

A Computable General Equilibrium Analysis of EU CBAM for the Japanese Economy

武田史郎（京都産業大学）

有村俊秀（早稲田大学）

日本国際経済学会関東支部研究会（2023年第2回）

2023年5月20日（土）、日本大学経済学部（水道橋）

注

- 今回の研究

- ▶ 経済産業研究所のディスカッションペーパーにまとめられています

- ⇒ Takeda and Arimura (2022)、

- <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/23020002.html>

- ▶ モデルの詳しい説明はこのDPにあります。

研究の背景

研究の背景

- EU

- ▶ 積極的な温暖化対策への取り組み
- ▶ **「炭素リーケージ」と「企業の国際競争力低下」**の対策として、**「炭素国境調整措置 (carbon border adjustment mechanism、CBAM) 」**の導入を計画

- CBAM

- ▶ CO₂削減強度が高い地域において、域内の企業が域外の企業と比較し競争上不利な立場にならないように、域外からの輸入や域外への輸出に調整を加える政策
 - ⇒ 域外の地域の温暖化対策を促進する効果
 - ⇒ カーボン・リーケージの防止にもつながる
- ▶ 輸入側 ⇒ 域内のカーボンプライスを反映した関税を課す
- ▶ 輸出側 ⇒ 域内で負担したカーボンプライス分を還付

研究の背景

- EUが導入を計画しているCBAMの特徴（Darvell, 2022）
 - ▶ 2027年にスタート。段階的に導入
 - ▶ 対象財は「鉄鋼」、「肥料」、「化学製品」、「ポリマー」、「アルミニウム」、「セメント」、「電力」
 - ▶ 炭素含有量 ⇒ 輸出国側のデータ、「間接排出」も含む
 - ▶ 輸入側のみに適用（輸出側には適用せず）
 - ▶ 一部の国には免除
- EUのCBAMに対する懸念
 - ▶ 法律上の問題
 - WTOルールとの整合性
 - ▶ **経済的影響**
 - 擬装された貿易障壁では？
 - 日本を含めた各国 ⇒ 貿易、エネルギー集約産業、経済全体への影響は？

研究の背景

- 本研究の目的・内容

- ▶ 応用一般均衡モデル（CGEモデル）を用いて、EU CBAMの環境、経済への影響を分析
- ▶ 環境への影響
 - CO₂排出量
 - カーボン・リーケージ
- ▶ 経済への影響
 - GDP、厚生などの経済全体への影響
 - EITE産業への影響
- ▶ 日本への影響

既存の研究

- CBAMの分析

- ▶ まだCBAMは導入されていない ⇒ CGEモデルによるシミュレーション分析が多い

- 既存のCGEモデルによる研究

- ▶ 既に多数の分析あり

- Böhringer et al. (2012) ⇒ 多数のCGEモデルによるCBAMの分析の比較
- Takeda et al. (2012) ⇒ CGEモデルにより日本のCBAMを分析
- Böhringer et al. (2017) ⇒ CBAMとoutput-based rebatingを厚生の観点から比較
- Böhringer et al. (2021) ⇒ CBAMとoutput-based rebatingを厚生の観点から比較
- Balistreri et al. (2019) ⇒ 各国の戦略的行動を考慮した上でCBAMを分析

- ▶ 今回のEUのCBAMを分析対象とした研究

- Mörsdorf (2022)、UNCTAD (2021)

既存の研究

- 本研究

- ▶ EUが計画しているCBAMの効果を分析

- ▶ **既存の研究との違い**

- Mörsdorf (2022)、UNCTAD (2021) とは異なるCGEモデルを利用
 - 日本への影響を詳細に分析
 - 感度分析において様々なタイプのCBAMを分析

モデルとデータ

モデルとデータ

• 分析手法

- ▶ 応用一般均衡モデル（CGEモデル）によるシミュレーション
 - ⇒ **「一般均衡モデル」と「データ」を組み合わせたシミュレーション**
 - ⇒ 政策の効果を「事前的」+「定量的」に分析

• モデル

- ▶ CGE分析のモデルは多様 ⇒ 研究によって利用するモデルは異なる
- ▶ 本研究は、Böhringer et al. (2021)とほぼ同様のCGEモデルを利用
 - このモデルは多くの分析で利用されている
- ▶ **グローバルな多地域・多部門モデル、静学モデル**

• ベンチマーク・データ

- ▶ CGE分析 ⇒ ベンチマーク・データの元で経済が均衡している状態からスタート
- ▶ **GTAP10のデータ（2014年のデータ）** 利用

ベンチマーク・データの概要

- データ

- ▶ CGE分析 ⇒ 基準年の状態が均衡状態にあると想定
- ▶ 基準年のデータとして**GTAPデータ (version 10)** を利用
 - 多地域のグローバルCGEモデル用の標準的なデータ ⇒ 国際的な産業連関表のようなもの

- GTAP10データ

- ▶ Aguiar et al. (2019)
- ▶ **2014年**の121地域、65部門・財のデータ
- ▶ これを「**17地域 & 18部門**」に**統合**して利用

- CO₂排出のデータ

- ▶ エネルギー起源の排出 ⇒ GTAPデータに含まれているものを基本的に利用
 - **ただし、日本の鉄鋼部門のCO₂排出量は修正** ← 実際の排出量と大きな乖離があるため
- ▶ さらに、セメントの生産（NMM部門）からの工業プロセス排出も考慮
 - これには「UNFCCCのCO₂データ」を利用

部門の分類（18部門）

Symbol	Sectors	Symbol	Sectors
I_S	Iron and steel industry	COA	Coal transformation
NFM	Non-ferrous metals	OIL	Crude oil
CHM	Chemical products	AGR	Agricultural products
OCH	Other chemical products	CNS	Construction
NMM	Non-metallic minerals nec	MAC	Machinery
PPP	Paper products, publishing	OMF	Other manufacturing
P_C	Petroleum and coal products	ATP	Air transport
ELY	Electricity and heat	TRN	Other transport
GAS	Natural gas works	SER	Services

- Energy-intensive Trade-exposed（エネルギー集約・貿易）部門
 - ▶ グリーンの部門 ⇒ 特にCO₂削減の影響を強く受けやすい部門
- 後のCBAMの対象部門
 - ▶ PPP以外のEITE部門 + 電力（ELY）

地域の分類（17地域）

Symbol	Regions	Symbol	Regions
EUR	EU	CHN	China
GBR	United Kingdom	BRA	Brazil
OEU	Other European regions	ASE	ASEAN 10
JPN	Japan	TUR	Turkey
USA	United States	IND	India
RUS	Russia	OEX	Other oil exporters
ANZ	Australia and New Zealand	MIC	Other middle-income countries
CAN	Canada	LIC	Other low-income countries
KOR	Korea		

- オレンジ ⇒ CBAM免除国
- グリーン ⇒ その他の先進国
- 白 ⇒ 途上国など

モデルの概要

- モデル

- ▶ Böhringer et al. (2021) とほぼ同じ、**静学的な多地域グローバルCGEモデル**
- ▶ 全ての市場は完全競争で、市場均衡（需要供給が一致）を想定

- モデルにおける経済主体

- ▶ 各地域（計17地域）に一つの代表的家計、18個の産業部門、一つの政府

- 産業部門

- ▶ 生産要素（資本、労働、土地、資源）と中間財を用いて生産活動をおこなう
- ▶ 利潤最大化行動 ⇒ 生産量、投入量が決定

- 家計

- ▶ 一つの地域に一つの**「代表的家計」**を想定
- ▶ 代表的家計
 - 生産要素を産業部門に提供 ⇒ 所得を得る ⇒ 消費と貯蓄（投資）に利用
 - 効用最大化行動 ⇒ 消費量が決定
- ▶ 生産要素の賦存量は固定

モデルの概要（続き）

- 政府

- ▶ 税を徴収 ⇒ 自らの消費（政府消費）
- ▶ 排出量取引によりCO₂を規制（EUのみ）

- 貿易・国際間の取引

- ▶ 各地域は輸出・輸入を通じて結びついている
 - 炭素リーケージの原因
 - Armington仮定を利用
- ▶ 国際間の移動は財のみ（生産要素の移動はなし）
 - ⇒ 排出規制で企業が海外に移転するような効果は考慮しない

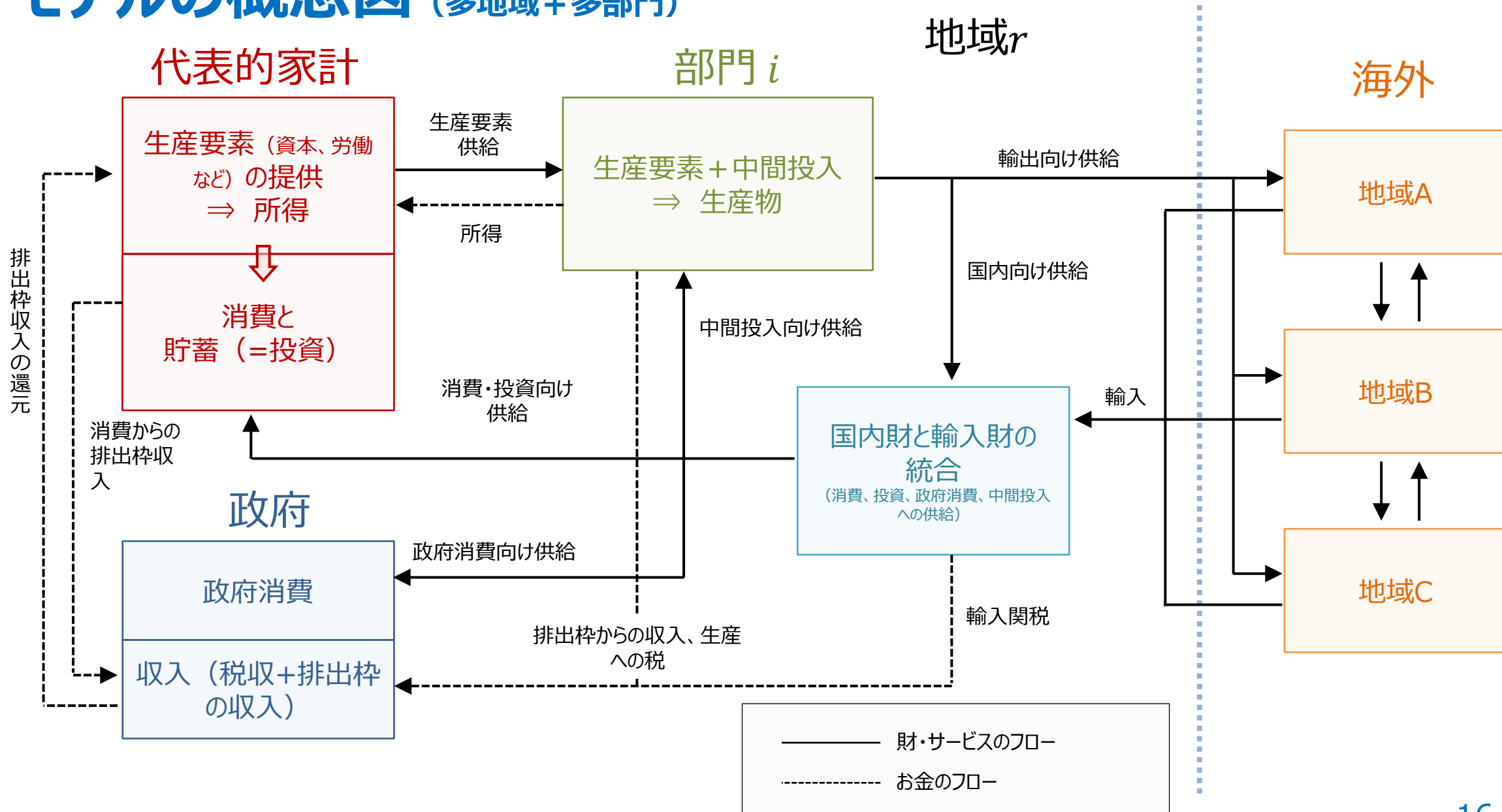
- CO₂の排出

- ▶ エネルギー財（OIL、COA、GAS、P_C）の利用 ⇒ （エネルギー起源）CO₂の排出
- ▶ NMMの生産 ⇒ 非エネルギー起源のCO₂の排出

- その他

- ▶ 静学モデルであるので、投資、政府消費、貿易収支は基準年の値で固定して扱う

モデルの概念図 (多地域+多部門)



関数形とパラメータの値

- CGEモデルにおける関数形

- ▶ CES関数を利用することが非常に多い
 - ただし、多段階のCES関数
- ▶ モデルによって想定する関数形は異なる
 - 武田 (2007)

- 代替の弾力性

- ▶ CES関数内の「代替の弾力性」 ⇒ 重要なパラメータ
- ▶ 代替の弾力性の値についても、モデルによって異なる値を利用

- 本研究

- ▶ Böhringer et al. (2021)の関数形と代替の弾力性値を利用
 - 代替の弾力性は主にKoesler and Schymura (2015)による推定値

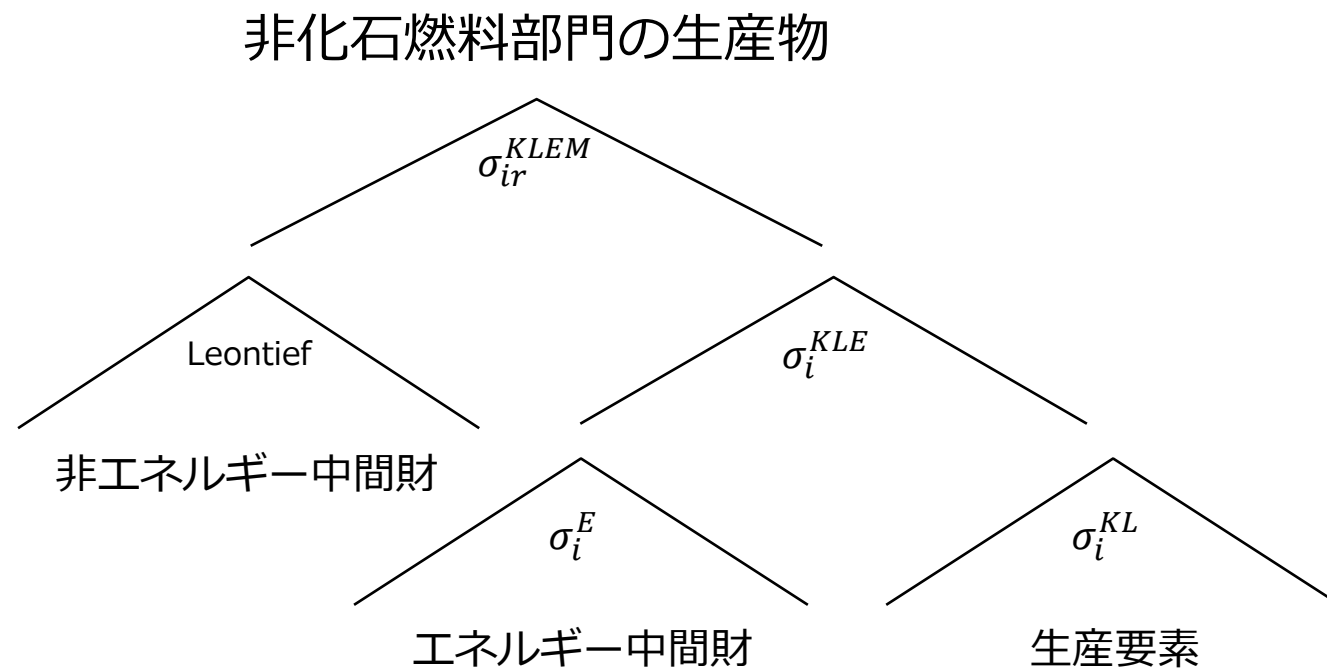
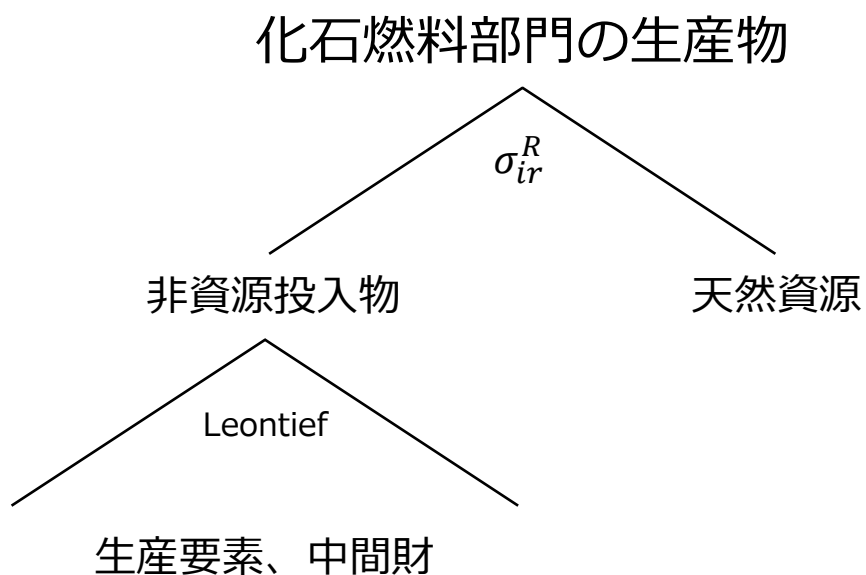
生産関数

- 2タイプの生産関数

- 化石燃料部門 (OIL、COA、GAS部門)

- 非化石燃料部門 (それ以外の部門)

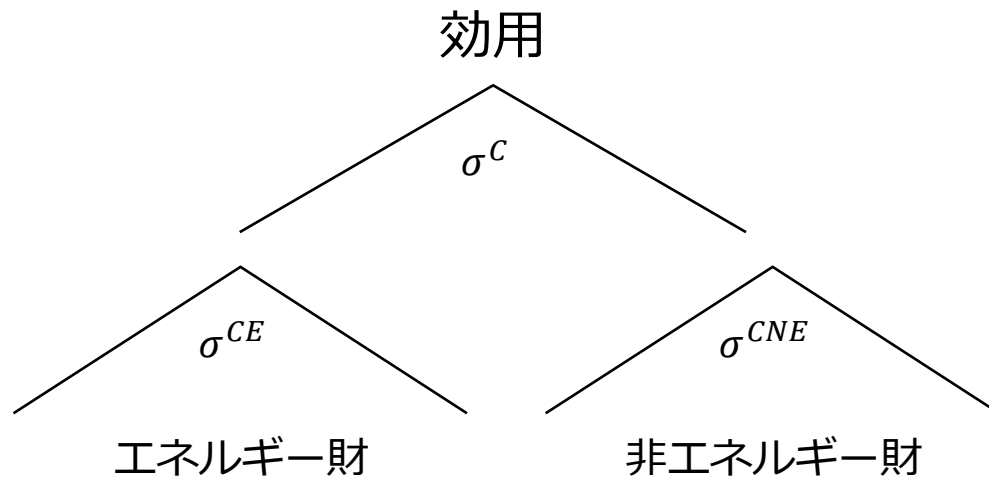
⇒ どちらも多段階のCES関数



効用関数

- 効用関数

- ▶ 各地域の代表的家計の効用 \Rightarrow 消費にのみ依存
- ▶ 効用関数は2段階のCES関数



EUの排出規制とCBAM

- 排出規制

- ▶ EUのみが排出量取引（cap & trade）を導入すると想定
- ▶ 排出枠の初期配分はオークション + オークション収入は家計に一括で還元

- CO₂が排出される財

- ▶ 4つの財（OIL、COA、GAS、P_C）の利用（投入・消費）から排出
⇒ その利用に際して「排出枠」が必要

- 例：石炭（COA）の利用

- ▶ 元々の石炭（COA）の価格を p_{COA} とすると、排出量取引が導入された状況では石炭の価格は次式となる

$$p_{COA} + \phi_{COA} p^{CO_2}$$

- ▶ ただし、 ϕ_{COA} は石炭の排出係数、 p^{CO_2} は排出枠の価格

EUの排出規制とCBAM（つづき）

- 非エネルギー起源の排出

- ▶ NMM（セメントなど）の生産から工業プロセス排出あり
⇒ 「生産量に比例して排出」と仮定

- 排出枠の価格

- ▶ 排出枠の価格は以下の関係で決定

政府による排出枠の供給量 = 生産、消費からの排出枠への需要量

- EUのCap & Trade

- ▶ 全ての排出源からのCO₂が対象
 - 免除なしということ
- ▶ カーボンプライス ⇒ 「**100ドル/トン**」となるようにキャップを設定

EUの排出規制とCBAM

- シミュレーションにおけるEUのCBAM

- ▶ 以下のようなタイプのCBAMを想定

- ▶ 1) 輸入側のみが対象

- 輸入品に炭素含有量に応じて関税。輸出側に還付などはしない。

- ▶ 2) 炭素含有量の計算

- 輸出側の排出量を利用 ⇒ 輸出国によって適用される関税率が異なる

- 直接排出 + 間接排出を考慮 ⇒ 電力からのCO₂も考慮

- ▶ 3) 一部の部門が対象

- モデルの部門では「I_S」、「NFM」、「CHM」、「OCH」、「NMM」、「P_C」、「ELY」のみが対象

- ▶ 4) 一部の地域は免除

- EUの排出規制にリンクされる可能性が高い地域は免除 ⇒ 「GBR」、「OEU」は免除

- ▶ ただし、感度分析において異なるタイプも分析

基準データのチェック (2014年時点のデータ)

- CGE分析

- ▶ 「基準均衡（初期の均衡）⇒ ショック（政策の変化）によって均衡がどう変わるか」を分析
- ▶ ショックの効果は初期の状態に強く依存

- ▶ 以下で初期の均衡の状態をチェック
- ▶ 初期の均衡の状態 = 基準データの状態

EUとの貿易

	EUの輸入		EUへの輸出のシェア
	額	シェア (%)	(%)
GBR	309.5	11.1	44.5
OEU	273.4	9.8	45.1
JPN	95.4	3.4	10.4
USA	402.9	14.4	20.1
RUS	177.7	6.4	41.9
CAN	37.7	1.3	7.3
ANZ	23.9	0.9	7.0
KOR	61.6	2.2	9.1
CHN	435.5	15.6	16.4
IND	83.1	3.0	19.8
BRA	41.3	1.5	16.0
TUR	71.2	2.5	35.8
ASE	187.4	6.7	13.4
OEX	85.0	3.0	8.9
MIC	450.7	16.1	19.4
LIC	58.9	2.1	22.8
World	2,795.4	100.0	

• 3列目

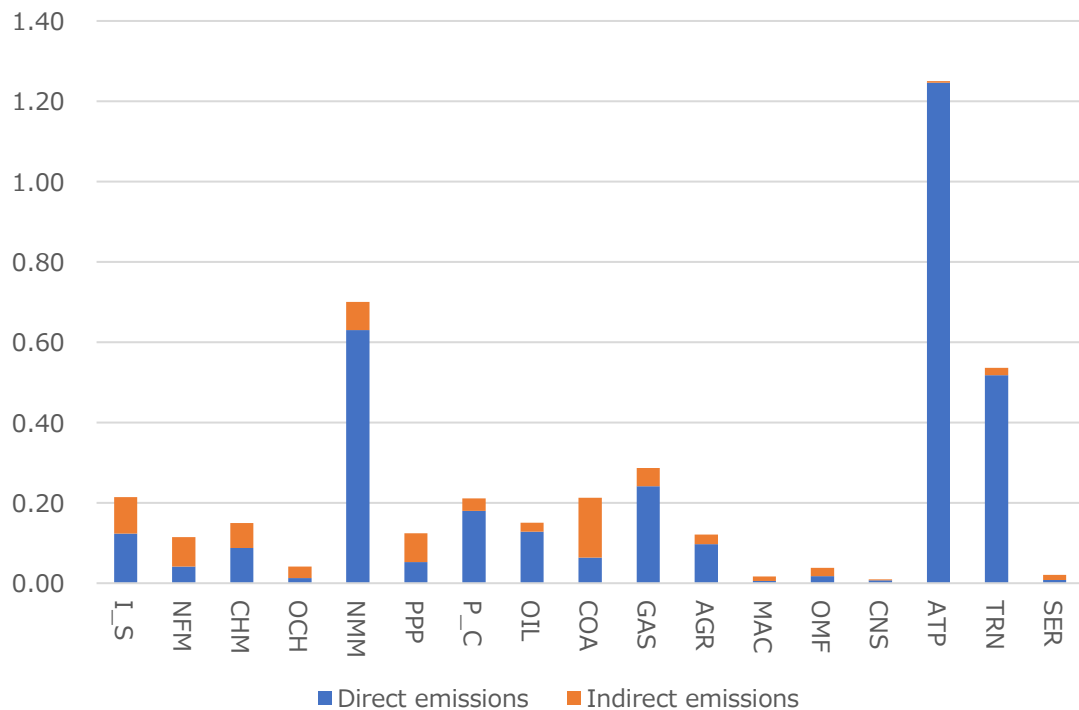
- ▶ EUの各地域からの輸入シェア
- ▶ EUの輸入が多いのはGBR、OEU、USA、CHN、MICなど
- ▶ 日本からの輸入は非常に少ない (3.4%)

• 4列目

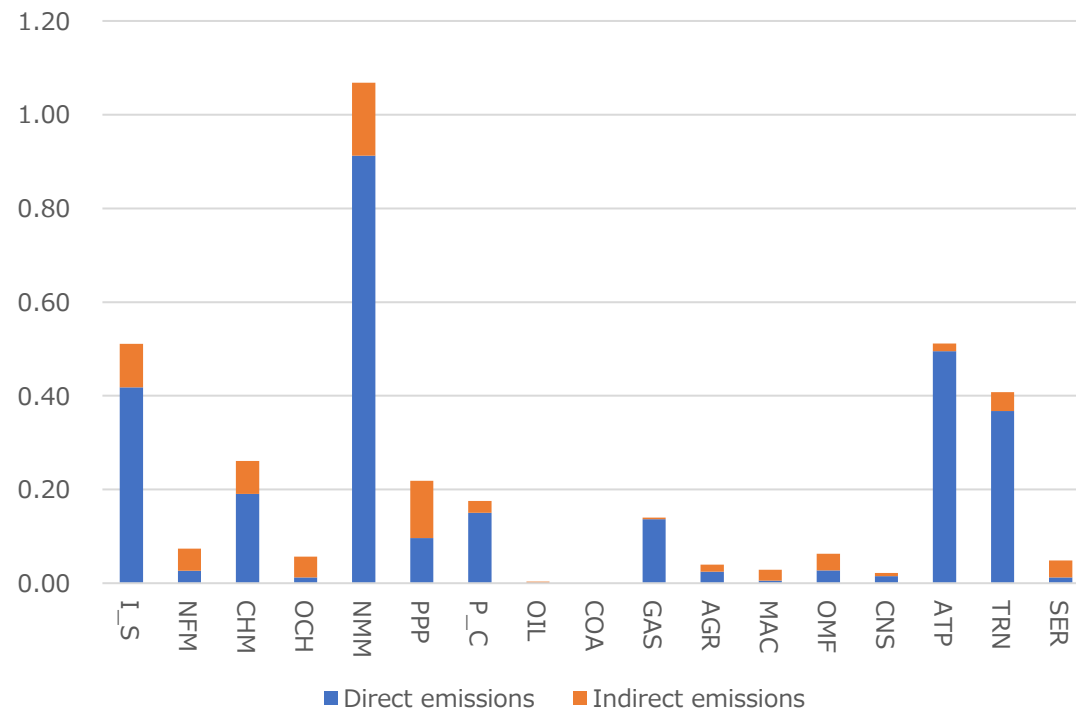
- ▶ 各国の輸出に占めるEUへの輸出のシェア
- ▶ EUへの輸出が多いのはGBR、OEU、UKR、RUS、USA、TURなど
- ▶ 日本 ⇒ EUへの輸出シェアは高くない

炭素集約度（部門別）

炭素集約度（EU）

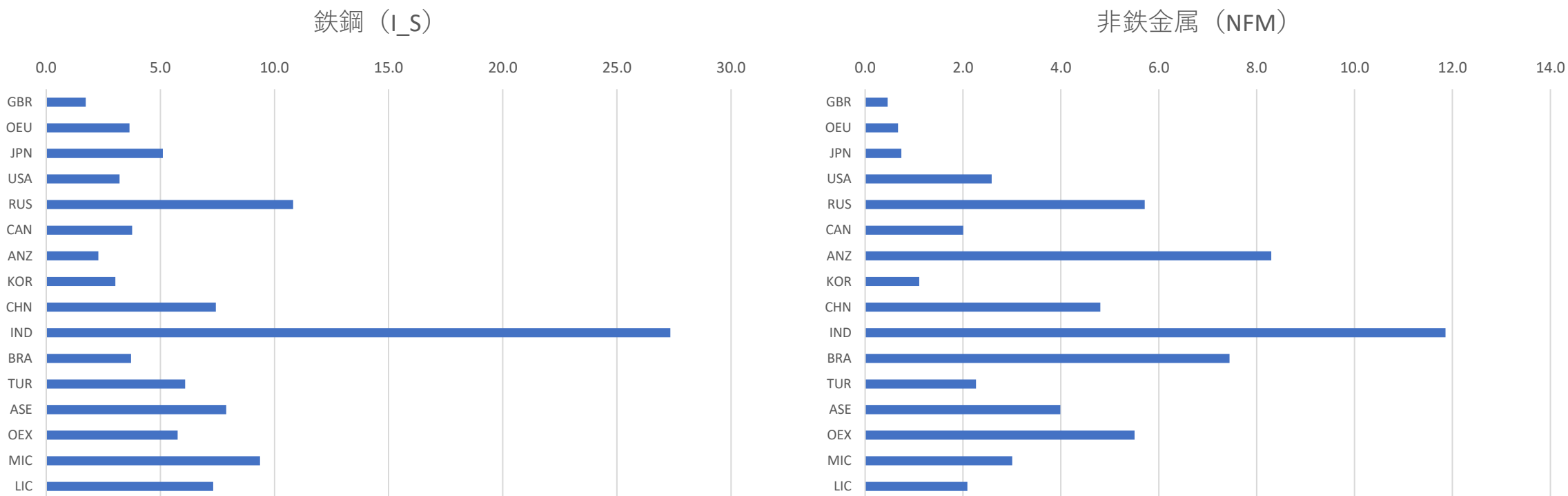


炭素集約度（日本）



- 炭素集約度 = 排出量/生産額
- 排出量 = 直接排出 + 間接排出

CBAMにともなう追加的な関税率



- EUがCBAMを導入した際に各国からの輸入に課す関税率 (%)
 - ▶ カーボンプライス = 100ドルを前提
- ここでは、CBAM対象財のうち「I_S」と「NFM」のみを掲載
- 途上国に対する関税が高い傾向
 - ▶ 途上国からの輸入の炭素含有量が高いことを反映

日本のEITE部門の供給シェア (%)


部門	国内への供給	EU外への供給	EUへの供給	全体
I_S	87.8	12.0	0.2	100.0
NFM	78.2	21.2	0.7	100.0
CHM	67.4	29.7	2.9	100.0
OCH	83.4	14.7	1.9	100.0
NMM	86.8	12.1	1.1	100.0
P_C	94.6	5.3	0.0	100.0

- 日本のEITE財の供給先
- 国内供給と非EU地域への供給がほとんど。**EUに対する輸出は非常に少ない**
⇒ EUの排出規制・CBAMの日本への影響は小さい？

シミュレーション・シナリオ

分析シナリオ

シナリオ	排出規 & CBAM
BM	排出規制がない状態（2014年時点の経済）
NCBAM	EUが排出量取引を導入した状態（カーボンプライス = 100ドル）
WCBAM	NCBAM + EUでCBAMを導入



- シミュレーション手順

- ▶ まず、EUのみが排出量取引を導入した均衡（NCBAM）を導出
- ▶ そこに、EUがCBAMを導入した均衡（WCBAM）を導出

- 分析対象

- ▶ 主に「NCBAMからWCBAMになったときに経済がどう影響を受けるか」を分析

シミュレーション結果

シミュレーション方法

• GTAPモデル

- ▶ グローバルなCGEモデルについては、**GTAPが提供するモデル**が有名
- ▶ GTAPのモデル ⇒ GEMPACKというソフトウェアで実行される
 - GEMPACKは一般均衡モデルを解くための専用のソフトウェア
- ▶ (有料で) モデルのプログラムも提供されているので、自分でプログラムを書く必要はない

• GTAPモデル以外のモデル

- ▶ 温暖化対策分析用のモデルは多くがこちら
 - 自分でシミュレーションのプログラムを書く必要あり
- ▶ **GAMS (General Algebraic Modeling System)** というソフトウェアが利用されることが多い
 - GAMSは汎用の数値計算ソフトウェア
- ▶ 本研究もGAMSでシミュレーションをおこなっている
- ▶ GAMS&CGE分析について
 - <https://shirotaeda.github.io/ja/gams-ja/gams-link-ja.html>

CO₂排出量 (MtCO₂)

	BM	NCBAM	WCBAM
EUR	2,984	2,402	2,404
GBR	434	441	442
OEU	193	201	203
JPN	1,180	1,188	1,189
USA	5,224	5,264	5,266
RUS	1,455	1,467	1,458
CAN	582	586	586
ANZ	413	417	417
KOR	532	537	537
CHN	9,009	9,039	9,030
IND	2,048	2,059	2,052
BRA	484	487	487
TUR	345	349	346
ASE	1,414	1,429	1,429
OEX	1,606	1,614	1,612
MIC	3,743	3,785	3,771
LIC	287	290	290
世界全体	31,933	31,555	31,519
リーケージ率 (%)		35.0	28.5

- 各地域のCO₂排出量 (MtCO₂)

- 注

- ▶ リークージ率 = 100 × EU外で増えた量 / EUで減った量

- NCBAM

- ▶ リークージ率は「35.0%」

- ▶ **排出量取引の導入でかなりのリーケージが生じる**

- WCBAM

- ▶ リークージ率はCBAMの導入により「28.5%」に低下

- ▶ **CBAMのリーケージ抑制効果あり**

地域別のリーケージ率

	リーケージ率 (%)		リーケージ率の変化 (%ポイント)
	NCBAM	WCBAM	
GBR	1.2		0.2
OEU	1.4		0.2
JPN	1.3		0.2
USA	6.9		0.4
RUS	2.2		-1.6
CAN	0.6		0.0
ANZ	0.6		0.1
KOR	0.8		0.1
CHN	5.2		-1.6
IND	2.0		-1.2
BRA	0.5		0.0
TUR	0.7		-0.5
ASE	2.7		-0.1
OEX	1.4		-0.3
MIC	7.2		-2.4
LIC	0.5		0.0
世界全体	35.0		-6.5

• 地域別のリーケージ率

- ▶ CBAMなしのケースでは、MIC、USA、RUS、CHN、ASE、INDなどへのリーケージが大きい

• CBAMの導入

- ▶ リーケージ率は低下
- ▶ ただし、**全ての地域へのリーケージが減少するわけではない**
- ▶ USA、JPNへのリーケージはCBAMにより増加
- ▶ CBAMの関税率が地域によって異なることが要因

EUのEITE部門 (+電力部門) への影響

	Export	Import	Output
I_S	3.48	-1.93	2.43
NFM	1.63	-0.71	1.54
CHM	1.26	-0.95	1.32
OCH	-0.09	-0.47	-0.01
NMM	5.81	-6.19	2.78
P_C	1.50	-1.61	1.07
ELY	5.62	-6.00	0.92

- 「NCBAM⇒WCBAM」のときの、EUのEITE部門への効果（変化率、%）
- 生産量は（OCHを除き）増加
 - ▶ **CBAM ⇒ EITE部門を保護する効果あり**

各国のGDPとwelfareへの影響

	GDP	Welfare
EUR	-0.006	0.068
GBR	0.007	0.020
OEU	0.007	0.022
JPN	0.002	0.026
USA	0.000	-0.005
RUS	-0.064	-0.151
CAN	-0.002	-0.042
ANZ	-0.001	-0.034
KOR	0.003	0.049
CHN	-0.005	-0.038
IND	-0.004	-0.050
BRA	0.000	-0.009
TUR	-0.012	-0.053
ASE	-0.001	-0.025
OEX	-0.001	-0.251
MIC	-0.004	-0.059
LIC	-0.004	-0.056
World	-0.004	-0.010

- GDPへの影響

- ▶ 地域により変化の方向変わる
- ▶ 途上国のGDPは減少する傾向あり
- ⇒ **EUのCBAMは途上国にマイナス**
- ▶ ただし、**効果の大きさは小さい**

- 厚生

- ▶ 「代表的家計の効用水準」のこと
- ▶ GDPと同様の傾向

日本への影響

	WCBAM
CO ₂ 排出量	0.088
GDP	0.002
厚生	0.026
輸出	-0.039
輸入	0.024
交易条件	0.064

	輸出量	輸入量	生産量	価格
I_S	-0.32	0.03	-0.05	-0.06
NFM	0.08	0.15	0.00	0.01
CHM	-0.54	-0.34	-0.13	-0.26
OCH	0.06	-0.20	0.07	-0.01
NMM	-3.16	-0.09	-0.42	-0.10
P_C	0.03	0.08	0.07	-0.76

- NCBAM⇒WCBAMのときの変化率 (%)
- 日本のGDPと厚生
 - ▶ どちらもCBAMにより増加。**EU CBAMは日本全体にはプラス。**
 - ▶ ただし、**変化の大きさは非常に小さい。**
- 日本のEITE部門
 - ▶ 多くの部門で生産量も価格も低下。**EU CBAMはEITE部門にはマイナス。**
 - ▶ ただし、**これも影響は非常に小さい。**

感度分析

シナリオ	「直接排出」か「直接排出 + 間接排出」	CBAMの対象取引	炭素含有量のデータ	CBAMの対象部門
WCBAM	直接 + 間接排出	輸入側のみ	輸出側	EITE部門+ELY
CBAM_2	直接排出のみ	輸入側のみ	輸出側	EITE部門+ELY
CBAM_3	直接 + 間接排出	輸入側 + 輸出側	輸出側	EITE部門+ELY
CBAM_4	直接 + 間接排出	輸入側のみ	輸入側 (EU側)	EITE部門+ELY
CBAM_5	直接 + 間接排出	輸入側のみ	輸出側	EITE部門のみ
CBAM_6	直接 + 間接排出	輸入側のみ	輸出側	全ての部門

- 感度分析

- ▶ CBAMの想定を変更し、結果がどう変化するかをチェック

- 結果

- ▶ リークエージ率、EUのEITE部門への影響は変わるが、他は大きな変化なし。

分析のまとめ

- 結果①

- ▶ EUのCBAMの導入は炭素リーケージ、EUのEITE部門保護の効果はあり

- 結果②

- ▶ 途上国のGDPは減少する傾向あり。ただし、減少幅は非常に小さい。
- ▶ 厚生についても同様の傾向

- 結果③

- ▶ 日本のGDP、厚生はCBAMにより増加。ただし、変化幅は小さい。
- ▶ 日本のEITE部門はCBAMからマイナスの影響を受ける。これも影響の大きさは小さい

- まとめ

- ▶ EUのCBAM導入計画 ⇒ 様々な懸念
- ▶ 日本のEITE部門には確かにマイナスの影響。しかし、その大きさは非常に小さい。よって、強く懸念すべき政策とは言えない。

補足

- 応用一般均衡分析（CGE分析）について
 - ▶ 武田のホームページに解説文書があります。
 - <https://shirotaeda.github.io/ja/research-ja/cge-howto.html>
 - ▶ また、CGE分析を利用した多数の論文（とそのプログラム）を置いてあります。
- CGE分析についての文献
 - ▶ ハンドブック ⇒ Dixon and Jorgenson (2013)
 - ▶ 最近の温暖化対策についてのCGE分析について ⇒ 武田（2023）、武田（2015）

References

- Aguiar A (2019) What's new in GTAP 10. Glob. Trade Assist. Prod. GTAP 10 Data Base
- Böhringer C, Balistreri EJ, Rutherford TF (2012) The role of border carbon adjustment in unilateral climate policy: Overview of an Energy Modeling Forum study (EMF 29). Energy Econ 34:S97–S110. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.10.003>
- Böhringer C, Bye B, Fæhn T, Rosendahl KE (2017) Targeted carbon tariffs: Export response, leakage and welfare. Resour Energy Econ 50:51–73. <https://doi.org/10/gckxgz>
- Böhringer C, Carbone JC, Rutherford TF (2018) Embodied Carbon Tariffs. Scand J Econ 120:183–210. <https://doi.org/10/gcsncw>
- Böhringer C, Rutherford TF, Wiegard W (2003) Computable general equilibrium analysis: Opening a black box. ZEW Discussion Papers
- Böhringer C, Schneider J, Asane-Otoo E (2021) Trade in Carbon and Carbon Tariffs. Environ Resour Econ. <https://doi.org/10/gj33jr>
- Burniaux J-M, Truong TP (2002) GTAP-E: An Energy-Environmental Version of the GTAP Model. GTAP
- Darvell A (2022) The EU's Carbon Border Adjustment Mechanism Moving Towards the Final Stage of Legislation Process — European Parliament's More Stringent Amendments Include a Wider Scope of Covered Sectors That Could Have a Greater Impact on Japan —
- Dixon, P.B. and Jorgenson, D.W. eds., (2013). Handbook of Computable General Equilibrium Modeling, Oxford, UK: North-Holland.
- European Parliament (2022) EU carbon border adjustment mechanism Implications for climate and competitiveness. 11
- Koesler S, Schymura M (2015) Substitution Elasticities in a Constant Elasticity of Substitution Framework – Empirical Estimates Using Nonlinear Least Squares. Econ Syst Res 27:101–121. <https://doi.org/10/gqzkkb>
- Lanz B, Rutherford TF (2016) GTAPinGAMS: Multiregional and Small Open Economy Models. J Glob Econ Anal 1:1–77. <https://doi.org/10.21642/JGEA.010201AF>
- Mörsdorf G (2022) A simple fix for carbon leakage? Assessing the environmental effectiveness of the EU carbon border adjustment. Energy Policy 161:112596. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112596>
- Takeda S, Arimura TH, Sugino M (2019) Labor Market Distortions and Welfare-Decreasing International Emissions Trading. Environ Resour Econ 74:271–293. <https://doi.org/10.1007/s10640-018-00317-4>

References

- Takeda S, Arimura TH, Tamechika H, et al (2014) Output-based allocation of emissions permits for mitigating the leakage and competitiveness issues for the Japanese economy. Environ Econ Policy Stud 16:89–110. <https://doi.org/10.1007/s10018-013-0072-8>
- Takeda S, Horie T, Arimura TH (2011) A CGE Analysis of Border Adjustments under the Cap-and-Trade System: A Case Study of the Japanese Economy
- Takeda S, Horie T, Arimura TH (2012) A Computable General Equilibrium Analysis of Border Adjustments under the Cap-And-Trade System: A Case Study of the Japanese Economy. Clim Change Econ 03:1250003. <https://doi.org/10.1142/S2010007812500030>
- Takeda S and Arimura TH (2022) “A Computable General Equilibrium Analysis of EU CBAM for the Japanese Economy”, RIETI discussion pepr, 23-E-006, <https://www.rieti.go.jp/jp/publications/summary/23020002.html>
- UNCTAD (2021) A European Union Carbon Border Adjustment Mechanism: Implications for developing countries. 31
- 武田史郎（2007）「貿易政策を対象とした応用一般均衡分析」、経済産業研究所、2007年3月 07-J-010、<https://www.rieti.go.jp/jp/publications/dp/07j010.pdf>
- 武田史郎（2015）「経済モデルを用いた気候変動政策分析」、新澤秀則・高村ゆかり（編）『環境政策の新地平2 気候変動政策のダイナミズム』、岩波書店、pp. 125–145.
- 武田史郎（2023）「カーボン・ニュートラルに向けた政策の経済効果のモデル分析」、経済社会総合研究所、『経済分析』、No.206, pp.199–219、<https://www.esri.cao.go.jp/jp/esri/archive/bun/bun206/bun206j.pdf>