

SF 映画からの自律型ロボットのデザイン原理導出における倫理的側面に関する一考察

A Study on the Ethical Aspects of Design Principles of Autonomous Robots from Sci-fi Movie

飯塚 重善^{*1}
Shigeyoshi Iizuka

高森 千恵子^{*2}
Chieko Takamori

山浦 美輪^{*3}
Miwa Yamaura

^{*1}神奈川大学
Kanagawa University

^{*2}株式会社 AmidA
AmidA Co., Ltd.

^{*3}YAMAGATA INTECH 株式会社
YAMAGATA INTECH Corporation

In the near future, it is thought that it is necessary to coexist a robot and a human being. In order for humans and robots to coexist within the same society, smooth communication and interaction between the two sides becomes essential. To that end, it is an important task to develop a user interface design, that is, an interface with weights placed on the user side. In order to derive the design requirement of the robot, we attempted to derive the robot design items from the science fiction movie as a material, considering the human psychology of the robot opposite the robot. As a result, in addition to existing design items for determining design and specification, arrangement of existing items for robot and new design items for robots were derived. In addition, 3 ethical design items that should be implemented in autonomous robot were derived.

1. はじめに

SF(Science Fiction) は、未来の世界を描いたエンターテインメントであるとはいえ、そこには、現実世界よりもはるかに進んだテクノロジーや未来的なインタフェースが登場する。現実世界の UI(User Interface) デザイナーからすれば、SF を現時点で何ができるかというインスピレーションやアイデアの対象として見ることができ、インタフェース、社会システム、人間関係等の多くの観点で考えさせられることが多い。「SF 物語に描かれた 21 世紀」と「現実の 21 世紀」の間にある隔たりは大きいという見方もあるが、現実に近い例として、Kinect が普及する前に公開された『マイノリティ・リポート』(Minority Report, 2002 年公開) におけるジェスチャー・インタフェースは、実際の UI デザインに大きな影響を与えたとされている。このように、SF からは、未来の人間生活、HCD(Human Centered Design) のあり方を考える上で多くのヒントが得られると期待できる。

そこで、SF 映画に描かれたインタラクションを、近未来のインタラクションや HCD 研究へ応用することは有効だと考え、HCD-Net(人間中心設計機構) では、SF 映画から未来に向けた HCD を検証することを目的とした研究グループ SF-SIG(Special Interest Group) を 2011 年に設置し、現在も活動中である。これまでの取り組みに関しては、『マイノリティ・リポート』と『アイアンマン 2』(IronMan2, 2010 年公開) を題材とした SF 映画の分析方法およびその結果について述べてきた [Iizuka 14, 飯尾 13]。さらに、それぞれの映画の中から特徴的なテーマをいくつか抽出し、そのテーマに沿って改めてその映画中のインタフェース、インタラクションについて検討し、そのあり方や今後の展開について議論をおこなってきた。また活動の一環として、やはり SF 映画を題材としてインタフェースをデザインにあたっての示唆を数多く挙げている『Make It So』[Shedroff 12] の翻訳をおこない、2014 年 7 月に『SF 映画で学ぶインタフェースデザイン - アイデアと想像力を鍛え上げるための 141 のレッスン』[安藤 14] として出版している。

一方で、近い将来、ロボットと人間の共存が必要になると考

えられ、21 世紀のキーワードの 1 つとして「人間とロボットの共生 (the symbiosis of humans and robots)」が掲げられている。今後ますます複雑化されていく人間社会において、セキュリティ、医療、介護、教育といったさまざまな場面でロボットとの協調・協業が必要になってくると考えられる。そして人間とロボットが同じ社会の中で共存していくためには、双方の円滑なコミュニケーション、インタラクションが肝要となってくる。そのような社会を実現するためには、人間がロボットに対して共感や親近感を持つことが不可欠であると考えられ、ロボットには、UI デザイン、すなわちユーザ側にウエイトを置いたインタフェースの開発が重要な課題となる [山岡 99]。しかしながら、開発する技術側からの提案は数多くあるものの、ユーザ視点とりわけ心理面に重点を置いた研究は少ない。パーソナルロボットの研究においても同様の傾向があり、工学系やコンピュータサイエンス系の立場からの研究が多くを占めているが、ロボットが家庭に受け入れられるには、ごく一般のユーザの視点に立ち、さらに心理面からも検証することが重要である。そこで筆者らは、将来的な人間とロボットの共存のため、双方の円滑なコミュニケーション、インタラクションを実現するためのロボットのデザイン要件を導出することを目的に、SF 映画を素材にして、ロボットと対する人間の対ロボット心理を考察し、そこから、ロボットデザイン原則の導出を試みた。本稿では、筆者らのアプローチおよびその結果、特に自律型ロボットにインプリメントすべきものとして導出された倫理面でのデザイン項目について示す。

2. 分析アプローチ

2.1 ロボットのデザイン

人とロボットとの対話における心理 (人の、対ロボット心理) はさまざまな要因から影響を受ける。ロボットデザインに関する既往の研究として、日戸らは、日本・米国・ドイツの生活者を対象に、ロボットの導入に関するインターネット調査を実施し、受容性について考察している [日戸 16]。また、人型ロボットに対する不安や期待を日英間で比較した調査研究もある [Syrdal 13]。また、野村は文献 [佐藤 16] の中で、対ロボット行動がそうした要因とどのように関連しているかの仮説的フ

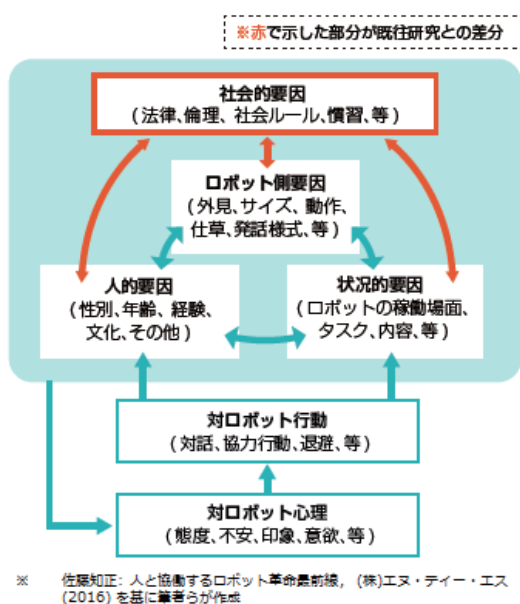


図 1: 対ロボット心理・行動に関する仮説的フロー

ローを提案している。この提案では、人側要因とロボット側要因、状況的要因が交互作用を起こしつつ、人の対ロボット心理に影響を与え、それが対ロボット行動に影響を与える流れを示しているのと同時に、これらの行動が結果として経験や文化等の人側要因およびロボットの応用場面等の状況的要因に影響を与えるという無限ループを想定している。そして、このループの構成要素がどのようなものであるか、さらなる研究が必要であると述べている。

これに対して、筆者らによるSF映画鑑賞からは、この3つの要因に加えて、法律、倫理、社会ルール、慣習等もまた、人の対ロボット心理に影響を与えると考えられるシーンが見いだされたことから新たに「社会的要因」も必要となると考え、これを加えた交互作用を起こすとしたフローを提案するに至った(図1)。

2.2 検討プロセス

筆者らは、SF 映画から、ロボットのデザイン原則を導出するにあたって、山岡が提唱している『70 デザイン項目』[山岡 14]をベースすることとした。『70 デザイン項目』とは、マーケティング・リサーチ、人間工学、認知科学、工業デザイン、ユーザビリティ工学、統計（多変量解析）などの観点を統合し、従来、直感に頼っていた製品開発のプロセスをできるだけ定量的な視点で見直して検討漏れがないようにするためのものであり、デザインや仕様を決めるために検討すべきスペックで、下記の項目がある。

- ユーザインタフェース関係 : 29 項目
- 感性デザイン関係 : 9 項目
- ユニバーサルデザイン関係 : 9 項目
- 安全性関係 (PL) 関係 : 6 項目
- ロバスト (頑強性) デザイン関係 : 5 項目
- メンテナンス (保守性) 関係 : 2 項目
- エコロジーデザイン関係 : 5 項目
- その他・ヒューマン・マシン・インタフェース関係項目 (5 デザイン項目)

以下に、筆者らによる今回の検討の手続きを示す。

1. 映画から、ロボットとのインタラクションシーンを抽出する
2. そのシーンにおける、登場人物の対ロボット行動を切りだし、その時の心理を洞察する
3. 「人側要因」、「ロボット側要因」、「状況的要因」、そして「社会的要因」を抽出する（当てはまるものがあるもののみ）
4. 解決すべき課題を導出する
5. 『70 デザイン項目』に対応付けする

3. 結果

図 2 に、実施結果イメージ (抜粋) を示す。なお、上記 2.2 節で示した手続きに際しては、予め図 2 中のフォームを用意し、本稿著者 3 名が各々で実施した。その後、3 者の結果を、議論しながら統合した。図 2 は、統合したものである。対象は、映画『アイ、ロボット』(*I, Robot*, 2004 年公開) とした。この作品は、アイザック・アシモフの短編集『われはロボット』[アシモフ 04] を原典にし、そのエピソードの一つのように映画化しようと練り直されたもので、人間と機械の関係にフォーカスしたテーマを内在している。

結果として、ロボットのデザインについて、課題解決のための要件として挙げられた多くの項目は、『70 デザイン項目』の中から当てはまる項目を見いだすことができた。また、『70 デザイン項目』の既存項目の応用（ロボット用のアレンジ）を提案するケースもある。例えば、強い感情表現を抑制し、人間に対して脅威・恐怖を与えないようにするために、既存の「4-1）危険の除去」という項目を、そして、人間からロボットへの質問に対して、ロボットから質問で返さない（人間の間違い、驕りを指摘しない）よう、既存の「4-2）フール・プルーフ (fool proof) 設計をおこなう」という項目を、いずれも、コミュニケーション（対人インタラクション）に発展させた項目が必要になると考えた。

その一方で、対応する項目が見当たらないケースが生じており、これらに対しては、ロボットデザインに関する新規の項目を提案することとした。例えば、「人間への安全性、命令への服従、自己防衛」を目的とする3つの原則から成る『ロボット工学三原則』[アシモフ 04] というものが提唱され、その中に“第一条 ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。”があるが、犯罪等から社会的秩序を保つため、全ての人間を対象にこの原則を適用できないケースが発生する。このようなケースに対しては、“警察（またはオーナー・法律等）が強制的に行動を制御できる権限を持つスイッチを持つようにする”といった項目が必要になると考えた。今回の試みでは特に、救助判断要件に子供・高齢者を優先する（優先度係数の実装を含む）、ロボットが利他的行動に徹するための“倫理のインプリメント”が必要になると考えた。結果として、自律型ロボットにインプリメントすべき倫理的なデザイン項目として、以下に示す3つが挙げられた。

- 規則や法律の順守とプライオリティの判断
 - － オーナーや、警察・司法・その他の第三者との状況に応じた判断をして対応を返す
- 救護・救助等の判断とプライオリティの判断
 - － 複数の人命を救助する段階で状況に応じた対処や救護優先の判断をして対応を返す

No.	量目シーン	対ロボット行動 対話、協力行動、回避等	対ロボット心理 態度、不安、印 象、意欲等	人的要因 性別、年齢、経 験、文化、その 他	ロボット側要因 外見、サイズ、動作、仕草、発話様式 等	状況的要因 ロボットの稼働場面、タスク、 内容等	社会的要因 法律、社会ルー ル、倫理、慣習等	課題解決のための 要件	70デザイン項目への対応 付け
1	FedExの配達専 用ロボットが配 達に来る	スプーナー：気がない からか、驚く（呼び鈴を 鳴らしていない？）	スプーナー：驚 視	スプーナー：ロ ボットを狭く 思っていない	ボディに所属先特有の装飾を施し、所属先を 明確にする。 顔面にはナンバーが記載されている。 長期使用に耐える耐久性がある。 人物の同定が可能である。 停止状態は、まったくの静止状態ではなく、 関節部分を全体的に揺らして、人間の動きを 模した微かな動きを再現もしくは直立姿勢の バランスを取っている。	呼び鈴を鳴らす直前の状 態で、立ち止まってい る。	ロボットは作業者 として人間の生活 に従事する	存在を予め知らせる (のが正しいわけでも ない)	1-28) フィードバック 1-9) 信頼感
2	ロボットとス プーナーが通り ぎまにぶつかつ た	スプーナー：何もしない	スプーナー：気 にどめない	スプーナー：ロ ボットを狭く 思っていない	人間がそうでないかを判別できる	人間のほうを向き、対話 状態になる（人間が対話 する・しないにかかわら ず）	ロボットの対応を 無視してもマナー 違反にはならない	危険な指示でない 限り、それに従う	2-5) エラーに対し寛容 ユーザがエラーを行った場 合、バックアップするための何ら かの対応が機械側からなさ れる
3	ロボットと人間 が街中で会話し ている	スプーナー：何もしない 女性：会話している	女性：会話の相 手として接して いる。ロボット が会話をすること がある生活を受け 入れている	公共の場所です 人間とロボットが 会話をすることが ある生活を受け 入れている	相手のコミュニケーションしたい希望 に沿える会話システムを搭載している。	対話相手をつとめる	ロボットは人間の コミュニケーション 相手として機能 する	なし	1-1) 寛容性・柔軟性
4	ロボットがハン ドバッグを持っ て走っているの をスプーナーが 叫ぶ	一般人：気に留めな い スプーナー：追いかけて 捕まえる	スプーナー：異 常と感じる（泥 棒かまは口 不信	スプーナー：警 官で、ロボット 不信	ロボットは、主人から指示（忘れもの を持ってくる）を遂行する	ロボットが、手に荷物を 持ち街の中を速度を出し て移動		・ロボットが高速 で移動する際、その 目的を明示する	1-17) メンタルモデル 1-18) 情報の多面的提供
5	「止まれ！」と スプーナーが叫 ぶ	スプーナー：「止ま れ！」とロボットに警告 する	スプーナー：や はりロボットは 時におかしなコ トをする	スプーナー：ロ ボットに対する 懐疑心を抱いて いる	動作（走る）を継続する 警官に制止を求められても応じない	警官の声を認識してい ない または聞こえてい ない または故意に無視が まったことに気づき、つ かもうとする（＝重要な ものであるという認識が ない）		人間（特に、警察 官）の指示に対し て反応する・回答 人間の危険な行動 を察知し、怪我を させないようにす る	1-28) フィードバック 1-18) 情報の多面的提供 1-26) メタファ （緊急性を示す）
6	ロボットが緊急 事態に対応する ために走ったこ と	スプーナー：とひか って捕まえる	スプーナー：や はりロボットは 時におかしなコ トをする	スプーナー：ロ ボットに対する 懐疑心を抱いて いる	無抵抗に倒れる。避ける動作はしな い。 主人の所有物を保護しようと大切にす る	バッグを手から離してしま ったことに気づき、つ かもうとする（＝重要な ものであるという認識が ない）	ロボットは主人の 健康を守る（主人 からの命令を必ず 遂行する）		1-1) 寛容性・柔軟性は異 なる項目（もしかしてNEW） ロボットが人間のエラーを力 パバーし、また不快な思いをさ す
7	「誤解させてす みません」と人 間（スプ ーナー）に謝る	主人：誤ることはない、 とロボットを諷める	主人：ウチのロ ボットは間違っ たことはしてい ない（それはす ぎない）	主人：ロボット が盗難などする はずがない、そ んなことを考 える人間の方が バカである	人間の行動と思考を配慮しコミュニ ケーションが可能である。	「誤解させてすみません」と、 人間に非がないことを伝え、 謝る。	人間に不快な思い をさせないように プログラムされて いる	ユーザーの思考の 傾向や、習慣、文 化を考慮する	1-28(ヘルプ 操作をサポートするため、幾 度なガイド、ヘルプ機能を提供 する

図 2: ロボットデザイン項目抽出実施結果イメージ（抜粋）

- ユーザーの利益を損なうことをしない
 - － ユーザーの判断とは異なる勝手な判断をしたり、虚偽の対応をしない

近年、「ロボット倫理学」と呼ばれる、「ロボットが備えるべき倫理」を考える新興の学問領域がある。これらは、「ロボット倫理学」における「ロボットの守るべき倫理」[久木田 09]に相当すると考えられる。

人間による倫理的判断ですら、必ずしも唯一無二“絶対的な”判断があるとは限らない。よって、“絶対的な”倫理的判断を自律型ロボットにインプリメントすることは不可能かもしれないが、何らかの「倫理的な」基準をインプリメントする必要はあると考えられる。

その他、上記手法によって、さらに、UX(User Experience)の観点でのデザイン項目の必要性も挙げられた。

4. おわりに

将来の人間とロボットの共存のため、双方の円滑なコミュニケーション、インタラクションを実現するためのロボットのデザイン要件を導出することを目的に、SF 映画を素材にして、ロボットと相対する人間の対ロボット心理を考察し、そこから、『70 デザイン項目』をベースにしてロボットデザイン原則の導出を試みた。その結果、『70 デザイン項目』に当てはまる項目を多数見いだすと共に、既存項目のロボット向けアレンジ、そして新たにロボット向けに必要なと考えられるデザイン原則を提案するに至った。自律型ロボットに関していえば、インプリメントすべきと考える倫理的なデザイン項目を導出することができた。今回は、1 作品のみを対象にしたアプローチではあったが、結果として、新たな項目の導出ができたことから、

他の SF 作品についても同様のアプローチを試みることでよって、さらなるデザイン原則の導出が可能になると考えられる。

なお本稿では、“自律型ロボット”を対象としてきたが、現段階の人工知能は、自律的に判断し行動しているように見えても、自ら「目的」を持って行動することはない、と言われているが[二木 17]、いずれは、人工知能を活用して自律的に活動することができるようになる可能性はゼロではない。「トロコ問題」[Foot 67]と呼ばれる、有名な倫理学上の思考実験もあり、「人工知能学会 倫理指針」[人工知能学会 17]の第 9 条に、「人工知能への倫理遵守の要請」として「人工知能が社会の構成員またはそれに準じるものとなるためには、上に定めた人工知能学会員と同等に倫理指針を遵守できなければならない。」とあることから、将来的には、ロボット（人工知能）自体が倫理を守る必要が生じてくる可能性が考えられる。

参考文献

[Foot 67] Foot, Philippa.: The problem of abortion and the doctrine of double effect, *Oxford Review*, vol.5 pp.5-15 (1967).

[Iizuka 14] Iizuka, S., Iio, J., Matsubara, H.: Reviewing the Role of the Science Fiction Special Interest Group via User Interfaces: the Case of Science Fiction Movies, *Industrial Applications of Affective Engineering*, pp. 233-240 (2014).

[Shedroff 12] Shedroff, N., Noessel, C.: Make It So: Interaction Design Lessons from Science Fiction, *Rosenfeld Media*, (2012).

- [Syrdal 13] Syrdal, D. D., Nomura, T., Dautenhahn, K.: The Frankenstein Syndrome Questionnaire : Result from a Quantitative Cross-Cultural Survey, *Proc. 5th Int. Conf.Social Robotics*, pp.270-279 (2013).
- [アシモフ 04] アイザック・アシモフ: われはロボット, 早川書房 (2004).
- [安藤 14] 安藤幸央 (監訳): SF 映画で学ぶインタフェースデザインーアイデアと想像力を鍛え上げるための 141 のレッスン, 丸善出版 (2014).
- [飯尾 13] 飯尾淳, 飯塚重善, 松原幸行: SF 映画に学ぶ近未来ユーザインタフェースのあり方, 人間中心設計, Vol.8(1)Vol.9(1) 合併号, pp.11-18 (2013).
- [久木田 09] 久木田水生: ロボット倫理学の可能性, 京都大学文学部哲学研究室紀要:Prospectus, 11 (2009).
- [佐藤 16] 佐藤知正: 人と協働するロボット革命最前線, (株) エヌ・ティー・エス (2016).
- [人工知能学会 17] 人工知能学会: 人工知能学会 倫理指針, <http://ai-elsi.org/wp-content/uploads/2017/02/人工知能学会倫理指針.pdf>
- [日戸 16] 日戸浩之, 谷山大介, 稲垣仁美: ロボット・AI 技術の導入をめぐる生活者の受容性と課題 日米独 3 カ国調査からの示唆, 知的資産創造, 24(5), pp.108-125 (2016).
- [二木 17] 二木康晴, 塩野誠: いちばんやさしい人工知能ビジネスの教本, インプレス (2017).
- [山岡 14] 山岡俊樹: デザイン人間工学 一魅力ある製品・UX・サービス構築のために一, 共立出版 (2014).
- [山岡 99] 山岡俊樹, 岡田明: 応用人間工学の視点に基づくユーザインタフェースデザインの実践, 海文堂 (1999).