



標準期限前償還（Prepayment Standard Japan） モデルの導入にあたって

ドイツ証券プリペイメントモデルを利用した PSJ モデル換算値の導出等について

2006 年 6 月

ドイツ証券株式会社

〒100-6171

東京都千代田区永田町 2 丁目 11 番 1 号山王パークタワー

Tel: (03) 5156 6000

著作権表示©2006 ドイツ証券株式会社

本書は情報の提供のみを目的として作成されたものです。本書中の情報は、当社において信頼できると考える情報源に基づいて作成していますが、当社は本書中の情報・意見等の公正性、正確性、妥当性、完全性等を明示的にも、黙示的にも一切保証するものではありません。かかる情報・意見等に依拠したことにより生じる一切の損害について、当社は一切責任を負いません。本書中の分析・意見等は、その前提が変更された場合には、変更が必要となる性質を含んでいます。本書中の分析・意見等は、金融商品、クレジット、通貨レート、金利レート、その他市場・経済の動向について、表明・保証するものではありません。本書中の情報・意見等が、今後修正・変更されたとしても、当社は当該情報・意見等を改定する義務や、これを通知する義務を負うものではありません。本書は、当社又は当社関連会社からの金融商品・証券等の引受又は購入の申込又は勧誘を構成するものではありません。当社またはその関連会社は本書に掲載された金融商品・証券等についてマーケットメイクを行っている場合があり、また自己勘定取引・デリバティブ取引をこれまでにに行った、あるいは今後行う場合があります。本書および本書中の情報は秘密であり、当社の文書による事前の同意がない限り、その全部又は一部をコピーすることや、配布することはできません。



(目次)

1. はじめに.....	1
2. 背景.....	1
3. PSJ モデル換算値の導出方法	2
4. PSJ モデル換算値の計算方法	3
5. PSJ モデル換算値の計算事例	4
6. むすびにかえて	8

別添 「ドイツ証券プリペイメントモデル（日本版）」の概要



1. はじめに

日本証券業協会（以下、JSDA）の証券戦略会議において、2006 年 4 月 24 日、標準期限前償還（Prepayment Standard Japan）モデル（以下、「PSJ モデル」）の導入が決定された。ドイツ証券¹では、主に住宅金融公庫が発行するパススルー型 RMBS の分析に用いることを目的として、2003 年夏にドイツ証券プリペイメントモデル（日本版）を開発、運用を開始した。今般、JSDA が PSJ モデルの導入を決定²したことにとともに、当社でも従来から市場参加者へ提供している情報に加え、ドイツ証券プリペイメントモデルによる分析結果を PSJ 値に換算したものを近日中に提供開始する予定である。

本書の目的は、当社における PSJ モデル値への換算方法の解説にある。なお、PSJ モデルは主に住宅金融公庫 RMBS を想定したと思われる標準モデルと、その他の RMBS で標準モデルの利用が適切ではない場合を想定したと思われるカスタマイズド・モデルに分かれるが、当社ではまずは住宅金融公庫 RMBS に関して PSJ モデルの利用を開始することを予定しているため、本書では住宅金融公庫 RMBS の分析結果に PSJ モデルのうち標準モデルを利用する際に絞って解説を行う。また、本書は今後適宜補足・改訂して行く所存である。

2. 背景

米国において 1980 年代から MBS の投資価値分析に広く用いられている PSA（Prepayment Standard Assumption）モデルの日本版として開発された標準期限前償還（Prepayment Standard Japan）モデルが日本証券業協会によって導入された。PSA モデルとは、1985 年に Public Securities Association（公共債引受協会、現在の The Bond Market Association）によって、パススルー型 MBS 証券にみられる経過年限に応じた CPR の変化を表す統一的なモデルとして導入されたもので、モデルを構築するにあたって具体的に用いられたのは FHA ローンに関する 1951 年から 81 年にかけての CPR 実績データである。この実績データでは、ローン実行直後の CPR は低く、その後 2～4 年間で上昇し、8 年目前後をピークに徐々に低下するが、最後の 10 年間で再度上昇するといった経過を読み取ることができる。そのため、PSA モデルでは、発行から 30 ヶ月目までは CPR が月次で 0.2% 上昇し、それ以降最終償還まで CPR は 6% の水準で一定となる経過パスを、100% PSA の期限前返済率として定義付けられた。米国では、こうした PSA モデルによる換算値が CPR と並んで今日においても市場参加者に広く活用されており、エージェンシーパススルー債に関する PSA スピードの各社予想については、The Bond Market Association のホームページにて毎月公開されている³。

日本では、住宅金融公庫がパススルー型 RMBS を発行し始めた 2001 年以降、日本の住宅ローンのヒストリカルデータが蓄積されてきたことで、日本独自の CPR の推移を計測できる環境が整ってきた。住宅金融公庫提供データからは、全額繰上返済 CPR が WALA（加重平均経過期間）60～70 ヶ月目まで上昇し、その後徐々に低下する傾向にあることが読み取れる（図表 1）。なお 120 ヶ月付近で CPR の上昇がみられ

¹ 本書では、ドイツ証券株式会社（現ドイツ証券）および現ドイツ証券が 2005 年 12 月 31 日付けで営業譲渡を受けたドイツ証券会社東京支店（旧ドイツ証券）のいずれかまたは双方を総称して「ドイツ証券」または「当社」という。

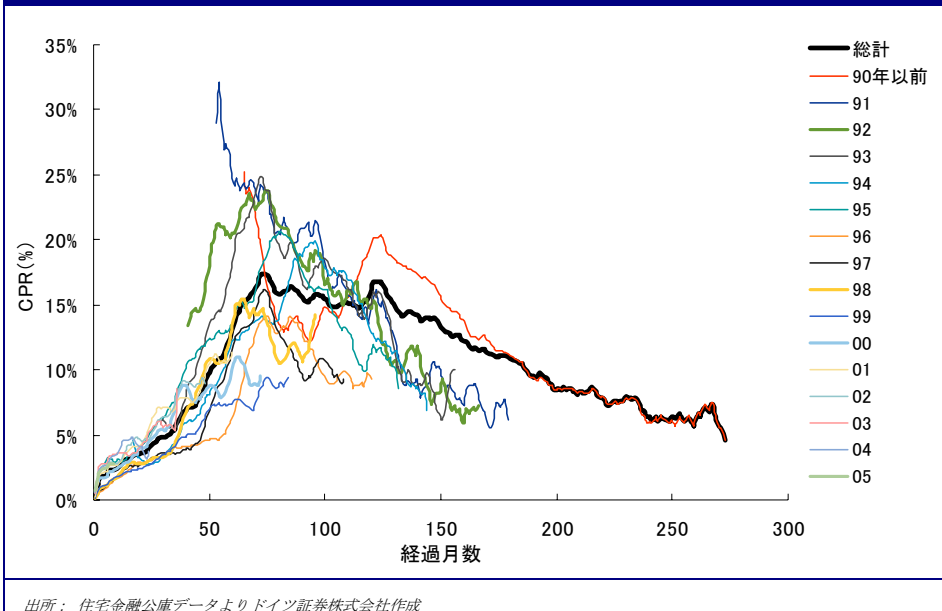
² なお、PSJ モデルについては、日本証券業協会 日本版 PSA モデルに関するワーキング『PSJ モデル ガイドブック』平成 18 年 4 月 24 日を参照。

³ <http://www.bondmarkets.com/story.asp?id=1278>



るのは、2005 年 5 月実行までの直接融資型の大部分には 11 年目に金利のステップアップがある⁴ことによる影響と推測できる。

図表1：繰上返済 CPR6 ヶ月移動平均の推移



PSJ モデルを策定するにあたっては、日本における住宅ローンのプリペイメントに関する実績データから検証される特徴を如何にモデルに反映させるかという点、ならびに市場インフラとして広く普及させるために必要なシンプルさを如何に追求していくか、といったことに重点が置かれたといえよう。

PSJ モデルとして 2 種類のモデルが用意されており、住宅金融公庫 RMBS を主な対象として設定された「標準モデル」では、切片はゼロ%として毎月一定幅で CPR が上昇することにより、WALA 60 ヶ月目に達した CPR の水準がその後一定となるパスを描く。一方、個別性の高い民間 RMBS 等で適用されることも視野に入れた「カスタマイズド・モデル」では、切片（WALA 0 ヶ月）の水準、CPR が直線的に上昇する期間（シーズニング月数）、ならびにある時点以降一定となる CPR の水準を自由に調整できる点に違いがあり、より柔軟性を持ったかたちで期限前償還速度を表現することができる。

3. PSJ モデル換算値の導出方法

PSJ モデル換算値（以下 PSJ 値）を算出する方法は、複数考えられる。以下にこれらを例示する。

(1) 裏付けプールの SMM[®]を基準として PSJ 値に換算。

⁴直接融資型に関する当初 10 年間と 11 年目以降の段階金利差については徐々に縮小させ、2005 年 6 月から全期間同一の金利となっている。適用金利は申し込み受付時に公庫が決定する。なお、フラット 35 は 15 年から 35 年の全期間固定金利となっている（ただし 2 段階固定金利も採用可能）。



(2) ファクター（元本残存率）を基準として PSJ 値に換算。

(3) WAL（元本の加重平均年限）を基準として PSJ 値に換算。

当社では、特定の 1 ヶ月間について算出する場合、過去実績について算出する場合、将来予想について用いる場合のそれぞれに関し、算出方法を使い分けることが妥当と考える。

具体的には、特定の 1 ヶ月間の PSJ 値を算出する場合には、WALA と裏付けプールの SMM の値を用いることで、PSJ モデル換算値の算出式によって換算値を導出することとする。

既発債の過去実績を PSJ 値に換算する場合は、プリペイメントモデルによる予想を必要としない。また、PSJ 値の利用者の関心は、月次ファクターが SMM の変動によりこれまでどのような形状（経路）を辿ったかではなく、現在のファクターの水準やその現水準に至るまでの繰上げ返済のイメージであることを鑑みると、(2)の方法を採用することが妥当と考える。このため、当社では過去実績について PSJ 値で表現する際は、実績としてのファクターに一致するファクターが得られる PSJ 値を用いることとする。

一方、将来の予想については、当社はドイツ証券プリペイメントモデルを開発した 2003 年 8 月以降、当モデルによるキャッシュフロー予想における WAL と等しい WAL を導く実効 CPR（発行当初から最終償還まで CPR が一定水準で推移すると想定した場合の CPR）を毎営業日公表している。予想値について WAL を基準としている理由は、市場参加者の関心が、月々の CPR 水準の変動およびその推移に基づく将来の月次ファクターの形状よりも WAL に置かれており、債券の価格評価に関しても予想 WAL との比較において検討されることが多いという当社の理解に根ざしている。将来予想を PSJ 値に換算する場合に関しては、WAL を基準とする(3)の方法が、当社がこれまで実効 CPR を算出してきた考え方と最も親和性が高いと考える。

将来予想を PSJ モデルに換算する際、ドイツ証券プリペイメントモデルが予想するキャッシュフローに基づく WAL と PSJ モデルが想定する CPR のカーブを当てはめた場合の WAL が一致する PSJ 値を市場参加者に提供することが最も妥当であると当社は考える。当社では将来予想について PSJ 値を算出する場合は、当社モデルに基づく予想 WAL に一致する WAL を導出する PSJ 値を用いることとする。

4. PSJ モデル換算値の計算方法

PSJ モデル（標準モデル）においては、切片 CPR を 0%、シーズニング月数を 60 ヶ月としている。ローン実行月⁵（WALA が 0 ヶ月時点）の CPR を 0%とし、以降 CPR が線形に上昇することで経過月数 60 ヶ月目に CPR が r%に達し、それ以降は r%の水準にて CPR が一定となる「r%PSJ」につき、経過月数（WALA）m ヶ月時点の SMM 値から換算した実績 CPR（R%）を PSJ モデルに基づく瞬間風速として表した PSJ 値（ $PSJ_m(\%)$ ）は、以下の算式で定義付けられる。

⁵ SMM（Single Month Mortality）。CPR は SMM（月次の繰上返済率）を複利計算で年率換算したものである。

⁶ 実際には、金銭消費貸借契約締結月にて代用している。



$$PSJ_m(\%) = R/m \times 60 \quad (m \leq 60)$$

$$PSJ_m(\%) = R \quad (m > 60)$$

なお、WALA について住宅金融公庫 40 回債以降より、公庫ホームページ並びに情報ベンダーを通じて提供されている「平均経過期間」及び「加重平均経過期間」の算出方法が以下のとおり変更されている。

<変更前>

【（当初返済回数－償還残回数）／12】の平均・加重平均 ※年表示

<変更後>

【（データ基準年月－金消契約年月）】の平均・加重平均 ※月表示（小数点以下四捨五入）

つまり、当初融資年数と残存年数の差として求めてきた経過期間について、データ基準年月と金銭消費貸借契約年月の差に変更されており、単位も従来の年から月へと変更された。起算日に対応する基準月元利払日の WALA は、金銭消費貸借契約からの経過月の加重平均になっている。住宅金融公庫 RMBS に関し、PSJ モデルで利用する WALA に関しては、40 回債以前のものも含め、この新基準に基づき住宅金融公庫が公表するものを用いる。

当社では、将来予想値の PSJ 値への換算にあたっては、当社モデルの予想に基づく WAL と同一の WAL を導出する PSJ 値を求めることとする。また、当社では、2003 年にドイツ証券プリペイメントモデルの運用を開始してから、当社モデルの予想に基づく WAL と同一の WAL を導出する実効 CPR（CPR が一定水準で変化しないと過程した将来予想）を算出しているが、定義上、WALA が 60（ヶ月）以上の場合には、当社の実効 CPR と PSJ 値は一致することになる。

5. PSJ モデル換算値の計算事例

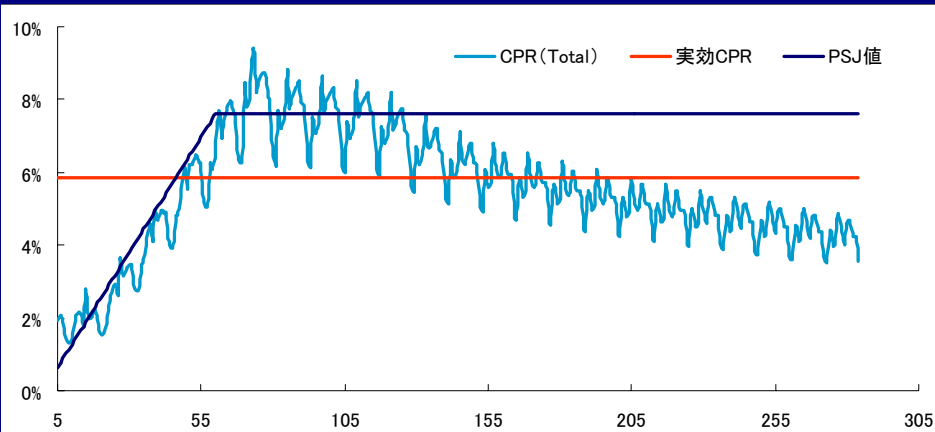
ここで、実際の住宅金融公庫債を用いた分析事例およびその PSJ 値への換算事例を示してみたい。

発行時期の違いによる差異をみるために、月次債の分析事例として、2006 年 5 月 11 日発行の第 42 回債、2005 年 5 月 12 日発行の第 30 回債、2004 年 5 月 11 日発行の第 18 回債、2003 年 6 月 11 日発行の第 11 回債、2002 年 6 月 21 日発行の第 6 回債、2001 年 6 月 21 日発行の第 2 回債をとりあげる。なお、S 種に関しては、2005 年 8 月 9 日発行の第 S-1 回債および 2006 年 2 月 9 日発行の第 S-5 回債について同様に分析を行った。

いずれも 2006 年 5 月 24 日の引け値をもとにしたフォワードカーブを基準金利として算出している。プリペイメントモデルが算出する CPR（全額繰上返済 CPR、部分繰上返済 CPR 別）は経過期間によって変化するが、これを便宜上一定と過程した場合に同一の WAL となるような CPR の水準を均一化された CPR（実効 CPR）として算出した。なお、当プリペイメントモデルでは、フォワードカーブの平行移動や、数年後に金利が急上昇するようなシナリオ分析を行うことも可能である。

図表 2 から図表 9 にかけてのグラフに図示してある PSJ 値は、前述の通り、当社プリペイメント・モデルの予想に基づく WAL と同一の WAL を導き出す PSJ 標準モデル換算値（PSJ 値）である。

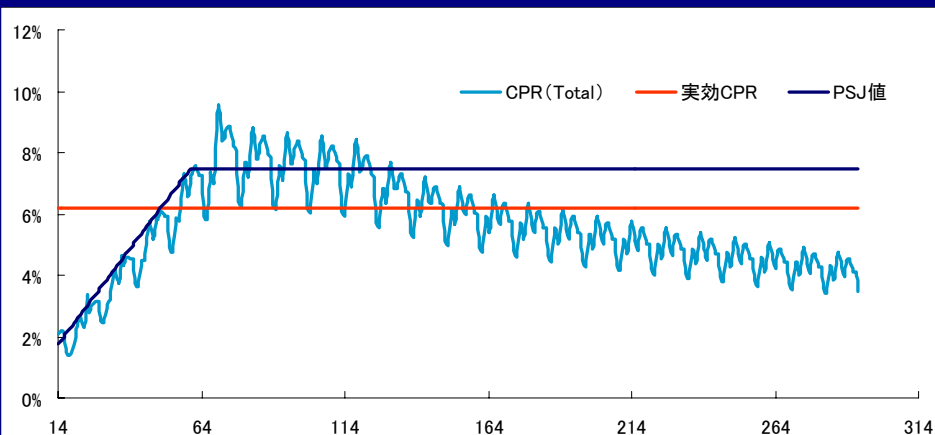
図表2 住公 42 回債の CPR 予想（2006 年 5 月 11 日発行）



注：横軸は、発行月からの経過月数。

出所：ドイツ証券株式会社

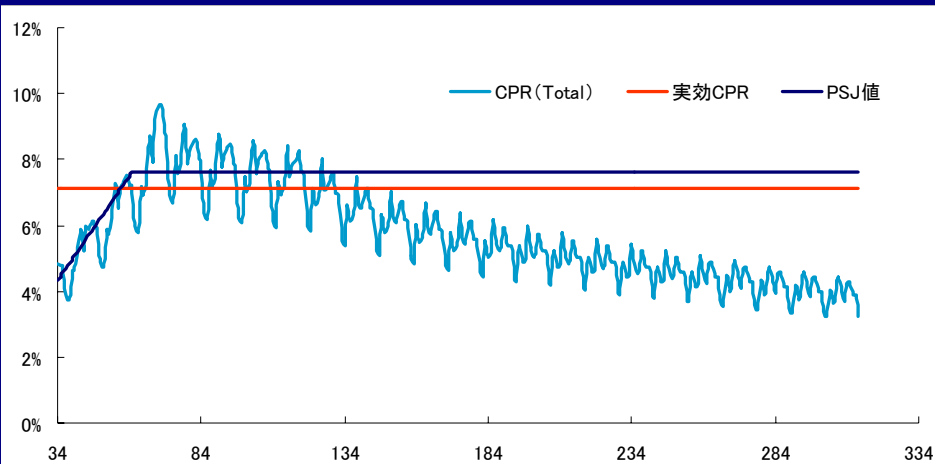
図表3 住公 30 回債の CPR 予想（2005 年 5 月 12 日発行）



注：横軸は、発行月からの経過月数。

出所：ドイツ証券株式会社

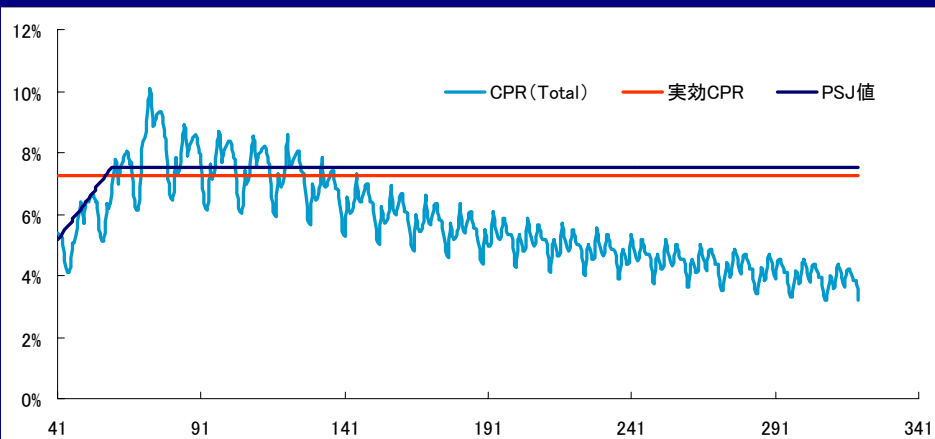
図表4 住公 18 回債の CPR 予想 (2004 年 5 月 11 日発行)



注：横軸は、発行月からの経過月数。

出所：ドイツ証券株式会社

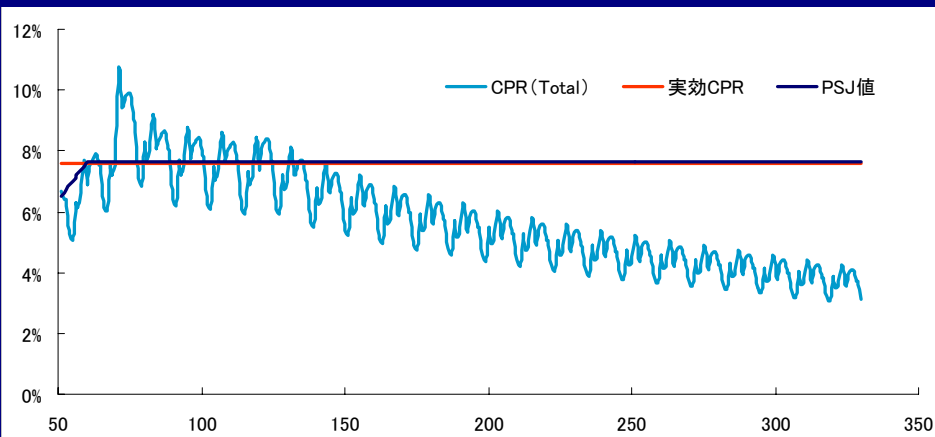
図表5 住公 11 回債の CPR 予想 (2003 年 6 月 11 日発行)



注：横軸は、発行月からの経過月数。

出所：ドイツ証券株式会社

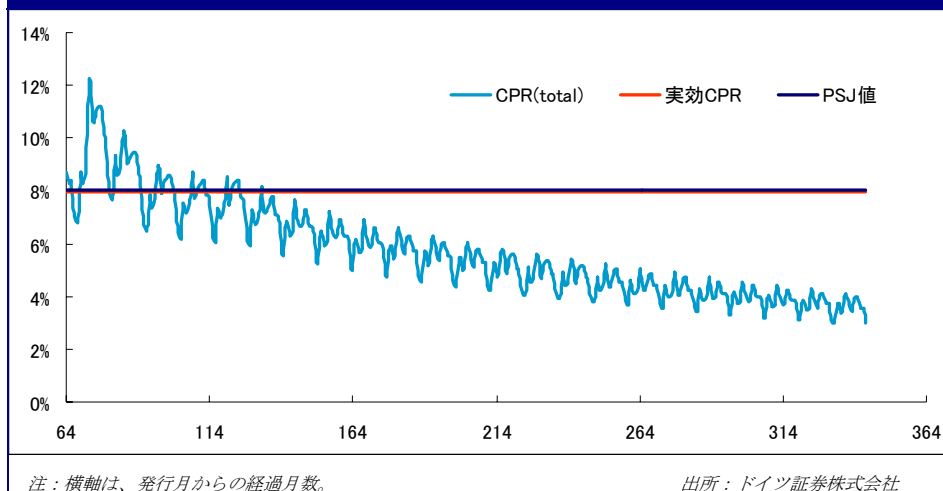
図表6 住公 6 回債の CPR 予想 (2002 年 6 月 21 日発行)



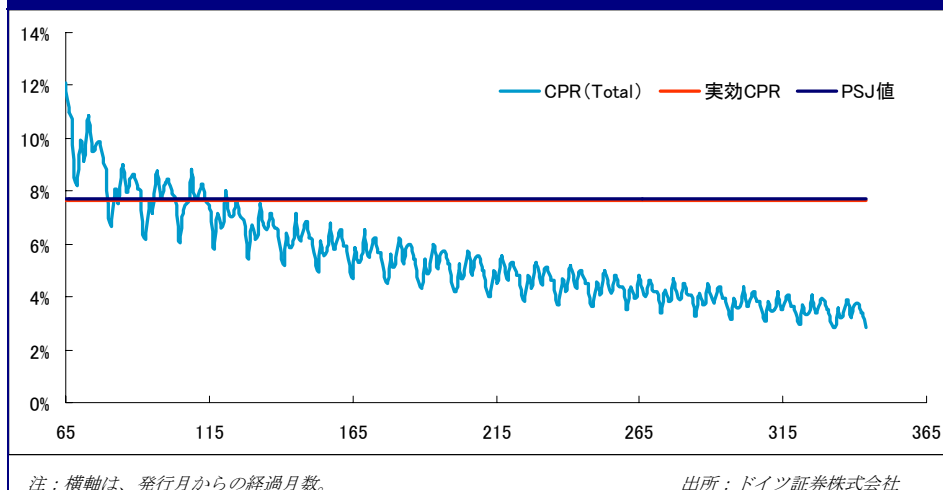
注：横軸は、発行月からの経過月数。

出所：ドイツ証券株式会社

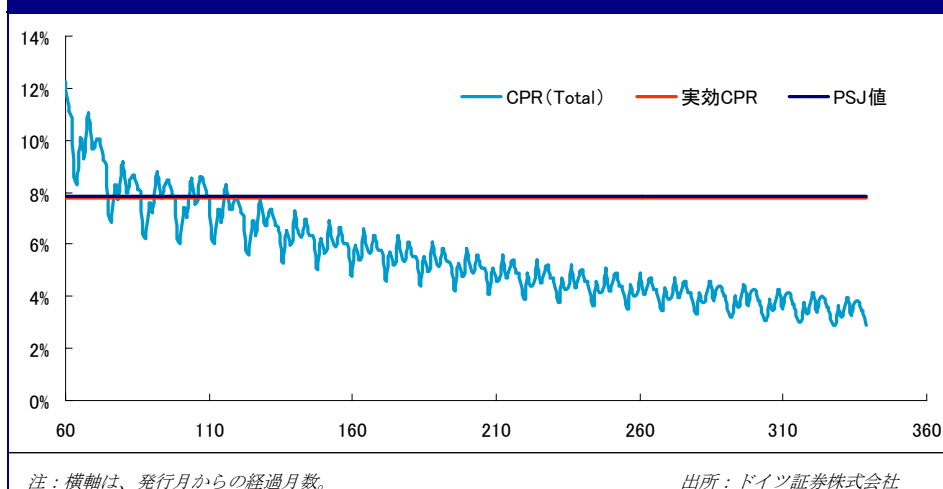
図表7 住公2 回債の CPR 予想 (2001 年 6 月 21 日発行)



図表8 住公 S-1 回債の CPR 予想 (2005 年 8 月 9 日発行)



図表9 住公 S-5 回債の CPR 予想 (2006 年 2 月 9 日発行)





図表10：住公各回号の概要及び予想結果

回号	2	6	11	18	30	42	S-1	S-5
発行日	2001/6/21	2002/6/21	2003/6/11	2004/5/11	2005/5/12	2006/4/26	2005/8/9	2006/2/9
クーポン	1.78%	1.94%	0.92%	1.89%	1.67%	2.34%	1.51%	1.76%
発行額（億円）	500	1,000	1,000	300	966	1,907	2,000	2,000
WAC (%)	2.891	2.662	2.665	2.658	2.577	2.740	2.890	2.820
WAM (年)	25.6	26.7	27.9	28.4	30.6	32.0	25.5	26.1
WALA (年)	5.3	4.2	3.3	2.8	1.1	0.3	5.3	4.9
WAL (年)	6.7	7.3	7.7	7.9	9.0	9.6	7.2	7.3
実効CPR	8.0%	7.6%	7.3%	7.1%	6.2%	5.9%	7.6%	7.8%
PSJ値	8.0%	7.6%	7.5%	7.5%	7.4%	7.6%	7.6%	7.8%

注：実効CPRはCPRが一定水準で変化しないと過程した将来予想。

出所：ドイツ証券株式会社

6. むすびにかえて

当社証券化商品調査部調べで、日本の新発証券化商品の裏付け資産に占める住宅ローンの割合は、2004年に45.7%であったものが昨年50.3%と過半以上を占めるに至り、2006年に入ってから3月末時点で60.5%となっている。こうした動向は、住宅金融公庫パススルー型RMBSの発行額の増加傾向による要因も大きい。特に裏付け資産における買取型債権が30回償以降、継続的に300億円を上回るようになったこと、既往債権の証券化（S種）が2005年8月以降開始されたことがRMBS発行額の増加に寄与している。当社調べで2005年度におけるRMBSオリジネーター占有率の比較では、住宅金融公庫によるシェアが最も大きく全体の約40%を占めた。

こうしたRMBS発行額の増加に伴って、プライマリー市場における共通の尺度を共有すること、およびセカンダリー市場の育成に対する必要性がより増しているといえよう。特に、80年代の半ばから住宅ローンおよび住宅ローン証券化市場が発展してきた米国と比較し、日本では未だ十分なヒストリカルデータが存在しないため、市場参加者が広く適用できる共通の尺度がより重要となっている。PSJモデルは、市場参加者に住宅ローンおよび住宅ローン証券化商品のリスクを評価する上での共通の尺度・ツールを提供するものであり、日本のRMBSの発行市場およびセカンダリー市場の発展にとって欠かせないものとなるであろう。



別添：「ドイツ証券プリペイメントモデル（日本版）」の概要

当社では、PSJ モデル（「標準モデル」）に基づく PSJ 値を算出するにあたって利用する将来予想に関して、独自に開発した「ドイツ証券プリペイメントモデル（日本版）」による予想結果を用いることとする。当プリペイメントモデルでは、住宅金融公庫提供データを利用した分析結果に基づき、CPR の推移に影響を及ぼすとみられる要因をモデル化しており、当社プリペイメントモデルによる分析結果とヒストリカルデータの 6 ヶ月移動平均を比較した決定係数は約 90 と、高い精度をもっている。以下、当モデルの概要・特徴について説明する。

ドイツ証券では、日本の住宅ローンおよび住宅ローン証券化商品（RMBS）の分析に用いることを目的として、独自のモデル「ドイツ証券プリペイメントモデル（日本版）」を 2003 年に開発した。このドイツ証券プリペイメントモデル（日本版）はドイツ銀行グループが米国で用いているモデルとは全く別のものであり、日本の固定金利（金利のステップアップ及び一部繰上返済を含む）住宅ローンの特性、なかでも住宅金融公庫の住宅ローンプールの特性をうまく取り込むために開発した独自モデルである。当モデルによる分析結果につき、ブルームバーグおよび投資家の皆様に日次での提供を開始し約 3 年が経過した。その間、蓄積された住宅金融公庫 RMBS の裏付け資産に関するヒストリカルデータに基づき、数回にわたってモデルの最適化およびバージョンアップを行っている。

ドイツ証券プリペイメントモデルは、CPR（繰上返済率）に対するいくつかの要因の影響を分析し、関数化したものであり（利用する関数には非線型関数も含む）、各要因が CPR に与える影響を理論的に説明できる透明性の高いモデルとなっている。当社では、当プリペイメントモデルによる分析結果を用いて、PSJ 換算値を算出することとした。以下、当モデルの特徴につき解説する。

ドイツ証券プリペイメントモデルの特徴

ドイツ証券プリペイメントモデルには以下のような特徴がある。

1. CPR につき、全額繰上返済と一部繰上返済を別個に推定する。
2. 各要因の CPR に対する影響を分析し関数化する。
3. この関数には非線型関数も含む。
4. この非線型モデルを CPR のヒストリカルデータを用いて回帰分析を行い関数の各フィッティングパラメータを決定する。
5. 高い決定係数を示すだけでなく、各要因が CPR に及ぼす影響を理論的に説明できるモデルである。

当モデルの特徴として、CPR を全額繰上返済および一部繰上返済に区分して、各々別の影響要因を設定した上でモデル化していることが挙げられる。例えば、繰上返済率を左右する要因として、経過期間、季節要因、債権残高加重平均金利（WAC）と市場金利の差、などが挙げられるが、当モデルでは、全額繰上返済率の推定にあたっては、バーンアウト効果や中古住宅販売額といった要因による影響等もモデルに織り込んでおり、一部繰上返済率とは別の関数を用いている。総（グロス）CPR を求めるにあたっては、各



要因が CPR に対し何%影響を与えるかを明確に把握できるよう関数化している点も特徴として挙げられる。なおバーンアウト効果とは、経過期間と共に繰上返済に対してより敏感な借り手がプールから減っていく繰上返済率が下がっていく現象を指すが、ドイツ証券プリペイメントモデルにおいては、拘束条件を持った N 次多項式で示している。

プリペイメント（期限前償還）の要因

ドイツ証券プリペイメントモデルで使用する要因は、以下の 6 つである。

1. 経過期間（ローンが実行されてからの期間）
2. 季節要因
3. WAC（残高加重平均金利）と市場金利の金利差
4. 中古住宅販売額
5. バーンアウト効果

これらの要因が全額繰上返済と一部繰上返済に与える影響について考察する。

償還開始年別の全額繰上返済による CPR の 6 ヶ月移動平均の推移⁷からは、約 70 ヶ月目まで上昇した後徐々に低下していく傾向がみられることから、プリペイメント動向において、経過期間という要因が非常に大きな影響を与えていることが分かる。また、回収月別の CPR の推移からは明らかな季節性をみることができる。これらの特徴ならびに、WAC と市場金利（5 年スワップ）の金利差における相関関係等をモデル化し、プリペイメントを左右する要因として組み込んでいる。なお、全額繰上返済の要因を大きく借り換えと住み替えに区分した場合、住み替え要因と、中古住宅販売額は強い相関関係を持っていることから、当要因についても、別途関数化してモデルに織り込んでいる。

ヒストリカル・データとの回帰分析

全額繰上返済による CPR と一部繰上返済による CPR のヒストリカルデータを用いて回帰分析を行い、フィッティングパラメータを求める。なお 120 ヶ月付近における CPR の上昇も当モデルでは適格にとらえていることが分かる。

$$CPR(\text{全体}) = CPR_F + CPR_p$$

CPR_F : 全額繰上返済率

CPR_p : 一部繰上返済率

全額繰上返済 CPR モデル

⁷住宅金融公庫提供のデータを基にドイツ証券が回帰分析を行い、全額繰上返済による CPR と一部繰上返済による CPR を算出。



$$CPR_F(x, y, z, m) = \{f_1(x) + g_1(y) + h_1(x) + i_1(z)\} \times j_1(m)$$

$f_1(x)$: 経過期間と CPR_F の関係を示す関数

$g_1(y)$: 金利差と CPR_F の関係を示す関数

$h_1(x)$: バーンアウト効果関数

$i_1(z)$: 中古住宅販売額と CPR_F の関係を示す関数

$j_1(m)$: 季節と CPR_F の関係を示す関数

一部繰上返済 CPR モデル

$$CPR_p(x, y, m) = \{f_2(x) + g_2(y)\} \times j_2(m)$$

$f_2(x)$: 経過期間と CPR_p の関係を示す関数

$g_2(y)$: 金利差と CPR_p の関係を示す関数

$j_2(m)$: 季節と CPR_p の関係を示す関数

図表11 ヒストリカルデータ（6ヶ月移動平均）とモデルのフィット

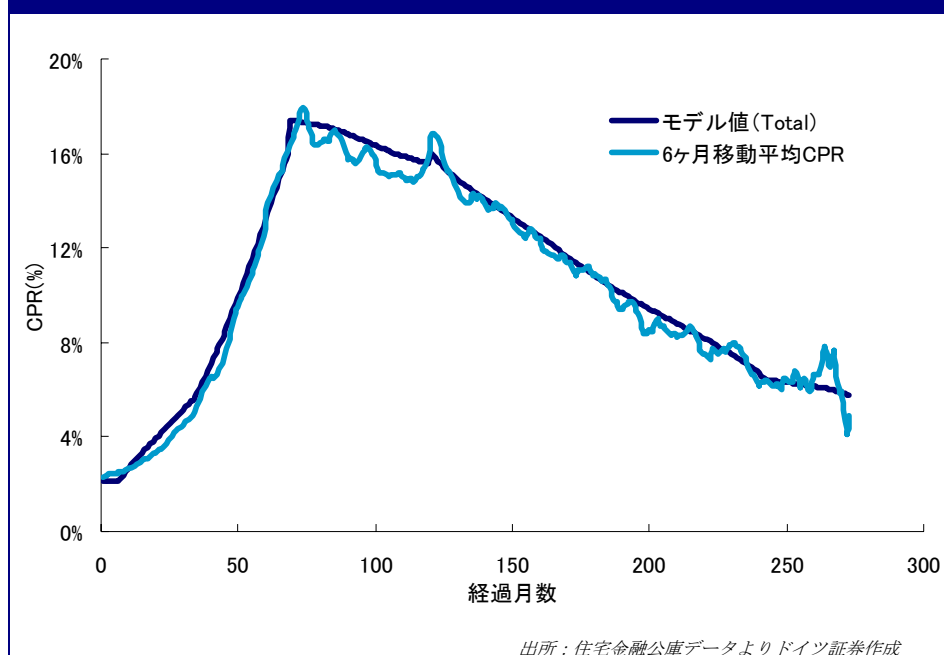


図 11 は、当社プリペイメントモデルによる分析結果とヒストリカルデータの 6 ヶ月移動平均を比較したものであり、決定係数は約 90 である。ドイツ証券プリペイメントモデルとヒストリカルデータとの高いフィッティングが示されている。

ドイツ証券プリペイメントモデルは十分に実用に耐える完成度の高いモデルであると自負しているが、現在の形が完全なものとは考えていない。新たなデータ、特に買取住宅ローン債権のデータが今後蓄積する

なかで、モデルの最適化を行う他、利用者の意見も広く取り入れながらバージョンアップを継続していく予定である。

以上