

第5部報告

—— 地球環境問題における工学研究の在り方について ——

平成元年11月22日

日本学会議

第5部

この報告は、第14期日本学術会議第5部の審議結果を取りまとめて発表するものである。

部長	岡村 総吾	(東京電機大学・総合研究所・教授)
副部長	高村 仁一	(新日本製鉄㈱・顧問)
幹事	市川 悖信	(東京工業大学・大学院総合理工学研究科・教授)
会 員	藤本 盛久	(神奈川大学・工学部・教授)
	青木 和男	(佐世保工業高等専門学校・校長)
	家田 正之	(愛知工業大学・工学部・教授)
	石井 吉徳	(東京大学・工学部・教授)
	石原 智男	(日本自動車研究所・所長)
	伊藤 學	(東京大学・工学部・教授)
	猪瀬 博	(学術情報センター・所長)
	今井兼一郎	((社) 日本工業技術振興協会・理事)
	岩佐 義朗	(京都大学・工学部・教授)
	上之園親佐	(摂南大学・工学部・教授)
	宇田川重和	(千葉工業大学・工学部・教授)
	内田 盛也	(帝人㈱・常務理事)
	大谷 茂盛	(東北大学・学長)
	鎌田 仁	(山形県テクノポリス財団・理事長)
	小林 繁夫	(東京都立科学技術大学・教授)
	近藤 次郎	(東京大学・名誉教授)
	佐伯 修	(㈱神戸製鋼所・顧問役)
	三枝 武夫	(京都大学・工学部・教授)
	佐藤 豪	(金沢工業大学・学長)
	志賀 敏男	(東北学院大学・工学部・教授)
城水元次郎	(富士通㈱・専務取締役)	
菅原 照雄	(北海道大学・工学部・教授)	
須藤 一	(東北大学・名誉教授)	
中村 彰一	(高知工業高等専門学校・校長)	
平山 博	(早稲田大学・理工学部長)	
松本 順一郎	(日本大学・工学部・教授)	
三島 良績	(東京大学・名誉教授)	
三石 明善	(龍谷大学・理工学部・教授)	
山内 豊聰	(九州産業大学・工学部長)	
和栗雄太郎	(九州大学・工学部・教授)	

地球環境問題における工学研究の在り方について

I. はじめに

近年における人間活動の大規模化は、地球環境に急速な変化をもたらし、その変化が人類の生存基盤そのものさえも脅かすようになってきた。そのため、次の世紀に向けて人類が総力を上げて取り組むべき、極めて重要かつ緊急の課題として地球環境問題が広く国際的な関心を集めているのは周知のとおりである。

元来、この問題は、時間的にも空間的にも極めてスケールが大きく、かつ、気圏、水圏、地圏及び生物圏全体にわたる相互干渉の結果として現れるものだけに、対応策を選択するに当たって、従来とは異なった長期的、学術的、国際的視野に立ち、持続的に取り組む必要がある。また、局所的な現象に目を奪われた一時的な対応や規制ではなく、地球全体における持続的な発展という観点から、地球を一つのシステムとして捉え、地球環境と人間活動とを如何なる価値観に基づいて調和させてゆくべきかという視点から総合的に取り組むべき問題である。

本報告は、地球環境問題に対する工学研究の取り組み方について、日本学会会議第5部の意見としてまとめたものである。

II. 地球システム工学

地球環境問題が人間活動の結果として現出したことを考えると、今為すべきことは、地球環境に配慮した健全な人間活動のために新しい工学的基準を導入するなどして、人間活動と地球環境の調和に役立つ広く新しい学問領域を創出することが是非とも必要である。

それは、地球環境と人間活動とを総合して一つのシステムとして捉え、そこにおける物質循環・エネルギー収支のあるべき姿を定量的に評価できる手法を開発し、人類が生存し得る新しい技術体系を構築する学問領域である。このような地球システムの工学を「地球システム工学」と呼ぶことにする。

地球環境問題への早期の対応が重要となっている今日、省エネルギー技術、新エネルギー等の開発努力もこれまで以上に重要であるが、人口増加並びに新たな開発など今後とも人間活動が拡大する要因が多々あることを考えると、それのみでは不十分であり、技術的ブレークスルーが不可欠であることは論を待たない。また、人類が未来に向かって存続してゆかなければならないことを考えると、人間活動を制約する規制等を通じた消極的対応のみでは、いずれ立ちゆかなくなることは目に見えている。したがって、人間活動を持続的に地球環境に調和、融合させる必要があり、そのためには是非とも新しい概念に基づく研究開発を積極的に推進し、新しい技術体系を一刻も早く構築しなければならないと思われる。

現在、地球圏－生物圏国際協同研究計画（IGBP）では、物質循環メカニズム解明と観測を主とした計画、即ち、現状の理解と一部将来の予測に関する研究課題が立案されており、それは時宜を得たものと考ええる。しかし、前述のように将来にわたって地球環境を永続的に保全するためには、より積極的な対応策の検討さらには総合的な研究の推進が必要である。

現在のところ、地球上における物質循環のメカニズムは必ずしも明確ではない。したがって、物質循環を構成する要素に対する科学的研究の強化、このために必要な観測体制充実への努力は今後とも続けるべきであるが、それのみでは不十分である。なぜなら、対策技術を開発し、新しい技術体系を構築するためには、膨大な時間を要することが予測されるからである。そのためには、物質循環メカニズムの解明及びその影響の予測と同時に人類の未来を切り開く積

極的対応策を確立するための工学的研究を、理学、農学、社会科学等の広範な領域の協力のもとに直ちに強化・拡充することが将来の地球環境問題解決のために重要なことと考える。

第5部が地球システム工学を提唱する所以は、ここに存在する。

III. 地球システム工学に対する取組み

工学は、(1) 複雑なシステムの階層的構造を明らかにするとともに、それを構成している各要素現象を支配する要因を抽出して、その動的特性を把握し、(2) それらをもとに、ある対策（構成要素に対し施されるもの）を行った場合に生ずる全体システムの変化を予測し、(3) このような各種対策のうち最適なものを総合的に評価・選択する、という手法を有しており、最適な対策は如何にあるべきかを議論できる学問である。したがって、関連する他分野の研究者と密接かつ強力な連携のもとに、地球環境問題に対する積極的対応策の提起に、大きく貢献できる学問である。

そこで、第5部では、概要次のような新しい研究領域の必要性を提唱したい。即ち、環境変化を炭素循環を中心とした物質の循環過程の変化並びにエネルギー収支として捉え、同時に、微量温暖化ガス、酸性雨原因物質等の消長を地球規模で把握する。このためには生態系のモデル化、物質循環・エネルギー収支・資源評価に関する基礎的知見の集積、物質・エネルギー・資源からみた人間活動の定量的記述が必要である。また、こうした試みと並行して、資源循環、エネルギー利用、産業構造などを含む健全な人間活動の確立を目指し、人類存続のための有効な対策技術の検討を行う。

以下に具体的な研究課題と研究体制について述べる。

1. 地球環境のモデル化と人間活動の評価

(1) 地球生態系のモデル化と資源評価

地球上の代表的な生態系に関する物質循環について工学的なモデルを開発するとともに、人類が利用可能な地球上の化石的資源、水資源、生物資源（特に森林資源）などについて総合評価する。

(2) 地球環境モデルの作成

生態系モデルと地球物理研究者が開発している気象モデル、海洋・陸水、循環モデル等を連結し、地球系の中・長期的変化及びそれに伴う気候・海洋・陸水・土地・土壌など将来の変化を予測できるモデルの開発を行う。

(3) 地球環境に及ぼす人間活動の影響に関する諸技術の検討

森林伐採、農業活動、産業活動など各種人間活動からの多くの排出物、特に二酸化炭素の排出に関するデータを集積するとともに、省エネルギー、地球システム工学的に健全なエネルギー開発、二酸化炭素の固定化あるいは変換技術など物質循環に影響を与える諸技術の評価・検討を行う。

(4) 生態系変化の追跡、管理手法の検討

気圏・水圏・地圏における生態系の変化を広域的、長期的に観測し、モニタリングするための手法の開発、データ・ベースの構築、膨大なデータの変換・処理手法を開発し、それに基づく地球生態系管理のための情報処理手法の開発を行う。

2. 地球生態系の保全に有効な対策技術と健全な技術体系の構築

(1) 地球システム工学的な価値基準の創造

健全な物質循環とエネルギー利用の在り方、それに伴う産業活動及びライフスタイルについて検討を行うとともに、地球システム工学的な観点から諸技術を評価し、新しい価値判断基準の創造を行う。

(2) 新しい工学的価値基準を充足する新技術の開発

地球システム工学的に健全な物質循環を達成するための個別発生源対策技術の開発、地球システム工学的に安全な新物質、新材料、新エネルギー

システムの開発を行うとともに、エネルギー・物質の利用効率の増進、リサイクルなど廃棄物処理、特に放射性廃棄物の処理技術などの開発を行う。

(3) 地球生態系に及ぼす人口集積の影響・効果の工学的評価

人口集積域のエネルギー・交通政策、環境容量に基づく総量規制等の評価を行う。

(4) 社会基盤システムの改変による環境変化への対応技術

社会基盤施設の更新、都市改造・移転、産業構造の改革、産業立地の改善、社会モデルによる総合評価など環境変化に適応する手法を地震等自然災害対策の配慮のもとに開発する。

3. 地球システム工学推進のための研究協力体制の強化

本問題に関しては、既往の学問分野からの協力により速やかに研究体制を構築する必要がある。このためには、当面、研究プロジェクトを設定することにより強力な研究推進を行う必要がある。大学の研究者を中心としつつも産・官・学の優秀な研究者の糾合を可能とする施策と予算的な措置が必要である。

地球システム工学は永続的な取り組みを必要とし、目的を明確にしつつも基礎的研究を必要とする。我が国がかかる学問領域を率先して創造し、国内外の研究者とともに地球環境問題の解決に取り組むことは、研究開発力、技術力に対する海外の期待というものを考えた時、我が国の責務と言えよう。