

2024

令和6年の提言

**ロシアの軍事侵攻によるオイルショックから学ぶ、
真にサステナブルなエネルギーは液体燃料**

1. オイルショックからの教訓
2. 49年振りの欧州エネルギーショック
3. 失われた日本の電力のサステナビリティ
4. 不安定な再生エネルギーの供給
5. 脱炭素リーダー諸国の方針転換
6. 日本が投資すべきは合成燃料の技術開発



**日本石油販売株式会社
エナージェンチニアリング株式会社**

〒104-0033 東京都中央区新川2丁目1番7号
TEL 03-3552-0341 FAX 03-3552-0346
<https://www.nihonsekiyuhanbai.co.jp/>



カラー版・バックナンバーは
当社HPからご覧になれます。

ロシアの軍事侵攻によるオイルショックから学ぶ、真にサステナブルなエネルギーは液体燃料

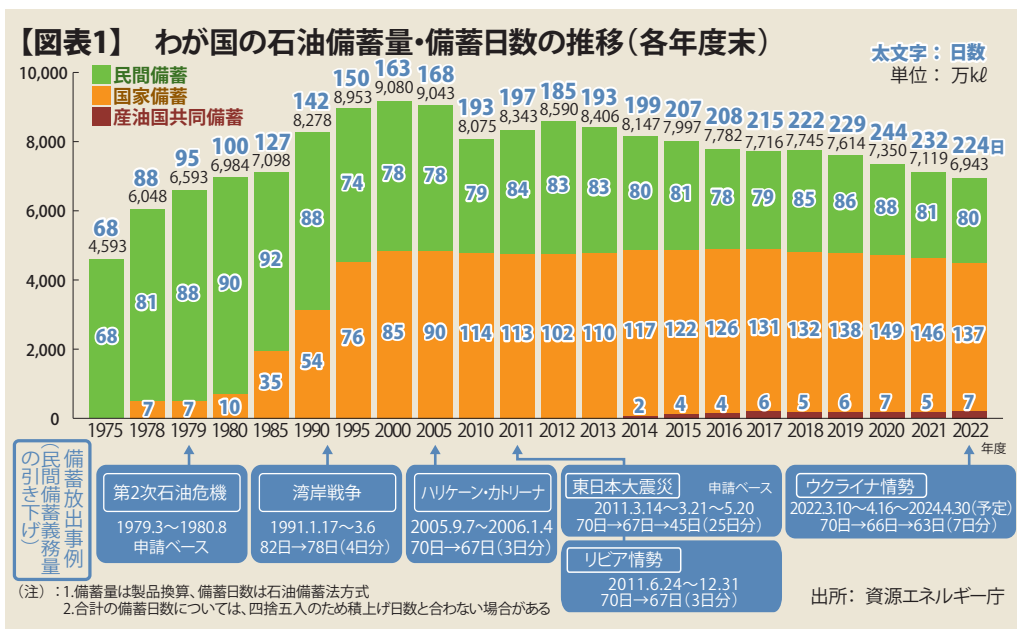
サステナブルな社会を目指すことの重要性は論をまたない。しかしサステナブルな地球のために脱炭素を唱える日本人は多いが、サステナブルな日本経済のために、エネルギーの安全保障の重要性を主張する日本人は何故か少ない。49年振りに起きた欧州のオイルショックは、日本にとって真にサステナブルなエネルギーが液体燃料であることを教えてくれた。

1. オイルショックからの教訓

1973年10月16日、今からおよそ50年前に第四次中東戦争が勃発した。中東産油国は原油公示価格の引き上げや原油生産の段階的削減を打ち出した。いわゆる第一次オイルショックである。米国のキッシンジャー國務長官は、石油消費国であるOECD加盟国に働きかけて、石油供給危機回避を目的にIEA（国際エネルギー機関）を設立した。

IEAに加盟するための条件は、石油純輸入量の90日分の備蓄義務だ。消費国が一定の備蓄を保有することで、一時的な石油の供給途絶に耐え、エネルギーの安全保障を図る対策だ。大量のタンクを作り維持管理するコストがかかるが、サステナブルな社会を築くためには必要不可欠であると考えられた。

日本も1975年に石油備蓄法が制定され、【図表1】の通り民間備蓄と国家備蓄が行われており、資源エネルギー庁によれば2023年7月末でも合計237日分、7,605万KLが備蓄されている。民間備蓄のコストは石油製品価格に転嫁されており、国家備蓄は税金で賄われている。



余談ながら当社は1978年から3年間、資源エネルギー庁の補助金を活用して、原油固化備蓄システムを日本製鉄と共同で開発した。原油は危険物だが固化すれば危険物ではなくなるため、備蓄基地の人件費を大幅に削減できる画期的な備蓄システムだ。しかし地元での雇用創出を重視する国会議員からは不評であり、補助金によって完成した技術は採用されなかった。

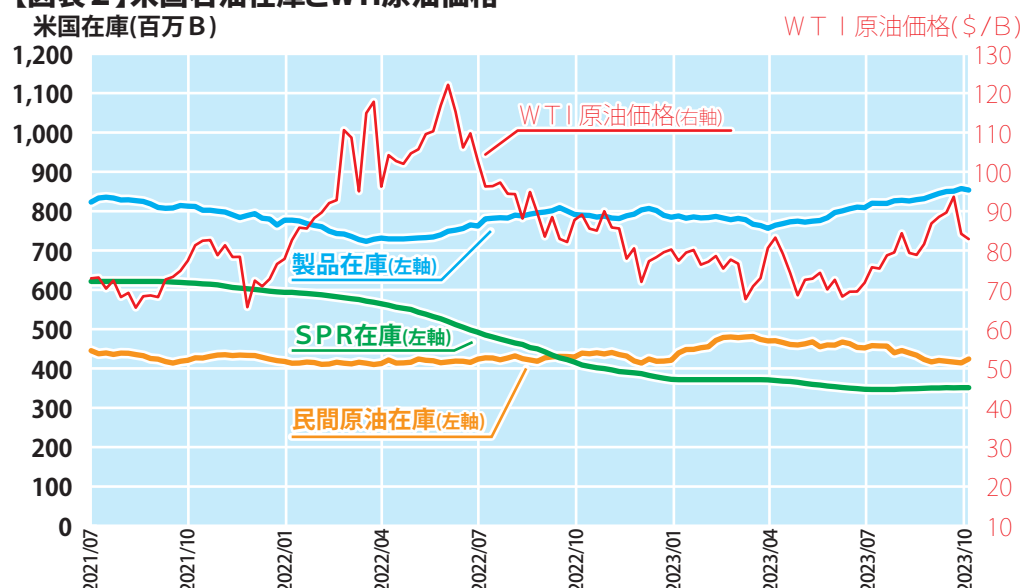
米国はもともと世界最大の石油輸入国であったため、共同して石油を備蓄する必要性を消費国に主張した。しかし2009年にシェール革命が起きると、2019年にはサウジアラビアを上回る世界最大の産油国になり、今となつては石油輸出国に変身している。必要な石油を全て自国で賄える米国にとって備蓄は不要のはずだが、今も世界最大の石油備蓄を保有している。その備蓄が大活躍したのは2022年のことだ。

2. 49年振りの欧州エネルギーショック

ロシアのウクライナ侵攻により、欧州はエネルギー途絶の危機に陥った。49年振りのエネルギーショックだ。欧州は天然ガスの34%、石油の22%をロシアからの輸入に頼っていた。ガスパイプライン、ノルドストリーム1、2は完全に稼働停止したままだ。石油についてもロシアから260万B/D（日本の需要の80%相当）を輸入していたが、ロシアに対する経済制裁として、その輸入をほとんど停止している。

米国は2022年、1日平均60万Bの戦略備蓄（SPR）原油を放出し、同年3月以降平均150万B/Dの石油をネットで輸出した。6億B弱あった戦略備蓄は3.5億Bまで減少した。米国の備蓄放出がなければ、欧州経済はもっと苦しみ、原油価格はさらに高騰しただろう。なお、2023年7月から原油価格が再び上昇している。サウジが100万B/Dの自主減産を始めたことがその主因だが、米国が備蓄放出から僅かながら備蓄積上に政策を転換したことも影響している。

【図表2】米国石油在庫とWTI原油価格

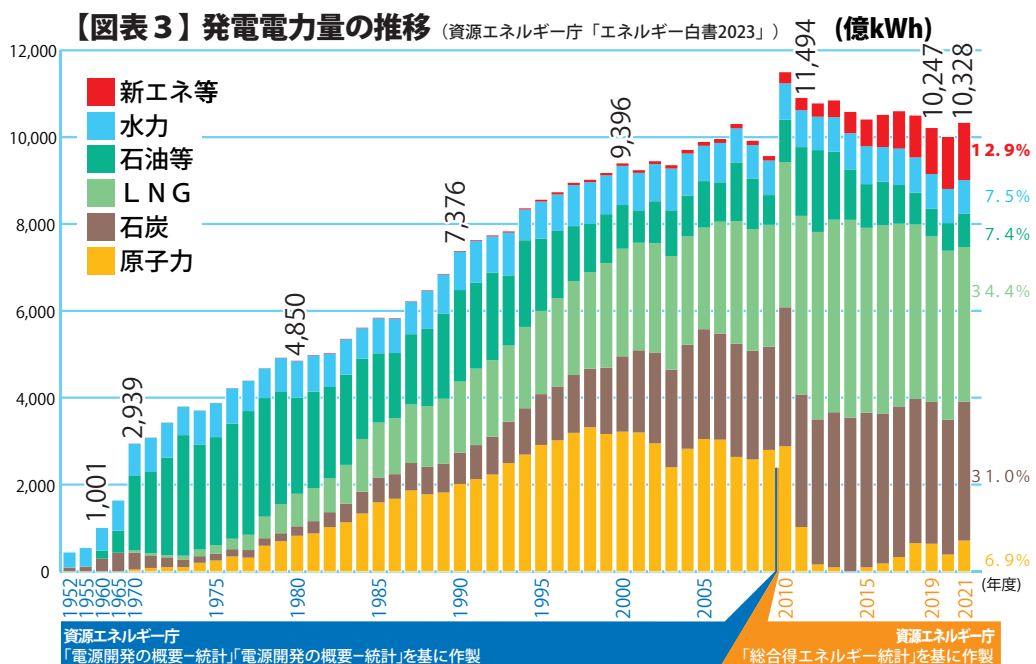


米国がここまで大胆に石油備蓄を放出したことは嘗てないことだ。そもそも1990年の東西ドイツ統一やインターネットの普及などによりグローバル化が進展し、世界各国が経済的な依存を深めれば、政治的な対立を回避できるようになると多くの人が期待していた。そうなればエネルギーの途絶を心配する必要もなくなり、備蓄を持つ必要もなくなっていたかもしれない。

残念ながら今も昔も日本には地下資源がなく、ほぼすべてのエネルギーを海外からの輸入に依存している。従って日本のエネルギー安全保障には、米国以上にエネルギーの備蓄が欠かせない。中国の台湾政策や海洋進出によって、日本に再びエネルギーショックが来ることを想定せざるを得ない。

3. 失われた日本の電力のサステナビリティ

【図表3】の通り、1970年代日本の電源はその殆どが石油であり、国内で販売される石油の多くが電力向けだった。その後日本の電源は、原子力とLNGにシフトされ、東日本大震災後はLNGと石炭に頼っている。



（注）1971年度までは沖縄電力を除く。

発電電力量の推移は、「エネルギー白書2016」まで、旧一般電気事業者を対象に資源エネルギー庁がまとめた「電源開発の概要」及び「電力供給計画の概要」を基に作成してきたが、2016年度の電力小売全面自由化に伴い、自家発電を含む全ての発電を対象とする総合エネルギー統計の数値を用いることとした。なお、「総合エネルギー統計」は、2010年度以降のデータしか存在しないため、2009年度以前については、引き続き、「電源開発の概要」及び「電力供給計画の概要」を基に作成している。

ところが、LNGの国内在庫は20日分、石炭でさえ30日分程度である。備蓄制度があるのは石油とLPG（100日分）だけだが、備蓄はあっても石油火力発電所がほとんど残っていない。1970年代は石油を備蓄すれば、燃料だけでなく電気の安全保障も図ることができたが、今は石油備蓄があっても使える発電所は少ない。本来は日本の発電所の半分程度は石油火力発電所を残し、石油備蓄を活用できるようにするべきだ。

コロナ禍の2年目、厳冬となった2021年2月に、日本の電気需要が当初

の想定より伸び、一方で石炭火力発電所でのトラブルによって国内のLNGの在庫が異常に低下した。これを受けて9大電力各社がLNGの海外スポット調達を図ったため、アジアのLNG市況は一時期3倍近くに暴騰した。長期契約に基づいて取引されることが多いLNGの場合、SPOT品の流通量は限られ、簡単に調達できるものではない。

石炭であれば備蓄制度を取り入れ、半年分程度の備蓄を持つことはできなくはない。しかし -162°C という極低温で保存しなければならないLNGは、そもそも備蓄に向かない。地震のない欧州は、80日近い天然ガスを地下の岩盤内に常温で貯蔵しており、冬場の需要増大に備えているが、地震国日本では天然ガスを安定的に地下に貯蔵する場所がほとんどない。

日本の製造業の多くが石油から都市ガスに燃料転換しており、LNGの輸入に支障をきたせば、エネルギー多消費型の工場の稼働を止めざるを得ない。まして電力供給が止まった時、特にそれが酷暑や厳冬の時であれば、日本人の生命は危機的状況に陥ることになる。石油備蓄があっても活用できず、備蓄のないエネルギーに頼る日本社会は、既にサステナブルな社会とは言えない。

4. 不安定な再生エネルギーの供給

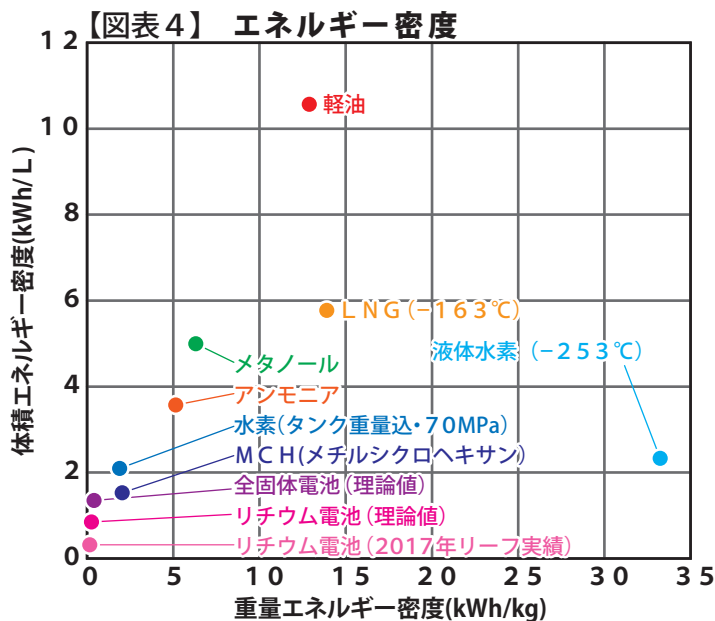
【図表3】に示した通り、FIT制度によって日本の太陽光発電は飛躍的に発展し、電力構成の10%を占めるようになった。今後は風力発電の伸びも期待されている。しかしこれらの再生エネルギーにはそもそも需要に合った発電を期待できず、エネルギーの安全を保障するエネルギーとはなり得ない。

原子力発電は脱炭素にも寄与し、国内に約3年分の濃縮ウラン在庫があるため、サステナブルな電源になり得る。福島原発のメルトダウン事故が発生するまでは、世界で囑望されたエネルギーだった。岸田政権は原子力の復活を図ろうとしているが、福島事故を受けてドイツでは2023年ついに原子力発電を全廃している。国内の原発は福島事故の後、廃炉が相次ぐ一方で新設が困難であり、将来的に十分な発電能力を期待できない。

水素エネルギー社会の到来を期待する声は大きく、日本政府も巨額の研究開発資金を水素関連技術に投入している。水素を -253°C まで冷やして液化することは可能だが、水素を液化するコストは水素を作るコストよりはるかに高く、また -162°C のLNGより長期備蓄には適さない。

トルエンに水素を反応させMCH（メチルシクロヘキサン）を作り、常温タンカーで輸入して国内に備蓄し、必要に応じてMCHから水素を分離して、元のトルエンに戻して、これをまた常温タンカーで送り返す技術も開発されている。しかしMCHから分離できる水素はMCHの6%であり、長期備蓄には膨大な量のタンクが必要となる。【図表4参照】

グリーン水素からアンモニア（ NH_3 ）やメタノール（ CH_3OH ）を作り、常温で輸入する方が水素そのものを輸入するよりはるかに経済的であり、将来的にはこれらの液体燃料が国内の火力発電の燃料として一定割合を担うことになるだろう。しかしそれでも、これらの体積エネルギー密度は石油に比べるとはるかに小さく、2～3倍の備蓄用タンクが必要になってしまう。石油の備蓄性能の高さは、他の追従を許さない。



嶋田幹也：Panasonic Technical Journal Vol.63 No.1 May 2017 P.51 より当社作成

5. 脱炭素リーダー諸国の方針転換

ドイツ人は生真面目であり、理論的だ。ナチスヒトラーは自然回帰主義、有機農法、森林保護、動物保護などエコロジー運動を推進し、環境原理主義的要素を持っていた。そのドイツ人が緑の党を支持するのは尤もなことである。CO₂温暖化説というプロパガンダに対して、一切の異論を許さない言論統制もナチスを彷彿させる。

そもそもドイツは大西洋からの安定した偏西風に恵まれ、台風も雷もない。西海岸には大陸棚が広がり洋上風力発電のコストは、日本の4分の1と安い。送電網が不足して再エネが送電できないことに悩むほどだった。再エネに恵まれたドイツとしては脱炭素を世界に義務付け、ルール化することで、80年前の様に再び世界で最も優位な立場に立てるはずだった。

しかしロシアのウクライナ侵攻と、それに伴うエネルギーの供給停止で、計算は狂ってしまった。ドイツのエネルギー多消費型産業は、次々と海外に移転している。米国の天然ガス価格はウクライナ侵攻前に戻っているが、欧州ではいまだに、2.5倍高いままだ。加えて原子力発電の廃止が電気代を高騰させている。その結果ドイツでも英国でも脱炭素政策は、方針転換を余儀なくされている。

従前ハイブリッド車を目の敵にして「2035年以降のエンジン車販売禁止」を打ち出していたEUは、2023年3月、合成燃料(6章参照)を使用すればエンジン車の新車販売を認めることをドイツ政府と合意した。まさにトヨタ自動車当初から主張してきた通りの当然の結論に回帰したことになる。

「世界最大の再エネ電力会社」になることを目標としていたシェルは、エクソンモービルなど米国石油企業との競争に劣後し、2023年6月計画中の電力事業から撤退し、LNG増産に舵を切った。社名を「British Petroleum」から

「Beyond Petroleum」に再定義したBPも同年9月には「低炭素エネルギーへの移行に投資しつつ、必要な場所では石油・ガスも供給を続ける」と表明した。翌10月、エクソンモービルは米国のシェールオイル企業を8.8兆円で買収することを発表している。

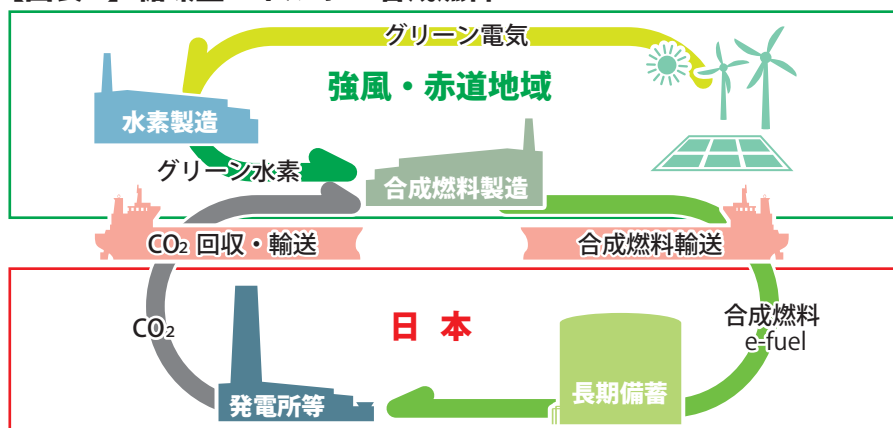
一方で脱炭素のための技術である太陽光パネル、リチウム電池、風力発電タービンは、いずれも中国が圧倒的シェアを持つようになった。何故ならこれらの製品の製造には大量の電力が必要であり、発電コストが圧倒的に安い中国に他国は対抗できないのだ。では何故中国の電気は安いのか？ ちなみに2021年に中国で新設された石炭火力発電所は26GW（日本の既設の石炭火力は合計で57GW）。2022年の世界の石炭消費量は前年比6.3%増加しているが、中国のそれは8.8%の増加である。

ドイツが極端なグリーン政策を世界に強要する一方で、中国の製造業が発展し、中国の石炭消費が増えている。これを「すいか」（外は緑で中は赤）と揶揄する人は多い。見せかけだけでなく本気で脱炭素をするならCO₂まみれの中国製品など買うべきでない。中国とのデカップリングが進み中国向けの輸出入が低迷し、エネルギー高騰と相俟って、ドイツの経済は世界の中で突出して低迷し、ドイツ緑の党の支持率も失速している。

6. 日本が投資すべきは合成燃料の技術開発

EUが認めた合成燃料（e-Fuel）は、グリーン電気から水素を作り、これにCO₂を化合させて合成する炭化水素（C_nH_{2n+2}）であり、**石油とほぼ同じ性状**だ。大気中や、発電所等の排気ガスに含まれるCO₂を回収して再利用（CCU：Carbon Capture & Utilization）するため、CO₂は循環するだけで、発電所で合成燃料を燃焼させてもCO₂が大気中に増えることは無い。まさに循環型エネルギーと呼ぶことができる。

【図表5】循環型エネルギー 合成燃料



合成燃料の課題は、大量のグリーン水素を必要とするため、そのコストを徹底的に下げる必要があることだ。資源エネルギー庁の試算*によれば、グリーン水素を20円/Nm³で作れば、合成燃料は現在の技術で200円/Lで製造できる。現在の石油製品の高々2倍の価格である。技術開発によって更にコストダウンが可能だろう。

ではグリーン水素を20円/Nm³で作れるのだろうか？ 南米チリは風力に恵まれた世界屈指の風力発電適地であり、風力の稼働率は75%に及ぶ。これは欧州の50%、日本の25%と比較して遥かに高い。NEDO**によれば、2030年のチリの風力発電コストは2.2円/KWhであり、この電気から作られる水素のコストは13.8~15.5円/Nm³と試算されている。

既にHIF社がチリで進めているHaru Oni（原住民の言葉で「強風」を意味する）プロジェクトでは、2021年にパイロットプラントが稼働し130KL/年の合成燃料が生産され、2024年に向けて55,000KL/年のプラント建設が始まっている。チリ国営エネルギー会社を中心にポルシェ、シーメンス、エクソンモービルが参加している。

赤道に近く太陽光発電コストの安いサウジアラビアが2021年に入札した太陽光発電の単価は1¢/KWh（=1.5円/KWh）と報道されている。赤道直下もチリの強風地帯も、居住に適さず電力需要も少ない。電気も水素も運ぶことが難しいエネルギーだが、液体燃料にしてしまえば、既存のインフラであるタンカーや備蓄タンクがそのまま使える。

国内のグリーン電気は通常10~20円/KWhであり、桁違いに高い。この電気を使って水素や合成燃料を作るのは勿体ない。国内のグリーン電気はそのまま電気としてEVで利用すべきだ。国内のグリーン電気から水素を製造し水素自動車を走らせると、エネルギーを変換する過程でのエネルギー変換ロスが大きく、有効活用できるエネルギーは4分の1になってしまう。

一方で国内には太陽光発電所が増えすぎたため、発電量が需要よりも多くなると、出力を制限しなければならず、貴重なグリーン電力が捨てられている。日本各地に合成燃料の製造設備を作れば、グリーン電力の出力制限が不要になり、これまで捨てられてきた電気を有効活用して合成燃料を作ることができる。エネルギー密度の小さい蓄電池に電気を貯蔵するより、効果的にエネルギーを貯蔵し活用できる。結果的に電力の需給バランスを維持することも今より容易になり、地方の雇用創出にもつながる。

液体燃料の存在価値は、ハンドリング性とエネルギー密度【図表4参照】の高さである。この2点で液体燃料を凌駕するエネルギーはなく、また他の追随を許さない。結果的にトラック・バス・船・飛行機など、移動体に搭載するエネルギーとしては、将来的にも液体燃料以外の選択肢はないと言える。小型の車両はEV化ができて、電池のエネルギー密度が桁違いに低いため、大型の移動体についてEV化は困難だ。しかも本提言のテーマであるエネルギーの安全保障を考えたとき、液体燃料ほど効率的に長期にわたって備蓄できるエネルギーは他にない。

無資源国であり、グリーン電力製造コストが欧米や中国より遥かに高い日本は、合成燃料の技術開発にこそ投資を集中すべきである。液体燃料である合成燃料を実用化させることができれば、脱炭素とエネルギーの安全保障を同時に達成でき、真にサステナブルな日本社会を築くことができる。

* 資源エネルギー庁 合成燃料研究会 2021.4

** NEDO燃料電池・水素技術開発ロードマップ 2023.2