

**高砂市**

**たかさご未来資産を貯めようプロジェクト**

**3 実証事業全体の効果検証  
最終報告**

**KPMGコンサルティング株式会社**

**2023年12月20日**

# Contents

- 実証実験の結果まとめ
- “実証”内容の検証
- 検証範囲
- SPOBYに関する検証
- ためまっぷに関する検証
- 参考資料

# Items

- 実証実験の結果まとめ

- “実証”内容の検証

- 検証範囲

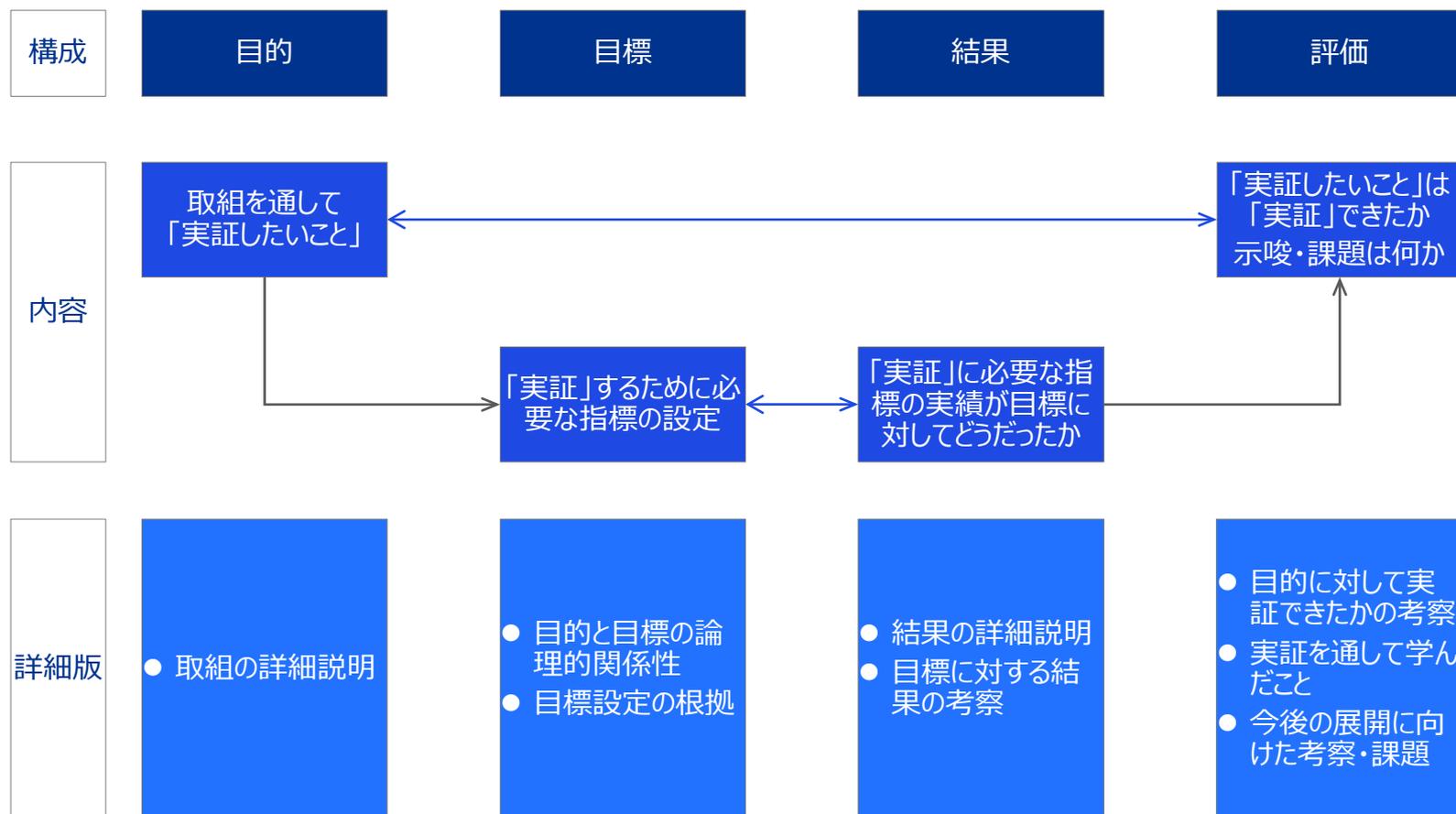
- SPOBYに関する検証

- ためまっぷに関する検証

- 参考資料

# 各実証実験の結果まとめ 考え方

- 実証結果報告は4つのパートで構成される。最上位に実証の「目的」があり、定量・定性評価するための「目標」を設定する。これを「結果」で確認し「評価」で「目的」が達成されたかを確認する。



# Items

- 実証実験の結果まとめ
- “実証”内容の検証
- 検証範囲
- SPOBYに関する検証
- ためまっぷに関する検証
- 参考資料

# 実証実験における“実証”内容の検証：目的と手法

## ■目的：

「当初想定した仮説が“実証”されたか」を各実証実験で取得したデータから確認する

## ■手法：

指標で表される事象間の 1. 相関関係及び 2. 因果関係を検証する

### 1. 相関関係の検証：

事象間の相関度の強さ（施策の有効性の強弱）を確認する  
⇒時系列データ間の相関係数の大きさを確認する

### 2. 因果関係の検証：

事象間に因果関係がみられるか（施策の効果の有無）を確認する  
⇒“データ駆動型因果グラフ作成ツール”により、初期仮説が再現されるかを確認する  
⇒時系列データの影響評価ツールにより、施策の影響有無を評価する

# 実証実験における“実証”内容の検証：最終報告

## ■ 本事業における当初想定仮説：

**個別事業①SPOBY**：脱炭素意識の向上、脱炭素行動の推進

**個別事業②ためまっぷ**：地域の人とのつながりを感じられ、地域のことを自分事化

**個別事業③Liqlid**：サービスの円滑実施と内容の向上・実証に対する理解度・改善への納得度の向上

**事業全体**：「地域のつながり基盤」（地域と行政のパートナーシップ構築の礎）が形成される

## ■ 結果まとめ：

■ **SPOBY**：データが十分に集まり、一定の検証ができた

■ 相関関係の検証

■ 自転車移動距離・脱炭素量に強い正相関がある

■ 因果関係の検証：

■ 今回の条件下においてユーザ数の増加による自転車移動距離増加などは確認できた

■ 交換会終了後、アクティブユーザ数が有意に減少した

■ **ためまっぷ**：一部の検証（広報の実施による閲覧増加）はできた

■ 因果関係の検証：

■ 広報の実施によりUU数・閲覧数が有意に増加したといえる

■ **Liqlid**：十分な投稿件数が得られず、データによる検証には至らなかった

■ **事業全体**：データ不足により、検証には至らなかったものの、各実証で実施したアンケート結果からは一定の意識変化はあったものと思われる

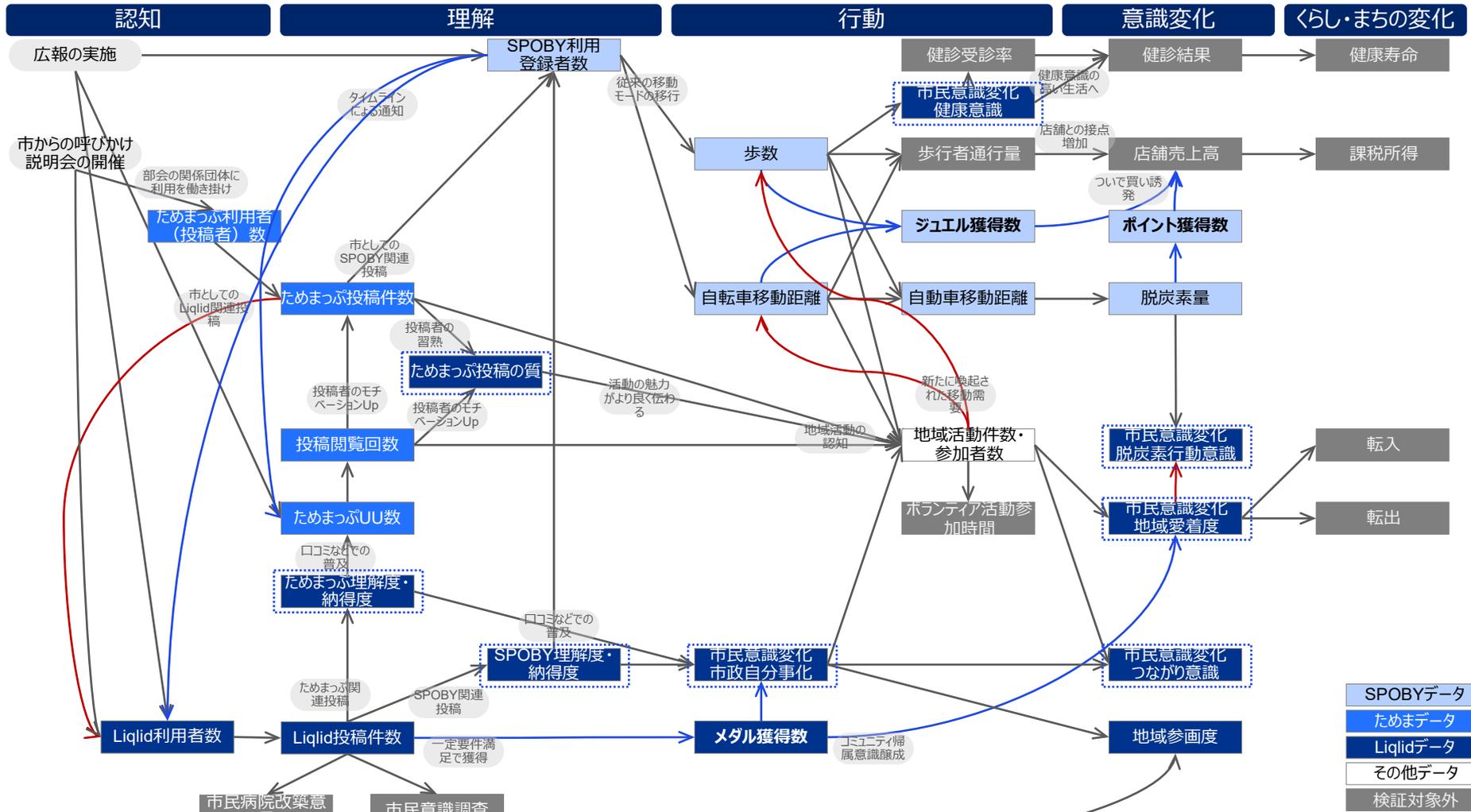
# Items

- 実証実験の結果まとめ
- “実証”内容の検証
- **検証範囲**
- SPOBYに関する検証
- ためまっぷに関する検証
- 参考資料

# 実証実験における“実証”内容の検証：全体像

20230721 地域実装協議会資料

3つの実証それぞれに設定した仮説をデータから検証することを目指した



SPOBYデータ
ためまぷデータ
Liqidデータ
その他データ
検証対象外



# 実証実験における当初想定仮説（事業全体）

3つの実証をとおして、最終的に「地域のつながり基盤」（地域と行政のパートナーシップ構築の礎）づくりができたかをデータから検証することを目指した

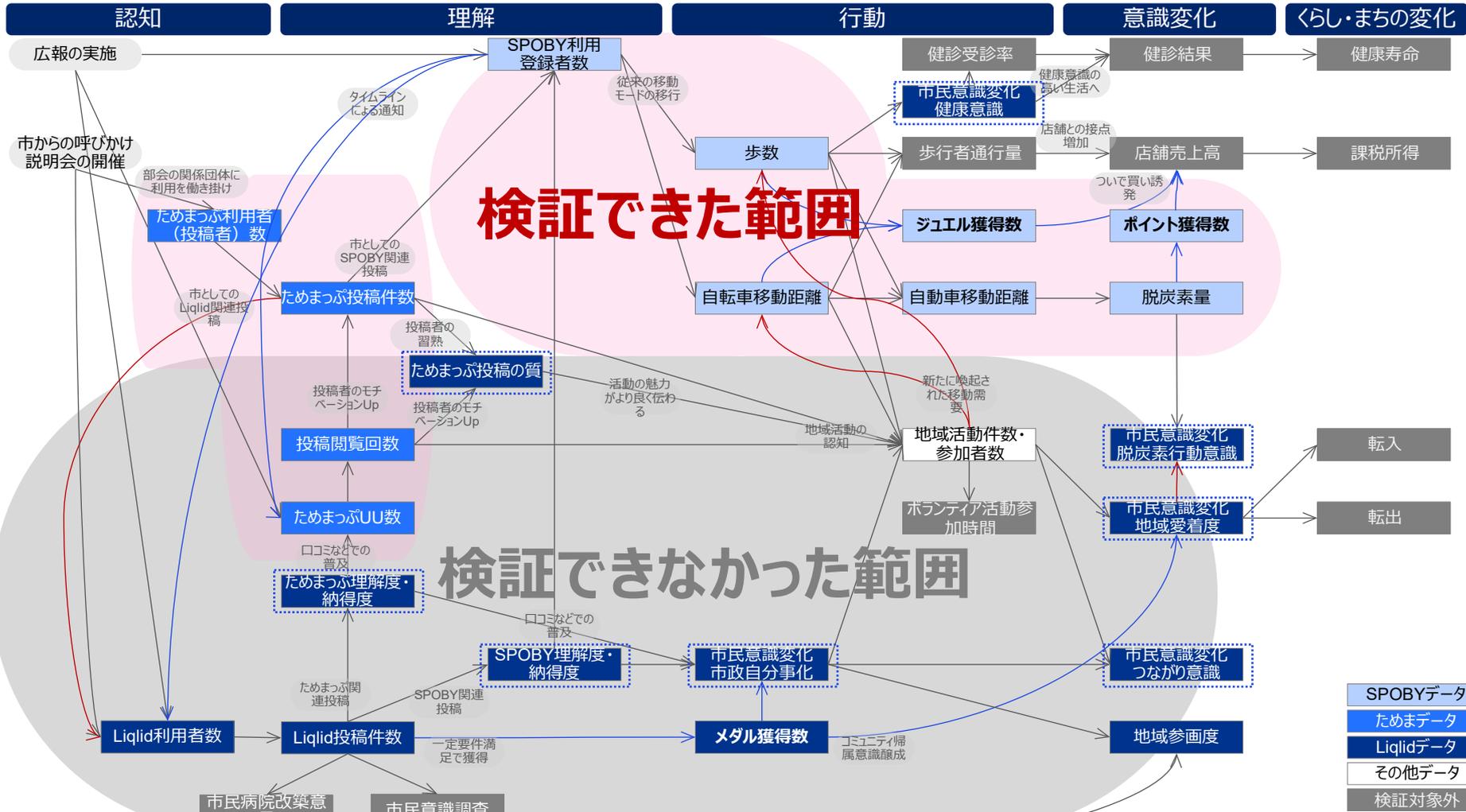
検証においては 定量データを中心とするが インタビュー・Liqlidへの投稿などのエピソードも活用する



# 実証実験における“実証”内容の検証：全体像

20230721 地域実装協議会資料

SPOBY及びためまっぷについては収集したデータによる検証を実施したが、Liqlidへの投稿が十分確保できなかったことから意識変化に関しては検証に至らなかった



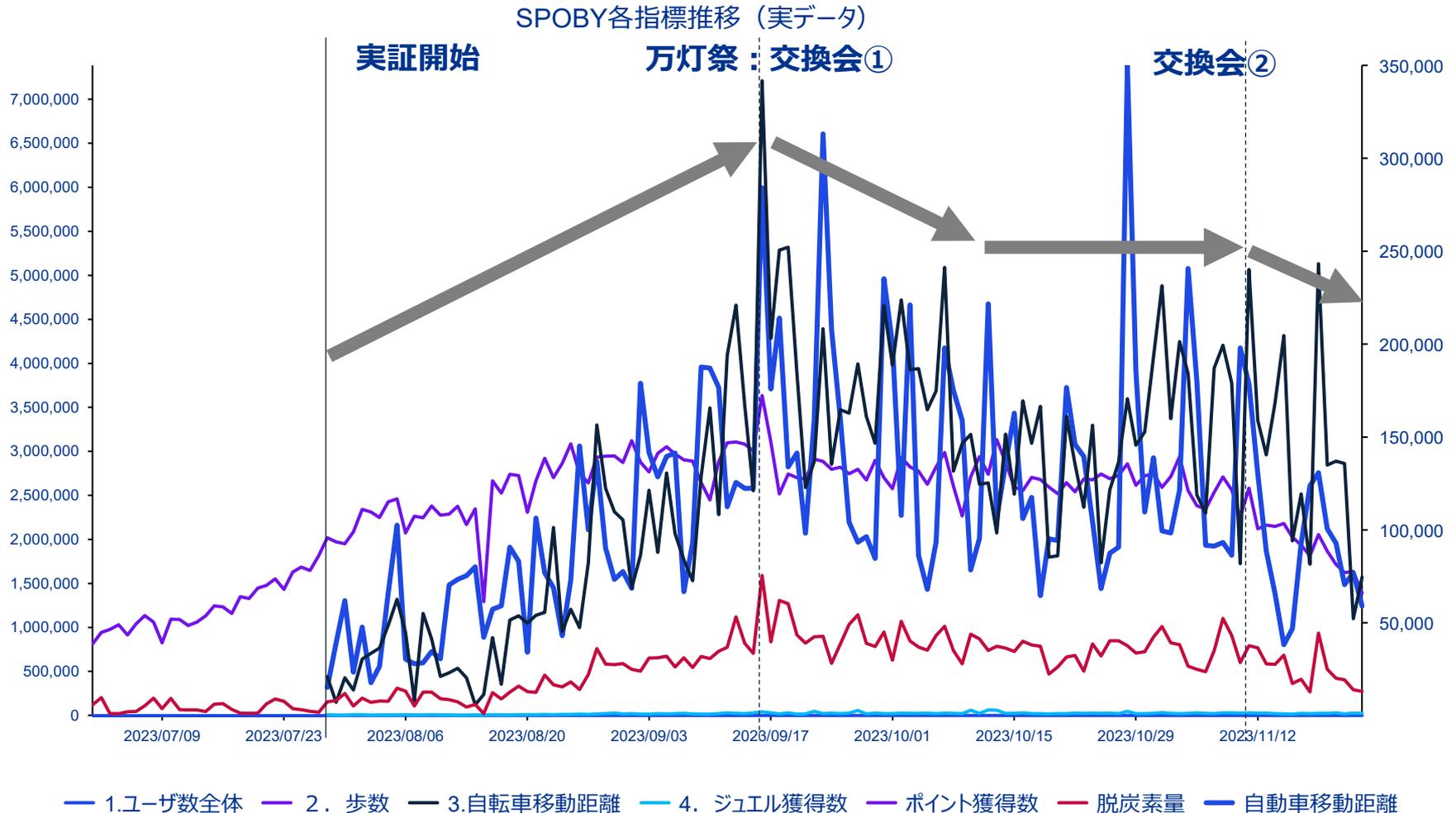
# Items

- 実証実験の結果まとめ
- “実証”内容の検証
- 検証範囲
- **SPOBYに関する検証**
- ためまっぷに関する検証
- 参考資料



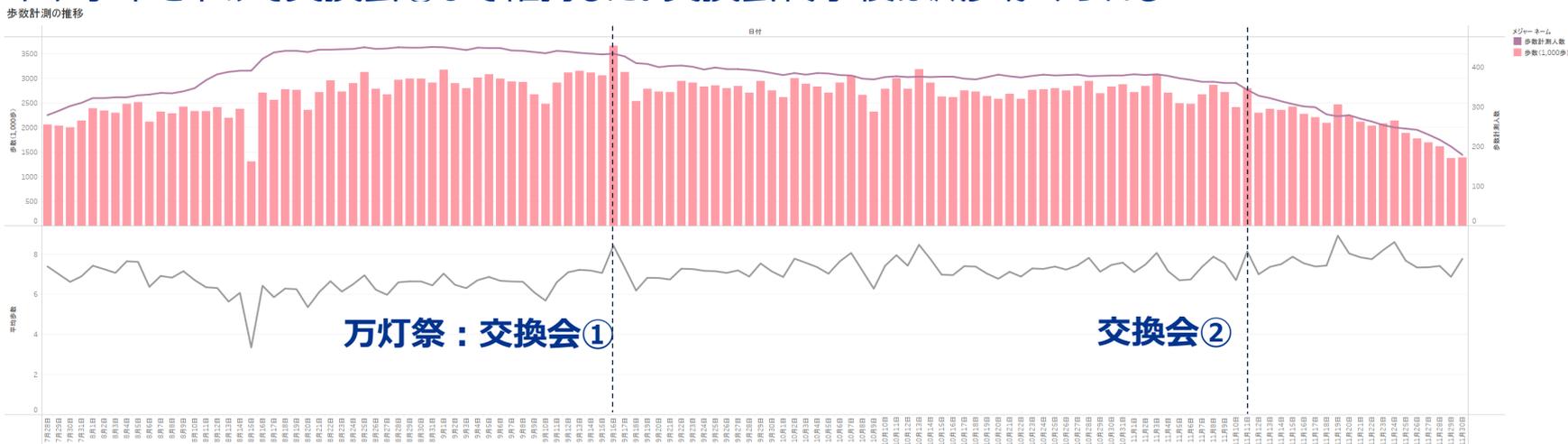
# 検証① SPOBYに関する指標全体の動き

SPOBYデータの推移では、**交換会①（万灯祭）**までは各指標全般に増加傾向が見えたが、これをピークにやや低下し横ばい。**交換会②**を境に低下傾向が見える



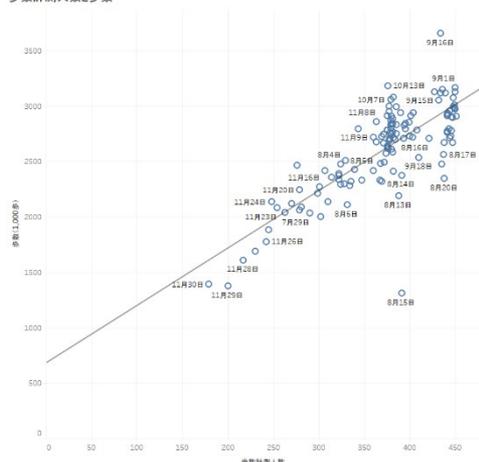
# 検証①SPOBYに関する指標全体の動き：交通モード別①徒歩

アクティブユーザ数（1日1歩以上歩行した者の数）は実証開始から増加し、交換会①まで高水準を保ったのち、やや水準を下げても交換会②まで維持した。交換会終了後は減少がみられる



日々の歩数(1,000歩)、歩数計測人数および平均歩数の合計の傾向です。ペイン歩数(1,000歩)の合計用：色は歩数(1,000歩)および歩数計測人数に関する詳細を示します。ペイン歩数計測人数の合計用：色は歩数(1,000歩)および歩数計測人数に関する詳細を示します。

歩数計測人数と歩数



歩数計測人数の合計または歩数(1,000歩)の合計。マークは日付によって区別されます。

### 上グラフ上段：

アクティブユーザ数（折れ線グラフ）及び歩数（棒グラフ・単位：1,000歩）：交換会②後にアクティブユーザの離脱がみられる。生活における必須な基本行動の一つであることから変動幅は小さい

### 上グラフ下段：

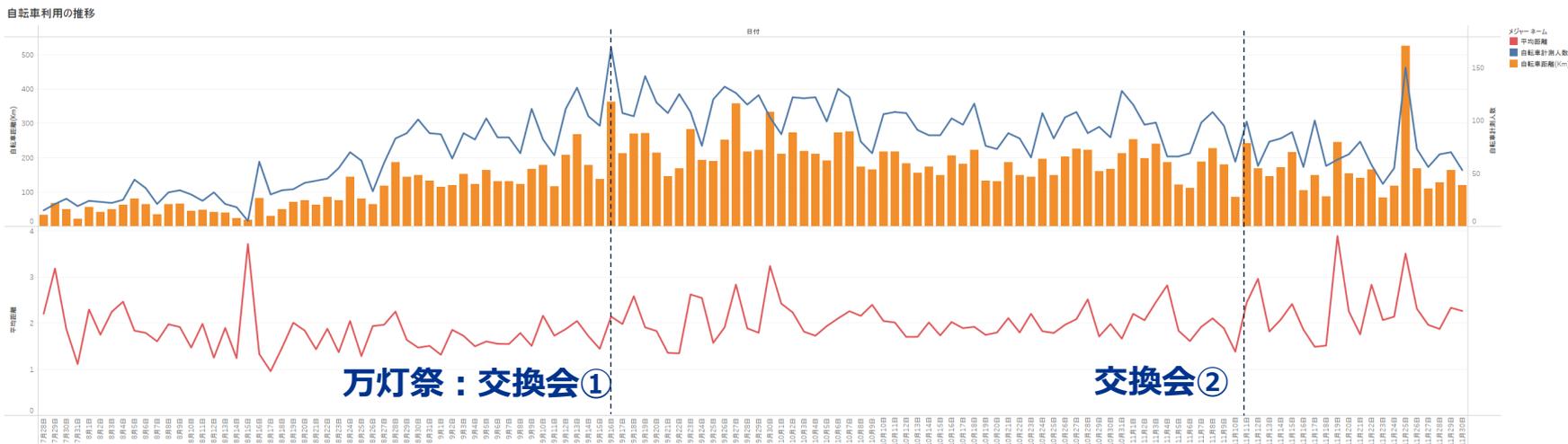
アクティブユーザあたり歩数（1,000歩）：平均歩数に大きな変化は見られない

### 左グラフ：

アクティブユーザ数及び歩数の散歩図：相関係数=0.793とかなり相関があるといえ、ユーザ数が歩数の変動の主要素と考えられる

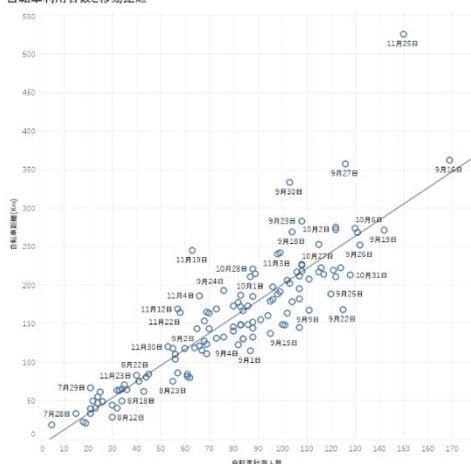
# 検証①SPOBYに関する指標全体の動き：交通モード別②自転車

アクティブユーザ数（1日単位で自転車移動を行った者の数）は歩行よりはばらつきが大きいものの基本的にはほぼ歩行と同じ推移をしている（交換会に向けて増加し、交換会後に減少）



日付の自転車距離(km)、自転車計測人数および平均距離の傾向です。色は自転車距離(km)、自転車計測人数および平均距離に関する詳細を示します。

自転車利用者と移動距離



自転車計測人数の合計または自転車距離(km)の合計。マナーチームはマナーチームに属するユーザーです。

## 上グラフ上段：

アクティブユーザ数（折れ線グラフ）及び自転車移動距離（棒グラフ・単位：km）：交換会②後にアクティブユーザの離脱がみられる。歩行よりは日によるばらつきが大きい

## 上グラフ下段：

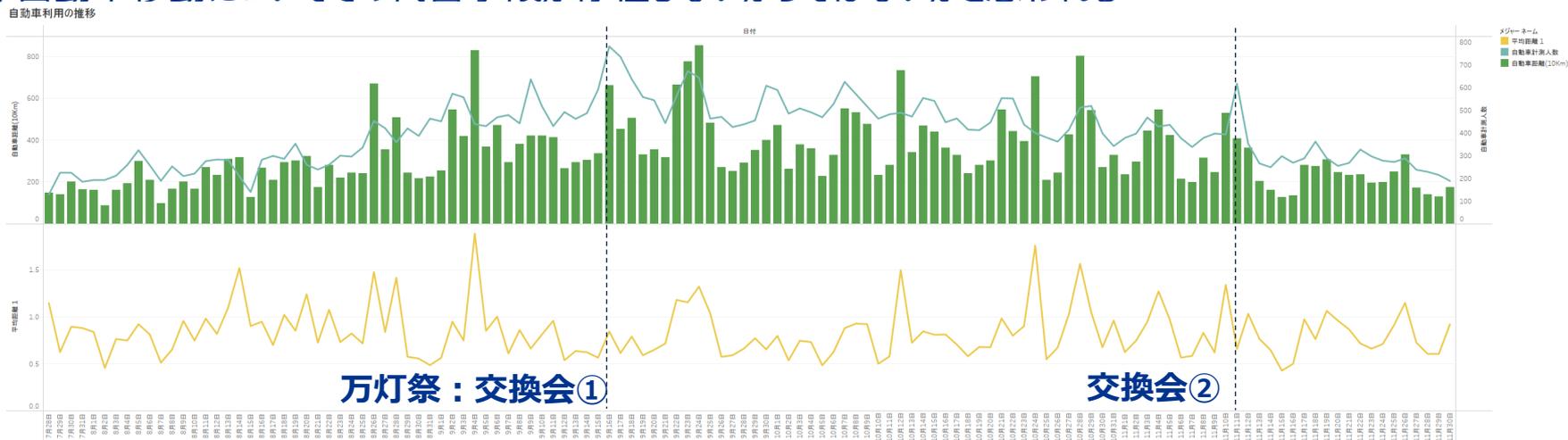
アクティブユーザあたり移動距離（km）：長期的には平均移動距離に大きな変化は見られない秋口に入っのスパイク（大きく増加する点）は週末に発生している

## 左グラフ：

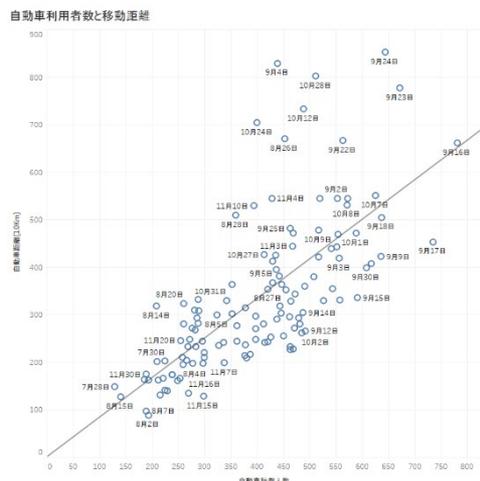
アクティブユーザ数及び移動距離の散歩図：相関係数=0.878と強い相関となっており、ユーザ数が自転車移動距離の変動の主要素と考えられる

# 検証①SPOBYに関する指標全体の動き：交通モード別③自動車

自動車移動を行った者も長期の傾向では歩行・自転車と同じ推移だが、日によってばらつきが更に大きい。これは、自動車移動についてその代替手段が存在しないからではないかと思われる



日付の自動車移動距離(10km)、自動車移動者数および平均距離の傾向です。色は自動車移動距離(10km)、自動車移動者数および平均距離に関する詳細を示します。



自動車移動者数、自動車移動距離は自動車移動距離(10km)の合計。色は日付によって異なる場合があります。

## 上グラフ上段：

自動車移動者数（折れ線グラフ）及び自動車移動距離（棒グラフ・単位：10km）：交換会②後にアクティブユーザの離脱がみられる。自転車よりさらに日によるばらつきが大きい

## 上グラフ下段：

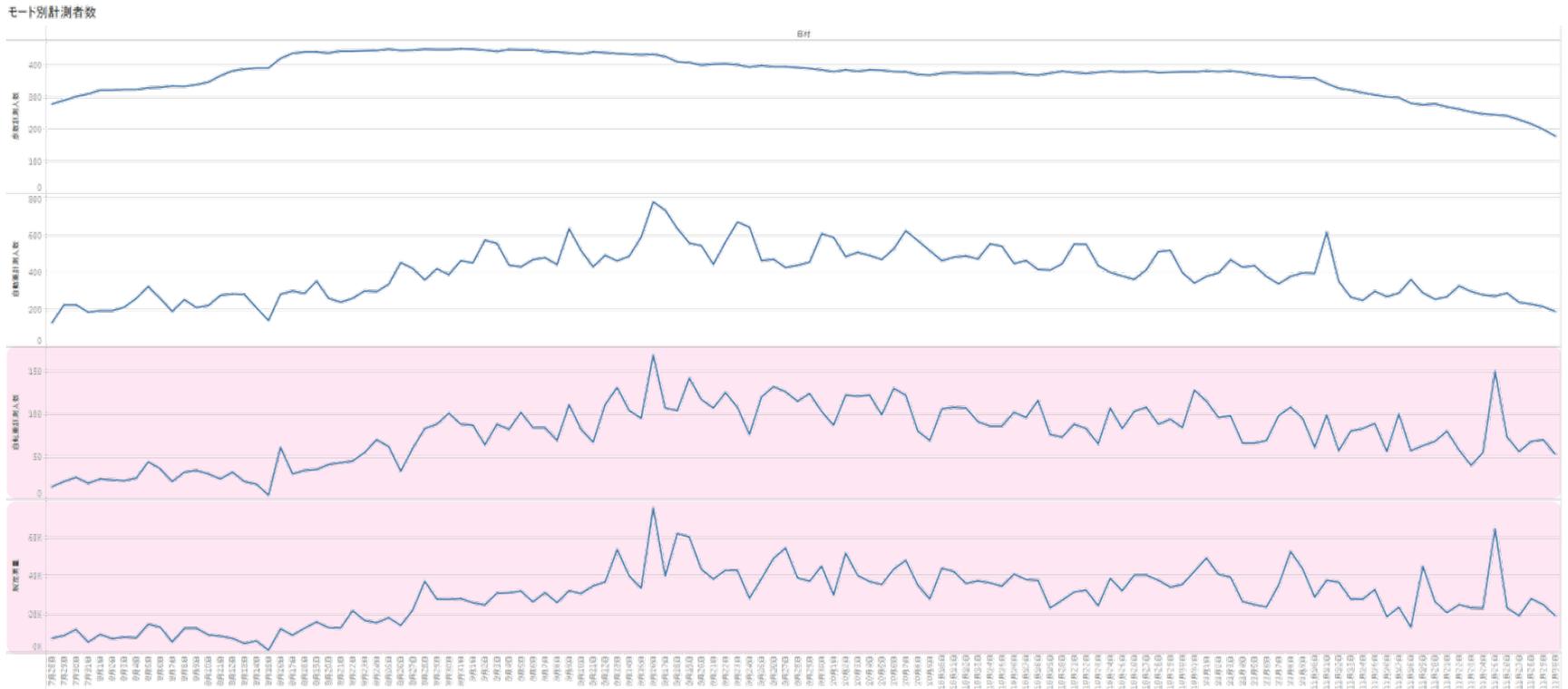
自動車移動者あたり移動距離（10km）：長期的には平均移動距離に大きな変化は見られない。スパイク（大きく増加する点）も曜日に関わりなく発生していることから業務都合による自動車利用が想定される

## 左グラフ：

自動車移動者数及び移動距離の散歩図：相関係数=0.702とかなり相関がある。長距離移動が容易であるため、他の指標よりは小さいが、ユーザ数が自動車移動距離の長期的変動傾向の主要素と考えられる

# 検証②脱炭素貢献主要因の特定

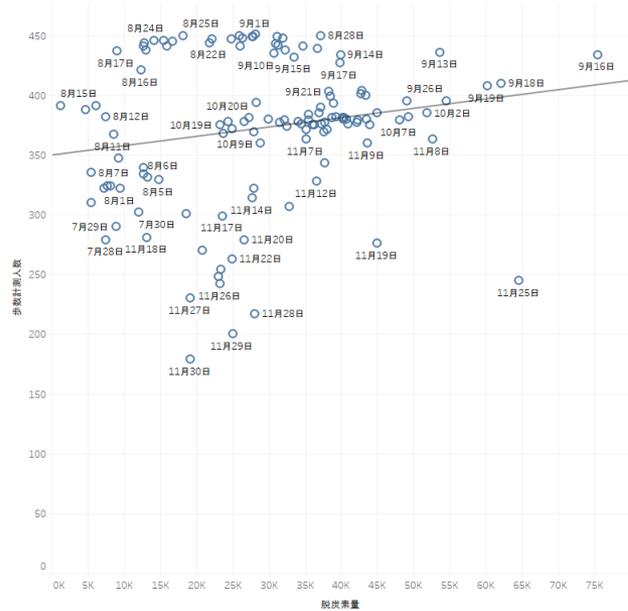
歩行・自転車移動・自動車移動計測者数の実証実験期間中の推移を時系列に表し、脱炭素量の推移と比較すると**自転車移動（3段目）と脱炭素量（4段目）の類似性**がわかる



# 検証②脱炭素貢献主要因の特定

より詳細にみるため、脱炭素量と歩行・自転車移動・自動車移動計測者数の実証実験期間中の推移を散布図で確認すると、**自転車移動が脱炭素量の増加に最も強く影響していることがわかる**

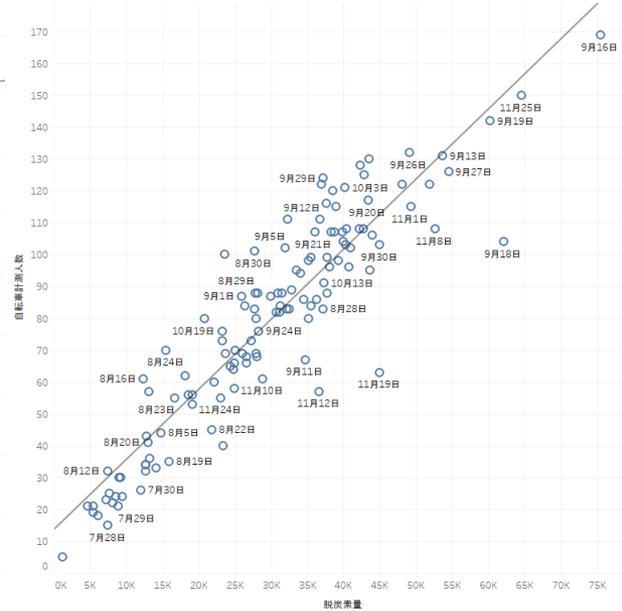
脱炭素量と歩数計測者数



脱炭素量の合計または歩数計測者数の合計。マーカーは日付によってラベル設定されます。

相関係数 : 0.182

脱炭素量と自転車利用者数



脱炭素量の合計または自転車計測者数の合計。マーカーは日付によってラベル設定されます。

相関係数 : 0.919

脱炭素量と自動車利用者数



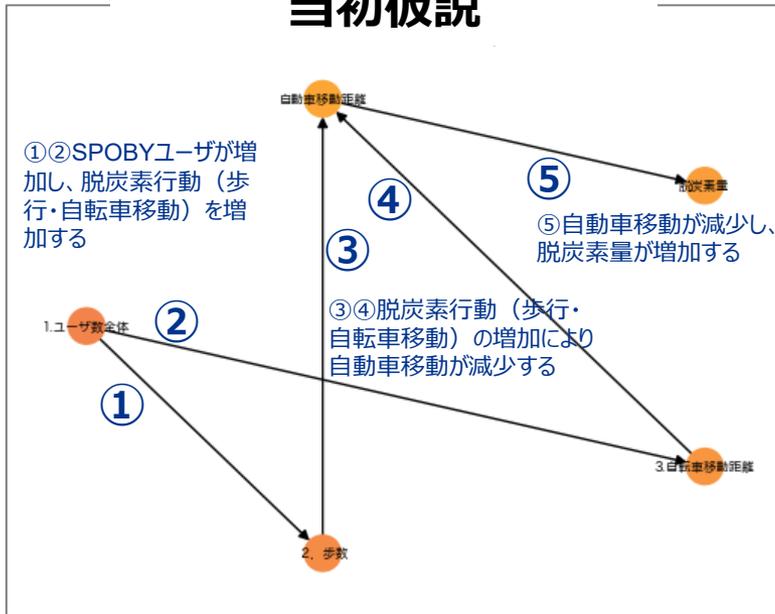
脱炭素量の合計または自動車計測者数の合計。マーカーは日付によってラベル設定されます。

相関係数 : 0.680

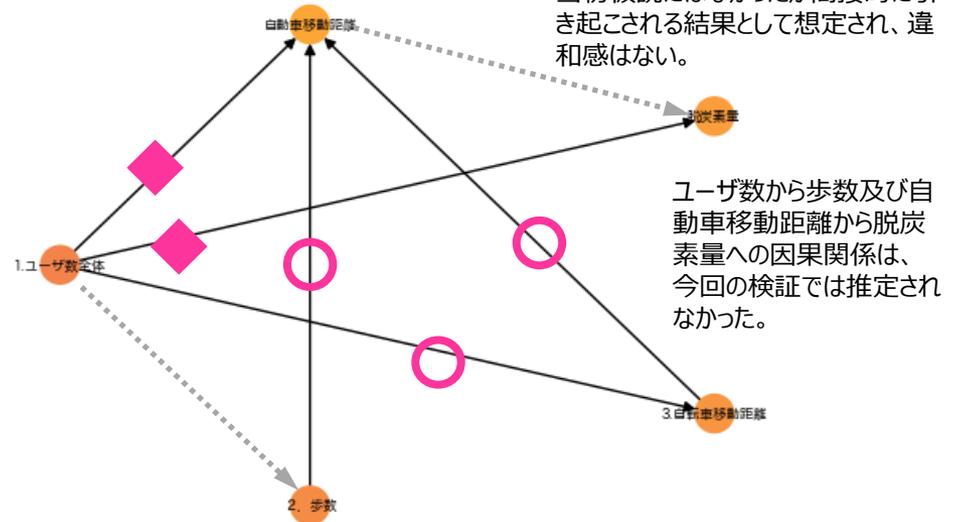
# 検証③因果グラフの再現性の検証

SPOBYで取得したデータのうち、5つの主要指標間の因果関係をDirectLiNGAMアルゴリズムにより検証したところ、おおむね当初仮説が確認された。

## 当初仮説



## 検証結果



使用データ：20230728-20231106（99レコード）  
 使用アルゴリズム：DirectLiNGAM  
 事前知識投入：有

- ：仮説が検証された
- ◇：仮説に反するが違和感少ない
- ◆：仮説に反し、違和感あり
- ...▶：仮説が確認できなかった

# 検証④ 交換会のインセンティブ効果の検証

## ■ 検証内容：

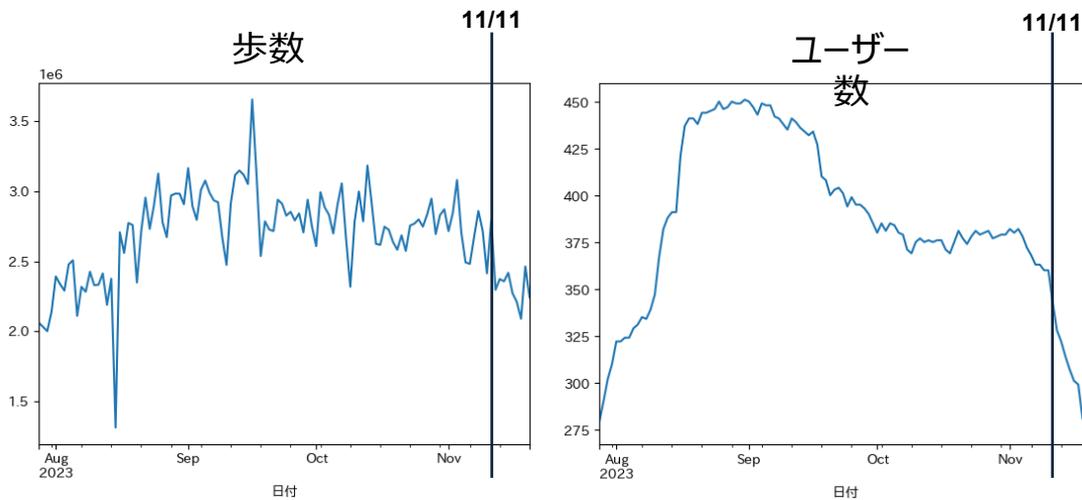
交換会終了（11/11）後も歩数の持続がみられるかを確認

## ■ 結果：

■ 交換会終了の歩数に対する影響は-5%

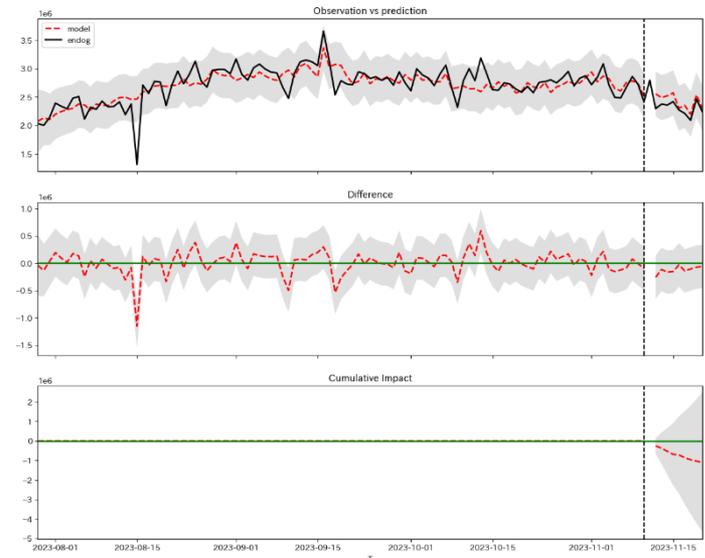
■ 統計的には有意な結果と言える（P値 < 0.01）

■ ただし、説明変数が少ないことから平均処置効果の推定精度は高くない



## ■ 検証条件：

- 利用データ：Data-20231204.xlsx
- 歩数異常値のある固有IDを除去
- 実験開始7/28-11/20までの116日分のデータを使用
- 目的変数を「歩数」とし、「アクティブユーザー数」と「自転車移動距離」を説明変数としていくつかの説明変数の組み合わせ、自己回帰などの諸条件で分析を実施
- 利用ライブラリ：CausalImpact（時系列データの分析で広く用いられている Google 開発 R パッケージ の Python ラップ）



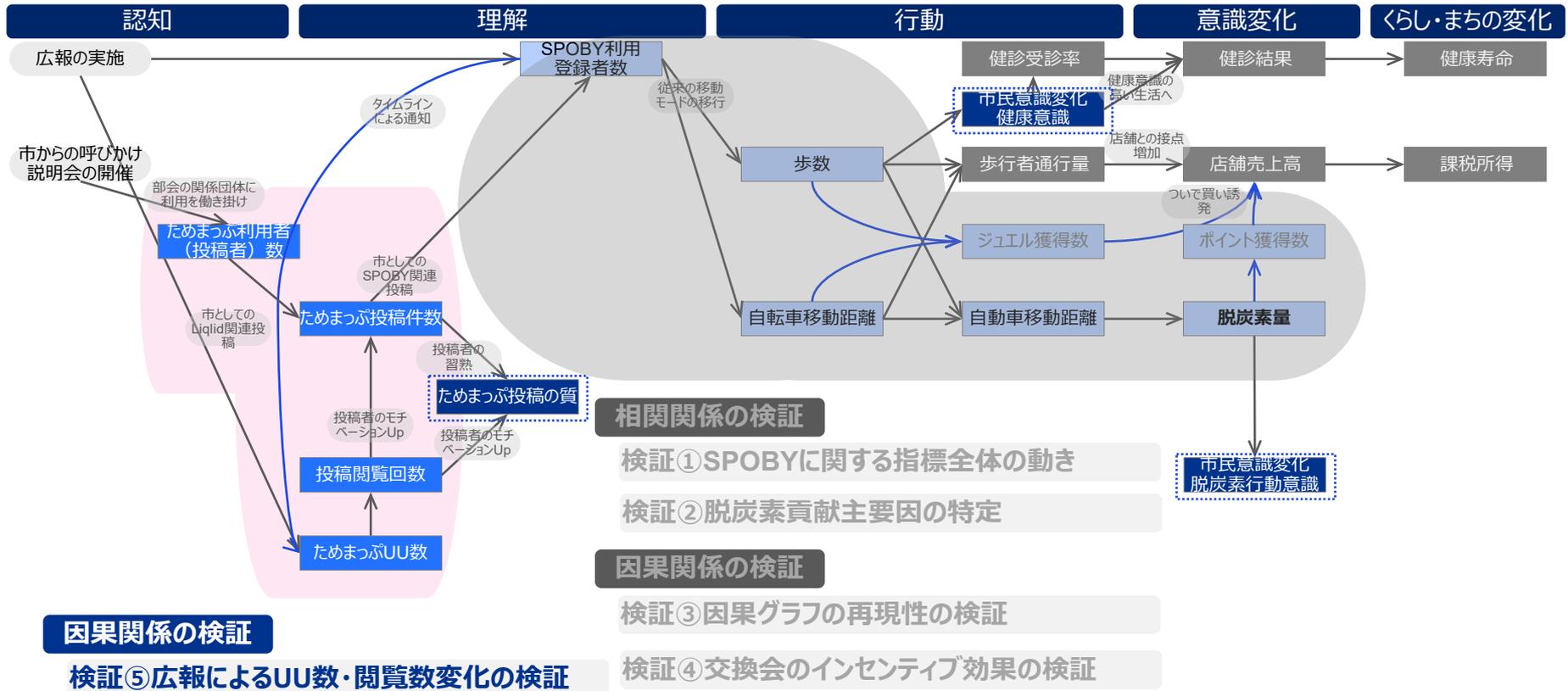
平均処置効果：-122,548歩/日（-518,736歩～273,639歩）  
 累積の効果：-1,102,935歩/日（-4,668,626歩～2,462,754歩）  
 相対効果：-5.1%（-21.4%～11.3%）  
 P < 0.01

# Items

- 実証実験の結果まとめ
- “実証”内容の検証
- 検証範囲
- SPOBYに関する検証
- **ためまっぷに関する検証**
- 参考資料

# ためまっぷに関する検証：検証範囲

ためまっぷで取得したデータにより広報によるUU数・閲覧数への変化の影響を評価する



SPOBYデータ
ためまデータ
Liquidデータ
その他データ
検証対象外



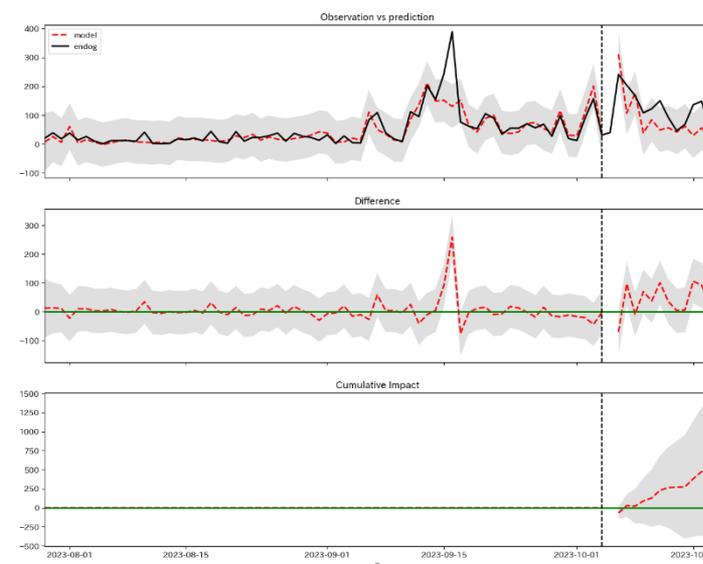
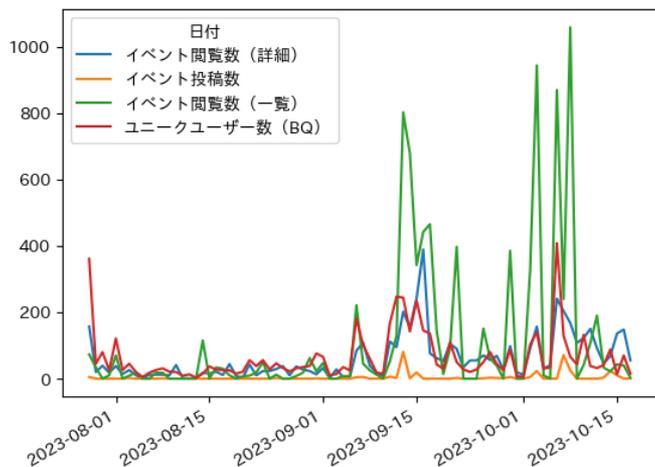
# 検証⑤広報によるUU数・閲覧数変化の検証

## ■ 検証内容：

三菱重工業への広報により「イベント閲覧数（詳細）」にどのような影響があったか

## ■ 結果：

- 広報実施によりイベント閲覧数（詳細）は+48.4%の増と推計される
- +41回/日（95%信頼区間 -34~+118）、10日蓄積値+501回（95%信頼区間-413~+1,417）
- 統計的には有意な結果と言える（P値=0.013）
- 信頼区間の下限がマイナスなことから、ネガティブな効果となる場合も発生しうる。ただし、観測値の全てが検証対象の影響を受けているわけではないため、推定値は相対的に小さくなっている可能性がある



## ■ 検証条件：

- 利用データ：ためまっぷたかさご・利用状況・アンケート 集計データ\_20231017-BQあり.xlsx
- 実験開始7/28-10/17までのデータを使用
- 三菱重工業への広報依頼日を10/5と設定
- 目的変数を「イベント閲覧数（詳細）」とし、それ以外の変数（イベント投稿数、イベント閲覧数（一覧）、イベント投稿者数、ユニークユーザー数（BQ）を説明変数としていくつかの説明変数の組み合わせ、自己回帰などの諸条件で分析を実施。なお、イベント投稿者数はadminに限定されているため分析から除外
- 利用ライブラリ：CausalImpact（時系列データの分析で広く用いられている Google 開発 R/パッケージ の Python ラップ）

	説明変数		平均処置効果		10日合計の効果		相対効果	P値
	イベント閲覧数（一覧）	ユニークユーザー数 (BQ)	(view/日)	95%信頼区間	(view)	95%信頼区間		
1	✓	✓	41	-34 ~ 118	501	-413 ~ 1417	48.4%	0.013

# Items

- 実証実験の結果まとめ
- “実証”内容の検証
- 検証範囲
- SPOBYに関する検証
- ためまっぷに関する検証
- 参考資料

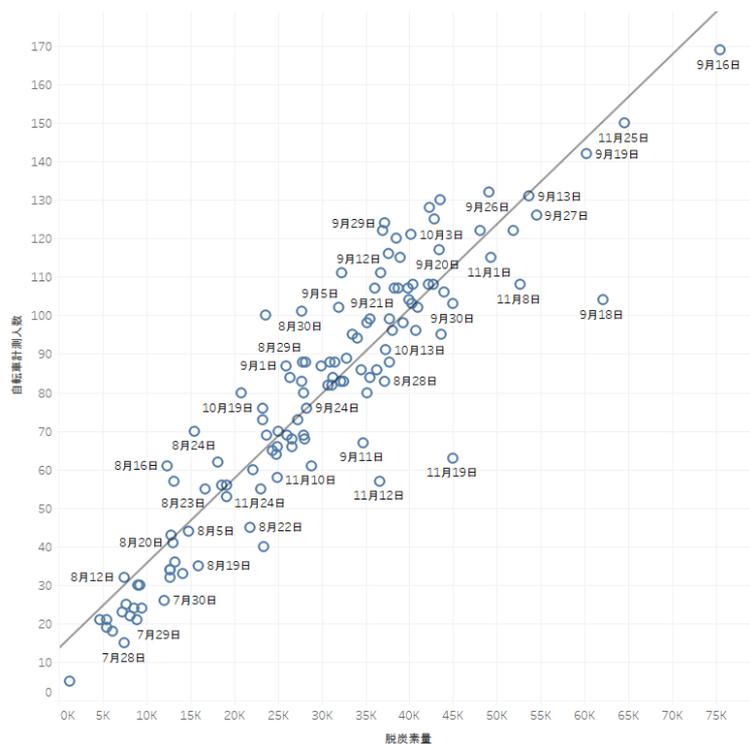
## 【参考】相関関係について

## ■ 相関関係：

事象Aが起きた時に事象Bが起きる関係性

正の相関（Aが増加するとBも増加する）と負の相関（Aが増加するとBは減少する）がある

脱炭素量と自転車利用者数



脱炭素量の合計または自転車利用者数の合計。マークは日付によってラベル設定されます。

## 左図：正の相関関係の例

自転車利用者数と脱炭素量の間には正の相関関係（自転車利用者数が増えると脱炭素量が増える関係）がある（散布図を描くと右肩上がりとなる。負の相関関係の場合は、右肩下がりとなる）

## 相関係数

相関度の強さを評価する指標。相関係数は  $1 \sim 0 \sim -1$  の値をとり  $1$  ( $-1$ ) が最も強く、 $0$  は相関しないことを示す

相関関係の強さは一般に以下のように呼びならわされる

- 0~0.2：相関はほとんどない
- 0.2~0.5：「やや」相関がある
- 0.5~0.8：「かなり」相関がある
- 0.8~1.0：「強い」相関がある

## 【参考】因果関係について

### ■ 因果関係：

事象Aが起きたことを原因として事象Bが起きる関係性  
事象Aと事象Bの間には原因と結果の関係性がある

#### 原因と結果の関係がある

猛暑（夏の気温の高いこと）が原因となり、  
熱中症による搬送者数が増加（結果）する

夏の気温  
が高い

#### 原因と結果の関係がある

夏の気温が高い場合、アイスクリームの売り上げが増加する傾向があり、「気温が高い」ことは「アイスクリームの売り上げ」の原因となっている

熱中症搬  
送者数

アイスク  
リームの売  
り上げ増加

## 【参考】相関関係と因果関係について

### ■ 相関関係と因果関係：

相関関係は因果関係の前提条件であり、事象Aと事象Bの関係性を示唆するが、相関関係があるからと言って因果関係があるとは必ずしも言えない

#### 相関関係はあるが因果関係はない

夏の気温が高い場合、海・川での水遊びをする人が増加し、結果的に水難事故が多くなる傾向があるが「気温が高い」ことは「水難事故」の原因ではない

夏の気温  
が高い

#### 相関関係があり因果関係もある

夏の気温が高い場合、アイスクリームの売り上げが増加する傾向があり、「気温が高い」ことが「アイスクリームの売り上げ増加」の原因となっている

水難事故  
が多い

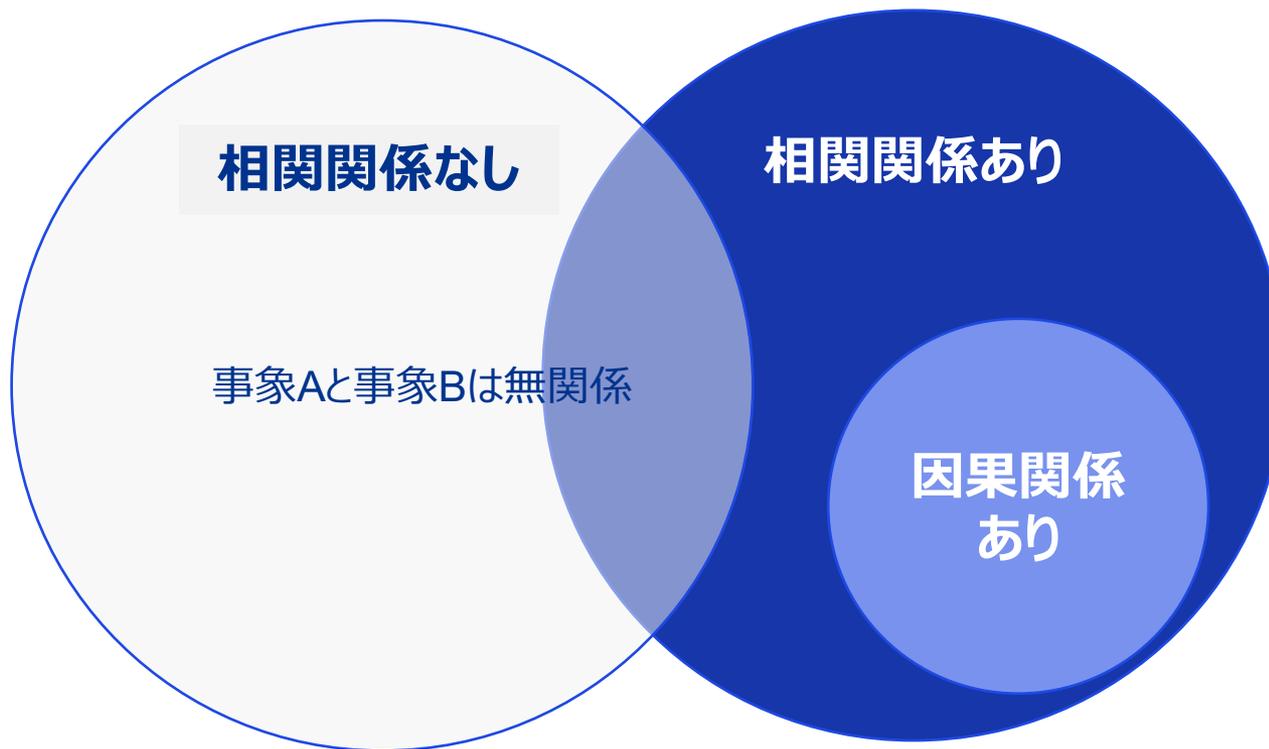
アイスク  
リームの売  
り上げ増加

## 【参考】相関関係と因果関係について

### ■ 相関関係と因果関係の関係性：

事象Aと事象Bとの間に相関関係がある場合、両者の間に何らかの関係性があることを示唆するが、相関関係があっても両者は無関係な場合もある。

事象Aと事象Bとの間に因果関係がある場合、両者の間には必ず相関関係がある



## 【参考】実証実験における“実証”内容の検証：取得するデータ

各実証実験で導入するシステムから取得されるデータのうち、以下の11種のデータを活用した。

高砂市・実証実験における“実証”内容の検証

#	Indicator	Source	Definition	Frequency	Unit	関連実証
1	SPOBY利用登録者数	SPOBY	高砂市内でSPOBYアプリをダウンロードし、利用している人の数	日次	人	SPOBY
2	歩数	SPOBY	高砂市内のSPOBY利用登録者の1日あたり歩数合計	日次	歩	SPOBY
3	自転車移動距離	SPOBY	高砂市内のSPOBY利用登録者の1日あたり自転車移動距離合計	日次	km	SPOBY
4	ジュエル獲得数	SPOBY	高砂市内のSPOBY利用登録者の1日あたり獲得ジュエル合計	日次	個	SPOBY
5	ポイント獲得数	SPOBY	高砂市内のSPOBY利用登録者の1日あたり獲得ポイント合計	日次	個	SPOBY
6	脱炭素量	SPOBY	高砂市内のSPOBY利用登録者の1日あたり脱炭素量合計	日次	g	SPOBY
7	自動車移動距離	SPOBY	高砂市内のSPOBY利用登録者の1日あたり自動車移動距離合計	日次	km	SPOBY
8	ためまっぶ利用者（投稿者）数	ためまっぶ	ためまっぶたかさご利用者（投稿者）数	日次	人	ためまっぶ
9	ためまっぶ投稿件数	ためまっぶ	ためまっぶたかさご投稿件数	日次	件	ためまっぶ
10	投稿閲覧回数	ためまっぶ	ためまっぶたかさご投稿閲覧回数合計	日次	回	ためまっぶ
11	ためまっぶUU数	ためまっぶ	ためまっぶユニーク閲覧者数	日次	人	ためまっぶ
12	地域活動件数		ためまっぶに掲載された地域活動の件数	日次	件	ためまっぶ
13	地域活動参加者数		ためまっぶに掲載され地域活動への参加者数	日次	人	ためまっぶ
14	Liqlid利用者数	Liqlid	高砂市Liqlidユーザー登録者数	日次	人	Liqlid
15	Liqlid投稿件数	Liqlid	高砂市Liqlidの投稿件数（Lid別、総数）	日次	件	Liqlid
16	メダル獲得数	Liqlid	高砂市Liqlidユーザーが獲得したメダルの数（Lid別、総数）	日次	枚	Liqlid
17	ためまっぶ投稿の質	Liqlidアンケート	ためまっぶたかさごに投稿されたイベントの投稿内容がわかりやすく、参加意欲を掻き立てるものを5段階評価	期初・期末		ためまっぶ
18	ためまっぶ理解度・納得度	Liqlidアンケート	ためまっぶについて趣旨や取組について理解できたか・納得感があるかを5段階評価	期初・期末		ためまっぶ
19	SPOBY理解度・納得度	Liqlidアンケート	SPOBYについて趣旨や取組について理解できたか・納得感があるかを5段階評価	期初・期末		SPOBY
20	市民意識変化/市政自分事化	Liqlidアンケート	高砂市の取組・市政について関心があるか・意見したいか5段階評価	期初・期末		Liqlid
21	市民意識変化/健康意識	Liqlidアンケート	健康の維持増進に配慮した生活をしているか5段階評価	期初・期末		SPOBY
22	市民意識変化/脱炭素行動意識	Liqlidアンケート	CO2排出量の削減意識した生活をしているか5段階評価	期初・期末		SPOBY
23	市民意識変化/地域愛着度	Liqlidアンケート	高砂市への愛着があるか5段階評価	期初・期末		ためまっぶ
24	市民意識変化/つながり意識	Liqlidアンケート	地域とのつながりを感じているか5段階評価	期初・期末		ためまっぶ
25	地域参画度	Liqlidアンケート		期初・期末		Liqlid
26	ためまっぶ投稿の質	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		ためまっぶ
27	ためまっぶ理解度・納得度	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		ためまっぶ
28	SPOBY理解度・納得度	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		SPOBY
29	市民意識変化/市政自分事化	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		Liqlid
30	市民意識変化/健康意識	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		SPOBY
31	市民意識変化/脱炭素行動意識	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		SPOBY
32	市民意識変化/地域愛着度	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		ためまっぶ
33	市民意識変化/つながり意識	Liqlid投稿分析	ためまっぶLidにおける投稿内容の分析の結果	日次		ためまっぶ
34	人流データ	SPOBY	高砂市内のSPOBY利用者の一定期間内の人流	期初・期末		SPOBY