

新冠肺炎疫情如何改變 社會成本觀念和結構



在經濟思維主要是以市場為準的領域裏，就將神聖性從生活中抽離，因為標了價碼的東西就沒有甚麼神聖性了。

——舒馬赫 (E. F. Schumacher)：《小的是美好的》
(*Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered*)

2020年6月29日，不僅是新型冠狀病毒肺炎（COVID-19，新冠肺炎）疫情爆發以來的標誌性日子，也將是人類疫情歷史的重要日子：據美國約翰斯·霍普金斯大學（Johns Hopkins University）發布的實時統計數據顯示，截至北京時間6月29日6時左右，全球累計確診病例超過1,000萬，達到10,070,339例；累計死亡病例超過50萬例，達到500,306例。世界幾乎沒有任何國家倖免。這一天距離2020年1月12日世界衛生組織（WHO）命名“2019-nCoV”（新型冠狀病毒），不足170天^①。如果以4月3日全球新冠肺炎累計確診100萬例作為參照系，到6月28日突破1,000萬，僅用時不到三個月。其間，從確診600萬到700萬再到800萬例，均只耗時八天；而從900萬到1,000萬例，僅用時六天。世界衛生專家認為，現在是最初疫情爆發之延續，仍處於第一波。但是，在世界範圍內，人們已經開始談論疫情第二波浪潮。

新冠肺炎疫情不僅帶來了對人類健康與生命的傷害，而且打破世界經濟和國際關係體系的平衡，從而改變人們工作、就業、生活，甚至思想模式。本文所探討的是新冠肺炎疫情如何改變社會成本觀念和結構，進而提出具有長程意義的若干思考。

一 病毒：人類生存與發展的微觀基礎

傳統經濟學包括微觀經濟學 (Microeconomics)，後者被定義為以單個生產者、消費者和單一市場的經濟行為作為對象的經濟學學科。微觀經濟學的「微觀」與現代物理學和生物學的「微觀」沒有任何關聯性。

2020年新年不久，全球民眾的生活節奏被來自微觀世界的新冠病毒按下暫停鍵，並有效地攪動和改變了宏觀世界。現在人們不得不重新審視一個認知人類生存與發展的微觀基礎問題。經濟學作為一門實證科學，需要突破社會科學的微觀思維，不是將微觀作為觀察世界的抽象概念，而是作為洞察和度量真實世界的出發點。

依據現代物理學，微觀世界一般所指的是用納米衡量的物質系統，其線度小於 10^{-9} 米。在微觀世界中，其基本粒子包括原子、電子、原子核、質子、中子和夸克。病毒無疑屬於微觀世界。例如乙型肝炎病毒直徑42納米，噬菌體病毒68納米，甲型流感病毒80納米，SARS病毒90納米，新冠病毒90納米。人類對於微觀世界的直接觀察和認識，需要通過電子顯微鏡和掃描顯微鏡。電子顯微鏡的分辨極限遠超光學顯微鏡，最大可以實現300萬倍的放大倍率，可以分辨病毒、線粒體、DNA等微小物體，並具有圖像採集、數據處理和數據儲存等功能。掃描顯微鏡的發明，推動形成了以0.1納米至100納米尺度為研究對象的納米科技學科的誕生。

病毒主要存在於自然界的植物、動物和細菌之中。寄生在植物體細胞中的是植物病毒，寄生在動物細胞中的是動物病毒，寄生在細菌中的是細菌病毒（即噬菌體）。病毒與動植物的主要區別是：(1) 結構不同。動植物有細胞膜、核膜，病毒沒有類似結構；動植物有各種細胞器，病毒沒有，病毒衣殼裏只有遺傳物質。(2) 成份不同。動植物含有核酸、蛋白、脂類、水分、碳水化合物、無機鹽等很多類型的成份，病毒只含有核酸、蛋白質、脂類和糖。(3) 複製方式不同。動植物自身有酶系統進行DNA複製和細胞分裂，病毒則需要借助宿主的酶和翻譯體系進行複製和增殖。(4) 能量代謝不同。動植物有能量代謝系統，在線粒體中生成ATP（腺嘌呤核苷三磷酸），病毒沒有自己的能量代謝。

對於病毒世界，人類長期認知不足。病毒是一種非細胞生命形態，它由一個核酸長鏈和蛋白質外殼構成，沒有自己的代謝機構，也沒有酶系統。病毒依所含核酸種類不同可分為DNA病毒（脫氧核苷酸病毒）和RNA病毒（核糖核酸病毒）^②。

在地球上，病毒是數量最大的生命實體。首先，病毒有多少類型？假設已知的62,305種脊椎動物每種攜帶58種病毒，那麼未知病毒的數量將上升至3,613,690種，為流行病學家莫爾斯 (Stephen Morse) 所估計數量 (100萬種) 的三倍還多。如果考慮脊椎動物、無脊椎動物、植物、苔蘚、蘑菇和褐藻等目前已知的大約174萬個物種，病毒種類會上升至1億以上，這個數量中還不包

括細菌、古生菌和其他單細胞生物中的病毒。如果再考慮到有 10^{31} 種病毒粒子(主要是噬菌體)存在於海洋中,其數量還會大幅度提高。其次,病毒的數量有多少?科學家通過檢測病毒DNA的方法推斷,地球上病毒的總數大約為 10^{31} 個。這個數量大約是整個宇宙恆星總數的一千萬倍。如果把每個病毒一個一個地連接起來,那麼產生的病毒鏈條將跨過月球、跨過太陽、跨過比鄰星、跨過銀河系邊緣、跨過仙女座星系,一直延伸到2億光年之外。如果加上RNA病毒(流感病毒就是一個典型代表),那麼地球上病毒的總數,可能是 10^{31} 加上 10^{31} ,產生的病毒鏈條將長達4億光年^③。不僅如此,病毒是無所不在的,可以伴隨地球上的每一個生態系統並入侵每一種生物體。病毒可以穿越地球各大洲,每天有數萬億的病毒會從天而降,地球上每一平方米就有多達8億個病毒。

關於病毒的歷史,科學家的推斷是與地球生命幾乎同步。有可能在四十億年前地球上演化出第一個細胞的時候,病毒就同時存在。病毒並不會形成化石,也不存在任何參照物可以估算病毒出現的時間。病毒存在三類起源學說:原始生物後裔說、退化說,以及病毒和細胞共同進化說。不論哪種起源說,地球初始期的生命分化,最終朝着兩種截然不同的方向發展:一個方向是從細胞進化到生命有機體;另一個方向是病毒,保持簡單構造,利用宿主細胞中的物質和能量,按照本身核酸所包含的遺傳信息,複製、轉錄和轉譯,產生和它一樣的新一代病毒。

美國生物學家魏泰克(Robert H. Whittaker)提出生物五界系統學說,分別是:原核生物界(Monera)、原生生物界(Protista)、植物界(Plantae)、真菌界(Fungi)和動物界(Animalia)。五界系統按複雜性增加的三個層次排列生命:原核單細胞(原核生物界);真核單細胞(原生生物界);真核多細胞(植物界、真菌界和動物界)。病毒屬於寄生生活的介於生命體和非生命體之間的有機物種,既不是生物亦不是非生物,目前不把它歸於五界之中。但是,沒有病毒,就不可能構成微生物系統,而沒有微生物系統,就不存在魏泰克所提出的生物五界。病毒的特定化學構成(核酸、蛋白質、脂類和糖)決定其功能是不可替代的。所以,人類依存於生物五界系統,而支持生物五界系統的微觀基礎是微生物,是病毒。病毒的演變、其與生物界和與人類的關係,最終成為了人類生命群體的前提性條件,其地位絕對不亞於空氣、水、陽光和土地。

在人類形成與進化的過程中,病毒所具有的終極性微觀地位已經形成。假設人類生存於一個不存在病毒的地球,那只是人類中心主義的一種偏見。因為地球自有生命現象開始,就有了病毒。借用「嵌入理論」的說法,可以說是人類後來「嵌入」到了已經存在病毒和微生物,甚至生物五界的系統。所以,病毒系統已經構成了現實經濟的真實微觀基礎。甚至可以說,沒有對病毒的整體認知,就不可以理解未來人類生存環境的演變。

二 病毒影響人類經濟生活的基本模式

事實上，人類身體本身也寄存着巨量的病毒。一個普通的健康人體內就含有約 3×10^{12} 個病毒，如果將全世界所有人身上的病毒聚集到一起，可以填滿大約十個原油桶（一桶大約159升）。如果一個人得了流感，呼吸道裏每一個被感染的細胞會產生大約1萬個新的流感病毒。幾天下來，身體裏產生的流感病毒數量將高達100萬億。這個數量是地球上所有人類總和的一萬倍以上④。

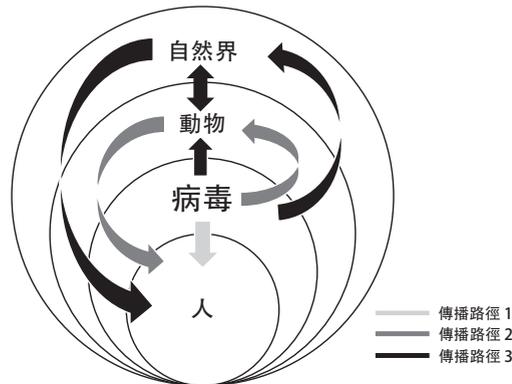
病毒一旦離開了宿主細胞，就變成了沒有任何生命活動、也不能獨立自我繁殖的化學物質。所以，病毒對人類的影響主要是以植物、動物和細菌作為媒介的。引發傳染病的病原體種類很多，包括細菌、病毒、立克次氏體、寄生蟲、真菌等多種微生物，也包括微生物重組體（雜交體或突變體）。就植物病毒病而言，在傷害植物系統本身的同時，還可以通過植物傳染給人類。至今，人類的免疫系統對從植物傳染給人類的耐藥疾病毫無準備。至於動物病毒，則寄生在人體和動物體內，引起人和動物的疾病。動物病毒的複製和噬菌體複製的過程相似，包括吸附、注入、複製、裝配、釋放五個基本階段，只是有些細節不同。

對人類致命的病毒更多首先出現在動物身上，在發生變異後傳染給人類。當代人經歷過的與動物病毒有關的疫情包括：(1) 禽流感(AIV)，由甲型流感病毒所導致，病毒寄生於雞、綠頭鴨等野生鳥類，H7N9型禽流感就是一種新型禽流感。(2) 口蹄疫(FMD)，病毒存活於牛、羊、豬等偶蹄動物，引發急性、熱性、高度接觸性傳染病，易感染動物如黃牛、水牛、豬、駱駝、羊、鹿等。(3) 中東呼吸綜合症(MERS)，該病毒的主要宿主是人類馴養的單峰駱駝。(4) 沙門氏菌病(Salmonellosis)，沙門氏菌是食源性病菌，屬於人與家畜共患的感染性疾病。(5) 甲型H1N1流感(又稱豬流感[Swine Influenza, SI])，屬於正黏病毒科(Orthomyxoviridae)，甲型流感病毒屬(Influenza virus A)。(6) 馬秋波病毒感染(Machupo Virus Infection，又稱玻利維亞出血熱[BHF])，該病毒由老鼠攜帶。(7) 猴B病毒(Monkey B Virus，又稱猴疱疹病毒1型[Cercopithecine herpesvirus 1])，亞洲地區的獼猴是這種病毒的天然宿主，為人畜共通傳染病。(8) 尼帕病毒感染(Nipah Virus Infection)，這種人獸共患的病毒病的宿主是馬來大狐蝠，導致成千上萬頭豬死亡，並傳染給人。除了豬以外，狗、貓、羊和馬都可能是尼帕病毒的宿體。(9) 西尼羅河病毒感染(West Nile Virus Infection)，病毒宿主包括鳥、馬、貓、臭鼬、灰鼠、家兔，最終傳染給人。(10) 拉沙熱(Lassa Fever)，病毒宿主主要是家鼠、田鼠、蝙蝠。(11) 狂犬病(Rabies)，通過狗和其他動物傳播給人的一種致命傳染病。(12) 嚴重急性呼吸系統綜合症(SARS，又稱「非典」、「沙士」)，其冠狀病毒存活在大量不同種類的蝙蝠身上。

作為病毒的動物宿主，幾乎包括了從飛禽、走獸、家畜到水產品，從鸚鵡、蝙蝠、其他鳥類，到豬馬牛羊、家庭寵物、魚類，其中還有野生動物。

野生動物體內含有大量上百萬年積累下來的病毒，人類則幾乎沒有接觸過，因而是更大的威脅。病毒在自然界、動物和人類之間，存在着相當穩定的傳播關係（圖1）：

圖1 病毒向人類傳播模式



資料來源：筆者繪製。

進一步分析，病毒不僅數量絕對的大，而且無所不在。從流行病學的角度來看，病毒在人群中的傳播分為「垂直傳播」與「水平傳播」。所謂「垂直傳播」，是指母體內存在的病毒經胎盤或產道由親代傳給子代的方式導致感染；至於「水平傳播」，則是指病毒在人群不同個體間的傳播。其中，後者與人們的日常生活習慣幾乎不可分割，基本傳播模式包括：(1)「人傳人」模式。主要是直接接觸傳播和空氣傳播，以及通過空氣中說話和噴嚏的飛沫傳播。SARS病毒傳播方式為飛沫傳播或接觸患者呼吸道分泌物；甲型、戊型肝炎主要通過飲食傳染。(2)「物傳人」模式。人在與沾染了病毒的物品接觸後導致感染病毒。日常頻繁觸摸的公共場所門把手、電梯按鈕及相關設施等，都是常見的病毒寄生處。(3)中央空調傳播。(4)污水管和排泄器皿模式，包括氣溶膠傳播。(5)通過大面積暴露和有損傷的皮膚傳播。

簡言之，病毒對人類傳播是無所不在和無時不在的，藏匿在人們感官閾值之下，人們因為安全和危險的界限模糊不清而感到不安。最近，遍及世界各地的家禽養殖場和養豬廠，甚至全球最大薯片工廠都有可能發生疫情，這意味着新冠病毒已經深入到現代社會的廚房和餐桌，即人們日常生活的深層結構。

三 病毒外溢效應和歷史轉型

通過古DNA研究、動物考古學、生物地理學的綜合性研究，各種動物被實際馴化的時間、地點信息逐漸明晰，科學界發現，在很多動物被馴化之

前，許多超級病菌在遠古時期已經存在於自然界的野生動物身上。例如，結核病的結核分枝桿菌已經有近七萬年的歷史。人類祖先以狩獵採集為生，茹毛飲血，很可能都是超級病菌攜帶者。在舊石器時代，人口聚集規模與擴散空間有限，尚不存在為病菌的超級演化提供溫牀的家養動物，也不具備因定居而帶來的水與土壤交叉傳染的因素。但是，病毒已經融入和改變人類生命及其活動。近年，科學界從處於舊石器時代與新石器時代之交的、從俄羅斯到瑞士等國的多個遺址，篩選出從狩獵採集者到最早的農民中近三千具遺骸，從中提取出八種最早的分枝桿菌^⑤。此外，從秘魯印第安人的乾屍上提取到的肺結核菌DNA，與野生動物中廣泛傳播的病原體（牛科動物分枝桿菌），同樣具有較高的相似性。

從距今1至1.2萬年前開始，古人類結束四處流浪的狩獵採集生活，踏上畜牧業道路、開啟農牧業社會，野生動物不斷被人類馴化，不但改變了人類在生物鏈上的位置，同時也逐漸影響了生物賴以生存的環境。在這個過程中，一些流行性病菌隨之在家養動物中產生，並在人類與馴養動物之間不斷地交叉感染，為超級病菌的出現埋下伏筆^⑥。

當人類進入農業社會，馴化動物，改良植物，人口增長，加上陸上和海上貿易的興起，進而形成不斷增加的人口稠密化地區。因為農業革命，人類建立了新的生態系統，為病菌演化和強烈影響人類生活提供前所未有的環境。其中，伴隨動物馴化時間的增長，人類與家畜之間的共有傳染病也隨之增多，並出現具殺傷力和擴散能力極強的超級病菌。在人類歷史進程的幾次全球瘟疫事件中，那些能夠改變人類歷史的超級病菌，絕大多數竟源自家畜、寵物和與人類有着近距離關係的動物。

隨着分子遺傳學、古病理學、流行病學等領域的研究成果增多，分子生物學開闢了人類疾病史研究新途徑。生物學家根據不斷增多的證據發現，在很多致病病菌的分支系統中，存在與一些家畜病菌的親緣關係；或者說，在分子遺傳學上具有相似性。所以，那些被祖先馴化的動物很可能就是超級病菌的始作俑者^⑦。儘管如此，究竟病菌和家養及馴化動物之間存在怎樣的關聯性，還有待於更多的證據和檢驗。但是，病菌的演化和傳播，直接和間接地改變了人類生態和社會結構，確是歷史事實。在這個意義上說，沒有瘟疫的人類歷史不是完全的歷史，甚至是嚴重缺失的歷史。

十一到十三世紀的十字軍東征，十三到十五世紀的蒙古帝國崛起，分別從西到東，再從東到西，徹底打通了歐亞大陸。之後新大陸出現，麥哲倫（Ferdinand Magellan）環球航海，國際貿易網絡建立，最終形成巨大的病菌繁殖場。從1347至1353年，席捲整個歐洲的「黑死病」瘟疫導致死亡人口達到2,500萬人，佔當時歐洲總人口的三分之一。造成這場瘟疫的是以鼠類和蚤類作為宿主的鼠疫桿菌。黑死病發源於威尼斯，此地是全球航海和貿易的重要樞紐。十八世紀後期的歐洲，天花的流行導致1.5億人口死亡，加劇天花流行的社會因素為戰爭帶來的人口流動。自十九世紀之後的二百餘年間，不論發

生在世界任何地方、因任何病毒所導致的疫情，很快開始不同程度的國際蔓延。所謂的1918年西班牙大流感，源於後來被命名為“H1N1”的流感病毒。當時的世界總人口為17億人左右，此次流感導致10億人感染，約4,000萬人死亡，死亡人數超過了第一次世界大戰士兵和平民死亡之和。此次大流感爆發於美國，透過戰爭形成世界性感染，無數青年死於非命，嚴重影響青壯年補充到軍隊，間接導致一戰於1918年底提前結束。二十世紀後期最典型的疾病是艾滋病(AIDS)，造成該病的是一種能攻擊和毀滅人體免疫系統的HIV病毒。1981年，首次病例發生在中美洲。1982年，這種疾病被命名為「艾滋病」，不久迅速蔓延到各大洲。

進入二十一世紀，病毒對人類的影響從初始階段就是國際性的和全球化的。在過去的二三十年間，病毒開始展現對人類社會前所未有的爆發頻率和力度。在病毒攻擊面前，現代化的人類社會之脆弱性是被低估的，承受力是被高估的。二十一世紀開始不久的SARS所造成的流行病，是一種人類從未聽說過的病毒，該病於2002年在中國廣東順德首發，隨後擴散至東南亞乃至全球。更值得注意的是，原本人們以為某些以動物為宿主的病毒對人類沒有直接傷害，後來為科學證明是不正確的。例如，非洲豬瘟(ASF)是在家豬、野豬中爆發的一種急性、熱性、高度接觸性動物傳染病。長期以來，官方機構宣稱非洲豬瘟不是「人畜共患病」，不傳染人，對人體健康和食品安全不產生直接影響；也不太可能出現變異和傳染人的情況。但是，最近《美國科學院院報》(*Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, PNAS*)發表了一篇來自中國疾病預防控制中心的論文，提出新型豬流感病毒的基因型G4 EA H1N1(簡稱G4)，與此前的豬流感病毒存在較大差異，所以，人類對G4不具備與對其他豬流感病毒一樣的免疫能力^⑧。

以下提供了二十世紀後半期至二十一世紀前二十年全球八種疫情從爆發到全球大流行的周期比較(表1)：

表1 全球八大病毒疫情比較(1950年代至2020年代)

序號	病毒	爆發	傳播途徑	影響
1	軍團菌肺炎 (Legionellosis)	1976年在美國費城召開退伍軍人大會後爆發流行。	空氣傳播	全球共發生過50多次，近幾年在歐洲、美國、澳大利亞等國家和地區均有流行。
2	艾滋病(AIDS)	1981年6月美國首次出現有關艾滋病病例報告記載，1982年迅速蔓延到美國各大洲。	性接觸、血液傳播、母嬰傳播	全球範圍內流行，但至今尚未研製出根治艾滋病的特效藥物，也還沒有可用於預防的有效疫苗。

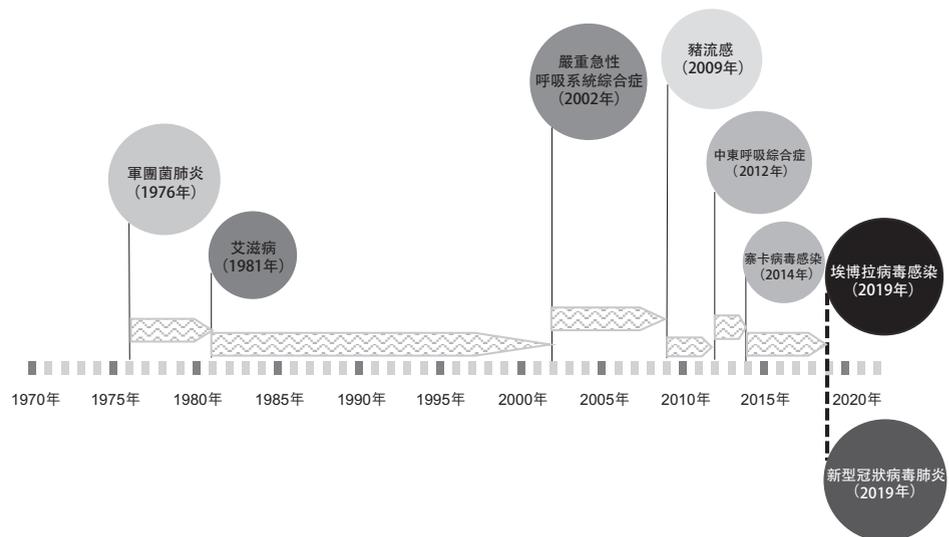
3	嚴重急性呼吸系統綜合症 (SARS)	2002年在中國廣東爆發，並迅速擴散至東南亞乃至全球。	飛沫傳播	2003年中期後被消滅。
4	豬流感 (SI)	2009年3月在墨西哥發現首例，之後在美國大面積爆發。	飛沫傳播	蔓延至超過214個國家和地區，導致近20萬人死亡。2020年6月，中國的研究人員又發現可能引發大流行病的新型豬流感病毒。
5	中東呼吸綜合症 (MERS)	2012年9月在沙特阿拉伯發現首例，進而擴散到與阿拉伯半島相關聯的其他國家和地區。	飛沫傳播	蔓延至沙特阿拉伯、英國、德國、法國、意大利、希臘、突尼斯、菲律賓等地。已發現總共496名確認感染病毒患者，導致沙特阿拉伯至少126人死亡。
6	寨卡病毒感染 (Zika Virus Infection)	2014年2月在智利復活節島發現了首例，2015年5月擴散至巴西。	蚊蟲傳播、性接觸、血液傳播、母嬰傳播	2016年蔓延至24個國家和地區。2018年10月重新在印度西部的拉賈斯坦邦發現疫情。目前無疫苗。
7	埃博拉病毒感染 (Ebola Virus Infection)	1976年在蘇丹南部和剛果(金)的埃博拉河地區發現首例，2019年大面積擴散至剛果民主共和國。	血液傳播、飛沫傳播	2018年8月埃博拉疫情爆發後剛果(金)已發現超過3,000個病例，其中死亡病例超過2,000例。2016年底發現可實現高效防護病毒的疫苗。
8	新型冠狀病毒肺炎 (COVID-19)	2019年12月在中國武漢市發現首例。	飛沫傳播、空氣傳播	疫情至今在全球範圍內正在「加速」，遠未結束。

資料來源：筆者繪製。

如果比較全球性病毒爆發的時間分布，不難發現全球性病毒疫情的爆發頻率出現加快趨勢：工業革命之前數個世紀以百年為頻率幅度，進入工業社會之後是幾十年為頻率幅度，如今已經發展到三年甚至同年就有新病毒導致

疫情的情況。不僅如此，病毒所產生的影響很快遍布全球。此次新冠肺炎疫
情在全球傳播，將人類整體性感染的情況推向極致（圖2）：

圖2 二十世紀下半葉全球大流行瘟疫爆發周期圖



資料來源：筆者繪製。

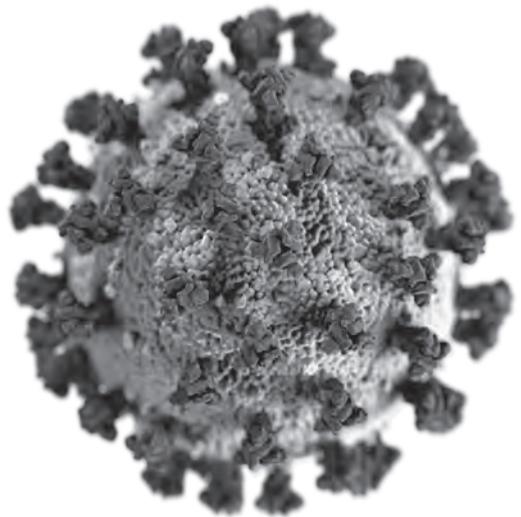
四 新冠病毒的特徵和社會成本分析

流行病病原體怪異而難以捉摸，這一觀點是流行病學研究的核心。在人類過去上千年的歷史中，雖然地球上存在着數以百萬計的病毒，人們不斷地遭受到源於病毒的各種傳染病的困擾，但是只有極少數病毒曾經引發過流行病大爆發。在這樣的意義上說，人類還是幸運的。但是，這樣的幸運是否會因為此次新冠病毒而結束？

人類發現冠狀病毒可以追溯到1937年首次將病毒從雞身上分離出來。冠狀病毒是一個大型病毒家族。在此次冠狀病毒之前，已知包括SARS-CoV、MERS-CoV在內的六種。冠狀病毒僅感染脊椎動物，如人、鼠、豬、貓、犬、雞、牛、禽類^②。雖然人們對於新冠病毒認識不過六個月的時間，但已經不得不承認它集中顯現了如下特徵：(1) 溯源極端困難。從新冠肺炎疫情開始，WHO和相關國家政府就追尋病毒源頭和動物宿主，但是至今沒有定論。不僅如此，將新冠肺炎正式命名為“COVID-19”，其中的「19」是指發現該冠狀病毒的2019年。選擇這一名稱，就是為了避免將此病毒與地域、動物或個人關聯，消除歧視，避免被政治化。(2) 新冠病毒是變異性極強的RNA病毒，可以實現超級變異。(3) 潛伏期長。從觀察來看，新冠病毒一般的潛伏期是十四天，個別的病例可以達到二十四天左右，甚至更長。(4) 疫情全球蔓延呈

現指數增長模型。此次疫情呈現以流感的方式傳播，具有指數增長特徵，即感染人群的增長速率與它特定時點的感染人群數量成比例，增長量成倍增加。以美國為例，其疫情增長的曲線圖，初期看來平緩，但突然急劇攀升，幾乎呈垂直狀，屬於典型疫情。(5) 無症狀感染者不是孤立和偶然現象。人體感染新冠病毒康復後，體內的抗體可能只能維持兩到三個月。尤其是無症狀感染者，抗體維持時間會更短。(6) 病毒感染和傳染渠道廣泛，防不勝防。(7) 病毒適應季節和溫度環境變化。(8) 病毒橫跨全球人類生存的不同區域，突破經緯度和海拔極限。(9) 病毒全面損傷患者機體。人體的感染不僅局限於肺部，而且可以侵入心臟、血管、腎臟、消化道、神經系統，還包括大量不同組織的內皮細胞。新冠病毒不再是單純的呼吸系統疾病，更多地呈現為一種廣泛的血管疾病^⑩。(10) 具有復發的機理。新冠病毒實際上具備乙型肝炎病毒和艾滋病病毒的特性與功能，即使宿主通過治療恢復了健康，病毒可能還會終身寄生在宿主體內。所以，WHO提出：現在沒有證據能證明感染新冠病毒後產生的抗體能保護人體免於第二次感染。(11) 病患趨於年輕化。近期臨牀研究發現，新冠病毒感染者的平均年齡為55歲，比初期感染者平均年齡60歲下降了5歲。(12) 新冠病毒可能和其他病毒疊加。(13) 群體免疫幻覺。冠狀病毒裏有一個ADE (antibody-dependent enhancement) 效應，群體免疫的抗體對變異後的病毒無法免疫。臨牀發現，西班牙新冠抗體陽性率僅5%^⑪。所以，難以寄希望於群體免疫。(14) 研發疫苗和新藥難度極高，研製周期具有不確定性。

在上述歸納的十四個特徵中，最重要、也最存在爭議的是如何認知新冠病毒的變異能力和後果。可以肯定的是，新冠病毒具有閃電般的自我複製能力和無與倫比的進化速度。在2020年2月12日之前，病毒的進化樹上最少就包含五十八個單倍型，可分為五組。病毒變異，意味着病毒繁衍出愈來愈多的亞型，甚至可能與其他病毒形成重組，突變演化出一些全新的超級病毒^⑫。最近，根據《衛報》(The Guardian) 報導，在研究者提取的來自全世界5,000多份樣本中，發現當今世界上已經流行着至少三種新冠病毒；有一種佔了700多份，另一種只佔30多份。也就是說，除了最大群體感染的那種，還檢測出毒株結構不一樣的其他種類的新冠病毒B類和C類^⑬。自北京6月11日再次發現疫情之後，18日，中國公布病毒基因組序列數據，表示這些樣本帶有D614G突變，認為是歐洲D614G毒株的分支。中外專家均認為D614G突變讓新冠病毒傳染力增強^⑭。芝加哥西北大學醫學院的研究發現：科學家上傳的冠狀病毒的相關基因組中，發生了多次突變。至少有四項實驗室研究表明，變異使病毒更具傳染性^⑮。更嚴重的是，某些患者可能同時被雙重新冠變異病毒感染



新冠病毒具有閃電般的自我複製能力和無與倫比的進化速度。(資料圖片)

染。3月24日，冰島媒體《雷克雅未克秘聞》(The Reykjavik Grapevine)報導：冰島國內一名新冠肺炎患者被檢測出同時受兩種新冠病毒感染的情況，其中第二種為原始新冠病毒的變體，這是冰島第一次發現受雙重新冠病毒感染的患者。冰島科學家已在國內發現四十個病毒變種^⑯。值得注意的是，英國學者指出新冠病毒在亞洲爆發疫情之前，很可能已經存在於全球不同地方，只是處於「休眠」狀態，直到環境改變才開始傳播^⑰。

在人類與新冠病毒大約半年時間的「博弈」過程中，新冠病毒顯示了前所未有的三個「智能」特徵：不斷改變其內部結構以適應其新宿主；疫情反彈能量強大；避開人體免疫系統的反擊，具有超強傳染性。通過顯微鏡拍攝到新冠病毒感染健康細胞的過程顯示，受感染細胞長出名為「絲狀偽足」的觸手狀刺突，在這種刺突中長滿了新冠病毒顆粒。新冠病毒正是利用這些絲狀偽足進入健康細胞，並注入病毒毒液以改變細胞內部機制。受感染細胞則變為「病毒複製機器」，繼續生產新病毒的組成部分。對於這樣的現象，專家不得不使用文學語言如「狡猾」、「詭異」和「邪惡」加以描繪。在近現代人類與病毒疫情的關係史上，還從來沒有出現過這樣強大的全能型納米級對手^⑱。

人類在與新冠病毒對抗中，寄希望於控制此病毒的特效疫苗。現在看來，疫苗研製不僅面臨病毒的複雜性，而且需要應對其變異能力，疫苗的研製周期不可避免延期。現在存在着疫苗研製速度和病毒演變速度的競賽，而且無法排斥當前病毒樣本發生更大程度的突變的可能性^⑲。如果發生，人類何以面對？在這樣的新冠病毒及其所造成的全球疫情下，評估對全球的影響，需要討論生命成本、社會成本和經濟成本。

生命成本方面，包括新冠病毒引發的檢測、確診、治療和直接死亡成本。WHO提出：截至北京時間7月26日21時01分，全球新冠肺炎累計確診病例突破1,624萬例，達到16,245,736例，累計死亡病例超過64.9萬例，達到649,276例。人類在同病毒長久的交戰中，進化出愈來愈強的免疫系統，但是強大的免疫系統也會反噬人類自身。科學家已經證明，此次疫情引發了人類免疫系統的改變。新冠肺炎成為老年人的頭號殺手，預期壽命將會降低，整體醫療支出大幅上升。

社會成本方面，鑒於新冠肺炎感染數量的幾何級數增長，以及死亡人數的不斷擴大，為了確保醫療體系不致崩潰，世界各地都以停工、停產、停學、停試等「隔離」手段來抵擋病毒、遏制病毒入侵和擴散，並實行各種類型和各種時間尺度的隔離，從國家層面到城市、社區層面。一個流動的世界被割裂、被靜止，包括學校、博物館、餐飲和娛樂場所、體育空間，大面積和長時間被關閉。人類不得不接受「封國」、「封城」、「斷航」與「蟄居」的現實，大大改變以往通過聚集和直接交流的生活方式。生活方式的改變自然會影響傳統的家庭模式。在廣義的社會成本中，還需要充分估計社會心理成本。在美國，疫情背景下持續增加的社會管理成本(如騷亂)也需要加以考量。

經濟成本方面，可以分為直接經濟成本和間接經濟成本。在直接經濟成本方面，首當其衝的是第三產業的全面衰退，全球的價值鏈、供應鏈、產業鏈的斷裂，國際貿易的大宗商品、能源和畜牧業全面萎縮，全球經濟增長嚴重放緩，居民收入下降，失業人數急劇增長，消費能力萎縮，全球平均生產力水平大幅度下降^②。在疫情時代的新世界，投資與政策預計將沿循截然相反的核心邏輯，行業估值的邏輯完全改變。在間接經濟成本方面，世界愈來愈多國家陷入公共醫療制度危機，不得不訴諸財政赤字貨幣化政策，加劇財政的脆弱化，最終侵蝕福利制度的根基。

如果從比較宏觀和中長期的尺度評估此次疫情的影響，因應疫情爆發，世界各地的邊界關閉，衝擊歐洲的「無國界理念」，國際貿易環境惡化。現在又有一種「病毒關稅」說法，頗有道理。根據世界銀行 (World Bank) 測算，對於大部分貿易品而言，一天的延誤就相當於加徵超過 1% 的關稅。這如同施加了額外的「病毒關稅」^③。疫情對世界所形成的壓力，構成所謂的「馬太效應」(Matthew Effect)，已經開始動搖全球化的基石。

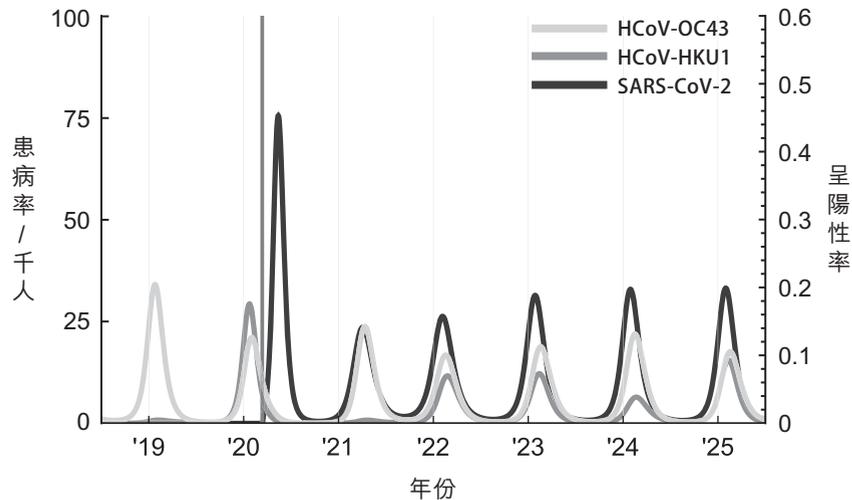
五 關於新冠肺炎疫情長期影響的思考

進入二十一世紀的人類，雖然經歷過「9.11」恐怖主義和 2008 年世界金融危機，卻依然對未來充滿信心。儘管生態環境不斷惡化，但是因為科技進步、互聯網的發展、全球化的進展，加劇了人類的某種自負。最有代表性的是生態學家克魯岑 (Paul J. Crutzen) 和斯托莫 (Eugene F. Stoermer) 在 2000 年提出了「人類世」(Anthropocene) 概念：人類已經成為影響全球地形和地球進化的地質力量^④。但是，此次新冠病毒以前所未有的力度，扭轉了人類中心主義的思想慣性，逼迫人類承認現代化的脆弱性，甚至需要重新定義現代化。以下提出八點具有長程意義的思考：

第一，正視人類對於新冠病毒的認知和對抗手段的有限性。在此次疫情開始的幾個月裏，即使資深的疾病專家也低估了這場疫情的嚴重性，以及演變成全球流行病的可能性。WHO 在推特 (Twitter) 上發表過「沒有明確證據表明新冠病毒人傳人」的言論。之後的疫情發展證明，人類對於新冠病毒的專業知識和對抗手段相當有限，暴露了公共衛生資源的匱乏。以納米作為尺度的病毒，幾乎在人類構建的現代社會體系中通行無阻，導致人類付出數十萬生命，數十萬個家庭承受失去親人的悲哀。現代科學與醫學的發展速度，並不能跟上病毒發展與變異的速度。從新冠病毒的特性來看，人類在短時間內根本不可能將其徹底消滅。可以預料，無論是否能研發出疫苗，新冠病毒及其變異後代所造成的疫情很可能常態化，永遠不會消失。在短暫壓制住病毒之後，很大機會將會捲土重來，且每一年都會如約而至 (所謂的「後疫情時代」的

提法或許是不成立的)。如果這樣的假設成立，新冠病毒在2019至2025年區間所呈現的曲線將如下圖所示(圖3)：

圖3 新冠病毒持續存在曲線(2019-2025)



資料來源：參見哈佛大學公共衛生學院流行病學家利普西奇(Marc Lipsitch)領導的研究團隊論文，Stephen M. Kissler et al., "Projecting the Transmission Dynamics of SARS-CoV-2 through the Postpandemic Period", *Science* 368, no. 6493 (2020): 860-68。

說明：圖中「SARS-CoV-2」的定義來源於2020年3月2日《自然—微生物學》(*Nature Microbiology*)發表的國際病毒分類委員會冠狀病毒研究小組(ICVT-CSG)關於新冠病毒的命名聲明。因新冠病毒與以嚴重急性呼吸系統綜合症冠狀病毒(SARS-CoV)為原型的同種病毒具有遺傳相似性，2月11日，該病毒被ICVT-CSG命名為「嚴重急性呼吸系統綜合症冠狀病毒2」(SARS-CoV-2)。

第二，新冠病毒和其他病毒造成的疫情，將導致全球性醫療衛生資源短缺狀態的長期化。隨着新冠肺炎疫情常態化，加上之前和未來有可能面對的新病毒所造成的疫情，以及病毒誘發的心血管疾病和癌症，以致形成多種病毒和疾病疊加，人類對醫療和健康領域的投入不得不持續加大，但仍然難以滿足需要吸納社會其他資源的「醫療黑洞」。世界各國都面臨着如何分配有限的醫療資源問題，誠如論者所言：「做好長期與疫情共存的準備，抗疫與急重症和癌症患者診療之間，面臨着一場『生命與生命』的競爭。」^{②③}

第三，所有政府需要在「救人命」和「救經濟」之間尋求困難的平衡。此次疫情證明，為「救人命」所支付的各種經濟、社會和政治的資源是非常巨大的。例如，在美國治癒一名新冠肺炎患者，大約需要100萬美元以上^{②④}；在中國治療一位危重症患者的費用是40萬元人民幣，治療重症患者的費用是20萬元人民幣^{②⑤}。更為重要的是，各種形式的隔離造成非直接的巨額經濟成本，直接消耗國家的經濟能力。即使在沒有疫情的情況下，世界各國維護健康和開發相關科技的成本已經不斷提高，健康保護方面的支出，已經成為企業、納稅人以及患者沉重的負擔，疫情的爆發和迅速蔓延更是「雪上加霜」。有的國家提出「集體免疫」，避免國民經濟發生任何形式的「暫停」，其風險是整體

生命損失成本失控。整個世界陷入了這樣的境地：「我們造就的世界給疫情提供了溫牀，卻沒有做足對抗疫情的準備。」²⁶這樣的情況必須改變。

第四，為了控制疫情，國家和政府的治理能力需要強化，公民權利無可避免被減弱。如果疫情長期化和常態化，導致救濟情況惡化，失業人數增多，貧富差距擴大，民粹主義高漲，社會結構失衡，就需要政府訴諸財政手段和其他方式，救濟社會貧困階層，例如直接「發錢」和以其他方式補貼，形成疫情下國家競爭的新模式。新冠肺炎疫情期間，國家所擁有的權力和資源得到充分展示，民眾不得不依賴來自政府資源的幫助；需要一個能勝任的政府，成為了全球性主流民意。問題是，與金融危機相比，新冠肺炎疫情迫使各國大幅增加財政支出，最終仍然是民眾買單。

第五，疫情導致全球化和城市化的全方位挫折。因為全球化和城市化，病毒可以通過國際航班在短短幾個至十幾個小時內跨越大洲和大洋，造成全球擴散。從全球看，此次病毒傳播最主要的地方都是大都市。病毒可以在短短數天內，在空間狹窄、人口密集、基礎設施和開放空間不足以支持人們保持社交距離的城市裏感染成千上萬人，造成無法承受的死亡規模。據英國廣播公司 (BBC) 7月7日報導，WHO 終於承認，愈來愈多的證據表明，新冠病毒可以通過懸浮在空氣中的微小顆粒傳播。在中國，為了防止新冠肺炎疫情在城市的傳播，國家的花費成本以數千億元人民幣為單位。但是，疫情在農村爆發程度很低，儘管農村的抗疫能力最弱。所以，「大疫止於村野」，現在需要反思全球化、城市化和大都市化²⁷。

第六，從本質上說，此次疫情是一次生態災難。人類長期破壞環境，導致森林面積減小，各種野生動物食物不足，迫使牠們從傳統的森林生境中遷移到森林邊緣附近的果園覓食，將各種致命的病毒帶到人類社會。人類是自然環境的入侵者，病毒是人體基因的入侵者²⁸。以尼帕病毒為例，該病毒被稱為「大自然創造的生化武器」，導致高達 50% 的死亡率。尼帕病毒最初的自然宿主是狐蝠。因為人類活動導致狐蝠居住的森林面積減少，迫使狐蝠從傳統棲息地（森林）遷往森林邊緣附近的人類果園。攜帶病毒的狐蝠啃咬過的或其糞便沾污過的果實掉落在地面被豬吃掉，導致豬被感染，病毒通過養殖場的豬進入人類社會。此外，現在全人類面臨着「冰川病毒」的威脅。距今 164 萬年的第四紀冰川時期，地球的某些病毒被封凍在冰川裏。中國的青藏高原附近的冰河中也發現了三十多種萬年前的病毒，未知的病毒大約有二十多種。科學家在凍土中發現了一種大型病毒，已經有三萬年的歷史。經過研究發現，這種病毒非常複雜，超過現在所有已發現的病毒。因為全球氣候變暖，冰川融化，冰川病毒或細菌將會得以釋放，傳染給人類。2016 年，由於氣溫上升，西伯利亞地區的一些凍土開始融化，導致炭疽桿菌的釋放和傳播。南極大陸的冰蓋形成於約 2,300 萬年前，而現在的冰蓋規模已達 500 萬年前的狀態。今年南極氣溫達到 20.75 攝氏度，直接突破了最高點，引發冰層融化，很可能喚醒萬年的病毒或細菌²⁹。

第七，衡量現代病毒的危害程度，需要以人類是否還能回到原來的生活狀態為尺度。在人類歷史上，不乏幾乎將人類推向滅絕邊緣的疫情，但是疫情過後，人類還可以按照之前的方式生活與生產。此次疫情將是疫情歷史的分水嶺，不僅全球經濟復蘇的路徑將更為曲折難測，而且世界各國民眾很難再回到過去的生活方式，全球經濟也再難按照原來的的方式運行。例如，口罩正在成為日常生活的一部分，人們保持六英尺（約1.8米）距離正成為新的本能^⑩。人類需要整體性的自知之明，如麥克尼爾（William H. McNeill）所說：「人類改進命運的同時，也就加大了自己面對疾病的軟弱性。……我們應當意識到我們的力量是有局限的，……應當牢記，我們越是取得勝利，越是把傳染病趕到人類經驗的邊緣，就越是為災難性的傳染病掃清了道路。我們永遠難以逃脫生態系統的局限。」^⑪

第八，新冠肺炎疫情加劇了現代社會的不平等，集中表現在：（1）社會階層不平等。在此次疫情中，付出生命成本最大的群體來自生活質量和醫療條件較差的社會階層。（2）產業部門不平等。一方面，疫情導致所謂「無接觸」產業的崛起，例如在線娛樂、在線教育、在線辦公、遠程醫療。基於數字經濟，人工智能、醫療和製藥產業獲得新的成長機會；另一方面，此次疫情對傳統服務業和低技能產業打擊嚴重，導致這些產業的從業者的收入大幅度減少和失去工作。其中，女性在服務業就業密度較高，相信會付出更多代價。（3）國家之間不平等。此次疫情對發達國家和貧窮國家之間的傷害程度，以及近中期後果，差別很大。

在地球上，病毒很可能是人類所發現的消耗最低能量、不直接產生熵值，卻能有效改變人類生存狀態的納米級生命物質。在二十世紀60、70年代，世界工業化正處於黃金時期，物質財富空前湧現，人類狂妄自大，產生了「擁有無限能力的幻覺」（the illusion of unlimited powers）^⑫。一些經濟學家甚至斷言，世界的生產問題已經解決，人類從此可以高枕無憂。在這個時刻，英國經濟學家舒馬赫（E. F. Schumacher）以超越時代的理性和觀察，在1973年出版了《小的是美好的》（*Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered*）一書。該書堪稱二十世紀的經濟學經典，探討了資本密集型、資源密集型產業對人類社會的終極性傷害。但遺憾的是，病毒與當代人類的關係，沒有納入舒馬赫的視野。經濟學作為一門實證科學，需要引入物理學和生物學的研究成果，重新構建其微觀和宏觀架構。舒馬赫說：「我們或可預期經濟學必須從人類的研究中衍生出其目的和目標，並且必須從對大自然的研究中，衍生出大部分的方法論。」^⑬

新冠病毒肆虐全球達半年之久，仍舊沒有看到全面衰減的拐點。不僅如此，在今年冬天流感季節，發生第二波疫情的憂慮也已經出現^⑭。如果發生第二波疫情，其破壞性很難預測，世界各國是否有能力承受更大的社會成本？所以，從現在開始，人類需要依賴智慧與科學，重新審視健康與生命的價值，盡快形成與納米級病毒共處的社會體制和生活方式。

註釋

- ① “Virus”，英文單詞，中文直譯為「病毒」，「毒」字影響了“virus”本身具有的中性特徵，因為不是所有的“virus”都對人類造成傷害。
- ② 動物病毒或含DNA，或含RNA；植物病毒除少數組外大多為RNA病毒；噬菌體除少數科外大多為DNA病毒。
- ③④ 白瓦：〈地球上總共有多少個病毒〉，《大科技(百科新說)》，2015年第5期，頁13：12。
- ⑤ Felix M. Key et al., “Emergence of Human-adapted Salmonella Enterica Is Linked to the Neolithization Process”, *Nature Ecology & Evolution* 4, no. 3 (2020): 1-10.
- ⑥ Jared Diamond, *Guns, Germs, and Steel: The Fates of Human Societies* (New York: W. W. Norton, 1997).
- ⑦ 關於病菌是否起源於家養動物，仍是一個需要更多證據來論證的假說，而非定論。古DNA研究存在一定的局限性，再如很多的病菌發病較快，在還沒有引起骨骼性病變的時候就已經殺死了宿主，而且動物考古學家也在不斷地更新各種馴化動物起源的事件和地點。
- ⑧ Honglei Sun et al., “Prevalent Eurasian Avian-like H1N1 Swine Influenza Virus with 2009 Pandemic Viral Genes Facilitating Human Infection” (29 June 2020), *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, www.pnas.org/content/early/2020/06/23/1921186117.
- ⑨ 〈冠狀病毒〉(2020年1月9日)，中國疾病預防控制中心網，www.chinacdc.cn/jkzt/crb/zl/szkb_11803/jszl_2275/202001/t20200121_211326.html。
- ⑩ Tao Wang et al., “Attention Should be Paid to Venous Thromboembolism Prophylaxis in the Management of COVID-19” (9 April 2020), *The Lancet Haematology*, [www.thelancet.com/journals/lanhae/article/PIIS2352-3026\(20\)30109-5/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lanhae/article/PIIS2352-3026(20)30109-5/fulltext).
- ⑪ Marina Pollán et al., “Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): A Nationwide, Population-based Seroepidemiological Study” (6 July 2020), *The Lancet*, [www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)31483-5/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)31483-5/fulltext).
- ⑫ Wen-Bin Yu et al., “Decoding the Evolution and Transmissions of the Novel Pneumonia Coronavirus (SARS-CoV-2 / HCoV-19) Using Whole Genomic Data”, *Zoological Research* 41, no. 3 (2020): 247-57.
- ⑬ 〈哈佛大學發表Science：關於新冠的絕望未來〉(2020年7月2日)，騰訊網，<https://new.qq.com/omn/20200702/20200702A0HTKF00.html>; “Will Covid-19 Mutate into a More Dangerous Virus?” (10 May 2020), *The Guardian*, www.theguardian.com/world/2020/may/10/will-covid-19-mutate-into-a-more-dangerous-virus。
- ⑭ 〈傳染力暴增9倍！此次北京的病毒株已經突變〉(2020年6月26日)，搜狐網，https://m.sohu.com/a/404291703_237062/?pvid=000115_3w_a; Lizhou Zhang et al., “The D614G Mutation in the SARS-CoV-2 Spike Protein Reduces S1 Shedding and Increases Infectivity” (12 June 2020), www.biorxiv.org/content/10.1101/2020.06.12.148726v1。
- ⑮ “Mutations May be Making Coronavirus More Contagious: Researchers”, www.aninews.in/news/world/us/mutations-may-be-making-coronavirus-more-contagious-researchers20200630120732.
- ⑯ “Patient Infected with Two Strains of COVID-19 in Iceland” (24 March 2020), *Reykjavík Grapevine*, <https://grapevine.is/news/2020/03/24/patient-infected-with-two-strains-of-covid-19-in-iceland>.

- ⑰ “Exclusive: Covid-19 May Not Have Originated in China, Oxford University Expert Believes” (5 July 2020), *The Telegraph*, www.telegraph.co.uk/news/2020/07/05/covid-19-may-not-have-originated-china-elsewhere-emerged-asia.
- ⑱ 有一種假說：病毒或許來源於比人類出現更早的外星智慧文明的產物。病毒怎麼看都不像是自然進化的產物，比如我們所熟悉的數量最多的病毒「噬菌體」，單從外形上看很像一個小機器人。
- ⑲ 現在又一種說法：因為人類感染者產生的抗體有效期可能只有四十周(300天)，比疫苗的研發周期都要短。如果疫苗不能起作用，那麼新冠肺炎將會變成一個10至50倍致死率的流感。
- ⑳ 國際貨幣基金組織(IMF)最新預測2020年全球經濟將萎縮4.9%，除個別國家，幾乎所有經濟體都將陷入衰退。國際勞工組織(ILO)預測今年第二季度全球約有3.1億個工作崗位因受到新冠肺炎疫情的影響而流失。
- ㉑ 程實：〈疫情時代的失衡世界〉(2020年6月28日)，搜狐網，www.sohu.com/a/404576774_465450。
- ㉒ Paul J. Crutzen and Eugene F. Stoermer, “The ‘Anthropocene’”, *Global Change Newsletter*, no. 41 (May 2000): 17.
- ㉓ 張倩燁：〈疫情之下，非新冠為重患者何去何從？〉，「FT中文網」微信公眾平台，https://mp.weixin.qq.com/s/1_qyqyBbR20ViDCAXN4m8A。
- ㉔ “Coronavirus Survival Comes with A \$1.1 Million, 181-page Price Tag” (12 June 2020), *The Seattle Times*, www.seattletimes.com/seattle-news/inspiring-story-of-seattle-mans-coronavirus-survival-comes-with-a-1-1-million-dollar-hospital-bill/.
- ㉕ 〈中國抗擊疫情，治療費用、損失都由國家承擔，總共花了多少錢？〉(2020年7月3日)，百度網，<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1671167235338207607&wfr=spider&for=pc>。
- ㉖ Ed Yong：〈新冠病毒啟示錄〉(2020年7月5日)，澎湃新聞網，www.thepaper.cn/newsDetail_forward_8033764。
- ㉗ 溫鐵軍：〈大疫止於村野——生態文明戰略轉型的由來〉，「雙綠66人圓桌會」微信公眾平台，https://mp.weixin.qq.com/s/i6TrW3kXprQFhX57_Dpqig。
- ㉘ 〈調查發現：首批非典患者多與野生動物親密接觸〉(2003年5月10日)，中華人民共和國國家衛生健康委員會網，www.nhc.gov.cn/wjw/zcjd/201304/826d03198c56412e8fa1c9fbf1702202.shtml。
- ㉙ 〈南極突破20度！1.5萬億噸冰川融化，萬年遠古病毒將復蘇？〉(2020年7月1日)，百度網，<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1670939087169624830&wfr=spider&for=pc>。
- ㉚ 一英尺等於0.3048米。英尺舊時寫作「呎」，是英國及其前殖民地和英聯邦國家使用的長度單位。
- ㉛ 〈作者自序〉，載加勒特(Laurie Garrett)著，楊岐鳴、楊寧譯：《逼近的瘟疫》(北京：三聯書店，2017)，頁5。
- ㉜㉝ E. F. Schumacher, *Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered* (New York: Harper & Row, 1973), 3; 22.
- ㉞ 2020年4月，美國疾病控制及預防中心(Centers for Disease Control and Prevention)已經發出今年冬天可能出現第二波新冠肺炎疫情的警告。

朱嘉明 經濟學博士、教授，曾任職於聯合國工業發展組織(UNIDO)，並先後任教於維也納大學和台灣大學。現任「數字資產研究院」學術與技術委員會主席，中國投資協會數字資產研究中心專家組組長。