

1

エネルギーに関する過去4世紀の物理学と社会の発展

- ▶ 17世紀 (科学革命)
 - ▶ ニュートン物理学の完成
- ▶ 18世紀
 - ▶ ニュートン物理学の整備
- ▶ 19世紀
 - ▶ 熱力学 (エネルギー学) 及び電磁気学の完成 **エネルギーという概念確立**
- ▶ 20世紀
 - ▶ 超微小世界及び超巨大世界の記述
 - ▶ エネルギー概念をてこに発展
 - ▶ エネルギー源としての核
- ▶ 17世紀西欧
 - ▶ 近代哲学の開始(例デカルト) 一方魔女火刑数ピークに
- ▶ 18世紀西欧
 - ▶ 後半になって石炭を使った産業革命の開始(イギリス)
- ▶ 19世紀
 - ▶ 産業革命の拡大 日本も近代国家に(明治維新)
- ▶ 20世紀
 - ▶ 化石燃料として石油、天然ガス利用開始
 - ▶ さらに核も期待されるが、核に関する疑問も
 - ▶ 核の危険性の現実化
 - ▶ にも関わらず核の貢献は無視できるレベル (世界のエネルギー消費にわずか2%貢献するのみ)

2

エネルギーって何だろう？

-西欧近代の最大の発見？エネルギーとは-

2022年6月縮小社会研究会にて

3

美と真そして善は シンプルである

ギリシャ哲学以来の西欧哲学信念と学生
時代習ったような・・・

4

エネルギーの性質① — エネルギーは変換される

「虫めがねで太陽光を集めると、紙が燃えて危険です」
理科の実験・観察の前に、こんな注意を受けたことはありませんか。燃えるという

ことは紙が熱くなっているの、熱エネルギーがあるということですが、虫めがね集めたのは光エネルギーです。

熱エネルギーはいったいどこからきたんだろう？

10～11ページでは、位置エネルギーは運動エネルギーに、運動エネルギーは位置エネルギーに変換できることを学びました。つまり、エネルギーは姿を変えることができるのです。紙が熱くなって燃えるのは、虫めがねで集めた光エネルギーが姿を変え、熱エネルギーになったためです。

ほかのいろいろなエネルギーもたがいに交換され、地球をめぐって

5

エネルギーの性質② — エネルギーの総量は変わらない

音楽を聞くときに、スマートフォンやタブレットなどを使うことがあります。しばらく音楽を聞いていると、だんだん機器が熱くなってきますね。

私たちは電気エネルギーを音エネルギーに変えて音楽を楽しんでいますが、すべての電気エネルギーが音エネルギーに変換されるわけではありません。一部はほかのエネルギーに変換されます。この場合は、機器が熱くなったので、一部が熱エネルギーに変わったことがわかります。

利用目的以外のエネルギーもふくめれば、変換前後でエネルギーの総量は変化しません。これを**エネルギーの保存**といいます。

第1章：エネルギーの基本を学ぼう

6

エネルギーの性質③ — 最終的な形は熱エネルギー

動いている物体は運動エネルギーをもっていますが、やがて止まります。止まったということは、運動エネルギーはなくなつたということです。しかし、エネルギーは保存されるので、エネルギーそのものがなくなつてしまつたわけではありません。運動エネルギーは、何か別のエネルギーに姿を変えたということになります。

たとえば、こいでいた自転車でブレーキをかけて止めた後、タイヤや地面をさわつ

てみると、ほんのりあたたかくなつています。運動エネルギーが、熱エネルギーに変わつていたのです。

エネルギーにはいろいろな種類がありますが、どんなエネルギーも最終的には熱エネルギーに変わり、宇宙に放出されます。ほとんどのエネルギーの源は太陽です（→ 38ページ）。太陽から降りそそいだエネルギーは形を変えて地球を循環し、最後は宇宙へ帰っていくのです。

7

エネルギーの三つの性質

- ▶ 1. エネルギーは変換される
- ▶ 2. 変換前のエネルギーと変換後のエネルギーの総和は厳密に等しい
 - ▶ エネルギー保存則
- ▶ 3. 最後はすべて熱エネルギーとなる
 - ▶ エントロピー増大則
- ▶ 上記性質は、メカニズムに関係なく成り立つ、シンプルかつ厳密な性質です
- ▶ これを理解したがる大人が何と多いことか？
 - ▶ 日本では物理学者以外のほとんどすべて？
 - ▶ だけど日本の物理学者は、社会の「エネルギー問題」を考えようとしてない
- ▶ ロシアでは「プーチンの言葉はほとんどでたらめ」であることを理解したがる人が半数以上いることをひょっとして笑えない？
- ▶ これを無視した「専門家」のエネルギーについての話は疑いを持ってかかるべき
 - ▶ 将来への致命的な危機になります
- ▶ 「エネルギーの三つの性質」をもとに話をします

8

アンモニアは「エネルギー」か？

- ▶ アンモニアは自然界に(少なくとも身近には)おしっこの中にしか存在しない?
 - ▶ 石油みたいに掘れば出てくることは考えられません
 - ▶ だから造らないと
- ▶ アンモニアの製造
 - ▶ 窒素と水を混ぜ、高圧下で加熱する
 - ▶ このときアンモニアと酸素が発生する
 - ▶ 高圧と加熱で外部からエネルギーを与えている 与えるエネルギー量 X
- ▶ アンモニアの燃焼
 - ▶ アンモニアに酸素を適量加え(量を間違えると極度に有害な窒素酸化物)
 - ▶ 燃焼させる(窒素と水に戻る) 得られるエネルギー量 Y
- ▶ エネルギーの性質から厳密に $X > Y$ である(エネルギーの三つの性質から絶対的な結論です)
- ▶ アンモニアをエネルギー源と考えてはいけません
- ▶ 水素も同様 得られるエネルギーは、製造時に消費するエネルギーには及ばない

9

ちょっと脱線

- ▶ 水素もアンモニアもエネルギー貯蔵法である
 - ▶ 真のエネルギー源ではない
- ▶ 貯蔵法として優劣を論じるべき
 - ▶ 効率 得られるエネルギー/生成に要したエネルギー
 - ▶ 移動するのか、それともそこで使うのか
 - ▶ リチウムイオン電池は軽い ⇒ 移動に便利
 - ▶ 移動しないのなら、重い電池でも可
 - ▶ さらには力学的エネルギーでも可 ⇒ 例えば揚水発電
 - ▶ あるいは慣性モーメント大の回転体
- ▶ 水素自動車を本気で造るのではなく、本気で水素自動車が不必要な社会を造るべき
 - ▶ エネルギー消費が格段に少ない電車網を完備する
 - ▶ 後述

10

本筋にもどります

- ▶ ちょっと待って
- ▶ 熱エネルギーが最後の形態だって？
 - ▶ エネルギーは変換される
 - ▶ 変換の前後でエネルギーの総量は変わらない
 - ▶ 最後はすべて熱エネルギーになる
- ▶ 燃焼で出るエネルギーは、熱エネルギー。
- ▶ 最後の形の熱エネルギーから、何故別のエネルギーが取れるの？

11

カルノー理論の重要性

- ▶ 産業革命の真っ最中、カルノーは蒸気機関の性能は、限りなく改良できるのだろうかと考えた。
 - ▶ 彼の論文の序に当時の目覚ましい蒸気機関の改良が描写されている
- ▶ 性能改善は限りなく可能なのか、それとも限界があるのだろうか？
- ▶ 現代に通じる（あるいは無視される）エネルギーの基本的問題

- ▶ カルノーの答え
- ▶ 燃焼による熱エネルギーで作り出すのは、温度が高い高温部
- ▶ 一方で低温部が必要
- ▶ 高温部から低温部へと熱エネルギーの流れができる
- ▶ 熱エネルギーの流れの限られた一部が、熱エネルギー以外のエネルギーに変換される
- ▶ 残りは必然的に低温部に捨てられる 原発は何故海辺にある？ 安定した低温部としての海

- ▶ 他のエネルギーへの変換の最大効率 $(T_2 - T_1) / T_2 < 1$ T_1 / T_2 以上の熱は低温部に捨てられる
- ▶ エネルギー学で最重要の結論

12

日本の火力発電の効率の高さは事実

- ▶ CO2排出量が石炭が一番多いことだけで石炭火力を排除する「環境派」は、エネルギーについてもっと勉強して欲しい。
- ▶ 日本の石炭火力は現在50%程度の効率になっている ⇒ CO2排出が少ない
- ▶ 無条件に「石炭は悪」「天然ガスは正義の味方」という図式の馬鹿らしさは、今回のウクライナ戦争で明らか
- ▶ 一方で効率に限界があることは、エネルギーの基本として、認識すべきである

13

次は真のエネルギー源について考えます

- ▶ エネルギーって何だろうの答えとして、エネルギーの三つの性質は最重要です。
- ▶ そしてそれを基に真のエネルギー源は何かを考えるのが次に重要な課題です。
- ▶ アンモニアや水素、更に言えば電気は真のエネルギー源ではなく、何かから変換された二次的なエネルギーです

14

地球で使える真のエネルギー源は三つ

- ▶ 太陽からのエネルギー
 - ▶ それ混元すでに凝りて、気象未だあらわれず(古事記)
 - ▶ 太陽系創造の始め、重力で太陽系のすべての天体が固まったが、太陽は輝き始めておらず、気象（太陽エネルギーを受けて活動する森羅万象）はまだ現われていない
- ▶ 地上は活動するもの(森羅万象)に満ちあふれているが、そのほとんどのエネルギーは、太陽エネルギーが変換したものである ⇒ 太陽が真のエネルギー源
- ▶ 太陽から地球に降り注ぐエネルギー（パワー）は 174兆kW
- ▶ 人類が世界で消費する化石燃料を平均すると 155億kW (2019年実績)
 - ▶ 自然を征服する人類（今まで続いてきた古臭い近代西洋の考え）
 - ▶ 自然の中の人類（古くて新しい東洋的発想） ⇒ 21世紀の指導原理
 - ▶ 持続いうたら京都でしょ（京都駅でみた京都新聞のポスター）
- ▶ 化石燃料にしたって大昔の太陽エネルギー

15

後の二つは？

- ▶ 地熱
 - ▶ 太陽が宇宙に浮かんだ巨大な核融合炉であるのに対し、地球深くには巨大な核反応炉がある
再生可能エネルギーの直接利用 温泉
- ▶ 地球の自転エネルギー
 - ▶ 地球の自転が月と協力して潮汐という現象を生んでいる
 - ▶ 潮汐によって少しずつ地球の自転エネルギーが失われ、一日がわずかずつ長くなっている ⇒ 閏秒の必要性を生む
- ▶ 我々が目にする現象には、すべて太陽、地熱、地球の自転がエネルギーを与えている
 - ▶ 例外 夜空に見る恒星
- ▶ 原子力発電は、福島事故前でも、人類の消費エネルギーに2%しか貢献していなかった ⇒ 役立たずの原発
- ▶ 真のエネルギー源は、地球（太陽系）が出来たときに、太陽系に与えられた

16

人類が使えるエネルギー

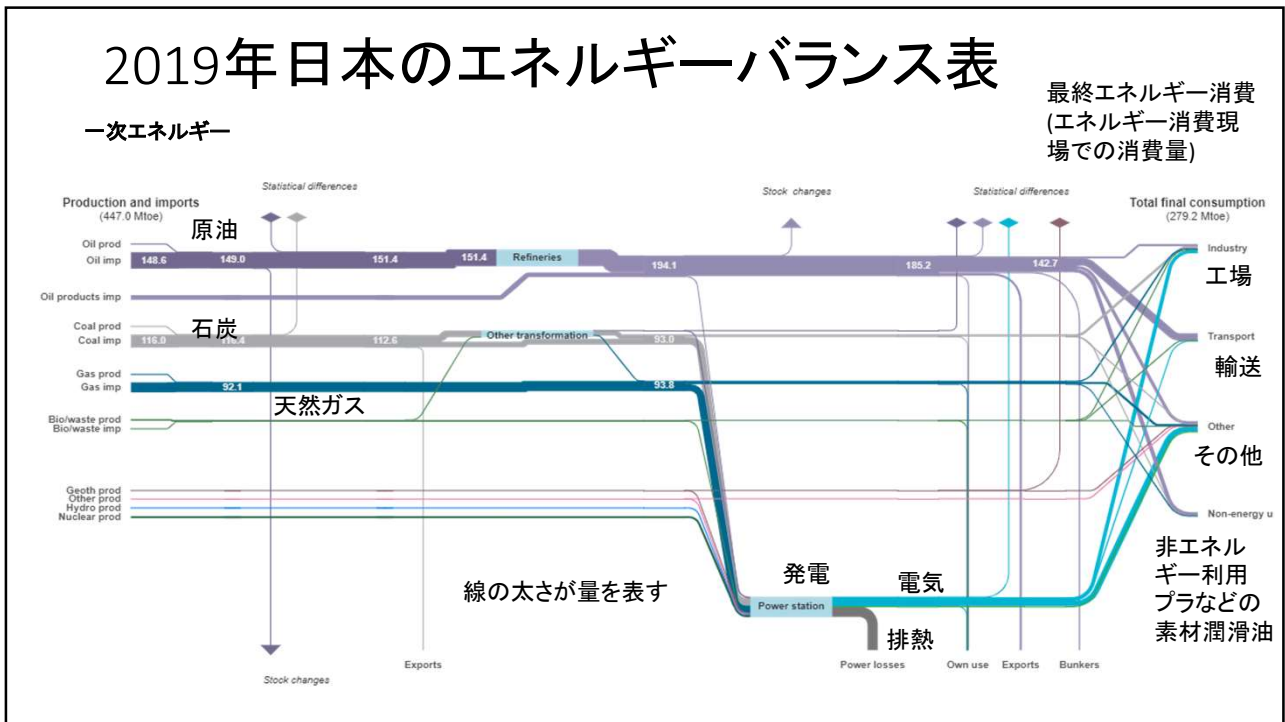
- ▶ 記述した三つの真のエネルギー源が常時生み出す再生可能エネルギー
 - ▶ 英語にはないが、東洋的発想に立てば、自然エネルギーと言った方が良い
 - ▶ 自然の中の人間という発想を忘れずに
- ▶ 古代の太陽エネルギーが変換しさらに閉じ込められたもの ⇒ 化石燃料
- ▶ 化石燃料は有限である
- ▶ 化石燃料は、発熱反応をする化学エネルギーを持つ、地上に大量にある唯一の物質である
 - ▶ 何か他にあるやろ ⇒ 残念ながら発熱反応をする物質は、地球ができたころ、すべて燃えてしまた
- ▶ 核反応が取り扱いにくく、かつ役立たずとすれば、再生可能エネルギーを使って生きて行くほかはない
- ▶ 化石燃料消費量の一万倍ある太陽エネルギーの変換の流れで未来の生活基盤を築く
- ▶ 東洋的発想に立ち、未来を見ることで未来が見えてくるだろう
- ▶ 一方化石燃料消費の実情を知っておく必要がある

17

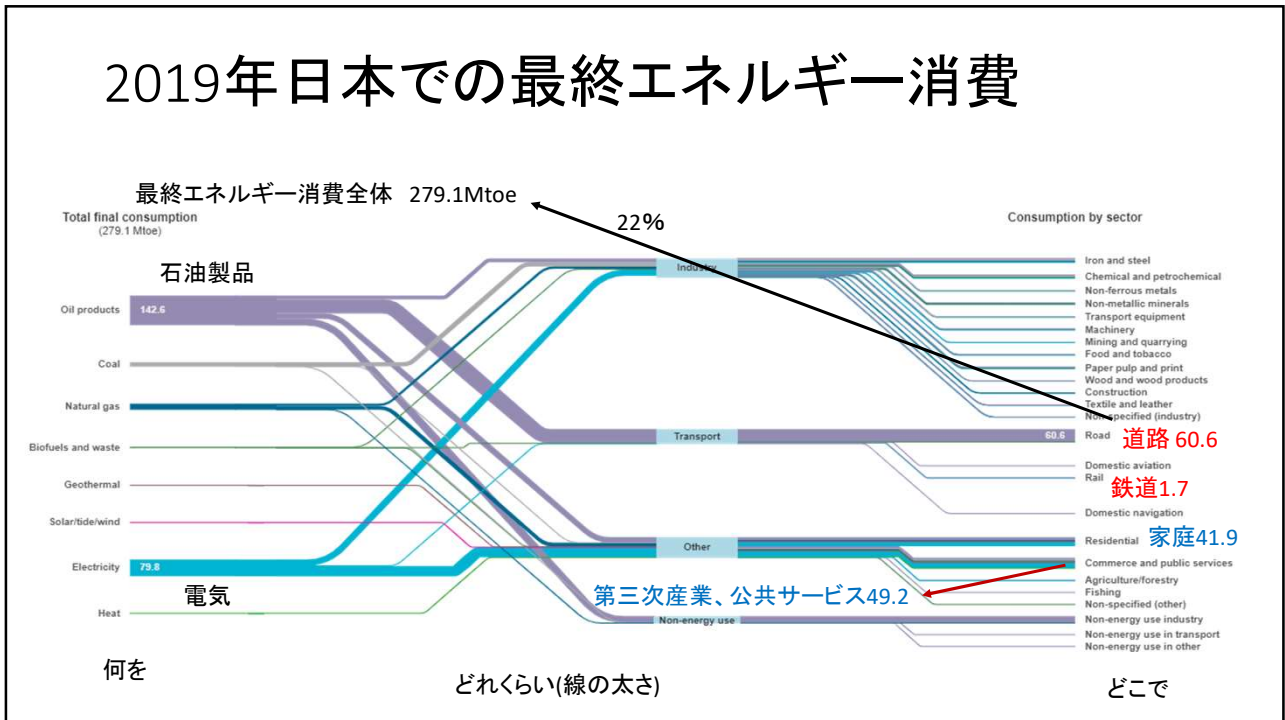
化石燃料の生産と消費(2019年)IEAによる

	生産(Mtoe)					消費(Mtoe)			
	原油	天然ガス	石炭	total		原油	天然ガス	石炭	total
▶ 世界	4549	3431	4002	11982	▶ 世界	4350	3277	3502	11129
▶ 中東	1426	546.4			▶ 中東	454.3	424.0		
▶ 米	763	800	346	1819	▶ 米	1147	844	328	2319
▶ 露	564	631.5	252.7	1425	▶ 露	288.2	409.0	66.1	763.3
▶ 中	191	104	1958	2253	▶ 中	673.0	250	2122	2820
▶ サウジ	559.8	80.2		640	▶ サウジ	128.9	80.2		
▶ 豪	16.5	117.9	300.9	435.3	▶ 豪	55.1	33.7	36.6	125.4
▶ 加	272.4	158.3	28.9	459.6	▶ 加	107.0	102.7	10.1	219.8
▶ 独	3.2	4.4	28.2		▶ 独	142.8	75.7	41.1	259.6
▶ 日	0.4	2.1	0.4		▶ 日	185.2	92.1	41.0	318.3

18



19



20

以上見てきたこと

- ▶ エネルギーの三つの性質
- ▶ 再生可能エネルギー社会に移行しなければ未来はないこと
- ▶ エネルギー消費の実態
- ▶ 以上踏まえた上で、社会の未来像を考えて見ます

エネルギー源が変わると、社会も大きく変わったことは、歴史を見れば解ります
19世紀社会は、石炭が作り出しました

クロフネが石炭で走ったから、幕末の志士たちは危機感を持ったのです

そして見事に石炭の技術を習得し、バルチック艦隊を全滅させるほどになりました

その成功体験が仇となり、石油時代も石炭時代と同じ発想で戦艦大和という、漫画の役にしか立たなかった巨艦を造りました。現代の大和って何だろう？

20世紀社会は、石油と大規模発電からの電気が作り出しました。石炭では自動車は走れません
再生可能エネルギーは莫大な量ですが、集中せず地球全体に広がっており、現代社会を支えるのは不可能と知るべきです

21

自然エネルギー未来社会へ

- ▶ 再生可能エネルギーは、自然に存在するエネルギーです
- ▶ それは本来の意味での日本語としての、気象が持つエネルギーです。
 - ▶ 気象：宇宙の根元とその作用である現象 広辞苑
- ▶ 全世界で消費されている化石燃料の一万倍の大きさを持つ太陽エネルギーを起源とする様々な形のエネルギーです
 - ▶ それは太陽から流れ来るエネルギーで、その流れは最後は地球表面温度での熱エネルギーとなり、宇宙に赤外線として去って行きます
- ▶ このエネルギーの流れを利用して、皆が快適に生活していけるよう社会に変えていくことが、現代の最も大切な課題です。
- ▶ そのためには、化石燃料が造りだした、**過剰な無駄を縮小**していかなければならないと同時に、**新しい時代へ向けた社会基盤**を構築していかなければなりません。

22

縮小すべき 其の壱 過剰な自動車

- ▶ なんと言っても道路上の過剰な自動車を縮小
- ▶ 道路を人に取り戻す
 - ▶ 町の中心街の歩行者天国 トランジットモール
 - ▶ そこに乗り入れることが出来るのはLRTと自転車（自動車の明確な排除）
 - ▶ 街路樹が見違えるほど鮮やかになりますよ
- ▶ 自動車を抑制するLRT(新世代路面電車)の整備
- ▶ 優先順位 人>LRT>自動車
 - ▶ トランジットモールでは、乗り物(LRT,自転車)は時速10~15km、信号はない
 - ▶ それ以外の道路では、LRTの車両が信号を決める
- ▶ 町が面として生きてくる

23

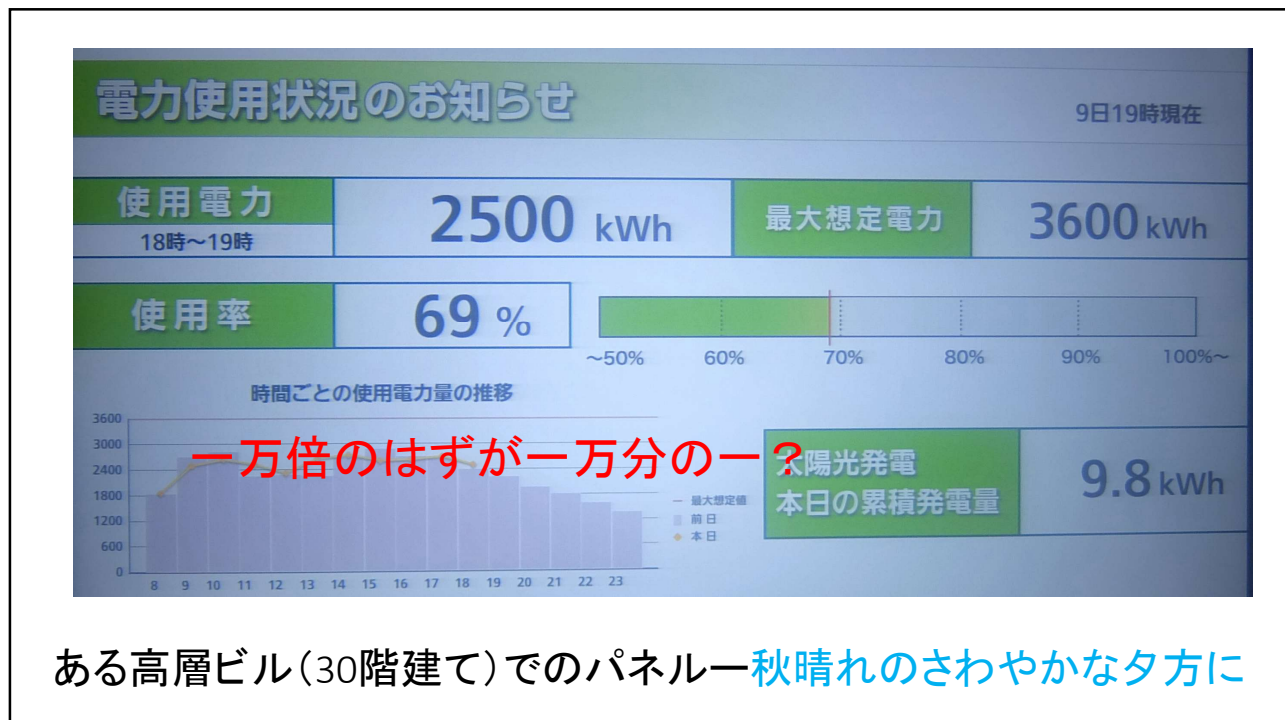


ドイツカールスルーエの中心街のトランジットモール

24

縮小すべき 其の式 高層ビル

25



26

縮小すべき その参 東京

- ▶ 東京での消費エネルギーをソーラーパネルでまかなうとすればどれくらいの面積が必要か？
- ▶ 東京都 人口1,400万人 日本人口の ~1/10
- ▶ 面積2,200km² 日本面積の ~1/200
- ▶ 日本人の平均消費エネルギー ~3,200W (php研究所本)
 - ▶ 日本人の平均生命活動エネルギー ~100W 一日2,000kcal
- ▶ 東京での消費エネルギー 3,200×1,400万 4,480万kW
- ▶ ソーラーパネルの平均発電量 ~2万kW/km² (php研究所本)
- ▶ 2万 × 2,200 4,400万kW

27

縮小すべき 其の四 大規模火力発電と原発

- ▶ 気候変動の主犯はCO2なのだろうか？
- ▶ 先ほどの数値はソーラーパネルの発電効率が10%として産出
- ▶ 言い換えれば、東京のエネルギー消費は、受ける太陽エネルギーの10%
- ▶ 消費エネルギーはすべて熱エネルギーとなる(エネルギーの性質)
- ▶ 東京都では、本来の太陽エネルギーの10%にのぼる熱エネルギーが、人工的に排出されている
 - ▶ 東京はヒートアイランドが著しいが、今やその主原因は大量のエネルギー消費にある
 - ▶ ゲリラ豪雨も頻繁だが、その大きな要因はヒートアイランドと気象学者も言う
- ▶ 太陽エネルギーの一万分の一の化石燃料消費は平均気温では無視できるだろう
 - ▶ 平均気温上昇を説明するには温暖化ガスが必要となる
- ▶ だが局所的に大量消費される化石燃料は局所的気温(水温)上昇を起こす

28

火力発電の効率

- ▶ 日本の火力発電の平均効率は40%
- ▶ 原発はさらに悪く～1/3 カルノーの定理
- ▶ 熱は低温部である海に捨てられる
- ▶ その結果既に見たように、日本では全発電量とほぼ等量の熱エネルギーが海に捨てられる
- ▶ 今や中国は世界一のエネルギー消費国である
- ▶ その発電は主として効率が非常に悪い石炭火力である
- ▶ 其の結果、中国の電気エネルギー消費を大きく越えた熱エネルギーが、やはり海へ（黄河、長江を経てかも）捨てられる
- ▶ 其の結果日本近海の温度上昇の大きな要因になっているのでは？
- ▶ 事実日本近海の海水温は上昇している（理化学年表）
- ▶ 海水温が高いと台風は勢力をますことは気象に関する常識
- ▶ 近年季節の変動期の豪雨、台風の豪雨が、日本でも酷くなっている
- ▶ 本当にCO2が主犯なのだろうか？

29

未来への展望

- ▶ 縮小させるべきは、縮小させる
 - ▶ 自動車過剰社会
 - ▶ 高層ビル
 - ▶ 大都会集中
 - ▶ 大規模発電
- ▶ 太陽エネルギーは莫大で悠久だが、集中せず広く降り注ぐ
- ▶ 未来への展望
 - ▶ 分散型社会
 - ▶ 地域自然エネルギーで地域の社会経済活動を
 - ▶ 地方都市の足としてのLRT整備(人口十万人程度以上なら考えるべき)
 - ▶ 伝統を受け継ぎ、かつきめ細かく科学を取り入れた建築物の研究推進
 - ▶ 市民のエネルギー理解浸透

30

未来への希望ー地域自然エネルギー産業革命ー

- ▶ 琵琶湖疏水は地域自然エネルギー産業革命で、東京奠都によって衰退した京都を復興させるために、第三代京都府知事北垣国道によって企画された