日本における水・社会システムダイナミクスモデルに関する研究

京都大学大学院　学生員　○　杉本高之　　京都大学大学院　正員　堀　智晴
京都大学大学院　正員　椎葉充晴

1　序論

水資源の存在状況には地域偏在性があり、これを考慮してその利用･存在状況を考えることが重要である。

本研究では社会システムと水資源の存在・利用状況の関係を考慮した World Water モデルに着目し、これを原型として日本の水資源ダイナミクスモデルを表現することを目指した。特に、人口、工業資本、水量の 3 つのセクターに関して実際に日本でのモデルを作成し、その適応性について考察した。

2　World Water モデルの概要

World Water モデルは World3 モデルを母体とし、この World3 モデルは 1972 年に Meadows らによって発表された。World3 モデルでは世界を人口・食糧生産・産業・再生不能資源・永続的汚染という５つの要素で構成されると考え、これらの相互作用を表現した。

P.Simonovic らは 2002 年に、World3 モデルに世界の水利用構造を表す部分を付け加え、世界の社会・水の相互作用を考慮した水資源ダイナミクスモデルとして World Water モデルを発表した。

これらのモデルはともにシステムダイナミクスモデルとして表現されている。このモデルの特徴は一定の入出力を持つ要素が、相互に影響を及ぼしあいながらシステム全体を構成している点にある。システムダイナミクスモデルによって社会と水の相互作用を考慮することで、より実社会に忠実な水資源の存在・利用状況のシミュレーションが可能となる。

しかし、World Water モデルでは World3 モデルと同様に、世界全体を一つの閉じた系としており、地域偏在性のある水資源を国や地方自治体が管理し、何らかの対策や施策を考える際には、その世界全体での総量よりも、国・地域単位での水利用・存在状況が重要となる。よって世界の水資源の総量について考える World Water モデルではこれを考えるには適さない。そこで、本研究では日本におけるでは社会システムと水資源の存在・利用状況の関係を考慮した水資源ダイナミクスモデルを構築することを研究目的とした。

3　日本における水･社会システムダイナミクスモデルの構築

World Water モデルは World 3 モデルと同様に、複数のセクションから構成され、それらはさらに幾つかのセクターに分割される。日本における水・社会システムダイナミクスモデルを構築するにあたり World Water モデルにおける人口セクター、工業セクター、水量セクターに着目し、各要素の値を日本の値に変更し、モデルの構造が日本の水・社会構造を表現するのに不適切である場合これを変更した。

セクター間の相互作用を表す変数を定数で置き換え、対象とするセクターを World Water モデルから一度独立させて各セクターの日本での適応性を考察した。

3.1　人口セクター　人口セクターの概略は図 1 のように表される。人口セクターの特徴は人口分布を 4 つの年代に分け 4 等分し、それぞれが互いに影響を及ぼしあうことを考慮しながら、各年代別人口の時間変化を表している点である。

人口セクターの変更点は各年代人口の初期値を与え、合計特殊出生率と期待寿命に対し実績値と国立社会保障・人口問題研究所の予測値を与えた。

変更後のモデルの結果は図 2 のように表され、これと人口問題研究所の予測データを比べると、死亡率の設定を変更する事でより正確に日本の人口動態を表現できることが分かった。

3.2　工業セクター　工業セクターでは富の蓄積によって工業資本が増加、あるいは減少していく様子を表現し、その概略は図 3 のように表される。

キーワード　World Water Model，水資源の地域偏在性，システムダイナミクスモデル，水利用構造
連絡先　〒606－8501　京都府左京区吉田本町　京都大学大学院工学研究科水文・水資源工学分野　TEL 075－753－5094

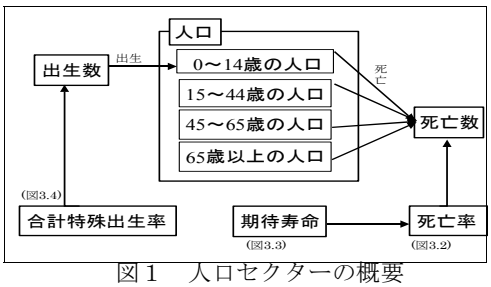
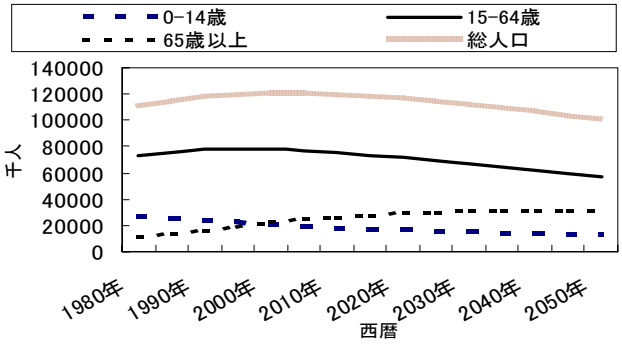


図１　人口セクターの概要



日本でのモデル構築するにあたり World Water モデルの工業生産高に着目し、これが日本の第二次産業に関する GDP の実績値と同様の計算結果がでるよう調整したモデルの結果を表したのが図 4 である。

この結果を見ると、1997 年以降に計算結果と実績値に差がでてくるが、国・地域とスケールを小さくするに従って大きくなると考えられる。しかし 1997 年以前の値ではおおむね一致していると考えられる。

3.3　水量セクター　水量セクターでは図 5 のように水利用構造を表現している。

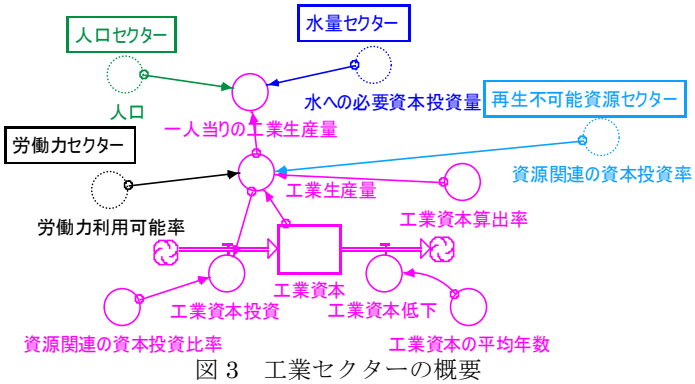


図３　工業セクターの概要

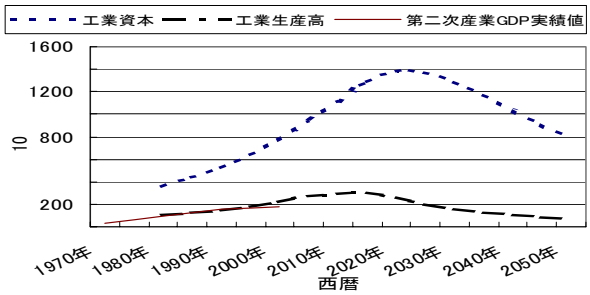


図４　工業セクターの計算結果と過去の実績値 GDP

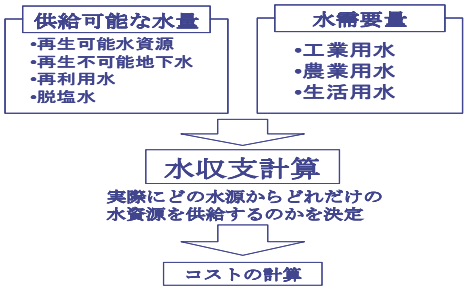


図５　水量セクターの概要

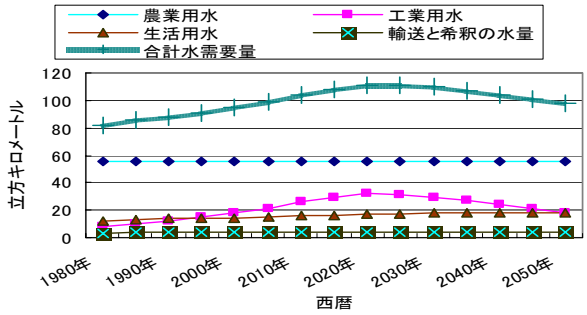


図６　水量セクター計算結果

日本でのモデルを構築するにあたり World Water モデルの水量セクターの各要素の値を日本での値に変更した。適当なデータが無い場合は世界と日本の水資源賦存量の比で World Water モデルの値を圧縮した。工業用水、農業用水については日本の水利用構造を反映するようモデル構造を変更した。

図 6 は変更したモデルの計算であり、これと結果と過去の実績値を比べると、工業生産高あたりの工業用水使用量が十分一致していない事が分かり、これは産業構造の変化によるものと考えられる。また水収支計算によってすべての水需要はブルウォーターから供給されることになるが、これは実状にあっていない。

4.　結論

World Water モデルを原型とした、水・社会システムダイナミクスモデルの日本での適用は可能である。

今後、他のセクターに関してもモデル構築を進め、特に水量セクターに関しては、大きく改善する必要がある。また、海外などの境界値の問題を明確にする。

参考文献

(1)　国土交通省　土地･水資源局水資源部:平成 15 年版日本の水資源

(2)　経済企画庁:国民経済計算報告-昭和 60 年基準改訂-、-平成 15 年版-