスになると最初は思っていました。しかしながら、量産・コストという点では中国に席卷されて、ほとんど中国製品になってしまっています。もちろん、太陽光パネルが普及したことで各家庭の再生エネルギー利用が高まったのも事実です。このFIT導入から12年経った現在、太陽光パネルの老朽化が始まっています。FITの中で大規模な投資をして大規模な発電をしたところは元手が取れた、利益が上がったということで、もうやめるところも出てきています。そのため現在大きな問題となって

いるのは太陽光パネルの廃棄の問題です。特に普及がいち早く進んだ九州エリアではこの問題が顕著になっていきますので、それをどうリサイクルしていくのか、どうメンテナンスしていくのか、貴重な部品が使われている太陽光パネルの部品をどう再利用していくのか、どうやって機能を保持していくのかなど、大きな課題になっています。不法投棄も含めて社会問題化していますので、太陽光パネルは過渡期にあると思われます。

一方で、中国製品に敗れてしまった太陽光パネルですが、いま私どもが外部研究機関と一緒にやっているペロブスカイトという柔軟性を持った日本発の新しい太陽光発電機が注目されています。それと同時にメーカーがこぞって参入しているのがPVガラスと呼ばれる発電ガラスの分野で、これは今後大きなマーケットになっていく可能性が高く世界的にも注目されています。

今日は日本大学の7号館や3号館など立派なビルを見ながら歩いてまいりましたが、このビルの窓全体が発電することになります。透明度もその

ままで、ガラスの中に発電システムを投入するというもので、いまその量産に向けた研究開発が行なわれています。

ペロブスカイトと同時に PV ガラスがビルにインストールされ建物と一体化することによって、高層ビルも含めて大都市全体が発電することになっていきます。これは建設業全体にも大きな影響を与えることになりますし、その施工管理であるとかいろいろな技術や人材が必要になりますので、その意味では脱炭素社会というのは、日本の技術によって新しい産業を創造し成長させるための大きなチャンスとして捉えることができます。そういった中で特に「地域の取り組み」ということが非常に重要になるだろうと考えたわけです。

5. ゼロカーボンシティ宣言都市

(1) ゼロカーボンシティ宣言都市の概要

環境省はゼロカーボンシティに取り組むことを推奨しています。この調査をしたときにはゼロカーボンシティ宣言をしたのは872件ぐらいでしたが、2024年6月28日時点の調査ではすでに1,112自治体が名乗りを上げています。私が住んでいる相模原市もゼロカーボンシティ宣言を行なっていて、宣言を示すポスターが駅前には張ってあります。ゼロカーボンシティの中でも特に地域新電力の課題が注目されていますが、ゼロカーボンシティの具体的な取り組みには7つぐらいの柱があります。すなわち、エネルギーをつくる創エネ事業、再エネ事業、省エネ事業、コンサルティング事業、省エネ診断事業、さらに教育・啓蒙事業、人材育成などです。具体的には、各地のNPOや第三セクター方式でつくった市の会社などが活動体として活躍しています。

また創エネ事業を担う新電力会社には2つのタイプがありまして、マネジメントだけをしているところと、小さいながらも自分たちで発電所を持って実際に発電しているところの2種類です。このタイプの違いによって大きな格差が生まれてきています。端的に申し上げますと、マネジメントだけの新電力会社の経営はとても難しくなっていて、自前の発電所を有しているか否かが事業継続のカギとなっているといった状況です。

(2) 長野県飯田市の取り組み

具体的な例を挙げますと、長野県飯田市では「おひさま進歩エネルギー株式会社」という企業が活

動しておりまして、これは全国的にモデルとなっている企業と言ってもいいと思います。名前に「おひさま」とありますように、太陽光パネルを普及させていこうというのが最初の目的で、事業としては省エネ、創エネ、蓄エネ、コンサルティング、環境学習、その他です。また近年は太陽光発電事業にとどまらず、一昨年あたりから小水力発電の事業にも取り組んでいます。本の中では、なぜ飯田が先進的な取り組みをしているのかということで、おひさま進歩エネルギー株式会社の強みを指摘しておきました。飯田市は環境文化都市への取り組みを積極的に展開してきたところで、環境省の「ゼロカーボンシティ宣言」の中でも早い段階で独自に宣言してきましたし、週れば1996年の「いいだ環境プラン策定」以降、数々の取り組みを進め、2004年におひさま進歩エネルギーを有限会社として設立し、その後、株式会社になっています。私たちは飯田市にもお話を聞きに行きました。市役所の方、企業の方、おひさま進歩エネルギーの方々に話を聞きました。ユニークなのは市役所に「ゼロカーボンシティ推進課」が設置されていることです。そこの課長や係長の方々とお話をしましたが、脱炭素社会について非常に勉強されていて、再生可能エネルギーで地域を活性化して行こうという取り組みのモデルはドイツにあると考えて、ドイツを中心に海外の視察も行っています。そして、飯田市の再生可能エネルギー利用のあり方について啓蒙・教育されているのが京都大学の諸富徹先生です。諸富先生はさまざまな分野で活躍されておられますけれども、最近は特に環境経済学、サーキュラーエコノミーなどの分野で活躍されています。

この諸富先生の発案で飯田市に「飯田自然エネルギー大学」がつくられました。これは社会人の方々が参加できるように週末の夜勉強する塾のような学校です。卒業論文では事業計画書をつくることになっています。全国からさまざまな人が集まって、実践的に自分の地元に帰ったときに再エネ分野でどういう事業をしていきたいのかといったプランを作成するというのが目的です。文科省認可の正式な大学ではなく塾のようなかたちですが、諸富先生が中心になって、市の協力も得ながら、1年半にわたり土日一泊で勉強しています。

このように飯田市は自然環境への配慮であると

か、再エネ関連の産業に対する取り組みに熱心なところですが、もう1つ飯田市が注目されているのが航空宇宙分野です。航空宇宙分野はコロナ禍で少し下火になりましたが、また復活しています。これについても私はコロナ禍前に取材していますが、航空宇宙関係の拠点ということで飯田市には航空宇宙関連の産業クラスターが形成されています。またそれに協力しているのが信州大学です。信州大学は飯田にキャンパスはありませんが、出張事務所的なかたちで試験機などを飯田市に設置し、企業との連携を深めています。

計画が遅れていますが、今後リニア新幹線が開通すると飯田にも駅ができる予定です。そうすると中部圏と東海・関東エリアが一体化することになり、その中で飯田市の存在感が高まることが期待されています。ただ、航空宇宙関係は中部地域に大手重工が集中しているものの、残念ながらその実態は「大いなる下請」です。4年ほど前、飯田市に行ったときは「MRJが飛ぶぞ」ということで盛り上がりまして、聞くほうも答えるほうも「これからは国産だよ」と言っていたのですが、周知のとおり、MRJの計画は頓挫いたしました。しかし宇宙分野のほうは頑張っていますし、経済産業省は2035年ぐらいを目途に中型機構想を打ち出したいと言っています。国産機については、かつてYS-11というレシプロ、つまりプロペラ機が生産され、世界に販売されました。新婚旅行はYS-11で南紀白浜と宮崎を結ぶということで非常に活躍した国産飛行機です。しかしながら、YS-11ができたときにはすでにジェットの時代で、プロペラ機はあまり売れなくなっていました。ゼロ戦をつくった堀越二郎さんたちがつくった旅客機ですが、半官半民でやっていた事業で役所仕事の色彩が強く、あまり商売気もなかったのが、結局、会社は赤字経営で畳むことになりました。しかし、飛ばすことはできたとし、世界に販売もしました。今もどこかで中古機が飛んでいるはずですが、一方、MRJは実機として飛ぶこともできなかったわけです。今度やれば3度目の挑戦ということになりますが、なかなか厳しい状況に変わりはないと思われます。

しかし「大いなる下請」ではありますが、航空機部品に占める日本の割合は高く、世界からも高く評価されていますし、ボーイングの中型・大型

旅客機の35%ぐらいは日本の部品が使われています。そのため私の研究所でも現在、航空宇宙部品産業研究会を実施中で、11月26日には私が企画した講演会を山形市で開催する予定です。

飯田市から話がずれましたが、なぜ飯田市の方々が再生可能エネルギーに対して積極的に取り組むことができているのか、そのベースにあるのはソーシャルキャピタル（社会関係資本）という考え方だと思います。これは今まで経済学から捨象されてきた「資本」で、特に開発経済、途上国を支援していくときの一つの手法として出てきた概念です。ソーシャルキャピタルは、信頼、互酬性（お互いを助け合う）、ネットワークの3つによって構成されています。このソーシャルキャピタルは目に見えない部分がありますが、それがベースになることによって、さまざまな情報の交換が円滑に行なわれ、共通の問題意識が醸成されるわけです。

飯田市だけでも軽く1時間ぐらい話をするのが可能ですが、なぜそういう風土かといいますと、信州・長野県の気質というのがあります。特に飯田には今ほとんど見かけなくなった「公民館」がたくさん存在しています。そして市の職員は最初に公民館に派遣されて、そこで1年、2年担当して、地元の人たちが直面している課題を身近で感じ取って一緒に考える仕組みをつくっています。飯田市をはじめ長野県内に公民館が未だに多く存続していることがソーシャルキャピタルのベースになっているわけです。私がお会いした課長さん、係長さんに「公民館に出ている間に仲間が出世しちゃうんじゃないですか」と聞くと、「そんなことはありません。デスクワークだけでは見えないことが見える。公民館でいろいろ学びましたよ」と皆さん言われます。住民の方々がどんなことを考え、どんな課題で悩んでいるのか、地域の行事をどうやって維持すればよいのか、それをちゃんと学ぶことによって、市はどこをどう支援していけばいいのか、どういう政策をしていけばいいのかということを考えていく、そういう気風があります。

そしてまたソーシャルキャピタルを醸成させた飯田の理由は何かと聞きましたら、「自然が厳しかった。長野県の中でも特に厳しかったからだ」ということです。

「飯田」の語源を辿ると奈良時代の「結田（ゆ

いた)」まで辿れるそうです。「結（ゆい）の精神」というのは日本中にあります。沖縄では「ゆいまーる」と言うそうですが、まさに日本版ソーシャルキャピタルです。「結田（ゆいた）」の「田」は田んぼですから、限られた田んぼをみんなで守っていきましょうという風土が飯田にある。その「ゆいた」が訛って「いいだ」になったと言われてます。そういう長い共同体の歴史や風土が飯田にあるということです。こうして見ていくと非常に面白いんですが、そういった中で、「おひさま進歩エネルギー株式会社」が誕生したわけです。

（３）福岡県みやま市の取り組み

もう１つの事例は「みやまスマートエネルギー

株式会社」です。これについてはも福岡県みやま市に取材に行きました。みやま市では特にメガソーラー事業やバイオマス事業に力を入れていますが、どうやってエネルギー収支の流れをつくっていくかということを真剣に考えています。具体的には外部の専門家による事業評価を実施している点を指摘することができます。

図表２は 2019 年度エネルギー収支決算の流れですが、これは東京海洋大学の先生に試算していただいたものです。再生可能エネルギー、特にエネルギー収支という視点を厳密に打ち出したという点では、みやま市は非常に先進的であり、この本の中でも触れましたが、環境、エネルギー、資

図表2 みやまスマートエネルギー(株)のエネルギー収支決算の流れ



出所:同市提供資料より。

源に対しては強い倫理観が必要であると同時に、おカネがないと生活できないし、誰も言うことを聞きません。論語だけ唱えても生活はできない。しかし算盤だけやってカネ儲け主義になっても事業は続かない。結局は論語と算盤のバランスが重要で、そういう点では、みやまスマートエネルギー株式会社は、算盤勘定もしっかりやりながら、再生可能エネルギーを継続させるための倫理観の醸成に努めていると言えるでしょう。

以上紹介した飯田市とみやま市の取り組みには共通した点があります。それは、市の政策として会社をつくり、「市長が代わっても、その方針は変わりません」という宣言を行っている点です。つまり取り組みの持続性を持っているということです。市長が代わると中身がころっと変わる、それではだめで、持続可能性を持たなければいけない。「これはこの市が進む一つの道ですよ」ということを両方の市ともテーゼとして宣言していますので、市長がいくら代わっても、この事業は継続されていくということです。そういう方法を採用しているところに両市の強みがあると言えるでしょう。

6. 小水力発電の事例

次に中小製造業による小水力発電の取り組みを紹介したいと思います。伊賀良井マイクロ水力発電は飯田市の中で取り組まれている事業で、株式会社マルヒという中小製造業も参画しています。この企業にも取材させていただきました。飯田の中で航空機部品で活躍している多摩川精機株式会社という有名な中堅企業があります。そこからのいろいろな部品の下請として活躍しているのがマルヒさんで、身近なところではホームドアやエレベーターなどのユニット部品製造がメインですが、小水力発電の発電機を自前でつくる取り組みもされています。モーターをつくるのと発電機をつくるのはある意味同じなわけで、農業用水とかいろいろなところに設置できるマイクロ発電を手がけていますが、私たちが行ったときにはまだトライ、挑戦の段階で、収益を上げるまでは至っていませんでした。しかしながら、スマートフォンで稼働状況を見れるようにしていると、啓蒙活動もいろいろ行なっておりました。ところで、お話を聞くと、残念なことに理科系の専門家として小水力発電を工学的にずっと研究されている方は

日本にはたしか4人ぐらいしかいない。それだけ見放されてきた分野なんですね。大規模なダムの発電とかタービンは重電がやっていますが、小水力発電はほとんど見向きもされてこなかった。なお、飯田市ではほかにも小水力発電事業をしていますが、その発電機はイタリア製でした。取材を通じて再生可能エネルギーを地域のビジネスとして、事業として展開していこうという取り組みは欧州の先進地域と比べると日本は30年ぐらい遅れているといった印象を持っています。

しかしながら、小水力発電への取り組みということでほかにも事例を調べると、いろいろな企業が少しずつ入ってきているのも事実です。実は小水力発電は中小企業が取り組みやすい分野なのですが、そこにはいろいろな条件が必要になってきます。それをまとめてみたのが図表3です。

まず、機器に活かせる設備や技術を有していること。マルヒさんはそういったものを有しておりました。2番目は、その中小企業がいる周辺に小水力発電に適した場所があるかどうか。そこで実証実験する「機会」が得られること。河川の管理は厳しいですから、ちょっと使わせてくれなんてことはできない。条件を揃えて承認してもらわないと、試験機のテストなどもできないということになります。3番目の共同での参入が可能なことというのは、1社だけでは難しい部分がありますから、産学連携あるいは産学官連携が必要です。4番目のコーディネーターとしての役割を果たせる「学」が存在していることですが、マルヒさんの場合も大学の先生がリードしてくれた、ほんとに少ない専門家の1人が支援してくれたということです。信州大学にもそういう専門家の方がおられますが、5番目の条件はその「学」との地理的・社会的近接性があることが大事です。オンラインやメールはあるとしても、離れていれば意思疎通や情報の交換がどうしてもうまくいかない。「ちょっと先生、ここどうしたらいいんですか」と車でさっと行って相談できるような、そういう距離が必要です。フェース・ツー・フェースで問題について語らったり、一緒に作業をしていく、そういう近接性が重要になります。6番目の条件はその中小企業が大手企業の分工場的にやってきたものではなく、地場の企業であることも大事です。分工場の場合は意思決定能力を持っておりませ

図表3 中小製造業の小水力発電市場への参入条件

条件①:機器に活かせる設備や技術を有していること

条件②:当該中小企業の地域に小水力発電に適した「場」があり,そこで実証実験する「機会」が得られること

条件③:共同での参入が可能なこと

条件④:コーディネーターとしての役割を果たせる「学」が存在していること

条件⑤:また,その「学」との近接性(地理的,社会的)があること

条件⑥:当該中小企業が地域企業であること

条件⑦:小水力による発電事業全体を長期的な視点で捉えていること

出所:機械振興協会経済研究所(2023)p.21より。

ん。本社に倣えですから、「撤退しましょう」と言えばすぐいなくなる。地場で活動してきた企業は仕事場と生活と教育が一体化していますから、そこで生きていかざるを得ない。そういう宿命の中で活動していることが重要です。最後の7番目の条件はマルヒさんの事例のように小水力による発電事業全体を長期的な視点でとらえていることが大事だということです。

7. バイオマスボイラーの事例

もう1つの事例はバイオマスボイラーです。バイオマスには発電と熱利用があります。地熱発電では、地熱で発電して電力を利用する場合と地熱の熱をそのまま有効活用するという2つの方法があります。バイオマスの場合も、特に木質系の間伐材であるとか産業から出た廃棄材を燃料にして燃やして、その熱エネルギーを直接使うか、タービンを回して電力に換えるかという方法があります。バイオマスボイラーというのは熱エネルギーをそのまま活用していこうという手法です。

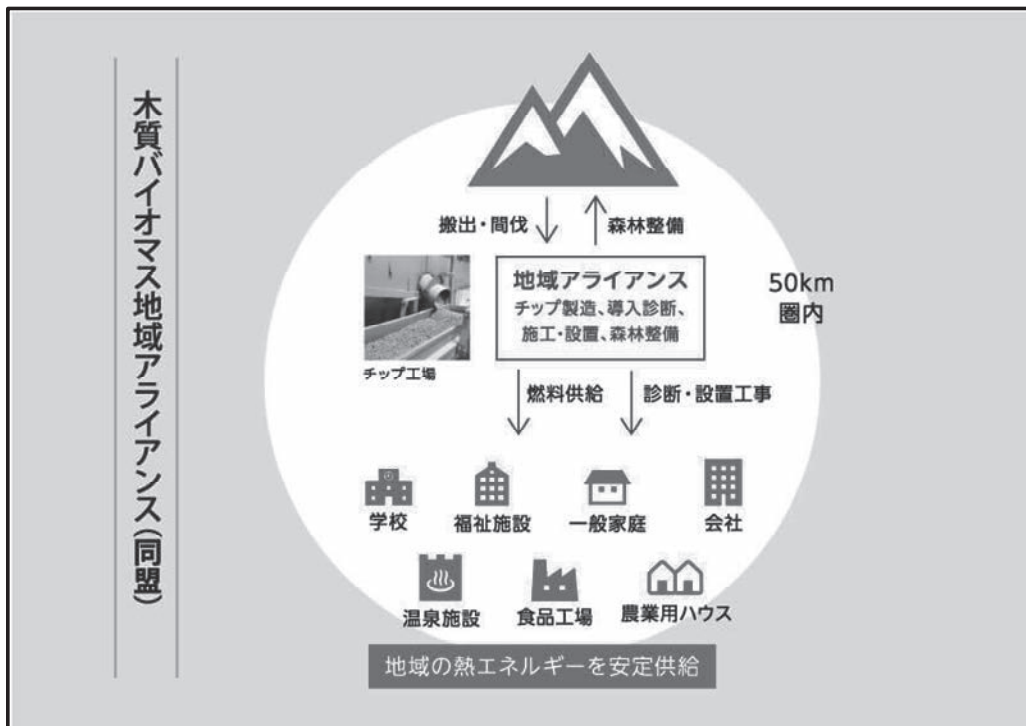
「(一社)徳島地域エネルギー」という活動体が木質バイオマス地域アライアンスという考え方に取り組んでいます。この団体では、神戸市郊外にバイオマスボイラーの研修施設を設立しています。これは「バイオマスラボ」と呼ばれ、図表4

に示したような木質バイオマス地域アライアンスのスキーム(概念図)を持っています。

ボイラーだけあっても何もできないので、アライアンスを組んでいかなければいけない。まず森林設備が必要になります。そこから伐採して搬出する。また、燃料供給、診断・設備工事ということで地元のいろいろな企業ともかわりを持っていかなければいけない。そして利用者としては学校、福祉施設、一般家庭、会社、温泉施設、食品工業、産業用ハウスなどが熱を活用します。ここに50キロ圏内と書いてありますが、まさに近接性の中でこうした「クラスター」をつくらないと実現しないのです。

バイオマス発電とかバイオマスボイラーとか、そういうものが試験的に全国に建設されたことがあります。しかし、試験が終わったらほったらかしです。アライアンスを組んでいませんので、燃料であるものを供給できない。その仕組みがないわけです。試験のときはみんなで集めて燃やせばいいということでやっていただけても、それはちゃんとした流れになっていない。食物残さを利用した、われわれが食べて残したものを燃やす場合もそうですし、畜糞の場合もそうです。私は「静脈のサプライチェーン」と呼んでいますが、そう

図表4 木質バイオマス地域アライアンスの概念図



出所:同団体 HP より。

いう供給のシステムをしっかりつくらなければ、バイオマスボイラーであるとかそういったものを利用した発電などは機能しません。立派なプラントをつくっても何の役にも立たないわけです。さらにその供給システムをいかにコストダウンしていくかという工夫をしなければいけない。間伐材の伐採コストを抑えてやるにはどうしたらよいか、そういうノウハウを日本はまだ持っていません。30年遅れています。

実はこのアライアンスの仕組みは徳島地域エネルギーの方々が独自に考えたのではなく、オーストリアの企業から学んだ仕組みで、バイオマスボイラーもオーストリア製です。ロシア・ウクライナの戦争が始まったことによってドイツでは大変なエネルギー危機が起きて、冬をどう乗り切ろうかという中で、バイオマスボイラーの世界的な拠点であるオーストリアからドイツへの供給が始まりました。2年前、ドイツはオーストリア製のバイオマスボイラーを大量に買って、薪を燃やして暖をとることに切り換えています。徳島地域エ

ネルギーでもこれを導入して、すでに普及を始めています。最初2012年のころは代理店として活動していました。しかし、代理店としてやるだけではだめだ。アライアンスをつくっていかねばいけない。そのためには交流をしなければいけない、研修所をつくろうということで、神戸に研修施設をつくったわけです。

写真1は私が撮った写真ですが、敷地内にある乾燥設備で、奥に窓が見える建物が研修所、バイオマスラボです。手前のほうにあるのは間伐材を乾燥する機械とかそれを燃やす機械を並べているところです。準備中でしたけれども、こういった作業が必要になります。写真2はオーストリアのイータという会社が提供しているバイオマスボイラー製品の一例ですが、同社はこうした製品を世界に供給しています。

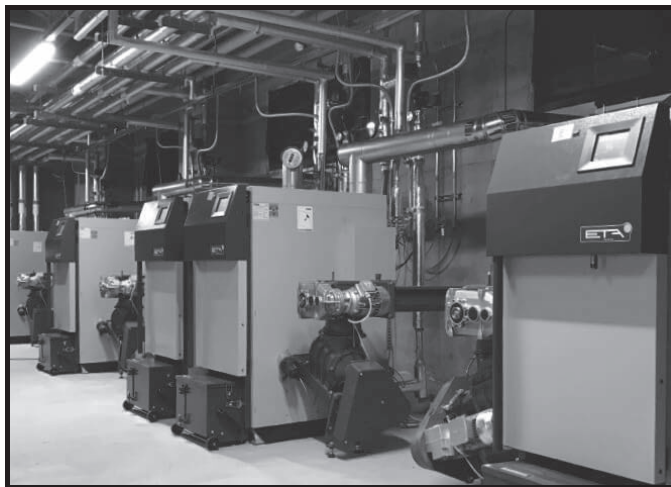
このようなアライアンスという仕組みをしっかり持って製品を提供していくという取り組みは残念ながら日本企業では行われていないのが現状です。小水力と同じように、あまり注目されてこな

写真1 バイオマスラボの外観(手前:敷地内にチップ乾燥設備,奥:バイオマスラボの建物)



出所:機械振興協会経済研究所(2023)p.36より。

写真2 イータ社のバイオマスボイラーの外観例(同社HPより)



出所:機械振興協会経済研究所(2023)p.37より。

かったわけです。そんな儲からないだろうということではあったらかしになっていた分野です。そういったところをヨーロッパは一つひとつちゃんとやってきた。それは「いかに自然のエネルギーを使うことが大事か」ということを彼らは身に沁みて感じているからです。

以前、デンマークに行ったときに、ステファン・スズキさんという方に取材させていただきました。その時、彼は私に「北嶋さん、デンマークは

小国です。何をおさえておかねばならないか」というと、第一に食糧、第二にエネルギー。そして第三に教育です。この3つを外に頼んだら国は危うくなるのです」と教えてくれました。今盛んに経済安全保障やエネルギー安全保障が言われていますが、日本の食糧自給率やエネルギー自給率はどうなっているのかを見たときに、このデンマークの考え方は非常に参考になると思いますし、ヨーロッパは紛争・侵略の歴史ですから、「い

図表5 チップボイラー50W(コンテナ型850~1,000万円)の計算例

輸入価格 仕入代	約 250 万円~300 万円	⇒これだけが海外へ
付加部品	100 万円	⇒日本国内へ
工事費・設定費	300 万円	⇒地元へ
費用削減 15 年	1,200 万円	⇒設置者へ
燃料購入費 15 年	1,500 万円	⇒チップ事業者へ
メンテナンス 15 年	300 万円	⇒メンテ事業者へ
CO2 削減 15 年	6,046 円×50t/年 450 万円	⇒ 社会へ

出所:羽里信和(2022)「木質バイオマス総合講座:その1里山を宝に、薪ボイラーからチップボイラーまで」に基づいて作成。

かに自国を自前で守るか」という精神構造が根強いわけです。日本は「買ってくればいいだろう」ですから、それがこういうシステムの発展の違いということになります。もちろん日本のボイラーには優れたものがたくさんあります。しかしそれは化石燃料用のボイラーが殆どで、再生可能エネルギー用は少ないのが現状です。

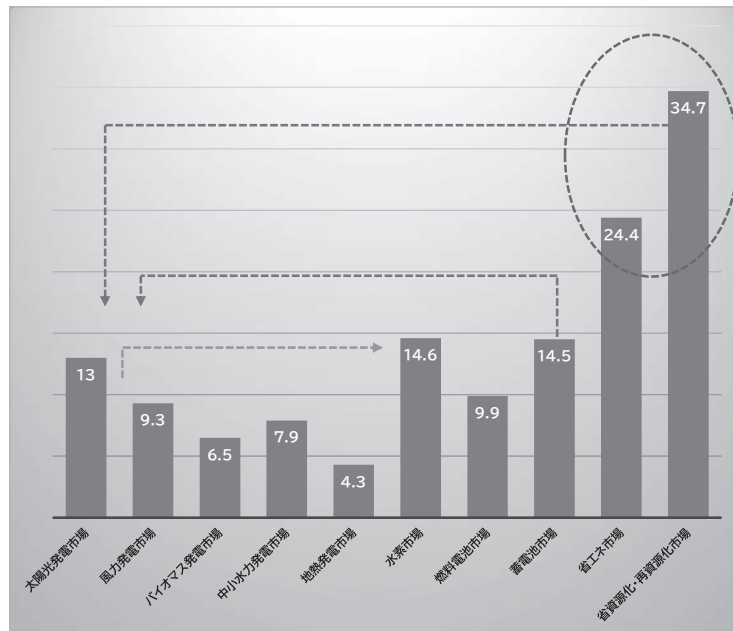
図表5に示したように、ここでもちゃんとビジネスモデルをつくってあります。50Wのコンテナ型1000万円のチップボイラーを導入したときには、輸入価格仕入れ代が250万円から300万円かかりますが、これはイータ社に行くお金ですよ。付属部品は100万円で、これは日本国内へ。工事・設定費もアライアンスを組めば地元企業に流れます。費用削減が15年で1200万円ですが、これも設置業者に行くということです。メンバーを揃えていけば地元にカネが入りますよ。CO₂削減効果を15年間続けていけば、それは社会に還元されるものですよということになります。この算定式はバイオマスラボの所長さんから教えていただいたものですが、ここでは「木質バイオマス総合講座」を開きながら、徐々にバイオマスボイラーのアライアンス形成のための研修を始めています。

8. 中小製造業の脱炭素市場への対応状況

次に中小製造業の脱炭素市場への対応状況について紹介します。私たちは2年間かけてアンケー

トを実施し対応状況をまとめました。その概要を示したのが図表6です。この図表からわかるように、中小製造業の参入状況では「省資源化・再資源化市場」が最も高く、次いで「省エネ市場」となっていますが、「再エネ市場」への関心はあまり高くないといった結果を得ました。一方、今後は太陽光パネルの老朽化や廃棄に伴って「再資源化市場」が成長する可能性がありますし、太陽光・風力による水素精製、再エネの安定供給に向けた定置型蓄電池の開発などでも再エネ分野と新エネ分野の連携が予想されます。しかし、バイオマスとか中小水力はそれほど高くはありませんでした。ここで矢印を見ていただきますと、太陽光発電はこれからリニューアブルしていかなければいけない時期になります。そこでは省資源化という技術が応用できると思います。蓄電池では私どもも外部のシンクタンクと一緒にやっていますが、リチウムイオン電池は車載用に普及しましたし、これからさらに進化していくでしょう。しかし、再生可能エネルギーの地産地消型にしる、風力発電にしる、重要になるのは定置型蓄電池です。この定置型蓄電池で電気をプールしておいて、不安定な電力事情を安定化していく。メガソーラーの場合もそうです。風と太陽は一定しておりませんので、それを蓄電池によって安定供給していく。そのためのプールが必要になります。送電の中でもそういった仕組みを導入していくことが行なわれ

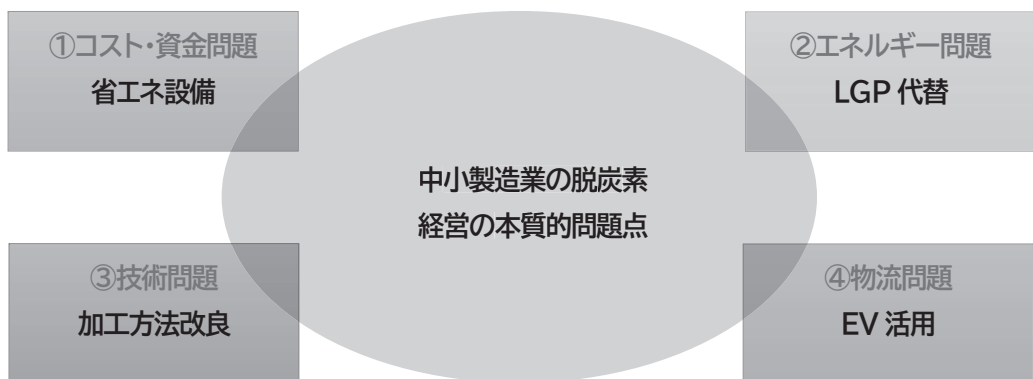
図表6 中小製造業の各市場への参入状況(予定含む,%)



注:太陽光発電市場から地熱発電市場までの比率は平成 21 年度調査結果、水素市場から省資源化・再資源化市場までの比率は平成 22 年度調査結果による。

出所:機械振興協会経済研究所(2023)p.73より。

図表7 中小製造業における脱炭素経営の本質的課題



出所:機械振興協会経済研究所(2023)p.74より。

ています。車載用のマーケットが世界市場の 7 割ぐらいを占めているわけですが、3 割の定置型蓄電池も世界規模で見れば大きなマーケットですので、日本が得意とする分野だろうと考えています。

次に自由記述回答を共起ネット分析した上で中小製造業の脱炭素経営にとっての本質的な課題を整理しました。その結果が図表 7 です。

この図表が示すように、まずコスト・資金の問

題では、省エネ設備投資支援ということで国が支援していくことになると思います。技術的な問題では加工方法の改良です。これは最近大手も取り組み始めています。先日ホンダのニュースを朝やっていました。EV シフトが始まっていますが、その中で注目されているのが軽量化で、車体の軽量化、エンジンの軽量化、部品の軽量化です。これまで複数の金型でつくっていた部品を流し込みで一体成型することによって重量を軽くするような手法が出てきています。加工方法をこれからどんどん工夫していくことが中小製造業にも求められる。その後テレビに出ていたのは中小の鋳物工業の社長さんでしたが、「いままではこれとこれとこれを納めて、あとは組んでくださいだったけれども、これからは一体成型で納める技術を持たないとわれわれは生き残れない」と言っていました。

ほかにも例えば切削で削ると鉄の屑が出ますから、それをまた利用しなければいけない。場合によっては廃棄しなければいけない。であれば、金型をつくりプレスしてしまう方が安く済むかも知れない。つまり加工方法の改良というのが中小製造業の脱炭素経営にとっては重要になるということです。それは工程の短縮化にもなりますし、使われる電力消費の削減にもつながります。エネルギー問題では液化石油ガス（LPG）に代替するようなものも使っていかなければいけない。これも課題です。物流問題ではEV を活用していかなければいけなくなるのかなという悩みを持っています。搬出・搬入、トラック輸送のところで排ガスを出していれば脱炭素経営ではないよねとカウントされてしまいます。そこらへんのインフラを含めたところは一企業ではできない。これらは全て中小企業政策の課題と言えるかと思います。

9. コレクティブ・インパクトと活動体について

ここで考え方を少し整理しますと、地域産業の再構築に必要な概念として注目されているのがコレクティブ・インパクトという考え方です。地域政策というだけではなく、NPO 的な社会課題解決型の活動を支える概念です。コレクティブ・インパクトは「多様なセクターの重要な主体が集団として共通の計画に対して行うコミットメント」と定義されますが、共通のアジェンダ、共有された評価システム、相互に強化されるような活動、

継続的なコミュニケーション、専門のバックボーン支援という5つの要素でできています。

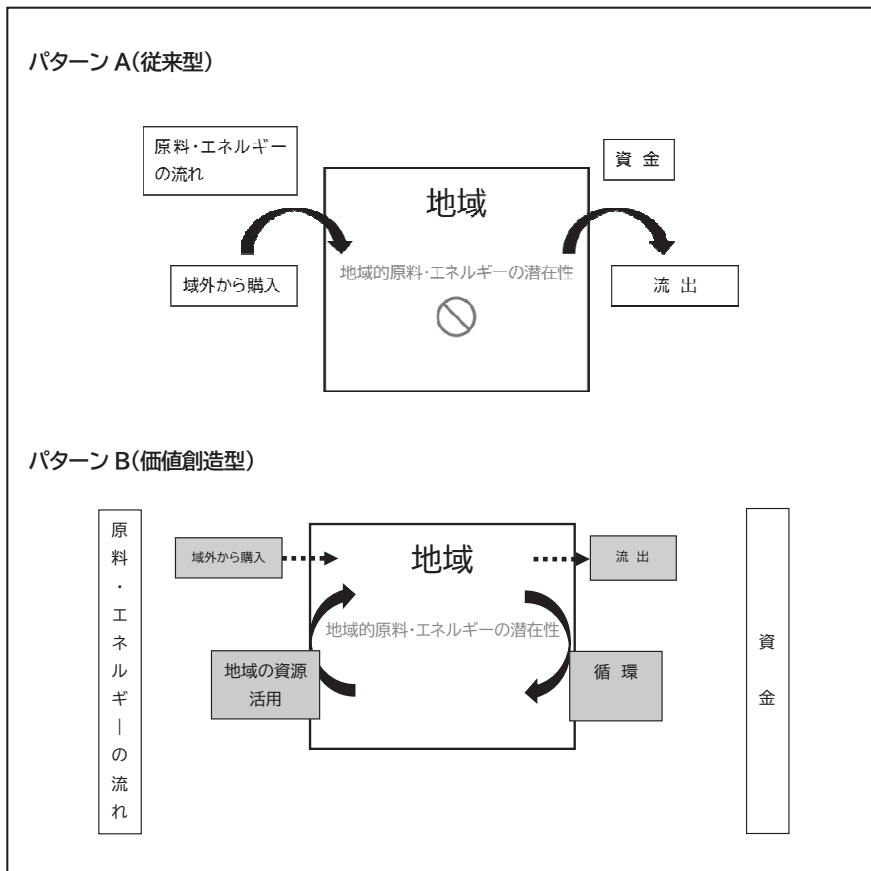
コレクティブ・インパクトを自前でやってきた企業として全国のモデル都市になっているのは岡山県の真庭市で、バイオマス発電によって評価されているところです。「21 世紀の真庭塾」というコレクティブ・インパクトの拠点をつくり、最初は外から講師の方を呼んで勉強して刺激を受けながら、自分たちの将来を自分たちで考えていく。市の職員だけでなくいろいろな方々が集まって課題解決のためのビジネスモデルをつくり上げ、バイオマス発電プラス観光も行っていこうということで、「バイオマスツアー」も企画しています。

地域産業の再構築に向けて、活動体という考え方がありますが、活動体というのは「キーパーソン」よりも強い推進力を持つとされていて、7つのポイントがあります。以下、笹野尚先生の『産業クラスターと活動体』という本の中で述べられていることを紹介すると、

- ① 地域産業の活性化には活動体が必要であり、複数あってもよい。
- ② 活動体は定期的に「勉強会兼作戦会議」を続ける必要がある。
- ③ 地域外の人的ネットワークを形成する必要がある。

これはネットワーク論でもよく言われていますが、閉じたネットワークが開いたネットワークになるということです。結束の固いネットワークは非常に強固であり、何かの目的に向かっていくときには非常に達成感がありますし、達成率も高い。しかし、大きく社会が変化したときには、それが逆に足かせになる。そのネットワークを1 回開いて外の空気を入れて中を改善・改良しなければいけない。つまり、構造的空隙（structural hole）という隙間をつくります。外部の知識を入れ込むことによって、内部に変化をもたらすということです。実はイノベーションの基本はまさに異なるものの結合で、これはヘテロロジーニクスです。ヘテロロジーニクスでなければ変化は起きない。そこには葛藤や争いが一時的に起きます。しかし、それによってイノベーション、次に向かうわけですが、同質であるホモロジーニクスでは中の結束は固いけれども変化は起きない。周りの環境が変わっても変化しませんから沈んでいくことになります。イノ

図表8 地域におけるエネルギーの流れ



保坂 稔(2022)『再生可能エネルギーを活用したドイツの地方創成とその理念』(新泉社)p.35を参考に作成。

まモデルはシュタットベルケというドイツの考え方に学びながら、日本的な取り組みをしているということです。ドイツでは自分たちでエネルギーをつくり、そこで出た余剰価値を地域の政策に回していく。いかに電力の消費を抑えるかだけではなく、財源にしていく仕組みができていくわけです。その考え方のベースには地域のコミュニティがドイツでは盛んであるということです。その典型がサッカーチームです。

私も昔、ヨーロッパに取材で行かせてもらったときに、デンマークやドイツでは、金曜日になりますと仕事は4時ぐらいで終わって、あとは地域の活動や家の活動に入る。昼ぐらいからいなくなる人もいます。日本に比べて労働時間のわりには競争力が高い。週休2日ではなく、金曜日の午後も含めて2.5日ぐらい、仕事以外の自分の趣味や

地域のために使えるという環境があります。そのようなドイツやデンマークの生き方がシュタットベルケを醸成させていると思います。

では、最後になぜ地域社会が重要なのかという話をいたします。1972年にローマ・クラブから「成長の限界」という本が出ました。ローマ・クラブというのはスイスの企業がつくった世界の有識者を集めた研究機関で、世界で初めてシステムダイナミクスというプログラムを使って「地球が今後どうなっていくのか」を予測したものでそれに基づいたレポートです。「このまま行くと、食糧やエネルギーや水が足りなくなっていくよ」ということをシミュレーションしたレポートで、世界に衝撃を与え、日本でも1年後に翻訳が出ました。

そして、この「成長の限界」の中で書かれているのが人間の視野の多次元性で、段階がいろいろ

ありますよということです。空間的な次元と時間的な次元があって、われわれの視野は大体、時間的には来週あたりまでだろう、空間的には家族のことだろう。ちょっと広げても、時間的には数年先、空間的には近隣・職場・まちぐらいかなということです。そうしますと、地球がどうなるとか、脱炭素がどうでとか言われても、ピンと来ない。地球の問題はわれわれにとって空間的にも時間的にも非常に遠いところにある課題なわけで、地球が将来どうなるかなんて分からない。

ところで、実はこの本が出た1970年あたりに井上陽水さんが「傘がない」という歌を出しています。当時、私は中学生でこれを聞いたとき、意味がよく分からなくて不思議な歌だなあと思いましたが、最初の歌詞では「都会では自殺する若者が増えている」から始まって、でもきょう自分は傘を持っていない。彼女に会いに行くのに濡れてしまう。どうしようと言っています。そして2番目の歌詞では、テレビでは日本の将来をいろいろ議論している。でもいまぼくは傘がないんだ、どうしようと歌っています。つまり、われわれは空間的・時間的に先にあることより、いま傘がなくてどうしようという身近なところにしか視野が向かない。そこで考えたのが、マクロとミクロをつなげる中間にあるのが「地域」ではないか。地球環境問題というよりも、足元の地域の環境をどうしようかということぐらいだったら、距離的にも時間的にも取り組みやすいのではないか。個人と地球をつなげようと思っても、あまりにも距離があり過ぎて難しい。井上陽水さんがそれを分かって歌っていたかどうかは分かりませんが、「どんな社会問題よりも、自分は彼女に会うために濡れないで行くにはどうすればいいか。傘がないことが最大の悩みだ」と言っているわけです。そう考えると哲学的な歌だなあと思います。

最後に、補足として、大規模電源的には洋上風力についても私は研究しています。12月にはその報告をしなければいけませんし、今回日比野先生からこれとは別に論文を書いて！と言われたので、洋上風力について書こうかなと思っております。また「古くて新しい小水力発電」と書きましたが、実は120年前には小水力発電は全国にありました。電力会社も小さな町にあったわけで

す。それが集約化されて、いまの9つの電力会社になった。昔はまさにマイクログリッド、地産地消型の電源を私の田舎でも持っていましたし、飯田も飯田鉄道を走らせるための電源を水力で持っていたり、山の中にもおらが村の電力として発電所をつくっていた。それは火力だったり水力だったりした、そういう時代がありました。だから小水力発電というのは古くて新しい電力で、それについても論文を書かせてもらいましたので、ホームページでごらんいただければと思います。

もう1つ補足として紹介したいのは、洋上風力産業は地域産業振興と密接に絡まっていくということです。特に5メガ以上のクラスになりますと、サプライチェーンが必要になってきます。風車1基に対して何万点もの部品が必要になります。ここには電力関係、制御、情報システム、全て入ってきます。機械金属にとっても重要になります。設置に関してはSEP船などのさまざまな作業船が必要になります。いま洋上風力は海洋開発産業になりつつあります。つまり、造船業もこれに向かっている。特殊船が必要になります。何か月も工事現場で安定供給できるような運搬船が必要になります。造船業界も洋上風力関連に参入しています。さらに最近は商社も動き出したので、日本でも日本海沿岸を中心にたくさんの洋上風力がこれから建設されていきます。幸い私の田舎秋田県はその先端を行っていて人が足りないと言われているようですので、これからは人材育成が不可欠になります。そのために是非、日本大学でも「再生可能エネルギー学部」をつくって、洋上風力人材を養成できるようにいろいろな教育環境をつくるべきではないかと思います。実際、海外の大学ではつくり始めていますし、秋田大学でもそういった講座を持ち始めています。これからこういった面に必要な人材育成が本当に重要になっていくと思います。長崎県では訓練施設もつくり始めていますし、長崎洋上風力クラスターもできています。

雑駁な話で長くなりましたが、以上で終わらせていただきます。

ご清祥いただき、ありがとうございました（拍手）。