

## ERATO 川原万有情報網プロジェクト事後評価（最終評価）報告書

【研究総括】川原 圭博（東京大学大学院工学系研究科／教授）

【評価委員】（敬称略、五十音順）

昆陽 雅司（東北大学大学院情報科学研究科／准教授）

篠原 真毅（京都大学生存圏研究所／教授）

土井 美和子（委員長；情報通信研究機構／監事）

中小路 久美代（はこだて未来大学システム情報科学部／教授）

西尾 信彦（立命館大学情報理工学部／教授）

### 【全体構想】

ERATO 川原万有情報網プロジェクトでは、モノを、インターネットを介してクラウドに情報を収集する静的に配置されたノードではなく、「あらゆる環境」に適応し自ら「実世界に働きかける」機能を有する能動的な『モノ』と定義し、これを創出することで、人の生活と取り巻く環境に溶け込む新たなネットワークの構築を目指した。このような『モノ』のネットワークの実現へ向けて、「エネルギー」「アクチュエーション」「デジタルファブリケーション」の技術融合に挑戦し、『モノ』が進化する可能性と、エッジにおける情報の流通・活用・作用という、新たな付加価値の生成が期待されたプロジェクトである。

プロジェクト期間後半では、自立共生的な道具というコンセプトをより明確にしており、持続可能な形で環境と調和する新たな IoT の可能性を示した。エネルギー科学、材料科学と情報科学の 3 つを結びつけて、新たな融合的研究分野の創出へと展開したように認められ、学際的な貢献度も高い。

### 【運営体制】

本プロジェクトは、海外研究者も含め異なる複数の研究分野のグループが、週 1 回の定例会や、頻繁な合宿の実施を通して社会への実装をイメージした議論を行うなど、密に連携できるよう工夫がなされていた。さらに、研究総括を中心として、知的共創を効果的に進めるための環境と機会づくりの場を頻繁に設定し、民間や地域コミュニティなどとの連携を積極的に行い、社会学的な視点をふんだんに取り入れて、柔軟に研究を進めた。若手研究者を巻き込みながら社会課題の解決やビジネス展開を立案するなど、研究理論と現場が一体化し、その距離感をまったく感じさせない活動は、特筆に値する。

他方、プロジェクト後半に重なったコロナ禍のため、各研究者の潜在能力をまだ活かし切れていない面もあると思われ、今後は国際学会活動や産業界全体への働きかけを、より一層強めることを期待する。

### 【研究成果の科学技術への貢献】

本プロジェクトで設定した、「エネルギー」「アクチュエーション」「デジタルファブリケーション」の 3 領域における要素技術の開発に加えて、これらの要素技術の融合により、材料からデバイス、システムまでのスケールで、環境に溶け込む新たな『モノ』の可能性を示すところまで来ている。特に、切り取り可能なワイヤレス充電シート、2 次元無線給電システム (Alvus)、部屋中どこでもワイヤレス充電 (マルチモード QSCR) 等の無線技術は、数 MHz の周波数を用いる無線給電の実用性を再認識させたと高く評価できる。その他にも、温度変化による相転移で駆動する薄くて軽い柔軟なアクチュエータ (リキッドパウチモータ)、タイミングと環境とのインタラクションを考慮した這行制御 (イモムシ型ロボット) の理論と応用実証、即座に造形および再利用可能な真空造形技術

の開発は、新しい研究分野を開拓する上で高い学術的価値が認められる。

プロジェクトの最終局面では、ここ数年注目が高まっている無線給電やデジタルファブリケーション技術を用いたソフトロボット等の実現を目指す研究を行っている海外研究者らと共に、本プロジェクトの活動を含め、世界中の同種の研究動向を纏めて、国際雑誌 IEEE Pervasive Magazine の特集号として企画・発表しており、学際的な貢献度も高い。今後は、『モノ』の進化等、新たな状況適応に必要なソフトウェアアーキテクチャの革新も含め、新しい科学技術の潮流を学会コミュニティの中で興し、これが国内外の研究者が賛同・競争する動きに繋がることを期待する。

#### 【研究成果の社会・経済への貢献】

生み出された『モノ』が、産業応用される可能性が十分高いことが挙げられる。特に、インフレーターボディを用いたモビリティをはじめ、西陣織に新たな機能を付与した Heteroweave、衣服近傍への電磁界閉じ込めを目的としたデジタル編み機を活用したスマートテキスタイルなど、プロジェクト期間中から民間企業や地域コミュニティと連携し、現場や実際の状況を踏まえた技術開発研究を進めてきており、今後の日本の物づくりの競争力向上に貢献すると期待される。また、数 MHz の周波数を用いるワイヤレス給電については、法制化/実用化の議論を再加速させるために、本研究成果に基づきこの周波数帯のワイヤレス給電の実用性についてアピールを続けることを期待する。

プロジェクト終了後の成果物の社会実装を見据えた「インクルーシブ工学連携研究機構」発足などの産業界との連携に加え、権利化が難しいアートの要素を含む研究においても一定の成果を得ていることも評価に値する。具体的には、プロジェクトのコンセプトを象徴する技術の一つであるデザイン性と機能性を兼ね備えたソフトモビリティ Poimo は、IEEE Spectrum に取り上げられ、複数の著名海外メディアでも研究が紹介されるなど、国際的にも知名度を上げたことは特筆すべき事項であり、そのプロトタイプ開発が進み、様々なアウトリーチや実証試験が進んでいる点も評価できる。

また、コロナ禍の社会課題に対しても柔軟に研究計画を拡大し、東京大学で実際に活用された混雑状況のモニタリング技術 (MOCHA)、即興的なファブリケーション技法を応用したパーティションによる空間デザイン技術、遠隔操作のための汎用ロボットと制御手法などに取り組んだことも評価に値する。

#### 【その他 特記事項】

IoT の未来像である「情報」「エネルギー」「アクチュエーション」「デジタルファブリケーション」の統合は、今後の社会・経済に大きなインパクトを与える可能性が高い。「Calm Computing から Convivial Computing へ」という、本プロジェクトで培った考え方を整理し、『モノ』自体の進化の可能性を示すことで、プロジェクト終了後も、新たな付加価値を生みだしうるデータやそれをもとにしたサービスを意識したビジネス展開など、社会変容のあるべき姿を示し先導してほしい。IoT をイノベートさせた新しい科学技術コミュニティとしての潮流を生むとともに、ビジネスとしての展開にも目を配り、もう一つ大きなレベルでのムーブメントを起こすことを期待する。

以上を総合すると、本プロジェクトは全体的に順調な進捗にあり、戦略目標「分野を超えたビッグデータ利活用により新たな知識や洞察を得るための革新的な情報技術及びそれらを支える数理的手法の創出・高度化・体系化」の達成に資する十分な成果が得られていると評価できる。

〔総合評価〕 A+ (十分な成果が得られている)

以上