

2050 年の環境・社会像に係る定量的分析について
 2007 年 4 月 17 日（火曜日）
 国立環境研究所

1. 定量化のための前提条件の設定

モデルを用いて定量化を行うためには、定性的なストーリー（詳細は、本検討会資料 1 を参照）に基づいて、技術や選好、海外との関係について、外生変数を想定する必要がある。ここでは、わが国全体及び以下の各部門について、どのように数値を想定したかを説明する。

なお、ここで示された想定は、シナリオの整理に基づくものであり、検討会を通じてさらに修正、検討が重ねられる。

現時点での部門分割

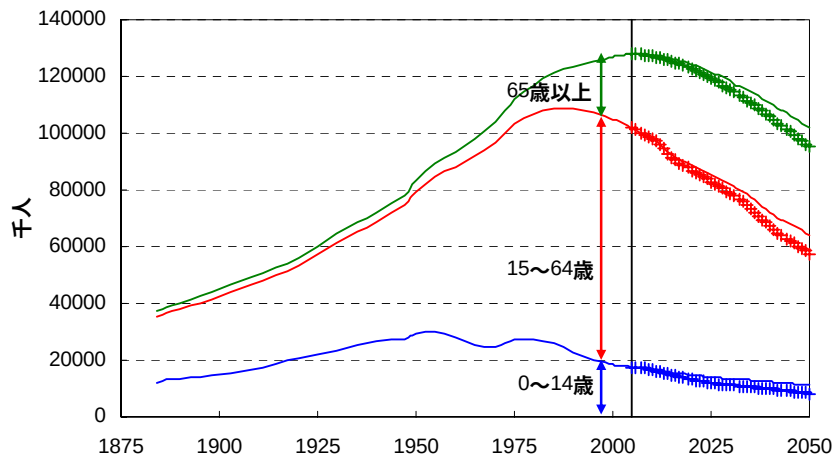
A01	農業	A12	木製品	A23	卸売・小売業
A02	畜産	A13	パルプ・紙・出版・印刷	A24	金融・保険・不動産
A03	林業	A14	化学・プラスチック	A25	運輸
A04	水産業	A15	窯業・土石製品	A26	通信
A05	金属鉱物	A16	金属	A27	公務
A06	非金属鉱物	A17	金属製品・機械	A28	教育・研究
A07	石炭	A18	その他製造業	A29	医療・保健・社会保障・介護
A08	石油	A19	建設業	A30	対事業所サービス
A09	ガス	A20	電力	A31	対個人サービス
A10	食料品	A21	水道業	A32	事務用品・分類不明
A11	繊維	A22	廃棄物処理業		

(1) 人口

① 総人口

シナリオ	記述	2005 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	相対的に多い。	1 億 2729 万人	1 億 195 万人
国家自立志向シナリオ	相対的に少ない。		9515 万人

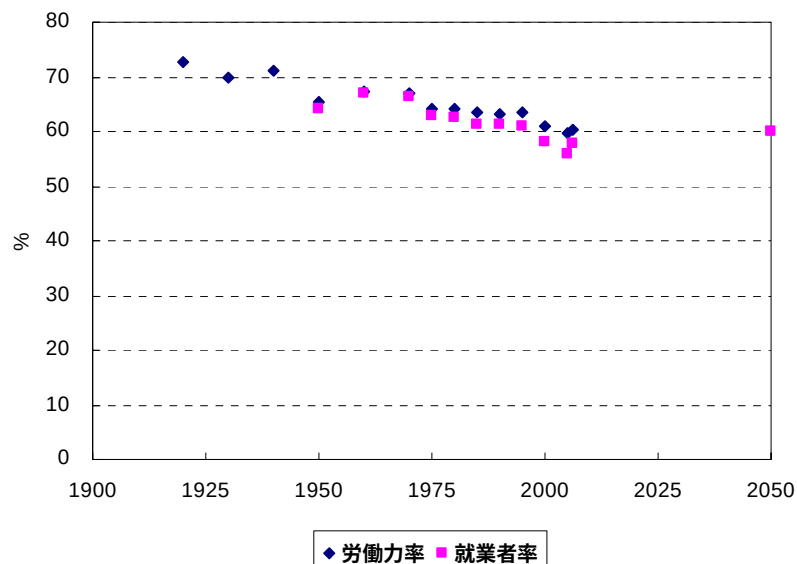
想定：国立社会保障・人口問題研究所の『日本の将来推計人口（平成 18 年 12 月推計）』をもとに、後述の出生率に関する記述から、グローバル志向シナリオとして出生高位(死亡中位)、国家自立志向シナリオとして出生中位(死亡中位)をそれぞれ設定した。



② 就業者数

シナリオ	2005 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	6298 万人	5451 万人
国家自立志向シナリオ	(15 歳以上人口に占める就業者の比率は 58.2%)	5216 万人

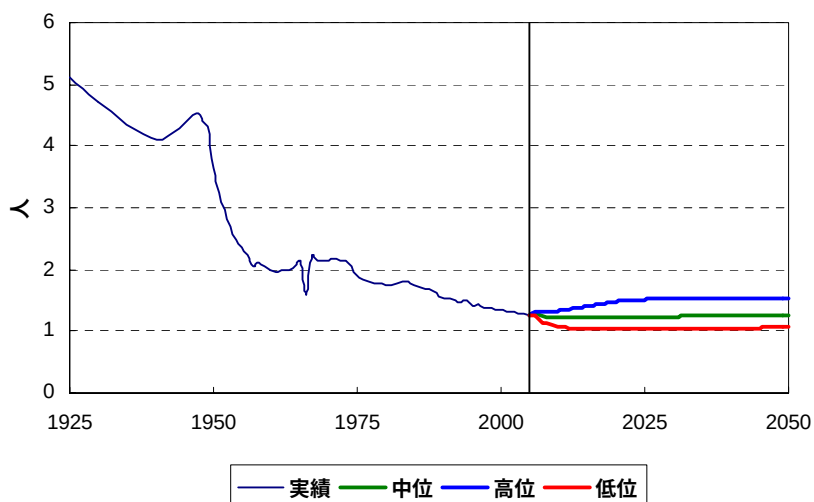
想定：上記の人口の設定に対して、15 歳以上人口の就業者率を両シナリオ共に 60%と想定した。



③ 出生率

シナリオ	記述	2005 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	現在よりやや増加。	1.26	1.54
国家自立志向シナリオ	現在よりやや増加。		1.26

想定：ストーリーでの記述は同じであるが、2つのシナリオの違いを出すために、国立社会保障・人口問題研究所の『日本の将来推計人口（平成 18 年 12 月推計）』の合計特殊出生率の試算結果から、グローバル志向シナリオでは高位シナリオを、国家自立志向シナリオでは中位シナリオを想定した。

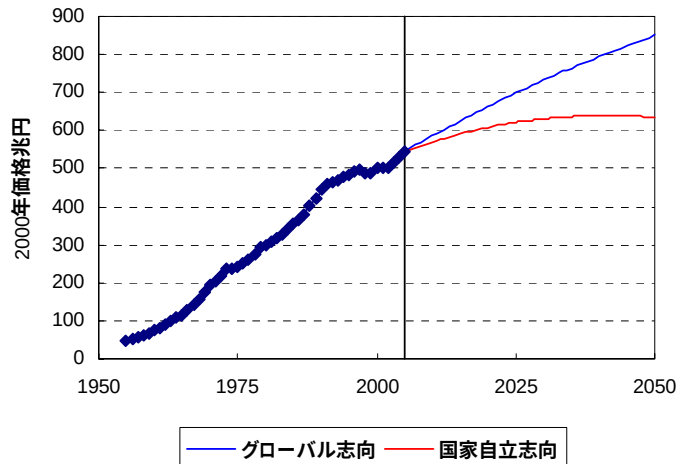


(2) 経済

① 経済規模

シナリオ	記述	2005 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	1 人あたり成長率 1.5%超/年	545 兆 3099 億円 (2000 年価格)	850 兆円 (2000 年価格)
国家自立志向シナリオ	1 人あたり成長率 1%超/年		635 兆円 (2000 年価格)

想定：(1)①で想定された人口と 1 人あたり成長率の想定から、2050 年の GDP を計算した。



② 第一次産業

シナリオ	記述	2000 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	国家自立シナリオよりも小	農林水産品の国内需要に占める輸入の比率 (産業連関表ベース)：15.5%	輸入比率は現状程度。輸出比率は倍増。
国家自立志向シナリオ	農水産物・林産物の国内生産量が増加し、第一次産業の生産量はグローバル志向シナリオよりも大。	国内生産に対する輸出の比率 (産業連関表ベース)：0.5%	輸入比率は現状の半分。輸出比率は現状。

想定：活動水準そのものを想定することは困難なことから、国内需要に占める輸入の比率で想定することとした。自給率という視点から、カロリーでの想定が重要であるが、モデルとの整合性から、SNA（国民経済計算）体系をもとにした想定を行った。

グローバル志向シナリオでは、後述の食糧自給率の想定（高付加価値の農産物の生産に特化）から、国内需要に対する輸入品の比率が現状は現状と同水準であるが、国内生産に対する輸出の比率が倍増すると仮定した。

国家自立志向シナリオでは、自給率が高位に推移することから、国内需要に占める輸入品の比率は現状の半分になるが、輸出比率は現状と同じと仮定した。なお、林産物、水産物についても同様の想定を行っている。

③ 第二次産業

シナリオ	記述	2000 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	日本の高品質な製造品は海外拠点で生産。ライセンス収入大。		素材、加工品ともに国内生産に占める輸出の比率は半減。輸入比率は 2 倍。
国家自立志向シナリオ	日本の高品質な製造品の輸出は活発。		第二次産業の国内生産に占める輸出の比率は現状程度。輸入も同様。

想定：第一次産業と同様に、貿易の想定で対応する。

グローバル志向シナリオでは、生産の海外拠点への移転を想定し、国内生産に対する輸出の比率は半減する一方、国内需要に対する輸入の比率は2倍になると想定した。

国家自立志向シナリオでは、金属機械の輸出比率は現状の2倍、素材品は現状と同水準と想定する一方、輸入比率は、加工品、素材共に現状と同程度と想定した。

なお、製品によっては振れ幅が大きく異なることが想定されるので、品目ごとの想定は今後の課題である。

④ 第三次産業

シナリオ	記述	2000 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	大都市圏において人・資本の集積度を高く、国際競争力を有する都市圏が成立。第三次産業の生産量は国家自立志向シナリオよりも大きい。		最終消費に占めるサービス品のシェア（特に、A28：教育・研究、A29：医療・保健）が増大
国家自立志向シナリオ	グローバル志向シナリオよりも小。		

想定：最終消費に占めるサービス品のシェアが増大すると仮定した（消費のシェアの推移については、後述のライフスタイルの項を参照のこと）。

グローバル志向シナリオでは、最終需要におけるサービスシェアの増加以外に、各産業部門における研究・開発の投入シェアが高まると仮定した。

国家自立志向シナリオでは、教育・研究や医療・保健といった分野の最終消費が特に高くなると想定した。

(3) エネルギー・資源

① 発電形態

想定：発電形態はいろいろな姿が描けるが、今回の試算では、特定の新エネルギーの導入を想定せず、現状の発電形態が続くと想定した。今後の検討課題は、考えられ得る経路を特定することであり、グローバル志向シナリオでは、発電効率も上昇するとともに、バイオマス発電など海外の資源を活用した発電形態が、国家自立志向シナリオでは、原子力発電や太陽光発電といった国内自給型の発電形態が、それぞれ該当する。

② 原油価格

シナリオ	2000 年実績	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	28.33 ドル/バレル	100 ドル/バレル（2000 年価格）
国家自立志向シナリオ		

想定：原油価格の想定は様々な見通しがあるが、シナリオに記述されている BRICs 諸国の成長（グローバル志向シナリオ）や生産国の意向（国家自立志向シナリオ）によるレアメタルの価格高騰を反映させて、両シナリオともに原油価格が1バレルあたり100ドルになると想定した。他の化石燃料の国際価格も同じ比率で上昇すると仮定した。

③ レアメタル

想定：金属資源（A05）の国際価格が、原油価格と同じ比率で上昇すると想定した。

(4) 技術

シナリオ	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	平均 1%/年で、エネルギー効率等が改善する。
国家自立志向シナリオ	平均 0.5%/年で、エネルギー効率等が改善する。

想定：グローバル志向シナリオでは、研究開発の促進の結果、省エネ効率やリサイクル効率、物質利用効率などの技術単体の効率が向上するとして、一律 1%/年の効率改善が達成すると仮定した。

国家自立志向シナリオでは、技術単体の省エネ効率やリサイクル効率は、改善するもののグローバル志向シナリオと比較するとやや緩やかと想定した。

また、IT 化の進展に伴い、両シナリオともに紙・出版物（A13）の活動量あたりの需要量は 20%減少すると仮定した（脱温暖化 2050 の想定より）。

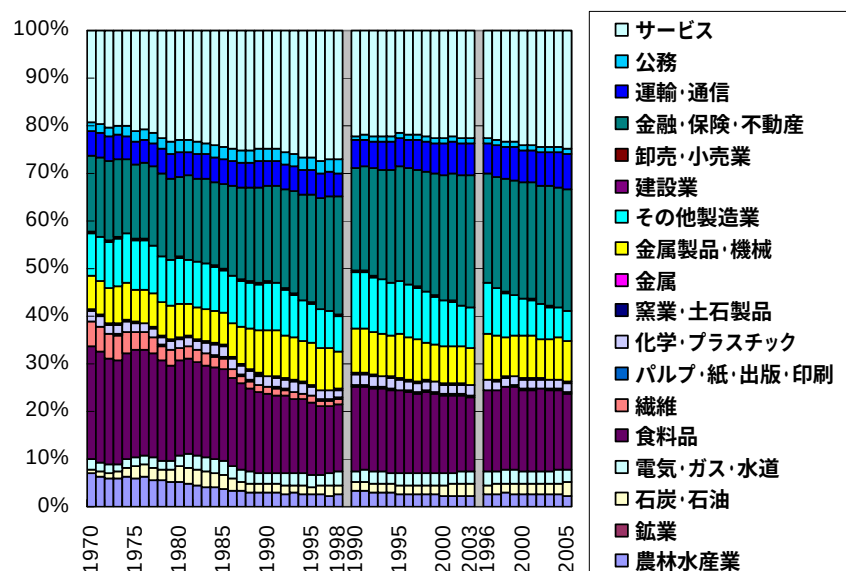
(5) 交通

シナリオ	2050 年想定
グローバル志向シナリオ	生産部門、家計部門ともに、単位生産あたりの運輸投入量が 10%低下する。
国家自立志向シナリオ	

想定：家計部門における交通需要は、通信の活用・増大により、両シナリオともに単位活動あたりの交通需要量が 10%減少すると仮定した。また、生産部門においても、同様の想定を行った。

(6) ライフスタイル

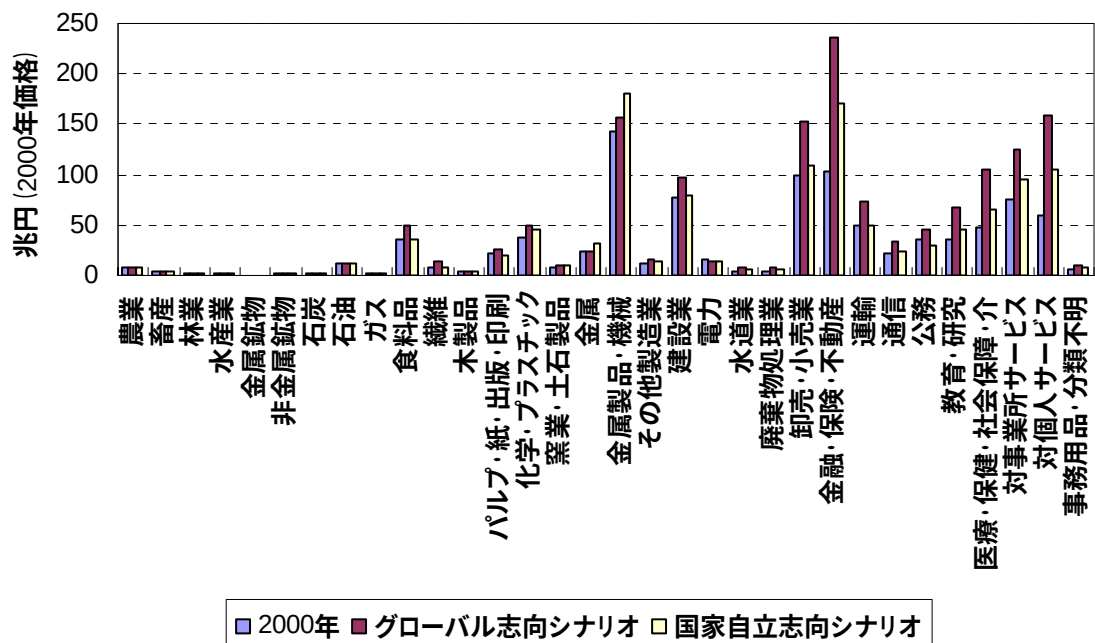
想定：SNA の付表『財貨・サービスの供給と需要（名目）』における家計最終消費の購入者価格表示の財別シェア（下図）では、サービス、保険・金融・不動産のシェアが高まっており、これらだけで家計消費の約半分を占める。両シナリオ共に、高齢化の進展により、医療費がさらに増加するとともに、教育に対する支出が高まると設定した。また、対個人サービスについてもシェアが増加すると想定した。



2. 試算結果

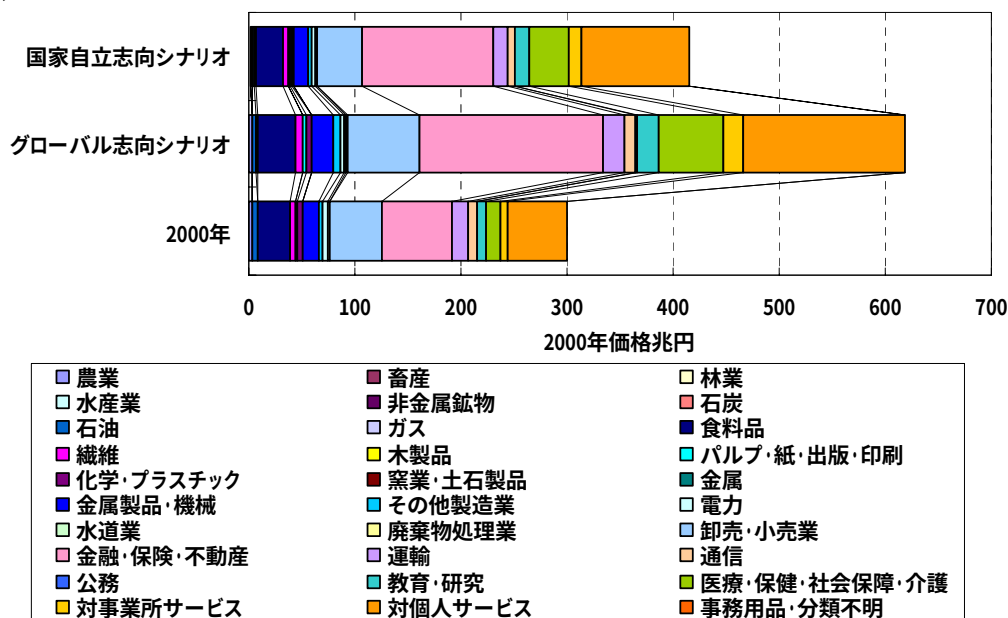
前項の想定に基づいた結果を示す。今回の試算は、いずれも持続可能な社会を実現するような対策は盛り込んでいないので、まずは、社会像について各先生方からコメントを頂戴したい。

(1) 部門別生産



経済成長率の高いグローバル志向シナリオにおいて、各部門の活動も大きくなる結果となった。特に、次項で示す家計のサービス消費の増大の結果、第三次産業において伸びが大きくなっている。一方、国家自立志向シナリオでは、機械製品の輸出を維持するという想定により、金属製品・機械（A17）の伸びは、グローバル志向シナリオのそれを上回っている。

(2) 最終消費

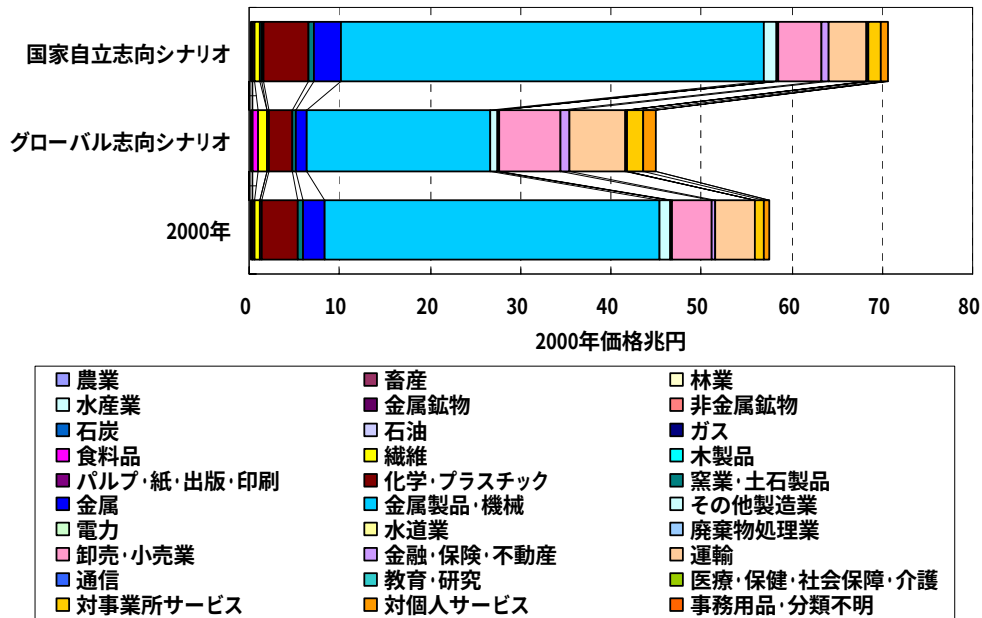


部門別生産と同様に、経済規模の大きいグローバル志向シナリオにおいて、最終消費は2000年の2倍程度で、そのほとんどがサービス需要の増加となっている。国家自立志向シナリオにおいては最終消費の伸びは40%程度にとどまるが、このシナリオにおいても伸びのほとんどがサービス需要の増加に伴うものであ

る。

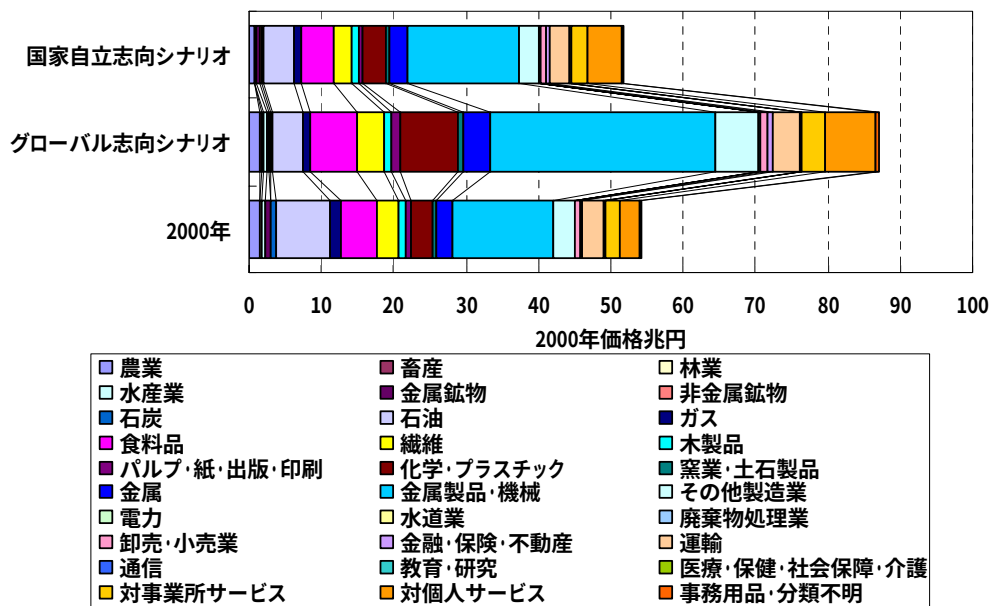
(3) 貿易

① 輸出



グローバル志向シナリオでは、海外で製品を製造し、海外で利益を上げるという想定であり、金属製品・機械（A17）の輸出量が大きく減少することから、輸出量そのものが減少する傾向にある。一方、国家自立志向シナリオでは、金属製品・機械の輸出を維持することを設定している結果、輸出全体も増加傾向にある。

② 輸入



両シナリオともに、化石燃料の輸入は減少する。
グローバル志向シナリオでは、海外で生産し、それを輸入することから、多くの財で輸入が増大している。国家自立志向シナリオでは、国内需要に対する輸入品の比率を現状程度に抑える結果、輸入は現状と同じ水準にとどまる。

③ 貿易収支

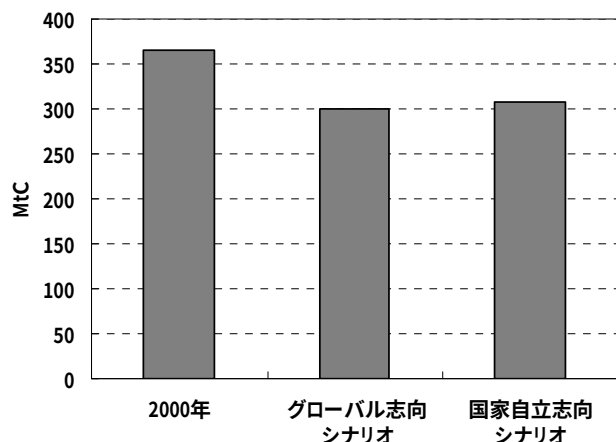
全体の貿易収支について、グローバル志向シナリオでは海外からの所得を想定している結果、貿易赤字となる（海外で所得を稼ぎ、それを貿易財の購入に充てる）。一方、国家自立志向シナリオでは、貿易黒字は維持される。

(4) 環境負荷

前述の通り、環境負荷削減に対して、対策を想定していないのが本シナリオである。ここでは、炭素排出量をはじめとした指標についてその結果を示す。

① 炭素排出量

炭素排出量は、各部門における化石燃料の燃焼に排出係数を乗じることで計算される。



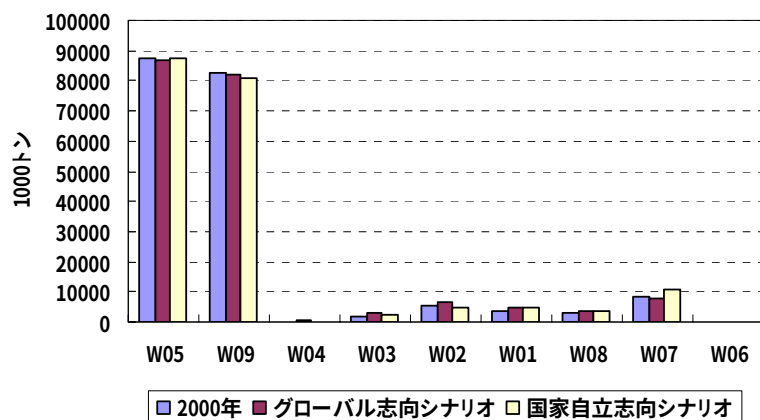
なりゆきケースにおいてもエネルギー効率改善等を想定していることから、化石燃料の需要量が低下し、その結果、炭素排出量は 2000 年比 16～18%減少する。しかしながら、この水準の二酸化炭素排出量では、気温上昇を食い止めることはできないので、何らかの対策が必要となる。

② 廃棄物

廃棄物は、産業廃棄物、一般廃棄物を区別せずに、以下の 9 種類を想定している。

W01	W02	W03	W04	W05	W06	W07	W08	W09
廃酸・アルカリ・廃油・廃プラ	紙くず	木くず	繊維くず	動植物性残さ・動物ふん尿・死体	ゴムくず	金属くず	ガラスくず及び陶磁器くず	鉱滓・がれき・煤塵・もえがら・汚泥

排出された廃棄物が、1)各部門に再利用される、2)廃棄物処理部門において減量される、3)最終処分されるという 3 つの経路をたどると想定している。下図は、再利用される廃棄物の量を示している。廃棄物の受入部門を限定していることと、現在の想定では各部門における活動あたりの廃棄物の受入量を向上させないという前提であることから、再生の可能性は限定的なものとなっている。これを、受入側の拡張等の対策を組み入れることで、指標である「循環的資源」の目標可能性について検討する。

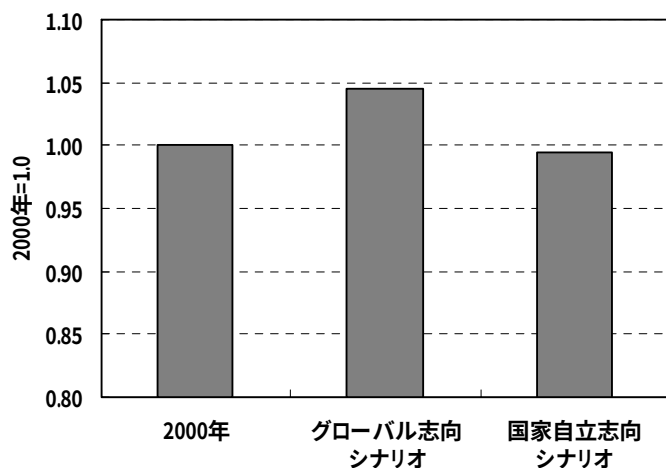


③ 土地

生態系として土地を評価する場合には、連続性といった視点も重要であるが、今回は面積のみを評価の対象とする。

各部門における活動1単位あたりの土地利用量を推定し、活動が大きくなると必要となる土地も増大するという構造となっている。工業、家庭をはじめとする経済活動では、土地の効率的利用が図られていることから、現時点での試算においては、グローバル志向シナリオでは50年間に20%、国家自立志向シナリオでは10%、それぞれ一律に土地利用の効率が改善すると仮定している

経済活動に必要な土地を、わが国の国土面積から差し引いたものが自然地と見なすと、自然地の変化は下図のようになる（各部門の活動に必要な面積については不明確な点が残っているため、2000年の値を1とした相対的な値を示す）。



今後は、データの精査とともに、シナリオの記述も踏まえて部門別の想定の間違いを検討する。特に、農林業の土地利用効率について検討を加える予定である。

以上を踏まえて、今後、この検討会として、どのような前提で定量化を行うか、将来の社会・経済活動を記述する断面としてどのような指標が適切か、についてご意見を頂戴したい。

参考 1. モデルの定式化

簡略化のため、以下のような勘定表を考える。

		産業部門		廃棄物	廃棄物	環境	最終	固定資	輸出	輸入	供給	賦存量	価格	式
		部門 a	部門 b	処理	最終処分	回復	消費	本形成						
活動水準		Q_a	Q_b	Q_r	Q_s	Q_E	U							
投入	財 1	X_{1a}	X_{1b}	X_{1r}	X_{1s}	X_{1E}	C_1	I_1	EX_1	$-IM_1$	Y_1		P_1	③
	財 2	X_{2a}	X_{2b}	X_{2r}	X_{2s}	X_{2E}	C_2	I_2	EX_2	$-IM_2$	Y_2		P_2	
	資本	K_a	K_b	K_r	K_s	K_E						K^*	P_K	④
	労働	L_a	L_b	L_r	L_s	L_E						L^*	P_L	
産出	財 1	Y_{a1}	Y_{b1}								Y_1		P_1	③
	財 2	Y_{a2}	Y_{b2}								Y_2		P_2	
	減量			D							D			
	環境サービス					E					E		P_E	⑨
	廃棄物受入	w	R_{wa}		R_{wr}	R_{ws}					G_w		P_w	⑧
	x		R_{xb}	R_{xr}	R_{xs}						G_x		P_x	
望ましい環境							E_h				E	E^*	P_E	⑨
環境 負荷	廃棄物排出	w	G_{aw}	G_{bw}		G_{Ew}	G_{hw}				G_w		P_w	⑧
	x		G_{ax}	G_{bx}		G_{Ex}	G_{hx}				G_x		P_x	
	最終処分			F_r	F_s							F^*	P_F	⑦
	土地		J_a	J_b	J_r	J_s	J_E	J_h				J^*	P_J	
	CO2		$CO2_a$	$CO2_b$	$CO2_r$	$CO2_s$	$CO2_E$	$CO2_h$				$CO2^*$	P_{CO2}	
	NOx		NOx_a	NOx_b	NOx_r	NOx_s	NOx_E	NOx_h				NOx^*	P_{NOx}	
	SOx		SOx_a	SOx_b	SOx_r	SOx_s	SOx_E	SOx_h				SOx^*	P_{SOx}	
	COD		COD_a	COD_b	COD_r	COD_s	COD_E	COD_h				COD^*	P_{COD}	
	TP		TP_a	TP_b	TP_r	TP_s	TP_E	TP_h				TP^*	P_{TP}	
	TN		TN_a	TN_b	TN_r	TN_s	TN_E	TN_h				TN^*	P_{TN}	
式				⑩			①	⑬		⑪	⑫			
				② ⑥			⑤							

「活動水準」：生産部門における活動量や家計における効用水準を示す。

「投入」：様々な活動に投入される財や生産要素を示す。

「財 1」「財 2」：投入される財。中間需要とともに最終需要も明示。

「資本」「労働」：投入される生産要素。

「産出」：活動により生み出される財やサービス。

「財 1」「財 2」：産出される財。

「減量」：均衡モデル内では明示的に取り扱われないが、廃棄物処理部門において減量化される廃棄物の量。処理される廃棄物と残渣との差として定義されるが、これが廃棄物処理部門における技術水準を示す。

「環境サービス」：正の効用をもたらす「望ましい環境」を回復させるサービス

「廃棄物受入」：バズである廃棄物を処理するサービスとしてとらえる。

「望ましい環境」：仮想的な財で、正の効用をもたらす要因としてとらえる。

「環境負荷」：ビジョンで考慮に入れる環境負荷を定義する。

「廃棄物排出」：バズである廃棄物の排出。

「最終処分」：廃棄物の最終処分量。想定されている処分量 F^* を超える最終処分量がある場合には正の価格 P_F が発生し、廃棄物最終処分量を抑制しようとする作用が働く。

「土地」：土地の利用量。廃棄物最終処分と同様に、賦存量 J^* を超える土地の需要があると、正の価格 P_J が発生する。

「CO2」「NOx」「SOx」：二酸化炭素、窒素酸化物、硫黄酸化物の排出量。最終処分と同様に、上限を超える排出があると、正の価格 P_{CO2} 、 P_{NOx} 、 P_{SOx} が発生する。

「COD」「TP」「TN」：水質汚濁に関連する指標。大気汚染物質と同様に、上限を超える排出があると、正の価格 P_{COD} 、 P_{TP} 、 P_{TN} が発生する。

「産業部門 a」「産業部門 b」：生産活動を行う部門。

「廃棄物処理」：排出された廃棄物を処理する部門。処理された廃棄物の残渣は最終処分される（再生は想定していない）。

「廃棄物最終処分」：すべての廃棄物を最終処分する部門。

「環境回復」：「望ましい環境」である「環境サービス」を産出する部門。

「最終消費」：家計及び政府における最終消費を示す。

「固定資本形成」：家計及び政府における固定資本形成（投資）を示す。資本の想定によって決定される。

「輸出」「輸入」：輸出と輸入は、財の国内生産を基準に想定される。

「供給」：国内での生産による供給量の合計。

「賦存量」：最終需要部門が保有する資源。環境に関しては、環境負荷量や環境サービスの上限に相当する。供給を上回る需要が潜在的に発生すると、価格が上昇する。

「価格」：それぞれの財に対する価格。

① 効用関数

$$U = u(C_1, C_2, E_h, G_{hw}, G_{hx}, J_h, CO2_h, SOx_h, NOx_h, COD_h, TN_h, TP_h) \rightarrow Max$$

② 生産活動（生産関数）

$$Q_a = f_a(X_{1a}, X_{2a}, K_a, L_a, G_{aw}, G_{ax}, J_a, CO2_a, SOx_a, NOx_a, COD_a, TN_a, TP_a) = g_a(Y_{a1}, Y_{a2}, R_{aw})$$

$$Q_b = f_b(X_{1b}, X_{2b}, K_b, L_b, G_{bw}, G_{bx}, J_b, CO2_b, SOx_b, NOx_b, COD_b, TN_b, TP_b) = g_b(Y_{b1}, Y_{b2}, R_{bx})$$

$$Q_r = f_r(X_{1r}, X_{2r}, K_r, L_r, Z_r, J_r, CO2_r, SOx_r, NOx_r, COD_r, TN_r, TP_r) = g_r(R_{rw}, R_{rx})$$

$$Q_s = f_s(X_{1s}, X_{2s}, K_s, L_s, Z_s, J_s, CO2_s, SOx_s, NOx_s, COD_s, TN_s, TP_s) = g_s(R_{sw}, R_{sx})$$

$$Q_E = f_E(X_{1E}, X_{2E}, K_E, L_E, G_{Ew}, G_{Ex}, J_E, CO2_E, SOx_E, NOx_E, COD_E, TN_E, TP_E) = g_E(E)$$

③ 財の需給均衡

$$X_{1a} + X_{1b} + X_{1r} + X_{1s} + X_{1E} + C_1 + I_1 + EX_1 - IM_1 = Y_1 = Y_{a1} + Y_{b1}$$

$$X_{2a} + X_{2b} + X_{2r} + X_{2s} + X_{2E} + C_2 + I_2 + EX_2 - IM_2 = Y_2 = Y_{a2} + Y_{b2}$$

④ 生産要素の均衡

$$K_a + K_b + K_r + K_s + K_E \leq K^*$$

$$L_a + L_b + L_r + L_s + L_E \leq L^*$$

⑤ 家計の所得制約

$$\begin{aligned} & C_1 \cdot P_1 + C_2 \cdot P_2 + I_1 \cdot P_1 + I_2 \cdot P_2 + E_h \cdot P_E + J_h \cdot P_J + G_{hw} \cdot P_w + G_{hx} \cdot P_x \\ & + CO2_h \cdot P_{CO2} + SOx_h \cdot P_{SOx} + NOx_h \cdot P_{NOx} + COD_h \cdot P_{COD} + TN_h \cdot P_{TN} + TP_h \cdot P_{TP} \\ & = K^* \cdot P_K + L^* \cdot P_L + E^* \cdot P_E + F^* \cdot P_F + J^* \cdot P_J \\ & + CO2^* \cdot P_{CO2} + SOx^* \cdot P_{SOx} + NOx^* \cdot P_{NOx} + COD^* \cdot P_{COD} + TN^* \cdot P_{TN} + TP^* \cdot P_{TP} \end{aligned}$$

⑥ ゼロ利潤条件

$$\begin{aligned}
& Y_{a1} \cdot P_1 + Y_{a2} \cdot P_2 + R_{aw} \cdot P_w \\
& = X_{1a} \cdot P_1 + X_{2a} \cdot P_2 + K_a \cdot P_k + L_a \cdot P_L + G_{aw} \cdot P_w + G_{ax} \cdot P_x + J_a \cdot P_J \\
& + CO2_a \cdot P_{CO2} + SOx_a \cdot P_{SOx} + NOx_a \cdot P_{NOx} + COD_a \cdot P_{COD} + TP_a \cdot P_{TP} + TN_a \cdot P_{TN} \\
& Y_{b1} \cdot P_1 + Y_{b2} \cdot P_2 + R_{bx} \cdot P_w \\
& = X_{1b} \cdot P_1 + X_{2b} \cdot P_2 + K_b \cdot P_k + L_b \cdot P_L + G_{bw} \cdot P_w + G_{bx} \cdot P_x + J_b \cdot P_J \\
& + CO2_b \cdot P_{CO2} + SOx_b \cdot P_{SOx} + NOx_b \cdot P_{NOx} + COD_b \cdot P_{COD} + TP_b \cdot P_{TP} + TN_b \cdot P_{TN} \\
& R_{rw} \cdot P_w + R_{rx} \cdot P_x \\
& = X_{1r} \cdot P_1 + X_{2r} \cdot P_2 + K_r \cdot P_k + L_r \cdot P_L + F_r \cdot P_F + J_r \cdot P_J \\
& + CO2_r \cdot P_{CO2} + SOx_r \cdot P_{SOx} + NOx_r \cdot P_{NOx} + COD_r \cdot P_{COD} + TP_r \cdot P_{TP} + TN_r \cdot P_{TN} \\
& R_{sw} \cdot P_w + R_{sx} \cdot P_x \\
& = X_{1s} \cdot P_1 + X_{2s} \cdot P_2 + K_s \cdot P_k + L_s \cdot P_L + F_s \cdot P_F + J_s \cdot P_J \\
& + CO2_s \cdot P_{CO2} + SOx_s \cdot P_{SOx} + NOx_s \cdot P_{NOx} + COD_s \cdot P_{COD} + TP_s \cdot P_{TP} + TN_s \cdot P_{TN} \\
& E \cdot P_E \\
& = X_{1E} \cdot P_1 + X_{2E} \cdot P_2 + K_E \cdot P_k + L_E \cdot P_L + G_{Ew} \cdot P_w + G_{Ex} \cdot P_x + J_E \cdot P_J \\
& + CO2_E \cdot P_{CO2} + SOx_E \cdot P_{SOx} + NOx_E \cdot P_{NOx} + COD_E \cdot P_{COD} + TP_E \cdot P_{TP} + TN_E \cdot P_{TN}
\end{aligned}$$

⑦ 環境負荷

$$\begin{aligned}
& F_r + F_s \leq F^* \\
& J_a + J_b + J_r + J_s + J_E + J_h \leq J^* \\
& CO2_a + CO2_b + CO2_r + CO2_s + CO2_E + CO2_h \leq CO2^* \\
& SOx_a + SOx_b + SOx_r + SOx_s + SOx_E + SOx_h \leq SOx^* \\
& NOx_a + NOx_b + NOx_r + NOx_s + NOx_E + NOx_h \leq NOx^* \\
& COD_a + COD_b + COD_r + COD_s + COD_E + COD_h \leq COD^* \\
& TP_a + TP_b + TP_r + TP_s + TP_E + TP_h \leq TP^* \\
& TN_a + TN_b + TN_r + TN_s + TN_E + TN_h \leq TN^*
\end{aligned}$$

⑧ 廃棄物の均衡

$$\begin{aligned}
& G_{aw} + G_{bw} + G_{Ew} + G_{hw} = G_w = R_{aw} + R_{rw} + R_{sw} \\
& G_{ax} + G_{bx} + G_{Ex} + G_{hx} = G_x = R_{bx} + R_{rx} + R_{sx}
\end{aligned}$$

⑨ 良好な環境

$$E_h \leq E + E^*$$

⑩ 廃棄物処理による減量

$$D = R_{rw} + R_{rx} - F_r$$

⑪ 輸出

$$EX_1 = ex_1(Y_1)$$

$$EX_2 = ex_2(Y_2)$$

⑫ 輸入

$$IM_1 = im_1(Y_1)$$

$$IM_2 = im_2(Y_2)$$

⑬ 固定資本形成

$$I_1 = i_1(K^*)$$

$$I_2 = i_2(K^*)$$

モデルのパラメータは、カリブレーション法により設定している。

生産関数は、基本的にはレオンチェフ関数（代替弾力性が 0）を採用しており、資本と労働の関係など一部については他の代替関係を定義している（資本と労働は代替弾力性が 1 のコブダグラス関数など）。

家計の需要関数のうち、非エネルギー財の消費についてはコブダグラス関数を、エネルギー消費についてはレオンチェフ関数を想定している。エネルギー消費については、既に設置されている機器により、活動あたりのエネルギー消費量が決まっているとみなしている。

物質収支をとる必要がある部分の財の代替については、代替弾力性を 0 もしくは無限大と定めている。

活動水準と環境負荷の発生、除去については、代替弾力性を 0 と定義している。つまり、活動水準が α 倍になると、環境負荷の発生も α 倍になる。ただし、想定されている技術によって、活動水準が α 倍になっても環境負荷の発生が β 倍となることもなるが、この定数 β は 2050 年に設置する技術の組み合わせによってあらかじめ設定されるものである。

参考2. 取り扱う指標について

今回の試算では、温暖化、循環、生物多様性を評価するということで作業を進めている。

一方で、EU の環境報告書 (European Environment Agency (2005) The European Environment, State and Outlook 2005) には、以下のような項目を対象に指標が設定されている。

Air pollution and ozone depletion

- 1 Emissions of acidifying substances
- 2 Emissions of ozone precursors
- 3 Emissions of primary particulates and secondary particulate precursors
- 4 Exceedance of air quality limit values in urban areas
- 5 Exposure of ecosystems to acidification, eutrophication and ozone
- 6 Consumption of ozone-depleting substances

Biodiversity

- 7 Threatened and protected species
- 8 Designated areas
- 9 Species diversity

Climate change

- 10 Greenhouse gas emissions and removals
- 11 Projections of greenhouse gas emissions and removals and policies and measures
- 12 Global and European temperature
- 13 Atmospheric greenhouse gas concentrations

Terrestrial

- 14 Land take
- 15 Progress in management of contaminated sites

Waste

- 16 Municipal waste generation
- 17 Generation and recycling of packaging waste

Water

- 18 Use of freshwater resources
- 19 Oxygen-consuming substances in rivers
- 20 Nutrients in freshwater
- 21 Nutrients in transitional, coastal and marine waters
- 22 Bathing water quality
- 23 Chlorophyll in transitional, coastal and marine waters
- 24 Urban wastewater treatment

Agriculture

- 25 Gross nutrient balance
- 26 Area under organic farming

Energy

- 27 Final energy consumption
- 28 Total energy intensity
- 29 Total energy consumption
- 30 Renewable energy consumption
- 31 Renewable electricity

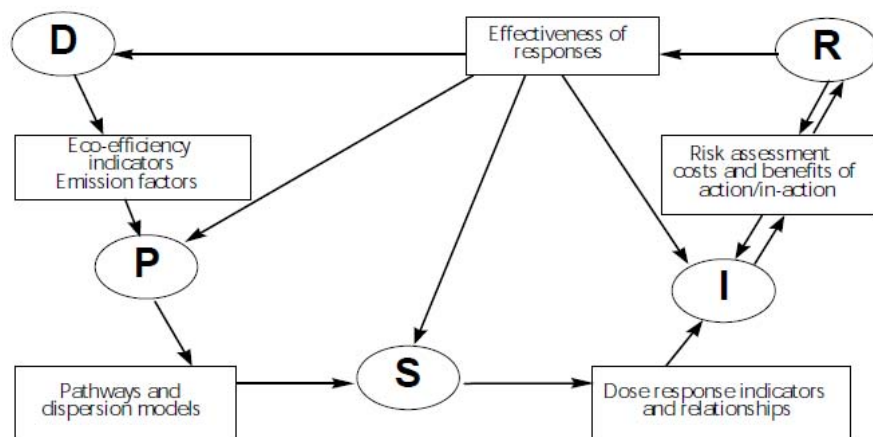
Fisheries

- 32 Status of marine fish stocks
- 33 Aquaculture production
- 34 Fishing fleet capacity

Transport

- 35 Passenger transport demand
- 36 Freight transport demand
- 37 Use of cleaner and alternative fuels

以上の合計 37 の指標が、DPSIR の枠組みと、4つのグループ（TypeA～TypeD）に整理されている。



- ・ ‘What is happening to the environment and to humans?’ (Type A or Descriptive Indicators)
- ・ ‘Does it matter?’ (Type B or Performance indicators)
- ・ ‘Are we improving?’ (Type C or Efficiency indicators)
- ・ ‘Are we on the whole better off?’ (Type D or Total Welfare indicators)

最終段階において、これらをどこまで取り込むことができるか、あるいは新たな指標をどれだけ組み込むことができるかが課題である（日本においても『環境統計集』があり、環境問題が網羅されているが、数が多く、すべてを組み込むことは不可能）。