



2020 年 3 月 4 日 21 时

### 3 月 4 日国际疫情分析简报

数据：基于截止到 3 月 3 日的疫情数据

涵盖国家：伊朗、意大利、西班牙、法国、德国、韩国、日本、新加坡、马来西亚、泰国和越南。钻石公主号另行单独分析。即将把美国纳入分析范围。

**研究方法：**我们使用自身研发的动态流行病模型计算出各个国家或地区的传染再生系数  $R$ 。我们将 vSIR 模型应用于中国各省份的分析方法详见 medRxiv 论文：<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.17.20024257v1>  
我们关于 COVID-19 的课题研究参见 [www.songxichen.com](http://www.songxichen.com)

**名词解释：**传染再生系数 ( $R$ ) 是每个患者在传染期内平均传染他人的数量。只有  $R$  小于 1 时疫情才会出现下降，并逐步走向终结。 $R$  是疫情内生动态最关键的决定因素。先前我们基于 vSIR 模型对中国 30 省份新冠疫情的研究表明， $R$  是疫情变化的超前指标，也是预测疫情未来走势的有力指标。

**研究成果：**（1）基于 10.5 天和 14 天传染期计算的传染再生系数  $R$ （如图 1 所示）、过去 7 天感染病例数据和疫情风险评级（如表 1 所示）。

（2）韩国、日本、伊朗和意大利与中国四省（包括湖北）14 天期  $R$  时间序列对比分析图。以中国为参照，为提供各国疫情发展阶段的判断依据（如图 2）。

（3）日韩两国感染人数与疫情结束时间预测（如图 3）。

**关键结论：**自 3 月 2 日起，日本 14 天期  $R$  首次降到 1 以下。尽管  $R$  在统计 5% 水平上并不显著小于 1，但  $R$  数值的快速降低说明日本疫情发展趋于缓和。在 95% 置信区间内，我们预计日本疫情将在 6 月底结束，东京奥运会将不受影响。若韩国传染再生系数下降速度加快，韩国疫情结束时间将早于现有预测（6 月至 8 月）。我们预计中国除湖北外各省将在 4 月底之前疫情结束，中国全境现存病例将于 6 月底前清零。

## 其他结论

1. 伊朗 14 天期再生传染系数  $R$  高达 7.57，现存确诊 1,824 例，仍处于指数快速增长阶段，疫情风险评级最高为 F。
2. 意大利 14 天期  $R$  为 3.79，现存确诊 2,263 例，评级为 E、较伊朗低一级。伊朗、意大利两国的传染再生系数走势与湖北爆发初期(1月下旬至2月初)相近。
3. 韩国的传染再生系数目前是 2.13，现存确诊多达 5,255 例，评级为 E。韩国 14 天  $R$  自 2 月 21 日突破 9 之后回落并持平在 3.5 左右，今日下降至 2.13。可见教会集中传染力已经释放，其再生传染系数走势与浙江 2 月初期相近。在“移除”(包括治愈和死亡)率为 0.1 的条件下，预计韩国的现存病例数将于 3 月 4 日至 3 月 19 日之间达到峰值，并于 6 月 1 日至 8 月 20 日之间清零，预计累计感染人数将为 7,077 至 38,247 人(如图 3-1 所示)。
4. 日本(不含钻石公主号)的 14 天期  $R$  为 0.94，但在统计 5% 的水平上并不显著，风险评级由 D 下调至 C。日本的 14 天期  $R$  在 2 月中旬曾经突破 3，之后呈波动下降态势；日本过去 7 天新增和累积确诊病例都在逐步下降，现存病例数正处于峰值，疫情走势与上海 2 月初期相近，风险相对较低。在移除率为 0.1 的条件下，预计日本现存病例将于 4 月 27 日至 7 月 3 日之间清零，累计感染人数预计将为 307 至 755 之间(如图 3-2 所示)。所以东京奥运会将不受影响。我们期待韩国疫情能够早日结束，为奥运提供更好的友邻环境。我们预测除湖北外中国各省疫情将于 4 月底前结束，6 月底前中国全境实现病例清零。
5. 西班牙、法国、德国的 14 天期  $R$  分别为 5.07、4.23 和 3.38，均显著大于 1，处于指数增长阶段。由于这些国家处于疫情发展早期阶段，且主要以意大利输入病例为主，其再生传染系数可能被高估。
6. 马来西亚 14 天期  $R$  为 3.77，疫情出现反复。2 月 15 日至 26 日未出现新增病例，2 月 27 日至 3 月 3 日新增确诊 14 例，整体疫情较轻，评级为 C；新加坡的 14 天期  $R$  也大于 1 但在统计 5% 的水平上并不显著大于 1，且现存病例数为 36 例，整体疫情较轻，评级为 C。
7. 泰国和钻石公主号风险评级为 B，其中钻石公主号全部人员已于 3 月 3 日下船，现存病例数为 700。越南自 2 月 25 日起现存病例清 0，评级为 A。

8. 国际疫情形势日趋严峻，应当紧密防控疫情“倒灌”风险。2月29日至3月4日我国已经累计出现13例来自意大利、伊朗、英国的境外输入病例，其中浙江8例、宁夏2例、北京2例、深圳1例。

以上结果供参考，我们会每日更新国际疫情情况、及时报告。

陈松蹊研究团队

北京大学光华管理学院，统计科学中心

团队成员：孙浩轩、闫晗、黄雅轩、张馨语、张子恒、王雨晴、  
顾嘉、亓颢博、郑翔宇、朱玉茹、陈力（北京大学），  
邱宇谋（爱荷华州立大学），徐政（莱特州立大学），  
杨姗（默克集团），王莹（奥克兰大学）

**表 1: 各国截止于 3 月 3 日的传染再生系数 R 及病例变化统计。** R 计算基于的传染时长为一周半 (10.5 天) 和两周 (14 天)。++ 代表 R 在 5% 水平显著大于 1, --代表 R 在 5% 水平显著小于 1, [x]代表 R 已显著小于 1 的天数。( ) 中为截止至前一天的病例数据或评级。疫情风险等级为基于 R 和新增病例数给出的各地区疫情风险评估, 由轻到重依次为 A-F。

排名	国家	R (10.5 天)	R (14 天)	3 月 3 日 现存病例	过去 7 天新 增确诊病例	过去 7 天新 增现存病例	疫情风 险等级
1	伊朗	5.68++	7.57++	1824(1260)	2241(1440)	1745(1211)	F
2	意大利	2.84++	3.79++	2263(1835)	2179(1807)	1952(1614)	D
3	韩国	1.6++	2.13++	5255(4753)	4182(3919)	4143(3886)	D
4	西班牙	3.8++	5.07++	162(121)	158(120)	157(120)	E
5	法国	3.17++	4.23++	196(116)	198(118)	194(109)	B
6	德国	2.54++	3.38++	182(116)	178(114)	178(114)	D
7	日本	0.71--[2]	0.94	242(227)	124(115)	95(91)	E
8	新加坡	0.94	1.25	36(32)	19(16)	3(-5)	B
9	马来西亚	2.83++	3.77++	14(11)	14(7)	10(7)	C(D)
10	泰国	0.4--[3]	0.54--[3]	11(11)	6(8)	-4(-3)	B
11	钻石公主 号	0--[11]	0.01--[11]	700(700)	11(11)	8(8)	B
12	越南	End	End	0(0)	0(0)	0(-2)	A

疫情下降拐点的判定: 由于疫情数据的随机波动和统计误差, 我们认为只有一个地区的 R 显著小于 1 的天数达到从染病到确诊的平均时间 (基于中国疫情研究经验, 我们建议使用 7 天) 后, 才能确认拐点的到来; 即如果基于 14 天传染期计算的 R 连续 7 天显著低于 1, 就可以确定其拐点的到来。

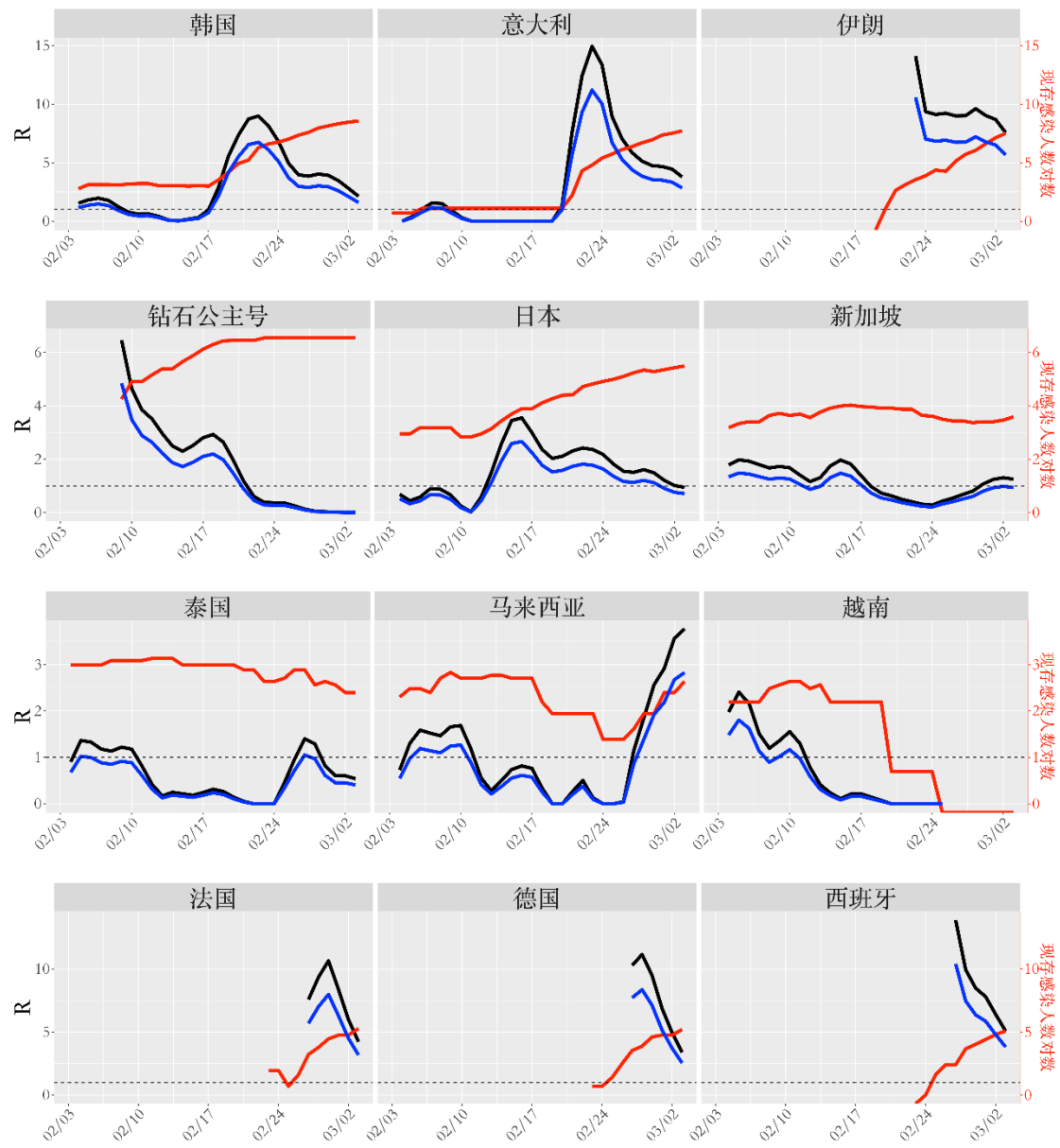


图 1: 各国截止于 3 月 3 日的现存病例数与 R 变化曲线。蓝线: 10.5 天期 R; 黑线: 14 天期 R; 红线: 现存感染人数的对数值; 水平虚线为临界阈值 R=1。

伊朗、意大利、韩国、日本与中国部分省市R变化趋势对比

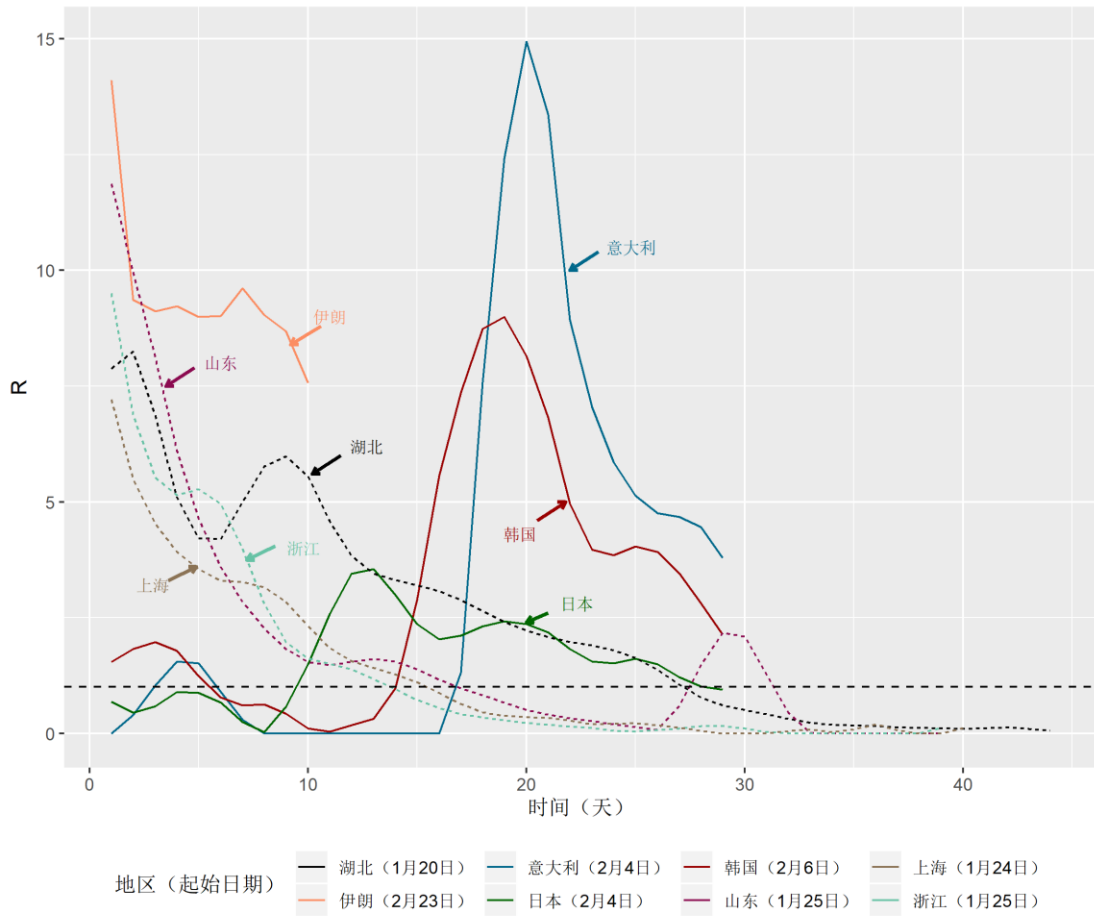
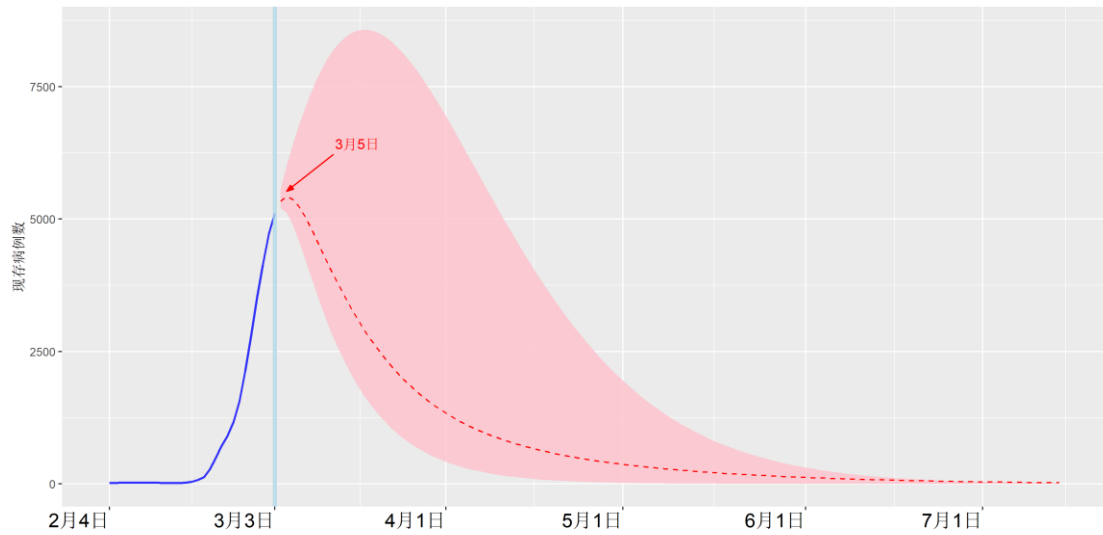
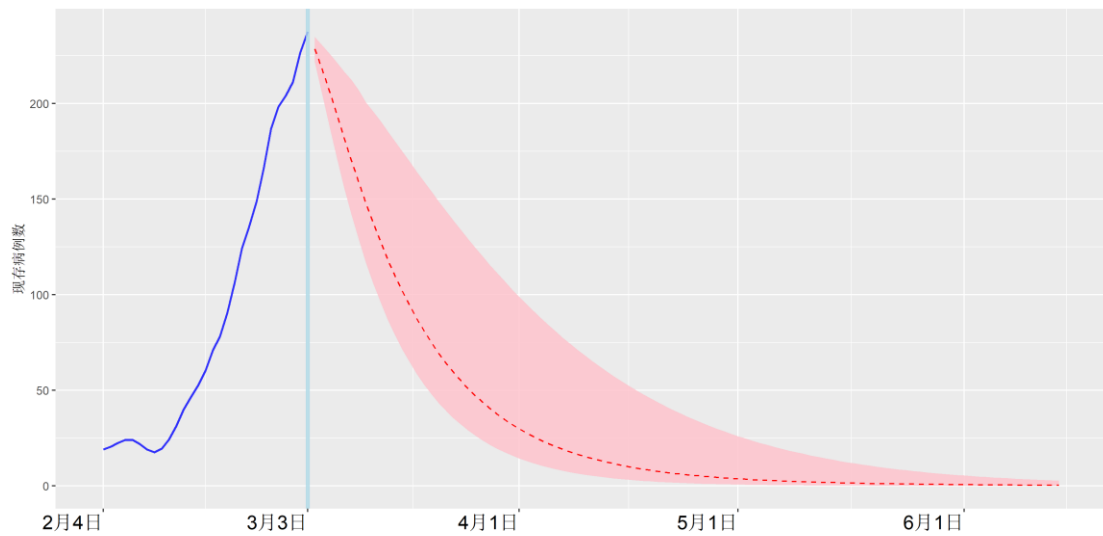


图 2：伊朗、意大利、韩国、日本、和中国部分省市截止于 3 月 3 日基于 14 天传染期计算的传染再生系数  $R$  变化趋势对比。第 0 天为疫情在该地区开始的第 5 天；虚线表示中国各省、实线表示个国家，水平虚线为临界阈值  $R=1$ 。注：只有  $R$  小于 1 时疫情才会出现下降，并逐步走向终结。



**图 3-1：韩国现存确诊病例数走势预测。**左侧蓝线：实际现存感染人数；右侧虚线：预测感染人数；粉色区域：95%置信区间；垂直线条：最新已获得数据对应日期（3月3日）。在移出率（ $\gamma$ ）为0.1的条件下，韩国的现存病例数预计将于3月4日至3月19日之间达到峰值，并于6月1日至8月20日之间清零，累计感染人数将为7,077至38,247人。



**图 3-2：日本现存确诊病例数走势预测。**左侧蓝线：实际现存感染人数；右侧虚线：预测感染人数；粉色区域：95%置信区间；垂直蓝线条：最新已获得数据对应日期（3月3日）。在移出率（ $\gamma$ ）为0.1的条件下，日本的现存病例数已于3月3日达到峰值，预计将于4月27日至7月3日之间清零，累计感染人数预计将为307至755之间。