

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 31日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011年度

課題番号：21520004

研究課題名（和文） ロボエシックス基礎理論の構築

研究課題名（英文） Studies in fundamental issues in roboethics

研究代表者

石原 孝二（ISHIHARA KOHJI）

東京大学・大学院総合文化研究科・准教授

研究者番号：30291991

研究成果の概要（和文）：本研究ではヒューマノイド研究を中心としたロボット研究の現状を踏まえながら、ロボエシックス（ロボット倫理）に特有の問題を明確化し、ロボット研究における構成論的アプローチの哲学的・倫理的意義を検討した。また、初期から現在にいたるまでの日本のロボット研究における構成論的アプローチの位置づけについて明確化し、日本のロボット研究者たちがロボット研究のどのような点に倫理的問題を見出し、どのような方向性を示してきたのかについても明らかにした。さらに、発達研究に対するロボティクスの応用に伴う哲学的・倫理学問題についても検討を加えた。

研究成果の概要（英文）：This study identified ethical issues specific to robotics research based on the survey of research trends in robotics, especially humanoid robotics research, and investigated the philosophical and ethical significance of the synthetic approach to robotics. Moreover, it clarified the role of the synthetic approach in the history of Japanese robotics and aspects in which some Japanese robotics researchers have found ethical issues and the directions they have recommended taking. Further, the philosophical and ethical issues when applying robotics to developmental studies were discussed.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

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：ロボエシックス、ロボット倫理、構成論的アプローチ

1. 研究開始当初の背景

特定のタスクに特化したロボットではなく、人間の知的機能や相互行為の一部を機能として実装するヒューマノイド（人間型ロボット）に関する倫理的問題は、チャペックによってロボットという言葉が作られて以来

常に問題になってきた。近年にいたるまで、その議論は抽象的で空想的なものにとどまっていたが、日本を中心として、ヒューマノイドの産業化が試みられつつあり、それに伴ってヒューマノイドを含むロボットの開発や利用に関する倫理（ロボエシックス）への組織的な取り組みも見られるようになって

きた。本研究は、ロボティクス研究者の間で議論されつつあるロボエシックスの問題群を理論的に整理し、科学技術倫理の一分野としてのロボエシックスを理論的に基礎づけることを目的とするものであった。

2. 研究の目的

本研究はロボエシックスを科学技術倫理の一分野として展開するための基礎理論を構築することを目的としている。

この目的のために本研究では、1. 隣接応用倫理分野からの利用可能な理論・原理の抽出とロボエシックスの特異性の明確化、2. 産業化にともなう倫理的問題の抽出、3. 構成論的アプローチと人間観について、研究を進めることとした。

とりわけ、本研究では、自律的なロボットが実社会で利用されることによってもたらされる安全性に関する新たな問題やヒューマノイド・ロボットの産業化や人間理解の研究への利用の社会的な影響など、近年のロボティクスの発展によってもたらされる特徴的な倫理的問題を明確化することを試みた。

3. 研究の方法

上記の研究目的を達成するため、科学技術哲学・科学技術倫理学を研究してきた研究代表の石原のほか、IEEE-RAS ロボエシックス技術委員会共同委員長等として活躍し、ロボエシックスの動向に詳しい早稲田大学の高西淳夫教授とソリス・ホルヘ（講師・当時）、（連携研究者）、科学技術哲学・科学技術倫理学を専門に研究してきた Bernhard Irrgang 教授（海外共同研究者）により、研究組織を構成することとした。

平成 21 年度は、ロボエシックスやロボティクスと社会との関係に関する書籍・文献の収集を行い、応用倫理研究会（北海道大学）において、ロボエシックスの展開・他の応用倫理分野との関係および今後の展望に関する講演を行った（発表①）。また、2009 年 3 月におこなわれたワークショップ “The Present and the Future of the Philosophy of Technology: From a Japanese Perspective” では、ロボティクスにおける構成論的アプローチをロボエシックスのトピックとして捉えることの重要性について発表した（発表②）。

平成 21 年 11 月には、ワークショップ「ロボエシックス-ロボティクスと社会の未来像」を開催した（東京大学グローバル COE「共生のための国際哲学教育研究センター」との共催）。本ワークショップでは、連携研究者の高西淳夫教授（早稲田大学）のほか、柴田崇徳氏（内閣府）、小菅一弘教授（東北大学）、

前野隆司教授（慶応義塾大学）、石井加代子特任教授（大阪大学）（*所属・肩書は当時のも）に講演を依頼し、ロボティクスの研究開発の動向と社会との関係について情報提供していただくとともに、一般参加者を交えてロボティクス研究と文化的背景との関係、ロボエシックスにおいて扱われるべきテーマなどに関する討論を行った。

平成 22 年度は昨年度に引き続き、ロボエシックスに関する文献のサーベイを行い、ロボエシックスの特異性の明確化につとめた。その一環として、*Accountability in Research* 誌において、福士珠美氏と共同で *Roboethics* に関する特集号の編集を行った。特集号には、研究代表者の石原がイントロダクション（共著）を執筆し（論文①）、ロボエシックスの背景について紹介したほか、連携研究者のソリスと高西が共著で論文を執筆し、ロボティクスの研究状況とロボエシックスの関係について論じた（論文②）。

11 月には、海外共同研究者であるドレスデン工科大学の Irrgang 教授と共同でワークショップ “Future of Robotics in Germany and Japan: Intercultural Perspectives and Technical Opportunities” をドレスデン（ドイツ）で開催した（Fritz Thyssen Stiftung および東京大学グローバル COE「共生のための国際哲学教育研究センター」、本科研費による共催）。ワークショップでは、日本側の発表者としては、研究代表者の石原、連携研究者のソリス、研究協力者の中尾が、ドイツ側の発表者としては、コトブス工科大学学長やカールスルーエ工科大学の研究者などが発表を行ったほか、オランダの研究者やインドの研究者も発表を行い、ドイツと日本におけるロボットの捉え方の違いなどについて議論を行った。（なお本ワークショップを発展させた成果が図書①として出版される予定である。）

平成 22 年度はまた、ロボティクスと社会との関係に関する研究者の意識を探るため、国内で特徴的な研究を行っているロボット研究者へのインタビューを行ったほか、発達障害やコミュニケーション研究へのロボット研究の応用に関する研究会を開催した。

平成 23 年度は昨年ドレスデンでのワークショップの発表内容を発展させ、論文 “Roboethics and the Synthetic Approach. A Perspective on Roboethics from Japanese Robotics” としてまとめた（図書①に収録予定）。また、近年のロボット研究が発達科学等との連携を深めていることから、発達科学研究へのロボット研究の応用に関する哲学的・倫理的含意に関して考察を行い、コペンハーゲン大学で行われたワークショップで発表 “Robotics for developmental studies: Philosophical and Ethical

Implications”を行った(発表③)。さらに、オーフス大学(デンマーク)では、上記論文にもとづき、これまでの研究成果をまとめた講演を行うとともに、今後の共同研究の進め方に関する協議を行った。

4. 研究成果

本研究は、特にヒューマノイドの産業化に伴う倫理的問題の検討の必要性という問題意識から出発したが、研究を進めていく過程で、ヒューマノイドの産業化にはなお時間を要することが明らかになってきた。しかし他方でまた、ロボット研究に関する倫理的問題の最もものの一つが人間と類似の形・動きをもった人工物としてのヒューマノイドが実世界に導入されることによって生じる問題であることには変わらない。最近注目を浴びている問題としては、ロボット技術の軍事利用や悪用の問題(一般にDual Useと言われる問題)があるが、この問題はロボット研究に特有の問題とは言い難いこともあり、本研究ではヒューマノイドや構成論的アプローチの問題に焦点を絞り、研究を進めることとした。

Accountability in Research 第17巻6号(2010年12月発行)では、研究代表者の石原が、ゲスト・エディターとして、ロボエシックスに関する特集を組んだ。本特集には、石原・福士による導入論文(雑誌論文①)と連携研究者のソリス・高西の論文(雑誌論文②)のほかに、ロボットによる介護に関する倫理的問題を「ヴィジョン・アセスメント」の手法を導入して検討したオランダの研究者による論文(A. van der Plas et al., Beyond Speculative Robot Ethics: A Vision Assessment Study on the Future of the Robotic Caretaker)及び「拡張した心」説によりロボエシックスを論じた論文(M. Anderson, H. Ishiguro, and T. Fukushi, “Involving Interface”: An Extended Mind Theoretical Approach to Roboethics)が掲載されている。

*Accountability in Research*に掲載された雑誌論文①では、ナノエシックス(ナノテクノロジーの倫理)やニューロエシックス(脳神経倫理)と並んでロボエシックスが注目を集めるようになってきた背景や歴史的経緯を紹介するとともに、ロボエシックスの特殊性として、1990年代後半から盛んになってきたソーシャル・ロボット(social robots)に関する問題を指摘した。ソーシャルロボットとは、実世界において人間と相互作用を行うロボットのことであり、アニマルロボットやヒューマノイドもそこに含まれる。工場内で定まったタスクを自動的にこなす産業ロボットは異なり、ソーシャルロボットは新たな

問題をもたらすことになる。そのうちの一つは安全性と責任の問題である。安全性や製造物責任は、工学倫理で重要なテーマとなってきたものであるが、ソーシャルロボットはこの問題をより複雑なものとする。もう一つの問題として、ソーシャルロボットが人間理解や人間関係に与える影響に関する問題を指摘した。

同じく *Accountability in Research* に掲載された雑誌論文②は、人間とロボットとのインタラクション(HRI)という視点から、近年のヒューマノイド・ロボット研究の傾向を技術的な視点から紹介するとともに、ロボエシックスをロボットと人間との関係を議論するためのアプローチとして導入することを試みている。本論文は早稲田大学加藤一郎研究室での世界初の人間型の二足歩行ロボット(WABOT)など1970年代の初期のヒューマノイド・ロボットやそれ以降の研究の流れを紹介した上で、最近の応用事例として著者たちが研究を進めているエンターテインメント領域への応用(音楽ロボット)と医療領域への応用(医療技術の訓練のためのロボット)を取り上げる。これらの応用事例の考察を通じて、本論文は、ヒューマノイド・ロボットの研究者とそれを実際に現場で使うことが想定されている人々との間で、ヒューマノイドが与えるインパクトに関して認識の違いがあることを指摘し、さらに、様々な社会的グループの参加のもと、ヒューマノイドのインパクトの研究を進めていく必要性を指摘している。

「研究の方法」で述べたように、2010年11月には、ドレスデン(ドイツ)で海外共同研究者 Irrgang 教授と共同でワークショップを行い、その内容を発展させた成果が書籍(図書①)として出版される予定である。図書①に収録予定の石原の論文“Roboethics and the Synthetic Approach: A Perspective on Roboethics from Japanese Robotics Research”は、日本のロボット研究(特にヒューマノイド研究)の特徴を構成論的(構成的)アプローチの視点からまとめるとともに、構成論的アプローチのロボエシックスにおける意義を検討しようとしたものである。雑誌論文②でも触れられているように、1970年代前半に早稲田大学の加藤一郎研究室で世界初の人間型の二足歩行ロボット(WABOT)が作成されているが、米国のジェネラル・エレクトリック(GE)社や南カリフォルニア大学でも、1960年代に歩行機械の開発が行われていた。しかしこれらの機械は人間の能力の拡張を目的としたものであり、ヒト型を目指した日本のヒューマノイド研究とは方向性が異なっている。注目されるのは、加藤一郎や「不気味の谷」の概念(1970)で有名な森政弘が当初から、「構成」(synthesis)もしくは

作成(making)の重要性を指摘していたことである。「構成論的アプローチ」が日本などのロボット研究者によって明確に意識されるようになるのは1990年代後半以降のことであるが、すでに初期のヒューマノイド・ロボット研究において、実質的に構成的アプローチがとられていたとすることができる。なお森は「不気味の谷」の概念の提出の際、人間に似せない「非人間的デザイン」が採用されるべきであると主張し、その後の日本の自律ロボットの開発の方向性は概ね「非人間的デザイン」に沿ったものと考えることができる。しかし、大阪大学/ATRの石黒浩教授などにより、最近では人間の概観や振る舞いを精巧に模倣したヒューマノイドが作成されるようになり、人間理解に関わる研究に利用されつつある。本論文では、このような最近のロボティクスにおける構成論的アプローチの動向についても、哲学的・倫理的視点から考察することを試みた。

なお図書①には、連携研究者のソリス・高西による論文と研究協力者の中尾による論文も収録される予定である。

発表③は、発達研究に対する最近のロボティクスの応用について検討を加えたものである。発達研究へのロボティクスの応用により、人間を対象とした研究では難しい介入研究を行うことが可能となり、興味深い知見をもたらしている。他方で、こうしたアプローチには、工学的に実装可能な理論に選択的に依存してしまう危険性や、「構成論的誤謬」に陥る危険性が考えられることを指摘した。また、倫理的な問題として、発達ロボティクスのアプローチは、心の理論や発達ロボティクス自身が前提としている生命的なものとは非生命的なものとの区別を無効にしてしまう可能性についても指摘した。

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2件)

① Kohji Ishihara and Tamami Fukushi, “Introduction: Roboethics as an Emerging Field of Ethics of Technology”, 査読無, *Accountability in Research. Policies and Quality Assurance*, 17(6), 2010: 273-277

② Jorge Solis and Atsuo Takanishi, “Recent Trends in Humanoid Robotics Research: Scientific Background, Applications, and Implications”, 査読有, *Accountability in Research. Policies and Quality Assurance*, 17(6), 2010: 278-298

[学会発表] (計4件)

① 石原孝二, ロボエシックスの展開と展望, 応用倫理研究会, 北海道大学, 2010年2月5日.

② Kohji Ishihara, The Synthetic Approach as a Roboethical Issue: Japanese Robotics and Human Understanding, UTCP workshop The Present and the Future of the Philosophy of Technology: From a Japanese Perspective, 9-10th March 2010. 東京大学駒場Iキャンパス.

③ Kohji Ishihara, “Robotics for developmental studies: Philosophical and Ethical Implications”, Workshop: “Mind, Consciousness and Body. A Joint Workshop of the Center for Subjectivity Research (CFS) and the University of Tokyo Center for Philosophy (UTCP) 2012年3月9日、コペンハーゲン大学主観性研究センター

[図書] (計1件)

① M. Funk & B. Irrgang (eds.), M. Funk, B. Irrgang, W. Zimmerli, K. Ishihara et al., *Robotics in Germany and Japan: Cultural and Technical Perspectives* (Dresden Philosophy of Technology Studies vol. 5), Peter Lang (Frankfurt am Main, Germany), 2012 (出版予定)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石原孝二 (ISHIHARA KOHJI)
東京大学・大学院総合文化研究科・准教授
研究者番号: 20291991

(2) 連携研究者

高西敦夫 (TAKANISHI ATSUO)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号: 50179462

ソリス・ホルヘ (SOLIS JORGE)
Karlstad University (Sweden)・
Assistant Professor
早稲田大学・理工学研究所・招聘研究員
研究者番号: 60434289

(3) 研究協力者

中尾麻伊香 (NAKAO MAIKA)
東京大学・大学院総合文化研究科博士後期
課程 (2012年3月末まで)

(4) 海外共同研究者

Bernhard Irrgang
ドレスデン工科大学・教授