



2020年3月3日 21时

### 3月3日国际疫情分析

我们基于截止到3月2日的疫情数据，使用我们研发的动态流行病模型，给出世界范围内出现疫情且较为严重的国家地区的传染再生系数  $R$ 。这些国家包括伊朗、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。我们结合  $R$  以及过去 7 天的新增病例统计，给出对于各国疫情风险评估并对日韩疫情结束时间出预测。详见表 1 及图 1-3。

我们的一个结论是：日本疫情将在六月底前结束，东京奥运会将不受影响。

#### 主要结果

1. 基于 14 天传染期计算，意大利、伊朗的  $R$  均显著大于 1，疫情仍处于指数快速增长阶段。伊朗疫情尤为严重，14 天期  $R$  高达 7.38，现存确诊 1,260 例，疫情风险评级最高为 F；意大利 14 天期  $R$  高达 4.2，现存确诊 1,835 例，评级为 E。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，处于指数爆发阶段。
2. 韩国的传染再生系数目前是 2.71，现存确诊多达 4,753 例，评级为 E。韩国 14 天  $R$  自 2 月 21 号 14 天突破 9 之后回落并持平在 3.5 左右，今日下降至 2.71。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”（含死亡）率为 0.1 的条件下，预计韩国的现存病例数将于 3 月 10 日至 3 月 20 日之间达到峰值，并于 7 月 4 日至 9 月 2 日之间清零，预计累计感染人数将为 17,657 至 55,106 人（如图 3-1 所示）。
3. 西班牙、法国、德国再生传染系数均显著大于 1，处于指数增长阶段。西班牙、法国和德国的 14 天期  $R$  分别为 6.07、5.41 和 4.52，各国累计现存确诊分别为 116、116 和 121 例，评级为 D。这些国家主要以意大利输入病例为主，仍具有较强的传染力。
4. 日本（不含钻石公主号）的 14 天期  $R$  为 0.93 但在统计 5% 的水平上并不显著。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，现存病例数已于 3 月 2 日达到峰值，疫情走势与上海 2 月初期相近，风险相对较低。在移出率为 0.1 的条

件下，预计日本现存病例将于4月28日至6月30日之间清零，累计感染人数预计将为313至810之间（如图3-2所示）。所以奥运会将不受影响。

5. 马来西亚14天期R为2.64，疫情出现反复。2月15日至26日未出现新增病例，从2月27日起至今新增确诊7例，现存确诊共11例，整体疫情较轻，评级为C，但疫情走势仍待进一步观察；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32例，整体疫情较轻，评级为C。
6. 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2日下船，现存病例数为700。越南已经连续4天现存病例清0，评级为A。
7. 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3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

**表 1: 各国截止于 3 月 2 日的传染再生系数 R 及过去 7 天病例变化统计。** 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。( ) 中为截止至昨天的病例数据。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 2 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	5.54++	7.38++	1260(749)	1440(935)	1211(714)	F
2	西班牙	4.55++	6.07++	121(82)	120(82)	120(82)	D
3	法国	4.05++	5.41++	116(116)	118(118)	109(109)	D
4	德国	3.39++	4.52++	116(116)	114(114)	114(114)	D
5	意大利	3.15++	4.2++	1835(1577)	1807(1570)	1614(1456)	E
6	韩国	2.03++	2.71++	4753(4160)	3919(3449)	3886(3422)	E
7	马来西亚	1.98++	2.64++	11(11)	7(7)	7(4)	C
8	新加坡	0.9	1.2	32(30)	16(13)	-5(-8)	C
9	日本	0.7--[1]	0.93	227(211)	115(110)	91(87)	D
10	泰国	0.45--[2]	0.6--[2]	11(13)	8(7)	-3(-1)	B
11	钻石公主 号	0--[10]	0--[10]	700(699)	11(10)	8(7)	B
12	越南	End	End	0(0)	0(0)	-2(-2)	A

**注:** 传染再生系数 R 代表疫情传播的再生力, 即每个患者在传染期内平均传染他人的数量。R 表现为疫情的指数增长率, 对疫情变化更加敏感, 是疫情发展的一个超前指标。只有 R 小于 1 时疫情才会出现下降, 并逐步走向终结。

**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 (可以用 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。我们的具体研究方法见 medRxiv 论文。

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.17.20024257v1>

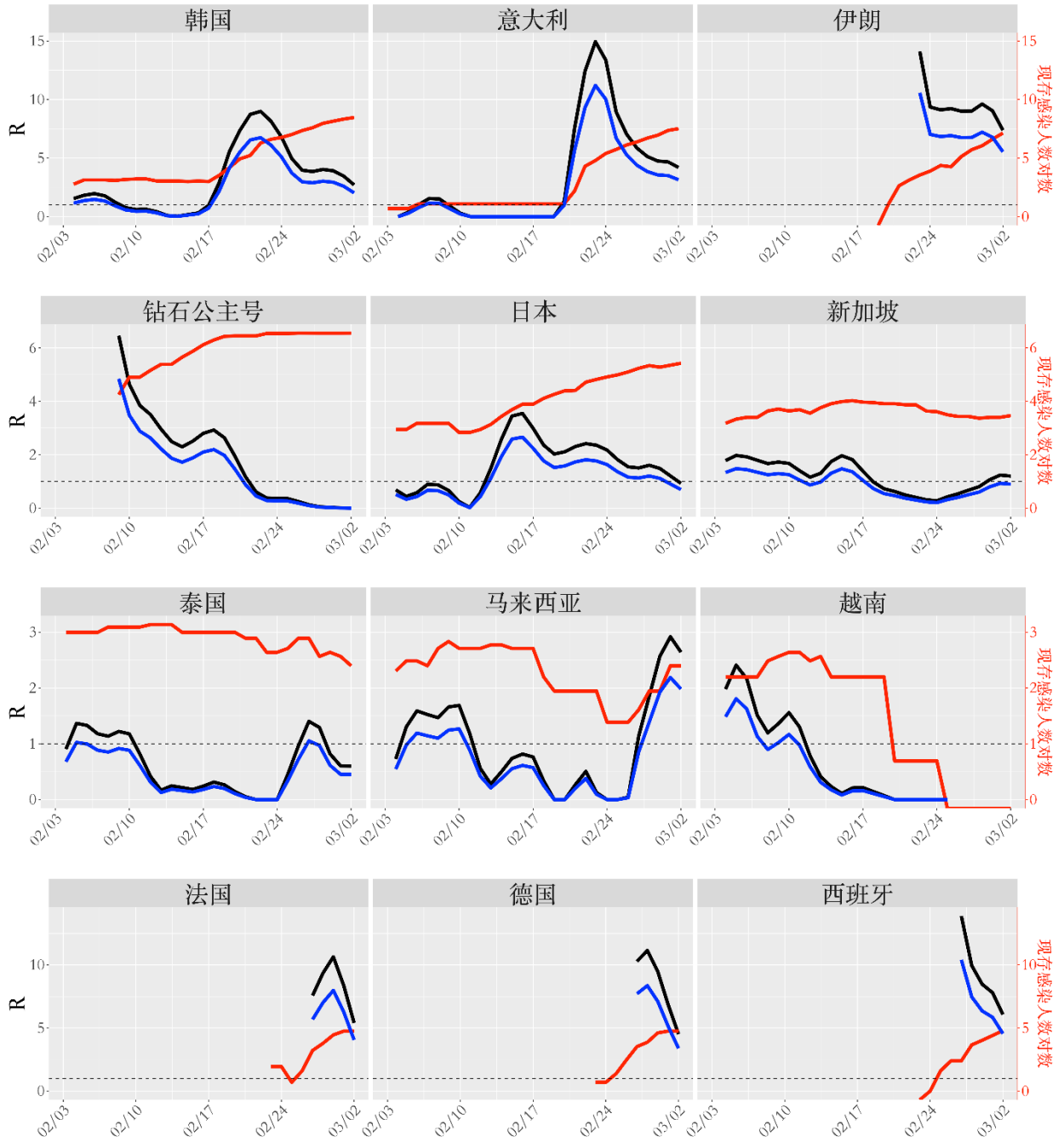


图 1: 各国截止于 3 月 2 日的现存病例数与 R 变化曲线。蓝线: 10.5 天期 R; 黑线: 14 天期 R; 红线: 现存感染人数的对数值; 水平虚线为临界阈值 R=1。

伊朗、意大利、韩国、日本与中国部分省市R变化趋势对比

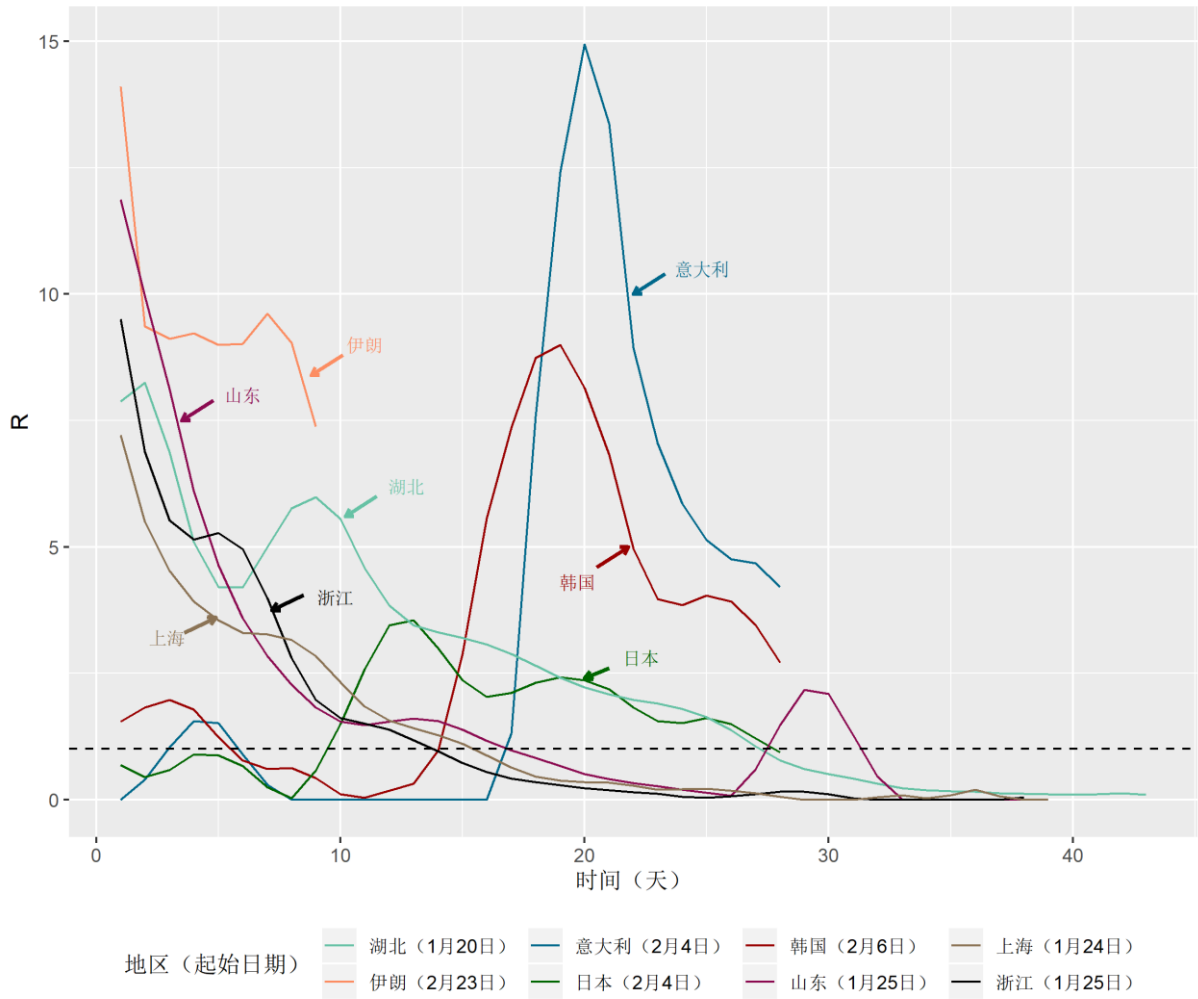
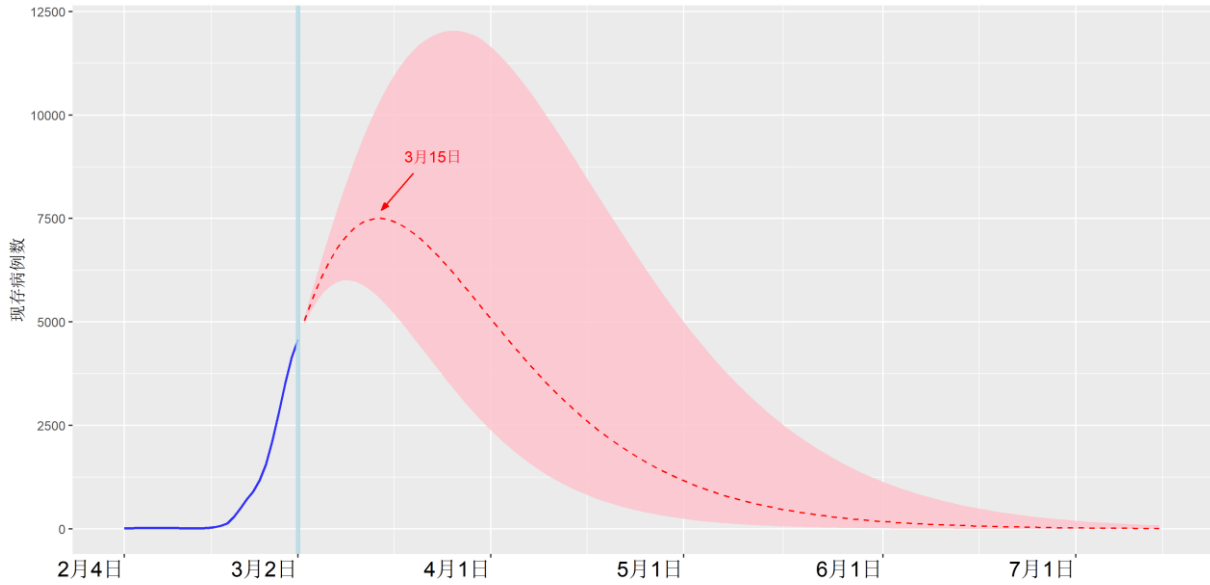
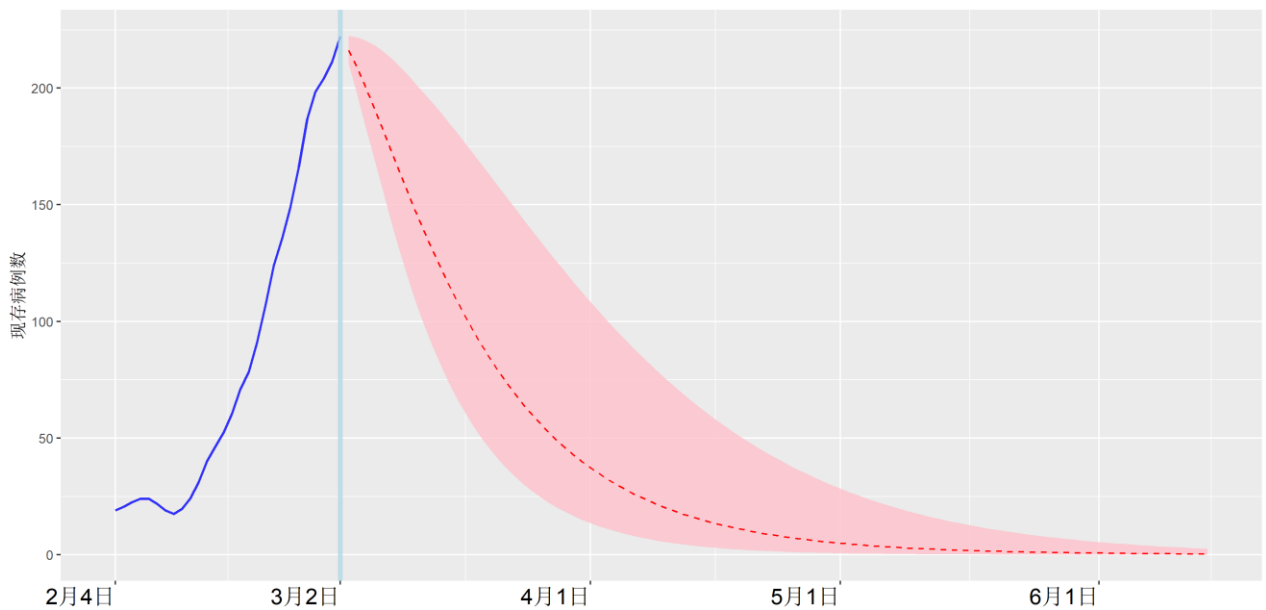


图 2: 伊朗、意大利、韩国、日本、和中国部分省市截止于 3 月 2 日基于 14 天传染期计算的传染再生系数  $R$  变化趋势对比。第 0 天为疫情在该地区开始的第 5 天; 水平虚线为临界阈值  $R=1$ 。注: 只有  $R$  小于 1 时疫情才会出现下降, 并逐步走向终结。 $R$  描述疫情的指数增长率, 对疫情变化更加敏感, 是疫情发展的一个超前指标。



**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；垂直蓝线条：最新已获得数据对应日期（3月2日）。在移出率为0.1的条件下，韩国的现存病例数预计将于3月10日至3月20日之间达到峰值，并于7月4日至9月2日之间清零，累计感染人数将为17,657至55,106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2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2日达到峰值，预计将于4月28日至6月30日之间清零，累计感染人数预计将为313至810之间。