



政策提言AIの仕組みと活用 未来シナリオの可能性の束とシナリオ分岐点の導出

日立製作所 福田幸二

1. 政策提言AI(意思決定支援AI)

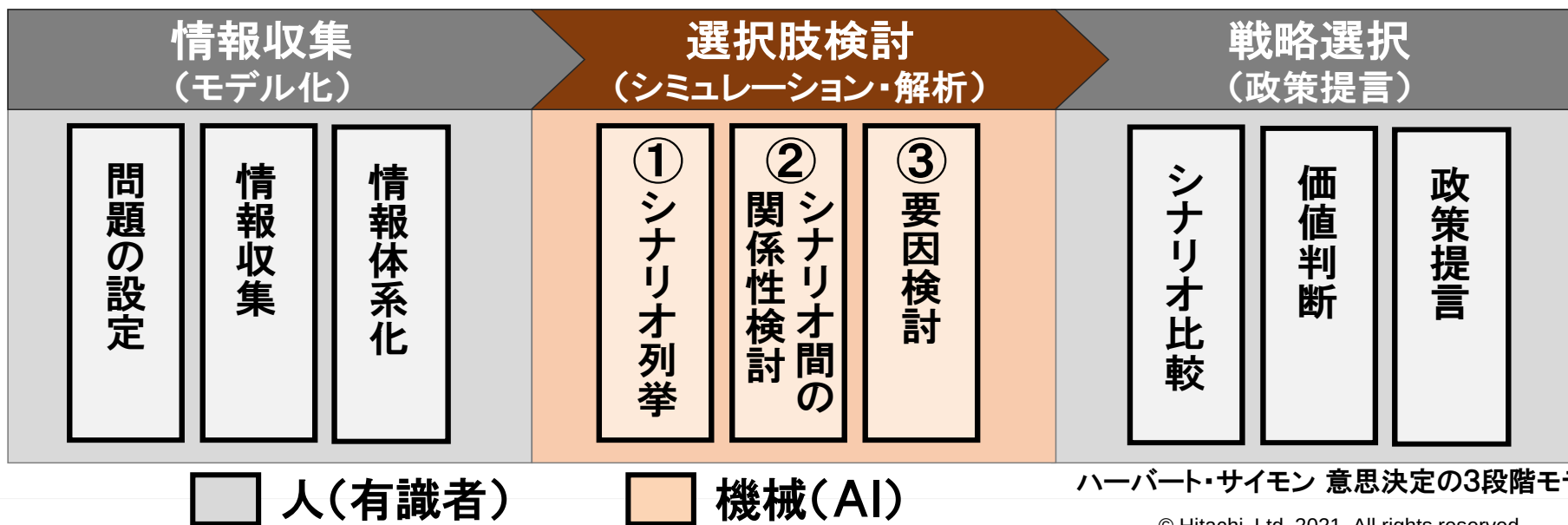
◆ 意思決定とは

不確実な状況のもとで、特定の目的を達成するために、最善な行動を決めること

◆ 意思決定を支援するAIに求められること

- ・状況をできるだけ正確に把握すること
⇒ ビッグデータ活用、機械学習
- ・不確実な状況のもとで、各選択肢のメリット・リスクを示すこと
⇒ 本発表

◆ 政策提言の3ステージ



ハーバート・サイモン 意思決定の3段階モデル

2. 今回の政策提言の全体フロー

情報収集 ステージ

問題設定
2050年の日本の
持続可能性
の確保

情報収集
人(有識者)の
知の蓄積

情報体系化

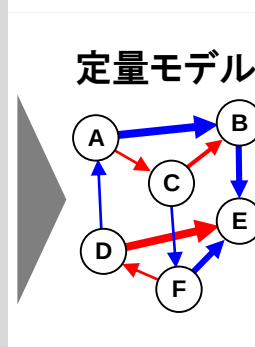
因果洗い出し



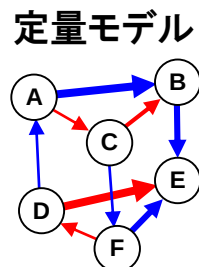
係数設定

□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□

統計データの利用

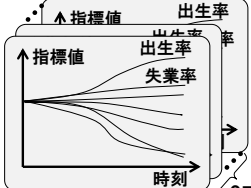


選択枝検討 ステージ

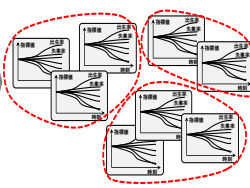


①シナリオ列挙

多数シナリオ
シミュレーション



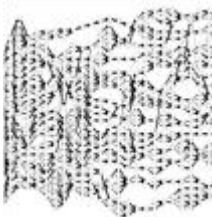
シナリオ分類



2万シナリオ

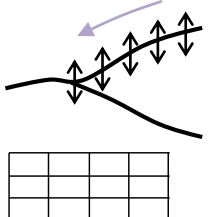
②関係性検討

分岐構造解析



③要因検討

分岐要因解析



戦略選択 ステージ

シナリオ比較／価値判断



政策提言

□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	□	□
●	□	□	□	□	□
●	□	□	□	□	□
●	□	□	□	□	□

3. 情報収集ステージ

情報収集 ステージ

問題設定

2050年の日本の
持続可能性
の確保

情報収集

人(有識者)の
知の蓄積

情報体系化

因果洗い出し

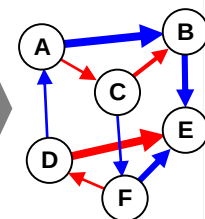


係数設定

□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□

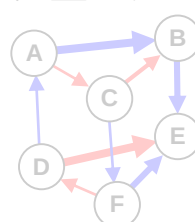
統計データの利用

定量モデル



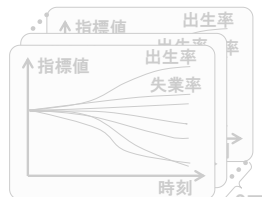
選択枝検討 ステージ

定量モデル



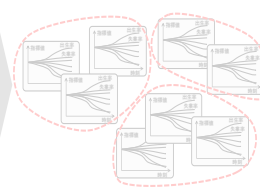
シナリオ列挙

多数シナリオ シミュレーション



2万シナリオ

シナリオ分類



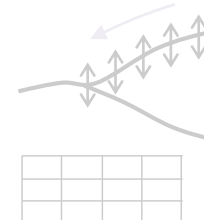
②関係性検討

分岐構造解析



③要因検討

分岐要因解析

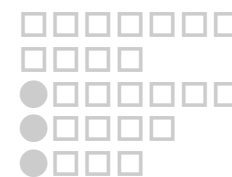


戦略選択 ステージ

シナリオ比較／価値判断



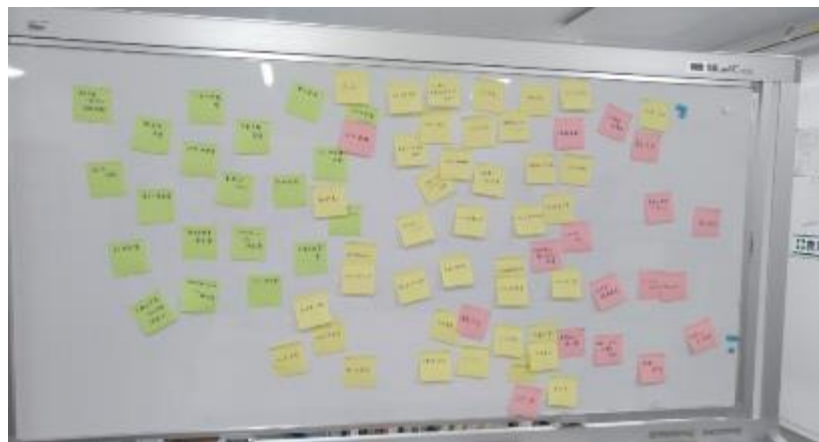
政策提言



4. 因果洗い出し

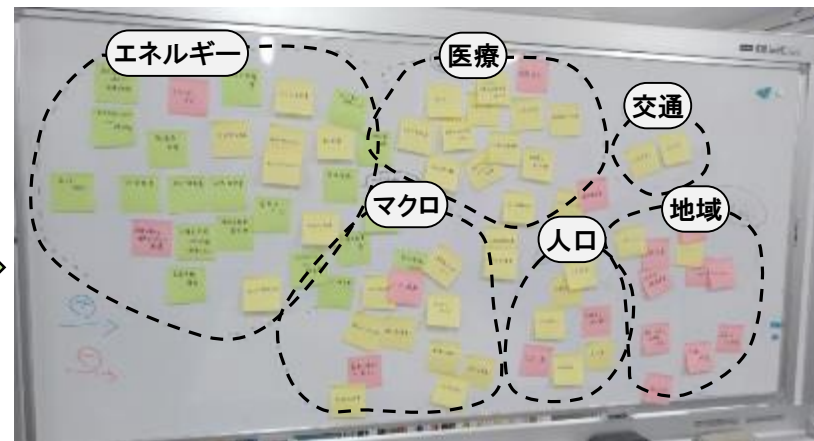
◆ ワークショップによる因果関係の洗い出し

1. キーワードの洗い出し

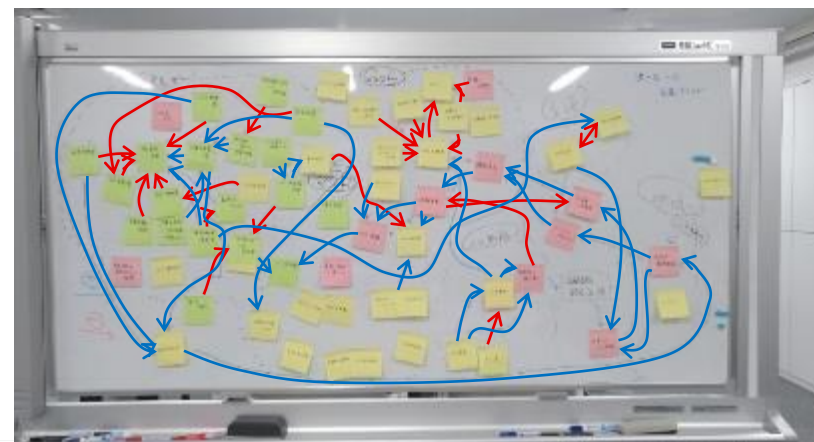


例) GDP、出生率、失業率、健康寿命、

2. キーワードのクラスタリング



3. 因果関係を付加



青線: 正の因果関係
赤線: 負の因果関係

5. 定量モデル構築(係数設定)

◆ 定量モデル構築における課題

パラメータ(強度・時間遅れ)をどうやって定めるか？ 値の信頼性は？



採用した方針

方針1.

パラメータの不確実性をそのまま表現し、
大量シミュレーションにより、全ての可能性(未来シナリオ)を調べる。

方針2.

未来シナリオ間の関係性(分岐構造)に注目し、
分岐に関係するパラメータを特定する。

6. 定量モデル構築(係数設定)

◆ 係数設定のフロー

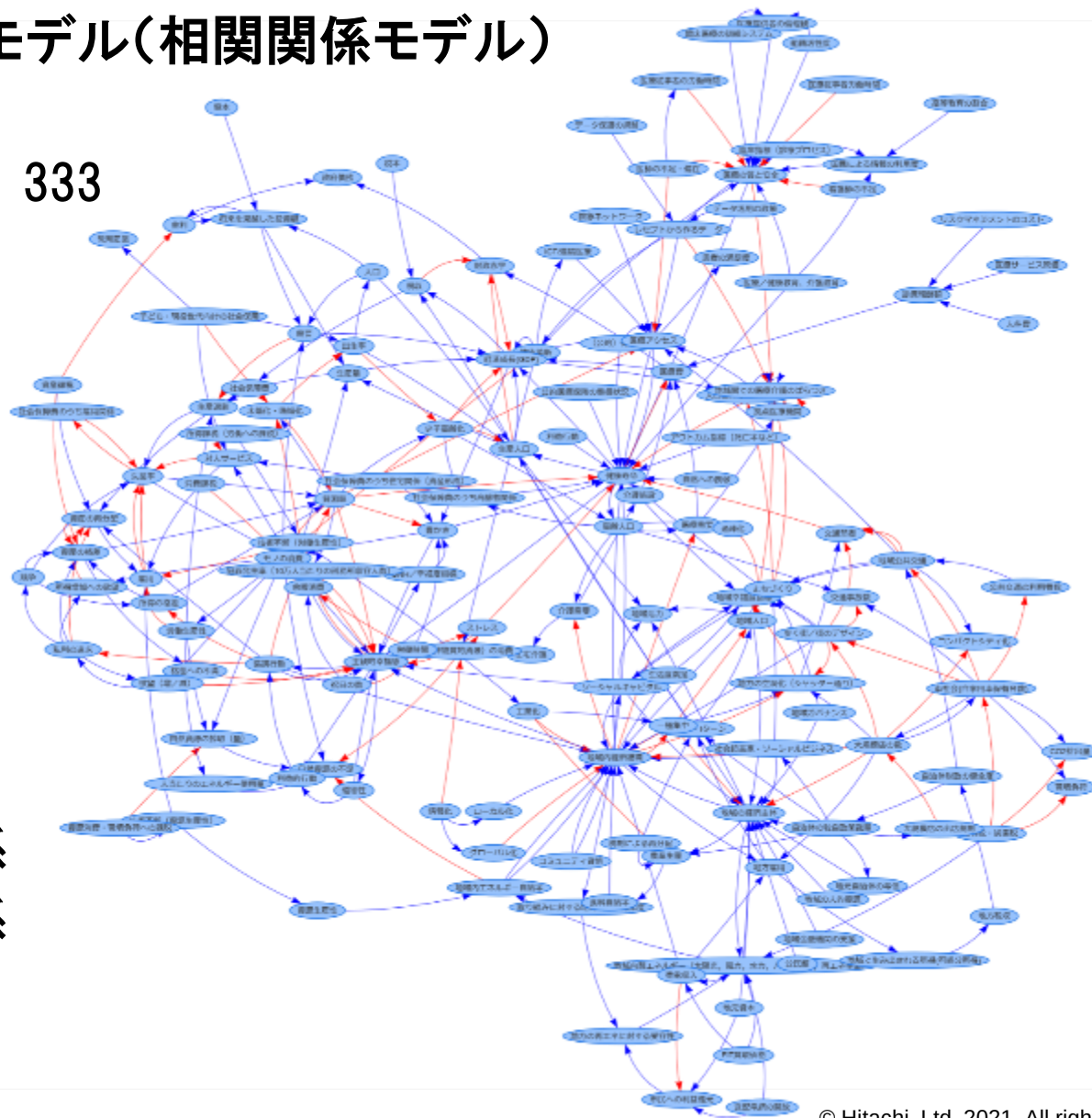
- 1) 各エッジに、人手で係数を付与。
 - ・強度(相関係数)、とその信頼度(ばらつき)
 - ・時間遅れ、とその信頼度(ばらつき)
- 2) 設定した強度・時間遅れの値をもとに、シミュレーションモデルを構築。
- 3) シミュレーション結果からモデルのパラメータを修正。
(過去の統計データを考慮する)

符号	From	To	線形	遅延[m]	線形.ばらつき[σ]	遅延.ばらつき[±m]
+	(公的)健康保険	医療アクセス	0.1	60	0.1	12
+	(公的)健康保険	健康寿命	0.2	60	0.1	12
+	FIT買取価格	地域内製エネルギー(太陽光, 風力, 水)	0.7	12	0.1	6
+	FIT買取価格	売電収入	1	12	0.3	1
+	GNH/幸福度指標	豊かさ	0.8	0	0.2	0
+	ICT/遠隔医療	医療アクセス	1	12	0.1	6
+	Uターン・Iターン	生産人口	0.7	12	0.3	3
+	Uターン・Iターン	地域人口	1	12	0.3	3
+	アウトカム指標(死亡率など)	健康寿命	0.5	0	0.3	6
-	グローバル化	地域内経済循環	0.5	12	0.5	12
+	コミュニティ貨幣	地域内経済循環	1	1	0.5	1
+	コミュニティ貨幣	地域内経済循環	1	12	0.1	3
-	ストレス	健康寿命	0.2	60	0.1	12
-	ストレス	主観的幸福感	0.2	0	0.1	0
+	ソーシャルキャピタル	健康寿命	0.5	48	0.3	24
+	ソーシャルキャピタル	主観的幸福感	0.6	36	0.3	18
+	ソーシャルキャピタル	取り組みに対する地元市民の認知度	0.8	18	0.2	9
+	ソーシャルキャピタル	地域の経済主体	1.5	16	0.3	4

7. 構築した定量モデル

◆ 構築した定量モデル(相関関係モデル)

- ・指標数: 149
- ・相関(矢印)の数: 333



青線: 正の因果関係
赤線: 負の因果関係

8. 選択肢検討、戦略選択ステージ

情報収集 ステージ

問題設定

2050年の日本の
持続可能性
の確保

情報収集

人(有識者)の
知の蓄積

情報体系化

因果洗い出し

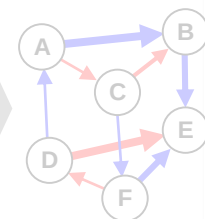


係数設定

□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□
□□□□	□□□□	□□□□	□□□□

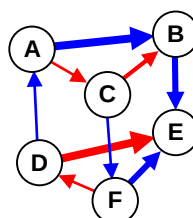
統計データの利用

定量モデル



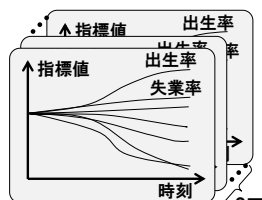
選択肢検討 ステージ

定量モデル



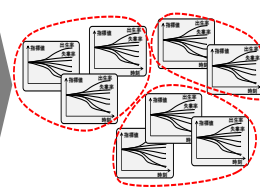
①シナリオ列挙

多数シナリオ
シミュレーション



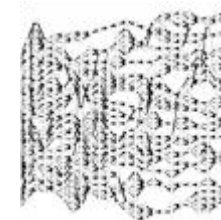
2万シナリオ

シナリオ分類



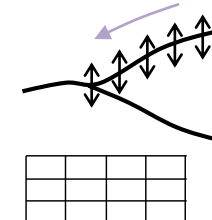
②関係性検討

分岐構造解析



③要因検討

分岐要因解析



戦略選択 ステージ

シナリオ比較／価値判断



政策提言

□□□□□□□
□□□□□
●□□□□□□
●□□□□□
●□□□□

9. ①シナリオ列挙

◆ 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

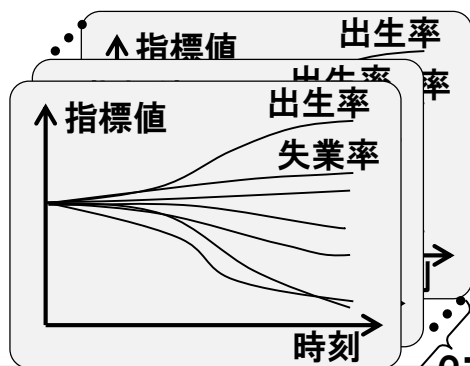
➡ AIの活用により、将来起こり得るシナリオを、抜け／偏りなく列挙できる。

◆ 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。
- ・35年間(2018～2052年)



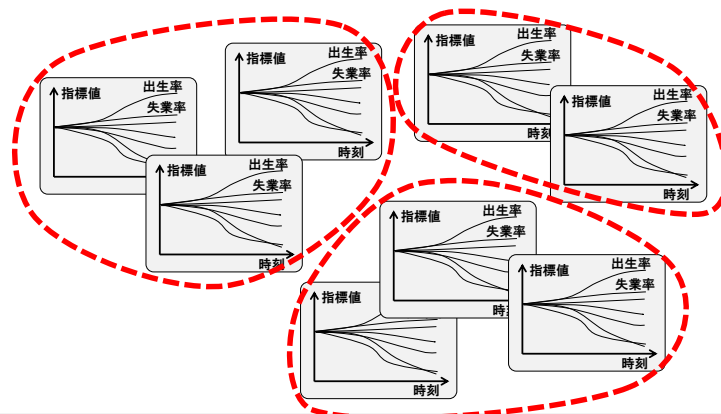
2万シナリオ

◆ 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：

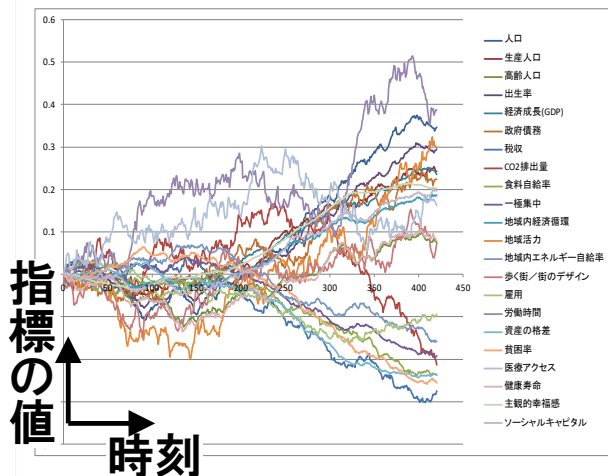
- ・2万シナリオを、23個に分類。
(類似シナリオのグループ化)



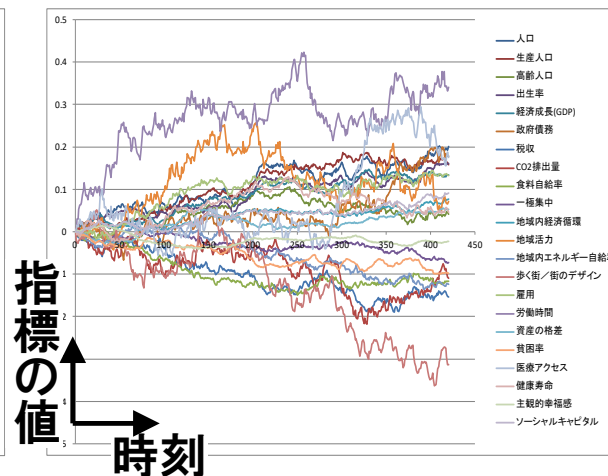
10. 将来シナリオの例

◆ 各グループの代表的なシナリオ例

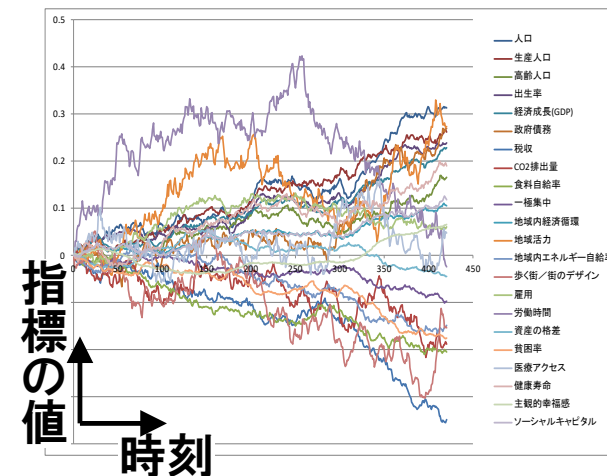
#1 地域再生・持続可能



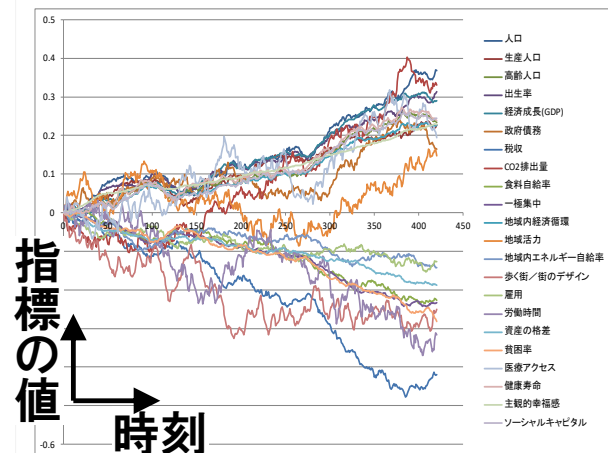
#5 持続性不良・不満



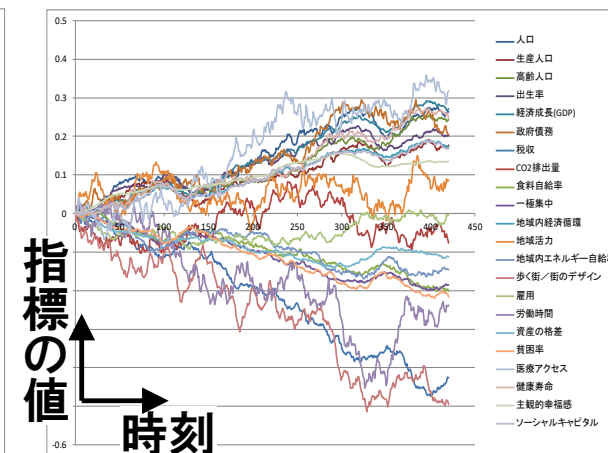
#8 人口持続可能・不満



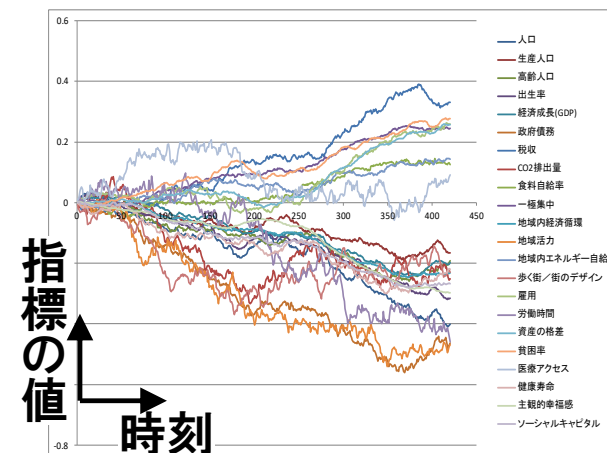
#12 環境持続不能



#16 財政持続不能



#21 都市集中



11. シナリオ比較、価値判断

◆ 各グループの代表シナリオを人(有識者)が解釈し意味付け

35年後(2052年)の状態を、
4+4つの観点(人口、財政、地域、環境・資源、雇用、格差、健康、幸福)で評価

各シナリオグループの解釈結果

シナリオ グループ#	人口	財政	地域	環境 資源	雇用	格差	健康	幸福	解釈
1~4	○	△	○	△	△	○	△	○	地域再生・持続可能 財政持続性に注意要
5~7	△	△	△	△	△	△	△	△	持続性不良・不満
8~11	○	△	△	△	△	○	△	△	人口持続可能・不満
12~15	○	△	○	×	△	○	○	○	環境持続不能
16~20	○	×	○	○	△	○	○	△	財政持続不能
21~23	×	○	×	○	○	×	×	×	都市集中・格差拡大 人口持続困難

◆ AIを活用した関係性検討プロセス(When)

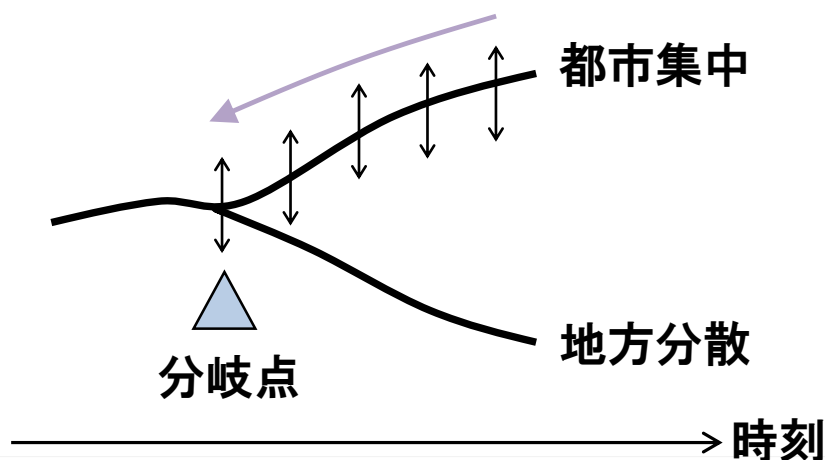
人は、将来のいろいろな出来事の関係性を考えることが苦手

➡ 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

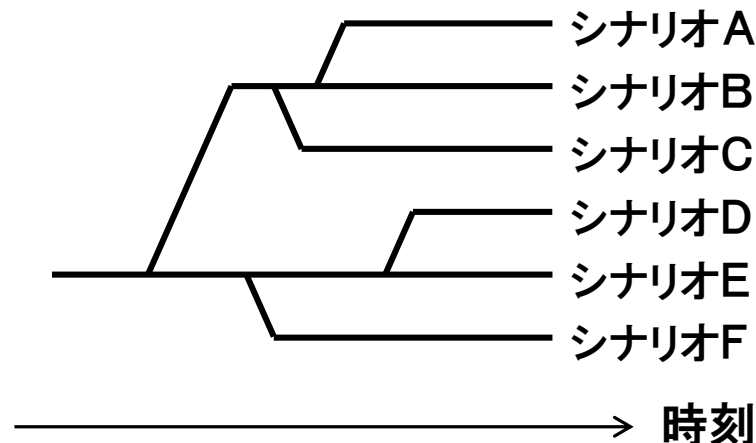
・バックキャスティング解析

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。



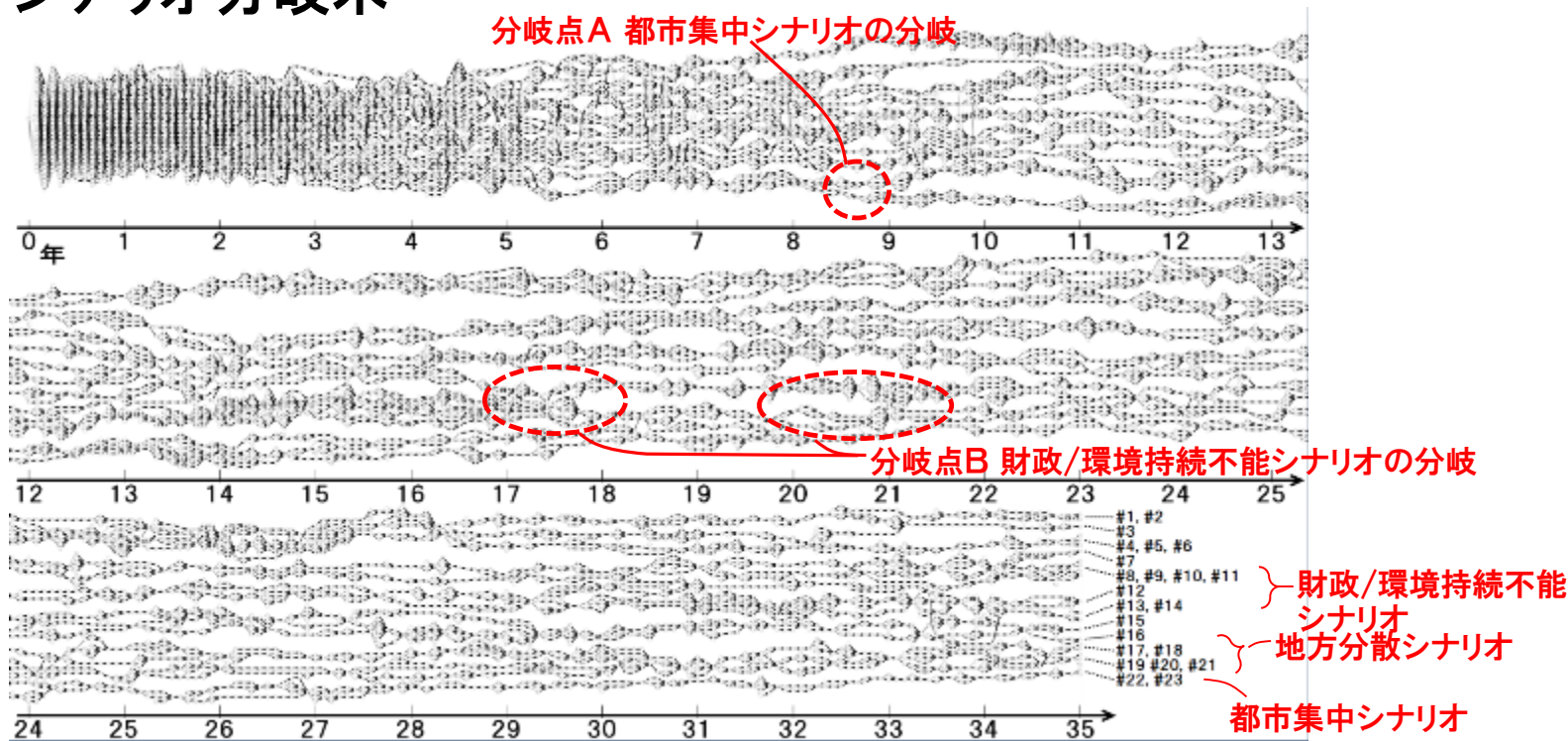
・シナリオ分岐木の構築

複数のシナリオ間の分岐構造を木構造として表す。



13. シナリオ分岐図および分岐点

◆ シナリオ分岐木



◆ 重要な分岐点

分岐点A (8～10年後): 都市集中シナリオと地方分散シナリオの分岐
以降、2つのシナリオが再び交わることはない。 ⇒ 提言(2)

分岐点B (17～20年後): 地方分散シナリオから財政/環境持続不能シナリオが分岐
ただし、完全に分離するわけではない。 ⇒ 提言(3)

14. シナリオ分岐の様子

2017-08

- 地域再生・持続可能。財政持続性に注意要
- 持続性不良・不満
- 人口持続可能・不満
- 環境維持不能
- 財政持続不能
- 都市集中・格差拡大・人口持続困難



◆ AIを活用した要因検討プロセス(How)

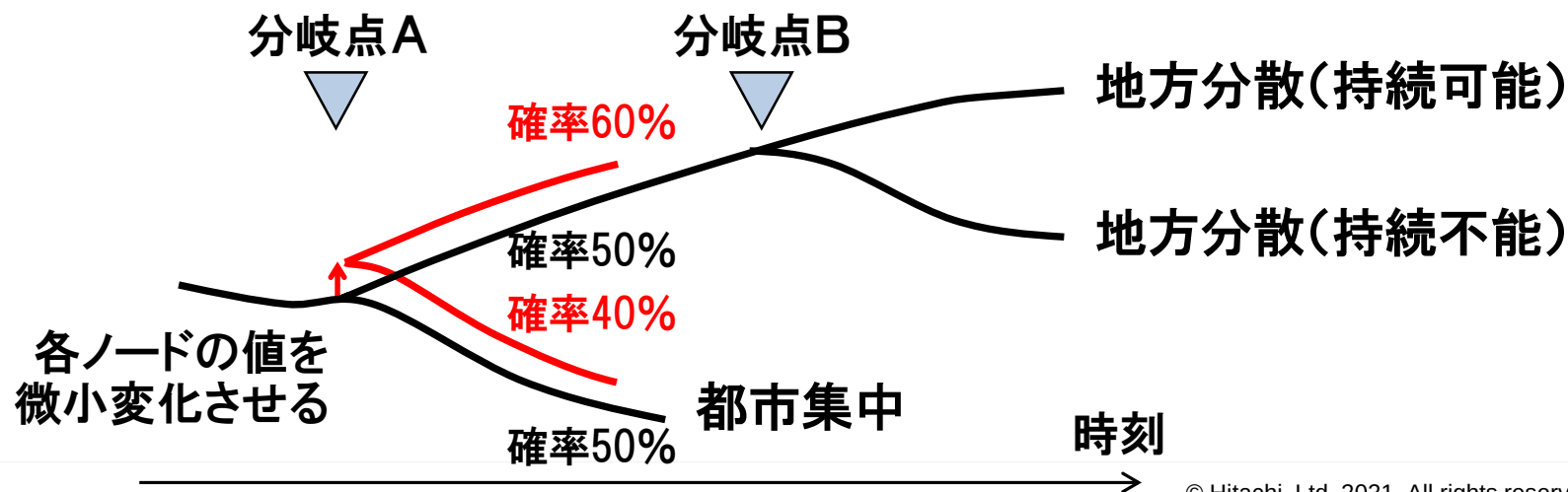
シナリオの分岐が、どうして発生するのか知りたい。

- ➡ 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。



16. 分岐点①の要因

◆ 分岐点①(都市集中シナリオと、地方分散シナリオの分岐)の要因解析

地方分散シナリオに誘導するには

- ・環境課税
- ・地域の公共交通機関の充実等の政策が有効。

地方分散シナリオ
に導く要因Top15

指標	感度
人口	-1.87136
道徳性	-1.08274
環境税・炭素税	-0.96044
地域公共交通	-0.89472
送配電網の開放	-0.57887
グローバル化	-0.44046
生産人口	-0.42775
データ活用の政策	-0.42306
利他的行動	-0.35874
社会保障費のうち住宅関係(資産形成)	-0.35169
地域人口	-0.34987
出生率	-0.31291
ICT/遠隔医療	-0.30209
まちづくり	-0.28955
FIT買取価格	-0.27806

都市集中シナリオ
に導く要因Top15

少子高齢化	0.146284
工業化	0.147702
情報化	0.160375
大規模店の数	0.172628
貧困率	0.180344
過疎化	0.190511
医師の不足・偏在	0.200149
食料自給率	0.226676
失業率	0.229613
医療／健康教育、介護教育	0.278999
車社会(自家用車保有台数)	0.287131
私利の追求	0.289293
資本	0.348559
所得課税(労働への課税)	0.418607
一極集中	0.672344

17. 分岐点②の要因

◆ 分岐点②(地方分散シナリオの持続可能性に関する分岐)の要因解析

持続可能シナリオへの誘導には

- ・地域内経済循環の維持
 - ・環境負荷の削減
- が必要。



- ・地方税収
- ・地域内エネルギー自給率
- ・地方雇用

といった指標に注意しながら、
経済循環を高める政策を
継続的に実行する必要がある。

持続可能シナリオ
に導く要因Top15

ノード	感度
地域内経済循環	-0.47959
地域で生み出される所得(可処分所得)	-0.42367
地方税収	-0.40579
自治体財政の健全度	-0.39416
地域内エネルギー自給率	-0.37847
生産人口	-0.36124
税収	-0.34434
地方雇用	-0.34277
健康寿命	-0.33984
地域の経済主体	-0.32454
出生率	-0.31999
地域の人的資源	-0.31555
地域ガバナンス	-0.30571
Uターン・Iターン	-0.30566
地元資本	-0.29803

持続不能シナリオ
に導く要因Top15

地方の空洞化(シャッター通り)	0.117763
医療費	0.138634
工業化	0.146495
CO2排出量	0.173845
貧困率	0.180229
政府債務	0.195119
環境負荷	0.195333
医療／健康教育、介護教育	0.199305
一人当たりのエネルギー使用量	0.234752
高齢人口	0.246522
医療需要	0.248886
自然資源の搾取(量)	0.269192
財政赤字	0.307893
社会保障費	0.309396
失業率	0.335747

◆ 政策提言AIの3つの技術

- ・政策提言における「選択肢検討」ステージにAIを活用
- ・開発AIの特徴技術と効果

- ① シナリオ列挙
(What)
 - ・多数シナリオシミュレーション技術
 - ・シナリオ分類技術
 - ➡ 起こる可能性があるシナリオを、漏れ／偏りなく列挙
 - ➡ 明確な将来予測に基づく政策提言
- ② 関係性解析
(When)
 - ・分岐構造解析技術
 - ➡ シナリオ間の分岐の順序や時期を特定
 - ➡ 政策実行時期が明確な政策提言
- ③ 要因検討
(How)
 - ・分岐要因解析技術
 - ➡ シナリオ間の分岐の発生要因を特定
 - ➡ 政策が具体的な政策提言

◆ 政府・自治体等での取り組み

- 2018年 ・文部科学省 中央教育審議会(大学分科会・将来構想部会)
 - ・長野県
 - ・岡山県真庭市
- 2019年 ・兵庫県 将来構想研究会
 - ・福井新聞社 120周年記念企画「未来のアクションリサーチ」
- 2020年 ・国土交通省 国土政策局
 - ・愛知県高浜市
 - ・広島県福山市

◆ 課題

- ・解析結果の取り扱い「AIが政策を決めるのか」
 - ⇒ (現時点では)、AIの結果を参考に人が政策を決める
- ・モデル化の手間削減と精度向上について
 - ・統計データを用いたモデルの(半)自動構築 兵庫県
 - ・政策提言AI協議会・地域データバンク構想(仮)

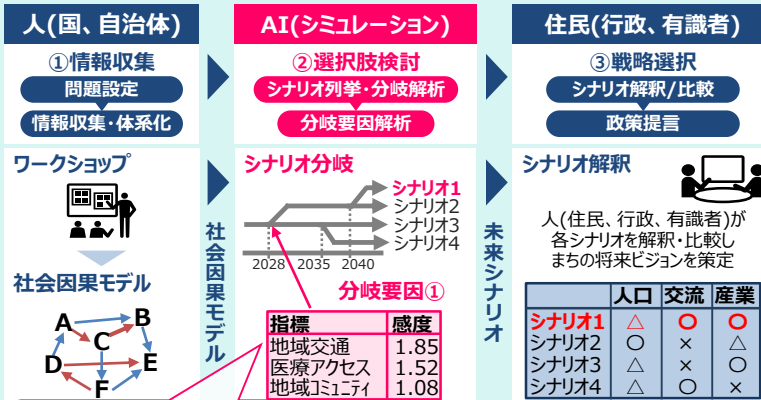
20. まちづくり統合システム（Cyber-PoC for Cities）

政策提言AIでマクロな政策目標を決定し、その後、地理的な要因を加味した詳細な検討を実施

■ まちの将来ビジョン：広い年代で住民交流×産業が発展しているまち

検討プロセス

- 1 まちの社会因果モデルを構築
- 2 実現可能な将来シナリオを列挙・比較
- 3 住民が、望ましい将来シナリオを選択し政策議論による将来ビジョンを策定



■ 実現する事業(マクロ視点)：

- 案1. ○○地域にMaaSを導入
案2. コミュニティ施設を建設・運営

検討プロセス

- 1 各事業案を社会/環境/経済の価値でシミュレーション
- 2 ステークホルダと価値やトレードオフを確認し実現する事業を検討・設計



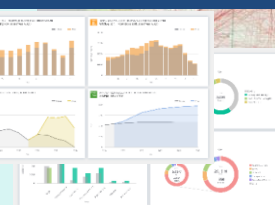
政策：地域交通や医療アクセス強化

移動しやすい
ローカーボン
ちょうどよい賑わい

Cyber-PoC for Cities



価値シミュレーション



Mapに紐づく分析データ空間

- 地図データ
- 地形データ
- ハザードマップ
- GPSデータ(人流、交通流)

統計

- 国勢調査
- モビリティ登録台数

気象

- 気象予報

人間

- 消費行動データ

操作ログ

- ライフログ

業務

- 運航ダイヤ

- イベント情報

21. 政策提言AI(意思決定支援AI)が目指すこと

◆ 背景・意見の異なる人同士が議論できる

- ・意見(支持する政策)の違いは、社会のモデルの違いに起因する
⇒ 各人の社会のモデルを比較することで議論ができる

◆ 誰もが、自分の意見(政策)を、説得力のある形で発信できる

	1990年代(ネット以前)	現在(ネット社会)	将来 (政策提言AI)
データへの アクセス	専門家のみ	誰もが可能	誰もが可能
政策の検討	専門家のみ	専門家のみ	誰もが可能
意見の発信	専門家(政治家) のみ	誰もが可能	誰もが可能

HITACHI
Inspire the Next 