

月次クレジットサイクルの推計：日本経済とイールドカーブへの応用¹

Econometric Analysis of the Monthly Credit Cycle:
Applications to Macro-Economy and Yield Curve in Japan

日本銀行 菅沼 健司 山田 哲也
Kenji Suganuma and Tetsuya Yamada
Bank of Japan

【報告要旨】

近年、マクロ経済指標とクレジット関連指標との関係の把握が学界・金融業界の大きな関心事項となっている。ただし、多くの研究が年度もしくは四半期のデータ分析に止まっており、タイムリーな関係性を分析したものは少ない。

そこで、本研究では、企業の格付別デフォルト率、社債の格付別スプレッド等からクレジットサイクルを月次で推計した上で、このサイクルが、マクロ経済変数（鉱工業生産、消費者物価、コールレート）やイールドカーブ、——とりわけその形状（Level、Slope、Curvature）——、と互いにどのような関係があるか、VAR（Vector Auto Regression）等で分析する。経済変数やイールドカーブの形状変化がクレジットサイクルに与える影響を分析することに加えて、クレジットサイクルの変化が景気やイールドカーブの形状に与える影響も分析する。

こうした分析は、クレジットサイクルが変化した際に、マクロ経済のどのような変数が大きく影響しているか適時に把握することに加え、先行きの金利上昇局面において、どのようなタイプの金利上昇（Level、Slope、Curvature といった、イールドカーブのそれぞれの要素の変化）がクレジットサイクルに影響を及ぼすか考察する上でも有用である。

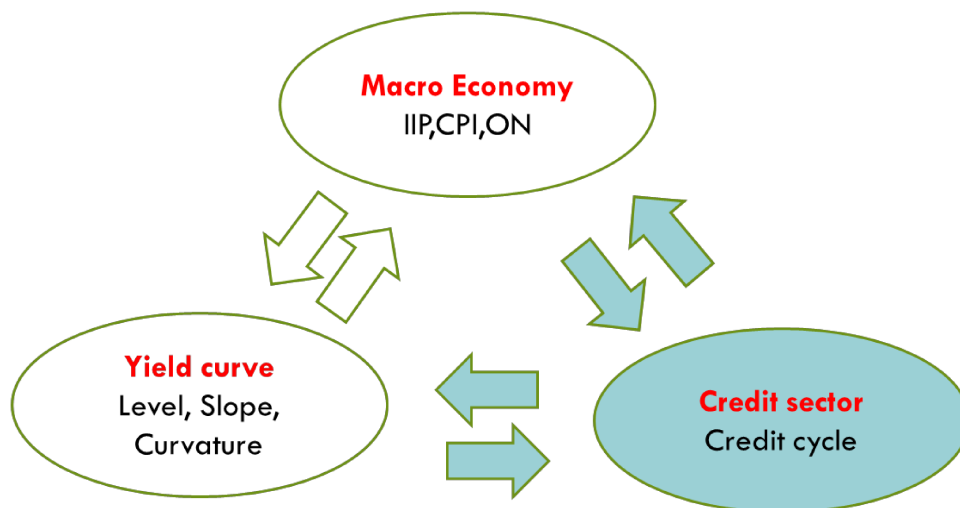
¹ 本稿は、研究初期段階の途中結果を「平成 27 年度数理解析研究所研究集会（2015 年 11 月 16～18 日）」で報告した際の報告原稿であり、最終的な研究結果を示すものではない。ここに示された結果は、今後、大幅に変更する可能性がある。また、本稿に示されている意見は、筆者たち個人に属し、日本銀行の公式見解を示すものではない。また、ありうべき誤りはすべて筆者たち個人に属する。

1. はじめに

近年、マクロの経済指標と企業のクレジット指標に関する分析に関心が高まっている。実体経済と金融市場の結びつきが強まる中で、企業の信用力は、景気の変化によってどのように影響を与えるのか、といった点に関して、様々な観点から分析が進められるようになってきている。ただし、データの利用可能性、特に企業の信用力を表す指標においては、様々な制約が存在している。こうしたことから、既存の多くの研究は、両者の関係を年度ないし四半期で分析したものとどまっている。

本研究では、格付別のデフォルト率や、社債スプレッドを用いて、クレジットサイクルを月次で推計する。その上で、この指標と、鉱工業生産や消費者物価といったマクロ経済の変数や、市場金利（イールドカーブから分解される、Level、Slope、Curvature といった要素）との関連性を、計量分析、具体的には VAR（Vector Auto Regression）を用いて分析する。

VAR を用いた分析を行うことで、①実体経済指標や市場金利の変化が、クレジットサイクルにどのように影響をもたらすのか、また逆に、②クレジットサイクルの変化が、実体経済や市場金利にどのような影響を与えるのかといった双方向のインパクトを把握することが可能となる。特に、金利がクレジットサイクルに与える影響を分析することは、先行き、金利が上昇するような局面においては、Level、Slope、Curvature に分解されたイールドカーブの要素のうち、どのようなタイプの金利上昇がクレジットサイクルに影響を与えるか、といったことを考察する上でも有用であると考えられる。



上の図は、クレジットサイクル、実体経済変数、市場金利との関連性と、当論文の位置づけを表したものである。これらの変数の関係性を分析した既存研究としては、Diebold et al. [2006]や、Rudebusch and Wu [2008]が挙げられる。ただし、これらはいずれも、マクロ経済変数と市場金利（イールドカーブ）の関連性を分析したものである。一方で、クレジットサイクルとこれらの変数の関連性を分析した論文は少ない。従って、クレジットサイクルを月次で推計したこと、およびこ

れを実体経済変数や市場金利と比較分析したという 2 点において、本研究の新規性があると考えられる。

本発表の構成は、以下の通りとなっている。まず 2 節では、主たる分析対象となっている、クレジットサイクルの推計を行う。また、市場金利（イールドカーブ）を、Level、Slope、Curvature に分解する過程についても述べる。その後、3 節では、推計したこれらの変数を用いて、クレジットサイクル、マクロ経済変数、市場金利の間の相互関係についての分析を行う。4 節は結論となる。

2. クレジットサイクルの推計とイールドカーブの分解

(1) クレジットサイクルの推計

クレジットサイクルを推計する際に必要となる企業の信用力を測る指標として、本論文では、3 種類のデータを用いている。

第 1 に、リスクデータバンク（Risk Data Bank : RDB）が公表している、格付け別のデフォルト率のデータを用いる（図 1-1）。このデータは R1～R8 まで、8 種類に区分された格付け別のデフォルト率について、2001 年以降直近まで、月次でデータが公表されている。

第 2 に、Bloomberg から取得可能な社債の格付け別のクレジットスプレッドを用いる（図 1-2）。これは、AAA、AA、A、BBB 格の 4 種類について、1997 年以降直近まで、日時ベースでデータが公表されており、ここから月次の値を計算する。

第 3 に、東京商工リサーチが公表している、倒産確率（=Bankruptcy Rate）を用いる（図 1-3）。ただし、この指標は前 2 者と異なり、格付け別の系列が存在せず、全企業ベースのみのデータである点に留意が必要である。

それぞれの指標の違いについてみると、クレジットスプレッドは、社債の発行が可能な大企業に限定されるため、大企業の動きを反映している。また、デフォルト率は、メガバンクや地銀の与信先が中心であるため、大企業に加え、中堅・中小企業もカバレッジに含まれている。最後に、倒産確率に関しては、デフォルトの先にあるテールリスクであるため、倒産まで至ることの少ない大企業というよりはむしろ、中小企業の倒産の動きを表していると考えられる。

このようなクレジット変数を用いて、クレジットサイクルを推計する際には、マートンモデルに従ってクレジットサイクルの推計方法を考案した、Belkin *et al.* [1998]や、Kim[1999]の手法を用いる。

$$\frac{P_G(Z_t, \rho)}{\text{theoretical PD}} = N \left(\frac{\overbrace{N^{-1}(\overline{PD}_G)}^{\text{Average PD}} - \sqrt{\overbrace{\rho}^{\text{Credit cycle}}} Z_t}{\sqrt{1 - \rho}} \right)$$

$$\min_{\{Z_t\}, \rho} \sum_{G,t} \left(\underbrace{P_G(Z_t, \rho)}_{\text{theoretical PD}} - \underbrace{P_{G,t}}_{\text{Actual PD}} \right)^2$$

デフォルト率（Probability of Default : PD）を例にとり、上図でクレジットサイクル Z_t の推計方法を説明する。まず、格付（ G ）毎に、期間を通じた平均デフォルト率を \overline{PD}_G とする。次に、クレジットサイクル Z_t の変動率が正規分布に従うと仮定して、正規分布の累積密度関数の逆関数 N^{-1} を用いて、デフォルト率からデフォルトの閾値 $N^{-1}(\overline{PD}_G)$ （これを下回るとデフォルトする）に変換する。この平均的な閾値が景気変動などによりどの程度ずれているか表すのが、クレジットサイクル Z_t である。 Z_t がプラスの値を取ると、閾値が低くなるためデフォルト確率が低下する。一方でこの値がマイナスの値を取ると、閾値が高くなるためデフォルト率が高くなる。ここで、 ρ はデフォルト率同士の時系列上の相関を表すものである。最後に、クレジットサイクル Z_t で平均的な閾値からずれた閾値を、もう一度正規分布を用いてデフォルト率に戻すことで、デフォルト確率の理論値 $P_G(Z_t, \rho)$ が算出される。

こうして推計されたデフォルト確率の理論値と、各時点における実際のデフォルト率 $P_{G,t}$ の乖離の2乗誤差が最小化されるように、 ρ と Z_t を同時推計する。このようにしてクレジットサイクル Z_t が推計される。

図2は、社債スプレッド、デフォルト率、倒産確率からそれぞれ推計したクレジットサイクルを比較している。クレジットサイクルの動きを見ると、いずれも景気循環的に動いており、3変数ともに概ね山谷が同じ動きとなっている。すなわち、1990年代はバブル崩壊以降の金融危機の時代であったことからクレジットサイクルは低水準で推移していたものの、2000年以降のいざなぎ越えともいわれた景気回復期にはクレジットサイクルは改善に向かい、2007年のパリバショック、2008年のリーマン・ショックによりクレジットサイクルは一旦低下したものの、その後回復に向かっている。やや仔細に3変数の特徴・相違点をみると、倒産確率から推計されたクレジットサイクルは、他の2変数と比較して、循環における山谷が幾分遅行する傾向にある。これは、倒産が企業にとって、デフォルトの先にある極めてテールイベントであるといった、定義の違いのほか、中小企業は大企業に比べて、景気の波及が遅行する形で現れるといった、性質の違いを映じている可能性が考えられる。一方、社債スプレッドとデフォルト率から推計されたクレジットサイクルは、足もと2015年入り後低下が見られる。これは、米国の利上げ観測や新興国の減速といった世界経済のイベントが、大企業、中堅企業においてはよりクレジットに反映しやすいと

いったことを表している可能性が考えられる。

(2) イールドカーブの分解

クレジットサイクルの推計に続き、イールドカーブを要素別に分解する。図3は、各年限の国債金利を時系列に並べたものである。下から順に、1年、5年、10年、20年物となっており、これらをもとにイールドカーブを描くと、基本的には順イールドとなっていることが確認される。

このイールドカーブを、Nelson-Siegel モデルを用いて、Level、Slope、Curvature に分解する。下記の同モデルにおいて、Levelは L_t 、Slopeは S_t （逆符号）、Curvatureが C_t となる。ここで、 t は各時点、 τ は国債の残存年限を表す。

Nelson Siegel model

$$y_t(\tau) = L_t + (-S_t) \left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} \right) + C_t \left(\frac{1 - e^{-\lambda\tau}}{\lambda\tau} - e^{-\lambda\tau} \right)$$

それぞれの変数がイールドカーブに対しての持つ意味は、図4で表される。すなわち、Level (L_t)は、各時点 t における、残存年限無限の金利 $y_t(\infty)$ 、即ち超長期金利を表している（図4-1）。次に Slope (S_t) は、この超長期金利から、残存年限0の金利（オーバーナイトレート）を差し引いた値であり、図4-2で示されるように、 $y_t(\infty) - y_t(0)$ で表される。即ち slope は長短スプレッドを表すが、実際には負の符号がついているので、短長スプレッドとして表される（slopeの低下＝長短スプレッドが拡大）。最後に Curvature (C_t) は、イールドカーブの形状、すなわちカーブがどの程度緩やかに寝ているかといった状態を示す。すなわち、 $C_t < 0$ の時は、図4-3が示すように、短～中期のところではこれが下方につぶされた形となる。このような下方シフトは、足もとのみならずある程度長めの金利に対して下押しに働くという、時間軸効果（Policy Duration Effect）を表していると考えられる。

図5は、時系列上でみた、イールドカーブの、Level、Slope、Curvature への分解を示している。1990年代は、Curvatureが0付近で振動し、ほとんど意味を持たなかった一方、LevelとSlopeはそれぞれ別々に動いており、イールドカーブに影響を与えていた。しかし、1990年代後半以降、特にゼロ金利政策が行われた2000年代以降は、短期金利が0近傍で固定する中、LevelとSlopeは極めて似た動きを取っている。水準で見ても、一時的にゼロ金利が解除された2007～08年を除いて、ほぼ同じ水準となっている。一方で、Curvatureはこの間ほぼ一貫して負の水準を取り続けており、特に、リーマン・ショック以降は負の水準が常態化しており、時間軸効果が金利水準の押し下げに効いていることが見て取れる。したがって、我が国のイールドカーブの形状は、1990年代のLevel、Slope中心の時代から、2000年代以降はCurvatureによって説明されるように変化してきたことが見て取れる。

3. 分析

2節では、クレジットサイクルの推計、およびイールドカーブの各要素への分解を行った。3節では、VAR (Vector Auto Regression : ベクトル自己回帰) モデルを用いて、これらの変数間の相互関係を分析していく。具体的には、Impulse Response Function (インパルス応答関数) を見ることで、ショックの波及経路の確認を行う。推計期間は、3つのクレジットサイクルを共通して推計可能な2001/3月～2015/9月である。

(1) マクロ変数、イールドカーブからクレジットサイクルへの影響

まず、マクロ変数からクレジットサイクルへの波及を分析する。ここで、マクロ変数としては、鉱工業生産 (IIP)、消費者物価 (CPI)、オーバーナイト (O/N) 金利を用いている。

図 6-1 は、インパルス応答関数を図示したものである。横の行はそれぞれ、社債スプレッド、デフォルト率、倒産確率それぞれから推計されたクレジットサイクルを表す。また、縦の列は、各マクロ変数 (IIP、CPI、O/N) が与えるインパクトを表している。例として、左上の図は、IIP が、社債スプレッドから推計されたクレジットサイクルに与える影響を示している。中央の太実線は中心的な動き、上下の細実線はそれぞれの 5% 有意点 (≈ 1.96 標準偏差) を表す。また、時間軸は月数を表しており、終期の 30 か月は 2 年半後のインパクトを見ている。

鉱工業生産からクレジットサイクルの影響を確認するために、一番左の列を見ると、生産の上昇は、いずれのクレジットサイクルに対しても正の影響を持っており、その効果は半年～1年で最も強く表れることが見て取れる。生産は景気の代理変数であることを考えると、景気の上昇は信用力の押し上げをもたらしていることが確認される。

一方で、一番右の列を見ると、O/N 金利の上昇はクレジットサイクルに対し、押し下げに働いている。ただし、その効果が顕在化するのには、2年～2年半と時間を要するため、影響は時間を通じて緩やかに現れてくることが見てとれる。この効果の波及経路としては、短期金利 (政策金利) の上昇が、借入金利の上昇を通じて、企業の資金調達環境に影響を及ぼし、クレジットの押し下げを促していると考えられる。

CPI の上昇については、クレジットサイクルへの影響はさほど見られない。企業の信用力は、景気や金利によるところが大きいと考えられる。

次に、イールドカーブの変化がクレジットサイクルへ及ぼす影響を、図 6-2 において分析する。ここで、縦の列はそれぞれ、Level、Slope、Curvature へと変わる。

左の Level と、中央の Slope の上昇については、大企業 (社債スプレッド) に対して若干押し下げに効いているようにもみられる。ただし、上下のバンドがゼロ線を挟んでいるので、有意であるとは必ずしもいえない。

一方で、右側の Curvature の上昇は、いずれのクレジットに対しても概ね押下げに効いている。その効果は、O/N 金利と同様、2 年以上のラグを持って現れる。負の符号は、Curvature が上がるとクレジットが下がる、裏を返すと、Curvature が下がり、イールドカーブがつぶされると、短中期の資金制約の改善を通じて、企業のクレジットに対して押し上げに効くことを意味している。こうした傾向は、資金繰りが比較的タイトだと思われる、中段の中堅企業（デフォルト率）、下段の中小企業（倒産確率）において強く見られる。

(2) クレジットサイクルからマクロ変数、イールドカーブへの影響

図 7-1 では、逆にクレジットサイクルからマクロ変数への影響を見る。左の IIP、中央の CPI に対する影響をみると、いずれも推計範囲がゼロ線にかかっているのは、はっきりと有意であるとまでは言えないものの、プラスの影響をもたらしていることが見てとれる。すなわち、図 6A とは逆の経路として、企業のクレジットの改善は、景気や物価を押し上げる方向にも作用すると考えられる。ただし、O/N 金利への影響は明確ではない。

一方で、図 7-2 をみると、クレジットサイクルがイールドカーブの各要素に与える影響は、必ずしも有意ではない。この理由について、因果関係を考えると、金利の変動は信用力に対して影響をもたらすが、信用力の変動が金利にもたらす影響はさほど強くなく、また波及経路も明確なものとは考えにくい。

(3) マクロ変数、イールドカーブとクレジットサイクルの関係性

以上の結果をまとめると、2000 年代以降のクレジットサイクルは、鉱工業生産のような景気変動が関連しているほか、O/N 金利や Curvature といった短期の金利が影響していると考えられる。他方、Level、Slope は、大企業に対して若干下押しに効いているようにも見られるが、総じて影響は小さく、また中小企業ではそのインパクトはほとんど見られない。これは、大企業では中長期の資金調達も相応にあるので、長期金利が幾ばくか借入れに影響するものの、中小企業では短期の借入れが中心なので、長期金利よりはむしろ短期の、O/N 金利や Curvature に影響を受けやすい、といった、資金調達環境の違いによる可能性が考えられる。

逆に、先行き金利が上昇するような局面においては、これまでゼロ金利や時間軸効果で抑えられてきた、O/N 金利や Curvature の上昇が考えられるため、これらの押下げによって、クレジット改善の恩恵を受けていた中小企業の信用力が時間をかけて悪化する可能性が考えられる。

4. より長期間の分析—始期 1997 年—

3 節の分析は、月次の格付け別デフォルト率が存在する、2001 年以降が対象であった。ただ、この期間は（2006～08 年を除いて）政策金利がほぼゼロ金利制約の下にあったことから、図 5 で

示されるように、Level と Slope がほぼ同水準となっていた、すなわちイールドカーブの変数が実質的に1つ減少する形で、これら2つの効きがことさら小さくなっていて、と考えられる。

4 節では、より長めの時系列が取得可能な、社債スプレッドと倒産確率を用いて、政策金利がプラスの下での、イールドカーブとクレジットサイクルの関連性を確認する。推計期間は、1997～2015年（全期間）、1997～2003年と、2001～15年（3節と同様）の3種類を用いる。

図8-1で、イールドカーブが社債スプレッド（大企業）に与える影響を見ると、1997～2015年（ないし2003年）においては、Level がマイナスに、Slope がプラスに、（推計誤差が若干ゼロ線にかかっているところはあるものの）それぞれははっきりと影響している。すなわち、長期金利の上昇（Level）、また長短スプレッドの拡大（Slope）といった要因が、調達コストの増加や借入返済金額の増加を通じて、企業の信用力にネガティブな影響を与えていたことが窺われる。下段の2001年以降と比較すると、クレジットサイクルに影響を与えるイールドカーブの要素が、大きく異なっていることが見てとれる。先行研究の米国の研究では、イールドカーブの中でも、Level と Slope が景気変数に対して影響力を持つ、といった結果が導き出されている。

一方で、図8-2を見ると、イールドカーブ、特に Level と Slope は、倒産（Bankruptcy）に対してはあまり影響を持たない。これは、企業のデフォルトが必ずしも即倒産を意味するわけではなく、倒産はデフォルトの先の極めてテールイベントであるという違いにもあると考えられる。すなわち、倒産については、制度上の要因等も寄与しているため、必ずしも景気や金利のみで全てが説明できるわけではない、といったことも起因していると考えられる。

5. おわりに

本研究では、企業の格付別デフォルト率、社債の格付別スプレッド等からクレジットサイクルを月次で推計した上で、このサイクルが、マクロ経済変数（鉱工業生産、消費者物価、コールレート）やイールドカーブの各要素（Level、Slope、Curvature）と互いにどのような関係があるか、VARを用いて分析した。経済変数やイールドカーブの形状変化がクレジットサイクルに与える影響、クレジットサイクルの変化が景気やイールドカーブの形状に与える影響の双方について、2000年代以降を中心に分析を行った。

インパルス応答関数を用いた分析をまとめると、2000年代以降、低金利が続いた局面においては、鉱工業生産のような景気変数や、O/N金利、Curvatureといった、短期金利や短期ゾーンの金利低下が、クレジットサイクルに対して相応に影響を及ぼしていた。一方で、クレジットサイクルからの影響については、鉱工業生産や消費者物価など、景気変数への影響は見られたものの、金利変数への影響はさほど見られなかった。それ以前の、政策金利がプラスであった1990年代に遡ると、Level や Slope といった長期金利が、クレジットサイクルに対して有意に効いている、といった違いがみられた。

これらの結果から導き出されたインプリケーションとしては、政策金利の水準によって、イールドカーブの各要素が、クレジットに与える影響が異なり得るといったことが挙げられる。すなわち、通常の状態—政策金利の上げ下げで金融政策を行っている状況—の下では、Level や Slope といった中長期の金利変数がクレジットに影響を与えるが、低金利下、あるいはゼロ金利制約が働くもとでは、Curvature のような、イールドカーブの形状、ないしは短中期のカーブのつぶれ具合がクレジットに働きかけるところが大きいのではないかと、といった点である。

従って、イールドカーブのクレジットサイクルに対する影響については、このような様々な形状変化を考慮することが重要である。

以 上

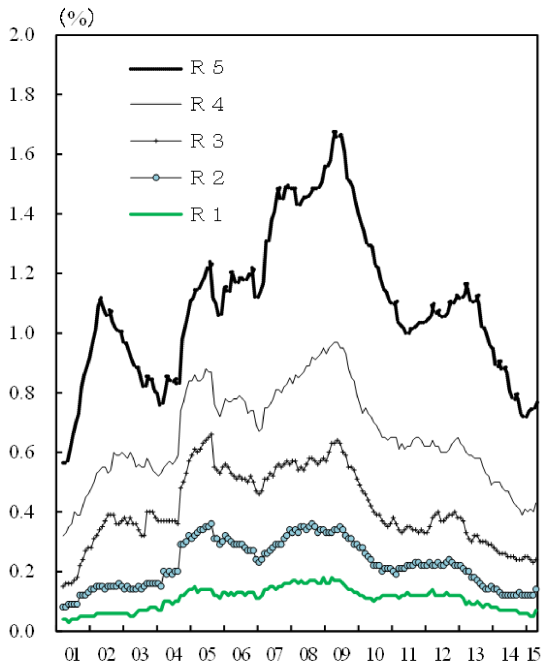
参考文献

- Belkin, Barry, Stephen J. Suchower, and Lawrence Forest, R. Jr., "A One-Parameter Representation of Credit Risk and Transition Matrices," *CreditMetrics Monitor*, Third Quarter, 1998.
- Diebold, Francis X and Canlin Lie, "Forecasting the term structure of Government Bond Yields," *Journal of Econometrics* **130**, 2006, pp.337–364.
- Diebold, Francis X, Glenn D. Rudebusch and S. Boragan Aruoba, "The macro economy and the yield curve: a dynamic latent factor approach," *Journal of Econometrics* **131**, 2006, pp. 309–338.
- Kim, Jongwoo, "A Way to Condition the Transition Matrix on the Wind," *Risk Credit Risk Special report*, October, 1999. pp. 37-40.
- Nelson, C.R. and A. F. Siegel (1987), "Parsimonious Modeling of Yield Curves," *The Journal of Business* **60**(4), 473-489.
- Rudebusch, Glenn D. and Tao Wu, "A macro-finance model of the term structure, monetary policy and the economy," *Econometric Journal* **118**, July 2008, pp. 906–926.
- 尾木研三、森平爽一郎 (2013)、「中小企業のデフォルト率に影響を与えるマクロ経済要因—1 ファクターモデルを用いたアプローチ」、日本政策金融公庫論集。

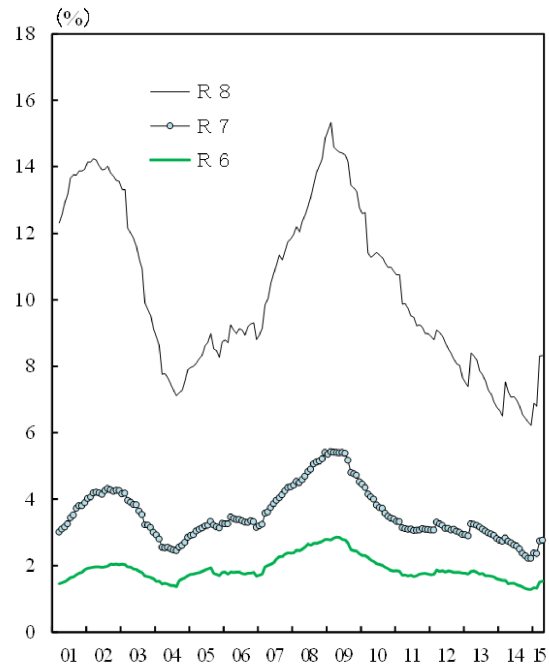
図1：クレジットサイクルの推計に用いる変数

(1) 格付け別デフォルト率

<R1~R5 格>

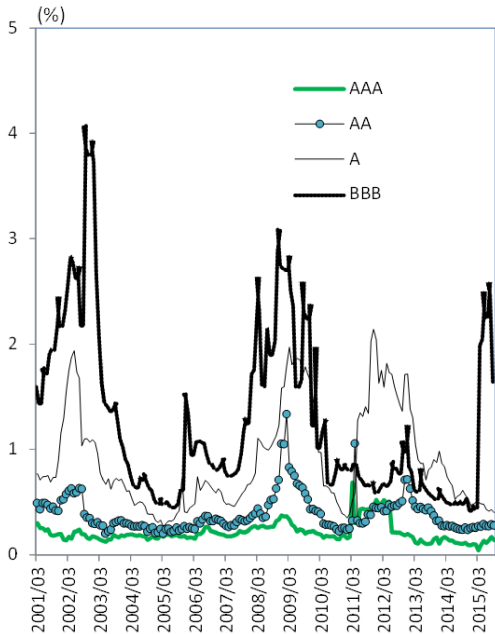


<R6~R8 格>



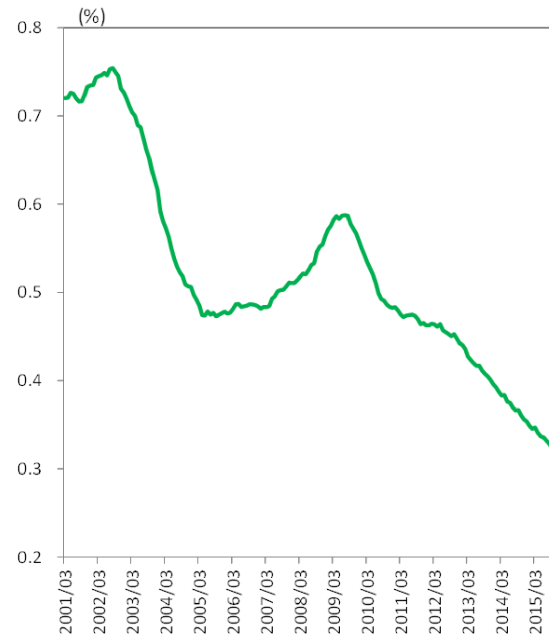
(出所) リスクデータバンク

(2) 社債イールド



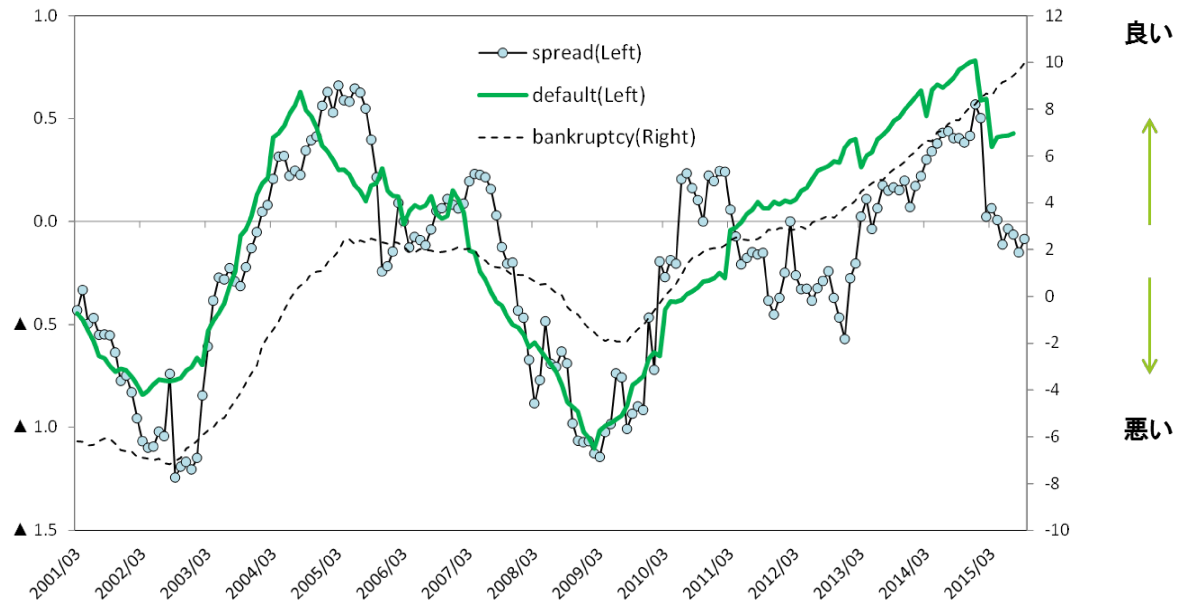
(出所) Bloomberg

(3) 倒産確率



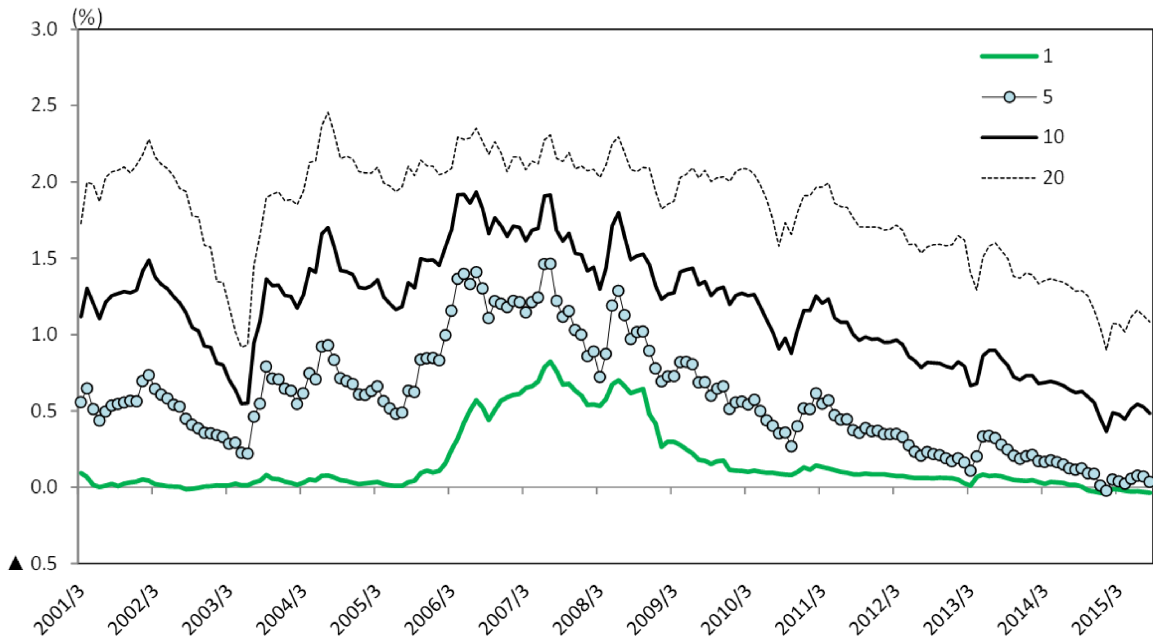
(出所) 東京商工リサーチ

図 2： クレジットサイクル



(出所) リスクデータバンク、Bloomberg、東京商工リサーチ

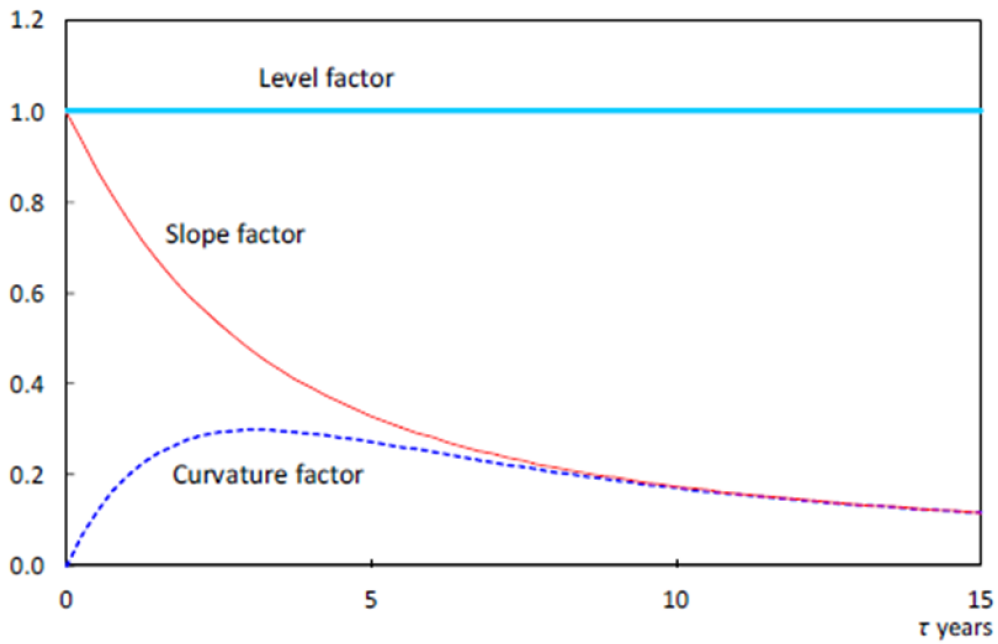
図 3： 年限別国債金利



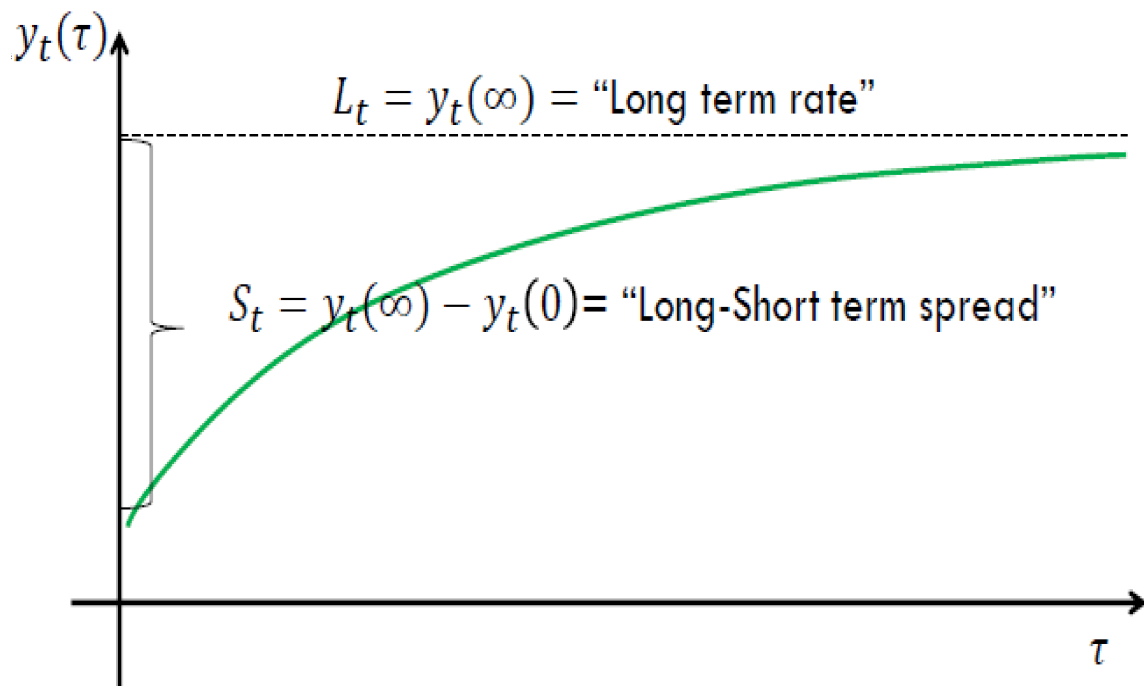
(出所) Bloomberg

図4： Nelson-Siegel モデルを用いた、イールドカーブの分解

(1) Level、Slope、Curvature



(2) Level、Slope



(3) Curvature

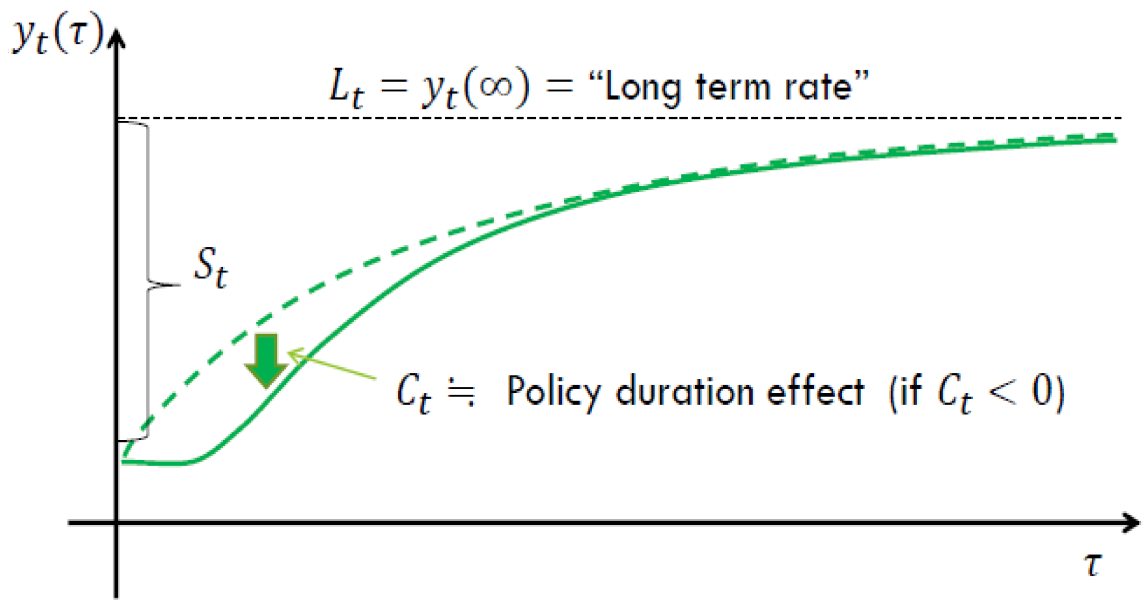
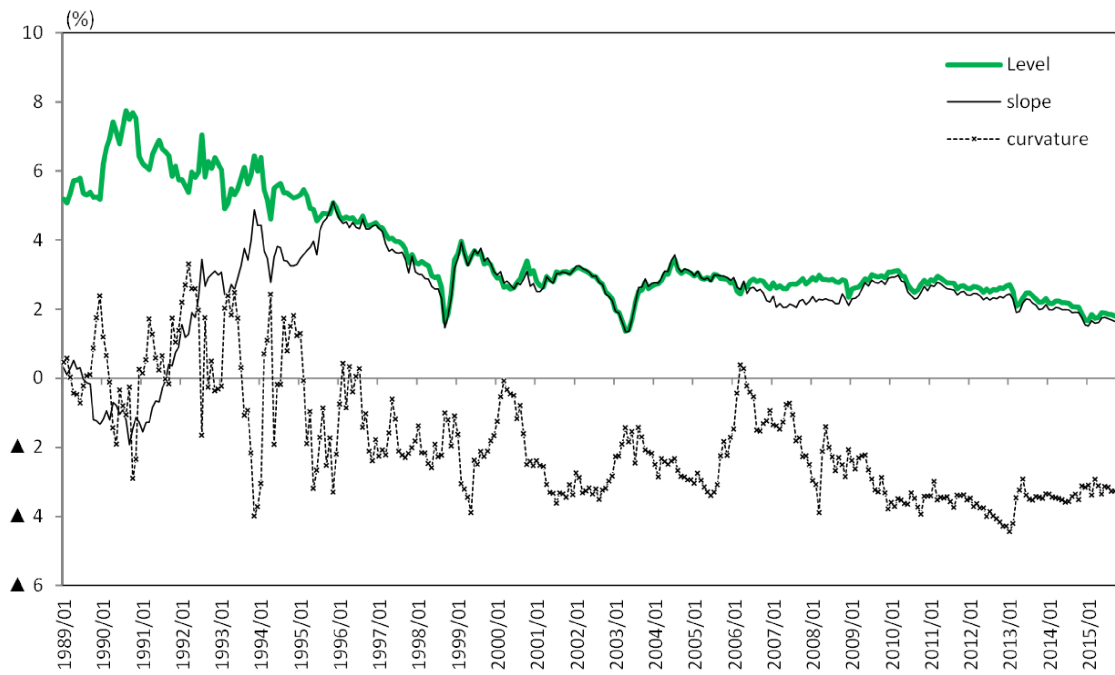


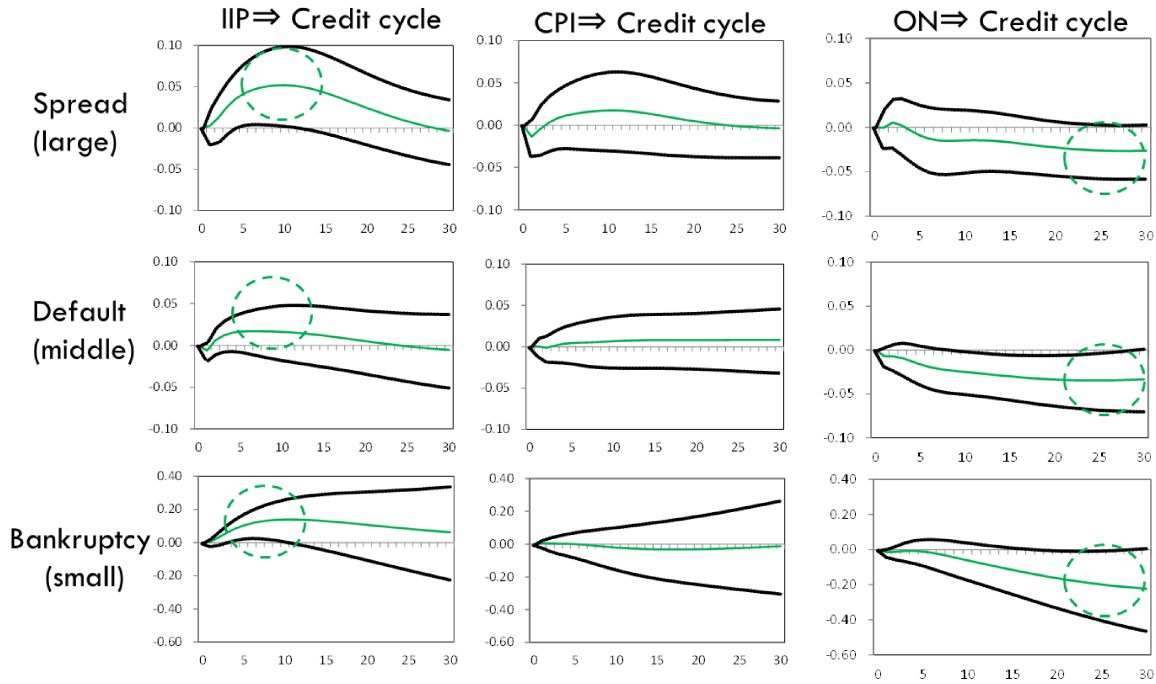
図 5 : イールドカーブの分解 (Level、Slope、Curvature)



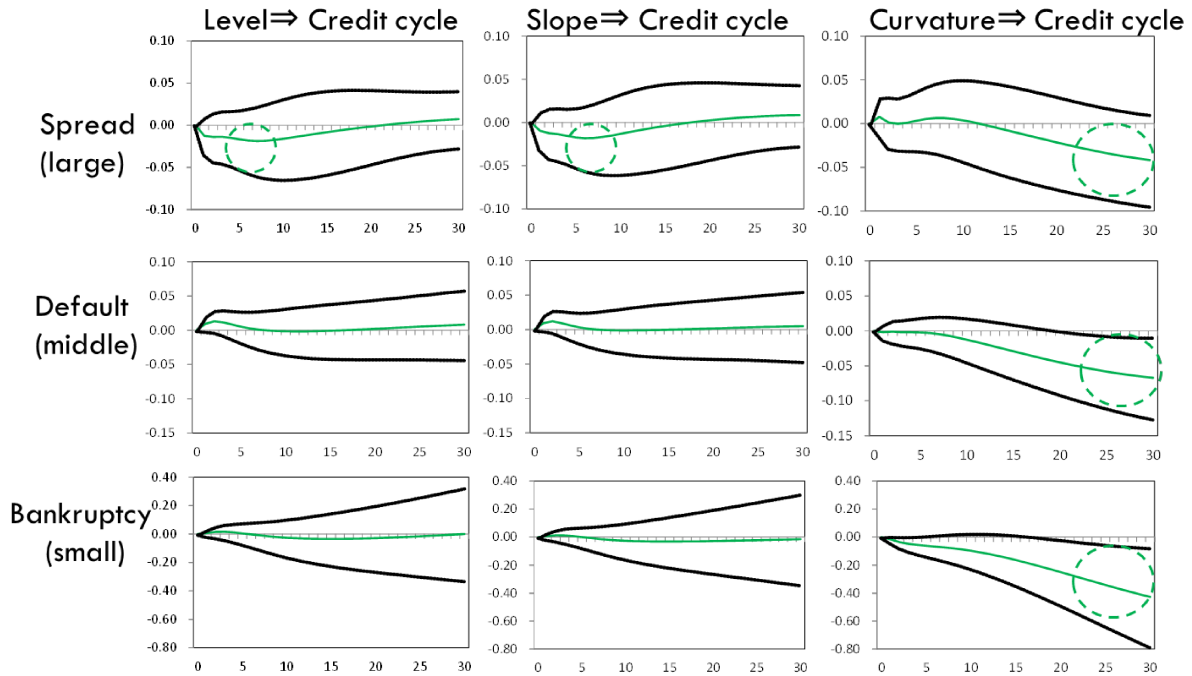
(出所) Bloomberg

図6： マクロ経済変数、イールドカーブからクレジットサイクルへの影響

(1) マクロ変数⇒クレジットサイクル



(2) イールドカーブ⇒クレジットサイクル

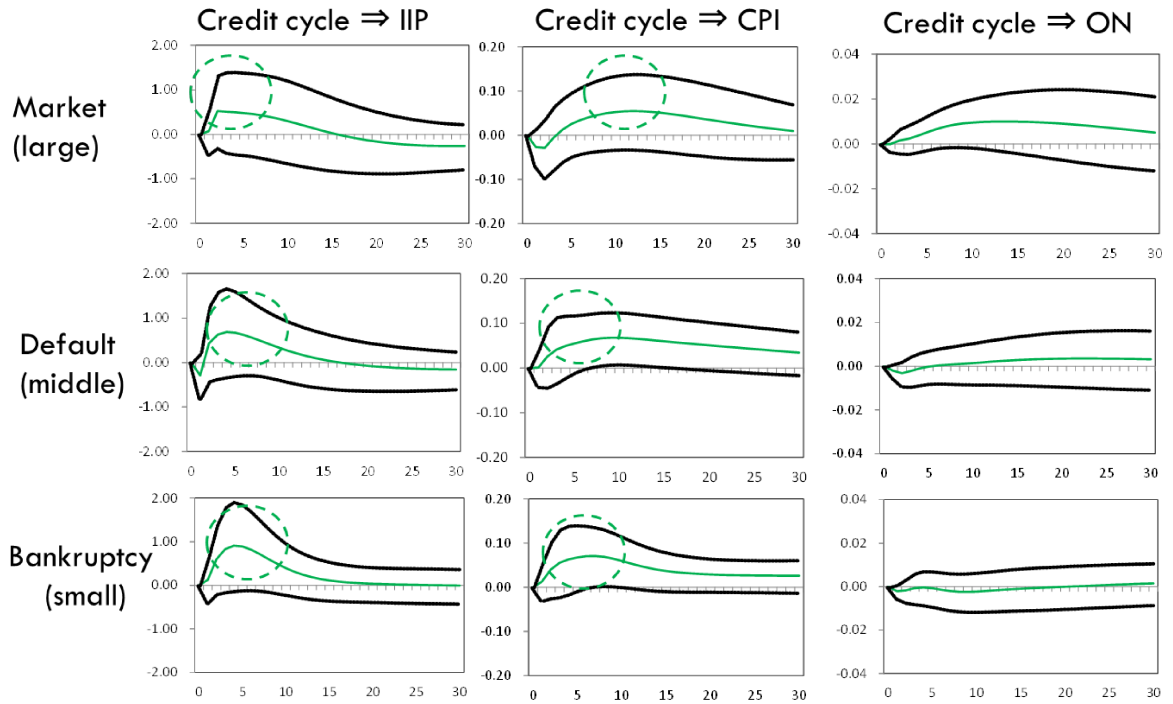


(注) 細実線は推計値、太実線は5%有意水準 (図7も同様)。

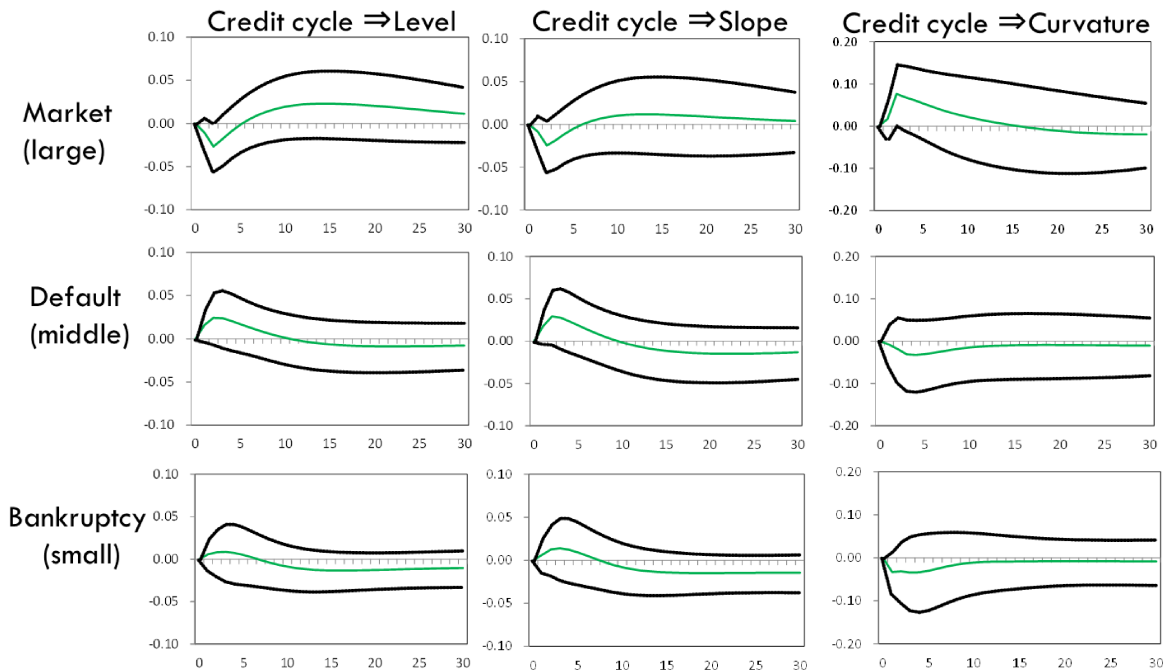
(出所) Bloomberg

図7: クレジットサイクルから、マクロ経済変数、イールドカーブへの影響

(1) クレジットサイクル⇒マクロ変数



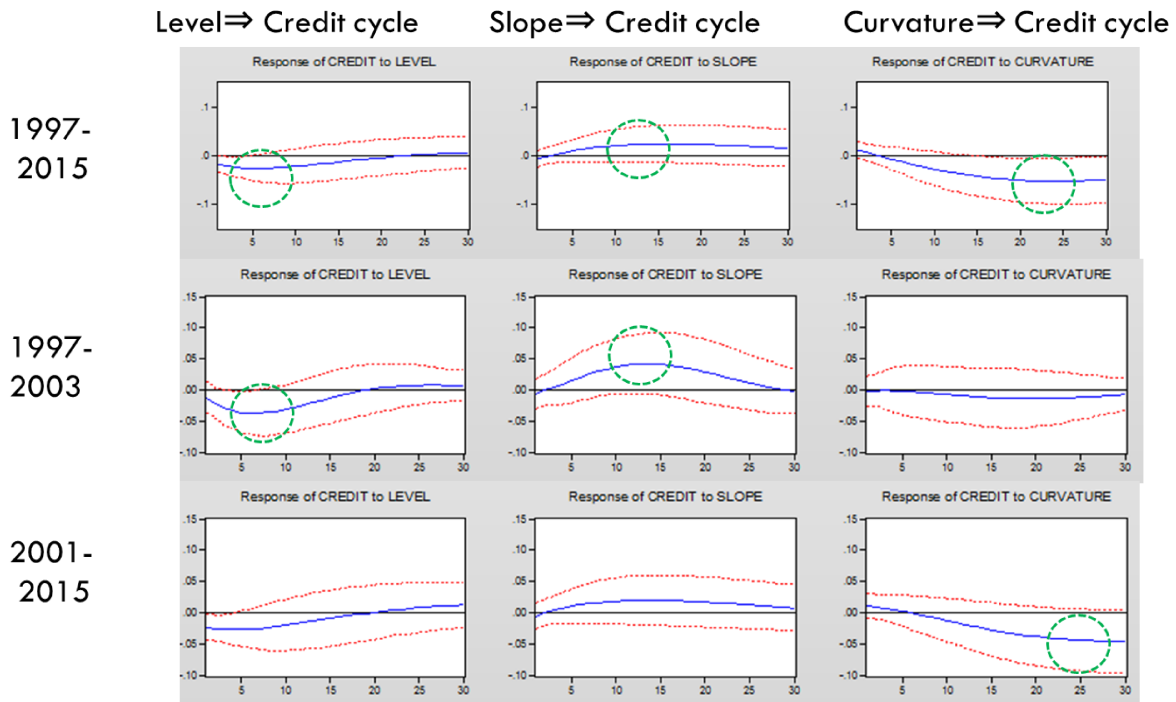
(2) クレジットサイクル⇒イールドカーブ



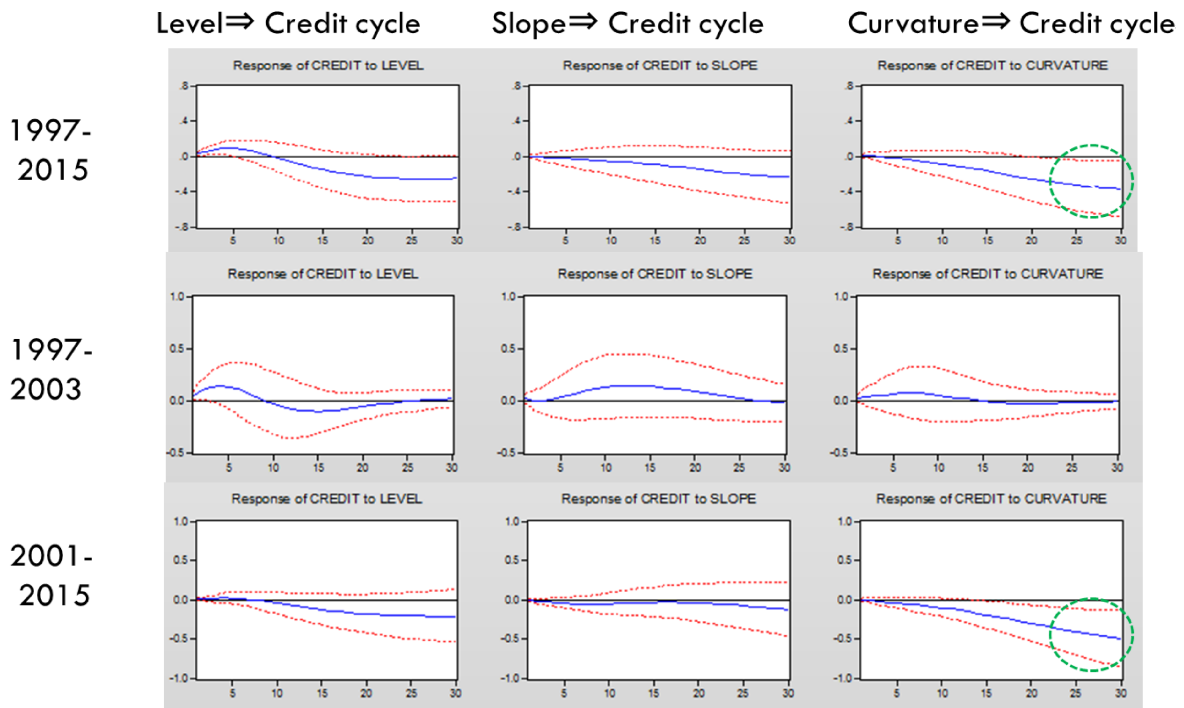
(出所) Bloomberg

図8： イールドカーブ⇒クレジットサイクル

(1) 社債イールド



(2) 倒産確率



(注) 実線は推計値、点線は5%有意水準。

(出所) Bloomberg

Bank of Japan
Tokyo 103-0021
JAPAN
E-mail address: kenji.suganuma@boj.or.jp

日本銀行 菅沼 健司

Bank of Japan
Tokyo 103-0021
JAPAN
E-mail address: tetsuya.yamada@boj.or.jp

日本銀行 山田 哲也