

ワクチン 接種の加速

生産と研究費の拡大でワクチン接種が加速する
アーサー・ベーカー、イーシャ・チョウドリー、マイケル・クレーマー

アート: ISTOCK/SORBETTO

新

型コロナウイルスワクチンは、かつてないスピードで開発、生産された。にもかかわらず、複数のワクチンが安全かつ有効であることが確認されてから9か月が経過した後も、ワクチンを接種した人口は世界の半以下にとどまり、アフリカにおいてはわずか8パーセントである。パンデミック中のこうしたワクチン接種の遅れは、あまりにも大きな人的および経済的損失を伴う。2020年から2021年の初頭にかけては、毎月約30万人が新型コロナウイルス感染症で命を落とした。IMFの予測では、世界GDPは2020年と2021年の間に12兆ドル下押しされる見込みである。これは、毎月約5000億ドルの計算となる。健康、教育分野への投資が中断されたことによる損失を含めた、より包括的な損失見込み額はこの何倍にもなる (Cutler and Summers 2020)。

ワクチン接種は、パンデミックによる人命と健康面の打撃だけでなく、経済と社会への悪影響をも抑制する最も効果的な手段と言える。だからこそ、迅速なワクチン接種が非常に重要なのである。将来再びパンデミックが発生した場合に、世界規模でのワクチン接種をより迅速に行うために、そしてより公平で効率的な配分を促進し、輸出禁止や買いだめのインセンティブを減らすために各国政府と国際機関が打てる対策がいくつかある。ワクチン生産能力とサプライチェーンへの投資拡大、そして社会的ニーズが既存の商業的インセンティブを大きく上回る研究分野への資金投入のふたつが特に重要な対策となる。

リスクが大きく時間がかかる

パンデミックの対策方針を理解するうえで特に重要な、ワクチン生産の特徴がふたつある。第一に、ワクチン開発はリスクが大きく時間がかかる。通常、特定のワクチン候補が承認される確率は低い。われわれはパンデミック初期に、過去のデータに基づき、ワクチンがひとつ承認される確率を約80パーセントまで高めるためには、15種から20種の候補が必要になると予測していた。2020年以前は、ワクチンの開発には数年かかり、大量生産が可能となるまでにはさらに時間がかかった。世界的パンデミック中の差し迫った状況にあった2020年10月の時点においても、多くの専門家は最初のワクチンが承認されるのが2021年後半以降になると考えており、同年末までの世界の生産数は1億1500万回分にとどまると予測していた (CGD 2020)。しかし実際には、米国や英国といった国からの例外的な大規模投資により、効果

の高い複数の新型コロナウイルスワクチンが短期間で開発された。マラリアやエイズのような病気のワクチンと比べ、新型コロナウイルスワクチンは比較的容易に開発できたことも幸運だった。しかし、ワクチンの製剤化が予想よりはるかに早く進んだ場合であっても、臨床試験には数か月を要する。第二に、すでに建設済みの製造施設は通常、特定のワクチンの製造に特化しており、施設ごとに規制当局の承認が必要となる。既存の施設を別のワクチンの製造のために作り替えるには、たとえ緊急時であっても時間がかかる (新型コロナウイルス感染症の際は約6か月を要した)。

ワクチン接種は、パンデミックによる人命と健康面の打撃だけでなく、経済と社会への悪影響をも抑制する最も効果的な手段。

新たなパンデミックが発生する前に、大規模なワクチン生産能力を整備しておくべきである。そうすることにより、世界中にワクチンを迅速に供給することができる。臨床試験と並行して生産態勢を整備することにより、ワクチンの承認後すぐに接種を開始できるようになる。また、どのワクチン候補が承認されるかは事前に分からず、施設の作り替えには時間がかかるため、複数のワクチン候補を同時に生産できる態勢を整えておくべきだ。

新型コロナウイルス感染症のパンデミックが発生した際は、多くの企業と政府が既存の施設を作り替えることにより生産能力を拡大しようとした。その方が新しい施設を建設するより早いからだ。しかし、作り替えられる施設のほか、ガラス製薬瓶や脂質粒子、バイオリクターバッグといった一般的な材料が不足していたことにより製造は制約された。結果としてワクチン接種が遅れただけでなく、豊かな国は生産能力を拡大することにより、限られた材料とワクチン製造に使用できる生産能力を独占しているとの懸念が生じた。将来のパンデミックに備えて、事前に予備生産能力を整備し材料を備蓄しておくことで、この問題に対処することができる。

では、どの程度の規模の生産能力が必要となるのか。どのワクチン候補が承認されるかは事前に分からないことから、複数のワクチン候補をそれぞれ世



世界の全人口分製造できる生産能力を整備し、維持すべきであろう。これには何十億ドルもの資金が必要となる(Kazaz, Webster, and Yadav 2021)。しかし、IMFが発表した新型コロナウイルス感染症による経済的損失の予測を考えれば、たとえ将来発生するパンデミックのリスクを中程度と仮定しても期待利益は大きい。

社会的価値対私的価値

しかし、これは民間部門だけではできない。予備能力を整備し、維持する経済的負担は大きい。将来新たなパンデミックが発生した場合、新型コロナウイルス感染症の場合と同様、製造会社は政治的および社会的制約により価格が抑制され、自社の利益が減少すると予測するだろう。このため、追加的能力の社会的価値は企業にとっての私的価値を大きく上回る。われわれは2021年前半時点での既存の新型コロナウイルスワクチン能力の社会的な限界価値が、1接種単位あたり500ドルから1000ドルであったと評価している。これに比べ、現在の契約では1接種単位あたり6ドルから40ドルとなっている(Castillo and others 2021)。

このため、政府は予備能力を整備し材料を備蓄するインセンティブを提供すべきである。例えば、米国のオペレーション・ワーブ・スピードや英国のワクチン・タスクフォースは、新型コロナウイルスワクチンの臨床試験と並行して生産態勢を整えるための資金を企業に提供した。これらのプログラムは、支出額の数倍の成果をもたらした。新型コロナウイルス感染症は2020年から2021年にかけて、米国経済に推定で1日あたり260億ドルの損失をもたらした(Cutler and Summers 2020)。オペレーション・ワーブ・スピードの支出額は2020年12月までに130億ドルだったので、パンデミックの期間を12時間短縮することさえできれば元が取れるということになる。生産能力への早期投資をもっと行っていれば、さらに大きな成果を得られたはずだ(Castillo and others 2021)。各国政府は将来的なパンデミックに備え、こういった対策をはるかに大きな規模で、そしてもっと早い段階で講ずることができる。

将来のパンデミックのための予備能力は現在のニーズにも対応することができる。また、施設を異なるワクチン候補の生産に使用できるように設計することも可能である。適切に策定された予備能力の世界的な調達プロセスの下では、契約の選定基準として費用に加え、使用目的を容易に変更できる等の要素を含むべきだ。しかし、

こういった政策が安くつくとも始めから思い込むと安物買いの銭失いとなる。

「ワクチン・ナショナリズム」

事前に材料を備蓄し生産能力を整備しておくことは、「ワクチン・ナショナリズム」のリスクを低下させるうえでも役立つ。ワクチン・ナショナリズムとは、重要な必需品の輸出禁止や買いだめのことであり、こういった行為は世界中の大半の国が医療技術へのアクセスで頼っている貿易制度を脅かすこととなる。パンデミック中は、価格統制により供給不足が生じる。すると供給不足が原因で、政府にとっては他国にワクチンを供給するよりも、有効なワクチンを国内有権者に供給するインセンティブが強くなる。政府は結局のところ、自国の有権者に対する責任を負っているのである。

これは単なる理論ではない。新型コロナウイルス感染症のパンデミック中は、世界最大のワクチン生産国である米国とインドのいずれもが、2020年から2021年にかけてワクチンまたは材料の輸出を制限した。一部のEU加盟国は医療用マスクの輸出を、他のEU加盟国へさえも制限した。そして米国は、同盟国向けの積荷を押収したとして非難された。世界的なマスク不足が終息した後は、国際的な緊張が速やかに後退した。

道徳的説得だけでワクチン・ナショナリズムを防ぐことは難しい。ゲーム理論の用語で言うならば、パンデミック中の各国政府の行動を変えるには、ワクチン生産能力の世界的備蓄量を変更することにより、ゲームそのものを変える必要がある。世界の全人口に対し数か月以内でワクチンを接種することができれば、政府が買いだめをして輸出を制限するインセンティブは劇的に低下する。各国が自国民のワクチン接種を優先したとしても、他国へのワクチン供給の遅れは大幅に削減できる。

供給不足対策に取り組むことで輸出制限を解消することは、世界規模の効率性と安全保障の点においても有益である。それぞれの地域が異なるワクチン・プラットフォームに特化していることから(そのいずれも失敗する可能性はある)、多様なワクチン・プラットフォームに対応する大規模な生産能力を備えることができる国または地域は限られている。サプライチェーンは世界規模で展開されており、自由な貿易が確保されれば、各国は安心して多様な技術の予備能力に投資することができるようになり、ワクチン候補の世界的ポートフォリオが広がることとなる。

新たなパンデミックが発生した場合に、どの国が最も影響を受けるかは誰にも分からない。だからこそ、最も影響を受けた国と人口への供給を優先することを事前に合意しておくことが理にかなっている。

供給能力

国レベルならびに多国間レベルでのサプライチェーンとワクチン生産能力への投資、そして備蓄を歓迎すべきだ。新型コロナウイルス感染症が発生した際は、一国がワクチン能力拡大に投資することにより、他国にプラス効果を与えるかまたはマイナス効果を与えるかが明らかでなかった。こうした投資は世界的供給量を増やす一方で、価格を維持したまま材料の供給を新たな需要に即時に調整できない場合は、一国による投資が他国にとって価格の上昇を招くこととなる。しかし、長期で見れば、必要なだけ能力を整備することができるはずだ。つまり、大幅に単価を引き上げることなく、能力の需要を大きく伸ばすことができるのである。よって、一国が将来のアクセスが妨げられることはない。

実際、エボラ出血熱やジカウイルス感染症のような新しい病気の流行は多くの場合、特定の地域でのみ発生することから、影響を受けていない国は緊急時に他国に能力を提供することができる。同時に、将来どのようなパンデミックが起きるかが分からないことから各国は、国際機関を通じた共同投資を有利に活かすことができる。新たなパンデミックが発生した場合に、どの国が最も影響を受けるかは誰にも分からない。だからこそ、最も影響を受けた国と人口への供給を優先することを事前に合意しておき、設備投資のレベルに関係なく全ての国の安全性を大幅に強化することは理にかなっていると言える。

2020年12月に複数のワクチンが承認されたにもかかわらず、多くの国で人口の過半数のワクチン接種が完了するのは早くとも2022年前半になる見通しである。戦略的な投資を事前に行うことにより、将来的にはこのような大幅な遅れを避けられるはずである。

研究への財政支援

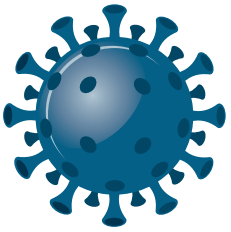
研究へのさらなる財政支援は、もう一つの緊急なニーズである。将来パンデミックにつながる可能性のある病原体に対するワクチンの研究開発の特定分野への商業投資は、社会的ニーズを満たすにはあまりにも少なく公的資金の投入が優先課題

となっている。特定分野の一つが、現在のワクチン供給量をより効果的に使用するという選択肢の研究で、これは「ドース・ストレッチング(1瓶から接種可能な回数を増やす方策)」と呼ばれている。

伝統的な研究開発プロセスは、高投与量の効能と深刻な副作用の適切なバランスを見極めることにより、ワクチン接種を受ける個人の健康上の利益を最大限高めることに焦点を当てている。しかしワクチンが不足し、供給が公衆衛生上の問題である状況においては、このバランスは変化しうる。「少ない用量」へ移行する、接種間隔を伸ばす、または混合接種を行う等の方法により、ワクチン接種を大幅に加速し、より多くの命を救うことができる。

新型コロナウイルスワクチンの少量接種を例にとると、初期の臨床試験で得られた一部のワクチンの少量接種に対する免疫反応に関するデータと、特定の種類の免疫反応とワクチンの効能の相関関係のエビデンスは、一部のワクチンは規定用量の半分または四分の一の量であっても高い効果があり、特に深刻な疾患や死を防ぐ効果が高いことを示す(Więcek and others 2021)。2021年後半に少量接種を行っていれば、供給量を1月あたり最大15億回分増やすことができている可能性がある。さらに副作用を減らし、結果としてワクチン忌避も減らせたかもしれない。しかし、ワクチン不足や、試験が生み出すとみられる価値、そして2020年終盤以降利用可能であった有望な臨床試験データにもかかわらず、2021年後半の時点において効能に関する臨床試験は行われておらず、少量接種に対する免疫反応のさらなる研究も僅かである(Więcek and others 2021)。用量を最適化するためのさらなる試験にかかる費用は、期待される公衆衛生利益と経済利益をはるかに下回る。このことから将来的には、最適な用量の投与計画を確定しワクチンの混合接種を評価するための研究を、標準的な臨床試験と並行して行うべきである。

最適な用量の投与計画は、新たな変異株の発生とワクチン未接種者の人口構成の変動に伴い変化しうる。新型コロナウイルスワクチンの追加接種は、パンデミックの状況の推移に応じてワクチン接種計画が変化することの一つの例である。この





ような状況においては、個人レベルでの効能だけでなく、総合的な公衆衛生上の利益も判断材料として考慮されるべきである。

各国政府は、民間にとってのインセンティブが十分でない場合に、重要な社会的利益をもたらす可能性のある研究へもっと財政支援を行うことができる。用量の最適化はひとつの例にすぎない。多大な社会的利益が期待できるにもかかわらず、追求されていない研究課題はたくさんある。こうした課題のエビデンスの多くは世界的な公益財であることから、各国政府からも十分な投資は期待できない。そこで、社会的価値の高い研究への世界機関からの投資が期待される。例えば、感染症流行対策イノベーション連合 (CEPI) は最近、新型コロナウイルスワクチンの追加接種に少量接種を用いるための研究計画の公募を開始した。

現行の研究・規制プロセスは、パンデミックを想定して策定されたものではない。新たなパンデミックが発生した際、迅速にワクチンを開発・供給できるようにするため、これらのプロセスの改訂を検討する価値がある。方策としては、ヒトチャレンジ試験が許容されるかを迅速に評価するための科学的・倫理的

インフラの整備、生産能力の配分を決定するための情報提供を目的とした初期臨床試験の予備的データの公表、国際的承認基準の設定、緊急使用許可プロセスの迅速化等が考えられる。FD

アーサー・ベーカーはシカゴ大学開発イノベーションラボの研究・計画担当副所長。エシャ・チョウドリーは同研究所のリサーチスペシャリスト。マイケル・クレーマーはシカゴ大学ケネス・C・グリフィン記念経済学教授、開発イノベーションラボ所長、2019年ノーベル賞受賞者。

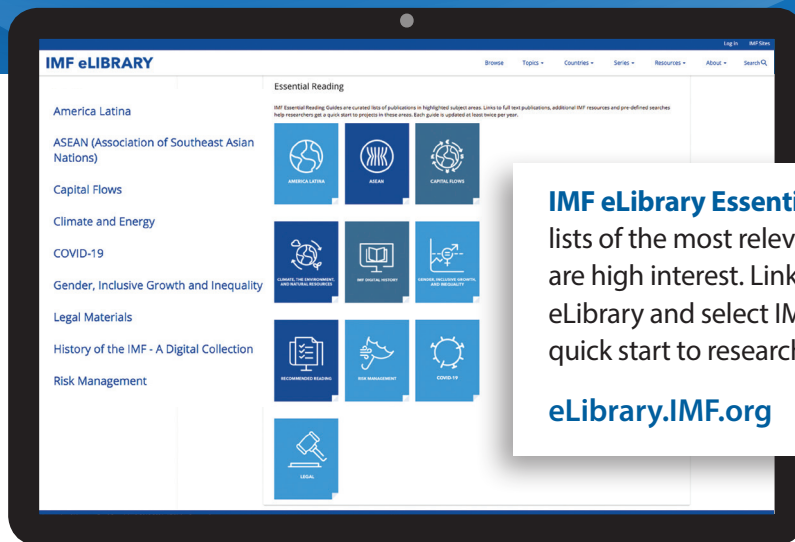
参考文献

Castillo, Juan Camilo, Amrita Ahuja, Susan Athey, Arthur Baker, Eric Budish, Tasneem Chitty, Rachel Glennerster, and others. 2021. "Market Design to Accelerate COVID-19 Vaccine Supply." *Science* 371 (6534): 1107–9.

Center for Global Development (CGD). 2020. "COVID-19 Vaccine Predictions: Using Mathematical Modelling and Expert Opinions to Estimate Timelines and Probabilities of Success of COVID-19 vaccines." Policy Paper 183, Washington, DC.

Cutler, David M., and Lawrence H. Summers. 2020. "The COVID-19 Pandemic and the \$16 Trillion Virus." *JAMA* 324 (15): 1495–6.

IMF eLibrary Essential Reading Guides



IMF eLibrary Essential Reading Guides are curated lists of the most relevant publications in subjects that are high interest. Links to full text publications on the eLibrary and select IMF material help researchers get a quick start to research projects.

eLibrary.IMF.org