

跨世代議題的經濟與政策意涵

蕭代基*、顧林**

一、前言

自古以來跨世代正義都是一個熱門的議題，相較現代在環境問題上的應用，東西方古人都有若債務違約，除了欠債還錢的原則外，負債人的子女也有還債的義務，因此債務大概是最古老的跨世代正義問題。雖然在某些情況下，國債和個人的債務可以免除，且經常出現欠債不還的情況，但是自然環境債卻是客觀的存在世代之間，名副其實的「父債子還」，且無法欠債不還。因此在不同的世代間環境資源如何限制和分配，就成為經濟學的重要議題之一。

經濟學對於跨世代議題的討論從負債對後代的影響開始。18世紀初期，著名經濟學家李嘉圖（David Ricardo）在《政治經濟學及賦稅原理》（*On the Principles of Political Economy and Taxation*）中提出一個命題，若納稅人為理性的，那麼對政府而言，課稅和發行國債的影響完全一樣，因為發行國債後，納稅人知道未來必須連本帶利的還債，因此會提前儲蓄，這個假說被稱為李嘉圖等價命題（Ricardian equivalence proposition）。如果這個命題能夠成立，那麼跨世代的債務都不是問題，然而，這個假說在實證上並不能成立，甚至連提出者李嘉圖都認為這只是假說。其最主要的原因在於當代的人未必在意未來世代的幸福，或者認為即使負債，未來世代的償還能力也會增加（Mankiw et al., 1986）。因此，當政府以國債代替課稅時，民眾不會提前儲蓄，其邊際消費會比課稅時高，促進當期的經濟成長，但留給未來世代以國債。李嘉圖等價命題之不成立，代表債務的延續的確會有實質的影響，和介入跨期分配以期達到跨世代正義公平的必要。

到二十世紀初期，由美國起始，接著逐步推廣到全球的國家公園系統（National Park System），即以維護後代子孫享受世界級獨特資源與景觀的機會為主旨，在此熱潮之中，出現了另一位研究跨世代分配的經濟學家 Harold Hotelling。Hotelling（1931）是第一位討論耗竭性資源應該以甚麼樣的數量與價格給每個世代的人所使用，他得到 Hotelling 法則（Hotelling rule），開啟了相關研究，可以說，Hotelling 是近代經濟學對永續發展研究的先聲。Hotelling 法則指出可耗竭性資源的價格應隨著資源的稀少性而提高，其成長率應等於利率，以反應當代使用一單位資源對後代造成的機會成本。

* 中央研究院經濟研究所研究員。

** Indiana University (School of Public and Environmental Affairs) 博士研究生。

在大蕭條和隨之而來的二次大戰所帶來的大政府氛圍下，凱因斯的經濟成長刺激政策引領了總體經濟學的發展，而資源保護等議題在經濟蕭條和大戰的陰影下似乎顯得毫不起眼。凱因斯認為，政府負債提高支出可以刺激經濟繁榮，而國債在經濟繁榮時償還的負擔會小的很多，因此認為應該以擴張性的財政政策取代過去穩健的財政政策。然而實務上，凱因斯主義卻只有在經濟衰退時拿來作為擴張政策的依據，而在繁榮時卻鮮有人提及債務償還，和未來世代的福祉。**Hotelling** 的研究被忽略，直到石油危機時，才再次得到經濟學家的重視。

1973 年第一次石油危機期間，根基於當時最新的 **Solow** 成長模型，**Hartwick** 提出了著名的 **Hartwick 法則 (Hartwick rule)**。以總體經濟學為視角，並假設人造資本和自然資本之間有一定程度的替代性，**Hartwick** 認為只要將天然資源帶給人類社會的利潤投資人造資本、人力資本與技術進步，替代消耗的自然資本，維持各種資本存量價值之總和不降低，就可以達成永續的發展目標，或者起碼是維持固定的消費水平。這是大多數經濟學家對於永續性的基本看法，稱為弱永續性 (**weak sustainability**)。另一種永續性的看法是強永續性 (**strong sustainability**)，其認為人造資本和自然資本之間的替代性有其限度，因此必須維持自然資本存量不降低，才可以做到永續發展。

這兩種永續性的看法，都能夠被 1987 年聯合國世界環境與發展委員會 (**World Commission on Environment and Development, WCED**) 之著名報告《我們共同的未來》 (**Our Common Future**) 對永續發展的定義所包括。根據該報告，“永續發展是能滿足當代的需要，且不會讓未來世代失去滿足他們需要的能力”。

在世界環境與發展委員會之後，**Beltratti, Chichilnisky, and Heal (1995)** 提出 **Green Golden Rule**，這是一種能夠使得每世代的效益都相同且最大化 (**maximum indefinitely maintainable benefit level**) 的經濟體，這和世界環境與發展委員會提出的概念之差異在於 **Green Golden Rule** 重視未來世代的效用，忽視現代世代，較接近強永續性。

二、 永續性觀念的差異

近代經濟學家對於永續性的定義，大概可以分為以下幾種。

1. Hotelling

如同那個時代大多數的經濟學家，**Hotelling (1931)** 相信市場可以解決問題，依據效益主義 (**Utilitarianism**；功利主義)，極大化的函數是標準的社會福利函數，即各期效用折現後之現值和：

$$\text{Max } V = \int_0^T u[q(t)]e^{-\gamma t} dt$$

效用等於消費者對於消費 q 數量的自然資源而得到的願付價值之總和：

$$u(q) = \int_0^q p(q) dq$$

此最大化問題面臨自然資源的限制條件，即各期消費的資源之總和不可大於自然資源的存量。此最大化問題的解是一個 $q(t)$ 的函數，以描述不同世代的消費量 (q) 應該是多少，由於資源存量將因各世代之消費而愈行稀少，可耗竭性資源的價格應隨著資源的稀少性而提高，其成長率應等於利率，由於價格提高，未來每世代的資源消費量也將愈來愈少，以反應當代使用一單位資源對後代造成的機會成本，因此，Hotelling 定理完全忽視非常長期的後代，沒有考量世代正義。

2. Rawls

Rawls (1971) 的正義論 (A Theory of Justice) 批評社會進行選擇時採用效益主義，他主張的基本原則之一是極大化最低收入者之效用或所得，此即 Maximin 原則 (the Maximin Principle)。他的理論，是根基於一個假想：若所有人都在人類開始降世前開會決定社會應該要是甚麼樣子，資源應該如何分配，但卻沒有人知道自己未來將會出生在哪一個階級和時代，那麼，出於擔心自己可能屬於最不幸的階級，人類會選擇盡可能的提升最不幸者的幸福，以免自己就屬於那個階級。以跨代的角度來說，沒有一個人會希望自己處於資源最稀缺的時代。

Solow (1974) 在討論跨世代公平與可耗竭資源時，特別運用 Solow 成長模型分析 Rawls 的 Maximin 原則。他討論有無人口成長及外生性技術進步等情境。他指出，Maximin 原則有兩個困難：(1) 需要在一開始就有足量的資本，否則就是永遠的貧窮，(2) 在技術有持續進步且人口穩定的情況下，依然要完全的保留資源，這兩個困難讓 Rawls 的 Maximin 原則用於跨世代資源分配實際上不可行。

3. Solow

Solow 以他對經濟成長的研究而廣為人所知，並且認為經濟成長和人均所得上升的理由只能解釋成技術進步。在 1970 年代時因為石油危機，他開始對自然資源的研究 (Solow, 1974)。除了上述對 Rawls Maximin 原則的批評外，Solow 根據弱永續性的看法，假設自然資本與人造資本、人力資本及技術進步之間有替代性，指出技術進步對於跨世代有限資源使用量的影響，並以類似他對總體經濟成長 the golden path 的看法，認為跨世代的些微不均，不但對人類社會的整體有益，而且大眾應該是可以接受的。此一觀點後來更進一步由 Hartwick (1977) 發展成了 Hartwick 法則，強調人類社會對天然資源的依賴應該逐漸轉為對人造資本、人力資本及技術進步。

4. WCED

1987 年聯合國世界環境與發展委員會（World Commission on Environment and Development, WCED）之著名報告《我們共同的未來》（Our Common Future）對永續發展的定義所包括。

1972 年召開的聯合國人類環境會議首次提到了永續發展的概念，1987 年聯合國環境與發展委員會《我們共同的未來》對永續發展做出了略顯籠統但卻能夠同時為已開發和開發中國家所接受的定義：「永續發展是一發展模式，既能滿足我們現今的需求，同時又不損及後代子孫滿足他們的需求。」

Stavins et al., (2003) 根據這個定義，在傳統的極大化效用函數模型中，加一條限制條件，以表明各世代間可追求效用的能力不變。其社會福利函數是：

$$W(t) \equiv \int_t^{\infty} U(c(\tau))e^{-r(\tau-t)} dt$$

與 Hotelling 的社會函數相比，最大的差別在於積分的終點設於無窮大，和起點不是零而是 t 。精神上和 Hotelling 的社會函數可以說是完全一致。然而在社會福利函數以外，Stavins 等根據聯合國永續的定義加上了這一條限制式：

$$\frac{dW(t)}{dt} \geq 0$$

此限制式要求在任何時間點的社會福利都應該要大於或等於前一刻的社會福利。在函數上，與之前 Hotelling 和 Solow 的永續概念比起來，因為多了一條限制式，因此顯得更為嚴格。儘管目前還沒有實質的政策原則根據這條限制式推導出來，但可以預期在加入限制之後的整個社會福利函數只會小於或等於沒有限制的情況。

5. Beltratti, Chichilnisky, and Heal

Beltratti, Chichilnisky, and Heal (1993) 提出 Green Golden Rule，則不對各代的消費量做限制，而是極大化收斂後的穩定消費量。他們提出的目標函數為

$$\max \lim_{t \rightarrow \infty} u(C_t, A_t)$$

而當時間過去到一定程度，可以隨之導出的命題為

$$\max u(C, A) \text{ subject to } R(A) = C$$

其中， A 代表可再生資源存量，而 $R(A)$ 代表了再生的速度。第一個函數的解釋是極大化無限遠之後的效用函數，也就是每世代的效益都相同且最大化（maximum indefinitely

maintainable benefit level) , Green Golden Rule 重視未來世代的效用，忽視現代世代，較接近強永續性，幾乎完全沒有提到某一期的消費必須達到某個下限，而專注在極大化效用函數收斂（長遠未來世代）之後的結果，而前述 Hotelling、Solow、WCED 的定義都偏重較近的世代。

配合適當的函數設計，這個解在數學上是可以存在的。而根據極限定理，對於任意一個數值，我們必然可以找到一個 t ，讓 u 和收斂後的 u^* 差距小於那個數值。因為長期來說我們的消費必須等於資源再生率，因此導出了第二式的命題。第二式的命題，可以解釋成當過了一段時間之後，人類消耗的資源速度必須等於資源再生率，而那個時候的效用極大化問題，會跟第一式得到一樣的解。

三、不同理論所引導的政策

因為對於永續性不同的理解，自然也會發展出不同的政策方向。至於何種政策為最佳，則完全取決於接納哪一種永續的定義。

1. Hotelling

Hotelling 依據效益主義之傳統，推導得到 Hotelling 法則，他主張所有的可耗竭資源都會有用完的時候，而他所關心的是資源消耗的途徑。他主張，可消耗資源的價格上升應該等同於市場利率。他的理由可以簡述成：若可消耗資源的價格速度大於利率，那麼資源持有者就會將資源保存到下一期銷售，因此下一期價格會被拉低；反之，那這一期就會增加銷售量換取資金儲存到下一期，而降低這一期的價格。

然而，對於折現率和利率的討論並沒有定論。雖然 Hotelling 選擇了市場利率做為折現率和資源的價格上升速度，但這都是根基在金融市場充分表現出了對未來價值的估計這一個假設上。如果金融市場不是理性的，或者因為未來世代無法參與，那麼金融市場的利率就會是偏差的。試想，若跨期的資源分配像是我們與未來世代的人協商如何使用資源，但對方卻因故無法出席，那麼我們分配的結果自然會對我們特別有利。因此，許多環境經濟學的學者 (Drupp et al., 2015) 都指出，對於未來世代的利益折現，必須遠低於市場利率。

2. Rawls

Rawls 對政策並未多所著墨，而集中在討論何為正義分配。然而，Solow (1974) 卻對 Rawls 的觀點進行了討論。Solow 認為，因為 Rawls 主張的正義極大化最低所得分配者的利益之 Maximin 原則，因此政策的目標將會是機會的均等；而跨世代之間機會的均等，則代表每一代的可使用資源必須一樣。假設人類的歷史將可以延續到無限遠的未來，那麼

就代表每一個世代的人都無法使用任何可耗竭性資源。此外，早期資本的不足結合不允許跨世代消費的不均，將會使低所得狀態持續到永遠。

3. Solow, Hartwick

Solow (1974) 在探討 Rawls Maximin 原則的同一篇文章中，也表達了他自己的看法。他指出，如果技術進步的話，那麼未來的世代將可以用更少的資源達到更高的效用。因此只要技術不斷進步，可耗竭性資源的使用不盡然不能使用。他更用他發展的模型，指出了資源的使用應該要有一個 Golden path，其中早期世代的消費必須被壓縮一部分，以確保後世的幸福。Solow 並且暗示雖然 Rawls 的無知之幕讓所有人在人類開始之前都希望資源的分配能夠公平，但是因為早期資本的不足，實際上某些世代的儲蓄，將會提高永久的消費。某種程度上，Solow 的確認當代的人是會關切未來的。

Hartwick (1977) 接續 Solow 的看法並稍做修改，提出了 Hartwick 法則。在 Hartwick 的設想裡，可耗竭性資源的使用不只是根基於技術的進步，更可以根基於使用人造資本取代天然資本的想法。舉例來說，過去人們靠燃燒石油取得能源，但如果取得的能源拿來製造太陽能板，則未來就不會繼續燃燒石油。若人造資本能夠對天然資本有足夠的替代率，則永續並不降低效用的發展將會是可行的。

4. Beltratti, Chichilnisky, and Heal

根據他們對長遠未來收斂後的效用的關心，Beltratti, Chichilnisky, and Heal (1993) 的政策將資源分成可以再生和不可再生兩種。對於不可再生資源的使用，他們持完全的反對意見，因為任何的資源消耗都會影響到未來世代的效用，而即使到了已經穩定的世代，任何的不可再生資源消耗都會讓現在這一期的效用高於無限遠未來世代的效用。除此之外，對於可再生資源的使用，他們則強調必須和資源的再生率一致。

四、結論

1. The Green Golden Path vs Rawls

首先比較 Chichilnisky 等和 Rawls 的看法差異。根據 Rawls 的觀點，不可再生資源的不能使用的理由是因為每一個世代的資源分配必須一樣，而無限多的世代將會讓每一個世代的資源分配趨近於零；而 Chichilnisky 的 Green Golden Path 並沒有要求每一個世代的資源分配都要一樣，而是在假設人類的效用將會收斂的前提下，極大化這個收斂的結果。每一個世代使用的可耗竭性資源量不同並不是個問題，然而若任何世代使用不可再生資源，因為這些資源一但使用，未來的世代將會無法使用，因此就代表這個世代不是收斂的結果，而使用不可再生資源雖然可以提升這個世代的效用，卻也將會影響到未來世代使用的能力；

而對於每一個世代來說，他們都必須考量那無限遠的未來世代，因此都會選擇保留資源給未來。

2. The Green Golden Path vs Solow & Hartwick

Beltratti, A.,等人和 Solow 與 Hartwick 對於資源的使用政策差異極為明顯，前者認為所有的不可再生資源都不應該被使用，而後者則認為適當的使用是可行的。這樣的差異是因為兩者分析和極大化的對象有本質上的差異。Solow 等人極大化的是折現後的各世代效用之合，The Green Golden Path 裡面強調的未來的穩定所得；Solow 等認為技術將會不斷的進步，而天然資本轉換成人造資本的過程也可以視為某種資源“再生”，但 Chichilnisky 等強調的收斂狀態卻沒有技術進步，並且沒有可再生資源和不可再生資源的替代。

3. The Green Golden Path vs Hotelling

最大的差別就在於 The Green Golden Path 並不認同金融市場的利率可以作為資源使用的參照。

4. Solow, Hartwick vs Hotelling

基本上 Solow 等人並沒有強調應該用何種價格來規範資源的使用，而 Hartwick 的所著重的問題甚至和 Hotelling 互補，前者專注在可以用人工方法取代的天然資源，而後者著重不可再生的資源。可以說，雖然政策的表現不同，Solow 等和 Hotelling 極大化的目標是一致的。

5. Solow vs Rawls

Solow 與 Rawls 的差別，在於前者強調跨世代的效用，後者強調跨世代的機會。因此 Solow 認為只要技術進步足以彌補資源減少，可耗竭性資源的使用是可以接受的。另外，Solow 也不認為所有的世代間都必須完全的平等。在他眼中，未來世代效用的折現，就是現在世代關心未來世代福祉的表現，這和 Rawls 的所有人為獨立個體有顯著的差異。

參考文獻

Beltratti, A., Chichilnisky, G., Heal, G., 1993. Sustainable development and the Green Golden Rule. in Goldin and Winters (eds.), Approaches to Sustainable Development. Cambridge University Press.

- Drupp, M., Freeman, M., Groom, B., Nesje, F., others, 2015. Discounting disentangled: an expert survey on the determinants of the long-term social discount rate. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment.
- Hartwick, J.M., 1977. Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. *Am. Econ. Rev.* 67, 972–974.
- Hotelling, H., 1931. The Economics of Exhaustible Resources. *J. Polit. Econ.* 39, 137–175. doi:10.2307/1822328
- Mankiw, Barsky, R., Zeldes, S., 1986. Ricardian Consumers with Keynesian Propensities. *Am. Econ. Rev.* 76, 676–691.
- Pezzey, John C. V., and Michael A. Toman, 2002. Progress and Problems in the Economics of Sustainability. In T. Tietenberg and H. Folmer, eds., *International Yearbook of Environmental and Resource Economics 2002/3*. Cheltenham, UK: Edward Elgar, 165–232.
- Rawls, J., 1971. *A Theory of Justice*. Cambridge: Harvard University Press.
- Solow, R.M., 1974. Intergenerational Equity and Exhaustible Resources. *Rev. Econ. Stud.* 41, 29–45. doi:10.2307/2296370
- Stavins, R.N., Wagner, A.F., Wagner, G., 2003. Interpreting sustainability in economic terms: dynamic efficiency plus intergenerational equity. *Econ. Lett.* 79, 339–343.
- World Commission on Environment and Development, 1987. *Our Common Future*. Oxford; New York: Oxford University Press.