

新幹線及び国内航空旅客 輸送量の推移について

長期時系列の概観と震災、インフラ整備の影響等
についての分析

Analysis of the trend of Shinkansen and domestic air
passenger transport in Japan

2018年5月15日

今回の説明

- **分析の趣旨**
- 状態空間モデルについて
- トレンドの概観
- 整備新幹線・空港整備等の影響
- 阪神淡路大震災及び東日本大震災の影響
- まとめ

この発表の目的

- 新幹線及び国内航空旅客の長期時系列の概観
- トレンドの転換・生成に対する、新幹線の路線及び空港の整備等の影響についての分析

分析の趣旨－背景

- 新幹線及び国内航空においては、活発な事業活動と競争が展開され、それらに係るインフラの整備・運営、規制の見直し等は、重要な政策テーマとされている。
- 一方、昨今 EBPM（証拠に基づく政策立案）等統計の利活用の必要性が指摘されているが、新幹線及び国内航空についても、統計が整備されている。
- 特に、その全国輸送量については月次データが存在し、長期的な視点での分析が可能である。

分析の趣旨－動機

- また、新幹線及び国内航空の場合は、新幹線の路線及び空港の整備等の政策展開や企業の取り組み等が、輸送量のトレンドを形成し、長期にわたって影響していると思われる。
- そのため、長期時系列のトレンドの推移を分析することは、歴史的経緯の中で政策展開等の影響について改めて評価し教訓を得ていく上で、有益と考えた。

この発表の目的（再掲）

- 新幹線及び国内航空旅客の長期時系列の概観
- トレンドの転換・生成に対する、新幹線の路線及び空港の整備等の影響についての分析

今回の説明

- 分析の趣旨
- **状態空間モデルについて**
- トレンドの概観
- 整備新幹線・空港整備等の影響
- 阪神淡路大震災及び東日本大震災の影響
- まとめ

状態空間モデルを利用する趣旨

ここで、今回の分析で「状態空間モデル」を利用する趣旨と、「状態空間モデル」の概要について、説明する。

状態空間モデルを利用する趣旨

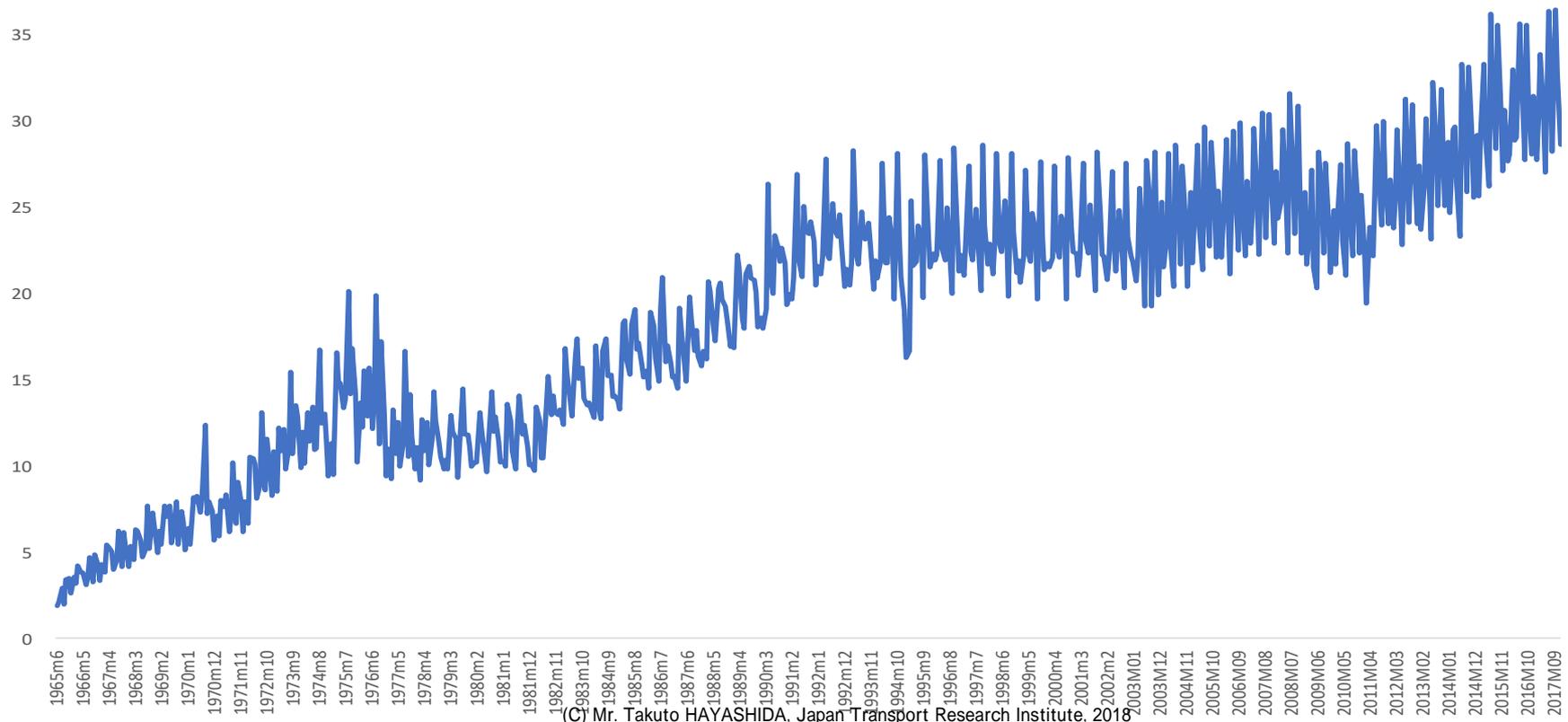
今回の分析においては、トレンドの転換・形成の要因となった事象と輸送量の変動との関係を明らかにするとともに、トレンドの転換点を明確にするため、月次データを利用する必要がある。

※利用データ

- 新幹線及び国内航空の旅客数
- 1965年6月～2017年12月
- 鉄道輸送統計及び航空輸送統計による

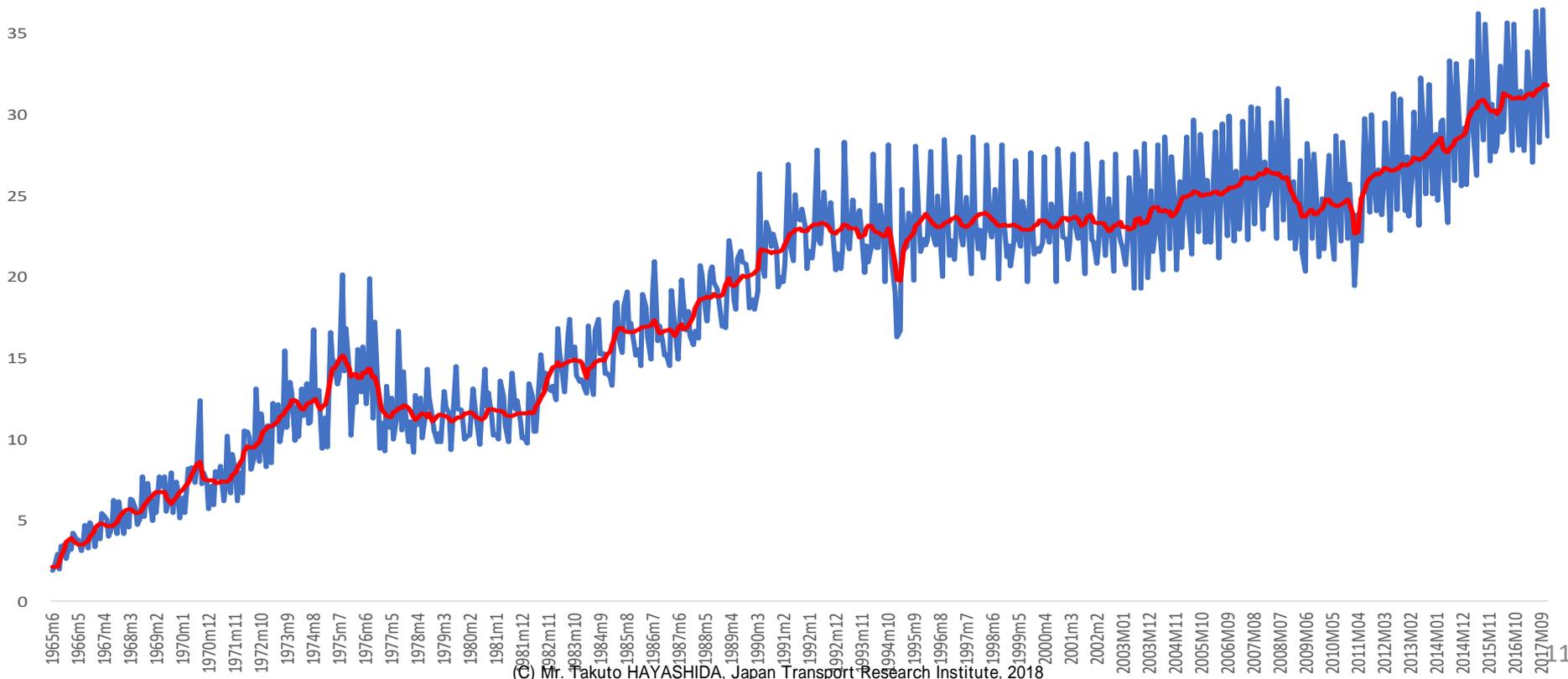
新幹線旅客数（観測データ・月次）

- 月次データは、トレンド、季節変動、一時的なランダムな動きによって変動するとされている。
- 月次データそのままでは、季節変動、一時的なランダムな変動等により、挙動を的確に把握することが困難。
- 輸送量と事象との関係を明確化するためには、それらの動きを区別することが必要。



新幹線旅客数と状態空間モデルによるトレンド成分の抽出

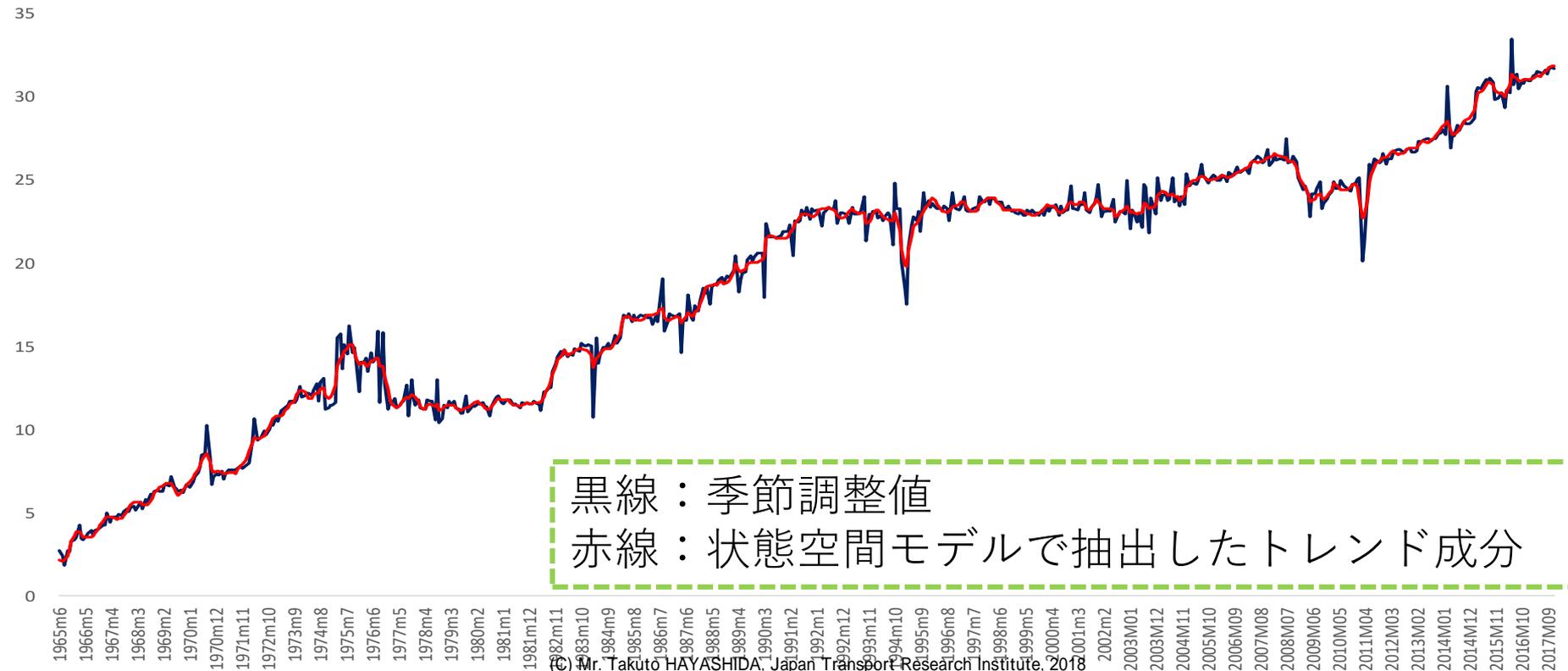
- 状態空間モデルによって、月次データを、トレンド成分、季節変動、一時的な変動とに区分することが可能。
- そのため、この分析では、状態空間モデルによって抽出したトレンド成分等进行分析することによって、事象との関係を明確化し、輸送量の変動要因について、考察することとした。



状態空間モデルと季節調整値（イメージ）

新幹線旅客数のトレンド成分と季節調整値

- 観測データが、「トレンド成分」・「季節変動」・「一時的な変動」によって構成されるとして、観測データから「季節変動」を取り除いた値が、季節調整値。
- 季節調整値では、「一時的変動」が大きく、トレンド把握が困難であることから、今回の分析では、「状態空間モデル」を用いた。



状態空間モデルの利用例

状態空間モデルは広く活用されており、交通分野では、高速道路交通量変動等自動車の交通流の解析に適用されている。

(適用例)

- ベイズ型状態空間モデルを用いた交通量変動の分析（佐々木、中沢、山本、川崎・交通工学Vol.47 No2 2012）

状態空間モデルによる交通量の変動要因の分析と予測の例として、中央自動車道八王子IC・河口湖IC間の日別ペア交通量について、曜日変動等を解析。

(その他の適用例)

- 地球地殻の活動監視を目的とした粒子フィルタ法による長期潮位変動解析（長尾、樋口、三浦、稲津・日本統計学会誌2012年9月）

100年以上のデータが存在する潮位データから、状態空間モデルによってトレンド成分等を抽出し、海底の地殻変動を推定した。

※ 新幹線及び国内航空輸送量の長期時系列に、状態空間モデルを適用した例は、初めてとみられる。

状態空間モデルのイメージ

- 「状態空間モデル」とは「状態」の存在を仮定した、統計モデル。
- 「状態」とは、観測できないが観測データの変動を決定づける数値。
- 「状態空間モデル」は、「観測方程式」及び「状態方程式」から成る。

状態空間モデルのイメージ（観測方程式）

- 「状態」と観測データとの関係を、「観測方程式」という。
- 状態空間モデルでは、多様な構成が可能であるが、今回の分析では、基本的なモデルを用いた。以下では「観測方程式」について、そのモデルを例に示す。

今回の観測方程式

観測データ

新幹線
旅客数
国内航空
旅客数

=

トレンド
成分

+

季節変動
成分

+

観測ノイズ

「状態」

ホワイトノイズ

状態空間モデルのイメージ（状態方程式）

「状態」は、前期までの「状態」をもとに変動するものとされ、その関係を、「状態方程式」という。

今回の状態方程式

$$\text{トレンド成分} = \text{前月のトレンド成分} + \text{システムノイズ(1)}$$

ホワイトノイズ

$$\text{季節変動成分} = - \text{過去11か月の季節変動成分の和} + \text{システムノイズ(2)}$$

状態空間モデルのイメージ

- 「観測方程式」及び「状態方程式」を前提に、実際の観測データから、各期の「状態」等の妥当な値を推定する手法が開発されている。
- 今回の分析では、一般的な手法であるカルマンフィルターによって「状態」等を推定した。

今回の説明

- 分析の趣旨
- 状態空間モデルについて
- **トレンドの概観**
- 整備新幹線・空港整備等の影響
- 阪神淡路大震災及び東日本大震災の影響
- まとめ

トレンド成分でみる輸送量の推移

新幹線及び国内航空の旅客数について、状態空間モデルによって抽出したトレンド成分によって、輸送量の推移をみてみる。

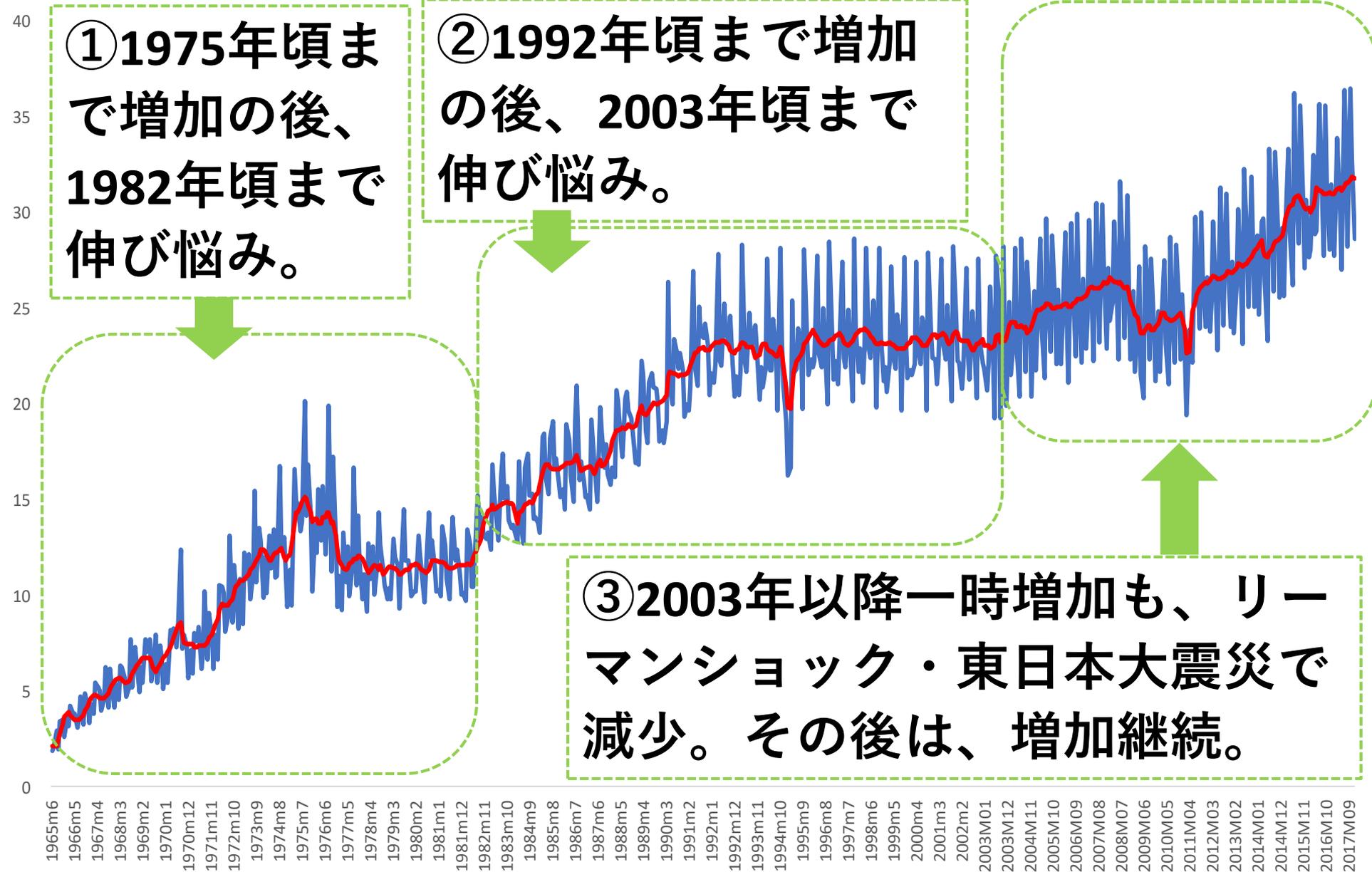
- データ：1965年6月～2017年12月
- 鉄道輸送統計及び航空輸送統計による

新幹線旅客数の観測データとトレンド成分 (百万人)

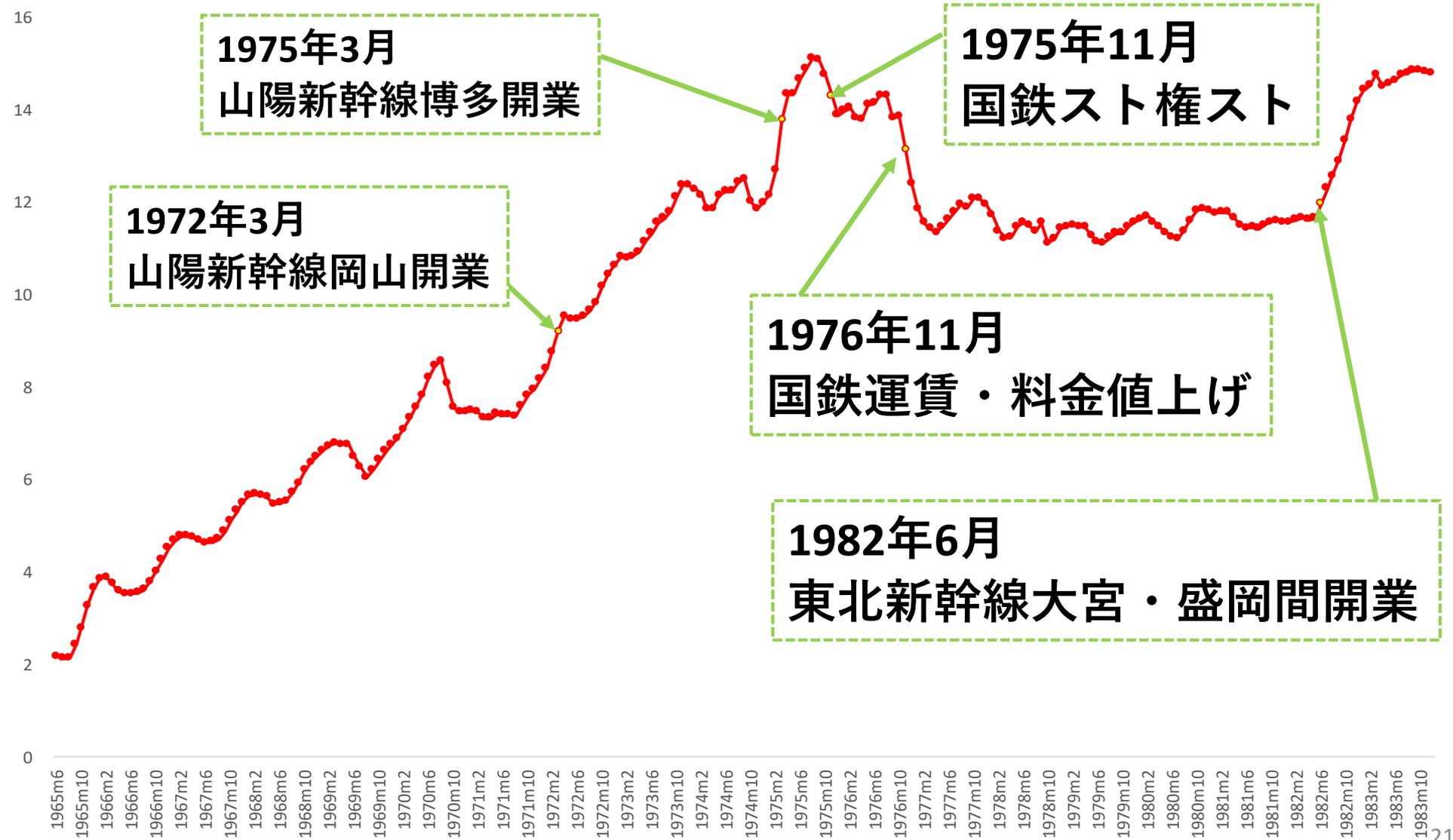
① 1975年頃まで増加の後、1982年頃まで伸び悩み。

② 1992年頃まで増加の後、2003年頃まで伸び悩み。

③ 2003年以降一時増加も、リーマンショック・東日本大震災で減少。その後は、増加継続。



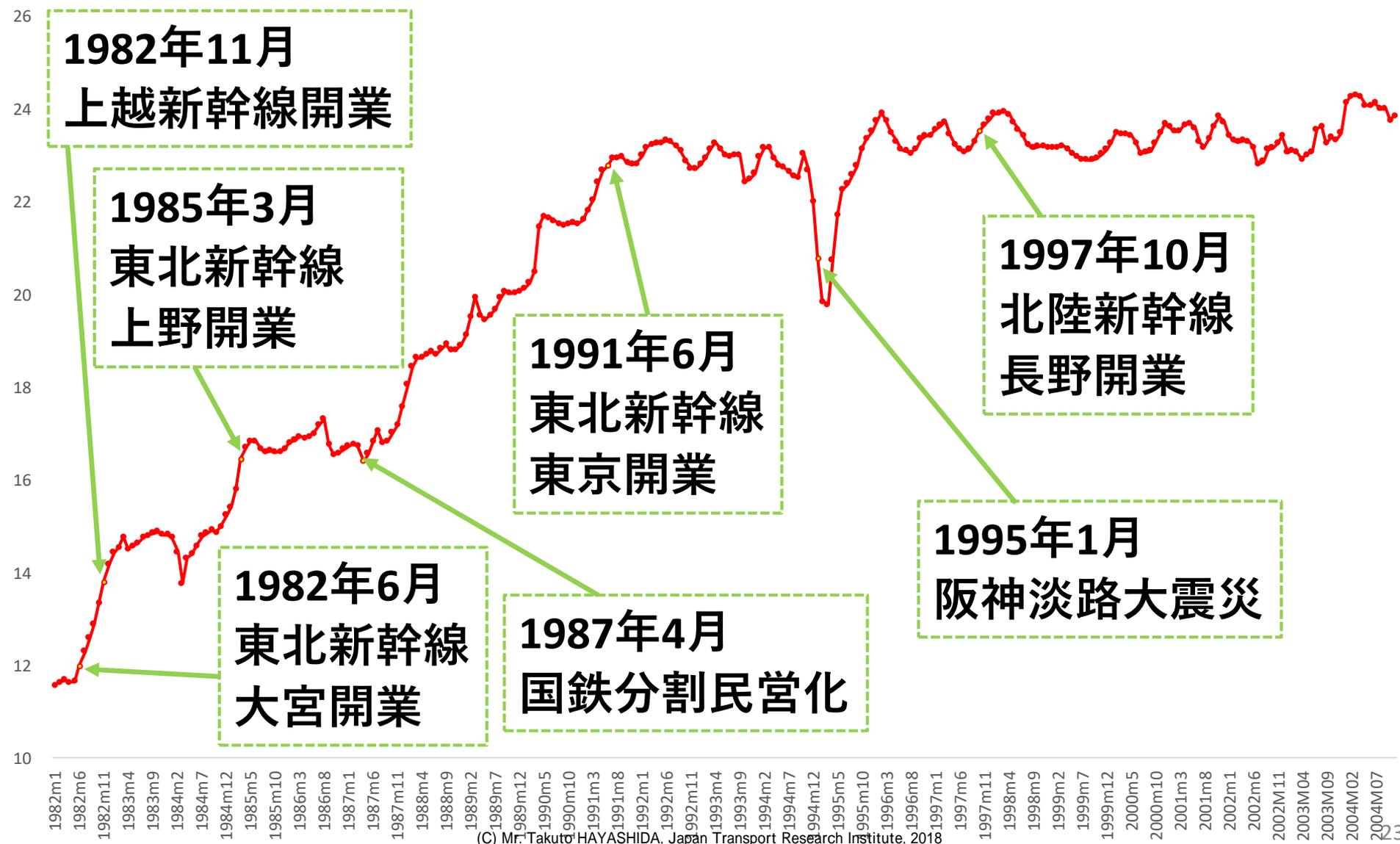
トレンド成分でみる新幹線旅客数の推移 (百万人) ① 1965年～1983年



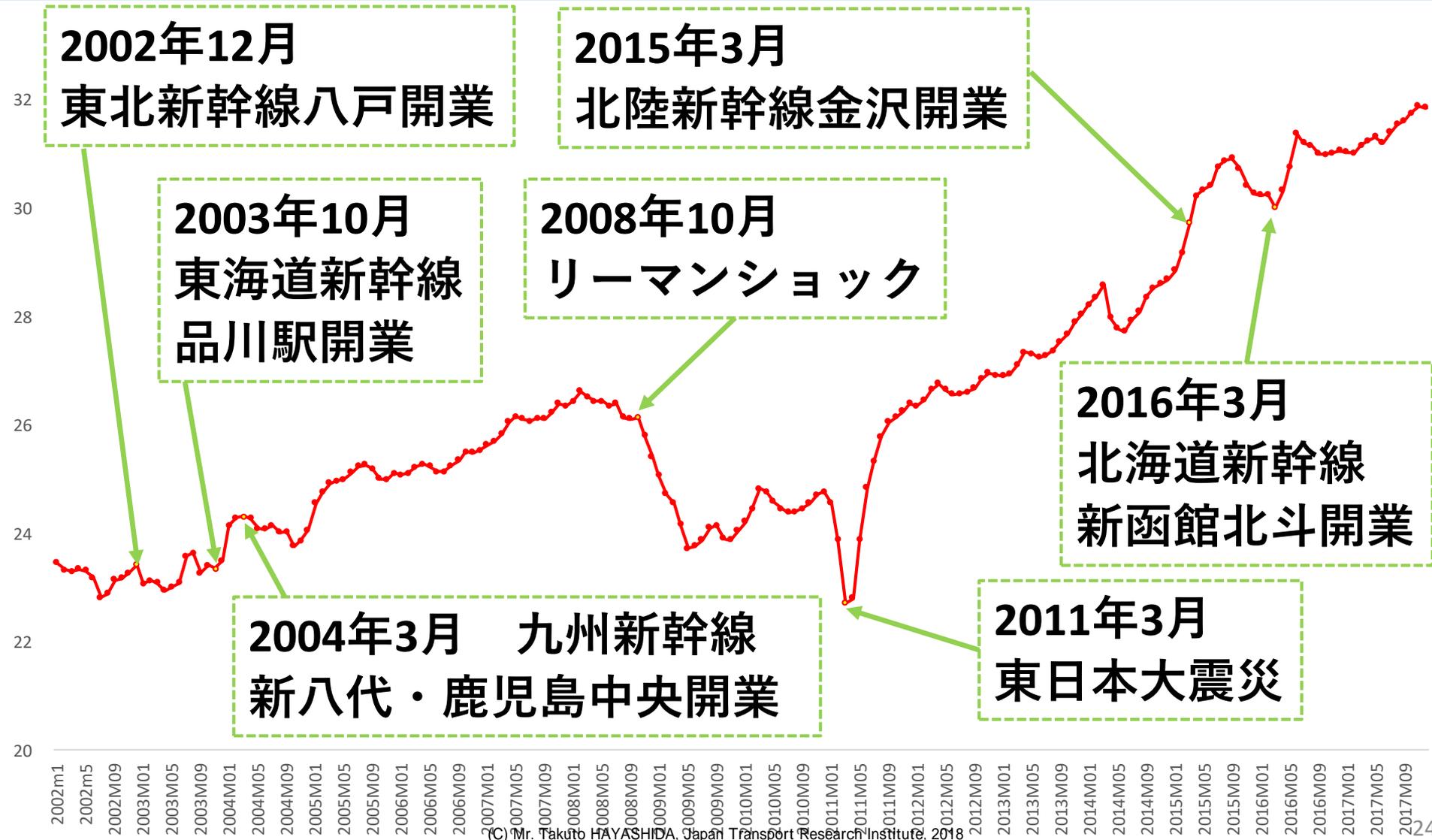
国鉄スト権スト、76年11月の運賃・料金値上げについて

- 国鉄の経営悪化による労使対立の激化により、国鉄の労働組合は、1975年11月26日から12月3日にかけて、法的に禁止されていたストライキ権を求めてストライキを実施した（**スト権スト**）。
- そのため、国鉄の経営改善が急務とされ、**1976年11月に大規模な運賃・料金の値上げ（東京・新大阪間の新幹線運賃・料金で、50.6%値上げ）**が実施された。
- これらの結果、**国鉄から代替交通機関へのシフト**がみられ、以後「**国鉄離れ**」と言われた。

トレンド成分でみる新幹線旅客数の推移 (百万人) ②1982年～2004年



トレンド成分でみる新幹線旅客数の推移（百万人） ③2002年～2017年



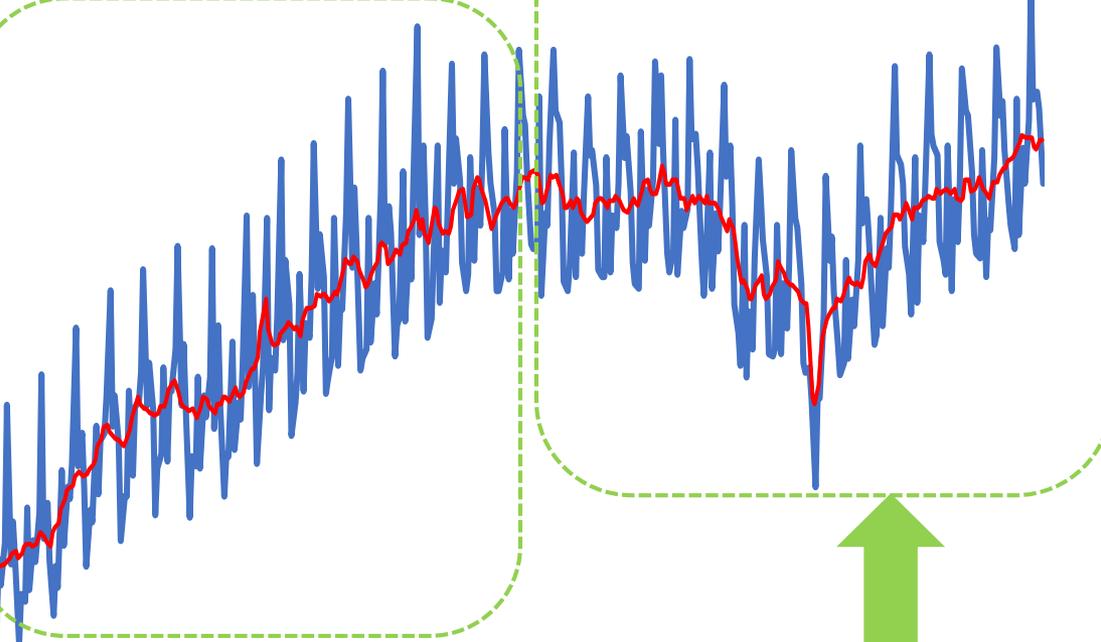
トレンド概観 まとめ（新幹線）

- **1976年**の運賃値上げ以来の旅客数の伸び悩みから、東北新幹線大宮開業を期に脱したこと。
- その後の旅客数の増加に、上越新幹線開業、東北新幹線上野開業等が、寄与したとみられること。
- **2011年**以来の旅客数増加に、北陸新幹線金沢開業及び北海道新幹線新函館北斗開業とが、寄与しているとみられること。

国内航空旅客数の観測データとトレンド成分 (百万人)

① 1980年頃まで増加の後、1985年頃まで伸び悩み。

② 2001年頃まで増加。



③ 2008年頃まで伸び悩み。その後、リーマンショック・東日本大震災の減少を経て、増加継続。

1965m6 1966m5 1967m4 1968m3 1969m2 1970m1 1970m12 1971m11 1972m10 1973m9 1974m8 1975m7 1976m6 1977m5 1978m4 1979m3 1980m2 1981m1 1981m12 1982m11 1983m10 1984m9 1985m8 1986m7 1987m6 1988m5 1989m4 1990m3 1991m2 1992m1 1992m12 1993m11 1994m10 1995m9 1996m8 1997m7 1998m6 1999m5 2000m4 2001m3 2002m2 2003M01 2003M12 2004M11 2005M10 2006M09 2007M08 2008M07 2009M06 2010M05 2011M04 2012M03 2013M02 2014M01 2014M12 2015M11 2016M10 2017M09

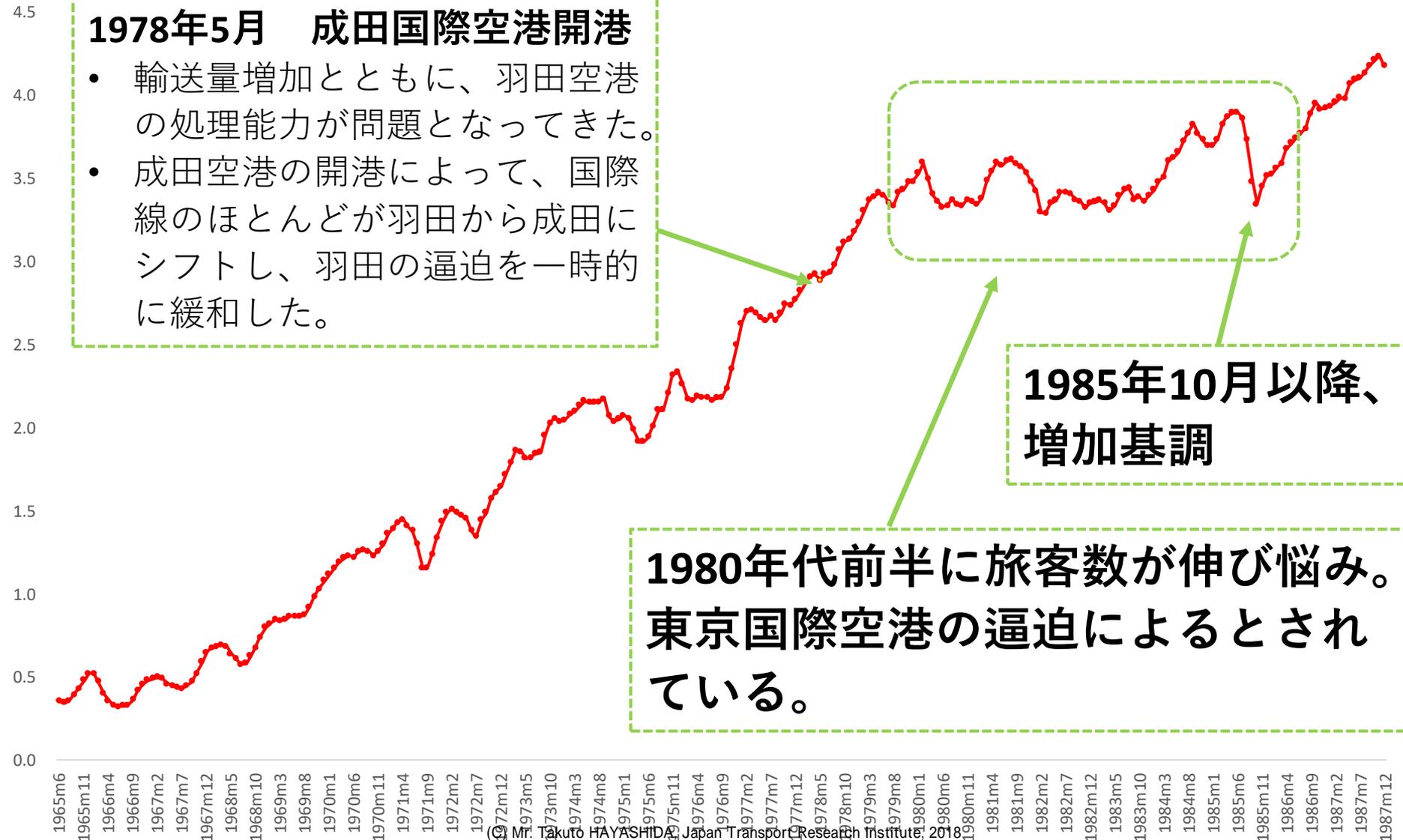
トレンド成分でみる国内航空旅客数の推移 (百万人) ① 1965年～1987年

1978年5月 成田国際空港開港

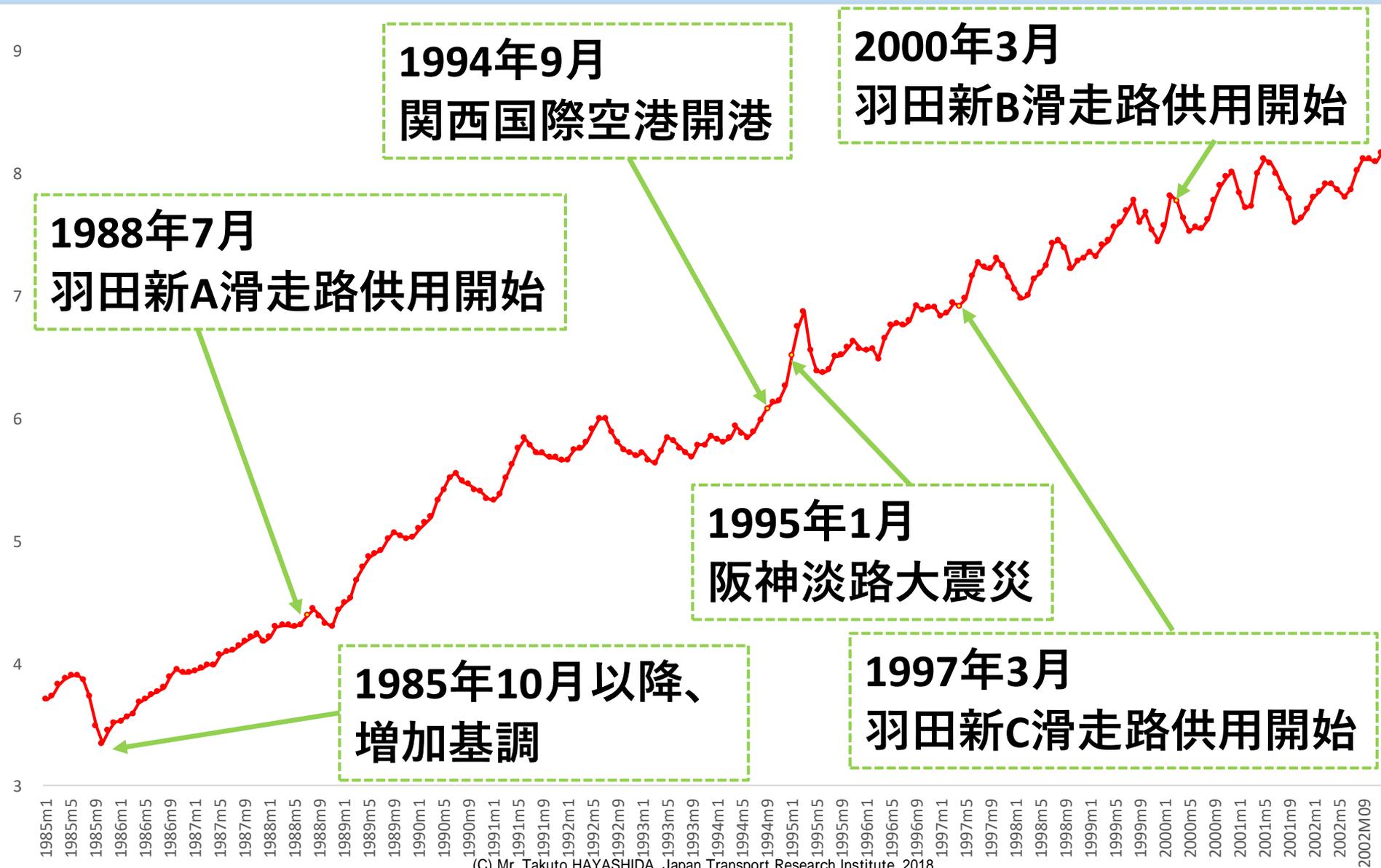
- 輸送量増加とともに、羽田空港の処理能力が問題となってきた。
- 成田空港の開港によって、国際線のほとんどが羽田から成田にシフトし、羽田の逼迫を一時的に緩和した。

1985年10月以降、
増加基調

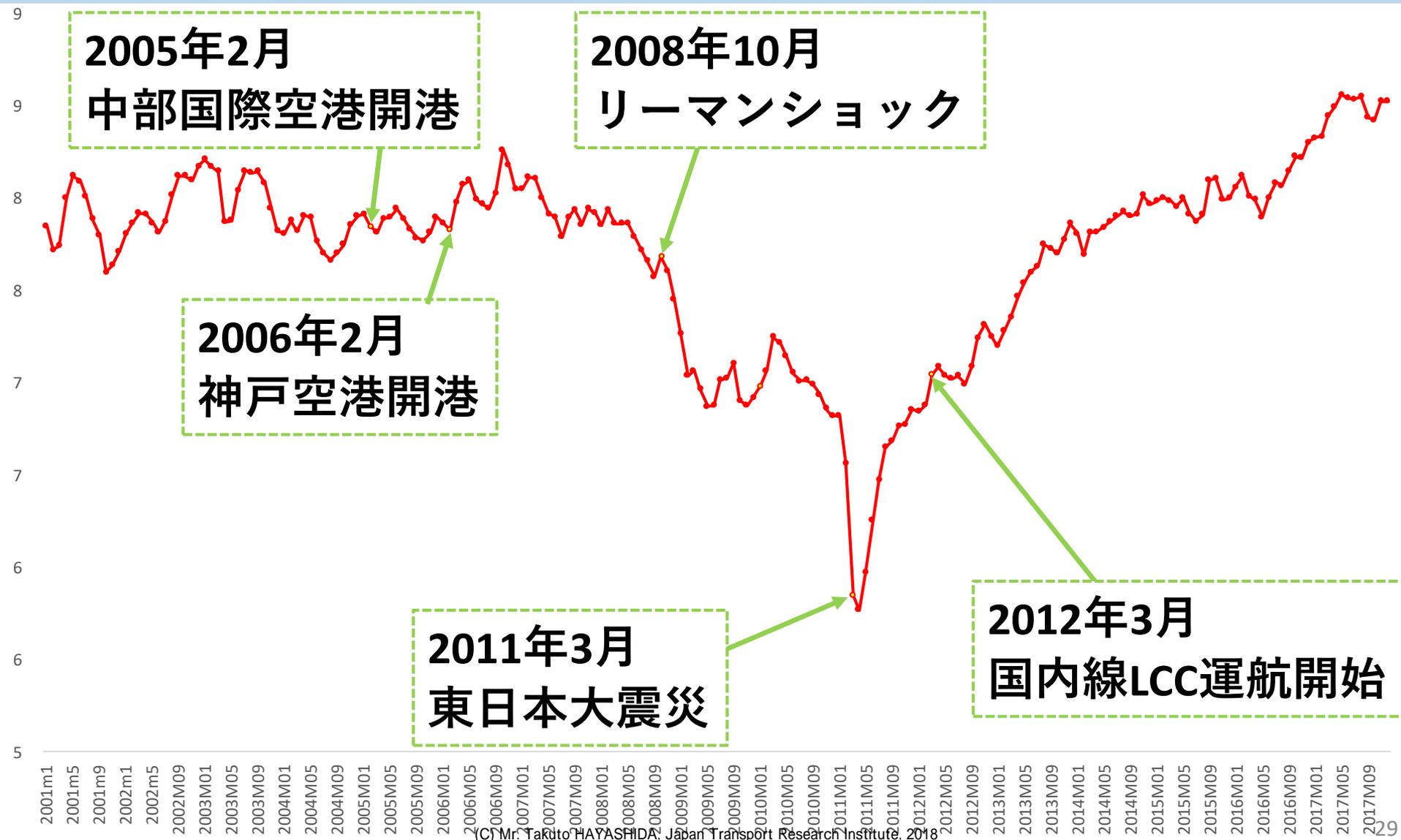
1980年代前半に旅客数が伸び悩み。
東京国際空港の逼迫によるとされている。



トレンド成分でみる国内航空旅客数の推移 (百万人) ② 1985年～2002年



トレンド成分でみる国内航空旅客数の推移 (百万人) ③ 2001年～2017年



トレンド概観 まとめ（国内航空）

- 羽田空港の処理能力が限界に達したことによるとみられる旅客数の伸び悩みが**1980**年頃から始まり、**1985**年頃にその伸び悩みから脱したとみられること。
- **1985**年以降の旅客数の増加に、羽田新**A**滑走路及び新**C**滑走路の供用開始、関西国際空港の開港等が寄与したとみられること。
- 一方、それ以外の大都市圏空港の整備の、国内旅客数全体への影響は、限定的とみられること。

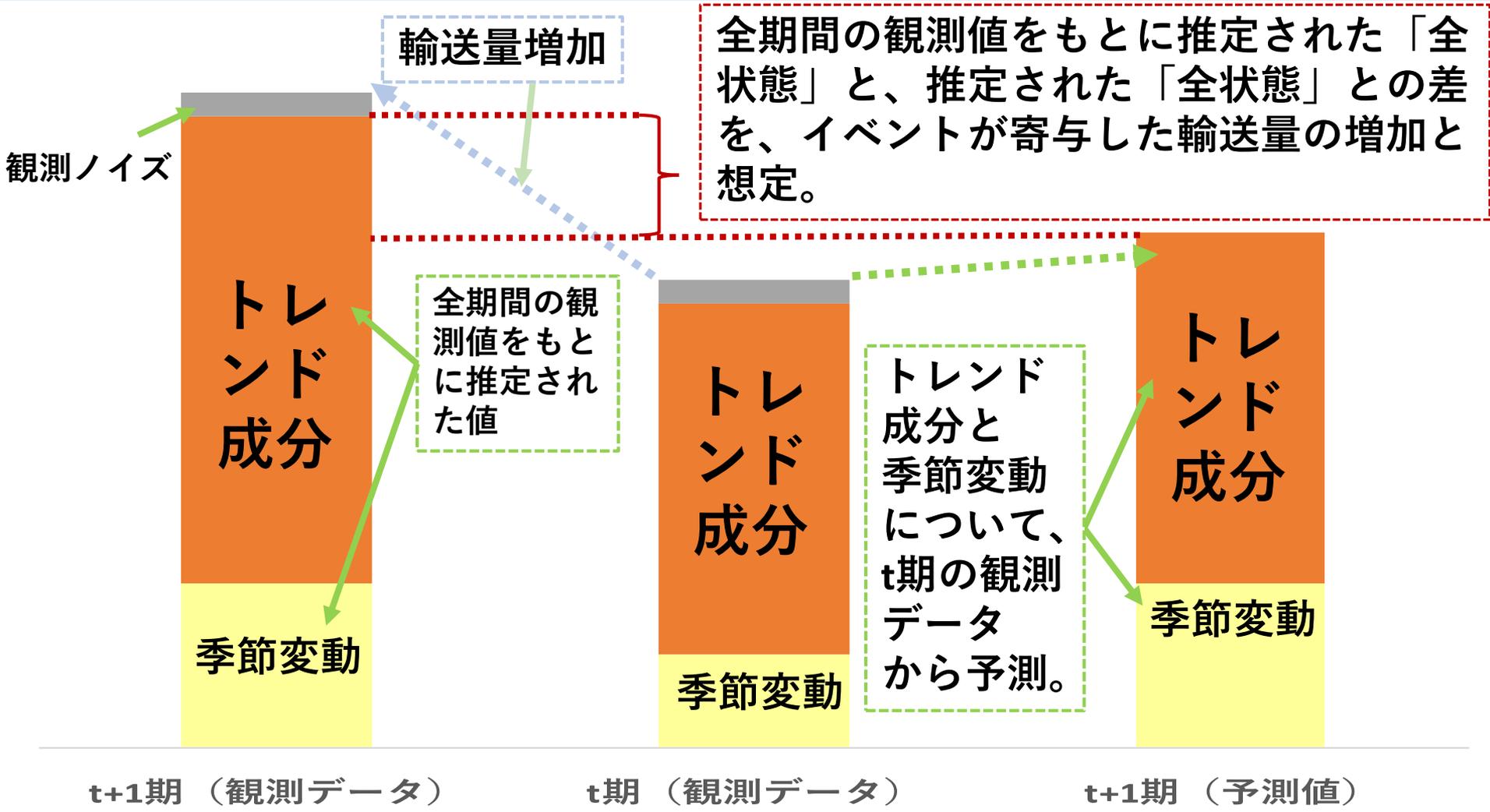
今回の説明

- 分析の趣旨
- 状態空間モデルについて
- トレンドの概観
- **整備新幹線・空港整備等の影響**
- 阪神淡路大震災及び東日本大震災の影響
- まとめ

状態空間モデルの枠組みを用いた、イベントが寄与した輸送量の増減の試算

これまでみてきた新幹線の路線や空港の整備等が寄与したとみられる輸送量の増減を、状態空間モデルの枠組みを用いて、試算してみる。

状態空間モデルの枠組みを用いた、イベントが寄与した輸送量の増減の試算（イメージ）



注：この発表では、「トレンド成分」+「季節変動」を「全状態」と呼ぶ。

状態方程式を用いた「状態」の予測（イメージ）

トレンド成分
の予測値

=

前月の
トレンド成分

季節変動成分
の予測値

= -

過去11か月の
季節変動成分の和

状態方程式

トレンド
成分

=

前月の
トレンド成分

+

システム
ノイズ(1)

季節変動
成分

= -

過去11か月の
季節変動成分の和

+

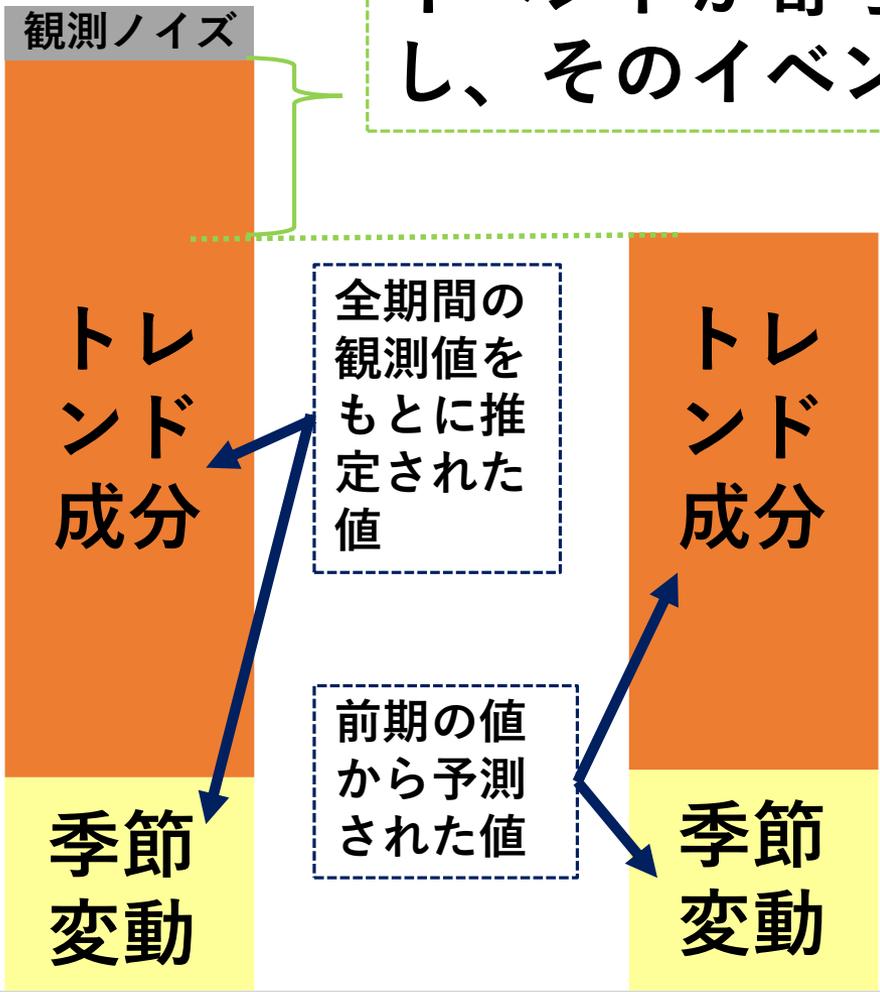
システム
ノイズ(2)

整備新幹線開業等が寄与した輸送量の増減

イベントが寄与した輸送量の増加と想定し、そのイベント後12か月の平均を算出。



イベント発生前12か月の「全状態」の平均と、上記「増加」の平均との比を算出



※この計測結果には、対象とするイベント以外の要因の影響も含まれる。

整備新幹線開業等が寄与した輸送量の増減

日時	イベント	イベント後の変化		イベント前1年の増減率
		旅客数 (万人)	増減率	
1975年11月	スト権スト	-145	-10.5%	8.7%
1976年11月	運賃・料金値上げ	-260	-18.5%	-10.5%
1982年6月	東北新幹線大宮開業	128	11.1%	0.4%
1982年11月	上越新幹線開業	182	14.2%	5.3%
1985年3月	東北新幹線上野開業	191	12.9%	-2.0%
1991年6月	東北新幹線東京開業	49	2.2%	0.0%
1997年10月	北陸新幹線長野開業	67	2.9%	2.8%
2002年12月	東北新幹線八戸開業	26	1.1%	-2.6%
2003年10月	品川駅開業	46	2.0%	-0.6%
2004年3月	九州新幹線鹿児島中央開業	-9	-0.4%	0.6%
2010年12月	東北新幹線新青森開業	25	1.0%	2.8%
2015年3月	北陸新幹線金沢開業	176	6.2%	2.0%
2016年3月	北海道新幹線新函館北斗開業	34	1.1%	6.2%

スト権スト及び76年11月の運賃・料金値上げに係る輸送量減少が大きい。

東北・上越新幹線の開業・上野乗り入れに係る増加は大きいですが、東京乗り入れに係る増加は比較的小さい。

1990年代後半以降の整備新幹線の開業及び品川新駅開業に係る増加は、比較的小さい。

北陸新幹線金沢開業に係る増加は、比較的大きく、北海道新幹線新函館北斗開業と相まって、近年の旅客増に寄与。

注：「イベント前1年の増減率」とは、イベント1年前時点において、前頁の手法で算出した値。

大都市圏空港整備が寄与した輸送量の増減

日時	イベント	イベント後の変化		イベント前1年 の増減率
		旅客数 (万人)	増減率	
1988年7月	羽田新A供用開始	24.3	5.7%	3.5%
1997年3月	羽田新C供用開始	37.9	5.6%	3.6%
2000年3月	羽田新B供用開始	-2.1	-0.3%	3.9%
2010年10月	羽田D供用開始	-5.6	-0.8%	-2.9%
2014年12月	羽田C延伸	-2.6	-0.3%	1.8%
1994年9月	関空開港	23.9	4.1%	0.5%
2002年4月	成田B供用開始	11.7	1.5%	3.5%
2005年2月	中部開港	-14.6	-1.9%	-0.3%
2006年2月	神戸開港	12.1	1.5%	-1.9%
2007年8月	関空B供用開始	13.5	1.7%	1.6%
2012年12月	成田A延伸	17.3	2.4%	3.8%

羽田新A滑走路及び新C滑走路の供用開始に係る増加が比較的大きい。

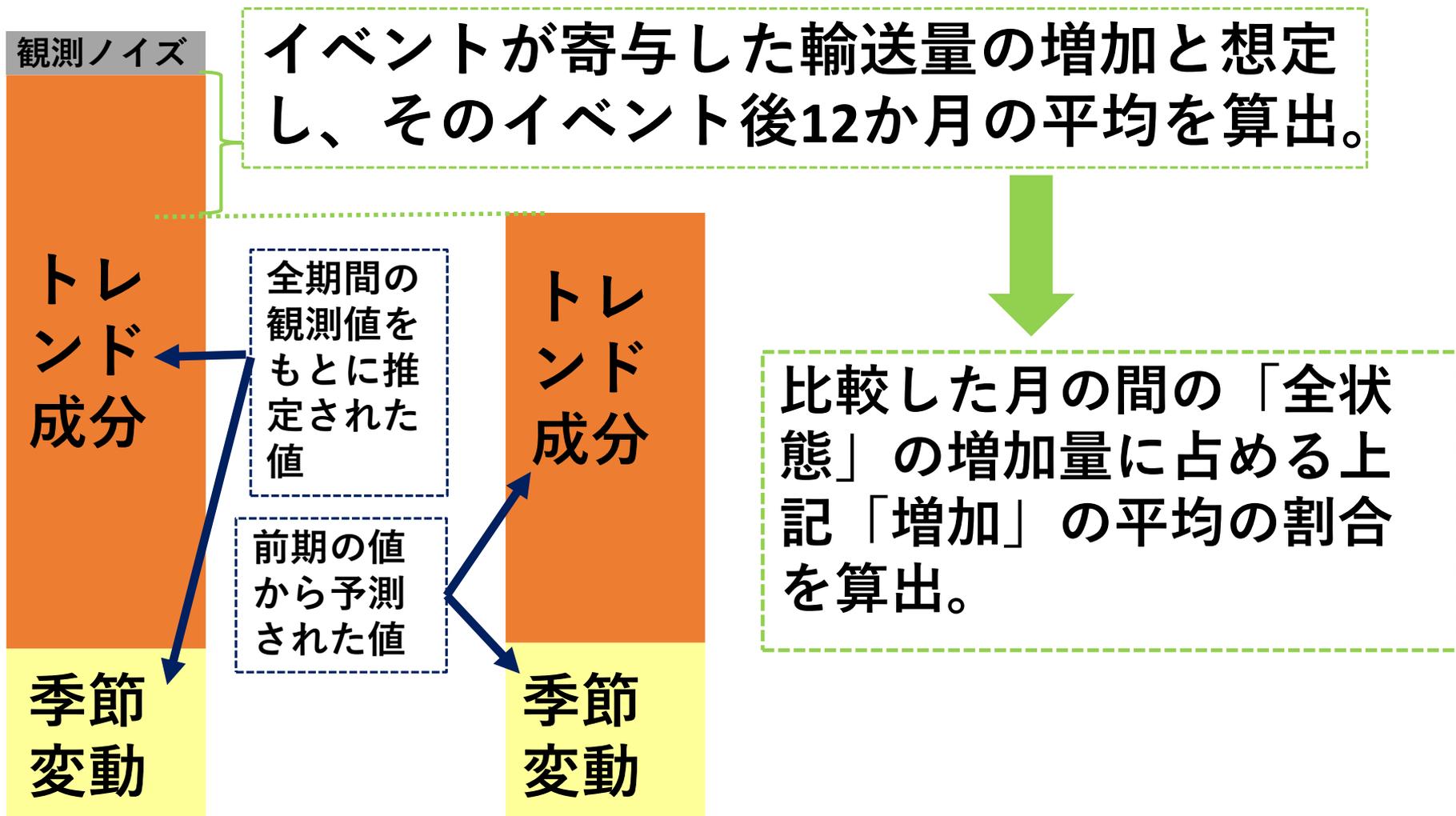
羽田新B滑走路供用開始以降に係る増加は、顕著ではない。

羽田以外では、関西国際空港開港に係る増加が比較的大きい。

イベントが寄与した輸送量の増減の影響の試算

- これまででみたように、旅客数が増加トレンドを形成した時期に、整備新幹線の新規開業等や、大都市圏の空港整備等が、大きく影響したと考えられる事例が、いくつか見られる。
- そこで、それらのイベントの、旅客数の増加トレンドに対する寄与の度合いを試算してみた。

イベントが寄与した輸送量の増減の影響の試算



イベントが寄与した輸送量の増減の影響の試算

新幹線開業・空港整備の旅客数増加に対する寄与度

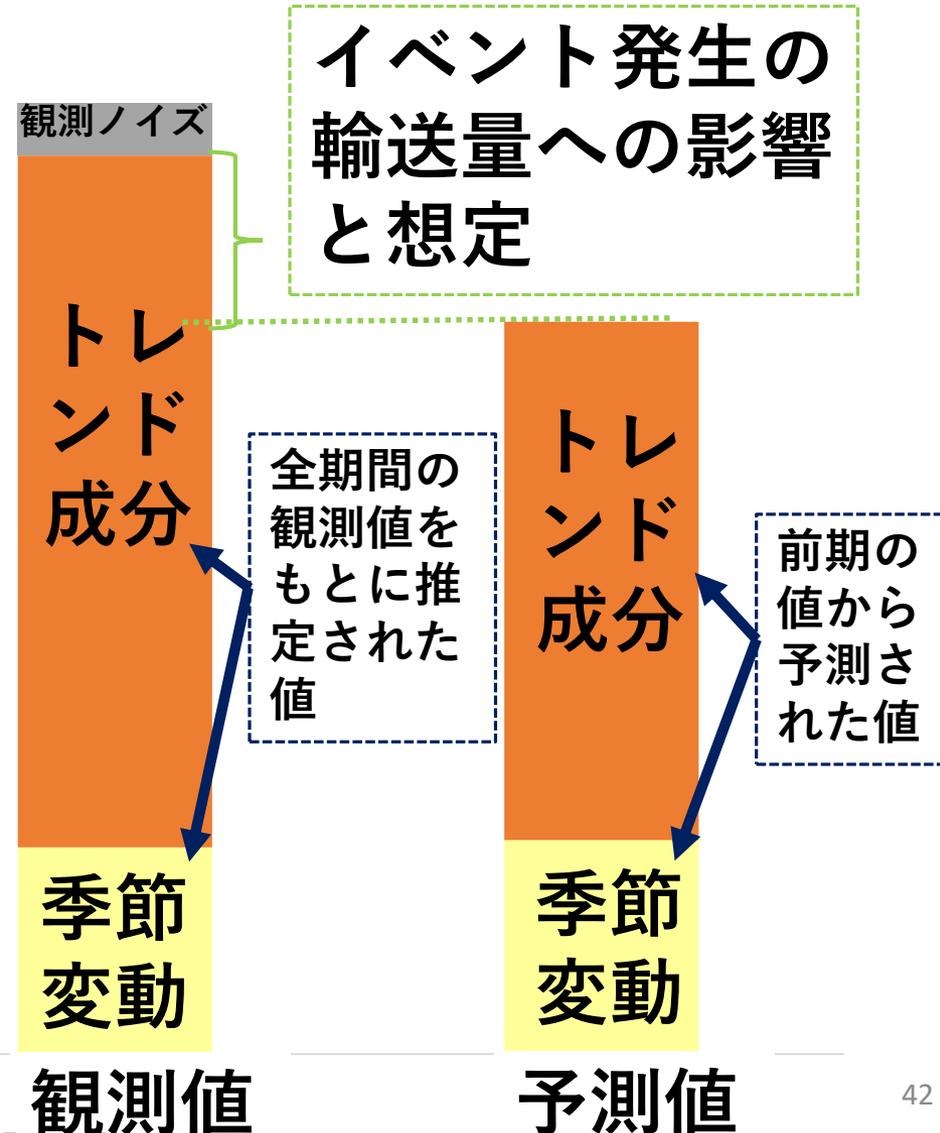
対象データ	比較した年月	全状態の増減率	対象イベント	イベントの寄与度
新幹線旅客数	82年5月・94年5月	103.0%	東北大宮・上越・ 東北上野・東北東京	49.3%
新幹線旅客数	11年12月・17年12月	20.5%	北陸金沢・ 北海道新函館北斗	43.0%
国内航空旅客数	85年10月・2000年10月	142.2%	羽田新A・関空・ 羽田新C・羽田新B	16.8%

注：東北新幹線大宮開業については上越新幹線開業の、関空開港については阪神淡路大震災の影響を除外して算出した。

- 分析の趣旨
- 状態空間モデルについて
- トレンドの概観
- 整備新幹線・空港整備等の影響
- **阪神淡路大震災及び東日本大震災の影響**
- まとめ

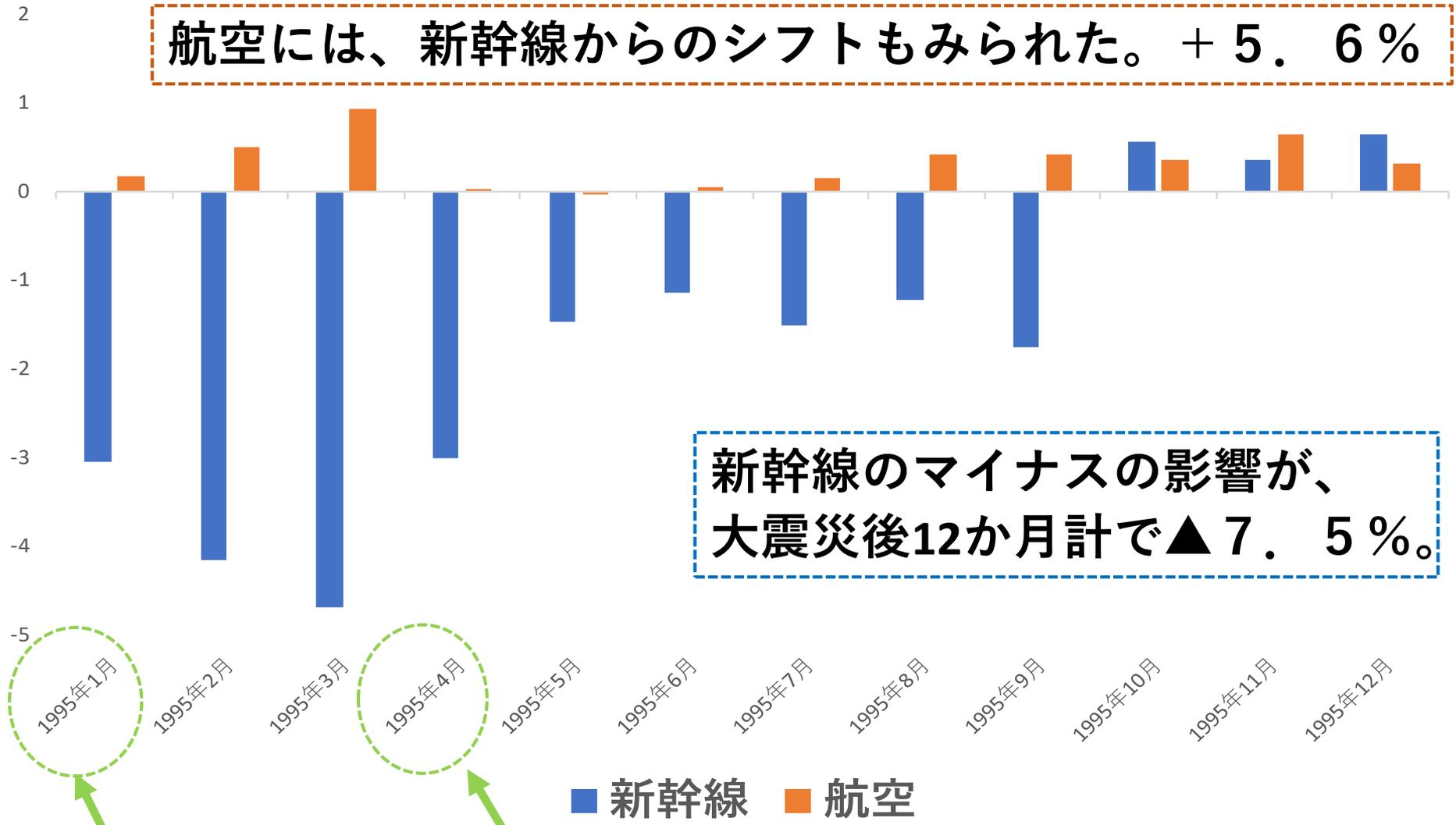
状態空間モデルの枠組みを用いた阪神淡路大震災及び東日本大震災の影響の測定

- 新幹線及び国内航空旅客輸送量に対して、阪神淡路大震災及び東日本大震災は、短期的に顕著な影響を与えている。
- このような事象の分析例として、これまでの手法による分析を行ってみる。



阪神淡路大震災の影響（百万人）

航空には、新幹線からのシフトもみられた。+ 5.6%



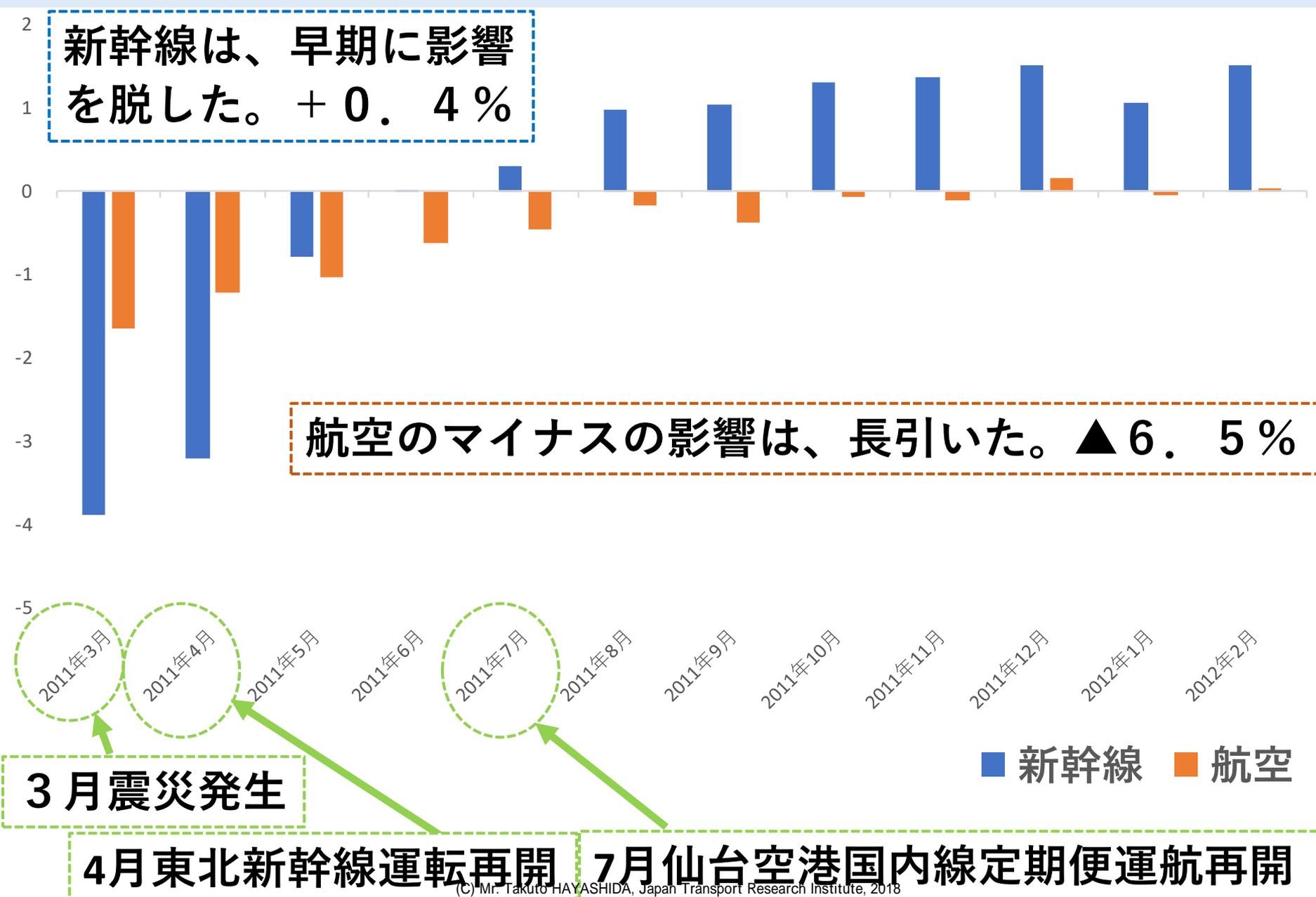
新幹線のマイナスの影響が、大震災後12か月計で▲7.5%。

1995年1月
1月震災発生

1995年4月
4月山陽新幹線運転再開

■ 新幹線 ■ 航空

東日本大震災の影響（百万人）



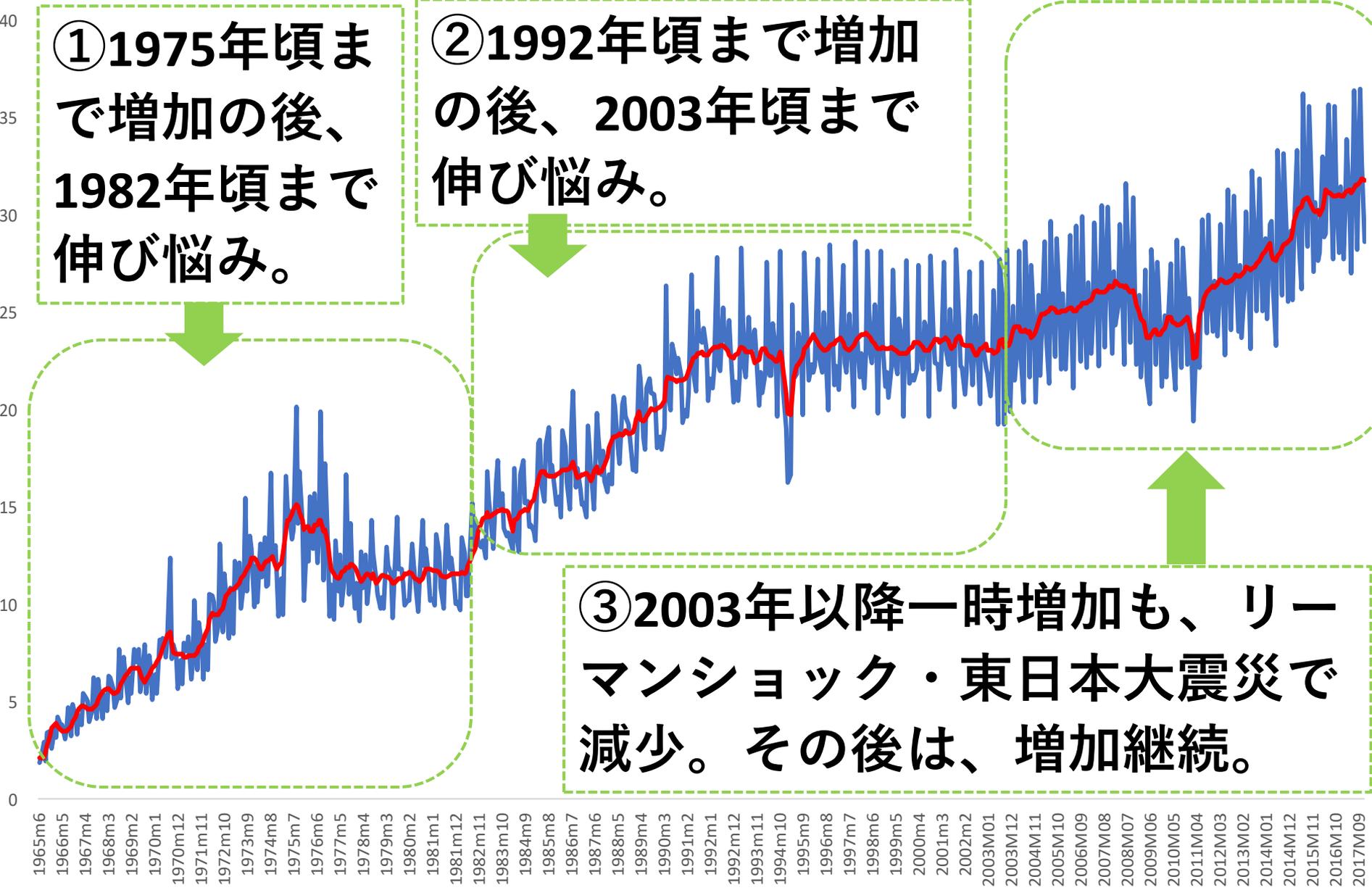
- 分析の趣旨
- 状態空間モデルについて
- トレンドの概観
- 整備新幹線・空港整備等の影響
- 阪神淡路大震災及び東日本大震災の影響
- **まとめ**

新幹線旅客数の観測データとトレンド成分（百万人・再掲）

① 1975年頃まで増加の後、1982年頃まで伸び悩み。

② 1992年頃まで増加の後、2003年頃まで伸び悩み。

③ 2003年以降一時増加も、リーマンショック・東日本大震災で減少。その後は、増加継続。



トレンド及びイベントの影響に係るまとめ（新幹線）

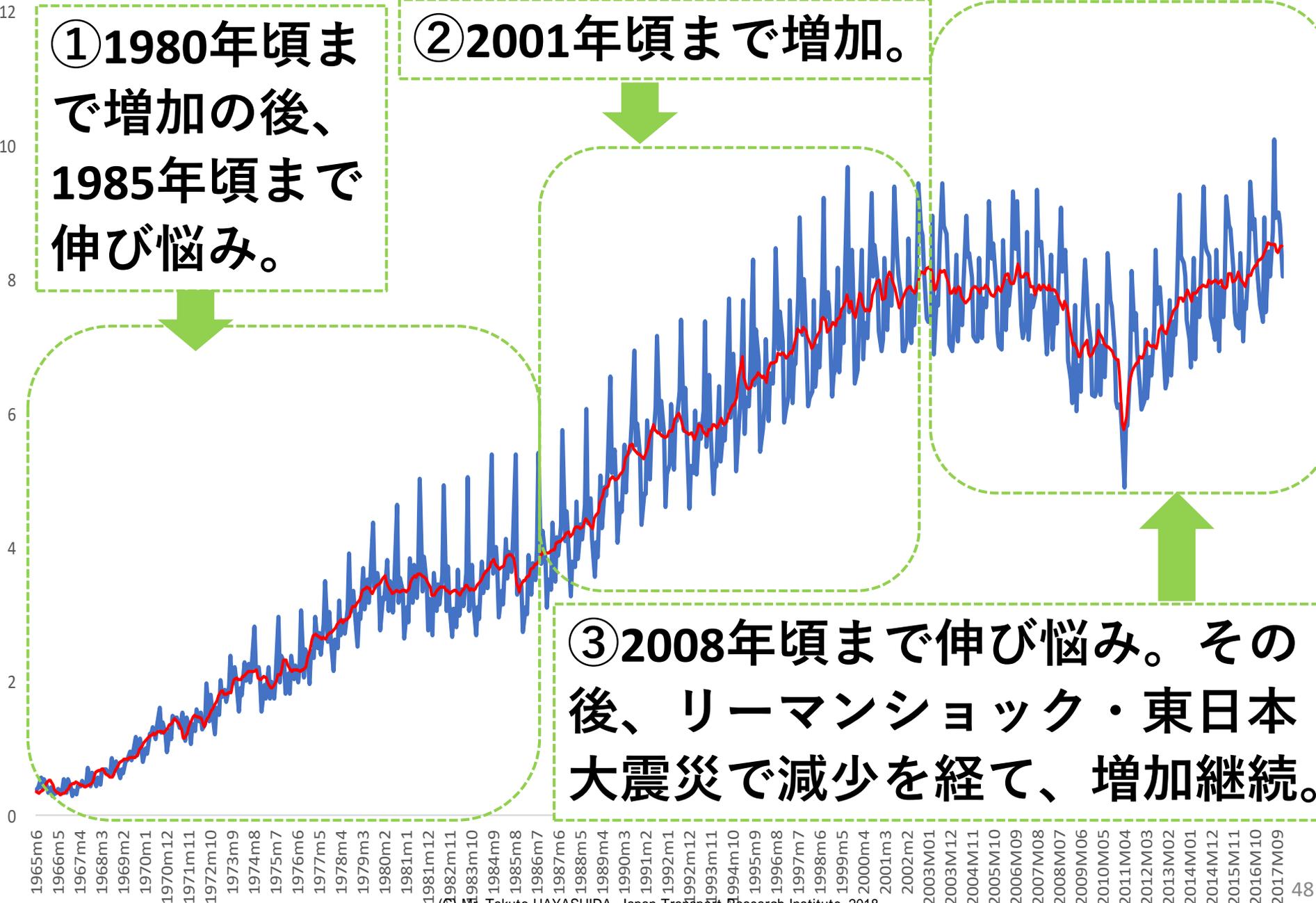
- 1975年のスト権ストは**10.5%**の旅客減、76年の運賃・料金値上げは**18.5%**の旅客減に寄与したと試算され、その後の旅客数の伸び悩みの要因となったとみられること。
- 東北新幹線大宮開業は**11.1%**の旅客増に寄与したと試算され、それまでの伸び悩みから、増加トレンドに転換したとみられること。その増加トレンドに、上越新幹線開業（**15.1%**増）、東北新幹線上野開業（**12.9%**増）等が寄与したとみられること。
- 北陸新幹線金沢開業は**6.2%**の旅客増に寄与したと試算され、北海道新幹線新函館北斗開業（**1.1%**増）等とあいまって、**2011年**以来の旅客数増加に、寄与したとみられること。

国内航空旅客数の観測データとトレンド成分（百万人・再掲）

① 1980年頃まで増加の後、1985年頃まで伸び悩み。

② 2001年頃まで増加。

③ 2008年頃まで伸び悩み。その後、リーマンショック・東日本大震災で減少を経て、増加継続。



トレンド及びイベントの影響に係るまとめ（国内航空）

- 羽田空港の処理能力が限界に達したことによるとみられる旅客数の伸び悩みが**1980年頃**から**1985年頃**にみられること。
- 羽田新**A**滑走路の供用開始は**5.7%**の旅客増、新**C**滑走路の供用開始は**5.6%**の旅客増に寄与したとみられ、関西国際空港の開港（**4.1%**増）等とともに、**1985年以降**の旅客数の増加に寄与したとみられること。
- 一方、それ以外の大都市圏空港の整備の国内旅客数全体への影響は、限定的とみられること。

トレンド及びイベントの影響に係るまとめ

今回の分析の総括

- 新幹線及び国内航空旅客の月次の長期時系列に状態空間モデルを適用することで、トレンドの転換・形成の要因となった事象と輸送量の変動との関係を明らかにした。
- 新幹線の路線及び空港の整備等が寄与したとみられる輸送量の変動を計測した。
- その結果、過去には「国鉄離れ」や「羽田の逼迫」という供給側の問題で輸送量が伸び悩んだ時期が存在したことで、その後の政策対応や企業の努力でそれを克服していったことが輸送量のトレンドに明確に示されていることが、注目される。

トレンド及びイベントの影響に係るまとめ

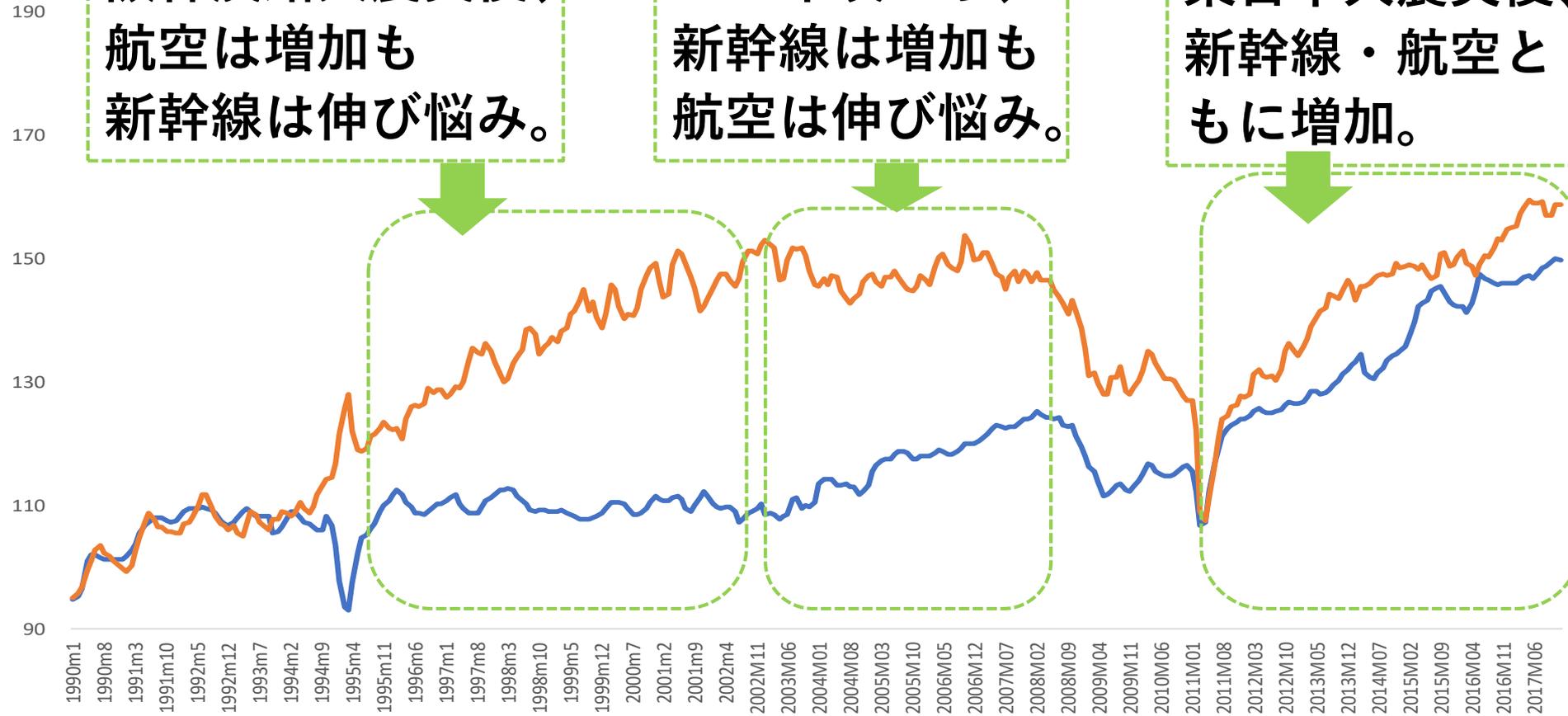
トレンド成分（1990年を「100」とする指数）

— 新幹線 — 国内航空

阪神淡路大震災後、
航空は増加も
新幹線は伸び悩み。

2003年頃から、
新幹線は増加も
航空は伸び悩み。

東日本大震災後、
新幹線・航空と
もに増加。



輸送量のトレンドには、経済状況、事業主体の努力、新幹線・航空間の競争等が影響しているとみられる。

今後の方向性

今回の分析

- 新幹線及び国内航空旅客の長期時系列の概観
- 新幹線の路線及び空港の整備等の影響の分析

検討の方向性

モデルの精緻化等の手法により、今回の分析やトレンドに影響しているとみられる他の要因等について、検討を深めたい。

目標

新幹線及び国内航空旅客について、歴史的経緯の中で企業の取り組みや政策展開の影響に関する評価を示したい。

説明は以上です。

ご清聴ありがとうございました。