

SD を使ったミレニアム・ゴール達成の考察

論文

Study of Achieving Millennium Development Goals Using SD

池田誠(Makoto Ikeda) 末武透(Toru Suetake) 中村州男(Kunio Nakamura)

東洋大学国際地域学部、 日本未来研究センター、 NPO 情報化ユートピア
mikeda@toyonet.toyo.jp.ac, ts178051@yahoo.co.jp, johoka@ae.wakwak.com

Abstract : Millennium Development Goals are goals and targets reached agreements among international organization including United Nations and development countries to achieve in this century. These goals including reduction of poverty and enhance of living standard for fulfill basic human needs. However, achieving of these goals and targets needs to consider relation of micro-macro linkage issues. Micro-macro linkage has been studies so long in System Dynamics Society but not yet find excellent solution. In recently, approach of link with GIS: Geographical Information System and SD, and multi agents system closed up as useful methods. In this paper, we try to find impacts of micro behavior such as rural water supply project and community development to macro behavior on achievement of millennium development goals based on rural water supply model and what would be effective for achieving goals and targets. On this paper, we also pick up and consider Multi Agents System and relation with SD.

要旨：ミレニアム・ゴールは国連など国際機関や先進国の援助関係者が今世紀初頭に達成したいと考えている開発目標で、貧困の削減や人間らしい生活を営むために必要な生活条件の改善などが含まれている。ただ、この問題にはマクロ・ミクロ・リンケージが大きくからんでくる。モデル化において、マクロの事象とミクロの事象の関係をうまく記述することは難しい問題である。このマクロ・ミクロ・リンケージは古くから SD で議論されてきて、さまざまなやり方が検討されてきた。最近では、この試みとして、GIS と SD を組み合わせる試みや、マルチエージェントを取り込む試みが行われている。本ペーパーでは、地方給水事業をモデル対象に取り上げ、マクロ・ミクロ・リンケージを考慮し、ミクロの活動である地方給水事業やコミュニティ開発が、マクロの達成目標であるミレニアム・ゴールに及ぼす影響や、SD モデルを活用した政策策定の議論を試みた。なお、現在、本テーマに関して、マルチエージェント・シミュレーション (MAS) による検討も加えているので、SD と MAS との関連性に関する考察も行う。

1. ミレニアム・ゴールとは

ミレニアム・ゴール、MDGs: Millennium Development Goals (今世紀に達成すべき目標) は、2000 年 9 月のニューヨークで開催された国連ミレニアム・サミットで採択された。国連ミレニアム宣言をベースにして、1990 年代に開催された主要な国際会議やサミットなどで採択された国際開発目標を統合した世界で 2015 年までに達成すべき目標で、以下の 8 つの目標とそれをさらに具体化したターゲットから構成されている。[1]

本稿は、このうち「目標 1: 極度の貧困と飢餓の撲滅」、「目標 4: 幼児死亡率の削減」、「目標 6: HIV/エイズ、マラリア、その他の疾病の蔓延防止」に示されたターゲットの実現可能性を中心に検討を試みたものである。特に、「ターゲット 10: 2015 年までに、安全な飲料水と基礎的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減する。」の達成によって実現可能となる「ターゲット 8: マラリア及びその他の主要な疾病の発生を 2015 年までに阻止し、その後発生率を下げる。」及び「ターゲット 5: 1990 年から 2015 年までに 5 歳未満児の死亡率を 3 分の 2 に減少させる」を中心に、これらのターゲット達成も含め、MDGs の評価の新たな可能性を考察した。

WHO: World Health Organization の The World Health Report 2005 によれば、2000-2003 年での平均値として、年間 1.8 百万人以上が赤痢などの経口感染症で死亡していて、そのうち 80%の死亡者は、開発途上国の 5 歳未満の乳幼児である。そして、5 歳未満の乳幼児の死亡の約 17%は赤痢などの経口感染症によるものである。経口感染症は、予防可能な病気であり、飲用しても安全な水の利用、基本的な衛生設備の利用、そして衛生習慣の改善によってほぼ完全に予防できる。従って、安全な水を供給し、トイレなどの基本的な衛生施設を普及させ、かつ、開発途上国の人々の衛生習慣を改善できれば、ターゲット 5 に挙げた達成目標のうちかなりを達成できることになる。1980 年代から継続され蓄積されてきた水道整備支援プロジェクトや衛生改善支援プロジェクトが効果を上げ、

1990 年代では年間約 2.2 百万人が赤痢などの経口感染症により死亡していたが、世界的な人口増加の中で、これを 21 世紀になってから 1.8 百万人に引き下げることに成功している。ちなみに、5 歳未満の乳幼児の死亡原因の中で赤痢などによる経口感染症以外で死亡の大きな原因となっているものは、急性呼吸困難が 19%、マラリアなどの媒介感染症が 8%、はしかが 4%となっている。

表1 ミレニアム・ゴール

	目標	ターゲット
1	目標1: 極度の貧困と飢餓の撲滅	ターゲット1: 1990 年から 2015 年までに 1 日 1 ドル未満で生活する人口比率を半減させる。 ターゲット2: 1990 年から 2015 年までに飢餓に苦しむ人口の割合を半減させる。
2	目標2: 普遍的初等教育の達成	ターゲット3: 2015 年までに、全ての子どもが男女の区別なく初等教育の全課程を修了できるようにする。
3	目標3: ジェンダーの平等の推進と女性の地位向上	ターゲット4: 2005 年までに初等・中等教育における男女格差を解消し、2015 年までに全ての教育レベルにおける男女格差を解消する。
4	目標4: 幼児死亡率の削減	ターゲット5: 1990 年から 2015 年までに 5 歳未満児の死亡率を 3 分の 2 減少させる。
5	目標5: 妊産婦の健康の改善	ターゲット6: 1990 年から 2015 年までに妊産婦の死亡率を 4 分の 3 減少させる
6	目標6: HIV/エイズ、マラリア、その他の疾病の蔓延防止	ターゲット7: HIV/エイズの蔓延を 2015 年までに阻止し、その後減少させる。 ターゲット8: マラリア及びその他の主要な疾病の発生を 2015 年までに阻止し、その後発生率を下げる。
7	目標7: 環境の持続可能性の確保	ターゲット9: 持続可能な開発の原則を各国の政策や戦略に反映させ、環境資源の喪失を阻止し、回復を図る。 ターゲット10: 2015 年までに、安全な飲料水と基礎的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減する。 ターゲット11: 2020 年までに最低 1 億人のスラム居住者の生活を大幅に改善する。
8	目標8: 開発のためのグローバル・パートナーシップの推進	ターゲット12: 開放的で、ルールに基づいた、予測可能でかつ差別のない貿易及び金融システムのさらなる構築を推進する。(グッド・ガバナンス『良い統治』、開発及び貧困削減に対する国内及び国際的な公約を含む。) ターゲット13: 最貧国の特別なニーズに取り組む。 (最貧国からの輸入品に対する無関税・無枠、重債務貧困国に対する債務救済及び二国間債務の帳消しのための拡大プログラム、貧困削減に取り組む諸国に対するより寛大な ODA の提供を含む) ターゲット14: 内陸国及び小島嶼開発途上国の特別なニーズに取り組む。(バルバドス・プログラム及び第 22 国連総会の規定に基づく) ターゲット15: 国内及び国際的な措置を通じて、開発途上国の債務問題に包括的に取り組み、債務を長期的に持続可能なものとする。 ターゲット16: 開発途上国と協力し、適切で生産性のある仕事を若者に提供するための戦略を策定・実施する。 ターゲット17: 製薬会社と協力し、開発途上国において、人々が安価で必須医薬品を入手・利用できるようにする。 ターゲット18: 民間セクターと協力し、特に情報・通信分野の新技术による利益が得られるようにする。

出典: 国連資料から筆者作成

2. ミクロ・マクロ・リンケージ

表1に示されているこれらの目標やターゲットは先進国ではすでに達成されていて問題にならない事項であり、対象になっているのは開発途上国である。そして、上記の MDGs はもちろん世界的な達成目標であり、達成責任は開発途上国の中央政府が負うものである。その達成に対し、開発途上国の中央政府に対してさまざまな先進国からの支援が行われている。ただ、達成責任が中央政府にあるとしても、この実現の単位はコミュニティで考える必要がある。コミュニティとは日本での村落(字)といったレベルに相当し、最小の自治組織、あるいは自治組織の単位とここでは定義する。従って、先の MDGs 達成を考慮する場合、個人→コミュニティ→地方自治体→中央政府→世界と、最低5層のミクロ・マクロ・リンケージを考慮する必要がある。(注1) 本稿では、この5層のミクロ・レベルからマクロ・レベルまでのモデルとそのリンケージについて考察を試みている。

3. コミュニティ・メンバーの意識モデル

筆者は、近年、途上国の地方水道プロジェクトに従事し、コミュニティにどう安全な水を供給するかという問題に取り組むことが多い。コミュニティに安全な水を供給するという問題は、もちろんエンジニアリング的な要

素が重要である。すなわち、安全基準を満たす良好な水質で、かつ需要を満たすことができる水量を確保できる水源を発見し、安全基準を満たす方法で利用者に供給できる上水道施設の建設という側面である。しかし、それだけではなく、建設された施設の維持管理や、安全な水を供給することで達成を目指している経口感染の減少と生活水準の向上を達成させるための利用者の衛生習慣の改善や生活水準向上意欲の昂進などの非エンジニアリング部分の要素の支援も重要になる。上水道施設をコミュニティに対して建設してあげればよいというわけではない。過去には、そして現在でも日本の援助に見られる欠陥であるが、上水道施設をコミュニティに対して建設してあげれば、コミュニティのメンバーが安全な水を利用できるようになり、それで援助は効果を上げたと単純に考える傾向がある。日本の援助プロジェクトでも評価制度が取り入れられているが、筆者の経験でも、評価報告書にこういった水道事業の援助は効果を挙げたと書くように要請されることも多い。ただ、現状は、援助で建設された水道施設は、その後大きな故障が発生した場合、コミュニティでは、修理する技術も資金もなく、故障したまま放置され、使われなくなるというケースが多い。そして、コミュニティから日本の援助機関に対して、水道施設が故障したので修理する支援をして欲しいという要請を提出しても、日本の援助機関は、建設を支援したのだから修理はコミュニティや被援助国の政府の仕事であると、援助を断られる。そのため、持続性を考えない援助をなぜ日本は行っているのかと、ドイツなど他の国の援助機関からしばしば指摘されることが多い。日本の援助では実効性や効果などではなく、予算不足や人材不足というあまり正当とも思えない理由で削除される非エンジニアリング部分に関する支援であるが、1)コミュニティに対する水道事業経営（経営・管理組織の開発と維持、会計・財務、コミュニティ・メンバーに対する説明）に関する技術支援、2)コミュニティ・メンバーに対するコミュニティ供給資産の維持管理や利用に関する意識改善に関する技術支援の2つの支援が必要である。

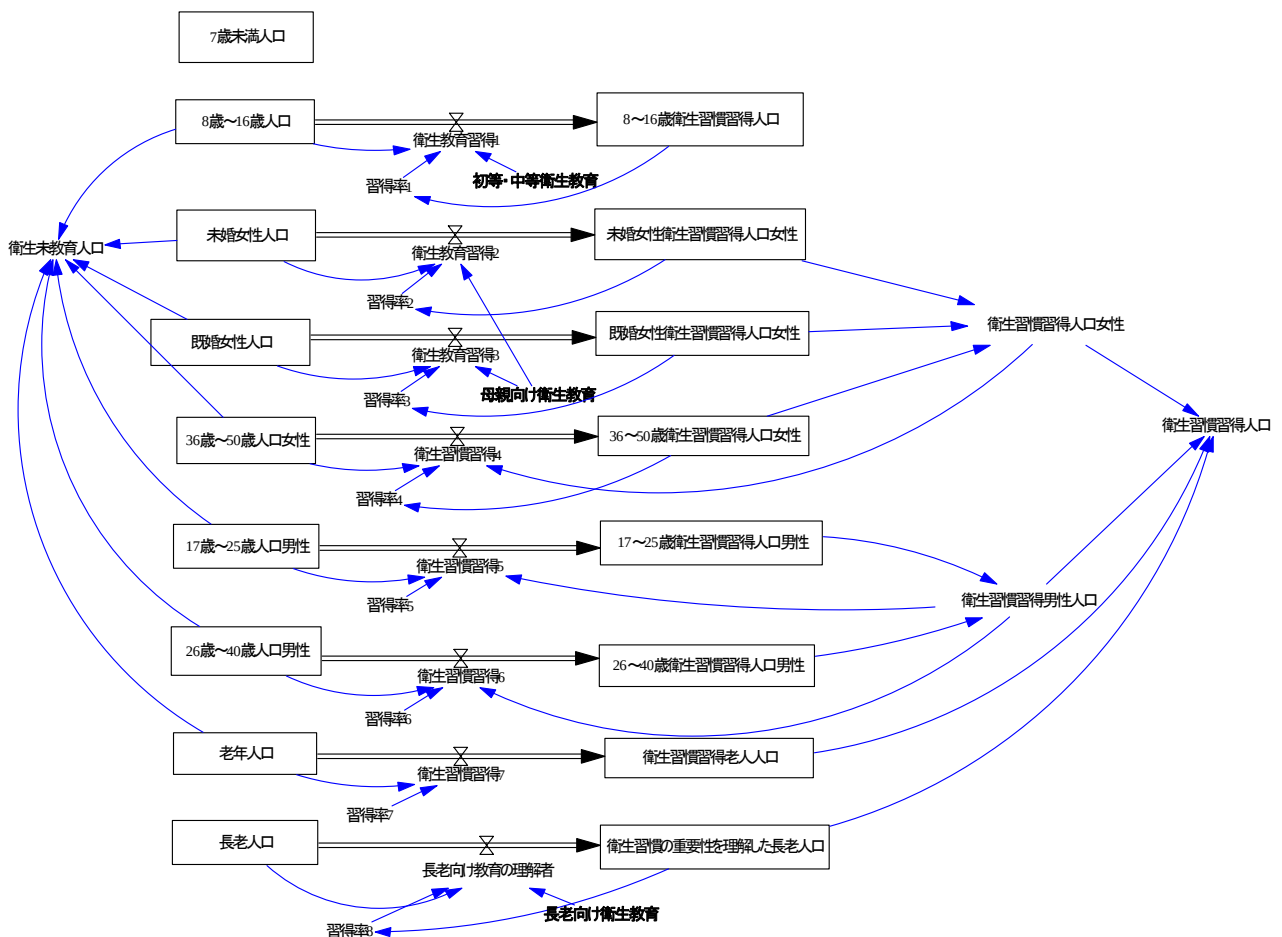


図1 衛生教育の普及 (コミュニティ・メンバーの意識モデル)

開発途上国の経口感染症による死亡者の減少、特に5歳以下の乳幼児の死亡率を減少させる試みは1970年代から行われてきている活動である。当時は、上水施設及びトイレの整備などハードウェアを提供すれば、開発途上国の人たちは、上水道施設を使い安全な水を利用し、またトイレを使い、そのことによって経口感染症をただち

に減少させられると考えられてきた。また、赤痢菌などが感染するしくみを説明すれば、開発途上国の人たちはただちに衛生的な知識を理解し、水道利用やトイレ利用などを行うと考えられてきた。この考えに沿って盛んに衛生教育を行い、上水道や衛生施設の提供を、1980年代を通じて実施してきたが、思ったほどの効果を得られなかった。上水道施設を提供しても、メンテナンスが行われないうちに故障すれば放棄され、安全な水の確保という使命は達成られず、住民は元の河川や井戸の水の利用に戻ってしまう。トイレを作ってもあまり利用されず糞尿は周囲に放棄されたままで、経口感染症はあまり減少しなかった。1990年代を通じて、衛生教育ではコミュニティの住民の衛生に関する意識の改善による衛生習慣の改善の重要性が改めて認識されてきており、今日では、衛生教育は、衛生習慣の改善に焦点が当てられている。

図1は、コミュニティ・メンバーの意識改善、特に衛生習慣の改善をどうもたらすかを分析したモデルである。期間は1年で、基本的には普及モデルの構造で、衛生教育にターゲットを絞って実施し、理解者や衛生習慣改善者を地道に増やすことでコミュニティ・メンバー全員に衛生習慣改善意識を植え付けていく。ここでは、16歳未満の児童を対象とした初等・中等教育での衛生教育で児童に対する衛生習慣の改善を行うプログラム、主に若い母親向けの衛生習慣改善プログラムと、こういったコミュニティでの衛生教育活動を妨害させないための長老向け啓発プログラムの3本のプログラムを実施し、この3本のプログラムを梃子にコミュニティ・メンバーに浸透を図ろうとしている。厳密には、衛生教育を実施しても、水道施設が対象者の家にないか、トイレがないといったハードウェアの未整備によって効果が上げられない場合もあるが、ここではハードウェアは基本的に整備されるという前提を考えている。また、衛生教育を実施し、いったん習得しても、周囲が新しい衛生習慣に対して否定的で、せっかく習得した衛生習慣を捨てる場合もあるが、それもこのモデルでは考えていない。その前提で、児童及び既婚者特に母親にターゲットを絞った衛生教育を実施し、徐々に衛生習慣取得者を増やし、その増加が男性も含めコミュニティ・メンバー全員の衛生習慣の改善をもたらすと考えている。このような衛生教育をコミュニティに対して実施し、コミュニティ・メンバーのほぼ全員が少なくとも衛生の重要性を理解し、衛生習慣を改善しようとすることで、建設された地方水道施設の活用がなされ、評価で問題になるであろう5歳以下の乳幼児の経口感染症による死亡の減少が達成できる。(注2)

4. コミュニティ・モデル

図2は、地方水道事業を中心としたコミュニティ・モデルで、ここでは、水道事業を営みながら、その利益の中で、どこまで衛生の普及・啓発活動に労力を避けるかという問題を扱っている。もし、衛生の啓発・普及が成功すれば、そのことは水道利用者を増加させ、水道利用者の増加は水道事業への収入増に繋がり、さらに衛生の普及・啓発活動を増加させることができるので、増加ループになる。水道事業は地域経済の発展にも関係してくる。このモデルには含めていないが、安全な水を供給することで、水汲みなどの労働に女性が割いている時間を家族の健康管理や現金収入をもたらす内職などにあてることで家計収入をもたらす、生活水準が向上することで地域経済も向上し、公共支出として水道事業の拡張投資を可能にするというループも考えられる。

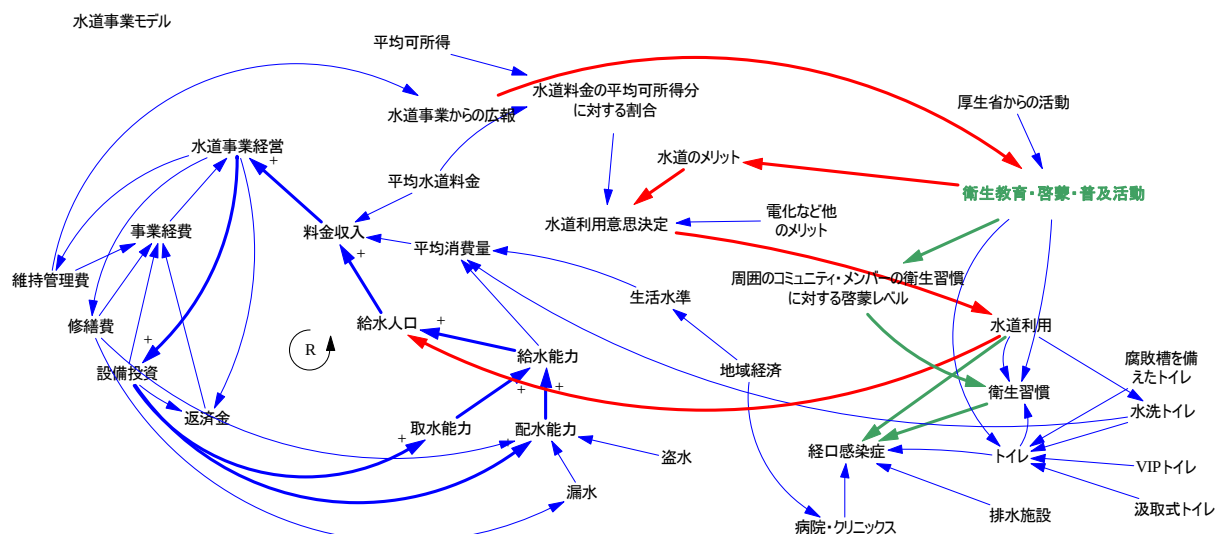


図2 衛生教育の普及（地域水道事業モデル）

一方、地域経済は平均家計収入を規定し、水道料金が家計収入に対して大きすぎると、盗水といった問題が発生し、給水できる水の量が減少する。このことは、水道事業収益の減少をもたらし、漏水を適切に修復できないといったメンテナンス問題を引き起こし、配水能力が低下すればするほど、サービスに対する不満などから水道料金未払いなどが発生する。水道事業では、適切な投資によりサービス・カバレッジを向上し、需要に応えられるだけの配水を確保し、適切な衛生の啓発・普及によって経口感染症の減少に貢献するとともに、地域住民の健康状態向上に貢献しつつ、水道事業の自立発展性を確保していくことが重要である。逆に、水道事業を自立発展させることの中で、こういった経口感染症の減少や地域住民の生活水準向上に貢献し、共存していくという視点が必要である。

先の図1とのモデルとの関連では、コミュニティ・メンバーが衛生の重要性及び水道の衛生に対する役割を理解した上で、衛生習慣を改善し、それを持続できれば、水道施設は不可欠なものになり、水道事業が公共施設として認められ、その投資にも肯定的になるので、拡張投資も実現しやすくなり、水道事業を存続しやすくなる。盗水といった行為に対しても、違法行為ということで取り締まりをしやすくなる。従って、水道事業は、実はコミュニティ・メンバーの衛生習慣の習得者数が鍵を握っていることになる。

しかしながら、衛生の啓発・普及を進めていって、コミュニティ・メンバーが水道の役割を理解しても、先進国や国際援助機関、あるいはコミュニティの上位の地方自治体政府が勧める水道施設改善支援プロジェクトがコミュニティにすんなり受け入れられるとは限らない。衛生の重要性は認めつつも、電化の方を重要と考えるコミュニティ・メンバーも存在すれば、アクセス・ロードの改善により、近くの都市にもっと簡単に行けることを臨むメンバーも存在する。電化といっても1日数時間しか電力を供給されない状態であっても、従って、数時間しかテレビを見ることができなく、数時間しか扇風機が使えない状態であっても、電灯があり、テレビがあり、扇風機が（そして冷蔵庫が）ある家は豊かな家と見られ、そういった家にはお嫁さんが来てくれるが、そうでないとお嫁さんもなかなか来てくれないといったコミュニティの事情があり、その場合は電化の方を重要と考えることになる。また、電気代は払っても水道代はあまり払いたくないといった事象も発生する。電化の方が、主婦が夜なべで換金性のある手織物製作などに時間を費やせ、もっと家計収入が向上することもある。さらには、アクセス・ロードの改善で、コミュニティの余剰生産物を都市で販売でき、家計収入向上をもたらす、地域経済が向上することもある。ただ、長期に見た場合、アクセス・ロード改善は若者の都市への流出を促し、地域社会が急速に高齢化するという問題を引き起こすこともある。電化によりテレビが普及し、若者の都市生活へのあこがれを高め、若者の都市への流失を促進するという側面もある。図3にそのようなインフラ投資とコミュニティ・メンバーの意思決定に関するモデルを示した。

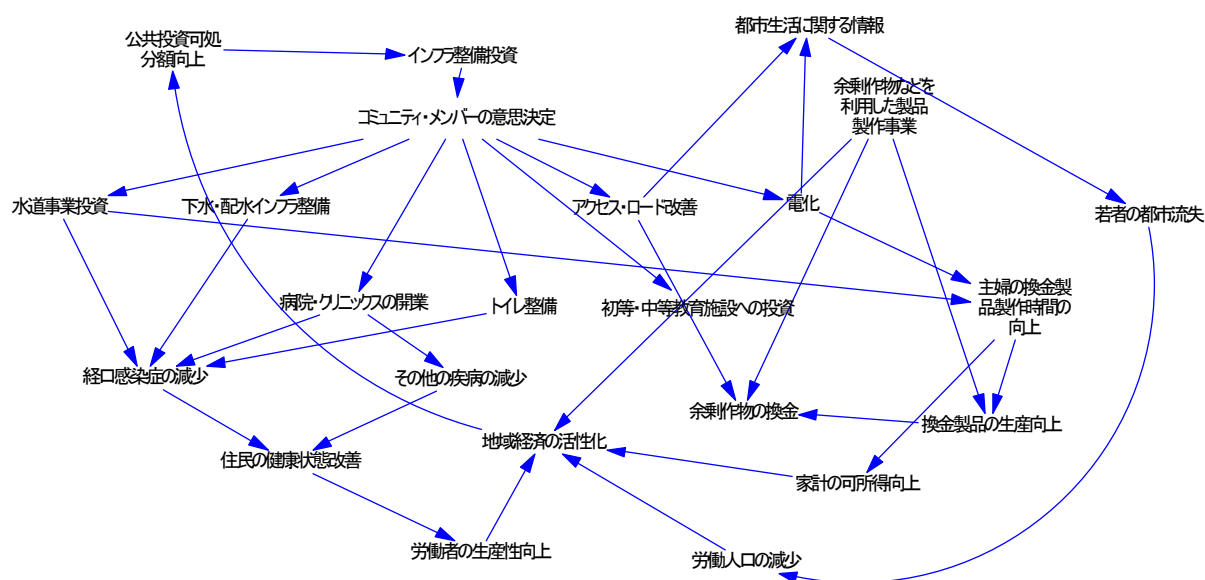


図3 コミュニティのインフラ整備モデル

先進国では、コミュニティ・レベルであっても予算が十分あるので、水道施設建設かアクセス・ロード整備かといった2者選択にならず、どれも少しずつといったことも可能であるが、開発途上国では、コミュニティの

経済能力にもよるが、自前で整備するには金額が高すぎ、どの支援プロジェクトを勧誘するかどうかという2者択一にならざるを得ない。また、支援プロジェクトの勧誘が成功するとは限らない。こういった状況の中で、コミュニティが水道事業に対する支援よりも電化支援やアクセス・ロード改善支援を選択した場合、水道整備が遅れ、経口感染症による5歳未満の乳幼児死亡率はそれほど改善が望めなく、その目標達成にしばらく時間がかかることになる。

5. 地方自治体レベル

図4は、地方自治体レベルで考えたモデルである。地方自治体レベルでは、道路事業や水道事業だけではなく、いろいろな政策を考える必要がある。ここでは、水道政策に絞ってこの問題を考えてみる。基本的には図2の地域水道モデルと同じであるが、地方自治体が地方自治体レベルで、地方水道整備に対してどうインフラ整備予算を配布するかという問題になる。多くの開発途上国では、都市生活にあこがれた人や、コミュニティでの生活に満足できなくなった人が都市に流入し、水道も含め都市インフラの整備が増加する人口に追いつけなく、都市がスラム化するという問題に直面している。もともと地方自治体も中央政府も歳入が多くなく、また、税金取立て能力も高くないので、開発途上国は常に予算不足である。都市インフラ整備予算も不足していれば、地方水道事業に費やせる予算も限られている。

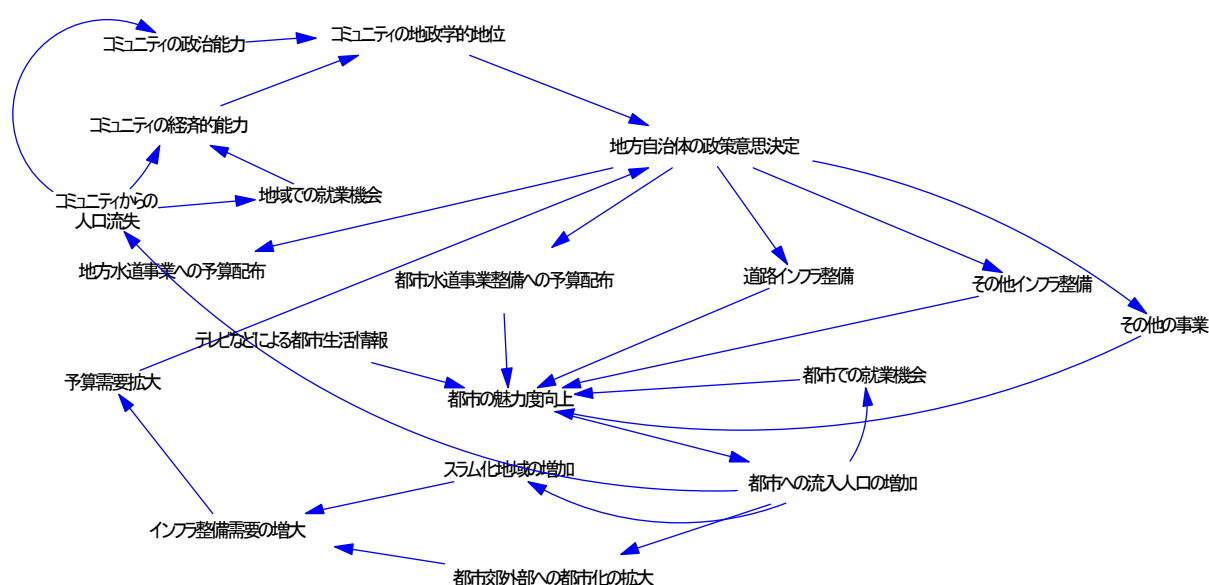


図4 地方自治体のインフラ整備モデル

また、特に地方自治体の州都などに見られる現象であるが、都市化問題の方が規模が大きく、深刻であるため、地方水道事業への予算配分は、1) 先進国や国際援助機関による支援、あるいは2) コミュニティの政治力によってしか決まらない。基本的には2) のコミュニティの政治力によって1) が得られるかどうか決まるので、コミュニティの政治力次第というのが現実である。そして、この政治力、もっと正確には地政学的な地位は、多くの場合、むしろコミュニティの経済能力に係ってくる。(注3)

6. 国家あるいは中央政府レベル

図5は、政治モデルで、ここでも図4と同じような構造で予算配布や中央政府からの援助が決まるが、経済的というよりは政治的に援助が決まる要素が大きい。例えば、大統領出身地に対する援助が大統領や有力な上院議員を輩出しない地方自治体に比べ多くなる。こういった有力な政治家は、長期的に有力であり続けることが多いので、援助があまり効率的ではなくとも、長期の集中した援助は地域発展をもたらす。ただ、一番大きな要素は、援助によるインフラ整備などの地方自治体支援の一部が政治的な上納金になり、その上納金が政治資金や選挙資金に使われ、それがその有力な政治家の政治生命を維持し続けることで、こうして、最終的には、その有力な政治家が政治生命を絶たれるまで援助を中心としたサイクルと効率性をあまり考慮しないインフラ投資を中心とし

た経済発展が継続する。

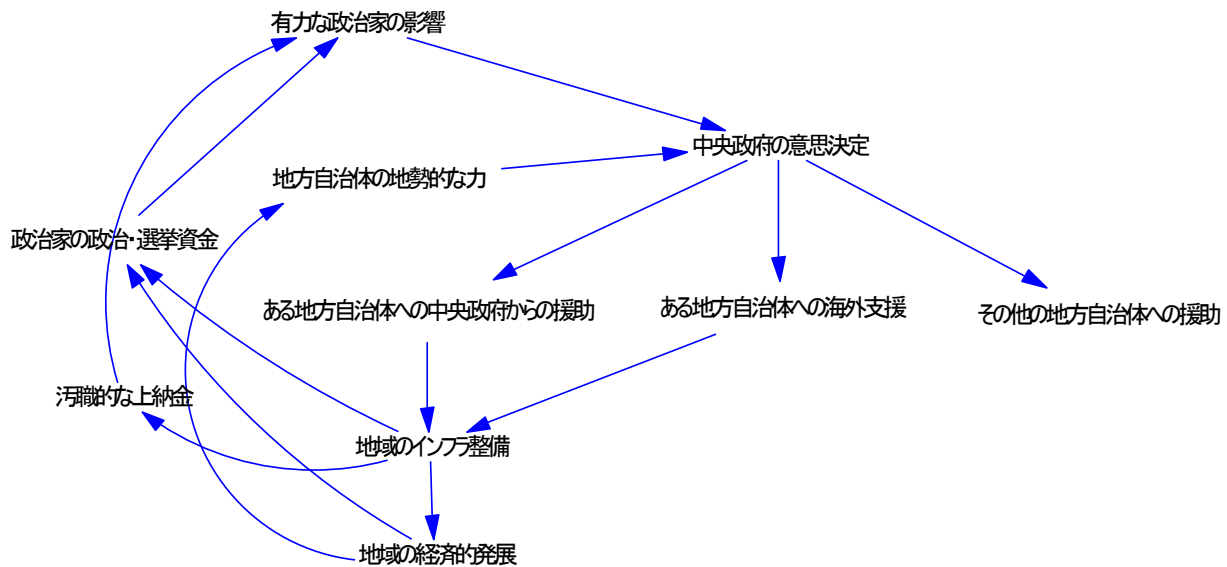


図5 政治モデル

7. 統合モデル

以上のように個人から地域・国家・世界というレベルでモデルを階層的に検討していくミクローマクロ・リンケージの階層的な方法をみてきたが、ここではこれらを統合する評価モデルの可能性を検討する。「地球規模で考え、地域レベルで行動する (Think Globally, Act Locally.)」という標語から作成された日本発の造語であるが「グローバル」という言葉を用いてグローバル・モデルとでも呼ぶことが相応しい方法である。このグローバル・モデルでは、コミュニティの水道事業を事例として、ミクロな個人レベルの生活改善をマクロな地球規模の目標、例えばMDGsで代表されるような指標を用いて、健康、飲料水、住環境、労働（雇用・所得）の4項目について評価することを目標とした。また、このモデルでの評価の対象は、国家によるODA、企業による直接投資など地域活性化プロジェクト、地球市民によるNGOの活動とした。そのため、国家ODA・企業・市民NGOの3つの活動による地域へのインパクトを4つの指標から総合的に評価するためにAHPの手法を導入した。個人レベルの影響を評価するためにマルチエージェントのシミュレータ・ソフトを利用してモデルを作成することとした。

図7は、途上国における水道事業を人口、患者数、労働、経済、水道料金と事業収支、盗水と漏水の関係などをSDモデルとして作成したものである。盗水と漏水の影響がシミュレーションで見やすいようにそれぞれ12か月後、24か月後に階段状にレベルアップするという仮定をおいている。60か月、5年間のモデルであるが、目標の実現や効果を評価するために人口を一定としている。これらの仮定は、基本モデルを構築した後で説明用に導入しているので、階段状に変化する項目や人口を徐々に変化する数値に変更することで当初の基本モデルを実行でき、シミュレーションすることが可能となる。[2]

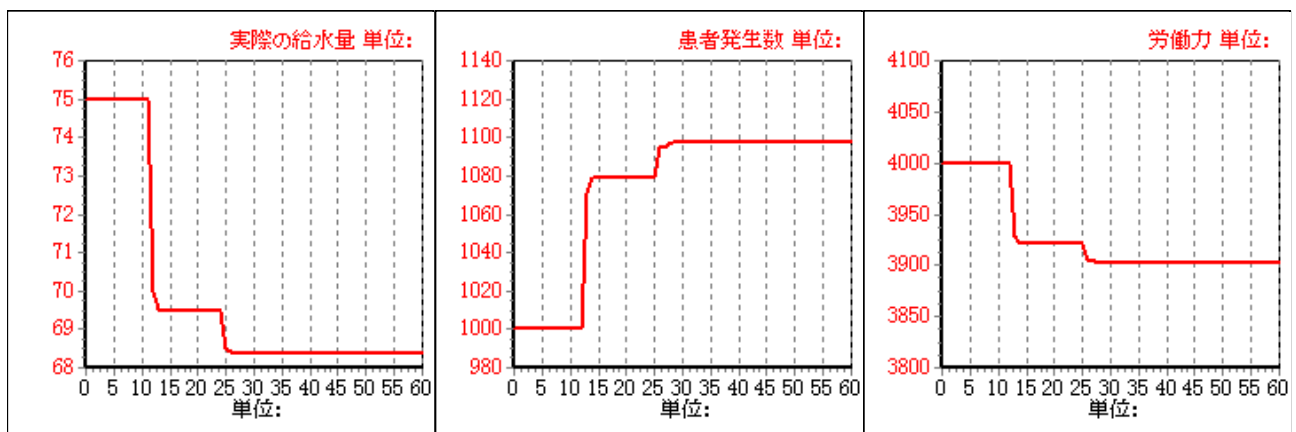


図6 水道事業モデルによる給水量と患者発生数、労働力の推移（盗水と漏水のインパクト）筆者作成

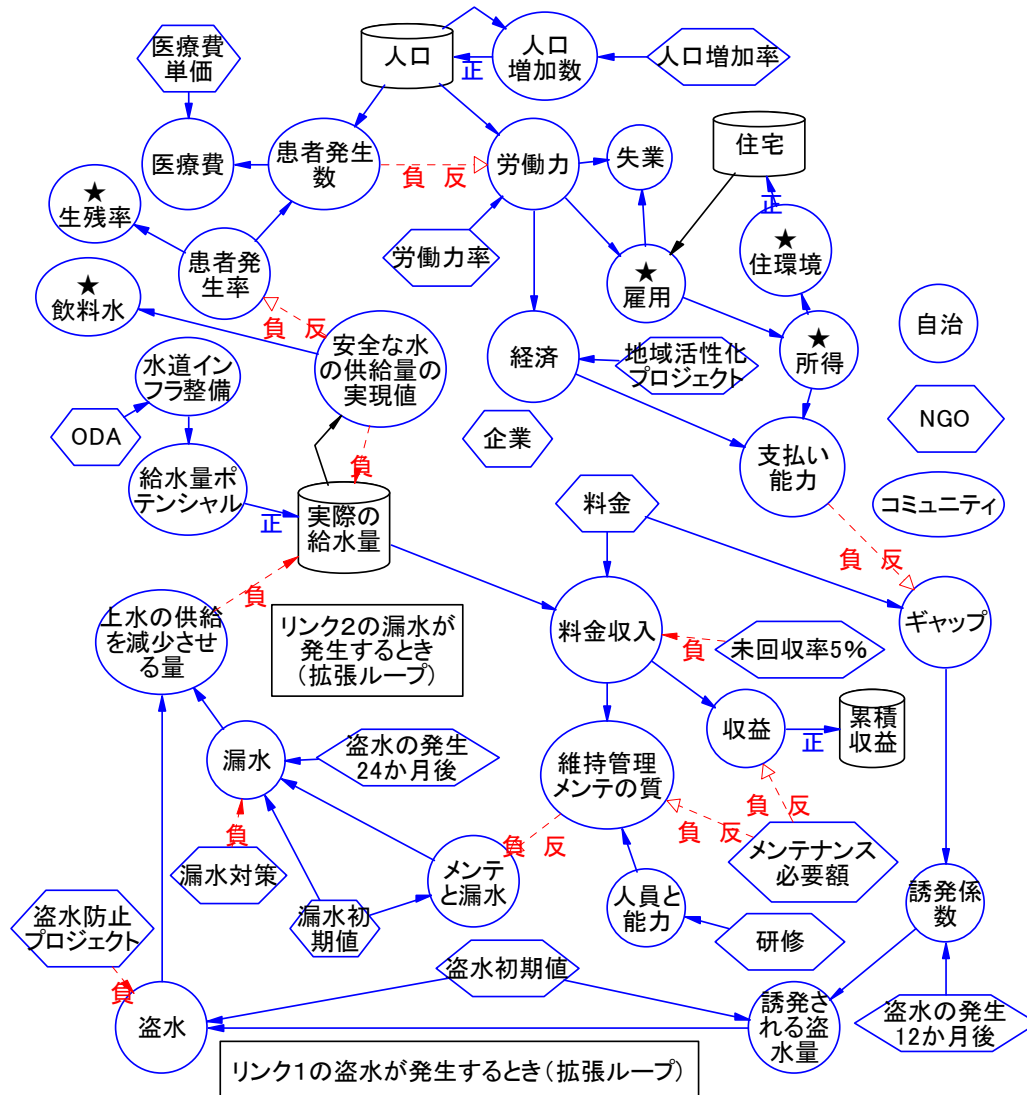


図7 水道事業のSDモデル (SimTaKNで筆者作成)

図8は、図7のモデルをシミュレーションした結果のグラフである。累積収支が著しく悪化している。

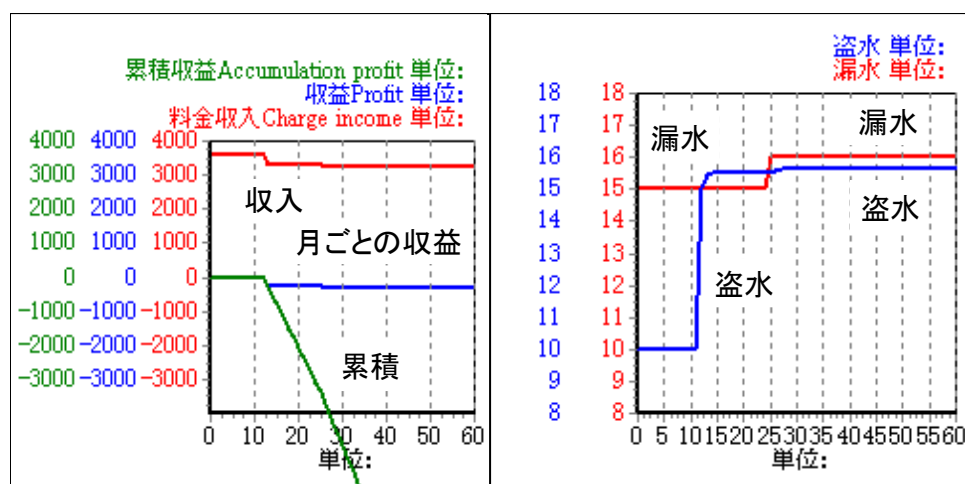


図8 水道事業の事業収支と盗水・漏水の仮定

この水道事業を、様々な目標(ここではミレニアム開発目標を想定)の総合的な評価が可能な手法(後述の AHP)とコミュニティの人々への一人一人に着目したような多様な影響を描き出す手法(後述の MAS)として統合することで、SD の新たなモデリングとシミュレーションの可能性を探ることとした。

図 9 は、図 7 の SD モデルをマルチエージェント・シミュレータソフト **artisoc** に置きなおした図である。[3] **artisoc** は多様なエージェント関数を有しており、初心者向けのソフトである。しかし、SD のソフトがグラフィック機能でモデリングを容易にしていることと比べると、BASIC で SD モデルを書くタイプのソフトであるので SD としては 1980 年代にフラッシュ・バックしたようなある意味で懐かしい作業となった。[7]

Universe に書き込んだルールは、一部だけの紹介であるが、次の通りである。

```
Univ_Step_Begin{
  universe.年 = GetCountStep()
  // 人口
  universe.人口増加数 = Int(Universe.人口 * universe.人口増加率)
  // 上水道事業
  Universe.水道インフラ整備 = Universe.ODA
  Universe.給水量ポテンシャル = Universe.水道インフラ整備
  Universe.給水の時間 = GetHistory(Universe.実際の給水量, 1)
  // Universe.給水の時間 = Universe.実際の給水量
  Universe.安全な水の供給量の実現値 = Universe.給水の時間
  // 病気・医療費
  universe.患者発生率 = 1 / Universe.安全な水の供給量の実現値 * 7.5
  // universe.患者発生数 = GetHistory(universe.人口, 1) * universe.患者発生率
  universe.患者発生数 = universe.人口 * universe.患者発生率
  Universe.医療費 = Universe.患者発生数 * Universe.医療費単価
  // 労働・経済
  universe.労働力 = universe.人口 * universe.労働力率 - universe.患者発生数
  Universe.経済 = Universe.労働力 + Universe.地域活性化プロジェクト
  // 水道事業
  Universe.料金収入 = Universe.実際の給水量 * Universe.料金 * (1 - Universe.未回収率)
  Universe.収益 = Universe.料金収入 - Universe.メンテナンス必要額
  Universe.累積収益 = GetHistory(Universe.累積収益, 1) + Universe.収益
}
```

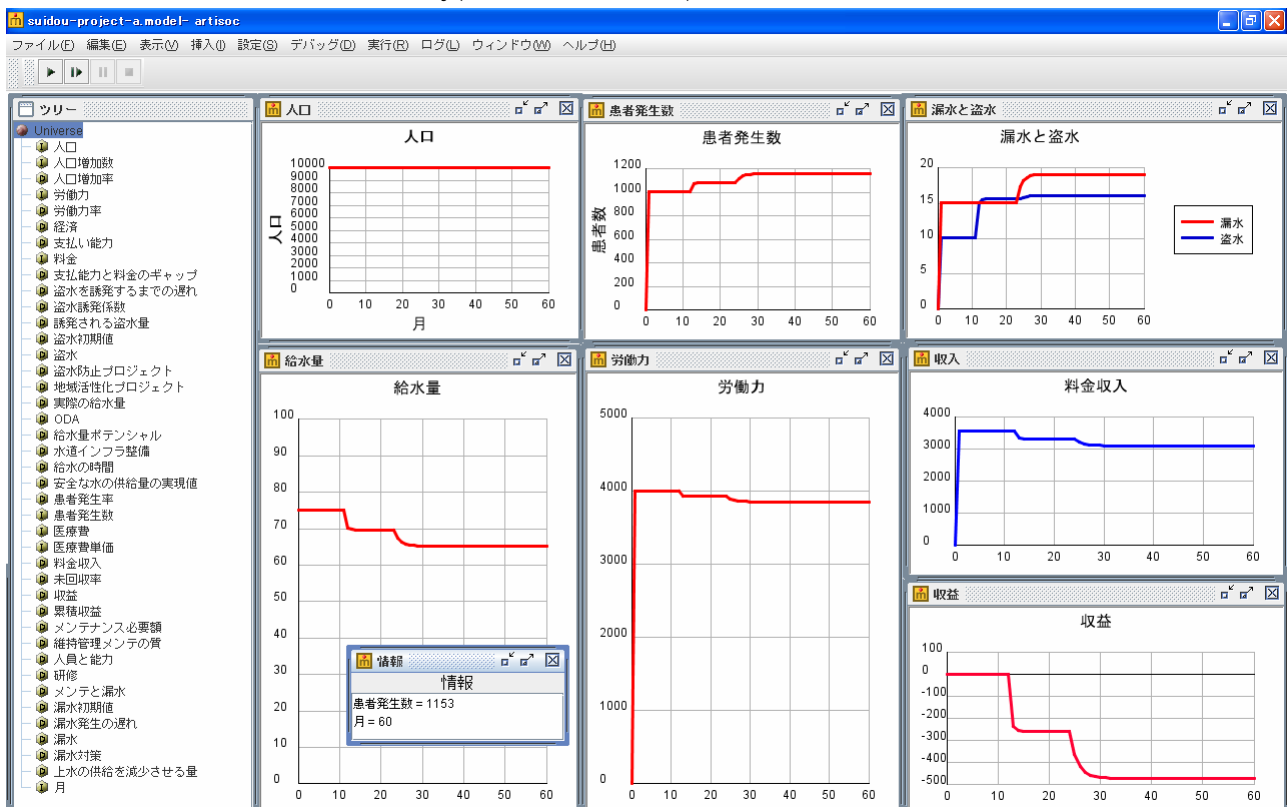


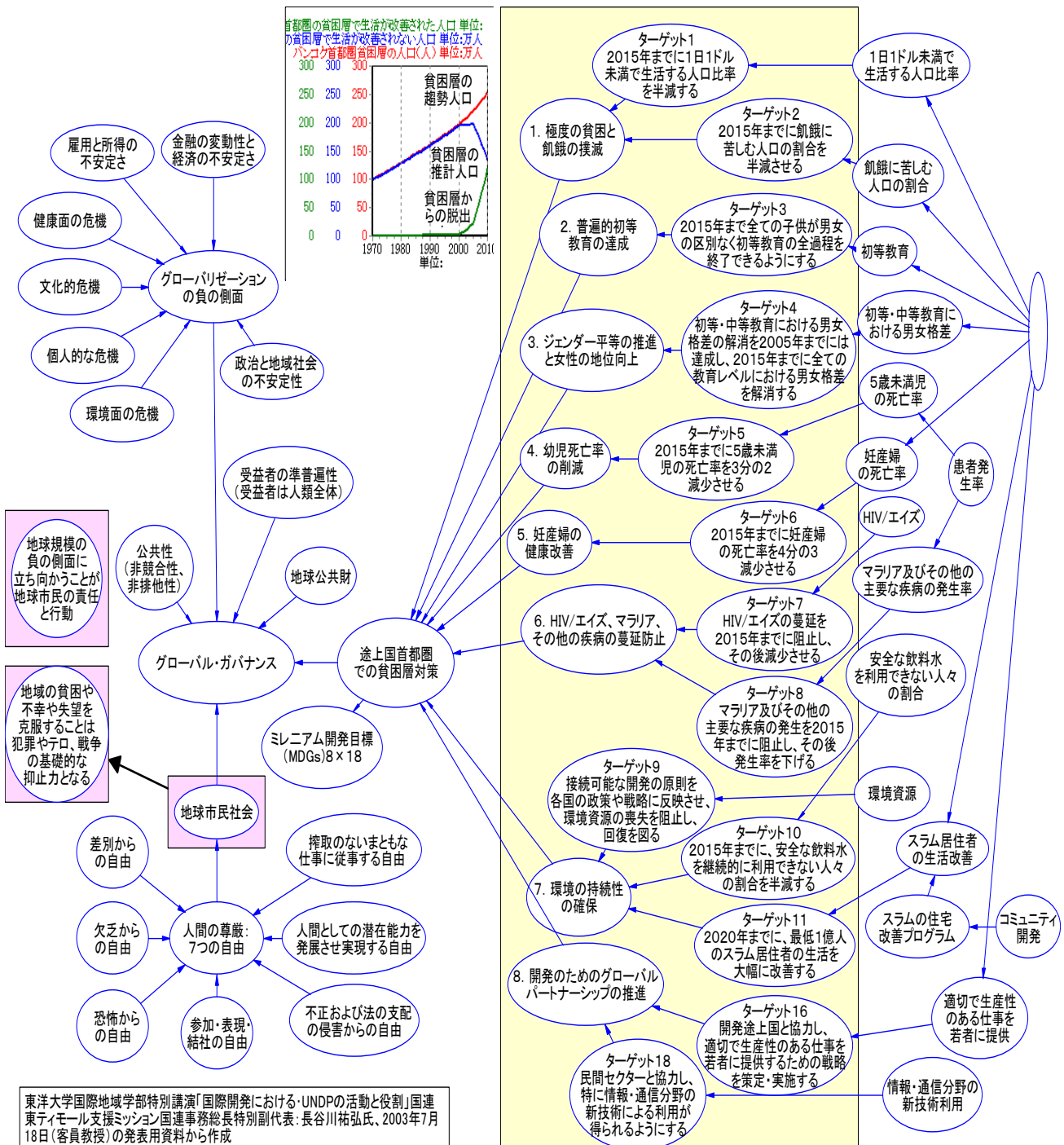
図 9 水道事業の SD モデル (Sartisoc で筆者作成)

このような途上国のローカルな水道事業による地域モデルを、地球規模の目標（MDGs）で評価するためのモデルの枠組みを次に説明することとする。

図 10 は、本稿の最初に表 1 として紹介した国連のミレニアム開発目標を SimTaKN で図 7 の SD モデルにリンクさせるために作成した概念モデル（ST）である。[2] 周知の通り、全ての地域開発プロジェクトや国際協力プログラム、全ての地域で、このような MDGs の目標体系の全項目が網羅的に追求・達成されるわけではない。個々の地域では、個々の地域ごとに、これらの目標群の一部が達成され、それらが総体として 21 世紀の人類社会を MDGs の目指す地球社会に変革していくものといえよう。

これらの MDGs の目標の中から、今回の水道事業モデルに密接に関連していると思われる 4 つの指標（病気、飲料水、居住環境、労働・所得）を指標としてモデル化することとした。

評価モデルの基本的な枠組みには AHP（Analytic Hierarchy Process）法を用いることとした。[8] AHP はあいまいな状況のもとで意思決定する場合の問題を扱う方法であり、主観的な判断を扱うアプローチである。



ここでは、図 10 に示した項目の中から、グローバル・ガバナンスの実現に向けたミレニアム開発目標 (MDGs) の活動を評価する。単純化のために選択した評価基準は幼児死亡率 (生残率)、飲料水確保、スラム改善 (住環境) 及び仕事の提供 (雇用) であり、比較する活動は国家 (ODA)、企業 (市場) 及び市民 (NGO) とする。

図 11 は、これらの項目を AHP として作成したモデルである。[9] SimTaKN は配列変数が使えないので一つ一つ配列表示している箱が変数を示すようになっていて、SimTaKN の変数表示は普通丸い図形などで表示しているが、図 11 のように四角形で変数を表示することが可能なため配列の説明にもそのまま使えて便利である。

1. AHP分析 (注: 本文をそのまま引用しています。p.186～p.189)								5. MDGs実現のための活動評価: (2)飲料水確保																																																																																										
5. AHP分析 あいまいな状況のもとで意思決定する場合の問題を扱うものとして、主観的な判断を扱うAHP (Analytic Hierarchy Process) 法によるアプローチがある。例として、グローバル・ガバナンスの実現に向けたミレニアム開発目標 (MDGs) の活動を評価する。評価基準は幼児死亡率 (生残率)、飲料水確保、スラム改善 (住環境) 及び仕事の提供 (雇用) であり、比較する活動は国家 (ODA)、企業 (市場) 及び市民 (NGO) とする。 ① 一対比較 二つの項目の間での比較は右の表の尺度によって示される。例えばAから見た場合、AのほうがBに比べ「重要」ならば5であり、逆にBから見れば1/5となる。 AHPにおける評価尺度 評価の尺度: 意味 1: 同くらい重要 2: やや重要 3: 重要 4: かなり重要 5: きわめて重要 <table><tr><th>項目</th><th>生残率</th><th>飲料水</th><th>住環境</th><th>雇用</th></tr><tr><td>生残率</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>飲料水</td><td>—</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>住環境</td><td>—</td><td>—</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>雇用</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>1</td></tr></table> (池田の呼び名: AHP法＝分析的階層評価プロセス法)								項目	生残率	飲料水	住環境	雇用	生残率	1				飲料水	—	1			住環境	—	—	1		雇用	—	—	—	1	(2)飲料水確保 D12、D13、D23に評価を式入力欄に記入してください。 もし、評価が低い場合には逆数として分数を記入してください。 <table><tr><th>飲料水確保D</th><th>国家ODA</th><th>企業市場</th><th>市民NGO</th><th>積</th><th>幾何平均</th><th>評価</th></tr><tr><td>国家ODA</td><td>1</td><td>D12</td><td>D13</td><td>積D1</td><td>Av.D1</td><td>Ev.D1</td></tr><tr><td>企業市場</td><td>D21</td><td>1</td><td>D23</td><td>積D2</td><td>Av.D2</td><td>Ev.D2</td></tr><tr><td>市民NGO</td><td>D31</td><td>D32</td><td>1</td><td>積D3</td><td>Av.D3</td><td>Ev.D3</td></tr><tr><td>計</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Sum.D1</td><td>Sum.D2</td></tr></table>								飲料水確保D	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価	国家ODA	1	D12	D13	積D1	Av.D1	Ev.D1	企業市場	D21	1	D23	積D2	Av.D2	Ev.D2	市民NGO	D31	D32	1	積D3	Av.D3	Ev.D3	計					Sum.D1	Sum.D2																							
項目	生残率	飲料水	住環境	雇用																																																																																														
生残率	1																																																																																																	
飲料水	—	1																																																																																																
住環境	—	—	1																																																																																															
雇用	—	—	—	1																																																																																														
飲料水確保D	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価																																																																																												
国家ODA	1	D12	D13	積D1	Av.D1	Ev.D1																																																																																												
企業市場	D21	1	D23	積D2	Av.D2	Ev.D2																																																																																												
市民NGO	D31	D32	1	積D3	Av.D3	Ev.D3																																																																																												
計					Sum.D1	Sum.D2																																																																																												
2. ②評価項目間の一対比較								6. MDGs実現のための活動評価: (3)住環境改善																																																																																										
②評価項目間の一対比較 例: MDGs実現のための活動を評価するために四つの基準を考える。四つの評価基準を二つずつ組み合わせてそれぞれの間で一対比較を行う。その結果は図3のようになった。 ここでは、生残率を飲料水と比較したとき「生残率を高めることの方が飲料水を確保することより重要である」と判断されたことを示す。反対に住環境と生残率の比較ではその逆数で示される。 <table><tr><th>項目</th><th>生残率</th><th>飲料水</th><th>住環境</th><th>雇用</th></tr><tr><td>生残率</td><td>1</td><td>○値:</td><td>○値:</td><td>○値:</td></tr><tr><td>飲料水</td><td>—</td><td>1</td><td>○値:</td><td>○値:</td></tr><tr><td>住環境</td><td>—</td><td>—</td><td>1</td><td>○値:</td></tr><tr><td>雇用</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>1</td></tr></table> 評価の値を「式入力」欄に記入してください。 もし、評価が低い場合には逆数として分数を記入してください。								項目	生残率	飲料水	住環境	雇用	生残率	1	○値:	○値:	○値:	飲料水	—	1	○値:	○値:	住環境	—	—	1	○値:	雇用	—	—	—	1	(3)住環境改善 H12、H13、H23に評価を式入力欄に記入してください。 もし、評価が低い場合には逆数として分数を記入してください。 <table><tr><th>住環境改善H</th><th>国家ODA</th><th>企業市場</th><th>市民NGO</th><th>積</th><th>幾何平均</th><th>評価</th></tr><tr><td>国家ODA</td><td>1</td><td>H12</td><td>H13</td><td>積H1</td><td>Av.H1</td><td>Ev.H1</td></tr><tr><td>企業市場</td><td>H21</td><td>1</td><td>H23</td><td>積H2</td><td>Av.H2</td><td>Ev.H2</td></tr><tr><td>市民NGO</td><td>H31</td><td>H32</td><td>1</td><td>積H3</td><td>Av.H3</td><td>Ev.H3</td></tr><tr><td>計</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Sum.H1</td><td>Sum.H2</td></tr></table>								住環境改善H	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価	国家ODA	1	H12	H13	積H1	Av.H1	Ev.H1	企業市場	H21	1	H23	積H2	Av.H2	Ev.H2	市民NGO	H31	H32	1	積H3	Av.H3	Ev.H3	計					Sum.H1	Sum.H2																							
項目	生残率	飲料水	住環境	雇用																																																																																														
生残率	1	○値:	○値:	○値:																																																																																														
飲料水	—	1	○値:	○値:																																																																																														
住環境	—	—	1	○値:																																																																																														
雇用	—	—	—	1																																																																																														
住環境改善H	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価																																																																																												
国家ODA	1	H12	H13	積H1	Av.H1	Ev.H1																																																																																												
企業市場	H21	1	H23	積H2	Av.H2	Ev.H2																																																																																												
市民NGO	H31	H32	1	積H3	Av.H3	Ev.H3																																																																																												
計					Sum.H1	Sum.H2																																																																																												
3. 各評価基準の幾何平均								7. MDGs実現のための活動評価: (4)雇用創出																																																																																										
(1) 各評価基準の幾何平均をとる。生残率の行では 1×3×5×7＝105 そして、幾何平均である105の4乗根は3.201086 他の行についても同様に計算すると下表のとおりになる。 <table><tr><th>項目</th><th>生残率</th><th>飲料水</th><th>住環境</th><th>雇用</th><th>積</th><th>幾何平均</th><th>重要度</th></tr><tr><td>生残率</td><td>1</td><td>○値12</td><td>○値13</td><td>○値14</td><td>○積1</td><td>○Av.1</td><td>○Imp.1</td></tr><tr><td>飲料水</td><td>○値21</td><td>1</td><td>○値23</td><td>○値24</td><td>○積2</td><td>○Av.2</td><td>○Imp.2</td></tr><tr><td>住環境</td><td>○値31</td><td>○値32</td><td>1</td><td>○値34</td><td>○積3</td><td>○Av.3</td><td>○Imp.3</td></tr><tr><td>雇用</td><td>○値41</td><td>○値42</td><td>○値43</td><td>1</td><td>○積4</td><td>○Av.4</td><td>○Imp.4</td></tr><tr><td>計</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>○Sum.1</td><td>○Sum.2</td></tr></table> (2) 幾何平均の合計で各要素の幾何平均を割る。次に幾何平均の合計を出し、その計で各要素の平均値を割り、全体の和が1となるようにする。 このようにすると、評価基準のウェイトが計算でき、それぞれの相対的重要度を求めることができる。								項目	生残率	飲料水	住環境	雇用	積	幾何平均	重要度	生残率	1	○値12	○値13	○値14	○積1	○Av.1	○Imp.1	飲料水	○値21	1	○値23	○値24	○積2	○Av.2	○Imp.2	住環境	○値31	○値32	1	○値34	○積3	○Av.3	○Imp.3	雇用	○値41	○値42	○値43	1	○積4	○Av.4	○Imp.4	計						○Sum.1	○Sum.2	(4)雇用創出 R12、R13、R23に評価を式入力欄に記入してください。 もし、評価が低い場合には逆数として分数を記入してください。 <table><tr><th>雇用創出R</th><th>国家ODA</th><th>企業市場</th><th>市民NGO</th><th>積</th><th>幾何平均</th><th>評価</th></tr><tr><td>国家ODA</td><td>1</td><td>R12</td><td>R13</td><td>積R1</td><td>Av.R1</td><td>Ev.R1</td></tr><tr><td>企業市場</td><td>R21</td><td>1</td><td>R23</td><td>積R2</td><td>Av.R2</td><td>Ev.R2</td></tr><tr><td>市民NGO</td><td>R31</td><td>R32</td><td>1</td><td>積R3</td><td>Av.R3</td><td>Ev.R3</td></tr><tr><td>計</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Sum.R1</td><td>Sum.R2</td></tr></table>								雇用創出R	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価	国家ODA	1	R12	R13	積R1	Av.R1	Ev.R1	企業市場	R21	1	R23	積R2	Av.R2	Ev.R2	市民NGO	R31	R32	1	積R3	Av.R3	Ev.R3	計					Sum.R1	Sum.R2
項目	生残率	飲料水	住環境	雇用	積	幾何平均	重要度																																																																																											
生残率	1	○値12	○値13	○値14	○積1	○Av.1	○Imp.1																																																																																											
飲料水	○値21	1	○値23	○値24	○積2	○Av.2	○Imp.2																																																																																											
住環境	○値31	○値32	1	○値34	○積3	○Av.3	○Imp.3																																																																																											
雇用	○値41	○値42	○値43	1	○積4	○Av.4	○Imp.4																																																																																											
計						○Sum.1	○Sum.2																																																																																											
雇用創出R	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価																																																																																												
国家ODA	1	R12	R13	積R1	Av.R1	Ev.R1																																																																																												
企業市場	R21	1	R23	積R2	Av.R2	Ev.R2																																																																																												
市民NGO	R31	R32	1	積R3	Av.R3	Ev.R3																																																																																												
計					Sum.R1	Sum.R2																																																																																												
4. MDGs実現のための活動評価: (1)生残率向上								8. 総合評価																																																																																										
(1)代替案の評価 次に個々の評価基準について二つの活動の間で一対比較を行う。つまり国家 (ODA)、企業活動 (市場) 及び市民活動 (NGO) の間でそれぞれの幼児死亡率 (生残率向上)、飲料水確保、スラム改善 (住環境改善) 及び仕事の提供 (雇用創出) について一対比較を行って評価する。 その結果は次のとおりとなる。 P12、P13、P23に評価を式入力欄に記入してください。 もし、評価が低い場合には逆数として分数を記入してください。 <table><tr><th>生残率向上P</th><th>国家ODA</th><th>企業市場</th><th>市民NGO</th><th>積</th><th>幾何平均</th><th>評価</th></tr><tr><td>国家ODA</td><td>1</td><td>P12</td><td>P13</td><td>積P1</td><td>Av.P1</td><td>Ev.P1</td></tr><tr><td>企業市場</td><td>P21</td><td>1</td><td>P23</td><td>積P2</td><td>Av.P2</td><td>Ev.P2</td></tr><tr><td>市民NGO</td><td>P31</td><td>P32</td><td>1</td><td>積P3</td><td>Av.P3</td><td>Ev.P3</td></tr><tr><td>計</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Sum.P1</td><td>Sum.P2</td></tr></table>								生残率向上P	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価	国家ODA	1	P12	P13	積P1	Av.P1	Ev.P1	企業市場	P21	1	P23	積P2	Av.P2	Ev.P2	市民NGO	P31	P32	1	積P3	Av.P3	Ev.P3	計					Sum.P1	Sum.P2	ここまでの分析で四つの評価基準についての個別の評価がなされた。それぞれの評価について、最初に求めた重要度をウェイトとしてそれぞれの評価にかけて重み付けをして計算した値の合計値を求める。 このように計算した結果が選択された。 この結果から、評価はB、A、Cの順となった。しかし、BとAの差はほとんどなかった。 注: 幾何平均が4乗根になっています。本来は3乗根です。そのため順位が違ってきます。 <table><tr><th>活動</th><th>生残率向上:P</th><th>飲料水確保:D</th><th>住環境改善:H</th><th>雇用創出:R</th><th>合計</th><th>順位</th></tr><tr><td>重要度</td><td>○Imp.1</td><td>○Imp.2</td><td>○Imp.3</td><td>○Imp.4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>A国家ODA</td><td>Ev.P1</td><td>PA</td><td>Ev.D1</td><td>DA</td><td>Ev.H1</td><td>HA</td><td>Ev.R1</td><td>RA</td><td>Sum.A</td><td>A国家</td></tr><tr><td>B企業市場</td><td>Ev.P2</td><td>PB</td><td>Ev.D2</td><td>DB</td><td>Ev.H2</td><td>HB</td><td>Ev.P2</td><td>RB</td><td>Sum.B</td><td>B企業</td></tr><tr><td>C市民NGO</td><td>Ev.P3</td><td>PC</td><td>Ev.D3</td><td>DC</td><td>Ev.H3</td><td>HC</td><td>Ev.P3</td><td>RC</td><td>Sum.C</td><td>C市民</td></tr></table>								活動	生残率向上:P	飲料水確保:D	住環境改善:H	雇用創出:R	合計	順位	重要度	○Imp.1	○Imp.2	○Imp.3	○Imp.4			A国家ODA	Ev.P1	PA	Ev.D1	DA	Ev.H1	HA	Ev.R1	RA	Sum.A	A国家	B企業市場	Ev.P2	PB	Ev.D2	DB	Ev.H2	HB	Ev.P2	RB	Sum.B	B企業	C市民NGO	Ev.P3	PC	Ev.D3	DC	Ev.H3	HC	Ev.P3	RC	Sum.C	C市民	
生残率向上P	国家ODA	企業市場	市民NGO	積	幾何平均	評価																																																																																												
国家ODA	1	P12	P13	積P1	Av.P1	Ev.P1																																																																																												
企業市場	P21	1	P23	積P2	Av.P2	Ev.P2																																																																																												
市民NGO	P31	P32	1	積P3	Av.P3	Ev.P3																																																																																												
計					Sum.P1	Sum.P2																																																																																												
活動	生残率向上:P	飲料水確保:D	住環境改善:H	雇用創出:R	合計	順位																																																																																												
重要度	○Imp.1	○Imp.2	○Imp.3	○Imp.4																																																																																														
A国家ODA	Ev.P1	PA	Ev.D1	DA	Ev.H1	HA	Ev.R1	RA	Sum.A	A国家																																																																																								
B企業市場	Ev.P2	PB	Ev.D2	DB	Ev.H2	HB	Ev.P2	RB	Sum.B	B企業																																																																																								
C市民NGO	Ev.P3	PC	Ev.D3	DC	Ev.H3	HC	Ev.P3	RC	Sum.C	C市民																																																																																								
注: 幾何平均が4乗根になっています。計算結果は通常モードで箱ごとにみてください。																																																																																																		

注: 幾何平均が4乗根になっています。 計算結果は通常モードで箱ごとに見てください。

図 11 AHP のモデル (SimTaKN で筆者作成)

図 12 は AHP モデルを用いて「水道事業とミレニアム開発目標 MDGs」をシミュレーションしながら評価した様子を想定した例である。シミュレーションの各段階における想定イメージは次のとおりである。

スタート時：開発を国家が中心となって推進している時代：経済・産業・雇用の創出が最大の目標で、民生部門の飲料水の確保や居住環境改善、幼児の生残率向上などは目標としても低かった。殆どを国家が政策として実施し、雇用の創出だけについては企業活動・市場経済がリードする状態であった。

企業中心の時代：企業がこのモデルの地域の主要なアクターになる時代。経済発展が重視される。雇用と居住環境などの経済的な側面が重視されるので、評価基準も順位が入れ替わる。

市民活動重視の時代：民生部門のファクターが重視され、コミュニティでの活動などの評価が上昇してくる。

総合評価：地球社会における国家の活動に対する評価が上がっているが、頭打ちになる。

企業の活動に対する評価は国家も凌ぐ傾向にあったが、経済のグローバル化の負の側面もあり下落傾向になる。

市民活動は国家や企業の活動に対して徐々にではあるが評価を上げており、逆転しそうな勢いである。

というような様々なグローバル・ガバナンスに対する評価ができると良いという例です。

次ページの図 13 は中村州男氏が作成した AHP モデル（4 月に SimTaKN に実装）で作成した水道事業のイメージである。実装化したソフトでのモデルのシミュレーションの結果は、本稿の投稿段階ではソフトの開発自体が間に合っていなかったもので、結果のイメージである。これらについては、MAS の結果と合わせて、さらに検討を進めて、別途発表する機会を得ることとしたい。

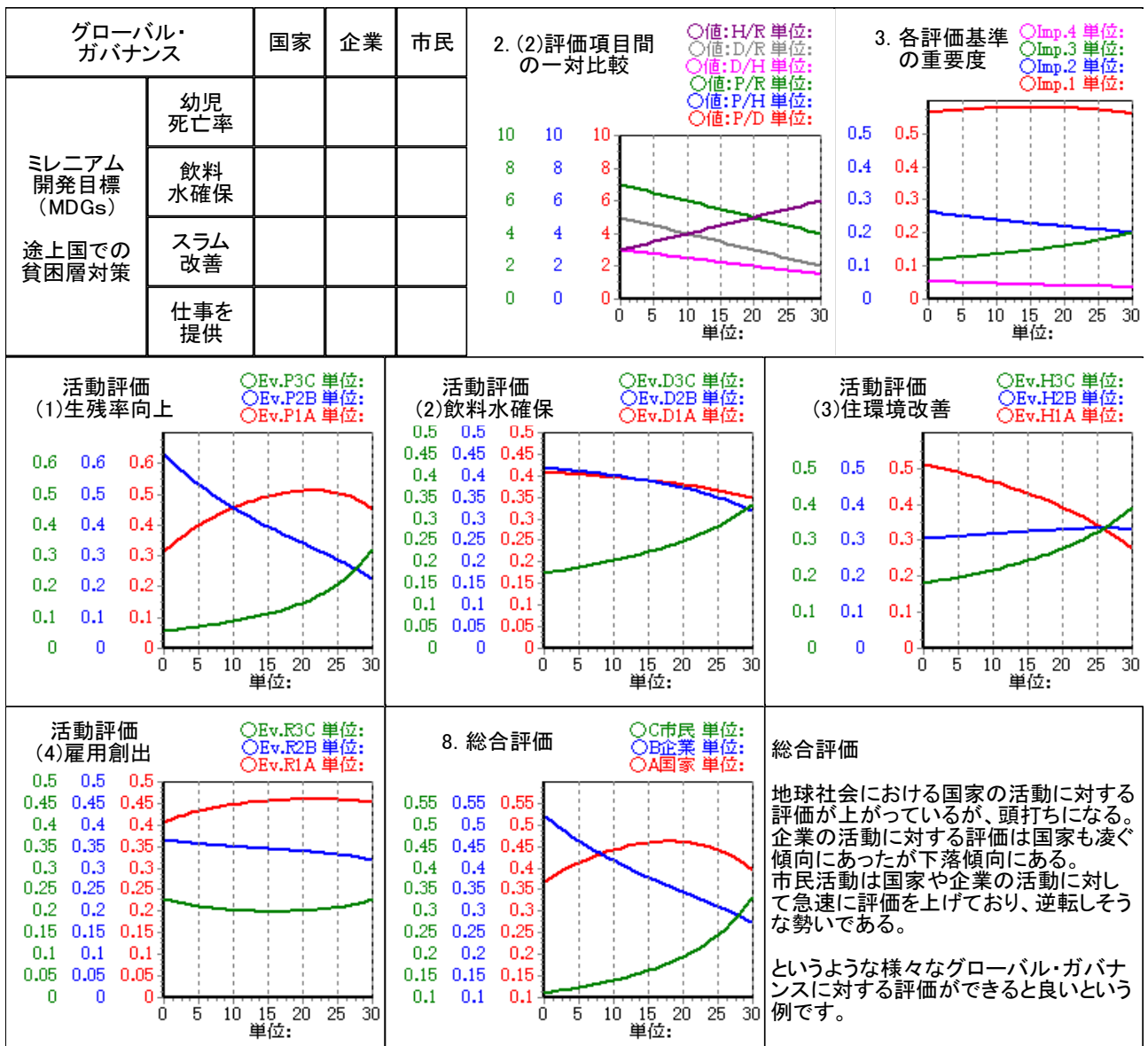


図 12 グローバル・ガバナンスを評価する AHP の SimTaKN モデル（シミュレーションの結果イメージ）

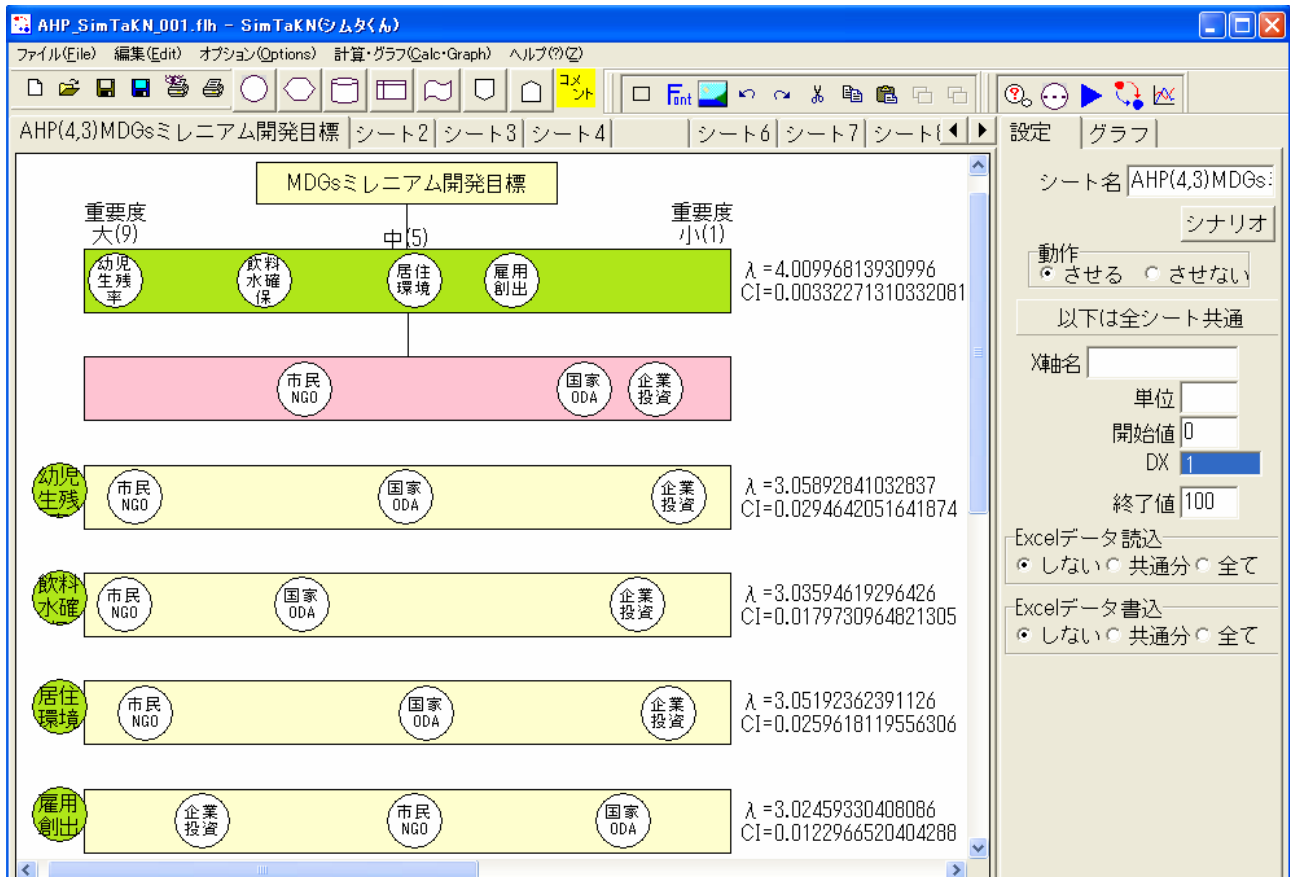


図 13 AHP モデルを用いて「水道事業とミレニアム開発目標 MDGs」を評価した例（筆者作成）

図 14 は、これらのモデルを今回の試みであるマルチエージェント・シミュレータソフト artisoc で作成したものである。やはり artisoc では、BASIC で SimTaKN のモデルを作成するのであるが、配列変数が利用できるのでプログラム自体は格段にスマートになる。しかし、配列変数にしたためにどの変数が何を指しているか分からなくなることが多く、それを簡単に確認する際に SimTaKN のグラフィック機能がとても有効であった。

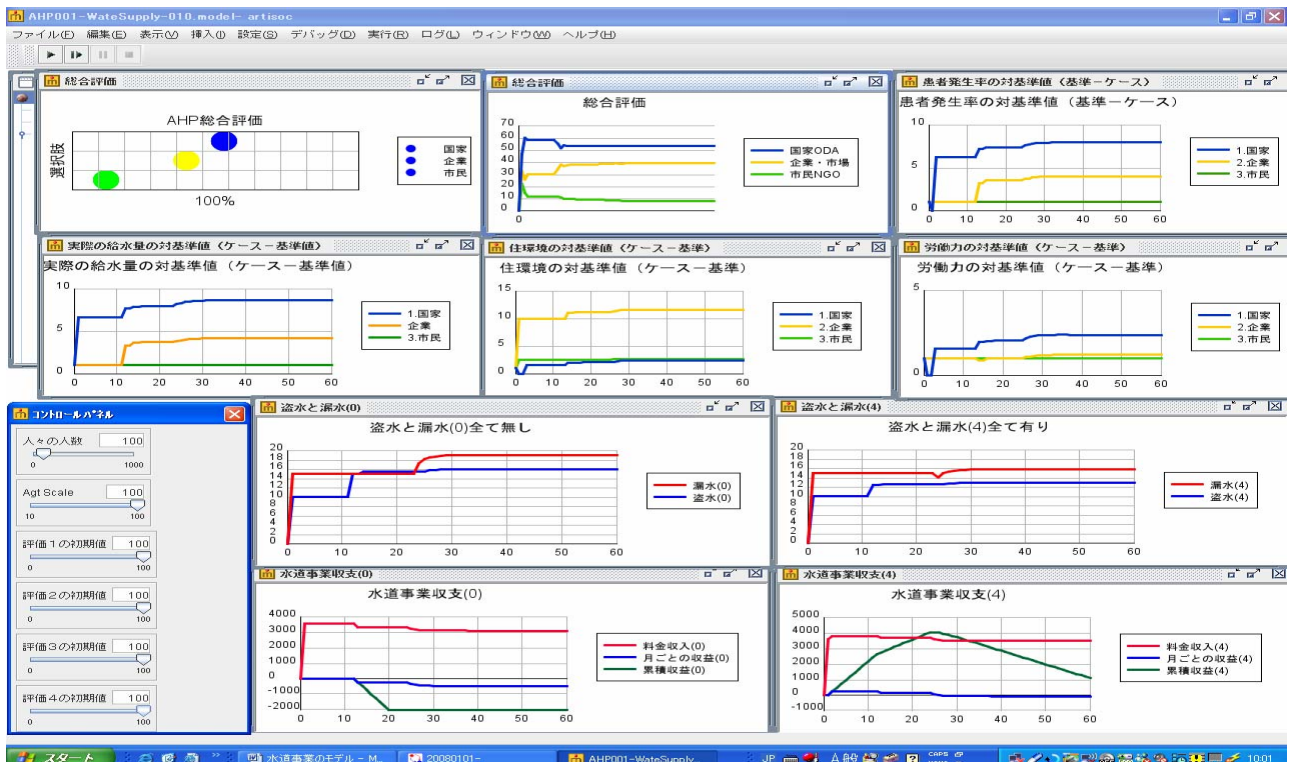


図 14 artisoc による水道事業の SD モデルと AHP モデルとの合体版

改めて SD ソフトの多くがグラフィック機能を有効に使っていることを実感した作業でもあった。このモデルでは5つのケースを同時にシミュレーションしている。ケース0は全てのプロジェクトがない場合の現状ケース、ケース1は国家の ODA プロジェクトがある場合、ケース2は企業の市場・投資プロジェクトがある場合、ケース3は市民の NGO プロジェクトがある場合、ケース4は全てのプロジェクトがある場合の総合ケースとした。

この評価モデルでの最大の難関は、地域で投入される ODA プロジェクト、民間企業投資、NGO プロジェクトは単位がばらばらであり、同一の投入 (Input) に対する効果 (Output) としての比較はできないという点である。しかし、その地域が持っている国際的な協力の可能性やポテンシャルを反映していると仮定して、あえてそのまま比較した。地域によっては国際的に孤立しているとか、ODA の対象となりにくい国の貧困地域であるとか、企業の直接投資の対象とはなり難い地域、あるいは NGO の支援や関心が向けられていない地域などがある。それらは、そのまま、その当該地域の特性であり、そのような国際関係上の位置づけを無視して、逆に同じ ODA や企業投資、NGO の支援などを想定して、金額や人員・プロジェクトなどを同一の条件でシミュレーションしても、そのことにどれだけの実質的な意味があるか不明でもあるので、このような比較は実際的である。

図 15 は、本研究の目的であるマルチエージェント・モデル化を行った例である。人口と健康状態、病気になる人の有無をエージェントとしてモデル化してシミュレーションしている。本稿では白黒のためグラフなどは判別不能であるが、次のケースの比較を行ったものである。ODA、企業、NGO のそれぞれが水道事業や地域活性化プロジェクト、NGO によるコミュニティ開発プロジェクトを実施した場合とそれらが全く実施されていない場合の比較である。なお、artisoc では、全てのプロジェクトが同時並行的に実施される総合的なケースも取り扱われている。SD のケース分けを行って、別々にシミュレーションを行い、それぞれの結果を比較検討する作業を一度に行うことができる。

次のステップではマルチエージェントによるモデルの進化を進めていくことが今後の課題である。さらに、このモデルの発展系として貧困層と富裕層に分けて効果を見ていくこととしたい。SD では、このような場合にはいくつかのサブセクターに分割してモデル化するが、この段階で期待されることは、所得配分やスラムなどの居住環境による違い影響である。

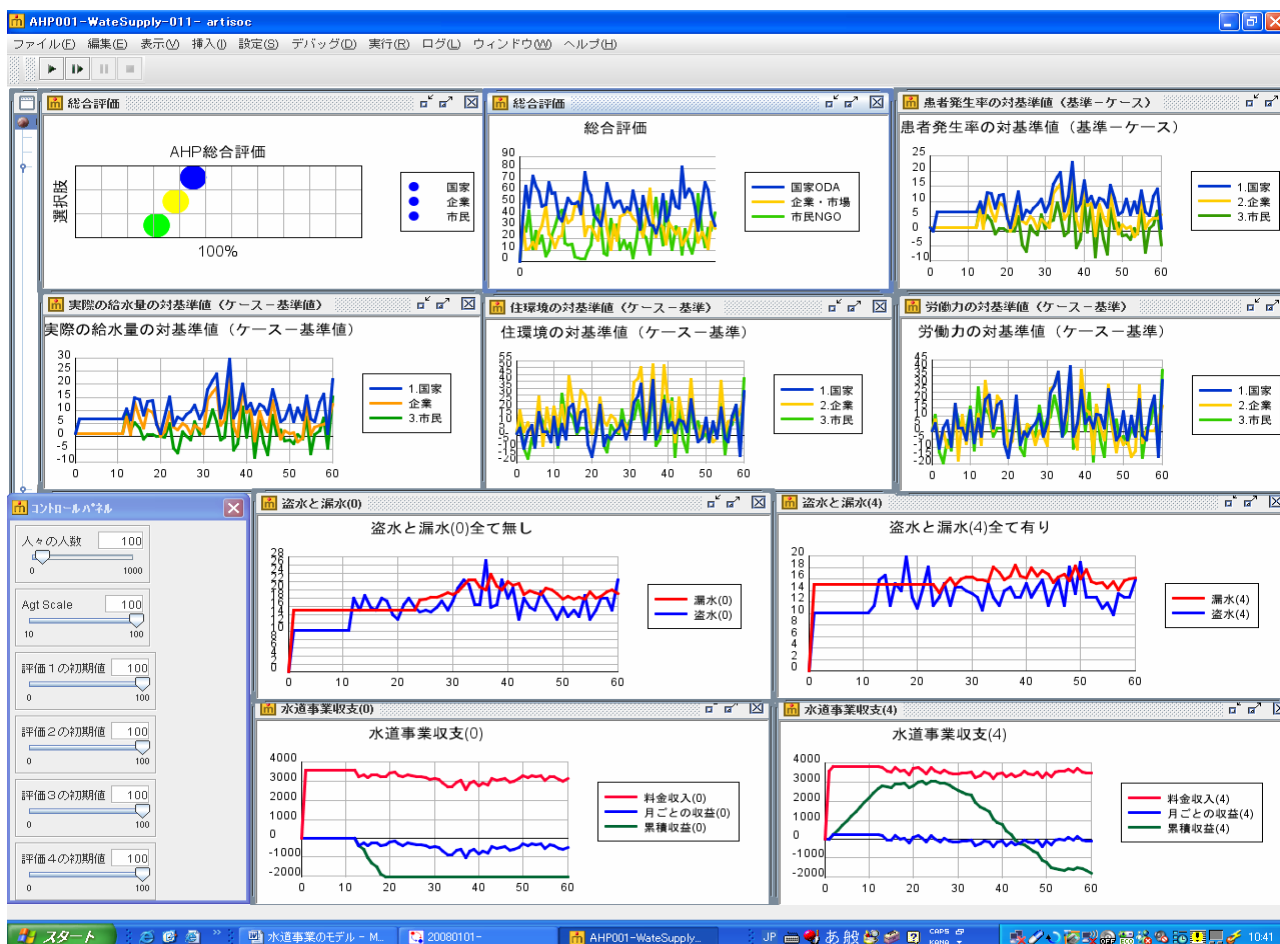


図 15 artisoc による水道事業の SD モデルと AHP モデルとの合体版の一部をマルチエージェント化したモデル

例えば、水道事業でも最貧層には水は高価すぎて届かないことや、その結果病気は最貧層で減少できないこと、企業の直接投資で生み出される雇用はフォーマルセクターで、貧困層の人々は教育や研修自体が困難なことなどからインフォーマルセクターの仕事しかありつけないこと、そのためODAや企業の効果が少なく、NGOによる自立支援型コミュニティ開発が有効であることなど性が示せればよいと計画している。

図 16 はその取り組みの一例である。地域のイメージが地図情報を組み込んでいないため単純ではあるが、左下が最貧困層の地区、右上が最富裕層の地区をイメージしている。

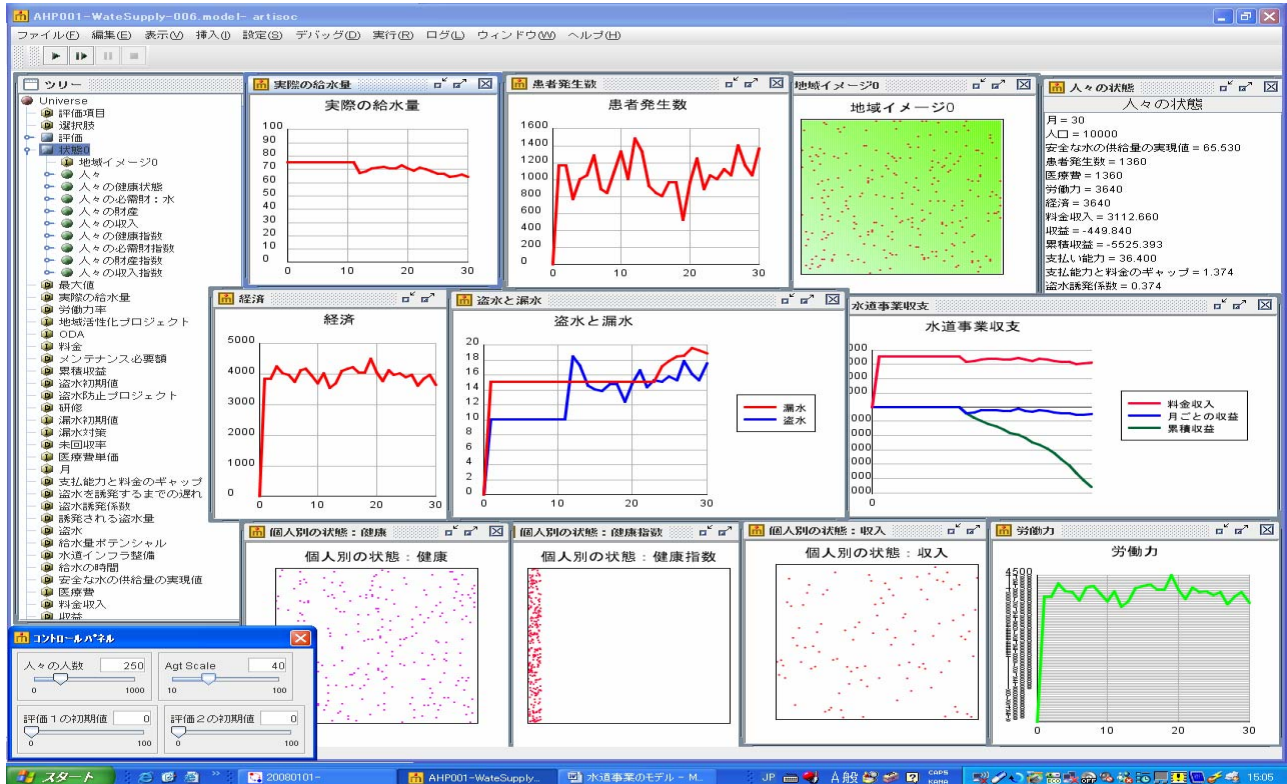


図 16 artisoc による水道事業のマルチエージェント化したモデル

図 17 はartisoc のプログラムの一部を示している。エージェントの初期条件を定義するルール Agt_Init とエージェントの毎期のプログラム Agt_Step を抜き出している。なお、ルールの行頭の「//」はコメント分を意味している。ここでは作成途中であるのでコメント分が多くて不自然であるが、まだプログラムを始めたばかりの段階で試行錯誤的に組み込んだ行を削除できていない状態である。



図 17 artisoc による水道事業のエージェントのプログラム例

図 18 はモデルのエージェントの状態をジニ係数で表している例である。中央上が財産分布、中央下が人数。

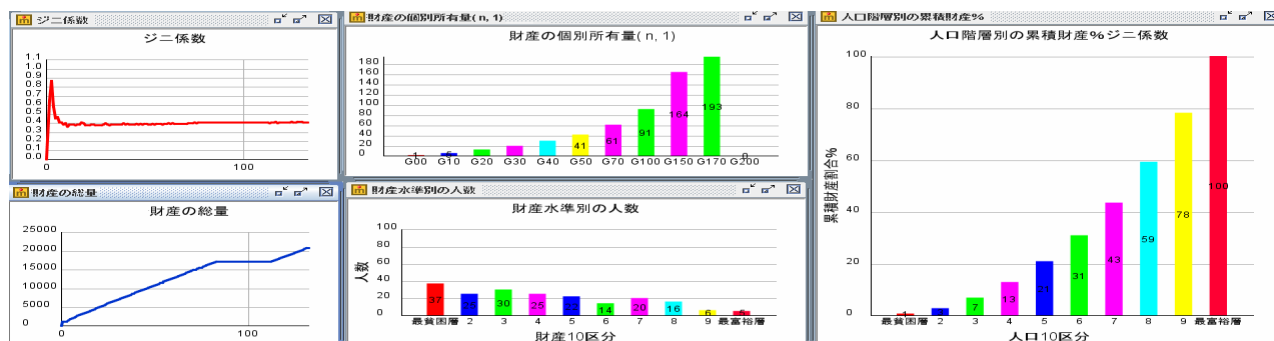


図 18 artisoc による水道事業のマルチエージェント化したモデルで貧困の状況をジニ係数で表示している例

8. まとめ

本稿では、SD を使ったミレニアム・ゴール達成の考察として、個人、コミュニティ、地域（自治体）、国家のレベルごとの水道事業の検証と、これらを統合するグローバル・モデルとしての SD・AHP・MAS 合体型モデルの可能性を示唆した。これらの作業を通じて、改めて、ST/SD の因果関係が人間的なヒューリスティクスであり、グラフィック機能によるモデリングが操作性を著しく高めているという実感を得られたことは研究の目的を離れた発見であった。本来の研究の目的に即して、今後の課題となるのは、既に述べたようにマルチエージェントのモデル化を進めることで所得分布の違いが病気や盗水の可能性などを低所得層にもたらすことなどエージェントごとのインパクトの違いをモデルとして分析していくことである。また、SD との関係では、ST/SD が主として扱っている因果関係がマルチエージェントの単純なルールから創発される減少をマクロに見ているという本稿で述べているミクロマクロ・リンケージとは別次元の複雑系に由来するミクロマクロ関係の問題も今後の課題である。

注釈

- 1) 現実には地方自治体のレベルが多層であることが多い。日本でも、部落あるいは町内→市町村、区→都道府県と 2 層になっている。
- 2) 「5 歳以下の乳幼児の経口感染症による死亡率の減少」はアウトカムであり、上水道施設の提供だけが減少に係っているわけではないが、地方水道事業支援プロジェクトの評価指標に用いられる代表的なものである。筆者も、先の条件（アウトカムであり、この評価指標達成にはトイレの普及や下水・配水施設の改善なども係っているということ）は認識しつつも、安全な水の供給は経口感染症減少に関して大きな要素であるので、この代表的な評価指標は妥当であると考えている。
- 3) 統計的に見た地域の経済力という意味ではなく、政治献金などの余剰資金を捻出し続けられるかどうかという意味での経済力である。地域が本当に貧乏になれば政治資金などを捻出し続けられない。もちろん、票をまとめる力、政治家を一貫して支持するなど政治的な能力も重要である。

参考文献

- [1] UN Millennium Development Goal (<http://www.un.org/millenniumgoals/index.html>) at March 20th, 2008
- [2] 池田誠のホームページの URL : <http://www2.toyo.ac.jp/~mikeda/>
モデルが掲載されている掲示板 : <http://ikeda.itakura.toyo.ac.jp/cgi-bin/everyone.exe?ID=0&PASSWORD=0>
同上の掲示板にアップされているモデル (No. は掲示板の掲載番号) SimTaKN による水道事業 SD モデル・・・No.80
- [3] J. エプスタイン & R. アクステル (Joshua M. Epstein, Robert Axtell) 著、服部正太・木村香代子訳：『人工社会—複雑系とマルチエージェント・シミュレーション』構造計画研究所発行、共立出版株式会社発売
- [4] MAS コミュニティ、構造計画研究所の HP 掲載 sugarscape.model、2007 年 7 月版
- [5] 山影進：『人工社会構築指南 artisoc によるマルチエージェント・シミュレーション入門』、書籍工房早山、2007 年 1 月
- [6] 阪本拓人：「アリの本質—繁殖と進化の単純なモデル」、山影進・服部正太編：『コンピュータのなかの人工社会』、構造計画研究所、2002 年 8 月
- [7] 同上の artisoc のモデル・・・<http://ikeda.itakura.toyo.ac.jp/cgi-bin/everyone.exe?ID=0&PASSWORD=0> の No.81
- [8] 東千秋・柴山盛生・遠山紘司：「問題解決の発想と表現」放送大学教育振興会、2005 年 2 月
- [9] SimTaKN で AHP を作成したモデル・・・<http://ikeda.itakura.toyo.ac.jp/cgi-bin/everyone.exe?ID=0&PASSWORD=0> の No.82
- [10] artisoc に置き換えた SD モデルと AHP を合体させたモデル・・・No.83
- [11] artisoc に置き換えた SD モデルと AHP を合体させたモデルで MAS (マルチエージェント) 化したモデル・・・No.84