

台灣大學公共衛生學院 抗COVID-19說明會



國立臺灣大學 公共衛生學院

College of Public Health National Taiwan University

2020-07-14

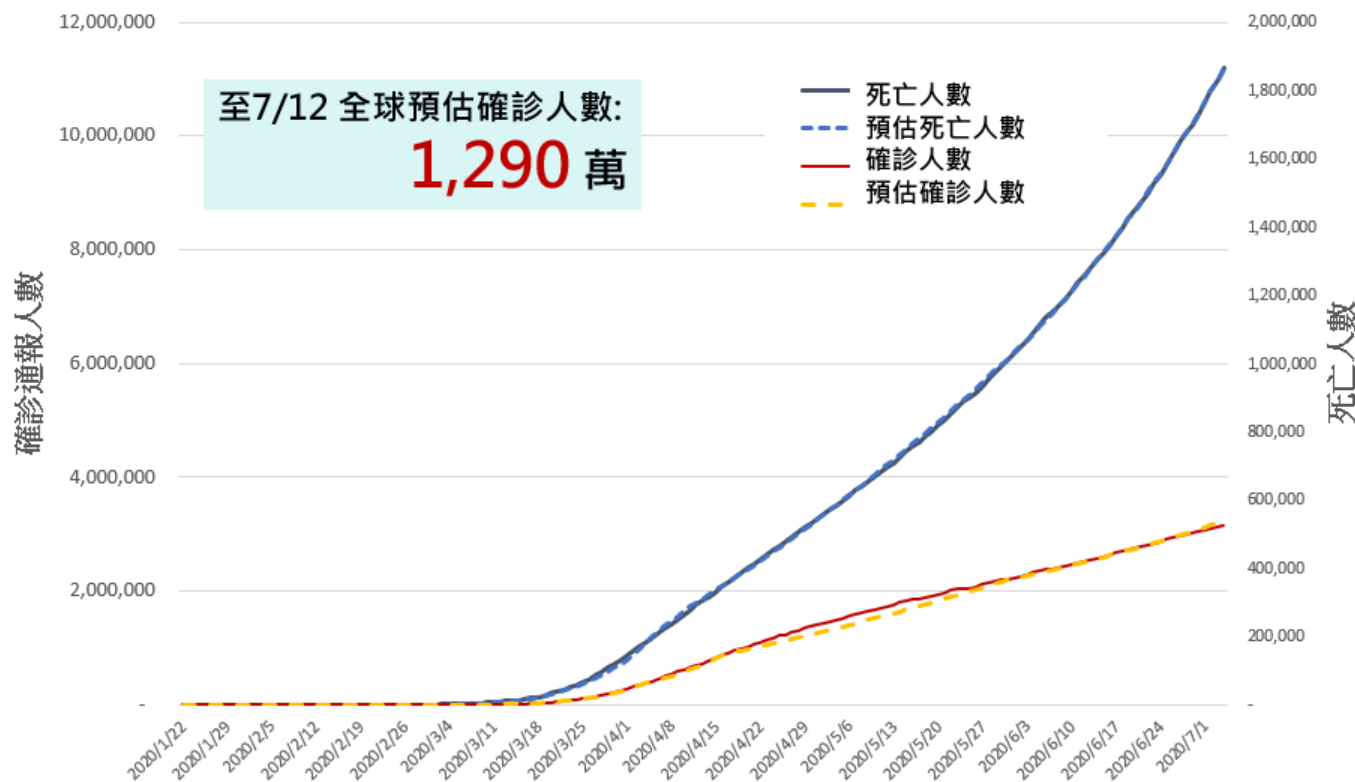
本週大綱

- COVID-19 國際疫情分析及解封
- COVID-19 台灣入境檢測策略研討
- 國際數位疫情調查追蹤系統
- 國際疫情智慧監測系統



COVID-19 國際疫情分析及解封

全球 COVID-19 疾病變遷



~7/12

檢驗
確診
人數

12,910,357

死亡
人數

564,494
(4.4%)

(致死率)

康復
人數

165,288
(21%)

825,886
(28%)

2,564,790
(42%)

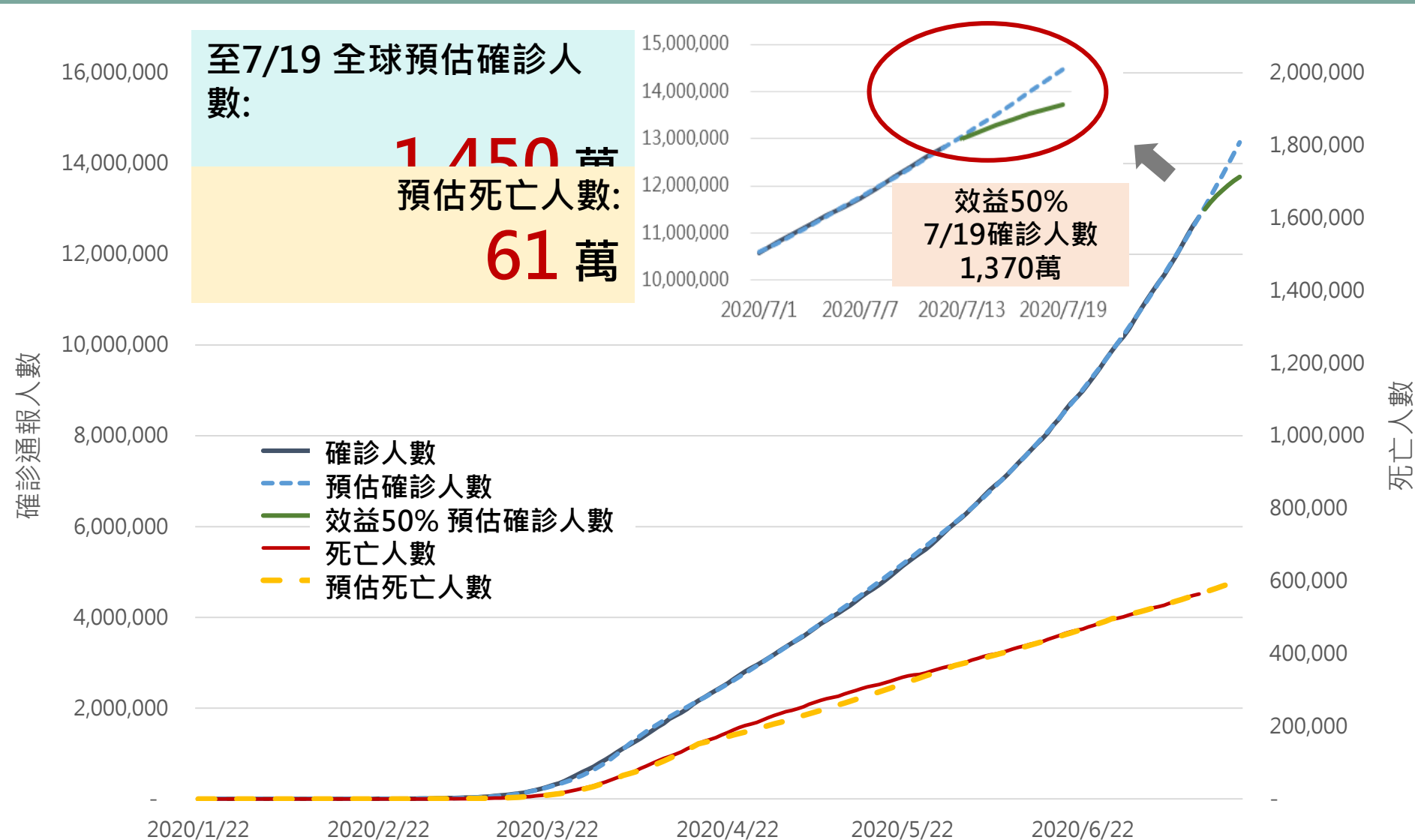
5,464,271
(54%)

6,445,646
(57%)

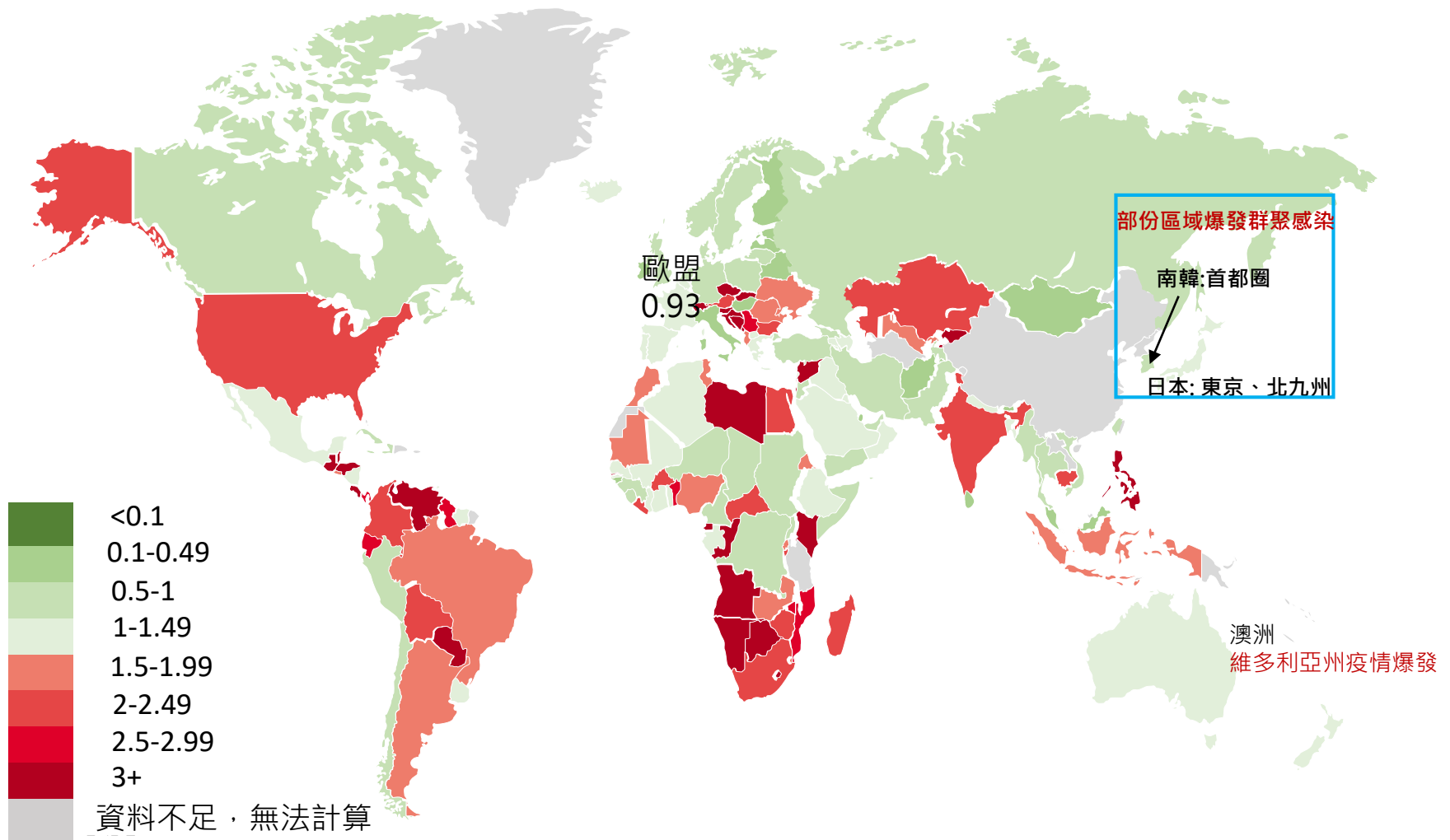
7,038,309
(55%)

(康復率)

全球確診預估人數



國際基礎再生數(R_0)分佈: 7/11



國際解封指數變化

Week 5, 1/26, 2020

解封指數 =

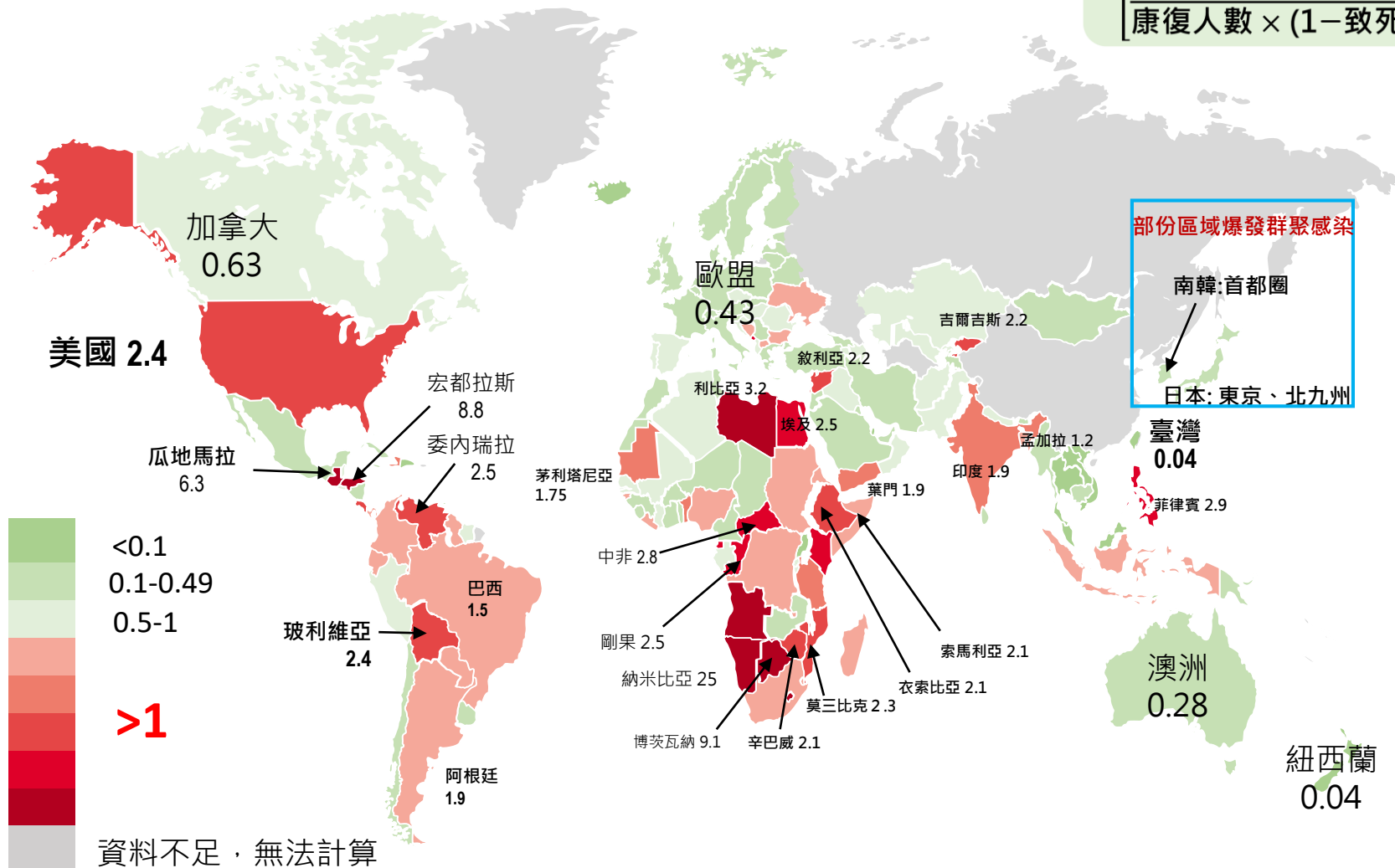
$$\left[\frac{\text{確診人數}}{\text{康復人數} \times (1 - \text{致死率})} \right] - 1$$



國際解封指數分佈: 7/11

解封指數 =

$$\left[\frac{\text{確診人數}}{\text{康復人數} \times (1 - \text{致死率})} \right] - 1$$



台灣至7月11日，解封指數0.04(低於0.1)，在全球已感染187個國家排名第12名⁸

解封指數 ≤ 1 之國家

解封指數	國家	國家數
0-0.1	文萊、寮國、紐西蘭、越南、泰國、馬來西亞、新加坡、多米尼加、格林納達、教廷、聖文森特和格林納丁斯、東帝汶、冰島、馬耳他、卡塔爾、台灣、列支敦士登、烏干達、毛里求斯、吉布地、科摩羅、(澳門、帛琉)	21
0.1-0.2	蒙古、柬埔寨、南韓、愛沙尼亞、古巴、丹麥、芬蘭、土耳其、聖基茨和尼維斯、安道爾、聖馬力諾、智利、挪威、烏拉圭、德國、奧地利、聖盧西亞、巴林、喬治亞、愛爾蘭、摩納哥、特立尼達和多巴哥、馬爾代夫、尼日爾、拉脫維亞、瑞士、白俄羅斯、約旦	28
0.2-0.3	澳洲、日本、斯里蘭卡、突尼斯、乍得、盧森堡、阿拉伯聯合酋長國、巴巴多斯、加納、塞浦勒斯、伊朗、立陶宛、科威特、牙買加、希臘、布基納法索、幾內亞、塔吉克斯、斯洛伐克、緬甸、(香港)	20
0.3-0.4	喀麥隆、摩洛哥、荷蘭、塞爾維亞、安提瓜和巴布達、瑞典、斯洛文尼亞、巴布亞新幾內亞、巴哈馬、西撒哈拉	10
0.4-0.5	斐濟、不丹、沙烏地阿拉伯、法國、贊比亞、英國、比利時、墨西哥、義大利、多哥、波蘭、尼加拉瓜、塞拉利昂	13
0.5-0.6	馬里、阿爾及利亞、塞內加爾、蘇里南、克羅地亞、阿曼、秘魯、葡萄牙、黎巴嫩、羅馬尼亞、摩爾多瓦	11
0.6-0.7	巴基斯坦、布隆迪、烏茲別克、阿塞拜疆、加拿大、捷克、亞美尼亞、匈牙利、阿富汗	9
0.7-0.8	哈薩克、薩爾瓦多	2
0.8-0.9	伊拉克、阿爾巴尼亞	2
0.9-1.0	西班牙、伯利茲、盧旺達、科特迪瓦、岡比亞、尼泊爾、加蓬	7

CDC公布: 低風險(A級)國家
中低風險(B級)國家

共 67% 國家解封指數 ≤ 1

至7月11日

解封指數>1之國家

解封指數 (10分位)	國家
1	以色列、馬達加斯加、埃斯瓦蒂尼、巴拿馬、蘇丹、北馬其頓、圭亞那
2	烏克蘭、多明尼加共和國、南非、科索沃、厄立特里亞、佛得角
3	孟加拉、印尼、保加利亞、巴拉圭、波斯尼亞和黑塞哥維那、剛果民主共和國
4	阿根廷、厄瓜多、幾內亞、巴西、哥倫比亞、索馬里
5	利比里亞、奈及利亞、毛里塔尼亞、貝寧、聖多美和普林西比、海地
6	坦桑尼亞、印度、葉門、埃塞俄比亞、津巴布韋
7	吉爾吉斯斯坦、敘利亞、哥斯達黎加、莫桑比克、美國、玻利維亞
8	委內瑞拉、肯尼亞、剛果、埃及、黑山共和國、赤道幾內亞、中非共和國
9	菲律賓、安哥拉、利比亞、馬拉維、南蘇丹、萊索托
10	瓜地馬拉、塞舌爾、洪都拉斯、博茨瓦納、巴勒斯坦、納米比亞

共33%國家解封指數>1

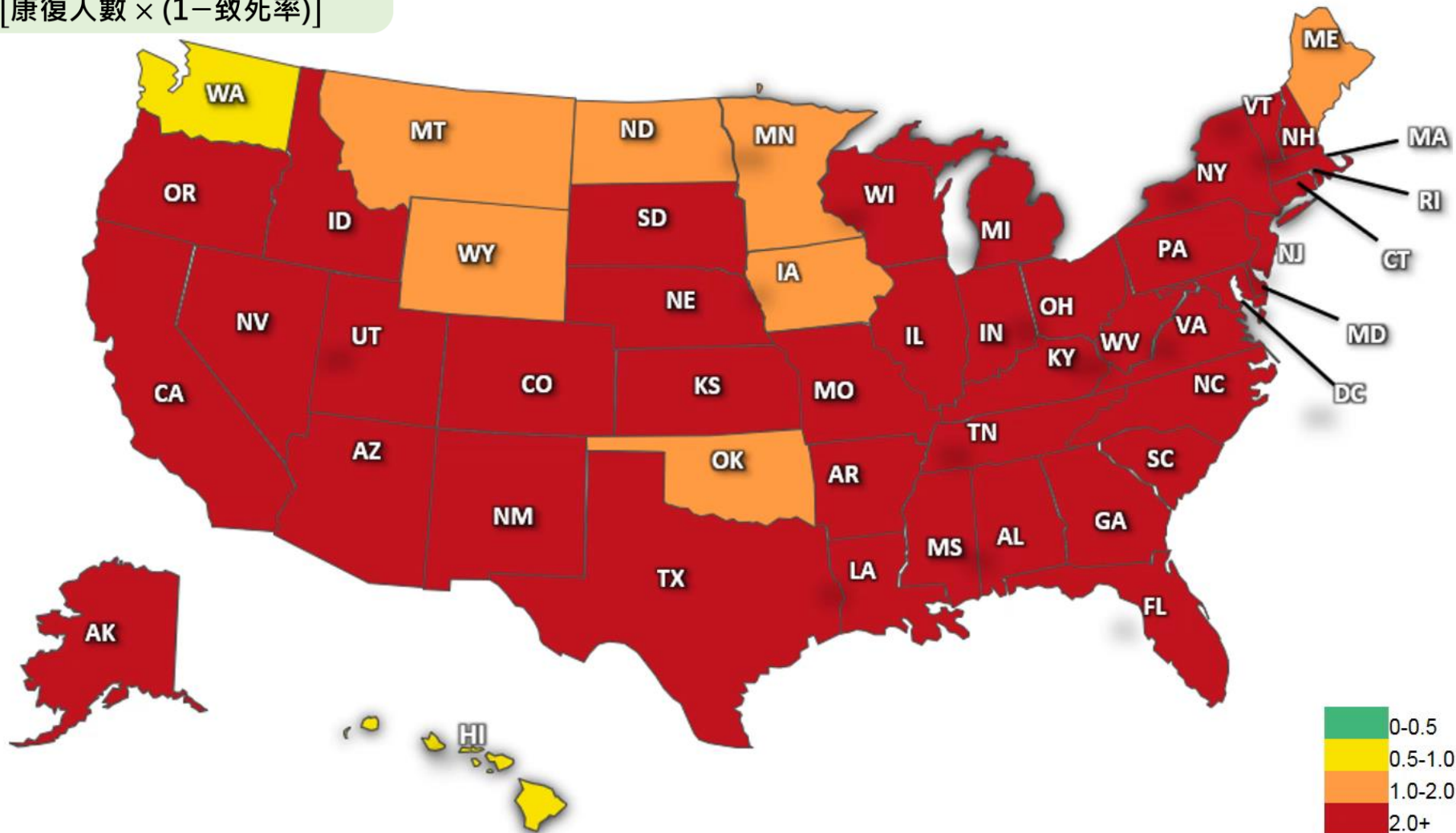
CDC公布: 低風險(A級)國家
中低風險(B級)國家

至7月11日

美國解封指數 04/11

解封指數 =

$$\left[\frac{\text{確診人數}}{\text{康復人數} \times (1 - \text{致死率})} \right] - 1$$



美洲疫情再起佛州德州連日確診創新高

川普認為美國確診上升是因為大量篩檢

佛州
所有酒吧暫停
販售酒精飲料



佛州「迪士尼世界」
堅持開園

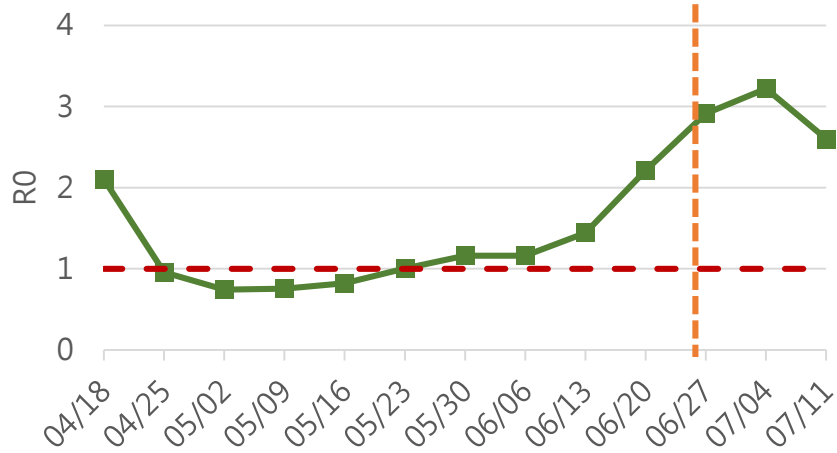
德州停止經濟
重啟計畫

德州 佛州
停止解封計畫

美國 至少16州
緊急叫停解封計畫

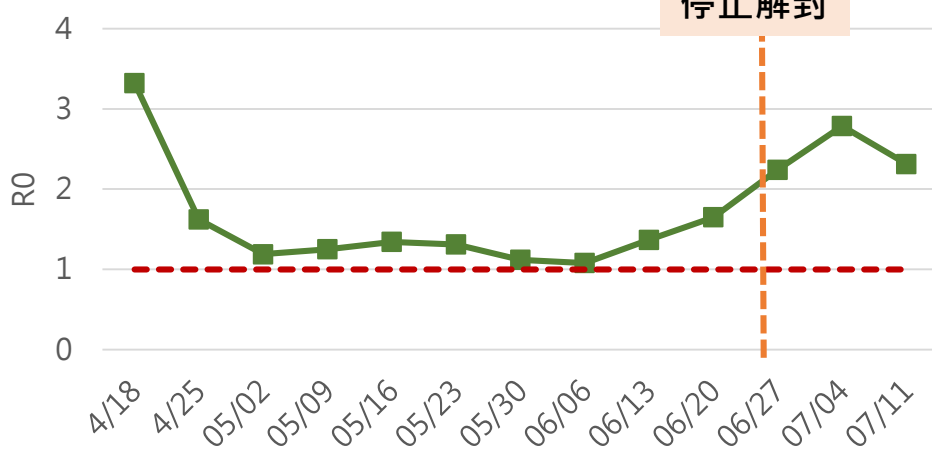
佛羅里達州

停止解封

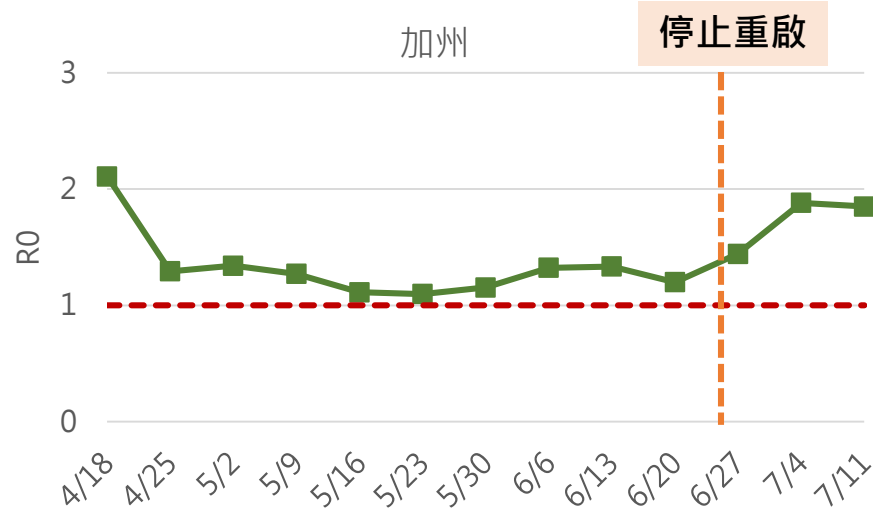
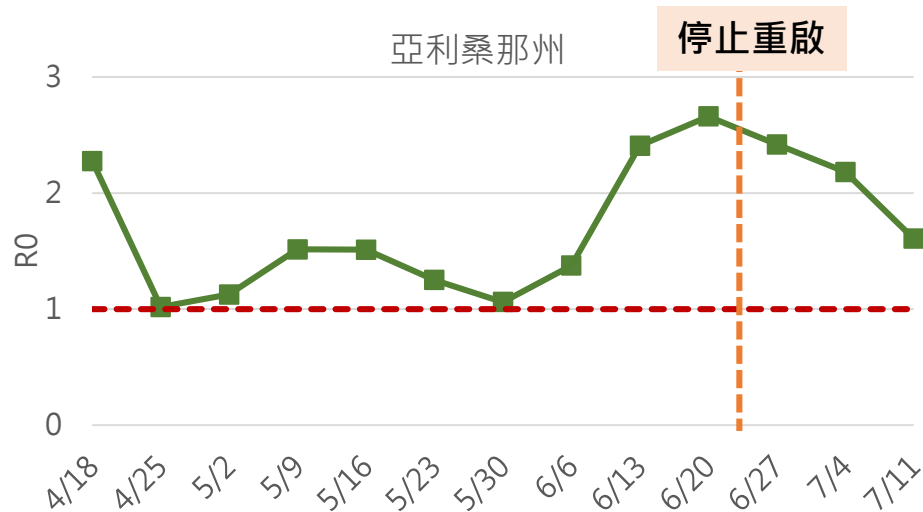
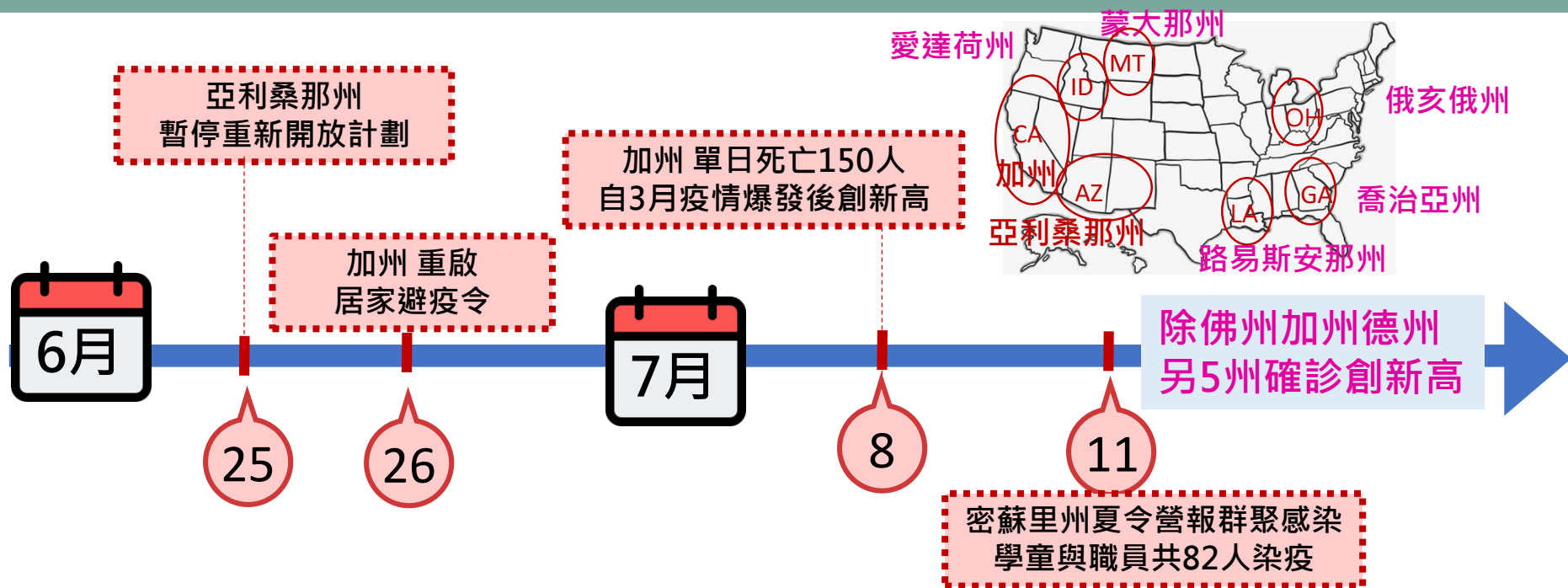


德州

停止解封



美洲疫情-疫情創新高



南美疫情延燒

除巴西外 秘魯, 智利, 厄瓜多, 墨西哥, 哥倫比亞
等國家皆疫情嚴重



巴西單日新增48,584人確
診人數高居全球第二

墨西哥單日通報
6914確診個案, 創新高



5

23



3

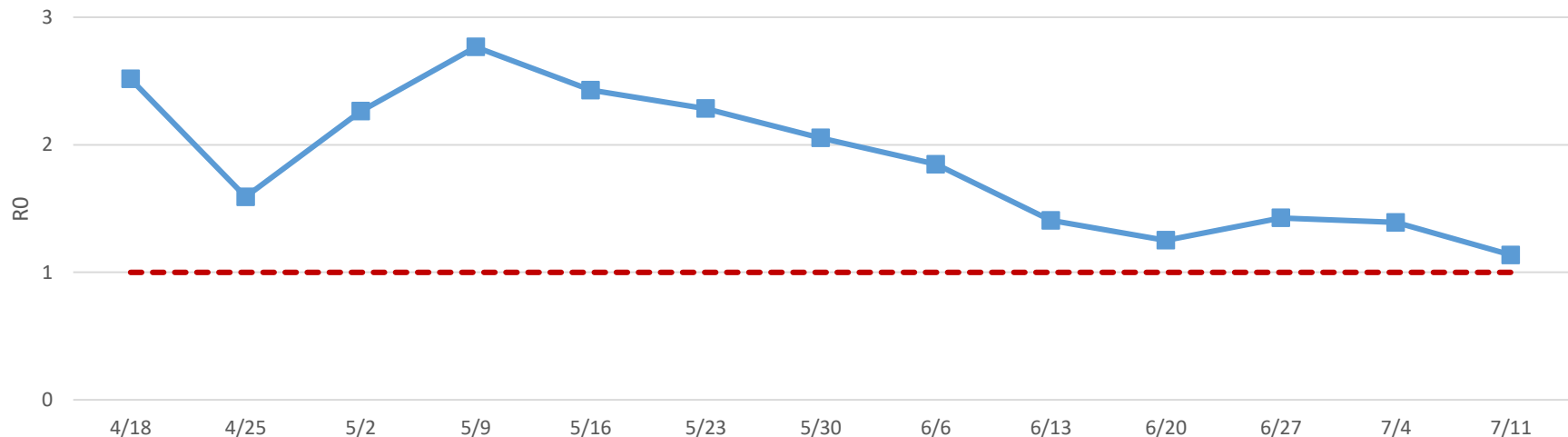
5

8

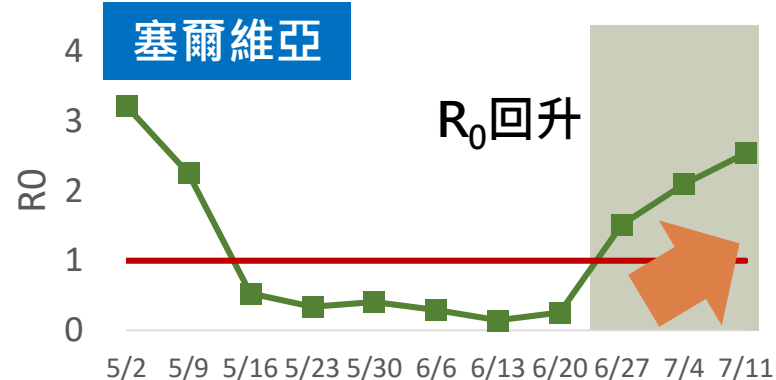
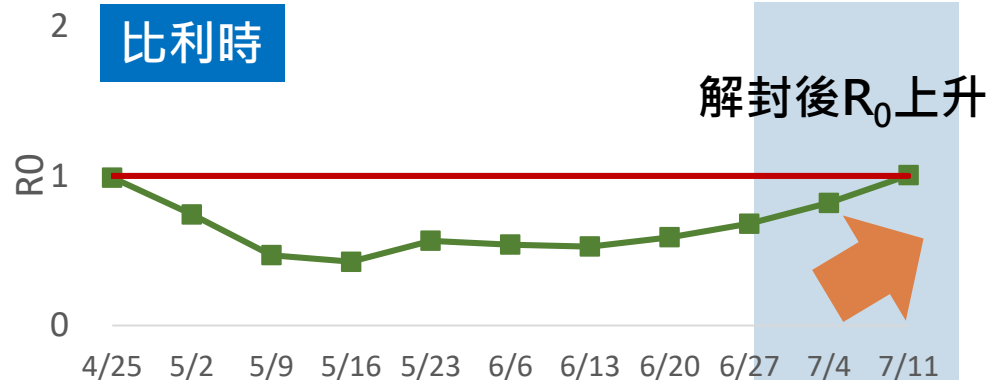
秘魯境內至少有223名
警察在協助貫徹封鎖措
施期間染疫身亡

厄瓜多生產的冷凍白蝦外包裝
樣本中, 檢出新冠病毒

智利確診病例破30
萬 朝逐步解封邁進



歐洲疫情:多國再度封鎖



1

比利時
解封後疫情持續加溫
商店電影院強制戴口罩

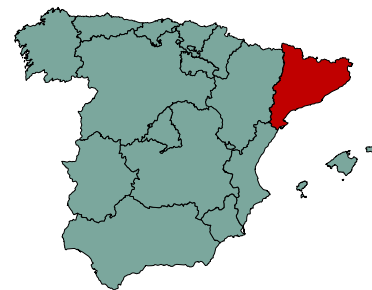
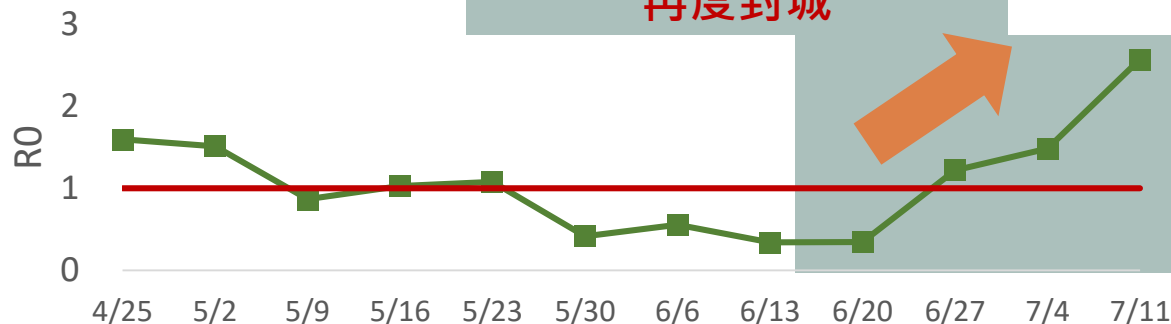
8

塞爾維亞
解封多處爆發群聚感染
8日再度封城釀抗議行動

4

西班牙-加泰隆尼亞自治區

解封觀光潮
多家酒吧爆發群聚感染
再度封城



亞洲再度封鎖

菲律賓

宿霧 – **再度**封城
馬尼拉 – **延長**隔離措施

印度

孟買 – 封鎖措施
延長一個月

韓國

首都圈疫情外擴
光州 – 寺廟、醫院及
養老院
大田 – 國小校內感染

香港

養老中心、
茶餐廳群聚

香港

中小學停課
加強社交距離

孟加拉

疫情嚴重地區**再度**封鎖
軍隊陸續部署

泰國

將緊急命令
延長至七月底

韓國

光州
緊急升級防疫

烏茲別克

7/10~8/1
強化隔離限制

16

30

19

25

3

10

1

9

6月

7月

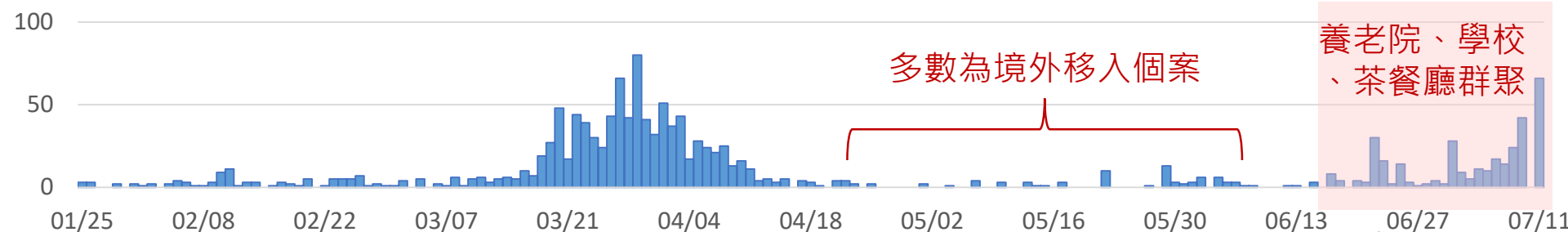
以色列 – 校園群聚
460名師生檢驗陽性，
25,517人接受隔離

以色列
對高風險社區
實施了封鎖

哈薩克
再度實施封
鎖措施

日本
東京、大阪、沖繩
再傳群聚感染
(咖啡館、夜店
、美軍基地等)

香港-疫情再起



學生提早放暑假

加強社交距離措施

入境限制

10

11

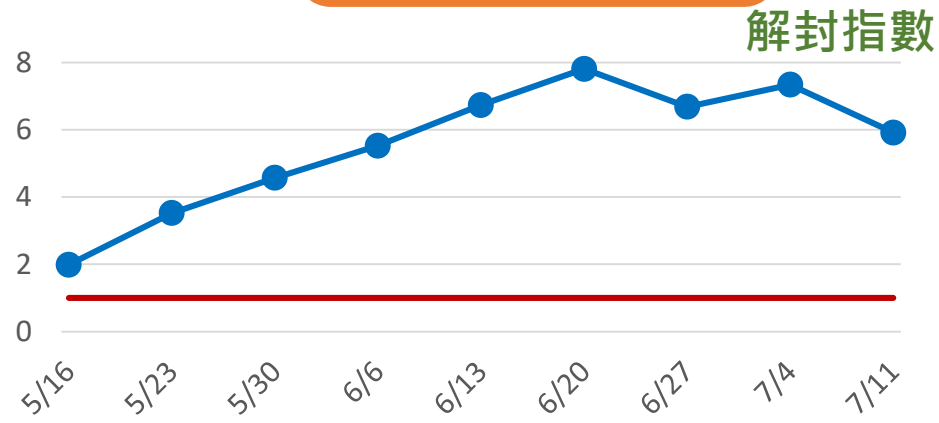
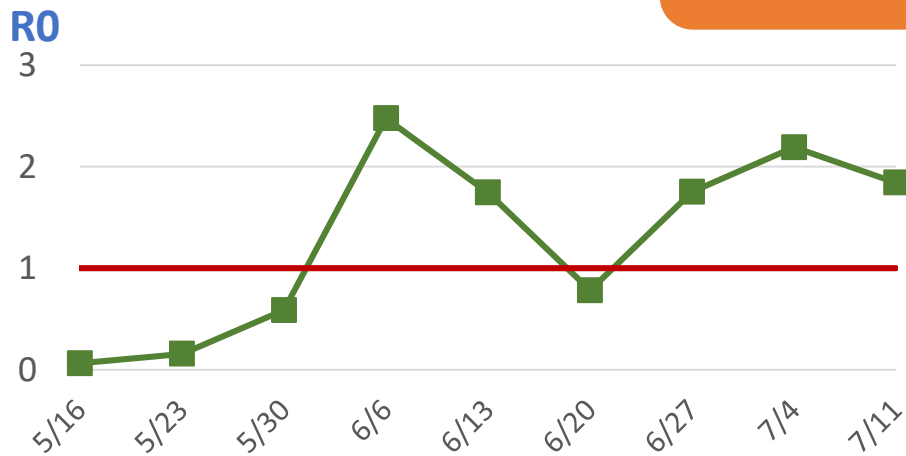
13



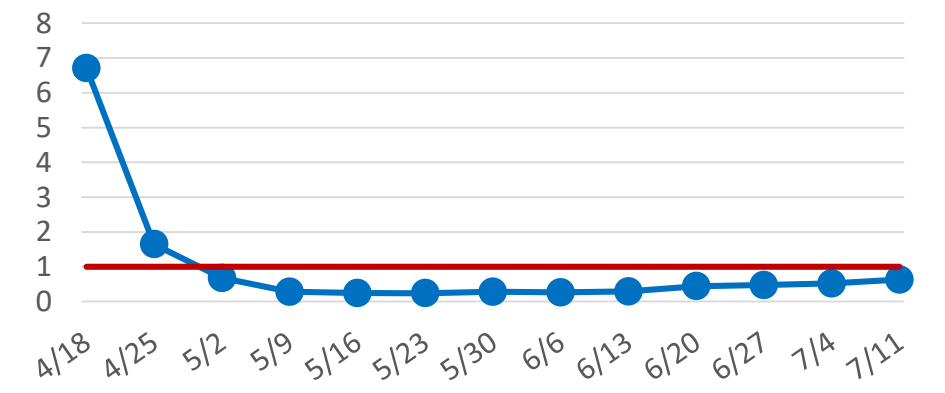
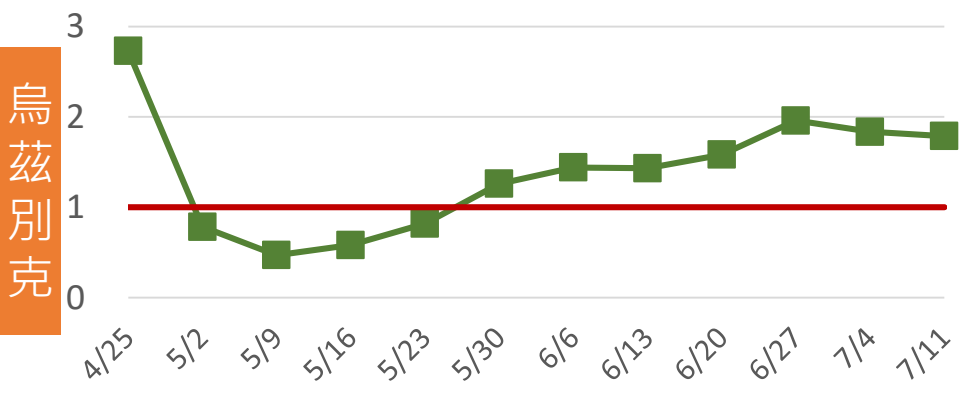
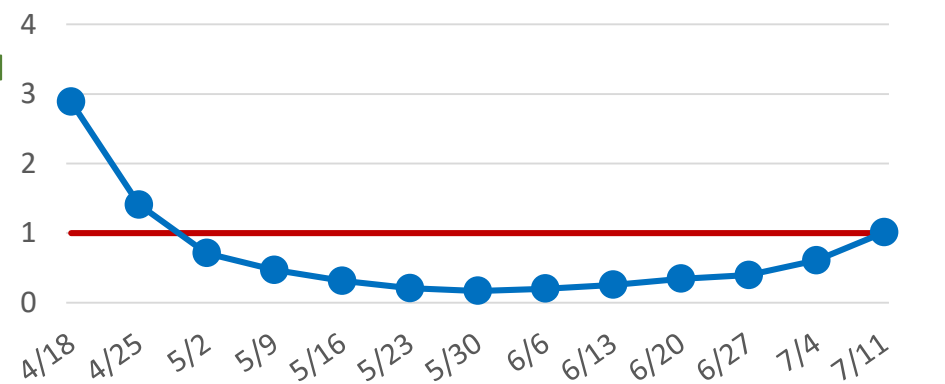
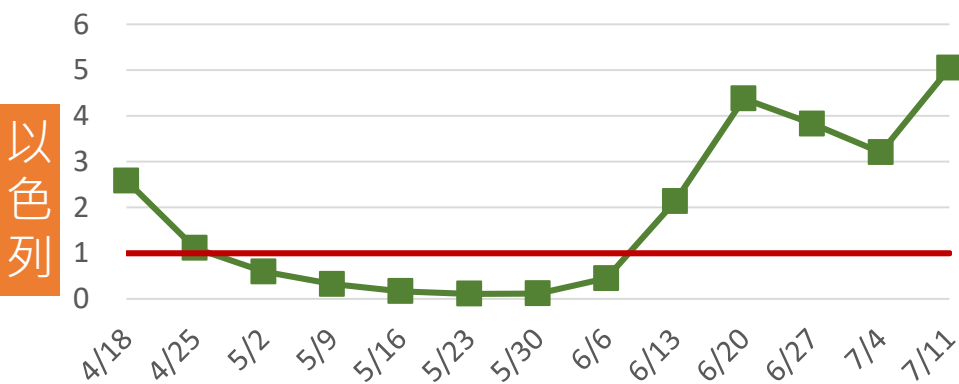
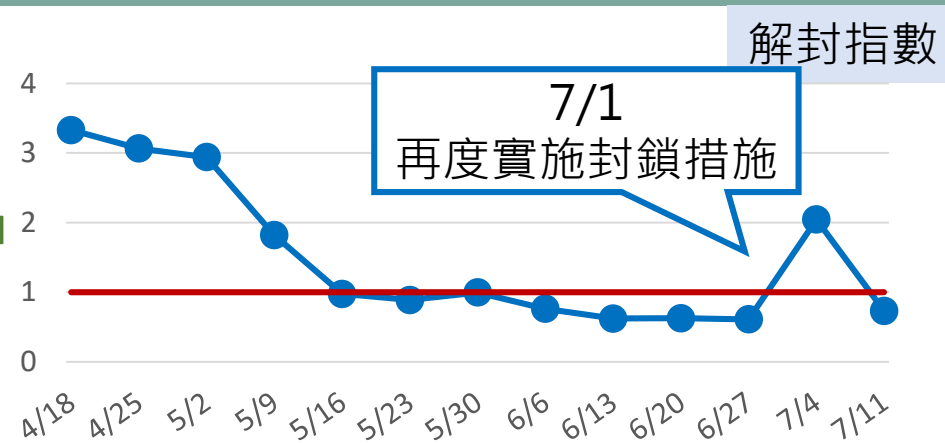
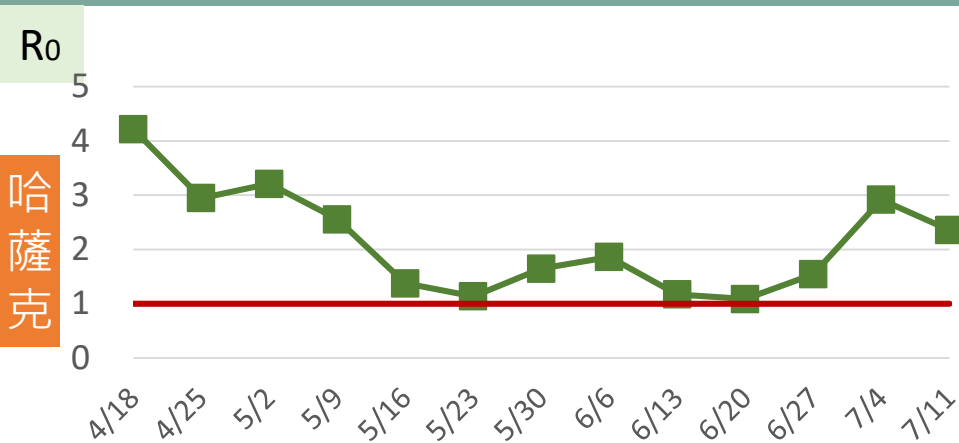
7月

限聚令
餐廳入座率<60%
健身房、酒吧聚會人數<4人

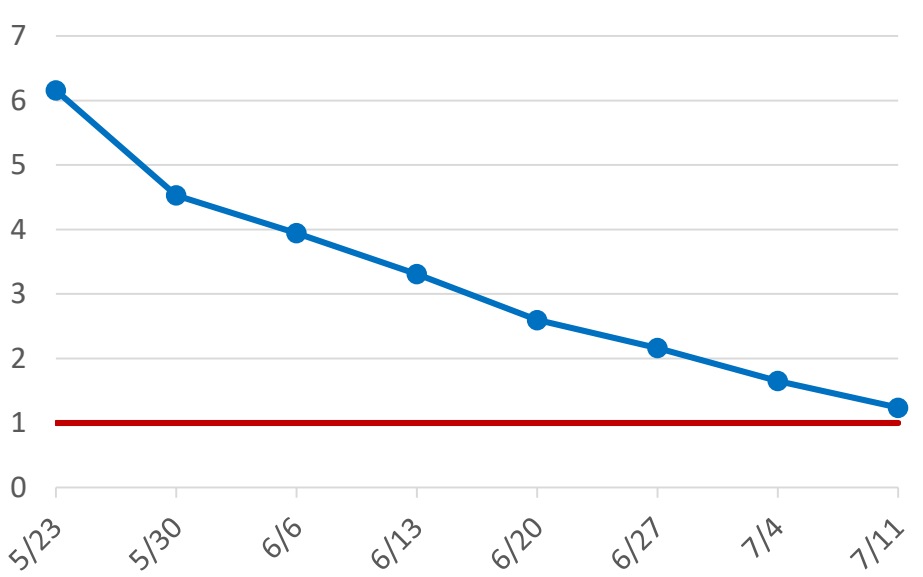
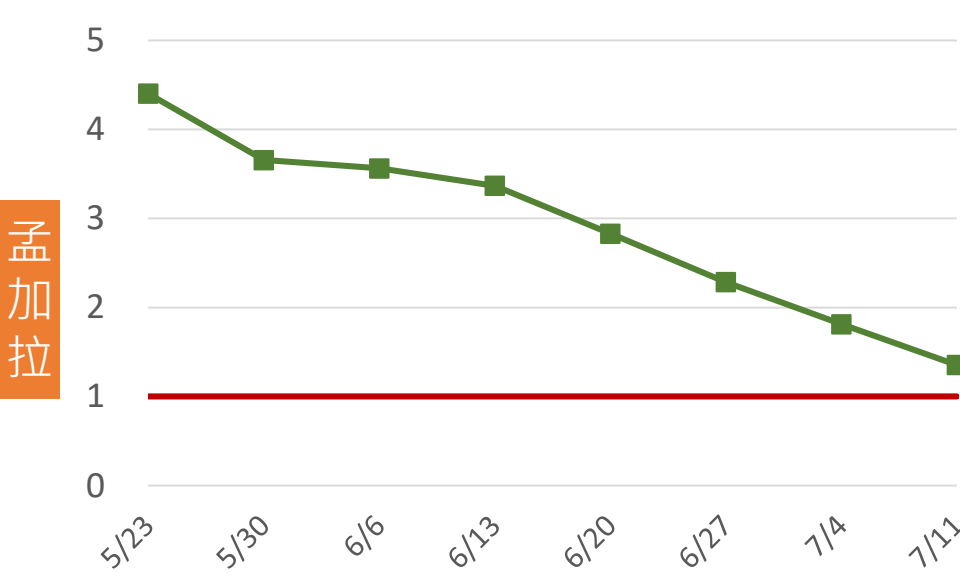
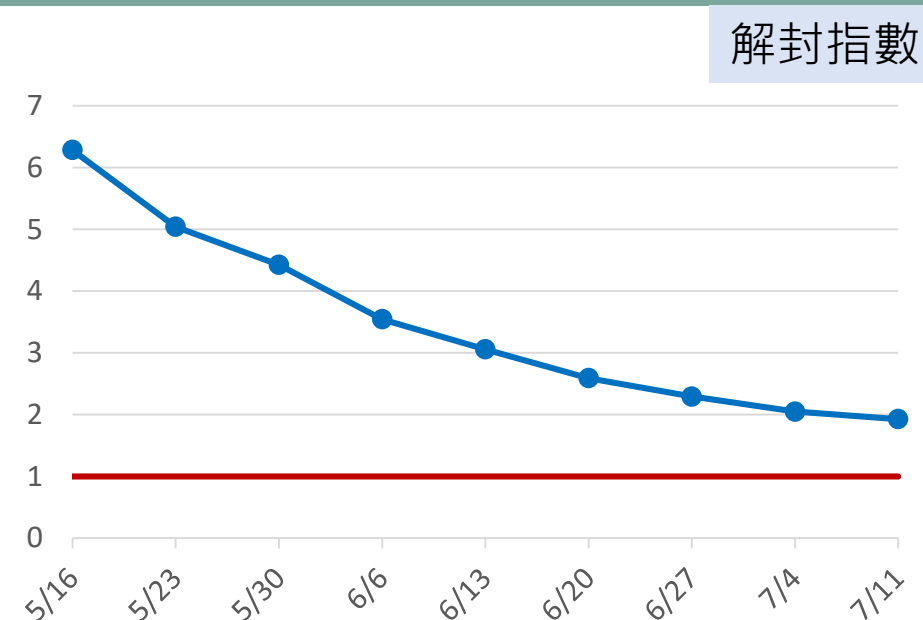
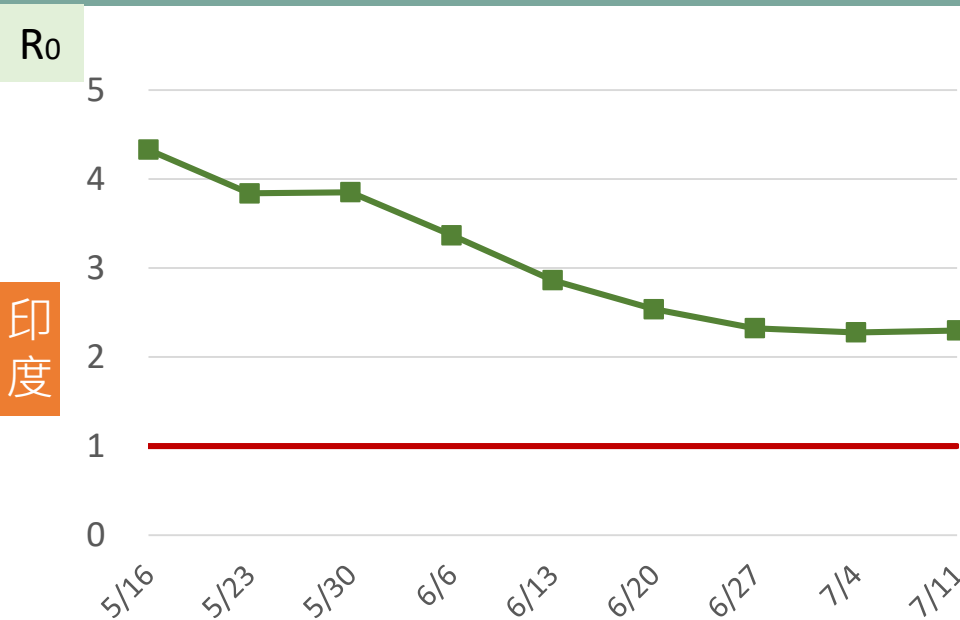
公共交通乘客戴口罩
要求「風險較高地區」
出示病毒檢測陰性證明



中東疫情及解封指數

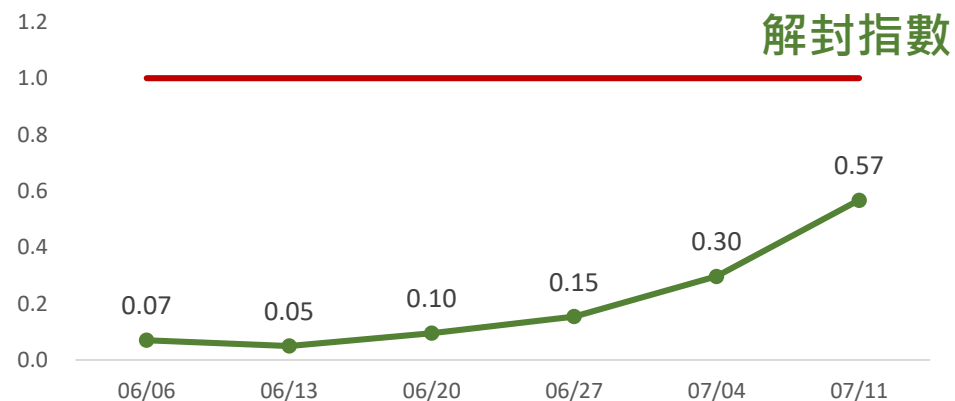
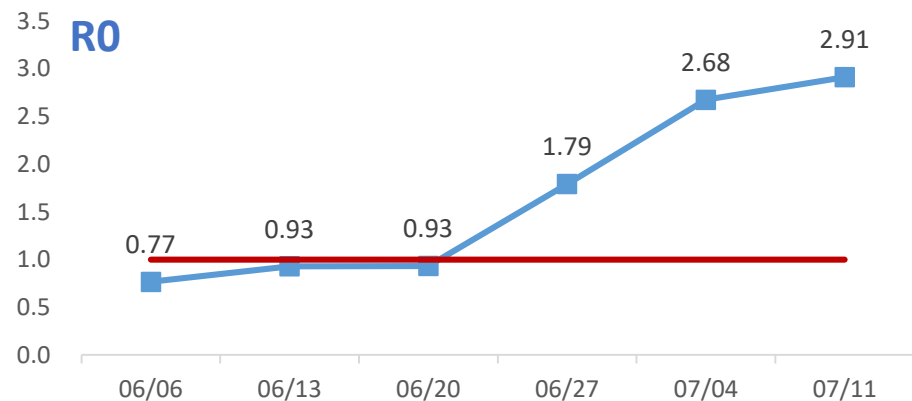
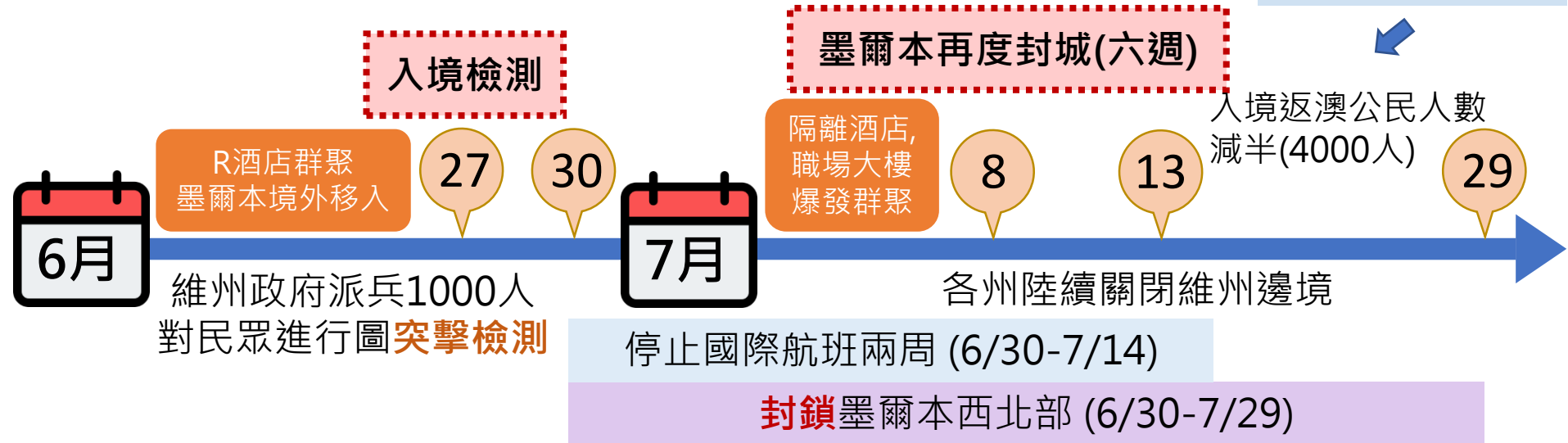
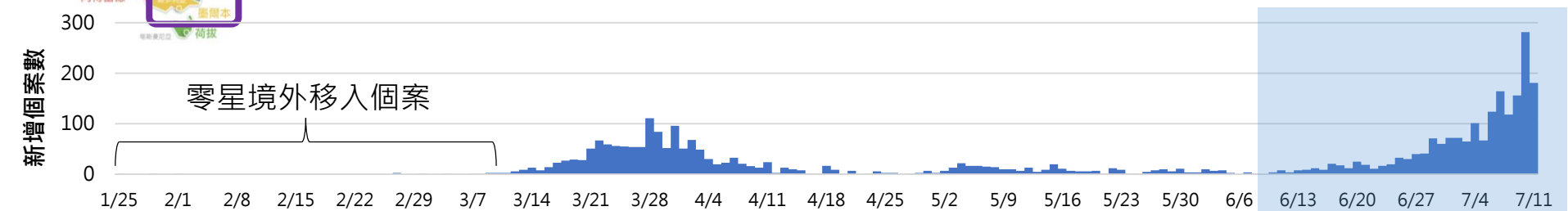


東南亞疫情及解封指數

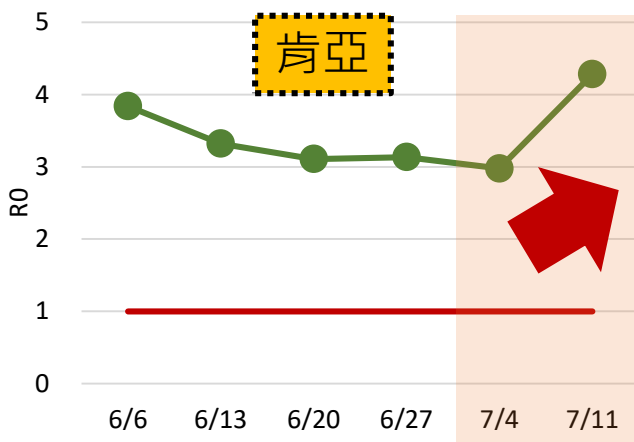




澳洲-維多利亞州疫情再起



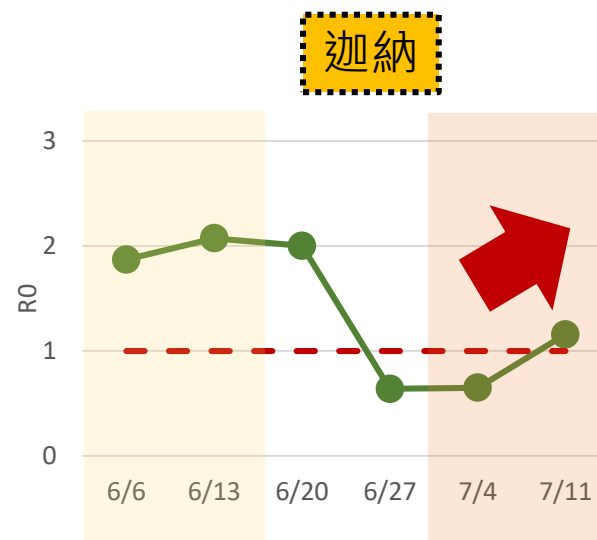
非洲疫情:學校、教育部及警察感染



所有學校延至
2021年1月開學

肯亞
18名學校員工
群聚感染

8



1



南非 - 普馬蘭加省
警察確診
陸續17間警察局暫時關閉

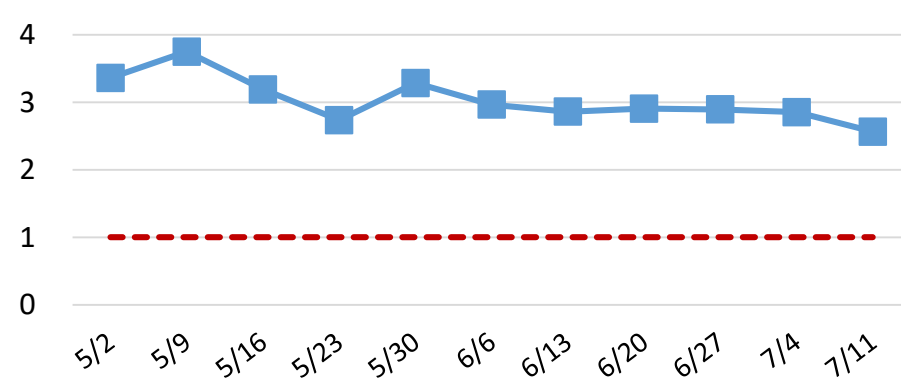
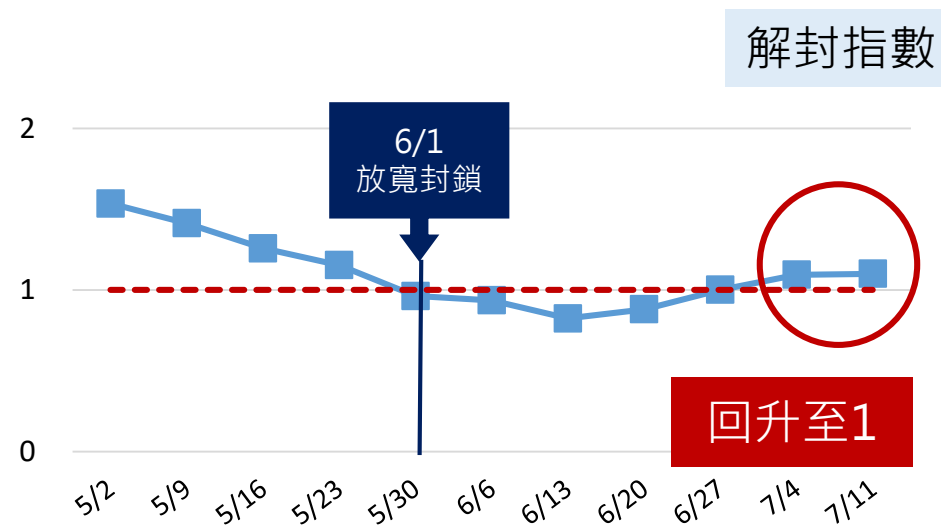
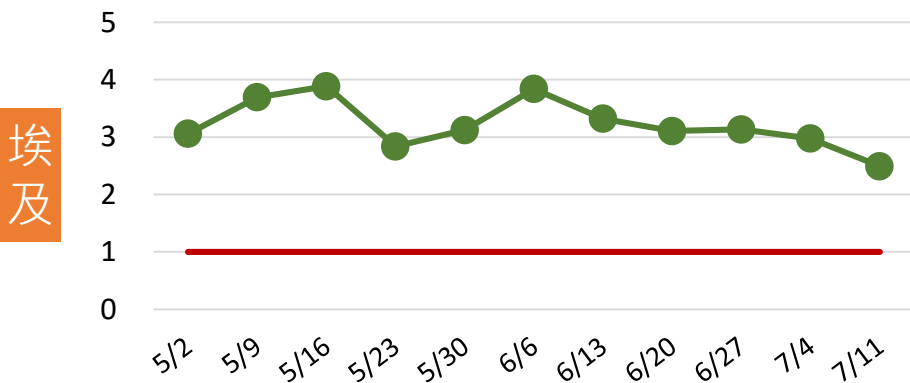
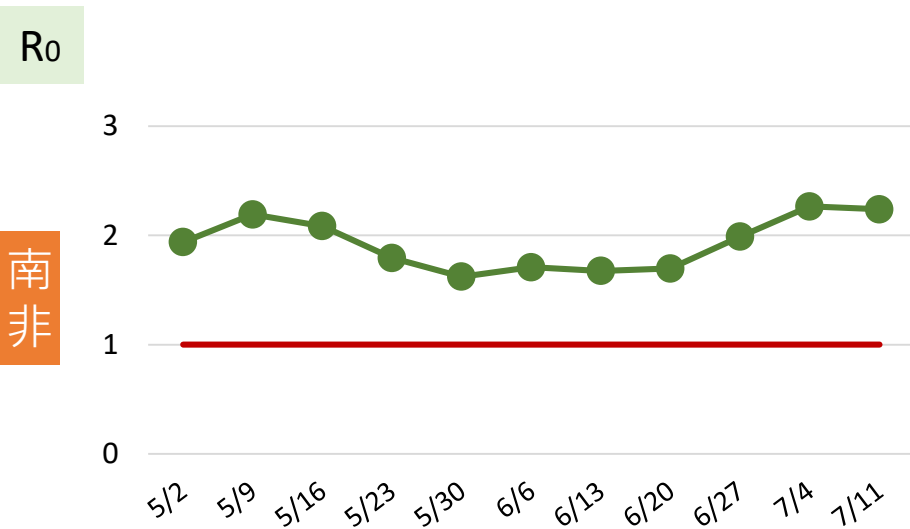
迄今已有5000名警察感染
36位警察因此殉職

9

10

迦納
教育部員工群聚
感染(90%感染)

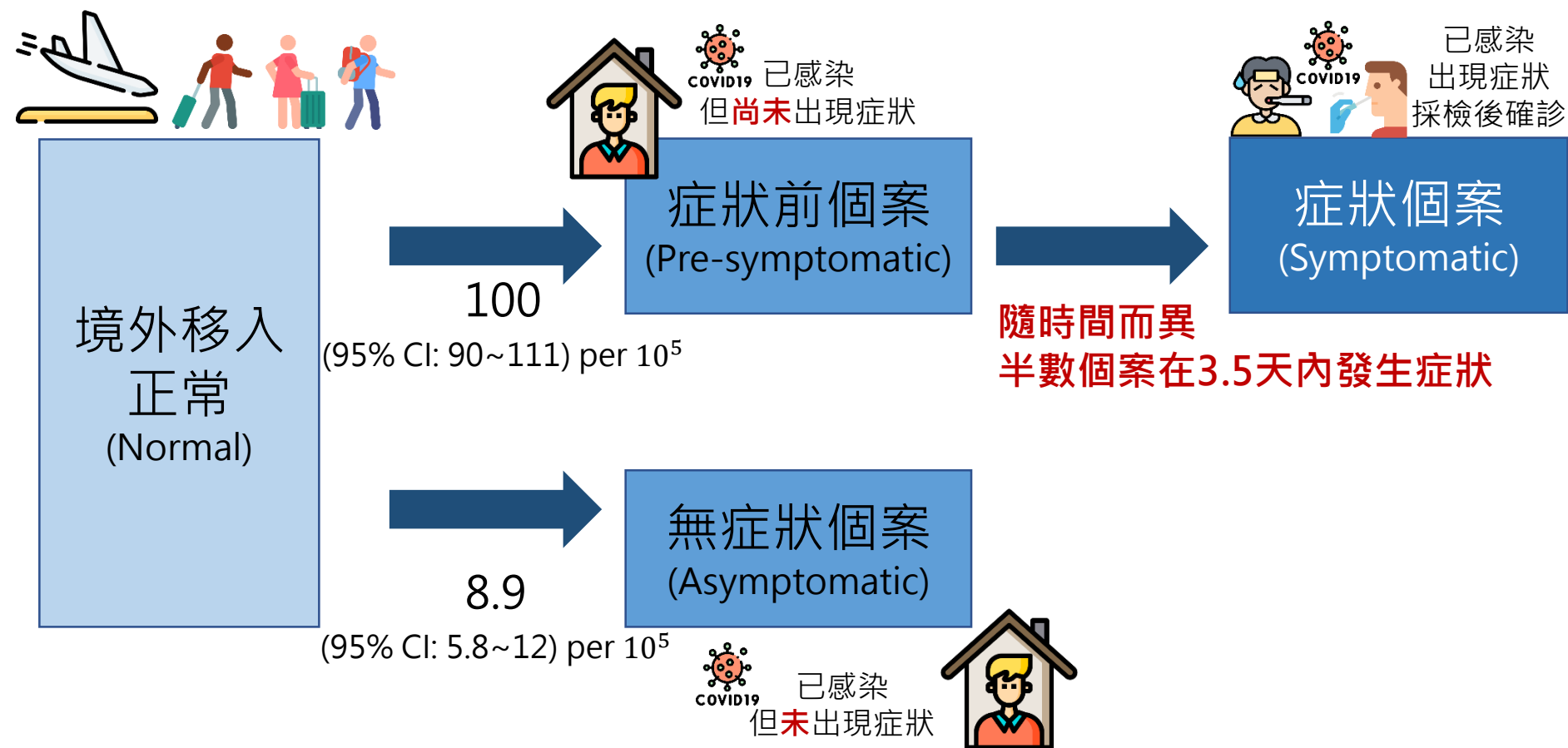
非洲疫情及解封指數





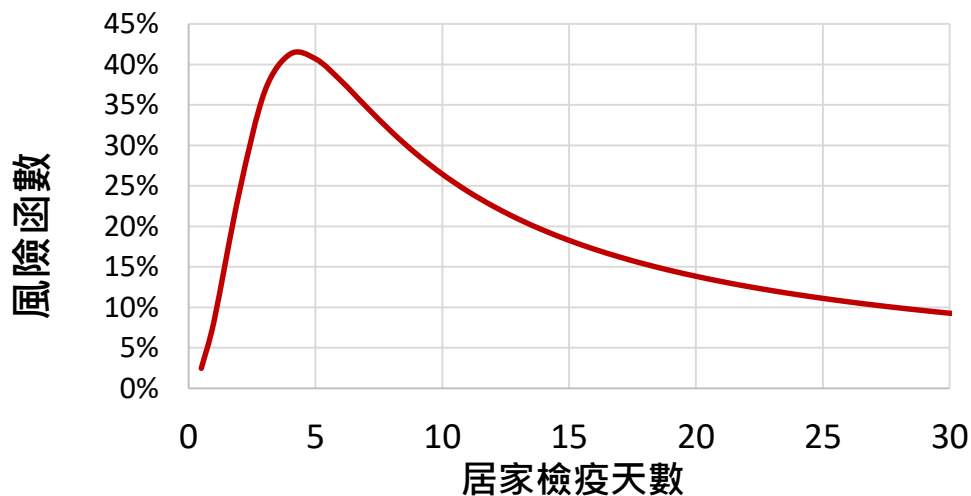
COVID-19 台灣入境檢測策略研討

台灣境外移入居家檢疫 症狀前發生率及至症狀時間推估

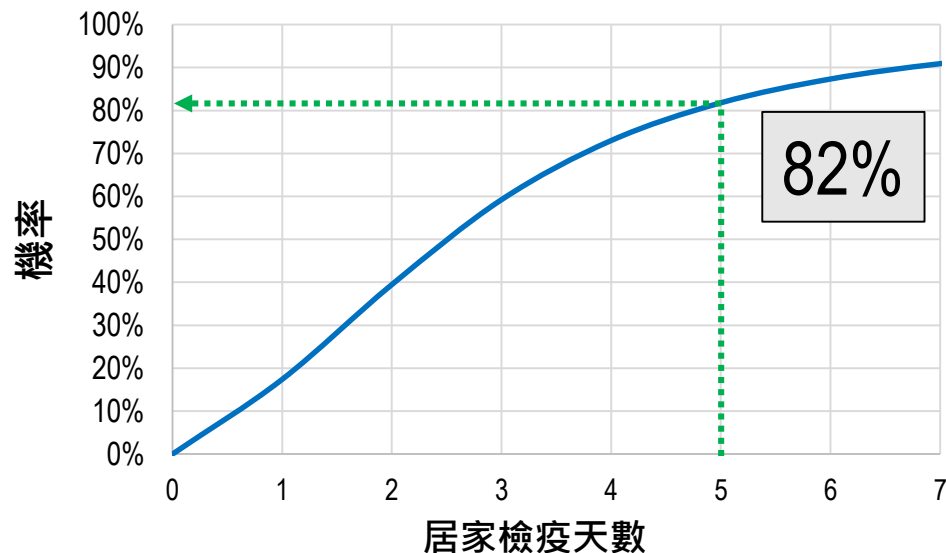


症狀前個案 → 症狀個案

檢疫期間發生症狀
風險隨時間而異

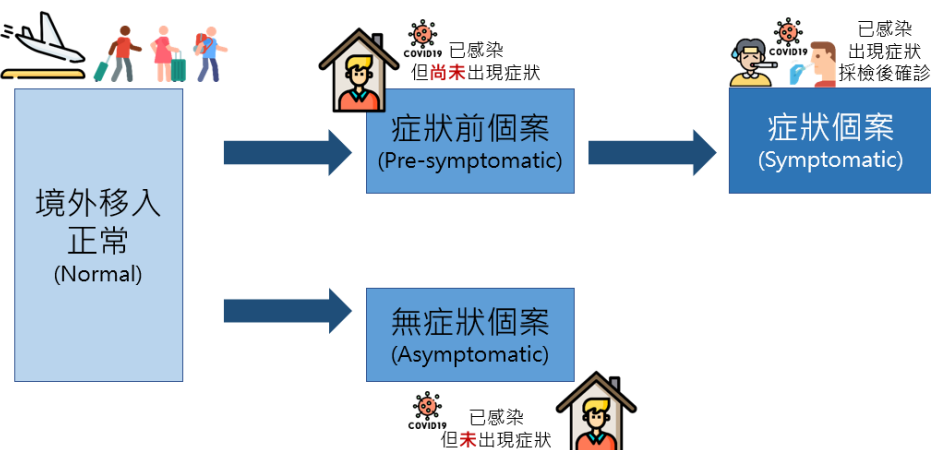


- 5天居家檢疫→82%
症狀前個案發生症狀

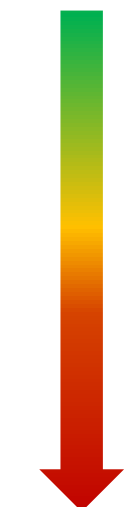


台灣境外移入居家檢疫 症狀前發生率及至症狀時間推估

臺灣2020年2-5月實證資料估計結果



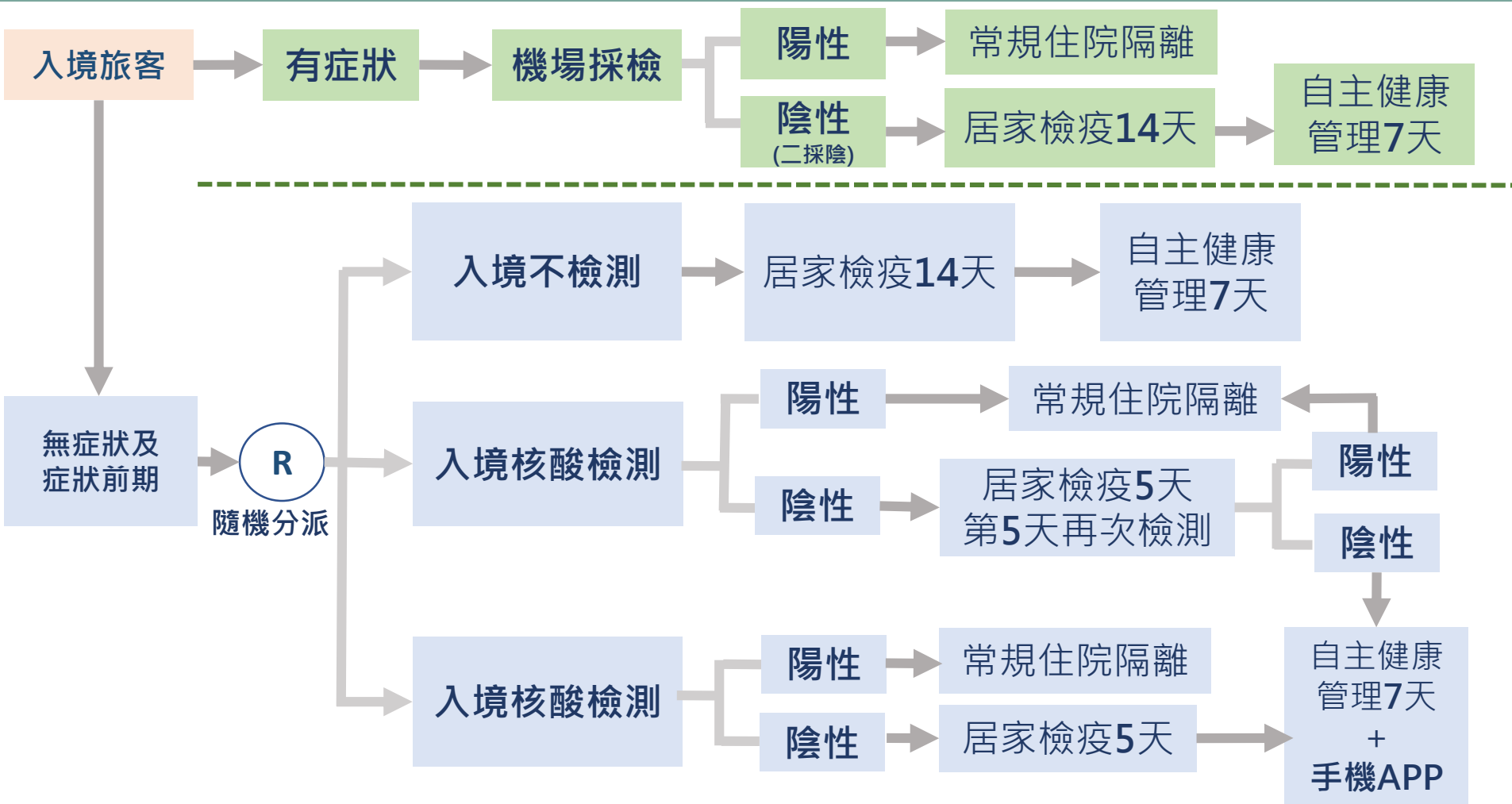
低發生率



高發生率

地區	症狀前個案數 (每10萬人)	無症狀個案數 (每10萬人)	症狀前→症狀時間	
			<50歲 (中位數)	50歲以上 (中位數)
日韓中港澳	11	1	4.3	3.8
亞洲其他地區, 中東	28	2	3.6	3.1
大洋洲	44	2	4.2	3.7
加拿大, 中南美洲	263	15	4.0	3.5
美國	357	20	3.5	3.1
歐洲其他地區	557	31	4.0	3.5
英國	1,226	69	3.1	2.7
非洲	1,443	81	3.3	2.9

入境檢測策略模擬隨機分派試驗



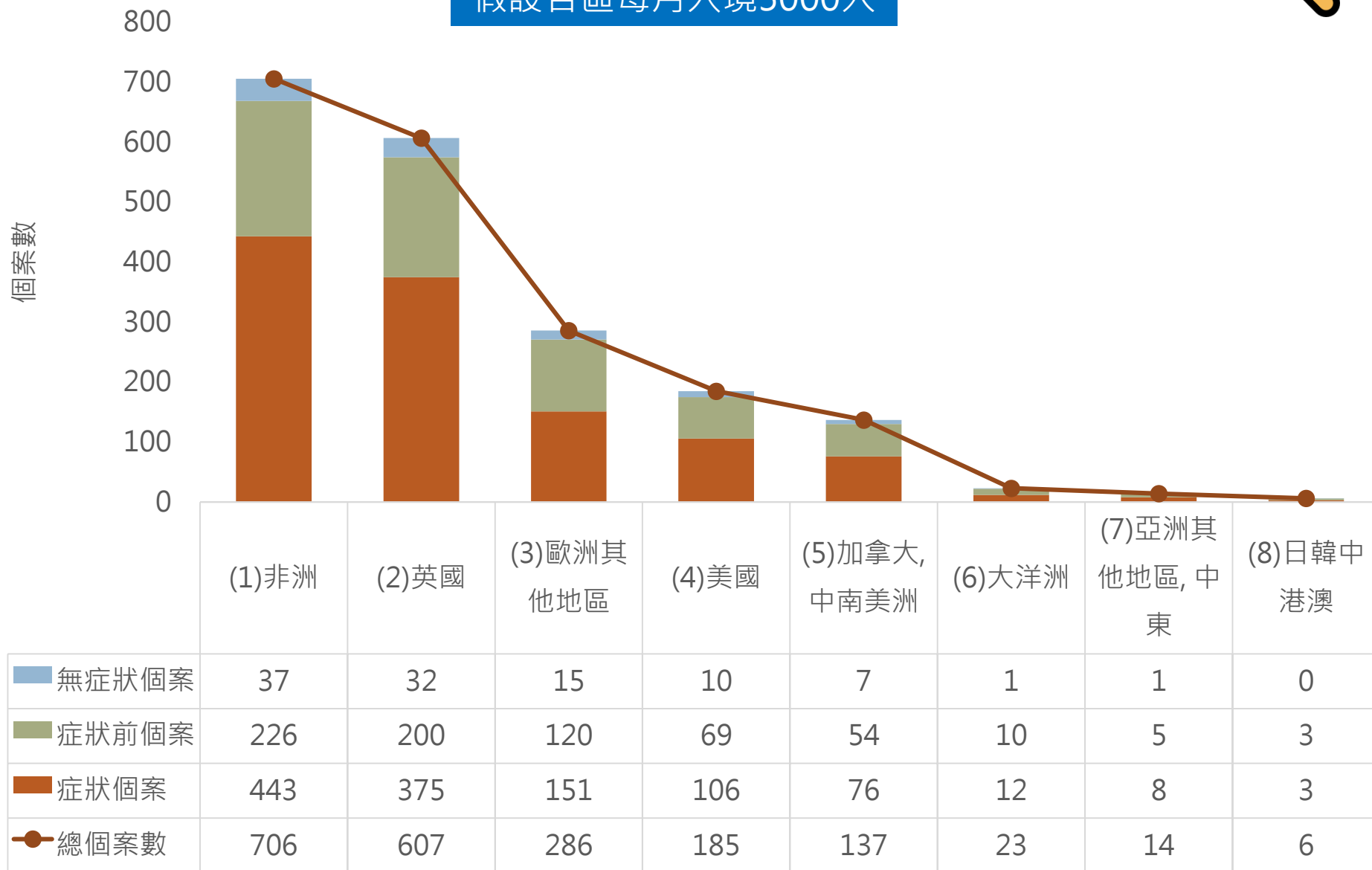
- ◆ 居家檢疫期間仍維持現行規定，若出現咳嗽、發燒、呼吸急促、嗅味覺異常、腹瀉等COVID-19疑似症狀，仍與衛生局或關懷中心聯繫，安排就醫
- ◆ 入境者在離境前48小時內PCR採檢一次



入境解密:各區域風險大不同



假設各區每月入境5000人

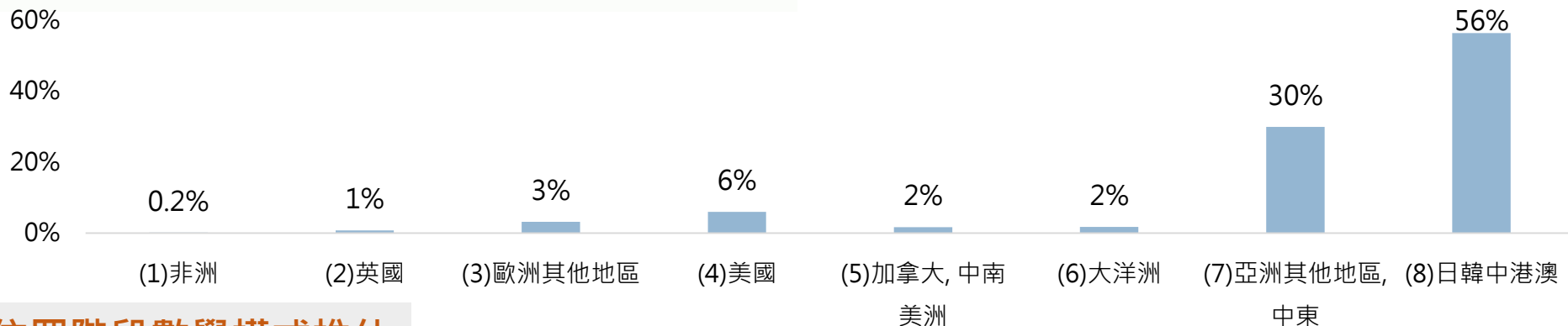




入境解密:檢測策略遺漏個案



假設35,000人/月 入境: 入境區域分布



依四階段數學模式推估

策略	遺漏個案數		
策略一	16		
策略二	敏感度80%	敏感度90%	敏感度95%
	7	3	0
策略三	敏感度80%	敏感度90%	敏感度95%
	0	0	0

入境不檢測
居家檢疫14天

入境核酸檢測
居家檢疫5天

第一檢次測
居家檢疫
~5天

入境核酸檢測
居家檢疫5天

第一檢次測
居家檢疫
~5天
第二檢次測

至少90%



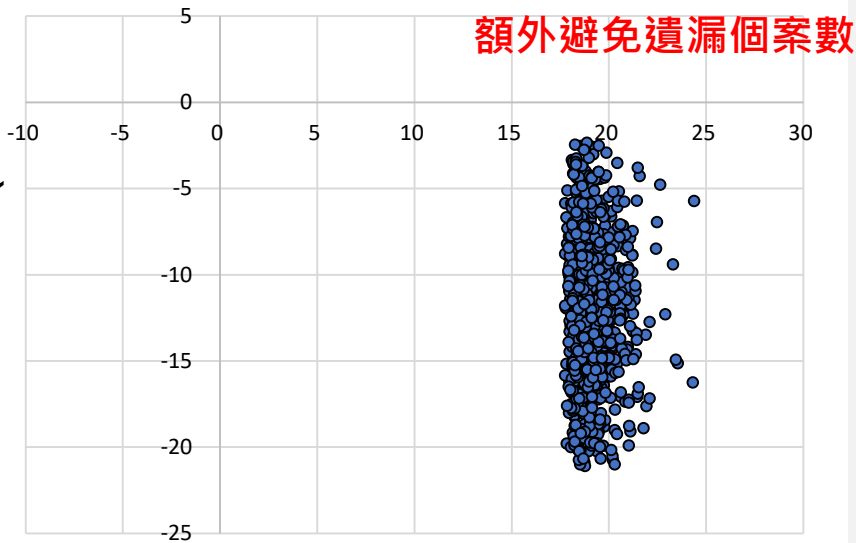
入境檢測成本效益分析

入境核酸檢測
居家檢疫5天

VS

入境不檢測
居家檢疫14天

額外成本(億元新台幣)



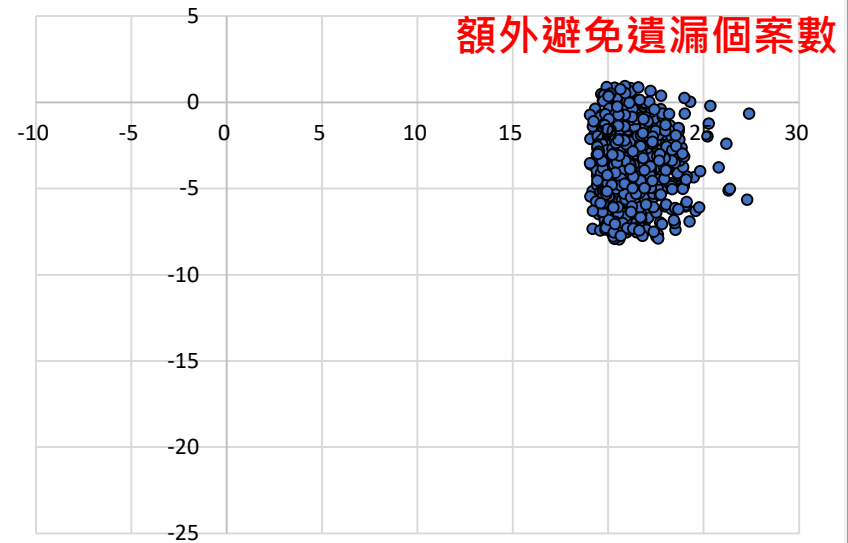
平均減少18例遺漏個案數，
成本減少11.97億元

2次核酸檢測
居家檢疫5天

VS

入境不檢測
居家檢疫14天

額外成本(億元新台幣)



平均減少19例遺漏個案數，
成本減少3.63億元

檢測敏感度:
95%

*以35,000人入境計算

資源稀少下的**大規模篩檢**策略:**POOL**在一起

方案一

9人1小組:再組內分別測試

Round 1: 3 tests



陰性

陽性

Round 2: 9 tests



陽性

方案三

Round 1: 3 tests



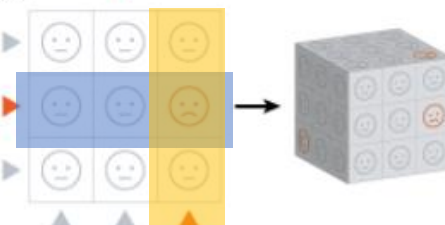
陰性

陽性

Round 2: 6 tests

陰性

陽性



9人1小組

↓
橫三組、
豎三組測試
↓
取交集者為
陽性個案

方案二

9人1小組→3人一小組→再組內分別測試

Round 1: 3 tests



陰性

陽性

Round 2: 3 tests



陽性

Round 3: 3 tests



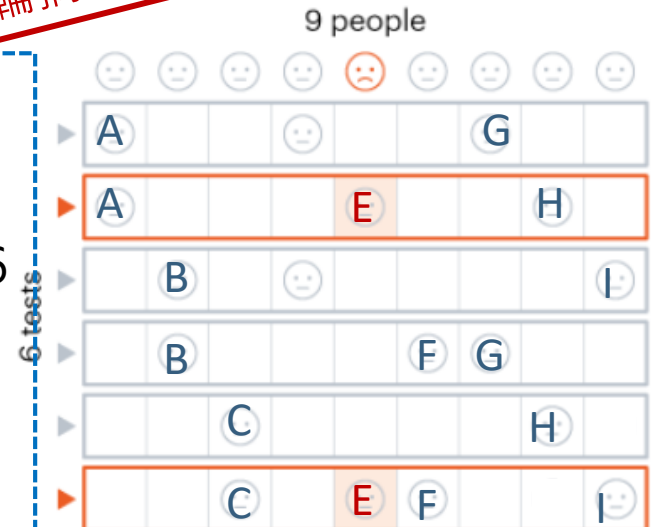
陽性

分組設計較為麻煩

方案四

一輪搞定!

每人分兩
組做檢測:
E (2,6)
若Test 2,6
為陽性
則可知
陽性個案
為E



檢體群檢測有限資源下檢驗量計算

利用模擬分析提供不同盛行率與檢驗能力下之
最佳檢體群檢測量

k 個檢驗的Pool陽性率(P_k)

$$P_k = \underbrace{(1 - S_p)}_{\text{Pool檢測偽陽性}} (1 - p)^k + \underbrace{S_e}_{\text{Pool檢測真陽性}} (1 - (1 - p)^k)$$

p : 盛行率
 S_e : 敏感度
 S_p : 特異度

Pool 檢驗期望值

需檢測總人數

全部陰性則僅需檢測1次

$$E(Z) = \left(\frac{N}{k}\right) \times [(k + 1)P_k + 1 \times (1 - P_k)]$$

Pool檢驗一次，其中1人陽性則 k 人需全部檢測

方案一

k 人1小組:再組內分別測試

Round 1: 3 tests



陰性

陽性

Round 2: 9 tests



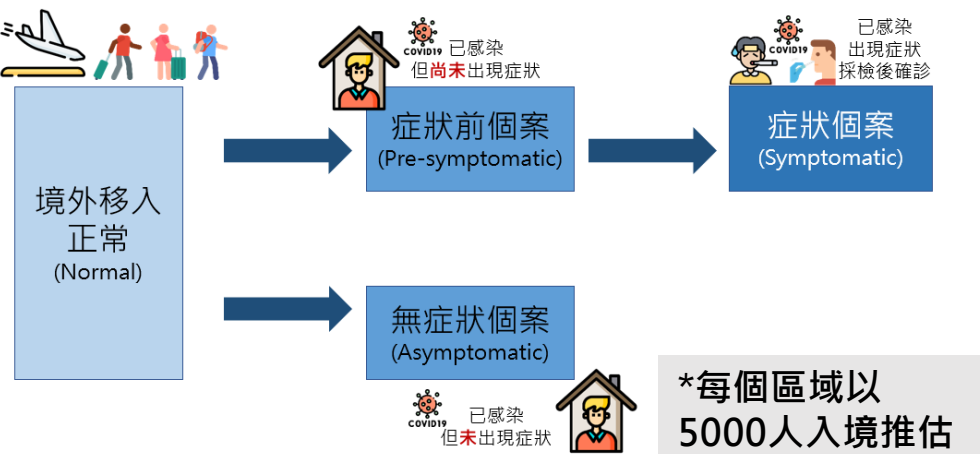
陽性

在敏感度70%、特異度100%且盛行率為1%下

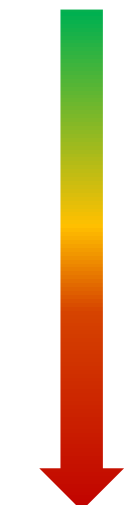
最佳群體檢驗量→**13**人一組，僅需**群體的16%**做檢驗即可

台灣境外移入居家檢疫 症狀前發生率及至症狀時間推估

臺灣2020年2-5月實證資料估計



低發生率



高發生率

地區	症狀前+無症狀個案數
日韓中港澳	12
亞洲其他地區, 中東	30
大洋洲	46
加拿大, 中南美洲	278
美國	377
歐洲其他地區	588
英國	1,295
非洲	1,524

採用Pool testing相對個人檢測增加效率

檢測工具敏感度
95%

Pool 人數	檢測量 相對比例
43	5%
30	7%
22	9%
10	21%
9	24%
7	31%
6	40%
5	43%

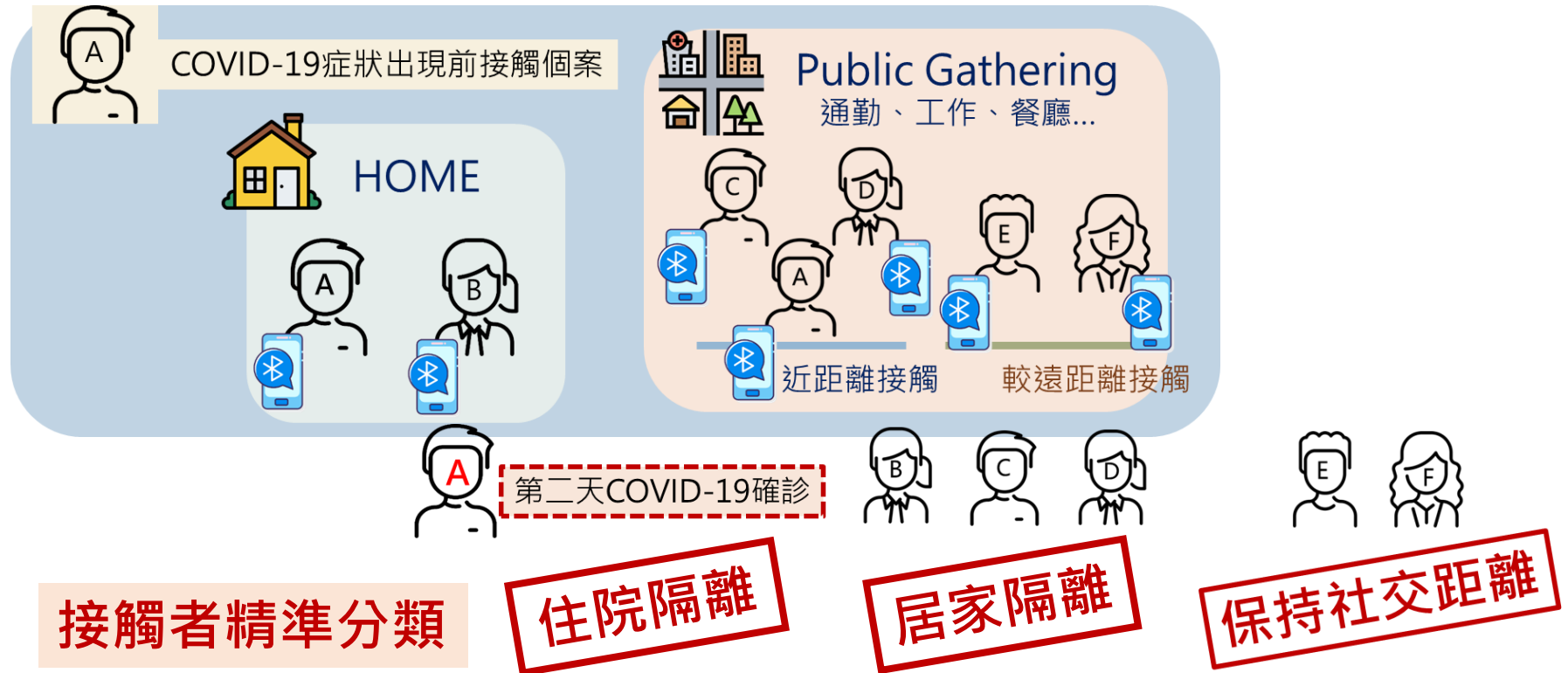
檢測工具敏感度
80%

Pool 人數	檢測量 相對比例
47	4%
33	6%
24	9%
11	19%
10	22%
8	28%
6	37%
6	39%

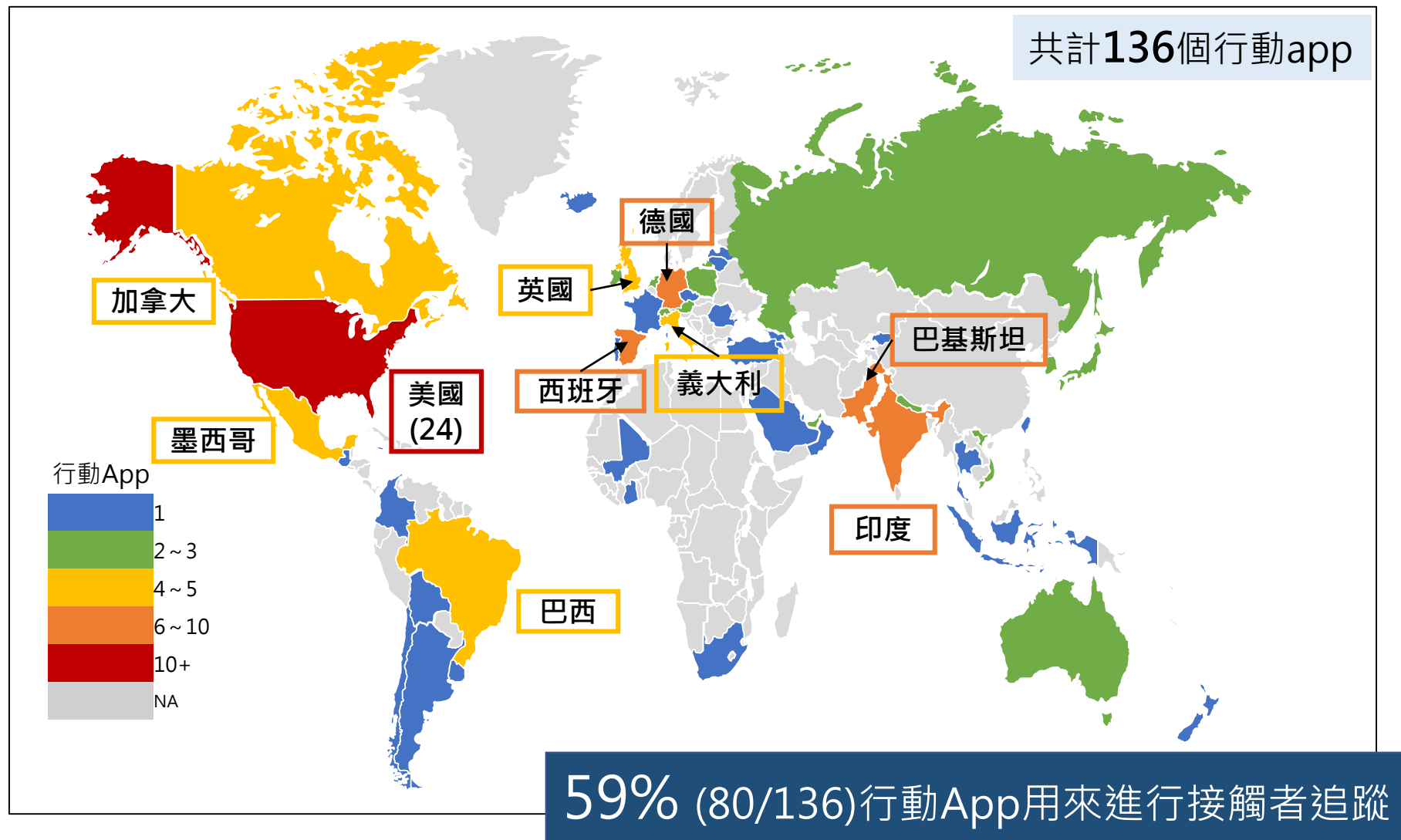


COVID-19 國際數位疫情調查追蹤系統

數位接觸者調查 (Digital Contact Tracing)



COVID-19 行動App 全球概況



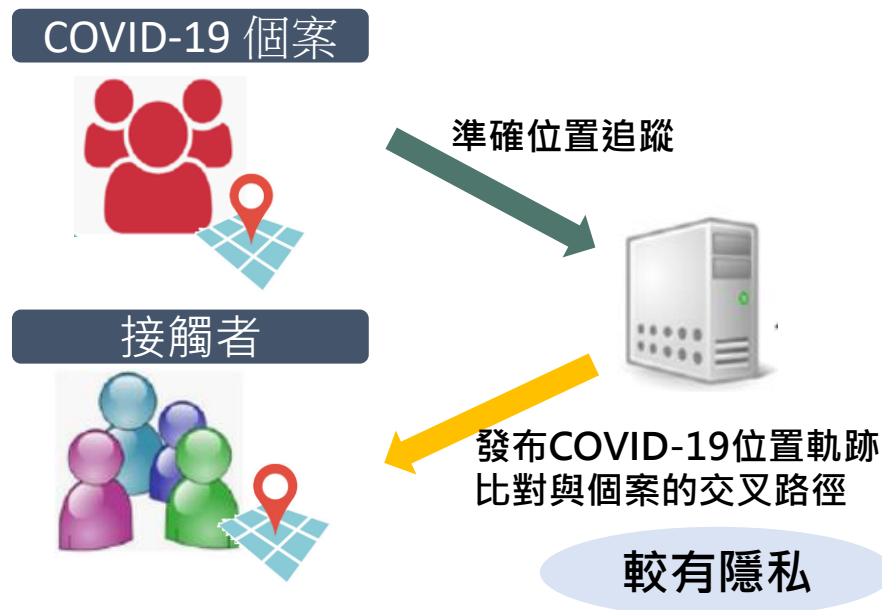
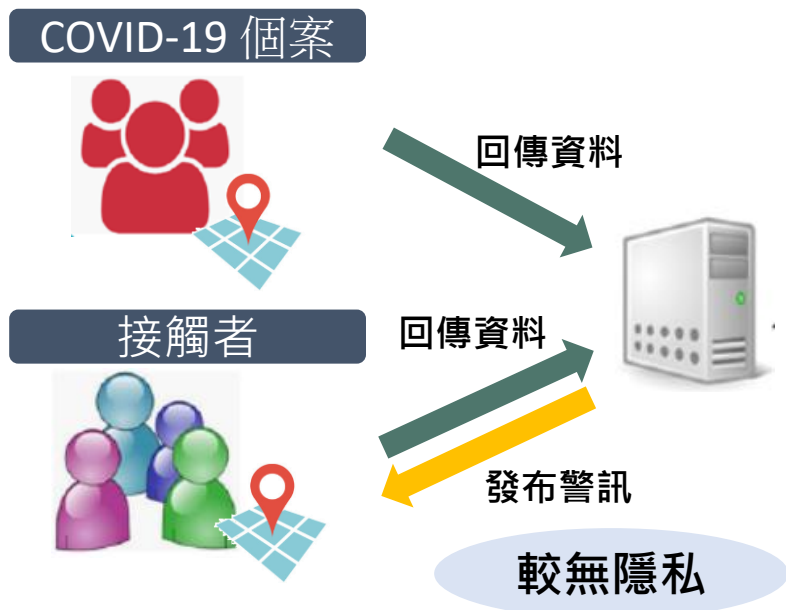
1. Ajmal Azad, M., et al. (2020 arXiv
2. Collado-Borrell, R, et al. *Journal of medical Internet research*.
3. Li & Guo (2020). arXiv preprint.

接觸者追蹤APP-GPS

GPS 集中式

知道所在地點

GPS分散式



- 中國: Alipay Health Code, WeChat
- 韓國: Corona 100m
- 泰國: CovidTracker
- 波蘭: ProteGo

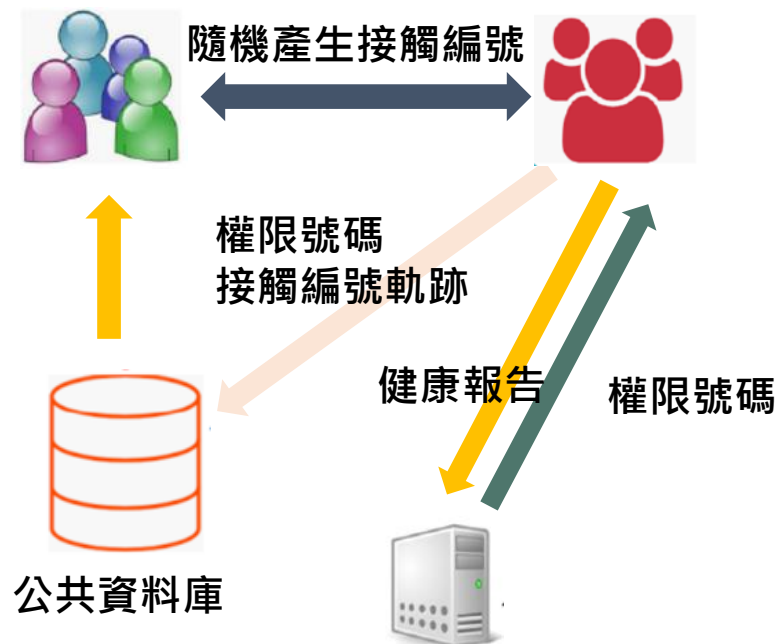
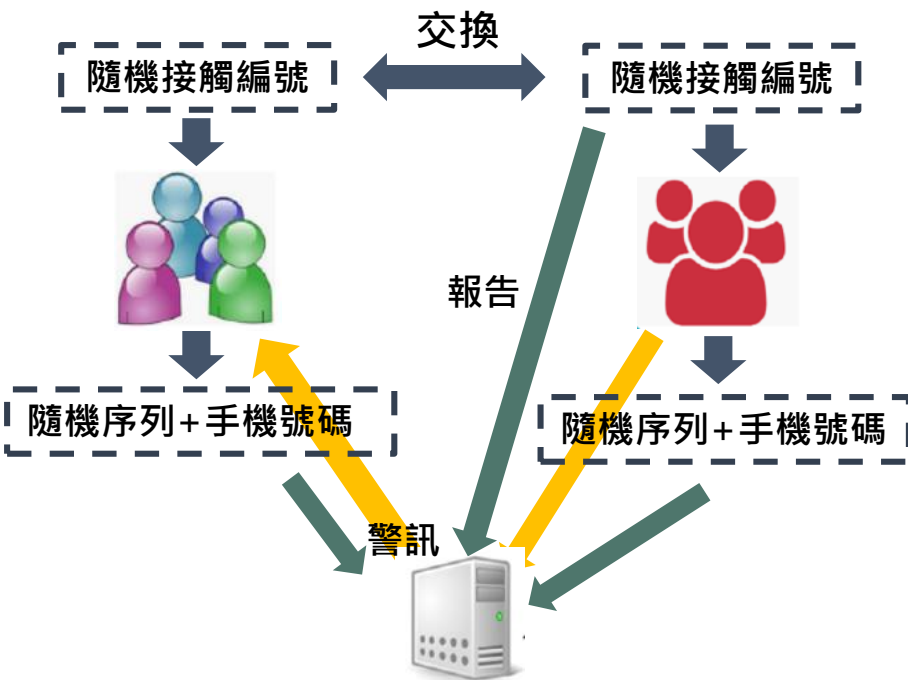
- 美國: Safe Paths
- 以色列: HaMagen

接觸者追蹤APP-藍芽

藍芽 集中式

不須知道所在地點

藍芽 分散式



- 英國: NHS App
- 新加坡: Tracetogether
- 印度: Aarogya Setu
(藍芽+GPS 集中式)

- 歐洲: Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing
- 美國: COVID watch, PACT
- 澳洲: COVIDsafe
- 德國: Corona-Warn-App

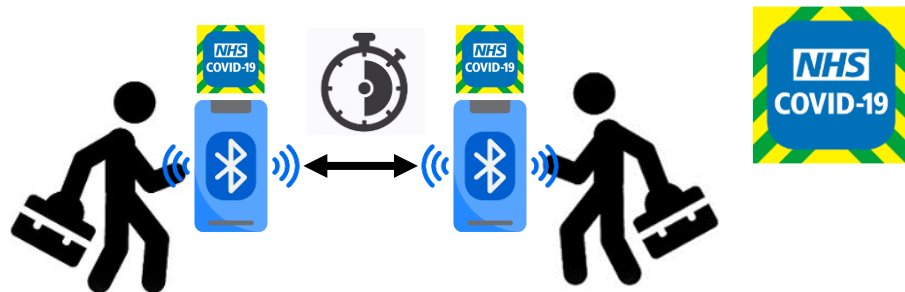
英國接觸者追蹤

5月初英國懷特島啟用追蹤應用APP

NHS

COVID-19 app support

Williams et al, medRxiv 2020.05



透過藍芽紀錄安裝同APP
手機間距離、時間

英國民眾對COVID-19接觸者追蹤APP的態度

- ✓ 不會使用該app:
 - 隱私、汙名化
- ✓ 會使用該app:
 - 有效益的
- ✓ 最常見問題:
 - 民眾誤以為該APP會具體指出公布COVID19案例人資訊



中央數據庫運用接觸風險模型
評估互動數據並識別風險者



遇covid19相關症狀不適，
透過APP通知到中央數據庫

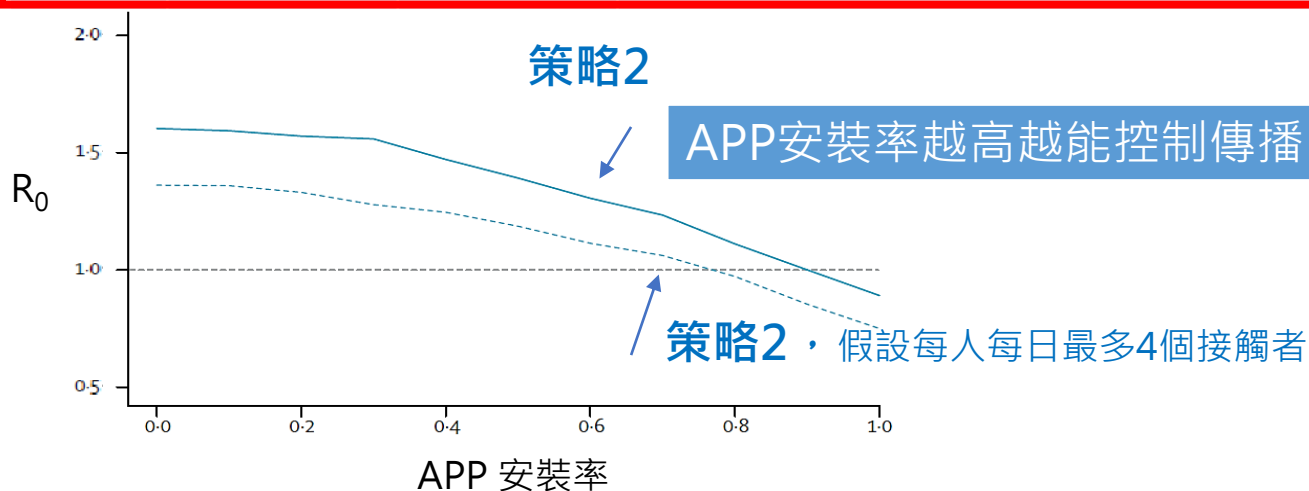


高風險接觸者將收到具有
針對性NHS建議指導通知

不同策略對於減緩COVID19傳播效益

- 40,162名英國BBC大流行疾病數據透過數學模型進行評估

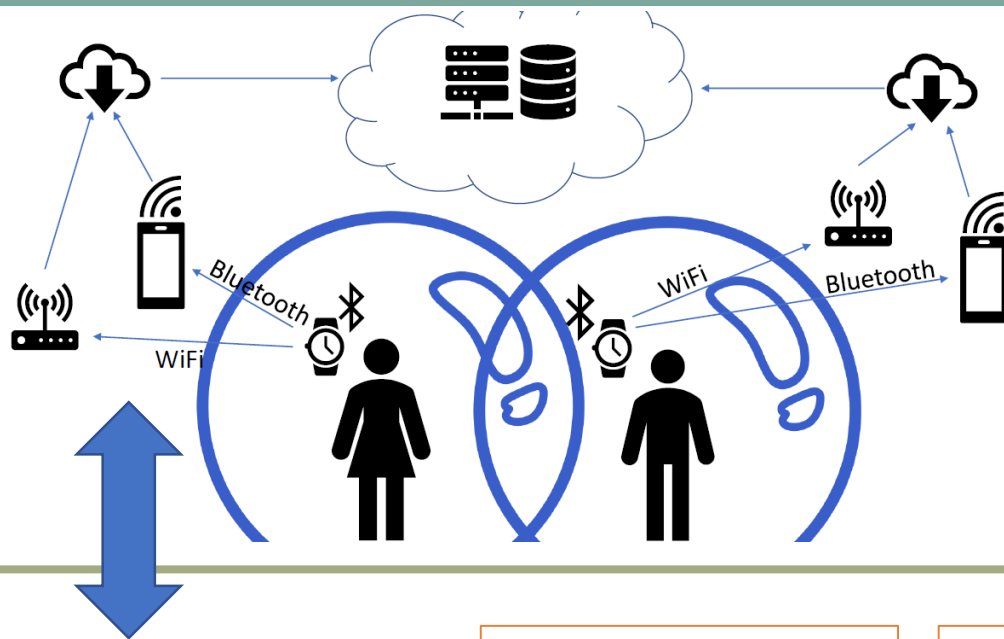
策略	居家隔離	居家檢疫	接觸者追蹤 (追蹤達成比例)	R_0	R_0 下降(%)
無	X	X	X	2.6	0
1	O	O	人工追蹤 (90% 學校, 79% 工作場所, 52% 其他)	1.1	57
2	O	O	APP追蹤 (安裝率:53%)	1.4	47
3	O	O	人工追蹤、APP追蹤 (90% 學校, 79% 工作場所, 52% 其他 安裝率:53%)	1	61



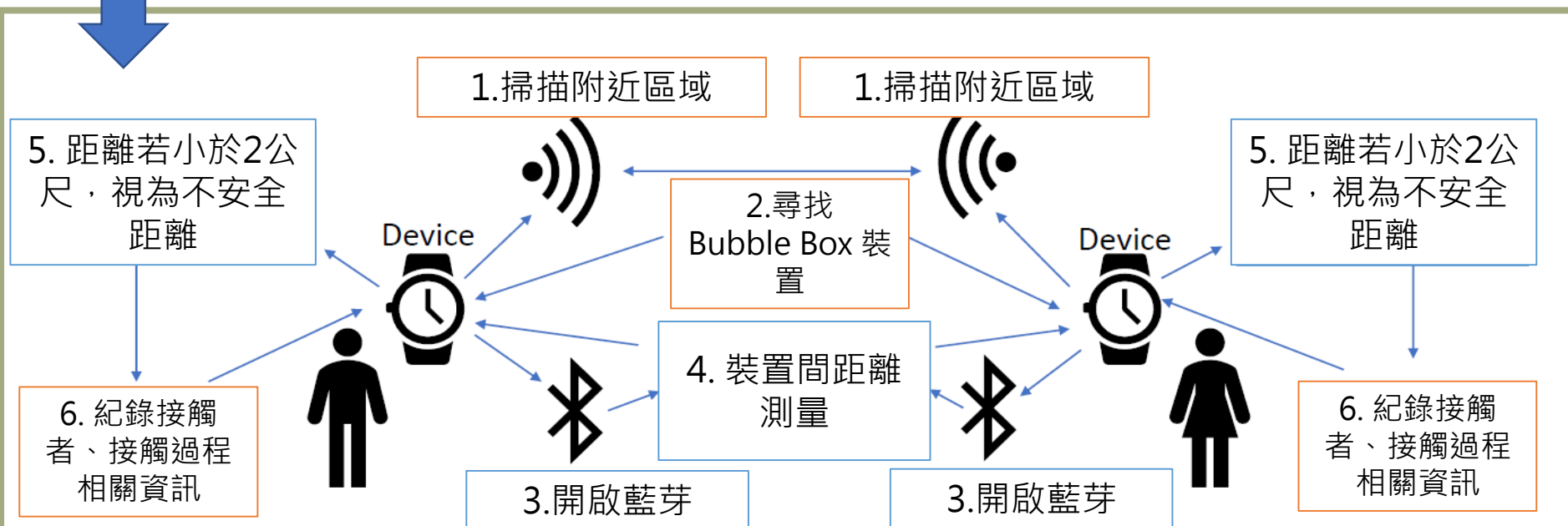
透過人工及數位接觸者追蹤方式+居家隔離、檢疫等措施相結合更可能對COVID-19傳播進行控制

物聯網IoT接觸者追蹤— BubbleBox

Polenta et al. Information 2020, 11



- 透過**穿戴設備**進行接觸者追蹤
- **上傳數據**將提供授權給衛生、醫護人員，使他們能迅速進行因應，向接觸者發出警報



我們是否該開發接觸者追蹤App? 16條教你把關



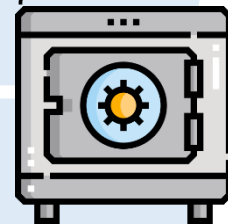
我們是否該開發接觸者追蹤App?

1. 是否為必要的？有其他更好選擇嗎？
2. 是否合宜？有符合比例原則嗎？
3. 是否足夠有效、及時且準確？
4. 這是暫時的方案嗎？



該如何開發接觸者追蹤App?

5. 使用這項App是自願的嗎？
6. 使用或獲得相關數據需使用者同意嗎？
7. 用戶相關數據是否有妥善隱密保存？
8. 用戶是否可以刪除自身資料？



9. 是否事先規範數據收集的目的？
10. 數據使用範圍是否受到限制？
11. 數據使用都是用於預防疾病擴散嗎？
12. 此App將用於觀察人民的順從性嗎？



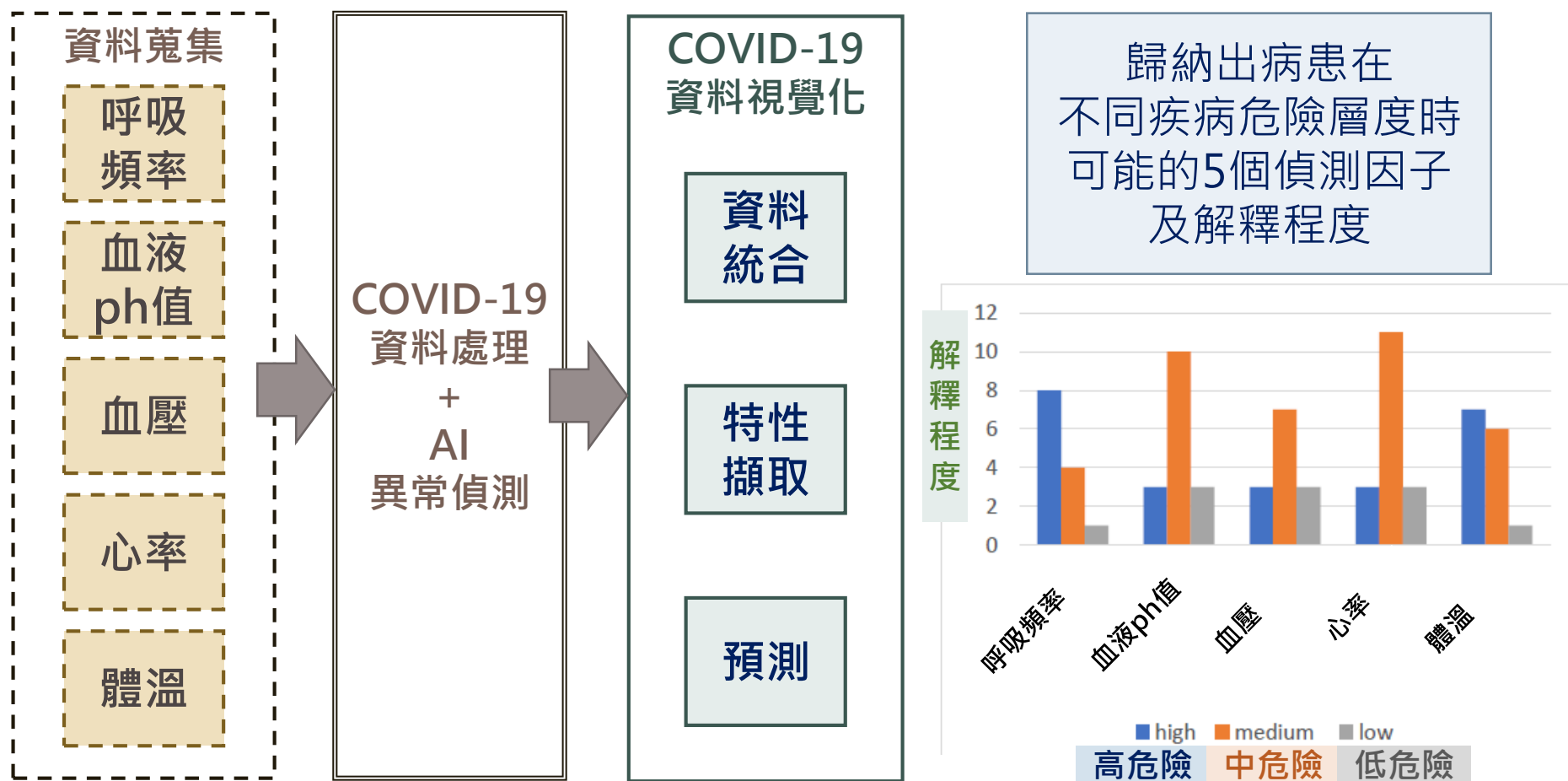
13. App相關程式碼是可供檢視的開放資源嗎？
14. 是否每人都能使用到該App？
15. 是否每人都能輕易使用到該App？
16. 是否有規劃其退場機制？



COVID-19 國際疫情智慧監測系統

遠端智慧監測系統

埃及提出：利用智能健康系統與AI人工智慧
來遠端監測COVID-19病人的病情



Smart Patient-居家隔離智慧監測

智慧監測-您的健康

1. 問卷資料-身體不適、病史等等
2. 生命體徵數據-手機搭配智能設備



醫師遠端監控
時時關心您的健康



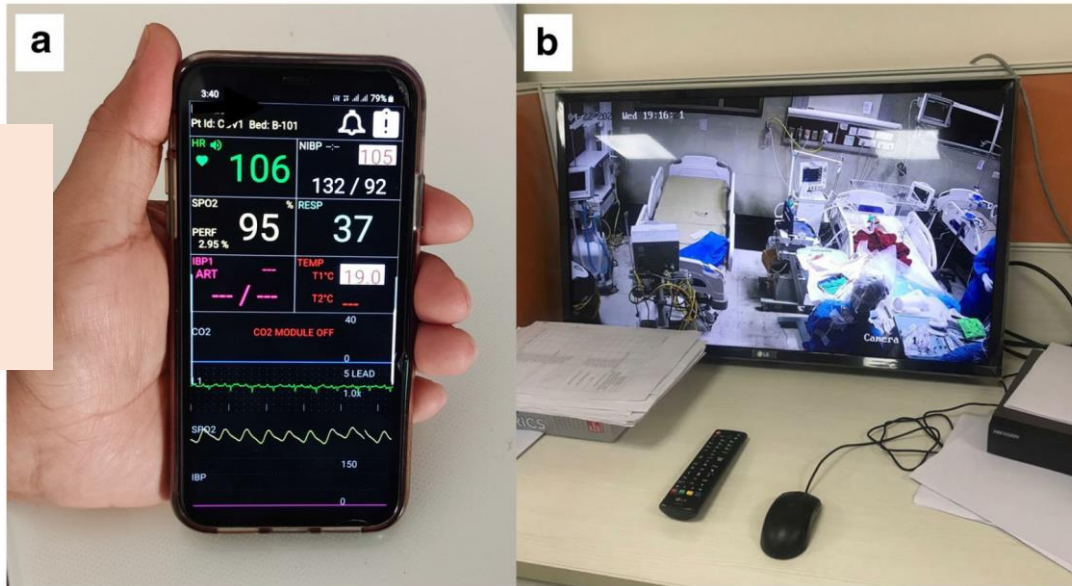
智慧遠端病人即時監測

遠端ICU監測

智慧手機

攝影機(CCTV)

監測病人體溫, 心率, 血壓, 呼吸率, 血氧飽和度(SpO2), 潮氣末二氧化碳(etCO2), 心電圖(ECG)



輕巧方便
經濟實惠

居家隔離
之照護者
能持續遠
端監測

讓有經驗
豐富的醫
療照護者
遠端監測

確保全天
監測重要
生命指標

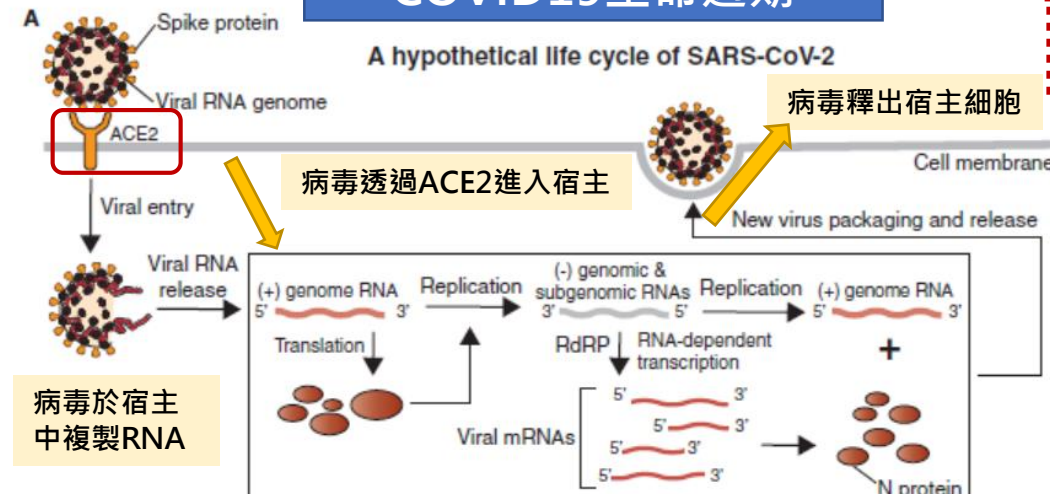
提早偵測
突發臨床
惡化

確保有限
醫療資源
照護品質

CRISPR-病毒抑制策略

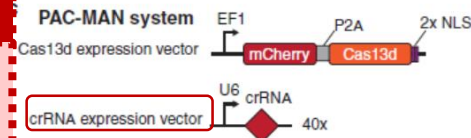
COVID19生命週期

A hypothetical life cycle of SARS-CoV-2

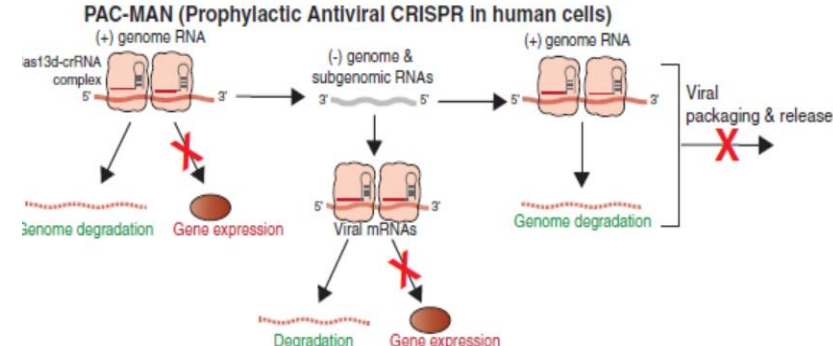


技術: PAC-MAN

利用CRISPR-Cas13
抑制COVID19

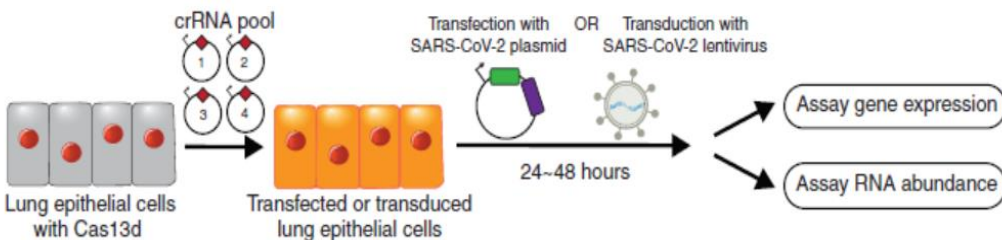


A strategy for using CRISPR-Cas13 to inhibit SARS-CoV-2:

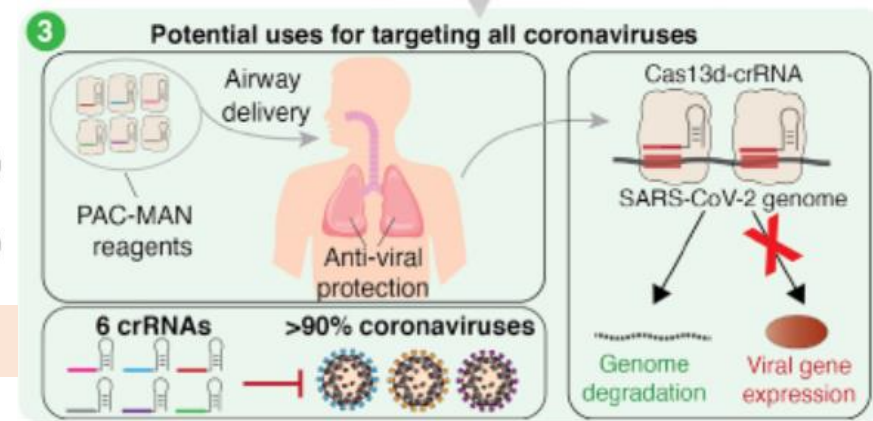


利用(+)RNA序列在宿主中製作(-)RNA序列以複製出更多(+)RNA基因序列

Cas13d可通過直接靶向和切割所有病毒(+)RNA來抑制病毒功能和複製



將COVID19病毒導入擁有crRNA池的肺上皮細胞



成效

僅6個crRNA(CRISPR RNA)可以標靶超過90%的冠狀病毒

全基因CRISPR人工智慧COVID-19監測

捕捉擴增病毒監測系統

解決診斷測驗能力的問題

降低偽陽性

ADAPT

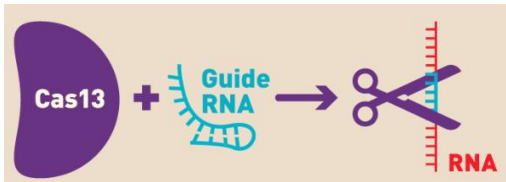
全面性

高敏感性

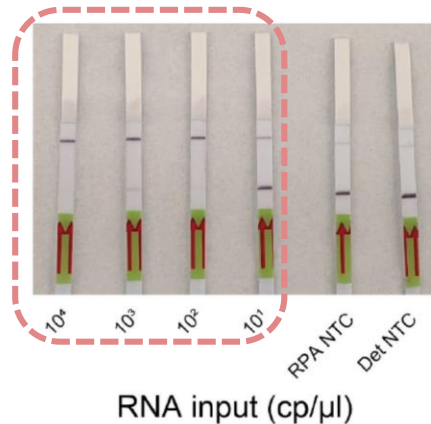
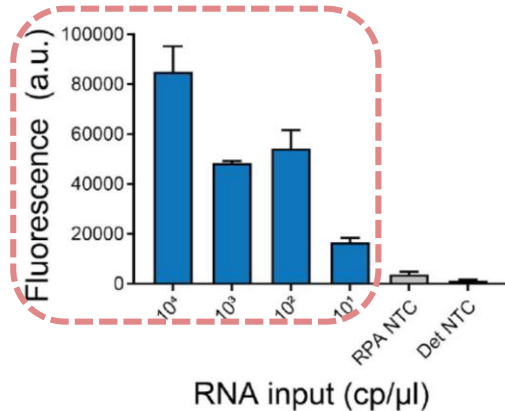
高特異度

67種偵測RNA
病毒的試驗子

人工智慧平台: 針對特定病毒+多重檢測平台設計



Cas13-based SHERLOCK科技



測試: 使用合成RNA靶標測
試SARS-CoV-2的檢測



建立CRISPR病毒檢驗
監測Protocol

