

社会秩序のシミュレーション

高木 英至

本稿の目的は、社会学、社会心理学を中心に、社会秩序のシミュレーションによる研究を概観することである。焦点は2つある。1つは「シミュレーション」、もう1つは「社会秩序」である。

思考実験としてのシミュレーション

本稿が扱うシミュレーションとは、理論的な説明モデルとしてのコンピュータシミュレーションである。2点を補足しよう。第1に、社会科学や行動科学ではシミュレーションの語は人間被験者を使った模擬的なゲーム実験、ないし role-playing を指すことが多い (Jones, 1985) が、本稿の対象外である [広瀬 (1997) を参照]。第2に、本稿が述べるのは理論的なシミュレーションの利用である。シミュレーションはシステムの評価や予測といった実用的な利用に供することが多い。実用的なシミュレーションでは特定の現実をいかに再現するかが決定的に重要だ。しかし以下の理論的利用では、再現すべきは現実そのものではない。ゲーム理論がそうであるように、扱うのは現実が内蔵する構造である。

シミュレーションモデルは、自然言語によるモデル、数理モデルに続く、第3の説明的なモデルの様式と位置づけることができる (Ostrom, 1988)。モデルが可能にするのは、一定の前提から何を導出できるかを思考実験することである。シミュレーションモデルの最大の長所は、derivation machine として、この思考実験を効率的に実行できる点にある。シミュレーションモデルのその他の長所は、数理モデルに比べ、モデル構築の柔軟性が高いこと、モデルの変更や要因の追加が容易なこと、言語的アイディアのモデル化を容易にすること、などである (Taber & Timpone, 1996)。欠点は、その導出が数理モデルほどの一般性

をもたないことである。

シミュレーションを用いた研究例は社会心理学、社会学の範囲でも多岐にわたる。対人記憶 (Hastie, 1988)、ステレオタイプ形成 (Smith, 1991)、恋愛関係 (Kalick & Hamilton, 1986)、社会的影響 (Nowak, Szamrei & Latané, 1990)、群集 (Johnson & Feinberg, 1989)、歩行群集 (矢守・杉万, 1992)、集団討議 (Stasser, 1988)、集団内統制 (Flache & Macy, 1996)、組織 (Carley & Prietula, 1994)、社会的ディレンマ (Messick & Liebrand, 1995)、集団間対立 (Suleiman & Fischer, 1996)、集落や地域構造の形成 (Penn & Dalton, 1994)、などである。適用の範囲は今後確実に増えるはずだ。

創発的な社会秩序

以下に述べる社会秩序とは、社会に観測できる regularities 程度の意味である。人間はこれまで多数の社会を出現させた。その具体的な構造は社会によって異なる。にもかかわらず社会は繰り返し観測できる秩序をさまざまな側面で示してきた。人々は家族や部族など多くの集団を形成し、その中で高い利他性や協力性を発現させる。分業を形成するとともに規範を生成し、権力や富の不平等を常とした。こうした秩序が社会になぜ実現するかは創設以来の社会学の根本問題だといってよい。Functionalist, Conflict, Interactionist といった理論的視点が争ってきたのも、まさにこの根本問題をめぐってである (Vander Zanden, 1993)。しかし従来の社会学がこの根本問題の解決に迫ることはなかった。適切な方法論を欠いていたからである。

社会秩序のシミュレーションとは、計算機上で作った社会に社会らしい秩序を再現するにはいかなる前提が必要かを思考実験することで、社会のメカニズムを理解しようとする試みである。この研究のコンセプトは「人工社会 (artificial societies)」 (Epstein &

Axtell, 1996), 'multi-agent simulation'(Shoham, 1994), 「分散された人工知能 (DAI)」(Doran, 1996) と表現されるが, 表現の相違は重要ではない。共通しているのは, ある環境の中に複数のエージェント(行為者)をおき, そのエージェントが bottom-up に作り出す創発的な社会秩序を観察することである。

社会秩序のシミュレーションは次の3つを特色とする。第1に, エージェントは独自の行動を可能にするルール(ないし戦略)を持っている。単純な反応のルールだけを仮定する場合から, DAIのように, ある程度の認知作用を仮定する場合まで, さまざまである。しかし, 限定的な(bounded)認知・計算能力だけを仮定することが多く(Conte & Castelfranchi, 1995a), 経済学のように完全情報(処理能力)を仮定することはまずない。第2に, シミュレーションモデルはエージェントの行動ルールと環境のルール(環境-エージェントのルールを含む)だけから構成されるのが原則だ。社会レベルの挙動を直接支配するルールを組み込んではいない。社会秩序はエージェントが bottom-up に新たに作り出すもの, つまり社会の創発的特性でなければならないからである。第3に, 社会秩序のシミュレーションはほとんどの場合「進化の論理」を備えている。エージェントのルールをある種の遺伝子とみなす。そして適応度(fitness)が高いルールを持つエージェントが世代交代ごとに増加すると考える。この進化は, 通常の進化のように, より適応したエージェントが多くの子孫を持つことで生じてよい。より適合したルールを他のエージェントが(観察)学習することで生じてよい。このルール分布の変化が収束した状態がモデルの均衡点である。進化という装置は均衡解を求める計算的手法である。

社会秩序のシミュレーションの背景には少なくとも2つの理論的関心がある。第1はマイクロ-マクロ問題である(Alexander et al., 1987; 山岸, 1992)。マイクロの水準での相互作用が, 意図せざる結果として, マクロ水準でどのような帰結をもたらすか?—この問題は社会科学全般で重要な研究トピックと認識されている。社会秩序のシミュレーションはこのマイクロ-マクロ問題への主要な担い手として登場したことになる。第2の背景は複雑系への関心である。複雑系という議論は子細に見れば多様なアプローチを内包した複合的な思潮である。しかし, その中心的なアイデアは局所的なルールが集合体の水準で新たな創発的特性を生むことにある(Epstein & Axtell,

1996; Waldrop, 1992)。社会秩序のシミュレーションはこの複雑性の課題を社会科学で遂行する研究(の1つ)と位置づけることができる。複雑系はすでに一時の熱狂を失いつつあるとはいえ, 社会科学の分野では貢献の余地は大きい。

社会秩序のシミュレーション

以下, 主要な結果を概説しよう。

(1) 群居 人間社会は群居の上に成り立つ。Parisi et al. (1994) および Epstein & Axtell (1996) は平面上にエージェントと食糧が分布する平面(sugarscape)を舞台としてシミュレーションを実施した。エージェントは視界内の食糧のある場所に移動し, 食糧を摂取することで適応度を保つ。結果は食糧クラスタにエージェントの群居が生じること, 食糧の再生率に応じて移民の波が生じること, 視力の良いエージェントは渡り鳥型の移動をし視力の悪いエージェントは冬眠定住型になること, 食糧採取に伴う公害(負の外部性)が集散的移動を生むこと, などを見出している。

Parisi らはさらに, 群居が他者からの有益な情報をもたらす効果に着目する。他者と近接すれば捕食者からの逃避のシグナルを得やすく, また生存技術の学習も容易になる。結果は以上の効果から近接傾向がエージェント間に進化することを示している。

(2) 分居 群居と表裏をなすのは分居(segregation)である。Epstein & Axtell (1996) は分居に関する有名な Schelling (1971) のアイデアをシミュレーションによってデモンストレイトした。平面上に2色のエージェントを分布させ, 各エージェントは自分の近隣の同色比率に対する選好を持つ。エージェントにはその選好にしたがった移動の機会がある。このとき, エージェントが差別主義者ではない(同色は50%以下でよい)としてもマクロには分居が生じてしまう。

より興味深いのは1次元のsugarscape(ただし輪状)を用いた Epstein & Axtell (1996) の結果である。この輪上の空間では, 特別なルールを導入しなくても, エージェントは複数集団に分居する傾向を示す。

(3) 協力性 2人の囚人のジレンマ(PD)は非協力(裏切り)への誘因が存在する状況で2個体間に協力が生じるかどうかを分析するのに適している。主にPDのシミュレーションを通して, 社会に協力が進化し得ることを示したのが, 著名なAxelrod (1984)の研究である。Axelrod (1984)の主要な結論は, 将

来の接触の見込みがある程度存在すれば tit-for-tat 戦略 (TFT) が安定的な解になり、非協力的戦略の侵入を防げることである。この結論はメタゲームや超ゲームの解析的結論とともに、社会に協力が実現する可能性があることを示す。

Axelrod (1984) の結果は多数の戦略が社会の中で競い合う状況を想定しておらず、ノイズ (反応の誤り) の可能性を排除している (Suleiman, 1996)。Nowak らは、TFT は協力の優勢をもたらす触媒作用を果たすものの、その後はより寛容な (非協力を許しやすい) TFT が優勢になること、パブプロフ戦略 (win-stay, lose-shift) が最終的には優越すること、などを見出した (Nowak & Sigmund, 1992, 1993; Nowak, May & Sigmund, 1995)。また、単一の戦略の優越によってではなく、複数の戦略の共進化によって社会に協力がもたらされる可能性もある (Lomborg, 1994)。なお戦略の空間的分布の進化は群居/分居の観点からも興味あるパターンを示している (Lomi & Larsen, 1997; Nowak & May, 1992)。

Yamagishi らは PD における協力/非協力だけでなく PD のパートナーも選択できるゲームを考案している (Yamagishi & Hayashi, 1996)。たとえば Yamagishi, Hayashi & Jin (1994) は、パートナーの選択に TFT のような条件を付けた (OFT) 協力的な戦略の優位を導いている。

Hegselmann (1996a,b) はリスクを抱えた移動可能なエージェント間でのサポート (協力) 関係の成立を検討した。サポート関係は隣接者間で生じる。シミュレーション結果はサポートのネットワークが出現すること、類似したリスク水準のエージェント間でネットワークが生じやすいこと、などを示した。

(4) **規範形成** Conte & Castelfranchi (1995) はエージェントが平面上にある食糧を採取する状況で所有規範の機能を検討している。エージェントは食糧を摂取するごとに強さを増し、食糧をめぐる紛争では強いエージェントが勝利する。「見つけた者勝ち」の規範がある場合は、相互の強さの考慮あり/なしで攻撃をする場合に比べ、攻撃は生じにくく、エージェントの福祉は高く、不平等も少ない。ただし規範自体の進化はシミュレートしていない。

規範の形成に重要な洞察を加えるのは Axelrod (1986) である。エージェントは社会的ディレンマに直面し、協力体制の実現を望みながらも自らは非協力への誘因を持つ。エージェントはコストを払って非協

力者を罰する選択肢を持つ (規範ゲーム)。この条件のままでは、いったんは協力が実現に向かうものの、社会の科罰水準は低下し、結果、規範は崩壊する。科罰の維持という 2 次的ディレンマを解決できない。だがエージェントがメタ規範の戦略 (罰に加わらない者も罰の対象にする) を持てば、科罰水準とともに協力状態が進化する。

メタ規範は「敵の味方は敵とみなして差別せよ」という原則の別の表現といえる。高木 (1997) は一般交換のシミュレーションを通して、この原則が進化可能な、社会的な便益システムを実現する原則の 1 つであるとみなす。他方、Yamagishi & Takahashi (1994) はエージェントの科罰水準と協力水準が連動することでメタ規範なしに協力が達成されると考える。

(5) **富の不平等** Epstein & Axtell (1996) は sugarscape において富の不平等が進化する (ジニ係数が上昇する) 傾向を観測している。富の相続や (複数資源の) 取引可能性を導入することで不平等はさらに増大する。収入に関する算式を予め仮定するシミュレーション (Nielsen, 1995) とは異なり、bottom-up にこの結果を導いている点に意義がある。

(6) **親族組織** 家族を含め親族組織は社会秩序の中核であり続けた。親族組織の普遍性は Hamilton (1964) 以来の血縁選択説によって説明できる。血縁者に排他的に利他的になる遺伝子は包括適度を高めるために進化しやすい、とする説である。Parisi et al. (1995) は家族間の愛着という進化心理学の観点 (Simpson & Kendrick, 1997) から興味深い分析を行った。エージェントは採集した資源を子供に与えることができる。子供に与え過ぎると自らの生存と生殖が危機に瀕し、子供に与えなければ子孫は死滅する。シミュレーションは、子供への親の利他性と、子供の側の親への接近傾向が、ともに進化することを示した。

Treuil (1995) は子供の系統帰属が集団内の合意から形成されることを前提として親族組織の進化をシミュレートしている。結果は、多くの場合ある程度整合的な親族組織が生れることを示す。ただし得られた組織が現実の親族組織に近いとはいえない。

(7) **利他性** 利他性 (altruism) とは自己犠牲の下に他者を利する行動傾向である。既述の血縁選択説は血縁利他性の出現を予測している。他方、非血縁的利他性の進化を説明しようとするのが相互利他性 (Trivers, 1971) である。相互利他性は返礼に遅れを伴う 2 者間の社会的交換と考えてもよい。de Vos &

Zeggelink (1994) のシミュレーションは、相互利他性の戦略（遺伝子）が、人口が小さく初期の相互利他者率が高い場合に、利己的戦略を抑えて進化できることを示している。ただし相互利他性の存在は既述のPDにおける協力として理解した方がよいだろう。

無条件的利他戦略から成り立つ利他性は排除不可能な公共財として機能する。そのためフリーライダーによる崩壊の危機に直面する。無条件的利他性が生じるためにはエージェント間に特殊な人口構造を仮定せざるを得なくなる (Morgan, 1985)。

高木 (1994), Takagi (1996) は利他性が free gift からなる一般交換だと考えた。各エージェントが自分の資源を自由に分割し他者に与えたり自己消費できる状況を想定する。資源を与えるか否かにより、エージェント間にはPD型の利得構造が生じる。無条件的利他戦略は利己主義の侵略を容易に許す。利他的な者だけに利他的になる条件つき利他戦略も、敵（利己主義者）に利他的になる者を排除しないため、安定的に進化できない。利己的環境の中で安定的に進化できるのは、利他主義者にだけ利他的になる者だけに利他的になる内集団利他戦略である。同戦略は社会を利他主義者と逸脱者に二分し、前者だけのクラブ財として利他性を立ち上げる。この内集団利他性は、適度の将来の接触の可能性や相互の行動の観察可能性だけで出現でき、所得（資源）の不確実性によって顕著になる。

高橋・山岸 (1996) は利他性を鎖状の一般交換であると考え、同様に利他性の成立を説明している。ただし当人の利他水準と利他性を及ぼす相手の選択基準とが見合うという制約があることが、利他性成立の前提となる。この制約を外せば、高木(1994)のような内集団利他戦略の存在が要請されるはずである。

(8) **基礎社会** 上記の利他性（一般交換）が生じる社会圏を基礎社会 (communal societies) と呼ぶ。Takagi (1996) の重要な含意は、一般交換、したがって基礎社会がエージェント間の戦略的進化を経て創発的に出現する可能性があることである。さらに高木 (1997) は、同種のシミュレーション分析をもとに、この一般交換が基礎社会の中に次のような特性を自動生成していくという可能性を指摘する。(a) 集団中心主義 (group-centrism) : 特定の標識 (group markers) によって識別される諸集団のそれぞれの内部で一般交換が成立することを指す。標識とは宗教や言語など、社会成員がみな認識するような特性である。集団中心主義の優越は、人間社会の利他性が普遍的利他性とし

てではなく差別的利他性として顕現することを意味する (Hardin, 1982)。(b) 社交の階層化：富の不平等（階層化）を前提に、一般交換が各階層内で維持されるような社会分化の形態を指す。ただしこの秩序は、基礎社会の中では次の傾向によって相殺されるかも知れない。(c) 弱者のサポート：弱者とは資源を持たず、一般交換の中で貢献できない者である。基礎社会はそうした弱者をサポートするシステムを備える。この弱者サポートシステムが一般交換を単なる互酬以上の地位に押し上げている。(d) 正義：一般交換は分配正義の観念と規範を生み出す可能性がある。シミュレーション結果は資源が確実な場合には平衡 (equity) が、リスクを伴う場合は平等が進化しやすいことを示す。(e) 社会的ディレンマの解決能力：社会的ディレンマに直面する社会にあって、ディレンマでの協力を一般交換の受益の要件とする戦略が進化する。その結果、一般交換とともに基礎社会には社会的ディレンマの解決能力が備わる (Takagi, 1997)。社会的ディレンマの理論は一樣に公共財の過少供給や共有資源の枯渇を予測する。にもかかわらず現実の人間社会である程度公共財が供給され、共有資源が管理できたのは、基礎社会にこの能力が備わっていたためと想像できる。

(9) **権力構造** 社会秩序のシミュレーションが解決すべき当面の最重要課題は権力の発生である。しかし、この点では際だった研究は見当たらない。近いうちにいくつかの試論が登場するだろう。関連する研究にAxelrod (1995) がある。輪状の1次元空間に位置するエージェント（国家など）が近隣エージェントに貢ぎ物を要求できる。要求を受けたエージェントは従うか戦うかを決定し、負ければ貢ぎ物を出す。貢ぎ物のやりとりがあるエージェント間では戦いでも同盟する。このシミュレーションは多様なシナリオを産出している。1つの覇権国が成長することもあれば「帝国の過大拡張」によって最大の覇権国が凋落することもある。

(10) **分業** 社会秩序のシミュレーションが最終的に導くべきは分業秩序である。複雑な前提を要するがゆえに満足すべき研究はまだ見当たらない。Drogoul & Ferber (1994a,b) は蟻の社会のシミュレーションを試みた。エージェントの蟻は刺激（例：空腹の蟻）によって活性化された反応（例：食事を与える）を選ぶようにできている。結果、機能特化した5つのエージェント集団による分業を見出している。

分業秩序に近い世界を作り出しているのは Epstein & Axtell (1996) による、ワルラス的調整機構

のない人工的市場である。この研究は人工経済の領域に属するけれども、分業のシミュレーションは同様の道具立てを前提に企画されるだろう。

上記の社会秩序のシミュレーションには限界が目立つ。単純化のため狩猟採集民のような社会を想定せざるを得ない。行っているのは質的再現であり、量的再現にまでは現状では辿りつかない。ルールを限定的な空間で定義しているため、特定のルールが進化するという結論の一般性も保証されない。組み込んだ前提には吟味が必要だ。

だがこうした限界は数理モデルなど、他の理論的手法にも同様に該当することを忘れてはならない。シミュレーションによる理論構成は10年の後には社会科学の中で一定の地位を築くことになるだろう。

引用文献

- Alexander, J. C., Giesen, B., Muench, R. & Smelser, N. J. (Eds.), 1987, *The Micro-macro Link*. Berkeley: U. of California Press.
- Axelrod, R., 1984, *The Evolution of Cooperation*. NY: Basic Books. アクセルロッド 松田裕之 (訳) 『つきあい方の科学』, 1987, HBJ 出版局.
- Axelrod, R., 1986, An evolutionary approach to norms. *American Political Science Review*, 80, 1095-1111.
- Axelrod, R., 1995, A model of the emergence of new political actors. See Gilbert & Conte (1995), pp.19-39.
- Carley, K.M. & Prietula, M. J. (Eds.), 1994, *Computational Organization Theory*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Castelfranchi, C. & Werner, E. (Eds.), 1994, *Artificial Social Systems*. Berlin: Springer.
- Conte, R. & Castelfranchi, C., 1995a, *Cognitive and Social Action*. London: UCL Press.
- Conte, R. & Castelfranchi, C., 1995b, Understanding the functions of norms in social groups through simulation. See Gilbert & Conte (1995), pp.252-267.
- Doran, J., 1996, Simulating societies using distributed artificial intelligence. See Troitzsch et al. (1996), pp.381-393.
- Drogoul, A. & Ferber, J., 1994a, Multi-agent simulation as a tool for modeling societies. See Castelfranchi & Werner (1994), pp.3-23.
- Drogoul, A. & Ferber, J., 1994b, Multi-agent simulation as a tool for studying emergent processes in societies. See Gilbert & Doran (1994), pp.127-142.
- Epstein, J.M. & Axtell, R., 1996, *Growing Artificial Societies*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Flache, A. & Macy, M.W., 1996, The weakness of strong ties. *Journal of Mathematical Sociology*, 21, pp.3-28.
- Gilbert, N. & Conte, R., (Eds.), 1995, *Artificial Societies*. London: UCL Press.
- Gilbert, N. & Doran, J., (Eds.), 1994, *Simulating Societies*. London: UCL Press.
- Hamilton, W. D. (1964). The genetic theory of social behavior. I and II. *Journal of Theoretical Biology*, 7, pp.1-52.
- Hardin, G. (1982) Discriminating altruisms. *Zygon*, 17, pp.163-186.
- Hastie, R., 1988, A computer-simulation model of person memory. *Journal of Experimental Social Psychology*, 24, pp.423-447.
- Hegselmann, R., 1996a, Understanding social dynamics. See Troitzsch et al. (1996), pp.282-306.
- Hegselmann, R., 1996b, Cellular automata in the social sciences. In R. Hegselmann, U. Mueller & K.G. Troitzsch (Eds.), *Modelling and Simulation in the Social Sciences from the Philosophy of Science Point of View*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp.209-233.
- 広瀬幸雄 (編著), 1997, 『シミュレーション世界の社会心理学』ナカニシヤ出版.
- Johnson, N.R. & Feinberg, W.E., 1989, Crowd structure and process. *Advances in Group Process*, 6, pp.49-86.
- Jones, R.A., 1985, *Research Methods in the Social and Behavioral Sciences*. Sunderland, MA: Sinauer.
- Kalick, S.M. & Hamilton, T.E., 1986, The matching hypothesis reexamined. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51, pp.673-682.
- Liebrand, W.B.G. & Messick, D.M. (Eds.), 1996, *Frontiers in Social Dilemmas Research*. Berlin: Springer.
- Lomborg, B., 1994, Game theory vs. multiple agents: The iterated Prisoner's Dilemma. See Castelfranchi & Werner (1994), pp.69-93.
- Lomi, A. & Larsen, E.R., 1997, A computational approach to the evolution of competitive strategy. *Journal of Mathematical Sociology*, 22, pp.151-176.
- Messick, D.M. & Liebrand, W.B.G., 1995, Individual heuristics and the dynamics of cooperation in large groups. *Psychological Review*, 102, pp.131-145.

- Morgan, C.J., 1985, Natural selection for altruism in structured populations. *Ethology and Sociobiology*, 6, pp.211-218.
- Nielsen, F., 1995, Meritocratic and monopoly inequality. *Journal of Mathematical Sociology*, 20, pp.319-350.
- Nowak, A., Szamrei, J. & Latané, B. (1990). From private attitude to public opinion. *Psychological Review*, 97, pp.362-376.
- Nowak, M. & May, R.M., 1992, Evolutionary games and spatial chaos. *Nature*, 359, 29, 826-9.
- Nowak, M., May, R.M. & Sigmund, K., 1995, The arithmetics of mutual help. *Scientific American*, June, pp.50-55.
- Nowak, M. & Sigmund, K., 1992, Tit for tat in heterogeneous populations. *Nature*, 355, 16, 250-3.
- Nowak, M. & Sigmund, K., 1993, A strategy of win-stay, lose-shift that outperforms tit-for-tat in the Prisoner's Dilemma game. *Nature*, 364, 1, 568-3.
- Ostrom, T.M., 1988, Computer simulation: The third symbol system. *Journal of Experimental Social Psychology*, 24, pp.381-392.
- Parisi, D., Cecconi, F. & Cerini, A., 1995, Kin-directed altruism and attachment behaviour in an evolving population of neural networks. See Gilbert & Conte (1995), pp.238-251.
- Parisi, D., Piazzalunga, U., Cecconi, F. & Denaro, D., 1994, Social aggregations in evolving neural networks. See Castelfranchi & Werner (1994), pp.41-54.
- Penn, A. & Dalton, N., 1994, The architecture of society. See Gilbert & Doran (1994), pp.85-125.
- Schelling, T.C., 1971, Dynamic models of segregation. *Journal of Mathematical Sociology*, 1, pp.143-186.
- Schulz, U., Albers, W. & Mueller, U. (Eds.), 1994, *Social Dilemmas and Cooperation*. Berlin: Springer.
- Shoham, Y., 1994, Multi-agent research in the knobotics group. See Castelfranchi & Werner (1994), pp.271-278.
- Simpson, J.A. & Kenrick, D.T. (Eds.), 1997, *Evolutionary Social Psychology*. Mahwah, NJ: Laurence Erlbaum.
- Smith, E.R., 1991, Illusory correlation in a simulated exemplar-based memory. *Journal of Experimental Social Psychology*, 27, pp.107-123.
- Stasser, G., 1988, Computer simulation as a research tool. *Journal of Experimental Social Psychology*, 24, pp.393-422.
- Suleiman, R., 1996, Simulating cooperation and competition: Present state and future objectives. See Troitzsch et al. (1996), pp.264-281.
- Suleiman, R. & Fischer, I., 1996, The evolution of cooperation in a simulated inter-group conflict. See Liebrand & Messick (1996), pp.419-438.
- Taber, C.S. & Timpone, R.J., 1996, *Computational Modeling*. Thousand Oaks: Sage.
- 高木英至, 1994, 社会的交換のシミュレーション・パラダイム. 埼玉大学紀要, 30, pp.23-55.
- Takagi, E. (1996) The generalized exchange perspective on the evolution of altruism. See Liebrand & Messick (1996), pp.311-336.
- Takagi, E. (1997) *Solving social dilemmas is easy in a communal society*. Paper presented at the 7th international conference of social dilemma.
- 高木英至, 1997, 基礎社会の理論覚書. 埼玉大学紀要, 33(2), pp.83-110.
- 高橋伸幸・山岸俊男, 1996, 利他的行動の社会関係の基盤. 実験社会心理学研究, 36, pp.1-11.
- Trivers, R. L. (1971). The evolution of reciprocal altruism. *Quarterly Review of Biology*, 46, pp.35-57.
- Troitzsch, K.G., Mueller, U., Gilbert, G.N. & Doran, J.E. (Eds.), 1996, *Social Science Microsimulation*. Berlin: Springer.
- Vander Zanden, J.W., 1993, *Sociology (3rd ed.)*. NY: McGraw-Hill.
- de Vos, H. & Zeggelink, E., 1994, Reciprocal altruism in human social evolution. *Evolution and Human Behavior*, 18, pp.261-278.
- Waldrop, M.M., 1992, *Complexity*. NY: Simon & Schuster. ワールドロップ, 1996, 『複雑系』. 田中三彦・遠山峻征訳, 新潮社.
- 山岸俊男, 1992, マイクロ・マクロ社会心理学の一つの方向. 実験社会心理学研究, 32, pp.106-114.
- Yamagishi, T. & Hayashi, N., 1996, Selective play. See Liebrand & Messick (1996), pp.363-384.
- Yamagishi, T., Hayashi, N. & Jin, N., 1994, Prisoner's Dilemma network. See Schulz, Albers & Mueller (1994), pp.233-250.
- Yamagishi, T. & Takahashi, N., 1994, Evolution of norms without metanorms. See Schulz, Albers & Mueller (1994), pp.311-326.
- 矢守克也・杉方俊夫, 1992, 横断歩道における群集流の巨視的行動パターンのシミュレーション. 実験社会心理学研究, 32, pp.129-144.