

由潛伏期時間分佈解析疫情傳播的普適規律

新冠肺炎（世界衛生組織官方命名為“COVID-19”）疫情在全世界範圍內迅速蔓延。在對抗疫情的過程中，定量描述無症狀患者帶來的傳染風險從而準確預測疾病的傳播趨勢，可以為製定合理的管控政策提供科學依據[1, 2]。有數據顯示無症狀病毒攜帶者（已被感染但尚未呈現主要病症的個體）在總感染群體中佔有不可忽視的比例，比如根據日本在 2020 年 2 月 20 日公佈的數據，“鑽石公主號”郵輪上的無症狀患者比例高達 51%[3]。目前已有的研究結果表明，無症狀患者可能在病毒傳播中起到了重要作用[4, 5]。

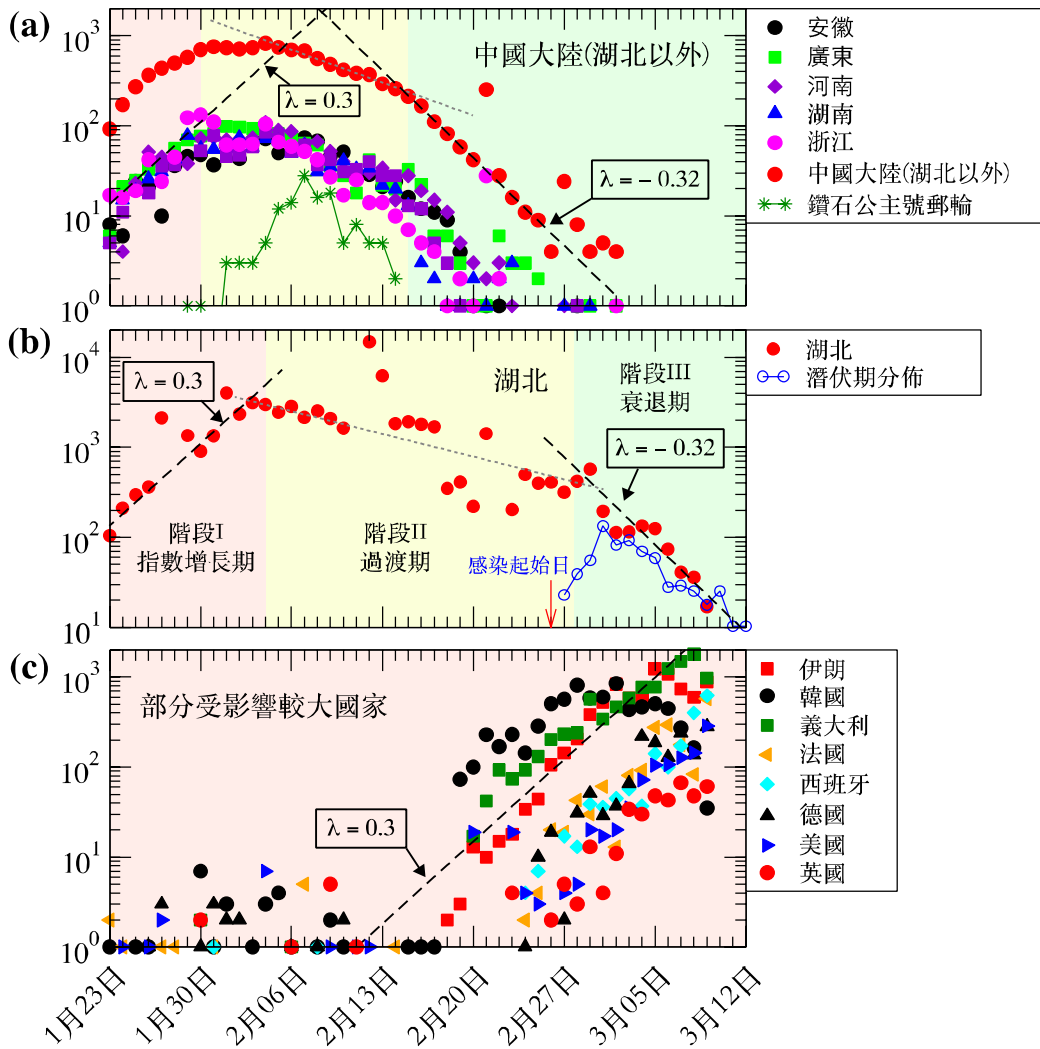
為應對疫情挑戰，湯雷翰教授及香港浸會大學、北京計算科學研究中心的科研人員組成研究團隊，根據中國的確診病例數據（參見[6]）展現的增長模式，提出了一種新的疾病傳播模型。這一模型考慮了無症狀患者在疾病傳播過程中的主導作用，能夠定量地刻畫自 2020 年 1 月 23 日武漢封城以來，各省份每日新增病例數展現出來的普適模式（附圖-上）。在 1 月 23 日之後的第一周，每日新增確診病例的增長速率約為 $\lambda = 0.3$ ；隨後，在嚴格的追蹤、檢疫和隔離措施之下，經過了 2 到 3 週的過渡時期，疫情的蔓延得到了有效遏制。在疫情控制的最終階段，每日新增的確診病例數在一周之內最快下降 10 倍，而且不同省份的新增病例衰減曲線呈現出高度相似性。這一結果表明，在統一的疫情控制措施下，疾病傳播存在著普適的統計規律。

在疫情最先爆發的湖北省，由於疫情規模遠遠超出了當地的公共衛生體系的疾病控制能力，湖北省在過渡階段持續的時間比大部分地區長大約兩週。隨著中國各地的醫療團隊的支援以及更加嚴格的防疫制度的實施，湖北省的疫情最終得到遏制。尤其是 2020 年 3 月 3 日之後的數據顯示，湖北省新增病例的衰減曲線與其他省份的疫情收尾數據高度吻合，表明湖北省的疫情也即將得到徹底的控制（附圖-中）。不同地區數據在後期近似指數衰減曲線有接近的衰減率（ $\lambda = -0.32$ ），逼近了有效隔離能達到的極限速率，即潛伏期分佈[7, 8]對應的被感染者症狀展現速率。

研究發現，自 2 月下旬以來全球的爆發，其他國家新增病例數的變化[6]也與中國疫情爆發初期的數據非常相似，以每天 35%左右的速率增加（附圖-下）。韓國和伊朗在實施了嚴格的隔離管控政策後，疫情在過去的幾天裡出現了轉機，開始進入過渡期。值得注意的是，該團隊提出的基於觀察數據的疾病傳播模型，可以在疫情爆發時為政策制定者提供重要的決策依據。例如，通過追蹤本地區疾病的傳播情況，該模型可以幫助決策者動態評估其防疫隔離政策的有效性，根據疫情的近期表現制定客觀科學的管控措施，利於在對抗疾病傳播的同時，恢復正常社會秩序和經濟運作。

2020 年 3 月 12 日

COVID-19 每日新增確診病例



參考資料:

1. WHO situation report-50 (March 10, 2020): https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200310-sitrep-50-covid-19.pdf?sfvrsn=55e904fb_2
2. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30567-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30567-5/fulltext) [Anderson, Roy M., Hans Heesterbeek, Don Klinkenberg, and T. Déirdre Hollingsworth. "How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic?" The Lancet (2020).]
3. Diamond Princess field report as of February 20, 2020 <https://www.niid.go.jp/niid/en/2019-ncov-e/9417-covid-dp-fe-02.html>
4. [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(20\)30147-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(20)30147-X/fulltext) [Huang, Rui, Juan Xia, Yuxin Chen, Chun Shan, and Chao Wu. "A family cluster of SARS-

- CoV-2 infection involving 11 patients in Nanjing, China." *The Lancet Infectious Diseases* (2020).]
5. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11427-020-1661-4> [Hu, Zhiliang, Ci Song, Chuanjun Xu, Guangfu Jin, Yaling Chen, Xin Xu, Hongxia Ma et al. "Clinical characteristics of 24 asymptomatic infections with COVID-19 screened among close contacts in Nanjing, China." *Science China Life Sciences* (2020): 1-6.]
 6. [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(20\)30120-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(20)30120-1/fulltext) [Dong, Ensheng, Hongru Du, and Lauren Gardner. "An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time." *The Lancet Infectious Diseases* (2020).]
 7. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.19.20025031v1> [Lu, Hongzhou, Jingwen Ai, Yinzong Shen, Yang Li, Tao Li, Xian Zhou, Haocheng Zhang et al. "A descriptive study of the impact of diseases control and prevention on the epidemics dynamics and clinical features of SARS-CoV-2 outbreak in Shanghai, lessons learned for metropolis epidemics prevention." *medRxiv* (2020).]
 8. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.24.20027474v1> [Han, Henry. "Estimate the incubation period of coronavirus 2019 (COVID-19)." *medRxiv* (2020).]