

明日の世界（次の時代：後近代文明）は どんなものになるのだろうか？



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。

前稿で、近代という私たちが慣れ親しんだ時代があと50～100年の間に完全に終わって、近代の光のほとんどが負の遺産になって巨大な影となるかもしれない、という恐ろしい文明の転換が迫っていることを書きました。天が落ちてくることを心配して夜も眠れなかったという『杞人の憂：杞憂』の再来ではなく、真の大変革事態の到来を具体的に想定しなければならない大転換期であろうと思います。

過日、道北宗谷の豊富町の小学校に開校110年のお祝いに招かれて、工藤町長さんから小学生に講演してほしいと依頼されました。世界中で何百回も講演してきましたが、高校生を対象とした講演が一番若い人向けの経験です。小学3年生からの子どもさんにお話しするのは初めてで、困惑しました。しかし、考えてみれば、今の小学生が、私の歳の85歳まで75年間生きると（2018+75）＝西暦2093年です。あと7年で22世紀です。もうとっくに化石エネルギー、ウラン235は尽きて、火力発電所、原子力発電所はなくなっており、内燃機関は昔の動力と化しております。人類は何を基本エネルギーとして文明を駆動しているのでしょうか？石油・天然ガスが尽きた社会（2070年ごろ）を想像してみてください。とんでもないことが起ころうとしていることを知って、ほんとうの学問を学び、新しい技

術を創ってほしい相手は、今の子どもたちです。

判ってもらえるかどうか。40分ほどの短い講演では無理と思いましたが、彼ら、彼女らがこれから何かにつづかって自ら道を開かねばならぬ時に、大変なことが起こりそうだとお爺さんがいたことだけでも、思い出してもらえる時があれば幸いですと思いました。

後近代世界のマクロな構造の類推

前稿でも述べたように、近代の次の文明の基本となるエネルギーは、再生可能エネルギーです。分散して地球に入ってくる太陽エネルギーの集中利用による、人類始まって以来の最大となる現代のエネルギー使用量（ 10^5 TW/年（ TJs^{-1} /年））には遥かに及ばないも

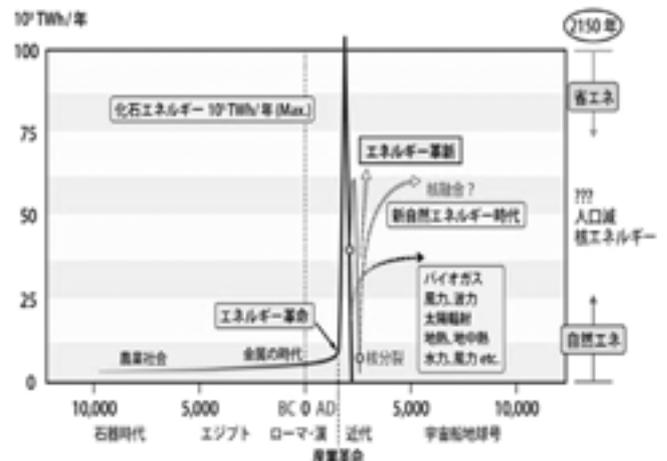


図1 鉱物エネルギー利用の近代350年と近代前後のエネルギー消費

の、必死の再生可能エネルギー開発で現在の30～40%位まで賄えるかもしれません（図1）。大型水力開発を含んでの大投資と、総合的な新技術システムの開発が必要です。

一方、省エネルギーでどこまで現代の高エネルギー消費（駆動）社会を低エネルギー消費型に改造できるかが、近代の次の時代のもう一つの大課題です。2100～2150年ころまでに消費エネルギー総量を30～40%ほどカットできれば、現在に対して不足する基本エネルギー消費可能量は40～20% $[100 - \{(30 \sim 40) + (30 \sim 40)\}]$ ということになります。この40～20%の不足分は、世界人口の減少で賄わねばならないことになるでしょう。

筆者が理事長を務めていた北海道立総合研究機構の山口幹人博士（現稚内水産試験場調査研究部長）に、2015年時点に推計してもらったデーターを示します。図2は、日本がたどってきた世界先端の少子化の経過を定規とした、世界の特殊出生率（成人女性が生涯に産む子供の数：2.07人で人口が定常的に維持できる）の想定です。図3は、フランスの定常化への努力を参照にした合計特殊出生率の想定です。

合計特殊出生率が2.0を割って1.3～1.4といった値で推移すると、人類は限りなく人口を減らし絶滅してしまうので、ある段階になると出生率を回復する努力（?）、現象が始まります。フランスは一旦1.7近くまで特殊出生率が落ちましたが、その後「0.1人/5年間」といった割合で回復を図り、2.0を超えるようになってきています。

その経過を参照して日本の現在の死亡係数と組み合

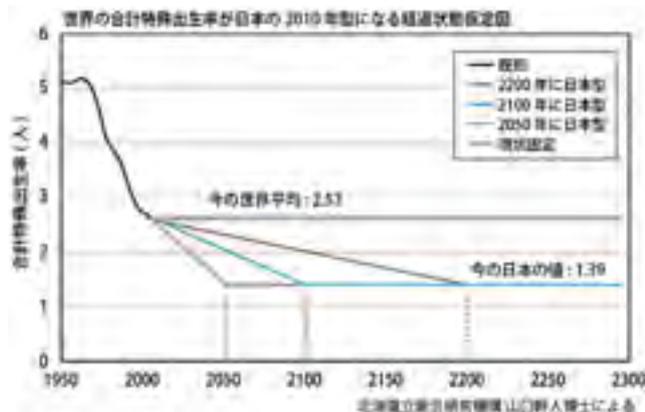


図2 日本の少子化の進行を定規としての世界の合計特殊出生率の遷移想定図

わせ、日本の現在レベルに等しい1.39人から35年かけて、2.07人まで回復させるシナリオを想定し、図3のように特殊出生率が変化すると仮定します。

100億人のピークから地球の収容能力60億人に収れん

現在の70億人の人口に対して、22世紀以降の近代後の新文明社会では、食糧、水、土地の供給量を考えて2100年ころに一旦、100億人強まで過大成長すると想定されます。その後、地球人口極大値から順次間引かれて、2200年（23世紀初頭）ころ、60億人といった安定な人口数に到達し、高齢化社会が解消して老若の年齢分布構造が安定した形になるのではないかと思います。図4のような経過で、地球が維持できると仮定される60億人の静止人口に収れんすると推算出来ます。

過程の数値を用いて、定常化される状態に至るまでの地球人類の年齢別人口分布の推移を推計すると、図5のようになるようです。2200年の年齢別人口分布の形でわかるように、22世紀のおわりころに若年者から高齢者まで偏りのない年齢分布を持った新世界が、新しい文明（後文明社会）とともに訪れそうです。

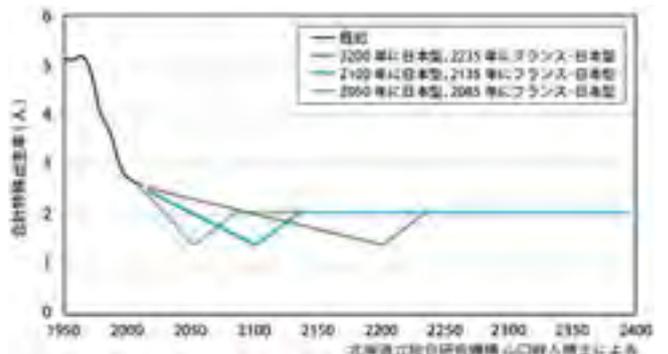


図3 合計特殊出生率の回復をフランス型に進めた場合

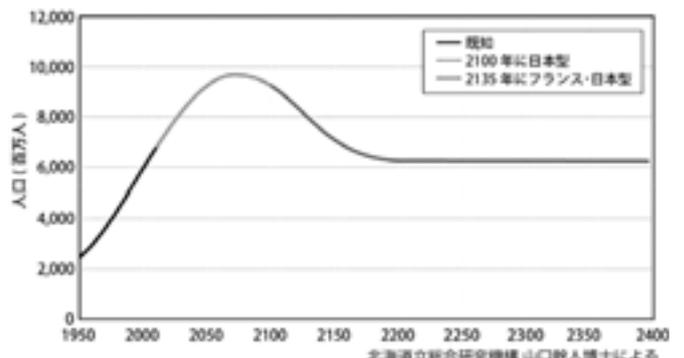


図4 世界人口のピークと後近代の定常化した地球人口のシミュレーション

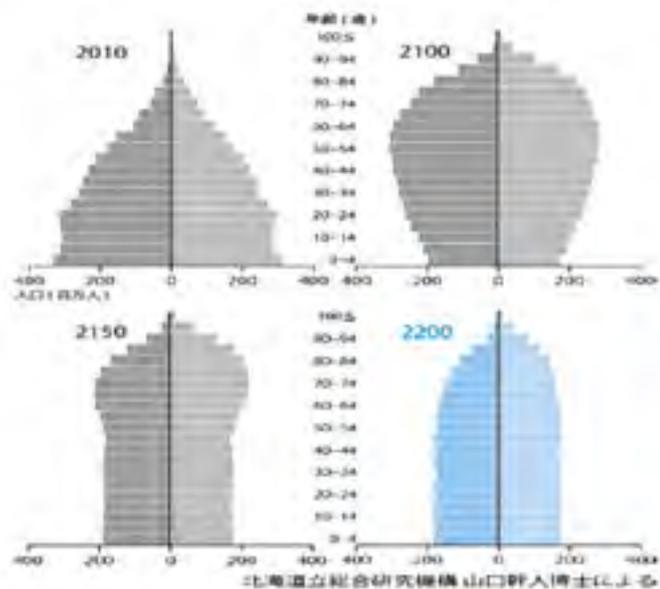


図5 安定した22世紀末の後近代社会の年齢別人口分布

後近代の社会生活・環境パターンを想像してみます

後近代の安定した新文明社会はどのような構造と日常生活パターンを持っているのだろうかを推論してみます。SFの世界ですが、いくつかの条件はすでに与えられているように思います。

①文明を駆動する社会システム用のエネルギーは、現代の12TW（12億kW）の30～40%の再生可能エネルギーだけ（5TW程度）になっている。高度のエネルギーネットワークシステムができていて、最も有効に生産・生活システムが運用されている。海流（大洋）、宇宙空間でのエネルギーシステムが開発され、1,000～2,000年の寿命のある高速増殖炉*1が実用化されて、もう少しエネルギーシステムに余裕が生まれているかもしれない。核融合*2発電の実用化が始まるかもしれない。23世紀文明は違う形に展開するかもしれない。

②人工知能、省エネルギー型の多様なロボットが社会・生産システムの中に組み込まれ、労働・福祉・教育における性差・年齢差・地域差が最小限にまで縮小しているであろう。情報システムのグローバル化によって文明的な意味での地域差が少なくなっているように思う。

③食糧生産と消費については、地球上の気候・地質・風土の差が消し難くあり、相互の安全保障上の大きな問題がまだ十分に解かれてはいないように思う。近代

*1 高速増殖炉

核分裂に伴って発生する高速中性子を利用し、発電しながら消費した以上の燃料を生み出す原子炉。ウランより放射能毒性が高いプルトニウムを使用すること、冷却材の液体金属の取り扱いが難しいことなどから、世界中で実用化には至っていない。

のグローバル化社会の次に来るのは、自立した1つ1つの地域が、情報ネットワークで世界とつながる社会であろう。広域地域圏自立システム（輸送距離を最小にして、地域に社会の代謝システムを分散自立させる）が、近代の都市型文明を継承する核メトロポリスを中心において、都市型の新複合自立社会（地域の集村：コンミュン）と組み合い、世界に直接結ぶネットワーク社会が作られていくように思う。

中世の地域自立型の社会が、情報系で直接に世界の他の広域地域圏とつながります。代謝系としては地域に閉じ、情報系としては世界に直につながる、新文明（後近代文明）の社会（『Closed METABOLISM with Open INFORMATION』）が来るように思います。水と土と風土に規制された食糧と人口の調整を、自律した地域の人の知恵で抑制制御していくことができる、ある大きさが求められます。この大きさこそ、地域の自律性と文明の広域な展開を無理なく整合させる基本になるでしょう。現代に起こっているグローバル化社会の解きえない難民問題の困難を、次の時代にまで引きずるわけにはいきません。

『メトロポリス+メガロポリス』から『エキュメノポリス』世界へ

人々は集積の利益を求めて、小さな集団から次第に集落の集中度・サイズを高め、村落・町から都市・大都市、果ては巨大集積都市域（メガロポリス）を造ってきました。図6は人類が集落を次第に大きくして、文明を発展させた段階を、集団の大きさとの関連で整理した図です。1940年代の早期にギリシャのデキソードス（Konstantinos Doxiadis）によって提示されたEkisticsという概念に基づくもので、集団を構成する人口と、集団が活動する地球上のスケールで整理したものです。5ページの図8に示すように、都市・産業域と生産緑地が、周辺に自然生態系保全域を含む独立の広域地域セットを構成します。このセットが連担して地球上の諸大陸に広く分散配置されるという状態をエキュメノポリス（Ecumenopolis）という形で示しています。デキソードスは、21世紀の末期に人類増加

*2 核融合

水素・ヘリウム・リチウムなどの軽い原子核間の反応で、より重い原子核になること。その際、大きなエネルギーを放出する。

が止まる地球人口の極限状態が現れて、世界人口が200~300(500)億人程度にもなろうかという都市化の到来を述べました。1960年代に核融合が文明を駆動する主エネルギーになるのではないかということを想定しています。

図6、図7に示すように、人が家に集まり、村・町・市となって1,000・1万・10万人の集積を持ち、さらに大都市圏(メトロポリス)となって都市域は100万~1,000万人の人口を持つようになります。この段階に至るまでは、人口の増加につれて同心円状に集積が広がっていきます。世界の大都市を見ても、単純な同心円状の広がりが、半径50km(直径100km)を超えるメトロポリスは無いようです。さらに集積の利益を求める場合には、衛星都市を造り、さらには複数のメトロポリスが連担して線上につながり、メトロポリス帯域(メガロポリス)になっていきます。メトロポリス集合帯域:メガロポリス(人口1,000万~1億人)の誕生です。

単一のメトロポリスから複数のメトロポリス群(メガロポリス)へ

現在の水資源・排水の輸送力や通勤や食料供給・廃棄物管理・処分の自律能力を考えると、基本的に独立して日々の活動を営む都市の寸法は、直径100kmのメトロポリスが限界であろうと思います。筆者は都市の限界代謝半径は近代の輸送システムの持つ適切な物質代謝スケールの限界であろうかと考え、50kmと想定しています。東京、ニューヨーク、ロンドン、パリ、上海などを考えると良いでしょう。この寸法が、都市

が自治体として市民の日々の活動に責任を持てる集積の限界であり、自治体の最大寸法(集積度)であろうと思います。

しかしながら、産業活動を地球規模でさらに強力に進めていこうとすれば、単一のメトロポリスでは未だ集積が不十分です。複数のメトロポリスを群として束ねる集積が求められます。このようにして創られてきた世界最大の巨大産業集積帯が、東京を頭とする日本の太平洋沿岸メガロポリス(千葉・東京・横浜・静岡・名古屋・大阪・神戸・広島・北九州)であり、次に続くアメリカ北東岸メガロポリス(ボストン・ニューヨーク・バルチモア・ワシントン)を大きく引き離して活動してきました。その他の地域にはこのような真のメガロポリス集積地域はできなかったように思います。

太平洋沿岸メガロポリスを産んだ大きなエポックは、1964年、東京オリンピックを期して開業した東海道新幹線です。太平洋沿岸メガロポリスの中核である関東圏と関西圏を日帰りで結びました。新幹線は人間だけしか運びません。その真の価値は、情報を創出できる人間そのものを、日帰り圏で東西に往来させたことです。新情報系を創出(生の人間交流)するという近代世界の大発明でした。

分散したメトロポリスを核とするエキュメノポリス型ネットワーク社会へ

巨大メガロポリスの成功は、日本と北米の特異的な状況です。ある期間であれ本州太平洋沿岸という小さな地域が、世界最強の経済地帯になることができた理由でもあります。次の時代には、分散したメトロポリ



図6 地域と世界とはなんだろう (Ekistics : Doxiadis)

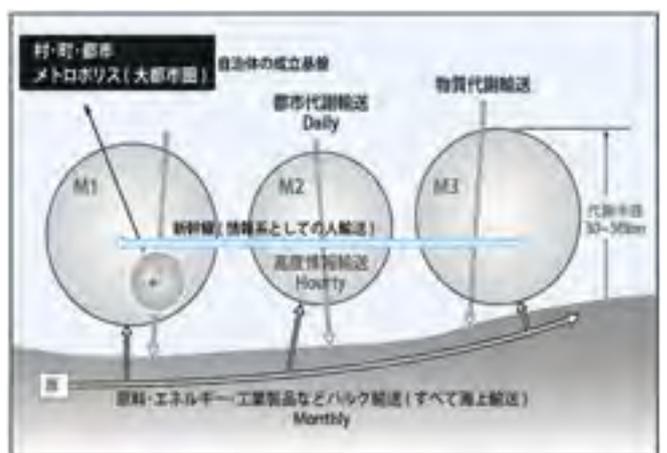


図7 メガロポリス(メトロポリスの連担)

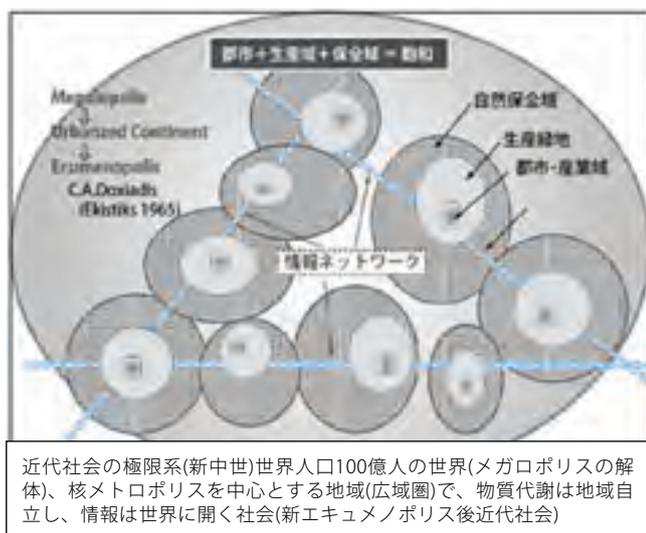


図8 メガロポリスからエキュメノポリスへ

スの中核として、新幹線のような人間情報系とICTによる電子情報系を組み合わせ、エキュメノポリス型ネットワーク社会（後述する）が世界に広がっていくのだと思います。その意味で、日本の太平洋沿岸メガロポリスの確立に大きな役割を果たした新幹線（大都市メトロポリス間高速鉄道）に注目しています。新幹線が、閉じた物質代謝と開かれた情報系を持つ新しい後近代文明の基本単位として、22世紀のエキュメノポリス型世界に意味を持つ交通・情報手段になるかどうかを見守っていきたいと考えます。

デキソードスは、核融合により質の良い使用可能な（低エントロピーの）安定した大量エネルギーが22世紀には手に入ることを前提にして、世界人口200～300（500）億人などを考えたようです。しかし、筆者の現在の理解では、核融合の近未来の実用は難しい。再生可能なグリーン・エネルギーをベースとして50～60億人の安定人口を持続可能な（サステナブル）文明の基礎として考えると、後近代文明を考え始めなければならないのかと思っています。

その場合、図8に示すように、物質代謝は地域文明の中心としてのメトロポリスを核として、周辺の生産

なきうさぎ

- 第1回 東京と東京でない日本 札幌と札幌でない北海道 2018年8月号
- 第2回 諸外国における小規模水道と日本の簡易水道 2018年10月号
- 第3回 北海道立札幌第一高等学校始末記 2018年12月号
- 第4回 近代の終わる時（22世紀の後近代文明へ） 2019年2月号
- 第5回 明日の世界（次の時代：後近代文明）はどんなものになるのだろうか？ 2019年4月号（本号）



図9 環境共生の戦略（人間圏の境界の強化：自然の保全）

緑地、自然生態系保全域をバランスよく配した自立する広域地域を作り上げます。青点線の様なネットワーク情報系を構築して、他地域の広域自立系それぞれと地球全体にわたり高速に直接結ぶことになります。エキュメノポリス型ネットワーク社会です。電子的（ICT）ネットワークは技術の洗練・革新で次々と便利・的確・安全なシステムになっていくことでしょう。

エキュメノポリス型の世界が訪れてくると、図9に示すように人間圏（都市）境界を最大限に固く築くことが求められます。人間圏（特に都市産業域）を自然圏と明確に分離して、都市の諸活動が生態系に及ぼす悪影響を極限にとどめるには、近代と全く異なる手法が必要になります。

環境制御には二つの方法、①徹底的に薄めて地球全体にまき散らす（地球温暖化ガス問題）、②最大限に濃縮して部分空間に閉じ込め長期にわたって管理する（放射能廃棄物処分問題）しかありません。近代文明がこの逃げきれないジレンマに落ち込んでいることをどう直視するのでしょうか。いずれも近代の残した逃れ難い二大極限問題です。

孫の代の子どもたちに何が起こりつつあるか、それがいかに急速に身に迫ってくるかを判ってもらえるようにするのが、この世にもう長くはないであろう86歳の高齢者のせめてもの仕事なのかと改めて思っています。安穩に暮らし消えていくはずの身をも顧みず、余計なことを考え続けてきたモノローグです。多少とも意味がありそうだとお思いでしたら、ご参考に供してください。（了）

