

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：13904

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K01822

研究課題名（和文）バイオスタートアップへのAI応用の日印比較

研究課題名（英文）Comparative Study of AI application to Biotech Start-ups between Japan and India

研究代表者

藤原 孝男（Fujiwara, Takao）

豊橋技術科学大学・総合教育院・シニア研究員

研究者番号：70173490

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：特にバンガロールの国立創業支援施設C-CAMP、バイオ産業団体ABLE(Association of Biotechnology Led Enterprises)などのインフラとメンター機能に注目した。例えば、ゲノム解析企業Strand Life Sciencesを2000年に創業した初代CEOは、当時IISc(Indian Institute of Science)教授で、MIT修了・Purdue Univ.勤務を経験しており、ABLE創業者・評議員、メンターとして地域の創業支援に貢献している。他方、ABLE名誉会長でBiocon会長はメンター、エンジェル投資をしている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

学術的意義として、ソフトウェア人材の豊富なバンガロールにおいて、成功しているAI応用バイオ・スタートアップの事業的離陸モデルを観察した。先ず、CEOの多くが米欧大学での学位取得、欧米でのポスドク、現地法人などで米欧流の研究・起業環境を経験している場合が多い。次に、多くのバイオ企業が企業内国際分業による米国の大学・病院・企業と共同R&Dをしている場合が見られる。第3に、成功企業経営者による次世代企業へのメンター・エンジェルとして技能移転している様子が観察できる。社会的意義として、内閣府・JST等のディープテック・スタートアップ生態系への政策立案に向けてインドの離陸モデルを提示できる。

研究成果の概要（英文）：We focused on the infrastructures and their key persons' mentor functions of C-CAMP (Centre for Cellular And Molecular Platforms), a national startup incubator, and ABLE (Association of Biotechnology Led Enterprises), a biotech-industry organization in Bangalore. For example, the first CEO, who founded the genome analysis company Strand Life Sciences in 2000, was a professor at IISc (Indian Institute of Science) at the time, had graduated from MIT, and had worked at Purdue University (also co-founder of Yantri Lab, and advisor to Algorithmic Biologics, whose CEO obtained a degree in the United States). On the other hand, ABLE honorary and Biocon chairs is an advisor to breast cancer testing AI company Niramai and 3D printing regenerative medicine company Pandorum, and has made an angel investment in C-CAMP-based synthetic biology company Bugworks.

研究分野：経営学

キーワード：バイオスタートアップ AI（人工知能） インド バンガロール スタートアップ生態系

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

#### (1) 基礎研究と臨床開発との乖離

2006年7月創業のペプチドリームの時価総額が6,164億円(2019年10月16日)である。2019年1月に武田薬品工業が約7兆円で1986年創業のバイオ企業Shireを買収したように医薬開発の難度は年々上昇している。その結果、論文・特許間の引用に関するScience Linkageの強化と逆行して、大学での基礎研究と製薬大企業での臨床開発とが乖離傾向にある。その間隙を埋めるべくバイオスタートアップによる創薬はスピード・コスト・柔軟性で大市場志向の製薬大企業に優れるが、反面、医薬開発では所要期間約12年・投資金額300億-1500億円・成功確率1/3万の水準で、特に米国で1500社のバイオベンチャーの内、ほとんどが赤字で、IPOの達成よりも倒産やM&Aの対象になる企業が多い。

#### (2) AI創薬の可能性

このようなトレードオフ緩和への1つの可能性はAI(人工知能)創薬による探索の迅速化である。海外では、2016年からAI創薬に向けたPfizerによるIBMワトソン導入などの提携がなされ、AtomwiseなどのAI創薬スタートアップも注目される。国内では、2016年11月に創薬AIへの50社の競争前連合Life Intelligence Consortium(LInC)などが出現している。インドにもIntuition Systems, Niramai, SigtupleなどのAIバイオスタートアップがある。また、AI・機械学習を含めたソフトウェアの最重要な世界的拠点には、インドのバンガロール・ハイデラバードなどが含まれる。

### 2. 研究の目的

#### (1) 基本目的

本研究の基本目的はAI創薬スタートアップの日印比較によって、アイデア探索・創出の経済的価値を検討することにある。

#### (2) 「死の谷」の克服可能性

AI創薬による迅速探索に伴う学習オプションの価値評価が期待できる。加えて、インドの深層学習などの人材を擁するAI創薬スタートアップは、探索価値のリアルオプション分析(Real Options Analysis)応用の対象となり得る。

#### (3) 多産多死への対応

創業後6年で60%ほどが倒産する多産多死型イノベーション創出系の非効率性は、スタートアップ生態系のAIネット化によって、資源循環のポートフォリオとしての進化が期待できる。

#### (4) シリコンバレーとのリンク

国際的生態系内でのインドのバイオクラスターのリスク分散の可視化を検討したい。シリコンバレーではGoogle・AdobeのCEOを始め多くのインド系人材が活躍している。同様に、サンフランシスコのミッションベイなど先端バイオクラスターなどとの結びつきは、バンガロールなどが世界的ネットワークのハブとしての可能性の探索・可視化の対象になり得る。

### 3. 研究の方法

(1) インドにおけるAI型バイオスタートアップを対象にすることで、まず、技術的潜在能力の成長オプション価値に加えて、深層学習によるデスバレー短縮の効果を学習オプション価値として評価が期待できる。すなわち、AIの機能をリアルオプションの意思決定柔軟性と結びつけリスク管理の言語で再定義可能と期待できる。

(2) 多産多死型スタートアップ生態系の競合・提携のゲーム理論的解析においては、資源循環としての創業と提携の各タイミングを市場規模と不確実性の両パラメータによってモデル化

し、スタートアップとしての独立性を維持する遷移期間を割り出すことが期待できる。

(3) AI バイオスタートアップと VC・製薬大企業との情報非対称下での提携交渉時に、バイジアン推定による R&D 投資の生産性の株主価値・現金等価資産等のパラメーターの探索・推定によって情報非対称性の削減の評価が期待できる。

#### 4. 研究成果

##### (1) SigTuple 社の概況

SigTuple は 2015 年創業であるが、コロナ禍の中で、3 人の共同創業者の内、当初 2 年間 CEO を務めた中核的人物が 2020 年 6 月に CEO に復帰して、海外 R&D 拠点も整理する「死の谷」状態に直面している。取締役を派遣する主なベンチャーキャピタルとしては、Accel Partner, Chiratae Ventures, Endiya Partners で、他に Pi Ventures, Flipkart 共同創業者 Binny Bansal などを含めて 4 回のラウンドで計 40 百万ドルを調達している。その他の主な支援企業としては、Google Developers Launchpad Accelerator, Microsoft Accelerator, NetApp Excellerator, NVIDIA などが名を連ねている。

##### 1) 共同 R&D

現 CEO が National Semiconductor 勤務時に IIT Kharagpur から博士号を 2006 年に取得しているが、その当時の論文・国際会議発表論文の被引用件数が高い。創業前後に空白の期間があり、創業前は論文・国際会議・特許の比率が均衡していたが、創業後は国際会議と特許の比重が高い。

論文については、初期の論文の被引用件数が高く、創業後も比較的コンスタントに大学・研究機関の研究者と一緒に発表をしている。特に、IISc や IIT との間では高生産的な研究者及び若手研究者と共同研究を実施している。国際会議論文では、海外を含む大学や企業研究所の研究者と共同研究を実施している。特許では、創業後に大企業を含む研究所や内部の動員数が増えている。

##### 2) 成功の要因

国際会議論文・特許の企業内協力者には、被引用件数を高め、大学教員・海外大学院生として転出する人員も出てきて、外部との研究を通じた社員教育が企業競争力向上の鍵となっている。

##### (2) スタートアップ生態系

特に、IISc や IIT での高生産的な研究者及び若手研究者との共同研究とバンガロールの国立創業支援施設 C-CAMP (Centre for Cellular And Molecular Platforms), バイオ産業団体 ABLE (Association of Biotechnology Led Enterprises) などのインフラ・支援組織に注目した。例えば、2021 年に Reliance に買収された Strand Life Sciences はゲノム解析企業で 2000 年に 4 人の IISc (Indian Institute of Science) 教授による創業で、その内の初代 CEO は、MIT 修了・Purdue Univ. 勤務を経験しており、ABLE 創業者・評議員として地域の創業支援に貢献している。さらに、同社の元 CFO と 2018 年に金融・医療用 AI 活用企業 Yantri Lab を共同創業し、顧問を務める 2021 年創業の抗体医薬企業 Algorithmic Biologics の創業者は Univ. of Southern California 修了後、IIT Bombay の准教授で、CBO は Niramai の共同創業者である。他方、ABLE 名誉会長で Biocon 会長が顧問をする Niramai は 2016 年創業の乳癌検査 AI 企業で、創業者・CEO は IISc 修了後、地元の Xerox と HP で R&D をしていた。同じく顧問を務める 2009 年創業で C-CAMP に拠点を置く 3D プリンティング使用の人工臓器・再生医療の企業 Pandorum Technologies の CEO は IISc 修了後に欧州 EMBO でポスドク経験がある。また、エンジェル投資をする 2014 年創業の抗生物質耐性菌用の合成生物学企業 Bugworks の拠点は、C-CAMP の他に加州と豪州にもあり、CEO・COO・CSO・メンターは Cellworks や AstraZeneca India での R&D にて協働経験を持っている。こうして、メンターによる創業スキルの域内移転が各形成の機序になっている。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 FUJIWARA, Takao	4. 巻 -
2. 論文標題 Dauntless Research and Development Investments of Deficit Senior-Star Biotech Firms in the Valley of Death	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of 2022 IEEE 28th ICE/ITMC & 31st IAMOT Joint Conference, Nancy France, June 19-23, 2022.	6. 最初と最後の頁 327-336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICE/ITMC-IAMOT55089.2022.10033192	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 FUJIWARA, Takao	4. 巻 -
2. 論文標題 AI-applied Biotech Start-ups in Bangalore	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of 21st Global Conference on Flexible Systems Management, IIM Shillong, Meghalaya, India, April 21-23, 2022.	6. 最初と最後の頁 777-786
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 FUJIWARA, Takao	4. 巻 -
2. 論文標題 Research and Development Investment of Would-Be Star Biotech Firms in a Financial Crisis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Engineering Management	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TEM.2021.3136188	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 FUJIWARA, Takao	4. 巻 -
2. 論文標題 Star Biotech Start-ups' Past R&D Investment in the Financial Crisis Time	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Cardiff University, UK, June 21-23, 2021.	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICE/ITMC52061.2021.9570202.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 藤原 孝男	4. 巻 43
2. 論文標題 医薬価格の適正化とバイオベンチャーR&D投資	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 雲雀野（豊橋技術科学大学総合教育院紀要）	6. 最初と最後の頁 vii-xxxv
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 FUJIWARA, Takao
2. 発表標題 Research and Development Investment of Senior Star Biotech Startups at the Valley of Death
3. 学会等名 17th International Conference AGBRP, Dubai, United Arab Emirates (Zoom), December 20-22, 2022. (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 FUJIWARA, Takao
2. 発表標題 Biotech startup applying artificial intelligence in Bangalore
3. 学会等名 17th International Conference AGBRP, Dubai, United Arab Emirates (Zoom), December 20-22, 2022. (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藤原 孝男
2. 発表標題 金融危機時の赤字バイオ企業の研究開発投資とキャッシュフロー
3. 学会等名 研究・イノベーション学会第37回年次学術大会, 2022.10.29-30, Zoom, #2D23
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 FUJIWARA, Takao
2. 発表標題 Senior Star Biotech Start-ups' R & D investment at Valley of Death
3. 学会等名 21st Global Conference on Flexible Systems Management, IIM Shillong, Meghalaya, India (Zoom), April 21-23, 2022. (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 FUJIWARA, Takao
2. 発表標題 Would-be Star Biotech Startups' R&D Investment in the Financial Crisis Time
3. 学会等名 11th ASIP Conference, Jeju University, Republic of Korea (Zoom), October 7-9, 2021. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤原 孝男
2. 発表標題 バンガロールのAI 応用型バイオベンチャーについて
3. 学会等名 研究・イノベーション学会第36回年次学術大会, 2021.10.30-31. 一橋大学, Zoom (pp.653-656).
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤原 孝男
2. 発表標題 シニア・スターバイオ企業のデスパレー下での研究開発投資について
3. 学会等名 研究・イノベーション学会第36回年次学術大会, 2021.10.30-31. 一橋大学, Zoom (pp.649-652).
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 FUJIWARA, Takao
2. 発表標題 Biotech Start-up's Robust R&D under Criticisms against High-Priced Drugs
3. 学会等名 10th ASIP Conference, Jeju Island, Republic of Korea (Zoom), September 24-26, 2020. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤原 孝男
2. 発表標題 ヒラリークリントン・ツイートとバイオベンチャーR&D 投資
3. 学会等名 研究・イノベーション学会第35回年次学術大会, 2020.10.31-11.1, 東京工業大学, Zoom (pp.745-748).
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 藤原 孝男	4. 発行年 2023年
2. 出版社 学文社 (GAKUBUNSHA)	5. 総ページ数 196
3. 書名 バイオスタートアップ研究開発投資	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------