

オリンピック開催に伴う人流増加が もたらす感染拡大効果

東京財団政策研究所
千葉 安佐子

オリンピック開催の直接的効果の分析

- 数理的モデル
 - 現実を単純化して、全体の状態の推移を直接モデル化
 - Multi-SIR model (仲田・藤井)
- ボトム・アップ・モデル
 - 現実の複雑さを維持したままミクロの現象をモデル化し、その結果として全体の状態を描写
 - Agent-based model . . . 本分析

オリンピック開催で感染は広がるのか？

- オリンピック開催シナリオにおける想定
 - オリンピック開催で動員される人口の一部が飲食店に立ち寄ることにより、ハイリスクな接触の機会が増える（動員数は、チケット販売数等から推計）。
 - 競技場内では感染対策を十分行うため、伝染しない。
 - 単純化のため東京都のみを対象とし、都道府県間の人の往来は無視。
- 得られた結果
 - オリンピック閉会時点での1日の新規陽性者数は、開催しない場合に比べて10%程度多い。

エージェント・ベース・モデル

- 東京都民の日常的な接触とオリンピックでの接触を再現
- 人と人との接触する場面
- 個人の属性（年齢・性別・産業・職業・外食頻度）
- 年齢に応じた感染確率と重症化率
- 現状取られている各種対策の考慮
(ワクチン、テレワーク、コロナ禍での外出減少 等)

参考 Kerr et al. (2020)

- 接触すると確率的に感染が広がる
- 感染した人は確率的に症状が進行または回復する

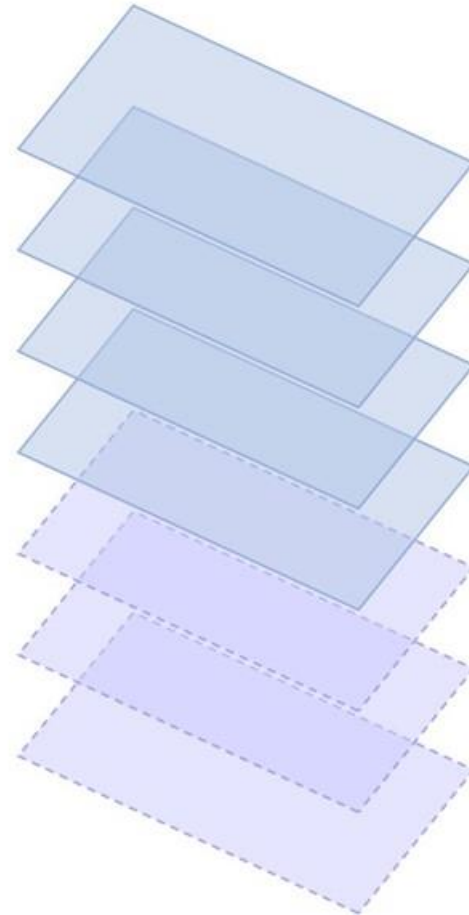
国勢調査から生成する東京都の人口

- 仮想的な都民の人口データの概要
 - 地域：全国
 - 規模：72,771人
 - 属性：年齢、性別、職業、従事する産業、職場の規模、外食頻度
 - 国勢調査の匿名データ（約125万人）から、東京都民2.5万人を無作為に抽出し、世帯に関する回答から一人ひとりに対して家族を生成する。
 - 上記の操作によって若年層の複数人世帯が増えるため、年齢間の人口比率を元データと近づけるため、60歳以上の単身世帯を倍にする。
 - 各人に、実際の分布に従って、年齢・性別以外の属性を与える
- 以上の操作から、東京都の人口を模した仮想的な人口データを得る。

個人の属性と接触

属性

- ・年齢
- ・性別
- ・仕事
- ・外食頻度
- ・感染状態
- ・感染した日
- ・感受性
- ・感染力
- ・病状進行確率



相手が変わらない接触 (日常的接触)

- ①家庭
- ②職場
- ③学校
- ④高齢者施設

相手が日々変わる接触 (流動的接触)

- ⑤対策済み飲食店
- ⑥対策なし飲食店
- ⑦その他 (イベント等)

日常的な接触（家庭、学校、職場、施設）

- 接触する相手は期中を通して変化しない

場の名称	接触グループの生成
家庭	国勢調査の世帯に関する回答から生成
職場	居住する県・産業・職場規模が共通の個人を、職場規模のサイズでグループ化する
学校	居住する県が共通の就学者を最大25人規模でグループ化し、各グループに最大2人の教員を追加する
高齢者施設	居住する県が共通で65歳以上の施設に居住する者を最大20人規模でグループ化し、各グループに最大6人の介護者を追加する

飲食店（対策済み／対策なし）での接触

- 外食頻度

- 週に3回程度外食する人 25%
- 月に2回程度外食する人 44%
- まったく外食しない人 31%

(株式会社野村総合研究所, 新型コロナウイルスが外食・娯楽・旅行関連消費に与えた影響と回復策)

- 飲食店の対策の程度

- 対策済み飲食店 90%
- 対策なし飲食店 10%

(Foodist, 飲食店の95%がコロナ対策のガイドラインを実施)

接触を介した感染の拡大

- 伝染は、未感染者が感染者と接触を持つと確率的に発生する
- 感染者Aが未感染者Bにウイルスを移す確率の決定要因
 1. 二人が接触を持つ場における感染確率
 2. Aの感染力（移しやすさ）
 3. Bの感受性（移されやすさ）
- 感染確率の高い場所で、たくさんの人と接触すると感染リスクが高まる

病状の定義

状態名	定義	PCR検査が 検出可能	感染力を持つ	「感染者」に 含まれる	「有症者」に 含まれる
未感染	感染していない	—	—	—	—
感染直後	感染しているが感染力なし	×	×	○	×
無症状	感染力があるが症状なし	○	○	○	×
軽症	症状があるが入院が必要でない	○	○	○	○
中等症	入院治療等を要する	○	○	○	○
重症	集中治療等を要する	○	○	○	○

- 感染直後の状態から確実に無症状となる
- 無症状以降の各段階では回復する可能性がある

状態遷移に要する日数と遷移確率

	所要日数	遷移確率								
		~10代	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代	80代~
(症状の進行)										
感染直後→無症状	~LN(4.6, 4.8)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
無症状→軽症	~LN(1.0, .9)	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	0.850	0.900
軽症→中等症	~LN(6.6, 4.9)	0.000	0.000	0.000	0.155	0.151	0.198	0.365	0.360	0.408
中等症→重症	~LN(3.0, 7.4)	0.000	0.000	0.000	0.029	0.029	0.147	0.368	0.491	0.490
重症→死亡	~LN(6.2, 1.7)	0.000	0.000	0.000	0.146	0.182	0.218	0.255	0.291	0.327
(回復)										
無症状→回復	~LN(8.0, 2.0)	0.500	0.450	0.400	0.350	0.300	0.250	0.200	0.150	0.100
軽症→回復	~LN(8.0, 2.0)	1.000	1.000	1.000	0.845	0.849	0.802	0.635	0.640	0.592
中等症→回復	~LN(14.0, 2.4)	1.000	1.000	1.000	0.971	0.971	0.853	0.632	0.509	0.510
重症→回復	~LN(14.0, 2.4)	1.000	1.000	1.000	0.854	0.818	0.782	0.745	0.709	0.673

LN(a,b)は期待値a、標準偏差bのログノーマル分布

シミュレーションの概要

- 期間：7/23（オリンピック開催初日）以降の1か月間の感染動向を計算
- 比較シナリオ：
 - ① オリンピック開催無し
 - ② オリンピック開催（直帰率が予想の2倍）
 - ③ オリンピック開催（予想動員数、予想直帰率）
 - ④ オリンピック開催（動員数が予想の2倍）
- 7/23時点の想定（各シナリオに共通）
 - 都内新規感染者数 400人／日
 - 都内回復者数 200,000人／日
 - 高齢者の50%と医療従事者に2度のワクチン接種が完了
- ②～④の対象期間は、21日間の実施とその後10日間の計1か月間
- 各シナリオの結果は、それぞれ1500回の試行の平均値

シナリオ① オリンピック開催無し

- テレワークの実施
テレワーク可能な職種の50%は出勤しない
- 学校は夏季休暇
学校での接触はゼロに
- コロナ禍下での外出自粛・制限
ビフォー・コロナに比べ、飲食やイベント等の外出は50%に
- 検査
毎日、有症者の30%に検査を実施
翌日結果が出て、陽性者は隔離

シナリオ②、③、④ オリンピック開催

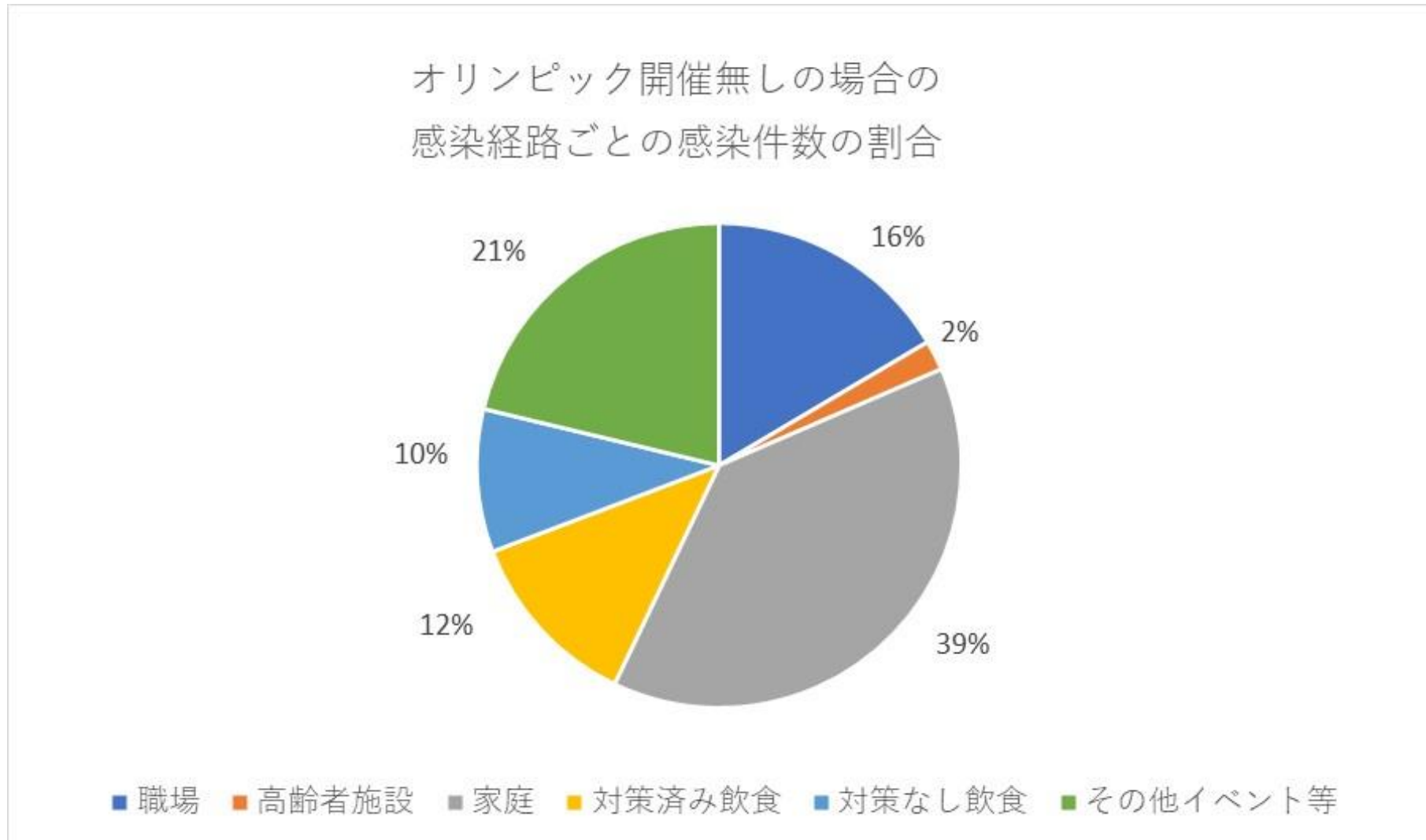
シナリオ①に加え、オリンピック開催に伴い人出が増加

- 都内動員 243,000人／日 (④では2倍)
 - 観客 (競技場) 150,000人／日 ※1
 - 観客 (パブリック・ビューイング) 67,000人／日
 - ボランティア 26,000人／日 ※2
- 動員の一部分が飲食店に立ち寄る
 - 対策なし飲食店への立ち寄り ②7%、③20%、④20%
 - 対策済み飲食店への立ち寄り ②13%、③40%、④40%
 - 直帰 (立ち寄りせず) ②80%、③40%、④40%

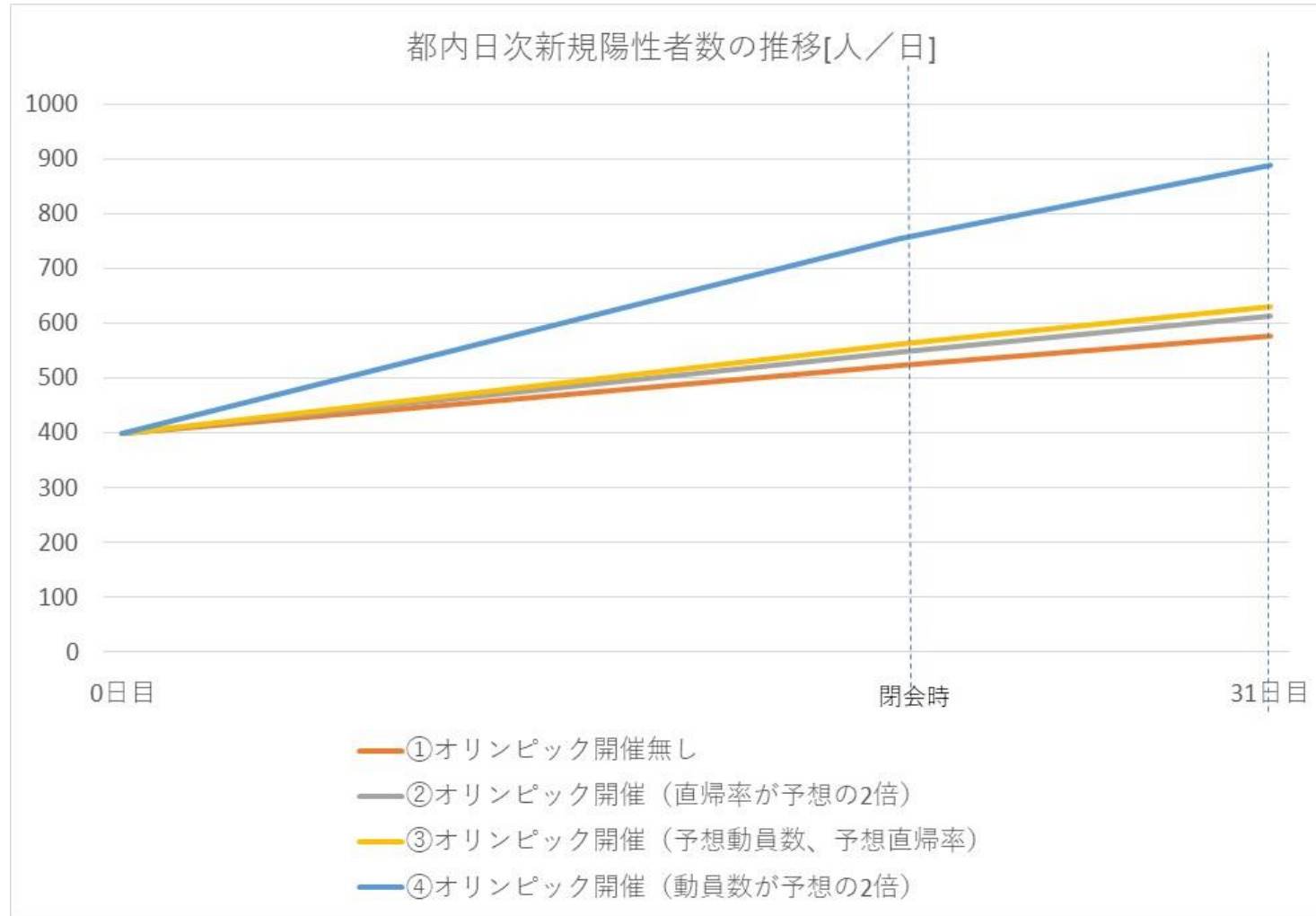
※1 全競技会場の収容数、チケット販売数より推計

※2 辞退者を考慮

感染経路ごとの感染件数の割合



オリンピック開催が感染者数に及ぼす影響



	閉会時点	(対①)	開会式1か月後	(対①)
①オリンピック開催無し	523	-	577	-
②オリンピック開催 (直帰率2倍)	549	+26	613	+36
③オリンピック開催 (動員数2倍)	564	+41	631	+54
④オリンピック開催 (動員数2倍)	755	+232	890	+313

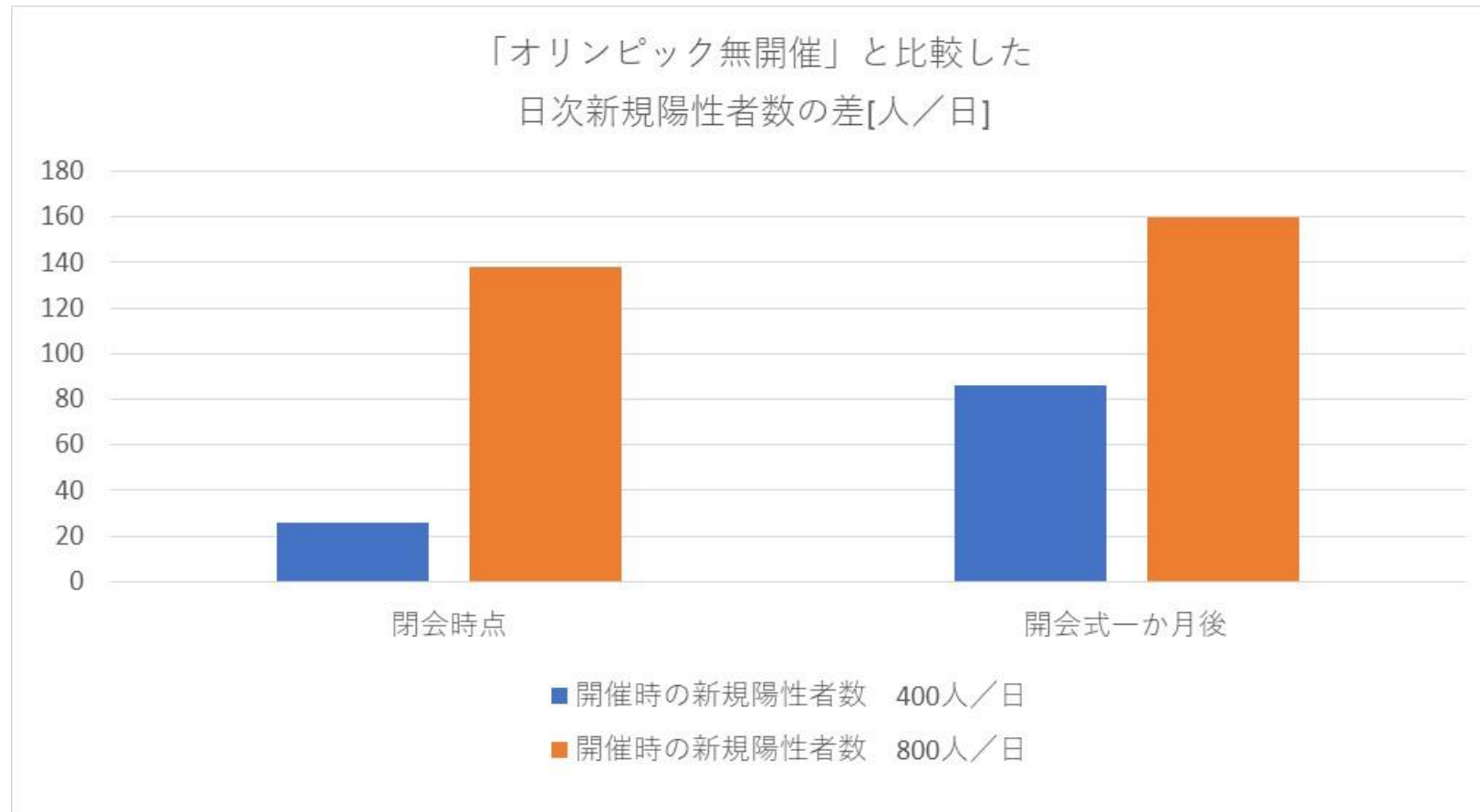
オリンピックで「対策なし飲食」をする個人の感染リスクは、しない人の約27倍

- リスク量の概算

(単純化のため高齢者施設のリスクは無視)

	家庭	職場	学校	対策なし 飲食	対策済み 飲食	その他 イベント等	リスク量
(a) 相対感染率	0.8	0.04	0.075	25	2	0.3	
(コロナ禍平時における平均的個人)							
(b1) 期待接触人数	2.25	10	0	0.026	0.234	4.5	
相対的リスク量(a)×(b1)	1.8	0.4	0	0.65	0.468	1.35	4.7
(オリンピック開催時に対策なし飲食する個人)							
(b2) 期待接触人数	2.25	10	0	5	0.234	4.5	
相対的リスク量(a)×(b2)	1.8	0.4	0	125	0.468	1.35	129.0

開会時点での感染状況が悪ければ、 感染拡大効果は増加



結果まとめ

- オリンピック開催で、対策なし飲食をする動員（観客とボランティア）の感染リスクは大幅に増加する。
- ただし動員の飲食は、感染状況の大幅な悪化をもたらすわけではない。
- これは、飲食する動員の数が都民数のごく一部であるため。
- 動員の直帰率を高めれば、感染拡大効果はさらに小さくなる。
- 開催時点での感染状況が悪ければ、感染拡大効果は大きくなる。