

Web3 テクノロジーによるサイエンスの再設計の動き

- 分散型サイエンスの誕生と課題 -

濱田 太陽 (株式会社アラヤ研究開発部)
hamada_h@araya.org

概要

サイエンスは人類の生活の基盤を整備し、新たなイノベーションの源泉ともなってきた。しかし、サイエンスに研究環境の競争激化、研究の再現性の危機など様々な課題が出てきている。近年ブロックチェーンなどの Web3 テクノロジーを利用して、サイエンスの課題を解決しようとする分散型サイエンス(DeSci)のムーブメントが生まれてきた。DeSci において、非代替性トークン(NFT)の P2P の取引による研究者の新たなファンディングや、サイエンスデータや知的財産取引の新たなマーケットプレイスの誕生、自律分散型組織(DAO)による研究プロジェクト支援、ブロックチェーンを利用した研究の透明性を高める仕組みなどについてすでに活発な議論と取り組みが始まっている。本報告では、DeSci を支援する Web3 コミュニティの思想的背景、DeSci エコシステム、課題について概観する。

Keywords: 分散型サイエンス(Decentralized Science)、Web3(Web3)、自律分散型組織(Decentralized Autonomous Organization)、ブロックチェーン(Blockchain)、オープンサイエンス(Open Science)、効果的利他主義(Effective Altruism)、非代替性トークン(Non Fungible Token)

1. 背景

サイエンスは我々の生活に広く浸透し、新たな技術を生み出す基盤を与えてきた。しかし、サイエンスにおける全世界的な課題も明らかになっている。例えば、研究費獲得率の低下、科学雑誌の投稿料の増加、無償の査読等による研究時間の圧迫、研究の再現性の低さ、オープンデータの不活用、薬価費用の上昇などがある。さらに日本においては、博士研究者数の低下などの大きな課題を抱えている。

2018 年以降、サイエンスにおける課題をブロックチェーンなどの Web3 テクノロジーによって解決を目指す分散型サイエンス(DeSci)運動が生まれている[1]。DeSci の基盤となる Web3 テクノロジーは、2000 年代後半以降ビットコインを代表とするブロックチェーンを利用した暗号通貨を端緒として出現してきた。他にも、イーサリアムのような分散型アプリケーション(DApps)やスマートコントラクトを実現するブロックチェーンプラットフォームや惑星間ファイルシステム(IPFS)などの分散型ストレージなどが DeSci においても活発に利用されている。

DeSci と関連する領域として、非代替性トークン(NFT)や暗号通貨を利用した新たなファンディングシステムの開発と運営、分散型ストレージを利用し中央集権的な検閲性を回避したデータ取引を可能にする新たなマーケットプレイスの誕生、製薬・バイオテックなどを中心としたブロックチェーンを利用した意思決定組織である自律分散型組織(DAO)による研究プロジェクト支

援などがすでに取り組みされている。また、スマートコントラクトを利用した査読システムの構築により科学雑誌の投稿料の増加や無償査読の問題を解決する提案が実験的に行われている。

さらに、Web3 コミュニティにおいて、公共財への支援についても活発な議論がある。公共財への支援の背景にある思想としてサイエンスに投資や寄付する流れも存在している。これは、2010 年代から起こってきたサイエンスへの寄付の増加などとも効果的利他主義との関連がある。

本報告では、まず Web3 とサイエンス支援の関連性について指摘し、技術的観点ではなく思想的観点で何が DeSci を準備したのか議論する。次に、NFT などによる新たな資金調達、新たなマーケットプレイスや DAO などのガバナンスシステムなどの DeSci のエコシステムについてまとめ、最後に現在進行形の課題について指摘する。これにより DeSci の全体像について描写し、批判的検討を通じて日本における DeSci 活用の議論の端緒としたい。

2. 効果的利他主義とサイエンス支援

ここでは DeSci が生まれた背景として、Web3 テクノロジーの性質と効果的利他主義の観点から DeSci やサイエンス支援への投資や寄付の動機を議論する。

Web3 型テクノロジー、特にパブリックブロックチェーンには、非中央集権性、非許可性、信頼不要性などの性質があると指摘されており、どこかの組織が中心的に管理せずに誰もが平等な

参加できる技術が目指されている。非許可性は、経済学で言う、財を定義する一つの要件である非排除性と対応しており、Web3 テクノロジーを開発することコモンズ財や公共財を開発することと強い関連があると考えられる。例えば、このようなパブリックブロックチェーンの性質上、DApps のエコシステム全体に有益なプロジェクトに支援する仕組みがある。特にイーサリアムでは、gitcoin という組織があり、それぞれのプロジェクトに対する寄付者の数に応じてプール資金を分配する二次ファンディングと呼ばれる仕組みが存在している。他にも、分散型ストレージを提供している Protocol Labs は分散型技術やサイエンスに対してグラント出したり、公共財に関する議論を定期的に行なっていたりしている。つまり、gitcoin や Protocol Labs は、パブリックブロックチェーン上のエコシステムを活性化させる一環として DeSci を支援している。

また、Web3 のエコシステムにおいては、中心的な開発者らにサイエンスなどの公共財に積極的に寄付・投資する思想的動機がある。効果的利他主義と呼ばれる他人や社会をよくするためにその効果やインパクトの最大化を目指す思想がある[2]。イーサリアムの創設者の 1 人である Vitalik Buterin は、たびたび効果的利他主義者としての発言をし、gitcoin などのように公共財への支援も行なっている。また世界的暗号通貨の取引所である FTX の創設者である Sam Bankman-Fried も効果的利他主義者を自称し、FTX Future Fund を通じてサイエンス支援を行なっている。他にも Gavin Wood が創設者である PolygonDAO や HarmonyDAO は DeSci プロジェクトの支援をすでに行っているか、支援をする表明している。

サイエンス支援を効果的利他主義者である富豪が行う動きは、アメリカを中心に 2010 年代から活発になっている。例えば、COVID19 への危機を通じて、アメリカを中心に FAST グラントやビル&メリンダ・ゲイツ財団慈善財団などに代表されるような私的財団によるサイエンス支援が注目を浴びた。この動きは短期的なものではなく、2010 年代通じて私的財団によるサイエンスのグラント総額が 3 倍近く伸びていることから長期的な運動であると考えられる[3]。また、2000 年代後半より世界的大富豪であるゲイツ夫妻やウォーレン・バフェットらが誓った「生涯に渡って資産の大半を慈善活動に寄付する」というギビング・プレッジというような誓いを行い、実際に数多くの支援をおこなっている。彼らの実践には、慈善活動のインパクトを IT や金融での経験を利用して、最大化しようとする側面がある。これは慈善資本主義と呼ばれ、一種の効果的利他主義の

活動として理解できる。つまり、DeSci に対する富豪らによる支援を行う思想的背景が効果的利他主義の背景は 2000 年代を構築されてきた動きとして理解できる。

Web3 エコシステムの一部である DeSci への支援には、その裏に富豪によるエコシステムへの再投資という側面だけでなく、効果的に社会の持続可能性を促進し危機を未然に防ぐ効果的利他主義の考えによっても支えられている。

3. DeSci のエコシステム

先に述べたように DeSci に対する資金提供が行われているだけでなく、様々な組織や活動が勃興しており、コミュニティの交流も活発になっている。ここでは、NFT を活用した研究室のファンディング手段、スマートコントラクトを利用したデータ・特許・研究機能などの取引を可能にするマーケットプレイス、DAO を利用した組織や私的財団や研究支援の仕組み、さらに Web3 テクノロジーが構築する認証システムについてまとめる(図 1)。

NFT による新たなファンディング

2017 年に NFT の規格である ERC721 が展開され、画像を NFT に紐付けた NFT アートマーケットが勃興した。このムーブメントは、サイエンスにおいても実験的に資金調達的手段として実践された[4]。例えば、カルフォルニア大学バークレー校は、ノーベル賞受賞者のがん研究者の研究に関連する文書を NFT にし、50,000 ドル以上で競売に賭けた。また、ネットワーク科学で有名なアルバータ・バラバシ教授は、研究で利用したネットワーク分析の結果を視覚化した図などを自身のラボが運営するウェブサイトで販売している。これは P2P の直接的な取引を通じて、新たなコミュニケーションやファンディングを個人やラボが行うきっかけを作っており、クラウドファンディングの新たな手段になりうる[図 1.A]。

新たなマーケットプレイスの誕生

NFT の活用方法は、アートだけではなくデータ、特許などの知的財産(IP)や研究情報の取引にも活用できる。NFT などを通して新たなマーケットプレイスが構築されており、DeSci におけるデータ活用などのオープンサイエンスを推進することが期待されている[図 1.B]。ブロックチェーン技術を利用したデータ取引の基盤を提供している代表的な組織に Ocean Protocol がある。Ocean Protocol は、フォードやホンダなど自動車会社のブロックチェーン活用に産業活性化を目指非営利団体である MOBI (Mobility Open Blockchain

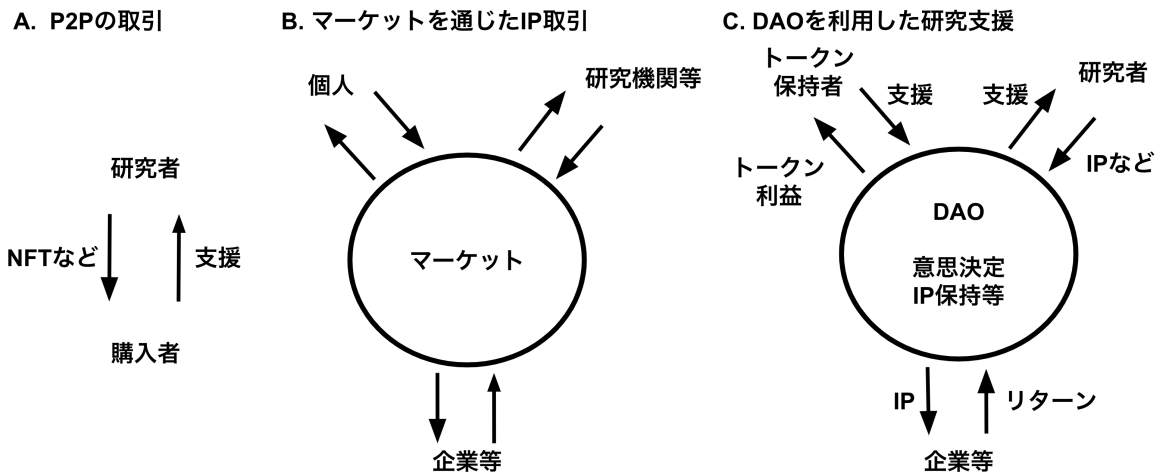


図 1. DeSci における取引 A. P2P の取引 NFT などを研究者が提供し支援者が直接購入する仕組み。B. マーケットを通じた IP 取引 データなどの IP 取引をマーケット通じて複数のプレイヤーと行う。C. DAO を利用した研究支援 複数のトークンホルダーによる支援先や売却先などの意思決定を DAO によって行う。

Initiative)と連携しており、自動運転などで必要な画像データの共有のためなどにこのデータマーケットを提供している。複数の企業間のデータの共有について契約することは莫大なコストがかかる為、マーケットを通じてデータを共有することで契約に関わる人的、時間的コストを短縮できる。また、活用されていないデータを共有することでデータ資源の塩漬けを防ぎ研究開発の促進につなげるメリットがある。

Ocean Protocol は、企業間取引だけでなく企業と個人、個人間のデータ取引も可能なマーケットプレイスであり、DeSci プロジェクトでもその活用が見込まれている。例えば、人の遺伝子情報を収集している GenomesDAO は、Ocean Protocol などのデータマーケットを通じて製薬会社などの企業などに貸出し、その貸出益の一部をデータ提供した個人に分配する仕組みを目指している。このように大量に存在しないと意味がないデータを DAO で収集し保有者自身が貸し出すかどうかを決めることができる。他にも遺伝子情報だけでなく、歩行データなどの生活活動の情報や医療画像データの共有にも活用が検討されている。これにより、一つの病院や研究機関で管理していた情報を、患者や被験者自身が活用先を決めることができ、データ活用の幅が広がると期待されている[5]。

製薬・バイオテックでは、データだけでなく、特許(IP)の取引にブロックチェーンを利用する動きがある。製薬・バイオテック用の IP 取引の規格を提供する Molecule は、長寿研究にファンディングする VitaDAO などの DAO に規格を提供している。VitaDAO は、資金が投入されないがた

めに大学等の研究機関で活用されていない知的財産に投資し、マーケットに解放することで製薬会社が独自開発することなく広く IP にアクセスできるため、開発費を下げ薬価を下げることを期待している[6]。長寿研究のみならず、希少疾患の研究プロジェクトに支援する Vibe Bio やバイオ研究全般に支援を行う BioDAO も似たような仕組みを導入し、開発費の低下を狙っている。

さらに、LabDAO は、データや IP だけでなく、クラウドを通じて他のラボに実験を委託するなどの研究機能の取引をスマートコントラクトを通じて実現する計画がある。また、サイエンスを目的としているわけではないがフリーランスとジョブプロジェクトのマッチングを DAO による自治で行う Braintrust などのような DAO は DeSci 領域にも出現する可能性がある。

DAO による新たなガバナンスモデル

DeSci 系の DAO の様々な意思決定は投票によって行なわれる[図 1.C]。通常、DAO は、仕組みを作りコミュニティを導くワーキンググループと最終的な意思決定権をもつトークン保持者に分かれる。トークン保持者による DAO への参加は、ガバナンストークンと呼ばれる投票権を持ったトークンを購入することで行なわれる。トークン保持者は、DAO のプール資金をどの研究プロジェクトを支援するかを決定したり、組織の意思決定の最終決定の投票を行ったりする。興味深いことに DeSci 系の DAO と慈善財団が連携する事例がある。例えば、Vibe Bio では、複数の希少疾患の研究や家族をサポートしている財団と連携している。Vibe Bio は、希少疾患の家族などをトークンホルダーとして念頭にしており、支援を当

事者や関係者による参与によって自己決定することを目指している。

また、これらのプロジェクト支援において、トークンホルダー自身が研究支援をするには一定の貢献度や能力に応じて、支援するプロジェクトを提案可能にする計画をしている (e.g. VitaDAO における Trust Level)。分散型システムによる貢献度に対する評価設計が今後構築されれば既存の研究機関などに所属していない市民などによる研究参与の機会が増加するかもしれない。

新たな研究コミュニティも DAO によって運営されることが提案されている。研究コミュニティである ResearchHub は、コミュニティにおいて議論を積極的におこなったり論文を共有したりしたユーザーに対してトークンを付与することで、コミュニティへの参加にインセンティブをつけている。また、論文の査読に対しても、持続的な公開査読モデルを提案しており、複数の自由な参加者によるコメントによって論文の評価を行う方式を採用している。同様に、すでにブロックチェーンに基づいた査読者にインセンティブが支払われるなどの査読システムも複数提案されており、今後実験が行なわれるだろう。

DAO によるコミュニティ運営や査読システム運営のみならず、ブロックチェーンに研究論文やデータ、コードを紐づけることで透明な研究運営を実現しようとする動きがある。研究データやラボノートなどを常にブロックチェーンに紐づけておけば、不正をする余地が減り透明な研究活動を推進できる可能性がある。

今後どの程度これらのモデルが採用され続けるのか不透明だが、新たな取り組みとして現在進行中である。

4. DeSci の課題

これまで DeSci のいくつかの取り組みについて概観してきたが、複数の課題がある。

第一に、持続的成功モデルが出てくるかどうかは大きな課題である。現在、存在している DAO は先行投資や財団からの支援で成立しており、DAO が期待している知的財産の売却やライセンスアウトによって、その利益で更なる研究プロジェクト支援ができるかどうか問われてくる。また、持続的モデルが成立したとしても、中央集権型組織になってしまう可能性もある。例えば、研究支援を行う DAO のトークンを、企業や個人で大量に購入し DAO を独占・寡占することも可能である。このように様々なステイクホルダーが参入できる分散型の組織であり続ける仕組みも必要である。

第二に、既存のサイエンスシステムと接続できるかも課題である。Web3 技術を利用するためには、ウォレットへの接続や、トークンの購入、仕組みの理解など様々な障壁があり、既存のサイエンスシステムにいる利用者が参入するメリットよりもデメリットの方が高い。さらに、すでに Web3 技術に参入している人たちによるシステムの独占が行われるならば、分散型技術が期待するような非排除性のあるシステムともほど遠くなる。

第三は、不正に対処する認証システムについての課題である。コンピュータネットワークに対する代表的な攻撃の一種であるシビル攻撃がある。シビル攻撃は、大量のアカウントを作って、大きな影響力を与えることである。例えば、研究査読においても、投稿した論文に対して、複製のアカウントを運用することで投稿者が査読を引き受ける不正を起ころう。これを防ぐために、生体データと紐づいた交換不可能な NFT である Soulbound トークンを利用するなどが考えられる[7]。しかし、これらの認証システムについては現在 DeSci において十分に検討されていない。

最後に、日本においては DAO の法的実体が何になるのかは不透明であるなど法的課題がある。アメリカにおいては 501(c)3 のような非営利団体に紐づくことが多い。さらにトークン発行を行った DAO が保持するトークンに対して課税が行なわれるため、事実上トークン発行はできないなどの問題がある。

これらの課題を信頼ではなくシステムとして構築する更なる議論が必要である。

5. 議論

これまで議論してきたように、Web3 の思想によるサイエンス支援は、いかに効果的に他者を支援し公共的資源を構築するかという効果的利他主義の流れと似た動きをしている。また、すでに立ち上がってきたファンディングシステムや、マーケットプレイスなどは新たなエコシステムを構築することで、新たなサイエンスの形が生まれ、これまで参入できなかったプレイヤーや市民が参加できる余地が生まれる可能性がある。一方で、新たなエコシステムにおける中心的なプレイヤーたちによる寡占状態や新規参入者への障壁が高いことによる再中央集権化が起きる可能性も十分にあり、慎重な制度設計と議論が求められる。また日本においては、法的な課題や認知が不足していることから活用が遅れることで、サイエンスエコシステムの状況悪化につながるかもしれない。

DeSci による新たな市民科学の基盤、既存の

システムの補完、新たなエコシステムを与える可能性を持つが、今後様々なステイクホルダーとの議論、試行錯誤による実験的導入などが必要になるだろう。

6. 利益相反

本原稿に関わる開示すべき利益相反関連事項はない。

参考文献

- [1] Hamburg, S., A Guide to DeSci, the Latest Web3 Movement. Future, 2022-02, <https://future.com/what-is-decentralized-science-aka-desci/>
- [2] Singer, P., The Most Good You Can Do: How Effective Altruism Is Changing Ideas about Living Ethically. Yale University Press, (2016).
- [3] Shekhtman, L. M. et al., Mapping Philanthropic Support of Science. arXiv, (2022).
- [4] Jones, N. How Scientists are embracing NFTs. Nature, 594, 481-2, (2021).
- [5] Kostick-quenet, K. et al., How NFTs could transform health information exchange. Science. 375 (6580), 500-2. (2022).
- [6] 濱田太陽、平野聡 & Ariella Coler-Reilly. “VitaDAO へようこそ”. medium, 2022-06, <https://www.vitadao.com/blog-article/vitadaoheyukoso>
- [7] Weyl, G. et al., Decentralized Society: Finding Web3's Soul. SSRN, (2022).