

人口学ライブラリーNo.23 『人口と持続可能な開発』

### 第3章 「成長の限界」からSDGsへ: 人口・開発・資源・環境の 世界システム論(マクロシミュレーション)から考える

Chapter 3: From 'Limits of Growth' to SDGs, Consideration based on  
the **Reexamination of World3 Model** (Macro-Simulation) on Population,  
Development, Resource and Environment

原 俊彦

札幌市立大学 (名誉教授) Toshihiko HARA (Sapporo City University, Professor Emeritus)

【人口学研究会】定例会(第627回) 第1報告

日時:2021年2月20日(日) 14時00分~15時20分 (報告50分 質疑30分)

会場:ZOOM開催

### 【構成】第3章 「成長の限界」からSDGsへ: 人口・ 開発・資源・環境の**世界システム論**(マクロシミュレ ーション)から考える ★ワールドモデル?

はじめに 「成長の限界」からSDGsを考える

第1節「成長の限界」が提示した過去・現在・未来

- (1)ローマクラブ報告とワールドモデル
- (2)World3の基本構造⇒因果関係モデル
- (3)スタンダード・ランにみる『成長の限界』シナリオ1の解説
- (4)「成長の限界」の今日的意義

第2節 **世界システム論**としてワールドモデルの再検討

- (1)人口(出生力・平均寿命)
- (2)開発(工業生産・農業食糧生産・サービス生産)
- (3)資源(再生不能資源)
- (4)環境(残留汚染)
- (5)世界モデルとしての制約

第3節「成長の限界」からSDGsへ

- (1)予測モデルから目標モデルへ
- (2)SDGsにおける人口
- (3)SDGsにおける開発
- (4)SDGsにおける資源
- (5)SDGsにおける環境
- (6)目標モデルとしての制約

おわりに アフターコロナと「持続可能な社会」

参考文献・謝辞

## はじめに「成長の限界」からSDGsを考える ①

SDGsという言葉が、17色のカラフルなアイコンとともに、近年、急速に使われるようになり、その社会的認知が広まりつつある。しかし果たして「持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals = SDGs)」という本来の意味がどこまで理解されているのかという点については、一般はもとより主体的に運動を担う活動家や専門家あるいは研究者も含め、まだまだ進んでいるとはいえないのではないかと。とりわけ「持続可能な開発 (Sustainable Development)」という概念は、反語として「持続可能ではない開発 (Unsustainable Development)」を含意しており、現状のまま推移は明らかに持続可能ではないという、強い危機感に根ざしたものであるといえよう。

このような世界全体が持続可能性の危機に直面しているという認識が広がり始めたのは1970年代中頃からであり、第二次世界大戦後の、爆発的な人口成長と経済成長が資源・環境の両面から問題化し始めた時期であった。とりわけ1972年に刊行されたローマ・クラブ報告『成長の限界 (The Limit to Growth)』は、MITを中心とする研究チームが開発したワールドモデルによる地球全体のマクロシミュレーションをもとに、現状のまま推移すれば人類社会の成長が限界に達する（オーバーシュートする）ことを明示、これを契機に持続可能性の危機としての「成長の限界Limit to Growth」という概念が広まることとなった。

## はじめに「成長の限界」からSDGsを考える ②

この章では、まずローマクラブ報告のベースとなったワールドモデルについて紹介するとともに、それが提示した「成長の限界」の今日的意義を考える。また世界システム論としてワールドモデルを人口、開発、資源、環境の4分野について再検討するとともに、その対比からSDGsについて考察し、「成長の限界」から「持続可能な開発目標」への進化を明らかにする。また「持続可能な社会」の構築に向けコロナ危機を通じ明らかとなってきた課題について検討する。

## 第1節「成長の限界」が提示した過去・現在・未来

---

- (1)ローマクラブ報告とワールドモデル
- (2)World3の基本構造⇒因果関係モデル
- (3)スタンダード・ランにみる『成長の限界』シナリオ1の解説
- (4)「成長の限界」の今日的意義

### (1)ローマクラブ報告とワールドモデル ①

---

『成長の限界 (The Limit to Growth)』は、イタリアのローマで最初の会合を開いたことから「ローマクラブ (Club of Rome)」と命名された民間シンクタンクが1972年に発表した第1回報告書である。ちなみにローマクラブは現在もスイスのヴィンタートゥールにあって活動を続けており、17年後に発表された『限界を超えて (Beyond the Limits)』も含め、これまでに45本を超える報告書を出版している。

「ローマクラブ」設立の契機は、後に創設者・初代会長となったアウレリオ・ペッチェイ (Aurelio Peccei) (当時はイタリア・オリベッティ社の副会長) が1965年にOECDの会合で講演し、そこでスコットランドの科学者で政府の政策アドバイザーでもあったアレキサンダー・キング (Alexander King) と出会い、2人がともに、人類と地球という惑星の長期的未来—「人類が直面する苦境」に寄せる憂慮をともに共有することに気づいたことが発端となったと伝えられている。

---

## (1)ローマクラブ報告とワールドモデル ②

その3年後に開かれたローマでの最初の会合では、今日まで続くローマクラブの目標として「地球規模の長期的展望」「問題状況の概念化」、そして「経済環境、政治、社会など、互いに錯綜する地球規模の問題クラスターの解明」が目指されることになったという (THE CLUB OF ROME 2021)。

さらに正式に発足した1970年の会合にはシステム科学者でMIT教授のJ. フォレスター (Jay Forrester) が参加し、ペッチェイやキングらの問題に直接応えるコンピュータ・シミュレーション・モデルの提供を提案し、デニス・メドウズ、ドネラ・メドウズら、MITの若い助手や大学院生を中心に国際的な研究プロジェクトが発足することとなった。

「われわれは、著名な実業家や政治家、科学者などの集まりであるローマ・クラブから、こうした問題の研究を依頼された。マサチューセッツ工科大学 (MIT) 内に研究プロジェクトを設け、そこで2年間、人口や産業資本、食糧生産、資源の消費、そして汚染などの長期的原因と結果について研究するというものだった。そこでわれわれは、相互に関連しあっているこれらの要素を追跡し、将来予測される進路を明らかにするために「ワールド3」とよばれるコンピュータモデルを考案した。」 (メドウズ・D.H. 他1992 : iii)。

## (1)ローマクラブ報告とワールドモデル ③

ここでいう「ワールド3」こそ、第1回ローマクラブ報告で、マクロシミュレーションを通じ、人類の未来を大胆に描きだし、「成長の限界」という概念を、今日でいうところの、いわゆる「見える化」した「ワールドモデル」である。

この「ワールドモデル」は人々の関心を喚起したが、特にそのスタンダードラン (シナリオ1 : このままで推移した場合) の印象は強烈であり「コンピュータを (が?) 震撼させた未来とは?」「2100年までに大惨事が訪れる—ある研究報告」「科学者による地球破滅の警告」 (メドウズ・D.H. 他1992 : iii) など、センセーショナルな反応を引き起こすこととなった。

## (2) World3の基本構造⇒因果関係モデル ①

ワールドモデル (World3) は、システム科学者でMIT教授のJ.W.フォレスター (Jay Wright Forrester: 1918-2016) が1950年代から開発を進めていたシステム・ダイナミクス (System Dynamics、以下SDと記す) というモデル作成手法に基づくものである。

SDは、対象となる現象を、ストック、フロー、フィードバックループ、テーブル関数、タイムディレイなどからなるサブシステムの複合体としてモデル化し、サブシステム間の相互作用の結果を時間軸に沿って計算することで、システム全体の複雑な動きを記述するものであり、人口成長や経済成長など、指数関数やロジスティック関数的な変動を含む、非線形的な現象や、さらにそれらが複合するような場合、まさにローマクラブ報告が目指したような「経済環境、政治、社会など、互いに錯綜する地球規模の問題クラスターの解明」に、最適の手法であるといえる。

フォレスター自身は、ワールドモデル (World3) の開発者として直接名を連ねていないが、「インダストリアル・ダイナミクス」(Forrester 1961)、「アーバン・ダイナミクス」(Forrester 1969)、そして「ワールド・ダイナミクス」(Forrester 1971) など、彼の一連の研究の成果がワールドモデル (World3) に与えた影響は極めて大きいといえる。

## (2) World3の基本構造⇒因果関係モデル ②

特に「ワールド・ダイナミクス」では、世界全体を1つのシステムとして捉え、人口、食糧、資本投資、食糧生産、自然資源、公害などのサブシステム間の相互作用が「ワールド・モデル (World Model)」として記述されている。World3の原型となるフローチャートやDyanamo (当時のシミュレーション言語) により書かれたプログラムも記載されていて、スタンダードランなどのシステムの複雑な動きも示されている。つまり、World3の基本構造はフォレスターのアイデアに基づくものであるといえる。

実際、World3は、人口セクター、資本セクター、農業セクター、再生不能資源セクター、残留汚染セクターという、5つのセクターからなり、各セクターを中心としたサブ・システム間の相互作用を想定する基本構造となっている。

つまり、この5つのセクターの間には、相互作用という形で因果関係ループが想定されており、この因果関係のループに沿って、各サブ・システムをブレイクダウンし、ストック、フロー、フィードバックループ、テーブル関数、タイムディレイなどからなるサブシステムの複合体としてフローチャート化してそれをコンピュータ・プログラム化するという作業が行われている。

## (2) World3の基本構造⇒因果関係モデル ③

World3の因果関係ループとして、主に次のようなものが想定されている。

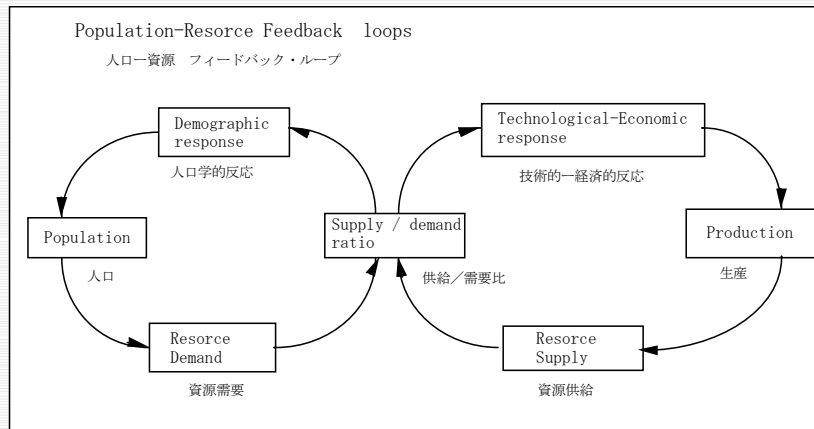
- 1) 人口セクター: 現状のままの人口増加が続けば、世界人口は100億人を超える規模に膨れ上がる。人口規模の増大は食料需要を増大させ、農業セクターの負荷を増大させる。また人口増加は工業生産やサービス生産に対する消費需要を増大させ、資本セクターへの負荷を増大させる。
- 2) 資本セクター: 現状のままの経済成長が続くとすれば、工業生産のための資本投資が増大してゆくと、工業生産に必要なエネルギーや原材料などが増加し、再生不能資源セクターへの負荷が高まる一方、環境汚染が進み残留汚染セクターへの負荷も高まる。
- 3) 農業セクター: 食糧需要の増大にとまらぬ、農耕地の拡大や農業生産性の向上が目指されるが、その結果、土壌侵食が進み再生不能資源セクターへの負荷が高まる一方、環境汚染が進み残留汚染セクターへの負荷も高まる。とりわけ、地球の表面積に占める耕作可能地面積や、風化作用などの自然侵食による耕作可能地の寿命などには上限があり、この上限に近づくにつれ、食糧生産は困難となる。人口増加が進む一方、食糧生産が停滞することにより、1人あたり食糧が減少し、死亡率の上昇や出生率の低下など人口セクターへの負荷が増大する。また、農業セクターへの資本投資が増加するため、資本セクターへの負荷も増大する。

## (2) World3の基本構造⇒因果関係モデル ④

4) 再生不能資源セクター: 基本的に地球上の再生不能資源量は限られており、現状のままの人口増加が続けば、資本セクターにおける工業生産、食糧生産、サービス生産の増大とともに、再生不能資源の残存量は減少する。また、少なくなると埋蔵資源の利用にはさらなる資本投資が必要とされ、資本セクターの負荷が増大し、生産活動の効率が低下。経済成長の持続可能性は危機に瀕する。

5) 残留汚染セクター: 現状のままの人口成長や経済成長が続くとすれば、公害などが発生して環境汚染が深刻化する。その結果、汚染の除去などに対する資本投資が増加し、資本セクターの生産性が低下、工業生産、食糧生産、サービス生産が衰退する。また環境汚染による直接的な健康被害に加え、食糧事情の悪化や健康医療サービスの低下が、死亡率の上昇と出生率の低下を招き、人口増加は止まり、逆に急激な人口減少が始まる。

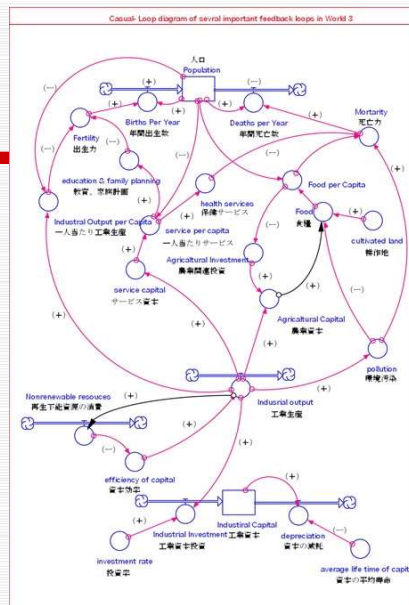
## (2) World3の基本構造⇒因果関係モデル ⑤a



図は本文に合わせてリライトの予定 あるいは、Dynamics p.14 Fig 1-3 Causal-loop of several important loops in World 3

## (2) World3の基本構造 ⇒因果関係モデル⑤b

図は本文に合わせてリライトの予定 あるいは、Dynamics p.14 Fig 1-3 Causal-loop of several important loops in World 3



注：メドウ, 1992, p.143, p.144 及び Medun, 1974, p.14を参考に作成した。

### (3)スタンダード・ランにみる『成長の限界』 ①

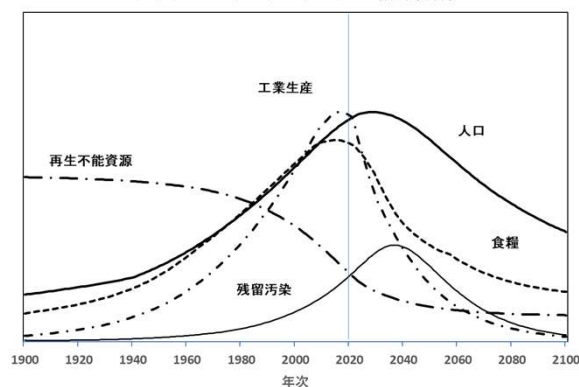
フォレストが考案したシステム・ダイナミクス手法の優れた特性として、作成されたモデルの初期条件やパラメータの設定を変えることにより、様々な仮定に基づくシミュレーションを行い、その結果をシナリオとして提示し、比較することが可能となる。

ここでは、筆者が「成長の限界」と同じWorld3のStella Versionに、その17年後の見直しである「限界を超えて」のWorld3/91における変更(オリジナルとの違いは注で解説)を加味し、シナリオ1のスタンダード・ランを再現した結果を示す。

シナリオ1はモデルをデフォルト設定でシミュレーションした結果であり、人口成長・経済成長がしばらく続いた後、再生可能資源の減少、残留汚染の増加が始まり、やがて人口・経済が『成長の限界』に達し、農業生産の低下、医療保険サービスの低下、死亡率の上昇が起き、急激な人口減少が起きる。その結果、2100年の生活水準は1900年以前のレベルまで悪化する(図1・図2)。

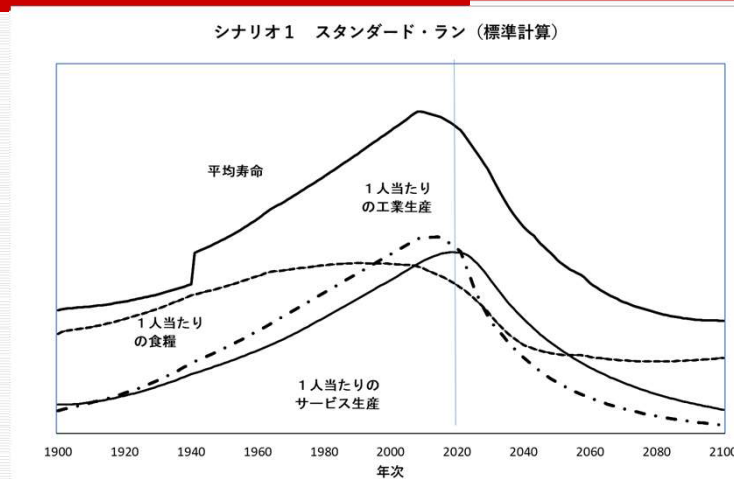
### (3)スタンダード・ランにみる『成長の限界』 ②

シナリオ1 スタンダード・ラン (標準計算)





### (3)スタンダード・ランにみる『成長の限界』 ③



### (4)「成長の限界」の今日的意義

このシナリオ1のスタンダードランは、「無限の成長」などあり得ない、いつか成長は止まるという、誰もが不安に感じながらも、何となく容易には認めたくない、単純で自明の真理をわかり易い形デモンストレーションしている。

とりわけ1960年代の爆発的な人口増加・経済成長の結果、石炭・石油などの化石燃料の消費が増え、スモッグなどの大気汚染が進み、水俣病をはじめとする残留汚染の被害が深刻化する中で、人類社会の持続可能性が危機に直面していることを警告した点に意義があるといえる。しかし、いつ、その「成長の限界」がくるかというタイミングは、モデルの構造や仮定条件により大きく異なるところであり、現代においても持続可能性の危機は続いているともいえる。実際、近年になればなるほど、「成長の限界」は逃げ水のように遠ざかるのではなく、むしろますます近づいているという印象さえ喚起されている。

もっとも発表からわずか2年後に石油ショックが来て、再生不能資源が枯渇し始める衝撃を世界中の人々が実感するというグローバルな事件が起これなければ、今日のSDGsに向かう一連の流れは起きなかったかも知れない。

## 第2節世界システム論としてワールドモデルの再検討

- (1)人口(出生力・平均寿命)
- (2)開発(工業生産・農業食糧生産・サービス生産)
- (3)資源(再生不能資源)
- (4)環境(残留汚染)
- (5)世界モデルとしての制約

フローチャートや式による説明も可能だが、非常に煩雑になるので、どうしようか？迷っている

### (1)人口(出生力・平均寿命) ①

先に示したworld3/91のシナリオ1(図1)における世界人口は、1900年の16億人から指数関数的に増加し、1990年には50億人を超え(限界を超えて p.169)、2023年頃には70億人を超えるが、2028年の77億5140万人をピークに人口減少に入り、2100年には37億7千万人まで減少する。1900年16億人は「成長の限界」の初期値設定に合わせたもので、1990年頃までは「成長の限界」とほぼ同じ値となるが、見直しの効果からか、1990年以降、「成長の限界」より変化が早くなる傾向が見られる。しかし、全体としては、「成長の限界」とほぼ同じ傾向を示している。

このワールドモデルの人口セクターは、1900年から2100年までの200年間にわたり、世界人口の人口転換の推移と今後の展開を示すものと解釈して良いだろう。世界人口白書(国連人口基金2020)によれば 2020年現在の世界人口は77億9500万人で、すでにモデルの値を超えているが、これまでのところ誤差の範囲で推移しているともいえる。

2019年の国連の人口推計(中位)によれば、世界人口の成長率は2020年-2025年の年率0.976%から2095年-2100年の0.043%まで低下して行き、限りなく0成長に近づくものの、総人口は増加を続け、2057年には100億人を超え、2100年には108億8千万人に達するとしている(UN 2019)。しかし、国連のモデルは、社会経済要因や環境などの変動要因を明示的に含むものではなく、過去の趨勢を未来に投影するだけのものであり、今後の展開は未定である。

## (1)人口(出生力・平均寿命) ②

ワールドモデルでは、世界人口は2020年頃まで増加を続けるが $r=0$ を過ぎたあたりから急激な減少に転じる。これは再生不能資源の枯渇、環境汚染の深刻化、耕作可能面積の減少などにより、経済成長を続けることが困難になり、食糧事情が悪化し、健康サービスの低下などの負の影響が強まり、これが普通死亡率(CDR)の上昇、普通出生率(CBR)の低下を招き人口成長率 $r$ がマイナスに転じ( $r<0$ )、人口減少が始まるためである(図3)。

一方、出生力(合計出生率TFRに相当)は、経済成長とともに、生存希望子ども数が低下、バースコントロールの可能性も強くなる。このため、平均寿命が延伸し死亡率の低下が進む限り、出生力も低下してゆく(図4)。基本的には人口転換が完結するところまでは進み、現在の日本が体験しているような少子高齢化から普通死亡率が普通出生率を上回る反転現象が発生する。しかし、さらにそこに食糧事情の悪化、健康サービスの低下などの負の影響が加わり、これが死亡率の持続的な上昇となり人口の激減が起こる(図3)。ただし、出生力が置換水準まで低下すると、希望子ども数が再びに上昇に転じ(注1)、普通出生率は上昇してゆく。最終的には、人口規模、出生率、死亡率とも、1900年の水準か、それ以下となり、世界人口は人口転換の高動揺期(多産多死)に逆戻りすることになる。

### 図3 出生率・死亡率・人口成長率

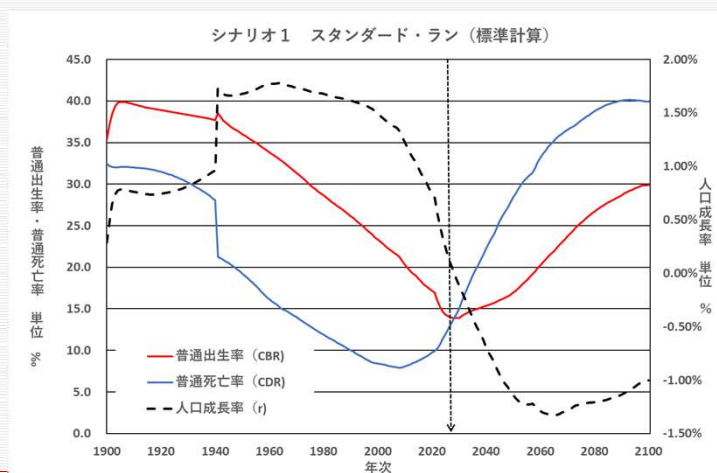
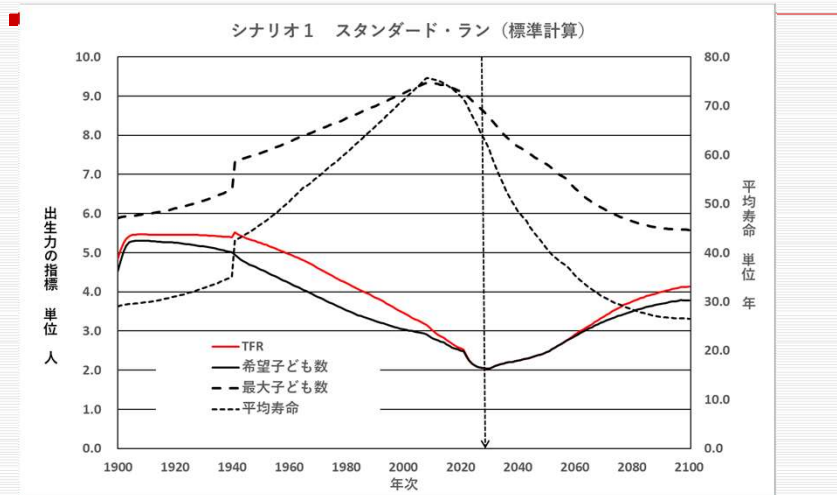


図4 TFR・希望子ども数・最大子ども数・平均寿命



### (1)人口(出生力・平均寿命) ③

なお、負の影響が強まり始めるのは2020年頃なので、今までのところは、国連の人口推計の予測とほぼ同じであり、仮に環境悪化にブレーキが掛かっているとすれば、この終末予想が現実化することも十分考えられる。

注1：ワールドモデルでは、DCFSN (desired Completed Family Size Normal, 希望子ども数の標準値) = 4人という形で、最終的に完結した家族規模の標準子ども数を4人と想定しており、「成長の限界」が書かれた1970年代の世界平均であったかも知れないが、その後、明らかに低下していると考えられ、World 3/91では3.8人に減らされている。

しかし、人口学的観点からみると、環境悪化がなくとも人口減少が始まる可能性は十分あると思われる。ワールドモデルでは、世界は1つのシステムとして捉えられているが、実際には先発国と後発国で人口転換のスピードには差があり、日本などの先発国ではすでに少子高齢化が歯止めなく進行し、出生力は置換水準以下に留まっており、今のところ $r=0$ で均衡する可能性は極めて低い。

これは少子高齢化にともない家族形成のタイミングが高年齢にシフトし(平均出生年齢が30歳とすると)再生産可能期間の妊孕力の60% (15から30歳まで15年間、30歳から50歳まで20年間なので、 $20\text{年間} \div 35\text{年間} = 0.5714$  約60%) ぐらしか実効性がなくなるためである(仮に $NRR=1$ ,  $TFR=2.08$ とすれば、 $2.08 \times 0.6 = 1.188$  約1.20ぐらいで置換水準以下に留まる可能性が高い)。

## (1)人口(出生力・平均寿命) ④

このような超低出生力化に、少子化による生産年齢人口の減少が加わるためCBRの水準が低下する一方、高齢化の進行から高齢人口は増加してゆくため、CDRの上昇は止まらず、両者の乖離が進み、人口の自然減がつづいて行くと考えられる (Hara 2014/2020)。

従って、仮に後発国の人口転換が先発国に追いつくとすれば、人口は一時的に $r=0$ の状態を通過するとしても、以降、先発国と同様に置換水準以下に留まる可能性が高い。つまり、環境悪化を食い止めたとしても、世界全体の急激な人口減少は避けられず、人口は持続可能性の危機に直面すると思う。

## (2)開発(工業生産・農業食糧生産・サービス生産) ①

シナリオ1では、世界の工業生産は1900年の665億ドルから成長を続け、2016年に2兆5382億ドル(初期値の38.17倍)でピークを迎えたのち減少に転じ、最終的には558.6億ドル(同0.84倍)まで低下する。農業食糧生産もほぼ同じ2015年に初期値の7.11倍でピークを迎え、2100年には初期値の1.76倍まで後退する(図1)。

生産力の水準ではなく生活水準という視点から眺めるとすれば、1人あたり工業生産は1900年の41.56ドル(1968年が基準値)からピークの2014年には352.7ドル(初期値の8.5倍)まで達した後、2100年15.0ドル(同0.36倍)まで後退する。同じく1人あたり食糧生産は1900年の269.32kg/人・年(\*穀物相当kg)から1991年の460.9kg/人・年まで(同1.7倍)増加した後、2100年には204.5kg/人・年(同0.76倍)まで減少する。また1人あたりサービス生産も1900年の90ドル/人・年から2019年559.8ドル/人・年(同6.2倍)をピークに2100年の73.1ドル/人・年(同0.81倍)まで低下する(図2)。

このシナリオ1の通りに進行すれば、2020年現在、我々の生産力や生活水準はほぼピークにあり、今後は下り坂で、今世紀末には1900年当時より低い水準まで後退する。2100年の204.5kg/人・年(\*穀物相当kg)は、ワールドモデルが想定する1人あたり生存必要食糧2200Kcal/人・日=年間230kgを下回っており、食糧不足の生活が標準化することを意味する。

## (2) 開発(工業生産・農業食糧生産・サービス生産) ②

開発に関して、ワールドモデルは工業生産・農業生産・サービス生産などを想定しており、教育や医療など人間開発的な要素は扱われていない。また、その中心は産業資本の成長にあり、産業資本の成長が止まり、減退し始めると、工業生産の停滞⇒農業生産・サービス生産への投資の減少という形で、生産力が減衰して行く構造となっている。このためサービス生産は一人あたり工業生産(1人あたりGDP)や総人口などとリンクしている。また農業生産=食糧生産であり、専ら穀物生産と食肉生産、そのベースとなる耕作可能地と土地生産に直接的にリンクしており、あくまで食糧生産の見地から見た農業生産モデルとなっている。また農耕と牧畜以外は捨象されていて、海洋・漁業資源などは含まれていない。単位は穀物相当Kgであり、農業経済的というよりは生態学的アプローチをとっている。

このため経済システムとしての農業・食物生産にとって、重要な貿易や価格など流通関係の要素は含まれていない。その一方、長期的には農耕地の耕作可能面積は土壌浸食により不可逆的に減少する構造になっている。world3の農耕地の平均寿命は6000年と設定されていたが、20年後の見直しでは1000年に短縮され、土壌の悪化が加速しているという認識に立っている。

基本的に国際貿易や国際分業などの要素が脱落しており、現在、深刻さを増しているグローバル化による経済格差の拡大やその効果といった分配の問題は扱われていない。また人口の少子化や高齢化など人口構造の変化が生産・消費・分配に与える影響も扱われていない。

## (3) 資源(再生不能資源) ①

シナリオ1では、世界の再生不能資源は1900年の1兆単位から減衰を続け、2000年には6,893億単位(初期値68.93%)まで減少、2020年には3,827億8千万単位(同38.27%)、2100年 1,520億4千万単位(同15.2%)まで減少する(図1)。

資源については、化石燃料としての石油・石炭を中心に考えられており、再生不能資源という変数名が示すように、資源は使用されれば再生不能であると想定されている。

再生不能資源量は、1人の人間が1年間に使用する資源量を1単位としている。world3では、1970年時点で再生不能資源が枯渇するまで250年しかないと推計されたことから、 $残存量 = 36億人 \times 1単位 \times 250年間 = 9 \times 10^{11}$ とされた。これをもとに1900年から1970年までに消費された量(累積人口増加数)を求めると $1 \times 10^{11}$ 乗となり、これに残りの $9 \times 10^{11}$ 乗を加え、 $1 \times 10^{12}$ 乗という初期値が与えられている。

### (3) 資源(再生不能資源) ②

つまり再生不能資源量=累積人口なので、利用効率に関わりがなく、1900年からの累積人口分だけ再生不能資源量は不可避免的に消滅して行く計算になる。従って、この条件では、人口増加が止まり、静止(安定)化したとしても、1人の人間が1年間で使用する資源量=0にしない限り、時間の経過とともに再生不能資源は0になることは避けられない。このため、SDGsでいう資源エネルギー問題は再生不能資源の枯渇として捉えられており、利用効率の改善より資源の寿命は伸びるが、使えば使っただけ、当初、設定した資源量は必ず枯渇する仕組みとなっている。

このためシナリオ2では、1970年時点で枯渇まで250年という設定を2倍の500年=1900年の初期値を2兆単位にするシミュレーションを行っている。その結果、2000年16,893億(初期値84.5%)、2020年13,556億7千万(同68.1%)、2100年4,310億2千万(同25.5%)と枯渇のスピードは緩やかになり、総人口や工業生産などのピークの時期が遅れ、その分だけレベルも高くなるが、その分だけ、人口や経済の激変は大きくなることが示されている。

### (3) 資源(再生不能資源) ③

SDGsでは、再生不能資源ではなく、再生可能エネルギーの使用普及が目標とされており、この「成長の限界」モデルの運命論的な欠点はカバーされているといえる。

またワールドモデルには政策介入により資源の(再利用も含め)利用効率を向上させ資源の枯渇を遅らせたり、world3/91では、その目標の実現に向け、資本の傾斜配分を自動調整する仕掛けも組み込まれているが、資源やエネルギーコストが決まる需要と供給のメカニズムは入っていない。

実際、化石燃料も含め、あらゆる資源エネルギーコストは需要と供給の関係で決まるので、需要さえシフトすればコストはいくらでも下がる。このため需要が大きくなると開発が進み、結果的に資源の潜在埋蔵量はむしろ増加する傾向にある。さらに近年はCO2削減などの環境コストやリスクも資源エネルギーコストに影響し始めており、このセクターについてはワールドモデルの抜本的な見直しが必要だといえよう。



## (4) 環境(残留汚染)

シナリオ1では、世界の環境(残留汚染)は1900年の2500万単位からゆるやかに増加を続け、経済成長(工業生産の増加)にやや遅れながらも急激に増加し、2034-35年に14億9500万単位(初期値の59.8倍)まで増加するが、再生可能資源の枯渇などから経済(工業生産)が衰退するにつれ減少に転じ、2100年には8200万単位(同3.28倍)まで縮小する。

ワールドモデルの環境(残留汚染)は、1960年-1970年代にかけて深刻化した公害(industrial pollution)が中心であり、「限界を超えて」のあたりでは地球温暖化やCO2s削減などの問題も検討されているが、現在ほど大きくは取り上げられていない。

このこともあり残留汚染の発生は、総人口と1人あたり工業生産に直接リンクする構造になっており、技術進歩により汚染の発生や除去を進めることは可能だが、基本的には総人口や工業生産が増大すれば、残留汚染も増大する仕組みになっている。つまり、このモデルには完全除去やリサイクル化といった技術革新により汚染派生をゼロ化する可能性などは含まれていない。

## (5) 世界モデルとしての制約 ①

システム・ダイナミックスは、論理的な因果連鎖に沿った要因間のダイナミックな相互作用を数値化し時間によって提示する手法であり、仮定条件や政策介入などの設定変更を加えることで、様々なシミュレーション結果やシナリオ(事の成り行き)を示すことができる。

しかし、そのシミュレーション結果がどれほど衝撃的で説得力のあるものであっても、そのこと自体は結果の正しさを証明するものではない。あくまでもモデルの前提や構造が正しいと仮定した場合に、そこから導き出される論理的帰結を数値化し示しているに過ぎない。また確率的要素を含まない「決定論的モデル」であり、シミュレーション結果の通りになる確率(リスク)を数値として示すことはできない。

またモデルの前提や構造は、その時点で利用しうる各分野の英知を集めたものではあるが、当然、専門家の間でも議論の分かれる仮定や推計を含むものであり、また多くの因果関係は実証データではなく論理的推論に基づくテーブル関数により与えられているだけなので、論理的帰結としての妥当性を除けば、結果の現実性は、20年後の『限界を超えて』のように事後的検証を待つしかない。しかもその検証には改めて膨大なデータの収集・蓄積が必要となり、経験的判断の域を出るものではない。



## (5)世界モデルとしての制約 ②

今日的視点から改めてワールドモデルを検討してみると、1950年代から1970年代までの間に経験した急激な人口成長と経済成長が直面した資源・環境問題を巡る危機を克服するためのモデルという限界も散見される。

このモデルでは、再生可能資源は人口が持続的に存在する限り不可逆的に減少する仕組みになっており、たとえ危機を先送りできたとしても、せいぜい2, 300年ほどの見通ししか立たない。つまり、モデル自体が基本的に持続可能性に否定的であり、極めて短期間に「成長の限界」に直面するようにデザインされている。恐らくは当時の切迫した状況がそのようなビジョンを求めたからであろう。しかし、2020年現在、世界の半数以上の国で合計出生率が置換水準を下回り、世界人口の成長率が0に限りなく近づいており、サブサハラを除けば今後の年少人口・生産年齢人口の増加は見込めないというほど高齢化して行く人口状況を踏まえれば、GDSsの諸目標をクリアすることにより、世界の持続可能性が担保され、今以上に明るい未来に繋がることを示すような、新しいワールドモデルが登場しても良いのではと思う。

## (5)世界モデルとしての制約 ③

また、ワールドモデルはその名の通り、まさしく世界モデルであり、世界を1つのシステムとして捉えることにより人類共通の利害を示したが、どの指標を取っても、世界全体の総数か、世界人口1人あたり (Per Capita) の平均値しか示されていない。このため後発国と先進国、圏域・国・地域などの利害・格差などの問題は一切捨象されており、総論としての人類共通の利害についてコンセンサスが成り立つとしても、個々のステークホルダーの利益やその対立は、全く不問に付されている。

実際、ワールドモデルに従って危機を回避するには、人口成長や経済成長を抑制し、再生不能資源の枯渇を防ぎ、持続的汚染を減らさなければならぬが、依然として高い人口成長率と停滞する経済状況にある後発国においては、貧困からの脱出をめざす経済開発が最優先課題であり、出生抑制や環境・自然保護を勧める「ローマクラブ報告」の提言は、先進国クラブのエゴイスティックなビジョンに過ぎないという反発を招くこととなった。

## (5)世界モデルとしての制約 ④

ただ、ワールドモデルがその後の展開に全く役立なかったわけではない。たとえ後発国と先進国の間で利害対立があったとしても、最終的にはやはり人類全体（運命共同体）としての共通利害は明示されており、そのためにはどのような指標の改善や政策課題があるか、その解決の道を探さねばならないという点について、共通のスタートラインが用意されたことは間違いない。

## 第3節「成長の限界」からSDGsへ

- (1) 予測モデルから目標モデルへ
- (2) SDGsにおける人口
- (3) SDGsにおける開発
- (4) SDGsにおける資源
- (5) SDGsにおける環境
- (6) 目標モデルとしての制約

## (1) 予測モデルから目標モデルへ ①

今日からみれば、「成長の限界」は、第二次世界大戦後の世界が1950年代から1970年代までの間に経験した人口と経済の急速な成長（日本では高度成長期）をそのまま続ければ、再生不能資源の枯渇と残留汚染の蓄積が急速に進み、地球（の資源や汚染許容度）が有限である限り、遠からず人類社会は存亡の危機に瀕するという衝撃的予測であった。ワールドモデルは、その予測をコンピュータ・シミュレーションという斬新な形で提示したが、この予測モデルの構造や「成長の限界」という考え方に対しては、発表当初（筆者は学生）から様々な異論・反論があった。しかし、その後、タイミングを合わせたかのように第一次・第二次石油ショック（1973年・1978年）が起き、世界的な原油不足と価格の高騰が生じ、ワールドモデルが予測したエネルギー資源危機が目に見える形で示されることとなった。おそらく、このような事件がなければ、人類社会の『成長の限界』という問題が自明なこととして、今日まで普遍性を持って受け入れられることはなかったと思う。

## (1) 予測モデルから目標モデルへ ②

しかし、人類が『成長の限界』に直面しつつあるという問題状況についてはコンセンサスが得られたとしても、この予測モデル自体は、仮定条件や政策介入などの設定変更に沿って様々な結果やシナリオの可能性を示すだけであり、具体的に、どのような体制の下で、どのような規制を作り、危機を回避（先送り）するかは、世界各国の思惑と議論に委ねられるしかなかった。

つまり、ワールドモデルは、ローマクラブが目標とした「地球規模の長期的展望」「問題状況の概念化」、そして「経済環境、政治、社会など、互いに錯綜する地球規模の問題クラスターの解明」という点では機能したが、予測モデルとしては非常にラフなものであり、実際の政策や政策的議論を進めるには、錯綜する地球規模の問題クラスターごとに、より実証的で精度の高い個別の予測モデルの開発が必要とされた。しかし、そのような高度な予測モデルの開発には、各分野における専門的知識と複雑な議論が必要とされた。このため、この種の予測モデルが人々の直感的理解に訴えることは難しくなり、多くの人々にとって、予測モデルは、専門的なブラックボックスとなり、その予測自体を信じるか、信じないかの、いずれかしかないものとなっていった。

## (1) 予測モデルから目標モデルへ ③

その一方、ワールドモデルは、人口、食糧、資本投資、食糧生産、自然資源、公害などに関する地球の現状や将来の状況を、ラフな指標ではあっても、計量的に示すことには成功しており、その後、様々な分野で、指標の元となるデータの整備やデータベース化、あるいは実際の政策や政策的議論に役立つような指標の開発や体系化が進んでいった。

興味深いのは、ローマクラブ報告のワールドモデル開発で人口セクターのデザインを担当したドネラ・メドウス(Donella Meadows)は、1990年に「村の現状報告」(State of the Village Report)と題したエッセイを発表、これが「世界がもし100人の村だったらIf the world were a village of 100 people」として、2001年前後からインターネット上に広まったことである。ドネラ・メドウスのオリジナル・バージョンは世界を1000人の村にたとえて、年齢、人種、宗教、食糧事情、経済、政治、環境などの状況をパーミル(‰)で表現したものである。ワールドモデルでは、必ずしもうまく表現できなかった、地球の現状や将来の状況を、もっと分かりやすく指標化するとともに、ワールドモデルでは捨象されていた格差の問題を明確に示す方法を提案したものといえよう。

## (1) 予測モデルから目標モデルへ ④

また、20年後の見直しとして1992年に出版された「限界を超えて」(p. 126)には、環境問題の解決に触れて、環境悪化の原因を要する、IPATの公式が紹介されている。

$$I (\text{Impact}) = P (\text{Population}) \times A (\text{Affluence}) \times T (\text{Technology})$$

これはIPCC地球温暖化レポートからの引用であるが、ワールドモデルのように複雑な条件ごとに様々なシナリオを提示することなく、環境へのインパクトを減らすには、人口と豊かさをセーブし環境利用技術を向上させる必要があるということを、指標の組み合わせとしてシンプルに数量化する方法が示されている。

## (1) 予測モデルから目標モデルへ ⑦

このように「成長の限界」がワールドモデルという予測モデルをベースしているのに対し、「持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals = SDGs)」は、その名のとおり目標モデルである。すなわち、まず5つのP (問題領域?) として、人間 (People)、地球 (Planet)、繁栄 (Prosperity)、平和 (Peace)、パートナーシップ (Partnership) の理念があり、次に、これらの問題領域の改善に必要とされる、17の目標と、この実現に向けて169のターゲットが示されている。

また「持続可能な開発目標」は、科学的な知見に基づく議論を踏まえたものであるが、その妥当性の根拠は実証データに基づくというよりは、「我々の世界を変革する：持続可能な開発のための2030アジェンダ」(以下、「2030アジェンダ」) で設定され、世界193カ国で承認されたという事実にあるに過ぎない。つまり、この目標モデルは、世界中の大多数の人々がその実現に賛同しうる、最大公約数的な5つの関心領域と17の目標と169のターゲットを並べただけのものであり、2030年までにどの程度まで実現しているについては、ステークホルダーの創意と工夫に委ねられている。

## (1) 予測モデルから目標モデルへ ⑧

事実、蟹江 (2020) は、SDGsの特徴として、(1) ルールのない自由な仕組み (2) 指標の計測可能性 (3) 総合性を挙げている。つまり、目標達成のためのルールづくり (合意形成、協定締結、禁止など) は他の国際機関などに任せ、SDGs自体はステークホルダーの創意と工夫に任せることにより、現状では実現が難しい目標もクリアされる可能性を開いておくという創発的な目標モデルである。そのかわり、目標ベースのガバナンスをとるため、目標を計測可能な指標で定義し、その達成度を計測したり、比較したすることが可能となっている。このため指標開発やその評価手法の関する取組みも継続的に行われており、SDSN (SDGインデックスダッシュボード) などの研究機関を通じ、毎年、国別の目標達成状況がランキング形式で測定・提示される仕組みとなっている。総合性について、17目標という数は国際交渉の結果、決まった妥協の産物であるといわれているが、ワールドモデルのような相互の因果関係による取捨選択はなく、逆に部分的に重複したり、競合したり、シナジー効果が働く余地も多く、結果的には、現在と未来の社会に関わる広範な目標が集められている。

## (2)SDGsにおける人口 ①

外務省の「SDGグローバル指標(SDG Indicators)」というサイトをチェックしても、人口に直接関係しそうな目標やターゲットはわずかしかない(表1)。その大部分は、【目標3:すべての人に健康と福祉】と【目標5:ジェンダー平等を実現しよう】にかたまっており、主としてリプロダクティブ・ライツ・ヘルツの実現に係わるもので、妊産婦死亡率、15歳未満児死亡率、新生児死亡率などの死亡率指標や家族計画の実施率、15歳未満出生率など出生関連指標が、また再生産に係わる女性の自己決定権を守るという観点からは、15歳未満、18歳未満で結婚又はパートナーを得た20~24歳の女性の割合や性的関係、避妊、リプロダクティブ・ヘルスケアについて自分で意思決定を行うことのできる15歳~49歳の女性の割合などが取り上げられている。さらに【目標10:人や国の不平等をなくそう】のターゲット7では、計画に基づき良く管理された移民政策の実施が目ざされており、移住コストが移住後の所得に占める割合や適正な移民政策を持つ国の数など、国際人口移動に係わる指標も見受けられる。また【目標11:住み続けられるまちづくりを】のターゲット3では、地域の持続可能性の指標として、人口増加率と土地利用率の比率や市民社会が直接参加する仕組みがある都市の割合が挙げられている。しかし、いずれも、それぞれの目標とそのターゲットとの関連で、たまたま人口に関わる指標が挙げられているだけであり、ワールドモデルのように、世界人口の規模や増減自体を問題とするものではない。

## 表1 SDGsにおける人口関係指標 ②

【目標3:すべての人に健康と福祉】  
・ターゲット1:2030年までに、世界の妊産婦の死亡率を出生10万人当たり70人未満に削減する。指標①妊産婦死亡率  
・ターゲット2:全ての国が新生児死亡率を少なくとも出生1,000件中12件以下まで減らし、5歳以下死亡率を少なくとも出生1,000件中25件以下まで減らすことを目指し、2030年までに、新生児及び5歳未満児の予防可能な死亡を根絶する。  
指標①15歳未満児死亡率②新生児死亡率  
・ターゲット7:2030年までに、家族計画、情報・教育及び性と生殖に関する健康の国家戦略・計画への組み入れを含む、性と生殖に関する保健サービスを全ての人が利用できるようにする。指標①近代的手法によって、家族計画についての自らの要望が満たされている出産可能年齢(15~49歳)にある女性の割合②女性1,000人当たりの青年期(10~14歳;15~19歳)の出生率  
【目標5:ジェンダー平等を実現しよう】  
・ターゲット3:未成年者の結婚、早期結婚、強制結婚及び女性器切除など、あらゆる有害な慣行を撤廃する。指標①15歳未満、18歳未満で結婚又はパートナーを得た20~24歳の女性の割合②女性性器切除を受けた15歳~49歳の少女や女性の割合(年齢別)  
・ターゲット6:国際人口・開発会議(ICPD)の行動計画及び北京行動綱領、並びにこれらの検証会議の成果文書に従い、性と生殖に関する健康及び権利への普遍的アクセスを確保する。指標①性的関係、避妊、リプロダクティブ・ヘルスケアについて、自分で意思決定を行うことのできる15歳~49歳の女性の割合②15歳以上の女性及び男性に対し、セクシュアル/リプロダクティブ・ヘルスケア、情報、教育を保障する法律や規定を有する国の数  
【目標10:人や国の不平等をなくそう】  
・ターゲット7:計画に基づき良く管理された移民政策の実施などを通じて、秩序のとれた、安全で規則的かつ責任ある移住や流動性を促進する。指標①従業者が移住先の国で稼いだ月収に占める、その従業者が移住先の国で仕事を果たすに当たって(自ら)負担した費用の割合②秩序のとれた、安全で規則的かつ責任ある移住や流動性を促進する移住政策を持つ国の数  
【目標11:住み続けられるまちづくりを】  
・ターゲット3:2030年までに、包摂的かつ持続可能な都市化を促進し、全ての国々の参加型、包摂的かつ持続可能な人間居住計画・管理の能力を強化する。指標①人口増加率と土地利用率の比率②定期的かつ民主的に運営されている都市計画及び管理に、市民社会が直接参加する仕組みがある都市の割合

表にまとめるか?本文の記述で済みますか?他の章で表があれば、そちらを利用する?

## (2)SDGsにおける人口 ③

しかしながら、SDGsの5つの関心領域と17の目標と169のターゲットとさらに多くのグローバル指標という目標システムと人口との間には、かなり明確な関係があるように思われる。

SDGsのグローバル指標総合得点 (Sustainable Development Report Dashboards 2019) のランキングリスト (表2) の最上位はデンマークの85.2点であり、最下位は中央アフリカの39点であるが、そのうち最上位から20位までは先進国 (大部分はヨーロッパ諸国) であるのに対し、最下位から20位まではサブサハラ・アフリカ諸国で示されており、世界地図 (図5) でみると、この総合得点の分布が極めて不均等であることが理解できる。

このグローバル指標総合得点と平均寿命を散布図 (図6) にすれば明らかのように、両者の間には、強い正の相関 ( $y = 1.1713x - 18.415$ ,  $R^2 = 0.8193$ ) があり、平均寿命が短い国ほど得点は低く、平均寿命が長いほど得点が高くなっていることがわかる。

一方、グローバル指標総合得点と若年出生力の指標である15歳から19歳までの年齢別出生率を散布図 (図7) にすると、両者の間には、明らかな負の相関 ( $y = -0.1842x + 74.916$ ,  $R^2 = 0.5708$ ) があり、若年出生力が高い国ほど得点は低く、若年出生力が低い国ほど得点が高くなる傾向があることがわかる。

## (2)SDGsにおける人口 ④

このような相関は、目標システムの達成の多くが、その国の人口状況を強く反映している可能性を示唆している。すなわち、ランキングの上位に位置する先進国では長寿化が進行する一方、出生力は置換水準を下回り少子高齢化が進んでおり、すでにポスト人口転換期に入っている。

これに対しランキングの下位をしめるサブ・サハラでは、まだ長寿化は十分なレベルに達しておらず、若年出生力の水準も依然高く、まだ人口転換の過程にあるといえる。つまり、人口転換の先発国と後発国の時間的なズレを反映しているとも解釈できよう。

ただ、SDGsでは、そのような解釈や人口政策を全面に出すことは慎重に避けられており、むしろ逆の因果関係が想定されているようであり、理想家族規模2人を推奨した「成長の限界」の世界モデルなどより、コンセンサス形成を図る上では遥かに洗練された目標システムであるといえよう。



## 表2 SDGsのグローバル指標総合得点ランキング ⑤

Table 1 Global Index Score (Sustainable Development Report Dashboards 2019)

Top 20				Bottom 20			
Rank	Country	Region	Score	Rank	Country	Region	Score
1	Denmark	OECD members	85.2	143	Papua New Guinea	Oceania	51.6
2	Sweden	OECD members	85.0	144	Togo	Sub-Saharan Africa	51.6
3	Finland	OECD members	82.8	145	Burundi	Sub-Saharan Africa	51.5
4	France	OECD members	81.5	146	Malawi	Sub-Saharan Africa	51.4
5	Austria	OECD members	81.1	147	Sudan	Sub-Saharan Africa	51.4
6	Germany	OECD members	81.1	148	Djibouti	Sub-Saharan Africa	51.4
7	Czech Republic	OECD members	80.7	149	Angola	Sub-Saharan Africa	51.3
8	Norway	OECD members	80.7	150	Lesotho	Sub-Saharan Africa	50.9
9	Netherlands	OECD members	80.4	151	Benin	Sub-Saharan Africa	50.9
10	Estonia	OECD members	80.2	152	Mali	Sub-Saharan Africa	50.2
11	New Zealand	OECD members	79.5	153	Afghanistan	Eastern Europe and Central Asia	49.6
12	Slovenia	OECD members	79.4	154	Niger	Sub-Saharan Africa	49.4
13	United Kingdom	OECD members	79.4	155	Sierra Leone	Sub-Saharan Africa	49.2
14	Iceland	OECD members	79.2	156	Haiti	Latin America and the Caribbean	48.4
15	Japan	OECD members	78.9	157	Liberia	Sub-Saharan Africa	48.2
16	Belgium	OECD members	78.9	158	Madagascar	Sub-Saharan Africa	46.7
17	Switzerland	OECD members	78.8	159	Nigeria	Sub-Saharan Africa	46.4
18	Korea, Rep.	OECD members	78.3	160	Democratic Republic	Sub-Saharan Africa	44.9
19	Ireland	OECD members	78.2	161	Chad	Sub-Saharan Africa	42.8
20	Canada	OECD members	77.9	162	Central African Republic	Sub-Saharan Africa	39.1

Source :SD GDashboards.2019.

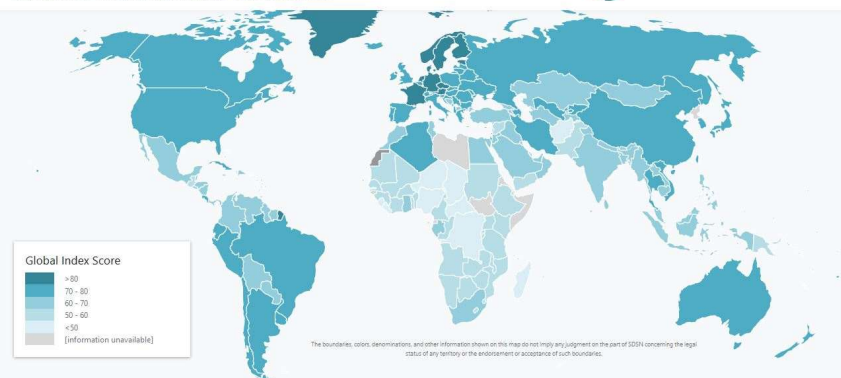
表の割愛、本文の記述で済みますか？他の章に表があれば、そちらを利用する？

## 図5 SDGsのグローバル指標総合得点の分布 ⑥

Sustainable Development Report Dashboards 2019  
Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals



BertelsmannStiftung



表の割愛、本文の記述で済みますか？他の章に表があれば、そちらを利用する？



図6 グローバル指標総合得点と平均寿命の相関 ⑦

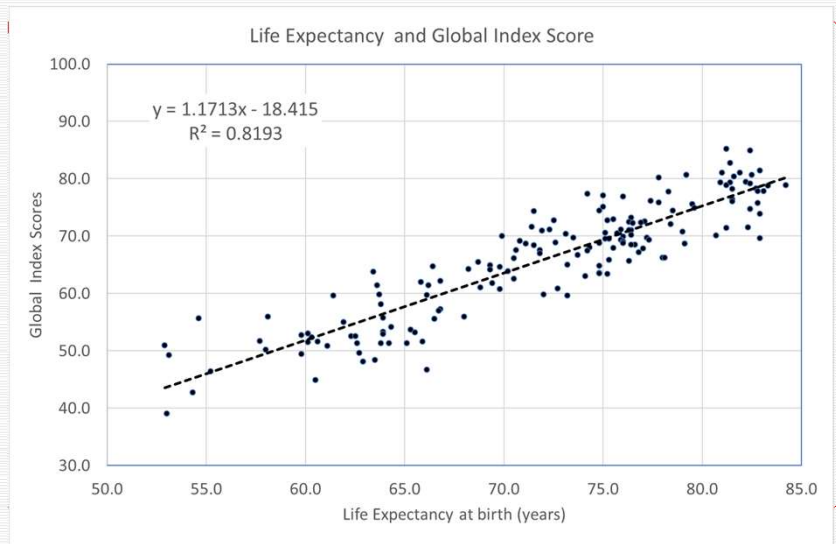
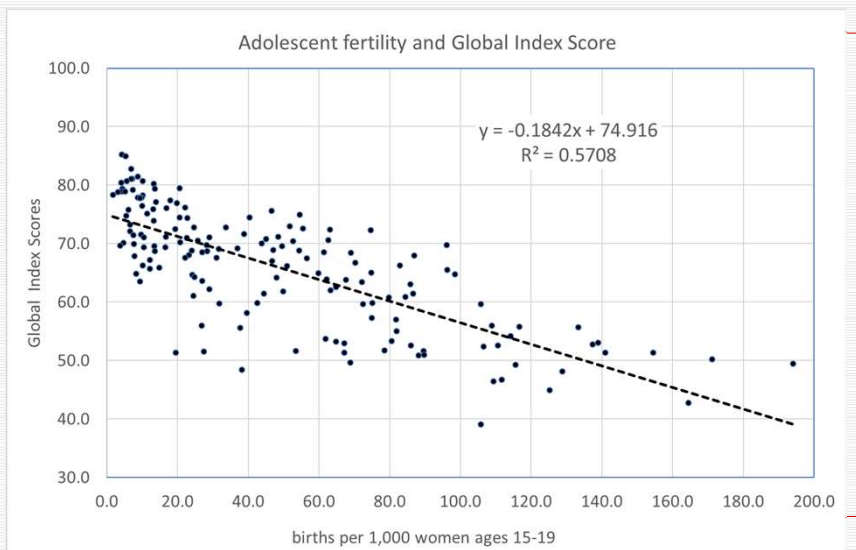


図7 グローバル指標総合得点と平均寿命の相関 ⑧



### (3)SDGsにおける開発 ①

ワールドモデルが開発を工業生産・農業食糧生産・サービス生産といった形で限定的に捉えていたのに対し、SDGsはその名称が示すように、5つの関心領域と17の目標と169のターゲットという目標システム全体が開発と結びついている。

このため【目標2: 飢餓をゼロに】で、食料安全保障及び栄養改善、持続可能な農業の促進など、主に食糧問題の目標が扱われているが、ワールドモデルでは殆ど捨象されていた水産資源の問題が【目標14: 海の豊かさを守ろう】のターゲット7で取り上げられ、漁業、水産養殖及び観光の持続的な利用による経済的便益を増大させることも謳われている。

一方、【目標8: 働きがいも経済成長】では、ターゲット1で「各国の状況に応じて、一人当たり経済成長率を持続させる。特に後発開発途上国は少なくとも年率7%の成長率を保つ。」が打ち出され、グローバル指標として、①一人当たりの実質GDPの年間成長率、②就業者一人当たりの実質GDPの年間成長率など、ワールドモデルとも共通する指標が見られるが、その目標数値は各国の状況に応じて設定されており、秩序ある経済成長を促進する内容となっている。

### (3)SDGsにおける開発 ②

またターゲット4では「世界の消費と生産における資源効率を漸進的に改善させ、経済成長と環境悪化の分断を図る」とされており、消費と生産の両面から資源効率の問題にアプローチして行くことが示され、①マテリアルフットプリント(MF)、一人当たりMF及びGDP当たりのMFや②天然資源等消費量(DMC)、一人当たりのDMC及びGDP当たりのDMCが、達成指標として掲げられているが、この2つの指標は、【目標12: つくる責任つかう責任】のターゲット2「天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成する」と全く同じであり、労働の質や賃金格差の問題や、製造責任・消費責任に踏み込んだ内容となっている。

【目標4: 質の高い教育をみんなに】ではグローバル指標として、様々な教育指標や技術的・職業的スキルの普及、ICTスキルを有する若者や成人の割合(スキルのタイプ別)などが示されており、開発問題を生産・消費という狭い視点からだけでなく、人間開発の問題として捉えている。

【10: 人や国の不平等をなくそう】では、各国内及び各国間の不平等を是正することが目ざされ、ターゲット1で「各国の所得下位40%の所得成長率について、国内平均を上回る数値を漸進的に達成し、持続させる」として①消費支出(平均)②消費支出(年収階級下位40%)③可処分所得(平均)④可処分所得(年収階級下位40%)などのグローバル指標が示されており、「世界モデル」としてのワールドモデルが扱わなかった、地域間格差やその是正が目ざされている。

## (4)SDGsにおける資源 ①

すでに述べたようにワールドモデルにおける資源は、化石燃料としての石油・石炭を中心に考えられており、基本的に資源は使用されれば再生不能となると想定されている。このため1人の人間が1年間で使用する資源量 = 0 にしない限り、いずれは時間の経過とともに0になることは避けられない運命にあった。

しかし、SDGsでは、再生不能資源の効率的使用というよりは、再生可能エネルギーの使用普及や資源のリサイクル化が目標とされ、この「成長の限界」モデルの運命論的な欠点がカバーされているといえる。厳密には地球を閉鎖系（有限の空間）と考えればエントロピーの増大は避けられず、いつかは「成長の限界」に達するはずだが、再生可能エネルギーや100%に近い資源リサイクル化が進めば250年や500年で完全に枯渇するようなことはあり得ないと思う。

## (4)SDGsにおける資源 ②

資源も、SDGsの目標システム全体と結びついているが、これは開発・資源・環境を一体のものとして捉えているからに他ならない。

【目標6: 安全な水とトイレをみんなに】は環境問題ともいえるが、大きく地球の自然資源を捉えるのなら、水の惑星の第一の自然資源は他の惑星には存在しない水資源であり、身体の60%が水でできている人類の生存には飲用可能な、清浄な水資源の確保が欠かせない。

この目標のターゲット1では「2030年までに、全ての人々の、安全で安価な飲料水の普遍的かつ平等なアクセスを達成する」とされ、グローバル指標として①a安全に管理された飲料水サービスを利用する人口の割合、①b石けんや水のある手洗い場を利用する人口の割合が示されているが、このような指標の達成が地球全体で達成され長期的にも持続可能とするには、様々な環境、経済、政治（水利権など）などの問題が予想される。しかし、そのような目標の実現をめざすことの意味は極めて大きいのではないかと思う。

【メモ】 実際には水資源を巡る争いは地球規模で深刻化しており、ここでの目標設定は、ある意味で、そのような利害対立を隠蔽しているともいえる。

## (4)SDGsにおける資源 ③

また、水資源という点では【目標14: 海の豊かさを守ろう】で、地球の表面積の約70%を占める海洋についても扱っている。

こちらの方はターゲット1で「2025年までに、海洋ごみや富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する」、ターゲット2で「2020年までに、海洋及び沿岸の生態系に関する重大な悪影響を回避するため、強靱性（レジリエンス）の強化などによる持続的な管理と保護を行い、健全で生産的な海洋を実現するため、海洋及び沿岸の生態系の回復のための取組を行う。」またターゲット3「あらゆるレベルでの科学的協力の促進などを通じて、海洋酸性化の影響を最小限化し、対処する。」ターゲット4として「水産資源を、実現可能な最短期間で少なくとも各資源の生物学的特性によって定められる最大持続生産量のレベルまで回復させるため、2020年までに、漁獲を効果的に規制し、過剰漁業や違法・無報告・無規制（IUU）漁業及び破壊的な漁業慣行を終了し、科学的な管理計画を実施する。」となっており、水資源というよりは、海洋環境や海洋資源の保護といった観点から捉えているが、こちらの方も、様々な環境、経済、政治（経済水域など）的な利害が予想され、その実現は容易ではないと思われる。

## (4)SDGsにおける資源 ④

エネルギーについては【目標7: エネルギーをみんなに そしてクリーンに】のターゲット1で「2030年までに、安価かつ信頼できる現代的エネルギーサービスへの普遍的アクセスを確保する。」とされ、グローバル指標として①電気を受電可能な人口比率②家屋の空気を汚さない燃料や技術に依存している人口比率で、電気の利用が奨励されており、ターゲット2で「2030年までに、世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させる」として、指標として①最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギー比率が示されている。またターゲット3では「2030年までに、世界全体のエネルギー効率の改善率を倍増させる」として、①エネルギー強度（GDP当たりの一次エネルギー：実質GDP（1兆円）あたりの一次エネルギー国内供給量（PJ））が指標とされている。

いずれも枯渇しつつある資源の効率的利用というよりは、環境と経済への積極的効果を見込んでおり、ワールドモデルの資源節約型の省エネ提案より遥かに魅力的・野心的なものとなっている。

## (5)SDGsにおける環境 ①

ワールドモデルの環境（残留汚染）は、1960年－1970年代にかけて深刻化した公害を中心に検討されたものであり、「限界を超えて」のあたりでは地球温暖化やCO2s削減などの問題も検討されているが、モデルに明示的に組み込むところまでは進まなかった。これに対し、SDGsではCO2の増加や地球温暖化が自明の前提となっていると思わる。

このため【目標13：気候変動に具体的な対策を】「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」し、ターゲット1で「全ての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性（レジリエンス）及び適応の能力を強化する」を設定、グローバル指標①10万人当たりの災害による死者数、行方不明者数、直接的負傷者数②仙台防災枠組み2015-2030に沿った国家レベルの防災戦略を採択し実行している国の数③国家防災戦略に沿った地方レベルの防災戦略を採択し実行している地方政府の割合など挙げ、減災のための施策の実施を呼び掛けている。

## (5)SDGsにおける環境 ②

またターゲット2で「気候変動対策を国別の政策、戦略及び計画に盛り込む」ことやターゲット3で「気候変動の緩和、適応、影響軽減及び早期警戒に関する教育、啓発、人的能力及び制度機能を改善する」ことが推奨され、グローバル指標としては、①2020-2025年間に1000億USドルコミットメントを実現するために必要となる1年当たりに投資される総USドル②女性や青年、地方及び社会的に疎外されたコミュニティに焦点を当てることを含め、気候変動関連の効果的な計画策定と管理のための能力を向上させるメカニズムのために、専門的なサポートを受けている後発開発途上国や小島嶼開発途上国の数及び財政、技術、能力構築を含む支援総額などが示されている。

しかし、地球温暖化の元凶とされるCO2の削減を求める直接的な記述は見当たらず【目標7：エネルギーをみんなにそしてクリーンに】の再生可能エネルギーの利用や【目標9：産業と技術革新の基盤をつくろう】における包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進、あるいは【目標15：陸の豊かさを守ろう】における「持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する」などの中に様々な政策が隠されているようで、「CO2の増加と地球温暖化」の因果関係にお懐疑的な人々に配慮したものとなっているといえよう。

## (6) 目標モデルとしての制約 ①

このようにSDGsの目標モデルは、1970年代に登場したワールドモデルの予測モデルとしての制約をはるかに超え、2020年代に相応しい柔軟さと実効性を示している。しかし、その一方、目標モデルとしての制約も抱えており、世界が「成長の限界」の危機を回避し、持続可能な定常状態に向かうためには、なお一層の進化が求められるものと思われる。

この目標モデルは、世界中の大多数の人々がその実現に賛同しうる、最大公約数的な5つの関心領域と17の目標と169のターゲットを並べただけのものである。このため、それらの目標やターゲット、さらにそのターゲットの達成度を測る指標間のリンクはあるものの、その因果関係は解明されていない。確かに前述のSDGsのグローバル指標総合得点のようなものでランキングリストを作成することはできるが、その得点とグローバル指標の評価を意味づけることはできない。

蟹江（2020）がいう「目標ベースのガバナンス」が機能すれば良いが、自国や個々のステークホルダーに有利な指標を中心に国際的な点取り合戦となり、指標上は2030年までに一定程度の目標達成がなされたとしても、成果を実感するにはほど遠い結果となる可能性も危惧される。

## (6) 目標モデルとしての制約 ②

とりわけ、総合指標と人口状況との関係において指摘したように、SDGsの目標モデルの総合評価は人口転換の先発国ほど容易となる一方、人口転換の後発国ほど不利になる傾向がある。これは人口転換の先発国では長寿化が進行する一方、出生力は置換水準を下回り少子高齢化が進んでいること反映したものと考えらる。確かに、これまではそのような人口状況がSDGsの目標に有利に作用してきたかもしれない。

しかし、人口転換の先発国の少子高齢化が進み、日本のような急激な人口減少が始めると、そのような単純な関係は成り立たなくなる可能性が高い。

つまり、SDGsの目標モデルでは、人口は開発指標の分母（1人当たりの）としてしか意識されておらず、CO2削減など様々な課題の解決に人口増加はマイナスに人口減少はプラスに作用すると単純に仮定されているが、急速に進む人口減少が自然環境や社会基盤などのインフラの荒廃を招くこと、また現在の社会経済システムは基本的に規模のメリットの上に成り立っていること、IoやAIなどの情報技術の発達も巨大な需要＝情報資源（膨大な個人間の情報活動）に依存していること、EU離脱やトランプ政権時代の自国優先政策、移民排斥が、国際人口移動や国際的な人口分布のシフトに影響を与えるなどの可能性は十分考えられる。

## (6) 目標モデルとしての制約 ③

この点については、従来とは逆に社会・経済・環境などの要因が人口変動に与える影響（従属変数としての人口）ではなく、人口変動が社会・経済・環境に与える影響（主要な独立変数としての人口）を解明し、SDGsの因果関係の分析や指標に組み込んで行く必要があるのではないかと思う。（原2020 \*人口学研究の学会展望）

## おわりに アフターコロナと「持続可能な社会」

2020年に始まったCovid19による世界的なパンデミックの発生⇒今こそ、「持続可能な社会」に向けて本格的なスタートを切るべきだとの意見も見受けられる。

最後にCovid19 との関係を踏まえ、「持続可能な社会」の実現に向けた課題を考える。

- 1) 生きる自由・権利や死ぬ自由・権利
- 2) 移動の自由・権利
- 3) 個人情報の把握と保護
- 4) 有効需要あるいは富の再配分の問題
- 5) 人間と環境の関係（特に免疫システムと社会の関係）

下手をすると、スゴイディストピアとなる危険があるのではないか？

## 参考文献

原 俊彦 (はら としひこ) 札幌市立大学 (名誉教授)  
連絡先 (自宅) : 〒007-0834 札幌市東区北34条東19丁目3-7  
電話 090-2077-6027 E-mail : t.hara@scu.ac.jp, <http://toshi-hara.jp>

- Club Of Rome のポータルサイト <https://www.clubofrome.org/https://www.clubofrome.org/publication/the-limits-to-growth/>  
Forrester, J.W.  
1961. Industrial dynamics. Waltham, MA: Pegasus Communications.  
1968. Principles of Systems, 2nd ed. Pegasus Communications.  
1969. Urban Dynamics. Pegasus Communications.  
1971. World Dynamics. Wright-Allen Press.  
蟹江憲史『SDGs』(2020年8月、中公新書)  
国連人口基金、2021、世界人口白書2020、<https://tokyo.unfpa.org/ja/publication>  
外務省、2021、「SDGグローバル指標(SDG Indicators)」<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/statistics/goal3.html>  
原 俊彦、2020、【学界展望】人口学全般—近年の人口動向と研究課題『人口学研究』(2020.6) 56 : 69-722020/06/03  
DOI:<https://doi.org/10.24454/jps.2003001>  
メドウズ・D.H.他1992「限界を超えて—生きるための選択」、ダイヤモンド社  
United Nations.2019. World Population Prospects: The 2019 revision [Database]. Retrieved from (Note: All projections are based on the UN's Medium Fertility Variant Projections.) <https://population.un.org/wpp/>  
Hara, T. 2014. A Shrinking Society: Post-Demographic Transition in Japan. Series Springer Briefs in Population Studies 2014, VI, 94 p. 20 illus.  
Hara, T. 2020. An Essay on the Principle of Sustainable Population, in Series: SpringerBriefs in Population Studies Subseries: Population Studies of Japan. Springer  
Meadows, Donella H., Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, and William W. Behrens III, et al. 1972. The Limits to Growth. Potomac Associates - Universe Books. [donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf](https://donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf). Accessed 23.04.2019.  
Meadows, D.L., William W. Behrens III, Donella H. Meadows et al. 1974 Dynamics of Growth in a Finite World. Wright Allen Press, New York.  
Sachs, J., Schmidt-Traub, G., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G. (2019): Online database for Sustainable Development Report 2019. New York: Bertelsmann Stiftung and Sustainable Development Solutions Network, <https://www.sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2019/>