

特集にあたって

石井 晃（鳥取大学）

本特集は特集テーマ「感染・伝播・伝搬」とするものである。感染は現在世の中を騒がせている COVID-19 に代表されるウイルスなどの感染であるが、伝播・伝搬には情報や人流、交通流、さらには金銭の流れなど、さまざまなケースが考えられる。いわゆる感染については SIR モデルという数理モデルがあることが知られている。

$$\begin{aligned}\frac{dS(t)}{dt} &= -\beta S(t) I(t) \\ \frac{dI(t)}{dt} &= \beta S(t) I(t) - \gamma I(t) \\ \frac{dR(t)}{dt} &= \gamma I(t)\end{aligned}$$

ここで、 $S(t)$ は時刻 t での感染する可能性がある人の数、 $I(t)$ は感染している病気の状態の人の数、 $R(t)$ は快復した人の数である。第一の式は一定の確率 β で感染している人と接触した未感染の人が、感染することを示す。感染した人の数だけ、未感染者が減るという式になっている。第二の式は病気の人の数は感染したことで増え、また確率 γ で快復した人の数だけ減ることを示す。第三の式は、病気から快復した人の数だけ、回復者の数が増えることを意味する。

これが、通常、SIR モデルとして知られている数理モデルである。しかし、これを読み替えて、たとえば $S(t)$ が時刻 t で有用な情報に未だ接していない人の数、 $I(t)$ が有用な情報に接して興奮している人の数、 $R(t)$ が既にその情報には飽きてしまった人の数とすれば、これはそのまま流行の情報の拡散の状況を表す数理モデルとなる。

このように、数理モデルというのは、一見無関係と思われる事象を同じ方程式で表現できる可能性があり、その意味では感染も伝播・伝搬も同じような数理モデルで記述できる可能性がある。もちろん、事象ごとの細部は別である。

本特集は、このような見地から、感染・伝播・伝搬がある意味、一括りに考える発想から考え出された。同じような数理モデルがさまざまな局面で応用されていることから、さらなる応用に対して他分野の知見を役

立てることも可能となり、有益であろう。

一方、感染症の流行の状況を表す SIR モデルを見ると、極めて単純化されたモデルであるため、多くの重要な要素が含まれていないことも明らかである。たとえば、位置情報が入っていない。この SIR モデルで日本全体の感染状況を考えると、日本のどの場所も同じと扱っていることになる。実際のわれわれの知るところでは、明らかに違う。また、感染の仕方も感染者と未感染者が接触すると一定の割合で感染するとしているだけで、接触の仕方の詳細、たとえば飲食店内か、乗り物の中か、買い物のときか、詳細は区別されていない。また、気温や晴雨などの気候条件も入っていない。さらに長期の感染流行での人心の動揺も入っていない。つまり、SIR モデルは大雑把に現象を把握するのにいいモデルであるが、詳細を詰めて正確な予測をするには、もっと多くの要素を入れる必要があるのである。

本特集は、そのような方向で各論文を見ると有用であろう。最初の水野貴之（国立情報学研究所）、上坂大輔・幡谷子（(株) KDDI 総合研究所）、南川教宣（KDDI（株））の論文では、SIR モデル的な描像を念頭に置きつつも、高い空間解像度で位置情報を取り入れた感染の進行を数理的に分析する労作である。次の林克磨・西浦博（京都大学）の論文では SIR モデルに気候の要素を取り入れる試みで、緊急事態宣言下で感染拡大と収束の数理モデルシミュレーションを行った西浦グループの仕事であるだけに、興味深い。次の二つの論文は COVID-19 流行下での人の心の動きを解析する論文で、3 番目の吉田光男（豊橋技術科学大学）、鳥海不二夫（東京大学）、榊剛史（(株) ホットリンク）の論文は、GoTo トラベルについての反応に焦点を当て、Twitter 情報から明らかにする試みである。4 番目の奥田慎平（名古屋大学）、笹原和俊（東京工業大学）の仕事は COVID-19 流行下での転売商品に注目して消費者心理を解析した論文である。

最後の二つの論文は、COVID-19 から離れて、情報の伝播に焦点を当てている。藤居誠・石井晃（鳥取大学）の論文は情報の伝播をマーケティングの視点で扱い、新製品に最初に飛びつく人からそうでもない人ま

で個性の違いを取り入れてオピニオンダイナミクスで解析している。これを感染にたとえれば、感染しやすいお年寄りが先に感染し、若者はなかなか感染しない

現象に似ているかもしれない。浅野翔・雨宮護・佐野幸恵（筑波大学）の論文は情報の地理的伝播を警察のTwitter アカウントに着目して解析するものである。