

図 6.1 将来における社会や環境に影響を及ぼす要素およびそれらの関係

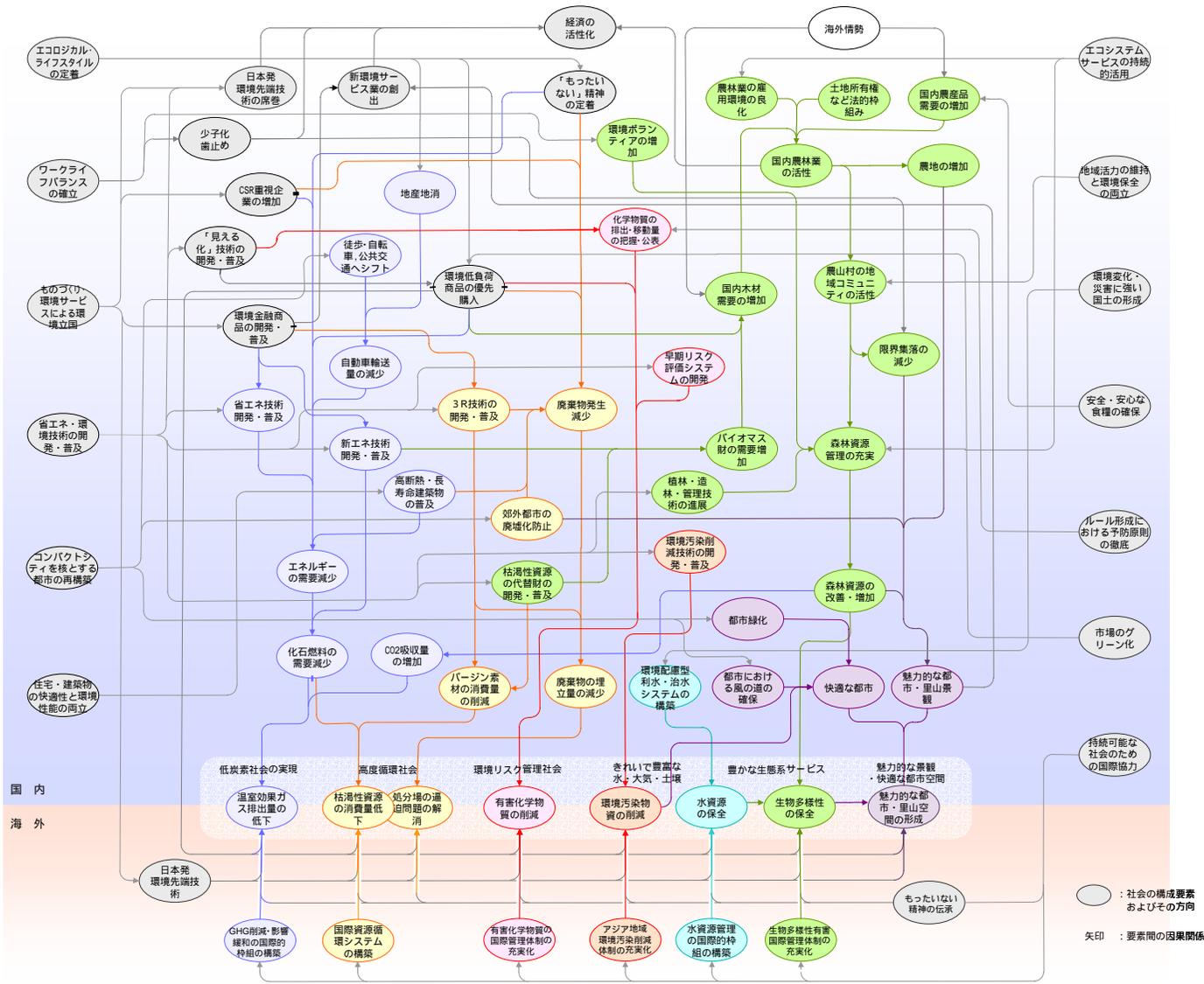


図 6.2 将来における社会や環境に影響を及ぼす要素およびそれらの関係

## 6.2 目指すべき環境像を実現している 2050 年のすがた

### (1) 社会・経済的側面

人口・世帯 ～適正な人口規模への通過点～

- ・ 人口・世帯数は減少傾向を示すものの、適正規模に向けて収束化傾向
- ・ あらゆる地域で人口が減少するが、地方の都市部の居住者が相対的に増加

#### 【総人口】

2050 年における人口は 1 億 0195 万人となり、引き続き減少傾向を示しているものの、出生率は回復基調にあり、安定した適正な人口規模に向かって変化しているところである。65 歳以上の高齢者比率は 37% となっており、平均年齢は上がる一方で高度な医療技術と健康に配慮した生活の普及によって元気な高齢者が増加し、活力ある社会が実現している。

表 6.1 総人口

	2000 年	2050 年
総人口	1 億 2693 万人	→ 1 億 0195 万人

#### 【人口分布】

人々は自らのライフスタイルに応じて居住地域を選択するが、日本の総人口が減少する中でほとんどの地域が相当急激な人口減少に見舞われる。そのような局面において、鉄道駅を中心として市街地面積を適正規模へと縮小させ、徒歩・自転車・公共交通などの交通手段の利便性が高い都市へと変貌を遂げた、地域の核となる都市部に居住する人の割合が増加している。

#### 【世帯数】

2050 年における世帯数は 世帯となっており、人口の減少に伴って減少している。一方で平均世帯人数は 人/世帯程度となっており 2000 年次の 人/世帯から比較すると微減となっている。

( 家族・世帯人数に関する図表を挿入予定 )

## 社会経済のルール ～新たなルール下での競争社会～

- ・ 地球規模の課題に対して公平な国際ルールが浸透
- ・ 環境価値の内部化が進展し、環境負荷低減努力が利益に結びつく仕組みが完成
- ・ 多様な主体の意見が取り入れられる意思決定プロセスが普及
- ・ 国際環境ルール作りや国際基準作りにおける高いプレゼンスを維持

### 【国際負荷分担のルール】

地球規模で問題となる環境問題や資源問題（金属・エネルギー）に関しては世界全体で長期的な目標が共有され、世代間・地域間の観点から可能な限り公平な国際ルールが世界中で合意されている。一方で、各地域においてはその社会背景や地域特性にあわせた独自の方法でそれぞれ工夫しながら目標に向かって努力をしており、ナショナル・リージョナル・グローバルという各レベルでのガバナンスが望ましい形で機能している。

### 【市場経済のルール】

現在から将来に渡る環境保全コストが税や排出量取引などの手段を通じて市場価格に反映されている。また、企業は経営に伴う様々な環境負荷を国際的な基準に基づいて計測・公表する義務を負っており、環境経営を行わない企業は消費者から敬遠されるとともに投資家からも経営リスクが高いと見なされるため、市場から淘汰されている。

### 【意思決定の構造】

社会経済ルールの決定にあたっては常に不確実性と世代間公平性が考慮されており、予防原則の徹底と次世代の意見の反映が政策決定の基本方針となっている。また、市民や NGO、学生、企業など様々な主体の意見が吸い上げられる構造となっており、多様な意見を取り入れながらも迅速な意思決定を行うためのノウハウが蓄積されている。

### 【日本モデルの発信】

自ら厳しい環境目標を課し、先進国として責任を持ってそれらの課題に取り組むとともに国際協力にも積極的に参加する姿は「日本モデル」として他国からも手本とされており、国際環境ルールづくりや国際基準づくりにおいてもプレゼンスを発揮して世界をリードしている。

## 経済・産業 ～環境と経済の好循環～

- ・ 人口減少に伴い、就業者総数は減少
- ・ 労働生産性の向上により、一定の成長率を維持
- ・ 相対的に第三次産業と第一次産業のシェアが増加（第二次産業の一部は海外移転）
- ・ 日本が開発した先進高度技術が地球の環境問題の改善に大きな貢献

### 【就業者数】

大幅な人口の減少および人口構成の変化（高齢化）に伴い、就業者の数は減少するものの、ライフステージに応じた多様な教育環境・就労環境が整備されており、それぞれが望ましい「働き方」を選択できるようになっているため、相対的に女性や高齢者の就業率が増加している。

表 6.2 就業者数の推移（例）

	2000年	2050年
就業率（男・15歳以上）	73%	70%
就業率（女・15歳以上）	47%	52%
就業者数（千人）	64,480	52,323

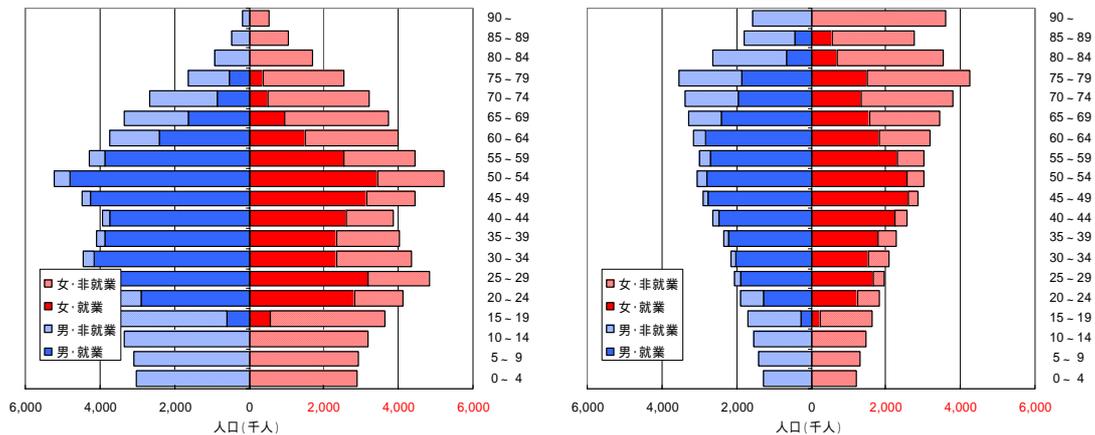


図 6.3 年齢階層別就業者数（例）

### 【経済規模】

労働生産性が大きく向上することによって労働力の減少が補われており、日本経済は一定の成長率を維持している。また、日本は環境性能が優れた技術や新しい環境サービスのビジネスモデルを国際的にもいち早く作り出しており、当該分野で世界をリードするとともに、日本の経済を牽引している。これらの産業が日本の経済に貢献する一方、経済が活性化することによってさらに新しい付加価値の高い環境技術・サービスが生まれ出されており、環境と経済の好循環が形成されている。

- ・ 高齢者等の労働力率の高まりが生産年齢人口の減少を一定程度相殺
- ・ 資本装備率の伸長、教育投資の増加による人的資本の向上、技術革新・資源配分の効率化によって労働生産性の向上
- ・ 1人当たり経済成長率は1%程度で2050年まで推移。

表 6.3 国内総生産の推移（例）

	2005 年	2050 年
国内総生産（2050 年）	542 兆円	→ 631 兆円

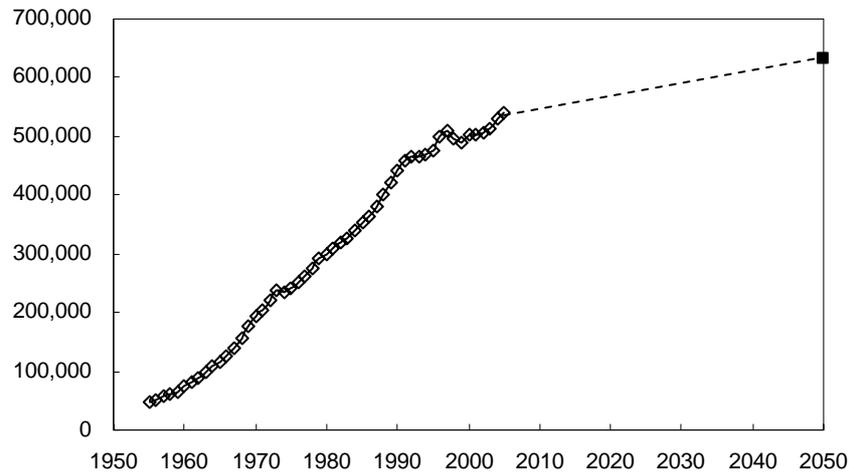


図 6.4 国内総生産の推移（単位：10 億円〔2000 年価格〕）

【産業の姿】

「モノ」から「サービス」への転換によって成長した第三次産業と、環境コストの価格への反映と人々の環境意識の向上によって競争力を高めた国内の一次産業が結果的にシェアを伸ばしている。第二次産業は国際的にも高い技術レベルに基づく高付加価値商品が次々と開発されることで、環境技術等を中心に成長して世界をリードするものの、2000 年と比較すると相対的に国内の付加価値額シェアは低下している。なお、業界・業種を問わず、企業はその活動の基盤となる地域社会や環境など社会の健全な発展があって初めて成立しているとの認識が広く普及しており、各企業とも競って個性ある社会貢献活動を行っている。

表 6.4 産業構造の変化（例）

		2000 年	2050 年
国内総生産	第一次産業	9 兆円	兆円
	第二次産業	144 兆円	→ 兆円
	第三次産業	351 兆円	兆円
国内総生産 構成比	第一次産業	1.7%	%
	第二次産業	28.5%	→ %
	第三次産業	69.8%	%

### 第一次産業

安心・安全で健康的な食への関心の高まりや環境問題に対する認知の進展といった消費者の意識の変化に加え、環境コストが商品価格に反映される社会ルールが整備されることによって国内の一次産業の競争力は著しく高まっている。生産地・生産者・生産方法に関するトレーサビリティが向上するなかで、地産地消・旬産旬消をモットーとし、地域の風土・特色に根ざした「顔の見える」生産活動を行う高付加価値の第一次産業が一定のシェアを確保している。一方で、温暖化等による気候の変化の的確な予測技術と、先進的なバイオ技術を駆使することで、環境負荷を最低限に抑えながら増加する人口の食糧供給を支える高度な農業・水産業も開発されており、耕作面積当たりの収穫量が格段に増加しているため、食料は適正価格を維持している。

### 第二次産業

日本企業は環境性能が優れた技術や製品を国際的にもいち早く作り出しており、低環境負荷企業として国際的にトップランナーの地位を確保することで強力な国際競争力を有している。また、国際的に特許や著作権に関する法体系の整備・遵守が進むため、海外生産への移行の障壁が少なくなっており、汎用製品を中心に消費地での生産が広く普及している。一方でこのように消費国で生産される日本製品からは多額のペテント料を獲得することが可能となっており、日本経済の成長に大きく貢献している。

国際社会全体における環境意識の高まりと、環境金融の普及、さらには企業の環境情報開示の義務化等によって、優れた環境技術を有する企業に資金が多く集まる構造が定着しているため、製造業において、環境負荷低減技術の開発にまわされる投資額は飛躍的に増加している。このような社会背景のもと、優れた環境技術を有する日本には世界中から投資の集まる優良なグローバル企業が数多く存在している。

### 第三次産業

日本の文化・伝統の魅力を活用した生活・文化創造産業、ゲームやソフトウェアなどのコンテンツ産業、高齢化社会の経験を生かしたライフサイエンス・医療・介護関連産業などが成長産業となっている。また、新しい環境金融商品の開発により新たな市場を獲得した環境金融や、エコツーリズムなど固有の環境資本を活かした環境サービス業も発展しており、環境システムの保全と経済活動両立に寄与している。さらに日常使用する様々な商品に対して、リース、レンタルなどといったサービスが普及しており、「モノを購入する」スタイルから「サービスを楽しむ」スタイルへの転換が進むことで第三次産業は大きく発展している。

### 【日本発 先進高度技術】

日本が開発した先進高度技術は世界各地で利用されており、特にバイオテクノロジーによる食糧増産技術、太陽エネルギー利用技術、水供給技術など生活基盤の強化を支援する技術および温暖化をはじめとする各種シミュレーション技術は世界各地で利用され、世界の環境問題の改善に大きな貢献をする。

### ライフスタイル ~共有される地球共生マインド~

- ・ 教育などを通じて人々の環境問題への理解・意識が向上
- ・ いいモノを購入し、長く使う「適量消費」が定着
- ・ こころにゆとりのあるワークライフバランスのとれた生活が浸透
- ・ 地域コミュニティ活動と環境保全の好循環が実現

### 【地球共生マインド（環境意識）】

学校・企業・地域などで行われる質の高い教育等を通じて、国民一人ひとりが社会基盤としての地球環境・地域環境の大切さを深く認識している。この結果、地球共生マインド（生物多様性、予防原則、再生可能エネルギー、地域環境、資源循環などを重視する価値観）に基づいた行動が当然のものとして人々に浸透し、定着している。

### 【消費】

生活における様々なシーンで環境負荷の「見える化」が徹底されており、またその環境負荷が商品の価格に直接反映されているため、消費者は常にライフサイクルでの環境負荷を考慮した上で、商品選択をするようになってきている。この結果、購入時にはできるだけライフサイクル的に環境負荷の低い商品を客観的データに基づいて選択することでき、購入後も、製品使用に伴うエネルギー消費に配慮しながら長期にわたって大切に使用するという消費スタイルが定着している。また、企業から消費者への一方的な情報提供に加え、消費者同士の情報交換も積極的に行われており、人々はこれらの情報を参考に、それぞれのモノの使用頻度に応じてメンテナンスやアップデートサービス、レンタル、リース、共同所有など様々なサービス・手段を活用しながら、不要なものは買わない「適量消費」が定着している。

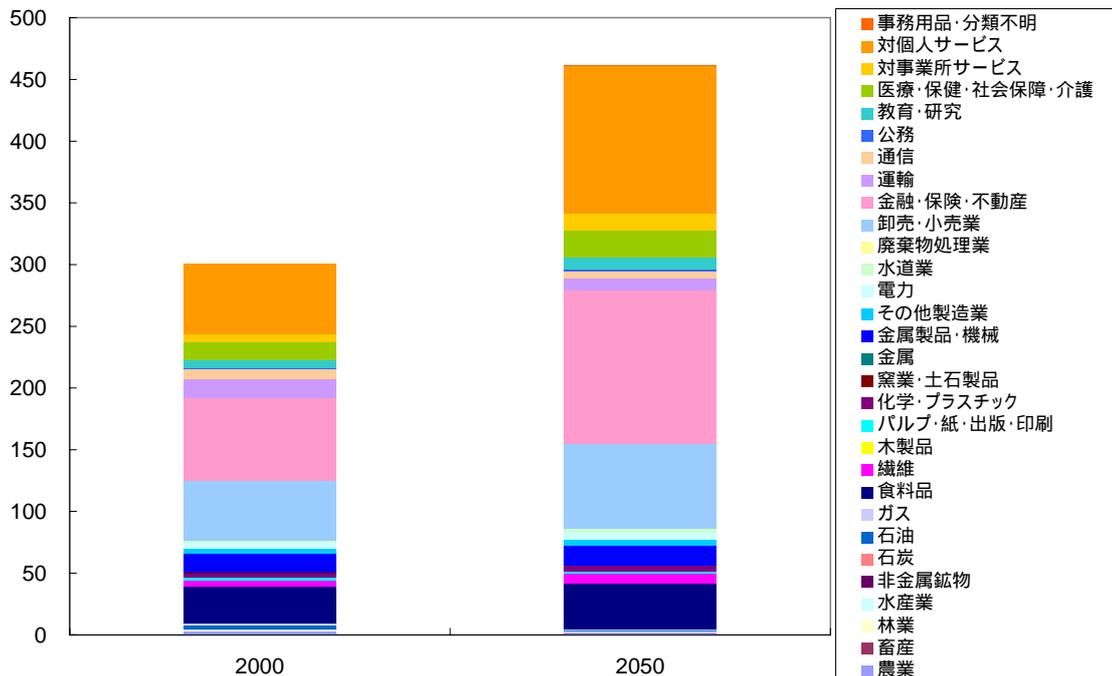


図 6.5 家計最終消費 (単位：百万円)

### 【生活時間】

ライフステージに応じた多様な就労環境が整備されており、それぞれが望ましい「働き方」を選択できる社会となっている。また、人々の高い教育水準を背景に、労働生産性の大幅な向上、女性・高齢者の就業率の増加によって、労働者1人当たりの平均労働時間が短縮され、ワークライフバランスのとれた生活を選択することが可能となっている。この結果、平均余暇時間が増え、「教育」「芸術」「スポーツ」「研究活動」「地域活動」「旅行」などといった活動に費やされる時間が増加している。人々は仕事以外にも社会における役割を見つけやすく、様々な活動に従事しながらこころの満足感を充足させている。このように、物質的な充足感に加え、時間的にも精神的にも余裕のある生活が可能となることによって、自分の生活圏を越えた対象（世代間・地域間）にも配慮した生活を送ることができるようになっている。

(具体的な生活時間の図表を挿入)

### 【地域コミュニティ】

コミュニティ活動や環境ボランティアなど人と人とのつながりを通じ、環境保全・環境価値創出が行われている。また、これらの活動がさらに人と人、人とコミュニティのつながりを強める結果となっており、地域コミュニティ活動と環境保全の好循環が生み出されている。また、これらの活動においては高齢者が有する知識・経験が十二分に活

かされて社会に継承されており、地域の風土や歴史、文化と共に個性と魅力あふれるコミュニティ創出の基盤となっている。

## (2) 国土・社会資本的側面

土地利用 ～生まれ変わる都市、守り続ける生態系～

- ・ コンパクトで住みやすく、便利な中心市街地が増加
- ・ アミューズメント施設や自然公園など地域ごとに特色ある郊外地域が出現
- ・ 地域において十分な雇用と生活基盤が確保され、適切な農地・森林管理が浸透

### 【都市部・郊外】

計画的かつ景観に配慮した都市デザインによって、鉄道駅を中心に市街地面積を適正規模へと縮小させた都市構造が数多く形成されており、人々の暮らしの核として機能している。これら多くの市街地では徒歩や自転車、あるいは公共交通機関を優先させた商業空間（トランジット・モール）を形成しており、高齢者や子供が安心して散歩したりショッピングを楽しんだりできるようになっている。さらに、街中の至るところに花や木が植えられるとともに、水遊びができるような澄んだ小川が流れるなど、落ち着いたある情景をたたえているため、人々の憩いの空間ともなっている。

また、それぞれの土地の気候条件や地形に応じて、郊外や市街地の水辺や緑地で冷やされたきれいな涼しい風が街中へと吹きこむように「風の道」がつくられており、雨水利用システムや保水性の高い道路などとも組み合わせられることでヒートアイランドが大幅に緩和されている。また、自動車や工場からの排気ガスが大幅に低減しているため、大都市にも澄んだ青空や美しい星空が見られるようになっている。

中心市街地を少しはなれた郊外にはアミューズメント施設や広々とした自然公園などそれぞれの地域ごとに特徴ある施設が配置されており休日には家族連れや恋人たちが楽しめるよう様々な工夫が施されている。

このように地域の文化的・歴史的背景を踏まえた町並みの美しい都市は、情緒あふれる景観豊かな日本の都市として世界からの観光客をあつめる貴重な観光資源ともなっている。

### 【農村・山村】

農村社会や山村社会を維持するため、里地里山などのコミュニティにおいて十分な雇用と生活基盤が確保され、適切な農地管理・森林管理が行われている。また、これらの自然豊かな地域はエコツーリズムなどを通じて都会に住む人々のレクリエーション空間としても活用されており、多くの人々に自然と触れ合う機会を提供している。さらに、生態系が健全に維持される範囲内で、バランスよく食料、木材、衣料品、エネルギーといった製品が生産・利用されており、これらによる収入は第一次産業就業者に対する適

正な収入確保とともに、森林や農地の維持管理にも活用されている。

一般に、農山村では人口が大きく減少している地域が多いが、コミュニティ内での助け合いとともに IT が生活の基盤として重要な役割を果たしており、在宅勤務・在宅医療・ネットショッピング、ネット会議（国内・国際）・バーチャル体験など、生活の様々なシーンに活用されている。

（土地利用の図表を挿入）

#### 交通 ～高齢者・子供に優しい交通システム～

- ・ 都市規模・都市構造に即した合理的な公共交通システムが広く普及
- ・ トランジットモール等が普及し、徒歩や自転車の利便性が大幅に向上
- ・ 高度な ICT の普及によって効率的かつ安全な自動車交通が実現

都市部においては、それぞれの都市規模・都市構造に即した合理的な公共交通システムが整備されるとともに、中心市街地ではロードプライシングを導入したり、トランジットモールを形成したりしている街も多く見られるようになっている。この結果、徒歩や自転車、公共交通システムの利便性・経済性が相対的に高まっており、自動車からの利用転換が進展している。

このような自動車交通量そのものの低減に加え、すべての自動車には高度な ICT を利用した交通事故防止システムが導入されるため、交通事故の数は大幅に減少している。また、自動車の低炭素化・低公害化も著しく進展しているため、大気汚染の解消や、CO2 排出量の低減にも大きく寄与している。

また、貨物交通に関しては ICT 技術を駆使した SCM を導入することによってシームレスな貨物輸送が実現されており、異なる交通機関間の連携が強まることによって効率のいい物流システムが構築されている。

（輸送量の図表を挿入）

#### 住宅・建築物 ～いいもの長く、ゼロエネルギー住宅～

- ・ 外部からのエネルギーをほとんど必要としないゼロエネルギー住宅・建築物が普及
- ・ 地域の文化的・歴史的背景と街並みをそそえた建築デザインが浸透
- ・ 住宅・建築物の長寿命化が進展し、「200年住宅」、「長寿命オフィス」が実現

世帯数の減少に伴って住宅戸数は減少する一方で、第三次産業の著しい成長によってオフィスビルの需要は増加している。すべての住宅・建築物は次世代基準相当の断熱基

準を満たしており、自然光の利用など自然と共生した住宅・建築物設計も主流となっている。また、太陽光発電や太陽熱温水器とともに需要にあわせた適正規模のエネルギー貯蔵設備が標準装備されており、各建築物で消費するエネルギーをすべて賄うことができる「ゼロエネルギー住宅・建築物」も広く普及している。さらに、余剰の電力を夜間に電気自動車の充電エネルギーとして利用している建築物もあり、家庭・業務部門におけるエネルギー消費を大幅に低減させている。

屋根に降り注ぐ雨を集め、雨水タンクに自動的に貯蔵・制御する雨水利用システムが多くの建物に標準装備されており、トイレ・自動の植物の水やりや打ち水など多様な用途に利用されるなど身近な水の恵みを最大限に活用する仕組みも広く普及している。

このような、快適性と省エネルギー性能を兼ね備えた高機能住宅・建築物が、地域の文化的・歴史的な背景と融合するようにデザインされており、地域の気候に合わせた生活の知恵を継承しながら、長く大切に利用する「200年住宅」や「長寿命オフィス」が一般的となっている。このような、住宅・建築物の長寿命化に伴って良質な中古物件も数多く流通しており、消費者はライフステージに応じてフレキシブルに住宅を選択したり、オフィスを移転したりすることが可能となっている。

(住宅戸数の図表を挿入)

(業務床面積の図表を挿入)

#### 防災・セキュリティ ～重層的な防災機能～

- ・ 気候・気象予測制度の向上により被害の最小化が可能となる
- ・ 個別の設備における耐震構造や防災・防犯セキュリティシステムが浸透
- ・ 太陽光発電や雨水利用システムの普及により災害時でも一定のライフライン確保

都市や河川施設設備や管理手法の発展、気候・気象予測の精度向上により、温暖化影響にも余裕を持って対応することが可能となっている。また、住宅や建築物においては、耐震構造や防災・防犯セキュリティが高まっていることに加え、建築物に標準装備された雨水タンクの積極的活用によって大量の雨水が急激に河川や下水に流れ込むことが防がれており、都市洪水が抑制されている。

実際に洪水などの自然災害に見舞われた場合でも、浸水頻度に応じた土地利用のゾーニングがおこなわれているため、洪水被害と治水コストは最小限に抑えられている。さらに、災害時・緊急時には住宅や建築物に標準装備されている雨水利用システムや太陽光発電がすぐに災害時モードに切り替えられるように設計されており、最低限の飲料水とエネルギーといったライフラインが確保できるようになるなど重層的な防災機能に基づく安心・安全な都市構造ができあがっている。

### (3) 環境的側面

エネルギー消費構造・二酸化炭素排出構造 ~ 先進国としての責任: %削減 ~

- ・ 省エネや消費構造の変化によりエネルギー需要が大幅に低減
- ・ 様々な技術開発によりエネルギー供給の低炭素化が実現
- ・ CO2 排出量の大幅削減を達成

#### 【エネルギー需要】

人口減少による需要減少や各種省エネルギー技術の進展、さらにはモーダルシフトや消費スタイルの変化等によってエネルギー消費量が大幅に低減し、一人当たりのエネルギー消費量は 2000 年時と比較して半減程度にまで減少している。

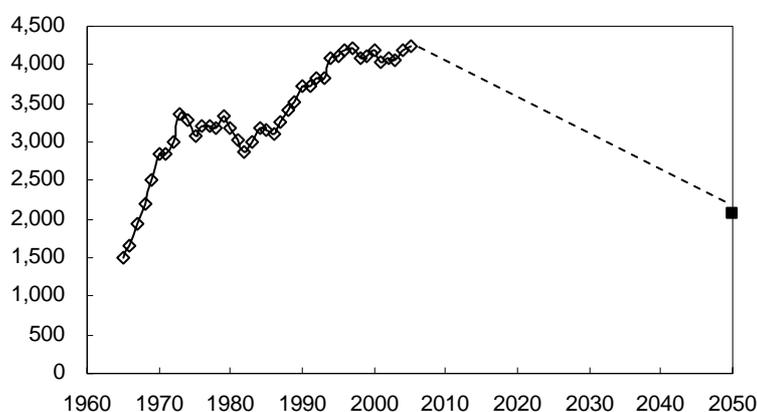


図 6.6 一人あたりエネルギー消費量 (単位: kgoe/人)

また産業構造のサービス産業化、または製造業の高付加価値が進展することによって GDP あたりのエネルギー消費は大幅に低減している。

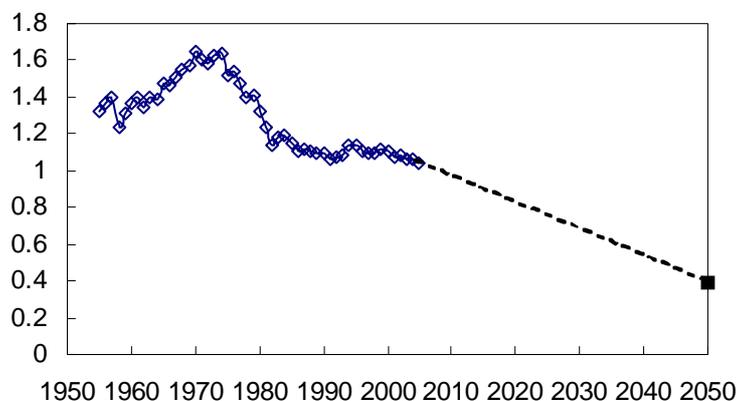


図 6.7 エネルギー強度 (ktoe/ 10 億円 [2000 年価格])

### 【エネルギー供給】

未利用地を利用した大規模ウインドファームや住宅や建築物に設置される太陽光発電、太陽熱利用など自然エネルギーの占めるシェアが大幅に増加している。このような間欠性電源の大量導入を可能にしたのは次世代パワーエレクトロニクスやマイクログリッド、エネルギー貯蔵技術、さらには ICT を駆使した高度な電力品質管理技術であり、これらの技術の進展によって安定した高品質の電力供給が可能となっている。さらに安心・安全な原子力発電技術の実現による原子力発電所の設備利用率の向上、火力発電技術の高効率化の進展等によって低炭素型電力供給システムが構築されている。一方で、一次産業の活性化に伴って発生する国産バイオマスを最大限活用した液体燃料・気体燃料製造も活発に行われており、自動車用燃料をはじめ、産業、民生部門など様々な部門で利用されている。この結果、炭素強度（エネルギー消費量あたりの炭素排出量）は低減している。

### 【CO2 排出量】

これら結果 CO2 排出量は大幅に減少し、1990 年比で %削減を達成している。

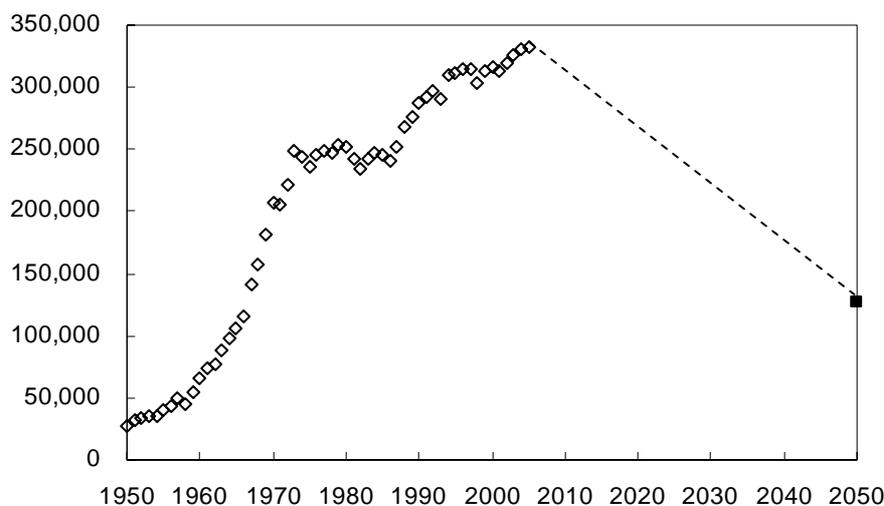


図 6.8 二酸化炭素排出量（千 tC）

資源消費・循環構造 ～アジア内での効率的な資源利用～

- ・ 「適量生産」「適量消費」により資源循環の速度が大幅に低下
- ・ 生産時点から回収方法・リユース・リサイクルまで考慮した商品が浸透
- ・ 国内での循環システムに加え、それを補完する東アジア全圏で資源の効率的利用が進展

消費者の消費行動が大量消費から適量消費にシフトすることから、モノの生産量も大

幅に減少し、資源循環の速度が大幅に低下している。また、拡大生産者責任の考え方が浸透しているため、製品の製造段階から可能な限り再生可能な資源を利用しているとともに、回収方法・リユース・リサイクルの手段まで考慮した商品デザインが行われている。さらに、インバースマニュファクチュアリングなどの技術が普及しているため、廃棄物の量は最小限に抑えられている。

発生した廃棄物からは、環境負荷を最小化する形で、バイオマス系の廃棄物の有効利用をはじめとして、資源・エネルギーの回収が徹底して行われている。

このような 3R を基本とした循環システムが、廃棄物の種類に応じて適切な規模で構築されており、地域での循環、各国国内での循環が徹底されている一方で、東アジア地域（日本・韓国・中国・東南アジア諸国）内で、循環資源に関する共通の国際ルール・基準・規制の浸透が進展しているため、各国国内の循環を補完する東アジア全体での効率的な資源利用も進展している。また、日本企業が有する技術は、継続的な研究開発によって高いレベルに維持されており、アジア諸国に技術移転を行うなど国際的にも貢献している。

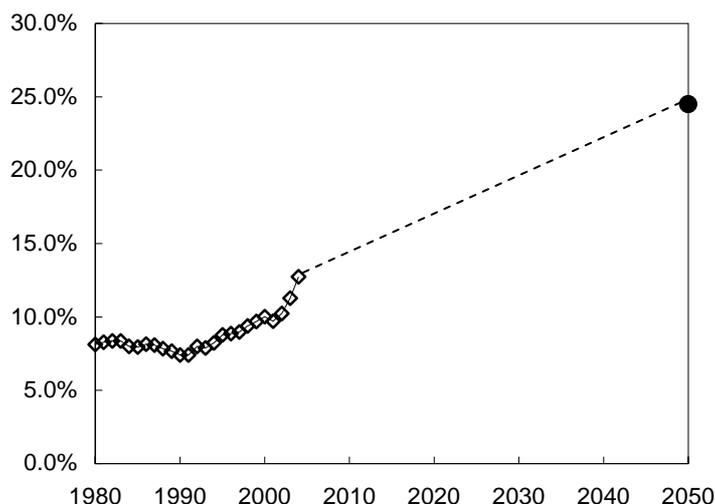


図 6.9 循環利用率の推移

(注) 循環利用率=循環利用量 / (天然資源等投入量 + 循環利用量)

自然共生 ～快適な空間にて共生するヒトと生き物～

- ・ 農山村における管理の強化に伴い、生物域の確保と外来種の管理が徹底
- ・ 農地面積・森林面積の拡大にともない、食料・木材の自給率向上

農山村において、地域の雇用が確保され、里地里山が復活することで森林や農地が適切に管理されている。農林業の生産にあたっては、生態系を乱すことのないように計画

的かつ持続可能な方法で生産が行われており、様々な生物の生物域の確保や、外来種などの管理も徹底して行われている。

また、このような国内の農林業の再生によって、森林面積は ha となっており、2000年次と比較して %増加している。さらに、森林・農地の管理強化と、食料・木材の自給率の改善が、フードセキュリティの向上やバイオマス資源の確保などにも貢献している。

( 森林面積の図表を挿入 )

表 6.5 食料自給率の想定 ( 例 )

	2000 年	2050 年
供給熱量ベースの自給率	40%	55%
金額ベースの総合食料自給率	63%	80%

表 6.6 木材自給率の想定 ( 例 )

	2000 年	2050 年
需要に対する国産材比率	19%	50%

#### 水・大気・土壌環境

- ・ 都市構造の変化と汚染源対策の浸透によって大気汚染物質が大幅に低減
- ・ すべての河川・湖沼において水質基準をクリア
- ・ 土壌浄化技術・処理技術等により、土壌汚染が大幅に低減

自動車の低公害化が進むうえに、自動車交通需要自体が減少するため、排気ガス等による大気汚染は大幅に低減されている。また、「風の道」の形成によって、汚染された大気が留まることがなくなっており、大都市の局所的な高濃度汚染もほとんど見られなくなっており、都会でも澄んだ青い空が見られるようになっている。

また、すべての河川・湖沼において水質基準がクリアされており、子供たちが水遊びできるような環境となっている。さらに土壌汚染については、処理技術やモニタリング技術の高度化によって適切に処理されているため、工場などの跡地であっても安心して利用できるようになっている。

### 6.3 分岐シナリオ

6.2において我が国の将来の社会像について定量データを用いて具体的な記述を行ったが、将来像は決して一意に決まるものではない。長期の展望に当たっては、起こりうる複数のシナリオを想定して、目指すべき環境像の実現性について検討を行っておくことが有効となろう。

例えば、国際情勢の見通しや国際関係に関する国民の選好について、6.2に描いた社会像を中心に相違する2つの方向性を考慮して、下表に示すようなシナリオを作成し、ビジョンの検討を行うことができよう。

表 6.7 2つの分岐シナリオ

	グローバル化傾向先鋭シナリオ	国家自立傾向先鋭シナリオ
概要	国境の壁の低いグローバル化した世界市場を活用して、世界全体の効率的で活発な経済活動の中で、国際的な連携を重視して持続可能性を確保しようとする道筋。我が国としては、国際的連携を強め、経済合理性を重視しつつ、世界規模および我が国の持続可能性を確保していく社会。	世界全体の共通性・相互依存性より各国の独自性・自立性をより強め、それぞれの持続可能性を高めることで、世界全体としても持続可能性を確保する道筋。我が国としては、各種の物質や農林水産品について自給率を高めることに重点を置き、国内での循環の確保に努めることなどで持続可能性を確保していこうとする。道筋国家の自立性を強めて持続可能な社会作りの対応を進める社会。
シナリオの背景となる世界の動向についての認識	国際社会におけるグローバリゼーションの潮流が今後も続くであろう。グローバル化は今後も続き、経済合理性に基づいた競争原理で資本も自由に流動するであろう。各国は自国の得意分野に特化することで競争を行っていくことになろう。面積や地下資源のない我が国ではエネルギーや食糧の自給率を高めていくことは経済的に不利である。環境対策についてもアジア諸国や国際的枠組みを十分に活用し、最も経済に効率的なフレームを構築することを目指すべきである。	経済等のグローバル化の進展がある一方で、今後、資源枯渇や食糧問題が顕在化する恐れも高まる。資源・食糧を海外に大きく依存するような社会システムは極めて不安定なものとなるであろう。そのため、我が国はエネルギーや食料の自給率を高め、世界価格の高騰などの非常時の状態にも耐えうるようにしておく必要がある。また、社会文化的な意味などでもグローバル化と同時にそれぞれの独自性を確保することも必要である。
主要な要素		
人口	海外移民が比較的多い	海外移民が比較的小さい
人口配置	大都市圏集中	
経済規模	経済成長率が比較的大きい	経済成長率が比較的小さい
産業構造	第三次産業の増加率が比較的大きい	第一次産業の規模が比較的大きい
輸出入	輸出入量が比較的大きい	輸出入量が比較的大きい
技術進展	技術革新の速度が比較的大きい	技術革新の速度が比較的小さい
自給率	エネルギー・資源，食料，森林自給率が比較的小さい	エネルギー・資源，食料，森林自給率が比較的大きい

## 7. 2050 年に向かう道筋の検討

前項で示したような 2050 年の社会像を実現するような経路は、無数に存在する。そうした無数の経路の中から実際には 1 つの経路が選択され、持続可能な社会の実現に向けて、対策を導入したり、社会そのものの変化を実現していくことになる。しかしながら、経路の選択を誤ると、非常に大きな費用を負担することになったり、そもそも実現が非常に困難な工程表をもとに対策を進めるといったことにもなりかねない。本検討会で議論しているような非常に幅の広い領域を対象とした課題では、対策間の連携（副次的な効果をもつ対策を率先して導入するなど）が重要となるが、ここでは、図 7.1 に示すように、主として時間の推移（連続性）という視点から、2050 年に想定される目標を達成するために、少なくとも 2030 年時点において、どのような対策を実現していなければならないかについて検討を行う。

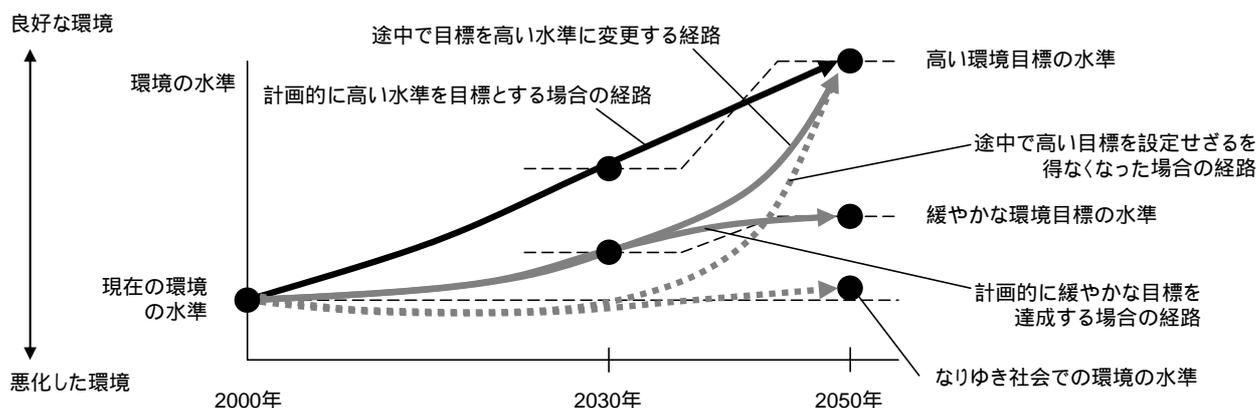


図 7.1 道筋の検討に関する概念図

同じ社会基盤整備を行う場合でも、2050 年まで計画的に対策を進める場合と、2050 年の間近になって一気に対策を進める場合では、他の活動に大きな影響をもたらす可能性がある。特に、都市構造の転換など時間のかかる対策を実施するためには残された時間がいくらかあるかが重要となる。そこで、途中の時点として 2030 年についても定量化作業を行い、2030 年時点において整合的な社会・環境像が実現可能であり、かつ、2030 年から 2050 年に至る推移が実現可能であるか否かについて検討を行い、2050 年に至る経路について議論を行う。

なお、上記に示したように目標年あくまで 2050 年であり、2030 年の検討においては、あくまで整合的な社会が描けるかどうか、描いた 2030 年の社会・環境像から、目標年である 2050 年の社会・環境像に無理なく移行できるかどうかについて、環境及び社会経済活動の側面から検討を行うものとする。

図 7.2 は、過去における二酸化炭素排出量の推移と、2030 年、2050 年を対象に定量化に

よって試算した結果を示している。2030年におけるとで示された社会は、ともに各年においては整合的な社会像を示しているが、2050年の持続可能な社会を築く途中段階の社会としては、非常に異なる。の社会では、2030年の前後において、同じような炭素排出量の削減が必要なるのに対して、2030年にの社会を通過すると、2030年から2050年までの20年間に150MtCを超える二酸化炭素排出量の削減が必要となる。2030年から2050年の20年間に、これだけの削減を実現できるような対策メニューが存在しなければ、2050年における目標達成は困難となってしまふ。図7.3には同様にエネルギー強度の推移が示されている。炭素強度の想定にも依るが、2030年にで示した社会像を実現した場合、その後の20年間にエネルギー強度の非常に大幅な改善が必要となる。過去の経験から、石油危機時に同様のエネルギー強度の改善が見られるが、仮に、2030年でで示した社会を選択した場合、石油危機とは異なる前提のもとで、どのような施策を導入しなければならないかを検討することになる。その上で、施策の実現可能性や他の施策との比較を行い、最も効率的な経路はどのようなものであるかを考察する。

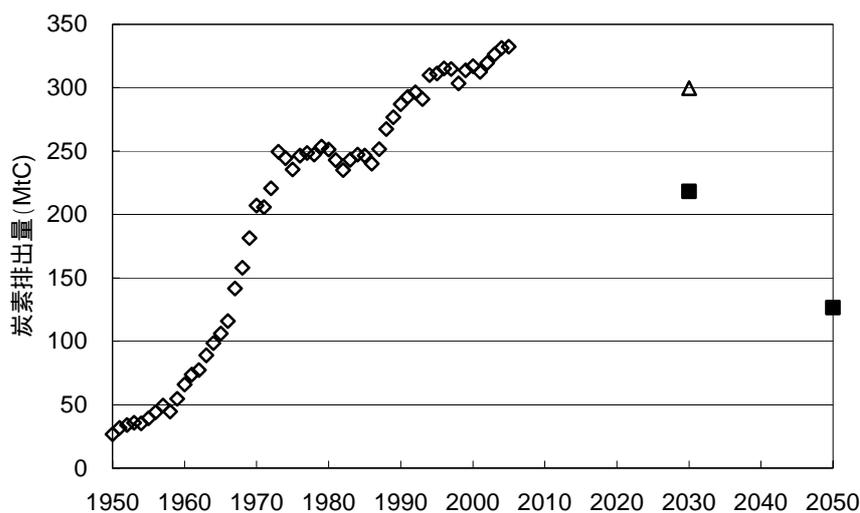


図 7.2 二酸化炭素排出量の推移

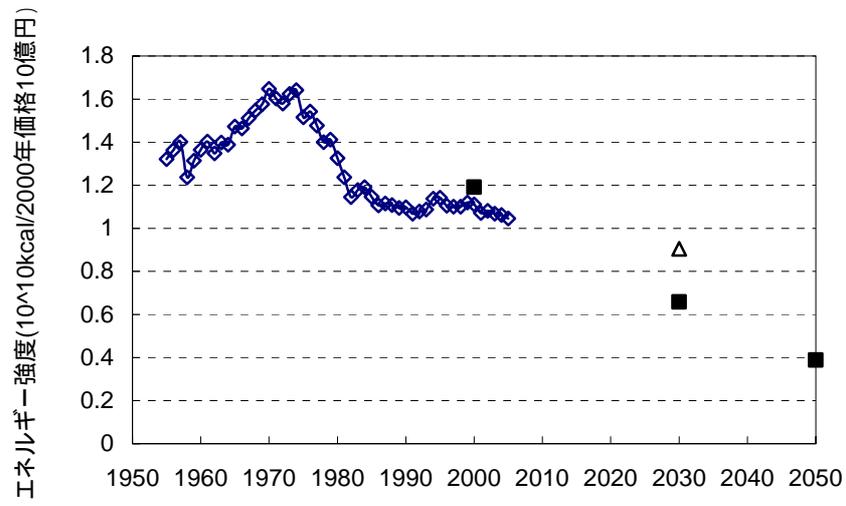


図 7.3 エネルギー強度の推移

## 参考資料 1：目指すべき環境像を実現するための社会の要素

検討会および合宿における検討委員の議論から、目指すべき環境像を実現している社会の要素に関するものを抽出し（事務局の追加分も一部含む）、グルーピングしたもの。本編 6 章の作成に資する。

### (1) 地球共生マインドに基づく持続可能なライフスタイル

#### エコロジカル・ライフスタイルの定着

- ・国民のすべてに地球共生マインド（生物多様性、予防原則、再生可能エネルギー、地域環境、資源循環などを重視する価値観）が共有されている。
- ・省エネ生活は“Cool”で、いいものを長く使うことは"Smart"かつ経済的との考え方が定着している。
- ・自然とのふれあいは人間性を豊かにし、ストレス解消に役立つとの意識が広まっている。
- ・豊かさが、経済成長や GDP だけでなくより広い視点から捉えられている。
- ・コミュニティ活動や環境ボランティアなど人と人とのつながりを通じ、環境保全・環境価値創出が行われている。
- ・商品を購入する際には、製品のライフサイクルでの環境負荷や、製造・販売企業の環境問題に対する取組などを考慮した選択が行われている。また、地産地消、旬産旬消が定着している。商品購入後も、製品使用に伴うエネルギー消費に配慮しながら、長期に渡り大切に使用する。

#### ワークライフバランスの確立

- ・人々が望ましい形で「働く」ことができると同時に、賃金労働・生産労働のみに価値が置かれるのではなく、自由な時間や余暇を享受することが可能となっている。
- ・教育や効率的な資本整備によって高い労働生産性が達成されている。
- ・ライフステージに応じた多様な就労環境が整備されている。そのため、年齢や性別に関わらず自分の技能とライフステージに適した場所を選択し、積極的に社会参画している。
- ・高齢者が有する知識・経験がコミュニティ活動や環境ボランティアを通じて社会に継承されている。

## (2) エコイノベーションによる環境と経済のシナジー効果の創出

### 持続可能な社会を支える企業市民

- ・従来の市場経済の分業を超えた主体として生産者と消費者が統合され、地域貢献・環境価値創造貢献を行っている。
- ・企業は製造段階、流通段階、使用段階、廃棄・リサイクル段階における環境負荷量を消費者に積極的に公開し、それが最も小さくなるように挑戦を続けている。
- ・グリーン購入や環境金融の定着により環境配慮を行わない企業は自然と淘汰され、持続可能な生産と消費の相互促進によって、循環型かつ環境負荷が低い代謝システムが作られている。

### ものづくりを通じた環境立国

- ・日本企業は製品の付加価値性とともに、低環境負荷企業としても国際的にトップランナーの地位を確保し、強力な国際競争力を有している。消費国で生産される製品についても多額のライセンス料を獲得し、日本経済に大きな貢献を果たしている。

### 新環境サービス産業の創出

- ・モノから機能提供へのシフトにより、資源消費と環境負荷を低減しつつサービスレベルを向上させる新たな環境サービス業が創出されている。
- ・エコツーリズムなど固有の環境資本を活かした環境サービス業が発展し、エコシステムの保全と経済活動両立に寄与している。また、我が国から世界への環境情報発信メディアとしても大きな役割を果たしている。
- ・金融産業は環境金融商品の開発により新たな市場を獲得するとともに、その流通を通じ企業や消費者の環境行動の支援に貢献している。

## (3) 先端科学・技術による環境技術立国

### 省資源、省エネ、ゼロエミッション技術の開発・普及

- ・新エネ・省エネ技術など、自立型・低炭素型エネルギー供給システム構築に資する技術の開発・普及。
- ・3R、インバースマニュファクチャリング、長寿命化など、再生資源の活用や廃棄物の適正処理に資する技術の開発・普及。
- ・環境負荷除去技術や節水技術などの開発・普及。
- ・温暖化影響予測技術，温暖化対策分析技術，気象予測技術の進展

## IT、ナノテク、バイオ技術の開発・普及

- ・環境負荷の見える化に資する情報通信技術の開発・普及。
- ・環境汚染物質管理・除去等に資するナノテクノロジーの開発・普及。
- ・環境負荷が小さく効率的な食料生産に資するバイオ技術の開発・普及。

## (4) 安全・安心・持続可能な暮らしを支える国土・社会インフラ

### エコシステムサービスの持続的活用

- ・生物域の確保、外来種の侵入防止、乱獲の防止などにより種の絶滅が最低限に抑えられ、地域特有の生物相（植物、動物、微生物など）が適切に保全されている。
- ・エコシステムサービスが炭素固定、木材、エネルギー、食料、観光資源、遺伝子資源などバランスがとれて活用されている。
- ・森林の成長量と動植物の多様性を維持する森林管理システムが形成されている。
- ・森林資源の成長量と収穫量のバランスが保たれ、健全な森林土壌が維持されている。

### 地域活力の維持と環境保全の両立

- ・山林を維持するための里山とそのコミュニティが存在している。
- ・森林を適切に管理する山村社会を維持することのできる雇用と生活基盤がある。
- ・各地域において、地域風土に適合するよう歴史的に形成された文化が継承されている。

### コンパクトシティを核とする都市の再構築

- ・非効率な郊外地域からの戦略的撤退を含んだ市街地の計画的再編等により、高齢者の暮らしやすさと環境面での効率向上が両立している。
- ・居住地域、商業地域、工業地域が適正に配置され、職住が近接し、エネルギーや土地が効率的に利用される。
- ・美しい都市景観、ヒートアイランドの抑制、廃墟建物の根絶

### 環境変化・災害に強い国土の形成

- ・浸水頻度に応じた土地利用のゾーニングにより、洪水被害と治水コストが最小限に抑えられている。
- ・余剰・老朽インフラの発生防止・適正管理が進んでいる。
- ・都市や河川施設設備や管理手法の発展、気候・気象予測の精度向上により、温暖化影響にも余裕を持って対応することが可能となっている。

### 安全・安心な食糧の確保

- ・フードセキュリティの観点だけでなく、地域の雇用確保と生物多様性保全という観点か

らもカロリーベースの食料自給率が堅調に増加している。いずれも農林水産技術の進展により、持続可能な方法で生産が行われている。

- ・国内品、輸入品共に、生産地・生産者・生産方法に関するトレーサビリティが向上し、消費者の食料に対する安心感が高まっている。

#### 十分な水量・水質・水環境の確保

- ・分散型節水システムが普及している。
- ・雨水や地下水といった身近な水の恵みを最大限に有効活用されている。
- ・水遊びができるような春の小川が都会の至る所に流れている。

#### 自立型・低炭素型エネルギー供給システムの構築

- ・化石燃料などの輸入依存度が大幅に低下し、国産のエネルギーとして太陽光・風力・バイオマスといったエネルギー源のシェアが増加する。また、バイオマスなど国内供給で不足する場合においても多様なエネルギー輸入先を確保するなどによってエネルギーセキュリティが向上している。
- ・未利用地を利用した大規模ウインドファーム、太陽光発電所の設置、石炭や天然ガスを利用した発電技術の高度化、火力発電所と CCS の組み合わせなどにより自立型・低炭素型エネルギー供給システムが構築されている。
- ・安心・安全な原子力発電技術が実現により、原子力発電所の設備利用率が大幅に向上している。
- ・次世代パワーエレクトロニクスやマイクログリッド、エネルギー貯蔵技術、ICT を駆使した高度な電力品質管理によって、太陽光・風力などの間欠性電源が多く導入されても安定した高品質の電力供給が可能なシステムが構築されている。

#### 資源利用・循環システムの構築

- ・化石燃料や鉱物資源等のように自然界で再生不可能な資源の使用量が最小化されている。
- ・再生資源や再生可能な生物由来の有機性資源であるバイオマスが有効に利用されている。
- ・「もったいない」の考え方に即した行動が人々の間に定着している。
- ・ものづくりの各段階において 3R の考え方が内部化し、定着している。
- ・廃棄物等の適正な循環的利用と処分のための高度なシステムが構築されている。
- ・適量生産・適量消費・最小廃棄型の社会が構築されている。
- ・3R、インバースマニュファクチャリング、長寿命化など、再生資源の活用や廃棄物の適正処理に資する技術が開発され普及している。

#### 交通システムの利便性・安全性の向上

- ・都市構造に即した合理的な公共交通システムが作られ、自動車よりも利便性・経済性に優れた交通手段として公共交通システムへの利用転換が進展している。
- ・自動車の交通量が少なく、景観にも配慮した街づくりが進むとともに、歩行者や自転車利用者が移動しやすい交通システムが実現するため、自動車から徒歩・二輪へのシフトが進んでいる。
- ・セキュリティが十分に担保された高度な ICT 技術の普及により通勤交通需要が大幅に低減している。さらに、高度な ICT を利用した交通渋滞緩和策やロードプライシングなどが積極的に導入されるため、旅客交通量が減少し、渋滞も大幅に解消している。
- ・貨物交通に関しても高度な ICT 技術を駆使した SCM を導入することによってシームレスな貨物輸送を実現し、異なる交通機関間の連携を強めることによって効率のいい物流システムが構築されている。

#### 住宅・建築物の快適性と環境性能の両立

- ・すべての住宅・建築物が次世代基準相当の断熱基準を満たしており、また、屋上緑化、自然光の利用など自然と共生した住宅・建築物設計が主流となっている。
- ・住宅・建築物の機能性や耐久性が増し、欧米並みの長寿命になっている。また、消費者の環境意識の高まりやライフステージに応じたフレキシブルな住宅選択の一般化により、良質な中古住宅が数多く流通している。スクラップビルド方式から、快適性と省エネルギー性能を兼ね備えた高機能住宅・建築物の長期使用への転換に成功している。

### (5) 持続可能な社会を支えるルールの整備

#### 重層的なガバナンスの機能

- ・ローカル（地域）レベルを基礎としつつ、ナショナル - リージョナル - グローバルという各レベルでのガバナンスが望ましい形で機能している。
- ・地環地管：地域価値・地域管理 vs 中央化収奪型グローバリゼーションの調整メカニズムが適切に機能している。

#### ルール形成における予防原則の徹底と次世代の意見の反映

- ・不確実性と世代間公平性を考慮し、予防原則の徹底と次世代の意見の反映が政策決定の基本方針として認識されている。

#### 市場のグリーン化

- ・現在から将来に渡る環境保全コストが税や排出取引などの手段を通じ市場に内部化され、持続可能な生産・消費サイクルを支えている。

(6) 持続可能な社会のための国際協力

- ・日本が開発した先端高度技術供与・情報発信により国際貢献を行っている。
- ・新国際機関によって金属資源の管理が行われている。
- ・バイオテクノロジーによる食糧増産技術、太陽エネルギー利用技術、水供給技術など生活基盤の強化を支援する技術の供与によって地域的危機の改善に貢献している。
- ・各地域の価値観や伝承の中にある持続可能性の向上に結びつく知恵が活用されている
- ・人的支援貢献による人道的支援が促進されている。

1. 定量化の意義

モデルを用いてビジョンの定量化を行う意義は、以下の通りである。

定性的に描かれている社会像が、整合性を確保しているかを確認する。

ビジョン達成のために、どのような対策をどの程度導入すればよいかを提示する。

また、今回の超長期ビジョンでは、様々な環境問題の持続可能性を議論するとともに、社会・経済との関係についての記述が重視される。そこで、超長期ビジョン研究の定量化において使用するモデルは、個々の活動に配慮しつつも、マクロ的に整合性のある環境・社会像を描くことに焦点を当てることとする。モデル化においては、脱温暖化 2050 研究での定量化作業を踏まえて、脱温暖化 2050 研究では取り扱われていない要素（例えば、廃棄物、生態系等）を加えることとする。

本検討では、目標を達成するための「バックキャスト」という概念が重視されている。そこで、目標年である 2050 年の環境目標と社会・経済活動を描くことを第一の目標とする。次に、2050 年の環境・社会・経済像を達成するための 2000 年からの経路を「バックキャスト」で描く。今回の定量化では、バックキャストの意味として、目標実現に向けた対策の経路の可能性を提示することに限定する。つまり、フォアキャスト的となるが 2050 年における目標を見据えて、それを実現するために必要となる要件を明らかにすることを第二の目標とする。なお、本検討では、2050 年に至るすべての期間を対象に、経路を検討するのではなく、中間年の代表として 2030 年を取り上げ、時間の流れを踏まえてビジョン達成に必要な対策、社会の変化について考察を行う。

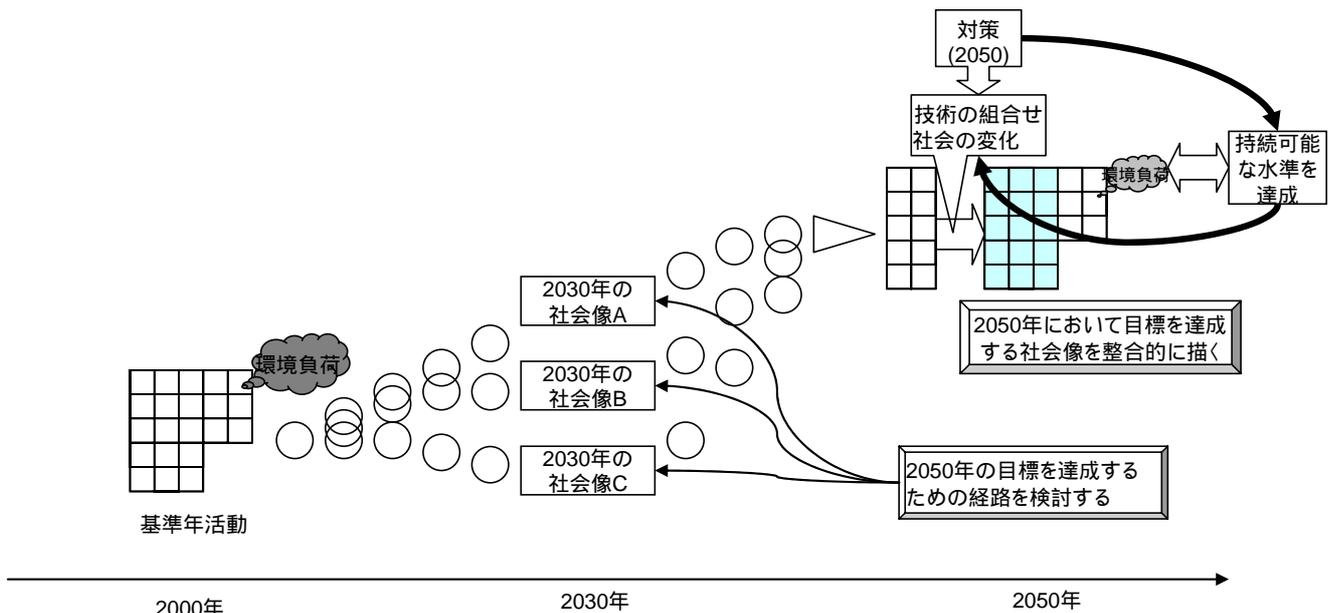


図1 定量化の目標

## 2. モデルの概要

### (1) 対象地域

分析に使用するモデルは、環境と経済を幅広く扱うモデルであり、1国（超長期ビジョン研究では日本）を対象としたモデルである。将来的には、国をいくつかの地域に分割することも検討しているが、現時点では国全体を1つの対象地域としている。

### (2) 対象期間

モデル内の時間は1年を単位としており、2000年を基準としている。資本や労働、技術水準等を前提に、将来の特定の年次における活動を再現する。目標年である2050年のほか、2030年を中間年としてとらえ、経路について検討を行う。

### (3) 対象とする環境問題

基本的には、検討会で取り上げられる環境問題を何らかの形でとりあげ、これを経済活動と関連づけるように定量化する。試算において取り上げる課題は以下の通りである。

地球温暖化問題：二酸化炭素排出量・化石燃料需要量

資源・循環問題：廃棄物（一般廃棄物・産業廃棄物）

大気汚染物質（窒素酸化物・硫黄酸化物等）

水質汚濁（BOD・COD・N等）

水需要量

生態系サービス：土地利用（森林面積・農地面積・工業用地等）

## 3. 中心となる経済モデル

今回の試算で使用するモデルが満たすべき要件は、以下の通りである。

- ・様々な経済活動がある程度分離して表現できる（詳細に分離する必要はないが、環境と経済の統合関係を明示できる程度に分離された活動を明示する必要がある）。
- ・前提条件が透明であり、操作性が高い。
- ・物量を明示できる。
- ・経済活動の様々な整合性（経済収支や財・生産要素の需給バランスなど）を満たす。

以上のような要件を満たすモデルとして、応用一般均衡モデルを採用する。

応用一般均衡モデルとは、世の中のすべての財、生産要素を取り扱い（「一般」）、それらの需要と供給が一致するように（「均衡」）、価格メカニズムを通じて各部門の活動が定量的に計算される（「応用」）モデルである。今回の定量化では、このモデルに、環境負荷の発生や対策を明示的に組み込み、経済活動と環境負荷の関係、目標とする環境の水準を達成するためにはどのような対策が必要になるかを明示することを最終目的とする。

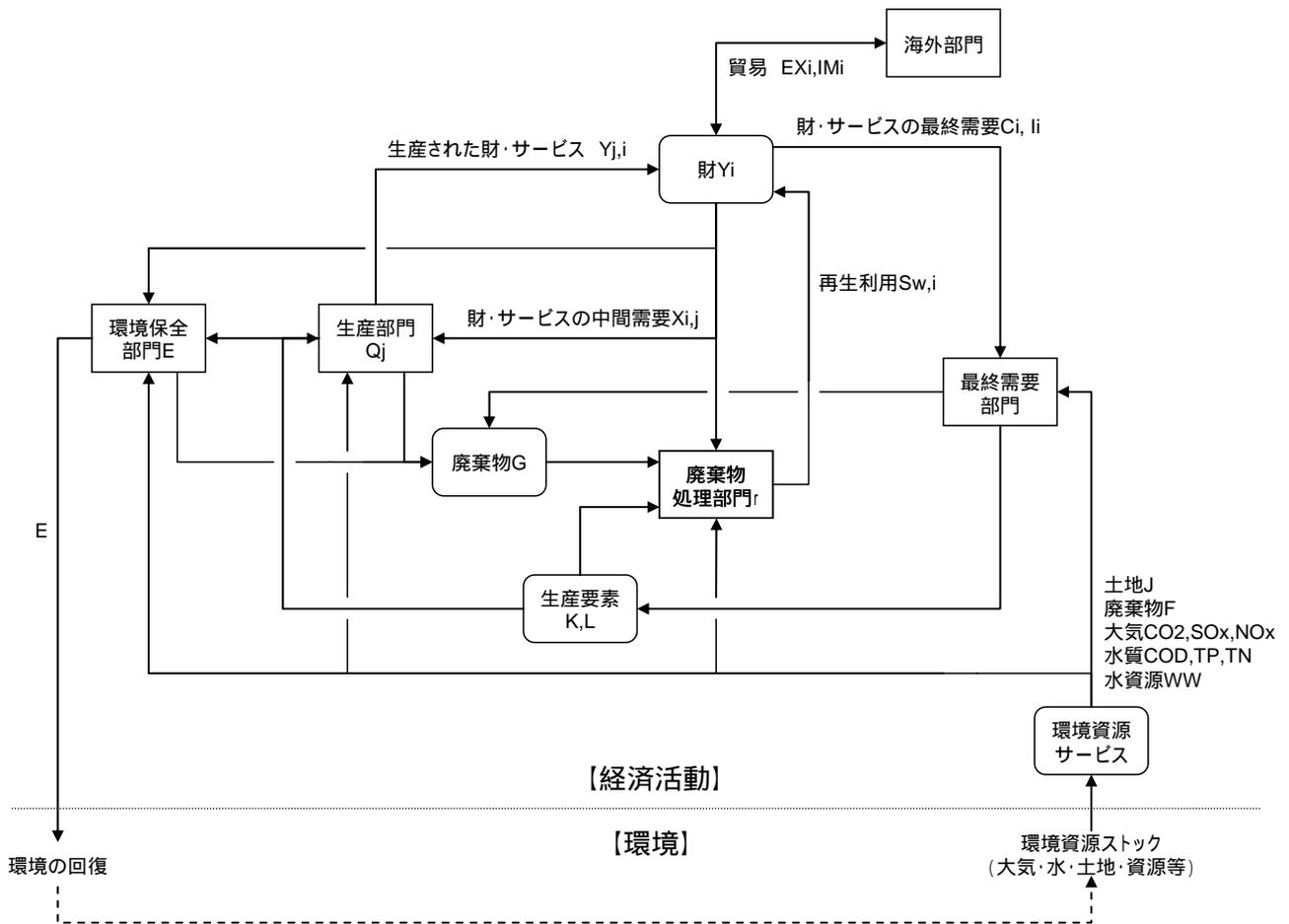


図2 モデルの概要

(1) モデルの前提

生産部門

産業連関表を下表に示すような部門に統合し、データを整備する。

表1 産業部門の定義

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		

## 入力条件

本モデルでは、技術係数（生産を行うために原材料や生産要素をどれだけ使用するかといった投入・産出関係や、家計がどういった財をどれだけ消費するかという需要関係、活動一単位あたりの環境負荷量など）をあらかじめ準備しておく。技術係数の想定方法については、後述する。

また、各年に使用することができる労働力や設備の容量についてもあらかじめ設定する。労働力は、就業者数から設定を行う。設備容量については、過去における設備投資により定められる。

本モデルは1国モデルであり、輸出、輸入は重要な境界条件である。国際価格はあらかじめ前提として定めておき、国内生産に対する輸出品の比率、国内需要に占める輸入品の比率も財毎に設定する。

#####

		中間需要				最終消費	固定資本形成					輸出	輸入	総供給
		財1	財2	...	財j		財1	財2	...	財j	公共			
投入	財	財1												
		財2												
		:												
		財i												
	生産要素	資本												
		労働												
	再生品受入	財1												
		:												
		財i												
	環境負荷	廃棄物	発生											
			減量											
			再利用											
			排出											
			最終処分											
		土地												
		CO2	石油起源											
			石炭起源											
			ガス起源											
			活動起源											
		SOx												
	NOx													
	BOD													
	COD													
	TP													
	TN													
	水需要量													
	取水量													
産出	財	財1												
		財2												
		:												
		財i												
	環境サービス													
廃棄物受入														

なお、今回の試算では、特にどういった対策をとることで持続可能な社会が実現できるかを明らかにすることが求められている。このため、技術係数等の想定を試行錯誤的に動かし、持続可能な社会の基準を満たした2050年に至る道筋を描くことを目的とする。

一方で、いくつかの環境負荷に対して制約を与え、その制約条件下で解を求める方法もあるが、この場合には、想定された技術係数の組合せがどのようなものであったとしても、制約条件を達成するように活動が調整される。

想定される個別の問題に対する対策として、以下のようなものが挙げられる。

A. 地球温暖化

エンドユース側での活動あたりのエネルギー需要量（エネルギー効率）の改善  
エネルギー転換における効率改善  
高炭素エネルギーから低炭素エネルギーへの転換  
一次エネルギーのミックス（自然エネルギー利用）  
炭素固定量の増加

B. 物質循環

生産あたりの物質投入量の減少  
物質投入に占める再生品の比率の増加  
物質投入量に対する廃棄物発生量の減少  
廃棄物発生量に対する廃棄物排出量の減少・副産物（有価）量の増加  
処理される廃棄物に対する再生利用量の増加・最終処分量の減少

C. 生態系サービス

活動あたりの土地需要量の減少（土地利用効率の向上）  
維持管理による生態系保全に有効な自然地面積の確保・増加

D. その他

製品の長寿命化  
グリーン購入・グリーン調達  
エコファンド  
再生品市場の活性化  
環境保全に寄与する財・サービスの市場構築・支援とそのルールの徹底  
情報公開  
環境保全を支援する政策の導入

そのほか、都市構造の変化、環境保全に寄与する社会資本ストックの充実など、環境対策にとどまらない施策も検討することが重要である。

## 技術係数の想定

### a. 生産部門

既存の技術も含め、将来利用可能な技術について投入産出係数を準備しておき、各年においてどのような技術のシェアで生産を行うかを設定する。例えば、鉄鋼で高炉と電気炉の比率を 1:3 にする、自動車輸送で普通自動車と電気自動車の比率を 1:5 にするなど。

新技術の導入には追加費用が発生するが、これは固定資本の変化で表現する。また、技術のシェアは、過去からのストックによる制約を受ける。

			財1				2000年	2050年					
			既存	新規1	...	新規j	財1 既存	財1 年平均	既存	新規1	...	新規j	
投入	財	財1											
		財2											
		:											
		財i											
	生産要素	資本											
		労働											
	再生品受入	財1											
		:											
		財i											
	環境負荷	廃棄物w発生	減量										
			再利用										
			排出										
			最終処分										
			土地										
	CO2	石油起源											
		石炭起源											
		ガス起源											
		活動起源											
		SOx											
		NOx											
	BOD												
	COD												
	TP												
	TN												
	水需要量												
	取水量												
			将来技術としてデータを準備										
産出	財	財1											
		財2											
		:											
		財i											
	環境サービス												
	廃棄物受入												
技術シェア							1		合計1となるように技術シェアを入力				
固定資本形成	次期におけるシェア						1		合計1となるように技術シェアを入力				
	財	財1											
		財2											
		:											
	財i												
									技術シェアに応じて投資財シェアを計算。				

以下に、産業部門に関連する対策の事例を示す。

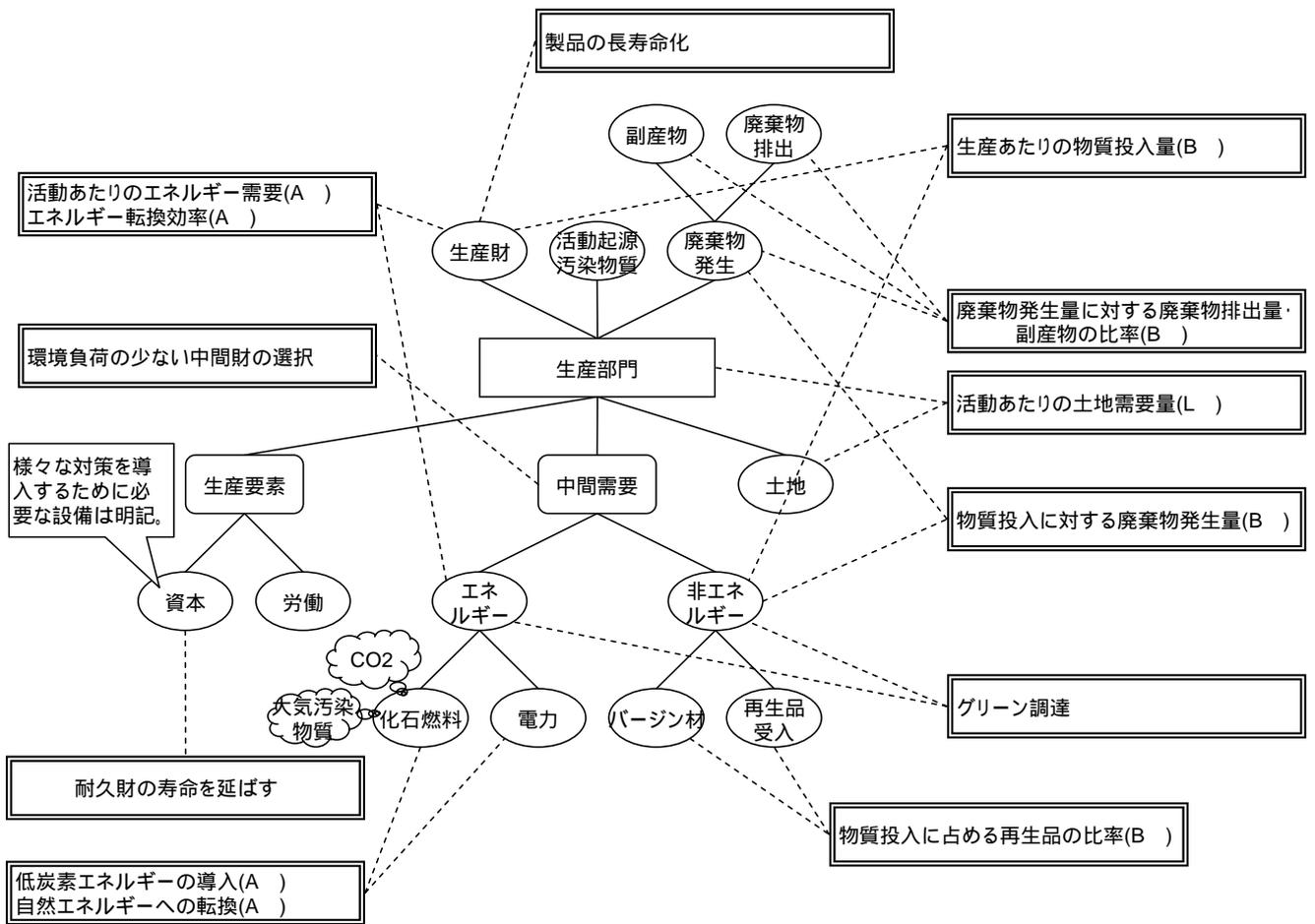


図3 生産部門全般における個別対策の例

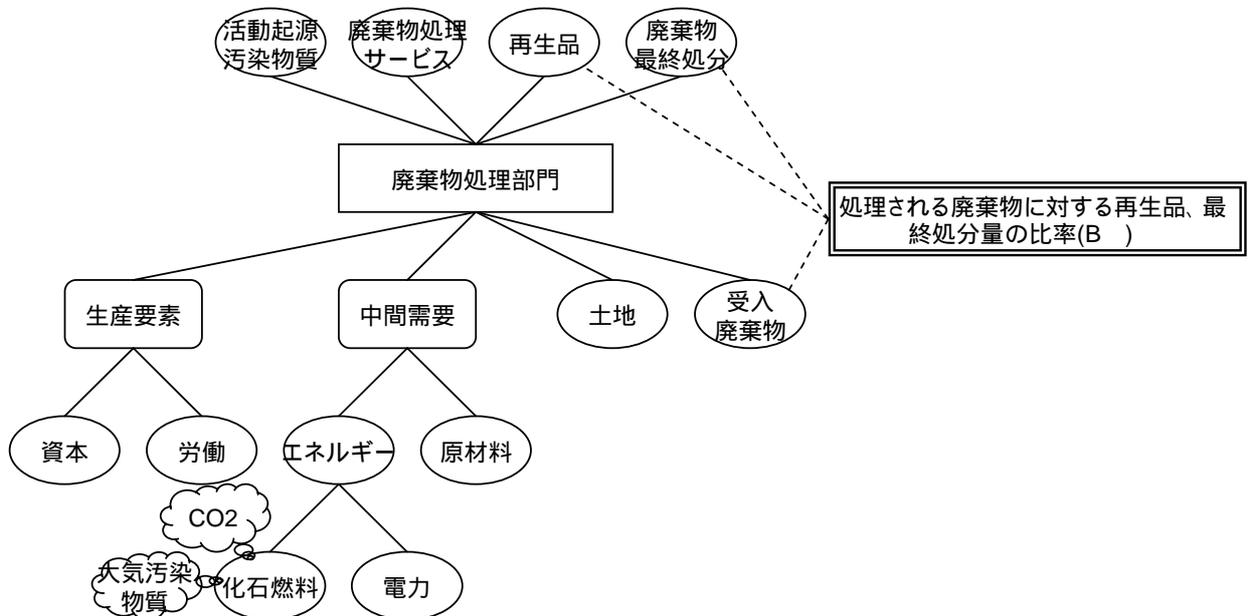


図4 廃棄物処理部門における個別対策の例

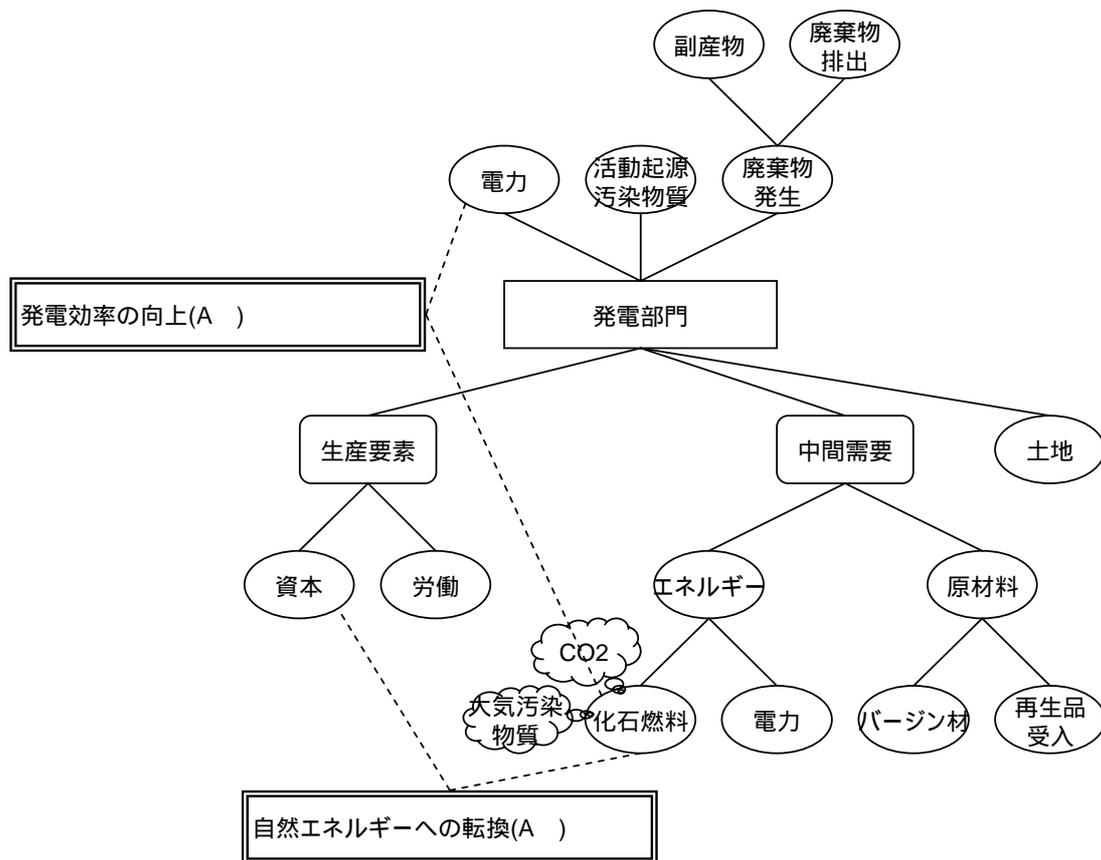


図5 発電部門における個別対策の例

b. 家計部門

家計における活動(生活の場面)を下表のように定義し、それぞれの活動を行うために必要な耐久財、非耐久財、エネルギーサービスの各需要を、様々な種類の家計を対象に想定する。将来の家計における財の選好は、家計の種類シェアに応じて決定される。

生活の場面	モデルとの対応関係
衣	人口の変化や後述の美意識の変化により、[繊維]の需要が変化する。
食	内食・中食・外食の割合が変化する。また、内食の変化 = 炊事の変化と捉え、[農業][畜産][水産業][食料品]の需要や炊事に伴う光熱費が変化する。
住宅	世帯構成の変化や住宅面積・機能の変化に伴い、住宅[金融・保険・不動産]が変化する。
紙使用量	パソコンの普及により、新聞や書籍などを紙媒体以外で楽しむことにより、紙の使用量[パルプ・紙・出版・印刷]が変化する。
医療	高齢化に伴い、診療費等の増加[医療・保険・社会保障・介護]が変化する。あわせて医薬品の需要量[化学・プラスチック]が変化する。
美意識	化粧品や装飾品への支出[化学・プラスチック][その他製造業]が変化する。
移動	街の形態により移動量及び移動手段が変化し、[運輸サービス]や輸送機器[金属製品・機械]の需要量が変化する。
通信	通信機器の発達・新しい通信手段に伴い、[通信]が変化する。
娯楽	音響・テレビなどの耐久財の構成、娯楽サービス[対個人サービス]の需要が変化する。
教育・研究	生涯教育、少子化に伴う教育サービスの変化は、[教育・研究]の需要を変化させる。
サービス	各種サービス業の変化により、[対個人サービス]の需要が変化する。
家事	家事の減少、代替サービスの普及により関連する消費が変化する。
卸売・小売	新たな販売システムが整い、マージンが変化する。
環境意識	グリーン購入、製品の長期利用、エコファンドの購入など、環境保全に資する行動への価値付けが変化する。



### c. その他

生産部門や家計部門における技術係数は、あくまで個別の主体で取り込まれるものが中心である。都市構造の変化などによる輸送サービス（移動量）の変化は、前述の生産部門や家計部門における技術係数の想定には含まれない。こうした大規模なインフラ整備による構造変化は、別途想定し、すべての部門の活動に一律に影響するとみなす。

上記であらかじめ設定された係数をもとに、生産、消費活動を行う。当然、技術係数には環境負荷に関するものも含まれ、廃棄物をより多く再生する技術、汚染物質の発生を抑える技術なども想定している。

#### 環境と経済の関係

前項の技術係数の設定でも触れているとおり、各部門から発生する環境負荷は、各部門の活動水準に比例して増大すると仮定している。環境負荷の発生と経済活動の間の因果関係が明確なもの（例えば、二酸化炭素排出量と化石燃料燃焼量）については、その関係を組み入れる。一方、因果関係が明確でないものについては、各部門における活動水準に比例して環境負荷が大きくなると仮定している。

なお、経済活動と環境負荷をつなぐ係数は、導入される技術が変化すると、それに応じて変化する。これは、前述の投入係数の変化と同様である。

#### 各年における計算のメカニズム

生産者は、各部門において想定された技術と、財や生産要素の価格をもとに、各部門の利潤が最大となるように生産活動を行う。一方、家計は所得制約の下、あらかじめ設定された選好や財の価格をもとに効用が最大となるように財を消費する。財や生産要素の需要と供給が均衡しない場合には、価格を改定して、再度、上述の計算が行われる。すべての財、生産要素を同時に均衡させるような価格、活動が得られるまで繰り返し計算が行われる。

#### 計算のフロー

本モデルは、基本的には静的な計算である。ただし、技術係数は、対象年の想定により変化する。基準年である 2000 年を再現し、2050 年において持続可能性を達成するようなパラメータの組み合わせを試行錯誤的に計算する。その後、2030 年を対象に同様の計算を行い、2030 年における想定の違いが 2050 年の持続可能社会の目標達成にどの程度影響をもたらすかについて分析する。

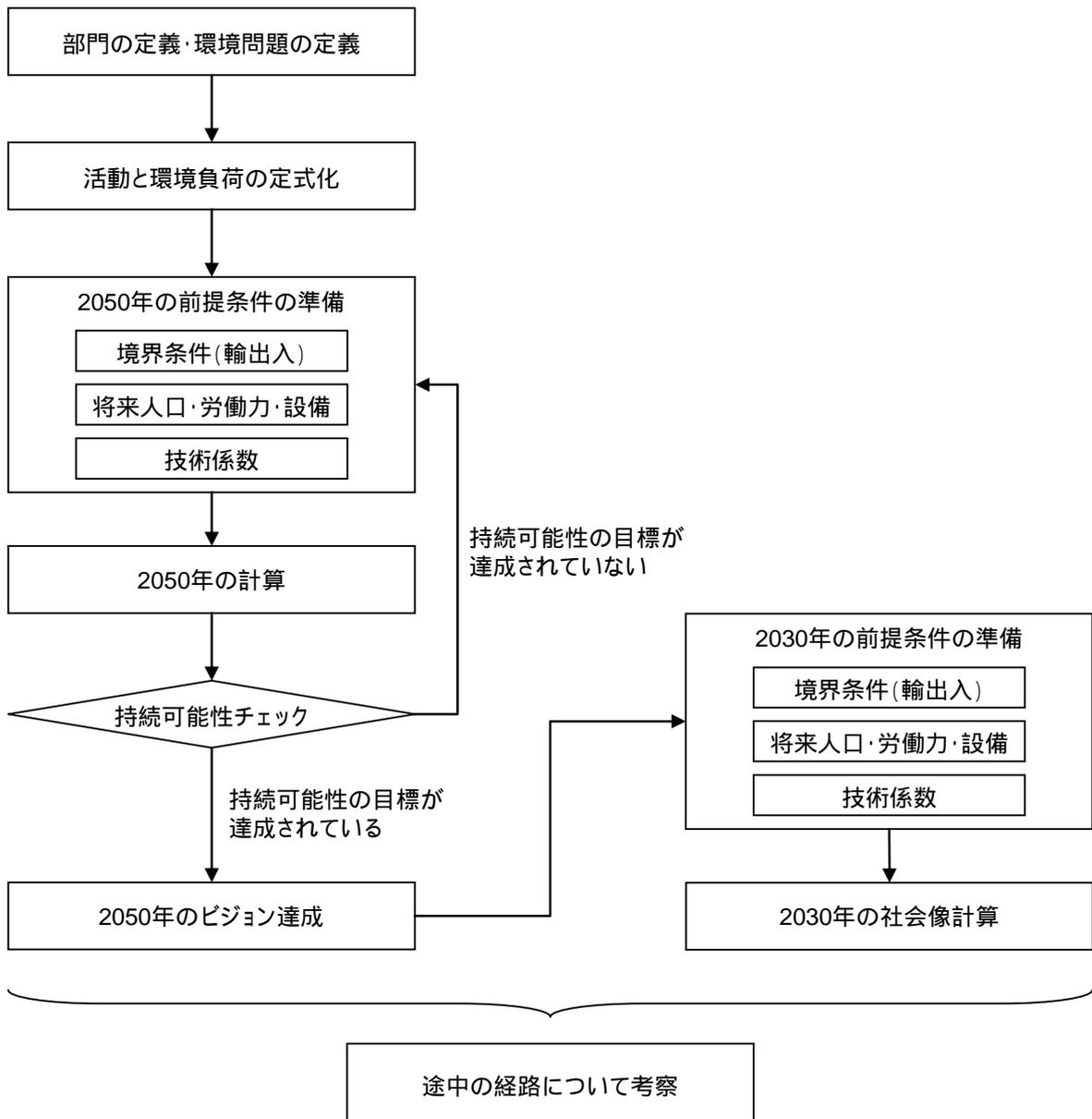


図7 定量化の枠組

#### 4. 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 処理	環境 保全	最終 消費	固定資 本形成	輸出	輸入	供給	賦存量	価格	式	
		部門 a	部門 b											
活動水準		$Q_a$	$Q_b$	$Q_r$	$Q_E$	$U$								
投入	財 1	$X_{1a}$	$X_{1b}$	$X_{1r}$	$X_{1E}$	$C_1$	$I_1$	$EX_1$	$-IM_1$	$Y_1$		$P_1$		
	財 2	$X_{2a}$	$X_{2b}$	$X_{2r}$	$X_{2E}$	$C_2$	$I_2$	$EX_2$	$-IM_2$	$Y_2$		$P_2$		
	資本	$K_a$	$K_b$	$K_r$	$K_E$						$K^*$	$P_K$		
	労働	$L_a$	$L_b$	$L_r$	$L_E$						$L^*$	$P_L$		
	再生品 受入	1	$R_{1a}$	$R_{1b}$	$R_{1r}$	$R_{1E}$	$R_{1h}$				$S_1$		$P_{S1}$	
		2	$R_{2a}$	$R_{2b}$	$R_{2r}$	$R_{2E}$	$R_{2h}$				$S_2$		$P_{S2}$	
産出	財 1	$Y_{a1}$	$Y_{b1}$							$Y_1$		$P_1$		
	財 2	$Y_{a2}$	$Y_{b2}$							$Y_2$		$P_2$		
	環境サービス				$E$					$E$		$P_E$		
	廃棄物 受入	w			$Z_w$						$G_w$		$P_w$	
		x			$Z_x$						$G_x$		$P_x$	
望ましい環境						$E_h$				$E$	$E^*$	$P_E$		
環境 負荷	廃棄物 発生	w	$H_{aw}$	$H_{bw}$		$H_{Ew}$	$H_{hw}$			$H_w$				
		x	$H_{ax}$	$H_{bx}$		$H_{Ex}$	$H_{hx}$			$H_x$				
	廃棄物 減量	w	$D_{aw}$	$D_{bw}$	$D_{rw}$	$D_{Ew}$	$D_{hw}$				$D_w$			
		x	$D_{ax}$	$D_{bx}$	$D_{rx}$	$D_{Ex}$	$D_{hx}$				$D_x$			
	廃棄物 再生	1			$S_1$						$S_1$		$P_{S1}$	
		2			$S_2$						$S_2$		$P_{S2}$	
	廃棄物 排出	w	$G_{aw}$	$G_{bw}$		$G_{Ew}$	$G_{hw}$				$G_w$		$P_w$	
		x	$G_{ax}$	$G_{bx}$		$G_{Ex}$	$G_{hx}$				$G_x$		$P_x$	
	廃棄物 最終処分	w			$F_w$							$F^*$	$P_F$	
		x			$F_x$									
	土地		$J_a$	$J_b$	$J_r$	$J_E$	$J_h$					$J^*$	$P_J$	
	CO2		$CO_{2a}$	$CO_{2b}$	$CO_{2r}$	$CO_{2E}$	$CO_{2h}$					$CO_2^*$	$P_{CO2}$	
	NOx		$NO_{xa}$	$NO_{xb}$	$NO_{xr}$	$NO_{xE}$	$NO_{xh}$					$NO_x^*$	$P_{NOx}$	
	SOx		$SO_{xa}$	$SO_{xb}$	$SO_{xr}$	$SO_{xE}$	$SO_{xh}$					$SO_x^*$	$P_{SOx}$	
	COD		$COD_a$	$COD_b$	$COD_r$	$COD_E$	$COD_h$					$COD^*$	$P_{COD}$	
	TN		$TN_a$	$TN_b$	$TN_r$	$TN_E$	$TN_h$					$TN^*$	$P_{TN}$	
TP		$TP_a$	$TP_b$	$TP_r$	$TP_E$	$TP_h$					$TP^*$	$P_{TP}$		
WD		$WD_a$	$WD_b$	$WD_r$	$WD_E$	$WD_h$				$WD$				
WW		$WW_a$	$WW_b$	$WW_r$	$WW_E$	$WW_h$					$WW^*$	$P_{WW}$		
式														

「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。

- 「再生品受入」：再生利用可能な廃棄物の受入を示す。受入の拡大により財の投入が減少する。
- 「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。
- 「環境サービス」：正の効用をもたらす「望ましい環境」。人為的に保全・回復されたものを示す。
- 「廃棄物受入」：各部門で排出された廃棄物を受け入れて処理するサービスの産出を示す。
- 「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。
- 「廃棄物発生」：廃棄物の潜在的な発生量を示す。
- 「廃棄物減量」：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。廃棄物処理部門では処理された廃棄物と処理後の残渣の差として定義され、廃棄物処理部門における技術水準を示す。廃棄物所以外の部門では、発生する廃棄物と排出される廃棄物の差として定義される。
- 「廃棄物再生」：廃棄物処理部門において処理残渣のうち再生利用される量を示す。
- 「廃棄物排出」：排出される廃棄物の量。発生量から減量化を差し引いた量に相当する。
- 「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。
- 「CO<sub>2</sub>」「NO<sub>x</sub>」「SO<sub>x</sub>」：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  $P_{CO_2}$ 、 $P_{NO_x}$ 、 $P_{SO_x}$  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。
- 「WD」：水需要量。生産・消費過程において必要となる水の量。
- 「WW」：水取水量。回収水のシェアを上げることで、水需要量を維持しつつ取水量を低下することが可能となる。
  
- 「産業部門 a」「産業部門 b」：生産活動を行う部門。
- 「廃棄物処理部門」：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再利用もしくは最終処分される。
- 「環境保全部門」：「望ましい環境」である「環境サービス」を産出することで環境の保全・回復を実施する部門。
- 「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」：利用可能な資源の量。最終需要部門に賦存されていると想定する。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。賦存量を上回る需要が潜在的に発生すると、正の価格が発生する。
- 「価格」：それぞれの財に対する価格。

## 効用関数

$$U = u(C_1, C_2, R_{1h}, R_{2h}, E_h, G_{hw}, G_{hx}, J_h, CO2_h, SOx_h, NOx_h, COD_h, TN_h, TP_h, WD_h) \rightarrow Max$$

## 生産活動（生産関数）

$$\begin{aligned} \text{部門}a: Q_a &= f_a(X_{1a}, X_{2a}, K_a, L_a, R_{1a}, R_{2a}, G_{aw}, G_{ax}, J_a, CO2_a, SOx_a, NOx_a, COD_a, TN_a, TP_a, WD_a) \\ &= g_a(Y_{a1}, Y_{a2}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{部門}b: Q_b &= f_b(X_{1b}, X_{2b}, K_b, L_b, R_{1b}, R_{2b}, G_{bw}, G_{bx}, J_b, CO2_b, SOx_b, NOx_b, COD_b, TN_b, TP_b, WD_b) \\ &= g_b(Y_{b1}, Y_{b2}) \end{aligned}$$

## 廃棄物処理部門: $Q_r$

$$\begin{aligned} &= f_r(X_{1r}, X_{2r}, K_r, L_r, R_{1r}, R_{2r}, F_w, F_x, J_r, CO2_r, SOx_r, NOx_r, COD_r, TN_r, TP_r, WD_r) \\ &= g_r(Z_w, Z_x, S_1, S_2) \end{aligned}$$

## 環境保全部門: $Q_E$

$$\begin{aligned} &= f_E(X_{1E}, X_{2E}, K_E, L_E, R_{1E}, R_{2E}, G_{Ew}, G_{Ex}, J_E, CO2_E, SOx_E, NOx_E, COD_E, TN_E, TP_E, WD_E) \\ &= g_E(E) \end{aligned}$$

## 財の需給均衡

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

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

## 生産要素の均衡

$$\text{資本: } K_a + K_b + K_r + K_s + K_E \leq K^*$$

$$\text{労働: } L_a + L_b + L_r + L_s + L_E \leq L^*$$

## 再生品の需給均衡

$$\text{財1の再生品: } R_{1a} + R_{1b} + R_{1r} + R_{1E} + R_{1h} = S_1$$

$$\text{財2の再生品: } R_{2a} + R_{2b} + R_{2r} + R_{2E} + R_{2h} = S_1$$

## 良好な環境

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

処理される廃棄物のフロー

$$\text{廃棄物}_w : Z_w = G_{aw} + G_{bw} + G_{Ew} + G_{hw} = G_w$$

$$\text{廃棄物}_x : Z_x = G_{ax} + G_{bx} + G_{Ex} + G_{hx} = G_x$$

環境負荷のフロー

$$\text{廃棄物最終処分} : F_w + F_x \leq F^*$$

$$\text{土地} : J_a + J_b + J_r + J_E + J_h \leq J^*$$

$$\text{二酸化炭素} : CO2_a + CO2_b + CO2_r + CO2_E + CO2_h \leq CO2^*$$

$$\text{硫黄酸化物} : SOx_a + SOx_b + SOx_r + SOx_E + SOx_h \leq SOx^*$$

$$\text{窒素酸化物} : NOx_a + NOx_b + NOx_r + NOx_E + NOx_h \leq NOx^*$$

$$\text{COD} : COD_a + COD_b + COD_r + COD_E + COD_h \leq COD^*$$

$$\text{窒素} : TN_a + TN_b + TN_r + TN_E + TN_h \leq TN^*$$

$$\text{リン} : TP_a + TP_b + TP_r + TP_E + TP_h \leq TP^*$$

$$\text{取水量} : WW_a + WW_b + WW_r + WW_E + WW_h \leq WW^*$$

家計の収支

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

各部門の収支

$$\begin{aligned} \text{部門a} : & Y_{a1} \cdot P_1 + Y_{a2} \cdot P_2 \\ & = X_{1a} \cdot P_1 + X_{2a} \cdot P_2 + K_a \cdot P_k + L_a \cdot P_L + R_{1a} \cdot P_{S1} + R_{2a} \cdot P_{S2} + G_{aw} \cdot P_w + G_{ax} \cdot P_x + J_a \cdot P_J \\ & + CO2_a \cdot P_{CO2} + SOx_a \cdot P_{SOx} + NOx_a \cdot P_{NOx} + COD_a \cdot P_{COD} + TP_a \cdot P_{TP} + TN_a \cdot P_{TN} + WW_a \cdot P_{WW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{部門b} : & Y_{b1} \cdot P_1 + Y_{b2} \cdot P_2 \\ & = X_{1b} \cdot P_1 + X_{2b} \cdot P_2 + K_b \cdot P_k + L_b \cdot P_L + R_{1b} \cdot P_{S1} + R_{2b} \cdot P_{S2} + G_{bw} \cdot P_w + G_{bx} \cdot P_x + J_b \cdot P_J \\ & + CO2_b \cdot P_{CO2} + SOx_b \cdot P_{SOx} + NOx_b \cdot P_{NOx} + COD_b \cdot P_{COD} + TP_b \cdot P_{TP} + TN_b \cdot P_{TN} + WW_b \cdot P_{WW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{廃棄物処理部門} : & Z_w \cdot P_w + Z_x \cdot P_x + S_1 \cdot P_{S1} + S_2 \cdot P_{S2} \\ & = X_{1r} \cdot P_1 + X_{2r} \cdot P_2 + K_r \cdot P_k + L_r \cdot P_L + R_{1r} \cdot P_{S1} + R_{2r} \cdot P_{S2} + (F_w + F_x) \cdot P_F + J_r \cdot P_J \\ & + CO2_r \cdot P_{CO2} + SOx_r \cdot P_{SOx} + NOx_r \cdot P_{NOx} + COD_r \cdot P_{COD} + TP_r \cdot P_{TP} + TN_r \cdot P_{TN} + WW_r \cdot P_{WW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{環境保全部門} : & E \cdot P_E \\ & = X_{1E} \cdot P_1 + X_{2E} \cdot P_2 + K_E \cdot P_k + L_E \cdot P_L + R_{1E} \cdot P_{S1} + R_{2E} \cdot P_{S2} + G_{Ew} \cdot P_w + G_{Ex} \cdot P_x + J_E \cdot P_J \\ & + CO2_E \cdot P_{CO2} + SOx_E \cdot P_{SOx} + NOx_E \cdot P_{NOx} + COD_E \cdot P_{COD} + TP_E \cdot P_{TP} + TN_E \cdot P_{TN} + WW_E \cdot P_{WW} \end{aligned}$$

各部門における水需要と取水量の関係

$$\text{部門a: } WW_a = w_a(WD_a, K_a)$$

$$\text{部門b: } WW_b = w_b(WD_b, K_b)$$

$$\text{廃棄物処理部門: } WW_r = w_r(WD_r, K_r)$$

$$\text{環境保全部門: } WW_E = w_E(WD_E, K_E)$$

$$\text{家計部門: } WW_h = w_h(WD_h, C_i)$$

各部門における廃棄物の排出と減量

$$\text{部門a: } G_{aw} = H_{aw} - D_{aw} = H_{aw} - d_{aw}(H_{aw}, K_a), G_{ax} = H_{ax} - D_{ax} = H_{ax} - d_{ax}(H_{ax}, K_a)$$

$$\text{部門b: } G_{bw} = H_{bw} - D_{bw} = H_{bw} - d_{bw}(H_{bw}, K_b), G_{bx} = H_{bx} - D_{bx} = H_{bx} - d_{bx}(H_{bx}, K_b)$$

$$\text{環境保全部門: } G_{Ew} = H_{Ew} - D_{Ew} = H_{Ew} - d_{Ew}(H_{Ew}, K_E), G_{Ex} = H_{Ex} - D_{Ex} = H_{Ex} - d_{Ex}(H_{Ex}, K_E)$$

$$\text{家計部門: } G_{hw} = H_{hw} - D_{hw} = H_{hw} - d_{hw}(H_{hw}, C_i), G_{hx} = H_{hx} - D_{hx} = H_{hx} - d_{hx}(H_{hx}, C_i)$$

$$\text{廃棄物処理部門: } F_w = Z_w - D_{rw} - \alpha_{1,w} \cdot S_1 = Z_w - d_{rw}(H_{rw}, K_r) - \alpha_{1,w} \cdot S_1$$

$$F_x = Z_x - D_{rx} - \alpha_{2,x} \cdot S_2 = Z_x - d_{rx}(H_{rx}, K_r) - \alpha_{2,x} \cdot S_2$$

輸出

$$\text{財1: } EX_1 = ex_1(Y_1)$$

$$\text{財2: } EX_2 = ex_2(Y_2)$$

輸入

$$\text{財1: } IM_1 = im_1(Y_1)$$

$$\text{財2: } IM_2 = im_2(Y_2)$$

固定資本形成

$$\text{財1: } I_1 = i_1(K^*)$$

$$\text{財2: } I_2 = i_2(K^*)$$

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。上記の例では、廃棄物のみ発生、除去、排出を明示しているが、他の汚染についても同様である。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 倍に

なると、環境負荷の発生も 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 倍になっても環境負荷の発生が 倍となることもなるが、この定数 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。また、発生、除去の変化を考慮して排出係数を調整する。