

日本学会議近畿地区会議学術講演会

2022年9月19日
@京都大学時計台記念ホール

総合知を はぐくむ学び

「スタートアップにおける取り組み
ー イノベーションと総合知」

武田秀太郎
九州大学都市研究センター准教授



SHUTARO TAKEDA

武田 秀太郎

京都フュージョニアリング 株式会社
共同創業者 兼 Chief Strategist

九州大学都市研究センター 准教授

2014年 京都大学工学部物理工学科卒

2018年 京都大学大学院エネルギー科学研究科に専攻主席合格
研究科で初となる1年短縮博士号取得
博士（エネルギー科学）

2019年 ハーバード大学大学院修士課程修了
Master of Liberal Arts（サステナビリティ学）

**2019年 日本で初めての核融合スタートアップである
京都フュージョニアリング株式会社を共同創業**

2020年 国際原子力機関（IAEA）ウィーン本部における
核融合担当国連職員（プロジェクト准担当官）を拝命
民間による核融合開発という新たな国際産業の振興に尽力

2021年 着任当時最年少となる京都大学特定准教授に就任（31歳）

International Young Energy Professional of the Year 賞、英国物理学会IOP 若手国際キャリア賞、IAEA事務局長特別功労賞ほか多くの受賞歴を有する。

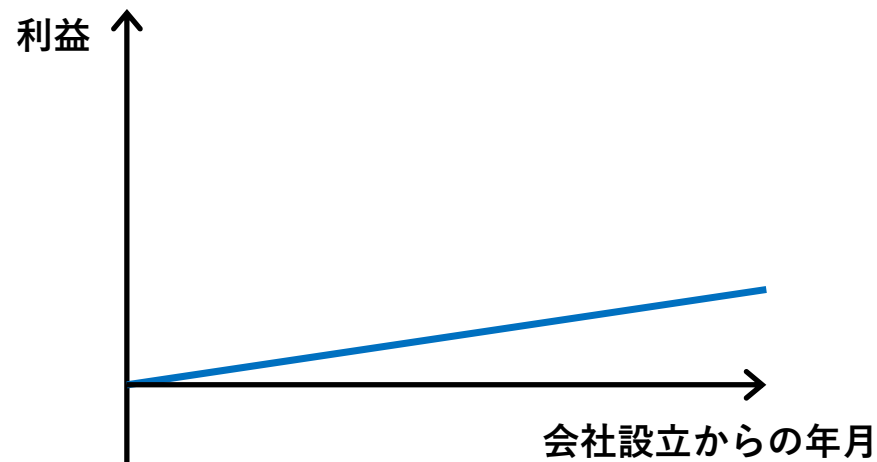
日本国籍で唯一のマルタ騎士団騎士。FBS福岡放送 バリはやッ!ZIP!コメンテーター。
ギフトドとしてNHK「素顔のギフトド」ほか出演。

IAEA民間核融合会議国際プログラム委員長。



ベンチャー企業 (和製英語) の2 類型

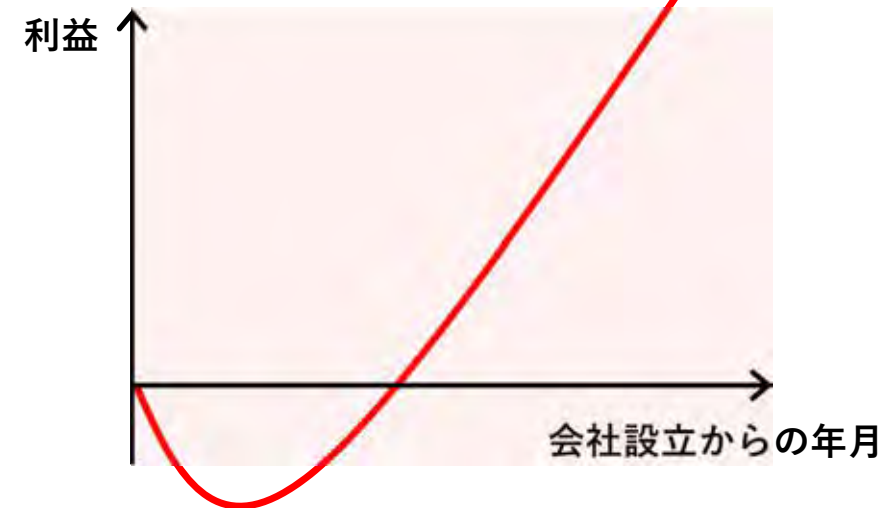
田所雅之「起業の科学」日経BP(2017)



スモールビジネス

- 安定した成長を指向
- **既に存在する市場に届ける**
- 必要資金は自己資金・借入で最小限

= 持続的イノベーション



スタートアップ

- 短期での急成長を指向
- **市場を再定義・新たに創出する**
- 投資家からの資金調達で攻めの投資

= 破壊的イノベーション

スタートアップ創出元年
2022年2月10日
内閣総理大臣
岸田文雄

cic
tokyo

VENTURE
CAFÉ
TOKYO

岸田総理は2022年を
「スタートアップ創出元年」と位置づけ

- 科学技術・イノベーションは、**経済成長**や**社会課題の解決**、**安全・安心の確保**の観点から、国家の生命線であり、これを中核とする**国家間の覇権争い**は一層激化
- 予測不能で混沌とした時代に直面する中、先見性を持って、官民が連携・協力して科学技術・イノベーションにより**国家的重要課題に対応**することが必要
- 第6期基本計画の下での**2年目の年次戦略**として、**政策の機動的な見直し・実行**を図るとともに、**効果的・効率的な政策推進モデルの確立**につなげる

現状認識



政権のアジェンダ

【国内外における情勢変化】

- ✓ 変化の激しい時代を背景とした、気候変動をはじめ社会課題の複雑化、新興技術の急速な発展
- ✓ 感染症や自然災害、サイバーテロ等の脅威の先鋭化

【科学技術・イノベーション政策への要請】

- ✓ 国力を裏付け、国際社会におけるプレゼンスの向上と総合的な安全保障の実現を図るための政策の射程の拡大
- ✓ 我が国の研究力とイノベーション力の相対的な低下の打開に向けた、

- ✓ 新しい資本主義の実現（社会課題を成長のエンジンへ転換）
科学技術立国の実現、スタートアップの徹底支援、デジタル田園都市国家構想の推進、経済安全保障の確保、人への投資の抜本強化
- ✓ これらのアジェンダと動を一にするSociety 5.0の実現と、『「総合知による社会変革」と「知・人への投資」の好循環による成長と分配の好循環の体現

Society 5.0の実現に向けた”勝ち筋”として、
「スタートアップを全面に押し出し、新たな業を起こしていく」
「スタートアップが次々と生まれ成長するエコシステムを抜本強化」

るよう、政策の方向性と実現構想の更なる具体化が不可欠

大学改革やSTEAM教育が拓く知的資産と、経済安全保障等に対応する先端研究開発が生む技術シーズをゲームチェンジの両翼として、**スタートアップ**を主軸に**社会変革**を実現

知の基盤(研究力)と人材育成の強化

- ー 大学の機能強化により、**基礎研究・学術研究を振興し、全国に面的・多層的な知の基盤を構築**
- ー 分野にとらわれず、創造的な研究をリードする多様な人材の育成や、社会ニーズを捉え、学び続ける姿勢に応える教育の促進により、大学等が生み出す**知的資産を社会に還元**

- ① **大学ファンドがけん引する異次元の研究基盤の強化と大学改革**
 - ・ 大学ファンドからの助成を見据えた国際卓越研究大学の公募
 - ・ 博士課程学生の処遇向上と学修のキャリアパス拡大、若手等の研究環境の改善
 - ・ 女性研究者の活躍促進、国際共同研究・国際頭脳循環の推進
 - ・ 研究データの全国的な管理・利活用、研究インフラの整備・共有化

- ② **地域中核・特色ある研究大学の振興**
 - ・ 総合振興パッケージの改定、強みや特色を伸ばす戦略的経営の後押し

- ③ **探究・STEAM教育とリカレント教育の推進**
 - ・ 特異な才能のある子供への支援、理数系のジェンダーギャップの解消
 - ・ 企業・大学等における学び直しの支援充実や環境整備

科学技術・イノベーションと価値創造の源泉となる「知」を持続的に創出

イノベーション・エコシステムの形成

- ー イノベーションの担い手として、**スタートアップを前面に押し出し、新たな業を起こしていく**ことで、経済社会を活性化
- ー **ディープテック**やデジタル分野のスタートアップが次々と生まれ成長する**エコシステムを抜本強化**した上で、政策ツールを総動員して**民間資金を誘発**し、官民の研究開発投資を拡大

- ① **スタートアップの徹底支援と民間資金を巻き込む資金循環の促進**
 - ・ 機関投資家からのVC投資促進・環境整備など成長資金の強化
 - ・ 民間VC育成や国内外VCと協調した事業化支援の強化
 - ・ 未上場市場創設やアントレプレナーシップ教育による起業家支援
 - ・ 国際的なスタートアップ・キャンパス構想の推進など都市・大学等の機能の強化
 - ・ SBIR制度の強化と政府調達への活用
 - ・ 資金循環の活性化による研究開発投資の拡大

- ② **デジタル田園都市国家構想の加速**
 - ・ スマートシティによる地域の好事例の創出・展開、ロードマップの策定
 - ・ 各分野の拠点形成の連携を通じた地域の人材育成・課題解決

科学技術・イノベーションがもたらす恩恵を国民や社会、地域に還元

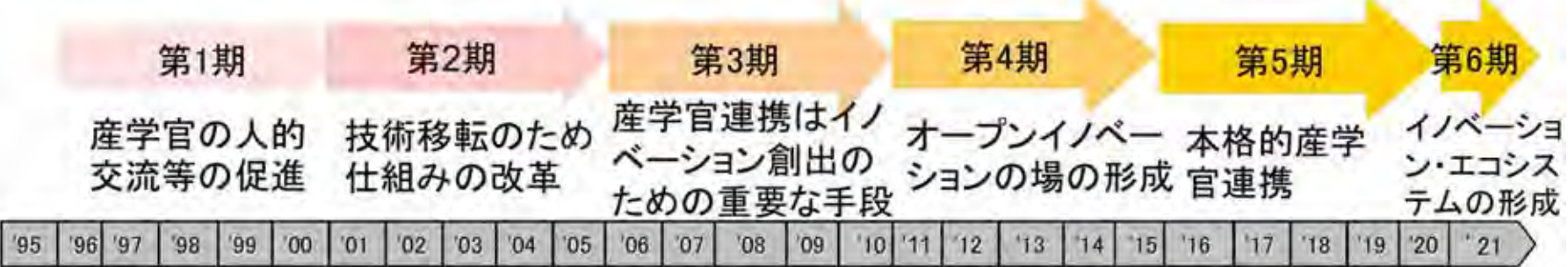
先端科学技術の戦略的な推進

- ー **AI・量子の新戦略の策定やシンクタンクの進化**により、勝ち筋を見定め、**経済安全保障重要技術育成プログラム**や**次期SIP**等の推進により、**社会実装**につなげる取組を加速
- ー **デジタルやグリーン、半導体**など、官民で重要課題に対応し、我が国が世界をリードすべき分野で**反転攻勢を本格化**

- ① **重要技術の国家戦略の推進と国家的重要課題への対応**
 - ・ 国家戦略における社会実装の強化を含む研究開発等の推進
 - ・ データ戦略に基づく社会のデジタル化、デジタルツインの防災等への活用、カーボンニュートラル実現や多様なエネルギー源活用に向けた技術開発 ※AI、バイオ、量子、マテリアル、健康・医療、宇宙、海洋、食料・農林水産業等
- ② **安全・安心に関する取組の推進**
 - ・ シンクタンク機能や経済安全保障重要技術育成プログラムの推進
- ③ **社会課題解決のための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用**
 - ・ 総合知の発信、SIP第2期実装と次期準備、ムーンショットの推進
 - ・ 国際競争力の強化、科学技術と国際共同研究の推進、研究インフラの確保

経済構造の自律性、技術の優位性・不可欠性も念頭に、我が国の勝ち筋となる技術を育成

文部科学省 科学技術・学術審議会 産業連携・地域振興部会（令和3年7月7日）

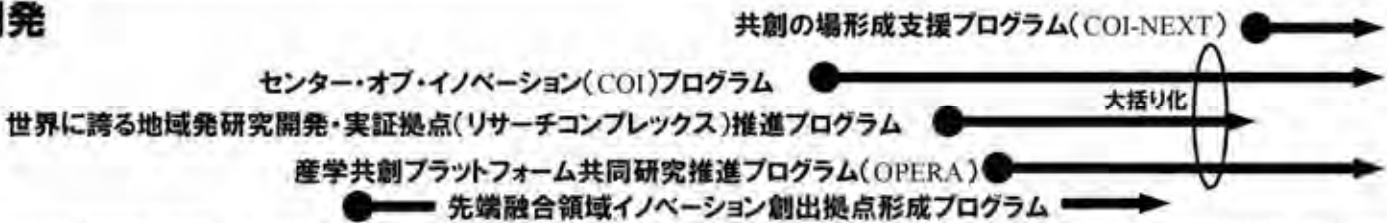


近年の産官学連携施策は大学発スタートアップ支援に集中

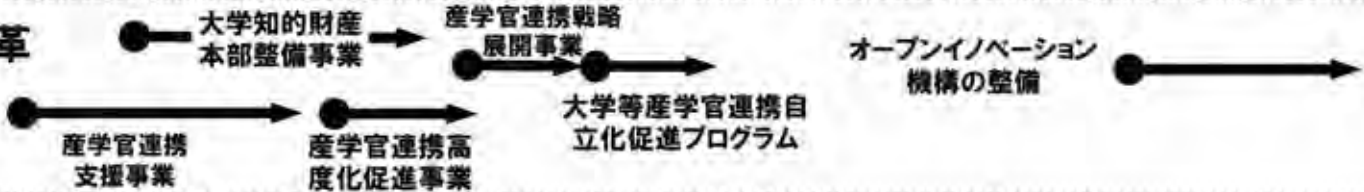
ベンチャー創出支援



プロジェクト型研究開発



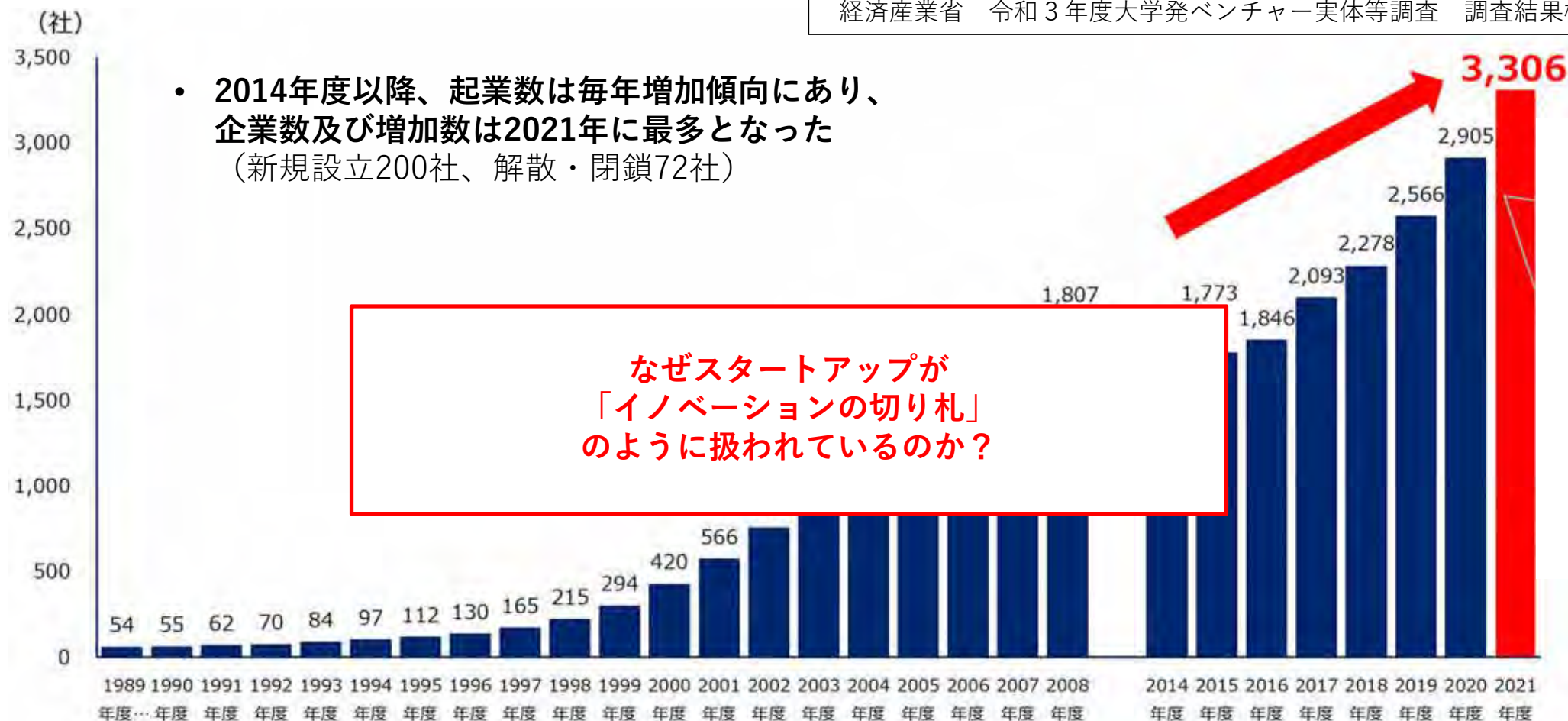
体制整備・システム改革



大学発スタートアップ企業数の推移

経済産業省 令和3年度大学発ベンチャー実体等調査 調査結果概要

- 2014年度以降、起業数は毎年増加傾向にあり、企業数及び増加数は2021年に最多となった
(新規設立200社、解散・閉鎖72社)



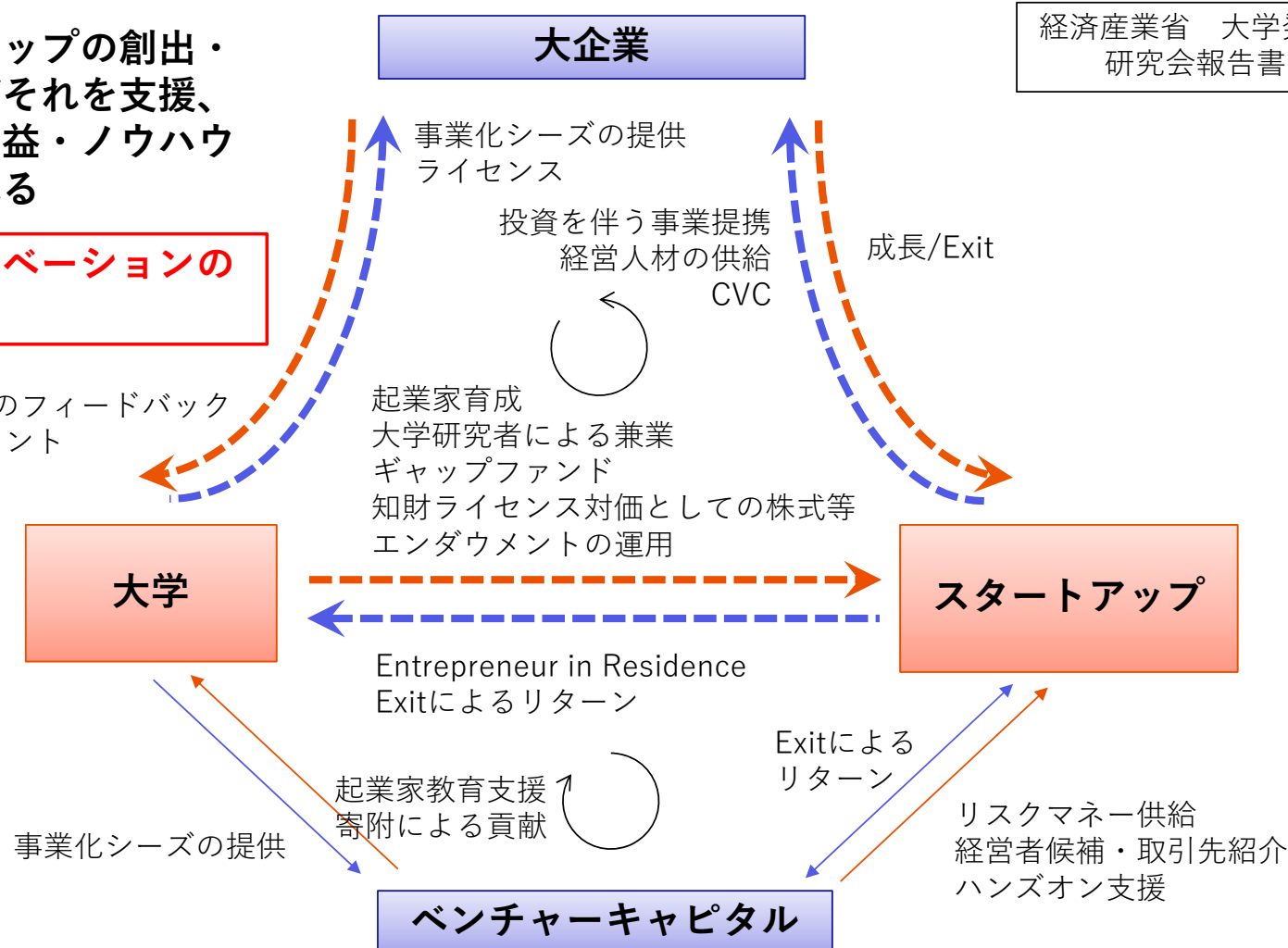
政策に後押しされ起業の勢いは一層加速

オープンイノベーション・エコシステムの創出

- 大学発スタートアップの創出・成長に向け社会がそれを支援、成長した際には利益・ノウハウの還流が期待される

= オープンイノベーションのエコシステム

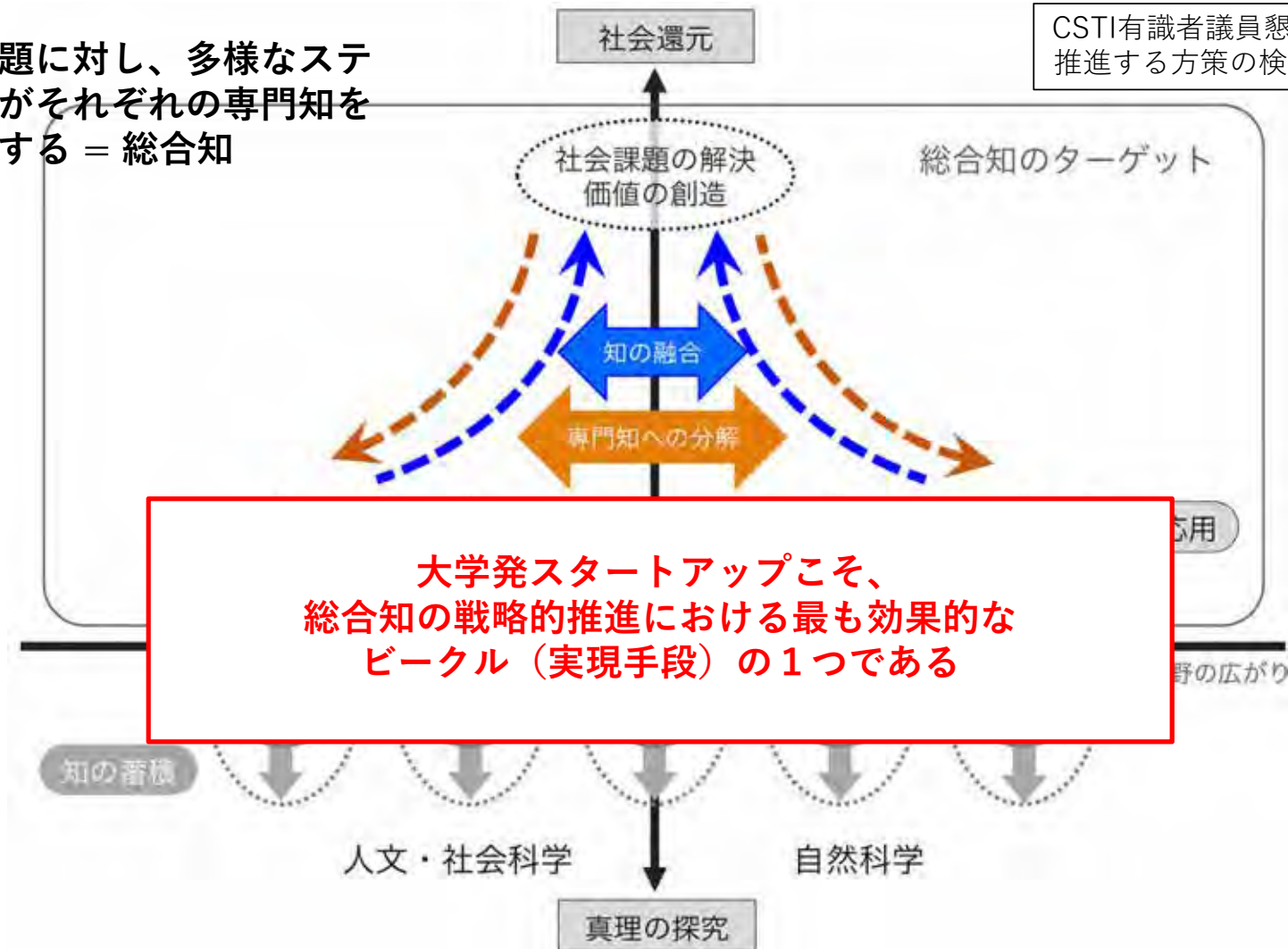
経済産業省 大学発ベンチャーのありかた
研究会報告書より（平30年6月）



スタートアップと総合知

- 1つの社会課題に対し、多様なステークホルダーがそれぞれの専門知を持ち寄り融合する = 総合知

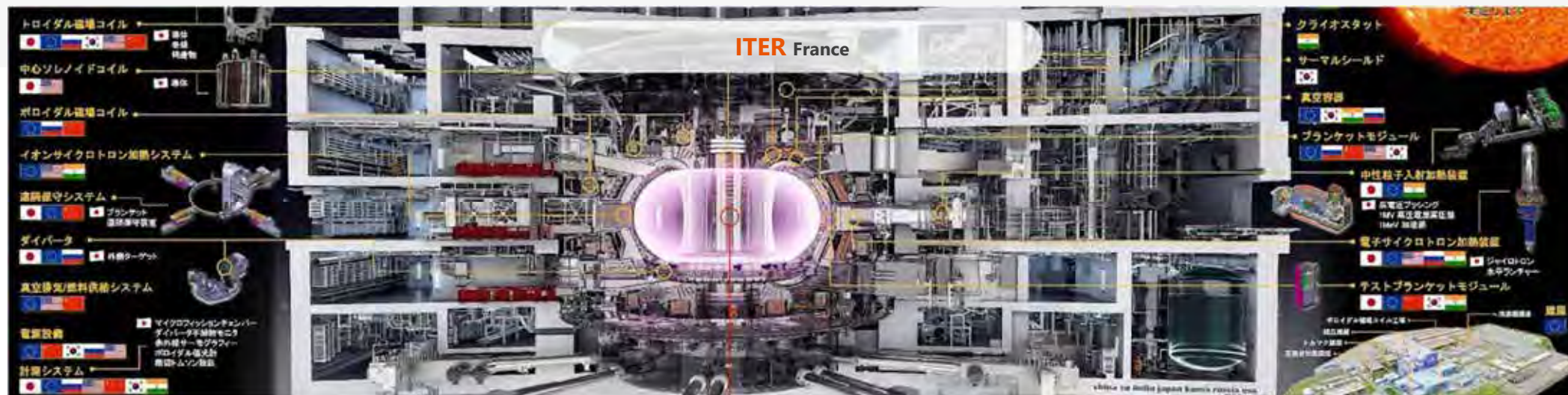
CSTI有識者議員懇親会 総合知を戦略的に推進する方策の検討について（令3年7月）



大学発スタートアップ創業にかかる
自らの経験から

社名	京都フュージョニアリング株式会社
創業	2019年 10月
従業員	約60名
事業所	東京、京都、英国レディング、米国(TBA)

核融合は長年公的研究の代表格であり続けてきた



欧米で核融合の実用化に向けた潮流が変わりつつある

米英政府は核融合発電に向けた強力な推進を宣言



ボリス・ジョンソン首相「グリーン産業革命に向けた10項目の計画」(2020年11月)

”2040年までに商用利用可能な核融合発電炉の建設を目指す”

5箇所の立地候補地が政府により公式に発表

20年以内？



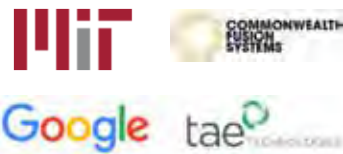
ホワイトハウス「核融合エネルギーの商用化に向けた10年ビジョン」(22年3月)

”民間部門と協力しながら、商用各融合エネルギーの実行可能性を加速させる”

全米科学アカデミー「2028年までに実施判断、2035～2040年に発電開始」

15年以内？

民間はさらにアグレッシブな計画を発表



Commonwealth Fusion Systems社「2030年に発電」

(ビル・ゲイツ他から約2,500億円資金調達)

8年以内？

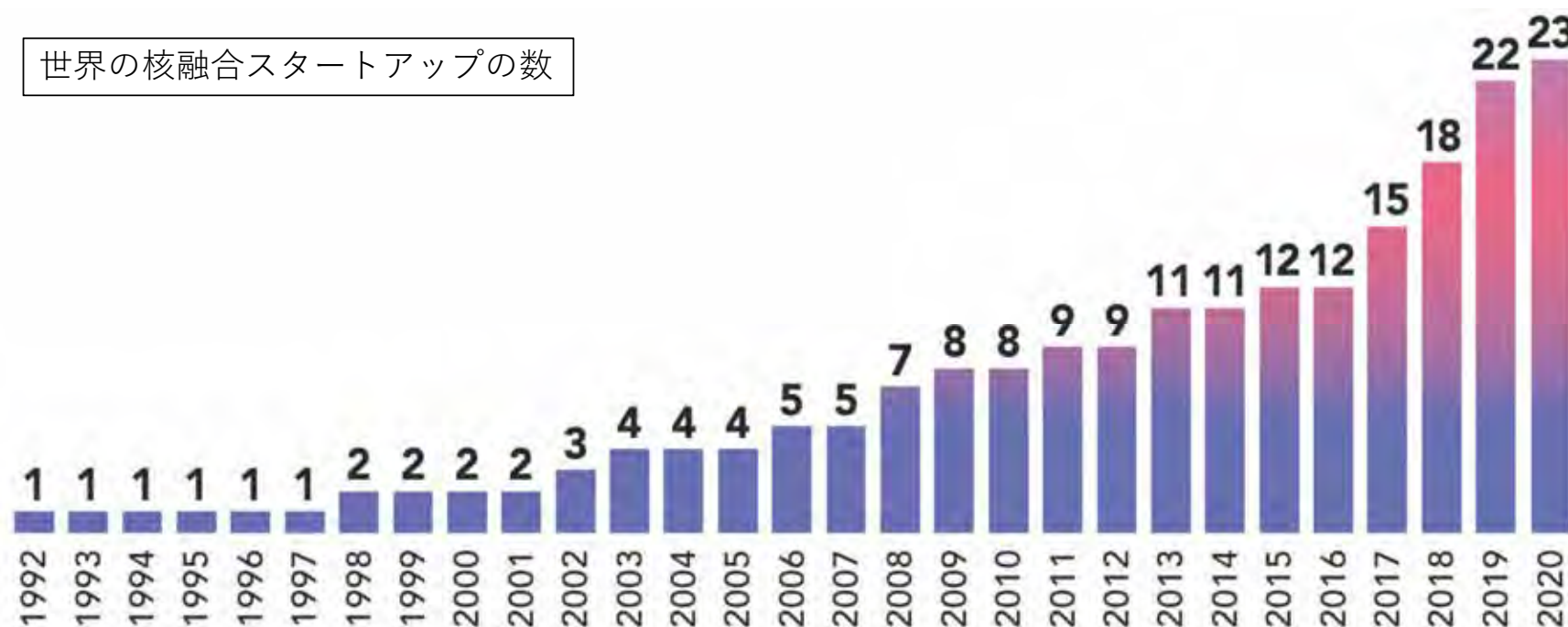
TAE technologies社「2030年までに実用化」

(Google他から約2,000億円資金調達)

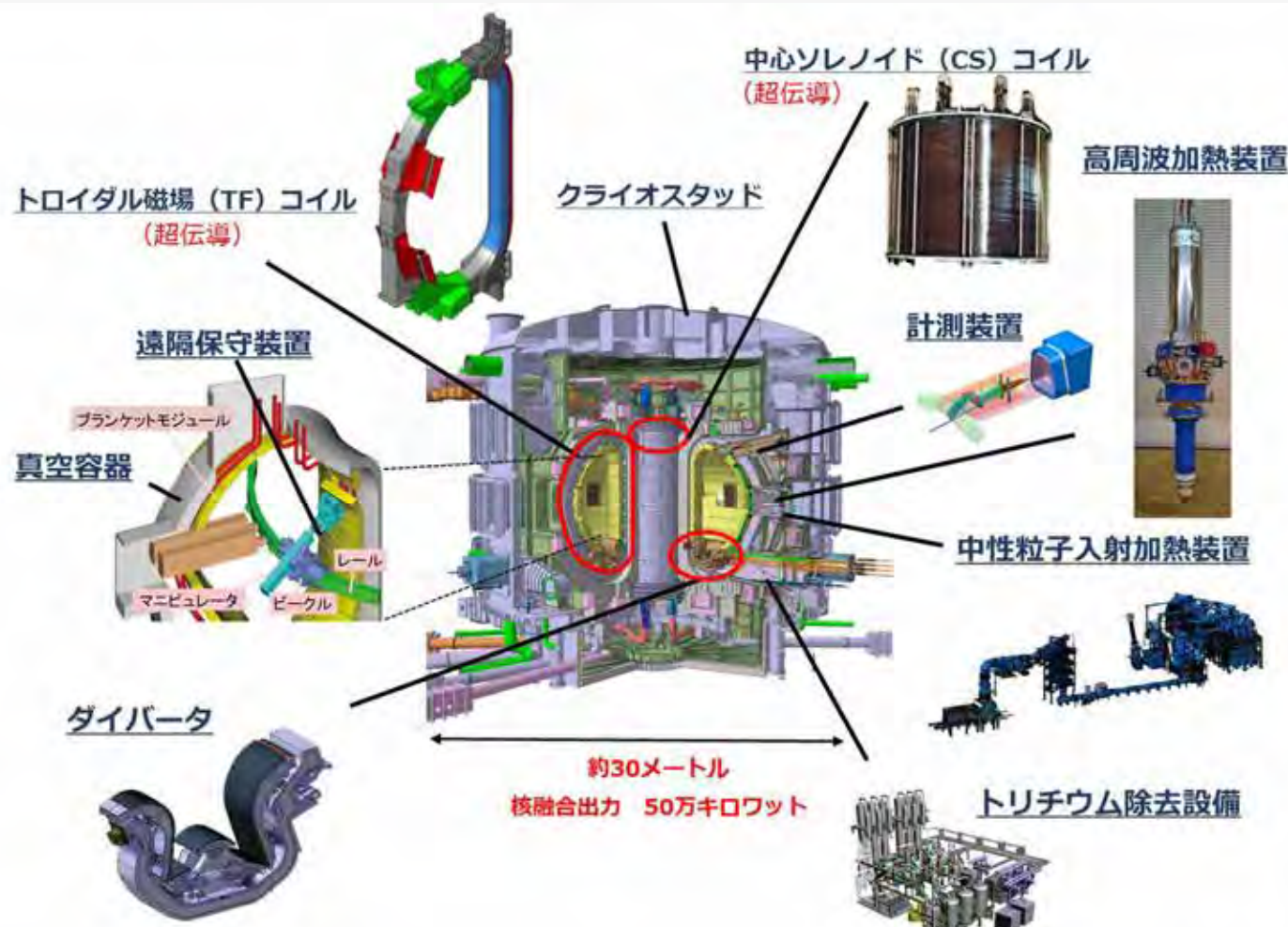
勢いを増す核融合スタートアップ

- 過去20年間、核融合に取り組む民間企業の数が増加の一途
- 米国では2021年、核融合研究費について国家予算を民間投資が上回った**
- 累計民間投資額は現在までに7,000億円にのぼる

世界の核融合スタートアップの数



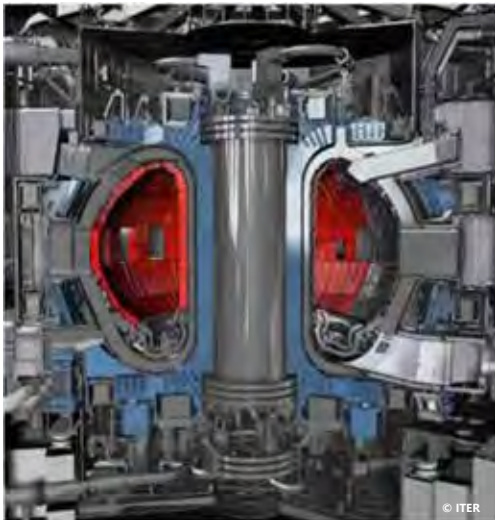
核融合研究におけるスタートアップの役割は、ますます拡大



日本は核融合の中核装置で世界トップレベルの技術力を有する

96の装置が既に稼働し、10の装置が建設中であり、さらに28が計画されている
「核融合実験プラント」は、既に存在する数千億円規模の世界市場

京都フュージョニアリング社が世界に販売する核融合特殊プラント機器



© Fusion for Energy

Heat Extraction system (replaced every 2-3 years)

Captures heat from fusion neutrons

Essential component that requires top-level engineering technologies

Heat exchanger, heat transport plant

\$300-500M for each reactor + replaced every 2-3 years

Continued demand
for replacement
like cartridges of
an inkjet printer



Fuel cycle system

Required system regardless of the reactor type

\$200-300M for each reactor



Gyrotron system (20-300 sets per reactor)

Heats fusion plasmas using microwaves (to 150-200 million °C)

Japan's unique technological superiority

\$50-300M for each reactor

創業の経験から 1：研究成果の社会への還元・インパクトの大きさ



毎週のようにメディアで報道される -
大学での研究では経験のない社会からの注目の高さ・インパクトの大きさ

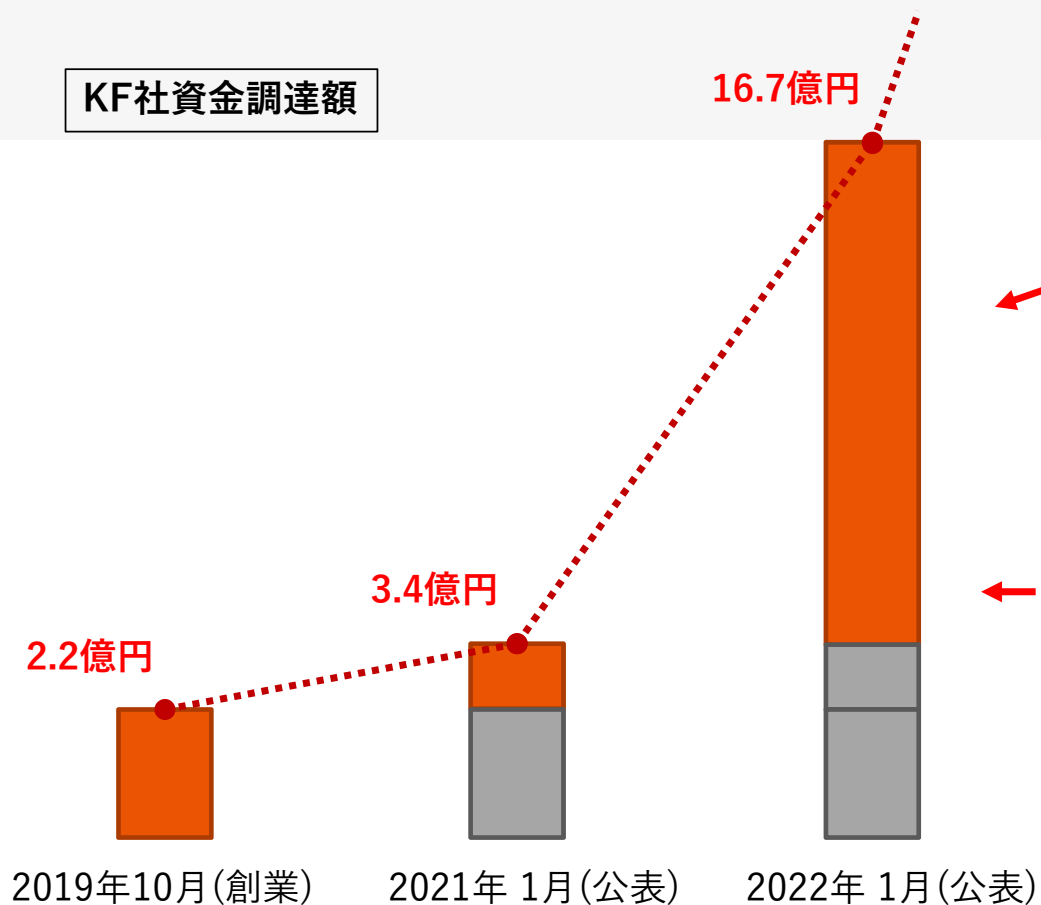
創業の経験から 2 : 研究資金へのアクセス

大学ベンチャーキャピタル



KF社資金調達額

ベンチャーキャピタル



政府系金融機関/ファンド



日揮株式会社
JGC CORPORATION

事業会社

CVC,
エンジェル...

研究資金の出し手の多様さ –
特別推進研究/国プロに匹敵する研究資金へのアクセスルートが複数存在する

創業の経験から3：閉じたコミュニティを超えた協業・エコシステム構築



国内核融合コミュニティ



海外核融合コミュニティ



従来の「閉じた」核融合コミュニティの殻を脱却した
開けた協業・エコシステムの構築を実現

many more.

創業の経験から4：新たな人材層、ビジネス人材の核融合業界への参入



Taka Nagao

Co-founder & CEO



Kiyoshi Seko

Vice President
Head of Business & Marketing



Norio Murakami

Management Advisor



Takashi Imai

Director
Head of Corporate Headquarters



三菱商事

Qualifications

MBA holder

Master of Science and PhD holders

Strategic consultants

Certified Public Accountants

Actuary

IR & Marketing specialists

創業の経験から4：技術人材の集結と新たな若手人材の受け入れ

Professors

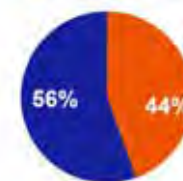


Our Professionals



Academic Background

■ PhD ■ Master



TOSHIBA
HITACHI

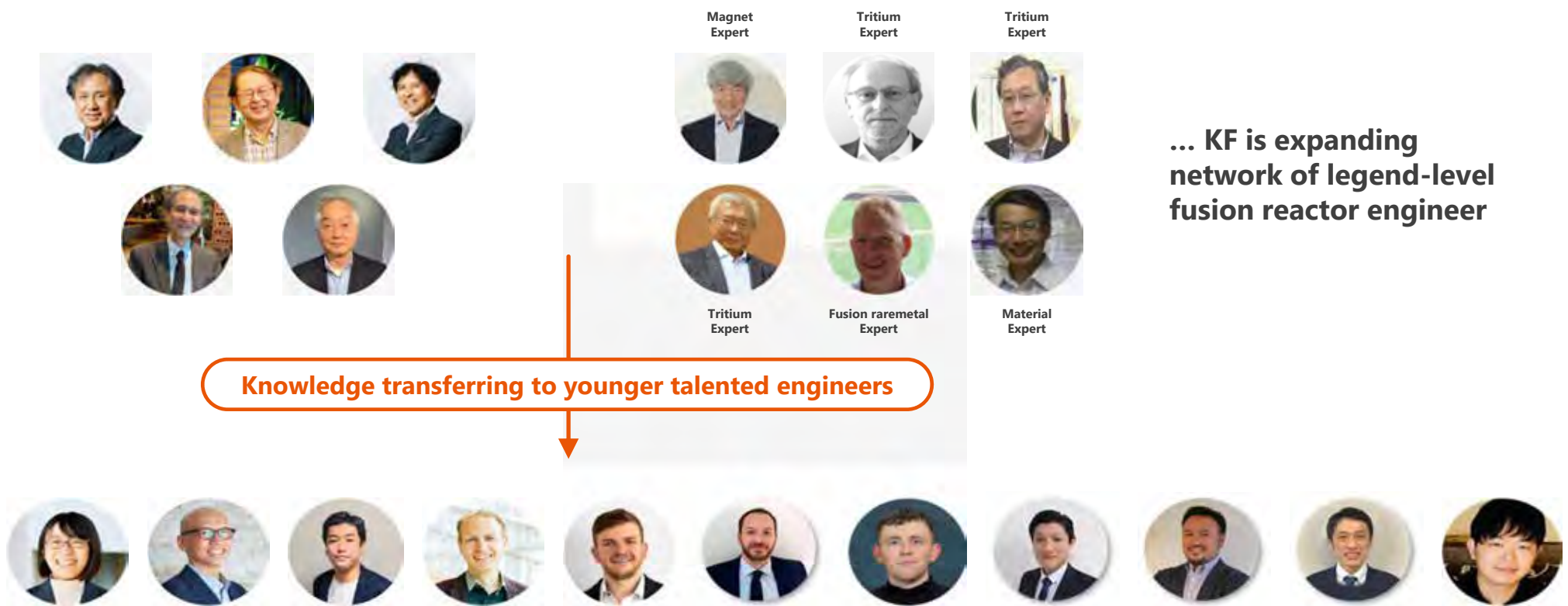
Canon
NEC

External Advisors



創業の経験から4：人材育成のビークルとしてのスタートアップ

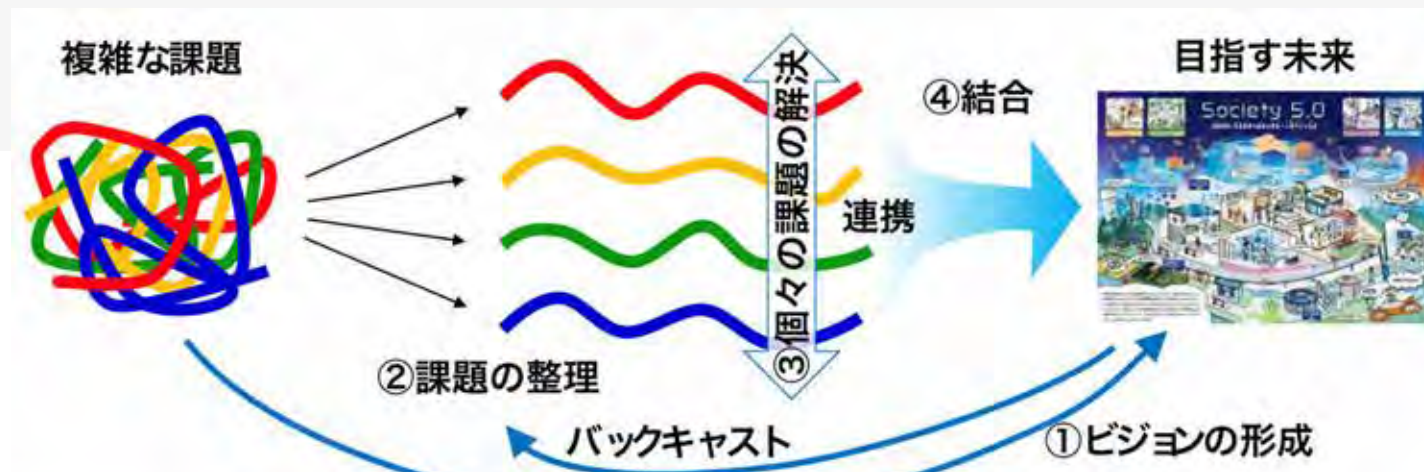
核融合業界における長年の課題であった
人材層の拡大、そしてシニア層人材から若手への技術移転をスタートアップを介して実現



スタートアップによる統合知の探求

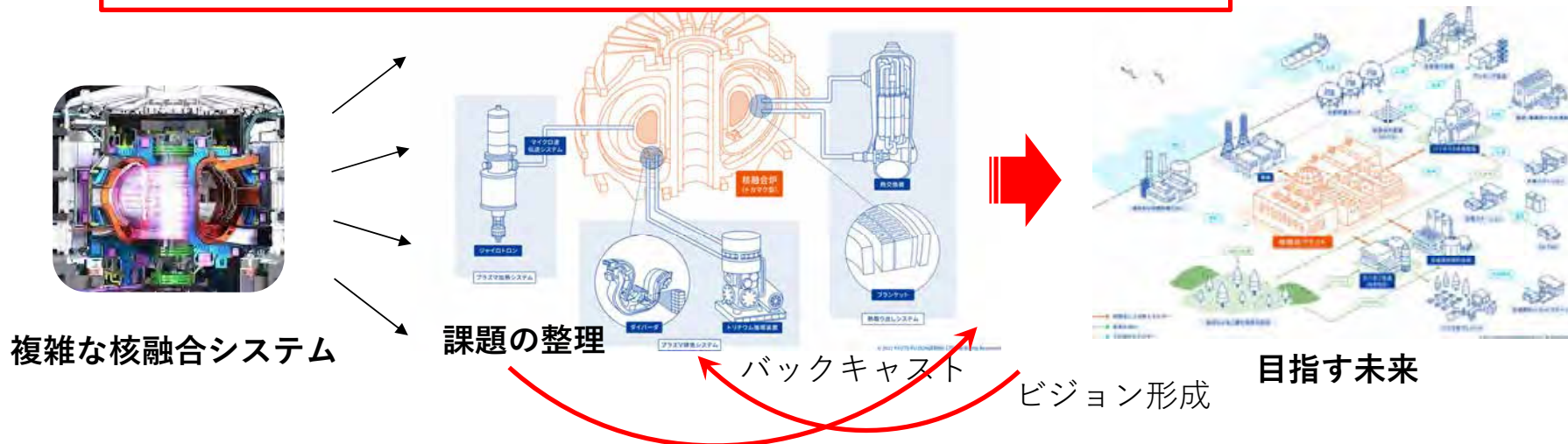
総合知の活用例

CSTI有識者議員懇親会
総合知を戦略的に推進
する方策の検討につい
て（令3年7月）より



核融合という「総合知」追求における
大学発スタートアップという手段の有用性を体感

核融合における スタートアップ の活用例



日米の大学発スタートアップ数の比較

* AUTM 2020 Licensing Activity Surveyより
但し日米で大学発スタートアップの定義が
異なる点には注意



企業数の面で、日本は非常に健闘していると言える（特にper capita/per GDPベース）
しかし…

日米のベンチャーキャピタル投資

* 内閣府調査に基づく、2020年の円ドルレートに基づくため、現在の為替では差はさらに拡大


日本
0.15兆円
(2020年)

米国
16.7兆円
(2020年)



投資額は全く比較にならない
= リスクを取った支援を受けられる環境が整っていない
(創業促進でなく、資金支援政策の拡充の必要性)

- NASAのCOTS（商業軌道輸送サービス）プログラムに類する **リスクを取った官民パートナーシップ**を推進する土壌が果たして日本に生まれ得るであろうか？



公的プログラム

長期ビジョンに基づいた戦略的研究開発



官民パートナーシップ

長期ビジョンに基づいた戦略的イノベーション



民間スタートアップ

アジャイルなイノベーション

リスクを取ったPPPへの取り組み、ならびに日本版SBIRの拡充が必要

ユニコーン企業の
時価総額の合計
(億ドル)

ユニコーン企業数の国際比較 (2021年3月1日)

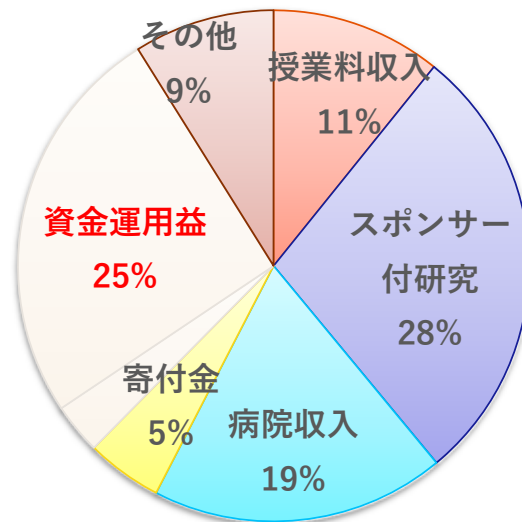


結果、成功しているスタートアップの数において
中国にも、欧州にも大きく水をあけられている状況

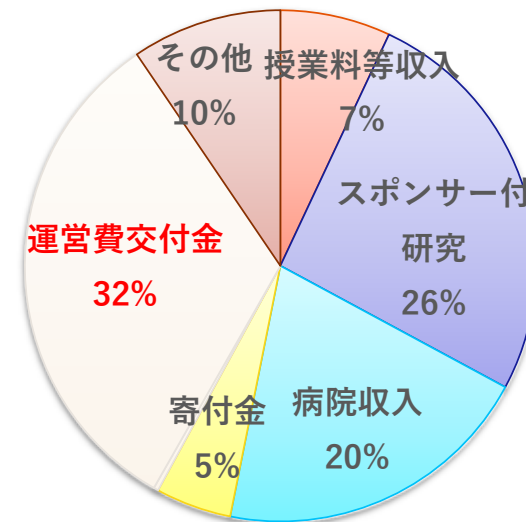
- 成功するスタートアップの存在しないことの何が大学にとって問題か？

長谷川克也, 「大学にとってのスタートアップの割合」 大学技術移転サーベイ - 大学知的財産年報 2018年度版, pp 6- 21 (2019)

日米の大学収益構造の比較



スタンフォード大学



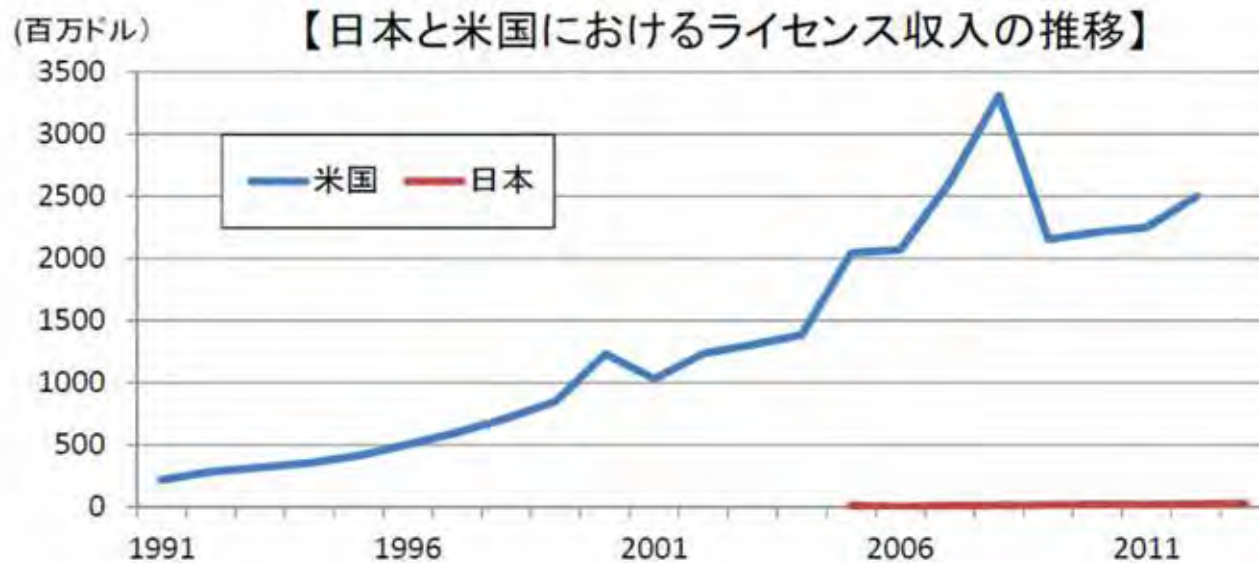
東京大学

スタンフォード大学も東京大学も実は収益構造は驚くほど同じ -
運営費交付金がそっくりエンダウメント資金運用益に置き換わっている点を除いては

結言に代えて：スタートアップによる総合知探求に向けた課題提言

- 成功するスタートアップの存在しないことの何が大学にとって問題か？

長谷川克也, 「大学にとってのスタートアップの割合」 大学技術移転サーベイ-大学知的財産年報 2018年度版, pp 6- 21 (2019)



出典：オープン＆クローズ戦略時代の大学知財マネジメント検討会参考資料集

スタートアップから スタンフォード大学への寄附

- Hewlett Foundation (ヒューレット・パカード創業者基金) \$400M,
Phil Knight (Nike 創業者) \$105M,
Jim Clark (Silicon Graphics や Netscape 創業者) \$150M,
Jerry Yang (Yahoo! 創業者) \$75M...

スタンフォード大学の スタートアップ株式収入

- Google 株式売却益 \$336M...

単年で見ると決して大学の財政を依存できる規模感ではない
ー 長期的にエコシステムを涵養し自己資金(エンダウメント)を増やしていく長期戦略が求められる

- アカデミアからスタートアップ業界に片足を入れて感じたことは、

スタートアップ業界はアカデミアより
「新しいアイデアを否定せず肯定する」「失敗を恐れない」「若者を活躍させる」
ということ

- 本来アカデミアが持つべきイノベーションを醸成する環境を、スタートアップ業界の方が有しているかもしれないことを、我々アカデミアは猛省するべきではないだろうか。
- スタートアップ起業を賤業だと思っておられないか？
「君はもう民間側に行ってしまった、アカデミアの未来を捨ててとても残念だ」
という発言を日本で頂戴した翌週に、出張先のスタンフォード大学において、
「ここではリスクを取る貴方がた起業家が一番偉い、教員でも投資家でも役人でもなく」
ときっぱり言われたことは印象的であった。

スタートアップをアカデミアの新たなエコシステムの一員として受容し、
統合知へと向けた、大学の「勝ち筋」としての新たなイノベーションへのパスに！