

Operations Research Final Project

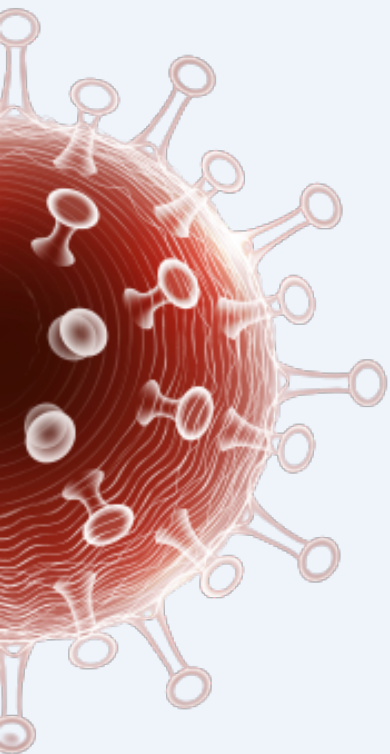
雙北快篩站設站建議

Group A

蔡旻頤 王裕萍 楊澤綱 呂紀廷 楊棋安
陳沛竹 陳霖萱 何品諭 趙軒磊 馬愷若



Motivation



Reason

- 近日來疫情加重，快篩站設置需求升高。
- 欲找尋合適的方法來決定各區快篩站的數量，有效運用資源以降低傳染風險。

Importance

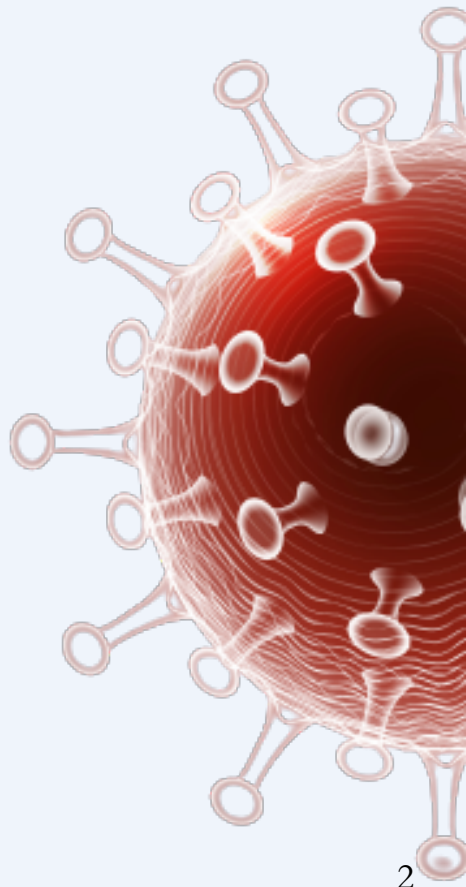
- 蓋快篩站有其成本及其醫護量能限制；但若沒有設置足夠的快篩站數量，也有可能使已染疫的民眾大老遠為了去篩檢而在途中傳染給更多人。

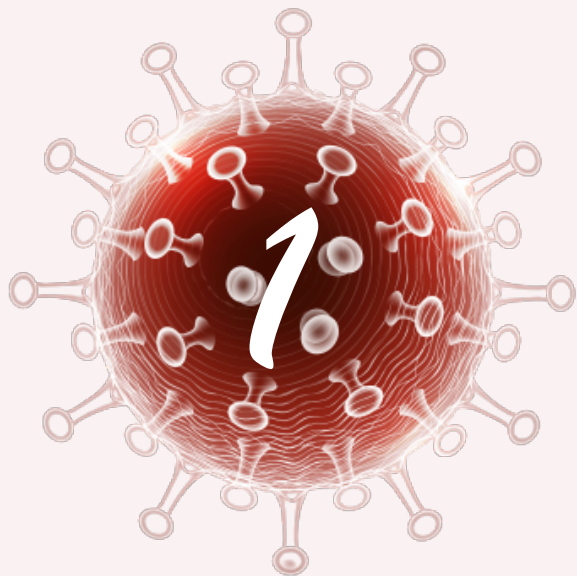
Difficulty

- 染疫風險難以量化，需考量許多因素，如疫苗接種率、應篩檢而未篩檢的人數等。
- 各區的染疫風險會隨著時間或病毒的擴散而有所改變。

Agenda

1. 問題定義
Problem Definition
2. 資料說明
Data Description
3. 目標式和限制式
Programming Formulation
4. 結果和實際狀況的差異
Optimality Gap
5. 未來展望
Future Work
6. 參考資料
Reference





問題定義

Problem Definition

問題定義

Research Problem

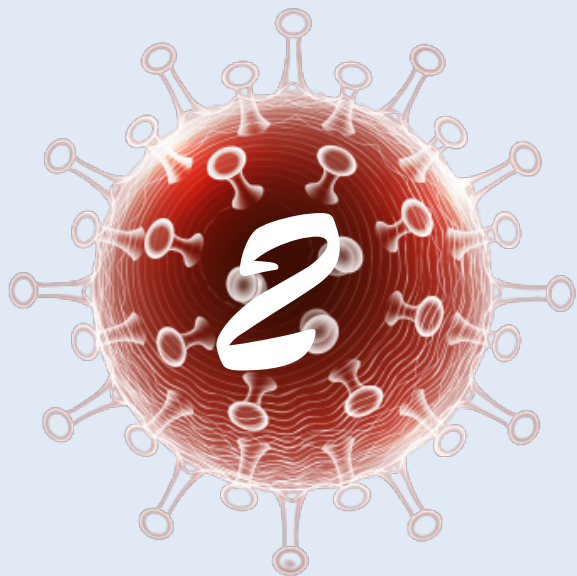
雙北快篩站設立建議以最小化感染風險。

Problem Description

1. 研究地點設置為「雙北地區」。
2. 將 5/17 訂為初始日期，即 5/17 為初始狀態。
3. 將 5/17 以後收集的資料都視為「未來預估」資料，如：疫苗接種率、確診人數… 等。

Result

預測結果和實際狀況有明顯差異，Optimality Gap 37%。



資料説明

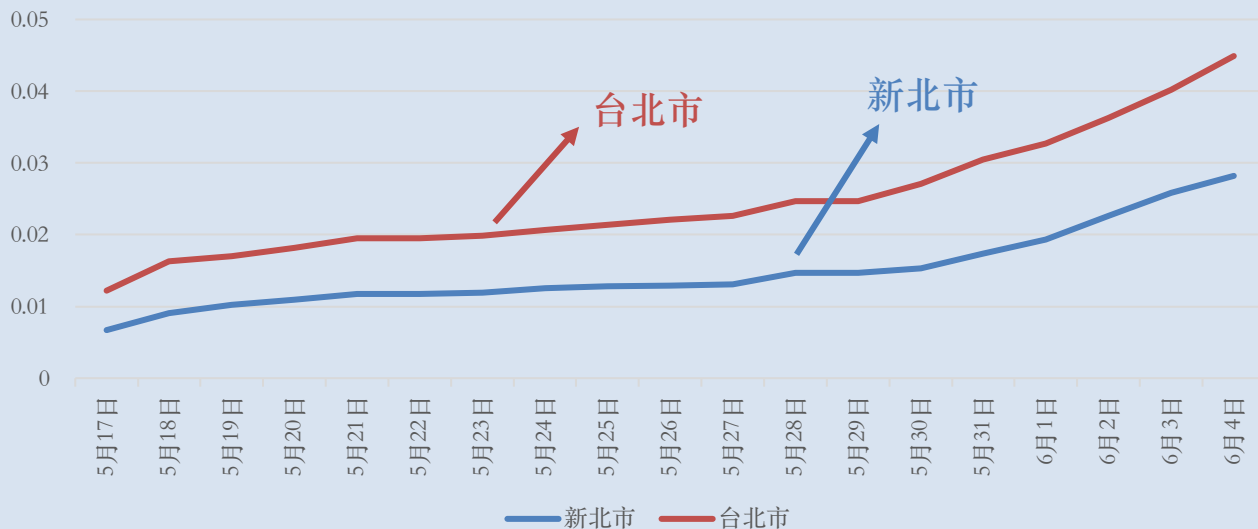
Data Description

資料說明

- 內容：疫苗接種率、已確診人數、實際快篩站數量、接觸人數、待篩檢人數、人口數量和面積

- 疫苗接種率：每日更新（持續更新至 6/4）：將雙北市的接種率設為各行政區的接種率

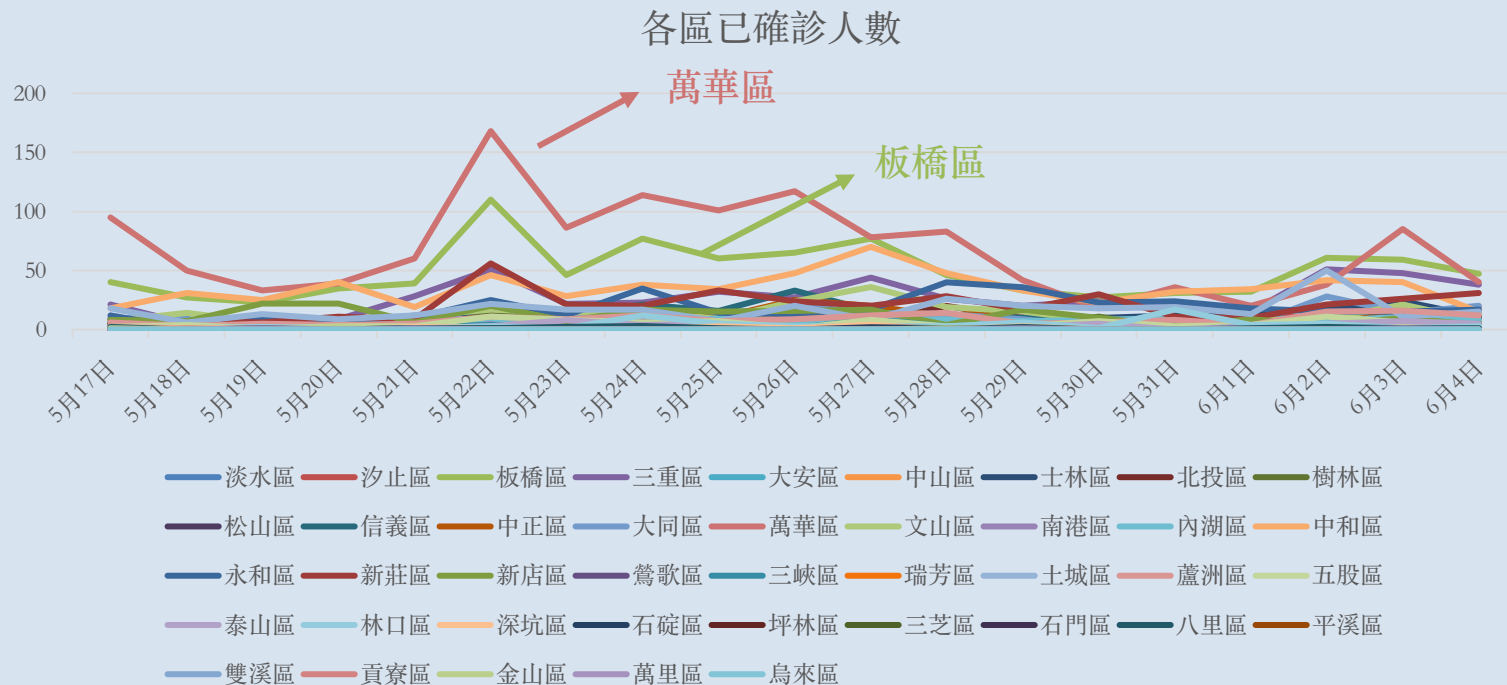
新北市和台北市疫苗接種比率



資料來源：疾管署

資料說明

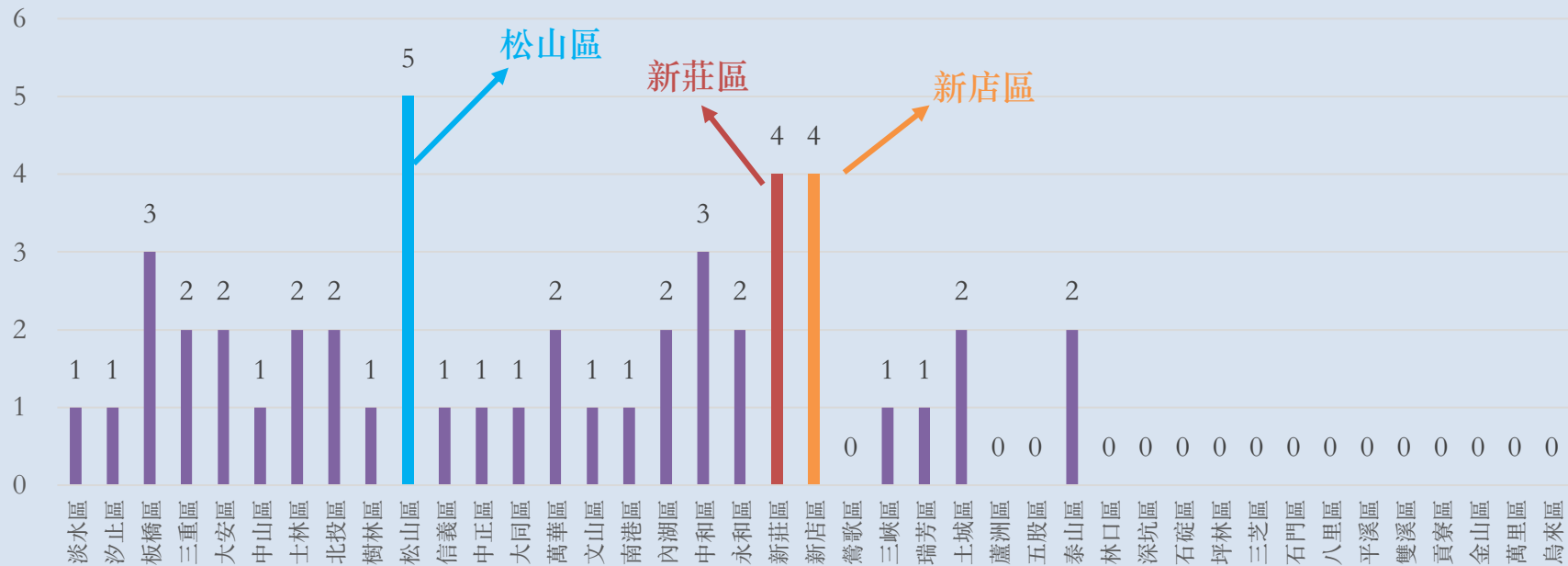
2. 各區已確診人數：每日更新（持續更新至 6/4）



資料說明

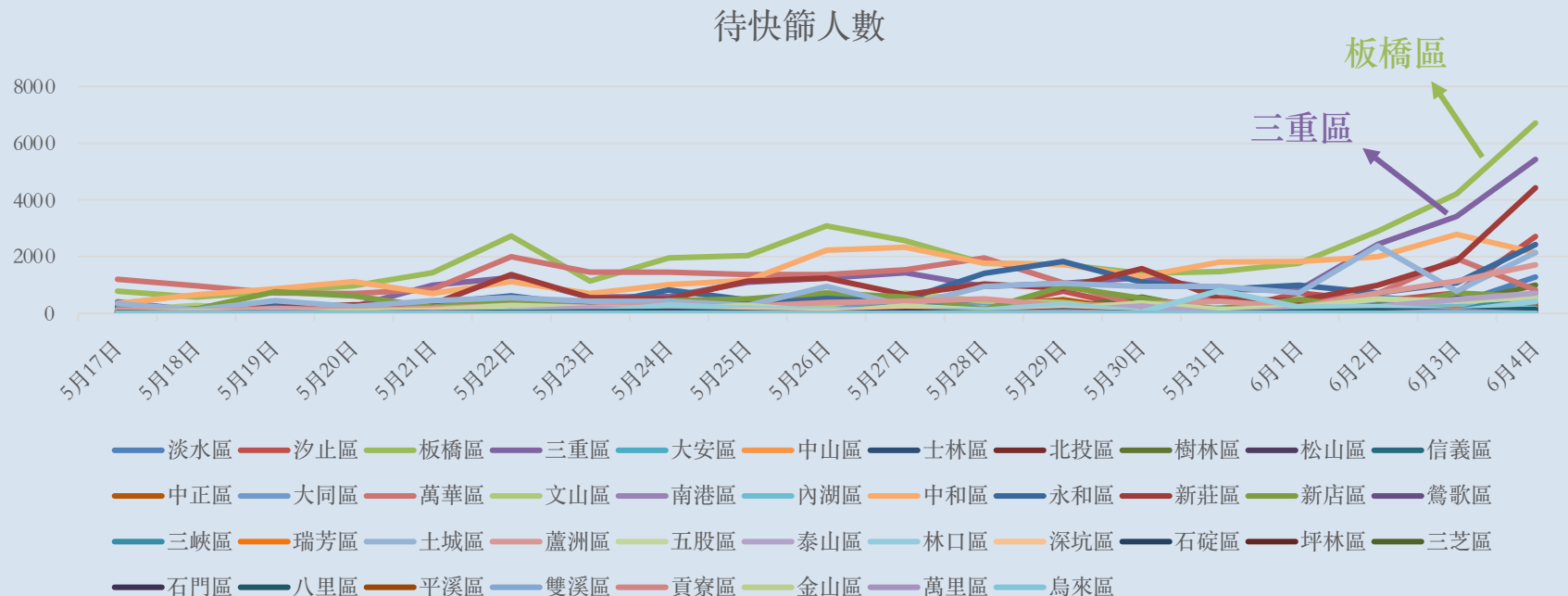
3. 實際各區篩檢站數量：每日更新（持續更新至 6/4）

各區篩檢站數量



資料說明

4. 待快篩人數：每日更新（持續更新至6/4）= 已確診人數 * 接觸人數
 接觸人數 = (待快篩人數 / 已確診人數) = (1 / 快篩陽性率)



快篩陽性率資料來源：
 新北市衛生局、台北市 COVID-19 專區

資料說明

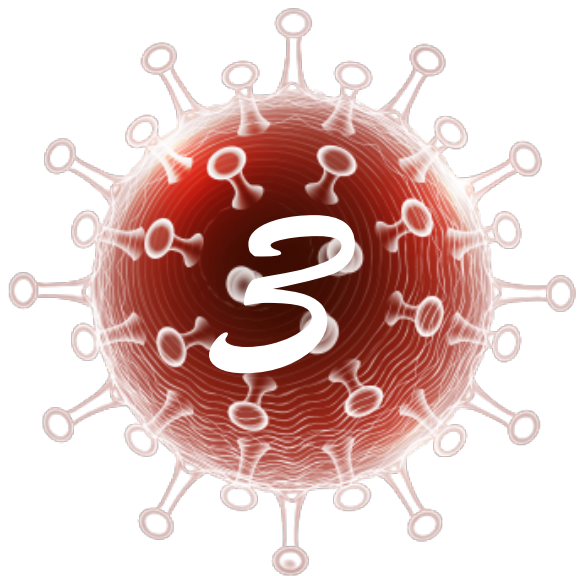
5. 各區人口密度：(人/公里²)



資料來源：

人口：雙北民政局四月統計

面積：雙北民政局統計資料



目標式&限制式

Programming Formulation

- 參數及變數說明
- 前提假設 & Formulation
- 目標式說明
- 限制式說明

參數及變數說明

集合	I	新北市和台北市各行政區
	J	新北市和台北市已擁有快篩站的行政區
	T	日期
參數	Q	已存在的快篩站數量
	P_i	區 i 的人口密度 $\forall i \in I$
	V_{it}	區 i 在第 t 天的疫苗接種率 $\forall i \in I, t \in T$
	S_{it}	區 i 在第 t 天的欲篩檢人數 $\forall i \in I, t \in T$
	E	各篩檢站可篩檢人數（考量醫護人力、篩劑等量能限制）
決定變數	x_{it}	區 i 在第 t 天要設置的快篩站數量 $\forall i \in I, t \in T$
	y_{it}	區 i 在第 t 天尚未快篩完的人數 $\forall i \in I, t \in T$

前提假設 & Formulation

前提假設

- 各區居民只在自己區內的篩檢站做快篩。
- 當天無法篩檢的居民即留到隔天做篩檢。

Formulation:

$$\begin{aligned}
 \min \quad & \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \left[\frac{5}{4} (1 - V_{it}) \right]^2 P_i y_{it} \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} x_{it} \leq Q \\
 & y_{it} \geq y_{i,t-1} + S_{it} - E \sum_{k=1}^t x_{ik} \quad \forall i \in I, t \in T \\
 & y_{i,0} = 0 \quad \forall i \in I \\
 & x_{it} \geq 0 \quad \forall i \in I, t \in T \\
 & y_{it} \geq 0 \quad \forall i \in I, t \in T.
 \end{aligned}$$

目標式 - 說明

- 最小化雙北各區總染疫風險

Variable: y_{it}
Parameter: V_{it}, P_i
Weight: $\left(\frac{5}{4}\right)^2$

$$\min \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \left[\frac{5}{4} (1 - V_{it}) \right]^2 P_i y_{it}$$

目標式 - 說明

- 最小化雙北各區總染疫風險

若施打疫苗比率 $\geq 20\%$ $\rightarrow R_0$ 值明顯下降
權重設為 $\left(\frac{5}{4}\right)^2$ 可使疫苗施打率為20%時，係數 = 1

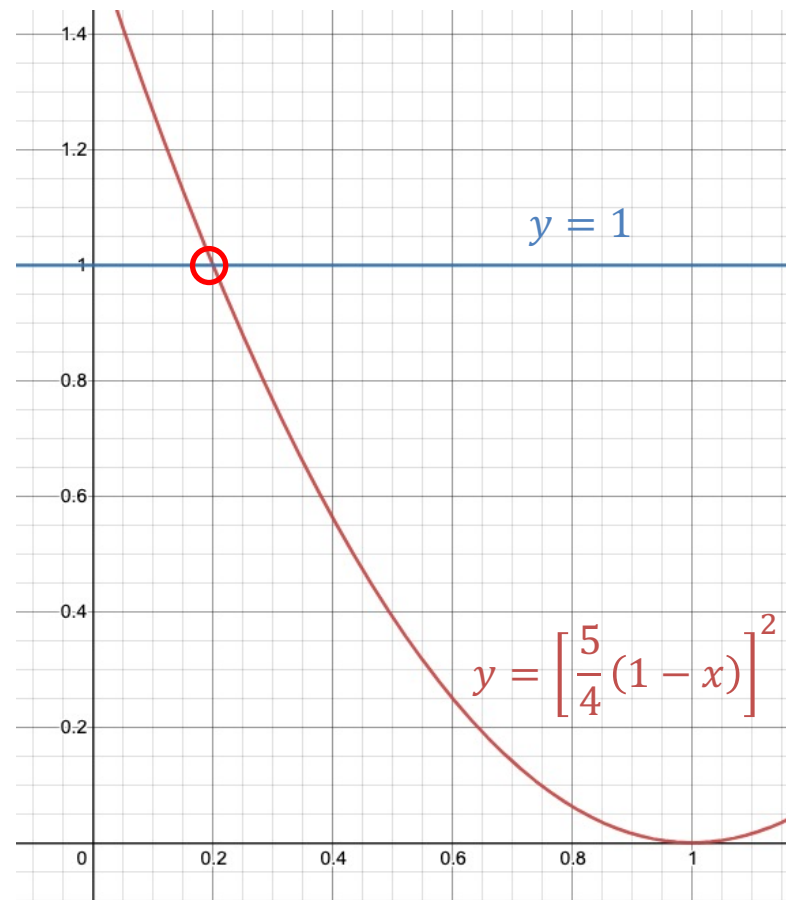
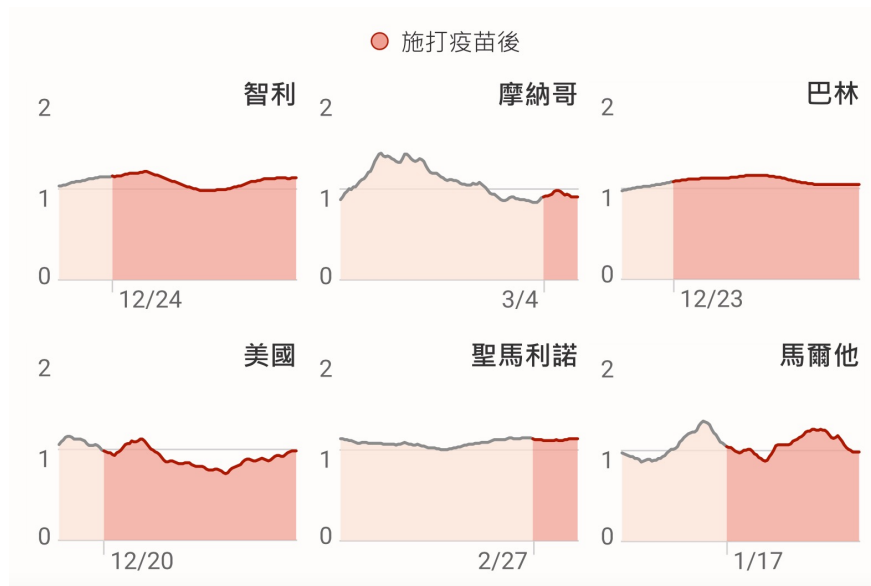
$$\min \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \left[\frac{5}{4} (1 - V_{it}) \right]^2 P_i y_{it}$$

R_0 值：在沒有任何防疫作為之下，
病毒可傳播的人數。

目標式 - 說明

- 最小化雙北各區總染疫風險

接種率逾20%國家的R₀值變化圖



目標式 - 說明

- 最小化雙北各區總染疫風險

$$\min \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \left[\frac{5}{4} (1 - V_{it}) \right]^2 P_i y_{it}$$

未打疫苗的比率平方

- 自己會染疫
- 會使別人染疫

目標式 - 說明

- 最小化雙北各區總染疫風險

$$\min \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \left[\frac{5}{4} (1 - V_{it}) \right]^2 P_i y_{it}$$

人口密度

目標式 - 說明

- 最小化雙北各區總染疫風險

$$\min \sum_{t \in T} \sum_{i \in I} \left[\frac{5}{4} (1 - V_{it}) \right]^2 P_i y_{it}$$

應篩檢而未篩檢的人數

限制式 - 說明

- 篩檢站數量限制

$$\sum_{t \in T} \sum_{i \in I} x_{it} \leq Q$$

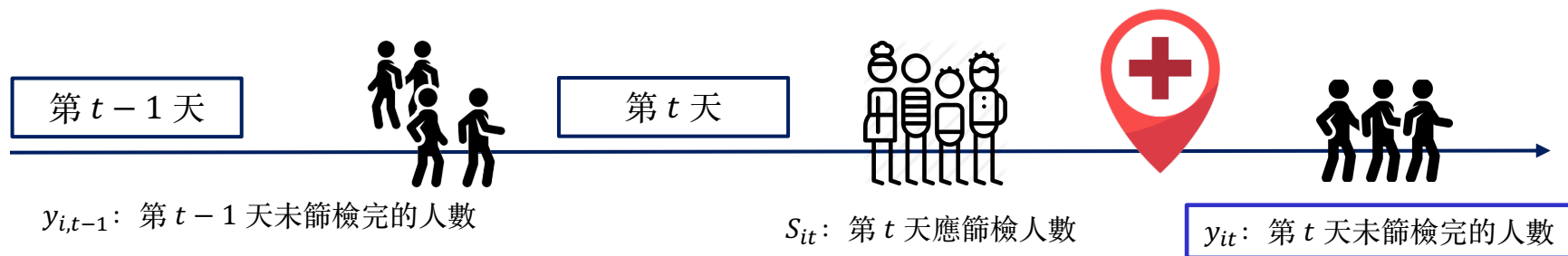
Q : 48 座快篩站

要與實際狀況比較，因此所蓋的篩檢站總數不能超過實際情形。

限制式 - 說明

- 當日未篩檢完的人數限制

$E \sum_{k=1}^t x_{ik}$: 至第 t 天已蓋篩檢站的總篩檢量能



$$y_{it} \geq y_{i,t-1} + S_{it} - E \sum_{k=1}^t x_{ik} \quad \forall i \in I, t \in T$$

} 每日未篩人數平衡式

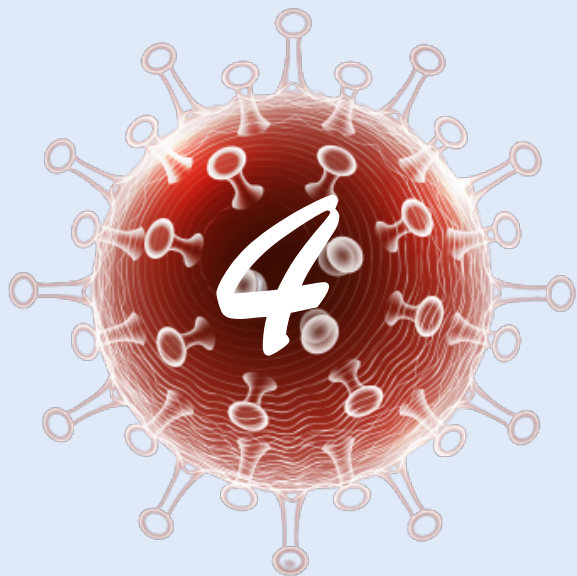
$$y_{i,0} = 0 \quad \forall i \in I$$

} 初始未篩人數設為 0

$$x_{it} \geq 0 \quad \forall i \in I, t \in T$$

$$y_{it} \geq 0 \quad \forall i \in I, t \in T$$

} 快篩站數量、
未篩檢完人數皆為正數



結果和實際狀況的差異

Optimality Gap

結果和實際狀況的差異

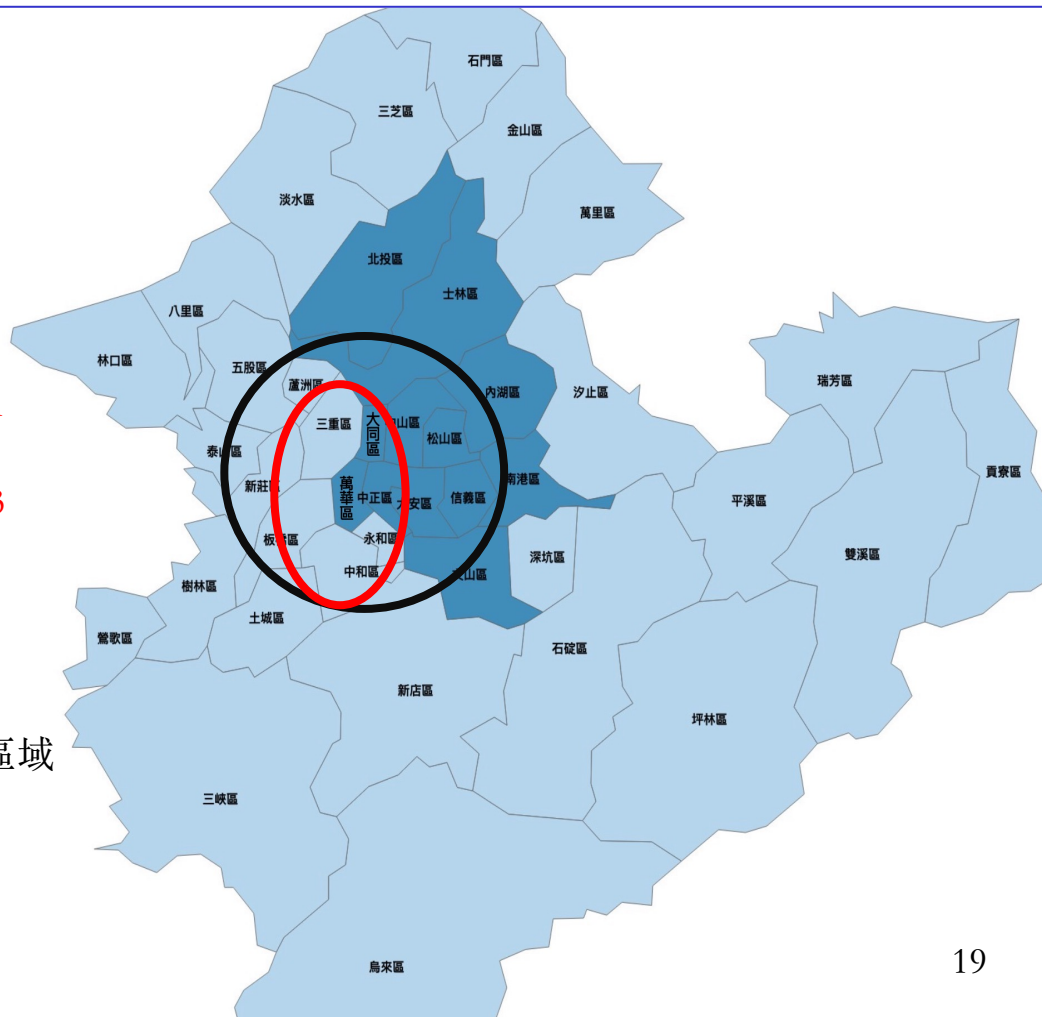
- Difference

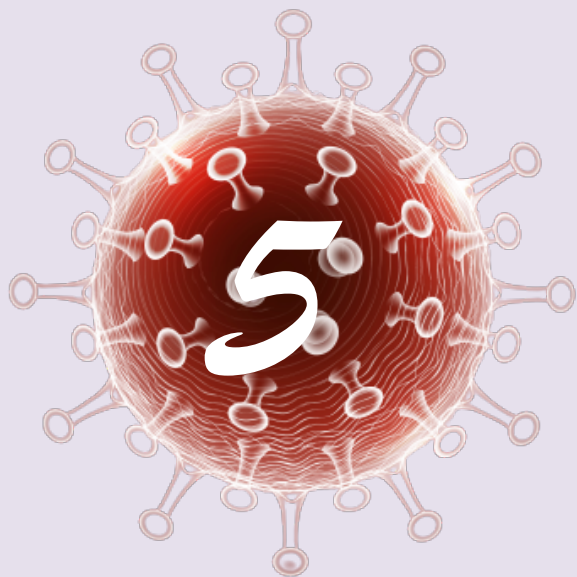
板橋	3 → 7	中和	3 → 5		
三重	2 → 3	永和	2 → 1	新店	4 → 1
萬華	2 → 5	新莊	4 → 2	土城	2 → 3

- Observation

- 設置地點分布大致與實際相同。
- 設置數量由實際的黑色區域轉為集中在紅色區域（更集中在萬華、板橋等重點熱區）。

- Optimality Gap: 37%



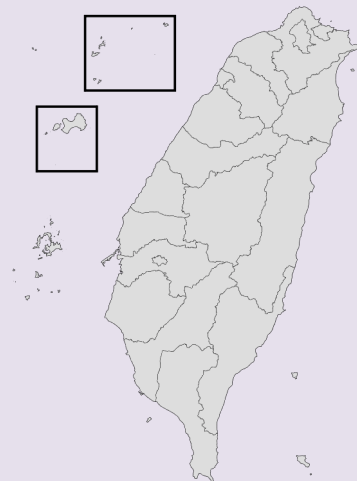


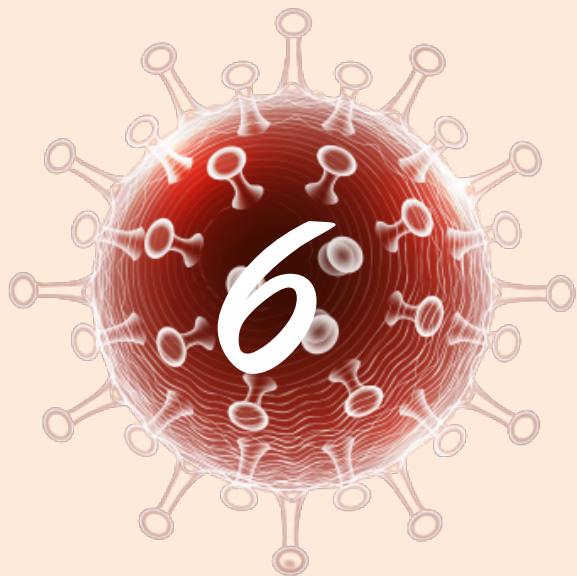
未來展望

Future Work

未來展望

1. 以里或路為單位，作更精確的設站問題。
2. 考慮每個篩檢站量能的不同。
3. 目前模型假設稍強，希望未來可以使居民可以跨區篩檢。
4. 與政府合作，推廣到做全台篩檢站的設站建議。





參考資料

Reference

參考資料

- 疫苗接種率: [疾管署](#)
- 確診人數: [指揮中心通報](#)
- 實際快篩站各區數量: [統計網站](#)
- 待篩檢人數: [新北市衛生局](#)、[台北市 COVID-19 專區](#)
- 人口數量: 雙北市民政局
- 各區面積: 雙北市民政局統計
- 權重設定: [CNA數位專題](#)
- 傳染病之擴散模型: [翁秉仁教授](#)

Thank you!