



企業価値評価用データ Value Pro

算出方法及び使用方法のご案内

企業別 β 及び業種別 β

ご注意

本資料及びデータの著作権は当社に帰属します。第三者への開示その他自己使用の範囲を超えたご利用にあたっては、事前に当社の書面による許諾をおとり下さい。

掲載されたデータは、当社が信頼できると判断した情報をもとに作成したのですが、当該情報の正確性及び完全性を当社が保証するものではありません。これらの情報の誤りに起因して生じた損害につき、当社は一切の責任を負いませんので、ご了承のほどお願いいたします。

お問い合わせ先

100-6030 東京都千代田区霞が関 3-2-5 霞が関ビルディング 30 階

株式会社ブルータス・コンサルティング

TEL 03-3591-8123/ FAX 03-3591-8112

valuepro@plutuscon.jp

担当 明石・山本

1. 概要	1
2. 表の見方	1
2.1 平均値・中央値	1
2.2 β	1
2.2.1 Levered β	2
2.2.1.1 基準日	2
2.2.1.2 観察周期	2
2.2.1.3 観察期間	2
2.2.1.4 変化率	2
2.2.2 Unlevered β	2
2.2.2.1 税効果を有リスクとみなした式	3
2.2.2.2 税効果を無リスクとみなした式	3
2.3 統計量	3
2.3.1 データ数	3
2.3.2 標準誤差	4
2.3.3 t 値	4
2.3.4 決定係数	4
2.4 資本構成	5
2.4.1 時価総額	5
2.4.2 有利子負債	5
2.4.3 株主資本比率	5
2.4.4 負債比率	5
3. 数値例	6
3.1 Levered β	6
3.1.1 平均値を用いる場合	6
3.1.2 特定企業の β を用いる場合	6
3.2 Unlevered β	6
3.2.1 平均値を用いる場合	6
3.2.2 特定企業の β を用いる場合	7
3.3 Relevered β	7
3.3.1 平均的な資本構成を想定する場合	7
3.3.2 有利子負債の利用を想定しない場合	7
3.3.3 特定の資本構成を想定する場合	7
4. 補論	8
4.1 CAPM	8

4.1.1 概要	8
4.1.2 背景	8
4.1.3 β の意義	8
4.2 β の導出	8
4.2.1 モデルの構築	9
4.2.2 視覚的な理解	9
4.2.3 推定の方法	9
4.3 β と資本構成	10
4.3.1 Modigliani-Miller の理論	10
4.3.2 Unlevered β の導出.....	10
4.3.2.1 税効果を無リスクとみなす場合.....	11
4.3.2.2 税効果を有リスクとみなす場合.....	11
4.4 β の統計的分析	12
4.4.1 標準誤差	12
4.4.1.1 母集団と標本.....	12
4.4.1.2 正規分布	12
4.4.1.3 信頼区間	13
4.4.1.4 t 分布	13
4.4.1.5 区間推定	13
4.4.2 t 値	14
4.4.2.1 t 値とは	14
4.4.2.2 仮説検定の目的.....	14
4.4.2.3 仮説検定の方法.....	14
4.4.2.4 t 検定の方法	14
4.4.2.5 標準誤差と t 値の関係	15
4.4.3 決定係数	15
4.4.3.1 視覚的な理解.....	15
4.4.3.2 決定係数に関する誤解.....	15

1. 概要

本資料では、次式で与えられる資本資産評価モデル（Capital Asset Pricing Model; CAPM）により株主資本コストを求めるのに必要な β を提供します。

$$R_e = R_f + \beta \times \{E(R_m) - R_f\} \quad [1]$$

R_e : 株主資本コスト R_f : 無リスク利子率 β : リスク感応度

$E(R_m) - R_f$: 株式リスクプレミアム

2. 表の見方

農林・水産業のデータを例に、表の見方及び主要な項目の算出方法を解説します。

平均値・中央値

基準日	水産・農林業	Levered	Unlevered1	Unlevered2	E/(E+D)
July	平均値 ^{※1}	X	Y	Z	AA
2019	中央値 ^{※1}				

資本構成

コード	名称	β			統計				資本構成				決算期	
		Levered ^{※2}	Unlevered1 ^{※3}	Unlevered2 ^{※4}	データ数 ^{※5}	標準誤差 ^{※6}	t ^{※7}	R ² ^{※8}	E ^{※9} (百万円)	D ^{※10} (百万円)	E/(E+D)	D/E		
1301	極洋													
1332	日本水産	AB	AC		AD	AE							AF	2019年3月期
1333	マルハニチロ													
1376	カネコ種苗													
1377	サカタのタネ													
1379	ホクト													
1380	秋川牧園													
1381	アクシース													
1382	ホープ													
1383	ベルグアース													
1384	ホクリヨウ													

β
 統計量

2.1 平均値・中央値

国内の上場企業を、証券コード協議会の分類による 33 の業種に区分し、それぞれの業種に属する企業の β 及び株主資本比率の平均値と中央値を集計しております。ただし、上場から 2 年に満たない企業については、データの信頼性が十分でない可能性があるものとして、集計の範囲から除かれております。

2.2 β

それぞれの業界に属する企業について、次のデータを集計しております。

2.2.1 Levered β

次式の β を最小二乗法により推定したものです。

$$Y_t = \alpha + \beta \times X_t + u_t \quad [2]$$

Y_t : 株価の変化率 X_t : TOPIX の変化率 u_t : 誤差項 t : データの観察時点

2.2.1.1 基準日

原則として毎月 15 日です。ただし、休業日の場合は直前の営業日となります。

2.2.1.2 観察周期

信頼性の高い推定結果を得るためには、十分な数のデータを確保する必要があります、そのためには観察周期をできるだけ短くした方が望ましいとも思われます。しかし、中長期にわたるキャッシュ・フローに適用される割引率の前提となる β の推定にあたり、短期的な変動の影響を反映させることは必ずしも望ましくないことが知られています。そこで、ごく短期的な変動の影響を取り除きつつも、十分な数のデータを確保する観点から、観察周期は週次に設定されております。

2.2.1.3 観察期間

信頼性の高い推定結果を得るためには、十分な数のデータを確保する必要があります、そのためには観察期間をできるだけ長くした方が望ましいとも思われます。しかし、観察期間があまりに長いと、その間に企業の実態が大きく変化し、事業のリスクが正しく反映されない可能性もあります。そこで、データの観察期間を週次に設定していることも勘案の上、基準日から遡る過去 5 年を観察期間に設定しております。ただし、上場から 5 年に満たない企業については上場後に限ります。

2.2.1.4 変化率

次式に基づき算出されます。配当は重要性が乏しいことから考慮しておりません。

$$\Delta Y_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \quad [3]$$

$$\Delta X_t = \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} \quad [4]$$

2.2.2 Unlevered β

Levered β から Unlevered β を求める方法はいくつかありますが、本資料では最も広く用いら

れている二つの式を用いたデータを提供しております。

2.2.2.1 税効果を有リスクとみなした式

Levered β を次式で変換することにより求められ、表中では Unlevered 1 として示されます。

$$\beta_u = \beta_e \div \left(1 + \frac{D}{E}\right) \quad [5]$$

β_u : Unlevered β β_e : Levered β D/E : 負債比率

負債比率は D/E レシオとも呼ばれ、理論上は有利子負債の時価を株主資本の時価で除することによって求められます。実際の算定方法については 2.4 でご説明します。

2.2.2.2 税効果無しリスクとみなした式

Levered β を次式で変換することにより求められ、表中では Unlevered 2 として示されます。

$$\beta_u = \beta_e \div \left\{1 + (1-t) \times \frac{D}{E}\right\} \quad [6]$$

t は法人税等の実効税率を示しており、本資料では 30% に設定されております。

[5] 式との形式上の違いは、1 から実効税率 t を控除した割合を含む点にあります。このことから、[6] 式は節税効果を考慮した式、[5] 式はこれを考慮しない簡便な式と理解されがちですが、そのような理解は正しくありません。

導出過程は 4. で示す通りですが、[5] 式と [6] 式の違いは税効果無しリスクとみなすかどうかにあります。[5] 式は [6] 式の仮定を緩めて一般化したものと位置付けられ、海外の著名な文献でもより汎用性の高い [5] 式を前提にした解説がなされております。ただし、国内の実務においては [6] 式が用いられる場合も多いことから、本資料ではそれぞれの式に基づく結果を示しました。

2.3 統計量

β の前提となった株価及び株価指数のデータから、 β の信頼性、当てはまりの良否などを評価するための指標を得ることができます。それらの指標を統計量と総称します。本資料で提供されるデータは次の通りです。

2.3.1 データ数

原則として基準日から遡る 5 年間の週次データによっていることから、多くの企業については 260 程度となります。ただし、出来高がきわめて少ない企業と、上場後 5 年未満の企業

についてはその数を下回る場合があります。上場後 2 年に満たない企業については、名称の欄に注記を付すとともに、業種の平均値・中央値の算出から除いております。

2.3.2 標準誤差

株価及び株価指数は確率的に変動するため、 β も一義的には定まらず、一定の確率分布に従うことが知られています。言い換えると、推定された β には誤差があるということです。

β の誤差の取扱いには大別すると二つの方法があります。一つは、複数の β を平均することによって誤差の平準化を図る方法です。もう一つは、標準誤差を用いて真の β が一定以上の確率で存在する範囲を求め、それに応じて割引率にも幅を設ける方法です。

結論だけ述べると、推定された β を中心にした上下 2 標準誤差の範囲に、約 95%の確率で真の β が存在するという推論を導くことができます。

2.3.3 t 値

β の統計的有意性を検定するための指標で、表中では t として示されます。統計的有意性の意味するところは様々ですが、ここでは一定以上の確率で β が 0 とは異なることをいいます。 β が 0 でないということは、株価が株価指数の変動に影響を受けていることを意味し、 β は一応信頼しうるものと評価できます。

結論だけ述べると、 t 値がおおむね 2 を超えれば、 β が 0 とは異なるという推論を導くことができ、このとき β は有意に 0 と異なる、あるいは統計的に有意であるといえます。正確には、絶対値で 2 を超えた場合に有意となりますが、通常は株価指数が上昇(下落)した場合は株価も上昇(下落)する傾向にあるため、 β の t 値が -2 を下回ることは基本的にありません。

2.3.4 決定係数

決定係数は、[2]式で表される直線の当てはまり具合を示す指標で、表中では R^2 として示されます。当てはまり具合をより正確に定義すると、株価変動のうち、株価指数の変動で説明可能な部分の割合です。したがって、決定係数は理論上 0 から 1 の間をとることとなります。時点に応じた変動はあるものの、全企業の β の決定係数を単純に平均すると 0.25 程度というのがおおよその目安であり、0.5 を超えれば相当高い部類に入ります。

標準誤差及び t 値と異なり、決定係数は直観的に理解しやすいことから、実務においては β の信頼性を評価する指標として多用されがちです。実際のところ、決定係数の高い(低い)株の標準誤差は小さく(大きく)、 t 値は大きく(小さく)なる傾向にあることから、少なくとも間接的には、決定係数により β の信頼性を評価することは可能です。ただし、あくまで間接的に評価しうるだけであって、正しい評価ができるわけではありません。決定係数が一定水準を下回った β を排除する実務も散見されますが、統計学的には合理性が乏しい方法です。

2.4 資本構成

Levered β から Unlevered β を求める式には、いずれも D/E が変数として含まれます。本資料では次の要領により関連するデータを求めています。

2.4.1 時価総額

平均株価に発行済株式数を乗じることにより求めています。平均株価は基準日から遡る 3 ヶ月間の終値の単純平均値、発行済株式数は基準日の直前四半期末における自己株式控除前の普通株式数で、株式分割の影響は調整済みです。

理論上、株主資本には、普通株式だけでなく、種類株式、非支配株主持分も含まれると考えられますが、重要性が乏しいことから、普通株式の時価のみを株主資本に含めています。

2.4.2 有利子負債

有利子負債の時価の算定は難しいことから、本資料の作成にあたっては、直前事業年度末における社債及び借入金の残高を参照しております。

有利子負債の金額を求めるにあたっては、現金預金と相殺後の純有利子負債を用いる考え方もありますが、現金預金が有利子負債を上回った場合の解釈が難しいことから、本資料では総額に基づいております。

2.4.3 株主資本比率

各企業の時価総額を、時価総額と有利子負債の合計額で除した割合です。

2.4.4 負債比率

有利子負債を時価総額で除した割合です。

3. 数値例

農林・水産業を例に、データの使用方法をご説明します。

基準日	水産・農林業	Levered	Unlevered1	Unlevered2	E/(E+D)
July	平均値 ^{※1}				
2019	中央値 ^{※1}				

コード	名称	β			統計				資本構成				
		Levered ^{※2}	Unlevered1 ^{※3}	Unlevered2 ^{※4}	データ数 ^{※5}	標準誤差 ^{※6}	t ^{※7}	R ² ^{※8}	E ^{※9} (百万円)	D ^{※10} (百万円)	E/(E+D)	D/E	決算期
1301	極洋												
1332	日本水産												
1333	マルハニチロ												
1376	カネコ種苗												
1377	サカタのタネ												
1379	ホクト												
1380	秋川牧園												
1381	アクシース												
1382	ホーブ												
1383	ベルグアース												
1384	ホクリヨウ												

3.1 Levered β

平均値を用いる場合と、日本水産株式会社の β を用いる場合を例に説明します。

3.1.1 平均値を用いる場合

農林・水産業の平均値を参照するか、類似性を有すると思われる複数の企業を選んで平均値を求めます。農林・水産業の平均値を用いる場合は、X が参照すべき値となります。

3.1.2 特定企業の β を用いる場合

日本水産の行にある AB が参照すべき値となります。標準誤差が AE であることと、データ数が AD であることを考慮すると、95%信頼区間は甲から乙となります。これは AB を中心とした上下 1.97 標準誤差に相当する範囲として求めたものです¹。

3.2 Unlevered β

平均値を用いる場合と、日本水産の β を用いる場合を例に説明します。

3.2.1 平均値を用いる場合

[5]式を前提とする場合は Unlevered1 の列、[6]式を前提とする場合には Unlevered2 の列に着目し、表の左上にある業種の平均値を参照するか、類似性を有すると思われる企業を選んで平均値を求めます。[5]式を前提に農林・水産業の平均値を用いる場合は Y となります。

¹ 上下 2 標準誤差以内としないのは、95%のデータが含まれる範囲を正しく求めるためです。詳しくは 4.の解説をご覧ください。

[6]式を前提とする場合は Z ですが、これは実効税率を 30%とした場合の値です。それ以外の税率を用いる場合は、Unlevered β からご自身で求めていただく必要があります。

3.2.2 特定企業の β を用いる場合

[5]式を前提にすると、日本水産の行にある AC が参照すべき値となります。ただし、標準誤差を利用して信頼区間を求めた場合には、信頼区間の境界値に相当する値を Levered β とみなして、ご自身で[5]式または[6]式に基づき計算していただく必要があります。その際の D/E には、日本水産の行にある AF を用います。

3.3 Relevered β

実際に適用される β は、評価対象会社において想定される資本構成に応じて再び調整されます。このようにして求めた β を Relevered β といいます。

企業価値評価の前提となる資本構成は、評価対象会社の貸借対照表上の株主資本及び有利子負債ではなく、時価を基準に見積もります。しかしながら、特に非上場会社の場合、時価に基づき資本構成を見積もるのは困難です。そこで、実際の算定にあたっては、次のいずれかにより資本構成を見積もり、それに応じて Relevered β を求めるのが一般的です。

3.3.1 平均的な資本構成を想定する場合

有利子負債への依存度は、業種によって異なる傾向があります。そこで、業種の平均的な資本構成を前提に Relevered β を求める方法が考えられます。たとえば、農林・水産業の平均値を用いる場合には、 $E/(E+D)$ の平均値である AA を株主資本、1 から AA を控除した $1-AA$ を有利子負債で調達すると想定することになります。

この場合、3.1 で求めた Levered β の平均値である X を Relevered β として用います。加重平均資本コストを求める場合は、AA の割合で加重平均資本コストを、 $1-AA$ の割合で負債資本コストを組み入れて計算します。

3.3.2 有利子負債の利用を想定しない場合

3.2 で求めた Unlevered β をそのまま Relevered β として適用します。

3.3.3 特定の資本構成を想定する場合

特定の資本構成を想定して Relevered β を求めることもできます。たとえば、株主資本と有利子負債の比率を 8 対 2 と想定する場合、D/E は 25%と計算されます。この D/E と、3.2 で求めた Unlevered β を[5]式または[6]式に当てはめて解くことにより、Relevered β を求めることができます。[5]式を前提に農林・水産業の平均値を用いる場合は次のようになります。

$$\text{Relevered } \beta = Y \times (1 + 0.25) = 1.25Y$$

4. 補論

本資料で提供されるデータをご利用いただくのに必要な、ファイナンス及び統計学の基礎知識について解説します。データをご理解いただくために最低限必要と思われる直観的な説明です。正確な理解を期する場合は、それぞれの専門書をご覧ください。

4.1 CAPM

β の前提となる CAPM について説明します。

4.1.1 概要

CAPM とは、1. で示した式に従い、株主資本コストをリスク感応度 β の一次関数として求めるモデルです。再掲すると次のようになります。

$$R_e = R_f + \beta \times \{E(R_m) - R_f\} \quad [1]$$

R_e : 株主資本コスト R_f : 無リスク利子率 β : リスク感応度

$E(R_m) - R_f$: 株式リスクプレミアム

4.1.2 背景

CAPM は、現代ポートフォリオ理論に基づいて導かれたモデルです。現代ポートフォリオ理論においては、一定の条件を満たす完全市場において、投資家は十分に分散された市場ポートフォリオへの投資を通じ、企業の固有リスクを回避し、経済全体に影響を及ぼす市場リスクのみを負担すると考えられています。市場リスクに対して投資家が求める超過収益率が株式リスクプレミアムです。

4.1.3 β の意義

CAPM が成り立つ場合、市場ポートフォリオはあらゆる株式を組み入れたポートフォリオとして構築され、それぞれの株式の超過収益率は株式リスクプレミアムに β を乗じることによって決まるものとされます。 β は市場ポートフォリオの価格が 1 単位変動した場合に株価がどれだけ変動するかを示した指標で、市場リスクに対する感応度を意味します。

4.2 β の導出

理論上想定される市場ポートフォリオは、株式以外のあらゆる危険資産をも含む概念であり、その存在を実際に観察することができません。そこで、 β を求めるにあたっては、十分に分散された株価指数を市場ポートフォリオの代理変数として用い、株価指数が 1 単位変動したときの株価の変動率として β を求めます。そのための方法を解説します。

4.2.1 モデルの構築

ある時点の株価を示す Y_t が次式により表されるものとします。これは 2.2.1 に示した [2] 式と同じものです。

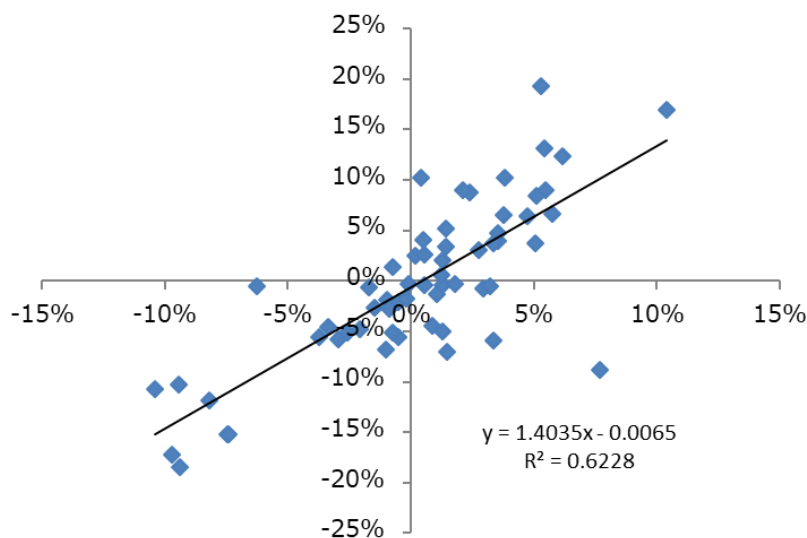
$$Y_t = \alpha + \beta \times X_t + u_t \quad [2]$$

X_t は株価指数の変化率を示しており、 u_t は誤差項と呼ばれます。

4.2.2 視覚的な理解

図 1 は、昨年末までの 60 ヶ月分のデータを用いて、TOPIX の変化率を横軸、株式会社日立製作所の株価を縦軸にとった散布図を描くとともに、変数間の関係を近似する直線を引いたものです。

<図 1 β の推定>



座標面上の点は、各時点における X_t と Y_t の組み合わせに対応します。直線は [2] 式の右辺第 2 項までを表しており、その傾きに相当するのが β です。右辺第 3 項の u_t は、点と直線との距離を縦軸方向に測ったものとなります。

4.2.3 推定の方法

実際の推定にあたっては、 u_t を二乗した和が最小となるように、回帰方程式と呼ばれる連立方程式を立て、その解として β を推定します。

4.3 β と資本構成

株価及び株価指数の変動から推定された β には、各企業の資本構成に応じた財務リスクが反映されます。したがって、類似会社の β を用いて株主資本コストを求める場合には、推定された β を有利子負債の利用がなかったと仮定した場合の値に一旦変換し、評価対象会社の資本構成に応じた水準に再変換する必要があります。ここで、特定の資本構成における財務リスクを反映した β を Levered β と呼び、無負債状態における Unlevered β と区別します。Levered β から Unlevered β を求める式を 2.2.2 で示しましたが、ここではその導出方法を説明します。

4.3.1 Modigliani-Miller の理論

Levered β から Unlevered β を求めるにあたっては、Modigliani-Miller の理論と呼ばれる企業の資本構成に関する理論を用います。Modigliani-Miller の理論によると、完全市場において、資本構成は企業価値に影響を及ぼさないものとされます。

通常、株主は債権者より高いリスクを負担することから、株主資本コストは負債資本コストよりも高くなります。そのため、仮に株主資本コストを一定とすれば、資本コストの低い有利子負債を利用することにより、加重平均資本コストは下がります。しかし、実際には負債比率の上昇によって財務リスクが高まり、それを反映して株主資本コストは上がります。完全市場においては、それぞれの効果が完全に相殺され、資本コストは一定に保たれるとされます。ただし、株主資本と異なり、有利子負債には支払利息が損金算入されることによる節税効果があるため、企業価値はその分だけ増加するというのがおおよその考え方です。

4.3.2 Unlevered β の導出

Modigliani-Miller の理論を前提にすると、株主資本と有利子負債の合計は、無負債状態における事業価値と負債の節税効果の合計に一致します。その関係は次式のように表されます。

$$V_u + V_t = E + D \quad [7]$$

V_u : 無負債事業価値 V_t : 負債の節税効果

E : 株主資本の時価 D : 有利子負債の時価

無負債状態における β とそうでない状態における β の間には、次の関係式が成り立ちます。

$$\beta_u \times \frac{V_u}{V_u + V_t} + \beta_t \times \frac{V_t}{V_u + V_t} = \beta_e \times \frac{E}{E + D} + \beta_d \times \frac{D}{E + D} \quad [8]$$

β_u : Unlevered β β_t : 節税効果の β β_e : Levered β β_d : 負債の β

[7]式の関係を利用し、[8]式の分母を払うと次のようになります。

$$\beta_u \times V_u + \beta_t \times V_t = \beta_e \times E + \beta_d \times D \quad [9]$$

[9]式を前提に、2.2.2 で示した[5]式と[6]式を導くことができます。

4.3.2.1 税効果を一リスクとみなす場合

[9]式の β_t と β_d を 0 とみなした上で、[7]式の関係を利用して V_u を置き換えると次のようになります。

$$\beta_u \times \{(E + D) - V_t\} = \beta_e \times E \quad [10]$$

有利子負債の額を一定とみなせば、 V_t を次のように表すことができます。

$$V_t = \frac{R_d \times D}{R_d} \times t \quad [11]$$

[11]式の右辺第1項のうち、分子は税引前の負債資本コストに有利子負債を乗じた額、すなわち毎期の支払利息を示しています。それを税引前の負債資本コストで割るということは、毎期一定額の利息が永久に発生した場合における支払額の割引現在価値を求めることを意味します。したがって、これに実効税率 t を乗じたものが負債の節税効果です。分子と分母にはいずれも負債資本コストが含まれるため、結局節税効果は tD と表されます。このようにして求めた tD で[10]式の V_t を置き換えると、[6]式のように整理できます。

$$\beta_u = \beta_e \div \left\{ 1 + (1 - t) \times \frac{D}{E} \right\} \quad [6]$$

4.3.2.2 税効果を有リスクとみなす場合

[6]式を導くにあたっては、負債と節税効果の β をいずれも 0 とし、なおかつ有利子負債の額を一定とみなしました。負債の β が 0 ということは、無リスク利子率で無制限に借り入れができることを意味します。節税効果の β がこれに等しいということは、節税効果も無リスク、つまり必ず発生するということを意味し、いずれも現実には即しない仮定です。企業の成長にかかわらず、有利子負債の額を一定とみなす仮定も制約的です。

[5]式を導くにあたっては、負債の β が 0 という仮定を依然として踏襲するものの、その他の仮定を緩めます。具体的には、利益が計上されたときしか節税効果を享受できない点に着目し、節税効果の負債の β を β_u に等しいものとみなします。このとき、[9]式の左辺を整理

して次のように表すことができます。

$$\beta_u \times (V_u + V_t) = \beta_e \times E \quad [12]$$

[7]式の関係を利用して[12]式の V_u と V_t を消去し整理すると、[5]式を導くことができます。

$$\beta_u = \beta_e \div \left(1 + \frac{D}{E}\right) \quad [5]$$

4.4 β の統計的分析

標準誤差、t 値及び決定係数を用いた β の統計的分析についてご説明します。

4.4.1 標準誤差

本資料で提供される標準誤差の概念と、それを用いた区間推定の方法について解説します。

4.4.1.1 母集団と標本

統計学特有の分析手法として、標本から導かれたデータを利用し、母集団の性質を推測する統計的推論があります。

たとえば、一定期間のデータを用いて推定された β が 0.6 であったとしても、それは母集団から一部のデータを標本として抽出して得られた結果にすぎません。したがって、標本から得られた β の推定値と、母集団を構成する全てのデータを用いて得られる真の β は、偶然によらない限り一致しないことになります。そのため、推定された β の信頼性を検討するにあたっては、 β の推定値が真の β を合理的に近似できているかを検証する必要があります。そのための手続が統計的推論です。

4.4.1.2 正規分布

一般的な統計的推論においては、母集団の値を直接知ることにはできないものの、母集団の性質の一部が既に分かっているとみなして分析が行われます。その一つとして正規分布の仮定があります。

確率的に変動する値を横軸、ある値が発生する確率を縦軸にとると、正規分布に従う変数の動きは、釣り鐘型をした左右対称の曲線で描かれます。これは、曲線の最も高い位置に対応する平均値が確率的に最も生じやすく、そこから離れるほど生じにくくなることを意味します。このようなデータの散らばり具合を指標化したものが標準偏差です。直観的には、曲線の中央にあたる平均値と、裾野の長さを指標化した標準偏差によって、曲線の形が決まると考えていただいて差し支えありません。

4.4.1.3 信頼区間

正規分布の性質の一つとして、一定割合のデータが含まれる範囲を標準偏差によって測定できるというものがあります。具体的には、平均値を中心にした上下 1 標準偏差の範囲内に 68%の、上下 1.96 標準偏差の範囲内に 95%のデータが含まれます。このようにして求めた範囲を信頼区間といい、区間に含まれるデータの割合に応じて $n\%$ 信頼区間などと呼ばれます。たとえば、-1.96 から 1.96 の範囲を 95%信頼区間といいます。

4.4.1.4 t 分布

標準的な仮定の下、 β は正規分布に従うことが知られています。つまり、平均の上下 1.96 標準偏差内に 95%のデータが含まれるということです。ただし、母集団の値である平均と標準偏差を直接知ることはできません。実際のデータから計算された標準誤差で標準偏差を置き換え、平均の信頼区間を求めることができます。

β の標準偏差を標準誤差で置き換えた変数は、t 分布と呼ばれる確率分布に従うことが知られています。t 分布は、正規分布と同様に釣り鐘型をした左右対称の曲線で描かれますが、誤差が大きく裾野の部分が厚いという違いがあります。そのため、平均値の上下 1.96 標準誤差内に含まれるデータの割合は 95%を下回ります。言い換えると、95%信頼区間の境界となる値は、絶対値で 1.96 を超えるということです。

裾野の厚さは、自由度と呼ばれる指標に依存します。自由度の意味については省略しますが、計算上はデータ数から説明変数より 1 多い数を引くことによって求められます。本資料で提供される β は TOPIX だけを説明変数としているため、データ数から 2 を引いたものが自由度となります。自由度が十分に大きい場合、t 分布は正規分布に近付くことが知られています。直近 5 年の週次データに基づいているため、自由度は最大で 260 弱となり、その場合は上下約 1.97 標準誤差の範囲が 95%信頼区間となります²。

4.4.1.5 区間推定

以上の関係を利用することより、真の β が一定以上の確率で存在する範囲を求めることができます。そのための手続きを区間推定といいます。

具体的には、推定された β を中心とした上下 2 標準誤差の範囲内に、真の β が約 95%の確率で存在するというおおよその目安を得ることができます。たとえば、ある企業の Levered β が 0.6 で標準誤差が 0.05 と推定された場合、その企業の真の β は 0.5 から 0.7 の間におおむね 95%の確率で存在するということです。

なお、この推論は Levered β について成り立つものであり、Unlevered β にはそのまま適用で

² Excel の T.INV.2T 関数または分析ツールを用いることにより、様々な自由度に応じた正確な値を求めることができます。ただし、企業価値評価の実務に用いる限りでは、上下 2 標準誤差内とみなして簡便に計算しても差し支えないと思われます。

きません。

4.4.2 t 値

t 値の概念と、それを用いた仮説検定の方法について解説します。

4.4.2.1 t 値とは

t 値は β の推定値を標準誤差で除することによって算定されます。このようにして求められた t 値は、 β を平均 0 で標準誤差 1 の t 分布に従う確率変数に変換したものに相当することが知られています。これは、絶対値で 2 以内の範囲に、t 値のとり得る値の約 95% が含まれることを意味します。言い換えると、t 値が絶対値で 2 を超えるということは、およそ 5% 未満の確率でしかとり得ない異常な値を示しているということです。

4.4.2.2 仮説検定の目的

たとえば、 β の推定値が 0.6 であったとしても、誤差によってたまたま高く出た可能性は一概に否定できません。そのような可能性が合理的に低いと証明することにより、株価は株価指数の変動に影響を受けている可能性が高いと結論づけるための手続が、 β の検証にあたっ
て行う仮説検定です。

4.4.2.3 仮説検定の方法

仮説検定では、いわゆる背理法に近い手順が採られます。たとえば、 β は 0.6 と算定されているものの、誤差によってたまたま高く出ただけにすぎず、平均的には 0 かもしれないという、極端な状況を想定するということです。もちろん、このような仮説は多くの場合棄却されます。棄却されることを前提にして立てられることに着目し、このような仮説を帰無仮説といいます。

帰無仮説が棄却された場合、 β は 0 でない、すなわち株価の変動は株価指数の変動に何らかの影響を受けている可能性が高いとの結論が導かれます。統計学上、このような状態を「 β は有意に 0 と異なる」、あるいは「 β は統計的に有意」などといいます。

4.4.2.4 t 検定の方法

仮説検定の目的・方法は様々ですが、 β の検証に用いられる検定は、 β が 0 という帰無仮説を立て、その成否を t 値によって検証するというものです。t 値を用いて行う仮説検定であることから、このような手続を t 検定と呼びます。

たとえば、Levered β が 0.6 で標準誤差が 0.05 のとき、t 値は 12.0 と計算されます。これは、 β の平均が 0 であったと仮定した場合、絶対値で 2 以内に約 95% のデータが含まれるにもかかわらず、実際には 12 という極めて高い値を示したことを意味し、確率的にはおよそ起こりえない異常値と評価されます。このことから、 β は有意に 0 と異なり、株価は株価指数の

変動に一定程度影響を受けている可能性が高いと結論づけることができます。

4.4.2.5 標準誤差と t 値の関係

標準誤差を用いて行う区間推定と、t 値を用いて行う仮説検定は、一見すると全く違う手法のようですが、実は表裏一体の関係にあります。β が 0.6 で標準誤差が 0.05 のとき、区間推定により、真の β は 0.6 の上下 2 標準誤差内、すなわち 0.5 から 0.7 の間に約 95% の確率で存在するといえますが、このことから真の β が 0 である確率は無視しうるほど小さいのが明らかです。よって、区間推定と仮説検定のいずれでも、β が 0 である確率は合理的に低いとの結論を導くことはできます。言い換えると、標準誤差と t 値については、いずれか一方だけ検討すればよいということです。

ただし、β と標準誤差は企業によって様々な値をとり得ることから、信頼区間の幅、信頼限界の水準も一概には定まりません。これに対し、t 値は平均が 0 で標準誤差が 1 の t 分布に従うため、全企業に共通する物差しで β の信頼性を検討することができます。そのため、企業間で比較するには t 値の方が有用です。

4.4.3 決定係数

β の決定係数に関して起こりがちな誤解について解説します。

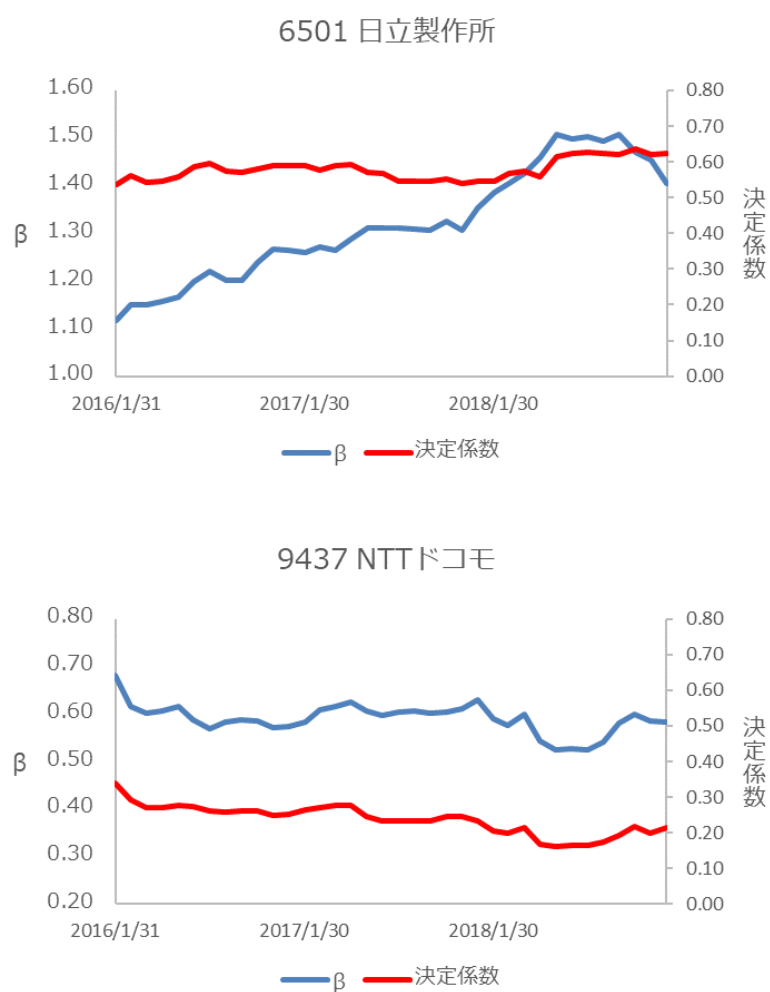
4.4.3.1 視覚的な理解

4.2.2 に示した図 1 には、直線の式のほか、 R^2 すなわち決定係数が表示されています。決定係数が 0.6228 ということは、株式会社日立製作所の株価変動のうち、6 割以上が TOPIX の変動により説明されていることになります。これは国内の企業としてかなり高い値です。この値が低くなったときは、それぞれの点は座標面上により散らばったように描かれます。逆に、高くなれば直線の周りに集まったように描かれ、決定係数が 1 となったときは全ての点が直線上に乗ることになります。

4.4.3.2 決定係数に関する誤解

このように、決定係数が高いときは、株価と株価指数の関係を高い精度で近似できます。このことから、決定係数は高い方が望ましく、決定係数が低い場合は信頼性が乏しいものと理解されがちです。しかし、このような理解は誤った判断を導く可能性があります。決定係数が高いということは、市場の影響により β が変動しやすいことを意味し、株主資本コストの予測の精度としてはむしろ不安定となる場合があるからです。

図 2 は、株式会社日立製作所と株式会社 NTT ドコモの株式を例に、β と決定係数の変動を示したものです。具体的には、基準日を月毎に 36 ヶ月分設定し、それぞれの時点における直近 5 年間の月次データに基づいて β と決定係数を求め、その推移を図示しました。

<図2 決定係数の高い β と低い β >

日立製作所については、決定係数が 0.60 前後という高い水準を維持している代わりに、 β は 1.1 から 1.5 程度の範囲で推移しており、時点によりかなり変動しうることが分かります。これに対し、NTT ドコモについては、決定係数が 0.2 から 0.3 程度と低いものの、 β は 0.6 から 0.7 程度で安定しています。これは、国際的な競争に晒され市場の変動の影響を受けやすい業界と、そのような影響を受けにくく、当局の規制を始めとする業界固有の要因が株価に大きく影響する業界との違いを示したものと解釈できます。このように、決定係数には業界の特性に依存する部分が少なからずあるため、値が低いからといって信頼性が乏しいと一概に判断するのは短絡的といえます。