

モデル・リスク管理におけるモデル評価 予想信用損失モデルを題材に

金融機関では、リスク管理をはじめとするさまざまな業務においてモデルが活用されている。経営のためにはモデルの活用が必須であるが、それに伴い、モデル自体に対するリスク管理（モデル・リスク管理）の重要性が認知され、海外のみならず、国内においてもモデル・リスク管理に関する態勢整備・高度化の必要性が高まっている。

金融庁は、2021年11月に公表した「モデル・リスク管理に関する原則」（金融庁原則）に続き、2024年12月には金融庁原則の対象金融機関の取組み状況を整理した「金融機関のモデル・リスク管理の高度化に向けたプロGRESSレポート」を公表した。プロGRESSレポートでは、モデル・リスク管理の重要性を改めて周知し、態勢の一層の高度化を促していく方針であることを示している。また、金融庁原則の対象となっていない金融機関においても、モデル・リスクの管理態勢を構築することの重要性と高度化に対する期待について言及されており、国内の金融機関に対してモデル・リスク管理への取組みが金融庁より要請される状況となっている。

モデルを活用する際には、モデルの確からしさを正しく評価することが重要である。上記の金融庁の公表文書のなかでも、モデル・ライフサイクル（モデルの検討・開発から検証、承認、運用を経てモデルの使用を停止するまでの、モデルが経る一連の流れ）の各過程で適切にモデルの評価を行うことが求められている。一方で、それぞれの評価において求められる視点や手法についての細かな記載は、これらの文書には少ない。

そこで、モデル・リスク管理におけるモデル評価にフォーカスして、金融庁原則のなかで求められる評価の視点や手法について整理するとともに、モデルに対する評価のイメージを紹介する。なお、モデル評価に求められる視点や手法は、モデルの種類・特性によってさまざまであるため、ここでは予想信用損失モデル（ECLモデル）を題材として解説する。

金融庁原則におけるモデル評価

金融庁原則に記載されているモデル・リスク管理の3つの重要な概念とモデル評価の関係について、まず整理する。

① 3つの防衛線とモデル評価

モデル・リスク管理に対する実効的なけん制を確保する態勢として、モデルに係る役割を「3つの防衛線（3線モデル）」の下で整理する枠組みが提示されている。モデル評価についても、役割ごとに記載されている（図表1）。

図表1：3つの防衛線とモデル評価

防衛線	役割	評価の種類
第1線	モデル・オーナー モデルの開発者・使用者	モデル・テスト 継続モニタリング
第2線	モデル・リスク管理部門 モデル検証者	独立検証（導入時・再検証）
第3線	内部監査部門	モデル・リスク管理態勢の 全体的な有効性評価

出典：KPMGジャパン作成

第1線で担う評価としては、モデル開発時（使用開始前）に実施する「モデル・テスト」とモデル運用開始後に実施する「継続モニタリング」が規定されている。第2線で担う評価としては「独立検証（導入時・再検証）」が規定されており、モデルの妥当性について、第1線とは独立した立場で改めて評価し、第1線にとって都合のよい評価や解釈とならないよう、けん制することが求められている。

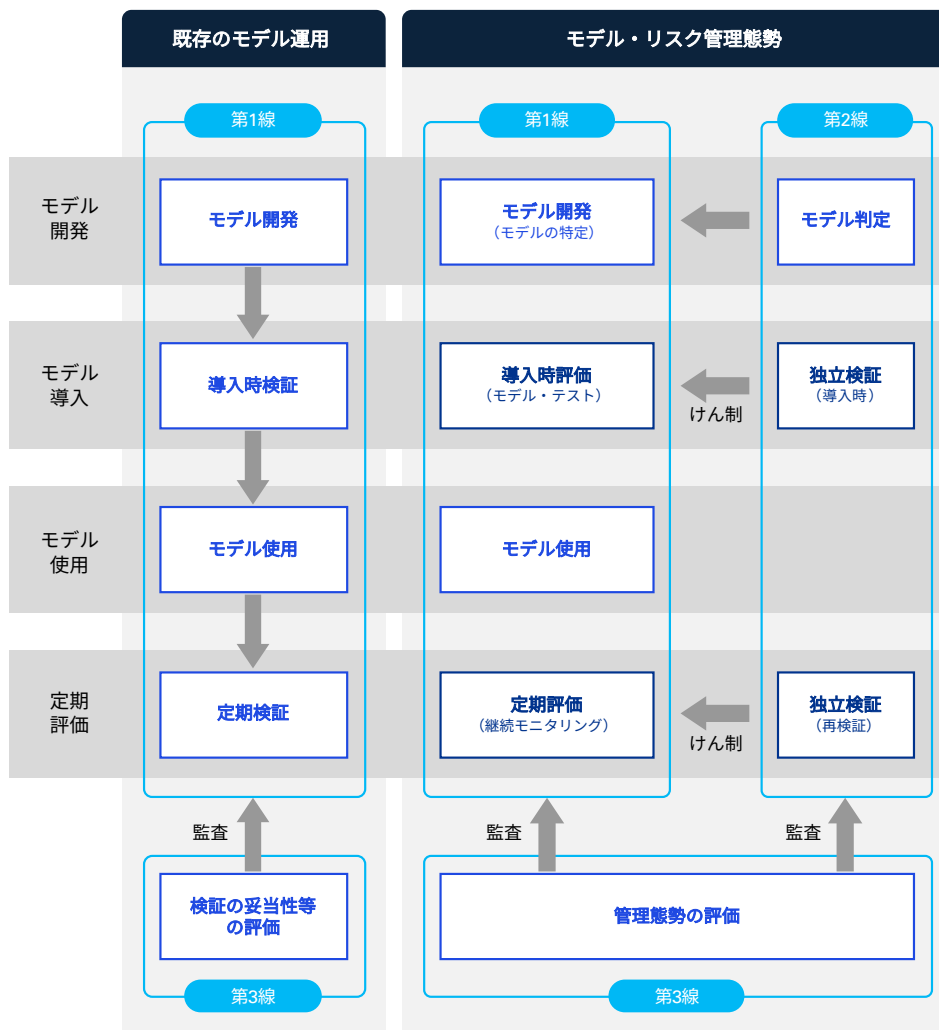
したがって、モデル・リスク管理を実効性のあるものにするためには、第1線と第2線のそれぞれがモデルのロジック・特性を理解し、それに適合した評価方法を確立し、結果を正しく解釈できるような専門的な知見を有することが求められている。また、第3線についても、第1線と第2線が各々の役割を果たしているか監査の実施が求められていることから、モデル評価に関する知見を有していることが望ましい。

② モデル・ライフサイクルとモデル評価

金融庁原則の公表以前より、既存業務（バーゼル対応等）でモデルの評価態勢を整備し運用していた場合、そのプロセスはモデル・リスク管理で求められる評価態勢と親和性が高いと考えられる。既存のプロセスにおいても、モデル開発時にはモデルの承認を得るために導入時のモデル評価を実施し、導入後にはモデルの継続使用の承認を得るために定期的なモデル評価を行うことが一般的である。すなわち、モデル・ライフサイクルにわたって「モデル開発→導入時評価・検証→モデル使用→定期評価・再検証」を繰り返す運用となる。

上記を踏まえ、既存のモデル運用プロセスとモデル・リスク管理で求められる評価の対応関係は、図表2のようなイメージとなる。

図表2：モデル・ライフサイクルとモデル評価



出典：KPMGジャパン作成

モデル・リスク管理では、モデル・ライフサイクルに応じてモデル評価（第1線）と独立検証（第2線）の役割を明確にし、けん制を確保できるような態勢に見直すことが必要となる。

③ リスクベース・アプローチとモデル評価

リスクベース・アプローチで最初に必要なのは、「モデル」の特定である。金融機関には定量的な手法を用いたツールが大量に存在しており、そのすべてをモデル・リスク管理に従う対象として管理することは困難であるため、モデル候補となる対象を洗い出し、そのなかから「モデル」として厳格に管理していくものを選定することになる。さらに、「モデル」として特定した場合は、その重要性や複雑性などを勘案してリスクの高低を振り分けることになるため（モデルのリスク格付）、リスクに応じて、評価項目を選択することや第2線による独立検証の頻度を変えるなど、管理態勢に濃淡をつけることでリソース配分を調整することが現実的である。

金融庁のプログレスレポートにおいても、対象金融機関の取組状況として、リスク格付に応じて独立検証の要否や頻度を調整している事例が記載されているので、参考にされたい。

モデル評価のポイントと評価項目

次に、第1線および第2線で実施する評価のポイントと具体的な実施項目について、予想信用損失モデルを想定して例示する。

① 導入時評価（モデル・テスト）

第1線が導入時に実施するモデル・テストは、モデル開発時に実施する包括的な評価で、定期評価（継続モニタリング）に比べて評価項目が多く、多面的にモデルの妥当性を確認する必要がある（図表3）。特に、構築したモデルのコンセプトの健全性（使用するデータやモデル構造等に対する妥当性）については、仮に構築したモデルに根本的な誤りが存在した場合にはモデル・リスクが顕在化することから、導入時評価として確認しておく必要がある。

予想信用損失モデルの特徴として、モデル運用の際には説明変数にその将来予測値（シナリオ）を入力する必要があるため、シナリオの入手可能性についても検討したうえで、変数を選定する必要がある。また、モデルによる将来予測の結果が妥当なものとなるよう、モデルの説明力の評価については、統計的な有意性の確認に加えて、チャート分析により実績値と予測値を比較し、全体的な説明力（モデルフィッティング）を目視で確認することも有効である。

モデルのパフォーマンスに関しては、モデルの頑健性や評価の適切性などを確認する。この際、推計サンプルに過度にフィットしたモデルとなっていないことを確認する目的で、推計サンプルに含まれないデータ（アウトサンプルデータ）によるバックテストを実施することが一般的である。

図表3：導入時評価の例

評価項目	評価内容
コンセプトの健全性	モデル構造の妥当性 ▶ 仮定する分布（正規分布、二項分布等） ▶ 統計モデルの種類（マートンモデル等）
	セグメントの妥当性 ▶ セグメント化の必要性 ▶ セグメントごとのパラメータ水準比較
	説明変数の妥当性 ▶ データの入手可能性、シナリオ入手のしやすさ ▶ 被説明変数との相関や感応度
	モデルの説明力 ▶ 統計量の有意性 ▶ 実績値と予測値の遷移状況
モデルパフォーマンス	モデルの頑健性 ▶ パラメータの安定性（ブートストラップ等） ▶ 検定の活用（誤差検定等）
	モデル評価の適切性 ▶ アウトサンプル検証（バックテスト等） ▶ ベンチマーク比較（的中率、乖離率等）

出典：KPMGジャパン作成

定量的な評価項目については、その妥当性を判定するための図表4のような基準（メルクマール）を設定し、今後継続的に実施するモニタリング（定期評価）においても同じ軸で評価できる目線を確保しておくことも重要である。

各統計量の判定基準については、真に正しい閾値が存在するものではないため、モデルのコンセプトや他社事例などを踏まえて妥当な水準を検討する。併せて、基準を超過した際の対応についても、モデル導入時に規定しておく必要がある。

図表4：メルクマールの例

評価項目	メルクマール
コンセプトの健全性	モデルの説明力（回帰モデルの場合） ▶ 自由度調整済み決定係数：0.5以上 ▶ p値：0.05以下 ▶ 相関係数：0.5以下
モデルパフォーマンス	評価の適切性（バックテストの場合） ▶ 予測誤差が、モデルの標準誤差の2倍以内 ▶ 2期連続で超過

出典：KPMGジャパン作成

② 定期評価（継続モニタリング）

第1線の定期評価では、モデル運用期間に新たに蓄積されたデータをアウトサンプルとして利用したバックテストを実施している事例が多い。評価の頻度は年1回以上が望ましく、データの頻度や重要性に応じて、半期ごとに実施している事例も存在する。モデルパラメータを毎年更新（アウトサンプルデータを加えた再推計を実施）する場合には、モデルの説明力に関する評価も必要である。

③ 独立検証（導入時・再検証）

モデル導入時に第2線が担う検証として、第1線が実施した導入時の評価項目の十分性や評価手法と結論の妥当性を独立した立場でレビューすることが想定される。そのうえで、不足している評価項目に関する追加検証や、第1線の評価結果の確からしさの検証、モデルの適切性に疑義がある場合（実績値と予測値の乖離が大きい時点がある等）は要因分析を行うなど、モデルの妥当性について独立した立場で検証を実施する。

第2線が実施する再検証では、モデル導入時に実施した検証と同様に、包括的にモデルを評価するための検証を行う。導入時に妥当と評価したモデルであっても、経年によるデータ蓄積により想定していたポートフォリオと異なる分布になっている可能性があることや、セグメンテーションの有意性、モデリング手法の是非など、モデル導入当初とは異なる状況にある可能性を踏まえて、モデル全体を改めて評価する必要がある。また、データの蓄積が進み、新たに実施可能となった検証があれば、再検証時に項目の追加を検討する。

実務を想定したモデル評価のイメージ

導入時に実施する評価項目は包括的にモデルを評価する内容となっており、定期評価（継続モニタリング）は導入時の評価項目のうちモデルパフォーマンスの確認を中心とした内容になることが想定される。以下では、予想信用損失モデルを構成するシンプルなPD推計モデルを例に、第1線が実施する導入時評価とそれに対する第2線の評価（次ページ以降のブルー枠）のイメージを示す（用いている計数はダミーである）。

【モデル構造】

バーゼル規制のリスクウェイトの計算に用いられている1ファクター・マートンモデルを活用。実績デフォルト率から計算したZ値はマクロ経済指標の挙動で説明可能と仮定したモデルである。

＜モデル式＞

モデル式	PD_t : t 期の実績デフォルト率
$PD_t = \Phi\left(\frac{C - \sqrt{\rho} \cdot Z_t}{\sqrt{1 - \rho}}\right)$	$C : \Phi^{-1}(\overline{PD})$
$Z_t = \alpha + \beta \times X_t$	ρ : 資産相関
	Z_t : t 期のZ値
	X : マクロ経済指標
	α : 切片、 β : 係数
	$\Phi(\)$: 標準正規分布の累積分布関数

＜推計期間＞

2004年3月～2021年3月（年次：18期）

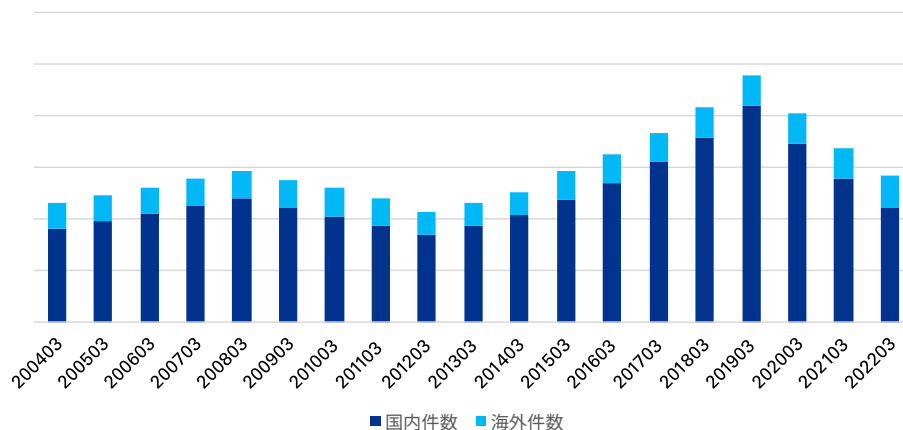
＜モデル構造に対する第2線の評価＞

- 1ファクター・マートンモデルを活用したPDモデル構築は業界で用いられる一般的な手法であり、モデル構造上の懸念は認められない

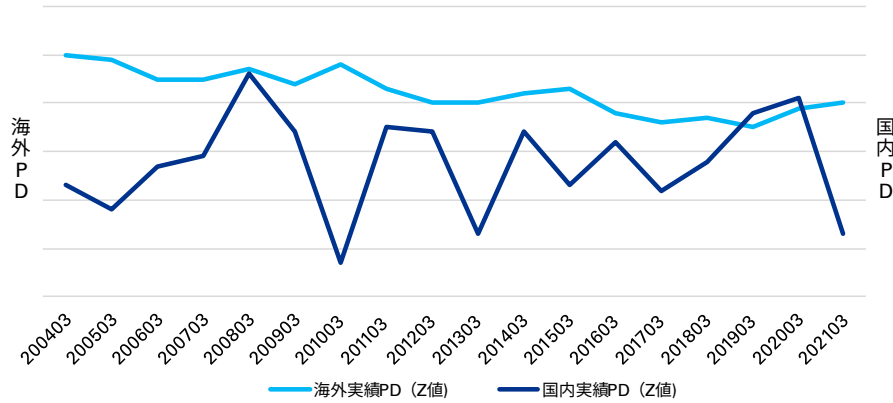
【セグメント】

ポートフォリオ特性、マクロ経済指標との関連性、与信管理の実務との整合性を勘案し、国内・海外にセグメントを分けて、それぞれのモデルを推計することを検討する。企業規模、地域、業種等を用いたそれ以上の細分化については、安定した実績PDを計測するためのサンプル数の確保が困難であることから、データの蓄積状況をみて検討する。

ポートフォリオ件数推移



国内・海外 実績PD比較



出典：KPMGジャパン作成

<セグメントに対する第2線の評価>

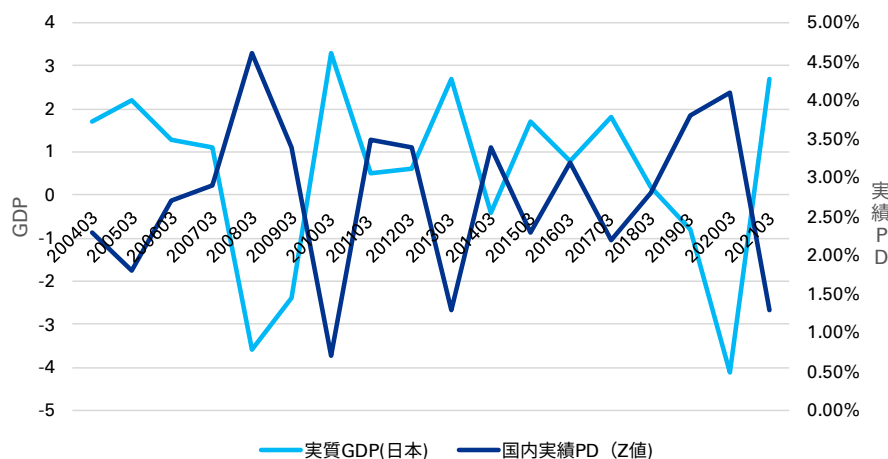
- セグメントの検討のために実施したデータ分析が正しいことを確認
 - 国内・海外でPDの遷移状況や水準に違いが認められる
- 国内・海外それぞれのマクロ経済指標に連動するとの考え方は妥当
- セグメント細分化はデータの蓄積状況の確認と併せて再検証で検討

以降の手順は国内モデル、海外モデルそれぞれに重複する内容のため、国内モデルを例に記載する。

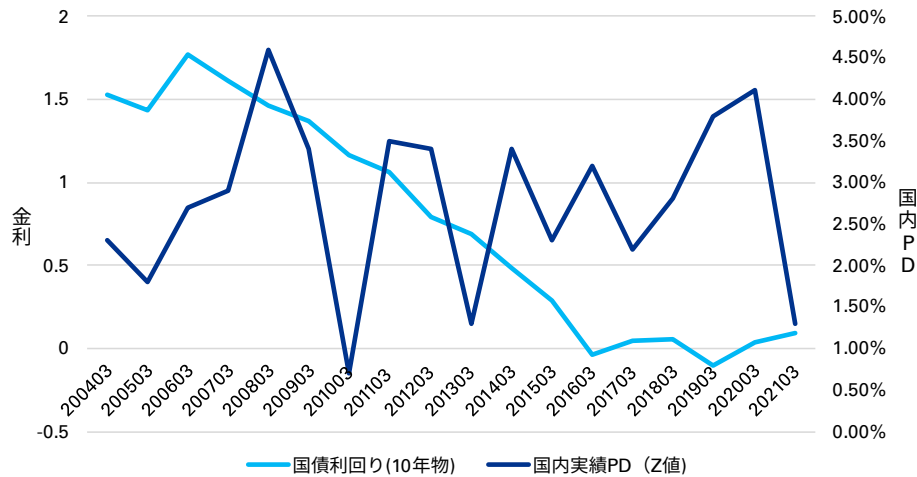
【説明変数】

シナリオの入手が可能なマクロ経済指標から、説明変数を選定する。指標のバリエーションとして、原指標の他、変化率・対数・ラグ等を勘案した複数の指標を用意し、チャート分析や解釈性を勘案して指標を絞り込む。絞り込んだ指標に対してモデルを推計し、統計量の比較により説明力の高い説明変数を選定する。下図では、GDPは候補指標に含めるが、金利は候補指標から除外する。

チャート分析



チャート分析



出典：KPMGジャパン作成

<説明変数に対する第2線の評価>

- 説明変数の候補指標の1つである金利については、チャート分析からPD推移との相関性が確認できないこと、解釈性については、PDに対してプラスにもマイナスにも作用すると考えられ、パラメータの符号条件が確定できないことを踏まえて、推計対象から除外することは妥当

【モデルの説明力】

絞り込んだ指標に対してモデルを推計し、統計量の比較により説明力の高いモデルを選定する。なお、メルクマールは図表4を使用する。

メルクマールを満たしたモデルのうち、説明力の高さとシナリオの入手のしやすさを勘案して実質GDPのモデルを採用する。(符号条件“－”)

回帰統計

重相関 R	0.885587
重決定 R ²	0.784265
補正 R ²	0.770781
標準誤差	0.004984
観測数	18

分散分析表

	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	1	0.001445	0.001445	58.16493	1.03E-06
残差	16	0.000397	2.48E-05		
合計	17	0.001842			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	0.029878	0.001212	24.65671	3.71E-14	0.027309	0.032447	0.027309	0.032447
X 値 1	-0.00439	0.000575	-7.62659	1.03E-06	-0.00561	-0.00317	-0.00561	-0.00317

出典：KPMGジャパン作成

＜モデルの説明力に対する第2線の評価＞

定量的評価

- 推計結果に対する各種統計量（自由度調整済み決定係数、p値）は、メルクマール対比で問題がない水準（1変数モデルのため、相関係数は評価対象外）

定性的評価

- 符号条件は合致しており問題なし
- モデルの解釈として、景気を表象するGDPとデフォルト率に関連性があると考えることには納得感があり、回帰係数の符号を“－”（つまりGDPが悪化すればデフォルト率は上昇する）と想定することも妥当
- GDPは公的機関が定期公表している指標であり、数値の正確性と利用可能性に問題はない

【モデルの頑健性】

ブートストラップ推計により、選定したモデルの頑健性を確認する。判定には図表4のメルクマールを使用する。符号条件および統計量の水準を満たす割合が8割以上あることをもって、頑健性があると評価。

＜モデルの頑健性に対する第2線の評価＞

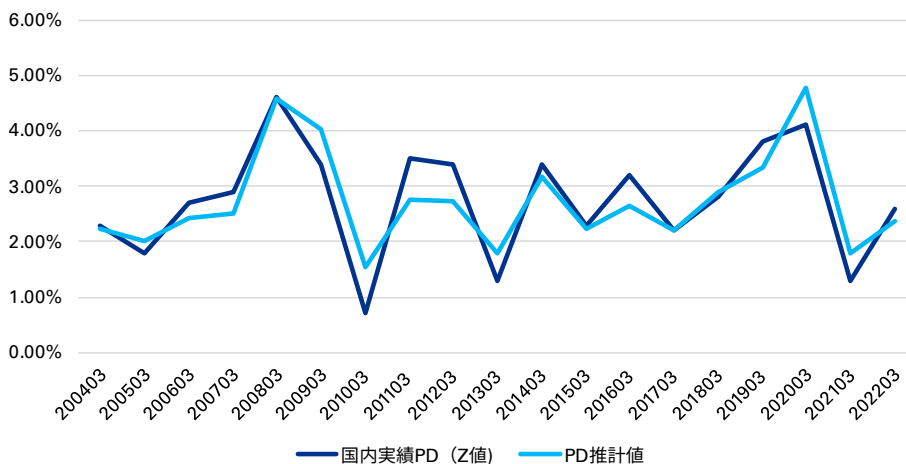
- 導入時点ではモデルの頑健性は認められる一方、サンプル数が少ないため、データ蓄積の状況をみて、再検証で頑健性を改めて確認する

【モデル評価の適切性】

2022年3月期をアウトサンプルとしたバックテストを実施。全体的なモデルのフィッティングを確認するため、実績PDと予測PDの遷移を確認。

モデル推計結果			アウトサンプル		
回帰係数	切片	標準誤差	実質 GDP	予測 PD	実績 PD
-0.0043878	0.0298781	0.498%	0.026000	2.976%	2.600%
バックテスト					
誤差	誤差 標準誤差	判定			
-0.376%	-0.76	許容範囲に 収まる			

チャート分析



出典：KPMGジャパン作成

<モデル評価の適切性に対する第2線の評価>

- バックテストの結果、モデルフィッティングの状況ともに問題なし

おわりに

本稿では、モデル・リスク管理におけるモデルの評価や実務を想定したモデル評価について解説した。上記のような流れで導入時のモデル評価を実施し、最終的には予想信用損失額への影響を確認して、モデルを確定することが一般的である。

金融機関においてモデルの活用がますます増える昨今、第1線・第2線の双方がモデル・リスク管理の枠組みにおいて包括的なモデルの評価を行うことが必須になってきている。特に本稿で題材にした予想信用損失モデルについては、開発・検証の実務がまだ定まっていないに加えて、会計・開示につながるモデルであり重要性が高く、大手金融機関のみならずモデル・リスク管理の考え方がまだ浸透していない地域金融機関でも活用され始めている点は重要である。本稿が、金融機関におけるモデル評価に際しての参考になれば幸いである。

編集・発行

有限責任 あずさ監査法人
金融統轄事業部 金融アドバイザー事業部

ここに記載されている情報はあくまで一般的なものであり、特定の個人や組織が置かれている状況に対応するものではありません。私たちは、的確な情報をタイムリーに提供できるよう努めておりますが、情報を受け取られた時点及びそれ以降においての正確さは保証の限りではありません。何らかの行動を取られる場合は、ここにある情報のみを根拠とせず、プロフェッショナルが特定の状況を綿密に調査したうえで提案する適切なアドバイスをもとにご判断ください。

© 2025 KPMG AZSA LLC, a limited liability audit corporation incorporated under the Japanese Certified Public Accountants Law and a member firm of the KPMG global organization of independent member firms affiliated with KPMG International Limited, a private English company limited by guarantee. All rights reserved.

The KPMG name and logo are trademarks used under license by the independent member firms of the KPMG global organization.