

## Covid-19 に関する社会ネットワークの分析 Social Network Analysis of Covid-19 Pandemic

濱岡 豊<sup>†</sup>  
Yutaka Hamaoka

### 1. はじめに

2020 年 1 月 16 日に日本でも 1 例目が発症した新型コロナウイルス(COVID-19)は、6 月 17 日現在、17,350 名の陽性者、931 名の死者数に達した。韓国でも 1 月 20 日に 1 例目が発症したが、陽性者は 10,774 名、死者は 279 名である。韓国の人口は日本の約半分であることを考えると、人口あたりの韓国の死者数は日本の半分程度である。韓国は 2 月末には、教会での集団感染などによって WHO から要注意国とされたが、その後、急速に検査体制を整備し、3 月をはじめに陽性者数はピークアウトした。これに対して、日本のピークは 4 月初旬にずれ込んだ。韓国は 113 万人に検査を行ったのに対して、日本では 29 万人に留まっている。日韓の死者数の差は、検査体制を構築する危機対応力の差によると考えられる。ただし、当初から両国のデータを定期的に収集してきた経験からは、日本では、データの収集、公開に関しても検査人数と検査件数の定義があいまい、民間で行われている検査をカウントしていない自治体の存在、各地からの報告を取りまとめているため公開の遅い、データの収集方法も報告方式から、各自治体のホームページから厚労省が取得する方法に変更される、機械可読な方法で公開されないなどの問題も大きい。

本研究の長期的な目的は、パンデミックへの対応方法を改善するための提案を行うことであるが、本報告では日本の専門家が強調する積極的疫学調査やその成果についてデータの収集方法、論文、再分析を通じて批判的に検討する。

### 2. 積極的疫学調査

COVID-19 対策として行われている積極的疫学調査は、感染者が発症前後に接触した人を追跡する方法である。表 1 に WHO、韓国、日本の調査方法の比較をまとめた。日本は調査票に名前を書かせており[1]、接触の状況として公共交通機関を想定していない。2 月 25 日版以降は、クラスター対策を重視し、「ライブハウス」などを例示することによって、さらにバイパスをかけ、調査対象者を非常に絞り込んでいる。

表 1 COVID-19 に関する積極的疫学調査の比較

	(濃厚)接触者の操作化	特記事項
WHO [2][3]	発症前 2 日間から発症後 14 日間、患者と直接接点。1m 以内で 15 分以上の接触。	接触の状況として、公共交通機関も想定[2]。
韓国 [4]	患者と 2m 以内で接触(高リスク)、および日常的な接触(低リスク)。	携帯電話 App による自己診断システムも導入。
日本 [5]	発症日以降の接触者[5]。5 月 29 日版からは、感染可能期間に接触した者(検体採取 2 日前から入院までを含む) 2m 以内の接触者。ただし、感染予防策なしと限定。時間の規定なし。接触した者。5 月 29 日版からは 1m 以内に改訂[6]。	2 月 25 日版からは、クラスター特定を重視[7][1]。

<sup>†</sup>慶應大学商学部

日本のクラスター対策班は、2 つの分析結果を公開している。2 月 26 日までの 110 件を分析した査読前論文[8]では、2 次感染させたのは 27 件のみで、うち最大で 12 人に感染させた者がいること、この例を含めて閉空間での接触の方が 2 次感染させた相手の数が多いことなどを見いだしたとし、いわゆる「3 密回避」の根拠とされた。ただし、この論文は査読前版が公開されると、11 クラスターから収集したとあるが、その定義がない、次数分布ヒストグラムのカウントミス、これに伴うオッズ比の誤りなどの問題が指摘され、筆者の西浦氏も誤りを認めた<sup>1</sup>。その後、改訂版が公開されたが、筆者の知る限りでは雑誌などには未掲載である。この論文で示された多くの者は感染させず、ごく一部の者が多くを感染させるという結果は、スケールフリー分布であり、SIR モデルが想定している感染者が平均で  $R(t)$  人に感染させるというランダムネットワークとは異なる。このような分布が得られたのは、濃厚接触者を狭く限定したため、接触者の一部しか検出していないためだと考える。

もう一つの論文[9]では 4 月 4 日までの 2,875 件の分析結果を報告している。5 人以上が含まれるものをクラスターと定義し、61 が見いだされた。そのうち、1 次感染者が特定できたとされたのは 22 しかなかった。クラスターに含まれる患者数は明示されていないが、クラスターサイズのヒストグラムから概算すると、975 名程度であり<sup>2</sup>、調査対象の 1/3 に過ぎない。この論文では、はじめの論文で示された各々が感染させた人数の分布は示されておらず、周囲に何名いたかの情報が得られないため、二次感染率も計算されていない。

韓国での積極的疫学調査の結果については、初期の 30 名の結果が報告されている[4]。30 名を追跡し、2,370 名の接触者、つまり一人あたりで平均 79 名を特定した。うち 12 名の感染が確認されたので 2 次感染率は 0.55% となる。ただし、2 次感染させた者は 9 名、感染させた相手の数は最大で 3 名であり、日本[8]のように 12 名に感染させた者はいない。

### 3. 日本の Covid-19 初期 313 名の分析

このように日本では積極的疫学調査が強調されているが、その有効性は検討されていない。厚労省は 3 月 6 日まで、Covid-19 患者の年代、性別、居住地、周囲の患者、濃厚接触者数などの匿名化情報を公開していた<sup>3</sup>。本研究ではこれに含まれる 313 名分のデータを再分析し、この点を検討する。なお、これにはチャーター便帰国者を含むが、ダイヤモンドプリンセスの乗客は含まない。

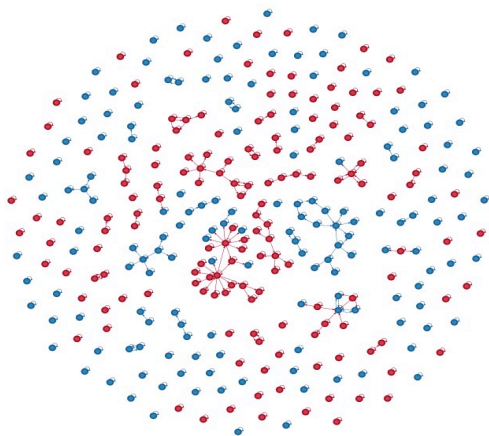
日本のクラスター対策班の論文によると 2 月 26 日公表分には 110 名が含まれるとあったが、このデータでは同期間までには 166 名、それ以後には 146 名が含まれる(確定日不明が 1 名)。

図には、確定日が 2 月 26 日前(赤)か後(青)で色分けした患者ネットワークを示す。クラスター班の論文[8]では、赤の一部だけを対象として 11 のクラスターがあるとしていたが、5 人以上がつながるクラスターは全期間をみても 7 個しか

なく、論文の根拠が不明である。313名中、ネットワーク上の孤立者、つまり人的な感染経路がない、もしくは不明な者は167名と半数を超え調査で追跡できていないとはいえない。

このデータでは、「濃厚接触者数」「周囲の患者が誰か」も公開されている。表2に示すように、報告時にはそれぞれ241名、139名について調査中であった。判明している者に限定した濃厚接触者数の平均値は9.4名に過ぎず、韓国の79名を大幅に下回る。周囲の患者数の平均値は0.90名であり、0.9名にしか感染させないのであれば、感染症が拡大することはない。しかし、実際はこのデータが収集された後、4月半ばにかけて1日あたり700名までに拡大した。積極的疫学調査には限界があることを認識すべきである。

各患者の発症日のデータは入手できなかったため、周囲の患者のうち、確定日が最も早い者が感染させたと考えて有向グラフを構成した。報告時には調査中であっても、濃厚接触者がその後、発症した場合には患者として公表される。このため、図のグラフにする際には313名全員を含めた。出次数(感染させた相手の数)の中央値、平均値とも、公開時の「周囲の患者」よりも低くなったのは、公開時調査中で、その後も患者が見つからない者を孤立者としたためだと考えられる。一方で、次数が最大の者は11と、周囲の患者の最大値6よりも多くなっている。これは、観察期間中に濃厚接触者から発症したためだと考えられる。このように、報告時後、接触者から発症者が見いだされた者も313名中27名と1割



以下に留まる。

注)赤:2月26日以前、青:2月27日以降に報告された患者。

図 COVID-19 患者ネットワーク

表2 積極的疫学調査の単純集計

	Min.	1st Q	Medi	Mean	3rd Q	Max.	NA's
濃厚接触者	0	1	4	9.40	11	69	241
2/26まで	0	1	4	9.20	11	69	101
2/27以降	1	1	5	11.70	14	42	141
周囲の患者数	0	0	1	0.90	1	6	139
2/26まで	0	0	1	1.00	1	4	59
2/27以降	0	0	1	0.80	1	6	81
入次数	0	0	0	0.43	1	6	1
2/26まで	0	0	0	0.46	1	3	1
2/27以降	0	0	0	0.38	1	6	1
出次数	0	0	0	0.43	0	11	1
2/26まで	0	0	0	0.55	1	11	1
2/27以降	0	0	0	0.29	0	4	1

注)上段は全期間。2/26までは166名、2/27以降は146名(確定日不明1名)。NAは調査中もしくは不明。

#### 4. まとめ

本報告では Covid-19 への対応への提言を行うための手がかりとして、日本の専門家が強調する積極的疫学調査の方法、公表されている論文を批判的に検討した。公開されているデータを分析することによって、積極的疫学調査によって人的な感染経路が明らかにされたのは、313名中146名と半数程度に過ぎないこと、韓国と比べると濃厚接触者の特定も行われていないといった限界を示した。

4月初旬までを対象とした、クラスター論文[9]でも感染者の1/3程度しか追跡できておらず、その後感染者が急増したことを考えると、クラスター対策には限界があり、限界を踏まえた総合的な対策が必要である。

本研究では公開されたデータを用いたため、それ以降の調査結果は反映されていない。日本ではPCR検査体制が遅れた一方で積極的疫学調査の有効性が強調されるが、それぞれの成果を第三者が評価できるように、データを公開する必要がある。感染症の場合、データを公開することは、感染者を減少させるという本質的な重要性もある。検査による隔離は感染症対策の基本であり、検査体制の構築が急務である。

謝辞

本研究は科研費(基盤研究 B: 20H01625)、慶應義塾大学学事振興資金を受けて行われた。

<sup>1</sup> 例えば東北大学・田中重人氏の下記以降のツイート。

<https://twitter.com/twremcat/status/1234275893268209664>

著者でクラスター対策班の西浦氏が誤りを認めたツイート。

<https://twitter.com/nishiurah/status/1244855374156423168>

<sup>1</sup> ヒストグラムのビンの中央値を用いて算出。ただし上端は100人とした。 $7.5 \times 40 + 15 \times 15 + 25 \times 2 + 100 \times 4 = 975$ 名。

<sup>1</sup> [https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_10022.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_10022.html)

#### 参考文献

- [1] 国立感染症研究所 新型コロナウイルス(Novel Coronavirus:nCoV)に対する積極的疫学調査実施要領(暫定版)2020/3/6版 調査票(案)(2020).
- [2] WHO Contact tracing in the context of COVID-19. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1277571/retrieve> (2020).
- [3] WHO Considerations in the investigation of cases and clusters of COVID-19. <https://www.who.int/docs/default-source/nepal-documents/cases-clusters-investigation-techedited-13-03-2020.pdf> (2020).
- [4] Covid-19 National Emergency Response Center, E., Case Management Team, K. C. f. D. C. and Prevention Coronavirus Disease-19: Summary of 2,370 Contact Investigations of the First 30 Cases in the Republic of Korea. *Osong Public Health Res Perspect*, 11, 2 (Apr 2020), 81-84.
- [5] 国立感染症研究所 新型コロナウイルス(Novel Coronavirus:nCoV)に対する積極的疫学調査実施要領(暫定版)2020/1/17版. <https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/corona/2019nCoV-02-200117.pdf> (2020).
- [6] 国立感染症研究所 新型コロナウイルス(Novel Coronavirus:nCoV)に対する積極的疫学調査実施要領(暫定版)2020/5/29版. <https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/corona/2019nCoV-02-200529.pdf> (2020).
- [7] 国立感染症研究所 新型コロナウイルス(Novel Coronavirus:nCoV)に対する積極的疫学調査実施要領(暫定版)2020/2/27版. <https://www.niid.go.jp/niid/images/epi/corona/2019nCoV-02-200227.pdf> (2020).
- [8] Nishiura, H., Oshitani, H., Kobayashi, T., Saito, T., Sunagawa, T., Matsui, T., Wakita, T. and Suzuki, M. Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.28.20029272v1> (2020).
- [9] Yuki, F., Eiichiro, S., Naho, T., Reiko, M., Ikkoh, Y., Yura, K. K., Mayuko, S., Konosuke, M., Takeaki, I., Yugo, S., Shohei, N., Kazuaki, J., Tadatsugu, I., Tomimasa, S., Motoi, S., Hiroshi, N. and Hitoshi, O. Clusters of Coronavirus Disease in Communities, Japan, January–April 2020. *Emerging Infectious Disease journal*, 26, 9 (2020).