

## AIM モデルによる試算について

## 1. AIM モデルによる試算の目的、2種類のモデルの関係

## 1. 試算の目的

我が国の二酸化炭素排出量削減のための温暖化対策税の税率を推計するとともに、温暖化対策税の導入に伴う我が国経済への影響を評価するため、国立環境研究所及び京都大学が共同で開発したアジア・太平洋統合評価モデル（AIM モデル）による試算を行った。

なお、今回、モデルの前提となる経済成長率・貨物輸送量・世帯数・原子力発電等の条件を地球環境部会において行われている地球温暖化対策推進大綱の評価・見直しにおける条件に合わせた。

## 2. 試算に用いたモデル

## (1) 技術選択モデル（AIM/Enduse モデル）

エネルギーサービス需要を所与のものとし、費用を最小とする機器選択を行う。すなわち、費用最小化の観点から、最適な技術進歩（技術的効率の改善）の下での二酸化炭素排出量を試算するもの。

## (2) 日本経済モデル（AIM/Material モデル）

技術選択モデルで計算した技術進歩に関する条件を所与として、我が国におけるマクロ経済影響等（特に各産業部門ごと）を試算するもの。

## 2. 技術選択モデル（AIM/Enduse モデル）

## 1. モデルの特徴

## (1) モデルが所与としているもの（エネルギーサービス量）

本モデルでは、将来必要となるエネルギーサービス量を所与のものとする。具体的には、表2に示した経済・社会シナリオ等をベースに、エネルギー使用量を外生的に積み上げる。

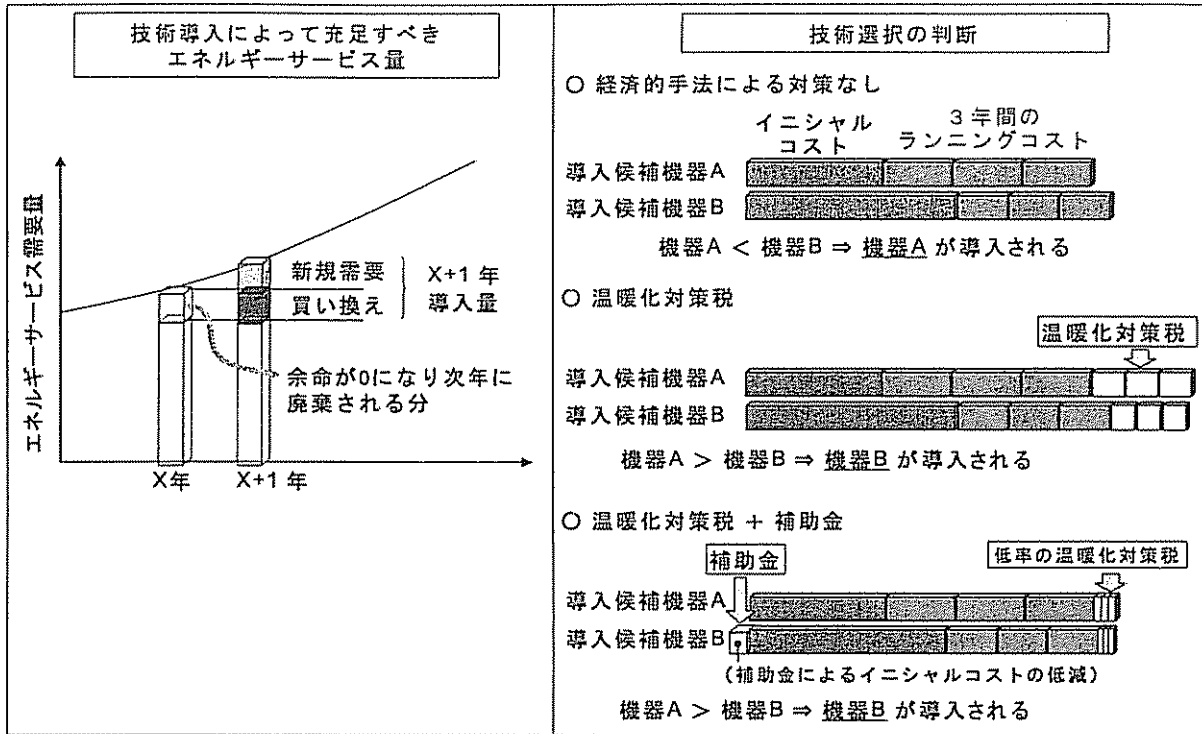
## (2) モデルの前提条件（各主体は経済合理的な行動をとる）

各主体はそれぞれの部門のエネルギーサービス量を満たすのに最も経済効率的な技術/製品を選択する。この際に各主体は経済合理的な行動を取ることが前提となる。つまり、技術/製品の選択を行う際に、「イニシャルコスト+ランニングコストの原則3年分」を比較して、最も安価なものが採用される。（具体的には、図1参照）

## (推計方法)

本モデルでは、(1)(2)の結果決まるエネルギー効率を、エネルギーサービス量と掛け合わせることによって、最終的なエネルギー消費量を推計する。

需要の増大に伴い新たに機器を購入する場合  
 機器の寿命がなくなり買い換える場合



注) 本試算では新たな機器の導入は、(省エネの費用削減効果が特に優れたもの以外は、) 機器の更新時に行われる。新たな機器は、機器の更新に合わせて、徐々に導入されることになる。

図1 技術代替のイメージ

(参考) 本モデルの基本構造

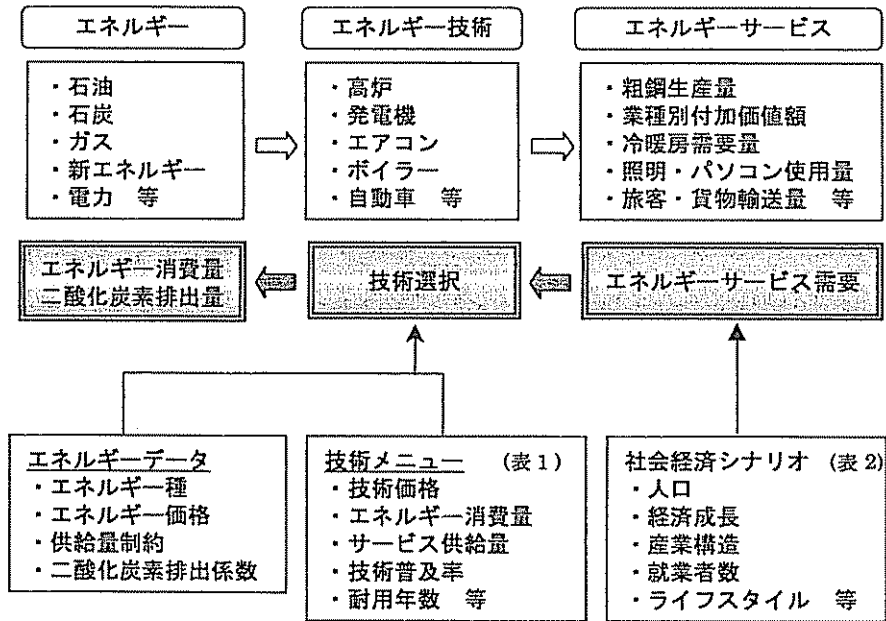


図2. AIM/Enduse の概要

表1. AIM/Enduseモデルで対象とする省エネ技術・新エネ技術

部門	省エネ技術・新エネ技術	
産業部門	鉄鋼	石炭調湿装置 自動燃焼制御 次世代コークス炉 乾式コークス消火設備 COG 顕熱回収設備 自動点火装置 主塵熱回収 クーラー廃熱回収 塵ブラ利用施設 乾式高炉炉頂圧発電 LDG 顕熱・潜熱回収 スクラップ予熱 直流式電気炉 熔融還元炉 連続鋳造法 熟片挿入 直送圧延 高効率加熱炉 高効率連続焼鈍設備
	セメント	堅型ミル 高効率クリンカクーラ 予備粉砕機 堅型ミル 塵熱発電 自家発電高効率化
	石油化学	高性能ナフサ分解装置 ナフサ接触分解 電力回収ガスタービン 高性能ポリエチレン装置 高性能ポリプロピレン製造装置 高効率工業炉 酸素制御装置 高性能ボイラ 自家発電高効率化
	紙パルプ	直接苛性化 予備浸透型蒸解装置 高性能バルブ洗浄装置 液膜流下型蒸発缶 酸素脱リグニン装置 ディフューザー漂白装置 高濃度抄紙 高性能面圧脱水装置 高性能ドライヤーフード 高性能サイズプレス装置 ボイラ燃焼管理 レジエネボイラ 高効率工業炉 インバータ制御 高効率モータ 自家発電高効率化
	その他製造業	ボイラ燃焼管理 レジエネボイラ 高効率工業炉 インバータ制御 高効率モータ 自家発電高効率化 コンバインドサイクル発電
家庭部門	高効率エアコン 高効率ファンヒーター 高効率厨房機器 高効率ガス給湯器 潜熱回収型給湯器 CO2 冷媒給湯器 太陽熱温水器 ソーラーシステム 白熱灯型蛍光灯 高効率蛍光灯 Hf インバータ蛍光灯 高効率冷蔵庫 高効率TV 高効率VTR 太陽光発電 待機電力削減型その他家電	
業務部門	高効率ターボ冷凍機 高効率エアコン ガスヒートポンプ 高効率ボイラ ガスタービンコージェネレーション 潜熱回収型給湯器 高効率吸収式冷温水器 高効率厨房機器 高効率昇降機 高効率自動販売機 LED 信号機 高効率変圧器 太陽熱温水器 白熱灯型蛍光灯 Hf インバータ照明 (照度調整, タイマ制御) 高輝度誘導灯 高効率計算機 高効率複写機・プリンタ・FAX 高効率空調搬送動力 排熱回収・外気制御 BEMS 待機電力削減型その他動力 太陽光発電	
運輸部門	低燃費ガソリン自動車 (高効率エンジン, 抵抗摩擦低減, 軽量化, CVT) 低燃費ディーゼル自動車 (高効率エンジン, 抵抗摩擦低減, 軽量化, CVT) 低燃費LPG自動車 (抵抗摩擦低減, 軽量化) ガソリンハイブリッド自動車 電気自動車 天然ガス自動車 ディーゼルハイブリッドバス ディーゼルハイブリッド貨物車	

注) 導入の候補となる技術/製品は、現時点で実在または実用段階のもののみ。将来の技術進歩による新製品の出現、コストの低下は期待されるが、本試算では見込んでいない。

表2. 経済・社会シナリオの想定

		2000	2010	
実質経済成長率	(年増加率)	0.9%	2.2%	*1
素材製品 生産量	粗鋼生産量	(百万トン)	106.9	101.01 *2
	セメント生産量	(百万トン)	82.3	68.3 *2
	エチレン生産量	(百万トン)	7.6	6.7 *2
	紙板紙生産量	(百万トン)	31.8	36.7 *2
世帯数	(百万世帯)	46.8	50.1	*3
業務部門床面積	(百万 m <sup>2</sup> )	1,655	1,865	*2
旅客輸送量	(兆人 km)	1.30	1.43	*4,*5
貨物輸送量	(兆トン km)	0.58	0.56	*4,*5
原子力発電	(2002年以降の新設基数)	—	4基	*2

\*1: 経済財政諮問会議 (2004), \*2: 総合資源エネルギー調査会 (2004)

\*3: 国立社会保障・人口問題研究所 (2003), \*4: 国土交通省 交通需要推計 (2002)

\*5: 運輸政策審議会(2000)

### 3. モデルのシナリオ

モデルの試算にあたっては4つのケースを設定している。

表3. ケース設定

ケース設定	内容
技術一定ケース	現行のエネルギー技術の使用シェアや効率が将来にわたり変換しないと想定したケース
市場選択ケース	省エネルギー技術を導入するかどうかの判断に当たって、初期投資のコストと設備の運用に必要なエネルギーコストの双方を勘案し、各部門の主体が合理的な機器選択を行うケース。投資回収年数 原則3年を省エネ投資の判断基準とした。
炭素税ケース	エネルギーの消費に対して二酸化炭素排出量に応じた課税（炭素税）を行うケースである。本分析では、炭素トン当たり36千円、3万円の課税率についてシミュレーションを行った。課税開始年は2006年である。
低率炭素税+補助金ケース	低率の炭素税を導入し、地球温暖化対策を実施するための補助金として税収を環流させるケース。本分析では2010年のCO <sub>2</sub> 排出量について、1990年レベル0.5%増を達成するために必要な補助金額を推計した。課税開始年、補助金環流開始年ともに2006年である。

### 4. 結果

AIM/Enduseモデルから計算されたエネルギー起源二酸化炭素排出量は表4・図3、部門別炭素税負担額は表5の通り。

表4. 部門別・ケース別 エネルギー起源二酸化炭素排出量

		1990	2000	2010年			
				技術一定	市場選択	3.6千円/tC	3.6千円/tC+補助金
産業	MtCO <sub>2</sub> '90=100	490	495 (101)	496 (101)	480 (98)	478 (98)	448 (91)
家庭	MtCO <sub>2</sub> '90=100	138	166 (120)	199 (144)	174 (126)	172 (124)	147 (107)
業務	MtCO <sub>2</sub> '90=100	124	152 (122)	177 (142)	164 (132)	158 (127)	137 (110)
運輸	MtCO <sub>2</sub> '90=100	212	256 (121)	245 (116)	240 (113)	240 (113)	236 (111)
エネルギー 転換	MtCO <sub>2</sub> '90=100	77	86 (111)	92 (119)	86 (111)	85 (110)	78 (101)
合計	MtCO <sub>2</sub> '90=100	1,042	1,155 (111)	1,210 (116)	1,144 (110)	1,133 (109)	1,047 (100.4)

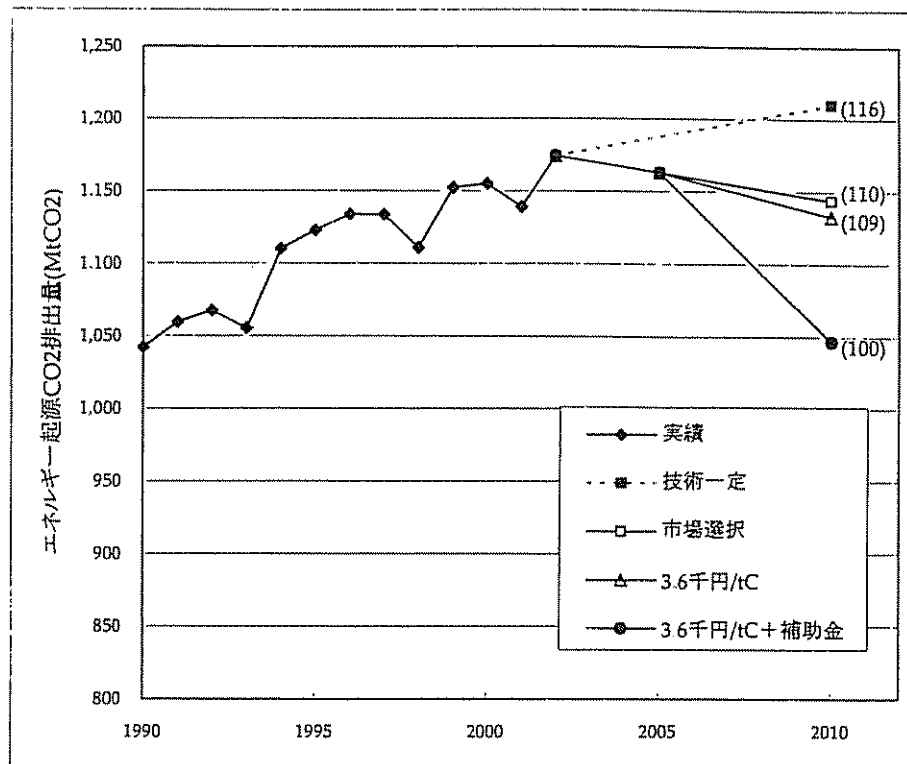


図3. ケース別エネルギー起源二酸化炭素排出量の推移

注：グラフ中の数値は2010年の排出量（1990年の排出量を100とする）を示す。

表5. 部門別炭素税負担額

単位：億円

	3.6千円/tC	3.6千円/tC +補助金
産業	4,900	4,700
家庭	1,800	1,700
業務	1,700	1,600
運輸	2,300	2,300
合計	10,800	10,100

○ 補助金額（3.6千円/tC+補助金ケースの場合）

・2010年に1990年比2%減を達成するために必要な税率及び2006-2010年の追加投資額は、それぞれ、約3,553円/tC、10,143億円/年である。その際に補助金の対象となる地球温暖化対策の技術メニューは、以下のとおりである。

表6 補助金の対象となる地球温暖化対策（補助金ケースにおいて使用）

部門	補助金の対象となる地球温暖化対策
産業	ボイラ燃焼管理，モーターインバータ制御，高効率工業炉，自家発電高効率化，高炉廃プラ利用施設，コークス乾式消火設備，次世代コークス炉，高効率キルンクーラー，廃熱発電，ディフューザー漂白装置，酸素脱リグニン装置，高性能パルプ洗浄装置，高性能ナフサ分解装置，バイオマス発電
家庭	最高効率冷房専用エアコン，最高効率エアコン，高効率型灯油ファンヒーター，高効率型ガスファンヒーター，高効率石油給湯器，CO2冷媒給湯器，太陽熱温水器，潜熱回収型ガス給湯器，インバータ蛍光灯照明，最高効率型冷蔵庫，最高効率型テレビ，最高効率型VTR，高効率その他家電製品（待機電力等30%削減型），新築住宅（次世代基準）
業務	高効率ターボ冷凍機，最高効率冷房専用エアコン，高効率吸収式冷温水機，高効率ガスヒートポンプ，最高効率パッケージエアコン，太陽熱温水器，潜熱回収型ガス給湯器，高効率ガス厨房，Hfインバータ照明（タイマー制御），低圧損ダクト搬送動力，省エネ型自動販売機，高効率変圧器，待機電力等削減型その他電力製品，排熱回収・外気制御，BEMS
運輸	高効率小型自家用軽油乗用車，高効率小型自家用ガソリン乗用車，高効率普通自家用軽油乗用車，高効率普通自家用ガソリン乗用車，営業用ガソリン乗用車・ハイブリッド車，高効率自家用軽油バス，高効率小型自家用ガソリン貨物自動車，高効率小型営業用ガソリン貨物自動車
森林	植栽，下刈，間伐，複層伐，天然林改良

（注）政府は、補助金を「イニシャルコスト+ランニングコスト原則3年分」の額を導入候補機器同士で比較し、差が小さいところから導入する。少ない差額を補助するだけで機器の選択変更が起こるため、費用対効果が高いといえるからである。

また、補助金額は、機器の選択変更がちょうど逆転するように投入するものであり、実際に機器の価格のうちどの程度を補助金で負担することになるかは、機器によって異なることになる。

### 3. 日本経済モデル (AIM/Material モデル)

#### 1. モデルの概要

日本経済モデルは、技術選択モデルにおいて試算した技術進歩及び世界経済モデルにおける財の輸出入価格に関する条件を所与として、我が国における経済影響（特に各産業部門ごと）を試算するもの。このモデルは、生産及び消費過程における化石燃料の燃焼時に発生する二酸化炭素排出量を京都議定書の水準に抑える場合の、経済活動に与える影響を定量的にとらえる。

#### 2. モデルの特徴

##### (1) モデルの形式

- ・生産者、家計、政府という主体が財及び生産要素の需給をバランスさせるように各財・サービス及び生産要素の価格を決定する、逐次均衡型の応用一般均衡モデル。
- (※) 逐次均衡とは、1年ごとに各主体が財及び生産要素の需給をバランスさせる均衡計算を行い、ある年の均衡解を翌年の入力条件（投資や設備に代表される効率改善など）に用いること。
- ・生産部門及び財・サービスは表7のように分割されている。各部門では資本、労働、エネルギー、その他中間財を投入し、財・サービスの生産を行う。
- ・生産された財・サービスは、中間需要や家計最終消費、政府消費、投資財、輸出に配分される。その生産及び消費過程における化石燃料の燃焼時に発生する二酸化炭素排出量を京都議定書の水準に抑える場合に、経済活動に与える影響を計算。
- ・このモデルでは、2000年を基準年に2012年までを対象期間。

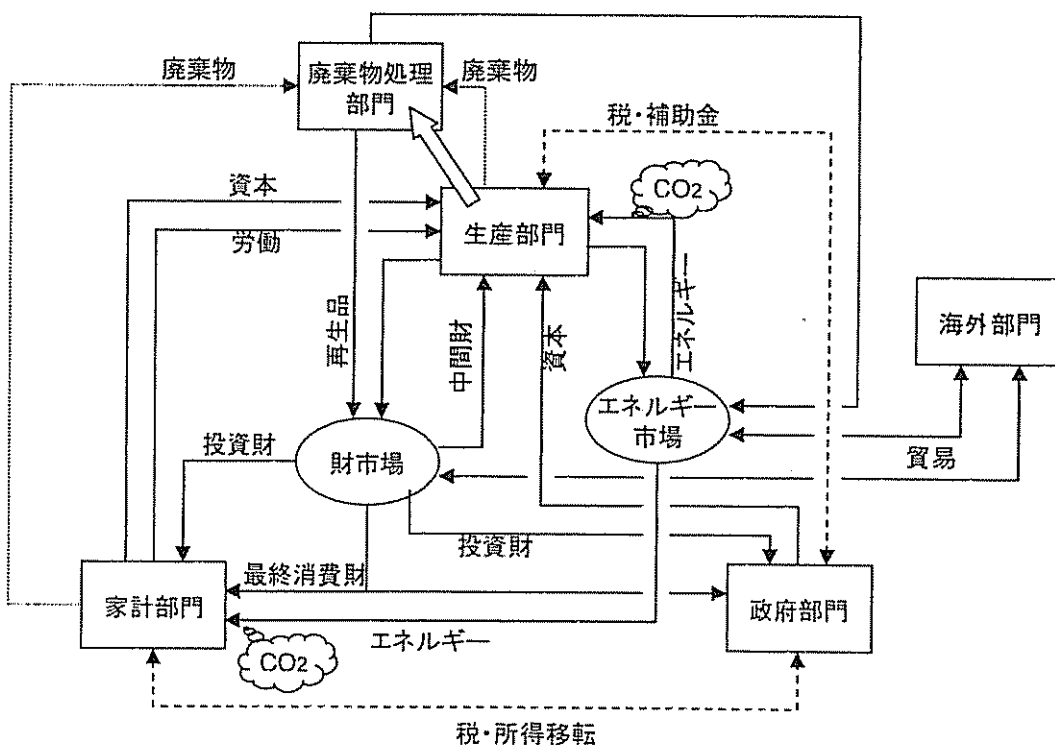


図4. モデルの概要

表7. モデルを構成する部門及び財・サービス

部門	財	部門	財
001 耕種農業	001 耕種農業	048 その他の一般機器	048 その他の一般機器
002 畜産	002 畜産	049 事務用・サービス用機器	049 事務用・サービス用機器
003 農業サービス	003 農業サービス	050 民生用電子・電気機器	050 民生用電子・電気機器
004 林業	004 林業	051 電子計算機・同付属装置	051 電子計算機・同付属装置
005 漁業	005 漁業	052 通信機械	052 通信機械
006 金属鉱物	006 金属鉱物	053 電子応用装置・電気計測機	053 電子応用装置・電気計測機
007 非金属鉱物	007 非金属鉱物	054 半導体素子・集積回路	054 半導体素子・集積回路
008 石炭	008 石炭	055 電子部品	055 電子部品
009a 原油	009a 原油	056 重電機器	056 重電機器
009b 天然ガス	009b 天然ガス	057 その他の電気機器	057 その他の電気機器
010 食料品	010 食料品	058 乗用車	058 乗用車
011 飲料	011 飲料	059 その他の自動車	059 その他の自動車
012 飼料・有機質肥料(除別掲)	012 飼料・有機質肥料(除別掲)	060 船舶・同修理	060 船舶・同修理
013 たばこ	013 たばこ	061 その他の輸送機械・同修理	061 その他の輸送機械・同修理
014 繊維工業製品	014 繊維工業製品	062 精密機械	062 精密機械
015 衣服・その他の繊維既製品	015 衣服・その他の繊維既製品	063 その他の製造工業製品	063 その他の製造工業製品
016 製材・木製品	016 製材・木製品	064 再生資源回収・加工処理	064 再生資源回収・加工処理
017 家具・装備品	017 家具・装備品	065 建築	065 建築
018 ハルブ・紙・板紙・加工紙	018 ハルブ・紙・板紙・加工紙	066 建設補修	066 建設補修
019 紙加工品	019 紙加工品	067 土木建設	067 土木建設
020 出版・印刷	020 出版・印刷	068a 事業用原子力発電	068 電力
021 化学肥料	021 化学肥料	068b1 事業用火力発電(石炭)	
022 無機化学基礎製品	022 無機化学基礎製品	068b2 事業用火力発電(石油)	
023 有機化学基礎製品	023 有機化学基礎製品	068b3 事業用火力発電(ガス)	
024 有機化学製品	024 有機化学製品	068c 水力・その他の事業用発電	
025 合成樹脂	025 合成樹脂	069 ガス・熱供給	069 ガス・熱供給
026 化学繊維	026 化学繊維	070 水道	070 水道
027 医薬品	027 医薬品	071 廃棄物処理	071 廃棄物処理
028 化学最終製品(除医薬品)	028 化学最終製品(除医薬品)	072 商業	072 商業
029 石油製品	029a ガソリン	073 金融・保険	073 金融・保険
	029b ジェット燃料油	074 不動産仲介及び賃貸	074 不動産仲介及び賃貸
	029c 灯油	075 住宅賃貸料(帰国家貸含む)	075 住宅賃貸料(帰国家貸含む)
	029d 軽油	076 鉄道輸送	076 鉄道輸送
	029e A重油	077 道路輸送	077 道路輸送
	029f B重油・C重油	078 自家輸送	078 自家輸送
	029g ナフサ	079 水運	079 水運
	029h 液化石油ガス	080 航空輸送	080 航空輸送
	029i その他の石油製品	081 貨物運送取扱	081 貨物運送取扱
	030 石炭製品	030a コークス	082 倉庫
030b その他の石炭製品		083 運輸付帯サービス	083 運輸付帯サービス
030c 舗装材料		084 通信	084 通信
031 プラスチック製品	031 プラスチック製品	085 放送	085 放送
032 ゴム製品	032 ゴム製品	086 公務	086 公務
033 なめし革・毛皮・同製品	033 なめし革・毛皮・同製品	087 教育	087 教育
034 ガラス・ガラス製品	034 ガラス・ガラス製品	088 研究	088 研究
035 セメント・セメント製品	035 セメント・セメント製品	089 医療・保健	089 医療・保健
036 陶磁器	036 陶磁器	090 社会保障	090 社会保障
037 その他の窯業・土石製品	037 その他の窯業・土石製品	091 介護	091 介護
038 鉄鉄・粗鋼	038 鉄鉄・粗鋼	092 その他の公共サービス	092 その他の公共サービス
039 鋼材	039 鋼材	093 広告・調査・情報サービス	093 広告・調査・情報サービス
040 鋳造品	040 鋳造品	094 物品賃貸サービス	094 物品賃貸サービス
041 その他の鉄鋼製品	041 その他の鉄鋼製品	095 自動車・機械修理	095 自動車・機械修理
042 非鉄金属製錬・精製	042 非鉄金属製錬・精製	096 その他の対事業所サービス	096 その他の対事業所サービス
043 非鉄金属加工製品	043 非鉄金属加工製品	097 娯楽サービス	097 娯楽サービス
044 建設・建築用金属製品	044 建設・建築用金属製品	098 飲食店	098 飲食店
045 その他の金属製品	045 その他の金属製品	099 旅館・その他の宿泊所	099 旅館・その他の宿泊所
046 一般産業機械	046 一般産業機械	100 その他の対個人サービス	100 その他の対個人サービス
047 特殊産業機械	047 特殊産業機械	101 事務用品	101 事務用品
		102 分類不明	102 分類不明

### 3. シナリオ

技術選択モデルの結果と比較することを念頭に置き、以下の3つのシナリオを想定。

- (1) 現状推移シナリオ (技術選択モデルの市場選択ケースに相当)
- (2) 炭素制約シナリオ (2010年の二酸化炭素排出量を1990年比+0.5%の水準まで削減する)

#### ①炭素税シナリオ

炭素税の税収を補助金として還元せず、税収中立に基づいて所得税減税を行うケース(技術選択モデルの炭素税ケースに相当)。技術進歩は、技術選択モデルの炭素税ケースに従って実現すると仮定している。



## ②補助金シナリオ

炭素税の税収を補助金として還元するケース（技術選択モデルの補助金ケースに相当）。

（注）本分析で想定した経済成長は、技術選択モデルと同様に経済財政諮問会議での想定値をもとに、総投資額を決定している。火力・水力・原子力等の発電規模については長期エネルギー需給見通しで示されている結果を参考に、外生的に定めており、電力需給の調整は石油及びガス火力発電で行うと仮定している。

## 4. 結果

### (1) GDP

#### ○現状推移シナリオ

経済成長率は、2010年には2.2%/年。2000年から2012年までの平均成長率は毎年1.9%。

#### ○炭素税シナリオ

2008年から2012年におけるGDPロスの平均は毎年約1兆2,000億円  
（現状維持シナリオのGDPに対して平均0.19%（年率換算0.04%））

#### ○補助金シナリオ

2008年から2012年におけるGDPロスの平均は毎年約7,900億円  
（現状維持シナリオのGDPに対して平均0.13%（年率換算0.03%））

#### 【要因分析】

このGDPロスは、炭素排出制約により生じる石油製品及び石炭火力発電部門における活動水準の低下が主たる要因である。

### (2) 部門別生産額

#### ○炭素税シナリオ

製造業をはじめとして多くの部門の生産額は、炭素税導入により減少する傾向にある。ただし、電気機械部門や一般機械部門などでは温暖化対策投資の増加により生産額が増大する。発電部門では、省エネが進展することと炭素税の影響から、石炭火力発電の活動が大幅に低下し、代わって石油火力発電の活動が増大する（ガス火力発電は、現状推移シナリオにおいて、電力需要を満たすために想定されている設備利用率の上限まで発電が行われており、炭素税導入時においても生産額は増加しない）。

#### ○補助金シナリオ

炭素税シナリオと比較すると、多くの部門において生産額が増加している。ただし、石炭火力発電部門や石油製品製造部門では、補助金で税収を還流しても炭素制約による影響が大きい。

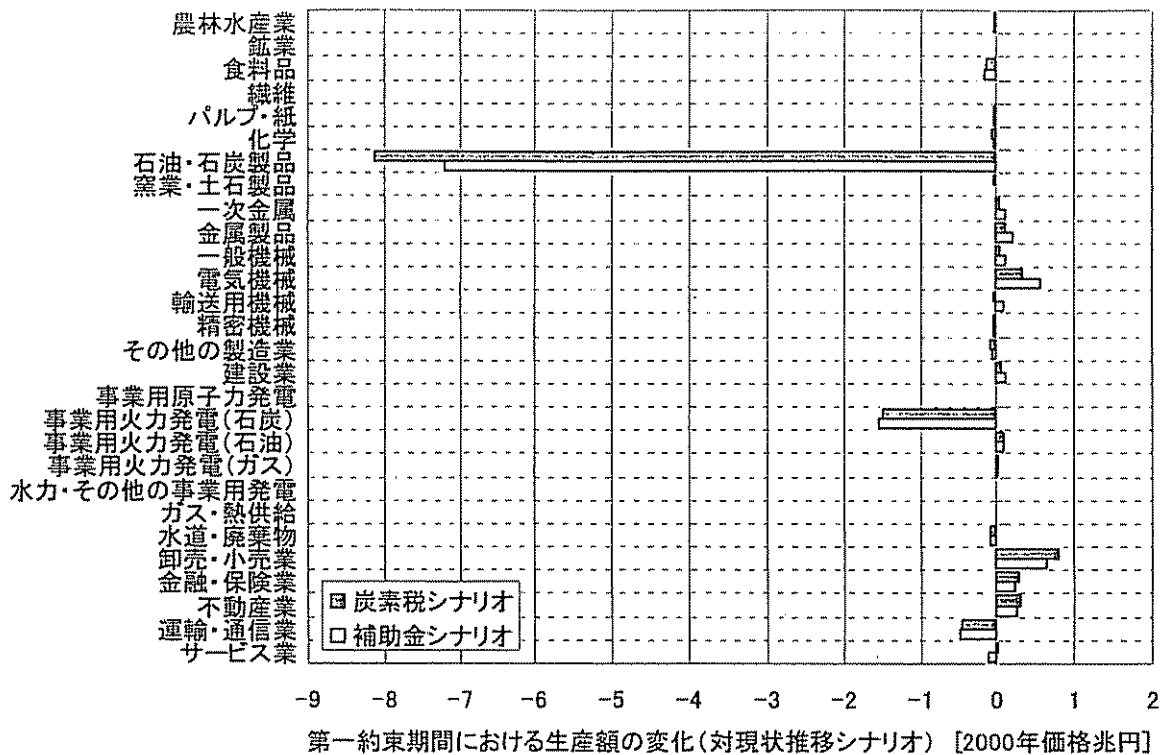


図5. 第一約束期間における部門別生産活動の変化(対現状推移シナリオ)

### (3) CO2 排出量

#### ○現状推移シナリオ

二酸化炭素排出量は、第一約束期間において 2000 年の排出量の水準以下に低下するが、京都議定書で定められた水準にまで二酸化炭素排出量を削減することはできない。

#### ○炭素制約シナリオ

二酸化炭素排出量は、制約条件として 2010 年の排出量が目標を達成するように、2005 年以降の排出量の上限を毎年定率で減少させると仮定する。

### (4) 炭素税率

#### ○炭素税シナリオ

2008 年から 2012 年の第一約束期間における平均税率は、約 72,000 円/tC。

#### ○補助金シナリオ

2008 年から 2012 年の第一約束期間における平均税率は約 6,100 円/tC。

(注) これらの税率は、技術選択モデルと比較すると高い値であるが、これは税收の還元による経済活動の変化や対策による生産活動の回復によるものである。