

環境問題解決のため研究および教育のあり方

- エネルギー・社会経済システム全体を考慮に入れて -

経済学部観光政策学科

朝日幸代

1. はじめに

近年、地球温暖化問題や石油資源の枯渇、ゴミ処理における環境負荷の問題など様々な環境問題が、国内外の社会問題になり、解決するための方策が求められている。なぜなら、環境問題の多くは人間の経済活動が引き起こし、さらにそれが環境変化をもたらす、再び経済活動にも深く影響をもたらすようになってきているからである。特に地球温暖化や酸性雨、海洋汚染等をはじめとする環境問題は、エネルギー資源を大量に消費する人間の経済活動が根源的な原因になっている。

環境問題を解決する方策として、環境保全と経済発展の両立が可能な循環型社会を構築するために消費者や企業、政府それぞれが環境問題に対する意識を高め、環境保全活動を積極的に取り入れる必要がある。企業サイドには汚染物質を出さないために、生産プロセスの見直し、環境負荷の少ない原材料への転換、汚染物質になる製品のリユース、リサイクルを含め数多くの取組みがなされている。また、消費者に対しては環境負荷の少ない生活スタイルへの転換、環境へ配慮した商品の購入など市民レベルでも取り組まれてきている。また、行政も、国や地方自治体を中心となって積極的な施策が行われてきている。

このような取組みの中で、さらに社会を構成する個々の人々に環境問題を根付かせるためには、環境問題の根本原因であるエネルギーに対する広範囲な研究を行い、より多くの情報を提供することが必要である。さらに、将来を担う世代に対する学校教育の中でも、環境だけでなく、エネルギーを理解してもらえらる仕組み作りが必要とされている。この全国規模の取組みとして、経済産業省資源エネルギー庁による(財)社会経済生産性本部・エネルギー環境教育情報センターのエネルギー教育調査普及事業がある。これは、小、中、高等学校にエネルギー教育を積極的に行う学校を実践校として、助成をしながら支援する一方で、高等教育においても、地域のエネルギー教育に関する研究や実践を行うための組織作りそしてそこでの積極的な取組みや活動の中核となる大学を地域拠点大学として選定し、教材・資料などの提供や研究・実践のための研究会活動を行っている。筆者は、この地域拠点大学の研究会を3年間にわたり行った経験と、環境とエネルギーに関する分析・研究を行ってきたことを踏まえ、ここでは、環境問題問題解決のため研究および教育のあり方をエネルギー・社会経済システム全体を考慮に入れて行う重要性を紹介したい。

2. 環境問題解決のための研究のフレームワーク

環境負荷を改善させるためには、既存のエネルギーや環境技術をどのようにして取り入れるとよいかということ、工学・経済・社会等の幅広い視野から検討して、様々な分野の研究者の知恵と知識の共有化によって、持続可能な成長となる社会経済への枠組みづくり進められている。特に、環境問題の重要性が発展途上国内部でも広く認知されはじめ、国際的な取組みにも発展しつつある。

筆者は、三重県の委託研究として(財)国際環境技術移転センター(Icett)における四日市公害について定量的に環境政策と経済の両面を分析するプロジェクトに参加した。この研究は、高度経済成長期の日本の公害を分析することによって、今後の発展途上国における環境問題への取組みに対し有用な提案、助言をするものである。そのため、環境被害を引き起こす状況に至った過程を行政、企業、住民それぞれの取り組みを検討し、さらに、コンビナート企業から排出された硫酸化物がどのように拡散されたかを拡散解析モデルで分析し、環境被害を算出している。その上で、公害防止投資や地域経済発展を計量経済モデルで政策シミュレーションを行

い、環境保全政策のあり方を検討している。硫黄酸化物による人的被害は累積的に増大する傾向があるため、早期に環境保全政策に取り組むことが重要であることを示した他、総量規制を守るために設置された排煙脱硫装置が、硫黄酸化物の総量を激減させ、大気環境を大幅に改善させたことを数量的に示した。さらに、もしこの排煙脱硫装置を早期に設置できたならば、大幅に被害がくい止められたことを明らかにした。この研究のフレームワークが図1である。

さらに、中国の天津市を例にとり、中国の主要なエネルギー資源である石炭に含有する硫黄酸化物による大気汚染を分析した。この大気汚染の問題における解決の1つは、四日市公害の研究で指摘したように硫黄酸化物を除去する排煙脱硫装置を設置することである。しかし、排煙脱硫装置は高価格であり、水資源、電力などランニングコストも必要とする。このことにより、中国の工場では排煙脱硫装置の設置がすすんでいない状況にある。この中国における研究は排煙脱硫装置を稼働するための誘引が環境側面以外にも必要であることから、排煙脱硫装置稼働した際の副産物である脱硫石膏に着目している。脱硫石膏はアルカリ土壌の農耕地の土壌改良剤として利用できる。つまり、排煙脱硫装置を設置することによって、大気環境を改善し、大気汚染による患者数の減少、および疾患の低減による医療費の低減などの経済的負担を減少させる効果と、排煙脱硫装置稼働によって得られた脱硫石膏でアルカリ土壌を改良し、農産物生産を増加させる効果という2つの経済効果を求めることできる。この天津市の研究のフレームワークが図2である。

図1 環境に配慮した開発政策の有効性（四日市市における研究）分析のフレームワーク

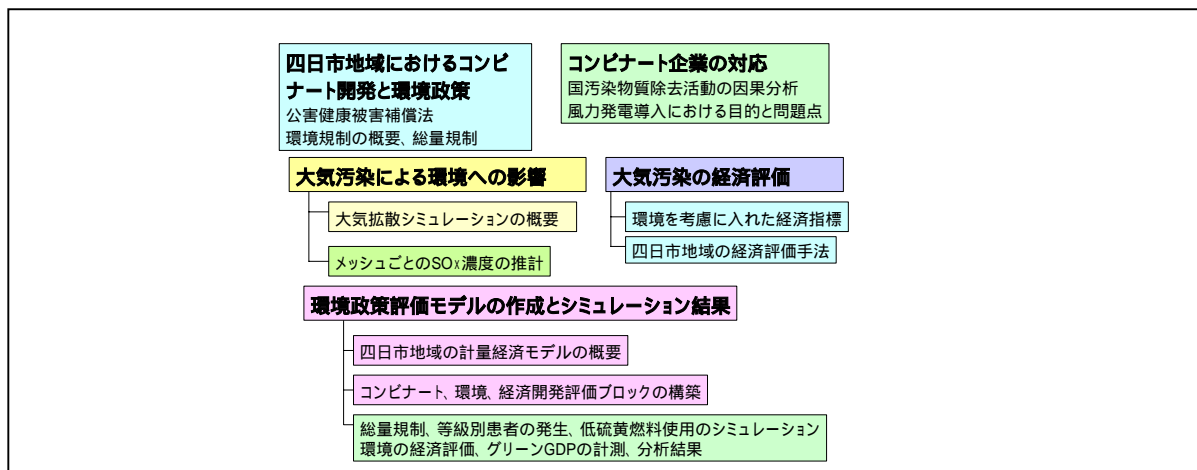
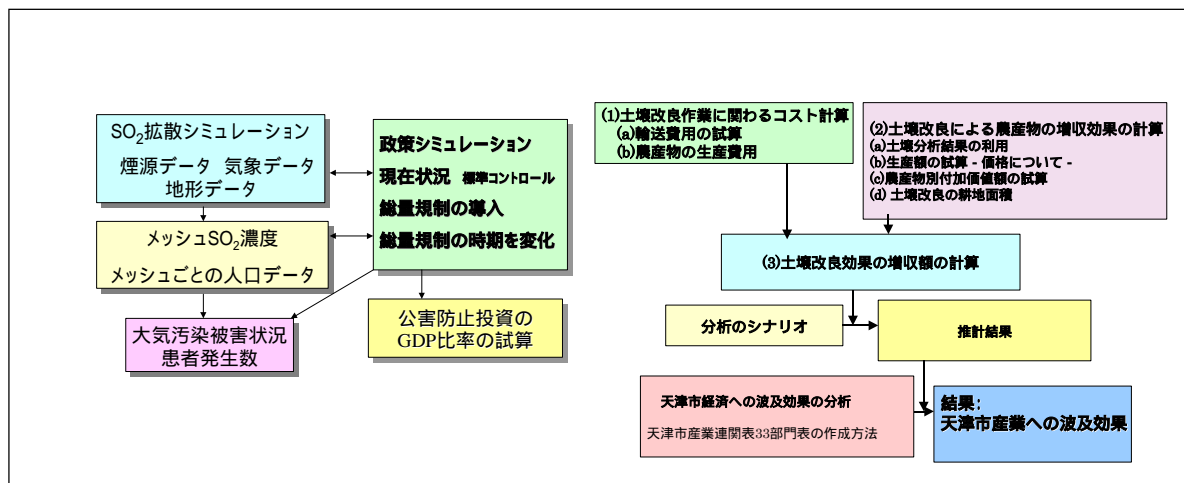


図2 脱硫副産物の有効利用に関する研究（天津市における研究）分析のフレームワーク



いずれの研究ともエネルギー資源がどの程度使用され、エネルギー資源に含有する硫黄分を計測しながら、公害防止設備の利用状況を調査し、さらに硫黄酸化物が大気中にどの程度拡散するか、それによる被害状況を検討するものである。そのため、被害をなくすための政策を把握することができる。エネルギー資源の利用から、環境負荷物質にいたるまでの過程の中で、環境保全の取組みがどのようにするとできるか、エネルギー資源の代替も含めた対策はどのようなものが適切であるかを数量分析結果として示すことができるか等が今後の環境保全対策として必要である。

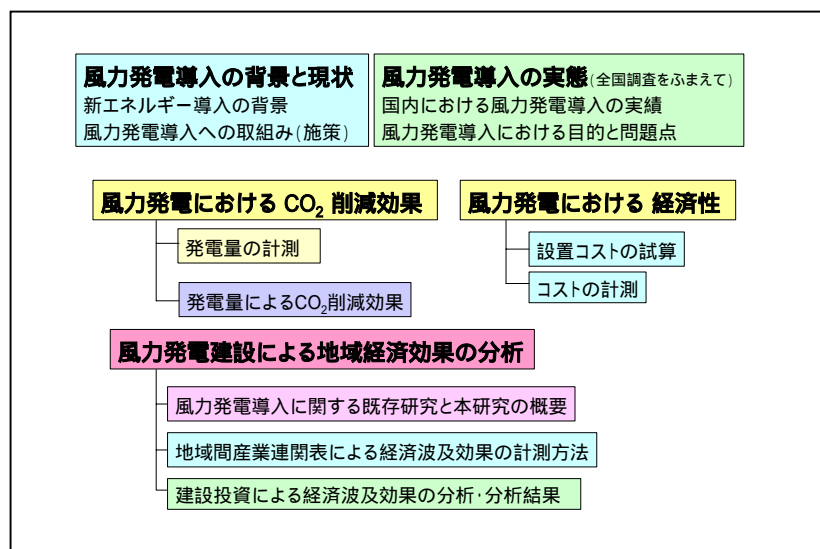
3. 新エネルギー利用と二酸化炭素削減の研究のフレームワーク

次に、無尽蔵で枯渇の心配のない自然エネルギーを活用する風力発電による自然環境の有効利用と地域の取組みと、その経済性を考慮に入れながら、二酸化炭素削減といった環境保全への適用事例研究を紹介したい。

この研究は、全国の風力発電設備の調査結果や既存研究方法を用いて分析したものである。まず風力発電の現状を概観し、風力発電導入の目的や問題点を取りまとめた。次に風力発電量とその発電量によるCO₂削減効果と風力発電の経済性について分析し、風力発電建設における地域経済への波及効果を雇用面も含め試算した。この分析のフレームワークは図3に示した。

風力発電導入促進における政策と法制度の整備によって、風力発電導入は2001年以降急速に進んでおり、現在はRPS法などで電力会社が自ら風力事業を行う取組みも増えている。風力発電による環境面への貢献としては、平成14年度の風力発電量は石炭火力で17万t、石油火力は12万t、LNG火力では10万4000tものCO₂削減に値する。石炭火力のCO₂削減は発電量の多い東北地域が63kt-C/年であるため日本全体の風力発電によるCO₂削減量の36%を占める。また、発電コストの計測結果は16.1~22.7円/kwhとなった。これは、2001年の総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会の試算事例に近い値である。他の代替エネルギーと比較すると風力発電の発電コストはやはり割高であるが、CO₂を排出しないため炭素税が導入された場合は税負担がないことからコスト面における問題を解決できる可能性が高い。ただし、風力発電はエネルギーの安定供給という面において問題を残しているため、多様なエネルギー源を用いた電力供給が今後も依然重要である。風力発電の経済効果の分析では、風力発電建設投資における日本経済全体への波及効果の分析を行っている。

図3. 風力発電導入における環境と経済の有効性に関する研究 分析のフレームワーク



その結果、風力発電建設による生産増は生産活動によるエネルギー消費につながることから、二酸化炭素を増加させるが、風力発電による自然エネルギー利用による二酸化炭素削減効果があるかに増加分を上回っている。風力発電の経済効果の分析では生産面、雇用面においてもプラスの効果の結果になり、炭素税など温暖化防止対策が経済システムに組み込まれた場合、風力発電などの新エネルギー導入の経済性は極めて高い可能性があるとの結果になった。風力発電における工学的な見地も必要であるが、エネルギー利用と二酸化炭素削減を結びつけながら、どのような取組みをするか、環境への取組みを経済に内部化する中で温暖化防止を行う政策提言には、このような総合的な取組みによって、全体像を提示することが可能になる。

4．環境問題を研究するために必要な研究環境

現在、直面している数多くの環境問題は、社会、経済、法律、環境教育、工学的技術、化学、物理、生物などをはじめとする様々な分野からのアプローチによって、ようやく原因や解決の糸口がみえるほど多面的な性質をもっている。しかし、学際的研究の取り組みが叫ばれているにもかかわらず、実際には各分野ごとで環境関連の研究を進めることの方が極めて多く、学際的研究がここ数年ようやく始まってきたといった状況にある。

環境問題への研究をより促進させるためには、多くの研究者が分野の異なる環境関連の研究を知る機会を増やすことにある。特に、異なった分野の研究者がそれぞれ同じ目的意識を持って研究しているにも関わらず、多くの研究者が全くそれを知らないこともある。これは、学術雑誌等も分野別で構成されていることが多く、分野の垣根を越えて文献をサーベイすることは実際あまり多いとはいえない。その意味からも、他分野の研究者の取組みに接する機会を増やし、交流を深めることも重要になる。

環境問題を研究テーマにする際、他の研究と極めて異なる点は情報量の少なさと情報開示そのものが困難なことである。この対象となる情報は、政府、企業、そして個人においても共通な問題である。それには、私的利益より社会的利益を優先にする考え方や人道的なモラルが必要とされる。一方、情報の受け手である研究者も同様に情報を人道的なモラルで受け取れること、そしてそれを社会的利益にもたらす研究へつなげる努力も必要となる。これら相互がうまく機能することが、環境問題への解決に近づける要因であると考えられる。

5．環境とエネルギー教育の必要性

高等教育の場で研究した内容について、どのような形で社会に貢献していくかは、研究の実践的な活用として特に重要な役割である。実践的な活用は、行政の施策に参考なる情報提供や、大学研究者の施策づくりへの参加等として既に取り組みされている。今後は、さらに、これからの社会を担う世代のための教育に活かすこと、そして環境保全を促進できる基礎を作り上げる活動につなげていく貢献も重要になると考えられる。

環境やエネルギーの一連の関連を小・中・高等学校の教育場で取り入れていくことには、様々な問題点が存在する。それは、小・中・高等学校では教科教育が主になっており、教科をまたがる問題を取り扱うことが、極めて難しい状況にある。これを改善するために、総合的な学習の時間も設定されているが、かなり部分が教員の力量にまかされており、学年が上になるにしたがって、児童・生徒に理解しやすいカリキュラムや教材不足が指摘されている。このようなことから、エネルギー教育については、経済産業省資源エネルギー庁による（財）社会経済生産性本部・エネルギー環境教育情報センターのエネルギー教育調査普及事業が行われている。筆者が平成14年から平成16年の3年間代表を務めていた四日市大学エネルギー環境教育研究会では、「地域特性を考慮した社会経済環境、新エネルギー環境、水利用の環境の実践的エネルギー教育のカリキュラム策定に関する研究」を研究テーマとして取り組んでいた。そこでは、エネルギー・環境教育には数多くの取り組む課題が残されていることが明らかになった。

- ・実践的カリキュラム、教材づくりを進める上でエネルギー供給の実態と供給されたエネルギーによる環境影響を CO2 排出データと関連づけたり、エネルギー供給と環境問題の観点で新エネルギーを検討できる内容を取り扱うことが、児童生徒の理解にとって必要である。
- ・生徒がエネルギーについても学びやすい教材、Web やデジタル情報の利用を積極的に利用し、生徒の関心を高める工夫が必要である。
- ・地域の情報やデータをリアルタイムに学校現場へ提供することが重要である。そのための取り組みが、行政、民間、学校それぞれが行うことや、情報入手の方法を知る手段を得る機会を持てる取り組みが必要である。
- ・エネルギー環境教育の具体的な授業内容の提案や授業への取り入れ方を教員と検討し、学校との協体制度をさらに強めていくことが必要である。
- ・エネルギー教育を行う科目が極めて限定されていたり、授業時間が取れないなど学校教育の現場が取り組みにくい点がある。そのため、これらの環境整備が必要である。特に教科の内容やエネルギーに関係する単元の扱い方、文部科学省の学習指導要領の範囲、教科書における扱いの見直しも必要とされる。
- ・体験学習として、見学や実験を行う際、準備時間が必要であったり、サポート体制の未整備があげられる。これらの取組みをする時、教員に多くの負担がかからないような体制づくりが重要である。また、エネルギー環境教育を実践していくためのコーディネーターの人材育成が必要である。

温暖化問題から現在の経済や社会のあり方、エネルギーがなくてはならないものである一方で、様々な問題があること。これをうまく調整しつつ、児童生徒自身が生活していかなければいけないことをより深く認識できる授業展開も有効であろう。特に経済成長と石化資源の利用状況との関係、それによる歴史過程、発電所や化学コンビナートの立地、さらに様々な地域の特性を知ることがエネルギーの問題点を知ることにつながる。その一方でエネルギーによって地域が活性化した事実の認識も大切である。つまり、産業公害の問題とエネルギー問題から現代の温暖化防止の問題を時系列に考える実践的な授業案や教材、資料等の構築に取り組むこと。過去から現在までの様々な環境問題の裏側にあるエネルギー問題をよりよく理解してもらえ工夫は、児童・生徒が環境保全問題を多様な側面を考え、捉えることにつながっていく。

6. おわりに

本稿では、エネルギーと環境の関係性を捉えて研究すること、社会経済全体を考慮に入れた政策分析を行うこと、さらに環境およびエネルギー教育の普及を促進することが、環境保全に取り組むために必要であることを示してきた。

分野の異なる研究者との連携、環境保全を可能にする総合的な研究を進めることが、日本だけでなく、発展途上国の環境政策および経済政策、都市開発、そしてそれらの取組みによる環境改善の促進に寄与することにつながっていくと思われる。

参考文献

- 朝日幸代(2002)「天津市への脱硫装置導入の経済効果の推定 - 脱硫副産物の有効利用のケーススタディー - 」『アジアの経済発展と環境保全第3巻 Working Group 石炭燃焼技術の改善と普及 - グリーンコールエコロジーへの挑戦 - 』P123-142、慶応義塾大学産業研究所、慶応義塾出版会
- 朝日幸代(2005)「風力発電導入の環境と経済における有効」『環境問題の理論と政策』寺田宏洲編、晃洋書房、平成17年3月
- 朝日幸代(2005)「エネルギー環境教育に関する実践的取り組み研究成果報告書」エネルギー教育調査普及事業、四日市大学エネルギー環境教育研究会、平成17年3月
- 鬼頭、岡、朝日、武本、西垣、飯島(1998)『環境に配慮した開発政策の有効性 四日市公害の計量経済モデル分析』四日市大学教育研究業書6、合同出版、1998年1月
- 朝日、岡、鬼頭、西垣、片岡(1998)「地域開発と環境評価に関する計量分析四日市コンビナート開発と環境政策のシミュレーション分析」『四日市大学環境情報論集』第1巻第1,2合併号、P103-121、1998年3月