

『電力需給逼迫』について（後編-3）

1 はじめに

後編-1 では、広域機関（OCCTO）が取りまとめた『2022 年度供給計画』や東日本大震災当時の資料にもとづき、① 向こう 10 年間の需給面からみて原発は必要ないこと、② 地震などの災害に脆いこと、③ 電源が 1 地点に集中しているため、例え甚大な被害に至らなくても緊急停止でブラックアウトを誘発させるリスクがあること、④ ひとたび甚大な過酷事故を起こせば、復旧に途轍もない歳月と費用を必要とすること、などを指摘してきた。一言で言えば、原発はこれからの供給力として要求されるレジリエンス（resilience、しなやかさ/回復力）と対極に位置する電源で、一刻も早く退場させられるべきである、と指摘してきた。

後編-2 では原発の経済性について、モデルプラント方式による LCOE 試算（2021 試算、経産省）を批判的に取り上げた。この試算でも、① 原発は最安値の電源とは言えず LNG 火力/太陽光に劣ること（2030 年時点）、② 試算の算定条件を実態に合わせて補正・変更すれば石油火力並の最高値の電源であること、③ 本来、計上されるべきコスト（系統安定化コスト/最終処分後に想定される 10 万年間に渡る高レベル放射性廃棄物の管理コスト）や、④ 今後、際限なく増加する可能性の高い福島事故の損害賠償コストを更に積み上げれば、原発は途轍もなく高いコストになること、などを指摘してきた。これらの続きとして本稿では更に、① GX 実行会議/② 2024 年度から実需給の運用が始まる容量市場/ ③再エネコストに加算される系統安定化対策を取り上げていく。今回は GX 会議で、政府（経産省）が原発政策方針転換の論拠とした「原発は CO₂ を排出しない」を批判的に取り上げる。原発の CO₂ 排出については紙面分量が嵩むので 2 回に分けて投稿する

2 GX 実行会議の欺瞞性

本年 3 月 21 日（月）夜に経産省から突如、東京・東北エリアで「電力需給逼迫」警報が発出され、同エリア在住の企業・国民に対し連休明け 22 日（火）からの節電協力への要請が行われた。その効果があって 22 日夕刻には東北エリア、翌 23 日 11 時には東京エリアの警報が解除された。需給逼迫を奇貨として「安全性の確認された原発は再稼働すべきである」と政府に迫る政治家/経済人の言動も相次いだ。新聞各社も電力逼迫への対応を政府に迫る社説が紙面を埋めた。

その後、内閣総理大臣を議長とする 5 閣僚〔経産（担当大臣）/外務/財務/環境大臣/内閣官房長官〕と有識者 13 名からなる GX 実行会議が設置（第 1 回 GX 実行会議、7 月 27 日）され、第 2 回会議（8 月 24 日）で、議論らしい議論もなく、原発の新たな政府方針案を有識者 13 人が満場一致で承認。岸田首相は「年末に具体的な結論を出せるよう、与党や専門家の意見も踏まえ検討を加速して下さい」とまとめた。とメディアは報じている。

原発の新たな政府方針というのは次の 3 点である。「電力逼迫解消のために政治決断が求められる事項として、① 原発の早期再稼働に向けた総力結集/ ② 運転期間延長と ③ 次世代革新炉の開発・建設の検討」のことを指す。このニュースはその日のうちに早速取り上げられ、驚きの声が多く国民から寄せられた。

会議に参画した有識者ほぼ全員が脱炭素化社会実現のためには「クリーンな原子力」の活用は重要だという認識に立っているようだ。2回2時間に過ぎない会議の議事録を見ればそれは明らかである。「火力はCO₂を排出するからクリーンではない。原発はCO₂を排出しないからクリーンである」という論理は一面的で歪んでいる。この論理は結局「CO₂排出はダメだが放射性廃棄物排出は許容しようよ」という歪んだ帰結を導く。福島原発事故の大惨事を目のあたりにしたとき、まともな理性・感性の持ち主なら、この論理を受け入れることはできないだろう。この手のブラックユーモア的論理を承認した上で成り立つ政策に説得力はない。

無毒化するまでに10万年も必要とする高レベル放射性廃棄物を100年程かけて地層処分し、その後はモニター監視もせずに放置する政策自体が、「今だけ 金だけ 自分だけ。・・・後は野となれ山となれ」を絵に描いたような無責任極まりない所業である。「クリーンな原子力」の活用は重要と認識するのは、その立場に身を置くことにほかならない。福島事故を契機にそれを反省するどころか、更に新增設を検討するなど狂気の沙汰である。これが日本の有識者の実態なのだ。

「原発はCO₂を排出しない」という俗論は嘘の類いの誇張である。しかし受け入れられ安い俗論でもある。原発が最安値の電源とは言えなくなった状況下で、新たな装い-脱炭素化実現の切り札-を凝らして政府が持ち出してきた論理にほかならない。CO₂排出量をフロントヤード/建設/運転/バックヤード/解体など、全ての工程に渡るプロセスを踏まえて評価するライフサイクル分析(Life Cycle Analysis、LCA)”で試算すれば原発の総排出量(生涯排出量)は莫大なものになる。

「原子力の平和利用」についての知識啓発・普及を役目として設立された日本原子力文化財団(1969年7月設立、JAERO)はホームページに電源別(原発/火力/太陽光/風力/地熱/水力)CO₂排出量のグラフを掲載している。説明書には「原子力の発電電力量あたりのCO₂排出量は石炭/石油/LNG火力に比べ大幅に少なく、太陽光/風力の自然エネルギーと同程度である」とある。次ページに、そのグラフと同じデータを使って、モデル電源の生涯発電量(送電端)/設備容量/排出量算定の前提条件を加えて作成したグラフを掲載した。JAEROが根拠とした電力中央研究所報告書(電中研論文)の問題点については次章以降で取り上げる。

グラフを一見すると奇妙な錯覚に囚われる。住宅用太陽光4KWが原発100万KWより2倍程高い。原発が風力/地熱/水力と同レベルにある。JAEROグラフにはCO₂排出量の算定範囲や算定の前提条件、モデルにした電源の設備容量などが一切書かれていない。問題のある表示の仕方である。こうして、あやふやな断片的知識がいつのまにかすり込まれ、嘘が平気でまかり通って行く。「原発が自然エネルギーと同程度である」という、そんな馬鹿げた話は科学的にはあり得ない。問題視すべきは、KWhあたりの排出量(CO₂排出係数/CO₂排出原単位)ではなく、生涯排出量がどのようになるかということなのだ。

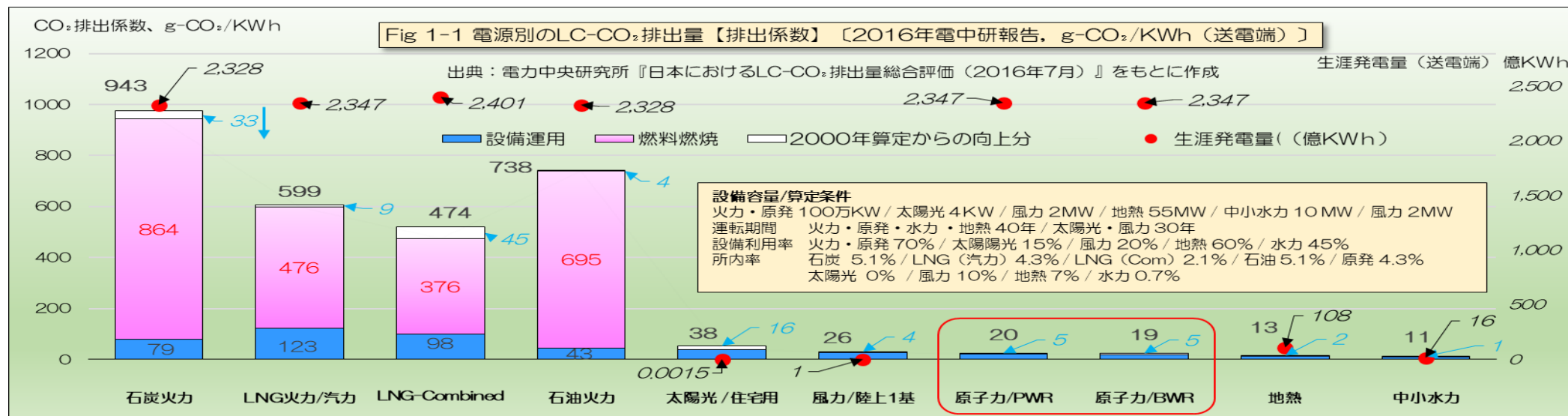
KWhあたりCO₂排出量(CO₂排出係数)で比較するからこのような結論になる。所謂、プラントモデルマジックである。運転年数が長く、生涯発電量(分母)の高い電源ほどCO₂排出係数が小さくなるのは当然で、CO₂生涯排出量(分子)の大小を比較すべきなのだ。Fig 1-1のCO₂排出係数と生涯発電量(赤●)を掛け合わせれば、それが各電源のCO₂生涯排出量(分子)となる。それをグラフにするとFig 1-2(4ページ)のようになる。

3 「原発はCO₂を排出しない」の欺瞞性

本章では、このプラントモデルマジックのデータを吟味し、原発の生涯CO₂排出量が如何に莫大なものになることを明らかにしていく。

JAERO が掲載グラフの根拠にしたのは、電中研が2016年に発表した『日本におけるLC-CO₂排出量の総合評価 (Y06)』である。同論文は原発推進派の人々の間では「バイブル的存在」となっている。算定範囲が電源運転中の①燃料燃焼によるCO₂排出量のほか、②発電所建設・運用・解体/ ③原料採取・輸送・燃料生産/ ④廃棄物処理・処分など全てのプロセスに及び、一応はフロントヤード/建設/運転/バックヤード/解体の5工程全てを網羅している体裁をとっている。しかし個別データ(②~④)を公表していないので実際のところは分からない。土木・建屋工事などは算定していないと思われる。CO₂排出の多くを占めるとされる使用済核燃料の処理・処分による排出量は、リサイクルと中間貯蔵までの2通りのケースが提示されているが、両ケースとも使用済燃料を100%リサイクル利用するという空理空論の前提で算定されている。後者のケースでは、直接処分(最終処分)はLC-CO₂排出量算定の範囲外としている。要するに、地層埋設によるCO₂排出は算定せずに、『ゼロと看做す』と言っているに過ぎないのだ。リサイクルケースでは、低レベル廃棄物処分に加え、高レベル廃棄物の処理・処分によるCO₂排出量も算定したと述べているのに、中間貯蔵ケースで算定しないのか不思議でならない。

さて話を Fig 1-1/1-2 に戻そう。棒グラフ(ピンク)が①に該当する発電燃料燃焼による排出量、棒グラフ(青)が②~④に該当する「設備運用」による排出量となる。モデル電源の設備容量と算定の前提条件〔運転期間/設備利用率/所内率(所内で使う電力量の割合)〕はグラフ中に記載している。生涯発電量が圧倒的に異なる火力/原発と自然エネルギーを同じ土俵で論じているところに、意図的な思惑が感じられる。この事についても後ほど言及する。



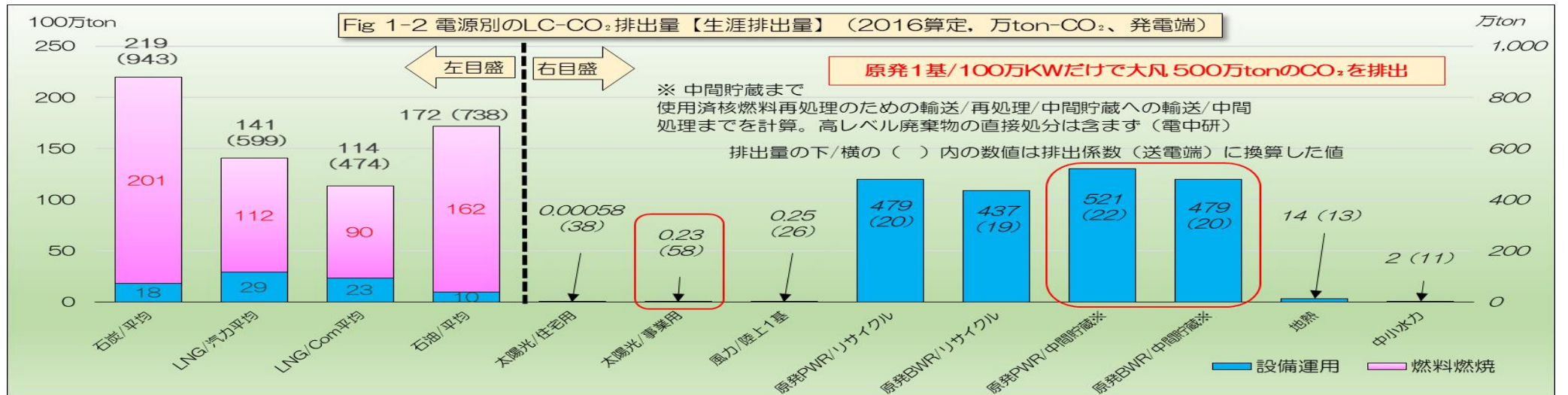


Fig 1-2 によれば、原発 100 万 KW の CO₂生涯排出量 500 万 ton に対し、太陽光（住宅用）4KW は 6ton にも満たない。中小水力 1 万 KW も 2 万 ton に満たない。500 万 ton というのは、九州電力の年間 CO₂排出量 2,240 万 ton（2021 年度-調整前）の 20%強に相当する膨大な量である。この数値は 1 基 100 万KWの算定値だから、過去に遡ると 6 基 526 万KWの原発が稼働してきた九州では、約 2,600 万 ton の CO₂が排出されてきた計算になる。

Fig 1-2 には、Fig-1 に記載しなかった事業用メガソーラ（1MW）と、原発の中間貯蔵までの CO₂生涯発生量を加えた。同じデータを使っても Fig 1-1/Fig 1-2 の両グラフの印象は全く異なる。ウランは核分裂によって熱を発生するので、燃焼による CO₂排出はゼロ（CO₂の代わりに放射能が排出される）だが、②～④の合計で 500 万 ton の生涯 CO₂を排出する。それに対して自然エネルギーの CO₂排出量は、最も高い地熱で原発の高々3%に過ぎない。

同グラフは、「原発の CO₂排出量が太陽光/風力の自然エネルギーと同程度である」という主張が、事実と全く異なる根も柢もない妄想に過ぎないということを如実に示している。Fig1-1 で示した CO₂排出係数は、設備利用率 70% / 運転年数 40 年の生涯発電量を想定して算出されたものである。しかし、廃止決定された 24 基の設備利用率は大凡 50%台 / 運転年数は 30 数年に過ぎない。実態に即して、CO₂排出係数を再計算してみると、その値はもっと高いものになる。

更に、電中研算定（中間貯蔵までのケース、以後、中間貯蔵ケースと略記）では含まれていない地層処分期間の 100 年に渡る放射能管理、本来、管理すべき地層処分場閉鎖後の管理期間 10 万年に及び高レベル放射性廃棄物管理による CO₂排出を加算すると、排出総量は 500 万 ton を 2 桁も 3 桁も上回る途方もない天文学的数字になるだろう。生涯排出量どころか、原発は死してなお 10~100 万年も CO₂を排出し続ける、実にやっかいな電源なのだ。

【閑人閑話 I -電中研論文について】・・・・・・・・

電中研論文は本文で約 60 ページに及ぶが 2/3 は太陽光/風力の CO₂排出量算定のベースになる物量見積りに当てられている。一方、従来電源（原発/水力/火力/地熱）に割かれた分量は僅かで、精緻ではあるが少しバランスの欠けた「羊頭狗肉」的文書に近い。このような些末なことは別にして、それ以上に根本的な点で指摘しなければならないことが多々ある。以下、それについて言及する。

1 点目は排出量内訳データ（②～④）を一切公表していないこと。これは致命的な欠陥だ。文章では全てのプロセスを網羅していると述べているが、これでは研究内容の真偽を検証しようがない。算定範囲に欠落部分があるかないかも確かめられない。極論すれば「論文」に値しないプロパガンダという類の文書と言っている。

Benjamin K. Sovacool 氏が CO₂排出に関する 100 論文をレビューし、基準を満たしていると思える論文 19 のうち 5 プロセス全てを網羅していると評価した 5 つ論文の CO₂排出係数は下表のようになっている。表中のプロセス I フロントヤード / II 建設 / III 運転 / IV バックヤード / V 解体はそれぞれ、電中研論文のプロセス区分 ③ / ②（建設分） / ②（運用分） / ④ / ②（解体分）に対応する。見比べてみれば、電中研のプロセス区分が国際標準と少し異なっていることが分かる。運転期間の運用分を運転プロセスに入れずに建設プロセスに入れるのかなど不自然な仕分け目につく。

内容の真偽は別にして、まともな論文なら個別データを公表する。排出量内訳データを公表するというのは批判を受け入れるという表明で、批判・反論を繰り返して議論が進展していく。内訳データ公表は研究を進展させるための必須要件であって、電中研論文にはこれが欠落している。これは批判を受け付けない、独りよがりの研究姿勢と言わざるを得ない。一応論文の形式を取ってはいるが論文に値するかどうか疑わしい。筆者が電中研論文をプロパガンダ文書という由縁である。

表1 電源別のCO₂排出係数の事例（Benjamin K. Sovacool のレビュー事例、単位：g-CO₂/KWh）

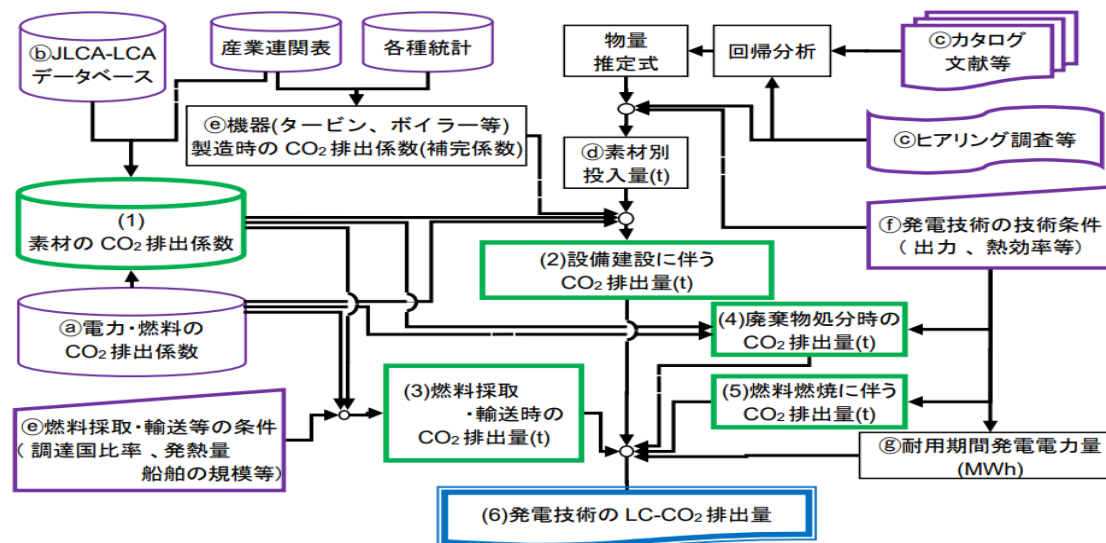
Study	I Frontend	II Construction	III Operation	IV Backend	V Decommissioning	Total g-CO ₂ /KWh
Fthenakis&Kim/2007年	12-21.7	0.5-17.7	0.1-10.8	2.1-3.5	1.3	16-55
Hondo /2005年	17.0	2.8	3.2	0.8	0.4	24.2
ISA /2006年	4.5-58.5	1.1-13.5	2.6-34.5	1.7-22.2	0.1-1.3	10-130
ISA /2006年	4.5-54	1.1-12.5	2.6-31.8	1.7-20.5	0.1-1.2	10-120
Storm van OLeeuwenet al./2007年	16.26-28.27	16.8-23.2	24.4	15.51-40.75	39.5-49.1	112.47-165.72
Tokimatsu et al./2006年	5.9-118	1.3-26	2.0-40	0.7-14	0.01-2	10-200
White and Kulcinski/2000年	9.5	1.9	2.2	1.4	0.0	15.0

2点目は、1点目とも関連することだが、電源間の比較をCO₂排出係数のみで行っていること。排出係数はあくまでも参考指標に過ぎず、生涯排出量を主指標にして比較すべきである。右図は電中研論文に記載されているCO₂排出量算定手順のフロー図を抜萃したものだが、3章に記載した算定範囲の① 燃料燃焼による排出/② 発電所建設・運用・解体による排出/③ 原料採取・輸送・燃料生産による排出/④ 廃棄物処理・処分による排出は、それぞれ右図の緑枠で囲まれた(5)/(2)/(3)/(4)に該当する。

このような手順で算定したと記載しながら、論文冒頭に次ページの電源別LC-CO₂排出量 (g-CO₂/KWh、排出係数) のグラフが提示されている。排出係数の提示がこの論文の目的となっているかのようである。

このような発表の仕方は、福島第一原発汚染水の海洋放水についての政府の姿勢を想起させる。希釈して40~50年かけて放水すると政府はいう。希釈するから安全上問題はないと。冗談ではない。妙チクリンな詭弁的論理である。問われるべきは汚染水に含まれる放射性廃棄物の総量。

この汚染希釈と同様、CO₂排出係数 (g-CO₂/KWh) の分母である生涯発電量は希釈水のような働きをしている。



実に34電源の排出係数がグラフで示されているが17電源は太陽光/風力である。論文の大部分が太陽光/風力の物量見積りに当てられているのも頷ける。物量見積りというのは、システムを構成する建屋/架台/機器/電線類の重量評価のこと。この物量を積み上げてライフサイクルに渡るCO₂排出量を推定する。発電所はコンクリート/鉄/金属の塊なので、それを見積もれば手順に従って各設備のCO₂排出量が算定できるというアプローチである。太陽光/風力が実に細かく架台や電線類までを見積もっているのに対し、火力/原発では建屋は算出されていないようだし、特重施設も入っていない。ボイラー・タービンなど鉄類の重量も算定式(近似式)が記載されているだけだ。極めてバランスを欠く算定手法と言わざるを得ない。

論文中の算定式に従って、100万KW規模の物量〔原子炉・ボイラ/タービン/発電機/環境対策設備/変電設備〕を算定すれば、原発3.1万ton/石炭4.4万ton/LNG 2.7万ton/石油2.2万ton/となる。数値の妥当性を判断する知見を筆者は持っていないが、原発の部品点数の多さや(補足1)、蒸気発生器などの主要機器単体が火力機器よりも大きいということを考えれば、原発は過少気味の算定ではないかという疑問も沸く。

物量算定における太陽光/風力の精緻さと火力/原発の大雑把さの対比が滑稽なほど際だっている。

3点目は、使用済核燃料を全量再利用するという、現実から遊離した前提でCO₂排出量が算定されていることである。このことは3章でも少し触れた。

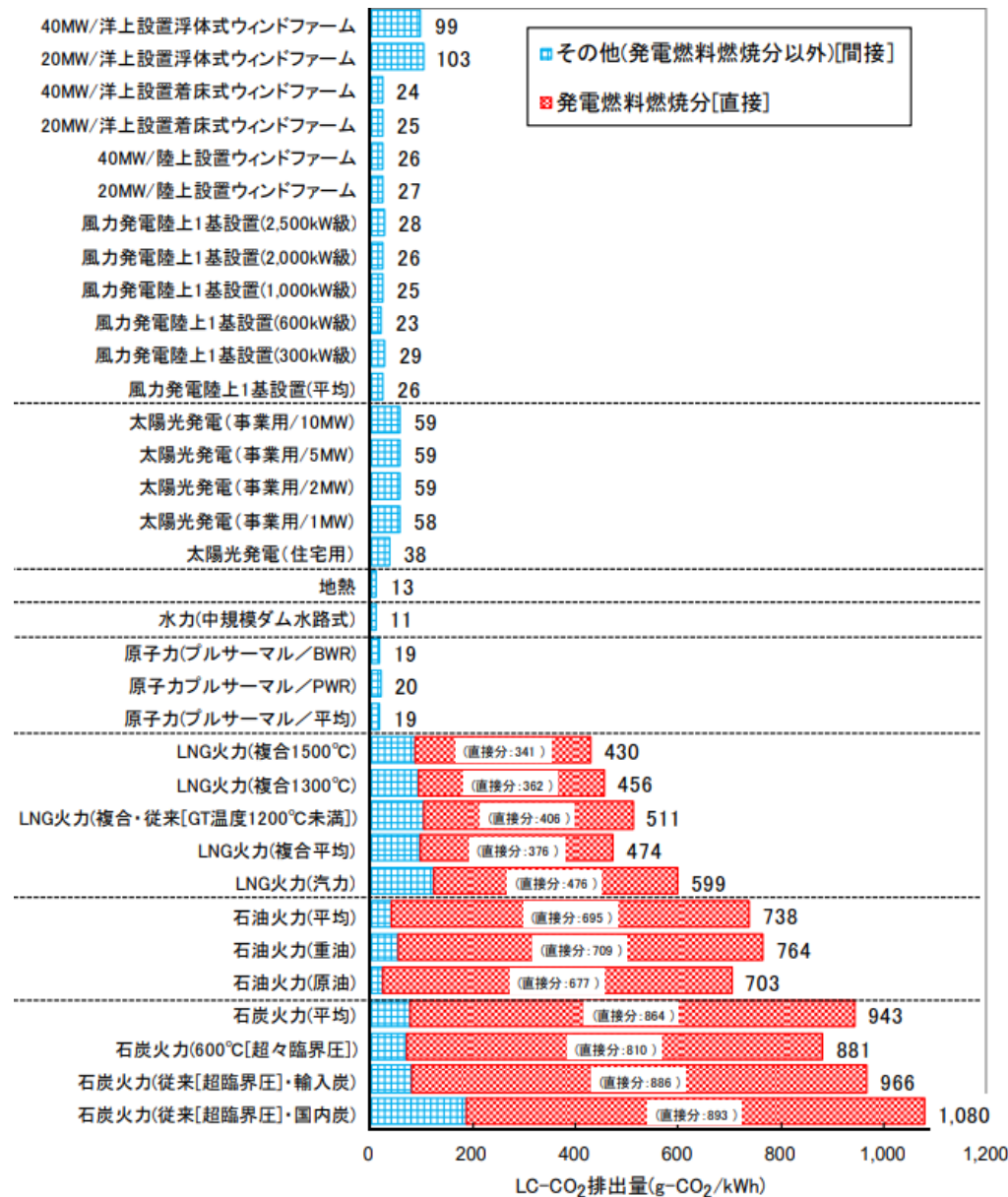
福島第一原発事故の前年に愛知県で開催された地方自治研究全国集会(2010年11月)において、集会に参加したS氏は『知られざる原子力からの排出実態「発電時にCO₂を出さない」は虚偽だった』というタイトルの論文を提出した。同論文は電中研論文(2000年)に言及して次のよう記している。

原子力の(CO₂排出量)計算は、ウランの採掘・精錬、転換、濃縮、再転換、成形加工、再処理等々の各工程で一切のロスが出ない前提で行われているのです。例えば再処理工場が100%フル稼働し、ロスなくプルトニウムを取り出せるなどという前提は机上の空論そのものです。

高レベル廃棄物の処分は計算に入れているとのことですが、処分場閉鎖後のエネルギー消費はないことになっています。アメリカ環境保護庁ですら100万年間の放射能規制が必要としている高レベル廃棄物、処分場の閉鎖後にモニタリングすらせず、CO₂排出ゼロなんてありえません。また処分場がどこになるか決まっていないので中間貯蔵地から最終処分場までの輸送も計算に含まれていません。

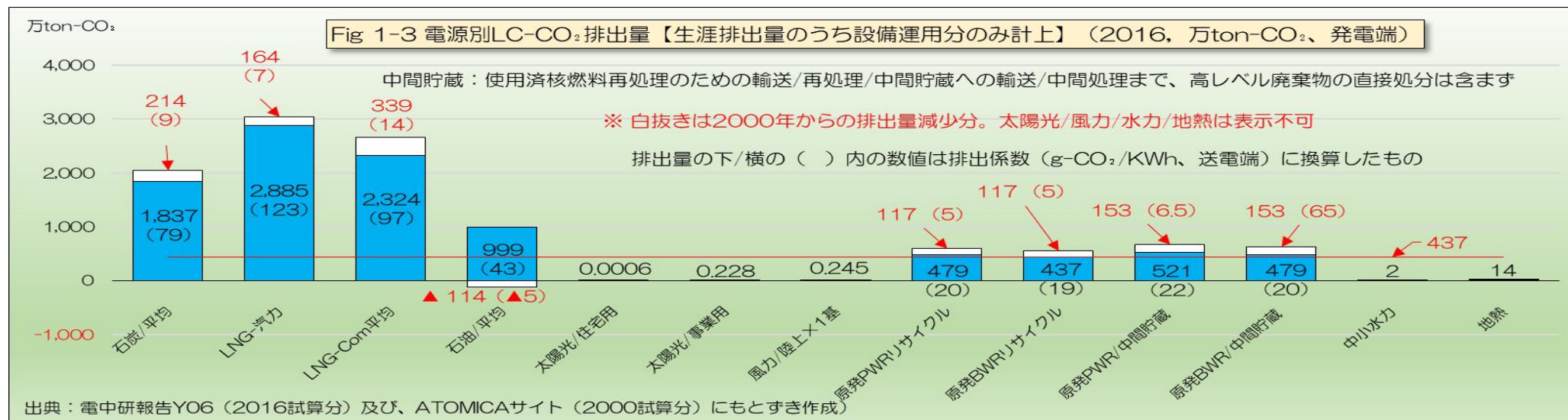
この文章は福島第一原発事故前に書かれたものだが、同じことは2016論文にも言える。再処理工場の100%フル稼働はおろか、未だに操業の目処さえ立っていない。1993年に工事着工し、当初1997年に操業開始する予定だったが延期に延期を重ね、本年9月に26回目の延期が表明されたのは記憶に新しい。

電中研論文には、何やかにや屁理屈捏ねて、できるだけ原発のCO₂排出量を少なく見せたいという意図が彼方此方の記述から伺われる。



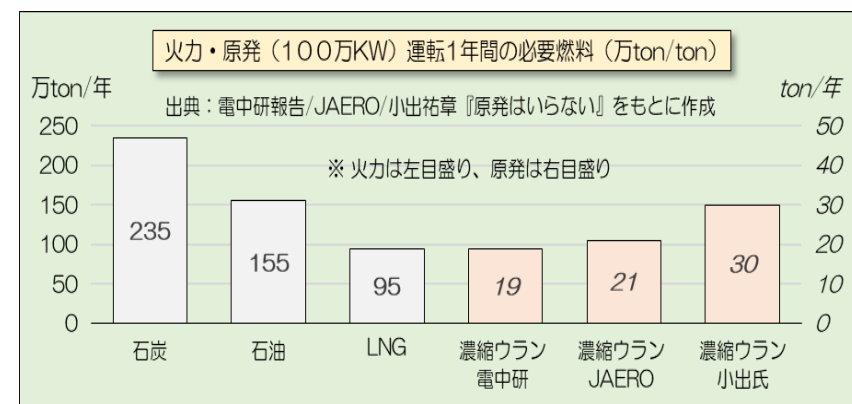
4 電中研論文批判-設備運用分のCO₂排出量について（総論）

この章ではCO₂生涯排出量のうち設備運用分だけに着目して話しを進めて行く。前述した Fig 1-1 を一見すると、火力のCO₂排出量（特に燃料燃焼分）の大きさに目が引かれて設備運用分の排出量では火力も原発も大差ないような印象に映る。しかし火力は原発の2~6倍のCO₂を排出する算定になっている。目の錯覚は怖いもので、その印象がいつまでも続いて設備運用分では火力も原発も大差がないように思い込む。そこで Fig1-2 の両軸の目盛りを揃えたグラフを Fig1-3 として再掲する。同グラフはCO₂生涯排出量の表示をメインにしたグラフだが、各電源の排出量の下/横の（ ）内に排出係数を併記した。



グラフによれば火力の排出量（設備運用分）が原発より2~6倍も大きい。殊にLNGが大きい。フロントヤード（電中研区分③原料/燃料の輸送）におけるCO₂排出量が、原発に比べて火力は大きいだろうということは想像できる。1年間に使用する燃料を重量換算で比較（右グラフ参照）すれば圧倒的な輸送量の差になるからだ。火力ではこれらの燃料を受け入れる貯炭場施設 / LNGタンク&気化装置 / 石油タンク、棧橋などの陸揚げ施設も必須となる。

これらの施設建設は火力の建設・運用・解体によるCO₂排出量（電中研区分②）の押し上げ要因になるが、電中研論文にはこれらの施設の記載も建屋と同様全くない。記載がないのは、建屋や燃料受け入れ施設によるCO₂排出量をゼロと看做している可能性が高い。



それでも、火力の設備運用分が原発より 2～6 倍も大きいと算定しているのは、大部分が、原料/燃料の輸送によるものだと暗示している。建屋や燃料受け入れ施設による CO₂ 排出量は、ゼロと看做せるほど小さいものなのか？ 電中研論文の文章の不可解な部分を想像で補いながら、つぶさにチェックすると、原発と火力の LC-CO₂ 排出量について、物量の何を算定し何を算定していないか、おぼろげながら見えてくるものがある。これを一覧表にすると下の表-2 のようになると筆者は考えている。

表 2 原発のCO₂排出係数（電中研報告Y06、単位：g-CO₂/KWh）

工程区分	フロントヤード	土木・建設・設備						運転		バックヤード				解体
		用地造成	緑化管理	港湾埋立護岸	取放水路	建屋	機器	消耗品	設備運用	低レベル放射性廃物	高レベル放射性廃物	中間貯蔵	地層処分	
原発PWR/リサイクル	●	×	×	×	×	×	●	●	×	▲	▲	×	×	▲
原発BWR/リサイクル	●	×	×	×	×	×	●	●	×	▲	▲	×	×	▲
原発/リサイクル平均	●	×	×	×	×	×	●	●	×	▲	▲	×	×	▲
原発PWR/中間貯蔵	●	×	×	×	×	×	●	●	×	▲	×	▲	×	▲
原発BWR/中間貯蔵	●	×	×	×	×	×	●	●	×	▲	×	▲	×	▲
原発/中間貯蔵平均	●	×	×	×	×	×	●	●	×	▲	×	▲	×	▲

注) ●：一応算定（実際は分からない） / ▲：算定していると説明しているが、過少見積の疑わしいもの / ×：算定外と明記もしくは算定と記載のないもの

プロセス区分は表 1 の区分によった。電中研区分では、運用（設備運用）と解体は一括して建設プロセスに仕分けされている。●/▲/×の仕分けは、電中研論文を読みながら浮かんだ疑問点を Web サイトで公開されている資料でチェックして判断した。×部分は次回に根拠データを提示する。▲部分は筆者には論じる知見もないので論考はしない。▲は根拠データを提示できないが、あれこれのデータを比較して想像を働かせば、過少見積もり▲と思わざるを得ない部分である。

こうして一覧表にまとめると、建設プロセス（敷地造成/港湾・埋め立護岸/取放水路などの土木工を含む）の大部分が算入されていないのが分かる。機器部分は一応●としたが、過少気味に算定した印象を受ける。使用済燃料は全て再利用するという空理空論の前提で算定されているので著しく過少な算定になっているだろう。

設備運用による CO₂ 排出が脱硝用石灰や設備メンテに使用される油脂類だけというのは算定範囲が余りにも限定的過ぎるだろう。設備運用による CO₂ 排出量を見積もるのであれば、所内電力による排出量を算定するのが最も合理的だ。解体による CO₂ 排出は常識的に考えても建設工程の数倍に膨らむだろう。原発工事は着工～竣工まで大凡 5 年前後（着工～営業運転開始：平均 6 年）に過ぎない。一方、設備解体は少なくとも 30～40 年かかる。英国の事例では 90 年近くかかると言うジャーナリストもいる。解体する物量は建設時の物量とほぼ変わらない。

本章では設備運用分の CO₂ 排出量について総論的に言及したが、次回の投稿ではもっと掘り下げて、個別具体的に取り上げる。

【閑人閑話Ⅱ-電中研論文について】・・・・・・・・

「原発はCO₂を排出しない」から『運転中』にはCO₂を排出しない」という微妙な言い回しにこだわってきた経緯がある。このことを小出裕章氏（元・京都大学原子炉実験所助教）は自著『原発のウソ（2011年6月）』の中で次のように述べている。

地球温暖化防止が叫ばれるようになって以来、政府や電力会社は「原子力はCO₂を出さず、環境に優しい」/「地球温暖化防止のために原子力は絶対に必要」と喧伝してきました。電力会社のパンフレットにもそう書いてありますし、マスコミを使ってのPR活動でも盛んにそう主張しています。・・・ところが、最近は様子が変わってきました。・・・「原子力は『発電時』にCO₂を出さない」と表現するようになってきたのです。「発電時に」という言葉がいつのまにか滑り込んできた・・・

閑人閑話Ⅰで紹介したS氏の同論文には「関西電力の恣意的なCO₂排出量（排出係数）」の引用について、日本広告審査機構（JARO）による裁定を取り上げた次のような記載もある。

原発が停止すると排出係数が大きくなるのは本当でしょうか。例えば関西電力の「低炭素社会を担う原子力」と題されたホームページでは各種電源別のCO₂排出量というグラフが示され、排出係数は石炭火力975g、石油火力742g、太陽光53g、風力29g、原子力22gなどとされ、太陽光や風力よりも原発のCO₂排出量が少ないとアピールするものになっています。

電力会社の主張のもとになっている電力中央研究所の論文（2000年）を読んでもと、原子力の値は加圧水型、沸騰水型それぞれに現状と将来の値が示されており、関電が使用している22gは沸騰水型（リサイクル）の値であることが分かりました。関電の原発は加圧水型なので説明もなく沸騰水型の値を使うのはおかしいではないかと指摘したところ、関電のホームページは原子力25gに変更されました。この25gは加圧水型（リサイクル）の値です。リサイクルとは、使用済み燃料を国内再処理し、取り出したプルトニウムでMOX燃料を製造して1回使用するという、実現していないケースを想定した計算であることを示しています。

一方、関電が比較に用いていた太陽光や風力の値は1996年時点の平均的な発電技術を用いて算出したとされ「太陽光と風力は、今後、技術改善および普及に伴う生産拡大により」「現状に比べて、太陽光は約半分、風力は7割程度となる可能性がある」と書かれています。かたや実現していない将来の値を用い、かたや10年以上前の値を使う。これで正確な比較といえるのでしょうか？ ちなみに、日本広告審査機構（JARO）は、「安全性について十分な説明なしに、発電時に二酸化炭素を出さないことだけをとらえて『クリーン』と表現すべきではない」と2008年に電気事業連合会の広告に裁定を出しています」

この事例のように、自社の原発がPWRにも関わらず、平気でCO₂排出係数の低いBWRの数値で表示するという虚偽を行うのが大手電力会社の常套手法なのだ。

これについても、小出氏は同著の中で「これまで原子力は「クリーン」であるとか「エコ」であるとか、マスコミ・ミニコミその他のあらゆる手段を使って四六時中宣伝されてきました。・・・ところが、このような宣伝に違和感を持った一人の若者が JARO についての審査を求めました。JARO は専門家による審査委員会を策って検討し、2008 年 11 月に次のような裁定を下しました。

「今回の雑誌広告においては、原子力発電あるいは放射性降下物の安全性について一切の説明なしに、発電の際に CO₂ を出さないことだけを捉えて『クリーン』と表現しているため、疑念を持つ消一般費者も少なくないと考えられる。今後は原子力発電の地球環境に及ぼす影響や安全性について十分な説明なしに、発電の際に CO₂ を出さないことだけを限定的に捉えて『クリーン』と表現すべきでない」と。しかし政府と電力会社はその裁定を無視して宣伝を続けてきました。・・・

この文章は過去形で書かれてはいるが、裁定を無視し宣伝を続ける事態は今も続いている。

岸田首相自ら先頭に立って裁定を無視しているし、GX 実行会議に参画する有識者も、何の説明も一切なしに原発が「クリーン」だと言っている。安倍第二次政権依頼、この国は指導者自らが範を垂れるどころか、平気で法を無視する指導者が跋扈する国になってしまった。

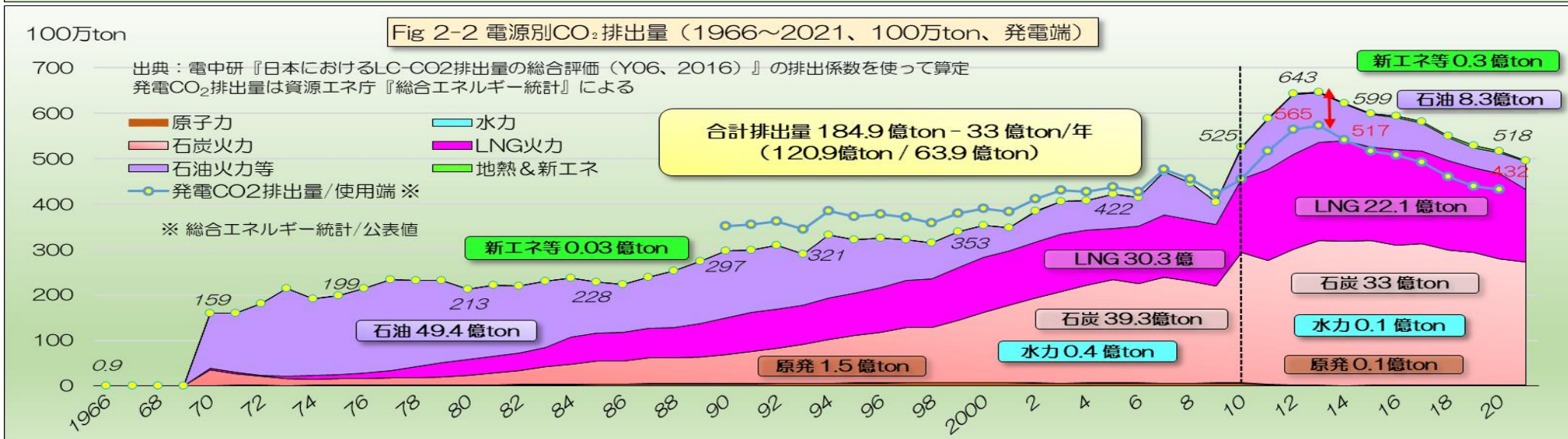
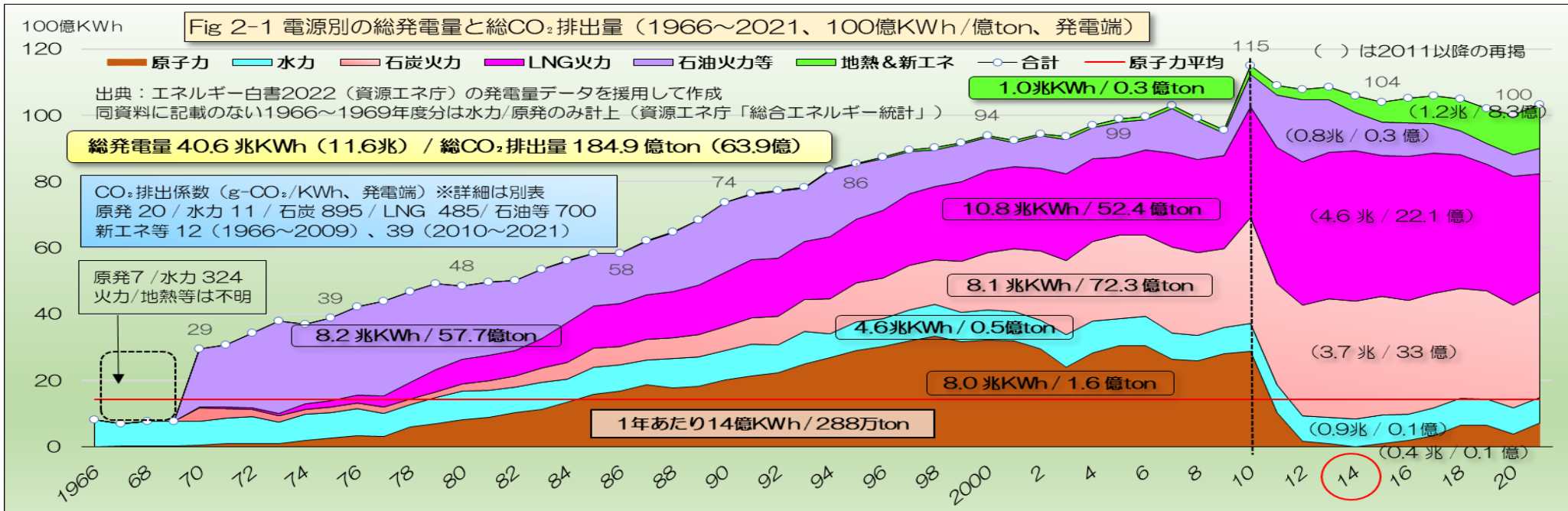
5 設備運用分の CO₂ 排出量について（総論）

3 章の最後に「Fig1-1 で示した CO₂ 排出係数は、設備利用率 70% / 運転年数 40 年の生涯発電量を想定して算出されたものである。しかし、廃止決定された 24 基の設備利用率は大凡 50% 台 / 運転年数は 30 数年に過ぎない。実態に即して、CO₂ 排出係数を再計算してみると、その値はもっと高いものになる」と述べた。

この設備利用率という視点から電中研の示した CO₂ 排出係数の妥当性について深掘りするというのが本投稿の主な目的である。このテーマで相当のデータを紹介するが、かなりの紙面分量になるので、本投稿では前段として、発電による CO₂ 排出の概要と CO₂ 排出量算定の問題点を総論的に述べるに留める。

5-1 発電による CO₂ 排出の概要

次ページの Fig 2-1 は、日本初の商業用原子力（東海 16.6 万 KW、炉型 GCR）が初めて営業運転を開始した 1966～2021 年度までの電源別の発電量と CO₂ 排出量（いずれも発電端）を示すグラフ。Fig 2-2 は CO₂ 排出量（発電端）だけを表示した。両グラフとも 2009 年度までと 2010 年度以降に分けて表記した。発電量は資源エネルギー庁『エネルギー白書 2022』のデータ。同白書は 1966～1969 年度までは記載されていないので、その 4 年分は同庁「総合エネルギー統計」で補完した（国産一次エネルギーと位置づけられている水力/原発のみ、その他電源は不明）。CO₂ 排出量は電中研論文の CO₂ 排出係数（送電端から発電端に換算した値）を使って筆者が算定した。詳細は 13 ページの表を参照して欲しい。なお新エネとは太陽光&風力/バイオマスを指す。廃棄物発電は石油火力等に含めている。



グラフを一見すると発電量が 2010 年度から急増したような印象を受けるが、エネルギー白書のデータは、2009 年度までは旧一般電気事業者（大手 10 社）に売電していない自家用発電量を含んでいないのに対し、2010 年度以降は全ての自家用発電量を含んでいるので、急増した訳ではない。

右の表 3 が算定の前提になる CO₂ 排出係数表である。電中研論文の提示している電源別排出係数は送電端で表示しているのので、これを発電端に換算し直している。表には 2010 年以降の分しか掲載していないが、それ以前は地熱&新エネを全て地熱で算定している。

Fig 2-1 の発電量を概観すると、原発 20%/水力 11%/新エネ 3% の合計 34%に対し、火力は 66%（石炭 20%/LNG 26%/石油等 20%）となる。一方 CO₂ 排出量は、原発 0.9%/水力 0.3%/新エネ等 0.2%の合計 2%未満に対し、火力は 98%兆（石炭 39%/LNG 28%/石油 31%）と火力が圧倒的に多い。原発の 30~45 倍ほどある。新エネと原発の CO₂ 排出量が火力に比して圧倒的に少ないのは、Fig 2-2 を見れば一目瞭然である。原発が微かに読み取れる程度で、水力/地熱・新エネはグラフからは読み取ることができない。

これを根拠に経産省界限では、新エネと原発を一括りにして「ゼロエミッション電源」などと呼んでいるが、ここには統計マジックの危険性が潜んでいる。物事の真偽を実態から切り離して統計数値だけで横並びに比較・判断し、実現不可能な願望や原発推進に都合の良いデータだけを取り上げて政策決定すると大きな間違いを犯す。過去の原発政策がまさにこれであった。残念ながらこれは今も過去から通底する政府の姿勢なのだ。

原発による CO₂ 排出量は火力との比較では確かに小さい。しかし過少気味と思われる電中研論文の CO₂ 排出係数を使った算定でも、56 年の総量で大凡 1.6 億 ton にも達している。1 年あたりに換算すると 286 万 ton にもなる。数値が大き過ぎてピンとこないが九州電力が 1 年間に排出する 2,240 万 ton（2021 年度）のほぼ 13%に相当する。

表 3 電源別のLC-CO₂排出量算定のためのCO₂排出係数表（g-CO₂/KWh、発電端、2010~）

電源		送電端 g-CO ₂ /KWh	1-所内率/100	発電端 g-CO ₂ /KWh	発電端 g-CO ₂ /KWh
原発	原発/中間貯蔵 平均	21.2	0.957	20.3	20.3
水力	中小水力/ダム水路式	10.9	0.993	10.8	10.8
石炭火力	石炭平均	942.7	0.949	894.6	894.6
LNG火力	LNG/汽力	599.0	0.957	573.2	485.5
	LNG/Com 平均	473.5	0.979	463.6	
石油火力	石油/重油/原油平均	738.0	0.949	700.4	700.4
地熱& 新エネ	地熱	13.1	0.930	12.2	38.8
	太陽光/事業用1MW	57.9	1.000	57.9	
	陸上風力/2MW×1	25.9	0.900	23.3	
	バイオマス	13.1	0.930	12.2	

注1) LNGは、設備に占める割合を汽力20%/Com80%と看做して算定

注2) 新エネ等は、地熱4%/太陽光56%/風力9%/バイオ31%で算定/バイオの排出係数は地熱と同等とした

別の例えで言えば、九州・沖縄全ての市町村で排出する一般廃棄物の焼却処理による1年間のCO₂排出量は、大凡159万tonと推計（環境省、2019年度推計）されているが、288万tonはその2倍近くにもなる。環境省ホームページで検索し比較すれば、この手のデータを幾らでも見つけることができるだろう。

環境省公表の「我が国のCO₂総排出量（2020年度確報）」によれば、同年度の総排出量は10億4,400万ton〔前年度比6,400万ton（5.8%）減〕/森林等の吸収量は4,450万tonである。森林等の吸収量がなければ総排出量10億8,850万tonになる。森林等の吸収量4,450万tonのうち、都市緑化推進による吸収量は130万tonと言われている。

原発の1年間の排出量288万tonはその2倍以上となる。都市公園・緑地保全事業には年間2000億円程の予算（国50%/市町村50%）が毎年つけられており、原発はその効果を「ゼロ」に帰すほどのCO₂を排出している計算になる。

このように原発のCO₂排出量の大きさを身近な事例と付き合わせてみると、原発が如何に莫大な量のCO₂を排出しているかを実感として掴むことができる。

【閑人閑話Ⅲ：環境省公表「温室効果ガス排出・吸収算定結果（確報値）」との比較】・・・

本章で算定したCO₂総排出量を環境省公表の「温室効果ガス排出・吸収算定結果（確報値、2010～2020年度）」と比較してみる。

国連気候変動枠組条約では、日本を含む締約国（いわゆる先進国）は、毎年、自国の温室効果ガスの排出量表（通称、温室効果ガス・インベントリ）を作成し、条約事務局へ提出することが義務付けられている（毎年4月15日までに提出）。この温室効果ガスのうちエネルギー起源CO₂排出の約4割を発電電力が占める。発電電力によるCO₂排出の多くは電気事業用で発生するが、自家用電力分も相当の量を占める。

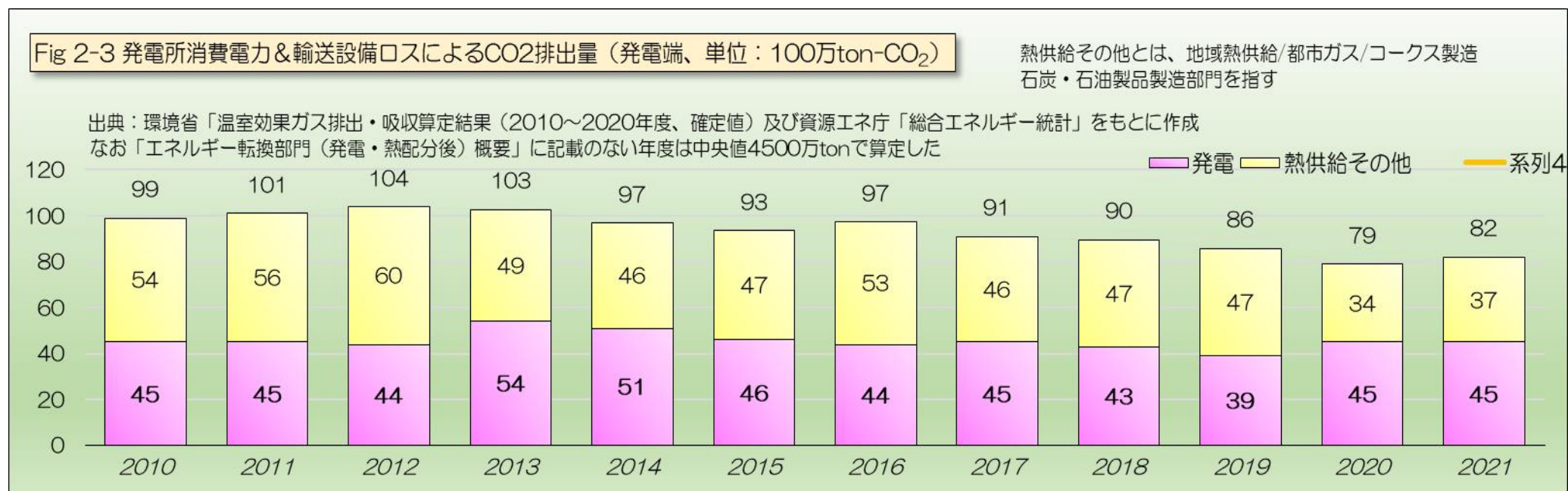
資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」では、自家発電を含む全ての発電所（1発電所1MW以上）の発電量が推定されているので、環境省公表のCO₂関連データと合わせて分析すれば両者の比較は可能である。もっとも「CO₂排出量算定の諸元であるCO₂排出係数にどのような数値を採用しているのですか」と環境省に尋ね、素直に回答してくればこのような分析は必要としないが、尋ねたとしても回答してくれないだろう。

環境省や資源エネルギー庁のホームページで検索してもそのような資料は見当たらない。強いて上げれば、資源エネルギー庁がホームページで紹介している「スペシャルコンテンツ」-『「CO₂排出量」を考える上で押さえておきたい2つの視点（2019/6/27）』で、ライフサイクルCO₂について言及する際に、電中研論文『日本におけるLC-CO₂排出量の総合評価（Y06、2016）』を紹介していることぐらいしかない。そこでは11電源のCO₂排出係数を掲載している。掲載の仕方が、3章で少し触れた日本原子力文化財団（JAERO）と同じで、モデル電源の生涯発電量（送電端）/設備容量/排出量算定の前提条件など必要な情報が書き込まれていない。

Fig 2-2には資源エネルギー庁が「総合エネルギー統計」で公表している発電電力によるCO₂排出量（発電・熱配分前、資源エネルギー庁はこれを「電力直接排出」と表記）を合わせてプロットしている。「電力直接排出」という表記にはどうも違和感があるので、筆者はこれを「発電CO₂排出量/使用端」と表記している。

この「発電CO₂排出量/使用端」というのは最終消費段階でのCO₂排出量を指しているのので、発電所消費電力や送配電線・変電所などの輸送設備で発生するロス電力によるCO₂排出量は含まれていない。使用端におけるCO₂排出量である。電力会社の販売電力によるCO₂排出量がその大部分を占める。従って、Fig 2-2にプロットした数値に、発電所消費電力や輸送設備で発生するロス電力によるCO₂排出量を加算すれば、それが全ての発電量（発電端）によるCO₂排出量となる。

下のFig 2-3は、「温室効果ガス排出・吸収算定結果（確報値、2010～2020年度）」の各年度版を参照して作成した。「確定値」と言ってもデータ精緻化のため、確定値そのものが補正されていくので最新のデータと一致しないケースもある。また2020/2021は資源エネルギー庁「総合エネルギー統計（速報値）」によった。



「エネルギー転換部門」というのは、発電/地域熱供給/都市ガス/コークス製造/石炭・石油製品部門を指す。この部門で作られた電気/熱/都市ガス/石炭・石油製品は最終消費者に配分されていく。製品とともにそこで排出されたCO₂も配分され、製品の恩恵に預かった最終消費者がCO₂を排出したと看做されることになる。

これって何かおかしい論理ではないか。例えば、全家庭で直接発生するCO₂は年間5600万ton（2020年度速報値）に過ぎないが、電気/ガス/熱/その他石油・石炭製品を購入することで更に年間1億800万ton（2020速報値）のCO₂を発生させることになるのだ。これを模式的に描くと、Fig 2-4 のようになる。

配分前 CO₂ 排出量は、発電や熱の生産に伴う排出量をその電力や熱の生産者からの排出として計算されたもの。一方、配分後 CO₂ 排出量は、発電や熱の生産に伴う排出量を、その電力や熱の消費者からの排出として計算されたもの。それらの排出量は、電力/熱消費量に応じて最終需要者が排出したと看做すものである。

国立環境研究所も2017年頃までは、このような呼称を使っていたが、「2017年提出インベントリ（2015年度確報値）から「間接CO₂」を新たに計上したため、「直接排出量」「間接排出量」という呼称は使わないことにしました」とホームページで記載している。

なお、新たに計上した「間接CO₂」というのは、CO₂以外の温室効果ガスをCO₂換算した値を指す。

ここで取り上げたのは呼称を問題視しているからではない。温室効果ガスを多量に排出する事業者には、自らの温室効果ガスの排出量を算定し、国に報告することが義務づけられているが、報告対象に他者から供給された電力/熱の使用が入っている。配分された電力/熱によるCO₂排出は最終消費者の責に帰すものではない。それにも関わらずこのような報告義務を課すのは、配分前/配分後の二重の統計調査を行っているからだ。無駄な事務を省いて配分前の統計一本で十分だと思う。事業者だけでなく国の事務も大変だ。この手の調査統計には誤差はつきもので、入り口と出口の集計が一致することはまずない。恐らく数100万tonのレベルの誤差がでるだろう。

この誤差を政府は「統計誤差」と称して入り口と出口を無理槍一致させる。そもそも、このような無駄な事務を行いながら、肝心の電源別CO₂排出係数を公開してないのは、どういう見なのだろう。

Fig 2-4 CO₂排出統計の模式図(2020年度の事例)



5-2 政府と電中研のCO₂排出量の近似性

さて Fig 2-2 の電源別 CO₂ 発電量の合計値と、CO₂ 排出量/使用端に発電所消費電力/輸送設備で発生するロス電力による CO₂ 排出量を加算した合計 CO₂ 排出量は、どこまで近似するだろうか。下の Fig 2-4 にそれを示す。Fig 2-4 は Fig 2-2 (12 ページ) の発電 CO₂ 排出量/使用端を上記数値に置き換え、Fig 2-1 と合体させ、2010 年度以降のみを取り出して、面グラフを棒グラフに変換させただけのグラフである。左軸が発電量/右軸が CO₂ 排出量を表す。いずれの数一も発電端値で表している。なお今後は特段の断り書きがなければ全て発電端値を表すものとする。Fig 4-5 は、Fig 4-4 から CO₂ 排出原単位を算定したグラフである。

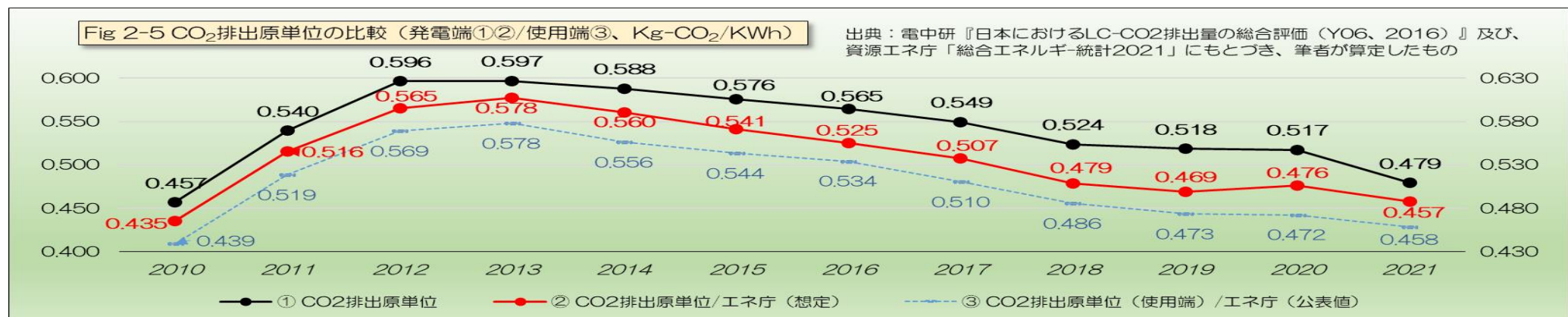
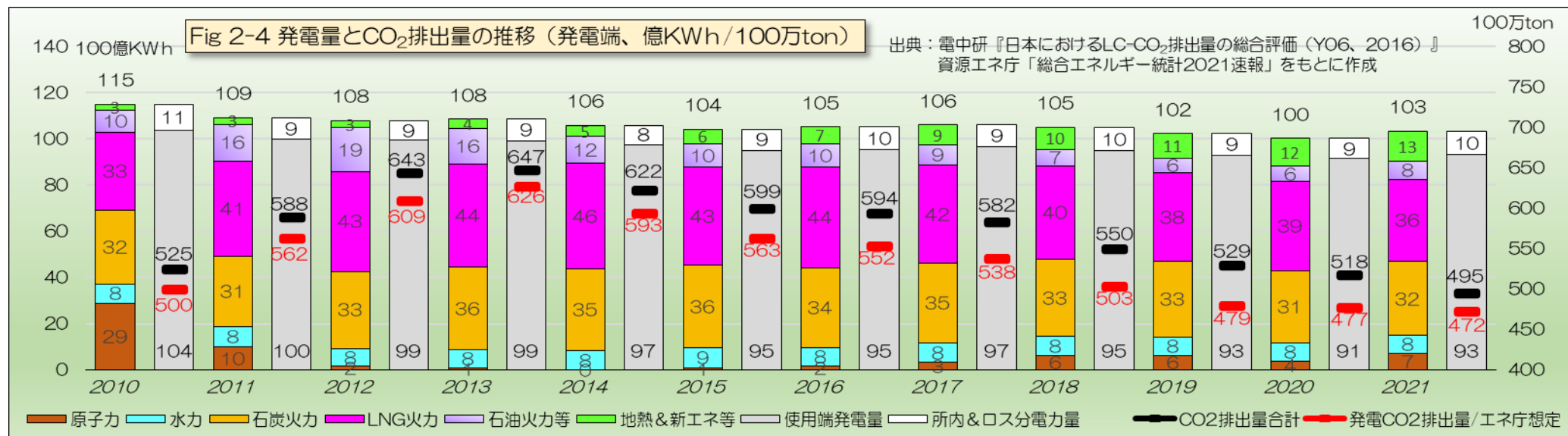


Fig 2-4/2-5の説明の前に、CO₂排出係数（g-CO₂/KWh）とCO₂排出原単位（Kg-CO₂/KWh）について補足する。排出原単位は年度毎に異なる電源構成（電源別の発電量割合）を加味した排出係数の加重平均値を指す。下に Fig 2-1/2-2 を作成したときの元データ（2009 以前は省略）を示しているが、例えば2010年度の原発を例にとれば、発電量 2,882 億 KWh × 排出係数 20.3 g / KWh で排出量 585 万 ton になる。それを電源毎に算定し集計すれば合計排出量は 52,488 万 ton となる。合計排出量を合計発電量で割れば、52,488 万 ton / 11,496 億 KWh = 0.457 万 ton / KWh となる。つまり CO₂ 排出原単位を使えば、総発電量 11,495 億 KWh × CO₂ 排出原単位 0.457 Kg / KWh = 52,488 万 ton で簡単に総排出量が求められる利点がある。電源別の CO₂ 排出量を求める必要がなければ、CO₂ 排出原単位を使った方が簡単に求められる。要するに CO₂ 排出原単位を把握すれば CO₂ 排出係数を推察できるのだ。

年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
原子力	2,882	1,018	159	93	0	94	181	329	649	638	388	709
水力	838	849	765	794	835	871	795	838	810	796	784	867
石炭火力	3,199	3,058	3,340	3,571	3,544	3,560	3,448	3,473	3,324	3,266	3,102	3,020
LNG火力	3,339	4,113	4,320	4,435	4,552	4,257	4,351	4,211	4,028	3,815	3,899	3,281
石油火力等	983	1,583	1,885	1,567	1,162	1,006	999	889	727	641	636	886
地熱&新工ネ等	253	281	309	385	490	615	741	859	963	1,060	1,199	292
合計	11,495	10,902	10,778	10,845	10,584	10,404	10,514	10,598	10,501	10,216	10,008	9,054

出典：エネルギー白書2022/総合エネルギー統計/白書のデータに修正があったものは最新のデータに書き改めた（2017/2018年度の火力）

年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
原子力	585	206	32	19	0	19	37	67	132	129	79	144
水力	91	92	83	86	90	94	86	91	88	86	85	94
石炭火力	28,619	27,358	29,878	31,950	31,709	31,849	30,844	31,066	29,733	29,219	27,753	27,015
LNG火力	16,209	19,970	20,971	21,530	22,101	20,668	21,124	20,445	19,558	18,520	18,932	15,930
石油火力等	6,886	11,085	13,202	10,974	8,135	7,049	6,997	6,226	5,093	4,489	4,452	6,203
地熱&新工ネ等	98	109	120	149	190	239	287	333	374	411	465	113
合計	52,488	58,821	64,286	64,708	62,225	59,919	59,375	58,228	54,977	52,855	51,765	49,500
CO ₂ 排出原単位	0.457	0.540	0.596	0.597	0.588	0.576	0.565	0.549	0.524	0.517	0.517	0.547

出典：電中研『日本におけるLC-CO₂排出量の総合評価(Y06、2016年)』をもとに作表

さて Fig 2-4/2-5 の説明に戻る。以下の説明はこれまで述べてきたことと重複する部分もあるが確認の意味で説明を繰り返す。

Fig 2-4 の左側の棒グラフは電源別の発電量と合計発電量を表している。右側の棒グラフは最終消費者に配分された発電量と発電所消費電力&ロス分電力を表している。左右の棒グラフとも合計発電量は勿論同じである。

右棒グラフの中頃にある黒赤マーク上下の数値は CO₂ 排出量合計値を表している。黒は Fig 2-2 の排出量数値と同じで、電中研論文記載の CO₂ 排出係数（送電端値）を発電端に換算して算定した数値である。赤はエネ庁「総合エネルギー統計 2021 速報」で公表されている「発電 CO₂ 排出量/使用端」に、発電所内消費電力 & ロス電力による CO₂ 排出量分を加算した数値である（Fig 2-3 の棒グラフ-ピンク色-の数値）。加算した CO₂ 排出量は、環境省「温室効果ガス排出・吸収算定結果（確報値、2010～2020 年度）」によった。そこに記載のない年度は直近 10 年（4000 万～5000 万 ton）の中央値とした。

因みに、発電所内消費電力分とロス電力分の割合はほぼ 50%/50%である。Fig 2-4 を俯瞰してみると、発電による CO₂ 排出量の凡 1 割は、発電所内消費電力 & ロス電力によるものであることが分かる。また電中研ベースの CO₂ 排出量は、政府公表値よりも平均で 6%（最小 3～最大 10%）高いことが確認できる。

Fig 2-5 は、電中研ベースの CO₂ 排出量と政府公表値の比較を排出原単位でみたものである。

両グラフから見て取れることは次の 2 点である、① CO₂ 排出原単位の変動パターンの年度推移が酷似していること。② 電中研論文より 6%前後 CO₂ 排出量を少なく見積もっていること。これらことから、両者のデータに近似性があるのかないのか、どのように考えたら良いのだろうか。

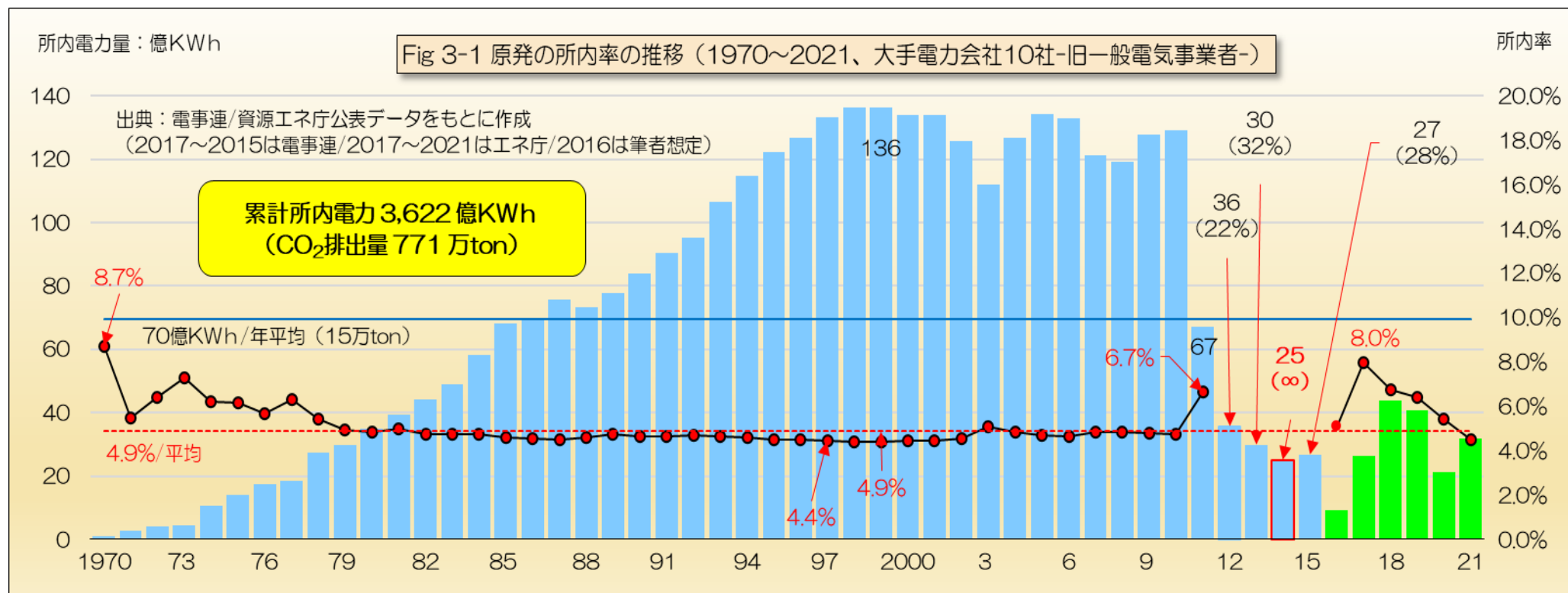
次のように考えるのが自然だろう。CO₂ 排出原単位は CO₂ 排出係数の加重平均値にほかならないので、CO₂ 排出原単位の変動パターンが酷似しているということは、政府の採用している電源別排出係数が電中研論文をベースにしているのではないか、ということを示唆している。

5-3 排出原単位/排出係数を使った CO₂ 排出量算定の問題点

今の CO₂ 排出量算定では見逃されがちな問題がある。排出原単位を使うにしろ排出係数を使うにしろ、両者とも発電量に原単位/排出係数を乗じて算定している。この算定の仕方だと発電量がゼロならば排出量もゼロになる。Fig 2-1 (13 ページ) では、2014 年度には原発の CO₂ 排出量はゼロになっている。本当にそうか。事実は違う。下の Fig 3-1 は原発の所内消費電力量の推移を表すグラフである。データは電事連/資源エネ庁によった。何れも公表値である。

グラフに記載した数値を拾い上げると、51 年間累計の発電量は凡 3600 億 kWh（1 年あたり 70 億 kWh）、CO₂ 排出量は 770 万 ton（1 年あたり 15 万 ton）にも及んでいる。この数値には日本原電の原発 4 基（東海/東海第二/敦賀 1・2 号）は含まれていない。これを入れると 1 割ほど増えるだろう。

ここで特に注目したいのは、発電量がゼロであった 2014 年度にも所内電力量は 25 億 KWh を記録しているという点だ。この発電量は CO₂ 排出量 5 万 ton に相当する。1KWh の発電もしていない原発から 5 万 ton もの CO₂ が排出されているのが事実なのだ。「原発は運転中には CO₂ を排出しない」という主張が何ら根拠のない戯言に過ぎないということをこの事実は示している。



この事実をもう少し補足する。通常、原発に限らず全ての所内電源は自所の発電電力を使用しているが、運転を停止すると必要な所内電力は発電所近辺の変電所から供給される。これが所謂「外部電源」である。特に原発は原子炉内に使用済み燃料を抱え込んでいるので冷却ポンプの運転は欠かせない。

運転停止中の原発の所内電力は近隣の変電所から供給される訳で、所内電力で発生する CO₂ 排出量を算定する場合には原発の CO₂ 排出係数を乗じるのではなく、排出原単位を乗じるのが正しい算定手法だろう。それで 2012 年度以降の所内電力による CO₂ 排出量を算定し直すと、771 万 ton をかなり上回る排出量になるだろう。

閑人閑話 I のところでも言及したことだが、CO₂ 排出量をフロントヤード/建設/運転/バックヤード/解体など、全ての工程に渡るプロセスを踏まえて評価するライフサイクル分析に関する世界標準の研究では、所内消費電力や輸送設備ロスによる CO₂ 排出は「運転」プロセスの一環として捉えられている。しかし、どういう訳か電中研論文では建設・運用・解体の中で一括りにされている。

所内消費電力や輸送設備ロスによる CO₂ 排出は「運転」プロセスそのもので発生するものだ。電中研論文を始めて目にしたとき、これを敢えて「建設」/「解体」プロセスに仕分けする不自然さが強く印象に残った。いまから考えると、「運転中には排出しない」という言い方を正当化するために、不自然な仕分けをしたのではないかと訝っている。

(補足 1)

火力よりも低い気圧と温度で蒸気を発生させるため、原発を構成する機器類は火力と同じ出力を発生するためには火力よりも大容量の機器を必要とする。

その他バルブ/電動機/ポンプ/契機/配管/ケーブル/熱交換器など火力の数倍の物量を必要とする。

原発の物量想定 (BWR1 10万KW、概数)

設備・機器	原発	火力との比較
バルブ	30,000 個	火力の7.5 倍
電動機	1,300 台	火力の4.0 倍
ポンプ	360 台	火力の3.0 倍
計器	10,000 個	火力の2.5 倍
配管	10,000 ton	火力の2.0 倍
ケーブル	2,000 Km	火力の2.0 倍
熱交換器	140 台	火力の1.5 倍

出典：ATOMICA

(以下は次回投稿)

2022 年 12 月 4 日

脱・原発電力労働者九州連絡会議 副代表 山崎 明