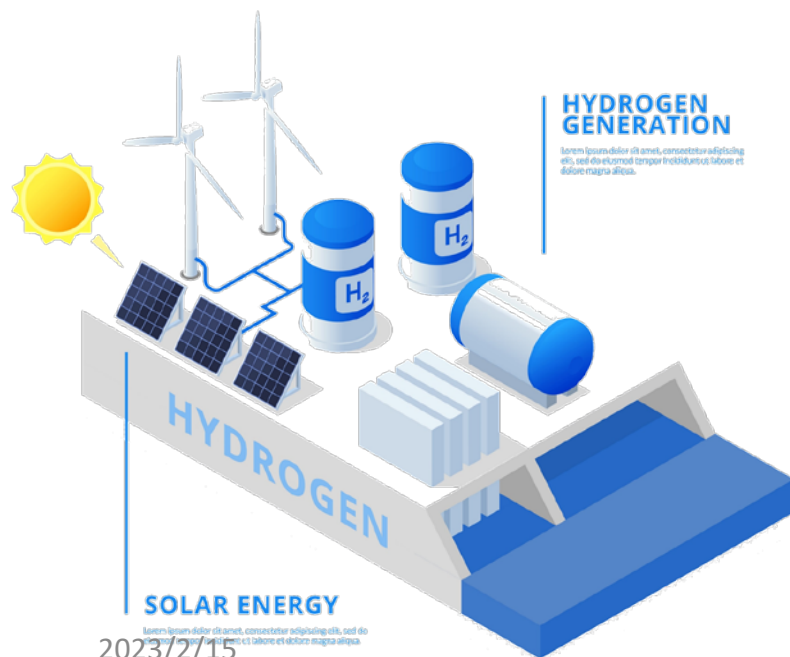




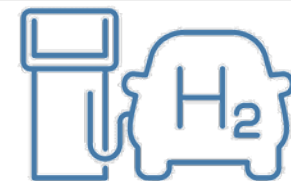
燃料電池自動車と 水素ステーションの 受容性に関する研究



名古屋大学 未来社会創造機構
特任准教授 佐藤 仁美



日本の脱炭素に向けた取り組み



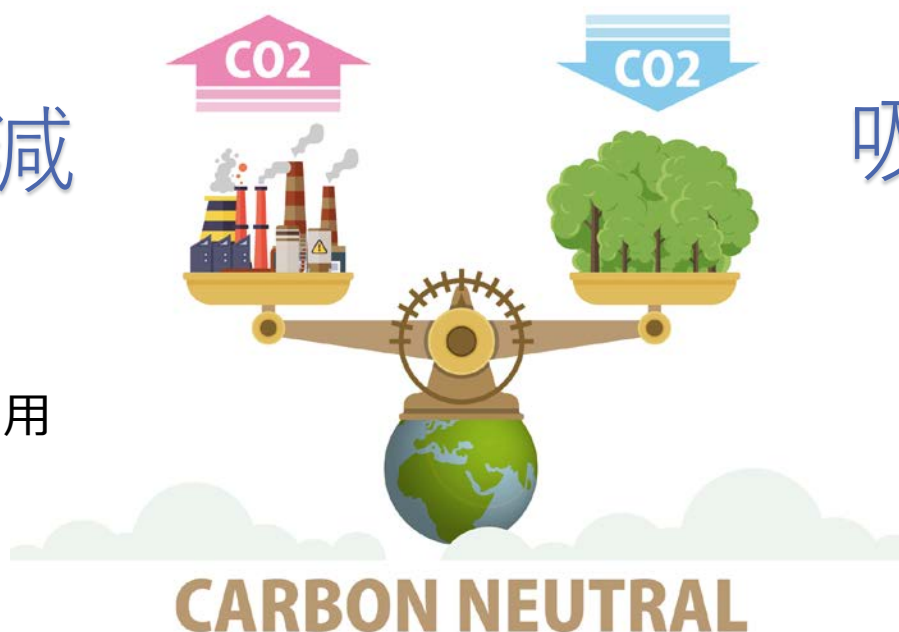
- 2015年 パリ協定採択

気温上昇2℃より十分低く保つ、21世紀後半にカーボンニュートラルの達成

- 2017年 水素基本戦略の策定

排出量削減

省エネ
自然エネルギー利用
水素の活用

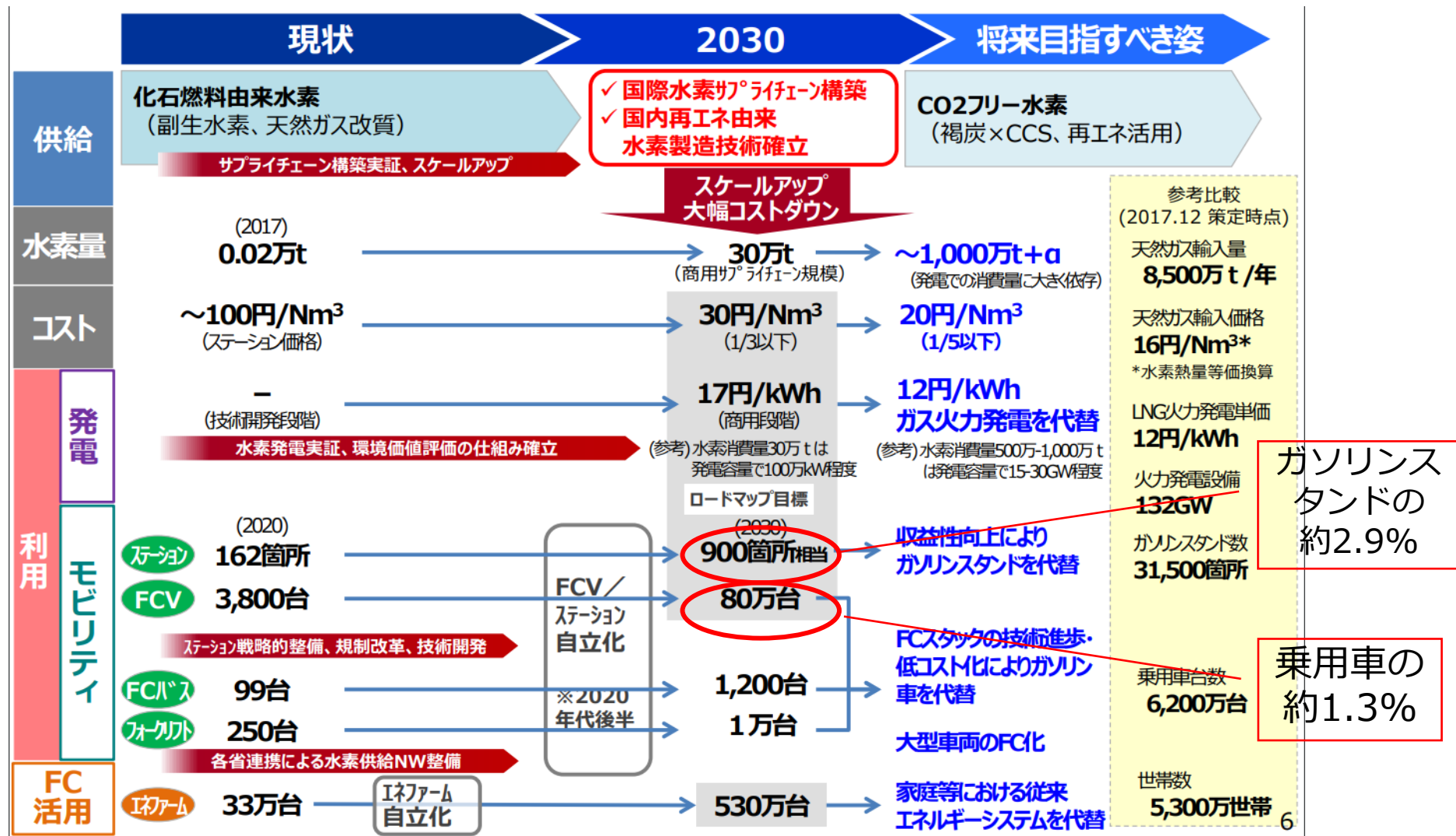
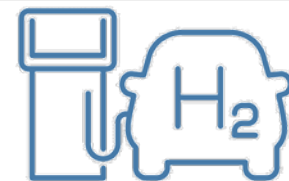


吸収・除去

森林育成
カーボンオフセット

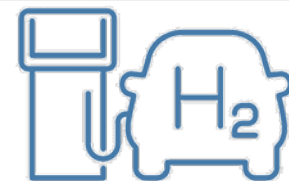


水素基本戦略 達成目標

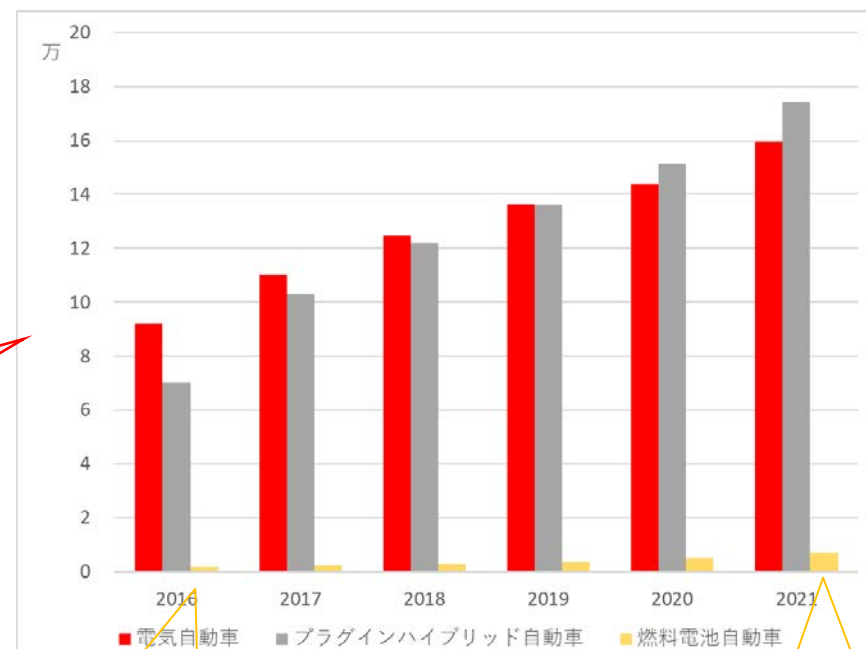
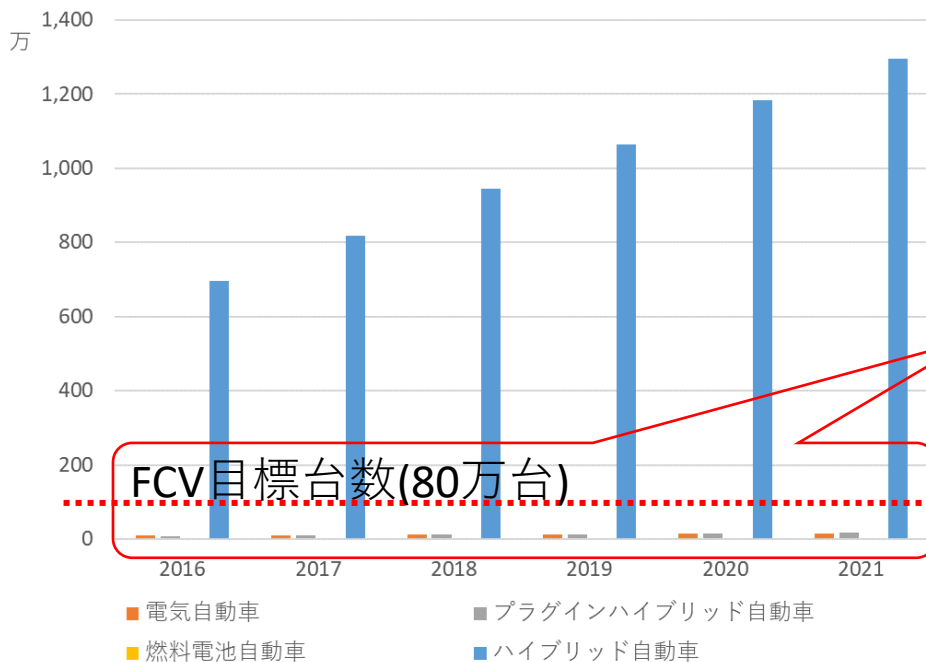




燃料電池自動車(FCV)の普及状況



次世代自動車振興センターHP>調査・統計>EV等 保有台数統計から作成



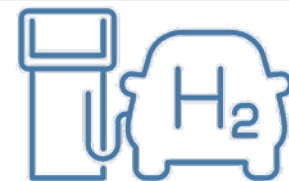
1807台

約4倍！

6981台

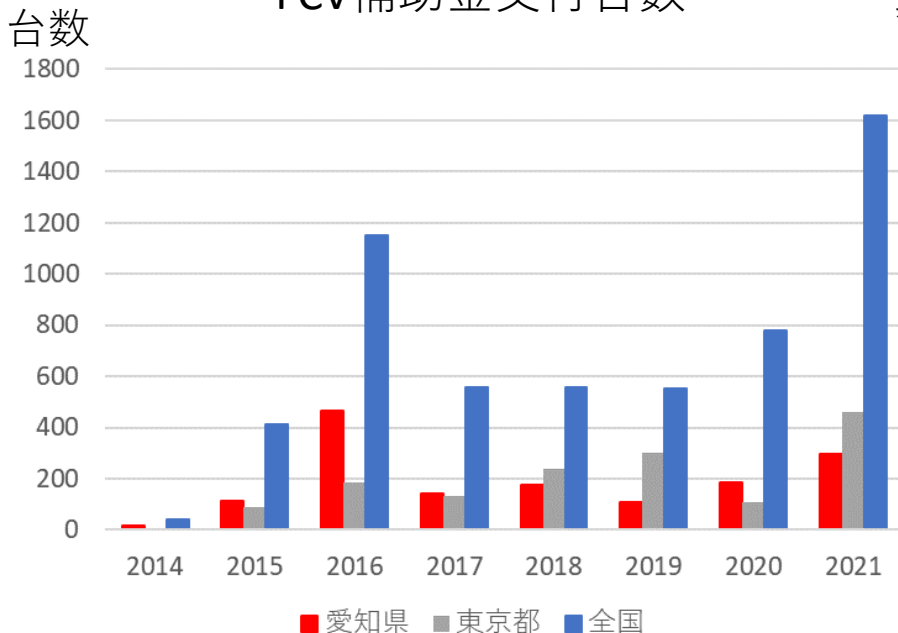
- 乗用車保有台数のうち代替燃料車の割合は2021年に20%超
- 2021年でFCVは0.01%だが、年々台数は増加

H₂ 愛知県のFCVの普及状況



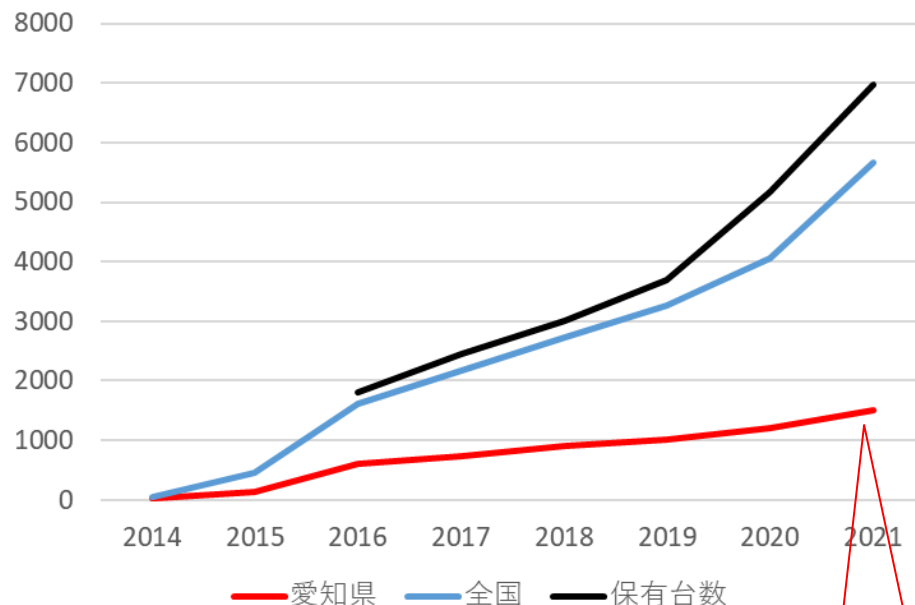
次世代自動車振興センターHP>調査・統計>EV等 保有台数統計から作成

FCV補助金交付台数



累積台数

FCV補助金交付累積台数



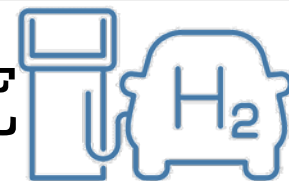
1502台

- 2016年までは愛知県で補助金交付台数が多い
- 補助金交付累積台数は保有台数の8~9割
- 愛知県のFCV保有台数は1500~1600台くらい？

※愛知県の乗用車保有台数は421万3496台（2021年3月時点）



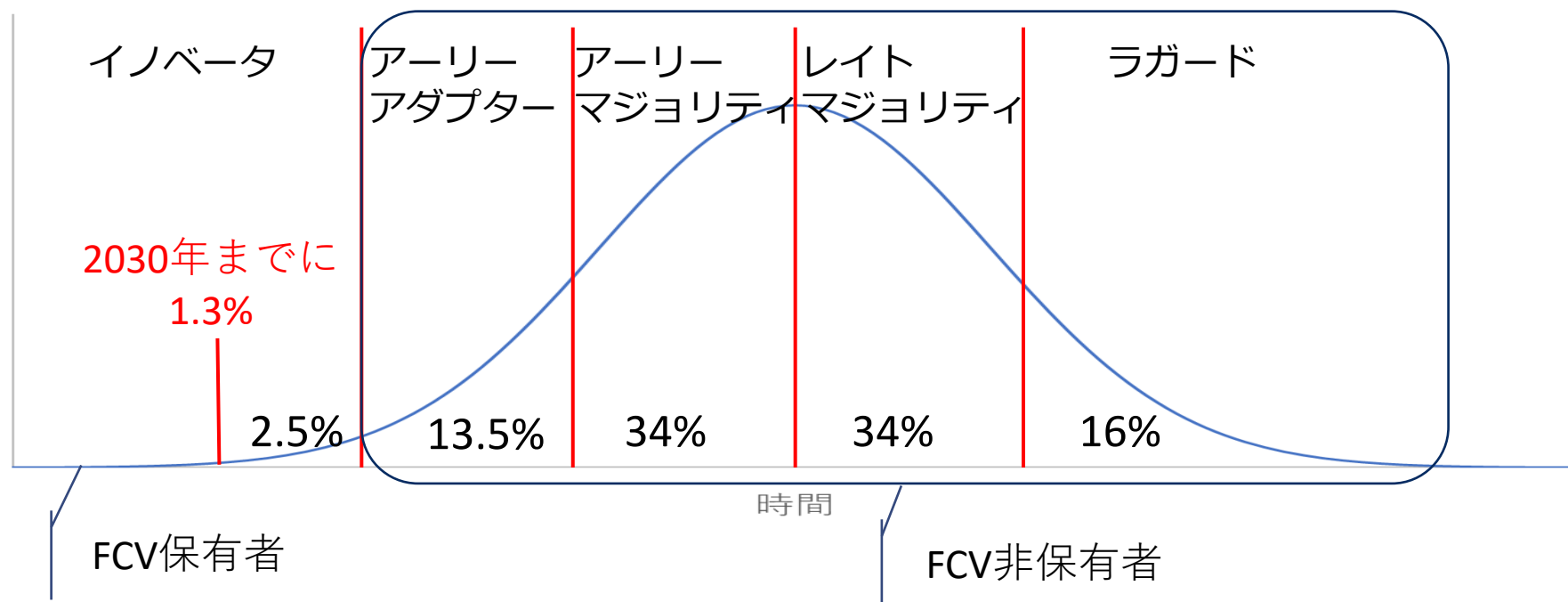
燃料電池自動車の受容性に関する研究



- FCV普及促進のための政策とは？
- FCV保有者の特徴は？

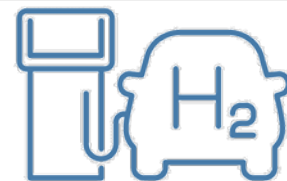
イノベータ理論（ロジャーズ，1962）

採用者数

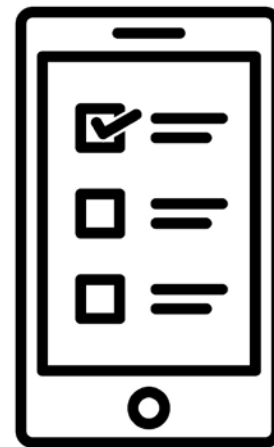




FCV非保有者アンケート調査の概要

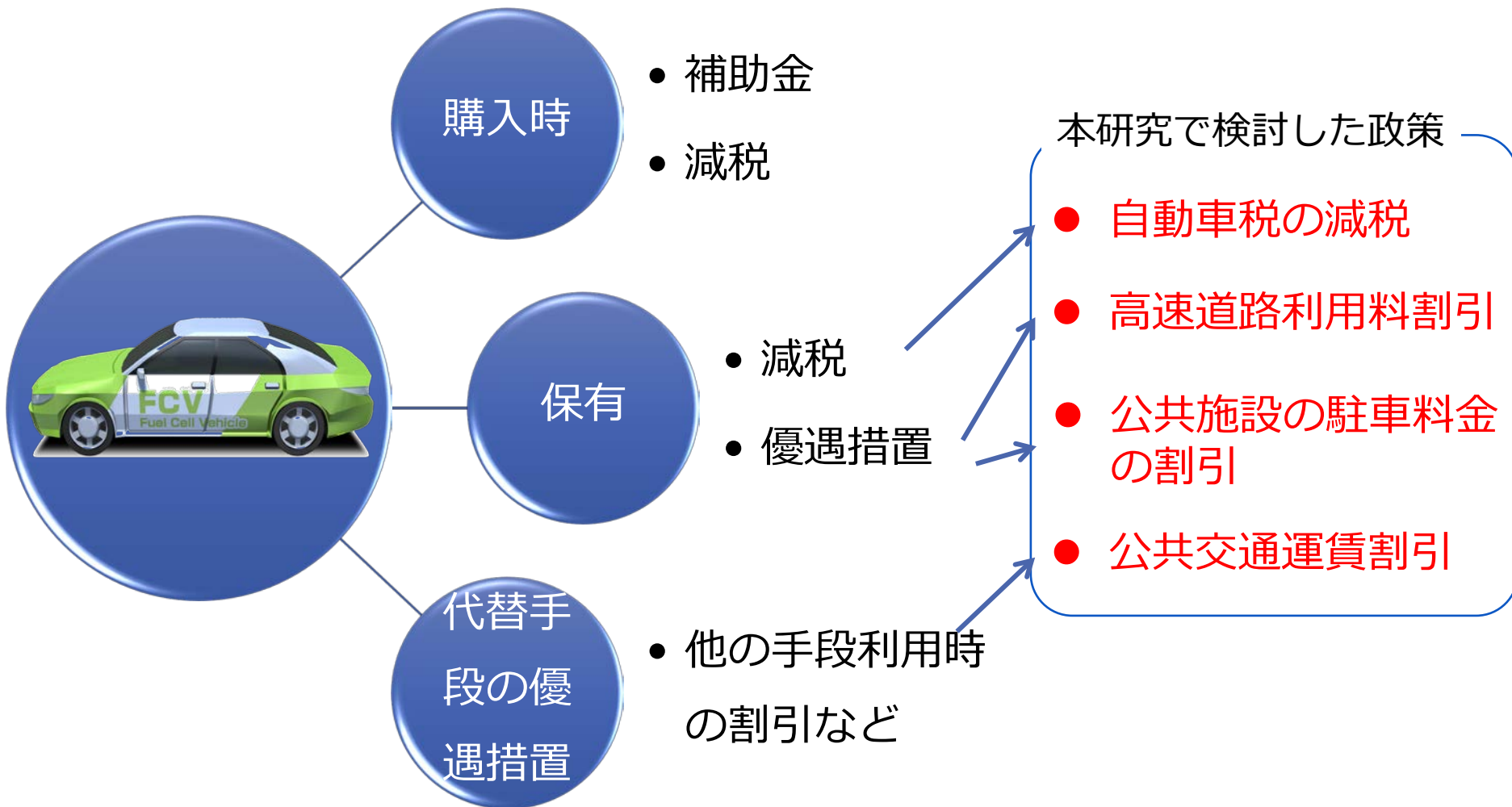
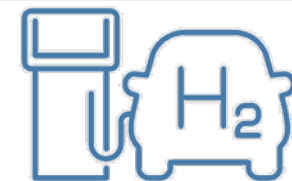


	FCV非保有者アンケート
実施年	2018
実施主体	名古屋大学
対象者	愛知県在住で自動車を数年以内に購入予定の方
募集方法	Webアンケートモニター登録者への協力依頼
サンプル数	500
調査内容	保有自動車の概要, FCVに関する知識, FCVの購入意向など
謝礼	調査会社のポイント



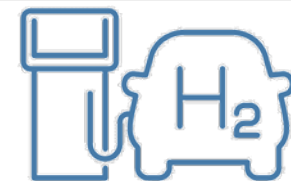


FCV普及促進のための政策とは？





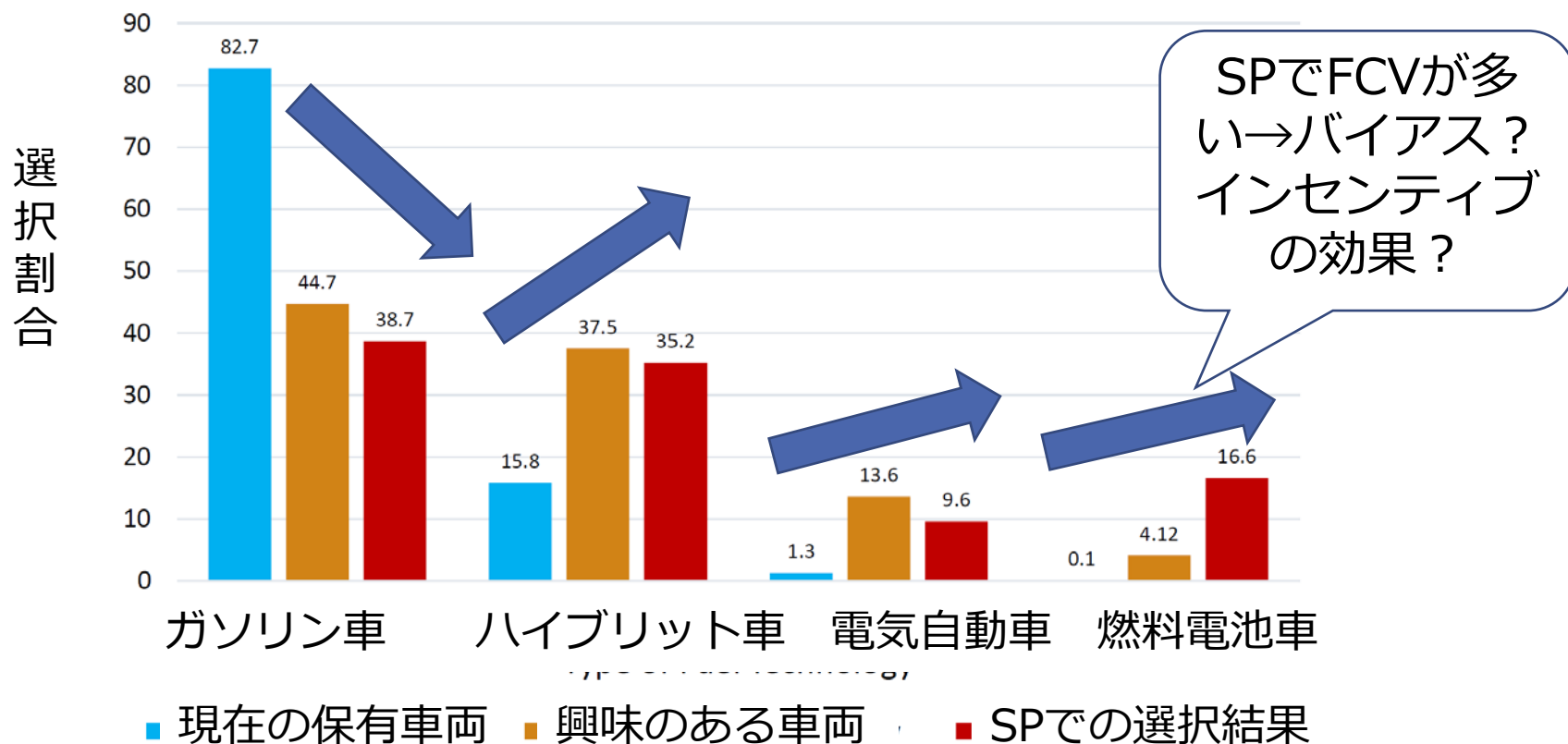
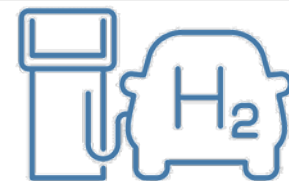
SP (Stated Preference) 調査



ガソリン車, ハイブリット車, 電気自動車, FCVから選択

ガソリン/軽油の自動車	プラグインハイブリッド電気自動車/ハイブリッド車	電気自動車	燃料電池自動車
【購入価格】	【購入価格】	【購入価格】	【購入価格（燃料電池自動車の価格は補助金を差し引いた価格です）】
[回答 : Q15.c1] 万円	[回答 : Q16HQ.c1] 万円	[回答 : Q16HQ.c2] 万円	[回答 : Q16HQ.c1] 万円
【ガソリンスタンドの設置率】	【ガソリンスタンド・充電スポットの設置率】	【充電スポットの設置率】	【水素ステーションの設置率】
現在のガソリンスタンドと同等レベル	現在のガソリンスタンドと同等レベル	現在のガソリンスタンドと同等レベル	現在のガソリンスタンドの1/2
【1回の燃料補給で走行可能な距離 (km)】	【1回の燃料補給で走行可能な距離 (km)】	【1回の燃料補給で走行可能な距離 (km)】	【1回の燃料補給で走行可能な距離 (km)】
500 km	600 km	400 km	500 km
【燃料充填時間】	【燃料充填時間】	【燃料充填時間】	【燃料充填時間】
5分間	30分間	3時間	5分間
【環境負荷】	【環境負荷】	【環境負荷】	【環境負荷】
現状の85%	現状の55%	ゼロエミッション	ゼロエミッション
【優遇措置】	【優遇措置】	【優遇措置】	【優遇措置】
特になし	特になし	特になし	1. 公共施設の駐車場 無料 2. 自動車税 無料 3. 高速道路料金 現状と同じ 4. 週末の公共交通の利用料金 半額

各インセンティブは3段階
無料/半額/現状と同じ





- ミクストロジットモデルを用いて分析
 - ミクロ経済学の理論がベースのモデル
 - 各自動車の効用（満足度）が大きいものを選択
- 選択結果に最も合うように効用の説明変数の重み（推定値/パラメータ）を推定

$$U = \beta X + \varepsilon$$

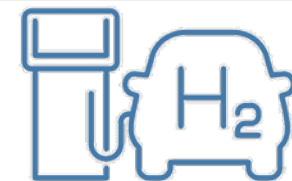
- 推定値が正であれば、その説明変数が大きくなるとより選択されるようになる。

例：

価格の推定値が負：価格↑で選択されにくくなる



分析結果（自動車の特徴との関係）



説明変数

推定値

自動車の属性

価格（平均） -1.284***

価格↑ 選択されにくい

（標準偏差） 1.301***

スタンドの設置率 -1.201**

（ガソリン車所有者・自動車非所有者）

スタンドの設置率(代替燃料車両保有車) 0.633

燃料補充にかかる時間（平均） -0.219**

（分散） 0.437***

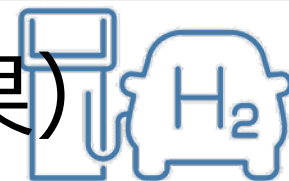
Log-likelihood value -1831

Akaike's information criterion 3732

【ガソリン車所有者・
自動車非所有者】
スタンド設置率が低いと
選択しない

→ハイブリット車や電気
自動車所有者は気にして
いない

燃料補充にかかる時間が長い車両は
選択しない



分析結果（インセンティブの効果）

説明変数

推定値

インセンティブ

公共施設の駐車場割引(ガソリン車保有者・車非保有者)

-0.514*

公共施設の駐車場割引(PHEV/HV/EV 保有者)

1.896***

自動車税減税(年収400万円未満)

0.302

自動車税減税(年収400万円以上)

-0.881**

高速道路利用料割引(車非保有・1台保有)

0.016

高速道路利用料割引（複数台保有者）
(平均)

0.664*

(分散)

1.575***

公共交通運賃割引(車保有者)

0.051

公共交通運賃割引(車非保有者)

1.107**

【ガソリン車保有者・自動車非保有者】負の効果
【ハイブリット車や電気自動車保有者】効果あり

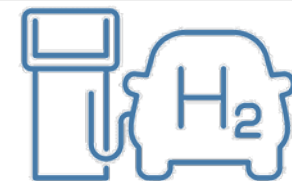
【年収400万円以上】
負の効果

複数台保有者に効果あり

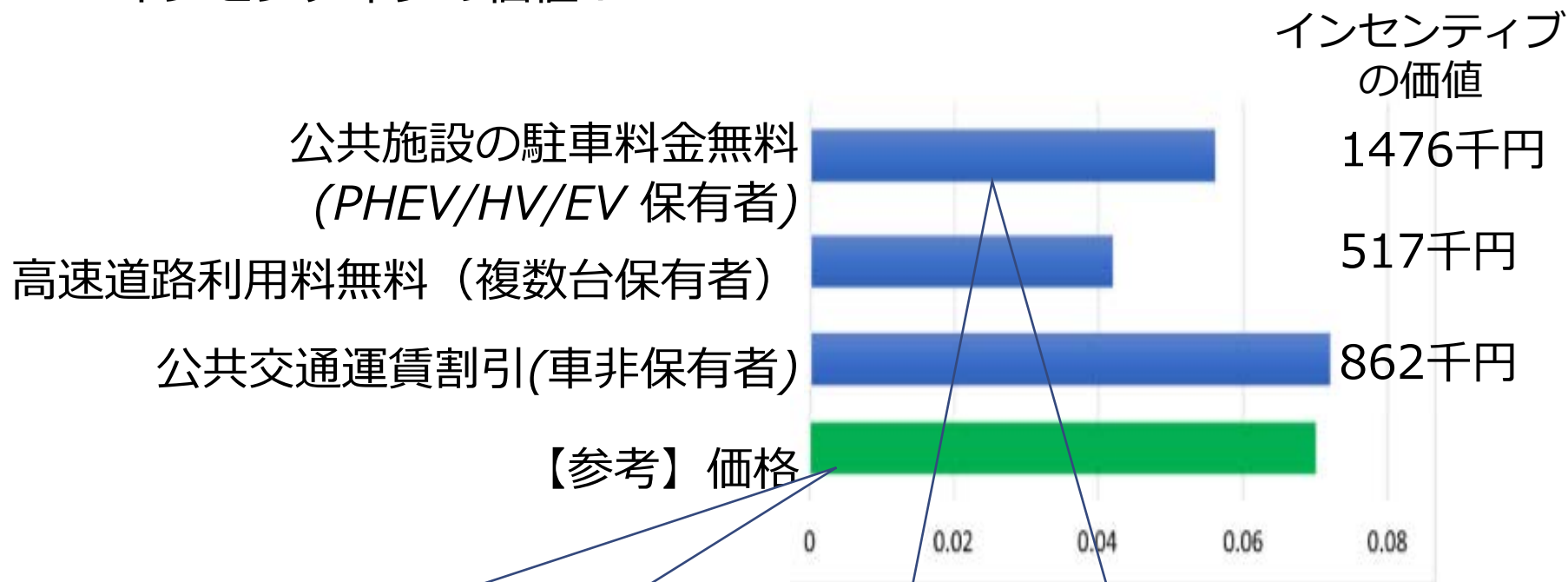
車非保有者には魅力的



インセンティブの効果の定量化



- インセンティブの有無でFCVの選択確率がどれくらい変わる？
- インセンティブの価値？

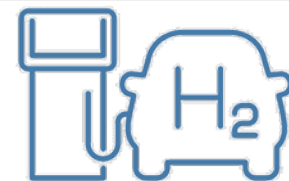


価格が100万円下がるとFCVを選択する人が7ポイント増

公共施設の駐車料金が無料になるとFCVを選択する人が6ポイント増



FCV保有者アンケート調査の概要



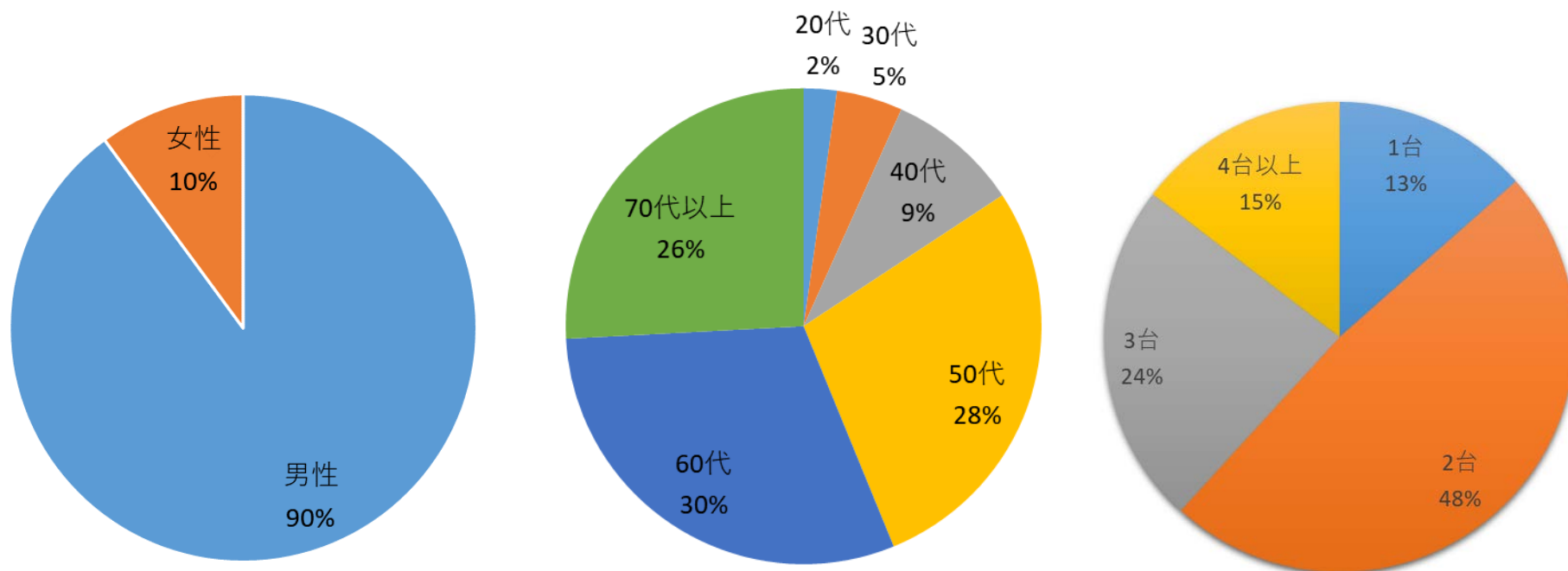
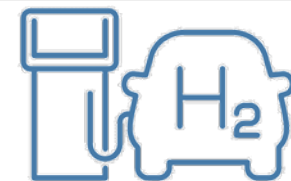
	FCV保有者アンケート
実施年	2020-2021
対象者	燃料電池自動車保有者
募集方法	4水素ステーション来訪者 豊田市のFCV補助金交付者
配布回収方法	水素ステーション： 手渡し配布、郵送回収 補助金交付者： 郵送配布、郵送回収
サンプル数	89（回収率：74.2%）
調査内容	購入理由、買替え時のFCV選択意向、FCVの利点・欠点など
調査協力	エネオス、東邦ガス、豊田市
謝礼	1000円分のQuoカード

アンケート調査配布場所





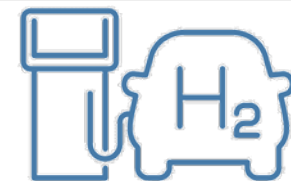
FCV保有者の個人属性



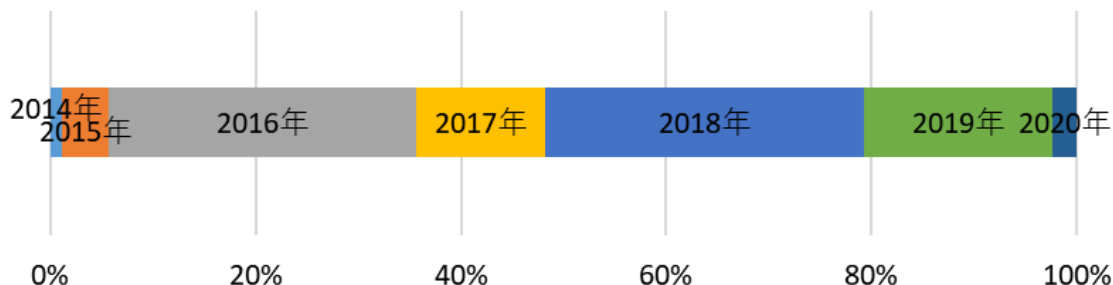
- 男性、50代以上が多い
- 9割以上が複数台の車保有



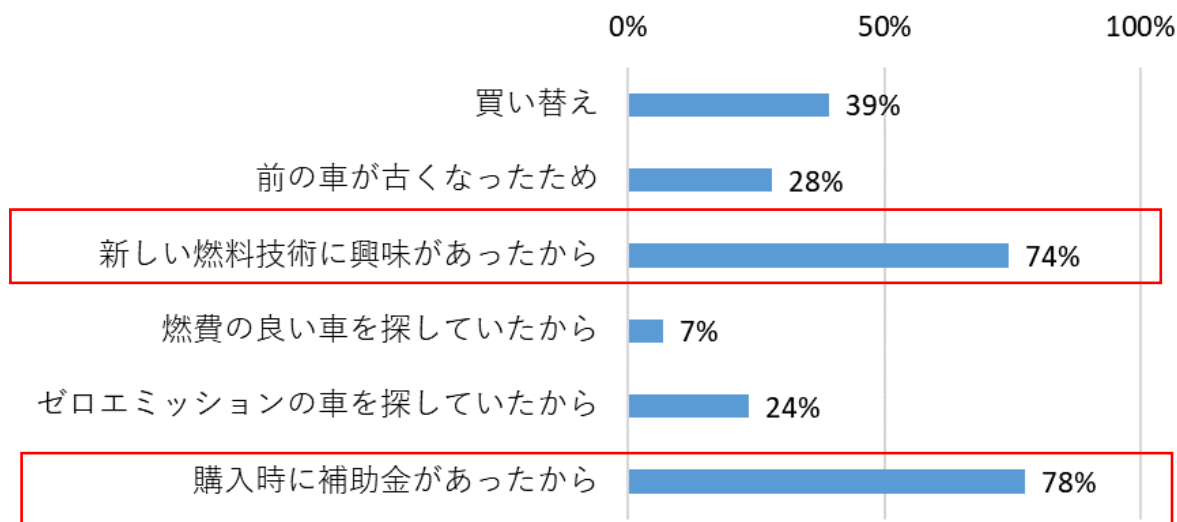
FCVの購入



- 購入した年

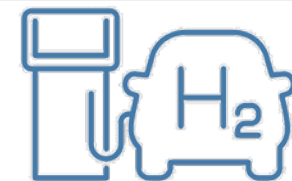


- FCVの購入理由

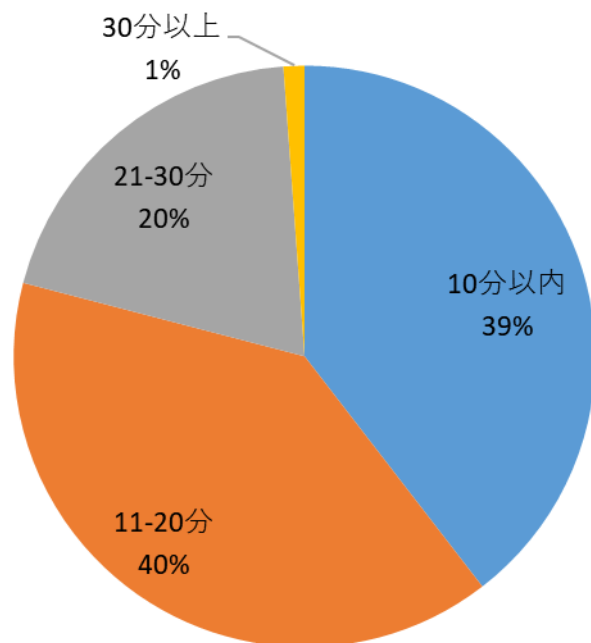




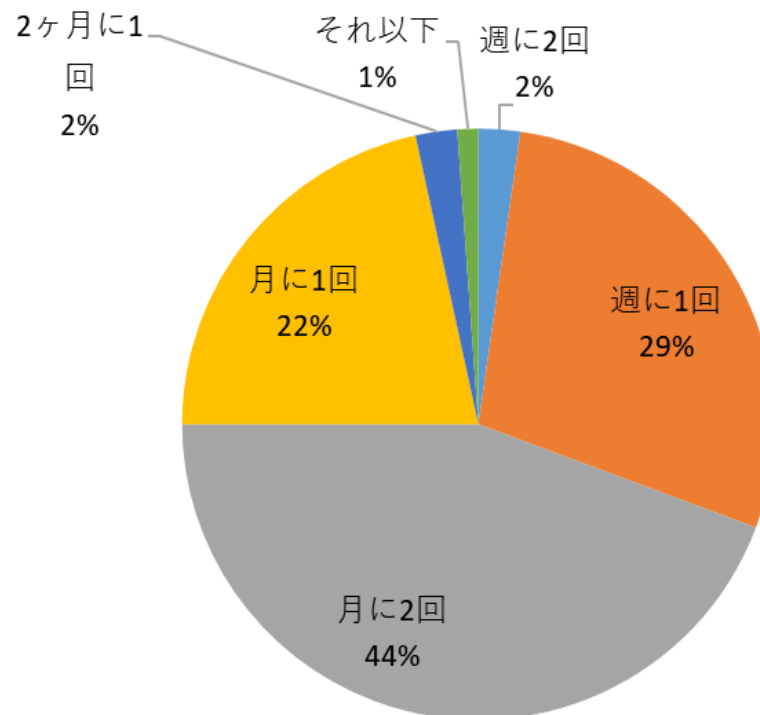
水素ステーションの利用



水素ステーションまでの距離
(職場/家から)

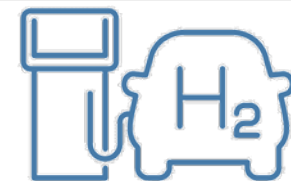


水素ステーションの利用頻度

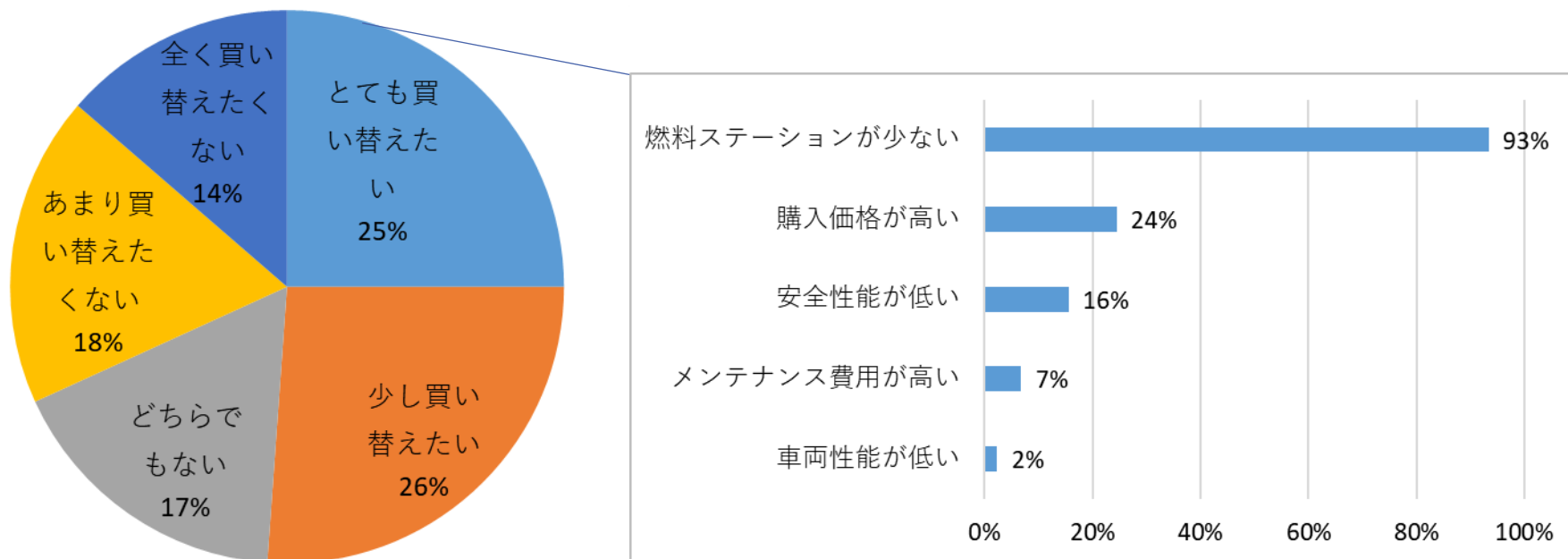




FCV保有者の買替意向



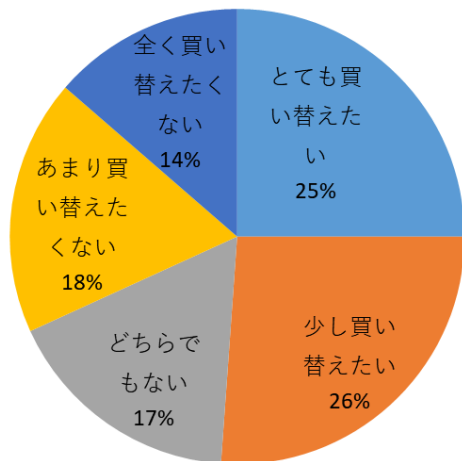
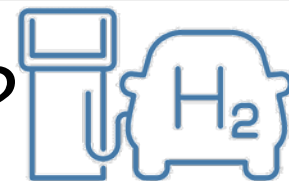
Q.現在お持ちのFCVを買い替える時も、FCV以外の車に買い替えますか



- ・半数以上の人がFCV以外のものに買い替えた
- ・FCVを利用し続けない理由は水素ステーションが少ないため



FCV以外の車に変えたい人の特徴は？



3つのグループに分類して比較
1. 買い替えたいグループ
2. どちらでもないグループ
3. FCVのまま

→カイ二乗検定

違いがない

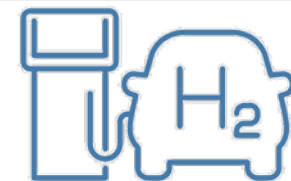
- 個人属性（性別や年代など）
- ハイブリット車などのエコカーの保有経験
- FCVの保有年数
- 購入価格やメンテナンスコストなどへの満足度
- 燃費や環境への影響などの満足度

違う

- 走行性能への満足度
- 補助金や減税などのインセンティブへの満足度
- 水素タンクの安全性への満足度
- 車のイメージなどへの満足度
- FCVや水素燃料の将来性への満足度
- 水素ステーション数への満足度



2. 水素ステーションの受容性



- 水素ステーションの普及状況
- 水素ステーションの種類
- 水素の種類
- 研究目的と調査概要
- 水素の受容性分析結果の紹介



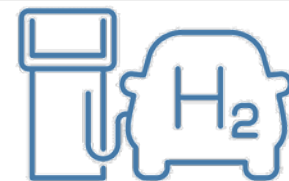
EIG-Japanから国際共同研究助成（2022-2024年度）

再生可能エネルギーを活用した水素ステーションの持続的で経済的な開発のための学際的アプローチによるリスク評価（SUSHY）

研究代表：ニコラ・パルトリニエリ（ノルウェイ科学技術大学）

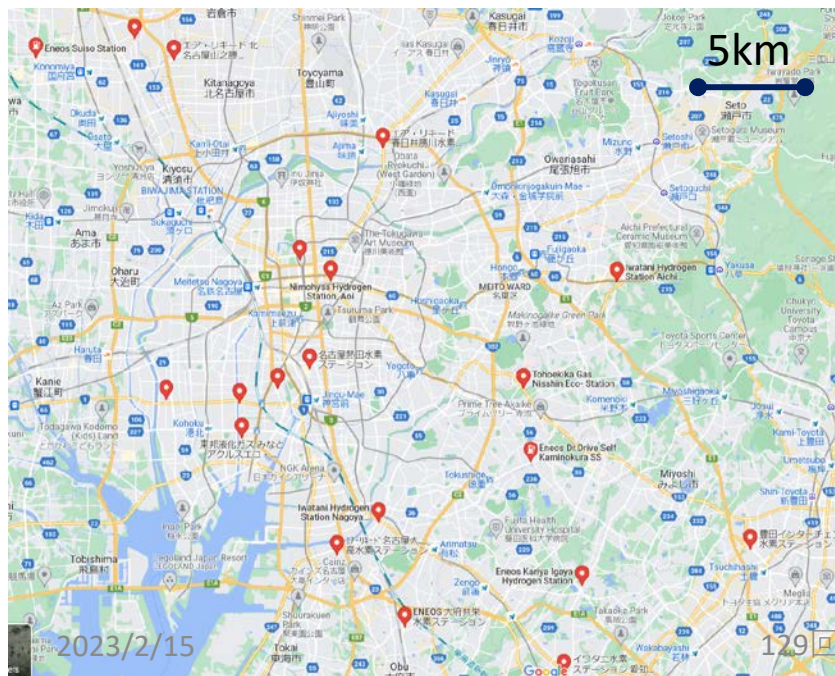
日本側代表：山本俊行（名古屋大学）

H₂ 水素ステーションの普及状況



*2021年10月現在, **2022年5月現在

	日本	愛知県	名古屋市
人口(千人)*	125,502	7,517	2,325
面積 (km ²)	378,000	5,173	326.4
水素ステーションの数**	163	36	11
ステーションの密度(/100km ²)	0.043	0.70	3.4



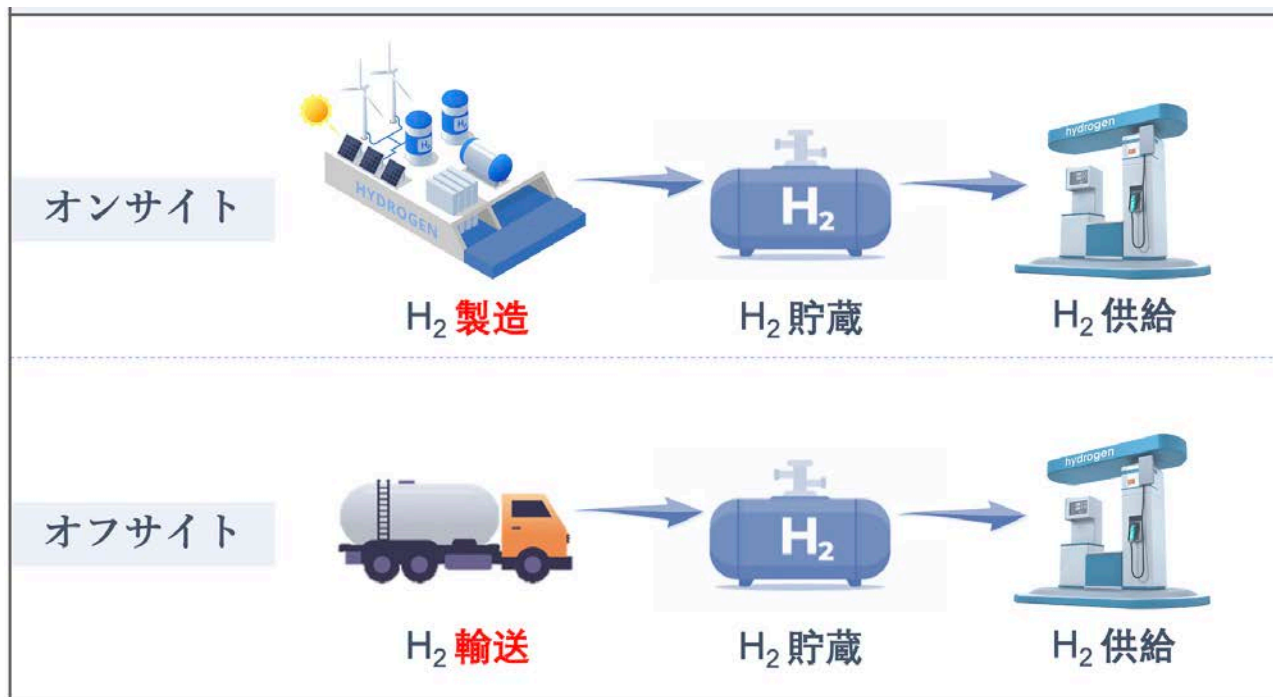
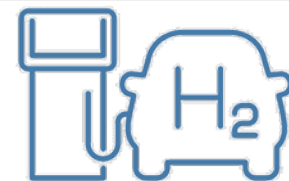
日本中で一番多い！

※愛知県のGS数：1572ヶ所
内、2.3%が水素ステーション

水素ステーション

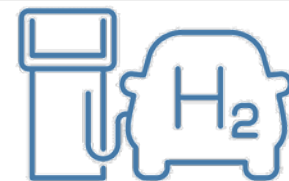


水素ステーションの種類

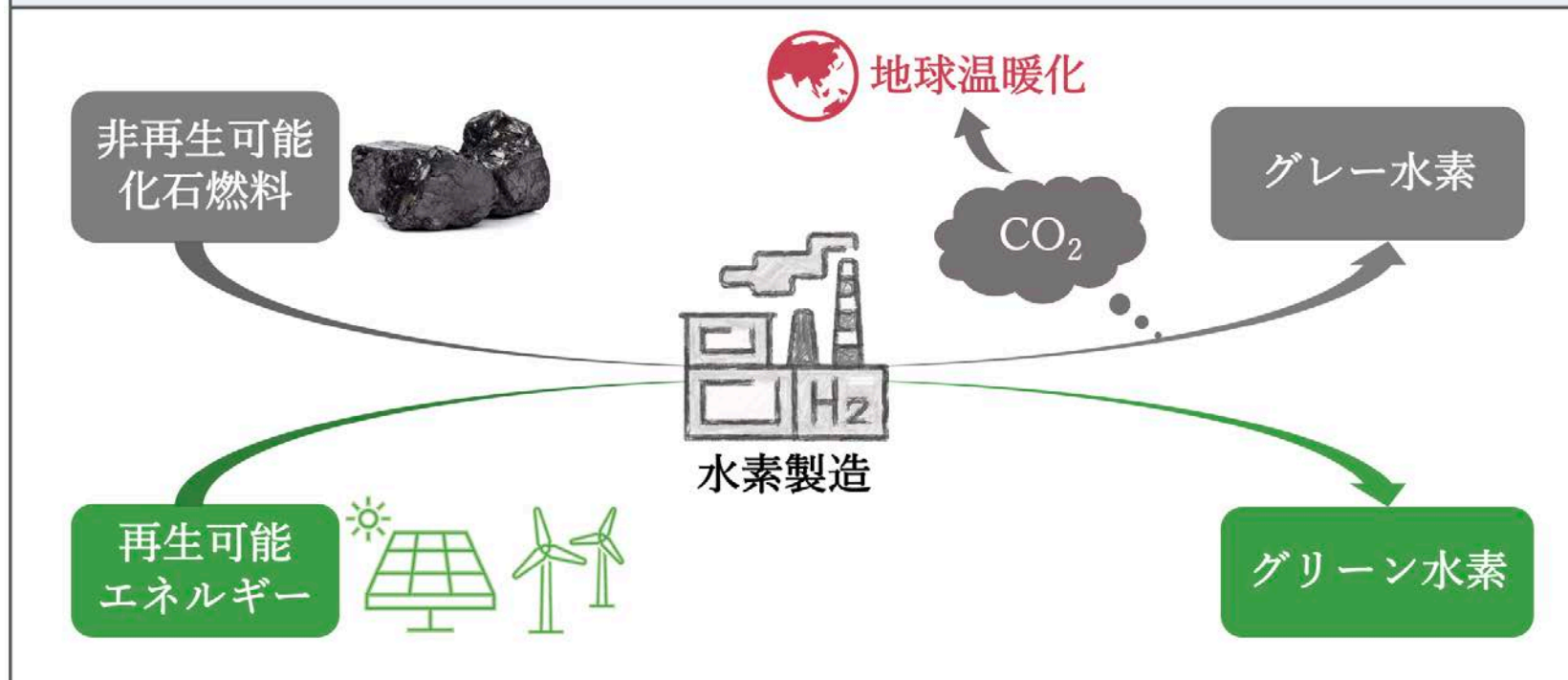


愛知県の各水素ステーション
の設置状況

種類	オンサイト	10
	オフサイト	22
	移動式	4
供給容量	100-300Nm ³	6
	>=300Nm ³	30



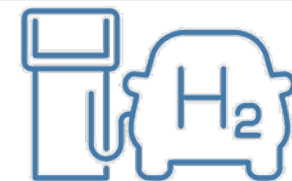
グレー水素とグリーン水素の区別



ブルー水素：天然ガスや石炭などから製造されるためCO₂が排出されるが、回収・貯蔵することで排出を実質ゼロとみなす



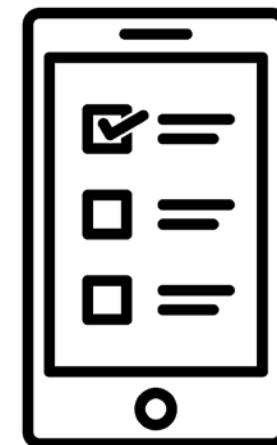
研究目的と調査概要

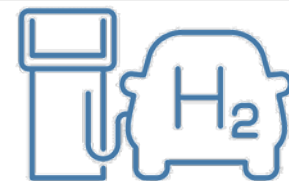


- FCVの普及促進には水素ステーションの普及がカギ
→どのようなステーションなら受け入れられるのか

アンケート調査の概要

実施年	2022年12月
実施主体	名古屋大学
対象者	20代～60代の男女
募集方法	Webアンケートモニター登録者への協力依頼
サンプル数	1000
調査内容	水素に関する知識，水素利用の利点や欠点の認知，リスク認知，水素ステーションの受容性など
謝礼	調査会社のポイント





設置方式	新規に建設
水素の供給源	水素工場から運ばれる オフサイト型
水素の種類	天然ガスやメタンなどから作られる グレー水素
ステーションの規模	大規模 （3-5台の自動車に同時に供給可能）
ご自宅からの距離	800 m

Q13

次の状況を考えた場合、上記に示した水素ステーションをご自宅の近所に設置することに賛成ですか、反対ですか。（それぞれひとつずつ）



とても
反対

少し
反対

中立

少し
賛成

とても
賛成

1 **現在**:水素燃料電池自動車の普及率は0.1%未満

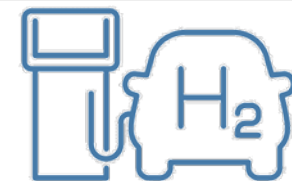
1○ 2○ 3○ 4○ 5○

2 **将来**:道路を走る車の約5台に1台が水素燃料電池自動車となった場合

1○ 2○ 3○ 4○ 5○



調査の設定



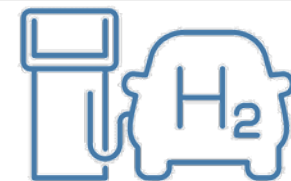
• SP (Stated Preference) 調査の設定

項目	設定 1	設定 2	設定 3
設置方法	新規に建設	既存のガソリンスタンドに設置	—
水素の供給源	オフサイト	オンサイト	—
水素の種類	グレー水素	グリーン水素	—
規模	小規模 (1-2台)	大規模 (3-5台)	—
自宅からの距離	200m	400m	800m

組み合わせは $3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 = 48$ 通り
→実験計画法で8通りに削減
→1人につき4種類を回答



3種類の事前説明



● なし

● 水素ステーションのリスク情報

水素ステーションで水素爆発が起こった場合の**周辺住民の致死率/年は1億分の1よりはるかに小さい**です。この致死率は社会的に許容されるリスクレベルと設定されている、10万分の1を大きく下回っています。

● 水素ステーションのリスク情報＋対策

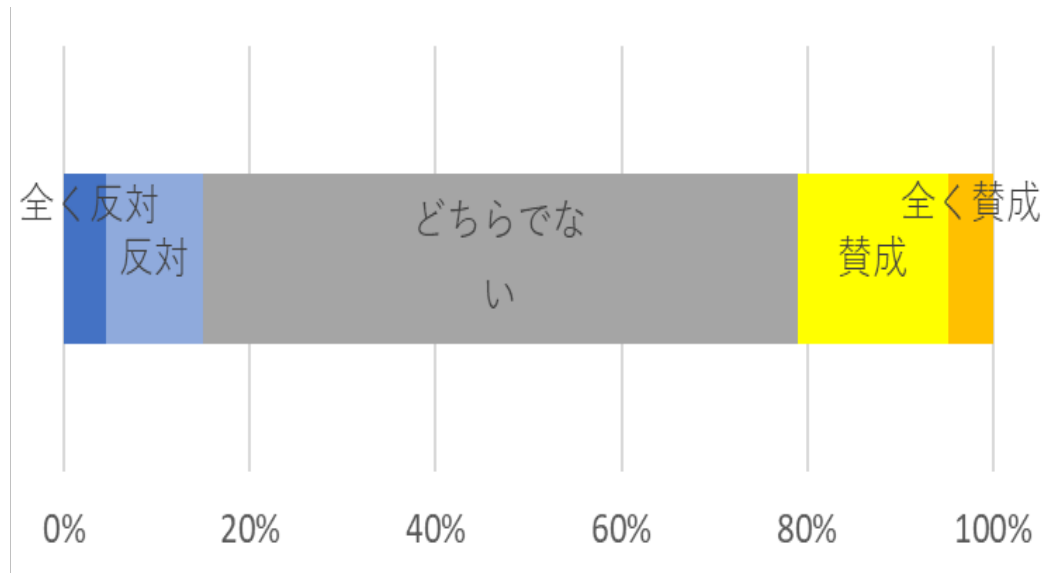
水素ステーションで水素爆発が起こった場合の**周辺住民の致死率/年は1億分の1よりはるかに小さい**です。この致死率は社会的に許容されるリスクレベルと設定されている、10万分の1を大きく下回っています。

加えて、水素ステーションは、室内の水素の濃度を燃焼しないレベルに保つために、**漏れた水素を素早く排出できる高度な換気システムを備えています**。また、**防火壁などを用いて、運営中で起こりうる事故の影響を少なくする**ように設計されています。

回答者数が均等になるように情報提供



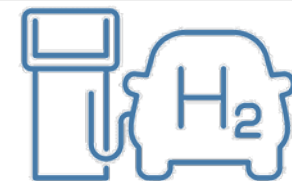
3種類の情報と8通りのすべての回答



- どちらでもないが6割
- 反対よりも賛成がやや多い



分析結果

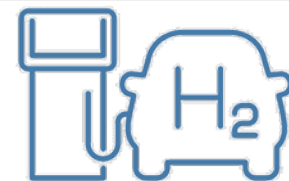


受容性と説明変数の関係をオーダードプロビットモデルで推定

	変数名	推定値	t値
事前情報	リスク	0.103	**
	対策	-0.130	**
水素ステーションの特徴	新設	0.00222	
	オンサイト	0.0488	*
	グリーン水素	0.239	**
	大規模	0.052	
個人属性	距離 (km)	-0.0374	
	男性	0.210	**
	ハイブリットや電気自動車の保有	0.0646	**
	閾値1	-0.502	**
	閾値2	0.748	**
	サンプル数	1000	
	p2乗値	0.0514	
	修正p2乗値	0.0504	



分析結果のまとめ 1



受容性 ↑

- 男性
- ハイブリット車やEVの保有している人

● 水素ステーションのリスク情報

受容性 ↑

水素ステーションで水素爆発が起こった場合の周辺住民の致死率/年は1億分の1よりはるかに小さいです。この致死率は社会的に許容されるリスクレベルと設定されている、10万分の1を大きく下回っています。

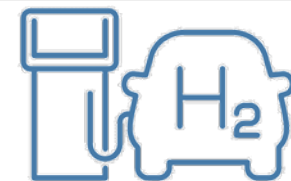
● 水素ステーションのリスク対策情報

受容性 ↓

加えて、水素ステーションは、室内の水素の濃度を燃焼しないレベルに保つために、漏れた水素を素早く排出できる高度な換気システムを備えています。また、防火壁などを用いて、運営中で起こりうる事故の影響を少なくするように設計されています。



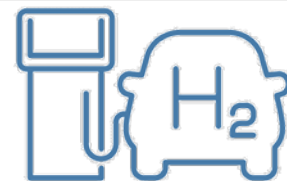
分析結果のまとめ



項目		受容性との関係
設置方法	新規に建設/既存のGSに設置	×
水素の供給源	オフサイト/オンサイト	受容性 ↑
水素の種類	グレー水素/グリーン水素	受容性 ↑
規模	小規模（1-2台）/大規模（3-5台）	×
自宅からの距離	200m/400m/800m	×



まとめ



- 燃料電池自動車の受容性
 - 公共施設の駐車料金無料化政策はFCVの普及に効果大
 - FCV保有者のうち半数は継続意向はなし
 - その主な理由は水素ステーションの数
- 水素ステーションの受容性
 - オンサイトでグリーン水素を供給するステーションの受容性は高い
 - リスクの対策情報は受容性に負の影響



ご清聴ありがとうございました

