

エネルギー領域のサイエンスイノベーション 米国国立再生可能エネルギー研究所を題材に

佐野則子



CONTENTS

- I 日本が進める「再エネ拡大」と「GX産業構造の変革」
- II 米国国立再生可能エネルギー研究所の投資促進活動
- III 再エネ拡大に寄与するサイエンスイノベーション
- IV 科学技術の研究開発機関との連携が拓くGX時代の競争優位

要約

- 1 2025年2月、日本政府は「再エネの最大電源化」と「GX産業構造の変革」を閣議決定した。企業が産業構造の変革につながる科学技術や人材と接点を持ちたいければ、サイエンスイノベーションを社会実装する「科学技術の研究開発機関」は有用である。
- 2 その一つである米国国立再生可能エネルギー研究所（NREL）は、技術の産業化を狙う「産業成長フォーラム」でスタートアップと投資家の対話促進を30年間行い、2003年からの累積投資額は110億ドルを超えるなど、サイエンスイノベーションの産業成長に貢献している。
- 3 2025年の産業成長フォーラムでは、蓄電池や再エネに関する事業が多く見られ、GX投資が活発な分野といえる。これらはAIなどのデジタル技術を活用し、再エネ拡大を軸としたGX産業構造の変革に寄与するイノベーション事業である。
- 4 科学技術の研究開発機関との連携は企業の競争力に直結する。サイエンスイノベーションは企業の未来構造を支え、新しい産業構造そのものを形づくる。日本企業は、サイエンスイノベーションをGX投資と産業構造の変革のカギとすることが、今、まさに期待されている。

I 日本が進める「再エネ拡大」と「GX産業構造の変革」

1 日本企業が求められていること

2025年2月、第7次エネルギー基本計画が閣議決定され、再生可能エネルギー（再エネ）を最大の電源割合（4～5割程度）とする目標が提示された。同時に閣議決定された「GX2040ビジョン」では、エネルギー安定供給、経済成長、脱炭素の同時実現に取り組むべく、GX^{※1}の産業構造を変革する方針である。

すでに政府は、2023年度から10年間で150兆円のGX投資を促進する計画を立て、エネルギー領域を含む16分野の投資対象を明示し（表1）、補助金も用意している。投資対象は科学技術が必要な領域が多い。日本企業はGX投資を活性化させ、それを土台にGX産業を成長させていくことが期待されている。

2 技術の産業化に寄与する「科学技術の研究開発機関」

「GX2040ビジョン」では、技術を短期間で商業化させ、新産業を創出するために6つの取り組みを進める方針である^{※2}。その取り組みの1つに、「海外の学術機関との提携等」がある。これは、イノベーション創出において高度な専門知識を持つ人材の重要性を意識したものである。

本稿では、日本の外部環境の変化を踏まえ、科学技術を基盤とし、基礎研究だけでなく技術の実用化や商業化を目指した開発を行う研究機関（以下、「研究開発機関」と呼ぶ）を推奨する。その一つとして、公開情報に基づいて米国国立再生可能エネルギー研究所（NREL：National Renewable Energy

表1 科学技術が必要な領域が多いGX投資16分野

分野		主な投資促進策
製造業	1 鉄鋼	製造プロセス転換に向けた設備投資支援など
	2 化学	
	3 紙パルプ	
	4 セメント	
運輸	5 自動車	電動車（乗用車・商用車）の導入支援など
	6 蓄電池	生産設備や置用蓄電池の導入支援など
	7 航空機	次世代航空機のコア技術開発など
	8 SAF	SAF製造・サプライチェーン整備支援
	9 船舶	ゼロエミッション船などの生産設備導入支援
くらしなど	10 くらし	省エネ対策（家庭の断熱窓への改修、高効率給湯器の導入、商業・教育施設などの建築物の改修支援）
	11 資源循環	循環型ビジネスモデル構築支援
	12 半導体	パワー半導体などの生産設備導入支援 AI半導体や光電融合などの技術開発支援
エネルギー	13 水素など	既存原燃料との価格差に着目した支援
	14 次世代再エネ	ペロブスカイト、浮体式洋上風力、水電解装置のサプライチェーン構築支援など
	15 原子力	次世代革新炉の開発・建設
	16 CCS	CCSバリューチェーン構築のための支援（適地の開発など）

出所) 経済産業省「分野別投資戦略」(2023/12/22) より作成
<https://www.meti.go.jp/press/2023/12/20231222005/20231222005.html>

Laboratory) を題材に、その有用性を分析する。

日本企業が、自社の未来のために産業構造の変革につながる革新的な科学技術や人材と接点を持ちたければ、NRELとの接点形成が一つの道筋になる。

NRELは、基礎研究だけでなく、企業に対する技術支援、技術の産業化を狙ったスタートアップへの投資促進活動を行っている。その活動から確認できる事業は、科学とテクノロジーを兼ね合わせたサイエンスイノベーションが多い。また、NREL自身も優れた科学者や技術者の採用に力を入れ、エネルギー領

域での最前線の研究に取り組んでいる。つまり、継続的にサイエンスイノベーションを生み出す仕組みを構築している。

NRELとの連携は、日本企業におけるGX投資の活性化とGX産業構造の変革につなげるために有効と考えられる。以下、第Ⅱ章でNRELの投資促進活動を、第Ⅲ章でNRELが選定した再エネ拡大にかかわる事業を行うスタートアップを、第Ⅳ章で科学技術の研究開発機関との連携による有用性を考察する。

Ⅱ 米国国立再生可能エネルギー研究所の投資促進活動

本章では、NRELによるスタートアップと企業・投資家の対話促進活動を概観する。企業にとって、スタートアップと対話する目的はさまざまである。将来に向けた戦略的な投資先を探す場合もあれば、すぐに連携して新しい事業を立ち上げたい場合もある。そのため、自社の目的や戦略に応じて、事業の成熟度がどの段階にあるスタートアップと対話するかを選択することが重要となる。

1 NRELの役割

NRELは米国エネルギー省の国立研究所である。1977年に設立され、連邦政府の政策とガイダンスに沿って運営され、再エネとエネルギー効率の研究に特化した米国唯一の連邦研究所である。

技術評価と研究開発において高い権威を持ち、米国外も含めた企業に対して技術的評価や支援を行っている。たとえば2021年に、起業家に研究所内の研究室を利用させる2年間の起業家支援プログラム「West Gate」を開

始した。West Gateに参加すると、起業家は技術指導に加え、年間11万ドル相当の生活費や2年間の技術支援資金（15万ドル相当）などを受け取ることができ、会社設立が必要となる（2025年4月時点）。参加条件には、米国の競争力やエネルギー効率を阻害する大規模な社会的課題に対応することが求められる。このようにWest Gateは、技術の産業成長に向けた技術・経済的支援を提供するものである。

さらに、NRELはクリーンテック技術が産業として成長していくために必要な投資活性化を目的に、毎年、「産業成長フォーラム」（IGF：Industry Growth Forum）というクリーンテックフォーラムを開催している。

2 産業成長に向けた投資促進活動

日本企業がIGFにアクセスすべき理由は、有望なスタートアップと対話の機会が持てる点にある。

IGFは、2025年3月の開催で30周年に当たる。そこに参加するスタートアップは、事前に応募企業の中から投資家で構成される選考委員会によって選定される。選定されたスタートアップに対する2003年からの累積投資額は、110億ドルを超えている。日本の国の機関の取り組みにおいて、このように長期にわたり投資額が累積している事例はない。

スタートアップが募集される領域は、農業・食品、建築環境、電力、燃料・化学品、素材・化学、資源・気候管理、輸送とモビリティなど多岐にわたる。選定されたスタートアップの事業は優れた技術やビジネスモデルを持ち、スケールアウトする可能性を期待されている。

IGFには、投資家、業界・公共部門の専門家、クリーンテックのスタートアップが参加する。2025年は1000人以上の参加者が集い、200人以上の選考委員が選定し、合計52社のスタートアップが革新的な技術や事業を紹介した^{注3}。同時に、産業界から企業がスタートアップに対して課題を提示して解決策を提案してもらう形式のリバースピッチ、3000件近い1対1のミーティングが開催され対話が行われた。

このように、米国の公的研究所が、技術支援だけでなく、スタートアップと企業の対話促進を通じて、クリーンテックにかかわるサイエンスイノベーションの産業成長に貢献しているのである。

3 スタートアップの成熟度ごとに見る事業の革新性

IGFでは、事業の成熟度に応じてスタートアップは「アーリーステージ」「商業化前段階」「商業化段階」「成長段階」の4段階に分類されている。国際市場で成功している企業は、4段階のいずれかに位置しつつ国際的ス

タートアップとして位置づけられる（図1）。

日本企業は、これらのスタートアップの事業概要から自社の戦略に沿う革新性を見だし、自社の事業とどういのかかわり方があり得るのかを検討することができる。各ステージのスタートアップにはベストベンチャー賞が授与されているため、受賞企業を題材にその革新性を確認していきたい。

(1) アーリーステージ

アーリーステージ（表2）では、データセンターのエネルギー効率化に挑むPalanquin Power社（米国）がベストベンチャー賞を受賞した。同社はWest Gateの参加企業で、熱設計とシミュレーションの専門知識を持つNRELのエンジニアと共同で実証システムを開発している。

従来のデータセンターでは、電力会社から受けた高圧交流（HVAC）を建物内の変圧器で低圧交流（LVAC）に変換し、各種装置（無停電電源装置や電力分配ユニットなど）を経由して各ラックに供給する。各IT機器内蔵の電源装置が低圧直流（LVDC）に変換

図1 スタートアップの各段階と累積投資額

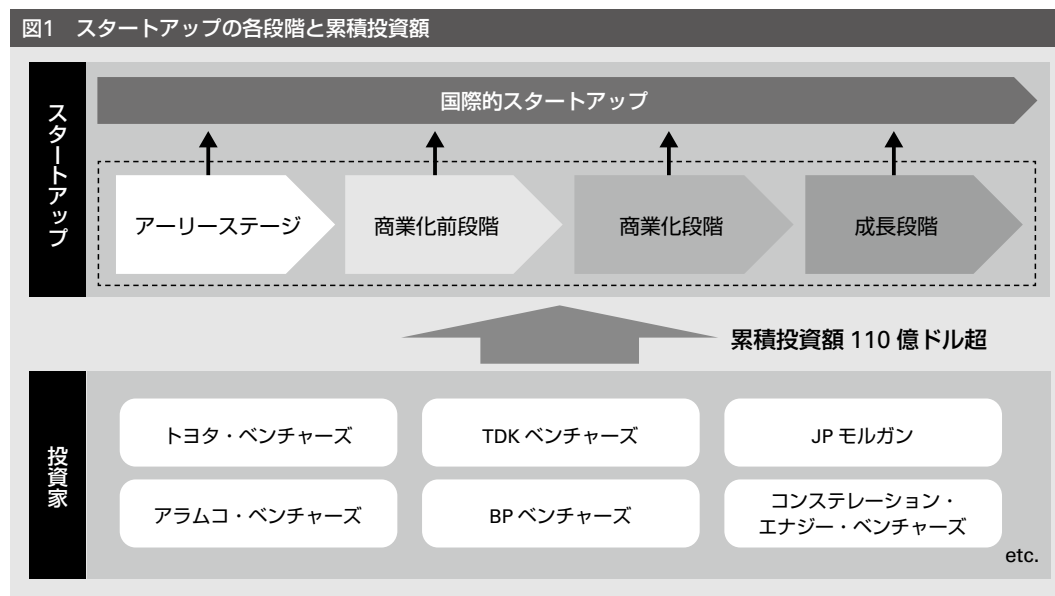


表2 スタートアップ（アーリーステージ）

	事業分類	企業名	事業概要
1	バイオテクノロジー	CarbonBridge社（米国）	廃ガスを微生物でメタノールに変換
2		Fermeate社（米国）	光で微生物発酵プロセスを制御する技術で化学工業分野におけるGHG排出削減
3		Phaxtec社（米国）	微生物発酵由来の生分解性プラ代替品（PHA：ポリヒドロキシアルカノエート）を製造
4	電力インフラ	Palanquin Power社（米国）*	データセンター向けの超高効率電力変換技術を開発
5	蓄電池	Blip Energy社（米国）	スマート家庭用蓄電池を提供
6		Coulomb Technology社（米国）	ナトリウム電池、固体電池、亜鉛電池を開発
7		Project K Energy社（米国）	EV、定置型蓄電池向けのカリウムイオン電池を開発
8	水素（製造・貯蔵・物流）	HydroHaul社（米国）	水素を運搬しやすい水素キャリアに変えて安全・安価に大量輸送する技術開発
9	資源探索	Sunchem社（米国）	ナノフィルターで金属回収と水質改善
10		Rivalia Chemical社（米国）	石炭フライアッシュや廃棄物からレアアースを抽出
11	グリーン建設・スマート建設	ThermoShade（米国）	屋外構造物、建物の側面に取りつけできる冷却シェードパネル開発

※ ベストベンチャー賞受賞企業
出所）以下のURLに記載されている企業名を基にコア事業概要と事業分類を独自に作成
<https://www.nrelforum.com/event/0e040e7d-309e-4fb9-849c-ee524d7b2a99/pitch-competition-presenters>

し（HVAC→LVAC→LVDC）、最終的にIT機器内で必要な電圧に変換する。このような複数段階の変換を経ることで、各段階で電力損失が発生する。さらに、AIの活用拡大に伴って電力需要が急増し、電力をいかに効率よく使うかが大きな課題となっている。

同社は、効率的に電力変換する技術を開発し、電力変換による電力ロスを1%以内に抑えることを目指して実証中である。高压交流（HVAC）の電力を少数の電力変換装置で、高压直流（HVDC）に変換し（HVAC→HVDC）、その直流電源を1本の共通ラインで直列接続されたラック全体に供給してIT機器内で電圧変換を行う方式を採用した。従来のデータセンター設備は交流電力（AC）を基本として設計されているが、同社は直流電力（DC）

を基盤とすることで、電力変換の段数を減らし、より高効率な電力供給を実現しようとしている。

（2）商業化前段階

商業化前段階（表3）では、シリコンとペロブスカイトのタンデム型太陽電池を提供するTandem PV社（米国）がベストベンチャー賞に選定された。ペロブスカイトは次世代の太陽電池材料で、従来のシリコン太陽電池よりも高い効率でエネルギーを変換する。一方、タンデム型太陽電池とは、複数の太陽電池層を積み重ねて、短波長から長波長まで広い波長範囲の光を吸収し、高い電力変換効率を実現する技術である。つまり、エネルギー効率の高いペロブスカイト層を追加すること

表3 スタートアップ（商業化前段階）

	事業分類	企業名	事業概要
1	CO ₂ 貯留・再利用	Rushnu社（米国）	CO ₂ 回収と化学品生産を同時に行い、幅広い産業用途の高付加価値製品に変換
2	再エネ	Airloom Energy社（米国）	低コスト・高密度の次世代風力タービン開発
3		Tandem PV社（米国）*	高効率ペロブスカイト太陽電池を開発
4	資源探索	Tersa Earth社（カナダ）	岩石に含まれる硫化鉱物が酸化して硫酸などの酸性水を発生させる酸性岩排水（ARD）を浄化し、鉱山廃棄物から金属回収
5		Litus社（カナダ）	ナノ技術で水から高純度リチウムを抽出
6	水素 （製造・貯蔵・物流）	Arculus Solutions社（米国）	天然ガス輸送パイプラインを改修し、水素を安全かつコスト効率よく輸送
7		HGenium社（米国）	太陽熱、地熱などを利用し、熱分解で効率よくグリーン水素製造
8		HyWatts社（米国）	水素エネルギー変換システム、太陽光発電と組み合わせた統合型システムを提供
9		Verne社（米国）	水素の高密度貯蔵・供給技術で、ディーゼルに依存する重機輸送やオフグリッド電力供給などの分野を脱炭素化
10	蓄電池	Elementium Materials社（米国）	次世代のバッテリー電解質技術、軽量で長寿命
11		Skip Technology社（米国）	非可燃性で充放電による劣化が少ない水素臭素電池を開発
12	電力インフラ	Linebird社（米国）	電気が通電のまま送電線の点検・保守を行うドローン活用ツールを開発
13	バイオテクノロジー	ALTTEX社（カナダ）	食品廃棄物からバイオプラスチック繊維を製造
14	脱炭素運輸・車両	ElectricFish Energy社（米国）	EV急速充電とバックアップ電源を提供
15	その他：熱電変換	LAVA社（イスラエル）	液体を用いた等温プロセスで、熱から電力への高効率変換（ヒートエンジン）、電力を使った高効率な熱移動（ヒートポンプ）を実現
16	その他：電磁加熱	Acceleware社（カナダ）	電磁加熱技術で、重油採掘など産業プロセスの電化と脱炭素化
17	その他：ナノ材料応用	EverCloak社（カナダ）	薄膜ナノフィルムで空調などのエネルギー消費を削減

※ ベストベンチャー賞受賞企業

出所）以下のURLに記載されている企業名を基にコア事業概要と事業分類を独自に作成

<https://www.nrelforum.com/event/0e040e7d-309e-4fb9-849c-ee524d7b2a99/pitch-competition-presenters>

で、さらに効率的な電力変換を目指している。 次章で紹介する。

（3）商業化段階

商業化段階（表4）では、不燃性の電解質を開発するSepion Technologies社（米国）がベストベンチャー賞に選定された。電気自動車（EV）で一般的なりチウムイオン電池や、次世代電池の一つであるリチウム金属電池は、発火リスクの課題がある。同社はこの課題を解決する技術を開発した。その事例は

（4）成長段階

成長段階（表5）では、収入の多くをガソリン代に消費してしまうタクシー運転手に向けて、商業用電動オートバイのフリートとバッテリー交換ネットワークを提供するAmpersand Energy社（ルワンダ）がベストベンチャー賞を受賞した。商業用電動オートバイの普及は、再エネ電力の活用、GX産業

表4 スタートアップ（商業化段階）

	事業分類	企業名	事業概要
1	CO ₂ 貯留・再利用	Ebb Carbon社（米国）	電気化学で海洋のCO ₂ 吸収能力を強化
2		Ardent Process Technologies社（米国）	大流量のガスを低圧で処理する膜技術で産業用CO ₂ 回収を効率化
3	グリーン建設・スマート建設	buildee社（米国）	建物のエネルギー効率向上支援ソフト提供
4		Prometheus Materials社（米国）	微細藻類などを用いて炭素ゼロのバイオセメントとバイオコンクリート製造
5	再エネ	Oberon Fuels社（米国）	バイオガスや有機廃棄物などの再生可能な原料からrDME（再生可能ジメチルエーテル）燃料の製造・供給
6		Latimer Controls社（米国）	太陽光発電制御システムで、動的に電力出力を制御し、グリッド電力信号を95%以上の精度で満たす。機械学習で太陽光発電の予備電力を予測
7	蓄電池	Seption Technologies社（米国）*	EV向けリチウム金属電池用の液体電解質を開発
8	電力インフラ	High Temperature Superconductors社（米国）	電力用途向けの高温超電導ワイヤーを製造
9	脱炭素運輸・車両	Bimotal社（米国）	軽量で取り外し可能なモーターシステムで自転車やバイクをEバイク、電動自転車に変える
10	廃棄物処理・無害化	Aquagga社（米国）	日常製品に使用され、健康被害が懸念されるPFAS（パーフルオロアルキル物質およびポリフルオロアルキル物質）を無害化
11		Ecotone Renewables社（米国）	業務用厨房向けの嫌気性生ごみ処理システムでCO ₂ 排出量を削減、食品廃棄物を有機肥料に変換

※ ベストベンチャー賞受賞企業

出所）以下のURLに記載されている企業名を基にコア事業概要と事業分類を独自に作成

<https://www.nrelforum.com/event/0e040e7d-309e-4fb9-849c-ee524d7b2a99/pitch-competition-presenters>

表5 スタートアップ（成長段階）

	事業分類	企業名	事業概要
1	CO ₂ 貯留・再利用	Applied Carbon社（米国）	農作物残渣をバイオ炭に変換し炭素を貯留
2	グリーン建設・スマート建設	Darcy Solutions社（米国）	地下水を利用した地中熱システムで、建物にエネルギー効率の高い冷暖房を提供、都市部などの限られたスペースでも導入が可能
3		Teknobuilt社（米国）	AI活用の建設管理プラットフォームを提供
4	再エネ	Anessa社（カナダ）	AIとデジタルツイン、予測モデリングを使ったバイオガスプラントの評価・運転支援ソフトを提供
5		BoxPower社（米国）	輸送可能なコンテナに太陽光発電設備や蓄電池などを組み込んだコンテナ型マイクログリッドを提供
6	資源探索	Disa Technologies社（米国）	鉱石や鉱山廃棄物から有用な鉱物を効率的に分離・回収
7	水素（製造・貯蔵・物流）	Versogen社（米国）	地球上に豊富にある建設資材でつくられたアニオン交換膜（AEM）を用いた電解槽と再エネ電力で低コストのグリーン水素を製造
8	蓄電池	Acculon Energy社（米国）	リチウムイオンやナトリウムイオン電池をベースとしたモジュール・パックを製造し、AI搭載BMSを含む統合型ソリューションを提供
9	脱炭素運輸・車両	Ampersand Energy社（ルワンダ）*	電動バイクとバッテリー交換ネットワークを展開
10		Optimus Technologies社（米国）	ディーゼル車を100%バイオ燃料対応にする後づけのシステム開発
11	その他：水再生	Trevi Systems社（米国）	データセンタ、採掘事業、製造業向けに、前方浸透技術で海水や産業排水の脱塩・水再生
12	その他：気象観測	PlanetIQ社（米国）	衛星データで気象・気候予測を高精度化
13	その他：粒子流体シミュレーション	CPFD Software社（米国）	粒子法による流体解析のシミュレーションソフトを開発、化学・エネルギー・金属・再エネ分野などで使用されている

※ ベストベンチャー賞受賞企業

出所）以下のURLに記載されている企業名を基にコア事業概要と事業分類を独自に作成

<https://www.nrelforum.com/event/0e040e7d-309e-4fb9-849c-ee524d7b2a99/pitch-competition-presenters>

の育成に寄与する。同社は国際的スタートアップとしても表彰されている。

以上、事業の成熟度という軸で事業の革新性を確認した。IGFに参加したスタートアップ52社の事業概要は、蓄電池や再エネ、水素に関する事業を筆頭に、さまざまな領域にわたる（図2）。これらの事業は、再エネ拡大とGX産業構造の変革が求められる日本企業にとって参考になる。次章では、再エネ拡大という軸で事業の革新性を確認する。

Ⅲ 再エネ拡大に寄与するサイエンスイノベーション

本章では、IGFで確認できる蓄電池や再エネに関連する事業の中から、再エネ拡大が求められる日本企業にとって革新性が高いと思われる事業を紹介する。

具体的には、日本のGX投資の重点領域に

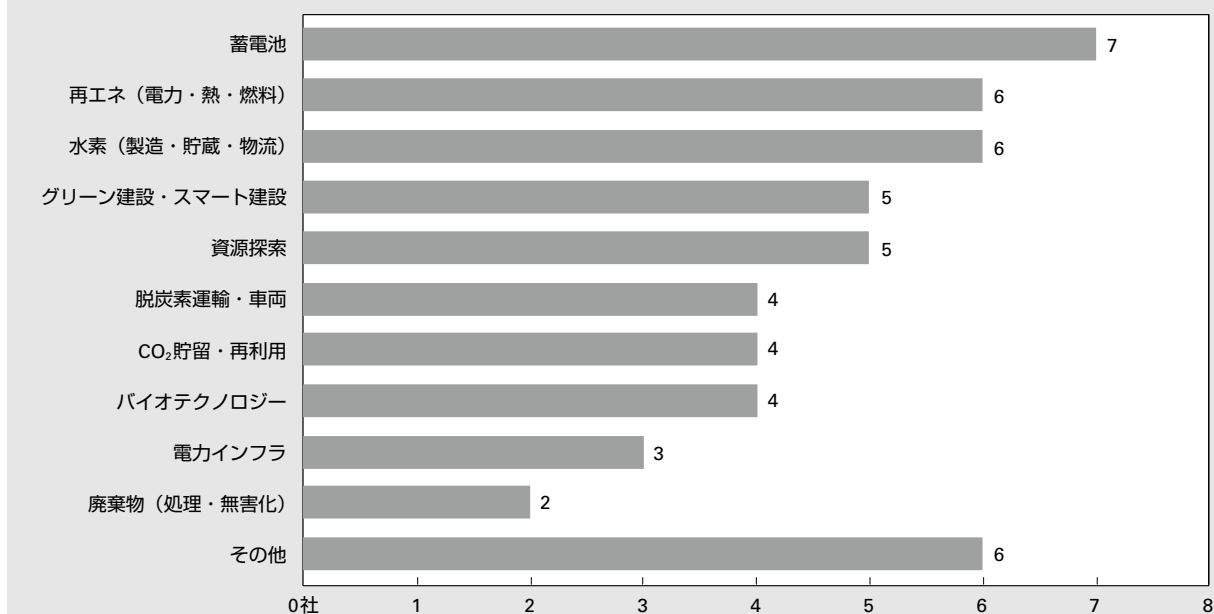
該当する風力発電、資源循環を行って再エネをつくるバイオガスパラント、増える異常気象の兆候を捉える気象モニタリング、日本で導入目標を掲げるEVで使うバッテリーの火災リスクを下げる事業に焦点を当てる。日本企業は、ここから自社の技術や事業へ組み込む観点、さらには投資家がスタートアップに求める革新性を読み取ることができる。

1 Airloom Energy社の場所の制約が少ない風力発電機

Airloom Energy社（米国）は、複数の小型ブレードが直線状のトラック上を移動して風を受ける独自構造の風力発電機を提供する。

近年、風車は大型化し、メンテナンスが難しく、製造・保守に費用がかかることが課題である。一般的に、風力発電機は特殊な材料と手作業による製造工程で少量生産され、特殊な装置で運ばれ、大型で高価なクレーンと特別な訓練を受けた作業員によって設置され

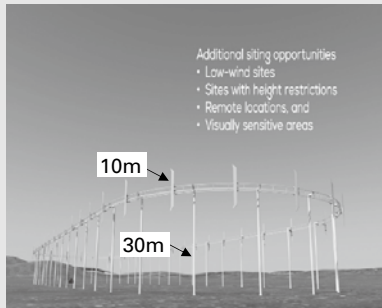
図2 ピッチ・コンペティションに選ばれたスタートアップ52社の事業



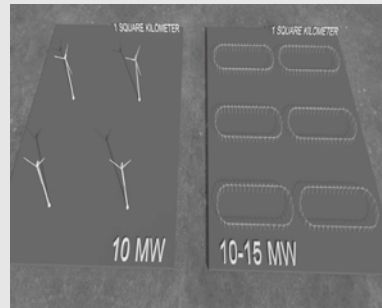
※「その他」の内訳：気象観測、熱電変換、電磁加熱、粒子流体シミュレーション、ナノ材料応用、水再生（各1）
出所）各企業の事業概要から独自に分類（複数事業を展開する場合はコア事業で分類）して作成

図3 Airloom Energy社の場所を選ばない風力タービン

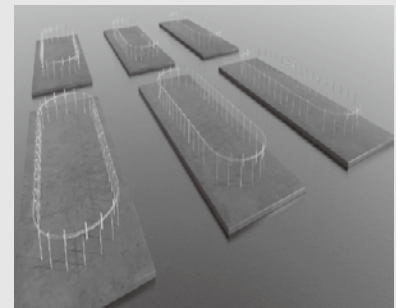
どこにでも設置できる



高いエネルギー効率（1 km²当たり）



過酷な環境でも耐え得る



出所) 画像はAirloom Energy社Webサイトより作成。左図に長さ情報を追記
<https://www.airloom.energy/>

る。風が強い場所にブレードを設置できれば発電効率が上がるため、ブレードを取りつけられる風車の中心部分までが高くなる傾向にあり100mを超えるものが多い。

これに対して、同社の場合は30mの高さに構築された楕円形の軌道上を10mのブレードが周回する仕組みとなっている（図3）。

同社の革新性は2点ある。

1点目は発電量当たりのコスト^{※4}が低いことである。一般的な材料を使用することにより、風力発電機の製造が自動化され、大量生産できるためである。また、輸送に特殊な装置が不要で、設置に大きなコンクリート基礎を必要としない。楕円を大きくして支柱の数を増やすことで拡張できるといった要因もある。

2点目は場所の制約が少ないことである。風が弱い場所（平均風速5～7m/秒に最適）や高さ制限のある場所（例：空港や軍事施設）、アクセスが困難な場所（例：山間部、島）、目立たないことが求められる場所（例：眺望が重要な場所）にも設置できる。さらに、洋上のような過酷な環境であっても20年の耐久性を持つように設計されている。

2 PlanetiQ社の異常気象の兆候を捉える気候モニタリング

PlanetiQ社（米国）は、異常気象の兆候を早期に捉える気候モニタリングを行う。近年、極端な気象の増加で、より精度の高い気象予測データに対する需要が高まっている。

同社が活用するセンサー（第4世代ROセンサー）は、電波を使って大気の状態を捉えるため、可視カメラのように雲や天候の影響を受けず、昼夜を問わず観測できる。小型・軽量・省電力でありながら複数の国の衛星信号に対応し、異常気象が発生する地表に近い大気層まで観測できるため、激しい天候変化の兆候をいち早く捉えることができる。

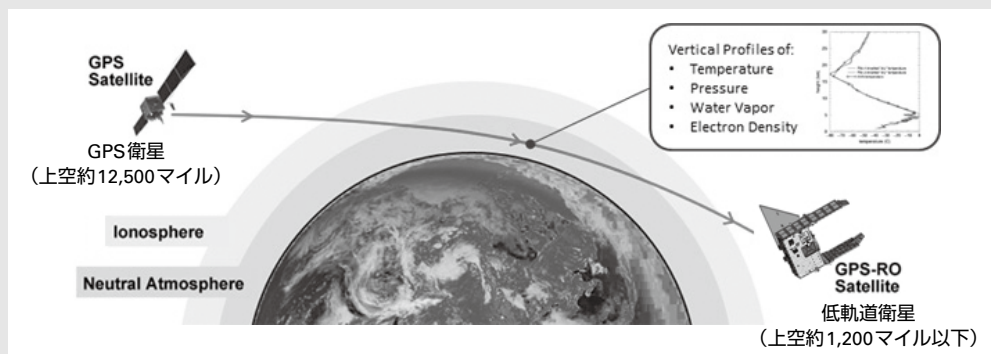
同社の技術は、位置情報を得る4つの人工衛星システム^{※5}からの信号を、地球の近く（高度2000km以内）を周回する低軌道衛星に搭載したセンサーが電波として受信して気象予測を行う（図4）。信号が大気を通過する際の曲がり具合を読み取ることで大気の密度・温度・湿度などの状況を把握し、精度の高い気象予測につなげている。

第三者による観測カバー率の検証研究では、赤道と極地でわずかに不足が見られるも

図4 PlanetiQ社の大気特性を測定する仕組み

GPS衛星の例

- ①GPS衛星の信号は、大気通過時に曲げられ、ROセンサーで受信
- ②ROセンサーは、信号到着の遅れ具合で「曲げ角度」を計算
- ③(曲がり具合は大気密度で決まるため) 信号の経路となった「大気密度」を計算
- ④大気密度に、物理法則や大気モデルなども使って、「温度」「圧力」「湿度」「電子密度」を計算



出所) PlanetiQ社Webサイトより作成。マイル高度などを追記
<https://planetiq.com/gps-ro-101/>

の、全体として世界中をバランスよく観測できているとされた。同社のようなシステム構成でセンサーを搭載した20基の衛星を使えば、理論上、1日に5万回以上の観測を行い、4億件を超えるデータを収集できるとされている^{注6}。

3 Anessa社のバイオガスプラントの事業評価と運転支援

Anessa社（カナダ）は、バイオガスプラントの立ち上げから運用までを支援する包括的なソフトウェア製品を提供する。バイオガスとは、有機物を微生物が分解する過程で発生するメタン主体のガスで、それ自身が再生可能なエネルギー源である。バイオガスから電力、熱、バイオメタン（メタン濃度を高めた再生可能なガス燃料）などの再エネをつることができる。

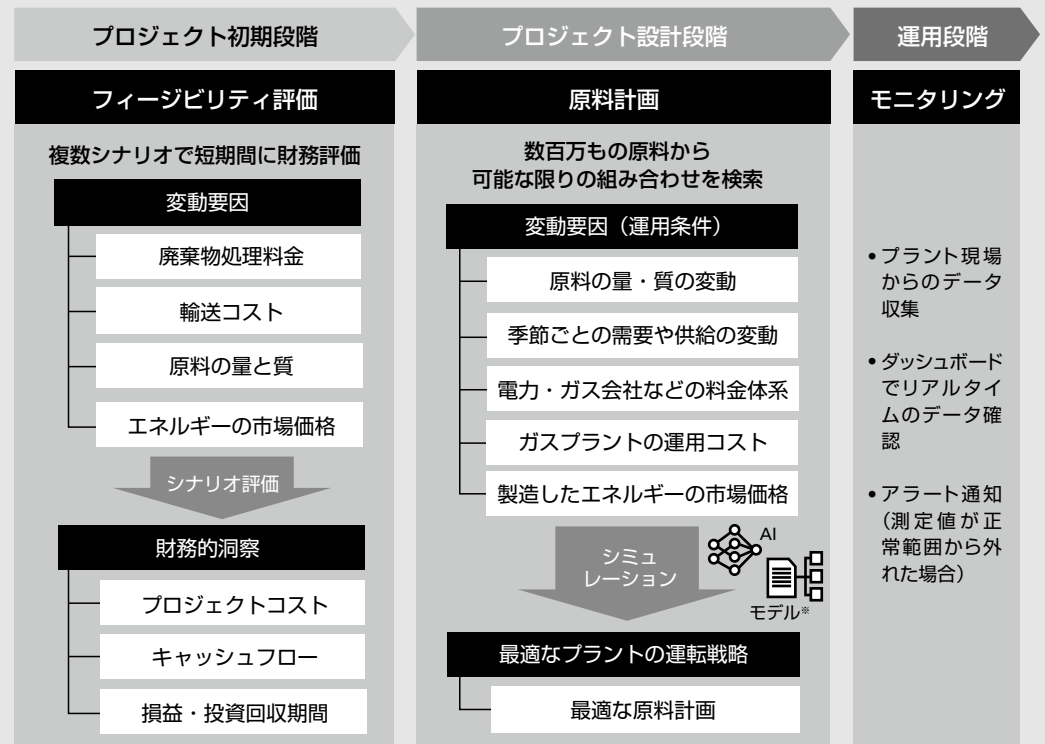
同社のソフトウェアは、データ駆動型の意

思決定を可能にする。その革新性は、運用時の現場モニタリング機能^{注7}にとどまらず、プロジェクト評価と原料計画という2つの機能を持つ点にある（図5-1）。

1つ目のプロジェクト評価機能は、プロジェクトの初期段階に短期間でフィージビリティ（実現可能性）評価ができる。バイオガス事業に投資を行う企業にとって、投資先企業の実態を多角的に精査するデューデリジェンス・プロセスは、最適な投資機会を得るために重要である。評価のために複数のシナリオを作成でき、廃棄物処理コスト、輸送コスト、原料の量と質、バイオガスからつくるエネルギーの市場価格といった変動要因から、事前にプロジェクトのコスト、キャッシュフロー、損益、投資回収期間といった財務的な洞察が得られる（図5-2）。

2つ目の原料計画機能は、データに基づいて原料の組み合わせや運用条件をシミュレー

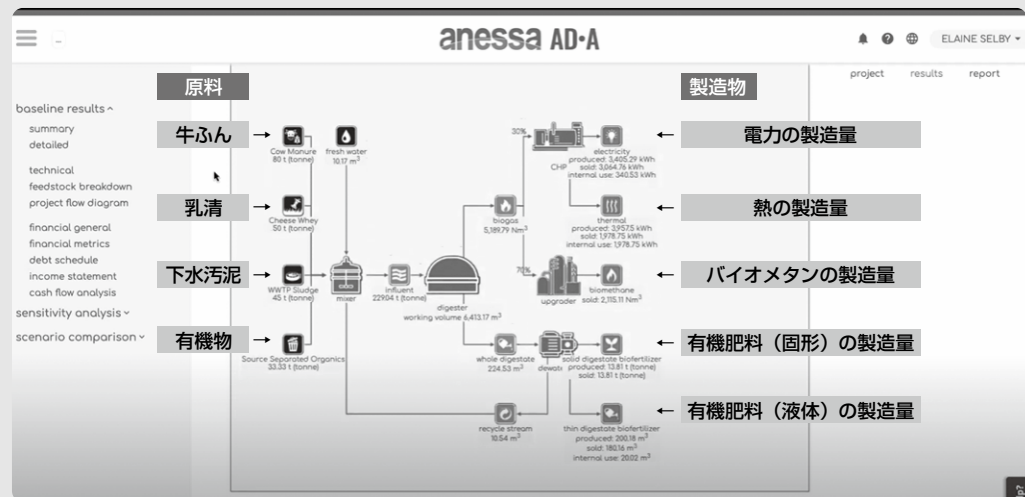
図5-1 Anessa社のバイオガスプラント・プラットフォーム



※ フィードストックモデル（Feedstock model）、ADバイオコンバージョンモデル（Bioconversion）、温室効果ガス排出モデル、財務評価モデルの4モデル

図5-2 Anessa社のバイオガスプラントの事業評価

牛ふんや乳清などの有機廃棄物を原料として、再生可能エネルギーである電力・熱・バイオメタン、副産物の有機肥料を製造する事業評価を行う



出所）Anessa社のプロジェクト評価を行う「Anessa AD-A」に関する動画（<https://www.youtube.com/watch?v=e3cFrPuLgLM>）にバイオガスプラントの原料と製造物を追記

ションし、最適なプラントの運転戦略を提案することで試行錯誤の費用を削減する。バイオガス業界で広く受け入れられている計算モデル²⁸とAIを活用した独自のシミュレーションエンジンは、原料の量や質の変動、季節ごとの需要や供給の変動、電力・ガス会社などの料金体系、ガスプラントの運用コスト、製造したエネルギーの市場価格といった変動要因を考慮する。そのうえで、数百万もの原料から可能な限りの組み合わせを検索して、各プラントにとって最適な原料計画を立てる。

フランスの主要な天然ガス配給会社であるGRDFでは、フランス国内のバイオガス施設で同社の製品を活用するための実証プロジェクトを進めている。

4 Sepion Technologies社の 火災リスクを下げる バッテリー材料の探索

EVバッテリーは、現時点では主にリチウムイオン電池が使われているが、次世代電池

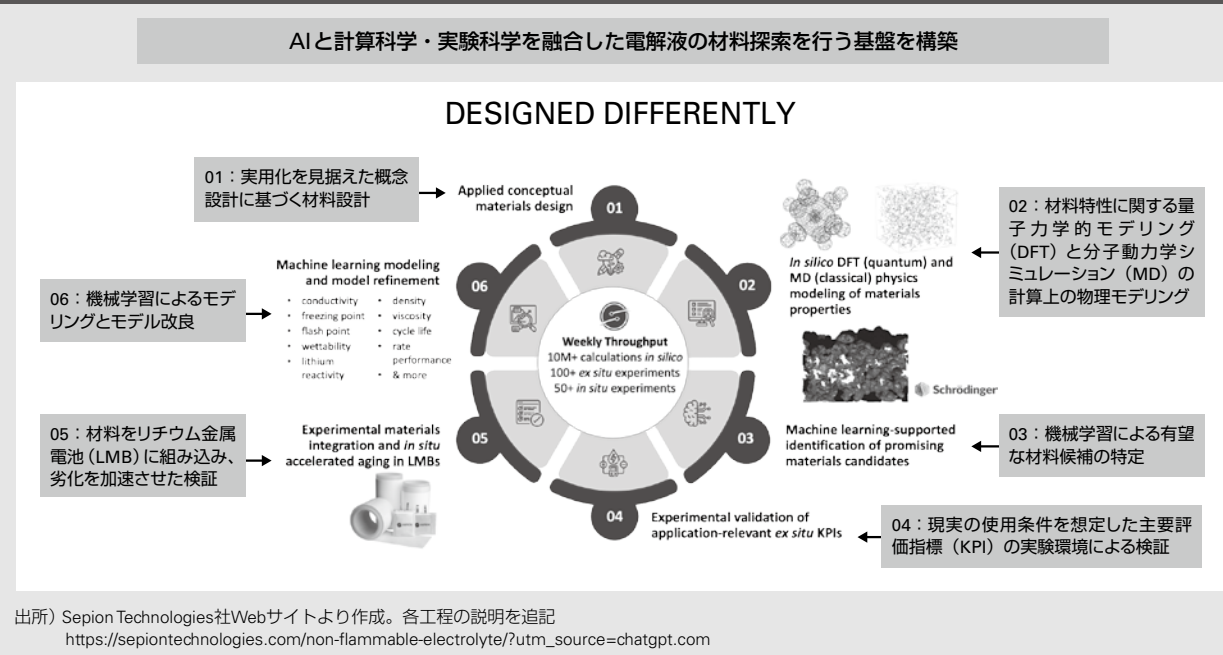
の一つにリチウム金属電池がある。双方とも燃えやすい電解質であり、火災リスクがある。前述のSepion Technologies社（米国）は、特にリチウム金属電池の開発に注力し、不燃性の液体電解質（電解液）を開発する。

同社の革新性は、AIを活用した材料探索プラットフォームを構築し、火災リスクを下げる最適な電解液の材料を探索し、次世代電池の開発効率を上げる点にある。

電解液の開発には、数百万の異なる材料の特性と組み合わせを評価する必要がある。同社は、AIなどを活用して引火点や粘度などの材料特性を予測し、1週間で最大1000万通りの配合を特定する。それによって、人力では数年かかる材料探索の業務を数週間から数カ月で実行する。電解液の合成、配合、試験を行ったデータは、機械学習アルゴリズムにフィードバックされ、反復的な改善に使われる（図6）。

現在のEVに使用されている市販のリチウムイオン電池は電解液の引火点が28℃程度²⁹

図6 Sepion Technologies社の高速な材料開発サイクル



であるのに対して、同社が開発したリチウム金属電池の電解液の引火点は72℃（高ければ高いほどよい）である。液体電解質の燃焼性試験では、火源を取り除いた後に炎が自然に消えるまでの時間を指す自己消火時間が3秒で、市販のリチウムイオン電池と比べて約25倍優れていることが確認された。

以上、これらの事例が示すように、科学技術に裏打ちされた革新性はGX投資の柱となり得る。次章では、こうしたサイエンスイノベーションの社会実装を実現するうえで重要な要素となる「科学技術の研究開発機関との連携」に焦点を当てる。

IV 科学技術の研究開発機関との連携が拓くGX時代の競争優位

NRELのような科学技術における高度な研究開発機関との連携は、日本企業にとってさまざまな便益をもたらす。

1 サイエンス人材がもたらす競争優位

ここまで見てきたように、NRELはスタートアップとの接点を提供している。IGFで選定されたスタートアップの多くは、科学技術領域の博士号を持つCEO（最高経営責任者）、CTO（最高技術責任者）、科学アドバイザーを擁している。サイエンス領域における長年の研究経験・事業経験を経て、新規事業を立ち上げているケースも多い。

日本では、「科学技術領域における博士人材の民間企業における活躍促進」が検討されている。その背景には、「イノベーションの

源泉は『人材』であり、最先端の科学技術を理解し、社会実装をリードできる人材が必要」と考えられているからである^{注10}。

サイエンス人材は採用・育成するだけでなく、外部のサイエンス人材を活用することができる。政府の組織にも、技術支援やスタートアップと企業のマッチング活動を行う産総研（産業技術総合研究所）やNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）がある^{注11}。NRELは、それらと比べて技術支援から事業化まで一気通貫で企業に伴走できる体制があり、数百社規模の応募から投資家が選定した質の高いスタートアップと短期間で大量に対話できる機会を提供する。また、資金提供の面でも助成金・委託金などにとどまらず、産業界と密接に連携し、活発な投資を呼び込んで投資額が累積している。

2021年のIGFに選定されたWindESCo社（米国）は、その後、大企業と契約し、風力発電業界で特に懸念されるタービンの後流で生じる風速低下や乱流増加による発電ロスを低減する技術の商業化に成功した。IGFで紹介した技術とは異なり、既存顧客との契約であるものの、ポテンシャルの高いスタートアップがフォーラムに参加していたことになる。

NRELが選定したスタートアップとの接点形成は、科学技術を基盤とした革新的な事業アイデアを効果的に発見したり、優れたサイエンス人材とつながったりするために有用である。

2 科学技術の研究開発機関との連携による技術実装の加速

NRELは、それ自体にもサイエンス人材が

多数在籍している。職員の約60%は科学研究の中核的使命を担い、職員の30%が博士号を保有する。科学を通じてエネルギーを変革することを目標にし、代替燃料、エネルギー貯蔵、風力・水力発電、EV、強固な送電網などさまざまな研究を独自に行っている^{注12}。さらに、基礎研究だけでなく、企業とパートナーシップを結び、技術実装の加速を支援する。2024年度は1168の既存パートナーに加え、365の新規パートナーを得た。この中には米国以外に37カ国の企業・団体が含まれる^{注13}。

最初のパートナーとなった太陽光発電メーカーは、NRELが開発した太陽電池パネル技術の可能性を実証した。30年後、太陽電池セルのエネルギー変換効率を22%以上にし、あらゆるエネルギー源の中で最も低い平準化電気料金（電気使用量の変動を平均化した料金体系）を実現した。

また、パートナーとなったバイオ燃料企業は、NRELの技術を使用し、バイオマスから

つくられる持続可能な航空燃料（SAF）の開発を目指している。ある専門家は、従来のジェット燃料よりも炭素強度が90%も低いSAFを毎年最大1000万ガロン生産できる可能性がある^{注14}と推測する。エネルギー省は、この新産業が7万人の雇用を支え、440億ドルの投資を刺激することを期待している^{注14}。

NRELと連携することで、米国以外の企業もさまざまな便益を享受できる（表6）。性能評価や技術検証、共同研究の中で高度な技術支援や専門的な助言を得たり、知財ライセンスを取得して製品化に活かしたりすることもできる。また、NRELが開発したデータやツール、最先端の施設や設備、テスト施設などを利用できる。

それは、実環境に近い条件での技術検証や、大規模で統合的な研究開発を可能にする。もし日本企業に現場で使用しているハードウェアや近い将来、導入したい技術があれば、NRELのシミュレーション能力を連携さ

表6 米国国立再生可能エネルギー研究所（NREL）との連携による便益		
米国以外の国の企業であってもさまざまな便益を受けることができる。NRELのパートナーとなれば、その技術、研究施設、チームを活用できる。研究者の多くが、実業界の視点と技術的な専門知識を持つ		
1	スタートアップとの接点形成	エネルギーに特化し、数百社規模の応募から投資家が選定した質の高いスタートアップと短期間で大量に対話できる
2	データ・モデル・ツールの利用	国際的に使われているデータ・モデル・ツールを利用し、グローバル市場を見据えた技術検証や製品開発に活かすことができる
3	施設・設備の利用	最先端の施設・多様な設備を利用することで、新技術の導入時に伴う技術的・財政的リスクの軽減に活かすことができる（設備例：EV、バッテリー、家庭用エネルギーシステム、ソーラーパネル、燃料電池などの何百ものデバイス、バイオガスの生成装置、テスト施設、サイバー攻撃をシミュレーションするエミュレーション環境など）
4	性能評価や技術検証	国際的な標準化・認証の基盤となる性能評価技術を持つ。NRELの評価・検証を受けることで、海外展開の競争力を高めることができる
5	共同研究や実証実験	国際的なプロジェクト、科学技術協力を主導・参加している。国際標準化やグローバル市場向けの技術開発・実証に直結しやすい
6	知財ライセンスの取得	NRELが保有する特許や技術は、米国と国際市場での利用を前提に設計・管理されており、ライセンスを取得することで企業はグローバル展開しやすい

出所）米国再生可能エネルギー研究所「Data and Tools」(<https://www.nrel.gov/international/data-tools>)、「Facilities」(<https://www2.nrel.gov/buildings/facilities>)、「Technology Partnership Program」(https://www.nrel.gov/workingwithus/technology-partnership-agreements?utm_source=chatgpt.com)、「Global Partner Programs」(<https://www.nrel.gov/international/global-partnerships>)、「Research Collaborations」(<https://www.nrel.gov/research/collaborations>) より作成

せ、実際のシステムに一步近づけた形で技術の評価・検証を行うことができる。実際に、トヨタの子会社である北米トヨタ自動車（Toyota Motor North America）は、トヨタ製の複数の燃料電池モジュールを統合した1 MW（メガワット）の燃料電池システムを研究所の敷地に建設・設置し、評価する^{注15}。応答性に優れた定置型電力を供給するためである。

海外の科学技術の研究開発機関との連携は、事業創出のスピードと質を高める可能性を持ち、サイエンスイノベーションの実装手段の一つとすることができる。NRELは、技術の実用化に関する科学的で専門的な助言や複雑な技術課題の解決策の提示などが期待できるだけでなく、世界中の企業や大学、投資家と連携し、商業化を強く意識した一貫通貫の支援体制を持つ。日本企業は、NRELと連携することで、技術の磨き上げや先進的なエネルギーソリューション開発を迅速に行うことが可能である。

コロラド大学ボルダー校リーズビジネススクールが行った調査によると、NRELの経済効果は、2023会計年度に全米で19億ドルを超えている^{注12}。

3 GX構造転換を推進する

サイエンスの力

サイエンスイノベーションの価値は、既存技術の延長では達成できない社会課題の解決や、新しい産業構造そのものを形づくる力にある。これは単なる技術革新ではなく、企業の未来を支える戦略的基盤技術であり、同時に国家レジリエンスの強化にも直結する。

日本企業は、科学とテクノロジーの融合が加速する分野を見極め、中長期の事業戦略に

基づいた戦略的な投資と具体的な事業創出を視野に入れた「組み手」の形成が求められる。サイエンスイノベーションが、日本企業のGX投資と産業構造の変革を推進するカギとなることが、今、まさに期待されている。

注

- 1 Green Transformation（グリーントランスフォーメーション）の略称で、化石燃料に頼った経済社会システムからクリーンエネルギーを中心としたシステムへの変革を指す
- 2 内閣官房GX実行推進室「GX2040ビジョンの概要」（2025/2）
<https://www.meti.go.jp/press/2024/02/20250218004/20250218004-3.pdf>
- 3 米国国立再生可能エネルギー研究所 “Startup Pitch Competition 2025 Presenters”（2025/3/26-28）
<https://www.nrelforum.com/event/0E040E7D-309E-4FB9-849C-EE524D7B2A99/pitch-competition-presenters>
- 4 LCOE（均等化発電原価）のこと。建設から廃棄までのライフサイクル全体のコスト合計を発電量合計で割る
- 5 4つの人工衛星システムは米国GPS、ロシアGLONASS、欧州Galileo、中国BeiDou
- 6 Ibrahim F. Ahmed “PlanetiQ Radio Occultation : Preliminary Comparative Analysis of Neutral Profiles vs. COSMIC and NWP Models”（2024/5/15）
<https://www.mdpi.com/2076-3417/14/10/4179>
- 7 現場モニタリング機能は、プラント現場からのセンサーデータや入力データなどを1カ所に収集し、アプリのダッシュボードでリアルタイムにデータを確認して、プラント運転状況の把握と迅速な意思決定につなげる。測定値が正常な範囲から外れた場合にアラート通知することもできる
- 8 フィードストックモデル（Feedstock model）、ADバイオコンバージョンモデル（Bioconversion）、温室効果ガス排出モデル、財務評価モデ

ルの4モデル

- 9 代表的な電解液の組成であるLP57の引火点との比較
- 10 経済産業省、文部科学省「博士人材の民間企業における活躍促進に向けたガイドブック」(2025/3/26)
https://www.mext.go.jp/content/20250326-mxt_koutou02-000041077_2.pdf
- 11 産業技術総合研究所は日本に3つある特定国立研究開発法人の1つ。新エネルギー・産業技術総合開発機構は国立研究開発法人の1つ
- 12 米国国立再生可能エネルギー研究所“News Release : NREL’s Economic Impact Hits \$1.9 Billion” (2024/9/10)
https://www.nrel.gov/news/detail/press/2024/nrel-economic-impact-hits-one-point-nine-billion?utm_source=chatgpt.com
- 13 米国国立再生可能エネルギー研究所“TECHNOLOGY PARTNERSHIPS : FISCAL YEAR 2024”
<https://docs.nrel.gov/docs/fy25osti/92291.pdf>
- 14 米国国立再生可能エネルギー研究所“Partner-

ships Grow at Clip of One per Day To Fast-Track Advanced Energy Solutions”

<https://www.nrel.gov/news/feature/2024/partnerships-grow-at-clip-of-one-per-day>

- 15 北米トヨタ自動車と米国国立再生可能エネルギー研究所は、米国エネルギー省から一部資金提供を受け、3年間で650万ドルの共同研究を実施することを2022年に発表している
Toyota Motor North America “Toyota, NREL Collaborate to Advance Megawatt-Scale Fuel Cell Systems” (2022/8/24)
<https://pressroom.toyota.com/toyota-nrel-collaborate-to-advance-megawatt-scale-fuel-cell-systems/>

著者

佐野則子（さののりこ）

野村総合研究所（NRI）システムコンサルティング
事業開発室 エキスパートコンサルタント

専門はGXを中心とするデジタルを活用した社会課題解決の提言・実行支援、新事業創出支援・業務改革支援など