

Macroeconomic Analysis of Average Labor Productivity

労働生産性に関するマクロ経済分析

Ministry of Finance on 8 November

Yuta Takahashi (高橋悠太) and Naoki Takayama (高山直樹)

Institute of Economic Research, Hitotsubashi University (一橋大学経済研究所)

本日のプレゼンテーションの内容について

- 今回のプレゼンテーションは以下の二つの論文を基に作成しています.
 - Global Technology Stagnation & Hidden Stagflation with Naoki Takayama
- これらの論文での分析をまず紹介しつつ、主に**二点目**について議論します.
 1. 経済全体の「労働生産性」の水準が、国によって異なることは、どのような理由に分けて説明することができるのか？
 2. **経済全体や産業の「労働生産性」の上昇率が、国によって異なることは、どのような理由に分けて説明することができるのか？**
 3. 日本のこれまでの「生産性」の上昇は、誰の所得となり、どのように新たな需要の創出につながってきたのか？

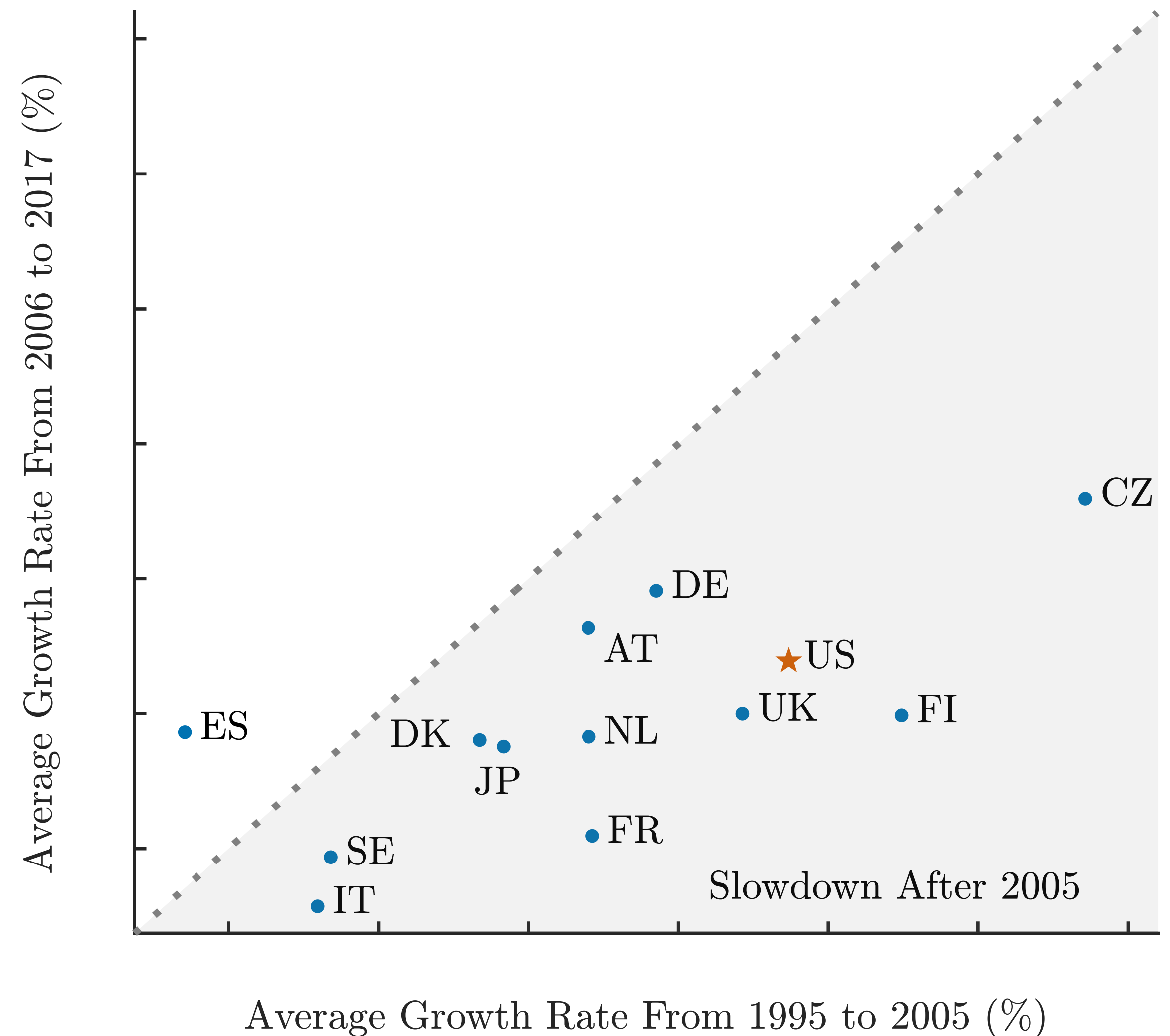
プレゼンテーションの概要

- 分析の背後にある事実
- これら事実を分析するためのマクロモデルを提示
- モデルを用いた経済分析

本研究の動機となる事実

平均労働生産性($ALP = GDP/L$)の成長率は先進諸国で鈍化傾向

- アメリカ経済のALPの鈍化は様々な論文で分析されている.
(e.g. Summers & Gordon)
- ただこの事実はアメリカに特殊ではない.
- ▶ (本研究) 先進国に**共通**するALP成長率を押し下げた要因の特定



通常の成長理論モデル（プロトタイプ）の簡単なレビュー

[Final Good] : $Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$

[Technology] : $A_t / A_{t-1} = \exp(g_A)$

[Resource Constraint] : $Y_t = C_t + K_{t+1} - (1 - \delta) K_t$

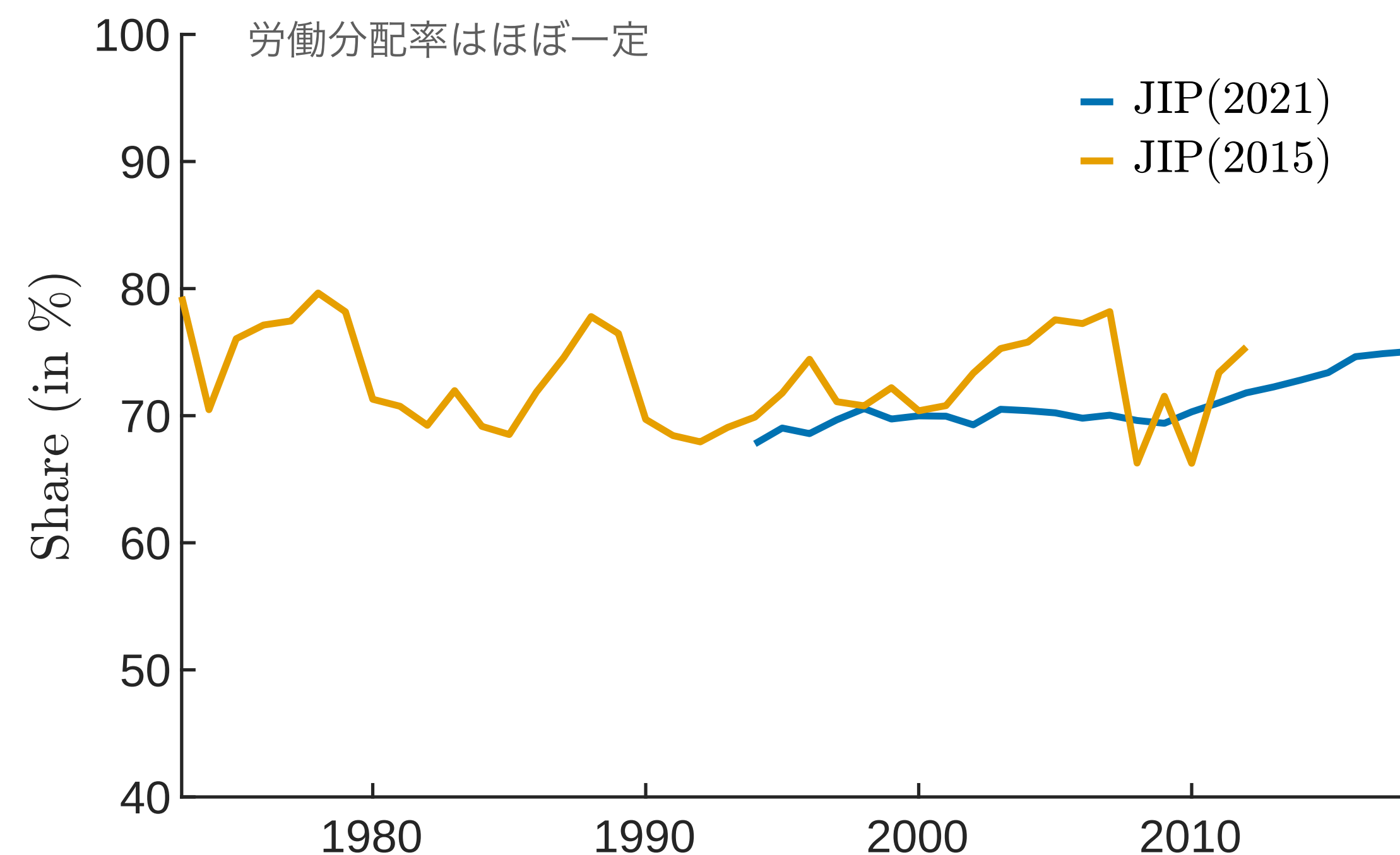
[Population Growth] : $L_t / L_{t-1} = \exp(n)$

[Allocation] : $C_t = (1 - \boxed{s}) Y_t.$

- ミクロ的な基礎づけは、消費財シェア, $\boxed{s}$, が経済の”deep parameter”とどういう関係にあるかを決定.
⇒シェアが一定である定常状態での経済成長分析においてミクロ的基礎づけは不必要.
- 背後にある暗黙の仮定：消費財と投資財は一對一で変換可能（相対価格=1）.
- 全ての変数を人口で標準化.

プロトタイプモデルにおける分配に関する仮定

- 労働分配率の減少が頑健に成立するのはアメリカ・カナダのみ. Gutierrez & Piton(20)AER insight
- Bridgman (17) : Weitzman (1976, QJE)の議論を踏まえ 分配上見るべき比率は net labor share (NLS) ではないか？と主張.
 - Net labor shareはアメリカでも減少してるとは言えない.



- 成長モデルでは、労働分配率は意味のない指標（資本は国民が所有）
- 高橋の見解：理論的な分析の欠如（労働分配率を厚生に対応させる必要有）

通常の成長理論モデルの拡張

投資財特殊的な技術進歩

- 多くの技術進歩は資本に内包されている.
 - 資本財に特殊的な技術進歩による成長：Hulten (1992, AER)
 - EU-KLEMSやJIPにおいて資本の計測が重要視されている理由.
- プロトタイプに資本財特殊的な技術進歩を導入し，分析する.
 - パソコンや輸送車など性質が異なる複数の投資財（集合 $\mathcal{I}$ ）を考える.
 - 生産関数を一般化： $Y = A * F(\text{労働投入}, \text{資本財 1 投入}, \text{資本財 2 投入} \dots)$

拡張された成長理論モデル

資本サービス（資本財の合成）

[Consumption Good] :

$$C_t = Y_{C,t} = A_{t,C} \tilde{K}_{t,C}^\alpha L_{t,C}^{1-\alpha}$$

[Investment Good] :

$$I_{j,t} = Y_{j,t} = A_{t,j} \tilde{K}_{t,j}^\alpha L_{t,j}^{1-\alpha} \quad j \in \mathcal{I}$$

[Capital Service Index] :

$$\tilde{K}_{t,n} = \prod_{j \in \mathcal{I}} K_{t,j,n}^{\theta_j} \quad n \in \{C\} \cup \mathcal{I} \quad \sum_{j \in \mathcal{I}} \theta_j = 1$$

[Technology] :

$$A_{n,t}/A_{n,t-1} = \exp(g_{A_n}) \quad n \in \{C\} \cup \mathcal{I}$$

[Law of Motion] :

$$K_{t+1,j} = I_{t,j} + (1 - \delta_j) K_{t,j}$$

[Resource Constraint] :

$$K_{t,j} = \sum_{n \in \{C\} \cup \mathcal{I}} K_{t,j,n} \quad L_t = \sum_{n \in \{C\} \cup \mathcal{I}} L_{t,n}$$

[Allocation] :

$$K_{t,j,n} = s_{j,n} K_{t,j} \quad L_{t,n} = \omega_n L_t$$

資本財毎に配分ルール

複数財存在 $\Rightarrow$ GDPを統計局が定義するように定義する：
$$g_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup \mathcal{I}} s_{n,t-1} g_{Y_{n,t}}$$

成長理論モデルにおける成長率

- プロトタイプモデル： $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$

$$g_Y = g_A + \alpha g_K \rightarrow g_Y = g_A + \alpha g_Y = g_A + \alpha g_A + \alpha^2 g_A \cdots = \left(1 + \frac{1}{1-\alpha} \times \alpha \right) g_A$$

直接効果 (points to 1)
資本の生産弾力性 (points to α)
ネットワーク効果 (points to the boxed term $\frac{1}{1-\alpha} \times \alpha$)
資本の生産弾力性 (points to αg_K)
定常状態： $g_K = g_Y$ (points to αg_Y)

- 拡張された成長モデル： $Y_n = A_n \prod_{j \in \mathcal{J}} K_{j,n}^{\theta_j \alpha} L_n^{1-\alpha}$

$$g_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup \mathcal{J}} s_n \times g_{A_n} + \sum_{j \in \mathcal{J}} \left(\frac{1}{1-\alpha} \times \alpha \theta_j \right) \times g_{A_j}$$

GDPシェア (points to s_n)
拡張された直接効果 (points to the boxed sum term $\sum s_n \times g_{A_n}$)
ネットワーク効果 (points to the boxed term $\frac{1}{1-\alpha} \times \alpha \theta_j$)
資本jの生産弾力性 (points to $\alpha \theta_j$)

なぜ経済の成長率が国ごとに異なり得るのか？

- 拡張されたモデルの定常状態成長率

$$g_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup \mathcal{I}} s_n \times g_{A_n} + \sum_{j \in \mathcal{J}} \left(\frac{1}{1 - \alpha} \times \alpha \theta_j \right) \times g_{A_j}$$

1. 技術革新の速度の違い. g_{A_n}
2. 労働分配率の違い. $1 - \alpha$
3. 資本の生産弾力性の違い. $\alpha \theta_j$
4. 需要サイド（選好）の違い. s_n (GDP Share)

技術停滞による経済の成長率への影響

- 技術停滞による定常状態での成長率の変化

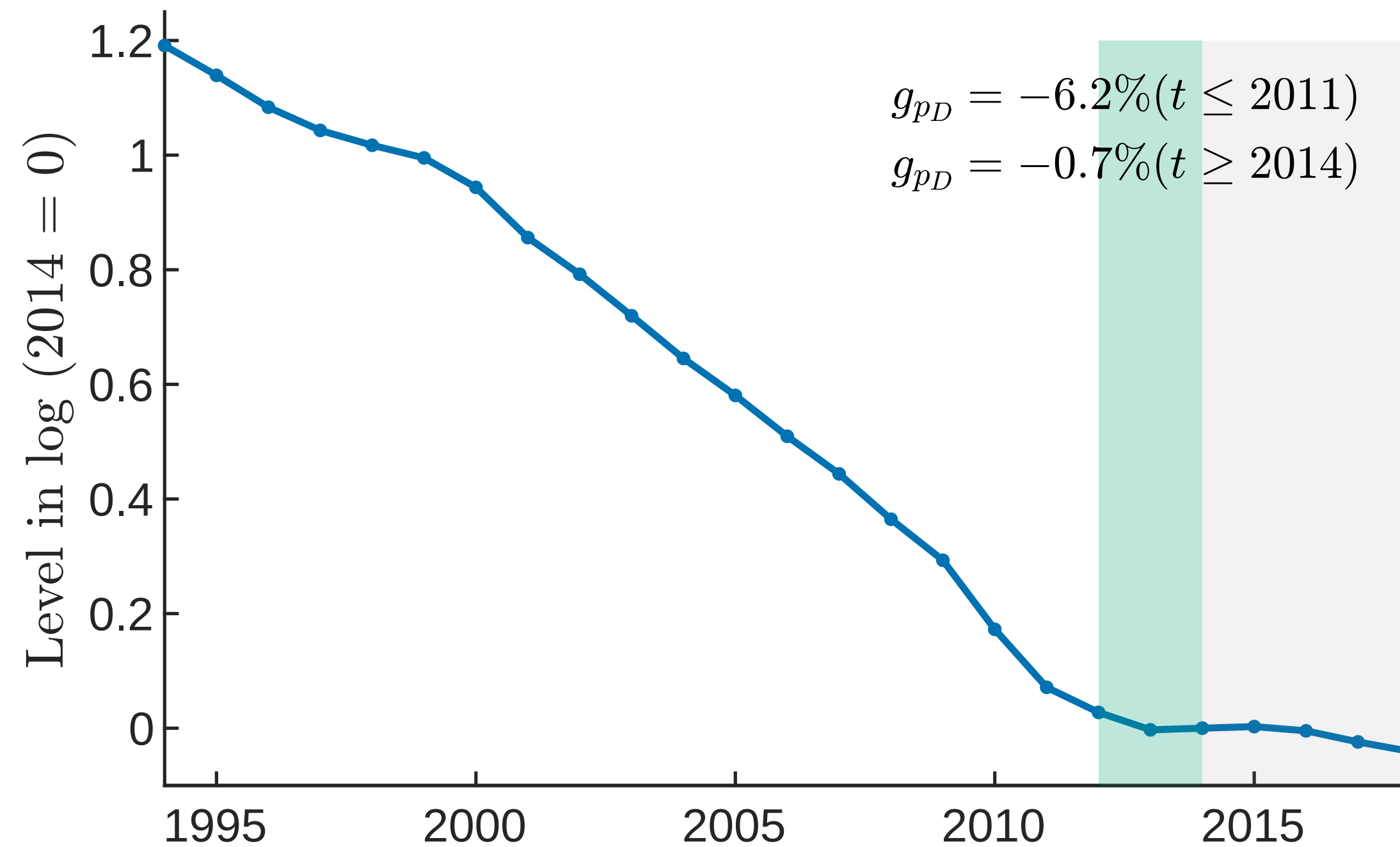
$$dg_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup \mathcal{I}} s_n \times dg_{A_n} + \sum_{j \in \mathcal{I}} \left(\frac{1}{1 - \alpha} \times \alpha \theta_j \right) \times dg_{A_j}$$

- データでは成長率の低下が先進諸国で観察される. $dg_Y < 0$
- この成長率の低下が技術進歩の低下によってもたらされたか？
- 技術停滞が生じた事実はあるのか？

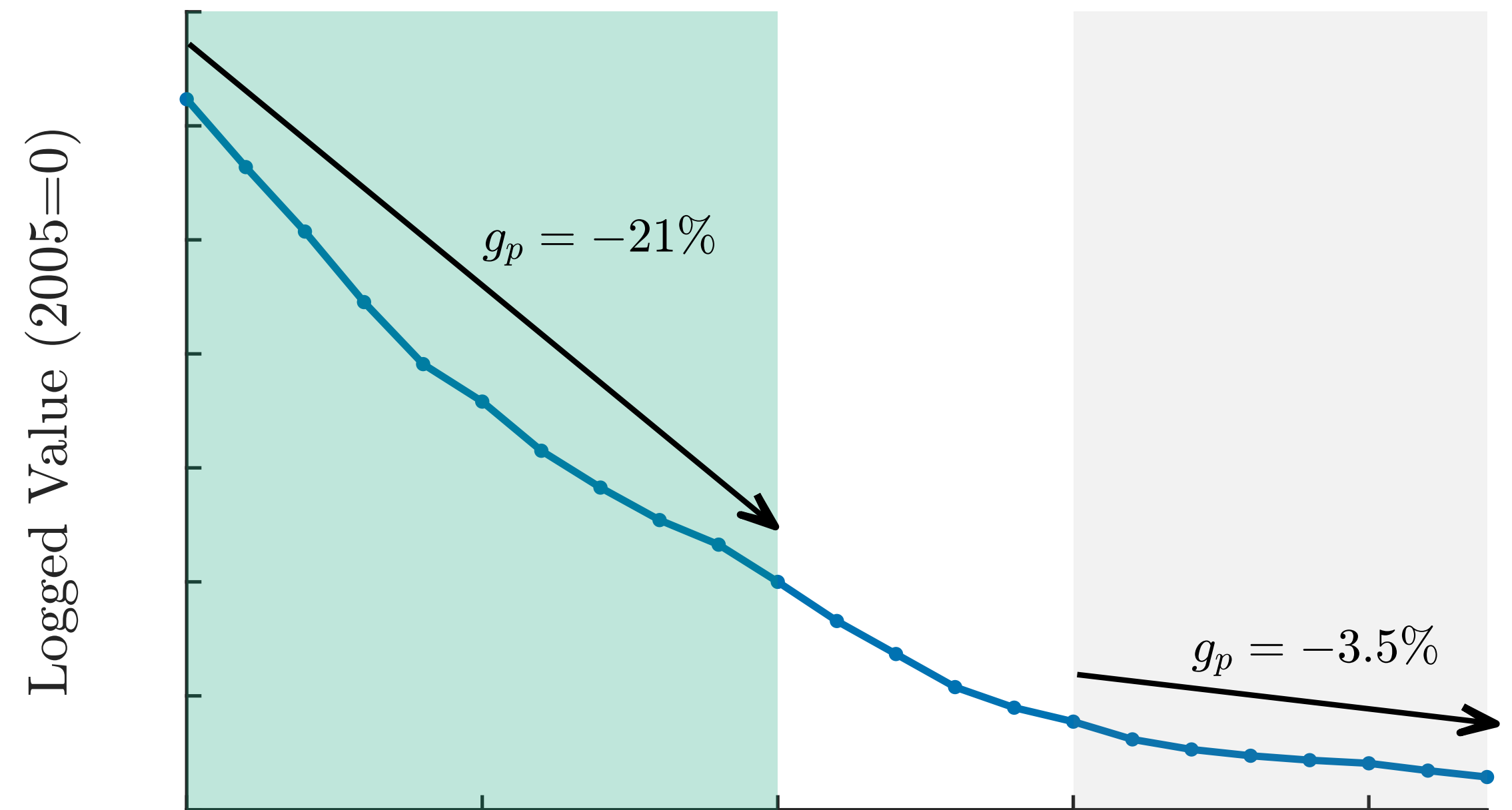
技術停滞に関する証拠

- 生産関数の形状は生産性を除き同じ→競争均衡では価格差は技術水準の差を表す.
つまり, $g_{p_j/p_C} = g_{A_C} - g_{A_j}$
- 投資財 j 特殊的技术進歩がなくなる $\iff g_{A_C} = g_{A_j} \iff$ 相対価格が一定になる.
- この事実は尤もらしいか？

パソコン相対価格の下落は著しく鈍化



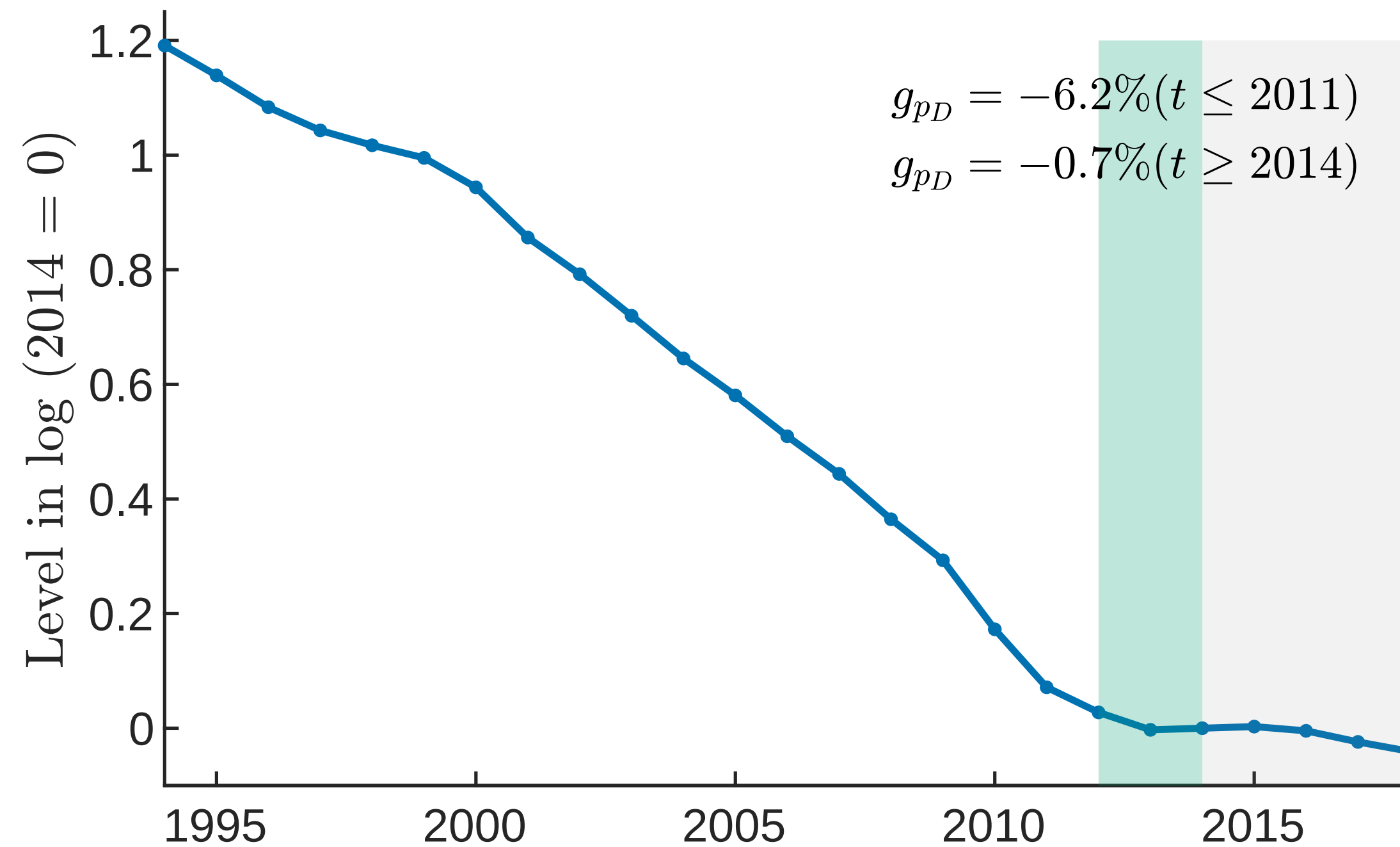
パソコン相対価格(日本)



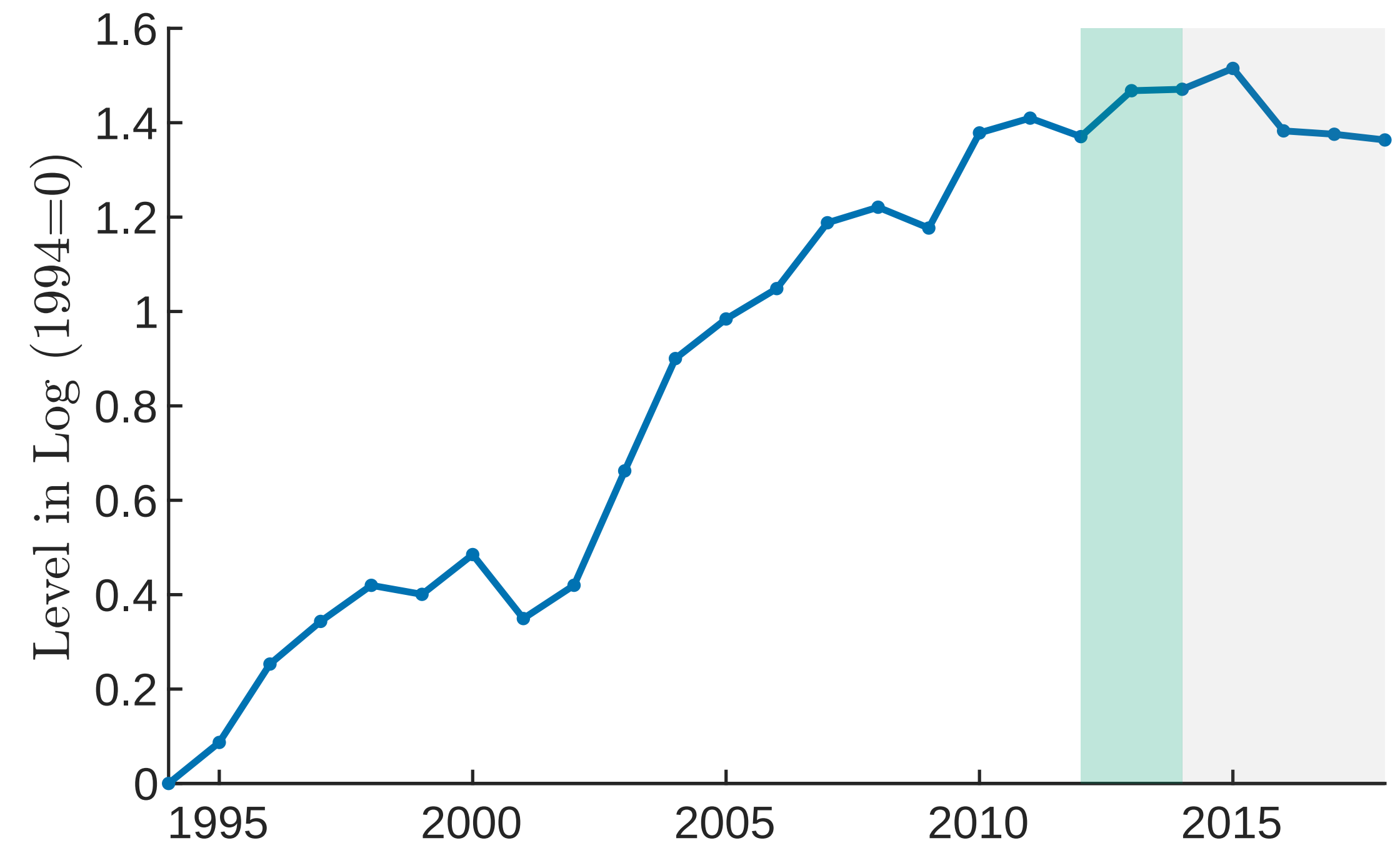
パソコン相対価格 (アメリカ)

- 日米共にパソコンに特殊的な技術進歩が停滞
- 停滞が始まった時期は日米で異なる (日本2012年頃・アメリカ2005?年頃)

頑健性：JIPデータベースとの比較



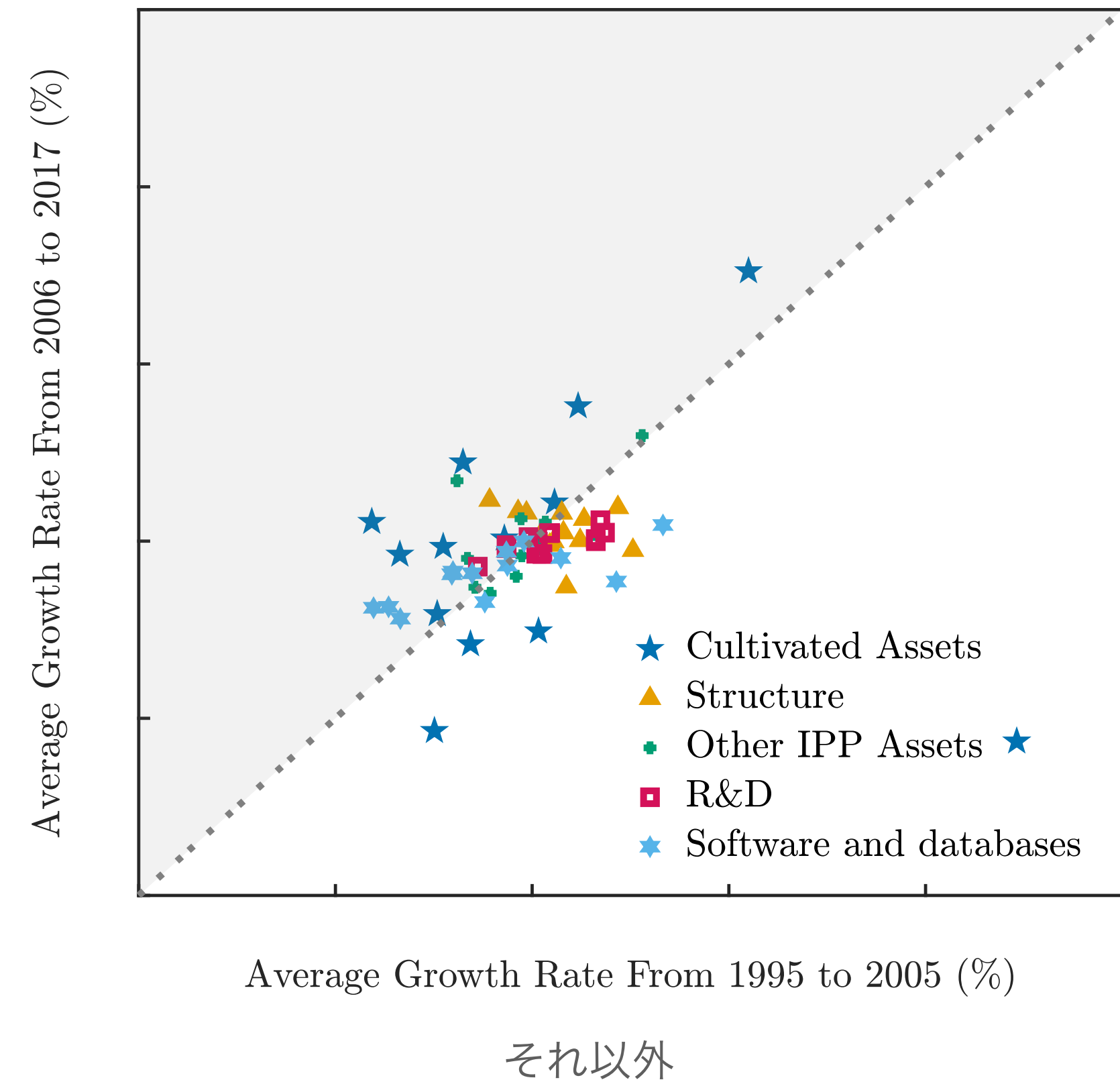
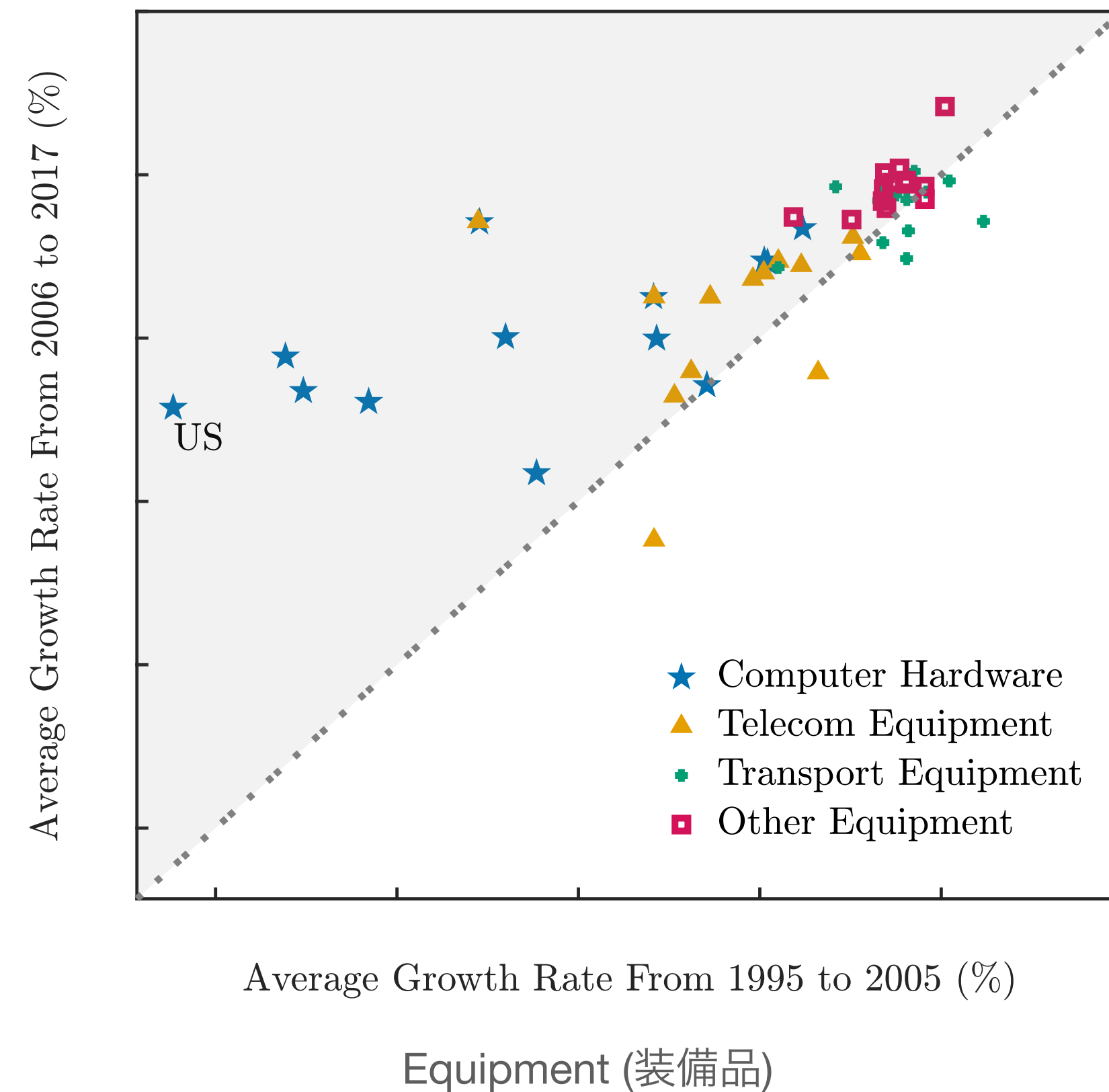
パソコン相対価格(日本)



JIPデータベースのICT財生産性

- 最終財の相対価格は技術を表さない可能性がある。(e.g. 輸入・輸出...)
- 長期的なトレンドに関しては、JIPの生産性でも同じ事実が確認できる。

投資財間の異質性



- Equipmentは価格が消費財に比べ減少傾向（これらに特殊的な技術進歩）
- 停滞が生じたのは投資財の一部であり，投資財の生産への影響も財ごとに異なる。
→我々のモデルはこの異質性を θ_j で捉えることができる。

技術停滞が成長率に与える影響

- パソコン投資財・その他の装備品の技術停滞による影響

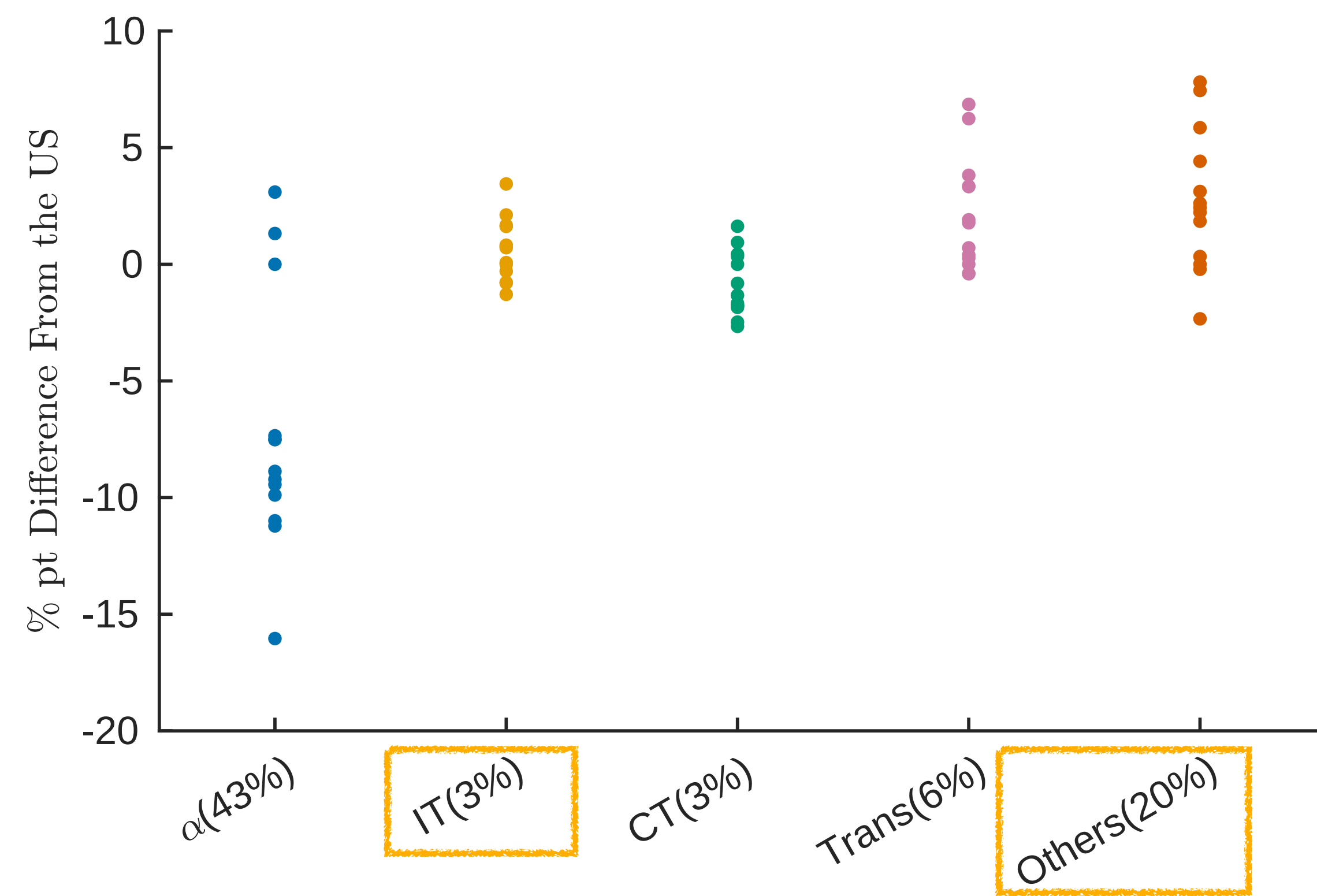
$$dg_Y = \sum_{j \in \mathcal{T}} s_j dg_{A_j} + \sum_{j \in \mathcal{T}} \frac{1}{1 - \alpha} \alpha \theta_j dg_{A_j} \quad \mathcal{T} = \{\text{PC, Other Equipment}\}$$

- 関係式, $dg_{p_j/p_C} = -dg_{A_j}$, でこれらの財の技術停滞を定量化.
- この公式を用いるのに必要なパラメーターを推定し, 技術停滞がGDPの成長率に与えた影響を分析する.
- 公式を用いた効果の分解も行う.
 - (1) 直接効果 VS 間接効果
 - (2) パソコンの技術停滞VSその他の装備品の技術停滞

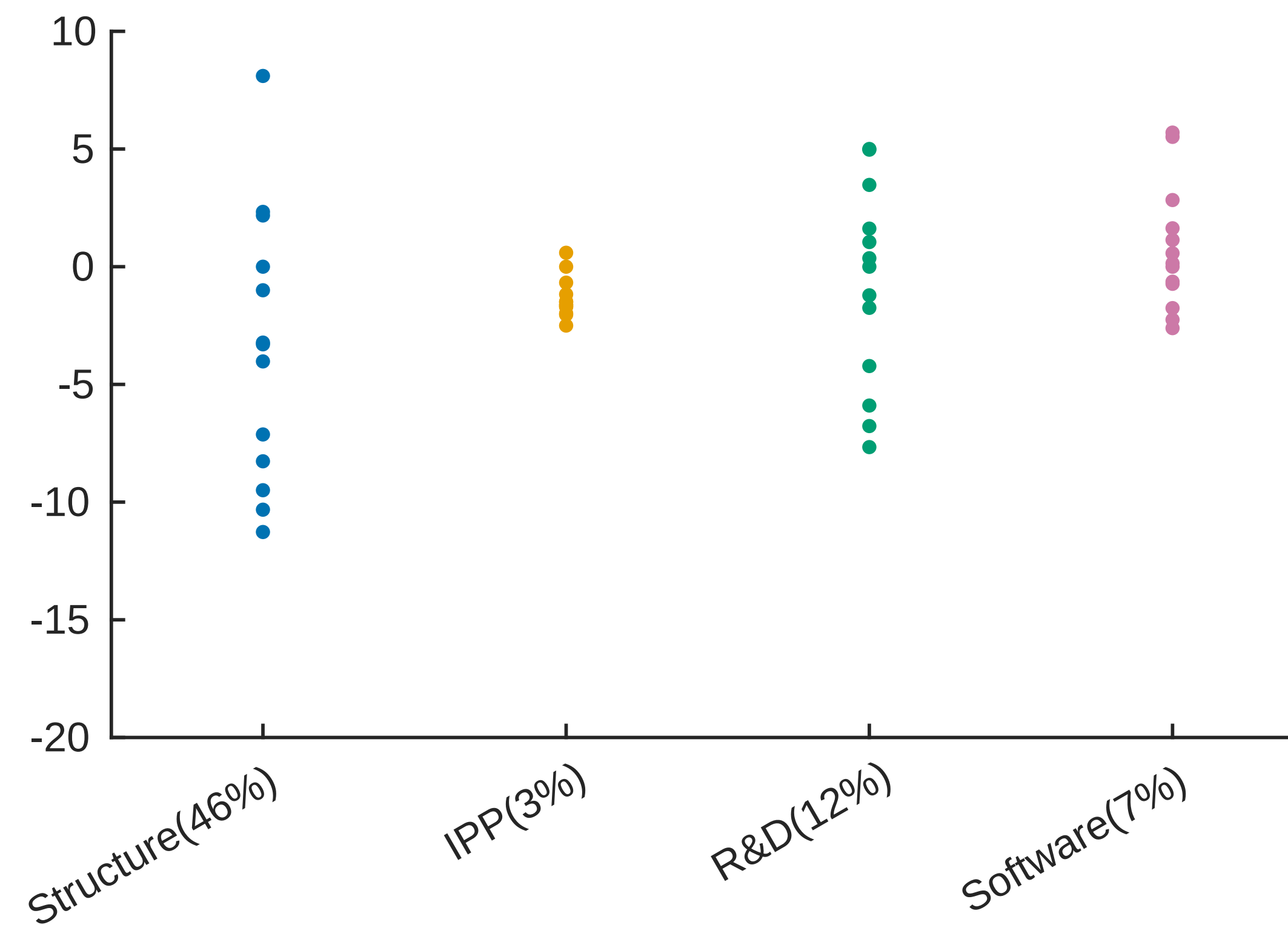
公式を当てはめるために必要なパラメーター

GDPシェア（直接観察可能）

$$dg_Y = \sum_{n \in \{C\} \cup \mathcal{F}} \boxed{s_n} \times dg_{A_n} + \sum_{j \in \mathcal{F}} \left(\frac{1}{1 - \alpha} \times \alpha \boxed{\theta_j} \right) \times dg_{A_j}$$



資本所得とレンタルシェア



レンタルシェア

マクロモデルによる定量化

	2005年以前・ 以後のALP成 長率の変化	モデル上の技 術停滞による ALPの変化	(モデルで説 明される割 合)	要因の分解1		要因の分解2	
				直接効果	間接効果	パソコン	その他装備品
ドイツ	-0.47%	-0.21%	(44%)	-0.08%	-0.13%	-0.05%	-0.16%
日本	-0.54%	-0.26%	(48%)	-0.11%	-0.15%	-0.19%	-0.07%
UK	-1.21%	-0.75%	(62%)	-0.22%	-0.53%	-0.34%	-0.42%
US	-1.17%	-0.70%	(59%)	-0.21%	-0.49%	-0.42%	-0.27%

論文での追加的な分析

- 価格上昇の他の要因として様々なものが考えられる.
 - マークアップの上昇
 - 誤測定による間違った価格上昇
- 消費者耐久財への含意とそのインフレ圧力について分析.

一体何が技術停滞をもたらしているのか？

会計的なマクロ経済分析の限界

- 我々のモデルでは技術停滞の真の理由を特定することは不可能.
- ただ技術停滞は共通であるため、各国の個別の要因（e.g. 金融・財政政策）で引き起こされていないと期待される.
- Bloom et.al (2020,AER)にあるように技術革新の難しさを反映しているのではないか？
- 我々の分析結果は、こういった産業・ミクロデータを分析すべきかという方向性を示唆する.
 - 同時並行で産業組織論の需要推定を日本のパソコンのPosデータを用いてより詳細な分析を開始予定.

結論

- 多くの国の平均労働生産性の成長率が鈍化
- 同時に2005年までは生じていた資本内包的な技術進歩の停滞.
- 成長モデルを用いてこの技術進歩の停滞がマクロ経済に与える影響を分析.
- 多くの国の成長率の停滞がこの1つの要因によって説明されうる.
- パソコン産業や装備品を製造している産業について、より多くのミクロデータを用いた因果関係に関する分析が期待される.