

縮減する世界人口と持続可能性への展望

Shrinking World Population and Prospects for Sustainability

1. 国連の人口予測の読み方と限界
2. 人口が減ると何が問題なのか?

原 俊彦 札幌市立大学(名誉教授)

Toshihiko HARA (Prof.emerit. Sapporo City University)

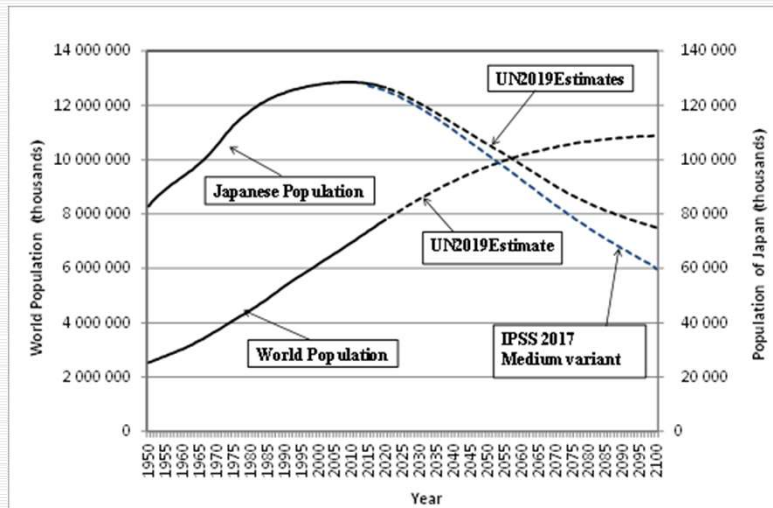
日時: 2021年3月16日(火) 15:30-16:10

場所: 岩波書店 編集部 オンライン開催

1. 国連の人口予測の読み方と限界

- 国連の将来人口推計2019によれば、世界の人口は2019年現在の約77億人から2030年の85億人(11%増)を経て、2050年には97億人(25%増)、最終的には2100年の109億人(40%増加)となり、100億人を超えると予想されている(図1)。
- このため、今後も続く人口増加が地球の生態環境の持続可能性を脅かすのではないかと(Lam2017)という議論がなされている。
- しかし、世界人口の持続可能性という観点に立てば、遥かに多くの課題と未来への展望が開けてくるのではないかと。

図1：増加する世界人口と減少する日本の人口



Increasing World's Population and Decreasing Japan's Population Source: United Nations 2019a/IPSS 2017a/ IPSS 2017b.

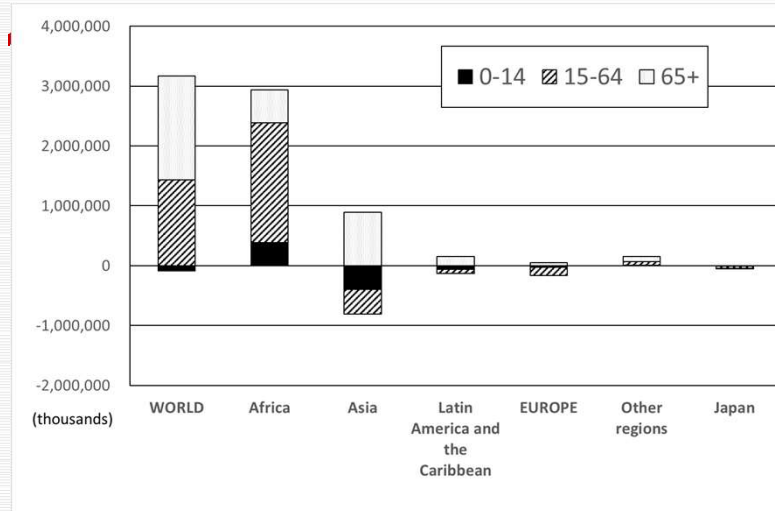
3

1) 今後、増加する31億人の内訳(年齢・地域別)

- しかし、その内訳を年齢別にみると (図2)、
 - 65歳以上の老年人口：17億3千万人
 - 15-64歳の生産年齢人口：14億4千万人
 - 0-14歳の年少人口：8千5百万人の減少
- 地域別にみる (図2) と、
 - サブサハラ・アフリカ：世界全体の人口増加の約80%。生産年齢人口の増加は20億人。2100年には世界全体の生産年齢人口の37.5%を占める
 - アジア：人口は増加するが、老年人口のみであり、生産年齢人口・年少人口は減少する。
 - 他の地域の増減は、世界全体としては限定的である。

4

図2：増加する31億人の内訳（年齢別・地域別）



Sources : projections (2020-2100) in medium variant (United Nations, 2019)

5

2) 多産多死から少産少死に向かう世界人口

- サブサハラ・アフリカを除けば、世界の国々の大半は、「多産多死から少産少死へ」に向かう歴史的な人口転換の最終段階に入っている（図3 a/図3 b）。
- つまり、出生率が置換水準以下になるとともに、平均寿命が延伸し急速に高齢化が進み人口減少に入る（図4 a/図4 b）。
- 日本は1974年以降、晩婚・晩産化によりTFRが置換水準以下となる一方、平均寿命は世界のトップクラスとなり、2008年から人口減少に入っている。冒頭に示した日本の人口の今後の推移は、世界人口の将来を示しているといえる。

6

図3a 歴史的な人口転換の流れ (古典的モデル)

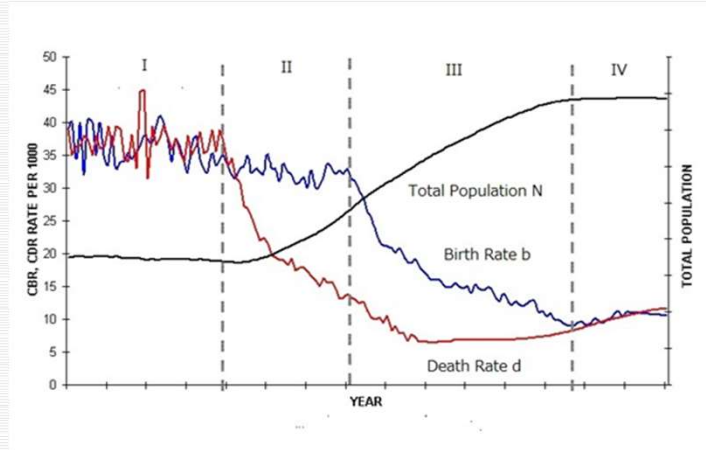
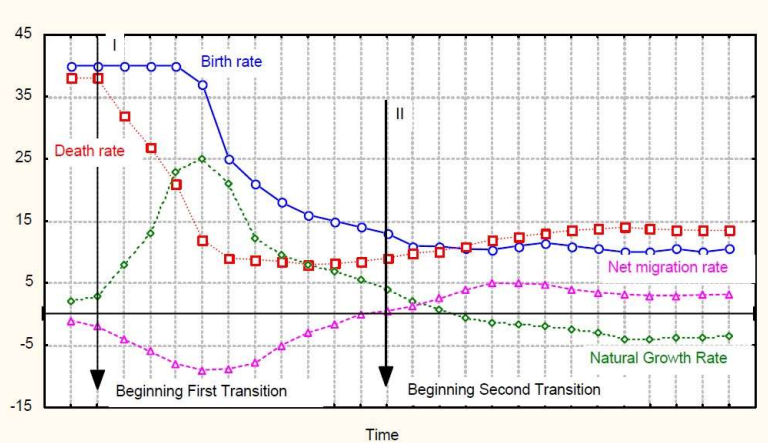


図3b 歴史的な人口転換の流れ (第1 + 第2)



第1と第2の人口転換モデル
出典: van de Kaa 2002.

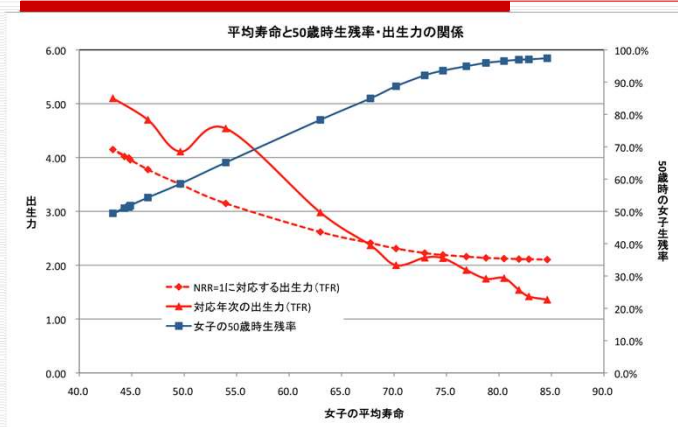
3) 置換水準の合計出生率と純再生産率

- 置換水準の合計出生率(TFR): 出生時性比(通常105で男児が多い)と、女性の死亡確率(再生産期間15-49歳の生残率)で補正した値=人口を再生産するのに必要となる合計出生率(1人の女性が一生の間に産む子ども数) 日本の場合: 2.08人
- 純再生産率(NRR): 上記の考え方で、人口を再生産するのに必要とされる女兒の数。置換水準の合計出生率(TFR)であればNRR=1。
- 例: 日本の合計出生率(TFR) 2019=1.36人。置換水準の 2.08人。1.36 ÷ 2.08=65.4% NRR=0.654. 1世代(30年)あたりの人口減少率=1-0.654=-34.6%。

$$TFR_{\text{at replacement level}} = \left(\frac{1.00}{\text{Reproduction Survival Rate}} \right) * \left(\frac{\text{Sex Ratio at Birth}}{100 + \text{Sex Ratio at Birth}} \right)$$

9

図4a 平均寿命と50歳時生残率・出生力の関係



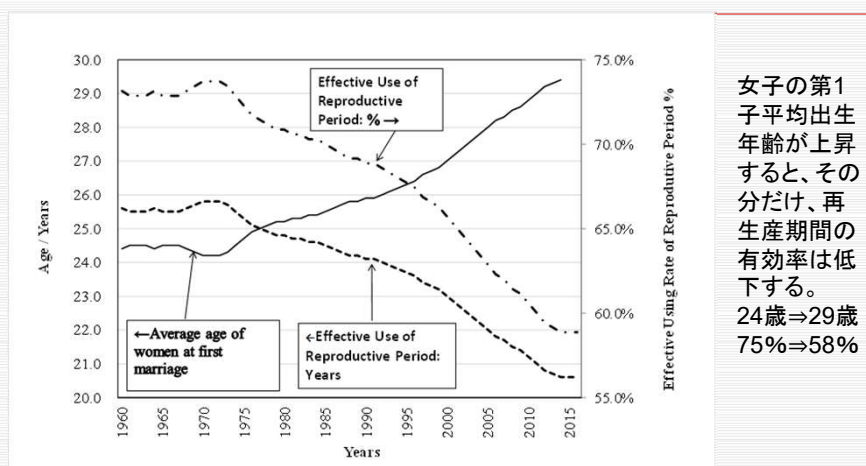
死亡率の低下=平均寿命の延びにより、再生産可能期間の女子の生残率が上昇するので、これに対応した合計出生力(純再生産率=1)は低下する。

歴史的な合計出生力の推移も、これに従う形となっている

しかし、平均寿命が70歳を超えたあたりで、再生産水準を切り低下を続けている。

出典：女子の50歳時生残率は各年の生命表による。再生産水準に対応する合計出生力は、1 ÷ (出生時女児割合 × 50歳時生残率) で求めた。歴史的な合計特殊出生率の推移は国立社会保障・人口問題研究所(2012)「人口統計資料集2012」による。

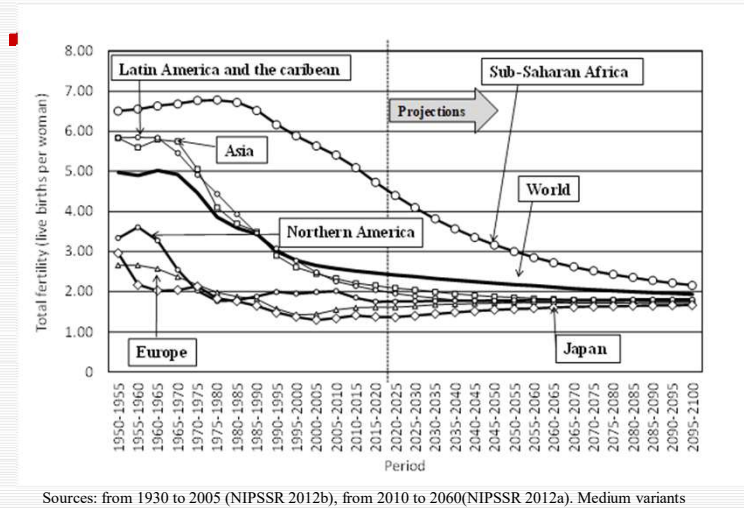
図4b 第1子平均出生年齢と再生産期間の有効率



4) 合計出生率(TFR)の低下

- 世界全体：ピークの5.02（1960-1965）から 2.47（2015-2020）まで低下⇒置換水準の2.08（2065-2070年）、最終的には1.94（2095-2100）（図5）。
- サブサハラ・アフリカ：4.72（2015-2020）⇒2.16（2095-2100）
- アジア：2.15 ⇒1.76
- ラテンアメリカ&カリブ諸国：2.04 ⇒1.77
- ヨーロッパ：1.61⇒1.77、北アメリカ：1.75 ⇒ 1.81
- 日本：1.37 ⇒1.67
- 世界人口の半数以上は合計出生率が置換水準以下の国に住んでいる。（Frejika 2017）。

図5： 合計出生率(TFR)の変化(地域別)



Source: United Nations 2019a.

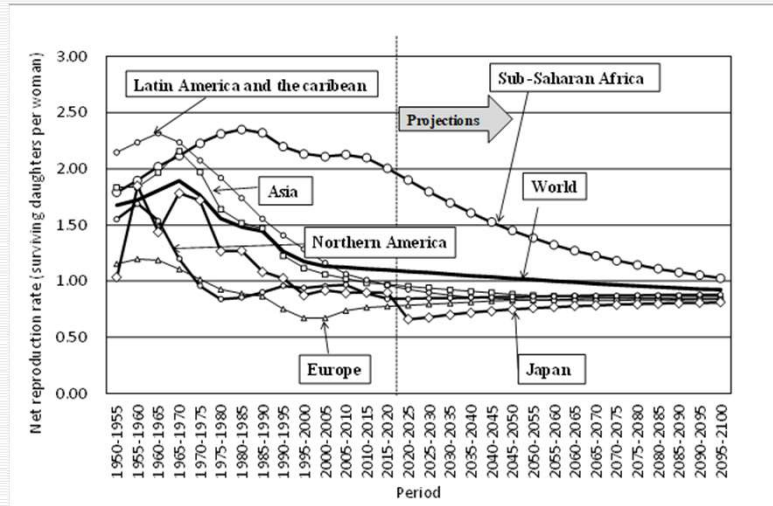
13

5) 純再生産率(NRR)の低下

- 世界全体：ピークの1.92（1965-1970）から 1.10（2015-2020）まで低下⇒置換水準の1.00（2055-2060）、最終的には0.92（2095-2100）まで低下する（図6）。
- サブサハラ・アフリカ：2.00（2015-2020）⇒1.03（2095-2100）
- アジア：0.97 ⇒0.84、
- ラテンアメリカ&カリブ諸国：0.98⇒0.83
- ヨーロッパ：0.78⇒0.86、北アメリカ：0.84⇒0.88
- 日本：0.66 ⇒0.81
- サブサハラ以外は年少人口や生産年齢人口は減少する。先進地域では純再生産率が回復に向かうと仮定している。

14

図6：純再生産率の変化 (NRR)（地域別）



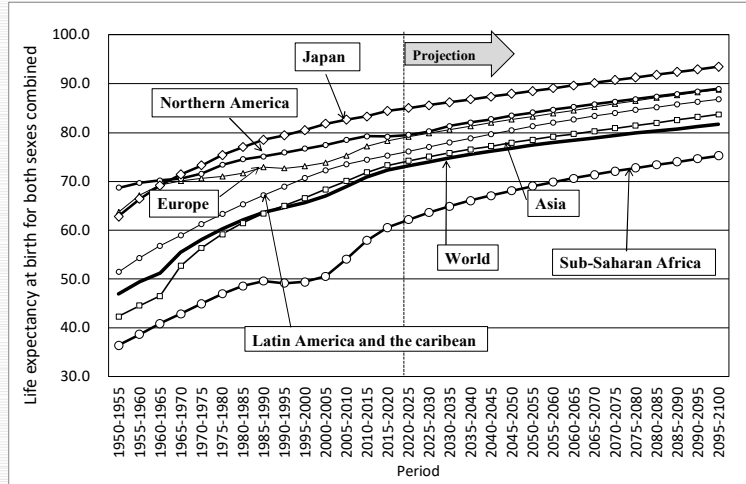
Sources : Estimates (1950-2015) projections (2016-2100) in medium variant (United Nations, 2017) 15

6) 平均寿命の延伸

- 世界全体：47.0歳（1950-55）⇒72.3歳（2015-2020）⇒81.7歳（2095-2100）まで延伸（図7）。
- サブサハラ・アフリカ：36.4歳（1950-55）⇒60.5歳（2015-2020）⇒75.2歳（2095-2100）まで延伸。
- 日本：62.8歳（1950-55）⇒84.4歳（2015-2020）⇒93.5歳（2095-2100）まで延伸。
- 最も平均寿命の延伸が遅れるサブサハラでは、最終的には、現在の先進国に近い水準に達すると仮定している。

16

図5：平均寿命の変化(地域別)



Sources : Estimates (1950-2015) projections (2016-2100) in medium variant (United Nations, 2017) 17

7)世界の人口の地域別構成比の変化(図7)

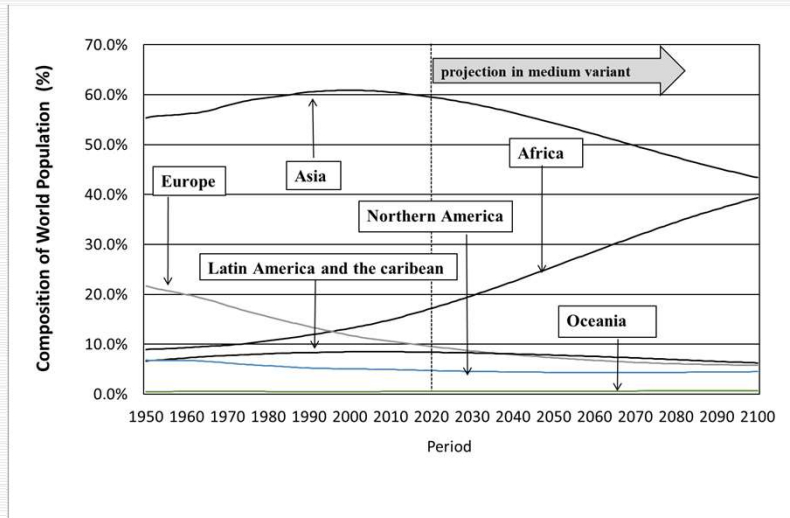
- アフリカ : 17.2% (2020) ⇒ 39.4% (2100)
- アジア : 59.2% (2020) ⇒ 43.4% (2100)
- ヨーロッパ : 9.6% (2020) ⇒ 5.8% (2100)
- ラテンアメリカ・カリブ諸国 : 8.4% (2020) ⇒ 6.3% (2100)
- 北アメリカ : 4.7% (2020) ⇒ 4.5% (2100)
- オセアニア : 0.5% (2020) ⇒ 0.7% (2100)

★人口の構成比から見て、来世紀はアフリカが現在の中国のようになるしかない！

UN 2019	Africa	Asia	Europe	Latin America and the Caribbean	Northern America	Oceania
2020	17.2%	59.5%	9.6%	8.4%	4.7%	0.5%
2100	39.4%	43.4%	5.8%	6.3%	4.5%	0.7%

18

図7：世界人口の構成比の変化(地域別)



Sources : Estimates (1950-2015) projections (2016-2100) in medium variant (United Nations, 2017) 19

8) 国連の将来人口推計2019のシナリオ

1. 2100年までの人口増加の大部分（約80%）はサブサハラ・アフリカで起きると予想されている。
2. この予想は 2015-2020 年現在の同地域の出生率（TFR）が 4.72から 2.16へと、ゆるやかに 低下する一方、平均寿命が60.5 歳から75.2 歳まで延伸すると仮定している。（*先進地域の出生率は置換水準に向けて、ゆるやかに回復）
3. サブサハラ・アフリカが自立的な経済成長を遂げるとともに、世界の生産年齢人口の37.5% がそこで暮らすようになる。

9)別のシナリオ

1. すでに世界経済を牽引する主要地域は、ポスト人口転換期（置換水準以下の合計出生率と急速な人口高齢化⇒人口減少）に突入しつつある。
2. 先進地域からの開発援助の後退・移民受入の拒否⇒サブサハラ地域の政治・経済体制の不安定化・脆弱化⇒サブサハラ地域の人口転換の挫折（死亡率の急激な上昇）
3. 2050年より早い時期に世界人口全体が人口減少入る可能性が高い。

21

10)世界人口の持続可能性

★長期的には、

1. 国連のシナリオ通り2100年頃、世界人口が109億人あたりでレベルオフしても、年齢構造の効果（モーメンタム）の関係で、世界人口は人口減少に入り、30年以上は減少しつづける。
2. また2100年以降であれサブサハラ・アフリカもポスト・人口転換期に入れば、急速な高齢化・人口減少となるので、世界全体が「縮減する社会」となることは避けられない。

22

2.人口が減ると何が問題なのか？

1)縮減する世界が直面する課題

国際的関心は人口増加そのものより、地球温暖化や異常気象・自然災害の発生、CO2削減・再生可能エネルギーの活用など、環境・資源・エネルギー問題やグローバル化にともなう国際的・国内的な経済格差の拡大、EU 離脱や前トランプ政権などの自国優先政策、移民排斥、さらにはIoT (Internet of Things) やAI (artificial intelligence) の普及拡大にともなう労働環境・労働市場の変化などへと向かっており、2001年のミレニアム開発目標 (MDGs) の後を受け2015年の国連サミットで採択された持続可能な開発目標 (SDGs 2030) の達成が注目されている。

しかし、これらの課題が何れも、人口成長が終息に近づき急速に進行し始めた少子高齢・人口減少と密接に関係することはまだ十分に意識されているとはいえ、今後 (手遅れにならないうちに) 解明すべき最重要課題であると考えている

2) 人口転換とSDGs(持続可能な開発目標)

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8)で見ると、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9)にすれば明らかなように、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10)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。

25

図8 SDGsのグローバル指標総合得点の分布

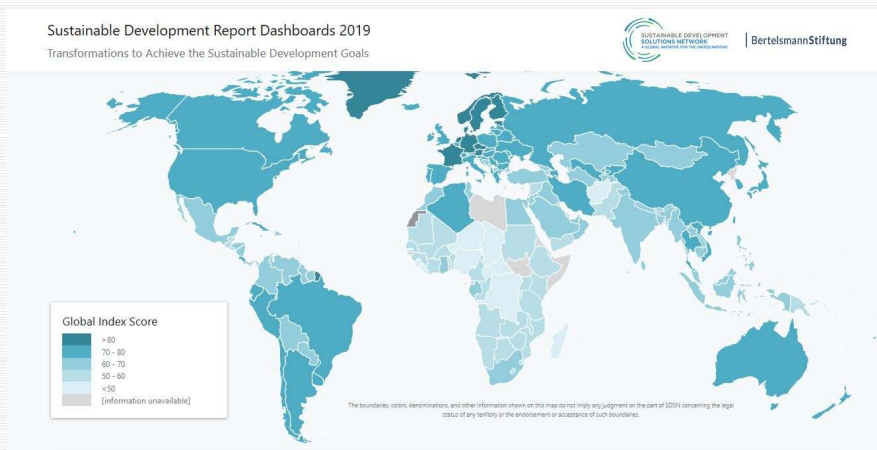


図9 グローバル指標総合得点と平均寿命の相関

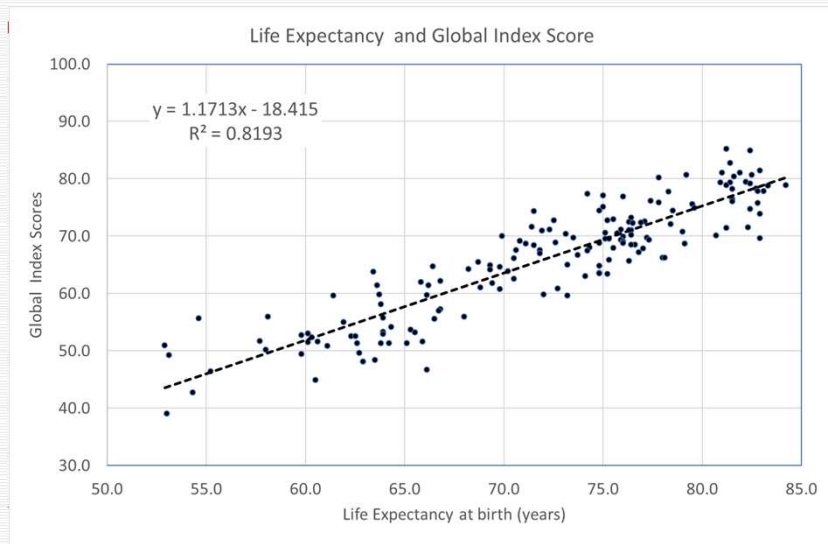
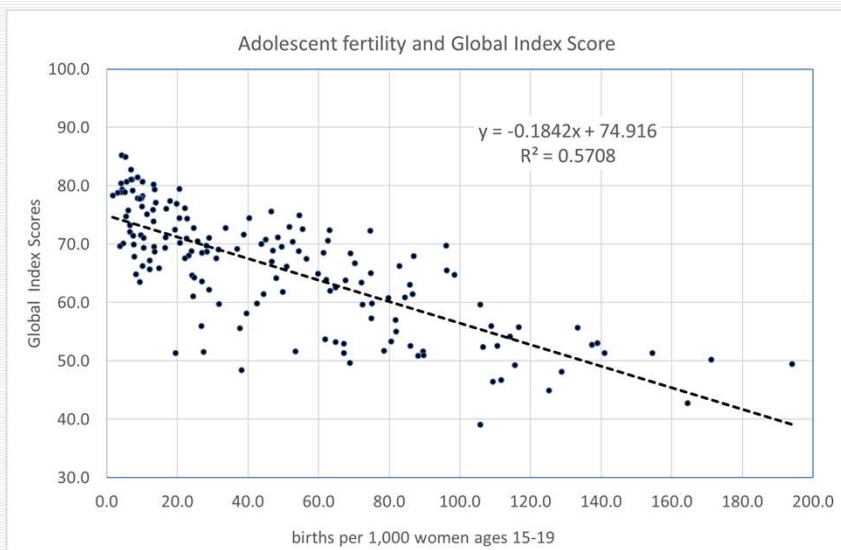


図10 グローバル指標総合得点と平均寿命の相関



3) 縮減する世界では、単純な関係は成り立たなくなるのではないか？

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れる。

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のではないか？

29

4) 人口増加 vs. 人口減少 (図11・12・13)

□ 人口増加 (population increase) $r > 0$

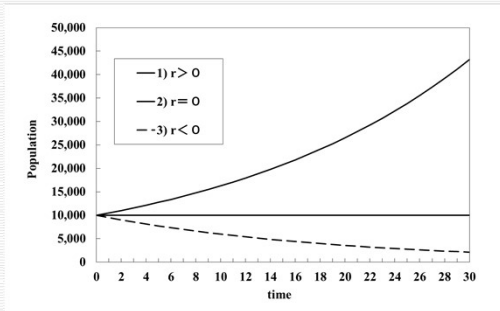
- 指数関数増加 (時間に対し増加が加速)
- 人口爆発 (population explosion) 成長率 $r = +2\%$ 以上で約1世代 (35年) で倍増。
- 成長曲線を描き、成長の限界に漸近 (またオーバーシュート縮減する)。

□ 人口減少 (population decrease) $r < 0$

- 指数関数減少 (時間に対し減少が加速)
- 人口爆縮 (population implosion) 成長率 $r = -2\%$ 以上で約1世代 (35年) で半減。
- 減退曲線を描き、下限に向かい縮減する。

30

図11 指数関数的成長と縮減



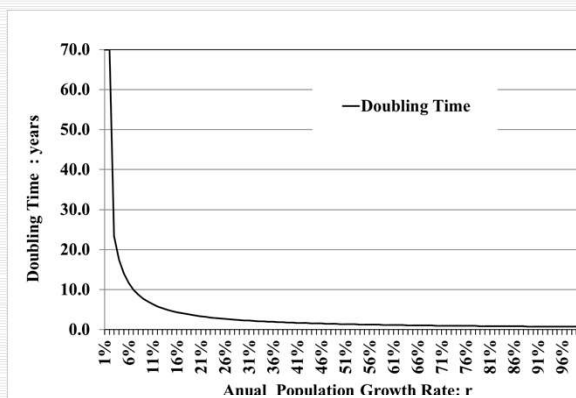
$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$\frac{dN}{dt} = rN$$

- (1) Population increases exponentially (i.e. in a geometrical ratio) if the growth rate is positive ($r > 0$).
- (2) Population is stationary if the growth rate is zero ($r = 0$).
- (3) Population decreases exponentially (i.e. in a geometrical ratio) and reaches a minimum (0) at the infinite position, if the growth rate is negative ($r < 0$).

(Hara 2020)

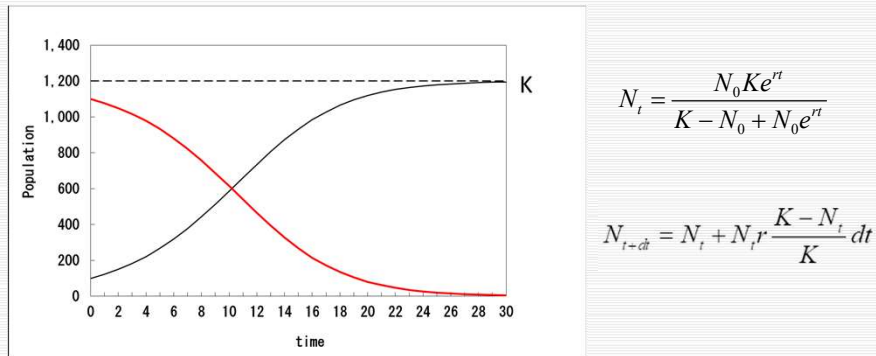
図13 指数関数的成長・縮減のダブリングタイム



$$T_d = \frac{\log(2)}{r} \approx \frac{70}{r \times 100}$$

The doubling time is the same length for a decaying population. In this case, instead of “a doubling time”, the notion of “half-life (halving time)” is applied. The term “half-life” is rarely used in demography but very popular in archeology and atom physics to express a lifetime of the radioisotope. (Hara 2020)

図14 ロジスティック曲線と成長限界



It is difficult to predict the level of K in the case of human beings.
It is because K is not fixed a priori but relatively changed according to the adaptation capacity of the human being. (Hara 2020)

5) 人口が減ると何が問題なのか？

- 社会システムは人口規模に見合う形で発達して来たので、規模が小さくなれば、それに合わせて社会システムも変化させねばならない。
- 人口が増加する場合も様々な問題が発生するが、人口成長自体が社会資本の蓄積・生産の拡大を推進する。このため問題の解決は比較的容易である（パイの拡大・トリクルダウン）
- 人口が減少する場合にも様々な問題が発生するが、人口の縮減自体が社会資本の蓄積を遅らせる一方、社会システムを人口規模の縮減に合わせて再編し続けなければならない。（パイの縮小・吸い上げ）。
- 需要の縮減、コストパフォーマンスの悪化、生産性の上昇＝機械化、労働需要の変化、分配の問題、環境やインフラとの関係、国際人口移動、グローバルな意思決定の問題など

6) 消費需要の縮減・シフト

超高齢人口減少社会には十分な生産力があり、資源・環境上の制約の範囲であれば、消費に必要とされる生産を満たすことは基本的に可能である。しかし、経済の規模は消費需要の大きさに比例する（必要とされないものを生産しても意味がない）ので、人口成長が止まり減少に向えば消費需要は停滞・縮減傾向となる。

また、これまで衣食住にわたり物的消費を拡大してきた「年少人口」や「生産年齢人口」が減少する一方、加齢とともに物的消費は減るが医療・介護などケアの必要性は高まる「老年人口」の割合が4割近くを占めるようになる。

このため消費需要の中心は物的なものから、人の介入を必要とするインターパーソナルなサービスに移行してゆく。

35

7) 労働力需要の縮減・シフト

「生産年齢人口」の縮減とともに、就業して所得を得られる人口が減少する。労働力の不足も起きるが、IoT やAI、ロボットなどで置換可能な領域では物的生産や定形的なオフィスワークを中心に機械化・省力化によるリストラが進む。

しかし、置換不可能なインターパーソナルな生産領域では労働力の不足が深刻化する。この労働力の不足に対応するには、労働力を物的生産領域からインターパーソナルな、人間にしかできない生産領域にシフトしてゆく必要がある。

また雇用形態としては、正規雇用・年功序列賃金・フルタイム就業から、非正規雇用・契約賃金・裁量労働制に移行してゆく。その結果、所得格差が拡大する。

特に生涯所得という点では一部の高所得層と平均以下の低所得層に二極化し中間所得層が縮減してゆく。

36

8) 有効需要の縮減・再分配の問題

このため「生産年齢人口」の大部分で所得水準が低下し、ただでさえ低迷・縮減傾向にある消費需要は、購買力を持つ有効需要にならず、結果的に生産も低迷する。

J.M. ケインズは有名な「雇用、利子、お金の一般理論」（1936）の中で、政府が国債を発行して、これをもとに公共事業を起こし、就業機会を創出して再分配を促し、有効需要を喚起すべきだと、その処方箋を提示した。ただ、この方法では政府は国債という形で累積債務を抱えるので、政策効果が出た段階で増税して国債を償還しない限り（ケインズはそのつもりだったが）やがては財政破綻するという問題が残る。

一方、失業保険、健康保険、年金制度、介護保険制度などの福祉制度も再分配を通じて有効需要を喚起するはずだが、原資は生産年齢人口の所得）に依存するので、その効果には限界がある。

37

9) 自然環境の悪化・脆弱化の進行

人口規模が縮小し人口密度が希薄化するにつれ、それまでの自然環境との関係を再編することが必要になる。すでに過疎地域や都市周辺部あるいは大都市内でも人口の希薄化にともない、生態学的なバランスが崩れ、野生動物の異常繁殖や人間の生活圏への侵入が起きている。

人口減少により生態環境からの一方的撤退がなされた場合、生態環境が元のバランスを回復するとは限らず、むしろ人の生活圏が脱落することにより自然環境が荒廃する可能性が高い。また、そのような荒廃した自然環境では気候変動や異常気象に対する脆弱性が高まる。

少子高齢・人口減少による林業・農業・牧畜生産の衰退、生産地の粗放化による環境崩壊が懸念される。

38

10) インフラの荒廃・縮減・後始末

電気・ガス・水道、道路、バス・鉄道・公共交通、その他、公共サービスなどの生活基盤は人口規模に合わせて整備されてきたが、人口減少が進み人口分布が希薄化すると需要密度が低下し、コストパフォーマンスが悪化、更新・新設が難しくなり、荒廃・縮減してゆく。

更新・新設が困難になるだけでなく、廃止・撤退後の後始末にもコストが掛かり、放置した場合には生態環境の悪化、あるいは自然災害などに対する住環境の脆弱化が進む。

分かりやすい例は、原子力発電所の廃炉問題だろう。原子力発電所の電力価格は需要規模で決まるが、廃炉や廃棄物の最終処分のコストは含まれていない。

39

11) 人口移動と地理的分布の再編

少子高齢化・人口減少のスピードは、地域により異なるが、基本的に人口規模が大きく人口密度の高い地域ほど遅く、人口規模が小さく、人口密度の低い地域ほど急速に進む。

少子高齢化・人口減少が進むにつれ、移動性の高い若い人口が減少し移動数自体は減少するが、持続可能性が失われた地域からの移動（撤退）は増加する。このため、人口の地理的分布の再編が必要なる。

その一方、全体としては分布間の移動距離が大きくなり、日常的な人や物の移動における利便性の確保が不可欠となる。

つまり、ネットワーク全体の相互依存性は高まり、ネットワークからの孤立はライフラインからの遮断を意味し、生存権を脅かされることになる。

40

12) 国際人口移動における問題

先進地域では少子高齢・人口減少が急速に進むとともに、国内の低所得層・貧困層を中心に、非移民系と移民系住民との軋轢が高まり、移民排斥運動や前トランプ大統領のような自国優先政策を打ち出す国が増えて行く。

確かに、現住者（非移民系）の少子高齢・人口減少が進む一方、移民系人口が急速に拡大し、両者の割合は急速に接近し、遠からず、逆転することは避けられない。その結果、現住者（非移民系）が移民排斥に向かう不安感は否定できないが、国際人口移動が止まれば、さらに少子高齢・人口減少が進むことは避けられない。

従って、グローバルな視点から、多国間協定に基づく国際人口移動の計画的推進が必要とされる。

41

13) 社会的コンフリクトの増大

縮減する社会は、様々な再分配問題に直面する。なぜなら、急速に進む少子高齢・人口減少は、様々な社会グループの人口構成を変化させ、利害対立と格差の拡大をもたらす。

それらは、家族を持つ人たちと家族を持たない人たち（後者の増加）、子どもと高齢者（後者の増加）、男性と女性（後者の増加）、現役世代と引退世代（後者の増加）、貧困層と富裕層（両極化）、健康な人と病気の人（両極化）、高学歴層と低学歴層（両極化）、大都市圏と過疎地域（集中と消滅）、移住者と現住者（比率の逆転）など。

基本的には、これまでの分配の仕方を、新しい人口状況に合わせて再分配する方向に社会システムを適応させる以外にない。それに失敗すると、社会的連帯の基盤が崩れ、社会システムは機能しなくなる(Hara 2014: 43).

42

14) グローバルな意思決定の問題

「縮減する社会」では様々な再分配問題が発生するが、その一方、人口減少が進めば進むほど、社会システムのネットワークにおける相互依存関係は緊密化する。

このため、社会的連帯を維持するには、すべての人の基本的人権、生存権、生活権を平等に保障することが必要となる（SGDsの「誰一人取り残さない」という原則は象徴的である）。

基本的に多数決原理は効かなくなり、最低保障（ミニマム・セキュリティ）と全員の同意（あるいは黙認）という形で、社会グループの比率や規模を超えた合意形成が不可欠となる。

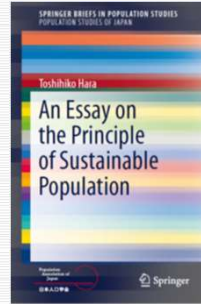
この合意形成は分配の調整にも必要であり、もっとも簡単な解決策は、社会グループごとの調整ではなく、一律、最低保障＋個人の必要性に応じた保障の形になるだろう。

さらに、このような**意思決定にはグローバルな合意形成も必要**となる。

43

参考文献

- Frejka T (2017) Half the world's population reaching below replacement fertility. N-IUSSP.ORG.<http://www.niussp.org/article/half-the-worlds-population-reaching-below-replacement-fertility/?print=pdf>. Accessed 4 Dec 2017
- Hara T (2014) A Shrinking Society: Post-Demographic Transition, in Series: SpringerBriefs in Population Studies Subseries: Population Studies of Japan, (<https://www.springer.com/gp/book/9789811336539>).Springer
- Hara,T(2020) An Essay on the Principle of Sustainable Population, in Series: SpringerBriefs in Population Studies Subseries: Population Studies of Japan, (<https://www.springer.com/gp/book/9789811336539>).Springer
- IPSS (2017) Population statistics of Japan 2017. www.ipss.go.jp/p-info/e/psj2017/PSJ2017.asp. Accessed 19 Dec 2018
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019a) 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/>
- Sustainable Development Report (formerly the SDG Index & Dashboards). 2019. GlobalIndexResults2019. <https://www.sdgindex.org/reports/sustainable-development-report-2019/> Accessed 03 .09.202 .
- Van de Kaa DJ (2002) The idea of a second demographic transition in industrialized countries. In: Paper to be presented at the sixth welfare policy seminar of the national institute of population and social security (NIPSSR), 29 January 2002. Tokyo, Japan. <https://pdfs.semanticscholar.org/17c8/c2c3b43d44747107554926eb289d269c939.pdf>. Accessed 23 Apr 2019



連絡先：原 俊彦（はら としひこ） 札幌市立大学（名誉教授）
（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>
