

未来への責任

——科学者の・技術者の・政治家の・教育者の・大衆の責任も——

大森 弘一郎

私たちの会は11年前に始まりました、そのころ世の中は自然環境問題が主流で地球環境問題という言葉に対しては動きはあまり深くなかった頃です、宇宙船地球号という言葉、月から見た地球（JAXA かぐや 2008/9/30 月周回 100 km 軌道から）、宇宙船から見たガガーリン（1961/4）の地球は青かったという言葉などの後で、宇宙に浮かぶオアシスのような地球を見て、ここに住んでいる人間は地球を大切にする道を見つけるだろうと思いました。



ところが核戦争の恐怖は一向に去らず、絶滅危惧種・人類と言う自嘲の言葉も未だにあります。

昨年の1月からコロナ禍が始まり。交詢社が休館になれば活動が出来ない、それなら頑張らねばと、5月に始めた会報の「ちきゅう」でしたが、1年経ってこの9号になりました。世界のコロナはまだ勢いが衰えないで、武漢が火元の大火事はいまだに燃えています。

と言うわけで「ちきゅう」の役目は今後も続きそうです。

コロナは、利口な意思のある生物のように、人間の行動の裏をかいて人間を苦しめます。しかしコロナウィルスは生物ではないのだそうです、 0.1μ と言うたばこの煙の粒より小さいただの遺伝子で何かに寄生して、その環境が良い

と複製をして20分で2倍になる能力です。細菌の場合は細胞分裂とか細菌が死ぬとか言いますが、コロナは生物でないので活性とか不活性とか言います。

その行動は、意志があるのではなく、ただ環境が合えば増えるというだけの大自然の自然現象なのです。小さい遺伝子ですから、寄生しているものから数分離れると不活性（つまり死ぬ）になるのですが、その前に次の宿主に入れれば良いのです。

稀な好環境に出会うと、急速に複製を始めます、もし常に新鮮な環境が続くと、2, 4, 8, 16と増え、1個のコロナウィルスは12時間で200億個になる計算になります。

その複製は、時に一部間違えます、この間違えは環境が変わった時の代役を作るためという自然の摂理のようです。1億個の中の1個が生き延びれば、それがまた10時間で1億個になれば良いというのが、自然が持っている決まりなのでしょう。

ダーウィンの進化の法則は淘汰により残った適者が次々に生命をつなぐとあります。人間もそうして進化してきましたが、今は自然淘汰を防ぐ努力が実って進化は止まっているようです。

悔しいけれどコロナは自然に進化をやっているだけなのです。だから感染者の数に比例して多くの変異（進化）が起きることになります。

コウモリの中で数千年ゆっくり進化していたものが、いま人間の体という素晴らしい環境を得て数億倍（世界の感染者数/コウモリの過去の想像感染数）の進化（淘汰）の速度を手に入れています。

人間の交流する社会、移動する人間の数が多く、早く遠くに拡散移動する、それから医療。コウモリの世界や昔の人間の村では、移動するまでに発症した宿主は居なくなりますから広く拡散は出来なかったのでしょうか、だから病原体は奥地に匿われていたのだと思います。

色々に変異する内にたまたま2週間発症しないビールスがいた、それに気付かなかった武漢の人達が、この2週間以内で世界中に拡散してしまった。

これから人間は薬やワクチンでコロナ退治をするでしょう。しかしそれに耐えた1個が残るとしたら、それがまた次の活動をする事が考えられるのです。

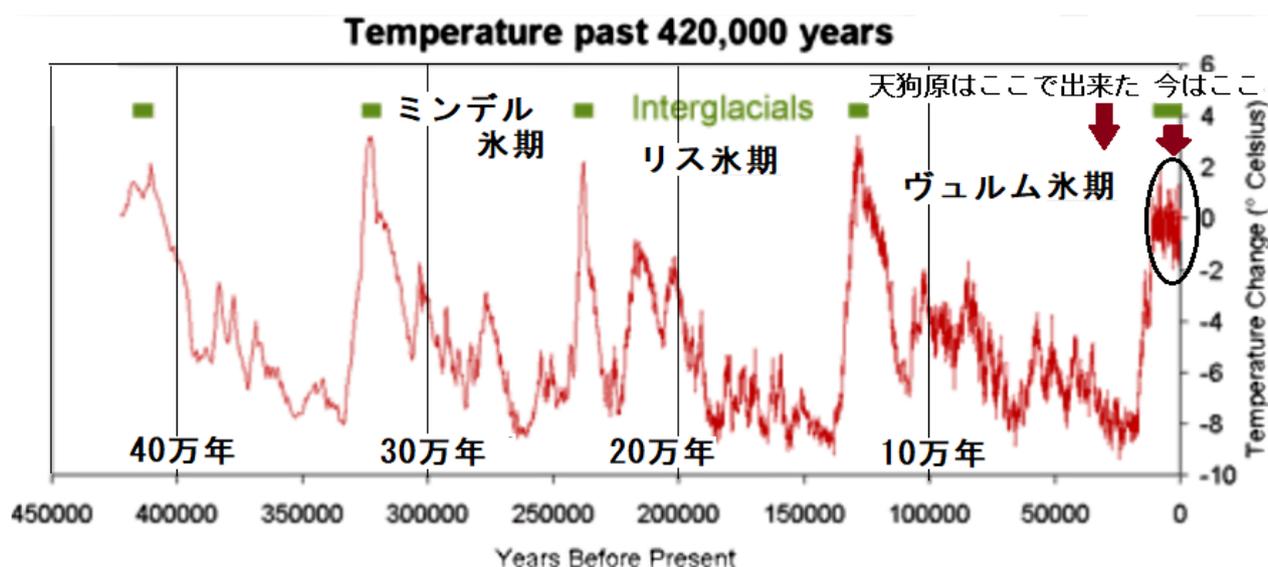
コロナウィルスの進化を止めるのは、「感染した人が他人にうつさない」ことです。この利他の習慣を人間が獲得する速度と、コロナウィルスの変異の速

度との進化の競争です。幸い感染を知る検査法はあります、なぜもっと活用しないのでしょうか。

コロナ禍は地球環境問題の代表です、人がコロナに勝てるような知恵と習慣を身につければ、それは地球環境問題にも役に立つはずです。

ワクチンを期待します、しかしそのワクチンに勝つコロナウイルスがいつか次に出てくる。これは人間の、自己利益の性質、自然への驕り、科学への過信を直す絶好の機会だと思うのです。大自然は、それに気付くと促しているに違いありません。

宇宙に浮かぶ地球は生命のオアシスです。46億年の歴史を経て、ちょうど



今、人の住みよい環境になり、それにより我々は栄えています。それは10万年ぐらいの間でしたが、いずれは再び氷期になり（グラフは南極のポストーク基地の気温、天狗原とは北アに氷河の痕跡のある氷河公園です）活動は難しくなるでしょう。または、人間が自ら酷暑の環境と海面上昇や異常気象を作ってしまうかも知れません。世界がCO2ゼロという難しい目標に動き出したのは素晴らしいことです。

人間には探求心、好奇心、向上心という宝があります、競争心、闘争心も有って、だから今日の地球上に人間の文化を作ったのでしょけれども、これが仇になることも有るようですね。その様に思います。

ヨーグルト菌は牛乳と言う好環境の中で急速に増えます、そして自分の排泄物の中でおぼれて成長を止めて美味しくなるのです。お酒も同じです、その排せつ物を人間は好むのです。烏やネズミは餌があれば増え、餌の量に合わせてやがて飽和します。人間も空気から窒素を固定する科学のお陰で食糧増産ができるようになって、そしてその養える人数まで増えようとし、さらに人の行動が科学技術のお陰で拡大しています。私もその恩恵を受けているのですが。

やがて地球は飽和するでしょう。それでどうなるか、コロナはそれをリハーサルとして見せてくれているようです。

コロナをコウモリの体から人間界へ出してきたのは、研究者か市場の人間か親切な狩猟者なのか、いずれにせよ武漢の人の行動です。日本において感染が止まらないのは、感染者が他人にうつすからです。未来に人間を生き永らえさすのは、今の人間（我々大衆）と政治と科学の責任であろうと思います。

さて科学技術の責任について

私は3人の恩師を持っています。川村博通先生、木下又三郎社長、西堀栄三郎博士、そのほか紙面で書けませんが。

ここでは西堀栄三郎先生との議論を書きます。西堀先生は「石橋は叩けば渡れない」という有名な著作をお持ちの方です。

考えていくと石橋も危険だと言うことになるのだから「まずやってみなはれ」それで困難にぶちあたったらそこで考えて乗り越せばいいのだよ。という趣旨で、その困難の乗り越え方を教わりました。私はそれに多いに感銘してがむしやりに進んで、うまく橋を渡っていましたが、或る時「先生、渡ってはいけない人も有るんじゃないですか、やり切る覚悟の人にだけ言えることではないですか」と異論を唱えたことがあります。

最近思うのは、私も科学を利用が下手だった技術者の隅にいたわけですが、やる人は誰もが出来ると思ってやるから石橋なんか叩かない、そのやる人間より賢い人がいて、その人が石橋を叩いてあげる必要がある。技術を知らない人が叩くと渡れないので、これはとても難しいことです。

最近、技術が巨大になるにつれて、それは特に必要になっていると思うのです。

飛行機を例にします、

ライト兄弟の頃。失敗すれば落ちれば良かった、その後の航空機の発達の歴史を見ると墜落しながら進歩しています。その場合の被害者はやっている覚悟を持っていた当人だけなのです。戦争中も含めてです。それで進歩して、今は事故率は100万離着陸に1回ぐらいです。ただ落ちれば、覚悟のない一般乗客も巻き添えですが。

これは宝くじの1等の確率と同じぐらいで、突然の幸運と突然の不幸はこれぐらいが人間の性質に適っているのでしょう。

これらの事故は、ほとんどがヒューマンエラーです。人間が誤りを犯す、又は力が及ばない確率がこれくらいなのだと思います。B29を作ったボーイング社が、御巣鷹で日航のジャンボを落とし、最近ではB737MAXが4機続けて落ちてこの会社は苦境です。これはいずれも設計か整備か製造の驕りか過信によるものでした。

科学技術が進歩しても人間は進化せず、誤りを犯します。しかしそれを通して技術は進歩するのでしょうか、これは甘んじて受けねばならないのでしょうか。

一方技術の進歩が軍備と一体であることが問題です。ドローンの進歩はいつでも細菌兵器や放射能爆弾になります。平素使っているネットがサイバー武器であり、ロボットの進歩を待っている軍需産業がいるのです。

科学は戦争と共に歩んできた歴史があります、ナポレオンが円錐形の銃弾や缶詰を發明させたのだそうです。ノーベルは土木工事の労働から人を開放したいとダイナマイトを發明したのですが、戦争を変えることを知っていました。大いに使われて巨万の富を得た、その後悔でノーベル賞を作ったと聞きます。

その後、為政者が戦争のために科学を推進することは止まりません。科学者とは、その資金の意味など考えないで競って寝食を忘れる人たちですから。

航空機、船のスクリュー、ロケット、ジェット、無線、レーダー、GPS、トランジスター、電子レンジ、レーザー、人工衛星、ドローンなどなど。科学技術は使い方を変えれば戦争の道具です。潤沢な資金で科学の果実を待っている戦争屋の技術者がいます。ラジュウムを放射能を発見したキュリー夫人はノーベル賞受賞の席で「ラジュウムが犯罪人の手に渡ると、非常に危険なものになる」と講演で警告したそうです。

科学を正しく使うのはこれから賢くならねばならない大衆と技術者です、

マンハッタン計画は第2次世界大戦勃発の前から始まっていたそうです、アインシュタインに始まる物理学者が開いた核分裂の扉は、科学の人類に対する罪になりました。広島では数秒で数万人の命が消えました、この時から科学が破滅の道へ踏み出したこととなります。

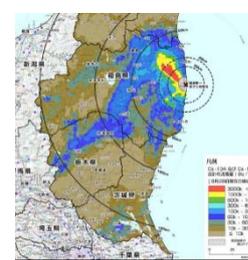
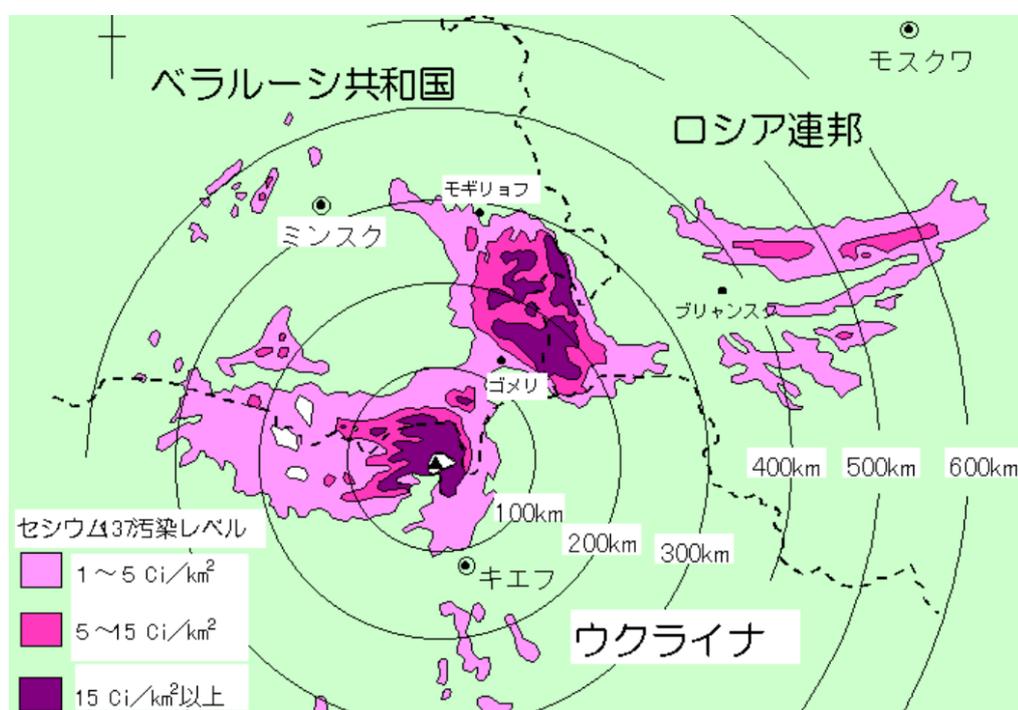
原子力の平和利用という名目で生まれた原発ですが、さらにプルトニウムと言う次の原発材料を生み、ある国はそれを喜んでいます。

プルトニウムを生まない原発の方向もあるのに、その方向には舵を切らないで、さらに歩を踏み出しています。一度開いた扉は閉まらない。こうして歪んだ人智をどう直すのでしょうか。

広島に落とされた原爆の技術が転用されて原発になり福島に来ました。

技術には失敗があり得ます、これは皆が知っていることですが、一般の人は自分の責任ではないからと知らないふりです。人が人智をつくしても失敗は起き得ます。私たちはスリーマイル、チェルノブイリ、福島でそれを見えています。

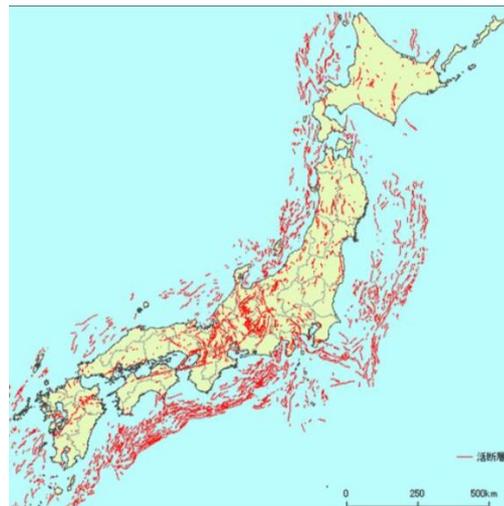
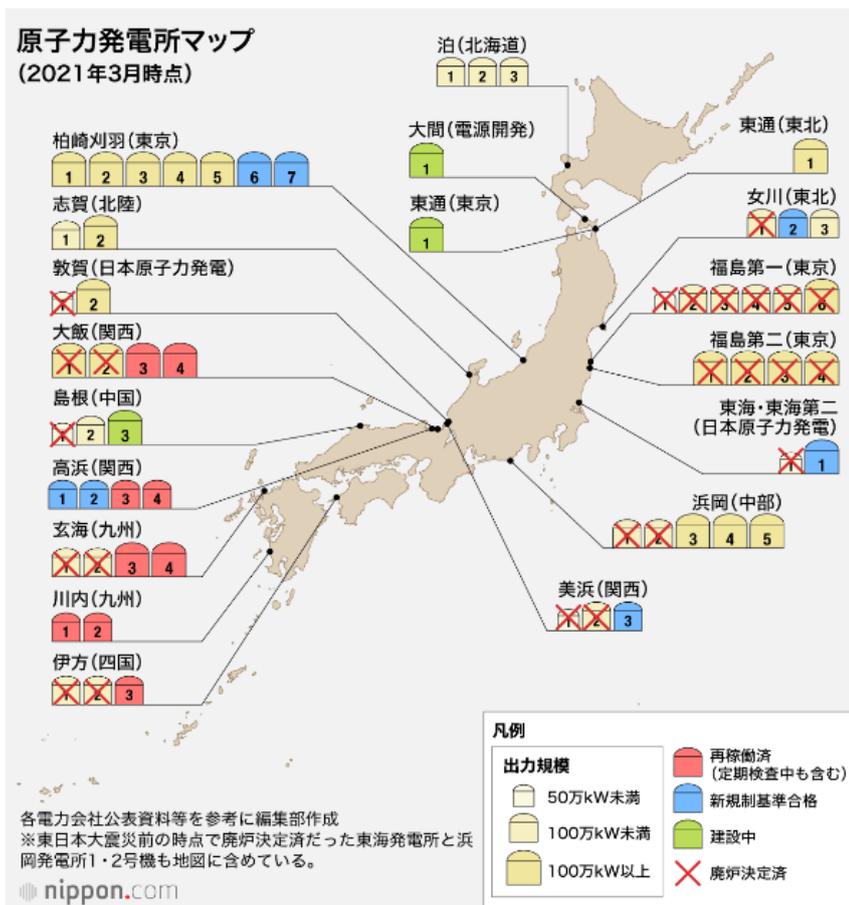
「安全」で「安い」と言われていた原発が、福島の復興費用を入れると1 kWhあたり10円ではなく何と50円になるのです。今は事故を無くすための手立てをしていますが失敗はゼロではない。また前例のない天災やテロやミサイルは防げない。チェルノブイリ(1986/4/26)の被害地図と福島(2011/3/11)の被害地図を同じ縮尺にして並べます。100kmの円をご覧ください。



チェルノブイリ事故のとき、300km離れたベラルーシまで被害はおよんでいました、その広がり大きさを日本に被せて下さい。この左右の2つの図はCiとBqと単位が違いますが、換算すると左の図のピンク色と右の図の青色とがほぼ同じになります。チェルノブイニの爆発をTNT火薬に換算すると240トンであったのに対し福島は12トンであったとの報告もあります。

もし次回若狭湾（美浜、大飯）で事故があったら京都・大阪は全滅ですし、新潟（柏崎刈羽）で事故があったら東京はまずだめでしょう。

そういう国が亡びるかも知れないリスクの大きさを、確率が低いとしても国民が知らされないのか、知ったら受け入れるのか、未来の日本のことを考えて皆はどうするのかです。



左は原発の現状、上は日本列島の主な（判っている）活断層です。

各国が進めていた原発は、福島を見てスローダウンしているようですが、途上国は

今すぐ手に入る果実を欲しがりそれで世界では進んでいるのです。

中国の原発の現状と計画の図をお見せします。中国がEVに熱心なのはこ

真理の探究である科学には罪はなく、それを使う技術者に問題があるのだと西堀栄三郎先生は言われましたが、しかし正しい選択の出来ない今の人間に高度な科学知識は有害であることがあるようです。

森林に精鋭樹がある如く、人間の世界にも精鋭がいます。例えばノーベル、アインシュタイン、その天才による成果物を今の人間は常に正しくは使えないのです。そういう問題を科学者は考えて、探求心の命ずるままではない提供の仕方があるのではないかと、思わずにいられません。

一方技術者は、科学で知ったことは戻れないのです。しかしそれを役に立つ道にするか、迷路に入るかは技術者の力ですから、袋小路や迷路や断崖に通じる道だと分かった時点で引き返す勇気が必要だと思うのです。これは難しいことですが、今はその時であるように思わずにいられません。

身近な例では、前に述べましたが、核分裂によるウラン原発や核兵器、これは「ウラン→プルトニウム→核爆弾」という人間にとってあってはいけない道でした。プルトニウムという人工の元素は、生物の居る世界にはあってはいけないのです。

この選択ミスは修正こそが科学者と技術者の人類に対する責任だと思うのですが……。プルトニウムの出来ない、熔融塩を使ったトリウム熔融塩炉と言うのがあり、どうも中国がこれに一番熱心なようですが、ウランよりまだましです。しかしこれも核廃棄物が出るのです。

太陽から降り注ぐエネルギーは1 m² 当り約1 kWです。これは世界中公平に配られています。これは人間の必要エネルギーの5000倍とも言われます。

数億年の太陽エネルギーを地下にためた貴重な化石燃料を、ここ100年ぐらいで使っているのです、これはいずれは枯渇します。その単位は数100年です、ならば今は未だ居ない、未来の世代のために残しておくべきではないでしょうか。

これは科学者にも責任はある、それを活用する技術者の責任はさらに大きく、臭い物には蓋をしてその成果物だけを喜ぶ我々大衆の責任でもあると思うのです。

世界にはすでに約400基の原発があり、将来持ちたいとしている国が20か国もあります。安全かどうか廃棄物の問題を別にして、人間はこの果実を簡単には手放せないでしょう。脱炭素の動きにもし原発期待が隠れているとすると、これは危険です。

CO₂に代えて放射性物質の拡散が有れば何にもなりません。太陽光と地熱という無尽蔵の資源を、上手に使うことが易しくなれば、世界の原発は終息するでしょうし、それを期待します。

日本においては、エネルギー安全保障は関係者の努力による綱渡りです。世界のどこかで何かあると直ぐ影響する構図です。鉄は放射線で劣化します、普通は圧力容器の6年検査の使用年限は20年です(私も酸素の入った直径14cmの15MPaのボンベを今も持っていますが20年経って、2年ごとの耐圧検査が必要です)。まして300度の水(9MPa)を閉じ込める、直径6mの圧力容器です、すでに強度は1/3になっているという研究結果もあるのです。それを40年の耐用年数が過ぎて使っている、恐ろしいけど今私たちが使っている電気の2割は原発由来です。

どうしますか、です。未来のことは眼をつぶって将来も原発をという選択は、地質の不安定な日本列島において、また原爆の原料が作られるというウラン原発の巨大な危険を体験して、高価なエネルギーだったことを知った国民において、これを安易には選べないはずで。

今動いているウラン原発はいずれ廃炉になり、新設は出来ないでしょう。それまでに日本かどこかで再び事故が起きないことを願います。危ない橋をしばらく渡るとして、早く安全地帯に入りたいものです。その前に、日本列島が持つエネルギー資源を中心にした技術開発で、安全軌道に乗ってほしいと思うのです。出来てしまった核廃棄物は地下に埋めずに(臭いものに蓋にせず)、地上で気長に管理保管するしか道が無いでしょう。あと10年分です。

それまでに原発が色あせる新しい技術を生み出したい。国は全力をそれに傾注してほしいのです、それが世界の未来への道を切り開くと考えます。

原発事故は、科学が今まで築いてきたものの行き詰まりをさらけ出しました。この道の次に控えているであろう問題が巨大であるゆえに、今が進歩のかじ取りをやり直すチャンスです。進歩の道を変える岐路に居ます。(終わり)

【付記】

過去の素晴らし発見について私が重要だと思うものを選びます、この中のどれが戦争に役だったか、皮肉な発展につながったか、お考え下さい。

- 1593 ガリレオ 温度計
- 1765 ワット 蒸気機関——その後の産業革命が地球温暖化につながる
- 1798 ジェンナー 種痘法
- 1804 スティブソン 蒸気機関車
- 1805 フルトン 潜水艦
- 1817 ゴッドリーブ ジャイロスコープ
- 1845 バード 空気入りタイヤ
- 1865 メンデル メンデルの法則
- 1876 ベル 電話
- 1877 エジソン 蓄音機
- 1885 スタンリー 交流変圧器
- 1889 任天堂 ゲーム機
- 1895 ディーゼル ジーゼルエンジン
- 1895 レントゲン X線発見
- 1898 キュリー夫妻 ラジウム発見
- 1903 ピエール・キュリー 放射能の発見でノーベル賞を受賞の席で「ラジウムが犯罪人の手に渡ると非常に危険なものになる」と警告の講演。
- 1903 ライト兄弟 動力飛行で飛ぶ
- 1905 アインシュタイン 相対性原理
- 1911 カーチス 水上機
- 1912 ヴェグナー 大陸移動説
- 1913 プレマリー ステンレス
- 1914 ゴダード ロケット
- 1914 シコルスキー 戦略爆撃機
- 1914 トリットン 戦車
- 1916 御木本 真珠
- 1917 ケタリング 巡航ミサイル
- 1923 ムンク 風洞
- 1924 豊田 自動織機
- 1926 八木 八木アンテナ
- 1928 フレミング ペニシリン
- 1929 シコルスキー ヘリコプター
- 1936 イギリスでテレビ初放送
- 1938 トーマス ガラス繊維
- 1938 ハーン 核分裂の発見
- 1942 フェルミ 原子炉
- 1943 クストー アクアラング
- 1945 スペンサー 電子レンジ
- 1945年7月16日 原子爆弾開発実験
- 1945年8月6日 原爆 広島投下
- 1946 コンピューター
- 1951 ジン 原子力発電

- 1952 テラー 水素爆弾
- 1953 ロザリンド・フランクリン DNA 2重らせん発見
- 1954 ソ連 原子力発電所
- 1961 ガガーリン 宇宙飛
- 1962 カーソン 沈黙の春
- 1957 コロリョフ 大陸間弾道ミサイル
- 1961 ガガーリン 宇宙飛行
- 1967 ディボン ペットボトル
- 1967 エイル デジタル写真
- 1969 ソニー カセットレコーダー
- 1982 ソニー CDプレイヤー
- 1983 カーン インターネット
- 1985 ウッドナイツ リチウムイオン電池
- 1988 富士フィルム デジカメ
- 1993 中村 青色発光ダイオード
- 1996 DVD
- 2006 山中 人口多能性幹細胞

ウラン原発とトリウム原発が作る放射性廃棄物の物質を表にします。
 この中で特に怖いものを赤にしました。半減期240万年という 我々の関与も出来ない、
 想像も出来ない未来まで、これがどんな形で残るのでしょうか。

「原子炉で使い終わった燃料に含まれる核種」 (電中研:井上正氏資料/木下幹康氏より)

超ウラン元素 (TRU)

ネプツニウム Np-237/半減期 214 万年/1tHM 当たり含有量 582g 発熱量 0.1W/1tHM 以下

プルトニウム Pu-238/88 年/1.1g 0.6w Pu-239/244 万年/31g 0.1W以下

プルトニウム Pu-240/6570 年/13g 0.1W以下 Pu-241/14 年/6.6g 0.1W以下

アメリシウム Am-241/433 年/413g 47W Am-243/7400 年/136g 0.9W

キュリウム Cm-244/18 年/39g 110W

核分裂生成元素 (FP) —— (トリウム原発でも出来る核種)

セレン Se-79/6.5 万年/6.6g 0.1W以下

ストロンチウム Sr-90/29 年/617g 550W

ジルコニウム Zr-93/153 万年/926g 0.1W以下

テクネチウム Tc-99/21 万年/994g 0.1W以下

パラジウム Pd-107/650 万年/282g 0.1W以下

スズ Sn-126/10 万年/31g 0.1W以下

ヨウ素 I-129/1570 万年/2.3g 0.1W以下

セシウム Cs-135/230 万年/487g 0.1W以下 Cs-137/30 年/1419g 580W

サマリウム Sm-151/90 年/13g 0.1W以下

コロナ禍は短期間に問題を身近に見せてくれた地球環境問題をそのものです。時間を早回ししているだけで、これから起きるであろう様々なことをよく見せてくれています。これは未来への貴重な体験です。