

## AIを活用した、長野県の持続可能な未来に向けた政策研究

2019/4/17

長野県  
京都大学こころの未来研究センター  
三菱UFJリサーチ&コンサルティング  
日立製作所(日立京大ラボ)

© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved.

### 研究の経緯

2016年6月

京都大学と日立製作所が  
「日立未来課題探索共同研究部門(日立京大ラボ)」を開設

2017年9月

京都大学・日立製作所(日立京大ラボ)の共同研究により  
「AIを活用した2050年の日本の持続可能性」について検討

2018年度

日立京大ラボで開発したAI技術を活用して、4者連携により、  
長野県をフィールドに実証研究(全国の自治体で初)

- ・長野県
- ・京都大学
- ・日立製作所(日立京大ラボ)
- ・三菱UFJリサーチ&コンサルティング

## 1. 持続可能な社会を実現するために何ができるか (全県・総合政策型)

- ・長野県全体を対象
- ・総合的な政策検討

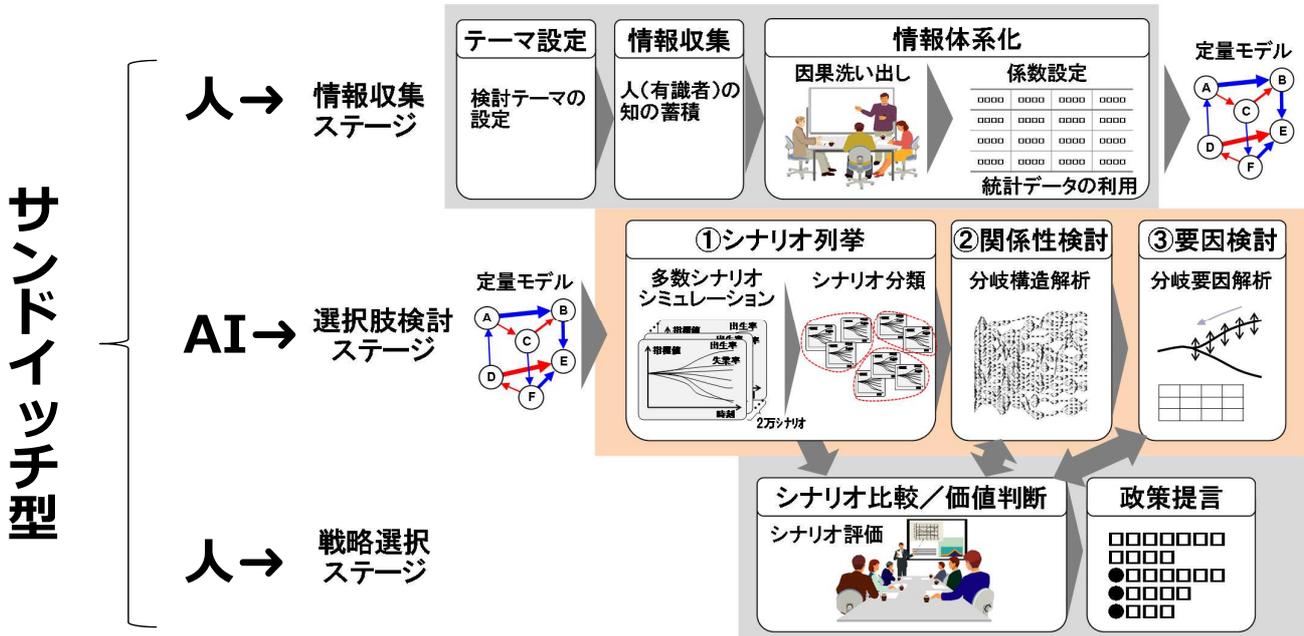
## 2. リニア中央新幹線の開業効果を高めるために何ができるか (地域・個別政策型)

- ・上伊那・飯伊地域を対象
- ・リニアの開業効果検討

## 1. 持続可能な社会を実現するために何ができるか (全県・総合政策型)

- ・長野県全体を対象
- ・総合的な政策検討

◆ 意思決定の3ステージを、人→AI→人のサンドイッチ型で行う。



モデル作成(情報収集ステージ)



## (1) キーワード抽出(テーマ①)

### ◆ キーワード抽出

長野県の現在・未来において重要なキーワードを、  
長野県総合5か年計画(しあわせ信州創造プラン2.0)  
などから幅広く抽出

#### [キーワード例]

人口、県内総生産、観光客数、  
少子高齢化、グローバル化、  
AI・IoT等の活用、収益性と創造性  
の高い農林業、健康づくり、魅力  
ある子育て環境、生涯を通じた学び、  
豊かな自然、郷土への愛着、etc



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved.

## (2) 因果洗い出し(テーマ①)

### ◆ ワークショップによる因果関係の洗い出し

- 1) ボードにキーワードを貼り出す
- 2) キーワード間に因果関係を表す矢印を付加

ワークショップ風景



モデル抜粋



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved.

### (3) 係数設定(テーマ①)

#### ◆ 係数設定のフロー

因果関係(矢印)毎に、4つの数字を設定。

- ・強度(相関係数)、とその信頼度(ばらつき)
- ・時間遅れ、とその信頼度(ばらつき)

係数設定の一例

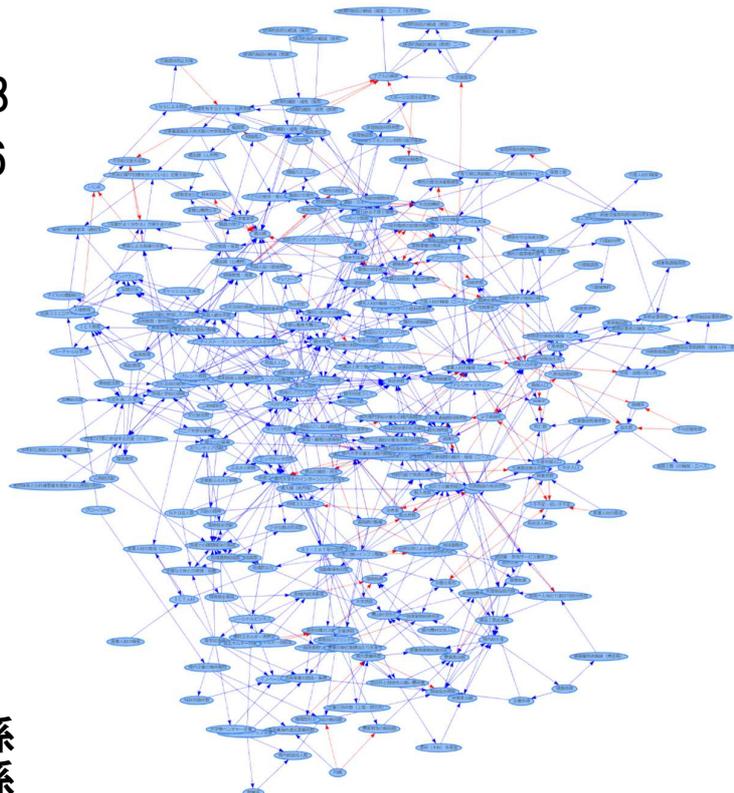
符号	From	To	線形	遅延[m]	線形. ばらつき[σ]	遅延. ばらつき[±m]
+	出生数	年少人口	0.057	0	0.001	0
+	年少人口	人口	0.124	0	0.01	0
-	死亡数	人口	0.012	0	0.0003	0
-	人口	過疎化	0.1	240	0.1	120
+	人口	一般廃棄物総排出量	1	6	0.5	6
+	一般廃棄物総排出量	環境負荷	0.5	3	0.75	6
-	環境負荷	豊かな自然	1	12	0.1	12
+	豊かな自然	観光客数	0.25	2	0.3	3
-	過疎化	公共交通機関利用者数	0.1	24	0.05	12
+	妊娠・出産の安心向上	出生数	0.15	24	0.05	12
-	将来への不安	出生数	0.44	60	0.1	60

### モデル(テーマ①)

#### ◆ 構築したモデル

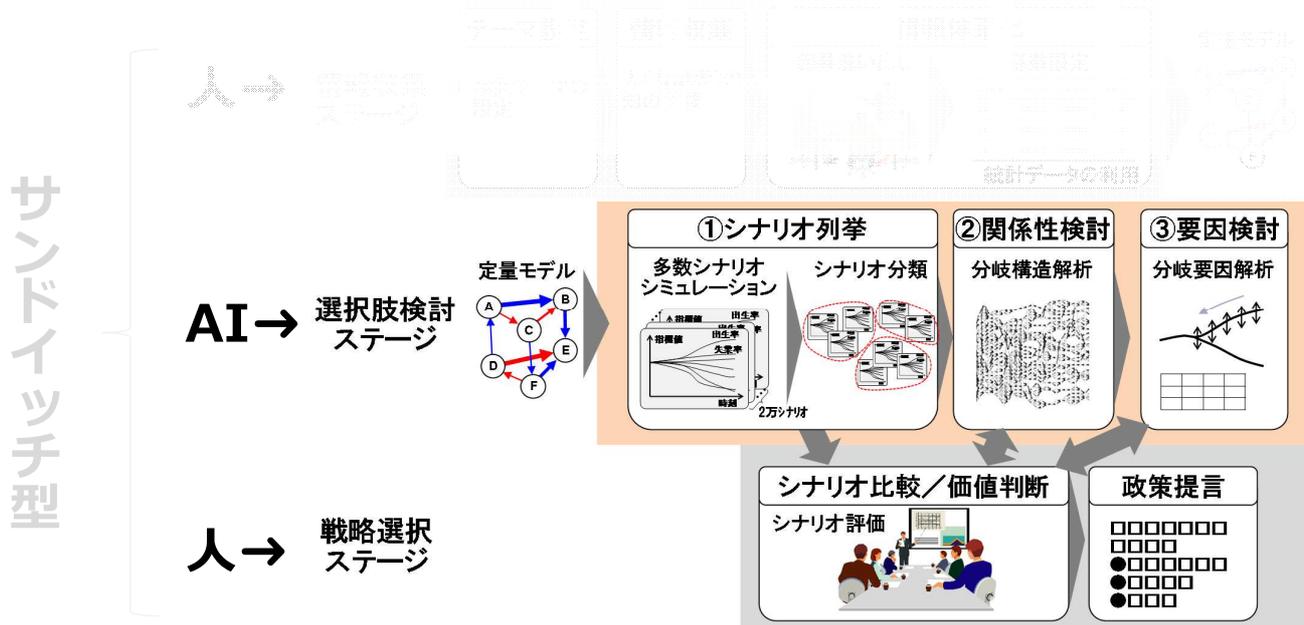
指標数: 283

エッジ数: 676



青線: 正の因果関係  
赤線: 負の因果関係

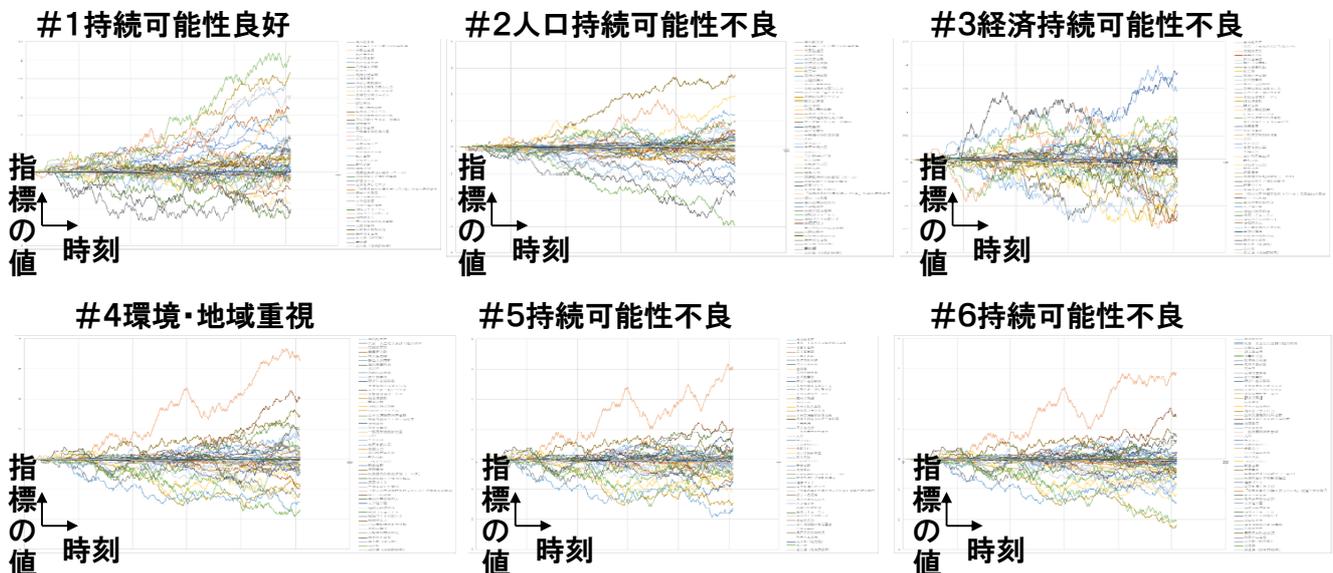
- ◆ 選択肢検討ステージ(AI)
- ◆ 戦略選択ステージ(人)



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 10

## シナリオ列挙(テーマ①)

- ◆ AIシミュレーション(2019~2040年の21年間)により、2万通りの未来シナリオを得る。
- ◆ 2万通りの未来シナリオを6つの類似シナリオに分類※



※ 機械的に23シナリオに分類し、さらに人手で6シナリオにまとめた

© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 11

## ◆ 6つのシナリオを人が解釈し意味付け

2040年の状態を8項目で評価

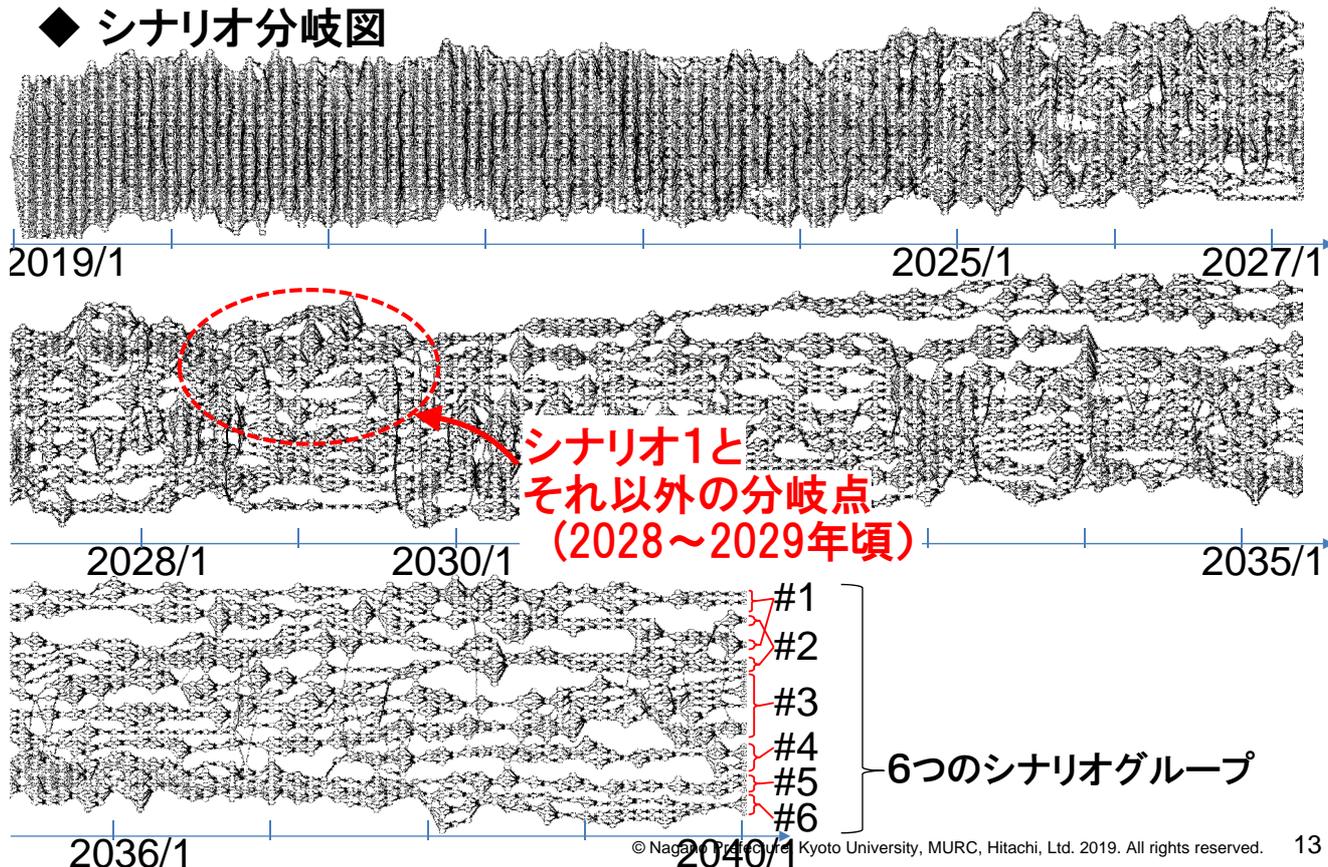
(産業・所得、雇用、観光、環境、人口、健康、学び、地域)

⇒ シナリオ1が最もバランスが良く、相対的に望ましいシナリオ

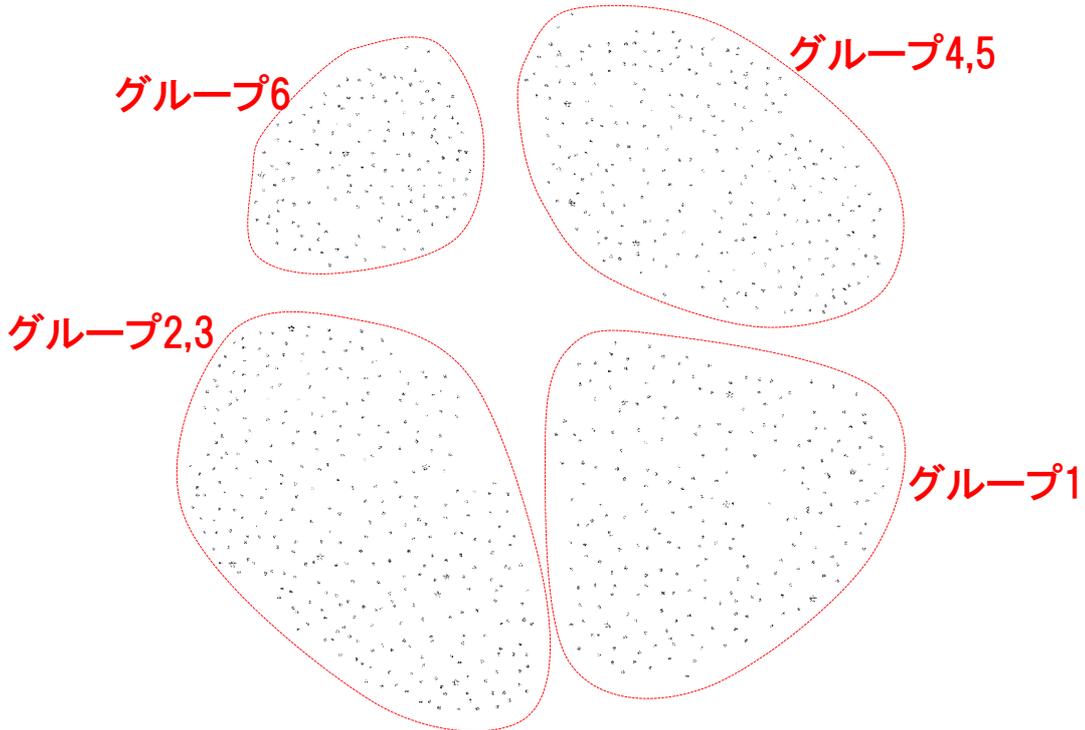
#	解釈	産業所得	雇用	観光	環境	人口	健康	学び	地域	評価
1	持続可能性良好	○	△	○	△	○	○	○	△	○5 △3
2	人口持続可能性不良	△	△	○	○	×	△	○	△	○3 △4 ×1
3	経済持続可能性不良	×	×	△	○	○	○	○	△	○4 △2 ×2
4	環境・地域重視	△	×	△	○	△	△	△	○	○2 △5 ×1
5	持続可能性不良	○	×	△	△	×	△	△	△	○1 △5 ×2
6	持続可能性不良	△	×	×	△	×	△	△	△	△5 ×3

# 分岐構造解析(テーマ①)

## ◆ シナリオ分岐図



## ◆ 2040年時点でのシナリオ分布図



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 14

# 分岐要因解析(テーマ①)

◆ シナリオ1とそれ以外のシナリオは  
2028年～2029年頃に分岐する。

◆ 分岐要因の解析を行った。

税金、出生、観光、交通など  
に関連する指標の寄与度が高い。

## シナリオ1に導く要因

指標	感度
歳入額（地方税）	6.70
合計特殊出生率	6.46
出生数	6.29
情報通信インフラの整備	5.58
観光客数	4.92
行祭事・イベント数	3.84
多言語受入環境の整備	3.82
信州のブランド力	3.76
観光地域づくり	3.46
生産年齢人口	3.33
公共交通機関利用者数	3.16
豊かな自然	3.08
信州の魅力発信	2.93
外国人観光客数	2.73
地域公共交通機関の維持・確保	2.70
持続可能で快適な交通環境	2.66
歳出額（公債費）	2.36
インバウンド	2.24
医療従事者の確保（ニーズ）	2.18
介護人材の確保（ニーズ）	2.05

© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 15

### ◆ テーマ①の解析から、

全体として、観光など「外部」に対して開かれていると同時に、地域内の経済循環や郷土愛なども優れているという社会像が浮かび上がり、「開かれたローカライゼーションモデル」とも呼びうる姿を示していることから、そうした方向を実現するような政策を進めていくことが重要であると考えられます。

### ◆ テーマ②について、同様の検討を行った。

## 2. リニア中央新幹線の開業効果を高めるために何ができるか

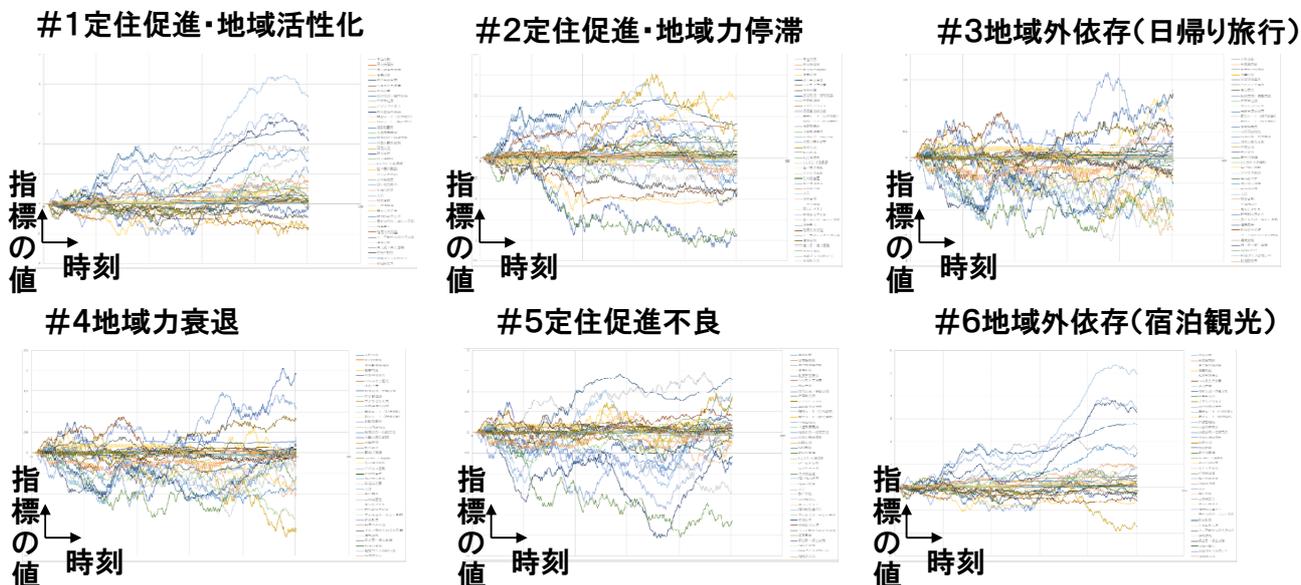
(地域・個別政策型)

- ・上伊那・飯伊地域を対象
- ・リニアの開業効果検討

## シナリオ列挙(テーマ②)

◆ AIシミュレーション(2019~2040年の21年間)により、  
2万通りの未来シナリオを得る。

◆ 2万通りの未来シナリオを6つの類似シナリオに分類



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 18

## シナリオ評価(テーマ②)

◆ 6つのシナリオを人が解釈し意味付け

2040年の状態を7項目で評価

(産業、観光、地域経済、人口、暮らし、交通、地域力)

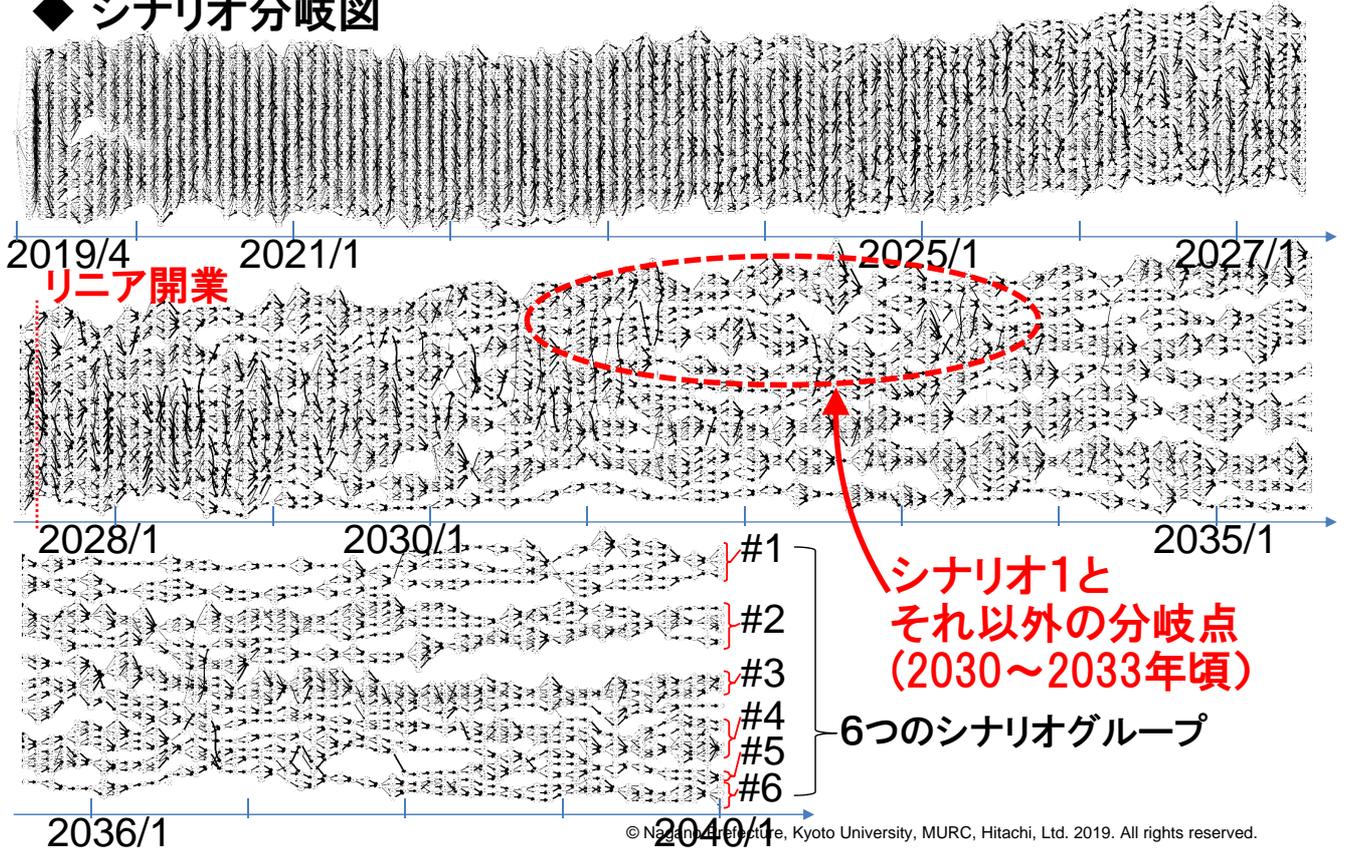
⇒ シナリオ1が最も望ましいシナリオ

#	解釈	産業			観光			地域経済	人口	暮らし	交通	地域力	評価
		知の拠点	次世代	農林業	資源	グローバル	消費						
1	定住促進、地域活性化	△	○	○	○	△	△	○	○	○	×	○	○7△3×1
2	定住促進、地域力停滞	△	○	○	△	○	×	×	○	○	×	△	○5△3×3
3	地域外依存(日帰り旅行)	△	○	△	△	×	×	×	×	×	×	○	○2△3×6
4	地域力衰退	△	×	△	△	△	×	×	△	×	△	×	△6×5
5	定住促進不良	△	△	○	○	○	△	△	×	△	○	△	○4△6×1
6	地域外依存(宿泊観光)	△	△	×	○	△	△	△	×	△	×	△	○1△7×3

© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 19

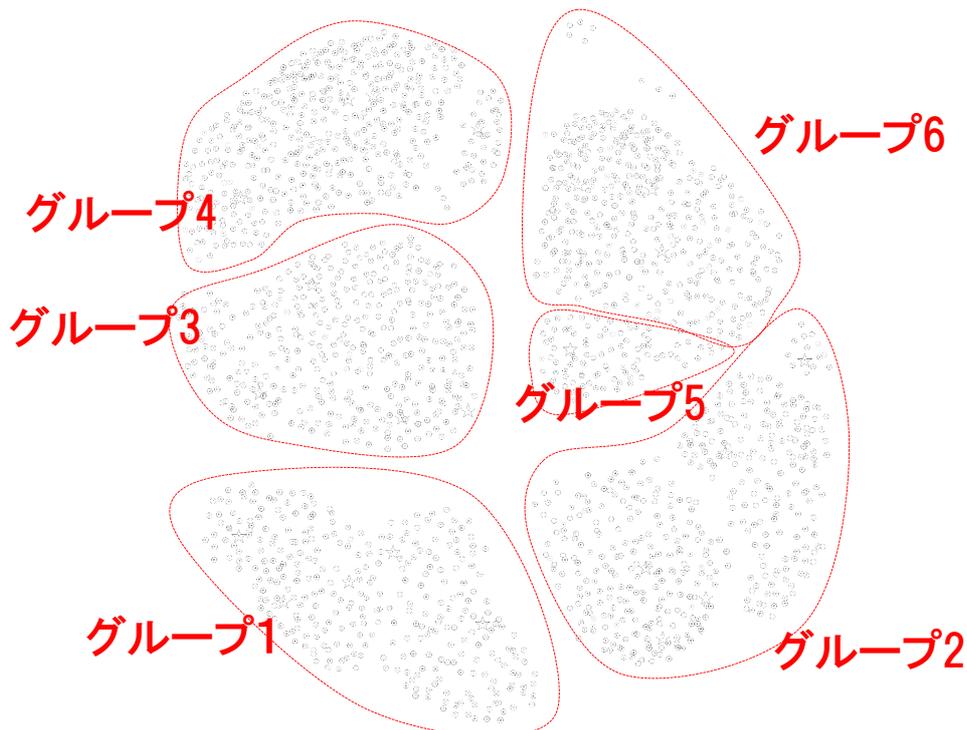
# 分岐構造解析(テーマ②)

## ◆ シナリオ分岐図



# 分岐構造解析(テーマ②)

## ◆ 2040年時点のシナリオ分布図



◆ シナリオ1とそれ以外のシナリオは2030～2033年頃に連続的に分岐する。

◆ 分岐要因の解析を行った。

### シナリオ1に導く要因

指標	感度
人口	4.19
健康長寿	3.67
郷土愛・郷土意識	3.40
事業所数	3.17
強い地元資本	2.65
一人多役	2.37
賃貸オフィス	2.34
高速バス運行本数	2.28
教育環境の整備	2.18
農商工連携（6次産業化）	2.04
ライフスタイルの多様化	1.97
地域内消費	1.83
居住地の整備	1.75
移住者数	1.73
地域活動への参加	1.66
小売業の事業所数	1.50
幹線道路の整備	1.50
研究機関数	1.36
食品産業	1.36
暮らしやすさ	1.34

© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 22

## まとめ(テーマ②)

定住型で「地域力」や「暮らし」「地域経済」などが良好な、いわば地域コミュニティ重視の社会像が浮かび上がり、リニアを通じた外部との交流の活発化と並行して、地域の基盤を高めるような政策を進めていくことが重要であると考えられます。



**HITACHI**  
Inspire the Next

 **MUFG**  
三菱UFJリサーチ&コンサルティング



**HITACHI**  
Inspire the Next

 **MUFG**  
三菱UFJリサーチ&コンサルティング

以降は、補助資料

## ◆ AIを活用したシナリオ列挙プロセス(What)

人が思い描けるシナリオには漏れ・偏りがある

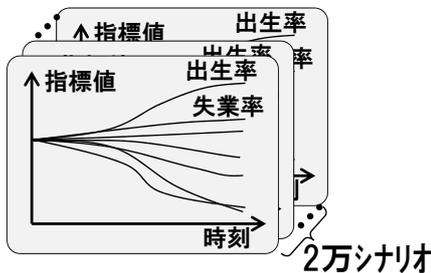
⇒ AIの活用により、将来起こり得るシナリオを、抜け／偏りなく列挙できる。

### ◆ 多数シミュレーション機能

目的: 将来起こり得るシナリオを漏れなく列挙する

方法:

- ・作成したモデルをもとに、2万回のシミュレーションを実行。
- ・21年間(2019~2040年)

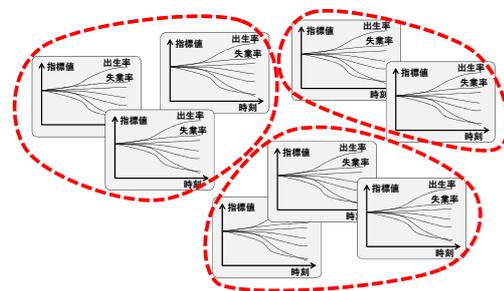


### ◆ シナリオ分類機能

目的: 少数の偏りのない代表シナリオを抽出する

方法:

- ・2万シナリオを、6個に分類。(類似シナリオのグループ化)



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 26

# 関係性検討(分岐構造解析)

## ◆ AIを活用した関係性検討プロセス(When)

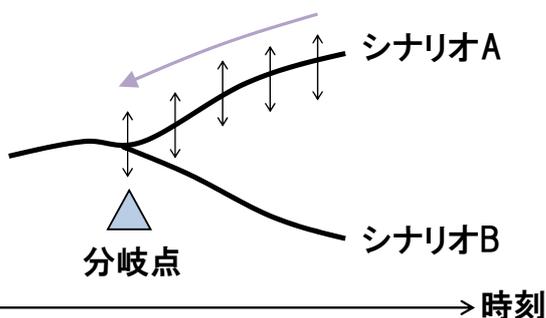
人は、将来のいろいろな出来事の関係性を考えることが苦手

⇒ AIの活用により、シナリオ間の分岐が、いつ、どのような順番で、発生するかがわかる。

### ◆ 分岐構造解析技術

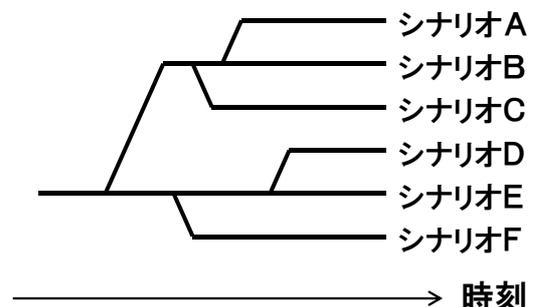
・バックキャスト解析

時間をさかのぼりながら、摂動を加えてシミュレーションを繰り返すことで2つのシナリオ間の分岐点を特定。



・シナリオ分岐木の構築

複数のシナリオ間の分岐構造を木構造として表す。



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 27

## ◆ AIを活用した要因検討プロセス(How)

シナリオの分岐が、どうして発生するのか知りたい。

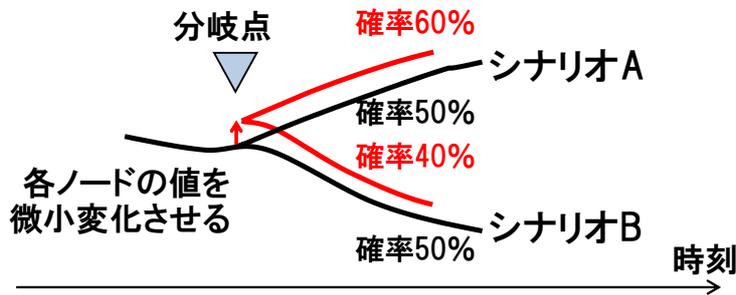
⇒ AIの活用により、シナリオの分岐に影響を与える要因が、わかる。

⇒ 望ましいシナリオに誘導する、具体的な政策を提言できる。

## ◆ 分岐要因解析技術

・シナリオ分岐点における感度解析

シナリオ分岐点において、各ノード(指標)の値を微小に変化させ、特定のシナリオの実現確率がどれだけ変化するか(感度)を調べる。



© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 28

# シナリオ評価(テーマ①) 重点目標

◆2040年の状態を、  
長野県総合5か年計画の8つの重点目標でも評価した

⇒ シナリオ1が最も良いシナリオ

#	解釈	産業・所得		雇用	観光	環境	人口		健康	評価
		労働生産性	家計可処分所得	就業率	観光消費額	再エネ自給率	社会増	合計特殊出生率	健康寿命	
1	持続可能性良好	△	○	○	○	○	△	○	○	○6△2
2	人口持続可能性不良	○	○	○	△	○	×	×	△	○4△2×2
3	経済持続可能性不良	×	×	×	△	△	△	○	○	○2△3×3
4	環境・地域重視	○	×	△	×	○	○	×	×	○3△1×4
5	持続可能性不良	○	△	×	×	○	△	△	×	○2△3×3
6	持続可能性不良	○	×	×	×	△	△	×	△	○1△3×4

© Nagano Prefecture, Kyoto University, MURC, Hitachi, Ltd. 2019. All rights reserved. 29

符号	From	To	線形	遅延[m]	線形.ばらつき[σ]	遅延.ばらつき[±m]	
1	-	死亡数	人口	0.012	0	0.0003	0
2	-	将来への不安	出生数	0.44	60	0.1	60

1 毎月人口異動調査（H29 死亡25,703 人口2,084,883、H28 死亡25,208 人口2,096,272、H27 死亡24,723 人口2,105,187  
ばらつきは、3年間の比率の違いから設定。

2 H29長野県民の結婚・出産・子育てに関する調査（理想より子どもが少ない理由（経済的負担≡将来の不安）44.1%）ばらつきは、独身者は35.2%なのでその差。

## 注目指標(テーマ①)

※重点目標

1. 産業・所得
  - ・県内総生産
  - ・※県民一人当たり家計可処分所得
  - ・※労働生産性
  - ・農業産出額
  - ・林業産出額
  - ・製造品出荷額
  - ・県内事業所数
2. 雇用
  - ・※就業率
  - ・高齢者就業率
  - ・女性就業率
  - ・障がい者就職率
  - ・多様な働き方暮らし方
  - ・人手不足・担い手不足
  - ・多様な保育サービス
3. 観光
  - ・※観光消費額
  - ・観光客数
  - ・外国人観光客数
  - ・信州のブランド力
  - ・公共交通機関利用者数
4. 環境
  - ・※再生可能エネルギー自給率
  - ・環境負荷
  - ・豊かな自然
  - ・一般廃棄物総排出量

5. 人口
  - ・人口
  - ・年少人口
  - ・生産年齢人口
  - ・高齢人口
  - ・※合計特殊出生率
  - ・※転入者数
  - ・※転出者数
  - ・つながり人口
6. 健康
  - ・※健康寿命
  - ・医療提供体制の確保(ニーズ)
  - ・地域包括ケア体制の確立
  - ・健康づくり
7. 学び
  - ・生涯を通じた学び
  - ・「将来の夢や目標を持っている」児童生徒の割合
  - ・郷土への愛着
  - ・県内大学の収容力
  - ・大学進学率
8. 地域
  - ・地域内経済循環
  - ・地域コミュニティ
  - ・地域づくりの担い手
  - ・地域防災力
  - ・中山間地域の生活基盤
  - ・共助の精神

- (参考)行財政
- ・長野県の財政状況
  - ・職員の生産性
  - ・歳入額(地方税)
  - ・歳出額

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>1. 産業</b><br/>(知の拠点)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本社の数</li> <li>・研究機関数</li> <li>・高等教育機関数</li> <li>・事業所数</li> <li>・技術交流・情報交換</li> <li>・産学官連携</li> </ul> <p>(次世代産業)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・航空宇宙産業</li> <li>・ヘルスケア産業</li> <li>・食品産業</li> </ul> <p>(農林業)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アグリビジネス</li> <li>・森林資源の活用</li> </ul> | <p><b>2. 観光</b><br/>(観光資源)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・観光ルート(県内縦断)</li> <li>・観光ルート(隣県横断)</li> <li>・体験型観光</li> <li>・山岳高原観光</li> <li>・地域の祭・伝統芸能</li> </ul> <p>(グローバル)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外国人観光客数</li> <li>・国際交流</li> </ul> <p>(観光消費)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・観光消費額</li> <li>・1人当たり消費額</li> </ul> | <p><b>3. 地域経済</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・県内総生産</li> <li>・強い地元資本</li> <li>・地域内消費</li> </ul> <p><b>4. 人口</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・人口</li> <li>・移住者数</li> <li>・二地域居住</li> </ul> <p><b>5. 暮らし</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・暮らしやすさ</li> <li>・精神的な豊かさ</li> <li>・豊かな自然・美しい景観</li> <li>・健康長寿</li> </ul> <p><b>6. 交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域公共交通</li> <li>・リニア駅からの2次交通</li> <li>・道路混雑</li> </ul> <p><b>7. 地域力</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・郷土愛・郷土意識</li> <li>・地域の個性</li> <li>・地域づくりの担い手</li> <li>・地域防災力</li> </ul> |
|---|---|--|

活動実績		
	テーマ①	テーマ②
7月	政策テーマと進め方	政策テーマと進め方
8月	方針確認 キーワード抽出	
9月	ワークショップ	
10月	係数設定(数値)	
11月	方針確認 因果関係確認	方針確認 キーワード抽出
12月	係数設定(抽象)	
1月	評価方法確認	ワークショップ 係数設定作業
2月	シナリオ解釈 要因解析	
3月	まとめ	シナリオ解釈 要因解析、まとめ