

デザイナーのための経済コラム（17）

温室効果ガス発生源そして脱炭素について

前回のコラム(16)では脱炭素社会、地球温暖化の根拠となるデータを調べました。今回は温室効果ガス(Green House Gas)の主な成分と排出源について調べて見ました。問題の概要はたいていご存じと思いますが、数量的には把握しにくいことと思います。



(図・1: 46億年前の原始地球のイメージ)

<https://www.gcoe-earths.org>



(図・2: 温室効果の模式図・気象庁)

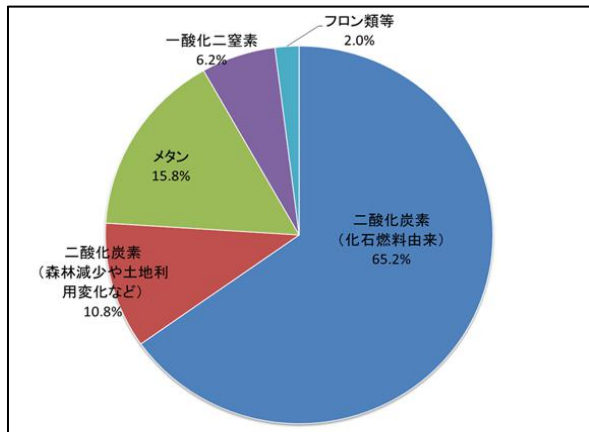
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p03.html

46億年前に誕生した地球を包んでいた大気は最初は水素H、ヘリウムHeだったが軽いために(原子番号1, 2)直ぐに宇宙へ飛び去った。(図・1)その後、地球内部から放出された水蒸気と炭酸ガスCO₂(温室効果ガス)で包まれ、地球は徐々に冷えていった、とされています。約40億年ほど前に単細胞の生物が誕生し、やがて植物に進化していきます。4億4千万年前から植物が陸上に繁殖するようになってから、大気中の炭酸ガスCO₂が急激に減少し、酸素O₂が増加し、動物も繁殖するようになり、それら動植物の遺骸が化石燃料、シエルイオル、シエルガスになったものと言われます。

www.isc.senshu-u.ac.jp/~thj0776/kogi/lecture_2009/L05.pdf

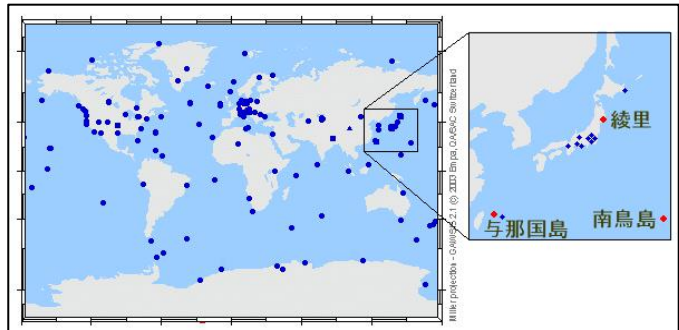
<https://ja.wikipedia.org/wiki/デボン紀>

(図・2)は地球に入る太陽輻射エネルギーと地球からの放射エネルギーのバランスを示しています。地球を包む温室効果ガスが減少しても、地球は急速に冷却して、芯まで冷却することはありません。活火山も、温泉もあり、地熱発電も出来ます(億年単位で)。地球のエネルギー収支は産業革命前は+・0でした。エネルギー収支が+の増加傾向にあると言えます。



(図・3: 人為起源の温室効果ガスの総排出量に占めるガスの種類別の割合)

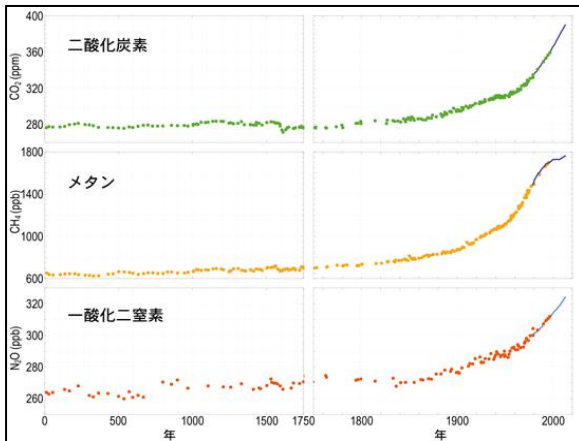
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p04.html



(図・4: 世界と日本の温室効果ガス観測地点)

(図・3)から分かることは、温暖化対策に第一目標は二酸化炭素・炭酸ガスCO₂です。人為的に発生させているCO₂は再生エネルギーの薪炭と再生不可の化石燃料です。産業革命で外燃機関(蒸気機関)の燃料として石炭が使われ、その後、内燃機関としてガソリン・軽油エンジン、ジェットエンジンとして石油が使われるようになりました。

(図・4)は気象情報とあわせて、温室効果ガスの濃度測定を行っている地点です。温室効果ガス効果の大きいものは炭酸ガスCO₂です、次いでメタンガスCH₄、一酸化二窒素N₂Oフロンガスです。原始地球の大気は水蒸気と炭酸ガスで90%を占めていましたが、現在は窒素N₂・78%、酸素O₂・21%、炭酸ガスCO₂・0.03%(0.028~0.04)です。原始地球の炭酸ガスCO₂は石灰岩CaCO₃と化石燃料になったと考えられます。
<https://kotobank.jp/word/原始大気-492096>

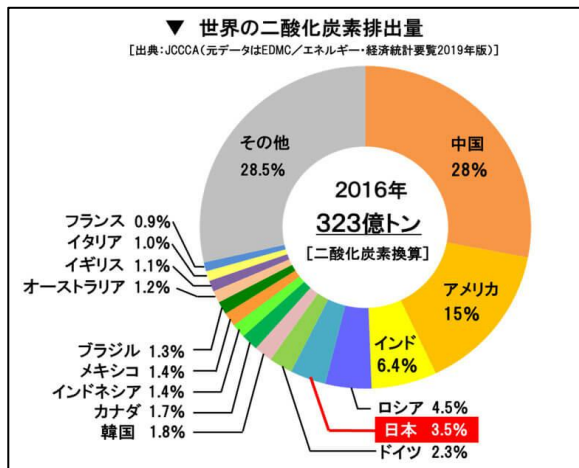


(図・5)は自然発生、人為的発生を含めた温室効果ガスの濃度変化を示しています。20世紀に入って急増しています。二酸化炭素・炭酸ガスCO₂、メタンCH₄は自然界では微生物、紫外線、自然発火によって生物の自然分解(腐食・劣化、燃焼)されて発生します。メタンは天然ガスの主成分でもあり、地中からも発生しています。

一酸化二窒素N₂Oは紫外線による光化学スモッグ、自動車のエンジン排気ガスに含まれています。

(図・5: 西暦0年から2011年までの主な温室効果ガスの大気中の濃度の変化)

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p06.html

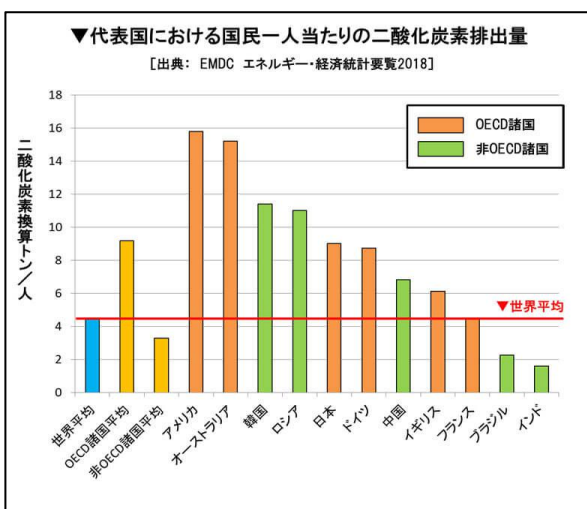


(図・6)は温室効果ガスの排出量の多い国が示されています。排出量の多い国順に、削減目標が出されています。

中国	2030年60~65%、2060年0%
アメリカ	2030年50~52%、2050年0%
インド	2030年45%、2070年0%
EU	2030年55%、2050年0%
ロシア	2050年60%、2060年0%
日本	2030年46%、2050年0%

<https://www.jccca.org/download/13233>

(図・6: 国別消費電力・2008年・GWh)



(図・6)では国別の温室効果ガスの排出量と、削減目標が示されていますが、国別と一口に言っています。国別というのは国民総人口に一人当たりの排出量を乗じたもの。中国14億1千万人、アメリカ3億2千万人、インド13億8千万人、**日本1億2千万人**です。

環境問題の根底には人口の急増があります。この問題には人道、倫理、宗教から、簡単に、安易に、議論出来ません。人類の文明が克服しなければならない大きな課題の一つです。(現在も資源をめぐっての紛争、宗教、文化、人種の優性、劣性を争ってゼノサイドの危険を持っています。)

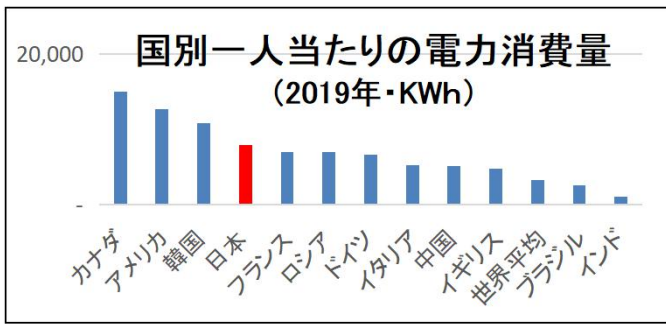
世界の平均に近いのはフランスで、平均以上の国はアメリカ、オーストラリア、韓国、ロシア、日本、ドイツ、中国、イギリスの8ヶ国です。これらの国は工業化を早く進めた国です。工業技術とライフスタイルの改革が急務と思われる。

(図・7: 国別の一人当たりCO₂排出量)

<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/40.html>

一人当たりの排出量が平均以下であっても、人口の多い国には、いずれ工業化を進め、生活水準を向上が向上してくると、平均値を押し上げてきます。工業化は電力需要増大でもあり、短期的には火力、中期的には原子力、長期的には再生エネルギーで対応するようになると思われる。

温室ガスの問題は電力生産と電力消費、産業構造、一般消費者生活と大きく関わっています。

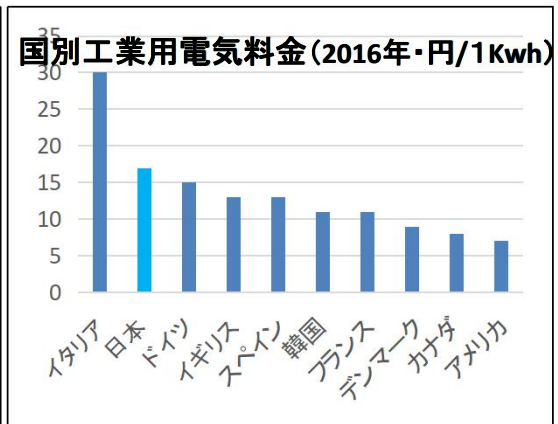
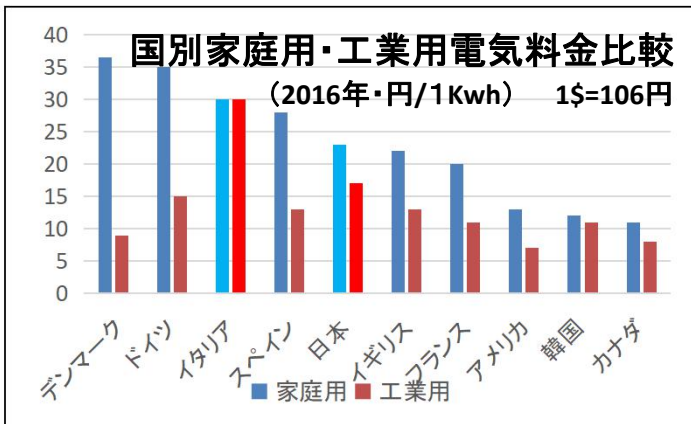


(図・6: 国別消費電力・2008年・GWh)

(図・7: 一人当たり電力消費量・KWh)

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%B6%88%E8%B2%BB%E9%9B%BB%E5%8A%9B>
<https://www.ene100.jp/zumen/1-1-10>

(図・7)でカナダ1位、(図・6)で中国2位にあるのは産業用電力消費(アルミ電気精錬)と思われる。



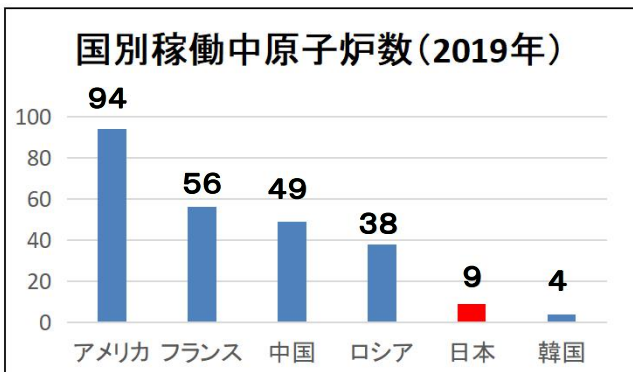
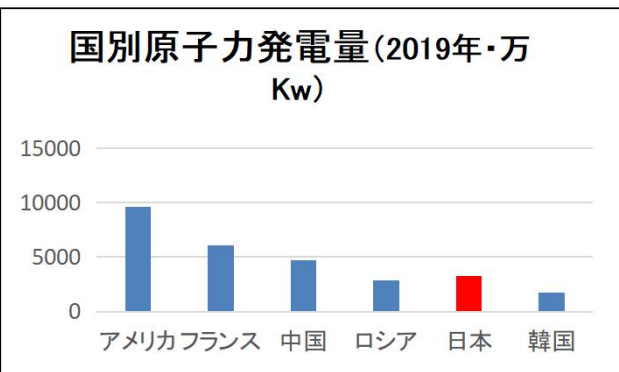
(図・8: 国別電気料金(2016年・円(1\$=106円/1Kwh))

<https://selectra.jp/energy/guides/ryokin/denkidai-ichibantakai-kuni>

世界で最も電気料金が高いところはソロモン諸島: 1kwh=70円(2016年・1\$=109円)
 (図・9)から読み取れるのは、電気料金政策が大きく違うのはデンマークとイタリアです。
 工業用電力を比較的安くしている国はアメリカ、デンマーク、ドイツ。

**工業用・家庭用どちらも同等にして、電力削減努力を両方に求める政策を取っていると
 思われるのはイタリアです。**

電力生産手段としての比率が高いと思われるのは、火力発電、原子力発電です。

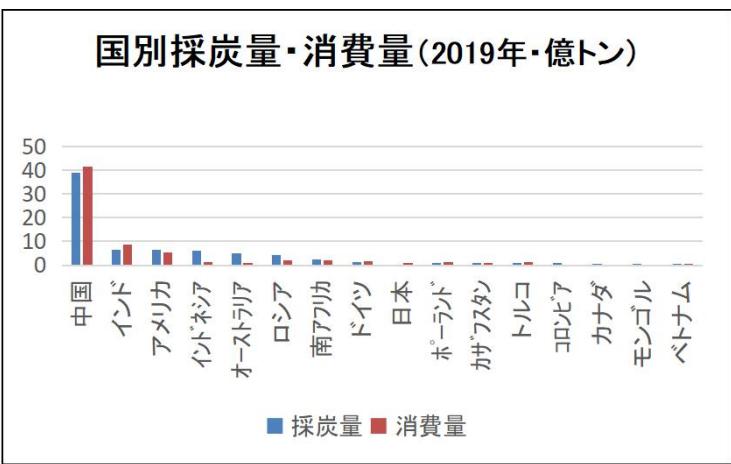
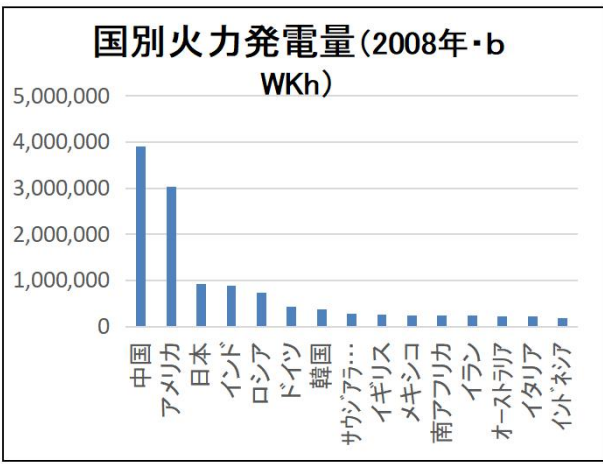


(図・12: 国別原子力発電量(2019年・万Kw)

(図・13: 国別稼働中原子炉数(2019年)

https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2021/03/world_nuclear_development2020.pdf
https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/12/weo_2020

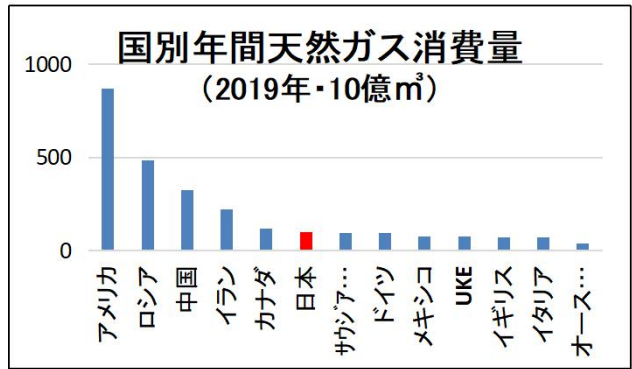
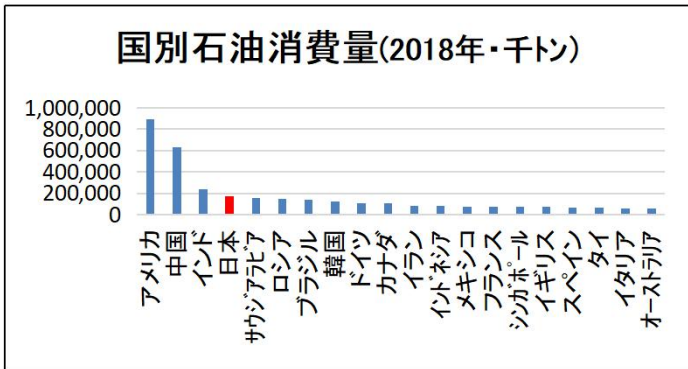
原子力発電は現在250基稼働しています。原子炉の事故が起きる度に、廃炉や停止、建設計画中止があります。福島第一原子力発電の事故から10年が過ぎました。日本国内にも世界にも、原子力開発に対しての賛否が続いています。新たな建設計画も進んでいます。安い電力がふんだんに使えれば国際貿易で有利になるのは明らかです。EUとしては原子力発電を温室効果ガス削減の有力な手段としてクリーンエネルギーとして苦渋の選択をしました。中国、アメリカ、インド、EUはCO2排出を0にするために、必ず、原子力発電を増やすのは明らかです。原子力発電の是非はトレードオフ(Trade Off)、オールオアナッシング(All or nothing)の関係とも思えます。



(図・14: 国別火力発電量・2008年・10億Wh) (図・15: 国別採炭量・消費量・2019年億トン)

<https://yattoke.com/2018/05/15/thermal-power-generation/>
<https://news.yahoo.co.jp/byline/fuwaraizo/20211113-00266764>

(図・14、図・1、図10)から、中国は石炭による火力発電で、アメリカは石油火力発電と読み取れます。中国の石炭は製鉄にも使われています。(石炭の用途は他にも家庭用暖房、厨房があります。)

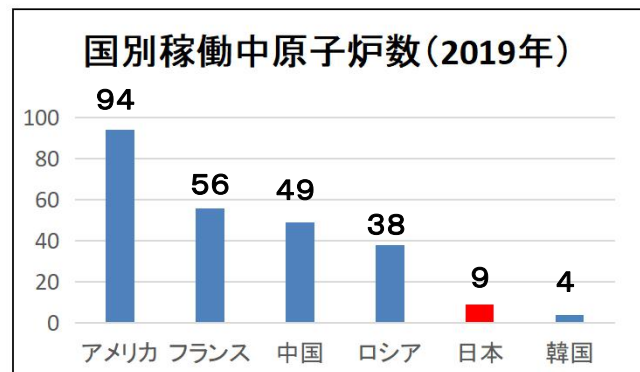
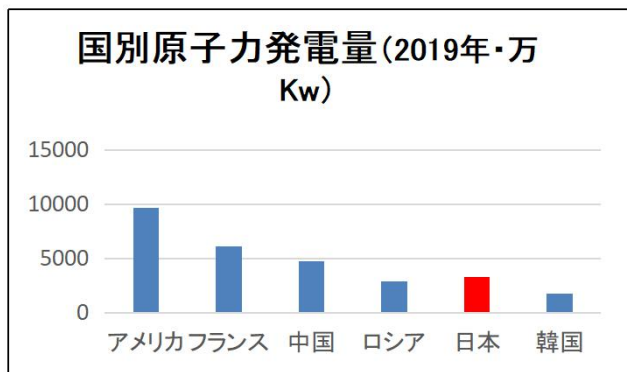


(図・10: 国別石油消費量・2018年・千トン) (図・11: 国別天然ガス消費量・2019年・10億m³)

<https://theworldict.com/rankings/oil-consumption/>
<https://yearbook.enerdata.jp/natural-gas/gas-consumption-data.html>

火力発電の燃料・石炭、石油を大量に消費しているのはアメリカと中国です。アメリカは火力発電の燃料を石炭から石油に、さらに天然ガスに移行していますが、原子力発電にも大きく依存しています。中国の火力発電の燃料は主に石炭です。大気汚染、PM2.5の原因にもなっています。中国はアメリカの後を追って、石炭から石油、天然ガス、ソーラへ切り替えを急速に進めています。世界が石炭から石油へそして天然ガスへと移行しているのは工業的に扱いやすいことと、CO2排出が少ないことによります。概算で石炭がC:H=1:0、石油(ベンゼン)はC:H=6:6、ガス(メタン)はC:H=1:4炭素と水素の割合が違うことにより温室効果ガスの排出量CO2が違ってくることによります。

このように見ていると、アメリカと中国だけが問題を抱えて目立っていて、他の国は問題が少ない様に思えますが、アメリカと中国は人口が多いからであって、(図・7)の国民一人あたりの電力消費量で見ると、その差はもっと小さくなります。さらに、電力を工業用と民生用に分ければ、差はもっと少なくなってくると推測します。(データ取れず。)(図・7)で、カナダが1位なのは、水力発電によるアルミ、銅などの電気精錬によります。



(図・12: 国別原子力発電量(2019年・万Kw) (図・13: 国別稼働中原子炉数(2019年)

https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2021/03/world_nuclear_development2020.pdf
https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/12/weo_2020

(T.K.)