

## 從控制論看國家在全球氣候變遷議題中的努力與困境

李賜賢

中興大學國際政治研究所

402 台中市南區積善里興大路 350 巷 12 號 306 室

### 摘要

全球氣候變遷已成為當今全球重大的國際環境問題，同時也是國際政治問題。全球氣候變遷的科學研究，早在 1950 年代就開始了，並且逐漸影響許多國家的政府，進而受到聯合國的重視，列入議程，形成國際合作共同面對的機制。自 1992 年，聯合國通過《聯合國氣候變化綱要公約》，且在 1994 年正式生效開始，至 2009 年因為《京都議定書》的目標時間即將屆滿，遂於哥本哈根召開第 15 次公約締約方大會。國際體系中的國家在全球氣候變遷議題上的努力，可見一斑。然而，至今的努力是否達到如預期的目標或成效呢？本文將以控制論做為分析途徑，並以國內外相關文獻作為分析的資料背景。目的在於從綜觀的角度理解國家在全球氣候變遷議題上的努力以及困境，進而重新深省人類面對全球氣候等環境問題的機遇與挑戰。

**關鍵詞：**全球氣候變遷，全球暖化，控制論，國際合作，聯合國氣候變化綱要公約

## State Effort and Dilemma in the Issue of Global Climate Change: An Analysis Based on the Control Theory

SZU-HSIEN LEE

*Graduate Institute of International Politics, National Chung Hsing University*

*Room 306, No. 12, Lane 350, Hsing Da Rd., South Sec., Taichung City 402, Taiwan, R.O.C.*

### ABSTRACT

Global climate change has become a crucial international environmental and political issue. Research on global climate change began as early as the 1950s, and gradually spread to different governments. The climate change issue attracted the attention of the United Nations, which subsequently placed it into the UN agenda and shaped an international cooperation mechanism to manage the issue. In 1992, the United Nations adopted the "United Nations Framework Convention on Climate Change," which became effective in 1994. The 15th International Conference on Climate Change was convened in Copenhagen in 2009 because of the impending expiration of the Kyoto Protocol. International efforts concerning global climate change are apparent; however, this study investigated whether recent efforts have achieved the expected goals or effects. The study used the control theory to conduct analysis and use related Chinese and English literature as the content for analysis, attempting to understand state efforts concerning global climate change and dilemmas from a wide perspective. Researchers considered the opportunities and challenges that humans face in

regard to environmental problems, such as global climate change.

**Key Words:** cybernetics (control theory), global climate change, global warming, international cooperation, United Nations Framework Convention on Climate Change

## 一、前言

地球的維生系統，是整合且相互依存、相互影響的，例如，大氣層內的氣候變化以及降雨會對地表上的地質或地形等造成影響，進而影響到生物圈的物種生態系統。同樣的，生物的生活形態以及破壞森林等情形，也會影響地表系統以及大氣圈系統。正因為此維生系統彼此相互依存、相互影響，因此，大氣圈的氣候變遷，地球的環境問題，是跨越國家疆界的。面對全球氣候環境的問題，個別單一國家無法獨自解決，需要透過區域或國際合作來處理。但是，國家仍扮演極為重要的角色，具體措施需要國家來執行，因為不論是國內或是國際政策皆由國家所決定。值得注意的是，在全球化的時代，具有遠見的個人與公民社會的動力促使全球關注不少重要的全球議題，而全球氣候變遷就是典型的例子。正因為全球氣候變遷的環境問題，其影響跨越國家疆界，所以相信國家必須與相關機構團體，以及其他國家與國際組織共同努力，才能有效面對與採取因應措施。

自 1950 年代起，全球氣候變遷的科學研究逐漸影響許多國家的政府，進而受到聯合國的重視，列入議程，形成國際合作共同面對的機制（李河清，2007）。如今，從氣象科學研究，到列入聯合國議程，並形成國際建制，全球氣候變遷已成為當今全球重大的國際環境問題，同時也是國際政治問題。在國際關係研究中，國家被視為是主要行為者之一，而且是最重要且關鍵的角色。因此，本文採取國家行為者為主要的研究對象，而研究範圍則以美國、中國與歐盟成員國為主。因為美國是第二次世界大戰之後的國際頂尖強權，其經濟發展與國際影響力可謂傲視群雄，中國則是近來崛起最快的亞洲強權，經濟成長快速眾所矚目，而歐盟則是在氣候變遷議題上態度較為積極國家組織。國家行為者在全球氣候變遷議題上做出許多努力，透過國家間的合作，形成相關機構團體與國際組織，例如，1992 年聯合國通過《聯合國氣候變化綱要公約》（United Nations, 1992），並在里約地球高峰會上由與會國簽署公約，且於 1994 年正式生效，秘書處設於德國波昂。1997 年，此公約的第三次締約方大會於日本京都舉行，會後通過具法律效力的《京都議定書》（United Nations, 1998），目的在於確定實行的辦法與執行目標，以

便減緩全球氣候變遷的暖化現象。2009 年因為《京都議定書》的目標時間即將屆滿，遂於哥本哈根召開第 15 次公約締約方大會，等等這些相關的努力。然而，至今的努力是否達到如預期的目標或成效呢？在此，本文將以控制論做為分析途徑，並以國內外相關文獻作為分析的資料背景。目的在於從綜觀的角度理解國家在全球氣候變遷議題上的努力以及困境，進而重新深省人類面對全球氣候等環境問題的機會與挑戰。本文的結構安排：第一節，前言：說明本文研究的動機與目的。第二節，控制論：描述本文的研究理論，概述控制論的起源發展，並說明在文中控制論的分析方法。第三節，國家在控制氣候變遷中的努力：從相關文獻資料得出國家行為者的作為與努力。第四節，國家控制氣候變遷的成效與困境：面對氣候變遷，在努力邁向期望目標的過程中，至今的成效如何，以及可能的困境為何。第五節，結論。

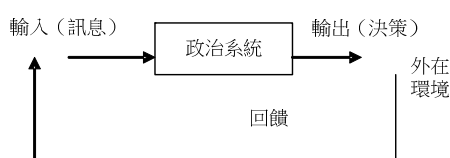
## 二、控制論

在國際關係的研究中，理論的角色很重要。因為研究國際關係不像大部份自然科學研究可以在實驗室裡進行分析實驗，因此，藉由一個理論的論證分析來解釋國際關係中某一議題的事件脈絡，有其必要性。在此，本文採用包含系統論以及訊息論概念的控制論做為研究方法。

控制論於 1940 年代開始發展。1948 年，一位美國數學家 Norbert Wiener 所著的《控制論》（Cybernetics）一書出版於世，該書透過統一的觀點，探討各種系統的控制與通訊問題。當時，這本著作的方法與觀點震動了世界的學術界，尤其是書中的思想與觀點，吸引了各個領域的學者紛紛研究並引進控制論的方法。於是，與控制論密切相關的系統論（system theory）與訊息論（information theory）便成為第二次世界大戰之後不可忽視的科學思潮（萬百五、韓崇昭、蔡遠利編著，2009）。在社會科學領域中，政治學者 Easton 便是在 1950 年代，也就是控制論一書提出之後，以控制論中的系統論以及訊息回饋的動態概念，提出「政治系統論」（Political System Theory），指出政治系統是一個開放的行為系統，透過輸入（input）、輸出（output）與回饋（feedback）的運作程序，構成政治系統對整體環境的變動反應（Easton,

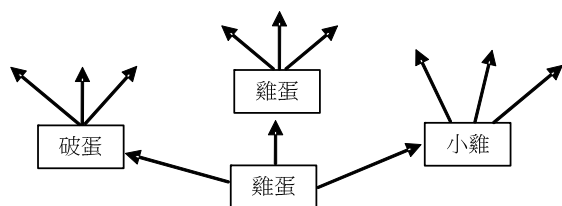
1953)。如圖 1 示。

控制論應用在許多學門科學中，且大多取得輝煌成果，例如，經濟控制論、社會學控制論、工程控制論、生物控制論、訊息論、教育控制論等等。由於對控制論中的可能性空間、訊息、訊息濾波和黑箱認識論等概念感到相當有趣，引發了興趣透過控制論的方法分析探討全球氣候變遷的議題以及國家行為者在其中的角色。在此，採取的是學者金觀濤和華國凡《控制論和科學方法論》一書中的方法概念，透過不必使用高等數學公式，也能藉用控制論的方法與思維來進行研究分析。正如學者金觀濤所言，控制論不是只能用數學來表達的科學（金觀濤、華國凡，1983）。以下說明本文會運用到的控制論概念，如可能性空間、控制、訊息、訊息濾波、正負回饋機制以及黑箱認識論。首先，在討論什麼是控制之前，先說明什麼是可能性空間。所謂的可能性空間，是指世界上許多事物在發展的初期，往往存在多種發展的可能性，例如擲骰子之前，骰子存在六種可能性，分別是一個點到六個點；又例如雞蛋與火山，前者雞蛋在還沒發展變化之前，存在著三種發展的可能性，一個是孵出小雞，另一個是保持雞蛋原狀不變，第三種是雞蛋破了，如圖 2 所示。後者火山也是如此，在還沒發展可能時，有爆發或不爆發兩種可能性。事物發展的可能性與選擇性，就是可能性空間的意義。



資料來源：概念圖源自 Easton (1953). *The Political System: An Inquiry into the State of Political Science*. New York: Knopf.

圖 1. David Easton 的政治系統論

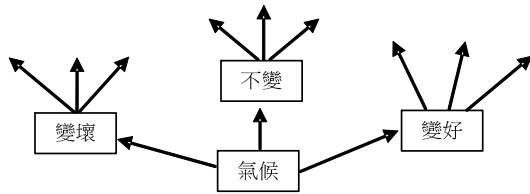


資料來源：金觀濤、華國凡（1983）。《控制論和科學方法論》。台北新店：谷風出版社。頁 3。

圖 2. 雞蛋的可能性空間示意圖

明白可能性空間的意義之後，就要談到控制。世上的事物發展有其可能性空間，或是事物的不確定性，而這些可能性空間是由事物內部的矛盾決定的。而所謂的控制，指的是人類根據自己的目的，改變條件，使得事物沿著可能性空間中某種確定的方向發展，就形成控制。由此可知，控制論的思維有兩點很重要的前提，第一，被控制的對象必須存在兩種或以上的多種發展之可能性；第二，被控制的對象是人類可以在這些可能性中透過一定的方式進行選擇，如此才談得上控制。例如，以目前人類的能力，還不能控制火山要爆發或是不爆發，而所謂的不能，指的是人類面對火山爆發無法選擇或不存在選擇的餘地（金觀濤、華國凡，1983）。接著討論的是訊息。什麼是訊息？所謂的訊息，指的是「知道的過程」。換言之，「知道了」這句話是指人獲得訊息的過程。而知道的过程，就是一種可能性空間縮小或變大的過程。舉個例子：「我看見桌上放著一個杯子」，在我沒有看桌子之前，桌子上放的東西是什麼有著許多的可能性，但是，當我轉頭看桌子，透過眼睛獲得的訊息，桌上的東西的可能性空間變小了，變成只有一個杯子放在桌上。在這之前，桌上可能什麼都沒有放，也可能放了鉛筆或收音機等等。再舉個例子：在地震預報之前，我們對於踩在腳下的地板不會去預想或知道它會不會地震，因此對我們來說，可能性空間就只有一種，那就是「沒有地震」。但是，當地震預報發佈之後，我們獲得了地震的訊息，所以對我們來說，可能性空間多了兩種，「可能有地震」和「可能不會地震」（金觀濤、華國凡）。

由上述可知，訊息具有傳遞性。所謂的傳遞，是指訊息發源和接收者兩者之間的聯繫，指的是一個事物對其他事物的影響。而訊息的傳遞，就是指可能性空間變化的過程。值得注意的是，傳遞訊息需要實行某種控制，相對地，控制的過程又必須依賴訊息的傳遞。很多時候我們之所以無法有效控制，很大的原因是沒有獲得足夠的訊息。換言之，要執行控制需要獲得足夠的訊息量。舉個例子，我們可以觀察到啞巴無法說話的人，不一定是聾子，但是，耳朵聽不到的人，就一定不會說話，就算是會，也很難清楚咬字和發音。這是因為耳朵聽不到的人，無法獲得語言的訊息量，也就不能控制自己的發音器官並準確地發出語言（金觀濤、華國凡，1983）。因此，本文中，在獲得氣候變遷的訊息之前，全球氣候變遷對於全球的國家而言，其可能性空間亦有「不變」、「變好」和「變壞」三種，如圖 3 所示。在此，所謂全球氣



資料來源：參考金觀濤、華國凡（1983）。控制論和科學方法論。台北新店：谷風出版社。頁 3。

圖 3. 全球氣候變遷的可能性空間示意圖

候變遷朝向惡化變壞的情況，係指氣候變化大，不利生物穩定生存，特別是指氣候暖化，夏季高溫不斷攀升，以及降雨系統改變，使得乾旱與水災容易發生，極端氣候成了氣候變遷惡化的特徵。

在本文中，國際體系中的國家行為者面對氣候變遷，主要目的就是將可能持續惡化的氣候導向減緩或是改善變好的選項。而在控制論中，為了達到控制的目的，必須經由過濾干擾源以及儲存訊息，來增加訊息的真實性與控制的效率。舉個例子：過濾干擾源或是錯誤訊息，例如在與朋友講電話時，聽不清楚對方的意思或語句，我們會要求對方再重說一次；又例如小學生用手指頭算數學，如果算錯了，老師會再請他再用手指頭算一算，使同一個訊息透過同一種通道方式重複傳遞，並且把得到的結果互相核對，就可以發現錯誤的所在，也就是過濾干擾源或稱為訊息濾波。此外，也可以透過完全不同的通道方法，傳遞同一種訊息，在把各種結果做分析比對，以確定訊息避免錯誤干擾。尤其是對於一些重大事件，是不可能只有單一訊息通道的方式傳遞訊息。例如，非洲大陸與美洲大陸可以合併在一起，認為古代世界的大陸是合在一起的，於是有了大陸飄移的說法，這時候就會透過各種研究途徑去探討這個假設是否成立，又或者只是巧合，非洲和美洲大陸塊的形狀恰巧可以併在一起，在這個例子裡的巧合，就是一種干擾源，要透過不同方法和管道過濾減少干擾源與錯誤。再者，關於訊息的儲存，就如同飛彈攻擊飛行中的目標一樣，在行進的過程，有必要記錄與目標的距離，並使之做為每一次修正航道的起始點，以便拉近距離，確保擊中目標。這在控制論中有個說法，稱之為負回饋調節。所謂的負回饋調節，就是透過接收與目標差的距離訊息，並儲存訊息，以做為調整減少目標差的基礎訊息。簡言之，負回饋調節就是一個目標差不斷減少的過程。如圖 4 示。

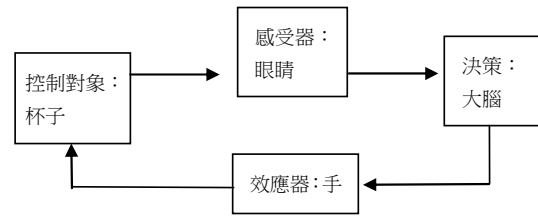
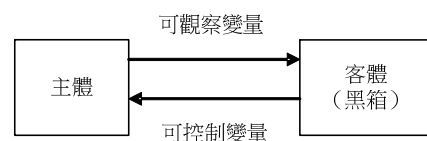


圖 4. 對於控制對象的負回饋機制示意圖：手與杯子的目標差減少過程

另外，在控制論中，相對於負回饋調節的是正回饋，正回饋與惡性循環意思相同，如果負回饋是目標減少的過程，正回饋就是目標差增大的過程。最典型的例子，就是美蘇冷戰期間的軍備競賽，雙方都是為了安全生存的目標，以確保自己的權力和力量保持優勢不受威脅，但是，當一方為了此目標而不斷增加軍備實力時，另一方也同樣不斷增加軍備，這樣的循環就形成正回饋，在不斷增加軍備的過程，與安全的目標越來越遠，目標差越來越大的過程，就是一種越來越不安全的惡性循環。這種情況，如果正回饋發展到極端，整個系統會嚴重超過穩定平衡狀態，而導致系統或組織崩潰，例如炸藥爆炸，正是因為裡面的化學反應與熱量釋放之間形成了正回饋現象。

最後，控制論中很重要的一點，是控制論把人所認識和改造的對象，為一個黑箱（black box）（金觀濤、華國凡，1983）。這是主體與客體之間的認識論，也是控制論的認識論，通常稱之為黑箱理論。質言之，凡是任何一個客體事物與我們人的關係，總體而言，可以歸結為兩個部份，一個部份是客體對主體的作用，包括主體所接收到的客體訊息，以及客體對主體的各種作用和影響。這些作用和影響反應在客體的輸出，此輸出可以一組變量來表示，稱之為客體的可觀察變量。另一個部份是主體對客體的主制作用，包括主體傳遞給客體的訊息以及主體對客體的各種作用和影響。同理，這些作用和影響也可用一組變量來表示，稱之為客體的可控制變量。如圖 5 所示。



資料來源：金觀濤、華國凡（1983）。控制論和科學方法論。台北新店：谷風出版社。頁 165。

圖 5. 客體黑箱理論

在此，人們即主體，國家行為者即主體。主體透過可觀察變量對客體進行觀察，了解客體的存在以及變化，並從而認識客體。此外，主體透過可控制變量對客體進行控制，創造使客體變化的條件，並改造客體。而客體系統之所以稱為黑箱，黑的意思是存在一些未知的事物，對於客體事物的認識，通常在一定的階段上任何客體總有許多我們還不了解的，因此稱之為黑箱。在本文中，以國家行為者的角度而言，全球氣候變遷是黑箱客體。從控制論的角度，認識客體黑箱有兩種不同的方法，一種是不打開黑箱的方法，另一種是打開黑箱的方法。例如，研究一個時鐘，不打開黑箱的方法，指的就是不打開時鐘，從外部觀察長針和短針的運動，以尋找其規律，或者撥動針軸，施加一定的輸入，並進一步觀察長針和短針的運動關係。如果是打開黑箱的方法，指的就是打開時鐘，使原本不可觀察和不可控制的變量成為可觀察和可控制了，但是，也因此原本的黑箱客體發生變化，同時一個新的黑箱也就形成了，比如是什麼讓齒輪帶動指針轉動，或者其他新的未知的事物。在本文中，採取不打開黑箱的方法，這也是本文的研究限制。之所以全球氣候變遷是客體黑箱，這是因為無法完全清楚看到氣候變遷的內部系統，加上作者本身也不具備任何大氣相關學科的專業背景，因此僅透過文獻資料中所取得的資訊來認識全球氣候變遷以及國家對於氣候變遷所做出的行動與努力。下一小節，作者將從控制論的角度探討截至目前為止，國家行為者如何確知全球氣候正在變遷，而且有必要做出行動努力減緩變遷的速度，以及採取哪些努力，還有這些努力的成效如何。

### 三、國家在控制氣候變遷中的努力

從控制論的角度而言，全球氣候變遷是客體黑箱，國家行為者則是主體，當客體的可觀察訊息使主體認知到必須採取行動時，就會著手可控制的措施與努力。以氣候變遷為例，氣候變遷的範疇中最明顯的問題是氣候暖化，而造成氣候暖化的是溫室效應氣體，如二氧化碳等等。因此，當客體氣候暖化速度加快，有明顯惡化的趨勢，為避免增加對地表生命的生存威脅，特別是人類的生存，對於主體國家行為者而言，減緩氣候暖化的努力便刻不容緩。在此，為了達到減緩氣候暖化速度的目標，從控制論的觀點來看，有兩個很重要的概念要素扮演控制氣候變遷的關鍵角色，分別是訊息以及負回饋調節，當然，還有一個很重要的角色，就是國家，不僅是訊息的接收者，同時也是採取行動的執行者。首先，

訊息的部份，包括了訊息的傳遞與儲存。而負回饋調節的機制則是獲取足夠訊息量之後所採取的行動，在此即為針對氣候變遷所做出的努力。若以上述關於飛彈或是老鷹襲擊正在飛行或移動中的目標做為負回饋調節的例子，也就是狩獵者會接收與目標差（獵物）的距離訊息，並儲存訊息，做為調整減少目標差的基礎訊息，即參考圖 4 做調整，使之更符合國家在控制氣候變遷議題的負回饋調節努力，則形成如圖 6 之國家控制全球氣候暖化的控制系統。

從圖 6 這個負回饋調節系統，亦即國家對全球暖化的控制系統可知，有三大主要部分，第一個是目標，第二個是接收者與採取行動者，即國家行為者，第三個是國際合作，因為全球氣候變遷的影響跨越國家疆界，無法依靠單一國家獨力面對處理。在此，目標與國際合作兩者為依變數，而國家行為者則為自變數。由於主要探討的是國家在全球氣候變遷議題中所做的努力，因此，將聚焦討論自變數的部分，即國家如何獲取全球氣候變遷的訊息以及採取何種行動作為因應措施。這將影響依變數的結果。從控制論的角度來看，國家面對全球氣候變遷的暖化速度問題，存在訊息的接收與行動的執行。首先是訊息的接收與獲取。地球是否暖化是科學問題，根據科學觀察與研究，全球氣候暖化的根源在於溫室效應（green house effect），而要減緩溫室效應速度，就必須減少排放溫室氣體。十九世紀初，法國科學家傅立葉發現地球原本應該是冰凍的，但是大氣層猶如燈罩一般，能保留地表的熱能，而二氧化碳就是能吸收熱能使地表溫度上升的溫室氣體。此後，逐漸越來越多科學家發現大氣層的主要組成氣體以及哪些氣體是能產生溫室效應，例如水蒸汽、二氧化碳或甲烷。其中，二氧化碳是最主要的溫室氣體，因此被視為測量排放量的標準。科學家使用「百萬分之一」（ppm）做為衡量空氣中溫室氣體的標準，這是因為溫室氣體在整個大氣層的氣體中比例非常小，可是，這麼小的成分就能產生極大的效應，因此人類的工業活動所產生的溫室氣體對全球氣候而言影響深遠。隨著人類的工業發展，大氣中的溫室氣體因而大幅增加，自 1901 年以來，全球平均溫度已提高 0.74 度。此外，空氣中的二氧化碳含量，在 2008 年初期達到 387 ppm 的程度，且以每年約 2 ppm 的幅度上升。（安東尼·紀登斯，2009/2011，41-43）。

溫室氣體以如此上升的速度，遠遠超出許多科學家的預期，同時也因而感到憂心。因為這代表地球的自然碳匯（natural sink）能正在弱化，漸漸喪失吸收溫室氣體的能

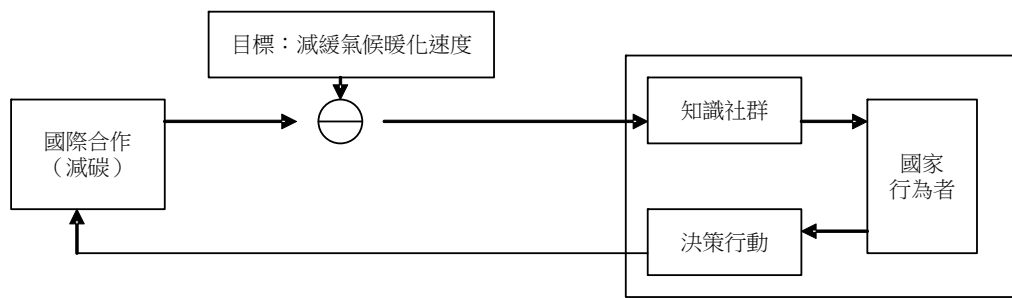


圖 6. 國家行為者對全球氣候暖化的控制系統

力。所謂的自然碳匯係指清除二氧化碳的過程或是機制，主要是由森林吸收並儲存二氧化碳，因此自然碳匯亦可指森林吸收並儲存二氧化碳的能力（安東尼·紀登斯，2009/2011，43-44）。此外，全球暖化會導致氣候異常的現象，例如乾旱、洪災、颶風、海嘯等事件，使這些氣候異常現象發生率變得頻繁，且強度也會有增加的趨勢（李河清，2006，113-114）。至此，關於全球暖化的問題是由科學家所觀察注意，在控制論的觀點中就是透過觀察所接收的相關訊息，當獲取的訊息量以及嚴重性促使各個國家開始關注時，就有了控制全球氣候暖化的意圖與作為。因此，不難發現有關氣候變遷的科學研究從 1950 年代就已經展開，到了 1980 年代這項議題正式受到各國關注，1988 年於是設立了「聯合國政府間氣候變遷小組」（the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC），進行對氣候變遷的科學評估、影響衝擊以及因應策略的研究。而這些科學家就是知識社群的主要成員之一。IPCC 的成立具備知識社群（epistemic community）的特性，主要功能在於針對氣候變遷的科學成因進行研究，並提出評估報告（Hass, 1992）。知識社群是藉由提供資訊、界定問題、形成對問題的共識、建議策略以及協助國家界定其利益的角色。在國際議題與國際社會的場域上，掌握知識與資訊也是國家行為者另一種重要的權力來源，此外，訊息的傳遞與知識觀念的傳播，更是達成政策的重要決定因素，因為政策制定需要科學依據（李河清，2004）。因此，面對氣候科學的問題，聯合國於 1988 年由聯合國環境總署和世界氣象組織共同成立了智庫型態的專家諮詢小組，即「聯合國政府間氣候變遷小組」（IPCC）。IPCC 是目前最具規模的知識社群，相關學門橫跨大氣、海洋、生物、生態、經濟、社會及政策科學等領域，並以科學研究的成果作為決策減少排放二氧化碳量的規範依據。在此

所討論的是氣候的變遷，不同於天氣的變遷。所謂的天氣（weather），指的是短時間內的大氣變化，而氣候（climate）則是長時間天氣的累積與變化，具有季節、變化趨勢等等的特徵。這是知識社群接收氣候暖化變遷訊息的部份，在此以接收訊息稱之。緊接著是國際體系中最重要的行為者角色，也就是國家，在此所稱的國家係指全球各個關心氣候變遷的國家，並且有努力關注於此的國家，例如歐盟、日本、中國、美國等國家行為者。在全球氣候變遷的議題中經常以歐盟的經驗作為例子，因為歐盟是在氣候變遷議題上表現與態度相較他國而言，最為用心且努力的（李河清，2006）。

從控制論的觀點，當獲取的訊息量足夠促成關注時，便會開始採取行動。在此，國家行為者獲取關於全球氣候變遷的訊息，正式受到聯合國的關注，於是開始採取行動，並為氣候變遷做出努力。因此，從控制論的角度來看，國家行為者從知識社群的科學研究所接收到的氣候變遷訊息是一樣的。而誠如前述所言，氣候變遷的影響是跨越國家疆界，無法以單一國家獨方面對解決，因此各國深知必須透過國際合作的方式作出努力。1990 年，聯合國大會（UN General Assembly）為了因應第二次世界氣象大會（World Climate Conference, WCC）的建議，於是通過會議並設立「政府間氣候變化綱要公約談判委員會」（Intergovernmental Negotiating Committee for a Framework Convention on Climate Change, INCFCCC）。隔年，於美國華盛頓召開第一次會議，正式將氣候變遷的全球環境問題端上聯合國的舞台。1992 年，超過 150 個國家談判，並在聯合國總部通過《聯合國氣候變化綱要公約》（the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）。同年，在「聯合國環境與發展會議」（the United Nations Conference on Environment and Development, UNCED），或稱之為「里約地

球高峰會」(Earth Summit)，在會議中 155 個國家簽署這項公約，並於 1994 年《聯合國氣候變化綱要公約》(UNFCCC) 正式生效，秘書處設於德國波昂。此公約的目的在於將大氣中溫室氣體的濃度保持穩定，並防止氣候系統受到危險的人為干擾。這穩定的程度是指在足以使生態系統能夠自然地適應氣候變化，並確保糧食生產免於受到威脅，使得經濟發展能夠持續進行 (United Nations, 1992, 2-24)。為了有效防止溫室效應，並斟酌考量各成員不同的經濟發展與自然環境，公約要求各成員應承擔共同但程度不同的責任。

此外，為了達到控制並減緩氣候暖化速度的目標，有必要更進一步透過制度的方式，設立具體的減少排放溫室效應氣體的減量時程與目標。因此，1997 年《聯合國氣候變化綱要公約》第 3 次締約方大會於日本京都舉行，會中通過具有法律效力的《京都議定書》(Kyoto Protocol)，全文共 28 條以及兩個附件 (即承擔各自不同責任的成員國，分成附件一的成員與附件二的成員)，主要內容概略如下 (United Nations, 1998, 1-20)：

1. 減量時程與目標：應於 2008 年至 2012 年間達成減量目標，同時採差異性削減目標的方式，例如，歐盟及東歐各國 8%、美國 7%、日本、加拿大、匈牙利、波蘭 6%，另外冰島、澳洲、挪威則各增加 10%、8%。
2. 管制六種溫室效應氣體，其中二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氧化亞氮 (N<sub>2</sub>O) 管制基準年為 1990 年，而氫氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs) 及六氟化硫 (SF<sub>6</sub>) 之管制基準年為 1995 年。
3. 制定「共同執行」(joint implementation, JI)、「清潔發展機制」(clean development mechanism, CDM) 及「排放交易」(emission trade, ET) 等三種彈性機制。
4. 森林吸收溫室氣體 (即自然碳匯) 之功能納入減量計畫，即 1990 年以後所進行之植林、再植林及砍伐森林所造成之溫室氣體吸收或排放之淨值，可計算於減量之中。
5. 簽署 1998 年 3 月 16 日起至 1999 年 3 月 15 日止，在紐約聯合國總部開放公約成員簽署，其後開放加入、批准、接受或認可。
6. 生效條件：首先，經各國國內程序批准議定書國家達 55 國；其次，批准《京都議定書》國家中，「附件一」成員之 1990 年二氧化碳排放量須至少占全體「附件一」成員 1990 年排放量之 55%；第三，達成上述兩條件後，則議定書於其後第 90 天開始生效。

在《京都議定書》中，所謂的共同執行機制，係指主要是由成員國中較先進的國家提供資金或技術給其他的國家，使得其他國家能夠跟著共同進行溫室氣體減量的計畫。而清潔發展機制，則是指允許工業國家藉由資助開發中國家發展清潔淨能源計畫，作為實現京都議定書減碳目標的一環。而排放交易機制，係指為促進全球溫室氣體減少排放，以國際公法作為依據的溫室氣體排放減量交易，以減少溫室氣體二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 為主，所以這種交易以每噸二氧化碳當量 (tCO<sub>2</sub>e) 為計算單位，所以又通稱為「碳交易」，其交易市場稱為碳市場 (carbon market) (Henson, 2008)。2009 年，召開哥本哈根氣候變化會議，此會議的發起原因是因為 1997 年簽署之《京都議定書》溫室氣體減排協議將於 2012 年屆滿，於是《聯合國氣候變化綱要公約》(UNFCCC) 決議於 2009 年底舉行哥本哈根會議，即第 15 次締約方大會，以期設立 2012 年至 2017 年全球減排標準。科學家表示全球暖化的問題刻不容緩，全球溫室氣體必須於 2015 年開始下降，以控制全球溫度上升不會超過攝氏 2 度，否則氣候變化將對地球帶來不可逆轉的災難。只有不足 10 年的時間制止全球不斷增長的溫室氣體排放量，因此哥本哈根會議必須敲定全球應對氣候變化之對策並達成國際協議。而哥本哈根會議的意義，在於環保議題的重要性增加，繼聯合國於 1997 年召開的京都會議，哥本哈根會議為史上第二次由各國元首或是部長代表開會的環境會議。此會議同時也是參與國家最多的聯合國會議，一百多國的國家和國際組織領導人參與本次哥本哈根會議，為聯合國召開會議有史以來參與國家最多的一次，哥本哈根會議是否達成全球協議，更對於全球氣候變遷未來發展極具重要性。換言之，2009 年哥本哈根氣候變化會議的協商範圍對象擴大了，原本《京都議定書》主要規範對象為已開發國家，於是各國冀望哥本哈根會議能擬定新的國際公約，將規範對象擴大至開發中國家，以有效達到減緩全球暖化的目標。對此，2009 年哥本哈根氣候變遷會議的運作方式，主要在哥本哈根會議與會國中分為三大集團，分別為以美國為首的已開發工業國家、歐盟各國與以中國大陸為首的開發中國家集團。各集團因發展程度不同，而對減排標準有不同的考量。其中，以歐盟提出的標準最高，期望產生帶頭示範作用。然而，此會議達成《哥本哈根協議》(Copenhagen Accord)，因為各集團之間因利益問題難以達成共識，是以只算得上是一缺乏法律約束力的政治宣示性備忘錄，並將達成一致減排協議的日程拖延至下一次 2010 年

墨西哥會議再予解決 (Death, 2011)。

此後，於 2010 年的墨西哥坎昆舉行聯合國氣候變遷會議以及 2011 年的泰國曼谷舉行全球氣候變遷談判會議，雖然在談判上有所進展，但是氣候變遷會議必須首要處理的是 2012 年之後減排承諾的法律約束力問題，這在 2010 年墨西哥會議時並沒有達成如京都議定書般具約束力的結果，因此，各國仍在努力希望 2011 年 12 月將在南非德班舉行的聯合國氣候變遷大會中，能夠有所結果，並成功促成 2012 年後的減排承諾約束條約。以上是國家行為者透過國際合作的方式，致力於控制並減緩氣候暖化速度。其中以歐盟最為努力，歐盟是最早擬定氣候變遷議題之整合性策略，在 1997 年京都議定書之後，隔年就在維也納會議上就討論各會員國的相關策略。歐盟認為有義務協助貧窮國家，並且使其能與其他各國一同在減緩氣候變遷上做出努力貢獻 (Tjernshaugen, 2011)。2007 年歐盟執委會主張 2020 年時已開發國家的平均溫室氣體排放量應該比 1990 年的排放量減少 30%，並且歐盟將率先減碳 20%，只要其他工業國家跟進，歐盟減碳的幅度就將追加到 30%。2008 年，歐盟執委會規定各成員國於 2020 年應該達到的目標，根據此計劃，丹麥、愛爾蘭與盧森堡到 2020 年必須以 1990 年為基準減碳 20%，英國與瑞典減碳 16%，德國與法國是 14% (安東尼·紀登斯，2009/2011, 230-243)。暫時不論其成效如何，但從其嚴格的規定上可知，歐盟的努力及態度，確實認真看待全球氣候變遷的問題。以下則探討從 1980 年代以來至今，國家行為者在控制氣候變遷議題上所努力的成效及遭遇到的可能困境。

#### 四、國家控制氣候變遷的成效與困境

根據 2011 年 11 月 21 日的新聞報導，聯合國世界氣象組織 (WMO) 21 日發布了年度「溫室氣體報告」，報告指出 2010 年的地球溫室氣體濃度為 1750 年工業化時代開始以來的新高，2010 年地球大氣中的二氧化碳濃度比前一年增加 2.3 ppm，達到 389 ppm，創下歷史新高。其中增加幅度更高於 1990 年代的年平均增長 1.5 ppm，以及近 10 年的年平均增長 2.0 ppm。世界氣象組織秘書長賈侯 (Michel Jarraud) 強調，受到大量使用石化材料、砍伐森林和改變土地用途，自 1750 年工業化時代以來，二氧化碳於大氣中的濃度已成長高達 39%，而地球暖化氣體中，就有 64% 來自二氧化碳。這些溫室氣體將會在大氣中存留數十年，造成全

球暖化情形惡化。因此，節能減碳避免地球溫度持續上升，將是人類目前的當務之急 (中央社，2011)。根據格溫·戴爾於其《氣候戰爭 2.0》一書中表示，2007 年京都議定書的簽約國在印尼決定將於 2009 年在丹麥首都哥本哈根舉行一場大型氣候變遷會議，以便制定京都議定書的後續條約，其主要目標是要使全球溫室氣體二氧化碳濃度範圍不超過 350 ppm，並且全球年平均溫不超過 2 度 (格溫·戴爾，2010/2010, 233-235)。如今的全球溫室氣體，特別是二氧化碳濃度已達到 389 ppm，遠遠超過預期的目標 350 ppm。從上述全球國家行為者於 1980 年代至今所做的努力，尤其是歐盟的用心良苦，為什麼仍然沒能控制並減緩氣候暖化的速度？為什麼沒能把溫室氣體二氧化碳濃度保持在不超過 350 ppm 的目標範圍內？為什麼反而比目標越差越遠？到底哪裡出了問題？ (Turnpenny, 2009)

從控制論的觀點來看，依變數是減緩氣候暖化的速度，以及國際合作共同努力減碳，而自變數是國際體系的國家行為者，由於知識社群的科學家獲取氣候變遷的相關訊息，使得國家開始重視並關注氣候議題，認為具有其一定的嚴重性，必須採取國際行動予以控制減緩變遷的速度，而目標就是造成全球平均溫上升的二氧化碳濃度必須受到控制，因此如圖 6 所示，這是一個負回饋調節的機制。從圖 6 可知，之所以控制的成效不彰，反而距離目標越來越遠，可能有三個地方出了問題，分別是知識社群接收氣候變遷的訊息可能有問題、做出的決策行動可能有問題，以及國家行為者的部份可能有問題。如果不是訊息獲取量不夠，就是準確度有問題，再不然可能就是決策行動做的不夠。首先，關於接收訊息的部份，根據格溫·戴爾於其《氣候戰爭 2.0》一書中表示，西方國家甚至是全球多數國家對於氣候議題的討論，主要參考依據是來自知識社群的報告，以 IPCC 每五年或六年一次的氣候變遷報告為主，而近年來尤其是依據 2007 年的第四次評估報告為主要參考依據 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007)。但是，IPCC 在 2007 年的第四次評估報告卻存在缺失問題，就是報告從未納入最新的證據資料。由於 IPCC 之 2007 年的第四次評估報告是科學家的研究論文資料整理，在匯集成第四次評估報告之前，必須設下截止日期，因此截止日期之後新發表的科學研究無法在第四次評估報告中呈現，進而無法作為政策評估參考素材。甚且，IPCC 之 2007 年的第四次評估報告將截止日期設定在 2005 年底，因此科學的研究論文或是氣候資料只在 2005 年



底之前的資料。值得注意的是，這些研究論文的分析資料與參考的文獻又比 2005 年老舊，因為發表論文投稿期刊必須經過期刊審查，這樣的審查過程經修改再審查再修改，前後通常至少得等一年，期刊編輯才可能將科學的研究論文發行。職是之故，事實上 2005 年底之前發表的科學論文，絕大多數可能是在 2003 年底交給期刊的。質言之，一份研究論文所根據的資料通常比該研究論文更為早期，因此，IPCC 之 2007 年的第四次評估報告中基礎之科學論文，其所分析的資料大多是 2002 年或是更早的資料（格溫·戴爾，2010/2010，121-125）。

其次，關於國家行為者的部份，從控制論的角度來看，國家行為者從知識社群的科學研究所接收到的氣候變遷訊息是一樣的，但是，卻因為全球氣候變遷的影響跨越疆界，且無法確定會在哪個地區造成災害，加上各國的經濟發展不同，不願意為不確定的可能災害，而制定可能影響經濟成長的減少排放溫室氣體的政策。根據格溫·戴爾於其《氣候戰爭 2.0》一書中指出，在全球氣候變遷的議題上，有三大國家行為者是絆腳石：美國、中國，以及不受削減溫室氣體排放量義務約束的開發中國家。而這三者之中，最重要的是美國無法提出減排溫室氣體的可靠承諾（格溫·戴爾，2010/2010，233-235）。2008 年歐巴馬當選美國總統，當時歐巴馬清楚了解避免災難性氣候變遷的重要性，但是，投票給他的美國選民中，很少會把這件事當成最優先的當務之急。相反地，美國的人民最關心的是就業與健康照護，因此歐巴馬將此當成首要推動的施政工作。歐巴馬送交國會的第一個法案，就是拯救美國經濟並脫離衰退的措施，且在此議題花費龐大的資金。其次，第二項重要的法案係屬改革法案，將健保擴及數千萬未投保的美國民眾。而承諾適度削減美國溫室氣體排放量的氣候變遷法案則被擺在第三順位（Grundig, 2009）。因此在大多數其他工業化國家都在談論要比 1990 年減少 20% 至 30% 的排放量，日本新政府甚至表示要減少 40% 的溫室氣體排放量時，美國歐巴馬的法案卻提出美國只要減排 17% 的排放量，而且是跟 2005 年得排放量相比。對此，若與其他國家使用的 1990 年為標準相比，美國減少的排放量只有微不足道的 4% 而已（Bomberg & Super, 2009）。其實這不是美國第一次展現如此不積極的態度，早在 1995 年各國通過工業國家必須設定碳排放減量的目標，當時的美國總統柯林頓就百般猶豫，雖然最後接受這項提案，但是美國國會卻一致反對，認為這項提案並未要求

開發中國家減量（安東尼·紀登斯，2009/2011，234-235）。

相對於美國，中國雖然是世界最大的排放國，尤其在 2007 年時中國的溫室氣體排放量超越美國，卻在京都議定書中並未賦予減少排放的義務。但是，中國政府並非無視於氣候暖化的問題，相反的，北京當局相當明白中國極容易受到全球暖化的影響。中國的領土與美國相當，坐落的緯度也相同，但前者人口數是後者的 4 倍，農地面積遠遠較少，而且有一些特定的弱點，像是中國南部重度依賴冰河融水形成的河流，以及中國北部主要仰賴東北季風。因此，中國的目標是再生能源可在 2020 年前的能源組合中佔 15% 左右。此外，中國也是世界上汽車燃料效率規定最嚴格的國家之一，每加侖須行駛 45 英哩，以減少馬路上川流不息的新車對環境帶來的衝擊。但是，中國大陸至今仍仰賴煤來發電，而且未來數十年將繼續重度依賴燃煤發電（Shin, 2010）。但是，中國不願意在絕大多數中國人仍處於貧窮之際，被迫接受會限制其經濟成長的目標。因此，中國領導的七七國集團抵抗外界對他們依京都議定書不必削減排放量的批評。中國在哥本哈根會議的其他主要考量因素是，中國絕對不接受美國不願接受的減排溫室氣體的限制。但是，另一方面，值得注意的是，中國擔心可能在氣候變遷議題上遭到外交孤立，而且有可能影響到其他領域，例如對中國而言非常重要的貿易領域。因此，在哥本哈根會議之前，中國提出一項目標，指出不是要削減二氧化碳的排放，而是要削減所謂的「碳密度」（carbon intensity），換言之，就是減少每單位經濟活動所產生的二氧化碳排放量。北京表示，將在 2020 年以前減少 40% 至 45% 的碳密度，並以 2005 年的碳密度水準為比較基準（Shin）。此提議受到印度及其他發展中國家的熱烈歡迎。此外，由於制定減排等條約草案文本的西方國家，如美國、英國等國家，因私利有意將新的京都議定書條約成為已開發國家強迫開發中國家減少排放溫室氣體的工具，此意圖所造成的影響不僅使氣候談判陷入僵局，也使得開發中國家對已開發國家的不滿持續升高（Vezirgiannidou, 2009）。值得注意的是，這些大國，諸如美國和中國，他們並非無知，美中兩強深知全球暖化將會造成嚴重的影響，的確也想避免地球增溫 2 度的夢魘（Stone, 2009）。但是，他們的國內情況各不相同，因此反對嚴格的目標和法律上的承諾。而美國的國會之所以陷入討論氣候議題的僵局，原因正是擔心設定排放溫室氣體減量的目標之後，反而有利於其他長期為美國競爭對手的工業國家，並造成美國自身的經濟成長受到傷害。對

此，美國歐巴馬政府又擔心反對氣候議題會給外界不良的觀感，於是努力將阻撓氣候議題的責任推給中國，而中國也極力將之怪罪美國（格溫·戴爾，2010/2010，243-244）。換言之，政治是導致因應措施毫無進展或是徒勞無功的原因。

再者，關於決策行動的部份，根據英國學者紀登斯在其著作《氣候變遷政治學》一書中指出，儘管上述的努力有其必要性以及重要性，但是，由於最主要的因素還是在於現存的發展模式。人類文明的演變，從工業革命開始大轉型，接著在兩百年內形成了以擴充經濟規模、促進大量消費，並且以化石燃料作為主要能源的發展模式。這樣的發展形塑了一套符合其發展的基礎建設、政治系統、文化與世界觀，而人類與大自然的關係也隨之改變。紀登斯深刻地表示，並非上述的國際合作不重要，也不是減碳的動機不對，當然國家之間的政治角力或許是阻力，但是，最深切的問題是現代人類賴以生存的發展模式，所依賴的化石燃料，如石油、煤、天然氣，特別是煤和石油，這些雖促成了工業發展，但也增加了大氣中溫室氣體二氧化碳的濃度。因此，面對全球氣候變遷，為了有效減緩氣候暖化速度，上述所有的努力有必要加上能源的政策，不論是研發再生能源或是確保能源使用效能，唯有結合能源安全議題，才有可能達成預期的目標，即減少二氧化碳濃度，使全球溫室氣體二氧化碳濃度範圍不超過 350 ppm，並且全球年平均溫不超過 2 度。這點除了歐盟有部份做到之外，其他的國家都需要以此為努力的方向（安東尼·紀登斯，2009/2011）。另外，尚有一項問題，其可能是無法解決的問題，在此稱之為國家或是人類在全球氣候變遷議題上最大的困境。根據科學家的研究發現，由於二氧化碳與大部份其他溫室氣體一旦進入大氣層，就會停留很長的時間，氣溫也會逐漸增加，無可避免地造成地表溫度跟著升高，至今全球平均升溫至少攝氏 2 度，甚至可能更多，即使全球人類都立刻大幅削減排放量，或是都不排放二氧化碳也一樣，但這根本不可能做得到（安東尼·紀登斯）。

## 五、結論

大氣圈的氣候變遷，地球的環境問題，是跨越國家疆界的。面對全球氣候環境的問題，個別單一國家無法獨自解決，需要透過區域或國際合作來處理。但是，國家依然扮演極為重要的角色，具體措施需要國家來執行，因為不論是國內或是國際政策皆由國家所決定。值得注意的是，在全球化的時代，具有遠見的個人與公民社會的動力促使全球關注不

少重要的全球議題，而全球氣候變遷就是典型的例子。正因為全球氣候變遷的環境問題，其影響跨越國家疆界，所以相信國家必須與相關機構團體，以及其他國家與國際組織共同努力，才能有效面對與採取因應措施。從控制論的角度而言，全球氣候變遷是客體黑箱，國家行為者則是主體，當客體的可觀察訊息使主體認知到必須採取行動時，就會著手可控制的措施與努力。以氣候變遷為例，氣候變遷的範疇中最明顯的問題是氣候暖化，而造成氣候暖化的是溫室效應氣體，如二氧化碳等等。從控制論的觀點來看，有兩個很重要的概念要素扮演控制氣候變遷的關鍵角色，分別是訊息以及負回饋調節，當然，還有一個也很重要的角色，就是國家，不僅是訊息的接收者，同時也是採取行動的執行者。圖 6 這個負回饋調節系統，亦即國家對全球暖化的控制系統可知，有三大主要部分，第一個是目標，第二個是接收者與採取行動者，即國家行為者，第三個是國際合作，因為全球氣候變遷的影響跨越國家疆界，無法依靠單一國家獨力面對處理。在此，目標與國際合作兩者為依變數，而國家行為者則為自變數。由於主要探討的是國家在全球氣候變遷議題中所做的努力，因此，將聚焦討論自變數的部分。

自 1950 年代起，全球氣候變遷的科學研究逐漸影響許多國家的政府，進而受到聯合國的重視，列入議程，形成國際合作共同面對的機制。從氣象科學研究，到列入聯合國議程，並形成國際建制，至今全球氣候變遷已成為當今全球重大的國際環境問題，同時也是國際政治問題。在國際關係研究中，國家被視為是主要行為者之一，而且是最重要且關鍵的角色。國家行為者在全球氣候變遷議題上做出許多努力，透過國家間的合作，形成相關機構團體與國際組織，例如，1992 年聯合國通過《聯合國氣候變化綱要公約》（United Nations, 1992），並在里約地球高峰會上由與會國簽署公約，且於 1994 年正式生效，秘書處設於德國波昂。1997 年，此公約的第三次締約方大會於日本京都舉行，會後通過具法律效力的《京都議定書》（United Nations, 1998），目的在於確定實行的辦法與執行目標，以便減緩全球氣候變遷的暖化現象。2009 年因為《京都議定書》的目標時間即將屆滿，遂於哥本哈根召開第 15 次公約締約方大會。還有歐盟的許多相關規定與措施，等等這些相關的努力。然而是否達到如預期的目標或成效呢？根據 2011 年 11 月 21 日的新聞報導，聯合國世界氣象組織（WMO）21 日發布了年度「溫室氣體報告」，報告指出 2010 年的地球溫室氣體濃度為 1750

年工業化時代開始以來的新高，2010 年地球大氣中的二氧化碳濃度比前一年增加 2.3 ppm，達到 389 ppm，創下歷史新高。很顯然的，答案是否定的，上述這些相關的努力並沒能達到如預期的目標。從控制論的角度來看，有三大困境，分別是接收訊息、國家之間與決策行動的部份。首先是關於氣候變遷訊息是根據科學家的研究，但由於需要經過嚴格審查，因此資料無法符合最新的情況，也就是召開國際氣候變遷會議時的當下確切情況。其次，國家之間存在利益與政治角力的關係，各國仍以自身的私利為主，因此難以達成共識或難以盡力合作，特別是美國與中國。第三，決策的行動上，所有的努力措施似乎只能算是治標，不能算是治本，根據學者紀登斯（2011）的看法，最重要的治本之道，還是在能源，高效率使用能源以及開發再生能源等，都是該努力的方向。最後，還有一項最大的困境，就是二氧化碳與大部份其他溫室氣體在大氣中會停留很長的時間，氣溫也會逐漸增加，造成地表溫度跟著升高，即使全球人類都立刻大幅削減排放量，或是都不排放二氧化碳也一樣，更不用說這是不可能做到。職是之故，從控制論的角度來看，人類應該是無法控制並減緩氣候暖化的速度。如果先不管最大的一項困境，要做到控制並減緩全球氣候暖化的速度，就必須同時改善三大困境，即關於氣候變遷的研究資訊要能符合最新狀況，國家之間能相互退讓，並以全球人類生存利益為主，最後在努力的辦法上以能源政策為主。然而，光是在國家與國家之間的政治因素，要能互相包容與退讓，其難度不言可喻。

### 參考文獻

- 安東尼·紀登斯（2011）。**氣候變遷政治學**（黃煜文、高忠義譯）。台北：商周出版。（原著出版年：2009 年）
- 李河清（2004）。知識社群與全球氣候談判。**問題與研究**，43(6)，73-74。
- 李河清（2006）。歐盟與環境：以京都議定書為例。載於張亞中（主編），**歐盟全球戰略與對外關係**，113-135 頁。台北：晶典。
- 李河清（2007）。國際環境政治。載於張亞中（主編），**國際關係總論**（2 版，518-560 頁）。台北：揚智文化。
- 金觀濤、華國凡（1983）。**控制論和科學方法論**。台北：谷風出版社。
- 格溫·戴爾（2010）。氣候戰爭 2.0—決定全人類命運的最後一場戰役（林聰毅譯）。台北：財信出版。（原著出版年：2010 年）
- 萬百五、韓崇昭、蔡遠利編著（2009）。**控制論—概念、方法與應用**（3-15 頁）。北京：清華大學出版。
- 中央社（2011 年 11 月 22 日）。**氣象組織：溫室氣體數十年不散**（張曉雯譯）。2011 年 11 月 22 日，取自 <http://tw.news.yahoo.com/%E6%B0%A3%E8%B1%A1%E7%B5%84%E7%B9%94-%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E6%B0%A3%E9%AB%94%E6%95%B8%E5%8D%81%E5%B9%B4%E4%B8%8D%E6%95%A3-101913197.html>。
- Bomberg, E., & Super, B. (2009). The 2008 US presidential election: Obama and the environment. *Environmental Politics*, 18(3), 424-430
- Death, C. (2011). Summit theatre: Exemplary governmentality and environmental diplomacy in Johannesburg and Copenhagen. *Environmental Politics*, 20(1), 1-19.
- Easton, D. (1953). *The political system: An inquiry into the state of political science*. New York: Knopf.
- Grundig, F. (2009). Political strategy and climate policy: A rational perspective. *Environmental Politics*, 18(5), 747-764.
- Hass, P. (1992). Introduction: Epistemic communities and international policy coordination. *International Organization*, 46(1), 3.
- Henson, R. (2008). *The rough guide to climate change*. London: Rough Guides.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2007). *Climate change 2007: Mitigation*. Contribution of working group III to the fourth Assessment report of the Intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shin, S. (2010). The domestic side of the clean development mechanism: The case of China. *Environmental Politics*, 19(2), 237-254.
- Stone, R. W. (2009). Risk in international politics. *Global Environmental Politics*, 9(3), 40-60.
- Tjernshaugen, A. (2011). The growth of political support for CO2 capture and storage in Norway. *Environmental Politics*, 20(2), 227-245.
- Turnpenny, J. (2009). Will we ever manage to deal with climate change? *Environmental Politics*, 18(4), 633-637.
- Vezirgiannidou, S. E. (2009). The climate change regime Post-Kyoto: Why compliance is important and how to achieve it. *Global Environmental Politics*, 9(4), 41-63.

---

United Nations (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. 2-24. New York: UNITED NATIONS.

*Framework Convention on Climate Change*. 1-20. Kyoto: UNITED NATIONS.

United Nations (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations*

收件：100.08.10 修正：100.11.11 接受：101.03.03