

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)
マテリアル事業化イノベーション・育成エコシステムの構築
社会実装に向けた戦略及び研究開発計画(案)

令和5年1月 26 日

内閣府

科学技術・イノベーション推進事務局

目次

I. Society 5.0 における将来像	2
II. 社会実装に向けた戦略	8
1. ミッション	8
2. 現状と問題点	10
3. ミッション到達に向けた5つの視点での取組とシナリオ	24
(1) 5つの視点によるゴールイメージ	24
(2) ミッション達成に向けたシナリオ	28
(3) SIP 期間における5つの視点での取組	29
4. SIP での取組（サブ課題）	32
5. 5つの視点でのロードマップと成熟度レベル	35
(1) ロードマップ	35
(2) 本課題における成熟度レベルの整理	36
6. 対外的発信・国際的発信と連携	45
III. 研究開発計画	47
1. 研究開発に係る全体構成	47
2. 研究開発に係る実施方針	51
(1) 基本方針	51
(2) 知財戦略	52
(3) データ戦略	52
(4) 国際標準戦略	53
(5) ルール形成	53
(6) 知財戦略等に係る実施体制	54
3. 個別の研究開発テーマ	55
(1) サブ課題 A 「エコシステム形成の為のソフトインフラ整備」の個別テーマ	55
(2) サブ課題 B 「データ基盤連携技術の確立」の個別テーマ	56
(3) サブ課題 C 「マテリアルユニコーン予備軍の創出」の個別テーマ	57

I. Society 5.0 における将来像

(我が国マテリアル産業の位置付けと課題)

我が国のマテリアル産業¹は、製造業が創出する GDP のうち約 3 分の 1 を占める、正に我が国の基幹産業であり、GDP の創出への貢献のみならず、人々の生活に深く関わる産業である（図 I-1）。マテリアル産業は技術面における国際的地位も高いとされ、我が国発の発明や技術開発により多くの製品が産み出され、世界的な規模で普及が進んでいる²。一方で、近年における我が国マテリアル産業の国際競争力は他国の状況に押されている状況であることは否めない。図 I-2 はマテリアル産業の主要産業の一つである化学企業の国際的地位を売上、営業利益、ROE、時価総額の観点で比較をしたものであるが、本邦企業の上位ランクは少ない。この理由には様々な理由が挙げられるであろうが、その一つとして重要であると考えられるのが、研究開発の効率である。図 I-3 は先の化学産業の売上上位 25 社及びグローバルで事業展開を進める他国化学企業における、過去に支出した R&D 費に対する営業利益の創出割合（これを「研究開発効率」と呼ぶ。）を示したものである。近年の約 10 年間でグローバル化学企業は研究開発効率を大きく改善しているのに対し、我が国企業は効率が低位で維持されている状態である。研究開発効率は M&A などによる無機的成長ではない、企業の根源的価値の拡大に必要な有機的成長の動力源であり、研究開発効率の低さはすなわち成長性・競争力の低さに直結する。我が国基幹産業たるマテリアル産業の国際競争力の維持・強化、そしてマテリアル産業によるさらなる国富の増大への貢献の為には、この研究開発効率を如何に向上させるかが肝要である。

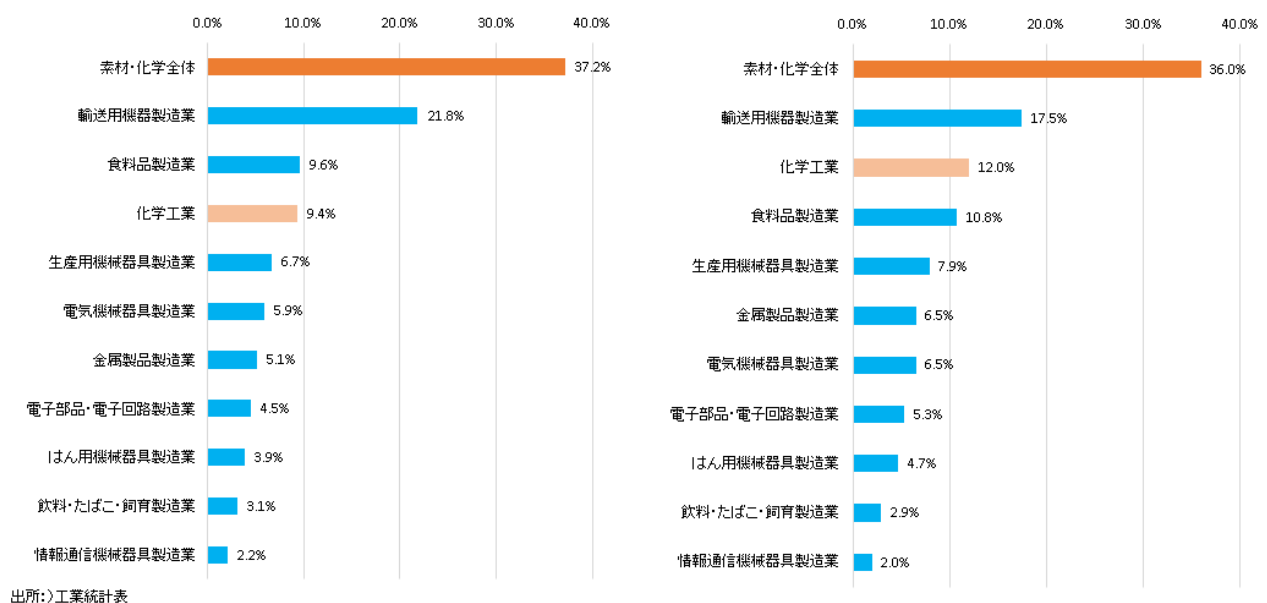


図 I-1 マテリアル産業の位置づけ・・・我が国製造業の GDP の 1/3 を占める基幹産業³

¹ 工業統計表における化学工業の他、パルプ・紙、プラスチック、ゴム、窯業・土石、鉄鋼、非鉄金属、金属。

² 多くの例が存在するがノーベル化学賞受賞となったリチウムイオン電池は我が国発の技術であり、技術の要はマテリアルの組み合わせである。この素材も多くが日本発技術である。また紙おむつの主要な原料である吸水性ポリマーは、材料そのものの発明は日本ではないが、世界で初めて商業レベルの量産を実現したのは我が国の技術による。前者のようにマテリアル技術そのものの発明のみならず、後者のようにマテリアルの生産技術の発明も、我が国マテリアル産業には多く存在する。

³ 経済産業省工業統計表（2020 年）より。

売上高		営業利益		ROE		時価総額	
企業名	売上高 (百万円)	企業名	営業利益 (百万円)	企業名	ROE(%)	企業名	時価総額(注 基期末)(百万)
1: BASF SE	7,199,225	1: 3M Company	742,468	1: Tronox Holdings Plc	79.2	1: 3M Company	10,426,182
2: Dow, Inc.	4,115,072	2: BASF SE	402,263	2: Celanese Corporation	66.2	2: Saudi Basic Industries Corp.	8,371,662
3: 3M Company	3,436,238	3: 信越化学工業	392,213	3: Sherwin-Williams Company	52.5	3: 信越化学工業	7,733,334
4: Saudi Basic Industries Corp.	3,327,655	4: Sherwin-Williams Company	304,739	4: 3M Company	47.0	4: BASF SE	7,509,281
5: 三菱ケミカルホールディングス	3,257,535	5: Dow, Inc.	274,715	5: Hubei Yuhua Chemical Industry Co., Ltd. Class A	47.0	5: Sherwin-Williams Company	6,790,470
6: LyondellBasell Industries NV	2,962,720	6: Sasol Limited	269,238	6: NewMarket Corporation	37.4	6: LG Chem Ltd.	6,092,923
7: LG Chem Ltd.	2,721,635	7: LyondellBasell Industries NV	219,836	7: Kingfa Sci. & Tech. Co., Ltd. Class A	36.2	7: DuPont de Nemours, Inc.	5,390,344
8: 住友化学	2,286,978	8: DuPont de Nemours, Inc.	203,501	8: RPM International Inc.	33.2	8: Wanhua Chemical Group Co. Ltd. Class A	4,512,648
9: DuPont de Nemours, Inc.	2,177,757	9: Wanhua Chemical Group Co. Ltd. Class A	192,908	9: Chemours Co.	29.2	9: Dow, Inc.	4,230,551
10: Johnson Matthey Plc	2,170,658	10: PPG Industries, Inc.	182,467	10: Beijing Oriental Yuhang Waterproof Technology	28.3	10: Sika AG	3,003,560
11: 旭化成	2,106,051	11: 旭化成	171,808	11: Asian Paints Ltd.	27.4	11: Asian Paints Ltd.	3,677,470
12: Sherwin-Williams Company	1,960,451	12: ENN Natural Gas Co., Ltd. Class A	163,427	12: EMS-CHEMIE HOLDING AG	26.6	12: 日オベイントールディングス	3,635,337
13: 信越化学工業	1,496,906	13: LG Chem Ltd.	162,716	13: Sika AG	25.7	13: PPG Industries, Inc.	3,524,257
14: Evonik Industries AG	1,484,782	14: Saudi Basic Industries Corp.	142,260	14: Inner Mongolia Junzheng Energy & Chemical Gr	24.3	14: LyondellBasell Industries NV	3,160,932
15: PPG Industries, Inc.	1,477,036	15: 住友化学	137,115	15: ENN Natural Gas Co., Ltd. Class A	24.1	15: Koninklijke DSM N.V.	3,063,200
16: Sasol Limited	1,395,323	16: Siam Cement Public Co. Ltd.	128,444	16: Wanhua Chemical Group Co. Ltd. Class A	22.0	16: EMS-CHEMIE HOLDING AG	2,330,250
17: Siam Cement Public Co. Ltd.	1,364,458	17: Sika AG	128,368	17: FMC Corporation	21.1	17: Formosa Plastics Corporation	2,254,860
18: ENN Natural Gas Co., Ltd. Class A	1,353,965	18: Kingboard Holdings Limited	125,189	18: PPG Industries, Inc.	19.3	18: Akzo Nobel N.V.	2,107,514
19: Hengri Petrochemical Co., Ltd.	1,335,090	19: Eastman Chemical Company	120,115	19: LyondellBasell Industries NV	17.8	19: Nan Ya Plastics Corporation	2,005,234
20: Covestro AG	1,303,063	20: FMC Corporation	119,623	20: 日産化学	17.5	20: Industries of Qatar Co.	1,864,884

出所: 日経バリュースーチ(素材化学セクターのうち、肥料・ガス専業企業を除いて編集)

図 I -2 財務状況からみる我が国化学企業の位置づけ (2020 年度) ⁴

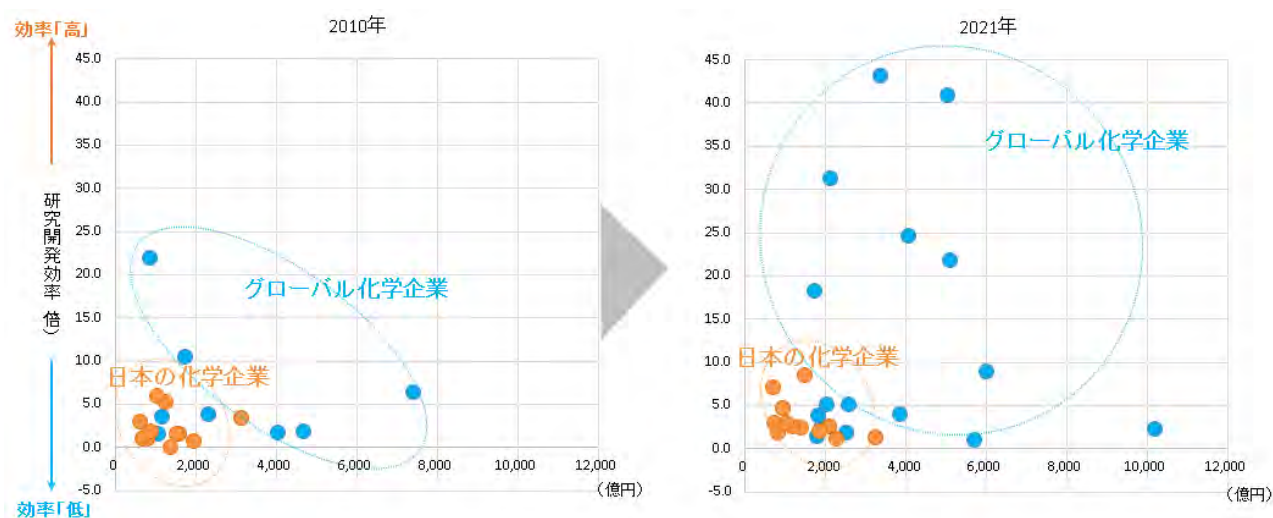


図 I -3 我が国化学企業とグローバル化学企業 Top25 の研究開発効率
(左 : 2010 年→右 : 2021 年／横軸売上) ⁵

⁴ 日経バリュースーチよりマテリアル関連セクターのうち、肥料・ガス専業企業を除いて編集。

⁵ 研究開発効率はみずほ総合研究所による手法を参考に下記の通り算出した。

2010 年度 R&D 効率＝ (2008 年～2010 年の営業利益の総和) ÷ (2003 年～2005 年の R&D 費の総和)

2021 年度 R&D 効率＝ (2019 年～2021 年の営業利益の総和) ÷ (2014 年～2016 年の R&D 費の総和)

(スタートアップの可能性)

このような中、高い研究開発効率で飛躍的な成長を遂げ、新産業を創出するモデルとして昨今、創業間も無いスタートアップベンチャー企業（以下、「スタートアップ」）への注目が高まっている。元来、マテリアル産業は IT 産業のような比較的少資本で始められる事業とは異なり、深い研究開発に依拠し、その後のスケールアップや量産含めて設備産業的な意味合いが強く、さらにサプライチェーンにおける川上のポジショニングであることから、最終的なエンドユーザーに至るまでの各チェーンにおける意思決定に必要な時間もかかり、黒字化までに多額の資金と長大な時間がかかる。この為、スタートアップ創業には不向きとされていた。一方で、近年ではマテリアル産業のような深い科学技術に基づくディープテックと呼ばれる分野が、昨今スタートアップ産業を牽引したクラウドコンピューティングや SaaS 分野の次を牽引するとしてグローバルで注目を浴びつつある⁶。元来、ディープテックはものづくり関連技術に紐づくことが多い為、ものづくり産業が強い我が国においては、関連する分野が多くユニコーン企業（時価総額 1,000 億円以上の企業、以下「ユニコーン」）として挙がる（図 I-4）⁷。最近では投資家の意識として強く社会課題解決への意識が向いてきており、グローバルにおけるディープテック領域のスタートアップの殆どが社会課題解決を掲げている⁸事も追い風になっていると考えられる。

これらディープテック、特にマテリアル分野において特に注目すべきは合成生物学分野⁹であろう。合成生物学分野は特に米国において先行しており、ユニコーンのみならずデカコーンとなる事例が多く生まれている¹⁰。マテリアル関連産業という観点では注目に値すると考えられ、我が国においても

順位	企業	分類	企業価値 (億円)
1	Preferred Networks	ソフトウェア	3,517
2	GVE	ITサービス	2,245
3	スマートニュース	ITサービス	2,039
4	SmartHR	金融・不動産、法人向けサービス	1,732
5	TRIPLE-1	金融・不動産、法人向けサービス	1,641
6	クリーンプラネット	工業、エネルギー、その他産業	1,458
7	Spiber	工業、エネルギー、その他産業	1,457
8	TBM	工業、エネルギー、その他産業	1,337
9	リキッドグループ	金融・不動産、法人向けサービス	1,194
10	Mobility Technology	ITサービス	1,169
11	HIROTSU バイオサイエンス	医療機器・ヘルスケアサービス	1,031
12	アストロスケールホールディングス	工業、エネルギー、その他産業	979
13	ヘイ	ITサービス	922
14	ティアフォー	ソフトウェア	908
15	LegalForce	金融・不動産、法人向けサービス	809
16	ispace	工業、エネルギー、その他産業	786
17	アンドパッド	金融・不動産、法人向けサービス	756
18	ビットキー	ITサービス	720
19	スリーダムアライアンス	工業、エネルギー、その他産業	703
20	ダイナミックマップ基盤	ソフトウェア	685

- Deep tech(工業、エネルギー、その他産業)
- ▲ Deen tech(ヘルスケア)

図 I-4 2022 年上半期スタートアップ
企業価値ランキング（未上場企業）⁷

⁶ Boston Consulting Group “Deep Tech, the Greate Wave of Innovation”より。

⁷ INITIAL “Japan Start up Finance 2022 上半期”より。「工業、エネルギー、その他産業」「ヘルスケア」が所謂主要なディープテックに該当するが、ディープテックの定義としてはディープラーニングも含まれ（実際、ランキング 1 位の Preferred Networks 社と 14 位のティアフォー社はものづくり産業に深く関係する）、これも含めると我が国の次世代のユニコーンスタートアップの実に半数以上はディープテック領域となる。

⁸ Boston Consulting Group “Deep Tech, the Greate Wave of Innovation”より。

⁹ 生物と工学の融合による学際的な分野とされ、特にマテリアル産業においては、遺伝子工学や発酵工学などを組み合わせたバイオテクノロジーにより、本来石油などの化石資源を原料に製造されていた有用なケミカル・マテリアルを生産する技術をいう。英語（特に当該領域が強い米国）では“Synthetic Biology”から略して“Synbio”ともいう。

¹⁰ 代表的な例としては 2021 年 4 月に約 40 億ドルの企業価値で NASDAQ 市場に上場した Zymogen、2021 年 5 月に 175 億ドルの企業価値で SPAC によりニューヨーク市場に上場した Gingko Bioworks が挙げられる。その後、Zymogen は株価が低迷したが、3 億ドルで Gingko Bioworks 社に 2022 年 8 月に買収された。上場時から 10 分の 1 の規模とはいえ、我が国では類のない規模の大規模ディープテックスタートアップの買収額である。

ネクストユニコーンと目される企業がこの合成生物学分野で産まれつつある。合成生物学分野のスタートアップは、その多くがバイオテクノロジーを駆使して石油由来のマテリアル・ケミカルを植物由来にすることを目指しており、脱炭素社会の実現という大きな社会課題解決の観点で、マテリアル産業としても意義高い。この合成生物学分野のスタートアップの特徴として、サイバー空間におけるデータ駆動開発による開発スピードの促進と、企業価値としての技術蓄積の圧倒的な優位性が挙げられる。ユニコーン化するいずれのケースにおいても、データ駆動（サイバー空間）と所謂ウェットプロセス（現実）を組み合わせ、合成生物学によって得られるケミカルやマテリアルの同定から、スケールアップ、製造までを、市場や顧客のニーズからバックキャストして事業推進しており、これまでのマテリアルの開発におけるボトムアップアプローチと大きく異なる。このようなアプローチにより、従来では考えられないような複雑な製品を比較的短期間で量産にまで引き上げる事に成功している。これらユニコーンのケースは、マテリアル産業の研究開発のあるべき姿を示唆するものである。

（データ駆動によるマテリアル開発促進の可能性）

合成生物学は、発酵工学などの既に社会実装されてから相応の時間が経っている技術に、遺伝子工学などの最新のデータ駆動技術を搭載したという点や、米国においてバイオテクノロジー関連のインフラが整っていたなどの点により、比較的、データ駆動（サイバー空間）とウェットプロセス（現実）の組み合わせによる開発・スケールアップ環境が整っており、これにより社会実装が早く進んだという事も考えられ、スケールアップに様々な要素技術が必要なマテリアル産業一般にこれを適用するのは難しいとする向きもある。

こうした状況下において、マテリアル分野においても広範に適用できるデータ駆動開発の手法は我が国において推進されている。内閣府・戦略的イノベーション創造プログラム（以下「SIP」）の第1期「革新的構造材料」及び第2期「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」の施策として、構造材料開発のコストと時間を大幅に低減する技術の開発が行われており、この中で開発されているマテリアルズインテグレーションシステムの開発が実施されてきた。マテリアルズインテグレーションは材料工学をデジタル化して開発を加速するという概念であり、これを具現化するシステムとして、主に金属系を対象とする MInt（Materials Integration by network technology）システムと炭素繊維強化プラスチックを対象とする CoSMIC（Comprehensive System for Materials Integration of CFRP）が開発されてきた。両者ともに、材料開発の基盤として画期的な成果を生み出しつつある。このうち MInt システムは物質・材料研究機構（以下「NIMS」）及び東京大学を中心とするオールジャパン体制で開発が進められてきた。MInt を用いることで、欲しい性能から適切な材料・プロセスを求める逆問題において、先端的な構造材料・プロセスを対象として、従来の実験科学的手法では到底為し得ない画期的な時間短縮を実現している（図 I-5）。

ニッケル基耐熱合金の熱処理プロセスの設計：実験と比べ100倍以上高速

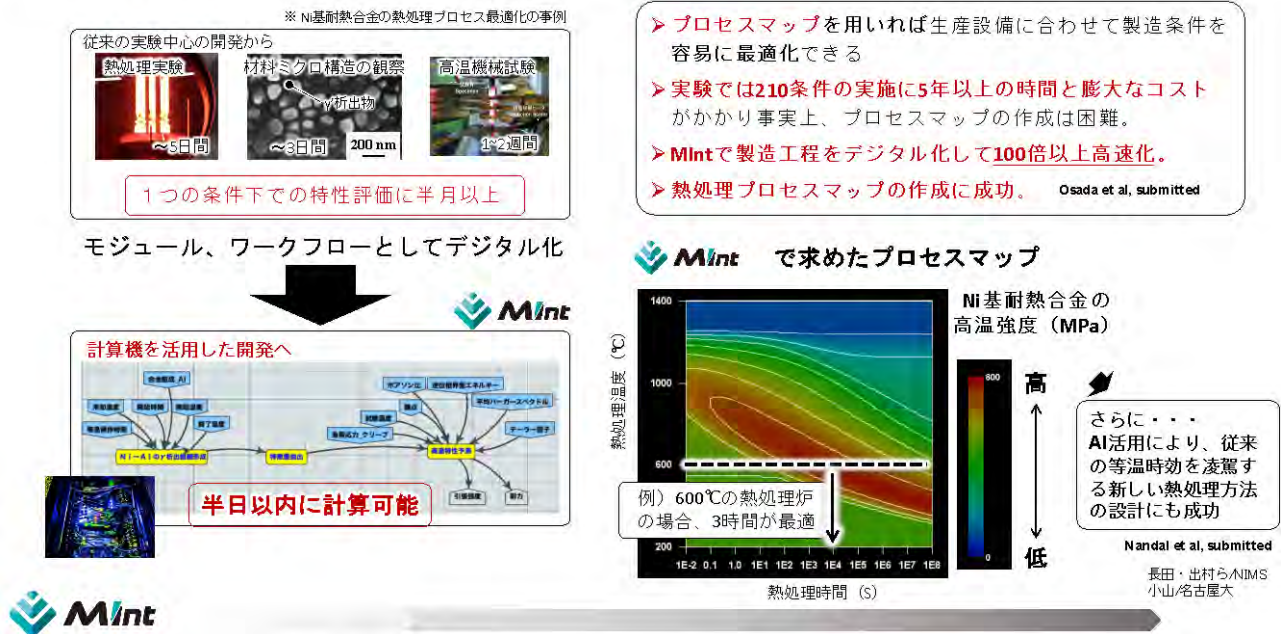


図 I -5 MInt システムを活用した開発時間大幅短縮の事例
(ニッケル基耐熱合金の熱処理プロセスの設計)

SIP での取組が主に構造材料を中心とした取り組みであったのに対し、先端素材高速開発技術研究組合、産業技術総合研究所（以下、「AIST」）及び新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」）による超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト（以下、「超超プロジェクト」）は有機系材料を中心とする機能性材料に特化した取り組みである。超超プロジェクトは、有機系機能性材料を対象にマルチスケールシミュレーション等の計算科学を活用して、現在不足している材料の「構造」と「機能」を結びつけたデータ群を作り出し、マテリアルズインフォマティクスと融合することで革新的な機能性材料の創成・開発の加速化を目指したプロジェクトであり、計算科学だけでなく、実際に材料を試作するプロセス技術、これまで観測出来なかった計測技術も並行して開発した。この結果、様々な機能性材料の創出や、マテリアルの製造プロセスの改善を実現した（図 I -6）。

以上のように、ナショナルプロジェクトによりデータ駆動による様々な開発事例が創出されてきており、データ駆動開発は単に材料の探索のみならず、スケールアップや生産にも適用が拡大することで、広範な応用・用途分野での活用が期待される。世界的にもマテリアル産業が強いとされる我が国こそ、マテリアル開発の手法として一般化し、産業競争力の強化に繋げるべきである。

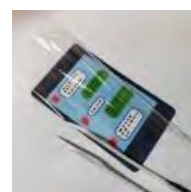
例 1) フレキシブル透明フィルムの開発

- 相反する複数の要求特性がある機能性材料の開発

→ 開発者の“経験と勘”に基づく多数の実験が必要

構造・組成と機能のデータをAIに学習

→ 研究者の知見のみに基づく実験に比べて実験回数を25分の1以下で、相反する透過率、破断応力、伸びの3項目の特性が等しい割合で最高となる要求を満たすフィルムの開発に成功



フレキシブル透明フィルム（昭和電工）

例 2) バイオマス由来のブタジエンゴムのタイヤを試作

- 脱化石資源に向けて、再生可能なバイオマス由来原料からのタイヤ製造が必要であるものの、実用化に必要なブタジエン収率は、従来プロセスで開発する触媒では収率30-40%程度が限界。

ハイスループット実験システムの活用

→ 短い実験時間で大量のデータを取得

それらのデータを活用したデータ駆動型学習の活用

→ バイオエタノールからブタジエンへの効率的な変換を実現する触媒を開発（収率60-70%）

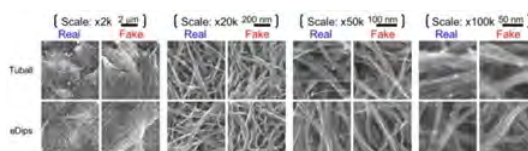
→ 全体を通じて、この触媒開発時間も従来開発の1/20に短縮



試作したタイヤ（横浜ゴム）

その他にも

深層学習を活用した仮想実験により、蓄電キャパシタ用途CNT不織布物性を、実験に比べて98.8%もの時間を短縮して予測



CNT膜の構造画像（実験およびAIで生成した画像）

図 I -6 超超プロジェクトにおけるマテリアルズインフォマティクス活用成果の事例

（Society 5.0 とマテリアル産業のこれから・・・マテリアル産業が目指すべき姿）

Society 5.0 は「サイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）」と定義される。経済発展と社会的課題の解決の両立が Society 5.0 においては重要であり、これは社会課題解決を掲げるディープテックスタートアップが貢献出来る余地は大きい。特に、先に挙げた合成生物学分野のユニコーンは、まさにサイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより社会課題解決を目指し、これを経済的に成立させようとする事例であった。

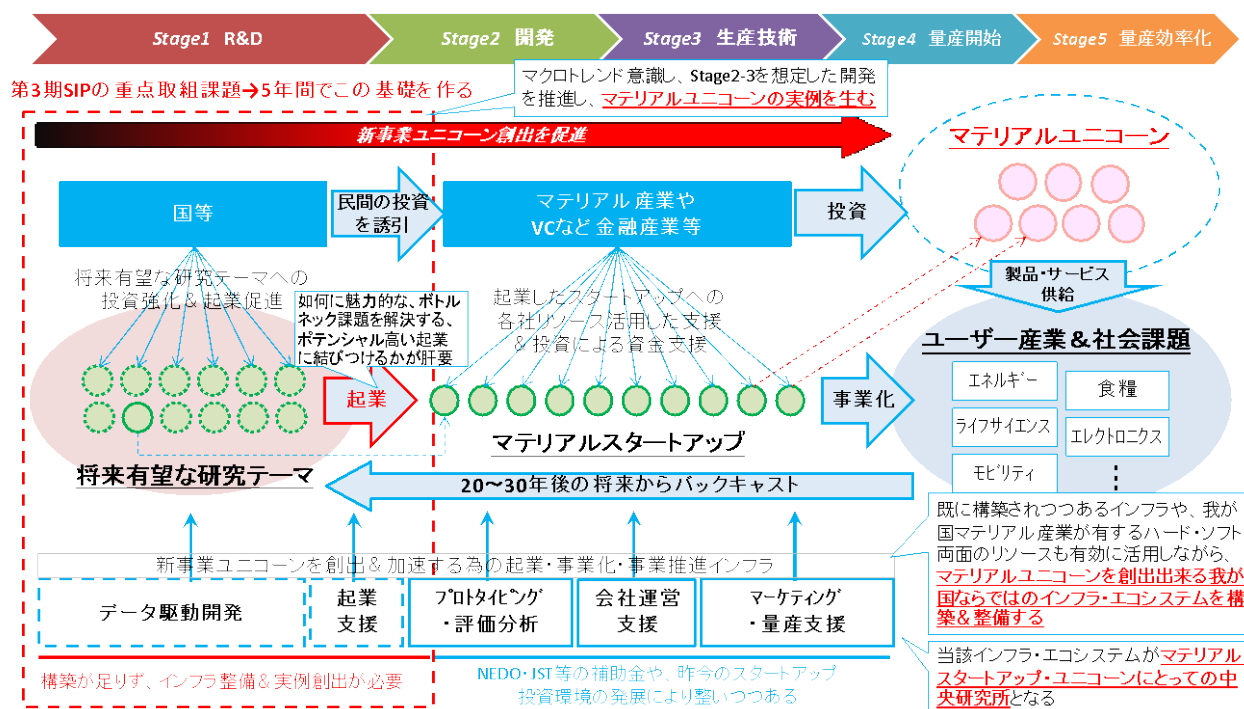
そこで本課題では、マテリアル産業こそが Society 5.0 を実現し、世界をリードする産業として飛躍的な成長を遂げる状況を生み出す為、Society 5.0 を体現するユニコーンを多く産むことで、スタートアップから産業変革を起こす事を目指す。将来の我が国マテリアル産業は、世界に名だたるサイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させたデータ駆動による開発基盤を有し、この基盤を活用したマテリアル開発が一般的になっており、この基盤から生まれたユニコーンスタートアップがデカコーンとなることで、我が国の GDP を牽引しているであろう・・・この実現こそ、我が国マテリアル産業が目指す姿である。

II. 社会実装に向けた戦略

1. ミッション

先述した通り、マテリアル産業が目指す姿は、Society 5.0 を自ら実現し、そして牽引する産業としてユニコーンが次々と生まれることで、GDP を牽引する新たな産業を創出することであった。このイメージを具体的に示したものが以下、図Ⅱ-1 である。その要諦は下述の通り定義される。本計画記載時点から 10 年後、2030 年台半ばから 2040 年頃の姿である。

研究開発フェーズのテーマの段階から将来の社会課題解決に繋がる長期のマクロトレンドを意識し、ここから起業を促し、さらに様々なインフラを活用し、開発を大きく加速させる。これによりマテリアル分野のユニコーン（以下「マテリアルユニコーン」という。）が次々と生まれるエコシステムが形成されている。このインフラはサイバー空間とフィジカルを融合させたデータ駆動開発の基盤が要であり、これと共に我が国アカデミアを中心とする研究開発のインフラが、マテリアルユニコーンの中央研究所として、次々に価値を創造している。



図Ⅱ-1 マテリアル産業が目指す将来像

本 SIP 課題は 10 年後にこの姿を実現する事がミッションであり、具体的には下記の通り定義した。このミッションの達成により、我が国マテリアル産業による国富の増大、そして国際競争力の強化を実現するものである。

➤ マテリアルユニコーンが次々と生まれる、データ駆動開発の基盤をフル活用した「マテリアル

ユニコーン育成基盤」をベースとしたエコシステムの確立

- 我が国からマテリアルユニコーンを数多く創出（＝高い研究開発効率のインパクトある企業の創出）
- 上記の結果、「マテリアルの社会実装に必要なプロセスデータは必ず日本を経由しなければならない」状態の創出

本ミッション完遂の為に、SIP における取り組み期間である 5 年間でマテリアルユニコーンの予備軍の実例創出を通じ、これをロールモデルとして育成基盤を整備することとしたい。そこでこれを下記図 II-2 の通り本 SIP 取り組み期間中のタスクであり、本 SIP 課題におけるサブ課題として定義した。

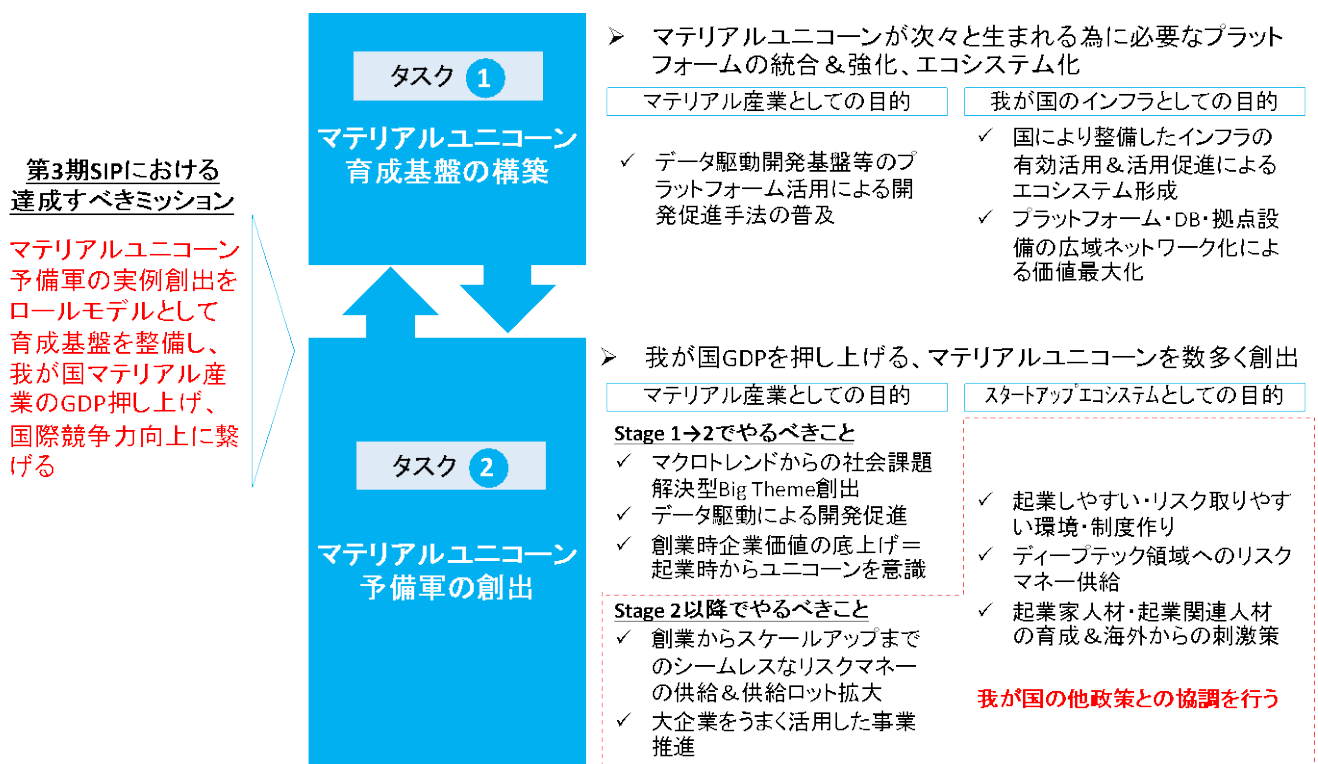


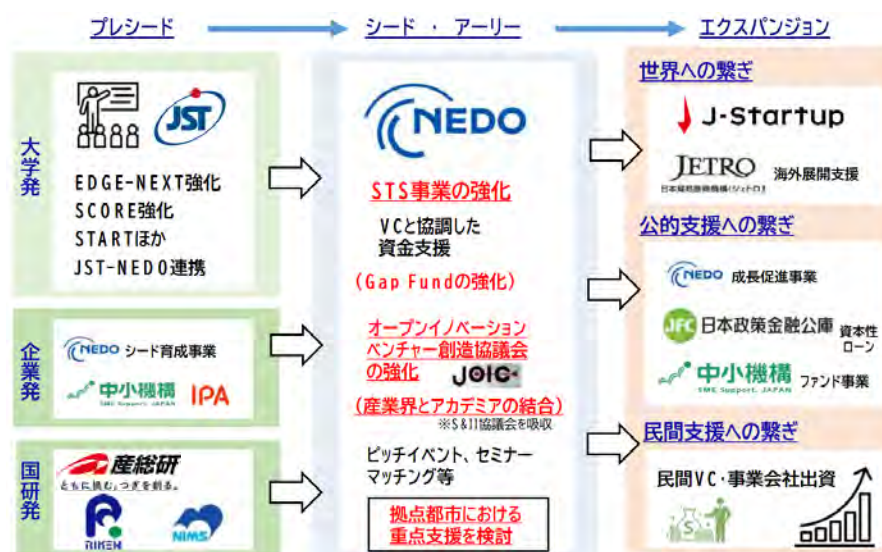
図 II-2 本 SIP 課題のミッション達成の為に取り組み期間中におけるタスク（サブ課題）

このミッション・タスクの定義・設定背景について、本 SIP 課題の成立性検証の為にフィージビリティスタディによって明らかになった結果も交え、次項以降で述べることにする。

2. 現状と問題点

（我が国とグローバルのスタートアップの環境）

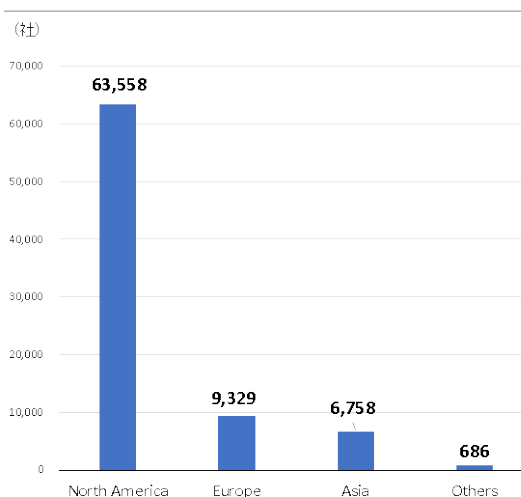
我が国においてスタートアップ投資は大きく隆盛してきており、2011年に800億円前後であった国内スタートアップによる新規資金調達量は2021年には10倍の8,228億円に達した¹¹。我が国のスタートアップ支援策も充実しつつあり、図Ⅱ-3に示す通り、シード期からエクспанション期まで様々なプログラムが存在する¹²。特にアカデミアから将来有望な研究成果をベンチャー化する為の支援を行う科学技術振興機構（以下「JST」）の大学発新産業創出プログラム（以下「START」）からの起業数は2021年時点で61社に達している。



図Ⅱ-3 国のスタートアップ支援プログラム概観¹²

一方、米国のスタートアップ新規調達額は2021年では3300億ドル¹³と約50倍の開きがあるばかりでなく、大学発スタートアップはこの10年で6,000社を超える¹⁴など他地域を圧倒している（図Ⅱ-4）。この結果、ユニコーンの数も我が国はまだ少なく、グローバルでのポジションは上位から数えて20位と、後塵を拝している状況である（図Ⅱ-5）。

地域別大学発起業数（2011年～2021年）



図Ⅱ-4 地域別大学発企業数¹⁴

¹¹ INITIAL “Japan Start up Finance 2022 上半期”より。

¹² 内閣府、文部科学省、経済産業省資料より。

¹³ National Venture Capital Association（NVCA：米国ベンチャーキャピタル協会）”PitchBook-NVCA Venture Monitor”より。

¹⁴ 同上。

国別ユニコーン企業の数と企業価値(2022年)

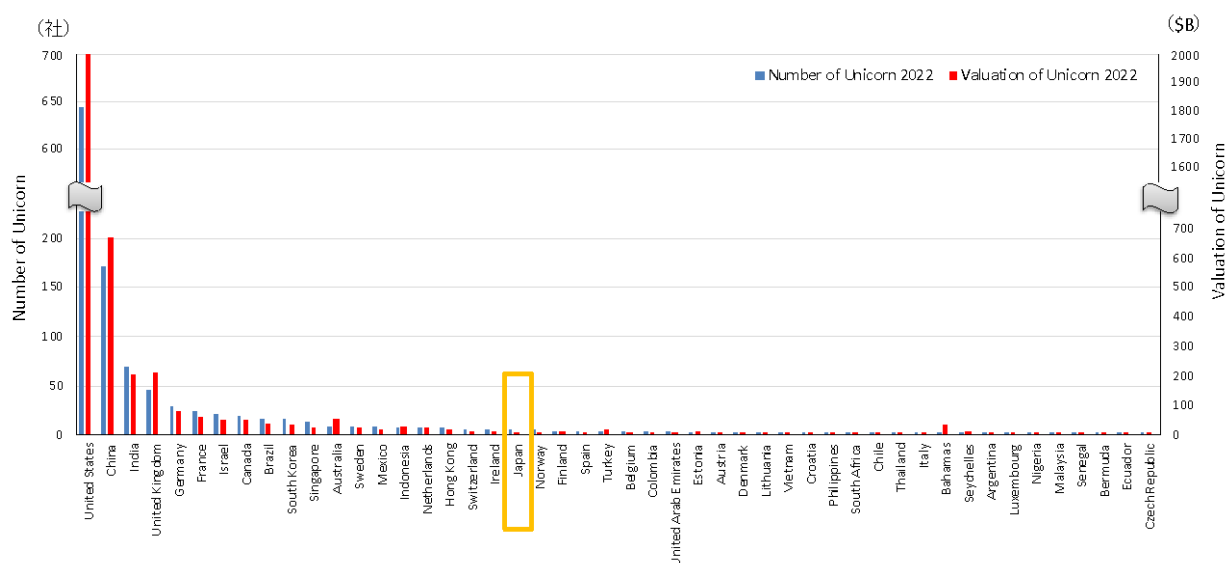


図 II-5 国別ユニコーン企業の数と企業価値 (2022 年) ¹⁵

(ユニコーン創出の鍵は何か？投資環境とマテリアル分野の特性)

GDP を牽引するマテリアルユニコーンを次々に産み、産業競争力の強化を目指す本 SIP 課題にとって、グローバルのスタートアップ環境と比較して、我が国の現状はまだ改善の余地が大きいと言わざるを得ない。そこで、この状況を打開する為、投資環境と、マテリアル分野の特性という 2 軸で分析を行った。まず投資環境であるが、一番大きい要因として、ユニコーンに至るまでに必要な資金投下が少ないということが考えられる。図 II-6 はベンチャーキャピタルによる投資金額の推移を国別に比較したものである。我が国の投資額は他国と比して、グローバルでの GDP ポジショニングからいっても極端に小さい。この結果、図 II-7 に示す通り米国と比して日本はベンチャーキャピタルのサイズが大幅に小さくなり、この結果、1 件あたりの投資額が小さくなってしまいう傾向がある ¹⁶。設備産業であることから資金が多く必要となるマテリアル産業において、量産による商業ベースにまで引き上げるには数億円ではとても足りず、数 10 から 100 億円、場合によっては数 100 億円オーダーの資金が必要だが、日本のベンチャーキャピタルの平均的な規模感では、これを賄うのは困難を伴う。

¹⁵ CB Insight “Global unicorn club(2022)”より。

¹⁶ 一般的に、ベンチャーキャピタルはファンドサイズの 10%が 1 件あたり投資金額の上限として定められている事が多い。この為、ファンドサイズが小さければ小さいほど、1 件あたり投資額は制限される。

国別VC投資額の推移(2015～2020年)

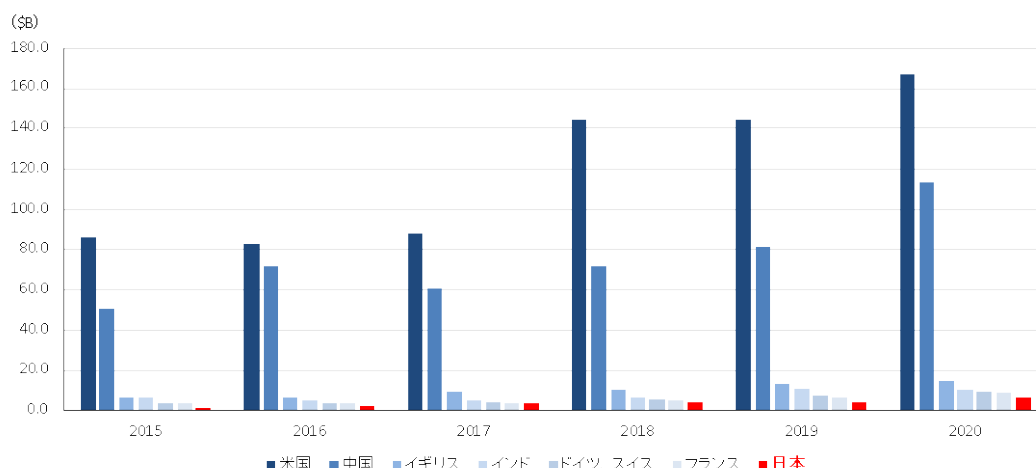
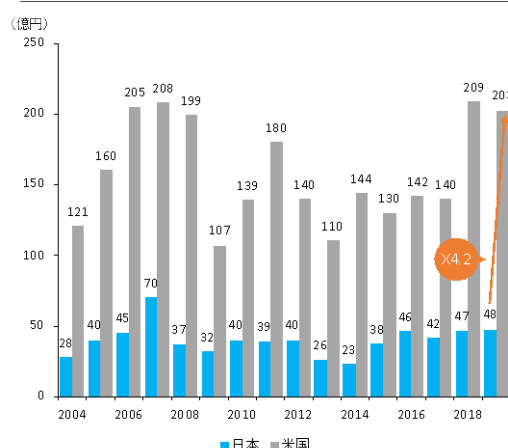


図 II-6 国別ベンチャーキャピタル投資額の推移¹⁷

ベンチャーキャピタルの日米比較
平均ファンド規模(億円)



ベンチャーキャピタルの日米比較
1件あたり平均投資額(億円)



図 II-7 ベンチャーキャピタルの日米比較 (左) 平均ファンド規模、(右) 1 件あたり平均投資額¹⁸

ベンチャーキャピタルからの調達だけでなく、株式市場での調達も我が国は環境としては容易では無い。図 II-8 は IPO¹⁹時調達額の推移と国別の Exit²⁰件数の年次推移を示したものであるが、我が国

¹⁷ NVCA“PitchBook-NVCA Venture Monitor”, Pitchbook “2021 Annual European Venture Report”, Pitchbook “Greater China Venture Report 2021”, Bain & Company “India Venture Capital Report 2022”, INITIAL “Japan Start up Finance 2022 上半期”より作成。1\$=1€=130 円とした。

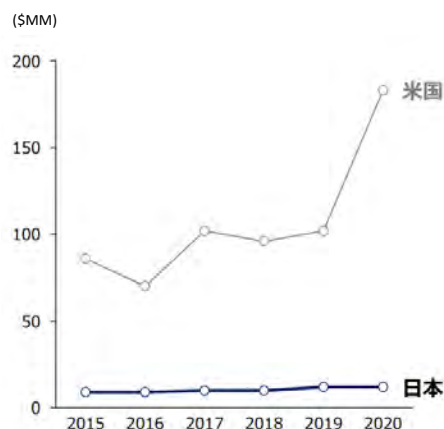
¹⁸ ベンチャーエンタープライズセンター“ベンチャー白書(2020)”, Cambridge Associates LLC “U.S. Venture Capital Index®”より作成。1\$=130 円とした。

¹⁹ Initial Public Offering の略。新規株式公開や新規株式上場とも言う。証券取引所(株式市場)に上場し、誰でも株取引ができるようにすること。以降、本項では単に株式上場や新規上場などとも表現するが同義。一般的には IPO 時に新株も発行して、これまで投資していたベンチャーキャピタルなどが売却する他、資金調達も併せて行う。

²⁰ 一般的にはベンチャーキャピタルの支援が終了し、その株式を売却するタイミングをいうが、ここではスタートアップが①株式市場に新規上場する (IPO)、②事業会社を買収される (M&A)、③ファンドに買収される (Buyout) の 3 パターンと定義した。

は IPO 時に調達できる金額が米国と比して圧倒的に少ない。IPO 時の企業価値が小さい事にも起因しており²¹、そもそも我が国ではユニコーンになる前にベンチャーキャピタルが早期に Exit してしまうケースが多いとされている。図 II-8 に示す通り、ベンチャーキャピタルによる投資総額が米国等と比較して小さい割に、Exit の件数が多いことは、この証左でもありと考えられる。我が国の証券取引所は赤字上場は原則認めておらず、マテリアル産業は黒字化までに長い時間がかかることを踏まえると、ベンチャーキャピタルのビジネスモデル上の時間的制約²²から、この傾向はより強くなると考えられる（黒字化した瞬間に IPO しなければならない状況に陥る）。米国ではファンド期間の問題で手放す必要がある場合であっても、将来の IPO による高い企業価値が期待出来れば、その時点での企業価値で他のファンド等へ売却が出来る事が多い²³が、我が国では IPO 時の企業価値が期待できない、読めないことから、セカンダリ市場は未成熟である。結果的に、資金が大きくかかる割に大きな Exit に繋がらず、ベンチャーキャピタルとしては「儲からない」という構図になってしまう。

■ IPO 時調達金額の推移 (2015～2020年)



■ 国別EXIT (IPO、M&A、Buyout) 件数の推移 (2016～2020年)

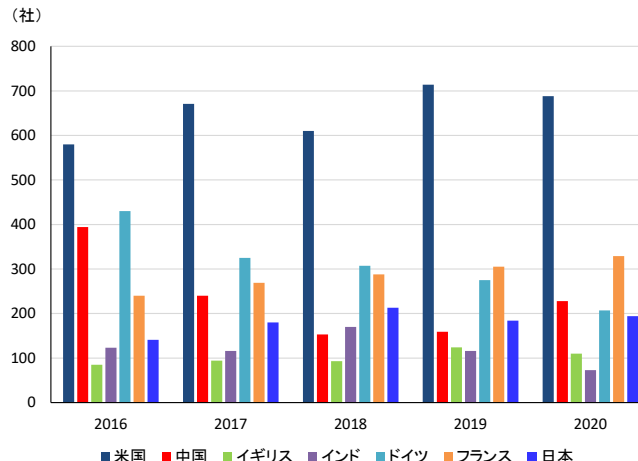


図 II-8 (左) IPO 時調達金額の推移²⁴ (右)、国別 Exit 件数の推移²⁵

スタートアップへのベンチャーキャピタルからの投資額も、その後の Exit も、Exit 時の金額も、我が国と比して圧倒的に大きい米国は、スタートアップ創出環境の点でも抜きん出ている。図 II-9 はアカデミアなどからスタートアップ創出を行う際に、それを起業専門家としてアドバイスを行う、「ア

²¹ 個別の株式市場毎にルールが異なるが、スタートアップの新規上場時に概ね 30%以上の株式を市場に流通させる必要がある。流通株を増やせば増やすほど、少量の株購入では株価が変動しにくくなるため、株価形成の観点では不利に働くこととされ、ベンチャーキャピタルが上場時に売却して持ち分が流動化することを考慮すれば、実際には総発行株数の 10% (即ち時価総額の 10%程度) が上場時の資金調達の規模感となる。この為、IPO 時調達資金が小さいということは、上場時株価が低いということを示唆している。

²² ベンチャーキャピタルの運用するファンドは 10 年間+2 年間の延長可という設計が一般的。この期間内に案件ソーシングから投資実行、売却 (Exit) まで必要であり、特に金融機関投資家は期間中の IRR も重視する為、短期的な Exit を志向しやすい。

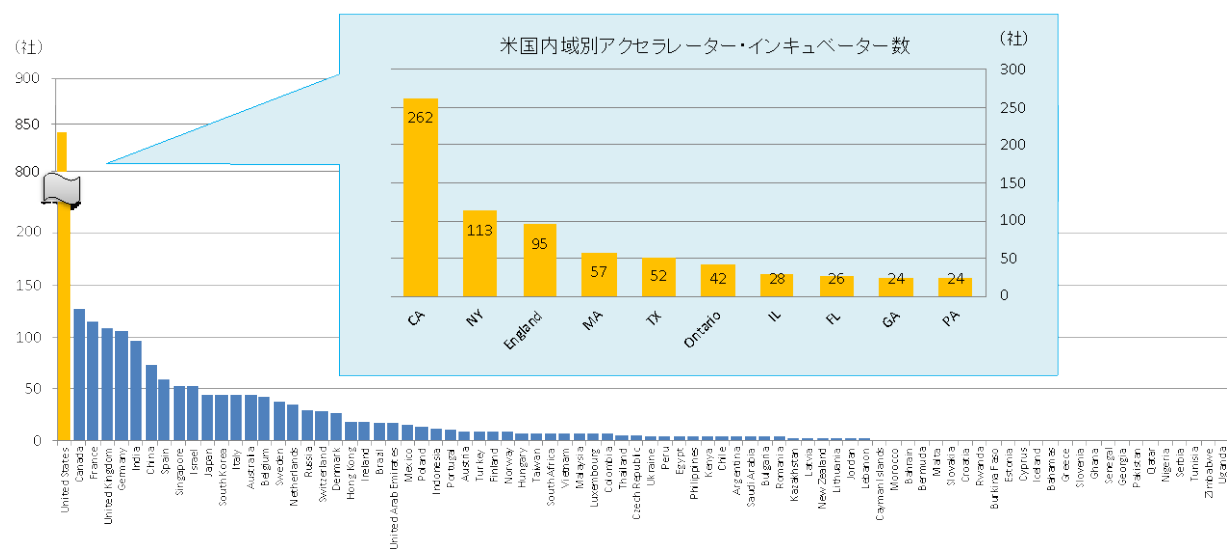
²³ これをセカンダリ売却という。米国ではシード・アーリー期のベンチャーキャピタルがセカンダリ売却してリターンを得ることは一般的である。

²⁴ 経済産業省資料より。

²⁵ ベンチャーエンタプライズセンター“ベンチャー白書(2021)”より。

アクセラレーター・インキュベーター」と呼ばれる事業者がどれだけ存在するか、国別比較を行ったものである。この事実が示す通り、米国はアクセラレーター・インキュベーターの数で他国を圧倒しており、カリフォルニア州だけで第二位のカナダの数を大きく引き離している。ベンチャーエンタープライズセンターが我が国で2019年と2020年に行ったアンケートにおいて²⁶、「起業しない理由」として「失敗に対する自分自身への危惧」や「教育」、「身近に起業家がない」という回答が多いという結果が得られており、失敗に対する危惧含めて、アドバイスを行ってくれる身近な存在がない（返すという米国内にはアドバイスをしてくれる存在がとて多い）という環境も課題であると考えられる。

世界のアクセラレータ及びインキュベーターの数(2022年)



図Ⅱ-9 世界のアクセラレーター及びインキュベーターの数²⁷

次いで、マテリアル分野の特性に移る。先述の通り、我が国においては特にマテリアル産業にとってユニコーン化するには容易ではないように見えるが、グローバルで見るとマテリアル分野でもユニコーン、デカコーンになる事例は多く存在する。図Ⅱ-10は過去30年以内に創業したマテリアル分野の企業のうち、ユニコーンになったグローバルの19社について、創業からの事業成長において、何がターニングポイントであったか、何が特徴であったかを整理したものである。この分析から示唆される事実として、①かなり初期の段階から環境問題など社会課題解決に繋がるテーマを掲げており、所謂ピボット（事業戦略やターゲットの変更）を殆ど行わないこと、②創業初期において、アカデミアなどで技術的優位性を確保してから創業していること、の2点が挙げられる。これは開発期間が長いマテリアル分野のスタートアップにおいて、成功の為には長期視点での社会課題解決を目指すことが肝要であり、さらにアカデミアがうまくスタートアップ創出に寄与しており、サイエンス基盤が強いスタートアップこそ競争優位性を担保できることを示唆するものである。実際、アカデミア発スタートアップである事が多く、先述の合成生物学のユニコーンのように、圧倒的なデータ量によって優位

²⁶ ベンチャーエンタープライズセンター“ベンチャー白書(2021)”より。

²⁷ PitchBook “Analysis of the 2022 PitchBook university rankings”より作成。

性を担保しているケースを見れば、マテリアルユニコーン創出にはアカデミアからの質の良いサイエンスと、データ駆動開発による差別性担保は親和性が高いと考えられる。尚、起業初期の段階では政府機関からの補助金の手当を受け、その後、業界有力ベンチャーキャピタルから投資を受けているということも、マテリアルユニコーン創出の特徴として注視すべき事実であろう。

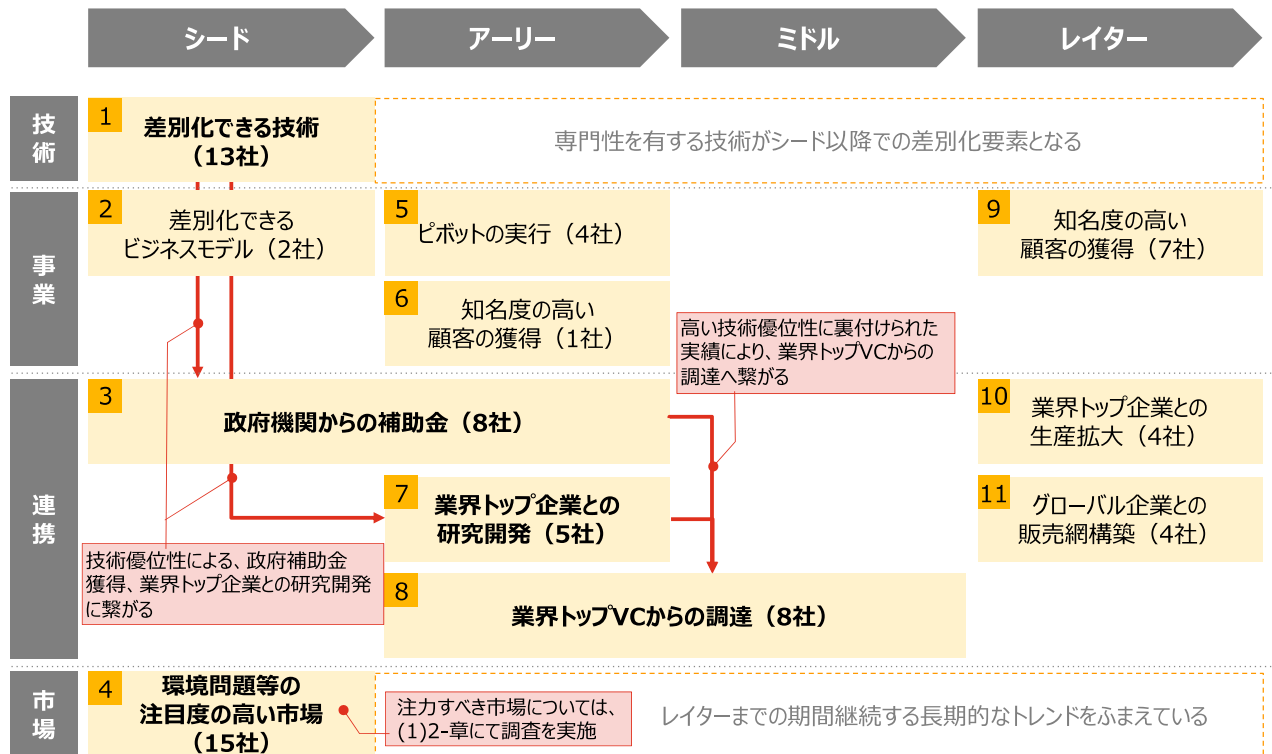


図 II-10 世界のマテリアルユニコーン 19 社の成長フェーズ別ターニングポイント ²⁸

(データ駆動開発基盤の課題と可能性)

先述の通り、現在我が国ではマテリアル産業で幅広く適用可能となるデータ駆動開発の基盤（以下、単に「データ基盤」と略す。）が検討されている。この他にも近年ではデータ駆動開発の機運が高まり、多くのデータ基盤が各所で整備されている。前項でも言及した通り、マテリアルユニコーンの創出にあたっては、データ駆動開発は、開発スピードの向上のみならず、差別性の担保の観点でも重要であることが示唆された。我が国のデータ基盤が、マテリアルユニコーンを産み、育てる「ゆりかご」になる可能性が期待される。

そこで、今回、SIP の課題設定検討にあたりフィージビリティスタディを行い、データ基盤の悉皆的調査を行った。この結果、我が国には実に主要なものだけでも 47 拠点（確認できるだけでも 100 以上）ものデータ基盤が存在することが明らかになった。その一部は国際的にも極めて優位性の高いデータ量を誇る ²⁹。さらに、これらデータ基盤に有用となるフィジカルにデータを取得する、評価分析の拠点も我が国には多く存在し、同じくフィージビリティスタディの結果、全 56 拠点も存在する

²⁸ PwC コンサルティング合同会社による SIP 課題候補 FS における調査より。

²⁹ 例えば NIMS の有する高分子データベース"PoLyInfo"や、無機材料データベースである"AtomWorks"は長年の研究者によるデータ蓄積により世界有数レベルのデータ量を誇る。

ことが明らかになった。特に後者の評価分析の拠点は文部科学省のナノテクノロジープラットフォーム事業によりネットワーク化が進められており、分析や評価、加工という一連のプロセスをネットワーク内の機関が連携して対応する仕組みが機能している。この事業はさらに、ARIM 事業 (Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology) として進化し、将来のデータ活用に備えた基盤整備が進んでいる (図 II-11)。既に年間で 3,000 件以上の依頼分析を全国から受け、これをネットワーク分散しており、フィジカルによるデータ取得のインフラとして大いに期待が出来る。課題はデータ基盤である。



ARIM Japan (2022年4月より)
Advanced Research Infrastructure for Materials and Nanotechnology

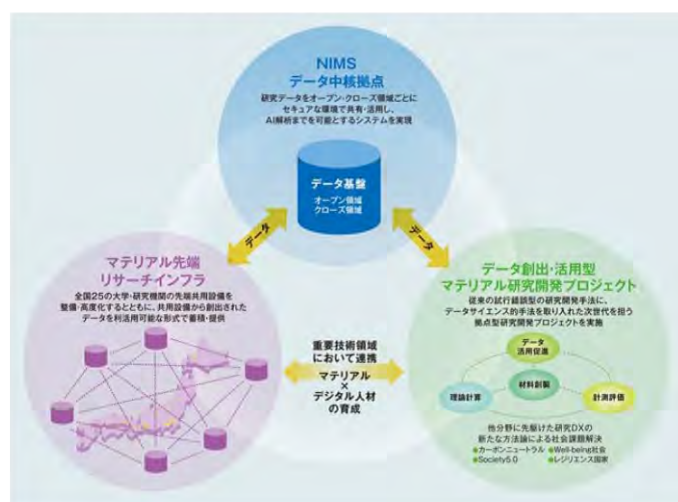


図 II-11 文部科学省の進める評価分析拠点のプラットフォーム化 ³⁰

今回フィージビリティスタディの結果明らかになったデータ基盤は、一部については NIMS および AIST などの国研を中心にネットワーク化が図られているが、ほとんどのケースにおいてはネットワーク化は図られていない。この為、データ様式や取り扱い、運用は各データ拠点でバラバラであり、有効活用の観点で課題がある。見える化がされていない為、国内で類似データ基盤が作られてしまっている可能性も示唆される。一方、この各データ基盤の傾向について、グローバルベンチマークを行うと違った視点も見えてくる。図 II-12 は、これら我が国のデータ基盤の傾向と、グローバルの 60 近いデータ基盤の傾向をマッピングしたものである。この結果が明らかにすることは、海外のデータ基盤は比較的オープン領域かつサイバー空間でのデータ創出に偏っているのに対し、我が国は各種データ基盤を総合すると、満遍なくカバーしていることが特徴である。既に我が国で先行する評価分析のプラットフォームである ARIM 同様、広域ネットワーク化することで、世界でも類を見ないデータ基盤となれることが示唆されるものである。既に充実したインフラを有効活用することが肝要である。

³⁰ 文部科学省資料より。

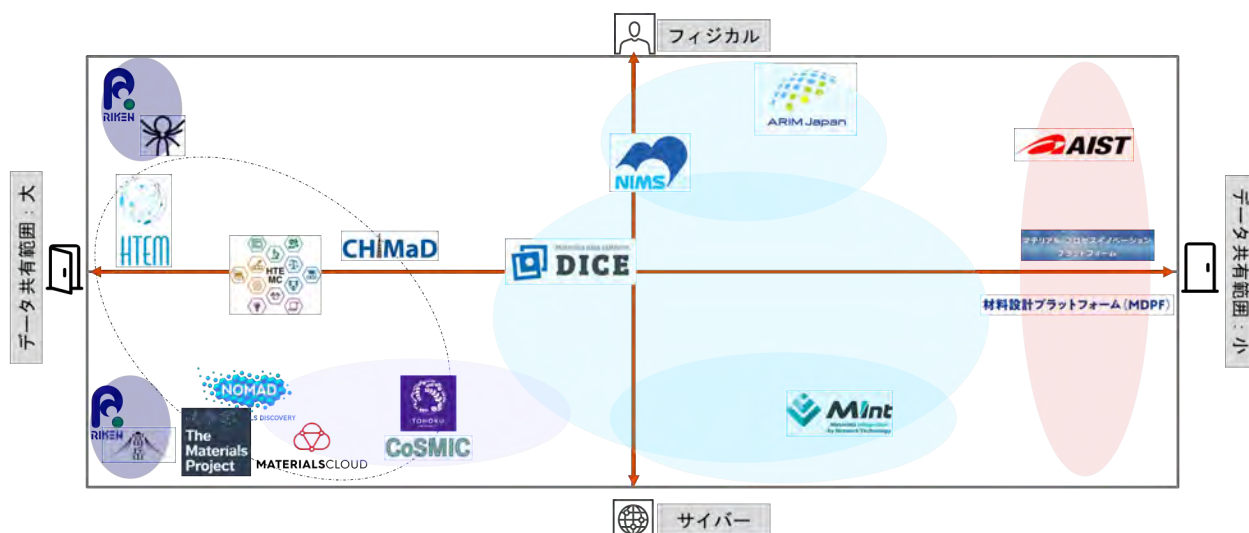


図 II-12 グローバルの主要データ基盤のポジショニングマップ ³¹

（マテリアルユニコーンのポテンシャル）

ここまで主にマテリアルユニコーンを創出する為の環境面・インフラ面の課題や創出における鍵について論じてきたが、果たしてマテリアルユニコーンを目指すようなテーマが我が国にどの程度存在するか、という観点も重要である。そこで、今回フィージビリティスタディにおいて、マテリアルユニコーンになるまでのシナリオ立案を支援するという公募を行い、ここでベンチャーキャピタル出身である本 SIP のプログラムディレクター候補による公募事前アドバイスに加え、採択後、プログラムディレクター候補によるガイド・指針提示の元、戦略コンサルティングファームによるシナリオ立案支援を行うという試みを行った。この結果、アカデミアからの起業相談のみならず、大企業からの新事業としてのカーブアウト相談含め、公募前に 30 件近い相談に加え、公募に対し 32 件の応募があった。表 II-1 は、ユニコーン予備軍として実際にシナリオ立案することを決定し採択した 10 件であり、いずれもユニーク且つ差別性の高いアカデミアの技術を根拠に事業を行おうというものである。シナリオ立案支援の結果、何も社会課題に直結する、ボトルネック課題を解決できるような大きいテーマであり、ユニコーンを十分目指せるものである。

今回、フィージビリティスタディの試みには二つの意味がある。まず一つ目として、公募前の段階でマテリアルユニコーンを目指すということはどういうことか、どのようなビジネスや技術開発を志向すると良いか、研究者に対しアドバイスをを行う事で、応募時点で規模感の大きい、社会課題解決に繋がるようなテーマとするように試みた。次いで二つ目として、提案者の意図や想いを読み取った上で、あるべき方向性を提示し、その方向性に基づいて事業成立性をプロの視点（＝戦略コンサルティングファーム）で組み上げ、シナリオにリアリティを持たせるようにした。いずれの試みも、先述した我が国の投資、創業環境からいって、ユニコーンとなるようなスタートアップを生み出したいという想いがある研究者がいても、単に資金だけ提供してもユニコーンにはなり得ない、という仮説に基

³¹ PwC コンサルティング合同会社による SIP 課題候補 FS における調査より。

づく。この試みの結果、提案者がイメージできていなかった TAM→SAM→SOM³²の規模感が具体的に
になり（ケースによっては可能性ある市場が提案時と比較して 10 倍、100 倍となった）、ビジネスモ
デルも含めてリアリティがありながら、夢のある、2030 年代半ばにはユニコーン、さらにその先はデ
カコーンとなり得るシナリオがいくつも生まれる結果となった。

表 II-1 フィージビリティスタディにおいて採択したユニコーン予備軍テーマ

No.	応募機関名	テーマ名
1	東京工業大学	アンモニアが世界中どこへでも水素を届ける未来へ ～革新的アンモニアクラッキングシステムによる安価水素輸送の実現～
2	東京工業大学	CO ₂ を利用して脱炭素 ～世界初の CO ₂ と炭素を使った大容量蓄電システムの実用化～
3	NIMS	海水と淡水の出会いが生み出すクリーンエネルギー ～大規模濃度差発電プラントの事業化と世界展開～
4	NIMS	マテリアルプロセスイノベーションから瞬時にめっきの環境問題を解決 ～ヒトと地球を守る次世代型エコプレーティング技術～
5	NIMS	新合金が切り開く、ものづくり新時代 ～DX 合金デザインと 3D プリンタが世界のものづくりを変える～
6	アグロデザイン・ス タジオ	Biology by 3D Design ビームライン建立と超バイオマテリアル創生
7	上野技術研究所	究極の軽さで、宇宙・空の新時代を切り拓く ～超軽量構造材料イノベーションの創出
8	大熊ダイヤモンドデ バイス	究極素材ダイヤモンドが実現する超高速 IT インフラ ～世界初のダイヤモンド半導体の社会実装とデファクト化を目指して～
9	CrestecBio	脳と臓器を護る高分子医薬の開発 ～最先端の科学と医療の融合により救急医療に革命を起こす～
10	大阪大学	骨密度医療から骨質医療への大変革 ～本邦発の 4D デバイスと骨配向診断が世界を救う～

さらに、全てのテーマで、先に挙げた国のデータ基盤を活用する事でビジネスの価値、技術開発の
促進等が図れることも確認された。データ基盤はあくまでツールであり、何のために使うのか？とい
う観点が重要である。具体的には図 II-13 に示すアプローチを取った。伴走支援ではまずコア技術を
理解した上で、その技術が最大限生きる、且つ提案者がやりたい、と思う市場をターゲットし、その
上で想定される顧客を定義した。次いでこの想定顧客に対しどのような価値を提供すべきか検討を行
い、その上で当該技術を使ったスタートアップのビジネスモデルを定義した。その上で、定義したビ
ジネスモデルを実現させ、且つ差別性・競争力の源泉となるようなデータ基盤は何かを定義した。そ
の上で、このデータ基盤を成立させるためには、我が国に存在するどのデータ基盤を組み合わせれば
良いか調査を行った。ここでいう、スタートアップにとっての「差別性・競争力の源泉となるような
データ駆動開発基盤」が図 II-13 に示す「用途特化モジュール」である。この用途特化型モジュール
をスタートアップが有し、アカデミアのリソースも活用しながらデータ駆動による開発を進め、価値
を高めていく事が、ユニコーンに至るまでの重要なコアとなり得るのでは無いかと考えられる。

³² TAM : Total Addressable Market (ある事業が獲得できる可能性のある全体の市場規模)、SAM : Serviceable Available Market (ある事業が獲得しうる最大の市場規模)、SOM : Serviceable Obtainable Market (ある事業が実際にアプローチできる顧客の市場規模)。

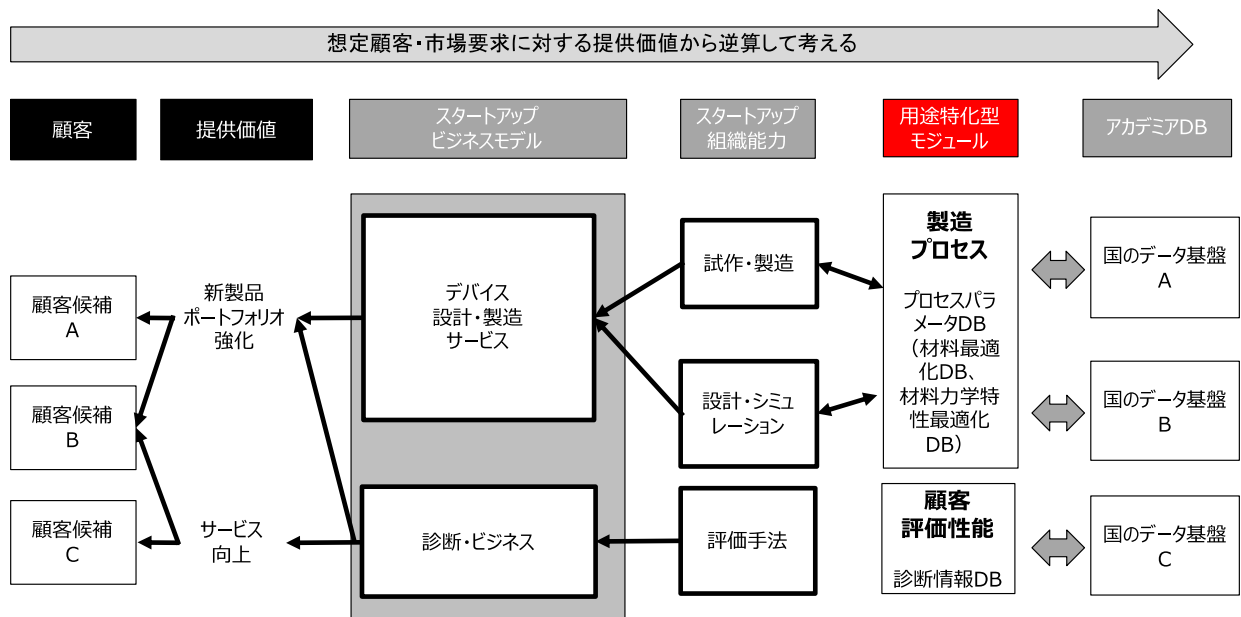


図 II-13 各ユニコーン予備軍におけるデータ基盤活用のイメージ

以上のフィージビリティスタディの結果が示唆することは、適切なガイドさえ行えば、我が国にはユニコーンとなり得るような有望なテーマは多く存在し、さらにそれらは我が国のデータ基盤を活用することで、高い差別性・優位性を確保し、飛躍的な成長を遂げられる可能性があることを示唆するものである。ユニコーン予備軍となり得るシナリオ検討として今回採択したテーマは、いずれも重複がない幅広いテーマにも関わらず、全てのケースでデータ基盤の活用可能性が示唆されたことは、図 II-12 に示す通り、我が国のデータ基盤が、サイバー空間からフィジカルまで、そしてオープンだけでなくクローズ領域含めて偏りなく満遍に分布しているということが活かされたものとも考えられる。

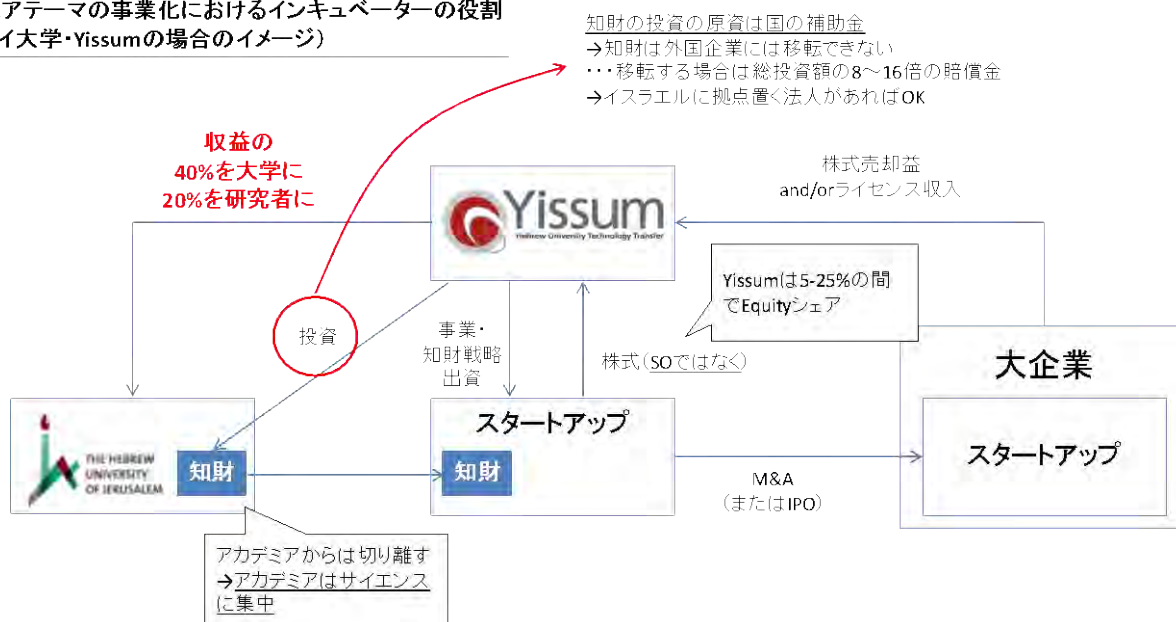
(持続的なエコシステムとするために…データ基盤・アカデミアに還元する仕組み)

ここまで、マテリアルユニコーンを次々と産む為の課題と可能性について論じた。そこでは、我が国のスタートアップ・投資環境上、他国と比して容易ではない状況ではあるものの、過去のマテリアルユニコーンの事例を踏まえれば、(課題はあるものの) 我が国のデータ基盤の活用によりマテリアルユニコーンを創出できる可能性が示唆され、適切なガイドさえすれば、十分にユニコーンを狙えるポテンシャルのあるテーマはいくつも存在するということが確認出来た。ここで肝要となるのが、ここから如何にエコシステムを形成していくか、という事であろう。本SIPの取り組みによる投資を行い、5年間でインフラと共にユニコーン予備軍を生み出したとして、そのインフラが持続的に対価を得、次につながるエコシステムとならなければ、マテリアル産業が目指す「Society 5.0」を自ら実現し、そして牽引する産業としてユニコーンが次々と生まれることで、GDPを牽引する新たな産業を創出する」状況を作り出すことは出来ない。データ基盤の運用や、将来ユニコーンとなるような有望なサイエンスの創出を担うアカデミアに、適切な対価が支払われる仕組みの構築が必要である。

そこで、スタートアップエコシステムとして大学発で多くのユニコーンを産んでいるイスラエル国

立ヘブライ大学の技術移転機関である Yissum³³を事例として本項で取り上げたい(図Ⅱ-14)。Yissum は日本でいうところの TLO に近い組織であるが、ライセンスのみならず、起業支援や投資機能も有し、技術の売り込みのためのマーケティング部隊も有しているというのが特徴である。先述したアクセラレーター・インキュベーターの大学専属組織と解される。Yissum 社はヘブライ大学の技術シーズがスタートアップとして起業した際に、特許等の知的財産の移転の対価として、相応の株式を得ることで、将来、当該スタートアップが IPO や大企業に M&A されたときに、大きなキャピタルゲインを得られるように工夫されている。尚、このキャピタルゲインは一部、研究者にも支払われる事が特徴である。このような知的な財産の移転対価として株式等を受領することにより、アカデミアが大きな利益をあげられるようにする仕組みは、最近欧米を中心に増えており、我が国においても法的には可能である。そのため、我が国においては具体的な事例の創出が重要であるが、現在、政府において大学の抜本的強化に向けた強力な施策がうたれており、このような仕組みについても世界と伍する整備が求められるであろう。

アカデミアテーマの事業化におけるインキュベーターの役割
(ヘブライ大学・Yissumの場合のイメージ)



図Ⅱ-14 イスラエル国立ヘブライ大学における知財対価支払いのイメージ

³³ Yissum は、イスラエル・エルサレムにある国立ヘブライ大学の技術移転会社であり、1964年に世界で3番目に設立された技術移転会社として知られる。2020年までに170社以上のスタートアップを設立し、そのうち100社以上が2020年現在も活動中で、全世界で10750件以上の特許を登録し、1050件以上の技術をライセンスを行なっている。Google、Intel、Johnson & Johnsonといった世界的企業の多くと業務提携をしており、MITやスタンフォード大学等の海外の有名アカデミア機関とも共同研究を行なっている。最近では自らギャップファンドも運営している。

(取り組み仮説・・・我が国でマテリアルユニコーンを次々に産むエコシステムを作るために)

以上、我が国の環境、フィージビリティスタディや各種分析の結果を踏まえ、本 SIP 課題が取り組むミッション達成に向け、我が国でマテリアルユニコーンを次々に産むエコシステムを作るための取り組み仮説を図Ⅱ-15 の通り整理した。

取組仮説	仮説の概要
1 Big Theme を目指す	✓ 世界的な社会課題解決や、グローバルで広がりそうな、人々が共感しやすいマクロトレンドに則ったボトルネック課題を解決できるテーマとする ✓ 世界中の投資家が投資したいと思えるテーマとする
2 (企業価値の) 発射台を上げる	✓ 起業時から最初のファイナンスにおける企業価値を上げる ✓ そのために創業直前時、創業直後時含めて厚めに資金投下し、徹底的にサイエンスとビジネスモデルを磨く
3 データ駆動 開発	✓ 川上産業のためサプライチェーンが長く、ディープテックである為、開発が多岐にわたり、リソース・人手・金がかかるとにかく必要だからこそ、データ駆動開発をフル活用 ✓ これにより技術の価値を一気に高め、企業価値に繋げる
4 ソフトインフラ & 人材育成	✓ アカデミアのインフラ・資産活用に関する知見が構築し、共有することで、アカデミアに正当な対価が払われる仕組みへ ✓ 起業のイメージを明確に持たせるアントレプレナー教育を起業候補者だけでなく、様々な人たちに提供
5 リスクマネー 供給量増加	✓ ディープテックである為、資金が多く必要にもかかわらず資金が集まりにくい状況を打破し、Big Themeにして投資家に積極的に魅力度をアピールする仕組みを構築 ✓ 国の他の政策と連動

図Ⅱ-15 マテリアルユニコーンを産む為の仮説

まず第一に、我が国のスタートアップ環境、ベンチャー投資環境の厳しさを憂うばかりでなく、そもそも投資家にとって魅力的なテーマを産み、日本のみならず、欧米などベンチャー投資が盛んな海外の投資家を含めて投資を受けられるよう目指す事が最も肝要ではないか。その為にも、まず、社会課題解決に直結するようなボトルネック課題に取り組む **Big Theme** であるべきだろう。先述の通り、ポテンシャルのあるテーマは多いものの、適切なガイドが無いとユニコーンを目指せなかった状態のテーマも同時に多く散見され（だからこそガイドが有効であった）、技術の初期段階からビジネス視点、社会課題解決視点でのシナリオ作りが必須である。起業を目指す者の視座を高め、高い志を持たせる必要がある。本来、我が国の研究者にはそういった志を持っている者は多いはずである。

次いで第二に、企業価値の発射台を上げる必要がある。スタートアップの創業から最初のベンチャーキャピタルからの資金調達となる **Series A** ファイナンスにおける企業価値は、我が国の場合、米国のそれと比して低い傾向があるとされる。企業価値 1,000 億円以上を目指すユニコーンを産む為には、この最初の発射台をそもそも引き上げる必要がある。その後の必要資金調達額の大きさからいって、

最初の企業価値が小さいと資本政策³⁴上、資金調達可能額が困難になってしまうリスクは回避する必要がある。

さらにここにデータ駆動開発の積極起用を行う。元来、マテリアル産業は川上産業のためサプライチェーンが長く、ディープテックである為、開発が多岐にわたり、リソース・人手・金がかかるとにかく必要だからこそ、データ駆動開発をフル活用が必要である。この効果、可能性については先述の通りであり、これにより技術の価値を一気に高め、企業価値に繋げることは、先述の企業価値の発射台を上げることに繋がる。

この一連の流れを良い流れで始め、その後のユニコーン化にまで繋げて、将来自立した収益基盤を有するエコシステムにする為に必要な事が、ソフトインフラそして人材の育成である。アカデミアに正当な対価が支払われるようにするエコシステム作りもさることながら、このエコシステムに関わる人全てがアントレプレナーシップを理解し、我が国マテリアル産業が目指す姿の実現の為に協力し合える環境を構築することが肝要である。特にこのようなエコシステムの形成にあたっては、アカデミアやスタートアップ、それにかかわる大企業含む様々な企業が出入りし、価値を共有することになるかと考えられる。

このようなエコシステムが形成する為にも、成功するマテリアルユニコーンを産む必要があり、その為にもリスクマネー流動量を高める必要がある。本 SIP 課題では特に取り組み仮説の第 4 までを取り組み、この第 5 の仮説については、国内等の民間などの投資機関からの積極的支援が得られるためのネットワーク構築や情報発信を進める。

(エコシステムの核となるプラットフォームとエコシステムの形成・発展イメージ)

前項の取り組み仮説の実現にあたって、マテリアルユニコーン創出インフラとして我が国のデータ基盤を、評価分析系基盤である ARIM と同様に広域ネットワーク化することで、マテリアルユニコーンが次々に育成される「ゆりかご」とする可能性について示した。先述の用途特化型モジュールのアイデアや、アカデミアに対価が帰る仕組みとしての Yissum の事例などを踏まえ、具体的なこの「ゆりかご」のイメージを図Ⅱ-16 に示す。この「ゆりかご」を「マテリアルユニコーン育成基盤」と名付ける。この基盤は様々なデータをフィジカルに取得、あるいはサイバー上で創出し、国内の様々な個別のデータ基盤を接続し、データを「つくる」「ためる」そして「つかう」機能を促進するプラットフォームである。このプラットフォームの上に、図Ⅱ-13 で示した用途特化型モジュールが乗るイメージで、このモジュールはスタートアップの為に開発され、スタートアップの価値の源泉として専有されることを想定する。用途特化型モジュールの設計・開発にあたっては、スタートアップのビジネスモデルからあるべきシステムを定義し、必要なデータ基盤等を本プラットフォームを通じて接続する。ここで、用途特化型モジュールは専有権をスタートアップが得る代わりに対価を支払うものとし、この対価として、スタートアップの株式やストックオプション等をプラットフォームが得る。この株式

³⁴ 株式移動、第三者割当増資、組織再編などの手法により、資金調達、資本構成の最適化、インセンティブプラン、創業者利潤、事業承継対策といった目的を実現することと定義される（定義出所：PwC Japan グループ）が、スタートアップファイナンスにおいては主に第三者割当増資によるものが多い。例えば第三者割当てによる新規資金調達により、経営陣などの既存株主や従業員のストックオプションのシェアが株価と調達資金規模によって下がってしまい（これを「稀薄化」という）デモチベーションに繋がる事や、特定の株主のガバナンス担保の為に拒否されることがあるなど、企業価値が低いと調達額が抑えられてしまう結果に陥る事がある。