

持続的需要変動に関する勉強会 検討報告書

2022年9月28日

調整力及び需給バランス評価等に関する委員会 事務局

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

- 第3回調整力に関する委員会（以下、調整力委員会）において、持続的需要変動対応分についてその確保水準の検討が必要であると整理された。

持続的需要変動対応（検討の目的）

6

- 制度設計WGにおいて、持続的需要変動対応分は、長期的な景気変動に伴う需要変動に対応するためのものであり、需要に応ずるために必要な供給力を確保する義務を持つ小売電気事業者が原則、確保すべき予備力として整理。

（参考）：電気事業法（第2弾改正）第2条の1 2第1項

小売電気事業者は、正当な理由がある場合を除き、その小売供給の相手方の電気の需要に応ずるために必要な供給能力を確保しなければならない。

- 持続的需要変動対応のための予備力は、原則、小売電気事業者が確保すべき予備力であるが、次の観点から、その水準を検討する必要がある。

✓ 広域機関による供給信頼度評価

供給計画取り纏めの際に、広域機関がエリア需要想定と供給力（発電事業者からの供給計画により把握。小売電気事業者と契約がない供給力を含む。）を比較し、日本全体および各エリアにおいて、持続的需要変動分にも対応できる供給力が確保されているかどうかを確認する。

※ 供給力が確保されていない場合の扱い（電源入札実施の要否検討等）については、別途検討。

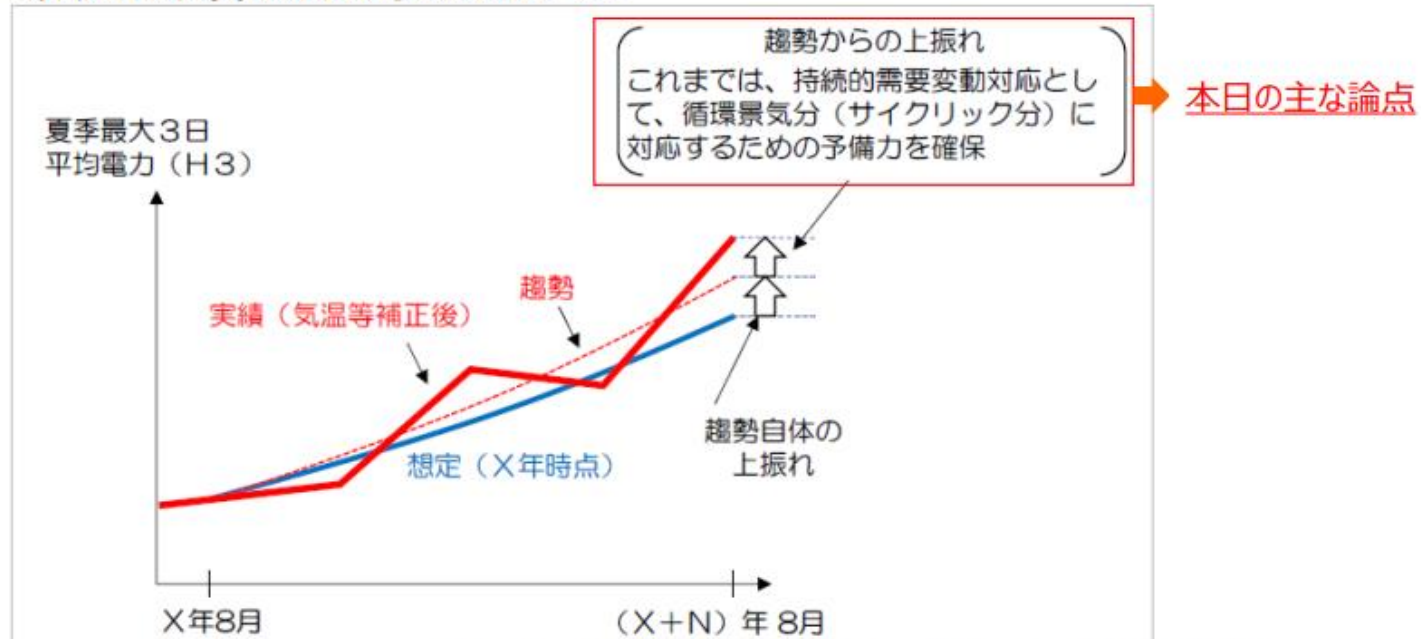
(参考) 景気変動等による需要変動（持続的需要変動）について

景気変動等による需要変動（持続的需要変動）について

3

- 景気変動等による需要変動（持続的需要変動）の発生状況としては、「趨勢自体の上振れ」と「趨勢からの上振れ」に分類される。
- このうち、「趨勢自体の上振れ」については、供給計画の前提となる需要想定業務において、毎年、経済見通しについて、実績に対する乖離補正を実施して対応している。
- ここでは、「趨勢からの上振れ」として、循環景気分に対応するための必要供給予備力について主に検討する。

＜持続的需要変動対応の考え方のイメージ＞



【出典】調整力等に関する委員会平成27年度（2015年度）中間取りまとめ抜粋に追記
http://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/files/chousei_chuukantorimatome.pdf

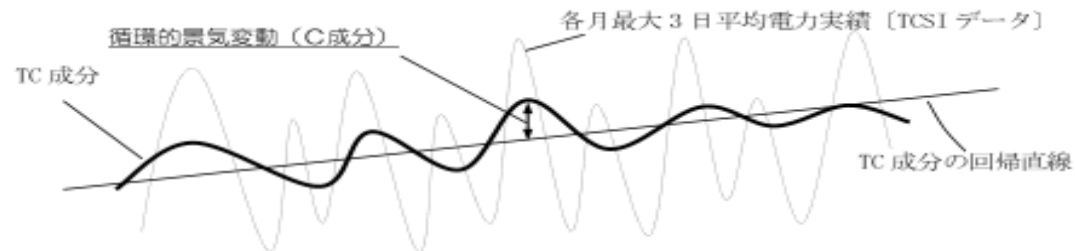
持続的需要変動の検討手法

- 持続的需要変動対応分の算定では、従来は季節調整法としてEPA（Economic Planning Agency）法を使用し、過去の需要実績（各月最大3日平均電力）から、S（シーズン）成分とI（イレギュラー）成分を除去したT（トレンド）成分とC（サイクル）成分の合成値（TC成分）を求め、TC成分とTC成分の回帰直線（T成分に相当）との偏差であるC成分を持続的需要変動対応分としていた。

（参考）従来の持続的需要変動対応分の算定について

7

従来は季節調整法としてEPA（Economic Planning Agency）法を使用。過去の需要実績（各月最大3日平均電力）から、以下に示すようS（シーズン）成分とI（イレギュラー）成分を除去したT（トレンド）成分とC（サイクル）成分の合成値（TC成分）を求め、TC成分とTC成分の回帰直線（T成分に相当）との偏差であるC成分を持続的需要変動対応分に対応するために必要な予備力としている。



T（トレンド）成分	： 趨勢的傾向要素	時系列データの傾向（上昇、下降、横ばい等）。傾向を示す線を傾向線という。
C（サイクル）成分	： 循環変動要素	傾向線の周りを、周期性をもって変動する動き。 （景気変動や商品のライフサイクルによる変動等）
S（シーズン）成分	： 季節変動要素	傾向線の周りを1年周期で変動する動き（アイスの売上のように夏は売れ、冬は売れないといった毎年同じパターンで繰り返す変動）
I（イレギュラー）成分	： 不規則変動要素	傾向線の周りを不規則に変動する動き （法規税制改正やキャンペーン等によって起こる変動）

- 第3回調整力委員会では、季節調整手法として、EPA法に変わり行政機関等で使用されているX-12ARIMAを用いて分析することとされた。

持続的需要変動対応（論点1－①：適用する分析手法）

8

- 現在、公的な統計作成において季節調整法を適用する場合は、手法の適切性について国際的に一般的な評価を受けている手法を継続的に使用しよう「季節調整法の適用に当たっての統計基準（総務省）※」にて規定されており、我が国の行政機関では、季節調整法として主に米国センサス局法X-12-ARIMAが適用されている。

※ http://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/kijun3.htm

- 今回、持続的需要変動対応分の見直しについて検討を進めるにあたり、需要実績の季節調整値を算定する必要があるが、その算定にあたっては、従来のEPA法に替わり、まずは、現時点で最適と考えられるX-12-ARIMAを使用することとしたい。

※但し、海外調査等により代替となり得る手法が見られれば、適用の可否について検討する。

（経緯）

- 我が国では、昭和20年代後半から30年代にかけて、官庁統計に季節調整法が適用されるようになった。
- 経済企画庁は、昭和32年に米国センサス局が開発したⅡ、X-3のプログラムを基礎として、日本向けに改善したEPA法を昭和38年に開発。昭和41年から国民所得統計にEPA法を適用。
- 昭和54年の統計審議会経済指標部会において、一部の官庁統計を除き米国センサス局法へ、なるべく早く切り替えることを主旨とする指針が示されたことにより、EPA法からセンサス局法X-11への移行が進んだ。
- 平成8年に米国センサス局は、新たな季節調整法であるX-12-ARIMAを公開。その後、我が国においてX-12-ARIMAへの移行が進んだ。

出典：「季節調整法の比較研究－センサス局法X-12-ARIMAの我が国経済統計への適用－（経済企画庁経済研究所 2000年（平成12年）6月）
「季節調整法の適用に当たっての基準」の取扱いについて（総務省政策統括官室 平成22年11月12日）」

持続的需要変動の検討における論点

- 第6回調整力委員会では、X-12ARIMAによる分析の結果、分析の対象とする期間と見込むべき変動リスク設定の考え方の2点が課題として論点に挙げられた。

景気変動等による需要変動リスクの検討における論点

12

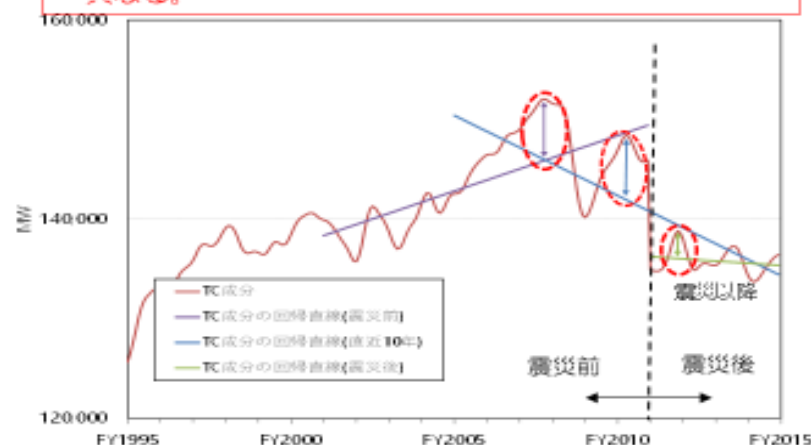
- 需給バランス評価において見込むべき景気変動等による需要変動リスクを評価するにあたっての論点は以下の通り。

(論点1) 分析の対象とする期間

(論点2) 見込むべき需要変動リスクの設定の考え方

(論点1) 分析の対象とする期間

回帰対象期間のとり方によって変動量(上振れ分)が異なる。



(論点2) 見込むべき需要変動リスクの設定の考え方

(参考) 従来の持続的需要変動(1~3%)の考え方

〔平成17年度検討時〕

- ① 過去10カ年(H7~16年)の需要実績を回帰対象期間とした場合の至近5カ年の最大偏差が3%
- ② 過去10カ年のTC成分について、回帰対象期間を3カ年、4カ年、5カ年として時期を移動させた場合の最大偏差の最小値は1%
- ③ ①、②より、持続的需要変動による必要予備力は1~3%で設定

※当時、一般電気事業者からは「各エリア毎に見ても概ねこの範囲に入っており、(1~3%という数値は)妥当であると判断している」との説明があった。

季節調整結果(9エリア合計)〔送電端、月別H3、気温補正後〕

持続的需要変動の検討における論点

- 分析の対象とする期間として震災以降（2012年4月以降）とすることで整理された一方、当時は利用可能なデータが3カ年分のみであったため、変動量を過少評価しているおそれがあることを課題としていた。

（論点1）分析の対象とする期間

13

- 以下の理由により、震災以降（2012年4月以降※）を分析の対象期間とすることが適当ではないか。
 - ✓ 東日本を中心に、震災前後で需要のレベルが大きく異なっている。
 - ✓ 震災前にはリーマンショックの影響による需要の大幅な減少が発生しており、その部分を対象期間に含めると上振れが大きくなる。また、リーマンショック以前のみを採用する場合、至近の傾向とは言えなくなるのではないか。

※ 2011年度は、夏季の東北・東京管内に対する電気の使用制限令の発動等の影響があるため対象期間から除外

- 一方で、サンプル数が少ないことより、変動量を過小評価しているおそれはないか。

- ・ 次の4ケースで需要変動量（上振れ）を分析した結果は下表のとおり。

（ケース1）	震災後の3カ年	：	2012年度～2014年度
（ケース1'）	震災後の4カ年	：	2011年度～2014年度
（ケース2）	震災前の10カ年	：	2000年度～2009年度
（ケース3）	震災前後の10カ年	：	2005年度～2014年度

		(万kW、%)										
		北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	9エリア合計 (※2)	沖縄
ケース1 震災後	変動量(※3)	2	18	35	57	9	26	9	9	15	190	1
	変動率(※3)	0.5	1.5	0.8	2.7	2.0	1.1	1.0	2.0	1.1	1.4	1.2
ケース1' 震災後	変動量(※3)	4	40	149	58	12	95	25	9	43	276	1
	変動率(※3)	0.9	3.5	3.4	2.7	2.7	4.0	2.7	2.0	3.2	2.0	1.1
ケース2 震災前	変動量(※3)	13	52	216	122	18	81	60	21	58	619	2
	変動率(※3)	2.8	4.2	4.4	5.5	4.1	3.3	6.3	4.8	4.2	4.2	1.4
ケース3 震災前後	変動量(※3)	16	80	324	113	17	115	54	26	59	645	3
	変動率(※3)	3.4	6.5	6.8	5.1	3.9	4.8	5.7	6.0	4.3	4.6	2.3

※1 各エリアの電力需要実績（送電端、月別H3、気温補正後）にて分析。

※2 9エリアの需要の合計値を季節調整したTC成分にて算定。

※3 変動量及び変動率は、回帰直線からの上振れ分の最大値

出典：第6回調整力に関する委員会（2015年12月27日）資料4

https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/2015/files/chousei_06_04.pdf

- 見込むべき変動リスク設定についてはエリア別、全国一律のいずれを採用すべきか整理を行った。

（論点2）見込むべき需要変動リスクの設定の考え方

14

- 連系されている9エリアについて、需要変動リスクとして見込む量として「（案1）エリア別の値」「（案2）全国一律の値（9エリア合計）」のどちらを採用すべきか。

（○：長所、▲：短所）

（案1）エリア別の値

- 変動の影響を各エリアの特性に合わせ設定することが可能。
- ▲ エリア間の変動の違いによるエリア間の応援を考慮しないことになる。

（案2）全国一律の値（9エリア合計）

- エリア間の変動の違いによるエリア間の応援を考慮していることになる。
- ▲ 全国一律の値より変動量が大きいエリアについては、連系線の状況によっては、当該変動に対応するための応援が他エリアから調達できず供給力不足となるリスクがある※。

※ エリアの月別H3の合計値にて分析（季節調整を行った全国合成値はない）した値であるため、ある程度の不等時性（H3発生日の違いによるもの）が見込める可能性はある。

持続的需要変動の検討における論点

- 見込むべき変動リスク設定について、第32回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（以下、調整力等委員会）において、持続的需要変動に対する必要供給予備力は、9エリア計で評価することと整理された。

2 景気変動等による需要変動（持続的需要変動）に対する必要供給予備力 （4）まとめ

10

- 今回の分析において、震災後を回帰対象期間とする「ケース1」（2012～2017年度の6カ年分）の9エリア計の変動率は最大1.6%であった。（前回は1.5%）
- エリア別では、前回に比べて変動率に差が見受けられるエリアもあった。
- 供給力については、連系線制約の範囲内において広域的な活用を行うため、景気変動等による需要変動（持続的需要変動）に対する必要供給予備力は、9エリア計で評価することとしてはどうか。
- また、回帰対象期間は震災後を用いることとしてはどうか。
- 容量市場における目標調達量への織込み量は、震災後のデータを引続き蓄積して来年度判断することとしてはどうか。
- なお、2019年度供給計画等の需給バランス評価における持続的需要変動に対する必要供給予備力は、引き続き最低限必要な1%として評価を行うこととしてはどうか。

持続的需要変動の検討における論点

- 第54回調整力等委員会において、X-12ARIMAと回帰直線による分析の課題が以下の通り提起された。
- ① C成分を現状の手法で評価する場合、回帰直線のT成分を何年分のデータで引けばよいか不明瞭である。（データを増やすたびにT成分の形状が大きく変わり、評価結果が不安定となる。）
 - ② C成分をT成分によらない手法で評価できないか。

第44回本委員会で抽出された課題

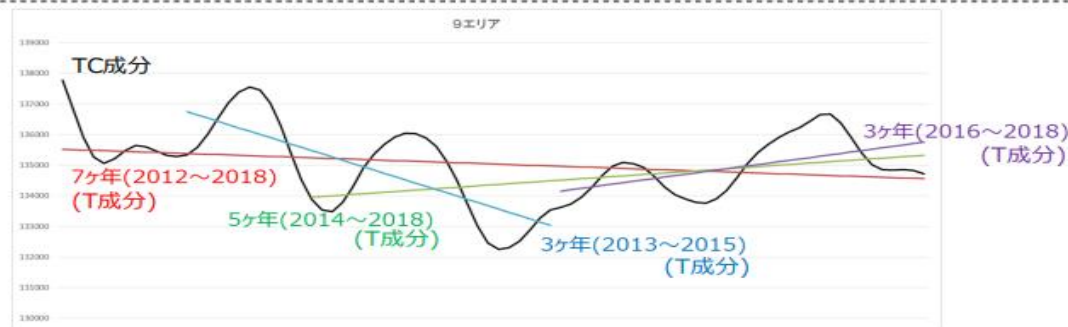
5

■ 第44回本委員会(2019年10月23日)にて、持続的需要変動の分析内容を示した中で、T成分とC成分の分析方法に係る課題について意見をいただいたところ。

- ① C成分を現状の手法で評価する場合、回帰直線のT成分を何年分のデータで引けばよいか不明瞭である。（データを増やすたびにT成分の形状が大きく変わり、評価結果が不安定となる。）
- ② C成分をT成分によらない手法で評価できないか。

【第44回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会（2019年10月23日） 議事録（仮）抜粋】

- ✓ C成分が変わっている理由として、T成分が変わるからC成分が変わるというように、どちらかというT成分をどうするかという問題になっている。そうすると10年程度トレンドを見ると言いながらもT成分を毎年供給計画で変えていくことになる。T成分を何年にするか、どういう線を引くかとかということではなく、T成分とC成分を別々にして、C成分そのものを評価できるようもう少し検討が出来ないのか。...(省略)T成分とC成分の関係をもう少し整理していただくと分かり易い。（塩川委員）
- ✓ 各行政機関の季節調整法の適用例では経産省の統計期間は8年である記載もあり、来年度にはいよいよ8年分のデータが揃うため、これからどうしていくのかについて次回はよく考える必要があると思う。（花井委員）
- ✓ 毎年の需要想定をしているため、それがトレンドの中でどうなるかということをちゃんと認識した上で比較することで、ある程度T成分とC成分がクリアになると思う。



出典: 第54回調整力及び需給バランス評価等に関する委員会(2020年10月1日) 資料4

https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/2020/files/chousei_54_04.pdf

持続的需要変動の検討における論点

- X-12ARIMAの課題を踏まえ、時系列データにおけるT成分の分析手法の種類と特質が整理され、比較的C成分がT成分の評価に引きずられないDECOMP法が課題の解決法として挙げられた。

時系列データの分析手法について

6

- 前ページの課題を踏まえ、時系列データにおけるT成分の分析手法の種類とその特質を整理した。
- DECOMP法以外の手法は、X-12ARIMAで季節調整した後、TC成分からT成分を除きC成分を評価している。
- 他方で、DECOMP法では時系列データからT成分・C成分をそれぞれ評価しており、比較的C成分がT成分の評価に引きずられない手法であるため、第44回本委員会で指摘された課題を解決する可能性があると考えられる。

季節調整方法	T成分の引き方	方法	考え方
X-12 Arima (TCSIからTCを抽出)	回帰直線	T成分を回帰直線とする	季節調整後のTC成分のうち、直線で捉えた傾向をT成分として表す
	2次曲線、3次曲線、 …N次曲線	T成分をN次回帰曲線とする	電力需要の趨勢はN次曲線にて評価できるという考え方から、直線ではなくN次曲線でT成分を近似する
	移動平均で平滑な曲線	T成分を移動平均で求めた平滑な曲線とする	TC成分から、対象とする期間における周期的な波をT成分として近似する
	HPフィルター	一定の滑らかさを保つ長期的トレンド(=T成分)を算出する	時系列がトレンド成分と循環成分から構成されると仮定し、分析者がパラメータを設定することで、ある滑らかさをもつトレンドと、循環成分に分解する
	BN分解	データを恒常的変動成分と一時的変動成分に分解する	データのトレンド成分の中に確率トレンドがある場合、確率変動する成分を確率トレンドと循環成分に分解する
	Band Passフィルター	分析者が指定した一定の周期帯の成分だけを取り出す	フーリエ変換により周波数ごとに、一定の周期成分を抽出する
DECOMP法 (TCSIからT、C、S、Iをそれぞれ評価)		状態空間モデルに基づき、S成分、T成分、C成分、I成分を評価する	与えられた時系列データが季節成分、トレンド成分、循環成分、不規則変動の要素から構成されると仮定し、それらの値を統計的に算出する

持続的需要変動の検討における論点

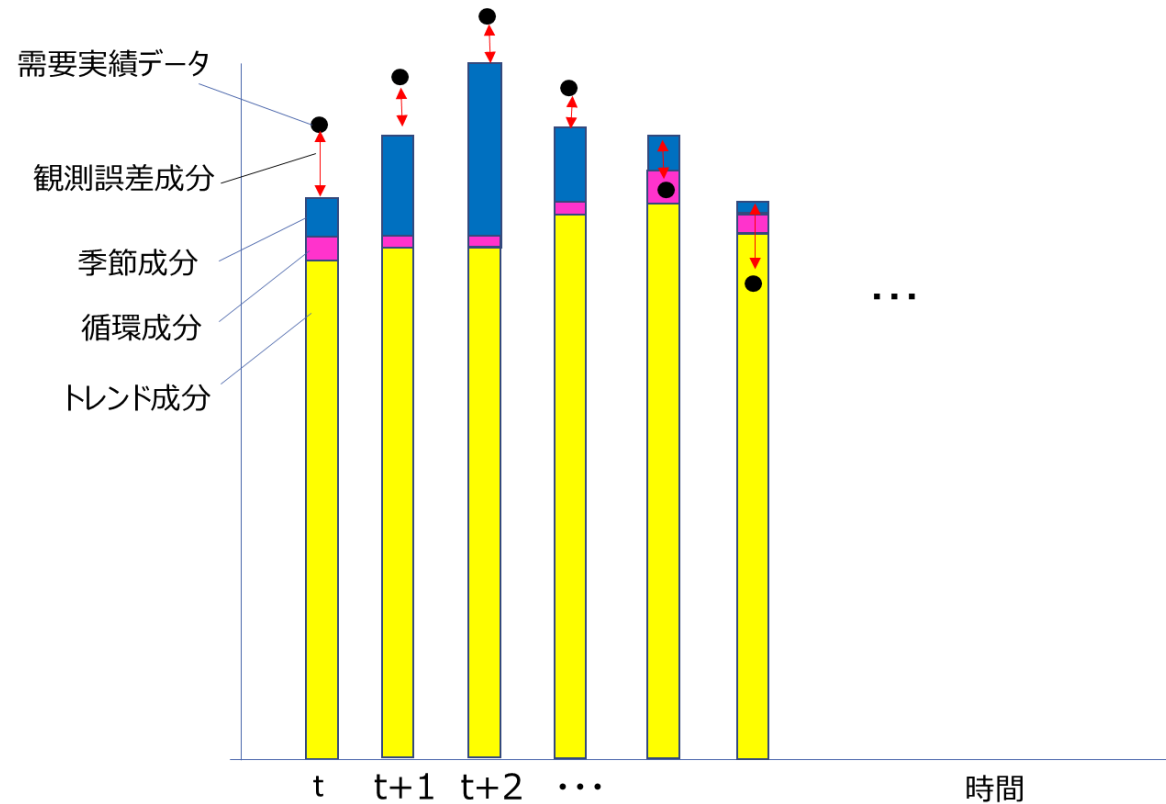
- DECOMP法では従来手法と比べ、C成分自体が評価される点と、T成分の評価対象期間を選定する必要がなく、T成分の評価対象期間の選定による恣意性が排除され得る点を評価し、DECOMP法の持続的需要変動対応分の評価への適用の妥当性を検討することとした。

今後の進め方

25

- 今回、第44回本委員会で抽出された従来手法(X-12 ARIMA & 回帰直線分析)の分析内容の課題を踏まえ、DECOMP法という新たな手法の導入の可能性について検討を行った。長期間の分析やイレギュラー期間を除いた短期間の分析では、分析結果の安定性が確認され、今後の持続的需要変動対応分の分析手法として活用できる可能性を確認した。
- したがって、DECOMP法という新たな手法の導入是非(持続的需要変動対応分の評価への適用の妥当性)について、今後、詳細検討することとしてはどうか。
- また、上記のDECOMP法の導入是非についての検討結果が得られるまでの間は、持続的需要変動対応の必要供給予備力は、以下の状況を踏まえ、これまでの1%を暫定的に継続することとしてはどうか。
 - 試行的に実施したDECOMP法による2012年度～2019年度データでの評価結果としては、C成分/H3需要実績の最大値は1.6%であり、2%を上回る分析結果ではなかった。
 - 次ページ以降に示す従来手法(X-12 ARIMA & 回帰直線分析)による2012年度～2019年度データでの評価結果としては、季節調整後のTC成分からT成分を8ヶ年、6ヶ年、4ヶ年の回帰対象期間にて評価した場合のC成分/T成分の最大値は1.3%～1.7%であり、2%を上回る分析結果ではなかった。
 - なお、「趨勢自体の上振れ」との関係となるが、至近の需給状況からは景気変動等により需要が大きく上振れることは想定しにくい。(31ページのとおり経済見通しは下げ方向へ補正している。)

- DECOMP法とは、時系列データは、トレンド成分（T成分）、季節成分（S成分）、循環成分（C成分）、ノイズ成分（I成分）の各要素から構成されていると仮定した上でそれらをモデル化し、それぞれの成分の値を統計的に評価する手法である。



➤ DECOMP法のモデル設定は以下の通り。

1. 時系列 $y(n)$ を以下のとおり分解する。

$$y(n) = t(n) + p(n) + s(n) + w(n)$$

$$\text{トレンド成分 } t(n): (1 - B)^{m_1} t(n) = v_1(n) \quad v_1(n) \sim N(0, \tau_1^2)$$

$$\text{循環成分 (AR成分) } p(n): p(n) = \sum_{i=1}^{m_2} a(i) p(n-i) + v_2(n) \quad v_2(n) \sim N(0, \tau_2^2)$$

$$\text{季節成分 } s(n): (\sum_{i=0}^{q-1} B^i)^k s(n) = v_3(n) \quad v_3(n) \sim N(0, \tau_3^2) \quad (q \text{ は季節周期})$$

$$\text{観測誤差: } w(n): w(n) \sim N(0, \tau_4^2)$$

$$a(1), a(2), a(\dots) \leftarrow \text{AR係数}, Bt(n) \equiv t(n-1) \leftarrow \text{シフトオペレーター}$$

$$m_1 \leftarrow \text{トレンドの従う確率差分方程式の階差(トレンド次数)}, m_2 \leftarrow \text{定常AR成分の次数}, k \leftarrow \text{季節次数}$$

2. $t(n) \sim w(n)$ のそれぞれの初期値、パラメータの初期値を設定する。
3. 初期値からスタートし、将来のそれぞれの要素の値(状態)を予測
4. 実績値と状態予測値を照合し差異を補正(フィルタリング)
5. 補正済み状態を使って将来の状態予測
6. 再度実績値と状態予測値を照合し差異を補正
7. 3~6を全データ数回繰り返して計算し、その過程の中でそれぞれの状態の値やパラメータを更新するとともにモデルの良さの評価基準である対数尤度を計算する。
8. 7を繰り返し、パラメータの最尤推定値を求める。
9. 最尤法で得られたモデルと全実績データを用いてさらに過去の状態を補正(平滑化)。

以上1~9の過程により、それぞれの要素が算出される。

※トレンド階差, AR次数, 季節次数は情報量基準AICで決める。

- DECOMP法については総務省における季節調整法の適用に係る検討結果(平成9年6月20日 統計審議会了承)においてある程度妥当な結論が導き出せるとの見解が示されている。

(参考) 総務省「季節調整法の適用について(指針)」

10

■ 総務省における季節調整法の適用に係る検討結果(平成9年6月20日 統計審議会了承)においては、X-12 ARIMAやDECOMP法の比較を行った結果、いずれの手法を用いてもある程度妥当な結論が導き出せるとの見解が示されている。

2 検討結果

季節調整法検討小委員会は、平成9年6月まで8回開催し、一般的な評価を受けている手法(X-11、X-12-ARIMA、MITI法及びDECOMP)の比較を行った結果、いずれの手法を用いてもある程度妥当な結論が導き出せることなどから、どの手法が最も適切であるかを特定するのではなく、

- ・ 引き続き、統計作成機関は、各々所掌する統計・指数系列毎に適用する季節調整法に関して、X-12-ARIMAを含め、適切であると判断するに足る手法及びその手法において用いられる曜日調整など個々の機能、選択基準等について検討を進めること
- ・ 統計利用者の利便に資するため、季節調整に係る情報の開示を推進すること

等が必要であるとの結論に達し、今後の「季節調整法の適用について(指針)」を提示したものである。

「季節調整法の適用について(指針)」は、季節調整法検討小委員会報告書の中の項目として取りまとめられ、経済指標部会決定を経て、平成9年6月20日に開催された統計審議会でも了承されたものである。

3 「季節調整法の適用について(指針)」

一筋に、季節調整法について理論的に評価することは難しいが、季節調整法検討小委員会において4種類の季節調整法(X-11、X-12-ARIMA、MITI法、DECOMP)について検討を行ったところ統計作成機関が今後季節調整法を運用していく上で参考になると思われる結果が得られた。また、統計利用者側の利用環境が変化し、様々な分析が可能な状況となっており、それに伴い統計情報に対する需要も増大している。これらの点にかんがみ、各種統計・指数系列に係る季節調整法の適用については、次のとおり推進するものとする。

- ・ 季節調整法を適用する場合は、センサス局法X-12-ARIMAなど、手法の適切性について一般的な評価を受けている手法を継続的に使用する。統計作成機関は、適用する手法を選定した理由を明らかにする。
- ・ 季節調整法を適用する際の推計に使用するデータ期間、オプション等の選定に当たっては、それぞれの系列に対して統計作成機関において適切と考えられ、客観性が保たれる基準を採用し、継続的に使用する。
- ・ データの追加又は期間の追加に伴って、オプション等の変更又は過去の季節調整値の変更を実施する場合については、あらかじめ統計作成機関において基準を定め、利用者の利便性を考慮して、継続的にその基準を使用する。
- ・ 適用している季節調整法については、その名称、推計に使用しているデータの期間、オプション等の選択基準、選定したオプション等の季節調整に関する情報を報告書等に掲載する。
また、適用している季節調整法、オプション等の選択基準等の変更を行う場合は、変更の趣旨及び変更後の手法、基準等についても、報告書等に掲載する。
- ・ 統計作成機関は、季節調整法に関する情報について、別途定める様式に違い、統計基準部に提出することとする。統計基準部は、統計作成機関から提出された各々の情報について、一覧性のある資料に取りまとめ、一筋に開示する。

出典：「季節調整法の適用について(指針)」総務省
https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/7-1.htm

DECOMP法についての検討（次数設定）

- 第65回調整力等委員会では、DECOMP法においてtrend order（T成分の次数）、ar order（C成分の次数）、seasonal order（S成分の次数）を設定でき、選択する次数によってC成分変動率の最大値が大きく変化することから、どの次数を使用するか検討が必要と整理された。

1996～2020年度データを用いたDECOMP法による追加分析結果

28

- 今回、昨年度の分析内容に、2020年度データを追加して、1996年度から2020年度の電力需要データについてDECOMP法にてC成分を算出した。
- trend orderを1～2、ar orderを1～2、seasonal orderを1～2として、それぞれAICとC成分変動率を算出した結果、モデルの次数が1:1:2の時にAICが最小となり、その時のC成分変動率最大値は2010年9月に2.74%となった。
- 一方、C成分変動率最大値の最小値は、モデルの次数が1:1:1の時であり、2010年9月に1.89%となった。
- 2020年度データを追加することで、C成分変動率最大値は全体として減少する傾向となった。
- **昨年度と同様に、選択するモデルの次数によりC成分変動率の最大値が大きく変化することから、どのモデルの次数を使用するか検討すべきと考えるがどうか。**※選択するモデルの次数は、「(trend order) : (ar order) : (seasonal order)」にて表記

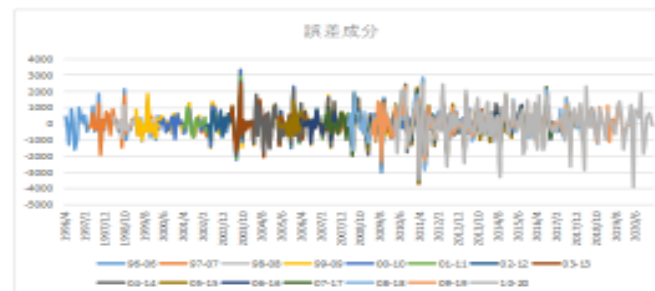
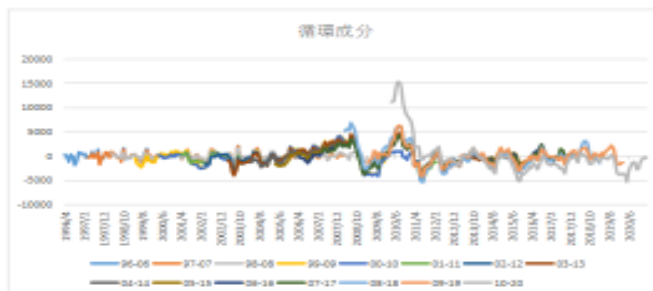
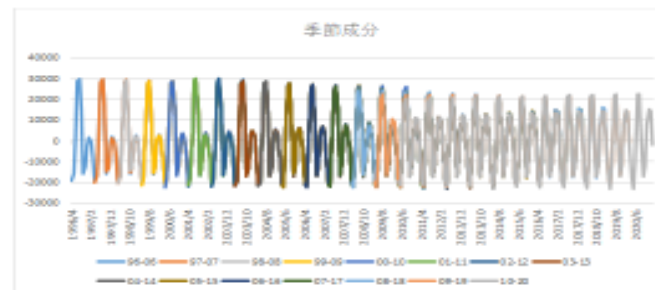
モデルの次数※	AIC	C成分変動率最大年月	C成分変動率最大値
① 1:1:1	5764.5	2010年9月	1.89%
② 1:1:2	5644.5 AIC最小	2010年9月	2.74%
③ 1:2:1	5673.1	2015年2月	4.04%
④ 1:2:2	5648.5	2010年9月	2.74%
⑤ 2:1:1	5782.8	2018年2月	4.24%
⑥ 2:1:2	5650.8	2010年9月	4.10%
⑦ 2:2:1	5691.5	2021年2月	4.66%
⑧ 2:2:2	5654.7	2010年9月	4.06%

- 第65回調整力等委員会では、DECOMP法において、分析期間が長期になるとより安定的な結果が得られることを分析していた。
- また、分析期間の始点・終点にリーマンショック・東日本大震災・新型コロナウイルスなどのイレギュラー期間が含まれると分析結果が異なることを課題として挙げていた。

DECOMP法による分析内容の安定性の検証：短期間の分析結果

32

- 1996～2006年度、1997～2007年度、・・・、2010～2020年度の分析結果としては、1996～2006年度から2001～2011年度まではT成分・C成分・S成分ではほぼ一致しており、概ね安定的であった。
- 他方で、2009～2011年度のリーマンショック・東日本大震災や、2020年度の新型コロナウイルスなどのイレギュラー期間がデータの始点・終点となると分析結果が大きく異なった。※どの期間もモデルの次数はtrend order=1, AR order=1, seasonal order=2
- 上記を踏まえ、**今回、イレギュラー期間の扱いを整理することとし、異常値の処理方法について検討することとした。**



DECOMP法についての検討（outlier設定）

- 第65回調整力等委員会では、DECOMP法においてoutlier設定の有無によりC成分変動率の最大値が変化することを課題として挙げていた。

異常時処理（outlier） 組合せ検討結果(1/2)

34

- DECOMP算定にあたっての選択する各モデルの次数（trend orderを1～2、ar orderを1～2、seasonal orderを1～2）におけるAICが最小となる異常値処理（outlier）の組合せを抽出した。
- 上記検討にあたっては、今回は、一般的な経済分析に倣い、リーマンショック期間(2008/9-2009/2)をRAMPとして設定し、AICが最小となるAOとLSの設定の組み合わせを検討した。
- そして、各モデルの次数において異常値処理を組み合わせた結果、モデルの次数として、trend order=2、ar order=1、seasonal order=2の時に、DECOMPとしてのAICが最小となった。
- 今回の分析結果から、**異常値処理の有無によって、AICが最小となるDECOMP法のモデルの次数が変化することが分かった。**

※選択するモデルの次数は、「(trend order) : (ar order) : (seasonal order)」にて表記

モデルの次数※	AO期間	LS期間	RAMP期間 (固定)	AIC	C成分変動率 最大	C成分変動率 最大年月
①1:1:1	2003/9, 2011/4	2011/5, 2011/7	2008/9- 2009/2	5716	1.99%	2012年3月
②1:1:2	2003/9, 2011/4, 2020/5	2011/5, 2011/7	2008/9- 2009/2	5574	2.08%	2012年4月
③1:2:1	2003/9, 2011/4, 2020/5	2010/10, 2011/7	2008/9- 2009/2	5602	4.10%	2015年2月

その他のモデルの次数の算定結果④～⑧は次ページに記載

持続的需要変動に関する勉強会について

- 以上のDECOMP法についての課題の抽出を踏まえ、さらなる検討のため調整力等委員会のもとに「持続的需要変動に関する勉強会」を設置し、有識者等の考えを確認することで整理された。

新たな抽出された検討課題と今後の進め方について（有識者を含めた勉強会の実施）

37

- 今回、DECOMP法の深掘り検討の結果、以下のような課題が抽出された。
 - DECOMP法の選択するモデルの次数によって、C成分最大値の変動率が大きく変化し、1%を上回る数値となっている。
 - リーマンショック、東日本大震災、コロナなどのイレギュラー期間を異常値として処理することによって、AICが最小となるDECOMP法のモデルの次数が変化する（C成分最大値の変動率も変化する）。
- DECOMP法については、現行の持続的需要変動対応の必要予備力1%を上回る数値が算出されていること等から、数値の精査とともに、各モデルの次数の考え方や異常値処置の設定方法等について、検討を進めることとし、**今後の進め方としては、本委員会のもとに「持続的需要変動に関する勉強会」を設置し、有識者等の考えを確認していくこととしてはどうか。**
- また、上記のDECOMP法の検討結果が得られるまでの間は、**持続的需要変動対応の必要供給予備力は、以下の状況を踏まえ、これまでの1%を暫定的に継続することとしてはどうか。**
 - 次ページ以降に示す従来手法(X-12 ARIMA & 回帰直線分析)による2012年度～2020年度データでの評価結果としては、季節調整後のTC成分からT成分を9ヶ年、6ヶ年、4ヶ年の回帰対象期間にて評価した場合のC成分/T成分の最大値は1.4%～1.8%であり、2%を上回る分析結果ではなかった。

調整力及び需給バランス評価等に関する委員会

報告

設置

持続的需要変動に関する勉強会

<委員>（◎座長）

◎北川 源四郎 東京大学 数理・情報教育研究センター 特任教授
 佐藤 整尚 東京大学 大学院経済学研究科 准教授
 林田 元就 電力中央研究所 社会経済研究所 上席研究員

<オブザーバー>

事業者、エネ庁(基盤課)など

持続的需要変動に関する勉強会の開催実績について

➤ 持続的需要変動に関する勉強会の開催実績は以下のとおり。

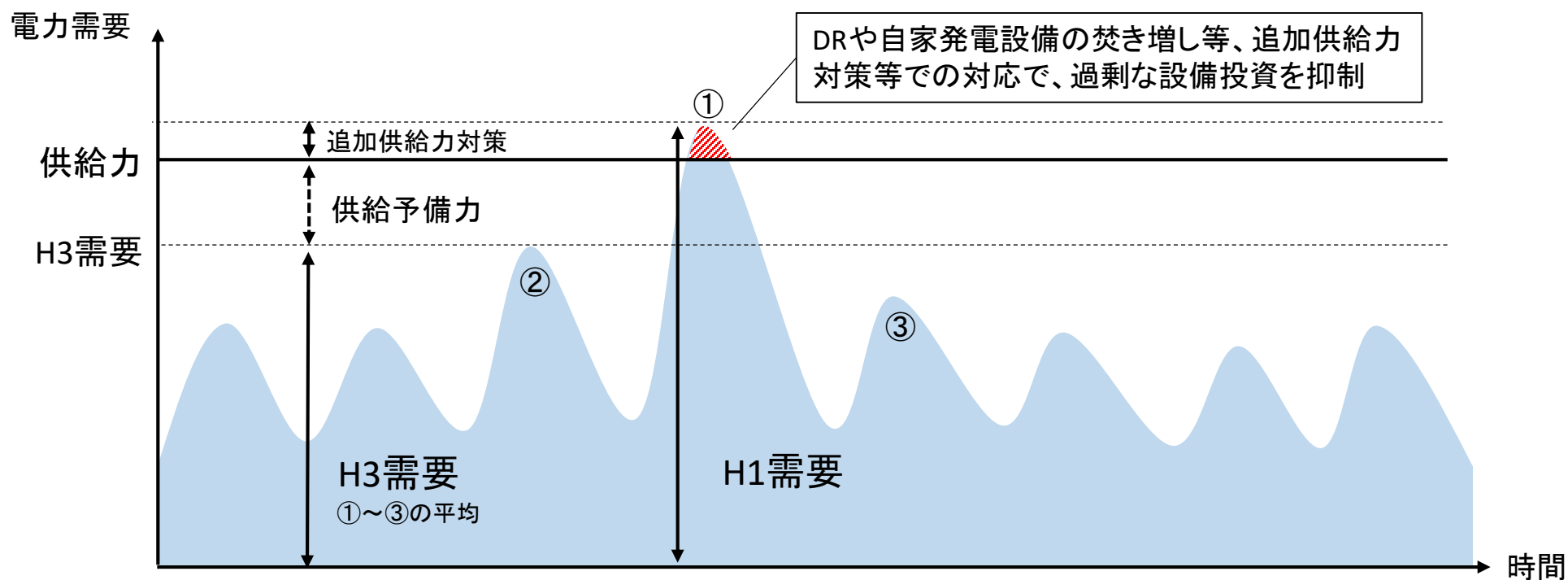
勉強会	開催日	議題	資料
第1回	2021/12/20	(1)持続的需要変動に関する勉強会の設置について (2)持続的需要変動対応について (3)勉強会の検討項目および検討スケジュールについて	https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jizoku/2021/jizoku_1_haifu.html
第2回	2022/3/31	(1)持続的需要変動の定義および分析の考え方について (2)持続的需要変動対応の検討の進め方について	https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jizoku/2022/jizoku_2_haifu.html
第3回	2022/7/4	(1)DECOMP法における分析条件の設定の考え方について (2)DECOMP法における分析結果の確認他の方向性について	https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jizoku/2022/jizoku_3_haifu.html
第4回	2022/9/8	(1)DECOMP法における分析条件の設定の考え方について (2)非ガウスモデルにおける分析結果について (3)その他モデルにおける分析結果について (4)持続的需要変動に関する勉強会 報告書（案）	https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jizoku/2022/jizoku_4_haifu.html

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

H3需要について

- 電力需要に対し供給力が不足すると停電に至る恐れがあり、想定される電力需要以上の供給力を備える必要があるが、確保する供給力は必ずしも常に最大電力（H1需要）を賄うだけの電源を待機させておく必要はなく、厳気象時等の高需要に対しては常時の供給予備力に加えて、DR（デマンドレスポンス；需要者側で電力の使用を抑制すること）や自家発電の焚き増し等、一時的に電力を供給する追加供給力にも期待できる。
- そのため電力の設備計画等においては、月の電力需要ピークのNo.1～3の平均値である『H3需要』をベースに計画しており、H3需要をベースに適切な予備力を確保することで停電リスクの低減と電気料金の抑制を両立している。

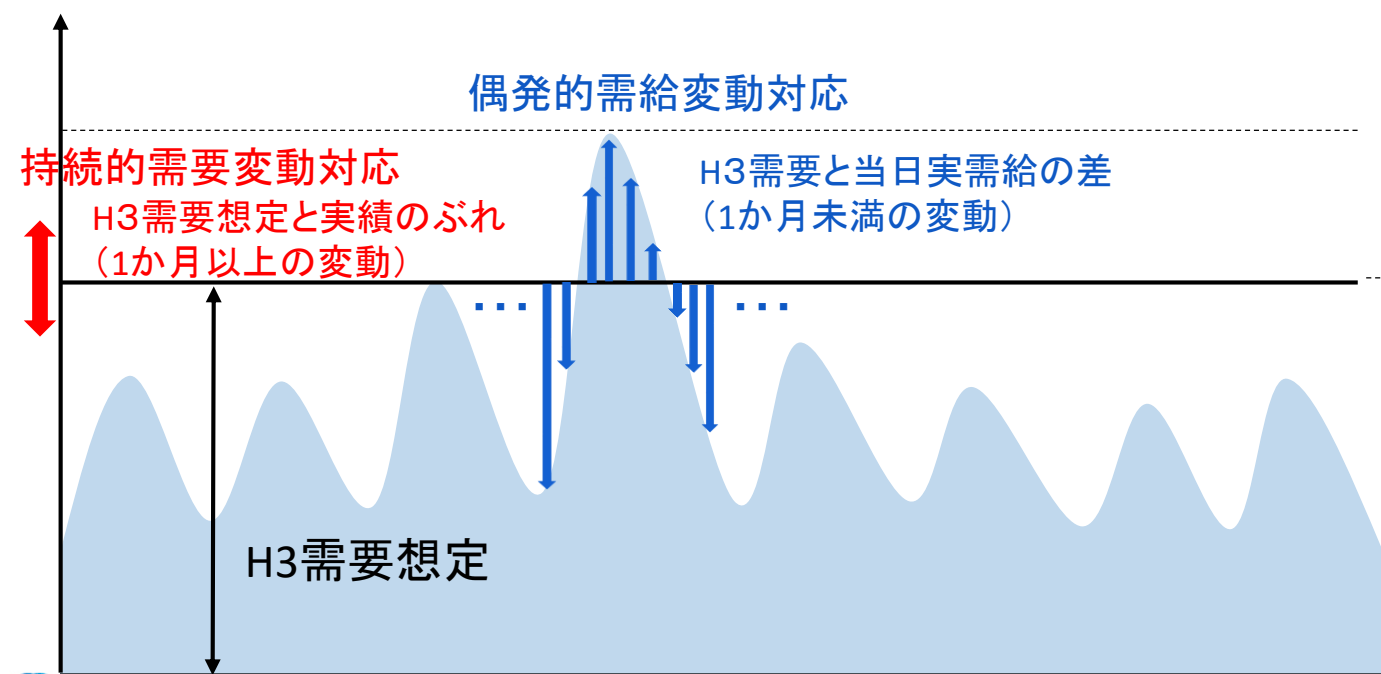
<H3需要のイメージ>



偶発的需給変動対応分と持続的需要変動対応分について

- 供給計画の需要想定では、「気温影響（平年気温）」・「季節影響」・「景気影響」からH3需要を想定している。
- 一方で、本来H3需要に影響するものの、想定には織り込むことが困難な要素として「流行など、発生するか予測が困難な循環的に変動する要素」があり、H3想定と実績の差分の要因となっている。
- この循環的に変動する要素は事前の想定が困難なため、過去のH3実績から統計手法を用いて抽出することで、H3想定と実績のぶれの対応に必要な供給予備力を算出し、「持続的需要変動対応分」として確保している。
- また、実需給時点においては、月の平均的なH3需要想定からの、各時間の気温等に応じた需要変動を確率的シミュレーションによって算出し、「偶発的需給変動対応分」として確保している。

電力需要想定

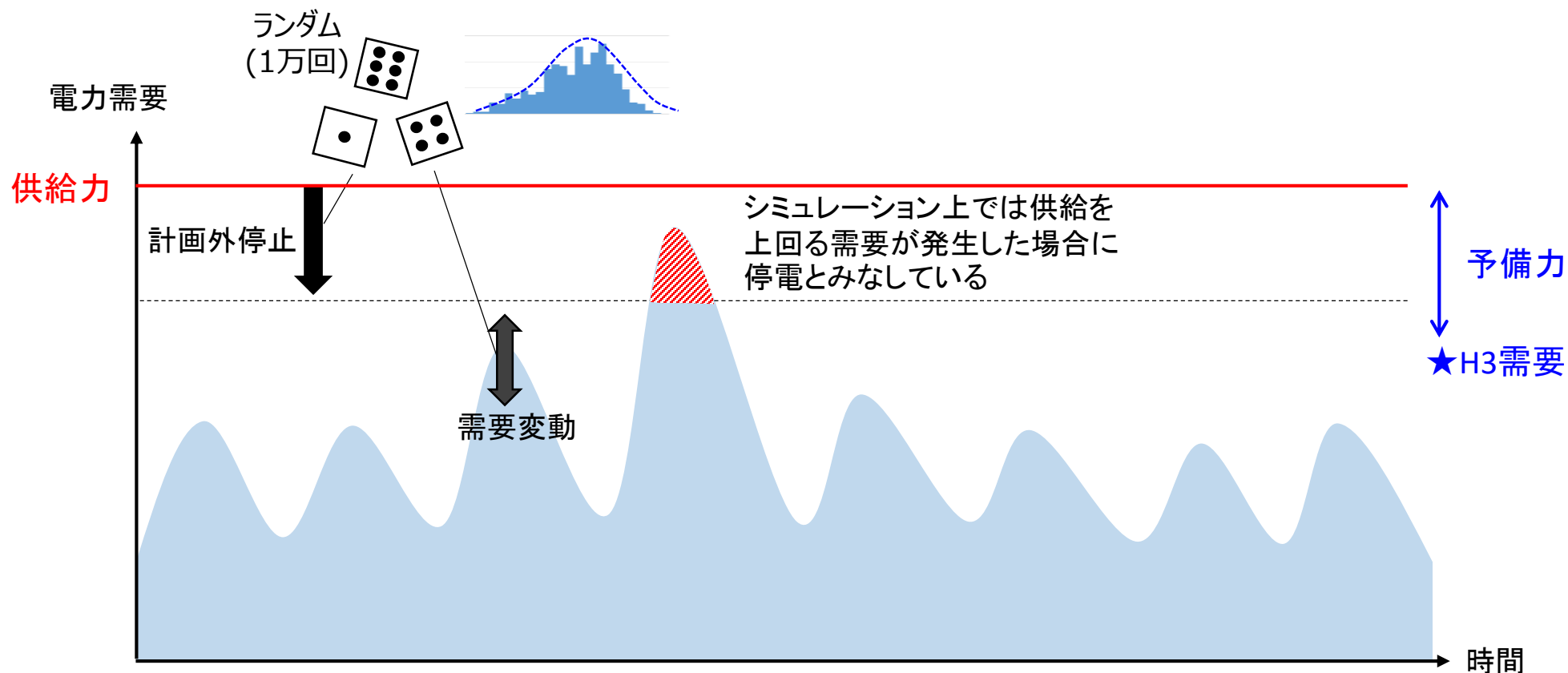


偶発	H3需要と当日実需給の差 (H3気温と当日気温の差等)
持続	H3需要想定と実績のぶれ
H3 想定	気温影響 (平年気温とH3気温の差)
	季節影響
	景気影響 (GDP・IIPの傾向) (節電・省エネ傾向)

本来想定したいH3

(参考) 偶発的需給変動対応分の算出について

- 必要供給力の確保は、月のNo.1～No.3の平均値であるH3需要をベースとし、実需給時点におけるH3需要を超える需要や供給力の計画外停止等の偶発的な事象に対応するために、偶発的需給変動対応分として供給予備力を確保している。
- 偶発的需給変動対応分は、H3需要をベースに、需要変動や計画外停止を過去実績相当の確率分布で発生させるシミュレーションを1万回実行し、不足見込み電力量(全試行回数の停電量の平均値)が基準値以下となる供給力を求めることで算出している。

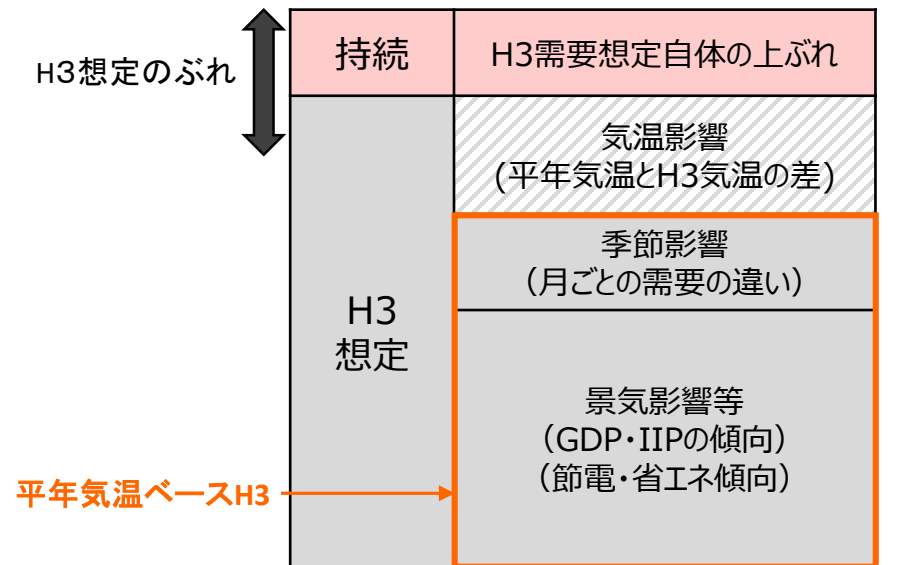


2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方

持続的需要変動対応分の分析の考え方

- 需要想定においては、平年気温ベースのH3需要を想定した後に、H3発生時の高気温想定で補正することで、H3需要を想定している。
- 需要想定においては諸元データを平年気温ベースで作成しているが、これまでの持続的需要変動の分析においてもH3実績を平年気温ベースに補正したうえで分析を行ってきた。
- 持続的需要変動の分析は需要想定と密接に関連することから、本勉強会においてもこれまでと同様に平年気温ベースに補正したH3実績で分析を進める。
- H3想定は前述のとおり、「気温影響（平年気温）」・「季節影響」・「景気影響」の成分で想定を行っており、H3需要想定をぶれさせる要素として「持続的需要変動対応分」を備えている。
- 本勉強会では気温補正後のH3実績からH3需要想定をぶれさせる「GDP・IIP、その他の循環部分」を統計的に抽出し、「持続的需要変動対応分」として必要な量を算出するための分析手法について検討を進める。

<持続的需要変動対応分の定義>

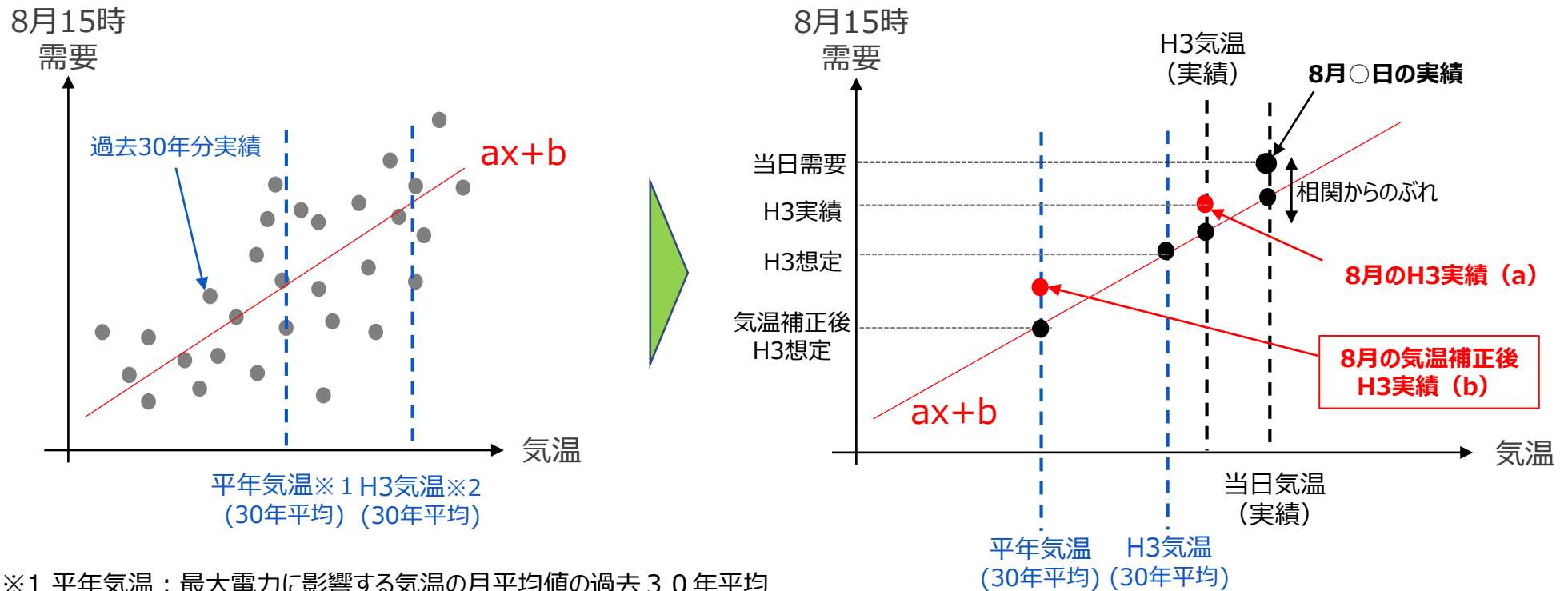


<持続的需要変動対応分の分析の考え方>



- 前スライドの気温影響（平年気温、H3気温、当日気温）の関係は下図のとおり。
- 持続的需要変動対応の分析では、H3実績（下図（a））から気温補正を行い平年気温ベースに補正したH3実績（下図（b））での分析とする。

<気温影響のイメージ>



- ※1 平年気温：最大電力に影響する気温の月平均値の過去30年平均
- ※2 H3気温：最大電力に影響する気温のうちH3需要発生時の平均値の過去30年平均

注：但し、最大電力に影響する気温は、月・エリア毎に異なる
(夏季：日最高気温または最大電力発生時気温など、その他季：日平均気温など)

持続的需要変動対応分の分析の論点

- DECOMP法で分解されるT・C・S・I成分およびoutlierについて、需要変動を引き起こすそれぞれの要因が下表のように当てはまると考えられる。
- I成分については、電力需要実績からT・S・C成分を抽出した残りの成分である。
 - このI成分についても想定が困難な需要変動分ととらえれば、C成分と同様に持続的需要変動に含めるとの考え方もあるか。
 - 一方、I成分を統計処理やモデルの誤差と捉えれば、需要変動分には含めないとの考え方もあるか。
- 持続的需要変動対応分としてはC成分を中心に分析を行いつつ、I成分についても実績を確認したうえで、I成分を持続的需要変動に含めるかどうかについては、分析手法の拡張性の検討の中で議論とすることとしたい。

H3 実績	気温影響 (平年気温とH3気温の差)		モデルの成分	変動を引き起こす要因
	気温 補正 後 H3 実績	気温 補正 後 H3 実績	outlier(AO,LS等)	突発的な事象 ・経済危機、災害 等
			不規則変動 [I (イレギュラー) 成分]	統計処理・モデル誤差
			季節変動 [S (シーズン) 成分]	季節影響 ・月ごとの需要の違い
			循環変動 [C (サイクル) 成分]	周期的な変動影響 ・GDP,IIPの循環部分 ・その他の循環部分
			傾向変動 [T (トレンド) 成分]	景気影響等 ・GDP,IIPの傾向 ・節電・省エネ傾向

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

- 第65回調整力等委員会において、DECOMP法適用に関して、次数設定、分析期間、outlier設定についてそれぞれ検討が必要であると整理されており、本章ではそれぞれについて整理を行った。

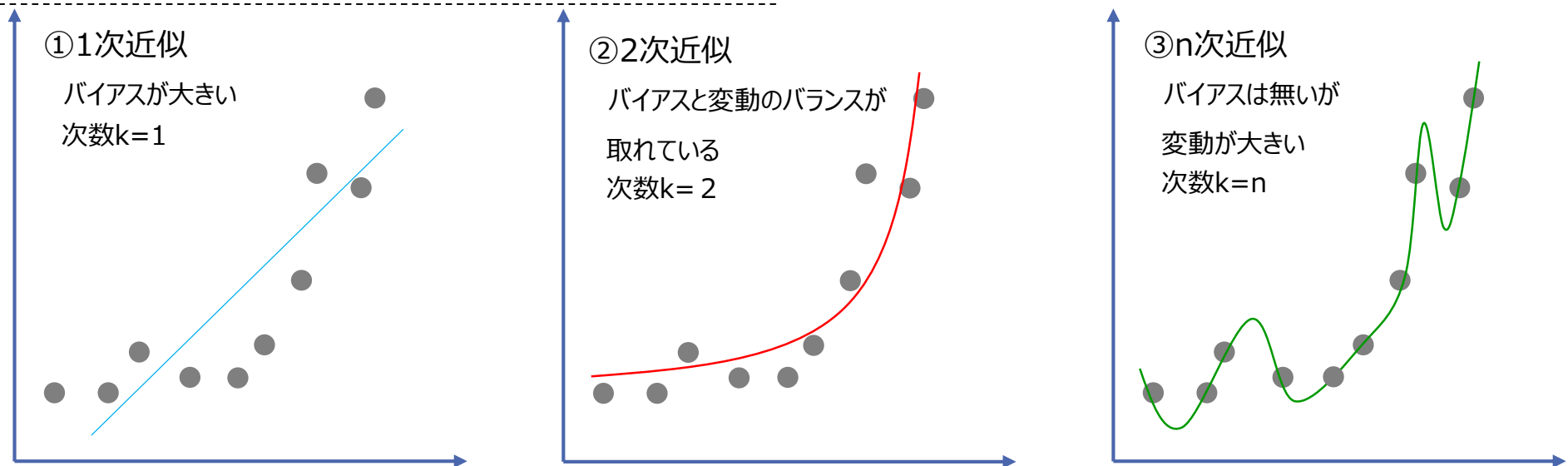
1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

- 次数設定の検討にあたり、T、C、S成分のそれぞれの次数の特徴と選択すべき次数について整理を行った。

- あるデータに対して統計モデルを作成する際、モデルの次数が増えるほどデータへの適合度が高まる一方、モデルが複雑化し将来の予測能力が低下する。また、逆に次数が減るとモデルの解釈は容易となるが、適合度が低くなる。
- データの適合度とモデルの次数の最適なバランスを評価する統計手法としてAIC基準があり、AIC最小となるモデルが1期先の予測(※)への当てはまりが良いとされている。
- 具体的には、 $AIC = -2\ln L + 2k$ (L は最大尤度、 k はモデルの次数) にて算定し、適合度が高いと L が大きくなり(「 $-2\ln L$ 」が小さくなることから)、AICが小さくなる一方、適合度を高めるために次数 k を増やすとAICが大きくなる。
- いくつかのパラメータを持つモデルがある場合、客観的にモデルを選択する方法の一つとしてAICが使用される。

※1期先(月単位データであれば分析期間の翌月) 予測の精度を示す

AICによるモデル選択のイメージ図(多項式回帰モデルの例)



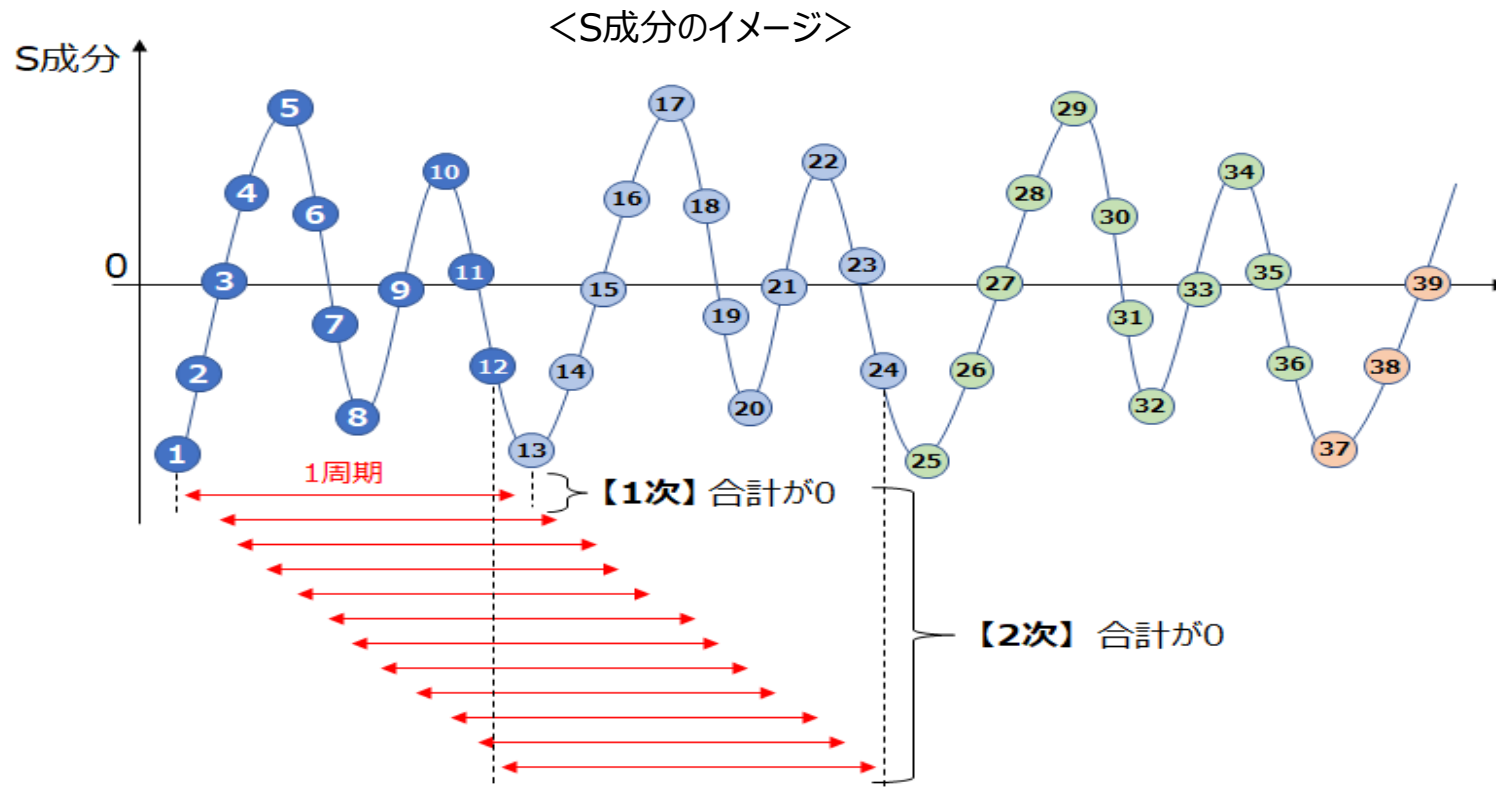
上の例はあるデータに対して1次、2次、 n 次で近似曲線を引いたイメージ図である。
次数が増えるほど適合度は高まるが、データとの当てはまりがよくなるように過度に調整されてしまい、説明性や予測性が無くなる。
AICでは適合度と複雑さのバランスを計算し、最適なモデルを判定する。(上の例であれば②が選択される。)

(参考) DECOMP法における次数について (S成分)

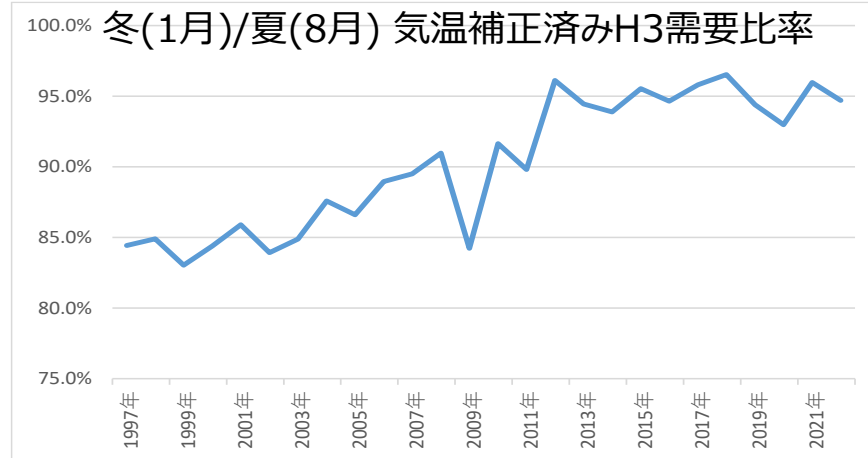
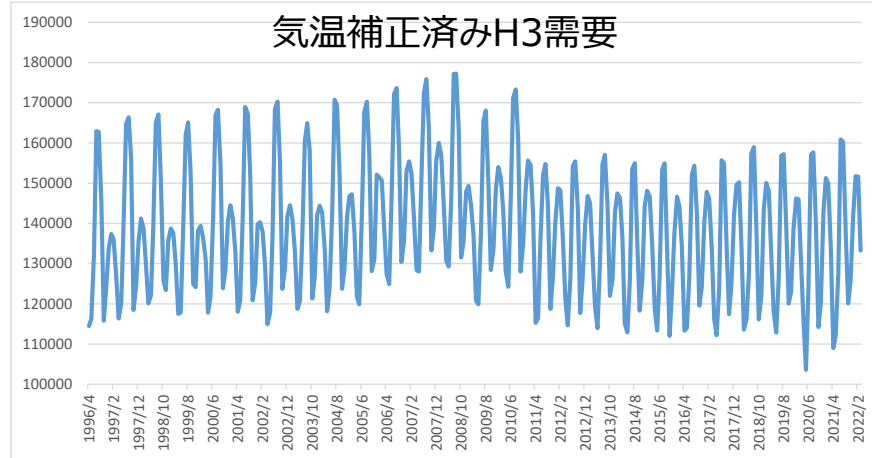
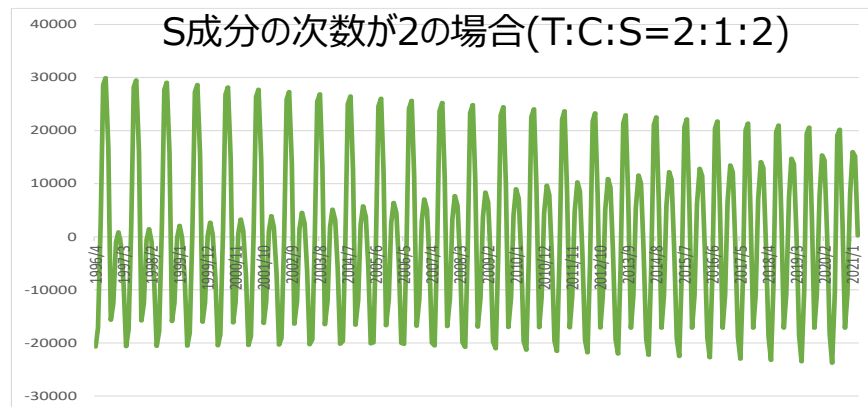
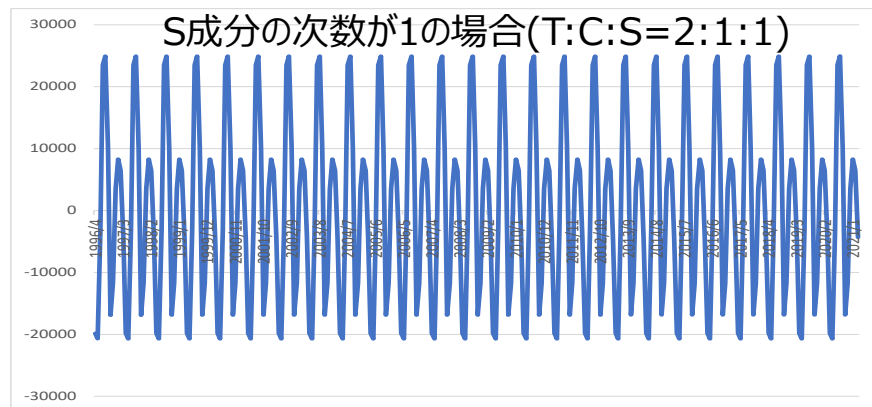
- S成分の次数は以下の式の k である。

季節成分 $s(n)$: $(\sum_{i=0}^{q-1} B^i)^k s(n) = v_3(n)$ $v_3(n) \sim N(0, \tau_3^2)$ (q は季節周期, $Bs(n) \equiv s(n-1)$)

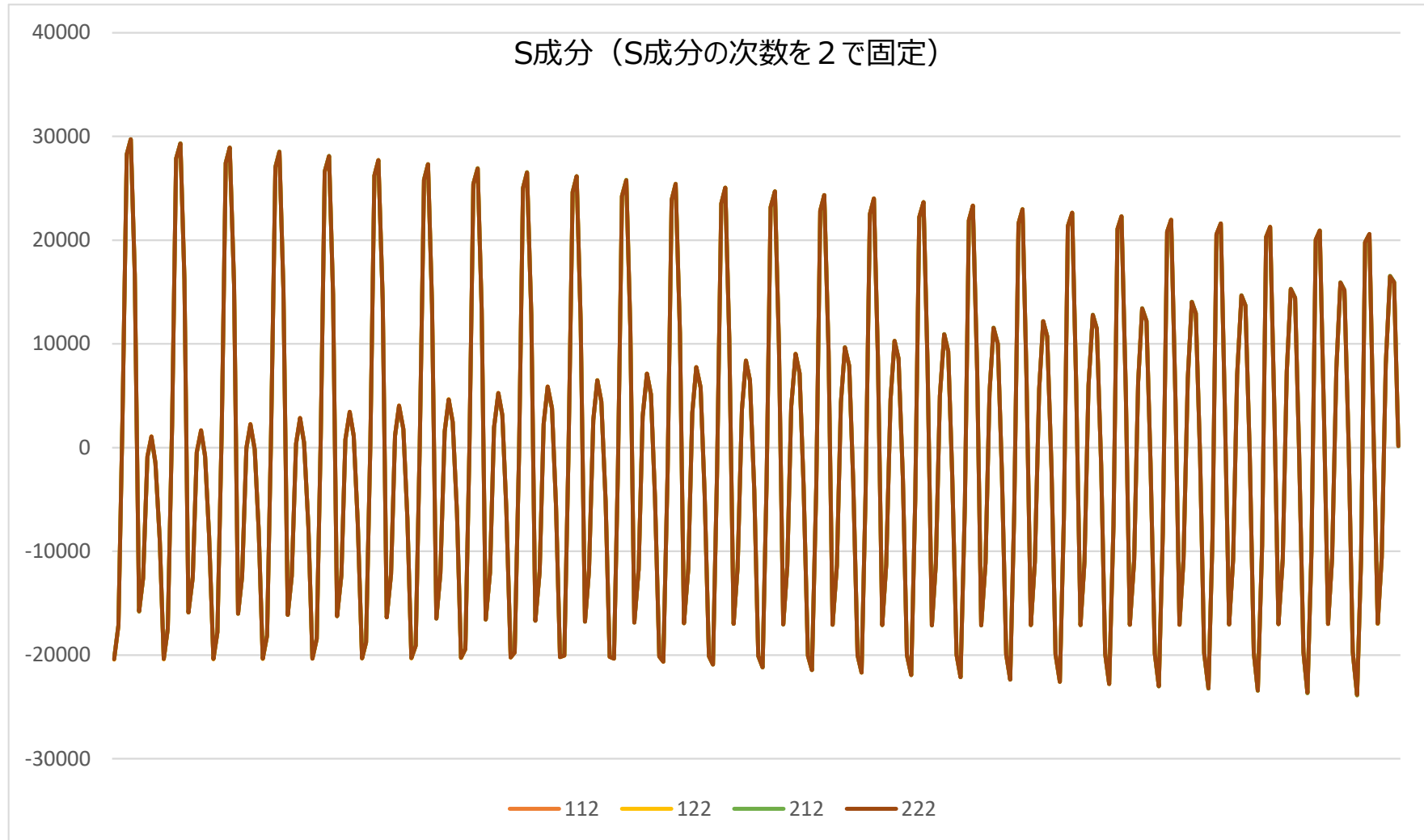
- 下図のとおり次数が1であれば1周期（月次データであれば12か月）の合計（例：1～12の合計, 2～13の合計）が期待値0の正規分布に従い、2次であれば1周期の合計を1周期分全て足し合わせた合計（例：(1～12)+(2～13)+...+(12～24)の合計）が期待値0の正規分布に従う。
- 従って1次であれば季節パターンはほぼ一定となり、2次は傾向変化を捉えた抽出ができる。（季節成分 $s(n)$ に含まれる攪乱項 $v_3(n)$ の影響により誤差を生じさせるものの、概ねこのような性質となると考えられる。）



- S成分の次数が1の場合(左上図)期間を通して季節パターンに変化が無いが、次数が2の場合（右上図） 期間を通して季節パターンが変化する。
- H3需要実績（左下図）は夏（8月）と冬（1月）の需要差が年々縮まっている傾向があり（右下図）、太陽光発電の普及による自家消費の増加や、脱炭素化の推進による冬場の加熱に対する需要の電化が促進されることが要因として考えられるが、今後もその傾向が継続することが考えられる。
- 以上によりS成分の次数は2であればこの傾向を表現できるため、次数は2が適当と考えられる。



- S成分については次数が2の場合、他の成分の次数がいずれのケースでもS成分の動きはほぼ一致し安定的な結果が得られた。



※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) : C成分 (ar order) : S成分 (seasonal order)」にて表記

S成分の次数ごとのAICの比較

- 他の次数を同一とし、S成分のみ変えた比較は下表のとおり。（①と②、③と④、⑤と⑥、⑦と⑧の比較）
- いずれのパターンもS成分の次数が2の場合にAICが小さくなっていることから、AICの観点では次数は2が適当と考えられる。

データ期間：1996～2021年度、outlier：無し

モデルの次数※ (T:C:S)	AIC	1996～2021年度の最大値		(参考)2012～2021年度の最大値	
		変動率最大値	変動率最大年月	変動率最大値	変動率最大年月
① 1:1:1	5998.6	2.18%	2010年9月	1.34%	2015年4月
② 1:1:2	5878.1	2.74%	2010年9月	2.15%	2021年7月
③ 1:2:1	5912.7	3.89%	2015年2月	3.89%	2015年2月
④ 1:2:2	5882.0	2.73%	2010年9月	2.19%	2021年7月
⑤ 2:1:1	6006.9	3.83%	2010年9月	1.86%	2018年2月
⑥ 2:1:2	5884.8	4.04%	2010年9月	2.73%	2021年7月
⑦ 2:2:1	5932.9	4.24%	2015年2月	4.24%	2015年2月
⑧ 2:2:2	5888.3	3.99%	2010年9月	2.77%	2021年7月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

S成分の次数について（まとめ）

- H3需要実績は夏と冬の需要差が年々縮まっている傾向があり、太陽光発電の普及による自家消費の増加や、脱炭素化の推進による冬場の加熱に対する需要の電化が促進されてきたことが要因として考えられるが、今後もその傾向が継続することが考えられ、S成分の次数が2であればその傾向をモデルに織り込むことができる。（ただし太陽光発電の普及については政策の変更により傾向が変わると考えられるため、留意が必要である。）
- また、AICの観点では、次数が2となるパターンが次数1に比べてAICが小さいことを確認している。
- 以上を踏まえ、現在の需要の傾向においては**S成分の次数は2で分析することが適切と考えられる。**

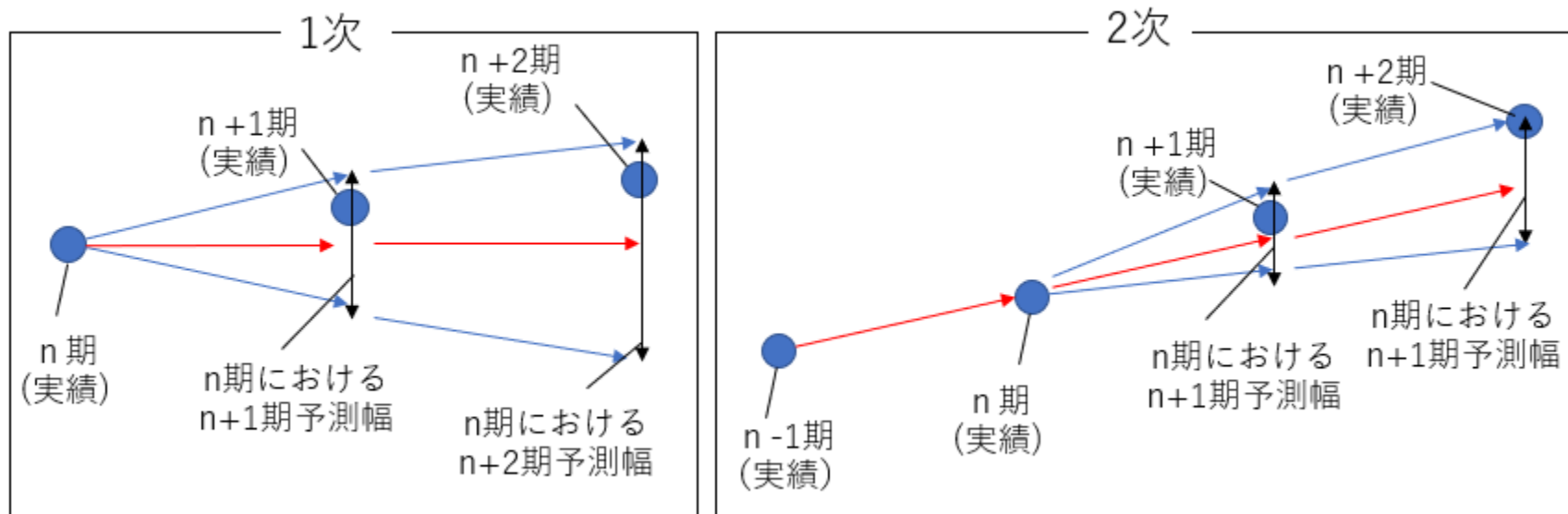
(参考) DECOMP法における次数について (T成分)

- T成分の次数は以下の式の m_1 である。

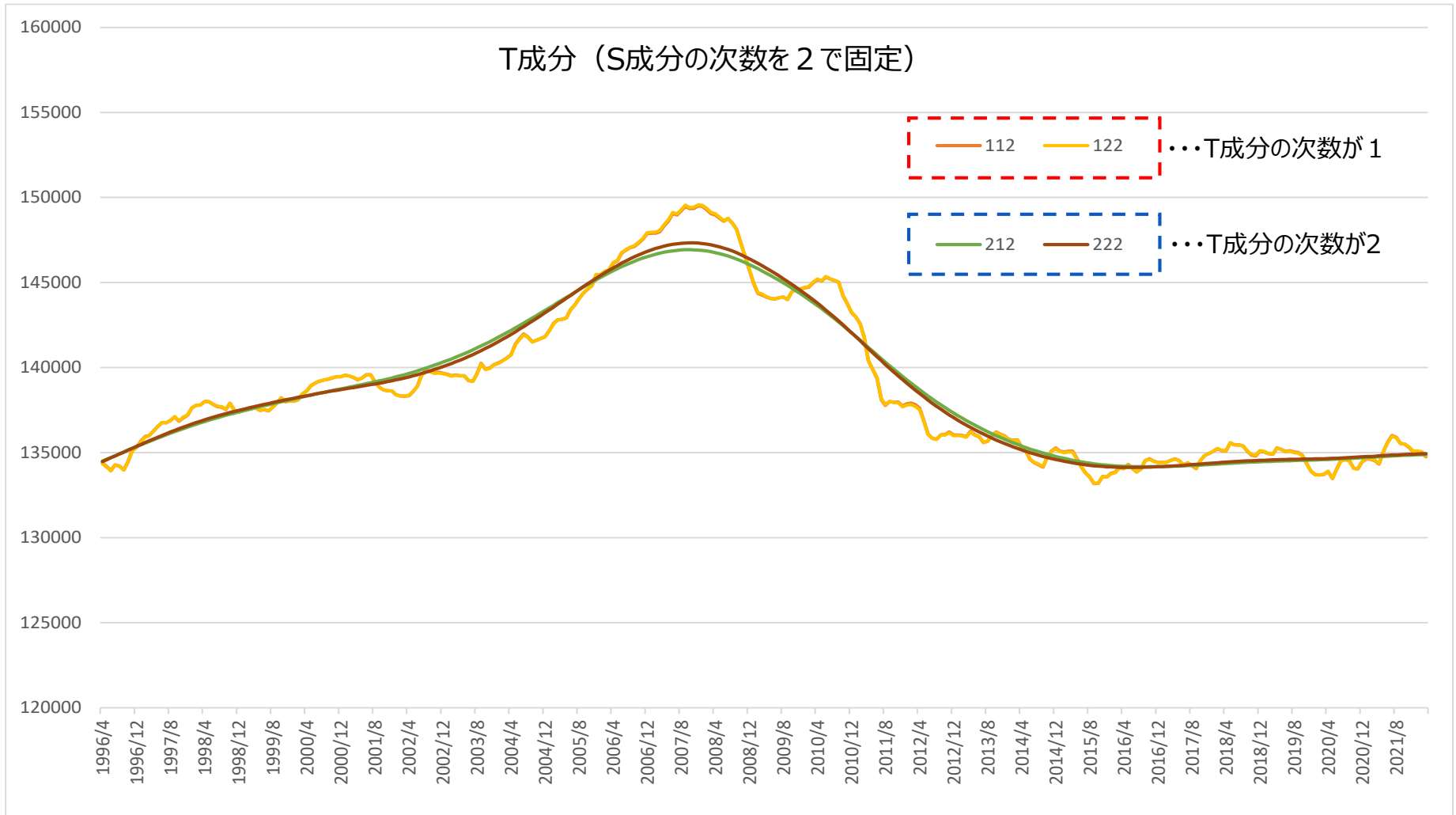
トレンド成分 $t(n)$: $(1 - B)^{m_1} t(n) = v_1(n) \quad v_1(n) \sim N(0, \tau_1^2)$

- 定義より、次数が1であれば $(1 - B)t(n) = t(n) - t(n - 1) = v_1(n)$ となり、次数が2であれば、
 $(1 - B)^2 t(n) = (t(n) - t(n - 1)) - (t(n - 1) - t(n - 2)) = v_1(n)$ となる。
- 従ってT成分の次数が1次であれば、当期と1期前の階差が期待値0の正規分布に従い、2次であれば1期前と2期前の階差と、当期と1期前の階差の階差が期待値0の正規分布に従う。
- よって1次であればランダムウォーク的な動きとなり、2次であれば一定の傾向にランダムウォークが加わった動きとなる。

<T成分の次数のイメージ>



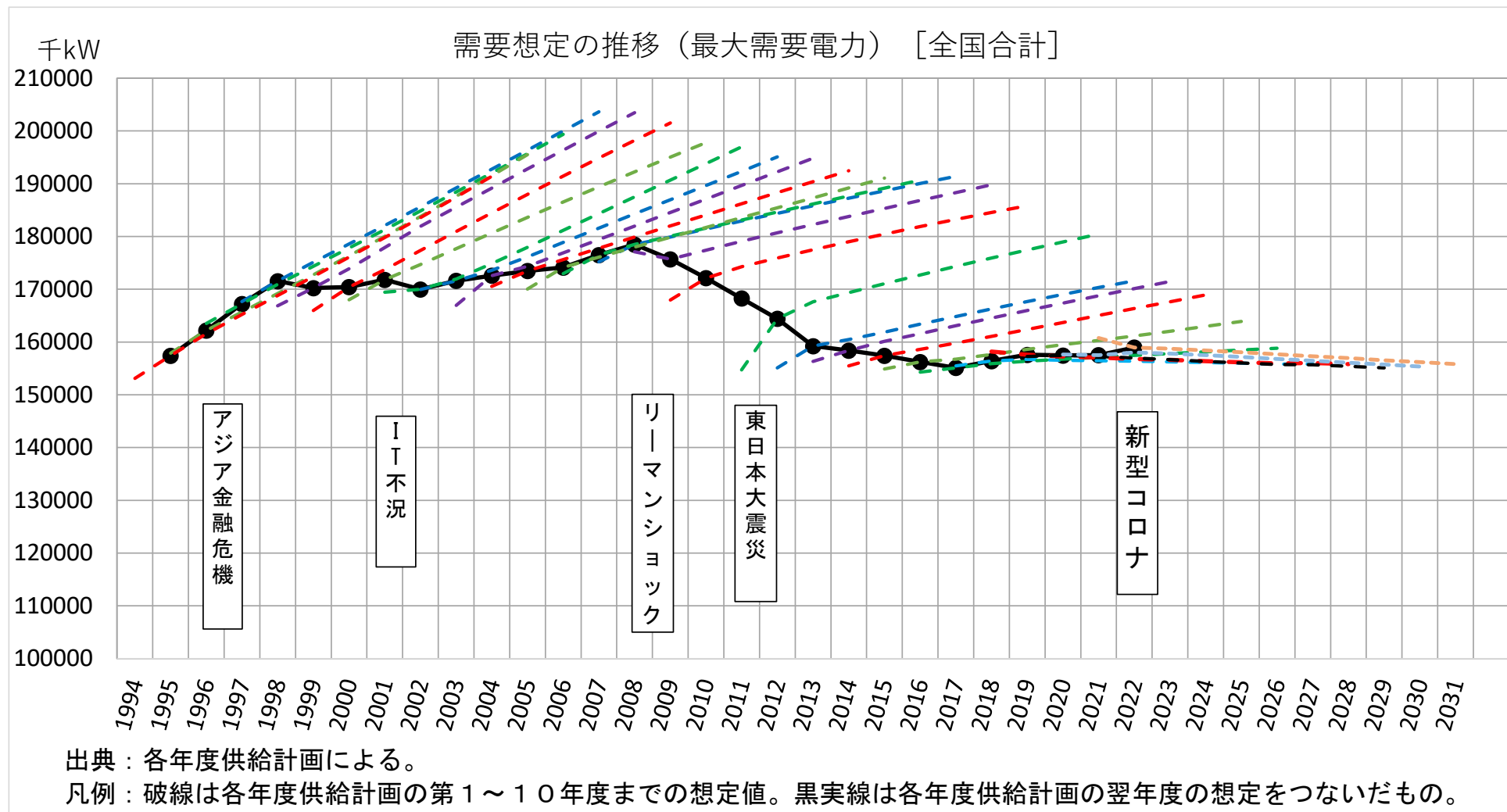
- T成分については次数が1の場合凹凸のある曲線となり、次数が2の場合滑らかな曲線となった。



※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

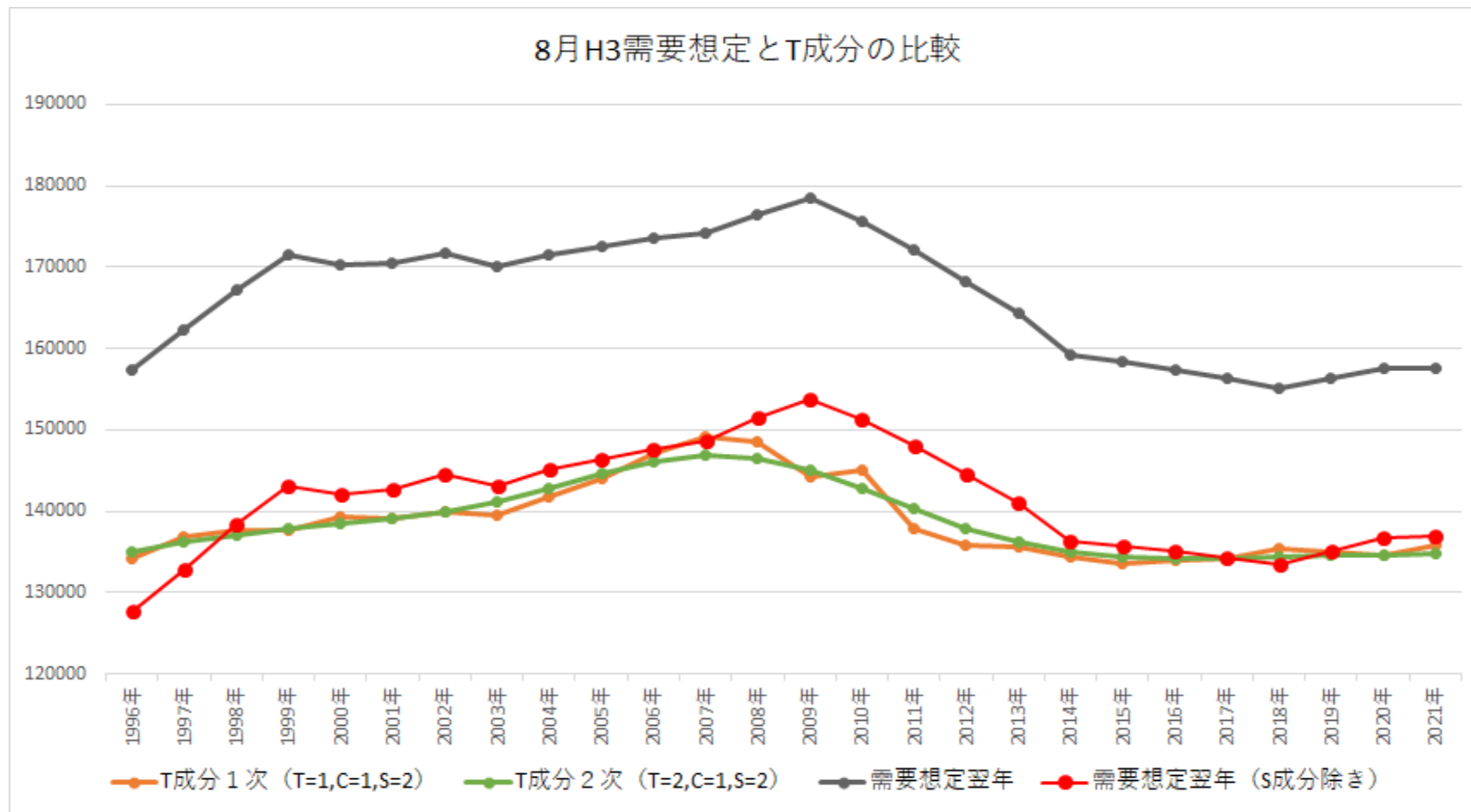
T成分と需要想定とのトレンドについて

- 毎年度の需要想定推移は以下のとおりとなっているが、DECOMP法で抽出されるT成分と需要想定を比較し、T成分の次数を検討することも一案と考えられる。



T成分と各年度需要想定の翌年想定の比較

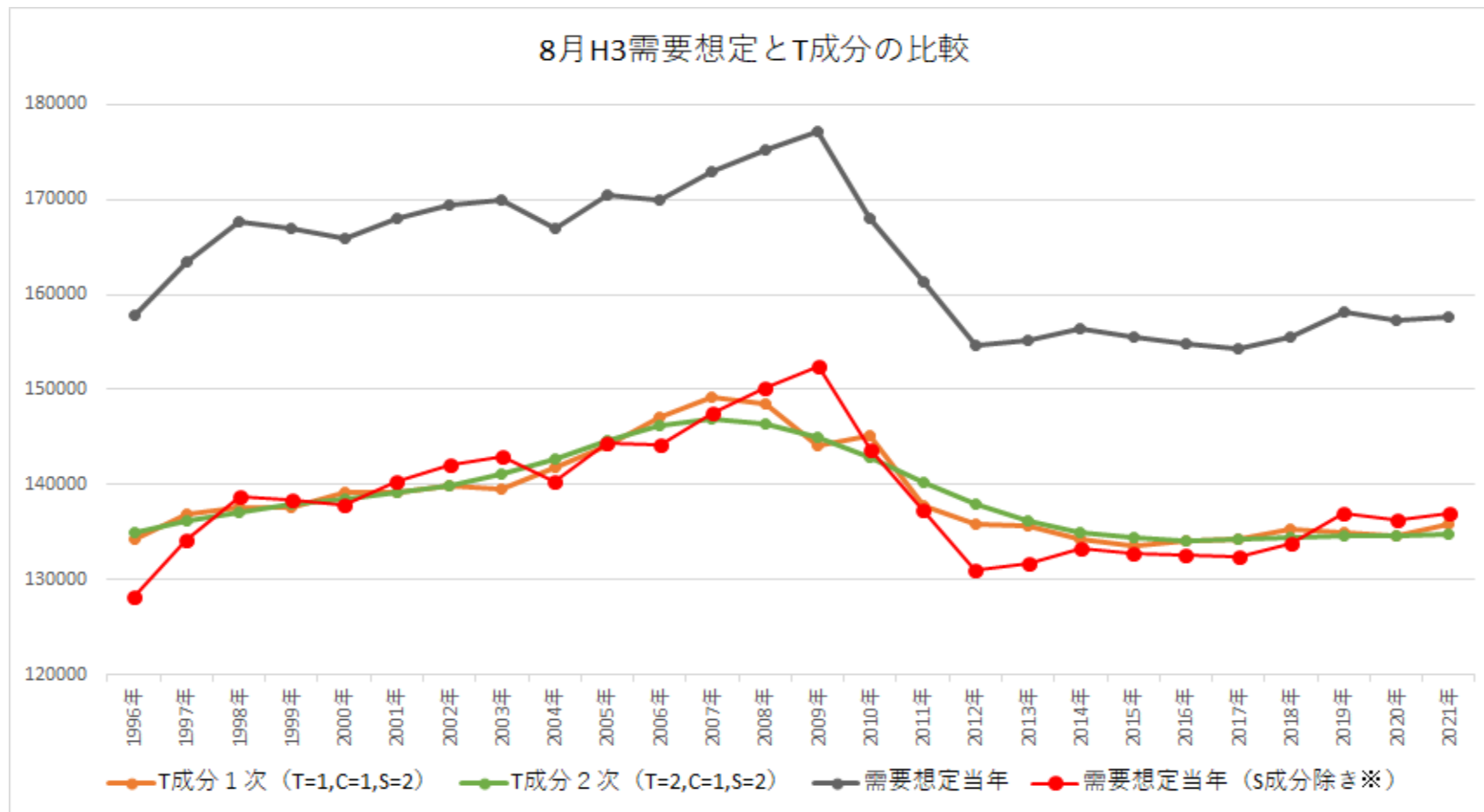
- 毎年度の需要想定の翌年想定（ある年の需要想定の翌年の需要想定をつなぎ合わせたもの）とT成分の次数1および2の比較を行った。
- グラフの形状は概ね一致しているものの、一概にどちらの次数が需要想定により近いとは言えないと考えられる。



※黒線（需要想定）は季節影響が含まれた数値のため、黒線からDECOMP法で算出したS成分（次数112と212のS成分の平均値）を除いた赤線（翌年需要想定（S成分除き））との比較を行っている。なお、次数112,212で算出したS成分にはほとんど差が無いことを確認している。

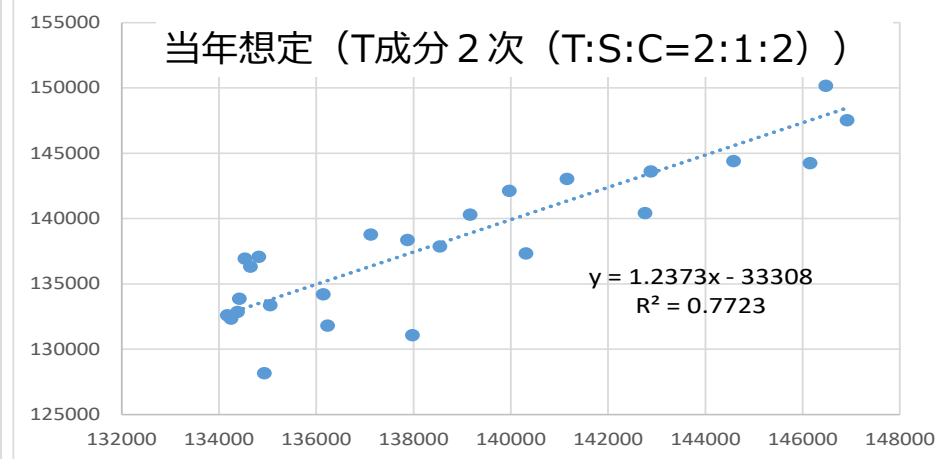
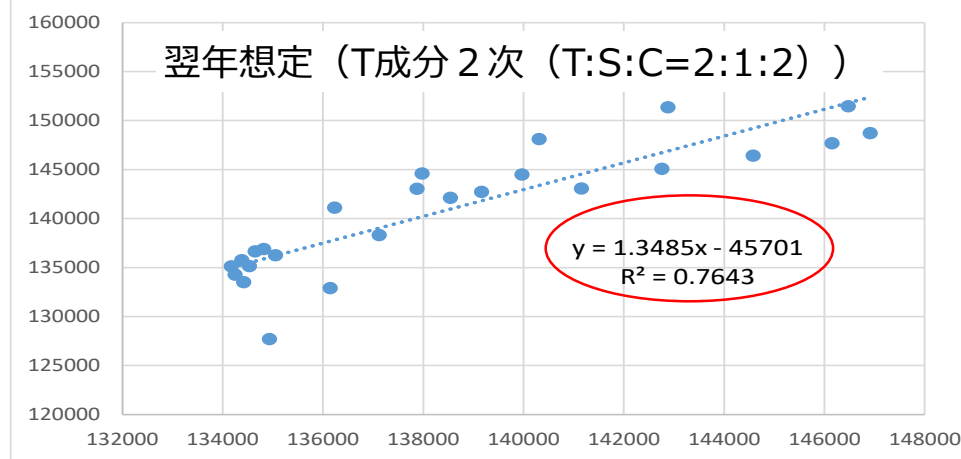
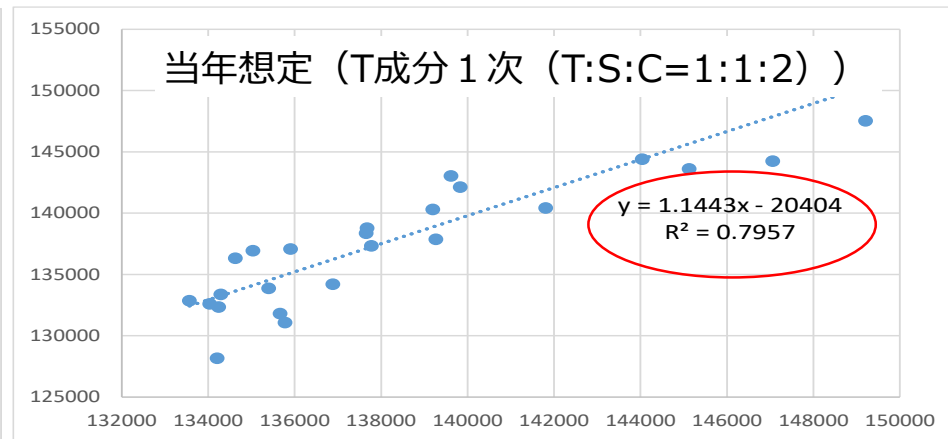
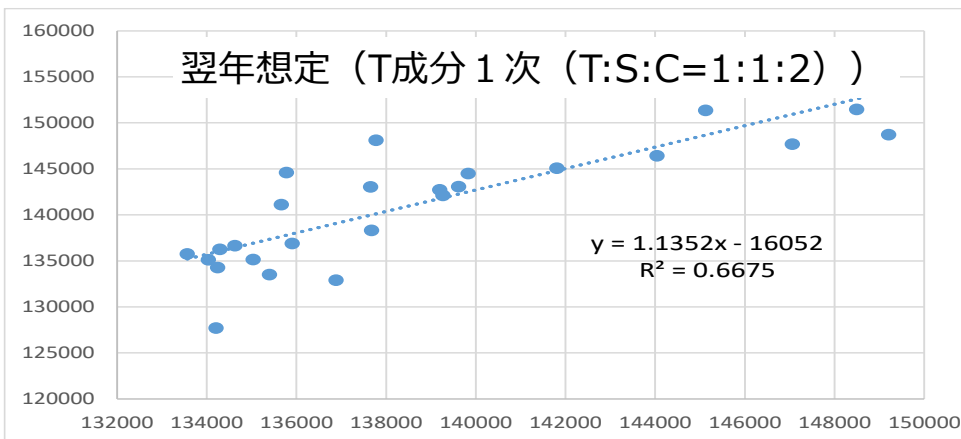
T成分と各年度需要想定の当年想定の比較

- 毎年度の需要想定の当年想定（ある年の需要想定の当年の需要想定をつなぎ合わせたもの）とT成分の次数1および2の比較を行った。
- 翌年想定と同様にグラフの形状は概ね一致しているものの一概にどちらの次数が近いとは言えないと考えられる。



※黒線（需要想定）は季節影響が含まれた数値のため、黒線からDECOMP法で算出したS成分（次数112と212のS成分の平均値）を除いた赤線（翌年需要想定（S成分除き））との比較を行っている。なお、次数112,212で算出したS成分にはほとんど差が無いことを確認している。

- 需要想定グラフとT成分の次数1,2のグラフの当てはまり具合について、相関係数では翌年想定（左）は次数2、当年想定（右）については次数1が当てはまりが良かった。
- T成分の次数の特徴として1次は細かな振幅影響を反映するため凹凸のある形となり、短期の予測に当てはまりが良く、2次は長期的なトレンドの影響を反映し滑らかな形となるため長期の予測に当てはまりが良かったため、このような分析結果となったと推察される。



T成分の次数ごとのAICの比較

- 他の次数を同一とし、T成分のみ変えた比較は下表のとおり。（①と⑤、②と⑥、③と⑦、④と⑧の比較）
- いずれのパターンもT成分の次数が1の場合にAICが小さくなった。
- AICはパラメータ数とデータの適合度のバランスを取り、1期先の予測（※）の当てはまりを示す指標であり、長期予測の精度についてはAIC最小となるモデルが必ずしも最良ではなく、モデルの性質等を考慮し複合的に判断する必要があることについて留意が必要である。 ※1期先（月単位データであれば分析期間の翌月）予測の精度を示す

データ期間：1996～2021年度、outlier：無し

モデルの次数※ (T:C:S)	AIC	1996～2021年度の最大値		(参考)2012～2021年度の最大値	
		変動率最大値	変動率最大年月	変動率最大値	変動率最大年月
① 1:1:1	5998.6	2.18%	2010年9月	1.34%	2015年4月
② 1:1:2	5878.1	2.74%	2010年9月	2.15%	2021年7月
③ 1:2:1	5912.7	3.89%	2015年2月	3.89%	2015年2月
④ 1:2:2	5882.0	2.73%	2010年9月	2.19%	2021年7月
⑤ 2:1:1	6006.9	3.83%	2010年9月	1.86%	2018年2月
⑥ 2:1:2	5884.8	4.04%	2010年9月	2.73%	2021年7月
⑦ 2:2:1	5932.9	4.24%	2015年2月	4.24%	2015年2月
⑧ 2:2:2	5888.3	3.99%	2010年9月	2.77%	2021年7月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

T成分の次数について（まとめ）

- 需要想定との当てはまりの観点では短期の想定には1次、長期の想定には2次が当てはまりが良い結果となった。
- AICの観点では1次が小さい結果となったが、AIC基準は1期先予測の当てはまりの良さを示す指標であり、AIC最小が常に最良のモデルとは言い切れないことに留意が必要。
- T成分が2次のモデルについては1次モデルより制約の強いモデルとなっており、滑らかさを要求することで長期の予測を捉えやすくしている傾向にある。
- また、需要想定 of 諸元となる経済データについては毎年度景気等が上下に振れることで想定をしておらず、一方向に徐々に推移をすることを前提としていることから、需要想定との整合性の観点からは連続的に推移する特徴を表現できる2次が望ましいと考えられる。
- 従来の手法との整合性の観点では、従来手法のX-12ARIMAでのT成分は抽出されたTC成分の回帰式であったことから滑らかな2次が望ましいと考えられる。
- 以上を踏まえ、**T成分の次数は2で分析することを基本としつつ、別途参考として次数 1 についても結果を確認すること**としたい。

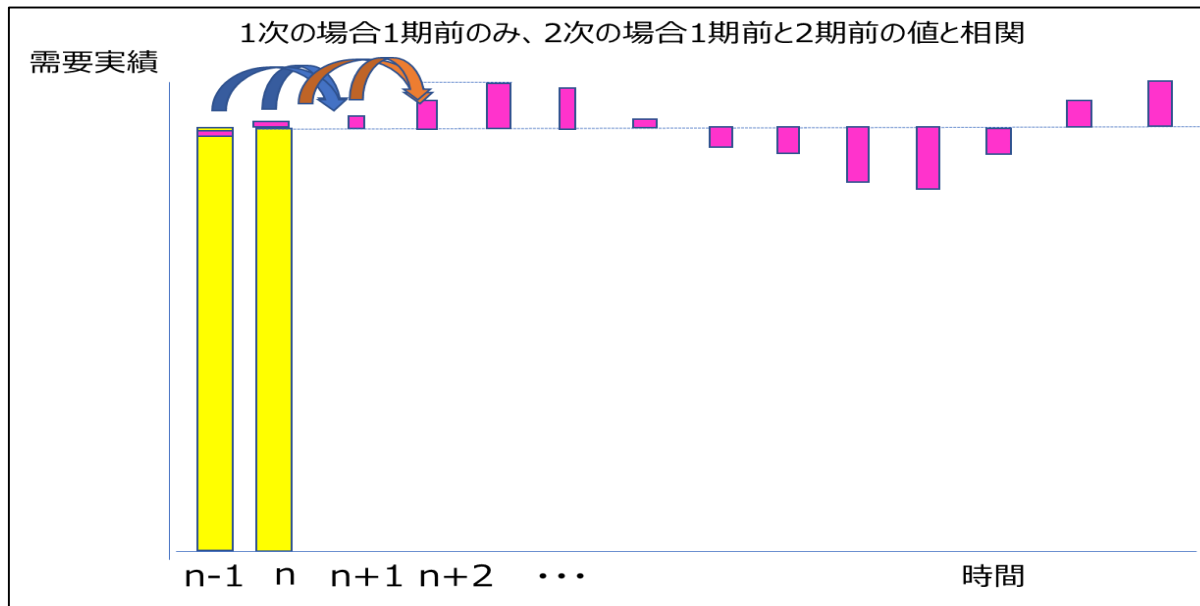
(参考) DECOMP法における次数について (C成分)

- C成分の次数は以下の式の m_2 である。

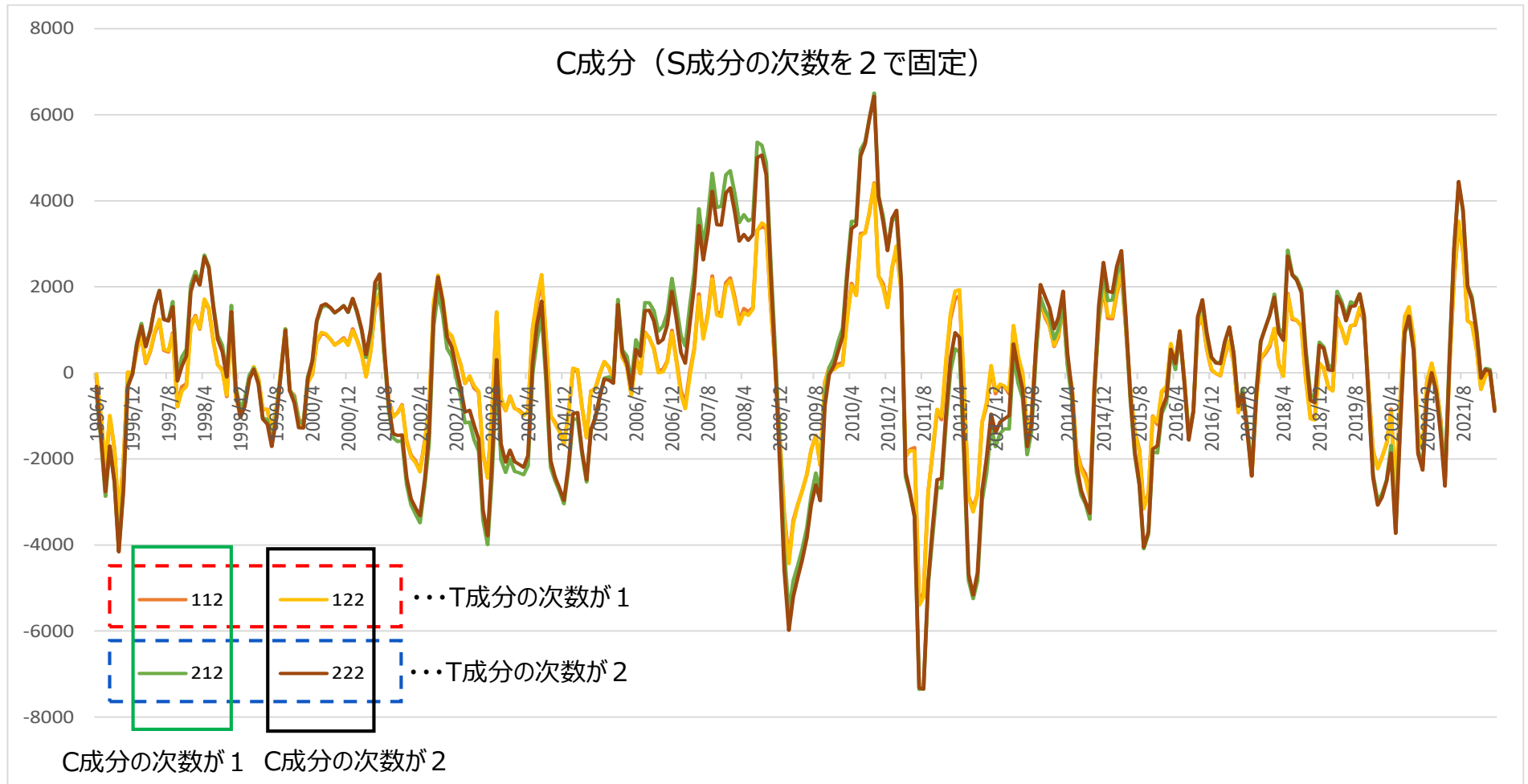
定常成分 (C成分) $p(n): p(n) = \sum_{i=1}^{m_2} a(i) p(n-i) + v_2(n) \quad v_2(n) \sim N(0, \tau_2^2)$

- 定義より、次数が1であれば $p(n) = a_1 p(n-1) + v_2(n)$ となり、次数が2であれば、 $p(n) = a_1 p(n-1) + a_2 p(n-2) + v_2(n)$ となる。
- 従って当期の値はC成分の次数が1次であれば、1期前の値と相関をもち、2次であれば1期前と2期前の値と相関をもつ。
(1次の場合 $|a| < 1$ 、2次の場合 $z^2 - a_1 z - a_2 = 0$ の2つの根が単位円内に入るように推定を行う)
- よって2次であれば1期前との相関だけでなく、周期的変動も幅広く捉えることができると考えられる。

<C成分の次数のイメージ>



- C成分の次数についてはT成分の次数が1の場合と2の場合でそれぞれ近い形となった。
- T成分では次数が1の場合凹凸のある形、次数が2の場合滑らかな形となっており、T成分で拾われなかった部分がC成分に織り込まれている影響と考えられる。



※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

C成分の次数ごとのAICの比較

- 他の次数を同一とし、C成分のみ変えた比較は下表のとおり。（①と③、②と④、⑤と⑦、⑥と⑧の比較）
- C成分の次数は①と③、⑤と⑦の比較では次数 2、②と④、⑥と⑧の比較では次数 1 がAICが小さくなった。

データ期間：1996～2021年度、outlier：無し

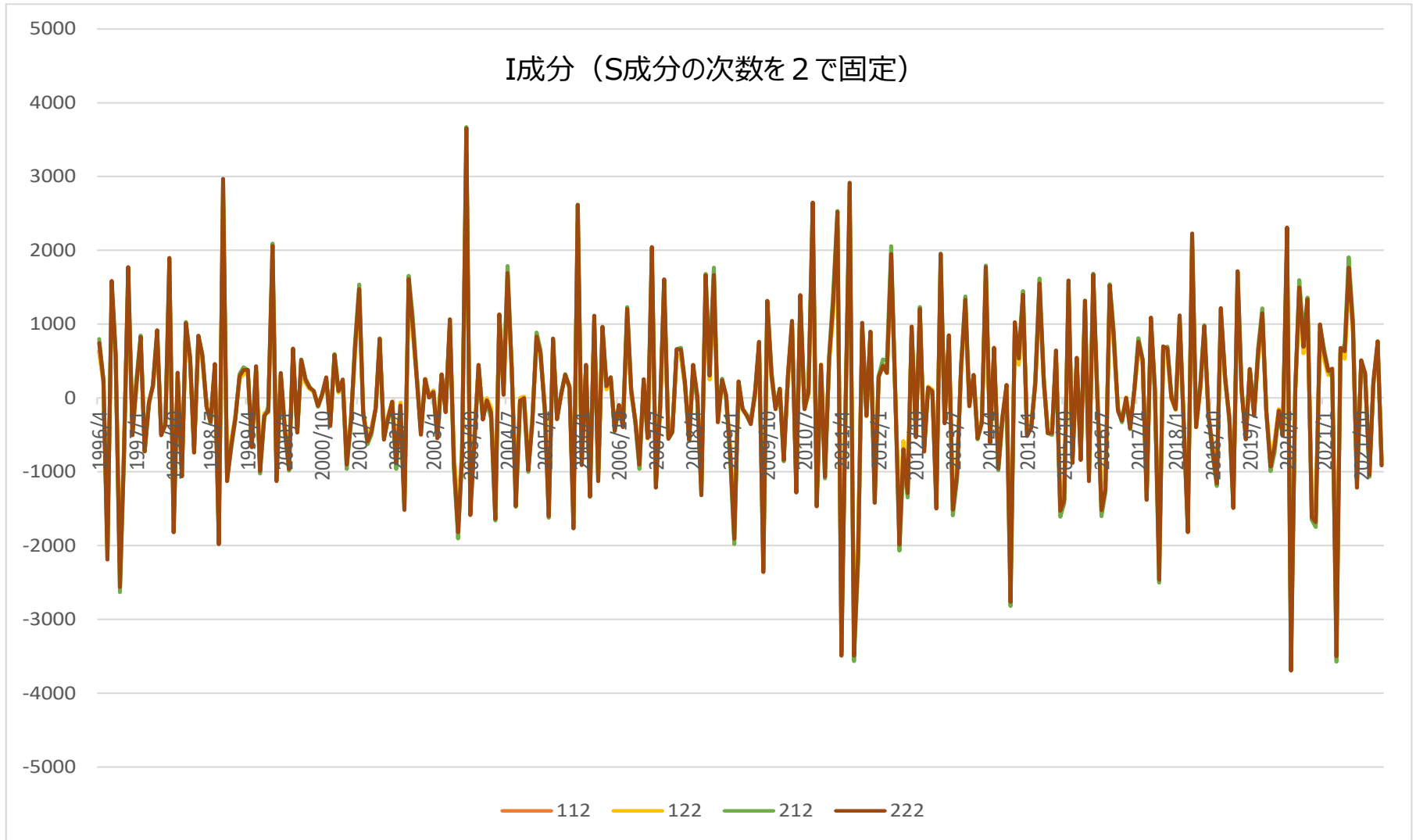
モデルの次数※ (T:C:S)	AIC	1996～2021年度の最大値		(参考)2012～2021年度の最大値	
		変動率最大値	変動率最大年月	変動率最大値	変動率最大年月
① 1:1:1	5998.6	2.18%	2010年9月	1.34%	2015年4月
② 1:1:2	5878.1	2.74%	2010年9月	2.15%	2021年7月
③ 1:2:1	5912.7	3.89%	2015年2月	3.89%	2015年2月
④ 1:2:2	5882.0	2.73%	2010年9月	2.19%	2021年7月
⑤ 2:1:1	6006.9	3.83%	2010年9月	1.86%	2018年2月
⑥ 2:1:2	5884.8	4.04%	2010年9月	2.73%	2021年7月
⑦ 2:2:1	5932.9	4.24%	2015年2月	4.24%	2015年2月
⑧ 2:2:2	5888.3	3.99%	2010年9月	2.77%	2021年7月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

C成分の次数について（まとめ）

- C成分についてはT成分の次数が同じ場合、1次と2次の比較ではほとんど差が見られず、T成分の次数によりグラフの形状が変化した。
- AICの観点では1次と2次でそれぞれ小さくなるパターンがあった。
- 以上より、C成分については1次と2次の傾向に差がないことから、**実際のデータでの分析結果を確認し次数を決定すること**としたい。
- なお、1次と2次で大きな差が確認できない場合は、持続的需要変動は数年単位の景気循環の変動幅を考慮していることから、1期前の相関だけでなく、周期的変動も幅広く捉えることができる2次を選択することも考えられる。

- I成分についてはいずれのパターンもほぼ一致し、次数による影響はほとんど無いことが確認できた。



※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

DECOMP法 モデルの次数設定について（まとめ）

- 以上の整理よりモデルの次数について、S成分の次数は2で固定し、T成分の次数は2で分析することを基本としつつ別途次数1も確認し、C成分の次数については分析結果を考慮し、1次と2次で大きな差が確認できない場合は、周期的変動も幅広く捉えることができる2次を確認することとしたい。
- 具体的には下表⑥、⑧での分析を基本としつつ、参考として②と④の結果も確認することとしたい。
- 次数設定については以上の考え方を基本とし、分析期間の設定方法を考慮のうえ最終的に設定することとしたい。

データ期間：1996～2021年度、outlier：無し

モデルの 次数※ (T:C:S)		AIC	1996～2021年度の最大値		(参考)2012～2021年度の最大値	
			変動率最大値	変動率最大年月	変動率最大値	変動率最大年月
①	1:1:1	5998.6	2.18%	2010年9月	1.34%	2015年4月
②	1:1:2	5878.1	2.74%	2010年9月	2.15%	2021年7月
③	1:2:1	5912.7	3.89%	2015年2月	3.89%	2015年2月
④	1:2:2	5882.0	2.73%	2010年9月	2.19%	2021年7月
⑤	2:1:1	6006.9	3.83%	2010年9月	1.86%	2018年2月
⑥	2:1:2	5884.8	4.04%	2010年9月	2.73%	2021年7月
⑦	2:2:1	5932.9	4.24%	2015年2月	4.24%	2015年2月
⑧	2:2:2	5888.3	3.99%	2010年9月	2.77%	2021年7月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

T成分の比較
(②、④は参考)

C成分の比較

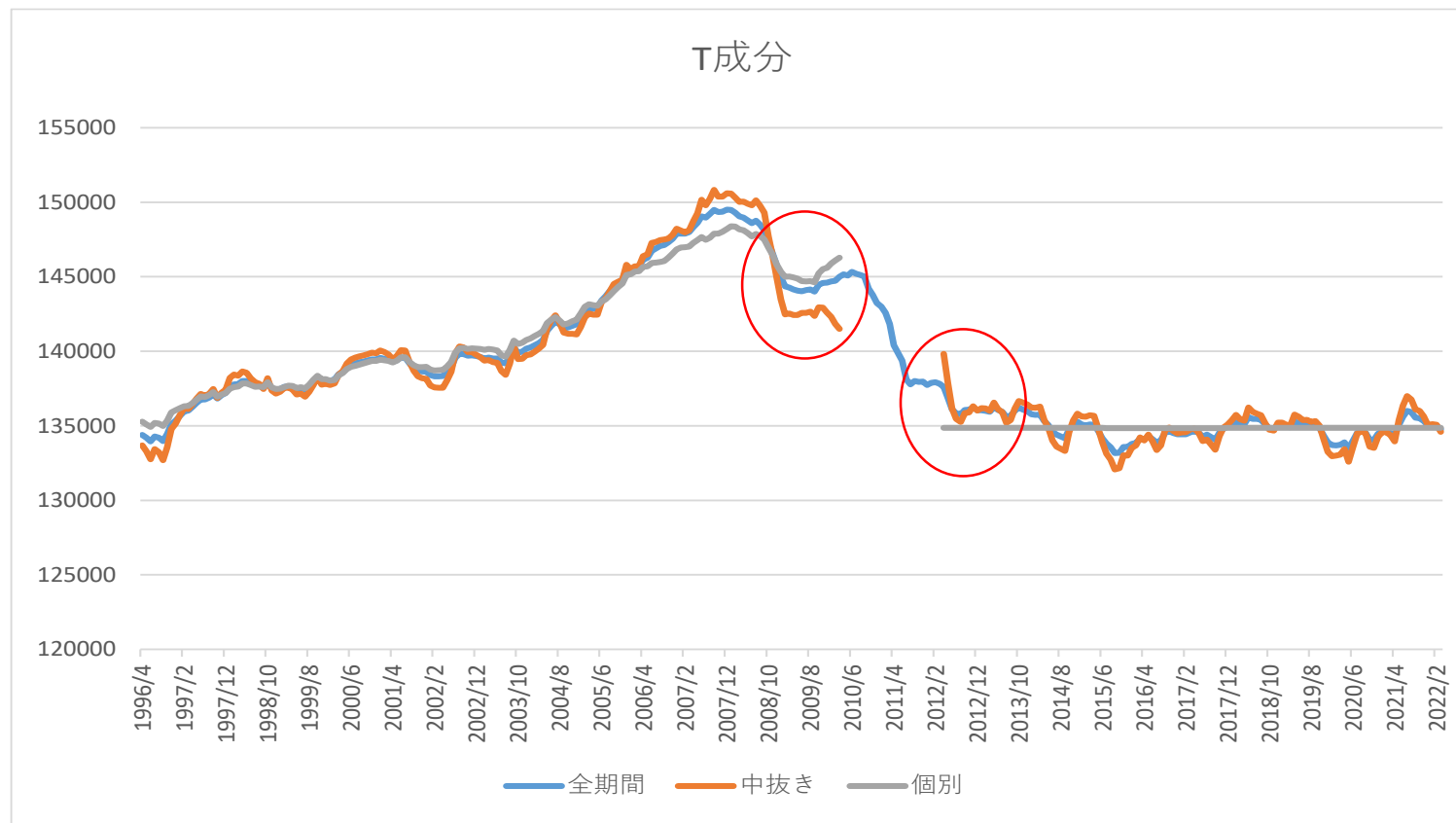
C成分の比較

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

DECOMP法 分析期間について

- 分析期間については、東日本大震災の影響が大きいと考えられることから、震災の影響が大きいと見られる2010～2011年度を震災期間とし、震災期間を除かない方法（全期間）、2010～2011年度を無かったものとして扱い2010年3月の次のデータを2012年4月とする方法（中抜き）、震災前後の期間を前半1996～2009年度、後半2012～2021年度に分け、それぞれの期間を個別に分析する方法（個別）でそれぞれの成分について比較を行い傾向を確認した。
- 各次数について概ね傾向は変わらなかったため、次スライド以降は全期間においてAICが最も小さい（T成分の次数）：（C成分の次数）：（S成分の次数）＝1：1：2での分析結果を掲載している。

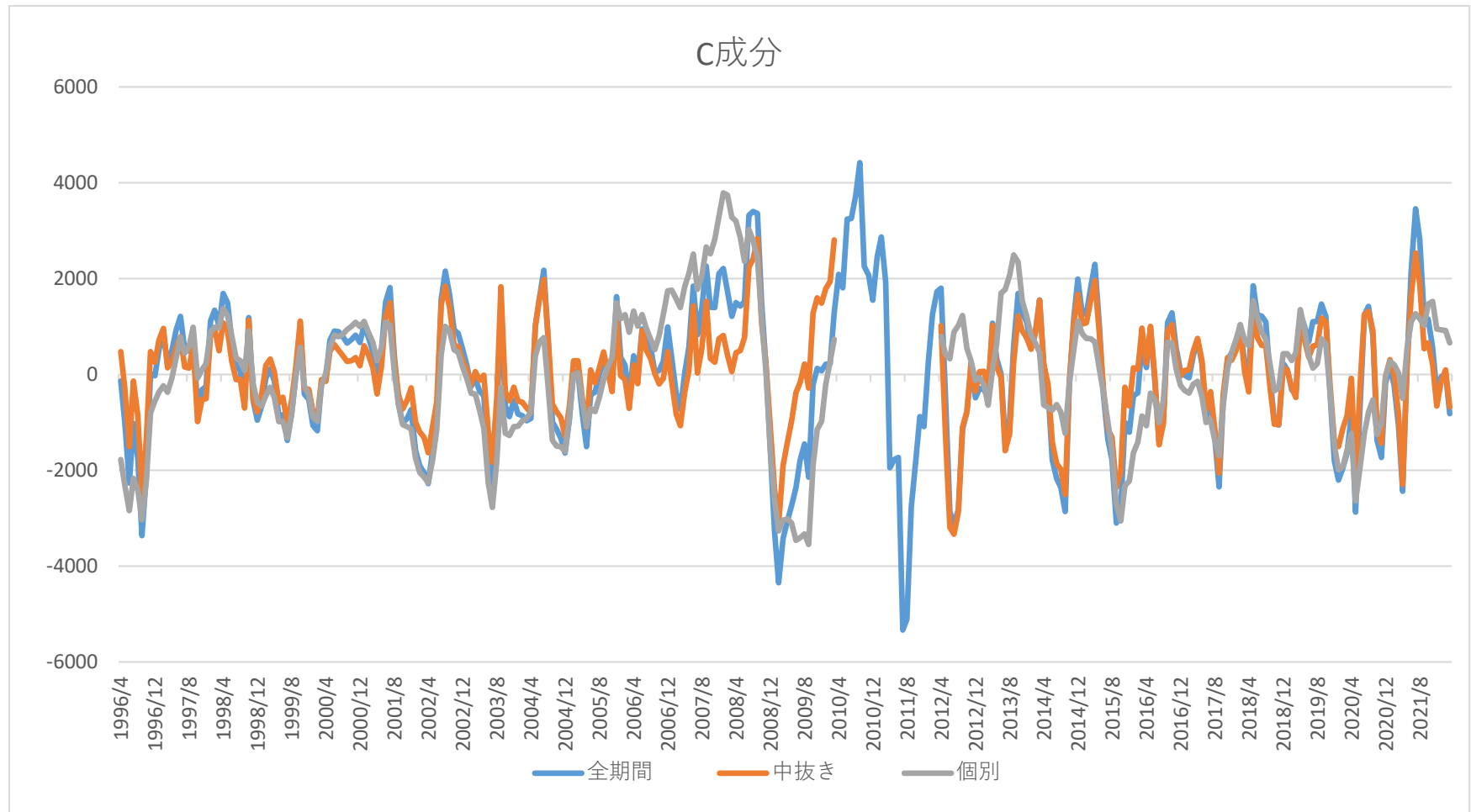
- T成分について、個別パターンでは震災直前と直後の値に大きな差がある。また、後半部分ではトレンドがほぼ一定の直線となった。
- 中抜きパターンについては本来データの欠測値の処理を行うべきであるが、本分析においては震災期間のデータが無かったものとして扱っており、2010年3月の次が2012年4月のデータとなっている。そのため震災直前と直後の差を埋めるべく、震災直前の期間は値が下がり、震災直後の期間は値が上がる結果となったと推察される。
- 全期間パターンでは震災直前直後の期間を除き、中抜きパターンと近しい形となった。



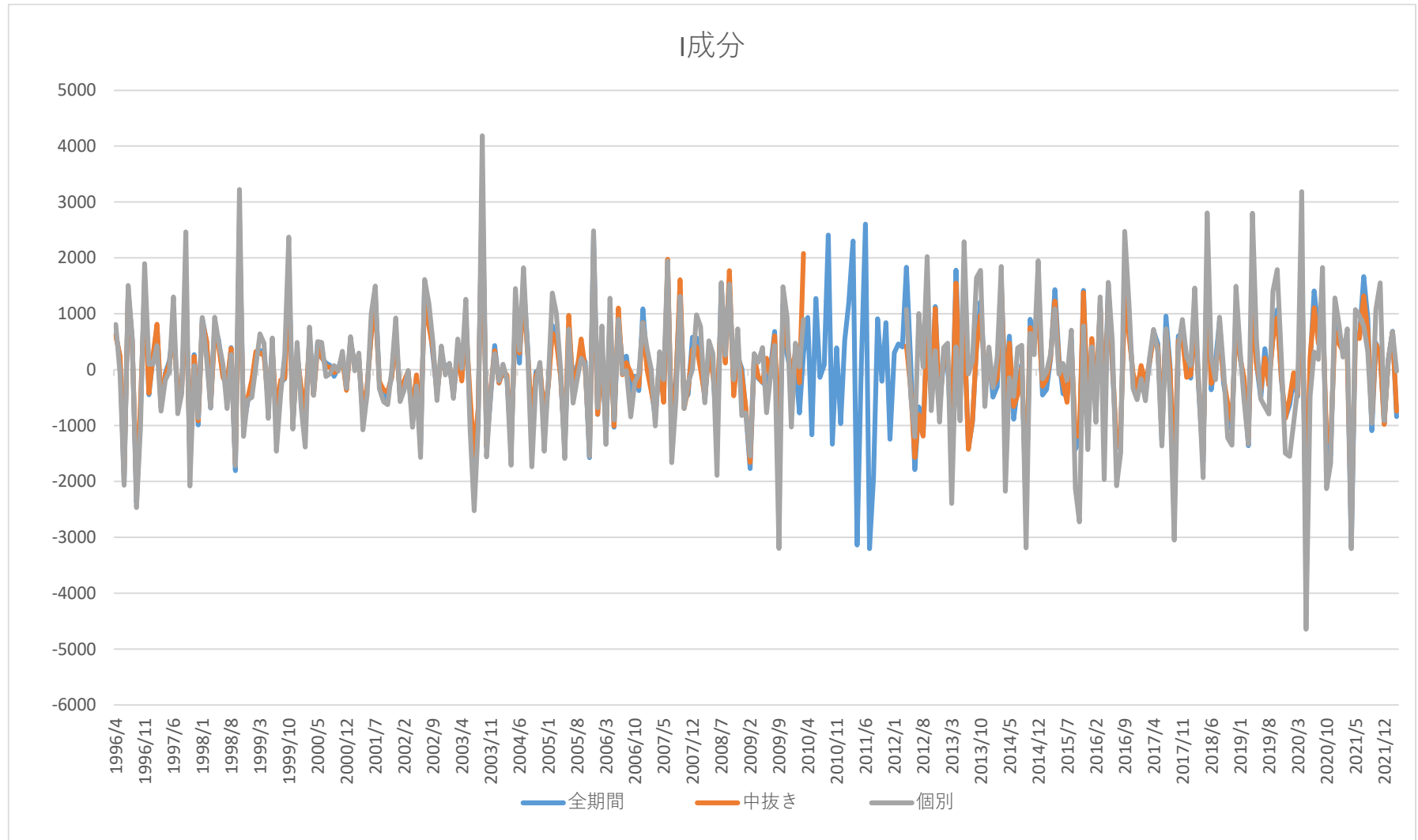
- S成分について、3パターンともに大きな差は見られなかったが、個別パターンではデータの端（1996年、2009年、2012年、2021年）で多少の差が確認できた。
- これはH3実績の季節パターンの変化が一定でないためと推察される。



- C成分について、3パターンで震災直前直後以外の期間では大まかな傾向には差が無かった。
- 震災直前直後の期間については前述のとおりS成分、T成分に差が出ており、その影響でC成分も差が出ていると考えられる。



- I成分について、3パターンともに上振れ下振れの大きさが異なる点はあるものの、上振れ下振れが発生している点は概ね差が無いことを確認できた。



DECOMP法 分析期間による比較

- 震災期間を2010～2011年度とし、震災期間を除かない方法（全期間）、2010～2011年度を中抜きする方法（中抜き）、震災前後の期間を前半1996～2009年度、後半2012～2021年度に分け、それぞれの期間を個別に分析する方法（個別）での分析結果は以下のとおり。

データ期間：1996～2021年度、outlier：無し

モデルの 次数※ (T:C:S)	1996～2021年度の最大値			2012～2021年度の最大値		
	全期間	中抜き	個別	全期間	中抜き	個別
① 1:1:1	2.18%	1.46%	3.11%	1.34%	1.21%	2.64%
② 1:1:2	2.74%	1.97%	2.45%	2.15%	1.65%	1.92%
③ 1:2:1	3.89%	4.10%	3.02%	3.89%	4.10%	3.02%
④ 1:2:2	2.73%	2.48%	3.41%	2.19%	2.13%	2.03%
⑤ 2:1:1	3.83%	3.44%	4.73%	1.86%	1.99%	2.16%
⑥ 2:1:2	4.04%	3.25%	3.75%	2.73%	2.61%	2.12%
⑦ 2:2:1	4.24%	4.38%	4.86%	4.24%	4.38%	2.40%
⑧ 2:2:2	3.99%	3.06%	3.88%	2.77%	2.83%	2.16%

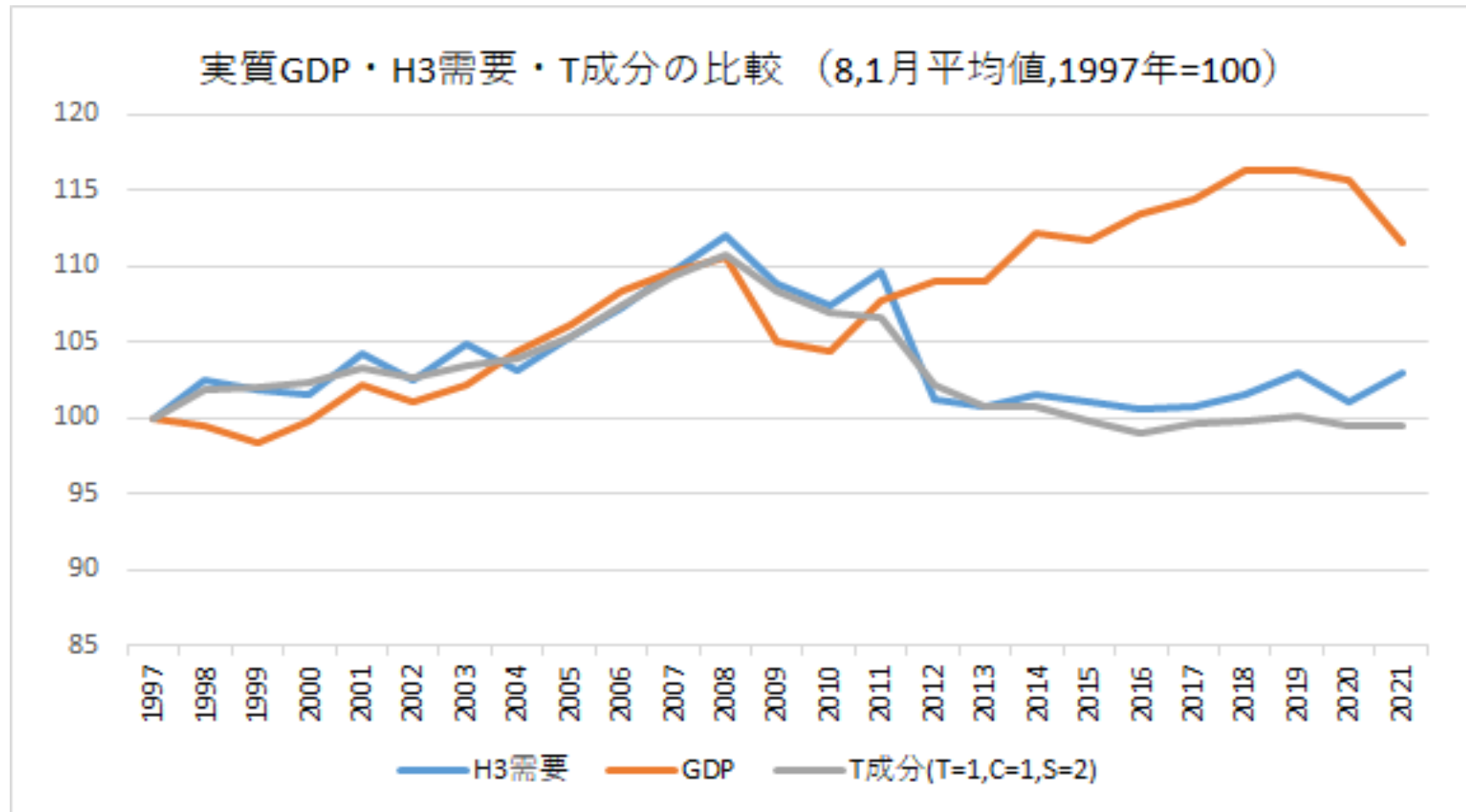
※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

DECOMP法 分析期間について

- 以上の分析結果を踏まえると、分析期間を変更することでS成分、I成分には大きな影響は無い一方、T成分の形状に影響があることが分かった。
- T成分の形状変化によりC成分の変動量に影響があると考えられることから、分析期間についてはトレンドの動向を確認し判断することとしたい。

DECOMP法 分析期間について

- H3需要実績の傾向（8,1月平均値）と実質GDPの傾向（実質四半期GDP第2四半期と第4四半期の平均値）の推移を見ると震災前は一定の相関が確認できるものの、震災後の2012年度からは大きく乖離しており、構造変化があったと考えられることから、**分析期間は震災後である2012年度以降とすることが適当と考えられる。**



出典：内閣府, 白書等

URL: <https://www5.cao.go.jp/keizai3/whitepaper.html>

- 従来手法（X-12 ARIMA）の分析では分析期間として、東日本大震災前後で需要の構造が変わっていることから2012年度以降とすることで整理を行っていた。

（論点1）分析の対象とする期間

13

- 以下の理由により、震災以降（2012年4月以降※）を分析の対象期間とすることが適当ではないか。
 - ✓ 東日本を中心に、震災前後で需要のレベルが大きく異なっている。
 - ✓ 震災前にはリーマンショックの影響による需要の大幅な減少が発生しており、その部分を対象期間に含めると上振れが大きく出る。また、リーマンショック以前のみを採用する場合、至近の傾向とは言えなくなるのではないか。

※ 2011年度は、夏季の東北・東京管内に対する電気の使用制限令の発動等の影響があるため対象期間から除外

- 一方で、サンプル数が少ないことより、変動量を過小評価しているおそれはないか。

- ・ 次の4ケースで需要変動量（上振れ）を分析した結果は下表のとおり。

（ケース1）	震災後の3カ年	：	2012年度～2014年度
（ケース1'）	震災後の4カ年	：	2011年度～2014年度
（ケース2）	震災前の10カ年	：	2000年度～2009年度
（ケース3）	震災前後の10カ年	：	2005年度～2014年度

(万kW、%)

		北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	9エリア合計 (※2)	沖縄
ケース1 震災後	変動量(※3)	2	18	35	57	9	26	9	9	15	190	1
	変動率(※3)	0.5	1.5	0.8	2.7	2.0	1.1	1.0	2.0	1.1	1.4	1.2
ケース1' 震災後	変動量(※3)	4	40	149	58	12	95	25	9	43	276	1
	変動率(※3)	0.9	3.5	3.4	2.7	2.7	4.0	2.7	2.0	3.2	2.0	1.1
ケース2 震災前	変動量(※3)	13	52	216	122	18	81	60	21	58	619	2
	変動率(※3)	2.8	4.2	4.4	5.5	4.1	3.3	6.3	4.8	4.2	4.2	1.4
ケース3 震災前後	変動量(※3)	16	80	324	113	17	115	54	26	59	645	3
	変動率(※3)	3.4	6.5	6.8	5.1	3.9	4.8	5.7	6.0	4.3	4.6	2.3



※1 各エリアの電力需要実績（送電端、月別H3、気温補正後）にて分析。

※2 9エリアの需要の合計値を季節調整したTC成分にて算定。

※3 変動量及び変動率は、回帰直線からの上振れ分の最大値

出典：第6回調整力に関する委員会（2015年12月17日）資料4

https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/2015/files/chousei_06_04.pdf

- 2022年度需要想定 of 諸元の採用期間は概ね震災期間以降となっており、エリアによりばらつきがあるものの、概ね2012年以降となっている。

		短期	長期	
北海道	家庭用一口当たり人口	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	家庭用原単位	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	業務用	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	産業用	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
東北	家庭用一口当たり人口	2008 ～ 2021	2008 ～ 2021	2011,12除外
	家庭用原単位	2016 ～ 2021	2016 ～ 2021	2020除外
	業務用	2016 ～ 2021	2016 ～ 2021	2020除外
	産業用	2016 ～ 2021	2016 ～ 2021	
東京	家庭用一口当たり人口	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	家庭用原単位	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	業務用	2014 ～ 2021	2014 ～ 2021	2020除外
	産業用	2013 ～ 2021	2014 ～ 2021	
中部	家庭用一口当たり人口	2011 ～ 2021	2011 ～ 2021	
	家庭用原単位	2011 ～ 2021	2011 ～ 2021	2020除外
	業務用	2010 ～ 2021	2010 ～ 2021	
	産業用	2017 ～ 2021	2008 ～ 2021	
北陸	家庭用一口当たり人口	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	家庭用原単位	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	業務用	2014 ～ 2021	2014 ～ 2021	
	産業用	- ～ 2021	2007 ～ 2021	
関西	家庭用一口当たり人口	2012 ～ 2021	2011 ～ 2021	
	家庭用原単位	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	2020以前を補正
	業務用	2015 ～ 2021	2012 ～ 2021	2020以前を補正
	産業用	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
中国	家庭用一口当たり人口	2013 ～ 2021	2013 ～ 2021	
	家庭用原単位	2013 ～ 2021	2013 ～ 2021	コロナ影響除外
	業務用	2010 ～ 2021	2010 ～ 2021	コロナ影響除外
	産業用	2014 ～ 2021	2007 ～ 2021	
四国	家庭用一口当たり人口	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	家庭用原単位	2011 ～ 2021	2011 ～ 2021	
	業務用	2010 ～ 2021	2010 ～ 2021	
	産業用	2011 ～ 2021	2011 ～ 2021	
九州	家庭用一口当たり人口	2016 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	家庭用原単位	2010 ～ 2021	2010 ～ 2021	
	業務用	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	
	産業用	2013 ～ 2021	2013 ～ 2021	
沖縄	家庭用一口当たり人口	2008 ～ 2021	2008 ～ 2021	
	家庭用原単位	2010 ～ 2021	2010 ～ 2021	2020,21補正
	業務用	2012 ～ 2021	2012 ～ 2021	2020,21補正
	産業用	2015 ～ 2021	2015 ～ 2021	2020,21補正

出典: 電力需要調書記載様式S-3より抜粋

https://www.occto.or.jp/juyousoutei/2021/files/220119_sanko_ippansouhaiden_kyoukyukuiki_soutei.pdf

DECOMP法 分析期間について（まとめ）

- 期間を分けた分析の結果、C成分はT成分の形状により差異が見られる結果となり、分析期間はトレンドの動向を踏まえ判断することで整理を行った。
- H3需要実績と実質GDPとの比較において、2012年度以降構造変化（トレンド傾向の変化）が確認できた。
- 従来のX-12ARIMAでの分析では2012年度以降を対象としていた。
- 2022年度の需要想定は概ね2012年以降のデータを採用している。
- 以上の整理を踏まえ、**分析期間およびデータ採用期間は2012年度以降としたい。**

データ期間：1996～2021年度、outlier：無し

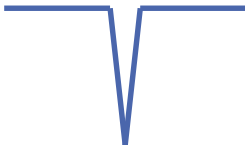
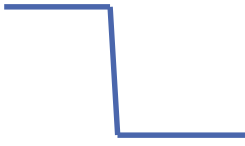
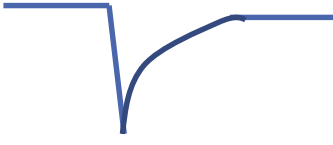
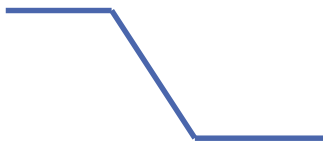
モデルの 次数※ (T:C:S)	1996～2021年度の最大値			2012～2021年度の最大値		
	全期間	中抜き	個別	全期間	中抜き	個別
① 1:1:1	2.18%	1.46%	3.11%	1.34%	1.21%	2.64%
② 1:1:2	2.74%	1.97%	2.45%	2.15%	1.65%	1.92%
③ 1:2:1	3.89%	4.10%	3.02%	3.89%	4.10%	3.02%
④ 1:2:2	2.73%	2.48%	3.41%	2.19%	2.13%	2.03%
⑤ 2:1:1	3.83%	3.44%	4.73%	1.86%	1.99%	2.16%
⑥ 2:1:2	4.04%	3.25%	3.75%	2.73%	2.61%	2.12%
⑦ 2:2:1	4.24%	4.38%	4.86%	4.24%	4.38%	2.40%
⑧ 2:2:2	3.99%	3.06%	3.88%	2.77%	2.83%	2.16%

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

- outlier設定の検討にあたり、まずはDECOMP法のoutlier検索機能で算出されたoutlierについて、需要想定上の扱いの確認や、異常値となった要因分析を実施し、outlier設定の考え方について整理を行った。

- outlier設定にはAO(加法的外れ値)、LS(レベルシフト)、TC(一時的変化)、RAMP(傾斜変化)の4つの処理方法があり、これらの設定方法について検討することとした。

異常値処理 (outlier) 内容	異常値処理イメージ
AO (加法的外れ値) 時系列データの1時点だけが変化する異常値	
LS (レベルシフト) ある1時点から先のデータが一定量変化する異常値	
TC (一時的変化) ある1時点で変化した後に急速に元の水準に戻る異常値	
RAMP (傾斜変化) ある期間において時系列データが傾斜的に変化する異常値	

DECOMP法 outlier設定について

- 1996～2021年度のデータでそれぞれの次数でoutlier検索機能を使用し、AO、LSの期間を推定した結果は以下表のとおりとなった。（RAMP期間はグラフの形状とAICを踏まえ2008年9月～2009年2月で固定とした。）

データ期間：1996～2021年度、outlier：自動探索 最大値：1996～2021年度の最大値

モデルの 次数※ (T:C:S)	AO期間	LS期間	RAMP 期間 (固定)	AIC Outlier 無	AIC Outlier 有	変動率 最大	変動率 最大 年月
①1:1:1	2003/9,2011/4,2020/5,2021/4	2011/5,2011/7	2008/9- 2009/2	5998.6	5931.9	1.95%	2012年3月
②1:1:2	2003/9,2011/7,2020/5,2021/4	2011/4		5878.1	5798.8	1.85%	2012年4月
③1:2:1	2003/9,2011/4,2020/5,2021/4	2009/10,2010/10, 2011/5,2011/7,2020/12		5912.7	5814.7	4.07%	2015年2月
④1:2:2	2003/9,2011/7,2020/5,2021/4	2011/4		5802.0	5801.8	2.02%	2012年3月
⑤2:1:1	2003/9,2011/4,2011/7, 2020/5,2021/4	2010/10,2011/3,2011/5, 2012/6		6006.9	5926.3	2.08%	2013年10月
⑥2:1:2	2003/9,2011/4,2011/7, 2020/5,2021/4	2010/10,2011/5, 2012/6		5884.8	5789.6	2.32%	2013年10月
⑦2:2:1	2003/9,2011/4,2011/7, 2020/5,2021/4	2009/10,2011/5		5932.9	5821.0	4.15%	2015年2月
⑧2:2:2	2003/9,2011/4,2011/7, 2020/5,2021/4	2010/10,2011/5		5888.3	5800.8	2.44%	2021年7月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

- 前スライドで算出されたoutlierの一覧は以下のとおり。（括弧内の数字は算出された回数）

AO	LS	RAMP (固定)
2003/9 (8)	2009/10 (2)	2008/9-2009/2
2011/4 (6)	2010/10 (4)	
2011/7 (6)	2011/3 (1)	
2020/5 (8)	2011/4 (2)	
2021/4 (8)	2011/5 (6)	
	2011/7 (2)	
	2012/6 (2)	
	2020/12 (1)	

- 算出されたoutlierの一覧に対して考えられる経済事象等の要因分析を行った。
- その結果、算出されたoutlierについて、経済事象等の要因で説明できることが確認できた。

outlier期間	影響方向	経済事象等の要因
2003/9 (8)	一時的な需要増	8月冷夏(1993年ぶり)からの9月残暑影響
2009/10 (2)	LS 2009/10以降需要増	冷夏(2003年ぶり)影響
2010/10 (4)	LS 2010/10以降需要減	円高(15年ぶりの水準)による影響 夏場猛暑(6-8月平均気温が観測史上最高)影響
2011/3 (1)	LS等 2011/7以降需要減	震災による節電等の影響
2011/4 (8)		
2011/5 (6)		
2011/7 (8)		
2012/6 (2)	LS 2012/6以降需要減	
2020/5 (8)	一時的な需要減	新型コロナウイルス影響(緊急事態宣言1回目)
2020/12 (1)	LS 2020/12以降需要増	新型コロナウイルス影響(緊急事態宣言2回目)
2021/4 (8)	一時的な需要減	新型コロナウイルス影響(緊急事態宣言3回目)

DECOMP法 outlier設定について

- 2022年度需要想定の諸元においては、震災期間とコロナ期間のみ異常値として除外している。
- 需要想定はトレンドを想定しており、持続的需要変動はトレンドからの乖離分であり、両者は密接に関連しているため、DECOMP法のoutlier設定においても**震災期間とコロナ期間のみ異常値として除外すること**としたい。

outlier期間	影響方向	経済事象等の要因
2003/9 (8)	一時的な需要増	8月冷夏(1993年ぶり)からの9月残暑影響
2009/10 (2)	LS 2009/10以降需要増	冷夏(2003年ぶり)影響
2010/10 (4)	LS 2010/10以降需要減	円高(15年ぶりの水準)による影響 夏場猛暑(6-8月平均気温が観測史上最高)影響
2011/3 (1)	LS等 2011/7以降需要減	震災による節電等の影響
2011/4 (8)		
2011/5 (6)		
2011/7 (8)		
2012/6 (2)	LS 2012/6以降需要減	
2020/5 (8)	一時的な需要減	新型コロナウイルス影響(緊急事態宣言1回目)
2020/12 (1)	LS 2020/12以降需要増	新型コロナウイルス影響(緊急事態宣言2回目)
2021/4 (8)	一時的な需要減	新型コロナウイルス影響(緊急事態宣言3回目)

DECOMP法 outlier設定について

➤ 2012年度以降のデータでoutlier検索機能を使用した結果は以下表のとおりとなった。

データ期間：2012～2021年度、outlier：自動探索 最大値：2012～2021年度の最大値

モデルの 次数※ (T:C:S)	AO期間	LS期間	AIC Outlier無	AIC Outlier有	変動率 最大	変動率 最大年月
①1:1:1	2020/5	無し	2249	2238	2.53%	2012年4月
②1:1:2	2020/5	無し	2255	2240	2.28%	2013年10月
③1:2:1	2020/5	無し	2251	2238	2.93%	2012年4月
④1:2:2	2020/5	無し	2259	2244	2.30%	2013年10月
⑤2:1:1	2020/5	無し	2258	2246	2.19%	2013年10月
⑥2:1:2	2020/5	無し	2265	2248	2.00%	2013年10月
⑦2:2:1	2020/5	2019/12	2259	2246	1.79%	2012年4月
⑧2:2:2	2020/5	無し	2269	2252	2.01%	2013年10月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

DECOMP法 outlier設定について

- 前スライドで算出されたoutlierの一覧に対して考えられる経済事象等の要因分析を行った。
- その結果、算出されたoutlierについて、経済事象等の要因で説明できることが確認できた。
- 一方で2022年度需要想定では、震災期間とコロナ期間のみ除外されていることから、2012年度以降のデータ期間におけるoutlier設定としては2020年5月のみ採用することとなる。

outlier期間	影響方向	経済事象等の要因
2019/12 (1)	LS 2019/12以降需要減	暖冬影響(1946年の統計開始以降最高)
2020/5 (8)	一時的な需要減	新型コロナウイルス影響(緊急事態宣言1回目)

DECOMP法 まとめ

➤ 以上、モデルの次数、分析期間、outlierのそれぞれの整理を踏まえると以下の整理となる。

① モデルの次数

S成分の次数は現在の需要の傾向を踏まえ2とする

T成分の次数は基本は2とするものの1も参照する

C成分の次数は実際のデータ分析結果を確認し判断する（1次と2次で大きな差が確認できない場合、より周期性変動を幅広く捉えられる2次を採用する）

② 分析期間

2012年度以降のデータで分析

③ outlier

需要想定に合わせコロナ期間のみ除外（震災影響は2010,2011年度のため除外）

DECOMP法 まとめ

- 前スライドまでの整理をまとめた分析結果は以下のとおり。
- 分析結果を踏まえて決定することとしていたC成分については、結果に大きな差が無いいため、より周期性変動を幅広く捉えられる2次を選択することが適当と考えられる。
- 以上の整理を踏まえるとS成分の次数が2、T成分の次数が2、C成分の次数が2の⑧を採用することとなる。

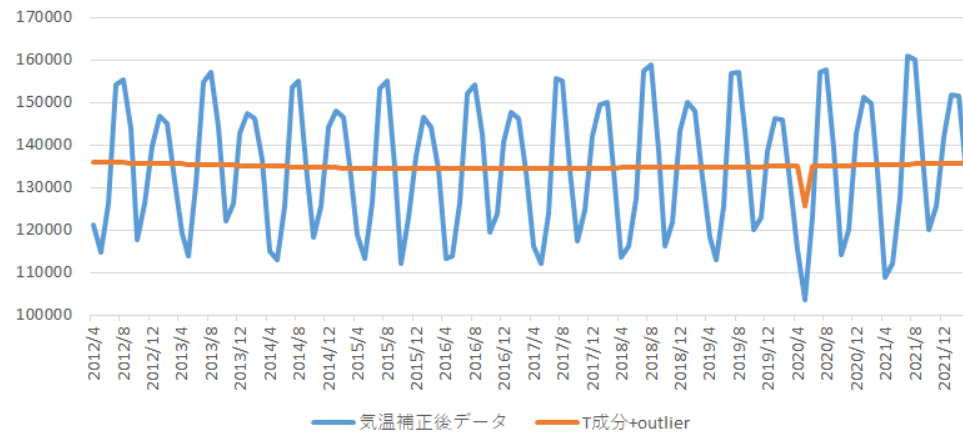
データ期間：2012～2021年度、outlier：需要想定と整合 最大値：2012～2021年度の最大値

モデルの 次数※ (T:C:S)	AO期間	LS期間	AIC Outlier無	AIC Outlier有	変動率 最大	変動率 最大年月
①1:1:1	2020/5	無し	2249	2238	2.53%	2012年4月
②1:1:2	2020/5	無し	2255	2240	2.28%	2013年10月
③1:2:1	2020/5	無し	2251	2238	2.93%	2012年4月
④1:2:2	2020/5	無し	2259	2244	2.30%	2013年10月
⑤2:1:1	2020/5	無し	2258	2246	2.19%	2013年10月
⑥2:1:2	2020/5	無し	2265	2248	2.00%	2013年10月
⑦2:2:1	2020/5	無し	2259	2246	2.41%	2013年10月
⑧2:2:2	2020/5	無し	2269	2252	2.01%	2013年10月

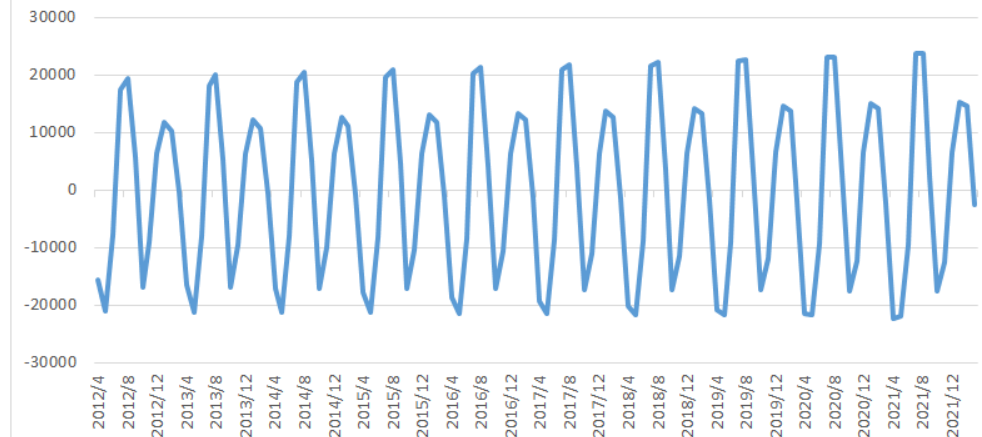
※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

➤ 前スライドの⑧の結果は以下のとおり。

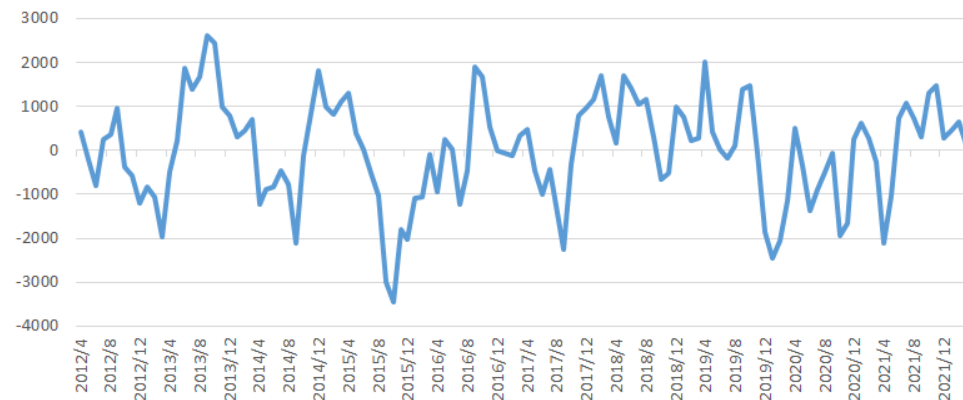
H3需要・T成分+outlier



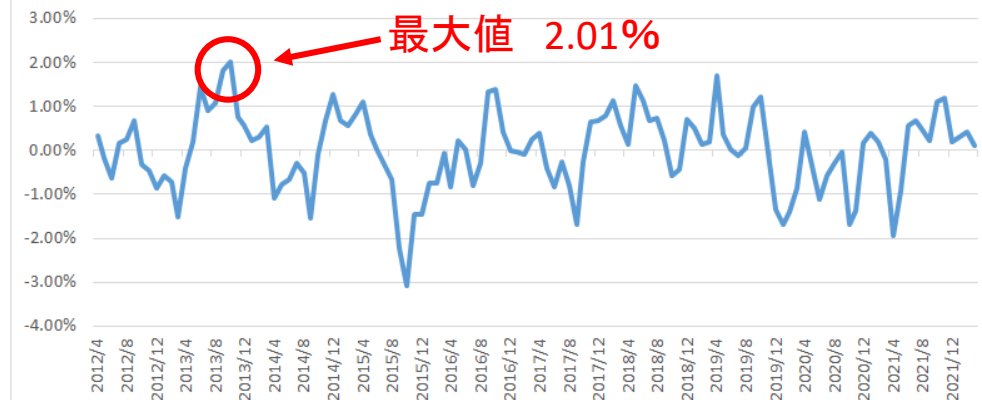
S成分



C成分



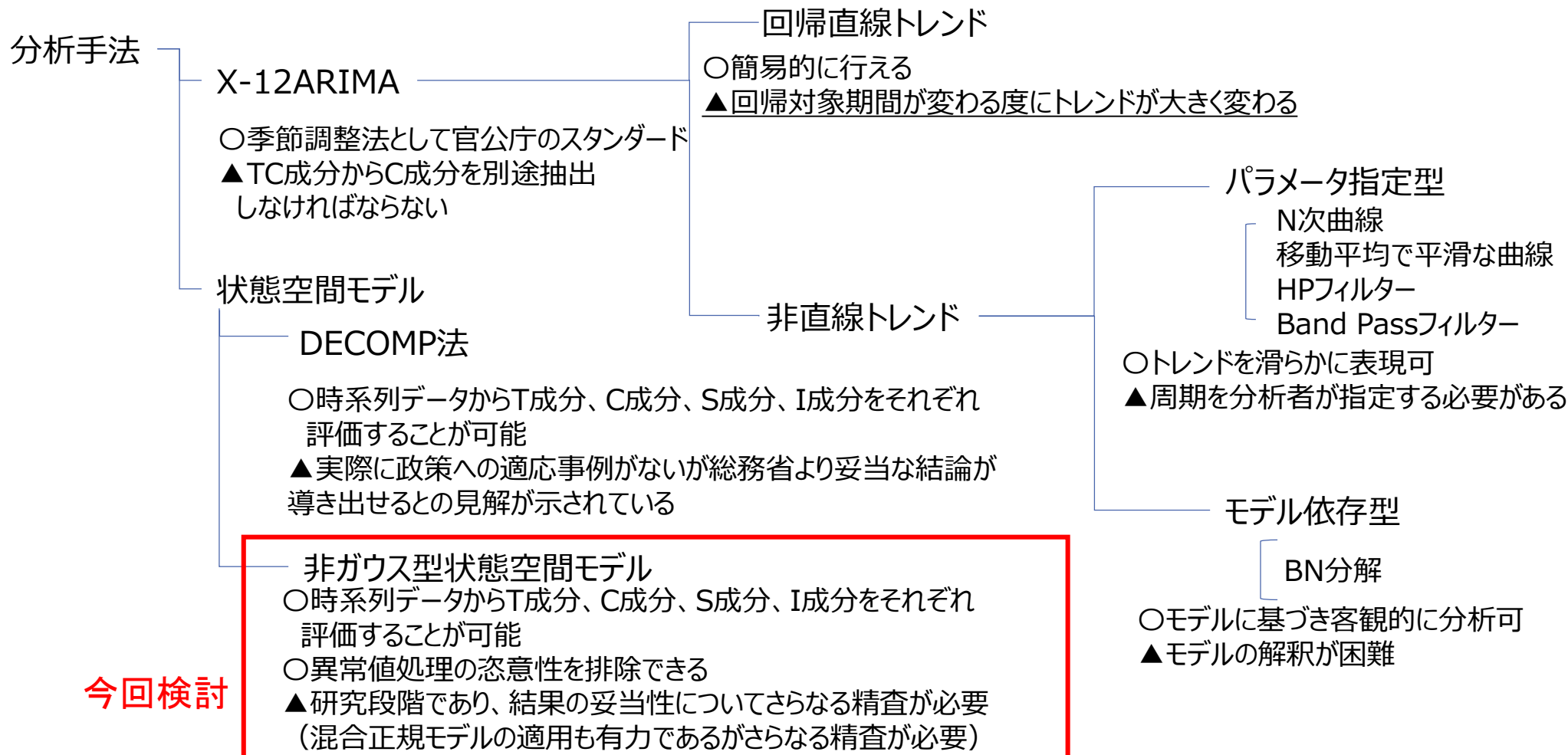
C成分変動率



1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

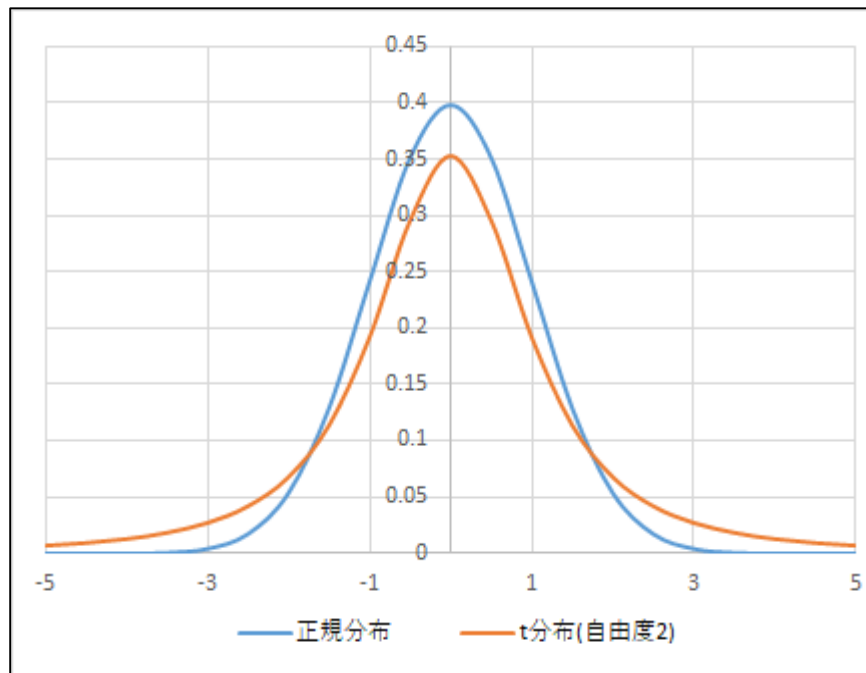
非ガウス型状態空間モデルについて

- DECOMP 法による分析の結果、outlier設定により推定結果に幅が生じたため、異常値処理の恣意性を排除できる非ガウス型状態空間モデルによる推定結果もあわせて検討することとした。（検討は電力中央研究所にて実施）
- 非ガウス型状態空間モデルではDECOMP法と同様に状態空間モデルを使用するが、誤差項に非ガウス分布を使用し裾の厚い分布を想定することで異常値を誤差項に吸収し、異常値処理の恣意性を排除することが期待できる。

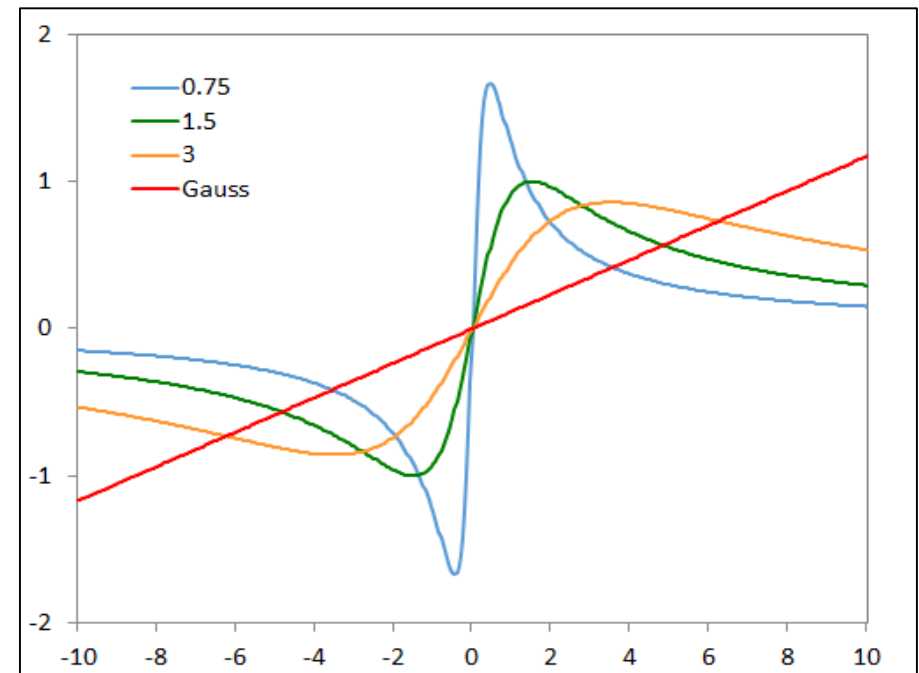


(参考) 正規分布と非ガウス分布の比較

- 今回の分析で使用した非ガウス分布の一種である t 分布は自由度の大きさにより裾の厚さが変わる性質があり、自由度が小さいと裾が厚くなり、自由度が大きくなると正規分布（ガウス分布）に近づく。
- 誤差の外れの程度が推定値にどの程度影響を与えるかを示す影響関数を確認すると、自由度が低くなるにつれて原点付近の影響が大きくなり、原点から外れる場所の影響が小さくなる傾向が強まる。
- 非ガウス型モデルでは裾の厚さを厚くすることで異常値が誤差項に吸収されやすくし、誤差が大きく外れても推定値には影響せず、自動的に異常値が処理されることとなる。

<正規分布・ t 分布の比較>

<正規分布・非ガウス分布の影響関数の比較>



(参考) 正規分布と t 分布の比較

➤ 正規分布と t 分布の定義は以下の通り

正規分布 (ガウス分布)

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} \exp \left\{ -\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right\}$$

μ : 平均、 σ^2 : 分散

t 分布

$$p(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{\nu+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)\sqrt{\pi\nu}\sigma} \left(1 + \frac{1}{\nu} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)^{-(\nu+1)/2}$$

μ : 位置パラメータ、 σ : 尺度パラメータ、 ν : 自由度

※平均 μ は $\nu > 1$ の場合、分散 $\frac{\nu}{\nu-2} \sigma^2$ は $\nu > 2$ の場合に存在する。

$\nu \rightarrow 0$: コーシー分布

$\nu \rightarrow \infty$: 正規分布

非ガウス型状態空間モデルについて

- 非ガウス型状態空間モデルの仮定は以下のとおり。

RE 電力中央研究所

非ガウス型状態空間モデルの概要(1)

- ◆ 本資料では、各方程式の誤差項に t 分布を仮定した、非ガウス型状態空間モデルにより、持続的需要変動の推計を試みる。
- ◆ 気温補正済みH3(y_t)を、トレンド成分(tr_t)、循環成分(c_t)、季節成分(s_t)、誤差項(ε_t)の4成分に分解できると仮定すると、 y_t は以下の観測方程式と遷移方程式から構成される状態空間モデルにより表現できる。

<観測方程式 (観測モデル) >

$$y_t = \textcolor{red}{tr}_t + \textcolor{blue}{c}_t + \textcolor{green}{s}_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim t(0, \sigma, v)$$

<遷移方程式 (システムモデル) >

$$\cdot \text{トレンド (T) 成分} \quad (1 - B)^{\ell} \textcolor{red}{tr}_t = \varepsilon_{1t} \quad \varepsilon_{1t} \sim t(0, \sigma_1, v_1)$$

$$\cdot \text{循環 (C) 成分} \quad \textcolor{blue}{c}_t = \sum_{i=1}^m a_i c_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad \varepsilon_{2t} \sim t(0, \sigma_2, v_2)$$

$$\cdot \text{季節 (S) 成分} \quad (\sum_{i=0}^{11} B^i)^n \textcolor{green}{s}_t = \varepsilon_{3t} \quad \varepsilon_{3t} \sim t(0, \sigma_3, v_3)$$

※ B はラグオペレータ ($B^i tr_t = tr_{t-i}$) を表す。

- 非ガウス型状態空間モデルとDECOMP法の仮定の差異は以下のとおり。

状態空間モデルによる持続的需要変動の推計(2)

◆ DECOMP法

- 誤差項の分布は**正規分布**を仮定。
- 外れ値やレベルシフト等の発生については、異常値処理(AO、LS、RAMP)により対応する。

◆ 非ガウス型モデルでの試算

- 誤差項の分布の仮定を変更することにより、異常値の発生を確率的な変動として誤差項に吸収できれば、異常値探索の煩雑さや恣意性への批判を回避できる可能性がある。
- そこで、今回は誤差項の分布に裾の厚い **t 分布**を仮定した場合について検討した。

DECOMP法との比較（全期間）

- 全期間（1996年4月～2022年3月）における非ガウス型モデルによる推定結果とDECOMP法による推定結果との比較は以下のとおり。
- AIC基準によるモデル選択の結果、非ガウスモデルでは2.78%となり、DECOMP 法の異常値処理を行わない場合の2.74%と同程度となり、異常値処理を行った場合の2.32%より高めに推計された。

IR 電力中央研究所

推定結果：1996年4月～2022年3月（5）

◆ DECOMP 法による結果との比較

- 非ガウスモデルでは M2、DECOMP法では、異常値処理なしの場合には M2、異常値処理ありの場合には M6 が選択される。
- それぞれの最大変動率をみると、非ガウスモデルでは2.8%と、DECOMP法の異常値処理を行った場合の2.3%、異常値処理を行わない場合の2.7%より大きかった。このことは、非ガウス型モデルでは異常値処理が不十分となっている可能性を示唆している。最大値の発生年月が異なっている要因などを整理する必要がある。

モデル (l, m, n)		M1 (1,1,1)	M2 (1,1,2)	M3 (1,2,1)	M4 (1,2,2)	M5 (2,1,1)	M6 (2,1,2)	M7 (2,2,1)	M8 (2,2,2)
非ガウスモデル (誤差項にt分布を仮定)	AIC	5995.7	5879.0	5994.8	5937.0	6012.8	5930.4	6007.6	5915.0
	最大変動率	3.14%	2.78%	1.98%	2.75%	6.35%	5.68%	12.14%	7.89%
	発生年月	00年03月	99年10月	96年05月	96年12月	97年06月	21年08月	97年04月	97年04月
DECOMP 法 (異常値処理なし)	AIC	5998.6	5878.1	5912.7	5882.0	6006.9	5884.8	5932.9	5888.3
	最大変動率	2.18%	2.74%	3.89%	2.73%	3.83%	4.04%	4.24%	3.99%
	発生年月	10年9月	10年9月	15年2月	10年9月	10年9月	10年9月	15年2月	10年9月
DECOMP 法 (異常値処理あり)	AIC	5931.9	5798.8	5814.7	5801.8	5926.3	5789.6	5821.0	5800.8
	最大変動率	1.95%	1.85%	4.07%	2.02%	2.08%	2.32%	4.15%	2.44%
	発生年月	12年03月	12年04月	15年02月	12年03月	13年10月	13年10月	15年02月	21年07月

注：DECOMP 法による結果は、電力広域的運営推進機関「持続的需要変動に関する勉強会報告書（案）」の8スライド（異常値処理なし）と38スライド（異常値処理あり）から抜粋した。

DECOMP法との比較（震災後）

- 震災後の期間（2012年4月～2022年3月）における非ガウス型モデルによる推定結果とDECOMP法による推定結果との比較は以下のとおり。
- AIC基準によるモデル選択の結果、非ガウスモデルでは2.46%となり、DECOMP 法の異常値処理を行わない場合の2.64%、異常値処理を行った場合の2.53%と同程度となった。

R 電力中央研究所

推定結果：2012年4月～2022年3月（5）

◆ DECOMP 法による結果との比較

- 非ガウスモデルではM2、DECOMP法ではM1が選択された。相違点はS成分の次数であり、DECOMP法では季節パターンが経年的に一定であったことを示しているのに対し、非ガウスモデルでは季節パターンに傾向変化があったことを示している。
- 非ガウスモデルにより推計された最大変動率は2.5%であった。異常値処理なしの非ガウスモデルによる推計により、異常値ありのDECOMP法による推計と同水準の結果が得られた。

モデル (l, m, n)		M1 (1,1,1)	M2 (1,1,2)	M3 (1,2,1)	M4 (1,2,2)	M5 (2,1,1)	M6 (2,1,2)	M7 (2,2,1)	M8 (2,2,2)
非ガウスモデル (誤差項にt分布を仮定)	AIC	2239.3	2213.2	2237.5	2216.1	2250.3	2224.7	2249.5	2232.3
	最大変動率	2.90%	2.46%	2.94%	1.91%	2.55%	2.85%	2.59%	2.31%
	発生年月	12年04月	13年10月	12年04月	13年12月	13年10月	21年10月	12年10月	16年10月
DECOMP 法 (異常値処理なし)	AIC	2249.0	2255.0	2251.0	2259.0	2258.0	2265.0	2259.0	2269.0
	最大変動率	2.64%	1.92%	3.02%	2.03%	2.16%	2.12%	2.40%	2.16%
	発生年月	12年4月	13年10月	12年4月	13年10月	13年10月	18年5月	13年10月	18年5月
DECOMP 法 (異常値処理あり)	AIC	2237.6	2239.5	2238.3	2243.8	2246.1	2248.0	2245.6	2252.2
	最大変動率	2.53%	2.28%	2.93%	2.30%	2.19%	2.00%	2.41%	2.01%
	発生年月	12年04月	13年10月	12年04月	13年10月	13年10月	13年10月	13年10月	13年10月

注：DECOMP 法による結果は、電力広域的運営推進機関「持続的需要変動に関する勉強会報告書（案）」の76スライドから抜粋した。

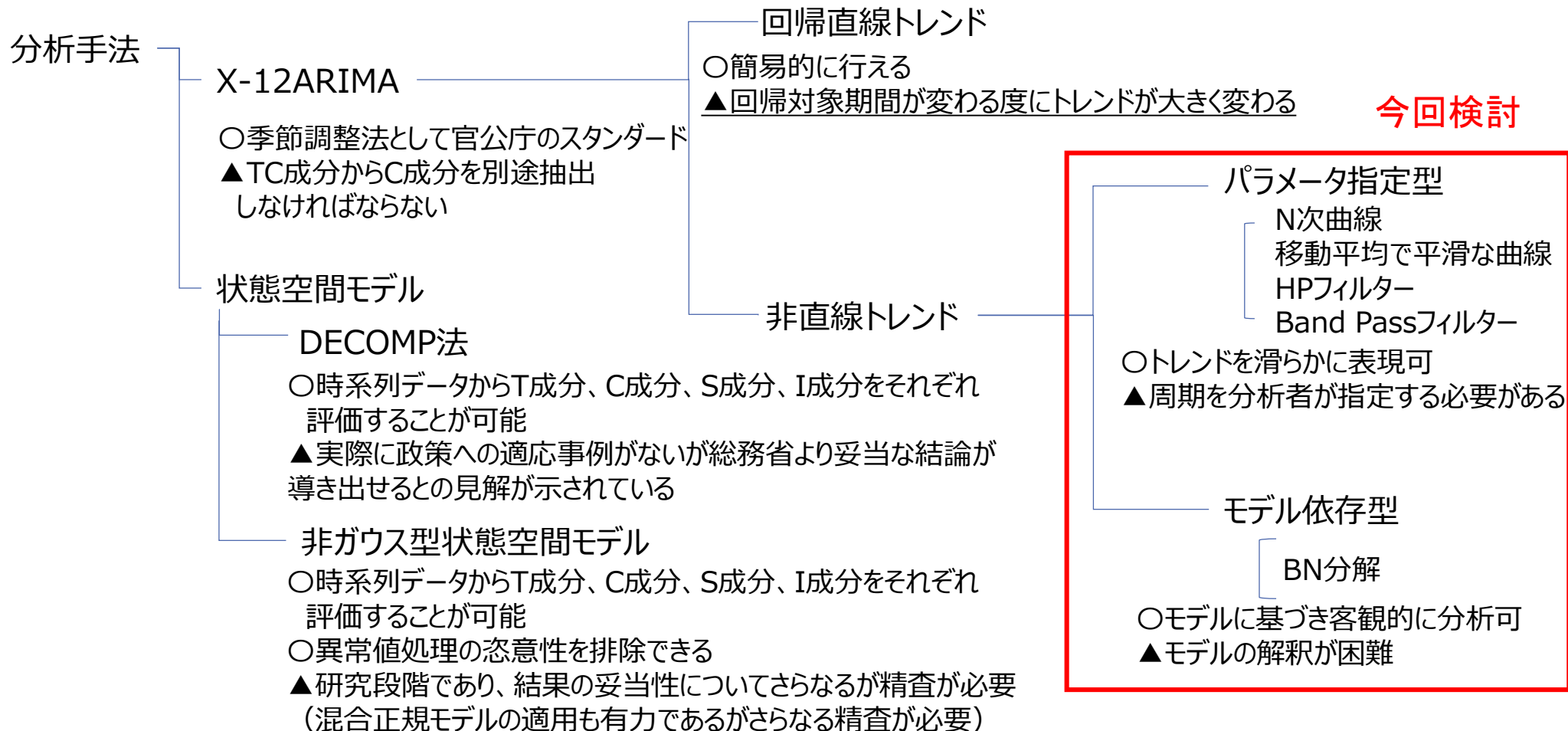
DECOMP法との比較（まとめ）

- 非ガウス型モデルでの推計の結果、AIC基準によるモデル選択においては全期間、震災後のいずれもDECOMP法での推計結果と近い値となった。
- なお、非ガウス型モデルで自動処理される異常値については需要想定との整合を確認していないことに留意が必要である。（DECOMP法では異常値として検出された要因分析と需要想定等との整合を確認していることからDECOMP法での推定結果は妥当と考えられる。）
- また、本分析においてはAIC基準のみによるモデル選択を実施しており、非ガウス型モデルを持続的需要変動対応分の分析へ適用する場合、次数設定、分析期間の設定等の考え方等を精査する必要があると考えられる。
- 非ガウス型モデルはoutlierを自動処理するためにモデルを構成するパラメータ数が多く、持続的需要変動対応分析への適用にあたっては、その設定方法について更なる精査が必要と考えられる。

1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

分析手法

- DECOMP法による分析結果の妥当性の確認として、統計ツールが利用可能なN次曲線、HPフィルター、BN分解の3手法について分析を行った。
- 上記3つの手法についてはいずれもX-12ARIMAから抽出されたTC成分をT成分とC成分に分解する手法であり、C成分を直接評価する手法ではないため、参考値として分析結果を使用する。



その他モデルのまとめ

- DECOMP法による分析結果の確認として統計ツールが利用可能なN次曲線、HPフィルター、BN分解の3手法について分析を行い、DECOMP法の結果と比較を行った。（各手法の分析結果は参考として後述）
- 各手法について、持続的需要変動の分析方法として適切な次数等の設定を検証を行っていないものの、持続的需要変動が需要想定トレンドからの乖離部分という位置づけを踏まえると、トレンド成分が需要想定形状に近い形状となったN次曲線およびHPフィルターの結果がDECOMP法の結果と概ね近い結果となったことが確認できた。

モデル		1996～2021年度の最大値		2012～2021年度の最大値	
		変動率最大値	変動率最大年月	変動率最大値	変動率最大年月
N次曲線		4.13%	2010年10月	1.77%	2013年10月
HPフィルター		3.53%	2010年10月	1.80%	2013年10月
BN分解		1.59%	2002年10月	0.73%	2018年4月
DECOMP ※outlier無し	① 1:1:1	2.18%	2010年9月	1.34%	2015年4月
	② 1:1:2	2.74%	2010年9月	2.15%	2021年7月
	③ 1:2:1	3.89%	2015年2月	3.89%	2015年2月
	④ 1:2:2	2.73%	2010年9月	2.19%	2021年7月
	⑤ 2:1:1	3.83%	2010年9月	1.86%	2018年2月
	⑥ 2:1:2	4.04%	2010年9月	2.73%	2021年7月
	⑦ 2:2:1	4.24%	2015年2月	4.24%	2015年2月
	⑧ 2:2:2	3.99%	2010年9月	2.77%	2021年7月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分(ar order) :S成分(seasonal order)」にて表記

(参考) 各分析手法について

図表27 各種変動抽出手法の比較

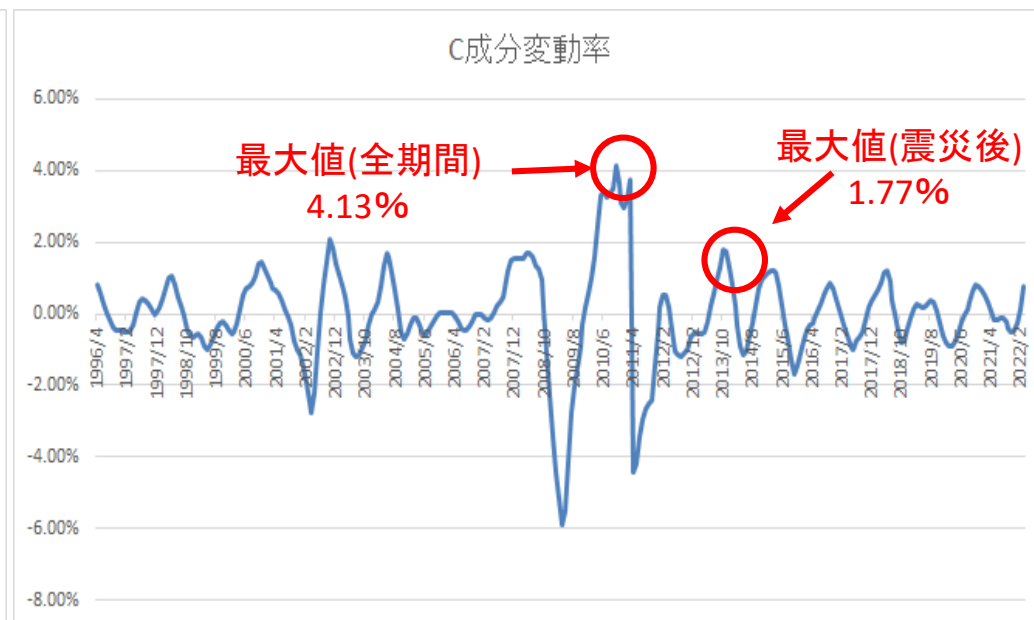
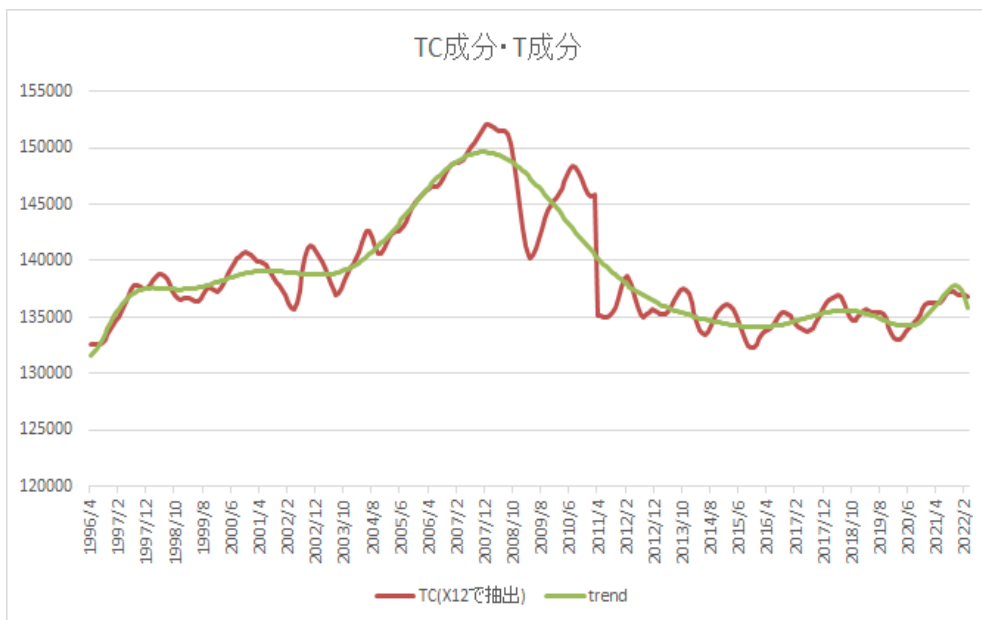
	抽出手法の特性	抽出可能な成分	抽出成分の周期構成	抽出成分の安定性	プログラム利用の容易さ	総合評価
ヘンダーソン加重移動平均 (23項移動平均)	指定された特定の周期成分を抽出	「長期的トレンド成分+景気循環成分」	対象となる時系列により多少異なるが、実用上問題なし	ほぼ安定的だが、直近1年分は逐次改訂される可能性がある	容易 (X-12-ARIMA季節調整プログラムで利用可能)	景気循環分析に適する。移動平均項数は、23項が望ましい
Band-Passフィルター (1年6か月以上の成分抽出)	指定された特定の周期成分を抽出	「長期的トレンド成分+景気循環成分」	対象時系列によらず安定しており、問題なし	全期間にわたり多少不安定となるが、逐次改訂の幅が小さくても場合もある	やや難しい (計量ソフトでフーリエ変換/逆フーリエ変換コマンドを利用)	景気循環分析に適する。ただ、安定性の面でやや劣る
HPフィルター (月次データ、 $\lambda = 14400$)	パラメータ λ を指定することにより、成分の滑らかさを指定できる	「長期的トレンド成分(ただし景気循環成分が混在)」	対象となる時系列により異なる	直近2年分のみ不安定。それ以前は安定	容易 (RATS/GAUSS用プログラムを入手可能)	長期的トレンド成分抽出が可能だが、景気循環成分の混入、周期の不安定性等が問題。 λ のチューニングが必要
DECOMP	モデル依存型 (抽出成分は、内生的に決定)	「長期的トレンド成分+景気循環成分」	対象時系列によらずほぼ安定しており、実用上問題なし	ほぼ安定的だが、直近1年分程度は逐次改訂される可能性がある	容易 (ホームページで利用可能)	景気循環分析に適する。AR次数選択に要注意
Beveridge-Nelson分解	モデル依存型 (抽出成分は、内生的に決定)	「恒常的ショック」に対応する部分	特定の周期成分は抽出不可能	全期間にわたり多少不安定	容易 (RATS/GAUSS用プログラムを入手可能)	恒常的ショックと一時的ショックによる変動が抽出可能

今回
検討今回
検討

(注) 本稿では、「長期的トレンド成分」を周期5年(ないし6年)を超える周期を持つ成分、「景気循環成分」を周期1年～5年(ないし6年)の周期を持つ成分としている。

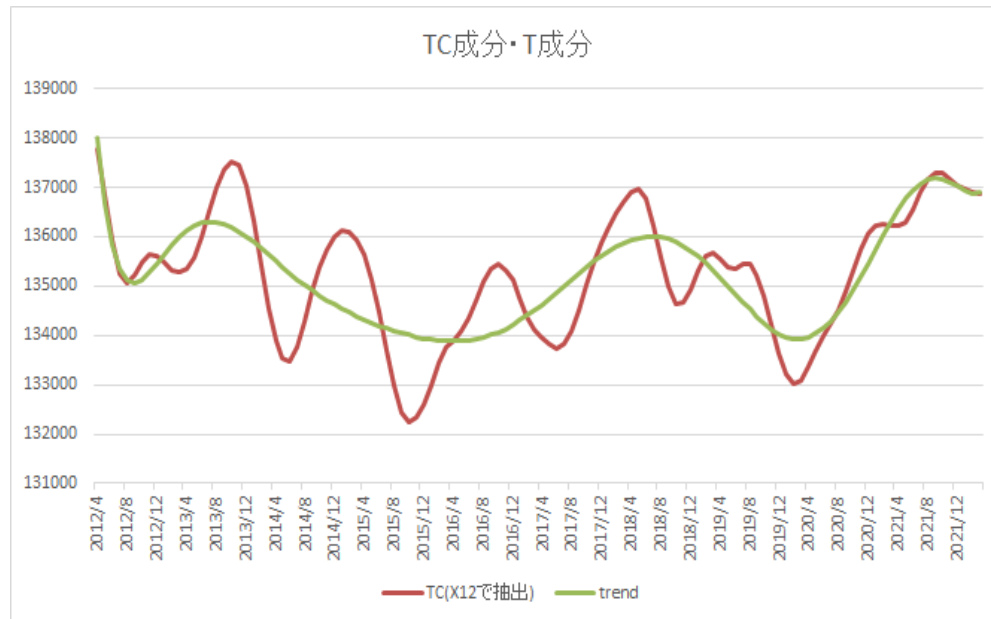
(参考) N次曲線

- X-12ARIMAによるTC成分の抽出結果を回帰曲線で近似を行い、回帰曲線をT成分とし、T成分からの乖離分をC成分とする。
- 回帰曲線の次数の選定はAICを基準とし、本分析においてはAICが最小となった13次曲線の結果を表示した。
- 全期間の変動率の最大値は4.13%、震災後の変動率の最大値は1.77%となった。
- 本結果については、AIC最小となる次数で分析を行っているものの、次数によって変動率が変化するため、持続的需
要変動対応分の算出における適切な次数までは考慮していないことに留意が必要である。



(参考) N次曲線

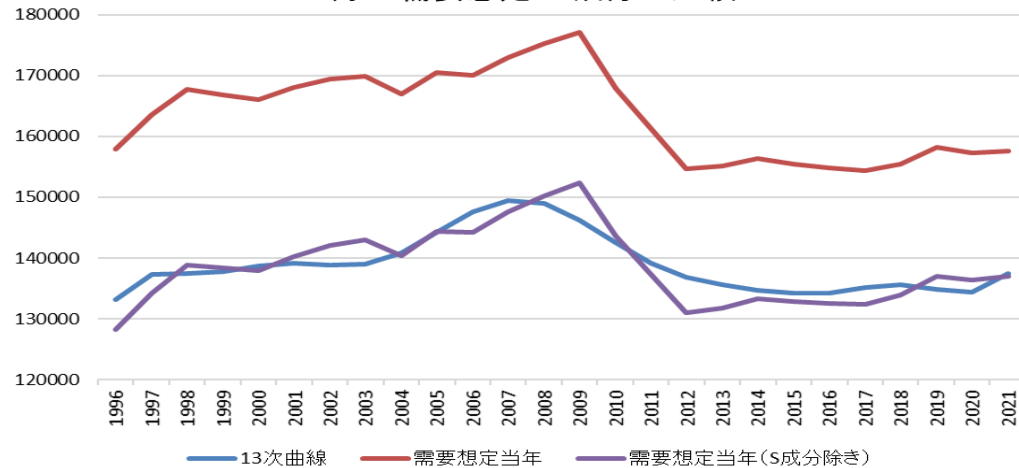
- 震災後のデータから回帰曲線を作成した結果が以下のとおり。
- 回帰曲線の次数の選定はAICを基準とし、本分析においてはAICが最小となった10次曲線の結果を表示した。
- 震災後の変動率の最大値は1.15%となった。
- 前スライド同様に持続的需要変動対応分の算出における適切な次数までは考慮していないことに留意が必要である。



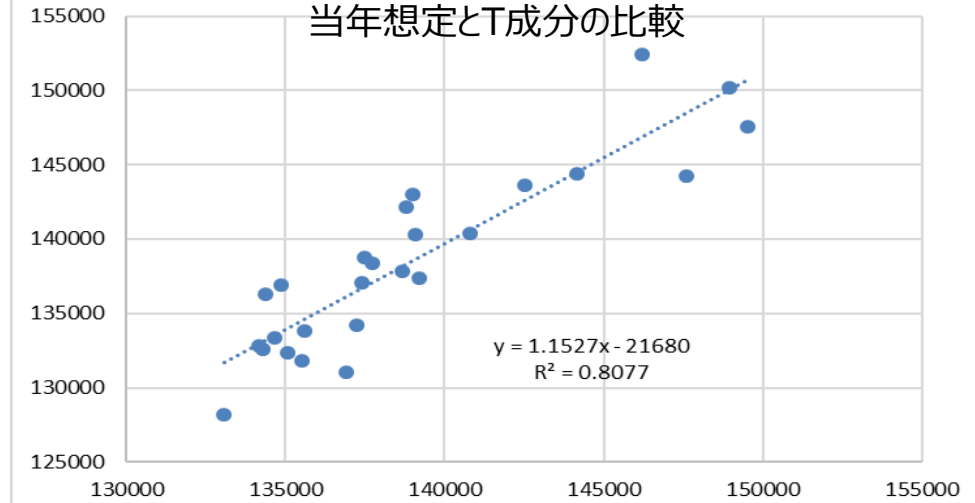
(参考) N次曲線と需要想定との比較

- N次曲線にて算出したT成分と需要想定との比較を行った結果が以下のとおり。
- 相関についてはDECOMP法による結果と大きな差が無いと言えるか。

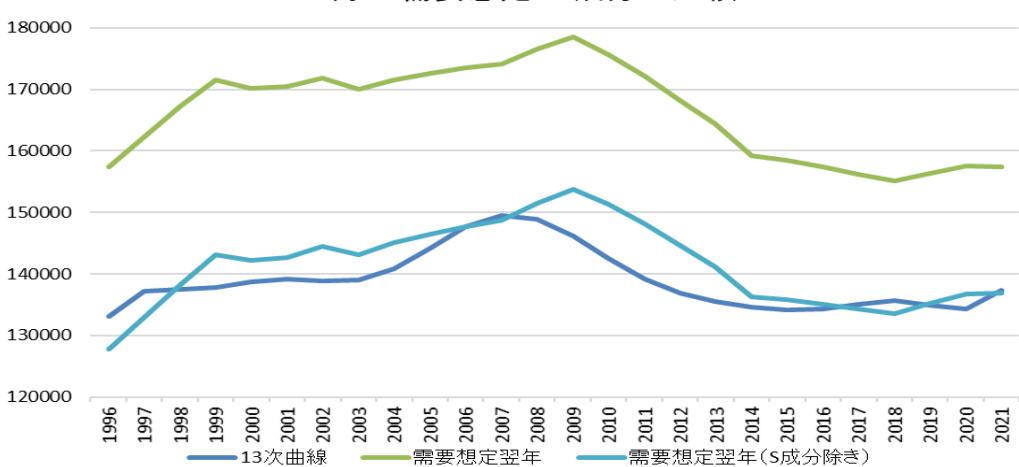
8月H3需要想定とT成分の比較



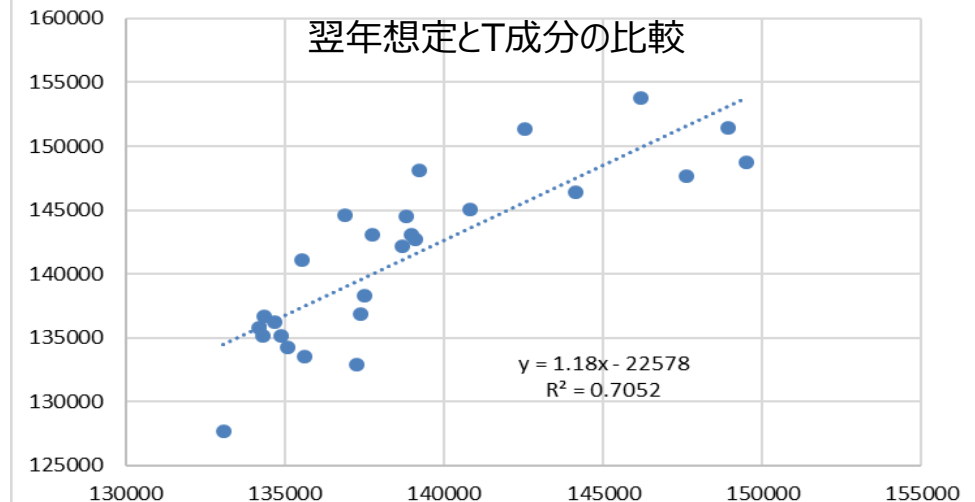
当年想定とT成分の比較



8月H3需要想定とT成分の比較



翌年想定とT成分の比較



(参考) HPフィルター (Hodrick-Prescott filter)

- 時系列データから、「一定の滑らかさ」を保ちながら実績値を追うようなトレンド成分を取り出すことを意図したフィルターである。
- 具体的には、時系列が成長成分 (g_t) と循環成分 (c_t) の2つの成分から構成されると仮定し、以下の式のように、全期間を通して、「循環成分 (時系列と成長成分の差) の2乗の総和」と「成長成分の2階階差の2乗の総和」との加重和が、最小となるような g_t を算出する。

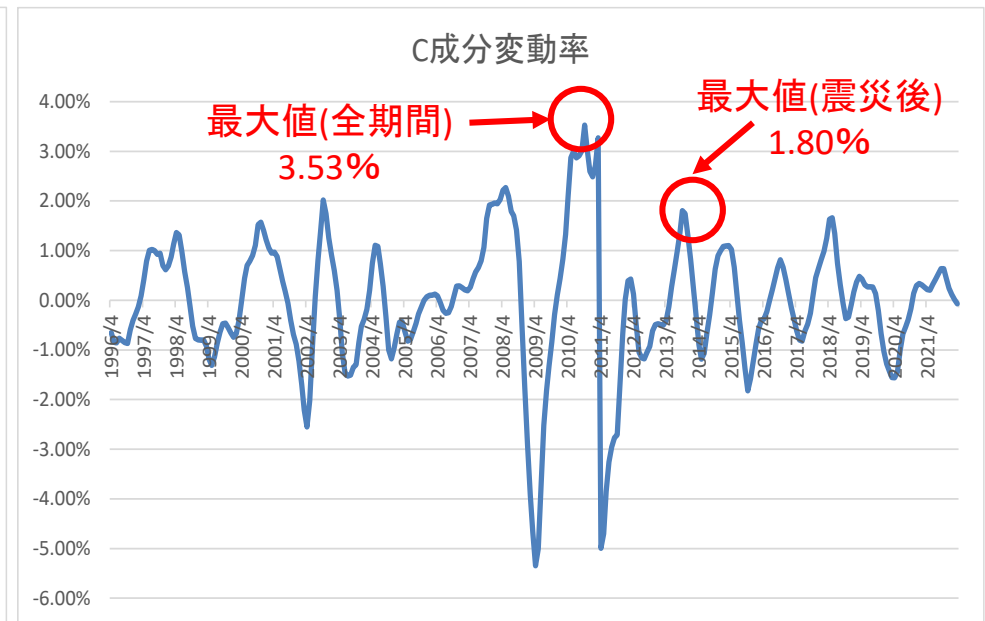
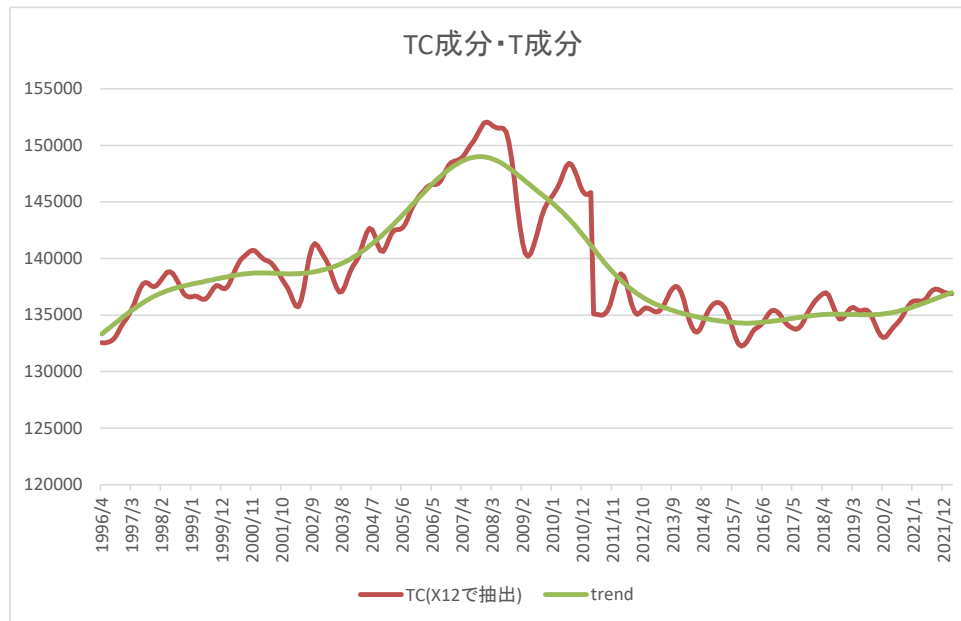
$$\min_{\{g_t\}_{t=1}^T} \{ \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(g_t - g_{t-1}) - (g_{t-1} - g_{t-2})]^2 \}$$

- λ は調整パラメータであり、トレードオフの関係にある2つの項に重みをつけている。 λ が大きいほどより滑らかになり直線に近づいていき、逆に λ が小さいほど、実際の変動に近いトレンドを描くので、その値により、分離されたそれぞれの成分に含まれる周期が異なる。抽出の際には、このパラメータを分析者が指定することが必要となるが、一般的には、景気循環よりも長周期の「長期的トレンド成分」を取り出すことを意図して、四半期データに対しては $\lambda = 1600$ が、月次データには $\lambda = 14400$ が使われる。

(出展) 経済変数から基調的変動を抽出する時系列的手法について
日本銀行金融研究所/金融研究/1998. 12 より抜粋

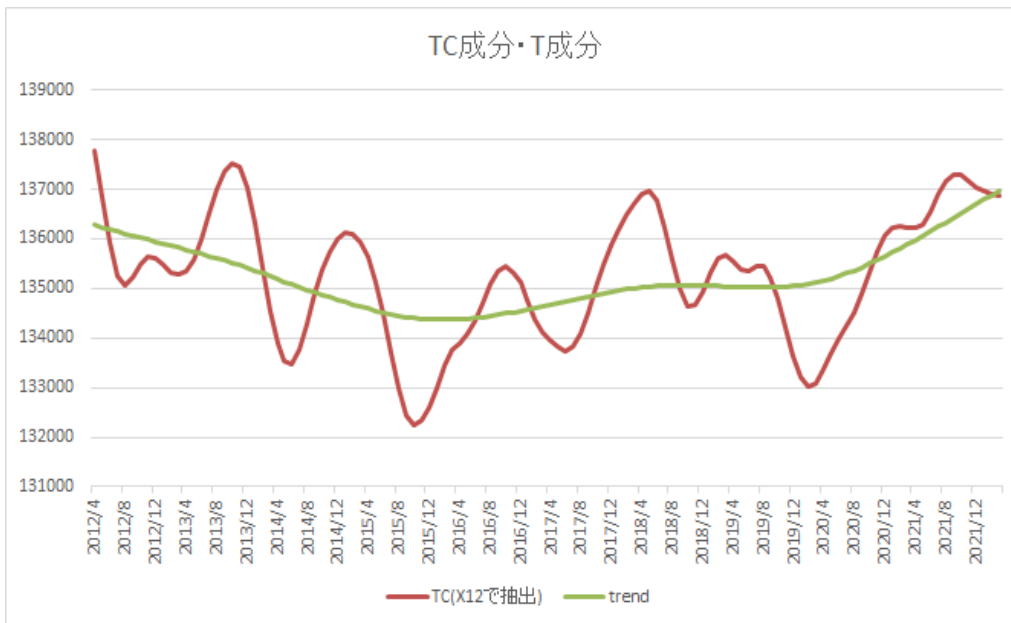
(参考) HPフィルター (Hodrick-Prescott filter)

- X-12ARIMAによるTC成分の抽出結果をHPフィルターでT成分とC成分に分解を行った分析は以下のとおり。
- HPフィルターは“ λ ”の値によりトレンド成分の滑らかさを指定でき、本分析においては $\lambda=14400$ とした。
- 全期間の変動率の最大値は3.53%、震災後の変動率の最大値は1.80%となった。
- 本結果については、“ λ ”の値によって変動率が変化するため、持続的需要変動対応分の算出における適切な“ λ ”の値までは考慮していないことに留意が必要である。



(参考) HPフィルター (Hodrick-Prescott filter)

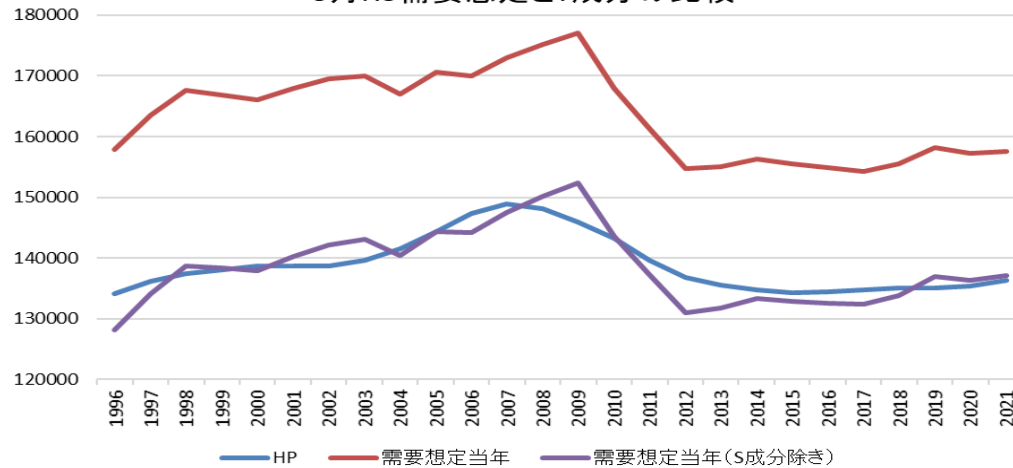
- 震災後のデータから分解を行った結果は以下のとおり。($\lambda=14400$)
- 震災後の変動率は1.67%となった。
- 前スライド同様に持続的需要変動対応分の算出において適切な" λ "の値までは考慮していないことに留意が必要である。



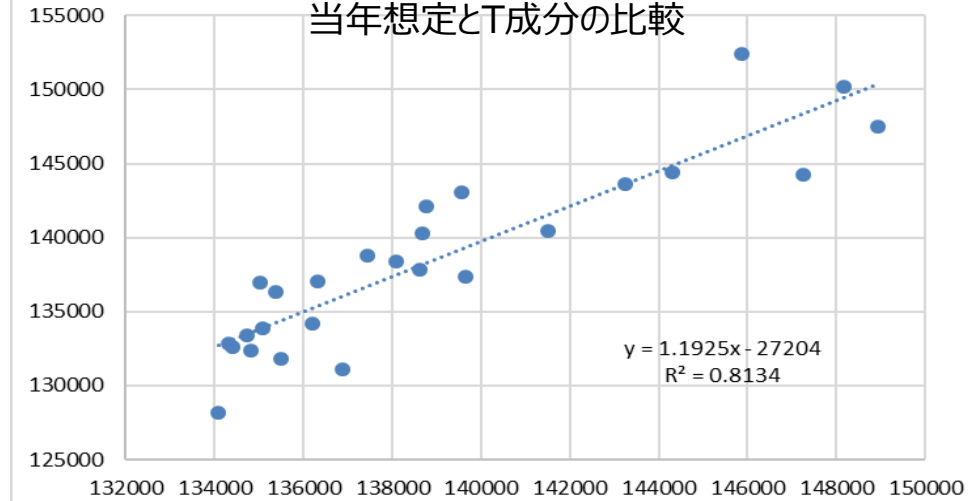
(参考) HPフィルターと需要想定との比較

- HPフィルターにて算出したT成分と需要想定との比較を行った結果が以下のとおり。
- 相関についてはDECOMP法による結果と大きな差が無いと言えるか。

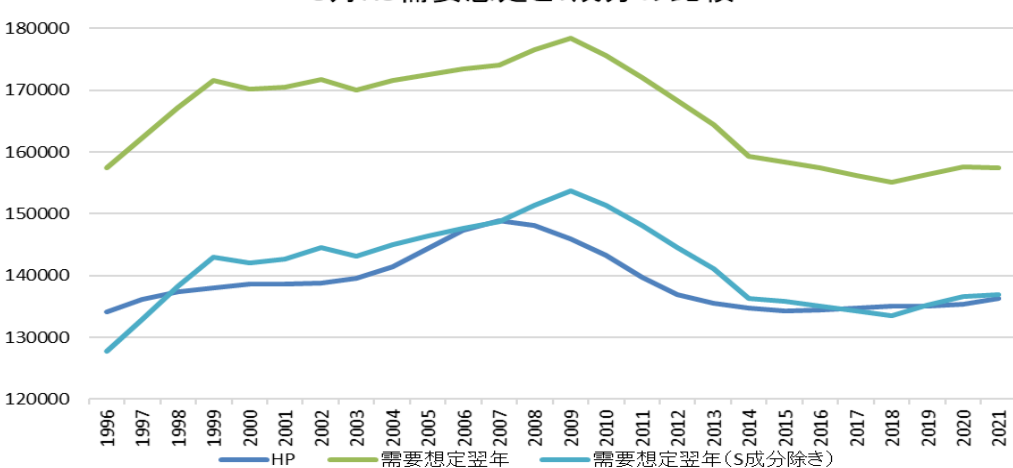
8月H3需要想定とT成分の比較



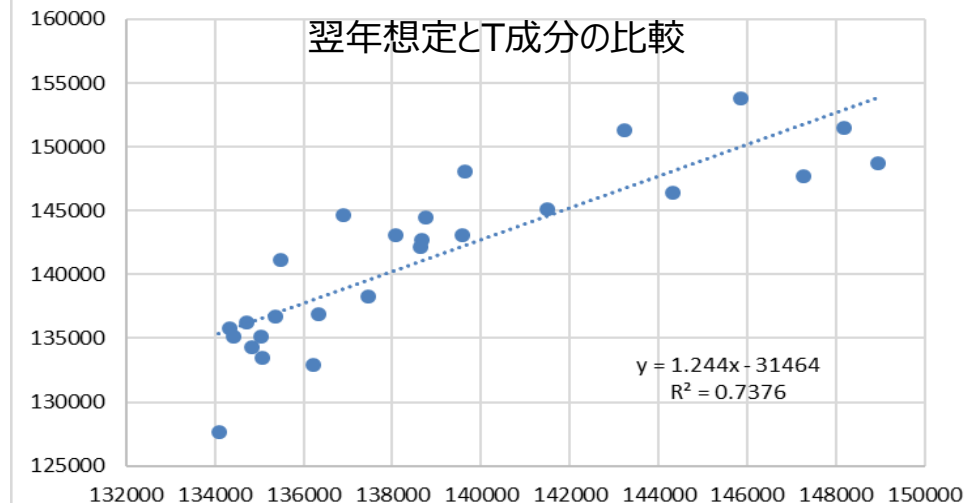
当年想定とT成分の比較



8月H3需要想定とT成分の比較



翌年想定とT成分の比較



(参考) BN分解 (Beveridge-Nelson分解)

- 時系列が確定的トレンドと確率的トレンドの両方を含む場合に、両者のトレンドによって説明できる部分（現時点で将来の予測に影響を与える部分）を恒常的変動成分、残差部分を一時的変動部分と考えて、原系列を分解する手法である。
- 具体的には、まず時系列をARIMAモデルで表現し、このARIMA表現をMA（ ∞ ）表現に書き換える。次に、このMA（ ∞ ）表現を用いて、 t 期における $t+s$ 期の期待値（将来の予測）を表すと、以下ようになる。

$$E_t P_{t+s} = a_0 s + p_t + (\sum_{i=1}^s \beta_i) \varepsilon_t + (\sum_{i=2}^{s+1} \beta_i) \varepsilon_{t-1} + (\sum_{i=3}^{s+2} \beta_i) \varepsilon_{t-2} + \dots$$

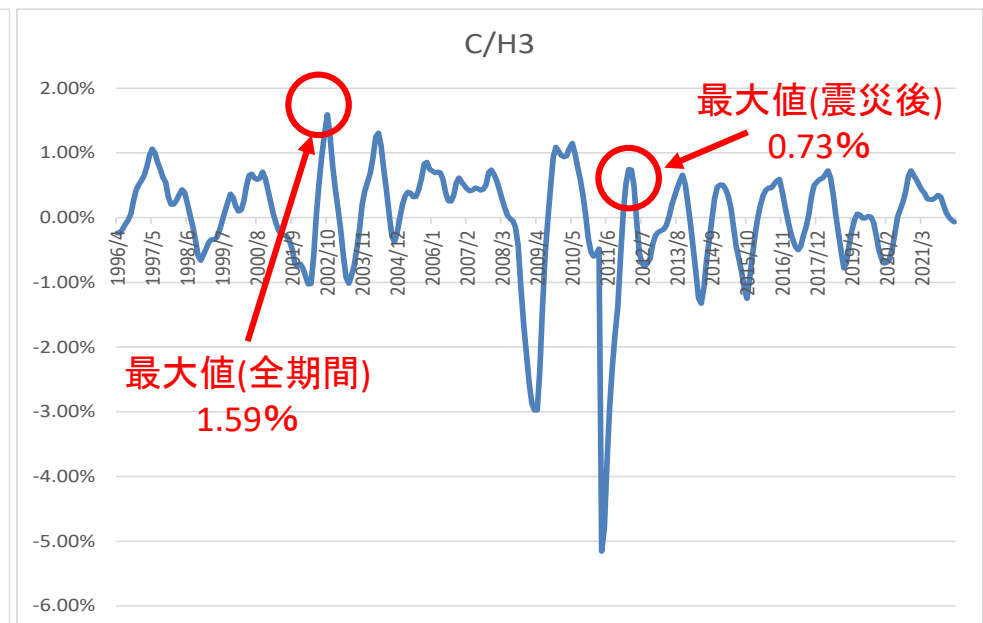
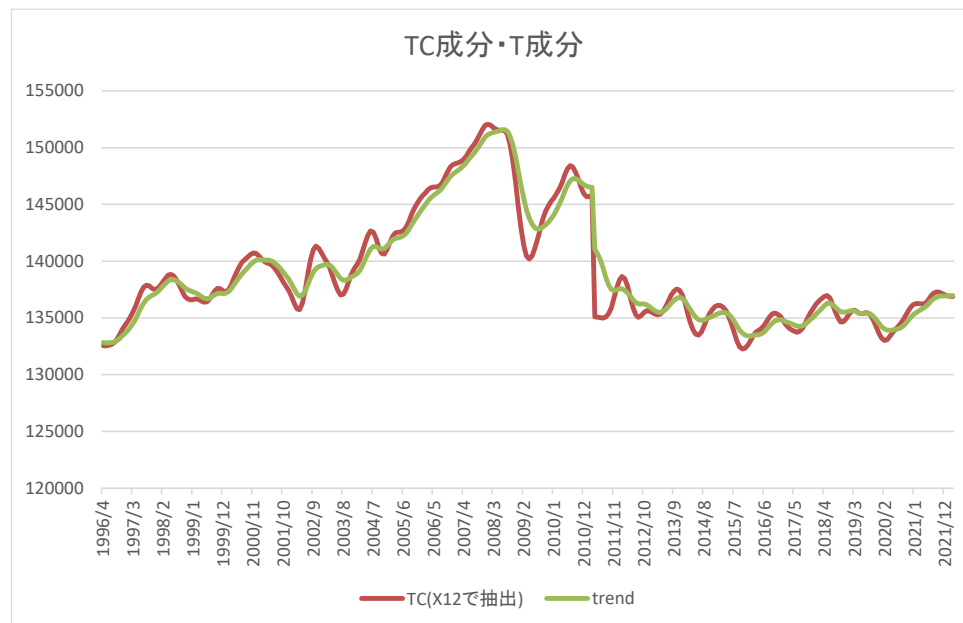
（ p は対象となる時系列、 a_0 は定数項、 ε は確率項、添字は時間を示す）

- この時、 $p_t + (\sum_{i=1}^s \beta_i) \varepsilon_t + (\sum_{i=2}^{s+1} \beta_i) \varepsilon_{t-1} + (\sum_{i=3}^{s+2} \beta_i) \varepsilon_{t-2} + \dots$ （ただし $s \rightarrow \infty$ ）は、 t 期までに生じた変動部分のうち、将来の予測値に影響を与える項であることから、これを t 期における「恒常的変動部分」（ μ_t ）と考える。「一時的変動成分」は、現在時点の値から「恒常的変動成分」を差し引いた残りの値となる。

（出展）経済変数から基調的変動を抽出する時系列的手法について
日本銀行金融研究所/金融研究/1998. 12 より抜粋

(参考) BN分解 (Beveridge-Nelson分解)

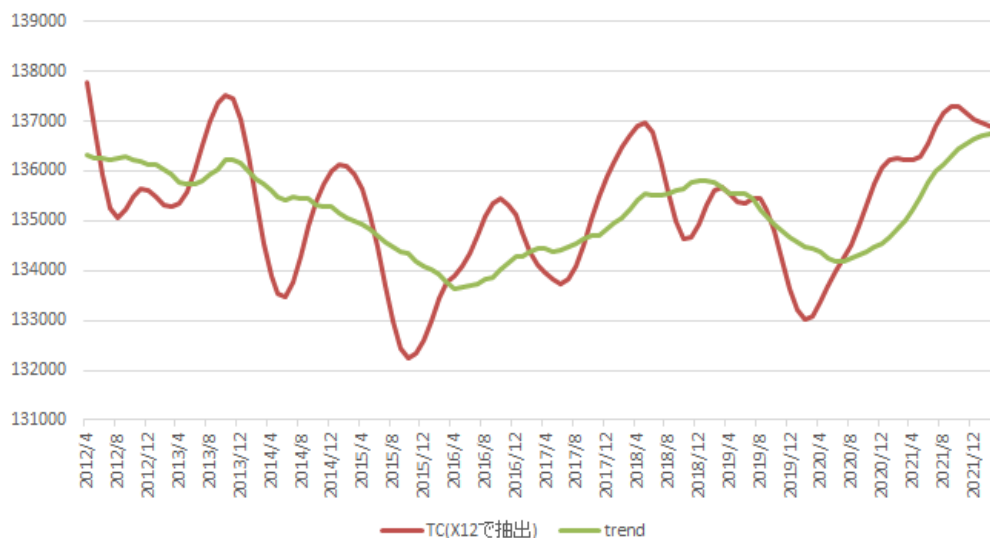
- X-12ARIMAによるTC成分の抽出結果をBN分解で「恒常的変動部分（T成分に相当）」と「一時的変動成分（C成分に相当）」に分解を行った分析は以下のとおり。
- 全期間における変動率の最大値は1.59%、震災後の変動率の最大値は0.73%となった。
- BN分解においては、時系列が確定的トレンドと確率的トレンドの両方を含む前提としており、H3需要の時系列データがその前提を満たしているかが不明である。また、分解して得られた結果が持続的需要変動でのT成分C成分に相当するかどうかについても不明である。
- 需要想定トレンドからの乖離部分という位置づけを踏まえると、BN分解で抽出されたトレンドと需要想定とは乖離があり、今回の結果を妥当性の判断に使用することは望ましくないと考えられる。



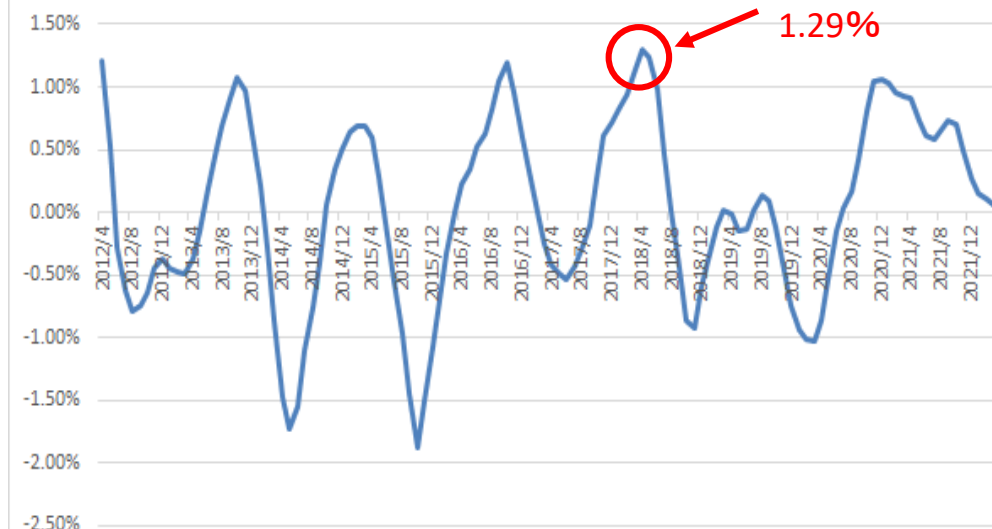
(参考) BN分解 (Beveridge-Nelson分解)

- 震災後のデータから分解を行った結果が以下のとおり。
- 震災後の変動率は1.29%となった。
- 前スライド同様にBN分解は時系列が確定的トレンドと確率的トレンドの両方を含む前提としており、H3需要の時系列データがその前提を満たしているかが不明であり、分解して得られた結果が持続的需要変動でのT成分C成分に相当するかどうかについても不明であることに留意が必要である。

TC成分・T成分



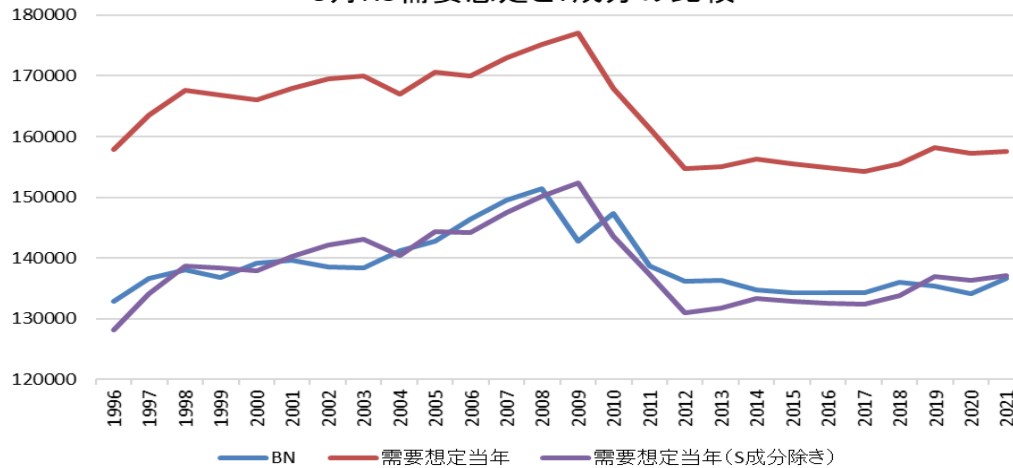
C成分変動率



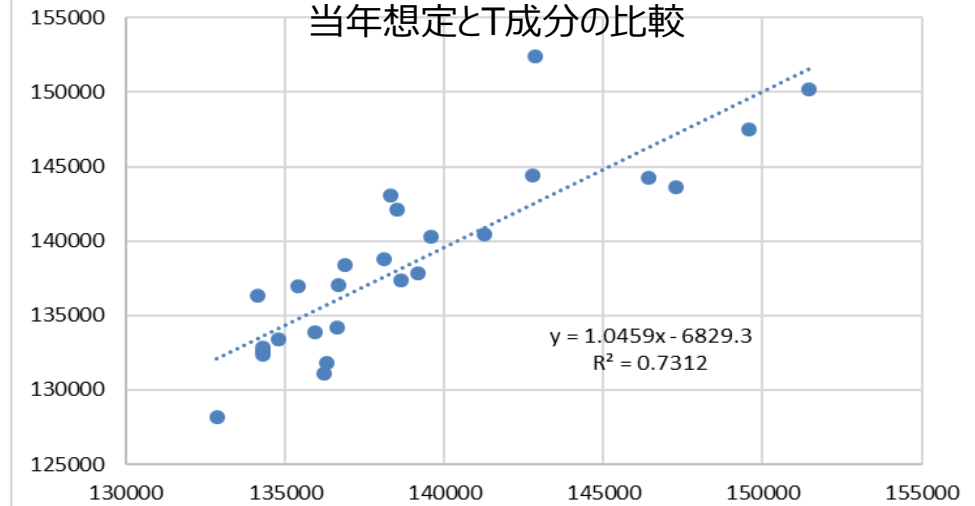
(参考) BN分解と需要想定との比較

- BN分解にて算出したT成分と需要想定との比較を行った結果が以下のとおり。
- 相関についてはDECOMP法による結果に比べやや相関が弱いと言えるか。

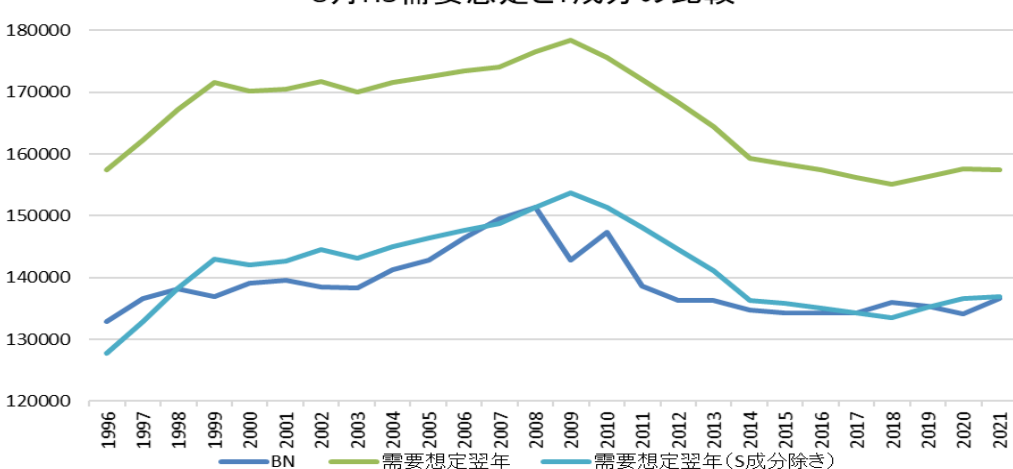
8月H3需要想定とT成分の比較



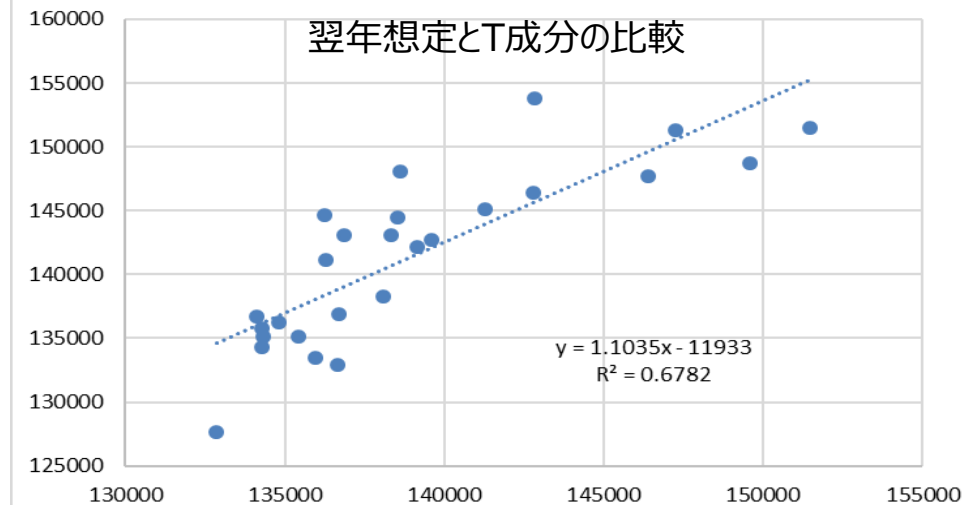
当年想定とT成分の比較



8月H3需要想定とT成分の比較



翌年想定とT成分の比較



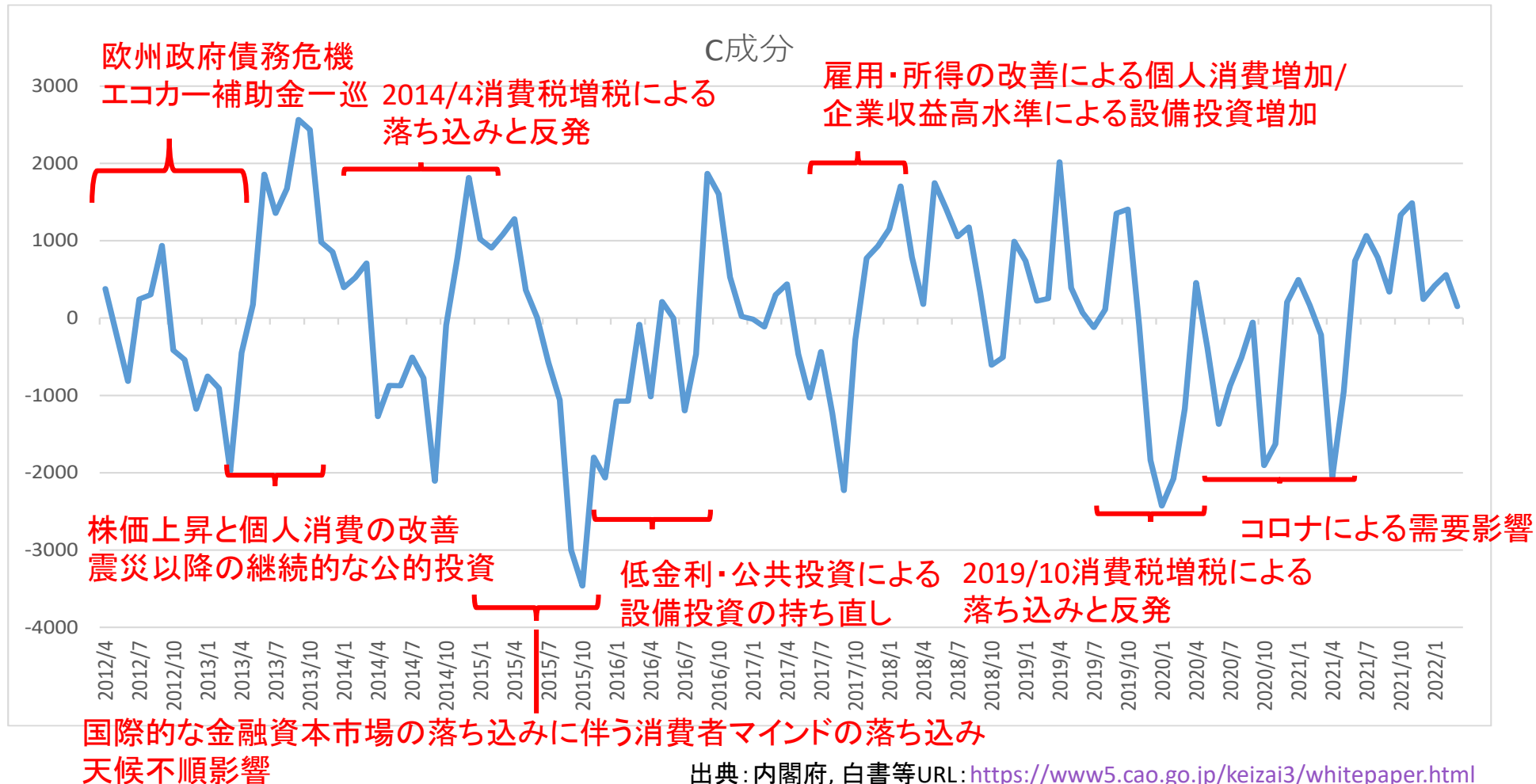
1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

➤ 前章までの分析結果を踏まえ、以下の検討を行った。

検討項目	概要
マクロ経済データと分析結果の整合性の確認	マクロ経済面からのC成分の説明性の確認
必要予備率の考え方の整理	最大値・3 σ 値等どれを選択するのが適切かを確認
将来予測への活用検討	需要想定への反映検討

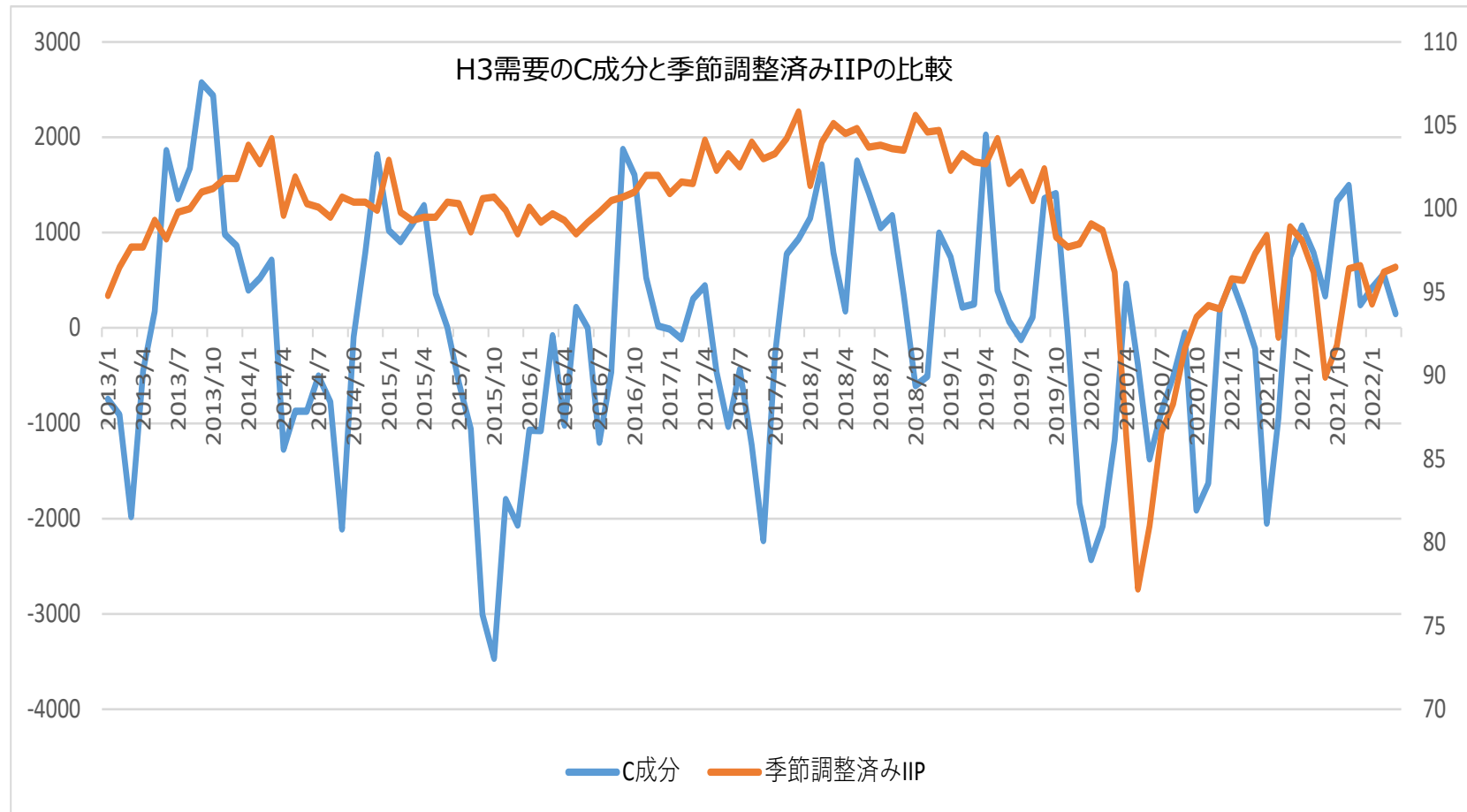
マクロ経済データとの整合性確認について

- DECOMP法で抽出した2012年度以降のC成分について、大きく上振れている期間を中心に変動に影響を与えたと考えられる経済・社会イベント等を確認した結果が以下のとおり。
- 外的要因と振れの方が概ね合致していることが確認できた。



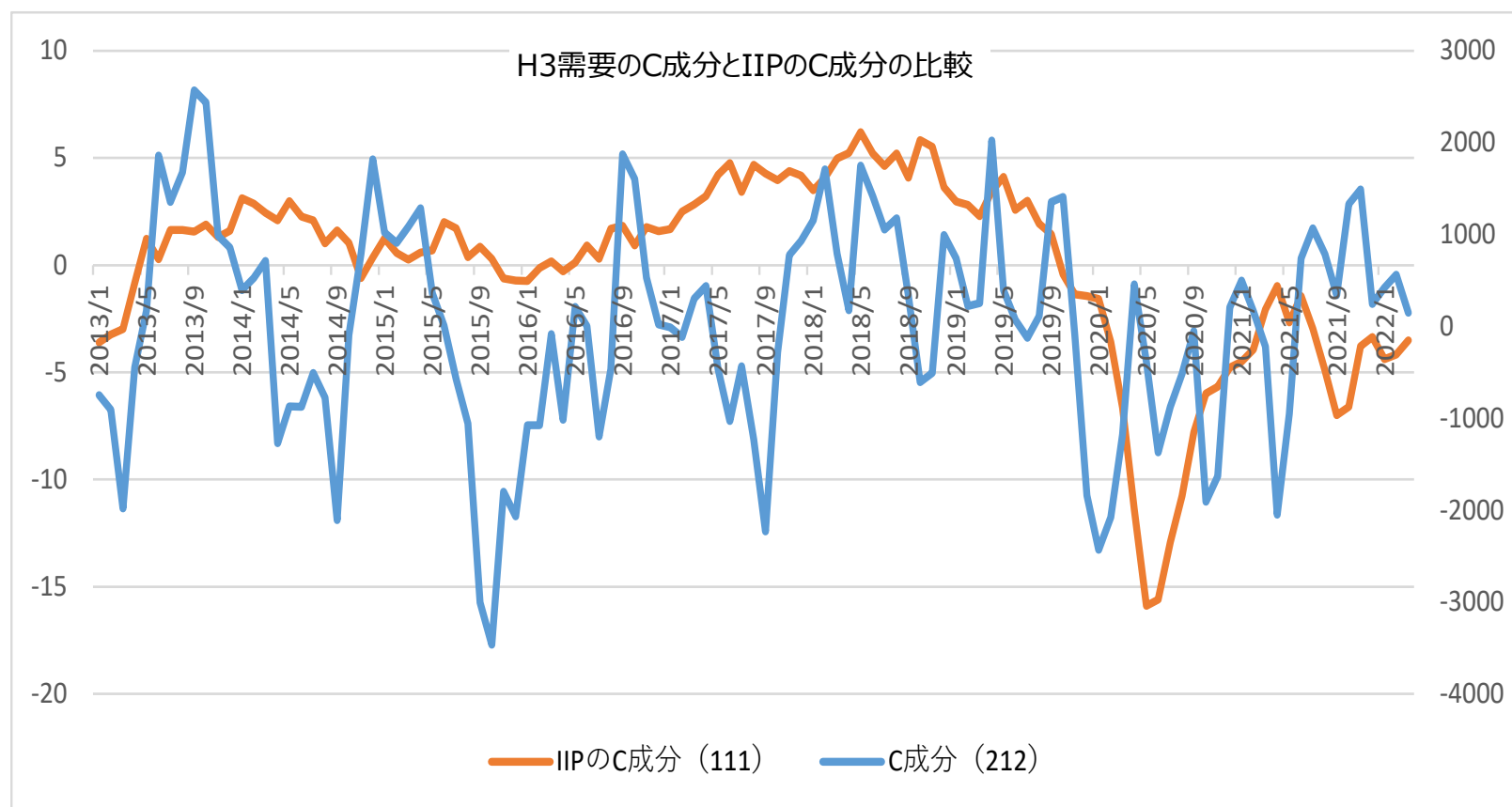
マクロ経済データとの整合性確認について

- C成分と季節調整済みIIP（鉱工業指数）の比較を行った結果、C成分との明確な相関は確認できなかった。
- C成分についてはGDP・IIPだけではなく別の要素によっても変動していることためと考えられる。



(参考) C成分と「IIPのC成分」との比較

- IIP（原系列）をDECOMP法で成分分解して抽出したC成分とH3需要のC成分を比較した。
- なおIIPのC成分については、AIC最小となったT:C:S=1:1:1のモデルを採用しているが、どの次数についても大まかな傾向には差が無いことを確認している。
- 比較の結果、IIPのC成分とH3需要のC成分に明確な相関は確認できなかった。



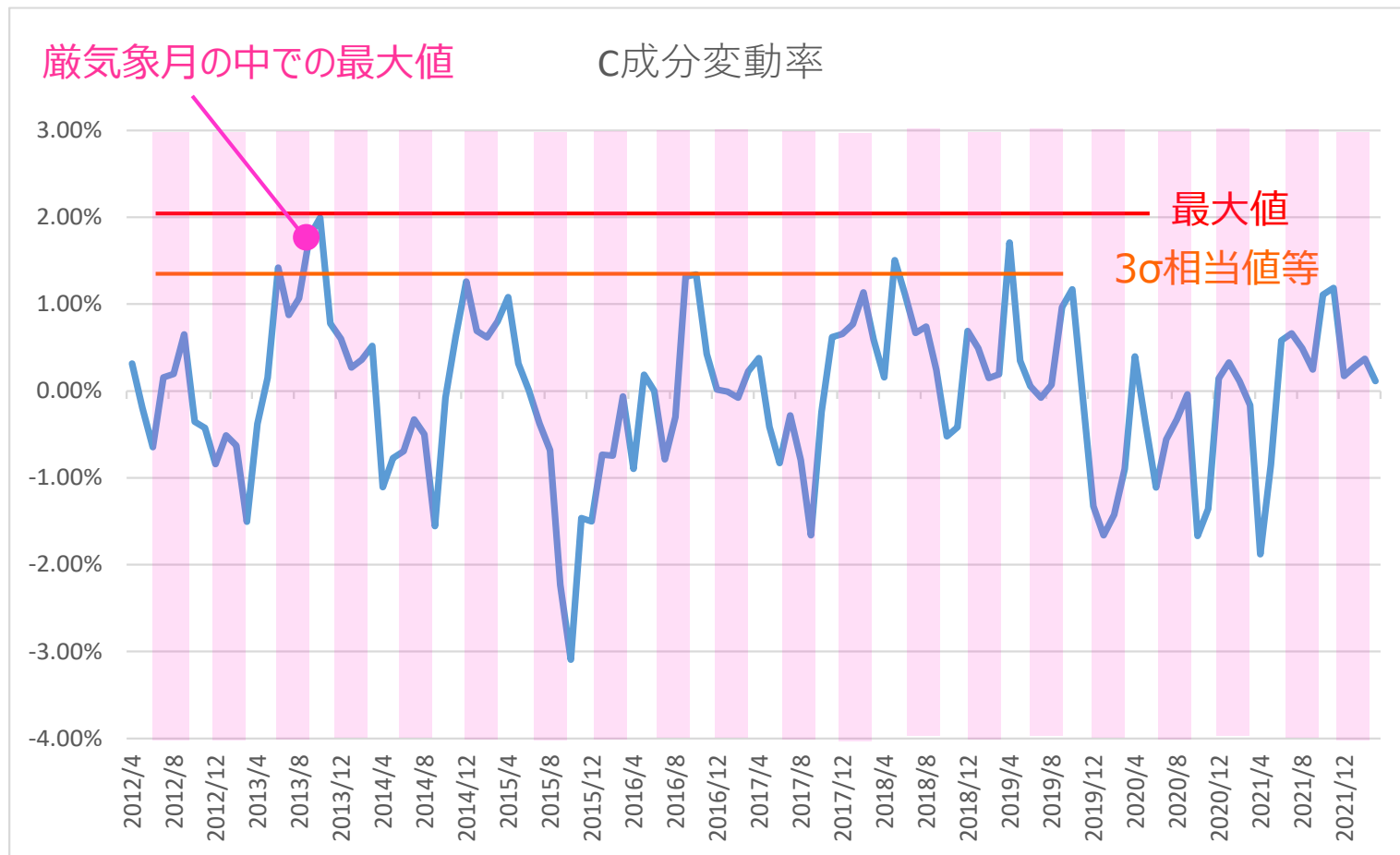
マクロ経済データとの整合性確認について

- 分析対象であるH3需要については、夏季は昼間の経済活動が活発な時間帯で発生する傾向がある一方、冬季は夕方の家庭需要が高まる時間帯で発生する傾向にあり、必ずしも経済指数と合致するとは言えない。
- 一方で DECOMP法で抽出したC成分の変動と経済・社会イベント等の外的要因の振れの方法は大きな傾向としては合致している部分が見受けられた。
- 今後もこのように分析結果が外的要因と合致しているか参考として確認を行うこととしたい。

必要予備率の考え方の整理について

- 持続的需要変動対応必要量として、従来手法のX-12ARIMAではC成分の最大値を採用していた。
- DECOMP法においてもC成分変動率の最大値、3 σ 相当値（※）、厳気象月（7-9,12-2月）の中での最大値を取る方法が考えられるため、採用すべき数値について整理を行った。

※変動率実績の最小から最大の範囲で正規分布の+ 3 σ に相当するパーセンタイル値（0.9987）



必要予備率の考え方の整理について

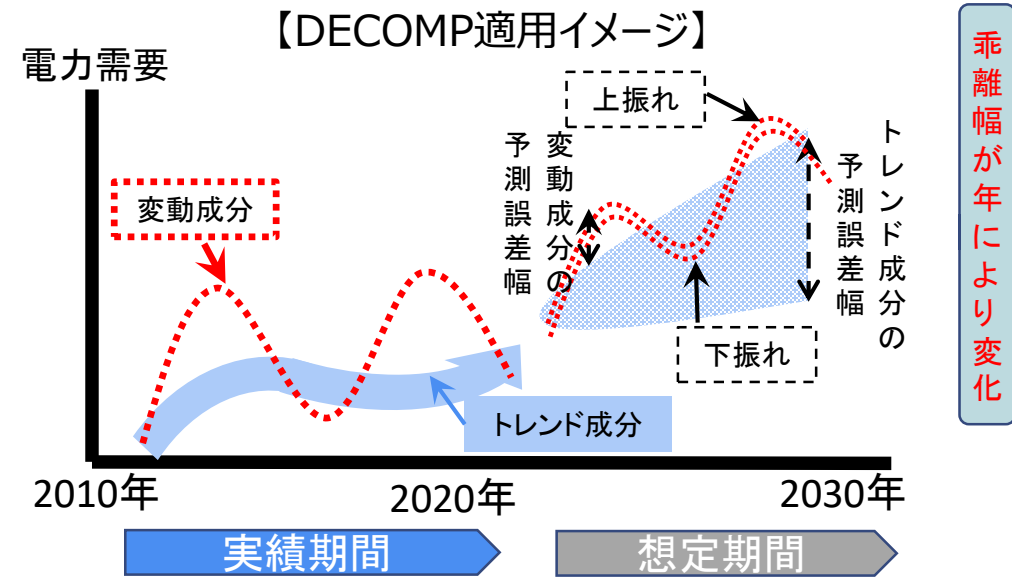
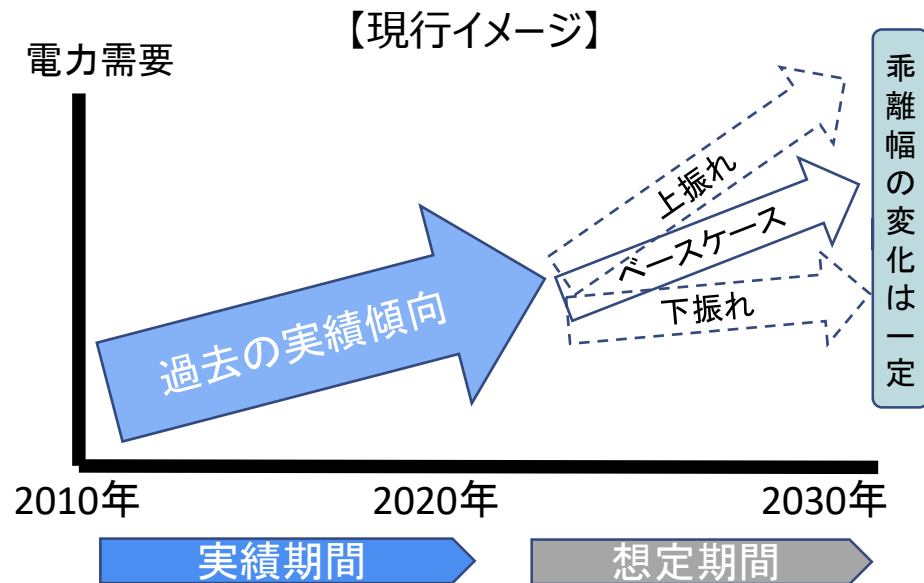
- 3章の分析の前提（2012年以降、コロナ・震災のみ outlierとして除外）において、最大値、3 σ 相当値、厳気象月（7-9,12-2月）の最大値を確認した結果は以下のとおり。（表中括弧内の月は最大となった対象月）
- 調整力必要量算定等で使用される3 σ 相当値については特異値の影響を受けにくくするための処理であるが、持続的需要変動対応分の分析として扱っているデータは気温補正済みH3需要であり、平均化され、特異値は除外されていると考えられるため、特異値影響を除く処理である3 σ 相当値を採用することはその考えになじまないと考えられる。
- また、DECOMP法で算出されるC成分については季節影響を除いた分析となっており、需要の大小に関わらず変動の発生の可能性は各月同一と考えられることから、厳気象月のみの最大値ではなく分析期間中の最大値を採用する必要があると考えられる。
- 以上を踏まえ、技術的には従来の考え方どおり全体の最大値を採用することが最も適切と考えられる。
- 一方でDECOMP法におけるC成分の値はあくまでも推定値であり、最大値も同様に推定値である。従って値の取りうる幅を信頼区間等で確認し、将来的には例として最大値の95%信頼区間等を確認することが望ましいと考える。
- また、持続的需要変動対応分の定義での整理のとおり、I成分を持続的需要変動対応分として含めるかどうかは別途議論が必要であると考ええる。

モデルの 次数※ (T:C:S)	AO期間	LS期間	AIC	分析期間 最大値	分析期間 3 σ 相当値	厳気象月 最大値
⑧2:2:2	2020/5	無し	2252	2.01% (2013/10)	1.98%	1.80% (2013/9)

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記

将来予測への活用検討

- 現行の需要想定手法の下では、例えば想定期間において幅を持ったシナリオを考えた場合、将来に向けてほぼ直線的にベースケースからの乖離幅が広がっていくような形になる。（期間各年において乖離幅が上下することは無い）
- DECOMP法を含む構造時系列モデルを需要想定へ適用した場合、ベースケースからの上振れの予測誤差幅を示すことが可能となると考えられるものの、適用に向けては様々な検証が必要となる。



1. 持続的需要変動の過去の検討内容
2. 持続的需要変動の定義と分析の考え方
3. 本勉強会での分析内容
 - 3-1. DECOMP法での分析
 - 3-1-1. 次数設定
 - 3-1-2. 分析期間
 - 3-1-3. outlier設定
 - 3-2. その他の分析内容
 - 3-2-1. 非ガウス型モデルでの分析
 - 3-2-2. その他モデルでの分析
4. 分析結果の取り扱いの考え方
5. まとめ

DECOMP法における分析手法のまとめ

- DECOMP法の適用においては次数設定、分析期間、outlier設定が課題となっていたが、以下の通り整理された。
- ① モデルの次数
 - S成分の次数は現在の需要の傾向を踏まえ2とする
 - T成分の次数は基本は2とするものの1も参照する
 - C成分の次数は2とする（実際のデータ分析結果を確認した結果、1次と2次で大きな差が確認できなかったため、より周期性変動を幅広く捉えられる2次を採用する）
- ② 分析期間
 - 2012年度以降のデータで分析
- ③ outlier
 - 需要想定に合わせコロナ期間のみ除外（震災影響は2010,2011年度のため除外）
- 非ガウス型モデル、その他モデルでの分析の結果、DECOMP法での分析結果と大きな乖離が無いことが確認できた。
- DECOMP法で抽出したC成分の変動と経済・社会イベント等の外的要因の振れの方法は概ね合致していることが確認できた。

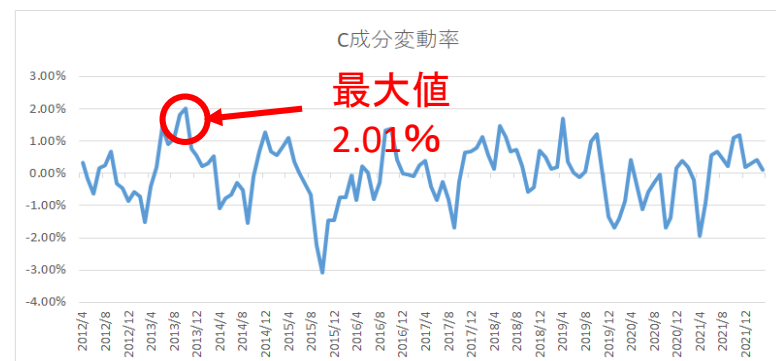
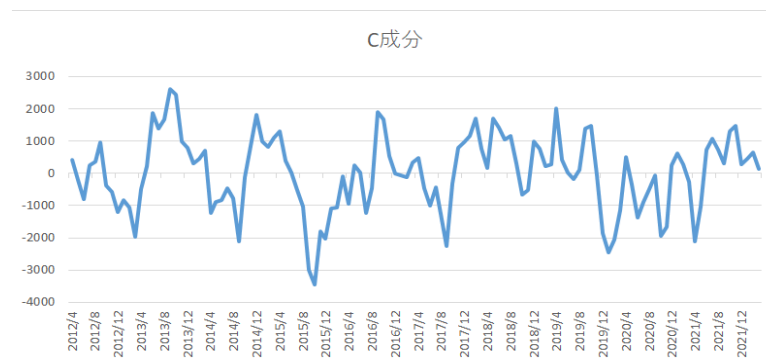
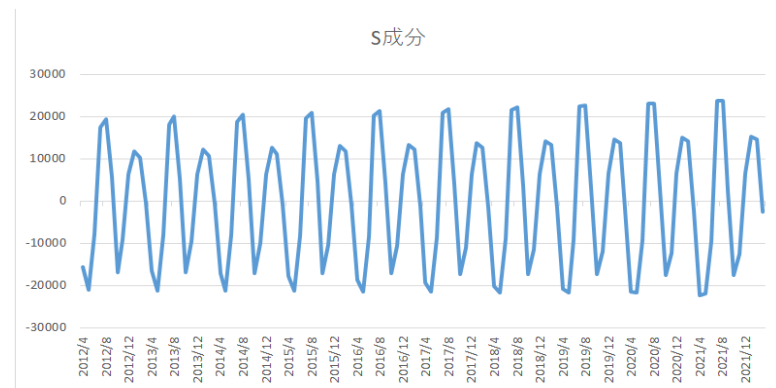
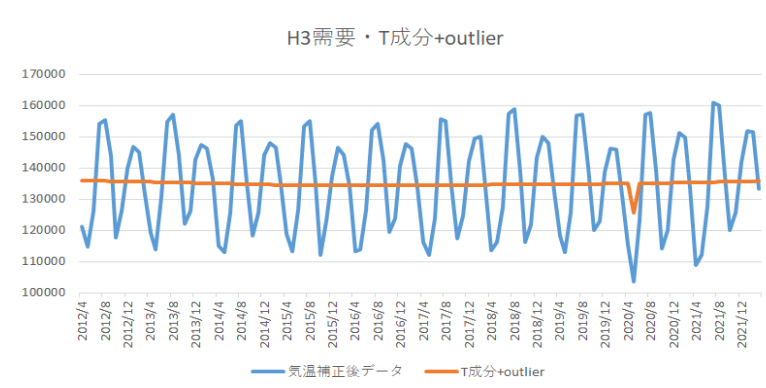
DECOMP法における持続的需要変動分の分析結果

➤ 本報告書の整理をまとめた分析結果は以下のとおり。

データ期間：2012～2021年度、outlier：需要想定と整合 最大値：2012～2021年度の最大値

モデルの 次数※ (T:C:S)	AO期間	LS期間	AIC Outlier無	AIC Outlier有	変動率 最大	変動率 最大年月
⑧2:2:2	2020/5	無し	2269	2252	2.01%	2013年10月

※選択するモデルの次数は、「T成分(trend order) :C成分 (ar order) :S成分 (seasonal order)」にて表記



DECOMP法の適用について

- 本報告書では持続的需要変動対応分の水準の検討手法としてDECOMP法を適用することの妥当性について検討を行った。
- 従来手法であるX-12ARIMAモデルやその他モデルと比べ、DECOMP法は以下の点で優れており、現時点で実務上扱えるモデルとしては最も適切と考えられる。
 - ①C成分を恣意性を排除し直接抽出できる点
 - ②T成分を回帰直線も含めた曲線から選択でき、より幅広く客観的に評価できる点
 - ③一つのモデルで完結することにより分析結果の要因を精査できる点
 - ④DECOMP法は確率的なモデルとして各成分の推定を行っており、アルゴリズムで分解するX-12ARIMAモデルと比べ説明性が高い点
 - ⑤各要素の要因分析が可能なため、各要素を発展させたモデルなどの改良を行いやすい点
- 以上を踏まえ、今後はDECOMP法で持続的需要変動を分析していくことが適切と考えられる。

分析手法の今後の拡張性について

- 本報告書では現状においてDECOMP法を適用する際の整理を行ったが、今後の状況変化への対応やさらなる改善について以下の通りまとめた。今後必要に応じ検討を進めることとしたい。

① DECOMP法について

- 次数設定について
→次数の適切性の見直しのタイミングと変更の判断基準について継続的に注視が必要
- 分析期間について
→最大値を取る期間について継続的に注視が必要
- outlierについて
→設定の有無について事象ごとに都度確認が必要
- 必要予備率への反映方法について
→C成分の最大値は推定値のため、推定値の信頼区間についてさらなる検討が必要
→I成分を必要予備率に含めるべきかさらなる検討が必要

② その他モデルについて

- 非ガウス型モデルの持続的需要変動対応分の分析への適切な分析手法の検討
- T成分にGDP・IIP・人口動態等の経済動向を織り込んだモデルの検討

③ 需要想定へのDECOMP法適用について

- DECOMP法を含む構造時系列モデルを需要想定へ適用した場合、ベースケースからの上振れの予測誤差幅を示すことが可能となると考えられるものの、適用に向けては様々な検証が必要