

減少社交接觸與 2019冠狀病毒病的傳播

初中數學科

背景

要有效減低2019冠狀病毒病的社區傳播風險，我們必須同心抗疫，減少社交接觸。政府會採取「張弛有道、能收能放」（Suppress and Lift）的策略。而市民大眾應響應政府呼籲，遵守已公佈的減少**社交接觸**措施。

但是，為什麼減少社交接觸是那麼重要呢？

在本活動中，我們將會運用**簡單數學模型**去看看在有／沒有減少社交接觸下的病毒傳播情況。

有關減少社交接觸的政府網站：

https://www.coronavirus.gov.hk/chi/social_distancing.html



數據與假設

在分析減少社交接觸的影響前，我們須蒐集相關數據及作出適當的假設。下列數據將有助我們建立2019冠狀病毒病的擴散模型：

1. 一名受感染人士產生的新受感染者的平均人數
2. 一名受感染人士具傳染性的平均時間

注意：我們應從**可靠的資料來源**蒐集資訊和數據，例如政府部門或公認的學術機構的網頁。

數據與假設

1. 一名受感染人士產生的新受感染者的平均人數

我們可以考慮運用香港大學公共衛生學院公佈的「**本地個案的即時有效繁殖率**」（即現時一名受感染人士產生的新感染者的平均人數）

為了模擬病毒在本地疫情爆發初期的情況，我們採用了在2020年1月27日出現的第一個峰值於本活動的計算中，該數值約為 **1.8**。

香港大學公共衛生學院本地疫情概況：
<https://covid19.sph.hku.hk/tc>



數據與假設

2. 一名受感染人士具傳染性的平均時間（下稱傳染期）

假設1：我們可以假設病毒的潛伏期等於傳染期。

[潛伏期指從感染到出現疾病臨床症狀之間的時間。]

Q1) 請提出一個支持上述假設的理由。

Q2) 2019冠狀病毒病的潛伏期大約是多久？

數據與假設

2. 一名受感染人士具傳染性的平均時間（下稱傳染期）

假設1：我們可以假設病毒的潛伏期等於傳染期。

Q1) 請提出一個支持上述假設的理由。

在病毒的潛伏期，一名受感染人士可能未察覺自己已被感染，並維持正常的社交活動。當該受感染人士開始出現疾病臨床症狀，便會被隔離，不會再在社區上把病毒散播。

數據與假設

2. 一名受感染人士具傳染性的平均時間（下稱傳染期）

假設1：我們可以假設病毒的潛伏期等於傳染期。

Q2) 2019冠狀病毒病的潛伏期大約是多久？

根據衛生防護中心的網頁，現時對2019冠狀病毒病潛伏期的估計大多是1到14天，最常見的是 **5天** 左右。



數據與假設

最後，我們對於社交接觸對繁殖率的影響作出以下假設：

假設2：假設**繁殖率**與受感染者在**傳播期**內有緊密接觸的人的數目成**正比例**。

即若一名受感染者減少與其有緊密接觸的人的數目至原來的一半，則**繁殖率**也會減少至原來的一半。

建立模型

開始時，假設在第 0 天有一位受感染者。

設 y 為總受感染人數

5 天後，（即 1 個傳播期後）

$$y = 1 + 1 \times 1.8 = 2.8$$

原有受感
染人數

新增受感
染人數

問題：再過 5 天會變成怎樣？

人數由統計數據計算而得，並不表示某人只有一部分受感染。

建立模型

根據假設，當原來的受感染者被即時隔離，被他傳染的1.8人每人會在傳播期內傳染另外的1.8人。因此，在10天後（即2個傳播期後），總受感染人數將會是

$$y = 1 + 1.8 + 1.8 \times 1.8 = 1 + 1.8 + 1.8^2 = 6.04$$

原有受感染人數 新增受感染人數

建立模型

Q3) 觀察上述的計算，你能否利用試算表找出在15天、20天、25天及30天後的總受感染人數（ y ）？

期數	日數	總受感染人數 (沒有減少社交接觸，準確至1位小數)
0	0	1
1	5	2.8
2	10	6.0
3	15	
4	20	
5	25	
6	30	

註：非整數人數乃根據統計數據計算而得。

建立模型

Q3) 觀察上述的計算，你能否利用試算表找出在15天、20天、25天及30天後的總受感染人數（ y ）？

期數	日數	總受感染人數 (沒有減少社交接觸，準確至1位小數)
0	0	1
1	5	2.8
2	10	6.0
3	15	11.9
4	20	22.4
5	25	41.3
6	30	75.3

註：非整數人數乃根據統計數據計算而得。

建立模型（延伸）

Q3*) 從試算表內用以計算總受感染人數的公式，你能否寫出表達總受感染人數的數學公式？

答案：

在 n 個傳播期後，總受感染人數是

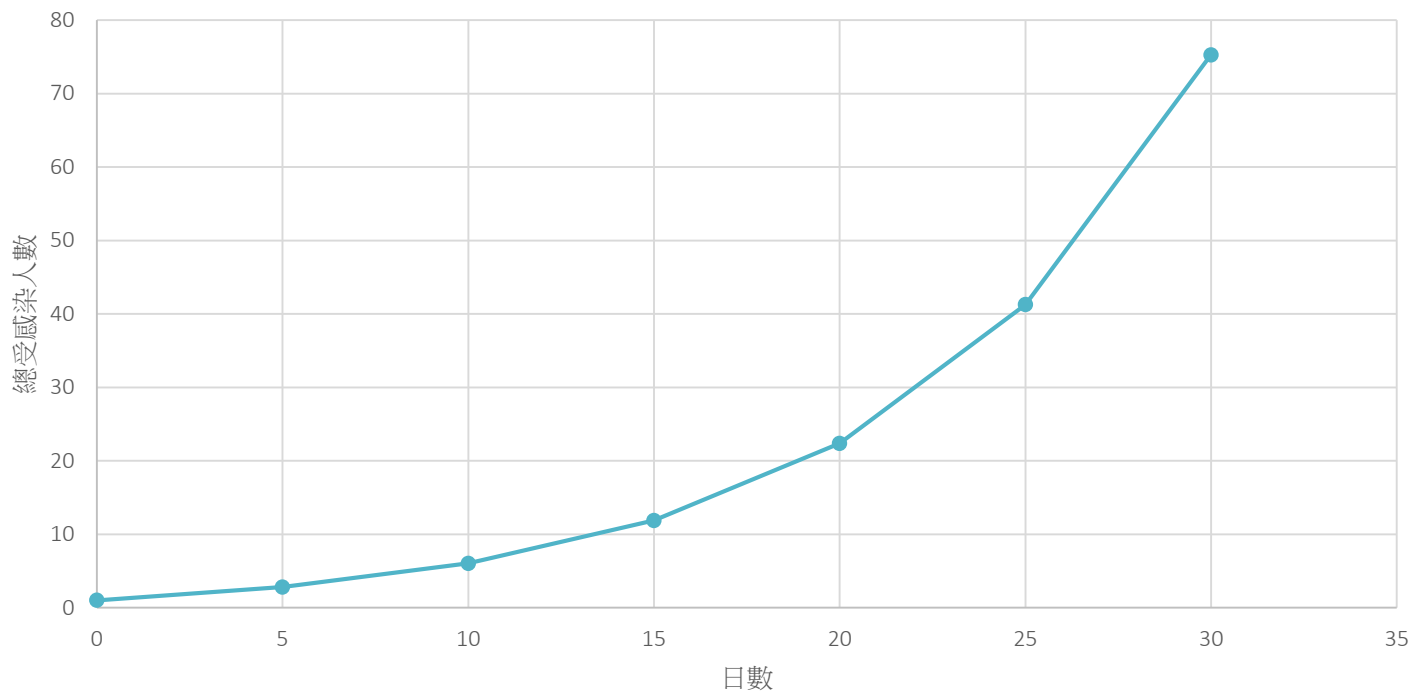
$$y = 1 + 1.8 + 1.8^2 + 1.8^3 + \cdots + 1.8^n$$

建立模型

Q4) 利用 Q3 的試算表，以適當的統計圖表示總受感染人數。

答案：

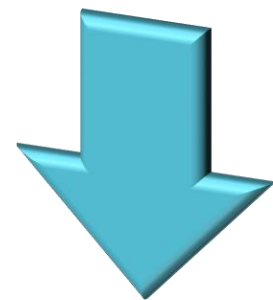
沒有減少社交接觸下的總受感染人數



減少社交接觸的影響

假設減少社交接觸的措施有助減少一半社交接觸，讓我們看看會發生什麼事。

根據假設2，**傳播率**會隨之減半，
即由 **1.8** 減少至 **0.9**



減少社交接觸的影響

Q5) 透過修改 Q3 試算表的公式，求在執行減少社交接觸的措施下，5天、10天、15天、20天、25天及30天後的總受感染人數（ y ）。

期數	日數	總受感染人數（準確至1位小數）	
		沒有減少社交接觸	減少社交接觸
0	0	1	1
1	5	2.8	
2	10	6.0	
3	15	11.9	
4	20	22.4	
5	25	41.3	
6	30	75.3	

註：非整數人數乃根據統計數據計算而得。

減少社交接觸的影響

Q5) 透過修改 Q3 試算表的公式，求在執行減少社交接觸的措施下，5天、10天、15天、20天、25天及30天後的總受感染人數（ y ）。

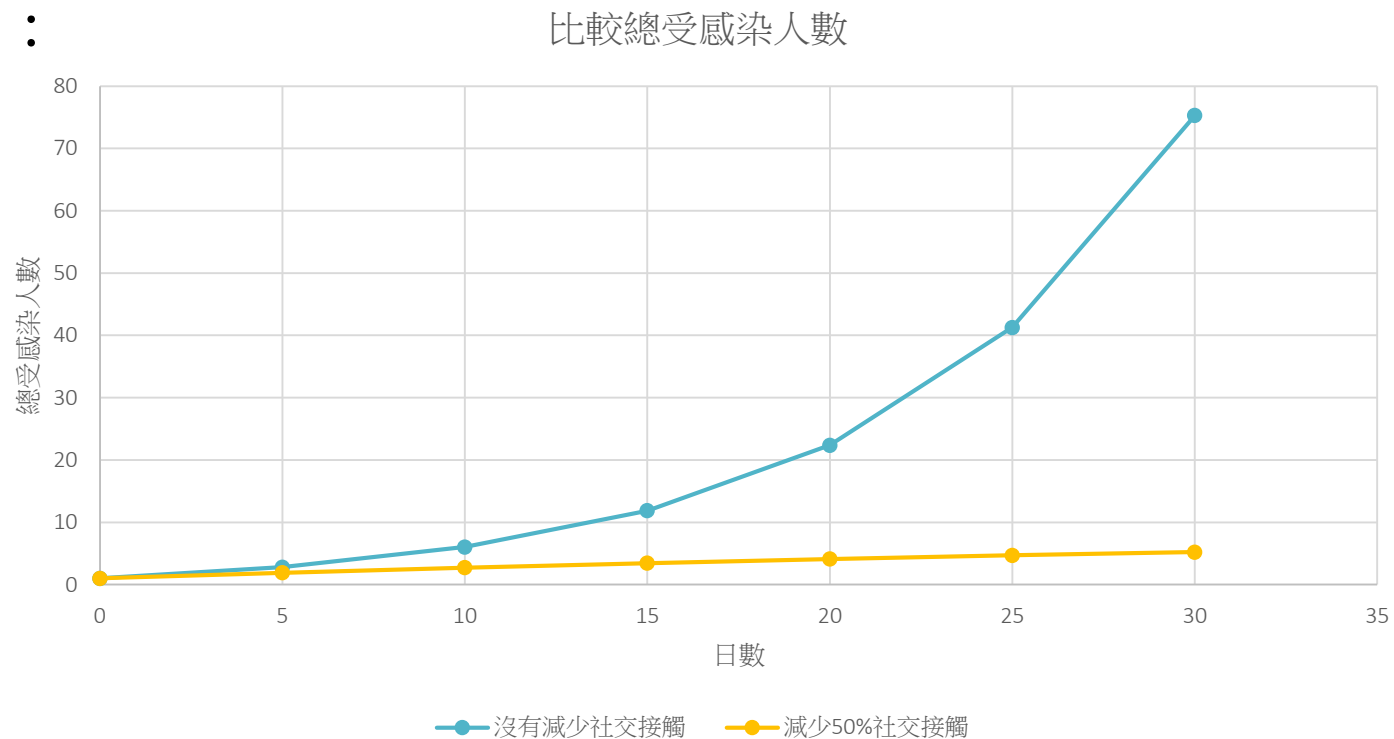
期數	日數	總受感染人數 (準確至1位小數)	
		沒有減少社交接觸	減少社交接觸
0	0	1	1
1	5	2.8	1.9
2	10	6.0	2.7
3	15	11.9	3.4
4	20	22.4	4.1
5	25	41.3	4.7
6	30	75.3	5.2

註：非整數人數乃根據統計數據計算而得。

減少社交接觸的影響

Q6) 製作在 Q5 中的兩組總受感染人數的統計圖，及比較兩組人數。

答案：



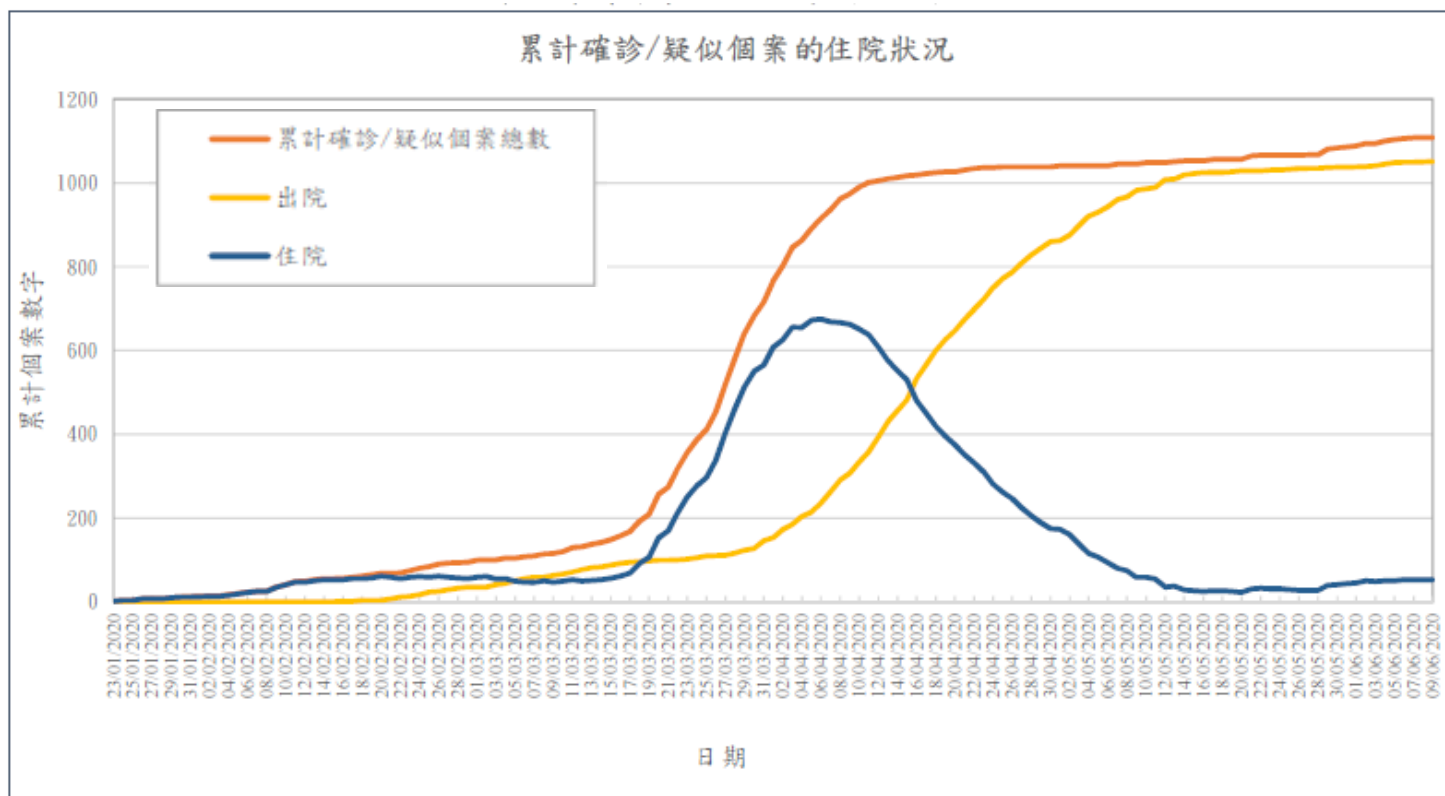
減少社交接觸的影響

Q7) 試從觀察 Q6 的統計圖，扼要地描述減少社交接觸的影響。

從統計圖可見，在沒有減少社交接觸下，總受感染人數有較大的增長率。一位受感染者在 30 天後會變為總數約75名的受感染者。

而在實施把社交接觸減少至原來一半的措拖時，在 30 天後，總受感染者人數約為 5 人。增長率有明顯的差別。

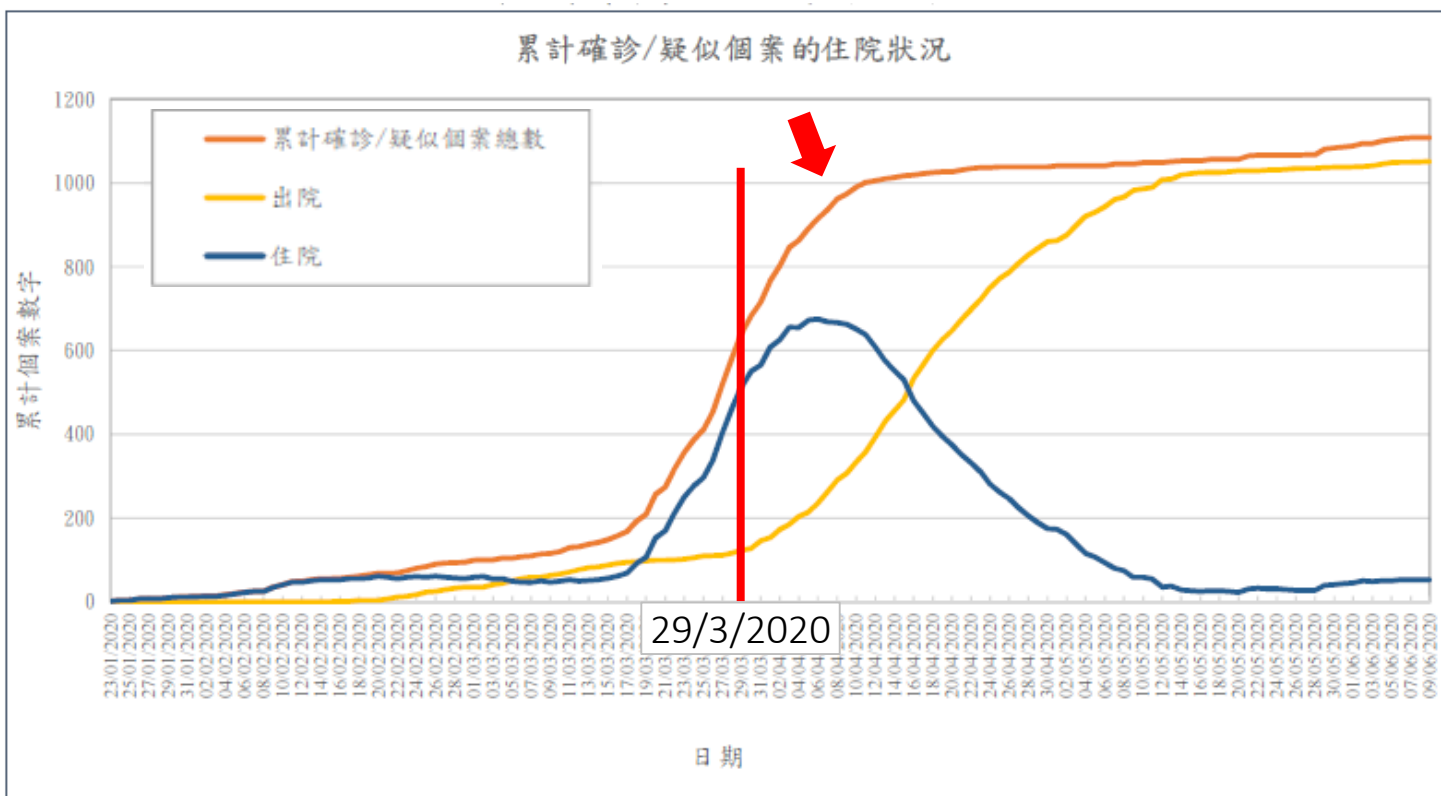
減少聚集



摘自 https://www.chp.gov.hk/files/pdf/local_situation_covid19_tc.pdf

上圖為香港的累積確診 / 疑似個案數目（截至11/6/2020）

減少聚集



因著市民同心遵守 29/3/2020 開始推行的減少羣組聚集規定，累計確診/疑似個案數目的升幅在10天後開始明顯放緩！

同心抗疫

總的來說，我們要成為一個負責任的公民，顧己及人，繼續奉行減少社交接觸的規定，讓我們遠離2019冠狀病毒病傳播的風險。

