

環境経済政策研究 第 期

「新たな市場メカニズムの国際比較及び二国間 クレジット制度の排出削減効果等の分析」 (早稲田大学他)

最終成果報告

2015年3月3日(火)

早稲田大学:有村俊秀(研究代表者)



WASEDA University

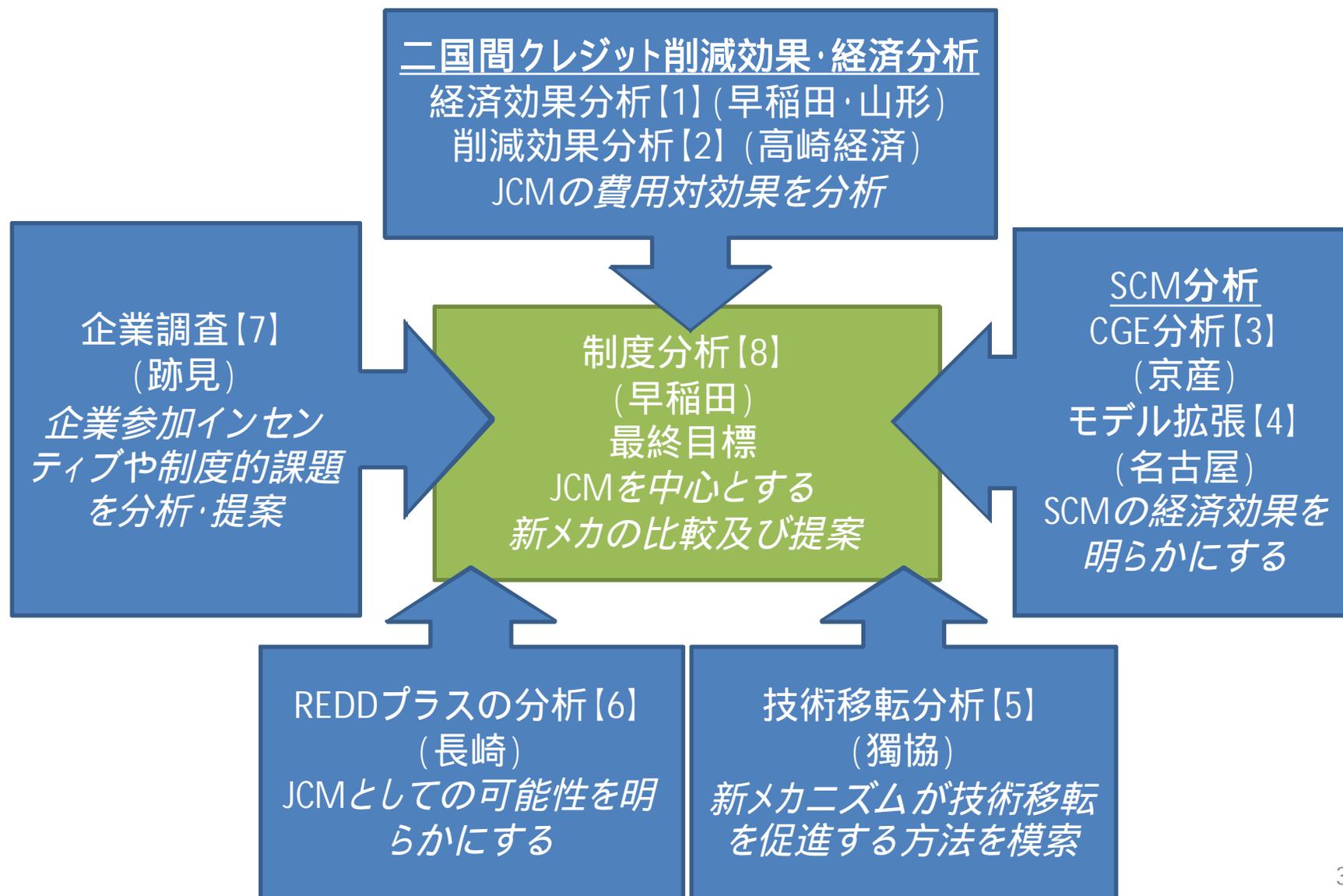
研究の背景と目的

- CDMの問題点
 - ✓ 新しい国際的な排出量取引の制度の必要性
- 各国及び国連で議論・動向
 - ✓ 二国間クレジットメカニズム (JCM: Joint Crediting Mechanism)
 - ✓ 欧州のセクター別クレジットメカニズム (以下、SCM: Sectoral Crediting Mechanism)
 - ✓ REDDプラス: JCMとしての可能性も
- 政策・研究課題
 - ✓ 排出削減効果は？
 - ✓ 経済・雇用への影響は？
 - ✓ イノベーションへの影響は？ 技術移転効果は？
 - ✓ 企業の参加インセンティブは？

(出所) 新メカニズム情報プラットフォーム
(<http://www.mmechanisms.org/initiatives/index.html>)



本研究の3年間に渡る全体像



【1】【2】二国間クレジット制度の経済効果・削減効果分析の目的と手法

➤ 分析の目的:

- JCMを実施するに当たり、経済・雇用効果やGHG削減効果を考慮し、対象技術・製品やホスト国を選択することが重要

➤ 分析手法:

経済・雇用効果:産業連関分析

- 国内産業連関表(2010年延長表)と国際産業連関表(2005年表)を利用
- **環境品目(ハイブリッド自動車、再エネ発電設備)を細分化**

GHG削減効果:

- ホスト国と日本とのエネルギー効率の差を把握するため、タイにて調査を実施
- 各ホスト国での電源構成を考慮

分析の対象品目

対象品目	経済・雇用効果		GHG排出削減効果
	国内産業連関分析	国際産業連関分析	
工業炉			
鉄道車両			×
ボイラ			×
エアコン			
冷蔵庫			
洗濯機			
照明機器 (LED)			
蓄電池			×
ハイブリッド自動車			
太陽光パネル			
風力発電装置			×
地熱発電装置			

注) の付いた品目が、各分析の対象品目

環境省FS等から選択

分析では、各品目をそれぞれ100億円分、日本で生産・輸出した場合を想定

【1】JCMの経済・雇用効果分析枠組み IO分析、基本モデル

$$\Delta X = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \Delta \mathbf{E}$$

JCMによる輸出増加

ΔX : 生産量の変化 (ベクトル)

$\Delta \mathbf{E}$: 輸出の変化 (ベクトル)

各産業への
経済波及効果の分析

雇用への影響

$$\Delta \mathbf{I} = \mathbf{L} \Delta X$$

$\Delta \mathbf{I}$: 労働の変化 (ベクトル)

\mathbf{L} : 労働投入係数を対角化した行列

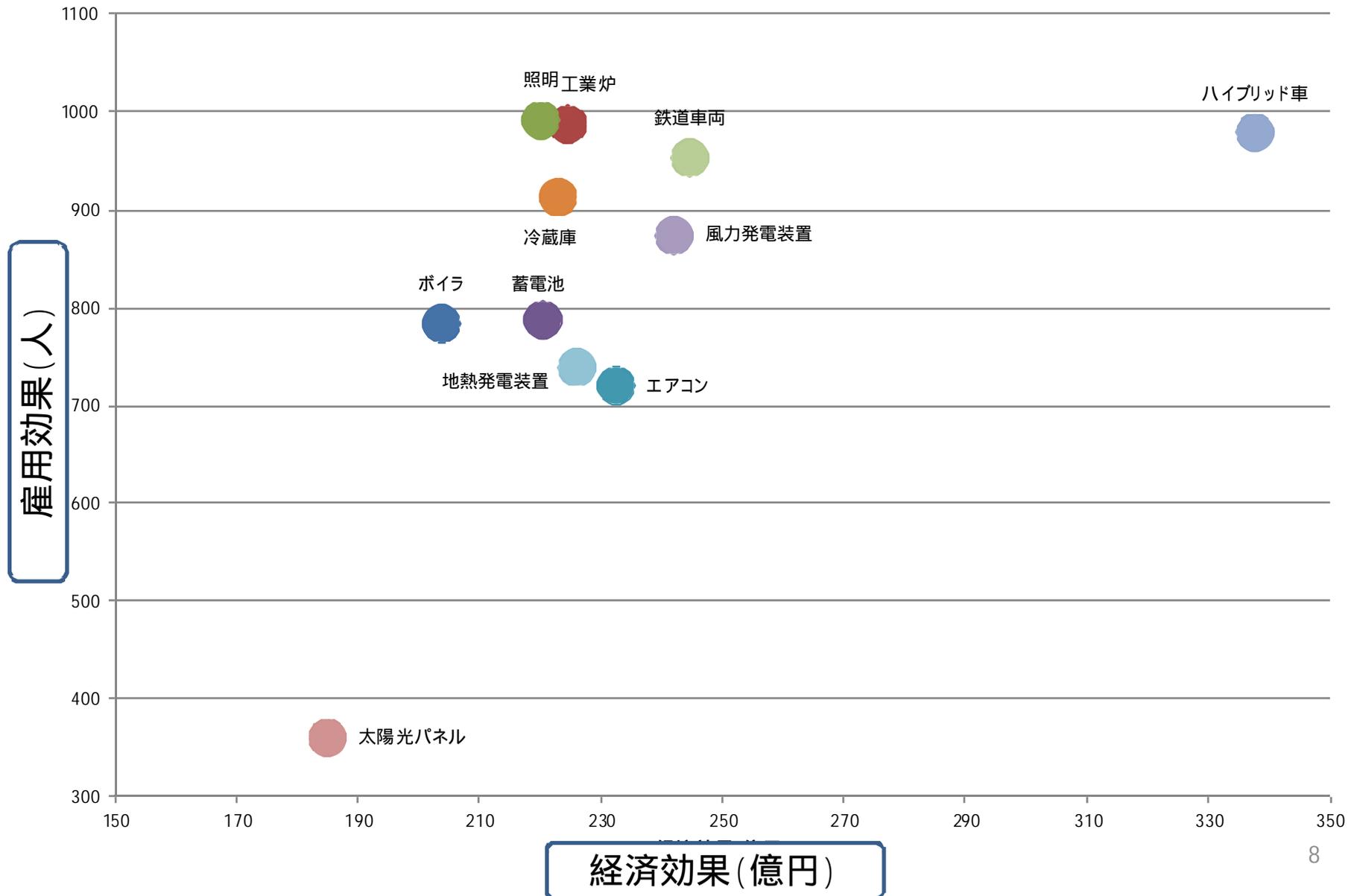
ΔX : 生産量の変化 (ベクトル)

【1】JCM : 経済・雇用効果 国内産業連関表分析(2010年)

対象品目	経済効果 (単位：億円)	雇用効果 (単位：人)
ハイブリット自動車	337.5	980
鉄道車両	244.5	954
風力発電装置	241.9	875
エアコン	232.3	721
地熱発電装置	226.0	740
工業炉	224.4	988
冷蔵庫(洗濯機)	222.8	914
蓄電池	220.3	788
照明	219.9	992
ボイラ	203.6	785
太陽光パネル	184.9	361

注)風力、地熱、太陽光の雇用係数は、松本・本藤(2011)と稗貫・本藤(2013)より。⁷

【1】JCM分析 : 国内の経済波及効果



【1】JCM分析 : 経済波及効果 アジア国際産業連関表(2005年表)

国別経済効果(単位:億円)

	風力発電装置	地熱発電装置	照明機器・蓄電池	太陽光パネル	ガソリン自動車	ハイブリッド自動車	エアコン・冷蔵庫	ボイラ	工業炉	鉄道車両
Indonesia	0.72	0.59	1.59	1.77	0.93	0.88	0.97	0.83	0.80	0.66
Malaysia	0.41	0.42	1.03	0.54	0.58	0.57	1.39	0.43	0.49	0.48
Philippines	0.22	0.23	0.43	0.30	0.24	0.23	0.95	0.25	0.25	0.17
Singapore	0.26	0.25	0.43	0.29	0.30	0.31	0.77	0.28	0.31	0.26
Tailand	0.52	0.44	0.90	0.40	0.93	0.77	1.24	0.75	0.74	0.48
China	4.73	3.42	7.30	3.53	4.02	3.76	8.72	5.19	6.44	4.45
Taiwan	0.87	0.75	1.33	0.70	0.81	0.79	2.65	0.77	1.00	0.77
Korea	1.68	1.28	1.80	1.25	1.55	1.38	2.91	2.19	1.85	1.14
Japan	274.95	269.42	208.14	224.77	288.91	326.12	223.19	231.17	219.69	220.46
USA	2.43	2.52	5.04	2.88	3.00	2.85	4.93	5.38	3.21	16.06
合計	286.79	279.33	228.00	236.44	301.28	337.66	247.71	247.24	234.79	244.92

【1】JCM分析 : 雇用効果

アジア国際産業連関表(2005年表)

国別雇用効果(単位:人)

	風力発電 装置	地熱発電 装置	照明機器・ 蓄電池	太陽光 パネル	ガソリン自 動車	ハイブ リッド自 動車	エアコン・ 冷蔵庫	ボイラ	工業炉	鉄道車両
Indonesia	32	26	65	61	63	59	50	35	39	33
Malaysia	5	5	12	6	8	8	17	5	7	6
Philippines	12	11	22	15	15	13	41	12	14	9
Singapore	1	1	2	1	1	1	3	2	2	1
Tailand	20	16	25	12	50	43	45	21	30	21
China	260	195	398	197	239	224	477	283	350	257
Taiwan	6	5	11	4	5	5	16	6	8	5
Korea	6	5	7	4	6	5	12	9	8	4
Japan	960	1,073	1,717	529	1,038	1,219	859	871	968	849
USA	41	41	94	57	46	45	79	82	52	167
合計	1,345	1,379	2,353	887	1,471	1,623	1,599	1,326	1,476	1,352

風力、地熱、太陽光の雇用係数は、松本・本藤(2011)と稗貫・本藤(2013)より。

【2】JCMによる削減効果分析：結果 GHG削減量の試算結果

タイでの調査により対象国での
家電の普及機器の年式を把握

(単位：CO₂-万t)

国名	対象品目							
	工業炉	洗濯機	冷蔵庫	照明機器(LED)	ハイブリッド自動車	エアコン	太陽光パネル	地熱発電装置
ベトナム		2.2	7.1	71.1	28.1	16.1	17.6	
タイ		2.6	8.5	84.5	3.5	19.1		
フィリピン		2.4	8.0	79.3	7.1	17.9	35.4	16.3
インドネシア		3.6	11.7	116.8	9.6	26.4	73.9	24.1
インド	171	4.7	15.3	152.2	4.7	34.5	92.5	
バングラディシュ		3.0	9.8	97.6	6.0	22.1		
モンゴル		7.6	24.7	245.8	10.6	55.6		
スリランカ		1.9	6.3	62.4	4.5	14.1		
メキシコ		2.3	7.5	74.9	7.5	17.0	41.4	15.3
コロンビア		0.9	2.9	29.0	6.1	6.6	10.5	
マレーシア		3.7	12.0	119.8	6.4	27.1	56.8	
コスタリカ		0.3	0.9	9.2	6.0	2.1	4.0	2.0

- ・品目間で**最大32倍の差**(ただし、工業炉は除く)
主に、洗濯機による削減量が小さく、**照明機器**による削減量が高い
- ・国間でも**最大26倍の差**(ただし、工業炉は除く)
主に、コスタリカでの削減量が小さく、**モンゴル**での削減量が高い
- ・**品目と輸出国の選択が重要**

【2】JCMによる削減効果分析：結果 単位当たり削減補助金額の試算結果

(単位：万円/CO2-t)

国名	対象品目							
	工業炉	洗濯機	冷蔵庫	照明機器 (LED)	ハイブリッド 自動車	エアコン	太陽光 パネル	地熱発電 装置
ベトナム		22.8	7.0	0.7	1.8	3.1	2.8	
タイ		19.2	5.9	0.6	14.3	2.6		
フィリピン		20.4	6.3	0.6	7.1	2.8	1.4	3.1
インドネシア		13.9	4.3	0.4	5.2	1.9	0.7	2.1
インド	0.29	10.6	3.3	0.3	10.7	1.5	0.5	
バングラディシュ		16.6	5.1	0.5	8.4	2.3		
モンゴル		6.6	2.0	0.2	4.7	0.9		
スリランカ		25.9	8.0	0.8	11.2	3.5		
メキシコ		21.6	6.6	0.7	6.7	2.9	1.2	3.3
コロンビア		55.9	17.2	1.7	8.2	7.6	4.8	
マレーシア		13.5	4.2	0.4	7.8	1.8	0.9	
コスタリカ		176.4	54.3	5.4	8.3	24.1	12.5	24.6

- ▶ 環境省はJCM設備補助事業として、初期投資の半額を補助を実施
- ▶ 100億円分の輸出のうち、半額の50億円が補助金として拠出された場合を想定
- ・6品目間では、照明機器が最も効果が高くなっている。
- ・照明機器の次に効果が高い品目は、太陽光パネルとなっている。
- ・12国間では、モンゴル、インド、マレーシア、インドネシアの順となっている。

【7】企業レベル分析(1): JCM実施における重要項目



	FS参加企業 (11社)	FS未参加 検討有 (22社)	FS未参加 検討無 (171社)	BOCMについて 知らないと回答し た企業 (191社)
現地カウンターパートからの投資	81.8	86.4	51.5	38.7
ホスト国政府からの補助金	100.0	86.4	62.0	43.5
クレジットの前払いでの獲得	81.8	50.0	51.5	36.6
日本政府による公的資金の直接投入	100.0	95.5	59.6	50.3
年金基金・機関投資家によるインフラファンドの 設立・投資支援	72.7	68.2	47.4	35.1
ポリティカルリスクに対応した保険制度	90.9	72.7	50.3	40.3
政府系機関や民間企業によるファンドの構築	90.9	72.7	48.5	40.3
ホスト国における技術情報の提供	100.0	86.4	58.5	46.6
国際的な枠組みとの連携	100.0	90.9	66.1	48.2

注) 有効回答数395社。「非常に影響がある」、「影響がある」と回答した企業の割合を合計した値。
出所:調査データより,筆者作成.

- 2012年11月に実施、407社から回答(回収率:23.6%)
- JCMに関して、多くの企業で日本政府からの公的な支援や国際的な枠組みとの連携を重要視している
- FS参加に至らなかった理由に関する自由記述回答の中で、JCMについての情報不足を指摘しているものが見られた。

【7】企業レベル分析(2): JCMに関する認知度分析

- JCMの認知要因分析
 - ✓ 輸出企業であるほど、そして企業規模が大きい企業ほどJCMについての認知が行われている可能性
 - ✓ ISO14001の認証取得を行っている企業や、温室効果ガス関連目標を設定している企業ほど認知している可能性

変数名	係数 (標準誤差)	
輸出ダミー	0.34 (0.15)	**
最終製品・消費者ダミー	0.42 (0.17)	**
最終製品・行政ダミー	0.17 (0.17)	
従業員数(対数)	0.32 (0.06)	***
ISO14001ダミー	0.40 (0.22)	*
GHG目標設定ダミー	0.52 (0.20)	**
エネルギー集約産業ダミー	0.07 (0.18)	
定数項	-3.22 (0.42)	***
Pseudo R ²	0.16	
サンプル数	373	

***: 1%水準、**: 5%水準、*: 1%水準で有意であることを示す。

- 中小企業や環境取組みに相対的に積極的ではない企業
- 国内を主要な販売先としている企業
 - 途上国における排出削減に貢献する技術をもつ可能性
 - そのような企業に対するJCM制度の周知を図っていく必要性

【5】技術移転の決定要因に関する分析結果(1)

PDDを利用

(設備の移転)

(知識の移転)

Variable	Robust			Robust		
	Coef.	Std. Err.	p-value	Coef.	Std. Err.	p-value
直接投資 (GDP比)	-0.07746	0.081551	0.342	-0.15417	0.105243	0.143
特許ストック	-2.17E-06	9.65E-07	0.024	-3.37E-06	1.33E-06	0.011
ODAの対GNI比率	0.384642	0.183383	0.036	0.588429	0.161143	0.000
ビジネスの容易さ	-0.00019	0.003915	0.962	-0.00088	0.004735	0.852
HDI	6.353201	2.467359	0.010	4.70866	2.356568	0.046
規模 (年平均削減量)	4.22E-07	2.75E-07	0.125	3.97E-07	2.68E-07	0.138
同タイプのプロジェクト	-0.00982	0.002725	0.000	-0.00664	0.002101	0.002
定数項	-19.7005	1.776668	0.000	-1.43339	1.561218	0.359
	Log pseudolikelihood = -164.50893			Log pseudolikelihood = -138.72765		
	Pseudo R2 = 0.4411			Pseudo R2 = 0.4482		

512の日本参加
CDMプロジェクト

【5】技術移転の決定要因に関する分析結果(2)

各クラスター(発展段階)での技術移転の割合(%)

2000年時のモンゴル 2005年時のカンボジ等	設備の移転	知識の移転	設備・知識両方の 移転	設備および/あるいは 知識の移転
クラスターA	77.8	88.9	77.8	88.9
クラスターB	51.3	56.4	35.9	71.8
クラスターC	46.7	31.4	24.8	53.3
クラスターD	60.0	37.1	34.3	62.9
クラスターE	11.4	7.1	6.8	11.7

2000年時のアルゼンチン
2005年・2010年のマレーシア
等

- ODA依存度が高い段階にある国は、設備と知識(教育・訓練)を組合わせた技術移転が必要。
- 人的資本能力が高いが技術開発能力が備わっていない国は、設備の移転のみで、知識の移転を併せる必要性は高くない。

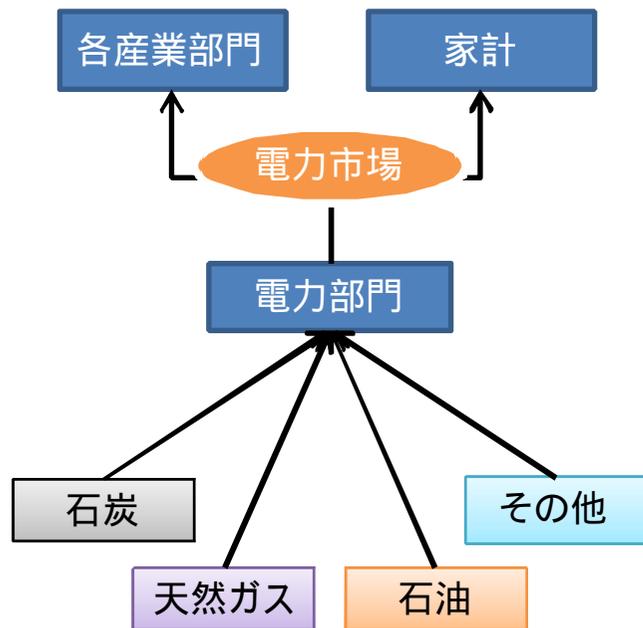
【3】【4】CGEモデルによるSCM分析の全体

- 動学的なCGEモデルを構築し、SCMの経済的影響を分析
 - 排出規制が日本のGDP、所得、各産業の生産等に与える影響を分析
 - 日本単独で削減する場合とSCMを導入しながら削減する場合を比較
 - SCMを利用することで削減の負担をどれだけ低下させることができるか。
 - SCM相手国(中国・その他アジア)への影響も分析
- モデル
 - 12地域・22財の世界モデル
 - 2007年～2030年の逐次動学モデル
 - ベンチマークデータにはGTAP8データを利用
 - 完全競争、規模に関して収穫一定の技術
 - 多様な発電技術を考慮
 - GTAPデータを細分化したデータを利用
 - 元のGTAPデータでは1部門の電力を9つの発電技術に分割
 - 再生可能エネルギーによる発電は4つ

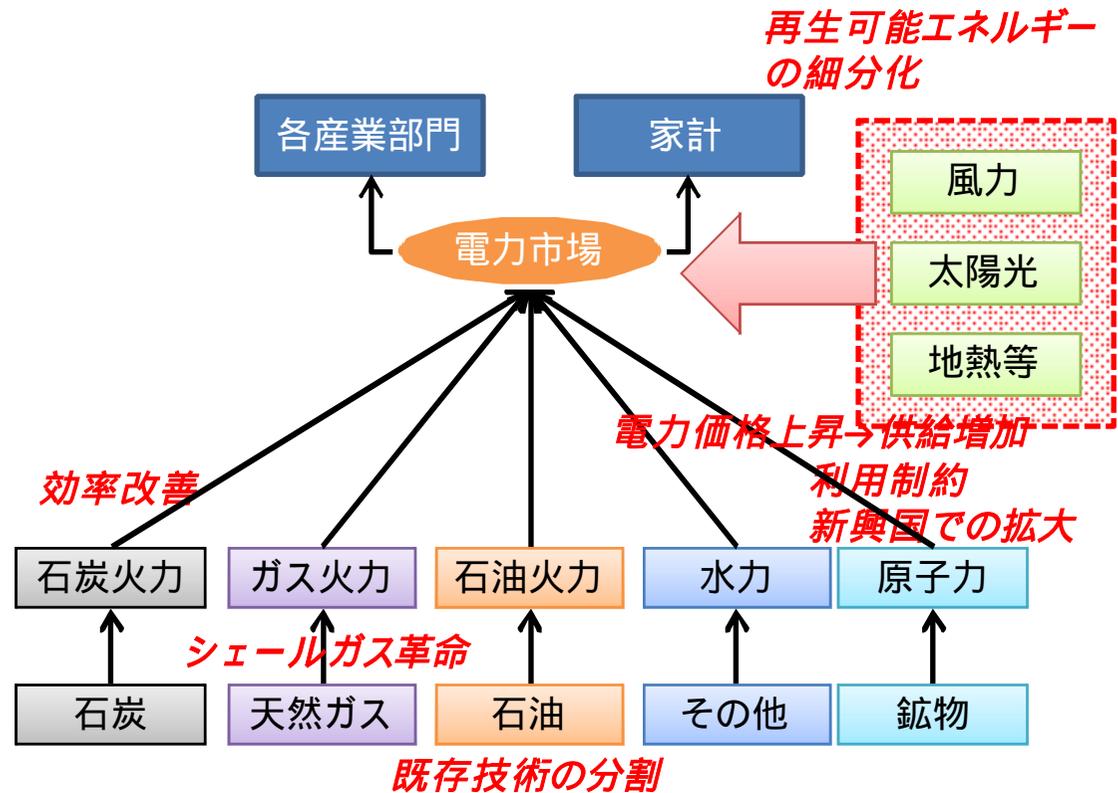
【4】シミュレーションのためのCGEモデル拡張

研究目的: SCMの詳細評価を目的としたCGEモデルの構築

- ・既存発電技術の細分化．火力発電はミドル・ピーク電源として、原子力・水力は出力一定のベース電源としてモデル化．各国の電源構成をモデルに反映．
- ・再生可能エネルギー発電を技術別(太陽光、地熱、風力、バイオマス)に細分化．再生可能エネルギーは民間投資により拡大．
- ・中国等の原子力発電政策やシェールガス増産等，世界のエネルギー政策の動向をモデルに反映させ，モデルの現実性を向上．



従来CGEモデルの電力部門(イメージ)



細分化後のCGEモデルの電力部門(イメージ) 18

【3】SCM分析の結果：日本に対する影響

中国とのSCMのケース (BAUからの変化率%)

	NSCM (日本独自で削減)	SC1 (鉄鋼部門)	SC2 (非鉄金属部門)	SC3 (化学製品部門)	SC4 (火力発電部門)	SC5 (石炭発電部門)	SC6 (ガス発電部門)	SC7 (石油発電部門)
CO2排出量 (MtCO2)	-409.3	-394.7	-409.3	-402.1	-208.0	-202.7	-377.1	-402.7
CO2排出量	-27.93	-26.93	-27.93	-27.44	-14.20	-13.83	-25.73	-27.48
GDP	-3.83	-3.77	-3.83	-3.81	-3.13	-3.37	-3.57	-3.79
消費	-4.54	-4.53	-4.54	-4.53	-3.51	-3.88	-4.28	-4.49
投資	-3.59	-3.43	-3.59	-3.55	-3.41	-3.43	-3.58	-3.59
輸出	-6.98	-6.58	-6.98	-6.84	-5.32	-6.08	-6.11	-6.87
輸入	-5.96	-5.62	-5.97	-5.83	-4.44	-5.14	-5.57	-5.89
労働所得	-8.50	-8.45	-8.51	-8.47	-6.14	-7.00	-7.78	-8.38

- 大きさは限定的ながら、マクロ的にはプラスの効果
- エネルギー集約産業の負担は大きく減少。

SCMの相手国への効果

必ずしもSCMで得をするわけではない
所得という観点ではほぼ全てのケースでプラスの効果
GDPは減少するケースがある

【6】REDD+に関する不確実性の分析(1)

- REDD+のGHG削減の競争力に関する分析：価格=機会費用+取引費用
 - 参照レベルからの10%のGHG削減は10ドル/CO₂t以下の費用(機会費用のみ)で可能
 - 2011年EU-ETSでの価格相当額(\$10-\$20)の限界費用によって、森林からのGHGを少なくとも参照レベルから70-90%以上削減可能
 - 先行研究より、取引費用は0.01-16.4ドル/CO₂tと推定

取引費用が十分低く抑えられた場合、魅力的な事業

- リークージ問題：
 - 平均して約50%から65% C&T制度と比較して高い(20%から30%)
 - リークージ対策の重要性
- JCM下でのREDD+事業を行う国の選定：
- 排出削減の認証が課題

JCMとしての早期の実現性の困難さ。技術に対する資金援助の不足もあるので、JCMのFSは、そこを補完。

【8】新たな市場メカニズムの制度研究 及び比較研究の全体

- H24年度：国内上場企業を対象に企業調査の実施、文献・ヒアリング調査
- H25年度：企業調査より、JCMへの期待と課題を明示
 - ✓ 企業での多数参加には、不確実性除去が重要
 - ✓ 特に、国際的な枠組みでの位置づけが重要
 - ✓ 環境十全性の確保

追加性  手続きの迅速化(取引費用の低下)

- H26年度：各種メカニズムについてについて比較分析し、全体を取りまとめる(別紙参照)

【8】制度研究及び比較研究 まとめ

	クリーン開発メカニズム (CDM)	二国間クレジット制度 (JCM)	REDD プラス
ガバナンス	CDM理事会 (国連)	合同委員会 (二国間政府代表)	国連/政府間
削減単位	プロジェクト単位	プロジェクト単位	プロジェクト単位/部門単位
プロジェクト内容	低炭素技術	低炭素技術(省エネ技術・製品含)/森林保全	植林・再植林、森林保全・劣化防止
市場取引	可	不可(将来?)	可/不可
クレジット発行時期	事後方式	事後方式	事後方式
クレジット受取主体	ホスト国/プロジェクト参加主体	政府/プロジェクト参加主体	政府/プロジェクト参加主体
長所	制度の成熟	取引費用の低さ	削減量の大きさ
課題	取引費用の高さ	国際的な受容	削減クレジットの品質

	セクター別クレジット・メカニズム (SCM)		
	Government Crediting System	Tradable Intensity Standard	Installation-based Emission Trading System
ガバナンス	国際規制機関(国連重視)		
削減単位	部門単位(産業中心)		
プロジェクト内容	エネルギー集約産業 + 交通部門	エネルギー集約産業	
市場取引	可		
クレジット発行時期	事後方式		事前方式
クレジット受取主体	政府	事業所レベル	
長所	高取引費用部門の参加	排出削減の不確実性の低下	効率的な排出削減
課題	排出削減の不確実性	部門間でのリーケージ問題	途上国の削減目標設定

3年間を通じた全体での成果

➤ JCM

- 削減効果だけではなく、経済効果や雇用効果の観点からプロジェクトを考えるべき
- 効果的なJCMには、技術や国の選択が重要

➤ 成果の公表：

- ✓ 日本評論社にて、これまでの研究成果をまとめた書籍を刊行予定
- ✓ 国際学会や海外政府関連機関での報告

ご清聴ありがとうございました。

付録

研究分担者

3年間全体の研究体制

- 早稲田大学：有村俊秀・片山東（森田稔）【1】【8】
- 山形大学：杉野誠【1】
- 高崎経済大学：岩田和之【2】
- 京都産業大学：武田史郎【3】
- 名古屋大学：山崎雅人【4】
- 獨協大学：浜本光紹【5】
- 長崎大学：堀江哲也【6】
- 跡見学園女子大学：井口衡【7】

【2】JCMによる削減効果分析 GHG削減量試算の概要

シナリオ

8品目、12カ国へ省エネ品目が100億円分輸出された場合のGHG削減量を試算

対象品目:

(8品目) 工業炉、冷蔵庫、洗濯機、照明機器、エアコン、自動車、太陽光パネル、
地熱発電装置

対象国:

(12カ国) ベトナム、タイ、フィリピン、インドネシア、インド、バングラディシュ、モンゴル、スリランカ、メキシコ、コロンビア、マレーシア、コスタリカ(今年度)

対象国の普及機器

タイでの調査により対象国での普及機器の年式を把握

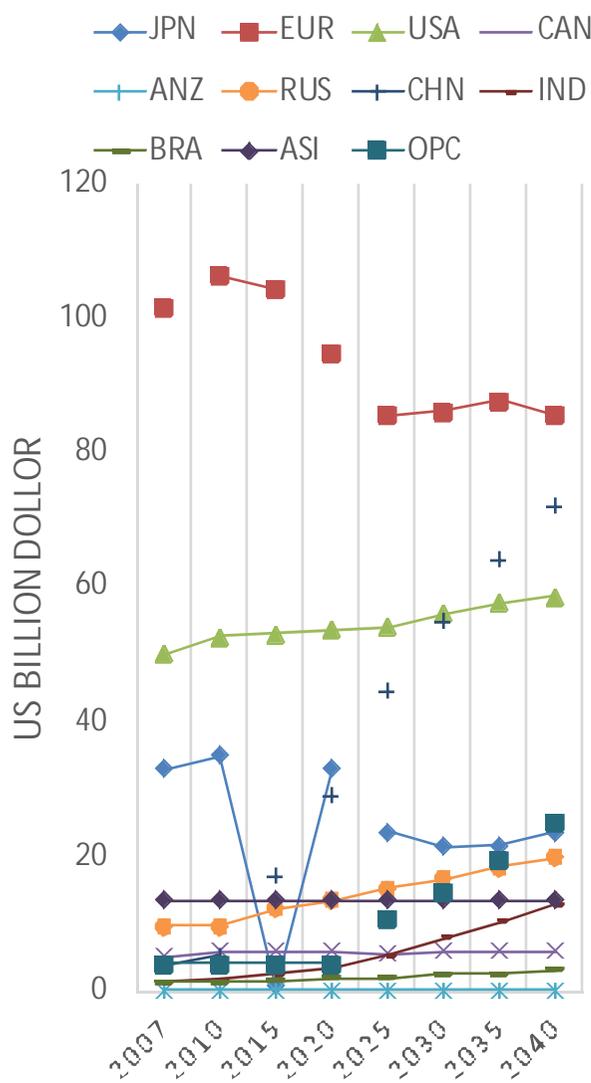
試算の方法

製品jによるi国でのGHG削減総量(CO₂)

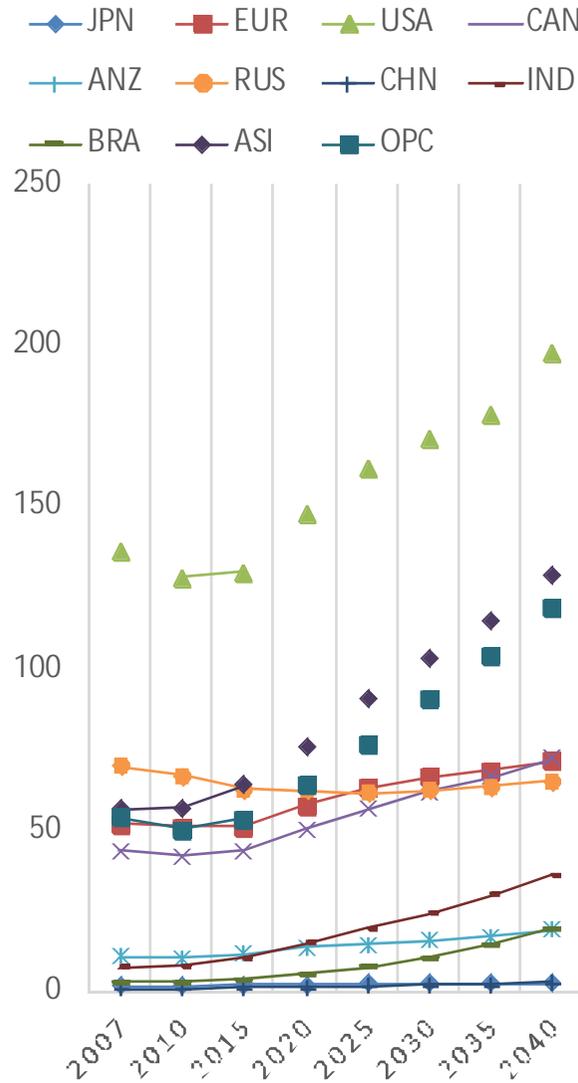
$$= \frac{\text{製品jのi国への輸出量(台)} \times \text{製品jのi国での1台あたり年間GHG削減量(CO}_2\text{/台}\cdot\text{年)}}{\text{製品jの耐久年数(年)}}$$

【4】エネルギー需給にかかわるシナリオ設定

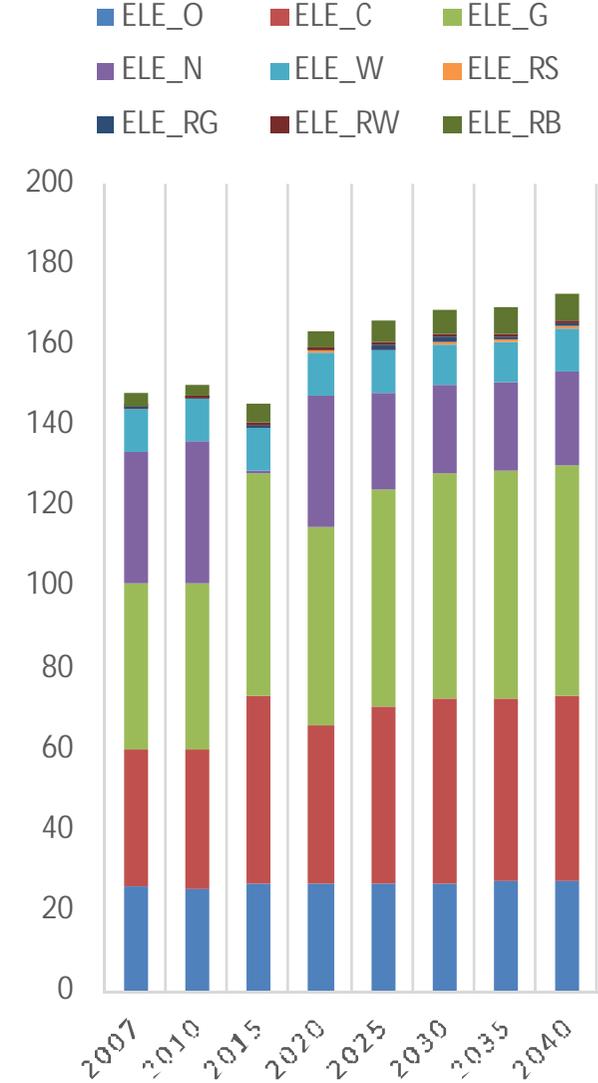
細分化CGEモデルにおける参照シナリオ (各国原子力発電シナリオ, 各国天然ガス供給シナリオ, 日本の電源構成等) を IEAデータ等に基づき構築.



各国原子力発電シナリオ



各国天然ガス産出量シナリオ



日本の電源構成²⁸

【5】新メカニズムの技術移転効果に関する 研究の全体

< 目的 >

- 日本が関与したCDMプロジェクト・データを用いて技術移転の決定要因に関する実証分析を実施

JCMを通じた技術移転に係る有用な見地を導き出す

< 方法 >

- PDDから得られる技術移転の情報を用いて、技術移転の決定要因を分析(ロジットモデル)

< データ >

- 日本が参加したCDMプロジェクト:2014年2月28日時点で登録済みのものが512件 (IGES CDMプロジェクトデータベースによる)
- PDDから、設備および/あるいは知識の移転の有無、設備の移転の有無、知識の移転の有無、の情報を抽出
- 説明変数:プロジェクトの属性, ホスト国の属性

< 帰結 >

- JCMによって効果的に技術移転を進めるためには、途上国の発展段階に応じて設備・知識の移転の配慮を行う必要がある。

【7】企業レベル分析(3)

Scope 3に関する分析結果

- 2010年度調査と比較して、国内企業でScope 3排出量把握が進展
- インタビュー調査
 - ✓ Scope3排出量を把握しようという企業は、自らのサプライチェーン全体を自社で把握するという方法よりも、「サプライヤー間の情報開示要求の連鎖を通じて把握するという方法」を選択している可能性

- 国境を越えたサプライチェーンにおける排出量把握の促進
途上国における削減ポテンシャルの解明
途上国データを含めた分析の必要性