

令和 2 年 9 月 18 日現在

機関番号：32682

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K03755

研究課題名（和文）資本市場に整合的な期間構造のある資本コスト推定の研究

研究課題名（英文）A study of capital cost estimation with a term structure consistent with the capital market

研究代表者

乾 孝治（INUI, KOJI）

明治大学・総合数理学部・専任教授

研究者番号：60359825

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：資本コストは企業経営における指標として重要である。資本コストは企業の経営リスクに応じて決まる構造を持っている一方で、直接観察することができない。本研究では、企業の資本コストが、関連する資本市場における金融商品との整合性を満たしながら、各種リスク要因に応じて決まる構造を仮定した上で、株式市場を代表するリスク要因、さらに、最近投資家の関心を集めているESG要因などの影響を勘案してモデル化を行い、実証的に上場企業の資本コストを決定する方法の提案を目指した。ガバナンス要因と資本コストとの関係性や、ガバナンスと企業における情報漏洩などのインシデント発生確率の関係性について明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

企業経営を評価する上で、企業が取っているリスクと得られた利益の関係に注目することが重要である。資本コストは直接的に観察できないが、当該企業のパフォーマンスを測る上での基準を与えるものである。資本コストが明らかになると、投資家と企業は客観的な数値を基準として対話できることになり、短期的な利益追求ではなく、長期的な成長戦略を相互理解することが可能となる。近年注目されているESGやSDGsは企業経営においても無視できない制約条件であり、資本コストにそれら要因が影響することが実証的に明らかになると、企業経営者をそれらを意識した経営へと向かわせるインセンティブを与えることもできる。

研究成果の概要（英文）：No one would deny that the cost of capital is an important index in corporate management. The cost of capital has a structure that depends on the management risk of the company, but cannot be directly observed. In this research, I assume a structure in which the cost of capital of a firm is determined by various risk factors while satisfying the consistency with financial instruments in the related capital markets, I aimed to propose a method to empirically determine the capital cost of a listed company by modeling with consideration of the effects of ESG factors, etc., which are attracting the interest of investors. We clarified the relationship between governance factors and capital cost, and the relationship between governance and the probability of incidents such as information leakage in companies.

研究分野：金融データサイエンス

キーワード：資本コスト ESG リスクプレミアム

1. 研究開始当初の背景

2014年および2017年に経済産業省から発表されたいわゆる「伊藤レポート/伊藤レポート2.0」では、持続的成長に甘んじてきたわが国の経済・産業を再び成長させるために、投資家と企業が共に短期志向から脱却し長期的な企業価値創造に向けて合意形成が重要であること。さらに、投資家と企業経営者が「高質な対話」を通して長期的に資本コストを上回るROEを達成するための合意形成が求められていると指摘している。投資家と企業経営者の新しい長期的な関係を構築するためには、対話の基礎となる客観的な経営指標として資本コストが重要であると考えた。すなわち、理論的な整合性を備えた客観的な資本コストの予測値は、双方が納得できる議論を行う上で必須と考えたのである。加えて、近年注目を集めるようになったESGへの取組が資本コストに影響するという指摘もあり、従来のモデルを拡張する必要性があると考えた。

一方、資本コストを構成する要因分解も重要であり、ベースとなるリスクフリーレートおよび複数種類のリスクプレミアムに分解して理解することが、対話をするうえで重要な視点を提供すると考えた。そこで、精度良く資本コストを推定するためには、各リスク要因の寄与度を正しく推定するだけでなく、産業への資金供給に大きな影響を与えるリスクフリーレート（国債金利）の期間構造についても考察することが有意義であると考えた。

2. 研究の目的

研究当初は以下の(1)から(4)の目的を掲げたが、研究開始後に日本銀行のイールドカーブ操作が強力に進められた影響で10年国債でもマイナス金利が生じる想定外の事態となった。また、日銀の国債保有残高が急増した結果、市場の価格発見機能も失われているという指摘もあり、ベースラインとなるリスクフリーレート期間構造についてモデルに反映するメリットは多くないと判断し、目的から当該分析を除外した。ただし、利益成長率に関する期間構造（長期的に一定水準に収斂する構造）についてはモデル精度に寄与するか否かを評価することとした。さらに、研究を進める過程で新たに(5)を追加した。

(1) 投資家と企業の対話の質を高める精度の高い資本コストモデルの構築

本研究の最終的な目標である制度の高い資本コストモデルを構築することを目指した。そのために、金利期間構造の反映、従来のマルチファクターリスクモデル ESG など新しいリスクファクターを追加する修正による効果の測定を目指すこととした。

(2) 資本コストの期間構造とリスクファクターの関係性の解明

ベースとなる国債の金利期間構造と個別企業の利益成長に関する期間構造（成長と収斂）を反映した上で、資本コストの期間構造を短期・中期・長期の領域に分けて考え、期間に応じてことなるリスクファクターの効果測定を目指した。

(3) ガバナンスの強さと資本コストの関係性についての実証分析

ESGデータとして利用可能なデータを用いて、特にデータが企業横断的に入手しやすいガバナンス要因の影響を実証的に明らかにすることを目指した。

(4) 資本コストの基礎的な性質に分析結果の発信の準備

将来的に研究成果をタイムリーに発信する仕組みを構築することを目指した。

(5) ガバナンスと企業価値を既存するインシデントの関係性分析

企業価値に影響を与えるリスクファクターは、本来的に不確実性を示す確率変数として表現してモデルに組み込むが、代表的には正規分布として表現するものと、ジャンプで表現するタイプに分けて考えることが多い。当初は主に前者のリスクを想定していたが、企業の情報漏洩等のインシデントが大きく価値を既存する事例が頻発したことから、ガバナンスとインシデントの関係について解明することも企業価値評価において重要であると考え、実証分析を実施することとした。

3. 研究の方法

(1) 使用データ

本研究は、Bloombergが提供するESGファクターおよび東洋経済新報社が提供するCSRデータを利用した。

Bloombergが提供するESGデータには、E、S、Gのそれぞれについて5系列のスコアが用意されている。東証

1 部上場銘柄に関するカバレッジについては下表に示した通り，E（環境）およびS（社会）については高い系列でもおよそ 25%程度である一方で，G（ガバナンス）関連の系列については 4/5 の系列で約 80%以上を示している．本研究では，ガバナンスの 4 系列を統合して 1 つのガバナンスファクターを作成することとした．4 つの系列のそれぞれについて 4 分位点を求め，同 4 分位点区切られた 5 つの区間について，0 点から 4 点のスコアを与えて集計した．

東洋経済の CSR データは詳細な質問項目（例えば，管理職の男女比率，環境担当役員の数，CIO の有無，ISMS の取得状況など）についてのデータがあるため，特にインシデントとの関係については東洋経済のデータを利用した．また，インシデントデータは JNSA（日本ネットワークセキュリティ協会）のセキュリティ被害ワーキングが集計したデータを使用した．

リスクモデルとしては，Fama-French の 3 ファクターモデルを基本にして，同リスクモデルの構築方法に依拠したリスクモデル構築の手順に従い，Fama-French の 3 ファクターにガバナンスファクターを加えた 4 ファクターモデルを構築した上で，浅野 安田 奥田[2016]で示された資本コスト推定方法を通して，企業の資本コストにおけるガバナンス要因が影響を与えているか否かについて実証的な評価を試みた．

株価関連データは，Quick 社の Astra Manager から入手した．予想利益については Quick コンセンサスを利用した．東証一部上場企業を対象としたが，必ずしも全銘柄について予想利益が得られる訳では無い．また，Bloomberg の ESG データは 2013 年から利用可能であり，また，個別銘柄のファクター感応度を回帰分析で推定する必要があることから，実際の資本コスト推計が可能になるのは，2016 年 6 月～2018 年 5 月までの二年間に限られる．

（ 2 ） Fama-French 3 ファクター + ガバナンスファクターの評価モデル

Fama-French の方法に従い，以下の方法でリスクファクターを求めた．すなわち，東証一部上場銘柄について，各年の 6 月末の時価総額(Market Value)の中央値により大型 (Big) と小型 (Small) にグループ分けした上で，簿価時価比率 (BEME)，およびガバナンススコアの 70，30 パーセント点で 3 分割し，得られた 12 グループについての時価総額加重ポートフォリオリターンを求め，以下に示す算式により，割安成長ファクター (HML)，規模ファクター (SMB) およびガバナンスファクター (AMC: Aggressive Minus Conservative) とした．

Market Value Median			
Small/Value (SV)	Big/Value (BV)	70%	BEME
Small/Neutral (SN _{BA})	Big/Neutral (BN _{BA})	30%	
Small/Growth (SG)	Big/Growth (BG)		
Small/Aggressive (SA)	Big/Aggressive (BA)	70%	Gov. Score
Small/Neutral (SN _{CS})	Big/Neutral (BN _{CS})	30%	
Small/Conservative (SC)	Big/Conservative (BC)		

$$HML = \frac{(BV - BG) + (SV - SG)}{2}$$

$$SMB = \frac{(BV - SV) + (BN_{BM} - SN_{BM}) + (BG + SG)}{6} + \frac{(BV - SV) + (BN_{GS} - SN_{GS}) + (BG + SG)}{6}$$

$$AMC = \frac{(BA - BC) + (SA - SC)}{2}$$

（ 3 ） 資本コストの推定モデル

浅野 安田 奥田[2016]にしがたい，次の残余利益モデルによる理論価格モデルを用いた．

$$V_t = \sum_{j=1}^{T-t} \frac{\mathbb{E}_t[d_{t+j}]}{(1 + R_{E,t})^j} = \sum_{j=1}^{T-t} \frac{\mathbb{E}_t[e_{t+j}^{ex} + (R_{E,t} + 1)B_{t-1} - B_t]}{(1 + R_{E,t})^j}$$

さらに配当性向により定義される期待利益成長利益率 g_E^i と 1 期先の ROE 見通しであるアナリスト予想 $\hat{e}^{ex,i}$ を期待超過利益の代理変数として用いることで，企業 i の市場株価 P_i を求めた上で株価を企業間で相対

化した相対理論の公式：

$$\frac{P_t^i}{B_t^i} = 1 + \frac{(ROE_{t+1}^i - R_{E,t}^i)}{(R_{E,t}^i - g_{E,t}^i)} \left(1 - \left[\frac{1 + g_{E,t}^i}{1 + R_{E,t}^i} \right]^{\tau_t} \right) + \varepsilon_t^i$$

について疑似最尤法を用いてパラメーターを推定する。

$$\max_{\lambda_t, \gamma_t, \tau_t} \ln \left[(2\pi)^{-\frac{N}{2}} |\Sigma_{\varepsilon,t}|^{-\frac{1}{2}} \exp \left(-\frac{1}{2} (\mathbf{Z}_t - \mathbf{M}_t)^T \Sigma_{\varepsilon,t}^{-1} (\mathbf{Z}_t - \mathbf{M}_t) \right) \right]$$

によってパラメーター $\lambda_t, \gamma_t, \tau_t$ を決定し、資本コスト $R_{E,t}^i$ 、期待利益成長率 $g_{E,t}^N$ を推定する。

ただし、利益成長期間 τ_t を同時推定すると極端な結果になることが多いため、本研究ではハイパーパラメータとして $\tau_t = 15$ として推定することとした。また、成長率の期間構造を取り入れたモデルについては、成長が続く期間を超えてから業種平均に定率で収斂する構造とし、長期的な業種平均（サステイナブル業種成長率）についてもモデルで推定することとした。

（3）インシデントリスクの推定モデル

ガバナンス関連の複数の変数とインシデントの相関を調べるために、業種や規模を操作変数として与えながら候補となっている変数それぞれの有意性について検定を実施した。その結果、業種や規模、インシデントの発生年は独立であると見なせないため、交絡因子の影響を考慮して、多項ロジスティックモデルを適用した。

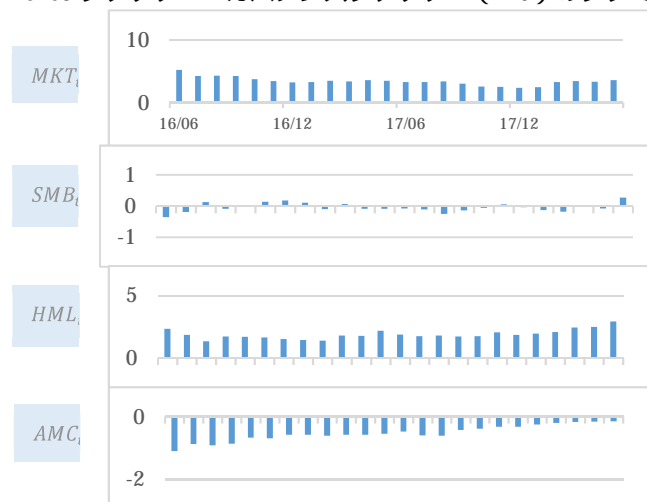
4. 研究成果

5.

（1）資本コスト推定結果 ガバナンスファクターのリスクプレミアム -

Fama-French の 3 ファクターにガバナンスファクター（AMC）を追加した結果、ガバナンスファクターについても安定的に負値の感応度が観測される結果となった。すなわち、ガバナンスに積極的な企業の資本コストは相対的に低下していると結論づけることができる。ただし、データの都合で実際に推定できる期間が 2 年間であり、当該期間においてリスクプレミアムが低減している様子が観測された。これは、近年の ESG の取組が無視できない状況で、同ファンドの設定が増加するなどの影響もあり、ESG に積極的な企業の株価が値上がりした結果、時間の経過と共に（インプライド）資本コストにおけるガバナンスリスクへの要求リスクプレミアムが低下傾向をしめしているという解釈が可能である。

Fama-French3 ファクター + ガバナンスファクター（AMC）のプレミアム推定結果

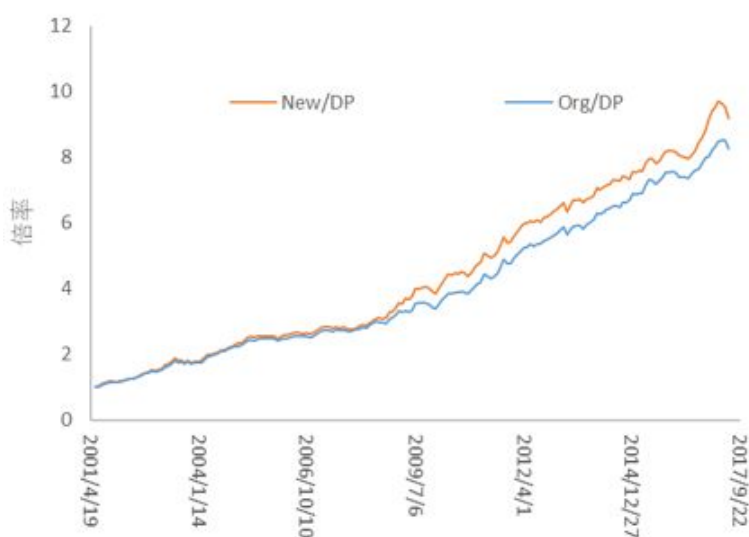


(2) 資本コストの推定結果 - 成長率の期間構造モデルの効果 -

成長率の期間構造の効果を測定するため、浅野・保田・奥田モデルを従来モデルとして採用し、同モデルに成長率がある年限まで定率で成長下のちに業種平均に収斂するモデルを新モデルとして、両者で個別銘柄の資本コストの推定を行った。

資本コストの推定精度について評価するために、個別銘柄毎に推定した資本コストによる分位ポートフォリオと、同資本コストで求めた理論株価による分位ポートフォリオ分析を実行した。資本コストは長期的な期待リターンという意味合いがあるのでそのまま用いた。理論株価については実際の株価との比率(相対株価)をもとめ、これを割高/割安指標として用いた。分位ポートフォリオは5分位とし、第1・第5ポートフォリオの収益率の差(ロングショートポートフォリオシミュレーションに相当)について評価した。いずれも評価期間は2001年5月から2017年5月までである。

月次の平均リターン、標準偏差で見ると、まず資本コストについては、従来モデルと新モデルの差がほとんどなく、いずれも累積リターンで約2倍となった。一方、相対株価については16年間で8~10倍に達しており、新モデルが若干良い結果を示した。その他の検証結果については省略するが、利益成長についての期間構造を取り入れた結果、資本コストの推定精度を高める効果が確認できた。



(3) ガバナンスとインシデントの関係

全17変数に対して、インシデント発生に対して説明力の高い変数は、告発保護、CFOの有無、プライバシーポリシーの策定、内部窓口の設置、独立監査部門の有無、リスクマネジメント・クライシスマネジメント体制の構築、同基本方針の有無、労働安全マネジメントシステムの構築の有無、の8変数であった。ガバナンスのレベルがインシデント発生と関係あることが読み取れる結果となった。ただし、業種や規模と各変数が独立でないことから交絡因子の影響を考慮して多項ロジスティックモデルを推定した結果、C10の有無、内部告発窓口の設置、環境監査などの変数で有意な結果が得られた。とくにC10を設置している企業では、そうでない企業とくらべてインシデント発生率が0.3倍になるという結果が得られた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 山田道洋, 菊池浩明, 松山直樹, 乾孝治	4. 巻 DPS-174
2. 論文標題 個人情報漏洩の損害額の新しい数理モデルの提案	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 研究報告マルチメディア通信と分散処理	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山田道洋, 菊池浩明, 松山直樹, 乾孝治	4. 巻 SPT-29
2. 論文標題 経営マネジメント状況による情報漏洩インシデント削減効果の評価	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 研究報告セキュリティ心理学とトラスト	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Naoki Hashimoto, Qi Wu, Limei Zhu, Koji Inui and Kazuo Kishimoto	4. 巻 10
2. 論文標題 The Pareto distribution (Type III) gives a good first approximation to the transaction intervals of Nikkei 225 Futures in the OSE	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JSIAM Letters	6. 最初と最後の頁 9-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14495/jsiaml.10.9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 山田道洋, 池上和輝, 菊池浩明, 乾孝治
2. 発表標題 経営マネジメント状況による情報漏洩インシデント削減効果の評価
3. 学会等名 情報処理学会 第82回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新堀 奨, 乾 孝治
2. 発表標題 日本企業の資本コスト推定と予測精度の評価
3. 学会等名 日本OR学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Koji INUI
2. 発表標題 Improving Forecast Ability of Lyle-Wang Model by Panel Data Analysis
3. 学会等名 Temple University 2016 Accounting Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----