

国内における地球環境課題に関する トランスディシプリナリー研究の動向調査

「JSTにおけるベルмонт・フォーラムCRA 関連研究の実施状況調査」
- 地球規模課題研究に関わる日本の強みや課題等の可視化 -

2021年3月



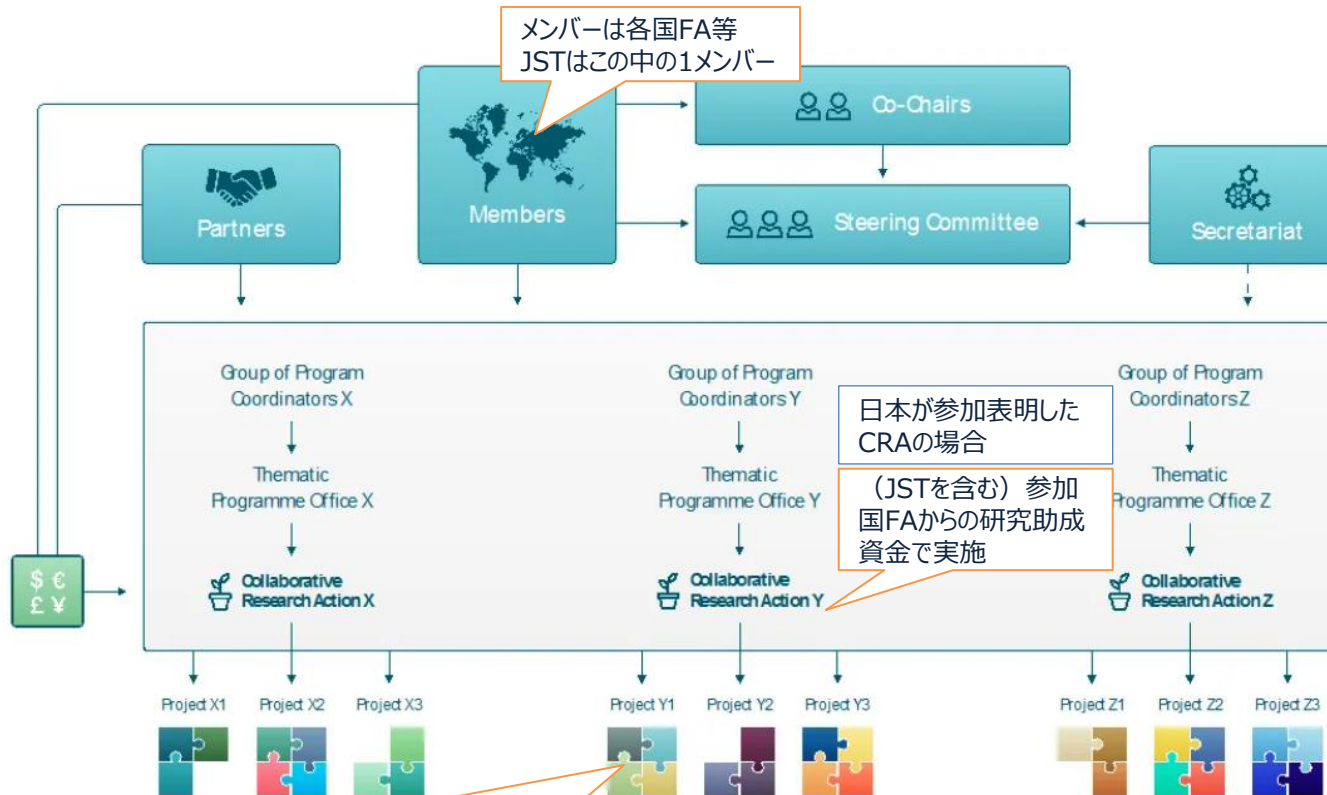
公益財団法人

未来工学研究所

INSTITUTE FOR FUTURE ENGINEERING

- ・ 主要先進国の研究助成機関（FA）及び国際的な科学評議会の連合体。フューチャー・アース事業と連動
- ・ 地球環境研究に関する研究助成を実施しており、日本からは文科省とJSTが参加
- ・ 毎年、国際共同研究（Collaborative Research Action : CRA）のテーマを設定
- ・ 各CRAに参加を表明する3か国以上による国際共同研究として公募を実施

BFにおけるCRA実施の体制



国内研究機関所属の研究者が含まれる提案が採択されれば、国際共同研究プロジェクトとして、日本の研究の「強み」を発揮することが可能

地球規模課題研究に関わる日本の強みや課題等の可視化の概要

地球規模課題（環境関連分野）の全体像を、**課題間の関連性の中で俯瞰した見取図**を作成

- 課題の網羅性の高い**戦略的研究アジェンダ（JSRA）の10テーマ**（P4。同報告書「RISTEX におけるフューチャー・アースの各活動に基づくTD研究の振り返り調査」参照）、**ベルмонт・チャレンジ**（P5）、既存の**CRAのテーマ**（P6）を関連づけ整理
→ 4つの課題クラスターを特定（P7）

日本が比較優位性を持つ研究領域（ドメイン）をエビデンスベースで可視化

- **第11回科学技術予測調査（デルファイ調査）**（P8）を使用
- 地球規模課題と親和性の高い科学技術トピックを抽出し、それらを重要度と国際競争力の2軸からなる俯瞰図にプロット（P9）
- 以下の俯瞰図を作成
 - 様々な地球規模課題を横断的に見るための、テーマ横断的な全体俯瞰図：
 - JSRAの10テーマ版（P10）
 - ベルмонт・チャレンジ版（P11）
 - テーマ別俯瞰図（JSRAの各テーマを使用、P7で示した4クラスター順に整理）（P12 ～20）

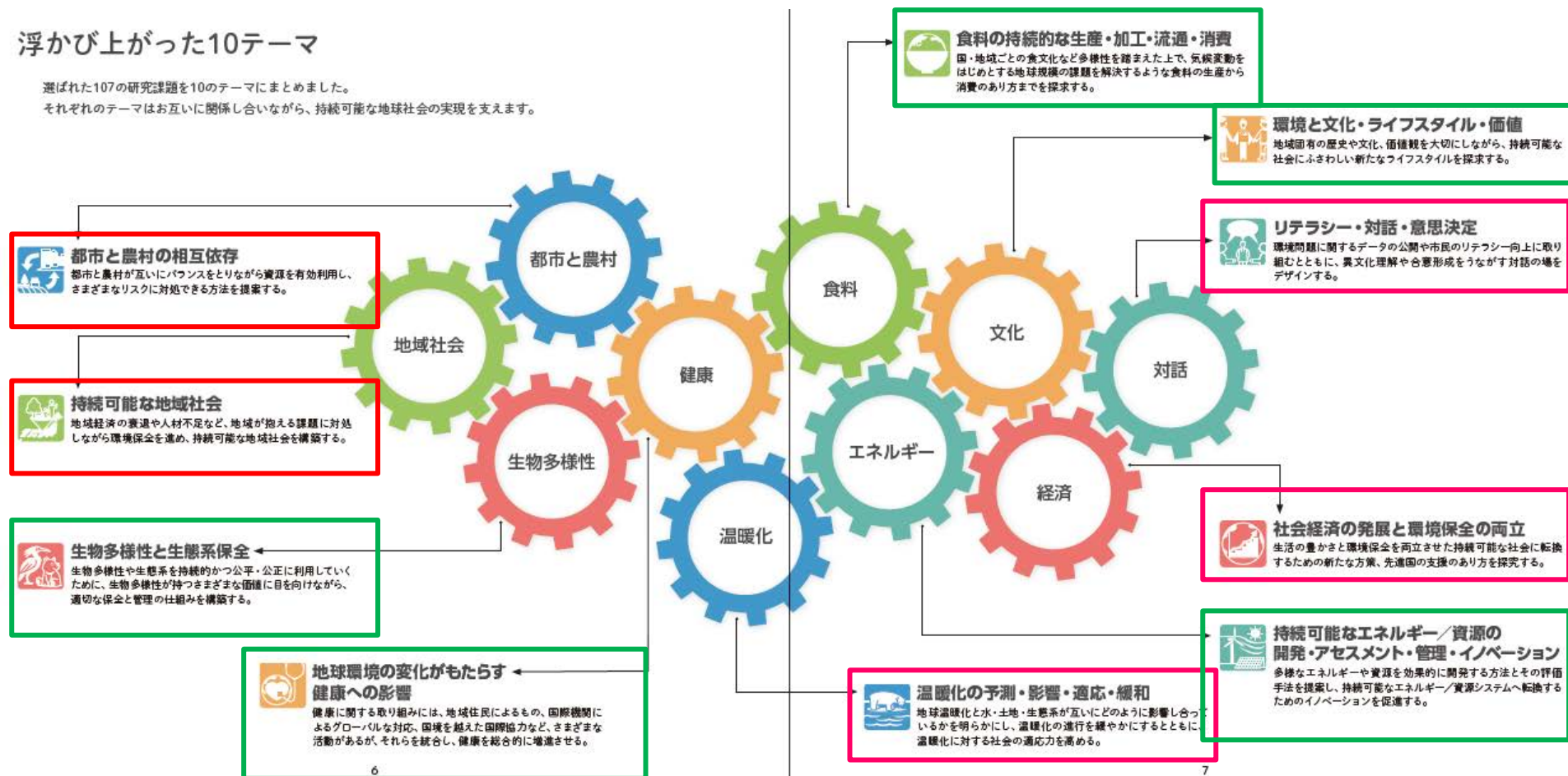
日本における戦略的研究アジェンダ（JSRA）：わたしたちがえがく地球の未来

—持続可能な地球社会に向けた優先研究課題—（総合地球環境学研究所）

浮かび上がった10テーマ

選ばれた107の研究課題を10のテーマにまとめました。

それぞれのテーマはお互いに関係し合いながら、持続可能な地球社会の実現を支えます。



6

7

ベルmont・チャレンジ

- 「ベルmont・チャレンジ：持続可能性のためのグローバルな環境研究ミッション」＝重要な指針
- この中で優先的取り組み事項として、以下の8つの観点が挙げられている

	重視する観点	略称
1	高度な観測システム、およびユーザーへの強化された環境情報サービスプロバイダーを通じた、環境の状態に関する情報	環境状態に関する情報のモニタリング
2	地域および10年ごとの分析と予測による、リスクやインパクト、脆弱性の評価	リスク、影響及び脆弱性のアセスメント
3	低炭素社会へと導くとともに、排出削減や持続可能な開発に関する国際的および国内的な取組をどのように実施するのが最善かを検討することに資する政策評価	低炭素社会化や持続可能な開発の実現に向けた国際及び国の取組促進に資する政策の評価
4	発展途上国と先進国のさまざまなニーズを考慮した、世界の幸福を促進する代替案の分析	発展途上国と先進国の調和的発展方策
5	土地や水、エネルギーといった天然資源を持続可能かつ効率的な方法で最適に利用および回復する方策に関する研究：地球規模のテレコネクションを考慮するとともに、強力な環境保護を主流化しながら、製品の持続可能な生産に焦点をあてる	天然資源の持続的・効率的利用及び回復：地球規模のテレコネクション下における持続可能な製品開発と強力な環境保護の主流化
6	地球の生物多様性と絶滅寸前の生態系の保全	生物多様性と生態系保全
7	グローバルな都市化とより持続可能な都市への道を管理するための選択肢の検討	持続可能な都市化
8	相互依存性に対処し、必要な資源を集めるための、グローバルな統合および調整メカニズムの分析	持続可能なグローバル・ガバナンスと調整

CRAのテーマと日本の参加状況

	テーマ	略称	日本参加
1	海岸線の脆弱性	Coastal 2012	○
2	水の安全保障	Freshwater 2012	○
3	食料安全保障と土地利用の変化	Food 2013	○
4	持続可能性のための北極観測と研究	Arctic I 2014	○
5	生物多様性と生態系サービスのシナリオ	Biodiversity I 2014	○
6	気候予測可能性と地域間連関	Climate 2015	○
7	山岳地帯：変化の歩哨としての山々	Mountains 2015	
8	持続可能な社会に向けた転換	T2S 2016	○
9	食料－水－エネルギーのネクサス／持続可能な都市化に向けた国際イニシアチブ（SUGI）	Nexus 2016	○
10	生物多様性 II: 生物多様性と生態系サービスのシナリオII	Biodiversity II 2017	
11	環境変化における国境を越えた、学際的、超学際的なデータ利用の強化のための科学主導によるe-インフラストラクチャーのイノベーション	SEI 2018	○
12	海洋の持続可能性のための超学際研究	Oceans 2018	○
13	CEH：気候、環境および健康	CEH 2019	
14	災害リスク低減とレジリエンス	DR3 2019	○
15	急速に変貌する北極システムにおけるレジリエンス	Arctic II 2019	○
16	土壌と地下水の持続可能な社会利用をめざして	Soils 2020	○
17	持続可能性に向けた道筋のための超学際研究	Pathways 2020	
	データ：E-インフラおよびデータマネジメント	-	○

整理した結果：クラスター図



：JSRAの10テーマ



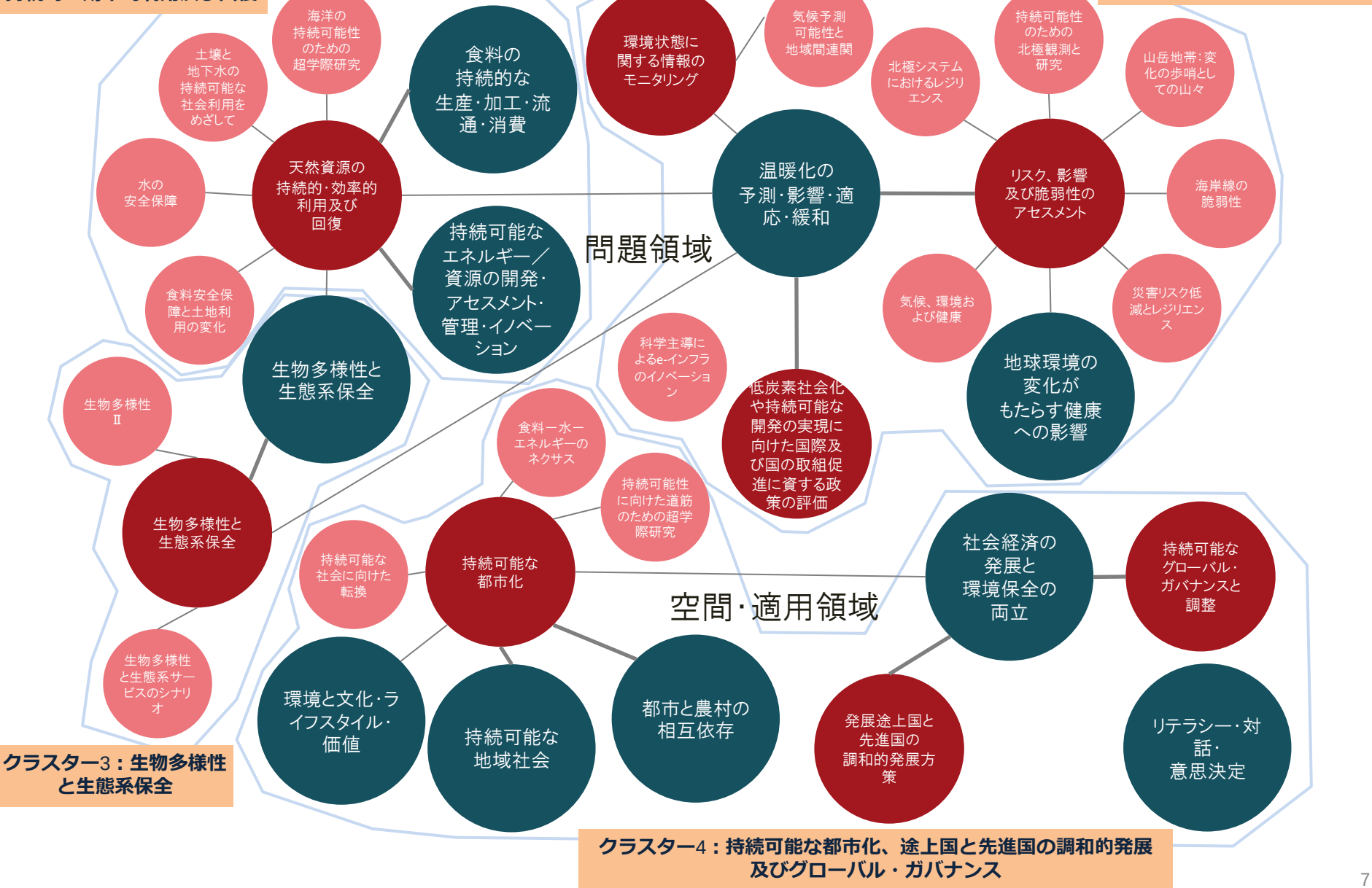
：ベルモント・チャレンジ



：CRA

クラスター1：地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価

クラスター2：天然資源の持続的・効率的利用及び回復



第11回科学技術予測調査（デルファイ調査）

科学技術予測調査（デルファイ調査）

- 文部科学省実施。各分野の日本を代表する専門家からなる委員会が検討、選定した科学技術トピックについて、デルファイ法に基づくアンケート調査
- 科学技術の中長期発展に関する専門家の見解を得ることを目的
- 調査の回答者は、約5000名の産学官の専門家
- 科学技術トピックの重要度、国際競争力、実現見通し、実現のための政策手段に関する見解を収集

第11回調査（2019年実施）

- 分野別分科会（7分科会、計74名）において、2021年～2050年の30年間を予測期間とし、科学技術トピックは2040年をターゲットイヤーに科学技術の中長期的な発展の方向性を鑑み検討
- 7分野のうち、それぞれに細目を設定（計59細目）、さらに各細目のなかに科学技術トピックを設定（計702科学技術トピック）

◆ 調査分野

- ①健康・医療・生命科学
- ②農林水産・食品・バイオテクノロジー
- ③環境・資源・エネルギー
- ④ICT・アナリティクス・サービス
- ⑤マテリアル・デバイス・プロセス
- ⑥都市・建築・土木・交通
- ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤

◆ 科学技術トピック

2050年までの実現が期待される研究開発
課題 計702件（7分野59細目）

◆ 質問項目

重要度、国際競争力、実現見通し、
実現に向けた政策手段



◆ アンケート期間

1回目：2019年2月20日～3月25日
2回目：2019年5月16日～6月14日

◆ アンケート回答者

1回目：6697名
2回目：5352名

* 回答を収めさせるため、同一回答者に同一設問を繰り返す
デルファイ法により実施。2回目は、回答者に1回目の集計結果を
示して再考を求めた。

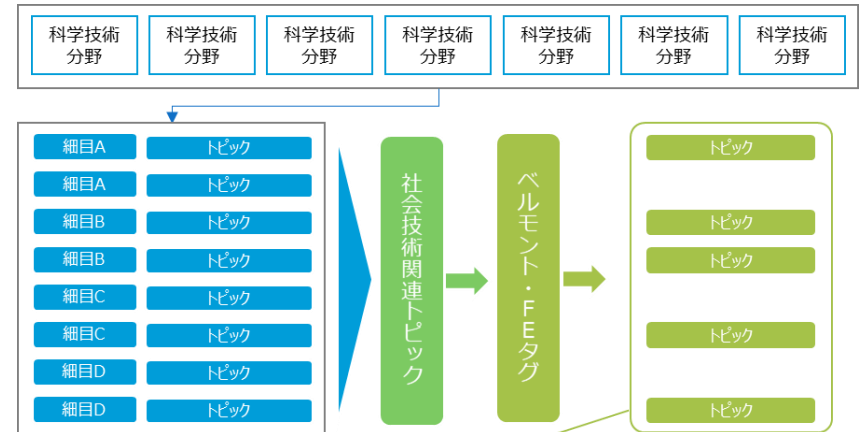
【2回目回答者の内訳】

年代）20代:2% 30代:20% 40代:36%
50代:27% 60代:12% 70代:3%
性別）男性:86% 女性:13% 無回答1%
所属）企業:10% 大学等:69% 公的機関:17%
その他:4%
職種）研究開発:87% マネジメント:5% その他:9%

俯瞰図作成の方法

科学技術予測結果との接続

- 702科学技術トピックから、地球規模課題の解決・改善に潜在的に寄与すると思われるものを抽出→346トピック
- 各トピックにタグ付け（右図参照）
 - JSRAの10テーマとの関連性を示すタグ付け→JSRAの10テーマに基づいたテーマ横断的な全体俯瞰図にプロットするトピックを決定
 - ベルmont・チャレンジの8つの優先事項との関連性を示すタグ付け→（JSRAとは異なる観点から整理した）ベルmont・チャレンジに基づいたテーマ横断的な全体俯瞰図にプロットするトピックを決定
- 日本の強みや課題を表すための評価軸に、「重要度（30年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度）」と「国際競争力（現在の日本が置かれた国際競争力の状況）」の2項目を採用
- 両項目とも、以下の5段階（「わからない」を含むと6段階）の選択肢から択一での回答 →回答数を以下のとおり指数化
- 各トピックを以下の形式にプロット
 - テーマ横断的な全体俯瞰図（JSRAの10テーマ版とベルmont・チャレンジ版の2種類）
 - テーマ別俯瞰図（JSRAの各テーマを使用、P7で示した4クラスター順に整理）



ベルmontフォーラム、フューチャーアース関連トピックの分類

- * 直接関連するトピック
- * 周辺技術として間接的に関連するトピック
- * 関連する他分野のトピック

トピック



非常に
高い

高い

どちらでも
ない

低い

非常に
低い

$$\begin{aligned} \text{重要度指数} = & [\text{非常に高い (10点)} \times \text{当該回答者数}] \\ & + [\text{高い (7.5点)} \times \text{当該回答者数}] \\ & + [\text{どちらでもない (5点)} \times \text{当該回答者数}] \\ & + [\text{低い (2.5点)} \times \text{当該回答者数}] \\ & + [\text{非常に低い (0点)} \times \text{当該回答者数}] \end{aligned}$$

加重平均（第1～10回科学技術予測調査の指数方法を採用）

当該トピック回答者数

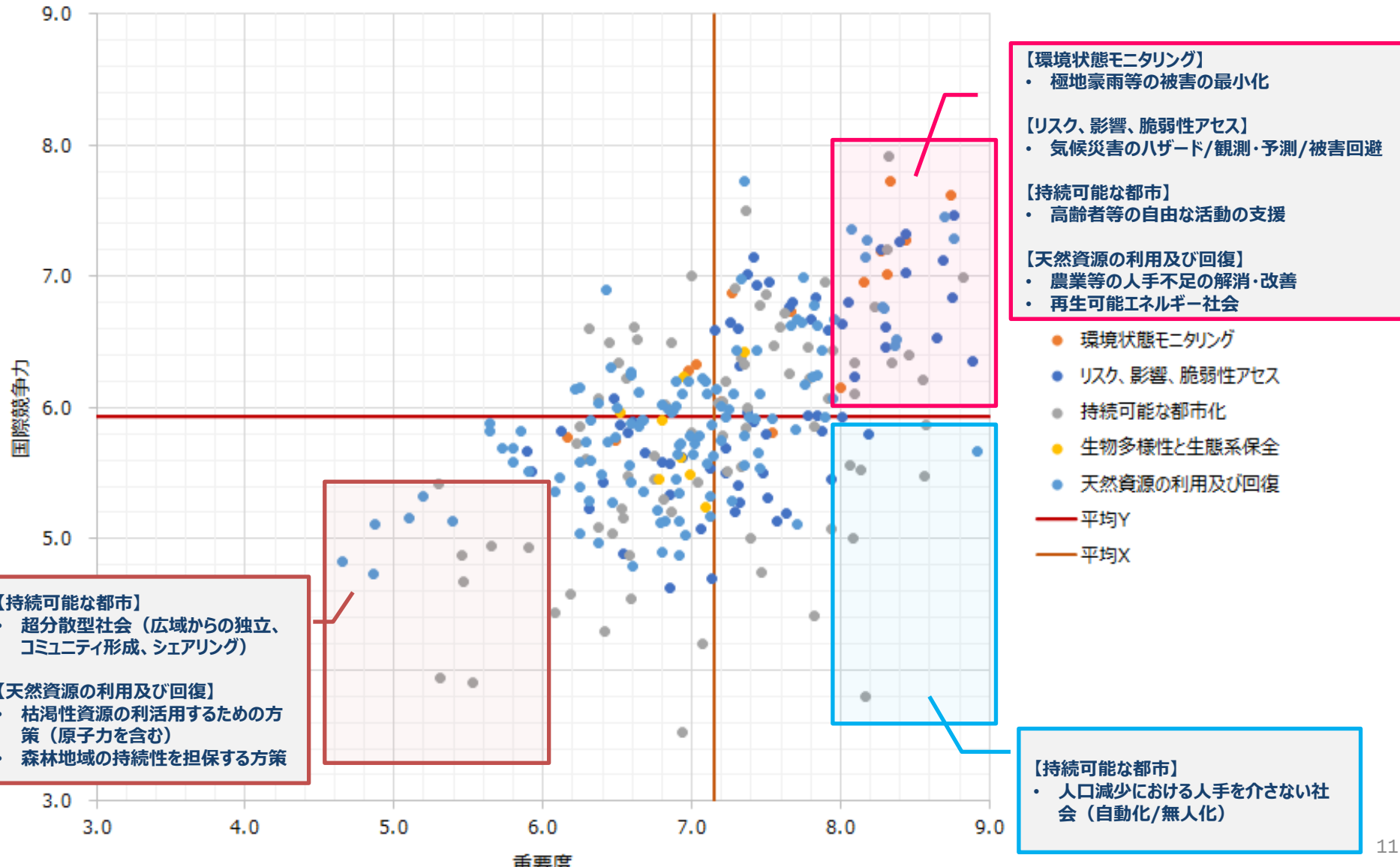
戦略的研究アジェンダ（JSRA）の10テーマを用いた全体俯瞰図

JSRAの各テーマにタグ付けされた科学技術トピックをプロットしたところ、「都市・農村相互依存」に関連する科学技術トピックが、右上の象限（重要度が高く、日本の国際競争力が高い）に集中していた。「食料の持続的生産・消費」に係る科学技術は重要度、国際競争力の平均値付近に集中していることから、必ずしも日本が強みを有している領域でない。



ベルmont・チャレンジを用いた全体俯瞰図（タグ付けできた5項目でプロット）

ベルmont・チャレンジの8優先事項のうち、タグ付けすることが可能だった5つ（例えば優先事項3の政策評価は科学技術トピックにタグ付け不可能）にタグ付けされた科学技術トピックをプロットしたところ、「環境状態モニタリング」、「リスク、影響、脆弱性アセス」に係る科学技術や、高齢者等の自由な活動支援や農業等の人手不足の解消・改善に係る科学技術が、重要度高・国際競争力高を示す右上の象限に集中した。

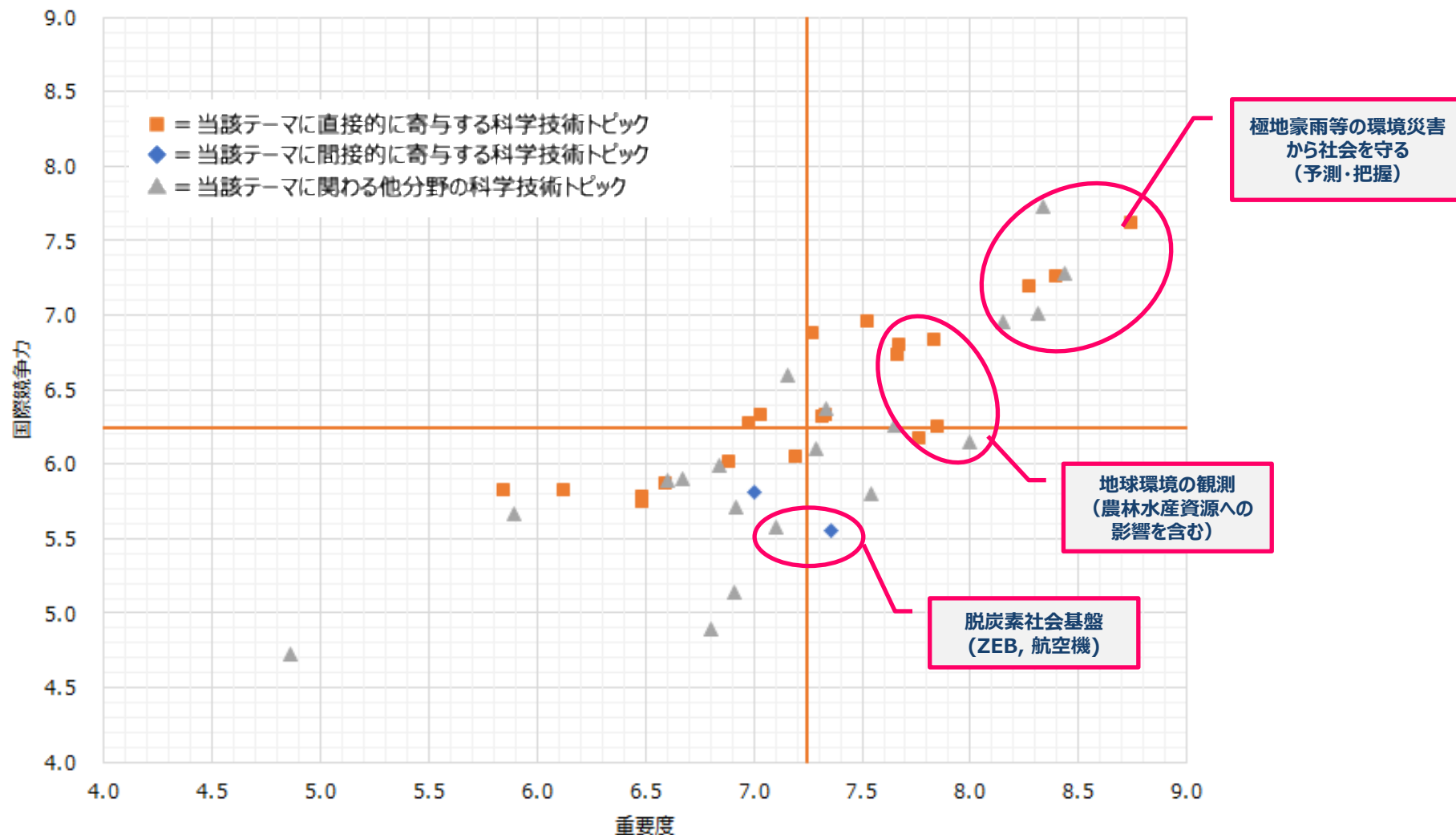


課題クラスター #1：地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価

温暖化の予測・影響・適応・緩和

P7で整理した課題クラスターの1つ目に含まれるJSRAのテーマ「温暖化の予測・影響・適応・緩和」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したのは、「局地豪雨等の環境災害から社会を守る」科学技術や「地球環境の観測」に係る科学技術だった。

なお、■は直接このテーマに寄与する科学技術トピック、◆は間接的に寄与するトピックだが、▲は現在他分野の科学技術トピックとみなされているものであり、このテーマで今後有用となる可能性を持つものである。



地球環境の変化がもたらす健康への影響

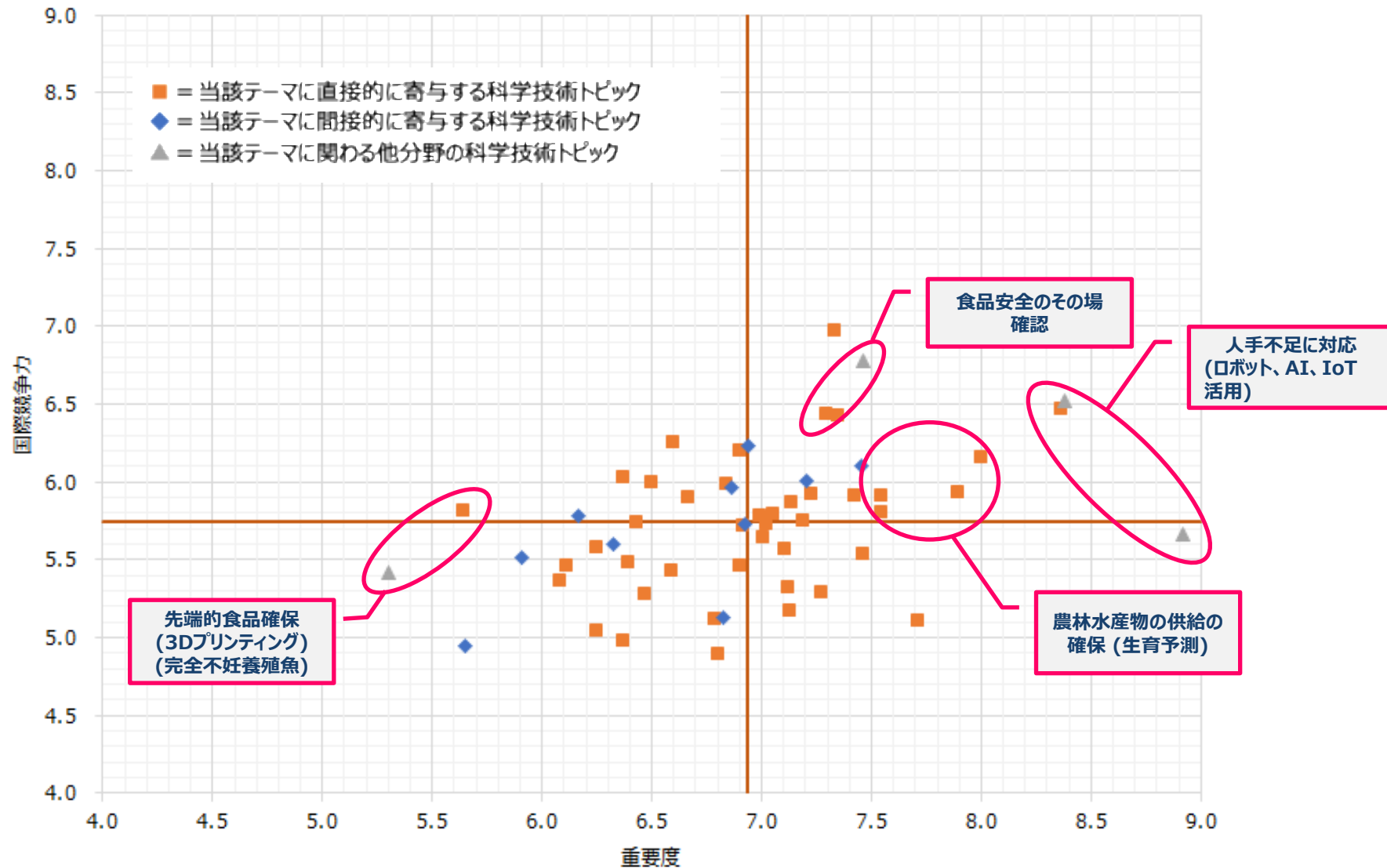
国際競争力は高くないものの、重要度の範囲が広範にわたる科学技術として、「感染症の制御（健康情報の把握・治療）」がある。



課題クラスター#2：天然資源の持続的・効率的利用及び回復

食料の持続的な生産・加工・流通・消費

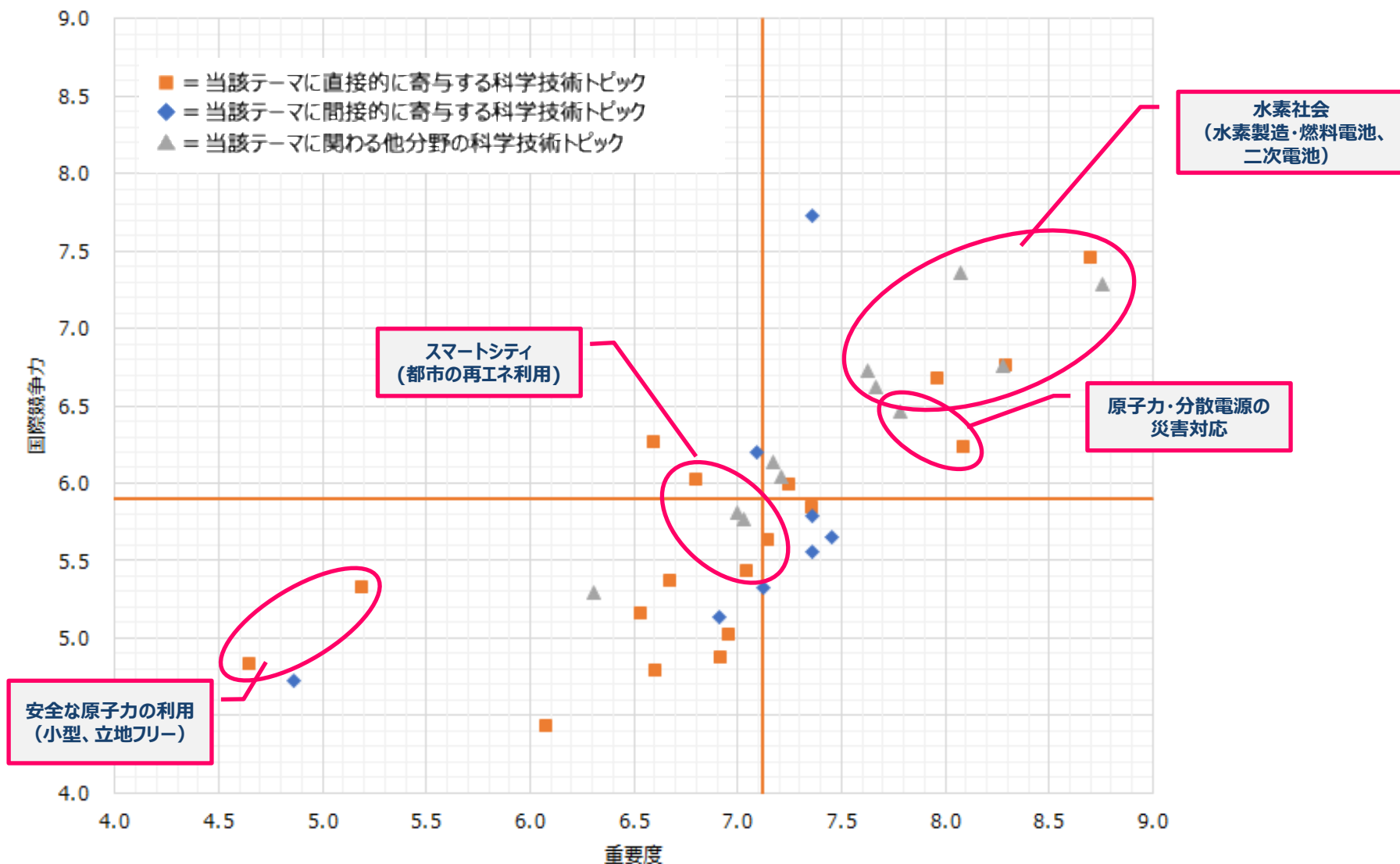
課題クラスターの2つ目に含まれるJSRAのテーマ「食料の持続的な生産・加工・流通・消費」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したトピック群は、「人手不足への対応（ロボット、AI、IoT活用）」、「農林水産物の供給の確保」、「食品安全のその場確認」に係る科学技術だった。



課題クラスター#2：天然資源の持続的・効率的利用及び回復

持続可能なエネルギー／資源の開発・アセスメント・管理・イノベーション

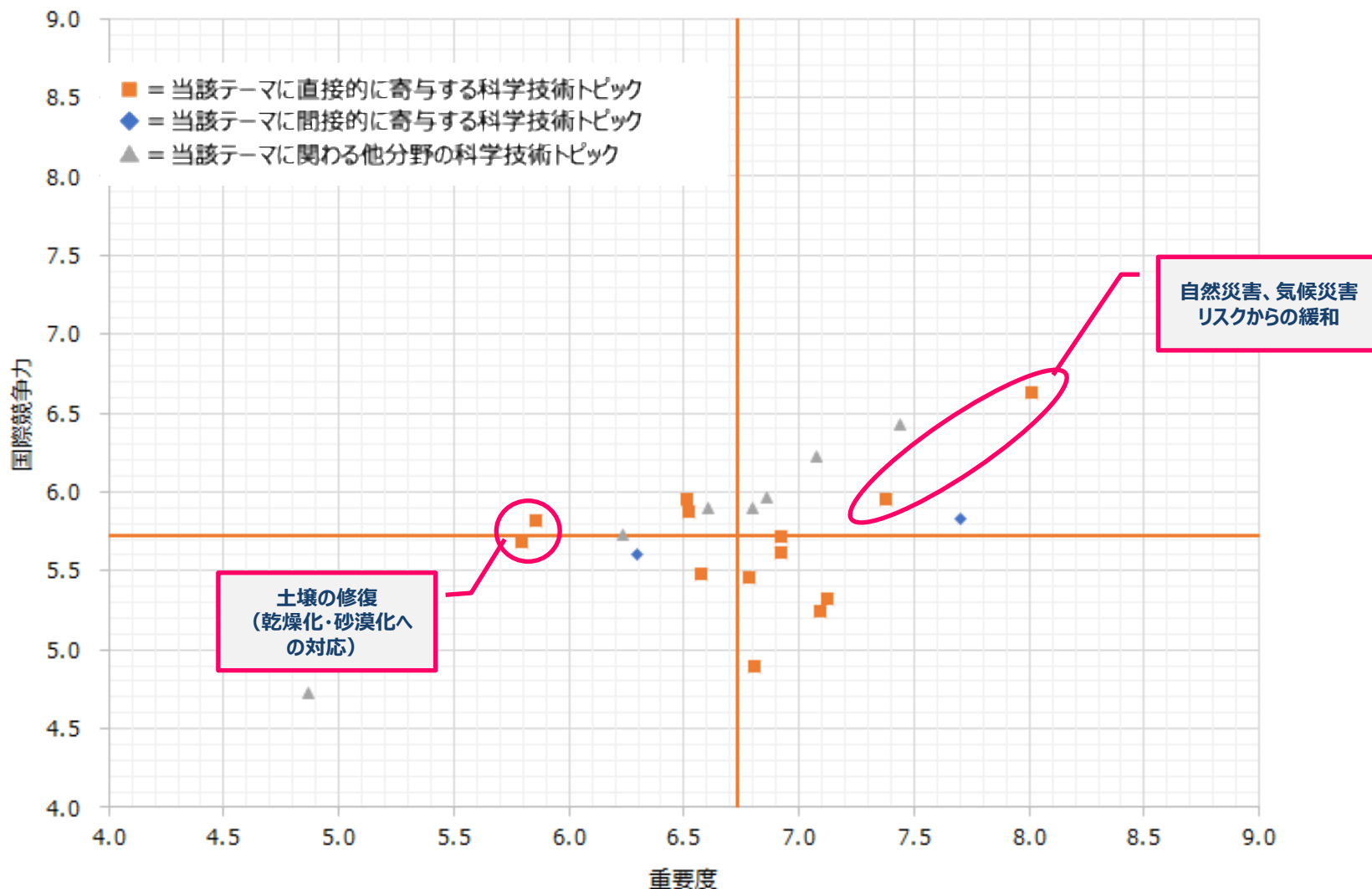
課題クラスターの2つ目に含まれるJSRAのテーマ「持続可能なエネルギー／資源の開発・アセスメント・管理・イノベーション」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したトピック群は、「水素社会（水素製造・燃料電池、二次電池）」、「原子力・分散電源の災害対応」に係る科学技術だった。



課題クラスター#3：生物多様性と生態系保全

生物多様性と生態系保全

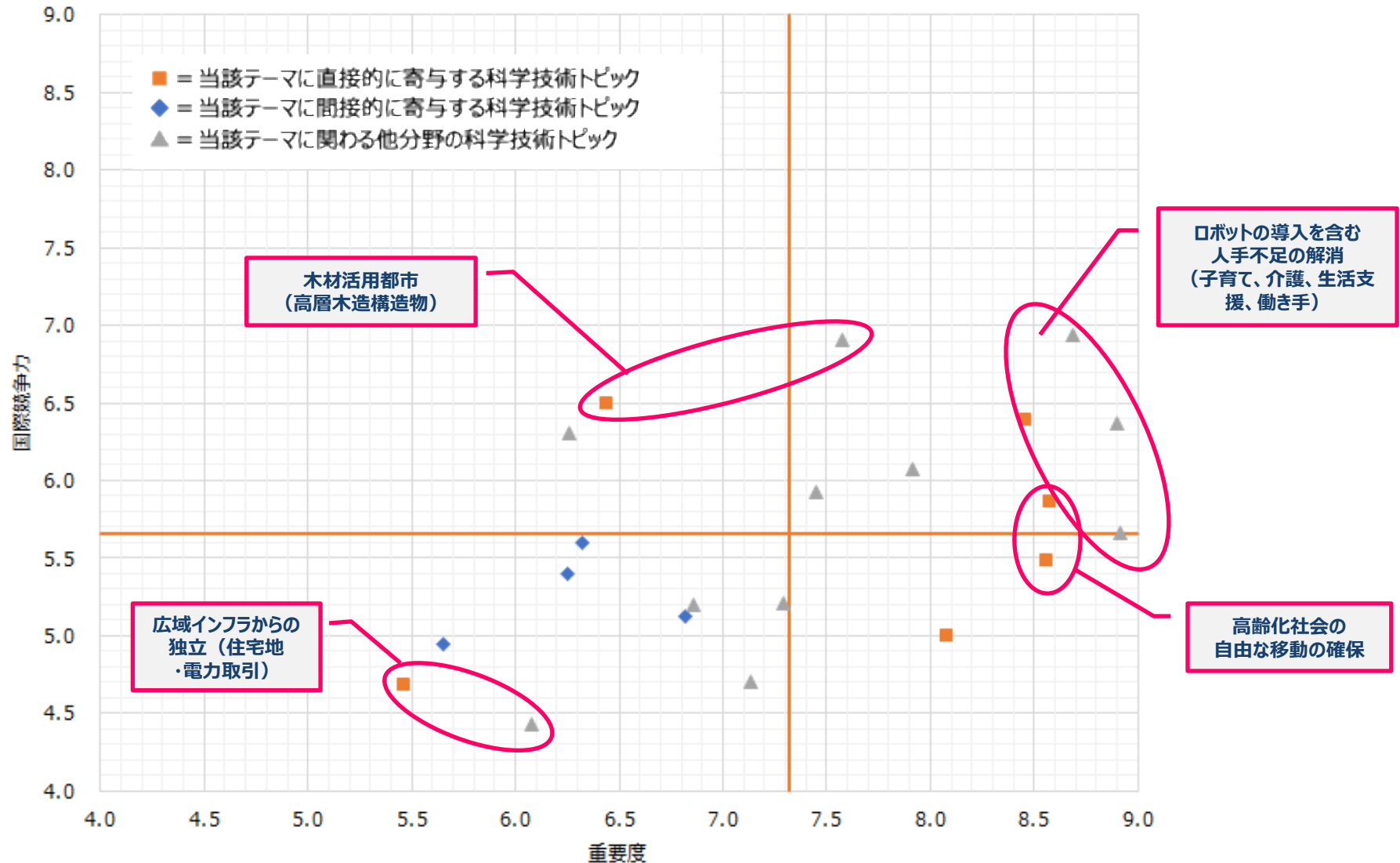
課題クラスターの3つ目に整理されたJSRAのテーマ「生物多様性と生態系保全」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したトピック群は、「自然災害、気候災害リスクからの緩和」に係る科学技術だった。



課題クラスター#4：持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的发展及びグローバル・ガバナンス

持続可能な地域社会

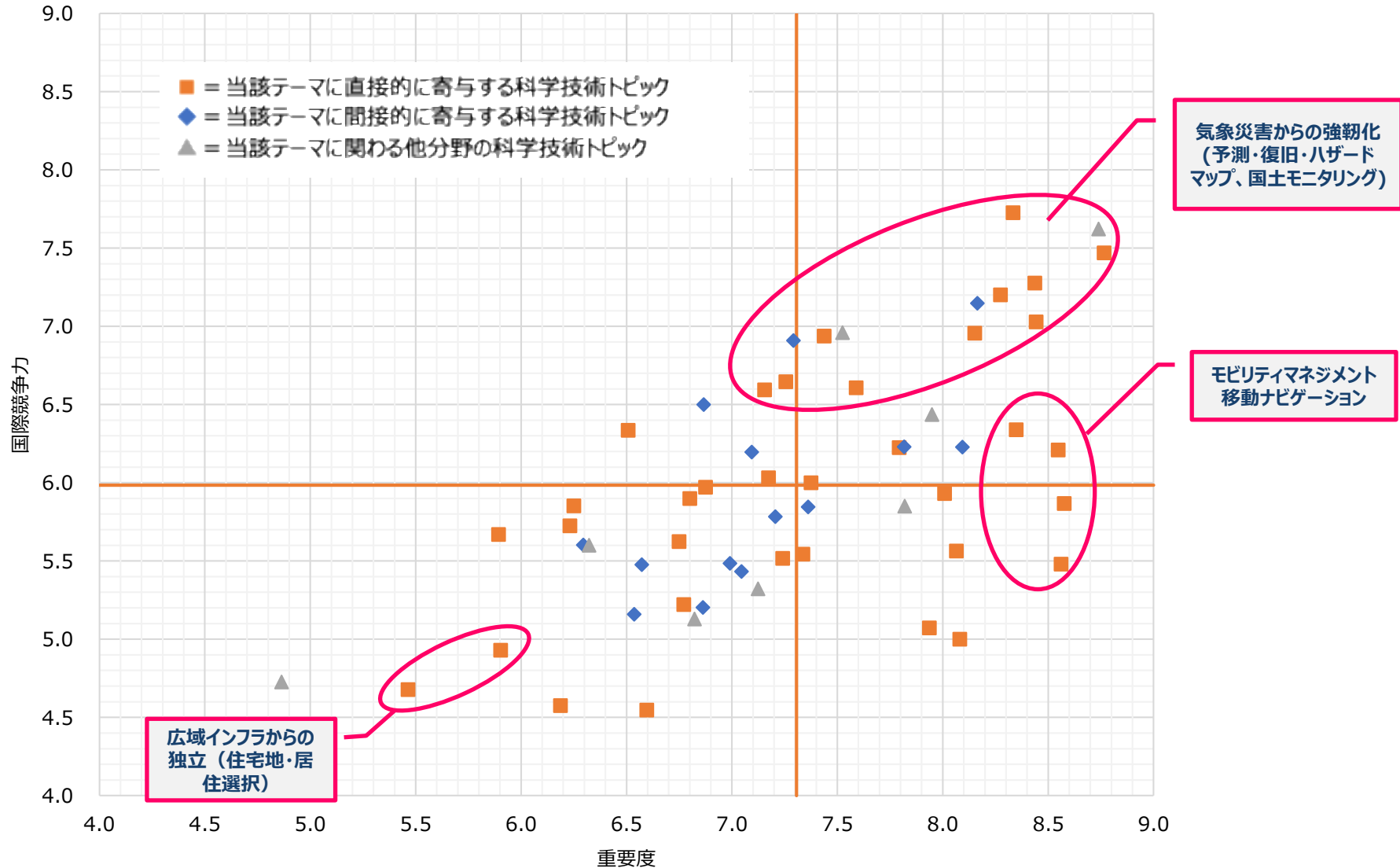
課題クラスターの4つ目に含まれるJSRAのテーマ「持続可能な地域社会」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したトピック群は、「ロボットの導入を含む人手不足の解消」や「高齢化社会の自由な移動の確保」に係る科学技術だった。



課題クラスター#4：持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的发展及びグローバル・ガバナンス

都市と農村の相互依存

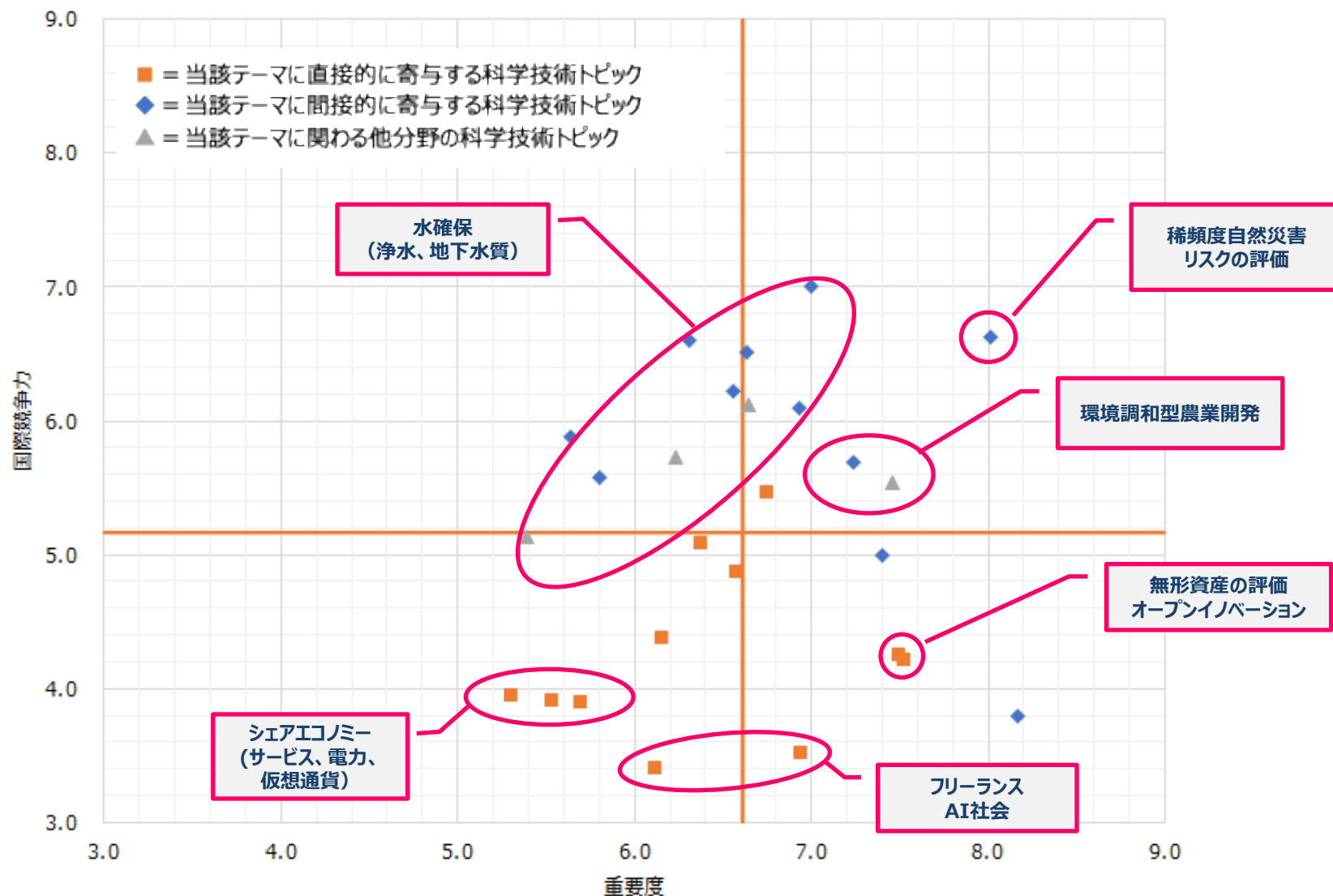
課題クラスターの4つ目に含まれるJSRAのテーマ「都市と農村の相互依存」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したトピック群は、「気象災害からの強靱化(予測・復旧・ハザードマップ、国土モニタリング)」や「モビリティマネジメント」に係る科学技術だった。



課題クラスター#4：持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的发展及びグローバル・ガバナンス

社会経済の発展と環境保全の両立

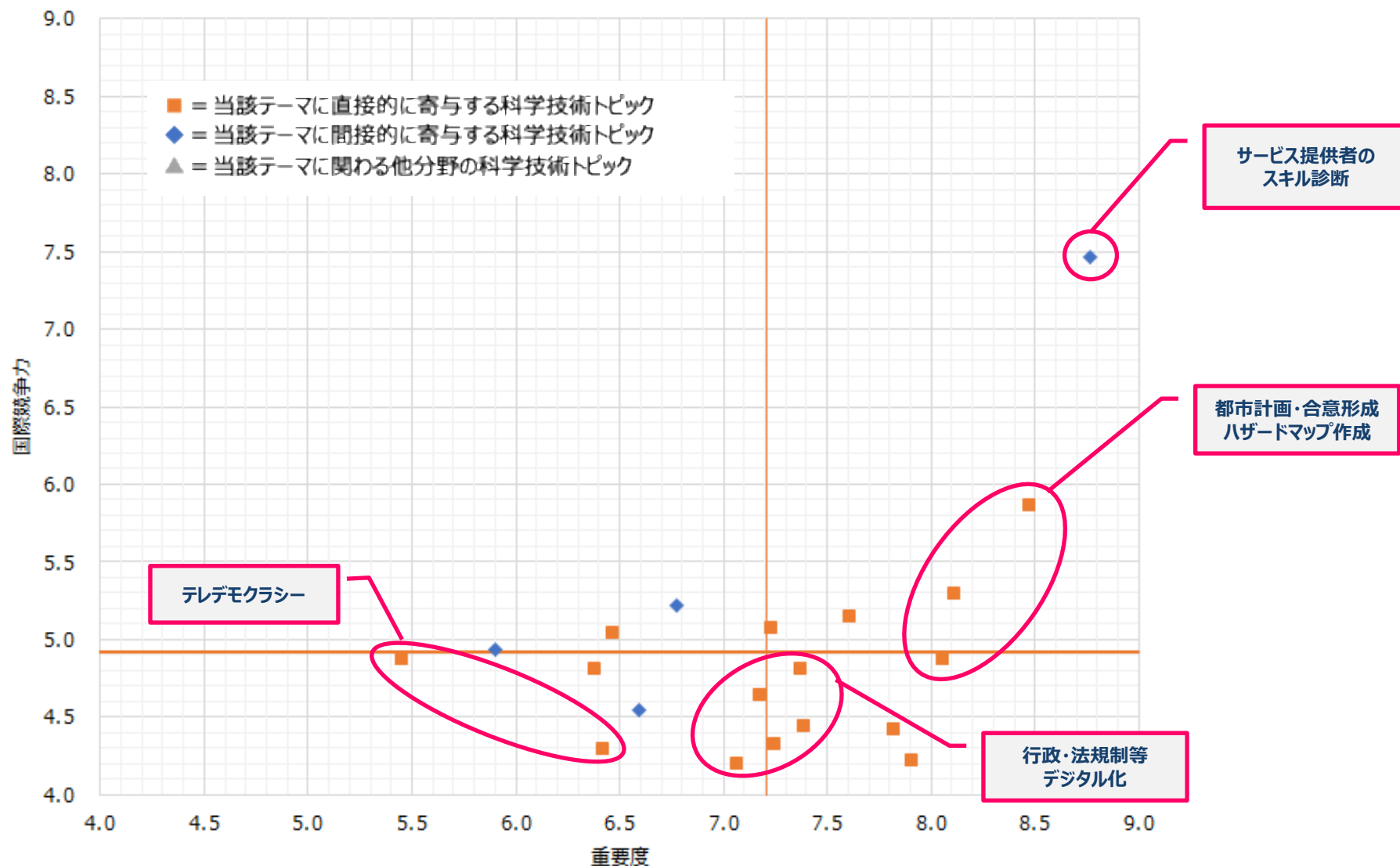
課題クラスターの4つ目に含まれるJSRAのテーマ「社会経済の発展と環境保全の両立」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したトピック群は、「稀頻度自然災害リスクの評価」や「環境調和型農業開発」に係る科学技術だった。



課題クラスター#4：持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的发展及びグローバル・ガバナンス

リテラシー・対話・意思決定

課題クラスターの4つ目に含まれるJSRAのテーマ「リテラシー・対話・意思決定」にタグ付けされた科学技術トピックだけを抜き出すと、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置したトピック群は、「サービス提供者のスキル診断」（単独トピック）や「都市計画・合意形成／ハザードマップ」に係る科学技術だった。



本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構社会技術研究開発センターの委託により、公益財団法人未来工学研究所が実施した調査、分析、考察をまとめたものです。本報告書で取り上げた特定の取り組みやその結果もたらされる成果への言及は、国立研究開発法人科学技術振興機構、社会技術研究開発センターおよび公益財団法人未来工学研究所による推奨や支持を示すものではありません。また、本報告書に記載されている分析や提言に関しては、国立研究開発法人科学技術振興機構および社会技術研究開発センターの公式見解を示すものではありません。