

環境システム委員会における 地球温暖化問題への取り組み

川原 博満^{1*}・片谷 教孝²・原沢 英夫³

¹(社)環境情報科学センター (〒102-0081 東京都千代田区四番町8番19号)

²桜美林大学 リベラルアーツ学群 (〒194-0294 東京都町田市常盤町3758)

³内閣府 総合科学技術会議事務局 (〒100-8970 千代田区霞ヶ関3-1-1)

* E-mail: h-kawahara@extra.ocn.ne.jp

環境システム委員会では、1990年前後の地球環境問題への関心の高まりに対応して、委員有志を中心に地球温暖化問題への取り組みが開始され、それ以後、精力的な取り組みを進めてきた。本報では、環境システム委員会の活動の概要を紹介し、その中での地球温暖化問題の位置づけを述べるとともに、具体的な研究事例を紹介して、諸兄の参考に供することとしたい。

Key Words : *Committee of Environmental System, global warming, research, topics, countermeasures*

1. はじめに

土木学会において環境問題が取り上げられるようになったのは、1972年の第1回環境問題シンポジウムが始まりといわれている。土木学会での環境問題への取り組みは、都市や国土の基盤を適切に形成することにより環境を保全、回復、創造してゆく長期的な構想を重視してきた。

この中で、人間と環境との間に人工的な装置や社会的仕組みを介在させることによって、人間にとって快適であり、なおかつ環境それ自身の持続性が確保されるような構図を描くには、システム論が欠かせないという考え方が強くなってきた。システム論の特徴は要素と全体との関係を把握することであり、不確実で複雑な対象に対して分析、評価、計画、施工などの行為をシステム論に依拠して展開することが、環境システム委員会の基本的な理念である。この理念のもと、1973年に第1回の環境システム研究論文発表会が開催された。

環境システム研究の対象は、自然環境、社会環境、都市環境などのあらゆる環境を含み、さらに経済分析、環境マネジメント、環境教育などにもまたがっている。ただしそれらに共通するキーワードとして、環境の有限性、人間の創造性、文化の多様性などがあり、それらの共通項の存在によって、1つの研究

分野としてのまとまりが形成されている。そのまとまりを基盤として、環境システム研究論文発表会、環境システムシンポジウム、環境システム地域シンポジウムなどの行事を毎年開催してきている。また本委員会に加えて常にいくつかの研究小委員会が組織され、調査研究の推進や研究交流が図られている。

環境システム委員会の活動は、1992年のリオ・サミット前後から、地球環境問題への取り組みを強めることとなった。環境問題にかかわる地球の規模の種々の要因の関係を、自然科学的アプローチのみならず、人文社会科学的アプローチを重ねることにより、環境システム研究の得意とする総合的な論理構成によって明らかにしてきた。地球温暖化問題はその中心的な対象といえる。

本稿では、環境システム委員会における地球温暖化問題へのとりくみの経緯と現状を報告するとともに、今後の方向性について述べてみたい。

2. 環境システムからみた地球温暖化問題

地球温暖化問題を研究対象としてみた場合、その切り口は次のように大別することができる。

- 1) 温暖化の現象(気温の変化)
- 2) 温暖化の機構と原因

- 3) 温室効果ガスの排出量
- 4) 温室効果ガスの排出量変動要因
- 5) 温暖化の影響(現象)
- 6) 温暖化の影響(経済評価)
- 7) 温暖化防止対策
- 8) 温暖化に対する国際的動向

もちろんこの分類ですべてを網羅できるわけではないが、およその分類としてはこのような形になると思われる。

環境システムの立場からみると、これらのうち、1)、2)、5)はあまり主要な対象とはならない。それは、環境システムは環境を構成する要素間の関連性をシステム論的な立場から論じることが基本スタンスであることから、現象や機構のみを対象とすることは主目的にならないためである。別の言い方をすれば、温暖化という現象と、その原因を生じさせている人間活動の存在が常に両輪としてあり、さらに温暖化の影響を受ける存在としての人間や、人間が形成する組織としての社会や国家も要素となり得ることになる。これらの複合的な要素を視点として温暖化問題をとらえることが、環境システムにおける温暖化研究の基本スタンスであるといえる。

もちろん環境システム研究論文発表会で発表される論文の中に、現象や機構に焦点をあてたものがないわけではない。しかしいずれの研究においても、常に複合的な要素、特に人間という要素の存在が意識されていることは間違いないといえる。

3. 環境システム委員会における研究小委員会活動と地球温暖化問題

環境システム委員会には本委員会に加えて、いくつかの小委員会が設置されている。これらの小委員会には、その時々社会的に重要なテーマを研究目標とした研究小委員会や、論文審査小委員会、出版小委員会などに代表される運営に関する小委員会などがある。

表1には、環境システム委員会における研究小委員会のこれまでの主要な活動の経緯を示している。いずれの研究小委員会においても、人および人の生活する社会との関連をシステムとして捉え、各研究テーマとシステムとの関連について環境的側面を中心に評価し、環境と社会のあり方を示すことにより、土木学会における調査研究部門としての社会的貢献を果たしてきた。

地球温暖化問題への対応に関しても、現在活動中の環境評価研究小委員会と都市資源循環システム研

表1 過去20年間にわたる主要な小委員会活動

設置期間	小委員会名および成果の概要
1991-1998年度	＜地球環境問題研究小委員会＞ 地球環境問題に関する調査研究を進め、地球環境委員会新設に対する助言や意見をまとめた。地球環境委員会設置後は、同委員会の活動との橋渡し役となるとともに、本委員会内で蓄積されていた知見を地球環境員会に提供することによって貢献。地球環境委員会との重複を避けるため廃止。
1995-1996年度	＜サステイナブルリビルディング研究小委員会＞ 阪神・淡路大震災からの復興にあたり、環境重視の復興計画について提案することを狙いとして設置。検討成果は、論文集、No. 587/VII-6、1-14(1998)などに報告。
1996-1998年度	＜HDP小委員会＞ 地球環境問題の人間・社会的側面に関する国際的な研究計画(IHDP)の進展を考慮して設置。国立環境研究所より「発展途上国における人間活動、環境変化、社会・経済事象に関する調査研究」を1996、1997年度に受託。成果は、第25回研究論文発表会(1997)の企画セッション、IHDP第3回オープン会合(1999)において発表。
1999-2002年度 (第一期) 2003年度-継続中 (第二期)	＜環境評価研究小委員会＞ 様々な分野での環境の影響を評価する技法について、社会システム上の意味、公共事業の評価に適用するための総合的なガイドラインの検討を目的に設置。2002年5月のシンポジウム「環境の評価システムの理論と実践について」で成果報告。(第一期) 環境を費用・便益も含めて多面的に評価する研究が進んでおり、環境システム委員会としてこの分野の研究の現状、問題点、今後の方向性を探る。(第二期)
2004年度-継続中	＜都市資源循環システム研究小委員会＞ 都市の資源循環システムの望ましい将来像を提示するとともに、このゴールに向かってどのようにシステムを再構築するかの道筋を示す。

究小委員会において、それぞれの研究小委員会独自の研究テーマを通して温室効果ガスの発生抑制効果の評価方法の検討などが行われている。

例えば、環境評価研究小委員会では、公共工事におけるグリーン購入法特定調達品目選定のための評価基準に、定量的ライフ・サイクル・アセスメント(以下、LCA)手法による温室効果ガス等の評価結果を考慮することを目的として、その評価手法の開発に取り組んでいる。

背景としては、循環型社会形成推進基本法の個別法の一つとして平成12年5月に制定された「国等による環境物品等の推進等に関する法律」(以下、グリーン購入法)に関連して、土木学会に設置されたグリーン購入法の技術審査に係る運用方針検討委

員会（平成 15～17 年度）の報告の中で、特定調達品目が提案された時の技術評価に LCA 手法による評価が不可欠であり、この手法の開発が必要であると報告されたことにある。ここで、技術評価は、提案された特定調達品目に対して、①内容確認→②環境評価→③品質評価→④普及評価→⑤経済性評価の 5 項目に対して実施されるが、これらのうち、②、④、⑤に対して、LCA 評価の導入が提案され、温室効果ガス排出量を指標とする地球温暖化対策に対する評価は、②環境評価に含まれる。

この土木学会報告を受けて、国土交通省の下に設置された公共工事の環境負荷低減施策推進委員会は、その下に LCA 手法開発を目的とした検討会を設置し、平成 18 年 12 月から平成 19 年 11 月まで 6 回の検討会を開催したのち、平成 20 年 1 月からその運営主体を土木学会（環境システム委員会環境評価研究小委員会）へ移行し、より具体的な手法開発を目指すこととなった。

以下に、環境評価研究小委員会にて検討が進められている LCA 手法の概要を紹介するが、ここでは地球温暖化対策に関連する②環境評価の技術評価に着目する。また、あくまでも評価の目的は、提案された特定調達品目の技術評価であることを繰り返して

おく。

②環境評価では原則として、通常品目と提案品目に対して、資源採取から廃棄に至るライフ・サイクル全体についての地球温暖化、廃棄物・資源、有害化学物質、生物多様性に関する環境負荷を定量的（有害化学物質は定性評価）に比較する。

図 1 に LCA 手法を用いて評価した地球温暖化に関する環境負荷算定のイメージ図を示した。事例では再生骨材をアスファルトに使用することにより、資源採取、製造、運搬の過程において、CO₂ 排出量削減の観点から改善が見られる様子を示している。

同様に、廃棄物・資源や生物多様性に対する評価方法の検討も進められている。例えば、廃棄物・資源に適用する際には、廃棄物の発生抑制量を体積（m³）または質量（t）で評価し、生物多様性に対する評価の場合には、資材採取による土地改変を体積または面積で算出する手法が検討されている。

これらの LCA 手法導入後の特定調達品目の環境評価イメージを図 2 に示す。図 2 上段の定性評価を主体とした現状の評価の考え方に対して、下段の定量評価結果を用いた環境評価では、より客観的な特定調達品目間の比較が可能となると考えられる。



図 1 LCA 手法を活用した地球温暖化に関する環境負荷の算定イメージ



注：有害化学物質およびその他の評価は定性評価としている

図2 LCA 手法導入後の特定調達品目の環境評価イメージ¹⁾

同様な LCA 手法を構築することにより、品質評価、普及評価および経済性評価を実施することが可能となり、最終的には特定調達品目の客観的な技術評価につながるものと期待される。

これらのことから、土木工事そのものからの温室効果ガスの排出量削減に限らず、長期にわたって使用される調達品目の選定段階から温室効果ガス等の環境負荷の少ないものを選定するなどの対応はますます重要になってくると思われ、環境評価研究小委員会をはじめとする小委員会の研究成果の活用が大いに期待されることである。

4. 環境システム研究論文集における地球温暖化対策に関する研究の経緯と特徴

環境システム委員会では、主要な委員会活動の一つとして、委員会の内外から投稿される研究論文

を当委員会の審査に基づいて受理し、環境システム研究論文集と毎年発行している。また、これらの研究論文の発表の場として環境システム研究論文発表会を毎年秋期に開催しており、今期で 36 回目の開催となる。

環境システム研究委員会では、研究論文の募集に際し、社会と環境の基礎づくりをシステム面から実現させていくところに重点を置いた研究や提案、実践報告を幅広く受け付けている。そのため、投稿される研究論文の分野は、環境原論、環境倫理、環境計画、環境構造、環境動態、環境保全、環境評価、地域環境、地球環境、社会環境システムと環境、支援手法、住民意識、環境教育など、多岐にわたっている。

環境システム研究論文集における地球温暖化対策に関する研究を、過去 10 年間の全文審査論文に限った論文数の推移としてみると図3のようになっている。ここで、温暖化関連論文数は、温暖化を明

示的に扱ったものに限定しており、研究の視野として温暖化とのつながりが考慮されているレベルのものは含まれていない。環境システム委員会では、10年以上前から温暖化に関する議論を行ってきており、2005 年ごろからの温暖化関連論文の増加がみられる。これに伴い、環境システム委員会では、第 34 回環境システム研究論文発表会から、地球温暖化対策・影響に関するセッションを新設し、活発な議論を行ってきている。

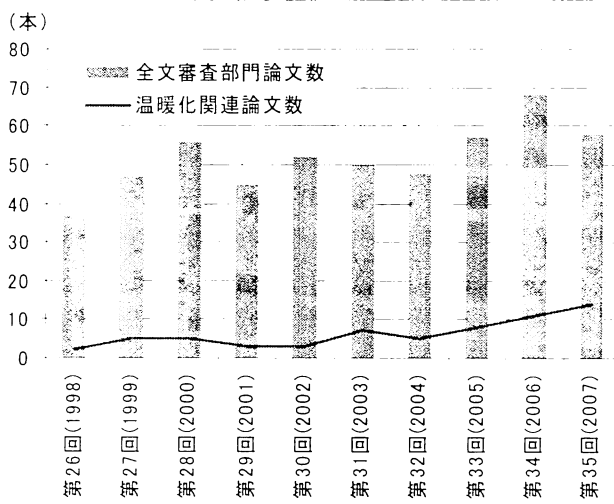


図3 環境システム研究論文集における温暖化関連論文数の推移

この2年間の地球温暖化対策・影響に関するセッションでは、全世界や発展途上国を対象にした政策支援に関するものから、国内における社会的仕組みの改変による CO₂ 排出量の削減に関する方法論が議論されている。

例えば、花崎ら²⁾は地球温暖化による気温と降水の変化に対する世界各国の水資源量の応答を表す全球水資源影響関数を作成した。さらに、詳細なモデルから得られる結果と比較し、詳細モデルとの十分な代替性を示し、効率性を示した。また、国内に対するものとして、島田ら³⁾は低炭素社会に向けた長期的地域シナリオ形成手法を開発し、地方自治体へ先駆的に適用し、2030 年における 3～5 割の CO₂ 排出量の削減シナリオを描きうることなどを示した。

また、地球温暖化対策・影響に関するセッション以外においても、熱・エネルギー、廃棄物・物質循環、環境評価・環境政策などのセッションにおいて、それぞれの研究分野として温暖化対策を視野に入れた研究がなされている。

例えば、熱・エネルギー関連として、土田ら⁴⁾

は、ヒートアイランド現象がもたらす都市熱環境負荷を保水性舗装の導入により低減し、それに伴う住宅空調電力の削減量を環境改善効果として算定するシステムが提案し、川崎市への適用を行い削減効果の評価を行っている。廃棄物・物質循環関連に関して、藤田ら⁵⁾は、地域に立地する製造業施設と都市活動主体との産業共生アプローチに注目し、川崎エコタウンを対象として、循環型の産業施設を対象とした廃棄物受け入れによる現状の循環事業の環境改善効果を算定し、CO₂ 排出量を含む環境負荷の削減量の評価を行っている。

また、環境評価・環境政策に関連して、池上ら⁶⁾は、下水熱の利用価値を定量的に評価する手法として下水幹線における流量・熱量の解析と下水熱利用地域冷暖房プラントの導入による環境負荷削減効果を算定するモデルを提案し、都内を対象としたケーススタディを実施・検証し、CO₂ 排出量を含む環境負荷の削減量の評価を行っている。

このように、環境システム研究論文集における地球温暖化対策に関連する研究の特徴としては、温暖化対策を明示的に扱ったものは近年増加傾向にあり、全球レベルの CO₂ 排出シナリオ評価から自治体レベルの施策の評価まで幅広い研究が行われている。また、前述したような多岐の分野にわたる具体的な環境改善技術の導入評価や環境施策の評価に関する研究がおこなわれているのも環境システム委員会の特徴と言える。

5. おわりに

地球温暖化は人類共通の課題であり、また自然科学、社会科学、人文科学などの多くの分野にまたがる課題でもある。環境システム委員会でも、1990年頃から重要な課題として取り上げ、委員会に課せられた使命という意識のもとに取り組みを進めてきた。環境システム研究論文発表会における投稿・発表状況の推移からもわかるように、すでにその取り組みの中心は現象の解明から対策の評価にシフトしつつあるといえる。いずれにしても、環境と人間を対象としたシステム論的なアプローチを理念とする環境システム委員会としては、地球温暖化は今後も取り組みの対象として重要性を持ち続けることは確実である。他の委員会や土木学会以外の組織との連携も図りつつ、今後も重要課題として取り組む必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 藤田壮：建設物の L C A 評価手法，土木学会環境システム委員会環境評価研究小委員会資料，2007.
- 2) 花崎直太，増富祐司，高橋潔，肘岡靖明，原沢英夫，松岡護：温暖化施策支援モデルのための全球水資源影響関数の開発，第 35 回環境システム研究論文集，pp. 367-374, 2007.
- 3) 島田幸司，田中吉隆，五味馨，松岡護：低炭素社会に向けた長期的地域シナリオ形成手法の開発と滋賀県への先駆的適用，第 34 回環境システム研究論文集，pp. 143-154, 2006.
- 4) 土田えりか，藤田壮，中山忠暢，角田智彦，高橋克則：川崎市におけるクールシティ施策の温暖化対策効果の算定システムの基本設計，第 35 回環境システム研究論文集，pp. 139-146, 2007.
- 5) 藤田壮，長澤恵美里，大西悟，杉野章太：川崎エコタウンでの都市・産業共生の展開に向けての技術・施策システム，第 35 回環境システム研究論文集，pp. 89-100, 2007.
- 6) 池上貴志，荒巻俊也，花木啓祐：下水熱利用地域冷暖房システムの戦略的導入による環境負荷低減効果の解析，第 33 回環境システム研究論文集，pp. 343-354, 2005.