

近代の終わる時 (22世紀の後近代文明へ)



丹保 憲仁 (たんぼ のりひと)

一般財団法人北海道河川財団会長
北海道大学名誉教授 (第15代総長)

1933年豊富町生まれ。1957年北海道大学工学部土木工学専攻大学院修士修了。1965年工学博士、1969年北海道大学教授。学生部長、工学部長を経て、北海道大学総長 (第15代1995～2001)。北海道大学名誉教授。2001年放送大学学長 (第5代2001～2007)、放送大学名誉教授。2007年北海道開拓記念館館長。2010年北海道立総合研究機構理事長 (初代2010～2018)。2008年から現職。主な公職、学術会議会員、国際水協会 (IWA) 会長、土木学会会長、国土審議会委員 (北海道部会長)、生活環境審議会委員、道総合開発審議会会長、札幌市環境審議会会長、などを務め、欧米アジアの諸大学から名誉教授、名誉博士を受ける。

日本近代、北海道150年の歩み (近代化) を止める時が来たようです。次々と新しい活動を加えてきた明治維新後の150年は、古い前近代文明からの脱却であり、日本近代化の100～150年は成功の歴史でした。歴史には光と影がありますが、光のほとんどが陰になるなどということ、ほとんどの近代人は想像もしてきませんでした。舞台の土台が大きく (完全に) 変わることを、150年の地球 (人類) の歴史が今見せようとしていることに気づく必要があります。

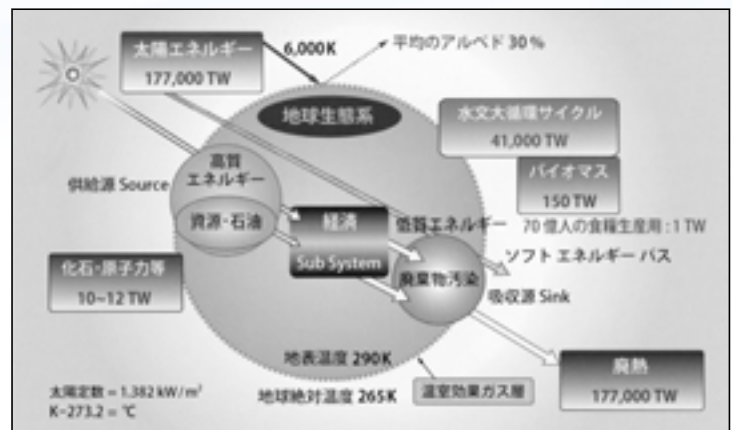


図1 地球のエネルギー収支と生態系・社会経済系

地球のエネルギー収支

鉱物エネルギーの一過集中利用を可能にした近代文明は、太陽エネルギーベースですべての活動が駆動された前近代社会から、鉱物エネルギー (化石・原子力) を利用することを覚え、技術を洗練・普及することによって、人類の総数を1800年代の10億人から2010年代の70億人にまでに大膨張させました。この大成長を支えた根本は、たった10TW (テラワット (10億kW)、 TJs^{-1} : テラジュール/秒 (1秒間に1ニュートンの力を加えながら物体を1m移動させるエネルギー、熱

量)) の高質の鉱物エネルギーの集中利用を可能にした、科学技術の獲得・伝達・普及と資源開発・利用技術の成熟です。図1は地球のエネルギー収支の図です。

地球は太陽から177,000TW (TJs^{-1}) という膨大なエネルギーを受けていますが、そのすべては地球の黒体放射 (すべての波長の放射を完全に吸収する仮想の物体を黒体といいます。黒体から放射される熱放射を黒体放射といいます) によって同量だけ宇宙空間に捨てられています。太陽エネルギーは地球を突き抜けていきますが、入射するときは6,000K (ケルビン: 絶対

温度。熱力学的に考えられる最低温度を0Kとして理論的に定めた温度）という高温（太陽の表面温度）で、地球を出ていくときは265Kという低い温度（黒体放射温度）になります。その温度差の分だけ太陽エネルギーは地球の生態系の秩序維持に働くという大仕事をし、自身は質の悪いエネルギーになって宇宙空間に捨てられます（熱力学の第2法則が示すエントロピーの増大：エネルギー質低下です）。その際に、水蒸気、炭酸ガスなどの温室効果ガスによって表面を覆われている地球は、少しばかりその表面温度を高め（290K=17C）、ようやく凍らない水と緑の惑星となって、生物が生れます。

エネルギーの集中利用から省エネ型へ

近代文明を支えたのは、たった10TW（ TJs^{-1} ）の、どこでも使える高質の輸送可能な鉱物エネルギー（化石エネルギーと原子力エネルギー）の集中利用です。ほとんどの太陽エネルギーは、気候・気象の駆動に使われ、ほんの一部の150TW（入ってくる太陽エネルギー総量の1万分の1）だけがバイオマスとなり、植物資源として近代以前の文明と動物の食を支えました。

今日利用されている鉱物エネルギー以外の再生可能な自然エネルギー（風力・太陽光・熱、地熱、水力、潮汐、潮流、波浪など）の利用は僅か10%以下で、このままでは、鉱物エネルギーの尽きた後、文明は1800年の昔に後戻りしてしまいます。鉱物エネルギーの有効寿命は、石油もウランも、石炭さえも大量に使えば、これから先の高々50～75年くらいに過ぎません。

これからはエネルギーを賢く使い、集住システム・食糧生産・水・交通・安全保障システムなどの生活モード（文明）を根本的に省エネルギー型に転換し、風力、水力、地熱、太陽光・熱等の再生可能エネルギーだけを基盤とする文明（システム）に転換することが必要です。半世紀かけて量的に現状の35～40%くらいまでのエネルギーを再生可能エネルギーで確保できれば、22世紀以降まで人類は頑張れるかもしれません。それでも現状に比べると基本エネルギーの25～30%が足りません。

人類350年の大繁栄とその終焉

図2は、歴史的なエネルギー消費（収支）の遷移を模式的に描いたもので、この近代350年ほどだけが人類は鉱物エネルギーをうまく使って大繁栄したこと、それがすぐ終わる運命にあることが理解できます。

鉱物エネルギーが尽きるであろう2100年以降になると、近代後の世界は人口の大幅な抑制・積極的減少までを覚悟して、自然の水循環を物質代謝（利用と廃棄）の基本的な駆動媒体（メディア）と捉えることとなります。閉じた物質循環・代謝について、あらゆる必要の根本にまでさかのぼって、省エネルギーで営む地域分散自立型社会を考えることになるのです。

その上で、近代社会で人類が獲得した最大の財産である開かれた情報世界を維持することができるように、準備が必要です。準備とは、個々の集落に至るまでの人間集団が常日頃から世界に直接開く広域ネットワークを持つことです。人類がかつて持ったことのない、「世界に開いた情報と地域に閉じた自立型物質代謝」を持つ新しい地球文明を、次の時代『後近代』の人々のために準備したいと心から考えます。

北海道、日本の近代150年は、科学技術基盤の足し算を果てしなく続け、高エネルギー、大量資源消費の社会構造を可能限界まで働かせようと努力を続けた、西欧近代型の成長の時代でした。もう破綻なしに、2050年以降このような近代成長型の常に足し算を重ね、「something new（何か新しいもの）」を競い続ける社会を持続できません。2050～2100年の半世紀をかけてどのようにして、資源・エネルギー大量消費の近

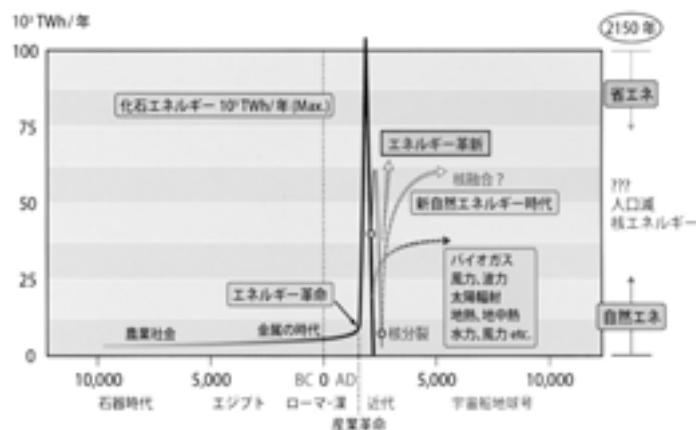


図2 化石（鉱物）エネルギーの350年とその後（エネルギー消費の歴史）

代文明を脱して、22世紀以後の安定した再生可能エネルギー基盤の後（脱）近代社会を構築するかが問われています。2050～2100年問題（Issues）です。

巨大メガロポリスの過大成功が維持できなくなった日本は、世界水準であるメトロポリスを核とする広域地方自立圏にいかにして進化するか。（22世紀の世界標準：エキュメノポリス型の自立した広域分散ネットワーク型社会へ）

世界最大の太平洋メガロポリス

過大に成長した東京を頭とする太平洋沿岸メガロポリス（ベルト地帯）は、近代文明の奇形的成功空間です。ここでは、エネルギー、食糧、水（仮想水（農畜産物や工業製品の生産に要した水）、原料・資源のすべてを大洋を越えての高速大量輸送により数千キロの彼方から確保することに励みました。また、海洋を越えて全世界に製品を輸出しました。その間の大きな差益が世界最高のGDPと高福祉、健康、長寿を日本列島にもたらしたのです。この小さな日本列島がしばしの間であっても、世界第2位のGDP大国になれたのは奇跡です。

食糧、鉱物エネルギー、水の地球規模の広域供給が容易ではなくなり、途上国の近代化の進行で過去のマーケットが競争空間になりつつあります。安全保障も途上国の自立・自己主張で容易に獲得でき難くなり、日本独特の巨大メガロポリスの維持が21世紀に至って難しさを増しています。

世界の各大陸は、人口数百万～1千万人の個々の大都市（圏）：メトロポリスを頭とする国・地域の連帯で、近代文明をはぐくんできました。太平洋沿岸メガロポリス（ベルト地帯）は、総人口が数千万人を超える東京・中京・関西・瀬戸内海・北九州につながる世界最大のメトロポリス（大都市圏）連結集積帯です。

次に大きなメガロポリスは、ボストン・ニューヨーク・ワシントン・リッチモンドとつながるアメリカ北東岸メガロポリス（ボスワシユメガロポリス）で、日

本の太平洋沿岸メガロポリスの半分ほどの大きさしかありません。日本の20世紀の特大の大成・大成功は、ひとえに太平洋沿岸メガロポリスの大成にかかっていた。その成立条件が少しずつ失われ始めていることが、現今の日本が抱えている本質的困難です。

世界には本当の意味で上記の二つのメガロポリスに次ぐ第3位以下のメガロポリスはありません。北西イングランド・オランダ・ベルギー・ルール（ドイツ西部）・スイス・イタリア北部ミラノに至るブルーバナナと称されるEUの中核産業地帯をメガロポリスと考える人がいます。しかし、海を主交通手段とする大量高速輸送の基盤に弱く、太平洋ベルト地帯や米国東海岸に次ぐものとは言えないと思います。むしろ、各中規模国の首都であるメトロポリス（大都市圏）を中核とする広域地域圏の連合体と考えるほうが良いようです。英国のEU離脱で、その構造が本当の意味でのメガロポリスでないことがよくわかります。

米国の東海岸メガロポリスは、大きさでは日本の太平洋沿岸ベルト地帯にはるかに及びません。しかし、米国は西海岸にシリコンバレーを中心とする今一つのサイバー（情報空間）世界に君臨する世界中心をもち、22世紀に向かっての最大の成長核になりそうです。また、大陸国家の半面をも持つ米国は、各地域の核となるメトロポリス（大都市圏）をそれぞれアメリカの広域分散産業・文化の中心として持ち、特徴ある広域自立圏を構成します。シカゴ、カンザス、ダラス、ニューオーリンズ、アトランタ、マイアミ、シアトル、サンフランシスコ、ロスアンゼルス等々、世界に開かれた大都市圏：核メトロポリスが広域自立地域を構成しています。米国の高い活性維持の基盤です。

筆者が研究でフロリダ大学に滞在していた1960年代の初めに米国の人口は最大成長を記録し、その後少しずつ成長率を落としながらも、中南米の移民を受け入れ3.5億人の飽和人口に向かっているようです。南北アメリカ総体では、2050～60年ころ総人口はピークに達し、以後、全体では漸減し始め、米国とカナダに人口の重心が移動するようです。

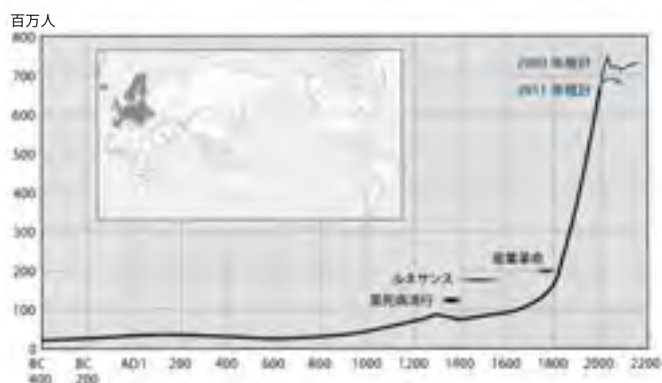


図3 ユーロッパの人口推移（21世紀にすでに安定飽和に近づいている）

ヨーロッパ、南北アメリカ、アジア、アフリカの人口推移

図3にヨーロッパ、図4に南北アメリカ、図5にアジア、図6にアフリカの人口の推移を示します。

図3に示すヨーロッパは、黒死病で25~30%の人口を減らした13世紀から立直って、ルネッサンスの高揚期を経て近代社会の創生者となり、ウラル山脈から西に近代西欧文明を展開、成熟させました。余力を駆って、アジア・アフリカに植民地を形成し、19~20世紀に世界の中心となりました。1950年代（20世紀後半）以降、第二次大戦の結果として多くの植民地が独立を遂げ、ヨーロッパは19世紀の昔に戻りました。とはいえ、ウラルから西の風土の上に作り上げた自己の文明基盤に回帰して、首都メトロポリスを核とする都市型広域地域社会に安定状態を求めているようです。植民地は失いましたが、植民地から1世紀以上にわたり収奪した富は、首都大都市のみならず地方住民の衣食住のレベルをも高めました。その富は地方集村の都市型文明基盤を構築することに資して、大都市と地方集落の文明・文化の落差をほとんど意識しないレベルの広域圏構造を作るに至っているように思います。他の大陸との大きな違いです。植民地を創った国の歴史的貯蓄の価値でしょう。

ヨーロッパの諸国は、首都を核メトロポリスとする広域地域圏を自律的に構成し、22世紀に向けて僅かずつの人口増で飽和人口に近づき、安定した未来社会を創ろうとしています。したがって、22世紀に至り、エ

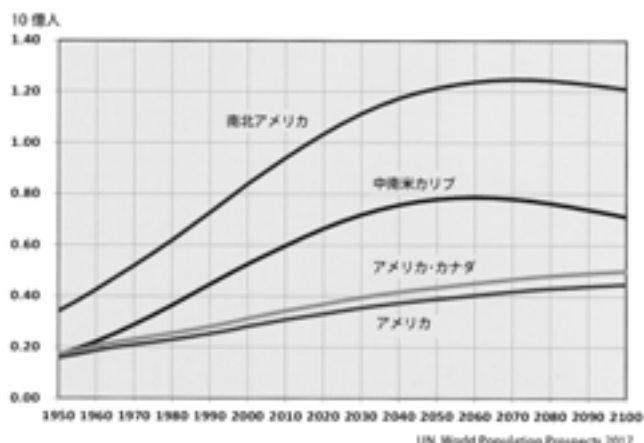


図4 南北アメリカの人口推移（北米の一意増加と中南米の2060年ごろのピーク）

ネルギー、食糧の自律的域内確保が至上命令となっても、ヨーロッパ社会は淡々と、首都メガロポリスと周囲の都市的集村の地域がうまく組み合っ、新文明（後近代文明）に大きな違和感なく漸近的に近づいていくのではないかと思います。人口の大きな減少がないことに注目したいと思います。

図4に示す南北アメリカの人口は、2060~70年ころピークに達し、以後、減少に転ずる予想です。中南米の人口増加は著しいのですが、2050~60年ころピークに達し、以後、減ずるようです。米国とカナダの人口が一意増加を見せますが、それも2100~2150年には米国の3.5億人くらいで頭打ちになりそうです。アメリカ大陸の人口増加のピークの到来は、図5に示すアジアと類似であり、2050~60年に世界に何かの転換が起こることを意味するように思います。

図5は世界人口の60%以上を占め、最大の成長を遂げつつあるアジアの人口増加曲線です。日本はすでに人口減少社会に入っていますが、中国は2027年ころを境に人口減少が始まり、インドも2060~70年ころには

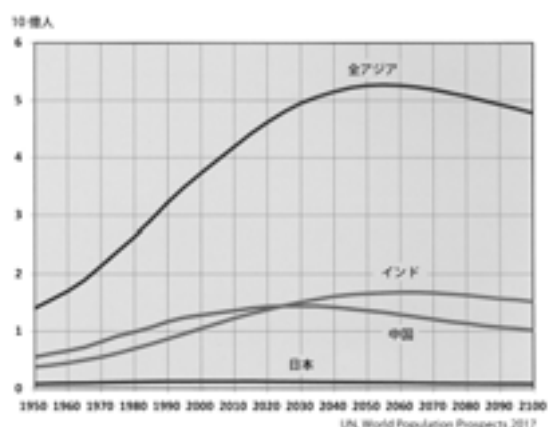


図5 アジアの人口増減（中国は2027年ごろにピーク）

人口のピークに達するようです。中・南アメリカと似た状況になります。総体としてアジアは2050～60年ころ最大人口に達し、以後、人口は減じていくように思います。欧米、アジアを総じて2050～60年ごろから人口は減ります。

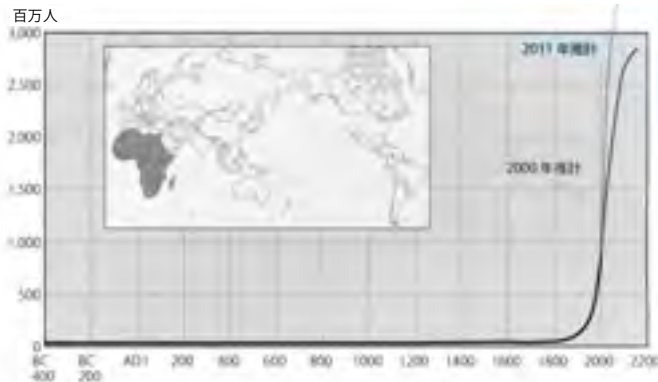


図6 状況の定まらない、発展途上のアフリカ大陸（成長の伸びしろか時限爆弾か）

図6はアフリカの人口増加の図です。筆者が北大総長を務めていた2000年と、放送大学長を終えて札幌へ戻ってきた後の2011年の国連の人口推計は、この図に示すように、21世紀後半以後の予想が全く異なっています。変化が予測できない、近代に至らない部分の混在しているアフリカ大陸の混沌たる現状です。

先進諸国がより安い労働力を求め、途上国に生産拠点を移して近代文明を拡大してきた20～21世紀。中国、アジア諸国、中南米からついにアフリカ諸国にまで生産拠点を移動させて、コストの安い製品を追求し続けました。19～20世紀のプランテーションによる植民地搾取の次に近代が展開したのです。アジアと中南米に余裕がなくなる時が来たため、アフリカが最後の地域として残ってきたこととなります。

広域分散型の都市化社会（エキュメノポリス）へ

世界は、鉱物エネルギーの大量使用ができなくなります。様々な核メトロポリスを中心とする都市型の集村との連合体として、分散自立型の広域地域圏を作っていくことになるでしょう。その構造は、19世紀初頭にギリシャの都市計画家C.デキソードスがエキステックグリッドの概念（詳しくは、次回（コラム・なきう

さぎ第5回）をご覧ください）を提案し定性的に予測したように、地球全体をおおう都市型分散ネットワーク文明である、エキュメノポリス型の世界になっていくように思います。その構造については、次の報告で述べたいと思いますが、日本がどのような形になるか簡単に要約してこの報告を締めたいと思います。

日本の人口は、2010年ごろを境にして減少しはじめましたが、世界人口は、筆者らの推定でも国連の長期予測でも、2100年の100億人余をピークに減少に転じます。奇形の大成功を成し遂げた日本の太平洋沿岸メガロポリス（大都市圏集積帯）の成長限界の到来です。この成長限界の到来が、現今の日本の人口減少、成長停止の真の理由でしょう。日本の歩む方向、具体的な新しい構造の提案や議論は次の報告に譲って、日本だけが世界に100年先駆けて、人口と資源エネルギー消費を根本から減じ、近代を脱する先駆とならねばならぬことを思います。

その最大の処方は、太平洋沿岸メガロポリス（過大成長したメトロポリス集積帯）の解体・再編を、北海道・東北・関東・中京・関西・中国・九州・沖縄等の核メトロポリス（札幌・仙台・広島・などなど）を地域広域圏ネットワークの中心とすることです。あわせて、周辺の中小都市・都市型集村をつなぐ都市型自律的広域圏を確立し、世界システムへ直接に参画することのできる情報ネットワークの基本構造とする事が望まれます。

東京・太平洋沿岸ベルト地帯の一極集中で過大の成功を収めた過去の近代日本から、核メトロポリスと近隣都市・集村からなる自律的広域圏が情報系で世界と直接結ぶ都市型ネットワーク社会（エキュメノポリス）の構築への移行です。By way of Tokyo（東京経由）からの卒業です。

エキュメノポリス世界に進む、自律的広域地域圏を基本構造とする世界、近代の次に人類が作るであろう、高齢化・人口減少、低エネルギー消費条件に対応できる、後（脱）近代文明社会の構造について、次の報告で詳述したいと思います。

※ 第5回（最終回）は4月号の予定です。