

ジャパン・スポットライト2020年11/12月号掲載（2020年11月10日発行）（通巻234号）  
英文掲載号<https://www.jef.or.jp/jspotlight/backnumber/detail/234/>

小黒一正氏（法政大学 教授）

コラム名：Cover Story 4

（日本語版）

## 「PCR 検査体制の拡充」こそが出口戦略の鍵 — 検査の感度と頻度のどちらが重要か —

### 1. 問題意識

新型コロナウイルス（COVID-19）の感染拡大は、我々の社会に深刻な影響を及ぼしている。例えば、内閣府の「2020年1-3月期・四半期別GDP速報（2次速報値）」では、2020年1-3月期の実質GDP成長率は年率マイナス2.2%（前期比）であったが、民間シンクタンク12社の予測の平均では4-6月期の成長率は年率マイナス27%（前期比）であり、戦後最悪の落ち込みが確実視されている。

政府は2020年5月25日に新型コロナウイルス感染拡大に関する緊急事態宣言を全国で解除したが、社会活動・経済活動の再開に伴い、東京都を中心に再び感染が拡大しつつある。

感染状況によっては外出制限や営業の自粛要請を再び出すことも考えられるが、その場合の経済的損失は計り知れず、倒産する中小企業も急増する可能性がある。実際、2020年版の中小企業白書（2020年4月20日閣議決定）では、「宿泊業・飲食サービス業では、今後半年間で資金繰り難が深刻化する可能性」を指摘している。また、2018年度の法人企業統計調査（財務省）によると、資本金1000万円～5000万円の中小企業が保有する現預金は運営コストの約3か月分しかない。

経済学の知見を活用しながら、通常为社会活動・経済活動に近い状況を継続することはできないだろうか。この問題の対応には様々な叢智を結集する必要があるが、「情報の非対称性」の解消が最も重要になると考えている。

現在のところ、日本の確認感染者数は42,098人（2020年8月5日午後10時現在）であり、そもそも、感染していない人々の方が多はずだ。にもかかわらず、多くの人々に外出制限や自粛が要請される理由は何か。それは、感染の有無に関する「情報の非対称性」が存在するからである。また、我々も自分自身の感染の有無を判断できないケースも多い。だから、外出制限や自粛により、他人との接触を減少させようとする。わが国では、いわゆるクラスター対策を主な戦略としてこれまで多くの成果を上げてきたが、検査対象を絞りその接触者を追跡することに主眼が置かれたために、検査数は諸外国に比べて極めて低いものとなっている。しかし、通常の経済活動を再開するとき、テクノロジーの活用により、我々がお互いに感染の有無について判別が果たしたら、状況は劇的に変わってくる。

このため、アメリカ経済学会で重鎮のニューヨーク大学のポール・ローマー教授（ノーベ

ル経済学賞)は1日2000万件の検査を提言している (Romer, 2020)。また、イギリスの感染症学者チーム (Peto, et al. 2020)は1日1000万件、ロックフェラー財団 (Allen, et al. 2020a)は3000万件/週、ハーバード大学の倫理センター (Allen, et al. 2020b)は1日500万件以上の検査を提言している。また偶然だが、かなり早い時期 (2020年5月9日)に、筆者らも「緊急提言 新型コロナ・V字回復プロジェクト」のウェブ提言を構築し、新型コロナウイルス感染拡大の「出口戦略」で、1日1000万件の検査の緊急提言を発表している。

緊急提言の主なメッセージは、「感染拡大の抑制と社会活動・経済活動の両立を図るためにもっとも重要なのは、全国民が希望すれば新型コロナウイルスの感染の状況を定期的 (二週間に一回程度) に知ることができ、継続的に陰性の人びとは安心して外出や仕事を再開できるような体制を遅くとも半年以内につくることが、次のステップに進むために最も重要である」というものだ。その後、キャノングローバル戦略研究所などでも検査体制の拡充に関する似た提言が出ている。

## 2. 偽陽性は本当に問題なのか

しかしながら、日本においてPCR検査体制の拡充はなかなか進まない。この障害の一つとなっているのが、「偽陽性の問題」に関する国内での論争だ。偽陽性とは「本当は新型コロナウイルスに感染していないのに、検査で陽性と出てしまうこと」をいい、この精度を表す概念として「特異度」という指標が存在する。

	感染者 (A+B)	非感染者 (C+D)
陽性	A	C 偽陽性
陰性	B 偽陰性	D
	感度 = $A / (A+B)$	特異度 = $D / (C+D)$

特異度とは「新型コロナウイルスに感染していないとき、検査で正しく陰性と出す割合」をいい、一般的に「特異度 = 1 - 偽陽性の割合」という関係が成立する。特異度が概ね100%であれば偽陽性は概ねゼロとなる。特異度が99.99%であれば偽陽性はわずか0.01%である。しかしながら、特異度が99%の場合は大きな問題が発生する。

例えば、PCR検査の特異度が99%のとき、偽陽性が1%も存在するため、1400万人 (東京都の人口規模に相当) が検査を受けると、感染者が実際はゼロであっても、14万人 (=1400万人 × 1%) が偽陽性という形で陽性反応を示してしまう。確かに偽陽性とはいえ陽性者が14万人も発生すると、医療機関の病床や対応可能な医師などのキャパシティーを超過してしまい、必要な患者に医療が提供できず、医療崩壊を起こす可能性が高い。

このため、日本では「偽陽性の問題」を理由の一つとしてPCR検査の拡充を反対する声も依然として存在するが、検体汚染などのヒューマン・エラー等がない限り、PCR検査の特異度は、99% (偽陽性は1%) になることはなく、概ね100% (偽陽性は概ねゼロ) である。PCR検査は筆者の専門外だが、専門家との研究会を重ねて分かった事実である。

この根拠となる、いくつかの事例を簡単に紹介することにしよう。まずは、中国の武漢市の事例である。武漢市の感染は一時的に収束していたものの、2020年5月9日—10日で約5週間ぶりに新たな感染者が見つかったことから、市内の各地区に対して10日間で全市民の検査を実施している。約990万人のうち症状のある感染者はゼロ、無症状感染者が300人であった。「特異度 = 1 - 偽陽性の割合」であり、無症状感染者全員が偽陽性としても、偽陽性の割合は0.0031%以下であるから、PCR検査の特異度は99.9969%以上という結果であった。

また、図表1は累積死者数が少ない地域の陽性率（2020年7月1日時点）を一覧にしたものだが、偽陽性は感染者数の一部なので、「偽陽性の割合 ≤ 陽性率」（※1）という関係が成立する。既述のとおり、「特異度 = 1 - 偽陽性の割合」（※2）であり、例えばオーストラリアの陽性率は0.3%であるから、※1と※2より、PCR検査の特異度は99.7%以上であることが分かる。ただ、0.3%の陽性率の中には真の陽性者がカウントされているはずで、PCR検査の特異度はもっと高い可能性がある。

例えば、1日2万件の検査を2回行い、感染拡大中の1回目の感染者数が116人、感染が収束中の2日目の感染者数が4人のケースを考えてみよう。このとき、平均の陽性率は0.3%（ $=120 \div 40000$ ）だが、1回目の陽性率は0.58%（ $=116 \div 20000$ ）、2回目の陽性率は0.02%（ $=4 \div 20000$ ）であり、感染拡大中の検査も含めて特異度を試算すると、真の陽性者もカウントしてしまい、特異度や偽陽性に関する判断を間違える可能性もある。むしろ、感染が収束中のデータから、特異度を試算することが望ましく、それは図表2のデータからも読み取れる。

図表2は、一定期間（5月23日—6月18日）でのオーストラリアにおけるPCR検査の陽性率の推移だが、1日2万件前後の検査を実施していても、感染者数が一桁の日も多い。偽陽性が1%も存在すれば、日々、偽陽性のみで200人程度の感染者が出てきてもおかしくないが、そうっていない。むしろ、図表2のデータから陽性率を計算すると、0.03%前後であり、※1と※2より、PCR検査の特異度は概ね99.97%以上であることが分かる。

以上から、「検体汚染などのヒューマン・エラーがない限り、PCR検査の特異度は概ね100%（偽陽性は概ねゼロ）である」というのが本当の真実であり、「偽陽性の問題」を根拠にしなが、検査体制の拡充に対し、政治的に反対する理由は基本的に成立しないことになる。

### **3. 検査の感度と頻度のどちらが重要か**

偽陽性が大きな問題でないならば、次に問題となるのは「偽陰性」となる。偽陰性とは「本当は新型コロナウイルスに感染しているにもかかわらず、検査で陰性として出てしまうこと」をいい、この精度を表す概念として「感度」という指標が存在する。

感度とは「新型コロナウイルスに感染しているとき、検査で正しく陽性として出ず割合」をいい、一般的に「感度 = 1 - 偽陰性の割合」という関係が成立する。感度が概ね70%であれば偽陰性は概ね3割となるが、感度が40%であれば偽陰性は6割となる。

では、人口1000万人かつ初期感染率が0.1%の地域で、PCR検査の感度が70%で検査拡充を行うケースと、感度が40%で検査拡充を行うケース等で感染者数の推移はどう異なる

のか。基本再生産数  $R_0$  が 2.5、感染力期間が 14 日、特異度 100%と仮定しながら、SIR モデルによる簡易シミュレーション分析を行ったものが図表 3 である。図表の横軸は「初期状態からの経過日数」、縦軸は「累積の市中感染者数」を表す。

また、図表では、「基本シナリオ」「検査拡充 1」「検査拡充 2」「検査拡充 3」という 4 つのケースを比較している。「基本ケース」は何も検査を行わずに感染が拡大していくケースであり、「検査拡充 1」は人口 1000 万人の住民に対し 10 日間隔で感度 70%の PCR 検査を行うケースを表す。人口 1000 万人の住民に対し 10 日間隔で検査を行うということは、1 日 100 万件の検査体制を構築することを意味する。

「検査拡充 2」は人口 1000 万人の住民に対し 5 日間隔で感度 70%の PCR 検査を行うケース、「検査拡充 3」は 5 日間隔で感度 40%の PCR 検査を行うケースを表す。人口 1000 万人の住民に対し 5 日間隔で検査を行うということは、1 日 200 万件の検査体制を構築することを意味する。

このシナリオに基づき、シミュレーション分析を行っているが、その概要は次のとおりである。まず、初期感染率は 0.1%かつ人口 1000 万人のため、初期状態の感染者数は 1 万人 (=1000 万人×0.1%)、非感染者数は 999 万人 (=1000 万人－1 万人) である。また、初期状態から 1 日目では、初期状態の感染者がそれ以外の非感染者に対し、一定の集団免疫の機能を前提にしながら、基本再生産数  $R_0=2.5$  でランダムに感染させる。その際、検査拡充により、地域住民に対する定期的な PCR 検査 (感度=70%か 40%、特異度=100%) で感染者を見つけ出した場合、速やかに隔離するものとする。同様に、1 日目の感染者数などを前提に、2 日目以降の感染者数などを試算している。

以上のシミュレーション分析の結果が図表 3 である。まずこの結果から分かることは、図表の「検査拡充 1」「検査拡充 2」「検査拡充 3」の感染者数の推移が示すとおり、検査の「感度」や「頻度」を高めるほど、長期的な累積の感染者数を減少させるということである。他方、何も検査を行わない「基本シナリオ」の累積の感染者数は累増している。これは、検査の「感度」や「頻度」の重要性を意味する。

では、検査の「感度」(70%または 40%)と「頻度」(10 日間隔または 5 日間隔)のどちらが重要なのか。これも図表 3 から読み取れる。図表では、ピーク時の感染者数が「基本シナリオ>検査拡充 1>検査拡充 3>検査拡充 2」となっているが、このうち特に重要なのは「検査拡充 1>検査拡充 3」という大小関係である。「検査拡充 1」の「感度」は 70%、「検査拡充 3」の「感度」は 40%であり、「検査拡充 3」の PCR 検査の感度は「検査拡充 1」よりも劣るが、検査の「頻度」を 10 日間隔から 5 日間隔に高めることで、「検査拡充 3」の 50 日目の感染者数は「検査拡充 1」よりも低い水準になっている。これは、PCR 検査の「感度」よりも「頻度」の方が重要である可能性を示唆する。

なお、大規模な PCR 検査の実施体制を整備するにあたっては、韓国のドライブスルー方式や東京都医師会の「地域 PCR センター」、歯科医師や医学部等の研究室・アメリカ NY 方式の薬局の活用もあるが、衆議院議員総選挙も参考になるであろう。また、大規模な検査を行うには、当然ながら相当数の人員と資材を確保しなくてはならない。

人員については、医師、看護師等の医療専門家だけでは検査要員が圧倒的に不足するため、時限的な特別措置として、一定の研修を受けた医療無資格者も医師等の監督の下で検査を行うことを認める必要があるだろう。その際、検査拡大を公共事業の一種に位置付け、今回のコロナ危機で職や収入を失った方々を優先的に雇用して、検査拡充に必要な人員を確保していくことを提案する。さらに、資材の確保を妨げるボトルネックの解消をできるだけスムーズに行えるよう、官邸を中心に関係省庁、都道府県および協力団体などで「新型コロナウイルス検査緊急対策ネットワーク」を構築し、一体となって資材調達、実施、検査結果の集約・分析などを行うことも検討に値するはずだ。

なお現在、多くの研究機関や製薬企業がワクチン開発を行っているが、巨額の資金を投じて、10年後にワクチン開発が成功するとは限らない。当然、世界が協力してワクチン開発にこれまで以上に資金を投じ、早急かつ迅速なワクチン開発を行うのは重要でその努力は継続するべきだが、その成功にのみ期待して「出口戦略」を考えるのは大きなリスクが伴う。このため、新たなワクチン開発のみでなく、「治療法」の開発も重要である。すなわち、新型コロナウイルスに感染後、症状の発展段階において、既存の医薬品のうち効果的なもの、その組合せや処方量・頻度などで適切な治療を開発し、致死率を通常のインフルエンザの水準以下に引き下げることができれば、命と経済のトレードオフは解消でき、通常の経済活動を取り戻すことができよう。

いずれにせよ、新型コロナウイルス感染拡大の問題で重要なのは最終的な目標と柔軟な戦略だ。そもそも、短期間にウイルスの100%封じ込めを目指すのは適切ではなく、不可能である。民主主義の仕組みや自由・基本的人権といった普遍的価値を堅持し、徐々に経済活動を取り戻すため、政府や民間の叡智を結集し、サイエンスや民間主導の最新のテクノロジーを活用しながら、中期的に新型コロナウイルスの90%から95%の封じ込めを目指すのが適切であろう。図表3が示すとおり、「PCR検査体制の拡充」こそが出口戦略の鍵を握る。むしろ、中途半端な戦略こそが最悪であり、そのような戦略で両立を目指す、最終的にどちらも大きな痛手を被る可能性が高いことも強く意識することが重要である。

図表1：累積死者数が少ない地域の陽性率（2020年7月1日時点）

地域	累積感染者数 (①)	累積死者数 (②)	累積PCR検査数 (③)	陽性率 (=①÷③)
Uganda	889	0	170412	0.5%
Fiji	18	0	5105	0.4%
Rwanda	1025	2	147904	0.7%
Myanmar	299	6	79072	0.4%
Taiwan	447	7	77025	0.6%
Malta	670	9	99198	0.7%
New Zealand	1178	22	405329	0.3%
Slovakia	1667	28	211813	0.8%
Latvia	1118	30	152778	0.7%
Lithuania	1817	78	428238	0.4%
Australia	7834	104	2505923	0.3%
South Korea	12850	282	1264422	1.0%
Japan	18723	974	467444	4.0%

(出所) Our World in Data の「Coronavirus Pandemic (COVID-19) - the data」から作成

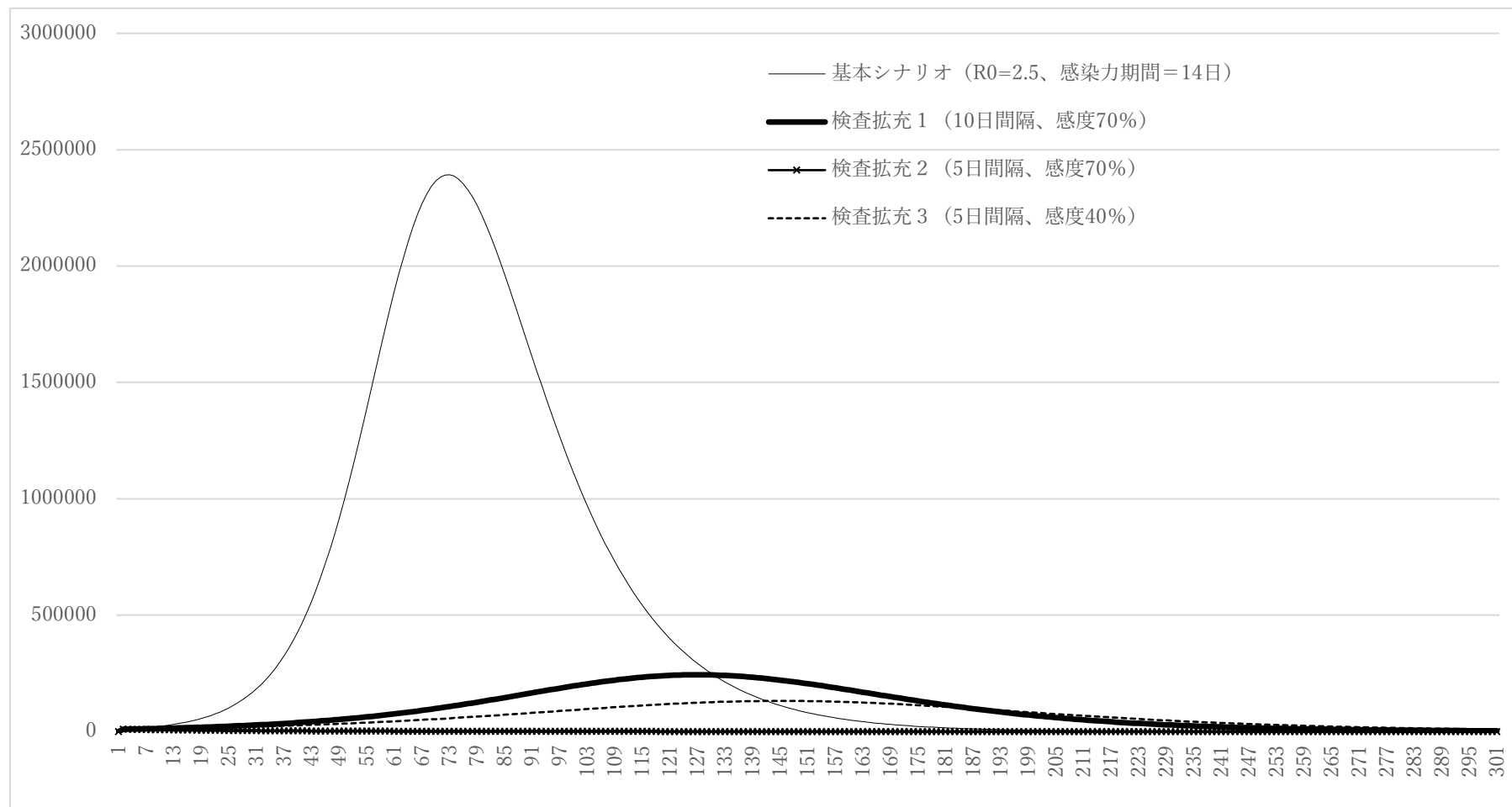
図表 2 : オーストラリアにおける PCR 検査の陽性率

日付	感染者数 (①)	検査数 (②)	陽性率 (=①÷②)	感染者数 (7日移動間平均、 ③)	検査数 (7日間移動平均、 ④)	陽性率 (=③÷④)
2020-05-23	14	21580	0.06%	11	25230	0.04%
2020-05-24	11	32533	0.03%	10	26096	0.04%
2020-05-25	3	19405	0.02%	9	26024	0.04%
2020-05-26	9	44023	0.02%	8	28908	0.03%
2020-05-27	15	50098	0.03%	9	32393	0.03%
2020-05-28	6	29123	0.02%	9	32823	0.03%
2020-05-29	11	30178	0.04%	10	32420	0.03%
2020-05-30	23	30916	0.07%	11	33754	0.03%
2020-05-31	12	26030	0.05%	11	32825	0.03%
2020-06-01	10	17652	0.06%	12	32574	0.04%
2020-06-02	9	18167	0.05%	12	28881	0.04%
2020-06-03	17	22313	0.08%	13	24911	0.05%
2020-06-04	8	33629	0.02%	13	25555	0.05%
2020-06-05	11	32863	0.03%	13	25939	0.05%
2020-06-06	11	11396	0.10%	11	23150	0.05%
2020-06-07	4	26874	0.01%	10	23271	0.04%
2020-06-08	5	16053	0.03%	9	23042	0.04%
2020-06-09	5	17169	0.03%	9	22900	0.04%
2020-06-10	2	29270	0.01%	7	23893	0.03%
2020-06-11	9	31269	0.03%	7	23556	0.03%
2020-06-12	9	34327	0.03%	6	23765	0.03%
2020-06-13	5	37101	0.01%	6	27438	0.02%
2020-06-14	12	29702	0.04%	7	27842	0.02%
2020-06-15	18	15796	0.11%	9	27805	0.03%
2020-06-16	15	20198	0.07%	10	28238	0.04%
2020-06-17	12	27770	0.04%	11	28023	0.04%
2020-06-18	23	51380	0.04%	13	30896	0.04%

(出所) Our World in Data の「Coronavirus Pandemic (COVID-19) - the data」から作成

図表3：簡易シミュレーション分析（人口10000万人、初期感染率0.1%）

（縦軸単位：人） （横軸単位：日目）



(出所) 筆者作成