

# 令和6年度技術開発調査等の推進事業（グローバルでの最先端技術の調査及びスケールのためのファンド組成可能性・設計支援の事務局委託業務）

---

## 調査報告書

事業の実施テーマに沿って、以下の内容を実施した。

テーマ	概要	実施内容
(1)世界の研究機関/企業等との協力関係構築に係る支援	事務局がネットワークを活用し、経産省や国内企業と海外研究機関・企業との協力関係を構築し、交渉・意思疎通を支援。	ハーバード大学を中心に、トップ大学・研究機関・企業・投資家とのネットワークを活用し、経産省や国内企業との協力関係構築の枠組みを支援。協力候補の抽出や交渉を実施。
(2)有望技術に関する情報収集・マップ핑	量子、AIなど最先端技術の動向を調査し、定量評価指標を策定。技術マップを作成し、経産省と相談の上、支援すべき技術分野を特定。	量子技術を中心に調査し、資金調達金額等を元に定量評価指標を策定。市場規模や成長率を考慮した企業・技術マップを作成。
(3)技術マップに基づく有望技術の抽出及び技術の商業化に向けた提案	技術マップを基に有望技術を選定し、経産省向けに商業化・スケール化の提案を実施。	技術マップを基に有望技術を抽出し、商業化・スケール化の提案を作成。経産省と複数回協議の上、議論を実施。
(4)経済産業省及び本邦法人に対する共同研究の提案	選定した技術領域で国内企業と海外研究機関の共同研究を提案し、意見交換やマッチングを支援。長期的な商業化戦略も策定。	抽出した技術領域について、国内企業と海外研究機関の共同研究を提案。適切なパートナーを特定し、マッチングや意見交換を支援。
(5)ファンド組成業務の支援	商業化を支援する民間ファンドの組成に向け、官民連携のスキームを設計。投資戦略や組織設計、投資家連携を支援し、継続的な運営体制を確立。	有望技術の商業化を促進する民間ファンドの組成可能性を検討し、官民連携スキームを設計。投資戦略・組織設計・資金調達の方針を策定。

世界の研究機関企業との  
協力関係構築に掛かる支援

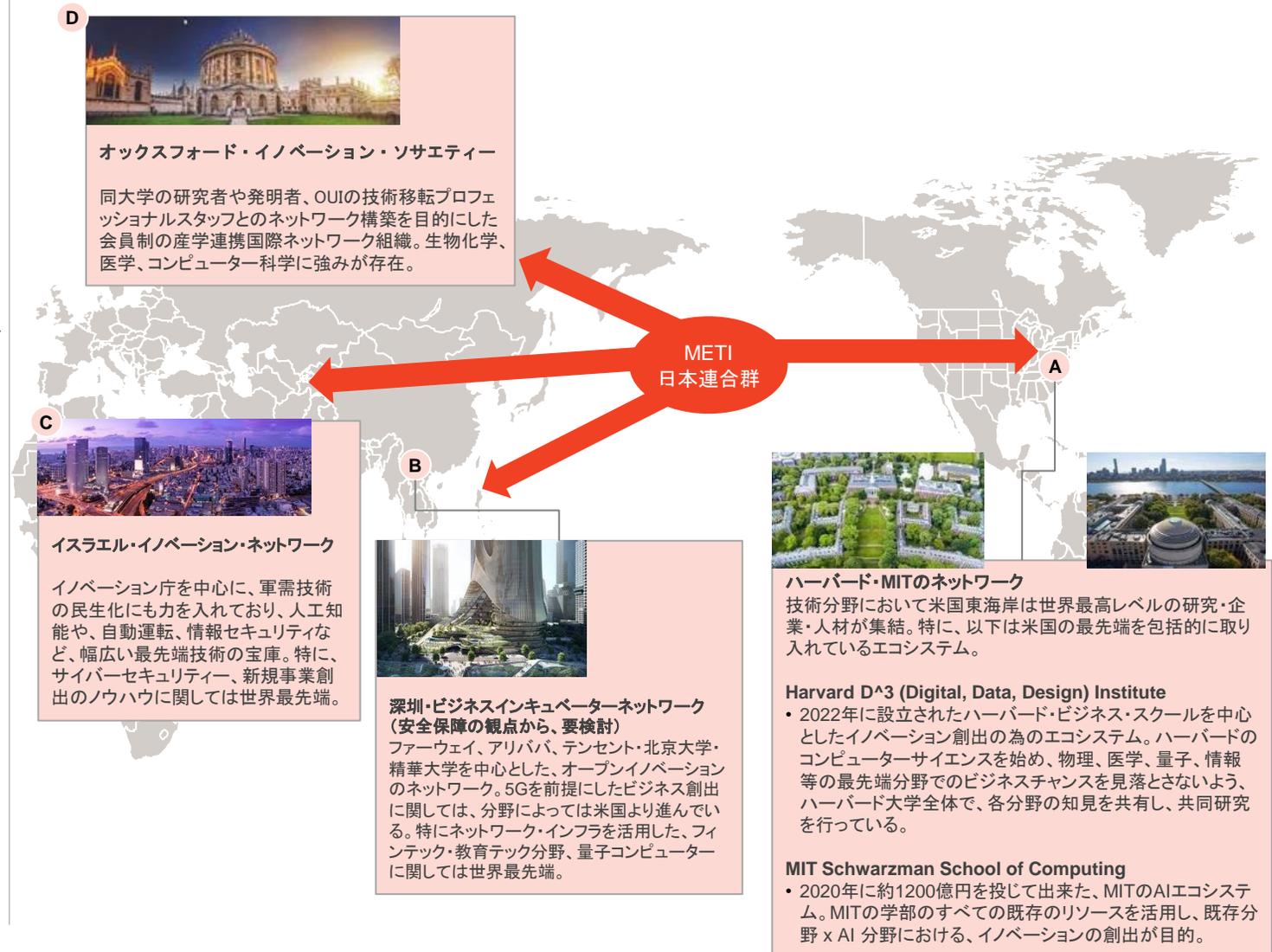
# METIは厳選された世界各国の技術・イノベーションネットワークの日本のゲートとなる

科学技術に世界的な強みを有する、米国・中国・イスラエルを中心にネットワークを構築。これに日本の研究機関・日本企業を加えることで、一気通貫して、世界の最先端に触れることの出来るエコシステムを完成させる。

## 選定基準

- 選定すべき学術機関は、科学技術分野、及び、ビジネスの活用の際し、世界トップクラスである必要がある。
- 世界的に、科学技術分野に於いてTOPを走っているのは、米国、中国、イスラエルである。米国：各分野が包括的に高い、中国：米国モデルを追従中であるが、量子や5Gにおいては、米国を凌駕する技術も存在（安全保障の観点から要検討）。イスラエル：サイバーセキュリティ、ベンチャーの創出エコシステムに関しては、世界TOPレベル。イギリス：生物化学、医学、コンピューター科学に強みが存在。
- 各国に於いて、更に学術レベルのTOPを走っている機関と最優先を提携を行う必要がある。（分野ごとに特化している機関との提携はその後に行う）

## 海外提携の例（仮称：イノベーションゲート）



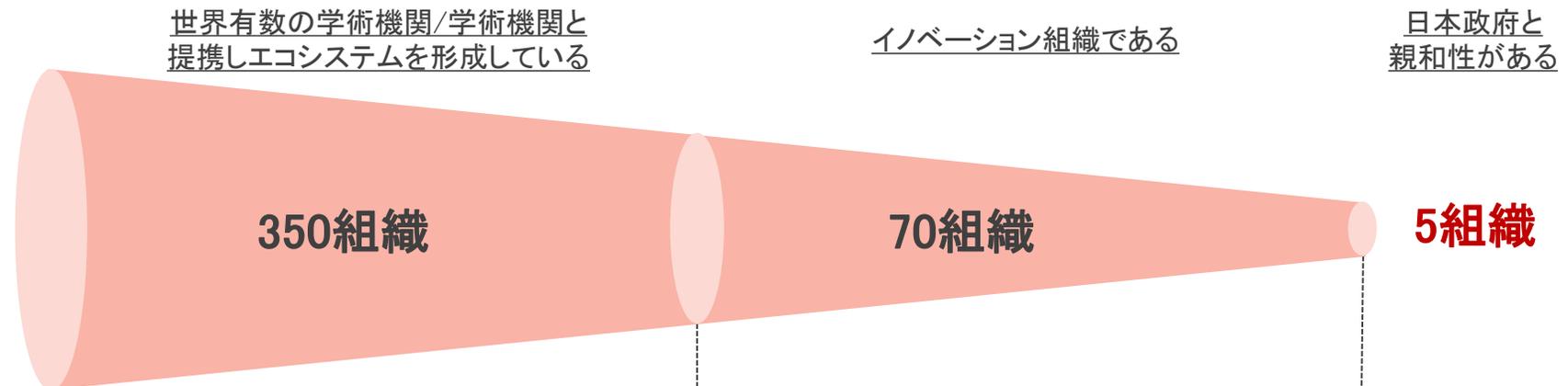
# 提携先のスクリーニングプロセス

複数の条件をもとに提携先の絞り込みを行い、本事業において特に有望な5組織を選定した。

## 提携先のスクリーニングプロセス

以下に該当する研究機関を特定することを目的に、アメリカ、ヨーロッパ、イスラエル、中国を対象地域とし、各機関のスクリーニングを実施。

- イノベーション組織であること
- (学術機関の場合)世界有数の学術機関であること
- (学術機関以外の場合)学術機関と提携しエコシステムを形成していること
- 日本政府との親和性



### フェーズ1

- (学術機関の場合)世界的に評価の高い学術機関であることを条件に絞り込み。
- (学術機関以外の場合)世界有数の学術機関と協業し、エコシステムを形成し、競争優位性を構築していることを条件に絞り込み。

### フェーズ2

オープンソース調査と調査プラットフォームを使用し、イノベーション創出を実践する組織を対象とし、提携対象を絞り込み。

### フェーズ3

弊社の独自ネットワークをもとに各機関と日本政府との親和性を検討し、絞り込みを行った。

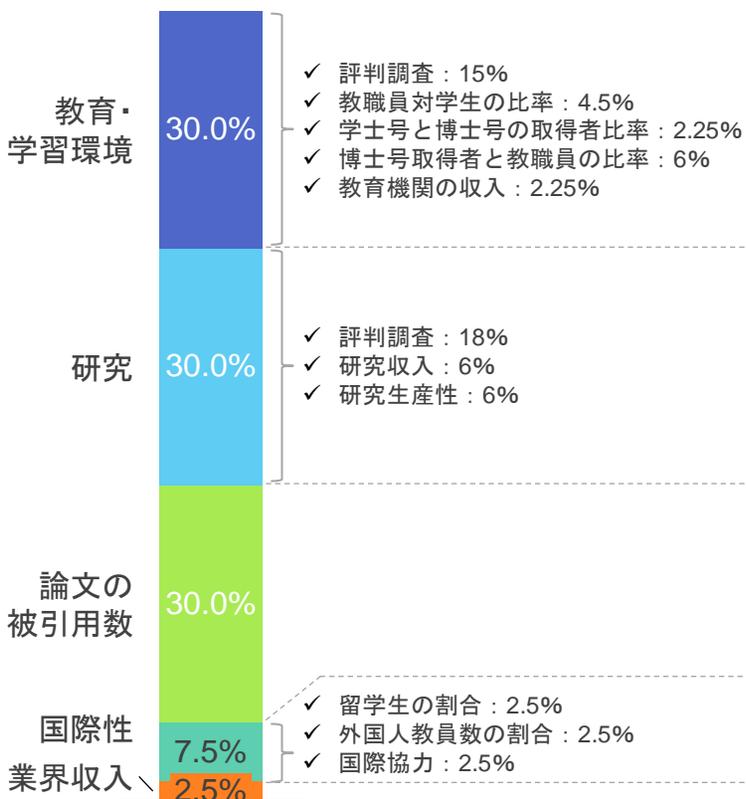
# 提携先の選定フェーズ1-1: (学術機関の場合)世界有数の学術機関であること

学術機関のうち、世界的に評価の高い学術機関であることを条件に提携対象のさらなる絞り込みを実施。

世界大学ランキング(2023年)

順位	大学名	国・所在地名	総合スコア
1	オックスフォード大学	イギリス	96.4
2	ハーバード大学	アメリカ	95.2
3	ケンブリッジ大学	イギリス	94.8
3	スタンフォード大学	アメリカ	94.8
5	マサチューセッツ工科大学	アメリカ	94.2
6	カリフォルニア工科大学	アメリカ	94.1
7	プリンストン大学	アメリカ	92.4
8	カリフォルニア大学バークレー校	アメリカ	92.1
9	イェール大学	アメリカ	91.4
10	インペリアル・カレッジ・ロンドン	イギリス	90.4
11	コロンビア大学	アメリカ	89.4
11	ETHチューリッヒ	スイス	89.4
13	シカゴ大学	アメリカ	88.9
14	ペンシルバニア大学	アメリカ	88.8
15	ジョンズ・ホプキンス大学	アメリカ	88.3
16	清華大学	中国	88.2
17	北京大学	中国	88.1
18	トロント大学	カナダ	87.4
19	シンガポール国立大学	シンガポール	87.1
20	コーネル大学	アメリカ	85.9

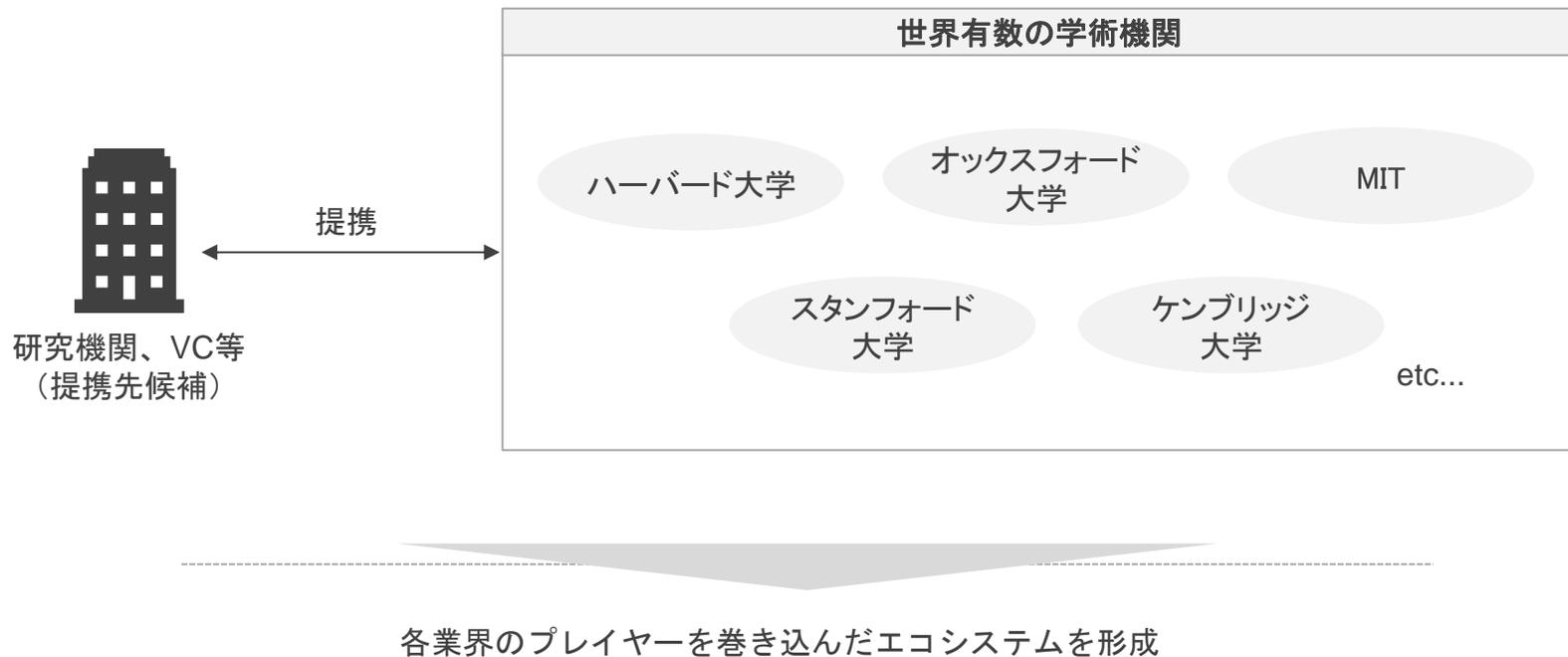
**選定基準: 世界有数の学術機関であること**  
教育環境、研究による収入、論文の被引用数、国際性等の条件から大学の評価を行う「世界大学ランキング」から、トップ20校に絞り込みを実施。ランキング評価の内訳は以下の通り。



# 提携先の選定フェーズ1-2(学術機関以外の場合) 学術機関と提携しエコシステムを形成していること

学術機関以外の機関の場合、世界有数の学術機関と協業し、各業界のプレイヤーを巻き込んだエコシステムを形成し、競争優位性を構築していることを条件とした。

選定基準(学術機関以外の場合)学術機関と提携しエコシステムを形成していること  
世界有数の学術機関と共にエコシステムを形成し、競争優位性を構築していることを条件に絞り込みを実施。



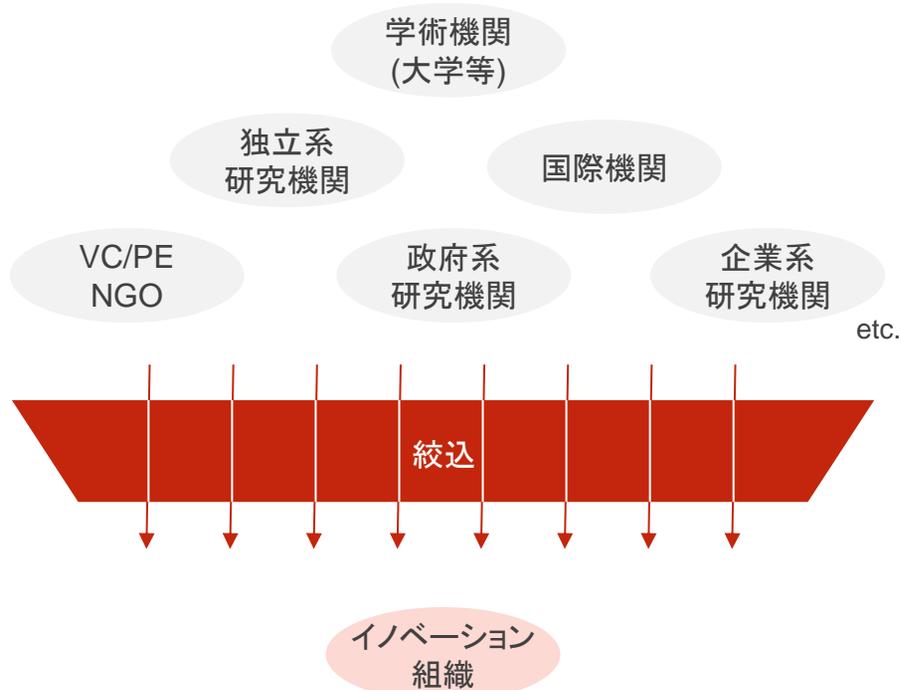
# 提携先の選定フェーズ2: イノベーション組織であること

イノベーション創出を実践する組織を対象とし、提携対象の絞り込みを実施。

## 「イノベーション組織」の条件

### 選定基準: イノベーション組織であること

さまざま存在する機関のうち、イノベーション組織を対象に絞り込み。



#### リーダーシップとビジョン

イノベーションを推進するためのビジョンを持ち、組織のトップがイノベーションを重視し、組織の方向性を示している。

#### オープンなコミュニケーション

組織内でのコラボレーションや、他部署との情報共有など、情報の透明性を確保し、オープンなコミュニケーションを実践している。

#### 研究開発への投資

先端技術やアイデアを生み出すために、研究開発に十分な予算を持ち、投資を行っている。

#### 変革を受け入れる文化

新しいアイデアや技術の実践に対して、失敗を許容し、失敗から学び改善することができる文化がある。

#### 外部との連携

企業、大学、政府等との連携を通じて、新しいアイデアや技術を取り入れている。

#### 多様性と包含性

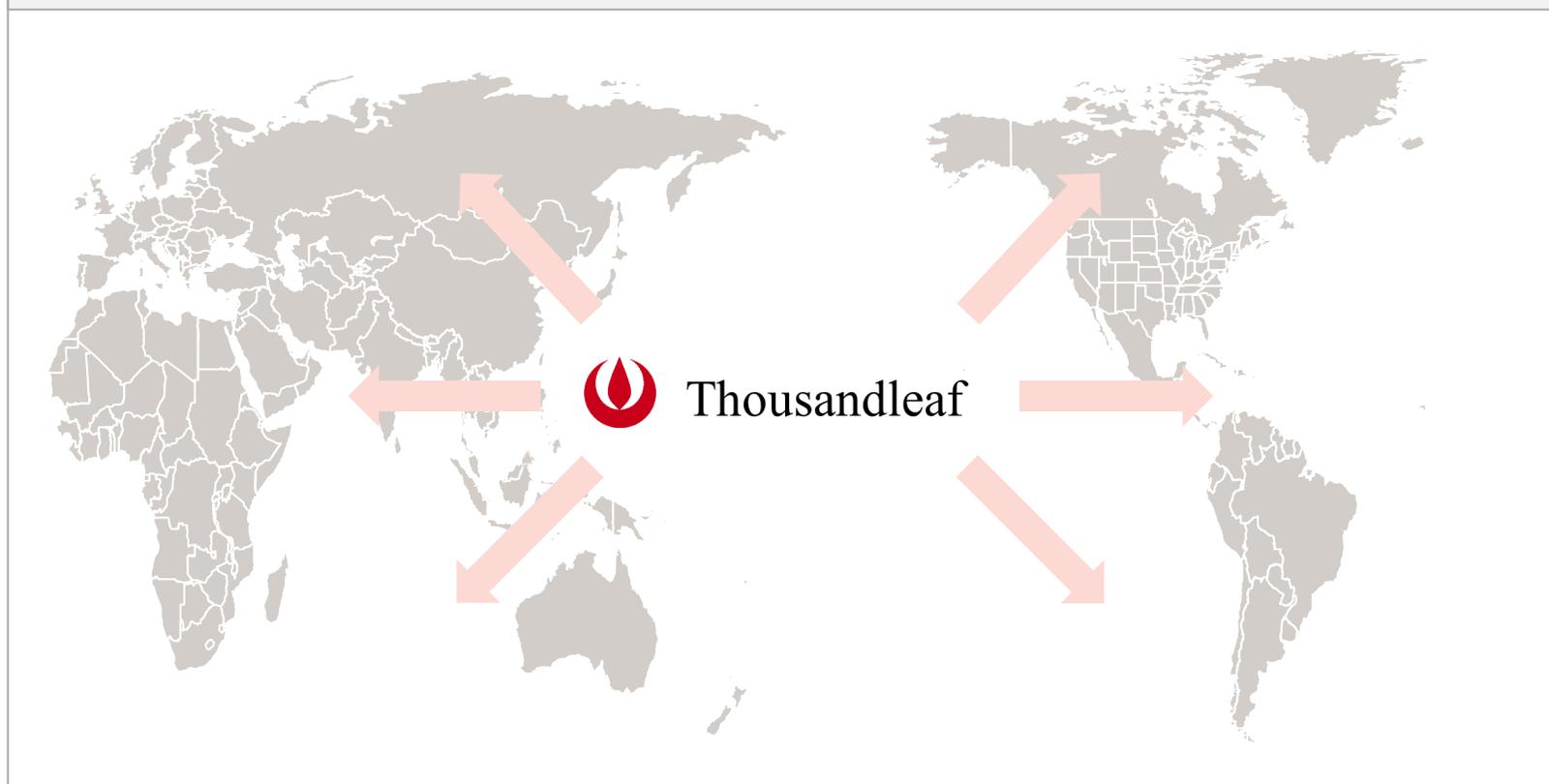
多様なバックグラウンドや経験を持つ人材が集まり、異なるアイデアや視点を持ち寄ることで、創造的なアイデアを生み出している。

## 提携先の選定フェーズ3: 日本政府との親和性

前段で絞り込まれた機関のうち、弊社の独自ネットワークをもとに各機関と日本政府との親和性を検討し、絞り込みを行った。

### 選定基準: 日本政府との親和性

弊社が有する各機関との独自ネットワークをもとに、各機関と日本政府の親和性を検討。詳細な基準は経済産業省と打ち合わせの上決定し、安全保障上の課題、日本政府の政策方針および日本企業の抱える課題の解決に直結し得る。



# 提携先候補

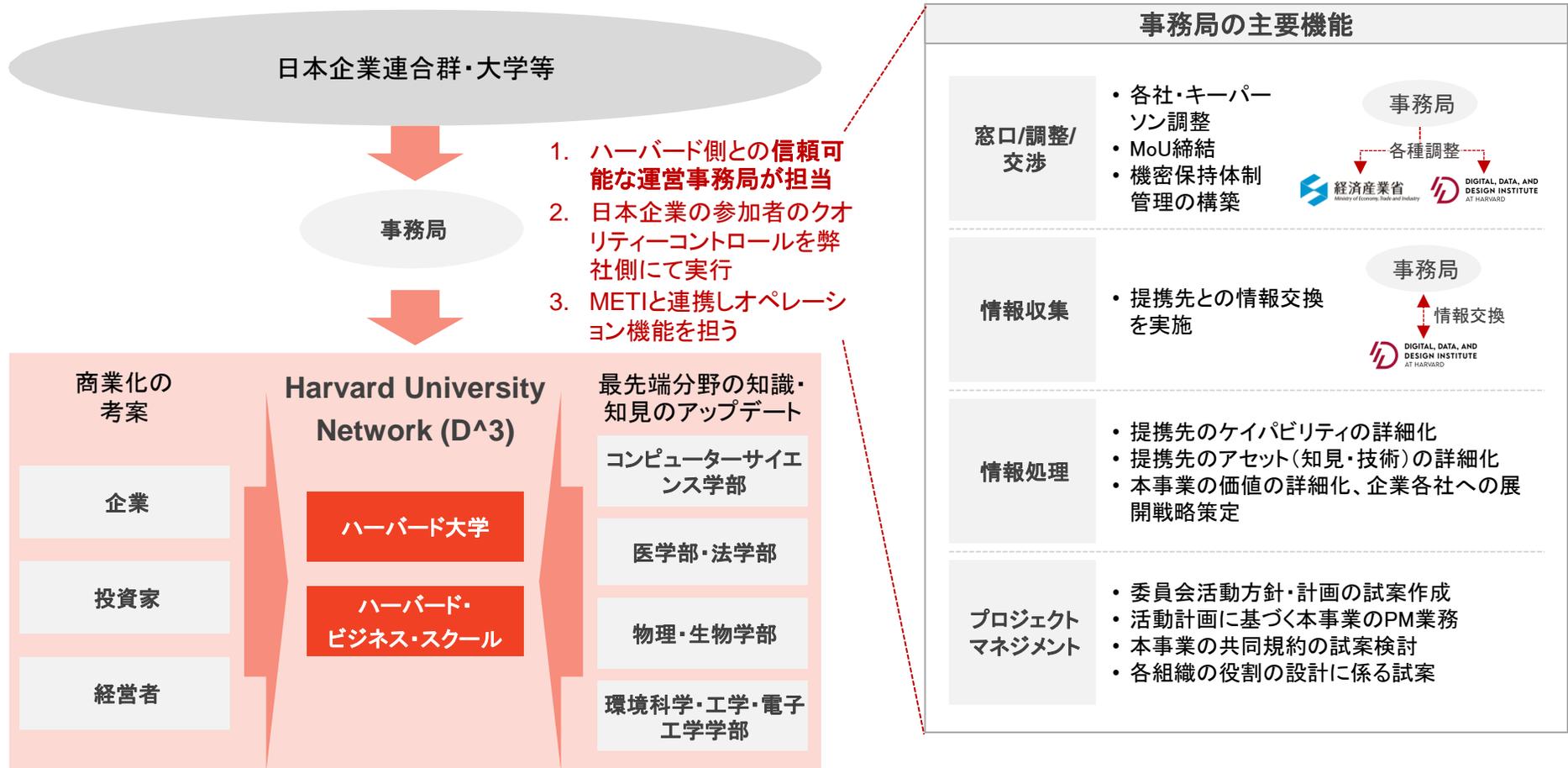
弊社が強力なネットワークを保有する研究機関のうち、Harvard D<sup>3</sup> (Digital, Data, Design) Institute、IFC、欧州イノベーション会議、イスラエルイノベーション庁、MIT Schwarzman School of Computing を提携先として選定。

	地域特性	概要	主要な活動	組織としての特徴
 <p>DIGITAL, DATA, AND DESIGN INSTITUTE AT HARVARD</p> <p>Harvard D<sup>3</sup> (Digital, Data, Design) Institute</p>	アメリカ	ハーバード大学がデジタル、データ、デザイン分野で最先端の研究を社会実装するため設立した組織。	人工知能、データサイエンス、ビジュアルデザイン、システムデザインなどの分野で研究を行っている。	ハーバード大学という世界TOPレベルでビジネスや技術等、包括的に各分野で強みを持つ学術機関がバックボーンとなっている。
 <p>International Finance Corporation WORLD BANK GROUP</p> <p>Creating Markets, Creating Opportunities</p> <p>国際金融公社 (IFC) 破壊的技術グループ</p>	グローバルサウス	世界銀行グループに属する組織。先進国のテクノロジーをグローバルサウスの経済成長と社会課題の貢献に活用。	スタートアップに係るエコシステム全体に強みを有し、学術機関との提携、アクセラレーター、投資・融資の機会を提供する。	社会貢献性(インパクト)の高い分野のみに注力。世界銀行自体が世界最大の調査機関の一つであり、先端技術に限らずイノベーションに関する調査を実施/IFCと綿密に連携。
  <p>European Innovation Council</p> <p>欧州イノベーション会議</p>	EU	欧州委員会によって設立されたイノベーション助成機関で、欧州のイノベーションを促進するために研究や投資を行う。	アクセラレータープログラムの提供等を通じて、先端技術、環境、社会問題に取り組んでいる。	欧州委員会による支援があるため、欧州のイノベーションを促進することが特徴。
 <p>רשות החדשנות Israel Innovation Authority</p> <p>イスラエルイノベーション庁</p>	イスラエル	イノベーション資源に対する政府支援策を活用・管理するイスラエルの中央機関。ラ	軍需技術の民生化にも力を入れており、人工知能や、自動運転、情報セキュリティ等、幅広い最先端技術を開発。	特にサイバーセキュリティー、新規事業創出のノウハウに関しては世界最先端。
 <p>MIT Schwarzman College of Computing</p> <p>MIT Schwarzman School of Computing</p>	アメリカ	MITが設立した研究所で、コンピューターサイエンスに係る研究や教育を行う。	人工知能、ロボティクス、データサイエンス、暗号化、コンピューターセキュリティなどの分野で研究を行っている。	MITという世界TOPレベルでコンピューターサイエンス分野に強みを持つ学術機関がバックボーンとなっている。

# 本事業に係る運営事務局の設置

継続的に提携先と関係を維持できる体制を構築するため、提携先との窓口業務や、当該枠組みを収支面でも持続可能な取組とするためのビジネスモデルの検討を行う事務局を設置することを提案。今年度も引き続き、経済産業省と共に、ハーバード大との継続協議及びMOU交渉を行った。

## Harvard D<sup>3</sup> (Digital, Data, Design) Instituteとの提携例



有望技術に関する情報収集・  
抽出・商業化に向けたご提案

量子コンピュータはAIを持つ国にとっては経済的価値があるが、AIを持たない国にとっては活用が難しく、投資対効果が低くなる。したがって、量子AIを政策的に推進することで、単なるハードウェア投資に終わらせないことが求められる。

## 量子コンピュータの 経済性とAIの必要性

量子コンピュータは、特定の計算問題において従来のスーパーコンピューターを大幅に上回る可能性を秘めている。しかし、実際に経済的価値を生み出すためには、自国で強力なAI産業を持っていないと効果が限定的である可能性がある。

### 量子コンピュータは AIの強化に不可欠

量子コンピュータ単体ではなく、AIと組み合わせることで初めて実用的なユースケースが広がる。特に、量子機械学習(QML: Quantum Machine Learning)はAIモデルの学習速度や精度向上に貢献できる。量子回路でニューラルネットワークを最適化することでAI学習の高速化を実現可能。

### 量子コンピュータを活かせる データが自国に必要

量子コンピュータが本領を発揮するのは、膨大なデータを解析し、最適化問題を解くとき。しかし、AI(特にLLMや画像認識)を持たない国は、十分なデータ資産を活かせない。米国(OpenAI、Google、Meta)はAIとデータが豊富で量子コンピュータを活かせる一方、日本はAI基盤が遅れ気味でデータ活用が進まないと、量子の恩恵が限定的である。

### 量子ハードウェアだけでは競争力 が生まれにくい

量子コンピュータを持つだけでは、「何を計算するのか」がなければ経済的なインパクトが生まれない。AIは「データ駆動型の価値創出」の中核。AIがなければ量子コンピュータの利用ケースが限定的になり、単なるハードウェアにとどまる。

# 日本が勝てる可能性のあるAI分野

日本は、AI分野において米国や中国と比べて出遅れているが、強みを活かせる領域はまだ存在する。特に、独自の技術・データ資産・産業構造を活用できる分野では、十分に勝機がある。

日本の競争優位性	市場優位領域	戦略的アプローチ
<b>産業特化型AI (Industrial AI)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>製造業(トヨタ・日立・三菱・ファナックなど)のデータ蓄積</li> <li>品質管理・ロボティクス技術のノウハウ</li> <li>IoTとAIの融合(スマート工場の進化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>半導体製造の最適化AI(ASML対抗)</li> <li>ロボット×AIの生産ライン最適化(ファナック・安川電機)</li> <li>予知保全AI(設備の故障予測)(三菱電機・日立)</li> <li>精密機械・自動車向けAIシミュレーション(デンソー)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動化の極限まで追求し、米国の汎用AIに対して「職人技の自動化AI」で差別化。</li> </ul>
<b>医療・創薬AI (AI for Healthcare &amp; Drug Discovery)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>豊富な医療データ(電子カルテ・保険データ)</li> <li>長寿社会によるバイオデータの蓄積</li> <li>創薬技術(武田・第一三共・アステラス)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIによる病気予測・診断補助(富士フィルム・日立)</li> <li>創薬スクリーニングAI(理研・武田)</li> <li>ゲノム解析・個別化医療AI(東芝・シスメックス)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>医療データを活用した「病気の早期発見AI」を政府主導で強化。</li> </ul>
<b>環境・エネルギーAI (GX × AI)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>GX政策</li> <li>再生可能エネルギーのデータ最適化技術</li> <li>蓄電池・水素技術(トヨタ・パナソニック)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力需要予測AI(東京電力・関西電力)</li> <li>再生エネルギー最適化AI(日立・東芝)</li> <li>水素製造・活用AI(ENEOS・三菱商事)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の電力市場のデータを活かし、AIでエネルギー管理を最適化。</li> </ul>
<b>自動運転×AI (Mobility AI)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>トヨタ・ホンダ・日産の技術力</li> <li>センサー技術(ソニー・パナソニック)</li> <li>自動運転レベル3(ホンダが世界初)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低コストな自動運転システム(トヨタWoven City)</li> <li>AI×マップ連携による交通最適化(NTT・ゼンリン)</li> <li>高齢者向けの自動運転支援AI(スズキ・ダイハツ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市全体の交通最適化をAIで実現し、日本独自のMaaSモデルを確立。</li> </ul>
<b>人工知能×教育 (AI for Education)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>高品質な教材・教育文化</li> <li>教育DX(EdTech)推進</li> <li>識字率・数学リテラシーの高さ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>個別最適化学習AI(ベネッセ・Z会)</li> <li>AI英語教育・自動翻訳(楽天・ソフトバンク)</li> <li>発達障害児向けのAI学習支援(リクルート)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本の教育カリキュラムとAIを融合し、海外展開。</li> </ul>
<b>文化・エンタメAI (AI for Content &amp; Gaming)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>アニメ・ゲーム・音楽のIP(知的財産)</li> <li>世界的なクリエイティブ産業(任天堂・ソニー)</li> <li>VR・メタバース技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アニメ制作自動化AI(スタジオジブリ・アニプレックス)</li> <li>ゲーム開発×AI(NPCの知能向上)(スクエニ・カプコン)</li> <li>生成AI×クリエイティブ(ボカロイド強化)(ヤマハ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本のアニメ・ゲームをAIで最適化し、Netflix・Disneyに対抗。</li> </ul>

## 今後の戦略

- AI×製造業・医療・エネルギーを国家戦略にする。
- 量子コンピュータや5G/6GとAIを融合。
- 日本独自のデータ資産(医療・交通・エンタメ)を活用。
- 政府・民間が一体となり「AI+〇〇産業」のエコシステムを形成。
- 特に、「産業とAIの融合」こそが日本の勝ち筋であり、これを早急に進めることで、世界市場での競争力を確保できる。

「産業特化型AI」は、研究開発(R&D)の分野で活用されるAI、つまりAI Physics(物理シミュレーション×AI)に直結する。特に、日本の強みを活かせる領域では、AIを用いた物理シミュレーションや最適化技術が競争力を持つ可能性が高い。

## AI Physicsとは

AI Physics(物理AI)は、物理シミュレーションをAIで加速・高度化する技術分野である。これにより、従来の数値解析手法(有限要素法FEM・格子ボルツマン法LBM・量子力学計算DFTなど)を超えた高速計算・最適化が可能になる。

## AI Physicsのメリット

- **計算時間の短縮**: 物理シミュレーション(流体力学・構造解析・半導体設計など)の時間を大幅に短縮
- **シミュレーションの精度向上**: AIが実験データや過去のシミュレーションデータを活用して誤差を補正
- **計算コストの削減**: スーパーコンピューターが不要になるケースも(クラウドAIで代替)
- **最適化の自動化**: AIが設計パラメータを自動調整し、最適な材料・構造を提案

## 日本が競争優位性を持つAI Physics分野

	日本の競争優位性	活用例
半導体設計 × AI Physics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 半導体製造装置(東京エレクトロン、SCREEN)</li> <li>• 材料開発(JSR、住友化学)</li> <li>• シミュレーション技術(理研・産総研)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIによる半導体プロセスシミュレーション</li> <li>• ASMLのEUV装置と競争できるAI最適化プロセス</li> <li>• 量子コンピュータを活用した材料探索</li> <li>• 省電力な半導体材料の発見を加速</li> </ul>
次世代バッテリー開発(全固体電池) × AI Physics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 世界最先端のバッテリー技術(トヨタ・パナソニック)</li> <li>• 材料シミュレーションの蓄積(東芝・日立)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電解質・電極材料のAIシミュレーション</li> <li>• 量子化学計算(DFT)+AIで高性能材料を発見</li> <li>• 電池の充放電最適化</li> <li>• AIが実験データを学習し、最適な充放電パターンを提案</li> </ul>
創薬・バイオ × AI Physics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 創薬企業(武田・アステラス・第一三共)</li> <li>• スーパーコンピューター「富岳」の計算能力</li> <li>• ゲノム・タンパク質データの蓄積</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI × 量子化学計算(DFT)による新薬探索</li> <li>• 量子力学ベースで「最適な薬分子」を高速に設計</li> <li>• AIでタンパク質の立体構造を予測</li> <li>• DeepMindのAlphaFoldを超える日本独自技術の確立</li> </ul>
カーボンニュートラル(GX) × AI Physics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水素・CCUS(CO2回収・貯留)の技術</li> <li>• GX(Green Transformation)の国家戦略</li> <li>• エネルギー最適化技術(東電・関電・三菱重工)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水素製造・燃焼シミュレーション</li> <li>• AIが水素の燃焼特性を最適化し、発電効率を向上</li> <li>• CO2吸収材料のAI探索</li> <li>• AI Physicsが「最もCO2を吸収する化学物質」を設計</li> </ul>
宇宙・航空 × AI Physics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JAXAの宇宙技術</li> <li>• 三菱重工・IHIの航空機エンジン設計</li> <li>• 精密シミュレーション技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIによるロケットの空力解析</li> <li>• 風洞実験なしで空力設計が可能</li> <li>• 宇宙探査ロボットのAI最適化</li> <li>• 月面探査機の動作パターンを自動生成</li> </ul>

# 量子コンピュータがAI Physicsに与える影響

AI Physicsは量子コンピュータの恩恵を受けやすい。特に、量子力学的な計算を多用する領域や、組み合わせ最適化の解法が必要な領域では、量子コンピュータの計算能力が大きなブレークスルーをもたらす可能性が高い。

量子コンピュータの恩恵	現在の課題	AI Physicsとの融合	特に有望な応用分野
量子化学シミュレーション(創薬・材料設計)	<ul style="list-style-type: none"> <li>極めて大きい</li> <li>量子力学に基づく材料設計(DFT: 密度汎関数理論)は、古典コンピュータでは計算コストが高く、大規模な分子・材料のシミュレーションが困難。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIでシミュレーション結果を補正・加速することで量子計算の精度向上</li> <li>量子コンピュータで探索しAIで最適化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>新しい半導体材料・全固体電池材料の設計</li> <li>高効率な水素触媒の開発</li> <li>低コスト・高性能な創薬スクリーニング</li> </ul>
流体力学・構造解析(航空・自動車・ロボット)	<ul style="list-style-type: none"> <li>中程度(ただし特定領域では大きい)</li> <li>CFD(数値流体力学)やFEM(有限要素法)による構造解析は計算負荷が極めて高い。</li> <li>量子コンピュータの影響</li> <li>古典コンピュータでは難しい大規模連立方程式の解法が高速化</li> <li>組み合わせ最適化による形状・材料設計の最適化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIで乱流・流体のデータを学習し、量子コンピュータで高速な解析と最適化を実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>航空機の空力最適化(次世代旅客機)</li> <li>電気自動車の形状最適化</li> <li>宇宙探査機の熱解析</li> </ul>
組み合わせ最適化(サプライチェーン・エネルギー管理・金融)	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常に大きい</li> <li>物流、サプライチェーン、交通ネットワーク最適化、発電計画など、組み合わせ最適化問題は計算量が爆発的に増大し、古典コンピュータでは解ききれない。</li> <li>量子コンピュータの影響</li> <li>量子アニーリングやゲート型量子コンピュータによって、組み合わせ最適化問題の計算速度が飛躍的に向上。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIを用いてデータ駆動の最適化を行い、量子コンピュータで最適解を探索。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力グリッドの最適化(GX×AI×量子)</li> <li>物流・生産計画の最適化</li> <li>金融リスク管理(ポートフォリオ最適化)</li> </ul>
量子機械学習(Quantum Machine Learning, QML)	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後次第(大きくなる可能性)</li> <li>AIモデルの学習には膨大なデータと計算資源が必要。</li> <li>量子コンピュータの影響</li> <li>量子ニューラルネットワーク(QNN)によるAIモデルの加速が期待される。</li> <li>量子カーネルメソッドによる特徴量抽出の精度向上。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>量子機械学習を活用した物理シミュレーションの精度向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高速なAI物理シミュレーション(流体・材料・創薬)</li> </ul>

## 今後の戦略

- AI Physicsは、量子コンピュータによる恩恵を最も受けやすい分野の一つである。
- 特に「創薬・材料」「組み合わせ最適化」「流体・構造解析」で革新が期待される。
- 半導体・バッテリー・創薬・GXの4大産業で応用し、日本独自の量子アルゴリズム開発することで量子AIの国際競争力を高める。
- 日本は「量子AI×シミュレーション」を国家戦略に据え、産総研・理研・大学・企業が共同で量子AIシミュレーション研究拠点を設立し、「AI Physics × 量子コンピュータ」を一体化した研究開発を推進。
- これを推進できれば、日本は「LLM(GPT-5)競争」に巻き込まれずに、「AI×量子×シミュレーション」という独自路線で世界の技術覇権を狙える。

日本の量子技術商業化を実現し国際競争力を高めるためには、単なる研究投資だけでなく海外企業との連携やライセンス契約などを積極的に活用し、不足している技術を取り込みつつ国内AI産業を強化し、量子コンピュータの恩恵を大規模に活かせるエコシステムを早急に整備する必要がある。

## 量子技術の商業化の促進 国際競争力の向上

- 日本の量子技術そのものの底上げが求められる。現在、国内には研究開発段階で量子技術に取り組む機関や企業がいくつか存在するものの、商業化に成功している企業はほとんどなく、スタートアップの数も極めて少ない。
- さらに、統合型の量子コンピューティングサービスを提供できる企業が存在せず、米国や中国に大きく後れを取っているのが現状である。
- この遅れを取り戻すためには、単に研究開発に多額の予算を投じるだけでは不十分であり、海外の先進企業と連携し、最適な技術や知見を積極的に取り込む戦略が不可欠である。
- そのため、日本に不足している技術的な強みを持つ企業を特定し、共同研究の推進、ジョイントベンチャー(JV)の設立、ライセンス契約の活用、さらには優れた技術を模倣し国内で開発を加速することが必要となる。
- これらの取り組みを通じて、量子技術の商業化を促進し、国際競争力を高めることが求められる。

## 国内でのAI産業の強化

- 量子コンピュータを経済的に活用するためには、国内のAI産業の強化が不可欠である。
- 仮に日本が量子コンピュータの開発に成功したとしても、それだけでは十分な経済的価値を生み出せない。量子コンピュータは、既存の計算基盤を大幅に強化する技術であり、その恩恵を最大限に享受できるのは、大規模な計算基盤を活用し、産業界に実用的なソリューションを提供できるAIを持つ国や企業である。
- しかし、日本はAIやデータ活用の分野で遅れを取っており、このままでは量子コンピュータのユースケースが限定的となり、その潜在的なメリットを十分に引き出せない。
- さらに、海外のAI技術に依存した場合、国内で獲得できる市場が大幅に縮小し、経済的なりターンも減少する可能性がある。
- そのため、日本独自のAI開発を推進し、国内でのAI産業の強化を最優先課題として取り組むべきである。

日本が大規模LLM路線に直接競り合うのではなく、産業データや研究基盤を活かして「Physics AI(物理学とAIの融合)」や「AI × 量子シミュレーション」という独自領域を戦略的に推進し、海外の先進企業との連携やライセンス契約を積極活用しながら国内AI産業を強化することで、世界市場で次世代の技術優位を確立できる可能性。

## AI競争における日本の方向性

- 日本が米中の生成AI競争に追従できるかどうかには大きな懸念がある。現状では、日本がこの分野で直接競争することは極めて困難であると考えられる。
- そのため、本プロジェクトでは、日本がAI分野で競争力を発揮できる領域と、提携可能性のあるプレイヤーを特定するための調査を行った。その結果、日本にとって最も有望な分野は「Physics AI(物理学とAIの融合)」であることが明らかになった。
- この分野は、日本の産業構造との親和性が極めて高い。なぜなら、研究開発に特化したAIは、大規模なLLM(生成AI)そのものよりも、企業が保有する膨大な研究開発データの解析精度によって優位性が決まるためである。
- つまり、AIの競争力は、企業が独自に持つ研究・製造・設計・解析データに依存し、それを活用できる環境を整えれば、大規模LLMに対しても十分な競争力を持つことが可能となる。

## 日本の競争優位性

- 国際的な競争環境を考慮すると、日本には独自のアドバンテージがある。
- 米国では企業が強すぎるため、業界全体の統合戦略が難しく、中東は資金力があるものの、AI開発に必要なデータが不足している。
- 一方で、中国はAIとデータの両方を持っているものの、日本が保有する産業データとは異なり、日本は特定の技術分野で独自のデータを持つ強みがある。
- この環境を活かせば、日本は「LLM(GPT-5)競争」に巻き込まれることなく、「AI × 量子 × シミュレーション」という独自の戦略を推進し、世界の技術覇権を狙うことができる。

## 日本の量子戦略

- まず、量子技術の商業化を加速するために、海外の先進企業と提携し、共同研究やJV設立、ライセンス契約を活用することで、技術導入を促進する必要がある。
- 次に、量子コンピュータの経済的活用を最大化するために、国内のAI産業を強化し、海外依存を減らすことが不可欠である。
- そして、日本がAI分野で競争力を持つためには、生成AIではなく「Physics AI」を戦略的に推進し、産業データを活用した競争力のあるAI基盤を構築することが求められる。
- 「AI × 量子 × シミュレーション」の融合によって、日本独自の技術基盤を確立し、世界市場での競争優位性を高めることで、日本は次世代の技術覇権を握る可能性を持つ。

# 量子コンピュータに係る主要プレイヤー

ユーザーが課題を提示し、ソフトウェアが解法を設計、ハードウェアが量子ビットを実装し、基盤が制御インフラを提供する。それぞれの役割が連携することで量子計算を実用化し、新たな価値とイノベーションを創出する。



金融、創薬、物流等が抱える産業課題の将来的な解決に向けて、アルゴリズム/ソフトウェア、ハードウェア、インフラ/制御システム基盤のそれぞれの分野で技術開発が進む。

CAGR — X — 市場規模  
(単位: \$億)

## 主要ユースケース/技術分野

<p>ユーザー (企業)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>金融 (リスク解析, ポートフォリオ最適化)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ リスク管理、高速トレーディング、クレジット分析</li> </ul> </li> <li>創薬・ヘルスケア (分子設計, 創薬支援)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 新薬候補探索、バイオインフォマティクス、治療最適化</li> </ul> </li> <li>製造・自動車・航空宇宙                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 部品設計最適化、サプライチェーン管理</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化学・素材                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 触媒開発、新素材設計、組成シミュレーション</li> </ul> </li> <li>物流・サプライチェーン                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ルート最適化、需給予測、在庫管理</li> </ul> </li> <li>エネルギー・石油ガス                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 掘削最適化、化学プロセス検証</li> </ul> </li> </ul>
<p>アルゴリズム/ソフトウェア (開発企業)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>システムソフトウェア (OS/フレームワーク)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 量子ビット管理、ジョブスケジューリング</li> </ul> </li> <li>開発ツール (SDK, コンパイラ, エミュレータ)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ アプリ開発者向けの統合環境、コンパイラ最適化</li> </ul> </li> <li>アルゴリズム/ライブラリ (最適化, シミュレーション)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 組合せ最適化、機械学習向け量子アルゴリズム</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>セキュリティ/暗号ソフト                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 量子耐性暗号、QKD管理ソフト、暗号鍵生成管理</li> </ul> </li> <li>専用アプリ(業界特化) (金融, 創薬, 物流等)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 業界課題に特化したUI/アルゴリズムパッケージ</li> </ul> </li> <li>量子クラウドプラットフォーム                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ クラウド上での量子実行環境、マルチハード接続</li> </ul> </li> </ul>
<p>ハードウェア (開発企業)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超伝導方式                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 超伝導ジョセフソン接合を用いた量子ビット</li> </ul> </li> <li>イオントラップ方式                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 荷電イオンを電磁場で捕捉し、レーザー制御で操作</li> </ul> </li> <li>フォトンクス(光量子)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 光子を使った量子ビット、光回路上でゲート操作</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中性原子                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 冷却・捕捉した原子配列を用いる量子ビット</li> </ul> </li> <li>半導体スピン (シリコンスピンなど)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 半導体中の電子スピンを量子ビットとして実装</li> </ul> </li> <li>トポロジカル量子ビット                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ トポロジカル現象を利用した量子ビット</li> </ul> </li> </ul>
<p>インフラ/制御システム基盤 (開発会社)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>制御電子回路                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ パルス生成、信号制御、RF電子回路、QPUへの指令</li> </ul> </li> <li>冷却・クライオジェニクス                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 超低温冷却装置、クライオスタット、断熱材・配線</li> </ul> </li> <li>計測・テスト装置                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 読出用増幅器、量子状態モニタリング機器、テスター</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>量子ネットワークインフラ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QKD装置、中継器、量子ネットワーク構築用ソリューション</li> </ul> </li> <li>クラウド接続・API基盤                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 量子ハードウェアとクラウドを繋ぐAPIゲートウェイ、運用管理</li> </ul> </li> </ul>

# 量子コンピュータ関連市場

量子コンピュータ関連の市場全体はまだ形成期であるが、高い成長率が見込まれている。特にユーザー活用やソフトウェア領域が40%近いCAGRで伸びる可能性を示唆するデータもあり、今後のユースケースの開拓によって大きく変動する。

CAGR — X — 市場規模  
(単位: \$億)



# 投資先のスクリーニングプロセス

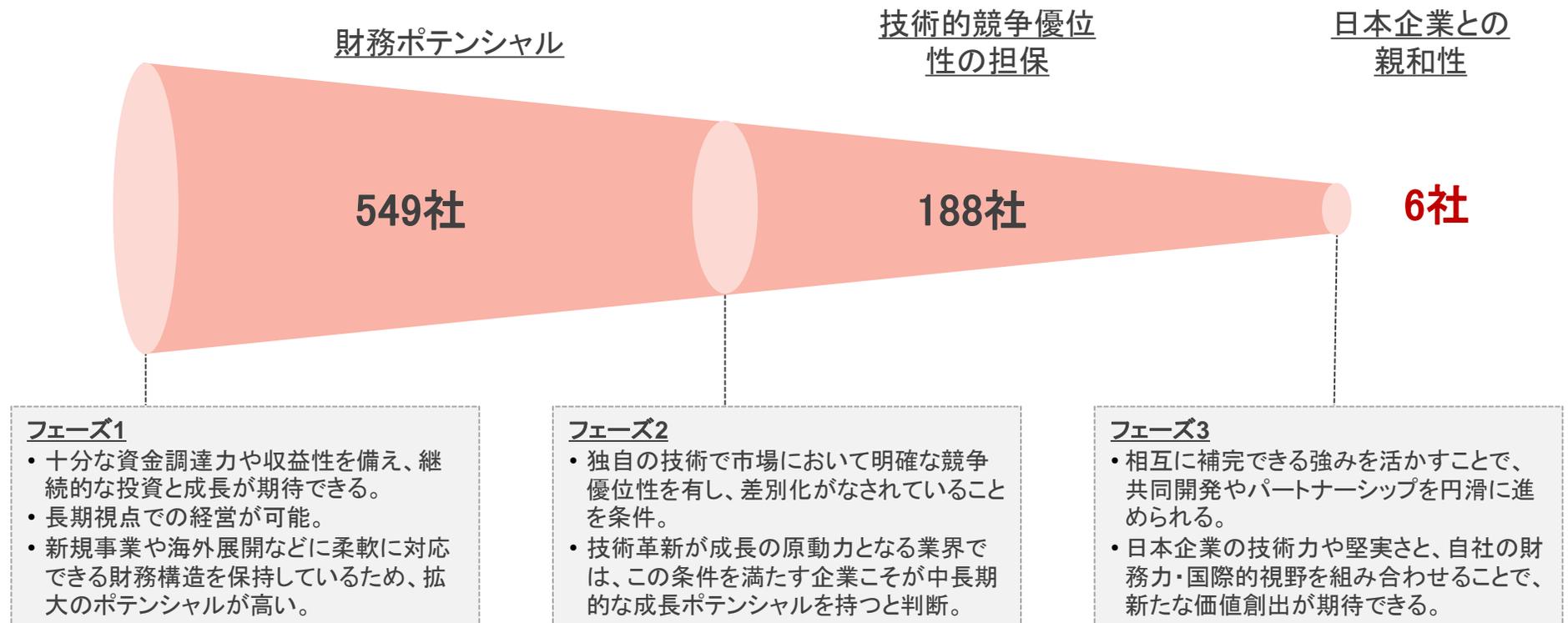
以下のスクリーニングプロセスに沿って投資先を選定した。(別途送付のエクセルご参照)

## 投資先のスクリーニングプロセス

以下の条件に該当するスタートアップを特定することを目的に、スクリーニングを実施した。

- 企業としての持続的な財務力
- 保有する技術に係る競争優位性
- 事業内容や経営スタイルを鑑みた日本企業との親和性

最初のスクリーニングとして、オープンソースおよび弊社の独自調査プラットフォームを活用し、候補を特定した。



# 量子コンピュータ: グローバルスタートアップ一覽

量子コンピュータスタートアップはグローバルで約550社。その中で、ユースケースごとに量子コンピュータの6区分を中心に、主要企業188社(売上・ステージを元に)を抽出。AI機械学習が最も資金調達額が高く、次いでサイバーセキュリティ、次世代製造が挙げられ、投資家の期待値が表れている。(別途送付のエクセルご参照)



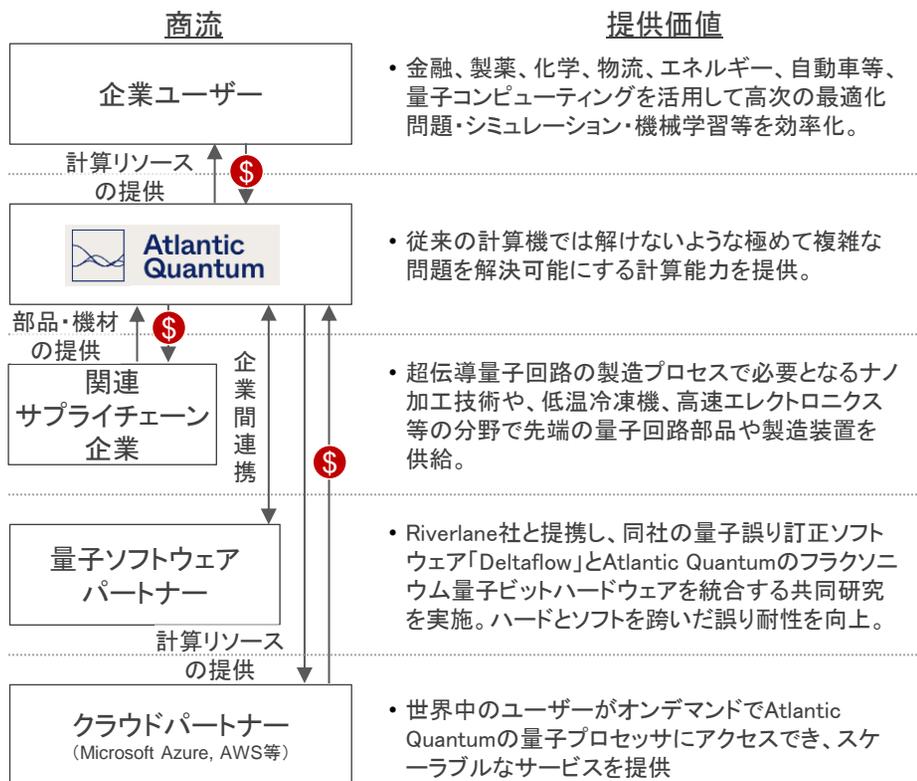
経済性、技術的優位性に基づき優先順位を付け、有望な量子コンピュータスタートアップを抽出(別途送付のエクセルご参照)。

Rank	Score	Companies	Segment	Subsegment 1	Subsegment 2	Description
1	300	PsiQuantum	Advanced Manufacturing	Information Technology	Hardware Developers	Operator of a quantum computing company intended to build and deploy functional quantum computers. The company focuses on creating large-scale, fault-tolerant systems that leverage existing infrastructure, enabling researchers and industries to tackle complex problems and drive advancements in various fields through enhanced computational capabilities.
2	290	IonQ (NYSE: IONQ)	Manufacturing, TMT	Information Technology	Hardware Developers	IonQ Inc sells access to several quantum computers of various qubit capacities and is in the process of researching and developing technologies for quantum computers with increasing computational capabilities. The company currently makes access to its quantum computers available via cloud platforms and also to select customers via its own cloud service. This cloud-based approach enables the broad availability of quantum-computing-as-a-service (QCaaS). The company derives its revenue from its quantum-computing-as-a-service arrangements, consulting services related to co-developing algorithms on company's quantum computing systems, and contracts associated with the design, development, and construction of specialized quantum computing systems together with related services.
3	288	Quantinuum		Information Technology	Hardware Developers	Operator of a technology company intended for the development, commercialization, and application of quantum computing. The company offers quantum hardware that provides scalability and precision through trapped-ion technology and developer toolkits to write, optimize, and execute programs to democratize access, enabling industries and researchers to achieve breakthroughs, improve operational capabilities, and stay at the forefront of innovation in their respective fields.
4	266	Rigetti Computing (NASDAQ: RGTI)	Big Data, TMT	Information Technology	Hardware Developers	Rigetti Computing Inc is engaged in the business of full-stack quantum computing. Its proprietary quantum-classical infrastructure provides ultra-low latency integration with public and private clouds for high-performance practical quantum computing. The company has developed the industry's first multi-chip quantum processor for scalable quantum computing systems. Geographically, it derives a majority of its revenue from the United States.
5	258	IQM		Information Technology	Hardware Developers	Developer of advanced quantum computing technologies intended to enhance computational capabilities for various industries. The company's platform integrates superconducting qubits and offers tailored services for research institutions and enterprises, enabling organizations to tackle complex problems efficiently while advancing their understanding of quantum mechanics and its practical applications in real-world scenarios.
7	238	Quantum Machines		Information Technology	Infrastructure and Control System Providers	Manufacturer of quantum control systems designed to build quantum orchestration. The company's hardware translates quantum algorithms into pulse sequences with ultra-low latency feedback loops all under room temperature, enabling researchers to boost productivity and innovation.
8	234	Pasqal	Artificial Intelligence & Machine Learning	Information Technology	Hardware Developers	Developer of full-stack quantum computing technology designed to simulate complex phenomena for scientific discovery. The company's technology is based on qubits made of neutral atoms arranged in large two-dimensional and three-dimensional arrays that can perform analog computing and address general problems such as optimization, drug discovery, and machine learning, enabling organizations to address general problems in the fields of optimization of quantum programming.
9	222	Oxford Quantum Circuits	TMT	Information Technology	Hardware Developers	Developer of quantum computing technology designed to assist in solving challenges like climate change and new drug discoveries. The company's technology is used for the development of unique superconducting circuits that are required for the purpose of quantum computation whilst maintaining qubit quality and control in order to reach a commercially useful level of processing power, enabling companies to employ superconducting circuits to develop quantum computers.
10	206	Xanadu	Artificial Intelligence & Machine Learning, CloudTech & DevOps	Information Technology	Hardware Developers	Operator of a quantum photonic platform intended to build computers that are useful and available to people everywhere. The company's platform leverages advanced artificial intelligence to integrate quantum silicon photonic chips into existing hardware in order to create a full-stack quantum computer, enabling clients to receive a quantum technology-based computing facility using a photonic cluster state technology and solve business problems easily.
11	206	Q-CTRL	Artificial Intelligence & Machine Learning, SaaS	Information Technology	Infrastructure and Control System Providers	Developer of a quantum computing technology designed to overcome fundamental challenges in the field of hardware error and instability. The company's technology uses a new generation of quantum sensors to integrate performance-management software with superconducting and silicon-based platforms to deliver unprecedented capabilities to end users, enabling users to deliver quality performance error-correcting and suppressing techniques globally and to quickly learn quantum computing.
12	202	D-Wave (NYSE: QBTS)	Cybersecurity, E-Commerce, FinTech, Life Sciences, Manufacturing	Information Technology	Hardware Developers	D-Wave Quantum Inc is in the development and delivery of quantum computing systems, software, and services, and it is the commercial supplier of quantum computers and the only company building both annealing quantum computers and gate-model quantum computers. The Company's mission is to unlock the power of quantum computing today to benefit business and society. It delivers customer value with practical quantum applications for problems as diverse as logistics, artificial intelligence, materials sciences, drug discovery, scheduling, cybersecurity, fault detection, and financial modeling. Its annealing quantum computers are accessible through the Company's Leap™ cloud service.
13	198	Infleqtion	Artificial Intelligence & Machine Learning, Infrastructure, SaaS	Information Technology	Hardware Developers	Developer of atom-based quantum technologies intended to enhance sensing and computing capabilities across various industries. The company's software-configured, quantum-enabled, and accelerated quantum computing generates information streams for commercial organizations, enabling clients to learn, research, and develop while exploring their quantum matter innovations.
14	168	QuantumCTek (SHG: 688027)		Information Technology	Hardware Developers	Quantumctek Co Ltd is engaged in production, sales and technical services of quantum communication products. The company's products include Quantum-secure Communication Network Core Equipment; Quantum-secure Application Products; Operating System Software; Core Components; and Teaching Systems & Scientific Instruments. Its solutions, products, and services are used in government, financial and energy industry, ensuring long term quantum safety to numerous users.
16	166	Terra Quantum	Artificial Intelligence & Machine Learning, Big Data, Cybersecurity, SaaS	Information Technology	Algorithm/Software Developers	Developer of a hybrid quantum algorithm intended to solve a linear system of equations. The company's algorithm addresses the fundamental questions of quantum physics and their manifestations in the world based on quantum computing to build quantum technology for a better future by breaking down the barriers between science and industry and laying the foundation of a real quantum tech ecosystem and value chain to leveraging hybrid quantum computing and with exponential speedup that utilizes quantum phase estimation, enabling companies in various industries to transform every corner of modern technology.
17	152	Quantum Circuits	Manufacturing	Information Technology	Hardware Developers	Developer of quantum computers intended to accelerate research and enable the scaling of quantum computing. The company's computers are superconducting devices that include a quantum circuit model for quantum computation with an error correction system, enabling clients to make error-free computations through solid-state quantum bits, or qubits.
18	134	Zhejiang Quantum Technologies	Cybersecurity	Business Products and Services (B2B)	Hardware Developers	Developer of quantum technology and quantum security encryption products and applications for quantum field. Based on quantum technologies, the company's quantum network infrastructure products, quantum security encryption products and overall solutions are used in quantum government affairs, quantum transportation, quantum public security, quantum finance, quantum energy and other fields, providing customers with quantum security application solutions.
19	104	Atom Computing	CloudTech & DevOps, Nanotechnology	Information Technology	Hardware Developers	Developer of quantum computers designed to provide a path toward scalable quantum technology and solve problems beyond the reach of traditional computers. The company's computers are built using individually controlled atoms that can be controlled, scaled, and stabilized optically, enabling quantum engineers and researchers to efficiently perform quantum calculations in the fields of drug design, computational chemistry, and general computing.

# Atlantic Quantum事業概要

Atlantic Quantumは超伝導量子ビットの短いコヒーレンス時間を克服し、大規模化に向けたハード・ソフト一体のサービス(QaaS)モデルで収益化を狙うスタートアップである。

## ビジネスモデル



• 企業ユーザーは、Atlantic Quantumから量子計算資源を利用する対価として利用料を支払う。QCaaSモデルではユーザーが直接Atlantic Quantumと契約し、月額サブスクリプション料や実行した量子計算時間に応じた従量課金料を支払う。

• 企業間の共同研究契約においては、提携先の企業がAtlantic Quantumに研究開発費用を支払う形で金銭が流れます。例えば製造業やIT企業が自社課題の解決を目的にAtlantic QuantumとR&D提携を結ぶ際、プロジェクト契約にもつきマイルストーン毎や成果物提出時に所定の金額を支払う。

## 会社概要

Atlantic Quantumは米国ボストンを拠点に、超伝導方式の量子コンピューターを開発するスタートアップ。MITの研究グループを母体にしており、高コヒーレンスの超伝導量子ビット設計を追求している。従来の超伝導アーキテクチャでは課題となる量子ビットの短いコヒーレンス時間を大幅に改善し、大規模化に向けた基盤づくりを目指している。フラクソニウム量子ビット設計を採用し、GoogleやIBMより高いエラー低減率を実現

## 主要投資企業

- U.S. Department of Energy
- Blindspot Ventures
- MassVentures
- Neotribe Ventures
- Chalmers Ventures
- Intel Ignite
- E14 Fund
- Engine Ventures
- Future Labs Capital
- Glasswing Ventures
- Tulco
- US Innovative Technology Fund

大学の最先端理論をダイレクトに実装しつつ高コヒーレンスを狙う意欲的スタートアップであり、世界最高峰のエラー低減率を達成。大手との性能競争を勝ち抜けるかはこれからの成果次第。

## 技術の革新性

- Atlantic Quantumは、超伝導量子ビットの中で過去最低のエラー率を達成したと報告されている。特に、GoogleのSycamoreプロセッサの99.7%精度よりも高く、エラー低減技術において業界の最先端に位置。
- コヒーレンス時間延長や高いゲート忠実度を狙うため、デバイス物理から制御回路まで総合的に見直すアプローチが先進的。
- 電荷駆動と磁束駆動を組み合わせることで、従来のトランズモン量子ビットよりも不要な相互作用を削減
- ただし超伝導方式はIBMやGoogleなど資金力の大きな競合も多く、Atlantic Quantumだけが唯一無二の技術を独占しているわけではない。

+

## 他国の技術との比較

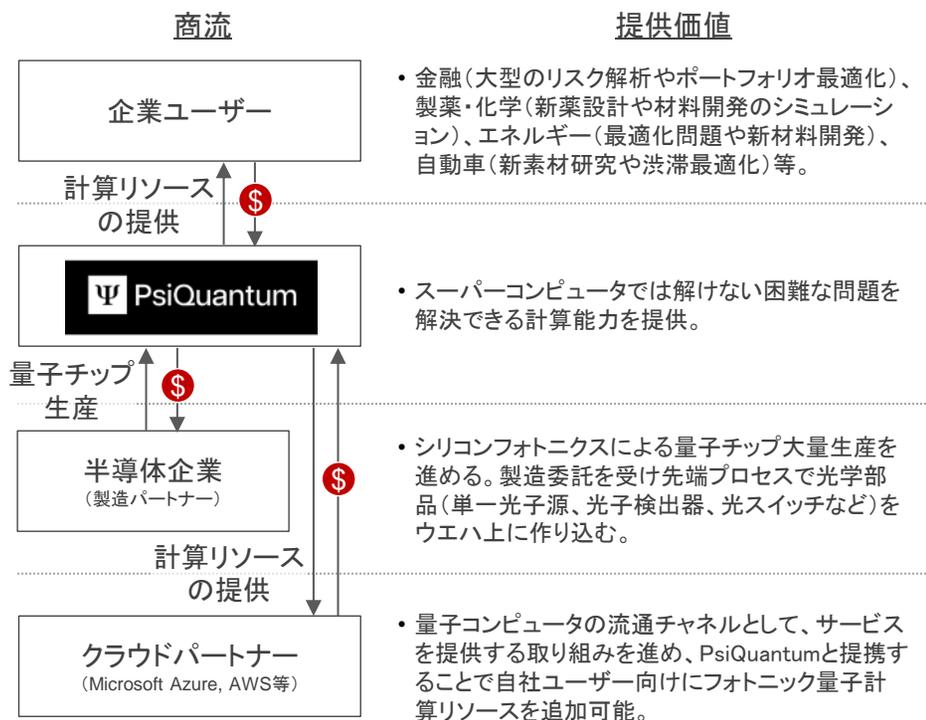
- 超伝導量子コンピューターの開発は米国を中心に激しいレースが進み、欧州 (IQM、Oxford Quantum Circuitsなど) や日本でも研究が盛ん。
- MITの研究によると、2量子ビットゲートの正確性は99.9%以上、単一量子ビットゲートは99.99%と非常に高い精度を誇る。これは、GoogleやIBMが使用するトランズモン量子ビットのエラー率(一般的に99.5~99.8%程度)よりも低く、現在の超伝導量子技術の中で最も高いパフォーマンスを示している。
- 日本にも超伝導量子ビット研究はあるが、ここまで大学スピンアウトのスタートアップが大規模商業化を狙う例はまだ少ない。
- 競合が非常に多い領域とはいえ、大学発ならではの先進設計や制御理論を早期に実機化できれば差別化の余地は十分。

## 総合評価

- 既にエラー低減率ではGoogleやIBMの量子コンピューターを凌駕する結果が出るなど、大学発スピンアウトとして研究成果とビジネス化のシームレスな連携が強みで、まだ初期段階ながら将来性は高い。
- 一方、超伝導方式の高コヒーレンス化を大きく進めようとする意欲は革新的であるものの、米国の大手・先行スタートアップとの競争は熾烈
- 日本には同規模で同じビジネススピードを打ち出す超伝導量子コンピューター企業が少なく、新規性は大きい。
- 学術研究の最先端を商業レベルで素早く実装し、高コヒーレンスの超伝導量子ビットを開発する意欲的プレーヤー。ただし大手との性能争いに勝てるかは今後の成果次第。

PsiQuantumはフォトニクス技術を軸に量子コンピュータを大規模製造し、クラウド事業者や半導体パートナーと協業するエコシステムを構築することで、企業や政府等の高度計算ニーズに応えるビジネスモデルを実現している。

## ビジネスモデル



## 会社概要

PsiQuantumは、光(フォトニクス)を用いた量子コンピュータを開発するアメリカ拠点のスタートアップ。超伝導方式やイオントラップ方式が主流となる中、光子ベースで大規模かつエラー耐性を備えた量子コンピュータを実現しようとしている。TSMCなどの大手半導体企業との連携を通じ、製造プロセスをスケールアップしながら「100万量子ビット級」を目標に掲げる点が特徴。

## 主要投資企業

- Bossa Invest
- Export Finance Australia
- Government of Queensland
- DiversiFi Capital
- Ben Jen Holdings
- Blackbird Ventures
- Blackrock Innovation Capital Group
- DFi Ventures
- Gammite Ventures
- imec.xpand
- Metaplanet Holdings
- Open Field Capital
- Scale-Up (Venture Capital)
- SevenTrainVentures
- TEL Venture Capital
- Temasek Holdings
- Third Point Ventures
- Tribeca Early Stage Partners
- West Coast Equity Partners
- etc.

- 企業ユーザーは、PsiQuantumの量子計算サービス利用料やハードウェア購入費用を支払う。直接ハードを購入する場合、契約に基づきまとまった機器代を支払う。
- (1)クラウド事業者が量子計算機を購入またはリースし、自社データセンターに設置するケースでは、クラウド事業者からPsiQuantumへの機器購入費・リース料の支払いが発生。(2)PsiQuantumが自社所有の量子計算機をクラウド事業者のプラットフォーム経由でサービス提供するケースでは、最終顧客からクラウド事業者を支払われた利用料金の中からレベニューシェアとして支払いが発生。
- PsiQuantumは自社の量子チップ製造・部品調達のため、契約した半導体企業に製造費用を支払う。発注したウエハ枚数やチップ数量に応じて支払いが発生。

フォトン方式で大規模エラー訂正を目指すという技術的革新性と、巨額資金・量産パートナーシップを軸に世界で先行するビジネス展開が、PsiQuantumの強みとして際立っている。

## 技術の革新性

- 光子(フォニック)方式は熱雑音や超低温環境の制約をある程度回避でき、理論上は大規模化に向いているとされる。
- エラー訂正を組み込みながら、実装可能なハードウェアを一貫して開発する姿勢が先進的。
- 従来の量子コンピュータが数百～数千ビットの実機にとどまる一方、100万ビットクラスの商業化を目標にしている野心度が高い。
- 巨大資金調達を背景に、製造インフラや人材を大規模に投下できる点も強み。ただし実現ハードルは極めて高く、まだ本格デモは先の段階。

+

## 他国の技術との比較

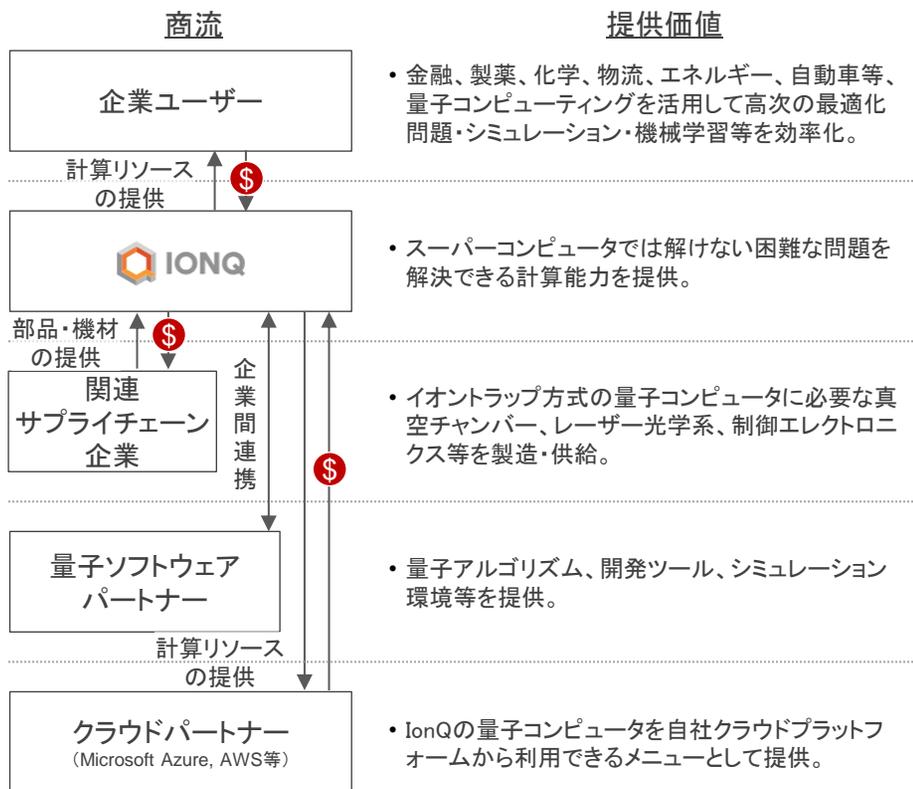
- 量子コンピュータ開発では米国やカナダ、欧州、日本、中国などがしのぎを削っており、超伝導方式(IBM、Google)やイオントラップ方式(IonQ、Alpine Quantum Technologiesなど)が比較的先行。
- フォトン量子計算はXanadu(カナダ)やQuiX Quantum(欧州)なども手がけるが、PsiQuantumほど大規模化を狙う企業は限られる。
- 日本にもフォトン系の量子計算研究はあるが、民間ベースでPsiQuantumに匹敵する投資・量産プロセスはまだ少ない。

## 総合評価

- フォトン型量子コンピュータを本格的に“高ビット数・エラー耐性付き”で実現しようとする点で、技術・ビジネスモデルの両面で革新的。
- 超先端領域ゆえに競合も数社しかおらず、PsiQuantumの大資金投入や生産パートナーシップは群を抜いている。
- 実際に量産スケールのハードウェアを立ち上げられるかどうかは未知数だが、成功すれば他国・他方式には真似しにくい優位性を獲得する可能性が高い。
- 現状、日本には同規模でフォニック量子計算を量産しようとする事業例がほぼなく、PsiQuantumのアプローチには十分な新規性が感じられる。

IonQはイオントラップ方式の量子計算機をクラウドや共同研究を通じて多様な産業に提供し、関連サプライチェーンやソフトウェア企業と連携してエコシステムを築くことで収益化を図る。

## ビジネスモデル



• 企業がIonQと直接契約で量子リソースを利用するケースでは、企業が直接利用料やプロジェクト費用を支払う。クラウド事業者は、エンドユーザーから徴収した利用料金の一部をレベニューシェアとしてIonQに支払う(時間課金、タスク課金等)。

• ソフトウェア企業がIonQのハードウェア向け開発環境を利用し、共同でソリューションを提供する際、導入費やライセンス料を分配。特定のソフトウェアスタックをIonQがライセンス供与する場合はIonQからソフトウェア企業へのロイヤリティ、あるいは逆にソフトウェア企業からIonQへの接続利用料といった形で金銭が動く場合もあり得る。

## 会社概要

IonQ (NYSE: IONQ) はアメリカ拠点で、イオントラップ方式の量子コンピュータを開発・提供する企業。超伝導方式やフォトニクス方式が注目されるなか、原子イオンを電磁的に制御する手法で高精度かつエラー耐性のある量子演算を実現しようとしている。大学の研究成果を出発点に、クラウドプラットフォーム(AWS、Azureなど)で量子コンピューティングを提供する形で事業を拡大し、NASDAQ上場も果たしている。

## 主要投資企業

- Breakthrough Energy
- dMY Technology Group III
- Fidelity Management & Research Company
- Hyundai Motor
- Kia
- Marc Benioff
- MSD Partners
- Silver Lake
- TIME Ventures
- Walden Catalyst
- Invus Opportunities
- SoftBank Investment Advisers
- ACME Capital
- A&E Investments
- Airbus Ventures
- Amazon Web Services
- Bosch Ventures
- Conconi Growth Partners
- Correlation Ventures
- etc.

クラウド提供や大規模投資を背景にイオントラップ方式の実用化を急ぐ動きが注目される一方で、エラー訂正や大規模化はまだ道半ばであり、超伝導・フォトニクス方式との激しい競争と並行してトップレベルに到達できるかが焦点。

## 技術の革新性

- イオントラップは自然の同一性を持つイオンを使うため、量子ビットの一貫性と高忠実度が期待できる。
- レーザー光による操作と測定を駆使し、ゲートエラー率やコヒーレンス時間の課題を克服していくアプローチが先進的。
- 大学研究ベースの技術を事業化しつつ、クラウド経由で利用を拡大している点がユニーク(開発者が実機にアクセスしやすい)。
- ただし量子ビット数の大規模化はまだ道半ばで、今後のエラー訂正や拡張手法の進捗が勝負どころ。

+

## 他国の技術との比較

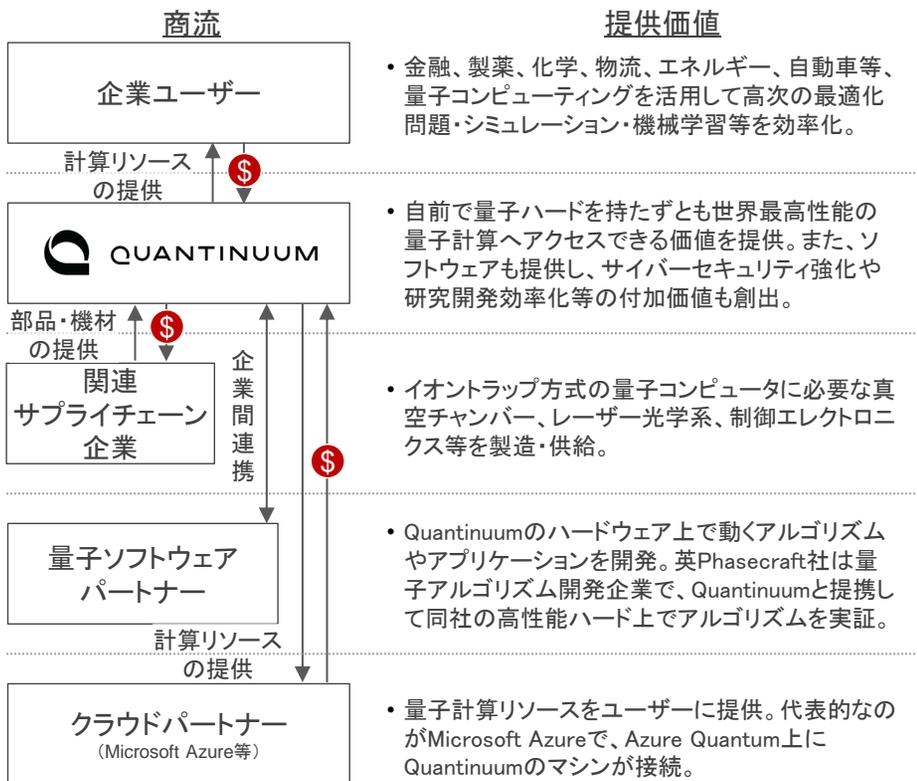
- 量子コンピュータ開発はアメリカを中心にIBM、Google、Rigettiなどが超伝導方式をリードし、IonQはイオントラップ方式を先頭で進める代表格。
- 欧州にもイオントラップ系のスタートアップが複数あるが、IonQはクラウド提供や提携の幅広さでリードしている印象。
- 日本は量子コンピュータの研究が盛んだが、イオントラップ技術をここまで商業レベルで押し出している企業は少なく、IonQほどの大規模投資例もまだ見受けられない。
- 競合に比べてゲート精度の高さで評価されているが、超伝導・フォトニクス勢と比較しながら大規模化を目指すレースが続いている状況。

## 総合評価

- イオントラップ方式で先行する企業の一つとして、クラウド経由の提供や投資規模の面で非常に革新的。
- 今後の量子ビット数拡張とエラー訂正技術の確立に成功すれば、業界トップクラスのポジションを強固にできる可能性が高い。
- ただし超伝導方式やフォトニクス方式など、他方式も猛スピードで研究・実用化を進めており、覇権確立にはまだ時間がかかる。
- 日本国内で同規模のイオントラップ量子コンピュータ企業は限られ、新規性と先端感は十分大きい。

Quantinumはハードウェア(イオントラップ式)と量子ソフトウェア(暗号・アルゴリズム開発など)を一体で提供し、クラウドやオンプレ導入を通じて多様な産業に量子技術を展開するビジネスモデルを、サプライチェーンやソフトウェアパートナー、クラウド事業者とのエコシステムで支えている。

## ビジネスモデル



## 会社概要

QuantinumはHoneywellの量子コンピュータ部門とCambridge Quantumが合併して誕生した企業。トラップイオンをベースとする量子ハードウェア(旧Honeywell Quantum Solutions)と、量子ソフトウェアや量子暗号・量子化学ツール(旧Cambridge Quantum)を統合し、ハード・ソフト両面から包括的な量子ソリューションを提供。物理実装の精度が高いとされるイオントラップ方式と、量子アルゴリズムや量子乱数生成などのソフトウェア分野の強みを掛け合わせ、グローバルに事業を拡大している。

## 主要投資企業

- Amgen
- Continuum Capital Managers
- JP Morgan Chase
- Mitsui & Company
- 2xN
- IBM Ventures
- Serendipity Capital
- Cambridge Quantum Computing
- Honeywell

## 備考

- ハード提供以外に、ソフトウェア単体でも収益を得ている。代表例がQuantum Origin(量子乱数鍵サービス)の提供で、これはサブスクリプション型のライセンスモデル。また量子化学ソフトInQuantoは製薬・素材メーカーにライセンス提供され、利用者は年間ライセンス料やサポート費用を支払う。ソフトウェア収益は、単体のライセンス契約(ユーザー数や期間に応じた契約)か、ハード利用契約に付随する形(例: 量子ハードの利用契約にソフト利用権をバンドル)で発生。

- 量子ハードウェアをクラウド上で時間貸しするサービスモデル。ユーザーはAzure QuantumやNexusを通じて量子計算機にジョブを投げ、その利用量に応じて料金を支払う。料金形態は従量課金制とサブスクリプション制がある。Azureの場合Microsoftとの間で収益分配契約を結び、ユーザーからの利用料の一部がQuantinumに支払われる。自社Nexus経由の場合、Quantinumとエンドユーザー間で直接利用契約を結ぶ。
- 量子計算機そのものを顧客先に設置し、利用料や契約料を得るビジネスもある。

ハードウェア(イオントラップ)とソフトウェア(量子アルゴリズム等)を一体で開発・提供する意欲的モデルが特徴で、大規模化が進めば高い競争力を確立できるものの、コストやスケールアップの課題克服が鍵となっている。

## 技術の革新性

- トラップイオン方式の高忠実度ゲートや長いコヒーレンス時間を活かし、エラー耐性の高い量子システムを志向。
- ソフトウェア面での先進的な取り組み(量子機械学習、量子暗号、量子化学など)を同時に進め、一気通貫でアプリケーション開発を行える点がユニーク。
- 複数の量子プラットフォームと連携しやすいソフトウェアスタックを整備し、ユーザーがクラウド上で量子計算実験を簡単に行えるように設計。
- まだ規模拡張やコスト課題は残るものの、ハードとソフトが一体化した企業としては数少ない例。

+

## 他国の技術との比較

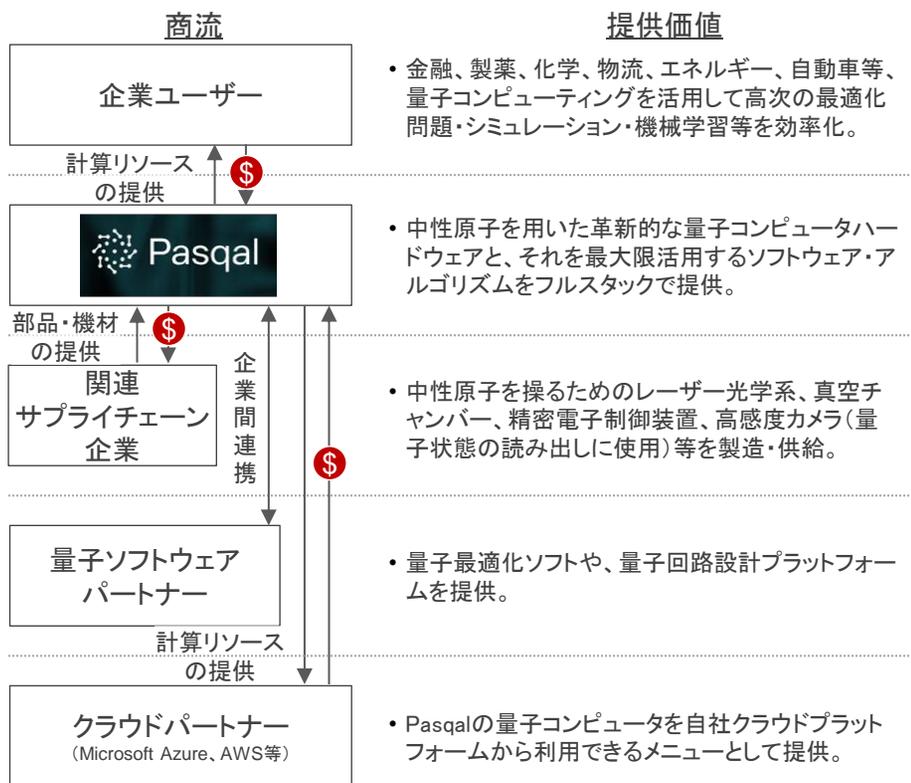
- イオントラップ方式のハードウェアを独自に開発しつつ、量子ソフトウェアのポートフォリオを広くカバーする統合型企業はあまり多くない(IonQやAlpine Quantum Technologiesなどはハード中心、量子ソフト単独で展開する企業も多い)。
- 超伝導方式が優勢な米国勢(IBM、Googleなど)に対して、Quantinumは違う物理実装で勝負している点が競争力の要。
- 欧州や日本にも量子コンピューティング研究は盛んだが、商業化で大手企業の両技術を合体させたケースはめずらしく、Quantinumのようなスケール感はまだ少ない。

## 総合評価

- ハードウェア(イオントラップ)とソフトウェア(量子アルゴリズム、暗号化技術など)を統合し、量子コンピューティング産業のバリューチェーンを包括する意欲的プレーヤー。
- ハード単体、ソフト単体のスタートアップが多い中、両面を融合してビジネス展開するモデルは先端的で、革新的と評価できる。
- 量子ビット数のスケールアップや実際の産業応用事例の拡大が進めば、業界のトップ層に位置づけられる可能性が十分にある。
- 日本に同様の“ハード×ソフト”統合型量子企業はほぼ見当たらず、Quantinumのアプローチは新規性とリード感が高い。

Pasqalは中性原子方式の量子コンピュータを自社クラウドやオンプレで提供し、レーザー光学や真空チャンバーといったサプライチェーンを含むエコシステムを構築しながら、量子アルゴリズム開発ソフトやシミュレーションソフトを組み合わせで多様な産業ニーズへ対応する。

## ビジネスモデル



- 最も直接的な収益源は量子コンピュータ装置の販売・納入契約。ユーザーはPasqalから量子計算ハードを購入。契約形態は装置の購入契約やリース契約等様々。
- クラウド提供モデルでは、不特定多数の研究者や企業が小口から利用できるため、Pasqalにとって継続的・累積的な収入源となる。
- 量子化学シミュレーション向けのソフトウェア「QUBEC」や、組合せ最適化問題を解くアルゴリズム群、Pulser等の開発者向けツールを企業にライセンス提供したり、クラウド上でサービスとして利用させたりすることで収益化。

## 会社概要

Pasqalはフランスを拠点とする量子コンピュータ開発企業で、レーザー光で捕捉した「中性原子(Rydberg原子)」のアレイをベースにした量子プロセッサを提供。超伝導方式やイオントラップ方式と異なり、中性原子を2次元または3次元に整列させてゲート操作を行うアプローチを採用。高いスケラビリティや柔軟な配置が可能とされ、量子シミュレーションの分野で注目されている。中性原子方式の最先端企業の一つで、大規模量子シミュレーション・計算の実現に向けてヨーロッパをリードする存在。

## 主要投資企業

- CMA CGM
  - Early Capital Group
  - Kerna Ventures
  - La French Tech
  - Capgemini
  - Defense Innovation Fund
  - Green Sands Equity
  - Temasek Holdings
  - Wa'ed Ventures
  - Positron Ventures
  - Bpifrance
  - Daphni
  - Diehl Stiftung
  - Eni Next
  - Runa Capital
  - European Innovation Council Fund
  - Université Paris-Saclay
  - ISAI
- etc.

中性原子方式は熱雑音回避やスケールアップのしやすさなど独自の強みを持ち、欧州の研究基盤と大規模資金調達を活かした急速な商業化が期待される一方で、依然として超伝導やイオントラップ方式と競合する状況であり、実用化までのスピードと安定性が鍵となる。

## 技術の革新性

- 中性原子をレーザーで捕捉・操作する技術は、熱雑音に強く、スケールアップしやすいと期待される。
- 量子ゲートだけでなく、物質の相転移や量子多体系シミュレーションなどで応用可能な「アナログ量子シミュレータ」としても独自性が高い。
- 欧州を中心に研究が進んできた方式であり、Pasqalは学術成果を商業化する代表プレイヤーの一つ。
- ただし米国にはQuEra、GoldQuantaなど、中性原子を使う競合スタートアップも存在するため、完全なオンリーワンではない。

+

## 他国の技術との比較

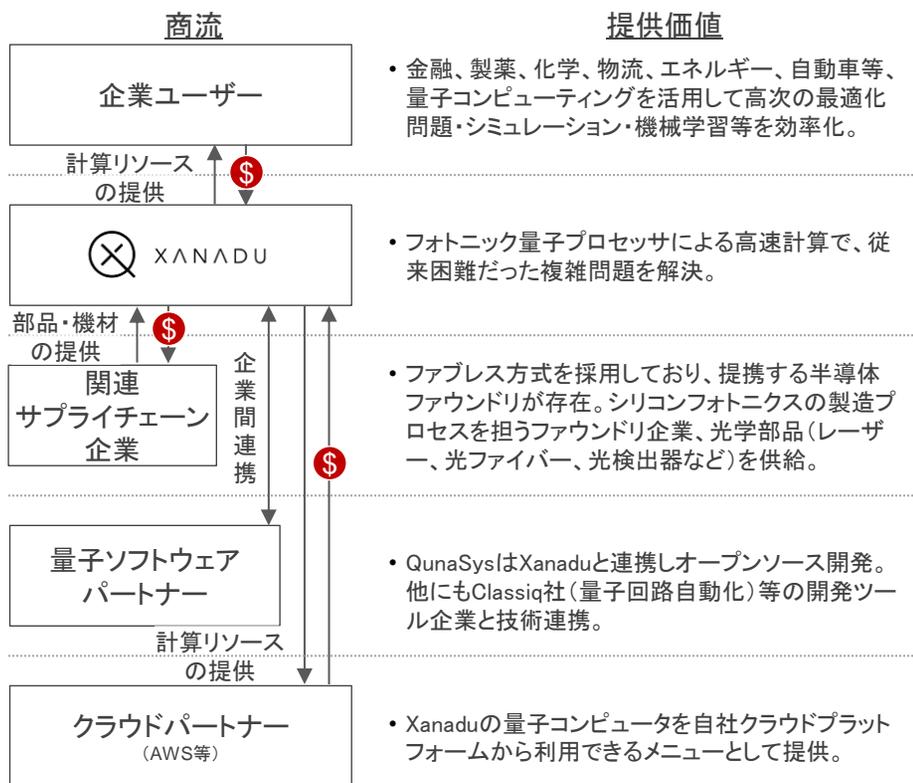
- 量子コンピュータ開発は米国勢が超伝導方式 (IBM, Googleなど) やイオントラップ方式 (IonQなど) で大きく先行してきたが、中性原子方式はここ数年注目度が急上昇。
- Pasqalはヨーロッパ最大級の資金調達と研究機関との強いつながりを武器に、中性原子技術の商業化を加速。
- 日本でも中性原子に関する研究はあるが、Pasqalのように商業ベースで大規模展開を狙う企業はまだ少ない。
- 同領域の先行企業として米国のQuEraがあり、両社はスケラビリティと実用化の速度でしのぎを削っている状態。

## 総合評価

- 従来とは異なる物理実装 (中性原子 × Rydberg状態) を商業化し、量子シミュレーションからゲート型計算まで幅広く狙うという点で十分革新的。
- 競合は存在するが、欧州の量子エコシステムを背景に開発リソースと研究実績を蓄積しており、先行感は大い。
- 日本から見ると、中性原子を使った大規模商業化プロジェクトはまだ珍しく、Pasqalのモデルは新規性が高い。

Xanaduはフォトニクス方式の量子ハードとオープンソースソフトを軸にクラウド経由の従量課金と共同研究で収益化しつつ、サプライチェーン企業との協業で大規模化を狙うビジネスモデルを展開している。

## ビジネスモデル



• 自社クラウド上で量子計算機リソースを提供し、その従量課金料金が主な収益源。実際、研究者や企業がXanaduのクラウドを介して量子計算を試用しており、そうしたユーザーからクラウド利用料として数百万ドル規模の収益を既に上げている。

• 企業や政府と共同でプロジェクトを行い、その契約金が収益となる。実例として、Rolls-Royce社との共同研究では量子アルゴリズム開発の契約関係にあり、研究資金の拠出を受けている。

## 会社概要

Xanaduはカナダのトロントを拠点とする量子コンピュータ企業で、フォトニック(光量子)方式の開発をメインに進めている。光子を用いた量子プロセッサのハードウェア面と、オープンソースの量子ソフトウェアライブラリ「PennyLane」をはじめとするソフトウェア面を展開。光量子コンピュータは熱雑音に強い、常温動作の可能性が高いなどの特長をアピールしつつ、大規模化とエラー耐性の向上を目指している。オープンソースソフトウェアとフォトニック量子ハードの二軸展開で特異なポジションを築き、光量子方式での大規模ユニバーサル計算を牽引し得る企業。

## 主要投資企業

- Government of Canada
- University of Toronto
- Alumni Ventures
- Pegasus Tech Ventures
- Porsche Automobil Holding
- The UTEST Program
- Bessemer Venture Partners
- Capricorn Investment Group
- In-Q-Tel
- Tiger Global Management
- Sustainable Development Technology Canada
- Georgian
- Radical Ventures
- SVB Financial Group
- Timothy Draper
- BDC Capital
- Golden Ventures
- etc.

ソフトウェア(PennyLane)とハードウェアの両面を早期からクラウド提供で統合し、ユーザーコミュニティを育てつつフォトリニア量子コンピュータの商業化を急ぐ独自路線が際立つ一方で、大規模化やエラー訂正の面で他方式や同業フォトニック企業との競争が今後の焦点となる。

## 技術の革新性

- フォトリニアに特化した量子ハードウェアを商業化しようとしているスタートアップの中でも、比較的早い段階からプロトタイプを公開し、クラウドアクセスを提供。
- ソフトウェアライブラリのPennyLaneは量子マシンラーニングやハイブリッド量子古典計算を容易にする仕組みとして注目され、エコシステム形成に寄与。
- 量子誤り訂正を実装するための光子モジュール設計や研究を進めており、フォトニック方式でも本格的なユニバーサル量子コンピュータを狙う野心度が高い。
- ただしフォトニック量子計算は他にもPsiQuantumなど大規模資金を得た競合があり、Xanaduが唯一無二の技術を独占しているわけではない。

+

## 他国の技術との比較

- フォトリニア方式はアメリカのPsiQuantumやイギリスのORCA Computingなどが注力しており、超伝導やイオントラップよりは開発企業が少ないものの競合は存在。
- Xanaduはオープンソースソフトウェア(PennyLane)のコミュニティを育てている点と、早期のクラウド提供で利用者を増やす戦略が特徴。
- 日本でも光子を用いた量子計算の研究はあるが、Xanaduほど包括的にハードウェアとソフトウェアを統合した商業ベンチャーはまだ限られる。
- 大学や大手企業中心の研究が多い日本に対し、スタートアップがエコシステムを引っ張るカナダの事例は明確に違いがある。

## 総合評価

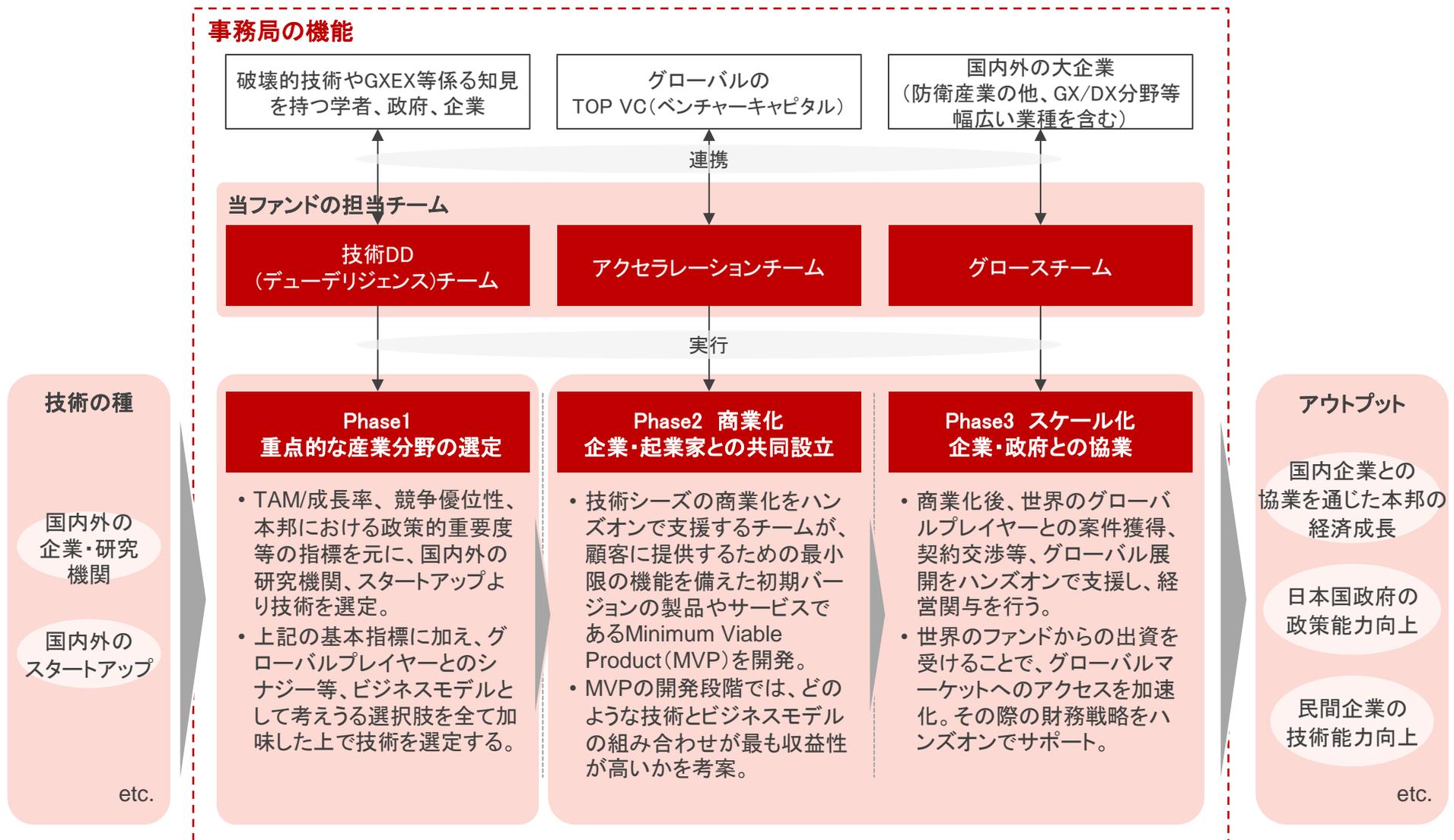
- フォトリニア量子コンピュータの分野では、ハードウェア開発とソフトウェアエコシステムの両面からアプローチしており、革新的といえる。
- ただし他のフォトニック企業と同様、大規模化やエラー訂正で超伝導勢を追い上げるにはさらなる研究と投資が必要。
- 日本ではまだ同等のフォトニック量子コンピューティングを全面的に商業化するスタートアップが見られないため、Xanaduの手法には新規性が大きい。

## ファンド組成業務の支援

# カンパニークリエーションモデル

日本政府が保有する技術を新たに設定する指標を元に選定。儲かるビジネスモデル設計からスケールまでを、グローバルトッププレイヤーが担うエコシステムを形成する。

## カンパニークリエーションモデル



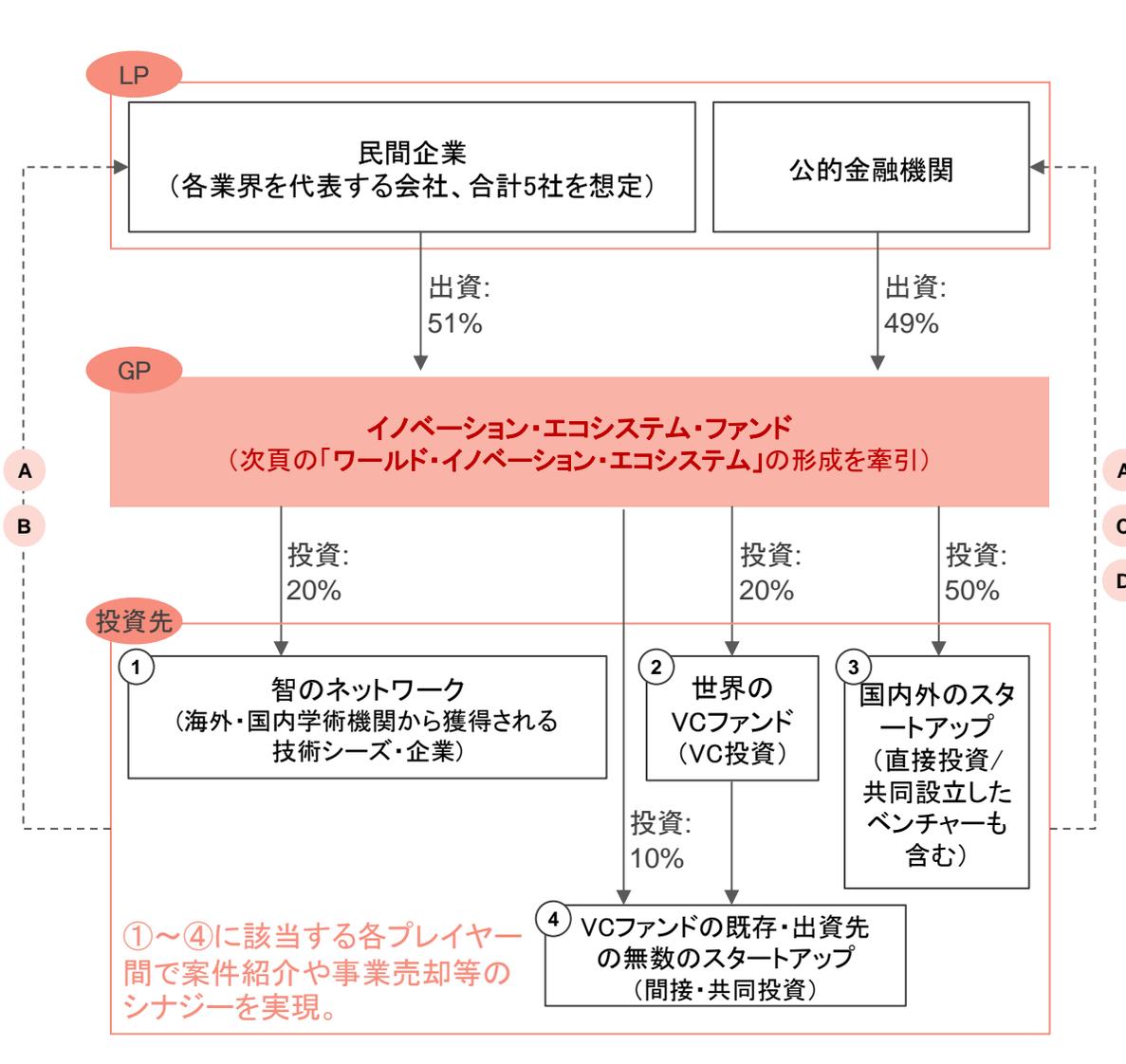
# イノベーション・エコシステム・ファンドの組成

日本初の、先端技術(GX・EX/DX)に、グローバル規模で投資を行うファンドを組成しては如何か。

## 概要

立付	従来の官民ファンドの歴史的背景を踏まえ、民間主体のファンドを政府が後押ししている形式を想定。
運用規模	グローバルマーケットを鑑み約1,000億円を想定。公的金融機関・日本企業/その他の5:5の割合による出資とする。
運営人材	VC/PE業界に於いて、グローバルのトッププレイヤーを招聘(外国人が過半数になる想定)約30名を想定。
ファンド組成の利点	<p>日本政府・日本企業の技術的知見・案件開拓能力向上の為のファンド組成を行う。その利点は投資リターンに加え、以下の通り:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>A 知見・情報提供:</b> インサイダーとなることで得られる知見、特に儲かるビジネスモデルの知見や付随するネットワークを政府・企業に提供。</li> <li><b>B 共同出資の機会:</b> 上記に加え、日本政府に対しては、必要に応じてグローバル案件への共同出資の機会を提供する。</li> <li><b>C 投資先技術・ビジネスモデル提供:</b> LP・日本政府に対し情報提供を行う。</li> <li><b>D 新規企業設立:</b> 当ファンドで得られた業界のインサイダー知識を元に、LP企業・起業家と共にグローバル規模のスタートアップを共同設立する。</li> </ul>

## 投資スキーム



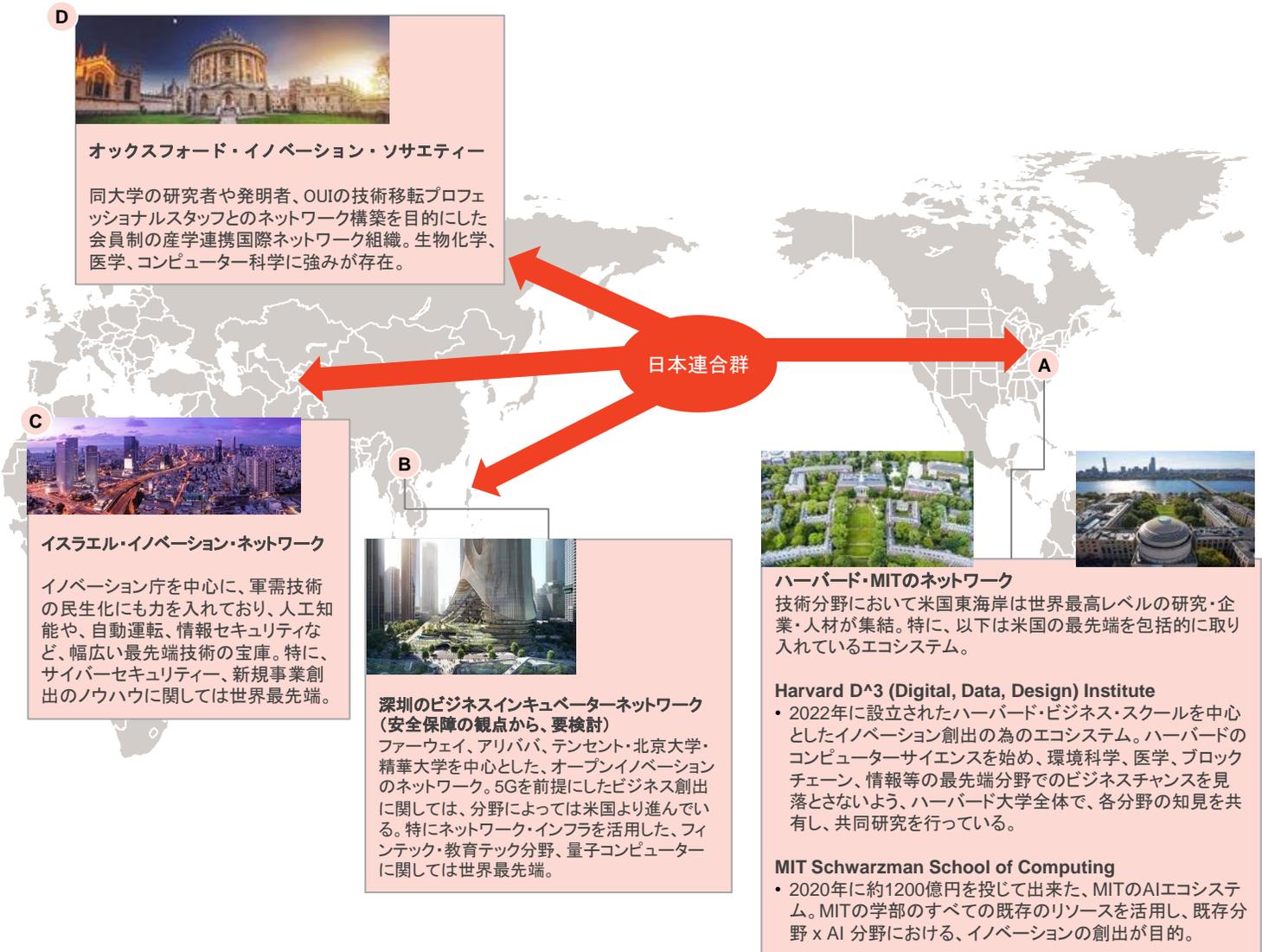
# 智のネットワークの最終形態

従来の「技術開発」で最先端の研究機関との提携に加え、「技術の商業化」にフォーカスをした最先端の学術機関・研究機関との包括的な提携を行う(現在進行中)。これにより、最先端技術の一次情報だけでなく、商業化のノウハウを日本に常に集約できるエコシステムを形成を目指す。

## 選定基準

- 選定する学術機関は、科学技術分野、及び、ビジネスの転用に関し、世界トップクラスである必要がある。
- 世界的に、科学技術分野に於いてTOPを走っているのは、米国、中国、イスラエルである。米国:各分野が包括的に高い、中国:米国モデルを追従中であるが、量子や5Gにおいては、米国を凌駕する技術も存在(安全保障の観点から要検討)。イスラエル:サイバーセキュリティ、ベンチャーの創出エコシステムに関しては、世界TOPレベル。イギリス:生物化学、医学、コンピューター科学に強みが存在。
- ハーバード大との連携をフラッグシップパートナーとし、今後数年かけて経済産業省と共にパートナーを拡大予定。

## 海外提携 全体像イメージの一例



GX(グリーン・トランスフォーメーション)、EX(エネルギー・トランスフォーメーション)、AI、その他ディープテック領域における投資を通じ、成長可能性の高いビジネスの支援や、LPとのシナジー創出を実現する。

## 当ファンドの投資領域

		概要	シードラウンド	シリーズA	シリーズB	シリーズC	シリーズD	シリーズE
投資領域	環境領域	GX (Green Transformation)	<b>1</b> シード～シリーズAまでのグリーンビジネスへの投資 (20%) ・ 高成長の可能性のある事業に投資	<b>2</b> シリーズB～シリーズEまでのグリーンビジネスへの投資 (40%) ・ 環境インパクトを最大化する事業への投資。投資額は2,000万～1億ドル、5-10倍のリターンを目指す ・ ビジネスモデルのスケールアップ、エコフレンドリーな市場拡大や新たなグリーン市場への進出、持続可能な製品ラインの多様化を支援。				
		EX (Energy Transformation)			・ グリーンテクノロジーの採用 ・ ビジネスや産業における持続可能性の実現 ・ 環境に配慮したインフラの開発			
	技術領域	AI	<b>3</b> シード～シリーズAまでの先端技術ビジネスへの投資 (10%) ・ 高成長の可能性のある技術に投資	<b>4</b> シリーズA～シリーズEまでの先端技術ビジネスのグロス (30%) ・ 未来の変革に資する有力な技術への投資。投資額は2,000万～1億ドル、5-10倍のリターンを目指す ・ 技術の市場適合性を確認し、新たなユースケース開発、市場の需要に応じた技術の最適化と商業化を支援。				
		その他ディープテック			・ エネルギー効率の向上 ・ 新しいエネルギー技術の導入による炭素排出量の削減と気候変動への対処			