

気候変動対策案/ 生存可能な気候保全のための「ミッシングリンク」

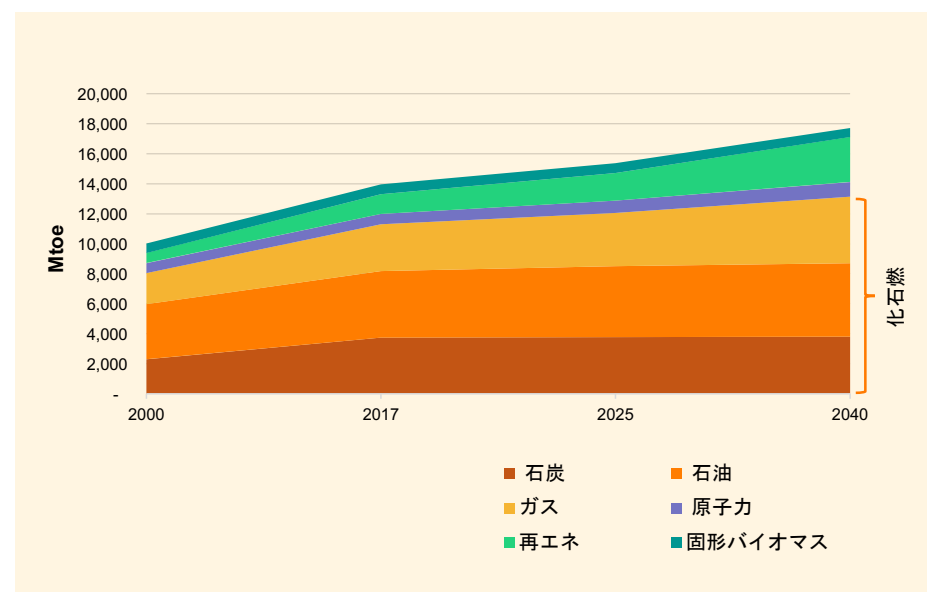
2021年2月

パリ協定で定められた平均気温の上昇を、2050年までに1.5°Cに抑えるという目標を、世界が達成する道程は未だ遠い。現在発表されている予測はどれも、再生可能資源の大幅な利用拡大を織り込んでいるが、今世紀半ばまでは化石燃料が世界のエネルギー供給の大半を占めると見る¹。これにより、世界の気温上昇は4°Cに達する危険性が高まり、地球の大部分で人間が暮らせなくなるかもしれない。さらに、現在いぜんとして電気は8億4千万人もの人々に普及していないが、2050年までには30億人にまで増加するだろう²。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)によれば、オーバーシュートなく気温上昇を1.5°C未満に抑える排出経路の達成には、人間活動から排出される二酸化炭素が2030年までに半減し、2050年の炭素排出は実質ゼロ(「ネットゼロ目標」)にならなければならない。2°Cに抑えるためには、2070年までに炭素排出実質ゼロを達成しなければならない。

現在の見通しはどれも、図1で示した通り、今世紀半ばになっても化石燃料が世界のエネルギー供給の大部分を担い続けるとしている。石油及びガスの利用は、「脱炭素化が困難」なセクターと言われる航空や重工業、海運、そして家庭用暖房等のような発電以外のガス需要などで依然として高い。こうしたセクターでは現実的な対策がなく、世界は4°Cの気温上昇という結果に向かっていく。

図1. IEAの公表政策シナリオ:エネルギー源別の世界の一次エネルギーシェア



主な調査結果

- 大量のクリーン電気と水素が、世界のエネルギーシステム、特に燃料産業と脱炭素化の難しいセクターの脱炭素化に必要である。水素はエネルギー担体であり、エネルギー容量が非常に高く、排出フリーのドロップイン合成燃料における第一の構成要素である。脱炭素化の難しいセクターにおけるエネルギー利用の見通しを図2に示したが、2050年までに合計350エクサジュールに達すると考えられている。
- 本報告書では、石油・ガスセクターの既存の潜在能力が、実証済みの先進型熱源技術と結びつくことで航空、海運、セメント製造やその他の産業を今世紀半ばまでに完全に、そして適正コストで脱炭素化するため、どのように再展開すべきか提言する。
- これを達成するためには、水素を加えた燃料を無排出で生産し、さらにこの燃料が代替する化石燃料と競争できる価格で供給される必要がある。本報告書では次世代の先進型モジュール炉（以降、先進型熱源と表記）が生産性の高い環境で建造されれば、水素は1.10\$/kgという安価で大量製造され、さらなるコスト削減により2030年までに0.90\$/kgという価格を達成する方法を説明している。
- こうした先進型熱源は、「ギガファクトリー」を用いてモジュール建設・製造（図4参照）、又は既存の世界クラスの造船所（図5）で迅速かつ必要規模での建造が可能となる。
- 1日あたり1億バレル相当の石油を代替するには、2020年から2050年までの30年間に渡り、17兆\$の投資が必要だ。これは、図3で示したように、今後数10年間の化石燃料フローを維持するために必要な25兆\$よりも少なく、同規模の再エネ由来の燃料生産インフラ戦略に必要な70兆\$の投資と比べても非常に少ない。

図2. 「脱炭素化の難しい」セクターにおけるエネルギー利用

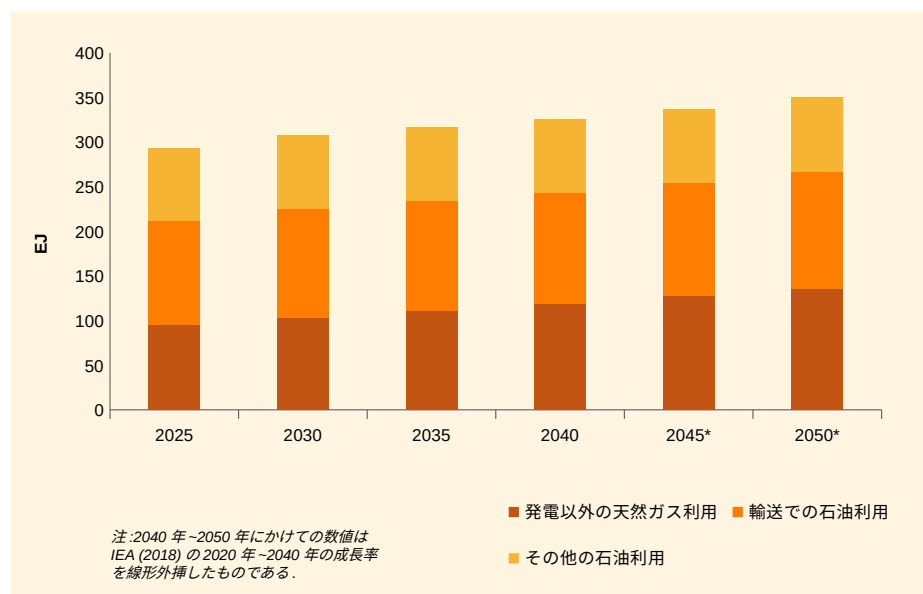
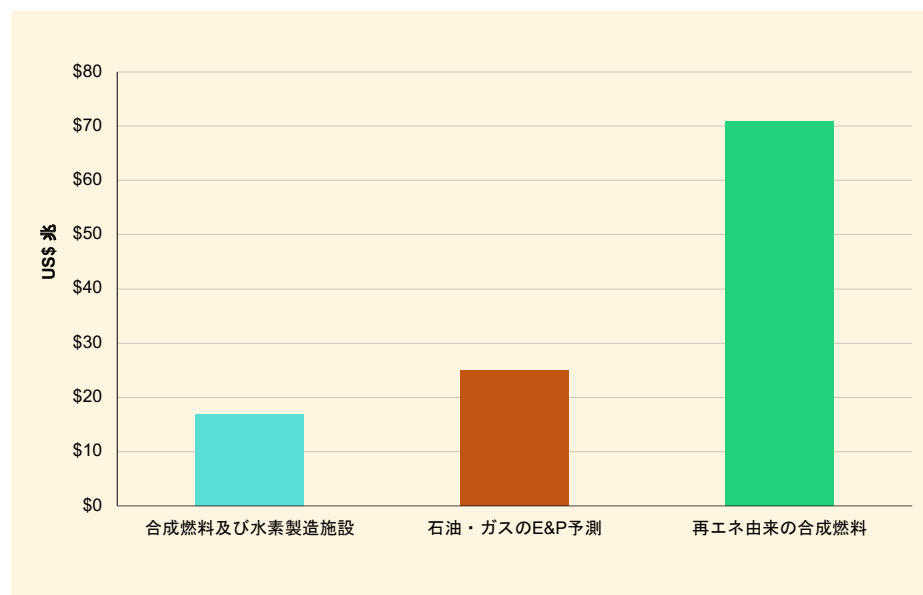


図3. 2050年までの燃料転換に係る投資額の比較



水素を合成燃料に投入：ミッシングリンク（見えざる鍵）

脱炭素化に関する課題の大部分は電化（その電力は太陽光や風力、原子力、水力といったゼロ排出発電による）によって解決される一方、近い将来電化では対応しきれないエネルギーの最終用途もある。水素ベースの液体燃料は、こうした脱炭素化の難しいセクターへの対応を、破滅的な気温の上昇を避けるために必要な期間内で実施するための補完的な道筋を提供する。こうしたスケーラブルなクリーン燃料の利用を、既存の炭素排出削減戦略に追加することで、脱炭素化が遅れるというリスクを減らすことができる。

アンモニアのような水素ベースの合成燃料は、最終的に燃料として水素を使用する場合に発生する密度・貯蔵・輸送の問題を解決することができる。アンモニアは大気圧に近い気圧下で液体であり、1立方メートル当たり液体水素よりも2倍近くの水素を含有している。また、船舶やガスタービンなども含むディーゼル発電機やエンジンのクリーンな代替燃料としても利用でき、この新たな最終用途を可能にするための貯蔵・輸送インフラへの投資も最小限で済む。

競争力ある価格でアンモニアのようなドロップイン代替燃料を生産することで、追加の投資や新たな関連インフラの計画・設置の必要性が減り、世界のクリーンエネルギーへの転換も加速する。

安価でクリーンな水素への道筋

今日利用されている水素の内、「クリーン」水素は1%にも満たない。それ以外のものは、相変わらず化石燃料から生成されるため「グレー」水素と呼ばれる³。IEAは、世界の水素製造が今日排出するCO₂は年間8億3千万トンであると試算しており⁴、故に水素製造自体が温暖化の重要な原因の1つとなっている。

世界の石油・ガス消費を30年以内に代替するには、水素ベースのゼロカーボン燃料は、今日石油やガスが提供しているのと同等のエネルギーサービスを、匹敵する価格又はそれよりも低価で提供されなければならない⁵。こうしたドロップイン代替燃料はエンドユーザーが容易にその利用へと切り替えられるよう、比較的安価でなければならない。図6は、通常の石油の価格帯と競争可能な合成燃料を生産するために必要な水素製造コストを表している。斜線はそれぞれ、アンモニアと合成炭化水素燃料の大まかなコストを表している。合成炭化水素燃料に関しては、CO₂コストの異なる2種類のグラフを記載した。こうした合成燃料を競争可能なコストで生産するには、1.50\$/kg以下という水素価格が必要である。再エネ由来の水素の現在のコストは、専用の製造施設で大量に製造した場合でも3\$/kgを大幅に超えるため、このグラフには示していない。

図4. 精製所規模の水素製造ギガファクトリー



図5 造船所建造の水素製造施設



水素のコストドライバー

ブルームバーグNEF (BNEF) の予測によれば⁶⁾、再エネ由来の水素の価格は今世紀半ばになっても合成燃料と競争できる水準まで下らない。そのため、この選択肢が重要な役割を担うことはできない。図8に示した通り、大量生産された高温の先進型熱源は、2030年から2050年までという非常に差し迫った期間内に脱炭素化に貢献できる、すべての市場に対して最も安価なコストで水素を提供できる潜在性を有している。

最も低コストの再エネ由来の水素製造を実現するために、風力と太陽光資源を最適な形で組み合わせて風力・太陽光発電所を併設し、2030年までに高い設備稼働率を達成して約2\$/kgの水素を供給することも可能である。しかしながら、こうした施設の立地は人口密集地や需要地から離れている場合が多い。遠方地域からの流通費用を加えると、例えばオーストラリアから日本へ輸送するような場合、コストは2\$/kgから3.3\$/kgに増加する。これは、コストを経済競争力の閾値 (0.90\$/kg) 以上に押し上げてしまう。本報告書では、化石燃料からの大規模な転換にはこの閾値以下が必須であると考えている。

図7に示した通り、設備稼働率は水素製造における最大のコストドライバーである。他の要因が固定されている場合、設備稼働率が90%から20%に変動すると、水素製造コストは約3倍増加する。設備稼働率が90%から40%に変動するとコストは倍増する。

新しい先進型熱源、そして立地に左右されない高い設備稼働率と出力密度が合わさることで、確実かつ大量に電気と高温の水蒸気を生産することができる。こうした性質は、低コスト水素の世界規模での製造を支えるのに特に適している。

しかしながら、低コストで大規模な、そして地理的に独立した形での水素製造を可能にするには、先進型熱源のデリバリーモデルを一新し、その設備投資と運用コストを劇的に減らす必要がある。さらに、供給施設の建設プロジェクトのデリバリー方式に関連した財務リスクも今以上に減らす必要があり、このためにより迅速かつ低コスト、そしてよりシンプルで効率化された作業でプロジェクトを構築しなければならない⁷⁾。これらの条件が満たされれば、先進型熱源は水素ベースの炭素フリー燃料を十分に安価で必要量で生産でき、化石燃料を現実的かつ短期間で代替できる (図8)。

図6. 水素社会の「ガードレール」となる石油価格

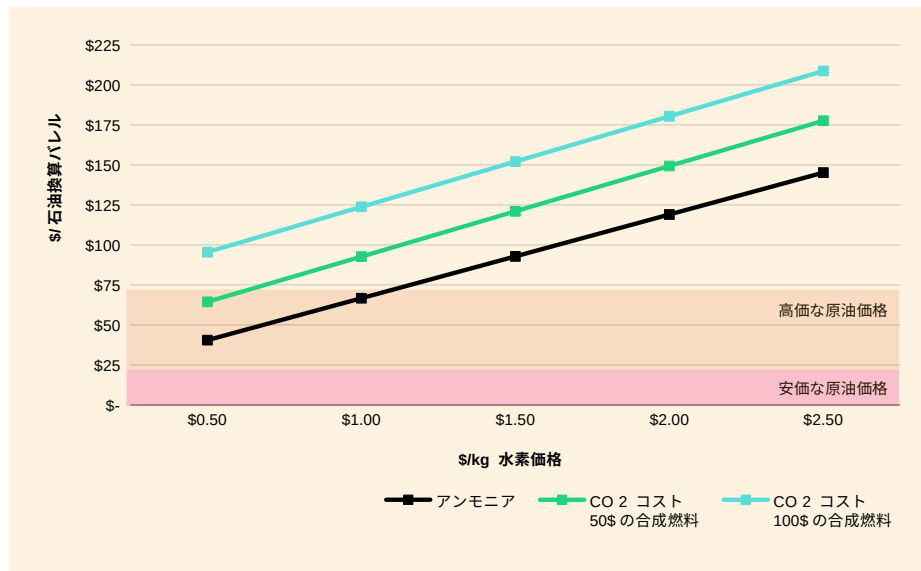
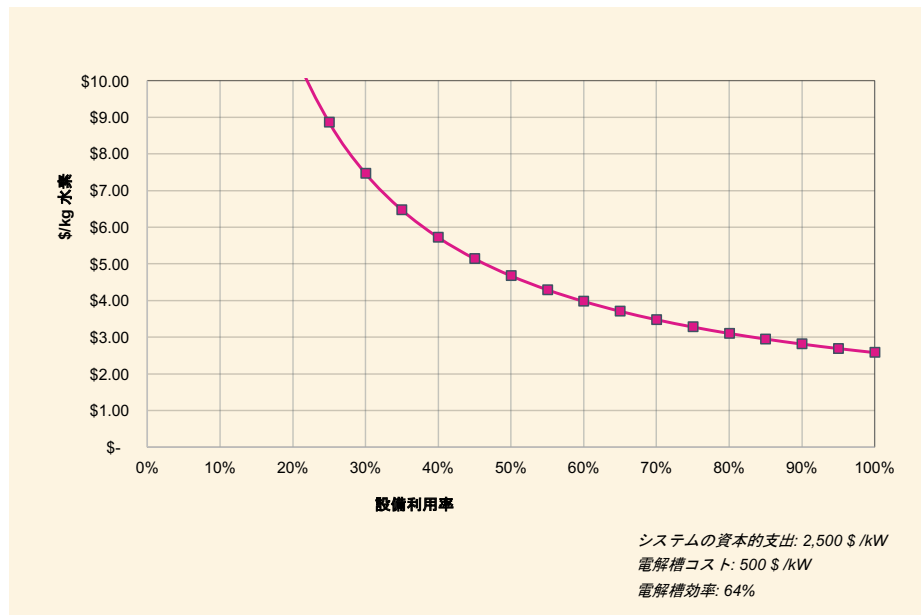


図7. 設備利用率と水素製造コストの関係性



石油・ガスインフラをクリーン水素・燃料の生産に再利用する

石油・ガス産業は既に大規模に設備展開を行っており、競争力の高い価格でエネルギーを提供している。現在の石油・ガス産業は、技術統合やプロジェクト展開、製品生産、そして消費者への流通を可能にする資本、サプライチェーン、そしてビジネスモデルを有している。

市場に参入するためには2030年までに水素の最も低い潜在的製造コストを実現する必要があるが、そのためにはこうした石油・ガス産業の可能性を造船所や工場施設で用いられている世界トップクラスの優れた製造技術と組み合わせることが必要不可欠である。厳しいコスト目標の達成に加え、こうした造船所や精製所規模の工場施設は、2050年までに石油・ガス市場を完全に脱炭素化するのに必要な量及び期間で水素や合成燃料を生産することができる。(図12参照)。

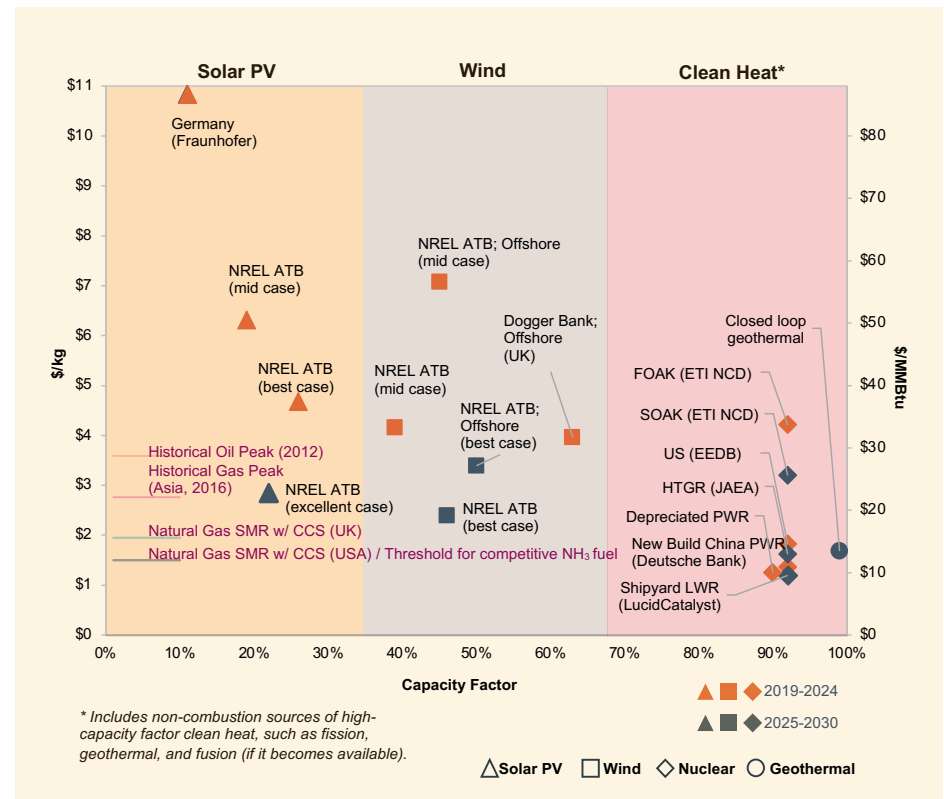
次に、目標コスト及び目標量の生産を可能にする2つのデリバリー・展開モデルを紹介する: 即ち、(1) ギガファクトリーと、(2) 造船所に建造された海洋生産プラットフォームである。

水素製造ギガファクトリー

水素製造ギガファクトリー(図4)は、製油所規模の水素製造施設である。水素及び合成燃料生産インフラの組立て、設置、そして自動運転を可能にする生産性の高い工場に準じた生産システムを有している。

- 簡素化された熱源の設計及び工場設備により、人件費を最小限に抑え、迅速で高品質の製造技術が取り入れられる。
- 再利用可能な設計、繰り返し可能な工程が専属作業チームの管理する標準化された工場内で継続的に行われるため、効率的に承認作業ができる。
- 低コストの水素(1\$/kg未満)は、既存のガスインフラに直接供給するか、合成燃料の生産といったその他の利用法に用いることが可能である。
- 水素製造用ギガファクトリーは、沿岸部の元製油所や産業施設であった場所を活用できる。例えば、元々製油所であった土地にギガファクトリーをたった12箇所建設すれば、現在の英国の石油・ガス消費を代替できる(必要土地面積を示した地図については図14を参照)。

図8. 現在と2030年の世界におけるエネルギー技術毎の水素製造コスト



出典: 明記していない限り、太陽光発電と風力発電の運営費、資本的支出、設備利用率は、米国立再生可能エネルギー研究所(NREL)の Annual Technology Baseline (NREL, ATB)のデータを元にした。原子力発電のコストと設備利用率は"The ETI Nuclear Cost Drivers Project: Full Technical Report," (by LucidCatalyst) September 2020, と NREL ATBのデータを元にした。電解槽に関するデータは、McKinsey, Bloomberg New Energy Finance, the IEA, NREL, Idaho National Laboratoryのものを元にしてている。より詳細な出典に関しては付録Aを参照。

造船所建造の燃料生産プラットフォーム

浮体式の海洋燃料生産プラットフォームは石油・ガス産業において既に広く使用されている。こうしたプラットフォームは世界トップクラスの造船所が建造している。これらの造船所は高品質でコスト競争力の高い生産プラットフォームを予定通りに大量に建造している。世界トップクラスの造船所が水素・合成燃料の生産用海洋インフラの建造にシフトすることで、時宜に合った形で排出フリーの合成燃料やドロップイン燃料を世界規模で生産するのに必要な十分に低いコストを実現し得る。

この規模と速度での展開は現実世界で実現可能だろうか。無視し難いエビデンスがその実現は可能であると示唆している。この移行を牽引する産業は、今日から2050年までの30年間で14,000のプラットフォームを展開する必要がある(図11参照)。これは、今日の世界の原子力発電の設備容量を超える展開を毎年進めることを意味する。つまり、2025年から2050年までの間に毎年約560の生産プラットフォームを建造することに相当する。世界の造船所は現在、年間1,500から3,500隻の船舶を建造しており、その稼働率は約50%である。こうした造船所で生産されている製品の多くは、ペトロナス社のPFNLG Dua号のような石油・ガス産業のための生産プラットフォームである(PFNLG Dua号の建造は本報告書が提案している生産プラットフォームよりも格段に複雑である)。余剰能力を利用することに加え、既存の化石燃料用生産プラットフォームを建造するために使われている建造能力が合成燃料向けの生産プラットフォームに再利用されることも容易に想定できる。

この5年来、造船所の生産能力に関して大幅な強化が進み、小規模で効率の悪い造船所は閉鎖されてきた。2019年時点で、世界で運用されたいた造船所は281社であった。図12に示した通り、石油・ガス産業のクリーンな合成燃料への完全な代替は、その生産に特化した大型造船所が64箇所有れば可能である(図10)。**こうしたクリーン燃料や水素の供給は世界の石油・ガス産業からのCO2排出を完全に削減するだろう**(図3)。

設計の標準化と非常に管理された生産性の高い環境での製造によってコストは劇的に削減する。トップクラスの造船所は世界で最も生産性の高い製造環境を有している。造船所では、原子力や航空宇宙産業にも引けを取らない厳重な品質管理及び品質保証プログラムの開発・維持・遵守が日常的に行われている。優れた造船所は、技術や自動化、サプライチェーン追跡に係る莫大な投資を行っており、コストを削減し、高品質で繰り返し建設を行うことも可能にした。

生産プラットフォームは、発展途上国を含め、適切な多様性を備えた市場に近い生産地に係留することが可能で、大量かつ安価な電気や水素、アンモニア、炭化水素燃料や飲料水などといった多種多様な製品を生産することができる。図9は船舶やその他の利用者へ供給するため、アンモニア生産プラットフォームからの冷却された液体アンモニアの積載を待つバンカー船の画像である。

洋上に係留された多品種生産プラットフォーム

多品種生産プラットフォームを洋上に係留することには複数の利点がある：

- プラットフォームは、電気、アンモニア、そして脱塩水といった市場の需要を満たす生産を行うよう設計することができ、またその生産を要求される量で行い、複数の製品を組み合わせることも可能である。

図9. 造船所建造の洋上アンモニア生産プラットフォーム



- 様々な製品(電力、燃料、そして淡水)を沿岸都市に供給することができ、そのために地上のインフラプロジェクトへの莫大な追加投資は必要ない。
- 多品種生産プラットフォームは、必要に応じて電力生産や水素燃料生産の間で切り替えて利用できるので、太陽光発電との相補性を持たせることが可能である。
- 人口の集中する地域に近接することで発生する土地利用に係る課題や係留地の問題は排除される。
- 原子炉が冷却材(即ち海水)に囲まれていることから安全面での懸念も大幅に軽減される。
- 今日、世界には稼働中の洋上石油・ガス生産プラットフォームが約6,000⁸基、原子炉は440⁹基存在するため、法的・規制・金融的なインフラストラクチャが既に存在し、海上の原子炉に係る規制に関しても確立された前例が既に存在している。生産プラットフォームは立地場所で燃料を装荷し、稼働中に動き回ることではないので、規制課題も緩和される。

世界的又は地域的に整合化された規制・認可制度がなくとも、こうした生産プラットフォームは大量にクリーンなエネルギー製品を生産することが可能であり、また複数国への供給も可能である。この種の生産プラットフォームを建設・認可する用意が必要なのは少数の国に限られるが、クリーンで豊富な燃料の供給は世界中どこでも利用できるかも知れない。

造船所での建造によるコスト削減

米国及び欧州において最近建設されたものを見ると、気候変動対策に意義ある貢献をもたらすために原子力エネルギーに頼るのは費用が高むだけでなく時間もかかり過ぎることが分かる。しかしながら、原子力建設の様々なコストに関する幅広い研究の結果、原子力エネルギーが再エネに並び競合し得る確実な（そして実証済みの）道筋があることが明らかになった。¹⁰ 世界でこれまで行われてきた計画や複数の研究が、設計の標準化に関する実証済みの優れた実践へのコミットメントが時宜を得た効率的なプログラムに従った配列と組み合わせることで競争力の高い原子力施設を新設できることについてのエビデンスを提供している。加えて、持続的な金融へのアクセスは、先進型熱源のさらに迅速でコスト効率も改善した展開を加速させることができる。最終的には非常に安価な大量生産が可能となる。

図13は、プラント初号機（FOAK）から、プログラムの一環で建設されたプラント（US/Japan BE）に関連するコスト、造船所での建造によるコスト削減（LWR Shipyard）、造船所で建造された先進型熱源に関連するコスト（Advanced Shipyard）、そして最後に大量生産型建設（Mass Production）におけるコスト削減の推移を表している。

低コストかつ高生産性の造船所建造環境に移行することで、コストカテゴリー全体の削減（例えばコンクリートに関連したすべてのコスト）が可能である。造船所での建造を念頭に置いて設計されたプラントに関しての詳細な調査を元にこれらの試算を行った。造船所建造プロセスのコストは既に広く知られているものであり、故にコスト予測を現実性の高いものにする。

図10. 運営開始する造船所数と運営中の造船所の累積合計数

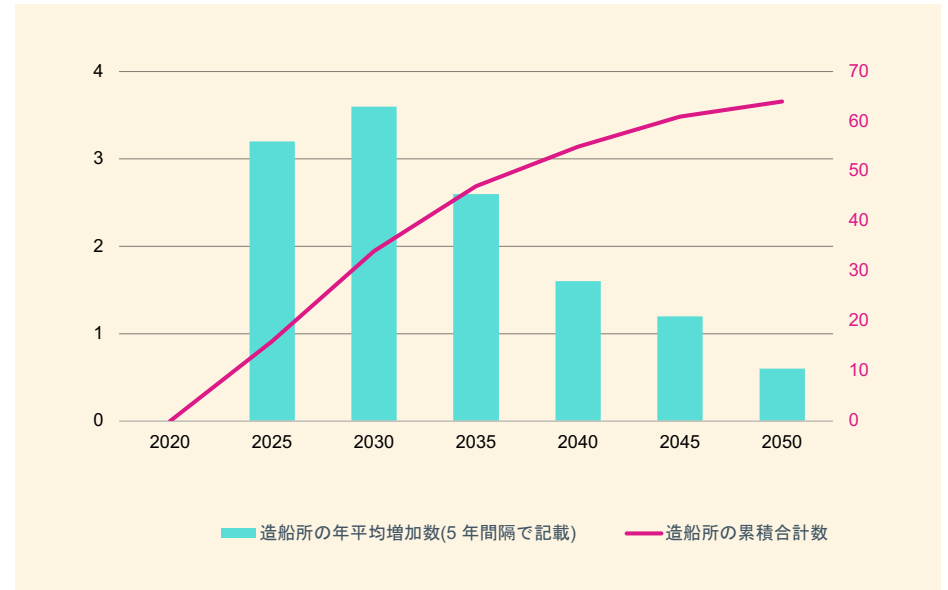
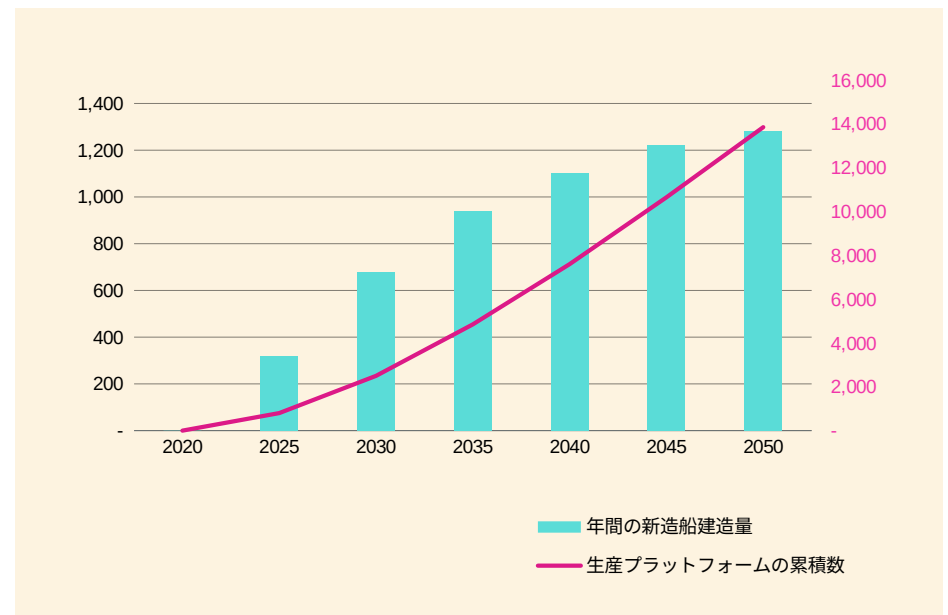


図11. 生産施設の追加数と累積数



規模:実態の把握

1平方キロメートルあたりに生産されるエネルギー量には大きな違いがある。エネルギー生産技術によって1単位当たりのエネルギー生産量は大幅に異なるからである。これは、下の表に示した通り、各技術の出力密度と設備利用率の違いによるものである。その結果、風力や太陽光発電由来の水素製造に必要な地理的面積は先進型熱源の場合よりも格段に大きくなる。出力密度の違いは非常に重要である。太陽光発電の出力密度が50MW/k㎡である一方、洋上風力発電はたった2MW/k㎡しか供給できない。より現実に近い数値になるよう、この計算ではタービン間のスペースも含めている。対照的に、先進型熱源の出力密度は2,080MW/k㎡である。つまり、太陽光発電の500倍、洋上風力発電の1,200倍も高い。表1では、英国と日本という、高所得でありながら利用できる土地面積が少なく、人口密度と1人当たりのエネルギー消費が高い国を挙げ、それぞれ水素製造に必要な面積を得るための計算を示した（図14）。

出力密度の低い再生可能資源が出力密度の高い化石燃料を確実に代替するために必要な広大な面積は、地形への影響や地元からの反対、土地利用に係る競争といった、これまでとは性質の異なる複数の影響を及ぼすだろう。こうした影響は、エネルギー生産の代替の大部分を再エネに頼る脱炭素化への道筋を危険にさらす可能性の高いリスク源である。

表1. 英国、日本、韓国における洋上風力、太陽光、先進型熱源によるエネルギー生産量と水素製造量の計算

	太陽光	洋上風力	新型熱源
出力密度(MW/km ²)	50	2.3	2,080
設備利用率	12%	50%	90%
年間発電量 (GWh/km ² /year)	52.6	9.1	16,399
年間水素製造量 (トン/km ² /年)	968	167	466,979

計算に用いた出典： PV calculated from the list of the largest photovoltaic power stations, Wikipedia; Andrew ZP Smith, ORCID: 0000-0003-3289-2237; “UK offshore wind capacity factors” (英国の洋上風力発電に関して、発電量に加重平均した設備利用率は40%であるが、より新しいプロジェクトについては一段と高い設備利用率が期待されていることに注意。そのため、我々は50%という数値を使用した。); 先進型熱源に関しては、Hinkley Units A, B, C (2,427 MWe/km²) と韓国の Hanbit Nuclear Power Station (1,733 MWe/km²) の数値を使用。洋上生産プラットフォームと陸上のギガファクトリーはより高いエネルギー密度と気候保全のための「ミッシングリンク」：合成燃料への水素添加がパリ目標達成に役立つ理由 61ギガ強度を持つことに注意。

図12. 脱炭素化の難しいセクターにおける新型熱源から製造された超安価な水素による既存燃料の代替 (2020年～2050年)

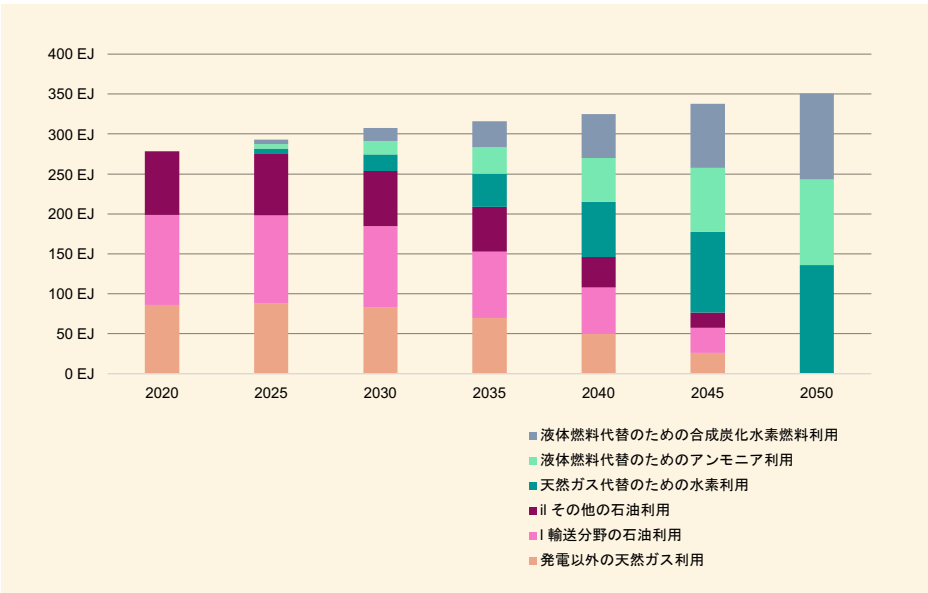


図13. FOAK建設プロジェクトから大量生産型建設への移行によるコスト削減の推移

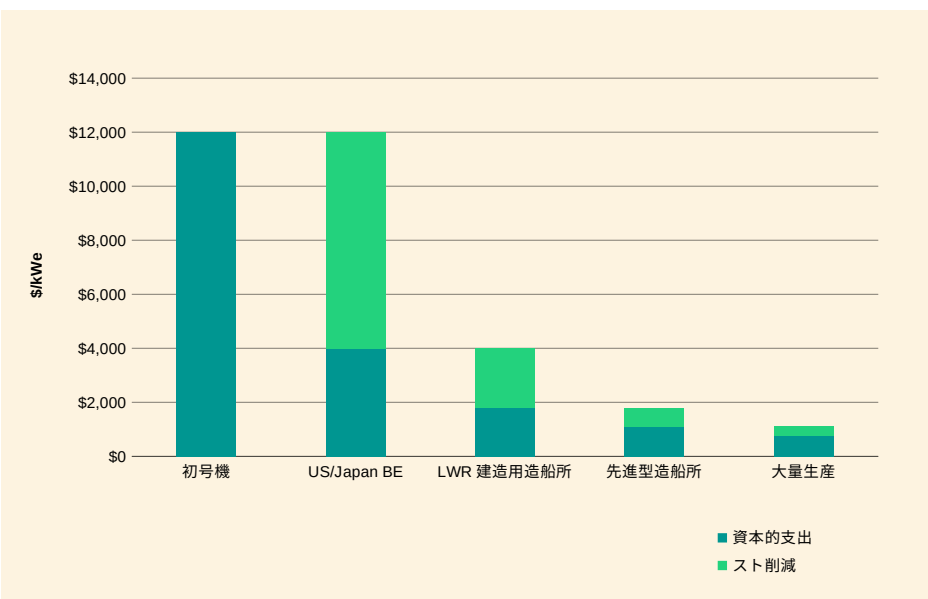
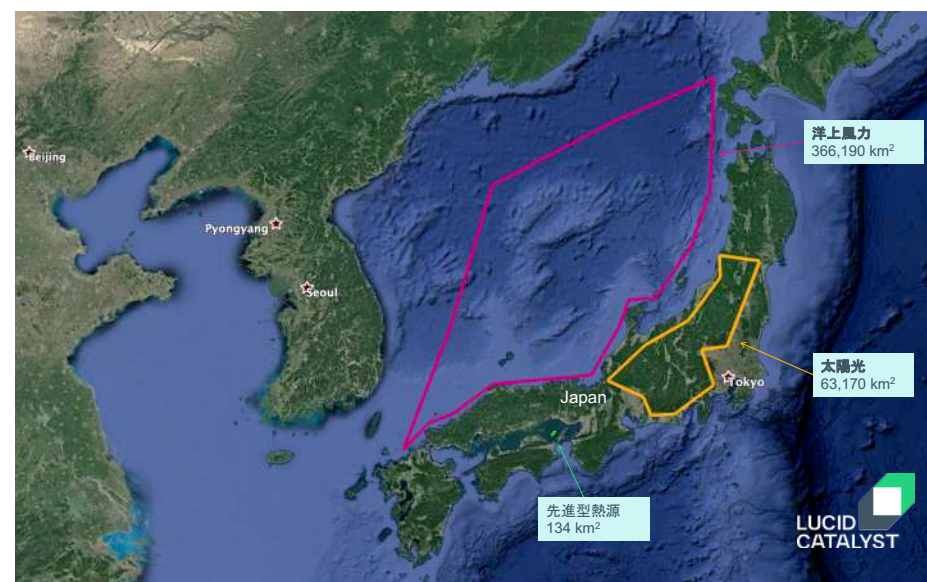
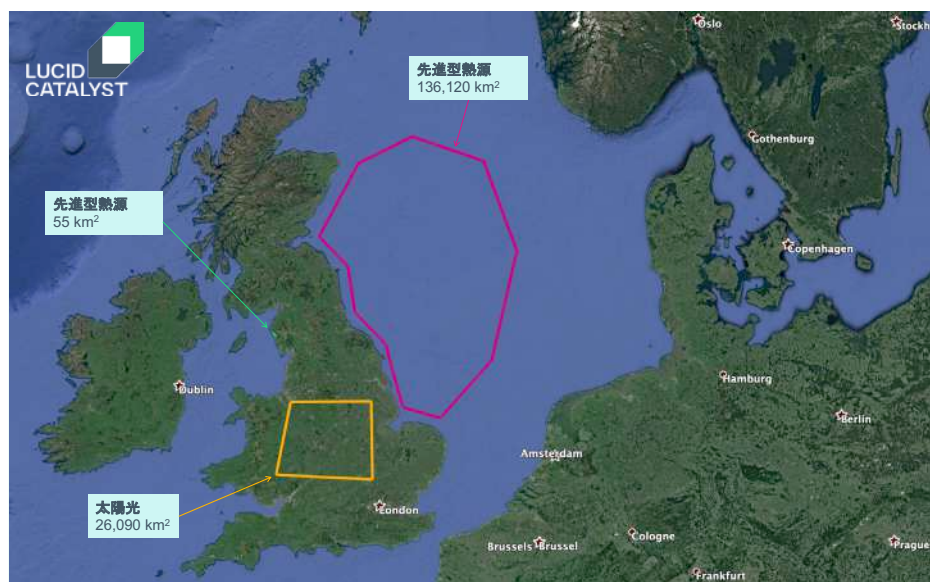


図14. 英国(左)及び日本(右)の現在の石油消費量を風力又は太陽光又は先進型熱源由来の水素で代替するために必要な合計面積の比較



水素製造に必要な土地面積のケーススタディ

図14では2つの地図を提示したが、上から順に英国と日本における現在の石油消費量を水素で代替するために必要な施設面積を、使用される資源毎に色付きの囲み線で示している。

高所得国で1人当たりのエネルギー消費が高く、人口密度も高い国である英国では、26,090km²の面積にソーラーパネルを敷設する必要がある。同量の水素を洋上風力発電で製造するには、136,120km²の土地が必要で、これは北海の大部分を占める。桃色の囲みはこの量の水素製造ができる風力ファーム1つの規模を表している。もし、英国で液体燃料代替のために同量の水素を先進型熱源搭載のギガファクトリー又は生産プラットフォームで製造する場合、必要面積は劇的に小さくなる。上の図ではほとんど見えないが、緑色で示した囲み部分、たった55km²で十分である。

日本の、山に囲まれた人口密度の高い国土は、太陽光発電由来の水素製造ができるような広大な太陽光ファーム用地が非常に少ない顕著な例である。そして、洋上風力発電も同様の地理的制約に直面している。図14に示した通り、太陽光発電の利用を想像するのは単純に不可能である。現在の日本の石油ベースの液体燃料消費を太陽光発電由来の水素で代替するために必要な面積は63,170km²となるからである。

その代わりに日本では、比較的深海に洋上風力発電を設置する提案もされてきたが、東日本沖に日本海溝が存在するため、必要な浅瀬の大陸棚面積も小さい。さらに、浮体式洋上風力タービンは海底に固定する必要があるため、数千キロメートルの深海は適さない。

世界的な比較に関して、地図を用いた予測は行わなかった。実際問題として、水素製造施設の立地は複数の地域に散在することになるからである。

各国がクリーンエネルギーに対する莫大な投資を計画しているとすれば、こうした投資の(可能な限り)管理も想定しなければならない。

しかしながら、数字で表すと顕著である。太陽光発電由来の水素を用いて世界の石油消費量合計を代替するためには770,900km²の面積に太陽光パネルを敷設しなければならない。これは、トルコの国土面積に相当する。

洋上風力発電で世界の石油消費量合計を水素に代替する場合、さらに広大な面積が必要である。合計で838万km²が必要であり、ブラジルの国土面積(846万km²)にほぼ等しい。

本報告書で述べた、先進型熱源による発電を用いた生産プラットフォームの場合、同じ代替を進めるためには3,414km²が必要であり、これは一辺が58kmの正方形の面積にほぼ等しい。

結論

クリーンエネルギーへの移行に必要な規模とその緊急性、そしてそれが世界のエネルギーシステムの成長と組み合わせることを考慮すると、ゼロカーボン水素製造に係る選択肢はすべて追求されるべきである。先進型熱源が大規模かつ非常に低コストの水素及び水素由来の燃料の生産にエネルギーを供給する可能性は、世界の短期的な脱炭素化と繁栄に関する予測を変革し得る。本報告書では、世界のエネルギーシステムの大部分を脱炭素化する道筋を示しており、現状、これ以外に現実的な選択肢は存在しない。

必要な生産規模の達成は、困難に聞こえるかもしれないが、先進型熱源のスケラビリティと出力密度は非常に有益である。モジュール設計の製造モデルへと移行すれば、世界中で毎年数百のユニットを建設することが可能になる。

こうしたユニットが生産するクリーンエネルギーを再生可能エネルギーの意欲的な展開と組み合わせることで、時間的な制約が大きい中、温暖化を1.5°Cに抑えるというパリ協定の目標達成の可能性が高まる。

機会を最大化するためには即刻行動することが必要である

今すぐ行動を取る。本研究では、どのようにしてスケラブルでコスト効率に優れた水素の生産に近い将来可能になるかを示した。あまりにも長い間、先進型熱源に関するリスクが他の技術に関するリスクの文脈外にあるものとして考えられてきた。加えて、こうした政策決定を行う際には、脱炭素化に失敗するリスクを十分に考慮する必要がある。本報告書は、世界の指導者たちが先進型熱源について学び、リスクに関する正しい背景に照らし合わせ、情報・エビデンス・結果に基づいて、すべての選択肢を正しく精査して決断を下し、行動するよう呼び掛けている。情報に基づいた政策決定を容易にするため、政府と産業は、情報取得要請を今すぐ行い、造船所建造のプラントの見積額を求め、精製所規模のクリーン燃料生産施設の試運転を今すぐ始めるべきである。

造船所はコスト・規模・工学統合に精通している。彼らの参加は有益で奨励されるべきである。造船所の堅固に統合された設計・製造プロセスは（オンサイトの製鋼工場や長期的なサプライチェーンへの参加と合わさることで）、必要な重工業生産の構成要素や設備を確実に提供してくれる。造船所は一貫して正確なコスト計算及び工期も提供する。その先進型の製造設備は国際規格に沿うものであると認められている。そして複雑で規制の厳しい製品を常時生産している。

政策の立案。国内及び世界のCO₂排出ゼロの水素市場を、既存及び新興の炭素排出ゼロ水素製造に関する政策イニシアチブと共に発展させていく過程は、技術を包括したものでなければならない。生産コスト及び規模に関連した重要な成果、炭素排出ゼロの水素市場の創造、そしてゼロカーボン燃料の市場シェア増加に焦点を当てるべきである。

金融へのアクセス。投資家たちが投資を行う際、リスクを減らすためにポートフォリオ手法を取るように、世界の気候変動抑制に係る努力も技術的選択肢を複数そろえたポートフォリオを用いて展開するべきである。技術を包括し、整合性を備えた金融へのアクセスはこれを実現するために必要不可欠である。

産業の動員。政府と産業は積極的に協働することで適正な価格の脱炭素化と繁栄を実現する意欲と能力があることを見せるべきである。これには、従来のプラントを利用した水素製造プロジェクトのデモンストレーションだけでなく、コスト効率の高い革新的な技術・建設・展開モデルの商業化を加速するための国内・国際努力への積極的な参加も含まれる。

気候及びエネルギーモデル化への算入。驚くべきことに、今日世界で行われているエネルギーに関するどのモデル化プログラムにも先進型熱源は含まれていない。我々は、この実証済みの技術的選択肢が現在省かれているモデル化に追加するよう、政策立案者に提唱する。

文末脚注

- 1 [BP Statistical Review of World Energy 2019; DNV GL Energy Transition Outlook 2019; IEA. “World Energy Outlook 2019,” November 2019; IEA \(2019\). “World Energy Model,” IEA, Paris, 2019.](#)
- 2 [Sustainable Energy for All 2019](#)
- 3 [Anouti, Yahya, Raed Kombargi, Shihab Elborai, and Ramzi Hage. “The Dawn of Green Hydrogen.” Abu Dhabi, 2020.](#)
- 4 [IEA. “The Future of Hydrogen: Seizing today’s opportunities,” \(IEA 2019\).](#)
- 5 [Kirsty Gogan and Eric Ingersoll, “We Need More of Our Climate Solutions to Be Impossible™ Burgers,” Business Green, December 2, 2019.](#)
- 6 [Bloomberg New Energy Finance \(2020\). Hydrogen Economy Outlook. Key Messages. March 30, 2020.](#)
- 7 [OECD-NEA. “Unlocking Reductions in the Construction Costs of Nuclear: A Practical Guide for Stakeholders,” 2020.](#)
- 8 [Bull, Ann Scarborough, and Milton S. Love. “Worldwide Oil and Gas Platform Decommissioning: A Review of Practices and Reefing Options.” Ocean and Coastal Management. Elsevier Ltd, February 1, 2019.](#)
- 9 [Tiseo, Ian. “Number of Operable Nuclear Power Plants by Country 2020.” Statista, September 2, 2020.](#)
- 10 [Energy Technologies Institute “Nuclear Cost Drivers Study,” LucidCatalyst, 2018.](#)

この短いインサイトレポートは、リーダーシップスタディーを元により長く詳細に執筆した『生存可能な気候保全のための「ミッシングリンク」：合成燃料への水素添加がパリ目標達成に役立つ理由』という報告書を要約したものである。当該報告書は、2020年9月に発表され、lucidcatalyst.comにて閲覧可能である。本レポートで提示した図の出典などについての詳細に関しては当該報告書を参照いただきたい。ついでの詳細に関しては当該報告書を参照いただきたい。

Copyright © 2021 TerraPraxis

著者：Eric Ingersoll and Kirsty Gogan

All rights reserved. TerraPraxisからの書面による事前の許可なしに、本レポートの全部又は一部をいかなる手段であっても複製することを禁じます。但し、記者の方が記事中において短いパッセージを引用する場合はこの限りではありません。

terrapraxis.org

**WE DESIGN SCALABLE SOLUTIONS
FOR CLIMATE PROSPERITY**

**PRO-HUMAN, PROTECTING NATURE —
A NON-PROFIT ORGANIZATION FOCUSED
ON ACTION FOR CLIMATE & PROSPERITY**

**TERRA
PRAXIS**