

Business Cycle Accounting とその応用

稲葉 大[†]

[†] キヤノングローバル戦略研究所

CIGS ワークショップ
9/29/2010

Outline

1 Business Cycle Accounting with Misspecified Wedges

- 景気循環会計とは？
- BCA の問題点と実証上の有効性

2 Business cycle accounting による日米の比較

3 Collateral constraint as an amplification mechanism

- Introduction
- 先行研究
- 本稿のモデル
- シミュレーション
- 結論

4 今後の研究

An Application of Business Cycle Accounting with Misspecified Wedges

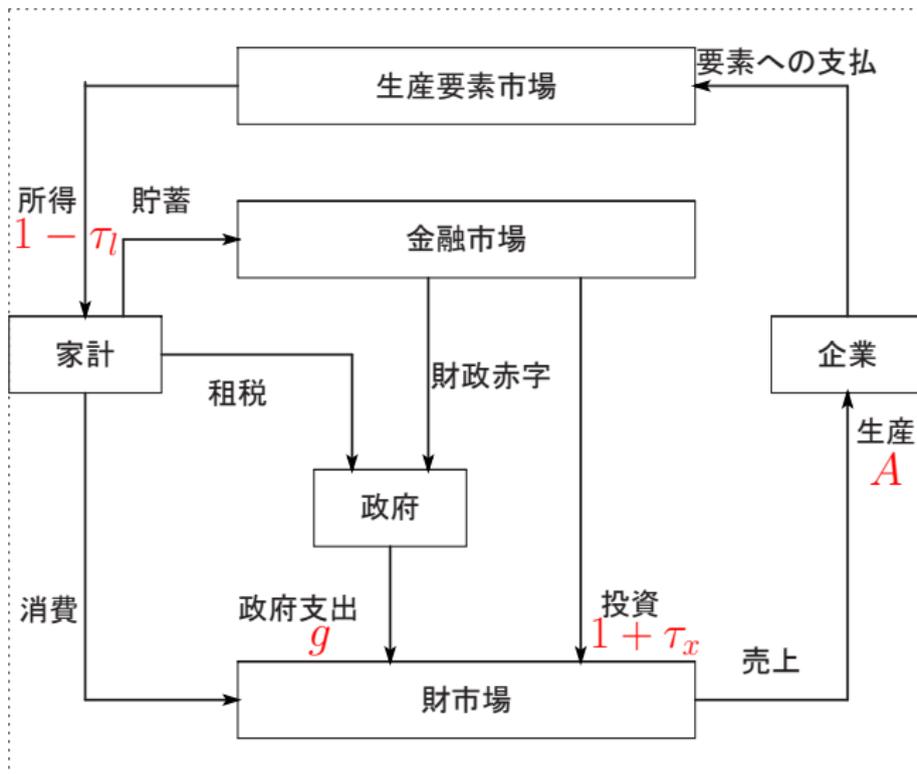
joint with Kengo Nutahara

25th Annual Congress of the European Economic Association in Glasgow.

景気循環会計とは？

- Chari, Kehoe and McGrattan (2007) (以下 CKM) により開発
- 景気循環要因を 4 つの要素に分け，重要性を評価する手法
 - 時間と共に変化する 4 つの外生変数を持った，プロトタイプ・モデル (後述) を構築
 - ① efficiency wedge (生産性) A_t ,
 - ② labor wedge (労働所得税のようなもの) $\tau_{\ell,t}$,
 - ③ investment wedge (投資税のようなもの) $\tau_{x,t}$,
 - ④ government wedge (政府支出) g_t .
 - モデルがマクロデータを説明できるように，wedge を計測．
 - 景気変動を各 wedge の影響ごとに要因分解する (wedge decomposition).

マクロ経済の循環図



プロトタイプ・モデル

- 代表的家計の効用最大化:

$$\max_{\{c_t, \ell_t, i_t\}_{t=0}^{\infty}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\log(c_t) + \nu \log(1 - \ell_t) \right], \quad (1)$$

$$\text{s.t. } c_t + (1 + \tau_{x,t})i_t \leq (1 - \tau_{\ell,t})w_t\ell_t + r_tk_{t-1} + T_t, \quad (2)$$

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + i_t, \quad (3)$$

c_t : 消費 , ℓ_t : 労働 , $1/(1 + \tau_{x,t})$: *investment wedge* ,
 $(1 - \tau_{\ell,t})$: *labor wedge* , i_t : 投資 , w_t : 賃金 , r_t : レンタル価格 ,
 k_{t-1} : t 期初の資本ストック , T_t : 一括税 .

- 企業の利潤最大化:

$$\max_{k_{t-1}, \ell_t} A_t k_{t-1}^{\alpha} \ell_t^{1-\alpha} - r_t k_{t-1} - w_t \ell_t.$$

計測方法

- 均衡のシステムは，

$$v \frac{c_t}{1 - \ell_t} = (1 - \tau_{\ell,t})(1 - \alpha) \cdot \frac{y_t}{\ell_t}, \quad (4)$$

$$\frac{1 + \tau_{x,t}}{c_t} = \beta E_t \left\{ \frac{1}{c_{t+1}} \left[\alpha \frac{y_{t+1}}{k_t} + (1 + \tau_{x,t+1})(1 - \delta) \right] \right\}, \quad (5)$$

$$y_t = A_t k_{t-1}^\alpha \ell_t^{1-\alpha}, \quad (6)$$

$$c_t + i_t + g_t = y_t, \quad (7)$$

$$k_t = (1 - \delta)k_{t-1} + i_t. \quad (8)$$

- および，VAR(1) と仮定した wedge $s_t = [\log(A_t), \tau_{l,t}, \tau_{x,t}, \log(g_t)]'$ の確率過程，

$$s_t = P_0 + P s_{t-1} + \epsilon_t.$$

- カルマン・フィルターに基づく最尤法により推計．

Wedge は何を捉えているか？

- BCA の理論的根拠: CKM により, プロトタイプ・モデルは広いクラスの動学的一般均衡モデルと同値であることが示されている.

equivalence results

- 例:

- ① 生産要素投入への借入制約 (Kiyotaki and Moore [1997]): efficiency wedge A
- ② 賃金の硬直性 (Erceg, Henderson, and Levin [2000]): labor wedge τ_ℓ
- ③ 貸手と借手のエージェンシー・コスト (Bernanke, Gertler, and Gilchrist [1999]; Carlstrom and Fuerst [1997]): investment wedge τ_x
- ④ 国際マクロ (Sudden stop 等) : government wedge g

景気循環会計とは？

- どのようなモデルが景気循環を説明するかのガイドとなる。
- 近年多くの国に適用されている手法. 例：Chari, Kehoe, and McGrattan (2002, 2007); Ahearne, Kydland, and Wynne (2006); Bridji (2007); Kersting (2008); Kobayashi and Inaba (2006); Otsu (2007); and Saijo (2008).
- これまでの研究
 - Kobayashi and Inaba (2006), Japan and the World Economy
 - Inaba (2007), RIETI Discussion Paper
 - Inaba and Nutahara (2009), Economics Letters

BCA の問題点と実証上の有効性

- BCA の応用上の問題点: **wedge** の確率過程を **VAR(1)** と定式化 (等価性を示すときには仮定されていない.)
- ある DSGE モデルは State-space-form で記述することができる .

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Z_{t+1} \end{bmatrix} = \Psi \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ Z_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ U_{t+1} \end{bmatrix},$$

$$Y_t = \Theta \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ Z_t \end{bmatrix},$$

where X_{t-1} は内生の状態変数; Z_t , 外生の状態変数; Y_t , ジャンプ変数.

- モデルと整合的な wedge(true wedge) は , 次のように決まる .

$$S_t = \Phi \begin{bmatrix} X_{t-1} \\ Z_t \end{bmatrix},$$

where $S_t \equiv [\log(A_t), \tau_{l,t}, \tau_{x,t}, \log(g_t)]'$.

Main Question: BCA の実証上の有効性

- Baurle and Burren (2007), Nutahara and Inaba (2008) による指摘
 - (正確な表現ではないが) もしモデルの状態変数の数が 4 より多ければ, VAR(1) で定式化された BCA の理論的正当性は妥当ではない.
 - 近年のモデルは非常に多くの状態変数を持つ (現実の経済の状態変数も多い)
 - 一般に **wedge** の確率過程は VAR(1) ではない. VARMA(p,q).

← VAR(1) は misspecification .

- Main Question: **misspecification** による歪みは数量的に問題なのか? **BCA** の有用性を考察 .

何を行ったか?: **BCA** の実証上の有用性を調べる .

- ① あるたくさんの状態変数を持った動学的一般均衡モデルを用いる .
- ② このモデルで発生させた人工データに **BCA** を適用.
- ③ **BCA** で測った wedge について , モデルの持つ true の wedge と比較 (要因分解についても比較)
- ④ 結果: それらのズレは小さく , 応用上の問題点はあるものの **BCA** は有効である .

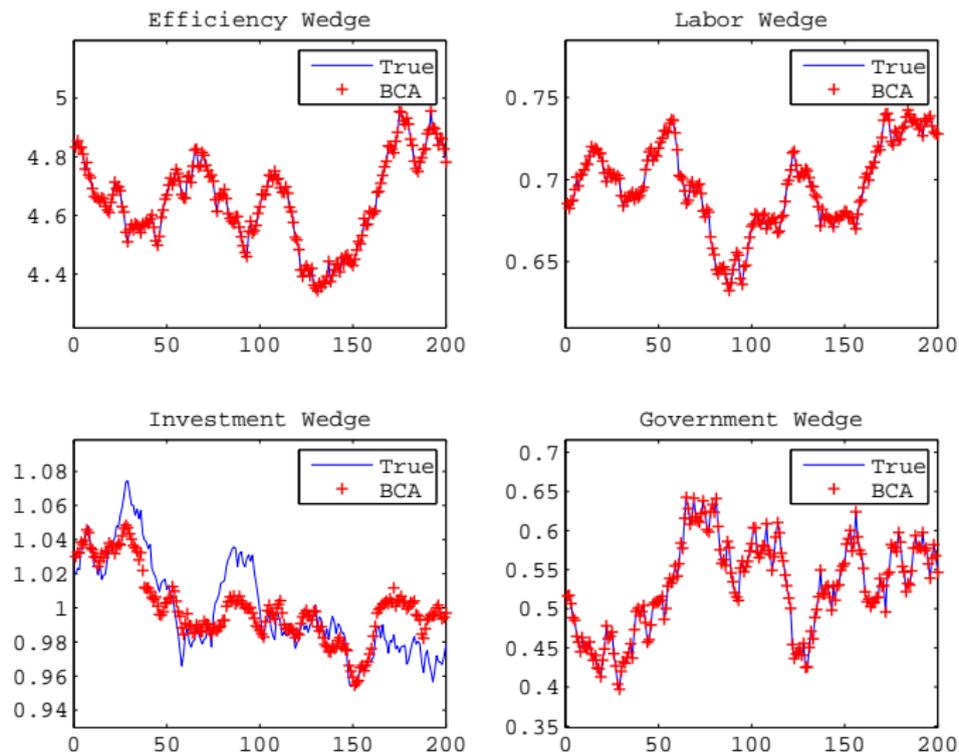
A DSGE model

- Medium-scale DSGE economy à la Smets and Wouters (2007)
- 何故 SW のモデルなのか？
 - “State-of-the-art” で、政策シミュレーションに利用されるモデル
 - 上述の BCA の理論的正当性が妥当しないケース
- モデルの特徴
 - ① 消費の習慣形成
 - ② 投資の調整費用 (flow specification)
 - ③ 価格及び名目賃金の硬直性
 - ④ 資本稼働率
 - ⑤ (forward-looking) テイラー・ルール
 - ⑥ 多くの外生ショック; 技術ショック, 投資特殊的技術ショック, リスク・プレミアム・ショック, マークアップ・ショック, 財政政策のショック, 金融政策のショック.

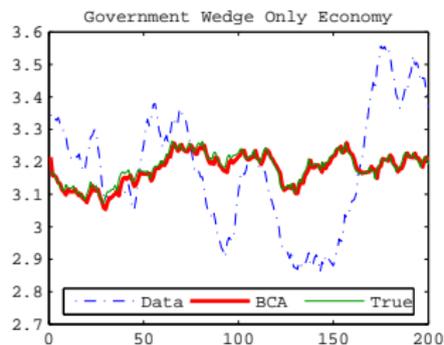
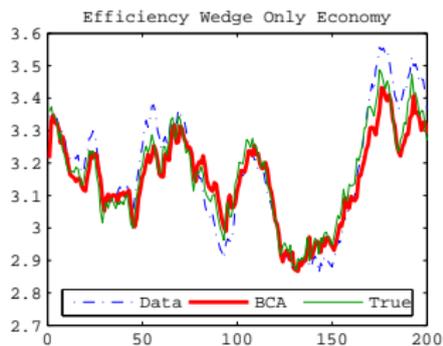
検証の手続き

- Smets and Wouters (2007) モデルからデータを発生させる . 10,000 期間 (250 年)
- データに BCA を適用 .
 - 観測値 : c_t, i_t, ℓ_t, y_t を利用
 - Kalman filter に基づく ML
 - wedge の計測 , GDP の要因分解
- 結果の比較
 - true と計測された wedge との値の比較
 - wedge による GDP の要因分解の比較

Measured and true wedges: SW model



Wedge decomposition: SW model



Cyclical behaviors: Full SW model

Cyclical behavior of true and measured investment wedges

	mean	std	autocorr.	corr. w/ y_t	corr. w/ true	RMSE
true	1.0003	.0258	.9651	-.2876	–	–
measured	.9974	.0208	.9791	-.0858	.8449	.0141

*RMSE: the root mean squared error of percentage-deviations between the true and measured investment wedges.

Cyclical behavior of predicted output by true and measured investment wedges

	mean	std	autocorr.	corr. w/ true	RMSE
true	3.2206	.0554	.9384	–	–
measured	3.2146	.0361	.9702	.6812	.0127

⇒ 両者の乖離は小さい (約 1 %).

結果

- VAR(1) で定式化された wedge に基づく BCA は、実証的に有用か？
 - BCA により計測した wedge は、true wedge をよく再現している。
 - wedge による GDP の要因分解も良く再現されており、インプリケーションは変わらない。
- ⇒ **BCA は実証上有用である。**

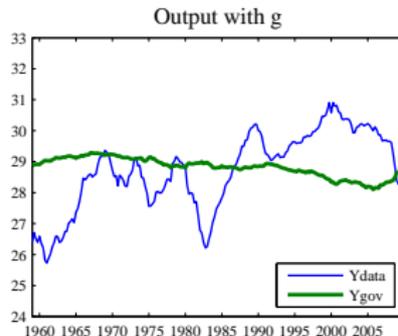
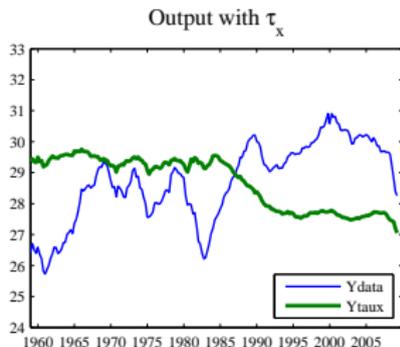
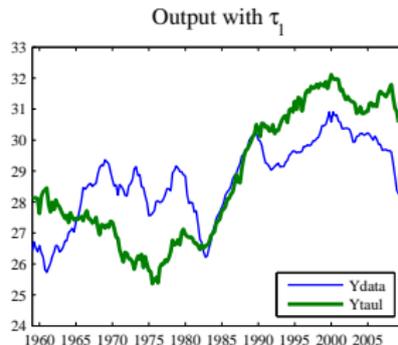
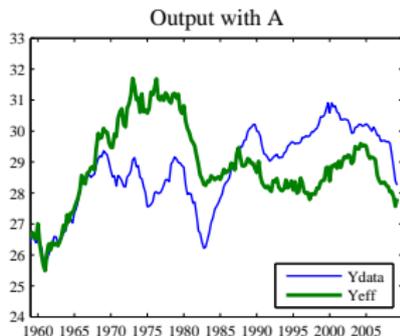
実際の応用：Business cycle accounting による日米の 比較

データ

- 利用するデータ：四半期一人当たり消費 (c) , 投資 (i) , 政府支出 (g) (純輸出を含む) , GDP(y)
- データの出所
 - アメリカ：BEA (NIPA) ; Cociuba, Prescott, and Ueberfeldt (2009)
期間：1959Q1–2009Q2
 - 日本：国民経済計算，労働力調査，人口推計
期間：1980Q1–2009Q3
- 構築方法: Chari, Kehoe, and McGrattan (2006) の方法による .
- 主な特徴
 - 投資：公的投資を含む
 - 純輸出：政府支出に計上

各 wedge の GDP への説明部分 (米)

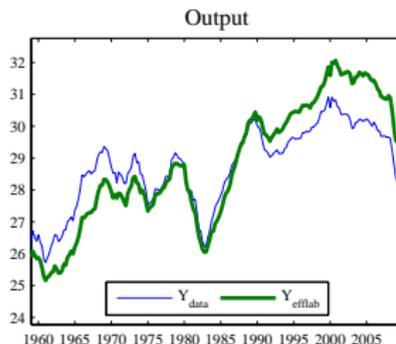
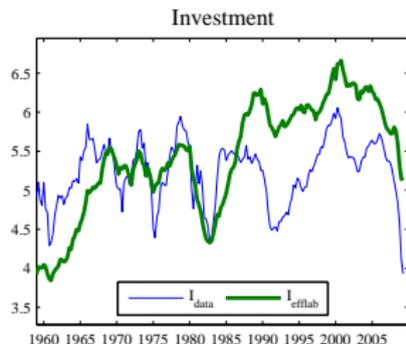
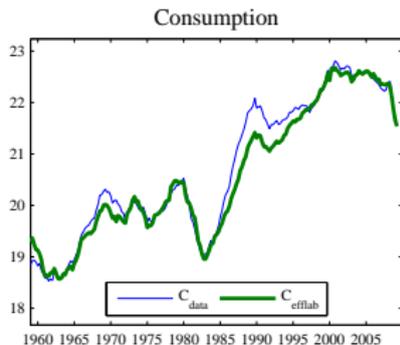
Efficiency と Labor wedge の貢献が大きい



青線：データ，緑線：シミュレーション

Wedge の組合せ (efficiency+labor)(米)

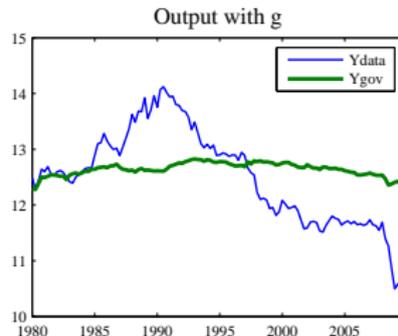
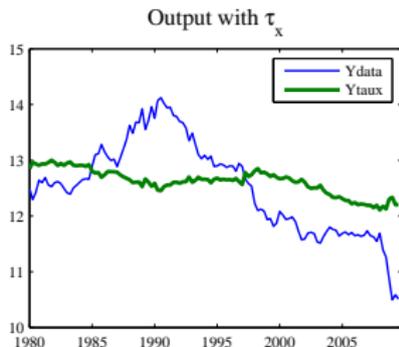
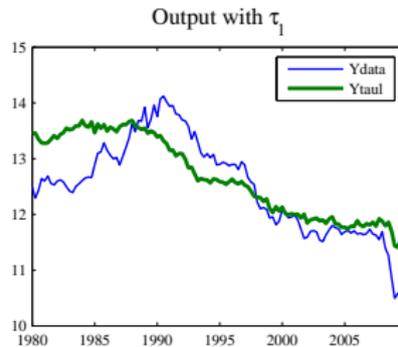
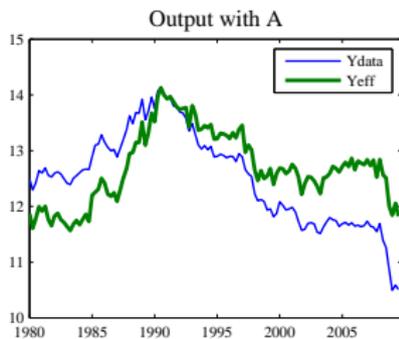
Efficiency と Labor wedge の組み合わせでほとんどを説明



青線：データ，緑線：シミュレーション

各 wedge の GDP への説明部分 (日本)

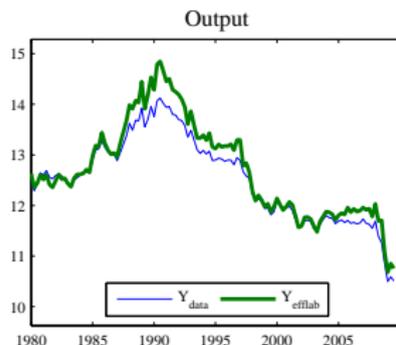
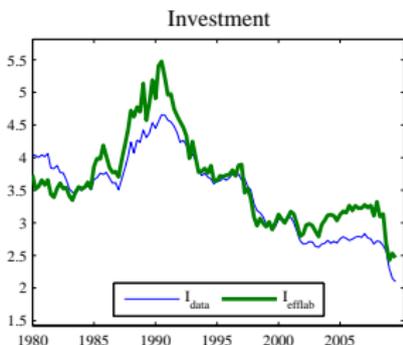
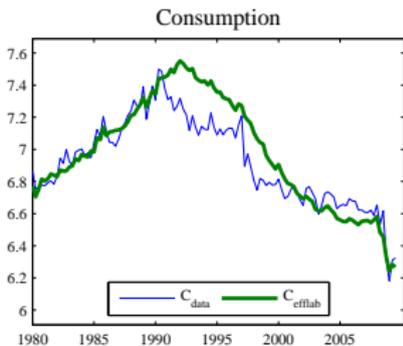
Efficiency と Labor wedge が GDP の変動を良く説明する



青線 : データ , 緑線 : シミュレーション

wedge の組合せ (efficiency+labor)(日)

Efficiency と Labor wedge の組み合わせでほとんどを説明



青線：データ，緑線：シミュレーション

まとめ

- GDP の変動は，efficiency wedge と labor wedge によりほとんど説明される．
- investment wedge および government wedge は，ほとんど説明力を持たない．
- BCA による実証結果から，efficiency wedge 以外に labor wedge が重要であると判断できる．

Collateral constraint as an amplification mechanism

joint with Keiichiro Kobayashi

日本経済学会 秋季大会 報告論文

Introduction

- 問い：金融制約は，景気変動を増幅するか？
- 先行研究：消費の平準化を目的とした借入に担保制約
 - Kiyotaki and Moore (1997)：増幅する
 - Kocherlakota (2000) and Cordoba and Ripoll (2004)：通常関数形およびパラメーターでは増幅しない．
- 本稿では，
 - 生産要素支払い（特に労働）へ担保制約を導入（labor wedge が生じ，BCA の実証結果と整合的）
 - 通常のパラメーターで，景気変動の増幅を示した．
 - 意義：景気循環における担保制約の量的な重要性を指摘．

関連するこれまでの研究

- Kobayashi and Inaba, (2006), "Irrational exuberance' in the Pigou Cycle under Collateral Constraints"
- Kobayashi and Inaba, (2006), "Borrowing Constraints and Protracted Recessions"
- Kobayashi and Inaba, (2007), "Debt-Ridden Equilibria"
- Kobayashi, Nakajima, and Inaba, (2010), "Collateral Constraint and News Driven Cycles"

Cordoba and Ripoll (2004) “Credit Cycle Redux” (1/3)

- 1 種類の財
- 債務の形態
 - ① 異時点間の債務 (intertemporal debt) : 消費の平準化
- 2つのタイプの一様に分布する経済主体 : タイプ1, タイプ2, 割引因子 $\beta_1 > \beta_2$. \implies タイプ1が異時点間の債務の「貸し手」になる.
- 両タイプとも同じ生産技術 $y = Ak_i^{\alpha_i}$ に基づき生産を行う.
($0 < \alpha_i < 1$)

Cordoba and Ripoll (2004) “Credit Cycle Redux” (2/3)

タイプ i による効用最大化問題:

$$\begin{aligned} \max_{c_{i,t}, k_{i,t}, b_{i,t}} E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_i^t \frac{c_{i,t}^{1-\sigma_i}}{1-\sigma_i}, \\ \text{s.t. } c_{i,t} + q_t(k_{i,t} - k_{i,t-1}) = f_i(k_{i,t-1}) + b_{i,t} - (1 + r_{t-1})b_{i,t-1}, \\ f_i(k_{i,t-1}) = A_{i,t}k_{i,t-1}^{\alpha_1}, \\ (1 + r_t)b_{i,t} \leq E_t(q_{t+1}k_{i,t}), \end{aligned}$$

ここで $1 > \beta_1 > \beta_2 > 0$, c_i : type- i の消費, q は資本の価格, $(1 + r_t)b_{i,t}$ は異時点間債務返済,

Cordoba and Ripoll (2004) “Credit Cycle Redux” (3/3)

シミュレーションの方法

- $t = 0$ に定常状態 .
- $t = 1$ に両タイプに 1 % の生産性のショックが生じる .
- $t = 2$ に総生産量が 1 % 以上変化するとき , 増幅.
- (σ, α) の組み合わせについて調べる .
 - $\sigma = \sigma_1 = \sigma_2$: 効用関数のパラメータ
 - $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2$: 生産関数のパラメータ
- \implies 通常のパラメータでは、増幅されない。

▶ Back to oursim

本稿のモデル (1/3)

- 1 種類の財
- 債務の形態
 - ① 異時点間の債務 (intertemporal debt) : 消費の平準化
 - ② 同時点内の債務 (intra-period debt) : 生産要素 (労働) への支払い
- 2つのタイプの一様に分布する経済主体 : タイプ 1 (m_1 人) , タイプ 2 (m_2 人) ,
割引因子 $\beta_1 > \beta_2$.
⇒ タイプ 1 が異時点間の債務の「貸し手」になる .
- 両者とも同じ生産技術 $y = Ak_i^\alpha \ell_i^{1-\alpha}$ に基づき生産を行う .
 - 労働投入には , 自分自身の労働力は利用できず , 同じタイプの別の経済主体の労働力を利用する .
- 資本 (土地) の総量 ($m_1 k_1 + m_2 k_2$) は一定

本稿のモデル (2/3) : 効用関数と予算制約

- タイプ i の効用関数

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_i^t \frac{\left(c_{i,t} - \frac{1}{\gamma_i} \ell_{i,t}^{\gamma_i}\right)^{1-\sigma_i}}{1-\sigma_i}$$

- タイプ i の予算制約

$$\begin{aligned} c_{i,t} + q_t(k_{i,t} - k_{i,t-1}) \\ = A_t k_{i,t-1}^{\alpha_i} \ell_{i,t}^{1-\alpha_i} + b_{i,t} - (1+r_{t-1})b_{i,t-1} + w_{i,t}\ell_{i,t} - w_{i,t}\ell'_{i,t}. \end{aligned}$$

- ただし、 c_i : タイプ i の消費、 q : 資本の価格、 b : タイプ 2 の借入、 ℓ_i : タイプ i の自身労働力、 ℓ' : タイプ i の別主体の労働力、 w_i : タイプ i の実質賃金。

本稿のモデル (3/3) : 担保制約

- 担保制約 : タイプ 2 が制約される ($\beta_2 < \beta_1$)

$$\underbrace{w_{2,t} \ell'_{2,t}}_{\text{労働への支払い}} \leq \left\{ \underbrace{q_t k_{2,t-1}}_{\text{保有する資本の価値}} - \underbrace{(1 + r_{t-1}) b_{t-1}}_{\text{債務返済}} \right\}. \quad (9)$$

- 各経済主体は, 予算制約と借入制約の下で次の効用を最大化.

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta_i^t \frac{\left(c_{i,t} - \frac{1}{\gamma_i} \ell_{i,t}^{\gamma_i} \right)^{1-\sigma_i}}{1-\sigma_i}, \quad \text{for } i = 1, 2,$$

シミュレーションの方法

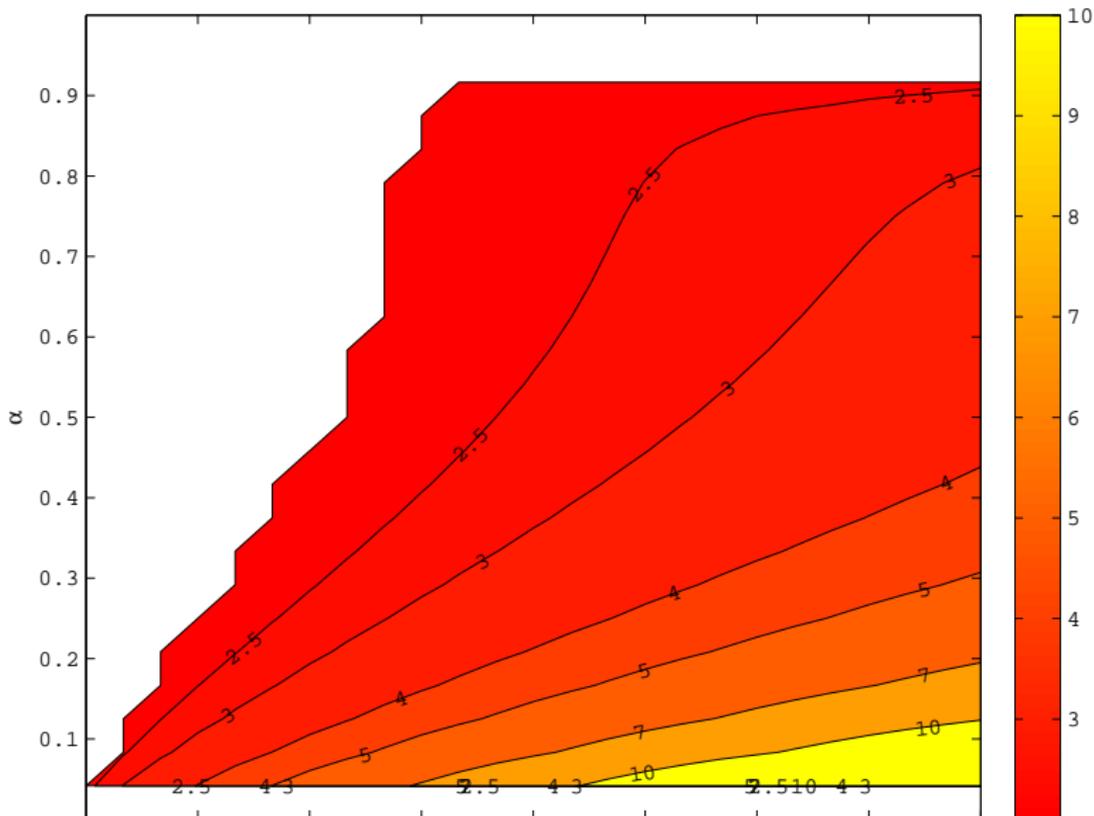
- 線形近似をして，担保制約が bind している定常状態の周りを調べる．
- $t = 0$ に定常状態．
- $t = 1$ に両タイプに 1 % の生産性のショックが生じる． ($A_1 = A_2$)
- $t = 1$ に総生産量 Y が 2 % 以上変化するとき，増幅．

$$Y \equiv m_1 y_1 + m_2 y_2 = m_1 A k_1^{\alpha_1} \ell_1^{1-\alpha_1} + m_2 A k_2^{\alpha_2} \ell_2^{1-\alpha_2}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + \left[\frac{\Delta \left(m_1 k_1^{\alpha_1} \ell_1^{1-\alpha_1} + m_2 k_2^{\alpha_2} \ell_2^{1-\alpha_2} \right)}{m_1 k_1^{\alpha_1} \ell_1^{1-\alpha_1} + m_2 k_2^{\alpha_2} \ell_2^{1-\alpha_2}} \right]$$

- (σ, α) の組み合わせについて調べる． (次ページ図)
 - $\sigma (= \sigma_1 = \sigma_2)$: 効用関数のパラメータ
 - $\alpha (= \alpha_1 = \alpha_2)$: 生産関数のパラメータ

シミュレーション結果

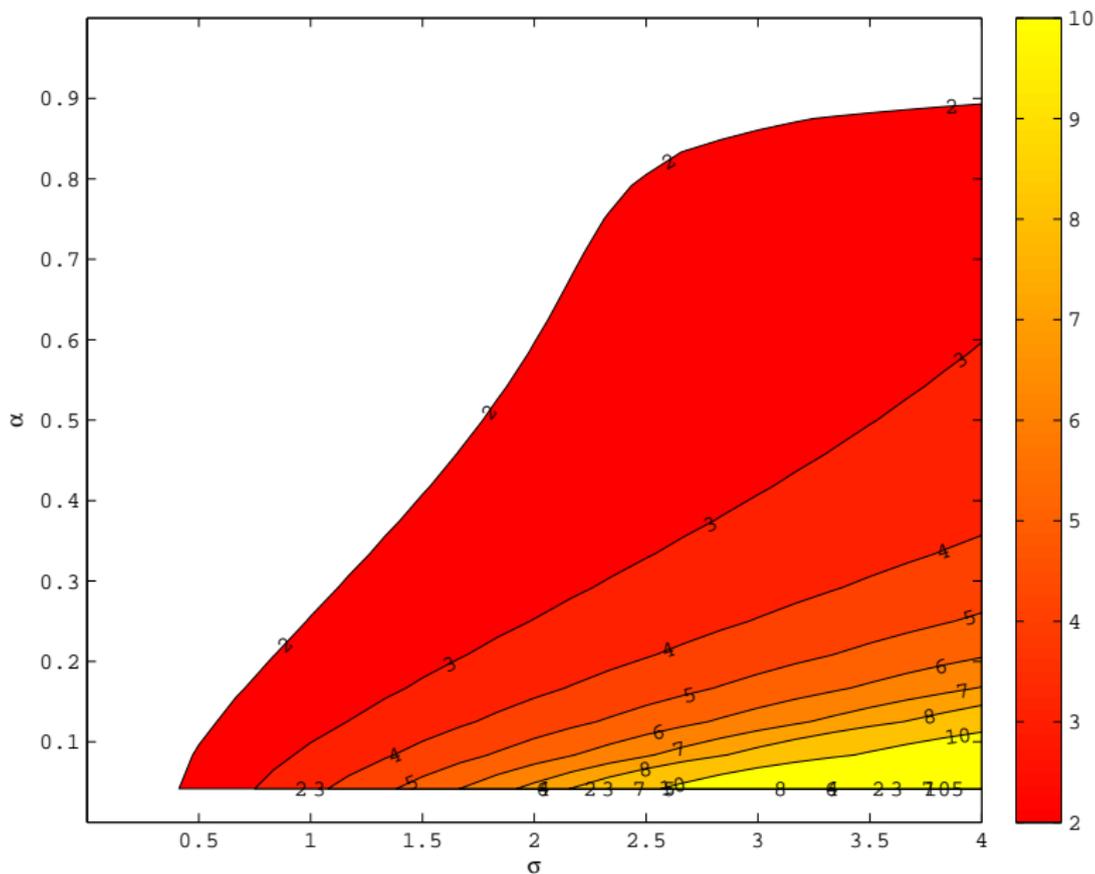


借入制約が緩和されることによる影響の考察

- 総生産量 Y の変化のうち、担保制約下にある type 2 の生産 y_2 がどれだけ増えたかを考察する必要がある。
- 寄与度分解をすると、

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{m_1 y_1}{Y} \frac{\Delta y_1}{y_1} + \frac{m_2 y_2}{Y} \frac{\Delta y_2}{y_2}$$

- y_2 の貢献 $\frac{m_2 y_2}{Y} \frac{\Delta y_2}{y_2}$ が、2%より大きいとき、担保制約下にある type 2 の生産が y_2 十分に大きくなったと判断できる。



異時点間の代替の弾力性 $\frac{1}{\sigma}$ の値の empirical evidence

- Hall (1988), Dynan (1993): 点推定 (米) 小さい, ゼロ (σ : 大きい)
- Skinner (1985): 0.3 ~ 0.5 (σ : 2 ~ 3.33...)
- Blundell, Meghir, and Neves (1993): 0.5 (σ : 2)
- Attanasio and Weber (1995): 0.6 ~ 0.7 (σ : 1.43 ~ 1.66...)
- Vissing-Jorgensen (2002): 0.3 ~ 1 (σ : 1 ~ 3.33...)
- Ziliak and Kniesner (2005): 0.7 ~ 1 (σ : 1 ~ 1.43)
- Mulligan (2002), Gruber (2006), and Vissing-Jorgensen and Attanasio (2003): (σ : 0.5 ~ 1)

結論

- 金融制約は，景気循環を増幅し得る．
- 景気循環における担保制約の量的な重要性を指摘．
- 特に，生産要素支払への担保制約の重要性．

Outline

1 Business Cycle Accounting with Misspecified Wedges

- 景気循環会計とは？
- BCA の問題点と実証上の有効性

2 Business cycle accounting による日米の比較

3 Collateral constraint as an amplification mechanism

- Introduction
- 先行研究
- 本稿のモデル
- シミュレーション
- 結論

4 今後の研究

今後の研究

- BCA を国際経済版に拡張し，international macroeconomics のモデルの同定への利用の可能性を探る．
- BCA に投資特殊的技術進歩，または非定常性なショックを導入し，それらのショックが景気循環に与える影響を考察する．
- Occasionally Binding Collateral Constraint:
 - 担保制約が bind したり，しなかったりといった occasionally binding を考慮することで，より大きな増幅効果を期待できる．
- 上記モデルに基づいて，ベイズ推定によってマクロデータからパラメータを推計し，現実の景気変動に金融制約がどの程度有効であったかをモデルベースで実証分析を行う．