

# 環境制約・電力制約の 日本経済への影響

第3回潜在成長率専門チーム会合  
2012年3月29日  
上智大学・経済学部  
同・環境と貿易研究センター  
有村俊秀

1

## 報告の概要

1. CO<sub>2</sub>制約
  1. 国際クレジットの重要性: 多地域・逐次動学モデル(世界モデル)による分析の紹介
2. 電力制約
  1. 電力価格上昇の業種別短期影響
  2. 供給制約の地域経済への影響
  3. 需要削減政策(家計省エネ取り組みと米国研究の紹介)
3. 環境規制とイノベーション: R&Dを中心に
  1. 業種別分析
  2. 企業別分析
  3. 自動車産業の分析

2

# 1. CO<sub>2</sub>制約における 外部クレジットの重要性

3

## 背景

- 2020年までに1990年比25%削減(鳩山政権)
- そのうち国内削減分は?
  - 外部クレジットの重要性(クリーン開発メカニズム  
起源のCER(Certified Emission Reduction))
- 有村・武田編著(2012)「排出量取引と省エネルギーの経済分析」のご紹介

4

### モデル：地域と部門

- 多地域多部門 CGE モデル (世界モデル)
- 12 地域 & 22部門
- 完全競争: CRTS 技術
- 逐次動学モデル
  - 2004年~2020年
  - Putty-clay approach
- 家計部門
  - 貯蓄 vs. 消費
  - 労働 vs. 余暇
- 貿易: アーミントン仮定
- GTAP7.1 and GTAP7inGAMS (Rutherford 2010).
  - ベンチマーク: 2004年.
- 日本の労働データ:消費と余暇の代替弾力性は0.7

地域	Sectors	
JPN 日本	FSH 漁業	AGR 農業
EUR EU27	OMN その他鉱物採掘	FPR 食品
USA 米国	PPP 紙・パルプ	LUM 木材製品
CAN カナダ	CRP 化学	TWL 繊維・衣服
豪州・ニュージーランド	NM M その他非金属鉱物	TRN 輸送機器
RUS ロシア	NFM その他非鉄金属	OMF その他製造業
CHN 中国	IS 鉄鋼	TRS 輸送
IND インド	CRU 原油	CNS 建設
BRA ブラジル	COL 石炭	TRD 卸売・商業
他のアジア諸国	GAS ガス	SER その他サービス
OPC OPEC	OIL 石油・石炭製品	
RO 他地域	ELE 電力	
W		

→ 付属書 B 国

 → エネルギー集約貿易依存部門  
Energy-intensive trade exposed (EIT)

### CO<sub>2</sub> 排出削減規制

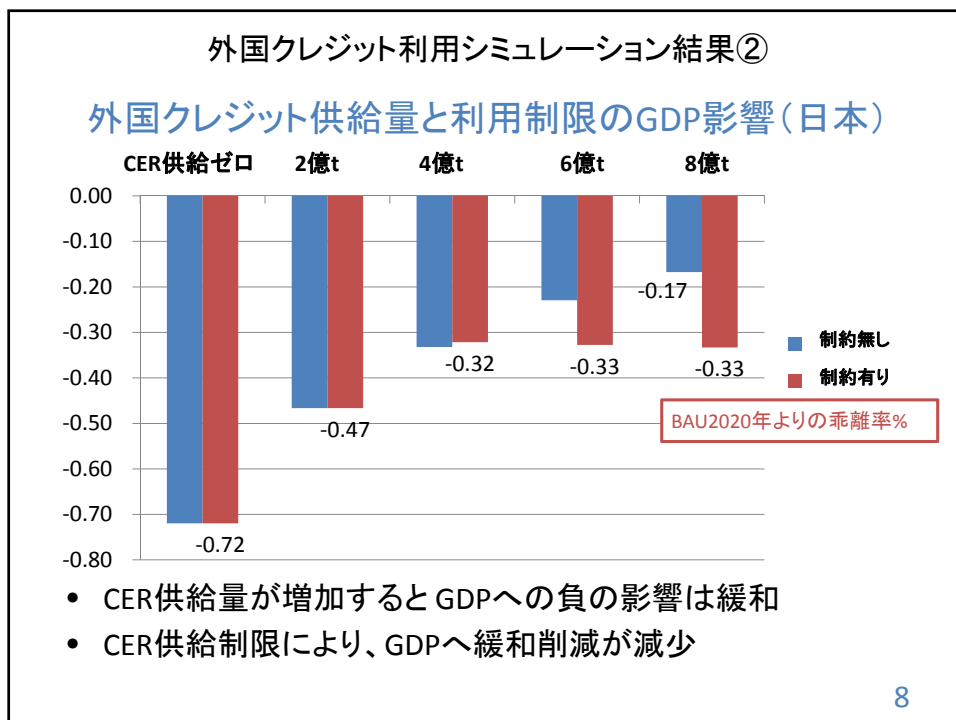
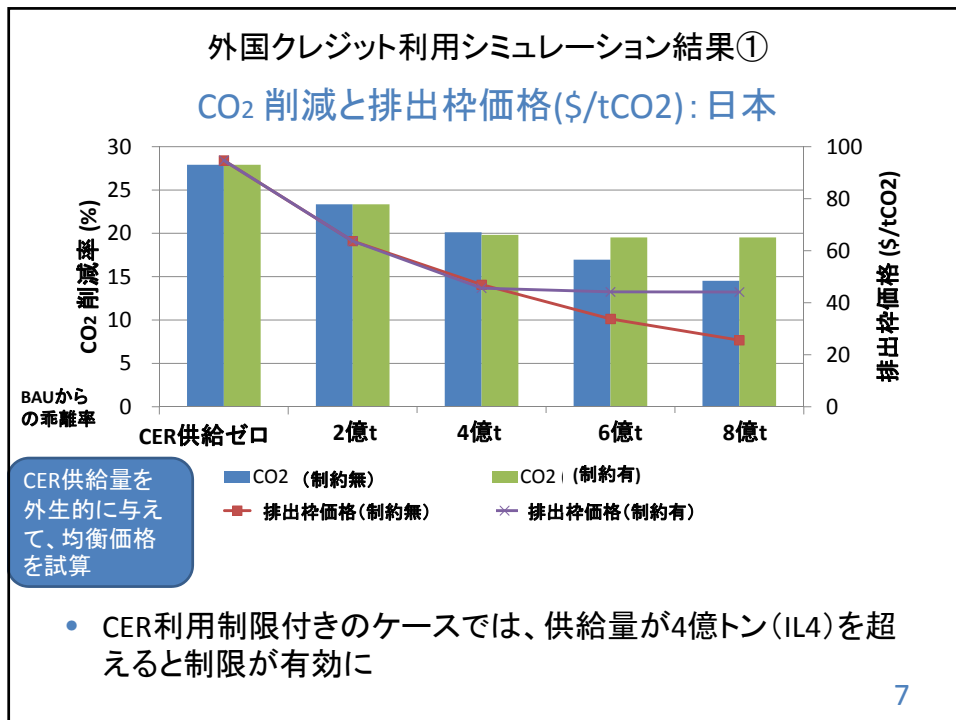
- 削減地域 (日、欧、米、カナダ、豪・ニュージーランド、ロシア)
- BAU: EIA International Energy Outlook
- UNFCCC (2010/1) の各国削減目標
- 排出規制の手段
  - キャップ&トレードwithオークション(炭素税と同様)
  - 収入⇒「一括(lump-sum)」で家計に還元

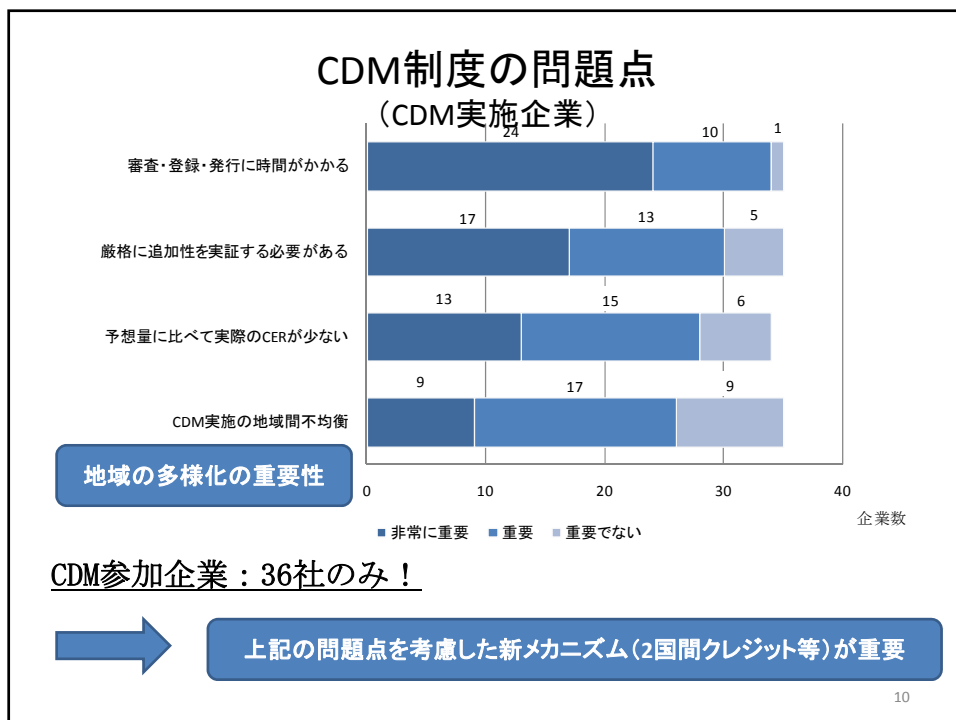
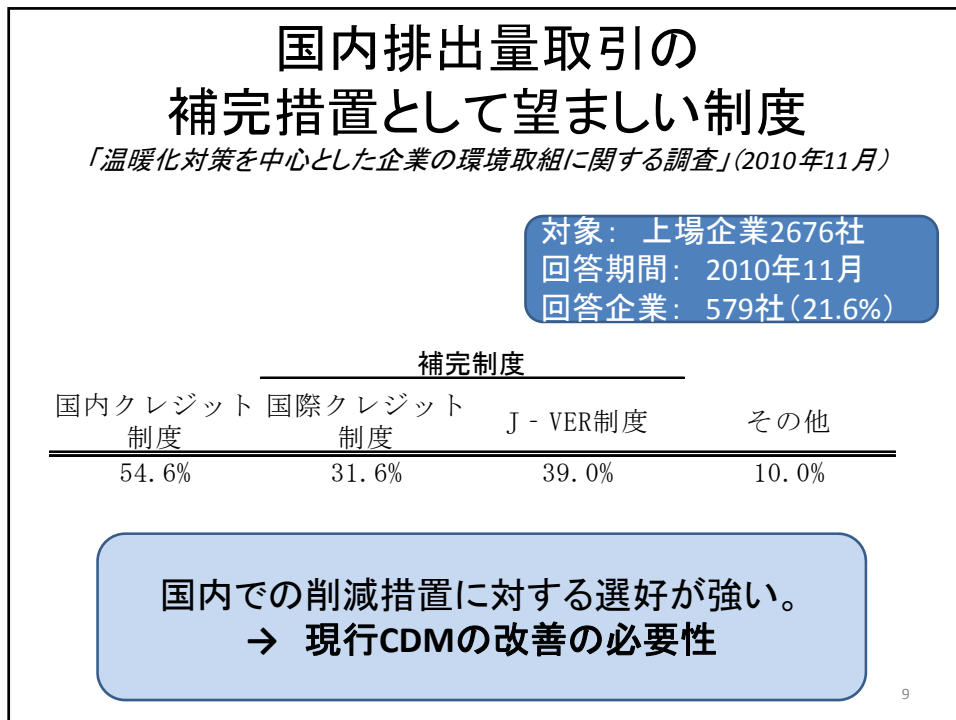
地域	基準年	UNFCCC 削減率 (基準年から乖離%)	削減率 (2020 レベル%)	削減量 (2020, MtCO <sub>2</sub> )
JPN	90	25	28	-304
EUR	90	30	30	-1,106
USA	05	17	18	-1,037
CAN	05	17	17	-82
ANZ	00	25	46	-208
RUS	90	25	5	-78

#### 排出枠価格 (\$/tCO<sub>2</sub>)

2020 年価格

JPN	EUR	USA	CAN	ANZ	RUS
95	76	28	23	178	4





## 2.電力制約の影響

### 2.1 各業種への短期影響

11

## 電力価格上昇の各産業への影響 (1.52円/Kwh上昇のケース)

2005年産業連関表108業種分類・上位10業種

業種名	価格上昇率	順位
無機化学工業製品	1.692%	1
金属鉱物	1.137%	2
銑鉄・粗鋼	1.131%	3
鑄鍛造品	1.118%	4
非鉄金属製錬・精製	1.010%	5
鋼材	0.865%	6
化学繊維	0.861%	7
倉庫	0.789%	8
非鉄金属加工製品	0.753%	9
鉄道輸送	0.745%	10

有村・岩田(2010)より

12

## 2.2 電力制約の 各地域経済への影響

山崎雅人・武田史郎氏の  
研究の紹介

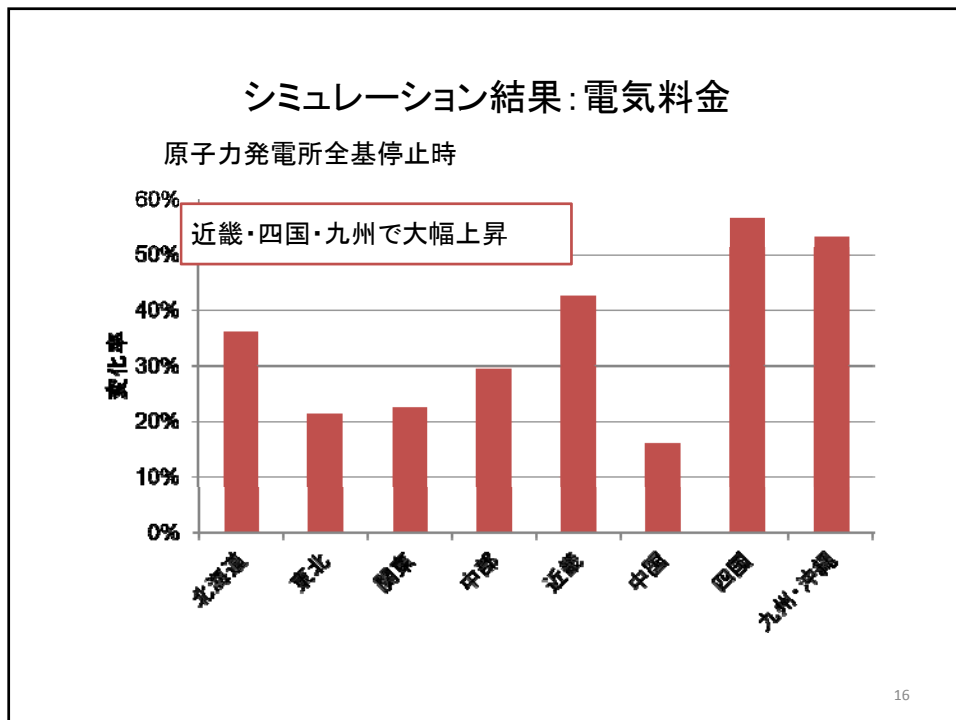
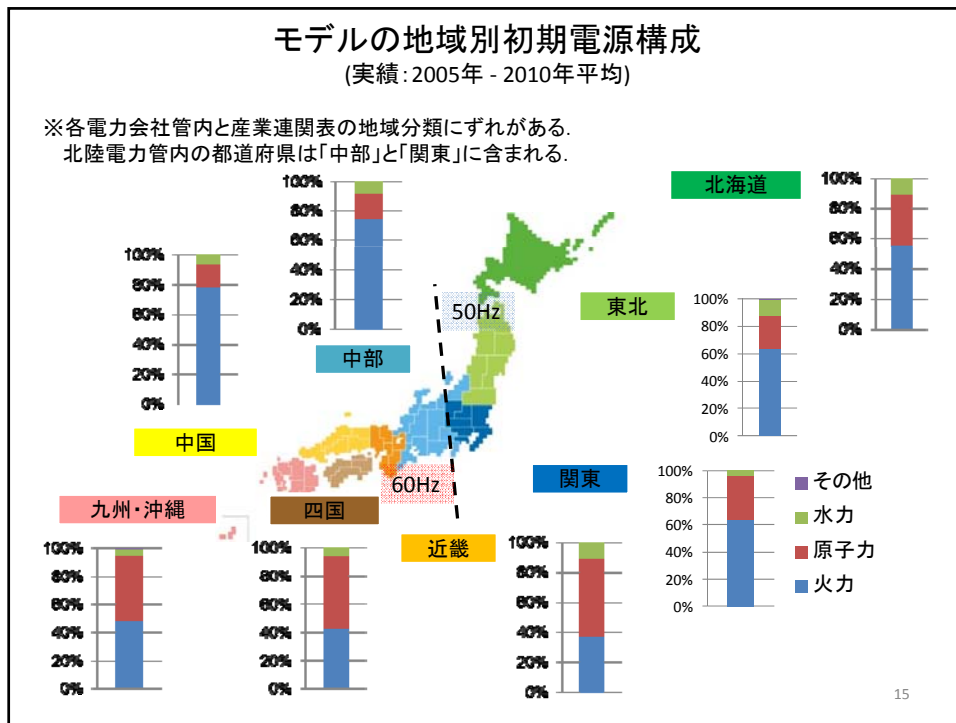
13

### モデルの概要

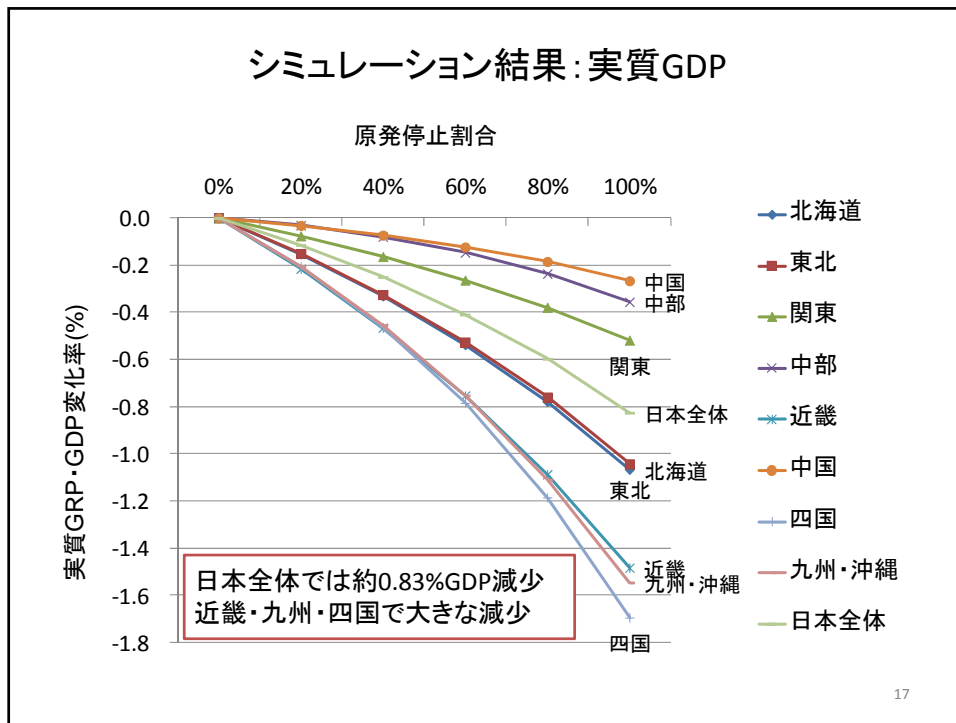
「平成17年地域間産業連関表」をベースとした多地域・多部門・静学CGEモデル  
(8地域・18産業). GAMS/MPSGEを利用し構築.

モデルの地域分類	モデルの産業分類	
北海道	農林水産業	輸送機械
東北	鉱業	建築
関東	石油・石炭・天然ガス	電力 原子力発電
中部	飲食料品	火力発電
近畿	その他製造業	水力発電
中国	化学	その他の発電
四国	石油・石炭製品	ガス
九州・沖縄	鉄鋼	商業
	非鉄金属	運輸
	一般機械	サービス
	電気機械	

14







### シミュレーション結果: 各産業

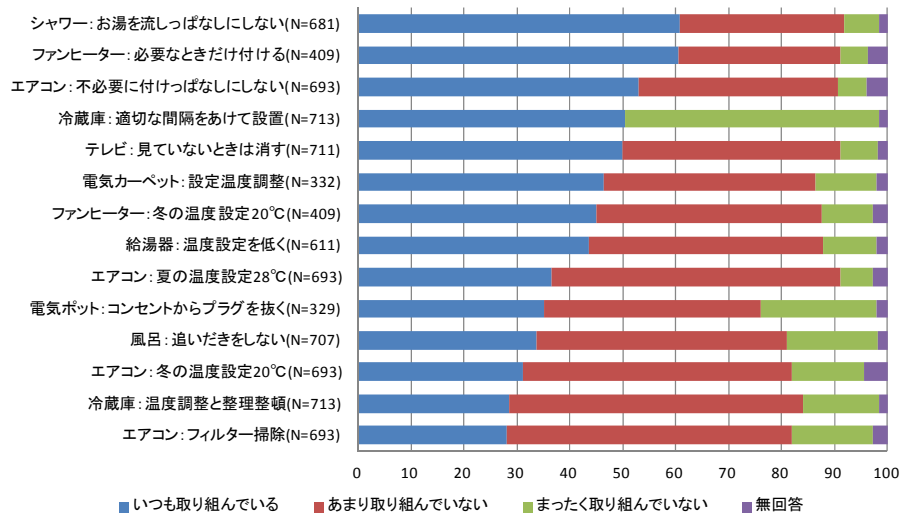
原子力発電所全基停止時 各セクターの生産水準変化率 (%)

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州・沖縄	日本
農業	-0.62	-0.51	-0.40	-0.38	-0.66	-0.37	-0.53	-0.87	-0.56
鉱業	-0.60	-0.23	0.18	-0.80	-0.49	-0.05	-0.64	-1.35	-0.45
石油・石炭・天然ガス	1.01	1.77	1.43					6.88	1.37
飲食物品	-0.88	-0.65	-0.64	-0.55	-0.99	-0.58	-1.13	-1.23	-0.79
その他製造業	-1.11	-0.46	-0.01	-0.70	-0.41	-0.30	-1.04	-1.25	-0.40
化学	-1.03	-0.22	0.02	-0.88	-0.24	-0.84	-0.64	-1.74	-0.37
石油・石炭製品	1.54	1.83	1.80	2.51	3.17	2.41	3.24	1.96	2.24
鉄鋼	-0.45	-0.64	0.05	-1.04	-0.79	-0.20	-1.20	-1.34	-0.51
非鉄金属	-0.47	-0.36	0.03	-0.53	-0.41	-0.20	-0.83	-1.02	-0.31
一般機器	-0.27	0.03	0.33	-0.26	0.10	0.09	-0.15	-0.19	0.09
電気機器	-0.15	0.26	0.66	-0.23	0.34	0.25	-0.03	-0.51	0.29
輸送機器	-0.43	-0.28	0.12	-0.36	-0.35	0.21	-0.38	0.13	-0.09
建築	-1.14	-0.54	-0.94	0.20	-1.68	-0.28	-1.55	-1.47	-0.94
電力	-16.06	-8.78	-10.30	3.10	-30.41	-1.00	-25.67	-21.06	-12.60
ガス	-0.91	-0.29	-0.48	0.22	-0.66	0.11	-0.17	-1.10	-0.47
商業	-0.89	-0.63	-0.38	-0.71	-0.65	-0.49	-0.88	-1.08	-0.57
運輸	-0.90	-0.69	-0.47	-0.66	-1.00	-0.48	-0.91	-1.10	-0.69
サービス	-0.85	-0.45	-0.46	-0.16	-0.99	-0.23	-1.14	-1.10	-0.60

## 2.2 電力需要サイド

19

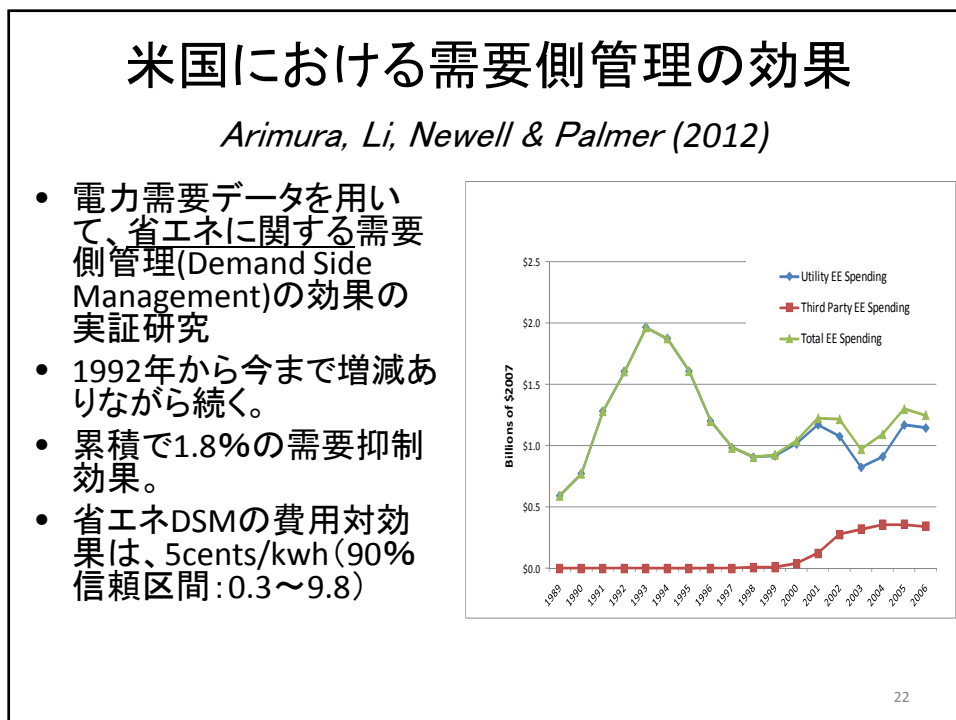
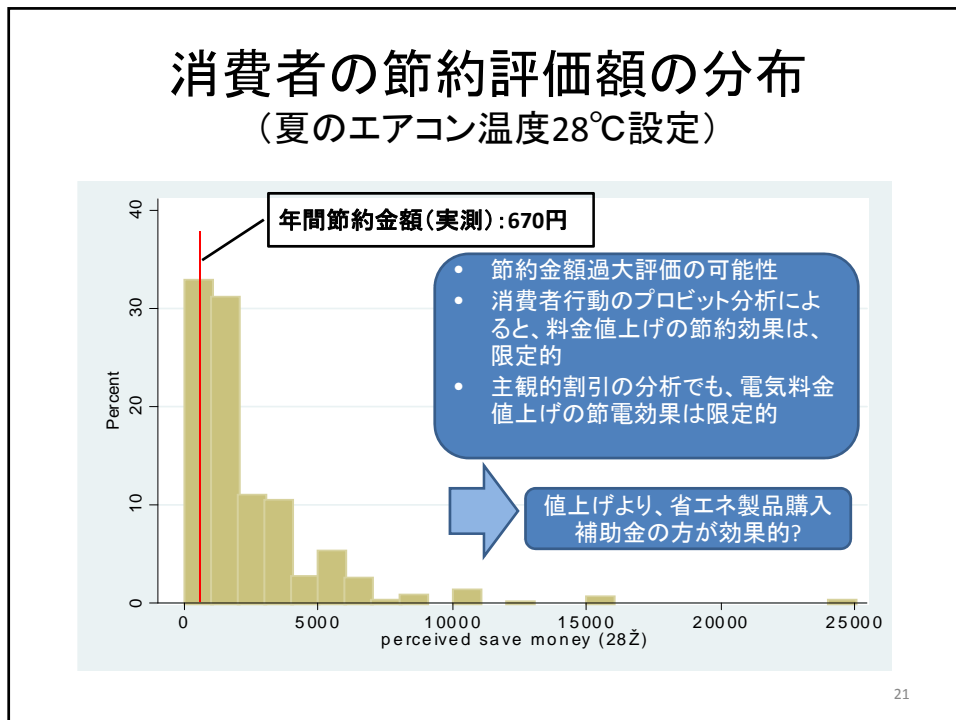
### 各省エネ行動の実施率(震災前)



全て実施すると概算で10%近く家計のCO2削減の可能性(夏のピーク時ではないことに留意)

出所) 岩田他(2012)より

上智大学・獨協大学 家計サーベイ(2010年)  
(草加市・N=571)



### 3. 環境規制とイノベーション

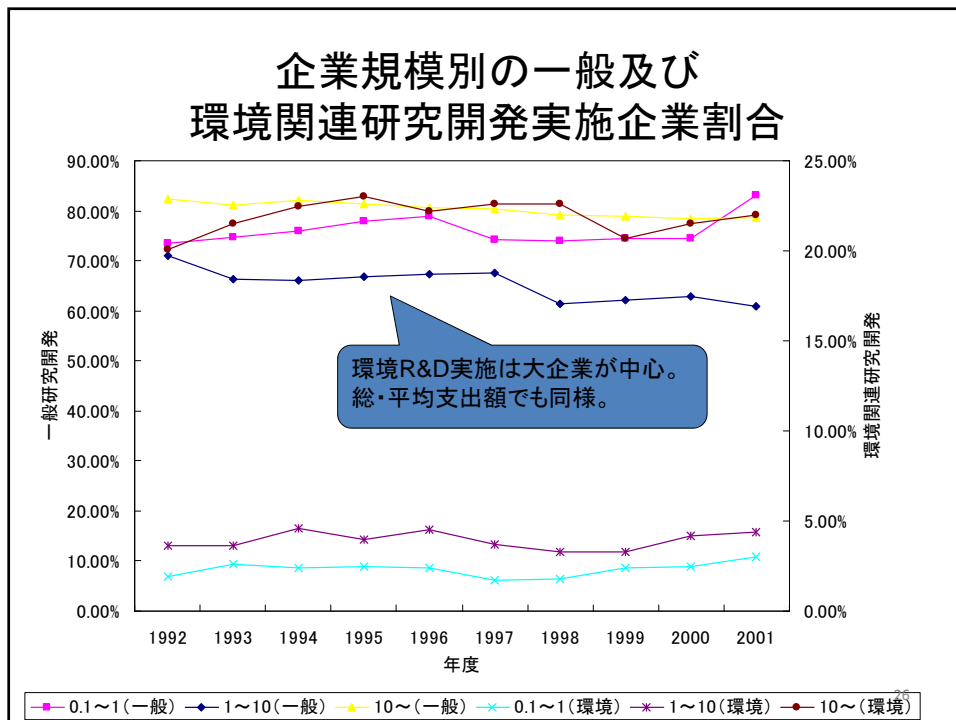
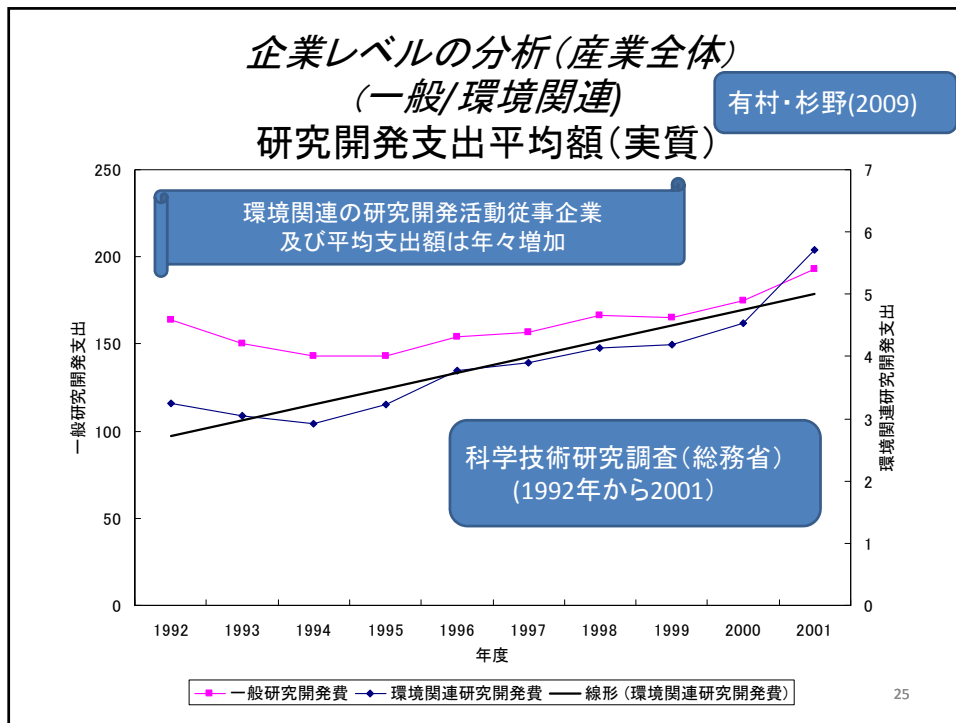
研究開発活動支出の分析を中心に

23

#### 問題意識

- (環境関連)技術革新をどのように促進するのか？
- ポーター仮説
  - 環境規制の強化により、企業はそれまで気付かなかった技術革新の可能性を求め研究開発活動を行う。この活動により、イノベーションが起こり、企業は国際競争力を得る
- 業種レベルの分析(産業全体)
  - 浜本(1997):環境規制が、研究開発を増加させ、生産性上昇に貢献(80年代)
  - Arimura&Sugino(2007):90年代には効果を確認できず。
- そもそも環境規制とR&Dの関係は？
  - 環境規制
    - 規制の強度
    - 環境規制のタイプ:経済的手段 対 直接規制

24



### 環境規制が(一般/環境)R&D実施に与える影響： ランダム効果プロビット

被説明変数 説明変数	一般研究開発ダミー (モデル1)			環境研究開発ダミー (モデル2)		
定数項	2.533	(0.103)	***	-4.777	(0.146)	***
従業員数	1746.563	(98.64)	***	521.986	(24.229)	***
(従業員数) <sup>2</sup>	-34823.980	(2.95E+03)	***	-7486.062	(457.89)	***
利益	1894.014	(1436.960)		788.270	(310.371)	***
環境保全投資比率	7.085	(1.742)	***	3.284	(1.594)	**
補助金	402861.600	(2.65E+09)		0.202	(0.201)	
1997年度ダミー	-0.235	(0.090)	***	-0.185	(0.093)	**
1998年度ダミー	-0.267	(0.095)	***	-0.103	(0.094)	
1999年度ダミー	-0.486	(0.092)	***	-0.147	(0.094)	
2) 規制強化はR&D活動(一般、環境関連)に従事する企業数を増加させる						
個別(ランダム)効果の標準偏差	3.129	(0.078)	***	2.337	(0.075)	***
観測値	20754			20754		
グループの数	5760			5760		

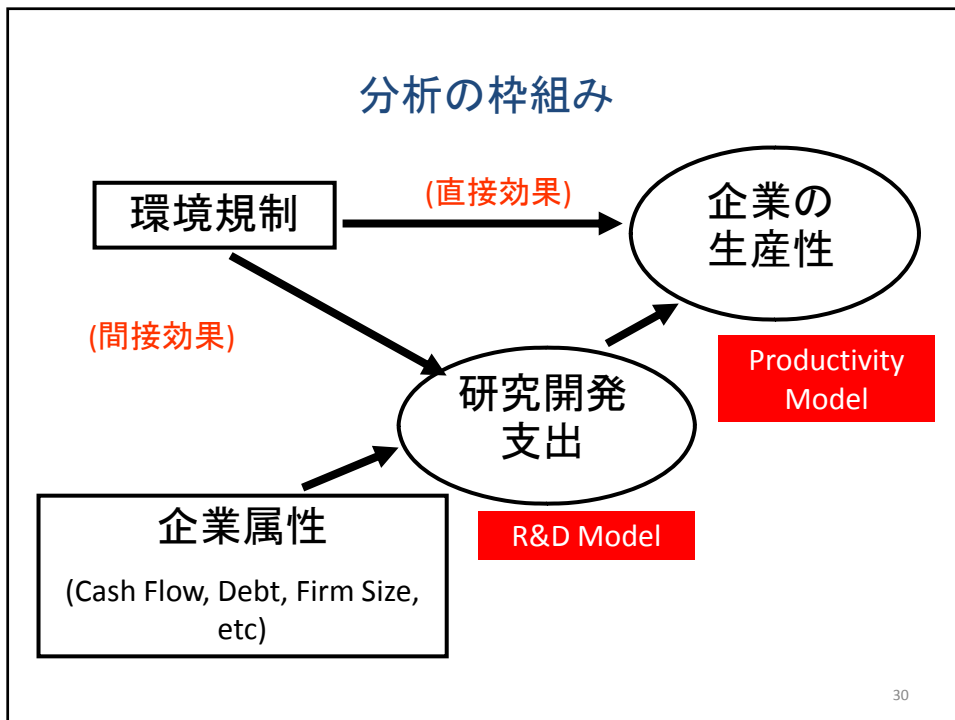
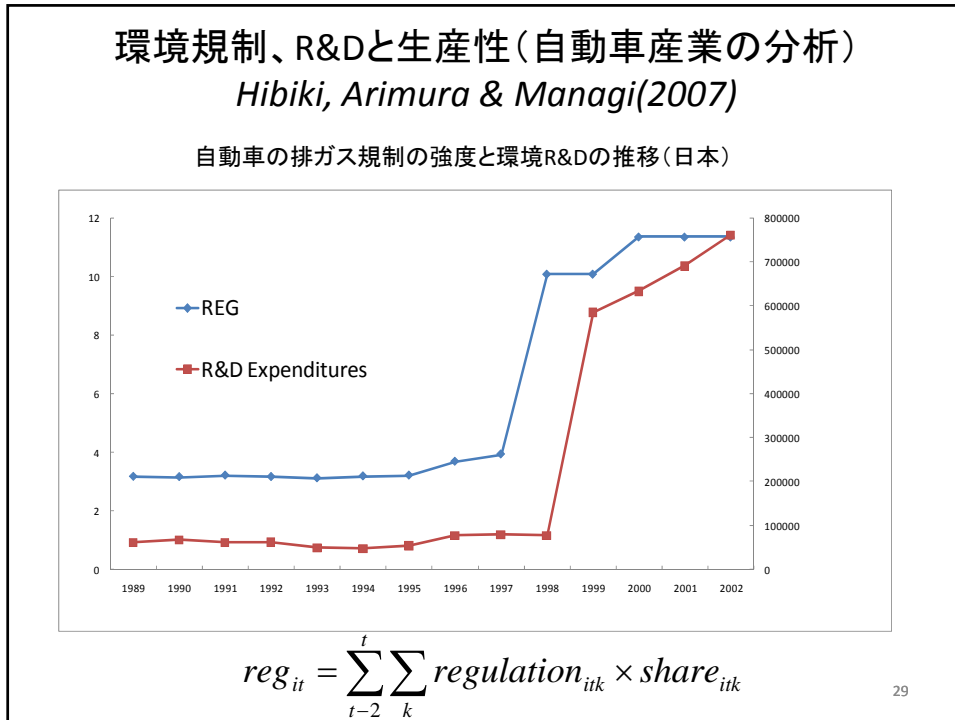
注) 括弧内の数字は標準誤差。

$$\text{環境規制の代理変数} = (\text{環境保全投資額}) / (\text{設備投資額})$$

### 環境規制が(一般/環境)R&D支出に与える効果

被説明変数 説明変数	一般研究開発費/売上 (モデル3)			環境研究開発費/売上 (モデル4)			環境研究開発費/一般研究開発費 (モデル5)		
定数	1.951	(1.409)		0.244	(0.743)		0.106	(0.175)	
従業員数	177.152	(14.561)	***	-28.032	(11.924)	**	13.399	(2.640)	***
(従業員数) <sup>2</sup>	-1721.147	(264.148)	***	323.826	(197.264)		172.209	(42.555)	***
利益	-665.559	(115.849)	***	-3.137	(38.891)		1.634	(7.767)	
環境規制(環境保全投資比率)	-0.796	(0.512)		0.357	(1.229)		0.513	(0.247)	**
補助金	1.092	(0.076)	***	0.260	(0.191)		-0.006	(0.042)	
1997年度ダミー	0.084	(0.022)	***	0.008	(0.054)		-0.002	(0.011)	
1998年度ダミー	0.157	(0.023)	***	0.026	(0.055)		0.007	(0.011)	
1999年度ダミー	0.375	(0.023)	***	0.076	(0.056)		0.017	(0.011)	
2000年度ダミー	0.379	(0.024)	***	0.025	(0.055)		0.040	(0.011)	***
2001年度ダミー	0.376	(0.024)	***	0.113	(0.058)	*	0.042	(0.012)	***
観測数	17895			1549			1549		

- 規制強化はR&D支出(一般、環境関連)が必ずしも増加させないで、環境関連R&Dに配分される割合を増やす。
- 他の研究開発を犠牲にしている可能性があるため、総合的な評価が必要
- 規制主体とR&D主体の乖離の問題。



## 自動車産業の分析結果

- (1) 排ガス規制はR&D支出を増加
  - (2) 規制のR&D支出への影響は、組立会社で顕著
  - (3) R&Dの増加は、生産性を上昇させた
  - (4) 規制によってR&Dの生産性は下がらない。
  - (5) 規制は、直接的に、組立会社の生産性を上昇させた。しかし、部品や車体関連会社には、直接的な影響を与えなかった。
  - (6) 規制は、直接、間接の経路を通じて、組立会社の生産性を上昇させた。
- ポーター仮説が組み立て会社について成立。しかし、その他の会社については、成立せず？

31

## まとめ

- CO<sub>2</sub>制約
  - 外国クレジット利用によって、GDPと厚生への負の影響が大幅に緩和される可能性(利用制限には留意が必要)。
  - 一方で、現行CDMには、追加性や地域偏在等の問題が多く、CDMの改革の必要性(新メカニズムの重要性)
- 電力制約
  - 業種影響
  - 地域経済影響
  - 需要管理による需要削減の効果
- 環境規制とイノベーション
  - 環境関連R&Dの主体は大企業中心になっている。
  - 環境規制の強化は、研究開発支出を増加させるのではなく、その中の環境関連R&D支出の割合を増加させる。
  - 環境規制が企業の生産性に与える影響については、プラスもあるが全体としては未知数。

32



## 参考文献

- 有村俊秀・武田史郎編著「排出量取引と省エネルギーの経済分析：日本企業と家計の現状」日本評論社(2012年)
- 有村俊秀・岩田和之著「環境規制の政策評価：環境経済学の定量的アプローチ」(2011年)
- 有村俊秀・杉野誠「環境規制の技術革新への影響—企業レベル環境関連研究開発支出データによるポーター仮説の検証—」『研究技術計画』、23巻3号(2008)、201-211
- 岩田、有村、片山、浜本、作道「家計の省エネ行動の実態：草加市でのアンケート調査より」有村俊秀・武田史郎編著『排出量取引と省エネルギーの経済分析：日本企業と家計の現状』日本評論社(2012年)所収
- 浜本 光紹「ポーター仮説をめぐる論争に関する考察と実証分析」京都大学経済学会・『経済論叢』第160巻5-6号 pp.102-120.
- 浜本 光紹「家計における省エネルギー投資と割引率」有村俊秀・武田史郎編著『排出量取引と省エネルギーの経済分析：日本企業と家計の現状』日本評論社(2012年)所収
- 山崎雅人・武田史郎「原発停止の経済影響-多地域応用一般均衡モデルによる定量評価-」2012年3月5日京都大学防災研究所
- Arimura,T.H. S. Li, R. G. Newell, and K. Palmer “Cost-Effectiveness of Electricity Energy Efficiency Programs forthcoming in The Energy Journal
- Arimura,T.H. & Makoto,S. “Does stringent environmental regulation stimulate environment related technological innovation?,”Sophia Economic Review Vol52, No1-2, (2007), pp.1-14,
- Hibiki, A. Arimura, T. H. and Managi,S.(2007) “An empirical study of the effects of the exhaust gas regulation on R&D and the productivity of the Japanese auto industry” at “Environment, Innovation and Performance” in Grenoble, France June 4th, 2007

33

ご静聴ありがとうございました。

toshi.arimura@gmail.com

34

# 参考

## 山崎・武田モデル

35

## 電力部門の生産構造

特殊資本は、他の投入物と代替可能と仮定。  
生産水準は可変的。σ<sub>r</sub><sup>F</sup>はカリブレートする。

特殊資本とレオンチェフ型生産関数を仮定し  
生産水準を外生的にコントロール可能とする

$$\sigma_r^F = \frac{\theta_r^K \varepsilon_r^S}{1 - \theta_r^K}$$

θ<sub>r</sub><sup>K</sup> 生産額に占める特殊要素の割合  
r: 地域

ε<sub>r</sub><sup>S</sup> 供給の価格弾力性

36

### 火力発電の供給の価格弾力性

1. 燃料種別で、燃料調達コストを発電実績で割り、発電単価を計算。(電力会社別、2009年度)
2. 燃料種別で、発電設備の定格最大出力を積み上げ、発電ポテンシャルを計算。(電力会社別、2009年度)
3. 発電単価の安い順から、発電ポテンシャルを全て利用すると仮定すると、折れ曲がった限界費用曲線が得られる。

$$\ln E_r = c_r + \varepsilon_r^s \ln P_r + u_r \quad E_r: \text{発電量} \quad P_r: \text{発電コスト}$$

$$\varepsilon_r^s: \text{供給の価格弾力性}$$

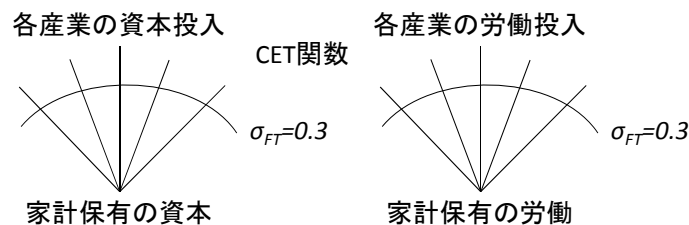
地域	供給の価格弾力性	R <sup>2</sup>
北海道(北海道電力)	1.402***	0.526
東北(東北電力)	1.714***	0.572
関東(東京電力)	2.190***	0.416
中部(中部電力)	1.507***	0.543
近畿(関西電力)	1.777***	0.744
四国(四国電力)	1.528***	0.657
中国(中国電力)	1.837***	0.465
九州・沖縄(九州電力)	1.475***	0.660

37

### 生産要素市場の不完全性

資本・労働のセクター間移動を制限。

1. 現実には生産設備のセクター間移動は困難。
  2. 産業別賃金格差が存在。
- 労働と資本は地域内のセクター間のみで移動可能。  
ただし、移動には摩擦が伴う。



38

