

## 研究ノート

日経 225 業種別株価指数を用いたリスク指標と  
業種別ダイバーシティの相関分析<sup>1)</sup>

山谷 巴 誉\*、竹内 明 香\*\*、細 萱 伸 子\*\*

## I インTRODクシヨN

2006年に、国連から責任投資原則（PRI: Principles for Responsible Investment）が提唱された。これは、投資の際に、収益だけでなく、ESG（Environment, Social and Governance）問題を考慮することを求めた提言である。その後、英国で2010年に株主のコーポレート・ガバナンスなど経営監視を規定したスチュワードシップコードが制定された。日本では、年金積立金管理運用独立行政法人（GPIF）が2017年度からESG投資をはじめ、スチュワードシップコードに加盟したことで認知が高まった。このESG問題のうちの一つとして、ダイバーシティがあげられる。

本論文はダイバーシティ進展の結果が株式市場でポジティブに評価される理由について検討したい。ポジティブに評価される可能性の論拠を示す先行研究には、配当や生産性の論点がある。配当の金額と株価への影響について、取締役会のダイバーシティが配当へ与える影響を分析した論文には、Chen et al. (2017)、Ye et al. (2019)、Gyapong et al. (2021) などがある<sup>2)</sup>。ダイバーシティと生産性に注目した論文として、Sofi, Ahmed, and Pazir (2025) は、ダイバーシティが労働生産性と全要素生産性を上昇させると示した。

ただし、この論文は製造業のデータを用いており、ダイバーシティの進展が企業の経済的成果に及ぼす影響は、業種や産業によって特異性があるものと考えられる。Bertay, Dordevic, and Sever. (2025) は、産業の成長速度に国のジェンダー平等の進展程度が影響すると示した。また、ダイバーシティの進み具合は、業種によって差があることが竹内・細萱 (2023) によって示された。竹内・細萱 (2023) では、国勢調査から、業種別の就業者と雇用者について、ダイバーシティ指数を算出している。ただし、この研究はダイバーシティ指数の算出についてのものであり、またその違いが経済的成果の違いにどのように影響するかは議論していない。

本稿の目的は、ダイバーシティが進む業界と、遅れている業界について、投資家のリスクに関する予測に共通点があるか検証することである。本稿では、日経 225 業種別株価指数の日次データを用いて、マーケット・モデルを推定する。推定したマーケット・モデルから、市場リスクとそれ以外のリスクを算出し、ダイバーシティの指数との関係性を分析する。

\* 上智大学 経済学研究科 博士前期課程

\*\* 上智大学 経済学部

## II マーケット・モデルを用いた産業別リスクの算出

本節では、数多くある株価の収益率のモデルの1つであるマーケット・モデルの解説を行う。その後、マーケット・モデルから算出される市場リスクとそれ以外の個別リスクについて紹介する。マーケット・モデルの詳細については、小林・芦田（2009）を参照のこと。

最初に、 $t$ 日の株式の終値を $S_t$ とすると、その日の安全利子率を $R_{ft}$ とすると、以下のように収益率を算出できる。

$$R_t = \left( \frac{S_t - S_{t-1}}{S_{t-1}} - R_{ft} \right) \times 100$$

カッコ内の前半の分数が株価から直接計算される収益率である。そして、そこから、安全利子率を引いて、超過収益率を算出する。業種別株価指数の超過収益率を $R_t$ とし、マーケット・ポートフォリオの超過収益率を $MR_t$ とする。

マーケット・ポートフォリオは、CAPM (Capital Asset Pricing Model) という理論から導出されるポートフォリオである。投資家についていくつかの仮定を置いたとき、投資対象となるすべての金融証券を含むポートフォリオを指す。本稿では業種別の株価から構成される、株価指数を分析するため、すべての株価の加重平均指数がマーケット・ポートフォリオとなる。本研究では TOPIX をマーケット・ポートフォリオの代用とした。

マーケット・モデルは、2種類の超過収益率を、以下のモデルで表すものである。

$$R_t = \alpha + \beta MR_t + u_t \quad u_t \sim i.i.d. (0, \sigma^2) \quad (1)$$

業種別株価指数の超過収益 $R_t$ が、マーケット・ポートフォリオ $MR_t$ に依存するとしている。ここで、説明変数が1つであることから、シングル・ファクターモデルとも呼ばれている。推定するパラメータは $\alpha$ 、 $\beta$ であり、最小二乗法で推定を行った。誤差項 $u_t$ の分散 $\sigma^2$ は、残差から推定される。

ここで、株価収益率のボラティリティ、もしくは、標準偏差は時間を通じて変動するということが知られている。例えば GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) 型モデル<sup>3)</sup>や、SV (Stochastic Volatility) モデルはその代表的なモデルである。これらのモデルでは、ある一定の時点までの情報を条件として、ボラティリティが変動する様子をとらえることができる。しかし、本分析では、業種別の長期的なリスクを分析するため、条件付きのボラティリティではなく、無条件のボラティリティを推定したい。そのため、誤差項の分散は一定とした。

収益率がマーケット・モデルに従っているとき、そのリスクは以下の式であらわされる。変数の分散を $V(\cdot)$ とし、

$$V(R_t) = \beta^2 V(MR_t) + \sigma^2 \quad (2)$$

収益率の分散が二つの項に分割されたことがわかる。この第1項にルートをとったものをシステムティック・リスク、もしくは、市場リスク、第2項を非システムティック・リスク、または個別リスクと呼ぶ。

市場リスクとは、マーケット・ポートフォリオの分散に相関しているリスクである。マーケット・ポートフォリオの分散は、株式市場全体の変動を表すので、市場リスク、もしくは、システムティック・リスクは景気変動と相関が高い。簡略化のため本稿では $\beta$ をシステムティック・リスクと呼ぶこととする。例えば2つの証券があったとき、証券aと証券bの双方とも、マーケット・ポートフォリオの分散 $V(MR_t)$

が上昇すれば、 $\beta^2$  だけ自身の分散も変動する。この時、証券 a と証券 b の分散の変動の大きさの違いは、 $\beta^2$  だけでとらえることができるからである。

個別リスクとは、システマティック・リスク以外の変動要因と解釈できる。そのため、非システマティック・リスクとも呼ばれる。株価は将来の企業の収益に対する投資家の期待値であることから、景気以外にも様々な要因に影響を受ける。それらを個別リスクである  $\sigma^2$  がとらえている。

本稿では、マーケット・モデルを、36 種類の業種別に最小二乗法で推定した。したがって、推定された  $\alpha$  と  $\beta$  は 36 個ある。それらの推定値から、システマティック・リスクを  $\beta$  の推定値とし、非システマティック・リスク（以下では業種別リスクとも呼ぶ）を誤差項の標準誤差である  $\sigma$  とした。

### III データ

本稿で使用するダイバーシティ指数と、マーケット・モデルを算出する際に使用した日経 225 業種別株価指数について紹介を行う。ダイバーシティ指数の詳細については、詳しくは、竹内・細萱（2023）を参照のこと。

竹内・細萱（2023）では、2020 年の国勢調査をもとに、産業別に Blau 指数（Blau 1997）<sup>4)</sup> を算出している。本稿では 2 グループ間の Blau 指数を使用する。1 つ目は日本人の男性と女性を比較する Blau 指数、二つ目は日本人と外国人かを比較する Blau 指数である。例えば、母集団から無作為に選ばれた人が男性である確率を  $p_1$  とし、女性である確率を  $p_2$  とする。この二つの確率には  $p_1 + p_2 = 1$  が成立する。このとき、Blau 指数は以下の式で算出される値である。

$$BI = 1 - p_1^2 - p_2^2 = 1 - p_1^2 - (1 - p_1)^2 \quad (3)$$

(3) 式からわかるように、 $p_1$  の二次関数になっており、男女比が半々の時に最大値となる。外国人と日本人の比率の場合は、外国人の比率を  $p_1$  とし、Blau 指数を算出した。

論文内では、就業者と雇用者の 2 種類のデータから Blau 指数を算出しているが、本稿では、投資家の予測するリスク、株式市場で観測されるリスクとの相関を分析するため、雇用者から算出された指標を用いて分析を進める。

次に、マーケット・モデルの推定に用いるデータの詳細を紹介する。まず、株価は TOPIX と業種別株価指数の両方とも、2024/05/01 から 2024/11/15 の 134 日間の日次データを使用した。上智大学図書館所蔵の日経 NEEDS Financial Quest を利用している。株価は終値を使用している。また、終値を収益率に変換したため、マーケット・モデルの推定に利用できた収益率のデータ期間は 2024/05/02 から 2024/11/15 である。安全利子率には、財務省が公表している 10 年物国債の利子率を使用した。株価と同じ日時のデータを利用している。ダウンロードページは [https://www.mof.go.jp/jgbs/reference/interest\\_rate/index.htm](https://www.mof.go.jp/jgbs/reference/interest_rate/index.htm)（財務省トップページ 国債 国債の関連資料・データ 国債金利情報）を参考のこと。

これらのデータを用いて分析を進めていくが、国勢調査と業種別株価指数では産業の分類が異なっている。そこで、表 1 のように業種別株価指数に合わせて業種を対応させた。表より、国勢調査の製造業に相当する業種が、日経 225 業種別株価指数では多数あることがわかる。逆に、日経 225 業種別株価指数のサービス業に相当する業種が、国勢調査の産業では複数あることがわかる。これらのデータは重複させて分析を進めた。

表 1 日経業種別株価指数とダイバーシティ INDEX との業種対応表

日経業種別株価指数	ダイバーシティ INDEX	
水産	漁業	
鉱業	鉱業, 採石業, 砂利採取業	
建設	建設業	
食品	製造業	
繊維		
パルプ		
化学工業		
医薬品		
石油		
ゴム		
窯業		
鉄鋼業		
非鉄金属および金属製品		
機械		
電気機器		
造船		
自動車・自動車部品		
その他輸送機器		
精密機器		
その他製造業		
商社		卸売業, 小売業
小売業		
銀行		金融業, 保険業
その他金融業		
証券		
保険		
不動産	不動産業, 物品賃貸業	
鉄道・バス	運輸業, 郵便業	
陸運		
海運		
空運		
倉庫・運輸関連		
通信		情報通信業
電力	電気・ガス・熱供給・水道業	
ガス		
サービス業	宿泊業, 飲食サービス業	
	複合サービス事業	
	サービス業 (他に分類されないもの)	
	学術研究, 専門・技術サービス業	
	生活関連サービス業, 娯楽業	

## IV 推定結果

マーケット・モデルの係数 $\beta$ は、すべての業種で有意に推定された(表2)。推定値はすべて正であり、マーケット・ポートフォリオのリスクが上昇すれば、産業別株価指数のリスクも上昇することが示された。言い換えれば、どの産業も、景気の影響を受けると投資家が想定しているといえる。マーケット・ポートフォリオのリスクに対する感応度は $\beta$ の値で比較できるが、この値については、1を超えるものもあれば、超えない業種もあり様々な値をとっている。業種リスクの数値は、表2の左端の値として示されている。こちらは、マーケット・モデルの誤差項の標準誤差を示すため、有意性の検定は行っていない。

表2 システマティック・リスクと産業個別リスクの推定結果

	日経業種別株価指数	システマティック・リスク		産業個別リスク
	業種	$\beta$ の推定値	$\beta$ のP値	誤差項の標準誤差
1	水産	0.4507	0.0000	0.6715
2	鉱業	1.0086	0.0000	1.3811
3	建設	0.8784	0.0000	0.8790
4	食品	0.5571	0.0000	0.7610
5	繊維	0.9091	0.0000	1.3393
6	パルプ	0.5709	0.0000	2.0645
7	化学工業	0.9844	0.0000	0.6874
8	医薬品	0.6115	0.0000	0.7755
9	石油	0.9252	0.0000	1.5363
10	ゴム	1.0113	0.0000	1.1089
11	窯業	0.9965	0.0000	0.7055
12	鉄鋼業	0.8352	0.0000	0.9864
13	非鉄金属および金属製品	1.0231	0.0000	0.7381
14	機械	1.0451	0.0000	0.6958
15	電気機器	1.1848	0.0000	0.9002
16	造船	1.2166	0.0000	3.2852
17	自動車・自動車部品	1.1233	0.0000	0.8517
18	その他輸送機器	0.6274	0.0000	1.5110
19	精密機器	1.1933	0.0000	1.8799
20	その他製造業	0.9599	0.0000	0.9372
21	商社	0.7208	0.0000	0.7235
22	小売業	0.6751	0.0000	0.8166
23	銀行	1.1085	0.0000	1.3938
24	その他金融業	1.0790	0.0000	0.7879
25	証券	1.1729	0.0000	1.0073
26	保険	1.4199	0.0000	1.0869
27	不動産	0.6920	0.0000	0.9281
28	鉄道・バス	0.6199	0.0000	0.9970
29	陸運	0.4007	0.0000	1.0121

表 2 システマティック・リスクと産業個別リスクの推定結果 (続き)

	日経業種別株価指数	システマティック・リスク		産業個別リスク
	業種	$\beta$ の推定値	$\beta$ の P 値	誤差項の標準誤差
30	海運	1.1916	0.0000	2.0239
31	空運	0.6057	0.0000	0.9353
32	倉庫・運輸関連	0.6251	0.0000	0.8732
33	通信	1.0633	0.0000	0.9063
34	電力	0.9846	0.0000	1.8608
35	ガス	0.5571	0.0000	1.2205
36	サービス業	0.7680	0.0000	0.7040

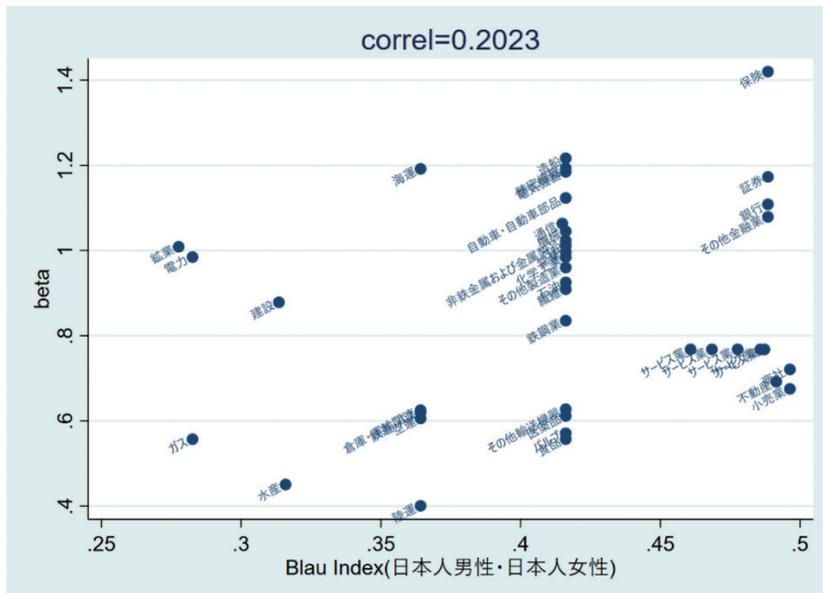
推定されたベータをシステマティック・リスクの推定値とし、誤差項の標準誤差の値を、非システマティック・リスクとして、ダイバーシティ指数との関連性を示したものが図 1 と図 2 である。

図 1 の (a) より、システマティック・リスクと性別のダイバーシティの間には正の相関がみられる。相関係数は、0.2023 である。念のため、データが重複する製造業とサービス業を除いた相関係数も計算したところ、0.3361 となり、正の相関が確認できた。これらの結果から、システマティック・リスクが大きい、言い換えれば、景気リスクが大きい産業ほど、性別のダイバーシティが高い傾向が観測できた。

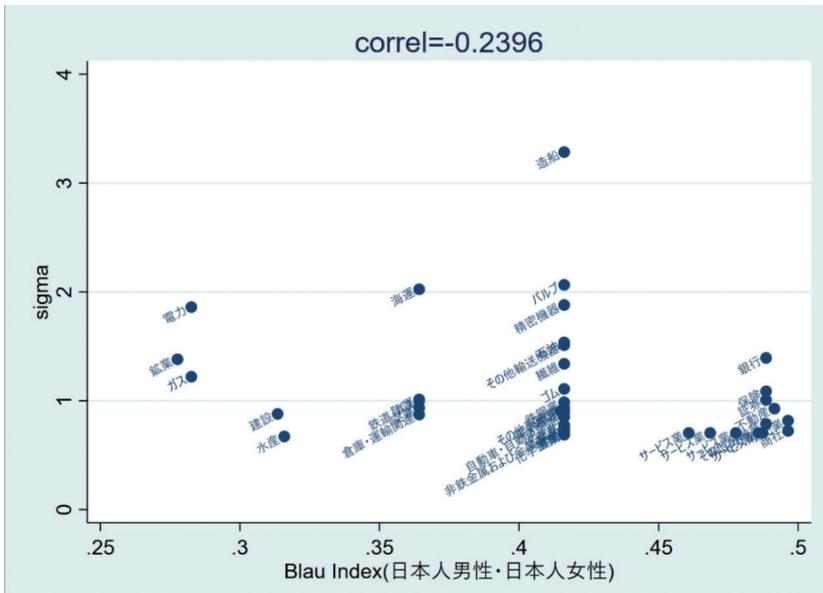
次に、図 1 の (b) より、業種別リスクと性別のダイバーシティの関係性は、-0.2396 と、負の相関がみられた。製造業とサービス業を除いた相関係数は、-0.3546 であり、同様に負の相関がみられた。これらから、業種別のリスクが上昇すると、性別のダイバーシティが下がることがわかる。業種別のリスクが高い産業とは、景気変動とは異なる、業種独自の将来の収益が不安定であると解釈できる。将来の収益の安定性が低いと、ダイバーシティが進まないことが分かった。

一方、外国人に関する結果をみると、システマティック・リスクと、非システマティック・リスクとともに、性別のダイバーシティの結果と比べて、相関係数が低いことが確認できる。これらのリスクと、国籍のダイバーシティの間には、明確な関連性が確認できなかった。製造業とサービス業を除いた場合、それぞれの相関係数が -0.3589 と -0.4022 となり、負の相関がみられる。システマティック・リスクとの関係性は、性別のダイバーシティの関係と逆であり、景気リスクが小さい企業ほど、国籍のダイバーシティ指数が上昇する可能性がある。非システマティック・リスクについては、性別のダイバーシティと同様に、将来の収益の安定性が低いと、ダイバーシティが進まないことが分かった。ただし、製造業とサービス業を含んだ相関係数とは、符号が逆転していることから、この傾向は弱いといえる。

国籍のダイバーシティと、システマティック・リスクと非システマティック・リスクに明確な関係性が見られなかった原因の一つに、外国人の雇用者比率が、すべての業種で大変低いことがあげられる。まだ、外国人雇用者数の絶対的な数値が小さいため、市場への影響が小さい可能性があるだろう。

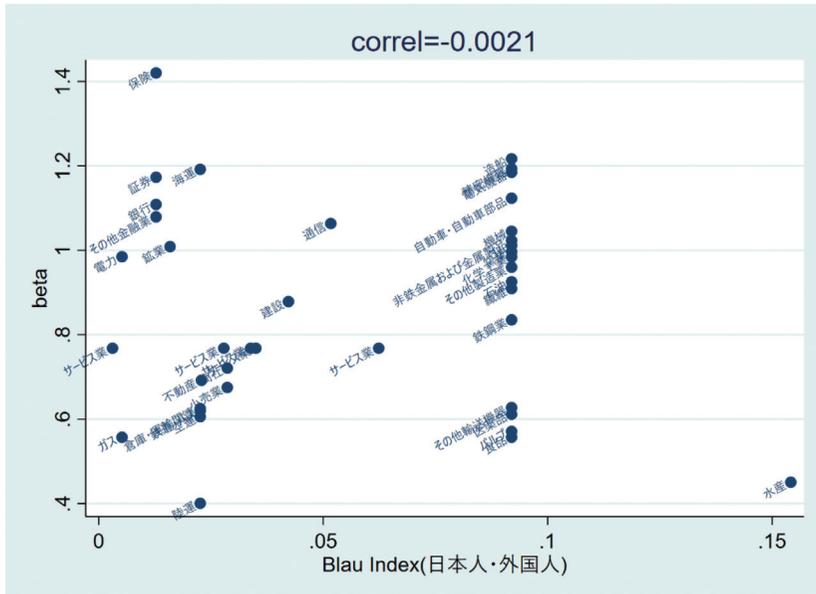


(a) システマティック・リスク

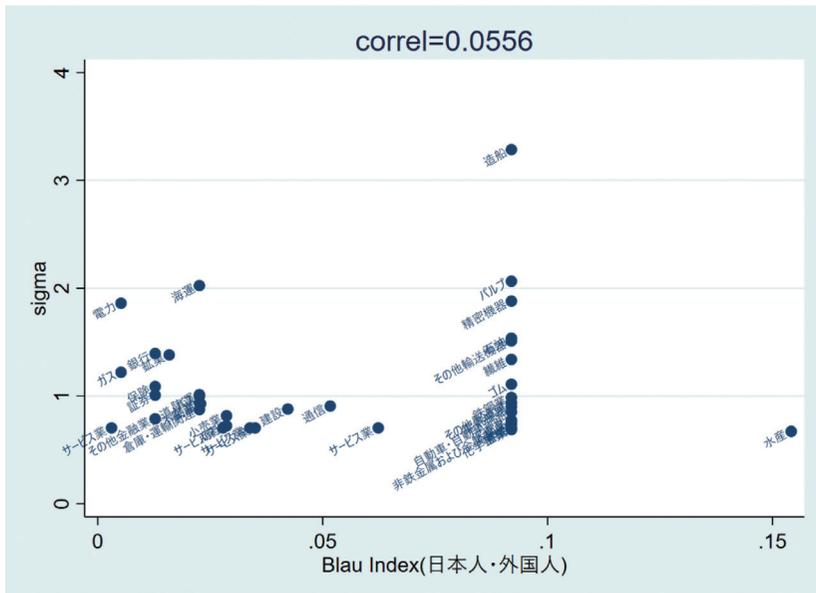


(b) 非システマティック・リスク

図1 日本人男女の Blau 指数の散布図



(a) システマティック・リスク



(b) 非システマティック・リスク

図 2 日本人と外国人の Blau 指数の散布図

## V 結論

本稿では、日経225業種別株価指数から算出される、システムティック・リスクと非システムティック・リスクを用いて、日本人男女のダイバーシティ、もしくは、日本人と外国人のダイバーシティの指数との関連性を検証した。結果、日本人と外国人のダイバーシティの指数は、株価指数から算出されたリスクと明確な関連性はみられなかったが、日本人男女のダイバーシティには、関連性がみられた。

日本人男女のダイバーシティは、システムティック・リスクが高まると、ダイバーシティも高まり、業種別リスクが高まると、ダイバーシティが下がる傾向があることが分かった。特に、システムティック・リスクは、景気変動と連動する程度を表し、景気変動に大きく依存する産業でダイバーシティ指数が高く、雇用の平等度が高いことが分かった。ただし、本研究では、1時点のシステムティック・リスクと、非システムティック・リスクを用いており、複数期間のリスク指標を用いて、同じ業種でシステムティック・リスクが変化した場合に、ダイバーシティが変化するかを検証はしていないことを記載しておきたい。

最後に今後の課題について述べる。マーケット・リスクは、市場全体に影響を与えるような、言い換えれば経済全体に影響を及ぼす景気に影響を受ける程度を示している。より長期のデータを用いたベータを利用し、再検証を行うことは必須であろう。また、株価は、各産業の将来の収益の期待値に影響をうけるため、実際の企業利益とは異なる動きをしている。そこで、ダイバーシティを高めることが、企業利益に影響を与えるか否か、の検証も必要であろう。

### 注

- 1) 本稿を作成するにあたり、東洋大学経済学部国際経済学科川野祐司教授には、本研究の分析データについてアドバイスをいただいた。ここに感謝の意を述べたい。本研究の誤りは、すべて筆者たち個人に属する。また、本稿は科学研究費基盤研究(C)22K01706(研究代表者 上智大学経済学部経営学科 細萱 伸子 准教授)より助成を受けている。
- 2) これらのほかに、取締役会の女性割合に着目した論文として、乾ほか(2014)、Siegel, Pyun and Cheon(2014)、Adams and Ferreira(2009)、Smith, Smith and Verner(2006)などもある。
- 3) Engle(1982)やBollerslev(1988)によって提唱された。
- 4) a Simpson Index、Herfindahl Index、Herfindahl-Hirschman Index(Rhoades, (1993))と呼ばれることもある。

### 参考文献

- Adams, R. B., & Ferreira, D. (2009). "Women in the boardroom and their impact on governance and performance." *Journal of financial economics*, 94(2), 291-309.
- Bertay, Ata Can, Ljubica Dordevic, and Can Sever. (2025) "Gender inequality and economic growth: Evidence from industry-level data." *Empirical Economics*: pp 1-36.
- Blau, Peter Michael (1997) "Inequality and Heterogeneity." New York: Free Press
- Bollerslev, Tim. (1986) "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity." *Journal of econometrics* 31.3: pp307-327.
- Chen, Jie, Woon Sau Leung, and Marc Goergen. (2017) "The impact of board gender composition on dividend

- payouts.” *Journal of Corporate finance* 43: pp. 86-105
- Engle, Robert F. (1982) “Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation.” *Econometrica: Journal of the econometric society*: 987-1007.
- Gyapong, Ernest, Ammad Ahmed, Collins G Ntim and Muhammad Nadeem. (2021) “Board gender diversity and dividend policy in Australian listed firms: the effect of ownership concentration.” *Asia Pacific Journal of Management* 38: pp. 603-643.
- Rhoades, S. A. (1993). The herfindahl-hirschman index. *Fed. Res. Bull.*, 79, 188
- Siegel, J. I., Pyun, L., & Cheon, B. Y. (2014). Multinational firms, labor market discrimination, and the capture of competitive advantage by exploiting the social divide. Harvard Business School Strategy Unit Working Paper, (11-011).
- Smith, N., Smith, V., & Verner, M. (2006). Do women in top management affect firm performance? A panel study of 2,500 Danish firms. *International Journal of productivity and Performance management*, 55(7), 569-593.
- Sofi, Irfan Ahmad, Sarfraz Ahmed, and Dil Pazir. (2025) “Gender Diversity at the Workplace and Industrial Productivity: Empirical Evidence from Indian Formal Manufacturing Sector.” *Journal of Quantitative Economics*: pp. 1-16.
- Ye, D., Deng, J., Liu, Y., Szewczyk, S. H., & Chen, X. (2019). “Does board gender diversity increase dividend payouts? Analysis of global evidence.” *Journal of corporate finance*, Vol. 58, pp 1-26.
- 乾友彦, 中室牧子, 枝村一磨, 小沢潤子. (2014). 企業の取締役会のダイバーシティとイノベーション活動. RIETI Discussion Paper Series 14-J-055.
- 小林孝雄, 芹田敏夫. (2009). 『新・証券投資論 1 理論篇』, 日本証券アナリスト協会編, 日本経済新聞出版
- 竹内明香, 細萱伸子. (2023). 「男女国籍別 Blau 指数によるダイバーシティの業種別比較」. *Sophia Discussion Paper Series*, 22, 1-21.