

「人と情報のエコシステム」研究開発領域
研究開発プロジェクト事後評価報告書

令和3年4月

研究開発プロジェクト名：分子ロボット ELSI 研究とリアルタイム技術アセスメント研究の共創

研究代表者：小長谷明彦（恵泉女学園大学 客員教授）

実施期間：2017年10月～2021年3月

A. 総合評価

一定の成果が得られたと評価する。

本プロジェクトでは、分子ロボットという先進的な課題を題材として、倫理的な課題（ELSI）や責任ある研究とイノベーション（RRI）という考え方を分子ロボット研究者や学生に浸透させるという目標を設定し、①リアルタイム技術アセスメント研究との共創、②分子ロボット原則、基礎研究ガイドライン案策定および研究会・シンポジウム等の開催、③国際学生コンテストの支援を実施した。基礎研究ガイドラインの策定には至らなかったが、実際の活動の中から実感を伴った実質的な知見が得られたと思われる。ただ、惜しむらくは研究開発実施終了報告書にはそれらの知見やそれに至るプロセスが十分に記載されているとは言い難い。是非特に下記2点について領域として参照できる形でまとめていただきたい。

- ①今回の研究過程を通して得られた研究者にとっての ELSI と RRI の認識の違いと、研究者の ELSI 理解・活用を促進するための ELSI 改善・活用方法
- ②研究者が、どの研究フェーズで、どのような課題を認識し、どのような点に注目して対応したかを示す、基礎的な論点整理テーブルの例

研究開発の初期の段階から社会との対話が必要であるとの考えのもとで推進している本領域としても、プロジェクト代表者の小長谷先生のような問題意識をもった研究者が、若手の中から、または、他の研究分野の中から、どうすれば出てくるのか、技術的な成果を求められがちな技術開発者が倫理的課題を考える時間をもてるのか、技術開発者の資源配分も含めて、より広い議論が必要であると認識している。このプロジェクトはその先鞭をつけるものであり、パイオニア的なプロジェクトとして高く評価したい。またそれだからこそ、本プロジェクトの足跡は第三者が追体験できるように、形式知化して残していただくことを期待したい。

B. 項目評価

I. 研究開発プロジェクトの研究開発内容とその成果について

1. 目標の妥当性

十分妥当であったと評価する。

先進的な科学技術は、技術の発展に伴い様々な恩恵をもたらす一方で、負の影響を与える可能性があることも懸念されるため、研究開発の初期の段階から社会に出たときの課題をあらかじめ検討しておくことが重要である。本プロジェクトでは、分子ロボットという先進的な課題を題材として、倫理的な課題（ELSI）や責任ある研究とイノベーション（RRI）という考え方を分子ロボット研究者や学生に浸透させるという目標を設定した。この目標設定は社会的にも政策的にも重要な検討課題であり、かつ時宜を得ているものであったと評価する。

2. 研究開発プロジェクトの運営・活動状況

一部適切になされたと評価する。

プロジェクト目標達成に向けて、①リアルタイム技術アセスメント研究との共創、②分子ロボット原則、基礎研究ガイドライン案策定および研究会・シンポジウム等の開催、③国際学生コンテストの支援を実施した。プロジェクト実施期間を通じて、標葉プロジェクトとは緊密なコミュニケーションを継続しており、真にプロジェクト間連携が行われ、互いに相乗効果をもたらしたと評価できる。自然系研究者と倫理系研究者による研究会やシンポジウムの開催は頻度も高く、ポジティブに評価できる。このような丁寧な議論や活動を通して、分子ロボット倫理原則を策定し、このなかで研究者の自治を意識させるという取り組みは非常に有用であったと考える。また、分子ロボットガイドライン案策定にあたっては、分子ロボット研究者コミュニティの理解を得るために予想以上の時間を要したとのことであったが、こういった状況変化にもその都度、対応したプロセス変更なども行なわれ、概ね適切なプロジェクト運営がなされたと考えられる。一般市民や農業従事者との対話、その準備のための人文系研究者との定例会議から得られた知見・着想（ELSI 的な視点、技術応用のニーズ）を、技術の研究開発に活かすというプロセスは、このプロジェクトの大きな成果であると言える。是非他の技術分野での開発プロセスにも参照できるよう、一般化・形式知化していただきたい。

他方、分子ロボットの将来的なインパクトの大きさを考慮すれば、科学技術の ELSI を特に研究していないような人文・社会系の研究者をももっと巻き込んで、「人間観」、「価値観」、「社会像」に関わるような根本的な次元にまで踏み込んで ELSI 問題を日々の研究の中で考察するところまで踏み込んだ対応があっても良かったと思われる。

3. 研究開発プロジェクトの目標の達成状況および研究開発成果

一定の成果は得られたと評価できる。

分子ロボット倫理の提案と普及に向けて、テクノロジーアセスメントを行い、人文系研究者を交えて、研究会・ワークショップ・シンポジウムを開催しながら、分子ロボット原則を策定することでできた。また、基礎研究ガイドラインについては策定にまでは至っていないが、その道筋をつけることができたと言える。その過程においては、分子ロボット研究者コミュニティが ELSI の取り組み方や人文系研究者からの指摘をどう受け止めてどう取り組むかの戸惑い等もあったかと思われるが、試行錯誤を重ねながら代表者らの精力的な活動によって、コミュニティに倫理意識の高まりがみられ、コミュニティ自身の手によってガイドラインの原則案が策定されたことは高く評価したい。研究開発実施終了報告書ではこれらのプロセスについての記載は少ないが、コミュニティが変容していくプロセスや、その活動を通して実感されたポイント（実際に困難であった点など）こそ他の研究分野にも共有すべき重要な知見と考えられる。また、このような分子ロボット研究者コミュニティへのはたらきかけを通して、本プロジェクトが導いた、「ELSI よりも RRI のほうが研究者（コミュニティ）には受け入れやすいのではないか」、という視点は重要な発見であると思われる。ただし、その一方で、ELSI や RRI が掲げる主張を、現場目線で曲解あるいは矮小化してしまうリスクがないか、社会的に善いことなのか否か、などについてはさらなる検証が必要かと思われる。

分子ロボット技術の応用フィールドの一つとして、研究者コミュニティ以外の人たちとのコミュニケーションを深めていったこと、その結果として分子ロボットの研究開発の各フェーズにおける論点整理ができたことも評価に値する。代表者によれば、研究のどのフェーズでどんな課題が生じ、研究者はどんな点に着目して対応すればいいか、基礎的な論点整理テーブルが得られたとのことであるとのことなので、わかりやすい形でまとめたいただくと領域としても大変有用な成果になるであろう。

3年半のプロジェクト全体を通して、分子ロボティックスの研究者に ELSI を浸透させ、研究に組み込んでもらうという目標は部分的には達成され、部分的でも非常に重要な成果を残したと言える。今後、原則やガイドラインの策定を受けて、ELSI がどう研究に組み込まれ、研究のあり方にどんな変容が起きたのか、など、後継プロジェクトでの対応含め検討を期待したい。

4. 研究開発成果の活用・展開の可能性

一定の期待ができると評価できる。

本プロジェクトは、現場の科学者による ELSI を組み込んだ研究開発の模索・実践として今後の重要な参考となるモデルケースであったと振り返ることができる。研究開発実施終了報告書には、革新的な技術には倫理研究が不可欠であるという認識は、近年自然科学研究者の間でも常識になりつつある、との記載がある。確かにその通りであると思う一方で、果

たして、そういった認識をもって本プロジェクトのように、これほどまでに自然科学系研究者と人文社会系研究者が ELSI について緊密にコミュニケーションしながら進められてきた事例はあったらどうか。その意味において、代表者らの「思い」をエンジンとして、分子ロボット研究コミュニティにその考えが浸透していくさまは、参照されるべきモデルケースとして重要な事例であったと言える。また、上述したとおり、ELSI と RRI の差異に基づく研究者の ELSI 理解のための改善ポイントや、基礎的な論点整理テーブルが、参照できる形でまとめられれば、広範に応用可能であり、ガイドライン以上に有効なアウトプットになるのではないかと。

本プロジェクトの後継プロジェクトが、RISTEX「科学技術の倫理的・法制的・社会的課題 (ELSI) への包括的実践研究開発プログラム」にも採択されており、このモデルケースをさらに洗練し、今後の展開可能性・幅広い活用を期待したい。

II. 研究開発プロジェクトの領域への貢献

研究開発プロジェクトの運営と活動、および得られた研究開発成果は領域の目標達成に大いに貢献できたと評価する。

本プロジェクトの問題意識は、本領域の意図するところに合致しており、また、それらに即した活動が行われたことを評価できる。分子ロボットという具体的な研究開発の最上流の段階から外部とのコミュニケーションをとって ELSI の観点を取り込むということを実現したことは、本領域の目指す姿を实践されたものと評価できる。また、こうした活動は他のプロジェクトにも刺激となっていたものと考えられ、このような連携が成立することを示せたことは領域として重要な成果であると言える。国際的に見れば珍しい活動というわけでもないかもしれないが、日本では研究活動のリニアモデルへの固執もあって、未発達研究領域でこれらの活動が行われることが稀であることから、本プロジェクト実施の意義は高かったと考えられる。この経験を一般化・形式知化して、他の技術開発に応用できるよう、なんらかの振り返りをお願いしたい。

ELSI 研究者との連携により研究コミュニティへの ELSI 浸透を促すことができたという実績は、本領域の中核的なテーマに大いに貢献していただいたものであると言える。プロジェクト期間はこれで終了とはなるが、引き続き本領域活動への協力を期待したい。

以上