
ストック・オプション評価業務のご紹介

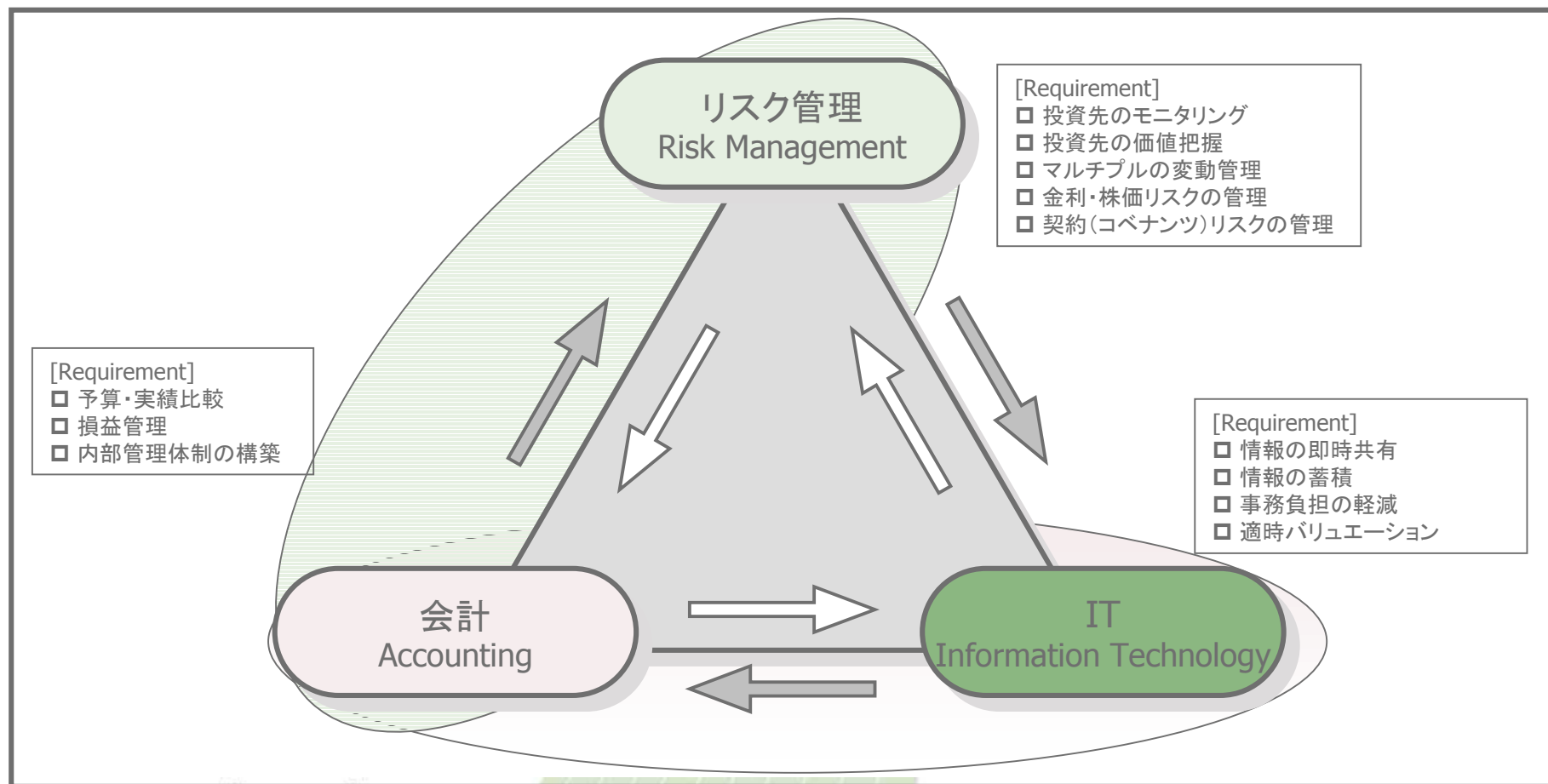
株式会社yenbridge

yenbridge



yenbridgeの概要

株式会社yenbridgeは、金融・投資分野に精通した公認会計士が、投資後の予算・実績乖離リスク、投資価値変更リスク、コベナンツ・リスクの管理を専門的かつ実践的にサポートする投資リスク管理会社です。



サービス業務

分野	サービス内容	特徴
SPC管理業務	記帳・決算書等作成代行業務	SPCの記帳代行、決算書・税務申告書作成、役員派遣、決済の代行を行います。
	予算・実績管理サポート業務	投資後のタイムリーな予算・実績管理体制の構築をサポート致します。
	投資価値管理サポート業務	投資後の価値変動(マルチプルの変動、金利変動、会社の業績変動)によるリスク管理をサポート致します。
	契約条項管理サポート業務	案件の実行後のコベナント管理を含む、契約遵守体制の構築をサポート致します。
公開支援業務	管理体制構築サポート	社内管理体制の構築、内部統制の構築を含め、IPO前に必要となる体制の整備をサポートします。社外CFO派遣も含めて、IPOを全面サポート致します。
Due Diligence/ Valuation 評価・検証業務	Valuation 株価算定	M&A・非上場株式・増資など、それぞれの利用目的に応じた株価の算定を行います。
	Valuation 時価算定業務	ストック・オプション、社債・貸付金などの債権、優先株式、ブランドなどの無形固定資産、デリバティブなどの時価を評価致します。
	Due Diligence デューデリジエンス業務	金額に応じて、検証範囲が選択できます。財務・ビジネス・法務・不動産など、提供範囲は自由にご指定頂けます。
Financial Advisory アドバイザリー業務	Advisory Service アドバイザリー業務	事業承継・企業再編・M&Aなど、ご提案から実行までトータルでサポートさせて頂きます。

1. ストック・オプション評価業務



オプション取引とは

オプション取引とは、前述の通り、「①将来のある時点において、②特定の資産等を、③契約に定められた価格で④購入(売却)する、⑤権利の売買」です。

①の将来時点の決定の仕方によって、以下の2パターンに分かれます。

- ヨーロピアン・オプション： 満期時にしか権利行使をすることができないオプション取引
- アメリカン・オプション： いつでも権利行使することができるオプション取引

②の対象資産を「原資産」といいますが、株式かつ役員向けに発行される場合は、「ストック・オプション」と呼ばれます。

③の価格を行使価格(ストライク・プライス)といいますが、これが変動するものが「ムービング・ストライク(MS)」と呼ばれます。
ご存知のとおり、MSCBは権利行使価格が変動するタイプのCBです。

④売買によって、オプションの呼び方が変わります。

- 購入できる権利： コール・オプション
- 売却できる権利： プット・オプション

⑤については、権利の売買という点が他のデリバティブ取引と大きく異なりますが、売買の別によって呼び方が異なります。

- 買い： ロング・ポジション
- 売り： ショート・ポジション



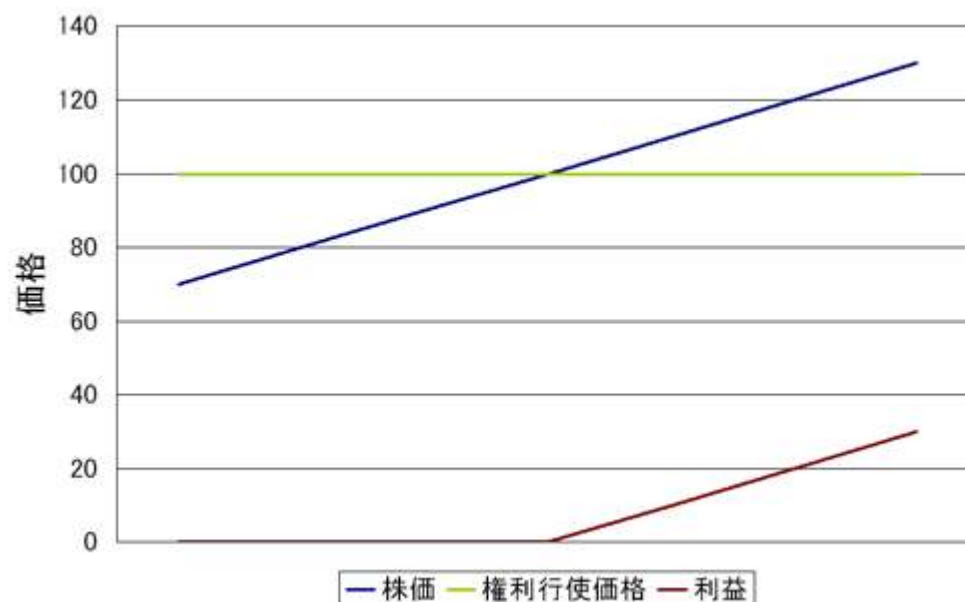
オプション取引の損益

例えば、行使価格が100円のストック・オプションを保有している場合を例にご説明します。
損益の額は、下図のようになりますが、株価によって、損益の額が変動します。

ここで、時価が100円を下回っている場合は、利益がゼロになっており損失は発生していませんが、これは、ストック・オプションは株式を100円で取得できる権利ですので、損失が発生する場合は行使する必要がないためです。

原資産価格（株価）と行使価格の大小関係によって、以下のように区分します。

- インザマネー (ITM) : 原資産価格 > 行使価格
- アットザマネー (ATM) : 原資産価格 = 行使価格
- アウトオブザマネー (OTM) : 原資産価格 < 行使価格



オプション評価の流れ

ストック・オプション評価の流れは、概ね以下のような流れになります。

①発行条件に基づく評価モデルの選定・作成

以下のような条件によって、評価モデルを選定し、一般的な評価モデルが利用出来ない場合には、独自に作成します。

- 権利行使期間(行使開始日、行使終了日)
- 権利行使のタイミング(満期日のみ、月次、随時など)
- 権利行使価格の種類(一定・変動)
- 権利行使価格の上限・下限の有無



②評価に利用するパラメータの推定

- 十分に過去の株価が存在しないケースにおけるボラティリティの推定
- 将来の配当による希薄化の推定
- 期間構造の設定
- 行使価格と株価の乖離によるボラティリティ・スマイル(スキュー)の設定の要否



③オプション価格の算定



オプション評価モデルについて

オプションの評価モデルは、大きく3つに分類されます。

□ ブラック＝ショールズ・モデル

デリバティブ(金融派生商品)の価格づけに利用される最も有名な偏微分方程式(及びその境界値問題)ですが、1973年にフィッシャー・ブラック(Fischer Black)とマイロン・ショールズ(Myron Scholes)が共同で発表しました。

ブラック＝ショールズ・モデルはヨーロピアン・オプション(満期時にしか権利行使をすることができないオプション取引)を評価するモデルですので、アメリカン・オプション(いつでも権利行使することができるオプション取引)を評価することは出来ません。

□ 格子モデル

二項モデル(バイノミアル・モデル)や三項モデル(トリノミアル・モデル)によってオプション価値を評価するものです。こちらは、全行使期間を細分化して、その度に権利行使価格と株価を比較してオプションの価値を計算しますので、アメリカン・オプション(いつでも権利行使することができるオプション取引)の評価や、複雑な条件のオプションもモデルに組み込むことによって計算が可能となります。

□ シミュレーション・モデル

モンテカルロ・シミュレーション等によってオプション価格を算定するものです。

シミュレーション・モデル自体は、計算過程において用いられているだけで、利用されているモデルはブラック＝ショールズモデルや格子モデルになります。



2. ブラック=ショールズ・モデル



ブラック＝ショールズ・モデルについて

ブラック＝ショールズ・モデルは1973年にフィッシャー・ブラック(Fischer Black)とマイロン・ショールズ(Myron Scholes)が共同で発表した理論であり、ヨーロピアン・コール(及びプット)オプション(満期日にのみ権利を行使できるオプション取引)のオプション・プレミアムの計算を行うことができます。
後にロバート・マートンが厳密な証明を行いました。

余談ですが、破綻した有名なヘッジファンドであるLTCMIには、マイロン・ショールズとロバート・マートンが取締役として参加していたことは有名です。

前述のように、ブラック＝ショールズ・モデルはヨーロピアン・オプション(満期時にしか権利行使をすることができないオプション取引)を評価するモデルですので、アメリカン・オプション(いつでも権利行使することができるオプション取引)を評価することを前提とはしていません。

ただし、後に説明する格子モデル等においても、アメリカン・オプションの価値を算定する際には、満期まで保有する前提をおいて評価した方が価格が高くなるため、特殊な条件が付与されていない場合、ブラック＝ショールズ・モデルで算定した結果と格子モデルで算定した結果はほぼ一致することになります。

弊社のWebで簡単にオプション価格が試算できるフォームを提供しておりますので、ご興味があればこちらをご利用下さい。

http://yenbridge.net/library/derivative/calc_option_bs.php



ブラック・ショールズ式

ブラック・ショールズ式は、ヨーロッパ・オプションを評価する際に用いられる評価モデルで、確率微分方程式を仮定することで定式化し、オプション価値を算出するものです。コール・オプションを例に採ると、オプション価値は下式で算定されます。

$$c = S_0 e^{-dT} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$
$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}}, d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

c : コールオプションのプレミアム, $N(d_i)$: 標準正規分布の累積密度関数

S_0 : 評価時の株価, K : 権利行使価格

r : リスクフリーレート, T : 満期までの期間 (年), σ : ボラティリティ

本来のブラック・ショールズ式には配当支払による株価への影響(権利落ち価格)が考慮されていないので、通常は、配当による権利落ちを調整するために、ブラック・ショールズ式を以下のように修正して使用します。

【配当修正モデル】

$$c = S_0 e^{-dT} N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$
$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r - d + \sigma^2 / 2)T}{\sigma \sqrt{T}}, d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T}$$

c : コールオプションのプレミアム, $N(d_i)$: 標準正規分布の累積密度関数

S_0 : 評価時の株価, K : 権利行使価格

r : リスクフリーレート, T : 満期までの期間 (年), σ : ボラティリティ, d : 予想配当利回り



3. 格子モデル



格子モデルについて

格子モデルは、全行使期間を細分化して、その度に権利行使価格と株価を比較してオプションの価値を計算しますので、複雑なオプションの価値算定が可能であり、かつ商品特性に応じたモデルの変更が可能なることから、ほとんど全てのオプションモデルを算定することが可能です。

ブラック=ショールズ・モデルのように、ヨーロピアン・オプションと仮定しなくても算定することができ、行使価格が一定でない場合にも対応できることから、複雑なオプションの評価に適しています。
格子モデルの代表例である二項モデルの計算式は、以下の通りになります。

【算定式のイメージ】

$$OV(i) = \text{Max}(UL(i) - K, (p(i) \times OV(i+1, u) + q(i) \times OV(i+1, d))) \times e^{-r(i)\Delta t}$$

$UL(i)$: 時点*i*での原資産価格 (株価)

$OV(i)$: 時点*i*でのオプション価格(= $UL(i) - K$)

$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$: 上昇率, $d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$: 下落率

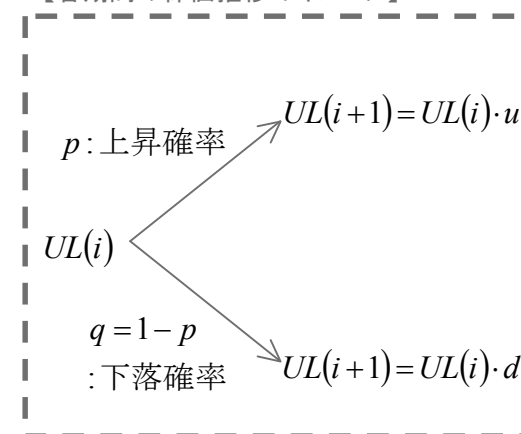
$p(i) = \frac{e^{r(i)\Delta t} - d}{u - d}$: 上昇確率, $q(i) = 1 - p(i)$: 下落確率

K : 行使価格, T : 満期までの期間 (年数), $Node$: 期間分割数

$\Delta t = \frac{T}{Node}$: オプション計算の1期間, i : 計算時点。経過年数は" $i \times \Delta t$ "となる。

$r(i) = \frac{\frac{DF_i}{DF_{i+1}} - 1}{\Delta t}$: インプライド・フォワード・レート

【各期間の株価推移のイメージ】



<ご留意事項>

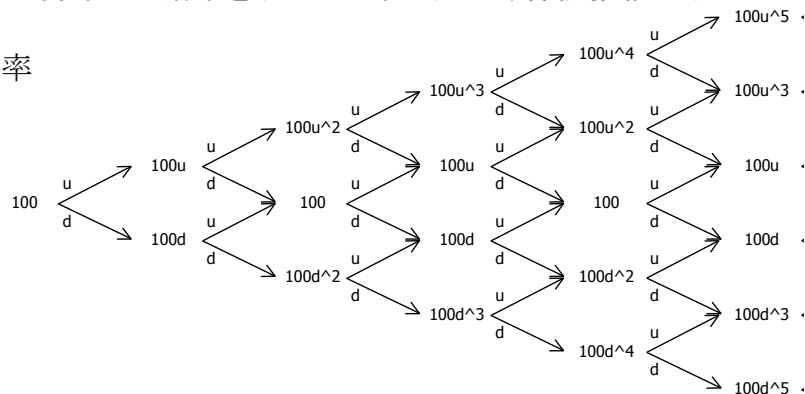
上記は参考ですので、実際の事例に応じて評価の内容等が異なることがある点にご留意下さい。

格子モデルの算定方法

①株価の作成

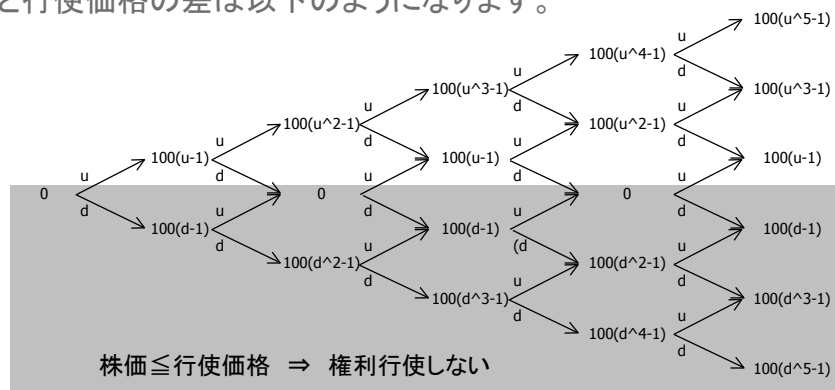
もともとの株価が100の場合、株価の上昇率と下落率を以下のようにおくと、株価推移は以下ようになります。

$u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$: 上昇率, $d = e^{-\sigma\sqrt{\Delta t}}$: 下落率



②各期間の損益の算定

行使価格が100とした場合の株価と行使価格の差は以下ようになります。



<ご留意事項>
上記は参考ですので、実際の事例に応じて評価の内容等が異なることがある点にご留意下さい。

格子モデルの算定方法

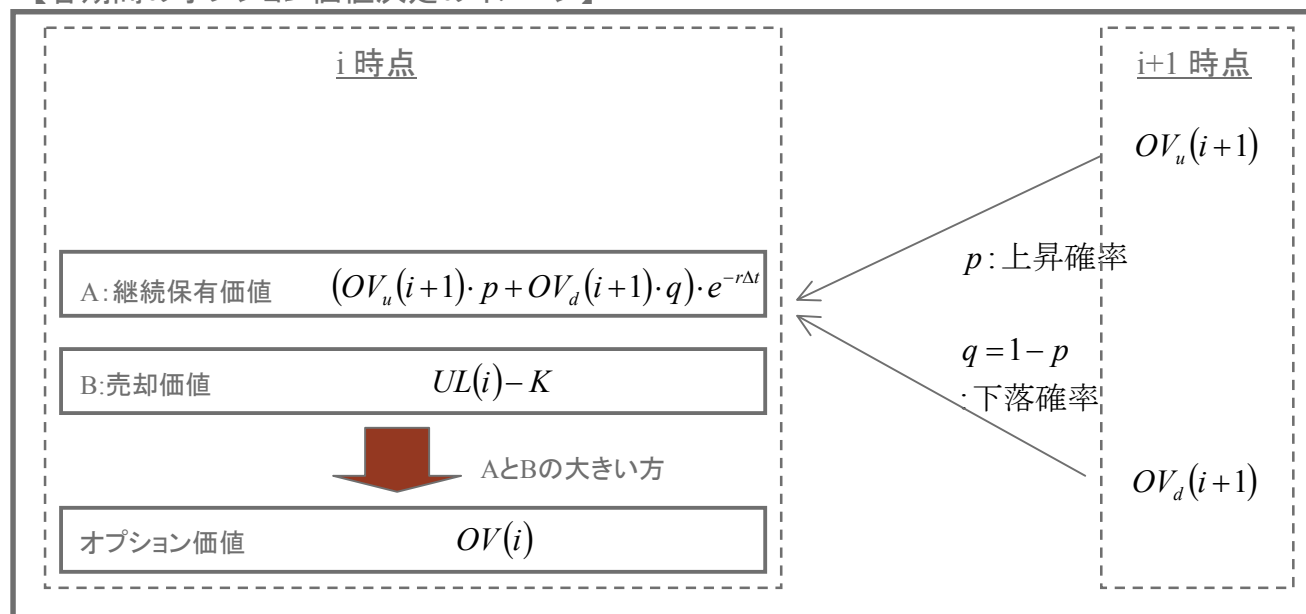
③各期間のオプション価値の算定

各期間において、以下の2つを比較し、何れか大きいほうを選択していきます。

- オプションを継続保有することによって得られる利益(期待値)
- オプションを行使して原資産を売却することによって得られる利益

この際、期待値を算定する必要がありますので、株価の算定は逆向きに(満期から順番に)計算することが必要になります。この後ろから計算する方法を「バックワードインダクション」といいます。

【各期間のオプション価値決定のイメージ】



4. シミュレーション・モデル



モンテカルロ・シミュレーションの概要

モンテカルロ・シミュレーションの仕組みを、円周率を求める例を用いてご説明します。

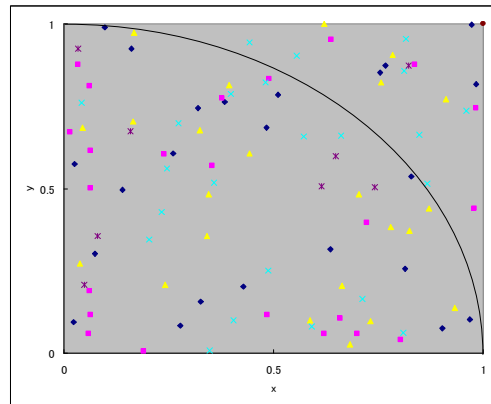
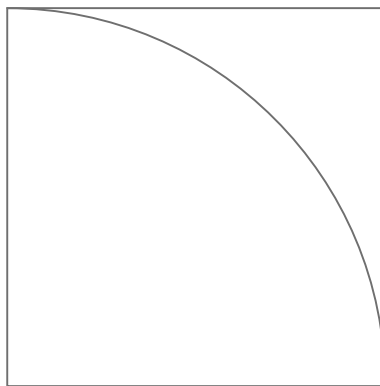
1辺の長さが1の正方形とそれに内接する4分の1円(扇形)がある場合、

正方形の面積 : 扇形の面積 = 1 : $\pi/4$

この正方形のなかに、ランダムに n 個の点を落としたとき、 r 個の点が円内に落ちたとすれば、
 $1 : \pi/4 = n : r \therefore \pi = 4 * r/n$

となります。

モンテカルロ・シミュレーションは、 n の数を増やしていくことで、『 $\pi = 4 * r/n$ 』の理論値を求めていく方法です。
ここでの算定結果は、以下のようになります。



n	シミュレーション値	真の値	差	差異率
100	3.20000	3.14159	0.058	1.86%
1,000	3.11200	3.14159	-0.030	-0.94%
10,000	3.12680	3.14159	-0.015	-0.47%
100,000	3.14240	3.14159	0.001	0.03%
1,000,000	3.14087	3.14159	-0.001	-0.02%



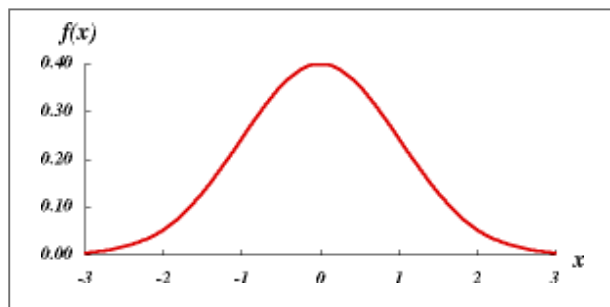
モンテカルロ・シミュレーションのオプション評価での利用

モンテカルロ・シミュレーションによって、多数の試行ができることは前頁に記載しましたが、株価の推移はランダム・ウォークといわれるブラウン運動に従うとされています。

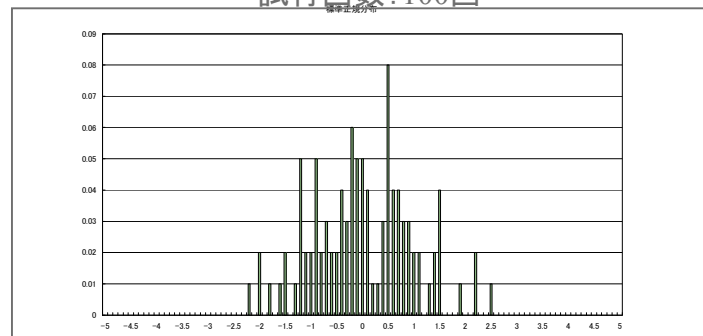
このブラウン運動の確率分布は正規分布になりますが、この現象を株価を作成する際に利用するのが、モンテカルロ・シミュレーションです。

標準正規分布は下図のようになりますが、これをモンテカルロ・シミュレーションで作成すると試行回数によって以下の近似することができます。

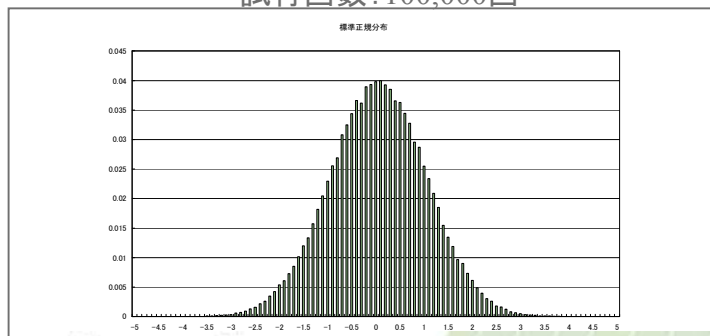
標準正規分布



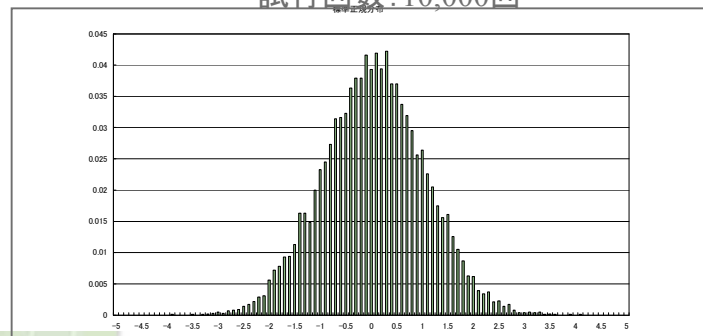
試行回数:100回



試行回数:100,000回



試行回数:10,000回



その他の時価評価業務

分野	サービス内容	特徴
Operating Companies 事業会社向け	Loan / Bond 貸出金 / 社債	貸出金・社債・売上債権などの債権の評価を行います。
	CB / Preferred Stock 転換社債 / 優先株式	会社が資金調達を実施する際に転換社債を発行する場合がありますが、発行価格の妥当性を補足するための時価評価を行います。 転換価格修正条項付新株予約権付社債(いわゆるMSCB)についても評価を実施しますので、ほとんど全ての社債について対応可能です。
	Derivatives デリバティブ	金利デリバティブ、通貨デリバティブ、クレジット・デリバティブなど各種デリバティブの評価を行います。
Funds ファンド向け	Bulk バルク債権	バルクセールやロートレーディングの際に、債権の価格を評価します。 大量の債権を購入する場合など、高いデータ処理能力が要求される評価にも対応しています。
	Loan / Bond 貸出金 / 社債	貸出金・社債・売上債権などの債権の評価を行います。
	Mezzanine メザニン投資	メザニン投資(劣後ローン、劣後債、優先株式)の評価を行います。 普通株式への転換オプションについても、加味して評価することが可能です。
	Equity Kicker エクイティ・キッカー	メザニン投資等で無償で付与されるエクイティ・キッカー(新株予約権)の評価を実施します。現行の金融商品会計基準は財務構成要素アプローチを採用しているため、会計上は、原則、無償取得(ゼロ評価)として処理できません。 全ての場合において、必要となる訳ではありませんが、時価評価が必要となる場合にご利用頂けます。
	Derivatives デリバティブ	金利デリバティブ、通貨デリバティブ、クレジット・デリバティブなど各種デリバティブの評価を行います。



会社概要

会社名	株式会社yenbridge
住所	東京都港区赤坂2-12-23 キャビンアリーナ赤坂4階（溜池山王駅11番出口から徒歩1分）
代表番号	TEL:03-3560-7370 FAX:03-3560-7371
URL	http://www.yenbridge.com/ http://www.yenbridge.net/
代表者	代表取締役社長 山下章太(公認会計士)
資本金	1,000万円
業務内容等	<p><受託業務></p> <ul style="list-style-type: none">・SPC管理業務・公開支援業務・評価・検証業務・アドバイザー・仲介業務 <p><その他></p> <ul style="list-style-type: none">・リスク管理用Webツールの提供・ディール管理用Webツールの提供・プレインキュベーション用Webサービスの提供

<所在地>

