

人新世と気候変動

Anthropocene and Climate Change

本論はエネルギー資源学会他、依頼原稿の紙幅制約で説明しきれない事項を詳細に記述し、ホームページに掲載するものである

外岡 豊 Yutaka TONOOKA

Keywords: 人新世, 資本新世, 気候変動, 持続可能性

Anthropocene, Great Acceleration, Capitalocene, Climate Change, Sustainable

1. 人新世と Great Acceleration

1-1. Anthropocene 人新世

これは気候変動問題と持続可能性を考えるうえで重要な概念である。Paul Jozef Crutzen、ポール クルツェン (1933 生、オランダ人) は世界的に著名なノーベル化学賞受賞者で特に成層圏大気の大気汚染やオゾン層破壊の研究で知られる大気化学研究者である。彼がある学会の席上、突然わめきだした言葉がきっかけで、Anthropocene、人新世という新しい地質時代区分を命名することになったという。地質時代区分として 20 世紀後半からそれ以前とは全く異なる地層になることを主張、2000 年の IGBP 会報 41 号にユージン・ストーマー Eugene F. Stoermer との共著でその定義を説明している*^a。Great Acceleration、人類活動とその影響の加速度的増大によって引き起こされたという考えから、人新世は Great Acceleration と対で語られる概念である。この Anthropocene について地理学他の分野でも学際的に討議されて浸透し、環境危機の源泉が資本主義にあるとするスウェーデンの歴史学者、アンドレアス・マルム Andreas Malm、米国の歴史学者ジェイソン・ムーア Jason W. Moore 等によって、Capitalocene 資本新世と呼ばれる別名称も生まれた*^b。

20 世紀後半から人類の活動を反映した様々な指標が急激に加速度的に上昇していることが顕著であり、これを Great Acceleration と呼んでいる。加速の出発点、人新世の始まり時期については諸説があるようであるが、ここでは有力とされる 1945 年説に従う。それを反映して 20 世紀後半からはっきりした地質の変化が見られるだろうという指摘であり、人類の活動の影響を強く受けた新地質時代を Anthropocene と名付けることになった。社会経済の歴史に比べて時間軸の単位が桁違いに長期的な地球自然史の視点においても 20 世紀後半の加速度的に増大している人類活動は、これまでの歴史と大きく異なる新事態であり、クルツェンの指摘により、その異常度が地質学者や人類学者の間でも認識されるようになった。Anthropocene、『人為的な』

という名前の地質時代区分を日本語では人新世と呼び研究者の間で共有される専門用語となった。気候変動に影響するエネルギー消費量、その結果としての CO₂ 排出量やその他の GHGs 排出量だけでなく鉄、セメント、プラスチック、半導体素材、レアメタルも含むその他の金属類、化学肥料、農薬、等々の工業製品生産消費量、廃棄物排出量や核弾頭ミサイル保有量、電子情報量等々、人類が生み出した従来無かった様々な物が地球上にあふれ出し、並行して森林は破壊され、自然湿地が消滅し、生物種は絶滅に瀕し、POPs (長期残留性有機化合物) 等の化学物質や重金属や放射性物質の汚染が進行し地球環境の危機を招いている。20 世紀後半から始まった人類の活動とその地球環境影響は人口の増大より数倍以上に早い速度で進行している。航空機による高層大気の汚染を研究していたクルツェンは、その突出した異常性を敏感に感じ取っていて学会での突発的な発言に至ったのであろう。世界的に著名な老齢学者の予想外な発言がきっかけで、これまでおそらく気候変動問題を正面から見据える分野ではなかった地質学者や人類学者等にも 20 世紀後半の異常性が再確認され共有されることになった*^c。

IPCC 報告書を見てもわかる通り、気候変動問題は実に多様な学問分野を横断して取り組むべき課題であり、温室効果ガス排出量だけでなく地球環境全体の異常性を認識する上で人新世という包括概念が良い参考になる。

1-2. Great Acceleration の指標

IGBP では社会経済指標 12、地球システム指標 12、計 24 指標のグラフが示されている。

社会経済指標 Socioeconomic trends 12 項目 1750 - 2010

Population

Real GDP

Foreign direct investment

*埼玉大学名誉教授、早稲田大学招聘研究員、一社エコステージ協会理事
E-mail: ytonooka@gmail.com

Urban population
Primary energy use
Fertiliser consumption
Large dams
Water use
Paper production
Transportation
Telecommunications
International tourism

地球システム指標 Earth System Trends 12 項目 1750-2010

Carbon dioxide
Nitrous oxide
Methane
Stratospheric ozone
Surface temperature
Ocean acidification
Marine fish capture
Shrimp aquaculture
Nitrogen to coastal zone
Tropical forest loss
Domesticated land
Terrestrial biosphere degradation

<http://www.igbp.net/globalchange/greatacceleration.4.1b8ae20512db692f2a680001630.html>

筆頭要素として人口増大が挙げられている（IGBP）が私は組しない、人口増大以上の速度で地球環境に負荷を与える起因となっている要素が多数ある。もっと深刻な異常寄与要素がたくさんあり、人口増大の相対的地位は低い。

1－3. 人新世と原子力

人新世の開始時点を 1945 年とする説があるが、それは原子力爆弾が開発された年だからである。ところが上記 24 指標に原子力関係は掲げられていない。原爆の応用技術である原発が深刻な事故を引き起こすことにつながったが、世界的な健康影響においては地上型水爆実験（そうでないのは地下爆発実験）が顕著であり、チェルノブイリ、福島島の事故より格段に大きな影響があったと考えられている。福島原発事故の健康影響はまだ進行中であろうが、その影響は健康面より社会破壊が深刻であり、日本では福島事故処理が終わるまでは、これも非常事態の重要な一項目に加え

られるべきものである。事故が起きていなくても発生の潜在的危険性が人新世の異常度に加えられえしかるべき要素である。

1－4 CO2 排出と大気中濃度急上昇

Great Acceleration の具体例は CO2 排出と大気中濃度急上昇である。数万年の太陽エネルギー蓄積物である化石燃料を大量消費（図 2）した結果、数千年かかっていた 100ppm の上昇が 100 年間の急上昇 Great Acceleration（図 3）になった。

図 3 は 40 万年前からの大気中 CO2 濃度の推移である。200ppm から 300ppm の間で寒冷期は低濃度、高温期は高濃度で上下していたが、急上昇した時期もあった。図で急上昇に見えても数千年を要していた。ところが 20 世紀になると 100 年の間に 100ppm 以上急激に上昇しておりその変化速度は数万年前に起きた時の数十倍になっている。まさに Great Acceleration 急加速である。図 2 と図 3 から Great Acceleration の具体像を典型的な事例として見るができる。

1－5. Great Acceleration の諸段階

1－5－1 Great Acceleration1.0

足尾鉍毒からイタイタイ病のような明治時代からの鉍公害は 20 世紀前半以前から起きていた環境負荷であった。その背景に軍備と交易がある。貨幣製造と武器の製造に環境負荷を伴う採掘や精錬が行われた。足尾鉍毒事件、イタイタイ病ともに（次の水俣病、四日市の大気汚染にしても）戦争が被害拡大の背景にある。古典的な環境負荷が近代科学工業の生産量増大により顕著に増大した。これを第 1 段階、Great Acceleration1.0 とする。

1－5－2 Great Acceleration2.0

戦後高度成長期の水俣病に象徴される有機水銀汚染、水銀系農薬あるいはドリノ系農薬のような POPs（長期残留性化学物質）等の新しい環境負荷が発生し、レイチェル・カーソンの沈黙の春が、こうした環境負荷を象徴的に示している。このような環境負荷は 20 世紀後半の近代工業生産技術開発と生産の急拡大に伴って加速度的に増大した。これを第 2 段階、Great Acceleration2.0 とする。

1－5－3 Great Acceleration 3.0

顕在化した環境汚染やその被害の認知と石油危機を経験して、それが一段落した時点でオゾン層破壊と気候変動と生物多様性破壊、遺伝子破壊が認識されるようになった。局所的な汚染から地球規模の汚染に拡大していた。これを第 3 段階、Great Acceleration3.0 と総括しておこう。

1-5-4 Great Acceleration 4.0

ここで同時進行していたのは情報技術開発である。ムーアの法則に象徴される半導体の「加速度的」技術進化でチップは超小型化し、処理速度は速く、大容量処理が可能になった。瞬時に空間距離を飛び越える情報通信量が十分大きくなった結果電子 Money が登場、早速それを使った派生金融商品 (Derivative) 取引が旺盛になり、2008 年のリーマンショックを招いた。情報技術は電力だけあれば成り立つ技術で、その省エネルギー化も進んでおり、最近多くの企業が RE100、再生可能エネルギー電力での経営に舵を切り一見 Clean、Green 産業に見えるが、その莫大な資本力は国家予算を超える株価総額に達し、世界感染症禍の中でも急成長している。日本の GDP がずっと 5 兆\$程度であったのに対し GAFA にマイクロソフトを加えて GAFAM と呼ばれるようになった世界巨大企業の株価総額はその 2 倍に達した。日本の工業生産力の象徴である鉄鋼産業の株価総額も横這いであり、日本の経済成長力が不足しているという解説をする人もあるが、原材料を加工するような従来工業生産と違って、情報を扱う事業は成長拡大への制約が少なく、どんどん大きくなることができるのであって、GAFAM の経済成長が異常なのであり、これこそが Great Acceleration 4.0 なのである。

この強大な経済力は途上国を含む世界各地で都市化を進め、国際航空便が離着陸するようになり、大量生産大量消費の消費社会へ巻き込み、旅客自動車交通と大型貨物車と巨大コンテナ船による世界長距離物流を引き起こし、温室効果ガス排出増大につながっている。

実は問題はそれだけでは終わらない。全ての技術が電子化したことで電子機器に使うレアメタルの生産量が急増し、その資源採掘と精錬処理過程において深刻な環境破壊が起きている。その鉱石採掘でアフリカの密林で森林破壊が起き、そこに住むゾウ、ゴリラ他の諸動物や林内原住民の生活が破壊され、採掘のための道路によってブッシュミートの取引が急増し、エボラ出血熱等の感染症発生の起因にもなって来た。コンゴ盆地については最近森林破壊率は低下しているとも言われているが、森林破壊が進めば世界的な大気循環に影響する危険もはらんでいるとの説もある。

また精錬工程では莫大な量の鉱滓が発生するが、中国等で深刻な環境破壊を起しているながら、それを見ないようにしてレアメタル生産が行われている。世界的な環境破壊が起きていることを世界中で隠蔽しながら、自動車用モーターや情報機器が生産されているという (岡部徹)。Paris 協定目標は温室効果ガス削減だけを見ているが、RE100 の裏で深刻な環境破壊が放置されているのは人新世は終わりが見

えない。これは新しい段階に入った加速度増大であり、Great Acceleration 4.0 と総括すべき事態が感染症禍下でも進行している。

2. 0 気候変動問題対応の 4 段階

気候変動問題が認識されるようになったのは 40 年以上前の頃からであった。1979 年の USA 政府・環境保全会議 (Council on Environmental Quality) に地球温暖化警告の報告書が提出された。当時この認識において先行していたのは USA 政府であった。カーター大統領科学顧問プレス、F. の助言により気象学者チャルネイ、J. 等も報告書を取りまとめていた¹⁾。1979 年 2 月に第 1 回世界気候会議がジュネーブで開催され地球温暖化の危険性を指摘する声明が出された¹⁾。それに先立ち 1958 年にハワイのマウナロア山で CO2 観測が開始された。この観測を担当していたのがキーリング、D., レベレ、R. 等¹⁾であり、現在はキーリングの子息が引き継いでいる。

1985 年にフィラッハ会議が開催され、同年に Ramanathan, V, et al の J. Geophysical Research, 論文が出されている。この論文は CO2 以外フロン、メタン、N2O も温室効果があると言うもので 1988 年のハンセン論文 (これも J. Geophysical Research) に引用され、世界的にも有名な地球温暖化の基礎論文となったものである。CO2 排出量だけが強調されると石油消費が悪者にされてしまうが、それ以外の温室効果ガスの寄与も大きいと言う認識は USA 政府関係者にとっては歓迎されるものであった。今、思い返せば 1991 年にパリ OECD で開催された温室効果ガス排出量算定の専門家会合において USA は CH4 排出に関する分厚い報告書を参加者全員に配布していたが、化石燃料消費の寄与を小さく印象付けたいという意図であったのだろう。

1990 年代はワシントンで INC という FCCC 条約交渉の前段となる国際交渉が開始され、1992 年まで 5 回の交渉により 1994 年に FCCC 条約が発効した¹⁾。その後ベルリンでの COP1 で条約内容の検討が開始され、1997 年の COP3 京都会議で最初の削減目標が決定された。ここでいわゆる京都メカニズム、柔軟化措置が盛り込まれ、単純に CO2 排出削減に向けて国際協調するはずが、吸収量の評価や途上国との取引等、新しい課題の討議に勢力を削がれることになり、そのことで議論がまとまらずマラケシュ合意まで 4 年かかることになった。21 世紀に入ると USA は民主党クリントン大統領から J. W. ブッシュ大統領に替わり、2001 年 3 月いきなり USA は離脱、2000 年 11 月のハーグ会合はまとまらず、USA 離脱後の 2001 年 6 月に COP6 補足会合を実施して、2001 年 10 月のマラケシュ合意に至った。その 1 カ月前、2001.9.11 ニューヨーク・同時多発テロが勃発、ようやく

京都議定書の実効案が合意したのに、世界は気候変動よりテロ対策へと関心が移り、集中力を欠く展開になってしまった。これが2000年台であった。

2010年台に入ると日本は2011年3月の東日本大震災に見舞われ地震、津波だけでなく福島原発事故により原発停止、代替として休止火力も復活しての火力発電運転により排出削減どころかCO₂排出の増大を許す展開になった。2015年のParis協定で2℃目標が1.5℃努力目標に強化され、世界が脱炭素、化石燃料から再生可能エネルギーへの転換に向けて大き舵を切ろうとしている時に、その潮流に乗り遅れ、ESG投資で欧州が石炭火力への投資を引き上げの中で日本だけが石炭火力新設へ向かうと言うおかしい時代になってしまった。Paris協定に向けて意欲的(野心的と訳されている)に削減する日本の排出削減草案(INDC)を作成するように政府に提言(2015.3 記者発表)も行ったが功を奏さなかった。5年を経て今回の見直し機会においても政府(安倍政権)は積極案を用意せず対応の遅れが世界的にも目立ってしまうことになった。その後欧州では排出と経済の分離 decoupling が喧伝され、企業活動においてもCSRからCSVへと社会貢献を全面に出した経営(実質はともかく)展開で市場の信頼を得ようとする動きが始まった。

日本では2019年の豪雨と台風の深刻な被害を受けて気候変動対策の重要性が急に認識されるようになったがスウェーデンの高校生グレタ・トンベリ Greta Tunbroug が若い世代を代表して気候変動への真摯な対応を要求して世界的な注目を集めて以来、気候変動が気候危機、気候非常事態という切迫した表現に変わって語られることが多くなり、世界各国、多くの自治体でも気候非常事態宣言を行う動きが加速した。日本でも昨年秋に最初に宣言したのは岐阜市で、鎌倉市議会議決等につながり、宣言をしたところで排出量を急激に削減できるものでもないため宣言を躊躇する向きもあったが、小泉環境大臣は日本中の自治体に電話して非常事態宣言を行うように要請し、非常事態宣言自治体も増えて来た。春先は新型コロナウイルス感染症禍により気候非常事態宣言推進への動きも停滞していたが、秋になり宣言自治体も増え、山本良一等は気候非常事態ネットワークCENを立ち上げた(2020.11.18)。

大統領選挙によりトランプかバイデンかでUSAの気候変動政策は大きく変化すると見られていたがバイデン新大統領に確定したことで気候変動対策に4年で2兆ドルという大型投資が予定されており、中国の習近平も気候変動対策で世界の主導権を握りたいと意欲的であり、来年からは世界的にこれまでと大きく異なった積極策が開始されると期待される。USAの役割を振り返ると初期段階は問題の発見、国際交渉の先導役を果たしたが、その後はずっと攪乱約で

あった。バイデン新大統領は上院議員時代(オバマ大統領就任前)にUSA排出削減法案(バイデン・ルーガー法案)を提出したこともあった。ここで最初に選ってUSAが世界の気候変動対策を先導する時代が再び始まる可能性がある。20世紀後半に世界を牽引して来たUSAが、中国の台頭により、その時代の終焉を迎える節目に来ているように見えるが最後の一花は気候変動問題解決への貢献であってほしい。これまで約40年以上の経緯を4期に分けて大きな流れを4つの図に示す。

3. 真の持続可能性と Sunstainable

3-1. 真の持続可能性

さて、では「真の持続可能性」とは何か。英語の sustainable の語源から考えると、それは遠い過去と遠い未来の間に緊張した糸を張ってつなぐような「永続性」を示していると理解される。そこで私は、真の持続可能社会とは、『地球の自然と人の中で、人類が永続的に存続できる生き方』であると定義した。国連委員会の言う将来世代が数世代先程度なら資源浪費を続けていても持続可能になってしまう。農耕社会一万年の歴史からすれば向こう一万年継続できるようでなければ真に持続可能とは言い難い。真の持続可能とは地球を余計に痛めることなく、それによって人類がより長く存続できるように、種の存続への希求に沿った生き方なのである。化石燃料、原子力、鉱物資源に依存して歴史的に見れば異常な消費を集中して地球環境に脅威を与えている現代文明がその反対の極致にあるのは言うまでもない。真の持続可能社会は現代文明とはまったく異なった生き方のはずである。

3-2. Sunstainable

枯渇しない資源の代表格は太陽エネルギーである。農業も林業も牧畜もその生産力の源泉は太陽であり、風力、波力、潮力には天体の引力も少し影響しているが、バイオマス燃料も元は太陽エネルギーである。そこで、真の持続可能社会とは「主として太陽エネルギーとそれにより形成された自然資源を人間の知恵と労働で最大限に活かして営まれる人間生活の総体である」と再定義しよう。この定義を象徴する新語を作った。sun と sustainable を重ね合わせて sunstainable、すなわち太陽エネルギーに依拠した持続可能性を意味する。

五穀豊穡を祈念して大和の地の真東に伊勢神宮を御祭りし、二十年毎に建て替えることで技術の伝承による持続可能を仕組んだ日本は大和朝廷の時代から sunstainable を希求した社会であった。伊勢神宮は二十年毎に建て替えるシステマ的な持続可能性維持策により奈良時代から今日ま

で建築技術が伝承され実績として持続が可能になっているのである。日本国歌君が代もこの社会の持続可能を希求する歌詞である。

4. 地球システムの危機

4-1 Global Commons

人新世時代の地球環境管理は失敗が許されない切迫したものだという認識が高まって来ている。雑誌「世界」2021年5月号では『人新世とグローバル・コモンズ』という特集が組まれている。そこで共通して訴えている話は Stewarding Global Commons, グローバルコモンズの責任ある管理(石井菜穂子)の必要性である。この認識の重要性について訴えて来たヨハン・ロックストロームも Act Locally では間に合わない Act Globally が 必要で、行動を地域から地球規模へ拡大し地球環境を適正管理せよ訴える記事を寄稿している。

4-2 Planetary Emergency 地球緊急事態

これは Planetary Emergency 地球緊急事態として対処すべき課題であるという認識である。地球全体の生物・化学・物理システムの自己制御機構が機能して回復力が高度に保たれていればよいが人類がきっかけで起きた異変が Tipping Point を超えた衝撃を与えてしまうと負のフィードバックによる抑制がきかなくなり、正の変化に転じてしまうと影響が自己増幅して地球システムが制御不能の危機に陥る危険が顕在化している。

注)

* a : Crutzen, Paul J., Stoermer Eugene F. :

“Anthropocene” , IGBP News Letter, Global Change
No. 41. 2000 May, p17-18

* b : ニック・オゴネック, 資本主義の歴史から見た環境
クライシス、アントロポセンとキャピラロセンを手がかり
に富士通総 ER, 6. Oct, 2017, p34-35, <https://www.fujitsu.com/jp/Images/er2017no6.pdf>

* c : 人新世概念誕生の経緯についての説明記事が雑誌
「世界」に掲載された。2022 年春にそのエビデンスを伴
って地質時代名称として正式提案される予定という。

J. A. トーマス, M. ウィリアムズ, J. ザラーシヴィッチ, 人
新世-新たな地質時代の科学と政治, 世界 No. 944, 2021. 5,
p104-113

* d : 石井菜穂子, グローバルコモンズの責任ある管理, 世
界 No. 944, 2021. 5, p72-82

* d : ヨハン・ロックストローム, 辛島幸子訳, 2021 人類
社会の課題, 世界 No. 944, 2021. . 5, p94-103

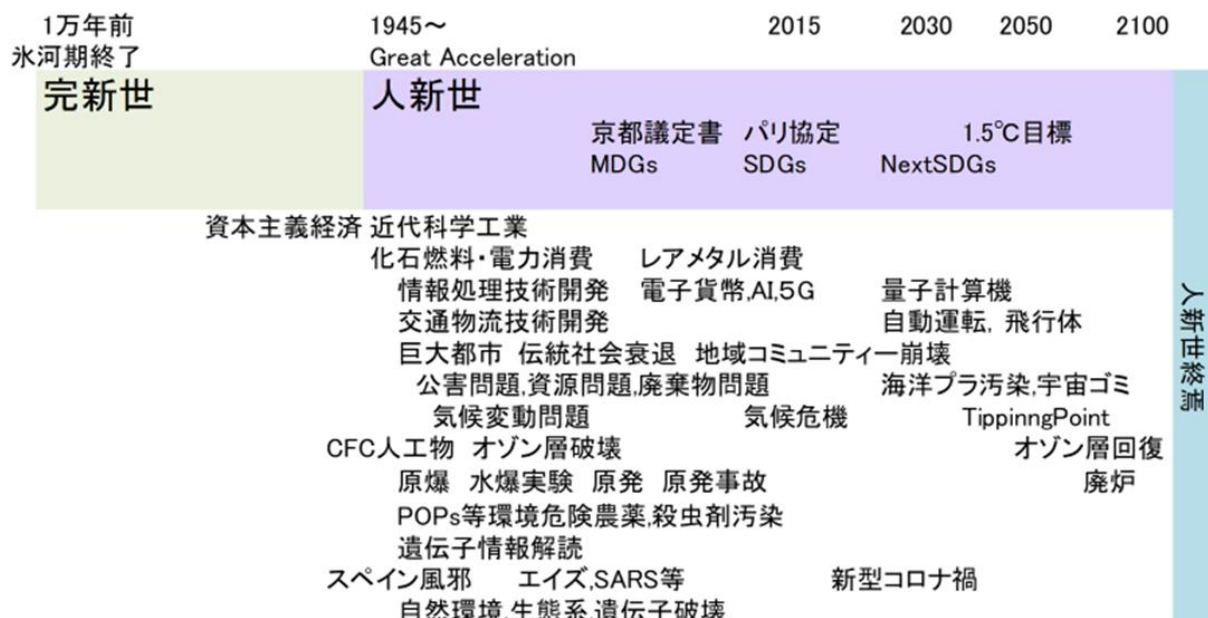


図 1 人新世と 20 世紀以降の環境負荷要素等

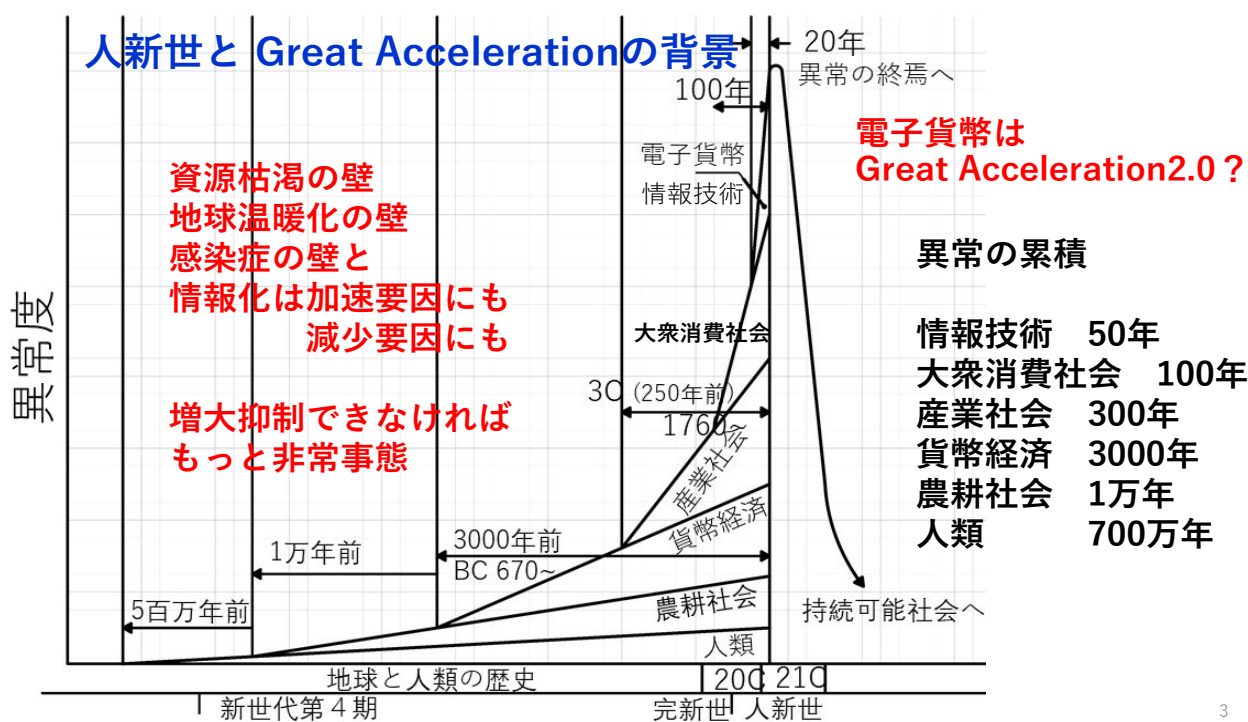
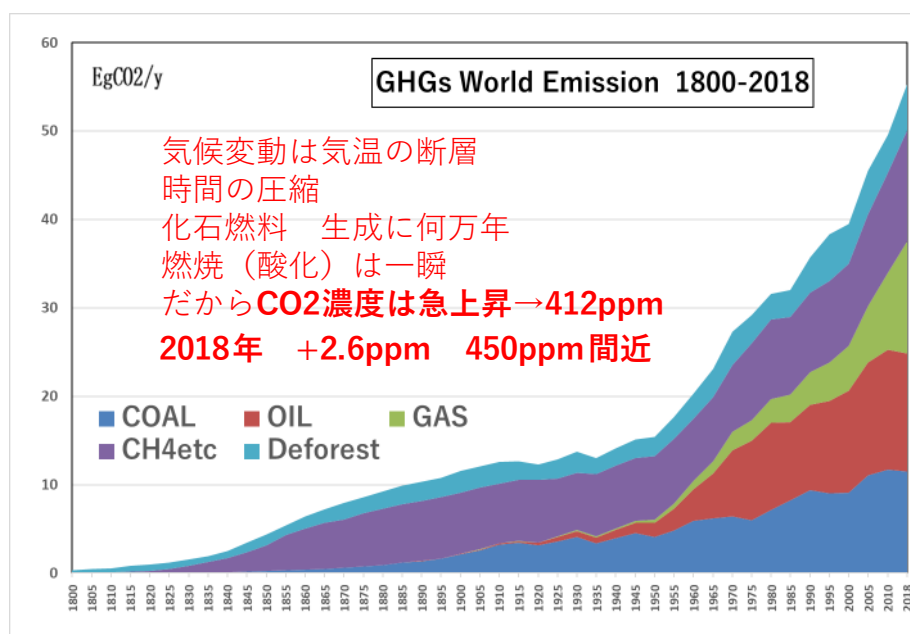


図2 人新世と Great Accelleration の背景：人類社会の異常6要因の累積と大転換の必要性

温室効果ガス排出量 世界計 1800- 2018 5年平均 森林破壊等加算



21世紀初頭
人類史は
V字のカーブ
を切る時代
必然性
20世紀は
異常すぎる
コロナ禍で
急に現実味

2050
排出
ゼロに
近づける

Y.TONOOKA

図2 世界の GHGs 排出量 1800-2018 と 2050

Al Goreゴア元USA副大統領 An Inconvenient Truth
不都合な真実 本と映画で気候変動問題を世界市民に訴え
ノーベル平和賞 CO₂濃度:この100年の急上昇は事実
ついに400ppm超え 現在412ppm

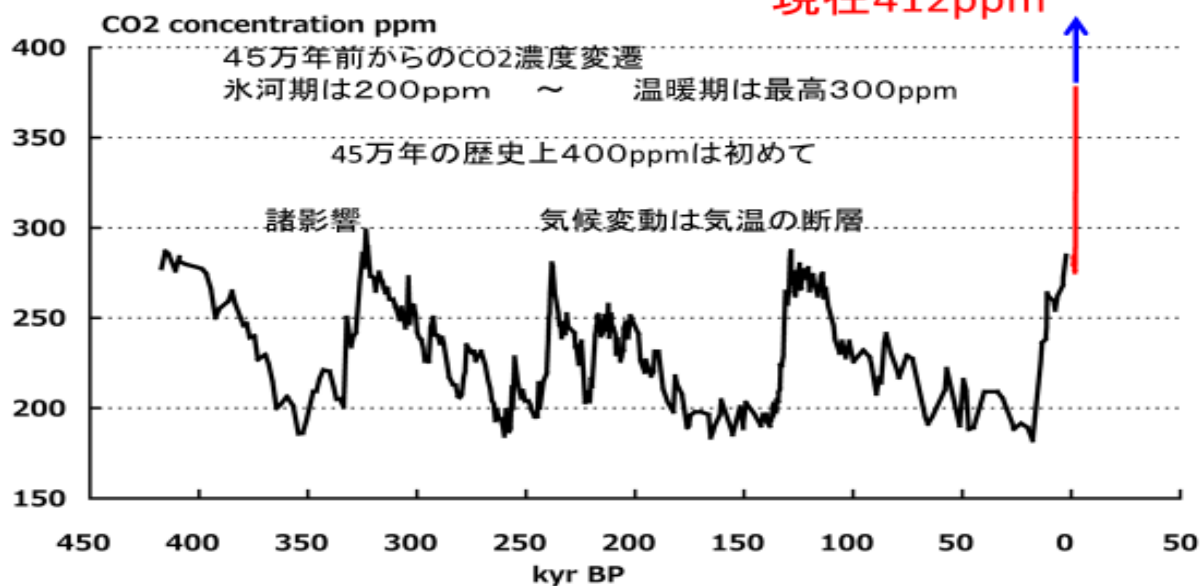


図3 気候変動対応の4段階

気候変動対応 4段階

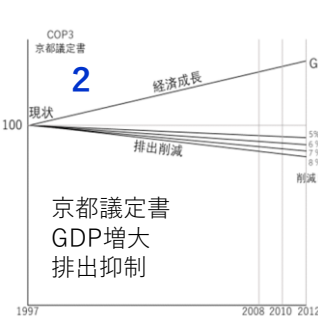
1980年代以前
は無関心だった
認知始まり
1979USA地球温暖
化警告報告
世界気候会議



1997 京都議定書

経済成長容認前提

数%削減でも成果大



パリ協定後
低炭素から
脱炭素へ
Decoupling
経済と
環境の分離



気候非常事態,気候危機 Climate Emergency

How dare you?
トンベリ要求
GDP無視で
大幅削減開始せよ



2019EU.GD,2020中国2060zero声明,菅CN脱炭素宣言,2021USA.Paris協定復帰

図4 気候変動対応の4段階



SDGs2030,Paris協定2050の先の到達点

Towards
Sunstainable Society
Through 3 Millennium
三千年紀の社会
太陽エネルギー依存・持続可能へ
上は伊勢神宮、大和朝廷の真東、
下半分=広島原爆ドーム
20世紀~は異常期
人類史例外期間になるようにしたい

Sunstainable は外岡造語,2000年頃公表
左は21世紀初日,2001年賀状

図5 Sunstainability Y.TONOOKA,2000