Final Project

COVID-19 Disease Spread Modeling (SIR)

1. Why did we choose this topic?

我們選擇這個題目不僅是因為我們想聚焦於現實世界的問題，也是因為COVID-19所帶來的威脅深深刻在人心，不僅是在台灣，在全球都如此。因此，我們希望透過這個主題來更深入地理解和分析這個問題，並將課堂所學的graph應用於其中。這次project的程式最初是參考 ChatGPT 提供的疾病傳播模型作為基礎。我們主要以疾病傳播模型作為基礎，定義了各種參數、傳染力以及執行各種防疫政策等情況。此外我們也將易感染者(INFECTED)初始值設定為 77744 人，藉此對應到中西區的人口數，以模擬更真實的情況。

1. How to create Graph (code) ?

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面 的圖片

自動產生的描述

1. How to create node and edge (code) ?

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體 的圖片

自動產生的描述

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 多媒體軟體 的圖片

自動產生的描述

1. 一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 多媒體軟體 的圖片

   自動產生的描述一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 多媒體軟體 的圖片

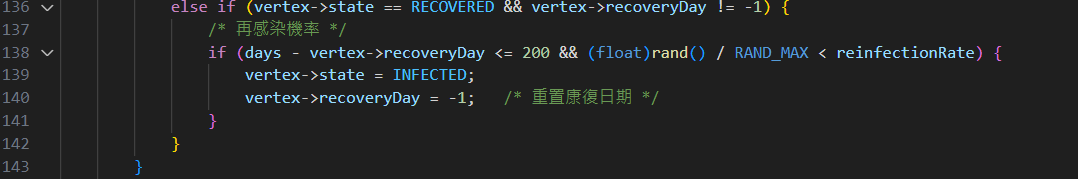
   自動產生的描述SIR Disease Spread Modeling algorithm (code+解釋).

此函數模擬了疾病傳播模型，在for迴圈中，會去trace每一個node，並觀察每一個node是否為感染者，若是感染者，會接下去觀察node的adjacency list 找尋此node的每一個相鄰的node (edge連接)，每個node都有特定機率會被感染，感染機率還會因此node是否為封閉狀態而有不同

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 多媒體軟體 的圖片

自動產生的描述機率(模擬室內傳染率較高)，以此判斷是否有node被感染。

這個if 述句在node被判定為infected後，有一定的機率死亡或是復原。

若node不是infected的狀態，而是recovered的狀態，則計算再次感染率，若康復後200天內，可能再次感染。

Main function 建構我們想要的參數和graph 模型

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體 的圖片

自動產生的描述

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 多媒體軟體 的圖片

自動產生的描述

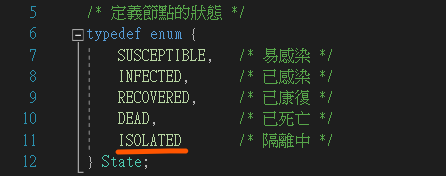
1. Implement public health policies and simulate the result by algorithm.

(1).未實施任何防疫政策的輸出結果(取到INFECTED = 0為止):



(2).實施隔離政策:

若感染超過七天，則有80%機率更改為隔離狀態，期間就不會感染附近的node，如下註解。

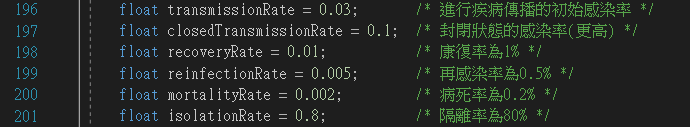


一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 多媒體軟體 的圖片

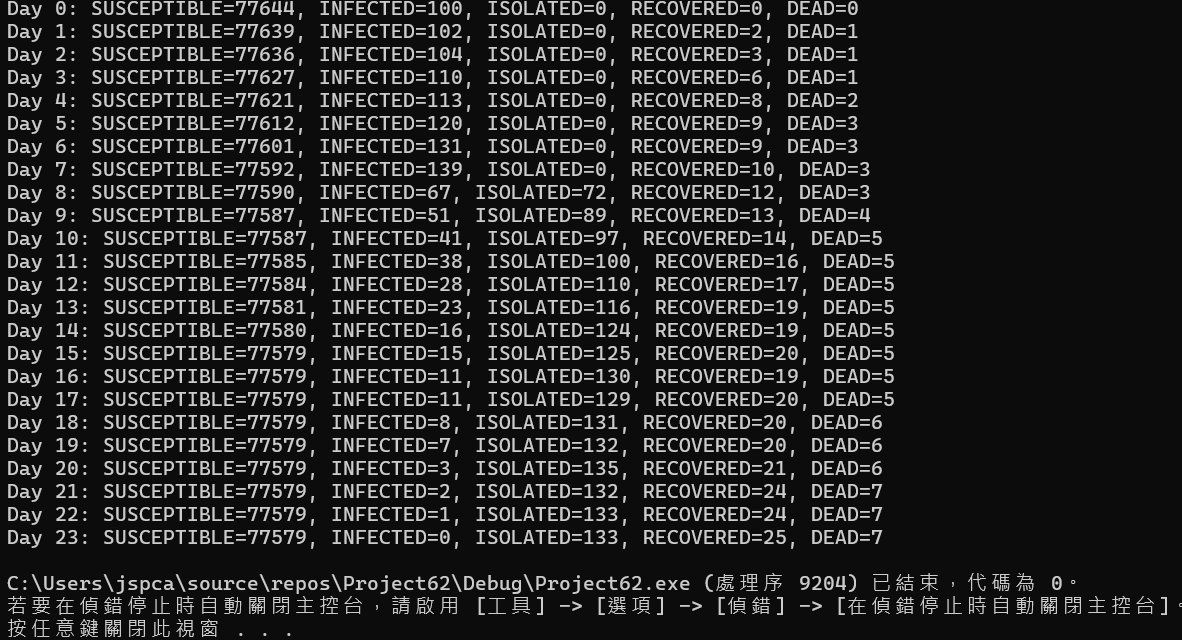
自動產生的描述

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體 的圖片

自動產生的描述

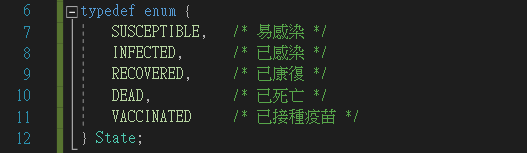


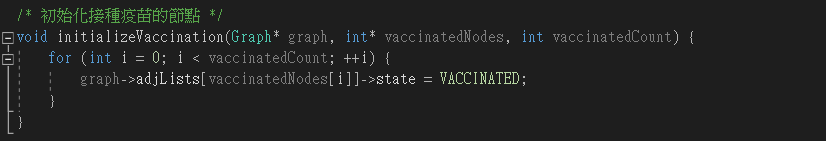
輸出結果(取到INFECTED = 0為止):

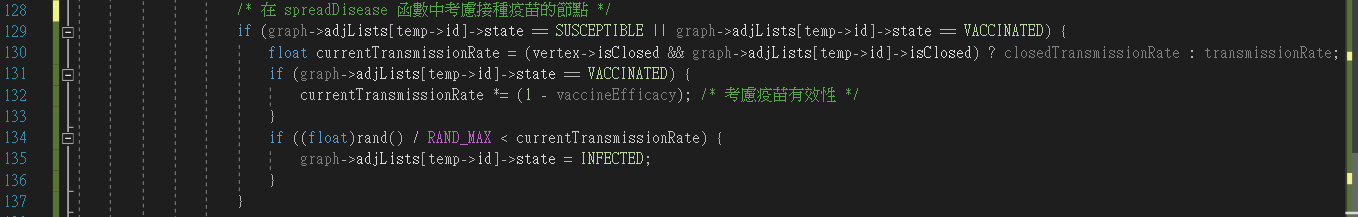


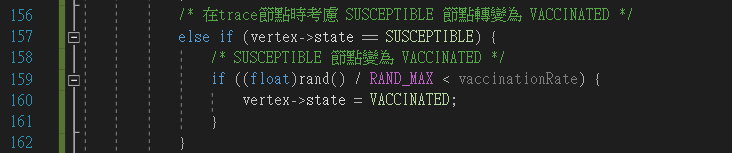
(3).實施接種疫苗政策:

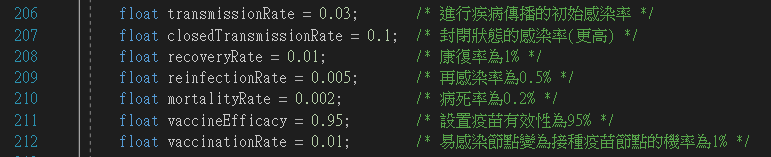
在這個政策中，我們新增了一個 vaccinationRate 變數，並在trace節點時，對於每個 SUSCEPTIBLE 狀態的節點，使其有一定機率(1%)轉變為VACCINATED。這樣在疾病傳播的過程中，就能夠模擬一些節點自動接種疫苗的情況，如下註解。



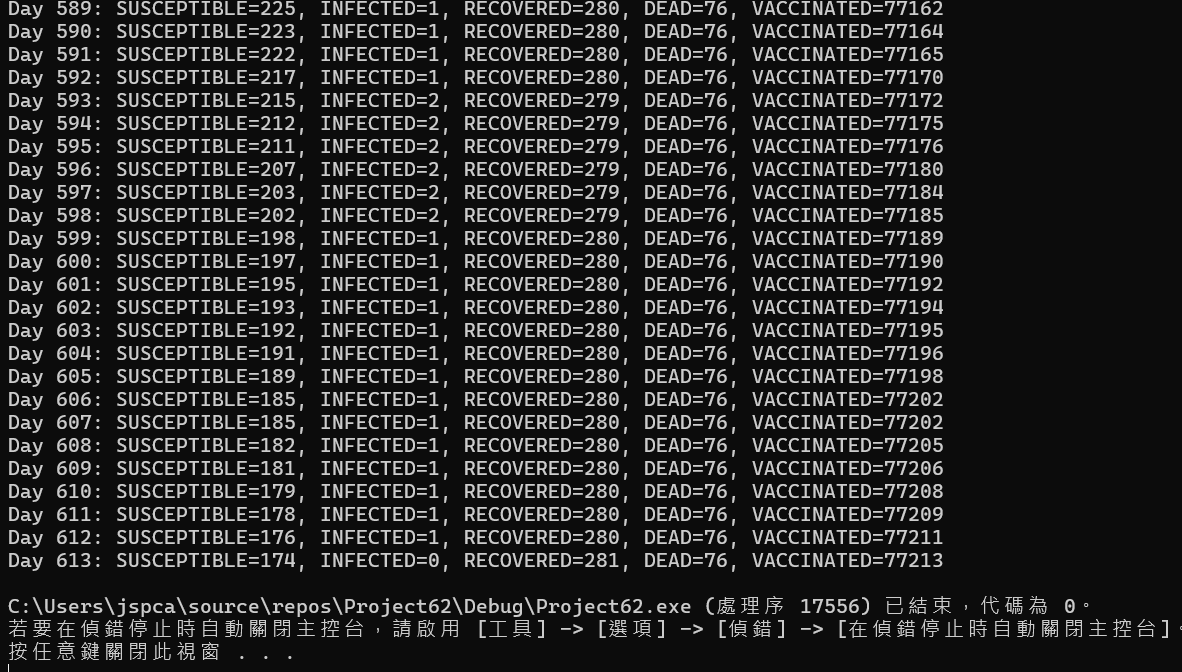








輸出結果(取到INFECTED = 0為止):

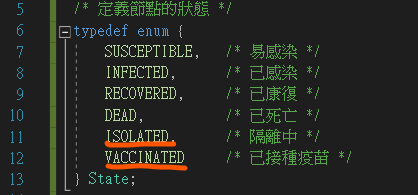


(4).實施隔離&接種疫苗政策:

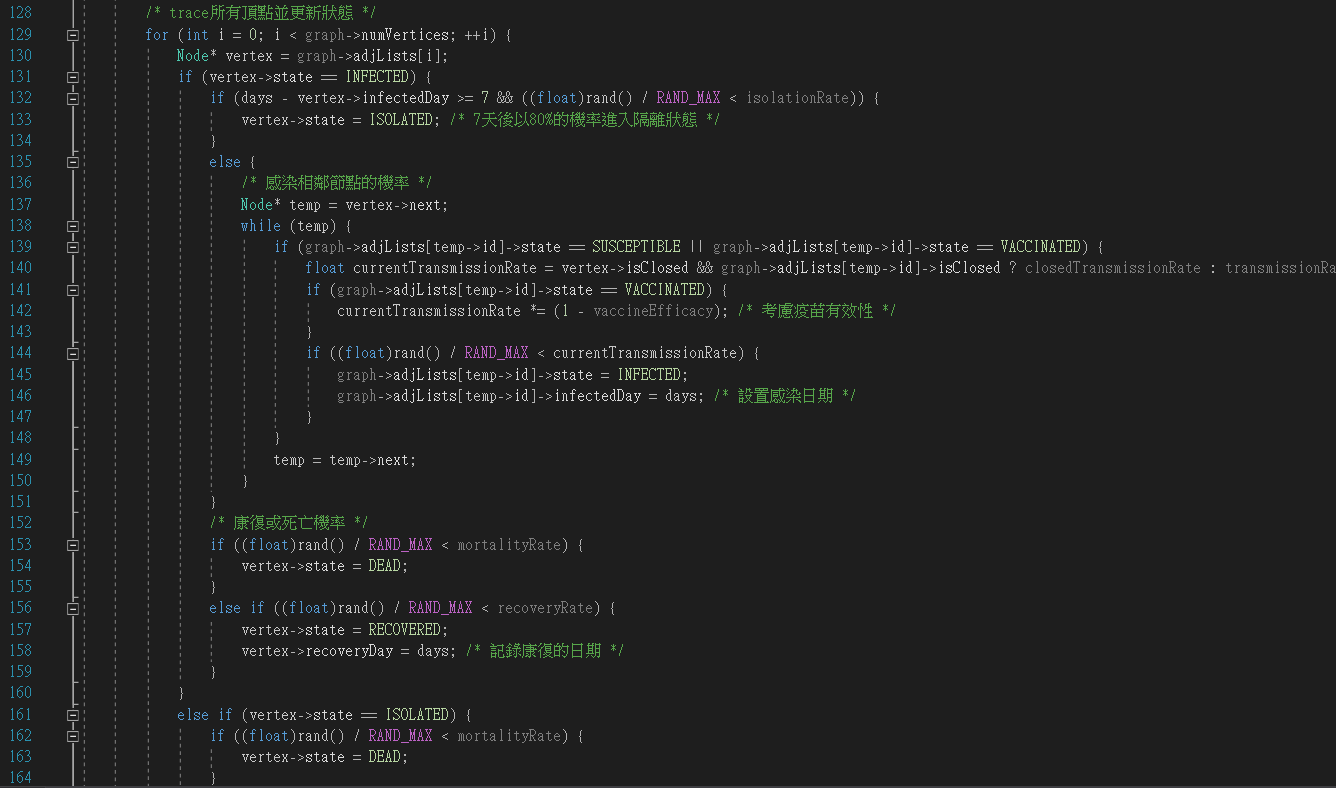
這個政策正如其名結合隔離和接種的特性，使節點可以處於易感染（SUSCEPTIBLE）、感染（INFECTED）、康復（RECOVERED）、死亡（DEAD）、隔離（ISOLATED）、接種疫苗（VACCINATED）等狀態。

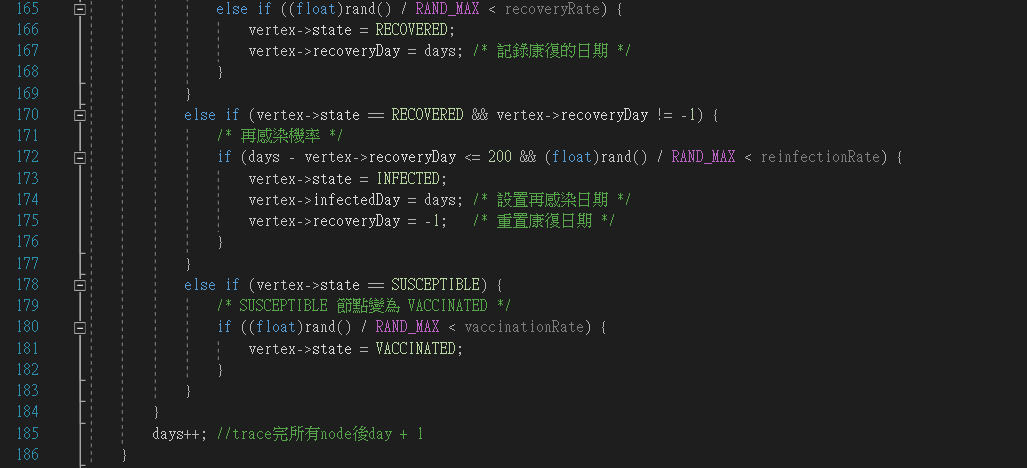
在初始化階段，程式會隨機選擇一部分節點將其狀態設置為VACCINATED，而接種疫苗的節點在感染過程中具有降低的感染率，若一個節點被感染後，其狀態會設置為INFECTED，並記錄感染的天數。

當一個節點處於感染狀態超過7天，則有80%的機率轉變為ISOLATED。在隔離狀態中，該節點不再進行傳播，但仍有可能康復或死亡，而SUSCEPTIBLE的節點每天有1%的機率轉變為VACCINATED，如下註解。

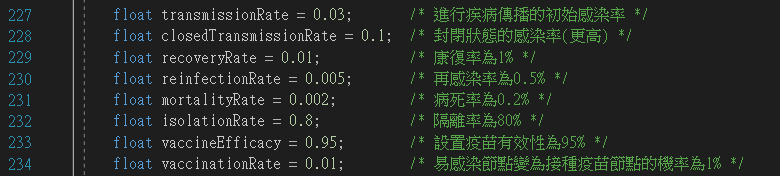




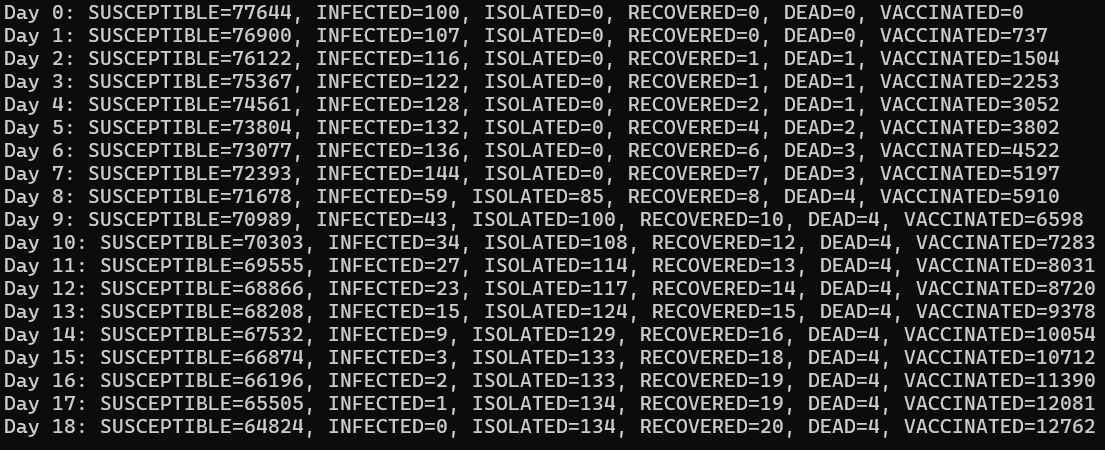


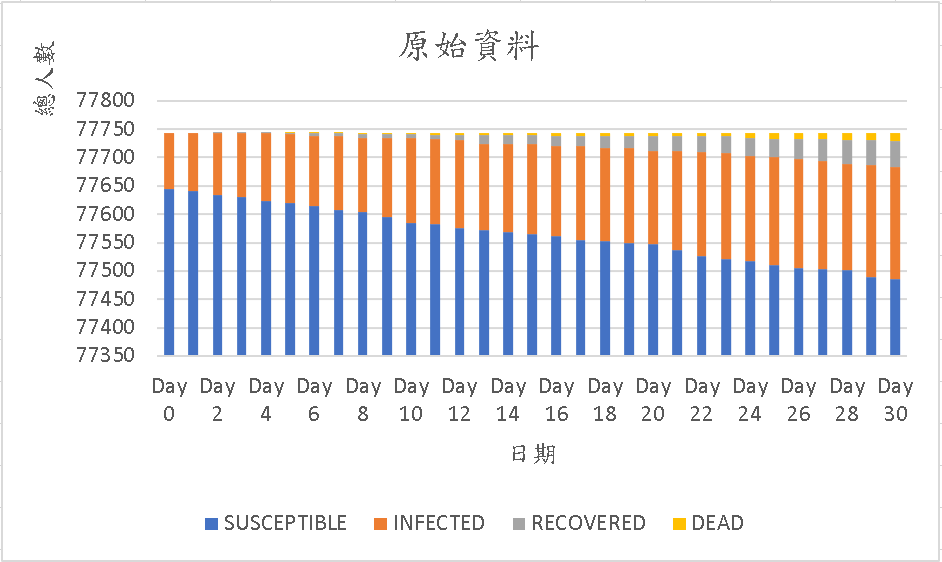


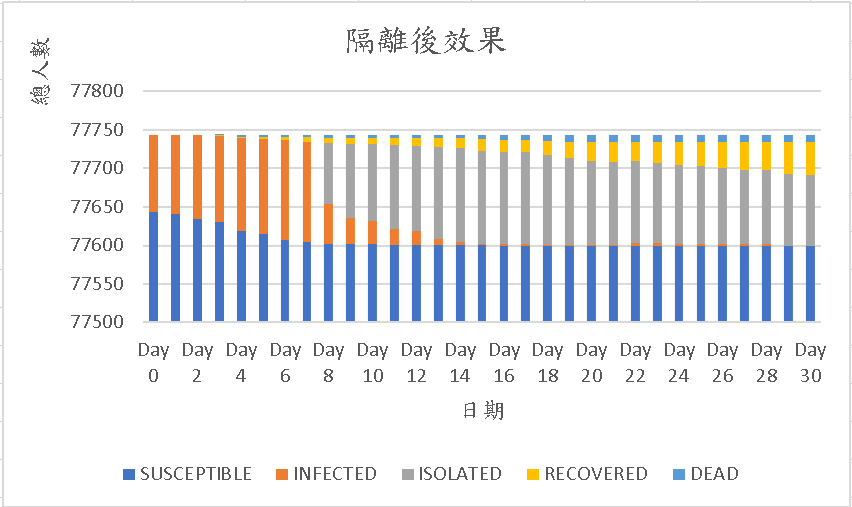


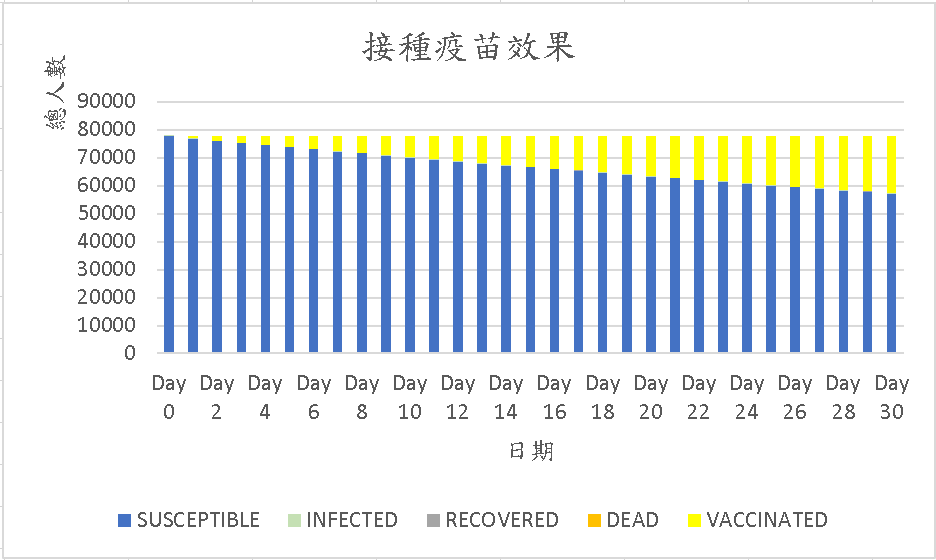


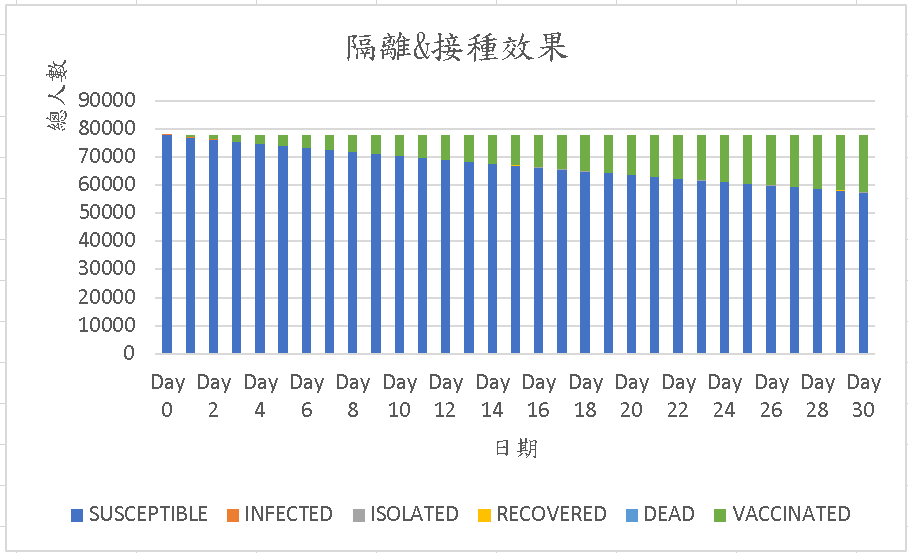
輸出結果(取到INFECTED = 0為止):











由上述輸出結果和堆疊圖觀察知，隔離政策有效地抑制了疾病的快速傳播，從而降低了高風險人群的感染風險。相對地，接種疫苗政策成功地降低了易感染者的基數，使得感染者的人數能夠相比原本更快速地趨於零，這兩種政策都對降低死亡率起到了重要作用。然而若將這兩種防疫政策相結合，其死亡人數和總感染人數(RECOVERED)都是最低的，如下所示。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Susceptible | Infected | Isolated | Recovered | Dead | Vaccinated |
| Original | 76740 | 0 |  | 790 | 214 |  |
| Isolated | 77579 | 0 | 133 | 25 | 7 |  |
| Vaccinated | 174 | 0 |  | 281 | 76 | 77213 |
| Both | 64824 | 0 | 134 | 20 | 4 | 12762 |

註:以上數據皆為模擬結果，每次輸出結果皆不同。

另外，若僅以隔離政策和接種疫苗進行比較，隔離政策中的死亡人數顯著減少，且所需的抑制疾病天數也較少，相比之下，接種政策的防疫效果稍遜。這一模擬結果突顯出，與接種疫苗相比，隔離措施更能有效地限制疾病的傳播，進而降低死亡率。

1. Challenge:

在進行這項project時，我們有面臨一些挑戰或難處。首先，疾病傳播模型和設定參數需要充分的理解、分析，以及大量時間搜尋相關資料，因為這將直接影響模型的準確性和預測能力。另外，模擬現實世界的情況可能會受到數據的限制和不確定性的影響，例如人口統計數據的準確性、疫情期間政策的選擇等，因此我們也花了許多時間確定是否要這樣做。最後，分工合作也是一個難點，因為這需要讓彼此的想法能夠互相磨合、協調與決定。與單獨做事相比，這需要更多時間溝通和協調，但這部分也讓我們在互相幫助、彌補不足和發揮協作的過程中有所收穫，讓整體工作更加高效。

1. Conclusion:

綜合上述，原始的疾病傳播模型從初始感染節點開始，隨機感染鄰近節點，節點可能康復、死亡或再次感染。第二種增加了隔離狀態的疾病傳播模型也是如此，但當感染超過7天的節點時，有80%的機率進入隔離狀態，並停止感染其他節點。在第三種疫苗政策中，我們引入了 vaccinationRate 變數。這種政策模擬了一種實際的防疫策略，通過對每個 SUSCEPTIBLE 狀態的節點施加1%的機率轉變為 VACCINATED 狀態。這使得在疾病傳播過程中，一些節點具有自動接種疫苗的能力。相較於隔離措施和傳統模擬，這種政策更加強調了預防和保護，而不僅僅依賴於感染後的康復或死亡。最終，將兩者防疫政策互相結合，可以產生最大的防疫效果。

因此，在現實世界中，隔離加上接種措施在控制疫情方面可能極為有效。透過及早識別和隔離感染者，並讓高風險感染者每天有一定的機率能夠接種疫苗，顯著減少病毒的傳播並降低死亡率。然而，實際的防疫措施仍受到多種因素影響，包括政策執行力度、人群配合程度等。因此，實際上的防疫效果可能不如理想模擬中那麼理想。

1. Group member:

楊子毅 AN4104016 、 柳柏任 E64109022