

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2006～2008

課題番号：18520010

研究課題名（和文） 思考の新しいフェーズとしてのシミュレーションの哲学的考察

研究課題名（英文） A Philosophical Study on Computer Simulation as a New Phase of Scientific Thinking

研究代表者

出口康夫 (Deguchi Yasuo)

京都大学・文学研究科・准教授

研究者番号：20314073

研究成果の概要：コンピュータ・シミュレーションの起源と歴史的発展、ならびに現状と将来について、科学哲学的ないし科学技術史的な観点から考察を行い、シミュレーション科学の特質を明らかにした。またそれを踏まえ、科学知一般の在り方について分析を加え、科学と技術との関係についての従来の見解を転換する一つの新たな視点を提供した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2007年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,000,000	900,000	3,900,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：哲学・哲学倫理学

キーワード：シミュレーション・科学方法論・科学的説明・カオス研究・バーチャルリアリティ

1. 研究開始当初の背景

コンピュータ・シミュレーションが科学の方法として定着し、シミュレーション科学が領域横断的に成立する一方、歴史的経緯を踏まえつつ、シミュレーションの意義と可能性、そして限界を見極める哲学的作業は、これまで必ずしも十分になされてこなかった。

2. 研究の目的

以上のような現状認識のもと、本研究は、科学方法論を専門とする哲学者と、コンピュータ史を専攻する技術史家による共同研究によって、シミュレーションが成立し、科学の現場で定着してきた歴史的経緯を丁寧にた

どりつつ、シミュレーションが、従来の科学の方法、ひいては科学知の在り方そのものにどのような影響を与えたのかを見積ることを目指した。シミュレーションの急速な普及という事態によって明らかになる、より一般的な科学知の在り方そのものについても哲学的な分析を施すことも本研究の一つの大きな目的である。

3. 研究の方法

シミュレーションの起源と見なせる研究や、シミュレーション科学史上のランドマークとなっている重要な研究を、科学者の公刊論文のみならず、手稿や手紙といった未公刊資

料にも当たりつつ調査する一方、シミュレーション研究に携わってきた第一線の研究者に対するインタビュー調査も行い、その成果を踏まえ、シミュレーションという科学的な営みに対する科学方法論的・哲学的な分析を行った。

4. 研究成果

その結果、シミュレーションの一つの起源と見なさせるフォン・ノイマンの1944年の「衝撃波」シミュレーションや、カオスの発見で有名な1962年のローレンツの研究に関して、従来の科学史では見落とされてきた幾つかの知見が得られた。さらにこれらの新知見をも踏まえた哲学的分析によって、シミュレーションによって得られる科学知、ひいては科学知一般を、「人工現実」としてのバーチャルリアリティを対象とする知として捉える、という新たな科学観が得られた。

(1) フォン・ノイマンの「苦肉の策」

本研究の第一の成果は、現在のシミュレーション科学において広く用いられている独特の手法が生み出された経緯を明らかにしたことにある。

コンピュータ・シミュレーションの最初期の事例の一つであるフォン・ノイマンの衝撃波シミュレーション(1944)では、当初、利用可能な計算機器(パンチカード式計算機)の計算能力を大幅に超える計算量が見込まれていた。そこでフォン・ノイマンは、いわば「苦肉の策」として、現実を極端に単純化したモデルを用いざるをえなかった。このような「極単モデル」は、「その上で表現される現象が本当に現実の現象と適合しているかどうかを、両者を直接に照合することによっては判定できない」という問題を抱えている。極単モデル上の現象はあまりに単純すぎて、そもそも現実との照合がもはや意味をなさないからである。そこでフォン・ノイマンは、極単モデルで得られた計算結果をグラフとして可視化した上で、単純化された現実のアナロジーがそのグラフ上で視覚的に読み取れるかどうかをチェックした。彼は、「現

実との直接の照合」によってではなく、「可視化された計算結果に現実のアナロジーを読み取る」という、「モデル上の現象の質的な観察」によってシミュレーションの結果を評価するという手法をも生み出したのである。

だがフォン・ノイマンは、これらの手法を、技術的な制約の下での「苦肉の策」として案出したのみならず、「有効な科学的手法」として「発見」したとも言える。実際彼は、「極端に単純化されたモデルの使用」と「モデル上の現象の質的な観察」というこれらの手法を、セル・オートマトンなど他分野の研究においても盛んに活用したのである。

フォン・ノイマンの影響によって、これら二つの手法は、その後、コンピュータ・シミュレーションにおける標準的な手法として定着していくことになる。

(この成果は2009年度 The annual meeting of the Society for the History of Technology における Yasuo Deguchi and Chigusa Kita の発表として公表される予定である。)

(2) ローレンツの「部分的説明」

カオスの発見で有名なローレンツのシミュレーション(1963)においても、上記二つの手法が用いられている。加えてローレンツは、これら二つの手法を踏まえた、従来にはない新しい「科学的説明」観をも提示している。本研究の第二の成果は、このシミュレーション科学独自の科学的説明観の出自を明らかにするとともに、それを様々な「説明」観の中に位置付けたことにある。

現実の現象には様々なメカニズムや攪乱要因が働いている。シミュレーションで用いられる「極単モデル」は、それら様々なファクターのごく一部を表現している(に過ぎな

い) とローレンツは見る。それはいわば現実の「部分的説明」なのである。一方、そのモデルと現実とのギャップは、そのモデルが表現していない他のメカニズムの効果を示唆している。部分的説明は、別の「極単モデル」が説明すべき「現象」を「現実とのギャップ」として切り出すという役割も果たしている。これがローレンツの考えである。

これは「科学的説明」に関する従来の考えとはラディカルに異なる見解である。従来の見方では、現実をより説明できるモデルは、同時に、現実をより予測できるはずだとされる。「説明」と「予測」は平行な関係にあるのである。一方、現実を部分的にしか説明しない極単モデルは、まさにその「部分性」のゆえに、現実に対する予測力を持たない。ローレンツは、現実の現象の「予測」から切り離されたとしても、それ独自の価値を持ちうる「科学的説明」のモデルを提示しようとしたのである。

(3) 「人工現実」知としてのシミュレーション科学

では、「モデル上の質的な観察」によってシミュレーションの結果は「現実」と適合していると言えるのか。また「部分的な説明」は「現実」の説明たりえているのか。これらは、「シミュレーションとは、本当に「現実」をシミュレート（模倣）していると思わせるのか」、「もしそうだとしたら、どのような意味でそうなのか」というシミュレーションを巡る大問題につながる疑問である。本研究の第三の成果は、これらの問題に一定の見通しをつけた点にある。

現実を理想化し単純化した「モデル上の現象」は、自然界において、そのままの形で存在することはまれである。それは、人工的に作ることによるのみ（近似的に）実現でき

る存在。自然物としてではなく人工物としてのみ現実に存在しうる対象なのである。その意味で、「モデル上の質的な観察」は人工物の特徴についての観察、「部分的な説明」は人工物の振る舞いについての説明なのである。端的に言って、シミュレーションとは、まずなによりも人工現実としてのバーチャルリアリティについての知なのである。もちろん、この人工現実（多くの場合）自然物を模倣（シミュレート）するために作られている。だが、それがどれだけ自然物に似ているのかは、もはや定量的に検証することはできない。人工物の自然物への類似性は、経験的に検証できるような客観的な事柄ではなく、それを認めるかどうかは各自の判断に委ねられる「アナロジー」に訴えるしかない事柄なのである。

自然物のアナロジーとしての人工現実についての知。これは何もシミュレーション科学のみが持つ特異な性質ではない。それは、（二体問題として解ける）極端に単純な重力現象を除く自然現象、即ち「複雑系」を対象とする他の多くの自然科学、社会科学に共通の在り方である。その意味で、シミュレーションは、ニュートン力学や一般相対論といった、「単純系」科学をパラダイムとする科学観では見落とされてきた科学知の側面を強調しつつ顕在化させる効果を持っているのである。

（この成果は主として図書2として公表された。）

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計9件）

- 1 出口康夫, ニヒリズムを抱きしめて: 西谷啓治『空と即』補論, 日本の哲学(日本哲学フォーラム), vol. 10, forthcoming,

- 無.
- 2 出口康夫, 真理対応説の擁護：实在論とロバストネス, 日本カント研究(理想社), vol. 10, 「カントと人権の問題」, 41-58, 2009, 有.
 - 3 出口康夫, 電子はいつ実在するようになったのか, アルケー(関西哲学会年報), No. 17, 45-59, 2009, 有.
 - 4 出口康夫, 真矛盾主義的一元論：後期西谷哲学の再編成—(下), 哲学研究, vol. 586, 24-56, 2008, 有.
 - 5 出口康夫, 真矛盾主義的一元論：後期西谷哲学の再編成—(上), 哲学研究, vol. 585, 36-60, 2008, 有.
 - 6 Yasuo Deguchi, Jay Garfield, and Graham Priest, 2008, Ways of Dialetheist: Contradictions in Buddhism, *Philosophy East and West*, vol.58, n.3, 395-402, 2008, 有.
 - 7 出口康夫, ゲーデルとスコレーム, 現代思想(青土社), vol. 35-3, 総特集『ゲーデル』, 164-178, 2007, 無.
 - 8 Yasuo Deguchi, Break philosophy through internally, *Topoi* (Springer Netherlands), Vol.25, no.2, 31-38, 2006, 有.
 - 9 出口康夫, 構成・可視化・アルゴリズム：カント数学論のコンテクストと現代性, 『京都学派の伝統とカント：カント没後200周年記念学会 公開講演シンポジウム』, 2-35, 2006, 無.
- [学会発表] (計 23 件)
- 1 出口康夫, 場の論理の再構築に向けて：論文「場所」試論, 比較思想学会近畿部会第 14 回例会, 2009.3.21, 仏教大学.
 - 2 出口康夫, 佐野勝彦, 華厳算術：義湘バージョン, 比較思想学会近畿部会第 14 回例会, 2009.3.21, 仏教大学.
 - 3 出口康夫, 「社会」の構成的発見—社会心理学におけるシミュレーションの活用術—, ワークショップ社会心理学方法論再検討パート 3, 2008. 12. 19, 東京大学.
 - 4 出口康夫, 現代論理学から見た東洋哲学—西谷啓治「空と即」を中心に—, 土井道子記念京都哲学基金主催シンポジウム「昭和の哲学」, 2008, 12. 16, 京都ガーデンパレスホテル.
 - 5 出口康夫, 真理対応説の擁護：实在論とロバストネス, 日本カント協会第 33 回大会, 共同討議 I, カントと实在論, 2008. 11. 15, 九州大学.
 - 6 出口康夫, シミュレーションは社会心理学を救えるか, 日本社会心理学会第 49 回大会 WS, 社会心理学方法論の再検討パート 2, 2008.11.3, 鹿児島県民交流ホール.
 - 7 出口康夫, 電子はいつから実在するようになったのか, 関西哲学会第 61 回大会, 2008. 10. 12, 京都大学.
 - 8 出口康夫, 応用哲学宣言, 応用哲学会設立総会・公開シンポジウム, 2008. 9. 7, 名古屋大学.
 - 9 Yasuo Deguchi, Katsuhiko Sano, On Keron Arithmetic, An International Conference on Analytic Philosophy and Asian Thought, 2008.3.18, Kyoto University.
 - 10 出口康夫, 活動实在論の擁護—光速度の測定に即して—, 京都科学哲学コロキウム第 304 回例会, 2008. 1. 27, 京大会館.
 - 11 Yasuo Deguchi, In Defense of Agent Causation Revisited, シンポジウム「哲学・統計学・心理学のクロスオーバー：多分野交流による方法論の創出」, 2007. 12. 20, 東京大学.
 - 12 出口康夫, 生成文法を経験科学化するとはいかなることか?, 日本認知科学

- 会 2007 年冬のシンポジウム「科学方法論から生成文法を見る」, 2007. 12. 8, 京都大学.
- 13 Yasuo Deguchi, Needs for Methodologies: from Minimum-pluralistic Perspectives, Workshop I: Progress in Generative Grammar: Its Characterization and Assessment, The 17th J/K Linguistics Conference, 2007. 11. 10, UCLA.
- 14 Chigusa Kita, Familiar Look, Revolutionary Technology, 4S (Society for Social Studies of Science) Annual Meeting, 2007. 10. 12, Double Tree Plaza Hotel, Montreal.
- 15 Yasuo Deguchi, In Defense of Agent Causation, 日本心理学会第 71 回大会 WS「心理学における因果論の役割」, 2007. 9. 19, 東洋大学.
- 16 Yasuo Deguchi, The Transcendental Character of Scientific Evidence: A Study on Probability Theory and Statistical Test, ANU-Sydney-Kyoto Probability Workshop, 2007.6.30, The University of Sydney.
- 17 Yasuo Deguchi, Conventional Truth and Contradiction in Later Nishitani, Workshop on Ultimate Truth and Conventional Truth, 2007.6.26, The University of Melbourne.
- 18 Yasuo Deguchi, In Defense of Realism: Views from Measurements of the Speed of Light, 京都大学大学院文学研究科 COE「グローバル化時代における多元的人文学」哲学系若手研究者育成プロジェクト第四回研究会「現代物理学における実在と論理」, 2007, 3. 3, 京都大学.
- 19 出口康夫, 統計学ビフォー&アフター: 統計学は科学に何をもたらしたのか?, 京都大学大学院文学研究科 COE「グローバル化時代における多元的人文学」哲学系若手研究者育成プロジェクト第二回研究会「統計学の哲学と推論」, 2006, 12. 16, 京都大学.
- 20 Yasuo Deguchi, In Defense of Realism: a Case from Measurements, Melbourne Logic Group Seminar, 2006.8.11, The University of Melbourne.
- 21 Yasuo Deguchi, Japanese Philosophy: Zen, Hua-yen Buddhism, and their Influence, A Special for the Department of Philosophy, 2006.8.9, The University of Melbourne.
- 22 Yasuo Deguchi, An Transcendental Character of Scientific Evidence, Melbourne Colloquium for philosophy, 2006.8.3, The University of Melbourne.
- 23 Yasuo Deguchi, Scientific and Religious Evidence, 「日本仏教と自然科学における思索と想像」龍谷大学プロジェクト「浄土仏教思想と自然科学」公開シンポジウム, 2006.5.11, 龍谷大学.
- [図書] (計 3 件)
- 1 中才敏郎, 美濃正編, 出口康夫他執筆, 世界思想社, 『知識と実在』, 活動実在論の擁護—光速度の測定に即して—, 2008, 4-46.
- 2 伊藤邦武編, 出口康夫他執筆, 岩波書店, 『科学/技術の哲学』(岩波講座哲学第 9 卷), 理論と実験—揺らぐ二項対立, 2008, 39-63.
- 3 Tetsuo Nakatsukasa ed., Yasuo Deguchi et al., Graduate School of Letters, Kyoto University, *Humaniora Kiotoensia: On the Centenary of Kyoto Humanities*, Neo-Nishitanian

Dialetheic Monism - Towards a more pluralistic view on art and religion, 2006, 53-77.

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

1 出口康夫, 久米暁訳, イアン・ハッキング著, 岩波書店, 何が社会的に構成されるのか, 2006, 1-346.

2 板井孝壱郎監訳, 出口康夫他訳, ケネス・W.グッドマン編著, 世界思想社, 医療IT化と生命倫理: 情報ネットワーク社会における医療現場の変容, 第8章メタ・アナリシス—概念的・倫理的・政策的諸問題—, 2009, 95-243.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

出口康夫(Deguchi Yasuo)

京都大学・文学研究科・准教授

研究者番号: 20314073

(2) 研究分担者

喜多千草(Kita Chikusa)

関西大学・総合情報学部・准教授

研究者番号: 10362419

(3) 連携研究者

なし