

## 55 淡路島を対象としたシステムダイナミクスモデル

伍賀正典, 北川洋一, 熱田稔雄, 北村新三

### 1 目 的

持続可能な社会を目指し、地域に密着しエネルギーを高効率に利用する自立した地域社会モデルが必要とされている。また、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量の削減が喫緊の課題であり、具体的な数値目標として 2020 年に 1990 年比マイナス 25% が設定されている。これを実現するための指針を見出すことが求められている。本研究では、システムダイナミクスモデルを用いて、淡路地域を対象とした CO<sub>2</sub> 排出量と経済活動モデルを構築する。淡路地域は島という自立した環境であり、島内に農林水産業、工業、観光産業がある。温暖な気候であり、自然エネルギー、観光資源、企業による研究ポテンシャルを持ち、将来の日本の地域社会のモデルとして相応しいと考えられる。これらを踏まえ、太陽光発電、風力発電、電気自動車などの新技術導入を組み込むことで将来の CO<sub>2</sub> 排出量と社会変化を予測し、低炭素社会の実現に最適な社会システムを提案する。

### 2 実験方法

#### 2.1 CO<sub>2</sub> 排出量推定

地域の CO<sub>2</sub> 排出量の予測をするために、兵庫県の統計データを基に淡路の排出量を求め、それらより近似の式を求める<sup>1) 2)</sup>。兵庫県の CO<sub>2</sub> 排出量は 1. 産業部門、2. 運輸部門、3. 民生家庭部門、4. 民生業務部門で集計されている。淡路地域で 1990~2005 年の期間で値を集計し、それらに基づき以下のように排出量の近似式を求める (1990 年を  $x=0$  とする)。

1. 産業部門：各産業の県出荷額に対する淡路地域出荷額の割合と、産業中分類での排出量から概算する。産業部門年間排出量を 1996 年以降で以下の近似式とする。

$$y = 472.14 e^{-0.023x} \quad (\text{kt-CO}_2)$$

2. 運輸部門：兵庫県一台あたり年間排出量と淡路地区の登録車数から概算する。一台あたりの年間排出量は漸減、淡路地域の自動車数も 1998 年以降減少している。

$$y = -5.0 \times 10^{-5.0x} + 5.3 \times 10^{-3.0} \quad (\text{kt-CO}_2 / \text{台})$$

$$y = -471x + 61997 \quad (\text{台})$$

3. 民生家庭部門：兵庫県一家庭あたり排出量と淡路地区の戸数から概算する。一戸あたり排出量と戸数は共に増加の傾向である。

$$y = 1.14 \times 10^{-5.0x} + 3.30 \times 10^{-3.0} \quad (\text{kt-CO}_2 / \text{戸})$$

$$y = 199.7x + 50949.0 \quad (\text{戸})$$

4. 民生業務部門：兵庫県一事業所あたり排出量と淡路地区の事業所数から概算する。事業所数は減少、事業所あたりの排出量は増加であり、集約化の傾向である。

$$y = 2.66 \times 10^{-4.0x} + 1.14 \times 10^{-2.0} \quad (\text{kt-CO}_2 / \text{所})$$

$$y = 131.0x + 9337.0 \quad (\text{所})$$

次に、これらの近似式を組み合わせ、2020 年の淡路地域の CO<sub>2</sub> 排出量を見積もる。淡路地域における CO<sub>2</sub> 総排出量は減少傾向であるが、2020 年で 730.11 kt であり、この値は 1990 年の排出量 780.18 kt の 93.6% に留まっており、マイナス 25% の目標から大きく離れていることが分かる。そのため、複数の CO<sub>2</sub> 排出量削減対策を導入する必要があると考えられる。

#### 2.2 CO<sub>2</sub> 排出削減対策の導入

淡路島は阪神地域の都市に近接しながら、利用可能な自然エネルギーの豊かな地域である。風量と日照量が多く、農業が盛んであり豊富で多様なバイオマス資源の活用が期待できる。それらを踏まえ、本研究では以下の CO<sub>2</sub> 排出削減対策が導入されることを想定した。太陽光発電住宅を導入することで、家庭の CO<sub>2</sub> 排出量の 55% が電力に起因するものなので、これが削減されるものとする。家庭用高効率給湯機が年 31.2 kg、省エネ住宅が年 21.1 kg の CO<sub>2</sub> 排出量削減効果があるものとする。また、次世代自動車は一台で年 1,000 kg の削減効果とする。また、風力発電は一基あたり 1.74 kt、バイオエタノールは 1 kg あたりで 0.44 kg の削減効果とする。これらの削減対策が 2010 年以降、毎年積み上がるものとし、図 1 に示すシステムダイナミクスモデルを構築し 2010 年以降のシミュレーションを行った。

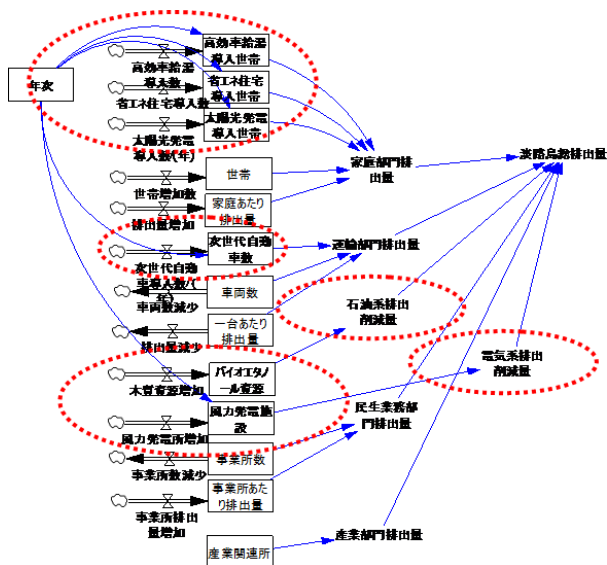


図1 淡路島システムダイナミクスモデル

### 3 結果と考察

#### 3.1 排出量削減対策の効果

図2にこのモデルを使用したシミュレーションの結果を示す。CO<sub>2</sub> 排出削減対策を導入することで、2020年の淡路地域のCO<sub>2</sub> 排出量は582.49ktと推定され、1990年の排出量の74.7%であり、マイナス25%の目標を達成することが可能である。この削減目標を達成するためには、太陽光発電と省エネ化対策の住宅を2010年から毎年一千戸、次世代自動車を毎年一千台、バイオエタノールを毎年1,000t、風力発電を毎年6基ずつ増加する必要がある。この対策を行うために、省エネ住宅の導入で52億円、次世代自動車の導入に30億円、バイオエタノールプラントを一基建設するために30億円、風力発電を6基建設するためには18億円が必要と試算される。したがって、これらの対策の初年度の導入コストは130億円、その後の導入コストは年100億円であり、2020年までの対策のコストは1030億円になることが推測される。

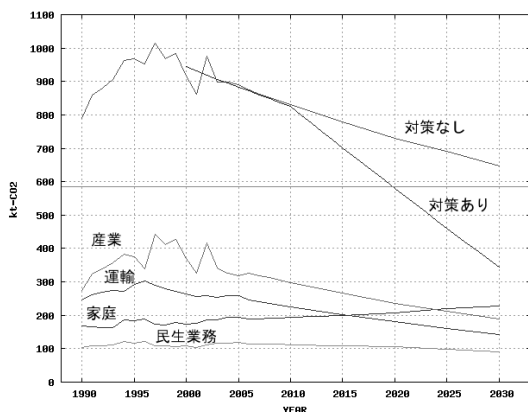


図2 淡路島 CO<sub>2</sub> 排出量推移

#### 3.2 課題と展望

本研究で構築したシステムダイナミクスモデルはCO<sub>2</sub> 排出量を主に取り扱っている。今後は、CO<sub>2</sub> 排出量削減技術の経済的効果、財政負担、それらの社会的影響を考慮してフィードバックループを構築し、複数のシナリオ（再生可能エネルギー導入、持続可能交通システム導入、社会システム転換、地域活性化等）でシミュレーションを行い、地域活性化、食糧エネルギー問題などと併せ包括的なCO<sub>2</sub> 排出量削減対策を提言する必要がある。地域社会の活性化等の経済学・社会学的事項は定量化することが困難であるが、それらを取り扱う手法を確立する調査も併せて行っていく(図3)。

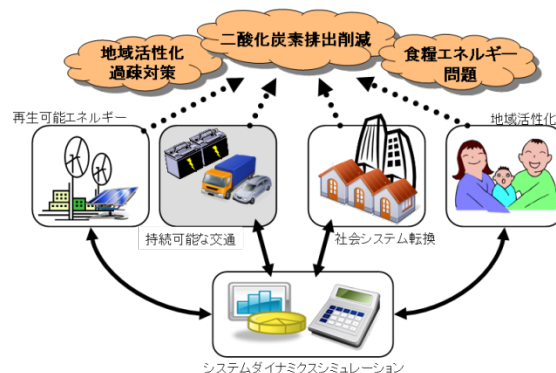


図3 研究の展望

### 4 結論

淡路地域において、2020年にCO<sub>2</sub> 排出量を1990年比マイナス25%とするためには、太陽光発電、風力発電、家庭部門の省エネ、次世代自動車、バイオエタノールなどのバイオマス資源活用の技術はどれも不可欠であり、広く導入することが重要である。この目標を達成するためには、2020年の時点で太陽光発電住宅1万戸、次世代自動車1万台、バイオエタノール資源1万トンの活用、風力発電60基が必要であると試算され、また2010年からそれらを徐々に導入していくことも必要である。このとき、対策コストは1030億円に達することが予想される。今後は、コストを最小化しつつ、十分に効果のあるCO<sub>2</sub> 削減対策を考慮し、もっとも効果の高いCO<sub>2</sub> 排出削減対策の組み合わせを探索する。

#### 参考文献

- 1) 兵庫県統計書，兵庫県，1990～2005
- 2) 石油等消費構造統計表，経済産業省，1990,2000

(文責 佐賀正典)  
(校閲 三浦久典)