

原子力分野の人材育成に関する 現状の課題と取組について

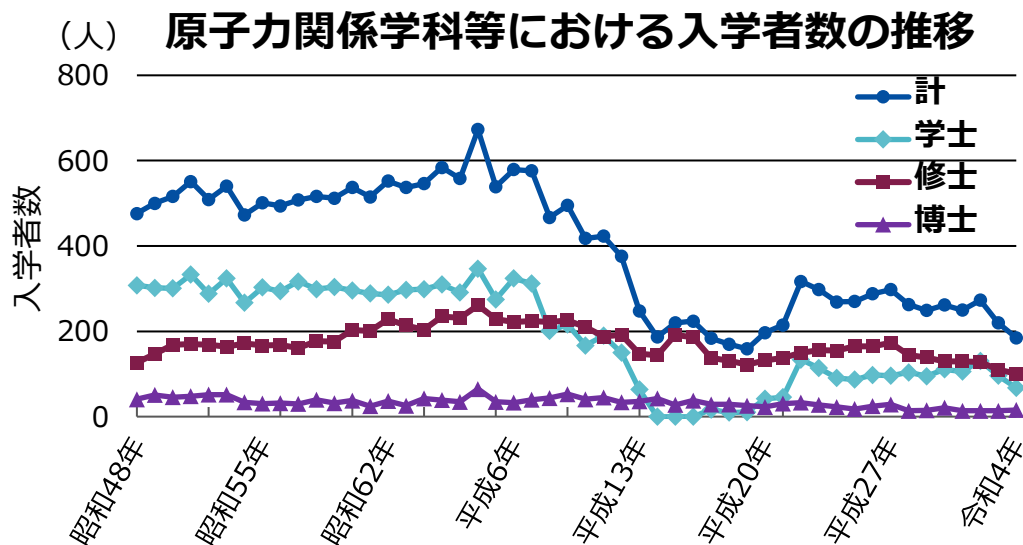
令和6年1月

文部科学省 研究開発局 原子力課

原子力人材育成基盤の現状

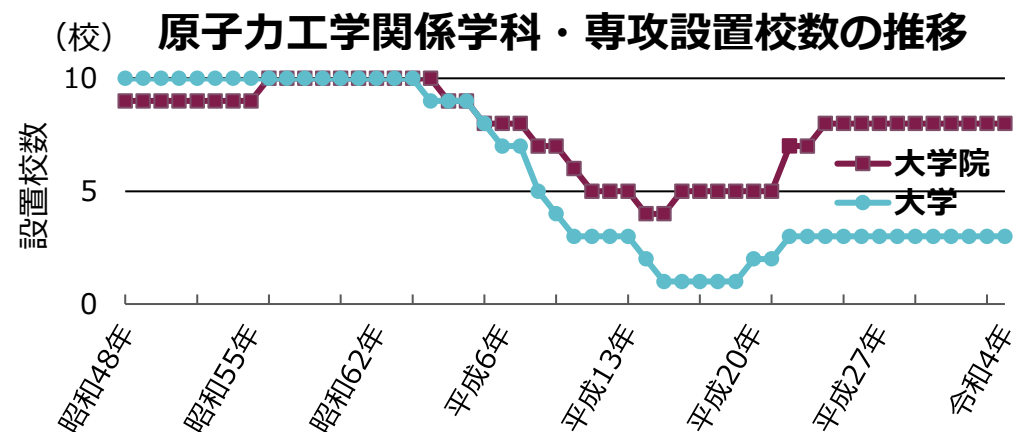
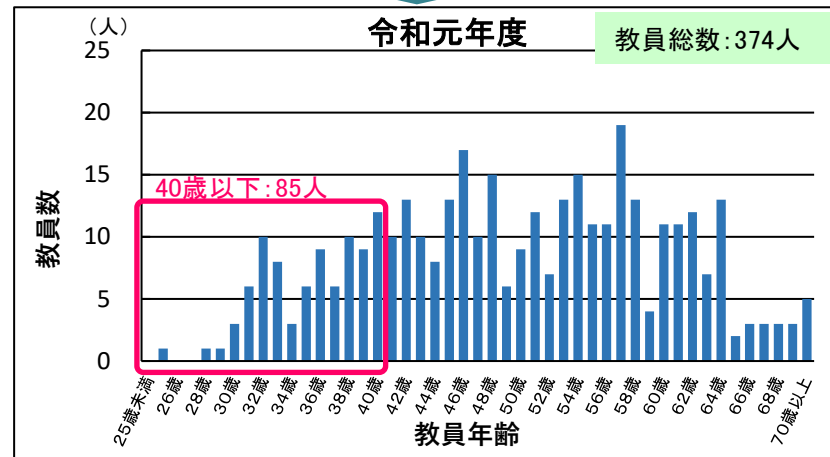
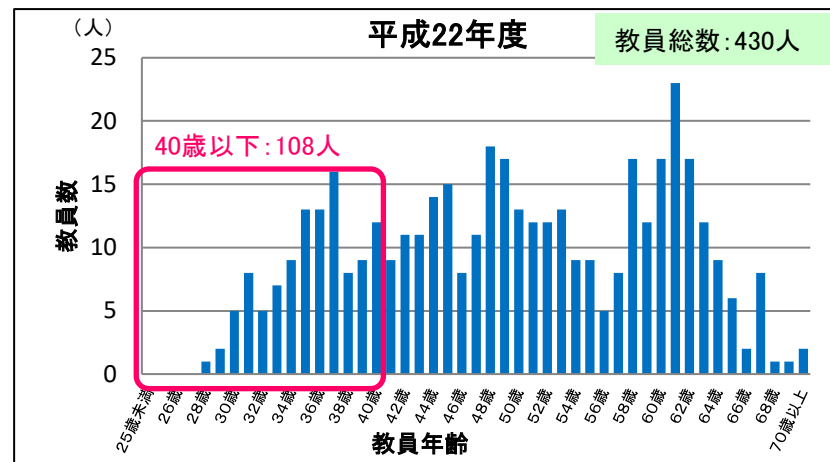
＜人材育成機能の脆弱化＞

- 平成5年頃から、原子力関連学科等への**入学者数の減少**が顕著となり、**原子力学科・専攻の改組・名称の変更**が相次ぐ状況
- 原子力関係の**教員数の減少**（特に～40代において顕著）



「学校基本調査」の学科系統分類表における中分類「原子力理学関係」及び「原子力工学関係」の合計をもとに作成

原子力関係教員数と年齢層の推移



「令和4年度全国大学一覧」をもとに作成(令和5年4月時点)

「学校教員統計」を基に作成

事業の背景・概要

- 令和2年度から、我が国全体として原子力分野の人材育成機能を維持・充実していくことを重視し、**複数の機関が連携してコンソーシアムを形成**し、共通基盤的な教育機能を補い合う中長期的（7年間）な取組を開始。
- 令和3年度より、全国の関係機関が参加するコンソーシアム（未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム（Advanced Nuclear Education Consortium for the Future Society : **ANEC**）を創設。

事業の体制・支援内容

令和5年度予算額：223百万円

（令和4年度予算額：223百万円）

- 国内大学・大学院、研究機関を対象として、複数の機関が連携してコンソーシアムを形成し、我が国の原子力分野の人材育成機能の維持・強化を図る。

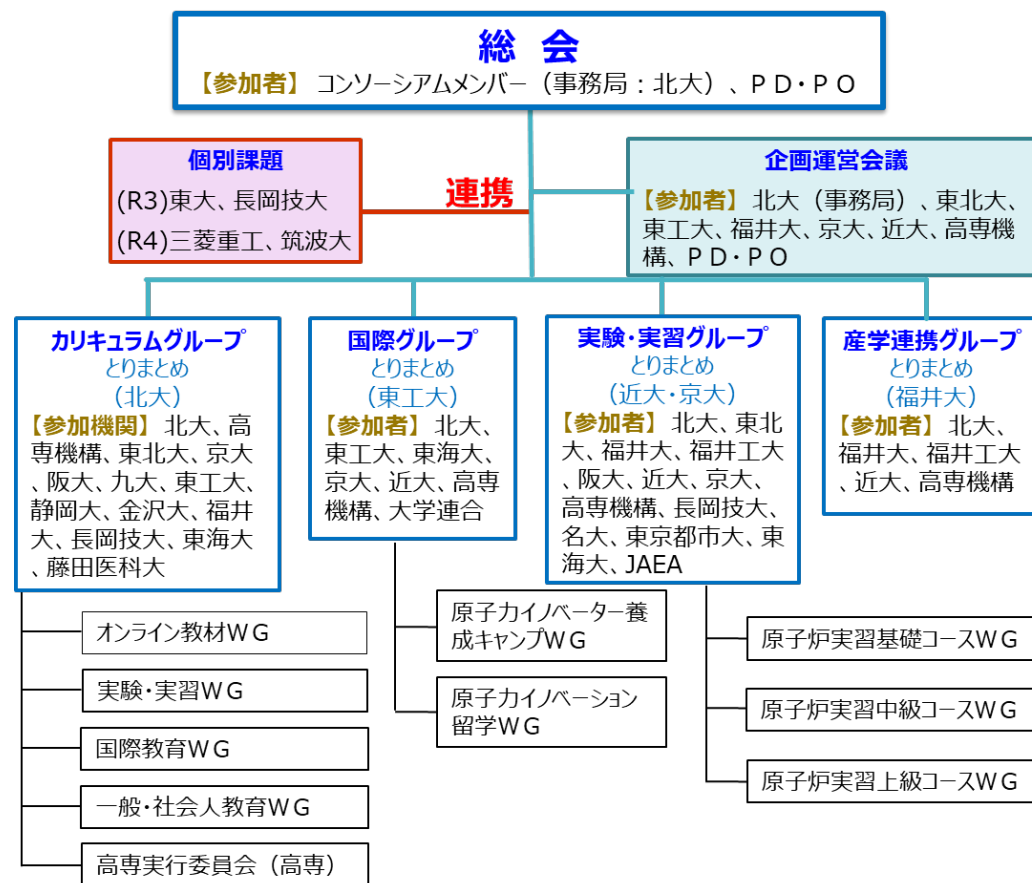
【カリキュラムG】 体系的な専門教育カリキュラム、オンライン教材の作成

【国際G】 原子力イノベーター養成キャンプ、原子力イノベーション留学の実施

【実験・実習G】 原子炉実習基礎・中級・上級、廃棄物計測・信頼性工学実習、発電炉シミュレータ実習を実施

【産学連携G】 原子力施設インターンシップ研修、原子力業界探求セミナー、電力会社実習を実施

事業体制図



カリキュラムGの取組

● 教材の制作・公開

各実験・実習の基礎となる講義や、各大学の特色ある講義を収録し、北海道大学のプラットフォーム(オープンエデュケーションセンター)上にてオープン化。

<https://www.open-ed.hokudai.ac.jp/nucl-eng-edu-archives/>

● MOOC* (大規模公開オンライン講座) の開講

制作し公開した教材(講義)を組み合わせ、新たに「放射線・放射能の科学」と題してコース化し開講。登録者数は約3600名(うち修了者は744名)、修了生の半数以上は社会人であり、リカレント・リスキングに貢献。

* : Massive Open Online Courses

● カリキュラムに関連した実験・実習の実施

公開された教材で習得した知識の定着を目指し、「中性子放射化実験」、「浜岡原子力発電所における放射化学実験」、「JAEA・幌延深地層研究センター実習」などを実施。

● 高専機構と連携した取り組み

高専在校生向けカリキュラムの重点分野(機械、電気、化学、情報)で学生が興味を持つように原子力の基礎的な分野のコンテンツを作成。その他にも、高専生向けキャリアセミナーなどを通じた、大学・大学院との連携強化を実施。

実習・実験Gの取組

● 大学生・大学院生のための原子炉実習

国内9大学192名を対象に、近畿大学原子炉及び京都大学臨界集合体を使った原子炉運転実習、臨界実験、廃棄物質計測・信頼性工学実習を実施。

● 高専生のための原子力実習

高専機構から9名の高専生を対象として、近畿大学原子炉を用いた基礎的な原子炉物理・放射線計測に関する実習を実施。

国際Gの取組

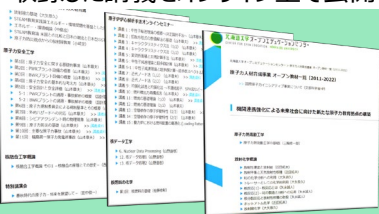
● ニュークリアイノベーションブートキャンプ

東京工業大学において、国内大学院生4名、8カ国大学院生25名が、10日間程度の日程で、合宿形式のセミナーを実施。グループワーク、原子力関連施設のフィールドワークを通じて原子力エネルギー利用に不可欠な専門性を育むことを目指す。

● 原子力イノベーション留学 (SANI)

大学院生2名を4か月間米国大学に原子力研究留学派遣。(派遣先: MIT、UCバークレー、テキサスA&M、ミシガン大学、ウイスコンシン大学マジソン校、ノースカロライナ州大学)

収録した講義をオンライン上で公開



オープン教材を基に構成したMOOC



大学生原子炉実習



ブートキャンプ集合写真





今後の取組の方向性

ANECにおける機能	取組の方向性（例）
① <u>構成機関の相互補完による体系的な専門教育カリキュラムの構築</u>	<ul style="list-style-type: none"> 基礎・基盤的なカリキュラムの共同開発・共用や、協定の締結による単位互換、他機関への水平展開 オープン講義を活用した既存講義の拡張、補完 教育コンテンツの体系化、コンテンツ間の連携の可視化と継続的なアップデート 他学部・他学科の学生に原子力の基礎（・応用）を幅広く学習する機会の提供 社会人向け教育の充実 人文・社会科学など多様な分野との連携、ELSI/RRI*に関する講義の導入 <p>* ELSI: Ethical, Legal, and Social Issues/ RRI: Responsible Research and Innovation</p>
② <u>国際機関や海外の大学との組織的連携による国際研鑽機会の提供</u>	<ul style="list-style-type: none"> 教員及び学生の相互派遣による国際交流機会の拡大 国際機関や海外大学等と連携した国際リーダー育成に資するワークショップの積極的な誘致や国内開催 国際性の涵養につながる導入的なプログラムの開発
③ <u>大型実験施設や原子力施設等における実験・実習の実施</u>	<ul style="list-style-type: none"> 参加学生の負担軽減に向けた継続的な改善 原子力施設や大型実験施設の共同利用契約の締結や、企業・研究機関とも連携した形への拡張
④ <u>産業界との連携・融合</u>	<ul style="list-style-type: none"> 立地地域における実習機会の増加や社会人向け教育の充実 電力事業者との連携強化による現場体験機会の増加 東大-専門職大学院を活用した産学連携の可能性の模索
⑤ <u>マネジメントシステムの構築</u>	<ul style="list-style-type: none"> 定量的な人材育成成果・目標の設定、 アカデミア・産業界等における原子力人材の必要数（人材需要）の定量把握・分析 他省庁との連携の在り方や、連携基盤としての機能の強化

経済産業省をはじめ、関係省庁での取組との連携・協力を拡張し、政府一体として原子力人材の育成・確保を展開していくことが重要

今後の原子力科学技術に関する検討

今後の原子力科学技術に関する検討の進め方

背景及び基本方針

- 「**GX実現に向けた基本方針**（令和5年2月閣議決定）」や「**今後の原子力政策の方向性と行動指針**（令和5年4月原子力関係閣僚会議決定）」等、原子力政策に関する政府方針が示されたところ
- 文部科学省が進める原子力科学技術について、政府全体の方針に基づき、今後の方向性についての検討を進めるため、「**原子力科学技術委員会**」で議論を開始
- 同委員会においては、原子力科学技術を取り巻く諸情勢を踏まえ、幅広い観点から、重点的に取り組むべき施策、それらの現状把握、当面の課題等について、**来年半ばを目途に取りまとめ**を目指す

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

原子力科学技術委員会

原子力研究開発・基盤・人材作業部会

原子力バックエンド作業部会

核不拡散・核セキュリティ作業部会

必要に応じて合同開催を検討

当面の検討課題（案）

<項目案>

1. **新試験研究炉**の開発・整備の推進
2. **次世代革新炉**の開発に資する技術基盤の整備・強化
3. 廃止措置を含む**バックエンド対策**の抜本的強化
4. 原子力科学技術に関する**研究・人材基盤**の強化
5. 東京電力福島第一原子力発電所事故への対応

スケジュール（案）

- 本年秋頃 委員会の下での検討開始
- ・ 関係機関ヒアリング
 - ・ 必要に応じて各作業部会との合同開催
- 来年6月頃 中間とりまとめ

原子力科学技術に関する政策の方向性（議論のたたき台）

基本的考え方

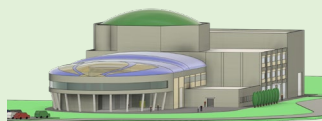
- 原子力は、**GX・カーボンニュートラル**の実現や、**エネルギー・経済安全保障**等に資する重要技術。
- 文部科学省として、以下の基本姿勢の下、基礎・基盤研究や大型研究施設の整備・利活用の促進、人材育成等をはじめとする、幅広い**原子力科学技術を積極的に推進**していくべき。

<基本姿勢>

- ① **安全（・安心）確保を大前提**とした政策の推進
- ② 原子力科学技術に関する**中核的基盤の構築・発展**
- ③ 課題対応に向けた**社会共創**に関する取組の強化

1. 新試験研究炉の開発・整備の推進

- (1) もんじゅサイトを活用した新試験研究炉の開発・整備
- (2) JRR-3の安定的運用・利活用の促進



2. 次世代革新炉の開発に資する技術基盤の整備・強化

- (1) 「常陽」の運転再開の推進
- (2) 高温ガス炉（HTTR）の安定運転・研究開発の促進
- (3) 原子力安全研究等の推進



3. 廃止措置を含むバックエンド対策の抜本的強化

- (1) 主要施設以外の廃止措置促進に向けた仕組み整備
- (2) 主要施設（もんじゅ、ふげん、東海再処理施設）の廃止措置推進
- (3) バックエンド対策の促進



4. 原子力科学技術に関する研究・人材基盤の強化

- (1) 原子力科学技術・イノベーションの推進
- (2) 原子力に関する人材育成機能の強化

5. 東京電力福島第一原子力発電所事故への対応

- (1) 福島第一原子力発電所の廃止措置等研究開発の推進
- (2) 被害者保護・原子力事業の健全発達に係る取組推進

この他、核セキュリティ・核不拡散等の取組等についても、原子力科学技術に関する政策の一環として着実に推進

參考資料

教材制作状況のマッピング

		原子力エネルギー利用		
		軽水炉・次世代原子炉	サイクル、群分離、核変換	処理処分
共通基盤技術	材料開発	原子炉材料工学 (北大)		
		元素分析実習及び中性子放射化学分析実験 (北大)	中性子輸送挙動計測実習 (東北大)	原子炉材料照射実習 (東北大)
	燃料開発	核燃料工学：軽水炉、新型炉 (福井大、京大)	核燃料サイクル工学 (北大、日本原燃)	
		核燃料工学：ウランの科学 (東北大)		
	炉物理・核データ・熱流動	原子炉物理学 (北大、近大、京大、名大、九大)	原子炉熱工学 (北大)	核データ工学 (北大、東工大)
		原子炉実習コース (近大、京大、名大)	原子力プラント体感実習研修 (福井大、原電)	核データ工学実験 (JAEA)
	放射化学・原子核化学	放射化学 (静大)		
		放射線科学 (北大)		
		放射化学実験、浜岡原発実習 (北大、静大)		
		大型ホットラボを活用した放射性廃棄物分離分析実習 (東北大・金研大洗)		
構造	原子炉工学 (北大)		廃炉工学 (北大)	
			廃棄物処分工学 (北大)	
			再処理工場、低レベル放射性廃棄物埋設施設見学 (北大)	
			幌延深地層研究センター (北大)	
計測・分析・制御・ロボティクス	放射線計測学 (北大)			
	放射線応用実習 (東北大)	JAEA実習 (非破壊検査実習等) (福井大、JAEA)		
安全工学	原子炉安全工学 (北大、JAEA)			
	異常・事故時における発電炉シミュレータ実習 (東海大)	原子力プラント体感実習研修 (福井大、原電)		
計算科学・AI・IoT				

■ : カリキュラム関係
■ : 実験・実習関係

※放射線影響、原子力政策、高専における取組等、上記図に反映されていない取組がある

国際関係

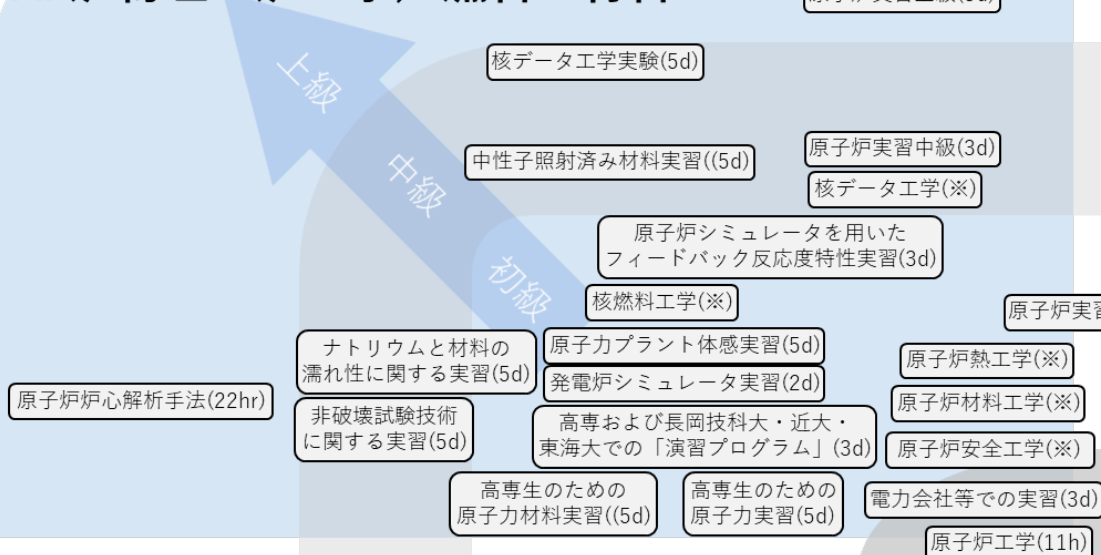
原子力イノベーター養成キャンプ (東工大)、原子力イノベーション留学 (東工大)、IAEA原子力安全基準研修 (東海大)、韓国・慶熙大学校原子炉実習 (近大、高専機構)

産学連携関係

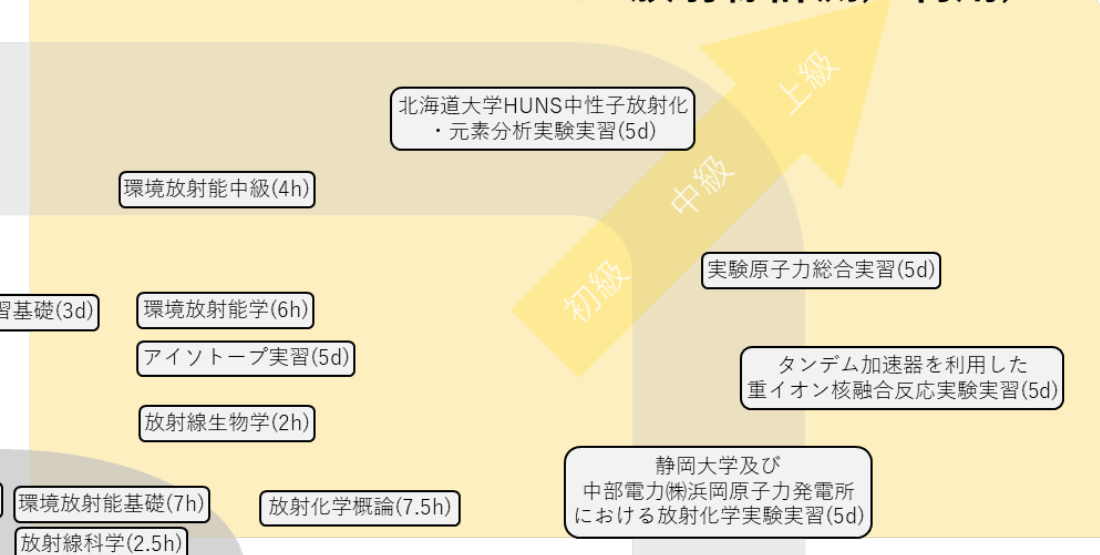
原子力施設インターンシップ研修 (福井工大)、原子力業界探求セミナー (近大)、電力会社実習 (高専機構)

体系的なモデルコースの提示

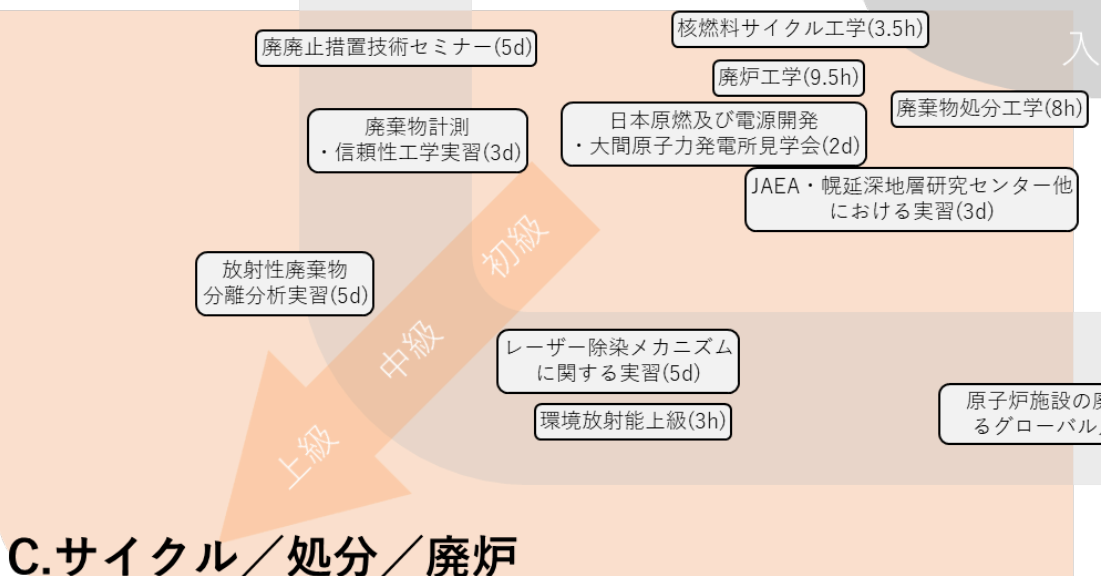
A. 炉物理・炉工学／燃料・材料



B. 放射線計測／利用／RI



C. サイクル／処分／廃炉



D. 社会学／マネジメント

