

日本におけるmRNA ワクチン接種メリット・デメリットの年齢層別比較¹

メディエコ研究開発（株）

槇 和男²

2022 年 12 月 30 日（数式修正：2023.01.07）（モデルナ接種数修正：2023.01.07）

（要旨）

新型コロナウイルス感染症対策として使用されている mRNA ワクチンの感染死亡防止効果と、他方で一部に指摘されているワクチン関連死というデメリットの比較を行った。厚生労働省は登録されたワクチン関連死の事例についてワクチンとの因果関係を保留しているが、ここでは因果関係があるという仮定の元で比較した。日本での第5波、第6波、第7波のデータから得られた結果は年齢に大きく依存し、ほぼ50歳以上でワクチン接種により死亡リスクが下がるが、それ以下の年齢層に対しては推定誤差の範囲内であり、ワクチン接種の意義が疑わしい。ただし、これはあくまでも過去の感染波にさらされた平均的な個人にとっての事後評価である。大勢のワクチン接種あるいは未接種という選択によって、感染規模が変わり、場合によっては致死率も変わる、という非線形効果は入っていない。

¹ 内容のご利用は自由ですが、それを使って外部発表する際にはこの小論文を参照引用してください。

² 連絡先：flute@music.email.ne.jp

(1) 背景と目的

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) は、日本では 2020 年度から流行を始めたが、2021 年度から mRNA ワクチン (以下単に「ワクチン」と略記する) が使われ始めて、オリンピックの時期と重なった感染第 5 波 (5 月～8 月) の終息に大きく貢献した。しかし、同時にワクチンに起因することが疑われる死亡例や後遺症が一部で問題にされ始めた。また、一度は完全に終息したかに思えた COVID-19 は 2022 年度に至って、新たな変異株 (オミクロン株) によって、一桁大きな規模の第 6 波、第 7 波をもたらした。この間もワクチンの追加接種が行われ、死亡例や後遺症も引き続いて起こり、後遺症の治療に当たった医師たちや患者たちによる情宣活動により、2022 年度末になってやっと広く知られるようになり、著者の知る処となった。

2022 年 10 月 9 日時点で厚生労働省に登録されたワクチン関連の死亡例は約 1900 件であるが、その殆どはワクチン起因であるかどうかの判断が厚生労働省によって保留されている [1][2]。著者は医師ではないので、そのメカニズムや死因判断や後遺症の症状については言及を避けて、上記の経緯も含めて、一つだけ判りやすい解説を引用しておくに留める [3]。

当然ながら、ワクチンには感染予防と重症化予防という利点もあるから、このような情報だけでワクチン接種を否定することはできない。両方をバランスよく評価することが必要である。その際に現状データの範囲での最悪ケースを考慮する必要があるので、ここでは、公表されたワクチン関連死亡報告データ [1][2] がワクチン起因であると仮定して議論することにする。考え方としては、ワクチンを接種して感染の確率と致死率を減らすことで死亡を減らす効果とワクチン接種による死亡確率とを比較する、ということである。

(2) 結論

(3) で示すように、ワクチン接種による感染死防止効果 (メリット) がワクチン接種による関連死確率 (デメリット) を上回る条件は、

$$\text{係数} \times \text{感染死亡率} > \text{ワクチン関連死亡率} \quad (1)$$

と表現できる。感染死亡率 = 感染リスク (感染規模) × 感染致死率 である。係数はワクチンの感染への有効性、その致死率への有効性、ワクチンの接種率の増加関数であるが、それらの想定範囲内では 1 を中心として最大最小 10 倍程度の範囲に収まるので、オーダーを比較するには係数を 1 と置いても構わない。これら 3 つの要素を (4) で見積もって、グラフで示したのが (4) の図 2 と図 3 であるが、ここでは係数 = 1 と置いて、式(1) の左辺と右辺を図 1 に示した。マーカーは各年代の中央値に置いた。ただし、端の区間については 90 歳以上で 95、80 歳以上で 90 に置いた。感染リスク × 致死率 (= 感染死亡率) において、第 5 波が第 6 波や第 7 波に対して高齢側で上昇していないのは、ワクチン接種率が高齢側に偏っている為に高齢側で感染リスクが下がっているからで、本来は式(1)の係数の増加によって補正されて、第 6 波や第 7 波に近い傾向になるべきものである。点線は、感染死亡率それぞれの 95%信頼区間下限の最小値とワクチンそれぞれの関連死報告率の 95%信頼区間

上限最大値である。グラフから、およその処、感染死率がワクチン関連死率を超える閾値は50歳位であることが判る。つまり、これ以上高齢であれば、ワクチンを接種した方が死亡の確率を下げられていたことになるが、逆に50歳位以下だと誤差の範囲内であり、積極的にワクチンを接種する意義が疑われる。

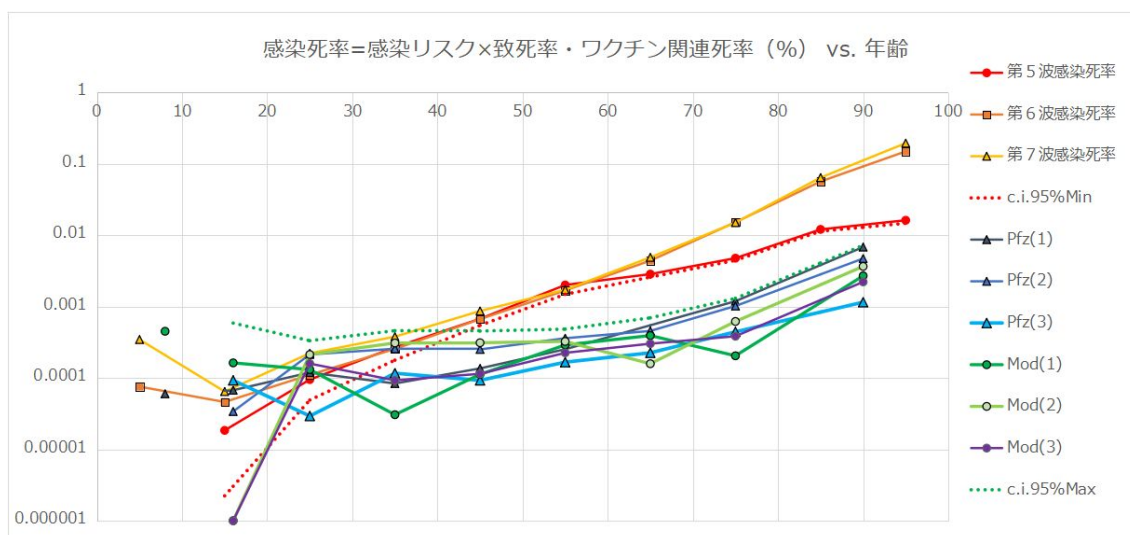


図1：感染リスク×致死率・ワクチン関連死率と年齢の関係

ただし、これはあくまでも一つの目安であって、以下の事を充分考慮する必要がある。

1. これはその年齢層での平均的なデータを元にした推論にすぎない。感染リスクの低い人（あまり出かけない人）や関連する持病の無い人はより若い年齢層に近いと見なせるし、逆に仕事上感染リスクが大きい人や持病を持つ人はより高齢者層に近いと見なせる。各自が判断すべきことである。

2. これは「死亡」のリスクであって、より現実的な比較因子は感染、ワクチンそれぞれの「後遺症」のリスクと思われる。年齢依存性についてはおそらく同様な傾向と思われるが、まだ十分なデータが明かになっていないので、解析ができない。「同程度の後遺症」について、感染後遺症とワクチン後遺症の頻度比較をする必要がある。

3. これは過去の感染波のデータを元にした個人としてのリスク評価であって、社会的リスクとは異なる。例えば、この個人的リスク評価によって、ワクチン接種をしない人が増えれば、感染規模が大きくなり、感染リスクそのものが上がり、更に医療崩壊ともなれば感染致死率も上がるから、ワクチン接種の方が死亡リスクを下げられるようになる。感染症特有の非線形性（原因や対策に対して累乗則で被害規模が変わる）はこういう処にあり、他の感染対策においても同様である。もしもワクチン接種に問題があるならば、他の感染対策を、その功罪評価をした上で、組み合わせて考えるべきである。

(3) 比較式の導出

ワクチンの有効期間は4ヶ月位であり、一つの感染波もそれくらい継続するので、その間

の死亡確率を比較すればよい。ワクチンによってどれくらい死亡確率が減少したかを調べるには、感染死の情報とその人のワクチン接種履歴情報を結び付ければよい筈なのだが、それには個人情報保護の壁がある。そこで、感染と死亡の情報だけを使って推定することにする。

その間でのワクチン未接種者の感染リスクを b とする。ワクチン有効性を p とすれば、その定義から、ワクチン接種者の感染リスクは $(1-p)b$ である。 p は、一々引用はしないが、様々なデータから、0.3~0.8 位と考えられる。感染リスクというのは、この期間において、人口のどれくらいの割合が感染するか？という事で、全体としては感染規模で決まるのであるが、それには一部の人達のワクチン接種効果も含まれているので、未接種者にとっては感染規模よりもやや大きいと考えられる。

感染致死率についても、ワクチン未接種者の致死率を γ として、致死率へのワクチン有効性を ξ とすると、ワクチン接種者の致死率は $(1-\xi)\gamma$ となる。ワクチンは感染予防だけでなく、ある程度長期的に重症化予防効果もあるとされているから、感染致死率にワクチンがどう効いているかも重要であるが、これについては、厚生労働省の65歳以上に対する2021年度第5波のデータ[4]が参考になる。下記表1のように、有意差、あるいはほぼ有意差として2回目接種において $\xi \approx 0.5$ 位である。2回目を受けた人が3回目以降で更に致死率が下がっていくかどうかは判らないが、そもそもウイルスそのものがどんどん変化していくので、確かめようがない。その後このようなデータは公表されていないので、 ξ がどの程度なのかは判らないが、0.2~0.7位ではないかと推定しておく。

表1：ワクチン接種による感染致死率の違い（第5波）

() 内は致死率95%信頼区間の下限 - 上限 である。

	ワクチン0回	ワクチン1回	ワクチン2回
65歳以上	2.8% (2.3% - 3.5%)	2.4% (1.5% - 3.4%)	1.2% (0.63% - 2.1%)
65歳未満	0.04% (0.03% - 0.06%)	0.06% (0.02% - 0.16%)	0.08% (0.002% - 0.5%)

なお、上記の表1から判るように、著しい年齢依存性があるから、以下、全てのデータを年齢層別に考えるべきである。男女差も多少はあるが、年齢差に比べれば微々たる差なので、一緒にして解析した。

更に、ワクチン接種そのものによる死亡確率を δ とすれば、ワクチン接種による死亡確率がワクチン未接種による死亡確率よりも小さいことを以下の不等式で表現できる。

$$(1-p)b(1-\xi)\gamma + \delta < b\gamma \tag{2}$$

変形すると、

$$(p+\xi-p\xi)b\gamma > \delta \tag{3}$$

となる。 ξ も p も 0 と 1 の間なので、 $(p+\xi-p\xi)$ も 0 と 1 の間であり、例えば、 $p=\xi=0.5$

の場合は、0.75 となる。

感染リスク b も 致死率 γ も ワクチン未接種者についてであるが、データが充分には得られないので、現実の（一部ワクチン効果を含んだ）データ、 b' と γ' で代用する必要が生じる。

実際の感染状況において「その時点で有効な」ワクチン接種者の比率を β とすると

$$b'\gamma' = \{(1-p)(1-\xi)\beta + 1 - \beta\} b\gamma = \{1 - (p + \xi - p\xi)\beta\} b\gamma \quad (4)$$

と表されるから、

$$A = (p + \xi - p\xi) / \{1 - (p + \xi - p\xi)\beta\} \quad (5)$$

として、全人口の感染率 b' 、感染者の致死率 γ' 、ワクチン接種による死亡率 δ として、

$$A \times b'\gamma' > \delta \quad (6)$$

というワクチン功罪判別式となる。感染へのワクチンの有効性 $p=0.4 \sim 0.8$ 、致死率へのワクチン有効性 $\xi=0.2 \sim 0.7$ 、ワクチン接種者人口比率 $\beta=0.1 \sim 0.7$ の範囲で、係数 A は、3つの変数に対してはいずれも増加関数であり、最小が **0.62** で最大が **2.75** となる。従って、オーダー程度の議論（10倍の誤差を許す）であれば、 $A \approx 1$ として構わない。なお、 $b'\gamma'$ は、結局の処、「**感染死亡率**」である。（2）ではこれを使って議論している。

（4）感染リスク、感染致死率、ワクチンによる死亡確率の推定

感染リスク b' を年齢層別に計算した。これは厚生労働省のホームページ[5]にある年代別感染者数を各感染波別に年代別人口で割り算すれば得られる。年代別人口は2022年度人口推計を使った[6]。結果は表2と図2である。第5波で0.01（1%）程度、第6、第7波で0.1（10%）程度であり、大きな年齢依存性はないが、高齢者の方がやや感染リスクが低いのは、外出機会が少ないこと他に、おそらくワクチン接種率が高いからだろうと思われる。このことは高齢者から優先的にワクチン接種をした第5波で顕著に現れている。

表2：各感染波毎年代別感染規模（感染リスク）

年齢	人口 (1000人)	感染者数			感染リスク		
		第5波	第6波	第7波	第5波	第6波	第7波
10歳未満	9275	60801	1066292	1449468	0.0066	0.1150	0.1563
10～19	10865	105474	1019229	1466590	0.0097	0.0938	0.1350
20～29	12666	230544	1044968	1624992	0.0182	0.0825	0.1283
30～39	13754	150651	1020820	1696484	0.0110	0.0742	0.1233
40～49	17561	138293	968945	1751052	0.0079	0.0552	0.0997
50～59	17319	98585	566483	1278626	0.0057	0.0327	0.0738
60～69	15045	34676	306619	753362	0.0023	0.0204	0.0501
70～79	16362	18641	214661	538952	0.0011	0.0131	0.0329
80～89	9631	11308	148824	336169	0.0012	0.0155	0.0349
90歳以上	2624	3738	67581	144361	0.0014	0.0258	0.0550
全年齢	125102	852711	6424422	11040056	0.0068	0.0514	0.0882
感染期間		21.06.23- 21.11.30	21.12.01- 22.06.21	22.06.22- 22.10.11			

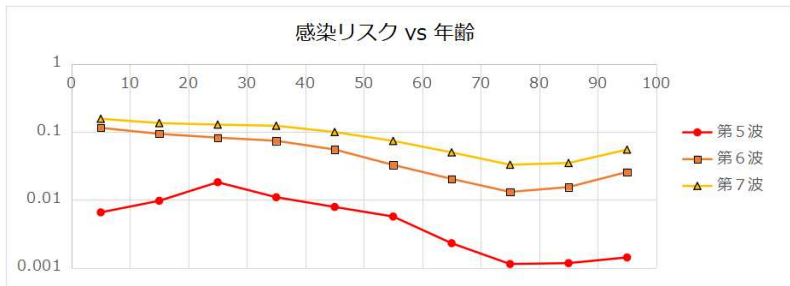


図2：各感染波における感染リスク（感染規模）の年齢依存性

感染致死率 γ' については、データとしては、年代別の感染者数と感染死亡者数が判ればよい。いずれも厚生労働省のホームページ[5]に1週間刻みで公表されている。ただ、公表された全国年代別累積死亡者数のデータは、2022年12月20日現在、途中で減少したり、急増していて、絶対値に信頼性が無いので、そこからは各感染波での感染者数年代比だけを採用して、別途総死亡者数の日時データを使ってその年齢比から比例計算して年代別とした。結果は下記表3と図3である。年齢依存性は著しく、指数関数的な依存性に近い。従って、比較の為に2019年度の年間死亡率[7]の年齢依存性の4ヶ月分も併記しておいた。感染致死率は年間死亡率よりも年齢依存性が大きいことから、新型コロナウイルスが高齢者にとって特に厳しいことが判る。

表3：各感染波における感染致死率

年齢	感染者数			死者数			感染致死率(%)			4ヶ月死亡率*
	第5波	第6波	第7波	第5波	第6波	第7波	第5波	第6波	第7波	
10歳未満	60801	1066292	1449468	0	7	32		0.0007	0.0022	0.039
10～19	105474	1019229	1466590	2	5	6	0.0019	0.0005	0.0004	0.018
20～29	230544	1044968	1624992	12	14	27	0.0052	0.0013	0.0017	0.046
30～39	150651	1020820	1696484	37	35	51	0.0246	0.0034	0.0030	0.071
40～49	138293	968945	1751052	118	116	149	0.0853	0.0120	0.0085	0.155
50～59	98585	566483	1278626	347	289	291	0.3520	0.0510	0.0228	0.397
60～69	34676	306619	753362	428	656	720	1.2343	0.2139	0.0956	0.836
70～79	18641	214661	538952	779	2463	2401	4.1790	1.1474	0.4455	2.213
80～89	11308	148824	336169	1159	5394	6037	10.2494	3.6244	1.7958	6.154
90歳以上	3738	67581	144361	424	3878	4992	11.3430	5.7383	3.4580	17.165
全年齢	852711	6424422	11040056	3306	12857	14706	0.3877	0.2001	0.1332	0.372
期間	21.06.23- 21.11.30	21.12.01- 22.06.21	22.06.22- 22.10.11	21.07.21- 22.01.04	22.01.05- 22.07.12	22.07.13- 22.11.01	*)%; 日本の2019年度全死亡統計から			

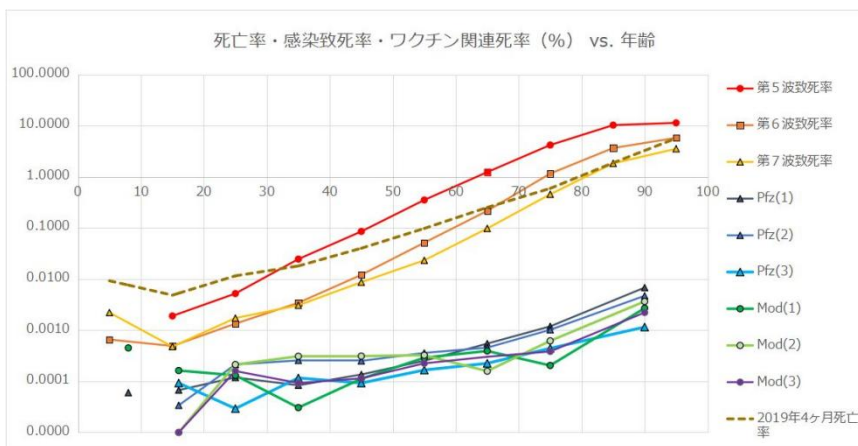


図3：死亡率・感染致死率・ワクチン関連致死率の年齢依存性

ワクチン関連死亡率 δ は、ワクチン関連死報告数をワクチン接種数で割れば得られる。ワクチン関連死報告数は厚生労働省への報告の詳細が、各ワクチンについて公表されている[1][2]ので、ワクチン関連性が否定されたケース（ファイザーの10件）を除いて年齢層別に積算した。ただし、年齢層あるいはワクチン回数が不明のデータ（ファイザーで6%、モデルナで4%）は使っていないので、少しだけ過小評価となっている。ワクチン接種数については、厚生労働省で年齢層別解析の為に5歳刻みでの各ワクチンの各回数別に積算した表を公表しているのを利用した[8]。結果は表4と図3である。95%信頼区間の数値は記述を省略したが、ポワソン分布として計算できる。ファイザーとモデルナとの間の有意差は2回目接種の80歳以上区分の場合だけであった。やはり高齢者の方が高いが、感染致死率ほどの依存性は無い。5-11歳へのワクチン接種はまだ少ないが、2022年10月9日までの関連死亡報告については、ファイザーで2件、0.00006%、モデルナで1件、0.00045%という報告がある[8]。成人用とは別なので、図3には孤立点として入れておいた。

表4：各ワクチン別年齢層別関連死報告率

年齢	ファイザー1回目			モデルナ1回目		
	接種者数	死者数	死亡率(%)	接種者数	死者数	死亡率(%)
12～19	5945789	4	0.00007	615665	1	0.00016
20～29	6724097	8	0.00012	3820999	5	0.00013
30～39	8378777	7	0.00008	3275151	1	0.00003
40～49	11777342	16	0.00014	3569752	4	0.00011
50～59	12701309	32	0.00025	3109293	9	0.00029
60～69	12634977	69	0.00055	1275440	5	0.00039
70～79	14907965	177	0.00119	489888	1	0.00020
80歳以上	6509172	443	0.00681	111418	3	0.00269
全年齢	79579428	756	0.00095	16267606	29	0.00018

年齢	ファイザー2回目			モデルナ2回目		
	接種者数	死者数	死亡率(%)	接種者数	死者数	死亡率(%)
12～19	5903071	2	0.00003	591746	0	0.00000
20～29	6565670	14	0.00021	3761869	8	0.00021
30～39	8197621	21	0.00026	3240826	10	0.00031
40～49	11564970	29	0.00025	3536967	11	0.00031
50～59	12521212	45	0.00036	3083448	10	0.00032
60～69	12524430	57	0.00046	1265197	2	0.00016
70～79	14848642	151	0.00102	485579	3	0.00062
80歳以上	6486856	305	0.00470	109694	4	0.00365
全年齢	78612472	624	0.00079	16075326	48	0.00030

年齢	ファイザー3回目			モデルナ3回目		
	接種者数	死者数	死亡率(%)	接種者数	死者数	死亡率(%)
12～19	3245132	3	0.00009	1945850	0	0.00000
20～29	3415814	1	0.00003	3152524	5	0.00016
30～39	4300480	5	0.00012	3243785	3	0.00009
40～49	6487777	6	0.00009	3506050	4	0.00011
50～59	7221742	12	0.00017	4008028	9	0.00022
60～69	7117866	16	0.00022	4973232	15	0.00030
70～79	9276432	41	0.00044	5998313	23	0.00038
80歳以上	7566672	87	0.00115	1942911	43	0.00221
全年齢	48631915	171	0.00035	28770693	102	0.00035

(文献)

- [1] ファイザー株式会社, 新型コロナワクチン接種後の死亡として報告された事例の概要 (コミナティ筋注) 2022.12.16 (<https://www.mhlw.go.jp/content/10601000/001025019.pdf>)
- [2] モデルナ・ジャパン株式会社, 新型コロナワクチン接種後の死亡として報告された事例の概要 (スパイクバックス筋注) 2022.12.16 (<https://www.mhlw.go.jp/content/10601000/001024725.pdf>)
- [3] 吉野真人, 新型コロナワクチン副反応・後遺症の実態 2022.05.13 (https://isom-japan.org/article/article_page?uid=C22Sq1652348266)
- [4] 第 50 回新型コロナウイルス感染症対策アドバイザーボード資料 2 - 6, 2021.09.01 (<https://www.niph.go.jp/h-crisis/wp-content/uploads/2021/09/000826597.pdf>)
- [5] 厚生労働省, データからわかる - 新型コロナウイルス感染症情報 - 2022.12.20 (<https://covid19.mhlw.go.jp/>)
- [6] 総務省統計局, 人口推計, 2022.11.21 (<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/202211.pdf>)
- [7] 厚生労働省, 令和元年(2019)人口動態統計の年間推計, 2019.12.24 (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/suikai19/dl/2019suikai.pdf>)
- [8] 第 88 回厚生科学審議会予防接種・ワクチン分科会副反応検討部会、令和 4 年度第 18 回薬事・食品衛生審議会薬事分科会医薬品等安全対策部会安全対策調査会 (合同開催) 資料 1 - 8, 2022.11.11 (<https://www.mhlw.go.jp/content/10601000/001013405.pdf>)