

Title	研究開発から社会実装戦略を包含するファンディングプログラムの新しい試み：食肉培養技術を例として
Author(s)	濱田, 志穂; 柳, 星口; 林, 太一; 古屋, 美和; 日下, 葵; 酒井, 尚子; 三井, 広大
Citation	年次学術大会講演要旨集, 34: 134-137
Issue Date	2019-10-26
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/16480
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

研究開発から社会実装戦略を包含するファンディングプログラムの新しい試み —食肉培養技術を例として

○濱田志穂 (JST 未来創造研究開発推進部), 柳 星口 (JST 社会技術研究開発センター),
林 太一 (JST 知的財産マネジメント推進部), 古屋美和・日下 葵 (JST「科学と社会」推進部),
酒井尚子・三井広大 (日本科学未来館)

shiho.hamada@jst.go.jp

1. はじめに

世界の食料需要は、地球人口の爆発的な増加や新興国の生活水準の向上等により増加の一途にあり、気候変動の影響や食料以外への利用拡大も相まって、2030年頃には世界の食料需給は逼迫すると指摘されている¹。中でも動物性たんぱく質の主な供給源である畜肉や魚肉はさらなる需要増が見込まれるが、大量の資源投入を必要とし低効率に生産されている既存方法の延長線上においては、供給の安定性や持続可能性が危ぶまれている。「食肉培養技術」は、その解決策となるフードテックのひとつとして、世界中で注目されている技術である。世界経済フォーラム「Top 10 Emerging Technologies 2018」²にも挙げられており、従来の畜産と比較して土地利用や水、温室効果ガス排出等の環境面、衛生・栄養等の安全性、動物福祉等の倫理面においても人類の「食」の未来にイノベーションをもたらし、持続可能な食肉生産を実現する可能性があると言われているエマージング・テクノロジーである。

今やグローバル化した「食」市場において健康志向の高まりは大きなトレンドであり、国際社会では植物等に由来する代替肉市場が急成長している。その流れを汲んで「培養肉」もホットイシューとなっており、海外メディアでは培養肉スタートアップ企業への大規模な投資が度々報道されている。しかし、学術研究としてのファンディングはまだ始まったばかりで、科学技術的な議論や研究コミュニティは未だその輪郭を現していない。再生医療研究・技術と人材に大きなアドバンテージを持つ日本においても、イノベーション政策のひとつの柱となり得るポテンシャルを有するテーマと言えよう。

日本においては、2018年度に科学技術振興機構(JST)の未来社会創造事業にて初めて公的資金のファンディングを開始しており³、プログラムは2年度目を迎える。食肉培養の基礎技術は数年内に製品化され市場に出る見通しの段階にあるものの、本物の肉に近づける組織構築の技術やコスト削減にも直結する大量培養等には、まだ大きな科学技術的ボトルネックが存在する。また、社会実装の道筋においては、市場形成、レギュレーション、社会受容、食に関する倫理など、産業・政策・社会・文化的課題が存在する。JSTではこのプログラムマネジメントにおいて、基礎研究から応用・技術実装、知的財産管理、社会技術、共創活動、科学コミュニケーション、教育等の多部門を横断する試行的な取り組みを行っている。新しい時間軸や視点に立って取り組むべきこれからのエマージング・テクノロジーに対し、ファンディングプログラムのあり方を模索する事例としてJSTの実践を報告する。

表 食肉培養技術に関する課題の俯瞰

社会・経済	<ul style="list-style-type: none"> 食料需要増 (人口増大, 経済成長に伴う質の変化) 穀類消費圧迫 (畜産の飼料効率, 他用途とのTradeOff) 食料安全保障 (生産・消費不均衡による政治・金融リスク)
技術	<ul style="list-style-type: none"> 生体材料 細胞培養の培地 組織工学 大量培養生産 リサイクル
環境	<ul style="list-style-type: none"> 水資源利用 土地資源利用 気候変動、GHG 肥飼料残渣、廃棄物
健康	<ul style="list-style-type: none"> 飽和脂肪酸摂取 抗生物質使用 (抗生物質耐性) 食品媒介疾患 (感染症, 食中毒)
倫理・文化	<ul style="list-style-type: none"> 飢餓と飽食 動物福祉、屠畜 安心 (遺伝子組換え, ゲノム編集, ホルモン剤, 表示, トレーサビリティ) 宗教的禁忌 トレンド (パーソナライズ, 低脂肪・高たんぱく, 機能性成分) e.g. ギルトフリー, フレキシタリアン, バスカタリアン, ヴィーガンズム ...
日本特有	<ul style="list-style-type: none"> 超高齢化、担い手不足 (生産現場, 文化継承) 都市化、フードロス 孤食、食育 WASHOKU 放射性物質 等

2. エマージング・テクノロジーのファンディングプログラムを考える視点

2.1. エマージング・テクノロジーとしての食肉培養技術

科学技術に関する研究開発情報や人の流通、投資が世界規模で行われることが当たり前になった今、前述した世界経済フォーラムが毎年"Top 10 Emerging Technologies"をレポートしていることにも表されるとおり、エマージング・テクノロジーには世界中が注目している。しかし、例えば米国で公的投資を行うべきエマージング・テクノロジーをどのように定義し、管理対象とするか、その特定方法に関するパブリックコメントが行われているように⁴、その統一的な定義は困難であり、科学技術の黎明期・揺籃期における投資のあり方によって性格づけられていくテクノロジーとも言える。このような萌芽的なエマージング・テクノロジー、とくに、人工知能（AI）やブロックチェーン、ゲノム編集など無秩序に技術導入すれば不可逆かつ破壊的な影響を及ぼすものについては顕著に、慎重かつ速やかに、継続的な ELSI（Ethical, Legal, and Social Issues/Implications: 倫理的・法的・社会的影響）の議論と取り組みが必要であろう。つまり、いかなるエマージング・テクノロジーか、その現在地と技術開発の方向性を見極め、必要な取り組みを設計することが重要である。

この観点で食肉培養技術を捉えなおすと、プロダクトとしての「培養肉」はこれまでに存在しない全く新しいモノであるが、基礎技術としてはすでに確立されたもので構成されている。また、既存の食肉にとってかわるオルタナティブではなく、未来の食のひとつの選択肢、オプションになると想定される。従って、実装までの距離・時間が短く、社会的・文化的なインパクトが大きいという特質がある一方、可逆的で、その影響範囲は破壊的インパクトをもたらすものではないテクノロジーと位置付けられる。

2.2. ファンディングプログラムの役割にかかる背景と経緯

ファンディングプログラムの役割にかかる背景として、第一に、国内外を問わずイノベーション創出の重視やハイインパクトな研究開発への期待の高まりが顕著であり、ミッション型プログラムが重視される傾向にある。例えば EU では、Horizon2020 の次期フレームワークである Horizon Europe の検討に向けて、科学的・経済的・社会的インパクトにつなげることや、社会的課題の解決に資するミッション型プログラムの強化の方針を打ち出している⁵。

第二に、政策におけるプログラム概念の重視がある（「国の研究開発評価に関する大綱的指針」平成 28 年 12 月 21 日、内閣総理大臣決定）。挑戦的（チャレンジングで、ハイリスク・ハイインパクト）な研究開発については、社会情勢の変化等も把握し、成果のみならずプロセス評価が必要であること、イノベーション創出を目指した研究開発の場合には、各研究開発段階に応じた評価項目・評価基準の設定が必要であること、研究力や産業競争力の強化を見据えた国際的視点での評価にも留意すること等が特筆されており、その上位概念として、実効性のある「研究開発プログラム」の重要性が説かれている。

第三に、イノベーション政策と、ELSI/RRI（Responsible Research & Innovation: 責任ある研究・イノベーション）の取り組みの一体的推進の必要性である。AI やゲノム編集のような不確実で不可逆、破壊的なテクノロジーのみならず、SDGs に代表されるような社会的要請の高い問題への対応についても同様である。日本においても、第 5 期科学技術基本計画の中で「共創的科学技術イノベーションの推進」がひとつの柱として掲げられ、「科学技術イノベーションと社会との問題について、研究者自身が社会に向き合うとともに、多様なステークホルダーが双方向で対話・協働し、それらを政策形成や知識創造へと結び付ける『共創』を推進することが重要」とされている。つまり、科学技術の負の側面のみへの取り組みではなく、イノベーション政策を推進する上での戦略として位置づけるべき、とされている。また、将来ビジョンの構想から研究開発、成果の社会実装に至る過程全体において ELSI/RRI に関する取り組みを一体的に推進すべきであり、その具体的な方策として、研究開発プログラムの設計そのものに ELSI/RRI を組み込むことが必要、と指摘されている⁶。

さらに昨今、日本国内でも学術研究資金の獲得にクラウドファンディングを利用し始める動きも顕在化し、科学技術の第 4 のファンディングとして発展する可能性も指摘されており⁷、今後ますます公的資金のファンディングプログラムのあり方が問われるだろう。

これらの背景を踏まえれば、イノベーション創出を目指すミッション型の研究開発プログラムのマネジメントのあり方に対して、基礎研究から実装までの多段階の研究開発フェーズを対象として、それぞれの研究開発段階に応じた評価基準を設定し、多様なステークホルダーとの協働に基づき、ハイリスク・ハイインパクトな研究開発の推進と成果の最大化に取り組むという、非常に複雑なプログラムマネジメントが求められている状況と言える。しかし、果たしてそれを可能とする環境は整っているだろうか？

このような中、JST 未来社会創造事業は、科学技術によって社会・産業が望む新たな価値を実現することを目指し、非連続なイノベーションを積極的に生み出すハイリスク・ハイインパクトな研究開発を推進する研究開発プログラムとして 2017 年度に発足した。①社会・産業のニーズを踏まえた公募テー

マ設定のしくみの導入、②未来社会の構想と経済・社会的インパクトのあるターゲット設定を前提とするバックキャスト型の研究計画の策定、③基礎研究成果の積極的な接続から社会実装を目指した加速のための、プログラムオフィサー（運営統括）による柔軟で強力な研究推進マネジメント、④JSTとしては初となる「知的財産マネジメント基本方針」の導入による研究開発と知財創出の一体的推進、などに特徴がある。新しい事業として、新たな取り組みに果敢にチャレンジすることもまたミッションであり、立ち上がりからこれまで、プログラム運営自体も新たな方法・改善を探りながら進んできている。そのひとつの取り組みが、「持続可能な社会の実現」領域における食肉培養技術のプログラムマネジメントの工夫である。

なお、そもそも公的資金による研究開発投資において、いかに重要なエマージング・テクノロジーを定義・予見し、適切なテーマを設定してファンディングプログラムを立案・設計していくか、いかに基礎から社会実装までのファンディングをシームレス化してイノベーションエコシステムを確立するか、という研究開発前後のしくみのあり方も大きな論点であるが、ここでは、研究開発の推進段階におけるプログラムマネジメントに特化し、JSTの取り組みの一例として報告する。

3. 研究開発から社会実装戦略を包含するプログラムマネジメントの取り組み

未来社会創造事業では前述のとおり、事業として社会実装に向けた積極的なマネジメントの実施を謳っており、プログラムオフィサーにはそのための研究開発の加速・中止等の判断を含む大きな権限が付与されている。「食肉培養」分野においてはとくに実装までの距離・時間が短いことが想定されるため、研究開発プロジェクトの実施期間の短縮を定め、開始当初よりプロジェクト横断的な議論の場を設けてきた。その中で、社会実装に向けた大きなハードルのひとつは、レギュレーション（法規制と標準化）であること、アカデミアの研究開発活動と並行して、関係省庁や企業等との連携を図ることが極めて重要であること、しかしながら（議論当時）学会コミュニティや組織は存在しないため、JSTの研究開発プログラムが議論と情報発信を行うひとつのプラットフォームとして機能していくことが有効ではないか、といった発意がなされた。これをきっかけとして、JSTのネットワークおよびリソースを最大限活用することで、適時適切な知的財産マネジメント、研究開発動向や社会受容性の調査、社会との対話を通じたテクノロジーアセスメント、関係省庁や企業等ステークホルダーの参画促進など、研究開発の推進においてより有用な機会を提供し得ると考え、JST内の関連部署が連携する体制をつくり2019年度より活動をスタートした。

現在参画しているのは、未来創造研究開発推進部、社会技術研究開発センター（RISTEX）、知的財産マネジメント推進部、「科学と社会」推進部、日本科学未来館、の5部署である。連携活動は5部署が協働して境界なく一体的に取り組んでいるが、それぞれの部署のミッションに沿った特徴を紹介する。

まず、当該事業の推進を行っている未来創造研究開発推進部が立ち上げの企画を行い、各部署との連携活動の成果を研究開発プログラムの運営や研究開発現場にフィードバックする役割を担っている。RISTEXは、自然科学と人文・社会科学の知見の統合ならびにステークホルダーとの協働を行い、科学技術と社会の境界に生じる問題や社会問題の解決を目指した社会技術研究開発を行う組織であり、この取り組みにおいては、研究・技術・産業・社会動向とELSIの俯瞰調査・分析を行っている。知的財産マネジメント推進部は、JSTが推進する研究開発事業から生まれる成果の適切な権利化の推進をミッションとする専門部署であり、ここでは、専門スタッフ（知財サポーター）が国内外の先行・競合技術調査の設計から実施を行い、知財リスクの低減と戦略的な権利化を検討する上で重要となる情報の生成を担っている。「科学と社会」推進部は、社会課題解決や未来社会に向けた多様なステークホルダーの双方向の対話・協働による科学技術イノベーションの共創をミッションに掲げ、ステークホルダーとの共創の場づくりや情報発信を行っている部署であり、ここでは、サイエンスカフェやサイエンスアゴラを通じた対話の場づくりや、ステークホルダーとのネットワーキングに取り組んでいる。日本科学未来館は、一般の人々と専門家がともに科学技術と未来の社会を語り合う、国内最大級の科学コミュニケーション拠点であり、研究開発のエンドユーザーでありクライアントでもある市民と直接に対話する場を持っている機関である。この取り組みでは、実践の場を活かした社会受容性調査と、専門スタッフ（科学コミュニケーション）による科学コミュニケーション活動を実施している。

各部署の専門性や機能、ノウハウを持ち寄り企画した活動全体の概観は、下図のとおりである。

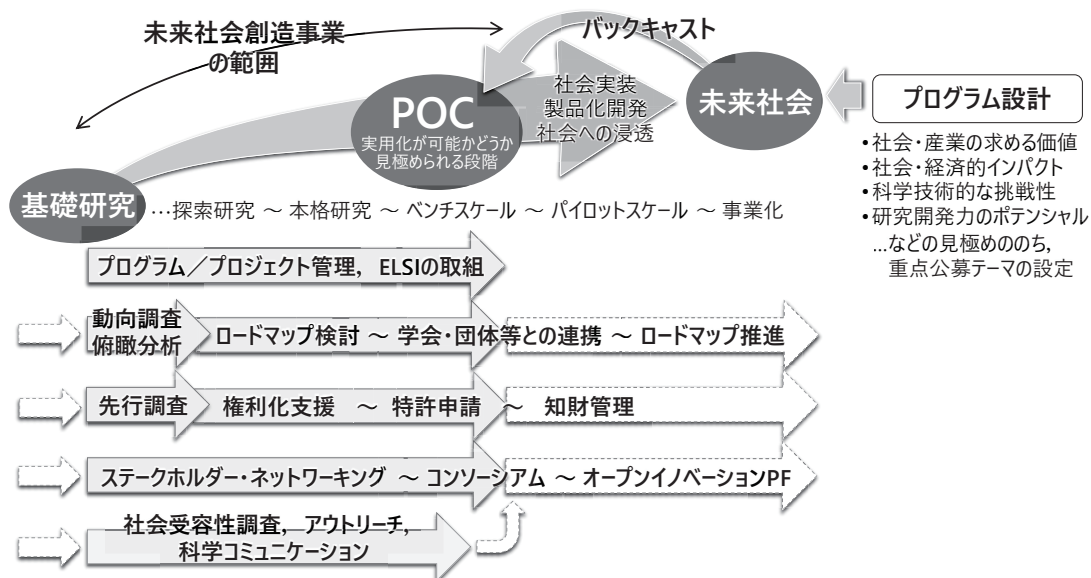


図 研究開発段階とプログラムマネジメントとの関係(構想)

4. 現状と課題

ここで報告する活動は、まだ試行的な取り組みを始めた段階にすぎず、成果は出ていない状況である。そもそも、科学技術イノベーション政策としてのエマージング・テクノロジーに対する取り組みの姿勢、国全体での資源投入のポートフォリオやシームレス化の検討、産学官連携のルール形成、ステークホルダーも含めたプレイヤーのネットワーク形成、継続的な取り組みを見据えた人材育成など、根本的に必要な取り組みは広範で多岐にわたり、我々の取り組みからその解決策が見出せるとは到底考えられない。科学技術と社会の関係の新しいフェーズを迎えつつある中で、ファンディング機関としても何か新たな取り組みが考えられるのではないか、個々の力では到達できないことも、専門性やリソースを集合することで可能性を拡げることができるのではないか、という、小さな一石を投じる思いでいるに過ぎない。

しかし、具体的な活動を進めていく中で、食肉培養というテーマの持つ性質や取り巻く環境に関する(社会的・政策的)課題、JSTという公的ファンディング機関の制度・制約に起因する課題、欠如モデルの壁やオープンサイエンスの文化が根づいていない日本の・構造的課題など、さまざまな課題を実感している。中間報告的な考察にとどまるが、エマージング・テクノロジーの社会実装に向けた政策戦略のあり方を議論する一助となることを願い、これまでに得られた実証的知見を報告する。

参考文献

- Alexandratos, N. and J. Bruinsma (2012), "World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision". ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO
- World Economic Forum (2018), "Lab-Grown Meat". Top 10 Emerging Technologies 2018, p.11
- JST 未来社会創造事業 (探索加速型) 「持続可能な社会の実現」領域 (運営統括：國枝秀世) の重点公募テーマ「将来の環境変化に対応する革新的な食料生産技術の創出」の一分野として推進。
<https://www.jst.go.jp/mirai/jp/program/sustainable/index.html> (Last accessed 24 Sep. 2019)
- Bureau of Industry and Security, U.S. (2018), "Review of Controls for Certain Emerging Technologies". <https://www.federalregister.gov/documents/2018/11/19/2018-25221/review-of-controls-for-certain-emerging-technologies> (Last accessed 24 Sep. 2019)
- JST CRDS (2018), "EU : Horizon Europe に関する欧州委員会案の公表/EU20180608". 海外トピック情報, <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2018/FU/EU20180608.pdf> (Last accessed 24 Sep. 2019)
- JST CRDS (2019), "科学技術イノベーション政策における社会との関係深化に向けて/CRDS-FY2019-RR-04". 調査報告書, <https://www.jst.go.jp/crds/report/report04/CRDS-FY2019-RR-04.html> (Last accessed 28 Sep. 2019)
- 一方井祐子ほか (2018), "日本の研究者たちは何を重視してクラウドファンディングへの支援を呼びかけたか：第4のファンディングの可能性". 科学技術コミュニケーション, 24, pp.55-67