

11. 廃炉、放射性廃棄物処理のための技術、研究者の育成をどうするのか

- 原子力発電には固有の技術が多く用いられており、それらの技術や知識は、原子力発電所の安全運転とともに、廃炉にも必要となります。
- 放射性廃棄物処分のための技術については、(独)日本原子力研究開発機構が中心となって進められてきています。
- 我が国の原子力技術を支える技術者や研究者についても高齢化が進んでおり、新たな人材を確保することが課題であるとともに、現場経験等を通じて技術の伝承を図ることが重要です。

原子力発電に固有の技術

○原子力を活用する点で、**原子力固有の技術が必要**になると共に、火力発電等以上の**安全性**が要求され、**膨大な物量の部品や厚肉の部品を高精度に取り扱う技術**が求められ、かつ**高い品質要求**を満足させながらの作業となるため、**高度なプロジェクトマネジメント、エンジニアリング能力が必要**とされる。

プラント建設
の各工程

基本設計



詳細設計



製作・検査・建設



試運転

●炉心・燃料計画

- ・所定の運転計画を達成できる燃料のウラン濃縮度、新燃料体数を決定
- ・核的・熱的な安全上の制限を満足する炉内燃料配置、制御棒パターン等を決定
- ・中性子や核分裂挙動等の原子炉物理に関する専門知識、核熱特性の高精度シミュレーション技術が必要

●安全設計、安全解析

- ・深層防護の思想を的確に機器・系統・構造物に展開・反映、各種の異常・事故事象を解析してその妥当性を確認
- ・原子炉の異常・事故事象に特有な核熱現象の把握やシミュレーション技術(炉心動特性計算技術、伝熱流動計算技術)が必要

●系統設計

●配置設計、プロットプラン

●遮蔽・被ばく評価

- ・放射性物質を内包する配管等からの放射線を遮蔽し、従業員の過度の被ばくを防ぐとともに、事故時や通常運転時における周辺公衆や従業員への被ばく影響を評価
- ・放射性物質の挙動の物理的知識、内包流体等の化学的挙動等の幅広い知識が必要

●炉構造・熱水力設計

- ・高温高速流体の中で使われる構造物の設計(熱過渡、流動振動等)技術が必要
- ・放射線照射影響の考慮(γ 発熱等)が必要
- ・燃料健全性(冷却性、構造強度)評価技術が必要

●制御・保護設計

●電気計画、計装計画

●材料計画 …等

●原子力特有の特殊設備の設計・製造

- ・原子炉容器、炉内構造物、制御棒駆動装置、原子燃料、燃料取扱装置、蒸気発生器、安全系のバルブ等

●構造設計

●耐震設計

- ・基準地震動の設定条件が他産業プラントと比較し非常に厳しく、また、プラント個別設備(機器、配管等)ごとに重要度に応じて耐震クラスが設定されるのが特徴

●工事計画

●建設計画

●各種技術規格・基準

●高精度厚肉設計

…等

●機器製造、調達

- ・大型鋼塊の鍛造技術、火力プラント等よりも高精度な溶接・加工・組立・検査技術が必要(電子ビーム溶接、超大型複合工作機による大型機械加工等)

●溶接等、資格取得

- 成形加工：鏡、管台、管曲

●機械加工：大物加工

●組立：重量物、低歪

●清浄度：副資材、異物

●溶接事業者検査

- ・高放射線環境下での遠隔操作による高精度な溶接と検査技術

●非破壊検査、特殊検査

●使用前検査対応 …等

●工事安全計画・管理

●工程管理、人員管理

●ヤード計画

●クレーン計画

●使用前検査対応

●高度な重機器据付技術

●格納容器据付技術

●マテハン技術

●建設工法高度化技術

- ・建設プロセス改革、IT活用、大型クレーン活用、機電・建築一体モジュール工法

…等

●単品機能試験

●試験工程・計画(使用前検査含)

●試運転プラント操作

●全系統フラッシング

●プラント異常診断

●不測事態対応

…等

・原子力固有のもの：●色

・他電源でも共通するが、原子力と要求レベルが異なるもの：●色

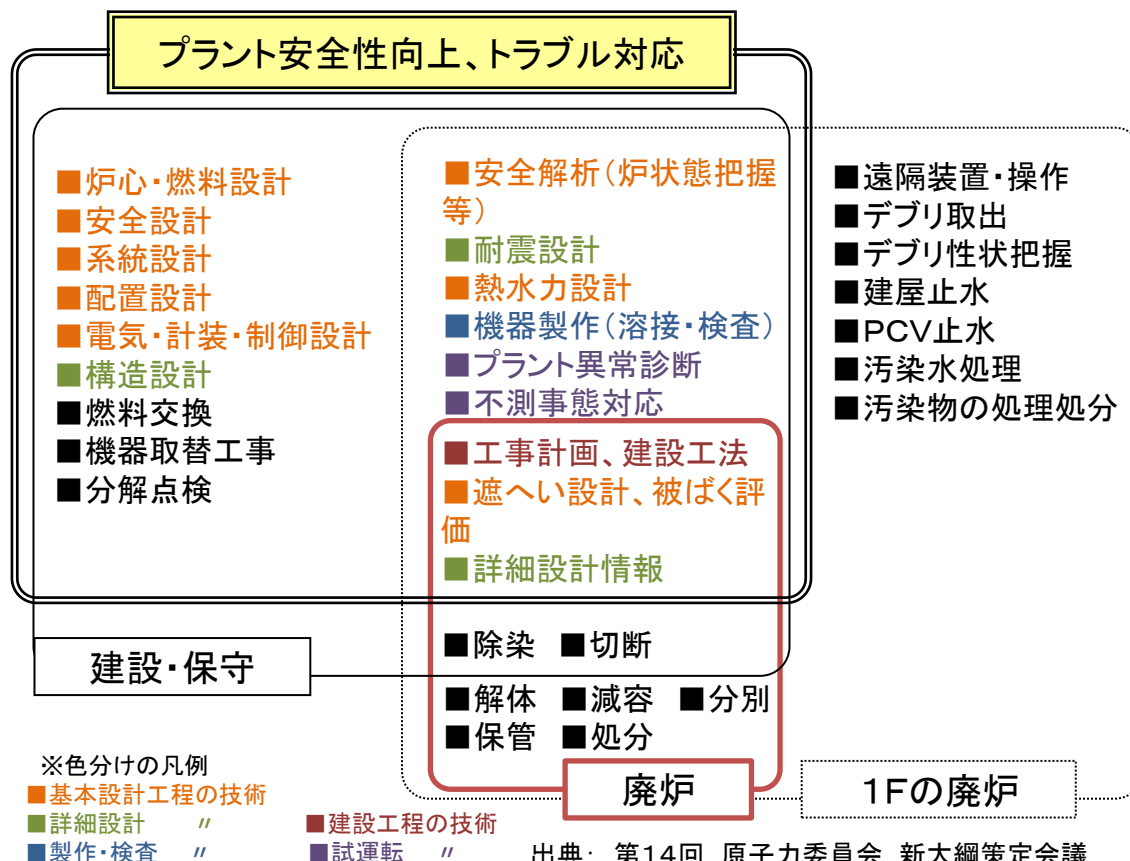
プラント安全性向上、トラブル対応、廃炉に必要な技術

- プラント建設の各工程及び運転・保守における知識・経験が更なる技術開発にフィードバックし、プラント安全性向上が図られてきた(次ページ参照)。
- また、トラブル発生時における原因分析、的確な対応の決定及び実行にも、各工程における知識・経験が重要となる。
- 安全・確実な廃炉を行うためには、詳細設計情報、工事計画・建設工法等のプラント建設に係る技術や被ばく評価等の知見が必要となる。

技術開発とのフィードバック

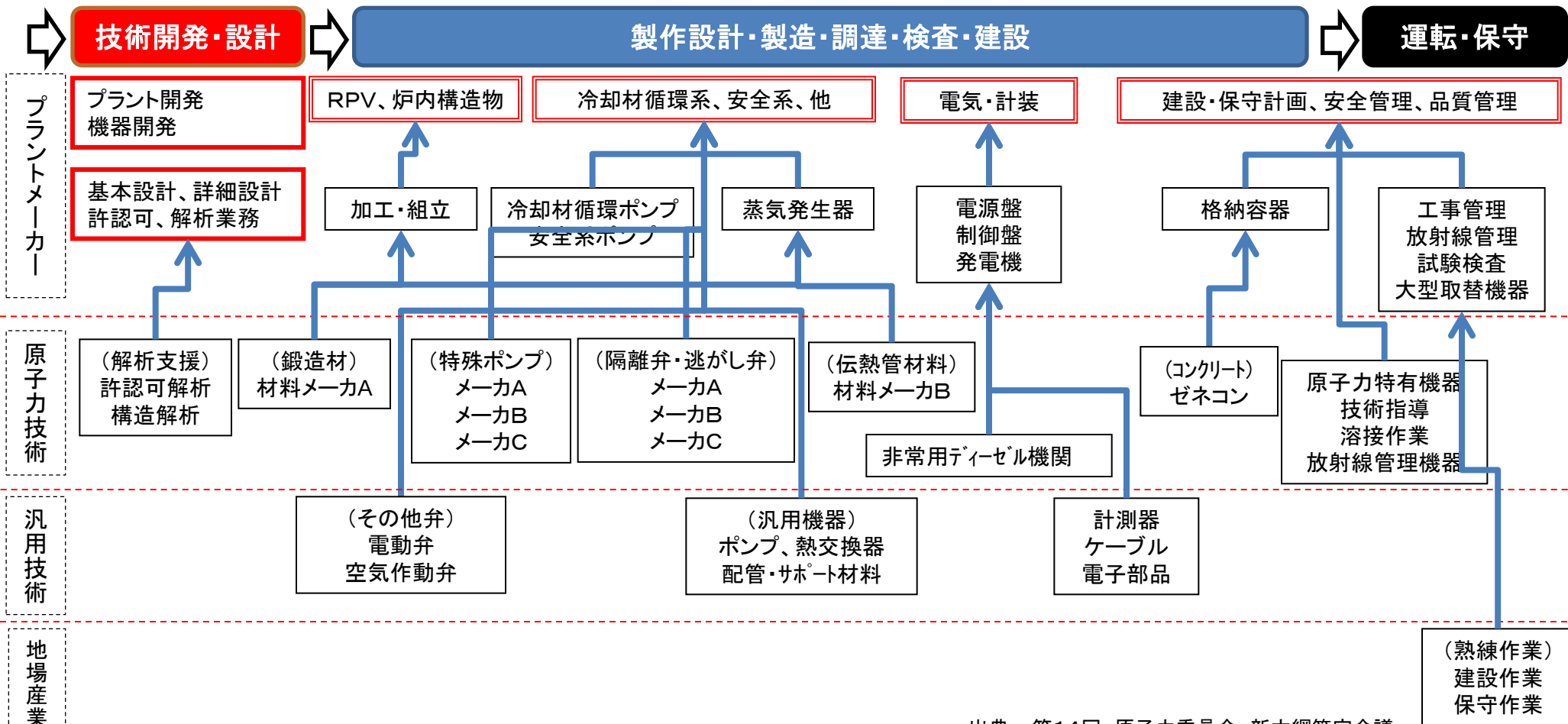


プラント建設・保守とプラント安全性向上、トラブル対応、廃炉に必要な技術の関係



原子力発電所の安全を支える産業構造と基盤維持

- 我が国では国内にプラントメーカー及びサプライチェーンが存在し、①信頼性の高いプラントの提供、②柔軟できめ細かいアフターサービス、③迅速なトラブル対応等の面で強みを持つ。
- 原子力の安全を支える産業は、原子力プラントメーカーを中心に、材料メーカー、安全上重要な機器の製造メーカー等の他、ゼネコンや発電所周辺の地場産業等の裾野の広い産業によって支えられている。
- 建設、保守を支える企業では、技術開発、製造・建設、保守のサイクルを通じて、高い品質維持と技術の向上が図られてきた。



我が国における地層処分に関する取組み

○地層処分に関する政策及び研究開発は段階を追って進められてきた。

国の政策

「特定放射性廃棄物の
最終処分に関する法律」
(2000年5月)

総合エネルギー調査会 原子力部会報告(1999年)

「処分事業の制度化のあり方」

原子力委員会放射性廃棄物処分懇談会報告(1998年)

「処分に向けた基本的考え方」

原子力委員会放射性廃棄物対策専門部会報告
「処理処分方策(中間報告)」(1984年)

「地層処分を基本方針」

原子力委員会報告
「放射性廃棄物対策について」(1976年)

「当面地層処分に重点」

原子力発電環境整備機構
の設立
(2000年10月)

原子力安全委員会報告書
「安全規制の基本的考え方」
(1次報告)(2000年11月)

処分地選定

処分施設建設

操業～

処分事業

原子力発電環境整備機構
(NUMO)

2040

2030

2020

2010

2000

1992

1976

安全指針・基準の整備など

基盤研究開発

NUMO2010年レポート(2011年)

「実施主体としての技術的信頼性の提示」

幌延深地層研究所着工(2003年)

瑞浪超深地層研究所着工(2002年)

第2次取りまとめ(1999年11月)(※)

「地層処分の技術的信頼性」

第1次取りまとめ(1992年)※

「地層処分の技術的可能性」

地層処分研究開始

研究開発

日本原子力研究開発機構
(JAEA) 等

※日本においても地層処分が実現可能であることを示した。

○わが国にも地層処分に適した地質環境が広く存在する

○処分施設を適切に設計・施工することが可能

○地層処分の長期的な安全性を予測的に評価・確認

→原子力委員会により評価(原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会, 2000)

原子力関係学科の推移

○2004年度頃までは減少傾向が続いたが、以下のとおり近年では、原子力リネサンスによるニーズの増加など、原子力の重要性が再認識され、原子力関係学科が増加。

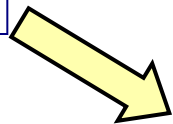
【最近の状況】

- ◆東京大学：原子力専攻・原子力国際専攻の設置（2005年度）
- ◆福井大学：国際原子力工学研究所の設置（2009年度）
- ◆早稲田大学＋東京都市大学：共同原子力専攻の設置（2010年度）
- ◆東海大学：原子力工学科の設置（2010年度）
- ◆長岡技術科学大学：原子力システム安全工学専攻の設置（2012年度） など

（1984年度）

大学：10学科

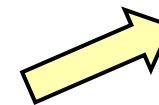
大学院：11専攻



（2004年度）

大学：1学科

大学院：4専攻



（2012年度）

大学：3学科

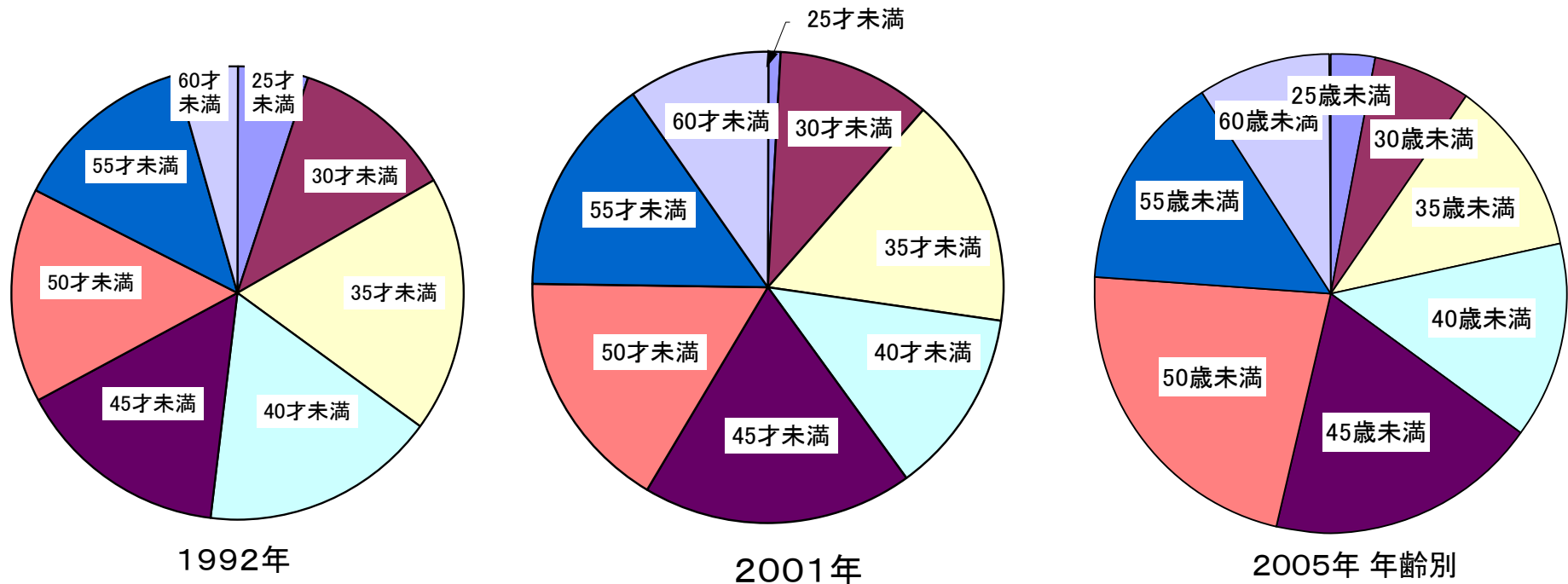
大学院：8専攻

※「原子」という単語を持つ学科・専攻数を計上。

原子力メーカの原子力部門における技術系従業員の年齢構成の推移について

○我が国でも、職員の高齢化が課題である。

○原子力メーカの原子力部門における技術系従業員についても高齢化が進んでおり、10年後には職員の著しい減少が見込まれるため、早期に人材を確保することが重要である。



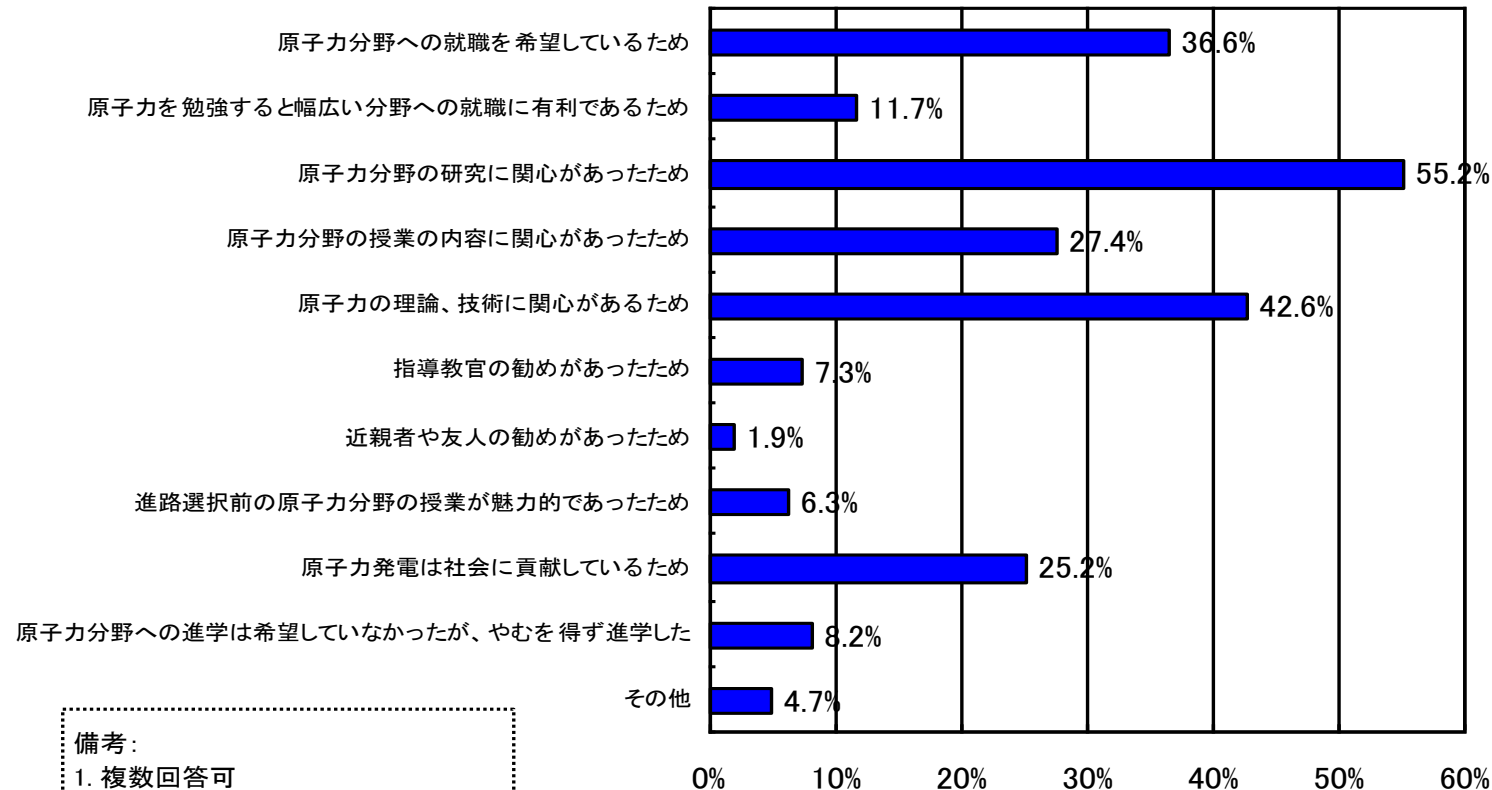
原子力志望の学生の状況(震災前)

○原子力人材プログラムに参加した学生にアンケート調査を実施した。

○原子力分野を専攻した理由として、「関心があった」、「魅力的であった」、「原子力発電は社会に貢献している」との理由が多い。

○原子力が魅力のない産業となった場合、原子力分野を専攻する学生も減る可能性あり。

原子力分野を専攻した理由



備考:

1. 複数回答可

2. 回答比率の母数はアンケート人数

出典:原子力人材育成関係者協議会報告書(H21.4)より

出典: 第14回 原子力委員会 新大綱策定会議