

ゲノム合成分野におけるバイオベンチャーの動向に関する調査研究

大阪大学大学院人文学研究科

講師 菅原 裕輝

1. 調査研究の目的

本研究は、合成生物学の一分野であるゲノム合成分野において、バイオベンチャーを巡る「期待 (expectations)」がどのように形成され、産業・政策・社会に影響を及ぼしているのかを、日米欧比較の観点から明らかにすることを目的とした。

21世紀に入り、生命科学は「ゲノムを読む」時代から「ゲノムを書く」時代へと移行しつつある。2016年には国際コンソーシアム「GP-write」が設立され、全ゲノム合成を視野に入れた壮大なビジョンが提示された。米国では Ginkgo Bioworks のような企業が株式公開を果たし、研究者がベンチャーを設立して社会的注目を集めるようになってきている。日本においても大学発ベンチャーを中心とした動きが顕著であり、政府の「バイオ戦略」や「バイオエコノミー戦略」においても研究成果の社会実装とベンチャー育成は重要課題として位置づけられている。

こうした動きの根底には「未来像」への期待がある。科学技術社会論 (Science and Technology Studies: STS) の「期待の社会学 (sociology of expectations)」が指摘するように、未来像は単なる予測にとどまらず、研究資金の配分や政策形成、社会的信頼の獲得を方向づける行為遂行的 (performative) な力を持っている (Borup et al., 2006)。本研究は、この理論的視座を応用し、期待を Macro (国家・社会)、Meso (組織・プロジェクト)、Micro (研究室・個人) の三層で分析する枠組みを採用した。そのうえで、以下の三つの問いに答えることを目指した。Q1: 日米のバイオベンチャーはどのような未来像を提示し、それはいかに資源を動員するのか。Q2: 期待はどのように調整・再構築されるのか。Q3: 日本のバイオベンチャーはどのような戦略をとり得るのか。

2. 調査研究の方法

当初は日米双方での対面調査を予定していたが、申請者自身の健康上の事情により長距離の海外渡航が困難となったため、計画を修正する必要が生じた。この修正は、結果的に本研究に新しい方法論的發展をもたらすものとなった。

修正後の調査手法は三つの柱から構成される。第一に、デジタル人類学的手法を用い、企業ウェブページやソーシャルメディア (Instagram, X 等) 上に展開される言説を収集し、未来像に関する語りを分析した。これにより、バイオベンチャーが自らをどのように位置づけ、どのように社会的信頼を得ようとしているのかを、公開情報を通じて体系的に把握することが可能となった。第二に、国内外の政策文書 (「バイオ戦略」「バイオエ

コミー戦略」等)、産業レポート、学術論文の文献調査を体系的に実施した。第三に、データサイエンスの手法として「遠読(distant reading)」分析を導入し、分子生物学・合成生物学の主要 10 誌から約 18 万件の論文データを収集して、トピックモデリング(BERTopic)、引用ネットワーク分析(PageRank)、共著ネットワーク分析を実施した。こうした方法の変更は、制約に対する対応にとどまらず、むしろ STS における新しい調査方法の可能性を提示することとなった。

3. 調査研究の結果

【予備分析】遠読分析の結果、影響力の高い論文トップ 10 がすべて方法・ツール(BLAST、サザンプロット、SAMtools 等)であり、理論的発見ではなくインフラストラクチャーが分野を構造化していることが明らかとなった。研究基盤は「Wet 層」(1960~70 年代の物理的プロトコル)から「移行層」(1980~90 年代の BLAST 等)を経て「デジタル層」(2000 年代以降の SAMtools 等)へと地層的に変遷しており、「読む→書く」の転換が研究インフラの物質的変容として計量的に実証された。

【Q1 への回答】日本の大学発バイオベンチャー(サイキンソー社、C4U 社、ImmunoSens 社、セトロテック社、MicroBioFactory 社、タベルモ社等)は、「0 次予防」「日本発ゲノム編集技術」「いつでも・どこでも検査」「食料安全保障」といった社会課題解決を強調する未来像を提示し、社会的正当性を確保する戦略をとっていた。経済産業省の統計によれば、大学発ベンチャー全体の約 6 割が大学の知的財産を直接活用する「研究成果ベンチャー」であり、バイオ・ヘルスケア分野が最多の割合を占めている。一方、米国では Ginkgo Bioworks が「細胞をプログラム可能なプラットフォーム」という壮大な未来像で市場を牽引し、GP-write のような巨大研究コンソーシアムがベンチャーの成長基盤を形成していた。ImmunoSens 社が 2023 年に 5 億円を調達した事例は、ビジョンが資金・製品開発を触発する「ドラマ」(Möllers, 2016)の構築として解釈できる。日本が「社会課題解決を通じた調和的な未来像」を特徴とするのに対し、米国は「イノベーションを通じた市場の繁栄」を志向しており、Jasanoff & Kim(2009)が論じた社会技術的イマジナリーの差異が鮮明に現れた。

【Q2 への回答】期待は「生成・調整・再構築」を繰り返す動的な循環プロセスであることが明らかとなった。日本のゲノム合成研究では、微生物リアクター伝統と人工細胞リアクター伝統という二つの研究伝統が並行して発展し、2018 年に JST CREST/PRESTO で初めて合流した。A 氏の事例に見られるように、研究者は国家的な壮大な期待を単純に受容するのではなく、自らの資源と技術的条件に即して期待を再定義する「ローカルな抵抗」を示していた。また、MicroBioFactory 社がカルタヘナ法等の規制障壁に直面し技術を再評価・新用途開拓した事例は、「期待の修復(reparation)」の典型例であった。

4. 考察と今後の展開

【Q3 への回答】日本のバイオベンチャーの戦略的展望として、三つの方向性が示された。第一に、バイオサイエンスの実験技術は各研究室で細かくプロトコル化されており、論文には書かれない暗黙知(tacit knowledge)が不可欠である。この再現困難性が逆に「技術的堀(moat)」となり、資本力に勝る大企業に対しても小規模スタートアップが対抗できる競争優位の源泉となっている。第二に、社会課題解決型の未来像を支える制度的基盤の整備と、規制と社会的受容性の両立が政策的課題として浮上した。バイオベンチャーは

研究開発だけでなく、市民との対話を通じた「期待の共有・調整」の場を積極的に設ける必要がある。第三に、研究期間終了後に別の研究費を用いてオランダ・アムステルダムに4週間滞在しフィールド調査を実施したところ、Amsterdam Science Parkに代表される「都市型エコシステム」が、産学連携インフラを制度的に整備し持続可能性を都市戦略と接続している点で、日本への重要な示唆を提供した。Photanol社やFarmless社など、持続可能性と社会課題解決を事業戦略の中心に据えたオランダのバイオベンチャーの特徴は、日本のベンチャーが参照すべきモデルを提供している。

本研究は、方法の変更を通じて新しい調査アプローチを開拓し、未来像が社会に果たす役割を実証的に明らかにしたという学術的貢献を持つ。特に、Macro・Meso・Microの三層分析で期待の多層性を実証し、「グローバルな調整」という新たな分析視点をSTSにおける「期待」研究に付け加えた。また、遠読分析によって「読む→書く」の転換を計量的に裏づけた点は、方法論的にも意義深い。

今後は、日米欧の比較研究をさらに深化させ、科学技術の未来像がどのように文化的・制度的文脈に媒介されるかを体系的に明らかにする。そして成果を国際ジャーナルに発表することで、学術的な貢献にとどまらず、政策立案や産業界の議論にも資する知見を提供していきたい。

まとめ

本研究は、健康上の制約から当初計画を変更せざるを得なかったが、そのことがむしろデジタル人類学的アプローチや遠読分析を導入する契機となり、新しい知見を得ることにつながった。日米比較に加え、オランダでの追加調査も実施することで、科学技術と社会の関係を多層的に描き出すことができた。

ゲノム合成分野のバイオベンチャーを巡る「期待」の分析は、日本がどのように社会的課題の解決と産業的発展を両立させるかを考える上で重要な示唆を与えるものであり、持続可能で信頼される科学技術社会の実現に資する成果を提示することができた。

参考文献

- Borup, M., Brown, N., Konrad, K., & van Lente, H. (2006). The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3-4), 285-298.
- Fujimura, J. H. (1987). Constructing 'do-able' problems in cancer research. *Social Studies of Science*, 17(2), 257-293.
- Gardner, J., Samuel, G., & Williams, C. (2015). Sociology of low expectations. *Science, Technology, & Human Values*, 40(6), 998-1021.
- Jasanoff, S., & Kim, S.-H. (2009). Containing the atom: Sociotechnical imaginaries and nuclear power. *Minerva*, 47(2), 119-146.
- Möllers, N. (2016). Negotiating Futures. In *Science and Democracy* (pp. 157-175). MIT Press.
- Roudometof, V. (2015). The glocal and global studies. *Globalizations*, 12(5), 774-787.
- Stilgoe, J., Owen, R., & Macnaghten, P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. *Research Policy*, 42(9), 1568-1580.
- 経済産業省. (2024). 令和5年度大学発ベンチャー実態等調査 調査結果概要.
- 統合イノベーション戦略推進会議. (2019). バイオ戦略2019. 内閣府.