

# 講座 データで学ぶエネルギーとカーボンニュートラル

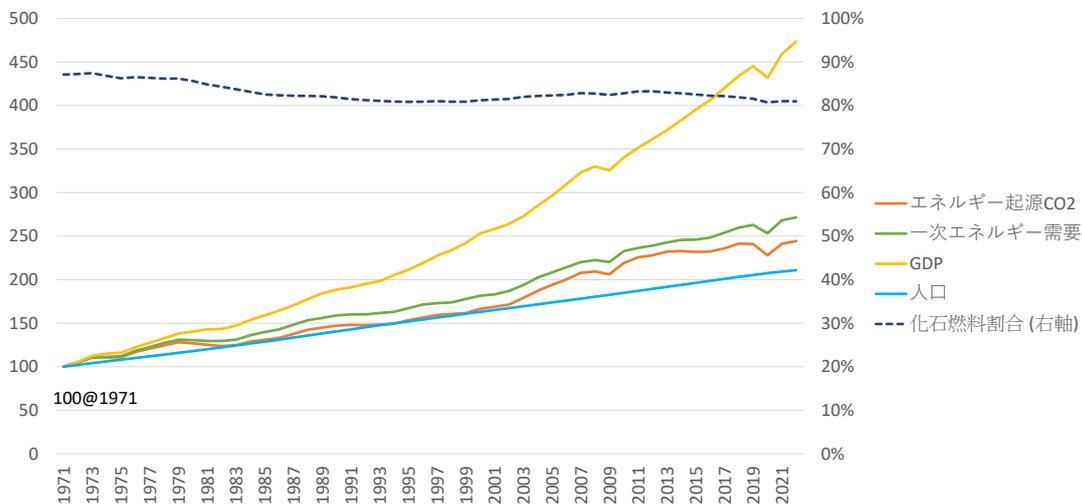
## 第1回 世界の低炭素化はどこまで進んでいる？

キャノングローバル戦略研究所 エネルギー教育研究会 座長 中山寿美枝

同 幹事 杉山大志

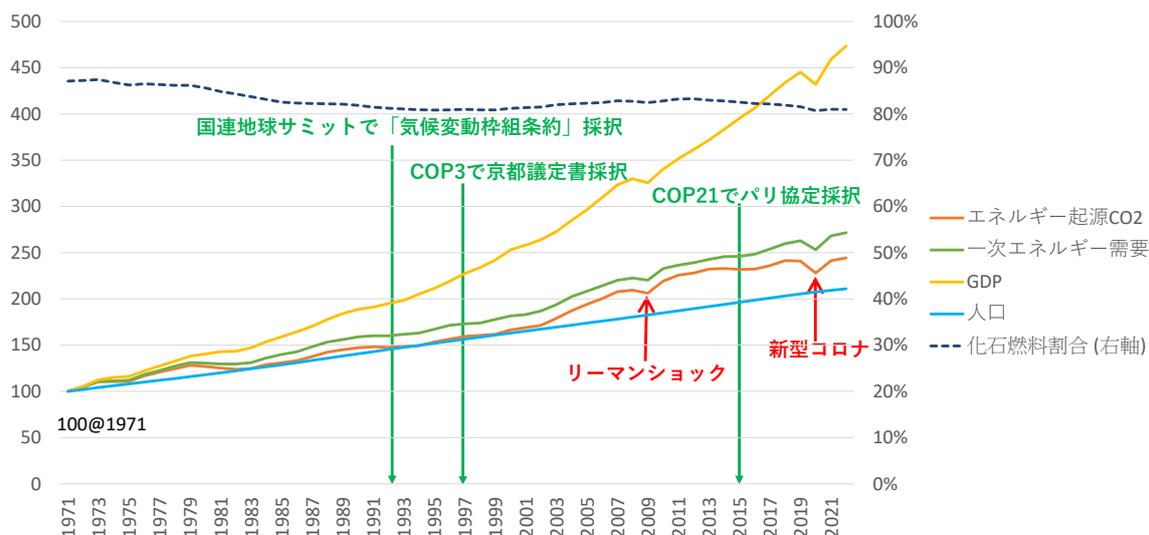
2025年4月5日

世界のエネルギー需要は、1880年代の産業革命をきっかけに爆発的には増加した、ということは学校で教わった通りです。しかし、1990年代から「低炭素化」が叫ばれるようになり、昨今は脱炭素という言葉もよく耳にします。では、実際に近年のエネルギーはどう変化しているのでしょうか、約50年間の実データで定量的に見てみましょう。以下の図は、世界の人口、GDP、一次エネルギー需要、エネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量（エネ起CO<sub>2</sub>）の1971年を100とした時のその後の変化を示したグラフです。



このグラフから最初に読み取れるのは、色付きの実線は全て過去50年間において増加傾向であること、でしょう。一つだけ例外は、破線で示した「化石燃料割合（右軸）」で、ほぼ水平線です。これは、世界の一次エネルギー供給に占める化石燃料（石油、石炭、天然ガスの合計）の割合が、過去8割を切ったことがない、ということを示しています。つまり、世界はほとんど「低炭素化」していないのです。

次に、オレンジ色の曲線で示したエネルギー起源CO<sub>2</sub>の変化に注目してみましょう。以下のグラフには、気候変動の国際枠組みに関するビッグイベントを緑字で書き加えました。

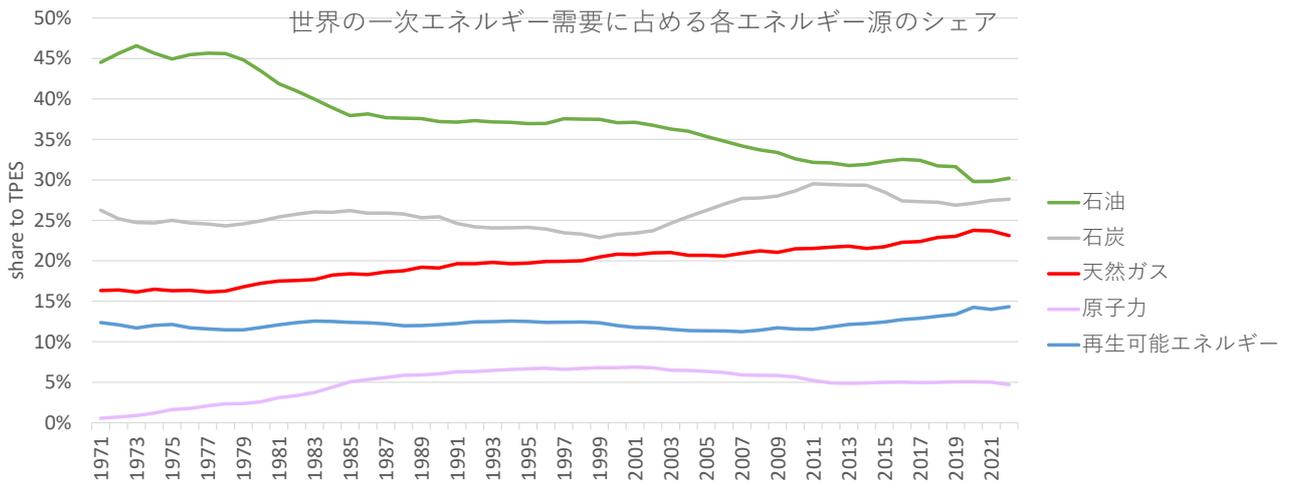


国連気候変動枠組条約を採択、条約加盟国会議（COP）における最初の温室効果ガス削減の数値目標を定めた京都議定書の採択、長期目標としてカーボンニュートラルを掲げて全ての加盟国による削減の取り組みを定めたパリ協定の採択、いずれのタイミングにおいてもエネルギー起源 CO2 は全く反応していないことがわかります。しかし、オレンジ色の曲線には2か所、くつきりとしたくぼみがあり、同時期に黄色色の GDP と黄緑色の一次エネルギー需要もくぼんでいます。これは、赤字で示す 2009 年のリーマンショックと 2020 年の新型コロナ、という世界金融危機、および世界的なパンデミックの影響です。

過去 51 年間の CO2 排出量と GDP の相関係数を計算すると 0.99 となり、ほぼ完全な比例関係であることを示しています。これは、CO2 排出量は化石燃料の消費量で決まり、その化石燃料がエネルギー需要に占めるシェアは 8 割でほぼ変化がないこと、エネルギー需要は GDP にほぼ完全に比例（相関係数は 0.99）している、という因果関係があるからです。

世界は低炭素化しておらず、CO2 排出量は増加し続けていますが、それは世界が経済成長を続けていることを意味しています。経済成長を続けながら低炭素化（CO2 排出量を減らす）を実現するには、①経済成長とエネルギー需要の比例の関係を断ち切る、または、②一次エネルギー需要に占める化石燃料の割合を劇的に低下させる、のどちらか（または両方）が条件となります。前者は、省エネと電化に加えて世界規模での人々の行動変容が必要で、後者は、現在 14%の再生可能エネルギーと 5%の原子力が劇的に増加してマジョリティーになる必要があります。どちらも短期的な実現は容易ではない、というのが現状です。

以下のグラフは、過去約 50 年間の一次エネルギー供給に占める、石油、石炭、天然ガス、再エネ、原子力の占める割合を示しています。



このグラフで最も注目してほしいのは「どの線も交わっていない」という点です。つまり、一次エネルギー割合ランキングは50年間にわたり、「1位石油、2位石炭、3位天然ガス、4位再エネ、5位原子力」という順位が不変だったということです。

何故、このランキングは50年間も不変だったのでしょうか？経済性、利便性、代替性、などいろいろな側面からその理由が考えられます。例えば、石炭のシェアがガスより高かったのは、石炭が天然ガスより安価だから、石油がトップを譲らなかったのは、輸送燃料として利便性が高く、代替が困難だから、という理由が妥当でしょう。それらに加えて、サプライチェーンにおけるインフラ整備に莫大な投資と時間が必要であることも、ランキングの固定化に寄与していると考えられます。例えば、LNG（液化天然ガス）の取引量の増加により、天然ガスのシェアは近年増加中ですが、上流開発（探鉱→掘削→生産）に加えて大規模な液化設備、専用船およびターミナルの建設といったリードタイムが必要なため、劇的な増加は起きにくいという実情があります。

「2050年カーボンニュートラル」は、50年間以上不変だったランキングの1位から3位までがあと25年（上図の半分の期間）で極小になることを意味します。その実現にも、サプライチェーンのインフラ整備がネックになると考えられます。例えば、カーボンニュートラルに向けて期待されている水素は天然ガスと同じ気体燃料ながら物性が異なるため、液化設備もLNG船もターミナルも（加えてパイプラインまで）そのまま水素には使えず、新たなインフラ整備が一から必要になります。その建設には膨大な投資と相当な期間が必要で、それを実現するには、技術的にも、ファイナンスの面でも、未知数の課題があり、現時点では極めて不確実性が高いと言えます。

以上が、データが示す世界の「低炭素化の進捗度」です。世界はほとんど低炭素化しておらず、いわんや脱炭素の実現は全く見通せない（少なくとも2050年達成は無理そう）、というのが実態です。

<sup>i</sup> 相関係数とは、二つの変数  $x$  と  $y$  の関係性を見るとき、相関係数は  $x$  と  $y$  の共分散を  $x$  の標準偏差と  $y$  の標準偏差をかけあわせた値で割ったもの。正の相関が強い（正比例の関係）と相関係数が1に近づ

---

き、負の相関が強い（反比例の関係）と相関係数が-1 に近づき、相関係数が 0 の付近は相関がないといえる。