

季節調整法を応用した 新型コロナウイルス感染症の報告日別の新規陽性者数の変動分析

アリタ テツマ
有田 帝馬*

目的 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の報告日別の新規陽性者数は、感染状況を判断する上で重要な指標である。そのトレンド（傾向・循環変動）をとらえる上で週単位の周期性や休日の影響が阻害要因となっている。経済統計の分析で利用される季節調整法を応用し、これらの阻害要因を分離できないか検討した。

方法 全国および東京都の報告日別の新規陽性者数の日次データ（2020年3月下旬～2021年2月上旬）を対象に、主要な季節調整法であるX-12-ARIMAプログラムの一部プロセスを日次データでも適用できるように修正したものを利用し、新規陽性者数の変動を、トレンド、暦による変動（週単位の周期性および休日の影響）、不規則変動（一時点の要因による変動）に分離することを試みた。

結果 季節調整法の応用により、トレンド、暦による変動、不規則変動の分離に成功した。新規陽性者数の変動は前日比で約15%内のトレンド、週単位の周期性の約-30%～10%の振れ、不規則変動による約15%の振れで構成されることが確認された。

結論 本分析で行った季節調整法の日次データへの応用は、報告日別の新規陽性者数のトレンドを早期かつ的確にとらえるための有力な手法になると考えられる。

キーワード 新型コロナウイルス感染症, COVID-19, 新規陽性者数, 変動分析, 季節調整法, X-12-ARIMA

I はじめに

国内の新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のPCR検査における報告日別の新規陽性者数（以下、新規陽性者数）の集計値は、厚生労働省のホームページにおいて日次で公表されている（2020年5月7日公表分までは厚生労働省が把握した個票の積み上げ値、5月8日公表分以降は各自治体がウェブサイトで公表している数等の積み上げ値¹⁾。また東京都²⁾の新規陽性者数も、東京都のホームページにおいて日次で公表されている。

新規陽性者数は、感染状況を示す4つのス

テージ（感染ゼロ散発段階、感染漸増段階、感染急増段階、感染爆発段階）を判断するための6つの指標（以下、6つの指標）のうち、3指標（10万人あたりの新規報告者数、直近1週間と先週1週間の比較、感染経路不明割合）のベースとなる重要な指標³⁾である。このため、新規陽性者数の変動への関心は高い。

しかしながら、月曜日の新規陽性者数は日曜日のPCR検査数の減少等を要因に減少する、といった週単位の周期性がみられる。また、休日の翌営業日も同様の要因で新規陽性者数が減少する。週単位の周期性や休日の影響は、新規陽性者数のトレンド（傾向・循環変動）をとらえる上で阻害要因となっている。

6つの指標では、新規陽性者数のトレンドの

* 日本銀行金融機構局企画役

判断にあたり、直近1週間と先週1週間の比較を指標とすることで、週単位の周期性の除去が図られている。しかし、1週間の合計値による比較となるため、最新日のウェイトが低くなりトレンドの変化が指標に現れるのが遅れる可能性がある。また、休日の影響が調整されていない点も、トレンドを的確にとらえる上での阻害要因となっている。

今回、これらの課題を解消するため、月次や四半期の経済統計の分析で用いられる季節調整法を応用し、日次データである新規陽性者数の分析を行った。結果、新規陽性者数の変動を、トレンド、暦による変動（週単位の周期性および休日の影響）、不規則変動（一時点の要因による変動）に分離することに成功した。本分析方法は、新規陽性者数のトレンドを早期かつ的確に把握する上で有力な手法になると考えられる。

Ⅱ 分析方法

（1）季節調整法とX-12-ARIMAの概要

季節調整法は、月次や四半期単位で集計されるデータの変動を、トレンド、季節変動（年単位の周期性〈季節性〉や暦による変動）、不規則変動に分離し、データから季節変動を除去する分析手法である⁴⁾。GDP（国内総生産）、家計支出、鉱工業生産指数をはじめとしたわが国の主要な経済統計の多くで、季節調整法による分析が行われている。

季節調整法は複数あるが、わが国の主要な経済統計のほとんどに、アメリカのセンサス局で開発されたX-12-ARIMAのプログラムが利用されている⁵⁾。X-12-ARIMAは、①Regression-ARIMAモデルを用いた暦による変動の分離および外れ値の処理、②統計的な性質を利用したトレンド、季節変動、不規則変動の分離、の2つのプロセスで構成されている⁴⁾。本分析は、X-12-ARIMAによる季節調整法を応用し、日次データである新規陽性者数の変動の分解を試みるものである。

なお、アメリカのセンサス局ではX-12-ARIMA

の次バージョンであるX-13-ARIMA-SEATSのプログラムが公表されている⁶⁾。このX-13-ARIMA-SEATSは、X-12-ARIMAの一部機能をオプションで変更可能にしたものであり、X-13-ARIMA-SEATSのプログラムであっても、X-12-ARIMAのプログラムと同等の処理が実行可能である。

（2）Regression-ARIMAモデルによる休日の影響の分離と外れ値の処理

Regression-ARIMAモデルを用いた休日の影響および外れ値（極端に振れの大きい不規則変動）の処理のプロセスは、日次データであってもX-12-ARIMAのプログラムで実行可能である。そこで、本分析も本プロセスはX-12-ARIMAのプログラムで実行した。

休日の影響の分離にあたっては、これを回帰させるためのダミーデータが必要になる。休日の影響はPCR検査数減少を通じ、翌営業日の新規陽性者数の減少として表れると考えられる。そこで、休日の翌営業日を1、それ以外の日を0とした時系列データを準備し、週単位の変動の要素を完全になくすため、この時系列データから各曜日の平均値を除いたものを、休日の影響を回帰させるためのダミーデータとした。なお年末年始は、12/29～1/1を休日として取り扱った。

またX-12-ARIMAのプログラムには、外れ値が、暦による変動の推計に悪影響を与えるのを防ぐため、外れ値を一時的に除去する機能が準備されている。本分析でもこの機能を利用し、外れ値の一時的な除去を行った。なお外れ値は、暦による変動の推計後に不規則変動に戻される。

（3）各変動の分離

トレンド、暦による変動、不規則変動の分離のプロセスは、ロジックの問題からX-12-ARIMAのプログラムでは日次データに対し実行できない。本分析では、X-12-ARIMAのプログラム上のロジックを日次データに対応できるように修正したものを用いて計算した。分離にあたっては、各変動の変動幅がデータの水準

に比例すると考えられることから、乗法型分解モデル⁴⁾を採用した。

各変動の分離のプロセスの中で、トレンドの抽出に用いる計算処理（ヘンダーソン移動平均）および季節変動の抽出に用いる計算処理（二重移動平均）の項数は、X-12-ARIMAのプログラムではデータの性質を元を選択される⁴⁾。この部分について本分析では、計算量を減らすため、それぞれ13項ヘンダーソン移動平均と3×5移動平均に固定した。

(4) 分析対象データ

本分析では、全国および東京都の新規陽性者数の日次データを用いた。データ期間は新規陽性者数が増加し始めた2020年3月下旬（22日）から、2021年2月上旬（5日）までとした。

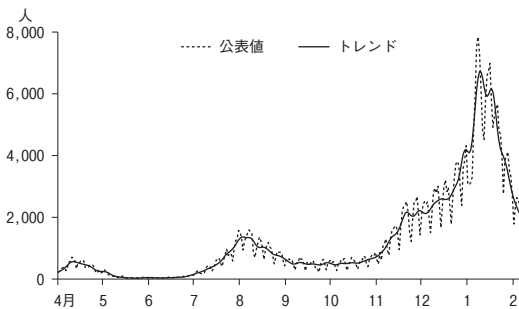
表1 新規陽性者数データを用いて推計したRegression-ARIMAモデル

	ARIMAモデル	回帰変数	
		休日の回帰変数 ²⁾	一時的に除去した外れ値
全国	(111)(111)		
東京都	(110)(211)		2020/3/22,3/30,5/7,5/18,5/22,5/23,5/31,6/2,6/14,6/15,7/8,8/13

注 1) 全国、東京都とも2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。
 2) 休日の回帰変数は、休日のPCR検査数減少を通じた翌営業日の新規報告者数の低下を表現するダミーデータ（休日の翌営業日を1、それ以外の日を0とした時系列データに、週単位変動を除去する処理を行ったデータ）を利用した。ARIMAモデルの次数および回帰変数のt値はすべて2以上で有意となっている。

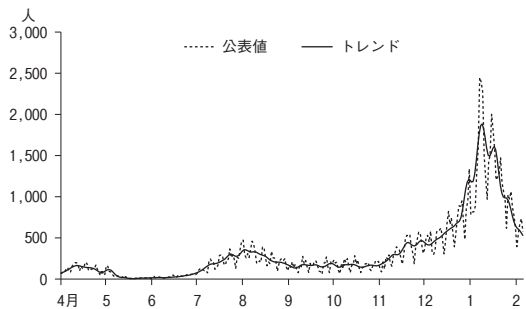
なお、分析に用いた新規陽性者数のデータは、一般公表されている情報であり、匿名化されているため個人情報と結びつかない。このため、

図1 季節調整法を応用して推計した新規陽性者数のトレンド(全国)



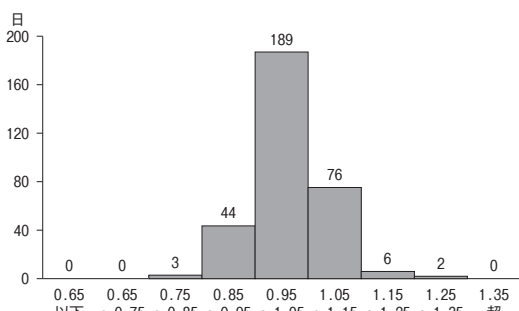
注 2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。休日の影響と外れ値をRegression-ARIMAモデルで処理し、季節調整法(X-12-ARIMA)のプロセスにより暦による変動(週単位の周期変動)および不規則変動を分離することでトレンドを推計した。

図2 季節調整法を応用して推計した新規陽性者数のトレンド(東京)



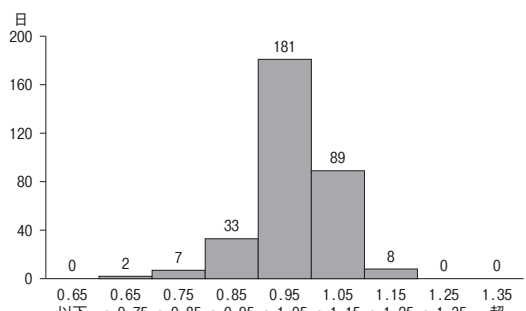
注 2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。休日の影響と外れ値をRegression-ARIMAモデルで処理し、季節調整法(X-12-ARIMA)のプロセスにより暦による変動(週単位の周期変動)および不規則変動を分離することでトレンドを推計した。

図3 新規陽性者数のトレンド(前日比)の度数分布(全国)



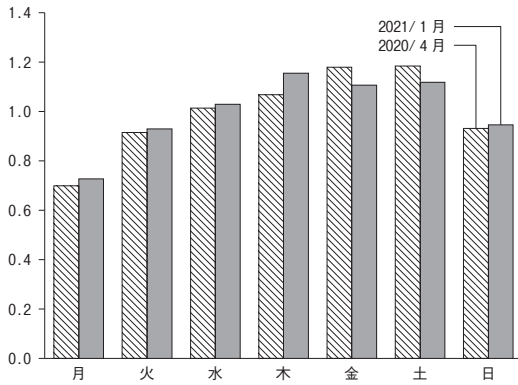
注 新規陽性者数のトレンド推計値の性質を確認するため、トレンド推計値の前日比(2020年3月23日～2021年2月5日)の分布を集計した。

図4 新規陽性者数のトレンド(前日比)の度数分布(東京)



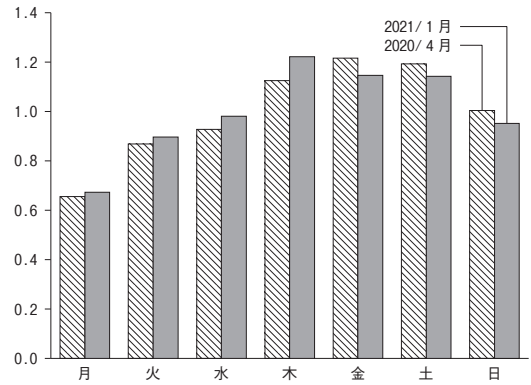
注 新規陽性者数のトレンド推計値の性質を確認するため、トレンド推計値の前日比(2020年3月23日～2021年2月5日)の分布を集計した。

図5 新規陽性者数の週単位の周期性（全国）



注 2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。休日の影響と外れ値をRegression-ARIMAモデルで処理し、季節調整法（X-12-ARIMA）のプロセスにより暦による変動（週単位の周期変動）を抽出した。2020年4月は6～12日、2021年1月は25～31日の暦による変動を代表値として示している。

図6 新規陽性者数の週単位の周期性（東京）



注 2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。休日の影響と外れ値をRegression-ARIMAモデルで処理し、季節調整法（X-12-ARIMA）のプロセスにより暦による変動（週単位の周期変動）を抽出した。2020年4月は6～12日、2021年1月は25～31日の暦による変動を代表値として示している。

人を対象とする調査を行う等の際に求められる倫理的配慮は必要とされないデータである。

Ⅲ 分析結果

(1) Regression-ARIMAモデル

まず、本分析に用いたRegression-ARIMAモデルを示す（表1）。なお、すべての変数のt値は2以上となっている。

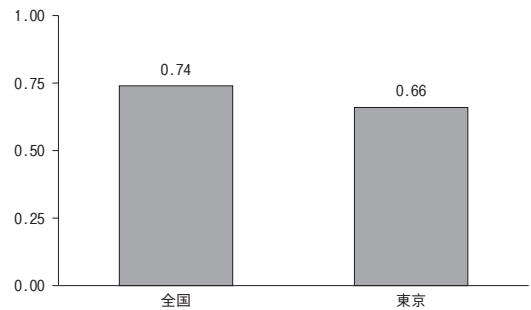
Regression-ARIMAモデルにおいて、2020年5月中旬から6月に外れ値を除去するための回帰変数が多いのは、この時期のほとんどの期間で、新規陽性者数の水準が全国で2桁、東京でも1桁から2桁前半と低かったためと考えられる。

(2) トレンドの推計結果

全国および東京の新規陽性者数のトレンドの推計結果を示す（図1、図2）。原系列でみられた暦による変動および不規則変動が分離され、長い周期の変動のみトレンドとして抽出されており、期待どおりの結果が得られた。

トレンドの性質をみるため、横軸をトレンドの前日比、縦軸を該当する日数とした度数分布表で示す（図3、図4）。全国、東京のトレンドとも、ほとんどの期間（全期間の9割以上）

図7 休日の翌営業日の新規陽性者数の押し下げ



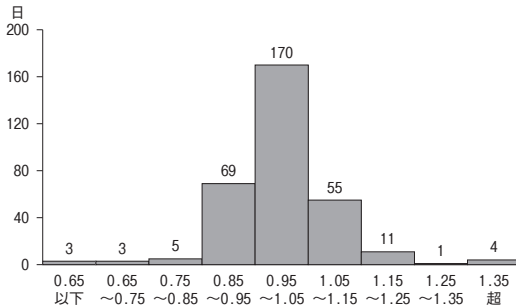
注 2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。Regression-ARIMAモデルに、休日の影響（休日のPCR検査数減少を通じた翌営業日の新規報告者数の低下）を表現する回帰変数を組み合わせることで、休日の影響を抽出した。回帰変数は、休日の翌営業日を1、それ以外の日を0とした時系列データに、週単位変動を除去する処理を行うことで作成した。

の変動が前日比で15%（0.85超～1.15以下）内であり、トレンドによる変動は後述の暦による変動と比べ、緩やかであることがわかる。

(3) 暦による変動の推計結果

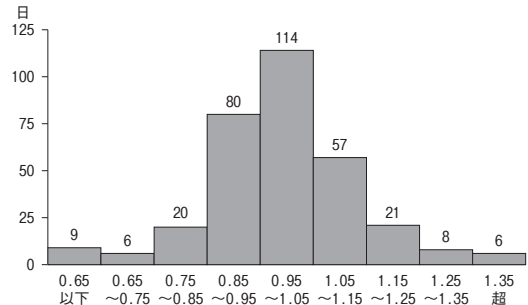
暦による変動のうち、まず、全国および東京の週単位の周期性の推計結果をみると、全国、東京とも月曜日に最も強く押し下げられた後、全国で水曜日、東京で木曜日に押し上げに転じる周期性が確認された（図5、図6）。この周期性の経年変化は小さく、例えば月曜日では、全国・東京とも約30%（0.7）押し下げられる

図8 新規陽性者数の不規則変動の度数分布 (全国)



注 2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。休日の影響と外れ値をRegression-ARIMAモデルで処理したデータについて、季節調整法(X-12-ARIMA)のプロセスにより、外れ値除去済みの不規則変動を抽出し、それにRegression-ARIMAモデルで処理した外れ値を加えることで不規則変動を推計した。

図9 新規陽性者数の不規則変動の度数分布 (東京)



注 2020年3月22日～2021年2月5日の新規陽性者数の日次データを用いた推計。休日の影響と外れ値をRegression-ARIMAモデルで処理したデータについて、季節調整法(X-12-ARIMA)のプロセスにより、外れ値除去済みの不規則変動を抽出し、それにRegression-ARIMAモデルで処理した外れ値を加えることで不規則変動を推計した。

周期性が全期間を通じて続いている。

次に、休日の影響（休日の翌営業日の新規陽性者数の押し下げ）の推計結果をみると、休日の翌営業日に全国、東京とも約30%（全国0.74, 東京0.66）新規陽性者数が押し下げられることが確認された（図7）。

(4) 不規則変動の推計結果

全国および東京の不規則変動の推計結果を、横軸に不規則変動の大きさ、縦軸に該当する日数をとった度数分布表で示す（図8, 図9）。

まず度数分布表の形状をみると、全国、東京とも若干右側に長く裾を引く単峰型となっている。また不規則変動の振れは、上下15%以内（0.85～1.15）に収まる日数が全国で全期間の約9割、東京で同約8割と過半を占めることが確認された。

IV 考 察

(1) 本分析の評価

本分析では、X-12-ARIMAのプログラムによる季節調整法の応用により、日次データである新規陽性者数の各変動の分離を試みた。

結果、新規陽性者数の変動は、おおよそ前日比で15%内に収まるトレンドの中、-30%～10%の週単位の周期性および-15%～15%の不規則変動で構成されることが確認された。また、

休日の翌営業日に新規陽性者数が約30%押し下げられることも確認された。また東京の新規陽性者数の変動は、おおむね全国と同じ傾向であることも確認された。

変動の大半を暦による変動と不規則変動が占めることから、これらの変動の分離が新規陽性者数のトレンドを早期かつ確にとらえる上で重要であり、本分析で行った季節調整法の日次データへの応用が、これらの変動の分離を行う上で有力な手法になり得ることが確認された。

(2) 想定される活用

本分析手法は、日次データが追加される度に、直近日までの各変動を分離することが可能である。トレンドを的確かつ迅速にとらえる必要がある場合は、本分析を日次で行うことが考えられる。

また本分析手法では、暦による変動の予測値の作成も可能である。日次で本分析を行うのが難しい場合は、若干精度が落ちるがRegression-ARIMAモデルによる休日の影響の分離と外れ値の処理は週次または月次にとどめ、処理を行わない期間は暦の変動の予測値で代替することも一案である。

(3) 今後の課題

本分析は、分析対象を新規陽性者数データに絞っている。このため、新規陽性者数の変動要

因と考えられる要素（PCR検査数、気温等の天候変動、自粛要請を含む政府や自治体の対応等）の影響度解析に踏み込めておらず、これは今後の検討課題である。各要素を定量データで表現し、これを今回の分析手法と組みあわせることで、各要素の影響度解析につなげることが今後の展開として考えられる。

また本分析の精度に関しても、2つの改善点がある。1つ目が、休日の影響を回帰させるためのダミーデータの改良である。前述の各要素の影響度解析とも関連するが、PCR検査数のデータを活用し、この変化の影響を、より精緻に表現できるようにダミーデータを改良できれば、休日の影響の分離精度がさらに高まると考えられる。また、年末年始について12/29～1/1を休日として取り扱ったが、この扱いも改善余地がある可能性がある。

2つ目が、トレンドの抽出に用いたヘンダーソン移動平均と、季節変動の抽出に用いた二重移動平均の項数の扱いである。分析結果から、各変動の分離精度については今回選択した項数で問題はないと考えられるが、より少ない項数を選択することで、トレンドの変化をより早期に把握できる可能性がある。

この他、本分析の活用を広げる観点では、東京以外の地域への本分析の応用も課題である。東京以外の地域の場合、データの振れが大きい可能性が高く、データ期間の選択や外れ値の一時的な除去などをうまく行わないと、各変動を適切に分離できない可能性があり、難易度は高いと考えられる。

謝辞等

本分析では、全国および東京都の新規陽性者数の日次データを利用した。これらのデータは、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）への緊迫した対応の中、第一線からの患者情報の報告を元に作成されたデータである。第一線で対応されている医療機関や保健所等の関係者の皆様に敬意と謝意を表させていただく。

なお、本論文は筆者個人の見解であり、筆者の所属する日本銀行の公式見解ではなく、ありうべき誤りはすべて筆者個人に帰すべきものである。

文 献

- 1) 厚生労働省. 新型コロナウイルス感染症について (<https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/open-data.html>) 2021.2.6.
- 2) 東京都. 新型コロナウイルス感染症対策サイト (<https://stopcovid19.metro.tokyo.lg.jp/>) 2021.2.6.
- 3) 内閣官房. 新型コロナウイルス感染症対策 (https://corona.go.jp/news/pdf/jimurenraku_0811.pdf) 2021.2.6.
- 4) 有田帝馬. 入門季節調整. 東京：東洋経済新報社；2012；41-44：75-88；17：68-71.
- 5) 総務省. 経済指標に関する統計基準 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000689767.xlsx) 2021.2.6.
- 6) United States Census Bureau. X-13ARIMA-SEATS Seasonal Adjustment Program (<https://www.census.gov/srd/www/x13as/>) 2021.2.6.