

要因分析法を用いた中長期脱温暖化シナリオの検討

河瀬玲奈¹・島田幸司²・松岡 譲³

¹正会員 工修 京都大学大学院助手 地球環境学堂 (〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町)

E-mail: rkawase@atthehost.env.kyoto-u.ac.jp

²正会員 工博 立命館大学教授 経済学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

³正会員 工博 京都大学大学院教授 地球環境学堂 (〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町)

EU 諸国では、気候安定化を達成するため 2050 年を目標とした長期シナリオを策定しており、温室効果ガス半減を超える大胆な削減目標を掲げている。日本においても 2004 年度より長期シナリオ策定の作業を始めている。本研究では、既往の諸外国のシナリオおよび日本諸グループの長期見通しを分析することで長期シナリオ作成の支援をすることを目的とする。マクロ的な社会・経済活動指標の変化をドライビング・フォースとし、それにより起因する排出関連指標（エネルギー消費量、エネルギーミックス、CO₂排出量）の因果関係を茅恒等式をベースとした式を変形することにより分析し、削減バランステーブルを作成した。各指標の歴史的な変化速度の把握、各国シナリオの特徴の比較を行い、脱温暖化シナリオの実現可能な範囲を把握した。

Key Words : decomposition of CO₂ emission, CO₂ capture and storage, carbon intensity, energy mix, energy intensity

1. はじめに

表-1 各国の脱温暖化目標

国	機関	基準年	目標年	目標	報告書
フランス	温暖化対策関係省庁 タスクフォース	1990	2050	CO ₂ : 75%削減	Reducing CO ₂ emissions fourfold in France: Introduction to the debate(2004) ¹⁾
ドイツ	議会諮問委員会	1990	2050	GHG : 80%削減	Enquete commission on sustainable energy supply against the background of globalisation and liberalisation (2002) ²⁾
	政府諮問委員会	1990	2050	CO ₂ : 80%削減	
イギリス*	産業貿易省	2000	2050	CO ₂ : 60%削減	Energy white paper(2003) ³⁾
	王立環境汚染委員会	1997	2050	CO ₂ : 60%削減	
オランダ	国立公衆衛生研究所	1990	2050	GHG : 80%削減	Energy - The changing climate(2000) ⁴⁾ The climate options for the long-term (COOL)(1999-2001) ⁵⁾
	他	1990	2050	GHG : 80%削減	
スウェーデン	環境省	1990	2050	GHG : 50%削減	Swedish climate strategy(2000) ⁶⁾
フィンランド	フィンランド技術庁	1990	2030	CO ₂ : 20%削減	Climtech programme (1999-2002) ⁷⁾
カナダ	カナダ天然資源省	1990	2050	GHG : 約60%削減	Energy technology future (2000) ⁸⁾

* 「Energy - The changing climate」にて1997年レベルから60%削減、「Energy white paper」の関連資料であり実際のモデル計算の結果報告書である「Options for a low carbon future」⁹⁾にて2000年レベルから60%削減を目標としているが、1997年と2000年のCO₂排出量は、共に148Mtである¹⁰⁾。

地球温暖化対策は京都議定書を契機として短期的目標達成に向けては徐々に進展しているが、気候変動枠組条約の究極の目標である気候安定化を達成するためには、長期にわたる総合的な取り組みが必要とされている。欧州諸国では、2050年を対象年とし、気候安定化のための温室効果ガスの大幅削減目標を設定した長期シナリオを

打ち出している。表-1に、各国の目標を示した。イギリスでは60%削減を、ドイツ、フランス、オランダでは、それぞれ80%、75%、80%削減を目標としている。日本においても、2004年度より気候安定化に向けた長期シナリオ構築作業が始まった。

本研究では、既往の諸外国のシナリオおよび日本諸グ

ループの長期見通しを分析することで長期シナリオ作成の支援をすることを目的とする。分析は、茅恒等式¹¹⁾をベースとした式を変形することにより行い、炭素吸収・隔離および、マクロ的な社会・経済活動指標の変化をドライビング・フォースとし、それにより起因する排出関連指標（エネルギー消費量、エネルギーミックス、CO₂排出量）の因果関係を把握し、これら要因を年率により表示する削減バランステーブルを作成する。

2. CO₂排出量変化の要因分析法

(1) 基本式

CO₂排出量は、式(1)で表すことができる。

$$C = \frac{C}{C_s} \cdot \frac{C_s}{E_p} \cdot \frac{E_p}{E_f} \cdot \frac{E_f}{A} \cdot A \quad (1)$$

$$= s \cdot i \cdot e_p \cdot e_f \cdot A$$

C : 炭素排出量

C_s : 炭素吸収・隔離を考慮しない場合の炭素排出量

E_p : 一次エネルギー消費量

E_f : 最終エネルギー消費量

A : 経済活動量

s : 炭素吸収・隔離の割合

i : 転換部門での炭素排出原単位

e_p : 転換部門のエネルギー転換効率

e_f : 最終エネルギー消費部門のエネルギー集約度

ここで、炭素吸収・隔離を考慮していないシナリオにおける炭素排出量においては、 $C = C_s$ となる。

したがって、CO₂排出量の変化率は式(2)となる。

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{\Delta s}{s} + \frac{\Delta i}{i} + \frac{\Delta e_p}{e_p} + \frac{\Delta e_f}{e_f} + \frac{\Delta A}{A} + \text{交絡項} \quad (2)$$

ここで、

第一項：炭素吸収・隔離による排出量変化率

第二項：一次エネルギーミックス変化に起因する排出量変化率

第三項：転換効率変化に起因する排出量変化率

第四項：最終エネルギー消費部門のエネルギー集約度変化に起因する排出量変化率

第五項：経済活動変化に起因する排出量変化率

を示す。経済活動量指標としては、GDPを用いた。

(2) エネルギーミックスのエネルギー種別分解

石炭、石油、原子力、新エネルギーなど一次エネルギーの消費量変化による炭素排出量変化率をエネルギー種

別に表現するため、式(2)の第二項を式(3)のように分解する。

$$\frac{\Delta i}{i} = \frac{\Delta C_s}{C_s} - \frac{\Delta E_p}{E_p} + \text{交絡項} \quad (3)$$

$$= \sum_j \left(\frac{\Delta C_{s_j}}{C_s} - \frac{\Delta E_{p_j}}{E_p} \right) + \text{交絡項}$$

C_{s_j} : 第j種一次エネルギーからの炭素排出量

E_{p_j} : 第j種一次エネルギー消費量

(3) 削減バランステーブル

CO₂排出量変化の率を式(2)、(3)に基づき要因分解したテーブル（削減バランステーブル）を作成する。分析期間の異なるシナリオを比較するため、各種要因の変化は年率（AAGR）を用いて表す。

3. 分析対象のシナリオ

本研究では、2章に示した分析を行うことが可能なデータを収集できたイギリス、ドイツ、フランス、および日本の諸シナリオについてCO₂排出量変化の要因分析を行った。

イギリス政府⁹⁾は、BaUシナリオとして、Baseline, World Markets, Global Sustainabilityの3種類のシナリオを開発し、そのそれぞれに対して、2000年レベルからCO₂排出量の45%、60%、70%削減を制約として与えたシナリオを策定している。フランス政府¹⁾は、BaUとしてw/o Ecoシナリオを開発し、BaUに各種対策を導入した場合の変化を検討するためにEco w/o fuel switching, Supply, Gas turbシナリオを設定している。さらにCO₂排出量の75%削減を目標としているシナリオを5つ策定し、シナリオ名の頭にF4を付けた。ドイツ議会²⁾は、BaUシナリオであるREFの他に、CO₂排出量の80%削減を目標とする3つのシナリオ（UWE, RRO, FNE）を策定した。一つのシナリオに対し二つのモデルを使用して推計を行っているため、シナリオ名に推計を行った研究所の略称（WIおよびIER）を付与している。

日本のシナリオには、温室効果ガスの削減目標を設定したものはないが、2001年に環境省地球環境局¹²⁾が2030年を対象としSRESシナリオをベースとしたシナリオ解析を行った。2003年からは経済産業省総合資源エネルギー調査会¹³⁾が2030年までの長期エネルギー需給見通し策定作業を行っている。また、2004年6月には市民エネルギー調査会¹⁴⁾が2030年までの温暖化抑制シナリオを提案した。

表-2に本研究で対象としたシナリオを示す。

表-2 分析対象のシナリオの特徴

対象国	機関	対象期間	シナリオ名	特徴	
日本	アジア太平洋エネルギー研究センター ¹²⁾	1999-2020	EDSO 2002	BaU	
	環境省地球環境局	1990-2030	A1, A2, B1, B2	BaU	
	経済産業省総合資源エネルギー調査会需給部会 ¹⁴⁾	1990-2030	新エネ進展、省エネ進展 原子力high、原子力low 経済成長high、経済成長low 対策組み合わせ	新エネルギーの進展、省エネの進展 原子力の導入の率の相違 高成長、低成長を想定 経済成長high、省エネ進展、原子力low	
	市民エネルギー調査会 ¹⁵⁾	1990-2030	ゆでガエル いきカエル きりカエル	現状延長 今日の経済社会のもとで環境と経済の達成を目指す 社会経済パラダイムの転換を先取りした「とき」の豊かな社会	
	フランス	温暖化対策関係省庁タスクフォース ¹⁾ (MIES)	2000-2050	w/o Eco Eco w/o fuel switching Supply Gas turb F4 nuclear F4 RCogN F4 Sequestr F4 w/o N+Seq F4 H2	エネルギー効率の進歩無し 燃料変化の更なる変化無し エネルギー効率の進歩 エネルギーミックスのシェアの変化無し 気候制約による供給側の燃料転換あり ガスタービンによる化石燃料の使用 原子力の増加 交通も含めて電力導入 原子力の継続的な使用の禁止+炭素吸収・隔離 コージェネレーションと再生可能エネルギーの発展 大規模な化石燃料使用の維持+炭素吸収・隔離 原子力廃止+炭素吸収・隔離 原子力を使用した水素生産のネットワークを構築
ドイツ	議会諮問委員会 ^{2),16)} (Enquete commission)	2000-2050	Reference (REF) Efficient Conversion (UWE) RES/EEU Initiative (RRO) Fossil-Nuclear Energy Mix (FNE)	既存のエネルギー対策の継続 2003年までの環境税、一定のエネルギー税 化石燃料の使用効率の加速度的な向上 原子力の継続的な使用の禁止+炭素吸収・隔離 継続的なエネルギー税、より厳しいエネルギー規制 2050年までに50%の再生可能エネルギーの導入 全分野での加速度的なエネルギー効率向上 2050年までに原子力を段階的に廃止 2010年以降に原子力施設の増設	
	イギリス	貿易産業省 ⁹⁾ (DTI)	2000-2050	Baseline (BL) World Markets (WM) Global Sustainability (GS) BL45,WM45,GS45 BL60,WM60,GS60 BL70,WM70,GS70	社会の価値観変化無し 既存の環境対策の継続 個々の消費者の価値観を基礎とする グローバリゼーションの進展 環境低配型社会、化石燃料に依存 社会、生態系の価値を優位性に基づく社会 強力に集約された環境対策、環境重視型技術の革新 ガバナンスシステムのグローバル化 CO ₂ の45%削減を制約とする CO ₂ の60%削減を制約とする CO ₂ の70%削減を制約とする

4. 各国の気候安定化シナリオの分析

(1) 主な指標の経年変化

エネルギー消費量やCO₂排出量に影響を与える主な指標の経年変化を、2000年の値を100とした指標を用いて図-1から図-3に示す。

図-1にて、BaUシナリオでは2050年は25~60となっており、CO₂削減のシナリオでは12~18となっている。いずれのシナリオも過去の平均的な傾きと比べて、2000年以降はやや緩やかな傾きになっている。

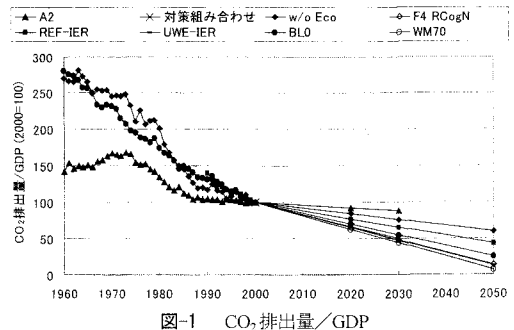


図-1 CO₂排出量/GDP

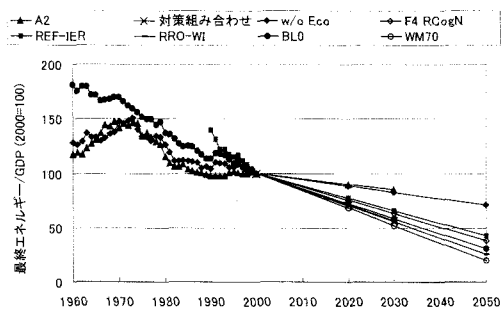


図-2 最終エネルギー/GDP

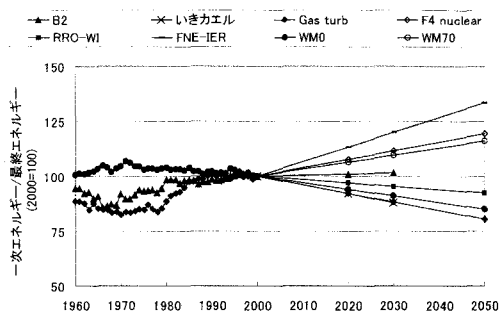


図-3 一次エネルギー/最終エネルギー

図-2にて、各国のBaUは過去の平均的な傾きと大きな差はないが、CO₂排出量の大幅削減を行なっているシナリオでは、やや急な傾きとなっていることが分かる。

図-3では、シナリオにより非常に大きな幅がある。過去の変化をみても、イギリス以外では徐々に効率が悪化している。これは、最終消費エネルギーにおいて発電効率が30~40%である電力の割合が増加したことが大きな原因と考えられる。特に原子力からの発電を考慮しているシナリオで2000年以降、大きな伸びが見られる。

(2) CO₂排出量変化の要因分析結果

次に各シナリオにおけるCO₂排出量の削減バランステーブルを表-3に示す。式(2)で示される各指標の変化がCO₂排出量変化に占める割合を年率で表示している。また、将来の変化が過去の変化速度とどの程度異なるのかを比較するため、過去40年間および過去10年間の分析結果も示した。日本のシナリオについては、1990年と比較して2030年でCO₂排出量の減少が見られるシナリオのみ、諸外国のシナリオについてはCO₂排出量削減目標が設定されているシナリオのみ示した。

表-3 CO₂排出量の削減バランステーブル

対象国	機関	対象期間	シナリオ名	対期首年変化(%)	CO ₂ 年変化率(%/y)	炭素排出変化要因(%/y)					
						炭素吸収・隔離	エネルギーミックス	効率変化		活動量	交絡項
日本		1960-2000	過去の実績	375.81	3.98	-	-0.77	0.14	-0.46	5.11	-0.05
		1990-2000		10.39	0.99	-	-0.82	0.12	0.29	1.42	-0.01
		1990-2030	B2	-6.27	-0.16	-	-0.20	0.07	-0.76	0.74	-0.01
		1990-2030	省エネ進展	-9.79	-0.26	-	-0.37	-0.12	-1.25	1.50	-0.02
		1990-2030	経済成長low	-1.75	-0.04	-	-0.26	-0.11	-0.63	0.96	-0.01
		1990-2030	対策組み合わせ	-3.50	-0.09	-	-0.34	-0.15	-1.35	1.77	-0.03
		1990-2030	いきかエル きりかエル	-9.07 -42.44	-0.24 -1.37	-	-0.32 -0.51	-0.28 -0.16	-0.91 -0.06	1.29 -0.66	-0.01
フランス	MIES	1960-2000	過去の実績	58.65	1.16	-	-1.76	0.31	-0.61	3.29	-0.06
		1990-2000		3.02	0.30	-	-0.94	-0.15	-0.45	1.87	-0.02
		2000-2050	F4 nuclear	-69.43	-2.34	-	-2.47	0.36	-1.90	1.70	-0.04
		2000-2050	F4 RCogN	-69.75	-2.36	-	-2.29	0.17	-1.91	1.70	-0.03
		2000-2050	F4 Sequestr	-69.74	-2.36	-1.43	-0.90	0.09	-1.81	1.70	-0.02
		2000-2050	F4 w/o N+Seq	-69.26	-2.33	-1.96	0.21	-0.42	-1.84	1.70	-0.03
ドイツ	Enquete commission	1990-2000	過去の実績	-15.42	-1.66	-	-1.29	-0.17	-1.87	1.70	-0.03
		2000-2050	UWE-WI	-75.08	-2.74	-1.35	-0.25	-0.09	-2.40	1.37	-0.01
		2000-2050	UWE-IER	-76.23	-2.83	-1.66	-0.46	0.20	-2.27	1.37	-0.01
		2000-2050	RRO-WI	-75.25	-2.75	-	-1.28	-0.15	-2.67	1.37	-0.02
		2000-2050	RRO-IER	-75.97	-2.81	-	-1.79	0.09	-2.46	1.37	-0.02
		2000-2050	FNE-WI	-74.97	-2.73	-	-2.26	0.52	-2.33	1.37	-0.03
イギリス	DTI	1960-2000	過去の実績	-3.60	-0.09	-	-1.00	-0.01	-1.48	2.44	-0.05
		1990-2000		-6.95	-0.72	-	-1.57	-0.19	-1.22	2.30	-0.04
		2000-2050	BL60	-59.92	-1.81	-0.62	-0.80	0.03	-2.61	2.24	-0.05
		2000-2050	WM60	-59.92	-1.81	-0.28	-1.50	0.16	-3.09	2.99	-0.09
2000-2050	GS60	-59.92	-1.81	-0.93	-0.23	-0.03	-2.81	2.24	-0.05		

a) フランス

75%削減を目標とし、CO₂ 排出量の年変化率は - 2.32 ~ - 2.36%/年である。GDP の伸びが1.70%/年あるので、その他の要因で約 - 4%/年の速度で CO₂ 排出量を削減することになる。最も大きな割合を占めているのは - 2.29 ~ - 2.65%/年の変化率であるエネルギーミックスである。フランスでは一次エネルギーに占める原子力の割合が大きいので、原子力の廃止を想定しているシナリオでは炭素吸収・隔離の速度は - 1.96%/年に達する。次に大きな割合を占めているのは最終消費部門の効率変化であり、GDP の伸びを相殺する大きさとなっている。

b) ドイツ

80%削減を目標とし、CO₂ 排出量の年変化率は - 2.73 ~ - 2.83%/年である。GDP は過去10年間の成長率1.70%/年と比べてやや低い1.37%/年と設定している。最終消費部門の効率変化は約 - 2.5%/年とし、エネルギーミックス変化による削減は、炭素吸収・隔離を想定していないシナリオの間でも - 1.28 ~ - 2.73%/年と大きな幅がある。

c) イギリス

60%削減のため - 1.81%/年の速度での削減が必要である。GDP の伸びが2.25%/年もしくは3.00%/年あるため、フランスと同様、最終消費部門の効率改善を大きくすることにより、このための増加分を相殺させている。CO₂ 排出量制約があるすべてのシナリオにおいて炭素吸収・隔離を想定していることが特徴であり、エネルギーミックスの変化による排出量変化率は最大でも - 1.50%/年に留めている。

d) 日本

CO₂ 排出量の削減を制約として課していないので、CO₂ 排出量の大きな減少はみられないが、1990年と比較して2030年においてCO₂ 排出量が減少するシナリオをみると、最終消費部門での効率改善を大きく見積もる。また、シナリオ全体を通して、転換部門での効率改善を想定していることが特徴である。

e) まとめ

各国のシナリオを通して、GDP の伸びを過去10年間の成長率とほぼ同程度見込んでいる一方で、最終消費部門の効率改善の速度は、過去40年の変化率と比較すると2~3倍であり、GDP の成長によるCO₂ 排出量の増加分を相殺して余りある大きさとなっている。他方、転換部門の効率改善はむしろ悪化しているシナリオが多い。エネルギーミックスの変化率は、炭素吸収・隔離と大きく関係しており、炭素吸収・隔離を想定しているシナリオでは過去の変化率よりも小さくしているが、炭素吸収・

隔離を想定されていないシナリオでは、過去の変化率の2倍以上の大きさとなっている。

(3) エネルギーミックスの分解

表-3 で示したエネルギーミックスに起因する炭素排出量変化率は、一次エネルギーミックス全体の変化を示す値であったが、ここでは各エネルギー種ごとのCO₂ 排出量の変化率を示す。

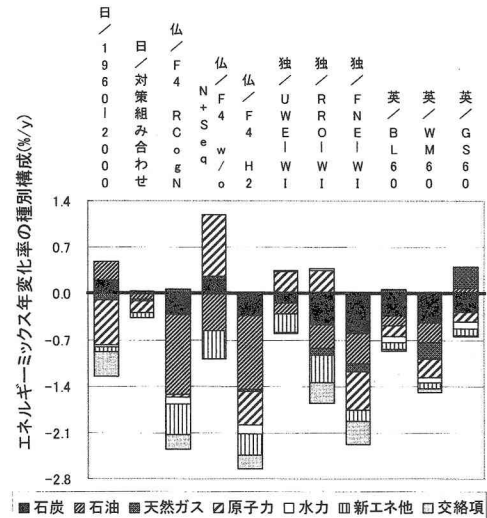


図-4 エネルギーミックス年変化率の種別構成

CO₂ を排出しない原子力、水力、新エネルギーは、式(3)の第一項が0となるため一次エネルギー消費量が増加すると炭素排出の削減に寄与する。例えば、日/1990-2000 や独/FNE-WI では一次エネルギー消費量に占める原子力のシェア率が増加し、第一項が負の値を取る一方で、原子力の廃止を想定している仏/F4 w/o N+Seq や独/RRO-WI、独/UWE-WIでは、第二項が正の値を取り、炭素排出の増加原因となる。

CO₂ を排出する石炭、石油、天然ガスはCO₂ 排出量シェア率が増加すると式(3)の第一項が正の値を取り、一次エネルギー消費量シェア率が増加すると第二項は負の値を取る。例えば、日/1990-2000では相対的にCO₂ 排出量シェア率の増加が一次エネルギー消費量シェア率の増加よりも大きい石炭、石油は炭素排出の増加に寄与し、天然ガスは逆に炭素削減に寄与している。

ドイツ、イギリスでは、一次エネルギーに占める石炭割合が大きいので、石炭が減少することによる炭素削減の割合が約 - 0.5%/年であり、エネルギーミックス年変化率の1/4~1/3を占める。一方、炭素吸収・隔離による削減率の大きい仏/F4 w/o N+Seqでは、石炭が増加し、炭素排出の増加に寄与している。

シナリオ全体を通して石油の減少による炭素削減効果が見られ、仏/RCogN では -1.0%/年に達する。フランスのシナリオおよび独/RRO - WI では、新エネルギー増加の効果も大きく、エネルギーミックスによる変化率の削減に占める割合は、1/4~1/2 である。

5. まとめ

2050年対象とし、CO₂排出量の60~80%削減を目標に掲げた欧州諸国の脱温暖化シナリオの削減の要因分析を行い、過去の各要因の変化速度と比較した。その結果、経済成長率は過去10年とほぼ同程度の伸びを想定しており、これに伴うCO₂排出量の増加を主に最終消費部門の効率改善とエネルギーミックスの変化の速度を過去40年の2~3倍の速度で変化させることにより削減していることが分かった。これを日本の過去40年の変化速度と比較すると、3~5倍となっている。また、エネルギーミックス変化については、化石燃料の継続的使用と炭素吸収・隔離の併用を想定するか、エネルギーミックス変化による削減率の約半分を化石燃料の減少により達成し、残りを原子力と新エネルギーの増加で補っている。

参考文献

- 1) Radanne, P. : Reducing CO₂ emissions fourfold in France -Introduction to the debate-, MIES, 2004.
- 2) Deutscher Bundestag in Germany : Enquete commission on sustainable energy supply against the background of globalisation and liberalisation, 79pp.,2002.
- 3) DTI in UK : *Energy white paper "Our energy future - creating a low carbon economy"*, London, 134pp., 2003.
- 4) Royal commission on environmental pollution in UK : *Energy - the changing climate*, Twenty-second report, 267pp., 2000.
- 5) Tuinstra, W., Berk, M., Hisschemöller, M., Hordijk, L., Metz, B., Mol, A.P.J., eds. : *Climate options for the Long-term (COOL) - Synthesis report*, Wageningen University, The Netherlands [954281], 2002.
- 6) Ministry of the environment in Sweden : *The Swedish climate strategy*, 2003.
- 7) The national technology agency in Finland : *Technology and climate change programme (Climtech) 1999-2002*, 2002.
- 8) Natural resources Canada : *Energy technology futures*, 2000.
- 9) DTI : *Options for a low carbon future*, DTI Economics paper No. 4, 179pp., 2003.
- 10) UNFCCC : *Report on the national greenhouse gas inventory data from annex I parties for the period 1990-2001*, SBSTA/14, 2003.
- 11) IPCC : *Climate change 2001(Mitigation)*, Cambridge university press, p. 753, 2001.
- 12) Asia pacific energy resource centre(APERC) : *APEC Energy demand and supply outlook 2002*, APERC, 333pp., 2002.
- 13) 環境省地球環境局 : *4つの社会 : 経済シナリオについて - 温室効果ガス排出量削減シナリオ策定調査報告書*, 環境省地球環境局, 221pp., 2001.
- 14) 経済産業省総合資源エネルギー調査会需給部会 : *第8回会議資料*, 2004.
- 15) 市民エネルギー調査会 : *持続可能なエネルギー社会を目指して*, 2004.
- 16) Fishedick, M., Nitsch, J. eds. : *Long term scenario for a sustainable energy future in Germany*, Wuppertal institute for climate, environment, energy, 2002.
- 17) IEA : *Energy balances of OECD countries*, 各年度.
- 18) World bank : *World development indicators*, 2003.
- 19) 日本エネルギー研究所計量分析部編 : *EDMC エネルギー・経済統計要覧*, 省エネルギーセンター, 324pp., 2004

DECOMPOSITION ANALYSIS ON CO₂ EMISSION OF LONG-TERM CLIMATE STABILIZATION SCENARIOS

Reina KAWASE, Koji SHIMADA, Yuzuru MATSUOKA

In order to achieve the stabilization of GHG concentrations in the atmosphere, international community will need to strengthen its long-term efforts. Many EU countries have released national long term scenarios towards 2050 and their ambitious targets of CO₂ emission reduction are aiming at over half reduction. Japan just has started a research project on long-term Japanese climate policy scenarios this April. This study is to support the long-term scenario development in Japan by analyzing foreign countries' long-term scenarios and other scenarios in Japan. In this study, CO₂ emission is expressed as an extended Kaya Identity(factor: CO₂ capture and storage, carbon intensity, energy intensity, economic activity) and the Reduction Balance Table is developed. The feasible ranges of the pace of CO₂ emission factor changes in long-term climate stabilization scenarios were suggested by grasping a historical change speed of each index and comparing the features of each country's scenarios.