

Title	糖鎖科学分野の海外大学発スタートアップのビジネスモデル分析
Author(s)	鈴木, 睦昭
Citation	年次学術大会講演要旨集, 40: 696-699
Issue Date	2025-11-08
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	https://hdl.handle.net/10119/20164
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

糖鎖科学分野の海外大学発スタートアップのビジネスモデル分析

○鈴木睦昭(国立遺伝学研究所) msuzuki@nig.ac.jp, suzukimutsu@mac.com

【概要】

糖鎖科学は、生体の糖鎖構造と機能を解明し、医薬分野に応用可能な領域である。近年、海外では糖鎖科学を基盤とした大学発スタートアップが多様な応用分野で成果を上げている。糖鎖科学は創薬から診断までを革新する基盤技術として、国際的なバイオ医薬産業の競争力を左右する重要な要素となっている。

本稿では、糖鎖科学を基盤とした大学発スタートアップの動向を整理し、とくに抗体関連のスタートアップの事例を分析した。抗体の糖鎖を改変して薬効を高める技術や、がん特有の糖鎖を標的とする抗体薬物複合体 (ADC) の開発が進展しており、次世代抗体医薬の開発において中心的な役割を担っている。また、スタンフォード大学発の LYTAC 技術のように、従来は標的化が困難だったタンパク質を分解する新しい創薬モダリティも登場している。さらに、AI と質量分析を組み合わせた診断プラットフォームの開発も進んでいる。

成功事例としては、糖鎖研究者によるシリアルアントレプレナーとしての活躍や、Synaffix 社が基礎研究成果を実用化へとつなげた成長戦略が注目される。これらの事例から、基礎研究成果を社会実装に結びつける成功要因を抽出し、大学発スタートアップの成長モデルを整理・分類した。以上の分析を通じて、イノベーションを基礎研究から社会実装へと橋渡しするために必要な要素について考察する。

【方法】

本調査では、海外のバイオスタートアップに関する公開情報（企業ウェブサイト、学術発表、プレスリリース、投資報告等）を、Google 検索および Gemini を用いて収集・整理し、主要な分類軸に基づき企業を分類した。

【結果】

各分類ごとに代表的企業を抽出し、分類、代表的なスタートアップ例、主な関連大学と、基盤技術について比較・分析した。

分類	代表的なスタートアップ例	主な関連大学・研究機関	基盤技術
1) 糖鎖バイオマテリアル	Alloy Therapeutics https://alloytx.com/		ヒト抗体を産生する遺伝子改変マウス (ATX-Gx™) プラットフォーム。特定の糖鎖構造を持つ抗体の作製に応用。
	DerivedConnect ※現在、公式サイトは確認できず	スイス連邦工科大学ローザンヌ校 (EPFL)	部位特異的に薬剤を結合させるための糖鎖修飾技術。バイオマテリアルへの応用も期待される。
2) 抗体医薬・細胞治療との融合	Palleon Pharmaceuticals https://www.palleonpharma.com/	スクリプス研究所	細胞表面のシアル酸と免疫細胞の Siglec 受容体の相互作用を阻害する酵素 (Sialidase-Fc) 融合タンパク質。
	GlycoEra https://www.glycoera.com/	スイス連邦工科大学チューリッヒ校 (ETH Zurich)	細胞表面の糖鎖を改変する技術プラットフォーム「CustomGlycan」。抗体医薬や細胞治療薬の機能向上を目指す。
	Synaffix (a Lonza company) https://synaffix.com/	ラートボウト大学 / ライデン大学	GlycoConnect™ 技術: 抗体の糖鎖に酵素的に薬剤を結合させる部位特異的 ADC 技術プラットフォーム。
3) 糖鎖抗原を標的とした CAR-T・ADC	GlycoT Therapeutics (現 Dextra) https://www.glycot.com/	東海大学	特定のがん細胞に発現する糖鎖抗原 (例: Thomsen-nouveau 抗原) を標的とする ADC や CAR-T 細胞療法。

	T-CURX https://www.t-curx.com/	ヴェルツブルク大学	がん細胞の特定の糖鎖パターンを認識する CAR-T 細胞療法。
4) 分解誘導技術 (LYTAC)	Lycia Therapeutics https://lyciatx.com/	スタンフォード大学	細胞外・膜タンパク質を標的とする分解誘導技術「LYTAC」。糖タンパク質を標的分解する。
	Avilar Therapeutics https://avilar-tx.com/	イエール大学	細胞外タンパク質分解を誘導する「ATACs (Asialoglycoprotein receptor Targeting Chimeras)」プラットフォーム。
5) 糖鎖系酵素標的創薬	Aleta Biotherapeutics https://www.aletabio.com/	(情報なし)	糖鎖合成に関わる酵素 (例: フコシルトランスフェラーゼ) を標的とした低分子医薬品。
	GlycoMimetics https://www.glycomimetics.com/	ジョンズ・ホプキンス大学	糖鎖を模倣した低分子化合物を設計し、セレクトリンなど糖鎖結合タンパク質の機能を阻害する薬剤 (E-selectin 阻害剤など)。
6) 糖鎖を利用した DDS / RNA 送達	LogicBio Therapeutics https://www.logicbio.com/	スタンフォード大学 / テルアビブ大学	肝細胞表面のアシアロ糖タンパク質受容体 (ASGPR) を標的とする糖鎖 (GalNAc) を付加した AAV ベクター。
	Dextra https://dextrauk.com/	(情報なし、GlycoT の技術を継承)	独自の糖鎖化学技術を活用し、特定の組織や細胞への薬物送達システムの開発。(GlycoT Therapeutics の技術も継承)
7) 糖鎖情報・解析プラットフォーム	InterVenn Biosciences https://intervenn.com/	スタンフォード大学	糖タンパク質プロファイリングと AI を組み合わせ、疾患の早期発見や個別化医療のためのバイオマーカーを探索する「GlycoVision™」。
	ZBiotech https://www.zbiotech.com/	アリゾナ州立大学	レクチンマイクロアレイ技術を用いて、血清などのサンプルから糖鎖プロファイルを網羅的に解析するサービス。
8) 診断ツールおよびその他	Elypta https://www.elypta.com/	チャルマース工科大学	糖鎖の一種であるグリコサミノグリカン (GAGs) をバイオマーカーとした、がんの早期発見診断ツールの開発。
	Asparia Glycomics https://aspariaglycomics.com/	ライデン大学医療センター	質量分析を用いた高感度な糖鎖解析技術を基盤とした、バイオ医薬品の品質管理やバイオマーカー探索。

【考察】

以下、プラットフォーム提供や、モダリティの観点で考察を行った。

1. 創薬プロセスを加速させる技術プラットフォームの提供

糖鎖科学スタートアップの一つの潮流として、創薬プロセス全体を支援・加速する基盤技術を提供するプラットフォーム事業が挙げられる。代表例が Alloy Therapeutics である。同社は、自社で医薬品を開発するのではなく、ヒト抗体を産生する多様な遺伝子改変マウス (ATX-Gx™) を製薬企業に提供する事業を展開している。これにより、パートナー企業は迅速かつ効率的に治療用抗体候補を取得でき、Alloy 社は幅広い提携を通じて安定した収益基盤を確立している。現在 80 社以上が本技術を利用し、多数の医薬品候補が臨床段階にあることから、その産業応用度は極めて高い。

同様に、抗体薬物複合体 (ADC) の分野でプラットフォーム技術を提供するのが、Lonza 社傘下の Synaffix¹ である。同社の GlycoConnect™ 技術は、抗体糖鎖に酵素を用いて部位特異的に薬剤を結合させることを可能にし、均一で高品質な ADC の作製を実現する。この技術的優位性を背景に、同社はライセンス供与型のビジネスモデルを展開し、Amgen や Roche など大手製薬企業と契約を締結した。その成果は、2023 年に Lonza 社による高額買収という形で評価され、技術プラットフォーム企業の成功モデル

を示す典型例となっている。

2. 既存モダリティとの融合による治療薬開発

次に、Palleon Pharmaceuticals²⁾は、糖鎖技術を既存の治療モダリティと融合させ、その価値を飛躍的に高めている。同社の基盤技術は、がん細胞表面に多く発現し免疫抑制に関わるシアル酸を、酵素（Sialidase-Fc 融合タンパク質）によって切断することで、免疫細胞によるがん細胞への攻撃を増強させるという独創的なコンセプトに基づいている。自社で医薬品候補を臨床開発まで進めるハイリスク・ハイリターンな事業モデルをとり、これまでに1億4,700万ドル以上の資金調達に成功し、主力パイプラインは臨床第1/2相試験の段階にある。

スイス連邦工科大学チューリッヒ校（ETH Zurich）発の GlycoEra は、細胞表面の糖鎖構造を精密に編集・改変する「CustomGlycan」プラットフォームを開発した。これにより、抗体医薬の有効性を高めたり、細胞治療薬の体内動態を最適化が可能であり、より広範な応用を目指している。現在は前臨床研究段階であり、今後の産業応用は大手製薬企業との提携が鍵となる。

3. 細胞外タンパク質を標的とする新たな創薬モダリティ

糖鎖科学は、タンパク質分解誘導薬という新しい創薬モダリティの拡張にも貢献する。スタンフォード大学発の Lycia Therapeutics は、細胞外および膜タンパク質を分解する LYTAC（Lysosome-Targeting Chimera）技術³⁾のパイオニアである。この技術は、標的タンパク質と、細胞表面にありリソソームへの輸送を担う受容体の両方に結合する二価分子であり、従来は創薬が困難であった標的を細胞内に引き込んで分解させる。同社は自社開発と並行して Eli Lilly 社と最大16億ドル規模の大型提携を締結するなど、潤沢な資金力を背景に開発を進めている。

一方、Avilar Therapeutics は、LYTACと同様のコンセプトであるものの、標的を肝臓に特化させた ATACs（Asialoglycoprotein receptor Targeting Chimeras）プラットフォームを開発している。これは肝細胞特異的なアシアロ糖タンパク質受容体を利用することで、標的とする疾患領域を絞り込み、開発の確実性を高める戦略である。両社ともに前臨床段階が中心だが、創薬のフロンティアを切り拓く存在として大きな期待が寄せられている。

4. 糖鎖模倣化合物による創薬と臨床開発の進展

さらに糖鎖そのものではなく、糖鎖の機能を模倣した低分子化合物を設計するアプローチも存在する。この分野の代表格である GlycoMimetics は、NASDAQ に上場しており、糖鎖科学スタートアップの中では事業的に最も成熟した企業の一つである。同社は、細胞接着分子であるセレクトインの機能を阻害する糖鎖模倣低分子化合物を設計・開発している⁴⁾。主力パイプラインの一つである Uproleselan は、急性骨髄性白血病（AML）を対象とした臨床第3相試験を完了しており、実用化まで近い。これは、糖鎖を標的とした低分子創薬が臨床的に大きな成功を収める可能性を具体的に示す重要な事例である。

5. 糖鎖バイオマーカーを利用した診断技術

最後に、治療から診断へと視点を移すと、糖鎖の変動をバイオマーカーとして利用する事業モデルが注目される。InterVenn Biosciences は、質量分析を用いて血中の糖タンパク質プロファイルを網羅的に取得し、AIを用いて解析することで、がんなどの疾患に特異的なパターンを発見する「GlycoVision™」プラットフォームを構築した。ソフトバンク・ビジョン・ファンド2などから2億7,000万ドル以上の巨額の資金を調達しており、卵巣がんや大腸がんの早期発見診断テストの商業化を進めている。

これに対し、スウェーデンの Elypta は、糖鎖の一種であるグリコサミノグリカン（GAGs）のプロファイルに焦点を当て、腎臓がんの早期発見診断ツールの開発に特化している。InterVenn の網羅的・水平展開型のアプローチとは対照的に、特定の分子と疾患に絞った垂直統合型の戦略をとっており、臨床検証を経て欧州での販売承認を目指している。両社は、糖鎖情報の解析が個別化医療や早期診断に不可欠

なツールとなり得ることを示している。

6. キャロリン・ベルトツィ博士の、大学発スタートアップ戦略

糖鎖科学の分野で、特筆すべき点は、一人の研究者のシリアルアントレプレナーとしての活躍である。2022年のノーベル化学賞は、「生体直交化学 (Bioorthogonal Chemistry)」および「クリックケミストリー」の発展に貢献したキャロリン・ベルトツィ博士らに授与された。彼女の功績は、純粋な学術的探求に留まらず、その基礎科学の成果を社会実装へと繋げ、数多くの大学発スタートアップを成功に導いた点にもある。ベルトツィ博士が共同設立者として関与した Redwood Bioscience、Palleon Pharmaceuticals、Lycia Therapeutics、InterVenn Biosciencesなどを事例とし、彼女の起業戦略を詳細に分析する。分析の結果、その戦略が、①汎用性の高い「プラットフォーム技術」の確立、②「アンメット・メディカル・ニーズ」への明確な照準、そして③科学と経営のプロフェッショナルによる強力なチーム組成、という三つの柱に支えられていた。

【まとめ】

基礎研究の比重が大きい糖鎖科学において、本調査は、プラットフォーム技術の提供や抗体医薬分野における応用の成功例を提示した。これらの事例は、基礎研究の成果が社会実装へと結びつく具体的な経路を示している。今後は、大学発スタートアップの成功要因をより体系的に分析し、学術的知見を持続的なイノベーションに転換する枠組みの構築が求められる。

【参考資料】

GlycoConnect™関連技術: van Geel, R., Wijdeven, M. A., van der Oest, T., et al. (2015). Chemoenzymatic Conjugation of Toxic Payloads to the Glycans of an Anti-CD22 Antibody. *Bioconjugate Chemistry*, 26(11), 2233–2244.

Palleon Pharma.関連技術: Büll, C., Nason, R., Sun, L., et al. (2018). Probing the binding specificities of human Siglecs by cell-based glycan arrays. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(44), E10350–E10359.

LYTAC 技術: Banik, S. M., Pedram, K., Wisnovsky, S., Ahn, G., Riley, N. M., & Bertozzi, C. R. (2020). Lysosome-targeting chimaeras for degradation of extracellular proteins. *Nature*, 584(7820), 291–297.

GlycoMimetics :E-selectin 阻害剤: DeAngelo, D. J., Jonas, B. A., Liesveld, J. L., et al. (2022). Phase 1/2 study of uproleselan added to chemotherapy in patients with relapsed or refractory acute myeloid leukemia. *Blood*, 139(8), 1136–1146.