

戦略的創造研究推進事業  
(社会技術研究開発)  
令和2年度研究開発実施報告書

「科学技術イノベーション政策のための科学」  
研究開発プログラム  
「脱炭素社会の構築に向けた科学技術イノベーションの  
社会的受容性と価値創造の評価」

高嶋 隆太  
(東京理科大学 理工学部 教授)

## 目次

1. 研究開発プロジェクト名 .....	2
2. 研究開発実施の具体的内容 .....	2
2 - 1. 研究開発目標 .....	2
2 - 2. 実施内容・結果 .....	2
2 - 3. 会議等の活動 .....	14
3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況 .....	15
4. 研究開発実施体制 .....	15
5. 研究開発実施者 .....	16
6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など .....	17
6 - 1. シンポジウム等 .....	17
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など .....	17
6 - 3. 論文発表 .....	17
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表） .....	17
6 - 5. 新聞／TV報道・投稿、受賞等 .....	17
6 - 6. 知財出願 .....	17

## 1. 研究開発プロジェクト名

プロジェクト名称「脱炭素社会の構築に向けた科学技術イノベーションの社会的受容性と価値創造の評価」

英語表記 An Evaluation of Social Acceptance and Value Creation for Science, Technology, and Innovation toward Establishing a Decarbonized Society

研究代表者：高嶋 隆太（東京理科大学理工学部 教授）

研究開発期間：令和元年10月 ～ 令和5年3月（36ヵ月間）

参画機関：東京理科大学理工学部，政策研究大学院大学政策研究科

## 2. 研究開発実施の具体的内容

### 2 - 1. 研究開発目標

本プロジェクトの達成目標として，以下の4つがあげられる．

1. 脱炭素化技術の社会に対する便益や効用が算出し，社会に対するインパクト・社会的受容性を明らかにする．
2. 省エネルギーシステム技術において，需要サイドが重視する要素をターゲットとして，行動経済学・行動科学に基づくナッジによる行動変容を促す方法を示す．
3. 2030年，2050年のそれぞれにおける社会と脱炭素化技術，二酸化炭素排出削減との関係を示し，いくつかのシナリオを提示する．
4. エネルギー政策に関する政策立案者の「ロジックモデル」作成への支援を行う．

### 2 - 2. 実施内容・結果

#### (1) スケジュール

下記のとおり，本研究開発の本年度以前も含めた今後のスケジュールを示す．本年度は概ね当初の計画のとおり実施され，特に，実施内容の変更は見受けられなかった．

実施項目	令和元(2019)年度	令和2(2020)年度	令和3(2021)年度	令和4(2022)年度
【1】脱炭素化技術シナリオ・先行研究の調査	←			
【2】脱炭素化技術普及の経済分析モデルと実験手法の構築		←	←	←
【3】脱炭素化技術の社会的受容性の調査項目の作成・実施と集計・統計分析		←	←	←
【4】脱炭素化技術の普及過程シミュレーション		←	←	←
【5】省エネルギーシステム技術の社会的受容性の調査・分析と経済実験			←	←
【6】省エネルギーシステム技術のシミュレーション				←
【7】統合分析と成果の検証・評価				←

## (2) 各実施内容

### 今年度の到達点①

脱炭素化技術の社会的受容性に関するアンケート項目の作成を行い、調査を実施し、集計結果を統計分析することで、支払意思額を推定し社会的受容性を明らかにする。

#### 実施項目①：【3】脱炭素化技術の社会的受容性の調査項目の作成・実施と集計・統計分析

実施内容：

実施項目【2】で設計した選択型実験を実施し、コンジョイント分析を行うことで、水素エネルギー技術、特に、燃料電池自動車等のエコカーに対する支払意思額の推定を行った。エコカーの属性として、燃費、最大走行可能距離、温暖化ガス排出量削減量等を設定し、それぞれの属性に対する支払意思額を算出することで、先行研究の結果と比較し、社会経済の変化による違いが明らかとなった。また、本調査・実験において、エネルギー・環境に対する損失回避、社会規範、利他性等の情報を与えることによる社会的受容性への影響を考察するために、本情報付与の有無それぞれの処置群と対照群の2つのグループに分けて実施した。その結果、市場占有率において、それぞれのグループの違いが明らかとなった。

### 今年度の到達点②

脱炭素化技術の普及過程シミュレーションの基本モデルを構築する。

#### 実施項目①：【4】脱炭素化技術の普及過程シミュレーション

実施内容：

実験・シミュレーショングループの研究実施者である鈴木講師がこれまで構築してきたエージェントベースシミュレーションモデルに、実施項目【2】で構築したエージェントの利得に関するモデルを組み込むことにより、脱炭素化技術の普及過程のシミュレーションモデルを構築した。特に今年度は、次年度、社会調査で得られた結果を元にシミュレーションが可能となるように、シミュレーションの基本モデルの構築を行い、ケーススタディとして、エネルギー技術の世論に関する分析を行った。

### 今年度の到達点③

上記の実施項目【3】，【4】に用いられる経済分析モデル、実験手法の構築を行う。

#### 実施項目①：【2】脱炭素化技術普及の経済分析モデルと実験手法の構築

実施内容：

実施項目【3】の社会調査において、脱炭素化技術の支払意思額や効用を推定するためのコンジョイント分析を行うことを考慮し、本分析を行うために選択型実験を設計する必要がある。そこで、経済分析モデル・実験手法構築グループのグループリーダーである田中教授が実施してきた手法を本分析に採用し、さらに、情報の影響について分析することを考え、調査・実験の設計を行った。また、実施項目【4】において実施されるエージェントの利得や効用に関する関数（モデル）の構築を行った。

### (3) 成果

#### 燃料電池自動車の社会的受容性の評価 (到達点①-実施項目①及び到達点③-実施項目①)

本項目では、脱炭素化技術の一つである水素エネルギーに注目し、燃料電池自動車の社会的受容性を評価するため、支払意思額を推定する。特に、脱炭素化技術シナリオを実現した際のエネルギー技術に対する購買活動において、人々の行動変容を促すような知見を得ることとする。

選択型実験によって得られた脱炭素化技術に対する国民の選好を選択型コンジョイント分析により評価する。選択型実験では、選択肢(チョイスセット)の中から最も望ましいと考えられる選択肢を選択するという調査設計となっているため、回答者は、実際の購買活動に近い状況で、直感的に選考を表明することができる。調査結果は、ランダム効用理論に基づく条件付きロジットモデルによって推計を行う。効用関数は(1)式のようなランダム効用モデルを想定する。

$$U_{ij} = V_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

ここで、 $U_{ij}$ は標本*i*における選択肢*j*に対する全体効用、 $V_{ij}$ は効用のうち観察可能な部分、 $\varepsilon_{ij}$ は効用のうち観察不可能な誤差項である。条件付きロジットモデルでは、(1)式における誤差項が、独立かつ同一のガンベル分布に従うと仮定する。このとき、標本*i*において、選択肢の集合の中から選択肢*j*が選択される確率 $P_{ij}$ は(2)式で表される。

$$P_{ij} = \frac{\exp(\sigma V_{ij})}{\sum_j \exp(\sigma V_{ij})} \quad (2)$$

(2)式を用いて、最尤法により対数尤度を最大にするパラメータ $\sigma$ の値(最尤推定量)を求める。本分析では、脱炭素化技術シナリオで想定する水素および省エネルギーに関する技術の普及の実現のために、消費者が従来のガソリン車から、新しいエネルギー技術を搭載した次世代自動車(燃料電池自動車や電気自動車、プラグインハイブリッド車)への移行という行動変容を促すことが可能な属性水準の分析を行うため、選択型コンジョイント分析を適用する。購入価格、燃費、最大走行可能距離、温暖化ガス排出削減量、水素ステーション・急速充電施設の設置割合を属性とし、それぞれ車種に応じて水準を定めた。表1にそれぞれの属性に対する水準を示す。表1のような属性水準を組み合わせ、プロファイルの設計を行い、直交表をもとに16個のプロファイルをチョイスセットの設計に用いた。回答者は、図1のようなチョイスセットに対し、最も購入したいと考える自動車を選択する。本分析では、16個のプロファイルを2つに分けた計8問からなる2種類のチョイスセットを回答者に割り当てて分析を行った。評価属性に対するMWTP(限界支払意思額)は、それぞれのパラメータ推定値 $\sigma_k$ の、貨幣に対するパラメータ推定値 $\sigma_{CST}$ に対する比であるため、各属性1単位あたりに対する限界効用を、貨幣(1円)に対する限界効用で除すことによって求めることができる。

$$MWTP_k = -\frac{\sigma_k}{\sigma_{CST}} \quad (3)$$

表1：評価属性と水準

	FCV 燃料電池自動車	EV 電気自動車	PHEV プラグインハイブリッド車 (プラグイン充電機能付き)	ガソリン車 (ガソリン走行主体の従来のハイブリッド車を含む)
購入価格	30万円割高 50万円割高 100万円割高 150万円割高	10万円割高 30万円割高 50万円割高 100万円割高	10万円割高 30万円割高 50万円割高 100万円割高	200万円程度
燃費	従来どおり 1割減 2割減 3割減	6割減 8割減	4割減 6割減	従来どおり 1割減 2割減 3割減
最大走行可能距離	700km 800km 900km 1000km	100km 200km 400km 600km	700km 800km 900km 1000km	400km 500km 600km 700km
温暖化ガス排出量削減量	70%削減 80%削減 90%削減 100%削減	70%削減 80%削減 90%削減 100%削減	40%削減 50%削減 60%削減 70%削減	削減なし 10%削減 20%削減 30%削減
水素ステーション・急速充電施設の設置割合	10% 30% 50% 70%	10% 30% 50% 70%	10% 30% 50% 70%	-

**Q1**  
下記の内容をご覧になって、最も望ましい選択肢をいずれか一方、選んでください。

▼ 以下の画像をご覧ください。 ▼

	選択肢1 燃料電池自動車 (FCV)	選択肢2 電気自動車 (EV)	選択肢3 プラグインハイブリッド車 (PHEV)	選択肢4 ガソリン車	選択肢5
購入価格 (割増)	100万円割増	30万円割増	30万円割増	200万円程度	いずれも異なる
燃費 (従来のガソリン車と比較)	1割減	6割減	6割減	従来通り	
最大走行可能距離	1000km	600km	900km	400km	
温暖化ガス排出削減量	90%削減	70%削減	50%削減	削減なし	
水素ステーション・急速充電施設の設置割合 (ガソリン車との比較)	10%	30%	10%	-	

▲ とじる

図1：選択型コンジョイント分析の質問項目

また、選択型実験に関する質問の前にエネルギー・環境に関する情報を与えるグループ（処置群）と、それらの情報を与えないグループ（対照群）に分け、情報の影響を評価するランダム化比較試験を行う。処置群に与えるエネルギー・環境に関する情報には、地球温暖化による災害の回避を示した「損失回避」、パリ協定や国内の「カーボンニュートラル、脱炭素社会」に関する目標である「社会規範」、二酸化炭素排出削減を通じての社会的な貢献を表す「利他性」の内容が含まれている。

本調査は、2021年2月16日～2月18日に、インターネットによる調査形式（株式会社マクロミルによる実施）により、全国の20～69歳の男女1720人を対象に実施した。質問構成として、回答者はそれぞれの自動車の説明と、それらの平均的な性能に関する情報を確認した後にコンジョイント分析用の設問に回答する。対照群860名と処置群860名のそれぞれのグループの世帯年収の差に関しては、等分散性の検定（F検定）を行った結果、有意差なしとなり、さらに、等分散性を仮定した母平均の検定（t検定）を行い有意差なしの結果となった。すなわち、両グループ間において、支払意思額に影響を及ぼす世帯年収の差は統計的にないことが確認できた。

効用関数の推計結果は表2のようになった。推計により得られる係数は、自動車の選択における回答者の限界効用を表している。購入価格のパラメータは負の値をとり、価格が上がると効用が下がることが確認できる。その一方で、燃費、最大走行可能距離、水素ステーション・急速充電施設の設置割合のパラメータは正の値をとり、いずれも水準の値の増加に伴い効用が増加することがわかる。また、各属性1単位当たりの増減に対する限界効用を貨幣(1円)に対する限界効用で除した値((3)式)である支払意思額を示す。これらの値は、各属性の変化が、購入価格の増分何円分に相当するかを意味している。例えば、燃費が従来車に比べ10%削減された場合約2～3万円、最大走行可能距離が100km延伸されると約4～4.5万円、水素ステーション・急速充電施設の設置割合が10%増えた場合は約6～7万円の追加的支払意思が生じることがわかる。

表2：効用関数の推計及び各属性の支払意思額

	係数	標準誤差	有意確率	WTP (円)	WTP (円) Tanaka et al. <sup>1)</sup>
購入価格	-0.006819	0.000370	0.000000	-	-
燃費 (%削減)	0.001919	0.001026	0.061492	2814	3674
最大走行可能距離 (km)	0.000299	0.000081	0.000000	439	346
温暖化ガス排出削減量 (%削減)	0.004418	0.000942	0.000000	6479	2615
水素ステーション・急速充電施設 (%)	0.004685	0.000592	0.000000	6871	3359

先行研究1)と比較をすると、燃費に対するWTPが低下していることがわかる。これは、他の属性とは異なり、燃費に対しては、技術的な満足度を感じていることが示唆される。その一方で、温暖化ガス排出削減、給燃料施設のWTPは大きく上昇していることがわかる。温暖化ガス排出削減に関しては、国内外の排出目標等、社会的な背景により比較的、排出削減を重要視している可能性があると考えられる。また、給燃料施設に関しては、エコカー全般をより現実的な選択肢として認識しているため、そのためには給燃料施設などのインフラ整備を重要視していることが示唆される。

(2)式を用いて推計されるパラメータ推定値を用いることで、各選択肢に対する回答者の効用を推計することができる。ある自動車*i*の市場シェアは、自動車の選択における観測可能な全効用に占める、自動車*i*に対する効用の割合から表され、(4)式で求められる。

$$\text{Market Share}_i = \frac{\exp(V_i(\beta))}{\sum_{j=1}^J \exp(V_j(\beta))} \quad (4)$$

上記のそれぞれの式を用いて、効用関数の推計結果から、将来の次世代自動車の占有率の推計を行った。(4)式で想定されている市場占有率は、車の性能や価格に応じて変化するため、以下では、2030年度の市場シェアとして、表3～表6で表される4つのシナリオを想定する。シナリオ1は、現在の技術で達成可能な、比較的現実的な属性水準をもつ「ベンチマークシナリオ」を表す。シナリオ2は、次世代自動車の購入価格を引き下げた「価格低下シナリオ」を表す。シナリオ3は、技術革新から、燃費や最大走行可能距離、温暖化ガス排出

表3：シナリオ1「ベンチマークケース」

シナリオ1 (ベンチマークケース)	FCV	EV	PHEV	GV
購入価格(万円)	350	300	300	200
燃費(%削減)	0	60	40	0
最大走行可能距離(km)	700	100	700	400
温暖化ガス排出削減量(%削減)	70	70	40	0
水素ステーション・急速充電施設(%)	5	50	50	100

表4：シナリオ2「価格低下シナリオ」

シナリオ2 (価格低下シナリオ)	FCV	EV	PHEV	GV
購入価格(万円)	300	250	250	200
燃費(%削減)	0	60	40	0
最大走行可能距離(km)	700	100	700	400
温暖化ガス排出削減量(%削減)	70	70	40	0
水素ステーション・急速充電施設(%)	5	50	50	100

表5：シナリオ3「イノベーションシナリオ」

シナリオ3 (イノベーションシナリオ)	FCV	EV	PHEV	GV
購入価格(万円)	350	300	300	300
燃費(%削減)	10	70	50	0
最大走行可能距離(km)	800	200	800	400
温暖化ガス排出削減量(%削減)	80	80	50	0
水素ステーション・急速充電施設(%)	15	60	60	100

表6：シナリオ4「価格低下&イノベーションシナリオ」

シナリオ4 (価格低下&イノベーションシナリオ)	FCV	EV	PHEV	GV
購入価格(万円)	300	250	250	200
燃費(%削減)	10	70	50	0
最大走行可能距離(km)	800	200	800	400
温暖化ガス排出削減量(%削減)	80	80	50	0
水素ステーション・急速充電施設(%)	15	60	60	100

削減量や水素ステーション・急速充電施設の設置割合に関し、想定以上に向上を達成できた場合の属性水準をもつ「イノベーションシナリオ」を表す。シナリオ4は、上記の価格の引き下げおよび技術革新が同時に実現できた場合の属性水準をもつ「価格低下&イノベーションシナリオ」を表す。以上の4つのシナリオに関し、それぞれの場合の市場シェアの推計を行った。

各シナリオに対する自動車の市場占有率は図2のようになった。想定される次世代自動車の占有率は、シナリオ1では64.9%、シナリオ2では72.2%、シナリオ3では68%、シナリオ4では74.9%となり、本シミュレーションでは、いずれも自動車新時代戦略会議<sup>2)</sup>で目標とする普及率を達成できる可能性が示唆された。シェアの変化が最も大きい車はプラグインハイブリッド車であり、価格低下やイノベーションそれぞれのシナリオでは、プラグインハイブリッド車のシェアはガソリン車のシェアを上回ることがわかる。しかしながら、本調査において、現在所有の占有率は、FCV0%、EV0.6%、PHEV1.3%、HV20.2%、軽自動車27.7%、ガソリン車73.1% (2台所有21.8%) となっており、現状からの購入と本実験での購入意思にはタイムラグがあるものと考えられ、将来的な見込みのシミュレーション結果であることが示唆される。また「ベンチマークシナリオ」では、EV、PHEVに関して、急速充電施設の設置割合がガソリンスタンド比で50%を実現することを想定していることにも留意する必要がある。本分析結果から、自動車の性能面での技術革新と、直接的な購入価格の低下とが、次世代自動車の占有率へ影響することから、これらの要素に対する考慮が、自動車購入に関する行動変容を促し、脱炭素化技術の社会的受容性を高めることに寄与することが示唆される。

さらに、対照群と処置群に分けて、市場占有率の分析を行った(図3)。その結果、処置群の方が、次世代車(特に、EV)の占有率が大きくなることがわかった。これは、処置群

に対し実験前に与えたエネルギー・環境に関する情報の影響があることを示している。特に、処置群に対し、次世代自動車の選択の決定に対して重要視した情報について尋ねたところ、損失回避は42.7%（367名），社会規範は18.8%（162名），利他性：36.2%（311名）いずれもあてはまらないは32.6%（280名）となった。この結果から、次世代車の占有率増加は比較的、損失回避、利他性を重視した可能性があり、内発的動機による行動変容、すなわち、ナッジにより社会的受容性を高めることが示唆される。一方、燃料電池車の占有率の差は比較的小さいことがわかる。本調査において、水素エネルギーの普及や利用についての考えを尋ねた項目において、43.6%が「わからない・あてはまるものはない」と回答している。すなわち、現状において水素エネルギーはまだ社会に浸透していないため、他の次世代車と比べて占有率に違いが生じていないことが考えられる。これは、価格やイノベーションといった、経済性や技術のみならず、社会の受容性を高める方策も必要であることが示唆される。



図2：市場占有率

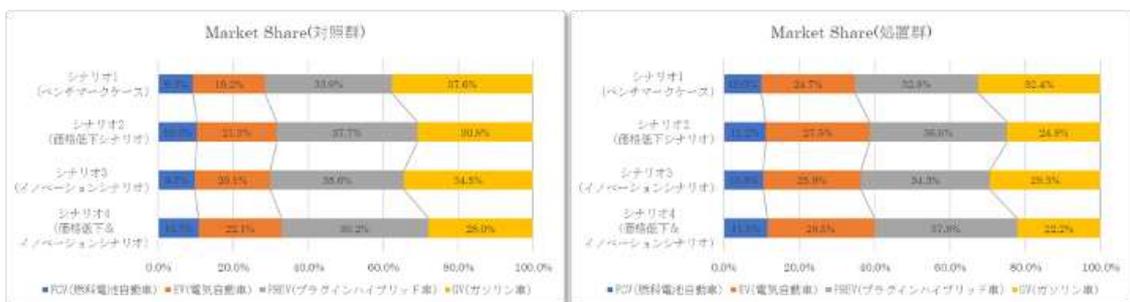


図3：対照群，処置群の市場占有率

### 脱炭素化技術の普及過程シミュレーションの基本モデル構築（到達点②-実施項目①及び到達点③-実施項目①）

本項目では、脱炭素化技術の普及過程に関するエージェントベースシミュレーションの基本モデルを構築することを目的とし、本モデルを用いたケーススタディとして、原子力エネルギーの利用に関する世論の形成について分析を行い、次年度の普及過程シミュレーション分析、評価の準備を行う。

先行研究<sup>3)</sup>では、世論の形成に関するメカニズムを解明するために、エージェントベースのモデルを構築している。ランダム、スモールワールド、スケールフリーそれぞれのネットワークにおけるエージェントの間で相互作用が生じて、態度や意見を変化させるようなモデルを構築している。態度の変化に関するメカニズムは、エージェントが以前に保有している態度に固執することや、マスメディアの情報を考慮することや、他のエージェントの意見、態度を参照することで特徴付ける。ランダムネットワーク、スモールワールドネットワークの系では、一方の態度に偏った場合、その後、変化が生じることが少なくなる単調な傾向である一方、リースケールネットワークは、様々なタイプの世論の変動を表現することが可能であるため、実社会を模擬することが比較的容易であるとされている。また、世論形成のダイナミクスは、他のエージェントとより多く関係を持っている（ネットワークを介してつながっている）エージェントが、意見や態度を変化することにより誘引する個人の態度の変化の拡散として表現される。拡散の頻度、速さ、変動の程度は、マスメディア等の外部の影響がどの程度の強さであるかに依存する。本項目では、León-Medlina<sup>3)</sup>のモデルの枠組みを採用し、スケールフリーネットワークの概念を用いて、原子力エネルギーに関する世論の形成について、シミュレーションにより考察する。

本分析では、マルチエージェントシミュレータの一つであるartisoc<sup>4)</sup>を用いて実装する。スケールフリーネットワークのアルゴリズムは、Barabási and Albert<sup>5)</sup>のモデルに基づき、ノードは時間とともに増加するものとする。スケールフリーネットワークの特徴は、一部のノードが膨大なリンクを持つ一方で、ほとんどのノードは他のノードとのつながりが少ない特徴を有する。

本分析で使用するモデルに関して、エージェントは[0,1]の間で連続的に個人の態度を変化させる。個人の態度は、エージェントの任意の主張に対する賛成率で表される。すなわち、賛成率が[0,0.5]のとき、エージェントはある主張に反対し、[0.5,1]のとき、賛成していると仮定する。エージェントには、一様分布からランダムに選択された態度が与えられ、それらがシミュレーションの各タイムステップで表す態度については、以下のように2段階で展開される。

まず、エージェントは暫定的な態度を確立する。この態度は、エージェントが以前保有した態度に固執する要素とマスメディア等の外部情報を考慮する要素で構成される。モデルは、以下のとおりである。

$$x'_i = c_i + \mu(a_i - c_i) \tag{5}$$

ここで、 $x'_i$ はエージェント*i*の仮の態度、 $c_i$ は*i*が公開した直近3時点の意見の平均、 $a_i$ は*i*

が受け取った外部情報の直近3時点の平均、 $\mu$ は $x'_i$ が $a_i$ に影響を受ける程度のパラメータを

表している。意見の形成において、個人は自己の態度を明確化し、マスメディア等の外部情報を考慮して意見を表明する。公に表明する態度については、一貫性を保つため、過去時点において表明した意見の平均をとる。また、エージェントによって異なる外部情報を取得するために、一様分布、全エージェントの平均値を持つ正規分布、賛成派（もしくは反対派）の意見に依存する平均 0.75（もしくは平均 0.25）の正規分布からランダムに選択ものとする。正規分布の標準偏差はいずれも 0.1 とする。また、外部情報も過去の情報を参照するものとし、直近 3 時点の平均をとる。

(1)式で暫定した態度は、そのエージェントが他のエージェントの態度に影響を受け、態度を公に表明する。このとき、相手の態度との差異を減らす傾向を反映するメカニズムは、以下のとおりである。

$$x_i = x_i' + \theta_i(r_i - x_i') \quad (6)$$

ここで、 $x_i$ はエージェント*i*の態度、 $r_i$ は近い距離にいるエージェントの参考意見、 $\theta_i$ は近い距離にいるエージェントの影響を受ける程度を表している。近い距離にいるエージェントの参考となる意見は、そのエージェントの態度の加重平均とする。態度は、各ノードの次数に応じて重み付けされるため、多く接続されたノードがより影響力のある意見を持つものとする。

$$r_i = \frac{\sum k_z x_z}{\sum k_z} \quad (7)$$

ここで、 $z$ は*i*に接続されている任意のエージェント、 $k_z$ は*z*のノードの次数、 $x_{zz}$ の態度を表している。影響を和らげるため、態度は、暫定的意見と参考意見の中間点に位置するものとし、比較的多く接続されているノードについては、インフルエンサーとみなし、自身の意見に固執するため、近い距離にいるエージェントの影響を受けにくい性質を有する。 $\theta_i$ は以下のように定式化する。

$$\theta_i = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{-k_i + \min(k)}{\max(k) - \min(k)} \right) \quad (8)$$

原子力に関する世論は、事故や災害の負の事象が起こるごとに大きく変化する傾向がある。そこで、ある時点において影響力の大きい事象が起きたと仮定し、その直後は、世論を動かすマスメディアが、原子力発電に否定的な情報をエージェントに与えることとし、そのときの世論のダイナミクスについて考察する。

本分析の設定として、1 タイムステップを 1 ヶ月とし、55 年ほど経過した 663 ステップ目に負の事象が発生するものとし、エージェントに対して否定的な情報を与える。否定的な情報の与え方として、本分析では、情報を与える期間と否定の大きさを組み合わせて考える。情報を与える期間は、663 ステップ時、663 ステップ以降、663 ステップから一定期間の 3 パターンで考える。否定の大きさは、影響が最も大きい値を与える。または、反対派の意見に依存する一様分布[0, 0.5]に従う 2 つの場合を考える。組み合わせは、以下のとお

りである。

- ① 663, 664, 665 ステップ時に,  $a_i = 0$ とする.
- ② 663 ステップ以降,  $a_i = 0$ とする.
- ③ 663 ステップ以降, エージェントが受け取る外部情報は反対派の意見に依存する一様分布に従う.
- ④ 663 ステップから 681 ステップの間は,  $a_i = 0$ とする.
- ⑤ 663 ステップから 681 ステップの間は, エージェントが受け取る外部情報は反対派の意見に依存する一様分布に従う.

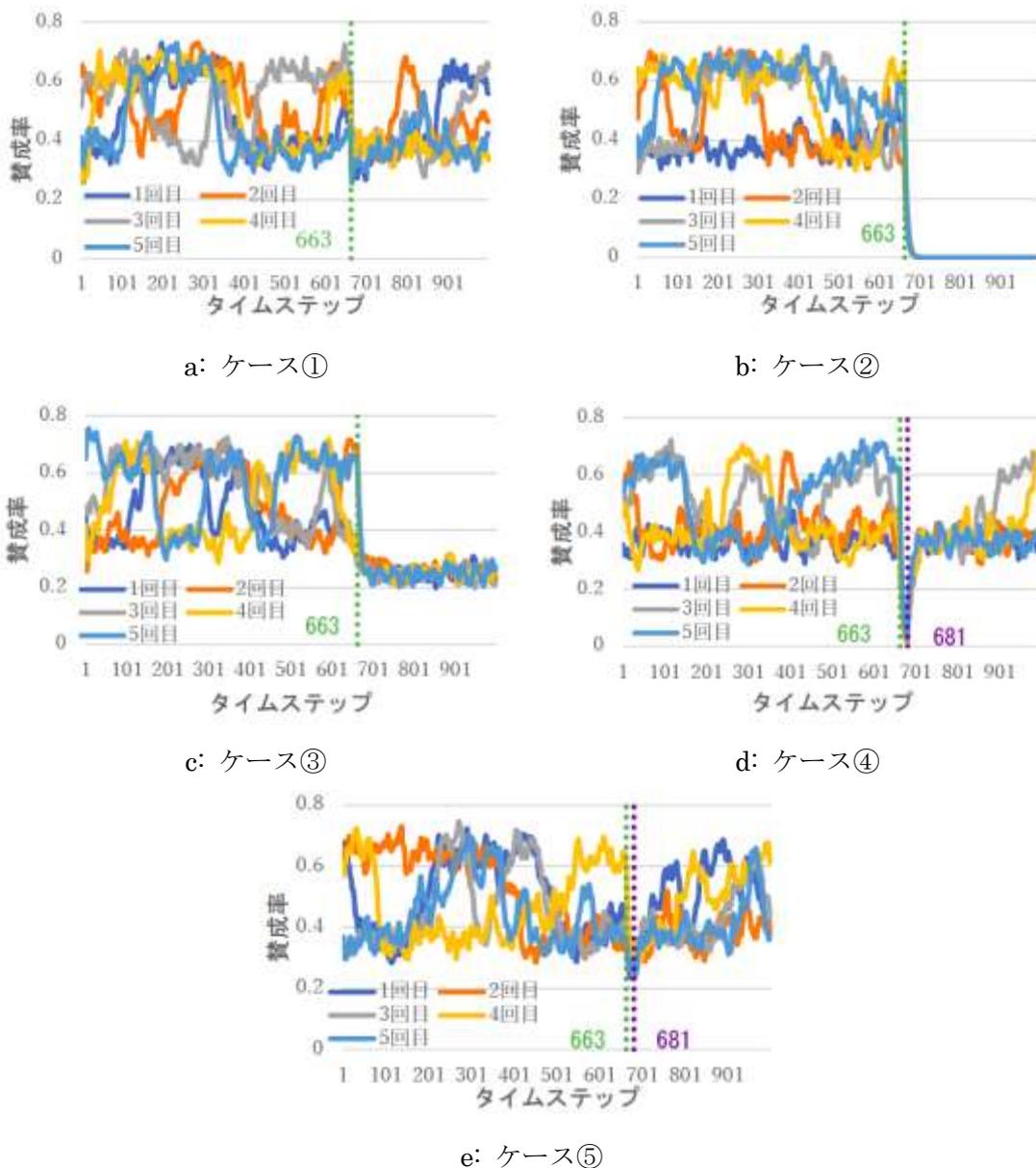


図4：世論変動のケーススタディ

図 4-a より, 663-665 ステップ目に影響力の大きい否定的な情報を与えると, 世論は大

きく負の方向に動き、その後の変動には大きな影響がないことがわかる。また、図 4-b では、663 ステップ以降、連続的に影響力の大きい否定的な情報を与え続けた場合、いずれのシミュレーションにおいても、700 ステップ目周辺から $\bar{x} = 0$ に収束していることがわかる。また、図 4-d においては、663 ステップから 681 ステップの間で、同様に否定的な情報を与え続けると、いずれのシミュレーションにおいても、681 ステップ目で $\bar{x} = 0$ に限りなく近づき、その後、世論は正の方向に回帰する。本結果においては、図 4-d の 3, 4 回目のシミュレーションの後半のステップにおいて、 $\bar{x} > 0.5$ となっていることから、世論が一度完全に反対 ( $\bar{x} = 0$ ) になったとしても、その後に賛成に転じる可能性があることがわかる。すなわち、エージェントに否定的な情報を与え続けた場合、その期間分だけ世論も負の方向に動く一方で、否定的な情報の発信が少なくなる、もしくは、なくなる場合、世論は正の方向に動くことがわかる。これは、ランダム性を有する一方、他のエージェントから賛成派の外部情報も受け取れるようになるためだと考えられる。図 4-c より、663 ステップ目以降、エージェントに反対派の意見に依存する一様分布に従う外部情報を与え続けた場合、図 4-b と同様のタイミングで負の方向に動く結果となる。その一方で、否定的な情報の大きさが異なるため、 $\bar{x} = 0.25$ 周辺に収まっていることがわかる。また、図 4-e より、663 ステップ目から 681 ステップ目の間において、エージェントに反対派の意見に依存する一様分布に従う外部情報を与え続けると、図 4-c と同様、すべてのシミュレーションにおいて、負の方向に世論が動き、 $\bar{x} = 0.25$ 周辺に収まる結果となる。しかしながら、否定的な情報を与える期間が終了すると、図 4-d 同様に、世論は正の方向に回帰することがわかる。図 4-d の結果と比較し、低下の程度は小さく、世論の平均が賛成傾向になるまでの時間が短いことがわかる。以上の結果から、負の事象が生じるごとに大きく変化する傾向がある実際の原子力の世論の動きに近い結果は、④の一定期間に最も影響力の大きい否定的な情報をエージェントに与えたときであると考えられる。⑤においては、比較的早期の段階で、世論が賛成傾向に傾く結果が見られ、それは現実的に乏しいものと考えられる。負の情報を与える期間に関して、実際に、震災後 1, 2 年は原子力発電に関するニュースが頻繁に報道されていたが、2021 年 1 月現在においては、ほとんど報道されていないことを考えると、④の期間は妥当な期間だといえる。

#### (4) 当該年度の成果の総括・次年度に向けた課題

本年度の目標の達成のため、「脱炭素化技術の社会的受容性の調査項目の作成・実施と集計・統計分析」、「脱炭素化技術の普及過程シミュレーション」、「脱炭素化技術普及の経済分析モデルと実験手法の構築」のそれぞれの研究開発項目を遂行した。上記の成果において示したとおり、本年度は、燃料電池車の社会的受容性に関する社会調査・実験と結果に対する統計分析、普及過程シミュレーションの基礎モデルの構築と概ね目標は達成されたものと考えている。しかしながら、本年度は、本研究開発の成果をどのように実際の政策に反映させるかについての議論が少ない状況であった。そのため、次年度では、この点についての改善をはかるため、政策担当者との議論を重ね、本研究開発において提示するエビデンスが実際の政策においてどのような位置付けであるかを意識しつつ、研究開発を遂行することを考えている。

### 2 - 3. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2020年5月5日	全体ミーティング	オンライン	本研究開発の今年度の内容や目標に関する打ち合わせ
2020年6月25日	グループミーティング	オンライン	シミュレーションモデル構築に関する打ち合わせ
2020年7月17日	全体ミーティング	オンライン	社会調査の質問項目に関する打ち合わせ
2020年8月7日	全体ミーティング	オンライン	社会調査内の実験についての質問項目に関する打ち合わせ
2020年10月16日	全体ミーティング	オンライン	社会調査・実験プレテストの質問項目構築に対する打ち合わせ
2020年12月3日	グループミーティング	オンライン	シミュレーションモデル分析の結果に関する打ち合わせ
2020年12月23日	全体ミーティング	オンライン	社会調査・実験プレテストの質問項目構築に対する最終打ち合わせ
2021年1月28日	全体ミーティング	オンライン	社会調査・実験プレテストの結果に対する打ち合わせ
2021年2月26日	グループミーティング	オンライン	社会調査・実験本テストの結果に対する打ち合わせ

### 3. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

特になし

### 4. 研究開発実施体制

#### (1) 実験・シミュレーショングループ

①高嶋隆太（東京理科大学，教授）

②実施項目

##### 【3】脱炭素化技術の社会的受容性の調査項目の作成・実施と集計・統計分析

経済分析モデル・実験手法構築グループの実施項目【2】で設計した選択型実験を実施し、コンジョイント分析を行うことで、各技術の支払意思額を推定する。さらに、脱炭素化技術に対する支払意思額から便益を算出し、調査結果から得られた社会的受容性との関係を示す。

##### 【4】脱炭素化技術の普及過程シミュレーション

経済分析モデル・実験手法構築グループの実施項目【2】で構築したエージェントの利得に関するモデルを組み込むことにより、脱炭素化技術の普及過程のシミュレーションモデルを構築する。

#### (2) 経済分析モデル・実験手法構築グループグループ

①田中誠（政策研究大学院大学，教授）

②実施項目

##### 【2】脱炭素化技術普及の経済分析モデルと実験手法の構築

実験・シミュレーショングループの実施項目【3】のコンジョイント分析における経済分析モデルの構築を行う。また、実験・シミュレーショングループの実施項目【4】において実施されるエージェントの利得や効用に関する関数の構築を行う。

## 5. 研究開発実施者

### 実験・シミュレーショングループ（リーダー氏名：高嶋隆太）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
高嶋 隆太	タカシマ リュウタ	東京理科大学	理工学部	教授
鈴木 正昭	スズキ マサアキ	東京理科大学	理工学部	講師
伊藤 真理	イトウ マリ	東京理科大学	理工学部	講師
木原 直哉	キハラ ナオヤ	東京理科大学	理工学部	大学院生M2

### 経済分析モデル・実験手法構築グループ（リーダー氏名：田中誠）

氏名	フリガナ	所属機関	所属部署	役職 (身分)
田中 誠	タナカ マコト	政策研究大学院大学	政策研究科	教授
根井 寿規	ネイ ヒサノリ	政策研究大学院大学	政策研究科	教授
伊藤 和哉	イトウ カズヤ	政策研究大学院大学	政策研究科	大学院生D3

## 6. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

### 6-1. シンポジウム等

特になし

### 6-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍、フリーペーパー、DVD

特になし

(2) ウェブメディアの開設・運営

特になし

(3) 学会（6-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

特になし

### 6-3. 論文発表

(1) 査読付き (0件)

●国内誌 (0件)

●国際誌 (0件)

(2) 査読なし (0件)

### 6-4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議1件、国際会議0件）

・高嶋隆太，脱炭素社会の構築に向けた科学技術イノベーションの社会的受容性，日本オペレーションズ・リサーチ学会危機管理と社会とOR研究部会2020年度第2回研究会，国立新美術館・オンライン，2020年10月15日。

(2) 口頭発表（国内会議0件、国際会議0件）

(3) ポスター発表（国内会議0件、国際会議0件）

### 6-5. 新聞／TV報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿 (0件)

(2) 受賞 (0件)

(3) その他 (0件)

.

### 6-6. 知財出願

(1) 国内出願 (0件)

(2) 海外出願 (0件)

## 参考文献

- 1) Tanaka, M., Ida, T., Murakami, K., Friedman, L., 2014. Consumers' willingness to pay for alternative fuel vehicles A comparative discrete choice analysis between the US and Japan. *Transportation Research Part A* 70, 194-209.
- 2) 自動車新時代戦略会議, 2018. 中間整理  
<https://www.meti.go.jp/press/2018/08/20180831007/20180831007-3.pdf>.
- 3) León-Medlina, F.J., 2019. Endogenous changes in public opinion dynamics. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 22, 4.
- 4) 構造計画研究所, MAS COMMUNITY, <https://mas.kke.co.jp/>.
- 5) Barabási, A.-L., Albert, R. 1999. Emergence of scaling in random networks. *Science* 286, 509-512.