

発電実証の場所（サイト）の選定について



内 閣 府

科学技術・イノベーション推進事務局



発電実証の場所（サイト）の選定について

発電実証を行う場所（サイト）は、発電実証を実施する者が選定・確保すべきもの。

（フュージョンエネルギー技術の種類などによって求められる要件が異なると考えられることから、実施主体がそれらを踏まえて選定・確保することが適当）

場所（サイト）の選定・確保には時間を要すると考えられることから、早い段階から検討を進めることが重要と考えられる。

こうしたことから、本TFにおいて、サイトの選定にあたって留意すべき点を整理し、参考として示すこととしたい。

【サイト選定にあたって留意すべき点】（案）

- 実施主体がサイト選定を行うに当たっては、**フュージョン発電実証プラントの炉型、規模、使用する三重水素等を踏まえ、想定されるリスクを考慮し、十分な安全確保を含む必要な対応が担保されるよう、最適な立地の選定が行われるべき**
- 地域住民に対しては、**事業内容や安全対策等に関する適切かつ丁寧な情報提供**を行い、懸念や不安の解消を図るとともに、**地域との信頼関係を着実に構築**していくことが重要
- サイト選定の際のチェックポイントの例としては、ITER計画の誘致時など過去の事例から次ページのようなものが考えられる

発電実証のサイトの選定について（過去の事例における考慮事項の例）

過去の事例等を踏まえたサイト選定の際のチェックポイントの例

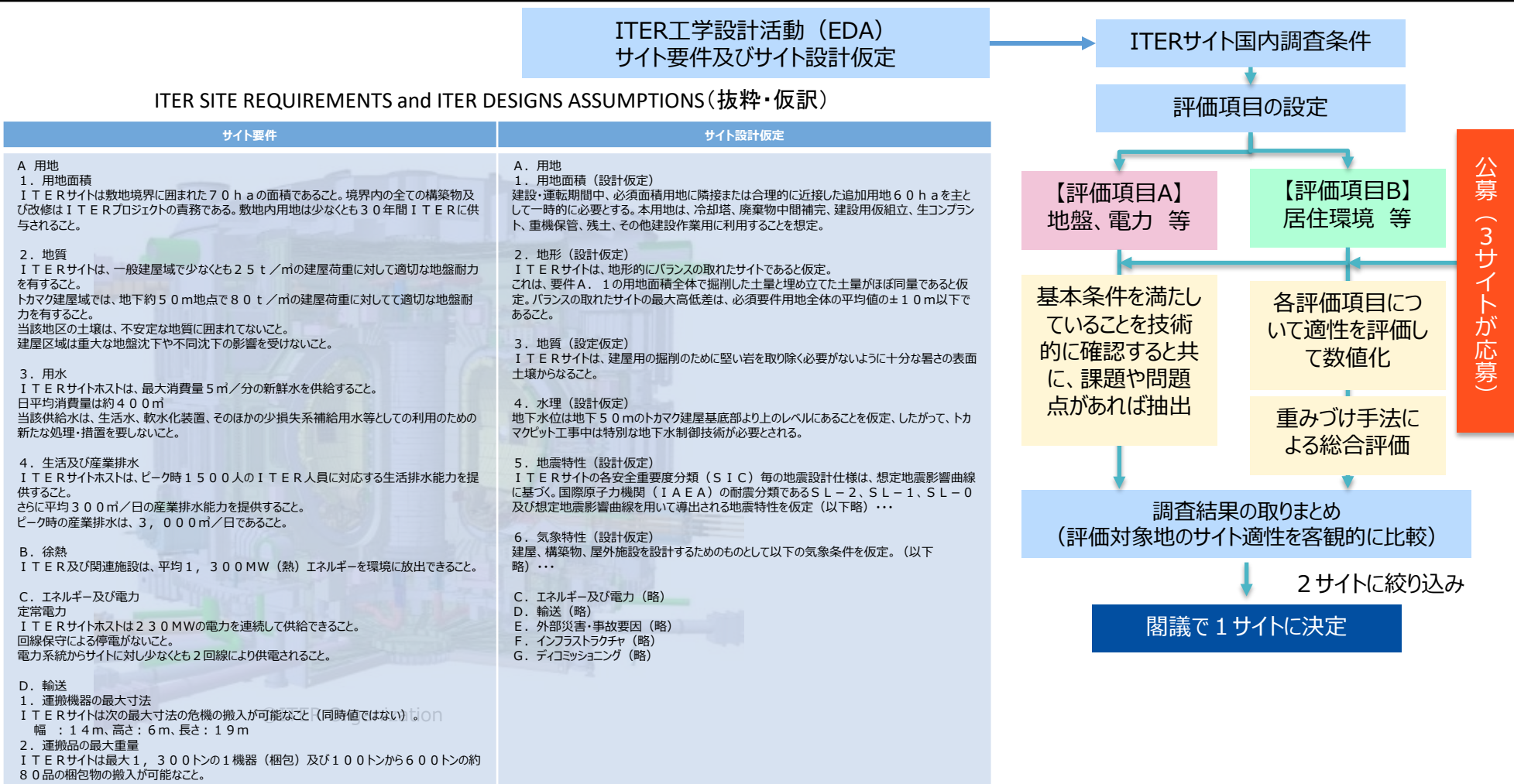
用地面積	建屋や設備等を収容するための十分な面積を確保するとともに、将来的な拡張も考慮する必要がある。 使用期間は建設および運転期間を基準としつつ、これを超えるデコミッショニング作業についても考慮する必要がある。
地質	最終的な建屋は大型重量機器から成るため、地耐力及び安定性がサイト要件に必要不可欠である。クレーン等の設備運用も地盤変形の影響を受けることから、適切な地盤設計と監視体制の確保が必要である。
用水	高品質な水を安定的に供給するとともに、施設運用時の漏水や火災などの非常事態にも対応できる量を確保する必要がある。本用水は冷却塔やその他の低品質水で代替可能な用途には使用されないことが求められる。
生活及び産業排水	サイト整備に当たり、多数の従事者が作業することが見込まれるため、生活及び産業排水が適切に排出できるよう、サイト境界まで下水道に接続する排水管を整備する必要がある。最大排水量は、漏水や排水分析完了まで貯槽に保管される産業排水等に対応できる規模と見込まれる。なお、雨水は産業排水に含まれない。
除熱	炉及び関連設備では大きな熱負荷が発生するため、熱エネルギーを環境中に放出する必要があり、連続運転時にも十分な除熱能力を有することが求められる。また、最大負荷時の反復運転（デューティサイクル）も適切に制限し、平均熱負荷も一定の範囲内に維持されることが必要。
エネルギー及び電力	炉の運転のためには常時電力供給が必要であり、サイト外の高圧送電線は送電線保守時にも電力供給が途絶えないよう設計・敷設される必要がある。
輸送	機器を可能な限りサイト外で製作するためには、大型・高重量の輸送品の搬入能力を有することが必要である。
地元の理解と協力	施設の安全性や環境影響に関する地元住民の理解と協力を得ることが重要であり、地域との十分な対話と協働体制の構築が求められる。
規制及びデコミッショニング	放射化物やトリチウムを含む放射性物質の管理を前提とした規制遵守と、運転後の安全かつ確実なデコミッショニングを実施可能な条件が求められる。

大型の実証プロジェクトのサイト選定に関する 過去及び諸外国の事例

- ITER誘致時における国内サイト選定
- STEPプロジェクトにおけるサイト選定
- Commonwealth Fusion Systems(CFS) ARC（商用炉）におけるサイト選定
- 他分野におけるサイト選定

ITER（国際熱核融合実験炉）の国内サイト選定経緯について

- 1992～2001年に実施されたITER工学設計活動（EDA）において、ITERの設計や大型超伝導コイルの試作などの技術開発を実施。このEDAの中で、サイト要件及びサイト設計仮定について設定。
- このEDAによるサイト要件を基に、文部科学省の有識者会合（ITERサイト適地調査専門家会合）において、国内のサイト選定における評価項目が設定された。
- この評価項目を踏まえ、国により公募がされ、各サイトから提案された内容について学識経験者等による評価により、定量評価により2サイト選定した上で、この2サイトから最終的には閣議で1サイトに決定された（その後ITERの建設はフランスに決定）。



ITER誘致時における国内サイト選定要件

- 文部科学省の有識者会合（ITERサイト適地調査専門家会合）を経て、文部科学省において設定された国内のサイト選定における評価項目は以下のとおりである。

評価項目A

大項目	中項目	小項目
1.土地条件 A	(1)用地面積	標準施設領域として40ha
		建設期間中の一時使用地として約30ha
		上記一時使用地の運転開始後の利用可能性
	(2)地盤安定性等	地盤安定性と耐荷重、安定した地盤までの深度、地下水位
	(3)用地の造成	施設建設工程に支障なく造成土木工事が完了できること
2.周辺ユーティリティ条件	(1)電力	2回線の高圧送電線と電力量の確保、送電システムの信頼性
	(2)排熱	環境中への放熱（450）、冷却水の給排水量
	(3)給水	上水量の確保、工業用水の確保、冷却水の給配水施設整備
	(4)排水	水及び産業排水施設の整備（400日以上）
		冷却水の排水施設整備
	(5)物品輸送路	機器・設備搬入のための輸送ルートの整備
		（幅9、高さ8、長さ15、重量600トン）
	(6)国際高速通信	国際ネットワークと接続可能な高速デジタル通信専用回線の確保
3.社会環境条件 A	(1)地元の理解と協力	地元関係者の積極的な協力
		低レベル放射性廃棄物、トリチウム輸送等に対する理解と協力

評価項目B

大項目	中項目	小項目	内容
1.土地条件 B	(1)災害リスク・ITER（イーター）プロジェクトに対する各種災害リスクが小さいこと	地震及びその被害	・地震及びその被害が少ないこと
		自然災害(地震を除く)要因	・台風、集中豪雨、豪雪、地滑り、崖崩れ、河川の氾濫、高波、津波等の被害が少ないこと
		産業的・人為的災害要因	・ITER（イーター）施設に重大な産業的・人為的災害の及ぶ恐れがある要因が候補地周辺にないこと
	(2)制約要因・ITER（イーター）の効率的な建設・運転を妨げないこと	土地利用上の制約	・ITER（イーター）の建設・運転に必要な各種法令上の規制が少ないこと
		施設設計に影響する気象要因	・施設の建設費、維持費等を増加させる気象要因が少ないこと
2.社会環境条件 B	(1)生活環境・外国人家族を含む職員等にとって好ましい居住環境が形成されること	居住環境	・候補地の近くに職員等の居住環境が整備されること
		住宅の都市への近接性	・職員等の居住環境の近くに都市があり、交通手段が整備されること
		居住地の文教、医療施設等	・職員等の居住地域に文教施設、医療施設、商業、各種行政施設等が整備されること
		近接都市の文化・国際性	・職員等の居住環境の近くの都市に国際学校、文化施設等が整備されていること
	(2)業務・研究環境・ITER（イーター）プロジェクトを効率的に実施するための環境が整っていること	外国人へ提供されるサービス等	・外国人職員等及びその家族が快適に生活できること
		鉄道の主要駅等へのアクセス	・鉄道の主要駅、空港、高速道路インターチェンジ等から候補地までのアクセスが確保され交通の利便が良いこと
		国際空港へのアクセス	・空港が候補地まで合理的な連絡時間内に位置し、国際線に連絡していること
		研究環境	・ITER（イーター）の建設・運転に必要な産業的インフラ、関連研究開発機関、大学等が施設近傍に存在すること
		自治体等の貢献	・その他ITER（イーター）プロジェクト実施に資する地元の積極的な貢献があること

STEPプロジェクトにおけるサイト選定

- 英国STEPプロジェクトのサイト選定では、評価項目を設定の上、国による公募が行われた。
- 評価項目にフュージョン特有のものは見られず、UKAEA資料でも、現段階ではフュージョン施設に求められる詳細な条件を定められないと記載されている。

pool	中項目	概要
必須条件 (pool1)	自治体の政策方針	方向性が一致しているかどうか
	安全性	人体または環境の安全性の問題から主要産業の操業ができない場所か
	利用可能性	STEPが自由かつ持続的に利用可能か
	敷地面積	100ha以上の敷地を確保できるか
事業性 (pool2)	開発障壁	文化的・歴史的に重要な指定がないか等
	土地の利用制約	敷地が譲渡、リース等の場合にどのような条件が課されるのか等
	土地の所有者	敷地の現状の所有者が公共のものか私有のものか等
	敷地取得費用	売却やリースにかかる費用等
社会経済性 (pool3)	保有設備	敷地が有している既存施設やインフラ等
	社会経済成長	地域のビジョンが明確で、各主体がこのビジョン達成のための成長プログラムに積極的に参加しているか
	パートナーシップ	地域の団体がSTEPプロジェクトに同様に役割を果たすのか、どのような連携を果たすのか等
	地域需要	STEPプロジェクトによりどのような影響があるのかをデータにより説明 ・既存の強みと生まれつつある強みの維持・強化 ・将来の成長のための未開発の可能性の引き出し ・新たな研究開発能力の展開 ・より広範な成長、資金調達、投資のための触媒の一つとしての制約の解除、促進、行動
	気候変動と持続可能性	STEPプロジェクトが地域の広範な低炭素戦略の一部として機能しているか

pool	中項目	概要
オフサイト特性 (pool4)	送配電網等のインフラ	275kVの送電線との距離や132kVの送電網との距離や容量、配電網の所有者、水道・排水施設等の距離等
	専門能力	労働市場を含めた地域の有する専門性
	開発の適合性	近隣の土地利用指定：サイトから3マイル（5km弱）圏内の現状の土地利用指定 近隣のNatura2000の存在：Natura2000がサイトから3マイル圏内、20マイル（32km強）圏内にそれぞれいくつかあるか 近隣の景観地域等の存在： ・敷地の一部もしくはすべてに、特別自然景観地域、国立公園、あるいは特別科学関心地域が含まれているか ・サイトから15マイル（25km弱）圏内に特別自然景観地域や国立公園がいくつかあるか
	輸送インフラ	歴史・文化遺構の存在：サイトから3マイル（5km弱）圏内、10マイル（16km強）圏内に文化的、歴史的に重要な場所、あるいは考古学的に慎重に扱うべき場所はあるか 更新の度合い：サイト選定された場合、建設時・運用時において、既存の輸送インフラ/サービスに対してどのような更新が必要になると考えられるか 港湾アクセス性：戦略道路網もしくは幹線道路網のみで港湾からプラントまでいけるか、もしくはサイト内あるいはサイトに隣接して海上荷揚げ施設を作ることができるか 鉄道アクセス性：労働者や設備を輸送するだけの十分な能力を持った稼働中の鉄道路線へのアクセスが容易か 自動車アクセス性：戦略道路網、幹線道路網、または同等の標準道路に容易にアクセスできるか。アクセスできない場合、新設が可能かどうか。また、サイトへの入口の幅は確保できるかどうか等
	サイト制約	敷地境界の制約はどのようなものか

pool	中項目	概要
オンサイト特性 (pool5)	敷地面積と拡張性	0.5ha単位で四捨五入した敷地面積と、その敷地面積内で関連施設が展開される予備用地が確保できるか等
	高さ制限	物理的、規制にもとづいても、景観保護に基づくものなど、高さ制限に関するものがあるか
	土木制約	障害：敷地の展開に影響を与える可能性のある主要な土木工事上の特徴（例：解体が必要な既存建物、対策が必要な自然地形など） 高低差：敷地の最低地点と最高地点の間における、20メートルを超える高低差の有無。 敷地全体にわたる高低差、特に敷地の入り口の位置からの高低差、重要な局所的な傾斜、および既存の特徴
	水	・敷地中心から最も近い重要な水域までの距離（メートル単位）と水域の種類 ・その水域による冷却水の供給と排水の受容量 ・潮汐サイクルを通じても継続的な種類能力が提供できるか ・その水域の容量は制限されているのか（湖）、それとも変化するのか（潮汐変化のある湖、海、河川、河口） ・敷地と潮汐サイクルにおける最低水位との高低差 ・サイト内に既存冷却インフラの有無 ・その水源が過度な枯渇を防ぐために認可された取水権を有しているか等
	土地	敷地の地盤工学的な特性： ・敷地の地層状態 ・岩盤深さ ・詳細な地盤調査の実施有無 ・表層または基盤岩盤における、地盤の安定性に影響を及ぼす可能性のある地殻構造の有無 ・既知の浸食影響の有無 土壌汚染等：敷地に関連する、現在または過去の地質・土地の品質に関する既知の問題（例：汚染）有無 地震：地震活動の少ない場所かどうか
	洪水予防	洪水発生状況： ・敷地の一部または全部が、指定された洪水地域内に位置しているか ・その土地が過去に浸水したことがあるかどうか ・地下水や地表水など他の水源に起因する浸水リスクがある、または浸水が発生した事例があると考えられるか 海拔からの高さ： ・最低地点の海拔からの高さ（標高）のリストアップ ・もし5メートル未満である場合は、その海岸地域の性質
		水域保護： ・敷地の一部または全部が、水枠組み指令で指定された区域（保護区域など）に位置しているか ・水枠組み指令で指定された保護区域は、敷地から3マイル以内にいくつかあるか ・敷地が河川やその他の水域と重複しているか、または非常に近い

参考：STEPプロジェクトの概要

- 英国においては、政府主導の「STEPプログラム」において、**2040年をターゲットに、100MWの発電を行うプロトタイプ発電炉を設計、建設することを目標**として社会実装に向けての検討が進められている。
- **英国原子力公社（UKAEA）の完全子会社である英国産業核融合ソリューション社（UKIFS）**がプロジェクト主体を担う。連携先企業を公募で決定し、民間企業を巻き込みながら一体となってプロジェクトを推進。
- 政府として民間企業・研究機関に対しての関連技術の開発に対しても支援を行い、STEPを補完している。

STEPについて

設計概要

- 主体：**英国原子力公社（UKAEA）の完全子会社である英国産業核融合ソリューション社（UKIFS）**がプログラムを推進。2025年1月に、エンジニアリングおよび建設のパートナー候補企業が公開され、2025年末または2026年初頭に契約締結される予定。
- 予算：概念設計のPhase1において、2.2億ポンド（≒440億円）の予算を投資。2025年6月に、STEP含めフュージョンエネルギー分野に5年間で25億ポンド（≒0.5兆円）を投資することが決定。
- 建設地：ノッティンガムシャー州の石炭発電所があった土地に建設を決定。



STEP概念図



建設予定地

（主要特性）

1. 発電能力：正味**100MWe**の電力を安定して供給
2. 燃料：トリチウムの**自給自足**を達成
3. 保守性：運転サイクル（停止期間を含む）の信頼性のある見積もり
4. 開発の柔軟性：データ取得能力、将来の商業炉開発に役立つ検証や改良を支援できる能力
5. 安全性と環境：環境への影響を最小限に抑えて実現できること
6. スケジュール：プログラム全体のスケジュールと、その見積もりの信頼性
7. コスト：プログラム全体のコスト、その見積もりの信頼性、将来の**商業炉の推定コストと発電単価（LCOE）**（後に策定予定） 等

今後の進展

- **2040年に最初の運転を開始し、可能な限り早期に少なくとも100MWの正味のエネルギーを実証することを目標として進捗。**

Phase1 概念設計

2019 ~ 2024

- 2024年まで概念設計、主要な技術・インフラプログラムを実現するための組織体制の構築、用地選定、適切な規制枠組みの整備に注力（2025年3月発表）。
- 並行して、社会実装への道筋を検討。

Phase2 設計・製造

2025 ~ 2032

- 主要産業を巻き込んで、クリティカルとなる技術の開発をプログラムし、設計、実証、コンポーネントの製造へと移行する。また、建設地の地方自治体の協力パートナーや周辺地域と緊密に連携し、**計画承認と許可の取得**を目指す。

Phase3 建設

2032 ~ 2040

- 発電所の建設とインフラ整備に関するもので、計画許可と同意が得られ次第、**2030年代に開始**される。STEPプロトタイプ発電所は**2040年に最初の運転を開始し、可能な限り早期に少なくとも100MWの正味のエネルギーを実証**する予定。

※1ポンド=200円で換算

Commonwealth Fusion Systems (CFS) ARC(商用炉)におけるサイト選定

- ARCのサイト選定においては、明確な評価指標は示されていないものの、電力需要、労働力、既存設備の観点などから世界中で100カ所以上を候補として評価。20カ所の最終候補地からバージニア州チェスターフィールドに決定された。この選定プロセスはCFS内部で、約2年間をかけて進められたと思われる。

【バージニア州チェスターフィールドが選定された理由】

① 電力需要

データセンターの集積が進んでおり、クリーンで安定したエネルギーへの需要が大きい

② 労働力

原子力関連企業や原子力関連学科のある大学が存在し、原子力関連の労働力が確保可能

③ 既存設備

廃止された石炭火力発電所の送電網接続設備を利用可能

④ 交通

建設時の物流の観点で十分な交通網が存在

⑤ 受容性

雇用創出、地域活性化等の観点で州からも好意的な姿勢

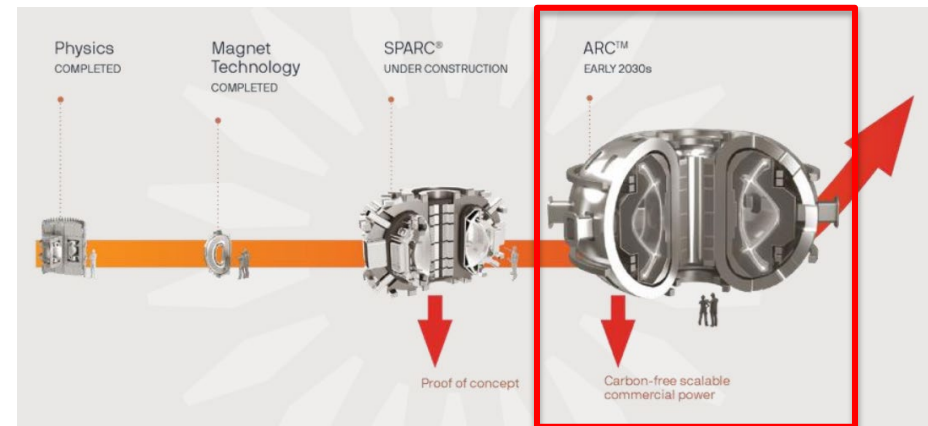
出典) JETRO「米CFS、初の商業用核融合発電所をバージニア州に建設へ」(2024年12月23日) <https://www.jetro.go.jp/biznews/2024/12/601f2a9d55da9d5f.html>
NuclearNewswire「Commonwealth Fusion Systems picks Virginia site for its first power plant」(2024年12月20日) <https://www.ans.org/news/article-6643/commonwealth-fusion-systems-picks-virginia-site-for-its-first/>
TechCrunch「Commonwealth Fusion Systems just picked its first commercial site partly because of its proximity to Washington, DC」(2024年12月17日) <https://techcrunch.com/2024/12/17/commonwealth-fusion-systems-just-picked-its-first-commercial-site-partly-because-of-its-proximity-to-washington-d-c/>
Government of Virginia「Governor Glenn Youngkin Announces World's First Commercial Fusion Power Plant」(2024年12月17日) <https://www.governor.virginia.gov/newsroom/news-releases/2024/december/name-1037752-en.html>
The Boston Globe「Massachusetts fusion startup plans first commercial power plant in Virginia」(2024年12月17日) <https://www.bostonglobe.com/2024/12/17/business/commonwealth-fusion-systems-virginia-power-plant/> より作成

参考：Commonwealth Fusion Systems (CFS) ARCの概要

- ARCの概要については、第3回社会実装検討タスクフォースにおける紹介によれば、以下のとおり。

ARCの特徴

- ARCは実験炉SPARCに続く商用炉の位置づけ
- ネット電力400MW
- ベースロード電源または負荷追従型
- 省スペースで高いエネルギー密度を実現
- 既存の電力系統インフラに組み込むことが可能など



ARCの立地場所：バージニア州チェスターフィールド郡

- クリーンなベースロード電源への強い需要があり、最も急速に成長している電力市場の中心地
- 強力な人材エコシステムと熟練した地域労働力
- 地方、郡、州レベルの強力なパートナー
- 初期のゾーニング承認を既に取得済み など



Copyright Commonwealth Fusion Systems

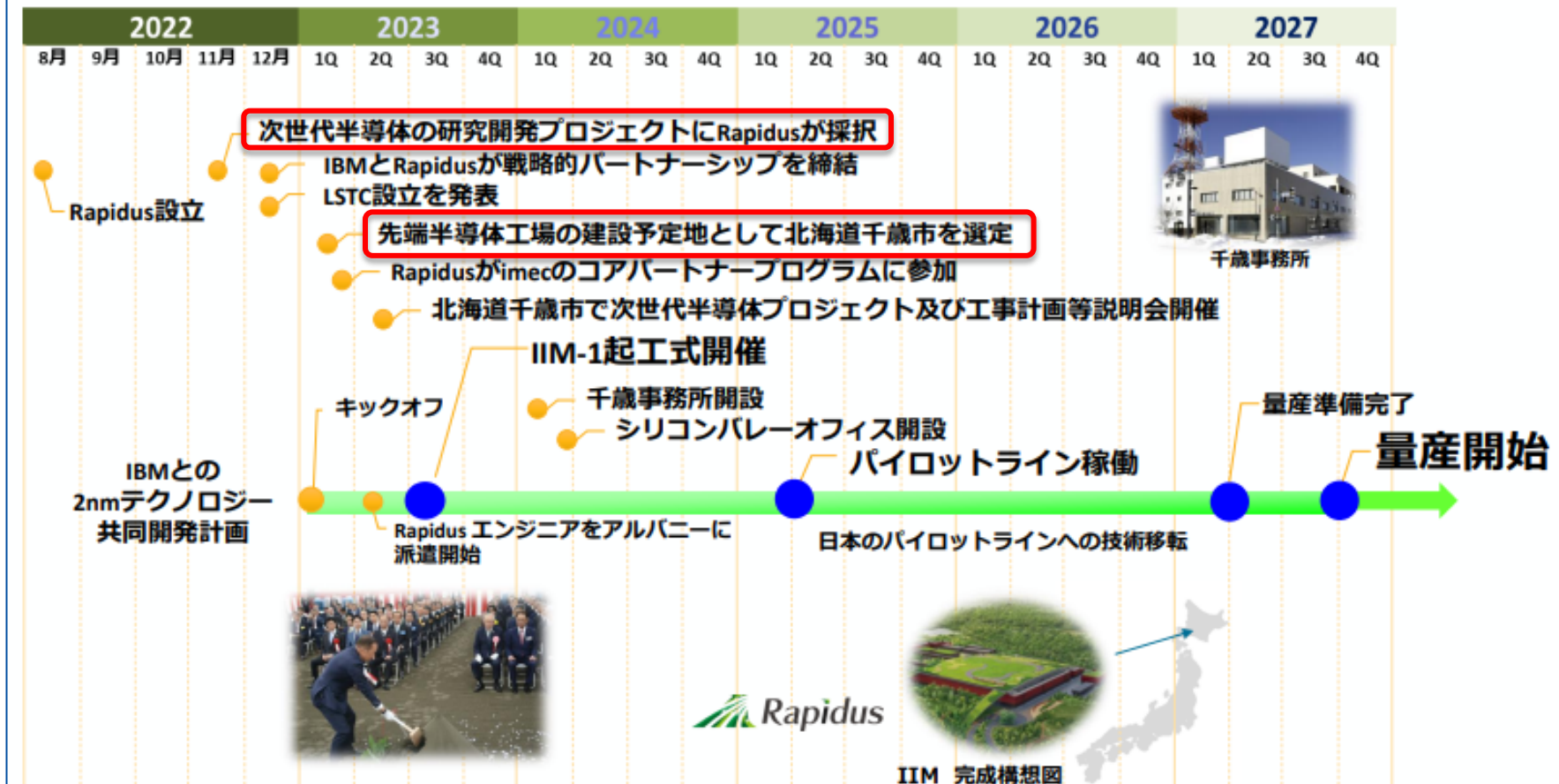
(出典) 第2回社会実装検討タスクフォース資料3 CFS提供資料を編集

https://www8.cao.go.jp/cstp/fusion/taskforce_social/2kai/siryou3.pdf

他分野におけるサイト選定：次世代半導体製造工場

- Rapidus社による次世代半導体製造工場の選定経緯については明らかとなっていない。
- 選定にあたっての評価項目としては、広大な土地、水や電力等の産業インフラの充実とされている。

ラピダス社の事業計画



出典)「第1回 次世代半導体等小委員会資料」(経済産業省)

(https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shomu_ryutsu/next_generation_semiconductor/pdf/001_03_00.pdf) に赤枠追記