

北九州市立大学 大学院 国際環境工学研究科
環境システム専攻 環境生態システムコース

新技術の活用のための科学コミュニケーションに関する研究
—情報提供方法と市民の属性に着目して—

2021DAC003 劉 在強

指導教員 加藤 尊秋

第1章	序論.....	4
1.1	はじめに.....	5
1.2	研究の目的.....	9
1.3	本論文の構成.....	10
	引用文献.....	11
第2章	既存研究の整理.....	13
2.1	はじめに.....	14
2.2	科学技術について知識と認知の関係.....	14
2.3	情報提供型科学コミュニケーションに関する先行研究.....	18
2.4	まとめ.....	19
	引用文献.....	20
第3章	一般市民によく知られた環境対策への支持に関わる回答者の属性.....	21
3.1	研究の背景.....	22
3.2	研究の目的.....	23
3.3	研究の方法.....	24
3.3.1	調査対象地域の概要.....	24
3.3.2	アンケート調査の設計と実施方法.....	26
3.4	結 果.....	27
3.4.1	回答者の属性.....	27
3.4.2	環境意識に関する項目.....	29
3.4.3	現在関心がある環境問題（全て選択可能）.....	34
3.4.4	政策の賛成・反対に関する項目.....	35
3.5	クラスター分析.....	36
3.6	政策の賛成・反対に関するロジスティック回帰分析.....	38
3.7	考 察.....	39
3.8	まとめ.....	40
	引用文献.....	41
第4章	情報提供の内容の詳しさが回答者に与える影響：同位体を用いた地下水調査を例に	42
4.1	研究の背景.....	43
4.2	同位体を用いた地下水調査.....	44
4.3	研究の目的.....	45
4.4	研究の方法.....	46
4.4.1	調査対象地域の概要.....	46
4.4.2	忍野村で行った先行調査について.....	48
4.4.3	アンケート調査の設計と実施方法.....	52

4.5	結 果.....	54
4.5.1	調査票の回収率と回答者の属性.....	54
4.5.2	地下水との関わり	55
4.5.3	地下水への関心.....	56
4.5.4	説明用紙の理解度	57
4.5.5	地下水問題の深刻さ認知.....	59
4.5.6	地下水調査の必要性認知.....	61
4.5.7	地下水調査の必要性認知に関するロジスティック回帰分析.....	62
4.6	考 察.....	64
4.7	まとめ.....	65
	引用文献.....	66
第5章	情報提供の内容の違いが回答者に与える影響：二酸化炭素回収・貯留技術(CCS) 技術を例に	68
5.1	研究の背景	69
5.2	研究の目的	70
5.3	研究の方法	71
5.3.1	提供する情報.....	71
5.3.2	考慮する要因と作業仮説.....	72
5.3.3	アンケート調査の設計と実施方法.....	73
5.4	結 果.....	75
5.4.1	回答者の属性.....	75
5.4.2	各要因に関する回答の整合性と尺度構成.....	76
5.4.3	低炭素技術に対する認知度.....	77
5.4.4	低炭素技術に対するイメージ	78
5.4.5	情報提供後の CCS に対するイメージの変化.....	79
5.4.6	情報提供による CCS 受容の比較.....	81
5.4.7	CCS 受容に関する重回帰分析（仮説 1, 2）	82
5.4.8	情報の種類による平均値の差の検定（仮説 3）	83
5.4.9	パス解析（仮説 4）	84
5.5	考 察.....	86
5.5.1	CCS 受容の規定因	86
5.5.2	情報伝達方法.....	86
5.6	まとめ.....	87
	補 注.....	88
	引用文献.....	88
第6章	結語	90

6.1	3章から5章のまとめ.....	91
6.2	政策提言.....	93
6.2.1	適切な情報提供に基づく技術普及の促進.....	93
6.2.2	地域性を考慮した新技術の導入戦略.....	93
6.2.3	バランスの取れた情報提供による新技術の受容向上.....	93
6.3	研究の課題.....	94
6.3.1	情報提供手法の多様化.....	94
6.3.2	情報提供内容の専門化.....	94
6.3.3	情報提供内容の豊富化.....	95
	引用文献.....	96
付録1	日照市での調査票.....	97
付録2	忍野村での調査票と説明文.....	101
付録3	CCSに関する3種類の調査票.....	108

第1章 序論

1.1 はじめに

現代社会において、科学技術の進歩は私たちの生活に革命的な変化をもたらしている。しかし、科学技術には一般市民にとってよく知られているものと、あまり知られていないもの間に大きな不均衡が存在する。

表 1-1 各種低炭素技術に対する中国一般市民の認知度

各種低炭素技術	聞いたことがない (%)	聞いたことがある (%)	ある程度知っている (%)
太陽光エネルギー	5.7	35.9	58.4
原子力エネルギー	5.1	52.5	42.4
風力エネルギー	5.2	41.1	54.6
省エネルギー電気	7.8	42	50.2
ハイブリッド自動車	12.4	49.2	38.4
水素自動車	16.2	54.5	29.3
バイオマスエネルギー	36.2	46.5	17.3
二酸化炭素回収・貯留技術 (CCS)	61.7	31.5	6.9
森林炭素貯留	32.2	45.3	22.5

引用元：Chen *et al.*, (2015) 表 4

一つの例を挙げてみると、Chen *et al.*, (2015) の調査により、各種低炭素技術に対する中国一般市民の認知度は太陽光エネルギーや風力エネルギーに関してある程度知っている回答者は 50% 以上であり、バイオマスエネルギーや CCS に対してある程度知っている回答者は 20% 以下であった。知られていない技術にも環境対策上有望なものがあるためには、新しい種類の活動が必要であり、それは科学コミュニケーションである。

特に近年、科学技術の発展と環境問題は、現代社会において重要なテーマとなっている。科学技術の発展は、人類の進歩や社会の変革に革命的な影響を及ぼすとともに、人々の生活を豊かにした。だが逆に、科学技術の発展に伴い、環境問題を引き起こす可能性もある。大気汚染や水汚染、資源の枯渇などの環境問題は、地球規模での課題となっており、私たちの健康や生態系に深刻な影響を与えており、持続可能な未来の構築に向けての取り組みが喫緊の課題となっている。科学技術の発展に伴い、科学コミュニケーションの役割がますます重要となっている。

科学コミュニケーションの定義は国、地域によって異なることがある。例えばヨーロッパでは科学コミュニケーション定義は「科学に関する話題について情報を提供し、人々の認識を高めるための実践であり、少なくとも一部は科学界以外の人からの視聴者を参加させるための実践でもある。」として、中国では「自然科学や社会科学の知識を一般の人々に分かりやすく、平易な方法で受け入れてもらい、科学技術の応用を広め、科学的方法を提唱し、科学思想を広め、科学精神を高揚させるために、さまざまなメディアを利用する活動である。」としている。日本文部科学省は科学コミュニケーションに対する定義は「科学のおもしろさや科学技術をめぐる課題を人々へ伝え、ともに考え、意識を高めることを目指した活動である。」であった。科学コミュニケーションに対する定義は国、地域によって異なるが、中核は一緒である。

科学コミュニケーションとは、科学技術の専門家と非専門家との相互交流を図り、政策形成・研究開発において非専門家の意見を取り入れた意思決定支援を目的とする分野である（池上2020）。

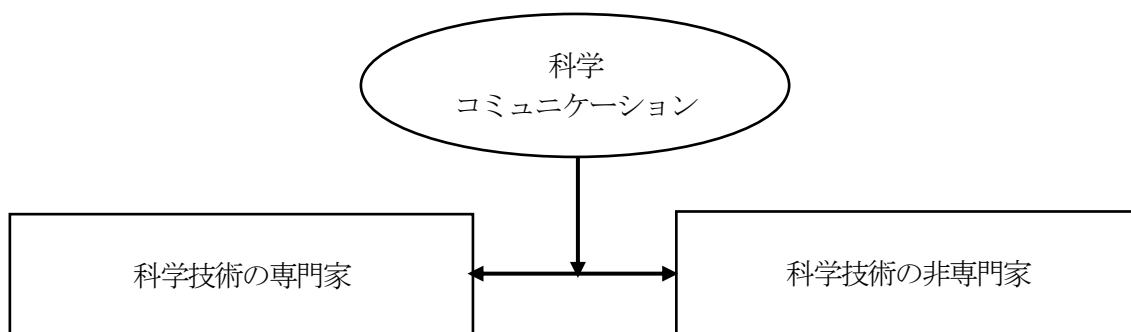


図1-1 科学コミュニケーションと社会の関係

「サイエンスコミュニケーション」、「科学技術コミュニケーション」という日本語の表現もあり得る。敢えてこれらの用語を区別し、それぞれの含意の違いを論じる向きもあるが、一般的にはこれらの用語に実質的な違いがあるわけではないので、本論文では、「科学コミュニケーション」という言葉を用いることにする。

科学コミュニケーションとは何かというと日本文部科学省は「科学のおもしろさや科学技術をめぐる課題を人々へ伝え、ともに考え、意識を高めることを目指した活動です。研究成果を人々に紹介するだけでなく、その課題や研究が社会に及ぼす影響をいっしょに考えて理解を深めることが大切です。科学館や研究機関などでは、サイエンスカフェや一般公開など様々な試みを行っています。」としている。科学コミュニケーションという活動の役割や目的は多様にある。科学技術振興機構の科学コミュニケーションセンター（2015）は日本における科学コミュニケーションの目的・機能を表1-2のように整理している。

表1-2 科学コミュニケーションの目的・機能

関心喚起・文化的享受	科学技術に対する関心を喚起する。 科学技術の知的内容を愉しむ。
教育・啓発・行動変容	主に、リスクとその対処法に関する知識や情報の普及、関心の喚起、行動変容のための啓発・トレーニングを行う。
信頼醸成・相互理解	政府、専門家、市民、事業者、メディア等のステークホルダーの間で互いの信頼や理解を醸成する。
問題・期待・懸念・論点の可視化・議題構築	意見の交換や各自の熟慮を通じて、主題となっている話題について、何が問題で、どんな期待・懸念・論点があるか、何を社会として広く議論し考えるべきかを明確化する。
問題解決の探索	個人または集団が直面する問題の具体的解決方法を探る。
未来ビジョンの形成	科学技術と社会・人間の将来はどうあるべきか、どのような科学技術を育み、どのような社会に生きたいか。
回復と和解	物理的のみならず社会的・精神的な被害からの回復を促すとともに、問題発生から現在に至る経緯を振り返りつつ、関係者間の対立やわだかまりを解きほぐし、和解を進める。

（引用元：科学技術振興機構科学コミュニケーションセンター，2015，p.124）

国立科学博物館（2017）は、現在よくある科学コミュニケーション活動の方法を取り上げ、まとめている（表1-3）。例えば、トークイベントでは、講演会、討論会などの方式を通じて、専門家

や研究者が最新の科学成果や興味深いトピックについて一般市民に向けて解説し、実際に手を動かして科学の実験や体験を行い、学びを深める機会を提供する。学習では、学校の授業や生涯学習の場では、科学教育を通じて若い世代や成人に対して科学の基礎知識や応用を学び、カルチャーセンターやワークショップでは、趣味としての科学や技術に触れる機会が提供される。展示・ショーでは、科学博物館やプラネタリウムでは、インタラクティブな展示や解説を通じて科学の世界を身近に感じることができる。

表 1-3 さまざまな科学コミュニケーション

種別	内容
トークイベント	講演会, 討論会, ワークショップ, サイエンスカフェ, 読み聞かせほか
学習	学校の授業, 生涯学習, カルチャーセンター, ワークショップ式講習会ほか
展示・ショー	科学館展示(解説), プラネタリウム, サイエンスショー, 科学フェスティバル, サイエンスアート, サイエンスキャバレーほか
放送・報道メディア	科学ニュース・解説, 科学番組の制作・放映ほか
出版メディア	科学雑誌, 科学書ほか
体験	実験教室, 工作教室, クークショップ, 科学ボランティアほか
参画	コンセンサス会議テクノロジーアセスメント, リスクコミュニケーション, サイエンスショップ, シチズンサイエンスほか
行政	パブリックコメント, 広報活動ほか
企業活動	リスクコミュニケーション, 社会貢献ほか

(引用元：国立科学博物館 (2017)「科学を伝え、社会とつなぐーサイエンスコミュニケーションのはじめかた」, p7)

科学コミュニケーションが必要となった背景として、さまざまな科学技術を社会実装化する際に生じるリスクを分析・解決する役割の必要性が挙げられる。近年、科学技術が飛躍的に発展とともに、科学技術の研究開発が国力や経済力を高めるものとして急速に進展し、専門化が進んでいくと、人びとには研究開発でいま何が行われているのか、また、その影響がどのような形で表れるのかを知ることが難しくなり、リスクや欠点、利点を考え合わせて未来に向けた判断を行うことが困難になった(国立研究開発法人科学技術振興機構)。しかしながら、一般市民と科学者の知識量の差や観点の違いがあり、科学コミュニケーションを行う上で、大きな壁がある。一般市民は科学者に対する信頼が失われれば、科学に対する信頼は崩れ、社会生活は大きく阻害される。そのため、科学者と一般の人びととの関係を双方にとって有益な仕方で調整し、安定させるための活動が必要となる。このことを目指して行われるのが科学技術コミュニケーションである(内田・原, 2020)。

科学技術に対する市民の関わり方については、現在主に二つの方法がある。一つ目は一方向型科学コミュニケーションである。一方向型科学コミュニケーションの基本的機能は科学技術情報の拡散にある。マスメディア、講演会、博物館、書籍などを通じて情報は多くの人びとに届けられるが、その多くにおいて情報は情報の送り手から受け手に向かって一方的に伝達される。二つ目は双方向型科学コミュニケーションである。双方向型科学コミュニケーションは、一方向型科学コミュニケーションの経路に加えて、受け手から送り手に向かう情報発信の経路を強化したもので、もしくは受け手と送り手の間の情報交換を密接にして、それらの立場の違いを対等に近づけたものである(内田・原, 2020)。この二つの方法はそれぞれ長短がある。一方向型科学コミュニケーションの大きな利点は効率的に多くの人々に届けることができること。時間と空間の制限がなくて、科学の

情報や発見が広範なオーディエンスに届けられる可能性が拡大する。ただし、一方向型科学コミュニケーションの欠点もある。例えば、受け手は送り手に向かって情報発信できないこと、情報不足が生じる可能性があること、受け手の関心を引くのに難しい場合があることが挙げられる。

一方、双方向型科学コミュニケーションでは大きな利点はコミュニケーションする際に、受け手と送り手の両方が細かく調整できることと相互の立場の相違の可視化することがある。しかしながら、双方向型科学コミュニケーションの欠点も無視することができない。例えば、双方向型科学コミュニケーションを代表するサイエンスカフェ、オープンラボなどの参加型の集まりは、科学に関心を持つ人々が集い、科学の知識や発見を共有し、対話や交流を通じて学び合う貴重な場となっている。しかしながら、時間的余裕のない人々にとっては参加のハードルが高く（八木・平川，2008），

また、科学に関心のない低関与層ほどサイエンスカフェ、オープンラボなどの科学者と直接対話するイベントに参加しないことがあると指摘されている（加納ほか，2013）。つまり、一般市民を対象にしたサイエンスイベントに、科学技術高関与層のメンバーが繰り返し参加しているとすれば、サイエンスコミュニケーションは、彼らの理解を更に深める貢献はしても市民社会に広く浸透しているとは言い難い（牟田・加藤 2017）。さらに、大塚（2018）は、従来の科学コミュニケーションの主要な活動としてサイエンスカフェとコンセンサス会議を挙げ、それぞれの欠陥を指摘している。実際、サイエンスカフェについては、それが専門家中心のアウトリーチ活動の域を出ていないことを指摘している。

このように一方向型コミュニケーションと双方向型コミュニケーションには、それぞれ長短があり、コミュニケーションの目的に応じて、適宜使い分ければよい。そして、今回の研究では一方向型コミュニケーションの立場を立て、研究をする。

情報提供型科学コミュニケーションは、現代社会において極めて重要な役割を果たしている。その意義は、迅速で広範な情報伝達が可能であることとなる。例えば、Tiozzo *et al.*, (2018) による研究によれば、イタリアの消費者は食品に関するリスク情報を得る主要な情報源としてマスメディアを挙げている。情報提供型コミュニケーションは、より早く、より多くの人々に科学技術に関する情報を伝達し、一般の人々が正確で信頼性のある情報にアクセスできる手段となっている。

さらに、Busch (2022) の研究では、気候変動に関する科学コミュニケーションが、一般市民に対して知識の提供が不足している技術に関するギャップを埋める重要な手段であることが論じられている。これにより、一般の人々があまり知られていない技術に関する知識を深め、科学的な理解を促進することが期待される。

また、McEntee *et al.*, (2013) の研究によれば、情報提供型科学コミュニケーションは論争がある問題においても効果的に利用できることが示唆されている。例えば、環境問題に関連する論争の状況では、住民に対して利益に関する情報を提供することで、市民の支持を獲得しやすくなる。これにより、紛争解決や持続可能な解決策の構築に向けて、情報提供型科学コミュニケーションが積極的に活用されるべき。

総じて、情報提供型科学コミュニケーションは社会的な問題において不可欠なツールであり、迅速で正確な情報提供が持続可能な社会の形成に向けて重要な一翼を担っている。これにより、一般市民は科学技術に関する理解を深め、積極的に社会的な課題に取り組むことが可能となる。

1.2 研究の目的

環境技術の活用を促進するための科学コミュニケーションに関する研究は、社会の持続可能性を向上させるために重要な役割を果たす。本研究では、環境技術の普及と実装において、情報提供型の科学コミュニケーションの手法を探求することを目的とする。

現在社会によく知られていない科学技術の普及において、科学コミュニケーションが非常に重要な役割を果たしている。科学技術が進化し、私たちの社会に多様な影響を与える中で、その影響を理解し、利用することは重要ですが、一般市民にとっては専門的な知識が必要とされる場合もある。そのため、科学技術の専門家が研究成果や技術の情報を分かりやすく解説し、広く一般市民に伝えることが必要になってきた。

そして、情報提供が一般市民に与える影響は、科学的コミュニケーションの重要な側面である。効果的な情報提供を通じて、一般市民の知識、態度、行動、意思決定のレベルに影響を与え、それによって環境技術の活用を促進し、環境問題を解決することができる。

そこで本研究では、今回の研究では、新エネルギーバス、同位体技術を用いた地下水調査技術、および CCS 技術をターゲットとして、科学コミュニケーションのあり方を探る重要な試みが行われている。これらの技術は、それぞれ異なる側面から一般市民に対する認知度や理解度に違いが見られる分野である。

本研究の一つ目の目的は、一般市民がよく知られている環境対策に対する理解の特徴を把握することである。環境対策である大気汚染対策は現代社会において重要なテーマであり、その理解が一般市民の行動や意識形成に大きな影響を与える可能性がある。

まず、研究は一般市民が大気汚染に対してどのような知識や認識を持っているかを詳細に把握する。これには、大気汚染の原因や影響に対する理解、自身の環境意識、関心がある環境問題などが含まれる。また、研究は一般市民が環境保全のボランティア活動の参加意欲と有用と思う環境対策を探る。これにより、市民がどんな環境対策を賛成し、その推進に賛同しているかを把握することができる。

調査の対象となる一般市民の多様性も考慮される。異なる年齢層、職業、地域、教育背景を持つ人々の間での理解の違いや共通点を探ることで、環境対策に関する理解が社会全体でどのように分布しているかを明らかにする。

本研究の二つ目の目的は、一般市民にはあまり知られていない同位体技術を用いた地下水調査技術について、技術の詳細な情報と簡単な情報を提供するうえで、人々の理解の特徴を把握する。

地下水環境は、人々の暮らしの中で身近な存在であるにもかかわらず、あまり知られていないのが現状である。人々が気付かないうちに生じる地下水環境の悪化によって多くの公害が生じてきた。特に、高度経済成長期以降、地下水の塩水化や汚染が問題視されるようになった（辻, 2009 ; 千葉, 2014）。従来、地下水の流動場を評価するための解析モデルは、文献データや地形・地質データ、水文データ、ボーリング調査データ等を基に、対象領域の水理地質構造を可能な限り再現できるように構築される。しかし、対象領域が広域にわたるとき、長期間の地下水の流動場を評価する場合、あるいは流動を支配する媒体の不連続性が高い場合には、地下水の流動に直接関与するデータだけではモデルの検証が困難である。

このような場合、地下水に含まれる溶存イオン、安定同位体、放射性同位体等の分析結果を利用し、流動状況の評価、地下水系の区分、地下水年代の評価等ができ、地下水の挙動把握のための有力な手法の一つである（五十嵐ほか, 2000）。しかしながら、同位体を用いた地下水調査手法が広く一般に知られているとは言いがたい。本研究では、同位体を用いた地下水調査技術について住民がどのような考え方をもち、当該技術についての情報提供によって、その考え方にどのような変化が生じるかを調べる。

そして、住民が地下水について同位体を用いた調査・分析を行うことをどのように理解し、地下水保全のための今後の調査の必要性をどう評価するか明らかにする。

本研究の三つ目の目的は、同位体技術を用いた地下水調査技術と同様に、一般市民にはあまり知られていない二酸化炭素回収・貯留技術 (Carbon dioxide Capture and Storage : CCS) について、技術の成功事例情報とリスク情報を提供するうえで、人々の理解の特徴を把握する。

今まで CCS 技術に関する世論調査が多数存在する、しかしながら、その世論調査の結果には疑問が持たれている (Malone *et al.*, 2010)。問題は、CCS 技術について全く知らない人が、CCS 技術について意見を求められたときに、必ずしも回答を控えるとは限らないことにある。このような情報に基づかない意見は、偽意見と呼ばれ、不安定で文脈情報によって容易に変化するという点で質が低い (ter Mors *et al.*, 2013)。偽意見を評価することを避けるために、検討中の問題について十分に情報を与えた後に世論を調査する手法が開発された。その例として ICQ (Information Choice Question) がある。

本研究は、ICQ 手法を用いた社会調査を行い、提供する情報によって CCS 技術の受容態度がどう変化するか、また、その要因は何かを明らかにする。

さらに、本論文四つ目の目的、以上の研究結果を基づいて科学コミュニケーションのあり方を探ることである。これらの目的に基づき、科学コミュニケーションのプランニングと実践を行い、環境保全や持続可能な社会の実現に向けた具体的な戦略を提案する。科学コミュニケーションの力を最大限に活用し、広く社会に対してポジティブな影響をもたらすことが本研究の最終的な目標となる。

1.3 本論文の構成

第1章では論文の背景や研究の目的、重要性について述べられている。また、本論文の構成や研究方法についても簡単に説明されている。第2章では、科学コミュニケーションに関する既存研究についてまとめられている。第3章では、よく知られている環境政策に関する事例分析が行われている。一般市民によく知られている環境対策に対する人々の理解の特徴を把握する。第4章では、地下水調査技術に関する情報提供型科学コミュニケーションの事例分析が行われている。地下水環境に対する一般市民の理解や認識にどのような影響を与えるかを調査している。第5章では、二酸化炭素回収・貯留技術 (CCS) に関する情報提供型科学コミュニケーションの事例分析が行われている。CCS 技術に対する一般市民の理解や受容態度に与える影響を調査している。第6章では、前章の事例分析を踏まえて情報提供型科学コミュニケーションのあり方が考察される。さらに、研究の結論や意義についてまとめられ、今後の展望についても論じられている。

各章が独立して一つのテーマを掘り下げ、最終的に全体の論旨や成果をまとめる構成となっている。事例分析を通じて、情報提供型科学コミュニケーションが環境問題や技術普及に与える影響や重要性を明らかにし、より効果的なコミュニケーション手法を示すことがこの論文の目的である。

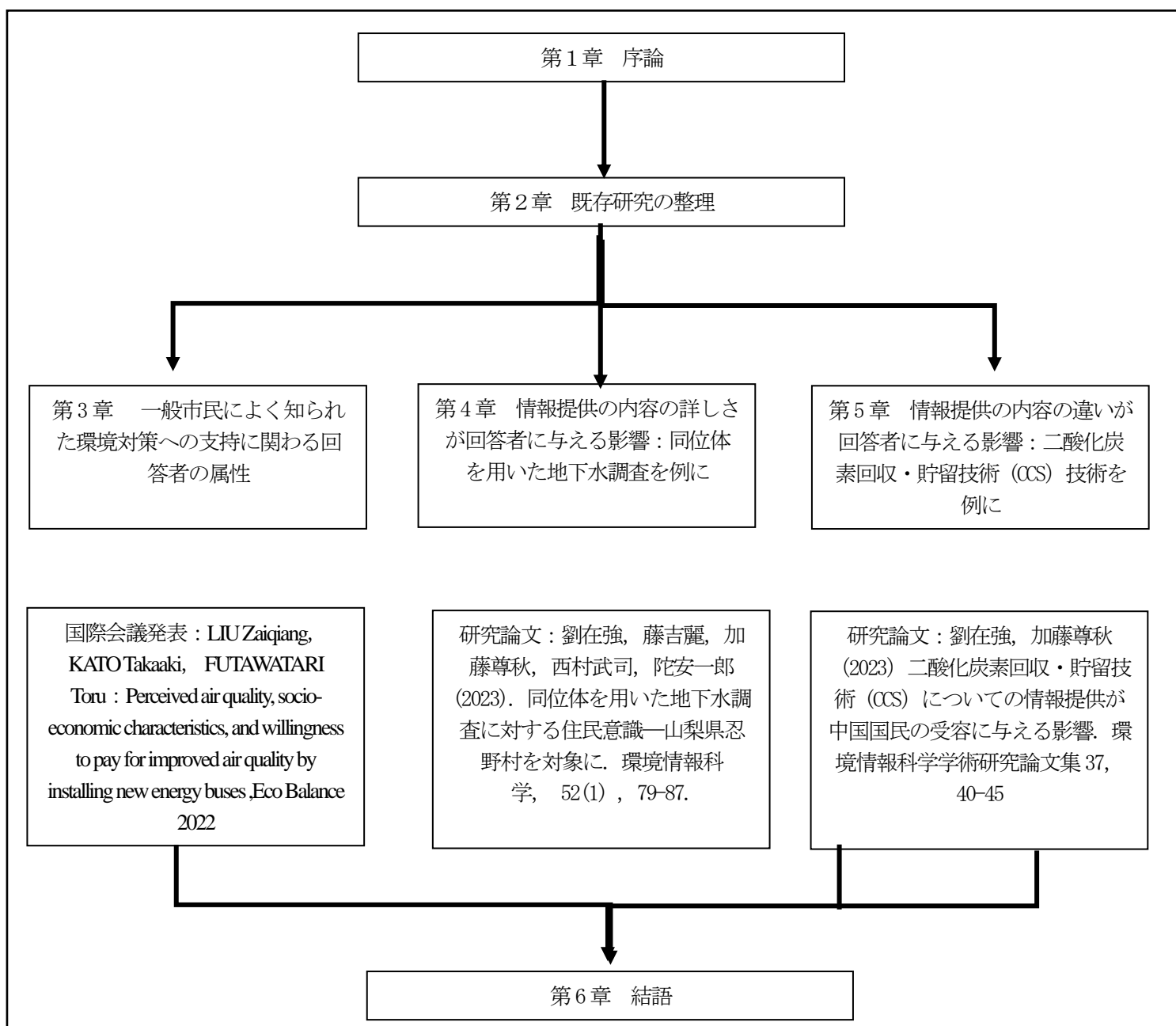


図 1-2 本論文の構成

- Chen, Z. A., Li, Q., Liu, L. C., Zhang, X., Kuang, L., Jia, L., & Liu, G. (2015). A large national survey of public perceptions of CCS technology in China. *Applied energy*, 158, 366-377.
- 池上 日菜(2020)科学コミュニケーションにおける構造的課題と解決策の検討—ステークホルダー分析の必要性とその実践—. *Journal of Science and Philosophy*, 3(1), 67-115.
- 国立研究開発法人科学技術振興機構「未来の共創に向けた社会との対話・協働の深化」
<https://www.jst.go.jp/sis/scienceinsociety/background/> (2023.06.08 参照)
- 国立科学博物館 (2017)「科学を伝え、社会とつなぐ—サイエンスコミュニケーションのはじめかた」, p7
- 内田 麻理香・原 壱 (2020) 欠如モデル・一方向コミュニケーション・双方向コミュニケーション—科学技術コミュニケーションにおける中核概念の再配置—. *科学技術社論研究*, 18, 208-220.
- 八木 絵香・平川 秀幸(2008)「子育てママ層」の科学技術に関する市民参加意識. *科学技術コミュニケーション*, 4, 56-68.
- 加納 圭・水町 衣里・岩崎 琢哉・磯部 洋明・川人 よし恵・前波 晴彦(2013)サイエンスカフェ参加者のセグメンテーションとターゲティング:「科学・技術への関与」という観点から. *科学技術コミュニケーション*, 13, 3-16.
- 牟田 由喜子・加藤 浩(2017)科学技術低関与層に届くサイエンスコミュニケーションの実践報告—参加者を伝達者にするワークショップ・デザインの提案—. *科学教育究*, 41(1), 23-35.
- 大塚 善樹 (2018)「科学コミュニケーションとは何か—概念の課題と見直し」, *東京都市大学横浜キャンパス情報メディアジャーナル*, 19, 7-13
- 辻 和毅 (2009) モンスーンアジアの大都市圏における地下水保全政策の実証的比較研究. 佐賀大学博士論文.
- 千葉 知世(2014)地下水保全に関する法制度的対応の現状:地下水条例の分析から. *水利科学*, 58(2), 33-113.
- 五十嵐 敏文・馬原 保典・塩崎 功(2000)地下水モデリングのためのデータ解析手法の基礎 4. 地下水環境状態のモデリング 4.1 水質解析・環境同位体・トレーサ. *地下水学会誌*, 42(3), 243-262.
- Malone E.L., J.J. Dooley, and J.A. Bradbury (2010). Moving from Misinformation Derived from Public Attitude Surveys on Carbon Dioxide Capture and Storage toward Realistic Stakeholder Involvement. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 4, no. 2:419-425.
- ter Mors, E., Terwel, B. W., Daamen, D. D., Reiner, D. M., Schumann, D., Anghel, S., ... & Ziogou, F. (2013). A comparison of techniques used to collect informed public opinions about CCS: Opinion quality after focus group discussions versus information-choice questionnaires. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 18, 256-263.
- Barbara Tiozzo, Anna Pinto, Giulia Mascarello, Claudio Mantovani & Licia Ravarotto (2019) Which food safety information sources do Italian consumers prefer? Suggestions for the development of effective food risk communication, *Journal of Risk Research*, 22:8, 1062-1077
- Peter Busch Nicolaisen (2022) Role Perceptions in Climate Science Communication, *Environmental Communication*, 16:8, 1010-1026
- McEntee, M., & Mortimer, C. (2013). Challenging the one-way paradigm for more effective science communication: A critical review of two public campaigns addressing contentious environmental issues. *Applied Environmental Education & Communication*, 12(2), 68-76.

第2章 既存研究の整理

2.1 はじめに

科学技術とその発展に対する個々の知識と認知は、複雑な相互関係を持っている。科学技術の進歩には科学的知識が必要であり、一方でその知識は個人や社会の認知に影響を与える。この相互作用は、科学技術が日常生活や社会構造に与える影響を理解する上で鍵となる。

本章の一つ目の目的である「科学技術について知識と認知の関係を整理する」際には、科学技術の知識は個人の認知構造を形成し、逆に個人の認知が科学技術の理解や受容に影響を及ぼす。例えば、科学的な知識が普及すればするほど、一般の人々の技術への理解が深まり、新しい発見や技術革新に対する興味が高まる。逆に、個人の認知が科学技術に対して前向きであれば、その人はより深い知識を追求し、科学技術に対する積極的な関与が期待される。このように、知識と認知は相互に結びついており、科学技術の進展とその理解は密接な関係にある。

二つ目の目的である「情報提供型科学コミュニケーションに関する先行研究を整理する」においては、科学技術の進歩や成果を広く一般の人々に伝えるための手段や効果を検討する。先行研究では、科学情報の提供方法やその受容に関する様々な側面が議論されている。例えば、新技術に関する情報の提供の詳しさなどはその新技術の受容にどの差が出るかについての研究がある。これらの先行研究を整理し、科学技術の情報提供が認知に与える影響や、より有効なコミュニケーション戦略について理解を深めることが期待される。

このように、科学技術の知識と認知の関係を明らかにすることで、効果的な情報提供型科学コミュニケーション戦略を構築する上での指針が得られ、科学技術の進展と社会全体への影響に対処する上で有益な情報が提供される。

2.2 科学技術について知識と認知の関係

現代社会において、科学技術の進展は急速であり、この進歩が私たちの生活に様々な影響を及ぼしている。科学技術の知識と認知は密接に結びついており、これらの要素はお互いに影響を及ぼし合っている。

科学技術の知識は、科学者や研究者による積極的な努力に基づいている。観察、実験、研究を通じて得られる新しい知見は、科学技術の進歩をけん引する源泉である。科学的な知識は基盤となり、新たな発見や技術の革新が可能となる。

一方で、この知識は一般の人々の認知にも大きな影響を与える。科学技術に関する知識の普及は、一般の人々の認知構造を変容させる。新しい概念や技術に対する理解が深まり、個々の日常生活にも変革をもたらすことがある。

社会全体において、科学技術の進展は様々な影響をもたらす。新しい技術が普及することで、生活様式が変化し、効率的なサービスや製品が提供される。しかしながら、これには新たな倫理的な問題や社会的な課題も伴う。科学技術と社会との相互作用は複雑であり、その結果、社会は持続的な変化を経験する。

科学技術の知識と認知の関係は相互に補完し合い、現代社会の進化に欠かせない要素である。この関係性を理解することは、未来の科学技術の進展や社会の変化に対処する上で鍵となり、持続可能で健全な社会を築くための戦略を検討する上での重要な視点となる。

2.2.1 食品に関する科学技術のリスク認知

Wieke P *et al.*, (2022)は消費者の食品に関連するリスクに対する認識を理解するため、オランダの消費者（2009年には2005人、2018年には1014人）と専門家（2009年には62人、2018年には65人）を対象に、健康、食品安全、新技術に関連する食品リスクに対する彼らの理解と認識を評価するために2つの調査が実施された。アンケートに具体的ななり

リスクに関する質問内容の結果は下記の図に示す。

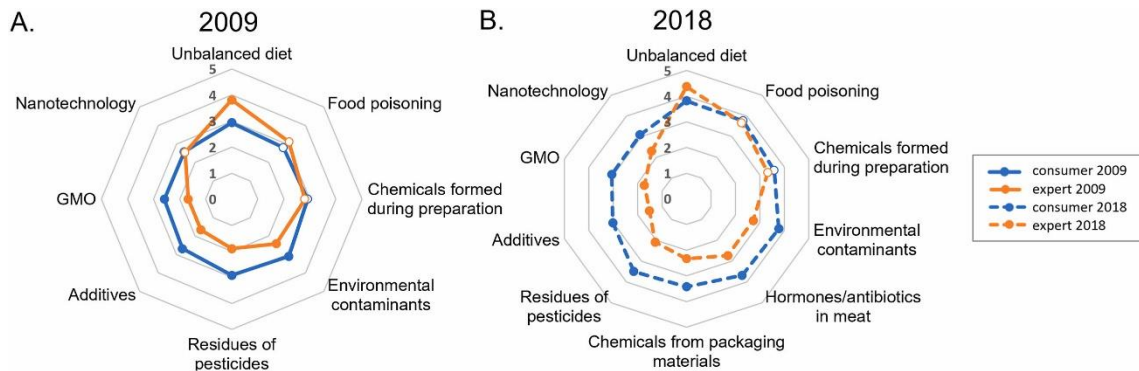


図 2-1 2009 年と 2018 年の食品リスク認識に関する結果
Wieke P *et al.*, (2022) 図 1

表 2-1 オランダの消費者の食品リスクへの知識とリスクへの認識の相関関係

	リスクへの知識	リスクへの認識	相関係数
偏食	3.92	3.82	0.338*
食中毒	3.97	3.76	0.249*
調理中に形成される化学物質	3.12	3.59	0.267*
食品中の環境汚染物質	2.99	3.78	0.238*
肉に含まれるホルモン剤や抗生物質	3.36	3.68	0.285*
食品の包装から放出される化学物質	2.68	3.44	0.218*
野菜や果物に残留する農薬	3.44	3.5	0.272*
着色料, 香料, 保存料などの食品添加物	3.49	3.02	0.213*
遺伝子組換え	2.78	3.07	0.143*
食品または食品の包装におけるナノテクノロジーの使用	2.26	3.09	0.282*

Wieke P *et al.*, (2022) 表 3 一部 * $P < .005$

図 2-1 は 2009 年と 2018 年の食品リスク認識に関する結果を表す。2009 年のリスク認識 (パネル A, 実線) および 2018 年のリスク認識 (パネル B, 破線) である。リスク認識は、消費者 (青) と専門家 (オレンジ) の平均スコアとして表現されている。専門家と消費者の平均スコアの間の有意な差 ($p < 0.005$) は、塗りつぶされた記号で強調されている。

結果により、消費者は 2009 年と 2018 年の両方で、バランスのとれていない食事のリスクを専門家よりも有意に低く認識していた。食中毒や調理中に形成される化学物質のリスクは、両年ともに専門家と消費者の間で有意な違いはなかった。一方で、消費者は環境汚染、肉の中のホルモン/抗生物質、包装材料からの化学物質、残留農薬、添加物、および遺伝子組み換え食品のリスクを両年ともに専門家よりも有意に高く認識していた。特に残留農薬、添加物、および遺伝子組み換え食品に関連するリスクは、専門家によって低いと見なされていた、一方で消費者はこれらのリスクを中立から大きいと認識していた。ナノテクノロジーに関連するリスクは、唯一のリスクであり、消費者と専門家のリスク認識の傾向が時間とともに変化した唯一のリスクであった。なぜなら、2009 年には消費者と専門

家の両方がこれをかなり低く評価していた，一方で 2018 年には消費者が専門家よりも有意に高いスコアをつけていた。

同位調査では，食品リスクへの知識も調査した。表 2-1 は消費者の食品リスクへの知識の平均値と食品リスクへの認知度の平均値を表す。リスクを熟知しているほど，そのリスクを高く認識する傾向あることがわかった。

2.2.2 核融合技術の認知

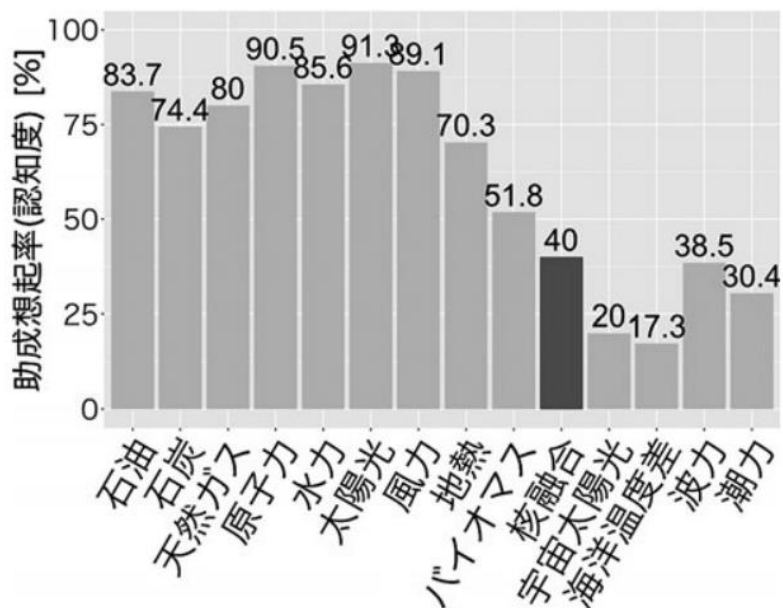


図 2-2 各種エネルギー源の認知度 武田・長島 (2020) 図 3

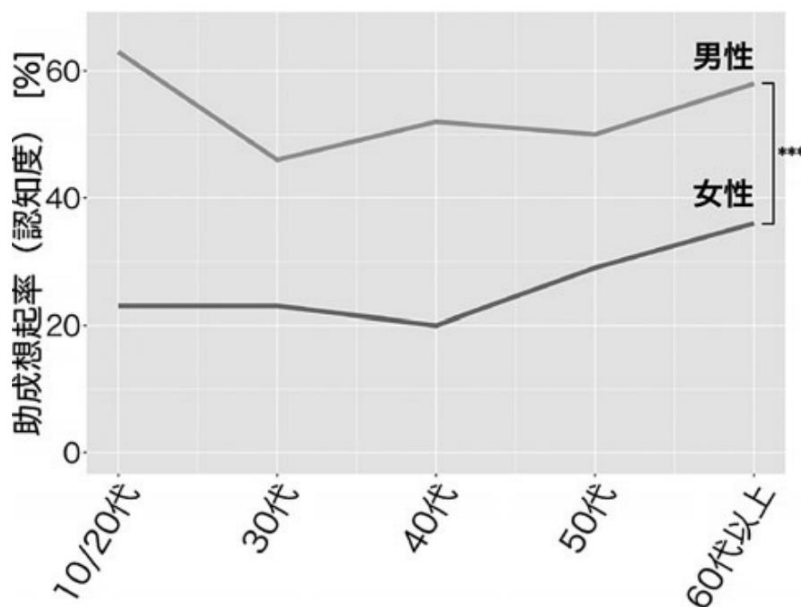


図 2-3 性別・年代による核融合認知度のクロス分析 武田・長島 (2020) 図 4
武田・長島 (2020) はアウトリーチ戦略の立案に資するため，全国 1000 人を対象とし

た核融合の認知度ならびにイメージに関するアンケート調査を実施した。結果、核融合の一般認知度は40%であった。

最も認知が高かったのは「男性 10・20 代」の 63%であり、最も低かったのは「女性・40 代」の 20%であった。

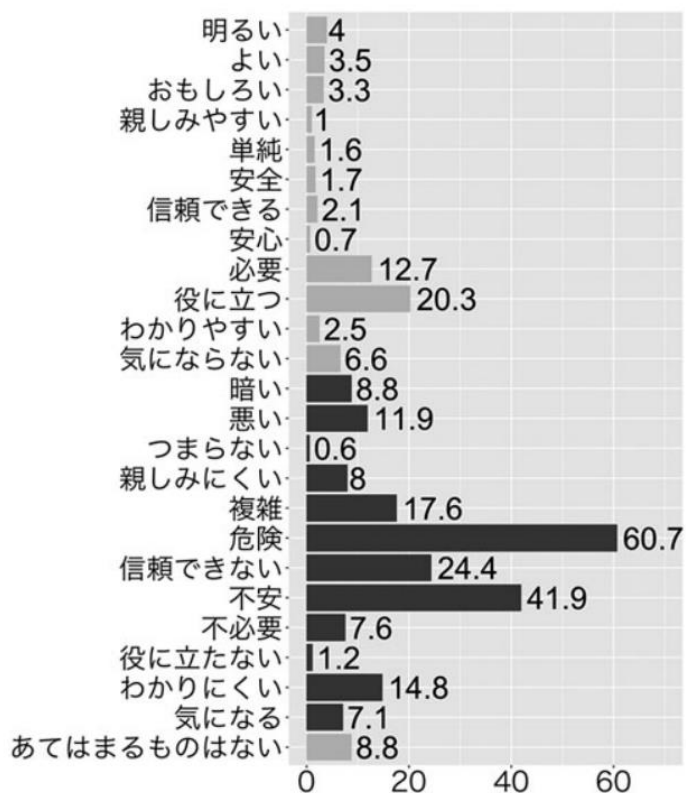


図 2-4 「核融合」と聞いて思い浮かべるイメージ 武田・長島 (2020) 図 6

核融合と聞いて思い浮かべるイメージに関して、核融合のイメージの上位3位が、回答率の高い順に「危険 (60.7%)」「不安 (41.9%)」「信頼できない (24.4%)」と全て否定的なイメージであることを表している (図 2-4)。

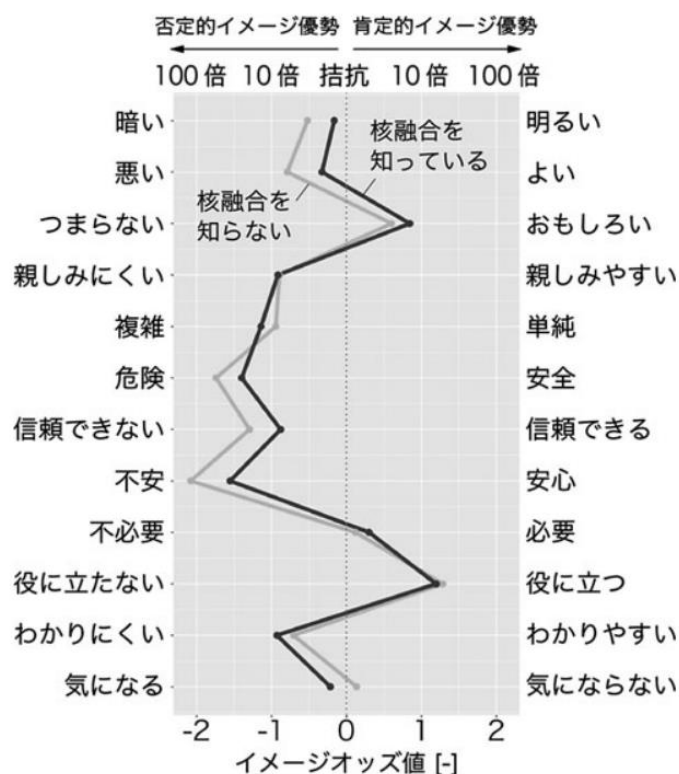


図 2-5 核融合の認知の有無によるイメージのクロス分析 武田・長島 (2020) 図 7

さらに、核融合を知らない回答者の方が、核融合のことを「悪い」「危険」「不安」と感じているという点である。

回答者が核融合を知らないほど、核融合のリスクを高く認識していることを示唆している。

2.3 情報提供型科学コミュニケーションに関する先行研究

先行研究は新技術に関する情報の提供の詳しさなどが受容に与える影響について深く議論している。例えば、ある技術に関する情報が不足している場合、一般の人々はその技術を理解しにくくなり、逆に十分な情報が提供されると受容が促進される可能性がある。このような状況を分析し、情報提供の質と受容の関連性について洞察を得ることが研究の一環となっている。

さらに、先行研究では異なるコミュニケーション戦略が科学技術の情報提供においてどのような効果を持つかに焦点を当てている。科学情報を広く理解し受け入れるためには、効果的なコミュニケーション戦略が必要であり、これには言葉の選択、視覚的な手法、対話的なアプローチなどが含まれる。これらの戦略の適切な選択が、一般の人々が科学技術に関する情報をより効果的に理解しやすくするために不可欠である。

また、新技術の導入や科学的な進歩に関する情報提供が、一般の人々の認知や態度にどのような影響を与えるかについても研究が進んでいる。先行研究は、科学技術の情報提供が社会的な受容や意識の変化にどのように寄与するかについて詳細な分析を提供しており、これが将来の科学技術の展望や社会的な影響を理解するための手がかりとなっている。

Imamura *et al.*, (2020) によるアンケート調査では、沖縄のサンゴ礁の保全に対する支払意志額において、詳細な説明 (1777 文字+20 枚の写真や図表を 14 枚のスライド) を提供した場合には簡略な説明情報 (728 文字+15 枚の写真や図を 12 枚のスライド

) を提供した場合に比べて支払意思額は増加した。

大磯 (2007) によるアンケート調査により、日本の回答者に社会にとっての原子力のメリット (安定したエネルギー源, 安い電力供給, CO₂の排出削減効果が期待できるなど) 情報を提供すると原子力発電を利用すべきとする人が有意に増加した。

Stephens *et al.*, (2009) 講演会を行い、専門家が 100 人程度の参加者に CCS の CO₂排出削減の役割や CCS の重要性がますます高くなったなどの情報を提供した。参加者の CCS に対する理解度や CCS の発展に対する支持度が講演会の後に高まった (57 人の参加者)。

Ha-Duong *et al.*, (2009) アンケート調査により、フランスの回答者に CCS の潜在的な悪影響を説明したところ、CCS に対する受容性が 59% から 38% に著しく低下した。

Zhang *et al.*, (2023) アンケート調査により、中国の回答者に三峡ダムプロジェクトの環境への負の影響や強制移住に関する情報を提供したところ、三峡ダムプロジェクトへの評価と水力発電開発計画への支持が有意に減少した。

2.4 まとめ

目的「科学技術について知識と認知の関係を整理する」において、新技術に熟知している人ほどそのリスクを高く認識する可能性があることが示唆された。この結果から、技術に深い理解を持つ者は新技術の複雑性や潜在的なリスクに対してより警戒的な態度を示す可能性がある。また、特によく知られている技術と未知の技術では、情報提供型コミュニケーションのアプローチに違いがあることも明らかになった。これは、新技術のリスクに対する理解度が深まるにつれ、否定的な態度が強まる可能性を示唆している。このことから、新技術の導入や普及に際しては、技術の熟知度や種類に応じて適切な情報伝達戦略を検討する必要がある。

目的「情報提供型科学コミュニケーションに関する先行研究を整理する」においては、情報提供の詳しさや提供される便益情報・リスク情報が新技術の受容に与える影響に焦点が当てられた。情報提供の詳しさについては、十分な事例や事例の積み重ねが必要であることが示唆された。これは、一度の情報提供では十分な理解や受容を促すのが難しく、継続的な情報提供が重要であることを示唆している。一方で、便益情報とリスク情報に関しては、他の要因との相互作用が影響する可能性が示唆された。これは、単一の情報だけでなく、複数の要因を考慮した研究が必要であることを示している。便益情報とリスク情報のバランスが受容にどのように影響するかを理解するためには、さらなる詳細な分析が求められる。

総じて、これらの研究結果は新技術の導入において情報提供型コミュニケーションが果たす役割を深く理解する上で重要な示唆を提供している。技術の熟知度や種類、情報提供のタイミングや内容、便益とリスクの調整など、様々な要因が新技術の受容に影響を与えている。

引用文献

- Wieke P. van der Vossen-Wijmenga, Marcel H. Zwietering, Eric P.J. Boer, Elizabeth Velema, Heidy M.W. den Besten (2022) Perception of food-related risks: Difference between consumers and experts and changes over time, Food Control, Volume 141,109142
- 武田秀太郎・長島瑠子 (2020) 「核融合」の国内認知度・イメージ分析, プラズマ・核融合学会誌, 96, 191-198
- Imamura, K., Takano, K. T., Kumagai, N. H., Yoshida, Y., Yamano, H., Fujii, M., ... & Managi, S. (2020) Valuation of coral reefs in Japan: Willingness to pay for conservation and the effect of information. Ecosystem Services, 46, 101166.
- 大磯 眞一(2007)原子力メリット情報の効果的伝達方法および影響. INSS journal, 14, 16-27.
- Jennie C. Stephens, Jeffrey Bielicki, Gabriel M. Rand (2009) Learning about carbon capture and storage: Changing stakeholder perceptions with expert information, Energy Procedia, Volume 1, Issue 1, Pages 4655-4663
- Ha-Duong M, Nadaï A and Sofi a Campos A, (2009) A survey on the public perception of CCS in France. Energy Procedia 1:4757-4764
- Dongcheng Zhang, Hanchen Jiang, Maoshan Qiang (2023) Public attitudes toward hydropower in China: The role of information provision and partisan identification, Technological Forecasting and Social Change, Volume 195, 122800

第3章 一般市民によく知られた環境対策への 支持に関わる回答者の属性

3.1 研究の背景

中国経済の急速な発展と共に、大気汚染が中国で最も懸念される環境問題の一つとなっている。この深刻な課題に対処するため、2013年には中国国務院が「大気汚染防止行動計画」を発表し、その後も引き続き対策を強化する姿勢を見せ、2018年には「青空保護勝利戦3年行動計画」を策定した。さらに、2023年12月に「空気質改善行動計画」を発表した。計画では、2025年までに大気中のPM2.5濃度を20年時点から10%削減するとともに、深刻な大気汚染発生日数を1%未満に抑制することを目指すとしている。

「大気汚染防止行動計画」では、大気汚染の原因となる企業に対しては生産停止などの厳格な制裁が盛り込まれている。これにより、汚染源の削減を図り、大気状態の改善を目指している。同時に、新エネルギー車の推進も計画の中で重要な要素と位置付けられている。持続可能なエネルギーの利用は、環境に優しく、大気汚染の抑制に寄与する可能性がある。

「青空保護勝利戦3年行動計画」の導入は、その名の通り、青空を守り抜くための積極的な取り組みを示している。この計画では、過去の実績を踏まえ、今後の3年間で特に注力すべき分野や目標が定められている。これにより、大気汚染の緩和に向けた具体的かつ効果的な手段が採られることが期待されている。

自動車の排気ガスに含まれる粒子状物質（PM）や有害成分が人間の健康に及ぼす影響は深刻な問題であり、特に中国においては交通機関がPM2.5の主な発生源として挙げられる。2020年のMEEPRCの統計によれば、機動車（各種エンジン付き車両）からのPM排出総量のうち、自動車によるPM総排量が94.1%を占めていることはその重要性を示している。この事実は、自動車による大気汚染を抑制する必要性を強調している。政府は自動車による大気汚染を減らすため、一連の政策を策定しているが、その中でも特に注目すべきなのは新エネルギー車の利用促進策である。

新エネルギー車の導入は、電気自動車（EV）やハイブリッド車、燃料電池車などの普及を促進することにより、排気ガスによる有害物質の放出を減らし、大気汚染の改善に寄与することが期待されている。しかし、新エネルギー車の市場シェアはまだ小さいという課題がある。2020年時点では、新エネルギー車の市場シェアはまだ小さく、約5.4%に過ぎず、中国政府が2025年にNEVが市場シェアの約25%を占めると定めた目標にははるかに及ばない（中国国務院, 2020）。新エネルギー車の普及を加速させるためには、補助金の支給やインフラ整備などの政策的なサポートが不可欠である。

新エネルギーバスは都市の大気質改善に重要な役割を果たしている。特に都市バスシステムでは、従来の燃料バスから新エネルギーバスへの円滑な代替が求められている。中央政府と地方政府が政策的な支援を行う一方で、国民の姿勢も重要である。公共交通機関を利用する市民が新エネルギーバスの導入に対して理解を深め、その利用を支持することは、普及において不可欠な要素である。

計画が生産停止を大気汚染対策の中で特に強調する理由は、まず、企業の生産活動が大気中に有害物質を放出し、それが深刻な大気汚染の原因となっていることが挙げられる。これに対処するためには、企業の生産プロセスを見直し、クリーンで持続可能な方法への転換が必要である。そのため、生産停止は一時的な手段として、企業に環境基準への適合や環境に配慮した技術の導入を促す効果が期待される。

この手法は、企業に対して環境責任を醸成し、従来の汚染源とされてきた産業部門の変革を促進するものとなっている。生産停止には一定の経済的な影響があるため、企業は環境基準への適合やクリーンな技術の導入を進め、将来的な持続可能な発展への布石となる。なお、この章はLiu *et al.*, (2022)として行われた国際会議発表 *Perceived air quality, socio-economic characteristics, and willingness to pay for improved air quality by installing new energy buses* の内容を加筆・修正したものである。

3.2 研究の目的

目的①

研究主眼は、大気汚染対策において回答者の属性や環境への考え方がどのように影響を与えるかを探求し、それが大気汚染対策への支持にどう結びついているかを理解することにある。さらに、回答者の大気汚染対策に対する認知とその対策への支持に関する関係を明らかにすることで、効果的な環境政策の構築に寄与することを目指している。

まず、回答者の属性に焦点を当てると、年齢、性別、職業、居住地域などは個々の環境への影響や感受性に差異を生む可能性がある。Zhang *et al.*, (2023)によると、人口密度が高く、バス停に近い地域や中心部に住み、大気汚染が深刻さを認知し、政策の有効性を信じている市民は、大気汚染対策である渋滞料金政策を強く支持する傾向がある。このような属性の異なりによる意識の差異を詳細に分析する。

同時に、環境に対する考え方についても調査する。これは、回答者が環境問題に対してどの程度敏感であり、持続可能な未来をどれほど重視しているかを理解するための重要な要素である。環境に対する意識が高い人ほど、大気汚染対策への積極的な支持が期待される。

大気汚染対策への支持度の評価においては、具体的な対策に対する回答を得るだけでなく、その支持の理由や認知に対する質問も行う。これにより、回答者がなぜ大気汚染対策を支持するのか、またその認知がどれほど正確であるかを把握し、有効な対策の提案につなげることができる。

目的②

最後に、大気汚染対策の有効性に対する回答者の認知と対策への支持の関係を検証する。Krosnick *et al.*, (2006) は、気候政策の有効性を認識することは、特に市民がその行動が必要であると考える場合に、政策支援を増大させると主張する。一方、環境問題の解決が困難で、結果的に効果がないと個人が信じると、公衆の関心が減少し、気候政策への支持が損なわれる (Bord *et al.*, 2000, O' Connor *et al.*, 2002)。回答者が対策の有効性を認識することが、その対策への支持を高める一因となる可能性がある。研究の結果からは、現実的かつ持続可能な環境政策の立案や実施に向けて、具体的な示唆が得られることが期待される。

3.3 研究の方法

3.3.1 調査対象地域の概要

今回の研究地域である日の出がまず照らす場所という意味を持つ日照市は、山東省東南部に位置する地級市で、黄海を隔てて朝鮮半島と相臨み、東に青島、西に臨沂、北に維坊と接し、総面積は 5310 平方キロメートル、2 区（東港区、嵐山区）、2 県（莒県、五蓮県）からなる。

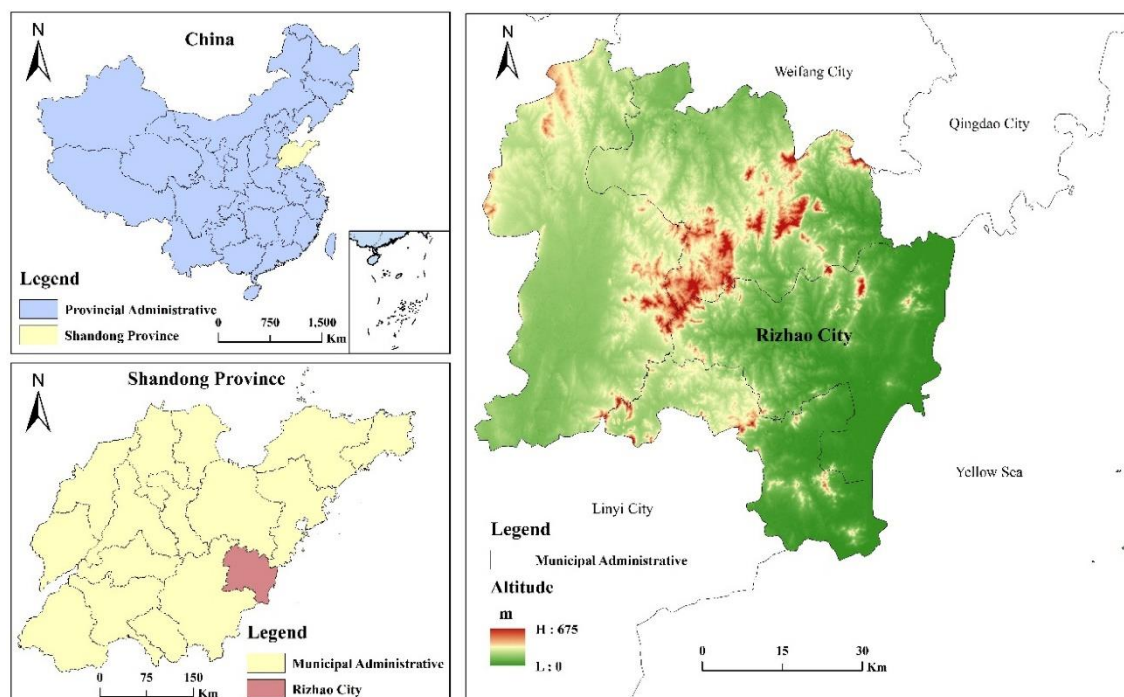


図 3-1 日照市の位置 Li *et al.*, (2021) 図 1

2019 年の総人口は 306.65 万人、GDP は 2202.17 億元である。日照市は優れた地理的な位置と優れた生態環境条件を備えており、大きな発展の潜在能力と見通しを持っている。しかし、1985 年に県から県級市、その後 1989 年に地級市に昇格する過程で、経済力が弱く、経済の規模も発展の遅れから十分でない状況となり、長い間発展が遅れてきた。そのため、未発展のままとなっている。2019 年末までに、日照市の国内総生産（GDP）は 1949.4 億人民元に達し、山東省の 16 広域市の中で 15 位に位置している。この順位は年々改善されていない。さらに、環境面でも日照市の環境水準は良いとは言えない。

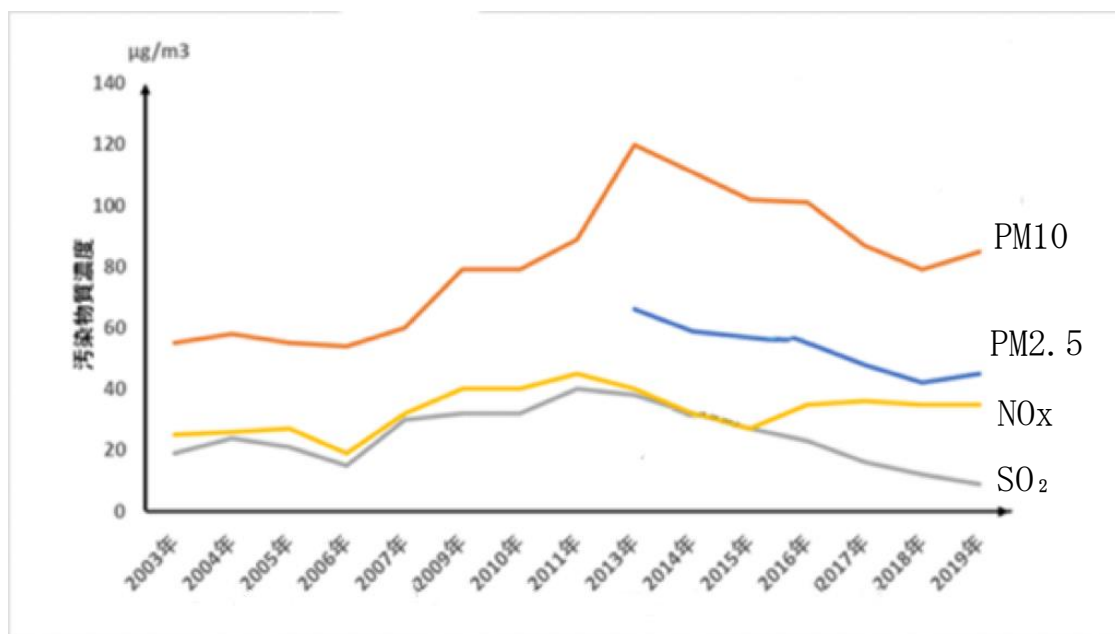


図 3-2 日照市大気汚染物質濃度の変化 (単位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

出典：日照市統計年鑑 (2003-2020 年)

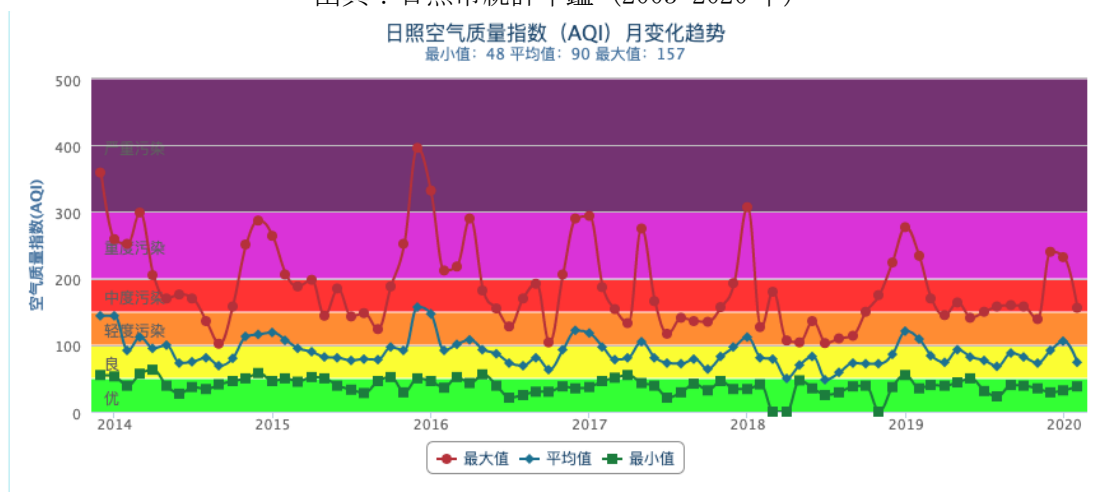


図 3-3 2013~2020 年日照市空気質指数 AQI の変化

図 3-2 により、2013 年から日照市の各種大気汚染物質の濃度は下がっていくが、2018 年から PM2.5 と PM10 の濃度は増加する傾向がある。

さらに、図 3-3 によると、2013 年 12 月から 2020 年 2 月までの 74 ヶ月間で、空気質が優になったのは 2018 年 7 月のみ。軽度汚染になっている時期は 18 ヶ月、空気質が良になっているのは 54 ヶ月であり、73%を占めた。

3.3.2 アンケート調査の設計と実施方法

ここでは、Web アンケートを実施する。アンケートの設問は、大きく 3 つの項目からなり、(1) 個人属性に関する質問が 7 問、(2) 環境意識に関する質問が 9 問、(3) 支払意思についての質問が 4 問の全 20 問で構成されている。

このうち、(2) 環境意識に関する質問の項目において、「①あなたは、大気汚染の原因や影響について理解していますか」、「②あなた自身環境問題に対する意識は高いと思いますか」、「③現在の日照市の環境について、どの程度満足していますか」、「④あなたのお住まいになっている周辺の環境は、5 年前よりどのように変わったと思いますか」、「⑤あなたは、どのような環境問題に関心がありますか (いくつでも選択してください)」、「⑥⑤問の中に関心の環境問題は何ですか (3 つまで選択してください)」、「⑦関心が高いものを挙げた理由は何ですか」、「⑧今後、環境保全に関するボランティア活動に、参加・協力することをどのように思いますか」、「⑨環境の改善のため、何が最も効果的だと思いますか」について質問した。

Schade *et al.*, (2003) は、都市交通料金戦略の導入後の回答者の受容態度について調べた。受容態度を測る方法として、支払意思を用いた。

支払意思を用いることで、より実践的な賛否を尋ねられる。本研究では、次の質問を使用する。

「日照市政府が大気汚染を改善するために、汚染企業の生産停止と新エネルギーバスの購入による環境政策を策定する場合、その実施のためにあなたの収入から一部を寄付していただけますか。」という質問である。

今回のアンケートの調査方法に関してはインターネットのアンケート専門サイト「問巻星 sojump.com」に「日照市住民は大気汚染に関する支払意思額調査」(<https://www.wjx.cn/jq/54611788.aspx>)を作成し、知人等を通じて回答してもらった。

「問巻星 sojump.com」は中国最大のオンラインアンケートプラットフォームで、アンケートのデザイン、回収、データの統計分析をはじめとして、モニターサービスに至るまで、多岐にわたるサービスをご提供している。多国籍企業、市場調査/コンサルティング会社、政府機関、大学、研究機関およびメディアを含めた利用実績は数多く有している。2020 年 4 月まで、利用者数は 6988 万人になり、回収したアンケートの件数は 53.86 億件になった。

アンケート結果の有効性に向上するため、同一回答者の重複回答が IP アドレスで制限をかけた。アンケートの配信方法に関しては、配信アンケート用のカスタム URL を作成し、その URL へのリンクを添付して知人に送信して拡散する。調査期間は、2020 年 3 月 2 日 (月) から 3 月 24 日とした。

回答データを確認する作業の中で回答項目間の論理矛盾、疑義があるデータなどを削除した。例えば、年齢を点検する視点から世帯状況の異常を修正した。「年齢」を「20 歳以下」を選択した回答者は「世帯状況」の項目に「単身世帯」、「単身・親と同居世帯」以外の答えを選択した回答者の回答は今回無効回答になる。なぜなら、現在の中国の婚姻法により結婚適齢は、男性 22 歳以上、女性は 20 歳以上であるため。また、年齢を点検する視点から職業の異常を修正した。「年齢」を「20 歳以下」を選択した回答者は「職業」の項目に「公務員」を選択した回答者の回答は無効回答になる。原因としては中国の公務員になれる要件は専門学校卒以上の学歴を持ってないと公務員になれない。もう一つは年齢と職業を点検する視点から年収の異常を修正した。「年齢」を「20 歳以下」と「職業」を「学生」を選択した回答者は「年収」の項目に「0~3 万元」と「3~6 万元」以外の項目を選択した回答者の回答は無効回答になる。

結果、最終的に正確に回答していた人数は全回答者 1352 名のうち 1323 名であった。そこで、本研究では、これら 1323 人分のデータを解析に用いた。

3.4 結果

3.4.1 回答者の属性

本節は収集したサンプル数 1323 人について、まずはその属性について単純集計の結果を記す(表 3-1)。

回答者は「男性」が 55.8%、「女性」が 44.2%であり、男性の回答者が多い。年齢別でみると、今回の回答者の年齢は「20 歳」から「60 歳」に集中して 94.4%であり、「20 歳以下」が 3.7%、「60 歳」以上が 1.9%を占めている。居住地域については今回の回答者のうちに「莒県」に住んでいる人が最も多く 34.8%であり、「東港区」が 24.2%、「五蓮県」が 21.9%、次に「嵐山区」が 19.1%を占めている。職業については、「公務員」が 36.2%と最も多くを占めている。次に「農民」が 29.9%、「自由業」が 11.6%、最も少ないのは「無職」の 3.3%である。世帯状況に関しては「夫婦と子の同居世帯」の人が最も多く 51.3%であり、「単身、親と同居世帯」が 14.4%、次に「単身世帯」が 5.5%を占めている。

学歴に関しては「高等学校」以上の学歴を持っている人は 1033 人、78.1%を占め、「中学校」以下の学歴を持っている人は 296 人、21.9%を占めている。年収に関しては、「0～3 万元」から「6～10 万円」の人が最も多くて 90%であり、「10～15 万元」が 6.3%、「15～20 万元」が 1.3%、次に「20 万元以上」が 1.9%を占めている。

表 3-1 回答者の個人属性分布

項目		人数	構成比	項目		人数	構成比	
性別	男性	738	55.8%	年齢	20 歳以下	49	3.7%	
	女性	585	44.2%		20～30 歳	283	21.0%	
居住地域	東港区	320	24.2%		30～40 歳	277	20.0%	
	嵐山区	253	19.1%		40～50 歳	417	31.0%	
	五蓮県	290	21.9%		50～60 歳	272	20.6%	
	莒県	460	34.8%		60～70 歳	24	1.8%	
世帯	単身世帯	73	5.5%		70 歳以上	1	0.1%	
	単身、親と同居世帯	191	14.4%		学歴	小学校	19	1.4%
	夫婦のみ世帯	206	15.6%			中学校	271	20.5%
	夫婦と子の同居世帯	678	51.3%			高等学校	187	14.1%
	夫婦と親との同居世帯	42	3.2%	専門学校		128	9.7%	
	夫婦と親、子との同居世帯	133	10.1%	大学		649	49.1%	
職業	公務員	479	36.2%	大学院及び以上		69	5.2%	
	会社員	85	6.4%	年収	0～3 万元	540	40.8%	
	一般労働者	94	7.1%		3～6 万元	339	25.6%	
	農民	395	29.9%		6～10 万元	323	24.4%	
	学生	73	5.5%		10～15 万元	85	6.4%	
	自由業	153	11.6%		15～20 万元	15	1.1%	
	無職	44	3.3%		20 万元以上	21	1.6%	

表 3-2 日照市人口特徴 (N=308 万)

項目	属性	人数	構成比
性別	男性	1509556	50.9%
	女性	1458809	49.1%
年齢	0～14 歳	544855	18.4%
	14～59 歳	1757495	59.2%
	60 歳以上	665915	22.4%
教育程度	中学校及び以下	1789990	60.3%
	高校と専門学校	375592	12.6%
	大学及び以上	401866	13.5%
地域	東港区	936753	31.7%
	嵐山区	446267	15.0%
	五蓮県	1141745	38.5%
	莒県	443600	14.9%

表 3-2 は日照市の人口特徴であり、今回の回答者の属性と比べると、学歴以外は大きな偏りがなかった。

3.4.2 環境意識に関する項目

1) 大気汚染の原因や影響について理解程度

表 3-3 大気汚染の原因や影響について理解程度の単純集計

	人数	構成比
十分理解している	466	35.2%
理解している	660	49.9%
やや理解していない	182	13.8%
理解していない	15	1.1%
合計	1323	100%

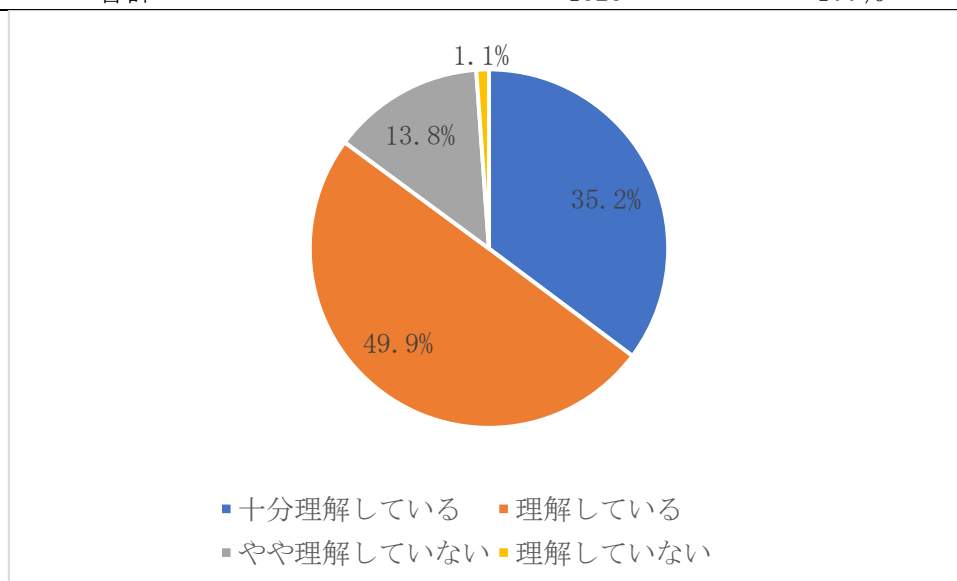


図 3-4 大気汚染の原因や影響について理解程度の単純集計

大気汚染の原因や影響について理解程度に関しては「十分理解している」, 「理解している」を選択した人が 85%と最も多くを占めている。「やや理解していない」が 13%, 次に「理解していない」が 2%を占めている。

2) 自身の環境問題に対する意識の高さ

表 3-4 自身の環境問題に対する意識の高さの単純集計

	人数	構成比
とても高い	418	31.6%
高い	568	42.9%
普通	326	24.6%
低い	10	0.8%
とても低い	1	0.1%
合計	1323	100%

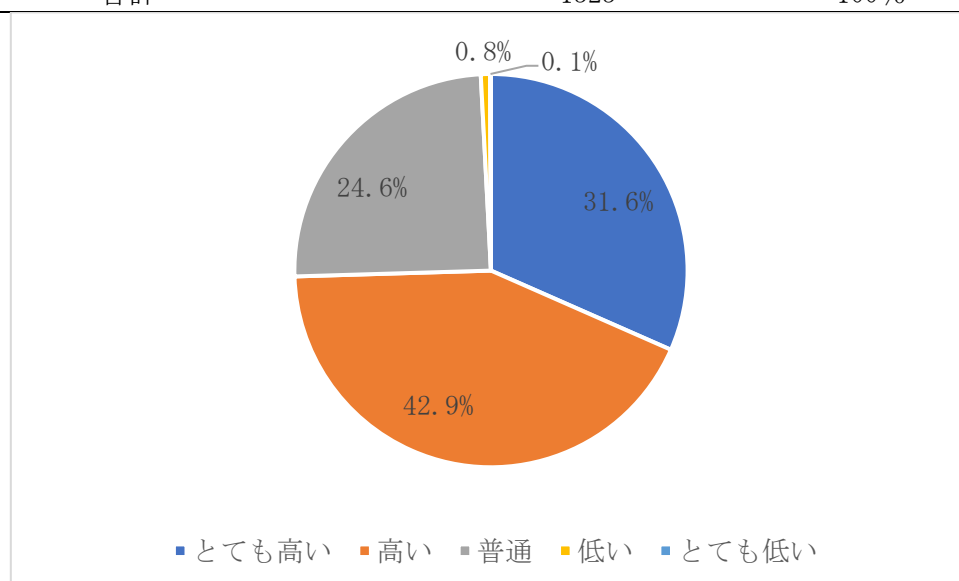


図 3-5 自身の環境問題に対する意識の高さの単純集計

自身の環境問題に対する意識の高さについて、自身の環境問題に対する意識「高い」と思う人が 42.5%と最も多く、「とても高い」が 32.2%、「普通」が 24.3%、次に「低い」、「とても低い」と思う人が 1%を占めている。

3) 現在の日照市の環境に対する満足度

表 3-5 現在の日照市の環境に対する満足度の単純集計

	人数	構成比
満足	290	21.9%
やや満足	774	58.5%
やや不満	231	17.5%
不満	28	2.1%
合計	1323	100%

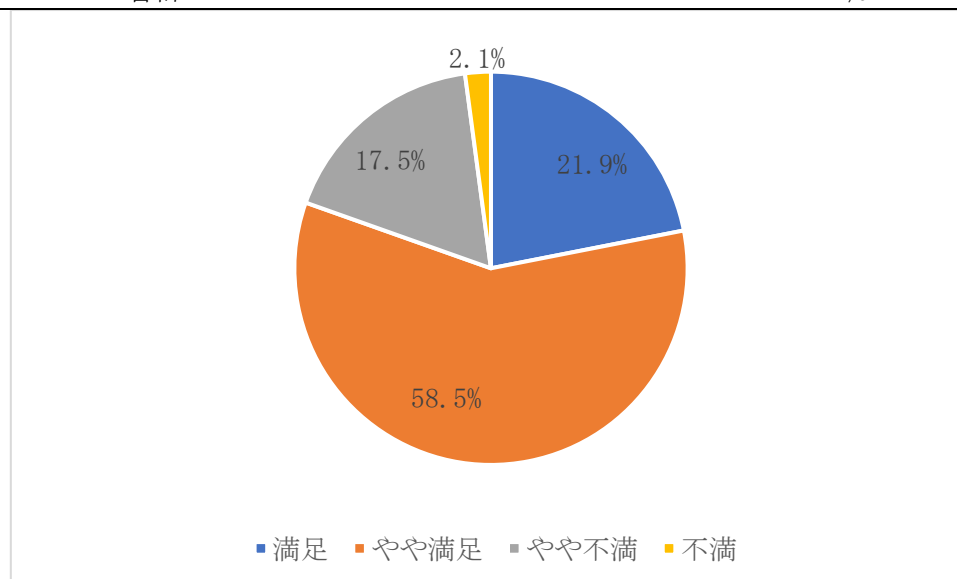


図 3-6 現在の日照市の環境に対する満足度の単純集計

現在の日照市の環境の満足度について、「やや満足」が最も多く、半分以上の 58.1%であり、「満足」が 22.3%、「やや不満」が 17.4%、次に「不満」が 2.2%を占めている。

4) 現在の住まい周辺環境と5年前よりの変化

表 3-6 現在の日照市の環境に対する満足度の単純集計

	人数	構成比
非常に良くなった	555	42.0%
良くなった	429	32.4%
変わらない	131	9.9%
悪くなった	171	12.9%
非常に悪くなった	26	2.0%
分からない	11	0.8%
合計	1323	100%

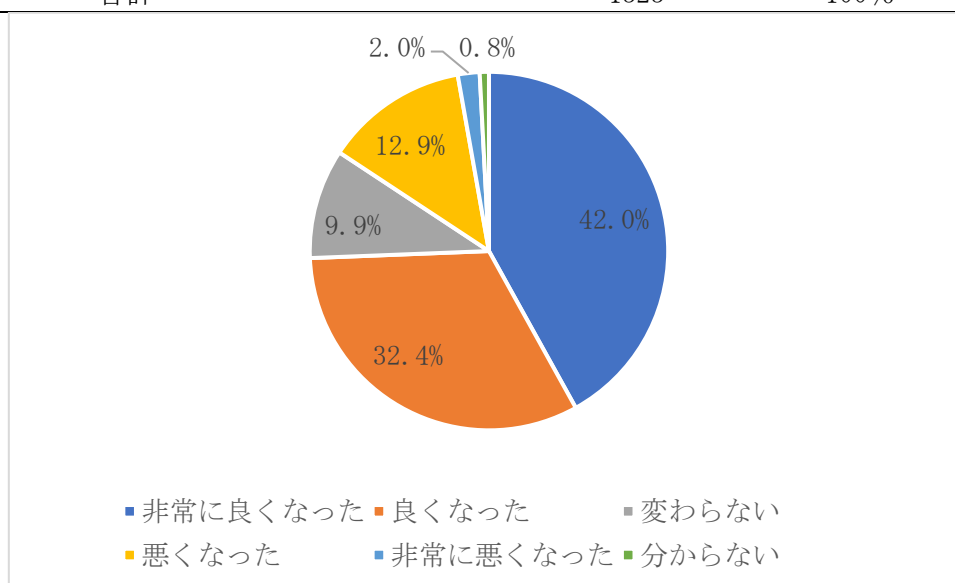


図 3-7 現在の日照市の環境に対する満足度の単純集計

現在の住まい周辺環境と5年前の変化について、「非常に良くなった」の42.1%が最も多く、「良くなった」が32.3%、次に「悪くなった」が12.9%、「変わらない」が9.9%、「非常に悪くなった」が2%、最後に「分からない」が0.8%を占めている。

5) 環境が改善のため最も効果がある行動

表 3-7 環境が改善のため最も効果がある行動の単純集計

	人数	構成比
環境教育	717	54.2%
環境政策	484	36.6%
環境税	46	3.5%
メディアから世論に訴える	68	5.1%
分からない	8	0.6%
合計	1323	100%

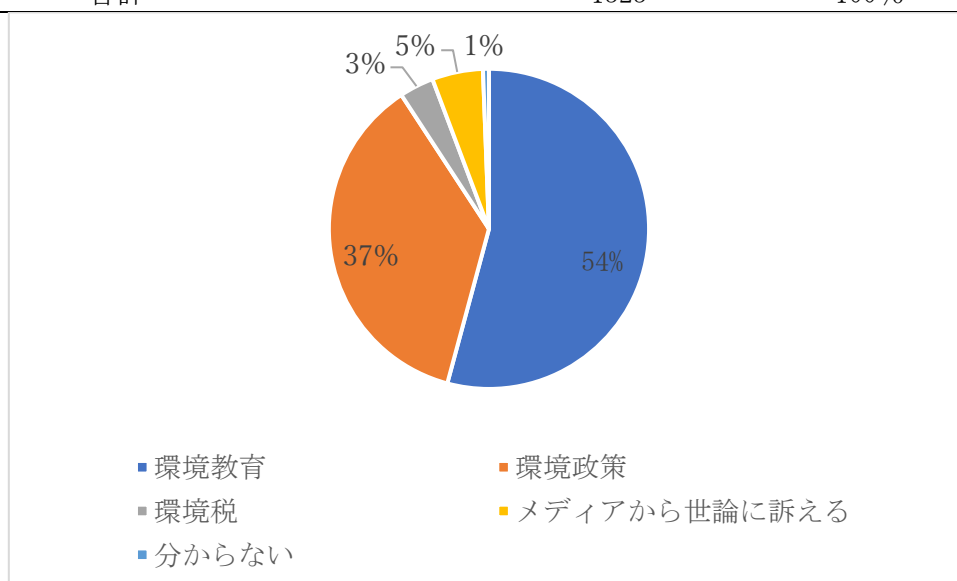


図 3-8 環境が改善のため最も効果がある行動の単純集計

環境の改善のため、最も効果がある行動に関しては最も多くのは「環境教育」の 54.3%であり、次に「環境政策」が 36.4%、「メディアから世論に訴える」が 5%、「環境税」が 3.5%、「分からない」人が 0.8%を占めている。

3.4.3 現在関心がある環境問題（全て選択可能）

表 3-8 現在関心がある環境問題

質問	項目	人数	構成比
現在関心がある環境問題 (全て選択可能)	地球温暖化	780	59.0%
	大気汚染	1066	80.6%
	海洋, 川, 湖沼などの水質汚濁	889	67.2%
	ゴミ問題, 資源リサイクル	948	71.7%
	騒音・振動	428	32.4%
	悪臭	281	21.2%
	土壌汚染, 地下水汚染	789	59.6%
	オゾン層の破壊	231	17.5%
	エネルギー問題	246	18.6%
	砂漠化	169	12.8%
	ダイオキシンなどの化学物質汚染	139	10.5%
	特に関心はない	10	0.8%
	その他	48	3.6%
関心が高い環境問題を挙げた理由	自分か最も身近に感じるものだから	554	41.9%
	今一番重視されているから	575	43.5%
	最近良く耳にするから	175	13.2%
	その他	219	1.4%

現在関心がある環境問題について、最も選択されたのは「大気汚染」の 1066 人であり、二番目が「ゴミ問題・資源リサイクル」、三番目が「海洋, 川, 湖沼などの水質汚染」、次に「土壌汚染, 地下水汚染」、「地球温暖化」を選択した人も多い。「特に関心はない」人が 10 人で、「その他」を選択した人は 48 人である。そして、3 つまでしか選択できない場合、順位も若干変わった。一番目が同じく「大気汚染」で、二番目が「海洋, 川, 湖沼などの水質汚染」であり、三番目が「ゴミ問題・資源リサイクル」になっている。

関心が高い環境問題を挙げた理由について、「今一番重視されているから」が 43.5%と最も多くを占めている。「自分か最も身近に感じるものだから」が 41.9%、「最近良く耳にするから」が 13.2%、「その他」が 1.4%を占めている。

3.4.4 政策の賛成・反対に関する項目

1) 支払意思

日照市政府が大気汚染を改善するため、汚染企業を生産停止、新エネルギーバスの購入などの行動を策定した場合、あなたの収入から一部を寄付したいですか。

表 3-9 賛成・反対の構成

	人数	構成比
賛成	972	73.5%
反対	351	26.5%
合計	1323	100%

賛成・反対については「賛成」の人は最も多く 73.5%であり、「反対」の人は 26.5%を占めている。

2) 賛成の理由について

表 3-10 「賛成」の理由

	人数	構成比
大気汚染の改善は市民全体の責任だから	653	67.2%
市民の健康確保のために対策が必要だから	195	20.1%
大気汚染は自分の生活に影響があるから	116	11.9%
その他	8	0.8%
合計	972	100%

「賛成」の理由については、最も選択されたのは「大気汚染の改善は市民全体の責任だから」が 67.2%であり、「市民の健康確保のために対策が必要だから」が 20.1%、「大気汚染は自分の生活に影響があるから」が 11.9%、次に「その他」を選択した人が 0.8%を占めている。

3) 反対の理由について

表 3-11 反対の理由

	人数	構成比
収入が低く、寄付能力がないから	170	48.4%
大気汚染の改善は政府の仕事なので、寄付金を支払う必要がないから	152	43.3%
大気汚染に関心がないから	0	0
大気汚染は自分に影響が低いから	1	0.3%
その他	28	8.0%
合計	351	100%

反対の理由については、「収入が低く、寄付能力がないから」が 48.4%で最も多く、「大気汚染改善は政府の仕事なので、寄付金を支払う必要がないから」が 43.3%、「その他」が 8.0%、「大気汚染は自分の影響が低いから」が 0.3%、「大気汚染に関心がない」を選択した人はいなかった。

3.5 クラスタ分析

クラスタ分析とは、異なる性質のものが混ざり合った集団から、互いに似た性質を持つものを集め、クラスタ（cluster：「房」「集団」「群れ」）を作る方法で、簡単にいえば「似たもの集めの手法」である。クラスタ分析は、あらかじめ分類の基準が決まっておらず、分類のための外的基準や評価が与えられていない。クラスタ分析は、ビッグデータの分析、その中でも One to one マーケティングに用いる分析手法としては、最も重要な地位を占めており、最もよく使われる手法の 1 つである。

クラスタ分析は大別すると、階層的方法と非階層的方法の 2 つの計算方法がある。階層的方法で主に用いられる方法は、最短距離法、最長距離法、群平均法、重心法、メジアン法、ward 法であり、クラスタを形成する際のクラスタ生成法が異なる。その基準となる距離には、ユークリッド距離や標準化ユークリッド距離およびマハラノビス距離等がある。（一般的には（標準化）ユークリッド距離が使用されることが多い。）すなわち、階層的方法は距離とクラスタ生成法の組み合わせで方法が決定する。クラスタ分析には、その目的に応じて様々な分析法があるが、本研究で用いたのは「階層クラスタ分析」である。

これは、最も似ている組み合わせから順番にクラスタにしていく方法であり、途中過程が階層のように表せ、最終的にデンドログラムを作成できる。デンドログラムから、分類の過程でできるクラスタがどのような観点で分類されたのかを確認しながらクラスタ数を後から決めることができるのが特徴である（例えば、3 つに分けようと思えば、縦の線を 3 本横切るような線（図での赤線）を引き、その線から下につながっている要素を 1 つのクラスタと考えれば、任意のクラスタ数に分けることができる）。

分析は、クラスタ数の範囲：2～10、各評価指標の繰返し数：100 回とした。エルボー図によりクラスタ数 3 で落ちているので、本データは、3 つのクラスタで解析を行っていく。

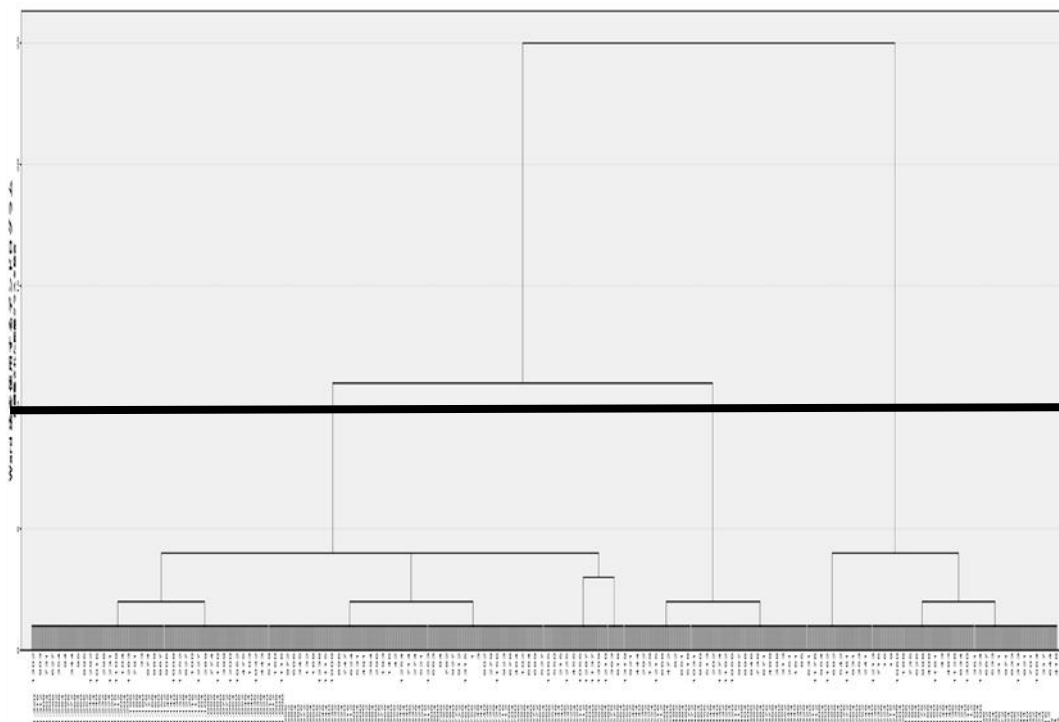


図 3-9 クラスタ分析結果

表 3-12 各クラスターの情報

項目	回答	クラスター 1		クラスター 2		クラスター 3	
		人数	比率	人数	比率	人数	比率
大気汚染 理解度	十分理解している	100	35.5%	348	70.6%	18	3.3%
	理解している	149	51.4%	142	28.8%	369	68.3%
	やや理解していない	40	13.8%	3	0.6%	139	25.7%
	理解していない	1	0.3%			14	2.6%
環境意識	とても高い	75	25.9%	335	68.0%	8	1.5%
	高い	140	48.3%	151	30.6%	277	51.3%
	普通	74	25.5%	7	1.4%	245	45.4%
	低い	1	0.3%			9	1.7%
	とても低い					1	20.0%
現在大気 環境の満 足度	満足	1	30.0%	258	52.3%	31	5.7%
	やや満足	133	45.9%	217	44.0%	424	78.5%
	やや不満	134	46.2%	16	3.2%	81	15.0%
	不満	22	7.6%	2	0.4%	4	0.7%
5年前と の変化	非常に良くなった			395	80.1%	160	29.6%
	良くなった			96	19.5%	333	61.7%
	変わらない	83	28.6%	2	0.4%	46	8.5%
	悪くなった	170	58.6%			1	2.0%
	非常に悪くなった	26	9.0%				
	分からない	11	3.8%				
ポランテ ィア活動 への参加 意欲	積極的に参加・協力したい	82	28.3%	294	59.6%	115	21.3%
	時間があれば参加・協力したい	195	67.2%	195	39.6%	393	72.8%
	あまり参加・協力したくない	8	2.8%	2	0.4%	16	3.0%
	参加・協力したくない	4	1.4%	1	0.2%	7	1.3%
	分からない	1	0.3%	1	0.3%	9	1.7%
支払意思	賛成	182	62.8%	418	84.8%	372	68.9%
	反対	108	37.2%	75	15.2%	168	31.1%

表 3-12 はクラスター分析を行った後、分類された三つのクラスターである。各クラスターの特徴に基づいて名前を付けた。まず、クラスター1では「環境意識は中程度、環境満足度は低い」グループ、クラスター2では「高い環境意識と高い環境満足度」グループ、クラスター3では「環境意識が低く、環境満足度は中程度」グループとした。

現在の大気の質に満足している人や大気汚染が改善していると考えている人は、より良い大気の質に対して支払意思があり、一方で、大気の質が悪化していると信じている人は、改善された大気の質に対して支払意思を拒否する。利他的な行動の原則に基づいて、環境ボランティアに積極的に参加している人々の中で支払意思が高いこともわかった。

3.6 政策の賛成・反対に関するロジスティック回帰分析

今回は被説明変数について、大気汚染対策実施に収入の一部を寄付することに対して「賛成」を選んだ場合は1、それ以外は0とする。

説明変数年齢、教育程度、居住地区、年収、大気汚染の原因や影響に対する理解度、自身の環境意識に対する評価、現在大気環境の満足度、知覚された空気質の変化、環境保全ボランティア活動への参加意欲、環境への改善有用と思った行動を用いた。

表 3-13 政策の賛成・反対に関するロジスティック回帰分析結果

	B	標準誤差	Wald	自由度	有意確率	Exp(B)	EXP(B) の 95% 信頼区間	
							下限	上限
性別 (男性 = 1)	-0.215	0.140	2.346	1	0.126	0.806	0.612	1.062
年齢 (40歳以上 = 1)	0.187	0.142	1.727	1	0.189	1.206	0.912	1.593
居住地区 (東港区 = 1)	-0.278	0.153	3.311	1	0.069	0.757	0.561	1.022
教育程度 (大学及以上 = 1)	-0.032	0.159	0.041	1	0.839	0.968	0.710	1.321
年収 (6万元以上 = 1)	0.269	0.160	2.836	1	0.092	1.308	0.957	1.789
原因や影響に対する理解度	0.462	0.180	6.618	1	0.010	1.587	1.116	2.257
環境意識	-0.322	0.190	2.881	1	0.090	0.724	0.499	1.051
大気環境満足度	0.293	0.226	1.674	1	0.196	1.340	0.860	2.089
知覚された空気質の変化	0.578	0.165	12.206	1	0.000	1.782	1.289	2.463
ボランティア活動への参加意欲	0.963	0.161	35.840	1	0.000	2.619	1.911	3.589
環境政策	-0.358	0.136	6.960	1	0.008	0.699	0.536	0.912
定数	0.577	0.169	11.606	1	0.001	1.781		
的中率(%)	73.1							

n=1313

***p<.001, **p<.01, *p<.05

結果、大気汚染の原因や影響に対する理解度、知覚された空気質の変化、環境保全ボランティア活動への参加意欲は大気汚染対策の賛成に正の影響を与えることが分かった。一方、居住地区や教育程度、年収の影響は明確には見られなかった。

自身の環境意識と現在大気環境の満足度は大気汚染対策の賛成に影響しないことがわかった。自身の環境意識を高いと思う回答者は、大気汚染対策に賛成しない傾向があった。環境政策が有用と思うことは、大気汚染対策の賛成に負の影響を与えた。先述した Krosnick *et al.*, (2006)の研究結果とは異なる。

3.7 考 察

今回の調査では、日照市の住民に対する環境に関する洞察が明らかになった。結果からは、彼らの環境への意識と配慮が高いことが浮かび上がり、地域全体で環境問題に向けた共通の関心が見受けられることが示唆される。この高い意識は、地域社会が環境に対して敏感であり、積極的なアクションを起こす可能性が高いことを示唆している。

興味深いことに、調査では日照市住民が最も関心を寄せている環境問題が大気汚染であることが明らかになった。これは、彼らが自身の居住環境において大気汚染の影響を強く感じている可能性があり、地域社会が具体的な環境課題に対して敏感であることを示唆している。この洞察は、今後の環境対策の方針を立てる上で重要な指針となるだろう。

一方で、環境政策が有益であるとの認識が、大気汚染対策に対する賛成意向に負の影響を与えるという結果が浮かび上がった。原因としては環境政策が自分の経済に与える影響が懸念され、それに反対する意見が強まる可能性がある。この相違が解消されない限り、効果的な環境対策の推進は難しいかもしれない。解決策として、コミュニケーションの向上が挙げられる。例えば、市民に対して環境政策の有益性や大気汚染対策の必要性に関する追加の情報を提供することが考えられる。これにより、認識の相違を解消し、地域全体で環境対策への支持を広げることが可能となる。

また、効果的なコミュニケーションの一環として、教育的なアプローチも検討すべきだろう。市民に対して環境問題や対策に関する教育プログラムを提供することで、持続可能な生活への理解を深め、個々の行動や意識の変革を促進することが期待できる。このようなアプローチは、地域社会全体が環境に対して共通の認識を構築し、協力して取り組む契機となる可能性がある。

総じて、日照市の住民の環境に対する高い意識は地域社会が環境課題に取り組む好機である。しかし、認識の相違が存在する場合は、効果的なコミュニケーションと教育的なアプローチが求められる。これによって、地域社会全体が共通の目標に向けて協力し、持続可能な未来を築いていくことが期待される。

3.8 まとめ

環境問題は現代社会においてますます重要となっており、その中でも大気汚染は深刻な懸念事項の一つである。一般的に、大気汚染対策の成否は個人の人々の理解度や環境への意識に大きく依存する。ここで、今回の研究の要点をまとめる。

まず、目的①に関しては、大気汚染の原因や影響に対する理解度が高いほど、個人は大気汚染対策に肯定的な態度を持っていることが明らかとなった。これは、個人が問題の深刻性を理解することで、積極的な環境対策の必要性を認識しやすくなるためだろう。

同様に、知覚された空気質の変化も大気汚染対策に対する意識に影響を与える要因となっている。個人が自身の周りの環境変化を実感することで、大気汚染の現実的な影響を感じ、それに対処するための積極的なスタンスをとる可能性が高まる。こうした知覚の変化は、環境保全ボランティア活動への参加意欲にもつながり、個人が積極的に大気汚染対策に参加することを促進している。

一方で、居住地区や教育程度、年収といった社会的な要因は、意外なことに大気汚染対策への意識には明確な影響を与えなかった。これは、環境問題が社会全体に普遍的な懸念事項であることを示唆している。つまり、大気汚染への対策は社会的背景にかかわらず、個人々の認識や知識に依存すると言えるだろう。

興味深いことに、自身の環境意識や現在の大気環境の満足度は、大気汚染対策への賛否には直接的な影響を与えないことがわかった。一般的な環境への配慮や現状の満足度が、具体的な政策や対策にどのように反映されるかは複雑であると言える。

目的②に関しては、環境政策が有用と思うことが、大気汚染対策に対する賛成意向に負の影響を与えたという結果が浮かび上がった。これで、回答者は大気汚染の緩和策を有用だと考えているが、必ずしも受容している訳ではないことがわかった。これは、環境政策の有用性に対する懐疑的な見解が、具体的な対策に対する信頼を低下させてしまう可能性があることを示唆している。これについては、先行研究との整合性が見られない点で注目すべきである。

または、調査結果によれば、5割以上の人々が環境教育が大気環境の改善に寄与する有益な手段であると認識している。この認識は、科学コミュニケーションが持つ重要性を裏付けている。

環境教育が大気環境の改善に対して効果的である理由は、情報伝達型コミュニケーションを通じて科学的な知識や情報を一般の人々に適切かつ理解しやすい形で提供できる。大気汚染対策には複雑な科学的要素が絡んでおり、これを一般の人々が理解することは容易ではない。しかし、科学コミュニケーションを通じて専門的な情報をわかりやすく伝えることで、一般の人々が環境問題に対して理解を深めやすくなる。

大気環境の改善に向けた科学コミュニケーションは、専門家と一般の人々との間の意識の相違を解消する一助ともなり得る。研究者や科学者が持つ知識は、通常の人々とは異なる。しかし、適切な形で伝えられた科学的な情報は、一般の人々が大気汚染の深刻さやその対策について正確な理解を得る手助けとなる。これによって、専門家と一般の人々とのコミュニケーションの齟齬が少なくなり、協力的な環境対策が進むことが期待される。

また、情報伝達型コミュニケーションを通じて提供される科学的な知識は、一般の人々にとって身近で実践的なものになりやすい。例えば、具体的な行動や生活習慣の変化が環境改善にどれだけ寄与するかといった情報は、一般の人々が自身の日常生活に取り入れやすくなる。このような身近な情報は、環境保全への参加意欲を高め、大気汚染対策に対する受容を促進することが期待される。

総じて、科学コミュニケーションは大気環境の改善に向けた環境教育の基盤として非常に重要な役割を果たす。情報伝達型コミュニケーションを通じて提供される科学的な知識は、環境問題について理解を深め、一般の人々が積極的に大気汚染対策に参加する契機となる。これによって、社会全体での環境意識の向上と協力的な対策の推進が期待される。

引用文献

- 国务院新エネルギー自動車産業総局発展計画 (2021-2035)
https://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm?trs=1
(2023.07.19 参照)
- Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic of China, 2021. China Mobile Source Environmental Management Annual Report (2021)
https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/ydyhjgl/202109/t20210910_920787.shtml
- 日本国土交通省 (2009) 「仮想的市場評価法 (CVM) 適用の指針」
- Wang, X.J., Zhang, W., Li, Y. et al. (2006) Air Quality Improvement Estimation and Assessment Using Contingent Valuation Method, A Case Study in Beijing. *Environ Monit Assess* 120, 153-168.
- Wang, Y., & Zhang, Y. S. (2009) Air quality assessment by contingent valuation in Ji'nan, China. *Journal of environmental management*, 90(2), 1022-1029.
- Yang, J., Zou, L., Lin, T., Wu, Y., & Wang, H. (2014) Public willingness to pay for CO2 mitigation and the determinants under climate change: a case study of Suzhou, China. *Journal of environmental management*, 146, 1-8.
- Wang, Y., Sun, M., Yang, X., & Yuan, X. (2016) Public awareness and willingness to pay for tackling smog pollution in China: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1627-1634.
- Dong, K., & Zeng, X. (2018) Public willingness to pay for urban smog mitigation and its determinants: A case study of Beijing, China. *Atmospheric environment*, 173, 355-363.
- Ouyang, X., Zhuang, W., & Sun, C. (2019) Haze, health, and income: an integrated model for willingness to pay for haze mitigation in Shanghai, China. *Energy Economics*, 84, 104535.
- 2003~2020年日照市統計年鑑
www.86pm25.com
https://www.gov.cn/zhengce/content/202312/content_6919000.htm

第4章 情報提供の内容の詳しさが回答者に与える影響：同位体を用いた地下水調査を例に

4.1 研究の背景

地下水環境は、人々の暮らしの中で身近な存在であるにもかかわらず、あまり知られていないのが現状である。人々が気付かないうちに生じる地下水環境の悪化によって多くの公害が生じてきた。特に、高度経済成長期以降、地下水の塩水化や汚染が問題視されるようになった(辻, 2009; 千葉, 2014)。これらを受けて 2014 年には水循環基本法が施行され、2015 年には水循環基本計画が策定された。持続可能な地下水利用のために、地下水マネジメントの必要性はますます高まっている(谷口, 2016)。

地下水に関する知識の普及を推進することは、一人一人の自覚を促し、地下水汚染問題を未然に防ぐことに繋がる。そのためには、適正かつ持続可能な地下水利用を進めることが重要な課題となる(藪崎, 2021)。近年では、地下水の保全を住民参加型で行う取り組みが進められている。たとえば、福井県大野市は、住民とともに地下水を監視しつつ、地下水保全・地下水位の回復・湧水再生に取り組んできた(岡田, 2016)。

従来、地下水の流動場を評価するための解析モデルは、文献データや地形・地質データ、水文データ、ボーリング調査データ等を基に、対象領域の水理地質構造を可能な限り再現できるように構築される。しかし、対象領域が広域にわたるとき、長期間の地下水の流動場を評価する場合、あるいは流動を支配する媒体の不連続性が高い場合には、地下水の流動に直接関与するデータだけではモデルの検証が困難である。このような場合、地下水に含まれる溶存イオン、安定同位体、放射性同位体等の分析結果を利用し、流動状況の評価、地下水系の区分、地下水年代の評価等ができ、地下水の挙動把握のための有力な手法の一つである(五十嵐ほか, 2000)。

同位体には安定同位体と放射性同位体があり、安定同位体は水・物質循環プロセスの解明に、放射性同位体は地下水年代や物質の循環速度の見積りに用いられている(林, 2005)。先述の大野市では研究機関と連携して大野盆地で安定同位体による水循環解析が行われ、調査結果が地域住民に公開されている(岡田, 2016)。しかしながら、同位体を用いた地下水調査手法が広く一般に知られているとは言いがたい。このような状況において地下水並びに地下水安全行政への信頼を確保するために、現在、科学的知見に基づく地下水に関する情報を正確かつ分かりやすく国民に伝える「科学的コミュニケーション」が求められている。

しかしながら、従来の科学的コミュニケーションは、住民と研究者・専門家を交えた熟議の取り組み(増原・馬場, 2021)、また、サイエンスカフェ、オープンラボなどの参加型の集まりが注目されている一方で、時間的余裕がない人々には参加のハードルが高い(八木・平川, 2008)。また、懐疑論をはじめとした偽科学の存在、立場が異なる関係者間での合意形成の困難さなどの課題が指摘されている(青柳ほか, 2017)。科学的コミュニケーション、および、社会と科学技術の関わり方には、大きく分けて 2 つの立場がある(吉永, 2018)。第一に、科学的な情報や科学技術そのものについて市民が熟議を行い、意思決定を行おうとするものであり、第二に、市民の間で知られていない科学的な知識を提供しようとするものである。なお、この章は劉 在強・藤吉 麗・加藤 尊秋・西村 武司・陀安 一郎「同位体を用いた地下水調査に対する住民意識—山梨県忍野村を対象に—」(2023)として行われた査読論文の内容を加筆・修正したものである。

4.2 同位体を用いた地下水調査

地下水の挙動等を把握するための科学的調査のひとつに同位体を用いた調査・分析があり、研究手法としては確立されている(谷口, 2011)。例えば、涵養源の異なる地下水は、その酸素・水素安定同位体比が異なる特徴をもつことから、地下水と降水の酸素・水素安定同位体比を比較することで地下水の涵養源を推定することができる。また、地下水と降水の中に含まれる放射性同位体トリチウムの濃度を比較することで地下水の年齢の推定が可能である。こうした同位体の持つトレーサー機能は、地下水保全のための基礎的な情報を提供する手法として有意義であることが、実際の地下水マネジメントの実施主体の間でも認められつつある(藤吉ほか, 2019)。

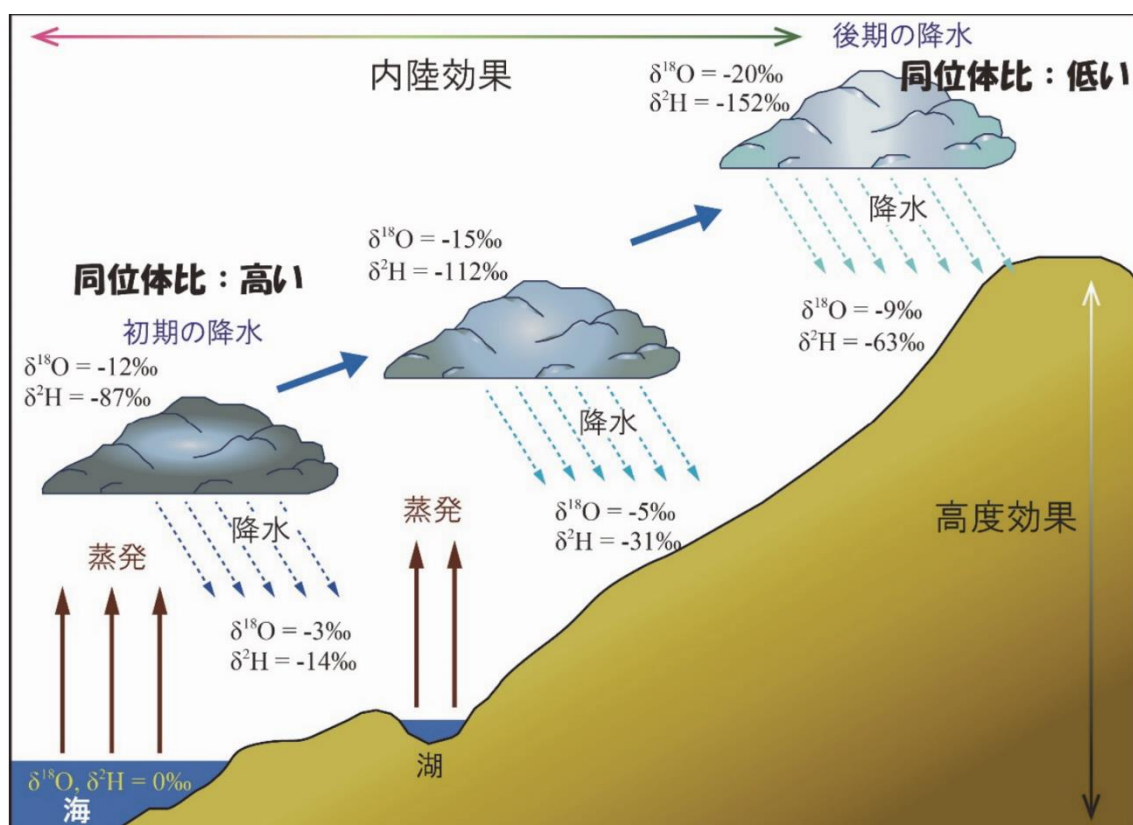


図 4-1 内陸効果、高度効果の概念図

そして、地下水の起源を例として同位体を用いて地下水調査の方法を紹介する。水の安定同位体を用いて水の流れを把握するためには、水の安定同位体の特徴を理解することが必要である。たとえば、降水の安定同位体比を例に挙げると、以下のような特徴が存在します。1) 標高が高くなると、同位体比は低くなる(高度効果); 2) 温度が高くなると、同位体比は高くなる(温度効果); 3) 内陸部ほど、同位体比は低くなる(内陸効果); 4) 高緯度ほど、同位体比は低くなる(緯度効果)。これらの効果は水蒸気から降水が形成される際の過程(レイリー蒸溜)によってもたらされる。上記の特徴のうち、高度効果と内陸効果の概念図を図 4-1 に示す。日本のような地形条件では、沿岸域では標高が低く、内陸部では標高が高くなる場合が多く、また標高の高い地点や高緯度地域の気温は低いため、高度効果と内陸効果、温度効果、緯度効果は関連していると言えます。このような水の安定同位体比の特徴を活用することで、水がどこから来たのかを把握することが可能となる(藪崎, 2021)。

4.3 研究の目的

本研究では、現在における地下水保全に関する科学的コミュニケーションを確立するため、地下水が住民の生活用水、また、観光資源として活用されている山梨県忍野村を対象として、同位体を用いた地下水調査に対する住民意識を事例として取り上げ、地下水保全に関する科学的コミュニケーションのあり方を明らかにすることを目的とする。また、同位体を用いた地下水調査技術について住民がどのような考え方をもち、当該技術についての情報提供によって、その考え方にどのような変化が生じるかを調べる。

地域住民をできるだけ巻き込むため、本研究では、地下水調査技術に関する簡易な資料を住民に郵送する形で情報提供を行うこととした。

目的①

まず、説明の詳しさによって、地下水や調査手法に対する考え方に与える影響を調べる。住民が地下水について同位体を用いた調査・分析を行うことをどのように理解し、地下水保全のための今後の調査の必要性をどう評価するか明らかにする。

目的②

そして、隣接していながらも地下水との関わり方が異なる忍草地区と内野地区で、提供する情報への反応が異なるかに着目し、地域特性による影響の違いを調べる。

三坂・小池（2006）は関川流域周辺において実施された水害対策行動等に関する調査に基づいて、被害経験が治水に対する意識と行動に影響を及ぼしていると指摘した。

目的③

さらに、年齢層との関係にも着目する。この背景として、小田・大野（2007）は、水環境に対する考え方が性別や年齢などの属性により異なると指摘している。皆川・島谷（2002）は、多摩川の自然環境に対する関心・興味、保全への意欲について高年齢層が若年齢層よりも高いこと、また、40～60代では河川に関する情報提供で評価が大きく変化するのに対し、10～30代では変化が小さかったと報告している。さらに、和田・道奥・和田（2004）は水辺環境管理活動への参加意思は、年齢が高くなるに従い高くなると指摘した。

通させることで農業用水を確保した（米山，2010）。このため，忍草地区の住民は内野地区と比較して，地下水を身近に感じており，普段から地下水を意識して生活する傾向がみられる。

忍野村全体として豊富な水資源を有しており，忍野村は，その枯渇を防止するために2012年に忍野村地下水資源保全条例を施行した。この条例は，循環利用以外の新しい揚水施設の設置を禁止している。この循環利用とは，取った地下水を使用後地下に戻すことを指しており，ミネラルウォーターを生産する等地下水を持ち出 ことを目的に井戸を掘ることを禁止しているのである。その他にも忍野八海周辺等の特別地域での揚水量の制限や，揚水設備導入に届け出を義務付けの規制が含まれている。そしてこの条例の目的は，「地域住民の恒久的な生活用水を確保し大量採取による周辺地域の地盤沈下を防止し，及び国指定の天然記念物である忍野八海を保護することを目的とする。」（忍野村地下水資源保全条例第1条）とされている。条例では，新たな井戸を設置したり構造を変更したりする者は，村長の許可を得る必要がある。また，特別規制地域内の揚水量を1日当たり20 m³以下とする量的規制が課されている。

4.4.2 忍野村で行った先行調査について

本節は本研究の先行研究であり藤吉麗，西村武司，加藤尊秋，陀安一郎（2019）「同位体を用いた地下水調査に対する住民意識：山梨県忍野村のシンポジウム参加者を対象に」について，同位体を用いて地下水調査への考え方の要点をまとめる。

研究は2018年1月20日に山梨県南都留郡忍野村で開催された，忍野村公開シンポジウム「富士山の湧水と文化：忍野八海」の参加者を対象にアンケート調査を実施することにより，分析に必要なデータを収集した。

シンポジウムの開催日時を土曜日の午後とすることにより，参加したい住民が仕事等の都合によって参加できない可能性をできるだけ排除した。

シンポジウムは忍野村と総合地球環境学研究所の共催であり，忍野村役場によるポスター掲示・チラシ配布等を通して，地域住民に告知された。シンポジウムは全体で3時間半あり，地下水を専門とする研究者による4つの講演と，忍野村長および村内有識者を交えたパネルディスカッションで構成された。研究者による講演のうち，講演4は「忍野村の地下水・湧水の水質と地下水流動について」という題で，総合地球環境学研究所が行った調査の中から，地下水の水質，同位体を用いた調査から得られた地下水の起源と年齢，また地下水位の調査から得られた地下水の流動についての紹介がなされた。シンポジウム参加者に対して，入場時にアンケート調査票を配布し，4つの講演の後に調査の趣旨を説明した。調査票への回答は任意とし，シンポジウム終了後に会場出口に設置した回収箱により，調査票が回収された。アンケートの設問項目の概要を表4-1に示す。

表4-1 先行研究のアンケート調査の概要

大項目	小項目	質問内容	回答
属性に関する質問	属性	性別，年齢，職業，居住地域等	選択
	地下水との関わり	地下水（井戸水）の使用，地下水用途	選択
	地下水への関心	水質，水量，水温，起源，流動，年齢	選択
	同位体の知識	同位体を以前から知っていたか	選択
	地下水保全の必要	忍野村の地下水保全が必要と思うか	選択
同位体を用いた研究の説明に対する理解に関する質問	同位体から情報を得るまでの説明についての理解	地下水の起源，流動，年齢	選択
地下水保全に対して同位体を用いた情報の獲得にどの程度合意するかに関する質問	同位体で得られる地下水の情報の選択（起源，流動，年齢）	忍野村の地下水を保全するために調べる必要があると思う項目（水質，水量，水温，起源，流動，年齢，）	選択
	村予算の希望配分	忍野村全域の地下水を保全するための村の予算100万円について，地下水の科学的調査（水質，起源，流動，年齢）への希望配分	選択

藤吉ほか（2019）表1

調査では1)属性に関する質問，2)同位体を用いた研究の理解に関する質問，3)地下水保全に対する同位体を用いた情報の獲得にどの程度合意するかに関する質問の3つの大項目を設定した。以下では，これら項目間の関係を確認することで，同位体を用いた調査・分

析の理解度、同位体を用いて得られた情報の獲得に対する合意の程度を調べる。

これから、先行研究で得られた結果を述べていく。

まず、地下水への関心の程度を把握するために、地下水の水質、水量、水温、起源(どこからきたか)、流動(どのように流れているか)、年齢(何年前に降った雨か)の6つの項目について、ふだんから気になっているかを4段階で尋ねた(図4-3)。この結果、水温以外(水質、水量、起源、流動、年齢)について、回答者の約50%が「非常に気になる」と回答し、約30%が「少し気になる」と回答した。一方、水温に関しては、「非常に気になる」と回答したのは約30%にとどまり、「あまり気にならない」または「全く気にならない」と回答した人は約40%であった。地下水の起源、流動、および年齢に関する情報は、主に同位体を使用した調査によって提供される。興味深いことに、回答者のこれらの情報に対する関心は、同位体を使用しない手法によって得られる情報(水質、水量、水温)と同程度に高いことが示され、住民の中には同位体を使用した地下水の調査と分析に対する潜在的なニーズがあることが読み取れる。

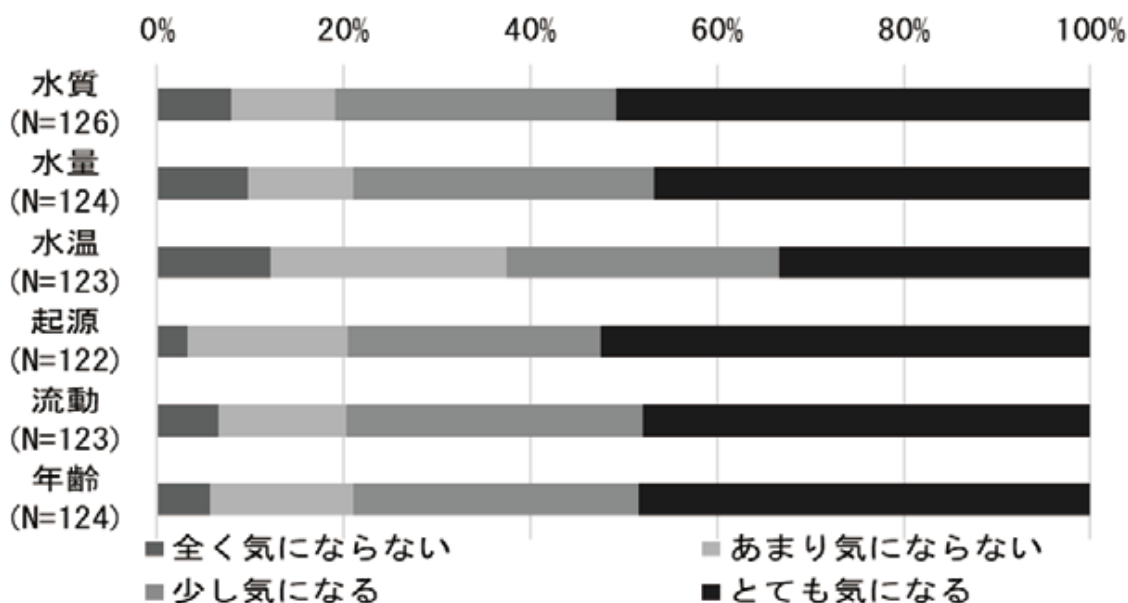


図4-3 先行研究の地下水に関する項目別の関心の程度 藤吉ほか(2019) 図1

続いて、同位体に関する知識との関係について、同位体を応用した地下水の研究に対する理解度は、回答者が同位体に関する知識を有しているかどうかによって依存する可能性がある。この関連性を明らかにするために、図4-4では研究の説明に対する理解度と同位体に関する知識との関係が示されている。

その結果、地下水の起源と年齢の推定に関する論理については、同位体に関する知識のある回答者ほど理解度が高い傾向が見られました ($p < 0.001$)。つまり、同位体に関する知識が研究の説明に対する理解を向上させた可能性がある。

一方で、地下水の流動の推定に関する論理の理解度は、同位体に関する知識のある回答者ほど低い傾向がみられた ($p < 0.001$)。講演4では、地下水水位からの地下水の流動を推定する内容が説明されたが、アンケート調査票では同位体を用いて地下水の流動を推定する旨が記載されていた。このため、図4-4の結果は、講演の内容と調査票の設問の不一致を反映している可能性がある。同位体に関する知識のある回答者は、講演の内容と設問の不整合に気づき、「あまり理解できなかった」または「全く理解できなかった」と回答し

た可能性が考えられる。以上の結果から、研究者が講演を配慮しても、同位体に関する知識を持たない人々には理解が難しいことがわかった。一方で、「全く知らなかった」同位体に関する知識を持たない回答者の中にも、「やや理解できた」や「よく理解できた」を選択した人が一定数存在しており、同位体に関する知識がなくても説明を通じて理解できる可能性があることが示唆される。

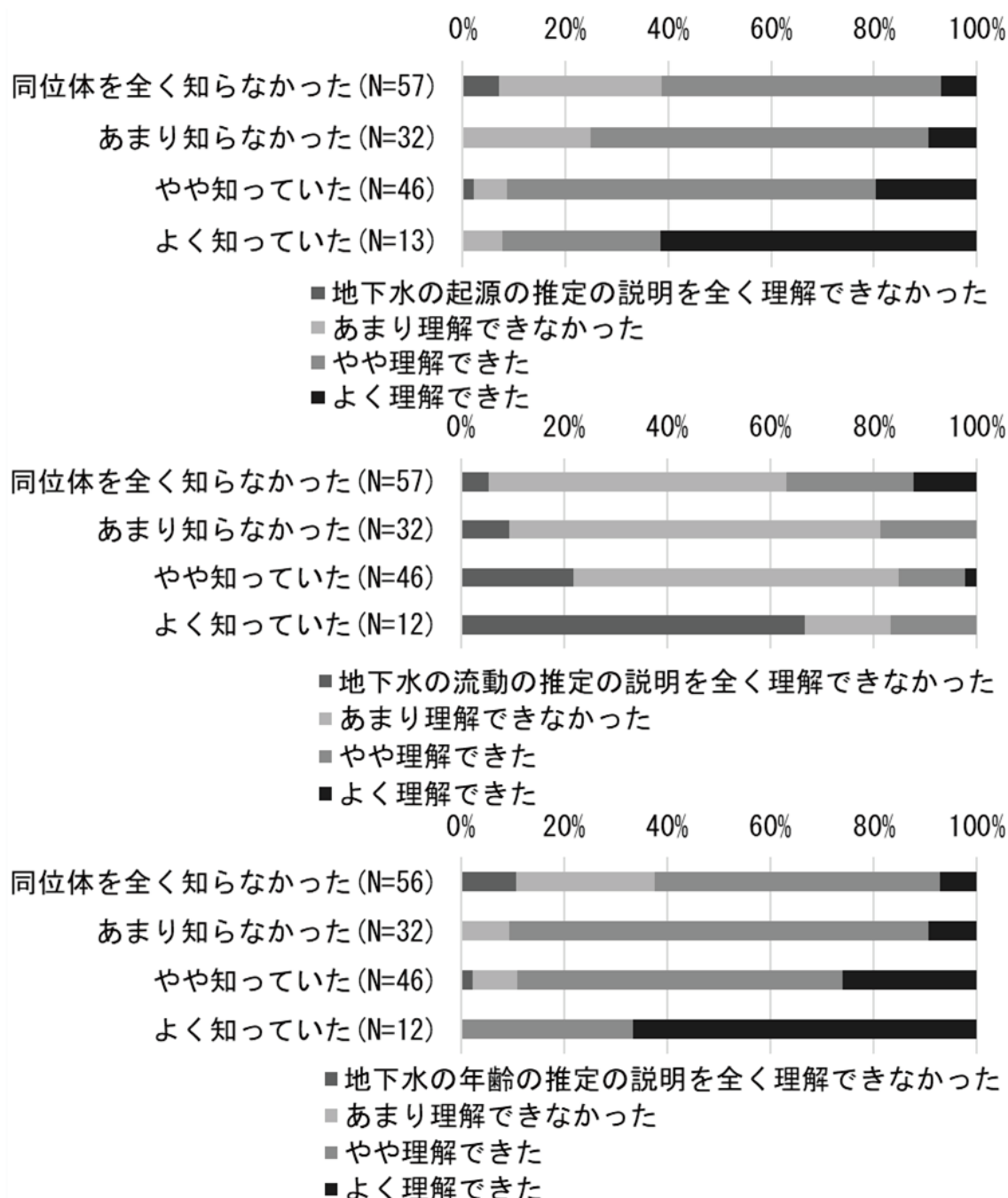


図 4-4 先行研究の同位体を用いた研究の説明に対する理解と同位体に関する知識の関係
藤吉ほか (2019) 図 4

同様に、地下水に関心を寄せる住民は、同位体を用いた地下水の研究に対する説明に積極的に耳を傾け、理解を試みた可能性があるため、次に、地下水への関心と研究の説明に

対する理解との関係を確認した。地下水の年齢に対する関心と地下水の年齢の推定に関する説明の理解の間には有意な関係が見られた (図 4-5, $p=0.001$)。地下水の年齢に対する関心が高いほど、「よく理解できた」または「やや理解できた」と回答した割合が増加する傾向がみられた。一方で、地下水の起源および流動については、関心と理解との間には有意な関係が見られなかった。

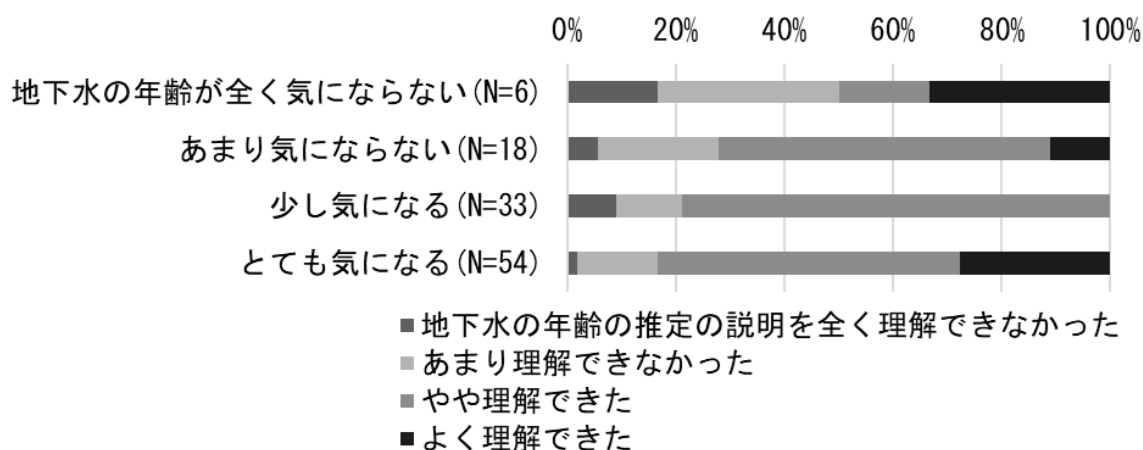


図 4-5 先行研究の同位体を用いた研究の説明 (年齢の推定) に対する理解と地下水の年齢への関心の関係 藤吉ほか (2019) 図 5

また、本研究では、先行研究は参加者の個人属性 (年齢, 職業, 居住地域, 地下水 (井戸水) 使用の有無, 地下水 (井戸水) の用途) の地下水保全のために同位体を用いた調査で得られる地下水の情報 (起源, 流動, 年齢) を選択するか否かと、関係を確認した。結果、同位体を用いた調査により得られる情報 (起源, 流動, 年齢) への関心は個人属性によらなかった。その一方で、同位体を用いた研究の説明に対する理解度は、同位体に関する知識の程度が高い、あるいは地下水への関心度が高い特徴をもつ住民で高い傾向があることがわかった。

そのほかに、地下水保全に対する同位体を用いた情報の獲得への合意については、同位体の説明の理解度とは関係がなく、同位体に関する知識の程度が高い、地下水への関心度が高いことがわかった。

4.4.3 アンケート調査の設計と実施方法

本研究では、与えた情報の詳しさによる回答者への影響を検出するためにランダム化比較試験 (Randomized Controlled Trial: 以下 RCT) を行う。RCT は、医学分野の治験等で多く用いられており、近年開発経済学などの分野でも頻繁に用いられている。因果関係の推論のために有効とされている (小林ほか訳, 2008)。また、地下水調査に関する説明の詳しさによって回答者間に生じる差異として、調査への回答率、本人が感じる説明の理解度、地下水問題の深刻さに対する認知、地下水調査の必要性認知に着目する。

調査への回答率については、地球温暖化対策への支払意思を調べる調査で温暖化に関する情報冊子の提供により回収率が増加したとの報告がある (Hidano *et al.*, 2005)。また、リスク認知研究では、リスクが高いと人々が感じる事項は、当該事項の実際の発生頻度よりも報道頻度に強く影響されるとの結果があり (岡本, 2000; Combs B. and P. Slovic, 1979), 天野ほか (2013) の研究において、飲用水のリスクに関する情報提供が水道水に対するリスク認知に大きな変化をもたらすことを示した。本研究で地下水調査についての情報提供を行うこと自体が地下水問題の深刻さに関する回答者の認知に影響する可能性がある。

調査票は、総合地球環境学研究所と忍野村役場を調査主体として 2020 年 2 月 20 日に郵便で発送し、郵送により回収した。アンケート送付先は、住民基本台帳をもとに忍野村内から 2,000 人を無作為抽出した。なお、大規模な事業所の寮等は、短期の在住者が多いことから、調査対象から除いた。調査票への回答は、匿名で行われた。

地下水の属性や調査手法について、簡単説明群には A4 で 1 ページ、詳細説明群には A4 で 2 ページの資料を調査票に同封した (付録参照)。両群に対する説明項目を表 2 に示す。地下水の属性は、水量、水質、水温といった同位体を用いた調査との関連が薄い属性と、起源(どこからきたか)、流動(どのように流れているか)、年齢(何年前に降った雨か)といった同調査がおもな計測手段となる属性の 2 種類に分けた。前者の属性については、簡単説明群、詳細説明群ともに用語のみを説明した。例えば、水量の説明では「地下にどれくらい地下水が貯まっているか」と記した。後者の属性について、簡単説明群では、用語の説明のみを行った。例えば、流動の説明では「地中で地下水がどの方向に流れているか(北から南へなど)」とした。一方、詳細説明群では、用語の説明に加えて同位体を用いた地下水調査の科学的な原理、地下水保全対策への役立て方、そして、これまでの調査結果の要点を示した (表 4-3)。

例えば、流動については、用語の説明の後に「地下水の酸素・水素の同位体比を測定すると、異なる水を区別することができ、その地中での動きを追跡することができます。地下水の流れがわかることで、どこで汚染がおこると、どこに影響が出るかがわかるので、地下水の汚染の予防・対策につながります。これまでの調査により、忍野村の地下水には、南からの流れと東からの流れがあることがわかっています。」と説明した。

調査票は、簡単説明群、詳細説明群ともに同じであり、A4 用紙 4 ページに 33 問を設けた。設問内容は、①地下水に関するシンポジウムへの参加経験や同位体の知識、先述した説明資料に対する理解度、②忍野村の地下水についての知識や関わり方、③地下水に対する関心程度、④地下水問題の深刻さに対する認知度、⑤地下水保全のための調査の必要度(水量、水質、水温、起源、流動、年齢)、⑥地下水保全のための支払意思、⑦年齢や居住地区、世帯人数などの個人属性とした。

なお、本研究に用いたアンケートの内容を表 4-2 に示す。アンケートの統計解析では、比率検定、カイ二乗検定、残差分析、ロジスティクス回帰分析を実施した。カイ二乗検定は、漸近分布ではなく、正確確率を用いて実施した。すべての解析に、SPSS27 を使用した。

表 4-2 2つの調査群への説明項目

調査群	地下水の属性	
	水温, 水質, 水量	起源, 流動, 年齢
簡単説明群	用語の説明のみ	用語の説明のみ
詳細説明群	用語の説明のみ	用語の説明, 同位体を用いた地下水調査の科学的な原理, 地下水保全対策への役立て方, これまでの調査結果の要点

表 4-3 解析に用いたアンケート内容

番号	設問内容	選択肢
3	あなたは現在, 日常生活の水源として以下のどれを使っていますか?	1. 自宅の井戸 2. 上水道・簡易水道 3. その他 ()
4	3) で「1. 自宅の井戸」と答えた方にうかがいます。井戸水を何に使っていますか?	1. 飲料水 2. 飲料以外の生活用水 (野菜を洗う・庭の水やり・洗車など) 3. 農業用水 4. その他
6	別紙の, 地下水に関する説明用紙を読んで, 内容を理解できましたか?	1. よく理解できた 2. やや理解できた 3. あまり理解できなかった 4. まったく理解できなかった
7~12	忍野村の地下水に関する以下の7) から12) の項目について, あなたはふだんからどの程度気になっていますか? (水温, 水質, 水量, 起源, 流動, 年齢)	1. とても気になる 2. 少し気になる 3. あまり気にならない 4. まったく気にならない
14	地下水の起源, 流動, 年齢を科学的に調べる方法として, 「同位体」という方法が使われることがあります。同位体について聞いたことがありましたか?	1. 聞いたことがあり詳しく知っていた 2. 聞いたことはあったが詳しくは知らなかった 3. 聞いたことがなかった
15	現在の忍野村の地下水保全についてどう思いますか?	1. 問題があり早急な対策が求められる 2. 将来的な問題があるので予防的な対策が求められている 3. とくに問題は無い
16~21	忍野村の地下水を保全するために, 以下の16) から21) の項目について調べる必要があると思いますか?	1. 強くそう思う 2. ややそう思う 3. あまりそう思わない 4. まったくそう思わない
27	あなたの年齢を, お書きください。	記入
30	あなたが現在お住いの地域を, 次の中から選んでください。	1. 忍草 2. 内野

4.5 結果

4.5.1 調査票の回収率と回答者の属性

表 4-4 回答者の個人属性分布

項目	人数	構成比	項目	人数	構成比		
年 齢	10～30代	43	7.9%	世帯 人数	1人	47	8.5%
	40～50代	175	31.9%		2～4人	365	65.9%
	60～70代	287	52.5%		5～7人	134	24.2%
	80代以上	42	7.7%		8人以上	8	1.4%
職 業	会社員	185	32.5%	居 住 年 数	1～10年未満	71	12.9%
	公務員（忍野村役場）	6	1.1%		10～30年未満	115	20.9%
	公務員（忍野村役場以外）	20	3.5%		30～60年未満	188	34.1%
	自営業	101	17.8%		60年以上	177	32.1%
	学生	1	0.2%	世帯 年 収	100～300万円未満	104	21.3%
	パート・アルバイト	65	11.4%		300～500万円未満	138	28.2%
	無職	164	28.9%		500～1000万円未満	91	18.6%
	それ以外	26	4.6%		1000～2000万円未満	43	8.8%
地 区	忍草	339	60.6%	2000万円以上	10	2.0%	
	内野	220	39.4%	答えたくない	103	21.1%	

調査の結果、合計 598 人から回答を収集し、回収率は 29.9%であった。このデータから、地域の住民からの関心が高いことが伺える。回答者は、簡単な説明を受けた群と詳細な説明を受けた群に分かれ、それぞれの回答数を比較すると、簡単な説明群から 287 票、詳細な説明群から 311 票の回答が寄せられた。詳細な説明を受けたグループの回収率は若干高いものの、統計的に有意差はなかった。

回答者の年齢層については、60 歳から 70 歳の層が最も多く、この年齢層からの回答が主要なものであることが分かる。職業別に見ると、会社員が 32.5%で最多で、次いで無職の 28.9%、自営業の 17.8%と続く。パートやアルバイトの人々も 11.4%と一定の割合で回答しており、多様な職業が含まれていることがわかる。

居住地域に関して、忍草地域からの回答者が最も多く、全体の 60.6%（339 人）を占めていた。居住年数を考えると、66.2%の回答者が 30 年以上忍野村に住んでおり、地域に長く住む住民が多いことがわかる。また、経済的背景を示す世帯年収に関する情報も得られた。約半数の回答者が 500 万円未満の年収であることが明らかとなった（表 4-4）。

4.5.2 地下水との関わり

表 4-5 日常生活で使う水源（人，複数回答）

	自宅の井戸	上水道・簡易水道	その他
簡単説明群	130	186	8
詳細説明群	125	218	4
計	255	404	12

表 4-6 地下水（井戸水）の用途（人，複数回答）

	飲料水	飲料以外の生活用水	農業用水	その他
簡単説明群	97	101	33	2
詳細説明群	93	99	31	4
計	190	200	64	6

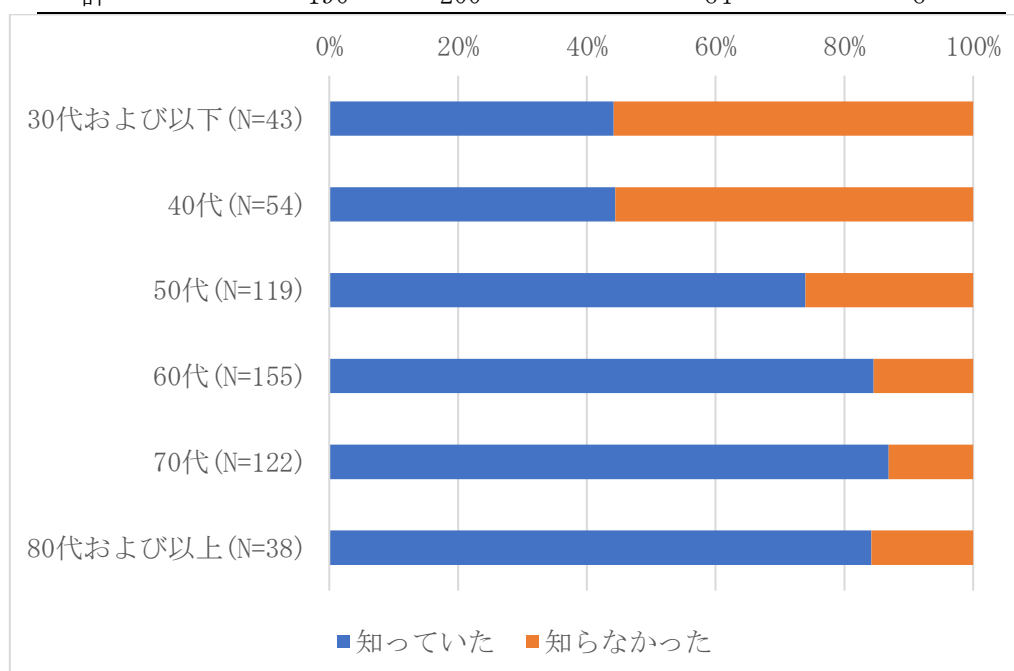


図 4-6 水道水源が地下水であることの認知度

回答者のうち，地下水（井戸水）を現在使っている人は 255 人（42.6%）だった（表 4-5）。地下水（井戸水）の用途としては，飲料水と飲料水以外の生活用水が相対的に多く，農業用水として使う人も 64 人（10.7%）いた（表 4-6）。このほか，忍野村の上水道・簡易水道の水源が地下水だと知っている人は 75.0%であった。これらについて，説明の詳しさ二つの群の間でカイ二乗検定を行ったところ，5%有意水準で統計的な有意差はみられなかった（ $\chi^2(1) = 0.203$, $P = 0.701$ ）。

なお，井戸の使用率は，忍草地区で 62.0%，内野地区で 49.5%であり，湧水の分布から予想されるように前者の方が多かった。一方，水道水源が地下水であることの認知度は，両地区で差がなかった（ $\chi^2(1) = 0.022$, $P = 0.918$ ）。ただし，水道水源が地下水であることの認知度については，年齢層による認知差があり，50 歳未満の回答者は水道水源が地下水であることを知っていた人は 40%（忍草地区が 69 人のうち 32 人（49.2%），内野地区が 28 人のうち 8 人（32.1%））にとどまるのに対して，50 歳以上の回答者は 80%（忍草地区が 258 人のうち 216 人（83.7%），内野地区が 176 人のうち 137 人（77.8%））前後となる（図 4-6）。

4.5.3 地下水への関心

地下水への関心の程度を把握するために、地下水の水温、水質、水量、起源、流動、年齢の6つの属性について、ふだんからどの程度気になるかを4段階で尋ねた(図4-7)。

水質を気にする人が多く、回答者の5割が「とても気になる」、約4割が「少し気になる」を選択した。水温については、「とても気になる」としたのは回答者の約2割にとどまり、「あまり気にならない」または「全く気にならない」とした回答が4割を越えた。

地下水の起源、流動、年齢の3つの属性は主に同位体を用いた調査により得られる情報である。これらについて「とても気になる」ないし「少し気になる」とした人はいずれも6割を超えており、同位体を用いた地下水の調査・分析に対する住民の潜在的なニーズがあると考えられる。なお、簡単説明群と詳細説明群の間でこれらの回答分布に有意差はなかった(カイ二乗検定, 有意水準5%)。

この結果は、先に述べた忍野村で2018年に開催された地下水に関するシンポジウムへの参加者に対して、本研究と同様の設問を用いて、藤吉ほか(2019)が行ったアンケート結果と大きな違いがある。藤吉ほか(2019)によると、水質、水量、起源、流動、年齢では、回答者の約5割が「とても気になる」、約3割が「少し気になる」を選択していた。八木・平川(2008)の指摘通り、シンポジウムのような参加型科学コミュニケーションでは、住民の中でも高関心層が中心となりやすいといえよう。

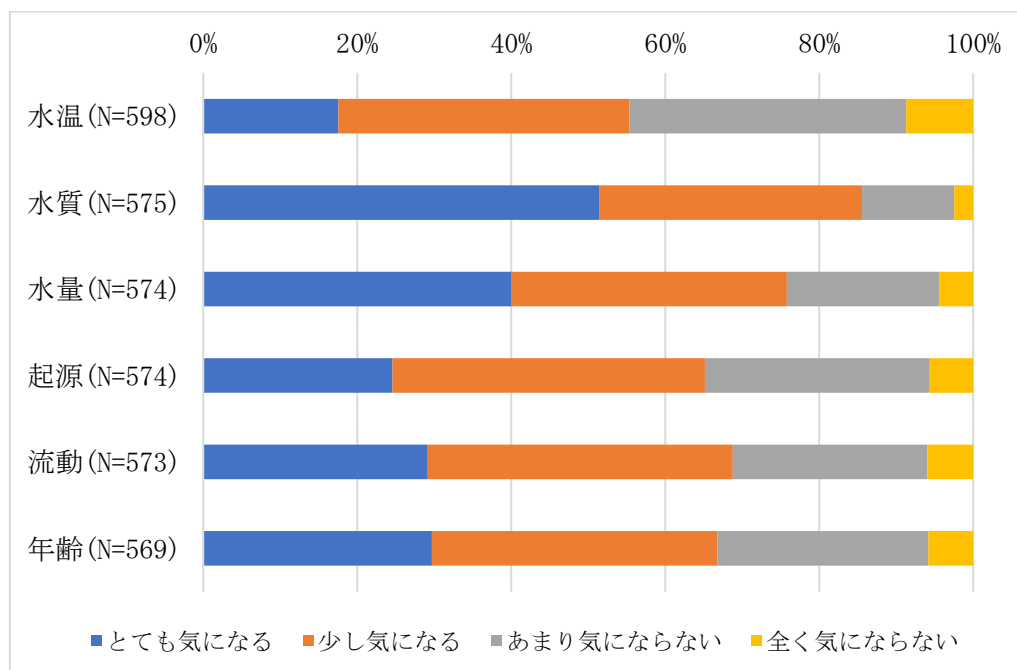


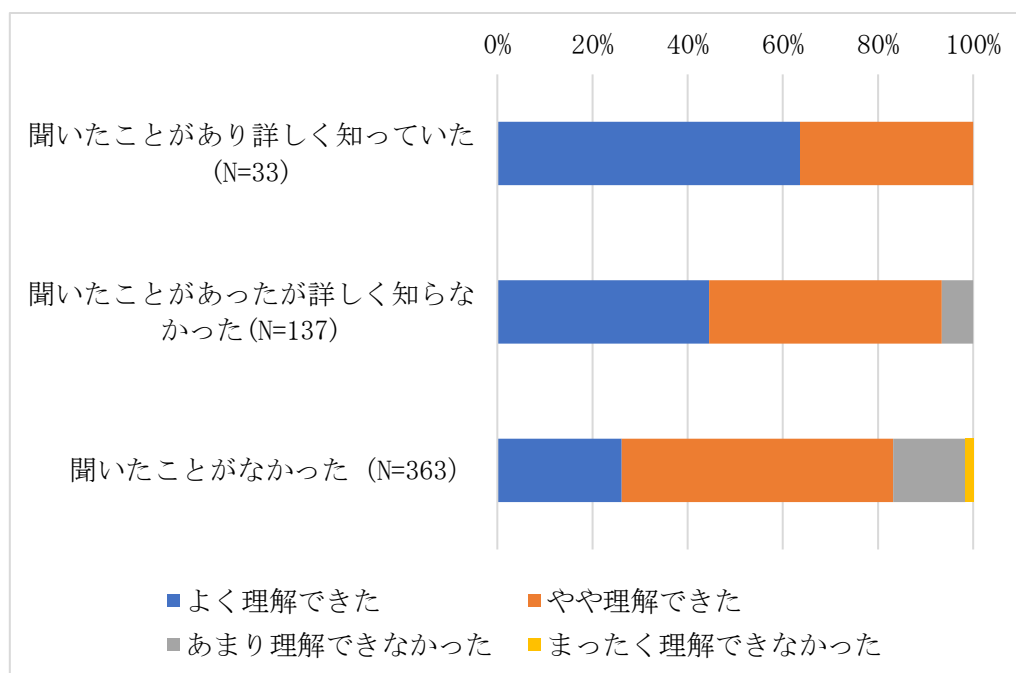
図4-7 地下水の属性別の関心の程度

4.5.4 説明用紙の理解度

1) 同位体についての事前知識との関係

この調査の前から同位体について「聞いたことがあり詳しく知っていた」人は 37 人 (6.6%) にとどまり、「聞いたことがあったが詳しく知らなかった」人が 141 人 (25.0%), 「聞いたことがなかった」人が 386 人 (68.4%) であった。同位体に関する知識が少ない人が全体の 9 割以上であった。図 4-8 に示すように、同位体についての知識の程度が高いと、本調査で配布した説明用紙の本人が感じる理解度(「よく理解できた」から「まったく理解できなかった」までの 4 段階で回答)が高まっていた ($\chi^2(6) = 37.724$, P 値 0.001 以下)。

ここで、残差分析によると(表 4-7)、調整済み残差が 1.96 以上、または、-1.96 以下のところは、5%有意水準で見て他と差があると言える。つまり、「聞いたことがあり詳しく知っていた」人には、説明を「よく理解できた」ないし「やや理解できた」人が多く、「あまり理解できなかった」人は少ない。「聞いたことがあったが詳しく知らなかった」人の間でも「よく理解できた」人が多く、「あまり理解できなかった」人は少ない。一方、「聞いたことがなかった」人の間では、「やや理解で期待」および「あまり理解できなかった」人が多い。したがって、同位体についての知識があった人の方が説明用紙の理解度が高かったと考えられる。



$\chi^2(6) = 36.216$, $p = 0.000$

図 4-8 同位体知識と本人が感じる説明用紙の理解度

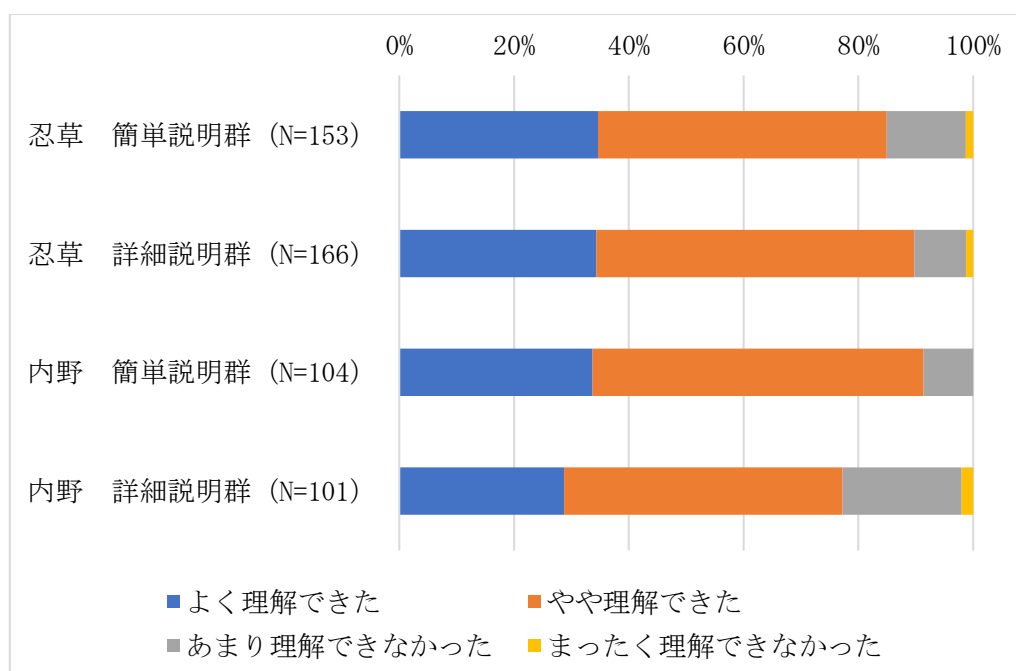
表 4-7 図 4-5 に対する調整済み残差

	よく理解できた	やや理解できた	あまり理解できなかった	まったく理解できなかった
聞いたことがあり詳しく知っていた	3.832	-2.057	-2.191	-1.078
聞いたことがあったが詳しく知らなかった	3.263	-1.294	-2.272	-1.361
聞いたことがなかった	-5.041	2.277	3.263	1.485

2) 居住地区と回答者年齢との関係

居住地区と説明用紙の理解度の間に興味深い関係が見られた。図 4-9 に示すように、忍草地区では説明の詳しさによって理解度の分布が変わらないのに対し、内野地区では詳細説明群は簡単説明群よりも本人が感じる理解度が低かった ($\chi^2(3)=8.430$, $P=0.027$)。

これは、内野地区の残差分析でも確認でき、詳細説明群では、「あまり理解できなかった」人が増えている (表 4-8)。また、理解度詳細説明群と簡単説明群の回答者年齢 (50歳で 2 分割) と説明用紙の理解度の関係を確認したところ統計的な有意差は見られなかった ($\chi^2(6)=2.403$, $P=0.896$)。



忍草: $\chi^2(3)=1.950$, $p=0.582$

内野: $\chi^2(3)=8.430$, $p=0.027$

図 4-9 居住地区と本人が感じる説明用紙の理解度

表 4-8 図 5 内野地区に対する調整済み残差

	よく理解できた	やや理解できた	あまり理解できなかった	まったく理解できなかった
内野 簡単説明群	0.763	1.317	-2.458	-1.442
内野 詳細説明群	-0.763	-1.317	2.458	1.442

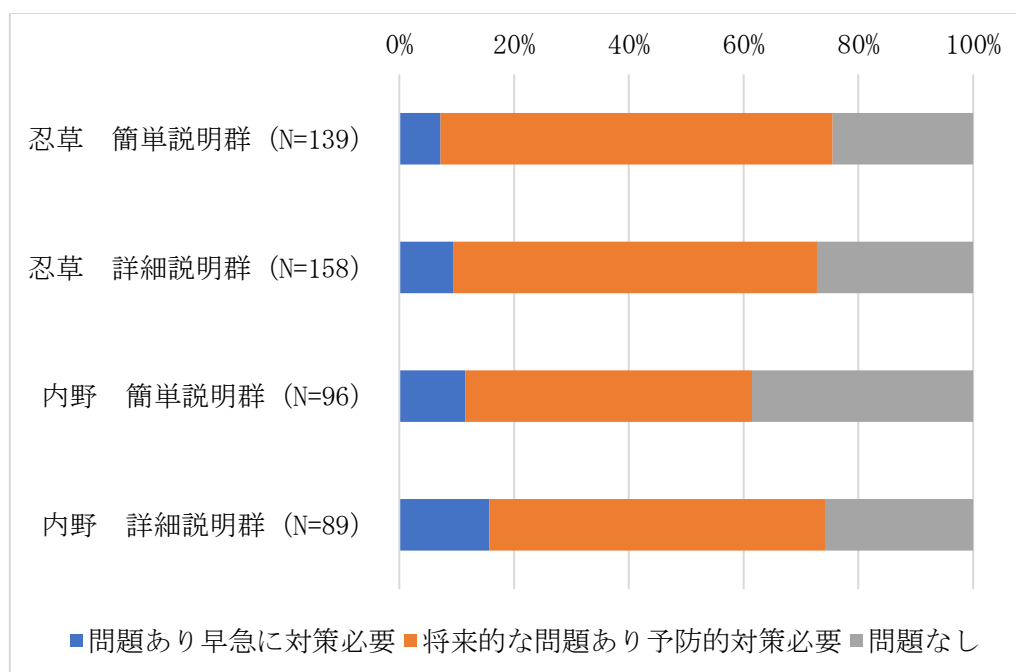
4.5.5 地下水問題の深刻さ認知

1) 居住地区との関係

居住地区は、説明の詳しさによる地下水問題の深刻さ認知にも関係していた。図 4-10 は、「現在の忍野村の地下水保全についてどう思いますか」との質問に対し 3 段階の選択肢から回答を選んでもらった結果である。

忍草地区では、説明の詳しさによらず地下水問題の深刻さ認知の分布がほぼ同様であるのに対し、内野地区では、詳細説明を行うとより深刻な認知をする人が増える傾向が見られた。この内野地区の傾向は、3 区分の回答で両側検定をすると図 5 に示すように統計的に有意ではない。

ただし、既存研究（岡本，2000；Combs B. and P. Slovic, 1979）では報道回数とリスク認知の間に正の相関がみられたので、内野地区の回答を「問題なし」とそれ以外に二分し、詳細説明群で「問題なし」以外の回答が簡単説明群よりも増えるか、片側検定を行う（ $\chi^2(1)=3.399, P=0.046$ ）で有意差があると確認できた。



忍草： $\chi^2(2)=0.969, p=0.618$

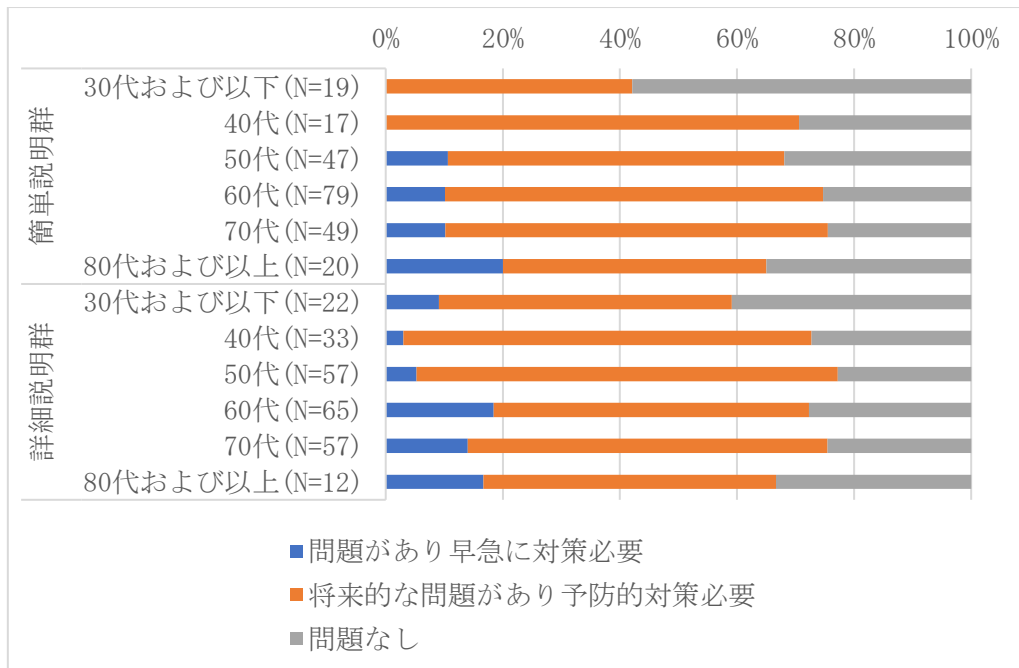
内野： $\chi^2(2)=3.527, p=0.171$

図 4-10 居住地区と地下水問題の深刻さ認知

2) 回答者年齢との関係

回答者年齢は、説明の詳しさによる地下水問題の深刻さ認知にも関係する可能性がある。図 7 によると、50 歳から 60 歳より上の年齢層で「問題があり早急な対策が求められる」とする回答が多いように見える。

図 4-11 の年齢 6 区分によるカイ二乗検定では、年齢による違いは有意では無いが、50 歳を境とする 2 区分で見ると、簡単説明群の 50 歳未満と 50 歳以上の回答者から地下水問題の深刻さ認知に対する有意差が検出され ($\chi^2(2)=7.027$, $P=0.009$)、50 歳以上で問題を感じる人が多い傾向が見られる。



簡単説明群 : $\chi^2(10)=14.634$, $p=0.144$

詳細説明群 : $\chi^2(10)=12.471$, $p=0.257$

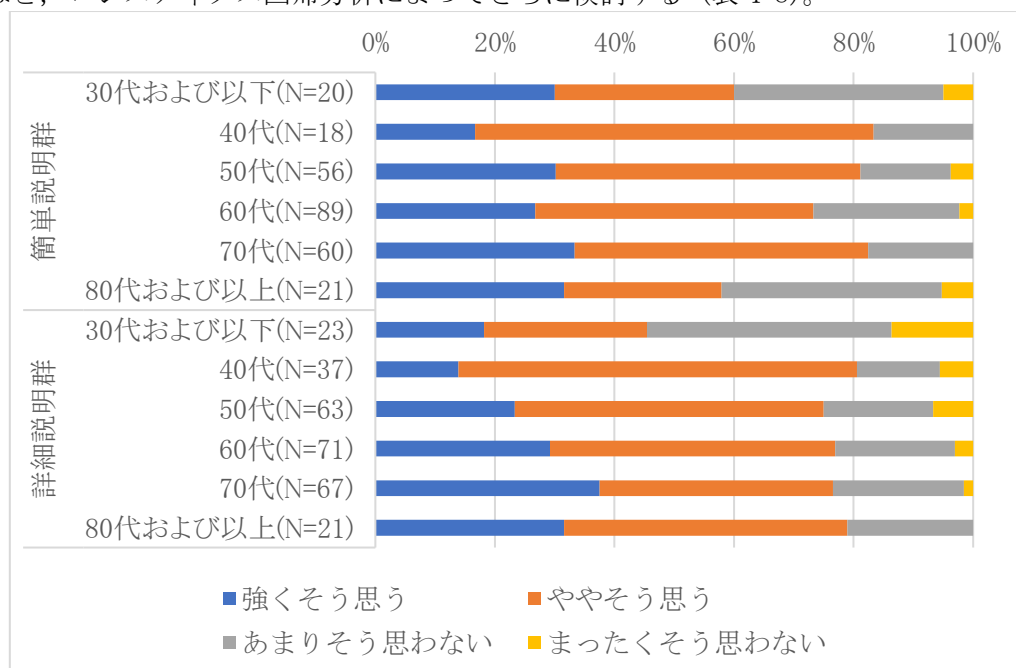
図 4-11 回答者年齢と地下水問題の深刻さ認知

4.5.6 地下水調査の必要性認知

地下水調査の必要性認知についての結果をまとめる。まず、年齢層による違いについて、図 4-12 に地下水の流動に関する一例を示す。

年齢 6 区分による結果では、カイ二乗検定による有意差は見られないが、50 歳未満の回答者の場合、詳細説明群では、調査の必要性について「強くそう思う」との回答が簡単説明群よりも減少する傾向が見られる。

一方、50 歳以上の回答者では、このような傾向は見られない。これは、先述の皆川・島谷 (2002) の結果と類似している。この年齢層と説明の詳しさとの交互作用については、後ほど、ロジスティクス回帰分析によってさらに検討する (表 4-8)。



簡単説明群 : $\chi^2 (15)=18.855, p=0.530$

詳細説明群 : $\chi^2 (15)=27.309, p=0.127$

図 4-12 回答者年齢層と地下水の流動に関する調査の必要性

4.5.7 地下水調査の必要性認知に関するロジスティック回帰分析

つづいて、地下水の属性ごとの調査の必要性について、複数の要因による効果を分離するために、すべての標本を用いてロジスティック回帰による検討を行った。

被説明変数は、地下水の各属性について調べる必要があるかという質問に対して「強くそう思う」を選んだ場合を 1、それ以外を 0 とした。また、情報の詳しさと回答者の年齢に加え、居住地区、シンポジウム参加経験、自宅に井戸があるか、本人が感じる説明用紙の理解度、地下水問題の深刻さ認知を説明変数として考慮した。結果を表 4-9 に示す。的中率は、当該モデルによる予測が実際の結果とどれだけ一致するかを示す指標であり、いずれも 70%程度と十分な値である。また、カイ二乗検定では、定数項以外の説明変数全体について、被説明変数の説明に役立たないという帰無仮説を棄却しているため、いずれも意味のあるモデルといえる。

まず、全体に対する直接的な影響としては、詳細説明群を示すダミー変数は統計的に有意とならず、簡単説明群と詳細説明群の間に明確な差は見られなかった。ただし、説明の詳しさを年齢層と組み合わせると図 4-12 で示したものと同様の差異が検出された。つまり、50 歳未満で詳細説明を受けた回答者を示す変数「50 歳未満×詳細説明」の係数はすべての調査項目で負であり、これらの回答者は、他の回答者よりも地下水調査の必要性を感じていないことが示唆される。特に、水温と流動については、この関係は統計的に有意である。

次に、本人が感じる説明用紙の理解度を示す変数はすべての調査項目で正の係数を持ち、水温、水質、起源、流動項目については、統計的にも有意である。このため、本人が感じる説明用紙の理解度が高いほど、水温、水質、起源、流動項目に対する調査が必要と思う人の割合が高いことがわかる。

表 4-9 地下水調査の必要性認知に関するロジスティック回帰分析結果

変数	水温	水質	水量	起源	流動	年齢
詳細説明群	-0.411 (0.261)	-0.181 (0.229)	-0.175 (0.225)	-0.029 (0.240)	0.074 (0.236)	0.203 (0.234)
50歳未満× 詳細説明	-1.309* (0.567)	-0.238 (0.364)	-0.498 (0.367)	-0.591 (0.438)	-0.987* (0.460)	-0.637 (0.436)
説明用紙理 解度	0.571* (0.204)	0.405* (0.161)	0.159 (0.159)	0.428* (0.178)	0.586* (0.179)	0.300 (0.170)
地下水問題 の深刻さ認 知	1.247** (0.237)	1.456** (0.206)	1.357** (0.204)	1.051** (0.207)	1.233** (0.212)	1.027** (0.202)
シンポジウ ム参加	0.278 (0.404)	-0.407 (0.376)	-0.574 (0.372)	-0.017 (0.367)	-0.237 (0.370)	-0.239 (0.362)
自宅井戸あ り	0.161 (0.256)	-0.215 (0.219)	-0.188 (0.217)	0.150 (0.231)	-0.143 (0.229)	0.048 (0.225)
居住地区 (忍草)	0.024 (0.263)	0.427 (0.222)	0.415 (0.223)	-0.233 (0.234)	-0.180 (0.233)	-0.197 (0.228)
定数項	-5.901** (1.309)	-3.001** (1.079)	-2.147** (1.061)	-4.161* (1.136)	-4.319** (1.139)	-3.214* (1.089)
標本の大き さ	428	430	429	430	430	430
的中率(%)	78.7	67.0	66.9	73.5	68.4	71.9
カイ二乗検 定	50.762	79.668	68.681	41.436	62.939	41.544
χ^2						
P値	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

上段は係数，下段の括弧内は標準誤差

**は1%有意水準，*は5%有意水準で統計的有意差あり

4.6 考 察

地下水問題の深刻さ認知に関しては、すべての項目で統計的に有意差があった。忍野村の地下水問題が深刻だと認知している人は、各項目に関する調査を必要と考える傾向があることがわかる。なお、シンポジウム参加経験、自宅の井戸の有無、居住地区は、各調査項目への影響は明確には見られなかった。これまでに示した結果を統合して考察する。

今回の調査では、地下水に関する調査の必要度について、説明の詳しさによる直接的な影響はみられない。郵送調査のように説明用紙の利用方法が回答者に任せられており、しかも、今回の説明の違いだけでは、多くの人の知識や考え方に影響を与えることは難しいのかもしれない。ただし、本人が感じる説明用紙の理解度や地下水問題の深刻さ認知、50歳未満の層における地下水調査の必要度認知には、説明の詳しさが影響したことから、今回の調査には、情報提供方法を検討する上での意義があったといえる。

忍草地区と内野地区は近接しているにもかかわらず、地下水環境と居住者によるその認知の内容に明確な差がある。今回の調査では、地下水との関わりが相対的に小さい内野地区において、提供する情報の詳しさが本人が感じる説明用紙の理解度や地下水問題の深刻さ認知に影響していた。馬場ほか(2015)は、日々の生活で地下水を使用しているステークホルダーは、具体的な取り組みを実行するなど利活用や保全に対する意識が高く、地下水に触れる機会が限定されているステークホルダーは、特段の関心を持つことが難しいと指摘している。ここで、小泉(2011)は、情報の理解力がない状況で情報量が過剰になると、知ったばかりに不安が増すことがあるとしており、内野地区での情報提供による深刻さ認知の増大は、これらの既存研究と整合した結果といえる。

地下水調査の必要性に関し、年齢層による反応の違いには、詳細説明に含まれていたこれまでの調査結果が影響した可能性がある。詳細説明群では、同位体を用いた調査に関係した成果を示したため、50歳未満では、このような調査結果がすでに得られているのなら、新たな調査は不要と考えた人が多いのではないかと推察される。なお、同位体調査とは直接関係せず、簡単説明群と詳細説明群で同じ情報を提供した水温についても、50歳未満の詳細説明群では、調査不要とした人が多い点は興味深い。どうすれば同位体調査の適切な実施頻度を実施するか、地下水への関心を高められるかについては本研究では扱えなかった。残された課題とする。

小杉ほか(2018)は、情報提供が地球温暖化リスクに対する態度に与える影響を調べ、5つのクラスターを見いだした。このうち、「無関心」ないし「否認」クラスターは、現象に関する知識が少なく、前者では対策への賛否を決めかねており、後者では対策に否定的である。これらのクラスターは、温暖化対策に積極的な「警戒」クラスターに比べて平均年齢が低い。先述のように、忍野村の50歳未満の層は地下水についての知識が50歳以上の層よりも限られており、地下水保全について「無関心」や「否認」クラスターにあたる人が多いと考えられる。

今回では、地下水調査の結果を示したかどうか、大きな影響は明確には見られなかった。原因としては、地下水調査の結果を示した群がその結果を理解されなかったり、受け入れられなかったりする可能性があり、その結果が適切に伝えられていなかった可能性もある。

政策提言や今後の課題において、情報の詳しさや結果の理解に関する問題を考慮することは重要であり、情報の適切な伝達や理解を促進するために、コミュニケーションの改善や情報の透明性の向上などの対策が必要である。

4.7 まとめ

本研究では、山梨県南都留郡忍野村の住民を対象に、地下水調査に関する科学的な知識を提供することが地下水に対する考え方に与える影響を調べた。目的①に関しては、今回の説明の違いだけでは、対象者全体に差が生じないことが分かった。ここでは、文章が複雑で情報が多いこともわかりにくさの原因の一つと考えられる。これらのことを踏まえると、わかりやすい語彙を用いた情報発信に努め、住民に確実に情報を伝えることは重要である。

目的②に関しては、今回の調査では忍草地域と内野地域では狭い範囲で隣接しているが、地下水に対する知識の量や関わり方が異なることがわかった。ふだんの地下水との関わりが相対的に少ない地区では、情報提供による回答への影響が大きかった。今後の忍野村における地下水保全のあり方や議論の進め方については、この異なる二つの地域の違いも考慮して進めることが必要だと考えられる。

また、目的③に関しては、地下水についての知識が高年齢層よりも少ない 50 歳未満の層の場合、これまでの調査結果を含む情報提供を行うと今後の地下水調査の必要性認知が弱まる傾向があることが示された。

ここでは、50 歳未満の世代に、地下水への興味・関心をもってもらうため、情報提供を踏まえ、地下水の変化を伝え、日常的な地下水とのふれあう機会を増加させる等が、地下水への理解を広げるために必要であると考えられる。

また、50 歳未満の層は、地下水に対するなじみが薄い傾向があるので、参加型の科学的コミュニケーションは効果が高いが、「無関心」や「否認」クラスターの人たちを呼び込むことは難しい。情報提供をしたい対象層に特化した内容と媒体を用いることで情報提供の効果が高まる可能性があることが報告されている(小杉ほか, 2019)。忍野村の場合は地下水調査の結果を踏まえながら、現在忍野村の地下水が何を問題とするべきか、地下水を守るべき価値は何かを具体的に共有しながら、報告書などの形で表現すれば、各対象層の関心を高めることができると考えられる。また、地下水は不可視であるとともに地域性が強い資源でもある。

これらの結果をもとに、忍野村の地下水保全のためにどのように科学的コミュニケーションを行うべきか、試案を示す。忍野村で実施される科学的調査による地下水情報が適切に共有されれば、地下水の保全について住民間の合意形成の一助になると考えられる。馬場ほか(2015)は、地下水の持続可能な利活用に向けた取り組みには、地区間の連携を成熟させる必要があると指摘している。忍野村の忍草地区と内野地区は狭い範囲で隣接しているが、地下水に対する知識の量や関わり方が異なる。このため、地下水が身近な忍草地区の状況を村全体で共有する取り組みが重要である。前述の大野市は、普段から住民に地下水の情報を公開し、地下水問題の深刻さを伝えており、その方法が参考になる。

なお、今回のアンケート調査の回収率は 30%程度であった。林(2006)と荻原ほか(2006)は、郵送調査の回収率を向上させるために事前報酬が有効であると指摘している。ここで、地球温暖化対策に関する調査では、温暖化に関する情報冊子の提供により回収率が向上したとの報告があり(Hidano *et al.*, 2005)、今後の研究においては、たとえば、忍野村の地下水に関する情報を写真等も交えて説明する冊子を同封することで、多くの調査対象者に地下水についての知識を伝えつつ、調査の回収率を向上させることが可能と考える。

引用文献

- 天野 巖斗・栗栖 聖・中谷 隼・花木 啓祐 (2013) 提供情報及び個人特性の差異がもたらす飲料水リスクへの影響. 水環境学誌, 36(1), 11-22.
- 青柳 みどり・吉田 綾・佐野 和美・朝山 慎一郎 (2017) 一般市民の科学技術リテラシーと環境政策に関する合意形成のあり方に関する調査研究. 国立環境研究所, 1p.
- 馬場 健司・松浦 正浩・谷口 真人 (2015) 科学と社会の共創に向けたステークホルダー分析の可能性と課題. 環境科学会誌, 28(4), 304-315.
- 千葉 知世 (2014) 地下水保全に関する法制度的対応の現状: 地下水条例の分析から. 水利科学, 58(2), 33-113.
- Combs B. and P. Slovic (1979) Newspaper coverage of causes of death. *Journalism Quarterly*, 56, 837-843.
- 藤吉 麗・西村 武司・加藤 尊秋・陀安 一郎 (2019) 同位体を用いた地下水調査に対する住民意識. 環境情報科学論文集, 33, 133-138.
- 萩原 剛・太田 裕之・藤井 聡 (2006) アンケート調査回収率に関する実験研究. 土木計画学研究・論文集, 23, 117-123.
- 林 英夫 (2006) 郵送調査法[増補版]. 関西大学出版社.
- 林 武司 (2005) 酸素・水素安定同位体比を用いた地下水調査. 地下水技術, 47(8), 27-38.
- Hidano, N., Kato, T. and Aritomi, M. (2005) Benefits of participating in contingent valuation mail surveys and their effects on respondent behavior: a panel analysis. *Ecological Economics*, 52(1), 63-80.
- 五十嵐 敏文・馬原 保典・塩崎 功 (2000) 地下水モデリングのためのデータ解析手法の基礎 4. 地下水環境状態のモデリング 4.1 水質解析・環境同位体・トレーサ. 地下水学会誌, 42(3), 243-262.
- 小泉 周 (2011) 科学者から国民への情報発信の意義と方法. 化学と生物 49(7), 503-508.
- 小杉 素子・馬場 健司・田中 充 (2018) 気候変動リスクに対する日本人の態度—対象者の明確化と情報提供の課題—. 土木学会論文集 G(環境), 74(5), I_41-I_52.
- 小杉 素子・馬場 健司・田中 充 (2019) 気候変動リスクに関する情報提供の課題: 対象者の細分化とそれに応じた情報内容の抽出. 土木学会論文集 G(環境), 75(6), II_161-II_167.
- Kremer, M., Glennerster, R., and Duflo, E. (2007) *Using Randomization in Development Economics Research: A Toolkit* (小林 庸平ほか訳), 日本評論社, 2019
- 増原 直樹・馬場 健司 (2021) 水・エネルギーネクサスに対する学際・超学際的アプローチの成果と課題—別府市における温泉・観光と地熱発電に関するシナリオプランニングの事例—. 環境科学会誌, 34(2), 66-79.
- 皆川 朋子・島谷 幸宏 (2002) 住民による自然環境評価と情報の影響—多摩川永田地区における河原の復元に向けて—. 土木学会論文集, 713, 115-29.
- 三阪 和弘・小池 俊雄 (2006) 水害対策行動と環境行動に至る心理プロセスと地域差の要因. 土木学会論文集 B, 62(1), 16-26.
- 小田 奈緒美・大野 秀夫 (2007) 地球環境問題に対する意識と環境配慮行動に及ぼす年齢, 性差の影響: 名古屋地区におけるアンケート調査から. 人間と生活環境, 14(1), 25-32.
- 岡田 高大 (2016) 水と共に生きる大野市の活動～井戸枯れから始まった地下水保全の取り組み～. 地下水学会誌, 58(2), 217-225.
- 岡本 浩一 (2000) リスク心理学入門. サインエス社, pp. 113-136.
- 谷口 真人 (2016) 持続可能な地下水の利用と保全—水循環基本法及び水循環基本計画の制定を受けて—. 地下水学会誌, 58(3), 301-307.
- 辻 和毅 (2009) モンスーンアジアの大都市圏における地下水保全政策の実証的比較研究.

佐賀大学博士論文.

和田 安彦・道奥 康治・和田 有朗 (2004) 住民の暮らしからみた水辺環境の評価. 土木学会論文集 776:83-95.

藪崎 志穂 (2021) 「見えない」地下水の流れを「見える」ようにするには安定同位体や CFCs, SF₆ を用いた地下水の涵養域および滞留時間の推定法. 地球科学, 75(1), 91-96.

八木 絵香・平川 秀幸 (2008) 「子育てママ層」の科学技術に関する市民参加意識. 科学技術コミュニケーション, 4, 56-68.

藪崎 志穂 (2021) 水の安定同位体を用いた地下水や湧水の涵養域の推定 —福島県沿岸域の研究例— (陀安一郎・申 基澈編 「同位体環境学がえがく世界: 2021 年版」, 182p).

米山 史洋 (2010) 山梨県忍野村における水利システムとその変容 農業用水の利用と管理に注目して. エクメーネ研究, 1, 3-21.

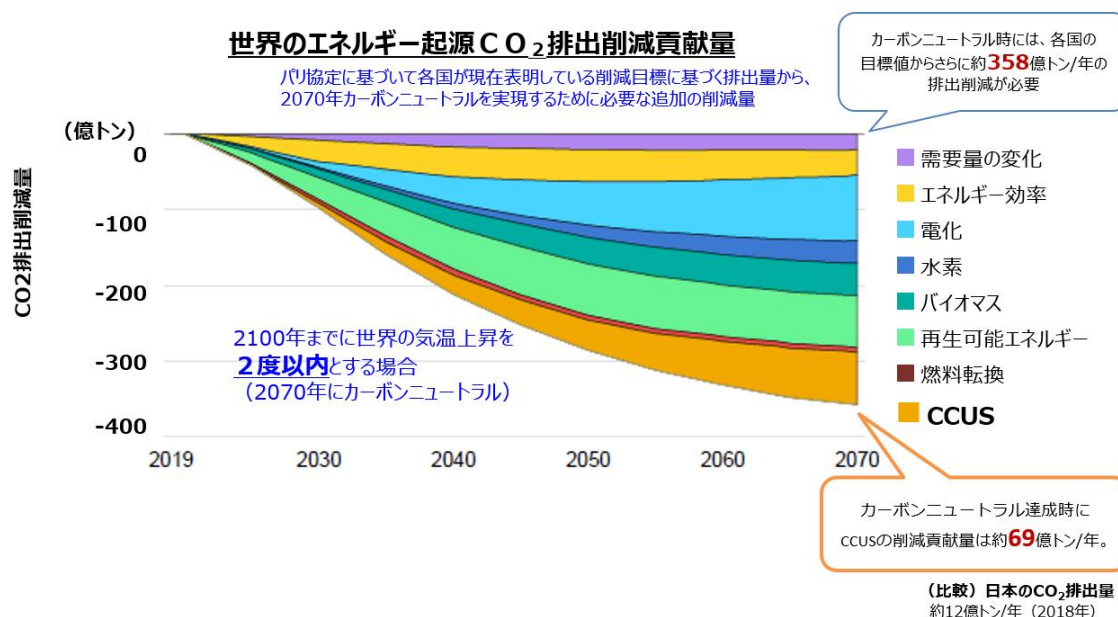
吉永 大祐 (2018) 日本における STS 研究の展開—科学技術社会論学会予稿集の量的分析から. 科学技術社会論研究, 15, 92-106.

谷口 真人 (2011) 地下水流動—モンスーンアジアの資源と循環. 共立出版株式会社, 東京, 272pp.

第 5 章 情報提供の内容の違いが回答者に与える
影響：二酸化炭素回収・貯留技術（CCS）技術を
例に

5.1 研究の背景

大気中の二酸化炭素濃度上昇に伴う地球温暖化に代表される気候の危機は、人類共通の課題となっている。化石燃料を使用しながら二酸化炭素の大気中への蓄積を防止する方法として二酸化炭素回収・貯留技術（Carbon dioxide Capture and Storage : CCS）が注目されて久しい（田中，2011）。国際エネルギー機関（IEA）のレポートによれば、CCS は 2070 年までの累積 CO₂削減量の 15%を担い、カーボンニュートラル達成時に約 69 億トン/年の削減貢献をすることが期待されている。



出典：資源エネルギー庁『CO₂を回収して埋める「CCS」、実証試験を経て、いよいよ実現も間近に（前編）』

図 5-1 世界のエネルギー起源 CO₂ 排出削減貢献量

CCS は気候変動を緩和するための経済的に実行可能な解決策の一つと考えられているが、一般市民の反対が普及の妨げとなることがある。オランダの Barendrecht プロジェクトやドイツの Janschwalde プロジェクトは、一般市民の反対により延期または中断された (Desbarats *et al.*, 2010 ; Kuijper *et al.*, 2011)。したがって、CCS の普及を進めるには、CCS に対する一般市民の認知と受容が不可欠である (Ashworth *et al.*, 2015)。近年、CCS に対する一般の人々の認知に関する社会的研究が進んでいる。しかしながら、一般市民の CCS に関する知識が限られているため、調査結果の有効性について疑問が提起されており、これらの調査結果は、正確な情報に基づかない偽意見を反映するに過ぎないとの指摘もある (Malone *et al.*, 2010 ; ter Mors *et al.*, 2013)。例えば、2015 年に中国で CCS について知っていた人は 5.3%であり (Yang *et al.*, 2016)、同年の日本では、調査回答者の 10%未満だった (Kubota *et al.*, 2017)。一方で、CCS に対する認知が高い国がある。Ashworth *et al.* (2013) の研究結果によると、オーストラリアでは回答者の 77%が CCS について知っており、オランダでは 84%だと報告されている。この理由としては、オーストラリアでは、成功したプロジェクトに関する情報が広まったためであり、オランダでは、Barendrecht プロジェクトの失敗と政府による陸上での二酸化炭素貯蔵の禁止によるものであった。なお、この章は劉在強・加藤尊秋「二酸化炭素回収・貯留技術についての情報提供が中国国民の受容に与える影響」(2023) として行われた査読論文の内容を加筆・修正したものである。

5.2 研究の目的

質の高い意見を得るためには、回答者に対して調査対象となる問題について十分な情報を提供することが不可欠である。その中で、偽りの意見を避け、回答者が適切かつ熟慮された意見を形成できるようにするために、ICQ (Information Choice Question) と呼ばれる調査手法が開発された。ICQ は、意思決定の問題に直面した回答者に情報を提供し、その後に関連する世論を収集するために設計された調査ツールである (ter Mors *et al.*, 2013)。Best-Waldhober *et al.*, (2009) によれば、ICQ を通じて形成される意見は比較的一貫しており、時間とともに安定していることが指摘されている。この手法は熟議型の社会調査において、回答者に各選択肢の後果に対して定量的な評価を行うよう促し、その情報をもとに熟慮された意見を形成させる効果がある。

ICQ の社会調査への応用事例として、Ha-Duong *et al.*, (2009)の研究では、回答者に対して CCS (Carbon Capture and Storage, 二酸化炭素の捕捉・貯蔵技術) の潜在的な悪影響を説明すると、CCS に対する受容性が 59%から 38%に著しく低下したと報告されている。Itaoka *et al.*, (2013) は、日本、オーストラリア、オランダの一般市民を対象に CCS についての基本的な情報を提供する調査を行い、CCS と二酸化炭素排出との関連に関する情報のニーズがあることを示した。また、原子力分野においても多くの研究があり、例えば、大磯 (2007) は、社会にとっての原子力のメリット (安定したエネルギー源、安い電力供給など) 情報を提供すると原子力発電を利用すべきとする人が有意に増加したと指摘している。

目的①

この文脈において、本研究は ICQ 手法を用いて中国で社会調査を実施し、CCS に関する一般市民の理解度を詳細に調査する。

目的②

さらに、CCS に対する一般市民の理解度を調査し、CCS の支持を得るために異なる情報を提供することに提供される情報によって CCS の受容態度がどう変化するかを明らかにする。研究の焦点は、異なる情報を提供することによって回答者の CCS に対する意見や受容態度がどのように形成されるかを深く理解し、科学的な知識や情報提供が公共の意思形成に与える影響を探ることにある。

目的③

または、CCS の受容に影響を与える情報提供内容以外の要因を調べる。

5.3 研究の方法

5.3.1 提供する情報

本研究では、中国で実験的なオンライン調査を実施した。従来の世論調査とは異なり、回答者がより多くの情報を得た上で意見を述べ、CCS に異なる見解があることを認識してもらうことに留意した。表 5-1 に示す情報を組み合わせて 3 種類の情報提供資料を作り、回答者を無作為に 3 つの群に分けて割り当てた。これらは、①基本情報、②基本情報と事業が成功した場合の情報（以下：成功事例情報群）、③基本情報とリスク情報（以下：リスク情報群）である。

表 5-1 提供した情報（要約）

情報の種類	内容
基本情報	CCS とは、化石燃料発電所などの大規模な点源から排出される二酸化炭素を回収し、貯蔵場所にトラックやパイプなどで輸送し、地表から数キロメートル下に位置する厳選された地質学的岩盤に貯蔵するプロセスである。
成功事例情報	中国の「齊魯石油化学-勝利油田 CCS プロジェクト」では、年間 100 万トンの二酸化炭素を削減することができる。これは、約 900 万本の木を植えることに相当する。このプロジェクトは、中国の 2060 年までの「カーボンニュートラル」目標達成に効果的に貢献することができる。
リスク情報	スタンフォード大学の Z, Mark と G, Steven によると地下に二酸化炭素を長期間にわたって注入すると地震を誘発する可能性がある。また、小規模から中規模の地震であっても、二酸化炭素貯留層シールの完全性を脅かす可能性があり、この点からも CCS の大規模な導入は、温室効果ガス排出を大きく削減しないハイリスクな戦略である可能性がある。

Sun *et al.* (2019) は政府機関や非営利団体のウェブサイトからの情報は、より高いレベルの信頼性と専門性を持つと指摘しているので、事業が成功した場合の情報は、中国国家能源局¹⁾、リスク情報は米国の NGO, NRDC (Natural Resources Defense Council: 自然資源保護協議会)²⁾ のホームページから引用した。

5.3.2 考慮する要因と作業仮説

CCS の社会的受容に影響を与える要因として, Tcvetkov *et al.* (2019) は 135 本の CCS の社会科学的研究をレビューし, 意識, 知識, NIMBY 的認知, 便益とリスク認知, 社会人口属性, 支払意思, 信頼, 技術間の受容と嗜好, 政府の方針とステークホルダー間の相互関係, 国際協力展望を抽出した。このうち CCS の社会的受容に最も大きな影響を及ぼすのは, 知識, 便益・リスク認知, 信頼であり, 便益認知は, 受容性獲得のための最良の因子とされ, 信頼にも影響されうる。

新しい技術の社会的受容性については, 様々な技術を対象とした研究が行われている。例えば, 高レベル放射性廃棄物処分場・原子力発電所・風力発電施設などの施設の社会的受容に対する研究が挙げられる。Flynn *et al.* (1992) は高レベル放射性廃棄物処分場立地の社会的受容に影響を与える心理的要因としてリスク認知, ベネフィット認知 (便益認知), 事業主体への信頼を取り上げた。木村ら (2003) は原子力発電の社会的受容に関し, 原子力事業主体に対する信頼, 原子力発電の有用性 (電気料金の安さと安定性, 地球温暖化対策など), 立地地域への恩恵, 原子力技術に対するリスク認知の四つの因子を見出した。Siegrist (2000) は, 遺伝子技術を取り上げ, 一般市民の科学者・研究員などへ信頼は, 直接的にその受容を規定するのではなく, リスク認知, 便益認知を介して間接的に影響するとした。熊澤 (2017) は風力発電施設に対する住民の受容にリスク認知が負の効果を及ぼし, 便益認知と行政への信頼が正の効果を及ぼすことを示した。また, 行政への信頼を高めることで, リスク認知が低減されることを確認している。

本研究では, 先行研究をもとに, CCS に関わる「有用性認知」, 「リスク認知」, 「便益認知」, 「非 NIMBY 的認知」, および, 「科学技術への信頼」が CCS の受容に及ぼす効果について検討した。ここでは, CCS が社会一般に役立ことを「有用性認知」と呼び, 回答者自身に実用的なメリットを与えることを「便益認知」とする。また, 信頼性については, 科学技術への信頼に着目した。「非 NIMBY 的認知」は, CCS への NIMBY 的な考え方が弱いことを示す。

以下の仮説を設定した。

仮説 1 : CCS の受容に「リスク認知」は負の効果, 「有用性認知」, 「便益認知」は正の効果を及ぼす。

仮説 2 : 「科学技術に対する信頼」は「リスク認知」に負の効果, 「有用性認知」, 「便益認知」には正の効果を及ぼす。

仮説 3 : 成功事例情報群の回答者は, リスク情報群回答者と比べて, 「リスク認知」が小さく, 「有用性認知」, 「便益認知」, 「非 NIMBY 的認知」が大きい。

仮説 4 : 成功事例情報群の回答者は, リスク情報群回答者と比べて, CCS の受容に対する「リスク認知」と「非 NIMBY 的認知」の影響が小さく, 「有用性認知」と「便益認知」の影響が大きい。

5.3.3 アンケート調査の設計と実施方法

表5-2 アンケートの主要設問

項目	質問	評価
低炭素技術についての知識とイメージ	太陽光発電, 水力発電, 風力発電, 原子力発電, CCS など	5段階
科学技術への信頼	1. 科学技術への信頼については「新しい科学技術が開発されると環境汚染問題を解決することを信じている 2. 科学技術の進歩は, 気候変動問題を解決する鍵になることを信じている 3. 科学技術の進歩とともに, 気候変動問題は解決に近づいていることを信じている 4. 科学技術の進歩は私たちの生活をより豊かにすることを信じている	5段階
有用性認知	1. CCS の導入に伴う, 大気汚染を緩和する 2. CCS の導入に伴う, 資源の枯渇を緩和する 3. CCS の導入に伴う, 煙霧が減少する 4. CCS の導入に伴う, 排出削減の国際公約を達成する	5段階
リスク認知	1. 二酸化炭素の輸送に伴う, 二酸化炭素が漏れる 2. 二酸化炭素の貯蔵に伴う, 二酸化炭素が地表に拡散する 3. 二酸化炭素の貯蔵に伴う, 地震が起こす 4. CCS プロジェクトの実施に伴う, 多額の費用がかかる	5段階
便益認知	1. CCS の導入に伴う, 地域雇用機会が増える 2. CCS の導入に伴う, 電気料金が安くなる 3. CCS の導入に伴う, 空気質向上につながる 4. CCS の導入に伴う, 公共施設整備で利便性向上につながる	5段階
非NIMBY的認知	1. 自宅の近所にある既存の発電所や計画中の発電所に, 二酸化炭素回収・貯留装置 (CCS 施設) を組み込むことと仮定した場合 2. ご自宅の近所に二酸化炭素のパイプラインを設置した場合 3. ご自宅の近所に二酸化炭素の貯留施設を設置した場合	5段階
CCS の受容	1. 今後の中国における二酸化炭素回収・貯留技術 (CCS) の導入の方向性について, あなたのお考えに近いものをお答えください。	5段階

2022年12月19日～12月21日にかけて、中国国民を対象にオンラインによるアンケート調査を行った。調査対象は18～69歳の男女で、1313名のデータを取得した。回答者は(株)問巻星の保有するモニターからの抽出であり、基本情報群が426人、成功事例情報群が445人、リスク情報群が442人であった。なお、回答者が偏らないように性別、年齢、学歴による割り付けを行った。

調査票の主な質問項目を表5-2に示す。調査票は、5つの節で構成された。

1：回答者の個人属性（性別、年齢、職業、教育、収入、地域など）

2：[情報提供前]低炭素技術（CCS含む）についての知識とイメージ、科学技術への信頼について質問

3：[情報提供]基本情報のみ、基本情報と成功事例情報、基本情報とリスク情報のいずれかを提示

- 4 : [情報提供後]回答者の情報の理解度, CCS に対するイメージ, CCS に対する態度を質問
- 5 : CCS に対する受容度合いを質問

5.4 結果

5.4.1 回答者の属性

回答者の個人属性の状況を表 5-3 に示した。無作為に群分けを行ったため、個人属性の分布に群による大きな差はみられない。

表 5-3 回答者個人属性 (人)

項目		基本情報群	成功事例情報群	リスク情報群
		N=426 回答者数	N=445 回答者数	N=442 回答者数
性別	男	214	214	222
	女	212	231	220
年齢	18-29 歳	125	134	135
	30-39 歳	104	108	107
	40-49 歳	132	138	135
	50-59 歳	55	55	55
	60 歳以上	10	10	10
学歴	中学校及び以下	5	8	8
	高等学校	19	29	30
	高等専門学校	18	21	13
	短期大学	75	72	71
	大学	287	298	291
	大学院及び以上	22	17	29
職業	学生	11	17	22
	政府機関公務員	37	27	37
	専門職・技術職 (教師, 医師など)	65	54	59
	企業/会社の従業員	264	307	289
	個人事業主	29	25	21
	農業, 林業, 水産業に従事する者	8	5	5
	無職・休職・失業者	12	10	9
世帯人数	1 人	3	6	5
	2 人	33	36	39
	3 人	241	233	228
	4 人	97	97	92
	5 人及び以上	52	73	78

世帯年収	12 万元以下	74	88	81
	13～19 万元	141	137	129
	20～29 万元	124	139	142
	30～39 万元	54	49	58
	40 万元以上	33	32	32
居住地	東北	30	34	36
	華北	103	109	106
	中南	96	112	102
	華東	151	139	152
	西南	31	37	35
	西北	15	14	11
	港澳台地区	0	0	0

5.4.2 各要因に関する回答の整合性と尺度構成

「科学技術への信頼」, 「有用性認知」, 「リスク認知」, 「便益認知」, 「NIMBY 的認知」それぞれの質問群に対するクロンバックの α 係数は 0.640, 0.745, 0.766, 0.678, 0.828 であり, 一定程度以上の整合性が示された。このため, 回答者による各質問の選択結果に 1 点から 5 点を割り当て, 要因ごとに平均値を取ることで各要因の水準を計測した。以降の分析では, この値を用いる。

5.4.3 低炭素技術に対する認知度

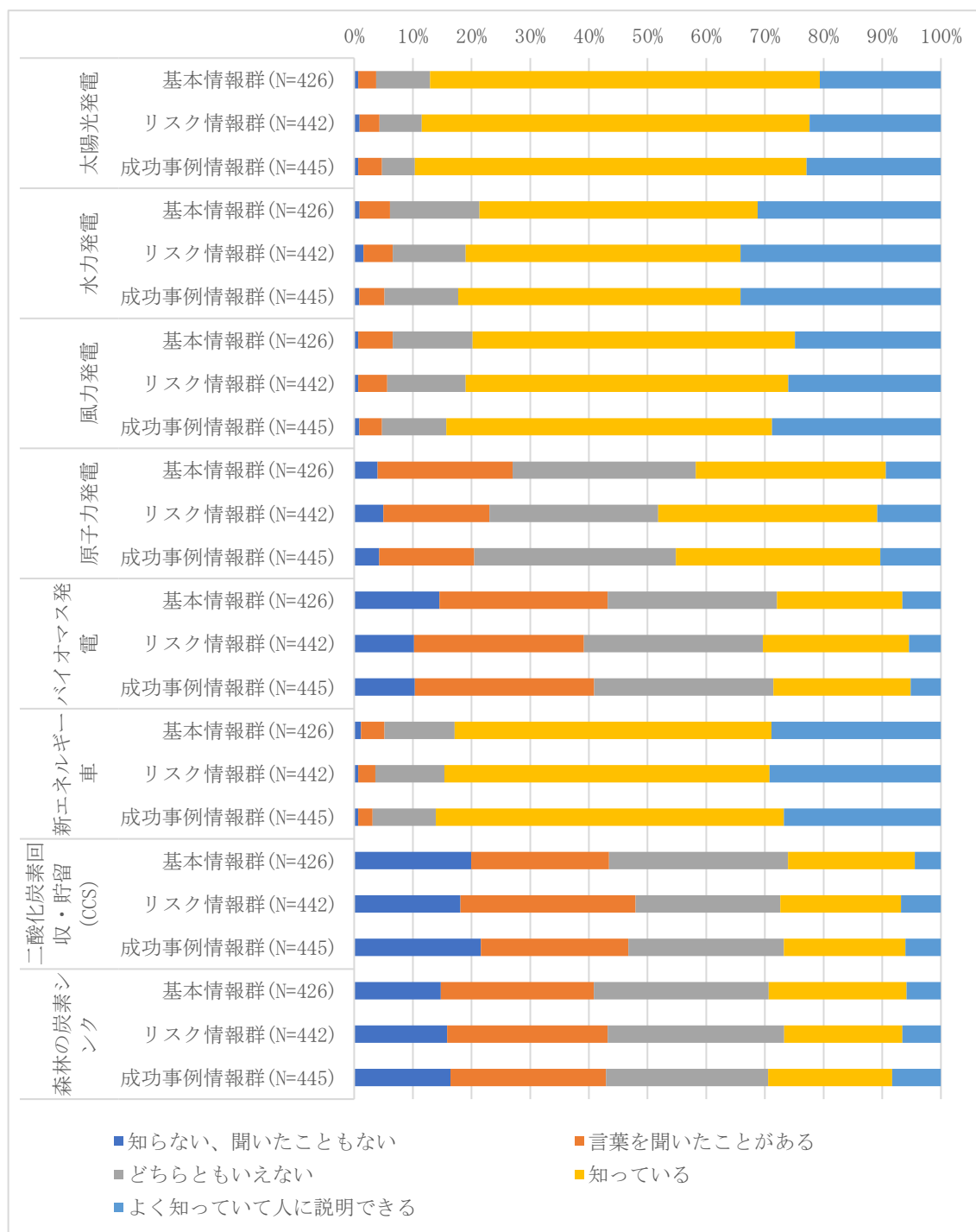


図 5-2 低炭素技術に対する認知度 (情報提供前)

回答者は「太陽光発電」、「水力発電」、「風力発電」、「新エネルギー車」に対する認知度が高い。CCS に対する認知度は、最も低く「知らない、聞いたこともない」回答者は全体の 19.8%であり、「知っている」、「よく知っていて人に説明できる」回答者は全体の 26.7%にとどまった。

5.4.4 低炭素技術に対するイメージ

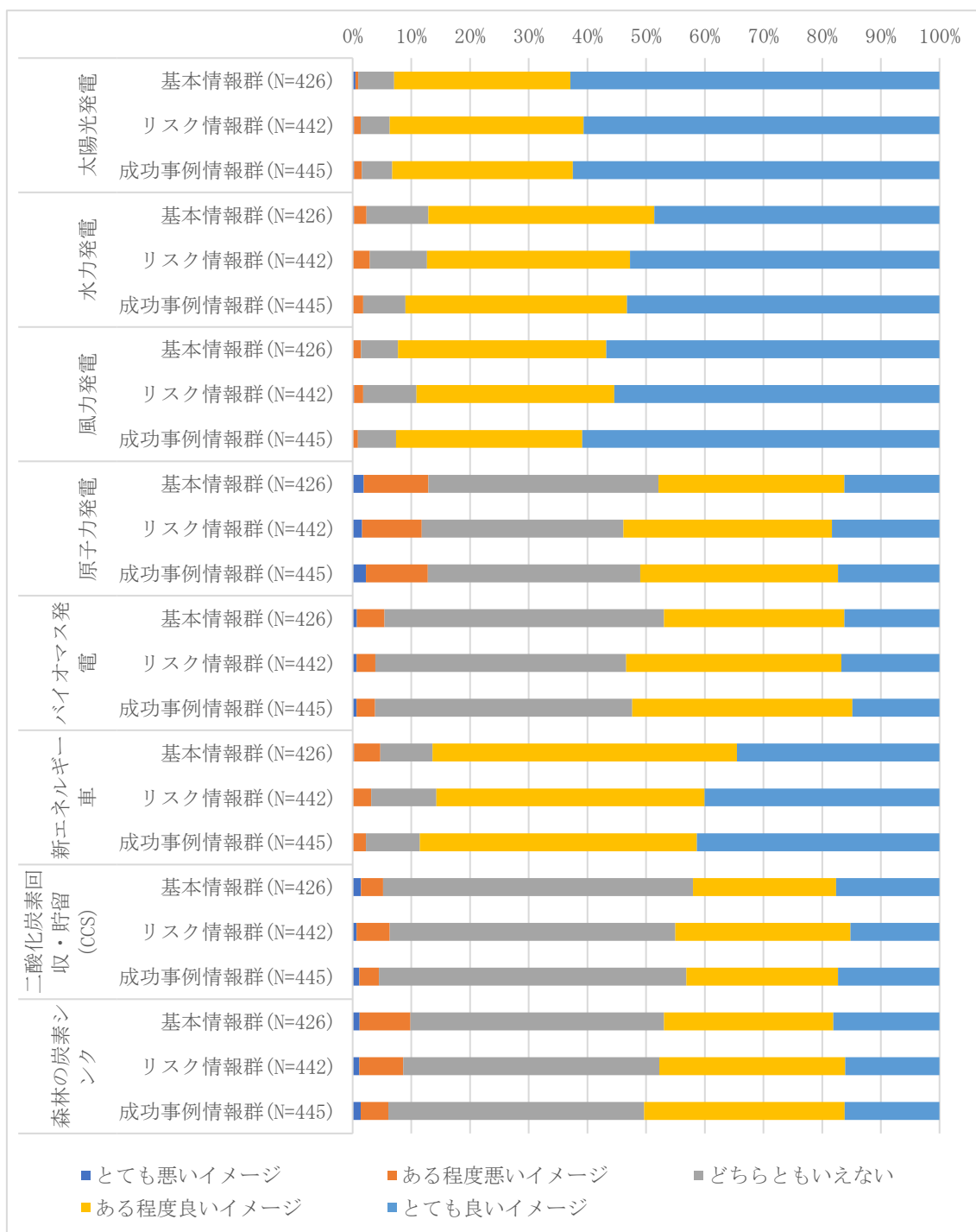


図 5-3 低炭素技術に対するイメージ (情報提供前)

各低炭素技術に対するイメージに関しては、「太陽光発電」、「水力発電」、「風力発電」、「新エネルギー車」について「とても良いイメージ」と「ある程度良いイメージ」を選択した回答者は9割に近かった。「原子力発電」、「バイオマス発電」、「CCS」、「森林の炭素シンク」に対する評価が低かった。これらの認知度とイメージは、3つの調査群間で明確な差がなかった。

5.4.5 情報提供後のCCSに対するイメージの変化

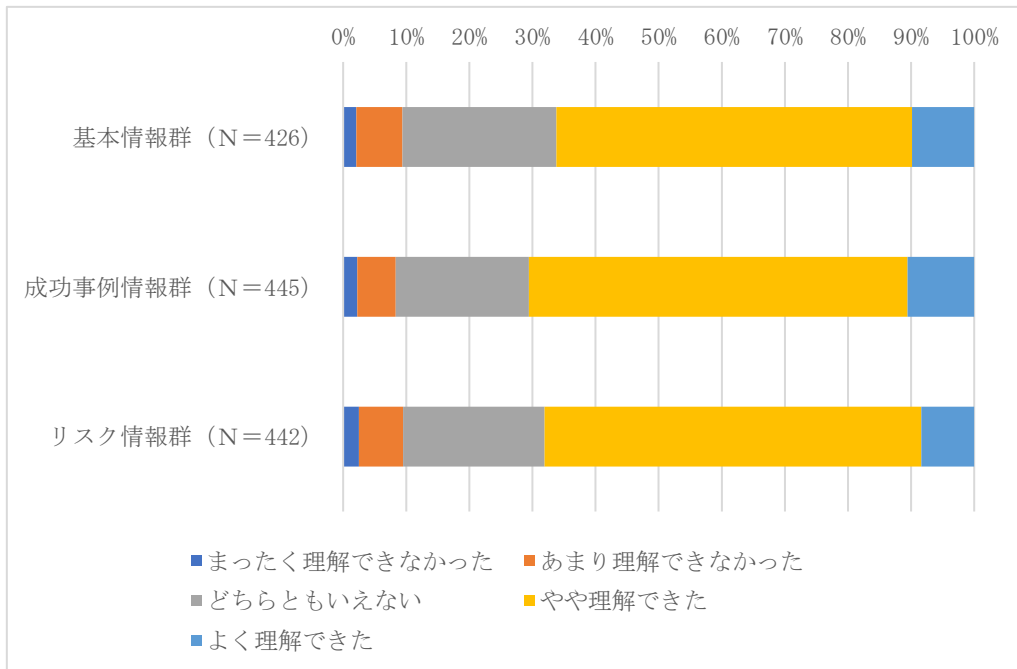


図5-4 CCSに関する基本情報に対する理解度
 $\chi^2(8) = 3.485, p = 0.899$

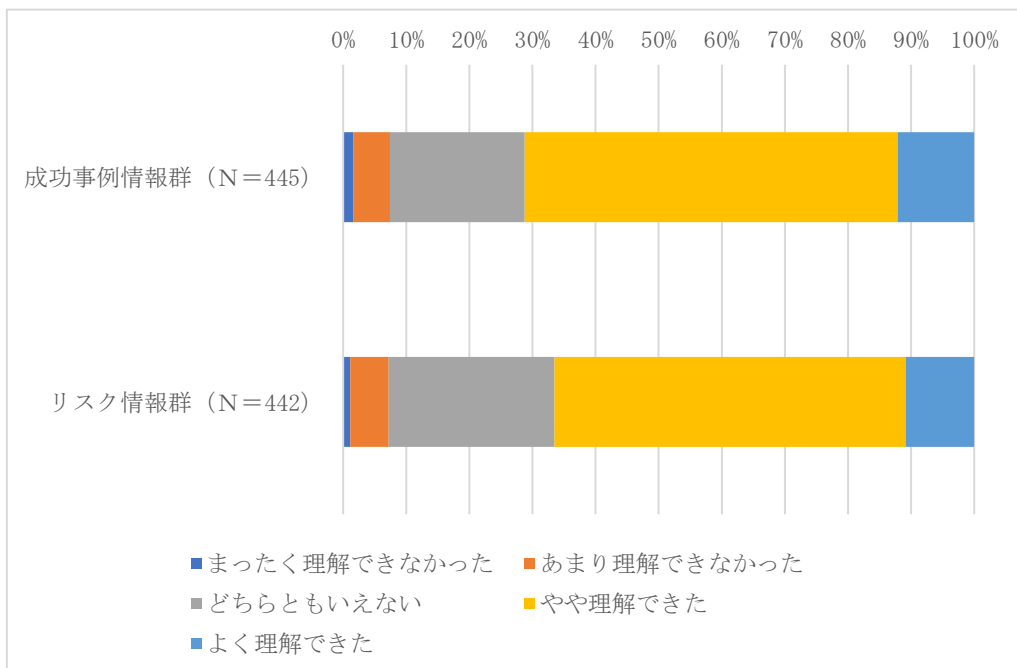


図5-5 CCSに関する成功事例情報とリスク情報に対する理解度
 $\chi^2(4) = 3.353, p = 0.516$

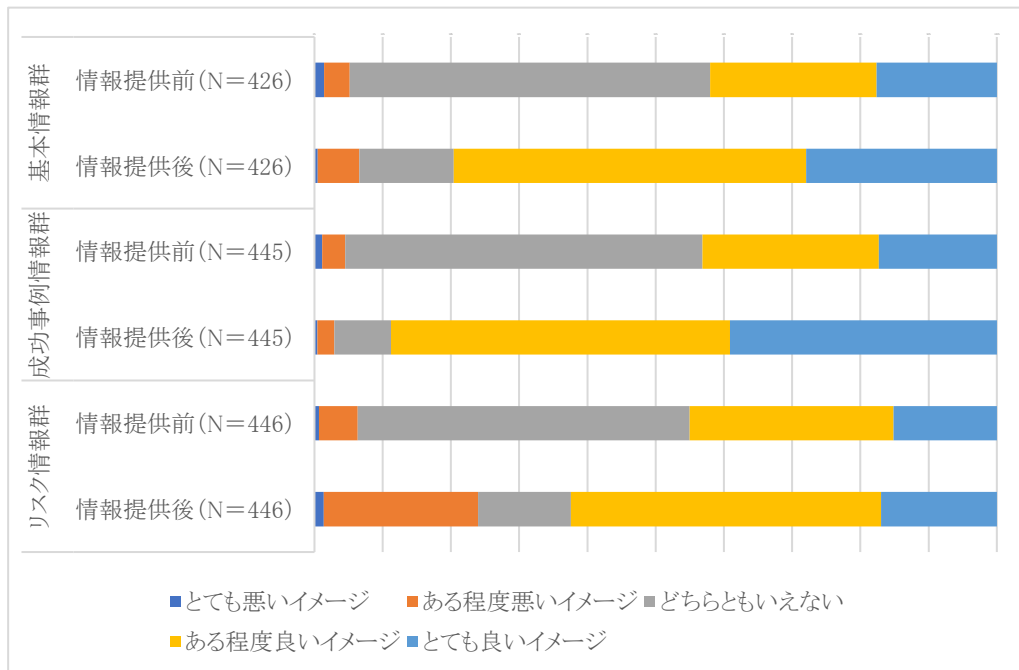


図5-6 情報提供による CCS に対するイメージの変化

この節は、回答者が CCS に関する情報を読む前後での CCS に対するイメージの変化について述べる。

まず、説明の理解度について検証する。図 5-4 に示すように、三つの群の回答者は CCS に関する基本情報の理解度について有意差がなかった ($\chi^2(8) = 3.485, p = 0.899$)。また、図 5-5 に示すように、成功事例情報群とリスク情報群の回答者による成功事例情報とリスク情報に対する理解度についても有意差が検出されなかった ($\chi^2(4) = 3.353, p = 0.516$)。

図 5-6 により、3 つの群の回答者は CCS に関する情報を読む前に、CCS に対するイメージは大きな差はなかった ($\chi^2(8) = 8.647, P = 0.373$)。一方、回答者が当該情報を読んだ後の CCS に対するイメージには、3 つの群の間で有意差が検出された ($\chi^2(8) = 148.501, P = 0.000$)。基本情報群と成功事例情報群において CCS に対するイメージの向上程度が高かった。

リスク情報群では、まず、基本情報を得て、それによって CCS に対するイメージを向上した。しかし、そのあとにリスク情報を得て、CCS に対するイメージを下がった。全体的にみると、CCS に対するイメージを向上した回答者がいた。

5.4.6 情報提供による CCS 受容の比較

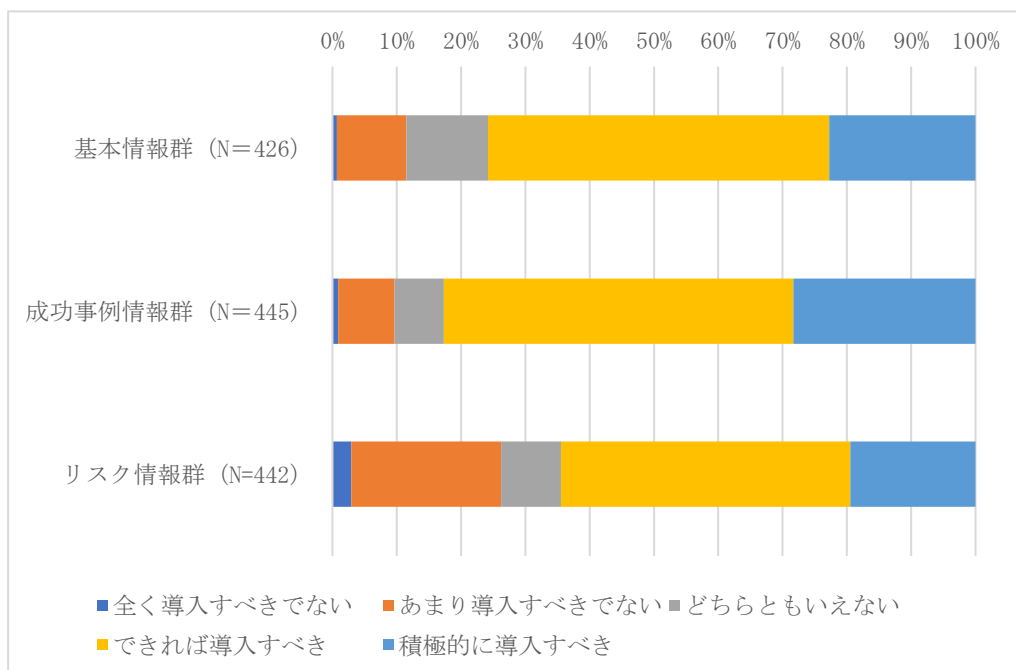


図 5-7 異なる情報提供による CCS 受容の比較

CCS に関する異なる情報を与えた群間で CCS の受容度合いにどのような差生じるか比較した (図 5-7)。3 つの群の回答分布には有意差が検出された ($\chi^2(8) = 64.868, P = 0.000$)。成功事例情報群では、「できれば導入すべき」と「積極的に導入すべき」の回答者が全体の 82.7%を占め、基本情報群の 75.8%とリスク情報群の 64.5%よりも高かった。

5.4.7 CCS 受容に関する重回帰分析（仮説 1, 2）

「科学技術への信頼」、「有用性認知」、「リスク認知」、「便益認知」、「非 NIMBY 的認知」がそれぞれ CCS の受容にどのような効果を及ぼすのか検証するため、3 つの群をプールして重回帰分析を行った（表 5-4）。まず、「CCS の受容」を従属変数とした重回帰分析において、「有用性認知」、「便益認知」、「非 NIMBY 的認知」の有意な正の効果、「リスク認知」の有意な負の効果が認められた。また、「科学技術への信頼」を従属変数とした重回帰分析において、「有用性認知」、「便益認知」、「非 NIMBY 的認知」の有意な正の効果、「リスク認知」の有意な負の効果が認められた。この結果は仮説 1, 2 を支持している。

なお、3 つの群を分けて「CCS の受容」を従属変数とした重回帰分析を行った場合、リスク情報群では「リスク認知」から「CCS の受容」への有意な影響が認められなかった。また、「科学技術への信頼」を従属変数とした場合、基本情報群とリスク情報群では、「有用性認知」、「便益認知」、「非 NIMBY 的認知」による有意な正の効果が認められたが、「リスク認知」による有意な効果は認められなかった。

表 5-4 CCS の受容に関する重回帰分析

従属変数		有用性認知	リスク認知	便益認知	非 NIMBY 的認知	CCS の受容
標準化 偏重回帰 係数	有用性認知	-	-	-	-	0.294***
	リスク認知	-	-	-	-	-0.115***
	便益認知	-	-	-	-	0.158***
	非 NIMBY 的認知	-	-	-	-	0.351***
	科学技術への 信頼	0.333***	-0.093**	0.423***	0.330***	0.025
	性別（男=0, 女=1）	-0.016	0.019	0.000	-0.044	-0.023
	年齢	0.068*	-0.088**	-0.018	-0.014	-0.017
	教育程度	0.082**	0.018	0.054*	0.055*	0.003
	決定係数	0.123***	0.017**	0.189***	0.120***	0.515***
	自由度調整済 み決定係数	0.120	0.014	0.186	0.118	0.512

N=1313

***P<.001, **P<.01, *P<.05

5.4.8 情報の種類による平均値の差の検定（仮説3）

成功事例情報群とリスク情報群で「有用性認知」、「非 NIMB 的認知」、「リスク認知」、「便益認知」について平均値を算出した。加えて、それらの差に統計的な意味があるか t 検定を行った結果、成功事例情報群の回答者の方がリスク情報群の回答者より、「有用性認知」、「非 NIMBY 的認知」、「便益認知」の平均値が有意に高かった（表 5-5）。この結果は仮説 3 を支持している。

表 5-5 情報の種類による平均値の差の検定

	有用性認知	リスク認知	便益認知	非 NIMBY 的認知	CCS の受容
成功事例情報群	4.07	3.20	3.92	3.50	4.00
リスク情報群	3.64	3.50	3.73	3.19	3.55
<i>t</i> 値	8.96	-5.27	4.39	4.55	6.68
有意確率	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

5.4.9 パス解析（仮説4）

CCS の受容の規定因が成功事例情報群とリスク情報群の回答者でどのように異なるか検討するためにパス解析を行った。各群のデータを同じモデルで分析し、モデルのあてはまりとパス係数を比較した（図 5-8、図 5-9）。この結果、「非 NIMBY 的認知」から「CCS の受容」と「有用性認知」から「CCS の受容」へのパス係数に有意な差が認められ、リスク情報群では、成功事例情報群よりも「非 NIMBY 的認知」の影響を強く受け、成功事例情報群では、リスク情報群よりも「有用性認知」の影響を強く受けることが示された（表 5-6）。この結果は仮説 4 の一部を支持している。

また、「科学技術への信頼」はパス図に入れると、モデル全体の適合度が下がるため、パス図に入れなかった。

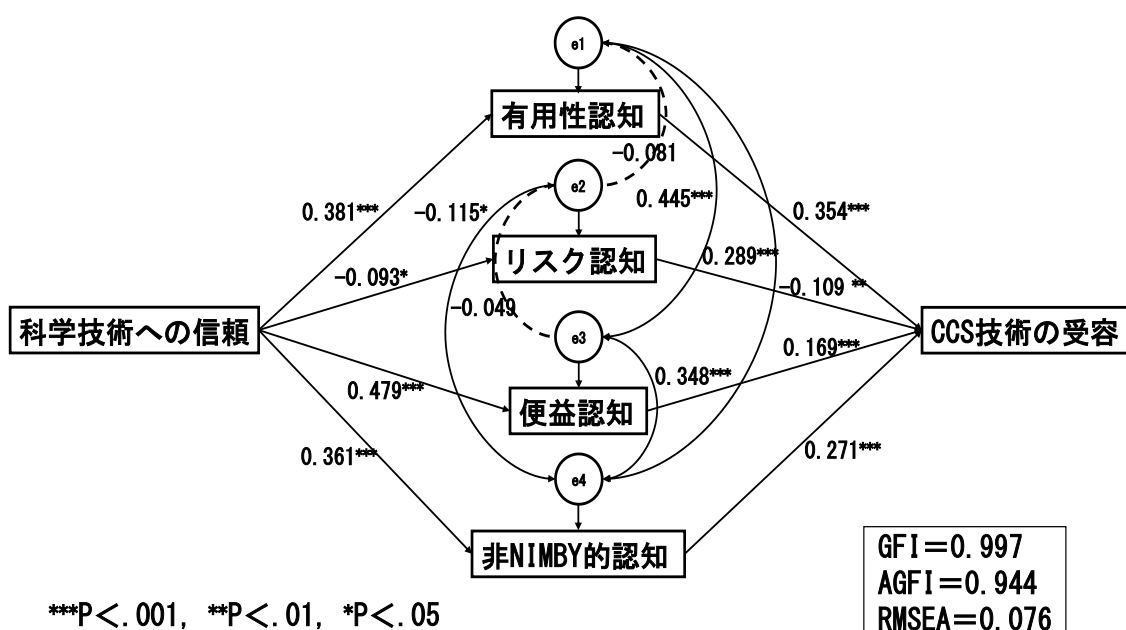


図 5-8 CCS の受容のパス図（成功事例情報群）

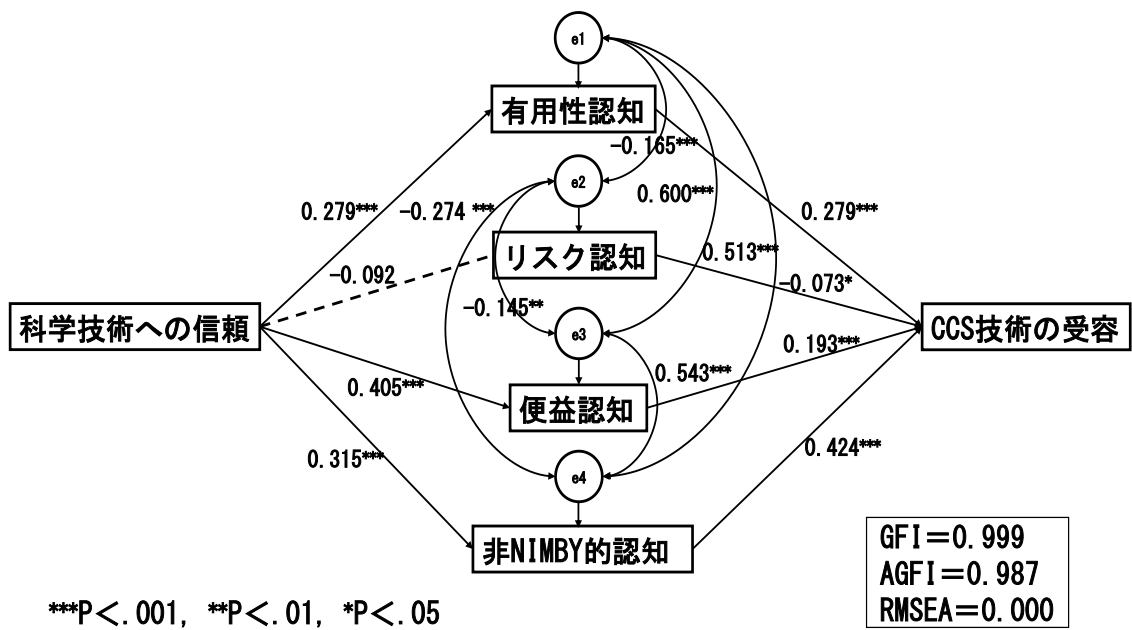


図 5-8 CCS の受容のパス図 (リスク情報群)
表 5-6 成功事例情報群とリスク情報群のパス係数の検定

		成功事例情報群		リスク情報群		差の検定 Z 値
		係数	P 値	係数	P 値	
有用性認知	<- 科学技術への信頼	0.381	0.000	0.279	0.000	-0.665
リスク認知	<- 科学技術への信頼	-0.093	0.048	-0.092	0.052	0.056
便益認知	<- 科学技術への信頼	0.479	0.000	0.405	0.000	-0.502
NIMBY 的認知	<- 科学技術への信頼	0.361	0.000	0.315	0.000	-0.300
CCS の受容	<- 非 NIMBY 的認知	0.255	0.000	0.424	0.000	3.289***
CCS の受容	<- 便益認知	0.169	0.000	0.193	0.000	0.632
CCS の受容	<- リスク認知	-0.109	0.003	-0.073	0.022	0.338
CCS の受容	<- 有用性認知	0.354	0.000	0.247	0.000	-1.738*

***P<.001, **P<.01, *P<.05

5.5 考察

5.5.1 CCS 受容の規定因

本研究の第一に、中国における CCS の受容に影響を与える要因を明らかにすることであった。調査結果からは、これまで高レベル放射性廃棄物処分場、原子力発電所、風力発電施設などの分野で取り上げられてきたリスク認知、便益認知、有用性認知が CCS の受容においても重要な変数であることが確認された。リスク認知は、技術やプロジェクトに伴う潜在的な危険性や被害の度合いを認識することを指し、便益認知は CCS がもたらす利益やポジティブな影響を認識することを指す。これらの要素が CCS の受容において大きな影響を与えていることが示された。

さらに、科学技術への信頼が CCS の受容において間接的に効果を及ぼすことが認められた。科学技術への信頼は、一般市民が技術の進歩や専門家の意見に対してどれだけ信頼しているかを示す指標であり、CCS が科学的・技術的な手法で進められることに対する信頼が受容に寄与していることが明らかになった。この結果は、先行研究である Siegrist (2000) の成果と整合しており、科学技術に対する信頼が技術の受容において重要な役割を果たすことが示唆されている。これにより、CCS の受容を促進するためには、リスクや便益に対する適切な情報提供や科学技術に対する信頼構築が重要であることが示唆される。

5.5.2 情報伝達方法

本研究では、第二に、回答者に異なる情報を提供し、CCS の受け入れ態度に及ぼす効果を計量的に検討した。図 5-4 で見られたように、CCS に関する基本情報と成功事例情報（基本情報含む）を提供した後、回答者の CCS に関するイメージが向上することがわかった。一方、リスク情報（基本情報含む）では、イメージが向上した人も、悪化した人もいた。また、成功事例情報はリスク情報より大きな効果を持つことが示された。リスク情報を受けた回答者には、NIMBY 問題を深刻に認識している人が多かった。さらに、成功情報事例群では、CCS のリスク認知を有意に低減することができた。

木下・吉川（1989）と吉川・木下（1989）の研究により、原子力発電などの放射線リスクに関する大学生の調査では、リスク情報と便益情報の両方を伝達した方が受容度合いが高まる結果が得られている。また、松本・塩見（2004）が原子力発電のリスクを例として行ったアンケート調査では、リスク情報とベネフィット（便益）情報に加えて安全対策情報を伝えた方が、情報の送り手に対する信頼が高まることが示された。

CCS 施設は原子力発電所のように安全性が重要視される施設であり、今後、中国国民に CCS を普及する際に、片面の情報のみではなく、CCS に関するリスク情報、便益情報、安全対策情報などを総合的に提供することで、中国国民の CCS に対する受容度が高まる可能性がある。

5.6 まとめ

本研究は、中国国民を対象に CCS の受容について異なる情報がどう影響するか分析・評価した。カーボンニュートラル化が中国の国家戦略として進行する中、CCS の普及及び CCS 施設の建設に伴う NIMBY 問題の発生の可能性とその要因に言及した時宜にかなった緊急性が高い研究と言える。

今回の研究の要点をまとめる。

まず、目的①に関しては、現在、中国においても一般の人々は CCS について比較的無知であった。中国政府による CCS の普及努力にもかかわらず、その知識は、あまり広まっていなかった。したがって、CCS とそれが炭素排出削減に果たす役割について、より深く理解できるしくみ作りが重要である。

また、目的②に関しては、基本情報・成功事例情報（基本情報含む）の提供は回答者の CCS に対するイメージを高める効果があった。ただし、リスク情報は、CCS に対する NIMBY 的認知を高める可能性が高いようである。CCS 施設を住宅地の近くに展開する前に、住民のリスク認知に配慮しながら、有用性認知、便益認知について実態を把握し、CCS 施設の受容に与える因果関係を考慮したうえで、円滑にプロジェクトを推進する必要がある。

目的③に関しては、リスク認知、便益認知、有用性認知が CCS の受容においても重要な変数であることが確認されたとともに、科学技術への信頼が CCS の受容において間接的に効果を及ぼすことが認められた。

なお、今回の調査では、提供した成功事例情報は実績ではなく政府の計画であった。実際の成功事例を示した場合の結果については、今後の課題とする。

補 注

¹⁾ 中国国家能源局 (2022.9.2 更新) 我国首个百万吨級 CCUS 項目全面建成投産。 <http://www.nea.gov.cn/2022-09/02/c_1310658658.htm>, 2022.12.15 参照

²⁾ CCS and Earthquakes - Anything to Worry About? (2012.6.22 更新)。 <<https://www.nrdc.org/bio/george-peridas/ccs-and-earthquakes-anything-worry-about>>, 2022.12.15 参照

引用文献

- Ashworth P., Einsiedel E., Howell R., Brunsting S., Boughen N., Boyd A. (2013) Public preferences to CCS: how does it change across countries? *Energy Procedia*. 37:7410-7418.
- Ashworth P, S. Wade, D. Reiner, X. Liang (2015) Developments in public communications on CCS, *Int. J. Greenh. Gas Control.*, 40, pp.449-458
- Desbarats, J., Upham, P., McLachlan, C., Riesch, H., Reiner, D., Brunsting, S., ... & Sala, R. (2010). Review of the public participation practices for CCS and non-CCS projects in Europe.
- Flynn, J., Burns, w., Mertz, c.K. & Slovic, P. (1992) Trust as Determinant of Opposition to a High-Level Radioactive Was Repository: Analysis of a Structural Model. *Risk Analysis* 12(3), pp.417-429
- Ha-Duong M, Nadaï A and Sofi a Campos A, (2009) A survey on the public perception of CCS in France. *Energy Procedia* 1:4757-4764
- Itaoka, K., Dowd, A. M., Saito, A., Paukovic, M., de Best-Waldhober, M., & Ashworth, P. (2013) Relating individual perceptions of carbon dioxide to perceptions of CCS: an international comparative study. *Energy Procedia*, 37, 7436-7443.
- Kubota, H., & Shimota, A. (2017). How should information about CCS be shared with the Japanese public?. *Energy Procedia*, 114, 7205-7211.
- Kuijper, I. M. (2011). Public acceptance challenges for onshore CO₂ storage in Barendrecht. *Energy Procedia*, 4, 6226-6233.
- 熊澤 貴之 (2017) 風力発電施設に関する住民の受容に及ぼす影響要因. 日本都市計画学会都市計画論文集, Vol. 52. No. 3.
- 木村 浩・古田 一雄・鈴木 篤之 (2003) 原子力の社会的受容性を判断する要因—居住地域および知識量による比較分析日本原子力学会和文論文誌, Vol. 2, No. 4.
- 木下 富雄・吉川 肇子 (1989) リスクコミュニケーションの効果 (1), 日本社会心理学会第 30 回大会発表論文集, 109-110.
- 松本 隆信・塩見 哲郎 (2004) 原子力発電のリスクコミュニケーションにおける安全対策情報の効果—受け手側の評価—. *INSS J.*, (株)原子力安全システム研究所, 11, 34-49.
- Malone E.L., J.J. Dooley, and J.A. Bradbury (2010). Moving from Misinformation Derived from Public Attitude Surveys on Carbon Dioxide Capture and Storage toward Realistic Stakeholder Involvement. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 4, no. 2:419-425.
- 大磯 眞一 (2007) 原子力メリット情報の効果的伝達方法および影響. *INSS journal*, 14, 16-27.
- Siegrist, M. (2000). The influence of trust and perceptions of risks and benefits on the acceptance of gene technology. *Risk analysis*, 20(2), 195-203.
- Sun, Y., Zhang, Y., Gwizdka, J., & Trace, C. B. (2019). Consumer evaluation of

- the quality of online health information: systematic literature review of relevant criteria and indicators. *Journal of medical Internet research*, 21(5), e12522.
- Tcvetkov, P., Alexey, C., Sergey, F. (2019) Public Perception of Carbon Capture and Storage: A State-of-The-Art Overview.” *Heliyon*, vol. 5, no. 12
- ter Mors, E., Terwel, B. W., Daamen, D. D., Reiner, D. M., Schumann, D., Anghel, S., ... & Ziogou, F. (2013). A comparison of techniques used to collect informed public opinions about CCS: Opinion quality after focus group discussions versus information-choice questionnaires. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 18, 256-263.
- 田中 浩二 (2011) CO₂の高圧分離回収プロセスを用いた CCS の経済性向上. *石油技術協会誌*, 76(6), 517-521.
- 吉川 肇子・木下 富雄 (1989) リスクコミュニケーションの効果(2), *日本社会心理学会第30回大会発表論文集*, 111-112.
- Yang, L., Zhang, X., & McAlinden, K. J. (2016). The effect of trust on people's acceptance of CCS (carbon capture and storage) technologies: Evidence from a survey in the People's Republic of China. *Energy*, 96, 69-79.

第6章 結語

6.1 3章から5章のまとめ

第3章では、環境問題の中でも大気汚染が重要な懸念事項である現代社会において、大気汚染対策の成否が個々人の理解度や環境への意識に大きく依存することが明らかにされた。大気汚染の原因や影響に対する理解度が高いほど、個人は大気汚染対策に肯定的な態度を持つ傾向があり、これは問題の深刻性を理解することが積極的な環境対策の必要性を認識しやすくなるからと考えられる。

また、知覚された空気質の変化も大気汚染対策への意識に影響を与え、個人が自身の環境変化を実感することで、大気汚染の影響を感じ、積極的な対策を取る可能性が高まるとされている。興味深いことに、社会的な要因は大気汚染対策への意識には影響を与えなかったことが報告されており、大気汚染への対策が社会的背景にかかわらず、個々の認識や知識に依存することが指摘されている。この結果は、環境問題が普遍的な懸念事項であることを示唆している。

次に、環境政策の有用性に対する懐疑的な見解が、具体的な対策に対する信頼を低下させる可能性があることが報告された。これは、環境政策の有用性に対する懐疑的な見解が、対策の受け入れを妨げる可能性があることを示唆しており、これについては先行研究と整合性が見られない点に注目すべきであるとされている。また、環境教育が大気環境の改善に寄与する有益な手段であるとする人が5割以上いることが報告され、科学コミュニケーションが重要であることが裏付けられている。科学コミュニケーションは、複雑な科学的要素が絡んだ大気汚染対策について理解を深めやすくし、専門家と一般の人々とのコミュニケーションの齟齬を少なくし、協力的な環境対策を進める一助となり得ることが強調されている。

第4章では、地下水に関する調査の必要度において、説明の詳しさが直接的な影響を与えることは難しいと示唆された。今回の説明の違いが多くの人の知識や考え方に影響を与えるのは難しく、説明の詳しさだけでなく、理解度や地下水問題の深刻さの認識などが重要であることが浮かび上がった。特に、提供される情報の詳しさが、地下水に対する知識が少ない層や地域での影響が顕著であることが示唆されている。

または、忍草地区と内野地区の地下水環境とその認識には明確な差があり、地下水に対する知識の量や関わり方が異なることが明らかになった。地下水に触れる機会が限定されている地域では、具体的な取り組みや利活用への関心が高まることが指摘されている。ただし、情報提供の際には、内容や媒体にも配慮する必要がある。特に、50歳未満の層では情報の理解度が低く、情報提供によって逆に地下水調査の必要性認知が弱まる傾向が見られた。これは、情報提供の形態や内容を検討する上での重要な示唆となっている。

地下水に関する年齢層ごとの反応の違いには、これまでの詳細な調査結果が影響している可能性がある。具体的な成果を含んだ情報提供が、50歳未満の層においては新たな地下水調査の必要性を認識しづらくしている可能性が考えられる。この課題に対処するためには、同位体調査などの適切な実施頻度に関する情報提供が必要であり、また、地下水への関心を高める手法も検討する必要がある。

最後に、地下水に関する科学的な知識を提供することが地域の住民の考え方に与える影響についての重要な示唆が得られた。特に、地域ごとや年齢層ごとの異なる認知や知識に対応した科学的コミュニケーションが必要であり、わかりやすい語彙や適切な情報提供方法を検討することが重要である。地域の特性や住民の属性に応じた科学的な情報提供が、地下水保全のための合意形成や環境問題への取り組みを促進する一助となることが期待される。

第5章では、中国におけるCCS（炭素捕捉貯留）の受容に影響を与える要因を明らかにすることであった。調査結果から、これまでに高レベル放射性廃棄物処分場、原子力発電所、風力発電施設などの分野で取り上げられてきたリスク認知、便益認知、有用性認知がCCSの受容においても重要な変数であることが確認された。リスク認知は技術やプロジェクト

に伴う潜在的な危険性や被害の度合いを認識することを指し、便益認知は CCS がもたらす利益やポジティブな影響を認識することを指す。これらの要素が CCS の受容において大きな影響を与えていることが示唆された。

さらに、科学技術への信頼が CCS の受容において間接的に効果を及ぼすことが認められた。科学技術への信頼は、一般市民が技術の進歩や専門家の意見に対してどれだけ信頼しているかを示す指標であり、CCS が科学的・技術的な手法で進められることに対する信頼が受容に寄与していることが明らかになった。この結果は、先行研究である Siegrist (2000) の成果と整合しており、科学技術に対する信頼が技術の受容において重要な役割を果たすことが示唆されている。したがって、CCS の受容を促進するためには、リスクや便益に対する適切な情報提供や科学技術に対する信頼構築が重要であることが示唆される。

次に、異なる情報を提供し、CCS の受け入れ態度に及ぼす効果を計量的に検討した。CCS に関する基本情報と成功事例情報（基本情報含む）を提供した後、回答者の CCS に関するイメージが向上することがわかった。また、成功事例情報はリスク情報よりも大きな効果を持つことが示された。しかし、リスク情報（基本情報含む）を受けた回答者の中には、CCS に対するイメージが下がる人もいた。特に、リスク情報（基本情報含む）を受けた回答者には、NIMBY 問題を深刻に認識している人が多かったという結果があった。さらに、成功事例事例（基本情報含む）では、CCS のリスク認知を有意に低減することができた。

これらの結果から、CCS の普及を促進するためには、情報提供が重要であり、特に成功事例情報が有益であることが示唆される。ただし、リスク情報も重要であり、特に NIMBY 問題への対応が求められる。CCS 施設は原子力発電所のように安全性が重要視される施設であるため、リスク情報、便益情報、安全対策情報などを総合的に提供することで、中国国民の CCS に対する受容度が高まる可能性がある。

最後に、中国国民は CCS について比較的無知であることが明らかになった。中国政府の CCS の普及努力にもかかわらず、その知識は広まっていないという認識がある。したがって、CCS とそれが炭素排出削減に果たす役割についての深い理解を促進するためには、より効果的な情報普及策が必要である。今回の調査で提供した成功事例情報は政府の計画であり、実績ではなかったことから、実際の成功事例を示すことが今後の課題とされる。

総じて、中国における CCS の受容にはリスク認知、便益認知、科学技術への信頼が重要な役割を果たしている。情報提供が成功事例情報とリスク情報の両方を含む総合的なアプローチであることが示唆され、これが CCS の受容を促進する鍵となる。NIMBY 問題への対応や一般市民の知識向上も重要な課題とされている。この研究は、中国国民の CCS 受容に関する理解を深め、今後の政策や実践に向けた示唆を提供するものとなる。

各章の結果を総合すると、環境問題において大気汚染と地下水保全、さらには CCS の受容において、科学コミュニケーションが重要な役割を果たしていることが浮かび上がる。大気汚染対策では、個人の理解度や環境への意識が対策の成否に影響を与えることが示され、これは問題の深刻性を理解することが積極的な環境対策の必要性を認識しやすくなるためである。また、地下水に関する調査では、情報提供が量だけでなく内容や理解度にも配慮する必要がある、科学的な知識の提供が地域ごとや年齢層ごとの異なる認知や知識に対応する重要な手段となっている。

CCS の受容においてリスク認知、便益認知、科学技術への信頼が重要であることが明らかにされた。情報提供が成功事例情報とリスク情報の両方を含む総合的なアプローチであることが示唆され、これが CCS の受容を促進する鍵となる。特に、科学技術への信頼が技術の受容において重要な役割を果たすことが確認され、科学コミュニケーションが受容に寄与することが強調されている。

これらの研究結果から得られる教訓は、環境問題に対する対策や技術の導入においては、科学コミュニケーションが不可欠であり、一般市民が科学技術に対して信頼を持つことが重要であると言える。環境政策や取り組みに懐疑的な見解が存在する場合でも、具体的な成功事例情報を提供することで受容度が向上することが期待される。

6.2 政策提言

6.2.1 適切な情報提供に基づく技術普及の促進

新技術の普及と受容は、一般市民に対して十分な情報提供が欠かせない。この課題に対処するためには、科学コミュニケーションの強化が不可欠である。まず、科学の専門用語を避け、わかりやすい言葉で新技術の特長や利点を伝えることが必要である。一般市民が理解しやすい形で情報を提供することで、技術に対する理解が深まり、受容度が向上することがある。

科学コミュニケーションの一環として、実際の実例や成功事例を挙げ、新技術がどのように社会や環境に貢献するかを具体的に明示することが重要である。これにより、一般市民は抽象的な概念ではなく、実際の成果や影響を感じることができ、技術に対する信頼感が高まる。

また、ウェブサイトやイベントを通じた情報提供が有効であると考えられる。インターネットを通じて広くアクセス可能なウェブサイトを活用し、新技術に関する詳細な情報や最新の進展を提供することで、市民は自分のペースで情報を収集できる。同時に、対話を促進するためにイベントやワークショップを開催し、市民が直接質問し、意見を交換できる場を提供することも有益である。

情報提供は一方的なものだけでなく、市民のニーズや疑問に応じた形で進めることが不可欠である。市民の関心や期待に対応し、彼らの立場や意見を尊重することで、技術の受容度を高めることが可能であることを考えられる。

6.2.2 地域性を考慮した新技術の導入戦略

新技術の普及を進める際には、地域性を十分に考慮し、異なる地域間の違いを尊重しながら議論を進めることが不可欠である。各地域の経済的特性を把握し、新技術が地域経済への貢献やメリットをどのようにもたらすかを明確に伝えることが必要である。

第一に、各地域の経済的特性を理解することが重要である。経済的に厳しい地域では、新技術が雇用の創出や地域経済の振興に寄与する点を強調することで、住民の受容度が高まる可能性がある。具体的な数値や事例を交え、新技術が地域経済に与える好影響を明示的に示すことで、住民はその技術が地域社会に与えるポジティブな変化を実感しやすくなる。

次に、環境への配慮が地域で重要視される場合は、具体的な環境対策や改善策を提案し、新技術の導入が地域全体に及ぼすポジティブな影響を示すことが求められる。環境への影響を最小限に抑え、地域の自然資源や生態系に対するリスクを低減する具体的な取り組みを示すことで、地域住民は新技術の導入による環境改善に期待を寄せることができると考えられる。

このように、地域に合わせた戦略的なアプローチが新技術の受容を促進する鍵となる。地域ごとの異なるニーズや価値観に合致した情報提供や議論を展開することで、住民の理解を得やすくなり、新技術の受容度向上に繋がる。また、地域住民との協力関係を築くことで、技術の導入から運用までの過程での円滑なコミュニケーションを確立することが重要である。

6.2.3 バランスの取れた情報提供による新技術の受容向上

CCS の受容において、リスク情報だけでなく、新技術のメリットや安全対策に焦点を当て、バランスの取れた情報提供が求められる。リスク情報のみを提供すると、一部の市民がその技術を評価する可能性がある。したがって、新技術のメリットや安全対策について

も丁寧に伝え、リスクに対する適切な対策や技術の利点を強調することが重要である。成功事例情報も取り入れることで、受容度向上に寄与できるでしょう。また、リスク情報を提供するには、具体的な対策や緊急時のアクションプランを併せて伝えることで、市民の安心感を高め、受容度を向上させることが期待される。このようなバランスの取れた情報提供が、新技術の受容度を向上させる鍵となる。

6.3 研究の課題

6.3.1 情報提供手法の多様化

情報の提供方法が受容度に与える影響についての研究では、村松ほか（2000）が異なる情報提供方法が影響を異なる程度に及ぼすことを指摘している。同様に、Moltaji（2018）によれば、視覚情報と視覚とテキスト情報の組み合わせが、純粋なテキスト情報よりも魅力的で効果的であるとされている。これらの研究結果は、科学コミュニケーションにおいて情報を伝える際には、ビジュアルな要素を組み入れることの有益性を示唆している。

将来の科学コミュニケーションにおいて、情報をよりビジュアルで魅力的に提示することが重要である。これには様々な手法が考えられるが、まず、図やグラフを活用することが挙げられる。複雑な科学的な概念やデータをわかりやすく視覚的に表現することで、一般の人々にも理解しやすくなる。例えば、地球温暖化の進行をグラフで示したり、エネルギーの効率向上を図で表現することで、科学的な課題や技術の進歩に関する情報がより魅力的に伝わる。

また、単なる視覚情報だけでなく、視覚とテキスト情報を組み合わせることも重要である。これにより、視覚的な印象だけでなく、補足的な説明や詳細な情報も提供できる。例えば、エネルギーの効率改善に関するプロジェクトについての報道を行う際に、具体的な事例や技術の仕組みをわかりやすいテキストとともに提示することで、視聴者や読者がより深い理解を得ることが期待できる。

さらに、情報の提示においては視覚的なデザインや配色も重要である。視覚的な印象が情報受容に与える影響は大きいいため、デザインの工夫により情報が分かりやすく、かつ興味を引くものになるよう心がけることが望ましい。

総じて、科学コミュニケーションにおいては情報のビジュアル化が不可欠であり、図やグラフ、テキストとの組み合わせ、視覚的なデザインの工夫が求められる。これにより、一般の人々が科学的な知識や技術に対してより理解しやすく、興味を持ちやすい環境が整えられることができると考えられる。

6.3.2 情報提供内容の専門化

Ho *et al.*,（2020）によれば、専門的な知識は COVID-19 大流行期間中に一般の人々の不安を軽減する効果が指摘されている。この事実から、将来の科学コミュニケーションにおいては、専門的な知識を一般の人が理解しやすく伝え、信頼性の高い情報提供が重要となる。

専門的な知識を一般の人が理解しやすく伝えることは、科学コミュニケーションにおいて欠かせない。新技術や科学的な進展に関する情報は専門的で複雑な場合が多いため、これを一般の人が理解できる形に変換することが求められる。わかりやすい言葉や視覚的な手法を活用し、専門的な概念を具体例やメタファーを用いて説明することで、一般の人が興味をもちやすくなると考えられる。

また、信頼性の高い情報提供も重要である。科学的な情報は正確かつ信頼性が高いことが求められる。専門家の意見や研究結果を適切に伝え、透明性をもって情報を提供することで、一般の人々は信頼感を抱きやすくなる。これには、情報源の明示やデータの根拠の

説明、進捗状況のリアルタイムな共有が含まれる。

さらに、リアルタイムな情報提供が不安軽減に寄与する。特に新技術や科学的な進展に関する情報は迅速な共有が求められる。状況が変化する場合には、最新の情報を透明かつ迅速に提供することで、一般の人々が不確実性に対処しやすくなる。これには、ソーシャルメディアやウェブサイトを活用し、リアルタイムなコミュニケーションを促進する手段が重要である。

総じて、科学コミュニケーションにおいては専門的な知識の理解しやすい伝達と信頼性の高い情報提供が不可欠であり、わかりやすい言葉や視覚的な手法を用い、信頼性のある情報の透明性をもって伝えることで、一般の人々の新技術に対する不安を軽減し、科学的な進展への理解を促進できると考えられる。

6.3.3 情報提供内容の豊富化

情報提供の豊富化が科学コミュニケーションにおいて重要であるという示唆は、過去の研究から得られた成果に基づいている。例えば、木下・吉川（1989）および吉川・木下（1989）による大学生の調査では、原子力発電などの放射線リスクに関する情報伝達において、リスク情報と便益情報の両方を伝えることが受容度を高める効果が得られている。同様に、松本・塩見（2004）の原子力発電に関するアンケート調査では、リスク情報と便益情報に加えて安全対策情報を伝えることで、情報の送り手に対する信頼が高まることが示された。

これらの研究から得られる示唆は、将来の科学コミュニケーションにおいても単一の情報だけでなく、リスク、便益、そして安全対策に関する情報を総合的に伝えることが重要であるという点である。このアプローチにより、科学技術に関連するテーマに対する一般の人々の理解が深まり、新技術への受容度が向上する可能性がある。

一つの情報だけでは事象や技術の複雑性を十分に伝えることが難しいため、リスク情報と便益情報を同時に提供することで、人々は状況をより包括的に理解できるようになる。特に、対象となる技術や事象が社会的な重要性を持つ場合、その影響や意義を多面的に示すことが求められる。

安全対策情報の提供は、科学技術の導入や実施において不安要因を軽減するために重要である。人々は新技術に対して不安を感じることもあるが、適切な安全対策があることを知ることで、その不安を和らげることができる。また、安全対策情報の提供は情報の送り手に対する信頼度向上にも寄与する。情報の透明性や信頼性を確保することで、一般の人々は提供された情報をより信じるようになる。

総じて、異なる側面からの情報提供は科学コミュニケーションの質を向上させ、一般の人々が科学技術に対してより深い理解を持ち、受容度を高める効果が期待される。これには、情報を理解しやすく伝える手法やメディアの活用、信頼性の確保が含まれる。

引用文献

- 村松暢彦・高上真一・新田保次（2000）環境教育が交通行動に及ぼす影響に関する研究，
環境システム研究論文発表会講演 128 集, pp 223-228
- Moltaji, N. (2018) Effects of textual and visual information in social media on international students' choice of study destination: A qualitative study on how forms of information in social media affect international students' decision-making with regards to the choice of study destination.
- Ho, H. Y., Chen, Y. L., & Yen, C. F. (2020) Different impacts of COVID-19-related information sources on public worry: An online survey through social media. *Internet interventions*, 22, 100350.
- 木下 富雄・吉川 肇子（1989）リスクコミュニケーションの効果(1)，日本社会心理学会第 30 回大会発表論文集 ,109-110.
- 吉川 肇子・木下 富雄（1989）リスクコミュニケーションの効果(2)，日本社会心理学会第 30 回大会発表論文集, 111-112.
- 松本 隆信・塩見 哲郎(2004)原子力発電のリスクコミュニケーションにおける安全対策情報の効果-受け手側の評価-. *INSS J.*, (株)原子力安全システム研究所, 11, 34-49.

付録 1 : 日照市での調査票

一、個人情報について

問 1-1、あなたの性別についてお伺いします。

- 1、男
- 2、女

問 1-2、あなたの年齢はいくつですか。

- 1、 20 歳以下
- 2、 20～30 歳
- 3、 30～40 歳
- 4、 40～50 歳
- 5、 50～60 歳
- 6、 60～70 歳
- 7、 70 歳以上

問 1-3、あなたがお住まいになっている地区はどちらですか。

- 1、 東港区
- 2、 嵐山区
- 3、 五蓮県
- 4、 莒県

問 1-4、あなたの職業はなんですか。

- 1、 公務員
- 2、 会社員
- 3、 一般労働者
- 4、 農民
- 5、 学生
- 6、 自由業
- 7、 無職

問 1-5、あなたの世帯についてお伺いします。

- 1、 単身世帯
- 2、 単身、親と同居世帯
- 3、 夫婦のみ世帯
- 4、 夫婦または本人と子の同居世帯
- 5、 夫婦または本人と親との同居世帯
- 6、 夫婦または本人と親、子との同居世帯

問1-6、あなたの最終学歴についてお伺いします。

- 1、小学校
- 2、中学校
- 3、高等学校
- 4、専門学校
- 5、大学
- 6、大学院
- 7、その他

問1-7、あなた現在の年収はいくらですか。

- 1、0～3万元
- 2、3～6万元
- 3、6～10万元
- 4、10～15万元
- 5、15～20万元
- 6、20万元以上

二、環境意識に関する調査

問2-1 あなたは、大気汚染の原因や影響について理解していますか。

- 1、十分理解している
- 2、理解している
- 3、やや理解していない
- 4、理解していない

問2-2、あなた自身環境問題に対する意識は高いと思いますか。

- 1、とても高い
- 2、高い
- 3、普通
- 4、低い
- 5、とても低い

問2-3、現在の日照市の環境について、どの程度満足していますか。

- 1、満足
- 2、やや満足
- 3、やや不満
- 4、不満

問2-4、あなたのお住まいになっている周辺の環境は、5年前よりどのように変わったと思いますか。

- 1、非常に良くなった
- 2、良くなった
- 3、変わらない
- 4、悪くなった
- 5、非常に悪くなった
- 6、分からない

問2-5、あなたは、どのような環境問題に関心がありますか。(いくつでも選択してください)

- 1、 地球温暖化
- 2、 大気汚染
- 3、 河川、湖沼、海洋等の水質汚濁
- 4、 ごみ問題、資源リサイクル
- 5、 騒音・振動
- 6、 悪臭
- 7、 土壌汚染、地下水汚染
- 8、 オゾン層の破壊
- 9、 エネルギギー問題
- 10、 砂漠化
- 11、 ダイオキシン等の化学物質
- 12、 特に関心はない
- 13、 その他

問2-6、問2-5の中に関心の環境問題は何ですか。(三つまで選択してください。)

- 1、 地球温暖化
- 2、 大気汚染
- 3、 河川、湖沼、海洋等の水質汚濁
- 4、 ごみ問題、資源リサイクル
- 5、 騒音・振動
- 6、 悪臭
- 7、 土壌汚染、地下水汚染
- 8、 オゾン層の破壊
- 9、 エネルギギー問題
- 10、 砂漠化
- 11、 ダイオキシン等の化学物質
- 12、 特に関心はない
- 13、 その他

問2-7、関心が高いものを挙げた理由は何ですか。

- 1、 自分が最も身近に感じるものだから
- 2、 今一番重要視されているから
- 3、 最近よく耳にするから
- 4、 その他

問2-8、今後、環境保全に関するボランティア活動に、参加・協力することをどのように思いますか。

- 1、 積極的に参加・協力したい
- 2、 時間があれば参加・協力したい
- 3、 あまり参加・協力したくない
- 4、 参加・協力したくない
- 5、 分からない

問 2-9、環境の改善のため、何が最も効果的だと思いますか。

- 1、 環境教育
- 2、 環境政策
- 3、 環境税
- 4、 メディアから世論に訴える
- 5、 その他
- 6、 分からない

三、支払意思額について

問 3-1、日照市政府が大気汚染を改善するため、汚染企業を生産停止、新エネルギーバスの購入などの行動を策定した場合、あなたの収入から一部を寄付したいですか。

- 1、賛成
- 2、反対

問 3-2、問 3-1 で『1、賛成』に○の方が対象」賛成の理由はなんですか。

- 1、大気汚染の改善は市民全体の責任だから
- 2、市民の健康確保のために対策が必要だから
- 3、大気汚染は自分の生活に影響があるから
- 4、その他

問 3-3、汚染企業の生産中止や新エネルギーバスの購入は環境汚染の現状を改善し、青い空の日数を増える可能性がある。青い空の日数を一日増やしてもあなたは毎年いくら寄付しますか。

- 1、10 元
- 2、20 元
- 3、30 元
- 4、50 元
- 5、70 元
- 6、100 元
- 7、200 元
- 8、300 元
- 9、500 元

問 3-4、「問 3-1 で『2、反対』に○の方が対象」反対の理由はなんですか。

- 1、 収入が低く、寄付能力がないから
- 2、 大気汚染の改善は政府の仕事なので、寄付金を支払う必要がないから
- 3、 大気汚染に関心がないから
- 4、 大気汚染は自分に影響が低いから
- 5、 その他

8) 地下水の水質

1. とても気になる 2. 少し気になる 3. あまり気にならない 4. まったく気にならない

9) 地下水の水量

1. とても気になる 2. 少し気になる 3. あまり気にならない 4. まったく気にならない

10) 地下水の起源（どの標高に降った雨か）

1. とても気になる 2. 少し気になる 3. あまり気にならない 4. まったく気にならない

11) 地下水の流動（どのように流れているか）

1. とても気になる 2. 少し気になる 3. あまり気にならない 4. まったく気にならない

12) 地下水の年齢（雨として降ってから何年経っているか）

1. とても気になる 2. 少し気になる 3. あまり気にならない 4. まったく気にならない

13) 7) ~12) に挙げた項目以外に、地下水についてふだんから気になっていることや、知りたいこと、問題と思っていることがありましたら、ご自由にお書きください。

14) 地下水の起源、流動、年齢を科学的に調べる方法として、「同位体」という方法が使われることがあります。同位体について聞いたことがありましたか？

1. 聞いたことがあり詳しく知っていた 2. 聞いたことはあったが詳しくは知らなかった
3. 聞いたことがなかった

忍野村の地下水の保全に関しておたずねします

15) 現在の忍野村の地下水保全についてどう思いますか？あてはまるものをひとつ選んでください

1. 問題があり早急な対策が求められる 2. 将来的な問題があるので予防的な対策が求められている
3. とくに問題は無い

忍野村の地下水を保全するために、以下の16) から21) の項目について調べる必要があると思いますか？

16) 地下水の水温

1. 強くそう思う 2. ややそう思う 3. あまりそう思わない 4. まったくそう思わない

17) 地下水の水質

1. 強くそう思う 2. ややそう思う 3. あまりそう思わない 4. まったくそう思わない

18) 地下水の水量

1. 強くそう思う 2. ややそう思う 3. あまりそう思わない 4. まったくそう思わない

19) 地下水の起源（どの標高に降った雨か）

1. 強くそう思う 2. ややそう思う 3. あまりそう思わない 4. まったくそう思わない

20) 地下水の流動（どのように流れているか）

1. 強くそう思う 2. ややそう思う 3. あまりそう思わない 4. まったくそう思わない

21) 地下水の年齢（雨として降ってから何年経っているか）

1. 強くそう思う 2. ややそう思う 3. あまりそう思わない 4. まったくそう思わない

22) 地下水の現状を把握するための、科学的な調査には5年ほどかかります。今後5年間かけて、忍野村の地下水の現状を把握するために、6つの項目（水質、水量、水温、起源、流動、年齢）について、忍野村が調査を行うとします。この全体としての調査に、負担金として、あなたの世帯から年間どのくらい払ってもよいと思いますか？ 以下の中から、ひとつ選んでください。なお、これはあくまでもアンケート上の仮定であり、実際にこのような仕組みが考えられているわけではありません。

- 0円（払わない） 500円 1,000円 2,000円 3,000円 5,000円
10,000円 20,000円 30,000円 50,000円 100,000円

23) 22) で選択した負担金を、以下6つの調査項目に分けるとしたら、それぞれいくらずつになりますか？各項目に金額を記入してください。必要ないと思う項目には「0」を記入し、各項目の合計が、22) の金額とちょうど同じになるように分けてください。

地下水の水温 _____円 地下水の水質 _____円 地下水の水量 _____円
地下水の起源 _____円 地下水の流動 _____円 地下水の年齢 _____円

24) 23) で金額を分配する時に、どの程度迷いましたか？

1. まったく迷わなかった 2. ほとんど迷わなかった 3. 少し迷った 4. かなり迷った

25) 22) で 0円（払わない）と答えた方について、その理由について以下から当てはまるものをすべて選択してください。

- 1) 地下水の現状把握は必要と思うが、世帯への負担金で行うべきではない
2. 地下水の現状を把握する必要を感じない

26) 今後も忍野村の地下水を保全していくためには、誰が何をすべきだと考えますか？
ご自由にお書きください。

あなた自身のことについておたずねします

27) あなたの年齢を、お書きください。

_____ 歳

28) あなたの職業について、次の中からあてはまるものをすべて選んでください。

1. 会社員 2. 公務員（忍野村役場） 3. 公務員（忍野村役場以外） 4. 自営業 5. 学生
6. パート・アルバイト 7. 無職 8. それ以外（ _____ ）

29) あなたの職種について、次の中からあてはまるものをすべて選んでください。

1. 管理職（会社役員） 2. 専門・技術職（医師、教諭など） 3. 農林漁業職
4. サービス職（観光ガイド） 5. それ以外（ _____ ）

30) あなたが現在お住いの地域を、次の中から選んでください。

1. 忍草 2. 内野

31) あなたは、現在お住いの地域に何年住んでいますか？

_____ 年

32) あなたの世帯の人数は、あなたを含めて何人ですか？

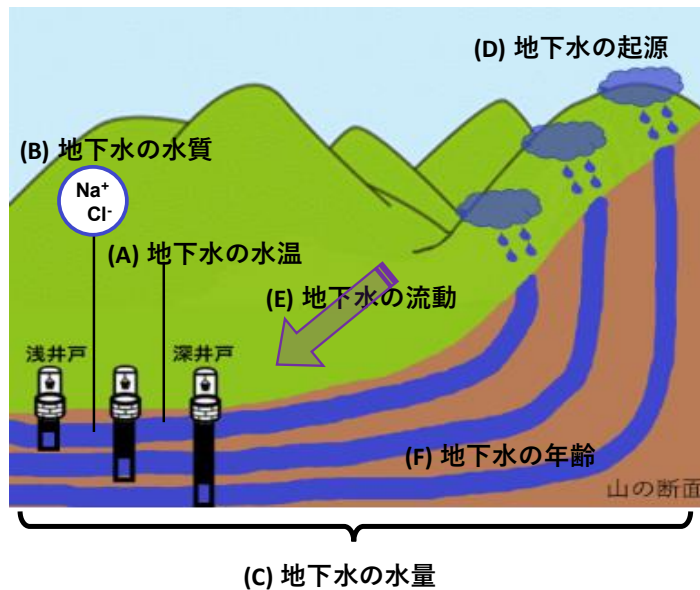
_____ 人

33) あなたの世帯について、1年間の世帯全員の収入はおよそいくらですか？（年金を含みます）
次の中から選んでください。

- | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|
| 100万円未満 | 100～200万円未満 | 200～300万円未満 |
| 300～400万円未満 | 400～500万円未満 | 500～700万円未満 |
| 700～1,000万円未満 | 1,000～1,500万円未満 | 1,500～2,000万円未満 |
| 2,000万円以上 | 答えたくない | |

以上で、アンケートは終了です。
ご協力ありがとうございました。

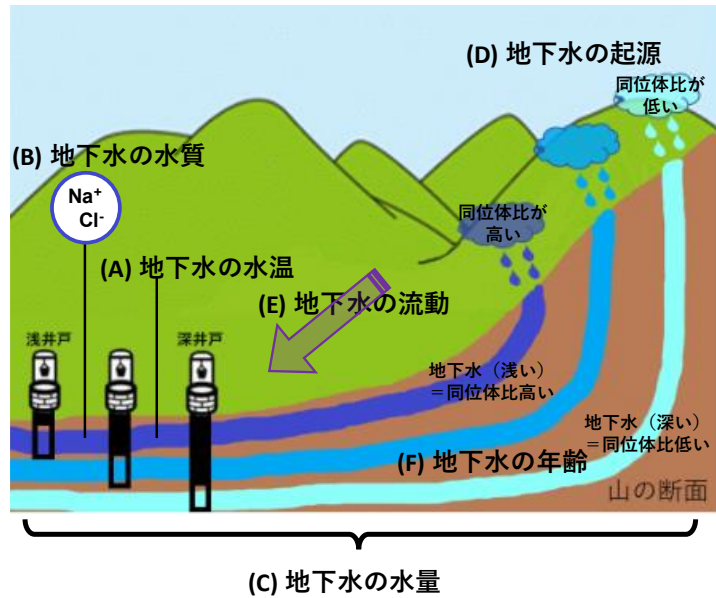
アンケートに回答する前に、地下水に関する言葉についての説明をお読みください。



- (A) 地下水の水温：地下水の温度
- (B) 地下水の水質：無機溶存成分および、環境基準値をもつ項目
飲料水や生活用水として使う際の検査項目（ナトリウム、塩化物イオンなど）
- (C) 地下水の水量：地下にある水の貯留量
地下にどれくらいの地下水が貯まっているか
- (D) 地下水の起源：どの標高に降った雨か
山のどの標高に降った雨が浸透して地下水になっているか
- (E) 地下水の流動：どのように流れているか
地中で地下水がどの方向に流れているか（北から南へなど）
- (F) 地下水の年齢：雨として降ってから何年経っているか
雨水が地下に浸透してからどのくらい時間がたっているか

簡単説明群の説明文

アンケートに回答する前に、地下水に関する言葉と科学的な調査のしかたについて、説明をお読みください。



(A) 地下水の水温：地下水の温度

(B) 地下水の水質：無機溶存成分および、環境基準値をもつ項目
飲料水や生活用水として使う際の検査項目（ナトリウム、塩化物イオンなど）

(c) 地下水の水量：地下にある水の貯留量
地下にどれくらいの地下水が貯まっているか

詳細説明群の説明文 2-1

(D) 地下水の起源：どの標高に降った雨か

山のどの標高に降った雨が浸透して地下水になっているか



- ・ 酸素や水素の原子には、同位体と言って、わずかに重さが違うものがあります。雨水に含まれる酸素と水素の同位体の比率（同位体比）は、雨が降る標高によって変わります。
- ・ 降った雨が地下に浸透すると、同位体比は変化しなくなります。そこで、地下水の酸素や水素の同位体比を測ると、その水が、どの標高に降った雨が起源となっているのかを知ることができます。
- ・ この調査により、各井戸の地下水がもともとどの標高に降った雨なのかがわかるので、**地下水汚染の予防・対策を行うにはどの標高の環境汚染に気を付けるべきか、またどの標高の森林を保全・整備すればよいかわかり、地下水枯渇の予防・対策につながります。**
- ・ これまでの調査により、**忍野村の一部深井戸の地下水の起源は、富士山の標高1500m付近である可能性が高いことがわかりつつあります。**

(E) 地下水の流動：どのように流れているか

地中で地下水がどの方向に流れているか（北から南へなど）

- ・ 地下水の酸素・水素の同位体比を測定すると、異なる水を区別することができ、その地中での動きを追跡することができます。
- ・ **地下水の流れがわかることで、どこで汚染がおこると、どこに影響が出るかがわかるので、地下水の汚染の予防・対策につながります**
- ・ これまでの調査により、**忍野村の地下水には、南からの流れと東からの流れがあることがわかっています。**

(F) 地下水の年齢：雨として降ってから何年経っているか

雨水が地下に浸透してからどのくらい時間がたっているか

- ・ 天然の地下水にごくわずかに含まれる水素放射性同位体（トリチウム）の濃度を測定して、過去の雨のトリチウム濃度と比較すると、地下水の年齢がわかります。
- ・ **地下水の年齢がわかると、地下水の利用可能量が把握でき、適切な地下水の利用法を考える際に役立ちます。**
- ・ これまでの調査により、**忍野村の地下水の年齢は、一部の深井戸では40年以上になるらしいことが示されています。**

付録3 CCSに関する3種類の調査票

新興エネルギー技術（CCS）に対する社会の受容性のアンケート調査（基本情報群）

1. 個人情報について

問1-1、あなたの性別についてお伺いします。

- 1、男
- 2、女

問1-2、あなたの年齢はいくつですか。

- 1、18～29歳
- 2、30～39歳
- 3、40～49歳
- 4、50～59歳
- 5、60歳以上

問1-3、あなたの最終学歴についてお伺いします。

- 1、中学校及び以下
- 2、高等学校
- 6、高等専門学校
- 3、短期大学
- 4、大学
- 5、大学院及び以上

問1-4、あなたの職業はなんですか。

- 1、学生
- 2、政府機関公務員
- 3、専門職・技術職（教師、医師など）
- 4、企業/会社の従業員
- 5、個人事業主
- 6、農業、林業、水産業に従事する者
- 7、無職・休職・失業者

問1-5、あなたの世帯についてお伺いします。

- 1、1人
- 2、2人
- 3、3人
- 4、4人
- 5、5人及び以上

問1-6、あなた現在の家庭年収はいくらですか。

- 1、12万円以下
- 2、13～19万円
- 3、20～29万円
- 4、30～39万円
- 5、40万円以上

問 1-7、 あなたの居住地についてお伺いします。

- 1、東北（遼寧、吉林、黒龍江）
- 2、華北（北京、天津、河北、山西、内モンゴル自治区）
- 3、中南（河南、湖北、湖南、广东、广西、海南）
- 4、華東（上海、江苏、浙江、山东、江西、福建、安徽）
- 5、西南（重庆、四川、云南、贵州、西藏）
- 6、西北（陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆）

二、「二酸化炭素の削減方法」について

問 2-1、 以下の二酸化炭素の削減方法について、あなたはどの程度ご存知ですか。（回答は横の行ごとに1つずつ）

	知らない、聞いたこともない	言葉を聞いたことがある	どちらともいえない	知っている	よく知っていて人に説明できる
太陽光発電					
水力発電					
風力発電					
原子力発電					
バイオマス発電					
新エネルギー車					
二酸化炭素回収・貯留（CCS）					
森林の炭素シンク					

問 2-2、 以下の二酸化炭素の削減方法について、あなたはどのようなイメージをお持ちですか。

	とても悪いイメージ	ある程度悪いイメージ	どちらともいえない	ある程度良いイメージ	とても良いイメージ
太陽光発電					
水力発電					
風力発電					
原子力発電					
バイオマス発電					
新エネルギー車					
二酸化炭素回収・貯留（CCS）					
森林の炭素シンク					

問 2-3、 以下の科学技術に関する記述について、あなたはどの程度信じていますか。（回答は横の行ごとに1つずつ）

	とて も反 対	どちらか と い え ば 反 対	どちらと も い え な い	どちらか と い え ば 賛 成	とて も賛 成
新しい科学技術が開発されると環境汚染問題を解決することを信じています。					
科学技術の進歩は、気候変動問題を解決する鍵になることを信じています。					
科学技術の進歩とともに、気候変動問題は解決に近づいていることを信じています。					
科学技術の進歩は私たちの生活をより豊かにすることを信じています。					

次の文章をよく読んでからお答えください。

CCSに関する基本情報

CCS (Carbon Capture and Storage) とは、化石燃料発電所などの大規模な点源から廃棄される二酸化炭素 (CO₂) を回収し、貯蔵場所に輸送し、大気中に放出されないように堆積させるプロセスである。発電所などでの化石燃料の使用により、大気中に大量の CO₂ が放出されるのを防ぐのが目的である。

CCS チェーンは、「二酸化炭素を回収する」「二酸化炭素を輸送する」「排出された二酸化炭素を枯渇した油田・ガス田や深い塩分の帯水層の地下に確実に貯留する」という 3 つの部分から構成されている。

まず、発電や工業プロセスで発生するガスから二酸化炭素を分離する技術として、燃焼前捕捉、燃焼後捕捉、酸素燃焼の 3 つの方法がある。捕獲された二酸化炭素は、適切な貯蔵場所に輸送されなければならない。輸送手段としては、トラック、列車、船、パイプラインなどがある。一般的には、パイプラインが最も経済的な輸送方法である。

その後、二酸化炭素は、通常地表から数キロメートル下に位置する厳選された地質学的岩盤に貯蔵される。現在のところ、主な形態は地中貯留である。この方法では、一般に超臨界状態の二酸化炭素を地下の地層に直接注入する。油田、ガス田、塩水層、採掘不可能な石炭層、塩分を含んだ玄武岩層などが貯蔵場所として提案されている。

出典：百度百科

問3-1、上記の内容に、「二酸化炭素回収・貯留」技術 (CCS) について現在どの程度理解できているかお答えください。

- 1、まったく理解できなかった
- 2、あまり理解できなかった
- 3、どちらともいえない
- 4、やや理解できた
- 5、よく理解できた

問3-2、上記の内容に、現在「二酸化炭素回収・貯留」技術 (CCS) について、あなたはどのようなイメージをお持ちですか。

- 1、とても悪いイメージ
- 2、ある程度悪いイメージ
- 3、どちらともいえない
- 4、ある程度良いイメージ
- 5、とても良いイメージ

問4-1、「二酸化炭素回収・貯留」技術 (CCS) の導入は、火力発電による大気汚染を緩和することにつながるとお考えですか。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、そう思う

問4-2、「二酸化炭素回収・貯留」技術 (CCS) の導入の発展は資源の枯渇を緩和することにつながるとお考えですか。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問4-3、石炭火力発電の割合が高く、国内の霧霾が深刻なため、「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）を受け入れるべきだと思いますか。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問4-4、中国はすでに世界最大の二酸化炭素排出国である。地球温暖化に対処し、排出削減の国際公約を達成するために、この問題を改善できる「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）を受け入れるべきである。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問5-1、私は、「長距離輸送するとCO₂が漏れないか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問5-2、私は、「貯留されたCO₂が岩石層を通過して地表に拡散することか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問5-3、私は、「貯留されたCO₂による地震発生の可能性があるか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問5-4、私は、「CCS技術の導入に多額の費用がかかることか心配」と思っています。

- 1、 そう思わない
- 2、 あまりそう思わない
- 3、 どちらともいえない
- 4、 ややそう思う
- 5、 強くそう思う

問6-1、私は、「CCSの導入は、地域雇用機会が増えていく」と思っています。

- 1、 そう思わない
- 2、 あまりそう思わない
- 3、 どちらともいえない
- 4、 ややそう思う
- 5、 強くそう思う

問6-2、私は、「CCSの導入は電気料金が安くなると思っています。」

- 1、 そう思わない
- 2、 あまりそう思わない
- 3、 どちらともいえない
- 4、 ややそう思う
- 5、 強くそう思う

問6-3、私は、「CCSの導入は地域の空気質向上につながると思っています。」

- 1、 そう思わない
- 2、 あまりそう思わない
- 3、 どちらともいえない
- 4、 ややそう思う
- 5、 強くそう思う

問6-4、私は、「CCSの導入は公共施設整備で利便性向上につながると思っています。」

- 1、 そう思わない
- 2、 あまりそう思わない
- 3、 どちらともいえない
- 4、 ややそう思う
- 5、 強くそう思う

問7-1、あなたのご自宅の近所にある既存の発電所や計画中の発電所に、二酸化炭素回収・貯留装置（CCS）を組み込むことと仮定した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、 とても反対
- 2、 どちらかといえば反対
- 3、 どちらともいえない
- 4、 どちらかといえば賛成
- 5、 とても賛成

問7-2、あなたのご自宅の近所に二酸化炭素のパイプラインを設置した場合について、

お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問 7-3、あなたのご自宅の近所に二酸化炭素の貯留施設を設置した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問 8、今後の中国における「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）の導入の方向性について、あなたのお考えに近いものをお答えください。

- 1、全く導入すべきでない
- 2、あまり導入すべきでない
- 3、どちらともいえない
- 4、できれば導入すべき
- 5、積極的に導入すべき

調査（成功事例情報群）

1. 個人情報について

問1-1、あなたの性別についてお伺いします。

- 1、男
- 2、女

問1-2、あなたの年齢はいくつですか。

- 1、18～29歳
- 2、30～39歳
- 3、40～49歳
- 4、50～59歳
- 5、60歳以上

問1-3、あなたの最終学歴についてお伺いします。

- 1、中学校及び以下
- 2、高等学校
- 3、高等専門学校
- 4、短期大学
- 5、大学
- 6、大学院及び以上

問1-4、あなたの職業はなんですか。

- 1、学生
- 2、政府機関公務員
- 3、専門職・技術職（教師、医師など）
- 4、企業/会社の従業員
- 5、個人事業主
- 6、農業、林業、水産業に従事する者
- 7、無職・休職・失業者

問1-5、あなたの世帯についてお伺いします。

- 1、1人
- 2、2人
- 3、3人
- 4、4人
- 5、5人及び以上

問1-6、あなた現在の家庭年収はいくらですか。

- 1、12万円以下
- 2、13～19万円
- 3、20～29万円
- 4、30～39万円
- 5、40万円以上

問1-7、あなたの居住地についてお伺いします。

- 1、東北（遼寧、吉林、黒龍江）
- 2、華北（北京、天津、河北、山西、内モンゴル自治区）
- 3、中南（河南、湖北、湖南、广东、广西、海南）
- 4、華東（上海、江苏、浙江、山东、江西、福建、安徽）
- 5、西南（重庆、四川、云南、贵州、西藏）
- 6、西北（陝西、甘肃、宁夏、青海、新疆）

二、「二酸化炭素の削減方法」について

問2-1、以下の二酸化炭素の削減方法について、あなたはどの程度ご存知ですか。（回答は横の行ごとに1つずつ）

	知らない、聞いたこともない	言葉を聞いたことがある	どちらともいえない	知っている	よく知っていて人に説明できる
太陽光発電					
水力発電					
風力発電					
原子力発電					
バイオマス発電					
新エネルギー車					
二酸化炭素回収・貯留（CCS）					
森林の炭素シンク					

問2-2、以下の二酸化炭素の削減方法について、あなたはどのようなイメージをお持ちですか。

	とても悪いイメージ	ある程度悪いイメージ	どちらともいえない	ある程度良いイメージ	とても良いイメージ
太陽光発電					
水力発電					
風力発電					
原子力発電					
バイオマス発電					
新エネルギー車					
二酸化炭素回収・貯留（CCS）					
森林の炭素シンク					

問2-3、以下の科学技術に関する記述について、あなたはどの程度信じていますか。

(回答は横の行ごとに1つずつ)

	とて も反 対	どちらか といえ ば反 対	どちら とも いえ ない	どちらか といえ ば賛 成	とて も賛 成
新しい科学技術が開発されると環境汚染問題を解決することを信じています。					
科学技術の進歩は、気候変動問題を解決する鍵になることを信じています。					
科学技術の進歩とともに、気候変動問題は解決に近づいていることを信じています。					
科学技術の進歩は私たちの生活をより豊かにすることを信じています。					

次の文章をよく読んでからお答えください。

CCS に関する基本情報

CCS (Carbon Capture and Storage) とは、化石燃料発電所などの大規模な点源から廃棄される二酸化炭素 (CO₂) を回収し、貯蔵場所に輸送し、大気中に放出されないように堆積させるプロセスである。発電所などでの化石燃料の使用により、大気中に大量の CO₂ が放出されるのを防ぐのが目的である。

CCS チェーンは、「二酸化炭素を回収する」「二酸化炭素を輸送する」「排出された二酸化炭素を枯渇した油田・ガス田や深い塩分の帯水層の地下に確実に貯留する」という 3 つの部分から構成されている。

まず、発電や工業プロセスで発生するガスから二酸化炭素を分離する技術として、燃焼前捕捉、燃焼後捕捉、酸素燃焼の 3 つの方法がある。捕獲された二酸化炭素は、適切な貯蔵場所に輸送されなければならない。輸送手段としては、トラック、列車、船、パイプラインなどがある。一般的には、パイプラインが最も経済的な輸送方法である。

その後、二酸化炭素は、通常地表から数キロメートル下に位置する厳選された地質学的岩盤に貯蔵される。現在のところ、主な形態は地中貯留である。この方法では、一般に超臨界状態の二酸化炭素を地下の地層に直接注入する。油田、ガス田、塩水層、採掘不可能な石炭層、塩分を含んだ玄武岩層などが貯蔵場所として提案されている。

出典：百度百科

問 3-1、上記の内容に、「二酸化炭素回収・貯留」技術 (CCS) について現在どの程度理解できているかお答えください。

- 1、まったく理解できなかった
- 2、あまり理解できなかった
- 3、どちらともいえない
- 4、やや理解できた
- 5、よく理解できた

次の文章をよく読んでからお答えください。

成功プロジェクト情報

2022年8月29日、中国石油化工集团公司は、炭素回収・貯留の全産業チェーンの中国最大の実証基地であり、中国初の100万トンCCSプロジェクトである「齊魯石油化学-勝利油田100万トンCCSプロジェクト」が正式にガス注入されたと発表し、これを記念するイベントを開催した。中国のCCS産業は、技術実証～成熟した商業運転の中・後期段階に入り始めている。このプロジェクトでは、年間100万トンの二酸化炭素を削減することができる。これは、約900万本の木を植えることに相当する。このプロジェクトは、「人工的な炭素循環」モデルを構築する上で大きな意義があり、中国におけるCCSプロジェクトの大規模建設に豊富なエンジニアリング経験と技術データを提供し、中国の「ダブルカーボン」目標達成に効果的に貢献する。

「齊魯石油化学-勝利油田100万トンCCSプロジェクト」のパイプラインは、中国初の二酸化炭素を媒体とした長距離危険物化学パイプラインである。パイプラインは淄博市と東營市に設置、齊魯石油化学の1合目から始まり、勝利油田の正里庄油田の生産区域に至る全長114.5km、幹線80km、支線34.5km、主径DN300、設計圧力12MPa、伝送能力170万トン/年である。

「齊魯石油化学-勝利油田100万トンCCSプロジェクト」は、超低透水層の埋蔵量2,500万トン以上を対象とし、合計73本の圧入井が配備されている。15年間で合計1,000万トン以上を圧入し、約300万トンの原油を追加、回収率を12ポイント以上向上させることが期待される。

第14次5カ年計画期間中、中国石油化工集团公司は、勝利発電所、南化公司およびその他の企業から発生する二酸化炭素に依存し、勝利油田、華東油田および江蘇油田にさらに2つの100万トン級CCS実証基地を建設し、CCSの産業化を実現するとともに、中国によるカーボンニュートラル・パーキングという目標に幅広い展望を開くことに努めている。

出典：中国国家能源局

問4-1、上記の内容に、「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）について現在どの程度理解できているかお答えください。

- 1、まったく理解できなかった
- 2、あまり理解できなかった
- 3、どちらともいえない
- 4、やや理解できた
- 5、よく理解できた

問4-2、上記の内容に、「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）について、あなたはどのようなイメージをお持ちですか。

- 1、とても悪いイメージ
- 2、ある程度悪いイメージ
- 3、どちらともいえない
- 4、ある程度良いイメージ
- 5、とても良いイメージ

問5-1、CCSの導入は、火力発電による大気汚染を緩和することにつながると思われますか。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、そう思う

問5-2、CCSの導入の発展は資源の枯渇を緩和することにつながると思われますか。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問5-3、石炭火力発電の割合が高く、国内の霧霾が深刻なため、「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）を受け入れるべきと思えますか。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問5-4、中国はすでに世界最大の二酸化炭素排出国である。地球温暖化に対処し、排出削減の国際公約を達成するために、この問題を改善できる「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）を受け入れるべきである。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問6-1、私は、「長距離輸送するとCO₂が漏れないか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問6-2、私は、「貯留されたCO₂が岩石層を通過して地表に拡散することか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問6-3、私は、「貯留された CO2 による地震発生の可能性があるか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問6-4、私は、「CCS 技術の導入に多額の費用がかかることか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-1、私は、「CCS の導入は、地域雇用機会が増えていく」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-2、私は、「CCS の導入は電気料金が安くなると思っています。」

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-3、私は、「CCS の導入は地域の空気質向上につながると思っています。」

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-4、私は、「CCS の導入は公共施設整備で利便性向上につながると思っています。」

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問8-1、あなたのご自宅の近所にある既存の発電所や計画中の発電所に、二酸化炭素回収・貯留装置（CCS）を組み込むことと仮定した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問8-2、あなたのご自宅の近所に二酸化炭素のパイプラインを設置した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問8-3、あなたのご自宅の近所に二酸化炭素の貯留施設を設置した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問9、今後の中国における「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）の導入の方向性について、あなたのお考えに近いものをお答えください。

- 1、全く導入すべきでない
- 2、あまり導入すべきでない
- 3、どちらともいえない
- 4、できれば導入すべき
- 5、積極的に導入すべき

新興エネルギー技術（CCS）に対する社会の受容性のアンケート調査（リスク情報群）

1. 個人情報について

問1-1、あなたの性別についてお伺いします。

- 1、男
- 2、女

問1-2、あなたの年齢はいくつですか。

- 1、18～29歳
- 2、30～39歳
- 3、40～49歳
- 4、50～59歳
- 5、60歳以上

問1-3、あなたの最終学歴についてお伺いします。

- 1、中学校及び以下
- 2、高等学校
- 3、高等専門学校
- 4、短期大学
- 5、大学
- 6、大学院及び以上

問1-4、あなたの職業はなんですか。

- 1、学生
- 2、政府機関公務員
- 3、専門職・技術職（教師、医師など）
- 4、企業/会社の従業員
- 5、個人事業主
- 6、農業、林業、水産業に従事する者
- 7、無職・休職・失業者

問1-5、あなたの世帯についてお伺いします。

- 1、1人
- 2、2人
- 3、3人
- 4、4人
- 5、5人及び以上

問1-6、あなた現在の家庭年収はいくらですか。

- 1、12万円以下
- 2、13～19万円
- 3、20～29万円
- 4、30～39万円
- 5、40万円以上

問1-7、 あなたの居住地についてお伺いします。

- 1、東北（遼寧、吉林、黒龍江）
- 2、華北（北京、天津、河北、山西、内モンゴル自治区）
- 3、中南（河南、湖北、湖南、广东、广西、海南）
- 4、華東（上海、江苏、浙江、山东、江西、福建、安徽）
- 5、西南（重庆、四川、云南、贵州、西藏）
- 6、西北（陝西、甘肃、宁夏、青海、新疆）

二、「二酸化炭素の削減方法」について

問2-1、 以下の二酸化炭素の削減方法について、あなたはどの程度ご存知ですか。（回答は横の行ごとに1つずつ）

	知らない、聞いたこともない	言葉を聞いたことがある	どちらともいえない	知っている	よく知っていて人に説明できる
太陽光発電					
水力発電					
風力発電					
原子力発電					
バイオマス発電					
新エネルギー車					
二酸化炭素回収・貯留 (CCS)					
森林の炭素シンク					

問2-2、 以下の二酸化炭素の削減方法について、あなたはどのようなイメージをお持ちですか。

	とても悪いイメージ	ある程度悪いイメージ	どちらともいえない	ある程度良いイメージ	とても良いイメージ
太陽光発電					
水力発電					
風力発電					
原子力発電					
バイオマス発電					
新エネルギー車					
二酸化炭素回収・貯留 (CCS)					
森林の炭素シンク					

問 2-3、 以下の科学技術に関する記述について、あなたはどの程度信じていますか。
 (回答は横の行ごとに1つずつ)

	とて も反 対	どちらか と い え ば 反 対	どちらと も い え な い	どちらか と い え ば 賛 成	とて も 賛 成
新しい科学技術が開発されると環境汚染問題を解決することを信じています。					
科学技術の進歩は、気候変動問題を解決する鍵になることを信じています。					
科学技術の進歩とともに、気候変動問題は解決に近づいていることを信じています。					
科学技術の進歩は私たちの生活をより豊かにすることを信じています。					

次の文章をよく読んでからお答えください。

CCS に関する基本情報

CCS (Carbon Capture and Storage) とは、化石燃料発電所などの大規模な点源から廃棄される二酸化炭素 (CO₂) を回収し、貯蔵場所に輸送し、大気中に放出されないように堆積させるプロセスである。発電所などでの化石燃料の使用により、大気中に大量の CO₂ が放出されるのを防ぐのが目的である。

CCS チェーンは、「二酸化炭素を回収する」「二酸化炭素を輸送する」「排出された二酸化炭素を枯渇した油田・ガス田や深い塩分の帯水層の地下に確実に貯留する」という 3 つの部分から構成されている。

まず、発電や工業プロセスで発生するガスから二酸化炭素を分離する技術として、燃焼前捕捉、燃焼後捕捉、酸素燃焼の 3 つの方法がある。捕獲された二酸化炭素は、適切な貯蔵場所に輸送されなければならない。輸送手段としては、トラック、列車、船、パイプラインなどがある。一般的には、パイプラインが最も経済的な輸送方法である。

その後、二酸化炭素は、通常地表から数キロメートル下に位置する厳選された地質学的岩盤に貯蔵される。現在のところ、主な形態は地中貯留である。この方法では、一般に超臨界状態の二酸化炭素を地下の地層に直接注入する。油田、ガス田、塩水層、採掘不可能な石炭層、塩分を含んだ玄武岩層などが貯蔵場所として提案されている。

出典：百度百科

問 3-1、上記の内容に、「二酸化炭素回収・貯留」技術 (CCS) について現在どの程度理解できているかお答えください。

- 1、まったく理解できなかった
- 2、あまり理解できなかった
- 3、どちらともいえない
- 4、やや理解できた
- 5、よく理解できた

次の文章をよく読んでからお答えください。

リスク情報

スタンフォード大学の Mark Zoback 教授と Steven Gorelick 教授が今週、米国科学アカデミー紀要に発表した論文（「Perspective」）は、気候緩和技術としての炭素回収・貯留（CCS）の実行可能性に疑問を呈しています。また、エネルギー技術による地震発生の可能性に関する包括的な報告書も、今週、米国学術会議（NRC）により発表された。

報告書では、水圧破砕によって有感地震が引き起こされる可能性は比較的小さいが、深層注入水圧破砕や他のエネルギー技術（炭素回収貯留など）からの排水によって地震が引き起こされるリスクは比較的高いとしている。地震を誘発する最も直接的な要因は、地下への流体の注入または抽出の全体的なバランスである。石油・ガス開発、CCS、地熱エネルギー生産は、いずれも流体の注入と抽出を伴うものであり、これらはすべて有感地震を誘発する可能性がある。

大陸内部に脆い岩石に大量の CO₂ を注入することは、地震を誘発する可能性が高い。また、小規模から中規模の地震であっても、CO₂ 貯留層シールの完全性を脅かす可能性があり、この点からも CCS の大規模な導入は、温室効果ガス排出を大きく削減しないハイリスクな戦略である可能性がある。

また、炭素回収・貯留（CCS）は、地下に大量の流体を長期間にわたって注入するため、地震を誘発する可能性があるとして指摘している。しかし、現在、大規模なプロジェクトが行われていないため、実際のリスク評価は難しく、大規模な CCS プロジェクトが地震を誘発する可能性については、継続的な研究が必要である。

米国の NGO、自然資源保護協議会

問 4-1、上記の内容に、「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）について現在どの程度理解できているかお答えください。

- 1、まったく理解できなかった
- 2、あまり理解できなかった
- 3、どちらともいえない
- 4、やや理解できた
- 5、よく理解できた

問 4-2、上記の内容に、「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）について、あなたはどのようなイメージをお持ちですか。

- 1、とても悪いイメージ
- 2、ある程度悪いイメージ
- 3、どちらともいえない
- 4、ある程度良いイメージ
- 5、とても良いイメージ

問 5-1、CCS の導入は、火力発電による大気汚染を緩和することにつながるとお考えですか。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、そう思う

問5-2、CCSの導入の発展は資源の枯渇を緩和することにつながると思われますか。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問5-3、石炭火力発電の割合が高く、国内の霧霾が深刻なため、「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）を受け入れるべきと思いますか。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問5-4、中国はすでに世界最大の二酸化炭素排出国である。地球温暖化に対処し、排出削減の国際公約を達成するために、この問題を改善できる「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）を受け入れるべきである。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問6-1、私は、「長距離輸送するとCO₂が漏れないか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問6-2、私は、「貯留されたCO₂が岩石層を通過して地表に拡散することか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問6-3、私は、「貯留されたCO₂による地震発生の可能性があるか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問6-4、私は、「CCS 技術の導入に多額の費用がかかることか心配」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-1、私は、「CCS の導入は、地域雇用機会が増えていく」と思っています。

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-2、私は、「CCS の導入は電気料金が安くなると思っています。」

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-3、私は、「CCS の導入は地域の空気質向上につながると思っています。」

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問7-4、私は、「CCS の導入は公共施設整備で利便性向上につながると思っています。」

- 1、そう思わない
- 2、あまりそう思わない
- 3、どちらともいえない
- 4、ややそう思う
- 5、強くそう思う

問8-1、あなたのご自宅の近所にある既存の発電所や計画中の発電所に、二酸化炭素回収・貯留装置（CCS）を組み込むことと仮定した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問8-2、あなたのご自宅の近所に二酸化炭素のパイプラインを設置した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問8-3、あなたのご自宅の近所に二酸化炭素の貯留施設を設置した場合について、お考え近いものをお選びください。

- 1、とても反対
- 2、どちらかといえば反対
- 3、どちらともいえない
- 4、どちらかといえば賛成
- 5、とても賛成

問9、今後の中国における「二酸化炭素回収・貯留」技術（CCS）の導入の方向性について、あなたのお考えに近いものをお答えください。

- 1、全く導入すべきでない
- 2、あまり導入すべきでない
- 3、どちらともいえない
- 4、できれば導入すべき
- 5、積極的に導入すべき

謝 辞

この博士論文を完成させるにあたり、多くの方々に支えられ、助けられました。この場を借りて、深く感謝の意を表明したいと思います。

まず始めに、指導教員である二渡了教授、加藤尊秋教授に心からの感謝を申し上げます。加藤尊秋教授の専念した指導と豊富な知識により、私の研究は着実に進展しました。また、絶え間ない励ましと理解により、論文執筆の苦しい時期も乗り越えることができました。感謝の気持ちで一杯です。

次に、研究室の仲間たちに感謝の意を捧げたいと思います。日常の議論や協力の中で、新たなアイデアや視点を得ることができ、充実した研究生活を送ることができました。

また、本研究の一部である忍野村の地下水調査に多大なご協力を賜りました陀安一郎先生、西村武司先生、藤吉麗様に感謝申し上げます。忍野村データをいただきました総合地球環境学研究所、ご回答いただきました忍野村の皆様、多大なご協力を賜りました忍野村役場の皆様にも感謝いたします。

さらに、私の家族に心からの感謝を述べたいと思います。彼らの支えと理解がなければ、私の研究生活は成り立ちませんでした。特に、両親には感謝の気持ちでいっぱいです。彼らの温かいサポートがあつてこそ、私はここまで研究に専念することができました。

最後に、この論文の執筆にあたり、多くの方々に助けられましたが、一人一人に感謝の意を表すことは難しいです。お力添えいただいたすべての皆様に心からの感謝を申し上げます。本当にありがとうございました。

この論文は多くの方々のご支援のもとに完成しました。これからも恩師やご協力いただいた皆様に報いるべく、更なる研究への挑戦を続けていきたいと考えております。心より感謝申し上げます。