

菅政権グリーン成長戦略は「グリーン」か —あやしいカーボンニュートラル—

環境経済研究所(技術士事務所) 上岡直見

たんぼぼ舎の学習会の参加者の方であれば、気候変動(CO₂排出)対策が原発温存・推進に利用されていることは改めて指摘するまでもないと思います。ただし問題は原子力温存・推進だけではなく、役に立たない技術開発に巨額の税金を浪費したあげく、原子力も中途半端に残る「最悪シナリオ」が予想されます。また「原発マネー」と同様に新自由主義的な経済メカニズムを通じて「脱温暖化マネー」が国民から巻き上げられ、大企業・大資本に還流される結果を招くでしょう。要素技術から、社会・経済的背景まで分析し、菅政権¹のカーボンニュートラル政策の欺瞞性を指摘します。

1. はじめに

人為的な CO₂ 排出と気候変動に関しては、基本的に因果関係を否定する論説²や、排出権取引など新自由主義的な性格を指摘する論説³などがある。どのような技術的対策でも物理的に CO₂ 排出ゼロは不可能なので「ニュートラル⁴」と称する補完手段が不可欠となる。

一方で CO₂ 排出は化石燃料の大量消費と表裏一体であり、かりに気候変動と因果関係がないとしても、採掘段階の自然破壊や人権侵害、使用段階の大気・水汚染、戦争(紛争)の要因、富の偏在助長など直接・間接に人間に多くの被害をもたらしている。また化石燃料自体がコモディティ商品であり、無秩序な使用に任せておけばよい問題ではない。

菅首相は 10 月 26 日の所信表明演説で「2050 年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」と宣言し、今後 30 年で温室効果ガスの排出を実質ゼロにするという目標を掲げた。これに応じて経産省が中心となり「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定し、成長戦略会議で報告した。

¹ 本稿で「菅首相」は菅義偉のことを指す。菅直人元首相に関する場合は別に注釈する。

² 広瀬隆『二酸化炭素温暖化説の崩壊』集英社、2010 年など

³ 江澤誠『脱「原子力ムラ」と「脱地球温暖化ムラ」』新評論、2012 年

⁴ 「ニュートラル」とは CO₂ やメタンなどの温暖化ガス排出量を、森林吸収や排出量取引などで吸収される量を差し引いて全体としてゼロにすること。

2050 年 12 月 25 日、内閣官房に設置される成長戦略会議は「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を発表した⁵。成長戦略会議は、議長 加藤勝信(内閣官房長官)、副議長 西村康稔(経済再生担当大臣)、梶山弘志(経済産業大臣)、有識者 三村明夫(日本商工会議所会頭)、竹中平蔵、デービッド・アトキンソンその他である。これを見ただけで会議の性格が露呈している。

グリーン成長戦略では、14 の重要分野ごとに、高い目標を掲げた上で、現状の課題と今後の取組を明記し、予算、税、規制改革・標準化、国際連携など、あらゆる政策を盛り込んだ実行計画を策定した。この戦略を、着実に実施するとともに、更なる改訂に向けて、関係省庁と連携し、目標や対策の更なる深掘りを検討してゆく。グリーン成長戦略では、14 の重要分野ごとに、高い目標を掲げた上で、現状の課題と今後の取組を明記し、予算、税、規制改革・標準化、国際連携など、あらゆる政策を盛り込んだ実行計画を策定した。

「この戦略を、着実に実施するとともに、更なる改訂に向けて、関係省庁と連携し、目標や対策の更なる深掘りを検討してゆく」としているが、「あらゆる政策を盛り込んだ」とは、官僚用語で「既存の政策の看板をかけ替えて同じことを続ける」という意味であろう。

2. 政治的背景

カーボンニュートラルは原子力温存・推進に利用されているが、それはオマケ・便乗であって政治的背景はさらに低レベルであろう。菅首相自身には「CO₂ 対策を原発温存・推進に利用する」という積極的な意図はないと思われるし、もともとそういう関係性にも関心がないだろう。官僚に利用されているだけである。

古賀茂明は「菅氏は元々環境問題には関心がなく総裁選公約では『グリーン』が抜けていた。後から気づいて、慌てて『脱炭素』を所信表明に盛り込んだというのが実情...」と分析している。亀井静香(2017 年政界引退)は「『脱炭素』も、単にキラキラしたテーマだから飛びついただけ...」と指摘している。

菅首相は外交に弱い、国際社会に知名度がないと指摘されていたこと、米国のバイデン政権が CO₂ 削減に積極

⁵「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」

<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012.html>

的であることに迎合したのも要因である。カーボンニュートラル戦略は安倍政権時代から用意されていたが、経産省幹部に「表明した瞬間に、菅総理の名前が国際社会に知られる」と焚きつけられ、さらに表面上は環境を掲げる公明党(創価学会⁶)との政策協定の題材として使えることも影響していたという⁷。

菅首相は第一次安倍内閣の総務相の時期から人事権を行使し、2021年3月3日の予算委員会では「自身の方針に反対する官僚の更迭は当然」との趣旨の答弁をしている。一見すると官僚を支配しているようだが実際には官僚に支配されている。菅首相は自分自身では方針も知識もなく官僚作文を棒読みするだけである。これは安倍政権でも同じだった。安倍政権が長続きたのは「軽い神輿(みこし)」だったからである⁸。安倍政権は「政策」がないから長続きた。民主党政権は「政策」があったからすぐ潰された。

前述の記事によると菅は「官房長官時代と比べて圧倒的に情報が入らなくなった」と不満を表明しているという。菅は2020年12月に脱炭素技術の開発基金について官僚から1兆円の案を提示されると「話にならない」と一括して2兆円に増額した⁹。しかし内容を精査したわけではなく、額の大きさのインパクトを重視しただけである。「もんじゅ」と同じように役に立たない開発に税金を浪費する結果になる。菅が不満を示しそうな額をわざと提示して、菅の指示で増額したシナリオにすれば官僚は責任を回避できる。産官学共同体としては、社会の役に立とうが立つまいが金が流れれば大歓迎である。すでに官僚に手玉に取られているのであろう。

官僚は総理大臣でも辞めさせられる。旧日本軍と同じ構造である。日本軍の命令は抽象的な数項目だけで「細部ハ参謀長ヲシテ指示セシム」となっており司令官でも具体的内容を把握していない。実権を握るのは司令官より数段階下位の課長級である。しかしこれが上級の司令官を解任する力を持ってしまう¹⁰。直接クビにはできないが「予備役編入」という人事的手段が使われた。

⁶ 例として創価学会の雑誌『潮』では脱炭素の記事を取り上げている。

⁷ 「菅首相、2050年カーボンニュートラル宣言の舞台裏」『日経エネルギーNEXT』

<https://project.nikkeibp.co.jp/energy/atcl/19/feature/00001/00036/>

⁸ 上久保誠人「ポスト安倍選びで「担ぐ神輿は軽い方がいい」を断ち切るべき理由」『ダイヤモンドオンライン』2020年9月1日

<https://diamond.jp/articles/-/247375>

⁹ 「[菅流政治] 検証半年<1>」『読売新聞』2021年3月16日

¹⁰ 山本七平『下級将校の見た日本陸軍』朝日新聞社、1976年、p.308

3. 実現可能性

壮大な目標が掲げられているが、実現性は疑わしい¹¹。2010年6月に民主党政権(当時)は、2020年までに「50兆円超の環境関連新規市場」「140万人の環境分野の新規雇用」という「新成長戦略」を掲げたが、東電福島事故の影響もあるが、全く実現していない。

今回の自民党の成長戦略では、温暖化対策に関連した蓄電池・洋上風力・水素製造設備等への新規投資により、2030年に年額90兆円、2050年に年額190兆円と想定されているが、本当だろうか。一方、政府答弁は最初からたびたび変転しており信頼性が乏しい。

2020年10月26日の菅首相の所信表明演説では「省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します」としている。

同10月28日の加藤官房長官は「現時点で政府として原子力発電所の新增設、リプレイスは想定していない」「徹底した省エネ、再生エネの最大限の導入に取り組み、原発依存度を可能な限り低減する」としている。12月25日の政府「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では「(原子力は)確立した脱炭素技術である。可能な限り依存度を低減しつつも、安全性向上を図り、引き続き最大限活用していく。安全最優先での再稼働を進めるとともに、安全性に優れた次世代炉の開発を行っていくことが必要である」としている。

一方で環境団体は次のように批判している¹²。① 2050年ゼロに至るまでの過程に問題がある。目標は気温上昇を1.5℃未満に抑えることであるが、そのためには2030年に半減という厳しい目標を達成する必要がある。成長戦略ではこれに全く言及がない。② CCUS(CO₂回収・再利用)・石炭火力へのアンモニア混焼・新型原子炉など、不確実な技術を前提としている。③ カーボンニュートラル社会は、都市のあり方や人々の暮らし方、産業構造の改革が必然であるが、成長戦略は現行の企業を前提とする技術改革や投資を中心としており、戦略が乏しい、とし

¹¹ 山本隆三「グリーンイノベーションの幻想を捨てよ」『WEDGE Infinity』2021年2月25日

¹² <https://www.kiconet.org/2020-12-25/Green-growth>

ている。

4. エネルギー基本計画

日本のエネルギー政策の指針となる「エネルギー基本計画」は概ね5年ごとに改訂されている。

- 2009年9月 民主党(鳩山)政権発足
- 2010年6月 民主党(菅直人)政権発足
- 2010年 第3次エネルギー基本計画
- 2011年 東日本大震災/東電福島事故
- 2012年夏「国民の大半は原発をゼロにしてゆくことを望む」と総括。「エネルギー環境戦略」として2030年代の原発ゼロを明記
- 2012年12月 自民党(安倍)政権に復帰
以後「原発ゼロ」は無視される
- 2014年 第4次エネルギー基本計画
- 2018年 第5次エネルギー基本計画
- 2020年9月 自民党(菅義偉)政権発足
- 2021年 第6次エネルギー基本計画(審議中)

「エネルギー基本計画(第6次)」が議論されている「総合資源エネルギー調査会・基本政策分科会」では、火力発電と原子力発電を引き続き重視し、水素やアンモニア、CCUS(炭素回収貯留・利用)で火力発電を「クリーン化」するとしている。原子力についても、次世代炉の開発に加え新增設も明記すべきだという意見が多数あがり、世論とも現実とも乖離している。

2021年2月8日の基本政策分科会では、経産省の案では国内で再稼働可能な原発は、60年期限延長も合わせてすべて動かす一方で、新增設は明記していない。これに対して委員から、「エネルギーミックス 2030」での原子力の比率20~22%を維持すべき、新增設なしには難しい、原子力に対する信頼も徐々に回復している(豊田正和・日本エネルギー経済研究所)、再稼働の必要性をはっきり打ち出すべき、本気を出してゆけば国民は納得する、国の意識は弱い(伊藤麻美・日本電産工業¹³)等の主張がなされた¹⁴。市民団体が基本政策分科会の委員(2021年2月現在)のバックグラウンドを評価している¹⁵。

¹³ 「メッキ」の中小企業であり、なぜ委員に選任されたのか不明。

¹⁴ FoE Japan「原発推進の大合唱—異様なエネルギー基本計画改定議論」
<https://foejapan.wordpress.com/2021/02/16/basicenergyplan/>

¹⁵ FFTV「原発推進の大合唱—異様なエネルギー基本計画改定議論」

●原子力推進 / ■火力推進/ ▲原子力・火力支持/

●再エネ推進

委員長 白石隆▲(熊本県立大学) / 委員 秋元圭吾■(地球環境産業技術研究機構)・伊藤麻美●/■(日本電産工業)・翁百合▲(日本総合研究所)・柏木孝夫■(東京工業大学特)・橘川武郎▲(国際大学大学院)・工藤禎子▲(三井住友銀行)・小林いずみ▲(ANA ホールディングス他)・崎田裕子▲(ジャーナリスト)・澤田純●(NTT)・杉本達治●(福井県知事)・隅修三●/■(東京海上日動火災保険)・高村ゆかり●(東京大学未来ビジョン研究センター)・武田洋子▲(三菱総研)・田辺新一▲(早稲田大学理工学術院創造理工学部)・寺島実郎●(日本総合研究所会長)・豊田正和●(日本エネルギー経済研究所)・橋本英二●/■(日本製鉄代表取締役社長)・増田寛也●(東京大学公共政策大学院)・松村敏弘▲(東京大学社会科学研究所)・水本伸子●/■(IHI)・村上千里●(消費生活アドバイザー)・山内弘隆▲(一橋大学大学院経営管理研究科)・山口彰●(東京大学大学院工学系研究科)

5. 電力システム改革とエネルギー政策

脱原発には、単に発電方式の選択だけではなく、電力システム全体の議論が必要である。東電福島事故を契機に一応は進展した電力システム改革、再エネ促進政策が自民党政権で逆行し、原発(その他火力)等の旧システムに逆戻りしている¹⁶。

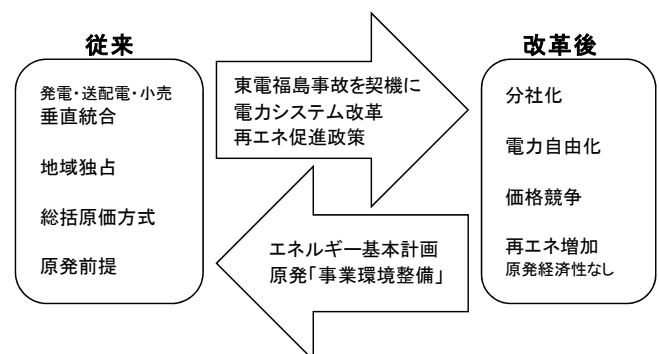


図1 電力システム改革の概念

電力の自由化は、ユーザーが既存の電力事業者以外から電気を買えるので脱原発に寄与すると考えられていたが問題も生じている。2020年12月~2021年1月に新電力の価格が乱高下した。図2は容量市場のスポット価格

<https://www.youtube.com/watch?v=e2-72vO2wFo>

¹⁶ 前出14

の推移である¹⁷。

外的要因により調達価格が大きく変動し、新規参入事業者やユーザーにリスクがある。固定価格契約の場合は事業者が差額を負担(小売価格より仕入価格が高い)し、変動価格契約の場合はユーザーが価格を負担することになる。原因は寒波による電力需要や LNG の在庫と価格の影響(後述)等が挙げられている。既存電力会社の売り惜しみにより発生したとの批判もあるが、パブリックグリッドの未整備などハード・ソフト共にシステムが追いついていない背景がある。供給者ごとのシステムが自動的に最適化を追求した結果の集積として「ブラックマンデー」のような合成の誤謬が発生した可能性もある。なお卸売電力価格のスパイクは 2017~18 年にも発生(最大 80¥/kWh 程度¹⁸)しており未経験の事態ではなかったが、その後のフォローを怠っていたのではないかと推察される。

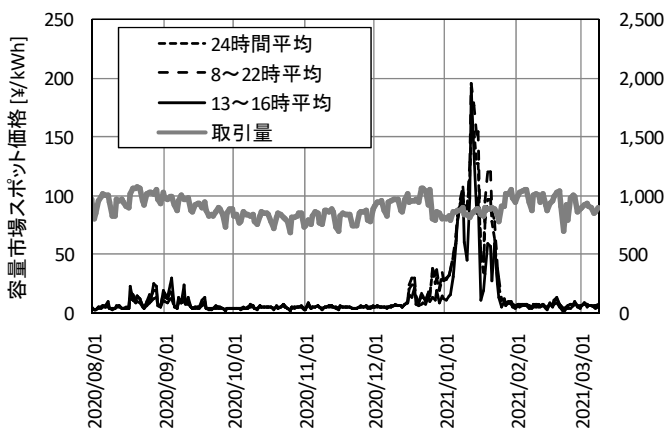


図2 電力容量市場のスポット価格の推移

6. 自動車の「脱ガソリン」

6.1 「ガソリン車ゼロ」とは

前述の「グリーン成長戦略」では 2050 年に自動車の生産・利用・廃棄を通じて CO₂ ゼロを目指すとしている。また経産省は 2030 年代半ばに国内の新車販売を「電動車」に転換するとしている。これが「ガソリン車ゼロ」と表現されるが「電動車」には HV 車も容認されている。

一方、日本自動車工業会の豊田章男(トヨタ社長)は「自

動車業界のビジネスモデルが崩壊してしまう」と懸念を表明した。電気自動車(EV)は製造や発電段階で多くの電力を消費し、火力発電の割合が高い日本では EV 製造が CO₂ を多く排出するとした上で「国のエネルギー政策の大変革なしに達成は難しい」と厳しい言い方をした¹⁹。ただし HV(PHV)はガソリン車と EV の両方の構成要素があるので関連産業としてはむしろ広がる。

(財)日本自動車研究所は多数のエネルギーパスを想定して WtT(Well to Tank)、WtW(Well to Wheel)の総合効率と CO₂ 排出量を試算している。それによると

- ①水素の製造には、現行のガソリンおよびディーゼル燃料を精製する以上のエネルギーを必要とする。
- ②水の電気分解による水素製造および電力発電は、現行のガソリンおよびディーゼル燃料以上に多くのエネルギーを必要とし CO₂ 排出量も多い(ただし事故前)。
- ③現行のガソリンおよびディーゼル燃料以外で比較的必要エネルギーが少なく、CO₂ 排出量も少ないのは、オフサイトで NG 改質して圧縮水素(CHG)で輸送するパスと、オンサイトでの都市ガス改質のパスである。
- ④オフサイト改質で製造した水素を液体水素(LH)にして輸送すると、CHG の輸送・充填より多くのエネルギーを必要とし、CO₂ 排出量も多い。
- ⑤FT²⁰軽油は、現行のガソリンおよびディーゼル燃料より、必要エネルギー・CO₂ 排出量とも多い。
- ⑥電力 1MJ を BEV 充電に必要なエネルギー量は 2.5MJ(事故前)²¹。

迂回的なエネルギーパスを採用すればエネルギー損失が大きくなるのは物理の常識である。現実的な解としては HV 車の高効率化の提案もある²²。

6.2 電気自動車(EV)が誘発する原発

IEA(国際エネルギー機関)は「EV30@30」というキャンペーンを展開している²³。2030 年までに新車販売台数の 30%を電動車両にする構想である。その場合に世界の地

¹⁹ 『週刊ポスト』2021 年 1 月 29 日

²⁰ フィッシャー・トロブシュ合成。ドイツで石炭から液体燃料を生成する目的で開発された。

²¹ (財)日本自動車研究所「総合効率と GHG 排出の分析」2011 年 3 月, p.59

<http://www.jari.or.jp/Portals/0/jhfc/data/report/2010/pdf/result.pdf>

²² 山崎明「EV は時代遅れに [エンジンのまま完全カーボンフリー] を実現する"あるシナリオ"」『プレジデントオンライン』2021 年 3 月 14 日
<https://president.jp/articles/-/44111>

²³

<https://www.iea.org/news/new-cem-campaign-aims-for-goal-of-30-new-electric-vehicle-sales-by-2030>

¹⁷ (一社)日本卸電力取引所(JEPX)スポット市場インデックス

<http://www.jepx.org/market/index.html>

¹⁸ 経産省「総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 電力・ガス基本政策小委員会」第 14 回資料, 2018 年 12 月 19 日

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/pdf/014_04_00.pdf

域別にどのくらいの電力需要が発生するかを“Global EV Outlook 2019”という資料で予測している²⁴。楽観的な見通しであるが全世界で1,110TWhの電力需要が発生する。IEA は基本的に原発推進の背景がある。平均的な1,000MW 級原発で設備利用率 80%として換算すると全世界で原発 158 基分の電力需要に相当する。日本でのEV電力需要は原発 4~5 基分に相当するが、2030 年までに再稼働する原発の数は現実には限られるので需給の点からはあまり議論の対象にはならないと思われる。

表 1 電気自動車が誘発する電力需要

単位: TWh/年

米国	160	日本	30
ユーロ圏	200	インド	70
中国	375	その他世界	275
		合計	1,110

EV の普及策として、バッテリーとしての EV が災害時に利用できるのか、系統に接続してバッファとして利用する等が提唱されているが、いわば「車輪のついた揚水発電」であり、原発とセットのしくみである。大部分の自動車(特に乗用車)は昼間に走行し夜間は止まっているから原発の運転特性とマッチしている。再エネで EV を充電するという説明もあるが、現実的でない。よく例示されるのは、大型バスの屋根一面にソーラーパネルを貼って得られるのは原付バイク 1 台分のエネルギーである。なおこれは、エネルギー密度の薄い再エネを自動車に使うからおかしくなるのであって、家庭需要として太陽光を利用するのは妥当である。スマートグリッドを介して EV 群を蓄電システムとして利用する提案もあるが、電力需要が大きい時間帯に車の移動を控えて供給に協力してもらうという行動は、一定の経済的インセンティブを付与したとしても現在の車の使い方をみ限り非現実的であろう。

7. 工業的な水素の製造法

7.1 水の電気分解

工業的な直接電気分解では電力が 14.76MJ/Nm³ 必要と

なる²⁵。別の文献でも 15.5MJ/Nm³(64%)なのでほぼ同等²⁶。水素を燃料として使用する場合、LHV²⁷が 10.78MJ/Nm³なので「100 の発熱量の水素を製造するのに 136 の発熱量に相当する電気が必要(変換効率 73%)」となる。その電気を化石燃料の燃焼で得るとすれば、発電効率を考えると約 300 の熱量が必要²⁸。これでは脱炭素プロセスとしては成立しない。再エネ電力で水素を製造するプロセスも考えられるが変換効率の部分は同じ。バランスとしてはそのまま電気として使ったほうが合理的。高温ガス炉を熱源とした高温水蒸気電解の提案²⁹もあるが実験室レベルである。

7.2 炭化水素原料

水を直接電気分解する方法に対して、別の物質を媒介として H と O を切り離す方法がある。その一つとして炭化水素の水蒸気改質という方法がある。「炭化水素」とは炭素(C)と水素(H)の化合物の一般名称で、石油系の液体・天然ガス・石炭などさまざまな原料が使用できる。炭化水素から水蒸気改質法によって水素を製造する反応を一般化して表現すると次のようになる。

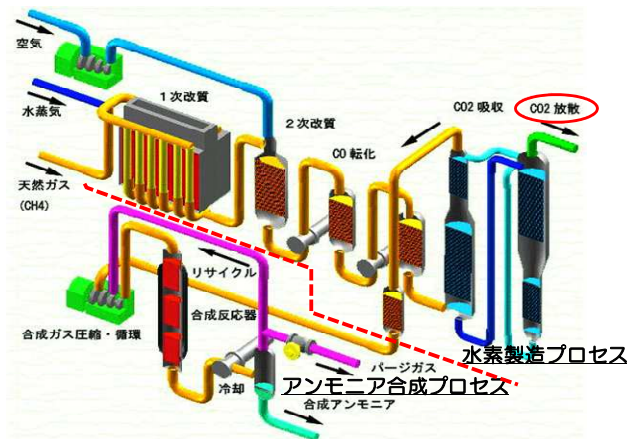
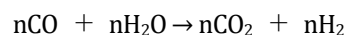
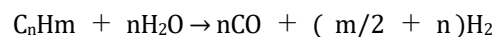


図 3 炭化水素からの工業的な製造法

最近話題になっているアンモニアは水素を経由して製

²⁵ 日本工業出版『よくわかる水素技術』2008年, p.20

²⁶ 阿部勲夫「水電解法による水素製造とそのコスト」『水素エネルギーシステム, 』vol.33, No.1, 2008年

²⁷ 燃焼により発生する H₂O の潜熱は熱量として利用できないとしてを除外した値

²⁸ 日本工業出版『よくわかる水素技術』2008年, p.20

²⁹ 尾崎章ほか「原子力水素製造システム」『東芝レビュー』Vol.60, No.2, p.27

²⁴ IEA “Global EV Outlook 2019”

<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>

造するので、図 3 のようにアンモニアの工業的製造プロセスは水素製造プロセスの後段に接続する³⁰。アンモニア合成は水素製造プロセスと一体である。これから水素の担体(運搬・貯蔵)としてアンモニアも注目されている。アンモニアの評価は後述する。

メタンでなく石炭を原料とするプロセスもあるが、炭化水素から水素を引き抜いて残った炭素が CO₂ になる結果は同じ。水蒸気改質による水素製造は現在は世界的な水素製造量の大半を占めている。エネルギーとしての水素ではなく、石油から大気汚染の原因となる硫黄を取り除いたり、低質の油をガソリン等の高付加価値の製品に転換するための副原料を作る目的で製造される。

炭化水素からの製造でも、外部から燃料・蒸気・冷却水が必要である。水素 1Nm³あたりの代表的な所要量³¹から計算すると 27MJ/Nm³ となり、水の直接電気分解よりはやや良いが、100 の熱量を得るのに外部から 300 近い熱量を加える必要がある³²。

なお LNG(主にメタン)を直接燃料として使用する場合、熱量当たり CO₂ 発生が少ないとされるが、井戸元の原料ガスを処理してメタンのみ換算した場合であって、井戸によっては原料ガスがモル比で 70%が CO₂ の例もある³³。アルカリ吸収等で CO₂ を除去して液化したものが LNG である。今後 H₂ や NH₃ の需要が高まると低品位ガスの利用が増えるであろう。除去した CO₂ は大気放出しており、今後は CCS/CCUS と説明されるかもしれないが、何をやっているかわからない。

7.3 CCS(Carbon dioxide Capture and Storage)

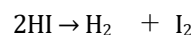
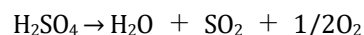
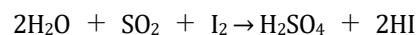
いずれにしても水素の製造量に比例して CO₂ が発生する。図 のように現在はこれを大気放出しているので「CO₂フリー」ではない。そこで発生した CO₂ を圧縮液化して地中に埋設する CCS を採用することで「CO₂フリー」と称しているが、CO₂ を分離・回収してパイプラインで圧送し地下に圧入するのに追加のエネルギーを必要とする。

1t の CO₂ を処理するのに 2,968MJ(電力換算 824kWh)のエネルギーを必要とする。CCS システムの安定性も確認されておらず、CO₂ を現地に投棄するなどは国際的にも厄介な問題を発生する可能性がある。CO₂ をドライアイスにして再利用するという説明³⁴があるが、大気放出しているのと同じである。全面的な「水素社会」の最大導入ケースで 3,150 億 Nm³ の需要推定^{35,36}からすると、等モルの CO₂ が発生するので約 6 億トンにあたる。ドライアイスの国内需要は年 35 万トン程度であるから人をバカにした全く無意味な説明である。

7.4 IS プロセス

いくつかの化学物質を媒体として水を H と O に分解する点では水蒸気改質と同じであるが、媒介となる化学物質がプロセスの中で循環使用されるので水を供給すると水素と酸素だけが出てくるプロセスとなり CO₂ は生成しない。

IS プロセスすなわちヨウ素(I)と硫黄(S)の化合物を媒体として水を H と O に分解する方式が有力である。(ヨウ素は単なる化学原料であり放射性ではない)



ただし反応を起こさせるために外から熱を加える必要がある。IS プロセスでは 1,000°C前後の熱が必要であり、熱源は何でもよいが化石燃料の燃焼を熱源にするのでは CO₂ が発生して意味がない。CO₂ が出ない熱源として高温ガス炉を利用する GTHTRT の構想がある。

現状では、熱源となる高温ガス炉と IS プロセスの部分を別々に実験しているが、組み合わせたプラントとしての試験は行われていない。原子力を利用した水素製造は 1970 年代から提案されているがいまだに実用化されていない。かりに原子力を利用するにしても、電気に転換して利用したほうが合理的だからではないか。また軽水炉の温度レベル(250°C前後)を利用して DME を介した水

³⁰ Web 版 化学プロセス集成より

http://www3.scej.org/education/an_home.html

³¹ 化学工業日報社『17019 の化学商品』2019 年版, p.305

³² これはワンスルーの熱量であり、実際はプロセス内部で熱回収して蒸気発生に利用するなど考慮されている。

³³ 松本淳ほか「高濃度の CO₂ を有する天然ガス田の開発を前提とした CO₂ 分離プロセスの評価手法の提案と検討結果の紹介」『石油技術協会誌』vol.76, No.6, 2011 年 m, p.512

https://www.jstage.jst.go.jp/article/japt/76/6/76_512/_pdf

³⁴ 日本経済新聞 2021 年 2 月 25 日「国内最大級の水素製造プラント 伊藤忠、仏大手と提携」

³⁵ 松尾雄司ほか「統合型エネルギー経済モデルによる 2050 年までの長期エネルギー輸送見通しと輸入水素導入シナリオの分析」『エネルギー・資源学会論文誌(電子ジャーナル)』vol.35, No.2, 2014

³⁶ エネルギー総合工学研究所「CO₂フリー水素普及シナリオ研究会 成果報告書(H30 年度)」

素製造の提案もあるが³⁷、これは循環プロセスではなく結局は炭化水素を原料としているので CO₂ が副生することになり何をやっているのかわからない。

7.5 再生可能エネルギー等による水素製造

再生可能エネルギーによる水素製造も課題が多い。地域における独立した地産・地消システムには適用できる可能性があるが、いわゆる「水素社会」を想定した場合には、およそ非現実的である。本格的な水素社会での水素需要量から推定すると、全国の宅地面積合計の 2 倍以上、あるいは全国の水田面積合計をはるかに超える非現実的な敷地を必要とする。

サトウキビなどバイオエタノールを原料とした水素製造や、各種廃棄物(バイオマス)からの水素製造も考えられるが、現状では実用的でない。その他に、光触媒を利用して太陽エネルギーにより水から直接水素を作るプロセス、アルミニウムやマグネシウムを媒介としたプロセスなどが研究されているが、実験室レベルであり 2030 年頃までに実用化されるとは考え難いとされている³⁸。

8. アンモニア燃料

水素と空気中の窒素からのアンモニアを製造はもともと肥料生産が目的で、ドイツのハーバーにより開発された。ハーバーは「空気からパンを作った男」と呼ばれる。1918 年ノーベル化学賞を受賞するが後に毒ガス研究に従事し非難された。

わざわざアンモニアに転換する理由は、水素単体よりもアンモニアのほうが貯蔵・輸送が容易なためだが、アンモニアに転換する際に追加のエネルギーを必要とするので変換効率は低下する。石炭原料では $8 \times 10^4 \text{MJ/t-NH}_3$ 、ナフサ原料でも $4 \times 10^4 \text{MJ/t-NH}_3$ のエネルギーを必要とするが、アンモニアの燃焼熱は $2.2 \times 10^4 \text{MJ/t-NH}_3$ なのでエネルギー的には割に合わない。しかも生成時に等モルの CO₂ が発生する。

なおアンモニア燃焼に対して「アンモニア中の N に由来する NO_x が発生するからエコではない」との批判がある。NO_x には燃料由来の Fuel NO_x と空気中の N₂ 由来の Thermal NO_x がある。石油・石炭には燃料中に N 分があ

るので Fuel NO_x が生成する。LNG にはほとんどない。これに対して Thermal NO_x は高温の燃焼ガス中で空気中の O と N が反応して生成するので、あらゆる燃焼で生成する。LNG でも生成する。自動車のエンジンも燃焼なので排気ガス中に NO_x が生成する。燃焼機構の工夫で NO_x 生成領域の温度や酸素濃度を下げる等の対策があるがそれだけでは不十分なので、排煙(固定設備)には脱硝装置、自動車には三元触媒で残った分を除去する。

9. 高温ガス炉

9.1 IS プラントとの結合

経路は何であれ炭化水素からの大量の水素製造が非現実的であるとすれば原子力が登場する。既存の軽水炉は電気しか産出しないので直接には水素は製造できない。そこで高温ガス炉が提案されている。軽水炉の水の代わりに冷却材としてヘリウムガスを使用する。原子炉出口冷却材温度が 700°C~950°C の黒鉛減速ヘリウム冷却型炉を高温ガス炉(HTGR)という。またこれに IS プロセス(前述)を組み合わせた電力水素併産型(GTHTR300C)のシステムは図 4 のとおりである³⁹。リアクター出口からタービンまでの間に熱交換機を設け、熱出力のうち一部を IS プロセス用に抜き出す方式である。この場合は取り出したエネルギーの分だけ電気出力は低下する。

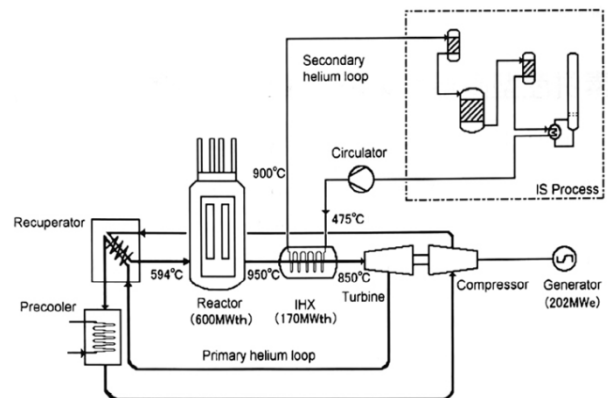


図 4 IS プラントとの結合

原子力研究開発機構の試算によると、熱出力 600MW 高温ガス炉 1 基で製造可能な水素量(熱出力を全部 IS プロセスに使用の場合)は年間 6.3 億 Nm³ とされている⁴⁰。

³⁷ 前出 29

³⁸ 日本工業出版『よくわかる水素技術』2008 年, p.20

³⁹ 西原哲夫・大橋一孝・村上知行・國富一彦「電力水素併産型高温ガス炉(GTHTR300CC)の安全設計方針」『日本原子力学会和文論文誌』Vol.5, No.4, p.325, 2006

⁴⁰ 日本原子力開発機構・高温ガス炉研究開発センター

全面的な「水素社会」の最大導入ケースで 3,150 億 Nm³ の需要推定から換算すると、すべて原子力で賄うとすると 500 基に相当する。「1 村 1 原発」になりかねない。

9.2 高温ガス炉の問題点

高温ガス炉の問題点は前回学習会(2020 年 4 月 27 日)で解説したので紙面の制約で項目だけ列挙すると、①圧力容器の設計条件、②燃料要素の破損、③使用済み燃料の処理プラントはゼロから開発する必要がある、④空気への侵入による黒鉛火災、⑤IS プラント接続時の動特性・緊急シャットダウン時の炉への影響、⑤トリチウムの生成と外部への移行等である。

10. もはや「敗戦モード」の原発推進派

脱炭素や安定供給を口実に推進派が勢いづいている。このままでは 2050 年には原発が 0 になってしまうので、60～80 年延長や更新、高速増殖炉、高温ガス炉の開発に取り組むべき⁴¹とか、首都直下型地震が起きたときの備えとして(再稼働の時期は)できるだけ早いほうがいい⁴²、「これまでに比し格段に安全性が高まったことが安全性論議の場で大いに強調されるべきでないだろうか。福島のような事故はもう起きないのである⁴³」など。過去の日本で、戦況が不利になるほど自暴自棄な作戦の強行、珍兵器(特攻など非人道的)の開発、合理性のない精神論にのめり込んで行ったのと同じ状況がみられる。推進するにしても明確な戦略や司令塔があるわけではなく、誰も「やめる」と言い出せないから漫然と前例を踏襲しているだけという状態も過去の日本と類似している。

11. いわゆる「環境団体」のスタンス

気候変動(CO₂ 排出)対策を重視する環境団体の多くは、図 5 にみられるように原子力にも否定的であり、CO₂ 排出対策が原発の温存・推進に利用される関係を無視して

いるわけではない。ただし再生可能エネルギーの導入量等に関して根拠のない楽観論を掲げるだけでは、原子力の温存・推進に加担することになりかねない。2050 年にカーボンニュートラルに至るマイルストーンとして「2030 年に半減」等の指標も提示しているが⁴⁴、東電福島事故以後 10 年経過して、再生可能エネルギーの導入の前提となるインフラ整備に進展もないのに、あと 10 年もないうちに半減は可能とは思われない。

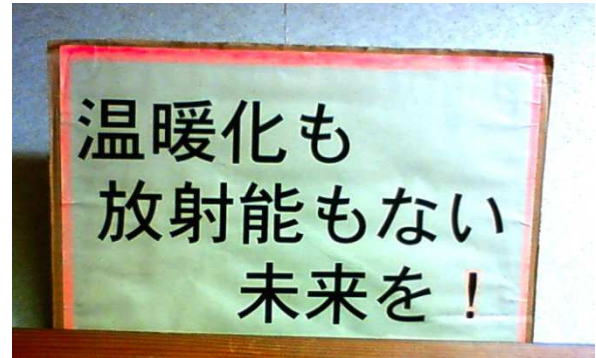


図 5 環境団体のテーマ

12. 金融・市場とエネルギー

コロナで生活が困窮する人々が増加し、大企業でさえ業績低下に遭遇している一方で、株価は図 6 のように最高値を記録している⁴⁵。これは経済対策として供給されたマネーが困っている人には回らず、投機に回っているためと考えられる。また化石燃料から水素(アンモニア)を製造するにしても、化石燃料は投機の対象(コモディティ)であり、富の偏在を助長する。

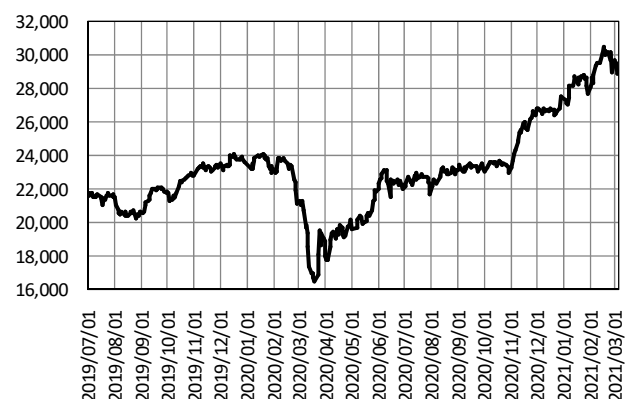


図 6 コロナ前後の日経平均株価の推移

https://www.jaea.go.jp/04/o-arai/nhc/jp/data/data_08.html

⁴¹ 隅修三(東京海上相談役), 前出 14

⁴² 三村明夫(日本商工会議所会頭、柏崎商工会議所の講演で)「[発はダメ、停電もダメ] そんな政治の無責任が、日本に大停電を引き起こす」プレジデントオンライン, 2021 年 3 月 12 日

<https://president.jp/articles/-/44049>

⁴³ 澤口祐介(元東電フェロー)「再稼働を許可された原子力発電所の安全性を考える」『エネルギーレビュー』2021 年 3 月, p.46

⁴⁴ 前出 12

⁴⁵ Macrotrends ウェブサイト

<https://www.macrotrends.net/2593/nikkei-225-index-historical-chart-data>