

日本銀行金融機構局 金融高度化センター ワークショップ
「銀行勘定の金利リスク管理の高度化に向けて」

プリペイメントモデルの構築

2009年6月30日



リスク統括部

■ 期限前償還(プリペイメント)リスクとは？

住宅ローンや定期預金などの金融商品において、取引相手の選択により、契約期日前に解約になることにより、期待していた利益が得られなくなるリスク。

■ 銀行商品での対象は？

市場取引、デリバティブ取引等については期限前解約時に「再構築コスト」の授受を行うことから、期限前償還リスクは考慮しなくても(基本的に)問題はない。それに対し、住宅ローン等の銀行商品については十分な「再構築コスト」を徴収していないので、期限前償還リスクが存在する。

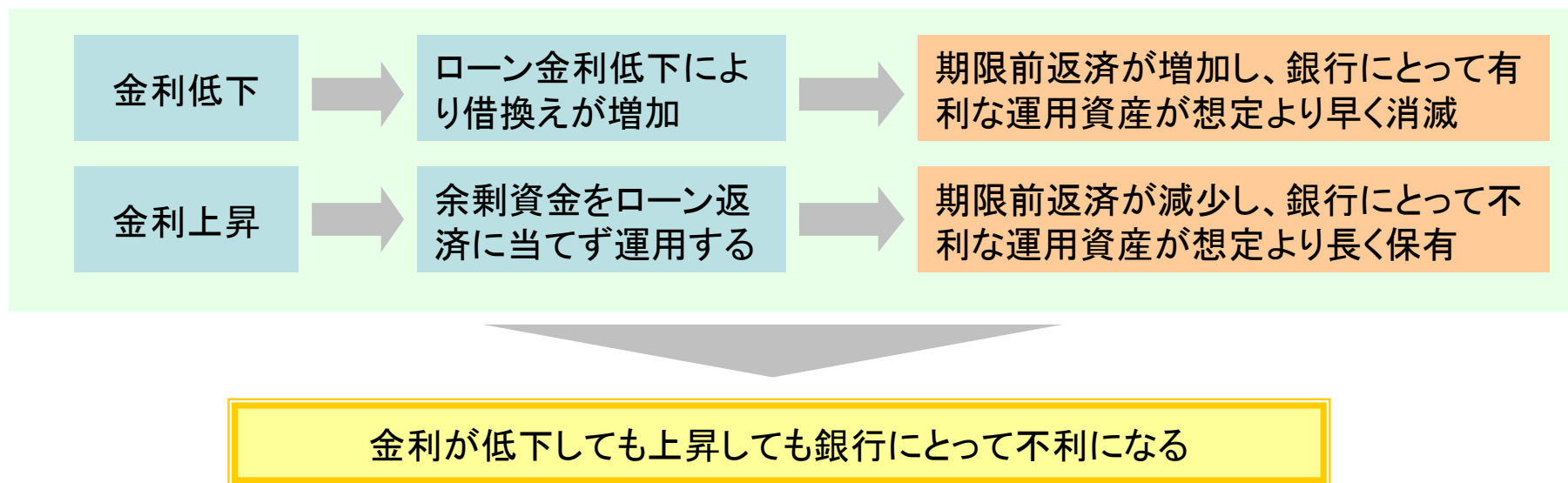
特に、住宅ローンは契約期間も長く、期限前償還率も高いので最も期限前償還リスクを考慮すべき商品。

(顧客にとって、期限前償還をするメリットが大きい商品)

■ りそな銀行で期限前償還リスクを勘案している商品

- 住宅ローン(りそなグループでは貸出金の約5割は住宅ローン)
- 定期預金(満期選択型定期預金)

■ 住宅ローンの例



✓ 考えなければいけないこと

① 期限前償還を勘案したリスク指標(GPS・VaR)を算出し、適正なALM運営を行う

- ・ミスヘッジを防ぐ
- ・適切なリスク把握

② 期限前償還を顧客の「権利」と認識し、権利料(オプション料)を算出し、収益管理に反映させる(内部仕切りレートへの反映)

- データ蓄積
ローン返済履歴データをデータベース化
弊社では1995年以降の返済履歴データを蓄積

- 蓄積データ

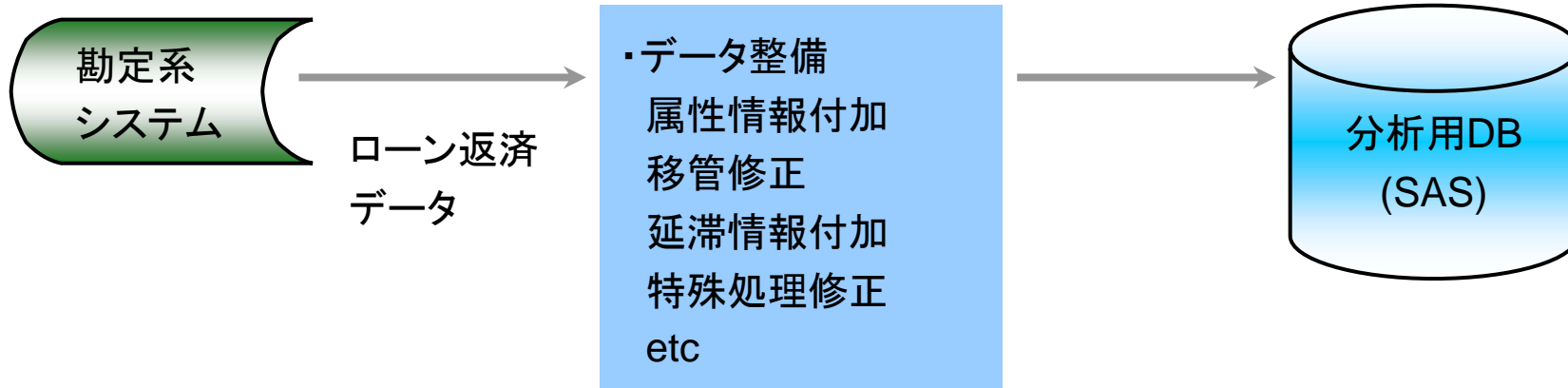
約定返済
延滞返済
代位弁済
団信回収
一部繰上返済
全額繰上返済

返済日付
返済事由
代弁事由

顧客番号
債権番号
ローン種別
商品番号
保証区分

約定金利
ALM金利
固定特約期間

.....



償還データ蓄積のイメージ

債権 番号	経過 月数	返済 区分	元本 返済額	利息 返済額	返済後 元本	返済 日付	商品	約定 金利	金利 期日	...
1	1	約返	45,000	75,000	29,955,000	2009/4/20	特約	3.0%	2012/03	
1	2	約返	45,113	74,887	29,909,888	2009/5/20	特約	3.0%	2012/03	
1	3	約返	45,226	74,774	29,864,661	2009/6/20	特約	3.0%	2012/03	
1	3	一繰	2,000,000	0	27,864,661	2009/6/20	特約	3.0%	2012/03	
1	4	約返	50,339	69,661	27,814,322	2009/7/20	特約	3.0%	2012/03	
2	104	約返	70,834	29,166	9,929,166	2004/7/25	特約	3.5%	2004/07	
2	105	約返	71,832	23,168	9,857,334	2004/8/25	変動	2.8%	-	
2	105	全繰	9,857,334	4,449	0	2004/8/31	変動	2.8%	-	
3	25	延滞	0	0	15,000,000	2007/1/5	固定	4.0%	2020/04	
3	26	延滞	0	0	15,000,000	2007/2/5	固定	4.0%	2020/04	
3	27	代弁	15,000,000	0	0	2007/3/5	固定	4.0%	2020/04	

■ プリペイメントが発生する主な原因

住替え	転居、老朽化、家族構成変化
借換え	市場金利低下、新商品
余剰資金	生活余剰資金、資産売却資金、臨時収入、退職金
デフォルト	収入減少、債務者死亡

様々な要因があり、債務者は必ずしも経済合理的な行動を取るとは限らず
デリバティブ評価のような無裁定理論の利用がなじまない

✓ 統計的なモデルを作成しプリペイメントを評価する

■ プリペイメントモデルの基本的な考え方

生存時間分析手法を用いることができる。代表的なモデルはCox比例ハザードモデル。

$$h(t) = h_0(t) \exp(a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n)$$

$h_0(t)$: ベースラインハザード関数

x_i : 共変量

Cox比例ハザードモデルを用い基礎分析を実施。(SAS等のソフトを利用)

■ 説明変数の選択

住宅ローンのプリペイメントには、様々なファクターがあるが、統計的な分析を行ない、説明変数の客観性やデータ入手のしやすさを考慮し決定。

＜説明変数の候補＞

経過月数、年収、職業、居住地、借入時年齢

購入物件（一戸建、マンション）、敷地面積、約定金利

代表的な指標を選択

（分かりやすさ、データの客観性、データ入手のしやすさ）

■ 当社モデルの概要

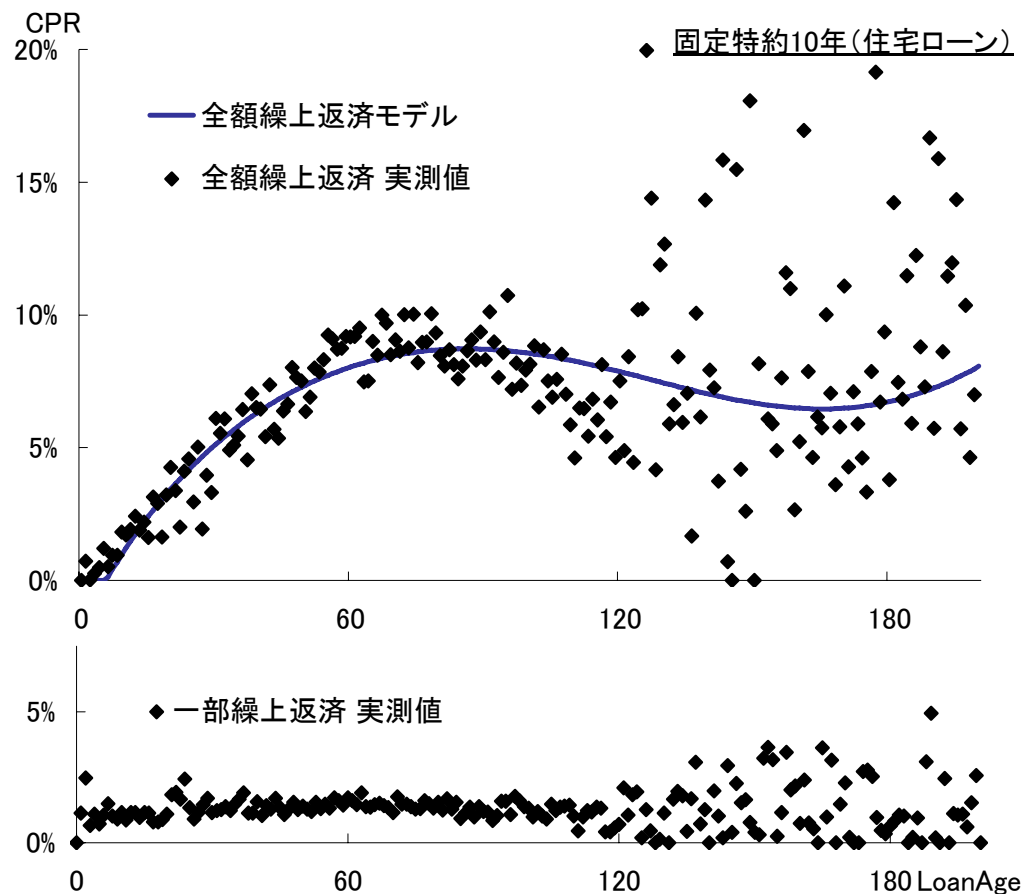
$$\text{プリペイメント率} = f(\text{経過期間}) \times g(\text{金利差}) \times h(\text{季節})$$

- ①経過期間 : 経過期間が長いほどプリペイ率は上昇。6年～10年をピークにその後逡減。
- ②金利差 : 約定ローン金利と市場金利の差。市場金利が低くなるほどプリペイ率は上昇。
- ③季節 : 3月は住み替えでプリペイ率が上昇等。

商品別（全固定、固定特約年限毎）、償還タイプ（全額繰上、一部繰上、デフォルト）毎にモデルを作成。

■ 全額返済に関しては、ローン経過期間に対して明確な関係が観測できる。

■ 一部繰上返済に対しては、顕著な傾向は見られず、一定値としている。



✓ 以下、最も影響が大きい 経過期間のモデル化 を中心に説明

■ 分析用データ加工

償還履歴データから下記のようにデータを加工する。

(例)住宅ローン 固定特約2年

(単位:億円)

経過 月数	残存元本 金額	全額繰上 償還金額	一部繰上 償還金額	代位弁済 金額	SMM 全繰	SMM 一繰	SMM 代弁
0	4,032	0.0	0.0	0.0	0.000%	0.000%	0.000%
1	3,921	0.0	5.2	0.0	0.000%	0.129%	0.000%
2	3,895	0.3	2.2	0.0	0.008%	0.056%	0.000%
3	3,933	2.3	3.2	0.0	0.059%	0.082%	0.000%
4	3,976	2.4	3.2	0.0	0.061%	0.081%	0.000%
5	4,014	3.2	3.1	0.0	0.080%	0.078%	0.000%
:	:	:	:	:	:	:	:
44	2,114	8.4	1.1	0.4	0.397%	0.052%	0.019%
45	2,031	5.8	1.4	0.5	0.274%	0.066%	0.024%
:	:	:	:	:	:	:	:

■ 具体的なモデル作成方法 (全額繰上げ返済)

1. 回収データから各経過月数(t)における月次プリペイメント率(SMM)を計算。

一部繰上返済も考慮する必要があることから
件数ベースではなく、**金額ベース**で計測。

$$SMM_t = \frac{t\text{ヶ月での期限前返済額}}{t-1\text{ヶ月でのローン残高}}$$

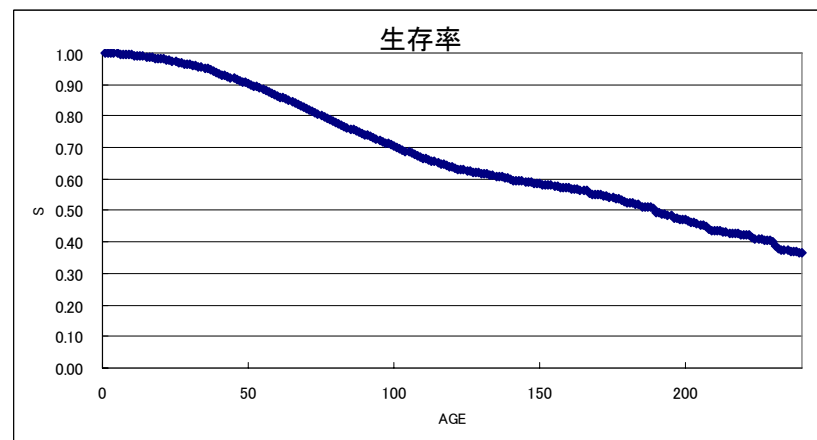
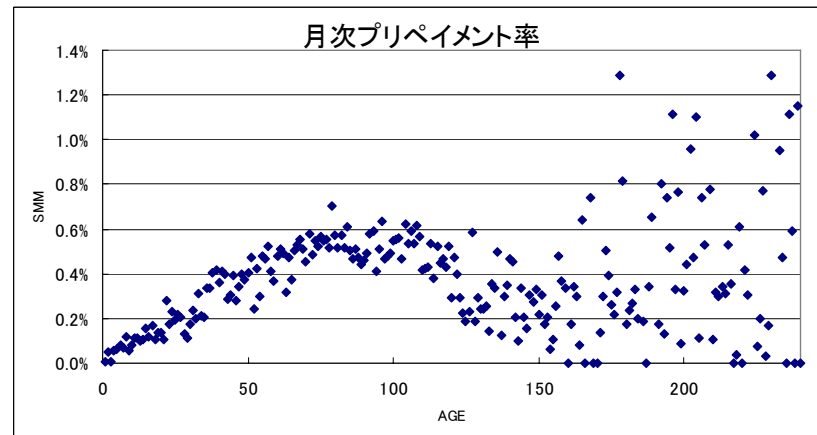
年率表示(CPR)には次式で変換

$$CPR_t = 1 - (1 - SMM_t)^{12}$$

2. 生存率へ変換。

$$S_t = S_{t-1} (1 - SMM_t)$$

生存率とは、実行時の残高に対し、期限前返済されていない割合を表す。

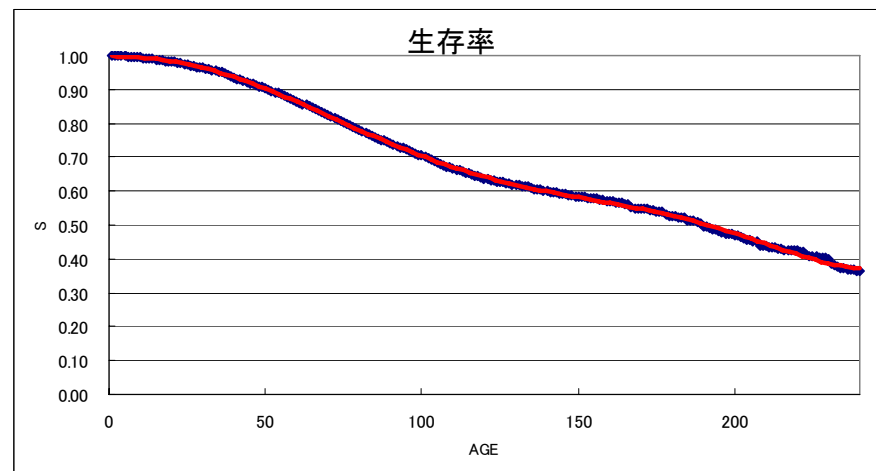


■ 具体的なモデル作成方法(続き)

3. 6次多項式回帰により生存率をモデル化

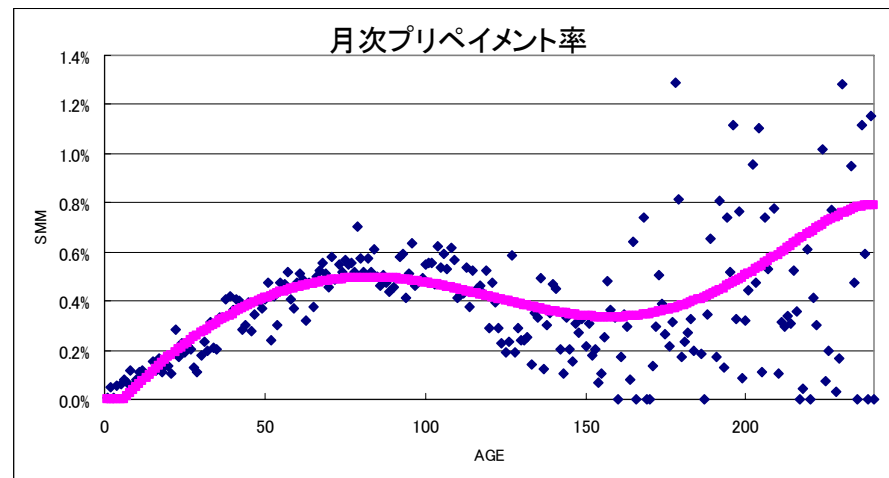
$$S(t) = at^6 + bt^5 + ct^4 + dt^3 + et^2 + ft + g$$

EXCELやSASの重回帰分析機能を用い分析可能状況に応じ $g=1, f=0$ 等の条件を付与。

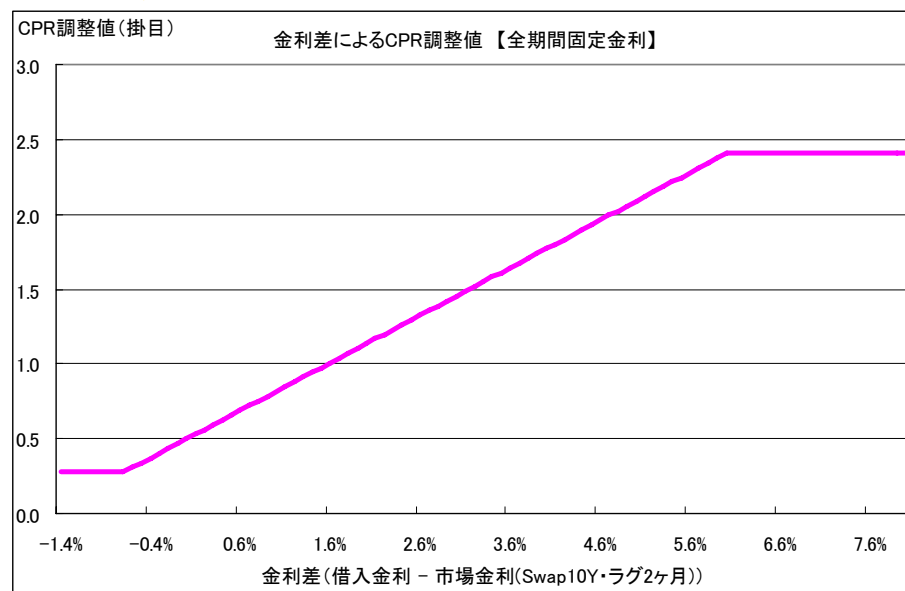
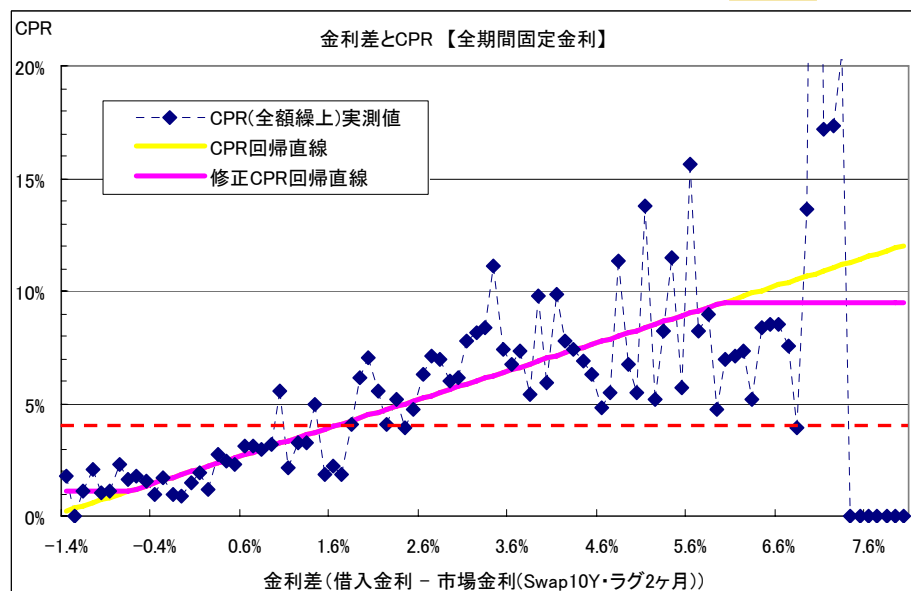


4. S(t)をSMM(t)へ変換

$$f(t) = SMM(t) = 1 - \frac{S(t)}{S(t-1)}$$



- 期限前償還率は金利変動により影響を受ける。
- 顧客の期限前償還権(金利に対するオプション)を計測するため重要なファクター。金利リスク管理において重要。
- 弊社では「借入金利－市場金利」をファクターとしている。

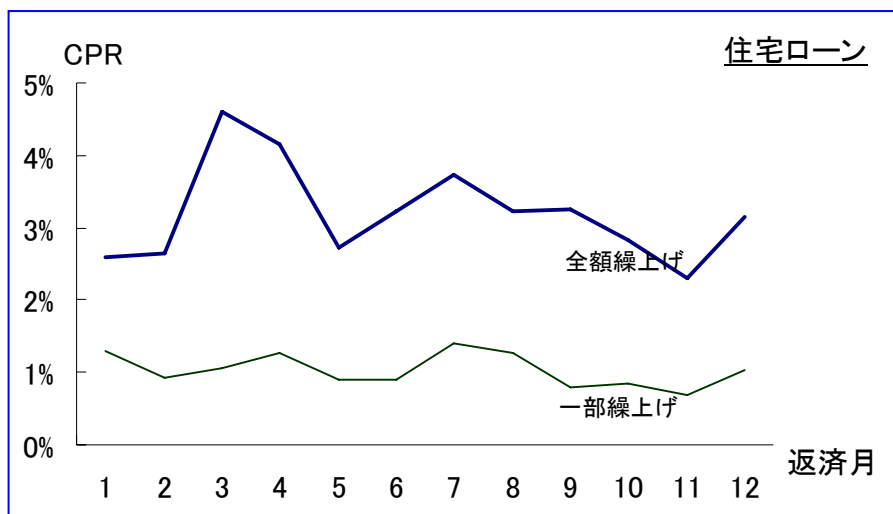


■ 季節要因

3、4月...転居による全額繰上げ償還増

1、7月...ボーナスによる一部繰上げ償還増 など

- 金利リスク計測や時価評価へ与える影響は小さいが、正確なバックテストイングのために導入。



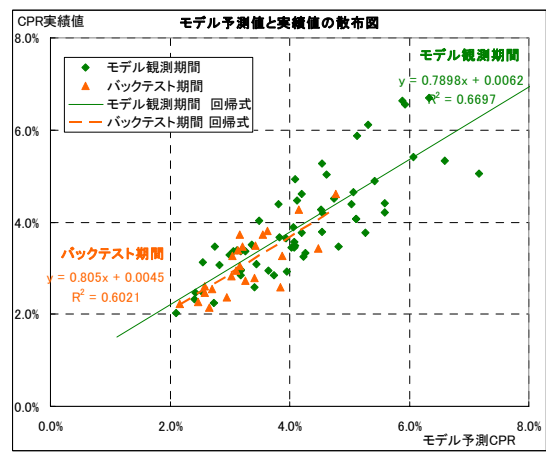
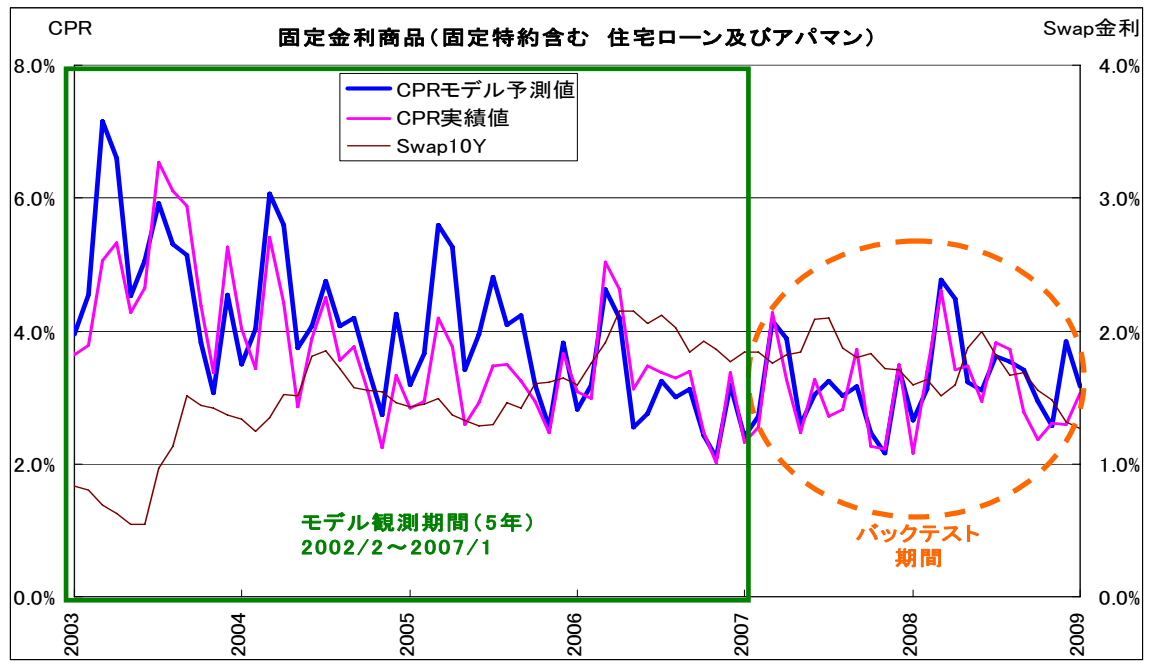
<季節関数の例>

$$h(1月) = 0.9$$

$$h(2月) = 1.0$$

$$h(3月) = 1.2$$

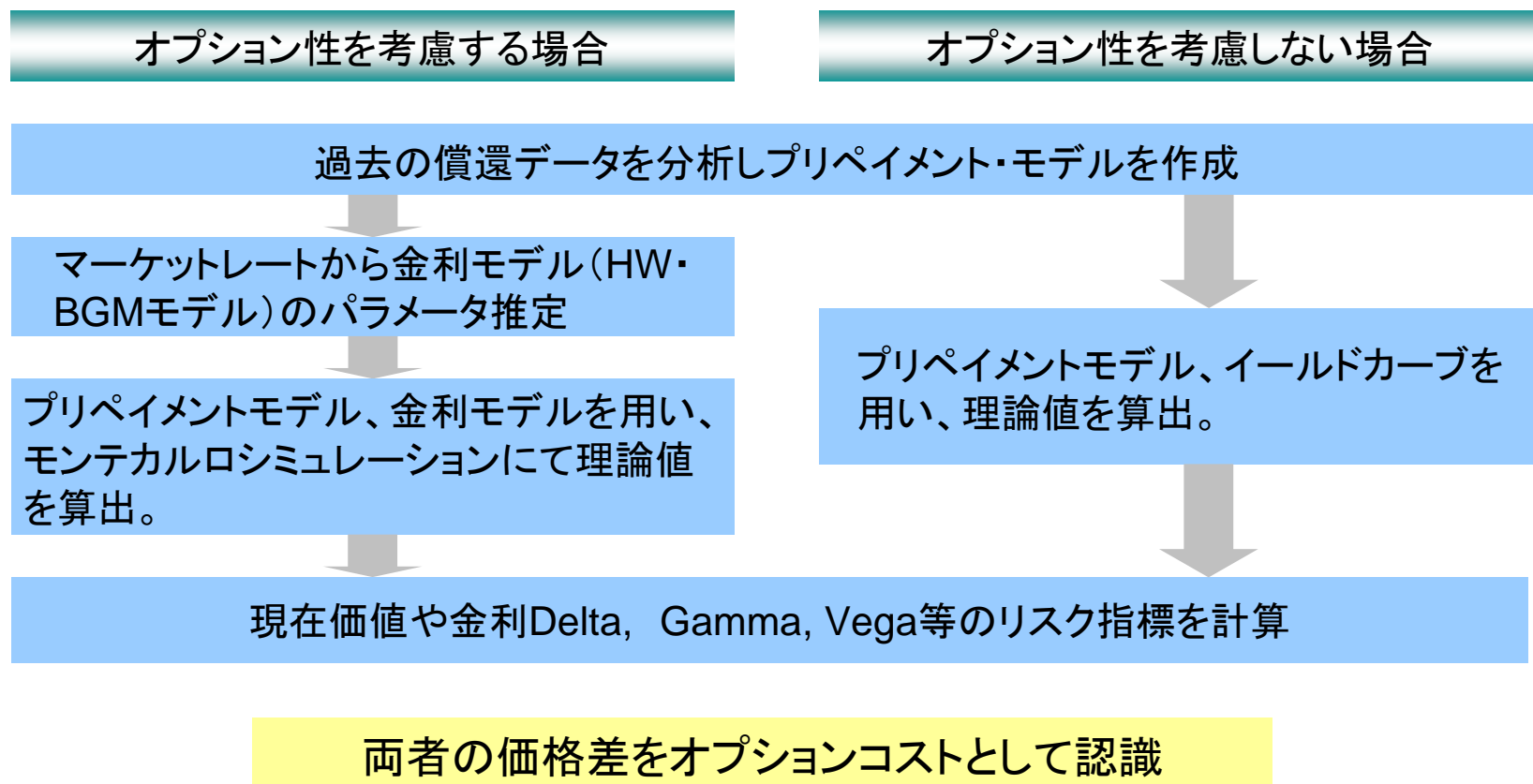
:



<例>

2007年1月に作成したモデルで算出したプリペイメント率と実績値を比較。
モデルは高い説明力を持っていることが確認できる。

- 作成したプリペイメント・モデルを用い、ローンを評価する。
オプション性を評価するためには、モンテカルロ・シミュレーションを用いたシミュレーションが必要。



■ モンテカルロシミュレーションの例

①金利モデルを用い乱数により金利シナリオを作成。

- ・各利払い時点でのスポットレートの算出。
- ・各利払い時点でのフォワードスワップ金利の算出。

②各金利シナリオに対し

- ・キャッシュフロー展開

経過月数	日付	約定償還	forward rate 10Y	プリペイ率 (月次)	プリペイ額	元本償還	利息	元本
1	2008/7/10	30,362	1.85%	0.16%	29,409	59,772	50,792	18,410,082
2	2008/8/11	30,397	1.87%	0.13%	23,315	53,712	50,628	18,356,370
3	2008/9/10	30,442	1.87%	0.15%	27,307	57,750	50,480	18,298,621
4	2008/10/10	30,481	1.88%	0.17%	32,010	62,490	50,321	18,236,131
5	2008/11/10	30,511	1.89%	0.12%	22,614	53,125	50,149	18,183,006
6	2008/12/10	30,557	1.90%	0.12%	21,256	51,813	50,003	18,131,193
7	2009/1/13	30,605	1.90%	0.18%	32,078	62,683	49,861	18,068,510
:	:	:	:	:	:	:	:	:

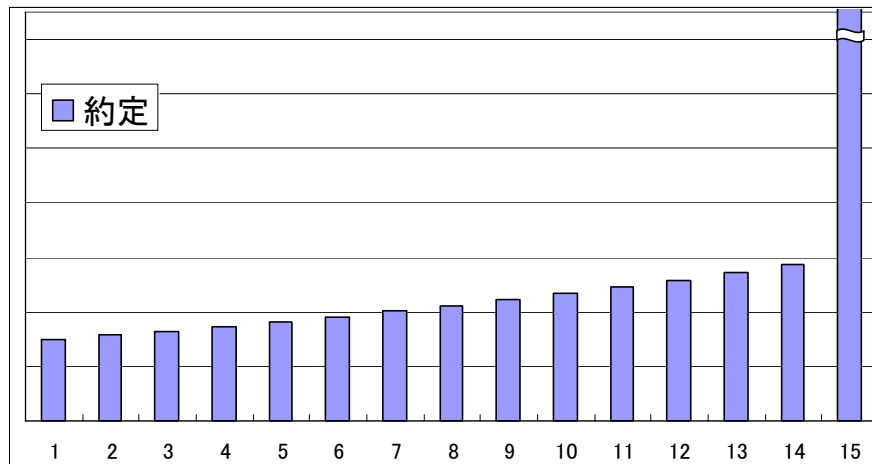
- ・スポットレートでキャッシュフローを割引き現在価値算出

③ ②で求めたシナリオ毎の現在価値を平均してローン価値を算出。

- マチュリティ・ラダーの例
住宅ローン
借入期間：20年 固定金利特約期間：15年

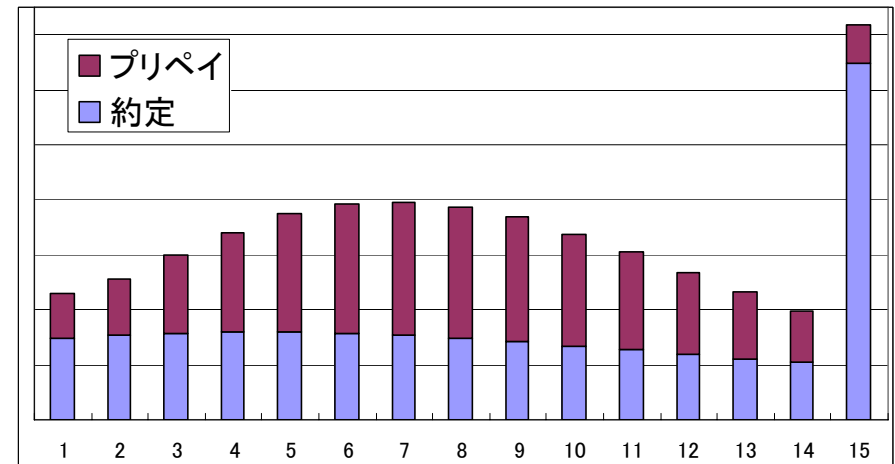
プリペイメント勘案せず

平均残存期間：10.8年



プリペイメント勘案

平均残存期間：8.1年



プリペイメントは金利リスク量(GPS, VaR)に大きな影響を与える。
適切なリスクコントロールのためにはプリペイメントを反映させたリスク量を計測する必要がある。

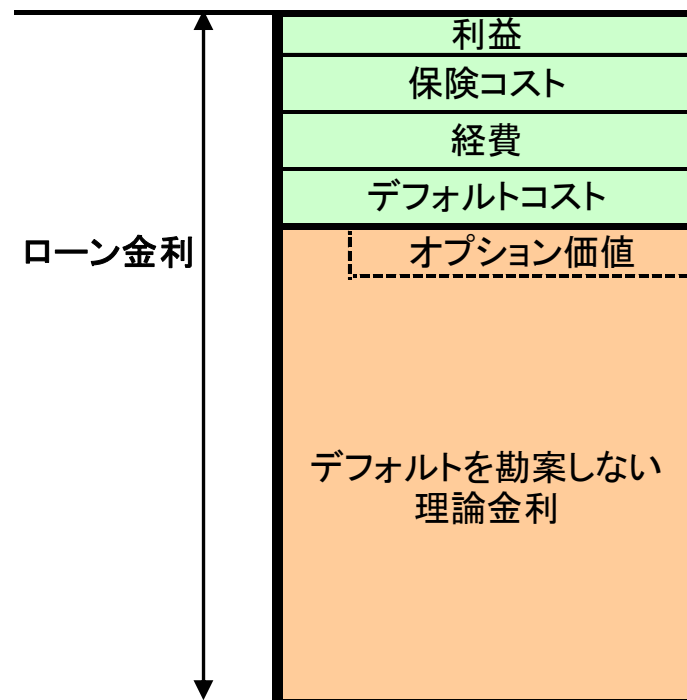
商品	社内仕切りレート		
	プリペイ有 オプション有 ①	プリペイ有 オプション無 ②	プリペイ無 ③
	特約2年	0.72%	0.72%
特約5年	1.02%	1.01%	1.03%
特約10年	1.37%	1.32%	1.42%
固定30年	1.74%	1.65%	1.82%

②－③: 平均残存期間短期化による影響

①－②: オプション価値

イールドカーブの影響やスワップションボラティリティに影響を受ける。

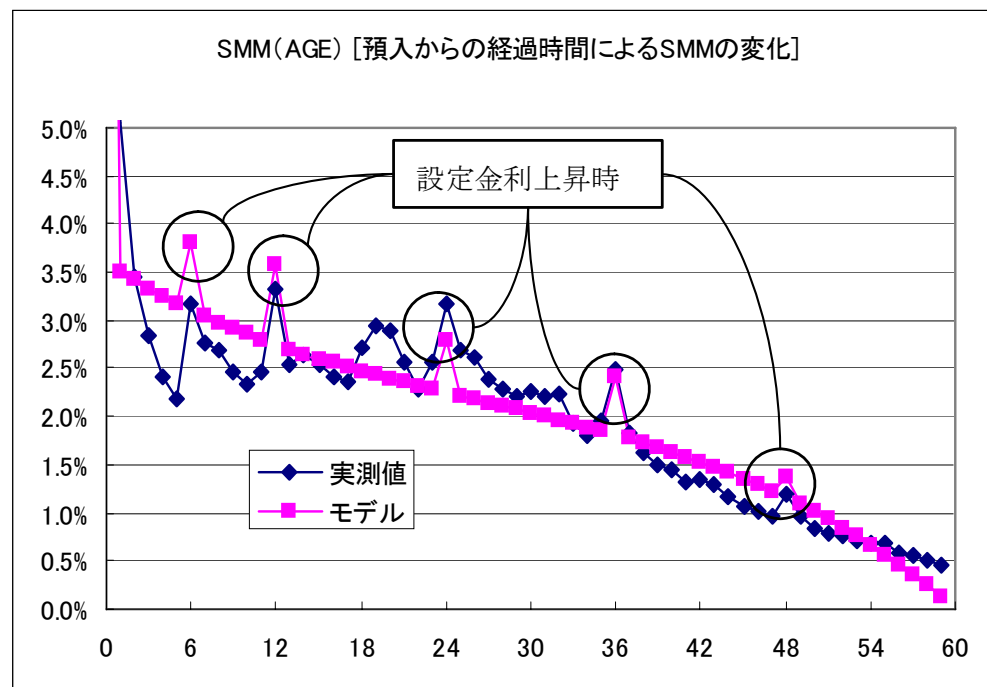
- ヘッジ実施時に必要なヘッジコストを吸収
顧客のオプション性をコストとして認識。
- ローン収益額の把握
 - ・デフォルトリスクとの相関を勘案した収益性分析
 - ・生涯収益分析



- プリペイメントリスクを取り入れている商品
満期選択型定期預金(満期フリー)...顧客の判断によりいつでも解約できる定期預金
- モデルの概要

$$\text{プリペイメント率} = f(\text{経過期間}) \times g(\text{金利差}) \times h(\text{季節})$$

満期選択型定期預金の特徴としては対顧客金利が期間に応じた段階金利であり、設定金利上昇時にはプリペイメント率が上昇。



記載されている計数及びデータは説明のために作成したものであり、実際のものとは異なります。また、内容の正確性につきましては万全を期しておりますが、ありうべき誤りに関しましてはすべて発表者に属します。



リスク統括部 金融テクノロジーグループ
荒川研一
03-5223-5655
kenichi.a.arakawa@resonabank.co.jp