

わが国におけるインターナショナルカーボンプライ  
シングの導入と価格決定要因についてResearch Report  
2023年1月社会システム研究所  
主任研究員  
杉浦 康之

## 要 約

日本をはじめとする世界各国の企業が炭素排出削減に向けた様々な取り組みを行っている。そのなかでも、インターナショナルカーボンプライシング（ICP）は企業の将来的な意思決定の中で炭素価格を意識させることにより、炭素排出削減を動機づける一つの方法として導入されている。その際、各企業が社内炭素価格（ICP 価格）を設定することになる。本稿では、ICPを導入する企業の特徴とICP 価格がどのような要因から決まるのかを分析した。

ICPを導入する企業の特徴を分析した結果、高排出の企業、海外依存度の高い企業、社外取締役比率の高い企業がICPを導入し、他方で有形固定資産比率の高い企業ではICPを導入していない傾向が確認された。

また、ICP 価格を決定する際に、ICP 価格を利用する背景や気候エクスポージャーの大きさ、収益性やグローバルへの依存度などに応じて異なる価格を設定している。すなわち、各企業が一律の価格を用いているのではなく、それぞれの状況に応じた炭素価格を採用している。分析の結果からは、高排出企業や海外依存度の高い企業は相対的に高い価格を設定し、有形固定資産比率の高い企業や炭素規制の導入対応のためにICPを導入した企業では、低い価格を設定していることが分かった。

## 目次

- はじめに
- ICP 価格導入の要因について
  - ICP 価格決定の仮説
- 記述統計量
- 分析結果
  - ICP 導入企業の特徴
  - ICP 価格の要因
  - ステップワイズ法を用いたICP 価格の要因
- まとめ

## 1. はじめに

気候変動対策は、グローバルでの対応が叫ばれており、国だけでなく企業にも求められている。年金基金をはじめとする機関投資家は、企業が気候変動への取組みをどのように実施するのかに関心があり、それには気候変動に関連した事業機会だけでなく、気候変動リスクに対するリスク管理や、削減を実施する上で企業が負担するコスト（投資も含め）にも着目する。こうした情報開示の重要性から、気候関連財務情報開示タスクフォース(Task Force on Climate-related Financial Disclosures, 以下、TCFD)が気候変動に対する情報開示について提言し、さらには国際サステナビリティ基準審議会(International Sustainability Standards Board、以下、ISSB)もTCFDに沿った開示基準を策定している。だが、企業が気候変動のような外部性のある問題に取り組むためには、それに対する規律付けが必要となる。その手法の一つとして、企業自身がCO<sub>2</sub>の価格を設定し、事業の意思決定に反映させる、いわゆるインターナルカーボンプライシング(以下、ICP)がある。気候変動開示を推進するCDPは、ICPを含めた質問を企業から収集しており、そのデータによれば、2019年から2021年の過去3年間でも国内でのICPの導入が増えており、その価格も幅広い(杉浦(2022))。

こうした価格の設定は、炭素排出市場や炭素税などの価格だけでなく、企業自身の状況やセクターにおける負担など、あらゆる状況から判断されるものと推察される。ここでは、わが国企業のICP価格がどのような要因に起因するのかを簡易的な分析方法により把握する。

以下、2章ではICPにおける価格決定に関連する先行研究について概観する。3章では先行研究やそのほかの仮説に基づき分析を行う。4章では分析結果について考察する。

## 2. ICP 価格導入の要因について

炭素の社会的費用には二つの概念が考えられる。一つは、将来の追加的なCO<sub>2</sub>排出によって生じる将来と現時点(あるいは将来時点の)の経済損失を表す社会的費用としての考え方である。この社会的費用は社会全体に対して負の外部性をもたらし、一国あるいは世界全体が負担する費用と考える。もう一つはCO<sub>2</sub>排出削減に対する費用便益(限界費用)の視点である。これは、将来のCO<sub>2</sub>削減を達成する際の技術開発や削減コストの増加と、抑制することによって生まれる厚生上の追加便益が一致した点をCO<sub>2</sub>の価格として捉えるものである。いずれの視点にしても、企業は炭素排出が増えることによる外生的な影響を受けると考えられる。

だが、気候変動は企業に一律に影響を及ぼすとは限らない。例えば、高排出企業は、厳しい気候変動対策が必要となれば、そのことが収益を圧迫する可能性がある。国際的な事業を行ってれば、各国の気候変動政策の変化によって、その影響も異なってくる。つまり、気候変動に対する対応は、気候リスクの大きさ、個別企業の状況、排出削減の難しさなど様々な影響によって異なり、ICPの価格も変化する可能性がある。以下では、ICPの価格決定の背景に関する仮説について検討する。

## 2.1 ICP 価格決定の仮説

ICP の価格決定要因について、Bento and Gianfrate (2020)は、ICP での炭素価格（以下、ICP 価格）に寄与する要因として、各国の炭素税や炭素市場の価格、気候政策の不確実性、高排出セクター、ガバナンスの強さなどを挙げている。だが、ICP の導入は任意の制度であるため、ICP の導入に企業の偏りがあることが確認されている（Ben-Amar et al. (2022)）。具体的には、気候リスクの大きい企業や取締役会の独立性のある企業が ICP を導入する傾向にある。本分析では、CDP が収集する日本企業に限定したサンプルを用いるため、ICP 導入企業の偏りに留意する必要がある<sup>1</sup>。

これらの先行研究を踏まえ、4 つの視点から仮説を検討する。すなわち、①炭素価格設定の背景、②気候エクスポージャー、③企業の財務状況、④ガバナンスである。

### ① 炭素価格設定の背景

炭素価格設定の背景とは ICP を導入する際の理由のことを指す。ICP は、将来の意思決定、あるいは排出削減を誘引することを目的に導入される（WBCSD(2015)、杉浦(2022)）。気候変動開示を推進する CDP は、炭素価格設定の背景として、「規制導入」「ステークホルダー期待」「行動変化」「エネルギー効率」「低炭素投資」「ストレステスト」「事業機会」「エンゲージメント」の 8 項目を挙げている。ここでは、ICP が将来の意思決定に影響を及ぼすための導入だと仮定し、次の 6 項目を利用する。

仮説① 炭素価格設定の背景

変数	予想
(1) 規制導入	+
(2) 行動変化	+/-
(3) エネルギー効率	+
(4) 低炭素投資	+
(5) ストレステスト	+
(6) 事業機会	+/-

出所：日興リサーチセンター

これら 6 項目が炭素価格とどのように関連するのかを考える。

(1) 規制導入は将来的な炭素税などへの準備のための ICP の導入のことを指す。したがって、将来の炭素税の課税や排出量取引の導入を意識していると考えられ、将来に排出削減を先延ばしすると社会費用が増大するため、ICP 価格を高く設定する可能性がある。

<sup>1</sup> なお、CDP に対して回答する企業にも偏りがあることに留意する必要がある。

(2) 行動変化は、企業内での炭素排出を抑制するように行動を仕向けることを指す。従業員に対して効率性や生産性を通じて排出削減を意識づけるための価格である。したがって追加的な排出削減の程度に応じて、ICP 価格が変化すると考える。たとえば、追加的な排出削減が小規模であれば、ICP 価格は相対的に低く設定され、その規模が大きければ相対的に高く設定すると予想される。

(3) エネルギー効率は、エネルギーの利用効率を高めることを通じて CO<sub>2</sub> の排出を抑制するために ICP を導入することを指す。上述の(2) 行動変化と同様の考え方であるが、石炭火力など炭素排出量の多いエネルギー価格の高騰が想定されている、あるいは、石炭火力から再生エネルギーへの転換に必要な追加的な資本支出の増加が想定されている場合、炭素価格を高く設定する可能性が考えられる。例えば、IEA (2022) はネットゼロ目標に沿った電力や産業、エネルギー製品等に対する炭素価格を、先進国では 2025 年に 75USD/トン、2030 年には 130USD/トンと想定しており、炭素価格は上昇していくと考えている。これらのことが考慮されている場合、炭素価格を相対的に高く設定する可能性がある。

(4) 低炭素投資とは、低炭素への投資を促すために ICP を導入することを指す。このとき、低炭素投資は主に設備投資などの資本支出であり、追加的な CO<sub>2</sub> 排出削減に応じてその投資額が増加し、ICP 価格が上昇することが予想される。

(5) ストレステストは、ストレステストを実施する際の ICP 価格のことを指す。ストレステストはまさしく将来起こりうるリスクを想定するため、ICP 価格を高く設定する可能性がある。

(6) 事業機会は、低炭素に関する事業機会の認識などのために ICP を導入することを指す。これまでは負の外部性に対する ICP 価格が設定されているが、ここでは収益機会として捉えている可能性がある。例えば、炭素吸着技術や人工光合成など、新たな事業機会に対する価格となる。そのため、CO<sub>2</sub> をいくらか除去・吸収、削減できるのかといった費用便益の視点から ICP 価格が設定される。その結果、その技術の複雑さや投資の程度に応じて ICP 価格が決定されるものと予想される。

## ② 気候エクスポージャー

気候エクスポージャーについて、先行研究でも、エネルギー産業に代表される CO<sub>2</sub> 排出量の多い企業は、排出削減をより積極的に行う必要があるため、移行や削減に係る費用負担が大きい。したがって、CO<sub>2</sub> 排出量の多い企業の ICP 価格を高く設定していると予想される。

本分析では、高排出企業については2つの変数を基に定義する。一つは、高排出企業ダミーであり、ICP 導入の有無に関係なく、Scope1 と Scope2 の総排出量のうち上位 5 分位に分類された企業を高排出企業として定義する。

もう一つは有形固定資産比率を用いる。有形固定資産比率は、工場や設備などを多く保有する企業の CO<sub>2</sub> 排出量が多い。そのため、有形固定資産比率の高い企業は、追加的に削減する CO<sub>2</sub> 排出量が多くなり、それに対する追加的な投資も増えることから、CO<sub>2</sub> 価格を高く設定するものと予想される。

## 仮説② 気候エクスポージャー

変数	予想
高排出企業ダミー	+
有形固定資産比率	+

出所：日興リサーチセンター

## ③ 企業の状況

ICPに関する先行研究からは、企業の財務的な状況がICP価格にどのように寄与するのか理論的な仮説が提示されていない。WBCSD(2015)や杉浦(2022)などが示すように、ICPが「将来の企業の意思決定に反映させる」ことが目的であると仮定した場合、ICP価格は、自らの収益機会を阻害するコスト、あるいは追加的な排出削減を実施する際の追加的な資本支出と考えられる。すなわち、排出削減を実施したい規模や関連する技術などに応じて、ICPの価格も変化すると考える。

この仮定を基にすると、収益性のある企業は、長期的な気候変動対策への資源配分に余裕があり、より大きな削減を実施することが可能である。すなわち、収益性のある企業はICP価格を高く設定すると予想される。

さらに、海外依存度の高い企業では、海外で厳しい気候変動対応が要求されることにセンシティブであると予想され、より大きな削減を実施する可能性がある。そのため、海外依存度の高い企業は、ICP価格を高く設定すると予想される。ここでは、収益性指標としてROA、海外事業依存度として海外売上比率を採用する。

## 仮説③ 企業の状況

変数	予想
ROA	+
海外売上比率	+

出所：日興リサーチセンター

## ④ ガバナンス

ガバナンスは、ICP価格設定の規律の指標として挙げられる。先行研究ではガバナンスの強い企業は高いICP価格を設定する傾向にある。CO<sub>2</sub>排出削減を安易に達成可能なものにするると経営者のインセンティブにリンクするような報酬方針を設定したり、あるいはICP価格を適切に設定しないことによって、グリーン事業への移行を遅らせ、短期的な利益を追求することが考えられる。こうした経営者がレントを追求するような行動を抑制するためには、経営者に対するモニタリングがカギとなる。すなわち、社外取締役によるモニタリングや外国人投資家などによる規律付けによって、適切なICPの価格設定が行われる可能性が考えられる。例えば、ガバナンスが効いていない状況で、経営者はICP価格を低く設定することにより、排出削減をわずかにしか実行しない可能性がある。この場合、有効なガバナンスによ

り、ICP 価格にプラスに機能すると予想される。本分析では、ガバナンスの変数として、社外取締役比率と外国人持ち株比率を採用する。

#### 仮説④ ガバナンス

変数	予想
社外取締役比率	+
外国人持ち株比率	+

出所：日興リサーチセンター

上記の説明変数をもとに ICP 価格の分析を行う。従属変数については ICP 価格の対数値を採用するが、杉浦（2022）によれば、わが国の ICP 価格は、大きく 2 つに分類される。このうち、将来的な気候変動に関連した意思決定に用いる Shadow price が本来のインターナショナルカーボンプライシングに用いられる価格である。そのため、本分析では、全サンプルを用いた結果に加え、Shadow price の結果についても確認する。

### 3. 記述統計量

ここでは、ICP 導入価格を分析する上での各変数の記述統計量について確認する。分析の範囲を 2019 年から 2021 年の過去 3 年間とし、気候変動に関するデータは、CDP の質問票を用いる。なお、ICP 価格を通貨単位（円、ドル、ユーロ、ポンド）/トンで公表している一般事業会社を対象とした。また、円以外の通貨単位で記載している企業については、回答日前月末の仲値から円建てに変換している。財務関連のデータについては、日経財務データ、社外取締役比率は日経 Cges データを利用した。分析では CDP へ回答した年の 1 期前の決算期時点のデータを説明変数として用いる。

図表 1(上)は、ICP 導入に関する分析記述統計量、図表 1(下)は、ICP 価格に関する分析に用いる変数の記述統計量である。ICP を導入する企業は、図表 1(上)にあるように、3 年間で 0.262 (26.2%) と CDP に回答する企業の中でも 1/4 程度に限定される。

さらに、図表 1(下)を確認すると、ICP の価格は最小値 200 円/トンから最大 2000 万円/トンまでと幅が広い。そのため分析では、ICP 価格の対数を従属変数として利用する。

炭素価格設定の背景に関する指標の中では、低炭素投資が 0.65 (65.0%) と最も多く、エネルギー効率 (51.2%)、行動変化 (45.8%) と続く。この結果からもわかるよう CDP では各項目について複数回答可能としている。気候エクスポージャーのうち、高排出企業ダミーは CDP 回答企業全体のうち上位 5 分位に分類された企業についてのダミー変数である。図表 1(上)では平均が 0.262 に対し、平均値が 0.471 となっており、ICP 価格についてのデータは高排出企業に偏っていることが確認できる。そのほかの変数からそこまでの偏りは見られない。なお、以降の分析を行う際、上位・下位 1% で各変数の

winsorizing<sup>2</sup>を施すことで、異常値処理を行う。

図表 1 記述統計量（上：ICP 導入の分析データ、下：ICP 価格の分析データ）

ICP導入の分析データ	変数	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
ICP導入	ICP導入	1,025	0.262	0.440	0.000	1.000
気候エクスポージャー	高排出企業ダミー	1,025	0.269	0.444	0.000	1.000
	有形固定資産比率	1,025	0.304	0.165	0.000	0.872
企業の状況	ROA	1,025	0.056	0.045	-0.192	0.256
	海外売上比率	1,025	0.365	0.296	0.000	0.955
ガバナンス	外国人持ち株比率	1,025	0.269	0.124	0.000	0.781
	社外取締役比率	1,025	0.395	0.123	0.000	0.909

  

ICP価格の分析データ	変数	サンプル数	平均	標準偏差	最小値	最大値
ICP価格	ICP価格（対数）	297	8.661	1.786	5.298	16.811
	ICP価格	297	145,259	1,337,599	200	20,000,000
炭素価格設定の背景	規制導入	297	0.209	0.407	0.000	1.000
	行動変化	297	0.458	0.499	0.000	1.000
	エネルギー効率	297	0.512	0.501	0.000	1.000
	低炭素投資	297	0.650	0.478	0.000	1.000
	ストレステスト	297	0.077	0.268	0.000	1.000
	事業機会	297	0.229	0.421	0.000	1.000
気候エクスポージャー	高排出企業ダミー	297	0.471	0.500	0.000	1.000
	有形固定資産比率	269	0.290	0.168	0.018	0.791
企業の状況	ROA	269	0.058	0.043	-0.060	0.189
	海外売上比率	297	0.348	0.305	0.000	0.955
ガバナンス	外国人持ち株比率	269	0.295	0.107	0.066	0.656
	社外取締役比率	269	0.426	0.122	0.182	0.833

出所：日興リサーチセンター

## 4. 分析結果

### 4.1 ICP 導入企業の特徴

ICP の価格要因を把握する前に、ここでは ICP を導入する企業の特徴について把握する。前述のように ICP を導入する企業のセレクションが ICP 価格の決定にも影響する可能性があるためである。記述統計量の結果からも、高排出企業ダミーの平均が 0.471（ランダムサンプリングであれば、5 分位であるため 0.2 近辺となるはず）となっており、これは、ICP を導入している企業が全体的に高排出企業群に偏っていることを示唆している。

ICP 導入企業の特徴を把握するため、以下の方法で分析を行う。説明変数には、②気候エクスポージャー、③企業の状況、④ガバナンスの 3 項目と、産業ダミー変数と年ダミー変数を採用し、従属変数には ICP 導入企業ダミー（ICP 導入企業を 1、その他を 0 とする変数）を採用し、ロジット回帰を行う。

図表 2 はロジット回帰の結果である。モデル 1 は②～④の全変数を用いたロジット回帰の結果であり、モデル 2～4 は各仮説と産業ダミー、年度ダミーのみでロジット回帰した結果である。モデル 1 とモデル 2～4 の結果でともに有意となった結果について言及する。

<sup>2</sup> データサンプルに対し上下に閾値を設定し、閾値を超えた値を閾値の値に置き換えること。

まず、②気候エクスポージャーについては、高排出企業が統計的に有意に正の係数が確認される一方で、有形固定資産比率は負となっている。すなわち、高排出企業は ICP を導入する傾向にあるが、それでも有形固定資産の大きい企業では ICP を導入しない傾向がある。次に、③企業の状況については、海外売上高比率で正となり、海外事業依存度の高い企業が ICP を導入している。最後に、④ガバナンスについては、社外取締役比率の高い企業が ICP を導入する傾向が確認された。

以上のことから、高排出企業や海外やグローバル企業、社外取締役比率の高い企業が ICP を導入する傾向にあり、このことが ICP 価格の決定に影響を与える可能性もあることに留意する。

図表 2 ロジット回帰の分析結果

変数		モデル1 ICP導入	モデル2 ICP導入	モデル3 ICP導入	モデル4 ICP導入
気候エクスポージャー	高排出企業ダミー	1.735*** (0.179)	1.823*** (0.171)		
	有形固定資産比率	-1.919*** (0.614)	-2.574*** (0.572)		
企業の状況	ROA	2.730 (2.018)		0.860 (1.769)	
	海外売上比率	0.840** (0.426)		1.511*** (0.371)	
ガバナンス	外国人持ち株比率	0.263 (0.731)			1.806*** (0.623)
	社外取締役比率	1.518** (0.697)			2.359*** (0.624)
	定数	-2.346*** (0.541)	-1.247*** (0.437)	-1.738*** (0.371)	-2.754*** (0.432)
	産業ダミー	YES	YES	YES	YES
	年度ダミー	YES	YES	YES	YES
	回帰方法	Logit	Logit	Logit	Logit
	Observations	1,025	1,025	1,025	1,025
	R-squared				

Robust standard errors in parentheses

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

出所：日興リサーチセンター

## 4.2 ICP 価格の要因

ICP 価格の決定要因に関する分析では、仮説①～④の各変数と産業ダミー変数、年度ダミー変数を説明変数とし、ICP 価格の対数値を従属変数として、重回帰分析を行う。なお本サンプルは限定的であるため、単純な重回帰分析を行う<sup>3</sup>。図表 3 は全データを用いた ICP に対する回帰結果である。モデル 5 は①～④のすべての変数で回帰した結果であり、モデル 6～9 は各仮説に対する変数と産業ダミー、年度ダミーのみで回帰した結果である。モデル 5 とモデル 6～9 の結果でともに有意となった結果について言及する。

まず、①炭素価格設定の背景については、規制導入、行動変化で負の結果、低炭素投資、事業機会で正の結果を得た。規制導入は仮説と逆の結果となっている。その背景には、日本での温暖化防止対策税が 1 トン当たり 289 円であり、他国と比較しても炭素価格が低い (OECD (2021)) ことが挙げられる。

<sup>3</sup> なお、各係数の統計的な頑健性を高めるため、企業間のクラスターロバスト標準誤差を用いる。



この価格を前提とした場合、全体からすると低いICP価格が設定されたと考える。行動変化については、追加的な排出削減量を少なく見積もった結果から低いICP価格が設定されたと考える。低炭素投資については仮説通りであり、将来の追加的な削減に対する限界費用の増加から、高いICP価格が設定されたと推察される。また、事業機会についてもCO<sub>2</sub>排出に関連した技術への投資やクリーンにするための価格が高いことが想定されたと推察される。

つぎに、②気候エクスポージャーでは、高排出企業が正、有形固定資産比率が負となった。高排出企業では、追加的な排出削減量が多いことから高いICP価格を設定したと推察される。他方、有形固定資産比率については仮説とは逆の結果となった。有形固定資産の多い企業は、本来排出削減が多い企業であり、多くの削減が必要となるため、その資本支出が多くなるはずである。だが、これらの企業では排出削減に対する炭素費用を低く見積もっており、排出削減に対する資本支出を抑制しているものと推察される。

③企業の状況では、ROA、海外売上高比率ともに正の結果であり、仮説通りの結果となった。ROAの高い企業は排出削減に対する資源配分の余裕から、高いICP価格を設定したと考える。また、海外売上高比率の高い企業では海外の厳しい排出規制などに配慮し、高いICP価格を設定していると推察される。

最後に、④ガバナンスについては、いずれの変数とも有意な結果は得られなかった。

図表3 全データを用いた回帰結果

変数		モデル5 ICP価格	モデル6 ICP価格	モデル7 ICP価格	モデル8 ICP価格	モデル9 ICP価格
炭素価格設定の背景	規制導入	-0.598*** (0.224)	-0.528** (0.228)			
	行動変化	-0.456** (0.207)	-0.418** (0.199)			
	エネルギー効率	0.0526 (0.207)	0.0251 (0.198)			
	低炭素投資	0.526** (0.215)	0.590*** (0.226)			
	ストレステスト	0.345 (0.258)	0.548* (0.286)			
	事業機会	0.505** (0.228)	0.461* (0.261)			
気候エクスポージャー	高排出企業ダミー	0.447* (0.247)		0.443* (0.226)		
	有形固定資産比率	-4.133*** (1.012)		-5.057*** (0.978)		
企業の状況	ROA	4.134* (2.218)			5.763** (2.324)	
	海外売上比率	1.853*** (0.435)			2.071*** (0.433)	
ガバナンス	外国人持ち株比率	0.366 (1.126)				3.094*** (1.116)
	社外取締役比率	-1.312 (0.971)				-1.336 (0.935)
	定数	8.547*** (0.833)	6.751*** (0.425)	9.630*** (0.625)	6.725*** (0.394)	6.604*** (0.577)
	産業ダミー	YES	YES	YES	YES	YES
	年度ダミー	YES	YES	YES	YES	YES
	回帰方法	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
	データ	全データ	全データ	全データ	全データ	全データ
	Observations	269	297	269	269	269
	R-squared	0.338	0.182	0.222	0.214	0.165

Robust standard errors in parentheses

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

出所：日興リサーチセンター

図表 4 は Shadow price として ICP を用いている企業に限定した結果である。モデル 10 は全変数を用いた結果、モデル 11~14 は、各仮説と産業ダミー、年度ダミーのみを用いた結果である。これまで同様、モデル 10 とモデル 11~14 でともに有意となった結果のみ言及する。

まず、①炭素価格設定の背景については、規制導入で負となった。Shadow price として導入した場合でも、規制導入は前述のモデル 5 と同じ結果である。②気候エクスポージャーでは、有形固定資産比率で負となり、モデル 5 と同じ結果である。さらに、③企業の状況では、海外売上高比率で正となり、モデル 5 と同じ結果である。

この結果から、Shadow price として ICP を設定する場合、企業の導入する意図や企業の排出状況、企業の状況などが ICP 価格に影響を及ぼしている。

図表 4 Shadow price を選択した企業を用いた回帰結果

変数		モデル10 ICP価格	モデル11 ICP価格	モデル12 ICP価格	モデル13 ICP価格	モデル14 ICP価格
炭素価格設定の背景	規制導入	-0.794*** (0.243)	-0.944*** (0.230)			
	行動変化	-0.305 (0.216)	-0.385* (0.207)			
	エネルギー効率	0.434* (0.238)	0.310 (0.246)			
	低炭素投資	-0.476* (0.242)	-0.333 (0.255)			
	ストレステスト	0.690 (0.442)	1.110*** (0.353)			
	事業機会	-0.100 (0.177)	-0.138 (0.180)			
気候エクスポージャー	高排出企業ダミー	0.319 (0.250)		0.491* (0.255)		
	有形固定資産比率	-2.560** (1.115)		-3.809*** (1.061)		
企業の状況	ROA	2.228 (2.227)			2.924 (2.116)	
	海外売上比率	0.884* (0.515)			1.956*** (0.513)	
ガバナンス	外国人持ち株比率	1.007 (1.023)				2.984*** (0.974)
	社外取締役比率	1.273 (0.997)				1.521 (0.994)
	定数	8.216*** (0.811)	8.302*** (0.460)	9.099*** (0.622)	7.359*** (0.402)	6.187*** (0.560)
	産業ダミー	YES	YES	YES	YES	YES
	年度ダミー	YES	YES	YES	YES	YES
	回帰方法	OLS	OLS	OLS	OLS	OLS
	データ	Shadow price	Shadow price	Shadow price	Shadow price	Shadow price
	Observations	153	167	153	153	153
	R-squared	0.417	0.249	0.250	0.224	0.247

Robust standard errors in parentheses

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

出所：日興リサーチセンター

#### 4.3 その他の回帰手法を用いた ICP 価格の要因

上記の分析では、説明変数が多く、多重共線性の懸念もある。この懸念に対して、ステップワイズ回帰と Lasso 回帰という 2 つの手法による分析結果を確認する（図表 5 参照）。ステップワイズ回帰は、

複数の変数の組み合わせから、統計的な有意性の評価を繰り返しながら、変数を選択する方法である。Lasso 回帰は、変数選択を行う中で、回帰に罰則項を与えることで関連性の低い変数について回帰係数をゼロとするような回帰手法である。なお、いずれの方法においても、変数選択の方法やハイパーパラメータの決定において恣意性があるため、補完的な分析として行う。

ステップワイズ回帰、Lasso 回帰を実施するにあたって、いずれも説明変数の候補は、前述と同じ変数を用いる。なおステップワイズ回帰では統計的有意性の基準を 5%とする。また、Lasso 回帰では K-分割交差検証(クロスバリデーション)<sup>4</sup>により変数を選択する。図表内では、ステップワイズ回帰、Lasso 回帰それぞれで特定された変数の結果のみを記載するが、産業ダミーと年度ダミーについては省略する。

図表 5 は、各結果であり、モデル 15 は全データのステップワイズ回帰の結果、モデル 16 は Shadow price のステップワイズ回帰の結果、モデル 17 は、全データの Lasso 回帰の結果、モデル 18 は Shadow price の Lasso 回帰の結果である。

まず、モデル 15 について確認すると、①炭素価格設定の背景では、規制導入、行動変化が負、低炭素投資では正の結果となり、これらの変数は図表 3 のモデル 5 と同様の結果である。②気候エクスポージャーでは、有形固定資産比率が負となり、モデル 5 と Lasso 回帰の結果であるモデル 17 で同様の結果を得ている。③企業の状況は、海外売上高比率で正となり、モデル 5、モデル 17 でも同様の結果を得ている。

次にモデル 16 について確認すると、①炭素価格設定の背景では、規制導入、低炭素投資が負となり、図表 4 のモデル 10 と同じ結果を得ている。特に規制導入は Lasso 回帰の結果であるモデル 18 でも同様の結果を得ている。②気候エクスポージャーでは、有形固定資産比率で負であり、モデル 10、モデル 18 でも同様の結果である。さらに③企業の状況では、海外売上高比率が正の結果であり、モデル 10、モデル 18 でも同様の結果である。④ガバナンスについては社外取締役比率が正の結果であり、モデル 18 でも同様の結果である。

多重共線性を考慮した分析から、前述の結果を踏まえると、規制導入を動機としたときや有形固定資産の大きい企業では ICP 価格を低く抑える傾向にある。他方で海外売上高比率の高い企業は、ICP 価格を高く設定する傾向が確認された。

<sup>4</sup> クロスバリデーションはデータを K 個に分割し、そのうちの一つをテストデータ、残りを教師データとして正答率を評価する方法。本稿では同手法で予測された値から平均二乗予測誤差を推定し、1 $\sigma$ 内で最大となる罰則項を採用している。

図表5 ステップワイズ法による結果

変数		モデル15 ICP価格	モデル16 ICP価格	モデル17 ICP価格	モデル18 ICP価格
炭素価格設定の背景	規制導入	-0.505** (0.214)	-0.703*** (0.226)		-0.082
	行動変化	-0.376** (0.187)			
	エネルギー効率				
	低炭素投資	0.509*** (0.191)	-0.401** (0.200)		
	ストレステスト		0.687** (0.285)		
	事業機会				
気候エクスポージャー	高排出企業ダミー				
	有形固定資産比率	-3.725*** (0.616)	-1.585** (0.627)	-1.666	-0.554
企業の状況	ROA				
	海外売上比率	1.671*** (0.323)	1.443*** (0.336)	1.130	0.788
ガバナンス	外国人持ち株比率				0.947
	社外取締役比率		2.070** (0.880)		0.413
	定数	9.027*** (0.274)	7.896*** (0.366)	8.734	7.943
	産業ダミー	YES	YES	YES	YES
	年度ダミー	YES	YES	YES	YES
	回帰方法	Stepwise	Stepwise	Lasso	Lasso
	データ	全データ	Shadow price	全データ	Shadow price
	Observations	269	153	-	-
	R-squared	0.284	0.337		
	Lamda			148.554	60.263

\*\*\* p&lt;0.01, \*\* p&lt;0.05, \* p&lt;0.1

出所：日興リサーチセンター

## 5. まとめ

本稿では、わが国企業のインターナルカーボンプライシング導入の状況と、設定された ICP 価格の決定要因について分析を行った。ICP を導入する企業の特徴として、高排出の企業や海外依存度の高い企業、社外取締役比率の高い企業が ICP を導入し、他方で有形固定資産比率の高い企業は ICP を導入していない。

さらに、ICP 価格を決定する際、ICP 価格を利用する背景や気候リスクの大きさ、収益性やグローバルへの依存度などに応じて異なる価格を設定している。換言すれば、各企業が一律の炭素価格を用いているのではなく、それぞれの状況に応じた価格を採用しているといえる。

ただし、有形固定資産比率の高い企業のように、排出量が比較的多い企業が低い価格を設定しており、ICP 価格の自由度の高さから裁量的に低い価格を設定していることが懸念される。また、規制導入を背景にした場合、相対的に低い価格を設定しているが、将来的に日本での炭素税あるいは GX リーグでの炭素価格などによって、設定される ICP 価格が変わってくる可能性も考えられる。

本結果は、高排出セクター企業や資産規模の大きい企業などに限定された分析でありサンプルの限界もある。また ICP の導入に偏りがあり、ICP 価格にもそのことが影響している可能性は否定できない。今後 ICP 導入が進み、データが拡充されていくことを期待したい。

#### 参考文献

- Ben-Amar, W., Gomes, M., Khurshheed, H., & Marsat, S. (2022). Climate change exposure and internal carbon pricing adoption. *Business Strategy and the Environment*.  
<https://doi.org/10.1002/bse.3051>
- Bento, N., & Gianfrate, G. (2020). Determinants of internal carbon pricing. *Energy Policy*, 143, 111499. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2020.111499>
- OECD. (2021). *Effective Carbon Rates 2021: Pricing Carbon Emissions Through Taxes and Emissions Trading*, OECD Publishing., <https://www.oecd.org/tax/tax-policy/effective-carbon-rates-2021-0e8e24f5-en>
- WBCSD. (2015). *Emerging Practices in Internal Carbon Pricing*.
- IEA. (2022). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*, <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- 杉浦康之 (2022) 「日本企業のインターナルカーボンプライシングの動向について」、日興リサーチレビュー 2022 年 4 月、<https://www.nikko-research.co.jp/library/11227/>

(END)