

## 48 システムダイナミクスモデルを用いた環境の動態予測に関する研究

伍賀正典

### 1 目 的

現在、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、また、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量の削減目標として 2020 年に 1990 年比マイナス 25%が設定されている。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 CO<sub>2</sub> 排出量と経済の推移モデルを構築する。この地域では兵庫県および淡路島関係三市が連携し、「あわじ環境未来島構想」を策定し、温室効果ガスの大幅な削減を目標に地域資源である太陽光、風力発電、バイオマス等再生可能エネルギーを最大限利用するエネルギー自給島づくりを進めている。これらを踏まえ、再生可能エネルギーと家庭における電気自動車などの導入による省エネルギー対策によって将来の CO<sub>2</sub> 排出量と社会の変化を予測し、持続可能な社会に適する社会モデルを模索する。

### 2 淡路地域の現状について

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。1990 年から 2005 年の期間において、淡路地域の世帯数はわずかに増加傾向であり、また、一世帯当たりの CO<sub>2</sub> 排出量も増加傾向が認められる。淡路地域の家庭からの CO<sub>2</sub> 推定排出量  $E$  及び世帯数  $H$  は 2000 年以降の西暦の下 2 桁の値を  $x$  とすると以下に示す式から求められる。

$$E=1.14 \times 10^{-5.0x} + 3.30 \times 10^{-3.0} \quad (\text{kt/世帯}) \quad (1)$$

$$H=199.7x+50949 \quad (\text{世帯}) \quad (2)$$

しかしながら、兵庫県の将来推計人口（21 世紀兵庫ビジョン）では、世帯数が単調に増加することへの期待は乏しいとされている。したがって、3つの人口推移のシナリオを想定する。シナリオ 1 は上記の (2) 式に従うものとする。1990 年から 2005 年の期間で得られた人口推移から、2030 年までの人口を予測し、この値を兵庫県の平均世帯人員数の予測値で割り求めた世帯数をシナリオ 2 とする。同様に、兵庫県の将来推計人口から得た淡路地域の人口と平均世帯人員数の予測値から世帯数をもとめたものをシナリオ 3 とする。これらのシナリオから淡路地域の人口・世帯数の推移を予測した結果を図 1 に示す。そして、2030 年までの淡路地域の CO<sub>2</sub> 排出量推定値の推移を図 2 に示す。

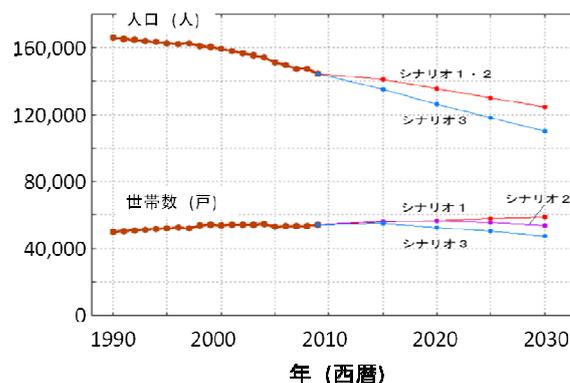


図 1 淡路地域人口・世帯数の推移

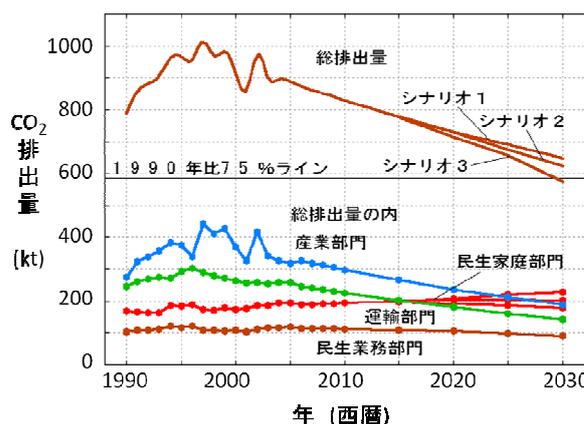


図 2 淡路地域総排出量推定

人口がもっとも減少するシナリオ 3 においても、CO<sub>2</sub> 排出量が 1990 年比 25%マイナスを達成するのは 2030 年が迫った時期であり、目標削減量を達成するためには、CO<sub>2</sub> 排出量削減対策を導入する必要がある。

### 3 CO<sub>2</sub> 排出削減対策の淡路島社会モデル

淡路地域は人口減少と経済縮小が指摘されているが、データからもそのような厳しい現状が読み取れる。しかし、CO<sub>2</sub> 排出量の削減目標を達成するためには、人口減少地域でありながら CO<sub>2</sub> 排出削減対策を導入する必要がある。現在、提唱されている「あわじ環境未来島構想」では、淡路地域は全島が瀬戸内式気候に属し温暖な気候と長い日照時間という特徴をもち、また、瀬戸内海の東端に位置することで西からの大きな風量があることが指摘されている。また、バイオエタノールを生成するバイオマスエネルギー化プロジェクトなどの具体的な取り組み

みも行われている。これらに基づいて、淡路地域でのエネルギーの自給自足が提唱され、人口減少と経済縮小に対しては、持続可能な地域の成長モデルを確立し、2020年で人口 20 万人、2050 年で人口 30 万人の地域になることを目標としている。これらを踏まえ、淡路地域に導入可能な再生可能エネルギーと、それらの導入による雇用創出効果を考慮しシミュレーションを構築する。

導入される CO<sub>2</sub> 排出削減技術によって一年間に削減される CO<sub>2</sub> 排出量を以下に示す。

- ・住宅用太陽光発電システム：家庭からの CO<sub>2</sub> の 55% が電力によるものなので、この排出量が削減される。
- ・断熱住宅化：一家庭あたり  $2.12 \times 10^4$  kt 削減
- ・高効率給湯機：一家庭あたり  $3.12 \times 10^4$  kt 削減
- ・次世代自動車：一台あたり  $1.00 \times 10^3$  kt 削減
- ・風力発電 1,500 kW 規模の発電システムあたり 1.74 kt 削減
- ・バイオ燃料：使用量と同量の石油系排出量を削減

また、太陽光、風力発電、バイオマス熱の導入による雇用創出効果<sup>2)</sup>と、高効率給湯器の導入による雇用創出効果<sup>3)</sup>を導入する。これらの条件で構築したシステムダイナミクスモデルを図 3 に、シミュレーション結果を図 4、図 5 に示す。

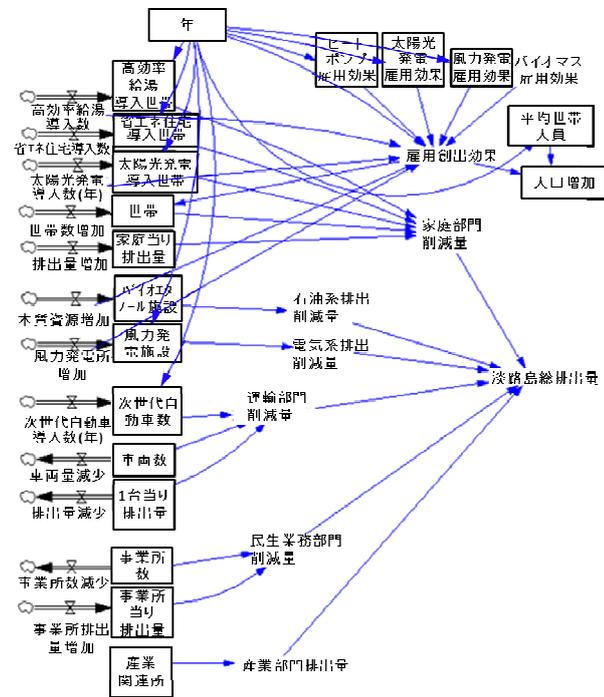


図 3 淡路地域社会モデル

#### 4 結果と考察

このモデルでは、雇用創出効果によって人口減少に歯

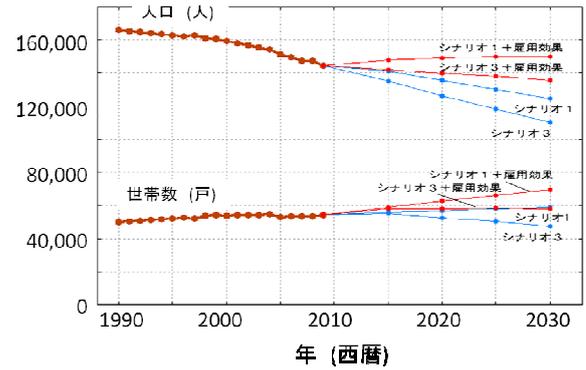


図 4 CO<sub>2</sub> 排出削減対策の雇用創出効果

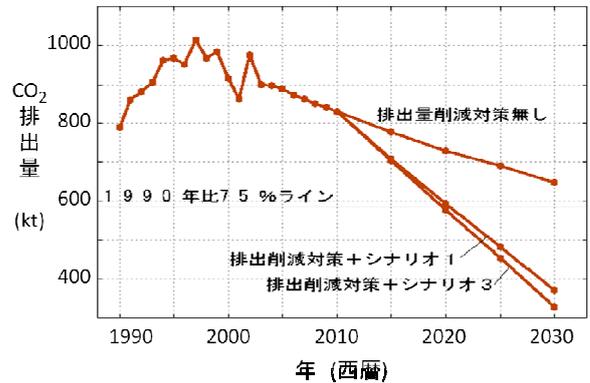


図 5 CO<sub>2</sub> 排出削減対策の効果

止めがかかり、世帯数は増加している。CO<sub>2</sub> 排出削減効果は、シナリオ 1 に削減対策を導入した場合、2020 年に目標をわずかに達成することができない。しかし、削減対策導入によって 2020 年に 100kt 以上の CO<sub>2</sub> 削減が可能である。また、「淡路環境未来島構想」では 2020 年に地域人口が 20 万人となる成長を目標としているが、このモデルでは 15 万人程度にとどまり、さらなる対策の導入が必要である。

#### 5 結論

本研究では、システムダイナミクスシミュレーションを用い、淡路地域で CO<sub>2</sub> 排出削減技術を導入し削減目標を達成しつつその雇用創出効果によって地域縮小に歯止めをかけることが可能であることを示した。今後、モデルを精緻化し、省略要素を盛り込んだシミュレーションの構築を行い、政策提案に活用することを目指す。

#### 参考文献

- 1) 低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策について (提言) 参考資料 7, 環境省, 2009
- 2) ヒートポンプ普及拡大による経済成長寄与見通しについて, (財)ヒートポンプ・蓄熱センター, 2010  
(文責 佐賀正典)  
(校閲 松本哲也)