

医療情報学特論 期末レポート

～ウイルスの封じ込めを他国に学ぶ～

世界の国の新型コロナウイルス感染者・死者数のデータによる

感染爆発及び収束の可能性の検討

1314201030 大西啓詩

目次

1. はじめに	p.1
2. 解析手法及び結果	p.1
2.1 データベース	p.1
2.2 死者数と感染者数の相関	p.1
2.2.1 選んだ国	p.1
2.2.2 解析手法	p.2
2.2.3 世界の状況	p.2
2.2.4 各国の状況	p.2
2.3 各国間の感染者数の相関	p.6
2.3.1 選んだ国	p.6
2.3.2 解析手法	p.7
2.3.3 1月の相関	p.7
2.3.4 2月の相関	p.7
2.3.5 3月の相関	p.8
2.3.6 4月の相関	p.8
2.3.7 5月の相関	p.9
2.3.8 6月の相関	p.9
2.3.9 7月の相関	p.10
2.4 世界の感染状況	p.10
2.4.1 解析手法	p.10
2.4.2 解析結果	p.11
2.5 人口あたりの感染者数・死者数	p.11
2.4.1 解析手法	p.12
2.4.2 解析結果	p.12
3. 考察	p.14
3.1 死者数と感染者数の相関	p.14
3.2 各国間の感染者数の相関	p.14
3.3 世界の感染状況，及び国の人口あたりの感染状況	p.15
4. まとめ	p.16
5. 参考文献	p.17

1. はじめに

2019 年に初めて中国にて存在が確認された新型コロナウイルスは、現在世界的なパンデミックを引き起こし、その影響が各地に及んでいる。特にアメリカやブラジルなどの国では感染者数の増加が止まらず、医療崩壊等の問題が生じている。一方で台湾のように、感染が拡大していない国、地域があることも事実である。

このような感染状況の違いがどのように生じたかを学び、今後の対策に活かすことが感染拡大の防止には必要であるが、そのためにはどの国で深刻な感染拡大が発生し、どの国で感染を食い止められているかを比較する手段の確立が求められる。そこでこのレポートでは、死者数と感染者数の関係や、及び感染者数の増加状況のネットワークを描画し、感染を抑え込むことに成功した国と、そうでない国の違いについて考察すること、及びそれら 2 種類の国を区別する方法を提案することを目的とする。

また、日本でも“第二波”が到来しているという意見も見られるが、日本は感染拡大が既に起こっているのか、あるいはまだ起こっていないのかについて議論し、今後日本がとるべき方針についても述べる。

2. 解析手法及び結果

2.1 データベース

コロナウイルスの感染者数と死者数のデータは Hannah Ritchie によるもの[1]を利用した。これらのデータについて、分析対象の国及び地域のデータを取り出し、7 日間の移動平均処理を行ったデータを解析した。

2.2 死者数と感染者数の相関

各国における死者数と感染者数の相関は、感染したウイルスがどの程度感染者を死に至らせているか、延いてはその国の医療崩壊の度合いの指標になると考えられる。そこで複数の国における死者数と感染者数の相関関係を比較することで、感染を抑えられた国とそうでない国での感染状況を比較することを考えた。

2.2.1 選んだ国

この解析において解析対象として選んだ国は、日本、中国、アメリカ、ブラジル、イタリア、ドイツ、韓国、シンガポールとした。アメリカ、ブラジル、イタリアは感染爆発が深刻と報じられた国の例であり[2][3][4]、ドイツ、韓国、シンガポールは比較的感染の抑え込みに成功した国の例である[5][6][7]。

また、世界全体の傾向も解析し、それぞれの国と世界全体の感染状況の比較も行った。

2.2.2 解析手法

7 日ずつ移動平均処理をした死者数と感染者数のデータを 30 日ずつ取り出し、死者数と感染者数の相関係数を求めた。この処理を各日ごとに行い、直近 30 日の死者数と感染者数の関係をグラフに描画した。

2.2.3 世界の状況

世界の感染者数及び死者数、それらの相関係数は図 1 のようになった。

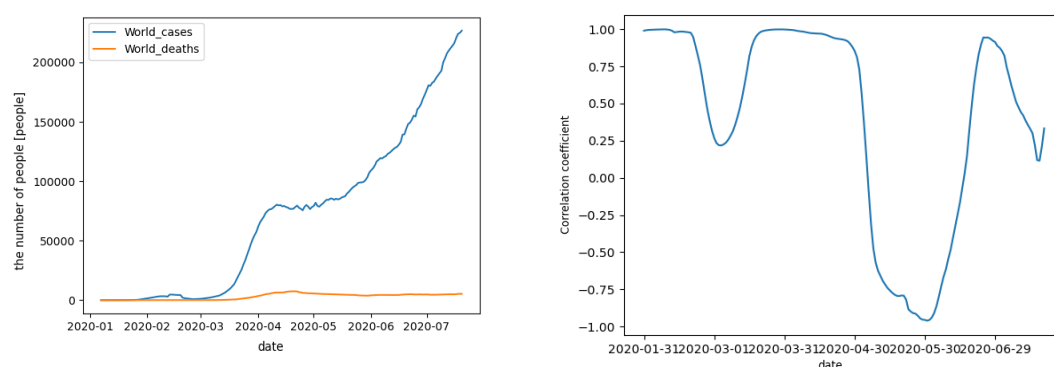


図 1. 世界の感染者数及び死者数(左図), 世界の感染者数と死者数の相関係数(右図)

世界的に死者数と感染者数は全体的に正の相関を持つ傾向が見られたが、5 月に一度負の値を取っており、7 月には相関は弱くなっている。これは、5 月には感染者数が増加しているにもかかわらず死亡者数は減少しており、7 月には感染者が増加しているものの、死者数は一定であるためと言える。

2.2.4 各国の状況

i) 日本

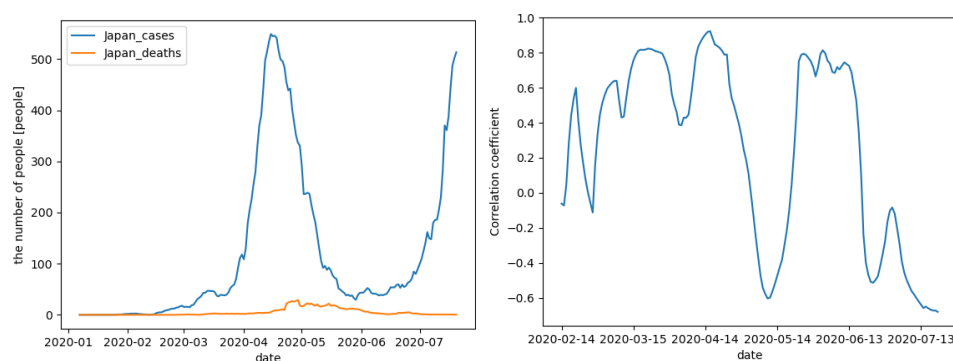


図 2. 日本の感染者数及び死者数(左図), 日本の感染者数と死者数の相関係数(右図)

日本のデータでは、感染者数のピークである 4 月中旬に感染者数と死者数の相関係数が最も 1 に近くなった。一度は感染者数が減り相関係数も負の値となったものの、それ以降は感染者数、死者数ともに減少に転じたことから再び相関係数が 1 に近くなった。7 月に再び感染者数が増加し、相関係数が減少したという傾向が見られた。世界の傾向と比較しても、基本的に相関係数は正の値だが、5 月と 7 月に相関係数が減少するという点で一致していることがわかる。

ii) 中国

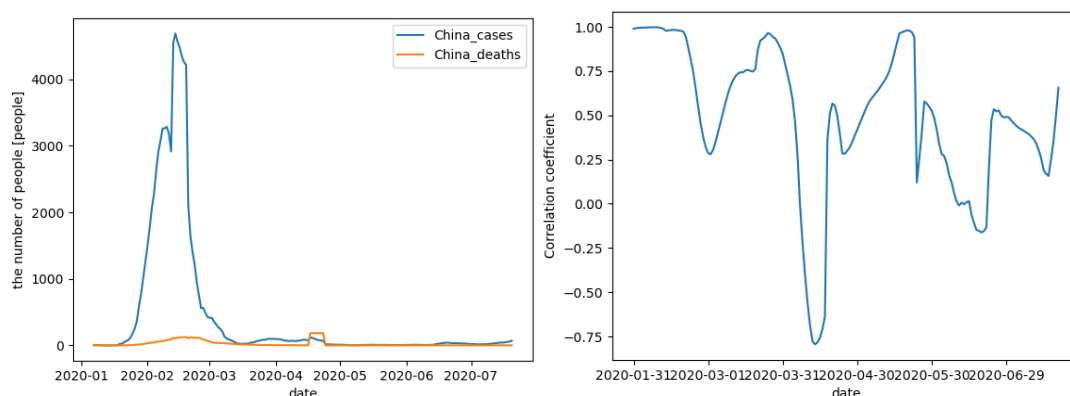


図 3. 中国の感染者数及び死者数(左図), 中国の感染者数と死者数の相関係数(右図)

中国では、最も多くの感染者が認められた 2 月に相関係数が 1 に近くなり、以降の相関係数は概ね正の値の範囲内で上下し続けていることがわかった。世界の傾向の特徴との大きな関連性は見られなかった。相関係数が最も高い時期は 2 月であり、このことから中国では 2 月の流行が深刻であったものの、それ以降は感染者数の抑え込みに成功していることがわかる。

iii) アメリカ, ブラジル, イタリア

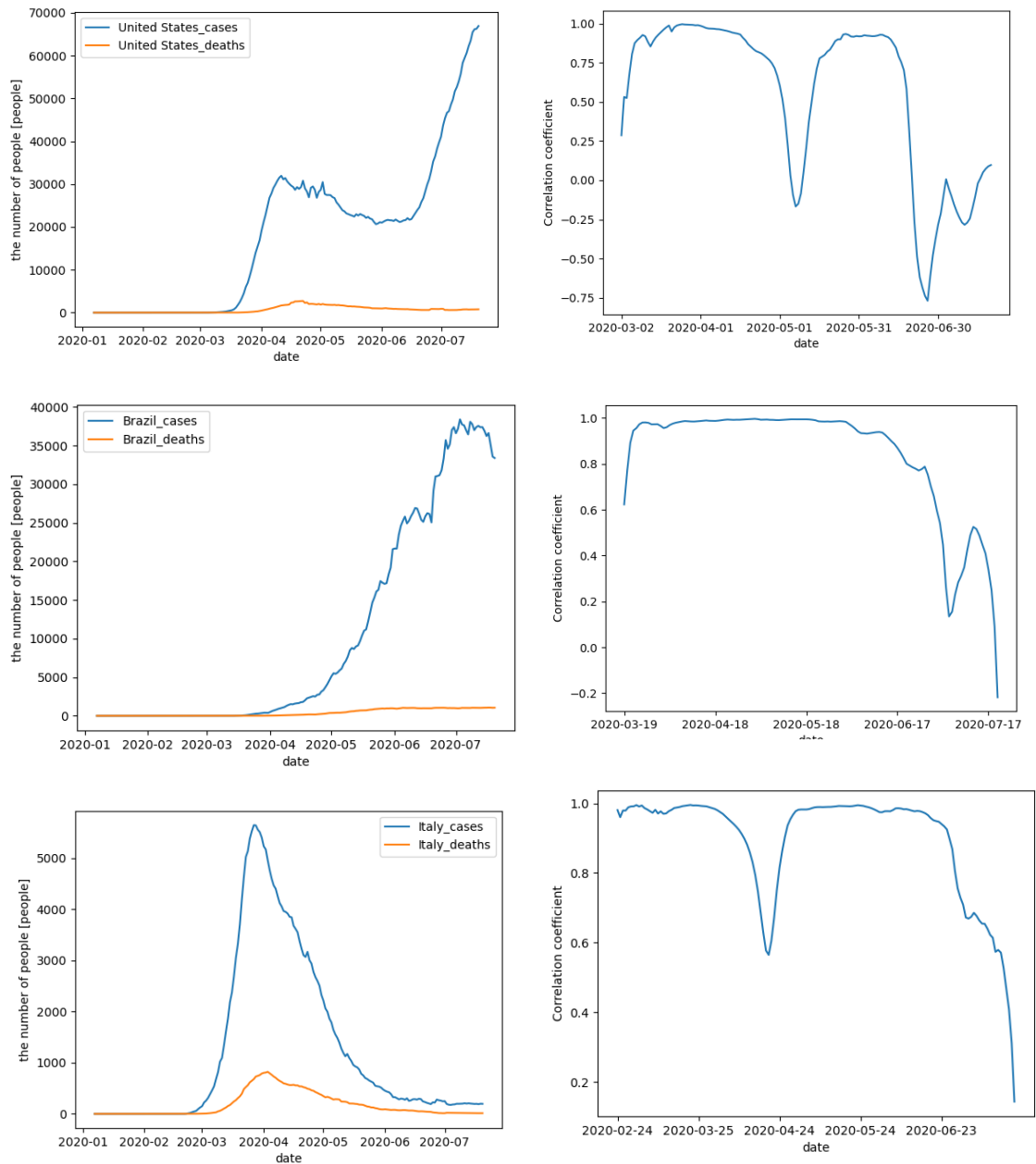


図 4. アメリカ(上段), ブラジル(中段), イタリア(下段)の感染者数及び死者数(左図),
アメリカ(上段), ブラジル(中段), イタリア(下段)の感染者数と死者数の相関係数(右図)

これら 3 つの国は, いわゆる感染爆発が起こったとされる国の例である. 相関係数は概ね正の値を取っており, 特に感染者数が急増した時期における相関係数は 1 に近い値を取っていることがわかる.

iv) ドイツ, 韓国, シンガポール

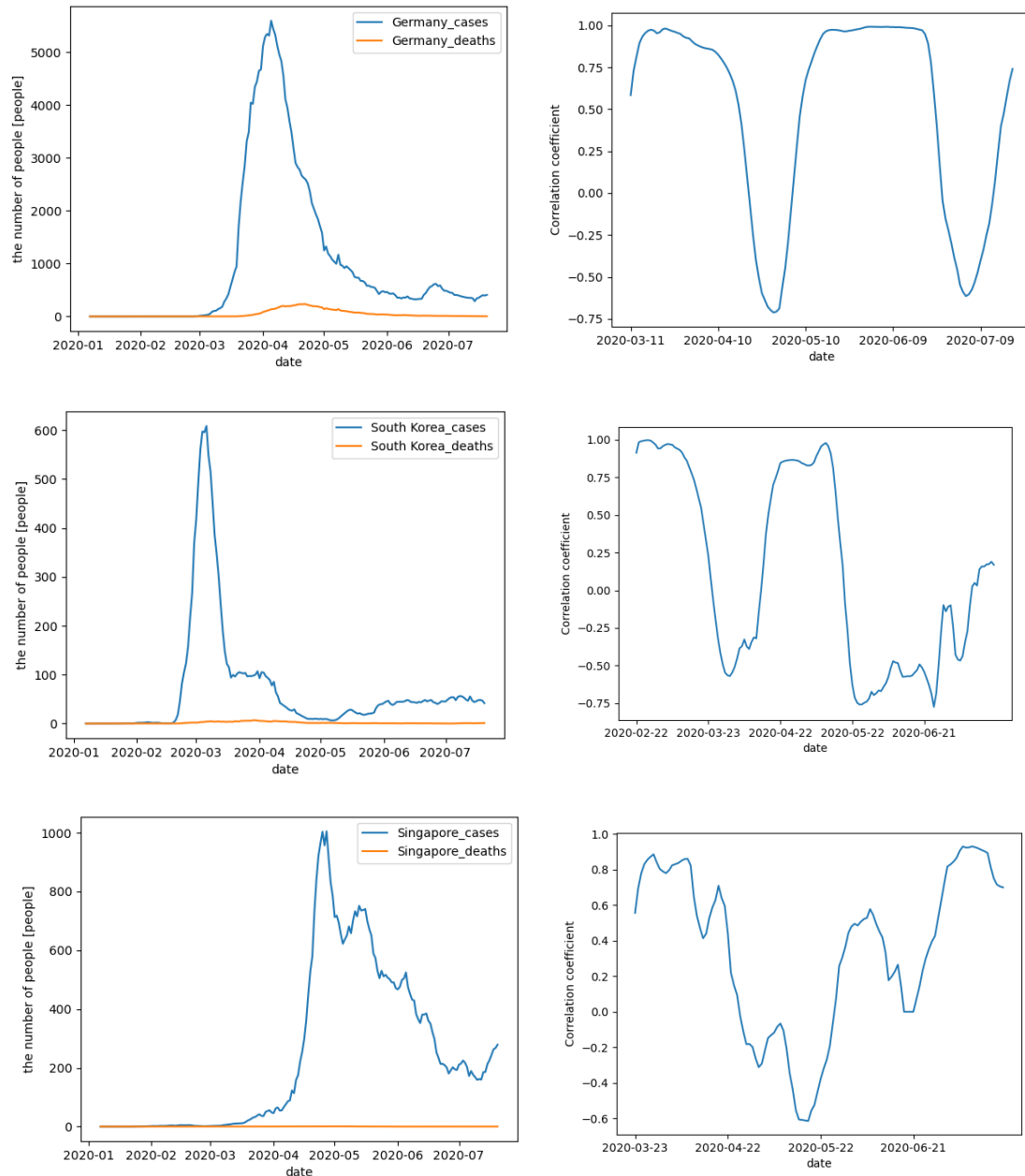


図 5. ドイツ(上段), 韓国(中段), シンガポール(下段)の感染者数及び死者数(左図), ドイツ(上段), 韓国(中段), シンガポール(下段)の感染者数と死者数の相関係数(右図)

これら 3 つの国は、いわゆる感染爆発を食い止めることに成功したとされている国の例である。感染者数がピークとなっている時期では相関係数が 1 に近い値を取っているものの、その後相関係数が負の値を取ることが特徴と言える。感染者数の増加と、死者数の増加のタイミングがずれていることから相関係数が負の値となっていることがわかる。

2.3 各国間の感染者数の相関

各国間の感染者数の相関係数は、世界的にパンデミックが広がれば、あるいは収束すれば正の値を取ることが予想される。例えば A 国と B 国の感染者数の相関係数が正の値をとるということは、A 国でも B 国でも感染者数の増加が生じている、あるいはその逆で、両国において感染者数の減少が生じていることを表しているからである。そこで、今回は 1 月から 7 月において 1 ヶ月ごとに複数の国の感染者数のデータの相関係数を求め、求めた相関係数を重みとした重み付きグラフをネットワークとして描画した。感染が世界的に生じているのであれば、重みが正の値であるエッジが多く認められると予想される。

2.3.1 選んだ国

この解析において解析対象として選んだ国は、日本、中国、アメリカ、ブラジル、スウェーデン、台湾、韓国、アイスランド、中央アフリカ、トルコとした。

ブラジル、スウェーデンは感染を抑え込む政策が比較的に取られなかった国の例[8][9]として、台湾、韓国、アイスランドは感染の抑え込みに比較的成功した国の例[6][10][11]として、中央アフリカやトルコはどちらの傾向も見られない国の例とした。感染者数の増加傾向が同じ国同士は、高い相関係数の値を取ることが予想される。

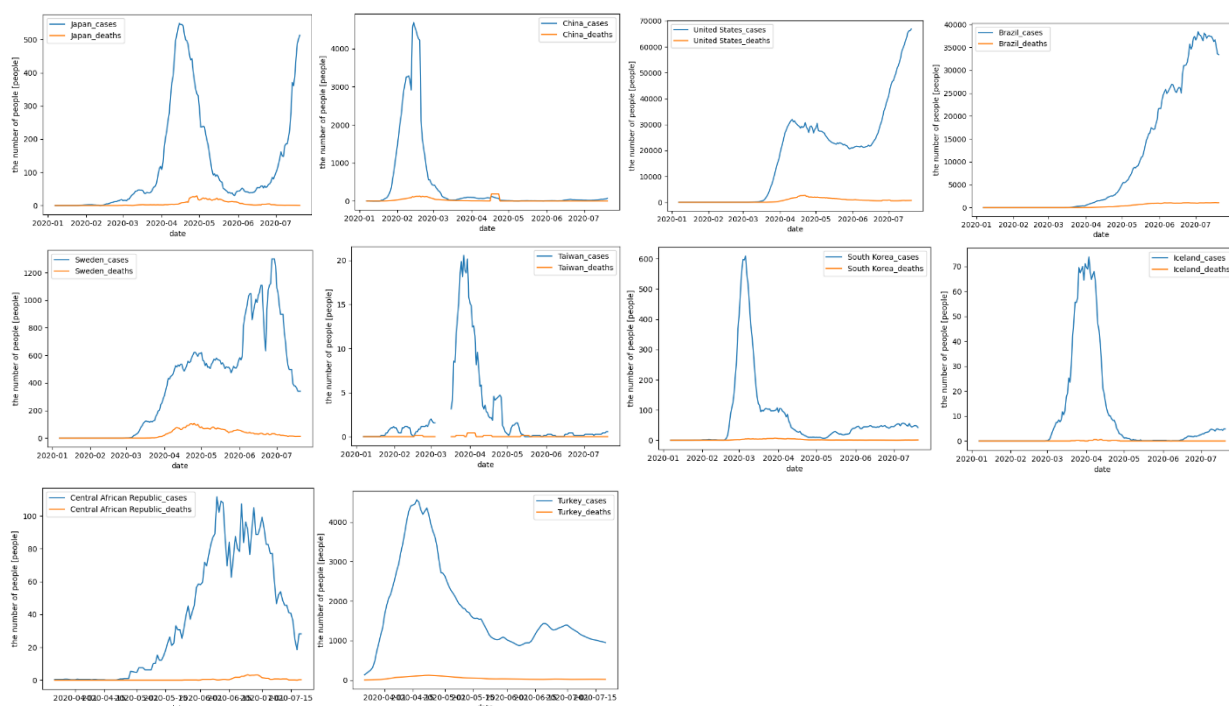


図 6. 解析対象に選んだ国々の感染者数(青線)と死者数(赤線)

(上段)日本、中国、アメリカ、ブラジル

(中段)スウェーデン、台湾、韓国、アイスランド

(下段)中央アフリカ、トルコ

2.3.2 解析手法

1 ヶ月ごとの各国の感染者数のデータを取り出し、各国間のデータの相関係数を求めた。更に、その相関係数をエッジの重み、各国をノードとしてネットワークに描画した。

2.3.3 1月の相関

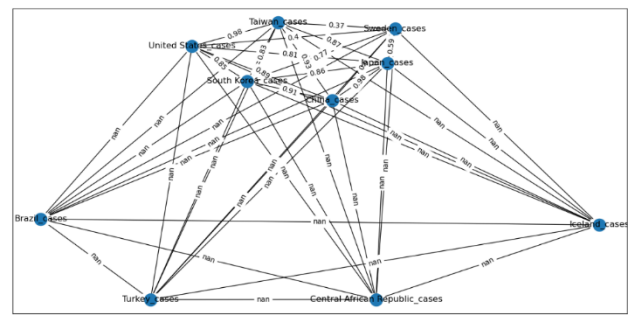


表 1. 1月の感染者数データの相関係数

	Japan_cases	China_cases	United States_cases	Brazil_cases	Sweden_cases	Taiwan_cases	South Korea_cases	Iceland_cases	Central African Republic_cases	Turkey_cases
Japan_cases	1.00	0.98	0.81		0.59	0.87	0.86			
China_cases	0.98	1.00	0.89		0.60	0.93	0.91			
United States_cases	0.81	0.89	1.00		0.40	0.98	0.85			
Brazil_cases				1.00						
Sweden_cases	0.59	0.60	0.40		1.00	0.37	0.77			
Taiwan_cases	0.87	0.93	0.98		0.37	1.00	0.83			
South Korea_cases	0.86	0.91	0.85		0.77	0.83	1.00			
Iceland_cases								1.00		
Central African Republic_cases									1.00	
Turkey_cases										1.00

図 7. 1月の感染者数データの相関係数ネットワーク

1 月時点では感染者は一部の国に認められるのみであったため、欠損値の nan が多く見られる。相関係数が認められるのは中国、日本、韓国、台湾、アメリカ、スウェーデンであり、アジアや欧米の国が目立つ。また、いずれの相関係数も正の値であり、一部の地域で流行が始まりだしたという状況を表している。

2.3.4 2月の相関

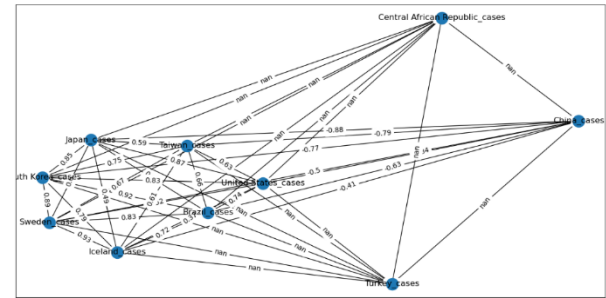


表 2. 2月の感染者数データの相関係数

	Japan_cases	China_cases	United States_cases	Brazil_cases	Sweden_cases	Taiwan_cases	South Korea_cases	Iceland_cases	Central African Republic_cases	Turkey_cases
Japan_cases	1.00	-0.88	0.87	0.70	0.60	0.59	0.85	0.49		
China_cases	-0.88	1.00	-0.84	-0.63	-0.50	-0.79	-0.77	-0.41		
United States_cases	0.87	-0.84	1.00	0.74	0.52	0.63	0.83	0.37		
Brazil_cases	0.70	-0.63	0.74	1.00	0.83	0.66	0.92	0.72		
Sweden_cases	0.60	-0.50	0.52	0.83	1.00	0.67	0.89	0.93		
Taiwan_cases	0.59	-0.79	0.63	0.66	0.67	1.00	0.75	0.61		
South Korea_cases	0.85	-0.77	0.83	0.92	0.89	0.75	1.00	0.79		
Iceland_cases	0.49	-0.41	0.37	0.72	0.93	0.61	0.79	1.00		
Central African Republic_cases									1.00	
Turkey_cases										1.00

図 8. 2月の感染者数データの相関係数ネットワーク

新たにブラジルとアイスランドに感染者が認められ、図の左側のクラスターに入った。一方、最初にウイルス感染者が出た中国と、他の国々との感染者数の相関係数は負の値である。これは他の国々にて感染者が増加している一方で、中国は武漢の都市封鎖などの対策をいち早く行い、感染者数が減少していたためと言える。

2.3.5 3月の相関

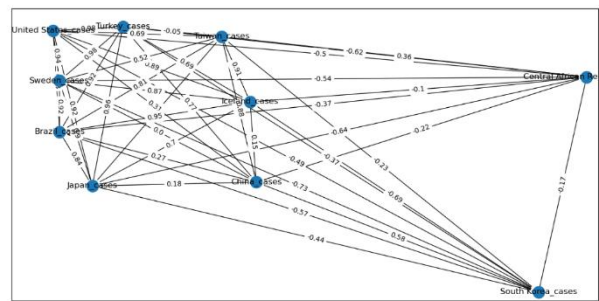


図 9. 3 月の感染者数データの相関係数ネットワーク

表 3. 3 月の感染者数データの相関係数

	Japan_cases	China_cases	United States_cases	Brazil_cases	Sweden_cases	Taiwan_cases	South Korea_cases	Iceland_cases	Central African Republic_cases	Turkey_cases
Japan_cases	1.00	0.18	0.92	0.84	0.90	0.48	-0.44	0.70	-0.64	0.96
China_cases	0.18	1.00	0.31	0.27	0.00	0.88	0.58	0.15	-0.22	0.77
United States_cases	0.92	0.31	1.00	0.98	0.94	0.69	-0.49	0.89	-0.50	0.98
Brazil_cases	0.84	0.27	0.98	1.00	0.92	0.81	-0.57	0.95	-0.37	0.92
Sweden_cases	0.90	0.00	0.94	0.92	1.00	0.52	-0.73	0.87	-0.54	0.98
Taiwan_cases	0.48	0.88	0.69	0.81	0.52	1.00	-0.23	0.91	0.36	-0.05
South Korea_cases	-0.44	0.58	-0.49	-0.57	-0.73	-0.23	1.00	-0.69	-0.17	-0.37
Iceland_cases	0.70	0.15	0.89	0.95	0.87	0.91	-0.69	1.00	-0.10	0.69
Central African Republic_cases	-0.64	-0.22	-0.50	-0.37	-0.54	0.36	-0.17	-0.10	1.00	-0.62
Turkey_cases	0.96	0.77	0.98	0.92	0.98	-0.05	-0.37	0.69	-0.62	1.00

韓国においてのウイルス封じ込めの効果がこのグラフに表れている。また、中央アフリカ等のアフリカ諸国ではまだ感染の影響が小さかったことが、このグラフから読み取ることができる。

2.3.6 4月の相関

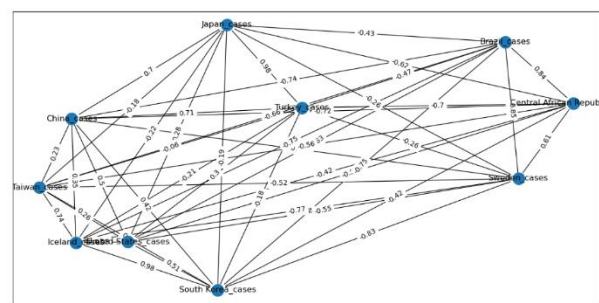


図 10. 4 月の感染者数データの相関係数ネットワーク

表 4. 4 月の感染者数データの相関係数

	Japan_cases	China_cases	United States_cases	Brazil_cases	Sweden_cases	Taiwan_cases	South Korea_cases	Iceland_cases	Central African Republic_cases	Turkey_cases
Japan_cases	1.00	0.70	0.28	-0.43	-0.26	-0.18	-0.19	-0.22	-0.62	0.98
China_cases	0.70	1.00	0.50	-0.74	-0.80	0.23	0.42	0.35	-0.72	0.71
United States_cases	0.28	0.50	1.00	-0.63	-0.55	0.26	0.51	0.58	-0.52	0.30
Brazil_cases	-0.43	-0.74	-0.63	1.00	0.85	-0.66	-0.75	-0.75	0.84	-0.47
Sweden_cases	-0.26	-0.80	-0.55	0.85	1.00	-0.52	-0.83	-0.77	0.61	-0.26
Taiwan_cases	-0.18	0.23	0.26	-0.66	-0.52	1.00	0.72	0.74	-0.56	-0.06
South Korea_cases	-0.19	0.42	0.51	-0.75	-0.83	0.72	1.00	0.98	-0.42	-0.18
Iceland_cases	-0.22	0.35	0.58	-0.75	-0.77	0.74	0.98	1.00	-0.42	-0.21
Central African Republic_cases	-0.62	-0.72	-0.52	0.84	0.61	-0.56	-0.42	-0.42	1.00	-0.70
Turkey_cases	0.98	0.71	0.30	-0.47	-0.26	-0.06	-0.18	-0.21	-0.70	1.00

ウイルス対策の政策の違いが如実に表れている。台湾、アイスランド、韓国の3カ国はウイルスの封じ込めにある程度成功しているという点で傾向が同じであり、この3カ国間では強い正の相関関係が認められた。一方でスウェーデンやブラジルといった、経済を優先しウイルスの封じ込めを行わなかった国間での相関係数や、感染が広がり始めた中央アフリカで間でも強い正の相関関係が認められた。

一方、アメリカは感染者数の抑え込みにより、ブラジルやスウェーデンと言った国との相

関係数が負の値をとっていることがわかる。日本も緊急事態宣言の発令により、他国との相関係数は負の値をとっている。

2.3.7 5月の相関

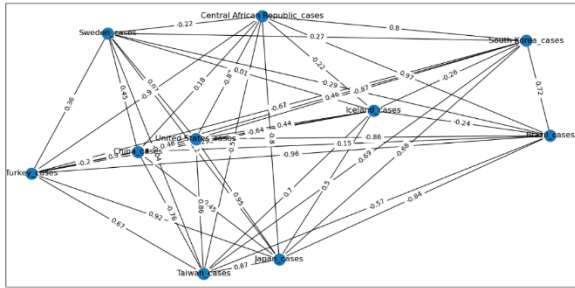


図 11. 5 月の感染者数データの相関係数ネットワーク

表 5. 5 月の感染者数データの相関係数

	Japan_cases	China_cases	United_States_cases	Brazil_cases	Sweden_cases	Taiwan_cases	South_Korea_cases	Iceland_cases	Central_African_Republic_cases	Turkey_cases
Japan_cases	1.00	-0.45	0.95	-0.84	0.22	0.87	-0.68	0.50	-0.80	0.92
China_cases	-0.45	1.00	-0.46	0.15	0.45	-0.76	0.46	-0.64	0.18	-0.20
United_States_cases	0.95	-0.46	1.00	-0.86	0.07	0.86	-0.87	0.44	-0.87	0.90
Brazil_cases	-0.84	0.15	-0.86	1.00	-0.29	-0.57	0.72	-0.24	0.97	-0.96
Sweden_cases	0.22	0.45	0.07	-0.29	1.00	-0.04	0.27	0.01	-0.22	0.36
Taiwan_cases	0.87	-0.76	0.86	-0.57	-0.04	1.00	-0.69	0.70	-0.57	0.67
South_Korea_cases	-0.68	0.46	-0.87	0.72	0.27	-0.69	1.00	-0.26	0.80	-0.67
Iceland_cases	0.50	-0.64	0.44	-0.24	0.01	0.70	-0.26	1.00	-0.22	0.29
Central_African_Republic_cases	-0.80	0.18	-0.87	0.97	-0.22	-0.57	0.80	-0.22	1.00	-0.90
Turkey_cases	0.92	-0.20	0.90	-0.96	0.36	0.67	-0.67	0.29	-0.90	1.00

各国でウイルスの封じ込め政策が本格化した時期であり、日本を始め、アメリカ、台湾、トルコなどの感染者が減少していた国が左に、韓国やブラジルなどの感染者が増加していた国が右に位置している。韓国では僅かながらも感染者が増えており、その影響で感染者が増加しているブラジルとの相関係数が高くなったと言える。

2.3.8 6月の相関

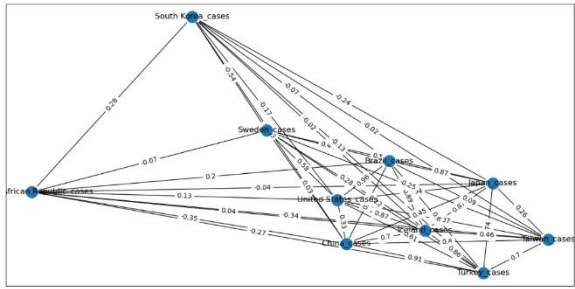


図 12. 6 月の感染者数データの相関係数ネットワーク

表 6. 6 月の感染者数データの相関係数

	Japan_cases	China_cases	United_States_cases	Brazil_cases	Sweden_cases	Taiwan_cases	South_Korea_cases	Iceland_cases	Central_African_Republic_cases	Turkey_cases
Japan_cases	1.00	0.45	0.94	0.87	0.54	0.26	-0.24	0.87	-0.04	0.74
China_cases	0.45	1.00	0.33	0.36	0.03	0.80	-0.08	0.70	-0.35	0.91
United_States_cases	0.94	0.33	1.00	0.96	0.58	0.07	-0.17	0.87	0.13	0.61
Brazil_cases	0.87	0.36	0.96	1.00	0.44	0.09	-0.07	0.89	0.20	0.60
Sweden_cases	0.54	0.03	0.58	0.44	1.00	-0.25	-0.54	0.28	-0.07	0.22
Taiwan_cases	0.26	0.80	0.07	0.09	-0.25	1.00	-0.02	0.46	-0.34	0.70
South_Korea_cases	-0.24	-0.08	-0.17	-0.07	-0.54	-0.02	1.00	-0.02	0.28	-0.13
Iceland_cases	0.87	0.70	0.87	0.89	0.28	0.46	-0.02	1.00	0.04	0.86
Central_African_Republic_cases	-0.04	-0.35	0.13	0.20	-0.07	-0.34	0.28	0.04	1.00	-0.27
Turkey_cases	0.74	0.91	0.61	0.60	0.22	0.70	-0.13	0.86	-0.27	1.00

中央アフリカや韓国と、それ以外の各国との相関係数が比較的 0 に近いことがわかる。これは他の国が感染対策を緩和して感染者数が増えている傾向が多い一方で、これら 2 つの国には明確な感染者数の増加や減少の傾向が見られないことが一因と言える。

2.3.9 7月の相関

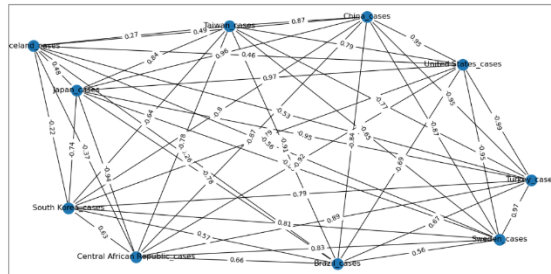


図 13. 7 月の感染者数データの
相関係数ネットワーク

表 7. 7 月の感染者数データの相関係数

	Japan_cas ses	China_cas ses	United States_cas ses	Brazil_cas ses	Sweden_cas ses	Taiwan_cas ses	South Korea_cas ses	Iceland_cas ses	Central African Republic_cas ses	Turkey_cas ses
Japan_cas ses	1.00	0.96	0.97	-0.78	-0.89	0.84	-0.74	0.48	-0.94	-0.95
China_cas ses	0.96	1.00	0.95	-0.84	-0.87	0.87	-0.80	0.49	-0.87	-0.95
United States_cas ses	0.97	0.95	1.00	-0.69	-0.95	0.79	-0.79	0.46	-0.92	-0.99
Brazil_cas ses	-0.78	-0.84	-0.69	1.00	0.56	-0.91	0.57	-0.26	0.66	0.67
Sweden_cas ses	-0.89	-0.87	-0.95	0.56	1.00	-0.65	0.81	-0.56	0.83	0.97
Taiwan_cas ses	0.84	0.87	0.79	-0.91	-0.65	1.00	-0.64	0.27	-0.78	-0.77
South Korea_cas ses	-0.74	-0.80	-0.79	0.57	0.81	-0.64	1.00	-0.22	0.63	0.79
Iceland_cas ses	0.48	0.49	0.46	-0.26	-0.56	0.27	-0.22	1.00	-0.37	-0.53
Central African Republic_cas ses	-0.94	-0.87	-0.92	0.66	0.83	-0.78	0.63	-0.37	1.00	0.89
Turkey_cas ses	-0.95	-0.95	-0.99	0.67	0.97	-0.77	0.79	-0.53	0.89	1.00

全ての国がバランスよく配置されている。表からデータを読みとると、感染者数が増加傾向にある日本、中国、アメリカ、台湾と、減少傾向にあるブラジル、スウェーデン、韓国、中央アフリカ、トルコ、そしてどちらの傾向も持たないアイスランドに分類されているようである。

2.4 世界の感染状況

2.3 の項では 10 カ国に絞って感染状況の相関をネットワークに図示したが、このネットワークを世界全ての国について描画することを考える。感染状況が類似している国同士は相関係数が 1 に近くなり、ネットワーク上では近くに描画される。逆に、感染状況が類似していない国同士では相関係数は -1 に近くなり、ネットワーク上では遠くに描画される。このようにして感染状況の類似度によってノード間の距離を調節することで、ある国が他のどの国と感染状況が類似しているかを調べることができる。

2.4.1 解析手法

全ての国、地域の感染者のデータを読み込み、各国のデータ同士の相関係数を求めた。更に、その相関係数をエッジの重み、各国をノードとしてネットワークにバネモデルにて描画した。描画する際はエッジを白く描画し、ノードは世界の州ごとに色分けして描画した。

2.4.2 解析結果

解析結果は以下の通りである。日本は図の中央に存在し、感染状況が近い国としてチリ、ニカラグア、ペルーなどの中南米の国が挙げられている。また、アメリカは中央左に位置し、近くにブラジルがあり、感染者が世界で最も多い国と 2 番目に多い国が近くに存在していることがわかる。また、早期に感染者の抑え込みに成功したベトナムや台湾は図の右下に描画されており、これらの国に近く描画されている国は比較的感染者の抑え込みに成功していると言える。

また、州ごとにある程度一貫した傾向が見られる場合もあり、例えば紫色のノードで表されるヨーロッパ諸国は右側に集中している。右側の国は感染者が増えた後、減少している国が集まっており、ヨーロッパ諸国は感染者の抑え込みに成功した国が多いことがわかる。一方で緑色のノードで表されるアフリカ諸国は左側に集中している。左側の国にはアメリカやブラジルのように感染者が増え続けている国があり、このことからアフリカ諸国では感染者の抑え込みが出来ていないことが読みとれる。

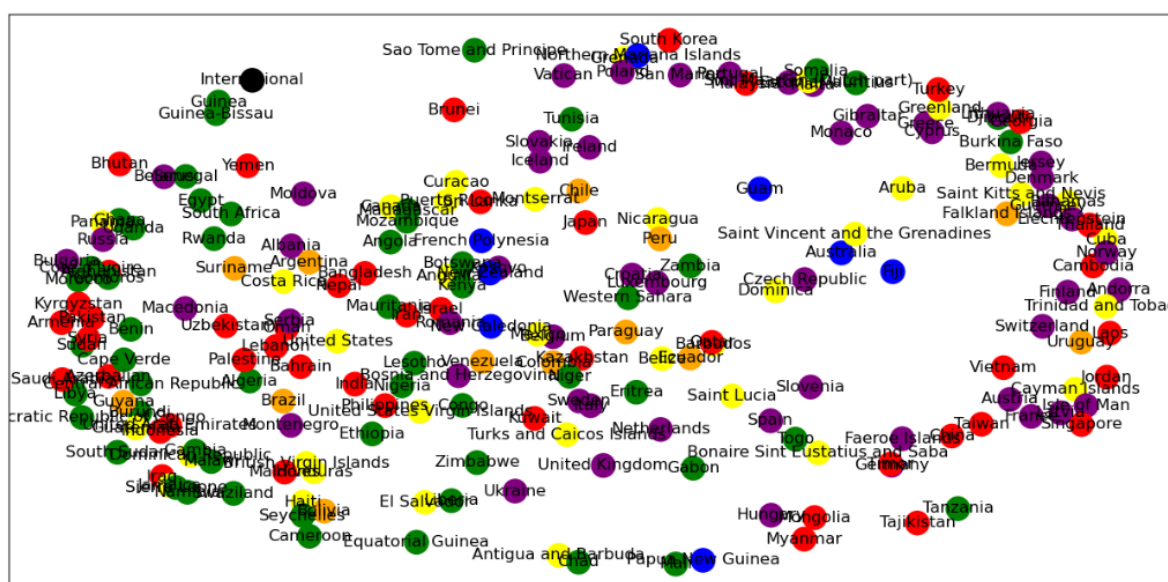


図 14. 感染者数のデータの相関係数をエッジの重みとした国同士のネットワーク。赤はアジア、緑はアフリカ、黄色は北アメリカ、オレンジは南アメリカ、紫はヨーロッパ、青はオセアニアの国であることを表す。

2.5 人口あたりの感染者数・死者数

2.4 の項の解析では世界の感染者数を比較したが、この方法ではアフリカ諸国を始めとした発展途上国がアメリカやブラジルなどの感染者数が増え続けている国と同じような増加傾向にあることがわかった。そこで、世界の国の感染者数を比較した場合、発展途上国は感染者数が増加しやすい傾向があるかを調べた。

2.5.1 解析手法

世界の国の感染者数、死者数のデータをグラフに描画し、それぞれの数が最も多い国5つを求めた。人数をそのまま比較することは避け、感染者数を国の人口で割り、人口に対する感染者数の割合で感染者数を評価した。

2.5.2 解析結果

各国の感染者数のデータは、図 15 のようになった。

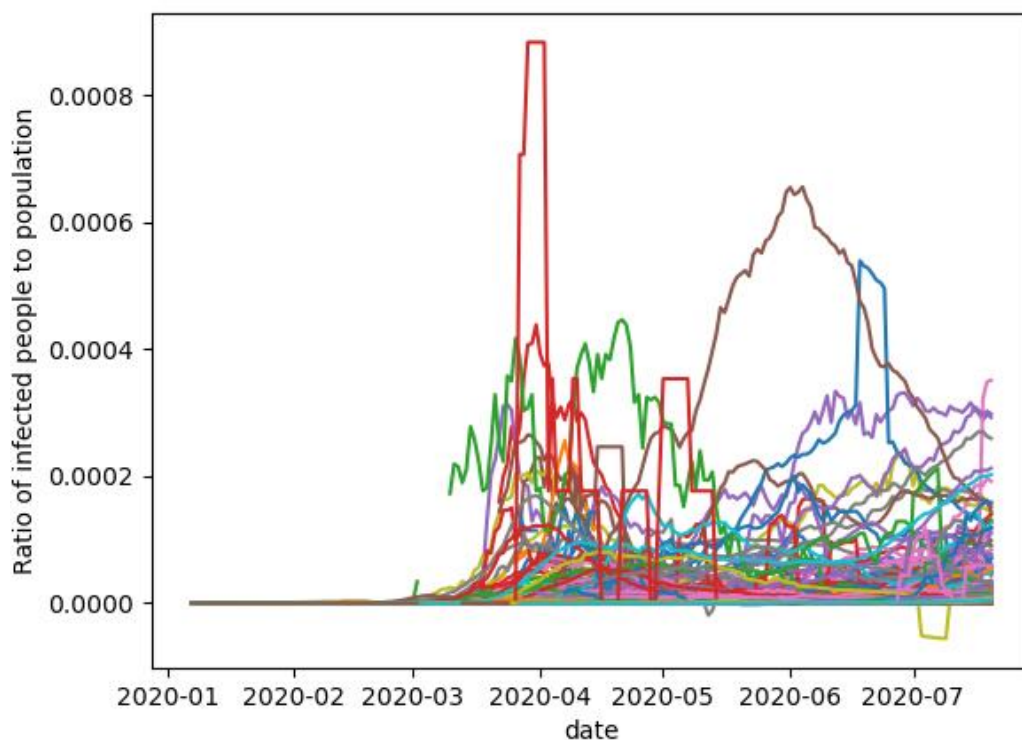


図 15. 世界各国の人口に対する感染者数の割合

また、図 15 において、各国ごとの割合の最大値を求め、トップ5の国を調べたところ、以下の表 8 のようになった。

表 8. 人口に対する感染者の割合が高い国トップ 5

国名	人口	感染者の割合
バチカン	809	0.00083
カタール	2881060	0.00066
チリ	19116209	0.00054
サンマリノ	33938	0.00045
アンドラ	77265	0.00044

各国の死者数をグラフに描画したところ、図 16 のようになった。

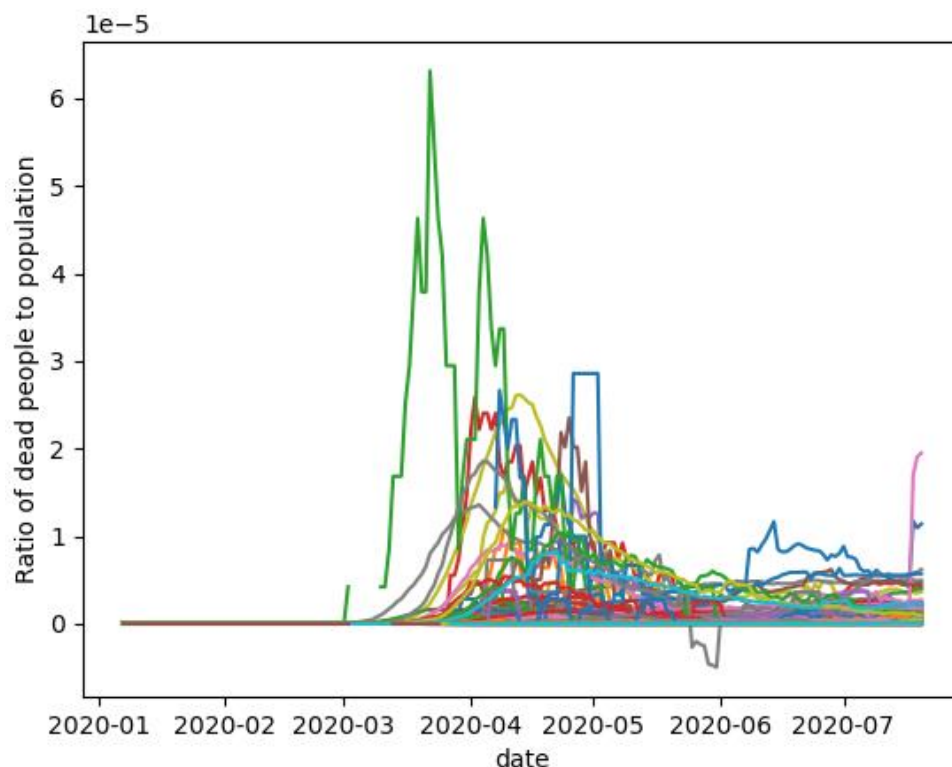


図 16. 世界各国の人口に対する死者数の割合

また、図 16 において、各国ごとの割合の最大値を求め、トップ 5 の国を調べたところ、以下の表 9 のようになった。

表 9. 人口に対する死者の割合が高い国トップ 5

国名	人口	死者数の割合
サンマリノ	33938	6.3E-05
モントセラト	4999	2.9E-05
シント・マールテン(オランダ領)	42882	2.7E-05
ベルギー	11589616	2.6E-05
アンドラ	77265	2.6E-05

バチカン、サンマリノ、アンドラはヨーロッパの中でも特に人口、面積が比較的小規模な国である[12]。また、モントセラト、シント・マールテンはいずれもカリブ海の島である。このように、比較的小規模な国家において感染者数、死者数の割合が高くなりやすいことがわかった。

3. 考察

3.1 死者数と感染者数の相関

死者数と感染者数の相関係数について感染爆発が起こった国とそうでない国を比較すると、感染爆発が起こったとされる国では相関係数が 1 に近くなるのに対し、そうでない国では負の値を取ることが多くなることがわかった。

感染爆発が生じた国で相関係数が 1 に近くなる要因は、大抵のケースにおいて感染者数、死者数共に増加している状況であり、感染者の増加に医療機関が対応しきれないことで死者数が増加したと考えられる。また、死者数の数は重症者の数と考えることもでき、既にある重症者に対応した結果、新たな患者に対応することができないという医療崩壊の状態を表しているとも言える。

日本では、緊急事態宣言が発令された 4 月中旬には相関係数が 1 に近くなっており、もし緊急事態宣言が発令されなければ、日本も深刻な感染爆発、医療崩壊に至っていた可能性が指摘される。一方、7 月現在の感染者数の増加は第二波の兆候であるとも言われるが、死者数は減少しており、医療崩壊の可能性は 4 月時点よりも低いと考えられる。

ただし、死者数と感染者数の相関係数が 1 に近いからといって、必ずしも医療崩壊に近い状況であるとは言えないことに注意が必要である。例えば、日本の 6 月上旬のように、死者数も感染者数も減少している状況では、相関係数は 1 に近くなる。このように、感染爆発とは真逆の状況を表していたとしても相関係数は 1 に近くなるので、相関係数だけでなく実際の感染者数と死者数のデータを見て状況を判断することが大切である。

3.2 各国間の感染者数の相関

感染が拡大した国と、そうでない国では相関関係の一貫した類似が見られることが予想されたが、そのような傾向は強くは見られなかった。これは、感染者が増加する傾向と、減少する傾向の繰り返しはどの国でも見られるものの、そのタイミングや周期、変化の割合は国ごとに異なり、それぞれの傾向の時期が完全に一致することは珍しいためであると言える。感染対策は他の国と足並みを揃え、各国が同時に行えば世界的に流行が抑えられるが、各国によって感染対策を行う時期、あるいはその度合いが異なるため、感染が抑えられていないと考えられる。ただし、月ごとに分けて感染者数の相関を見ると、感染のタイミングが同じであるかどうかを判断することができる。このため、感染を世界的に収束させるためには、感染者が減少している状況で各国のノード間のエッジの重みが 1 に近づくことが望ましいと言える。

一方、各国の感染者数の相関をネットワークに表示し、世界の感染の流行状況を図示するという方法には問題点も存在する。1 つ目に、相関係数は“片方のデータが増加するとき、もう片方のデータにどのような傾向が見られるか”を定量化したものであるため、2 カ国間の相関係数の値が正であるからといって、その 2 カ国で同じように流行が生じているとは

限らないということである。今回の解析では、台湾、アイスランドなどは国内で感染者がほとんど認められなかったために、国内の感染者増加は 1 桁や、移動平均をとっているために 1 未満であることがあった。そのような 1 未満の単位での感染者の増加と、アメリカなどの数万単位の感染者の増加を同じように“増加”と捉えることは、世界の状況を正しく表すには望ましくないと言える。2 つ目に、今回用いたバネモデルでのネットワーク描画は完全ではない、ということである。バネモデルは元来、エッジ間の距離がなるべく同じになるように描画するアルゴリズムであり、今回の重み付きエッジの場合も、その重みに応じたグラフが描画される。ただしノード数が多くなると全てのエッジの重みを忠実に再現して描画することは不可能であり、相関係数が 1 に近いにも関わらず遠くに描画されるノードのペアも存在した。このことから、国同士の感染者数の相関係数を比較する際は、ネットワークの描画で視覚的に比較するだけでなく、必ず表データから実際の相関係数を読みとることも必要と言える。

このように、感染者の増加傾向の類似をネットワークで表す方法は課題がないとは言えないが、視覚的に傾向を把握することができる点で有用と言える。

3.3 世界の感染状況、及び国の人口あたりの感染状況

世界の感染状況をネットワークに可視化した結果、感染状況が似ている国同士である程度分類できることが確かめられた。また、ヨーロッパとアフリカで感染状況が明確に異なることがわかった。そこで先進国と発展途上国では感染状況に差があると考え、人口に対する感染者数や死者数の割合を求めたところ、元々人口が少ない国家が高い割合で感染、死亡していることがわかった。国同士の人口の偏りをなくす方法として他に z 得点化が考えられるが、今回の分析で z 得点化は行わなかった。これは、 z 得点化する際には平均値とその分散が重要視されるが、平均値がそのデータの代表値となることが今回は少ないと判断したからである。平均値は、一部の外れ値に大きく影響することが言われており[13]、今回の感染者数のデータの様に増減が激しいデータでは平均値の代表値としての意味合いが薄れることが予想される。

世界の感染状況をネットワークに描画した際に目立ったヨーロッパとアフリカの格差であるが、これは現地の医療水準、及び検査体制の水準を表しているのではないかと考えられる。アフリカ諸国では検査体制が整っていない国も多く[14]、その結果正確な感染状況がわからず、具体的な感染対策をとることができないことが感染者の一方的な増加に繋がっている可能性がある。それとは対照的に、ヨーロッパでは比較的検査体制、及び感染者に対する医療体制が優れており、正確な情報把握と状況に対する政策によって感染者の増加に歯止めをかけられている可能性が考えられる。

また、このように全ての国をネットワークに描画することによって、他の国の対策に学ぶことが可能になると考えられる。優れた感染対策を行っている国としてニュース等で特定の国が挙げられることがあるが、今まであまり取り上げられなかった国の対策に注目を集

めることができる可能性がある。このように新たな感染対策の方法を他国から学び、新たな感染対策の政策の確立に繋がられる可能性が考えられる。

人口あたりの感染者数、死者数を比較した結果、人口が少ない国において感染者の割合が高い傾向にあり、カリブ海の島国において死者の割合が高いことがわかった。ベルギーやカタールのようにそれらの条件に当てはまらない国々もあるが、これは検査拡充や、透明性の確保など、積極的に感染対策を行った結果であると言える[15][16]。

ヨーロッパの人口が少ない国で感染者の割合が増加した理由としては、その極端な人口の少なさと、周辺に感染が拡大した国があったことが挙げられる。その結果、1人感染者が出ただけでもその割合は高く算出されるのである。また、ヨーロッパはイタリアやスペインを始め、多くの国で感染が拡大した州である。そのような国々と、ヨーロッパの人口が少ない国々では交流が多かったことが予想される。そのため、これらのヨーロッパの人口が少ない国で感染者の割合が高くなったと言える。一方、予想されていた、発展途上国において感染者の割合が高くなる、という結果は得られなかった。人口に左右されない要素を考慮した上で、国々の感染状況を比較する方法を検討する必要性がある。

また、死者の割合がヨーロッパの人口が少ない国以外に、カリブ海の島国で高くなった理由として、その閉鎖的な立地の要因が大きいと考えられる。これらの国々は人口が少ないので医療体制は十分ではなく、重態となった場合により大きな病院で治療を受けることも難しい。このように医療体制が十分でない国では重体に陥った患者への対応手段が乏しく、元来の人口の少なさも相まって、結果的に死者の割合が高くなったことが考えられる。

4. まとめ

新型コロナウイルスの感染者数、死者数のデータの解析により、感染者数と死者数の相関が高い国では、医療崩壊や感染拡大に繋がる可能性が高いことが示唆された。また、各国の感染者数の増減の相関関係をネットワークに描画すると、感染状況が近い国を世界の国から探索することができることが示唆され、またその中でも人口が少ない国は、わずかな感染者が確認されただけでもその人口における感染者、死者の割合が高くなることがわかった。このように世界の国々の状況を比較し、感染が多い国、少ない国を分類し、それぞれの政策に学ぶことで、更なる感染拡大を食い止める手段の確立が期待できる。

日本では感染拡大が再び進み、第二波に突入したとも言われているが、現状では死者数、延いては重症者数の増加が抑えられているので、医療崩壊が起こる可能性は他の国に比べると比較的低い。ただし感染状況をネットワークに描画すると、日本は感染が抑え込めたとも拡大したともいえない状況であることがわかった。今後取るべき方針として、これ以上死者数(重症者)を増やさず医療体制の崩壊を防ぐこと、及び他の国からの入国を引き続き抑えること、そして感染が抑えられた国と感染状況の相関が高かった国の対策を学び、政策に反映させていくことが求められる。

5. 参考文献

[1] Hannah Ritchie - Coronavirus Source Data

<https://ourworldindata.org/coronavirus-source-data>

(2020 年 7 月 22 日 17:16 閲覧)

[2] BBC News トランプ氏、アメリカの感染状況は「悪化する」と警告 マスク着用呼びかけ <https://www.bbc.com/japanese/53483053>

(2020 年 7 月 24 日 18:32 閲覧)

[3]BBC News ブラジル、感染者数が世界 4 位に サンパウロは医療崩壊寸前

<https://www.bbc.com/japanese/52702967>

(2020 年 7 月 24 日 19:23 閲覧)

[4]HARBOR Business online COVID-19 が猛威を振るうイタリア。感染経路にまつわる謎が話題に <https://hbol.jp/213677>

(2020 年 7 月 24 日 19:45 閲覧)

[5]論座 感染者 14 万人でも「医療崩壊」しないドイツ 感染者 1 万人で「医療危機」の日本 <https://webronza.asahi.com/politics/articles/2020042000010.html>

(2020 年 7 月 24 日 20:21 閲覧)

[6]Cube media 韓国、経済危機 コロナ封じ込めに成功しつつある中、未だ景気悪化は回復せず <https://cubeglb.com/media/2020/04/23/korea-corona-economy/>

(2020 年 7 月 24 日 20:25 閲覧)

[7]CNN 「模範的対策」のシンガポールで第 2 波、外国人労働者らの感染急増

<https://www.cnn.co.jp/world/35152584.html>

(2020 年 7 月 24 日 21:24 閲覧)

[8]REUTERS ブラジル大統領、コロナ規制は「経済殺す」 再び持論展開

<https://jp.reuters.com/article/health-coronavirus-brazil-idJPKCN24K0W2>

(2020 年 7 月 24 日 21:30 閲覧)

[9]GIZMODO コロナ封鎖なしで集団免疫に王手。データで見るスウェーデンの今

<https://www.gizmodo.jp/2020/05/corona-virus-sweden.html>

(2020 年 7 月 24 日 21:34 閲覧)

[10]HUFFPOST 世界から称賛される台湾の新型コロナウイルス対策。日本とどう違う？

https://www.huffingtonpost.jp/entry/story_jp_5e730079c5b63c3b648a6720

(2020 年 7 月 24 日 21:40 閲覧)

[11]CNN 「陽性者の半数は無症状」 アイスランドの徹底した検査に学ぶ

<https://www.cnn.co.jp/world/35151787.html>

(2020 年 7 月 24 日 21:55 閲覧)

[12]TABIPPO ヨーロッパ周辺の小さい国 6 選

<https://tabippo.net/small-countries/> (2020 年 7 月 29 日 12:35 閲覧)

[13]日本統計学会編 日本統計学会公式認定統計検定 2 級対応 統計学基礎

[14]REUTERS 焦点：アフリカで「静かな感染拡大」、深刻なコロナのデータ不足

<https://jp.reuters.com/article/health-coronavirus-africa-data-idJPKBN24A3D6>

(2020 年 7 月 29 日 13:21 閲覧)

[15]時事ドットコムニュース ベルギーのコロナ死亡率、世界ワースト？ 「透明性」重視
の集計、風評懸念も <https://www.jiji.com/jc/article?k=2020042600150&g=int>

(2020 年 7 月 29 日 11:16 閲覧)

[16]47NEWS カタールが高い感染率、米の 3 倍 中東初の 22 年 W 杯に懸念

<https://www.47news.jp/4853924.html>

(2020 年 7 月 29 日 11:23 閲覧)