

1. 研究実施計画

課題名：LCA手法による地球温暖化対策設計ツール開発に関する研究

研究機関名：独立行政法人産業技術総合研究所

任期付研究員氏名：玄地 裕

①研究の意義・目的・必要性

1997年末のCOP3京都会議において地球温暖化ガスの排出抑制目標が決定された。企業、自治体、国家それぞれのレベルでの温暖化対策計画の策定と実施が求められている。具体的な策定と実施を行うためには、まず、企業、自治体、国家それぞれのレベルでのCO₂排出の内訳を知り、さらに削減の容易さを評価した上で対策を策定することが必要となる。

CO₂排出の内訳を知るための手法の一つにLCA(ライフサイクルアセスメント)がある。LCAは、産業の連鎖を考慮して原料段階から廃棄に至るまでの工業製品の環境影響を評価する手法であり、1996年6月にISO(国際標準規格)14040としてLCA手法の概要と枠組みが発行された。現在までLCAは主に企業の生産する工業製品の評価として用いられることにとどまっているのが実状である。

LCAは現状の産業活動のデータに基づいて実施される。したがって、開発に時間を要する新技術の評価ならびに廃棄までに時間を要する耐久性製品の評価には適さないことが指摘されている。そこで、発電などの社会インフラおよび関連する産業の将来的な技術変化のシナリオ分析に基づき、長期に渡る製品使用および技術開発を評価する必要がある。

また、CO₂排出量の多さは必ずしも削減の容易さと比例しない。これは、セメント産業のように理論的にCO₂を多量に排出せざるを得ない分野があるためである。そのため削減の容易さの評価は、産業、交通・運輸、民生など各分野別の理論的最小CO₂排出量と現状の排出量の差を基に行う必要がある。

本研究は、地域レベルに拡張したLCA手法から得られる部門別CO₂排出削減ポテンシャルを数値化することによって、自治体、国といった各スケールでの地球温暖化対策設計支援汎用ツールの開発を目的とするものである。

具体的には、自治体に対して民生部門の地域(都道府県、市町村、国土地理院メッシュ等)スケールでのエネルギー連関を記述したツールの開発を通じて、地域省エネルギー戦略を設計支援する。将来的には、産業、運輸部門の物質、エネルギー連鎖と民生部門の物質、エネルギー連鎖を統合することで、国、地域スケールの総合エネルギー戦略ツールを作成することを視野に置いている。短期的目標は、地域スケールのエネルギー連関を記述したプロトタイプソフトウェアの作成である。

本研究により開発されるツールは国、地域などのスケールでの具体的なCO₂削減のシナリオ分析などに役立つことが期待される。

②研究の概要

本研究では、5年でツール開発を行うことを考慮して特にエネルギー消費の大きい地域を対象にケーススタディーを行い、プロトタイプツールの実現を目指す。

(1) エネルギー需給分析と技術調査

ケーススタディーを行う地域を選定する。該当地域の産業構造、エネルギー需給

分析を行う。民生分野のエネルギーを考慮するために、冷暖房需要、民生業務、交通、廃棄物処理についてのエネルギー需給分析を行う。

(2) データベースの構築

(1)で調査したエネルギー需給分析に基づき、必要な地域データベースを構築する。さらに、産業別理論的 CO₂ 排出量データベース、地域モデルに必要な冷暖房需要時刻別季節別データベース、交通データベース等を構築する。

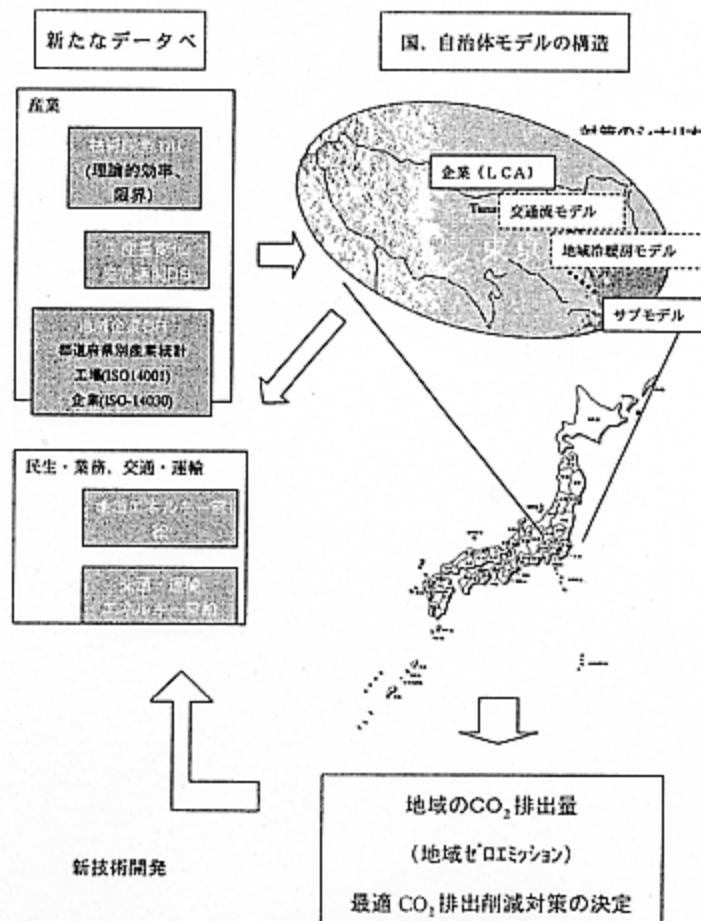
(3) CO₂ 対策評価ツールの開発

(1)(2)で開発する調査項目やデータベースは CO₂ 対策評価ツールに組み込むソフトによって決まるため、まず、設計に必要な評価事項を明らかにする。交通流モデルなどはできるだけ既存のものを利用可能な構造を作ることによって、モデルの再利用を可能にする。いくつかの地域についてケーススタディーを行い、LCA 評価から得られる CO₂ 排出量の見積もりを行う。さらには対策を施した場合のシナリオに基づき CO₂ 排出量の評価を行い、CO₂ 削減効果を最大にする対策を明らかにする。

③研究目標

工業製品の評価手法としての ISO-LCA を、民生、運輸まで考慮することにより企業、自治体、国、地球規模といった様々なスケールでの環境評価ツールに拡張する「ソーシャル LCA」および長期的なシナリオ策定ツールとして産業、民生といった社会システムの有機的・時間的結合まで概念を拡張する「ダイナミック LCA」の具体的例示を目標とする。

④ポンチ絵 (研究概要)



2. 研究成果の概要

①研究成果

民生分野のエネルギー関連検討の為に、需要側と供給側のモデル化を行った。具体的にはエネルギー消費の巨大な東京 23 区をモデル地区として取り上げ、土地利用状況と延べ床面積から月別時刻別エネルギー需要を推測するデータベースを作成した。

需要側として、エネルギー消費の大きい冷暖房需要は地域の気候によって大きく変化する。また、近年では都市高温化（ヒートアイランド）による気温上昇とそれに伴うエネルギー消費増加（特に夏季電力需要）が顕著である。そこで、建物の簡易熱負荷モデルと都市気象モデルを開発して、気温とエネルギー消費の関係を物理モデルとして表現した。街の特徴を表す指標として天空率（地上から空の見える割合）が有効であることを示し、天空率と土地利用用途によって 23 区をいくつかのグループに分けることで、従来、23 区のような広域では考慮することのできなかつた 23 区内部の個々の地域の気温上昇がもたらすエネルギー消費増大の効果を再現した。その結果、事務所街では冷房排熱の削減によって約 5% の、住宅街区では壁面の緑化によって約 20% の夏季エネルギー消費を削減可能であると推算された。

供給に関する検討として、はじめに、地域冷暖房システムを初期設備段階、運用段階に分けてライフサイクルコスト（LCC）、ライフサイクル CO₂ 排出量（LCCO₂）分析を行った。その結果、初期設備段階の CO₂ 排出量は運用段階と比較して 1~2%と極めて小さく無視できた。しかし、地域配管、屋内配管を含む初期設備段階コストは全コストの約 40%程度を占めたためコスト検討に対しては考慮することとした。これらの結果を基に、ある地域を選択したときに、運用段階の CO₂ 排出量を制約条件としてライフサイクルコストを最小化するエネルギー供給プラント構成をシミュレートする表計算ソフト（エクセル）をベースとするソフトウェアの開発を行った。開発したソフトウェアを利用して、地域内の事務所と住宅の割合の違いによるエネルギー供給システム構成と CO₂ 排出削減ポテンシャルの違いについて検討した。その結果、エネルギー需要の大きい事務所街区は、コストを現状と同等と抑えた場合最大 18%程度 CO₂ 排出量を抑制可能であったのに対して、住宅地では 6%程度にとどまり、CO₂ 排出抑制の費用対効果はエネルギー需要の大きい事務所がよいことが示唆された。さらに、単独で総合効率の高いコージェネレーションシステムは、需要構成と供給構成の不一致から、現状では効率の高さを生かせず、個別空調システムを利用したほうが CO₂

排出削減につながるという結果であった。しかしながら、需要の大きい電力供給効率を高めることでコージェネレーションシステムがコスト的にも導入され、最大CO₂排出削減量も大きくなることが明らかになった。

産業部門に対する解析として、エネルギー多消費産業として鉄鋼、石油化学、紙・パルプ、セメントを取り上げ、最も単純なプロセスの理論効率から考えられるCO₂排出量、現状プロセスから考えられるCO₂排出量を明らかにして、現状把握とポテンシャル評価を行った。

②波及効果、発展方向、改善点等

今後、特に大きな伸びが予測される民生部門のエネルギー消費削減がCOP3対応として重要となってくる。需要側モデルは、現状の夏季冷房需要の見積もりだけでなく、冬季冷暖房需要に対応するモデルに発展させることで、年間エネルギー消費への対応を可能とする。供給側モデルは、現在のエクセルをベースとしたモデルを、残りの期間でユーザーインターフェースを備えたプロトタイプソフトウェアへと発展させる。需要部門と供給部門の統合モデル開発により、年間エネルギー消費検討を可能とすることで、個別機器省エネルギーを組み合わせた場合と地域冷暖房とした場合の評価、建物側の断熱向上、ヒートアイランド対策といった、現在別々に評価が行われているエネルギーと関係する対策を費用対CO₂排出削減量という同一の評価軸で評価することが可能となる。このような観点から、現在、省エネルギー供給システムとして期待されている小型分散型コージェネレーションシステムが都市への熱汚染も考慮に入れた上でも十分省エネルギー効果が発揮されるか、本研究により開発されるモデルによって初めて明らかにすることができる。

また、我々のモデルは現状都市に対応するために、既存建物の設置済み屋内配管負荷についても考慮しているため、具体的な地域冷暖房設置などの施策を行う前段階の評価として、どのようなエネルギー供給システム、建物側対策、あるいはヒートアイランド対策を同時に施すことがコスト的に、またエネルギー的に有効であるのか、それぞれの対策がお互いに相殺しあうことが無いのかといった事柄と費用対効果まで検討して、実際に有効な都市省エネルギー供給対策選定を行うことが可能となる。

上記のような検討を行うために今後の研究課題として、需要側モデルとしては、都市気候とエネルギー消費の冬季エネルギー需要の推定モデルの開発を行う。

供給側モデルとしては、分散型コージェネレーションシステムの組み込みを行う。さらに、ごみ排熱利用熱供給項目に、エコタウン構想などで検討されている産業からの廃棄物処理を利用した熱利用とごみ発電利用を組み込み、その際に、輸送の負荷も考慮した検討を行うことで、さらに具体化を進める。

本ソフトウェアは、東京をモデルとして作成しているが、基本的に利用用途別床面積と年間エネルギー消費が与えられれば、年間需要の推定が可能なソフトウ

ェアであるため、他の地域への展開も建築分野で研究が行われている地域による年間エネルギー消費の係数などを利用すれば容易であると考えられる。

これら、上記の具体的な検討事項をソフトウェアに追加することで、本研究によるソフトウェアの都市部への適用により、民生部門のエネルギー消費抑制の事前評価が比較的容易に行うことが可能になり、具体的かつ現実的な民生部門の地球温暖化対策実行の一助になると考えられる。