

Climate-Driven Integrated Assessments as Policy Tools: The Case of the IPCC

Paper presented at Conference on Weather Analysis and Forecasting
September 15-17, 2003, Taipei

Ho-Ching Lee
Chung-Yuan Christian University
Chung-Li, Taiwan

Abstract

Integrated assessments have recently emerged as policy tools to assess performance and implementation. More specifically, in climate change negotiations, climate driven assessments such as those compiled by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) are used to assess the scientific aspects of climate system, as well as the technical, environmental, economic and social aspects of adapting to and mitigating climate change. But how exactly does this relate to policymaking? The existence of the assessment does not guarantee that they will be used as policy tools.

This paper attempts to give an overview of integrated assessments, their characteristics, and their strengths and weaknesses in application. In particular, it will examine the background, organization and functioning of the IPCC. Drawing lessons learned in this science-policy evolution process, it will also discuss potential challenges and opportunities confronting scientific communities in Taiwan and in the end, call for a Taiwan-IPCC initiative.

(本文節錄改寫自國科會「區域氣候變遷模擬系統之整合與應用：氣候變遷整合評估」計畫報告之科學不確定性與結論部份)

氣候變遷整合評估：以聯合國 IPCC 為例

摘要

近年來，氣候變遷與全球暖化已成為國際環境重大問題。為因應全球氣候變遷及本土環境變遷之衝擊，學術界建構發展了氣候變遷整合評估模式，將科學（研究成果）與政策（因應策略）相連結，並作為資源保育、環境管理決策過程之科學依據。

本文即以聯合國政府間氣候變遷小組（IPCC）為例，評析氣候驅動之整合評估模式之理念架構、形成背景及氣候公約演進過程、科學的不確性，並討論其特點與限制，最後以台灣觀點，提出區域尺度、學門整合、公共參與之政策建議並倡議成立 Taiwan-IPCC 之可行性。

關鍵字：氣候變遷、整合評估模式、IPCC、氣候變化綱要公約

一、科學的不確定性

IPCC 所出版的各项評估報告裡，最引人爭議的便是氣候科學的不確定性。持平而論，氣候系統多變且不定，氣候變遷的科學複雜而困難。從相關學術領域來看，氣候系統橫跨物理、化學、數學、地質、海洋、生物等學科，且涵括大氣圈、水圈、雪圈、地圈及生物圈五個子系統。子系統間的相互作用再加上人為影響，使得氣候模擬的研究工作十分不易。

以模式建立而論，先發展成「數理」模式，再進階成「數值」模式，將各子系統參數化後逐漸納入。古氣候的資料，目前雖然可以依靠樹輪、冰蕊或湖泊沉積物等途徑去探索、詮釋，但資料稀少，且有誤差。若論及現今的氣象資料，比較有系統的記錄才不過 150 年左右，而精密、持續且大規模的氣象儀器觀測也只有 50 年。

時間尺度在模式上通常以 50 或 100 年為計算考量。如 IPCC 的模擬結果，常以 50、100 或 200 年為單位。而實際上，大自然的氣候變化型態或週期可持續數十、數百甚至數千年，對照之下，公共決策的週期及公職人員的任期（2~4 年）與大尺度的氣候變化相比，這種

時間尺度的差距，往往使得氣候議題邊緣化，得不到應有的重視。

時間尺度也反映在不同氣體之生命週期上。如 CO₂ 在大氣的生命週期為 50~200 年，CH₄ 為 12 年，而懸浮微粒則只有 1~2 星期，所以，目前的暖化是五十或百年以前溫室氣體的排放所影響，而此刻的減量效果也無法立竿見影的顯現。所以，長時間尺度的影響，使減量策略的推動與規劃常常落入「不具迫切性」的誤解。

模式的可靠性，除了尺度因素以外，雲層模擬、降水模擬、懸浮微粒的作用等研究課題仍有待加強。縱觀時間的巨流裏，氣候歷史過程中，劇烈氣候的成因也不易詮釋，現今氣候資料雖然可藉由衛星、雷達等觀測儀器加以驗證，鑑古或許可以知今，但是，即便掌握了過去與現在的氣候特徵，面對未來的氣候預測，也未必全然確定。所以氣候系統的解釋與預測，至今仍是一項科學難題。

依據近年來氣象觀測資料、IPCC 1996 與 2001 評估報告結果及以上之討論，特以三個向度--已知的、可能的、不確定的，將氣候變遷科學知識領域之現況整理如下表，做為決策之依據與考量。

氣候科學現況

已知的	可能的	不確定的
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 溫室效應導致氣候暖化 ➤ 主要的溫室氣體有：水氣、CO₂、CH₄、N₂O、CFC 等 ➤ 溫室效應原為自然現象，唯自工業革命（1750）以來，因人類加速之經濟活動，大量使用能源，燃燒化石燃料，此一「人為」的氣候變遷使 CO₂、CH₄、N₂O 之大氣濃度增加 31%、175%及 17%。 ➤ 過去 100 年裏，全球平均地表氣溫上升 0.6°C±0.2°C。1990 年代與 1998 年為自 1861 年以來，最熱的十年與單年年份。 ➤ 截至 2003 年初，最熱的三年為 1998、2002、2001，且氣候異常及氣象災害（洪水、旱災、熱浪、颶風等）頻傳。 ➤ 聖嬰現象自 1970 年代中期以後發生頻率增加，強度增加，且持續較久。 ➤ 過去 100 年裏，全球海平面升高 10~25 cm。 ➤ 衛星觀測資料顯示：60 年代後期以來覆雪面積減少 10%，極區以外的高山冰河普遍向高處消 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 20 世紀的增溫不尋常。IPCC（2001）模擬結果認為自然變化或許可以解釋前半期之變化，但近五十年之變化則明顯受到人為因素影響。 ➤ 1990~2100 年間，氣溫將上升 1.4~5.8°C，這比前次 IPCC（1996）結果（1~3.5°C）還高。 ➤ 極端天氣方面，有 90~99% 的機率，會有較高的氣溫、較多的熱天、較少的冷天或結霜日、較小的日溫差、較高的熱指數（依據氣溫與濕度定義的舒適度指數）、較高的豪雨發生頻率。 ➤ 有 66~90% 的機率，中緯度內陸地區乾旱的發生頻率可能升高，而熱帶氣旋的最強風速與最高雨量也可能加強。 ➤ 1990 至 2100 年間，海平面上升 0.09 至 0.88 公尺，比 1995 年的預估值（0.13 ~0.94 公尺）略小。 ➤ 北半球的雪與海冰覆蓋範圍將繼續變小，冰川也將持續退縮。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人為 vs 自然的爭辯。20 世紀的暖化究竟是人為影響，還是自然現象？ ➤ 氣候模式的可靠性。氣候模擬已從數理模式發展成數值模式，模擬過程中仍有以下各項需要改進： <ul style="list-style-type: none"> ● 雲層降溫模擬 ● 降水模擬 ● 空間尺度之改進（目前全球模式解析度差）。 ● 時間尺度之差距 ● 氣體的生命週期從十幾年至幾百年，而懸浮微粒在大氣中僅停留 1~2 星期。 ● 懸浮微粒之冷卻作用 ➤ 氣候歷史中，劇烈、極端及驟變的氣候成因及影響。 ➤ 未來氣候如何變遷。

逝退縮。北極晚夏初秋 海冰厚度數十年中減少 40%。		
----------------------------------	--	--

(李河清彙整 IPCC 1996, IPCC 2001, Alfsen et al.(2002) and 許晃雄(2001))

二、 台灣面向之思考

本文現將焦點從 IPCC 移至國內，經由國外相關經驗之討論，進而聚焦於國內之學術及政策之背景環境，審視並反思。台灣面向之思考，分述如下：

(一) 尺度

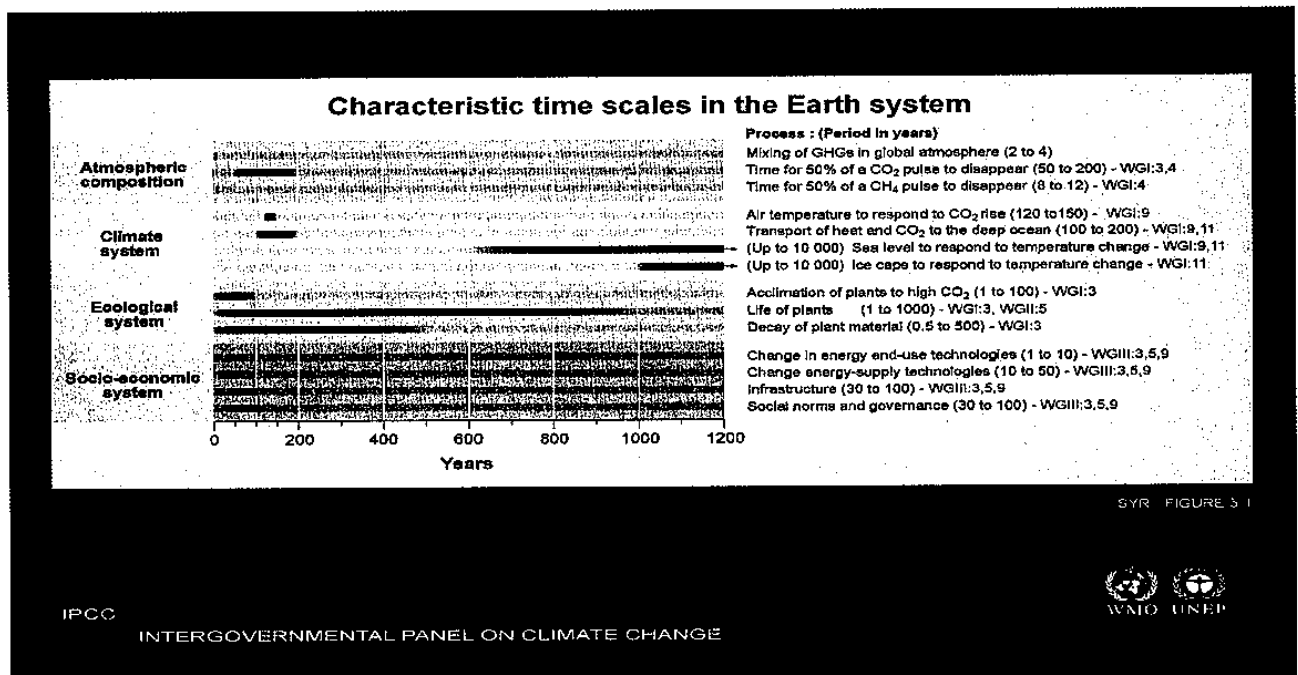
依據評估模式之討論，全球模式在解析度上仍屬粗糙，台灣在許多全球氣候模式中僅佔一點，或甚至不存在。而台灣地形特殊，降水分佈有其獨特性，絕非目前現存之全球模式可予模擬驗證，以台灣為研究主體之區域氣候模式，亟待建立。

除了空間尺度之外，時間尺度也相當重要，根據 IPCC 2001 的報告指出，大氣系統的時間尺度，如前所述 CO₂ 在

大氣中的生命週期為 50~200 年，而碳循環、熱傳及其對深海的影響，可長達 100~200 年，海平面上升的改變及冰帽厚度的改變對溫度的影響甚至可長達至萬年。又如生態系統，植物的生命週期也可長達千年，社經系統，如能源使用、科技改變與能源使用效率的提升，其影響也可長達 50 年。此一時間尺度從十數年至上萬年，變化不可謂不大。反思人類的有限生命、政權的短暫更替與地球系統之綿長恆久比較，像是井底之蛙難窺全貌，短暫渺小，實為宇宙之過客，又何以了解恆古的時間與空間的巨流。

現將 IPCC 地球系統尺度摘錄如下：

地球系統尺度之特徵



IPCC (2001), available online at <http://www.ipcc.ch/present/graphics.htm>

(二) 學門整合

氣候科學牽涉許多基本學科，如物理、化學、地質、海洋、大氣等自然科學，除此之外，如需具體而微的模擬地球系統內之人文面向仍須納入相關人文學科，包括：社會（如排放分配與公平）、經濟（如資源經濟）、心理（如對氣象災害之認知）、政治（如氣候政策之制定）。目前國內參與全球變遷研究的學者多集中於大氣、海洋、生物或生態等自然學科，對於氣候變遷所帶來之衝擊與影響、社經分析及其因應策略方面，投入的研究人員仍然稀少，所進行之研究計畫亦顯薄弱。

事實上，歷屆全國科技會議的結論，總會提出加強自然與人文學門對話之論述，而在執行上，實際成效距理想仍有極大的改進空間。持平而論，自然科學走向人文科學，似乎比人文科學走向自然科學容易入門，在此呼籲從事大氣、海洋等自然科學的研究人員，跨出門戶界線，更積極地營造與人文學科合作的空間與契機。

(三) 公共參與

IPCC 的成功在於研究人員的投入、科學管理的成功及參與機制的建立。IPCC 的組成除學者專家外，還包括政府代表、技術官僚、業界代表及非政府組織成員，在重疊的評估過程中，各方意見得以充分表達、討論甚或爭辯而達成協議，此一繁複的參與過程，使不同甚至相反的意見得以提出。當然，或許有人批評 IPCC 之相關報告，科學與政治成分並重，但是不可否認的，IPCC 目前所依循之參與過程，公開、公正、並考量地域的公允性、平衡南方與北方國家之不同觀點。此種提攜開發中國家，鼓勵開發中國家建立知識社群、參與國際組

織的作法，的確是 IPCC 規劃運作不可忽視的重要原因。反觀國內參與機制多集中於學者專家與政府官員，在此建議擴大參與基礎，廣納不同意見之社團與社區，特別是 NGO 及社區人員之參與，亟需納入。除強調參與之外，參與的前提，必需培養實力，此培力過程亦宜同時進行。

(四) 從氣候科學到氣候政策

我們總是強調，政策的制定需有科學依據，而從氣候科學到氣候政策的過程，卻往往迂迴而曲折。以 IPCC 為例，科技社群提出研究成果、界定問題、浮現議題、塑造議程、啟動談判並進行政策辯論，對國際環境條約之制定產生了不容忽視的影響，從科學 - IPCC 演進至政策 - 氣候變化綱要公約及京都議定書之過程，科學的共識、科研成果的呈現、評估報告的傳播、相關媒體的報導等，使得 IPCC 科技社群的角色發揮極致。對照之下，國內科研成果，往往束之高閣，對實際政策的影響，尚難顯現，當然，IPCC 的政策推動者（Policy Entrepreneurs）如 Bert Bolin、Bob Watson 等，其學術地位卓著，並善於管理大型研究計畫、協調折衝、調和鼎乃，功不可沒。由此可見，由合適的學者來擔任政策推動者的角色，提供政策「建議」（有別於作「決策」），將有助於環境政策符合現實情況的需求，也更能在經濟發展與環保考量兩者之間取得較好的平衡。

由 IPCC 的經驗來看，氣候變遷原則是自然現象，其變化過程緩慢，往往在決策過程中並未受到應得的重視。氣候問題，平常處於邊緣化位置，等到氣象災害發生時，一躍而成為災害問題，緊急優先處理，此一輕「政策」重「對策」的現象值得檢討。特別是，事前的預防

應重於事後災害的補救，在此呼籲重視預警系統的建立，加強氣候研究、傳播氣象資訊、提高風險意識、改進輕「政策」重「對策」的積習。

本文並提出成立 Taiwan-IPCC 之建議，將現有各類相關研究報告加以評估、彙整，提出具有公信力的整合報告，對科學—政策之推動及演進當有一定助益。

三、 結論

氣候科學複雜且不確定。本文以 IPCC 為例，評析氣候整合評估模式，並以科學—政策之演進過程，討論從氣候科學（IPCC）到氣候政策（氣候變化綱要公約及京都議定書）之特點與要件。反觀台灣之學術與政策之背景環境，本文建議加強建立區域氣候模式，盡速推動學門整合，擴大公共參與，並以「政策」取代應付氣象災害之「對策」。特別是倡議 Taiwan-IPCC 之成立，提出台灣適用且具公信力之政策建議，對科學—政策之推動與演進當有一定助益。

Reference:

1. 許晃雄 (2001), 「淺談氣候變遷的科學」, 科學發展月刊 29(12), 867-878。
2. Agrawala, S. (1998a) Context and Early Origins of the Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climatic Change*, Vol. 39, No. 4, 605-620.
3. Agrawala, S. (1998b) Structural and Process History of the Intergovernmental Panel on Climate Change, *Climatic Change*, Vol. 39, No. 4, 621-642.
4. Alfsen, Knut H. et al. (2000) *Climate Change: Scientific Background and Process*, Center for International Climate and Environmental Research, Report 2000:1. Available online at <http://www.cicero.uio.no>.
5. Arrhenius, S. (1896) On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground, *Philos. Mag.* S. 5. Vol 41, No. 251, 237-276.
6. Bodansky, D. (2001) The History of the Global Climate Change Regime, in *International Relations and Global Climate Change* ed. by Urs Luterbacher and Detlef F. Sprinz. Cambridge, MA: MIT Press. 23-40.
7. Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), (1995) *Thematic Guide to Integrated Assessment Modeling of Climate Change* online at <http://sedac.ciesin.org/mva/iamcc.tg/TGHP.html>
8. Fisher-Vanden, Karen. (2000) *International Policy Instrument Prominence in the Climate Change Debate: A Case Study of the US* ed., in *Climate Change and U.S. Foreign Policy*, P.G. Harris New York: St. Martin's Press. 151-175.
9. Haas, Peter (1992) *Epistemic Communities and International Policy Coordination* ed., *International Organization*, Vol. 46, No. 1.
10. Haas, Peter. (1997) *Scientific Communities and Multiple Paths to Environmental Management in L. Anatheia* Brooks and Stacy VanDeveer ed. *Saving the Seas*, College Park: Maryland Sea Grant.
11. Intergovernmental Panel on Climate Change. (2001) *IPCC Third Assessment Report*. Available online at <http://www.ipcc.ch>

12. Intergovernmental Panel on Climate Change (1996) *Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
13. Lee, Ho-Ching (1998) Ph. D. Dissertation titled *China's Participation in the United Nations Framework Convention on Climate Change*, The State University of New York at Albany.
14. Parson, Edward and Fisher-Vanden, Karen (1997) *Integrated Assessment Models of Global Climate Change*, *Annual Review of Energy and Environment* 22.
15. Parson, Edward (1995) *Integrated Assessment and Environmental Policy Making: in Pursuit of Usefulness*, *Energy Policy* 23:4/5, 463-475.
16. Rotmans, Jan. (1990) *IMAGE: An Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect*, Dordrecht: Kluwer.
17. Rotmans, Jan, Dowlatabadi, H. and Parson, Edward (1996) *Integrated Assessment of Climate Change: Evaluation of Methods and Strategies*, in *Human Choice and Climate Change: A State-of-the-Art Report*.