

# 第 1 章

## 緒論

本文的研究目的, 是比較學習型行為與人類設計之軟體代理人行為, 在雙方喊價市場中經濟決策的差異。並將影響人類學習行為的重要因子—智商差異—引入模型並探討其結果。本章將分別介紹這兩個面向之動機與議題。

### 1.1 學習行為與軟體代理人

在現今的經濟社會中, 有愈來愈多人類與軟體程式在同一個市場中交易的情況發生。例如在股市中, 個人以程式作為決策支援系統 (如軟體交易產品 workstation)、券商提供給客戶的線上交易程式、法人、投顧業者多以軟體交易程式為師於股市交易買賣等等。軟體交易程式似乎具備了許多人類交易者所沒有的優勢, 能夠克服人類決策者智能的限制、克服時間空間障礙、不受情緒因素干擾、以龐大的記憶量與快速的計算能力扛起重任, 大有將人類決策取而代之之勢。

有鑑於此, 經濟學者便開始研究人類與軟體代理人之間的人機互動 (Human-Agent Interaction) 問題。Das et al. (2001)、Taniguchi et al. (2004)、Grossklags and Schmidt (2006) 等人的研究利用各種不同的軟體代理人和真人決策者在雙方喊價市場及期貨市場的交易競賽, 結果幾乎都顯示出人類交易者的弱勢 – 不僅在時間上慢於軟體代理人所以成交量較少, 而且在獲利能力上也普遍表現不佳。這樣

的結果引發了一個有趣的問題：人類的決策過程和軟體代理人到底各有何特點、孰優孰劣？

要回答這個問題，必須先釐清一個簡單的議題：哪種行為可稱為人類的行為，哪些行為又該視作軟體代理人的行為？這個問題的答案乍看顯而易見，但深究其中差異卻能幫助我們瞭解人類行為的特點。舉例而言，某位真人交易者觀看著電視上的個股行情，接著透過其經紀人下單，這樣的行為毫無疑問地屬於人類的行為。然而，倘若這位交易者將其交易策略改寫為電腦程式，在電腦中演算並透過網路進行交易，此電腦程式可以算是人類的行為嗎？若此程式可以代表人類的決策行為，那技術交易程式同為人類所設計創造，是否也可被視為人類決策行為呢？若否，那麼到底什麼樣的行為可視為人類決策行為，標準到底為何？

吾人可以由人類與電腦在本質上的分野作為探索此問題的依據。人類是有限理性的個體，而此限制的重要來源便是人類有限的計算力 (computational capacity)。人類也因為計算能力上的限制，而必須採用迥異於理性分析的方式來解決問題、制訂決策。是故人類在經濟決策之中，必須仰賴其過往經驗與極為簡單的法則來行事，並且透過不斷地學習調適，來改善決策的品質。

然而電腦卻大不相同。電腦雖然受命於人類指令，但其計算能力與工作記憶容量卻遠非人類所能企及。在大部分的情況裡，由於這個特性使然，即使人類與電腦執行完全相同的策略運算，電腦總是可以做得比人類更快更好。

由此觀之，人類行為與軟體代理人在決策上一個主要的分野便是執行模式之不同。人類行為是在十分有限的計算力之下，依靠經驗、捷思 (heuristics)、與學習來解決問題，而軟體代理人，則可依靠強大的計算力與龐大的記憶量來處理極為複雜的運算，並且也因為這個特質，使得人類得以憑藉知識與邏輯理性，設計出能夠充份利用電腦此項優點的決策策略。

因此，這兩種模式的比較便顯得相當值得探討：一者是在有限的計算能力下、在時間的限制下，憑藉著「即時」的「學習」來解決問題的行為；另一者則是憑藉事先的設計，運用電腦快速的計算能力與大量的記憶，來執行理性設計過卻難以由真人即時執行的策略。兩者在解決經濟問題時，各有何優缺點？是學習較有效果，

還是精巧的設計表現較好呢？

然而，如果要明確地比較這兩種決策方法 – 學習與理性設計 – 的差異，我們便需要摒除其他因子的影響，例如真人實驗中誘因動機、情緒波動、操作錯誤、以及預期心理等變數的影響，在純粹由兩種不同模式所代表的交易者身上找到行為的差異。

因此，本研究便以雙方喊價市場作為研究平台，將文獻上曾探討過的各類型交易策略作為軟體代理人之代表，並以一個「計算智慧」中的學習演算法作為學習型行為的代表，來嘗試回答此一問題。並期許藉由對計算智慧之學習行為的討論，引導後續對人類學習行為的研究。

## 1.2 智商與學習

在經濟學的研究議題中，個體能力差異所造成的分配問題，往往涉及道德與價值的判斷而顯得棘手而難以辦明。因此，主流經濟學長久以來多採取迂迴的方式，來面對經濟個體差異性所衍生的不均現象。除了將經濟學自我定義為「實證科學」(positive science)，以免除探討如何分配的道德義務外，更根本地，莫過於強調追求總體效益的最大化為討論的主要戰場，從而架空了正視個體不均現象的需求。

然而經濟學畢竟是社會科學，個體差異與不均的現象充斥著整個社會，大量的資料訴說著鐵一般的事實，經濟學研究者無可避免地必須針對這些現象進行探討。十九世紀著名的經濟學家柏瑞圖 (Vilfredo Pareto)，便是早期在這方面最著名的研究者。

Pareto 留給經濟學的遺產，除了柏瑞圖最適的概念外，最重要的是他所發現的所得分配極度不均之現象。Pareto 研究了歐美諸多國家的財富分配，得到了一個跨越種族、文化、時間、開發程度等因素的共通現象——一個社會中的財富分配，並非呈現對稱的鐘形分配，而是極小部分的人掌握了絕大多數的財富。<sup>1</sup> 這個迥異於

---

<sup>1</sup>Pareto 所研究的資料來源，包括了瑞士巴塞爾(Basel)、德國奧格斯堡 (Augsburg)、義大利、

常態的分配，便因此被稱作「柏瑞圖分佈」(Pareto distribution, 即 power-law distribution), 而這個現象也被稱作「柏瑞圖法則」(Pareto Principle, 亦稱作 80-20 法則)。

發現了財富分佈極度不均的情況之後，該如何解釋這樣的現象呢？Pareto 的見解是：社會的菁英階層 (Elite) 囊括了絕大多數的資源，不論歷史和制度如何更替，即使在民主制度下，這樣的菁英階層 (或曰上層階級, the aristocracies) 也許組成分子有別，但仍一直存在不滅。結果是愈聰明和愈有能力的人，所得到的資源也會愈來愈多。Pareto 後來走上了社會主義的道路，而其在這方面的觀點往往引起諸多爭議，因而未受到足夠的重視。<sup>2</sup>

1994 年，一本著作挑起了美國社會的激烈反應。Herrnstein and Murray (1994) 所著的《鐘形曲線：美國社會中的智力與階層結構》(The Bell Curve: Intelligence and class structure in American life) 一書，利用智商作為衡量人類智能的依據，進而探討人類智慧和社會結構之關係。由各項的數據揭露出智商對於人們社會成就、工作表現、薪資等等面向的重大影響。

若我們將 Herrnstein and Murray (1994) 對於智能天生註定、種族間智能歧異、以及社會政策等方面的爭議性看法暫置一旁，客觀地觀察其所揭露的現象，我們確實可以發現智商對於人類行為結果的影響層面可說是既深且廣。在後續的相關研究中，Murray (1998) 及 Murray (2002) 利用成長條件相同但智商不同的手足資料，在智商差異對所得、學習成就、職業等結果的影響上，得到了明確而且統計上顯著的結果。很明顯地，若要探究個體能力差異所造成的所得不均現象，智商可作為相當重要的代表因素。

那麼，智商衡量的到底是什麼呢？智商是心理測驗學 (Psychometrics) 中用以衡量智能 (intelligence) 的一套方法。而智能在心理學中的定義，是指一種用以**推理、計畫、解決問題、抽象思考、理解複雜概念、及學習** (learn quickly and learn from experiences) 的綜合能力。<sup>3</sup>

---

法國巴黎、英國、普魯斯、薩克森、愛爾蘭、及祕魯。

<sup>2</sup>見 Fonseca (nd) 及 Mandelbrot and Hudson (2004) 對於 Pareto 思想的簡述

<sup>3</sup>見 Gottfredson (1997) 嘗試為科學界對智能所彙整的主流見解。

Gottfredson (1997) 針對智商的重要性與其對行爲的影響總結如下：

“Intelligence, so defined, can be measured, and intelligence tests measure it well. They are among the most accurate (in technical terms, reliable and valid) of all psychological tests and assessments.”

“IQ is strongly related, probably more so than any other single measurable human trait, to many important educational, occupational, economic, and social outcomes. Its relation to the welfare and performance of individuals is very strong in some arenas in life (education, military training), moderate but robust in others (social competence), and modest but consistent in other (law-abidingness). Whatever IQ test measure, it is of great practical and social importance.”

而 Gottfredson (1997) 也指出擁有較高的智商對處理複雜問題(新的、含糊不清的、變動的、無法預測的、或多面向的問題)時較有優勢,但對簡單的問題則較不明顯。

在現今的經濟學中,不論個體還是總體現象,皆可見到探討智商對人類社會乃至於國家之間所得不均的研究。例如 Lynn and Vanhanen (2002, 2006) 認為國家平均智商可以解釋國家財富與經濟成長率的差異; Jones and Schneider (2006) 發現智商可作為人力資源的有效衡量方法,並且在統計上成功地利用國家平均智商來解釋 GDP 成長的差異; Ram (2007) 則正式將智商納入 Mankiw-Romer-Weil 成長模型中,並利用國家平均智商與 GDP 資料,發現 IQ 比教育及健康兩項要素更能代表人力資源的品質,而且甚至比制度品質 (institutional quality) 還重要。

如果在考量到錯綜複雜的條件與影響因子後,吾人認為智商對於總體現象的解讀不能做為描述個體行爲立論的依據,那麼要利用智商來描述個體行爲及其結果的差異,就還需要更直接的觀察才能證明其重要性。

在個體層面,更直接的證據出現在實驗經濟學的研究室裡。在一篇探討金錢誘因(financial incentives)與認知能力(cognitive abilities)對實驗受試者的表現的論文中, Rydval and Ortmann (2004) 發現金錢報酬之有無或多寡以及受試者的智商差異都會影響受試者的表現,但受試者的智商差異所造成的表現差異,則顯著地較金錢報酬之有無及多寡來得大。

倘若智商能代表個體思考問題、解決問題、與學習的能力,對人們的經濟行為有著決定性的影響,並且其影響力大於其他因子的情況下,那麼我們在建構模型一個可以描述個體行為差異的模型時,便應該將其納入描述個體的行為或特性中,但重點是:該怎麼做?在建構代理人基計算經濟 (Agent-Based Computational Economics, ABM) 模型時,又該如何將「智商」這個代表認知能力的變數納入我們的個體模型中呢?

代理人基模型的存在目的之一,就是建立一個真正由異質個體組成的市場模型,在描述模型中的代理人時,便以許多經濟參數如風險偏好、效用函數來表現經濟個體的多變 (Chen and Huang, forthcoming),或以不同的演算法或有限理性建模來刻劃個體的決策與學習模組,如 Gigerenzer and Selten (2001) 對有限理性建模及 Brenner (1999) 對學習性個體的詳細介紹。然而,心理學及社會科學所發現影響人類行為的重要因子,許多都仍未被有效地納入代理人基模型的設計之中,經濟決策者的智能就是一個例子。

換言之,目前的代理人基經濟模型,並沒有將「智商」的概念納入模型的先例。復如 Gottfredson (1997) 所言,智商可用以衡量學習能力的高低,這激發了本研究將「智商」納入個體差異以進行代理人基建模的想法,並提出一個可操作的方法來探討智商所衡量的學習能力效果是否可在代理人基模型中被呈現出來。

### 1.3 本文架構

本文第 2 章將介紹與本研究有關的一系列文獻,並探討本研究的定位與各項研究議題;第 3 章介紹本研究之實驗平台及研究方法;第 4 章介紹本研究所使用的各

種交易策略及學習演算法；第 5 章為本研究實驗策略表現之基本分析；第 6 章為針對智商與學習結果之分析；第 7 章為結論並討論未來研究方向。

