

## 論文

## 二次元レジリエンス指数の構築と企業財務構造の分析

## — SHAP 値による予測構造の分解 —

山口 健 二

## 概 要

本研究は、株価回復予測モデルから得られる SHAP 値を正負に分離し、促進寄与( $R^+$ )と抑制寄与( $R^-$ )から成る二次元レジリエンス指数を構築することを目的とする。従来の分析が予測値の総和に着目していたのに対し、本研究は予測構造の内訳に焦点を当て、企業ごとの構造的差異を可視化する枠組みを提示する。実証分析の結果、回復上位企業は高促進・低抑制型に多く位置する一方、同程度の回復水準を示す企業であっても、促進・抑制の構成が大きく異なる事例が確認された。また、三側面別に集約すると、回復群では収益性と経営効率性が比較的均衡する傾向がみられた。本研究は回復の因果要因を確定するものではないが、予測構造の分解を通じて企業財務の内部バランスを分析可能にした点に意義がある。

## 1. はじめに

近年、外的ショック発生後の株価動向には、同一産業内においても企業間で顕著な差異が観察される。特に、一定期間の下落を経た後、速やかに株価水準を回復する企業と、回復が緩慢である企業との間には明確な分化が見られる。このような差異がいかなる財務構造と関連しているのかを明らかにすることは、企業分析の観点からも、投資行動の理解という観点からも重要な課題である。

従来、株価変動と財務指標の関係については、回帰分析を中心とする実証研究が蓄積されてきた。しかしながら、これらの研究は主として平均的効果の推定に焦点を当てるものであり、個別企業において回復を押し上げた要因と、逆に回復を抑制した要因とを同時に把握する枠組みは十分に整理されているとは言い難い。さらに、近年では機械学習手法を用いた予測分析が広がりを見せているが、モデル内部でどの財務構造がどの方向に作用しているのかを体系的に分解し、企業間で比較可能な形に整理する試みは限定的である。

本研究は、以前著者が行った、国別・クラスター別にみた株価回復力の要因分析 [1] を深化させたものである。以前は、機械学習によって数値的に明示し、各企業の株価に対する財務指標の寄与度を定量的に算出した。さらに、得られた SHAP 値を用いて k-means 法によるクラスタリングを行い、財務構造の類似性に基づく企業群を抽出し、いくつかの企業に焦点を当てて考察するとともに、国別の比較を行った。今回は、株価回復を予測する機械学習モデルの内部構造に着目し、その予測寄与を SHAP 値によって分解することで、企業財務構造を「成長性」と「収益性」と「オペレーション効率性」の三側

面から整理することを目的とする。具体的には、収益性、資本効率、在庫関連指標、固定資産比率等を説明変数として XGBoost 回帰モデルを構築し、各企業における予測値への寄与を算出する。そのうえで、正の寄与を促進力、負の寄与を抑制力として集計し、二次元レジリエンス指数を定義する。そして、企業ごとの二次元レジリエンス指数の比較分析を通じて、回復上位企業と回復下位企業の財務構造上の差異を具体的に示す。すなわち、本研究は株価回復の因果要因を直接的に特定することを目的とするものではなく、予測モデルが重視した構造的特徴を可視化することにより、回復局面における財務構造の位置づけを再整理することを試みるものである。

本稿の構成は次のとおりである。第2章では既存研究について述べ、第3章ではデータおよび分析方法を説明し、第4章で二次元レジリエンス指数の定義を示す。第5章で第4章の定義に基づいて実証分析を行い、そして第6章で本研究のまとめと今後の課題を述べることにする。

## 2. 既存研究

企業価値の分析において、財務指標を用いて将来の利益や株価を推定するファンダメンタル分析は、古くから広く用いられてきた手法である。特に、利益率や資本収益率といった収益性指標は、企業の価値創出能力を測る中心的指標として位置付けられてきた。ROA や ROE は、資産や自己資本を用いてどれだけ効率的に利益を生み出しているかを示すものであり、投資家にとって重要な評価基準となっている [2, 3]。伊藤レポートにおいても、日本企業の ROE 水準の低さが課題として指摘され、資本効率の向上が企業価値向上の鍵とされている [4]。このように、収益創出力は企業評価の中核をなす概念である。

一方、売上高成長率に代表される成長性指標は、企業の拡大力や市場浸透力を反映する。成長企業は将来キャッシュフローの増加が期待されるため、市場から高い評価を受けやすい。もっとも、成長率の高さは必ずしも安定的な利益創出を意味するものではなく、成長と収益性のバランスが重要であることも指摘されてきた。すなわち、成長性は企業の将来可能性を示す一方で、その持続可能性は収益構造との整合によって左右される。

さらに、企業の財務構造を理解する上で重要なのが、オペレーション効率性である。棚卸資産や在庫回転率は、企業の需要予測能力や生産調整能力を反映する指標であり、単なるコスト要素としてではなく、経営能力を示す動的指標として位置付けられている。売上高に対する棚卸資産の増加は需要の先取りである可能性もあるが、市場はしばしば在庫過剰の兆候として反応することがある。このように、在庫水準の変動は企業の運営能力と市場評価の双方に関わる。

グローバルな生産・販売体制を有する企業においては、在庫管理や設備投資構造は、サプライチェーン全体の調整能力と密接に関連する。永島 [5] は、製販分離体制における情報共有の困難性が在庫過剰や欠品を招く可能性を指摘している。また、森田ら [6] は、製品開発能力とサプライチェーン能力の統合が高業績企業の特徴であることを示し、両能力の相互補完関係が外部環境変化への適応力を高めると論じている。固定資産比率もまた、設備投資構造や固定費体質を通じて企業の運営柔軟性を左右する要因と考えられる。

このように、企業財務を理解するためには、成長性、収益性、オペレーション効率性という三側面を統合的に捉える必要がある。しかし、従来の多くの研究は、個別指標の影響を単回帰または多変量回帰により推定するにとどまり、これらの指標が非線形的かつ相互依存的に作用する構造を十分に捉えてい

るとは言い難い。

一方、株価変動の予測に関しては、ARCHモデルをはじめとする時系列分析が発展してきた [7]。これらの手法はボラティリティや分散構造の推定に優れているが、企業ごとの財務構造がどの方向に予測値へ寄与しているのかを分解する枠組みではない。

近年では、機械学習手法を用いて非線形関係を推定し、その予測構造をSHAP値によって可視化する研究が進展している。SHAPは、各説明変数が予測値に対してどの方向にどの程度寄与したかを個別企業単位で示すことができる点に特徴がある。ただし、既存研究の多くは変数重要度の比較に焦点を当てており、寄与の方向性を保持したまま構造的に整理する試みは限定的である。

本研究は、既存のファンダメンタル分析およびサプライチェーン理論を踏まえつつ、成長性・収益性・オペレーション効率性の三側面に基づいてSHAP値を集約し、予測構造の内部バランスを整理することを目的とする。これにより、単一の予測値や重要度指標のみでは捉えにくい企業構造の差異を明らかにすることを試みる。

### 3. 分析データおよび分析方法

#### 3.1 分析対象と期間

本研究では、以前の研究 [1] と同じくグローバルに事業展開を行う主要自動車メーカー 54 社を分析対象とする。対象企業は、企業情報データベース Orbis に掲載されている売上高上位企業から抽出したものであり、ドイツ 7 社、日本 34 社、米国 13 社で構成される。いずれも複数国にまたがる生産・販売ネットワークを有し、サプライチェーン構造が高度に国際化している企業群である。

分析対象期間は、2018年3月1日から4月20日までの約2か月間とした。この期間は、米国政府による輸入制限に関する発言を契機として、自動車産業を中心に株式市場が大きく変動した時期に該当する。政治的要因に起因する外生的ショックが発生した局面において、各企業の株価がどの程度回復したかを比較することは、企業構造の差異を検討する上で有用である。

#### 3.2 目的変数

目的変数は、株価の回復度合いを示す株価リターンである。具体的には、2018年3月1日時点の株価を基準とし、2018年4月20日時点の株価をその比率として定義した。したがって、この指数が1を超える場合は、ショック前水準を回復していることを意味する。

#### 3.3 説明変数と三側面構造

説明変数には、企業の中長期的な財務構造を表す 6 指標の 2013 年から 2017 年までの平均値を用いる。短期的変動を排除し、構造的特性を抽出するために複数年平均を採用した。

本研究では、これらの財務指標を三つの経営特性に整理する。

第一に、成長性として売上高成長率（NetSalesgrowth）を用いる。これは企業の市場拡大力を反映する。

第二に、収益性として税引前利益率（PLBTratio）、総資産利益率（ROA）、自己資本利益率（ROE）を採用する。これらは利益創出能力および資本活用効率を示す指標である。

表1：分析対象の自動車関連企業54社

(ドイツ)	(日本)	(米国)
AUDI AG	AISAN INDUSTRY CO. LTD.	AUTOLIV INC.
BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT	AISIN SEIKI CO LTD	BORGWARNER INC
DAIMLER AG	AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO LTD	DANA INCORPORATED
ELRINGKLINGER AG	DAIHATSU MOTOR CO LTD	FEDERAL-MOGUL HOLDINGS LLC
GRAMMER AG	DENSO CORPORATION	GENERAL MOTORS COMPANY
RHEINMETALL AG	EXEDY CORPORATION	HONEYWELL INTERNATIONAL INC
VOLKSWAGEN AG	F-TECH INC	LCI INDUSTRIES
	FUTABA INDUSTRIAL CO LTD	LEAR CORP
	G-TEKT CORPORATION	MODINE MANUFACTURING CO
	HI-LEX CORPORATION	OSHKOSH CORPORATION
	HINO MOTORS LTD	PACCAR INC
	ISUZU MOTORS LIMITED	TESLA INC.
	KEIHIN CORPORATION	WABCO HOLDINGS INC.
	MAZDA MOTOR CORPORATION	
	MITSUBA CORPORATION	
	MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION	
	MITSUBISHI MOTORS CORPORATION	
	MUSASHI SEIMITSU INDUSTRY CO LTD	
	NGK SPARK PLUG CO LTD	
	NISSAN MOTOR CO LTD	
	NISSAN SHATAI CO LTD	
	NOK CORPORATION	
	SANDEN HOLDINGS CORPORATION	
	SHINMAYWA INDUSTRIES LTD	
	SHOWA CORPORATION	
	SUBARU CORPORATION	
	SUZUKI MOTOR CORPORATION	
	TACHI-S CO LTD	
	TKJP CORPORATION	
	TOKAI RIKA CO. LTD.	
	TOYOTA BOSHOKU CORPORATION	
	TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION	
	TOYOTA MOTOR CORPORATION	
	TS TECH CO. LTD.	

第三に、オペレーション効率性として在庫関連指標 (inventory) および固定資産比率 (fixedA) を用いる。在庫水準および固定資産構造は、需要予測能力や設備投資体質と関わり、企業の運営構造を表す。

これら三側面は、企業の拡大力、利益創出力、資源運用構造という機能的分解に対応するものであり、予測構造を整理する基礎単位となる。

表 2：説明変数として使用した財務指標

視 点	財務指標	補 足
成長性	1) SGR NetSalesgrowth	売上高成長率 Sales growth ratio (the geometric mean of the five years)
収益性	2) PBT PLBTratio	(売上高に対する) 税引前利益率 Profit before tax ratio (over sales)
収益性	3) ROA	総資産利益率 Returns on assets
収益性	4) ROE	自己資本利益率 Returns on equity
経営効率性	5) IVT inventory	棚卸資産比率 (対売上高) Inventory ratio (over sales)
経営効率性	6) FAR fixedA	有形固定資産比率 (対売上高) Tangible fixed assets ratio (over sales)

### 3.4 機械学習回帰モデルと SHAP 値

株価リターンを目的変数とし、上記 6 指標を説明変数とする XGBoost 回帰モデルを構築する。XGBoost は勾配ブースティング法に基づくアンサンブル学習手法であり、変数間の非線形関係や相互作用を柔軟に捉えることが可能である。

本研究では、[7] と同一のデータセットおよびモデル設定を用いる。ただし、研究の目的は予測精度の検証ではなく、モデルが捉えた予測構造を解釈することにある。したがって、モデル構築手続きの詳細な技術的説明は省略し、予測構造の分析に焦点を当てる。

モデルの予測値は、SHAP (SHapley Additive exPlanations) 値を用いて各説明変数の寄与に分解する。SHAP 値は協力ゲーム理論に基づき、各変数が予測値をベースライン（全体平均予測値）からどの方向にどの程度変化させたかを示す指標である。

なお留意すべき点として、SHAP 値は実際の株価変動の因果要因を示すものではなく、あくまでモデル予測の加法的分解結果であるということである。本研究では、この寄与の方向性と構成比に着目し、企業ごとの予測構造の内部バランスを整理する。

本章では、SHAP 値を三側面別に集約し、正方向寄与と負方向寄与を分離した二次元レジリエンス指数を定義する。

## 4. 二次元レジリエンス指数

### 4.1 SHAP 値の意味の確認

前章で述べたとおり、SHAP 値は各企業の株価リターンの予測値をベースライン（全体平均予測値）からの加法的寄与に分解したものである。すなわち、企業  $i$  に対する予測値  $\hat{y}_i$  は、

$$\hat{y}_i = \phi_0 + \sum_{j=1}^p \phi_{i,j}$$

と表される。ここで  $\phi_0$  はベースライン、 $\phi_{i,j}$  は説明変数  $j$  の SHAP 値である。

SHAP 値が正である場合、それは当該企業の予測値をベースラインより高い方向へ変化させた寄与を示し、負である場合は低い方向への寄与を示す。ただし、これは実際の株価上昇・下落の因果要因を意

味するものではなく、あくまでモデル予測構造における方向性を表すものである。

本研究では、この方向性を保持したまま構造を整理するため、正方向寄与と負方向寄与を分離することとする。

#### 4.2 二次元レジリエンスの定義

ここでは新たに、企業  $i$  における正方向寄与の総量を促進力とし  $R_i^+$ 、負方向寄与の総量を抑制力とし  $R_i^-$  と定義する。

$$R_i^+ = \sum_{j=1}^p \max(\phi_{i,j}, 0)$$

$$R_i^- = \sum_{j=1}^p \min(\phi_{i,j}, 0)$$

そして、 $R_i^+ \geq 0$ 、 $R_i^- \leq 0$  である。なお、抑制構造の強度を評価する際には、 $R_i^-$  の絶対値  $|R_i^-|$  を用いる。

また、双方の和を

$$R_i^{net} = R_i^+ + R_i^-$$

とし、ベースラインからの純寄与 (net effect) を表す。

さらに、

$$R_i^{abs} = R_i^+ + |R_i^-|$$

を寄与の総量を表す指標として、定義する。これは、正負を問わない寄与の総量である。予測構造の振幅を表す。

重要なのは、値が同じ  $R_i^{net}$  を持つ企業であっても、 $R_i^+$  と  $R_i^-$  の構成が異なれば、その内部構造は異なるという点である。以降では、この2つの構造に焦点を当てることにする。

#### 4.3 三側面ごとの集約

次に、成長性・収益性・オペレーション効率性の三側面ごとに SHAP 値を集約する。

##### (1) 成長性

売上高成長率 (NetSalesgrowth, SGR) を成長性指標とする。

$$R_{growth,i}^+ = \max(\phi_{i,SGR}, 0)$$

$$R_{growth,i}^- = \min(\phi_{i,SGR}, 0)$$

$$R_{growth,i}^{abs} = R_{growth,i}^+ + |R_{growth,i}^-|$$

## (2) 収益性

税引前利益率（PLBTratio, PBT）、総資産利益率（ROA）、自己資本利益率（ROE）を収益性指標とする。

$$R_{profit,i}^+ = \sum_{j \in \{PBT, ROA, ROE\}} \max(\phi_{i,j}, 0)$$

$$R_{profit,i}^- = \sum_{j \in \{PBT, ROA, ROE\}} \min(\phi_{i,j}, 0)$$

$$R_{profit,i}^{abs} = R_{profit,i}^+ + |R_{profit,i}^-|$$

## (3) オペレーション効率性

棚卸資産比率（inventory, IVT）および有形固定資産比率（fixedA, FAR）を用いる。

$$R_{operation,i}^+ = \sum_{j \in \{IVT, FAR\}} \max(\phi_{i,j}, 0)$$

$$R_{operation,i}^- = \sum_{j \in \{IVT, FAR\}} \min(\phi_{i,j}, 0)$$

$$R_{operation,i}^{abs} = R_{operation,i}^+ + |R_{operation,i}^-|$$

以上により、

$$R_i^+ = R_{growth,i}^+ + R_{profit,i}^+ + R_{operation,i}^+$$

$$R_i^- = R_{growth,i}^- + R_{profit,i}^- + R_{operation,i}^-$$

$$R_i^{abs} = R_{growth,i}^{abs} + R_{profit,i}^{abs} + R_{operation,i}^{abs}$$

が成立する。各側面指数は互いに排他的な変数集合に基づいて定義されるため、全体指数は三側面指数の和として表される。

## 4.4 二次元構造の理論的意義

SHAP 値の総和は予測値と整合するため、単純な合計では新たな情報は得られない。しかし、本研究では正方向寄与と負方向寄与を分離し、その構成比を保持することにより、企業ごとの予測構造の内部バランスを可視化する。

例えば、同一水準の回復指数を示す企業であっても、正方向寄与が大きく負方向寄与が小さい企業と正負双方が大きく拮抗している企業では、構造的特徴は大きく異なる。

図1：企業別にみた促進寄与 ( $R_i^+$ ) および抑制寄与の絶対値 ( $|R_i^-|$ ) の比較 ( $R_i^+$ の降順)

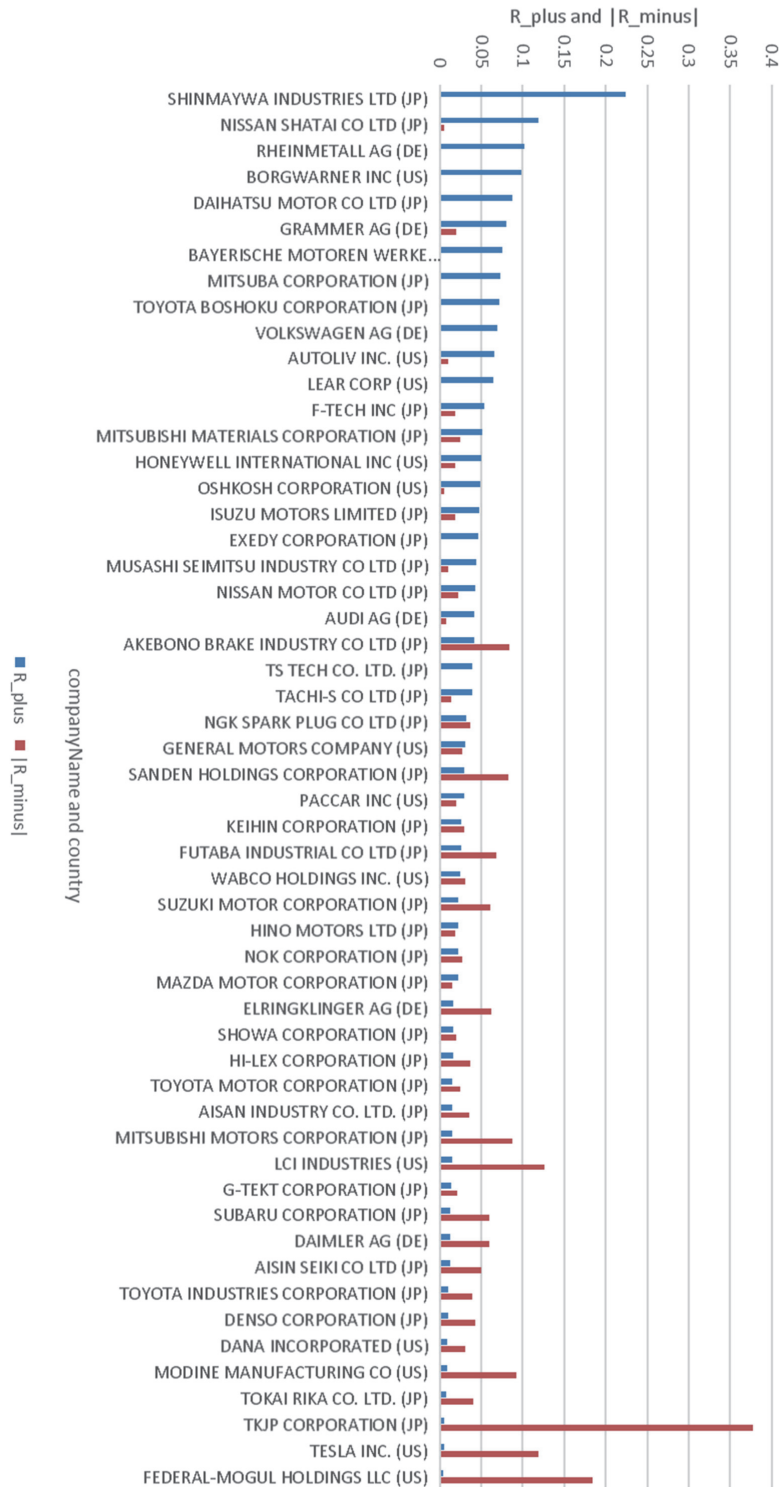
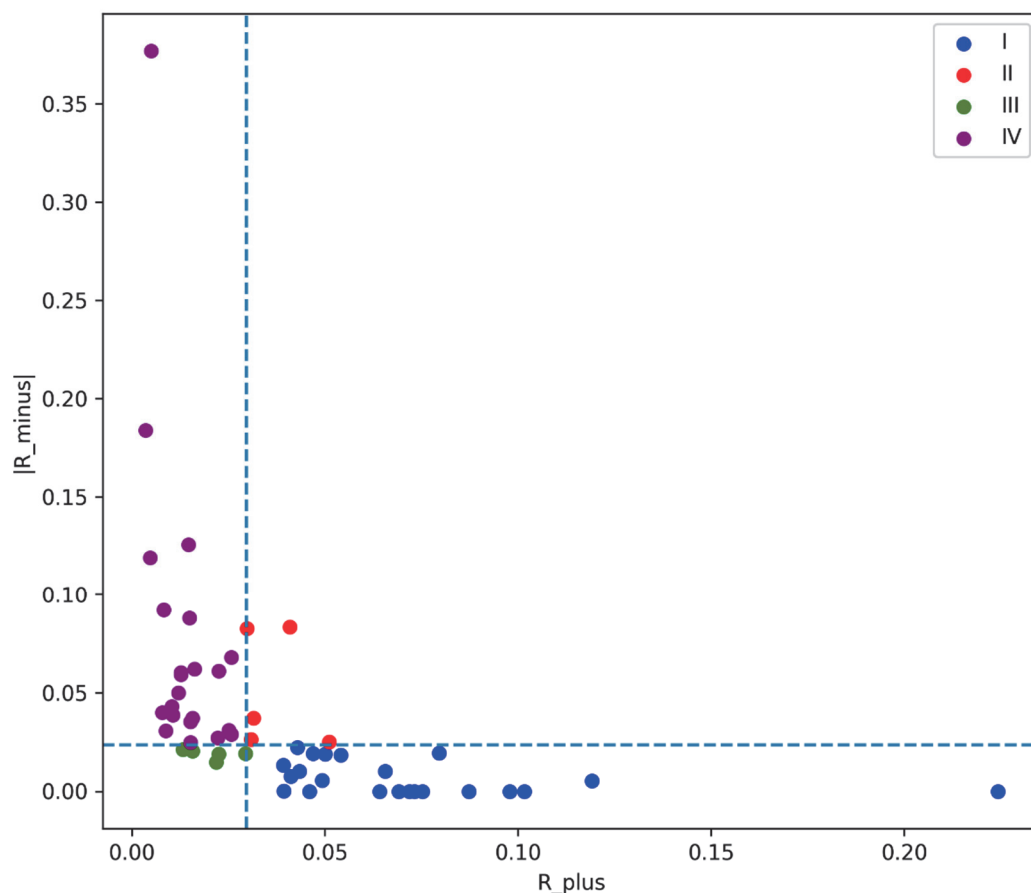


図 2：二次元レジリエンス指数に基づく象限分類



したがって、本研究の二次元レジリエンス指数は、株価回復水準そのものを再定義するものではなく、回復予測の内部構造を分析するための枠組みである。

## 5. 実証分析

分析対象となるデータに対して、XGBoost 回帰モデルを構築し、さらに、モデルの予測値を SHAP (SHapley Additive exPlanations) 値を用いて各説明変数の寄与に分解したものに対して、二次元レジリエンス指数を算出した (附表)。なお、表内では、株価リターンは target という列名になっている。

### 5.1 二次元レジリエンス指数の基本特性

第 4 章で定義した二次元レジリエンス指数に基づき、各企業の正方向寄与  $R_i^+$ 、負方向寄与  $R_i^-$ 、純寄与  $R_i^{net}$ 、および構造振幅  $R_i^{abs}$  を算出した (図 1)。

まず、 $R_i^+$  と  $|R_i^-|$  の相関係数は、 $-0.424$  であり、中程度の負の相関が確認された。これは、促進構造と抑制構造が完全に独立ではないものの、単純な表裏関係でもないことを示している。

次に、株価リターンとの関係を見ると、 $R_i^+$ と株価リターンとの相関係数は0.762、 $|R_i^-|$ と株価リターンとの相関係数は-0.910であった。特に、抑制寄与の絶対値と強い負の相関を示しており、回復水準の差異は、促進寄与よりも抑制寄与の影響を受けている可能性が高い。

## 5.2 二次元象限分類による類型化

横軸を $R_i^+$ 、縦軸を $|R_i^-|$ とし、それぞれ中央値を基準として二次元平面を四象限に分割し、以下の四類型を定義した(図2)。

I型：高促進・低抑制型  $R_i^+ \geq 0.0297$  かつ  $|R_i^-| < 0.0234$  株価リターンの平均：1.057 企業数 22

II型：高促進・高抑制型  $R_i^+ \geq 0.0297$  かつ  $|R_i^-| \geq 0.0234$  株価リターンの平均：0.978 企業数 5

III型：低促進・低抑制型  $R_i^+ < 0.0297$  かつ  $|R_i^-| < 0.0234$  株価リターンの平均：0.993 企業数 5

IV型：低促進・高抑制型  $R_i^+ < 0.0297$  かつ  $|R_i^-| \geq 0.0234$  株価リターンの平均：0.929 企業数 22

最も回復水準が高いのはI型であり、最も低いのはIV型であった。特に、IV型(低促進・高抑制型)は明確に低水準を示している。この結果は、回復企業の特徴が「促進寄与が強いこと」よりも、「抑制寄与が小さいこと」にある可能性を示唆している。また、II型の結果から、促進寄与が大きくても抑制寄与が同時に大きい場合には、あまり回復はしないことが確認された。

## 5.3 構造振幅と回復水準

二次元レジリエンス指数のうち、構造振幅を表す指標 $R_i^{abs}$ と株価回復水準との関係について検討を行う。構造振幅は $R_i^{abs} = R_i^+ + |R_i^-|$ として定義している。これは、促進寄与 $R_i^+$ と抑制寄与 $R_i^-$ の絶対値を合計したものであり、企業の株価予測に対してどれだけ強い寄与構造を持っているか、すなわち「構造の強度」を示す指標である。実際に、構造振幅 $R_i^{abs}$ と株価リターンとの相関係数は-0.460であり、構造振幅が大きい企業ほど回復水準が高いとは言えないことが示された。むしろ、寄与構造が強い企業ほど、回復水準のばらつきが拡大する傾向が確認された。中央値により企業を二分すると、構造振幅が大きい群では株価指数の分散が顕著に大きく、一部の企業は高い回復を示す一方で、別の企業は大きく下落している。すなわち、構造振幅の大きさは、回復の保証ではなく、構造の「振れ幅」を拡大させる要因として作用している可能性がある。この結果は、企業のレジリエンスが単なる強度ではなく、「方向バランス」に依存することを示唆している。促進寄与と抑制寄与が同時に大きい企業では、両者が相殺し合うことで純寄与が小さくなり、結果として回復が限定的となる場合がある。一方、寄与構造が小さい企業では、外部ショックの影響自体が限定的である可能性もある。

したがって、構造振幅はレジリエンスの十分条件ではなく、あくまで内部構造の強度を示す補助指標として位置付けるべきである。本研究が二次元構造を採用する理由も、まさにこの点にある。すなわち、レジリエンスを理解するためには、総量ではなく、促進・抑制の相対配置を同時に把握する必要がある。

## 5.4 三側面構成比の比較

次に、構造振幅を成長性・収益性・経営効率性の三側面に分解し、回復企業と非回復企業の構造的差

異を検討する。本研究では、各側面の絶対寄与をそれぞれ、

- $R_{growth,i}^{abs}$  （成長性の絶対寄与）
- $R_{profit,i}^{abs}$  （収益性の絶対寄与）
- $R_{operation,i}^{abs}$  （経営効率性の絶対寄与）

として定義している。これらは、先述の  $R_i^{abs}$  を各側面に分解したものである。株価指数が1以上の企業を回復群、それ未満を非回復群とし、各側面の構成比を比較した。

#### 回復群

成長性の絶対寄与：8.96%

収益性の絶対寄与：44.90%

経営効率性の絶対寄与：46.14%

#### 非回復群

成長性の絶対寄与：10.69%

収益性の絶対寄与：50.11%

経営効率性の絶対寄与：39.20%

結果、両群の構造には明確な違いが確認された。回復群では、収益性の絶対寄与（44.90%）と経営効率性（46.14%）が比較的均衡しており、収益性が約半分を占めつつ、経営効率性も4割程度を占めている。一方、非回復群では回復群よりも収益性の構成比が高く、経営効率性の比率が低い傾向が見られた。この結果は、単純な利益水準の高さが株価回復を保証するわけではないことを示唆する。むしろ、在庫管理や固定資産構造といったオペレーション面の構造が分散的に寄与している企業の方が、外部ショックに対する回復力を発揮している可能性がある。これは、収益性は短期的成果を示す指標であるのに対し、経営効率性は組織構造や資源配分の合理性を反映する指標であると考えられ、外部ショック時には、短期的収益よりも、供給調整能力や資産柔軟性といった構造的能力が重要となると解釈できる。また、成長性の構成比が両群で大きくは変わらない。これは、売上拡大そのものよりも、内部構造の質がレジリエンスを左右している可能性を示している。

以上より、レジリエンスは単一の財務指標によって説明されるものではなく、複数側面の構造的バランスによって規定されると結論づけられる。本研究の三側面への集約は、SHAP 値の解釈可能性を拡張し、財務構造の内部バランスの理解を深める役割を果たしている。

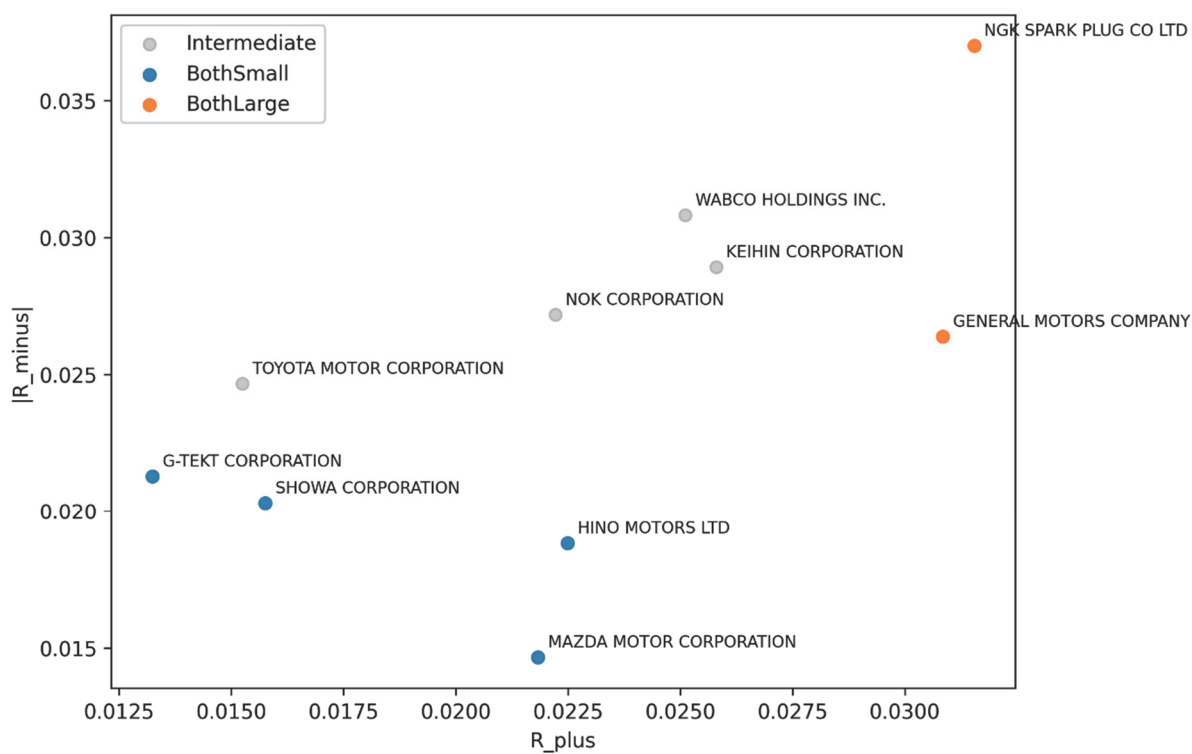
#### 5.5 同程度の回復水準における構造差

本節では、株価回復水準がほぼ同程度である企業間において、内部構造に質的差異が存在するかを検討する。株価リターンを単なる回復度合いではなく、促進構造と抑制構造の配置関係として捉えることとする。したがって、純寄与  $R_i^{net}$  が同程度である企業群を対象とし、その内部構造を比較することとした。

具体的には、純寄与  $R_i^{net}$  の絶対値が0.01以下の企業を抽出した。この条件を満たす企業は10社で

表3:  $|R_i^{net}| \leq 0.01$  を満たす企業一覧と構造分類

companyName	R_net	R_plus	R_minus	StructureType
SHOWA CORPORATION	-0.0045	0.0158	0.0203	BothSmall
G-TEKT CORPORATION	-0.0080	0.0132	0.0213	BothSmall
HINO MOTORS LTD	0.0037	0.0225	0.0188	BothSmall
MAZDA MOTOR CORPORATION	0.0072	0.0218	0.0147	BothSmall
NGK SPARK PLUG CO LTD	-0.0054	0.0315	0.0370	BothLarge
GENERAL MOTORS COMPANY	0.0045	0.0309	0.0264	BothLarge
TOYOTA MOTOR CORPORATION	-0.0094	0.0152	0.0247	Intermediate
WABCO HOLDINGS INC.	0.0045	0.0251	0.0308	Intermediate
NOK CORPORATION	-0.0050	0.0222	0.0272	Intermediate
KEIHIN CORPORATION	-0.0031	0.0258	0.0289	Intermediate

図3:  $|R_i^{net}| \leq 0.01$  を満たす企業の散布図

あり、株価指数（target）の平均は 0.9886、標準偏差は 0.0054 であった。すなわち、株価回復水準は極めて狭い範囲に集中しており、回復結果のみを見る限り、これら企業間に顕著な差異は認められない。しかしながら、内部構造を二次元レジリエンス指数で分析すると、明確な質的分岐が確認された。ここでは、促進寄与  $R_i^+$  および抑制寄与の絶対値  $|R_i^-|$  の数値に基づき、10 社の中でも数値が顕著な企業を次の二類型に整理することとした。具体的には、（表 3、図 3）。

### （1）双方小型（BothSmall）

- SHOWA, G-TEKT, HINO MOTORS, MAZDA MOTOR

促進寄与・抑制寄与がともに中央値未満（ $R_i^+ < 0.0297$  かつ  $|R_i^-| < 0.0234$ ）である企業である。該当企業は 4 社であった。この類型は、寄与構造そのものが小さく、外部ショックに対して大きな上振れも下振れも生じにくい、安定型構造と解釈できる。

### （2）双方大型（BothLarge）

- NGK SPARK PLUG, GENERAL MOTORS

促進寄与・抑制寄与がともに中央値以上（ $R_i^+ \geq 0.0297$  かつ  $|R_i^-| \geq 0.0234$ ）である企業である。該当企業は 2 社であった。この類型では、寄与構造は強いが、正負が相殺されることによって純寄与がゼロ近傍に位置している。

なお、純寄与  $R_i^{net}$  の絶対値が 0.01 以下でも、上記 2 つに属さない中間型は、TOYOTA MOTOR, WABCO, NOK, KEIHIN の 4 社であった。

寄与  $R_i^{net}$  が同程度であっても、その内部構造は一意に定まらない。実際、双方小型と双方大型は、回復水準がほぼ同一であるにもかかわらず、構造強度が大きく異なる。前者は構造振幅が小さく、ショック耐性が安定的である可能性がある。一方、後者は促進・抑制双方が強いため、環境条件がわずかに変化した場合に抑制寄与が優位となり、急激な下振れを生じるリスクを内包している可能性がある。すなわち、回復水準という結果指標だけでは、潜在的风险構造を識別できない。二次元レジリエンス指数は、このような潜在的構造差を可視化するための有効な分析枠組みである。

以上より、レジリエンスは単なる回復度合いではなく、構造配置の質によって規定される概念であることが確認された。

## 6. まとめと今後の課題

### 6.1 今回の分析から得られた結果

本研究は、株価回復水準を単一の結果指標として評価する従来の枠組みを拡張し、促進寄与（ $R^+$ ）と抑制寄与（ $R^-$ ）を分離した二次元レジリエンス指数を構築した。そして、この二軸構造に基づき企業の回復特性を考察した。第 5 章の実証分析から、以下の主要な知見が得られた。

第一に、純寄与指数  $R_i^{net}$  のみでは企業の構造特性を十分に説明できないことが確認された。 $R_i^+$  と  $R_i^-$  を分離して観察すると、同一の回復水準に位置する企業であっても、内部構造は大きく異なる場合が存在する。

第二に、二次元象限分類により、企業は単に「回復した／しなかった」という二分ではなく、促進構造と抑制構造の配置関係によって四類型に整理できることが示された。この結果は、レジリエンスを単

純な一次元的な見方でなく、二次元的枠組みによる再解釈が可能となる。

第三に、三側面（成長性・収益性・経営効率性）別に寄与構造を集約した結果、回復群と非回復群の間には構成比の差異が確認された。回復群では収益性と経営効率性が比較的均衡しており、成長性の寄与も一定割合を占めているのに対し、非回復群では収益性の比重が相対的に高く、経営効率性の構成比が低い傾向がみられた。すなわち、単一側面への依存ではなく、複数側面のバランスが回復水準と関連している可能性がある。

第四に、構造振幅( $R_i^{abs}$ )が大きいこと自体は必ずしも高い回復水準を保証しないことが明らかになった。すなわち、促進寄与が強い企業であっても、同時に抑制寄与が強ければ、結果として純寄与は相殺されることとなる。

第五に、純寄与がほぼ同一水準に集中する企業群 ( $|R_i^{net}| \leq 0.01$ ) を対象とした分析では、双方小型と双方大型という二つの質的に異なる構造パターンが確認された。この結果は、同一の回復水準を示す企業が、必ずしも同様のレジリエンス構造を有しているわけではないことを示している。

本研究は、株価回復力の評価において、単一の結果指標ではなく、その背後にある構造配置を分析する必要性を明確にしたものである。

## 6.2 総括と今後の課題

本研究では、日本・ドイツ・アメリカの自動車関連企業を対象に、2018年3～4月期の株価指数を目的変数とし、XGBoost および SHAP 値を用いて財務指標との関係を分析した。前稿では SHAP 値を用いて企業構造をクラスタリングし、国別・クラスター別の差異を検討したが、本研究ではその分析枠組みを発展させ、促進寄与 ( $R^+$ ) と抑制寄与 ( $R^-$ ) を分離した二次元レジリエンス指数を構築した。

実証分析の結果、株価回復水準は単一の純寄与  $R_i^{net}$  によって把握されるだけでなく、その背後にある促進構造と抑制構造の配置関係によって質的に異なることが明らかとなった。同程度の回復水準に位置する企業群であっても、寄与構造が小さい安定型と、促進・抑制双方が大きく相殺される相殺型とに分岐することが確認された。この結果は、レジリエンスを単なる結果指標ではなく、構造配置の概念として捉える必要性を示している。

また、三側面（成長性・収益性・経営効率性）別に寄与構造を集約した結果、回復群と非回復群の間には構成比の差異が確認された。特定側面への依存ではなく、複数側面のバランスが回復水準と関連している可能性が示唆されたことは、興味深い結果である。

国別の分析については、本稿では主として構造的側面の再整理に焦点を当てたため、国ごとの差異を詳細に検討するには至らなかった。しかしながら、前稿の結果と照合すると、国別平均の差異よりも企業内部の構造配置が回復水準を分ける主要因であるという傾向は本研究においても維持されている。今後は、二次元レジリエンス指数を用いて国別の構造分布を再検証し、各国に固有の構造パターンや制度的背景との関連を体系的に分析することが課題である。

さらに、本研究は自動車産業を対象としたものであり、産業固有のサプライチェーン構造や設備集約性が結果に影響している可能性がある。他産業への拡張を通じて、二次元レジリエンス構造が産業横断的に成立する概念であるかを検証する必要がある。加えて、本研究は2018年3～4月という特定期間のショックを対象とした短期的分析である。異なる時期の市場ショックや、より長期間にわたる株価変動を対象とすることで、構造配置と持続的成長性との関係を検証することが重要である。

本研究は、SHAP 値を用いた説明可能な機械学習分析を基盤としつつ、株価回復力の評価を一次元の

「強度」から二次元の「構造配置」へと拡張した点に意義を有する。今後は、国別比較・産業間比較・期間比較を通じて、本研究で提示した二次元レジリエンス指数の理論的妥当性と実証的汎用性をさらに検証していく必要がある。

#### 参考文献

- [1] 山口健二, 『国別・クラスター別にみた株価回復力の要因分析 —— SHAP 値による企業財務構造の可視化 ——』, 日本大学経済学部, 経済集志, 第 95 号第 3 号, 2026 年
- [2] 松井久勝, 音川和久, 『会計情報のファンダメンタル分析』, 中央経済社, 2013 年
- [3] 松井美樹, 『サプライチェーン・マネジメント』, 放送大学教育振興会, 2021 年
- [4] 経済産業省, 『「持続的成長への競争力とインセンティブ～企業と投資家の望ましい関係構築～」プロジェクト（伊藤レポート）最終報告書』, 2014 年
- [5] 永島正康, 『グローバル・サプライチェーンにおける新しい製販協働のかたち』, 丸善プラネット, 2021 年
- [6] Michiya Morita, Jose A.D. Machuca, Jose L. Perez Díez de los Ríos, “Integration of product development capability and supply chain capability: The driver for high performance adaptation”, *International Journal of Production Economics* 200 (2018) 68-82
- [7] 渡部敏明, 佐々木浩, 『ARCH 型モデルと Realized Volatility によるボラティリティ予測と Value-at-Risk』, 日本銀行金融研究所, Discussion Paper No.2006-J-13, 2006 年

別表は次のページ.

別表：二次元レジリエンス指数 ( $R^+$ ,  $R^-$ ,  $R^{net}$ ,  $R^{abs}$ ) および三側面別寄与と象限分類の企業別一覧

companyName	country	target	R <sub>plus</sub>	R <sub>minus</sub>	R <sub>net</sub>	R <sub>abs</sub>	R <sub>growt h, plus</sub>	R <sub>growt h, minus</sub>	R <sub>profit, plus</sub>	R <sub>profit, minus</sub>	R <sub>operat ion, plus</sub>	R <sub>operat ion, minus</sub>	Quadrant, t, num
SHINMIYAWA INDUSTRIES LTD	JP	1.2168	0.2243	0.0000	0.2243	0.2243	0.0007	0.0000	0.0576	0.0000	0.1660	0.0000	1
NISSAN SHATAI CO LTD	JP	1.1066	0.1191	-0.0051	0.1140	0.1243	0.0024	0.0000	0.0382	-0.0051	0.0786	0.0000	1
RHEINMETALL AG	DE	1.0932	0.1016	0.0000	0.1016	0.1016	0.0001	0.0000	0.0317	0.0000	0.0698	0.0000	1
BORGWARNER INC	US	1.0919	0.0979	0.0000	0.0979	0.0979	0.0021	0.0000	0.0616	0.0000	0.0342	0.0000	1
DAIHATSU MOTOR CO LTD	JP	1.0788	0.0873	0.0000	0.0873	0.0873	0.0000	0.0000	0.0394	0.0000	0.0271	0.0000	1
GRAMMER AG	DE	1.0529	0.0796	-0.0193	0.0602	0.0989	0.0010	0.0000	0.0406	0.0000	0.0380	-0.0193	1
BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT	DE	1.0671	0.0753	0.0000	0.0753	0.0753	0.0049	0.0000	0.0431	0.0000	0.0273	0.0000	1
MITSUBA CORPORATION	JP	1.0654	0.0732	0.0000	0.0732	0.0732	0.0033	0.0000	0.0410	0.0000	0.0289	0.0000	1
TOYOTA BOSHOKU CORPORATION	JP	1.0635	0.0719	0.0000	0.0719	0.0719	0.0017	0.0000	0.0227	0.0000	0.0476	0.0000	1
VOLKSWAGEN AG	DE	1.0605	0.0691	0.0000	0.0691	0.0691	0.0043	0.0000	0.0147	0.0000	0.0501	0.0000	1
AUTOLIV INC	US	1.0475	0.0657	-0.0102	0.0554	0.0759	0.0235	0.0000	0.0387	0.0000	0.0035	-0.0102	1
LEAR CORP	US	1.0559	0.0642	0.0000	0.0642	0.0642	0.0022	0.0000	0.0229	0.0000	0.0391	0.0000	1
F-TECH INC	JP	1.0285	0.0541	-0.0183	0.0358	0.0725	0.0000	-0.0073	0.0541	0.0000	0.0000	-0.0111	1
MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION	JP	1.0182	0.0512	-0.0251	0.0261	0.0763	0.0037	0.0000	0.0148	0.0000	0.0326	-0.0251	2
HONEYWELL INTERNATIONAL INC	US	1.0228	0.0501	-0.0188	0.0313	0.0689	0.0121	0.0000	0.0144	0.0000	0.0236	-0.0188	1
OSHKOSH CORPORATION	US	1.0347	0.0492	-0.0056	0.0436	0.0548	0.0030	0.0000	0.0221	-0.0018	0.0241	-0.0038	1
ISUZU MOTORS LIMITED	JP	1.0197	0.0470	-0.0190	0.0279	0.0660	0.0000	-0.0019	0.0371	0.0000	0.0092	-0.0172	1
EXEDY CORPORATION	JP	1.0394	0.0461	0.0000	0.0461	0.0461	0.0062	0.0000	0.0258	0.0000	0.0141	0.0000	1
MUSASHI SEMITSU INDUSTRY CO LTD	JP	1.0253	0.0434	-0.0100	0.0334	0.0534	0.0000	-0.0100	0.0258	0.0000	0.0176	0.0000	1
NISSAN MOTOR CO LTD	JP	1.0129	0.0428	-0.0222	0.0206	0.0850	0.0067	0.0000	0.0361	0.0000	0.0000	-0.0222	1
AUDI AG	DE	1.0265	0.0412	-0.0077	0.0335	0.0489	0.0136	0.0000	0.0248	-0.0059	0.0208	-0.0018	1
AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO LTD	JP	0.9495	0.0409	-0.0832	-0.0422	0.1241	0.0158	0.0000	0.0046	-0.0787	0.0206	-0.0045	2
TS TECH CO LTD	JP	1.0303	0.0394	-0.0001	0.0392	0.0395	0.0039	0.0000	0.0234	-0.0001	0.0121	0.0000	1
TACHS CO LTD	JP	1.0162	0.0392	-0.0132	0.0261	0.0524	0.0000	-0.0042	0.0200	-0.0060	0.0272	-0.0030	1
NGK SPARK PLUG CO LTD	JP	0.9665	0.0315	-0.0370	-0.0054	0.0885	0.0002	0.0000	0.0314	-0.0061	0.0000	-0.0308	2
GENERAL MOTORS COMPANY	US	0.9952	0.0309	-0.0284	0.0045	0.0572	0.0066	0.0000	0.0242	0.0000	0.0000	-0.0284	2
SANDEN HOLDINGS CORPORATION	JP	0.9394	0.0299	-0.0824	-0.0526	0.1123	0.0050	0.0000	0.0037	-0.0924	0.0110	0.0000	2
PACCAR INC	US	1.0020	0.0295	-0.0192	0.0103	0.0487	0.0009	0.0000	-0.0014	0.0253	0.0000	0.0042	3
KEIHIN CORPORATION	JP	0.9892	0.0258	-0.0289	-0.0031	0.0547	0.0009	0.0000	0.0000	0.0193	0.0058	-0.0231	4
FUTABA INDUSTRIAL CO LTD	JP	0.9490	0.0257	-0.0678	-0.0421	0.0936	0.0023	0.0000	0.0072	-0.0658	0.0162	-0.0020	4
WABCO HOLDINGS INC	US	0.9855	0.0251	-0.0308	-0.0057	0.0559	0.0000	-0.0016	0.0090	-0.0101	0.0161	-0.0191	4
SUZUKI MOTOR CORPORATION	JP	0.9516	0.0226	-0.0609	-0.0384	0.0835	0.0000	-0.0241	0.0226	-0.0085	0.0000	-0.0283	4
HINO MOTORS LTD	JP	0.9950	0.0225	-0.0188	0.0037	0.0413	0.0000	-0.0008	0.0225	-0.0076	0.0000	-0.0104	3
NOK CORPORATION	JP	0.9867	0.0222	-0.0272	-0.0050	0.0494	0.0064	0.0000	0.0158	0.0000	0.0000	-0.0229	4
MAZDA MOTOR CORPORATION	JP	0.9983	0.0218	-0.0147	0.0072	0.0365	0.0000	-0.0013	0.0218	-0.0001	0.0000	-0.0133	3
ELRINGKLINGER AG	DE	0.9452	0.0162	-0.0620	-0.0458	0.0782	0.0000	-0.0092	0.0162	-0.0075	0.0000	-0.0453	4
SHOWA CORPORATION	JP	0.9836	0.0158	-0.0203	-0.0045	0.0361	0.0000	-0.0031	0.0148	-0.0074	0.0010	-0.0098	3
HF-LEX CORPORATION	JP	0.9689	0.0157	-0.0371	-0.0214	0.0528	0.0000	-0.0026	0.0157	-0.0071	0.0000	-0.0274	4
TOYOTA MOTOR CORPORATION	JP	0.9821	0.0152	-0.0247	-0.0094	0.0399	0.0000	-0.0035	0.0152	-0.0005	0.0000	-0.0206	4
AIKAN INDUSTRY CO LTD	JP	0.9709	0.0152	-0.0353	-0.0201	0.0505	0.0045	0.0000	0.0107	-0.0026	0.0000	-0.0327	4
DAIHATSU MOTOR CO LTD	JP	0.9170	0.0149	-0.0879	-0.0730	0.1029	0.0000	-0.0035	0.0149	-0.0270	0.0000	-0.0574	4
LCI INDUSTRIES	US	0.8808	0.0147	-0.1256	-0.1109	0.1402	0.0000	-0.0744	0.0024	-0.0436	0.0122	-0.0076	4
G-TEKT CORPORATION	JP	0.9838	0.0132	-0.0213	-0.0080	0.0345	0.0000	-0.0096	0.0081	-0.0003	0.0051	-0.0114	3
SUBARU CORPORATION	JP	0.9428	0.0128	-0.0601	-0.0473	0.0729	0.0006	0.0000	0.0000	-0.0049	0.0000	-0.0191	4
DAIMLER AG	DE	0.9437	0.0127	-0.0591	-0.0463	0.0718	0.0000	-0.0029	0.0127	-0.0029	0.0000	-0.0533	4
AIKIN SEKI CO LTD	JP	0.9511	0.0120	-0.0500	-0.0380	0.0620	0.0000	-0.0183	0.0120	-0.0102	0.0000	-0.0216	4
TOYOTA INDUSTRIES CORPORATION	JP	0.9636	0.0106	-0.0386	-0.0280	0.0492	0.0042	0.0000	0.0065	-0.0168	0.0000	-0.0218	4
DENSO CORPORATION	JP	0.9584	0.0103	-0.0430	-0.0326	0.0533	0.0000	-0.0041	0.0103	-0.0058	0.0000	-0.0331	4
DANA INCORPORATED	US	0.9898	0.0088	-0.0308	-0.0219	0.0396	0.0000	-0.0019	0.0088	-0.0087	0.0000	-0.0202	4
MODINE MANUFACTURING CO	US	0.9611	0.0083	-0.0919	-0.0836	0.1002	0.0000	-0.0129	0.0083	-0.0569	0.0000	-0.0211	4
TOKAI RIKKA CO LTD	JP	0.9617	0.0079	-0.0398	-0.0318	0.0477	0.0000	-0.0021	0.0079	-0.0194	0.0000	-0.0183	4
TKJP CORPORATION	US	0.6204	0.0050	-0.3772	-0.3722	0.3822	0.0000	-0.0026	0.0050	-0.3313	0.0000	-0.0432	4
TESLA INC	US	0.8770	0.0048	-0.1188	-0.1140	0.1236	0.0000	-0.0299	0.0048	-0.0708	0.0000	-0.0182	4
FEDERAL-MOGUL HOLDINGS LLC	US	0.8993	0.0035	-0.1839	-0.1803	0.1874	0.0000	-0.0066	0.0035	-0.1299	0.0000	-0.0473	4