airiti

人口學刊
第 55 期，2017 年 12 月，頁 133-163
Journal of Population Studies
No. 55, December 2017, pp. 133-163

研究紀要

DOI: 10.6191/JPS.2017.55.04

人類壽命上限值探討——以臺灣爲例

劉士嘉* 林正祥**

* 東海大學統計學系博士後研究員
E-mail: liushihchia@gmail.com
** 東海大學統計學系教授，通訊作者
E-mail: linstat@thu.edu.tw

收稿日期：2017.08.17；接受刊登：2017.12.18

airiti

摘要

近日，學術期刊《Nature》之研究報告顯示，人類的壽命上限為115歲，能達到125歲的可能性微乎其微。人口學家和生物學家都在爭論，認為人類的最長壽命還會繼續延長。但是有研究學者指出，人類壽命在1990年代就已經達到最高峰。他們分析了人類死亡數據庫（Human Mortality Database）中40多個國家的人口資料，發現人類壽命幾乎在1990年代已達到高峰，多項科學及醫療技術的發展，都有助於延長人類壽命。不過也有專家對此項研究持不同意見，認為過去的科學家們也曾聲稱人類壽命的上限為65歲、85歲、105歲，後來這些斷言都被推翻。並質疑該研究沒有應用人口和統計數據來檢測相關假設的準確性，稱「這類研究對人們將會活多久沒有提供任何科學根據」。我國近20年來國民所得、生活及醫療水準均已臻先進國家水平，整體國民平均壽命2015年為80.2歲，惟近年來增長幅度有限，甚而在2013-2014年間有些微下降。本研究以臺灣生命表資料利用統計學隨機概念進行探討，就臺灣一、1953-2015年生命表變化；二、出生、中年及老年的平均餘命與生命表熵之和及三、疾病去除平均餘命獲得變動趨勢，分析探討平均餘命上限相關問題。研究結果顯示臺灣男、女平均餘命上限大致為93歲及95歲。

關鍵詞：平均餘命、生命表熵、疾病去除、平均餘命上限

airiti

壹、前言

人口學家會將「壽命期限」（life span）與「平均餘命」（life expectation）很嚴格的區分，壽命期限是指在理想情況下，一個可活到的年齡，或活到超過0.1%族群活到年齡，約100歲（Shyrock and Siegel 1973）。也就是說壽命期限是可以存活的極限，而平均餘命則是實際平均存活的年數，平均餘命之增加主要是依賴嬰兒死亡率下降。

「平均餘命」和「壽命期限」不同，前者是個統計概念而後者則為生物概念（范疇 2017）。近來也有研究對所謂的平均餘命以及壽命期限進行不同論點的爭論及探討（Dong et al. 2016; Lenart and Vaupel 2017）。早期平均餘命因高嬰兒死亡率而有偏低的現象，至今由於醫藥、科技、文明進步等因素以及整體死亡率的下降，以致達到80歲以上的水平；而壽命期限則因為物種天生結構的差異，有的物種可以有數百年壽命（如烏龜可以活到250歲），甚至上千、上萬年都不只（如植物種子或微生物）。

生命表的概念起源於人類長壽的研究，它是保險精算學、人口學和公共衛生學中特有的課題，因此剛開始生命表的發展並未引起統計學界的足夠注意。事實上生命表是一種統計分析方法，用於研究死亡率問題，而且類似於可靠性理論中的統計方法。由統計學看來，人類壽命是隨機試驗，其結果，生或死具有偶然性。生命表系統地記錄了一定人口中大量個體的生死結果，生命表中的許多要素都是隨機變量，對他們可以做純統計學分析，而這些變量中，平均餘命是非常重要的人口學指標（Chiang 1984）。

平均餘命是指按照一個特定生命表所規定的死亡狀況，一個人可以繼續生存的平均年數。x歲的預期壽命用e_x表示，出生時的平均壽命用e_0表示。出生時的期望壽命是反映死亡狀況的一個非常有用的指

airiti

標。它是根據所有年齡人口的實際死亡經歷，排除年齡結構的影響而計算出的。在許多情況下，因為新生兒和嬰兒的死亡率高，所以e_5有時候會成為最高值。甚至在嬰兒死亡率低的發展國家，e_1也經常高於e_0。已觀察到的人類的平均餘命變化相當大。從歷史上的貧困人口的20歲左右到先進國家的80歲。與其它的死亡率指標一樣，e_0在20世紀大多數國家中已有明顯的上升。同一人口的女性平均壽命一般要高於男性2-8年。

近日的研究顯示，人類的壽命上限為115歲，能達到125歲的可能性微乎其微。人口學家和生物學家都在爭論，認為人類的最長壽命還會繼續延長（Dong et al. 2016; Lenart and Vaupel 2017）。但是有研究學者分析了人類死亡數據庫（Human Mortality Database）中40多個國家的人口資料，發現人類壽命幾乎在1990年代已達到高峰（Wilmoth et al. 2000）。不過也有專家對此項研究持不同意見，認為過去的科學家們也曾聲稱人類壽命的上限為65歲、85歲及105歲，後來這些斷言都被推翻，並質疑該研究沒有應用人口和統計數據來檢測相關假設的準確性，稱「這類研究對人們將會活多久沒有提供任何科學根據」（Lenart and Vaupel 2017; Vaupel 2010）。最近有學者根據35個國家的死亡數據（包括已開發國家與新興國家）指出2016-2030年全球平均預期壽命將持續上升，且兩性的平均預期壽命差距將縮小，並指出到了2030年，南韓女性平均壽命接近91歲，位列世界第一。有別於Dong et al.（2016）之研究，該研究主要係探討國際間平均餘命增長情形及差異性比較，並未論及人類壽命的上限（Kontis et al. 2017）。

然就我國生命表相關資料而言，近二十年來國民所得、生活及醫療水準均已臻先進國家水平，整體國民平均壽命從1953年的59.8歲增長至2015年80.2歲，惟近年來增長幅度有限，甚而在2013-2014年間有些微下降。臺灣人口的壽命水準已超過美國，緊跟在日本後面，即將成為全球壽命水準最高的少數幾個國家之一，雖然壽命水準的發展如其他先進國家，都有逐漸趨緩的現象，壽命水準發展趨緩已形成一項

airiti

重大的學術爭議（陳寬政、董宜禎 2014；董宜禎 2014）。如今臺灣60歲以下人口的死亡率已迫近零點的自然極限，組間餘命（${}_nL_x$ / l_x）已迫近組距上限，死亡率能夠持續大幅下降的空間有限；另一方面，隨著時代進步以及醫療水平的提升，使得過去影響死亡率之致死性疾病替換為長期慢性疾病後，形成老年死亡率下降較緩和的現象，故未來平均餘命增長的關鍵在60歲以上的高齡人口死亡率下降，當平均餘命增漲的主要來源由年輕轉為中高齡人口時，也使得壽命水準成長的影響自然趨緩（陳寬政、董宜禎 2014）。

就統計觀點而言，由於人類壽命是一種隨機試驗，其生死皆具有偶然性，因此在探討人類壽命上限值的同時，我們認為平均餘命的極限值應是壽命極限，目前所謂的壽命極限是一種誤差關係，而非一般認定的是一種生物概念，從另一角度而言，115歲的壽命有可能是一種黑天鵝效應（離群值），針對此，吾等擬以臺灣生命表資料就人類平均餘命上限，利用統計學隨機概念進行探討，主要就臺灣一、1953-2015年生命表變化；二、出生、中年及老年的平均餘命與生命表熵之和及三、死因去除之平均餘命獲得變動趨勢，分析探討平均餘命上限相關問題。

貳、資料與研究方法

一、資料來源

本研究分析所使用之資料來源主要來自於內政部統計處（n.d.）及衛生福利部統計處（n.d.），其中內政部統計處1953-2015年臺灣地區生命表資料（末齡區間為85歲）主要用以探討生命表之變化（上述研究目的一、二）；而在死因去除之平均餘命獲得變動趨勢探討上（上述研究目的三）則以內政部統計處公佈之年齡別人口數及衛生福利部統計處2008-2015年之死因統計開放資料集（open data）做為主

airiti

要資料來源進行分析探討，其中衛生福利部統計處公開的歷年死因統計開放資料集，其年齡組的劃分除0-4歲為單齡外，5歲開始為五齡組且上限至100+歲。另一方面，各年齡別死亡率（死亡人數／年中人口數）則來自於內政部統計處（n.d.）單齡組資料，其年齡上限為100+歲。

二、資料分析方法

（一）生命表熵H

熵是一種導致系統衰退的常態過程，當組織未能監控環境所回饋回來的訊息，並做出適當調整，組織可能會瓦解。熵在物理學中代表做功的能力，系統分佈愈有秩序，其熵值愈小，系統對外界做功愈強。就熱力學觀點有人認為熵是失去的熱量或無法利用的能量的量測（Ben-Naim 2008; Cooper 1968），後來據之發展為訊息論（information theory）的概念（Shannon 1938）。

在生命表中對數存活曲線 [$\ln l(x)$] 具有重要的訊息，即是死亡率的改變對平均餘命的影響，令年齡x之死亡率為$u(x)$，其改變率為δ，則一新的死亡率為$u^* = u(x)(1+\delta)$，假設$l_0 = 1$時，

$$l_x^* = e^{-\int_0^x u(a)(1+\delta)da} = l_x^{1+\delta} \quad \text{（1）}$$

則其平均餘命：

$$e_0^* = \int_0^w l_a^{1+\delta} da \quad \text{（2）}$$

其中w為生命最老之年齡，就δ對e_0^* 的影響而言，吾等亦可考慮e_0^*對δ之導數

$$\frac{de_0^*}{d\delta} = \int_0^w [\ln l_a] l_a^{1+\delta} da \quad \text{（3）}$$

airiti

在δ → 0時，

$$\frac{de_0^*}{d\delta} \cong \int_0^w [\ln l_a] l_a da \quad \text{（4）}$$

故

$$\frac{\Delta e_0}{e_0} \cong \left[\frac{\int_0^w [\ln l_a] l_a da}{\int_0^w l_a da} \right] \delta \quad \text{（5）}$$

吾等可定義式（5），中括號之負值為H，H即是為正數

$$H = -\frac{\int_0^w [\ln l_a] l_a da}{\int_0^w l_a da} \quad \text{（6）}$$

故可得

$$\frac{\Delta e_0}{e_0} \cong -H\delta \quad \text{（7）}$$

H即是所謂的熵（Goldman and Lord 1986; Keyfitz 1977a），其中式（6）的分子相似於Shannon熵的函數形式（Shannon 1938）。學者們亦更進一步推導H之另一易於理解的表達方式：

$$H = \frac{\int_0^w u(x) p(x) e_x dx}{e_0} = \frac{\int_0^w d_x e_x dx}{e_0} \quad \text{（9）}$$

因 $\int_0^w d_x dx = 1$，H之分子可視為在年齡x平均餘命之加權平均，事實上，其為死亡者之平均損失年數 ，亦可視為死亡者免死一次所獲得之人年數（Goldman and Lord 1986; Vaupel 1986）。

事實上，各年齡組之熵可以下列間斷趨近公式推算（Shkolnikov and Andreev 2010）：

airiti

$$H_x = \frac{\frac{1}{l_x} \times \sum_{y=x}^{w-1} \left(d_y \left(e_{y+1} + 1 - a_y \right) \right) + \frac{l_w}{2l_x} e_w}{e_x} \quad \text{.....} \quad (10)$$

H_x可視為x歲死亡者所失去之平均存活年數相對於其平均餘命之比率（Nusselder and Mackenbach 1996），其中x為起始年齡、d_x為生命表中x歲者死於（x, x + 1）之人數、a_x為在區間（x, x + 1）中生存的時間與區間的長度比，稱為終壽區間成數（即在（x, x + 1）死亡者貢獻該區間之存活百分比）（Chiang 1984）、e_x為年齡x者之平均餘命。一般而言，在均勻死亡的假設下a_x = 0.5。目前內政部統計處（n.d.）現行的生命表編算方式，除死亡率的修勻之外，亦根據均勻死亡的假設建構其生命表。故上述公式在使用上，除資料源自內政部公告之生命表資料，亦加入a_x的調整（特別是幼齡），可得到較為精確的結果。另外，根據式（10）我們令

$$HE_x = H_x e_x \quad \text{.....} \quad (11)$$

HE_x係指在年齡x之後，死亡率百分比下降所增加之平均餘命或因死亡所喪失之平均餘命（Nusselder and Mackenbach 1996）。

另一方面，H提供了各年齡組在減少一固定死亡率百分比時平均餘命改變之訊息，例如在H為1時，則當各年齡組均減少1%死亡率，平均餘命增加1%。當存活曲線為矩形時H = 0，此意謂所有人均死於相同年齡，若死亡率和年齡無關則H = 1，若存活曲線下降和年齡呈線性關係（各年齡死亡數相同）則H = 0.5 （Vaupel and Yashin 1987）。又，H係指若當下免死1次，則各年齡組平均餘命可獲得之增加率，例如H = 0.15，平均餘命增加15%（= 0.15 × 100%）。基於此，本文擬藉由歷年熵之變化趨勢探討平均餘命極限。

airiti

（二）出生、中年及老年平均餘命及其熵之和，$x + e_x(1 + H_x)$

本文所指的壽命極限係平均餘命的極限值，主要為實際年齡及其平均餘命加上死亡引起的生命損失，上述H_x可以視為x歲死亡者免死1次時該年齡平均餘命可獲得之比例（Vaupel 1986），因此$e_x(1 + H_x)$可做為x歲時平均餘命的極限。吾等擬以$e_0(1 + H_0)$，$e_{40}(1 + H_{40}) + 40$及$e_{65}(1 + H_{65}) + 65$做為出生、中年及老年三個世代的壽命極限值，將其與年代進行迴歸模式分析，並預估其壽命極限，如壽命極限存在，不論是出生、中年或老年，理應有共同的極限，故以三者的交叉點及發生年代做為其平均餘命的近似上限。事實上，從式（11）中可以得知$e_x(1 + H_x) = e_x + H_x e_x$是為年齡$x$歲時平均餘命與其未來潛在生命損失之和。儘管Nagnur（1986）曾指出，改善1%的死亡率可以增加H%的平均餘命，若全然去除年齡別死亡率，可以增加平均餘命H年，惟此只是近似值而已，因較高年齡別死亡率去除時，算出之H值可能不完全適用，但Vaupel（1986）提出的復甦（resuscitated）模式，認為年齡別死亡率去除可以是任何的比率。另由於男、女平均餘命有明顯的差異，本文擬將二者分開討論。

（三）疾病去除對平均餘命之影響

Keyfitz（1977b）曾討論將惡性腫瘤部分去除影響平均壽命增加之情形，而Hickman and Esteil（1969）在此之前更提出「partial life expectancies」名詞，此即是談論將疾病做部分去除對平均壽命增加之影響的先驅，有關此一方面的研究有Manton et al.（1976）、Preston（1976）、Retherford（1975）等。

Chiang（1960）曾以簡捷的技巧將生命表中各年齡層死亡人數分成幾個類別，即是所謂的Multiple-decrement生命表，這種形式的生命表假設每個人同時遭遇到各種不同且相互獨立之疾病的競爭（亦即假設此人之死因係由某一疾病所導致，而非一些疾病之交互影響所引

airiti

起）；Chiang（1968）亦提供了一模式建立Multiple-decrement生命表並探討部分去除疾病的法則。Tsai et al.（1978）指出Chiang之方法較一般的生命表方法來得方便，係由於其將特定年齡層之死亡率改變為死亡機率，他們並將Chiang模式加以修正如下：

$$q_{it}(\pi_{ik}) = 1 - e^{-\int_{x_i}^{x_{i+1}}[u(t)-\pi_{ik}u(t;k)]dt} = 1 - e^{-\int_{x_i}^{x_{i+1}}[u(t)-\pi_{ik}c_{ik}u(t)]dt}$$
$$= 1 - e^{-\int_{x_i}^{x_{i+1}}[1-\pi_{ik}c_{ik}]u(t)dt} = 1 - p_i^{[u(t)-\pi_{ik}u(t;k)]/u(t)} \quad \text{.....} \quad (12)$$

其中

$$C_{ik} = \frac{u(t;k)}{u(t)} \quad \text{.....} \quad (13)$$

或

$$q_{ik}(\pi_{ik}) = 1 - p_i^{[q_i-\pi_{ik}Q_{ik}]/q_i} \quad \text{.....} \quad (14)$$

令

$$\hat{q}_i = D_i / N_i \quad \text{.....} \quad (15)$$

及

$$\hat{Q}_{ik} = D_{ik} / N_i \quad \text{.....} \quad (16)$$

則

$$\hat{q}_{ik}(\pi_{ik}) = 1 - \hat{p}_i^{(D_i-\pi_{ik}D_i)/D_i} \quad \text{.....} \quad (17)$$

其中k = 1、2、……、r為疾病（或危險因子）、$u(t)$ 表時間t之死亡率、$u(t;\ k)$為時間t由疾病k所造成之死亡率、N_i為生存於年齡層i之人數、為生存於年齡區間i之機率、D_i表年齡區間i之總死亡數、π_{ik}為疾病k被去除之百分比，即所謂的「改進因子」、D_{ik}為年齡區間i因疾病k所造成的死亡人數、$\hat{q}_{ik}(\pi_{ik})$為年齡區間i，疾病k去除π_{ik}之死亡機率。

airiti

此一模式亦被用來探討日本熊本地區（Kumamoto）及水俣地區（Minamata）四大死因部分去除平均壽命獲得之情形（Tamashiro and Fukutomi 1987; Tamashiro et al. 1987）。林正祥（1992）及林正祥、吳宜穎（2006）亦曾以此討論臺灣三大死因及事故傷害部分去除對平均餘命的影響及其趨勢。本研究係以衛生福利部統計處（n.d.）公開之2008-2015年死因統計開放資料及內政部統計處（n.d.）公告之現住人口數求出$\hat{q}_{ik}(\pi_{ik})$後，推算出疾病k部分去除後，推估在各年齡中某一死因特定百分比去除下平均壽命之增加情形。此外，為使統計數據較為平滑，採用三年移動平均做法計算。另一方面，我們將疾病k更改為所有疾病，則$\hat{q}_{ik}(\pi_{ik})$即為年齡組i所有疾病部分去除時之死亡機率，並藉以求得平均餘命增加之情形。另一方面，受限於資料取得限制緣故，在分析過程中年齡組的劃分則以衛生福利部統計處（n.d.）公開的歷年死因統計開放資料集格式為主，即0-4歲為單齡，5歲開始為五齡組。

在疾病分類上，如個案死因登記為「事故傷害」、「蓄意自我傷害」（自殺）及「加害」（他殺），本研究視為非疾病因素死亡，其餘死因均列為疾病因素死亡。此外，臺灣於2008年開始，有關主要死因登記係以國際疾病傷害及死因分類標準第十版（International Classification of Diseases Tenth Version, ICD-10）為主，因此使用2008-2015年之歷年死因資料在死因的分類上均為一致的標準。此外，基於女性較男性為長壽之故，本文擬針對兩性差異分別進行探討。

另一方面，傳統生命表係以85+歲做為末齡區間，然根據現今全球主要的人口結構趨勢，即高齡化的持續邁進，提高其末齡區間或可得到較為實際貼近的結果。本文除以85+歲建構生命表外，亦加入以90+歲以為參考。惟因臺灣高齡人口資料並不穩定，為避免高齡人口統計數據誤差（陳寬政 2013），95歲以上的末齡區間設定不在考慮之列，故僅考慮90歲以上的末齡區間。

airiti

參、結果與討論

一、臺灣1953-2015年生命表變化趨勢

當代生命表（current life table）是對一虛構世代做生命表，而此世代之年齡別死亡率是在一特定時間觀察到。但實際上，這些年齡別死亡率會隨著時間改變，雖然一年間改變不大，但多年下來變化非常明顯。表1為臺灣1953-2015的生命表改變，表中可以看到多年之變化，及壽命的增長主要是發生65歲前，在出生（或0-5歲）時增加最多，惟在1980年後0歲增幅趨勢平穩下降，男性約為每5年增加1.06年平均餘命，女性則約為1.29年。

從表1歷年的平均餘命增長而言，如以二次曲線配適，其增幅變化趨勢（$\partial y / \partial x$）在0歲及50%存活年齡者均有些微下降，但線性迴歸顯示，其為上升的趨勢，男性分別為0.2850年及0.2292年，女性則分別為0.3344年及0.2908年；男性及女性之65歲平均餘命增長在二次曲線變化增幅趨勢分別為每年增加0.0008年及0.0028年，但其線性上升趨勢分別為0.1345年及0.1467年，看不出平均餘命下降的趨勢。為節省篇幅，我們未列出線性迴歸及二次曲線模式。惟若針對1980-2010年趨勢觀之，男性出生平均餘命每10年分別增加1.76年、2.49年及2.29年，女性則分別增加2.20年、2.80年及2.98年，而2010-2015年五年間男性只增加了0.88年，女性則增加了1.08年；男性65歲平均餘命每10年增加0.87年、2.11年及1.17年，女性則分別增加0.82年、2.23年及2.11年，而2010-2015年五年間男性僅增加了0.51年，女性則增加0.85年；男性85+歲平均餘命每10年增加0.67年、1.25年及0.66年，而2010-2015年五年間則維持差不多水平，女性每10年則增加0.45年、0.89年及0.96年，而2010-2015年五年間增加了0.44年。顯然此一趨勢有著向下震盪起伏之現象。

airiti

表1　1953-2015年臺灣地區生命表之改變

年分	男性				
	e_0	e_{65}	e_{85+}	出生至65歲存活機率	世代死亡年齡[a]中位數
1953	58.21	10.18	2.05	0.51	64.46
1960	62.31	10.72	2.29	0.59	67.21
1970	66.66	11.76	3.03	0.66	69.99
1980	69.57	13.48	4.09	0.71	72.62
1990	71.33	14.35	4.76	0.74	74.36
2000	73.82	16.46	6.01	0.76	76.31
2010	76.11	17.63	6.67	0.80	78.35
2015	76.99	18.14	6.66	0.81	79.24
年分	女性				
	e_0	e_{65}	e_{85+}	出生至65歲存活機率	世代死亡年齡[a]中位數
1953	61.35	12.84	3.66	0.60	69.43
1960	66.40	13.11	3.45	0.69	72.13
1970	71.56	14.22	3.99	0.77	74.84
1980	74.55	15.69	4.96	0.81	77.15
1990	76.75	16.51	5.41	0.85	78.69
2000	79.55	18.74	6.30	0.88	81.51
2010	82.53	20.85	7.26	0.91	84.30
2015	83.61	21.70	7.70	0.92	85.48

註：[a]「世代死亡年齡中位數」係指在生命表中其存活機率達至50%時的年齡。

二、生命表熵變動趨勢，$x + e_x(1 + H_x)$

熵係指在年齡x時，平均餘命改善的百分比，如1%死亡率（或年齡別死亡率）的改變，當各年齡組存活增加時，0歲平均餘命當有所改善，H_0就會下降。表2即歷年來男、女0歲熵值，與平均餘命相反，二者均呈下降趨勢。如比較兩性間各年齡熵值變化，圖1為2015年男、女各年齡熵值變化，很明顯可看出老年存活數之差異，女性熵值

airiti

表2　1953-2015年臺灣地區生命表熵值及0歲平均餘命

年分	男性		女性	
	H_0	e_0	H_0	e_0
1953	0.277	58.21	0.279	61.35
1960	0.225	62.31	0.210	66.40
1970	0.197	66.66	0.170	71.56
1980	0.185	69.57	0.152	74.55
1990	0.174	71.33	0.137	76.75
2000	0.174	73.82	0.130	79.55
2010	0.161	76.11	0.118	82.53
2015	0.155	76.99	0.116	83.61

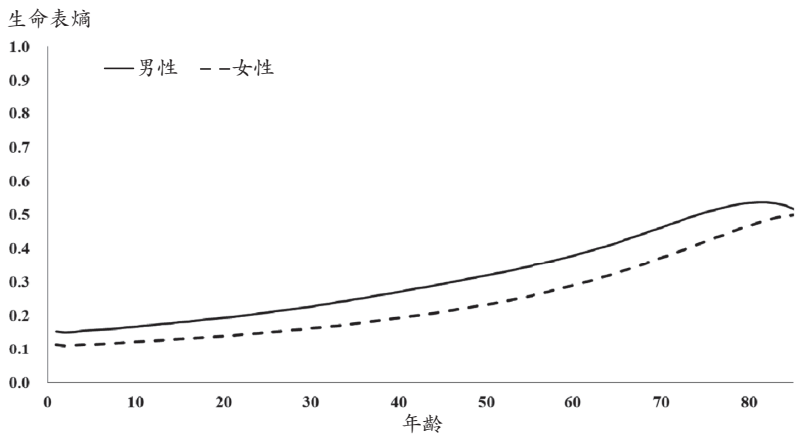

圖1　2015年兩性年齡別臺灣地區生命表熵值

恆定地小於男性，也反映其各年齡組存活機率及平均餘命均較男性為高的現象。

0歲、40歲及65歲分別代表出生、中年及老年年齡，而$e_0(1 + H_0)$、$e_{40}(1 + H_{40}) + 40$及$e_{65}(1 + H_{65}) + 65$分別代表這三個世代平均餘命加上其耗損之潛在生命年數。我們以1953-2015年之男、女$e_0(1 + H_0)$、$e_{40}(1 + H_{40}) + 40$及$e_{65}(1 + H_{65}) + 65$年齡，分別對年代進行迴歸分

airiti

析，尋找三者最為接近之交叉點（見圖2），推測發現男性在2030年分別為93.25、92.97及93.9歲；女性在2020年則為94.63、94.27及94.52歲。三個世代男、女在2030年及2020年約為93歲及95歲時最為接近，故95歲有可能是一個平均餘命的上限。

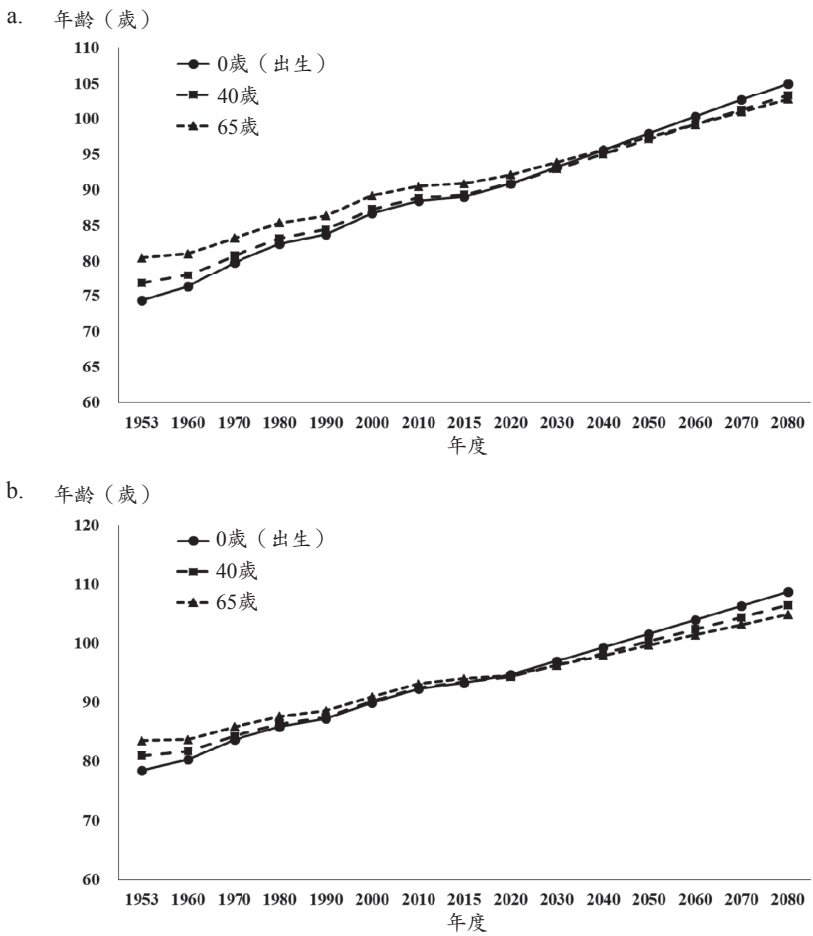

圖2　臺灣地區（a）男性與（b）女性0歲（出生）、40歲及65歲平均餘命極限值$e_x(1+H_x)+x$趨勢

airiti

三、疾病去除平均餘命獲得變化趨勢

由於生命的增長除了自身基因外，外在環境亦扮演了極其重要的角色。因此，疾病對於平均餘命的影響也最為直接，是故要探索人類壽命的極限，可視為在疾病完全去除情況下，平均餘命可達到的極限。吾等擬以臺灣生命表資料為基礎，考慮不同程度疾病完全去除後，平均餘命的變化趨勢。

表3及表4分別為以85+歲及90+歲為末齡區間所得之兩性2008-2015年臺灣所有疾病去除不同百分比歷年平均餘命（三年平均），我們可以發現兩性在疾病去除狀況所獲得之平均餘命有明顯差異。以2013-2015年為例，當所有疾病去除約10%時，男性平均餘命已接近80歲水平，如要達到85歲之水平，則疾病去除百分比須約40-50%，若疾病去除百分比分別約在60%及60-70%時，男性平均餘命方能達至90歲水平，至於要達到接近百歲的水平，則須分別去除約75%及80%；在女性餘命趨勢上，因其較為長壽，生命表中平均餘命早已超過80歲，表3及表4在2013-2015年時就分別已達84.93歲及83.37歲，如要達90歲的水平，則疾病去除率約40%即可達到，若去除百分比在60%、70%間，平均餘命則可接近100歲。

此外，如以平均餘命為基礎，表5及表6分別以85+歲及90+歲為男性及女性疾病去除的平均餘命獲得百分比。無論表5或表6，可以看出當疾病去除百分比超過80%以後，其平均餘命獲得百分比速度驟增；另一方面，如以圖形呈現不同百分比去除之平均餘命趨勢，以2013-2015年為例（見圖3），80%的去除百分比似可視為一個轉折點，男性平均餘命約落在100歲（90+）及104歲（85+），女性平均餘命則約落在107歲（90+）及115歲（85+）；兩性平均餘命差距在80%疾病去除時約為7年（90+）或11年（85+）。

另外，我們從各年齡別所有疾病及非疾病死亡數的趨勢來探討疾病去除對平均餘命的影響。圖4為2013-2015年男性及女性之年齡別疾

airiti

表3　2008-2010年至2013-2015年臺灣地區不同程度疾病去除之0歲平均餘命（85+）

程度	男性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
平均餘命	77.01	77.06	77.18	77.35	77.50	77.62
去除10%	79.23	79.29	79.42	79.59	79.74	79.85
去除20%	80.60	80.67	80.79	80.96	81.09	81.20
去除30%	82.23	82.30	82.42	82.58	82.69	82.78
去除40%	84.23	84.29	84.40	84.56	84.64	84.72
去除50%	86.78	86.84	86.94	87.09	87.13	87.20
去除60%	90.26	90.32	90.39	90.53	90.51	90.55
去除70%	95.45	95.50	95.53	95.64	95.53	95.53
去除80%	104.43	104.47	104.39	104.42	104.13	104.08
去除90%	124.97	124.99	124.57	124.26	123.49	123.40
去除95%	150.98	150.99	149.91	148.91	147.41	147.39
去除100%	234.14	234.27	229.57	224.33	219.70	220.76
程度	女性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
平均餘命	83.84	84.03	84.23	84.49	84.66	84.93
去除10%	85.48	85.63	85.81	86.03	86.17	86.40
去除20%	86.84	87.00	87.17	87.40	87.54	87.77
去除30%	88.49	88.65	88.82	89.06	89.21	89.44
去除40%	90.55	90.72	90.89	91.15	91.29	91.54
去除50%	93.26	93.45	93.61	93.89	94.03	94.30
去除60%	97.07	97.27	97.42	97.73	97.89	98.19
去除70%	102.95	103.19	103.31	103.67	103.84	104.20
去除80%	113.61	113.90	113.96	114.37	114.59	115.07
去除90%	139.98	140.42	140.16	140.54	140.93	141.77
去除95%	177.37	177.97	176.87	176.82	177.52	179.04
去除100%	336.78	337.53	327.98	321.31	324.23	330.27

airiti

表4　2008-2010年至2013-2015年臺灣地區不同程度疾病去除之0歲平均餘命（90+）

程度	男性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
平均餘命	76.22	76.26	76.38	76.55	76.71	76.83
去除10%	78.97	79.03	79.16	79.33	79.49	79.61
去除20%	80.23	80.28	80.41	80.58	80.72	80.84
去除30%	81.69	81.74	81.86	82.03	82.16	82.26
去除40%	83.45	83.50	83.61	83.77	83.87	83.95
去除50%	85.66	85.69	85.78	85.95	86.01	86.07
去除60%	88.59	88.60	88.67	88.83	88.83	88.86
去除70%	92.88	92.85	92.86	93.02	92.92	92.90
去除80%	100.17	100.09	99.99	100.11	99.80	99.69
去除90%	116.92	116.76	116.35	116.30	115.30	115.01
去除95%	138.88	138.78	137.89	137.40	135.05	134.57
去除100%	217.61	219.63	216.34	212.11	201.22	200.50
程度	女性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
平均餘命	82.42	82.59	82.76	82.98	83.13	83.37
去除10%	84.96	85.10	85.27	85.47	85.62	85.83
去除20%	86.11	86.25	86.41	86.62	86.76	86.98
去除30%	87.46	87.61	87.76	87.97	88.11	88.34
去除40%	89.11	89.26	89.40	89.62	89.76	90.00
去除50%	91.21	91.37	91.49	91.72	91.86	92.11
去除60%	94.07	94.24	94.34	94.57	94.72	95.00
去除70%	98.36	98.56	98.60	98.84	99.01	99.35
去除80%	105.96	106.18	106.13	106.33	106.57	107.03
去除90%	124.55	124.83	124.43	124.29	124.83	125.65
去除95%	151.28	151.51	150.39	149.13	150.39	151.83
去除100%	274.35	272.42	264.83	250.26	258.10	263.57

airiti

表5　2008-2010年至2013-2015年不同程度疾病去除之平均餘命獲得百分比（%）（85+）

程度	男性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
去除10%	2.89	2.90	2.91	2.89	2.89	2.88
去除20%	4.67	4.68	4.69	4.67	4.63	4.61
去除30%	6.78	6.79	6.79	6.76	6.69	6.65
去除40%	9.37	9.38	9.366	9.33	9.21	9.15
去除50%	12.69	12.70	12.66	12.60	12.43	12.34
去除60%	17.21	17.21	17.13	17.04	16.79	16.66
去除70%	23.95	23.93	23.79	23.65	23.26	23.08
去除80%	35.60	35.56	35.27	35.00	34.36	34.09
去除90%	62.28	62.19	61.40	60.65	59.35	58.98
去除95%	96.06	95.93	94.25	92.52	90.21	89.88
去除100%	204.04	204.01	197.46	190.04	183.48	184.41
程度	女性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
去除10%	1.96	1.91	1.88	1.82	1.78	1.73
去除20%	3.58	3.53	3.49	3.44	3.40	3.35
去除30%	5.54	5.50	5.45	5.41	5.36	5.31
去除40%	8.01	7.96	7.91	7.88	7.83	7.78
去除50%	11.24	11.20	11.13	11.12	11.07	11.04
去除60%	15.78	15.75	15.66	15.67	15.62	15.61
去除70%	22.80	22.79	22.66	22.70	22.65	22.69
去除80%	35.51	35.55	35.30	35.36	35.35	35.48
去除90%	66.96	67.10	66.41	66.34	66.45	66.93
去除95%	111.56	111.79	109.99	109.28	109.68	110.81
去除100%	301.70	301.66	289.40	280.29	282.96	288.87

airiti

表6　2008-2010年至2013-2015年不同程度疾病去除之平均餘命獲得百分比（%）（90+）

程度	男性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
去除10%	3.61	3.63	3.63	3.63	3.62	3.62
去除20%	5.26	5.27	5.27	5.26	5.23	5.21
去除30%	7.18	7.19	7.18	7.16	7.10	7.06
去除40%	9.49	9.48	9.46	9.44	9.34	9.27
去除50%	12.39	12.36	12.31	12.28	12.12	12.02
去除60%	16.24	16.18	16.08	16.04	15.80	15.66
去除70%	21.86	21.76	21.58	21.52	21.13	20.92
去除80%	31.43	31.24	30.91	30.78	30.11	29.76
去除90%	53.40	53.10	52.33	51.93	50.31	49.69
去除95%	52.21	81.98	80.53	79.49	76.06	75.15
去除100%	185.52	187.99	183.24	177.09	162.32	160.96
程度	女性					
	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014	2013-2015
去除10%	3.08	3.05	3.03	3.01	2.99	2.96
去除20%	4.47	4.44	4.41	4.39	4.36	4.34
去除30%	6.11	6.08	6.04	6.02	5.99	5.96
去除40%	8.11	8.08	8.02	8.00	7.97	7.95
去除50%	10.66	10.64	10.55	10.53	10.49	10.49
去除60%	14.13	14.11	13.99	13.97	13.93	13.96
去除70%	19.34	19.34	19.14	19.11	19.09	19.17
去除80%	28.55	28.57	28.23	28.14	28.19	28.38
去除90%	51.12	51.15	50.35	49.79	50.16	50.72
去除95%	83.54	83.46	81.71	79.72	80.90	82.12
去除100%	232.85	229.86	219.99	201.59	210.47	216.15

airiti

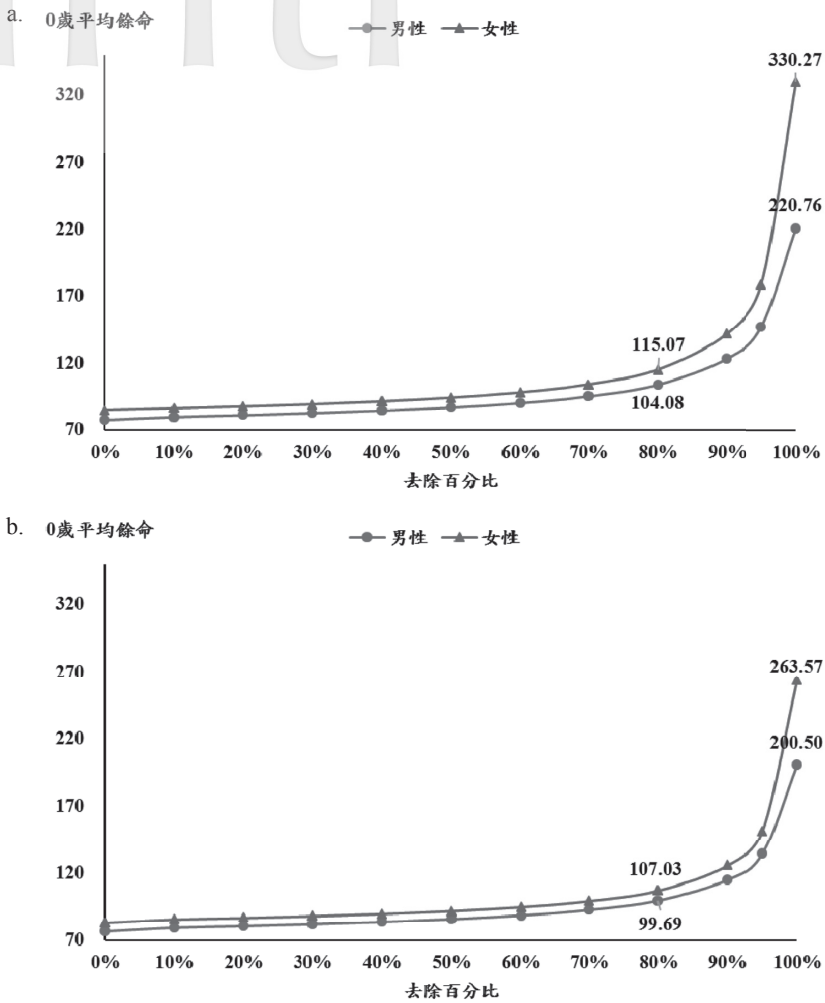

圖3　2013-2015年（a）85+、（b）90+男性及女性所有疾病去除百分比之平均餘命趨勢

airiti

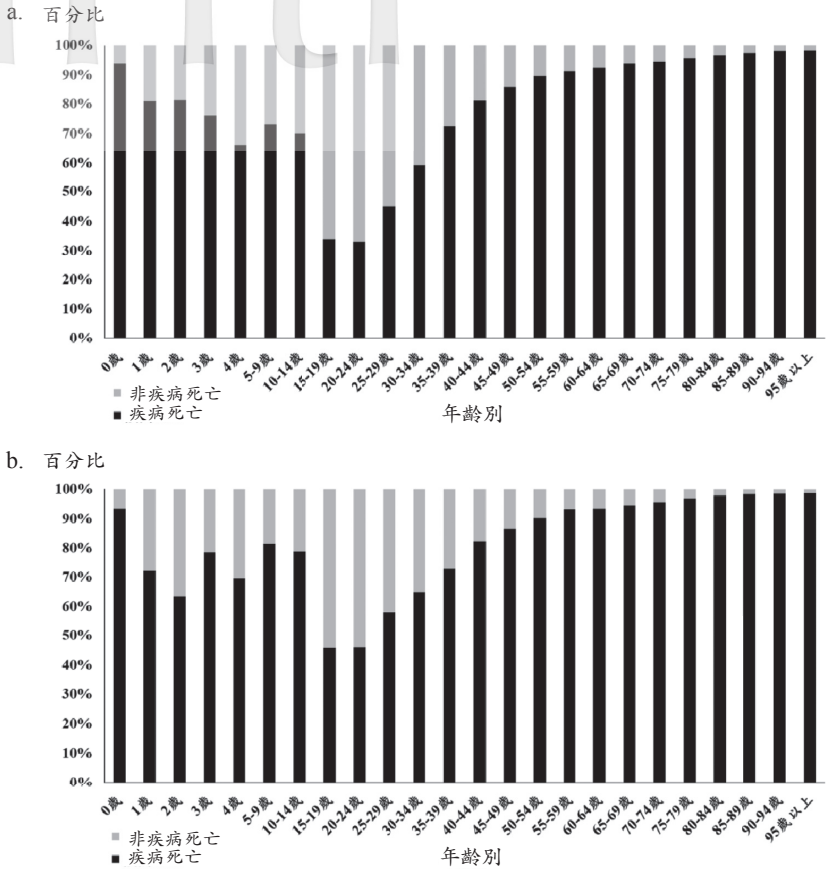

圖4　2013-2015年年齡別之所有疾病及非疾病死亡占比趨勢，按性別分（a）男性、（b）女性

病及非疾病死亡占比趨勢。整體來說，15-19歲、20-24歲及25-29歲三個年齡組之非疾病死亡數占比最高，均超過50%，惟女性25-29歲年齡組已低於50%；另一方面，自55-59歲年齡組開始，各年齡組所有疾病死亡數占比均超過90%，惟女性因疾病死亡數占比均超過男性，也就是說當疾病去除之百分比愈大，其高齡組存活的人數愈多，這也

airiti

就是為何當疾病去除到達某個百分比過後，其平均餘命上升之速度加劇，甚至到了100%的完全去除時，高齡組幾乎無死亡個案，因高齡組人口的死亡主要來自於疾病。

若以死因而言，女性晚年非疾病死亡的比例小於男性，也就是說男性死於非疾病的機會較女性高。因此，如將疾病死亡完全去除，餘命上升的現象必定較男性劇烈，何況臺灣女性的餘命原本就較男性為高，這也是為何在所有疾病100%去除的情況下，兩性間平均餘命差異很大，甚至超過100年。

肆、結論

目前最老人瑞紀錄是法國已故女人Jeanne Calment，她1997年辭世，享壽122歲（Jeune et al. 2010）。有一派學者認為，隨著飲食及基因改造進步，人類最高壽命可望突破其紀錄，並無上限。但根據最近研究，人類最高壽命在1970-1990年代初期顯著成長，特別在法、日、美、英等國，但是到1990年代中期就進入穩定的停滯期，停在114.9歲。然有些學者認為，這些研究並未考慮醫學的進步。科學家在老鼠、蟲和蒼蠅實驗發現，可透過抑制生長基因或限制食物延壽。人類細胞也可透過基因技術逆轉回春。惟人類還是很難突破115歲門檻，因壽命是由許多基因控制，「你可能可以補其中一個洞，但還有其他一萬個洞會冒出來」（Dong et al. 2016）。

抗衰老是人類面臨的最大挑戰，在數百萬年的自然進化過程中，人類主要集中在如何生存、生長和年輕時生育上，並不是如何活到老齡。因此，如果人類要大幅度提高壽命，則需要解決人類細胞衰老的問題，而不只僅停留在治療疾病的問題上。只有這樣，才有可能把人類的壽命提高到120、125、130歲以外。這就需要改變人類基因的整

airiti

個結構，但是衰老過程如此複雜，目前很難改變人類壽命的極限。Dong et al.（2016）分析了英、法、美、日的數據。這4個國家的110歲以上「超級人瑞」人口占比最高。他們利用1968-2006年間，534位人瑞進行線性迴歸分析，研究發現，1970-1990年代死亡時最高壽命的紀錄快速增加，大約每年提高0.15歲。但到1990年代中後期，曲線基本維持平緩，每年回報的死亡時最高壽命約為115歲，他們就人類壽命上限以Poisson分配配適，發現死亡年齡上限為125歲之機率約是萬分之一。

當然也有人不認同Dong et al.（2016）之研究結果，有學者認為通過對過去數據的研究來推測將來有其侷限性，它低估了科學技術可能出現的突破性發展，就好像在抗生素被發現之前沒有人預見到我們現在能活這麼久。他說：「就科學的發展而言，過去無法預測將來。我們現在無法估計可能出現的新藥物和新技術會帶來怎樣的變化。」的確如此。近20年來，長壽研究在生物學中迅速興起。1993年，科學家們發現線蟲中的一個基因突變可以使其壽命延長兩倍。隨後科學家們在一系列動物模型中均發現了「長壽基因」，可以使動物的壽命顯著變長。而通過對不同人群的基因組學研究也發現，一些基因與壽命有著關聯，它們也許是潛在的長壽基因（Zubrzycki 2015）。因此有許多知名藥廠紛紛投入抗衰老或者延緩衰老的研究。人們相信，即使無法長生不老，這些研究也會讓人類過上更為健康的老年生活。

此外，還有對人類壽命的極限保持觀望態度的第三種聲音認為人類壽命的上限「從邏輯上來說是存在的」，「不過這份有趣的報告只描述了目前的情況，沒有告訴我們以後會怎樣」（端聞 2016）。在2015年國家及地區平均壽命的統計排名中，香港女性的平均壽命為87.32歲，男性為81.24歲，均為世界第一。

人類的壽命是一種隨機實驗，其生、死具有偶然性，在生命表中給定的年齡x，其存活數l_1、l_2、……、l_x是一馬可夫過程（Markov process）過程且形成一個二項分配鏈（binomial chain）。本文基於統

airiti

計學隨機概念，以臺灣人口資料藉由0歲（出生）、40歲（中年）及65歲（老年）三個世代的平均餘命加上其損失之平均餘命，推算平均餘命之可能極限並輔以所有死因在不同百分比去除情況下平均餘命的變化，探討平均餘命極限值相關問題。經初步探索，從$e_x(1 + H_x)$ 對應於年代的趨勢圖觀之，0、40及65歲均是有所增加，但上升幅度緩慢，惟若分別以$e_0(1 + H_0)$，$e_{40}(1 + H_{40}) + 40$及$e_{65}(1 + H_{65}) + 65$相比，三個世代在男、女2030及2020年約為93歲及95歲時最為接近，95歲有可能是一個平均餘命上限；另一方面，以疾病去除觀點言，2013-2015年資料在男女疾病去除率分別約為75%及60%時，平均餘命可達95歲，以目前醫療水平，有一定的難度。惟若欲達百歲，二者（末齡區間為85+及90+）疾病分別去除80%及70%，直如緣木求魚。另從疾病去除的結果顯示80%的去除似乎是平均餘命驟升之轉折點，然而就實際觀點而言，去除50%疾病已是相當困難之事，遑論更高比例的去除，全然去除只能說是一種理想而已，或可將各種疾病的逐步改善視為壽命延長的一種途徑及努力的方向。至於生物學上所說的人瑞，例如1968-2006年美、英、法及日本四個先進國家110歲以上老人只有534人，比率甚低，應只是一種離群值，即所謂的黑天鵝效應。我們認為平均餘命的極限值應是壽命極限，目前所謂的壽命極限是一種隨機誤差，而非一般認定的是一種生物概念，也許未來醫療進展可以再讓餘命上限值有所提升，但其幅度應不至於太大。就如同Olshansky et al.（1990）認為人類生命已經在接近大自然的上限了。

謝誌

本文初稿發表於2017臺灣人口學會年會暨「人力資源與社會發展」學術研討會。本研究承科技部MOST-105-2410-H-025之經費補助，特此誌謝。另，感謝二位評審提供寶貴意見。

airiti

參考文獻

內政部統計處（n.d.）臺灣地區簡易生命表：1953-2015。http://sowf.moi.gov.tw/stat/Life/quary-1age.htm#taiwan-a-title.gif（取用日期：2017年6月30日）。

林正祥（1992）臺灣地區三大死因部分去除對平均壽命之影響。國家科學委員會研究彙刊：人文及社會科學，2(2): 250-260。

林正祥、吳宜穎（2006）臺灣地區事故傷害死亡率變化影響平均餘命增減之趨勢。中國統計學報，44(4): 402-416。

范疇（2017）臺灣愈來愈像「困境內的舊人類」。中時電子報，2月28日。http://www.chinatimes.com/newspapers/20170228000366-260109。

陳寬政（2013）高齡死亡率、疾病率與生命表分析（II）。國科會專題研究計畫期末報告。

陳寬政、董宜禎（2014）高齡死亡率之趨平發展。健康與社會，2: 23-45。

董宜禎（2014）以生命表方法解析高齡死亡率與壽命上限的爭論。國立中正大學社會福利學系博士論文。

端聞（2016）115歲是自然賦給人類的壽命上限嗎？https://theinitium.com/article/20161006-dailynews-human-lifespan-limit/（取用日期：2017年6月30日）。

衛生福利部統計處（n.d.）死因統計：2008-2015。https://dep.mohw.gov.tw/DOS/np-1776-113.html（取用日期：2017年6月30日）。

Ben-Naim, A. 2008. *Entropy Demystified: The Second Law Reduced to Plain Common Sense with Seven Simulated Games*. Singapore: World Scientific.

Chiang, C. L. 1960. “A Stochastic Study of the Life Table and Its Applications. II. Sample Variance of the Observed Expectation of Life and Other Biometric Functions.” *Human Biology* 32: 221-238.

airiti

Chiang, C. L. 1968. *Introduction to Stochastic Processes in Biostatistics*. New York: Wiley.

Chiang, C. L. 1984. *The Life Table and Its Applications*. Malabar, FL: Robert E. Krieger.

Cooper, L. N. 1968. *An Introduction to the Meaning and Structure of Physics*. New York: Harper & Row.

Dong, X., B. Milholland, and J. Vijg. 2016. "Evidence for a Limit to Human Lifespan." *Nature* 538: 257-259.

Goldman, N. and G. Lord. 1986. "A New Look at Entropy and the Life Table." *Demography* 23(2): 275-282.

Hickman, J. C. and R. K. Esteil. 1969. "On the Use of Partial Life Expectancies in Setting Health Goal." *American Journal of Public Health* 59(12): 2243-2250.

Jeune, B., J. M. Robine, R. Young, B. Desjardins, A. Skytthe, and J. W. Vaupel. 2010. "Jeanne Calment and Her Successors. Biographical Notes on the Longest Living Humans." Pp. 285-323 in *Supercentenarians*, edited by H. Maier, J. Gampe, B. Jeune, J. W. Vaupel, and J. M. Robine. New York: Springer.

Keyfitz, N. 1977a. *Applied Mathematical Demography*. New York: Wiley.

Keyfitz, N. 1977b. "What Difference Would it Make if Cancer Were Eradicated? An Examination of the Taeuber Paradox." *Demography* 14(4): 411-418.

Kontis, V., J. E. Bennett, C. D. Mathers, G. Li, K. Foreman, and M. Ezzati. 2017. "Future Life Expectancy in 35 Industrialised Countries: Projections with a Bayesian Model Ensemble." *The Lancet* 389(10076): 1323-1335.

Lenart, A. and J. W. Vaupel. 2017. "Questionable Evidence for a Limit to Human Lifespan." *Nature* 546: E13-E14.

airiti

Manton, K. G., H. D. Tolley, and S. S. Poss. 1976. "Life Table Techniques for Multiple-Cause Mortality." *Demography* 13(4): 541-564.

Nagnur, D. 1986. "Rectangularization of the Survival Curve and Entropy: The Canadian Experience, 1921-1981." *Canadian Studies in Population* 13(1): 83-102.

Nusselder, W. J. and J. P. Mackenbach. 1996. "Rectangularization of the Survival Curve in the Netherlands, 1950-1992." *The Gerontologist* 36(6): 773-782.

Olshansky, S. J., B. A. Carnes, and C. Cassel. 1990. "In Search of Methuselah: Estimating the Upper Limits to Human Longevity." *Science* 250: 634-640.

Perston, S. H. 1976. *Mortality Patterns in National Populations*. New York: Academic Press.

Retherford, R. D. 1975. *The Changing Sex Differential in Mortality*. Westport, CT: Greenwood.

Shannon, C. E. 1938. "A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits." *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers* 57(12): 713-723.

Shkolnikov, V. M. and E. M. Andreev. 2010. "Spreadsheet for Calculation of Life-Table Dispersion Measures." MPIDR Technical Report TR-2010-001. https://www.demogr.mpg.de/en/projects_publications/publications_1904/mpidr_technical_reports/spreadsheet_for_calculation_of_life_table_dispersion_measures_3837.htm (Date visited: March 15, 2017).

Shyrock, H. S., J. S. Siegel, and E. A. Larmon. 1973. *The Methods and Materials of Demography*, 2nd ed. Washington, DC: U.S. Department of Commerce Bureau of the Census.

Tamashiro, H. and K. Fukutomi. 1987. "Potential Gain in Expectancy of

airiti

Life: Kumamoto, Japan, 1969-82." *Japanese Journal of Public Health* 32: 369-374 (in Japanese).

Tamashiro, H., K. Fukutomi, and E. S. Lee. 1987. "Methylmercury Exposure and Mortality in Japan: A Life Table Analysis." *Archives of Environmental Health* 42(2): 100-107.

Tsai, S. P., E. S. Lee, and R. J. Hardy. 1978. "The Effect of a Reduction in Leading Causes of Death: Potential Gains in Life Expectancy." *American Journal of Public Health* 68(10): 966-971.

Vaupel, J. W. 1986. "How Change in Age-Specific Mortality Affects Life Expectancy." *Population Studies* 40(1): 147-157.

Vaupel, J. W. 2010. "Biodemography of Human Ageing." *Nature* 464: 536-542.

Vaupel, J. W. and A. I. Yashin. 1987. "Repeated Resuscitation: How Lifesaving Alters Life Tables." *Demography* 24(1): 123-135.

Wilmoth, J. R., L. J. Deegan, H. Lundström, and S. Horiuchi. 2000. "Increase of Maximum Life-Span in Sweden, 1861-1999." *Science* 289: 2366-2368.

Zubrzycki, J. 2015. "Never Say Die: David Sinclair's Anti-Ageing Quest." *The Sydney Morning Herald*. October 1. http://www.smh.com.au/good-weekend/never-say-die-david-sinclairs-antiageing-quest-20150916-gjocnm.html

airiti

Maximum of Human Life Span—An Example in Taiwan

Shih-Chia Liu* Cheng-Hsiang Lin**

Abstract

Recently, a research paper in *Nature* claimed that the maximum human life span is 115 years old, with very little chance to attain 125 years of age. Although demographers and biologists are arguing that increases in human longevity continue, some researchers have pointed out that the human lifespan reached its peak in the 1990s, based on an analysis of demographic data of more than 40 countries in the Human Mortality Database, and attributed this to the progress of science and medical technology. However, others have pointed out that although scientists claimed that the upper limit of human life is 65, 85 or even 105 years in the past, all these assertions were later overturned. Critics of the study point out that it did not use demographic and statistical data to verify the accuracy of the relevant hypotheses, saying that "this kind of studies do not provide any scientific evidence for how long people would live." In Taiwan, the national income and living and medical standards have reached the level of developed country in the past two decades. Although the life expectancy in 2015 was 80.2 years old, the life expectancy growth rate has been limited recently. In 2013-2014, there was even a slight decline in life expectancy. This paper

* Postdoctoral Fellow, Department of Statistics, Tunghai University.
E-mail: liushihchia@gmail.com

** Professor, Department of Statistics, Tunghai University. Corresponding author.
E-mail: linstat@thu.edu.tw

Received: August 17, 2017；accepted: December 18, 2017.

airiti

intends to use the statistical data on life expectancy in Taiwan by means of the idea of randomization in statistics to explore (1) trend of life table changes, 1953-2015, (2) the sum of life expectancy in birth, middle age and old age with life table entropy, and (3) trends of the gains of life expectancy by elimination of the causes of death to discuss related issues about the maximum life span. Our study reveals the maximum life span in Taiwan is about 93 and 95 years of age for males and females respectively.

Keywords: life expectancy, life table entropy, elimination of causes of disease, maximum life span