

バランスシート・アプローチによる 確率的債務持続可能性分析* **

- インドネシアの財政を事例として -

大 重 斉

概 要

本稿では、Barnhill and Kopits (2003) 及び Yeyati and Sturzeneger (2007) の手法に倣って、基礎的財政収支の正味現在価値をモデル化し、モンテカルロ・シミュレーションにより基礎的財政収支の正味現在価値の分布を算出する。本稿の分析方法は、従来IMF等で行われているシナリオ分析の方法とは異なり、ベースラインから乖離した様々な状況等や経済環境のリスクの高まりによる現在価値の不確実性の上昇（分布の広がり）を表現することができる。

Barnhill and Kopits (2003) では、資産及び負債をフォワード・ルッキングの観点から評価し、それぞれの資産を時価で再評価するなど、より複雑な分析を行っている。本稿の目的のひとつは、バランスシート・アプローチによる分析を発展させるためのベースとなる基礎モデルを提示することにあるので、基礎的財政収支から算出される正味現在価値を評価することを中心に議論する。VAR (Vector Autoregression) で近似した経済環境モデルから基礎的財政収支のモデルを構築し、中央政府の正味現在価値のモンテカルロ・シミュレーションを実行し、現在の債務水準を前提とした推定デフォルト確率を算出する。

本稿では、確率的債務持続可能性分析の事例のひとつとしてインドネシアを取り上げる。インドネシアの中央政府の純資産の正味現在価値を計算し、簡易的ではあるが、シミュレーション結果から、推定デフォルト確率（純資産が負になる確率）を算出する。また、政策効果の比較分析の例として、インドネシア政府の燃料補助金の弾力性を低下させるような政策対応を行った場合のデフォルト確率の変化について分析を行う。こうした政策対応により、

* 井上智夫教授（成蹊大学経済学部）から有益な助言を長期間に亘る本稿の作成過程でいただいた。本稿の基本的なアイデア（VARを用いたシミュレーションの方法等）の多くは井上智夫教授との議論から得られてのものである。室町幸雄教授（首都大学東京都市教養学部経営学系）からは、金利の期間構造を用いた正味現在価値の算出方法等、主に技術面からの助言をいただいた。Theodore Barnhill 教授（ジョージワシントン大学金融学部）からは、バランスシート・アプローチについて直接学び、いろいろな助言をいただいた。もちろんのことであるが、本文の誤りはすべて著者が負う。

** 本稿で示された見解は著者に属し、株式会社日本政策金融公庫国際協力銀行の見解を示すものではない。

政府の正味現在価値の分布が正の方向に移動し、デフォルト確率が低下する。さらに、10年先の石油価格の予測により、推定デフォルト確率がどの程度変化するかについて分析をする。石油価格上昇の局面では、燃料補助金の支出が石油収入を上回るため、石油価格が高い場合のほうが低い場合に比べ、推定デフォルト確率が上昇する。

JEL Code: E62 H62

Keywords: 債務持続性, バランスシート・アプローチ, 新興市場

1. はじめに

本稿の目的は、Barnhill and Kopits (2003) および Yeyati and Sturzeneger (2007) の手法に倣って、インドネシアの基礎的財政収支の正味現在価値をモデル化してモンテカルロ・シミュレーションにより、基礎的財政収支の正味現在価値の分布を計算することにある。基礎的財政収支の正味現在価値は、政府にとって偶発資産に分類される。一方、負債には、現在の中央政府債務残高があり、両者を比較することで簡易的ではあるが、債務持続可能性について分析できる。本稿は、政府のバランスシートの枠組みを使った分析をバランスシート・アプローチと呼び、広義に定義する。本稿のバランスシート・アプローチは、従来のシナリオ分析の方法とは異なり、ベースラインから乖離した様々な状況等や経済環境のボラティリティの高まりによる現在価値の不確実性の上昇(分布の広がり)も表現することができ、債務持続可能性を確率分布として認識することができる。

債務持続可能性の分析については、債務残高(純債務残高)に着目し、分析を行うことが多い。Hamilton and Flavin (1986) では、マクロ経済学で用いられる横断性条件が満たされているかどうかについて検定を行っている。すなわち、Hamilton and Flavin (1986) における債務持続可能性は、無限先の将来の政府債務が割引現在価値でみてゼロに収束すれば、政府債務は持続可能であることを意味する。このことは、既存の債務残高が将来に亘る基礎的財政収支の流列で完済できることを意味する。政府債務は政府の保有する固定資産等を売却することで返済することもできるが、ここでは税収のみで返済できる可能性を検討している。すなわち、この論文では、動学的効率性が満たされている条件のもとで、税収のみで政府債務の持続可能性を議論している。

財政の債務持続可能性の検証は、債務残高と基礎的財政収支の関係を中心に分析がなされてきた。Able, Mankiw, Summers and Zeckhauser (1989) では、G7諸国のデータを用いて、不確実性がある経済を前提として、動学的効率性が満たされていることを検証している。Bohn (1995) は、無限期間の不確実性のある経済を想定し、そのもとで動学的効率性が満たされるかどうかの検証を試みている。分析の方法において、Hamilton and Flavin (1986) と相違する

点は割引率が利子率ではなく、消費の異時点間限界代替率を用いている点である。政府支出、税金、債務残高との関係に共和分関係が成り立つならば、Hamilton and Flavin (1986) やBohn (1995) で議論された債務持続可能性の条件を満たすことを示し、その検定を行っている論文は、Trehan and Walsh (1988), Hakkio and Rush (1991), Haug (1991) などが挙げられる。Bohn (1998) では、債務残高対GDP比の上昇にともない基礎的財政収支対GDP比が上昇していれば債務持続可能性があるとし、その条件を詳細に検討し、検証を行っている。

政府の債務持続可能性を分析する場合、従来の分析では、マクロ経済トレンドや経済環境等のシナリオを想定して分析を行っている。IMF及び世界銀行が開発した債務持続可能性の分析は、様々なマクロ経済環境に基づいて、債務持続可能性のベースラインシナリオを予測し、他の変数が一定のもとである変数を大きく変化させた場合にどのようなことが生じるかについて、ストレステストを行っている。IMF (2010b) 等でDSA (Debt Sustainability analysis : 債務持続可能性分析) の方法について詳細な説明がなされている。こうしたIMFのDSAの手法では、債務持続可能性の指標のひとつとして、GDP債務比率を用いている。たとえば、インドネシアの場合、GDP債務比率が60%以下になることが法律で定められているなど、GDP債務比率は債務持続可能性を分析するための重要なひとつの指標となっていることが分かる。

将来の予測に基づく債務持続可能性は平均的な動向や悪化した場合などのシナリオによって評価されるよりは、確率分布として評価されたほうが望ましいだろう。Yeyati and Sturzenegger (2007) においては、アルゼンチンとチリの債務持続可能性についてバランスシートを用いた分析、すなわち、バランスシート・アプローチにより債務持続可能性分析がなされ、従来の債務残高から持続可能性を検討することとは異なる方法を提示している。負債のみに焦点を当てるのではなく、資産がどの程度あるか、為替レートなどの経済変動によってどのような影響を受けるのかについて検証している。さらに、明示的に現れる資産および負債だけでなく、偶発資産、偶発債務についても考慮に入れて分析を行っている。彼らの分析で重要な点は債務残高のみでなく、資産サイドも分析し、差額である純資産がどのように変化するかについて議論している点である。対GDP比で債務残高が大きいことがソブリンリスクとなるのではなく、債務残高に見合う純資産がないことがソブリンリスクとなるのである。

バランスシート・アプローチにより政府バランスシートを評価した他の論文にBarnhill and Kopits (2003) がある。Barnhill and Kopits (2003) では、VaR (Value-at-Risk) の方法を国のソブリンリスク分析に適用して分析を行っている。彼らはこの方法を用いて、エクアドルを分析している。VaRは、一定期間に生じる損失額を計算するものであり、将来のポートフォリオの分布の推計やポートフォリオのダウンサイド・リスクも計算できる。そもそもVaRアプローチは、運用資産の信用リスク分析に利用されてきた。こうしたアプローチは、将来の経済環境をシミュレーションすることで、政府の純資産の分布を計算することができるので、こ

の分布を用いると、デフォルト確率を計算することもできる。VaR分析は金融危機などを想定した様々な状況で、債務持続可能性に応用することもできる。彼らは、税制の改正等の政策変更の効果についても、純資産の分布が変化する程度を比較することで分析している。

バランスシート・アプローチの重要な特徴は、従来の過去のデータから現状を評価するバックワード・ルッキング・アプローチとは違い、将来の経済状況をシミュレーションするフォワード・ルッキング・アプローチをとっている点にある。将来に亘る基礎的財政収支のシミュレーションを行い、基礎的財政収支の正味現在価値を算出することで、想定される経済環境のもとで、インドネシアの債務持続可能性を分析することも可能であり、本稿は、この意味で確率的債務持続可能性分析のひとつの事例として提示する。Barnhill and Kopits (2003)では、資産及び負債をフォワード・ルッキング・アプローチの観点からそれぞれの勘定科目を評価し、これらを統合することで政府の純資産を算出するという複雑な分析を行っている。本稿で提示する簡易的なバランスシート・アプローチによる債務持続可能性分析をインドネシアの中央政府に適用する。

インドネシアの債務持続可能性を分析した先行研究として、鈞(2003)が挙げられる。インドネシアの財政制度について詳しく解説し、財政データを用いてインドネシアの動向について詳細に説明をしている。物価、為替レート、GDP成長率が基礎的財政収支に与える影響について具体的な関数を想定し、2002年から2050年まで債務持続可能性のシミュレーションを行っている。GDP成長率の3つシナリオを仮定し、シミュレーションを行っている。ひとつは、金利と同じ成長率についてのケース、もうひとつは低成長率の場合、最後に、成長率減少トレンドのケースである。これらの3つのケースについて、GDP債務比率が2002年以降どのように推移するかについてシミュレーションを行っている。彼の分析は、ケースごとに1系列の予測値のみしか算出されないシナリオ分析である。

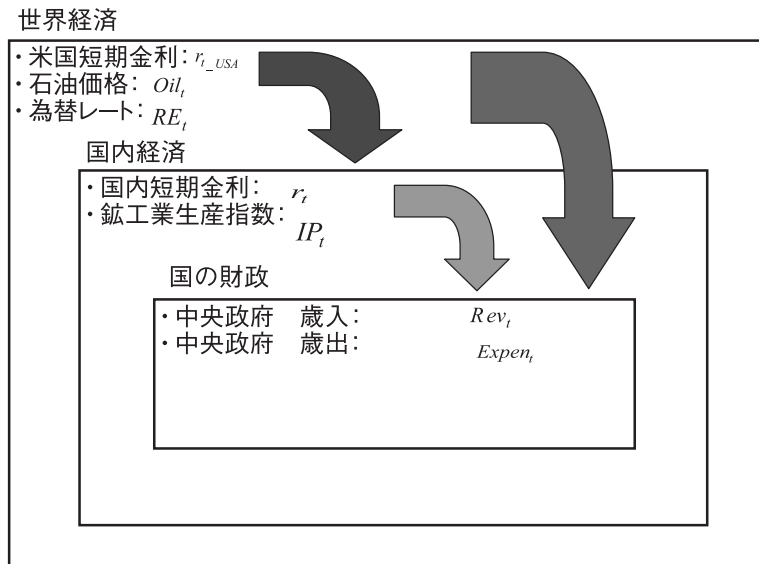
本稿では、経済成長率は経済変数間の関係より決定され、様々な変数のショックが経済変数を通じて、基礎的財政収支の現在価値に影響を与えるモデルを構築している。モンテカルロ・シミュレーションを用いることにより様々な経済変数のショックの相関を考慮に入れたシミュレーションを行うことができる。鈞(2003)では、政府債務残高対GDP比が将来どのように推移するかシミュレーションを行ったのに対し、本稿では、簡易的ではあるが、推定デフォルト確率を計算することもできる。

第2節では、経済環境および歳出、歳入のモデル化の方法について説明する。第3節では、インドネシアのバランスシートの概況をみる。第4節では、インドネシアのデータを使って、シミュレーションを行い、最後に、第5節で、結論と今後の課題について述べる。

2. モデル

ここでは、小国開放経済を考える（後に、インドネシアを対象としてシミュレーションを行うため、具体的にインドネシア経済を想定するが、他の新興国を想定することももちろん可能である）。世界経済環境を所与とし、これがインドネシア国内の経済に影響を与え、その経済環境が財政については基礎的財政収支を決定すると仮定する。ここでは、世界経済環境を表す変数を米国短期金利 (r_{t_USA})、石油価格 (Oil_t)、名目為替レート (RE_t) とする。国内経済環境を表す変数を国内短期金利 (r_t)、鉱工業生産指数 (IP_t) とする。歳入 (Rev_t) と歳出 ($Expen_t$) は世界経済環境の変数及び国内経済環境を表す変数から決定されるとする。これらの変数間の関係は図表1に示すとおりである。

図表1 モデルの概要



2-1 世界経済モデル

世界経済は3変数から構成されていると仮定する。それぞれ米国短期金利 (r_{t_USA})、石油価格 (Oil_t)、為替レート (RE_t) である。これらの変数のあいだの関係は以下のVARモデルで表すことができると仮定する。

$$\begin{bmatrix} r_{t_USA} \\ \ln(Oil_t) \\ \ln(RE_t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_0^1 \\ \alpha_0^2 \\ \alpha_0^3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha_1^1 & \alpha_2^1 & \alpha_3^1 \\ \alpha_1^2 & \alpha_2^2 & \alpha_3^2 \\ \alpha_1^3 & \alpha_2^3 & \alpha_3^3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{t-1_USA} \\ \ln(Oil_{t-1}) \\ \ln(RE_{t-1}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_t^1 \\ \varepsilon_t^2 \\ \varepsilon_t^3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

ここで ε_t^1 , ε_t^2 , ε_t^3 は (1) の VAR の攪乱項を表す。ここでは単純化のため、この VAR モデルは AR (1) 過程を仮定する。米国短期金利以外の石油価格、為替レートは対数をとる。これより係数行列の値は、1期前の1%の値の変化が今期にどのように影響をしているかを示しており、弾力性として解釈することができる。

2-2 国内経済モデル

国内経済環境は、米国短期金利 (r_{t_USA})、石油価格 (Oil_t)、為替レート (RE_t) を外生変数とし、国内短期金利 (r_t) と鉱工業生産指数 (IP_t) を内生変数とした以下の VAR モデルを想定する。¹

$$\begin{bmatrix} r_t \\ \Delta \ln(IP_t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_0^1 \\ \beta_0^2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_1^1 & \beta_2^1 \\ \beta_1^2 & \beta_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{t-1_INDON} \\ \Delta \ln(IP_{t-1}) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_1^1 & \phi_2^1 & \phi_3^1 \\ \phi_1^2 & \phi_2^2 & \phi_3^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{t_USA} \\ \ln(Oil_t) \\ \ln(RE_t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_t^1 \\ \phi_t^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

ここで、 Δ は階差演算子を、また ϕ_t^1 , ϕ_t^2 は (2) の VAR の攪乱項を表す。このモデルでは、国内金利と鉱工業生産指数 (GDP の代理変数) が内生的に決定されるため、基礎的な IS - LM モデルとして考えることもできる。ここで鉱工業生産指数は、次小節で説明する歳出歳入関数において成長率を利用するため、対数階差をとって成長率に変換している。

2-3 歳入モデルと歳出モデル

次に、Yeyati and Sturzenegger (2007) に倣って歳出及び歳入の構造をモデル化する。前述で議論した経済環境の変数を説明変数とし、歳出及び歳入を被説明変数とするモデルを構築する。

$$Rev_{it} = GDP_t T_i e^{\alpha_{i0} \ln(oil_t)} e^{\alpha_{i1} \Delta gdp_t} e^{X\alpha} e^{\varepsilon_{it}^R} \quad t=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m \quad (3)$$

$$Expen_{it} = GDP_t S_i e^{\beta_{i0} \ln(oil_t)} e^{\beta_{i1} \Delta gdp_t} e^{X\beta} e^{\varepsilon_{it}^E} \quad t=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, k \quad (4)$$

ここで、 R_{it} , E_{it} はそれぞれ歳入項目と歳出項目を、 t は時間を表し、 m , k はそれぞれ、時間と歳出及び歳入の項目を表す。 e は自然対数の底である。インドネシア経済を分析する本稿では、歳入は税収とそれ以外の2項目に、また、歳出は燃料補助金とその他の歳出の2項目に

¹ 後にインドネシア経済を対象としたシミュレーションを行うため、燃料補助金の制度等があるインドネシアは石油価格から影響を受けるという想定で、石油価格の変数を外生変数としている。シミュレーションを行う国によっては、別の変数を用いることも可能であり、対象とする国の特徴を捉えた変数を選択する必要がある。

することができる。 T_i はGDPに対して何割を税金として徴収し、 S_i は対GDP比で何割を支出しているか（実効税率と実効支出）を表している。後述の通り、インドネシアの歳出歳入構造をみると、歳出においては経常的支出と燃料価格等への補助金が、歳入においては税収と石油・ガス収入が大きな割合を占めている。これを踏まえ、本稿では、石油価格とGDP成長率が歳出・歳入に大きな影響を与えると仮定している。(3)と(4)の式の両辺対数を取り、整理すると、以下の式を得ることができる。

$$\ln\left(\frac{Rev_{it}}{GDP_t}\right) = \ln T_i + \alpha_{i0} \ln(oil_t) + \alpha_{i1} \Delta gdp_t + X\alpha + \varepsilon_{it}^R \quad t=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, m \quad (5)$$

$$\ln\left(\frac{Expen_{it}}{GDP_t}\right) = \ln S_i + \beta_{i0} \ln(oil_t) + \beta_{i1} \Delta gdp_t + X\beta + \varepsilon_{it}^E \quad t=1, \dots, n, \quad i=1, \dots, k \quad (6)$$

被説明変数は、歳入および歳出の対GDP比の対数値である。第1項は、実効税率、実効支出の対数値であり、定数項として表される。第2項は石油価格の対数値であり、この係数は弾力性を表す。第3項はGDP成長率である。第4項はコントロール変数である。

金利モデルを用いて（本稿では、Vasicek モデルを用いている、詳細はAppendix Iを参照）、(5)と(6)から得られる歳出と歳入の将来の値をそれぞれ割引くことにより、現在価値を求める。歳入の割引現在価値から歳出の割引現在価値を引いたものを基礎的財政収支の正味現在価値とする。この基礎的財政収支の正味現在価値から政府純債務を引いた純資産が正であれば、将来の税収で現在ある債務を完済できるという意味で、債務持続性があると判断する。次節で、具体的にインドネシアの財政について、バランスシート・アプローチを適用する。

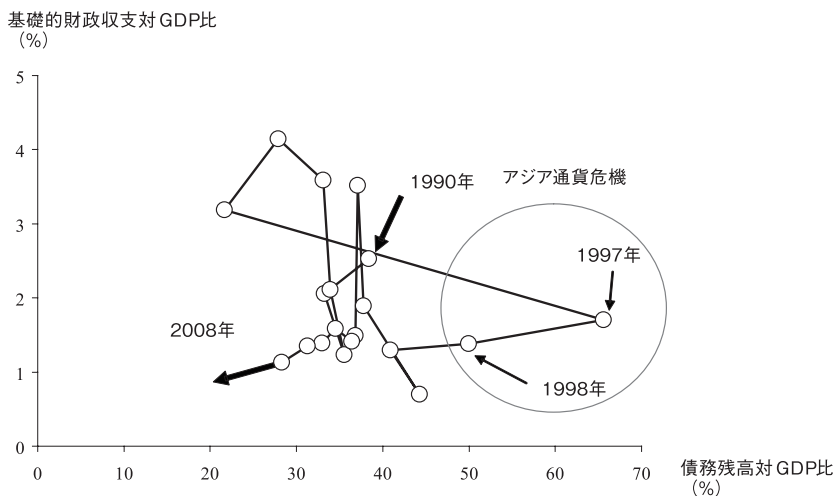
3. インドネシア政府の財政運営

インドネシアの基礎的財政収支対GDP比と債務残高対GDPの推移をみよう。図表2には、1990年から2008年までの推移が記されている。1990年時点では、債務残高対GDP比は38.4%、基礎的財政収支対GDP比は2.5%であった。1997年、1998年のアジア通貨危機のときには、基礎的財政収支対GDP比はそれぞれ1.7%、1.4%と減少し、債務残高対GDP費はそれぞれ65.6%、50.0%に上昇した。2008年では、債務残高対GDP比、基礎的財政収支対GDP比率は、28.3%、1.1%となり、債務残高が低下しているものの、基礎的財政収支は低下している。

債務残高、基礎的財政収支の関係を時系列でみるかぎり、インドネシアの財政運営は適切におこなわれ、デフォルトの可能性は限りなく少ないと考えることができる。しかし、こうした債務残高と基礎的財政収支の関係では、インドネシア政府の純資産がどの程度あるかに

ついてみていない。また、時系列の推移から傾向をみるだけで、将来の偶発的な経済ショックが生じた場合どのようにデフォルトの可能性が高まるかについてみることはできない。本稿のバランスシート・アプローチでは、インドネシアの純資産については、バランスシートをみることで、将来の偶発的な経済ショックが生じた場合を扱うには、偶発債務、偶発資産をシミュレーションすることで分析することができる。本稿のモデルは、ナীবなモデルであるが、こうしたケースを分析する手法を提示するものである。

図表2



(出所) EIUから筆者作成

インドネシアは2004年からバランスシートを作成し始め、インドネシア財務省より毎年インドネシア中央政府のバランスシートが公表されている。図表3にあるようにインドネシア中央政府のバランスシートをみると、資産サイドには、現金・預金、税金の現物納税等の Receivables & Inventory、国有企業への融資や出資、固定資産で構成されて、他方、負債・資本サイドでは、短期債務、長期債務、純資産から成り、その内訳として、長期債務はルピア建て国債、外国通貨建て国債から構成されている。

総資産または総負債及び純資産に占めるそれぞれの勘定科目の割合をみよう。資産サイドでは、現金・預金、Receivables & Inventory、SOEへの融資及び出資、固定資産等の総資産に占める割合はそれぞれ、5.73%、7.02%、34.37%、52.88%であり、SOEへの融資及び株式などの出資分と橋や道路等の国有資産の割合が高いことが分かる。一方、負債及び資本サイドでは、短期債務、長期債務、純資産の総負債及び資本に占める割合はそれぞれ、8.76%、73.00%、18.24%であり、長期債務の割合が高いことが分かる。長期債務において、ルピア建て、外国

通貨建て国債の割合はそれぞれ、56.63%、43.37%となっており、長期債務の通貨の構成はルピアと外貨建てで半々となっていることが分かる。

図表3 インドネシア中央政府バランスシート

	2008	2007		2008	2007
			Current Liabilities		
Deposits at BI & com bks and cash	118.7	32.9	T-bills	9.6	4.0
Receivables & Inventory	145.4	123.7	Payables / other Current Liabilities	171.8	135.7
Onlending	59.2	53.4	Long Term Liabilities		
Equity in SOE and other (of which: equity in BI)	652.9	638.0	Domestic Liabilities	856.5	762.1
Fixed & other asset	149.8	111.6	Foreign Liabilities	655.9	529.1
	1095.6	752.3	Equity	378.0	169.2
Total assets	2071.7	1600.2	Total liabilities & equity	2071.7	1600.2

(出所) インドネシア財務省

図表3の資産サイド及び負債サイドの勘定科目を比較し、純資産 (Equity) を計算し、その値について分析をすることは、ひとつのソブリンリスクの分析となる。政府のバランスシートはこうした明示的に評価された資産及び負債以外に、将来の税収見通し、年金等の歳出の見通し、自然災害による突然の歳出の増加などの偶発資産及び偶発債務が存在し、これらの要因がソブリンリスクに影響を与えられ考えられる。

こうした偶発資産や偶発債務は、確定した資産や負債を評価するのではなく、将来のキャッシュフローのシミュレーションを行い、この流列の値を現在価値にすることで評価する必要がある。本稿では、偶発資産のひとつである基礎的財政収支の現在価値をシミュレーションすることで、ソブリンリスクを分析する簡易的な方法例を提示する。

もちろん、年金、SOE債務保証等及び石油の埋蔵量等を考慮して、偶発資産及び債務を評価して、より詳細なバランスシートを分析すべきである。一方、確定した資産及び負債についても時価評価する必要がある。しかし、ここでは、基礎的財政収支の正味現在価値の評価に注目し、経済環境の変化によって中央政府の純資産がどのように変化するかについて、簡易モデルを構築して分析を行う。

4 シミュレーション

ステップとしては、(1),(2),(5),(6)をそれぞれ推計したのち、シミュレーションによって経済変数、利払いを控除した歳出、歳入額の10年先までの予測値を算出する。なお、歳出、歳入それぞれの項目 (燃料補助金とその他の歳出や税収とその他の歳入など) ごと、予測値を算出し、基礎的財政収支の正味現在価値を計算する。なお、本稿では、歳出、歳入の予測値を10年先まで推計し、11年目以降はIMF (2010) にある実質GDP成長率 (7.0%) 及び

石油価格（85.0 US\$/barrel）を用いて、歳出歳入を予測し、これらの値がそのままの水準で継続するものと仮定し、ターミナルバリューを算出する。²

この上で、基礎的財政収支の正味現在価値から政府純債務を差し引いたものを正味現在価値の値の分布を求め、このうち、第2節で述べたように政府の正味資産価値が負に陥る確率を推定デフォルト確率として計算する。

これにより、過去のデータから推計された経済モデルの分布に基づいて、石油価格の高騰などの海外状況等が変化する場合や、国内経済のトレンドが変化、鉱工業生産指数のトレンドが変化などが生じた場合など、政府の正味現在価値の分布が変化するので、将来のソブリンリスクについて直感的な理解を得ることができる。

4-1 データ

1996年から2008年までの期間で、CEICおよびBloombergから米国短期金利、石油価格、実質為替レート、インドネシア短期金利、鉱工業生産指数、実質GDP、歳出データ及び歳入データを取得した（データの詳細については、Appendix IIを参照）。推計には、アジア通貨危機の影響を除外するため、1999年から2008年までのデータを用いた。

世界経済環境モデルは、月次データを用いている。そのため、GDPのデータは存在しないため、代理変数として、鉱工業生産指数を用いて経済環境モデルを推計する。一方、財政モデルでは、歳出と歳入のデータが年次データであるため、月次データを年次データに変換する。鉱工業生産指数は季節性の影響を除去するため、年平均を年次データとし、その他の経済変数は12月末の値をその年の値とする。被説明変数は、歳出および歳入をGDPで割っている。このデータは鉱工業生産指数を用いず、GDPデータを利用している。GDPの成長率の変数は経済環境を推計する際に鉱工業生産指数を用いていることから、ここでは、鉱工業生産指数を年次データに変換したものの成長率を利用している。

4-2 推計結果

世界経済環境の推計結果はAppendix IIIにある。米国短期金利は、1期前の米国短期金利の影響から正の影響を受け、有意であることがわかる。石油価格の係数は正であり、石油のみ有意であり、実質為替レートの係数は負であるが、有意ではない。米国短期金利の係数が正、実質為替レートの係数は負である。実質為替レートの回帰式をみると、1期前の実質為替レートの係数は有意で、正の効果があることがわかる。米国短期金利、石油価格は有意ではなく、

² IMF（2010）には2015年までの予測値が計算されている。この値が2019年まで継続する（同じ値ある）と仮定している。

係数は正である。

Appendix IIにある国内経済環境の推計結果をみよう。インドネシア短期金利は、1期前の短期金利によるプラスの影響を受け、有意である。鉱工業生産指数の係数はマイナスであるが、有意ではない。外生変数である実質為替レートは有意であり、その係数は正であるものの、その他の米国短期金利、石油価格は有意でなく、係数の符号は、それぞれ正、負である。一方、鉱工業生産指数の変数を見ると、インドネシア短期金利の係数はプラスであるが、有意ではなく、1期前の鉱工業生産指数の係数はマイナスで、有意である。外生変数の影響をみると、米国短期金利、石油価格、実質為替レートの係数はすべて正であるが、有意ではない。

歳出、歳入関数の推計結果についてみよう。ここでは、歳出は石油補助金とその他の歳出に分けて推計を行っている。燃料補助金においては、鉱工業生産指数の成長率、石油価格の係数は正であるが、鉱工業生産指数及び石油価格はともに有意でなく、その他の歳出については、鉱工業生産指数の成長率、石油価格の係数はそれぞれ正であり、鉱工業生産指数の成長率は有意ではなく、一方、石油価格の係数は有意水準10%の基準で有意である。

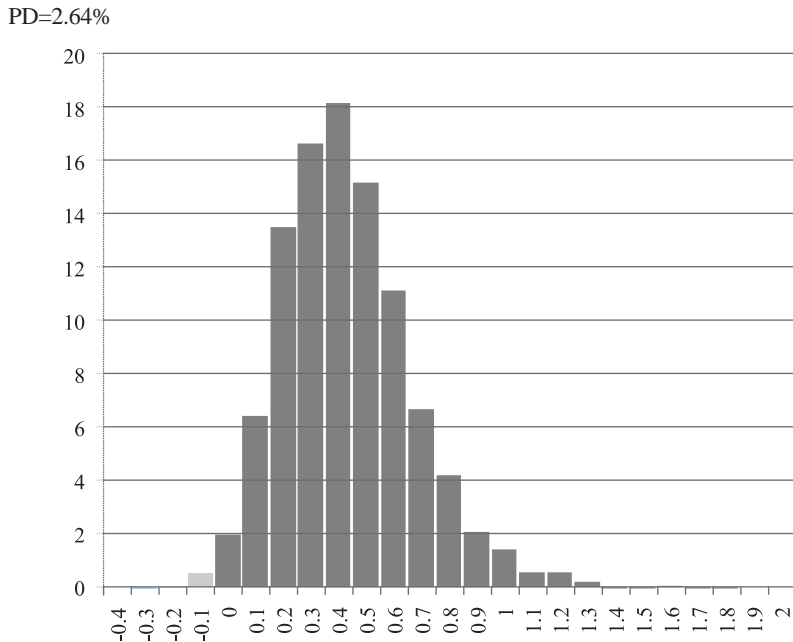
歳入は税収とその他の歳入に分けて、それぞれ推計を行っている。税収をみると、鉱工業生産指数の成長率、石油価格の係数はそれぞれ負、正であり、鉱工業生産指数の成長率は有意ではなく、一方石油価格の係数は有意である。その他の歳入についても、鉱工業生産指数の成長率、石油価格の係数はそれぞれ正であり、鉱工業生産指数の成長率は有意ではなく、一方、石油価格の係数は有意である。

4-3 シミュレーション結果

モンテカルロ・シミュレーションは5,000回の試行を行った。政府の正味現在価値の分布がどのようになっているかについてヒストグラムをみつつ(図表4)、分析していこう。

政府の正味現在価値対GDP比がゼロ以下になる場合、本稿では、その状態をデフォルトと定義した。もちろん、デフォルトの定義は様々存在し、国家の場合には、デフォルトといっても国が消滅するわけではなく、たとえ債務不履行があったとしても国家は永続するなど複雑な側面を含んでいる。ここでは、政府の正味現在価値が負になるとは、政府の将来の期待される収入のみでは債務持続可能性がないことを意味している。シミュレーションでは、ターミナルバリューの前提条件が重要である。先にもふれたように、ターミナルバリューはIMF(2010)の経済成長率と石油価格の予測値を利用して算出している。こうした前提のもとで、シミュレーションの結果から得られる推定デフォルト確率は2.64%となる。³但し、ここでの推定デフォルト確率の結果は、歳入・歳出やマクロ経済環境に関するモデルの前提により大きく変わることに留意が必要である。

図表4 インドネシア政府の正味現在価値対GDP比の分布



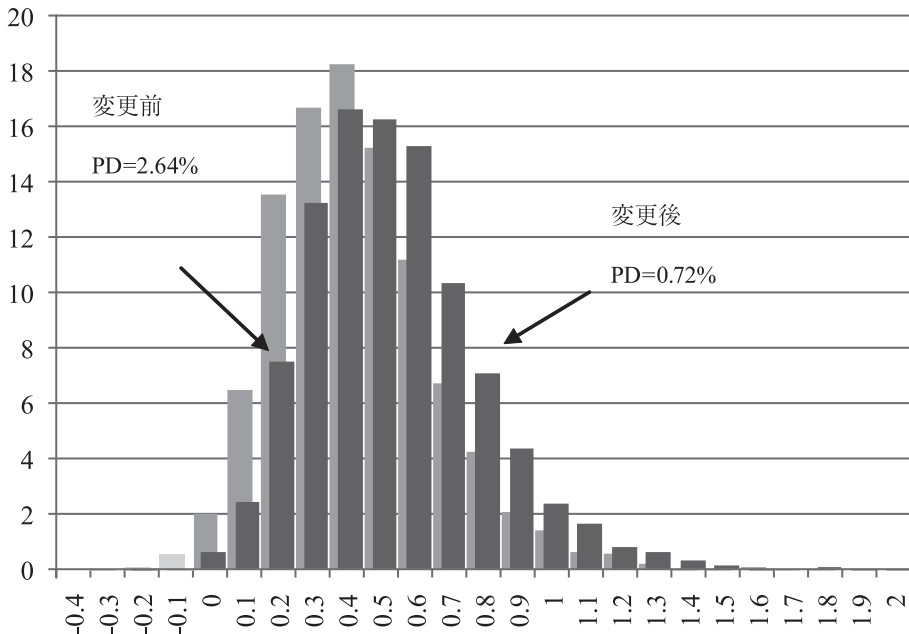
単位：%

過去のデータに基づけば、Appendix IIIにあるように、石油価格上昇に対する補助金増加の弾力性は0.45となっている。2004年に石油純輸入国になってから、石油価格高騰の影響を受け、燃料補助金が財政を逼迫させる状況に陥っている。2008年に大幅な石油製品価格を引き上げ、財政の逼迫を緩和させるように努め、インドネシア政府は燃料等補助金の削減に取り組んでいる。これを踏まえて、補助金が石油価格にあまり反応しなくなる（弾力性が低くなる）ケースを想定し、この場合に政府の正味資産価値の分布にどのような影響があるかについて、上記シミュレーション結果と比較検討したい。

歳出関数（SUBSIDY/GDP: 燃料補助金/GDP）の推計結果にある石油価格の係数を1標準偏差だけ引き下げ係数の値を0.15とし、基礎的財政収支の分布を導出する。係数の値をみると、小さな値であることから、石油価格に対して反応しない状況を想定している。⁴

³ 正味現在価値がゼロとなる確率を推計デフォルト確率とし、本稿と同様の定義をしているBarnhill and Kopits (2003)におけるエクアドルのBaselineのデフォルト確率は、35%である。この分析が想定している2000年のムーディーズ（外貨建て長期銀行預金）、S&P（外貨建て長期債）の格付はそれぞれCaa3及びB-である。本稿が分析した2009年におけるインドネシアのムーディーズ、S&Pの格付はそれぞれBa3とBBである。

図表5 燃料補助金の制度改革の効果



単位：%

政府の正味現在価値対GDP比の分布を比較すると、石油価格の係数を変化させる前のシミュレーションでは、デフォルト確率は2.64%であったが、弾力性を引下げるような政策対応が採られた場合、その確率が0.72%となる。つまり、当該政策によって基礎的財政収支の現在価値が負となる確率を1.92%減少させる効果がある。

第3節でみたように、石油価格が増加すると、燃料補助金という形で価格上昇分を補填するという制度がある。燃料補助金の存在によって、石油価格の上昇はかえって財政収支を悪化させる方向に動いている。すなわち、石油価格の上昇の影響としては、歳入の増加と燃料補助金の増加という経路を通じて歳出の増加のふたつが考えられる。インドネシアの財政システムをみると、歳入に対する石油価格の弾力性の値よりも歳出に対する石油価格の弾力性の値が上回っているため、石油価格の上昇は財政収支を悪化させる。具体的にターミナルバリューにおける石油価格の前提条件を50US\$/barrelの場合と100US\$/barrelの場合で、推定デフォル

⁴ 従来の燃料補助金は市場価格（国際価格）と国内価格との差を補填し、2008年当時では国内価格が市場価格の半分に抑えられており、インドネシアの財政運営を難しくしている要因のひとつと考えられる。ここでは、市場価格と国内価格の差を補填する制度ではなく、ある価格水準を超えた場合、定額支給される補助金を想定している。

ト確率がどのように変わるかについてみていこう。

まず、50US\$/barrelの場合では、推定デフォルト確率が0.06%であり、他方で100US\$/barrelの場合では、19.12%である。その差は19.06%である。石油価格50 US\$/barrelから100US\$/barrel上昇によって、インドネシアの推定でデフォルト確率が高まることを確認することができる。

5. 結論と今後の課題

本稿では、Barnhill and Kopits (2003) 及び Yeyati and Sturzeneger (2007) の手法に倣って、インドネシアの基礎的財政収支をモデル化し、モンテカルロ・シミュレーションにより政府の正味現在価値の分布を分析した。簡易的ではあるが、シミュレーション結果から、推定デフォルト確率（純資産が負となる確率）を算出した。インドネシア政府の燃料補助金の弾力性を低下させるような政策対応を行った場合のデフォルト確率の変化について分析を行った。こうした政策対応により、政府の正味現在価値の分布が正の方向に移動し、デフォルト確率が低下することを確認した。10年先の石油価格の予測により、推定デフォルト確率が変化した。特に石油価格が高い場合のほうが低い場合に比べ、推定デフォルト確率が上昇する。石油価格上昇の局面では、燃料補助金の支出が石油収入を上回るためである。

本稿では、燃料補助金の価格弾力性を低下させる政策についてシミュレーションを行ったが、具体的な政策メニューを提示してはいない。インドネシア国内の石油供給の体制や状況について現地にて十分なヒヤリング調査等を行い、具体的にどのような燃料補助金制度が望ましいかについて議論する必要がある。

将来的には、これをベースに経済環境の変化や政策の変化等の要素を織り込んで、シミュレーションを行うことができる。歳入・歳出モデルについては、税目ごとに歳入関数を計算し、一方で、歳出項目ごとに歳出関数を計算し、後に統合するというより詳細に計算し、精緻化することもできる。割引率に関しては、本稿では、Vasicekモデルを利用しているが、このモデルをさらに発展させたモデルは多数存在する。Vasicekモデルの拡張として知られているHull・Whiteモデル (Hull and White (2000, 1993)) やNelson-Sigelモデル等を用いて、同じ条件でシミュレーションすることで確率的な割引率の影響について分析することもできよう。

本稿では、経済環境をシミュレーションするときにVARを用いて経済環境を近似しているにすぎない。経済変数間に明確な関係性が構築されていないため、たとえば、減税と歳出を削減する政策の影響など複合的な効果を分析することができない。こうした政策の効果を分析するためには、マクロ経済モデルを作成し、経済環境を描写する必要がある。

本稿では、中央政府のバランスシートに基づき分析を行った。対外借入は政府の負債であるが、外貨準備は中央銀行の資産としてカウントされている。中央政府のみの分析では、外貨準備の資産が評価されていないため、ソプリンリスクとして考えた場合の推定デフォルト

確率は過大に推計している可能性が考えられる。アジア通貨危機当時、予期せぬ財政負担の増加は、銀行部門支援に伴う偶発債務の顕在化であった。公企業部門、PPP関連の偶発債務がインドネシア財政にとって主要なリスクと考えられ、これらの偶発債務の分析は必要である。正味現在価値がマイナスになることは、企業部門の信用リスク分析を行う場合には、デフォルトの代理変数としての利用は妥当性があるが、政府はデフォルトしたとしても消滅しないなど、企業とは相違するので、政府部門へのこの基準の適用は検討を要するだろう。第3節でもふれたように、インドネシアは地方分権化が進み、中央政府から地方政府への財政移転が増加している。こうした財政移転は中央政府にとって偶発債務となり、この偶発債務を中央政府のバランスシートに取り込む必要があるだろう。

最後に、石油に変わる代替エネルギーの開発動向等によって石油需要に変化が生じることも考えられる。また、インドネシアが社会インフラ投資を行い、その整備が進むにつれて、経済構造も変化するであろう。インドネシアの長期的な経済構造の変化について、あるいは、インドネシアが目指すべき経済のモデル構築をして、シミュレーションを行うことで起こりうる可能性のリスクについて考察することもできよう。以上を今後の課題としたい。

Appendix I Vasicek **モデル**

金利の期間構造モデルにおいては、いろいろな種類のモデルが開発されているが、ここでは確率的な割引率を算出する手段としてとしてVasicek (1977) モデルを利用する。Vasicek モデルはある一定値に平均回帰する金利の確率過程を表している。金利の確率過程は株式とは異なり、金利が無限に上昇することは考えにくい。金利は平均値に回帰することを想定し、金利の期間構造は構築されている。マイナスの金利を排除できない点、現時点で観測されるイールドカーブの情報を利用していない点、及びボラティリティが一定である等問題点があるものの、イールドカーブを解析的に解くことができ、シミュレーションにおいても取り扱いが簡単であるので、本稿ではVasicek モデルを用いている。⁵

Vasicekモデルでは、瞬間金利の動きを以下の式で表している。

$$dr = a(b - r)dt + \sigma dz \quad (7)$$

ここで、 a 、 b 、 σ は一定値であり、それぞれ平均回帰の速度を表すパラメータ、平均回帰の水準のパラメータ、ボラティリティを表すパラメータである。

⁵ VasicekモデルはHull (2000) に詳しい。

図表A-1 Vasicekモデルの推計結果

	Coefficient	Std.Error
a	1.3578 **	0.6261
b	0.1162 ***	0.0209
<hr/>		
R-squared	0.029934	
Adjusted R-squared	0.026	
S.E. of regression	0.0536	
Sum squared resid	0.714939	
J-statistic	0.0166	

時点 t における満期 T の割引債の価格 $P(t, T)$ は以下の式で与えられる。

$$P(t, T) = E(t, T)e^{-F(t, T)r_t} \quad (8)$$

$$F(t, T) = \frac{1 - e^{-a(T-t)}}{a} \quad (9)$$

$$E(t, T) = \exp\left[\frac{F(t, T) - T + t}{a^2}(a^2b - \sigma^2/2) - \frac{\sigma^2 F(t, T)^2}{4a}\right] \quad (10)$$

ここで、時点 t における満期 T のスポット・レート $R(t, T)$ を考える。割引債 $P(t, T)$ はスポット・レート $R(t, T)$ を使って次のように表すことができる。

$$P(t, T) = e^{-R(t, T)(T-t)} \quad (11)$$

(11) の両辺に対数を取り、スポット・レートで解くと、

$$R(t, T) = \frac{1}{T-t} \ln P(t, T) \quad (12)$$

を得ることができる。この式に、(8) を代入すると、

$$R(t, T) = -\frac{1}{T-t} \ln E(t, T) + \frac{1}{T-t} F(t, T)r(t) \quad (13)$$

(13) をみると、パラメータの値を推計すれば、瞬間金利 $r(t)$ が金利の期間構造を決定していることがわかる。

CEICより月次のInterbank Call Money Rate (1 day) を用いて、Vasicekモデルの a , b , σ のパラメータをGMMにより推計した。推計結果は図表A-1である。

Appendix II データ

1 歳入関連の項目

・歳入データ

CEICから年次データである2001年から2008年までのGovernment Revenue and Grantのデータ, 2001年から2008年までのGovernment Revenue and Grant : Grant, 1996年から2008年までの(DC) Government Revenue のデータを入手した。2001年から2008年までのGovernment Revenue and Grantから2001年から2008年までのGovernment Revenue and Grant: Grantを差し引き, これを2001年から2008年までの歳入データとした。これらのデータと1996年から2000年までの(DC) Government Revenueのデータを結合して歳入データを作成した。

2 税収データ関連の項目

・税収データ

CEICより2001年から2008年までのGovt Revenue: Domestic: Taxのデータを取得した。CEICより1996年から2000年までの(DC) Govt Revenue: NG: Income tax, (DC) Govt Revenue: NG: Value Added Tax and Good and Services, (DC) Govt Revenue: NG: Import Duties, (DC) Govt Revenue: NG: Excise Duties, (DC) Govt Revenue: NG: Export tax, (DC) Govt Revenue: NG: Land and Building Tax, (DC) Govt Revenue: NG: Other Taxesのデータを取得し, これらのデータの合計値をGovt Revenue: Domestic: Taxのデータと接続したものを税収データとした。

・その他歳入データ

歳入データから税収データを差し引いたものをその他歳入データとした。

3 歳出関連の項目

・歳出データ

CEICから年次データであるGovernment Expenditure, (DC) Government Expenditureのデータを入手した。これらの歳出データから利払い費を削除するために, CEICから利払い費のデータを入手した。利払い費データは, 2005年から2008年のGovt Expenditure: CGE: Debt Interest Payment (Indonesia), 2001年から2004年までの(DC) Govt Expenditure: Routine: Interest Debt Payment (Indonesia), 1996年から2000年までの(DC) Govt Expenditure: Routin: Debt Repayment (Indonesia)である。2001年から2008年までのGovernment Expenditureのデータを1996年から2000年までの(DC) Government Expenditureのデータを結合した。利払い費についても同様に, 1996年から2000年までの(DC) Govt Expenditure: Routin: Debt Repayment (Indonesia) に2001年から2004年までの(DC) Govt Expenditure: Routine: Interest Debt Payment (Indonesia) のデータを結合し, 2005年から2008年までのGovt Expenditure: CGE: Debt Interest Payment (Indonesia) の

データを結合して、利払い費のデータを作成した。Government Expenditureから利払い費の結合データを差し引きいて、1996年から2008年までの歳出データを作成した。

- ・燃料補助金

CEICより2005年から2008年までのGovt Expenditure: OGE: Subsidies: Oil&Gas , 2001年から2004年までの (DC) Govt Expenditure: Routine: Subsidies: Fuel , 及び1996年から2000年までの (DC) Govt Expenditure: Routine: Others: Petroleum Subsidyのデータを接続して燃料補助金のデータとした。

- ・その他の歳出データ

歳出データから石油補助金のデータを差し引いたものをその他の歳出データとした。

4 その他の項目

- ・鉱工業生産指数

CEICより1996年1月から2008年12月までの2000年を100とした鉱工業生産指数を入手した。

- ・WTI最期近物価格

Bloombergより1996年1月から2008年12月までの月末値のWTI最期近物価格を入手した。

- ・インドネシアの短期金利

CEICより1996年1月から2008年12月までの3ヶ月物、インターバンクレイトを入手し、これをインドネシアの短期金利とした。

- ・米国短期金利

CEICより1996年1月から2008年12月までの3ヶ月物の米国財務省証券 (Treasury Bill) の金利データを米国短期金利とした。

- ・ドル・ルピア為替レート

CEICより名目ドル・ルピア為替レート (名目値) の月次データを入手した。

Appendix III

世界経済環境の推計結果

	R_USA	LOG(Oil(-1))	LOG(RE)
R_USA(-1)	0.9816 *** (0.0207)	1.1283 * (0.6470)	-0.1199 (0.3126)
LOG(Oil(-1))	0.0012 (0.0018)	0.8607 *** (0.0552)	0.0156 (0.0267)
LOG(RE(-1))	-0.0034 (0.0029)	-0.0849 *** (0.0900)	0.8875 (0.0435) ***
Const	0.032111 0.0283	1.125869 *** (0.8857)	1.071543 0.4279
TREND	-0.00005 0.0000	0.00152 *** 0.0011	-0.00094 (0.0006)
R-squared	0.9757	0.9777	0.9686
Sum sq. resids	0.0009	0.8513	0.1987
S.E.equation	0.0027	0.0860	0.0416
Number of Data	120		

***significant at 1%, **significant at 5%, *significant at 10%

() : Std. Error

国内経済環境の推計結果

	R_INDON	DLOG(PI)
R_INDON(-1)	0.9070 *** (0.0164)	0.0050 (0.1449)
DLOG(PI(-1))	-0.0042 (0.0098)	-0.3884 (0.0865)
Const	-0.5998 *** (0.0976)	-0.2482 (0.8601)
TREND	0.0004 *** 0.0001	0.0001 0.0006
R_USA	0.0658 (0.0526)	0.1001 (0.4637)
LOG(Oil)	-0.0120 (0.0100)	0.0966 (0.0879)
LOG(RE)	0.0618 *** (0.0099)	0.0257 (0.0870)
R-squared	0.9770	0.1566
Sum sq. resids	0.0098	0.7647
S.E.equation	0.0093	0.0823
Number of Data	120	

***significant at 1%, **significant at 5%, *significant at 10%

() : Std. Error

歳出・歳入関数の推計結果

	LOG(SUBSIDY/GDP)	LOG((EXPEN-SUBSIDY)/GDP)	LOG(T/GDP)	LOG(REV-T)/GDP)
Const	-5.0098 *** (1.2139)	-4.0119 *** (0.6542)	-3.6181 *** (0.6498)	-3.9939 *** (0.7790)
dlog(IP)	0.9263 (4.4063)	-2.0985 (2.3747)	-4.2178 (2.3589)	2.1459 (2.8276)
dlog(Oil)	0.4499 (0.2979)	0.6550 *** (0.1605)	0.5395 *** (0.1595)	0.4049 *** (0.1912)
R-squared	0.2901	0.8164	0.8169	0.4040

***significant at 1%, **significant at 5%, *significant at 10%

() : Std. Error

(国際協力銀行 外国審査部 副調査役)

参考文献

- 釣雅雄 (2003) 「インドネシア中央政府財政と政府債務の持続可能性 - 財政構造, 政策効果, 債務シミュレーション分析 - 」『JBICリサーチペーパー』26号, 国際協力銀行
- Allen, Mark, Christoph Rosenberg, Cristian Keller, Brad Setser and Nouriel Roubini (2002) “ A Balance Sheet Approach to Financial Crisis ”, IMF Working Paper WP/02/210 Washington DC.
- Barnhill, T. and G. Kopits (2003) “ Assessing Fiscal Sustainability under Uncertainty ”, IMF Working Paper 03/79. Washington DC.
- Bohn, H., (1995) “ The sustainability of Budget deficits in a stochastic economy ”, Journal of Money, Credit, and Banking Vol.27, pp257-271.
- Hakkio, C.S. and M. Rush, (1991) “ Is the budget deficits “ too large? ”, Economic Inquiry vol29, pp.420-445.
- Hamilton, J.D. and M.A. Flavin, (1986) “ On the limitations of government borrowing: A framework for empirical testing ”, American Economic Review vol.76, pp. 808-816.
- Hang, A. A., (1991) “ Cointegration and government borrowing constraints: Evidence for the United States ”, Journal of Business and Economic Statistics vol.9, pp.97-101.
- Hull, J., (2000) Options, Futures, and Other Derivatives (Upper Saddle River, Prentice-Hall).
- Hull, J., and White, A. (1990) “ Pricing Interest Rate Derivative Securities ”, Reviews of Financial Studies,

pp.573-92.

International Monetary Fund (2010a) “ Indonesia: Selected Issues ”, SM/10/214

----- (2010b) “ Staff Guidance Note on the Application of the Joint Bank-Fund Debt Sustainability ”.

<http://www.imf.org/external/np/pp/eng/2010/012210.pdf>

----- (2009) “ Indonesia: Selected Issues ”, Country Report No. 09/231.

Trehan, B. and C.E. Walsh, (1988) “ Common trends, the government budget constraint, and revenue smoothing ”, *Journal of Economic Dynamics and Control* 12, pp425-444.

Vasicek, Oldrich (1977) “ An Equilibrium Characterisation of the term ”, *Journal of Financial Economics*, pp.177-188.

Yeyati, E., L., and F. Sturzenegger (2007). “ A Balance-Sheet Approach to Fiscal Sustainability ”, *Business School Working Papers balancesheet*, Universidad Torcuato Di Tella.