

技術的要因からみた高レベル放射性廃棄物 地層処分の社会的合意に向けた課題

Issues for social consensus on geological
disposal of HLW from the technical aspects

シンポジウム f

「バックエンド問題の社会的合意はなぜ難しいのか：
技術的安全性と社会的安全性から考える」

令和2年9月20日（日）

日本大学 竹内真司

バックエンド問題の社会的合意はなぜ難しいのか？
➔地層処分事業が進まない技術的要因は？

●技術的要因の詳細を積算プロット図を用いて検討

➤地層処分政策の選好 v.s. 技術的要因

✓政策選好と技術的要因の関係

➤地層処分の安全性 v.s. 技術的要因

✓安全性をどう捉えているか？



地層処分事業が進まない要因を検討

結論

- 地層処分政策や技術的要因について、当初から否定的な市民の存在
 - 地層処分政策に肯定的な市民においても
 - 地下深部での地下水や放射性物質の挙動
 - 超長期の将来予測の結果
- など、直接確認することができない事象を懸念

分析の内容

社会的受容性4要因

技術的要因

安全性
技術の確立

制度的要因

手続き的正統性

市場的要因

経済的合理性

地域的要因

地域間公平性
技術的・制度的・
市場の受容性

HLW処分の社会的受容性関連項目

信頼

世代間公平性

原子力政策

● 地層処分の政策選好

V.S.

● 技術的要因

- 地層処分の安全性
- 処分技術の確立
- 中間貯蔵の安全性
- 超長期の安全性
- 地質環境の安定性
- 地下水の安全性



● 地層処分の安全性

V.S.

● その他の技術的要因

アンケート内容の詳細

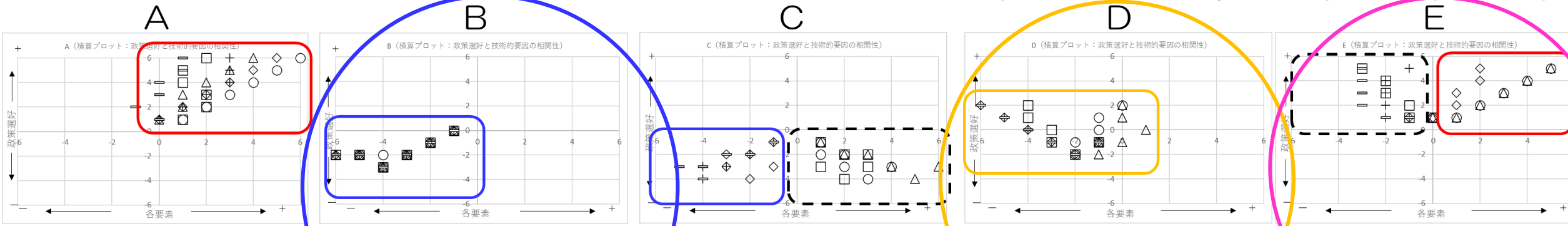
●技術的要因

- 地層処分の安全性：HLWの地層処分は安全だと思いますか？
- 処分技術の確立：地層処分に必要な科学技術は確立していると思いますか？
- 中間貯蔵の安全性：HLWの中間貯蔵（乾式地上保管）は安全だと思いますか？
- 超長期の安全性：数万年から数十万年におよぶ地層処分の安全性評価は信頼できると思いますか？
- 地質環境の安定性：4つのプレートがひしめき合う変動帯の日本で地層処分は可能だと思いますか？
- 地下水の安全性：地層処分の後に地下水により放射性物質が地表へ運ばれても自然環境や生活環境には大きな影響はないと思いますか？

積算プロット図（選好×技術）

○地層処分安全性 ▲地層処分技術の確立 □中間貯蔵の安全性

◇超長期の安全性 +地質環境の安定性 -地下水の安全性



第一象限に分布

- 政策選好：肯定
- 技術的要因：肯定

第三象限に分布

- 政策選好：否定
- 技術的要因：否定

第三、第四象限に分布

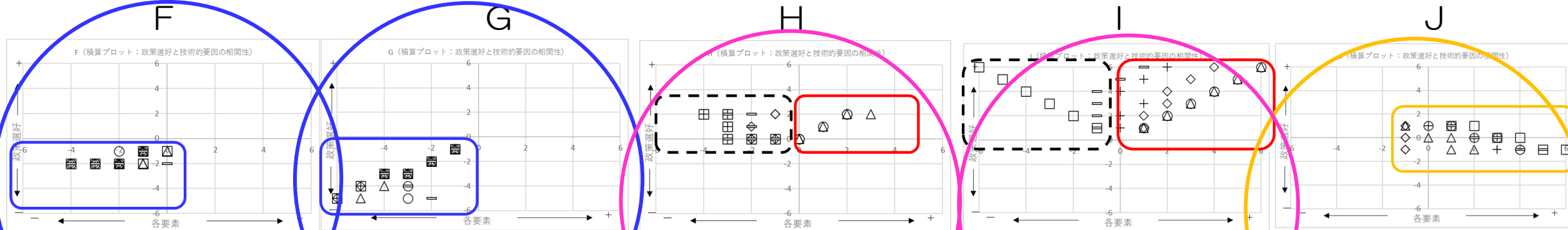
- 政策選好：否定
- 技術的要因：肯定＋否定（超長期、地質環境、地下水）

第二、第三象限に分布

- 政策選好：否定→肯定
- 技術的要因：否定

第一、第二象限に分布

- 政策選好：肯定
- 技術的要因：肯定＋否定（中間貯蔵、地質環境、地下水）



第三象限に分布

- 政策選好：否定
- 技術的要因：否定

第三象限に分布

- 政策選好：否定
- 技術的要因：否定

第一、第二象限に分布

- 政策選好：肯定
- 技術的要因：肯定＋否定（中間貯蔵、地質環境、超長期、地下水）

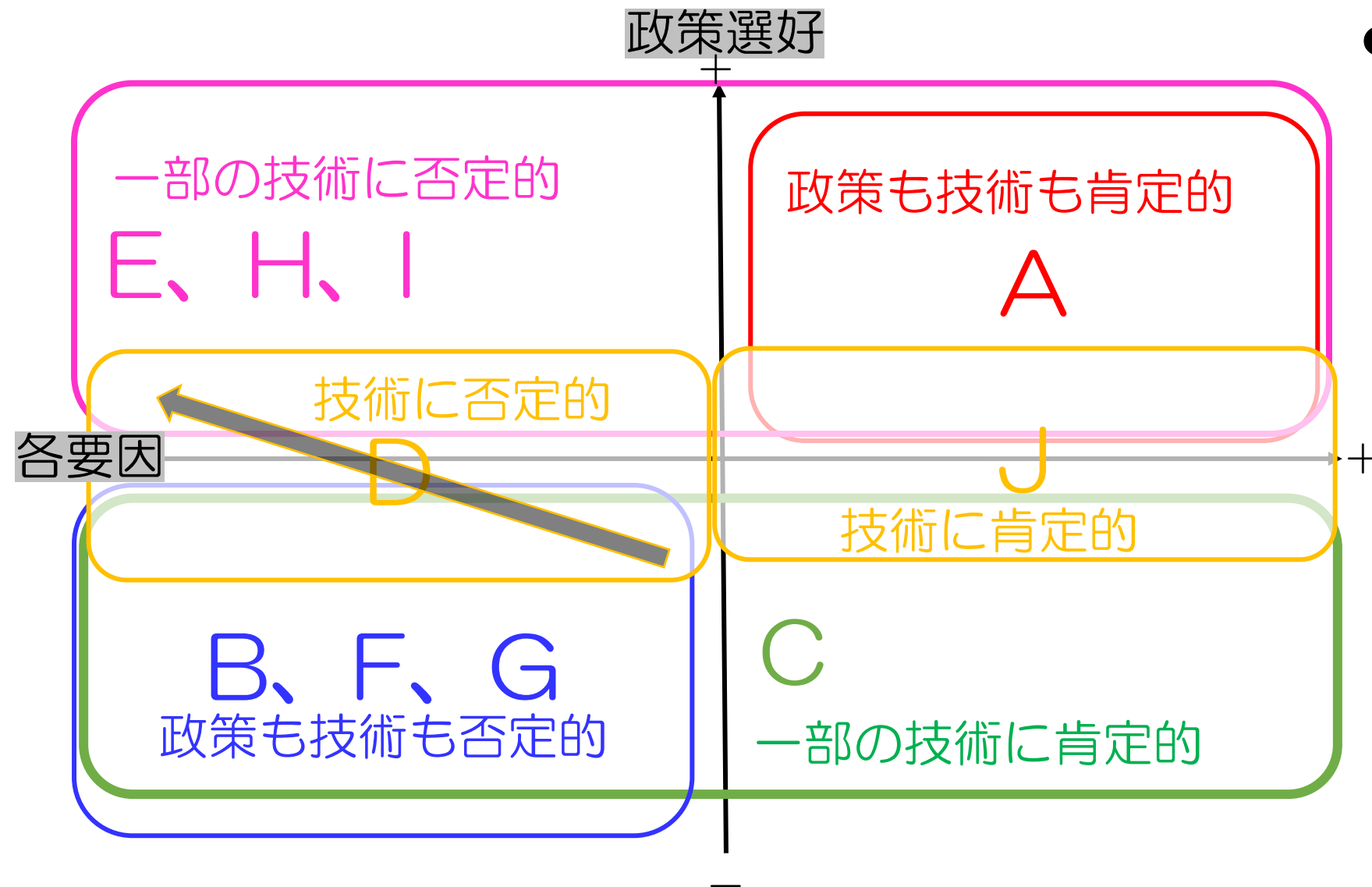
第一、第二象限に分布

- 政策選好：肯定
- 技術的要因：肯定＋否定（中間貯蔵、地下水）

第一、第四象限に分布

- 政策選好：肯定→否定
- 技術的要因：肯定

積算プロットに基づくグループ化（まとめ）



- 技術的要因に否定的な見解を有する市民（**A**、**J**以外）の合意が重要
 - 政策選好、技術とも否定的な**B**、**F**、**G**
 - 政策選好に否定的だが、一部の技術に肯定的な**C**
 - 政策選好が肯定に変化した**D**（技術には否定的）
 - 政策選好に肯定的だが、一部の技術に否定的な**E**、**H**、**I**

地層処分の安全性と技術的要因の関係

- 政策選好に肯定的だが、一部の技術に否定的な市民（E、H、I）
- 政策選好に否定的だが、一部の技術に肯定的な市民（C）



- 市民は「地層処分の安全性」をどう捉えているのか？
- 多くの市民は当初から意見を変えない傾向
（政策選好 V.S. 技術的要因の関係）
 - ➔積算プロット図の適用可能性
- 「地層処分の安全性」とその他の技術的要因の関係を検討

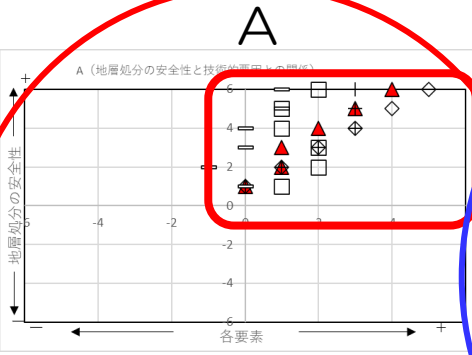
アンケート内容の詳細

●技術的要因

- 地層処分の安全性：HLWの地層処分は安全だと思いますか？
- 処分技術の確立：地層処分に必要な科学技術は確立していると思いますか？
- 中間貯蔵の安全性：HLWの中間貯蔵（乾式地上保管）は安全だと思いますか？
- 超長期の安全性：数万年から数十万年におよぶ地層処分の安全性評価は信頼できると思いますか？
- 地質環境の安定性：4つのプレートがひしめき合う変動帯の日本で地層処分は可能だと思いますか？
- 地下水の安全性：地層処分の後に地下水により放射性物質が地表へ運ばれても自然環境や生活環境には大きな影響はないと思いますか？

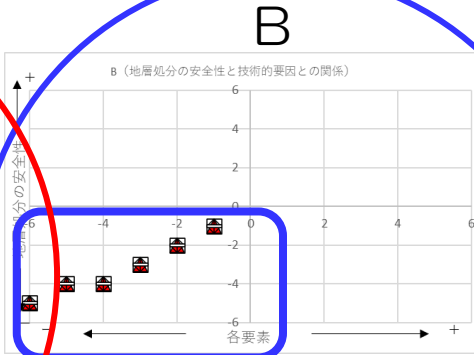
地層処分の安全性と技術的要因の関係

- ▲ 地層処分技術の確立
- ◇ 超長期の安全性
- 地下水の安全性
- 中間貯蔵の安全性
- + 地質環境の安定性



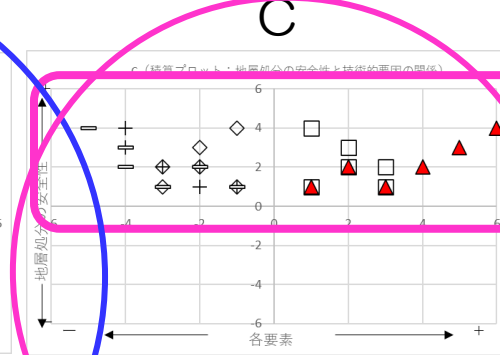
第一象限に分布

- 処分の安全性：肯定
- 技術的要因：肯定



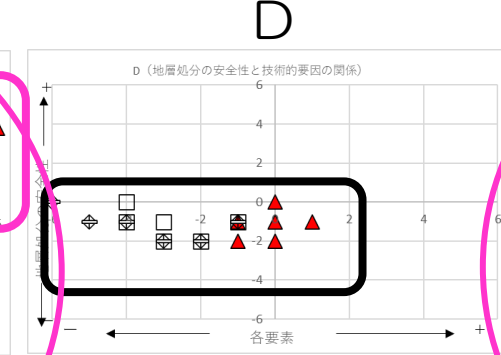
第三象限に分布

- 処分の安全性：否定
- 技術的要因：否定



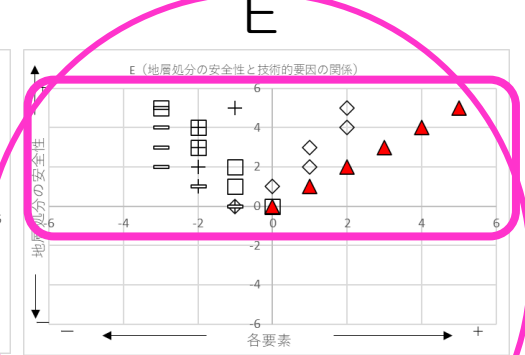
第一、第二象限に分布

- 処分の安全性：肯定
- 技術的要因：肯定+否定



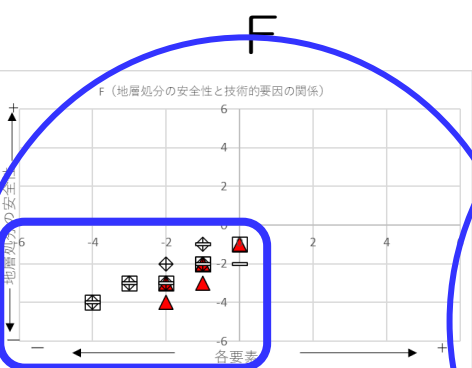
第三象限に分布

- 処分の安全性：否定→肯定
- 技術的要因：否定



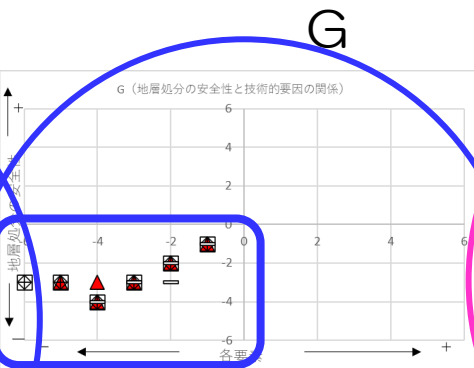
第一、第二象限に分布

- 処分の安全性：肯定
- 技術的要因：肯定+否定



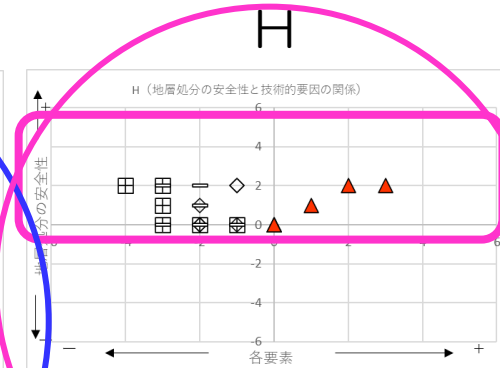
第三象限に分布

- 処分の安全性：否定
- 技術的要因：否定



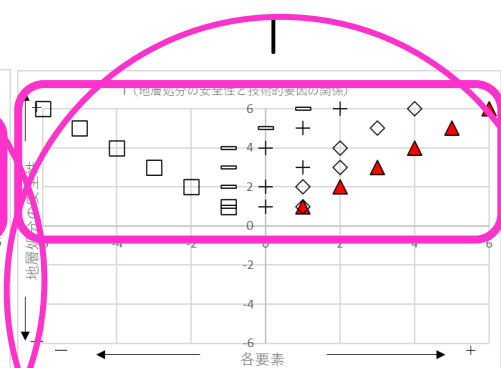
第三象限に分布

- 処分の安全性：否定
- 技術的要因：否定



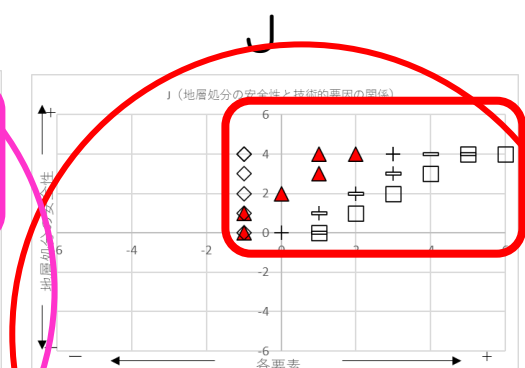
第一、第二象限に分布

- 処分の安全性：肯定
- 技術的要因：肯定+否定



第一、第二象限に分布

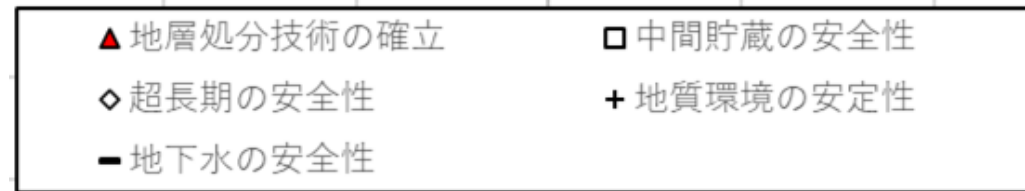
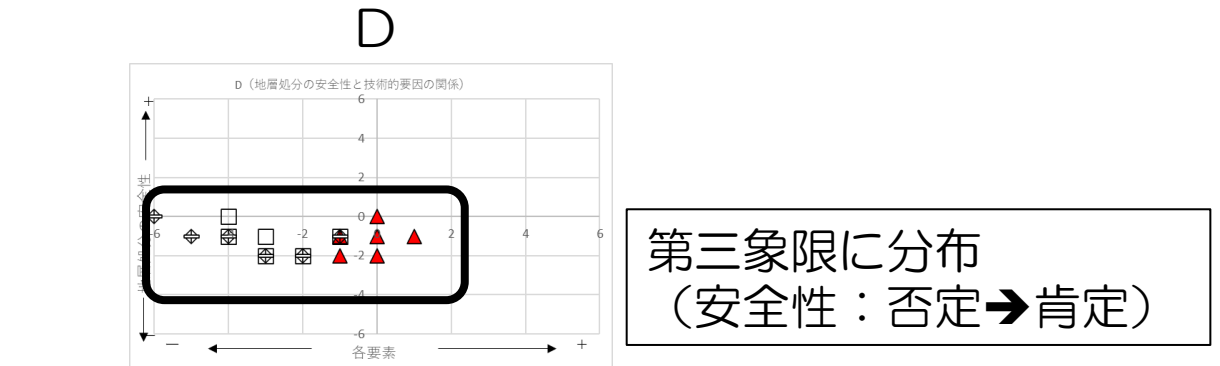
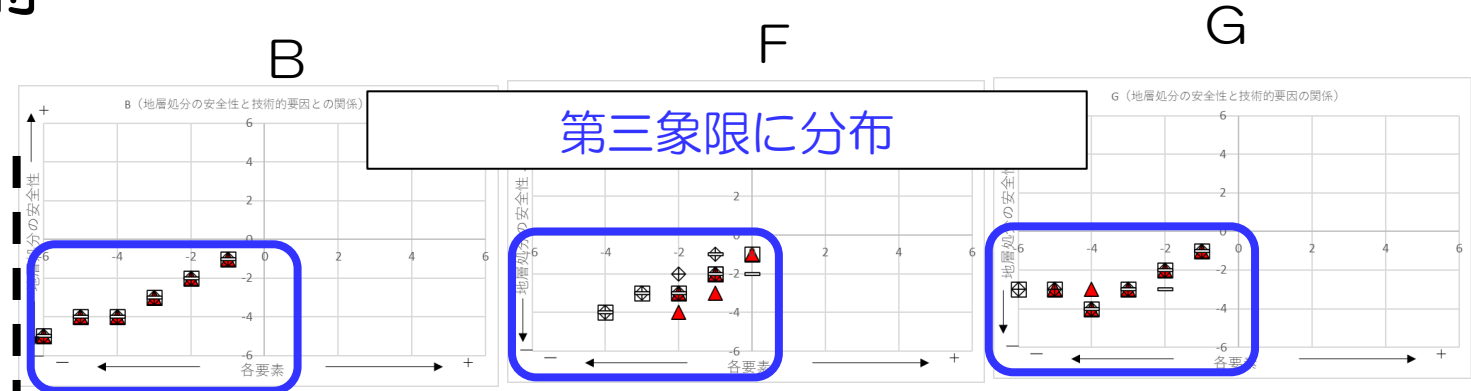
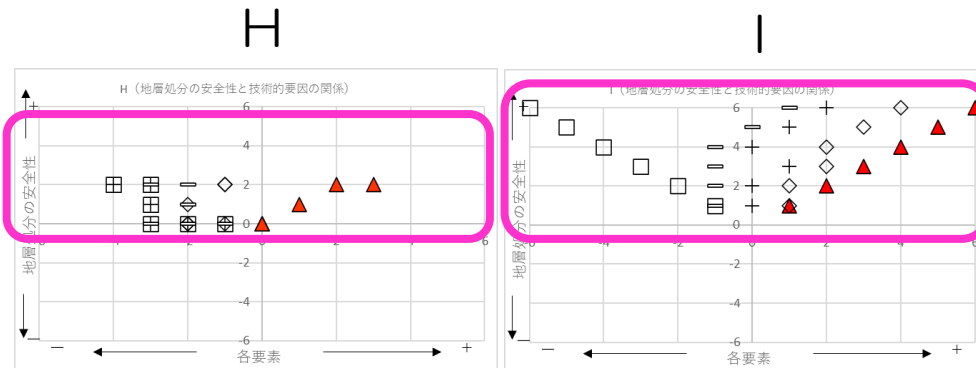
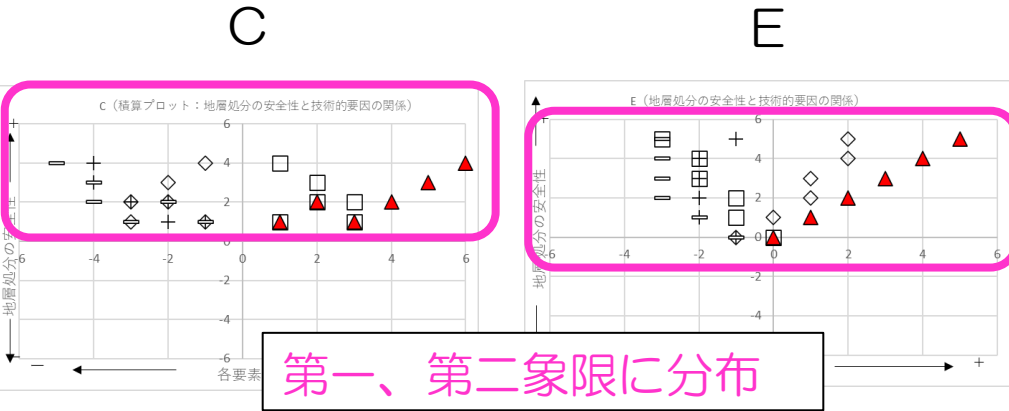
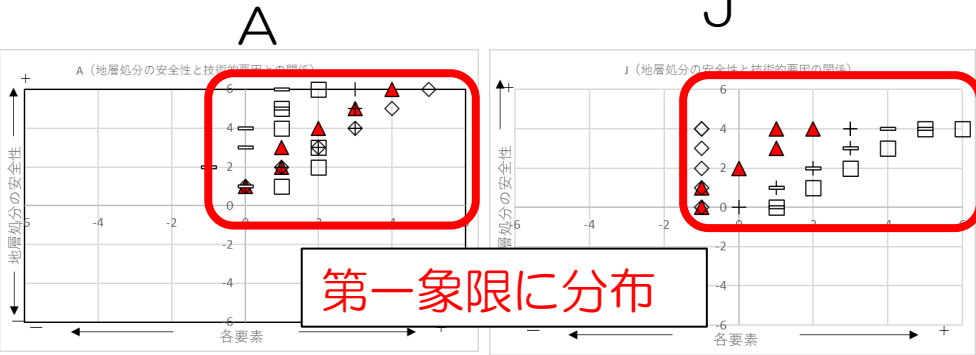
- 処分の安全性：肯定
- 技術的要因：肯定+否定



第一象限に分布

- 処分の安全性：肯定
- 技術的要因：肯定

地層処分の安全性と技術



- 多くの市民は当初から考え方を変えていない傾向
- 安全性に肯定的 $\propto$ 処分技術の確立に肯定的
- 安全性に否定的 $\propto$ 全ての技術的要因に否定的

地層処分の安全性との関係（総括表）

	地層処分の安全性にPositiveな市民						地層処分の安全性にNegativeな市民			
	A	C	E	H	I	J	B	D	F	G
処分技術	P	P	P	P	P	P	N	?	N	N
中間貯蔵	P	P	N	N	N	P	N	N	N	N
超長期	P	N	P	N	P	N	N	N	N	N
地質環境	P	N	N	N	P	P	N	N	N	N
地下水	?	N	N	N	?	N	N	N	N	N
	P：肯定的		N：否定的		？：肯定・否定の判断がつきにくい					

- 地層処分の安全性に肯定的な市民
 - 全ての市民が処分技術の確立を肯定的
 - 地下水による漏洩については否定的
 - その他の項目は個人によって異なる
- 地層処分の安全性に否定的な市民
 - ほぼ全ての技術的要因に否定的

地層処分の安全性

||

地層処分技術の確立

地層処分の安全性=地層処分技術の確立！？

- 「地層処分技術の確立」をどう捉えているか？

- 安全確保の仕組み（閉じ込めと隔離の考え方）

- 工学的な技術（人工バリアや処分場を作る技術）

- ➔概念的に理解可能

- 地下深部での地下水・放射性核種の動き、遠い将来の放射性核種の影響

- ➔概念的にも理解が困難（予測通りになるのか？）

技術的要因から見た社会的合意に向けた課題 (まとめ)

- 「地下深部での挙動」や「将来予測の結果」などの**直接確認することができない事象**に対する懸念



- 地下深部の状態や変化を適切に可視化する方法の開発
- 安全評価の方法や結果の提示方法の見直し

今後の課題

- アンケート結果に基づく個別インタビュー
 - 3回の市民会議の過程での考え方の変化 など
- 技術的要因と組織への信頼の関連
- 地層処分政策の選好と技術的要因に否定的な市民への不安要素解消策の検討と実践

付記

本研究成果は以下の助成を得て実施されたものである。

- 三菱総合研究所「平成30年度・31年度地層処分に係る社会的側面に関する研究」「研究件名：高レベル放射性廃棄物（HLW）の地層 処分をめぐる社会的受容性と可逆性」
（研究代表者・松岡俊二, 2018年12月～2019年7月）
- 科研・基盤研究（B）「可逆性アプローチによる 高レベル放射性廃棄物（HLW）管理政策と世代間公平性」
（研究代表者・松岡俊二, 2019～2021年度）

自然が生んだ丸い岩石

球状コンクリーション

- 主に炭酸カルシウムでできた球状の岩石
- かつて海だった世界各地の地層に存在
- 中に化石が良好な状態で入っている
- 直径は数mm～数m

内部にある化石の例



アンモナイト



カニ

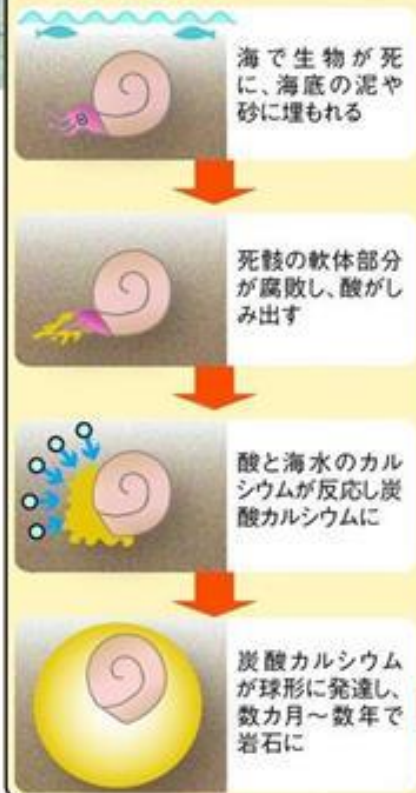


ツノガイ



ニュージーランドの海岸近くの地層から掘り出したコンクリーション

解明された形成過程



火星でも発見



表面が鉄で覆われたコンクリーション。生命が作った可能性も

期待される社会への応用



地下のトンネルなどの構造物を、コンクリーションの仕組みを利用して低コストで建設



人の背丈ほどのものも

超長期の物質保存の例 コンクリーション

- 生物の有機炭素成分と、堆積物中の間隙水に含まれる海水由来のカルシウムイオンとの急速な沈殿反応
- 死後、数週間～数年で形成
- 極めて硬い
- 我が国でも各地で産出

ご清聴、ありがとうございました。

m(_ _)m

産