



# 第14回核融合エネルギー連合講演会

---

パネルディスカッション：

「核融合炉を取り巻く産業構造のこれから」

2022年7月7日（木）

神戸大学科学技術イノベーション研究科 教授

文科省核融合科学技術委員会 委員

尾崎 弘之

---

# パネル・メンバー

---

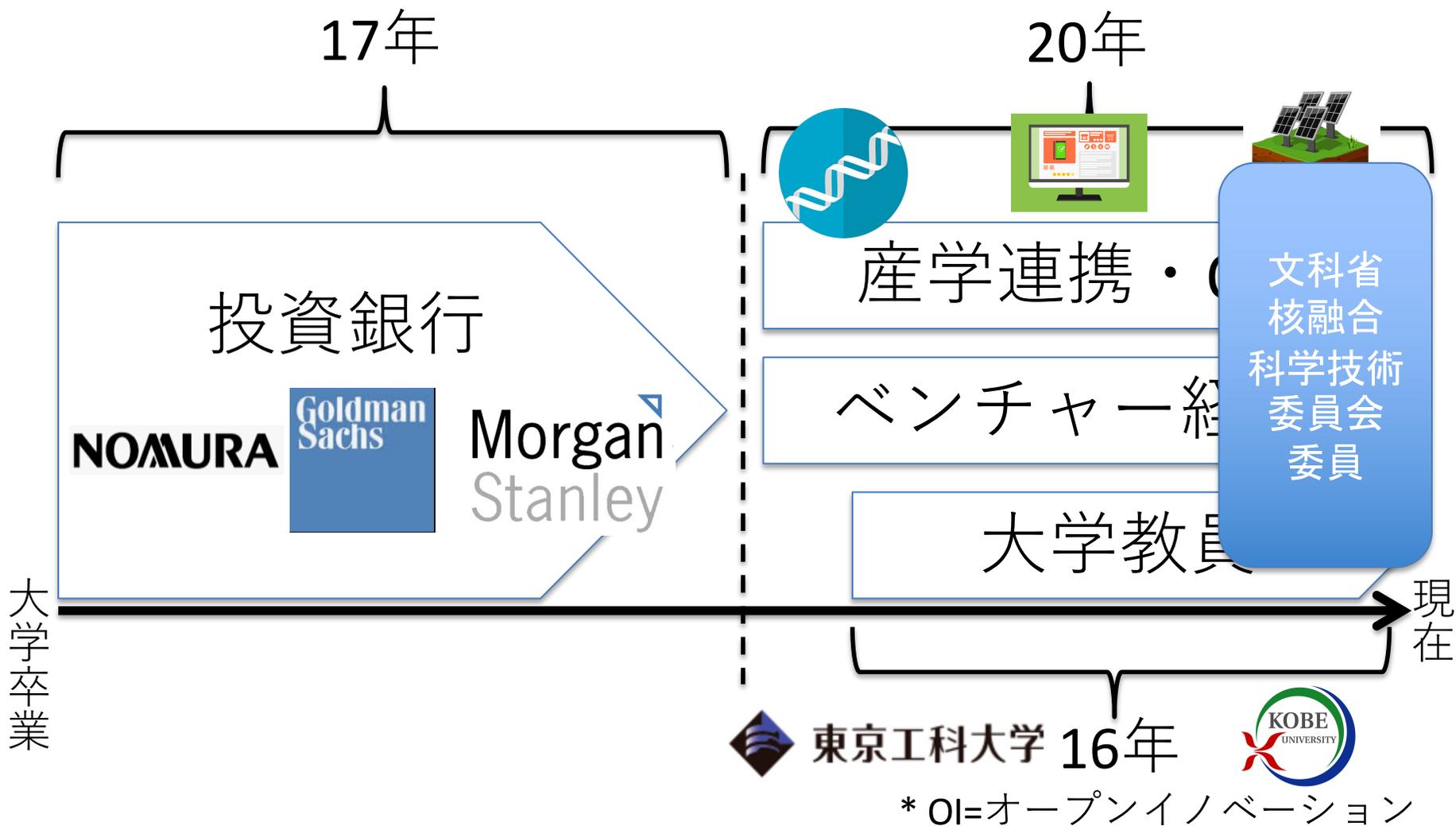
司会：尾崎 弘之

神戸大学科学技術イノベーション研究科 教授

パネリスト(敬称略)：

- 福家 賢
  - 東芝エネルギーシステムズ株式会社パワーシステム企画部  
文部科学省原型炉開発総合戦略タスクフォース委員
- 長尾 昂
  - 京都フュージョニアリング株式会社 Co-founder & CEO
- 矢崎靖典
  - ENEOSホールディングス株式会社 執行役員 未来事業推進部長  
ENEOSイノベーションパートナーズ社長
- 桑原優樹
  - JICベンチャー・グロース・インベストメンツ株式会社  
プリンシパル

# 司会者自己紹介



# 目次

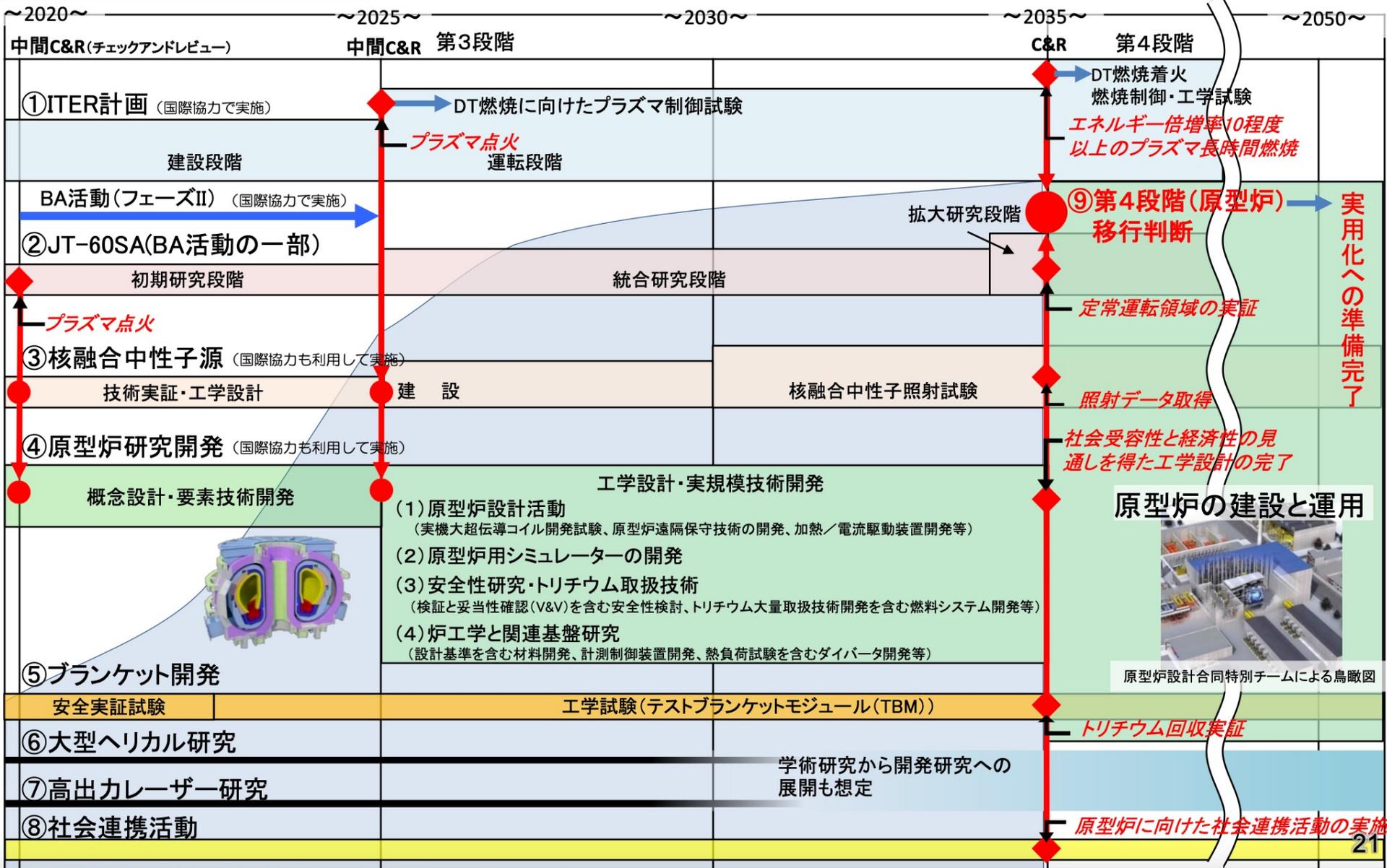
---

- 核融合ロードマップへの早期化圧力
- 関連企業の拡がり
- ディープテックの事業化

# 「原型炉研究開発ロードマップ」

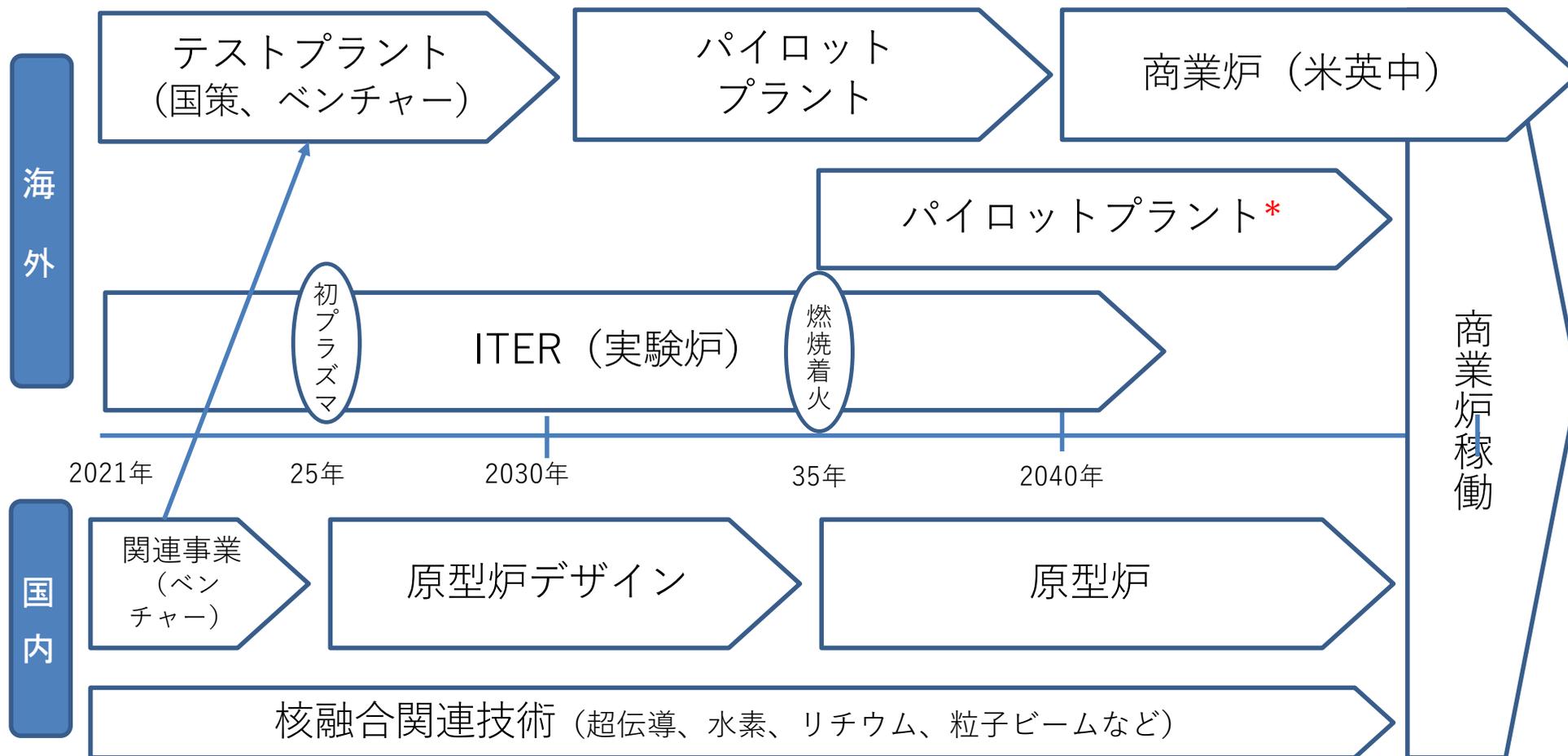


- 凡例
- ◆ 目標達成が求められる時点 ↑ 達成すべき目標
  - 次段階への移行判断が求められる時点
  - ロードマップ遂行に必要なアクティビティの指標



出典：平成30年7月24日核融合科学技術委員会

# ロードマップへの変化圧力



尾崎弘之作成

# 小中型装置開発や要素機器開発はベンチャーの対象!??

米国、英国、カナダ、では、ベンチャー企業の参入やベンチャーキャピタルが投入。DoEからも資金投入。米国ではベンチャー企業を束ねる「**核融合産業協会 (Fusion Industry Association)**」が設立。



出典：栗原研一文科省技術参与資料

# 核融合技術の米新興コモンウェルス・フュージョン、 2040億円超を調達

The Wall Street Journal

経済・政治 The Wall Street Journal発

2021.12.1 17:03



米マサチューセッツ工科大学（MIT）発のスタートアップ企業コモンウェルス・フュージョン・システムズは、核融合技術への民間投資としては過去最高額の18億ドル（約2040億円）超を調達したと明らかにした。新興企業各社は、脱炭素エネルギーを生み出す最初の企業になることを目指して競い合っている。最新の資金調達ラウンドに参加した著名投資家には、米マイクロソフトの共同創業者ビル・ゲイツ氏や投資会社ソロス・ファンド・マネジメント（SFM）のジョージ・ソロス氏などが名を連ねる。コモンウェルス・フュージョンの競合企業にはヘリオン・エナジーなどがある。

THE WALL STREET JOURNAL.

# 目次

---

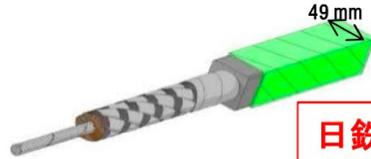
- 核融合ロードマップへの早期化圧力
- 関連企業の拡がり
- ディープテックの事業化

# ITER先端機器は、日本企業が製作に貢献

三菱重工  
三菱電機  
東芝エネルギーシステムズ  
日鉄エンジニアリング  
JASTEC  
日立金属ネオマテリアル

## 中心ソレノイド(CS)コイル

日本分担: CSコイル導体(全数)



日鉄エンジニアリング  
JASTEC  
古河電気工業  
日立金属ネオマテリアル

極低温 -269°Cでも十分な強度を持つ  
窒素含有鍛造ステンレス材の最高強度部は日本製鋼所のみ製造可能。

## トロイダル磁場(TF)コイル

日本分担: TFコイル導体

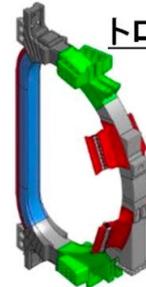
33導体(25%)

TF構造物

19機分(全数)

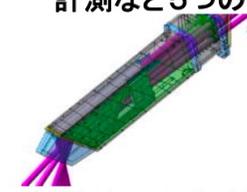
TFコイル巻線・一体化

9機分(47%)



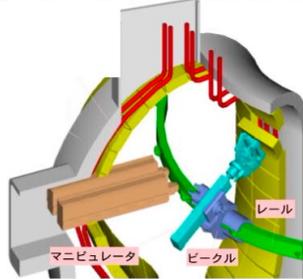
## プラズマ計測装置(一部)

日本分担: 電子温度・密度計測、中性子計測など5つの計測装置(約15%)



東芝  
三菱重工  
トヤマ  
岡崎製作所  
清原光学

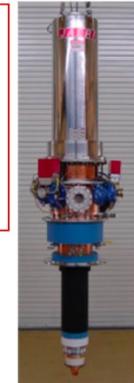
## ブランケット遠隔保守機器



東芝  
エーテック  
スギノマシン  
愛知産業

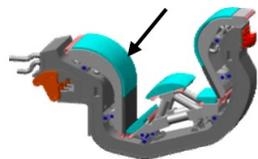
## 高周波(EC)加熱装置

日本分担: ジャイロトロン8基(全体の1/3)、水平ランチャー(ポートプラグを含む)



キヤノン電子管デバイス  
東京電子

## ダイバータ外側ターゲット



金属技研  
アライドマテリアル  
大和合金・三芳合金工業

## 三重水素プラント

日本分担: 三重水素除去系



日揮

## 中性粒子入射加熱装置

日本分担:

1MV電源高電圧部 3機(全数)

高圧ブッシング 3機(全数)

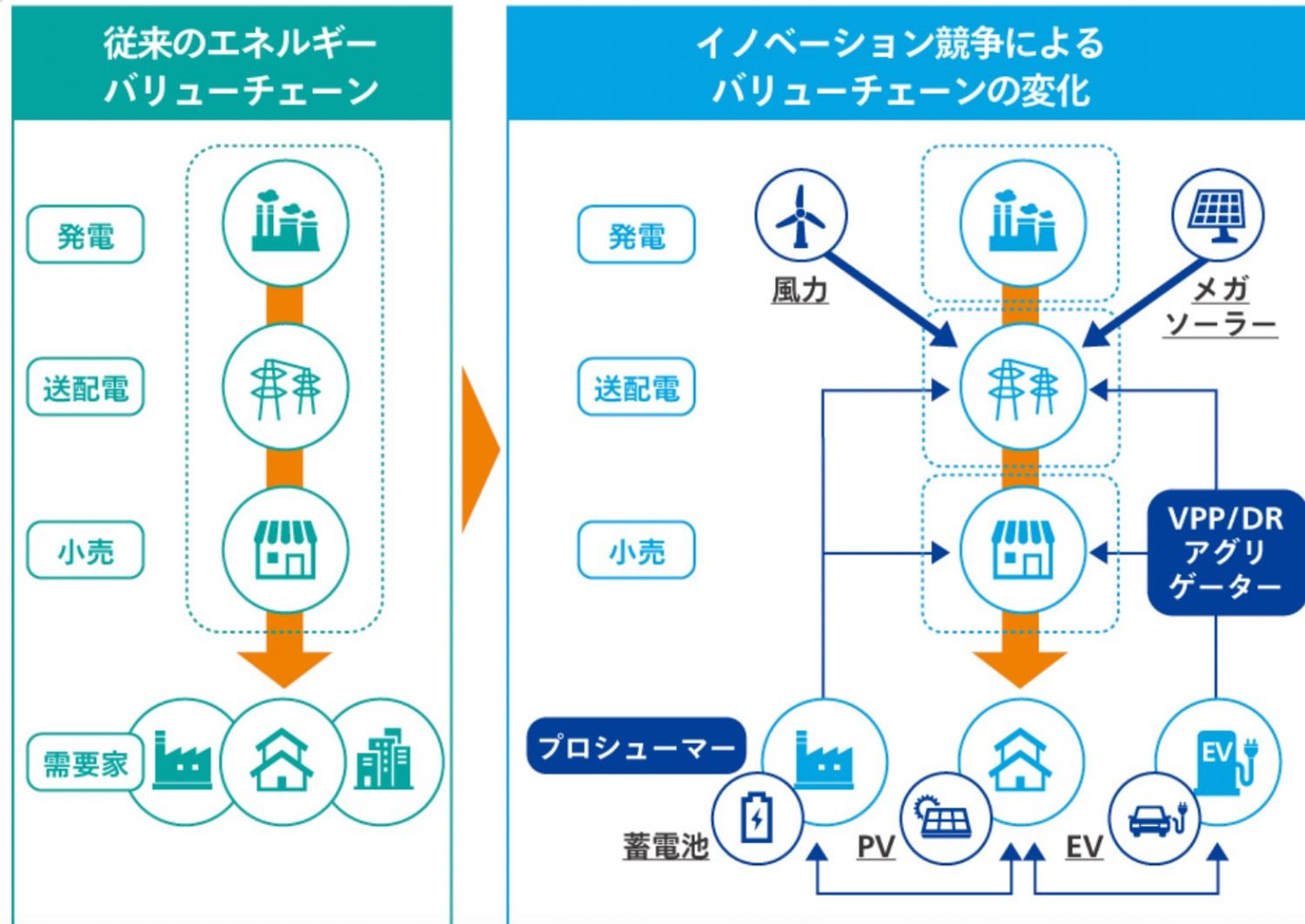
加速器 1機(33%)



日立製作所  
京セラ

出典: 文科省 栗原研一技術参与資料

# エネルギー・バリューチェーンの変化



出典：ABeam Consulting 資料

# 核融合に関わる企業カテゴリー



ITER, BA関連企業

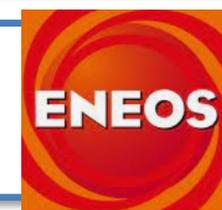


海外市場での実装を目指す企業



核融合の要素技術を持つ企業

エネルギー・サービス企業



投資企業



# 目次

---

- 核融合ロードマップへの早期化圧力
- 関連企業の拡がり
- ディープテックの事業化

# ディープテックとは

---

- 有形のエンジニアリング、科学的な発見に基づく技術
- 世の中を変える潜在力があるが、早期に見抜くことは困難
- 本質的な変化をもたらす
- 複数の技術分野にまたがり、自動運転、ロボティクス、スマートシティ/ホーム、医療機器、環境関連、エネルギー効率化など広範に応用可能

出典：TechWorks <https://www.techworks.org.uk/about/what-is-deep-tech>

---

# 主なディープテック

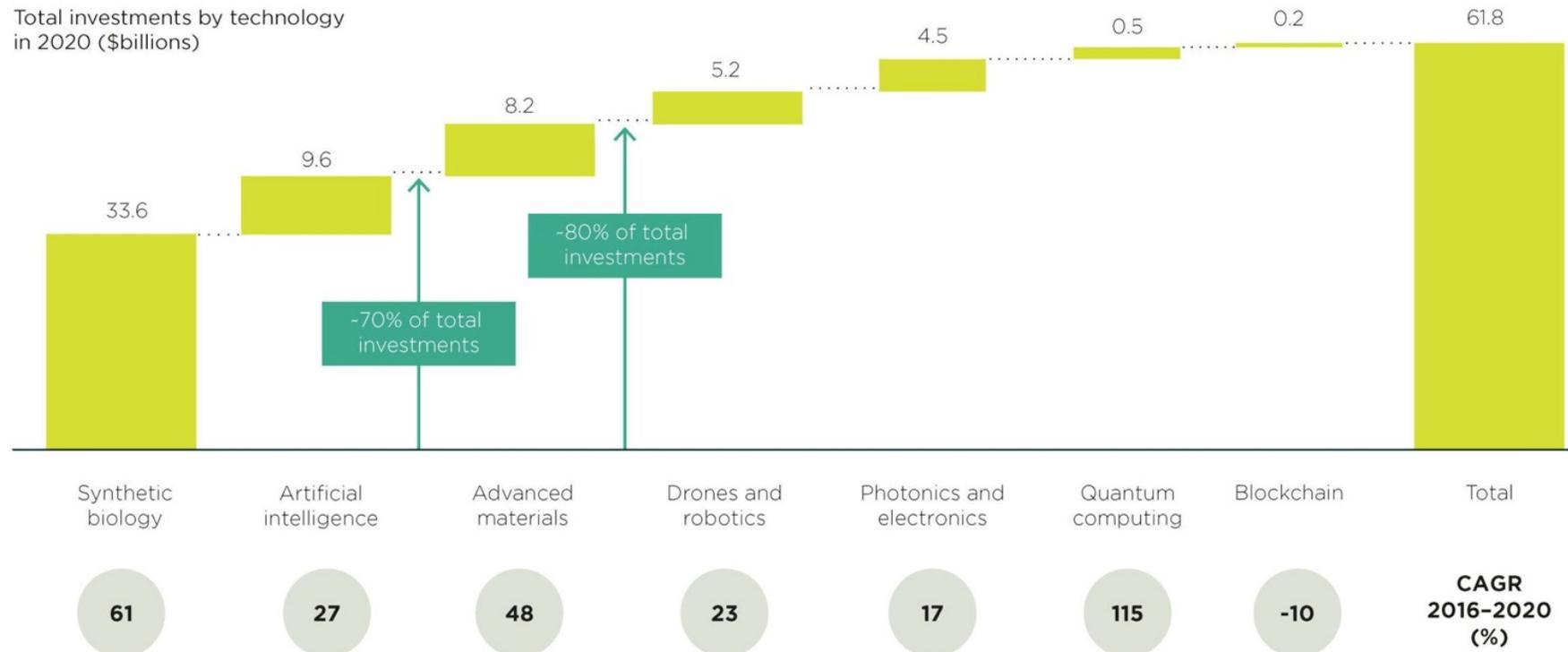
---

- 人工知能、機械学習、ロボット
- 3Dプリンター
- 自動運転、空飛ぶクルマ
- 宇宙飛行、月面探査
- クリーン電力、代替エネルギー
- ゲノム編集、寿命延長技術
- 埋め込み技術、人間拡張（ヒューマン・オーグメンテーション）
- IoT、センサー、ウェアラブル
- 精密医療（プレシジョン・メディシン）
- ニューラルネットワーク
- 量子コンピューティング
- ナノ・テクノロジー、合成生物学
- 没入技術、VR（仮想現実）、AR（拡張現実）

出典：<https://www.sbbit.jp/article/cont1/37769>

# 分野別ディープテック投資

Total investments by technology in 2020 (\$billions)

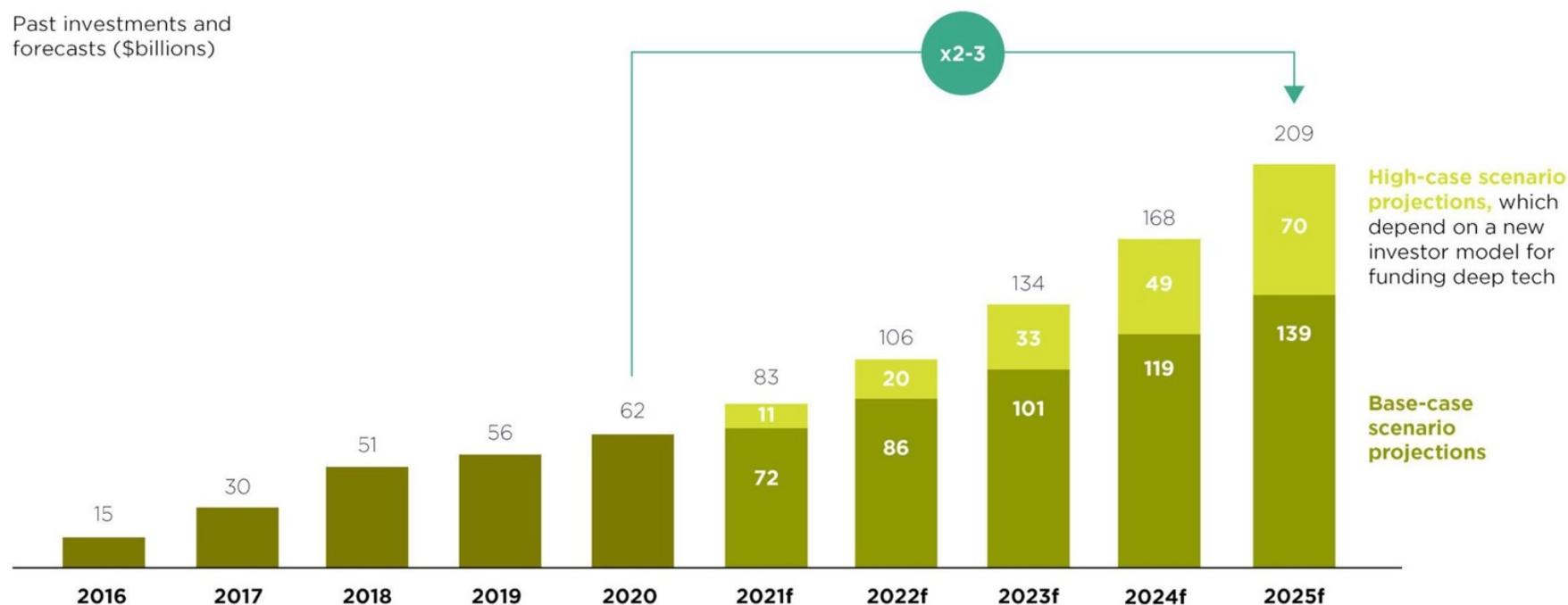


**Sources:** Capital IQ; Crunchbase; Quid; BCG Center for Growth and Innovation Analytics; BCG and Hello Tomorrow analysis.  
**Note:** Figures show estimated investments in 2020 in deep tech scale-ups and startups, including private investments, minority stakes, initial public offerings, and M&A. Investments assigned to more than one technology category were split equally. Approximately 32% of the investment in deep tech startups and scale-ups in 2020 remains undisclosed. CAGR = compound annual growth rate.

# 投資金額の推移



(世界)



Sources: Capital IQ; Crunchbase; Quid; BCG Center for Growth and Innovation Analytics; BCG and Hello Tomorrow analysis.  
Note: Investments include private investments, minority stakes, initial public offerings, and M&A. Approximately 25% to 30% of transactions are undisclosed.

# Breakthrough Technologies of 2022

	Technology	日本語訳
1	End of passwords	パスワードの終わり
2	Covid variant tracking	新型コロナウイルス変異株追跡
3	Long-lasting grid battery	送電網向け「長持ち」(鉄系)蓄電池
4	AI for protein folding	タンパク質構造のAI予測
5	Malaria vaccine	マラリア・ワクチン
6	Proof of Stake	プルーフ・オブ・ステーク
7	A pill for covid	新型コロナ飲み薬
8	Practical fusion reactors	実用的な核融合炉
9	Synthetic data for AI	AIのための合成データ
10	Carbon removal factory	二酸化炭素除去工場

出典：MIT Technology Review, 2022

# Breakthrough Technologyの歴史

年次	紹介された主な技術
2021	メッセンジャーRNAワクチン、グリーン水素
2020	人工衛星型インターネット、アンチエイジング薬
2019	核融合エネルギー、代替肉、ガン・ワクチン
2018	量子コンピュータによる細胞電荷シミュレーション
2017	実用的量子コンピュータ、自動運転トラック
2016	リサイクル宇宙衛星、自動運転EV
2015	車間通信技術、アップルペイ
2014	ニューロ・コンピューティング、ゲノム編集、農業用ドローン、VRデバイス
2013	ディープラーニング、スマートウォッチ、出生前DNA診断、ブルーカラー・ロボット

出典：MIT Technology Review HP



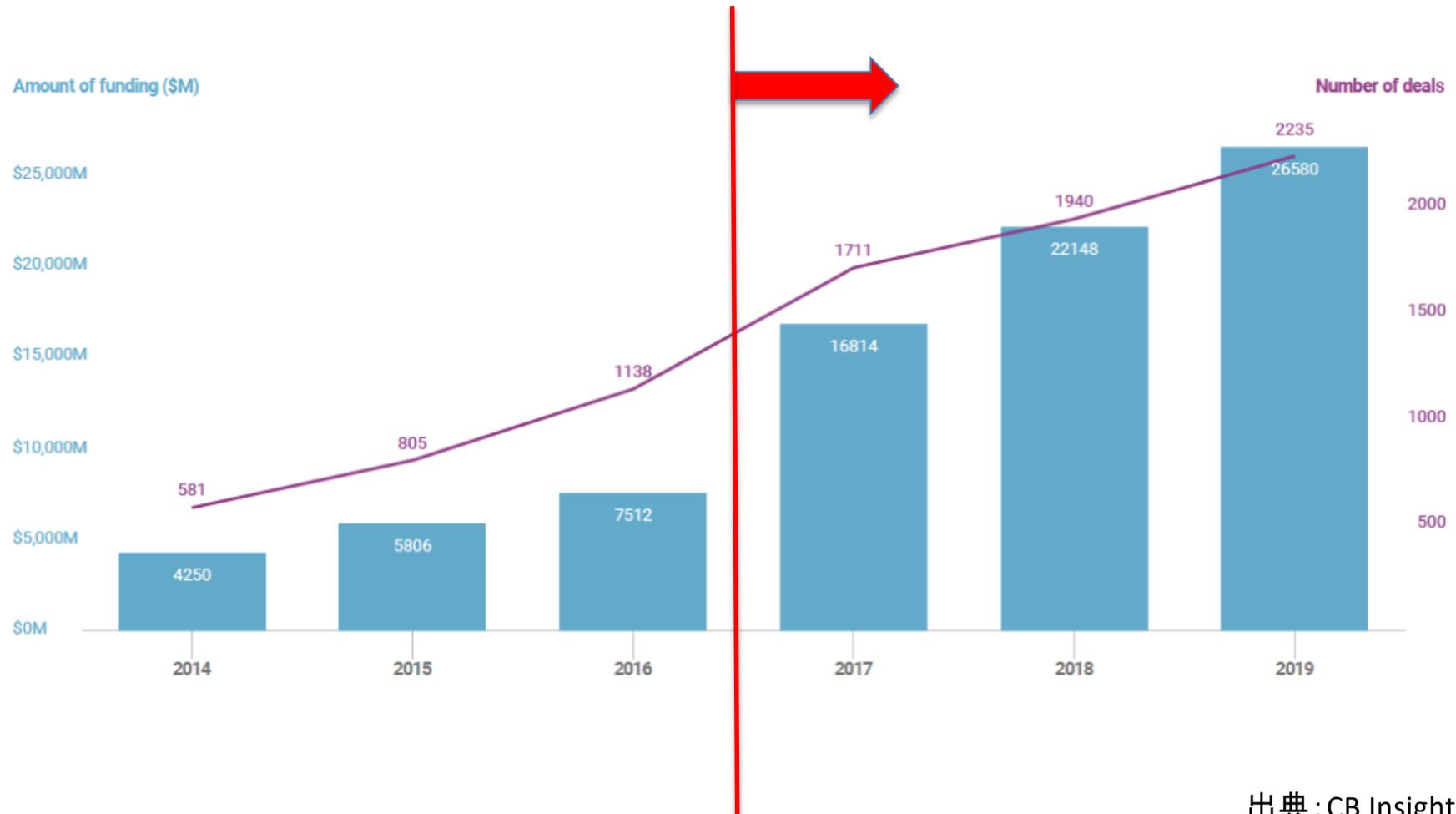
## New-wave nuclear power (新型核エネルギー)

-both fission and fusion  
reactor designs that could help  
bring down carbon emissions

出典：MIT Technology Review, Feb 27 2019

# AIベンチャーへの投資額推移

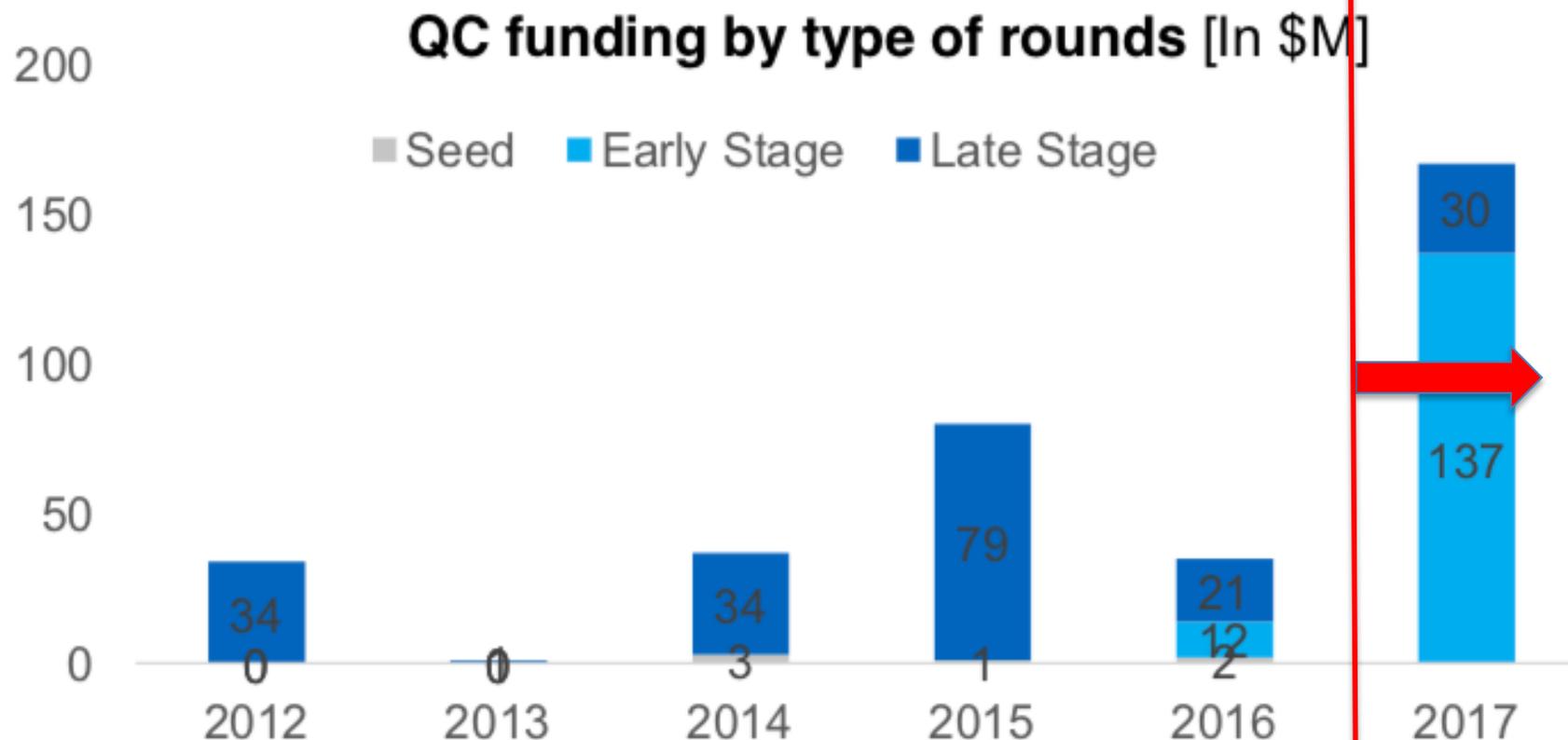
US10億ドル



出典: CB Insights

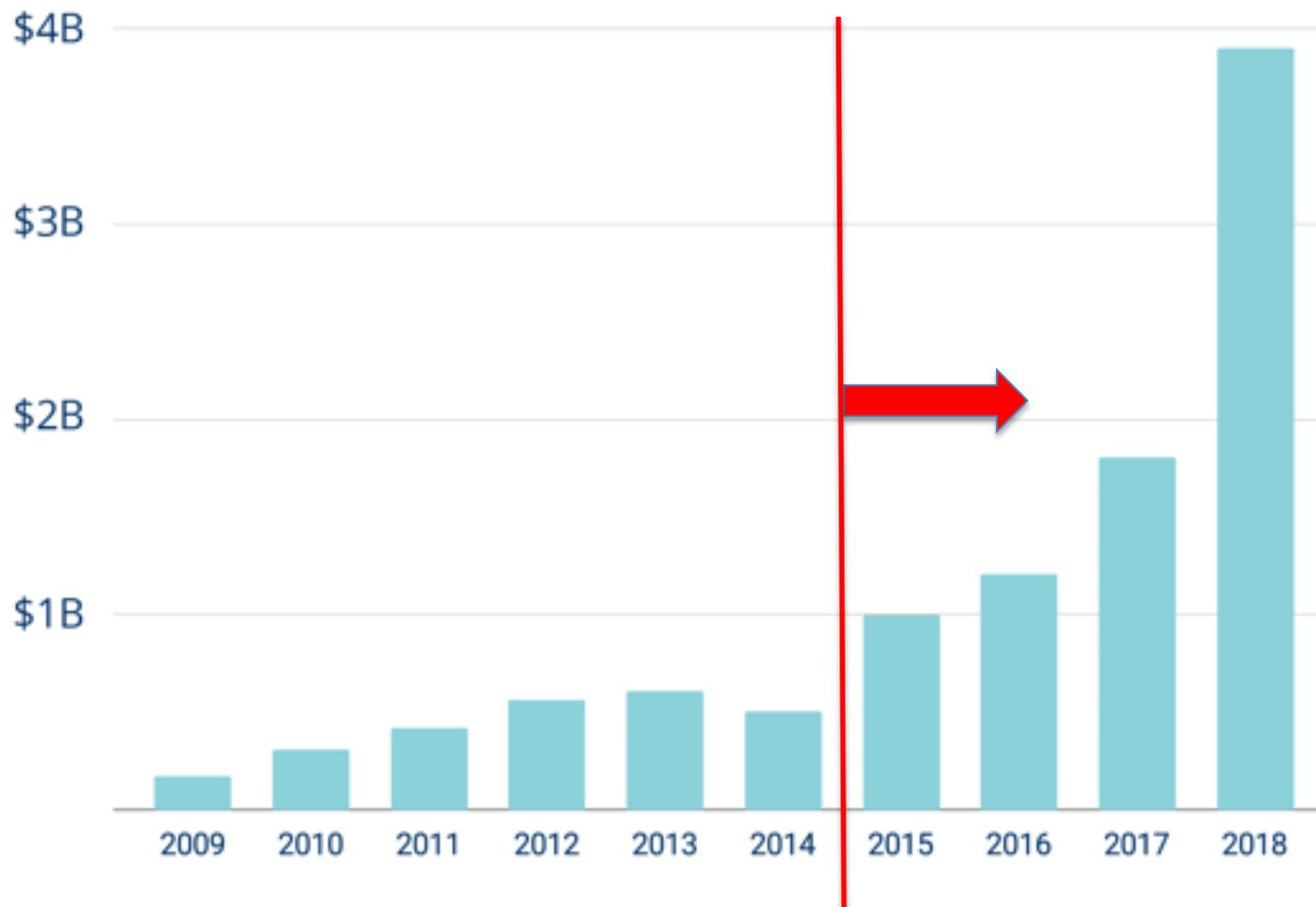
<https://venturebeat.com/2020/01/22/cb-insights-ai-startup-funding-hit-new-high-of-26-6-billion-in-2019/>

# 量子コンピュータへの投資トレンド



<https://www.insead.edu/sites/default/files/assets/dept/centres/gpei/docs/insead-student-quantum-computing-investment-analysis-apr-2018.pdf>

# 合成生物ベンチャーへの投資



出典: Synbiobeta: <https://synbiobeta.com/these-98-synthetic-biology-companies-raised-3-8-billion-in-2018/>

いくら有望な研究でも、ディープテックは「夢物語」「儲からない」と言われる傾向がある…

では、どうすれば良いか？

# 大学と企業：優先度が高い項目の比較

---

## 大学

- オリジナリティの追求
- 論文作成
- 教育・研究による社会的貢献
- 外部資金の獲得

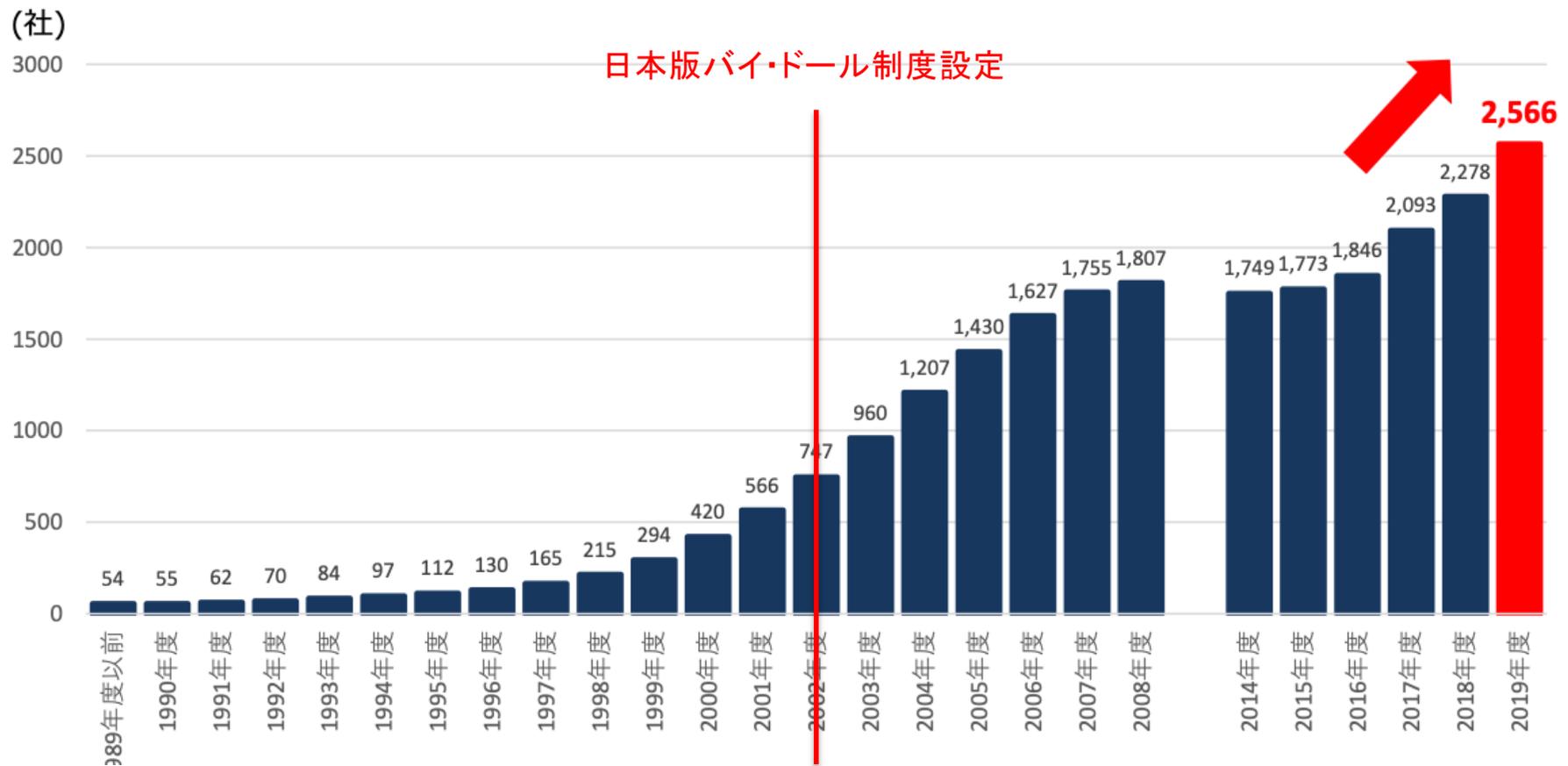
大きなギャップ  
⇒「触媒」の必要性：大学発ベンチャー

---

## 企業

- 利益の実現
- 製品・サービスの開発
- ステークホルダーへの貢献
- 社会的貢献(SDGsなど)
- イノベーション(オリジナリティ)

# 大学発ベンチャー：企業数推移



出典：経済産業省産業技術環境局大学連携推進室(2020)「令和元年度大学発ベンチャー 実態等調査」

---

ご清聴ありがとうございました



ozaki@hawk.kobe-u.ac.jp