人口老化對貨幣政策與財政政策的長期影響*

陳明郎、伍弘歷**

摘 要

隨著醫療技術的發展、就業型態轉型及家庭觀念的改變,近年來如歐洲、日本、韓國、台灣等主要經濟體皆面臨出生率及死亡率下降的人口結構轉變,導致人口高齡化的問題日益嚴峻。鑑於國內對於人口老化影響總體經濟與政府政策的相關研究較少,本研究嘗試建構一總體經濟生命循環模型,模擬分析出生率下降、死亡率下降、出生與死亡率同步下降的人口動態下,對於國內通貨膨脹率、實質利率、總勞動力、總體產出、消費和投資變動的影響效果,並以此模擬結果為基礎,進而分析貨幣政策與財政政策變動對於各項總體變數的綜合影響。根據模型模擬結果顯示,新生人口的減少隱含人口自然增加率下降,長期對於產出、消費、有效勞動投入與投資均呈現負向影響;若產出減少幅度大於消費減少幅度,在其他條件不變下將引發通膨率上升;死亡率的下降隱含人口自然增加率上升,長期而言將提升有效勞動供給,同時提高儲蓄,使總體產出呈上升趨勢;當出生率與死亡率同步下降時,長期下,出生率下降的效果將會大於死亡率下降的效果,導致長期趨勢的總體產出與消費呈下跌走勢。本研究亦分析在不同名目利率與公債支出調整下的貨幣政策及財政政策的影響;結果發現,貨幣政策與財政政策的效果僅在前期出現較顯著的影響,各項政策的效果走勢長期仍被人口結構變化所主導。

關鍵詞:人口結構老化、出生率、死亡率、生命循環模型、貨幣政策、財政效果 **JEL分類代號**: J11, O23, E26

^{*} 本文係摘錄自中央銀行110年委託研究計畫「人口老化對貨幣政策與財政政策的長期影響」。作者感謝陳虹如教授、 廖珮如副教授、中央銀行陳副總裁南光、吳處長吳懿娟、與其他經研處、金檢處、業務局同仁對本文所提供的寶貴意 見、指正與協助。本文觀點純屬個人意見,與服務單位無關,若有任何疏漏或錯誤,概由作者負責。

^{**} 作者分別為中央研究院經濟研究所研究員與成功大學經濟系副教授。

壹、前 言

一、研究目的

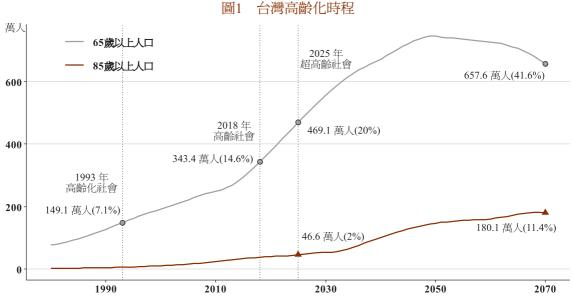
隨著醫療技術發展、就業型態轉型與家庭觀念的改變,近年如歐洲、日本、韓國、台灣等經濟體皆面臨出生率及死亡率同步下降的人口結構轉變,導致人口高齡化問題日益嚴峻。有鑑於此,二十國集團(G20)於2019年6月28~29日大阪召開的高峰會議中,首次將人口老化列入主要議題,並討論人口高齡化對全球經濟、金融及社會安全制度的影響,可見人口老化問題已受到各國政府的高度重視。

勞動力是生產及經濟成長所需的重要投入,人口老化除了造成勞動力的減少致使勞動投入下降外,對於消費、儲蓄,乃至於政府施政的相關措施,如財政政策以及貨幣政策的執行效果,皆可能產生結構性的影響。根據2018年國發會的人口推估結果(見圖1),台灣於1993年65歲以上老人占總人口比例已超過7%,進入「高齡化社會」階段;至2018年65歲以上人口占總人口的比例已超過14%,正式邁入「高齡社會」,預計到2025年65歲以上人口占總人口比例將超過20%,達到「超高齡社會」的標準。在此趨勢下,國發會進一步預測2050年該比例將超過36%,並至2070年高於41%。若評估高齡人口的年齡組成的成長趨勢,85歲以上的「超

高齡人口」占65歲以上的人口比例將從2020年的10.3%成長至2070年的27.4%。此一趨勢不僅對長期的經濟成長有所影響,對於財政平衡、醫療支出和貨幣政策執行的有效性帶來前所未有的挑戰。

為了探討人口老化對總體經濟的各項指標、貨幣政策和財政政策執行效果的可能影響,近年不少國際機構和主要經濟體的有關當局皆從事與人口老化相關的經濟研究。如國際貨幣基金會(International Monetary Fund,IMF)、亞洲開發銀行(Asian Development Bank,ADB),以及英格蘭銀行(Bank of England)、日本銀行(Bank of Japan)和韓國央行(Bank of Korea)等國中央銀行,均曾量化分析及評估人口老化對西歐、OECD成員國、英國、日本和韓國之實質利率、勞動力、總體產出與消費的潛在效果。

有鑑於過去國內未曾有相關研究量化評估台灣人口結構老化,對台灣之實質利率、勞動力、總體產出與消費的影響,本計畫之目的在於嘗試建立一數值動態總體經濟模型,模擬台灣人口結構老化的變遷動態,探討人口結構老化對台灣的通貨膨脹率、實質利率、有效勞動力、總體產出、消費與投資變動的影響效果,從各層面的影響分析人口結構變化對台灣經濟的衝擊。



註:國際間將65歲以上人口占總人口比例達到7%、14%及20%,分別稱為「高齡化」、「高齡」及「超高齡」社會。

二、文獻回顧

資料來源:國家發展委員會

根據古典消費理論,家計單位在有限的 生命週期下,不同年齡層下的消費、儲蓄與 工作的決策並不相同。因此,若一經濟體的 人口年齡結構組成發生變化,將影響總體經 濟的總需求、儲蓄與有效勞動投入,進而影 響經濟成長、實質利率的高低以及政府財 政的平衡。早在30年前,財政學者Auerbach and Kotlikoff (1987)已預見人口年齡結構 的老化,撰書分析其對生產、工資、利率 及政府財政所產生的影響。Auerbach and Kotlikoff (1987)建立一個多期的生命循環模 型(life-cycle model)。模型假定個人效用函數 為跨期可分(time separable),且只受消費和 勞動供給(或休閒)的影響。作者將模型校準

(calibrate)美國經濟結構以計算得出模型中的 參數值,並利用該模型和參數值再模擬計算 出當出生率恆常減少(a sudden and permanent bust)、出生率循環變化(即出生率先減少後 增加,而後再減少(a cycle of bust, boom and bust))的衝擊發生時,對美國總體經濟的儲 蓄率、工資率、利率、稅率的變化影響以及 對民眾福利的影響。Auerbach and Kotlikoff (1987)的生命循環架構,成為日後學者分析 人口結構變化和人口老化對經濟衝擊影響時 的主力模型(workhorse model)。

近50年來,西歐國家的65歲以上人口 占總人口比例持續呈現上升趨勢,至1980 年時已接近15%,而至2020年前已有數國超 過20%,達到「超高齡社會」的標準註1。為 分析人口高齡化對西歐國家的影響,Miles

(1999)參考Auerbach and Kotlikoff (1987)的生命循環模型架構建立模型,藉由調整校正不同經濟體的模型參數值,評估英國和全體西歐國家在不同的未來人口變動情境下對於實體經濟各項變數:如勞動供給、工資率、利率、儲蓄的衝擊影響,並在此模擬結果下針對財政永續性與年金改革提出政策建議。

20世紀以來,日本始終是世界上老化最 嚴重的國家。根據官方統計:2006年日本 為全球第一個65歲以上人口占總人口的比 例超過20%的國家。IMF經濟學家Muto, Oda and Sudo (2016)曾研究日本人口老化對1980 年之後日本經濟的衝擊影響效果。該文同樣 以Auerbach and Kotlikoff (1987)的生命循環 模型為架構,在傳統跨期可分的的效用函 數特性設定下,除了考慮效用函數受消費 和勞動供給的影響外,同時參考Hansen and Imrohoroglu (2016) ^{註2} 的效用函數設定,將 政府公債數量對個人效用的影響引入家計單 位的效用函數(bond in utility)中。作者以日本 資料校準模型中的各項參數值並進行模擬分 析。作者指出,人口老化對日本的人均所得 和財政變數皆有負向的衝擊影響,主要理由 皆是因為人口老化的趨勢,使得工作人口占 總人口的比例降低。

日本人口老化對全球經濟的負面衝擊也 受到亞洲開發銀行(ADB)的重視, Yoshino and Miyamoto (2017)分析人口老化對經濟 表現、財政和貨幣政策影響效果,惟該研 究並未採用Auerbach and Kotlikoff (1987) 的Overlapping Generation Model (OLG)架 構為主力模型,而是以實質景氣循環(real business cycle)模型為主要架構。由於實質景 氣循環中家計單位均可活無窮期,為了在模 型中捕捉退休人口比例的結構變化,Yoshino and Miyamoto (2017)假定模型中存在兩類家 計單位,其一為是工作者(working agents), 透過勞動投入獲得薪水並從事消費和儲蓄, 另一種為未進入勞動市場的退休家計單位, 僅利用退休金從事消費糊口的人(hand to mouth agents)。由於人們皆可活無窮期,因 此該文採取退休人口占總人口比例的增加, 作為人口老化的概念。此外,模型亦參考 Barro (1990)的公共支出設定,假定兩類家計 單位的效用與廠商的生產技術皆受政府消費 性公共支出的影響。因此,政府的財政政策 將因為公共支出水準的多寡影響總體經濟的 運作。在上述的基礎上,作者運用新凱因斯 動態隨機一般均衡(dynamic stochastic general equilibrium, DSGE)模型及日本的數據校準 模型中的參數值,分析政府消費性支出增加 的衝擊、政府生產性公共支出增加的衝擊、 採寬鬆貨幣政策以降低公債利率的衝擊,以 及政府變動租稅的衝擊,對經濟體系所產生 的影響。研究發現,當這些衝擊發生變動 時,人口愈老化的社會(以退休人口比例提 高衡量),對生產、消費、投資的負面影響 愈大。

IMF經濟學家Honda and Miyamoto (2020)以Jordà (2005)的縮減計量估計式為 架構,檢測不同國家在不同人口結構下的 政府支出衝擊對實質經濟影響的有效性。 其中,政府支出衝擊係採用Auerbach and Gorodnichenko (2012)的設計方式衡量,並運 用OECD中7國跨1985至2017年的非平衡追蹤 資料(unbalanced panel)進行估計。為了衡量 各國非預期的財政政策衝擊,作者將各國當 期政府支出占該國產出的比例,扣除當期先 驗政府預期支出占該國產出的比例,作為財 政政策衝擊的代理變數,以此評估上述衝擊 在不同人口結構中的影響。該研究以65歲以 上老人人口占總人口比例作為人口結構的指 標,並以約略高於超高齡社會比例的22.7% 作為該指標的臨界值,比較政策衝擊對於總 體經濟的影響。結果指出,當超過臨界值時 (人口老化較嚴重的情況),其財政激勵政策 (fiscal stimulus policy)的長期效果較差。此 外,該研究亦採用Ramey and Zubairy (2018) 的架構估計財政激勵政策的景氣循環效果。 文章發現,在景氣擴張時,人口老化與未老 化的社會,景氣循環效果相似;惟在景氣衰 退時,人口老化的經濟擴張效果遠不如人口 未老化經濟體的擴張效果。

在全球金融危機至2020年疫情爆發前的 十年間,先進經濟體之名目利率普遍呈現 低利率的現象。若干經濟體之央行甚至將 銀行轉存央行某些存款訂為負利率,達到

名目零利率底限(zero lower bound of nominal interest rate)情況。由於訂定零利率底限的 經濟體多出現人口老化的現象,因此不少中 央銀行的經濟學家與學界開始著手探討人口 老化是否對實質利率產生負向影響。美國學 者Eggertsson, Mehrotra and Robbins (2019)曾 以Auerbach and Kotlikoff (1987)的跨代模型 (OLG)架構,分析人口結構對實質利率的影 響。作者以美國資料校準模型中的參數值進 行模擬分析。結果發現,1970年至1995年的 25年間,由於戰後嬰兒潮造成人口紅利與生 產要素的互補的特性提高了美國的實質利 率;而1995年至2020年的25年間,戰後嬰兒 潮產生的人口紅利逐漸消失,在同樣生產技 術的傳遞機制下,使美國的實質利率下降。 根據該研究的預測,2020年後的50年間,若 其他條件不變,美國的人口結構會持續老 化,到2170年才會達到恆定狀態水準 (steady state level),因此美國的實質利率也會下降 到恆定水準。

英格蘭銀行的Lisack, Sajedi and Thwaites (2017)亦研究人口老化對英國實質利率的影響。該研究採用Auerbach and Kotlikoff (1987)的模型架構,在勞動供給設定為外生的假設下,校準其總體模型使模擬資料與英國資料相符。根據其數值結果指出,人口結構高齡化在將對英國實質利率產生負向影響,此結果與Eggertsson et al. (2019)的發現一致。

近年日本銀行也針對人口老化對未來 50年日本利率的影響進行研究。為了強調 財政政策對於不同年齡結構的影響,Sudo and Takizuka (2018, 2020)以Auerbach and

Kotlikoff (1987)的跨代生命週期模型架構,

並參考Muto, Oda and Sudo (2016)在效用函數

內引入政府公共消費支出,但政府公共支出 不影響生產函數的設定下,評估不同人口結 構下的政策效果。結果發現:儘管日本人口 結構的老化的確降低實質利率,但由於日本 利率在模型的校準下已經偏低,因此人口結 構變化對日本實質利率的影響有限^{註3}。

貳、研究方法

本文採用之架構主要係以Auerbach and Kotlikoff (1987)的生命循環模型為基礎,模型中家計單位之效用除受消費和勞動供給影響外,同時加入對實質貨幣的需求,並參考Eggertsson et al.(2019)和Sudo and Takizuka (2020)之架構進行分析。

一、人口結構

本模型假定經濟體系同時存在不同年紀的家計單位,年齡為 $j=i,i+1\cdots,J$ 。第t期時j歲的人口總數為 $N_{j,t}$,並參考Eggertssonet al. (2019)和Sudo and Takizuka (2020)的設定,民眾i歲開始進入勞動市場 it4 ,並假定第t期時的第i歲(工作)新生人口的成長率為 n_t ,因此前一期(t-1期)的i歲年紀的新生人口與本期t的i歲年紀的新生人口的關係為

$$N_{i,t} = (1 + n_t)N_{i,t-1} \,, \tag{1}$$

模型另假設家計單位每一期皆存在死亡 的可能性,各年齡層能存活到下一期之死亡 率為外生給定且同一世代的死亡機率相同, 但隨不同期間改變。令 $s_{j-1,t-1}$ 表示 j-1年 紀的個人存活到 j 歲年紀的機率。因此,前一期(t-1期),(j-1)歲年紀的個人存活到 本期(t期)成為 j 歲年紀個人的關係式為

$$N_{j,t} = s_{j-1,t-1} N_{j-1,t-1}$$
, (2a)

家計單位於 J 歲生命終結,因此 J 歲存 活到下期成(J+1)歲的機率為零,即 $s_{J,t}=0$ 。由上可知,第 t 期時,i 歲以上的總人口, 為由 i 歲年紀人口加總到 J 歲年紀人口之 和,亦即

$$N_t = \sum_{i=1}^J N_{i,t} \,, \tag{2b}$$

換言之,第 t 期時 J 歲人口占總人口的 比例為

$$\phi_{j,t} = \frac{N_{j,t}}{N_t} \,, \tag{2c}$$

二、家計單位

勞動力人口的退休年齡 (retirement age) 定義為 j_R 歲,家計單位在退休前會提供勞動力工作以賺取薪資所得 $w_t l_{j,t} h_{j,t}$,主要由第 t 期的工資率 w_t ,年紀 j 提供的勞動工

時 lit 以及該年齡下特定的(age-specific)生產 力 $h_{i,t}$ 組成。在不失一般性下,本文假定家 計單位於 j = i = 1 歲時進入勞動市場,並 至工作到 j_R 歲才退休,工作年數為 $R = j_R$ 。在工作期間,家計單位的決策行為可簡化 為消費、儲蓄,並進入選擇勞動市場的供 給水準。由於家計單位於退休後不再進入 勞動市場,因此該期間的支出完全由工作 期間的儲蓄、退休金與政府補助進行消費 匀支,直到 J 年歲死亡時為止。在上述的設 定下,本模型為一異質性跨代生命週期模 型 (Heterogeneous Life-Cycle Model),模型 中的每一期均存在不同年齡的家計單位進行 決策。考量到模型中照顧子女的利他動機 (altruism motive),在一般的情形下,家計單 位在生命週期結束時將留下遺產(bequest)給 予子女。

令 $c_{j,t}$ 為 j 年紀家計單位在 t 期的消費, $\beta \in (0,1)$ 為折現因子(discount factor),則家 計單位的個人由 t 期 i 歲開始工作一直到死 亡的終身效用函數(lifetime utility)現值,表示如下:

$$U_{t} = \sum_{j=i}^{J} [s_{t+j-i}^{j} \beta^{j-i} u(c_{j,t+j-i}, m_{j,t+j-i}, l_{j,t+j-i})] + s_{t+j-i}^{J} \beta^{J-i} v(x_{J,t+J-i})$$
 , (3)
其中 $s_{t+j-i}^{j} \equiv \prod_{l=i}^{J} s_{l,t+l-i}$, 為 j 歲年紀時存活的機率, $s_{i,t}=1$ 。

式(3)的 $c_{j,t}$ 為 j 歲年紀個人第 t 期時的 消費, $m_{j,t}$ 為年齡 j 於第 t 期持有的實質貨 幣餘額(real money balances),其定義為 t 期持有的名目貨幣餘額除以 t 期的物價水準: $m_{j,t} = M_{j,t}/P_t \circ x_{J,t}$ 為家計單位於年紀 J 死亡時留給子女的遺產。

家計單位工作與退休期間的每期流量預 算限制式(flow budget constraint)描述如下: $(1+\tau_t^c)c_{j,t+j-i}+k_{j+1,t+j}+[b_{j+1,t+j}-(1+r_t^b)b_{j,t+j-i}]+[m_{j,t+j-i}-\frac{m_{j-1,t+j-i-1}}{1+\pi_{t+j-i}}]$ $+\gamma_{j,t+j-i}q_{j,t+j-i}=[1+\hat{r}_t^k]k_{j,t+j-i}+\hat{w}_tl_{j,t+j-i}+\tau_t+\eta_t, \quad j\leq j_R, \quad (4a)$ $(1+\tau_t^c)c_{j,t+j-i}+1^jk_{j+1,t+j}+[1^jb_{j+1,t+j}-(1+r_t^b)b_{j,t+j-i}]+[1^jm_{j,t+j-i}-(1+r_t^b)b_{j,t+j-i}]+[1^jm_{j,t+j-i}+(1-1^j)x_{j,t+j-i}]+\gamma_{j,t+j-i}q_{j,t+j-i}+(1-1^j)x_{j,t+j-i}=(1+\hat{r}_t^k)k_{j,t+j-i}+(1-\tau_t^u)x_{j,t+j-i}=(1+\hat{r}_t^k)k_{j,t+j-i}+z_{j,t}+\tau_t+\eta_t, \quad if j>j_R, \quad (4b)$ 其中 $\hat{r}_t^k\equiv (1-\tau_t^k)r_t^k, \quad \hat{w}_t\equiv (1-\tau_t^w)(1-\tau_t^v-\tau_t^q)w_t$ 。其中 1^j 為一指示函數 (indicator function):當j<1時, $1^j=1$;若j=1時, $1^j=0$ 。

上二式中, $k_{j,t}$ 為 j 歲家計單位第 t 期期初的資本持有量, $b_{j,t} = \frac{B_{j,t}}{P_t}$ 為 j 歲年紀家計單位第 t 期期初實質債券持有量, $B_{j,t}$ 為 j 歲年紀家計單位第 t 期期初名目債券持有量, P_t 為第 t 期一般物價水準。 $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ 為第 t 期的通貨膨脹率, $q_{j,t}$ 為 j 歲年紀家計單位第 t 期的醫療支出, $\gamma_{j,t}$ 為 j 歲年紀計單位第 t 期的醫療費支出的自付比例, $z_{j,t}$

為 j 歲退休家計單位第 t 期的退休年金收入。 $r_{b,t}$ 為債券報酬率、 $r_{k,t}$ 為資本報酬率。 $\tau_{c,t}$, $\tau_{k,t}$, $\tau_{w,t}$, $\tau_{z,t}$, $\tau_{q,t}$ 分別為 t 期時的消費稅稅率、資本所得稅率、勞動所得稅率、退休金提繳費率及健保提繳費率。 τ_t 為 t 期時政府以稅收或發債方式移轉給家計單位的定額移轉收入 (lump-sum transfer income)。民眾於 j_R 歲年紀前透過稅後薪資收入進行消費與儲蓄,其中,稅後薪資收入為繳完勞退和健保提撥費用後,提繳所得稅產生的淨額。

在上述模型設定下,家計單位於退休階段主要以工作期間之儲蓄與退休金收入及政府移轉維持開銷,並以資本、實質貨幣餘額與實質債券餘額等不同形式的資產持有。最後,考量到跨代之間存在關心後代子女的動機,民眾在生命週期的最後一期J不會新增資本、貨幣和債券,即 $k_{J+1,t+1}=0$, $m_{J+1,t+1}=0$,但死亡當期不見得會把所有財富 $k_{J,t}$, $m_{J,t}$, $b_{J,t}$ 以消費方式用光,可能留遺產給下一代使用。

假設個人每期的效用函數具固定替代彈性(constant elasticity of substitution, CES)型式,並受到退休與否而有所不同,設定如下:

$$\begin{split} u\!\left(c_{j},m_{j},l_{j}\right) &= \frac{\left(ac_{j}^{1-\frac{1}{\varepsilon}}+(1-a)m_{j}^{1-\frac{1}{\varepsilon}}\right)^{1-\frac{1}{\sigma}}}{1-\frac{1}{\sigma}} \\ &-\xi\frac{l_{j}^{1+\frac{1}{\varphi}}}{1+\frac{1}{\varphi}},\;\xi>0\;\;\mathrm{if}\;j\leq j_{R}\;; \end{split}$$

$$\xi = 0 \text{ if } j > j_R , \qquad (5a)$$

上式中,人們可由消費和持有實質貨幣餘額而獲得效用,其中 σ 為消費的跨期替代彈性, ε 為消費和實質貨幣餘額的同期替代彈性,a為消費所占的比率。文獻上通常設定消費與實質貨幣餘額之替代彈性為 $\varepsilon=1$,此時(5a)的消費和實質貨幣餘額關係型式退化成Cobb-Doulglas型式: $\frac{\left(c_j^a m_j^{1-a}\right)^{1-\frac{1}{\sigma}}-1}{1-\frac{1}{\sigma}}$ 。此外,當 $\sigma=1$ 消費和實質貨幣餘額關係型式式會變成 \log 型式,效用函數此時可簡化寫為: $a\log(c_j)+(1-a)\log(m_j)$ 。

(5a)式中, φ 為勞動的Frisch替代彈性 (elasticity of substitution),而係數 ξ 刻劃個人 勞動工作時所帶來的負效用規模(scale)。由 於家計單位僅在 j_R 歲以前($j \leq j_R$ 時)工作, 因此會產生勞動供給的負效用,故 $\xi > 0$; 而在 j_R 歲以後($j > j_R$ 時),家計單位處於 退休狀態,因此勞動供給的負效用為0,故 $\xi = 0$ 。此外,個人在年紀 J 時的死亡年期間,由於關心子女而將遺產 x_J 留給子女並帶來以下效用:

$$v(x_J) = \zeta \log x_J , \qquad (5b)$$

其中參數 $\zeta > 0$ 刻劃因留遺產給子女所帶來 的效用規模。

本模型假設所有家計單位並非均活到最後 J 歲才死亡,從(t-1)期時的(j-1)歲年紀者存活到下期的機率只有 $S_{j-1,t-1}$,表示有 $(1-S_{j-1,t-1})$ 機率會偶然死亡。這些偶然死亡

的家計單位在第(t-1)期時除消費外,亦持 有資產並產生額外孳息收入。為了使模型中 的市場滿足結清條件,本研究參考多數文獻 作法,假設偶然死亡者之儲蓄的稅後所得本 利和,轉為非利他性的偶然性遺產,透過定 額方式轉換為生存獎勵金。因此 t 期時所有 N_t 個家計單位會得到 η_t 的偶然收入為

$$N_{t}\eta_{t} = \sum_{j=i+1}^{J+1} \left(1 - s_{j-1,t-1}\right)$$

$$\left\{ \left[1 + \left(1 - \tau_{t-1}^{k}\right) r_{t-1}^{k}\right] k_{j-1,t-1} + \left(1 - \pi_{t}\right) m_{j-1,t-1} + \left(1 + r_{t-1}^{b}\right) b_{j-1,t-1} \right\} N_{j-1,t-1} \right\}, (6)$$

本研究遵循既有的文獻設定,假定民 眾在第t期i歲前的儲蓄為0,故第t期期 初其持有的資本、貨幣和債券均為零,亦 即 $k_{i,t} = m_{i,t} = b_{i,t} = 0$ 。家計單位最適化的 選擇條件,可以經由極大化(3)式的終身效 用函數並在滿足(4a)-(4b)的預算限制式下進 行計算。詳細推導過程可參見附錄1,在不 失一般性下,本文透過標準化i=1歲時進 入勞動市場, $S^j \equiv \prod_{l=1}^j s_{l-1}, s_{1}=1$,並設定 $\beta^{j-1} \lambda_{t+j-1}$ 為 i 歲時預算限制式的 Lagrange 乘數,家計單位選擇 $c_{i,t} \cdot l_{i,t} \cdot m_{i,t} \cdot k_{i,t+1}$ 、 $b_{i,t+1}$ 及 x_i , 的最適條件如下:

$$c_{j,t+j-1}: \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j-1}} = \lambda_{t+j-1}$$
, $j = 1,2...J$ (7a)

$$l_{j,t+j-1}$$
: $\xi l_{j,t+j-1}^{1/\varphi} = \lambda_{t+j-1} \widehat{w}_{t+j-1} h_{j,t+j-1}$, $j = 1...j_R$ (7b)

$$m_{j,t+j-1}: \frac{1-a}{m_{j,t+j-1}} = \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j-1}} - \frac{s_j \beta a}{\hat{c}_{j,t+j}(1+\pi_{t+j-1})},$$
$$j = 1...J - 1 \quad (7c)$$

$$k_{j,t+j}$$
: $\frac{1}{\hat{c}_{j,t+j-1}} = s_j \frac{1+\hat{r}_{t+j-1}^k}{\hat{c}_{j,t+j}}$, $j = 1...J-1$ (7d)

$$b_{j,t+j}: \frac{1}{\hat{c}_{j,t+j-1}} = s_j \beta \frac{1+r^b_{t+j-1}}{\hat{c}_{j,t+j}}$$
,

$$i = 1...J - 1$$
 (7e)

$$x_{t+J-1}^{J}: \frac{\zeta}{x_{J,t+J-1}} = \frac{a}{\hat{c}_{J,t+J-1}},$$
 $j = J$ (7f)

上述的最適條件中,(7a)式是存活期間 每期消費量的最適選擇,該式反映預算限 制的影子價格(λ_t)等於每期最適消費量的邊 際效用。(7b)式為工作期間每期的最適勞動 量,每期最適工作時間的邊際負效用等於影 子價格與工資的乘積。(7c)式是死亡前每期 最適的實質貨幣餘額量,其條件滿足本期實 質貨幣餘額的邊際效用等於所放棄本期消費 邊際效用扣除下期此餘額平減通貨膨脹後的 消費邊際效用折現值。(7d)式是死亡前每期 最適的資本(投資)的選擇量,最適條件下, 其條件滿足放棄本期消費的邊際效用等於下 期資本本利和用來消費的邊際效用折現值。 (7e)式是債券的最適選擇,其條件滿足放棄 本期消費的邊際效用與下期債券本利和的邊 際效用折現值。最後,(7f)式是留遺產的最 滴選擇,遺產的邊際效用等於減少消費的邊 際效用。

將(7a)代入(7b)可得本期消費和勞動供給 的邊際替代條件:

$$\frac{\xi l_{j,t+j-1}^{1/\varphi}}{a/\hat{c}_{j,t+j-1}} = \widehat{w}_{t+j-1} h_{j,t+j-1} , \qquad j = 1...j_R$$
(8a)

在一階條件下,最適消費和與勞動供給的邊際替代率(marginal rate of substitution)與本期工資相同。

(7d)和(7e)條件式隱含家計單位的跨期消費選擇。由於本期消費和本期儲蓄(亦即下期消費)之間的最適選擇上,不管儲蓄是以資本或以債券方式持有,其報酬必須相同。因此選擇資本和債券的最適化必須滿足報酬相等的無套利條件(no arbitrage condition):

$$\hat{r}_t^k = r_t^b , \qquad (8b)$$

即稅後資本報酬率和債券報酬率要相 等。

三、廠商

本模型假定經濟中存在一代表性廠商從 事生產,並以Cobb-Douglas的函數型式製造 最終商品。在假設要素市場為完全競爭下, 第 t 期時的廠商僱用有效勞動並租用資本從 事生產,以追求利潤極大。利潤可描述如 下:

 $\Pi_t = A_t K_t^{\alpha} L_t^{1-\alpha} - (r_t^k + \delta_t) K_t - w_t L_t$ (9) 其中生產係數 A_t 代表生產的技術效率,並 假定此技術效率在第 t 期時有一外生的成長 率 g_t ,因此前後兩期的技術效率有以下的成 長關係:

$$A_{t+1} = (1 + g_t)A_t$$
, (10a)

此外, K_t 為總資本投入, L_t 為總勞動投入, α 為資本的產出份額, δ_t 為資本的折舊率。

透過一階條件求解,代表性廠商選擇 K_t 及 L_t 的最適使用量條件,將滿足各要素的邊際產出等於要素價格:

$$\alpha A_t K_t^{\alpha - 1} L_t^{1 - \alpha} = \left(r_t^k + \delta_t \right) \,, \qquad (10b)$$

$$(1 - \alpha)A_t K_t^{\alpha} L_t^{-\alpha} = w_t , \qquad (10c)$$

有效勞動量和資本總使用量,由家計單 位的提供量加總而來,滿足以下結清條件:

$$L_t \equiv \sum_{i=1}^{j_R} N_{j,t} l_{j,t} h_{j,t} , \qquad (11a)$$

$$K_t \equiv \sum_{j=i}^{J} N_{j-1,t-1} k_{j,t}$$
, (11b)

其中(11a)式為勞動的市場結清條件:總體勞動供給由i歲工作到 j_R 歲年紀勞動者人數 $N_{j,t}$ 乘上各工作年齡層所提供的勞動工時 $l_{j,t}$ 與該年齡層之特定生產力 $h_{j,t}$ 後的加總,其總和恰好等於代表性廠商的有效勞動需求;資本結清條件為廠商的資本需求恰好等於市場的資本供給,其供給總額為式(11b)等號右側,為(7d)式第t期各年齡層之資本投資 $k_{j,t}$ 乘上前一期的人口數 $N_{j-1,t-1}$ 的加總。因此,第t期經濟體的總投資為

$$I_t = K_{t+1} - (1 - \delta_t) K_t$$
, (11c)

四、政府

本模型中政府扮演的角色為融通各期外 生支出 G_t 及各項移轉支出(含醫療保險、退 休等),其收入來源為各種租稅收入、政府 發行之貨幣餘額與新增公債發行的收入。政 府第期的預算限制式可描述如下:

$$G_{t} + r_{t}^{b} \frac{B_{t}}{P_{t}} + \theta_{q,t} \sum_{j=i}^{J} N_{j,t} (1 - \gamma_{j,t}) q_{j,t}$$

$$+ \theta_{t}^{z} \sum_{j=j^{R}+1}^{J} N_{j,t} z_{j,t}$$

$$+ \sum_{j=i}^{J} N_{j,t} \tau_{t} = \tau_{t}^{c} C_{t} + \tau_{w,t} (1 - \tau_{z,t} - \tau_{q,t}) w_{t} L_{t}$$

$$+ \tau_{t}^{k} r_{t}^{k} K_{t} + \frac{M_{t} - M_{t-1}}{P_{t}} + \frac{B_{t+1} - B_{t}}{P_{t}} , \qquad (12a)$$

(12a)等式左側為政府支出,第一項 G_t 為政府購買支出,第二項 $r_{B,t}$ $\frac{B_t}{P_t}$ 為支付上期所發行公債的利息支出,第三項的 $\theta_{q,t}$ 為 t 期時醫療支出的調整比例,第四項的 θ_t^z 為 t 期時政府支出提撥退休金的比例,最後一項為政府移轉性支出。(12a)等式右側為政府的各種收入,第一項為消費稅收入,第二項為扣除退休提撥 $\tau_{q,t}$ 之薪資的淨勞動所得稅收入,第三項為資本所得稅收入,第四項為實質貨幣供給後移轉給國庫的收入,最後一項為政府 t 期末新增發行公債的收入。

值得補充的是,本文假定各項稅收均以單一稅率進行課徵,因此其稅收係以各項稅收的總額為稅基乘以單一稅率。以消費稅而言,消費稅稅收為總消費乘以單一稅率 τ_t^c ,第 t 期總消費量 C_t 可寫為

$$C_t \equiv \sum_{i=1}^J N_{i,t} c_{i,t} \quad , \tag{12b}$$

其中個人的 $c_{j,t}$ 為(5a)定義的家計單位在 年齡 j 下,第 t 期的個人消費支出。

在政府支出部分中,移轉性支出包含退休年金 $z_{j,t}$ 和醫療健保 $q_{j,t}$ 兩項社會福利。由於個人年紀為 j_R 歲以前為工作階段,因此無法請領退休金。 j_R 歲以後進入退休階段,到 J 歲死亡時為止為申請請領退休金的期間。t 期時 j 年齡者所領到的退休金金額 $z_{j,t}$ 如下:

$$z_{j,t} = \begin{cases} 0 & j \le j_R \\ z_{j_R+1,t+i}, & j > j_R \end{cases}, \quad i = 1,2,\dots, J - j_R \end{cases},$$
(13)

個人從開始請領退休金的(j_R +1)歲年紀 到死亡年第J歲年紀的期間共有($J-j_R$)年, 每年所請領的退休金額與第(j_R + 1)歲年紀第 一年剛退休時所領取的金額相同。由於生產 效率的提升率為 g_t ,因此從世代角度來看, 每個世代的家計單位獲得的退休金未必相 同。本模型假定家計單位的退休金為過去薪 資所得平均值的一個比例,即為所得替代率 (pension replacement ratio)。退休金額公式如 下:

$$z_{j_{R},t+j} = \theta_{t} \frac{1}{j_{R}-i+1} \sum_{j=i}^{j_{R}} [w_{t+j}l_{j,t+j}h_{j,t+j}$$

$$\prod_{j=i}^{j_{R}} (1+g_{t+j-i})] , \qquad (14)$$

其中 θ_t 為退休金的所得替代率。上式右邊 為個人由 i 歲年紀工作到 j_R 歲年紀退休前一 年,總薪資所得的年平均值。所領的年退休

金額,為年平均薪資所得的 θ_t 比例。

最後,政府除了透過在第 # 期期初發行 名目公債餘額 B_t^S 支應預算的不足外,亦可 透過提供貨幣供給融通政府的一切支出。本 研究假定政府貨幣供給的年成長率為 μ_t 。因 此,貨幣供給前後期的關係如下註5:

$$M_{t+1} = (1 + \mu_t) M_t , \qquad (15)$$

費雪方程式(Fisher equation)概括了通貨 膨脹情況、實質利率與名目利率之間的關 係:

$$(1+ r_t^b) = (1+i_t) \frac{P_t}{P_{t+1}}, \qquad (16)$$

其中 $\frac{P_{t+1}}{P_t} = 1 + \pi_{t+1}$ 為通貨膨脹率。

五、均衡條件

根據上述設定,本模型得以新古典經濟 理論的定義來描述市場均衡條件。相關定義 描述如下:

定義:給定政府支出移轉政策 $\{G_t, \theta_{q,t}, q_{i,t}, q_{i,t}$ $\theta_{z,t}$ } $_{t=0}^{\infty}$ 、政府各項租稅政策 $\{\tau_{c,t},\tau_{w,t},$ $\tau_{k,t}, \tau_{z,t}, \tau_{a,t}\}_{t=0}^{\infty}$ 及貨幣供給 $\{M_t\}_{t=0}^{\infty}$ 之下,若存在一組價格向量組合 {Pt, w_t, r_t } $_{t=0}^{\infty}$ 滿足以下條件,則定義該市 場達成競爭均衡:

- 1. 對於任一期間 t 中的所有世代 i 的家 計單位,在給定政府各項政策與預算 限制式(4a)與(4b)下極大化效用(3)。
- 2. 代表性廠商在任一期間 t 均在要素價 格組合 $\{r_t, w_t\}$ 下極大化利潤。

3. 商品市場在各期應滿足結清條件。以 總體經濟的支出而觀點, 商品市場滿 足以下條件:

$$C_t + [K_{t+1} - (1 - \delta)K_t] + G_t = Y_t$$
 (17a)

4. 要素市場中,代表性廠商的勞動與資 本需求應等於該期間工作年齡勞動供 給的總和與全年齡資本投資的總和:

$$L_t^D = L_t^S = \sum_{j=1}^{j_R} [N_{j,t} l_{j,t} h_{j,t}]$$
 (17b)

$$K_t^D = K_t^S = \sum_{j=i}^{J} [N_{j,t-1}k_{j,t}]$$
 (17c)

5. 貨幣市場均衡條件為各年齡層的實質 貨幣需求加總等於實質貨幣供給:

$$M_t^S/P_t = M_t^D/P_t = \sum_{j=i}^J [N_{j,t} m_{j,t}^D]$$
 (17d)

6. 債券市場均衡條件為債券總供給等於 債券總需求:

$$B_t^S/P_t = B_t^D/P_t = \sum_{j=i}^J [N_{j,t-1}b_{j,t}]$$
 (17e)

透過上述針對家計單位的最適選擇條 件,可以初步呈現名目利率、實質貨幣需求 與消費之間的關係,從而勾勒出名目利率對 於總合需求與投資的影響。為了簡化說明, 可以假定消費稅率 $\tau_{c,t} = 0$,此時對於年齡 j < J 的家計單位在合併消費與貨幣的一階 條件(7a)、(7c)與實質利率(7d)的關係,可以 得到:

$$\frac{u_{m,t}}{u_{c,t}} = 1 - \frac{\beta u_{c,t+1}}{(1+\pi_{t+1})u_{c,t}} = 1 - \frac{1}{1+i_{t+1}}$$

由於名目利率 i_{t+1} 對於第 t+1 期 c_{t+1} 與實質貨幣需求的關聯是評估貨幣政策的關 鍵,透過簡單代數運算,進一步得到以下條 件:

$$\begin{split} \frac{i_{t+1}}{1+i_{t+1}} &= (\frac{1-\alpha}{\alpha})\frac{c_t}{m_t} \\ &= (\frac{1-\alpha}{\alpha})\frac{c_t}{m_t} \times \frac{\beta c_{t+1}}{\beta c_{t+1}} \times \frac{m_{t+1}}{m_{t+1}} \\ &= \beta \mu (\frac{1-\alpha}{\alpha})\frac{c_{t+1}}{m_{t+1}} \times \frac{1}{1-\delta + r_{t+1}} \end{split}$$

並透過比較靜態關係得到以下關聯,將 貨幣市場的供給與實質餘額需求繪於圖2:

$$\frac{\partial m_{j,t}^d}{\partial i_t} < 0 \cdot \frac{\partial m_{j,t}^d}{\partial c_t} > 0 \cdot \frac{\partial m_{j,t}^d}{\partial r_t} < 0$$

此時年齡 j 的家計單位實質貨幣需求可 以以下函數表示:

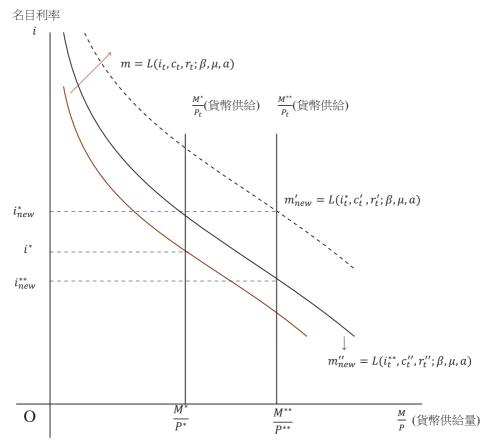
$$m_{j,t}^d = m_j^d(i_t, c_t, r_t; \beta, \mu)$$

根據上述的關係式可以得到以下觀察:

1. 實質貨幣需求 $m_{i,t}^d$ 為名目利率 (i_t) 、消 費 (c_t) 與實質利率 (r_t) 的函數。當貨幣

- 供給 (M_t^S/P_t) 增加,在其他條件不變的 情況下,均衡實質貨幣需求與名目利 率呈現反向關係。
- 2 在部分均衡分析之下,若名目利率下 降且貨幣供給與實質利率不變,則將 導致消費減少(m^d_{i,t} 線左移)。此時配 合費雪方程式的均衡條件,將產生名 目利率下降導致誦膨下降,消費減少 的結果。
- 3. 在一般均衡分析下,由貨幣供給增加 將同時對商品需求上升,進而影響名 目利率的走勢。以圖2為例,若貨幣 供給增加 $(M^*/P^*$ 右移至 $M^{**}/P^{**})$,在 實質貨幣需求與消費為互補財的設定 下,若消費需求由 c 上升至 c'',則 名目利率下跌(i*移至i**w),達到傳統 貨幣寬鬆激勵經濟的政策效果; 若消 費需求由 c 上升至漲幅較大的 c',則 實質貨幣需求將由原先的 m 右移至 m'_{new} 且名目利率上升 $(i*上升至i^*_{new})$ 的結果。

圖2 實質貨幣需求函數與貨幣供給示意圖



資料來源:研究團隊自行繪製

4. 由於本模型的總合實質貨幣需求是由 不同年齡層家計單位的實質貨幣的加 總:

$$\frac{M_t^d}{P_t} = \sum_{j=1}^{J} N_{j,t} \ m_{j,t}^d$$

受到年齡異質性的影響,各年齡層的需求 $m_{j,t}^d$ 並不相同。因此當人口結構發生改變時,也將影響總合貨幣需求的組成,從而影響貨幣政策變化的有效性。

參、人口老化的可能影響

一、人口結構老化主要成因與台灣出 生與死亡率走勢

人口結構老化主要可追溯自兩種成因: 一為新生人口出生率的降低,另一為老年 人死亡率的減少。無論來自何種因素,皆在 人口結構上相對使非勞動力人口增加。上述 兩項成因的人口結構老化,皆會透過影響通 貨膨脹和實質利率,進而影響有效勞動力、 所得、消費和投資。根據國發會對台灣粗 出生率與死亡率的推估(圖3),粗出生率自 1960年(39.6%)起呈現下降走勢,至2020年 降至7‰,預估2070年續降至4.8‰;另一方 面,死亡率則呈現緩慢上升的趨勢,由1960 年的6.9%逐步增加,預估攀升至2070年的 19.1‰。從上述兩者的消長關係可知,我國 人口結構自2019年由人口自然增加轉為自然 減少,進而影響整體經濟的發展。

儘管圖3之死亡率呈現緩慢攀升的趨 勢,不過從橫斷面年齡層的角度進行分析, 可發現各年齡層的死亡率呈現顯著下降的 走勢。圖4彙整台灣1975及2020年各年齡層 的死亡率。從圖4的走勢可知,兩段期間的 死亡率均隨著年齡呈現倒U字型的走勢,且 2020年各年齡層的死亡率顯著低於1975年。 各年齡層的死亡機率即為上述模型(2a)的 $1 - s_{i,t}$,以下將分別說明出生率與死亡率下 降對經濟的可能影響。

首先,新生人口減少型的人口結構老 化,會因勞動工作與自然人口的減少而降低 總體產出。若貨幣供給的成長率不變,將會 出現較多貨幣追逐較少商品的情況,進而使 通貨膨脹率上升;若人口結構老化源自於新 生人口的減少,長期下將使老年人口比例相 對增加。由於經濟體中老年人口持有淨資產 比例較多,反映市場上有相對較多的資金供 給,致使資本報酬(實質利率)下跌,降低實 質利率的均衡水準。

其次,若人口結構老化源自各年齡層的 死亡率降低,老年人口的平均壽命上升將 使得退休人口相對工作人口顯著增加。對於 家計單位消費、儲蓄與勞動供給等決策的影 響可從理論模型中 S_{i,t} 的變化描述其運作機 制。若貨幣供給等其它條件不變,增加的退 休人口將提高商品的需求,致使通貨膨脹率 上升。此外,由於退休人口主要係以工作年 齡時儲蓄的資本利得作為其收入來源,將會 增加老年人口持有淨資產的意願。因此社會 上的資金供給將會因退休人口死亡率的降低 而增加,透過供給面的調整,導致實質利率 在初期出現下跌的走勢。

因此,受各年齡層消費、儲蓄與勞動投 入的影響,出生率降低與老人死亡率對於整 體經濟的影響不盡相同,也影響了政府執行 貨幣與財政政策的目標。本研究將透過理論

單位:千分比(‰) 死亡率 40 粗出生率 30 20 人口自然增加 人口自然减少 10 2000 1960 1980 2020 2040 2060

圖3 台灣人口粗出生率與死亡率:1960-2070年

註:2021年虛線後為預估值。 資料來源:國家發展委員會

模型的建構與數值分析的情境模擬,詳細分 析人口結構變化對貨幣與財政政策的影響。

二、模型數量分析:參數校準

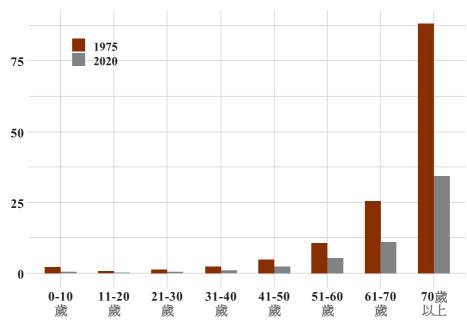
本文在刻劃模型校準(calibrate)方面, 主要參考Sudo and Takizuka (2020)的方法, 在假定沒有隨機干擾的完全預期(perfect foresight)模式下,運用台灣的官方資料計 算模型初始時的長期均衡值(initial steady state)。再此初始長期均衡值下,代入各種新 的衝擊,以模擬模型配置中的變化。

(一) 人口

由於本模型涵蓋總體經濟中各部門的決 策,因此在進行數值模擬的過程中,若放入 過多待解變數,將造成求解過程太複雜導致 收斂速度過慢,甚至出現無法收斂的狀況, 致使模擬分析不易得到可預期的結果。為 提高模型運算效率,本研究將簡化模型設 定,將期間單位調整為3年:家計單位於第 21歲年紀(第7期)進入市場,最高活到84歲 死亡 $^{\pm 6}$,因此 J=28,並根據Cheng, Lin and Tanaka (2020),設定退休年紀為60歲,因此 $j_R = 20 \circ$

圖4 台灣各年齡層死亡率:1975年與2020年

單位:千分比(‰)



資料來源:國家發展委員會

表1 效用函數參數之校準目標與配適結果

參數	值	校準目標	資料	模型
a	0.885	持有貨幣比例	0.131	0.130
arphi	0.500	勞動供給比例	0.410	0.410
β	$(0.960)^3$	折現因子	$(0.960)^3$	$(0.960)^3$
ξ	0.500	勞動負效用	0.500	0.50
ζ	13.011	利他參數	18.330	18.330

資料來源:研究團隊自行估算。

模型中人口的參數包含出生率 $\{n_t\}$ 、存 的比例 $\{\phi_{j,t}\}$ 。 活率 $\{S_{j,t}\}$ 、和j歲年齡人口比例 $\{\phi_{j,t}\}$ 。本文 以圖3台灣人口粗出生率(crude birth rate)校 準推算出{n_t}。圖4為台灣各年齡層的死亡 率,我們據此設算出存活率 $\{S_{j,t}\}$ 。由所推算 出之 $\{n_t\}$ 和 $\{s_{j,t}\}$ 就可以推算出各年齡層人口

(二) 效用函數

效用函數參數方面,本研究參考文獻設 定 $\varepsilon = \sigma = 1$ 。其它待估參數包含折現因子 β 、 消費偏好相對實質貨幣餘額偏好在效用比 重 a、Frisch勞動替代彈性 φ 、勞動負效用 規模(scale)參數 ξ 及利他參數 ζ 。我們參考 傳統生命週期模型的方法,假定一般折現 因子0.96,由於刻劃一期為3年,因此折現 因子設定為 $\beta = (0.96)^3$ 。並根據連賢明等 (2021)貨幣持有的占比為0.1312,據此刻劃 校準 a=0.8951, 並設定 $\varphi=0.5$, 亦即勞動替 代彈性為0.5,然後再以 ξ 參數校準台灣長期 狀態時的勞動供給占比為0.4098,而刻劃出 ξ =0.5。最後,遵循Hansen and Imrohoroglu (2016)和Sudo and Takizuka (2020),設定利他 參數為 ζ=18.33。表1彙整上述模型參數的5 個參數值及相關配適結果。

(三) 總體生產函數

生產函數的參數包括經濟成長率 g_t ,折 舊率 δ , 資本分額 α , 和 i 歲年紀特定生產力 $h_{i,t}$ 。首先,本文所採用主計總處提供之實 質GDP計算各年度成長率,作為模型外生序 列 g_t 的參數。其次,本文參考Hsu and Liao (2015)的設定,採用 $\delta=4\%$ 和 $\alpha=0.544$,並以 2012年到2019年間年平均工資資料,把最年 輕年齡層的工資標準化為1,推算各年齡特 定生產力 $h_{i,t}$ 的數值。相關估算結果彙整於 圖5。

(四) 政府

有關政府參數的資料,包含消費稅率 τ_c ,退休金提撥率 θ_t^z ,全民健保費率 $\tau_{q,t}$,勞 動所得稅率 $\tau_{w,t}$, 資本所得稅率 $\tau_{k,t}$ 和政府 支出 G_t 。首先,本文遵循Hsu and Liao (2015) 的設定,設定 $\tau_c = 5\%$, $\tau_{k,t} = 0$, $\tau_{w,t} = 14.3\%$, $\tau_{q,t}$ =4.653%。其次,在退休金提撥部分,遵 循Cheng, Lin and Tanaka (2020)的做法,設定 τ_{z,t}=8.1%。圖6為扣除退休和社會福利支出後 的政府支出占GDP的比重, G_t/Y_t ,由此比重 的時間序列資料可校準政府支出數值 G_t 。



註:年齡層20-24之生產力標準化為1。

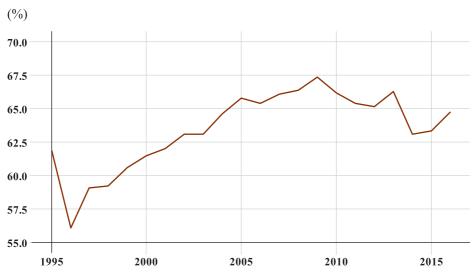
資料來源: Hsu and Liao (2015)

圖6 台灣政府支出占GDP比例: 1974-2020年



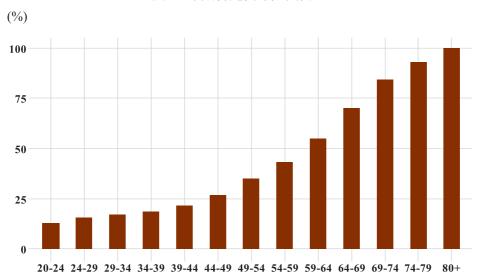
註:上圖支出占比不含退休金與社會福利。 資料來源:主計總處總體統計資料庫

全民健保自付比例:1995-2016年



資料來源: Ng and Wang (2020)

圖8 年齡特定醫療支出占比



資料來源: Ng and Wang (2020)

表2 數值模型相關參數值

參數	定義	數值	參數	定義	數值/資料來源	
J	死亡年	13	$ au^q$	全民健保費率	0.0467	
R	工作年數	8	$ au^z$	退休金提撥率	0.081	
β	折現因子	$(0.96)^3$	θ	退休所得替代率	0	
a	偏好中消費占比	0.895	n_t	人口出生率	國發會	
ξ	勞動負效用規模	0.5	$S_{j,t}$	人口存活率	國發會	
arphi	勞動替代彈性	0.5	g_t	經濟成長率	主計總處	
ζ	利他參數	18.330	h_j	年齡特定生產力	Hsu and Liao(2015)	
δ	折舊率	0.115	G_t	政府支出/GDP	主計總處	
α	資本分額	0.544	γ	全民健保自負比	Ng and Wang(2020)	
$ au^c$	消費稅率	0.05	$q_{j,t}$	醫療支出占比	Ng and Wang(2020)	
$ au^k$	資本所得稅率	0	π_t	通貨膨脹率	主計總處	
$ au^w$	勞動所得稅率	0.143	μ_t	貨幣供給成長率	中央銀行	

資料來源:研究團隊自行整理

(五) 年金和全民健保

年金和全民健保方面的相關參數包含所 得替代率 θ_t 、全民健保醫療支出的自付額 比率 γ_t , 特定年齡的醫療支出占比 $q_{i,t}$ 。由 於模擬不易收斂,本文初步簡化設定移除年 金管道,設定退休金所得替代率為0。^{註7} 另 外,本文遵循Ng and Wang (2020)設定,分

別假定全民健保自付比例 γ_t 與各年齡層下 的特定醫療支出占比 qi.t 滿足圖7與圖8的走 勢。其他相關參數通貨膨脹率 π_t ,貨幣供給 成長率 μ_t 之相關數值分別取自主計總處與 中央銀行。相關模型參數數值與符號彙整於 表2。

肆、模型數量分析

欲在本模型的架構下分析人口結構變動 對於政策效果的影響,需有起始年齡結構 與起始的年齡資產持有的分配資料。由於台 灣缺乏相關可信之歷史數據,因此本文遵循 Sudo and Takizuka (2020)的作法,假定模型 的起始為在恆定狀態(steady state)長期均衡情 境,在該均衡下建立初始不同的年齡結構與 資產持有分配,並利用上述起始資料的模擬 結果為基礎,考慮人口結構或政策衝擊進行 模擬分析。各項總體變數會在人口結構變化 或政策衝擊後,透過透過先前跨代理論模型 定義的均衡條件傳遞到各項總體變數之中, 形成動態的傳遞效果,並在長期下達成新的 恆定狀態。透過上述的反事實分析方法, 在不同的情境下分析總體變數的變遷動態 (transitional dynamic),模擬不同人口結構下 的政策效果。

一、長期均衡

由於多數資料起始於1975年,受資料期 間的取得限制,本研究之參數校準的初始期 間僅能以1975年為始點,刻劃1975年的資料 作為起始的長期均衡狀態,並初期均衡產出 標準化為1單位,據此可刻劃校準出生產函 數的生產係數為A=1.28,據此算出起始時模 型的各項變數的長期均衡值。

二、衝擊模擬分析

根據上述的初始恆定狀態,本研究依次 將各項資料的動態走勢放入模型,並運用先 前校準之模型參數求解各期總體變數的變遷 動態,直到各項變數達到新的長期均衡值為 止。基準模擬(benchmark simulation)的詳細 步驟說明如下:

- 為簡化模型的計算複雜度,模型一共 模擬25期。由於一期在模型中假定為 3年,因此資料上表示模擬75年。
- 基準模型採用表1與表2彙整之相關數

據與資料。當模擬期間超過資料長 度時,將由資料最後一期以外推法 (extrapolation)由過去資料推估未來的 走勢。

- 在理性預期的假設下,模型中的家計 單位與廠商均由1975年開始以完全預 期(perfect foresight)的理性預期模式, 選擇其生命週期的決策與生產行為。
- 根據圖2可知,市場結清下貨幣供給

與誦貨膨脹只有一個自由度,二者之 一為內生決定。在基準模擬中本文將 校準通貨膨脹的資料,因此貨幣供給 為模型的均衡內生決定。

透過上述的基準模型的模擬結果,本 研究進一步採用反事實實驗(counterfactual experiments)模擬不同人口結構、不同貨幣 與財政政策下對總體經濟各項變數的動態影 響。

伍、人口結構老化的模擬結果

本節分析各種人口結構老化與政策衝擊 的模擬效果組合。為了拆解各項變動的影 響,模型的反事實分析首先考慮政策不變 下,各種人口結構變動產生的效果。根據前 節說明,人口結構的老化主要源自兩種成 因:其一為新生人口出生率的降低,另一為 老年人口死亡率的下降。以下將依次分析人 口出生率降低的模擬效果,死亡率降低的模 擬效果,最後再分析兩種成因同時出現的 模擬效果。為了標準化出生與死亡率的下 降效果,以下模擬考慮自期初(1975)開始人 口出生率較圖3原出生率趨勢降低10%,老 人死亡率較圖4各年齡層的死亡率走勢降低 10%。以下將依次說明出生率降低、死亡率 降低、出生率與死亡率同步降低下各項總體 變數的變遷動態。

一、基準模型:不同人口結構老化的 變遷動態

本節首先在貨幣政策與財政政策不變的 外生設定下,考慮自1975年出生率下降(新 生人口減少)、死亡率下降(老年人口增加)與 出生與死亡率同步下降的模擬結果,並彙整 各類人口結構變化對通貨膨脹率、實質利 率、有效勞動力、所得、消費和投資變動走 勢的模擬效果。如先前所述,為簡化模擬的 計算複雜度,各項反事實分析均模擬25期, 亦即未來75年的效果。不同人口結構變動的 情境分析結果分別列於圖9-1至圖9-7。不同 人口結構的變動差異分別以實線、虛線及短 劃線(dashed line)進行區分。

首先,當新生人口出生率自1975年就開 始減少時,根據模擬結果可知,總人口數自 當年(1975)開始一路下降,到2050年總人口

數降超過12%(圖9-1實線)。其次,由於勞動 力的減少為一長期且緩慢的走勢,因此新生 人口出生率雖自1975年開始減少,惟至7期 (約21年)後有效勞動人口始呈現顯著的下降 (圖9-4實線),隨即導致產出(圖9-5實線)與 消費(圖9-6實線)的降低。根據本模型參數設 定的模擬結果顯示:由於總體產出的下降的 幅度超過消費下降的幅度,因此在貨幣供給 政策仍為外生給定下,將產生較多貨幣追逐 較少商品供給的現象,致使未來的通貨膨脹 率就會比起始均衡時高(圖9-2實線)。因此, 出生率對誦貨膨脹率的影響的最大幅度達 1.2% •

此外,根據費雪方程式的恆等條件可 知,實質利率等於名目利率扣除誦貨膨脹 率。新生人口出生率減少表示老人相對增 加。由於模型中年齡較高的家計單位為借貸 市場中的供給者,並以資本、實質貨幣餘額 和實質債券餘額的方式持有資產。因此,青 壯年人口的比例的下降,將使資本市場的需 求下降,致使實質利率呈現下降走勢。因 此,數值模擬結果中顯示實質利率至1996年 才呈現下跌的走勢,主要即源自於新生人口 出生率自1975年開始減少,至1996年才出現 勞動人口顯著下降的現象。整體而言,實質 利率最多降1.1%(圖9-3實線)。在通貨膨脹率 最高增加達1.2%的情況下,表示名目利率接 近零利率的水準。此一發現與Lisack, Sajedi and Thwaites (2017) Sudo and Takizuka (2018)和Eggertsson, Mehrotra and Robbins (2019)發現英、日、美因人口結構老化而降 低實質利率結論一致。

圖9之虛線為基準模型(貨幣與財政政策 不變)模擬老年人口死亡率自1975年起較原 來趨勢降低10%時,對未來人口、通貨膨脹 率、實質利率、有效勞動力、所得、消費和 投資變動走勢的模擬效果。當死亡率自1975 年降低10%時,雖不影響當期勞動人口數, 但高齡人口的增加會逐漸降低勞動人口相對 於總人口數之比例,亦即降低人均勞動人口 數值。此外,當死亡率下降時,將提高高齡 人口與工作年齡家計單位儲蓄的誘因,使資 產累積上升,資本供給增加(圖9-7虛線),實 質利率下降(圖9-3虛線)。因此,實質利率自 期下降後,降幅達-0.1%後緩慢上升,長期 均衡下接近-0.05%。

由於新生人口出生率不變,工作人口在 當期 $N_{i,t}$ 維持與基準模型的數值一致。然而 因死亡率下跌,使1975年起高齡人口上升帶 動資本需求(投資)增加(圖9-7虛線),進而透 過資本與勞動的互補性帶動薪資成長,人均 勞動工時 1,1 提高,帶動有效勞動需求的上 升,長期均衡下有效勞動供給力增加超過 1.4%(圖9-4虛線)。整體而言,高齡人口死亡 率下降使產出、消費和投資自期初起均呈上 升走勢,長期均衡下產出增加達近1.8%、消 費增加超過1%、投資增加也近2%(圖9-5至 圖9-7虛線)。

圖9 基準模型下不同人口結構變化的衝擊效果 (%) (%) 圖9-1 人口變化 圖9-2 通貨膨脹率 1.2 0 0.8 -5 0.4 -10 0.0 75 85 95 05 15 25 35 45 75 85 95 05 15 25 35 45 (%) 圖9-3 實質利率 圖9-4 有效勞動力 (%) 0 0.0 -5 -0.4 -10 -0.8 -1.2 -15 75 85 95 05 15 25 35 45 75 85 95 05 15 25 35 45 圖9-5 所得 (%) (%) 圖9-6 消費 0 0 -5 -5 -10 -10 75 85 95 05 15 25 35 45 75 85 95 05 15 25 35 45 圖9-7 投資 (%) 0 出生率下降10% -4 死亡率下降10% -8 出生與死亡率下降10%

註:橫軸為年,縱軸為該變數相對於原長期均衡值變化百分比。

75 85 95 05 15 25 35 45

-12

最後,圖9-1至圖9-7之短劃線模擬新生 人口出生率和高齡人口死亡率自1975年開始 下降時,對人口、通貨膨脹率、實質利率、 有效勞動力、所得、消費和投資變動的模擬 效果。有於本模擬同時包含了出生率與死亡 率下降的影響,各項變數的走勢介於出生率 下降與死亡率下降的模擬結果之間。

當新牛人口出牛率與老年人死亡率同時 减10%時,世代人口間的高齡人口比例將大 幅上升。此外,由於模型後期出生人口下 降的趨勢會主導整體人口總數的變化,因 此至2050年總人口數之降幅約11%(圖9-1短 劃線),產生與圖9-1實線類似的人口變動走 勢。在人口變化的初期,由於出生率的減少 不會立即對勞動市場中的有效勞動力產生 影響(圖9-4短劃線),而高齡人口增加將使消 費、投資乃至於產出在短期出現微幅上升的 現象(圖9-5至圖9-7短劃線)。至7期以後(1996 年),出生率下降導致有效勞動力銳減的效 果逐漸顯現, 且產出下跌的幅度高於消費下 跌的幅度,因此在貨幣供給不變的趨勢下, 通貨膨脹率將比起始均衡時高,影響最高幅 度將近1.2%(圖9-2短劃線)。

根據本節的模擬結果可知,新生人口出 生率的下跌對整體經濟的影響較大,其效果 尤其在新生人口下跌的年齡群組(cohort)進 入勞動市場後最為顯著(本研究為21年後, 即1996年),有效勞動力的下滑將同時對產 出、投資、消費產生造成顯著的負向影響;

反之,死亡率下降的影響則僅在初期顯現, 對於後期各項總體變數的影響較小。最後, 根據數值模擬結果,出生率與死亡率同步下 降時,至2050年產出下降達11%、消費下降 達13%、投資下降達11%(圖9-5至圖9-7短劃 線)。

二、名目利率變動下的政策效果

本節分析不同人口結構變遷動態下,名 目利率變動的貨幣政策對總體經濟的影響, 並與人口結構不變之下的基準模型進行比 較。由於當前貨幣政策的制定多以調控名目 利率為主,本節之貨幣調整政策將以提高或 降低名目利率政策的方式執行。在名目利率 時間序列給定之下,本文首先分析名目利率 調升1%對總體變數的改變作為基準模型, 並在該政策下,比較相同政策變動下,不同 人口結構變化的模擬效果。其次,本文進一 步考盧調降名目利率1%的反事實分析,並 結合上述不同人口結構變化進行模擬。

(一) 基準模型下名目利率上調的衝擊效果

本節首考慮各項人口變動成因下,名 目利率自期初調升1%的效果。模型人口、 誦貨膨脹率、實質利率、有效勞動力、所 得、消費和投資變動走勢的模擬效果彙整於 圖10-1至圖10-7,並運用不同的線段類型(實 線、虛線、短劃線與點劃線)描述不同人口 動態下各項變數的動態效果。相關模擬結果 將分沭如下。

首先,在人口不變動的情況下(圖10-1 點劃線),1975年期初調升名目利率1%時, 當期的實質利率不受影響,通貨膨脹率則上 升1%,並隨著政策效果的減弱逐漸下降至 0.8%(圖10-2點劃線);實質利率的變動走勢 則是略微下跌,並於下跌後回升至0.2%(圖 10-3點劃線)。根據基準模型的模擬結果,在 其他條件不變下,名目利率上調1%的效果 對整體經濟產生的效果約於3期(約10年後, 1985年)消失,總體產出、投資與消費呈現 下跌走勢(圖10-5至圖10-7點劃線),通膨成 長的幅度亦從成長1%的幅度最終下降至 0.85%(圖10-2點劃線)。通膨的變化亦透過邊 際替代的傳遞機制,使有效勞動投入上升, 最終成長率約達0.5%。

同時考慮1975年新生人口出生率下降 10%與名目利率上升1%對各項變數走勢的 影響彙整於圖10-1至圖10-7的實線。由於新 生人口結構的變動走勢與前節相同,因此圖 10-1實線與圖9-1的實線走勢一致。在本模 型的參數設定下,調升名目利率與出生率 降低皆會在短期增加通貨膨脹率,故在兩 種效果的加乘下,圖10-2實線的走勢將高於 圖10-2點劃線(僅名目利率變動)與圖9-2實線 (僅人口變動)的結果;在實質利率的影響方 面,人口結構的變動同樣於7期後導實質利 率的走勢。名目利率的調整僅對前期的實質 利率產生較顯著的效果(圖10-3實線),新生 人口減少在長期下對勞動投入產生顯著的負 向影響仍是影響實體經濟的主要因素:至 期末時,有效勞動力下降超過14%(圖10-4實 線)。此一走勢與圖9-4實線的結果類似,顯 示整體長期走勢不受名目利率短暫調升影 響。其餘變數如有效勞動、產出、消費和投 資在長期下亦受到勞動力萎縮的影響而呈現 下降走勢:長期均衡下產出降低近13%、消 費降低達14%、投資降低超過12%(圖10-5至 圖10-7實線)。

圖10-1至10-7虛線為名目利率上升與死 亡率下降對經濟的影響的變遷動態。在本 模型校準的參數下,死亡率的降低與名目利 率調升皆增加通貨膨脹率並造成實質利率下 降,因此圖10-2的虛線走勢會略高於圖10-2 點劃線的結果,10-3的虛線則略低於10-3的 點劃線。其他實質變數的影響方面,因老年 人死亡率降低,市場上淨資產供給上升, 資本因此增加。透過生產要素之間的互補 性,資本增加提高勞動需求,使得社會上的 有效勞動力呈現上升走勢,至期末增幅超 過2%(圖10-4虛線)。產出、消費和投資也從 1975年期初起呈現上升趨勢,至期末產出增 加達近1.7%、消費增加近0.6%、投資增加也 近1%(圖10-5至圖10-7虛線)。

圖10-1至圖10-7的短劃線模擬出生與死 亡率同時下降10%時,利率調升1%對於通貨 膨脹率、實質利率、有效勞動力、所得、消 費和投資變動走勢的效果。從圖中可知,圖 10的短劃線走勢主要與圖10實線相似,顯示

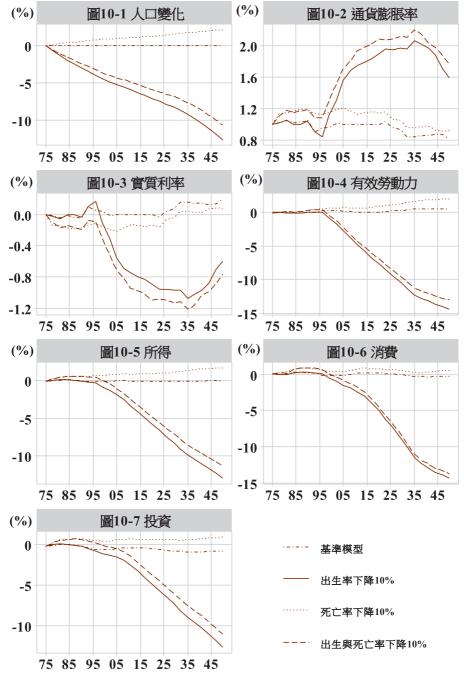


圖10 名目利率上調的衝擊效果

註:橫軸為年,縱軸為該變數相對於原長期均衡值變化百分比。

新生人口下降仍然係影響長期各項總體變數 的主要因素,貨幣政策的影響較小。受有效 勞動力顯著下降的影響,2050年實質所得成

長達到-11%、消費成長為-14%、投資成長超 過-11%(圖10-5至圖10-7短劃線)。

(二) 名目利率下調的衝擊效果

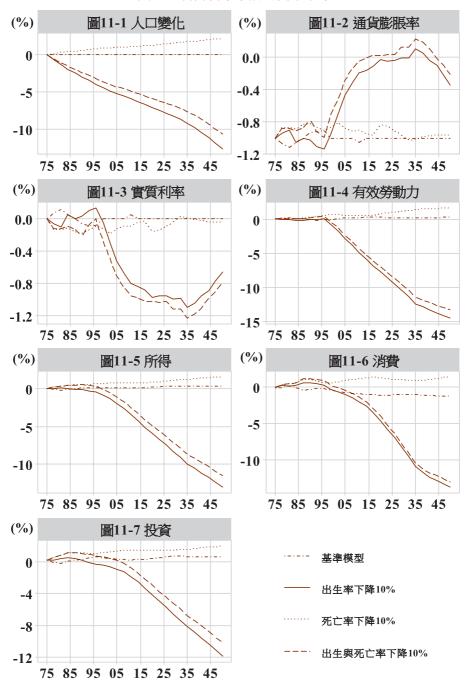
本節考慮在上述不同人口結構的變遷動 態下,政府自期初下調名目利率1%的政策 效果,量化檢視各項總體變數,包含人口變 動、通貨膨脹率、實質利率、有效勞動力、 所得、消費和投資變動走勢的變遷動態。相 關模擬結果分別繪於圖11-1至圖11-7,不同 的線段類型(實線、虛線、短劃線與點劃線) 用以區分不同人口結構的變動結果。

圖11的點劃線模擬人口變動不變下,僅 名目利率下降1%對各項變數的走勢。在此 情境模擬下,降低名目利率1%時,當期實 質利率並不受影響。另根據式(16)的費雪方 程式可知,通貨膨脹率會下跌至-1%後在附 近震盪(圖11-2點劃線),使實質利率呈現先 上升0.1%後下跌趨勢(圖11-3點劃線)。名目 利率的下降也影響實質薪資與家計單位的邊 際替代條件,進而改變勞動市場的有效勞動 力投入。家計單位會在期初增加勞動供給, 漲幅最高達0.1%(圖11-4點劃線)。此外,實 質利率的上升增加廠商資本的成本,致使投 資下跌(圖11-7點劃線),因此儘管有效勞動 增加,整體產出初期仍呈現下跌走勢(圖11-5 點劃線)。隨著利率政策的效果逐漸減弱, 投資成長將由負轉正,進一步帶動產出上 升。

圖11實線描繪出生率與名目利率下降對 **通貨膨脹率、實質利率、有效勞動力、所** 得、消費和投資變動走勢的效果。受到新生 人口出生率下降的影響,模型至中期後有效 勞動力明顯下降(圖11-4實線),並影響總體 經濟各項變數的變化。在新的恆定狀態下, 2050年所得下跌約13%,消費下跌14%、投 資下跌12%(圖11-5至圖11-7實線)。

圖11虛線彙整死亡率與名目利率下降對 於通貨膨脹率、實質利率、有效勞動力、 所得、消費和投資變動走勢的效果。根據先 前基礎模型的模擬(圖11點劃線)可知,受參 數設定影響,名目利率的下跌將使通膨率 下降(圖11-2點劃線);若貨幣政策不變,僅 考慮死亡率下降則推升通膨的效果(圖9-2虛 線),因此,圖11-2虛線的通膨效果約為上 述兩種效果的合成,故長期通膨率(圖11-2 虛線)低於基準模型下的通膨結果(圖9-2虛 線);此外,死亡率下跌使得長期有效勞動 力上升(圖11-4虛線)的影響,實質利率則呈 現先下跌後上升的趨勢(圖11-3虛線),並影 響總體經濟各項變數的變化。在人口自然增 加率提升的背景下,家計單位的有效勞動與 廠商的要素需求均會提升,使長期所得約增 加1.6%,消費會增加1.4%、投資會增加近 2%(圖11-5至圖11-7虛線)。

圖11 名目利率下調的衝擊效果



註:橫軸為年,縱軸為該變數相對於原長期均衡值變化百分比。

最後,圖11的短劃線為模擬出生率與死亡率下降且名目利率下調的各項變數走勢。與先前出生與死亡率同步下跌,名目利率調升的模擬結果相似,人口結構自1975年期初開始減少,新生人口下跌對有效勞動力及產出的影響主導長期各項總體變數的走勢,貨幣政策的效果長期影響較小。在新的長期均衡下,所得成長達到-12%、消費成長期均衡下,所得成長超過-10%(圖11-5至圖11-7短劃線)。

三、公債支出變動下的衝擊效果

財政政策為政府進行財富重分配、融通 支出、提供退休與醫療服務等公共財的主要 工具。為了達成上述目標,政府除得以使用 稅收、發行貨幣以外,亦可增加發行公債融 通各項財政支出。為了評估不同人口結構下 對於財政政策的影響,本節將以公債水準的 變動為研究主軸,分析財政政策的長期走勢 如何受到人口結構的影響。

(一) 公債增加產生的財政政策效果

假設自1975年開始政府每年增加公債發 行以增加支出,公債增發量為起始資本的 5%作為財政政策的反事實分析,並考慮在 不同的人口結構變動下,模擬上述各種變動 組合對人口、通貨膨脹率、實質利率、有效 勞動力、所得、消費和投資的變動走勢,相 關模擬結果分別列於圖12-1至圖12-7,並以 不同的線段類型(實線、虛線、短劃線與點 劃線)分別表示不同人口結構的變動結果。

圖12的點劃線描述人口結構不變之下, 公債支出增加的相關模擬結果,以此做為公 債支出增加的基準模型。在此模擬下,為滿 足競爭均衡的市場結清條件,無風險公債增 加將排擠私部門的投資與消費,導致實質利 率上升(圖12-3點劃線)、消費減少(圖12-6點 劃線);此外,通貨膨脹率降低將使實質工 資提高,帶動勞動供給與有效勞動力上升。 整體而言,公債水準上升的衝擊效果使得產 出,消費與投資初期下跌而後緩慢回升(圖 12-5至12-7點劃線)。

圖12的實線彙整出生率下降與公債支出增加對通貨膨脹率、實質利率、有效勞動力、所得、消費和投資變動的衝擊效果。受初期公債支出排擠效果的影響,私人消費與投資呈下跌走勢(圖12-6、圖12-7實線),使實質利率上升(圖12-3實線),並降低通貨膨脹率(圖12-2實線)。此外,公債增加的排擠效應對通膨的影響亦使初期實質工資提高,帶動有效勞動力上升。然而上述的政策效果僅出現在模型模擬的初期,模型至第7期後因人口出生率下降導致的有效勞動力縣降,影響整體變數的走勢,通貨膨脹率亦呈現先降低後再提高的趨勢。長期下總體產出、消費和投資均受到人口減少的影響呈現下跌走勢(圖12-5至圖12-7實線)。

圖12的虛線描繪死亡率減少與期初公債 支出上升對於各項總體變數的模擬結果。 對比圖9虛線與圖12之點劃線可知,此時公 債支出上升與死亡率下降約為上述衝擊模擬 的整合結果。與先前圖12點劃線類似,受 初期公債支出排擠效果的影響,私人消費 和投資初期呈現下跌走勢(圖12-6、圖12-7虛 線),實質利率上升(圖12-3),並降低通貨膨 脹率(圖12-2虛線)。另一方面,死亡率下跌 使自然人口相對上升,故中長期仍抵銷公債 增加的排擠效果,促使總消費上升(圖12-6 虛線),亦提高市場的有效勞動力(圖12-4虛 線),同時也增加市場的投資(圖12-7虛線), 使總體產出長期上升(圖12-5虛線)。

根據先前人口結構與公債增加的變動分 析,圖12短劃線彙整出生與死亡率同步下降 的背景下,公債支出增加的衝擊效果。與先 前貨幣政策衝擊模擬的結果類似,圖12的短 劃線走勢大致與新牛人口下跌走勢相近(圖 12實線),顯示在各項人口結構與政策變度 中,新生人口減少的結構變動是影響長期財 政政策有效性的主要因素。

(二) 縮減公債支出的財政政策效果

本節考慮不同人口結構變動下政府縮減 公債支出對各項變數的長期趨勢。各項變數 如人口、通貨膨脹率、實質利率、有效勞動 力、所得、消費和投資變動走勢的效彙整於 圖13,並以不同的線段類型區分各種人口變 化的情境模擬。

圖13描繪之點劃線為人口結構不變下, 公債支出下降的各項變數的影響。由於公債 支出減少使政府支出的排擠效果下降,家計 單位的儲蓄將轉為購買資本,使投資需求增 加,進一步使初期資本存量上升並導致實質 利率下跌(圖13-3點劃線),同時消費增加(圖 13-3點劃線)並帶動通膨率上升(圖13-2)。另 一方面,通貨膨脹率的上升也影響實質工資 的成長,影響有效勞動的供給,使有效勞動 力減少(圖13-4點劃線),惟影響效果隨時間 增加逐漸減弱。儘管總體有效勞動降低,不 過在投資增加的補償下,總體產出長期仍呈 現上漲趨勢(圖13-5點劃線)。

圖12 公債支出增加的財政效果 (%)(%)圖12-1 人口變化 圖12-2 通貨膨脹率 0 0 -5 -1 -10 75 85 95 05 15 25 35 45 75 85 95 05 15 25 35 45 (%)(%)圖12-3 實質利率 圖12-4 有效勞動力 0 1 -5 0 -10 75 85 95 05 15 25 35 45 75 85 95 05 15 25 35 45 (%) (%)圖12-5 所得 圖12-6 消費 0 0 -5 -5 -10 -10 -15 75 85 95 05 15 25 35 45 75 85 95 05 15 25 35 45 (%)圖12-7 投資 基準模型 0 出生率下降10% -4 死亡率下降10% -8 --- 出生與死亡率下降10%

註:橫軸為年,縱軸為該變數相對於原長期均衡值變化百分比。

75 85 95 05 15 25 35 45

-12

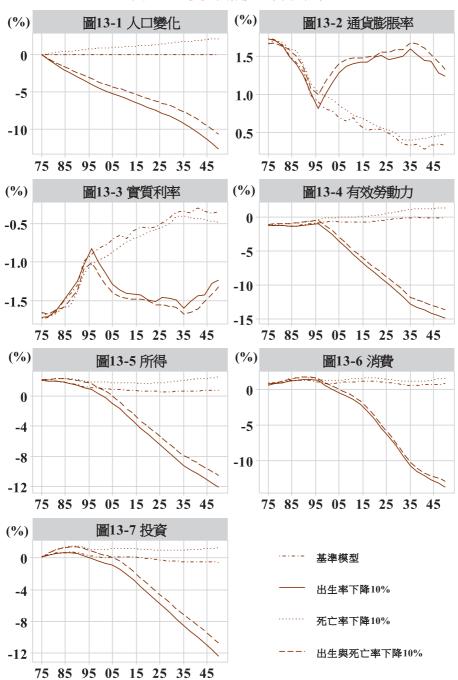
圖13之實線彙整出生率與公債支出同時 下降對各項總體變數的影響。如同先前所 述,受期初公債支出減少的影響,公共支出 產生的排擠效果下降,因此消費與投資在 期初均顯著成長(圖13-6、圖13-7實線)。此 時,由於要素市場的資本供給增加,在初期 勞動人口尚未大幅改變的背景下,實質利率 會因邊際報酬遞減而下降(圖13-3實線),同 時生產要素投入增加亦使產出呈現於初期成 長(圖13-5實線);另一方面,受勞動力減少 的影響,有效勞動力約自第7期開始下降, 同時對消費、投資乃至於產出產生負向效 果。根據模擬結果,長期均衡下的總體產出 下降超過12%、消費下降達14%、投資成長 下降12%(圖13-5至圖13-7)。

圖13虛線模擬死亡率下降與公債支出減 少發行後的各項變數長期走勢。由於同時模 擬死亡率與公債支出減少對總體經濟的影 響,各項變數的長期趨勢約為圖9虛線與圖 13點劃線整合的結果:各項總體變數均在模 擬初期受排擠效果下降的影響,私人消費 和投資期初呈現成長走勢(圖13-6、圖13-7虛 線),造成通貨膨脹上升,實質利率下降。 除此之外,死亡率下跌使自然人口相對上 升,因此長期將替代公債減少的排擠效果,

使總消費持續上升(圖13-6虛線),並持續提 高社會上的有效勞動力(圖13-4虛線);另高 齡人口比例的增加也造成市場資本供給增 加,使資本市場中的投資穩定成長(圖13-7虛 線),帶動產出上升(圖13-6虛線)。根據模擬 結果,長期均衡下,2050年產出、消費、投 資皆增加超過1%(圖13-5至圖13-7)。

最後,本節模擬出生與死亡率同步下降 時,公債支出減少的衝擊效果。各項衝擊的 綜合效果對人口、通貨膨脹率、實質利率、 有效勞動力、所得、消費和投資變動的長期 走勢彙整於圖13之短劃線。如同先前政策衝 擊的傳遞機制,各項變數的模擬初期主要受 公債支出減少的影響。因公債支出減少,政 府支出產生的排擠效果降低,投資、消費均 略微增加;7期以後出生率減少對人口的影 響大於死亡率減少的效果,致使出生率減少 的效果開始主導總體變數的走勢,有效勞動 力持續下降(圖13-4短劃線),連帶使投資、 消費、產出減少(圖13-5至圖13-7短劃線)。 當產出下降幅度高於所得下降幅度時,將 帶動通膨率的增加(圖13-2短劃線)。長期均 衡下總體產出下降超過10%、消費下降超過 12%、投資下降超過10%(圖13-5至圖13-7)。

圖13 公債支出減少的衝擊效果



註:橫軸為年,縱軸為該變數相對於原長期均衡值變化百分比。

陸、結 論

隨著醫療技術發展、就業型態轉型與家 庭觀念的改變,近年如歐洲、日本、韓國、 台灣等主要經濟體皆出現出生及死亡率的下 降的走勢,導致人口高齡化的問題日益嚴 峻。鑑於國內針對人口老化對於影響總體產 出與政府各項政策的相關研究較少,本文嘗 試以動態總體生命週期模型,模擬評估台灣 人口結構變化(出生率下降、死亡率下降、 出生與死亡率同時下降)在不同政策變動下 對台灣通貨膨脹率、實質利率、勞動力、總 體經濟產出、消費與投資的影響。

在本模型的參數校準下,名目利率的調 整對各項總體變數的影響僅在初期產生顯著效 果,約7期(21年)後人口結構的變動將主導各 項總體變數的走勢。結果發現:不論是調升還 是調降名目利率,長期而言貨幣政策的效果受 出牛率下降的影響最為顯著。在新生兒出生率 減少的人口動態下,不管是調升或調降名目利 率,長期而言皆會使得所得、投資和消費下 跌;死亡率减少的人口老化皆會使得所得、投 資和消費增加;出生率和死亡率同時減少時, 由於出生率減少的效果長期而言較大,因此皆 會使得所得、投資和消費下跌。

人口老化對財政政策的長期效果亦與貨 幣政策的模擬結果類似,惟傳遞機制略不相 同。當公債支出上升時,政策實行初期將使 排擠效果提高,使私人消費、儲蓄與總體產 出下降; 反之, 若公債支出下降, 將使排擠 效果減弱,進而提高消費與產出。在新生人 口出生率下跌的初期,財政政策的效果主導 總體變數的走勢;至7期銳減的新生人口進 入勞動市場後,將使有效勞動力大幅下降, 淮而主導各項總體變數的長期走勢, 使投 資、消費、產出同步下跌。若人口結構變動 來自於死亡率下降,則投資、消費與產出長 期下將因人口增長而顯著上升,亦主導總體 經濟的長期走勢。最後,出生率下降對總體 經濟的效果高於死亡率下降的效果,因此當 出生率和死亡率同時減少時,出生率減少的 效果將主導後期的走勢,使總體產出、有效 勞動力、投資和消費下跌。

由上述模擬結果可知,源自出生率下降 產生的人口結構變化與死亡率減少的人口 結構老化,其影響效果完全不同。來自老人 死亡率降低的人口老化對通貨膨脹率影響較 小,且長期下能使人口自然增長上升,使產 出、消費和投資上升;另一方面,出生率的 降低長期將使人口增長趨緩,不只使有效勞 動力、投資、消費與產出下跌,亦降低實質 利率,影響傳統貨幣政策的執行。而目出生 率低衝擊還會嚴重地減少有效勞動力,導致 產出、消費和投資成長下降。因此,要如何 提升人口出生率,將是政府未來長期努力的 重要政策方向。

本研究有以下限制。首先,本文嘗試以 台灣的所得替代率資料進行數值模擬,惟數 值模型結果無法達到收斂狀態。此結果隱含 以當前台灣的所得替代率可能無法支應當前 人口結構的變化趨勢,達成財政收支平衡的 條件。為了維持模型的穩定性,本文將退休 金所得替代率設定為零,移除退休支付在財 政政策中扮演的角色。由於本模型忽略政府 退休金支出在人口結構變化對財政政策的影 響,因此當退休金所得替代率大於零時,其 政策意涵可能需適度修正。

再者,本文假設人口老化為外生,以便 分析人口結構老化外生衝擊時的長期效果。 然而人口老化實際上並非外生,可能與各項 內生變數有關。舉例而言,老人死亡率降低 主要原因,是因醫療保健進步與家計單位對 於自身對於健康的「投資」有關。此外,既 存不少文獻發現有許多出生率降低的因素 與政府政策與家計單位的就業或教育選擇有 關:一些研究認為出生率降低,是因為政 府對幼兒的照護不夠(Lee and Lee, 2014), 也有部分研究指出因對懷孕婦女的照護不 夠,導致生育率下降 (e.g., Kohler, Billari and Ortega, 2002; An and Peng, 2016), 或因婦女 身上有太多太重的家事工作(Kan and Hertog, 2017)。部分研究亦分析教育程度提高對 於女性晚婚與生育決策的影響(Retherford, Ogawa and Matsukura, 2004);一些研究亦討 論生育數量和教育間的取捨,選擇少生、

多教育子女所致(Becker 1993, Anderson and Kohler, 2013),或因房價太高導致晚婚進而 導致婦女生產率降低(Flynn, 2017)。

最後,本模型遵循Auerbach and Kotlikoff (1987)、Eggertsson et al. (2019) 和 Sudo and Takizuka (2020)等文獻的模型設 定,採用新古典式的生命循環模型,模型中 的價格可自由調整。近年有不少學者認為 物價的調整具有僵固性,如Calvo (1983)、 Chari, Kehoe and McGrattan (2000), 和Bils and Klenow (2004) 等學者。欲引進物價調 整僵固性, 生產面除了最終財外, 通常還需 引進中間財部門,輪流讓不同部門的價格於 不同期間調整,因此同期間價格調整有俱 僵固性。Gertler (1999)曾延伸Yaari (1965), Blanchard (1985)、Weil (1989)等模型設立另 一種「生命循環模型」,將個人分為工作人 口和退休人口,分析當退休人口比例增加的 人口老化時的貨幣政策長期效果。Fujiwara and Teranishi (2008) 依照Gertler (1999)的主 力模型架構,在該研究中加入新凱因斯模 型(New Keynesian model)價格僵固性的性 質,分析貨幣政策的長期效果。Yoshino and Miyamoto (2017), 曾根據Gertler (1999) 及 Fujiwara and Teranishi (2008)的架構,分析退 休人口的比例增加時貨幣政策的長期效果。 在具有物價僵固性的環境下,分析不同退休 人口比例對於貨幣政策長期效果的影響,亦 可視為未來委辦議題的研究方向。

附註

- (註1) 義大利、德國、法國。
- (註2) 因為日本政府在2015年時已累積發行超過GDP之200%的國債,但幾乎所有國債皆在日本國內發行,且發行的利率 很低,比資本的報酬率還低,脫離非套利條件(no arbitrage condition)。把政府公債加進效用函數可以得出此脫離非 套利條件的結果。
- (註3) 韓國央行Kwon and Kim (2020)也曾分析韓國人口老化對實質利率的影響,其結果顯示人口結構老化將降低韓國的均 衡實質利率。
- (註4) 根據OECD對勞動參與率之定義,勞動力人口年齡為15-64歲。
- (註5) Taylor (1983) 認為美國聯準會貨幣政策,不採權宜(discretionary)方式而採法則(rule)方式,不採訂定 貨幣數量而是採用訂定名目利率政策的方式。Taylor (1999)設定的泰勒法則(Taylor Rule)為: $i_t = i^* +$ $\alpha_{\pi}(\pi_t - \pi^*) + \alpha_{\nu}(y_t - y^*), \ \alpha_{\pi} > 1, \ \alpha_{\nu} > 0,$ 其中 i^* 外生潛在名目利率參數 π^* 為外生潛在通貨膨脹率政策參數, y_t 為 實際人均國民所得、 y^* 為潛在人均國民所得參數, α_π 為通貨膨脹率偏離潛在通貨膨脹時利率政策的反應係數 α_y 為 人均所得偏離潛在人時利率政策的反應係數。
- (註6) 根據國發會的死亡機率表(life table),最高年紀為85歲。
- (註7) 設定大於0的退休金所得替代率時,因政府無最終仍無法平衡預算,將出現模型無法收斂的結果。

參考文獻

中文文獻

連賢明、曾中信、楊子霆、韓幸紋、羅光達(2021),「台灣財富分配2004-2014:以個人財產登錄資料推估」,經濟論文叢 刊,第四十九卷第一期,頁77-130。

英文文獻

- An, M.Y. and I. Peng(2016), "Diverging paths? A comparative look at childcare policies in Japan, South Korea and Taiwan", Social Policy and Administration, Vol.50, No.5, PP.540-558.
- Anderson, T. and H.-P. Kohler(2013), "Education Fever and the East Asian Fertility Puzzle: A Case Study of Low Fertility in South Korea", Asian Population Studies, Vol.9, No.2 , PP.196-215.
- Auerbach, A., and L. Kotlikoff(1987), Dynamic Fiscal Policy, Cambridge University Press.
- Auerbach, A., and Y. Gorodnichenko(2012), "Measuring the Output Responses to Fiscal Policy", American Economic Journal: Economic Policy, Vol.4, No.2 , PP.1-27.
- Barro, R.J.(1990), "Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth", Journal of Political Economy, Vol.98, No.5, Part 2 , PP.103-125.
- Becker, G.(1993) A Treatise on the Family, Cambridge: Harvard University Press.
- Bils, M. and P.J. Klenow(2004), "Some Evidence on the Importance of Sticky Prices", Journal of Political Economy, Vol.112, No.5 , PP.947-985.
- Blanchard, O.(1985), "Debt Deficits and Finite Lives", Journal of Political Economy, Vol.93, PP.223-247.

- Calvo, G.(1983), "Staggered Prices in a Utility-maximizing Framework", Journal of Monetary Economics, Vol.12, PP.383-398.
- Chari, V.V., P.J. Kehoe and E.R. McGrattan(2000), "Sticky Price Models of the Business Cycle: Can the Contract Multiplier Solve the Persistence Problem?", Econometrica, Vol.68, PP.1151-1179.
- Cheng, Y., Lin, H. and Tanaka, A.(2020), "Pension Reform in Taiwan: A Macroeconomic Analysis", Taiwan Economic Review, Vol.48, No.1 , PP.1-30.
- Eggertsson, G., N. Mehrotra and J. Robbins (2019), "A Model of Secular Stagnation: Theory and Quantitative Evaluation", American Economic Journal: Macroeconomics, Vol.11, PP.1-48.
- Flynn, L.(2017), "Delayed and depressed: From Expensive Housing to Smaller Families", International Journal of Housing Policy, Vol.17, No.3 , PP.374-395.
- Fujiwara, I. and Y. Teranishi(2008), "A Dynamic New Keynesian Life-cycle Model: Societal Aging, Demographics, and Monetary Policy", Journal of Economic Dynamics and Control, Vol.32, No.8 , PP.2398-2427.
- Gertler, M.(1999), "Government Debt and Social Security in a Life-cycle Economy", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Vol.50, PP.61-110.
- Hansen, G.D. and S. Imrohoroglu(2016), "Fiscal Reform and Government Debt in Japan: A Neoclassical Perspective", Review of Economic Dynamics, Vol.1 , PP.201-224.
- Honda, J. and H. Miyamoto(2020), "Would Population Aging Change the Output Effects of Fiscal Policy?", IMF Working Paper WP/20/92.
- Hsu, M. and P. Liu(2015), "Financing National Health Insurance: The Challenge of Fast Population Aging", Taiwan Economic Review, Vol.43, No.2 , PP.145-182.
- Jordà, Ö. (2005), "Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections", American Economic Review, Vol.95, No.1 , PP.161-182.
- Kim, M. and O. Kwon(2020), "Impacts of Population Aging on Real Interest Rates", Economic Analysis (Quarterly), Economic Research Institute, Bank of Korea, Vol.26, No.1) , PP.133-166.
- Lane, P.(2019), "Determinants of the Real Interest Rate", European Central Bank Speech.
- Lee, H.Y. and S.P. Lee(2014), "Childcare Availability, Fertility and Female Labor Force Participation in Japan", Journal of The Japanese and International Economies, Vol.32 , PP.71-85.
- Lisack, N., R. Sajedi and G. Thwaites(2017), "Demographic Trends and the Real Interest Rate", Bank of England Working Paper · No. 701.
- Kan, M.-Y. and E. Hertog(2017), "Domestic Division of Labour and Fertility Preference in China, Japan, South Korea, and Taiwan", Demographic Research , PP.557-588.
- Kohler, H.-P., F.C. Billari, and J.A. Ortega(2002), "The Emergence of Lowest-low Fertility in Europe During the 1990s", Population and Development Review, Vol.28, No.4 , PP.641-680.
- Miles, D.(1999), "Modelling the Impact of Demographic Change Upon the Economy", Economic Journal, Vol.109, PP.1-36.
- Miyamoto, H. and N. Yoshino(2022), "A Note on Population Aging and Effectiveness of Fiscal Policy", Macroeconomic Dynamics, Vol.26, No.6 , PP.1679-1689.
- Muto, I., T. Oda and N. Sudo(2016), "Macroeconomic Impact of Population Aging in Japan: A Perspective from an Overlapping Generations Model", IMF Economic Review, Vol.64, No.3 , PP.408-442.
- Ng, Wung Lik and Wang, Yin-Chi(2020), "Winners and Losers of Universal Health Insurance: A Macroeconomic Analysis", B.E. Journal of Theoretical Economics, Vol.20, No.1: 20180064.
- Ramey, V.A., and S. Zubairy(2018), "Government Spending Multipliers in Good Times and in Bad: Evidence from U.S. Historical

Data", Journal of Political Economy, Vol.126, No.2 , PP.850-901.

- Retherford, R.D., N. Ogawa, and R. Matsukura(2004), "Late Marriage and Less Marriage in Japan", *Population and Development Review*, Vol.27, No.1, PP.65-102.
- Sudo, N. and Y. Takizuka(2018), "Population Ageing and The Real Interest Rate in The Last and Next 50 Years—A Tale Told by an Overlapping Generations Model", *Bank of Japan Working Paper Series*, No. 18-E-1.
- Sudo, N. and Y. Takizuka(2020), "Population Ageing and the Real Interest Rate in The Last and Next 50 Years: A Tale Told by an Overlapping Generations Model", *Macroeconomic Dynamics*, Vol.24 PP.2060-2103.
- Taylor, J.B.(1993), "Discretion versus Policy Rules in Practice", Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Vol.39, No.1, PP.195-214.
- Taylor, J. B.(1999), "A Historical Analysis of Monetary Policy Rules. In Monetary Policy Rule", *NBER Conference Report series*, University of Chicago Press.
- Weil, P.(1989), "Overlapping Families of Infinitely-Lived Agents", Journal of Public Economics, Vol.38, No.2 PP.410-421.
- Yaari, M.(1965), "Uncertain Lifetime, Life Insurance, and the Theory of the Consumer", *Review of Economic Studies*, Vol.32, No.2, PP.137-150.
- Yi, K.M. and J. Zhang(2016) ,"Real Interest Rates over the Long Run", Economic Policy Papers of Federal Reserve Bank of Minneapolis, Vol.39, No.1 , PP.195-214.
- Yoshino, N. and H. Miyamoto(2017), "Declined Effectiveness of Fiscal and monetary Policies Faced with Aging Population in Japan", *Japan and the World Economy*, Vol.42 , PP.32-44.

附錄1 模型推導

A1. 家計單位的最適化選擇,以工作兩期、退休兩期的四期模型為例。

家計單位的終身效用函數為:

 $U = \sum_{t=1}^{4} S^{t} \beta^{t-1} [a \log c_{t} + (1-a) \log m_{t}]$

$$-\sum_{t=1}^{3} S^{j} \beta^{j-1} \frac{\frac{\varphi+1}{\varphi}}{\frac{\varphi+1}{\varphi}} + s^{4} \beta^{4} \log x_{4,} \quad (A1)$$
其中 $S^{t} \equiv \prod_{l=1}^{t} s_{1} \cdot S^{1} = s_{1} = 1 \cdot$
四期預算限制式分別為:
$$(1 + \tau_{t}^{c}) c_{t} + k_{t+1} + [b_{t+1} - (1 + r_{t}^{b}) b_{t}]$$

$$+ [m_{t} - \frac{m_{t-1}}{1 + \pi_{t}}] + \gamma_{t} q_{t}$$

$$= (1 + \hat{r}_{t}^{k}) k_{t} + \hat{w}_{t} l_{t} h_{t} + \tau_{t} + \eta_{t} \quad (A2a)$$

 $(1+\tau_{t+1}^c)c_{t+1}+k_{t+2}+[b_{t+2}-(1+r_{t+1}^b)b_{t+1}]$

$$\begin{split} &+ \left[m_{t+1} - \frac{m_t}{1 + \pi_{t+1}}\right] + \gamma_{t+1}q_{t+1} \\ &= (1 + \hat{r}_{t+1}^k) \, k_{t+1} + \widehat{w}_{t+1}l_{t+1}h_{t+1} + \tau_{tv} + \eta_{t+1} \\ &\qquad \qquad (\text{A2b}) \\ &(1 + \tau_{t+2}^c)c_{t+2} + k_{t+3} + \left[b_{t+3} - \left(1 + r_{t+2}^b\right)b_{t+2}\right] \\ &\qquad \qquad + \left[m_{t+2} - \frac{m_{t+1}}{1 + \pi_{t+2}}\right] + \gamma_{t+2}q_{tv} + \\ &= (1 + \hat{r}_{t+2}^k) \, k_{t+2} + z_{t+} + \tau_{t+2} + \eta_{t+2} \quad (\text{A2c}) \\ &(1 + \tau_{t+3}^c)c_{t+3} + \gamma_t q_t + x_{t+3} \\ &= \left(1 + \hat{r}_{t+3}^k\right) k_{t+3} + \left(1 + r_{t+3}^b\right)b_{t+3} + \frac{m_{t+2}}{1 + \pi_{t+3}} \\ &+ z_{t+3} + \tau_{t+3} + \eta_{t+3}, \qquad (\text{A2d}) \\ &\not \sqsubseteq \dot{\tau}_t^k = \left(1 - \tau_t^k\right)r_t^k, \hat{w}_t = (1 - \tau_t^w)\left(1 - \tau_t^z\right) \\ &- \tau_t^q)w_t \end{split}$$

令4期預算限制式的Lagrange乘數,分別 為 $\beta^{t-1}\lambda_t$, t=1,2,3,4。並假設 $\hat{c}_t \equiv (1+\tau_t^c)c_t$,家計單位的選擇最適的 c_t , m_t , l_t , k_t , b_t 及 x_4 ,其最適條件為:

$$c_t : \frac{a}{\hat{c}_t} = \lambda_t,$$
 $t = 1,2,3,4$ (A3a)

$$l_t$$
: $\xi l_t^{1/\varphi} = \lambda_t \widehat{w}_t h_t$, $t = 1,2$ (A3b)

$$\begin{split} m_t \ : \ & \frac{1-a}{m_t} = \lambda_t - s_t \beta \, \frac{\lambda_{t+1}}{1+\pi_{t+1}} \implies \frac{1-a}{m_t} = \frac{a}{c_t} \\ & - s_t \beta \, \frac{a}{c_{t+1}} \frac{1}{1+\pi_{t+1}}, \ \ t = 1,2,3 \end{split} \tag{A3c}$$

$$\begin{aligned} k_{t+1}: & \lambda_t = s_j \beta \lambda_{t+1} \big(1 + \hat{r}_t^k \big) \Longrightarrow \frac{a}{c_t} \\ & = s_j \beta \frac{a}{c_{t+1}} \big(1 + \hat{r}_t^k \big), \quad t = 1,2,3 \quad \text{(A3d)} \end{aligned}$$

$$b_{t+1}: \lambda_t = s_j \beta \lambda_{t+1} (1 + r_t^b) \Longrightarrow \frac{a}{c_t}$$

= $s_j \beta \frac{a}{c_{t+1}} (1 + r_t^b), t = 1,2,3,...$ (A3e)

$$x_4: \frac{3}{x_4} = \lambda_4 \Longrightarrow \frac{3}{x_4} = \frac{a}{c_4}, \quad t = 4.$$
 (A3f)

A2. 家計單位i歲入勞動市場工作 j_R 歲退休模型的最適化選擇

標準化家計單位 i=1 歲時進入勞動市場。家計單位的終身效用函數在(3)式為:

$$U_{t} = \sum_{j=1}^{J} \left[S^{j} \beta^{j-1} u(c_{j,t+j-1}, m_{j,t+j-1}, l_{j,t+j-1}) \right]$$

+ $S^{J} \beta^{J-i} v(x_{l,t+J-1})$

其中, $S^j \equiv \prod_{l=1}^j s_{l-1}$, $s_1=1$, $u(c_j, m_j, l_j)$ 和 $v(x_I)$ 的型式在(5a)-(5b)。

退休前後每期的限制式分別為:

$$(1 + \tau_t^c)c_{j,t+j-1} + k_{j+1,t+j} + [b_{j+1,t+j} - (1 + r_t^b)b_{j,t+j-1}] + [m_{j,t+j-1} - \frac{m_{j-1,t+j-2}}{1+\pi_{t+j-1}}] + \gamma_{i,t+j-1}q_{i,t+j-1} = [1 + \hat{r}_t^k]k_{i,t+j-1} +$$

$$\widehat{w}_{t}l_{j,t+j-1}h_{j,t+j-1} + \tau_{t} + \eta_{t}, \quad if \quad j \leq j_{R} \quad (4a)$$

$$(1 + \tau_{t}^{c})c_{j,t+j-1} + \mathbf{1}^{j}k_{j+1,t+j} + [\mathbf{1}^{j}b_{j+1,t+j} - (1 + r_{t}^{b})b_{j,t+j-1}] + \left[\mathbf{1}^{j}m_{j,t+j-1} - \frac{m_{j-1,t+j-2}}{1 + \pi_{t+j-1}}\right]$$

$$+ \gamma_{j,t+j-1} q_{j,t+j-1}$$

$$= (1 - \mathbf{1}^{j})x_{j,t+j-1} (1 + \hat{r}_{t}^{k}) k_{j,t+j-1}$$

$$+ \widehat{w}_{t}l_{j,t+j-1}h_{j,t+j-1} + z_{j,t} + \tau_{t} + \eta_{t}, \quad if j > j_{R}, \quad (4b)$$

$$c_{j,t+j-1}: \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j-1}} = \lambda_{t+j-1}, \quad j = 1,2...J$$
 (A4a)

$$l_{j,t+j-1}:\ \xi l_{j,t+j-1}^{1/\varphi}=\lambda_{t+j-1}\,\widehat{w}_{t+j-1}h_{j,t+j-1}$$

$$\implies \xi l_{j,t+j-1}^{1/\varphi} = \frac{a \, \hat{w}_{t+j-1} h_{j,t+j-1}}{\hat{c}_{j,t+j-1}} \,, j = 1 \dots J_R \ \ (\text{A4b})$$

$$m_{j,t+j-1} : \frac{1-a}{m_{j,t+j-1}} = \lambda_{t+j-1} - \frac{s_j \beta \lambda_{t+j}}{1+\pi_{t+j}}$$

$$\Rightarrow \frac{1-a}{m_{j,t+j-1}} = \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j-1}} - \frac{s_j \beta a}{\hat{c}_{j,t+j(1+\pi_{t+j-1})}},$$

$$j = 1... J - 1 \tag{A4c}$$

$$k_{j,t+j} : \lambda_{t+j-1} = s_j \beta \lambda_{t+j} (1 + \hat{r}_{t+j-1}^k)$$

$$\Rightarrow \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j-1}} = s_j \beta \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j}} (1 + \hat{r}_{t+j-1}^k),$$

$$j = 1.. \ J - 1 \tag{A4d}$$

$$b_{j,t+j} : \lambda_{t+j-1} = s_j \beta \lambda_{t+j} (1 + r_{t+j-1}^b)$$

$$\Rightarrow \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j-1}} = s_j \beta \frac{a}{\hat{c}_{j,t+j}} (1 + r_{t+j-1}^b),$$

$$j=1..J-1$$
(A4e)

$$x_{t+J-1}^{J}: \frac{\zeta}{x_{J,t+J-1}} = \lambda_{t+J-1}$$

$$\Rightarrow \frac{\zeta}{x_{tJ,+J-1}} = \frac{a}{\hat{c}_{J,t+J-1}}, \quad j = J \quad \text{(A4f)}$$

The Long-Term Effects of Monetary and Fiscal Policy in an Ageing Society

Been-Lon Chen and Wung-Lik Ng*

Abstract

With the improvement of medical technology, the change in types of employment, and the change of family values, major economies such as Europe, Japan, Korea and Taiwan have recently experienced dramatic demographic changes such as declining birth rates and declining mortality rates, leading to a serious ageing problem. The purpose of this paper is to evaluate the effects of declining birth rates, declining death rates, and the decline of both birth and death rates on the aggregate economy. To this end, we build an overlapping-generations lifecycle model. We calibrate the moments of the model to the Taiwan data and analyze the equilibrium of the model. We conduct counterfactual simulations and quantify the effects of declining birth and mortality rates on the changes in key aggregate variables. These key aggregate variables include domestic inflation rates, real interest rates, effective labor force, aggregate output, consumption, and investment. We find that the decline of the birth rate impacts negatively on the growth of real variables such as the effective labor force, consumption, and aggregate output. Moreover, the decrease of the mortality rate, which implies an increase in the population, will raise the effective labor supply and increase savings in the long run, resulting in an upward trend in aggregate output. We also investigate the effects of the demographic changes, the monetary policy changes, and the fiscal policy changes, and the effects of the combined demographic, monetary policy, and fiscal policy changes. Quantitative results indicate that monetary and fiscal policies exert effects in the early periods, but the eventually effects are dominated by demographic changes in the long run.

Keywords: Population ageing, Demographic trends, Life-cycle model, Monetary policy, Fiscal policy

JEL classification code: J11, O23, E26

* The views expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of the Republic of China (Taiwan). Any errors or omissions are the responsibility of the authors.