新經濟成長 –第1代內生成長理論

總體經濟理論(一)

前言

- 20世紀60年代，經濟成長理論主要由Ramsey (1928)，Solow (1956)，Swan (1956)，Cass (1956)，Koopmans (1956)建立的新古典模型所組成。
  - 新古典模型的一個特徵是：收斂性
    - 如果實質每人GDP的初始水準越低，則模型預測的成長率就越高。
    - 將收斂性看成是一個經驗假設並進行嚴謹研究是近幾年的事。
    - 如果除了初始資本存量之外，所有經濟在本質上都是相同之時，那麼，收斂性**在絕對意義上**是會成立的。
    - 如果經濟體具有多方面的差異（包括儲蓄傾向、生育率、工作意願、技術取得和政府政策等方面），那麼，收斂性**僅在條件意義上**成立。

前言

- 在新古典模型中，收斂性來自於資本收益的遞減性
  - 收斂性之所以具有條件，是因為在新古典模型中，穩定狀態每人資本水準和穩定狀態每人產出水準取決於儲蓄傾向、人口成長率和生產函數位置等特徵。而這些特徵在不同經濟體之間會有所不同。
    - 最近研究，擴展到考量跨國差異的其他來源，特別是消費支出水準、產權保護、國內外市場扭曲等方面的政府政策。
- 20世紀50年代和60年代的經濟成長理論學家們，體認到此模型的缺陷；他們通常的修補之道是，假設技術進步以一種不可解釋的方式 (外生方式) 出現。
  - 這種方法能夠使理論符合每人產出成長率長期為正且可能不變的事實，並且保留了模型對條件收斂的預言。
  - 然而，這種方法的缺點是：長期每人產出成長率完全由模型外的因素—技術進步率—所決定 (當然，產出水準的長期成長率還取決於人口成長率)
    - 這樣的成長模型，可以解釋收斂性但卻不能解釋長期的成長現象，為何出現或得以維持。

前言

- 近期的內生成長理論致力於，為長期經濟成長提供一種曾被遺漏的解釋。其方法主要是：
  1) 將新古典模型中資本的概念，從實物資本擴展到教育、經驗和健康等形式的人力資本，以及擴展公共資本
     - 用廣義資本以增加資本份額(capital share)的方式，來消除虛假的含意 — 對發展中國家，有快速的收斂和高的實質利率。
     - 看Lucas, 1988; Rebelo, 1991; Caballe and Santos, 1993; Mulligan and Sala-i-Martin, 1993; Barro and Sala-i-Martin, 1995, Ch. 5。
       - Part 1：AK成長模型
       - Part 2：人力資本模型
       - Part 3：知識的邊做邊學與外溢模型
       - Part 4：政府支出與成長模型

前言

- 近期的內生成長理論致力於，為長期經濟成長提供一種曾被遺漏的解釋。其方法主要是： (續)

  1) 將新古典模型中資本的概念，從實物資本擴展到教育、經驗和健康等形式的人力資本，以及擴展公共資本 (續)

     - 這些被歸屬於第一代新成長理論—Romer (1986)，Lucas (1988) 和Rebelo (1991)—建立在Arrow (1962)，Uzawa (1965)的研究上，但這類並沒有真正引進技術進步理論。
     - 在這些模型中，包含人力資本的廣義資本財的投資收益，隨著經濟的發展並不一定遞減，因此，經濟可以無限增長 (這個想法可以追朔到Knight, 1944)。
     - 生產者之間的知識外溢和人力資本的外部收益都是該過程的一部份，但這僅僅是由於他們有助於避免資本收益的遞減趨勢。

前言

- 近期的內生成長理論致力於，為長期經濟成長提供一種曾被遺漏的解釋。其方法主要是：(續)
  2) 提出解釋技術進步來源的理論（技術進步理論正是新古典模型忽略的關鍵因素之一）。
    - 看Aghion and Howitt (1992), Grosman and Helpman (1991), Jones (1995, 1999); Peretto (1998, 1999)
      - Part 5: 研發與創新
    - 這類被歸屬於第二代新成長理論 — 建立在Romer (1987, 1990)，Aghion and Howitt (1992)，Grossman and Helpman (1991, Ch. 3, 4)的研究上 — 在成長理論架構中融入R&D理論和**不完全競爭**因素。
      - Grossman and Helpman (1991)：產品創新
      - Aghion and Howitt (1992)和Grossman and Helpman (1991)：破壞性創造的熊彼得成長

前言

- 近期的內生成長理論致力於，為長期經濟成長提供一種曾被遺漏的解釋。其方法主要是：(續)
  2) 提出解釋技術進步來源的理論。 (續)
     - 技術進步包括新構想(new idea)的產生，而新構想的產生在某種程度上是非競爭性的，因此，新構想具有公共財的特性。
       - 在技術狀態給定的情況下 (即知識狀態給定)，我們可以合理地假設，在標準化的競爭性要素生產中—例如，勞動、廣義資本和土地—規模報酬不變。
       - 但是，當非競爭性的構想也是生產要素時，規模報酬就出現了遞增。**這種遞增報酬和完全競爭是不相容的**。
       - 此外，對具有邊際生產成本為零的非競爭性構想的報酬並**不能**給新構想賴以產生的研究活動提供適當的回報。
       - 所以，在新古典模型中納入技術進步理論是比較困難的，因為這會違背標準的競爭性假設。

前言

- 近期的內生成長理論致力於，為長期經濟成長提供一種曾被遺漏的解釋。其方法主要是：(續)

  2) 提出解釋技術進步來源的理論。(續)

  - Arrow (1962)建構的模型中，"構想" 是生產投資過程中無意產生的副產品，這種產生構思的過程被稱為邊做邊學 (learning by doing)。
    - 在這些模型中，每人的創新會迅速地外溢擴散到整體經濟體中。從技術上看，這種瞬時擴散過程是可能的，因為知識具有非競爭性。
  - Romer (1986)後來證明了，可以保留競爭性架構以決定均衡的技術進步率，但是得到的成長率卻**非Pareto Optimal**。
    - 更一般情況是，如果創新在一定程度上依賴於有目的的研究發展活動(R&D)，而且個人的創新只是逐漸地向其他生產者擴散，那麼，競爭性架構將不再存在。這種情況下，分權化的技術進步理論要求對模型進行一些基本的修正，以納入不完全競爭的因素。
    - 然而，直到20世紀80年代後期，Romer (1987, 1990)的研究成果出現，不完全競爭因素才被正式加入到理論中。

前言

- 近期的內生成長理論致力於，為長期經濟成長提供一種曾被遺漏的解釋。其方法主要是：(續)

2) 提出解釋技術進步來源的理論。 (續)

- 這些模型沿襲了Schumpeter (1943)的思想，認為技術進步來自於有目的性的R&D活動，並透過某種形式的事後壟斷力獲得報酬。如果思想沒有出現耗盡趨勢，那麼在長期內，經濟就能保持正的成長率。
- 然而，成長率和創新活動的數量並不是Pareto Optimal，因為存在**新產品創新**和**生產方式**等方面的扭曲。
- 在這個架構中，長期成長率依賴於政府行為，例如，稅收、法律和秩序的維護、基礎建設服務的提供、知識產權的保護、國際貿易、金融市場和其他方面的管制。因此，經由對政府行為的影響，長期成長率就可能變好或變壞。

前言

- 內生成長理論的早期缺點之一是，他們無法再預言條件收斂。
  - 對許多國家和地區的經驗數據而言，條件收斂是一條很強的經驗法則。因此，在擴展新成長理論的時候，保有條件收斂性質是非常重要的。
    - 技術擴散理論就是這樣的一種擴展 (see Barro and Sala-i-Martin, 1997)。
    - 創新的研究和領導者的技術進步率有關，但技術擴散的研究則關係到跟隨者的技術進步方式—跟隨者透過模倣來共享領導者的技術。而因為模仿要比創新更廉價，因此，技術擴散模型具有類似於新古典的條件收斂預測。
  - 技術擴散模型綜合了內生成長理論的長期成長特徵 (源自於領導者的思想創新) 和新古典成長模型的收斂特徵 (源自於跟隨者的逐步模仿)。

Part 1: AK成長模型

AK成長模型：Solow架構下的單部門經濟

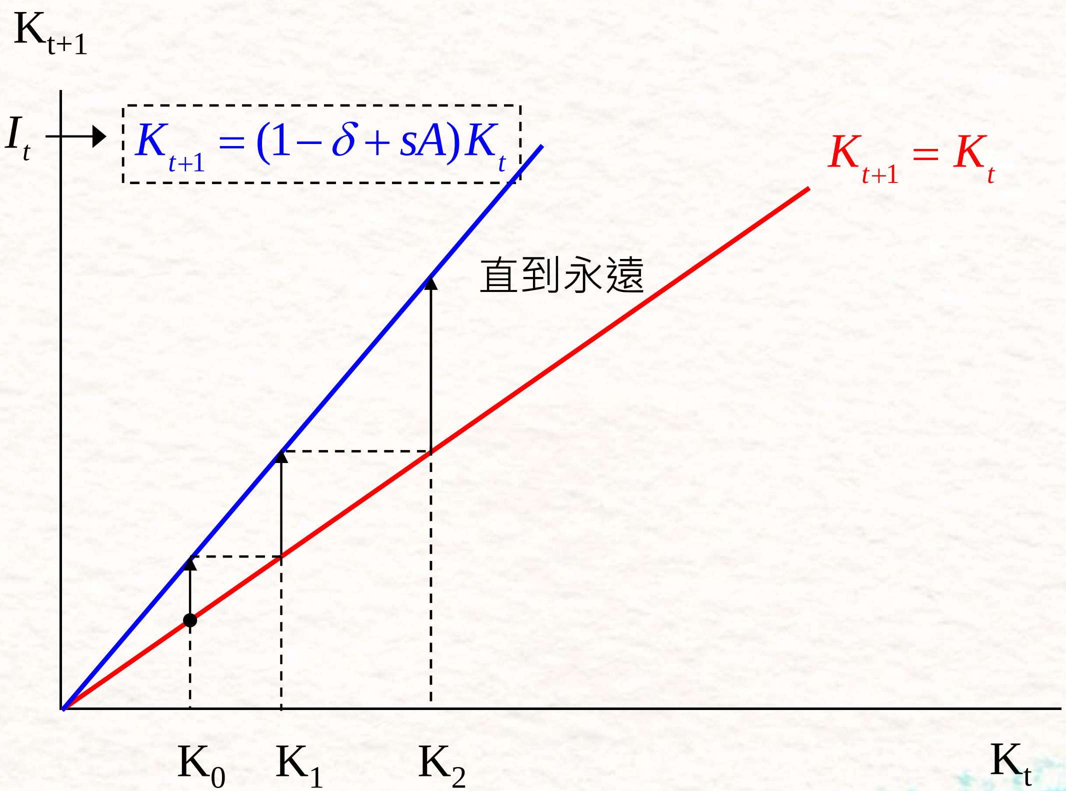
- 假設
  - 生產函數：Y = AK
    - A：技術水準
    - K：廣義資本
      - Barro (1990, JPE)主張可將K視為實質資本與人力資本的複合性資本，且兩者相互替代；亦即
        - $Y=AK^{\alpha}H^{1-\alpha}$, 且K=H → Y=AK
          - H：人力資本 (譬如，教育與訓練的投資、小孩教養支出)
    - K的規模報酬固定：此為生產函數不會出現資本邊際報酬遞減的最簡單版本
    - 這是一個經由資本深化(capital deepening)而非創新(innovation)的永久成長
  - 無技術進步：$\frac{\dot{A}}{A} = 0$
  - 人口數目固定成長：n>0
  - 封閉經濟

AK成長模型：Solow架構下的單部門經濟

$S_t = sY_t = sAK_t$

$I_t + (1-\delta)K_t = K_{t+1}$

$S_t = I_t$



AK成長模型：Solow架構下的單部門經濟

$$\dot{K} = sY - \delta K \quad \Rightarrow \quad \frac{\dot{K}}{K} = s\frac{Y}{K} - \delta = sA - \delta$$

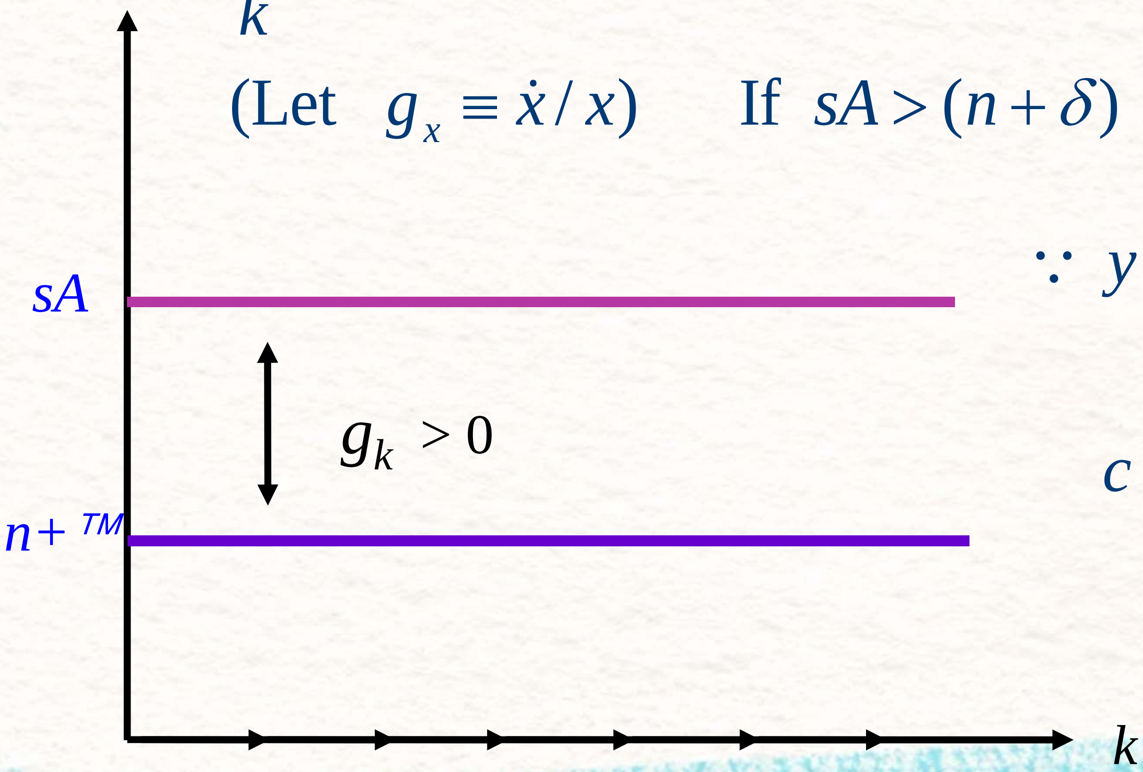
$$\Rightarrow \quad \frac{\dot{k}}{k} = sA - (n + \delta), \qquad \text{其中} y = \frac{Y}{L}, k = \frac{K}{L}$$

- 結果：

1. 即使沒有外生的技術進步($\frac{\dot{A}}{A} = 0$)，每人資本(k=K/L)成長(Δk/k)仍可以發生

AK成長模型：Solow架構下的單部門經濟

$$\frac{\dot{k}}{k} = sA - (n+\delta)$$



$(\text{Let} \quad g_x \equiv \dot{x}/x)$ $\quad$ If $sA > (n+\delta) \Rightarrow g_k > 0$

$$\because \; y = Ak$$

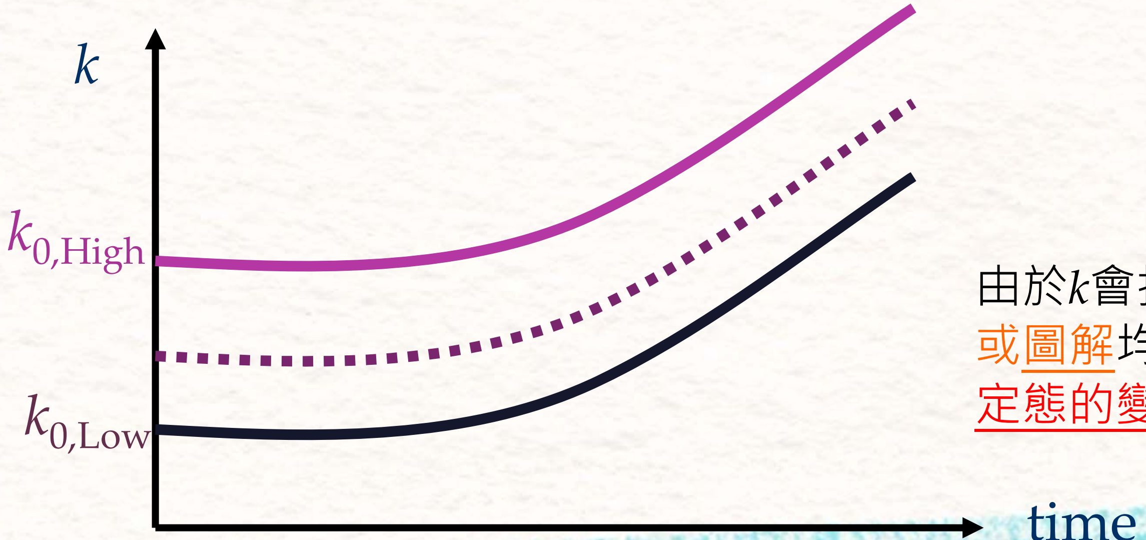
$$\Rightarrow \; g_y = g_k$$

$$c = (1-s)y$$

$$\Rightarrow \; g_c = g_y = g_k$$

AK成長模型：Solow架構下的單部門經濟

- 結果：(續)
  2. 不存在絕對收斂或條件收斂
     - 國家之間若具有同樣儲蓄率、折舊率、人口成長率、和技術水準，將以相同速率成長
       - 不過水準值的、或產出(GDP)、或每人資本都是立基於他們自身的初始水準k_0，來成長的。



由於k會持續性增加，故求數學解或圖解均需進行變數轉換以得到定態的變數

AK成長模型：Solow架構下的單部門經濟

- 結果：(續)
  3. AK成長模型，無收斂。即收斂速度=0。
     - 回憶：
       - Solow模型的收斂速度λ
       - 當生產函數為Cobb-Douglas形式：$Y=K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha}$ 時，收斂速度是：

$$\lambda = (1-\alpha)(g+n+\delta)$$

       - 現在，生產函數為Y=AK，即α=1，收斂速度變成：

$$\lambda = (1-\alpha)(g+n+\delta)=0$$

AK成長模型：Solow架構下的兩部門經濟

- Mankiw, Romer, and Weil (1992)將人力資本引入Solow模型中，提出所謂的“延伸的Solow模型”，用以解釋Y、C、K的成長。
- 假設：
  - 生產技術為人力資本H與實物資本K的一次齊次函數，但兩者並非完全替代

$$Y=K^{\alpha}H^{1-\alpha}$$

  - 產出Y可用於消費和投資。Y = C + I = C + (I_K+I_H)
  - 有s_k比例的所得(Y)用在購置機器設備的投資上，$I_K=s_kY$

$$\dot{K}=s_kY-\delta K$$

  - 有s_h比例的所得(Y)用於在職訓練或教育投資上，$I_H=s_hY$

$$\dot{H}=s_hY-\delta K$$

AK成長模型：Solow架構下的兩部門經濟

- 平衡成長(balanced growth)：由於K和H會持續性增加，故求數學解或圖解均需進行變數轉換(detrend)以得能漸進至定態的變數。
  - 令$z = K/H$，然後

$$\frac{\dot{z}}{z} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{H}}{H} = \left(\frac{s_k Y}{K} - \delta\right) - \left(\frac{s_h Y}{H} - \delta\right) = s_k A K^{\alpha-1} H^{1-\alpha} - s_h A K^{\alpha} H^{-\alpha}$$

$$\Rightarrow g_z = g_K - g_H = s_k A z^{\alpha-1} - s_h A z^{\alpha}$$

  - 靜止均衡：$\dot{z} = 0 \quad \Leftrightarrow \quad g_z = 0$
    - 靜止均衡下，每人資本、每人產出不再是零，而是一個常數。
    - $g_z = 0 \ (\Rightarrow \quad \tilde{g}_K = \tilde{g}_H) \quad \Rightarrow \quad \tilde{z} = \frac{s_k}{s_h}$
    - $\therefore \ \tilde{g}_K = \tilde{g}_H = s_k A \tilde{z}^{\alpha-1} - \delta = A(s_k)^{\alpha}(s_h)^{1-\alpha} - \delta$

AK成長模型：Ramsey架構下的單部門經濟

- 假設：
  - 生產技術：Y=AK
    - A：常數的技術水準參數
  - 無技術進步：$g_A = \frac{\dot{A}}{A} = 0$
  - 無人口成長、無折舊：n=δ=0
  - 無外部性
  - 效用函數：$u(c) = \frac{c^{1-\theta}-1}{1-\theta}$

AK成長模型：Ramsey架構下的單部門經濟

- 社會規劃者面對的問題是：

$$\max_{c}\int_0^{\infty} u(c)e^{-\rho t}dt$$

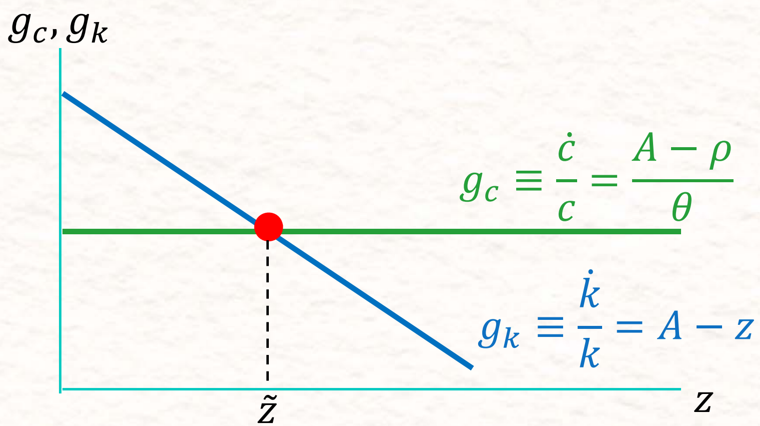
$$s.t.\ \begin{cases} c+i=y=Ak \\ \dot{k}=i \end{cases}$$

- 消費的最適成長：
  - 現值的Hamiltonian函數：$\mathcal{H}^c=\frac{c^{1-\theta}-1}{1-\theta}+\lambda(Ak-c)$
  - FOC:
    - $\frac{\partial\mathcal{H}^c}{\partial c}=0 \Rightarrow c^{-\theta}=\lambda \Rightarrow -\theta\frac{\dot{c}}{c}=\frac{\dot{\lambda}}{\lambda}$
    - $\frac{\partial\mathcal{H}^c}{\partial k}=\rho\lambda-\dot{\lambda} \Rightarrow \lambda A=\rho\lambda-\dot{\lambda} \Rightarrow \frac{\dot{\lambda}}{\lambda}=\rho-A$
    - $\frac{\partial\mathcal{H}^c}{\partial \lambda}=\dot{k} \Rightarrow \dot{k}=Ak-c \Rightarrow \frac{\dot{k}}{k}=A-\frac{c}{k}$
    - *TVC*

$$\frac{\dot{c}}{c}=\frac{A-\rho}{\theta}$$ 消費的Euler方程式

AK成長模型：Ramsey架構下的單部門經濟

- 平衡成長(balanced growth)
  - 令$z = \frac{c}{k}$



  - 在參數合理限制下，靜止均衡會有永續的消費成長。如此的靜止均衡，合理地提供了c、k和y均以相同速率g_c成長。
  - $\begin{cases} g_k = A - \frac{c}{k} \\ c + i = y = Ak \\ \dot{k} = i = Ak - c \end{cases}$ In steady-state, $g_k = g_c \Rightarrow A - \tilde{z} = \frac{A-\rho}{\theta}$

$$\Rightarrow \begin{cases} y = Ak \\ i = \dot{k} = g_k k = \left(\frac{g_k}{A}\right) y \\ c = \left(1 - \frac{g_k}{A}\right) y \\ S = y - c = \frac{g_k}{A} y \\ s = \frac{g_k}{A} \end{cases}$$

AK成長模型：Ramsey架構下的單部門經濟

- 靜止均衡：成長率$g_k = g_c = \frac{A-\rho}{\theta} = sA,$ 其中$s = \frac{1-\frac{\rho}{A}}{\theta}$
  - 若有底下情況，則會有高的成長率g和儲蓄率s
    - 較高的MP_k(=A) (相對於r)：因為愈高的MP_k 壓抑了當期的消費，獲得了未來更高的消費享受
    - 跨時替代的意願(willingness to substitute intertemporally)愈高 (即較小的θ)
    - 較高的A
  - 經濟體系立即的(沒有調整時間)達到它的靜止均衡成長路徑；(因為生產函數是K的線性函數，所以造成了利率(MP_k)獨立於資本(K))
- 福利(市場配置)表現：
  - 競爭均衡(CE) = Pareto最適(PO)。(因為無外部性)；或私部門的MP_k = 社會的MP_k

Part 2: 人力資本的成長模型

Lucas, Robert E. (1988): "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics*, 22, 3–42.

單部門的人力資本模型

- 假設生產函數 $Y = AK^{\alpha}H^{1-\alpha}$
  - 產出 Y能夠被(一對一地)使用在消費、投資於實物資本和投資於人力資本上
    - 實物資本財(消費財)和人力資本財有相同的生產技術
  - 為了簡化，令兩種資本有相同的折舊率(δ)

  - AK模型可被視為上述的一種縮減版描述。
    - $Y = [A\cdot(H/K)^{1-\alpha}]\cdot K = \hat{A}\cdot K$
    - 一個例子是：實物(physical)資本和人力(human)資本的濃縮版。
    - 參閱Barro and Sala-i-Martin(2004)

單部門的人力資本模型

- 廠商的最適化條件
  - $R_K = r + \delta$
  - $R_H = r + \delta$
  - $R_K = \alpha A(H/K)^{1-\alpha} = (1-\alpha)A(H/K)^{-\alpha} = R_H$
- 因此，在靜止均衡時

可與Part 1的$g_c = \frac{A - \delta - \rho}{\theta}$比較

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{H}{K} = \dfrac{1-\alpha}{\alpha} \\ r = \alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}A - \delta \\ Y = \left(\dfrac{1-\alpha}{\alpha}\right)^{1-\alpha} AK \end{cases} \Rightarrow \quad g = \frac{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha}A - \delta - \rho}{\theta}$$

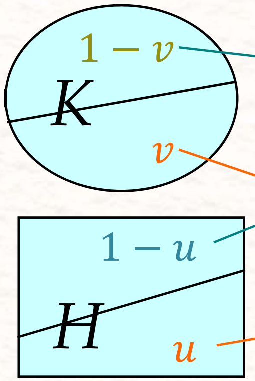
  - **經濟體系中的所有的變數，均以相同固定的速度g成長**

單部門的人力資本模型

- 從AK到Lucas(1988)模型
  - 新古典成長理論預言了，資本(K)會從富有國家流向貧窮國家。
  - 但事實上，並非這種情況！為何呢？
    - 實物資本K對技術工(人力資本H)是相互搭配的(互補的)；然而，貧窮國家的人們並沒有其必需的技術工(H)，以致於阻礙了K流向貧窮國家。
  - 另外，上述模型沒有描繪人力資本的形成過程
    - 邊做邊學(learning by doing, LBD) (技術工成長是過去產出或投資的函數) 或受教育(spend time in receiving education, LBS)可以建構***內生的***技術工累積

兩部門的人力資本模型

- 假設，K, H之生產技術並不相同



$f(K,H)=Y \rightarrow \; C+I_K$ … 實物資本密集

$I_K=\dot{K}+\delta_K K$

$g(K,H)=I_H=\dot{H}+\delta_H H$ … 人力資本密集

- The General Uzawa-Lucas (1988)

$$\begin{cases} Y = C + I_K = f(K,H) = A[(1-v)K]^{\alpha}[(1-u)H]^{1-\alpha} \\ I_H = \dot{H} + \delta H = g(K,H) = a(vK)^{\eta}(uH)^{1-\eta} \end{cases}$$

兩部門的人力資本模型

- Lucas(1988)的設計：
  - 由於human capital為人力資本密集部門
    - Lucas將之簡化成：人力資本部門**全部**都只受human capital的影響，亦即，$\eta = 0, v = 0$；但實物資本仍同時受K, H的影響。

$$\begin{cases} Y = C + I_K = f(K,H) = K^{\alpha}[(1-u)H]^{1-\alpha} \\ I_H = \dot{H} + \delta H = g(K,H) = auH \end{cases}$$

  - 假設人們永遠活著(無窮期)，並且民眾的人力資本依據以下模式來累積(令 $\delta = 0$)：

$$\dot{H} = auH$$

    - u：不是用在消費財(或實物投資財)的生產時間(比例)。
      - 注意：它是線性函數，即在累積人力資本的技術上是固定報酬。
  - 假設每個人租用資本，並用部分自身的人力資本來生產消費財，那麼我們將它的產出函數寫成：

$$Y = K^{\alpha}[(1-u)H]^{1-\alpha}$$

兩部門的人力資本模型

- 這裡沒有外部性，所以競爭均衡會與社會規劃者的配置選擇相一致；第二福利定理也成立。
- 所以，我們進行求解社會規劃者的問題。這問題可以寫成：

$$\max_{C} \int_0^{\infty} u(C) e^{-\rho t} dt, \qquad \text{assume: } u(C) = \ln C$$

$$s.t. \begin{cases} \dot{K} = Y - \delta K - C \\ \dot{H} = auH \\ Y = K^{\alpha}[(1-u)H]^{1-\alpha} \\ K(0), H(0) \text{ are given (initial value)} \end{cases}$$

兩部門的人力資本模型

- 現值的Hamilatonian函數是：

$$\mathcal{H} = \ln C \cdot e^{-\rho t} + \lambda \cdot \{K^{\alpha}[(1-u)H]^{1-\alpha} - C\} + \mu \cdot auH$$

  - FOC:

$$C: \frac{e^{-\rho t}}{C} = \lambda$$

$$u: -\lambda \underbrace{(1-\alpha)K^{\alpha}[(1-u)H]^{-\alpha}}_{=MP_L,\text{ where } L=(1-u)H} H + \mu \cdot au = 0$$

$$K: \lambda \underbrace{\alpha K^{\alpha-1}[(1-u)H]^{1-\alpha}}_{=MP_K} + \dot{\lambda} = 0$$

$$H: \lambda \underbrace{(1-\alpha)K^{\alpha}[(1-u)H]^{-\alpha}(1-u)}_{=MP_H} + \mu \cdot au + \dot{\mu} = 0$$

TVC

兩部門的人力資本模型

- 誠如Lucas所說的：
  - 時間配置在兩部門：工作和學習，應該要有相同的報酬；
  - 並且，消費性商品使用在兩方面：吃和投資累積，應該要有相同的報酬
- 定義$w = MPL$ (其中$L = (1-u)H$)，且$r = MPK$，據此前述FOC化簡成：

$$(1'):\ \frac{\dot{C}}{C} = -\rho - \frac{\dot{\lambda}}{\lambda}$$

$$(2'):\ -\lambda w H + \mu \cdot a u = 0$$

$$(3'):\ \dot{\lambda} = -\lambda r$$

$$(4'):\ \lambda w(1-u) + \mu \cdot a u + \dot{\mu} = 0$$

$$\frac{\dot{C}}{C} = r - \rho$$

解釋：當忍耐的報酬(利率)大於忍耐的代價(時間偏好率)時，消費將成長。

兩部門的人力資本模型

- 平衡成長路徑的性質：
  - 因為$\dot{H} = auH$，所以，$\frac{\dot{H}}{H} = au$
  - 平衡成長路徑的定義：$g^* = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{H}}{H} = au^*$
  - 在如此的平衡成長路徑下，$w(= MP_L)$ 和 $r(= MPK)$ 將是常數。同時，(2′)式表明了：$\lambda w = a\mu$ (代回(4′)式)
  - (4′)式變成：$\frac{\dot{\mu}}{\mu} = -a$；並且，當$w$是常數，則$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \frac{\dot{\mu}}{\mu} = -a$
  - 此時，因為C和H是以相同速率成長

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = -\rho - \frac{\dot{C}}{C} \quad \Rightarrow -a = -\rho - au^* \quad \Rightarrow \quad u^* = 1 - \frac{\rho}{a}$$

... 配置在人力資本部門的最適(時間)比例

  - 所以，長期成長率是：

$$g^* = a - \rho$$

兩部門的人力資本模型

- 重要的涵義：

1. 平衡成長下的經濟成長 $g^* = a - \rho$ ，是人力資本生產部門生產力(a)的增函數、是忍耐率(時間偏好率ρ)的減函數。
2. **注意，我們假設：既存的人力資本是新人力資本的生產投入$\dot{H} = auH$，並且其報酬是常數。這是持續成長的引擎。**
3. 與事實一致的是：資本是乎沒有從富有國家流向貧窮國家。
4. 成長率和受教育時間的比例成正相關。

- 證據是複雜的，但概括地是支持這個看法。(譬如，香港v.s. Mali (西非國家馬利)。
- 李秀雲、何燮燮(1999)：人力資本與內生成長-亞洲四小龍和日本的時間序列分析

兩部門的人力資本模型

- 這個人力資本模型有一個問題是，它是不一致於我們觀察到的明顯的移民潮流。
  - 對此。Lucas藉由假設人力資本報酬是有某一程度的外部效果來處理。
  - 但進一步的質疑是，為何這個外部性的可及範圍是根據國界?
- Acemoglu (1996) 提供了一個修正外部性存在的方法。
  - 在開始生產之前，廠商和勞工分別進行實物資本和人力資本的投資。
  - **生產上要求廠商與勞工之間有個合夥關係**，但是當廠商或勞工各自進行其投資時，它們不會知道他們未來搭擋的身分。
  - 主要假設：廠商和勞工然後是藉由一個**不完全的** (或許，因為搜尋伙伴是要花成本的) **媒合過程**(matching process)聚一起的。

兩部門的人力資本模型

- Acemoglu的重要結論：
  - 人力資本之**平均水準**的增加，對人力資本的私人報酬會有正的效果，至少在一些區域是如此。
  - 直覺：
    - 一部分的勞工們決定去獲取更高的人力資本 → 提升平均人力資本
    - 這樣的預期，激勵了廠商去做更多的實物資本投資
    - 因為無效率的媒合過程，投資更多的廠商不必然能配對到有投資更多人力資本的勞工
    - 某一些其他的勞工，將從平均人力資本的提升中，獲得了好處， 並且用這個平均人力資本的角度，是有一個外部的好處。

兩部門的人力資本模型

- 依舊的疑惑是：
  - 什麼決定了技術水準？

1. 外溢性(spillover) / 外部性(externality)
   - A沒有明確的(生產過程)函數
   - A被間接地由投資，與因此而得的資本累積所產生出來
2. R&D
   - A有明確的函數
   - A被R&D部門直接生產出來

- 參考文獻：

  - Lucas, R.E. (1988), “On the mechanics of economic development”, Journal of Monetary Economics, 22, 3-42.
  - Lucas, R. E. (1990), “Why doesn’t capital flow from rich to poor countries?” American Economic Review, 80(2), 92-96.
  - Acemoglu, D. (1996), “A microfoundation for social increasing returns in human capital accumulation”, Quarterly Journal of Economics, 111, 779-804.

Part 3: 邊作邊學(learning by doing)和外溢性(spillover)

Romer, Paul. "Increasing Returns and Long Run Growth," *Journal of Political Economy* 94, October 1986, 1002-37.

邊作邊學與知識外溢性

- 兩個假設：

  1. 邊作邊學：K↑ (投資增加時)，廠商同時地學習到，以致於生產更為有效率
     - Arrow (1962) 的靈感來自於實證觀察：在航空和船舶製造業，其製造經驗對其生產力有正的效果
  2. 知識外溢：一些知識被發現有外溢到整體經濟
     - 知識有非敵對的(non-rival)性質；如果一個廠商使用一個點子，它不能避免其他人去使用它；創造是一個投資的附屬產品。
     - Romer (1986) 擴大K的概念，並且不僅考慮K的累積，而且也考量了知識上的投資，誘發了對其他廠商之生產力的外部效果

邊作邊學與知識外溢性

- 生產函數：

$$Y = \bar{A}K^{\alpha}\,L^{1-\alpha}$$

  - 技術水準$\bar{A}$被資本-勞動比(capital-labor ratio)所決定：$\bar{A} = A\left(\frac{K}{L}\right)^{\beta}$
  - 因此：

$$Y = AK^{\alpha+\beta}L^{1-\alpha-\beta} \quad \Rightarrow \quad y = Ak^{\alpha+\beta}, \qquad y = \frac{Y}{L}, k = \frac{K}{L}$$

- 效用函數：

$$\max \int_0^{\infty} u(c)e^{-\rho t}\,dt$$

$$u(c) = \frac{c^{1-\theta}-1}{1-\theta}$$

邊作邊學與知識外溢性

- 每人消費的成長率： $g_c = \frac{f'(k)-\rho-n}{\theta}$
  - 三種情況：

1) $\alpha+\beta=1$

$$g_c = \frac{(\alpha+\beta)Ak^{\alpha+\beta-1}-\rho-n}{\theta} = \frac{(\alpha+\beta)A-\rho-n}{\theta}$$

2) $\alpha+\beta>1$

$$g_c = \frac{(\alpha+\beta)Ak^{\alpha+\beta-1}-\rho-n}{\theta}$$ 無靜止均衡水準或成長率

3) $\alpha+\beta<1$

$$g_c = \frac{(\alpha+\beta)Ak^{\alpha+\beta-1}-\rho-n}{\theta}$$ 靜止均衡時，隨k累積 MP_k下降，故$g_c=g_k\to 0$

- 排除報酬遞減(第三種情況)，所以我們有g>0

邊作邊學與知識外溢性

- 若無有效的專利(patent)系統，知識將近乎公共財(public goods)
- 所有的發明是非計畫性的、為投資的副產品，並且這些的發明立刻地變成了公共知識
- 這些設定允許我們保留完全競爭的架構，但是有外部性存在

邊作邊學與知識外溢性

- AK + Learning by Doing (Romer, 1986)
  - 技術水準$\bar{A}$改成：$\bar{A} = A\left(\frac{\bar{K}}{L}\right)^{\beta}$，受體系平均的$K$的外部性，令$\beta = 1 - \alpha$

$$Y_j = \bar{A}K_j^{\alpha}L_j^{1-\alpha} = A\left(\frac{\bar{K}}{L}\right)^{1-\alpha} K_j^{\alpha}L_j^{1-\alpha} \Rightarrow y_j = A\bar{k}^{1-\alpha}k_j^{\alpha}, y_j = \frac{Y_j}{L_j}, k_j = \frac{K_j}{L_j}$$

  - k_j：個別廠商之每位勞工的資本水準
  - $\bar{k}$：整體經濟體系之每位勞工的平均資本水準
  - 廠商 j 面對他自身投資k_j的報酬遞減現象，但是生產呈現著：在(k_j與$\bar{k}$)有**固定**規模報酬。
  - 生產過程引起外部性(Arrow, 1962)：經濟體系中，資本k的平均水準(資本密集)愈高，技術外溢的激勵就愈高，這技術外溢將能提升整體經濟的MP_k。

邊作邊學與知識外溢性

- 具外部性，CE ≠ PO

$$y_j = A\bar{k}^{1-\alpha}k_j^{\alpha} \quad \Rightarrow \frac{\partial y_j}{\partial k_j} = \alpha A\left(\frac{\bar{k}}{k_j}\right)^{1-\alpha}$$

- 均衡下，因為廠商是對稱的，所以$k_j = \bar{k}$，因此，$\frac{\partial y_j}{\partial k_j} = \alpha A\left(\frac{\bar{k}}{k_j}\right)^{1-\alpha} = \alpha A$

r

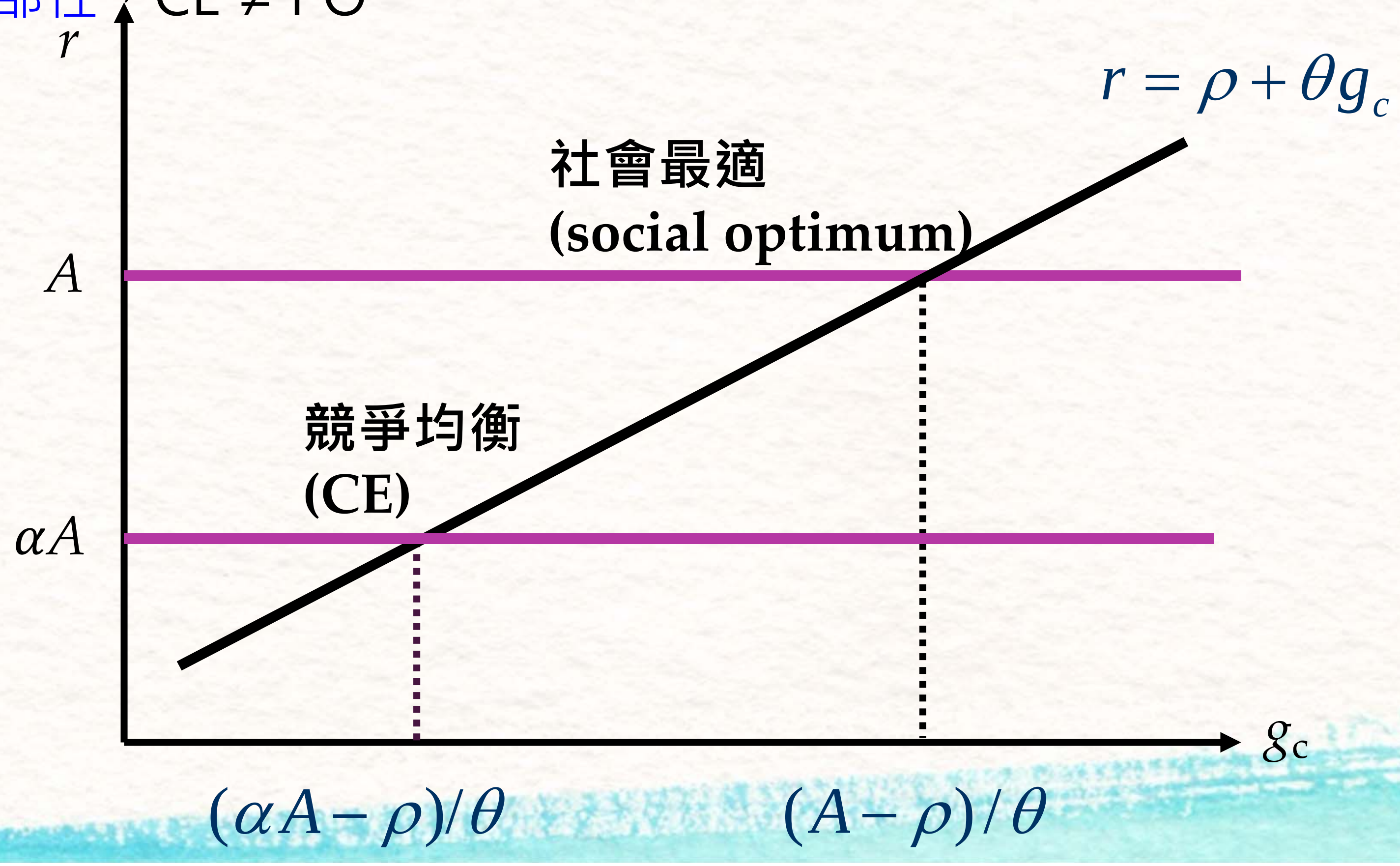
$$g_c = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{r-\rho}{\theta} \quad (if\ n = 0)$$

1) 競爭均衡(CE)：$\boldsymbol{r = \alpha A \Rightarrow g_{c,CE} = \frac{\alpha A-\rho}{\theta}}$

2) Pareto Optimum (PO)：$r = A \Rightarrow g_{c,PO} = \frac{A-\rho}{\theta}$

邊作邊學與知識外溢性

- 具外部性，CE ≠ PO



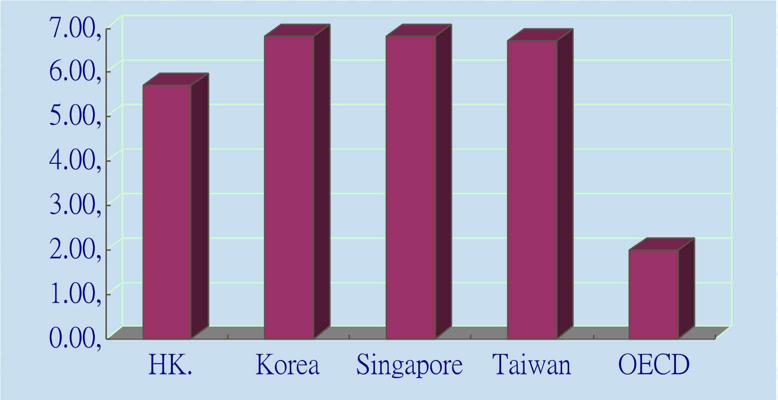
邊作邊學與知識外溢性

- 重要性質：
  1. 市場表現不是最適的(optimal)
     - 市場利率$r = \alpha A$ 是低於社會最適利率$r^* = A$
     - 市場均衡的成長率是低於社會最適成長率
     - 因為廠商沒有內部化邊做邊學(LBD)的外部性 (他們的投資生產對其他廠商的外部性)
     - 政策涵義：政府的補貼提高了私人的資本邊際生產力(MP_k)從αA到A，這將引導廠商增加投資至社會最適水準
  2. 無收斂性
     - 除了初始的資本k 之外，兩個相似的國家，它們不會收斂到相同的每人產出水準。
       - 只有他們的成長率(g)收斂。
     - 早期的內生成長文獻視這個(無收斂性)為模型的一個主要優點，它將因此潛在地解釋了為什麼數據上收斂跡象出現如此複雜情況。

邊作邊學與知識外溢性

- 證據：來自快速成長的東亞
  - AK – 資本深化(capital deepening)能夠是持續高成長率的一個引擎
    - 實物資本K和教育兩方面的投資比例高
  - 有能力去維繫AK型態之邊做邊學模型所指稱的高(永續)成長嗎?
    - 有賴實證研究

Growth rates of real per capita GDP (1966-90)



邊作邊學與知識外溢性

- **規模報酬固定(CRTS)或規模報酬遞減(DRTS)?**
  - Young (1992, 1994, 1995)
    - 東亞國家經歷過如同Solow成長模型所說的K的報酬遞減。並無邊做邊學(LBD)外部性的證據或跡象。
    - 實證方法：成長會計式(growth accounting)
      - 轉換的對數生產函數，並且是經品質調整的資本(K)和勞動L(教育)

邊作邊學與知識外溢性

- **規模報酬固定(CRTS)或規模報酬遞減(DRTS)?**
  - Young的看法
    1. 無特異的TFP
       - 每位勞工GDP成長很快的低於人均GDP
         - 高教育的達成
         - 上升的勞動參與率
       - 事實：韓國和新加坡，投資佔GDP比例(I/ GDP) : 30~40%
         - 高且上升的投資率
       - 生產力成長率似乎較低於刻板的印象
         - 東亞國家所獲得的TFP並沒有超乎正常應得值；像新加坡是0.2%
    2. 在東亞成長經驗中，沒有什麼特殊重要的事情。這經驗不能用一個在K, H, 和初級勞工等要素具有規模報酬固定、並在每一個個別投入上具報酬遞減的模型所解釋。
    3. 高度成長期 – 藉由犧牲現在的消費和休閒 (此期間，成長已經大部分完成) – 終將走到盡頭，就如同基本新古典模型預期的。

Part 4: 公共資本與政府支出

Barro, R., "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth," *Journal of Political Economy*, 98(5), 1990, S101-S125.

政府支出與經濟成長

- 生產函數

$$Y_i = AK_i^{\alpha} L_i^{1-\alpha} G^{1-\alpha}$$

  - 在(L_i , K_i)方面是規模報酬固定
  - 但在(L_i , K_i , G)整體是規模報酬遞增
  - 不過，在**可再生的投入**(K, G)方面是規模報酬固定
    - 如果G和K 以固定常數成長，資本的報酬並沒有隨時間下滑
  - 注意：如果G的冪次小於$1-\alpha$，然後我們的可再生投入的報酬將是遞減的，並因此經濟將沒有辦法持續成長
- 效用函數：

$$\max \int_0^{\infty} u(c) e^{-\rho t}\, dt, \qquad u(c) = \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta}$$

政府支出與經濟成長

- 政府預算限制：

$$G = \tau Y$$

  - τ是稅率
  - 這裡假設它是對每一廠商的產值課徵的。因此，

$$G = (\tau AL)^{\frac{1}{\alpha}} k$$

  - 廠商的稅後利潤是

$$\Pi_i = L_i[(1-\tau)Ak_i^{\alpha}G^{1-\alpha} - w - (r+\delta)k_i]$$

  - 利潤最大化，隱含的資本決策：

$$r + \delta = \alpha(1-\tau)A\left(\frac{G}{k_i}\right)^{1-\alpha}$$

政府支出與經濟成長

- 因此，將G代入上式(無套利條件)，得：

$$r + \delta = \alpha(1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

- 由標準的Euler方程式，我們會有

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta}\left[\alpha(1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - \delta - \rho\right]$$

$$\dot{k} = (1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}k - \delta k - c$$

- 靜止均衡達成時，會有固定的成長

$$y = Ak^{\alpha}G^{1-\alpha} = Ak^{\alpha}\left[(\tau AL)^{\frac{1}{\alpha}}k\right]^{1-\alpha}$$

$$g = \frac{1}{\theta}\left[\alpha(1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - \delta - \rho\right]$$

政府支出與經濟成長

$$g = \frac{1}{\theta}\left[\alpha(1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - \delta - \rho\right]$$

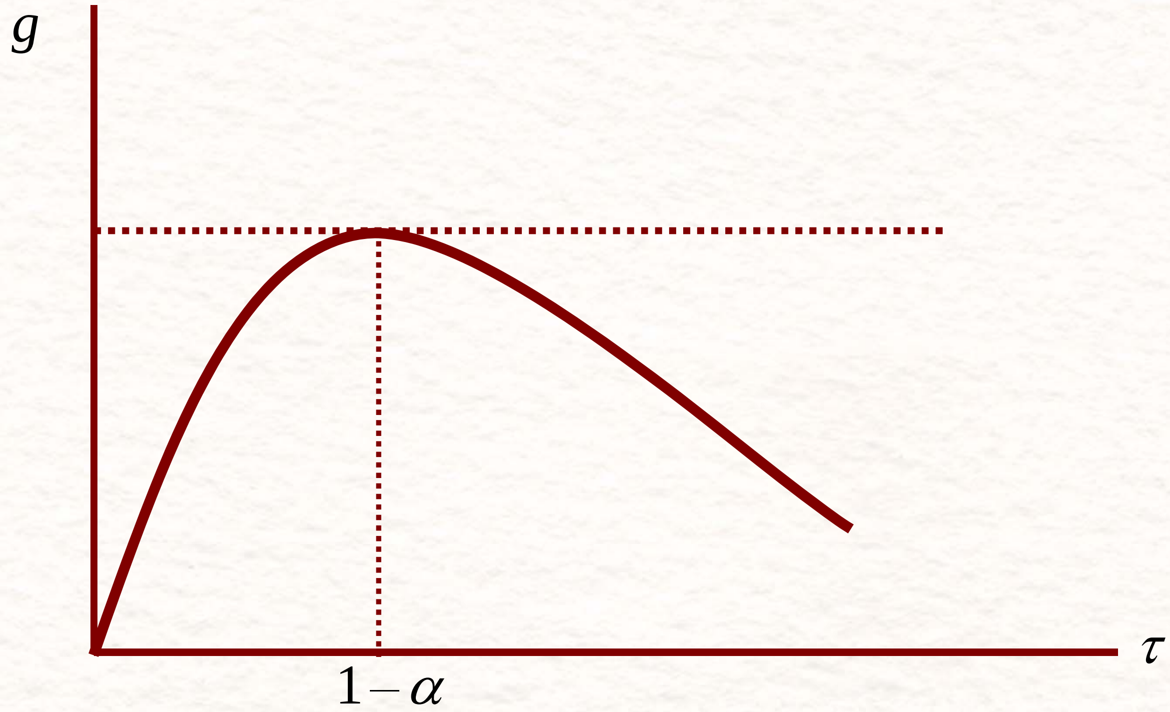
- 政府支出 $(\tau = G/Y)$ 對成長產生兩個相反的效果：
  - $(1-\tau)$：growth-depressing distortionary effect;
    - 租稅對MP_k的負效果
  - $(\tau)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$：growth–enhancing effect of public services;
    - 公共財對 MP_k的正效果

政府支出與經濟成長

$$g=\frac{1}{\theta}\left[\alpha(1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}-\delta-\rho\right]$$

- 最適稅率：
  - $\frac{\partial g}{\partial \tau}=0 \quad \Rightarrow \left[-\alpha+(1-\alpha)(1-\tau)\frac{1}{\tau}\right]A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}=0 \quad \Rightarrow \tau^{*}=(1-\alpha)$
  - 最高成長率對應條件是：$\tau=\frac{G}{Y}=(1-\alpha)$
  - 解釋：資本的邊際成本要等於邊際利益

經濟成長率(g)與稅率(τ)之間的倒U型關係



與AK比較

- 動態是與AK模型的動態是相同的：無調整動態過程

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta}\left[\alpha(1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - \delta - \rho\right]$$

$$\frac{\dot{k}}{k} = (1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}}(\tau L)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - \delta - \frac{c}{k}$$

- 兩個差異：
  - 尺度效果(Scale effects)
  - Pareto非最適

作業

- 請求解Barro (1990)文章中，福利達到最大的財政稅率。

- The End