

科技可以振興經濟？

美國振興經濟方案當中，
含括了數百億美元對於能源和資訊科技的援助，
其目的除了希望帶來立即性的就業機會外，
也期望能預先設定下一波經濟成長的力量。
不過為何經濟學家和創新領域的專家，
卻抱持著懷疑的態度？

文羅特曼 (David Rotman) 譯 張彥文

本刊獨家取得美國麻省理工學院

Technology Review 期刊圖文授權

Technology Review, Published by MIT.

TECHNOLOGY REVIEW

Internet URL: www.technologyreview.com

Technology
PUBLISHED BY MIT
Review

不論用什麼方法衡量，1,000億美元都是一筆極為驚人的數字。這筆錢是美國聯邦政府振興經濟方案中，致力於發現、發展及完成各項科技的經費。其中的200億美元，將投入電子病歷的建置；72億美元將為那些還沒有寬頻網路服務的地區投入相關的建設；不過令外界最好奇的一項支出，是一筆投入能源領域，大約600億美元的費用。這筆費用將應用於能源效率提升，以至於大規模的生質燃料，或是太陽能設施的抵押貸款。

這樣的支出在規模和涵蓋的科技領域上，都是史無前例的，自寬頻網路的建置到採用電子病歷，數十億美元的金額代表了全新的經濟投資；至於對能源科技領域來說，如此龐大的金額讓以往不論是私人或公共投資，都顯得微不足道。美國能源部（Department of Energy）算是其中一個大贏家，獲得了390億美元的額外經費（該部會每年的預算就已有250億美元）；而光是能源部下的能源效率與再生能源辦公室（Office of Energy Efficiency and Renewable Energy），就獲得了168億美元的經費支持（該部門2008年的預算僅17億美元）。相較來說，那些不時鼓吹新興能源未來潛力的創業者，

2008年也只投入了41億美元。

這筆資金的挹注是相當戲劇化的，因為過去幾年美國政府在科技領域，尤其是能源科技部分的經費是相當少的，而振興經濟方案不但挑選出能源計畫，還投入大量的資金，就顯得十分尷尬了：其中有110億美元，用來更新電力傳輸系統和建設智慧化電網，數億美元用來發展像地熱（約4億美元）或是生質能（約8億美元）這種新興能源；至於已經有相當基礎的再生能源如風力或太陽能，也都得到數百億美元的資助或是稅捐減免。

最具野心的部分是，美國政府投入這筆資金的意圖，是在立即的未來刺激經濟復甦，同時促進長期的經濟成長。歐巴馬和他的行政團隊，一再地試圖將創造「綠色工作」（green jobs）和建立「乾淨能源經濟」（clean-energy economy）這二項需求，與振興經濟方案的資源相結合。

美國麻州大學艾摩斯特分校（University of Massachusetts, Amherst）經濟學教授寶林（Robert Pollin）指出，決定投入如此大規模的金額，期望同時達成立即性經濟成長和長期性環境保護，意味著政府政策的大轉變。寶林去年秋天發表一分報告，主張政府若能投注一定的經

費在能源科技當中，將可在未來二年創造200萬個工作機會，亦即把資源投注在與地球暖化相關的科技研究，可以帶來立即性的經濟效益。寶林說，「這個想法若在不到二年前提出，一定會被認為不切實際。」不過他的報告如今讀來，許多地方似乎正是聯邦振興經濟方案的藍圖。

不過這樣的期望有多務實？在科技領域砸錢可以促進經濟成長嗎？這筆意外之財對於催生新科技具有正面效果嗎？

幾乎所有的經濟學家都同意，科技的進步可以驅動長期的經濟成長；許多贊同振興經濟方案中科技條款的人士，更主張對科技的支持可以立即創造就業機會。加州大學柏克萊分校 (University of California, Berkeley) 的再生和妥適能源實驗室 (Renewable and Appropriate Energy Laboratory) 創辦人兼主任凱曼 (Daniel Kammen) 估計，以相同的投資金額來說，再生能源創造的就業機會將是石化能源的三至五倍。「提升能源效率和太陽光電這兩項產業，已經是目前所知創造最多就業機會的地方，」凱曼說。而且他深信，在能源科技上所花的錢，將可以改善市場上現有能源技術的效能和成本。

但是許多研究這項議題的經

濟學家和公共政策專家，卻對投入科技的經費抱持猶豫甚至負面的立場，他們擔心這樣做會將立即振興經濟的挑戰，與長期科技的進步混在一起，特別是在能源領域，對於兩者的發展可能並非最有效的方式。

以巨觀經濟學的立場，振興經濟方案有一項清楚而簡單的任務：在經濟成長遲緩時，政府增加支出，以補貼消費者和企業界消費不足的部分。「也就是以政府的力量突然大規模地介入經濟市場，」哈佛大學環境經濟學計畫 (Harvard Environmental Economics Program) 主持人史代文斯 (Robert Stavins) 表示，成功的關鍵在於迅速介入，以及勞力密集。史代文斯認為，計畫興建一些節能建築，可能帶來短期的經濟效益，至於其他與能源相關的計畫，例如電網的重建，不但曠日費時，而且短期內看不出什麼成效。「打造綠色生活環境聽起來很棒，不過絕非一蹴可幾，」史代文斯說。

這些顧慮不只是因為對科技的援助計畫，違反了巨觀經濟學促進經濟成長最佳方式的主張，甚至還可能傷害那些準備扶助的重點科技，因為振興經濟法案是政治妥協下的產物，專家學者們可能會質疑法案中選定的標的。例如說，花幾十億美元在鄉村地區架設光纖

網路，會不會只是浪費公帑？或者那些用來輸送太陽和風力發電的輸電設施，到頭來只證明了這些再生能源過於昂貴，而無法與其他能源競爭？

若是回顧再生能源的歷史，玉米酒精是一個明顯的例子，當初這項產品被替代能源的鼓吹者當做寶，可是對生物燃料的重度補貼，現在經常被經濟學家及環境學家所指責。因為聯邦法令強制規定需在汽油中添加酒精，而且已經投入了大量經費，所以即使它並沒有比汽油環保多少，但可能也得繼續發展下去。

麻省理工學院 (MIT) 經濟學家艾斯莫格魯 (Daron Acemoglu) 認為，振興經濟方案中的問題是把所有事情攪和在一起，「這是政治分贓 (pork-barrel politics)」，艾斯莫格魯說，結果造成各項計畫的成效將很難適當地被評量。艾斯莫格魯同時指出，「當你以振興經濟或是科技發展為名進行投資，反而是在進行各種破壞。」其一，這沒有任何助益；其二，會把事情弄得一團糟；其三，會扼殺未來的財富。

在瓶子裡裝進太陽

在振興經濟方案通過後不到一周的時間內，艾金森 (Robert Atkinson) 就對這項法案做出了評估。或許是因為二月下旬華盛

錢怎麼分的？

剖析歐巴馬政府於2009年2月17日所簽署的7,870億美元振興經濟方案中，針對科技、能源以及研發的各項支出。(以下單位均為美元)

能源 451億

再生能源激勵方案 200億



能源效率和再生能源補助 168億



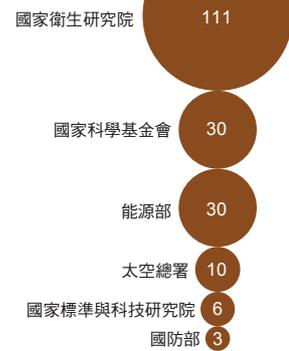
其他項目 84億



健康照護 196億



研發 190億



能源 451億

健康照護 196億

研發 190億

智慧電網 110億

寬頻網路 72億

智慧電網 110億



寬頻網路 72億



總計 1,019億

資料來源 / Congressional Conference Committee Joint Statement; Congressional Budget Office 製圖 / Tommy McCall

頓特區仍舊天寒地凍的天氣，艾金森這位資訊科技與創新基金會（Information Technology and Innovation Foundation; ITIF）總裁，並沒有顯露出興奮的情緒。ITIF是一個非營利智庫，經常為聯邦政府推動科技的政策進行辯護。雖然振興經濟方案的通過，對艾金森來說是一項重大勝利，但他仍然因為法案過程中擾攘不斷而感到煩躁。

振興經濟方案中的許多支出計畫，都與艾金森團隊提出的方案十分類似。一份元月出版的報告指出，ITIF估計，若政府在2009年投入300億美元在寬頻網路、智慧電網和醫療照護，大約可創造100萬個工作機會。即使後來方案中的支出數目有些許的不同，但這份報告仍然為政府要花這些錢的理由，提供了佐證的力量。

麻州大學教授寶林和他的同事們所提出的一項研究，也提出了類似的數據：若在未來二年投入1,000億美元於能源相關的投資，可望創造200萬個「綠色」的工作機會。這項研究提出了六大領域，包括太陽能、風能，以及前瞻的生質能等等，若在這些領域投入資源，不但可以創造工作機會，還可以打造所謂的「低碳經濟」（low-carbon economy）。雖然寶林宣稱他的研究只是學術性質，

工作來了

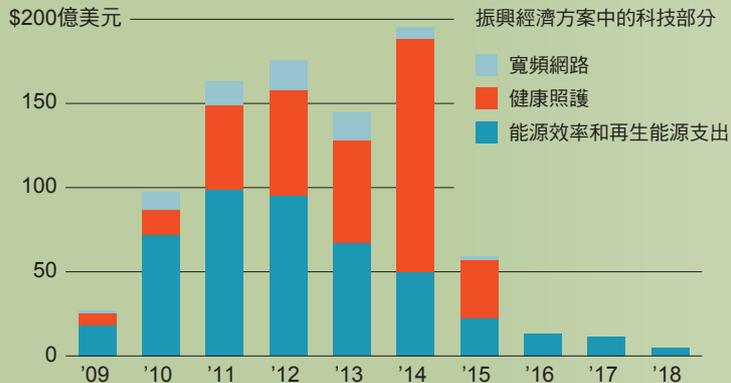
根據政府機構的經濟分析數據，振興經濟方案將會在未來二年創造300萬個工作機會。資訊科技與創新基金會（Information Technology and Innovation Foundation）去年曾預估，若投入300億美元於數位基礎建設，可望創造100萬個工作機會。這樣的推估是假設所有的投資必須在一年內全部投入（對於智慧電網，預估支出為五年500億美元），但根據國會預算局（Congressional Budget Office）的估計，許多科技支出大約要到2012年甚至之後，才能達到一定的經濟規模。

工作機會有很多……

每投資100億美元可能產生的工作機會如下：



但是必須等待大筆的投資慢慢發揮其效益。



資料來源／Information Technology and Innovation Foundation; Congressional Budget Office 製圖／Tommy McCall

不過美國發展中心（Center for American Progress）這所智庫，還是在2008年9月將研究內容出版，該中心的執行長帕迪斯塔（John Podesta），正是歐巴馬政權交接團隊的領導者。和ITIF相同，寶林的研究中也預示了在振興經濟方案中，將會有許多能源類的支出。

美國政府振興經濟方案的立論基礎來自於凱恩斯（John

Maynard Keynes），凱恩斯在經濟大蕭條的高峰時，最著名的主張是建議英國財政部，若是無法創造更多的就業機會，乾脆就把錢裝在瓶子裡，然後埋在舊煤礦坑裡讓人們去挖。這個主張也是ITIF的主軸，艾金森說，「我們的主要想法跟凱恩斯很像，只是我們換成把太陽能裝在瓶子裡。」

雖然外界有些批評，認為科技

成長的長期投資，需要更縝密的策略，不過艾金森對這類批評相當不耐，認為這些人只是昧於現實。「這是我們的機會，」艾金森為政策辯護，「幾乎像是免費的支援。」他認為，這些投資不只有短期的效益，長期來說也大有好處，那些批評的人只是「沒辦法一邊走路一邊嚼口香糖。」

事實上，既要立刻創造就業機會，又要透過資訊和能源科技的發展來促進經濟成長，想同時達成這兩個目標，的確讓經濟學家傷透腦筋，史丹福經濟政策研究院 (Stanford Institute for Economic Policy Research) 的經濟學家羅莫 (Paul Romer) 就是其中之一。這位畢生致力於研究科技發展與經濟成長之間關係的學者指出，如果他能坐下來好好設計一個能夠充分創造就業機會的振興經濟方案，現在政府推動的可能並不是最理想的；他認為透過科學和科技的巨額支出，可能會造成驚人的吞噬力量 (feeding frenzy)，「每個人都想儘可能地攫取更多。」

「如果我們相信補貼可以加速科技改變，我們應該把錢用在科技上，而不是用在振興經濟，」羅莫說。他也擔心在科技上投入大筆資金，反而會阻礙更有效率的創新策略。「這裡的成本並不只是錢，」他說，「如果

我們想要聰明地運用資源來鼓勵科技創新，砸錢的做法並不適當。」

沒有效益的寬頻建設

延伸建設目前寬頻網路達不到的地方，是振興經濟方案中，無法說服經濟學家的一部分。

「寬頻網路的建設已經超出了具有經濟效益的地區，」西北大學凱洛格管理學院 (Northwestern University's Kellogg School of Management) 教授葛林斯坦 (Shane Greenstein) 表示，「如果有利可圖的話，早就有人做了，」他說，「現在是2009年，不是2003年。」

根據位在華盛頓的非政黨機構皮尤研究中心 (Pew Research Center) 的調查，美國使用寬頻網路的成人已經超過一半，至於那些沒有使用寬頻的人口中，大部分都說他們不需要，有些人是因為沒興趣，有些人則是嫌太貴；只有4.5%的美國家庭 (約520萬戶) 表示他們目前沒有寬頻，但會想要裝。葛林斯坦說，這些家庭幾乎都在偏遠地區，因為寬頻服務會十分昂貴；他估計，在市區提供家戶寬頻服務的成本約為150美元，郊區約為250美元，但目前沒人知道在那些沒有寬頻的地方要花多少成本，因為地區的差異性太大，目前最樂觀的估

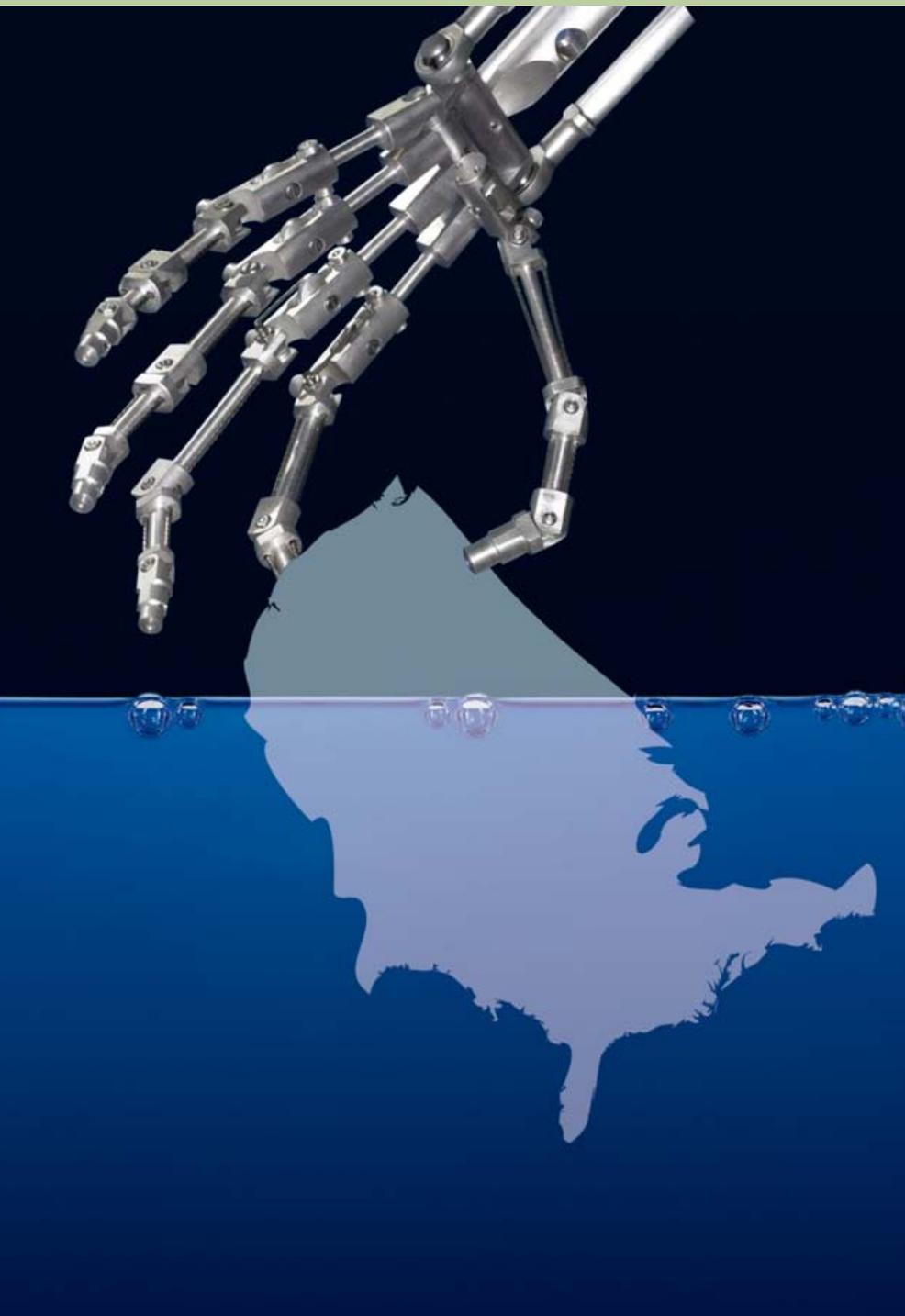
計，每戶要花1,000美元，而更偏遠的地區可能更多。

葛林斯坦認為，延伸寬頻網路建設，對本地經濟的發展幫助有限，他的研究指出，寬頻網路的業者會是最大受益人；或是像Google以及亞馬遜 (Amazon) 這些公司。將家中的撥接網路改為寬頻的好處很難量化，「不過不會太大，」葛林斯坦說，「我很懷疑我們會因此得到好處，」他很明白地指出，實際的經濟效益，將遠少於華盛頓那些振興經濟方案擁護者所說的數千億美元。

當然，那些擁護者也指出，擴展寬頻建設可以讓社會得到更廣泛的好處，像比較偏遠的社區可以獲得較多的教育機會，更多公部門的服務，甚至可以透過遠距醫療，得到更好的醫療照護。不過葛林斯坦認為，這些效益可能是好幾年後的事，而且運用無線網路是否比擴建寬頻更有效率也還未有定論。另外，他補充說，方案中提出的70億美元寬頻網路支出太過武斷，「我不明白他們怎麼算出這個數字的？為什麼不是150億或是30億呢？」

美國需要什麼樣的綠色經濟？

科學和科技的創新，預估可占新經濟成長動力的九成，因為科技的進步可以降低生產成



本，還可以創造全新的市場，用經濟學家的話來說，就是生產力的增加。對經濟學家來說，最顯著的例子是1990年代中期出現的資訊科技大躍進。

自1995年開始，生產力較過去幾年大幅成長，這個現象一開始被視為不正常，但是生產力的成長仍維持了數年之久。在經濟學家還在吵嚷的時候，

許多企業家就已競相開始利用這一波所謂的「新經濟」。

雖然經濟學家花了數年的時間，想找出生產力大幅成長的原因。哈佛大學經濟學教授，同時也是美國經濟學會（American Economics Association）前主席喬傑森（Dale Jorgenson）表示，在1990年代，價格不斷下降的電腦軟硬體，明顯地強化了資訊科技在經濟發展中的角色。儘管當時資訊科技的支出僅占GDP的3%，仍然產生了巨大的影響力，「資訊科技不只在1990年代造成生產力大增，現在它仍在經濟社會扮演要角，」喬傑森說。

綠色經濟可以成為新一新經濟嗎？能源科技可以複製資訊科技的成功，大幅增加生產力嗎？喬傑森抱持懷疑的態度。事實上，他認為現今的經濟情勢，和1990年代由於市場需求，驅動資訊科技的成長，完全是兩件事。「許多能源科技必須依賴補貼，而不是經過市場的考驗，」喬傑森說，「很多能源科技都存在有一段時間了，卻沒能在市場上展現功效。為什麼要靠補貼？意味著這些技術在經濟體系中還不夠好，不能通過市場的考驗，所以必須有些其他的原因去發展。」

應付氣候變遷，是另外一個人們必須發展能源科技的原因，不過喬傑森認為，要達到這

個目的最好的方式，是讓使用者付費，包括他大力鼓吹的碳排放稅，或是仍在國會爭論不休的碳排放總量管制。喬傑森說，採用這類市場機制的作為，將可促使人們研發無碳科技；如果我們在不久的將來要求使用者付費，「那麼另編預算投入這些科技就不合理了。」而且若是讓使用者付費的市場機制來決定哪些科技值得發展，風險也比較低。

MIT的艾斯莫格魯也同意上述的說法。雖然他樂觀地認為，能源科技將會是經濟成長的良好平台，而且最終也可以扮演當年電腦軟硬體促進經濟成長的角色，但他也質疑所謂政府補貼的成效。「我深信諸如替代能源、油電混合車、新能源、智慧電網等等，將會在未來十年成為引領經濟成長的重要因素，」但他也強調，「許多科技的發展將會由市場驅動。」

艾斯莫格魯表示，政府應該建立碳排放稅的機制，以及支持能源科技相關的研究，而不是拿錢去補貼。他指出，聯邦政府當初在IT產業扮演重要角色，支持前瞻的基礎研究，以致促使網路的興盛；對電腦和電子工程方面研究計畫的支持也同樣重要。但是，如果當時政府自己跳下來教大家如何做電腦，或是如何寫程式的話，

那就會變成一個「死亡之吻」(a kiss of death)了。

同樣地，政府應該透過支持研發來鼓勵能源科技的發展，艾斯莫格魯認為，目前的振興經濟方案在這方面做得並不好，他主張應該有限制，但是妥善規劃相關經費，提供給國家科學基金會(National Science Foundation)，或是其他相關機構，以便整合產官學界的研發成果，「才能創造一個環境與能源的研發機制。」

政策仍需深思

當這些經濟學家在擔憂長期的經濟成長策略時，那些再生能源像太陽能、風力、生質能這類公司的企業家或執行長，更煩惱如何讓公司生存下去。因為自去年秋天開始的金融風暴，讓這些規模龐大且資本密集的產業，無從獲得經濟上的支援，結果就是許多這類公司暫停發展計畫，甚至進行裁員。

史丹福大學能源及永續發展研究計畫的主持人維多(David Victor)認為，這些新興能源的處境十分艱難。振興經濟方案最大的潛在好處，就是可以保護這些產業不會很快被市場消滅，「如果這些產業一旦消失，得花很長的時間才能恢復，而且有些公司可能會永遠消失，」維多說。

Mascoma是一家位於波士頓的生質能源新創公司，該公司董事長兼執行長傑默森(Bruce Jamerson)舉例，纖維素生質燃料(cellulosic-biofuels)就正在十字路口徘徊。雖然這種生質燃料常被認為是另一種優良的替代能源，而且沒有玉米酒精的缺點，卻因為成本太高，無法在美國大量生產。Mascoma打算在北密西根州建造商業化規模的相關設施，並於2012年之前開始營運，不過大概得耗費3至3.25億美元，若是振興經濟方案中無法提供補助及貸款擔保，傑默森說，「沒有金主，大概搞不出什麼名堂。」

振興經濟方案中許多條款，確實可以促進替代能源的發展。伯克(Howard Berke)是有機太陽光電製造公司Konarka的共同創辦人兼董事長，他認為其中的17條條款，至少在某種程度上幫助了太陽光電的成長，包括對相關產業一筆可退款減稅(refundable tax credit)，可以協助減少三成的成本；其他還包括60億美元的貸款計畫，以及在美國本土製造相關設施的投資保證。美國太陽能產業協會(Solar Energy Industries Association)估計，相關的補助計畫大約可在未來二年創造11萬個工作機會。

除了讓能源相關產業在不景

氣中得以生存，振興經濟方案的支持者，更希望此一法案能使新興能源產業大躍進。例如像智慧電網，這項建設要打造現代化的電力網絡，以便讓電力能更有效率地傳輸和使用。支持者認為，智慧電網的建立，更可以鼓勵企業投入電動車或是替代能源的研發；然後繼續改造更好的電力網絡，產生良性循環。IBM公司策略副總裁佛雷明（Martin Fleming）認為，即使方案中的45億美元，大概只夠一家公用事業改善電力傳輸系統，不過這提供了一個好的發動力，即使將來沒有補助，相關的工作還是會持續下去。

的確，當振興經濟方案結束時所產生的結果，將會決定這項法案對科技的影響；不過其中潛藏的危險是，那些本來會被市場淘汰的科技，也會因此存活下來。這個因素會讓政府、投資人和一般大眾有所遲疑，尤其若是方案施行二、三年後，要求降低政府預算的壓力，更會是一股強大的衝擊力。

在替代能源的領域中，太陽能可能是特別脆弱的一環，「太陽光電還只在學習曲線的上升階段，」哈佛大學貝爾弗爾科學與國際事務研究中心（Harvard's Belfer Center for Science and International Affairs）環境與自然資源計畫主持人亨利·李（Henry

Lee）表示。不只是因為太陽光電十分昂貴，而且研究人員還在努力發展更長效、效率更佳，並能發出更高電壓的太陽能電力。雖然李伊對於振興經濟方案中，對太陽能和風力發電的支持表示歡迎，但他也擔心會因此模糊再生能源的焦點。「我們的本意是想製造更好的風力發電機或是太陽能電池，不過最後那些經費，可能都被關注用來建造了多少風力發電場或是太陽能板。」

期待偉大的目標

到今年底的時候，國會可能會辯論（或是通過）一些更積極的方案，這類法案可能會為未來數十年能源經濟領域重新定義。雖然這些法案的詳情還不明朗，不過應該會為一些以碳為基礎的能源，設定總量管制及碳稅價格，以建立全國性的再生能源標準，和建立現代化電力輸送系統的法源等。總的來說，振興經濟方案只是整個大能源政策的一環，而這樣的能源政策走向，將成為下一個世代能源政策最重要的變革。

這樣的政策走向當然是針對地球暖化的議題，不過幾乎沒有能源專家相信，再生能源現階段是可靠而便宜，更不用說想要很快地大規模取代石化燃料。不論是太陽能或是生質能都還太貴，不可能在幾年之

內就明顯減少人類對石油的依賴；佈建智慧電網要花費上千億美元以及好幾年的時間，還得建立好的儲電系統以便充分發揮其效率。美國能源部長朱棣文在今年三月國會前的聽證會中強調「能源轉換」的重要，「大家買得起的太陽能必須比現在便宜五倍。」

無疑地，對於能源科技領域的資金挹注，對於搜尋低碳能源極為重要，尤其令人感到鼓舞的，是美國政府投注了4億美元，用以成立高等能源研究計畫局（ARPA-E; Advanced Research Projects Agency – Energy）。這個單位是仿效以前的高等研究計畫局（Advanced Research Projects Agency），此單位之前投入資訊科技的相關研究，成為網路技術的先驅。高等能源研究計畫局的任務，是協助政府和產業界投入高風險的研究計畫。另外一個好消息是，歐巴馬政府提出了750億美元的稅捐減免額度，給相關的研究計畫。

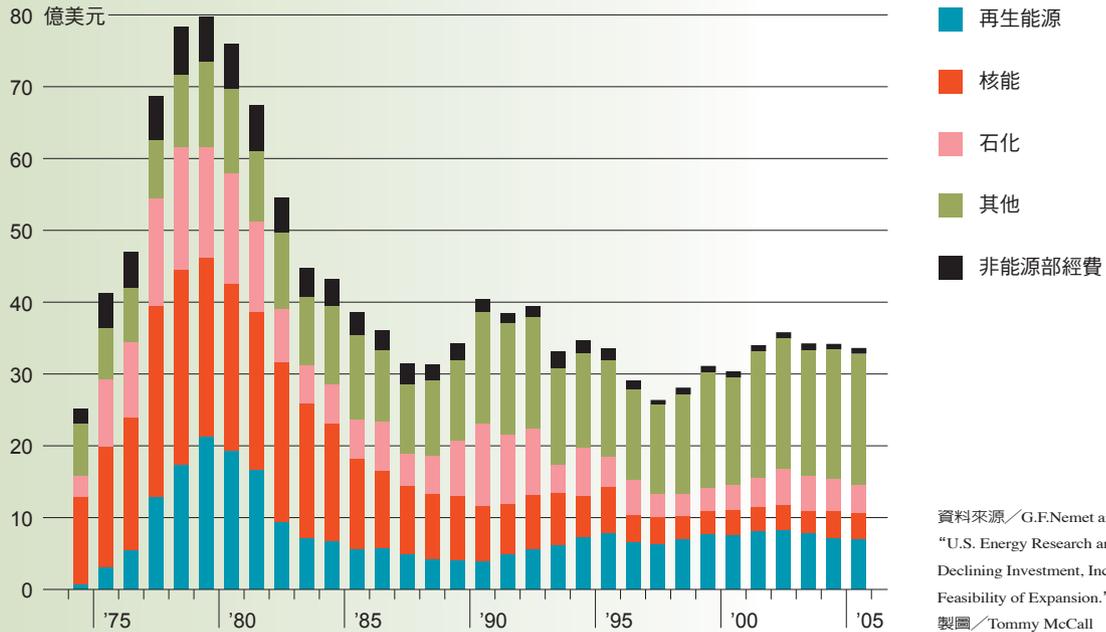
因為政府不可能永遠補助下去，因此減稅這件事就顯得更重要了。不過在一片大好的情勢之下，也讓人想起在1970年代末期，當時政府也投注了大筆資金在能源產業，卻仍未能找到足以替代石化燃料的答案。尤其最近美國能源部提出的數據資料，更讓人不得不面對現

能源研發趨緩

振興經濟方案將大幅增加能源研發的支出，投入這個領域的經費過去數十年來不斷在減少。

各項科技領域的能源研發經費

(以2002年的美元幣值估算)



資料來源 / G.F.Nemet and D.M.Kammen(2007), "U.S. Energy Research and Development: Declining Investment, Increasing Need, and the Feasibility of Expansion."
製圖 / Tommy McCall

實：燃煤火力發電仍然占美國發電量的極大部分，太陽能、風力或地熱加起來，也只有2%的發電量（而且大部分是風力），這樣的數字實在很難讓人說綠色經濟已經開始萌芽了。

國會和歐巴馬試圖振興能源研究，同時希望利用經濟方案中對能源的投入，長期下來讓這個國家成為潔淨能源的經濟體。因為大家都知道，長期的經濟成長必須仰賴創新和科技的進步，最重要的是，美國再次將能源研究及搜尋替代能源列為優先事項。

不過，投入龐大經費發展新科技當然有風險，雖然說科技的進

步可以挽救經濟，潔淨能源的基礎建設長期來看也是效益無窮，但都不是立竿見影的成果。

如果相關政策付諸行動，政府必須少點政治，多點經濟、政策和科技面向的思考，選擇科技領域、執行和投資都馬虎不得，也意味著能源部必須做出審慎的決策，和資金來源或是創業者商議，找出最有價值的科技。最重要的是，即使振興經濟方案的錢用完了，或是政治上的支持聲浪變小了，政府也不能縮手。

MIT核子科學和工程學教授，同時也是產業績效中心 (Industrial Performance Center)

主任賴斯特 (Richard Lester)，似乎就對砸大錢這件事有些疑慮，「當然我們不該叫政府別花這筆錢，」賴斯特謹慎地說，「我只是覺得我們不要期望太高，」他說，最困難的部分就是找到對的研究領域，「我們也要有錢可能丟到海裡的心理準備。」

「我不認為大家已經充分理解存在的風險，」賴斯特補充說，「這是長期抗戰，而且要花很多錢，」重新創造可長可久的新能源，「將會花費數十年以上的工夫。」

Copyright © 2009, David Rotman. All Rights Reserved.