

内閣府 御中

今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた 基盤的調査 報告書

2021 年 3 月 31 日

エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社

技術・安全事業部

本報告書は、内閣府の委託業務として、エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社が実施した「今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査」の成果をとりまとめたものです。

従って、本報告書の著作権は、内閣府に帰属しており、本報告書の全部又は一部の無断複製等の行為は、法律で認められたときを除き、著作権の侵害にあたるので、これらの利用行為を行うときは、内閣府の承認手続きが必要です。

目次

1. 調査方針	1
1.1 調査目的	1
1.2 原子力業界における人材の流れと調査項目の設定	1
2. 調査の実施と結果	3
2.1 原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査	3
2.1.1 文献調査	3
2.1.2 ヒアリング調査	12
2.1.3 アンケート調査	13
2.1.4 引用・参考文献	16
2.2 原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係る調査	18
2.2.1 文献調査	18
2.2.2 ヒアリング調査	25
2.2.3 アンケート調査	34
2.2.4 引用・参考文献	39
2.3 放射線利用産業における人材の確保及び育成の実態把握	40
2.4 その他	46
3. まとめ	48
3.1 本調査で確認した原子力分野の人材の確保及び育成の実態について	48
3.2 今後のさらなる調査について	50

図目次

図 1-1	大学等から原子力関連産業等への人材の流れ.....	2
図 2-1	原子力関係学科・専攻の設立変遷	4
図 2-2	原子力関係学科・専攻の入学者数の推移（1973～2018 年度）	5
図 2-3	近年の原子力関係学科・専攻の入学者数の推移（2008～2020 年度）	7
図 2-4	原子力関連の年齢別教員数（2016 年度）	8
図 2-5	原子力関連の年齢別教員数の推移（2004～2013 年度）	8
図 2-6	原子力関係科目数の推移（7 大学からのアンケート結果の平均値）	9
図 2-7	1979 年と 2019 年の原子力関係科目数の比較（7 大学からのアンケート結果 ¹ の平均値）	9
図 2-8	原子力産業セミナーの来場学生数および参加企業・機関数の推移.....	10
図 2-9	原子力産業セミナーの専攻別来場学生数の推移.....	11
図 2-10	原子力関連研究室の設置有無（n=54）	14
図 2-11	原子力関連研究室所属学生の卒業後の進路（2019 年度卒業生）	16
図 2-12	原子力を支える国内のサプライチェーン	19
図 2-13	原子力を支える技術分野の広がり	19
図 2-14	原子力関連従事者数	20
図 2-15	電気事業者の原子力部門の配属状況	21
図 2-16	主要 6 メーカーの原子力部門の配属状況	21
図 2-17	燃料サイクル関連企業・機関の採用状況	22
図 2-18	震災前の 5 年間及び震災後における採用状況.....	23
図 2-19	震災後における必要な人材の確保状況	23
図 2-20	プラントメーカー 3 社の年齢構成	24
図 2-21	原子力関連の従業員の年齢構成	24
図 2-22	「原子力・放射線」分野を専門に学ぶ学生に対する採用ニーズ（n=23）	35
図 2-23	採用意欲の高い企業における原子力専門人材の確保の現状（n=18）	36
図 2-24	採用ニーズごとの原子力人材の確保の現状	36
図 2-25	「原子力・放射線」以外を専門に学ぶ学生に対する採用ニーズ（それぞれ n=23）	38

表 目 次

表 2-1 主な調査対象一覧（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査）	3
表 2-2 原子力関係学科・専攻の入学者数の集計対象となる学科.....	6
表 2-3 ヒアリング実施概要（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査） ..	12
表 2-4 アンケートの実施概要（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査）	14
表 2-5 原子力関連研究室の所属学生数（2020 年度時点の学部 4 年、修士 1 年、博士 1 年）	15
表 2-6 主な調査対象一覧（原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係る調査）	18
表 2-7 ヒアリング実施概要（原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係る調査）	25
表 2-8 アンケートの実施概要（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査）	35
表 2-9 業種ごとの原子力専門人材の採用ニーズ	37
表 2-10 業種ごとの原子力専門人材の確保の現状	37
表 2-11 業種ごとの、採用ニーズの高い専門分野	39
表 2-12 ヒアリング実施概要（放射線利用産業における人材の確保及び育成の実態把握）	40
表 2-13 Highly Cited Researchers2019、2020 分野別日本の研究者数一覧.....	47

付 属 資 料 一 覧

- 付属資料 A：ヒアリング議事録
 - 一般社団法人日本原子力産業協会
 - 一般社団法人日本電機工業会
 - 日立 GE ニュークリアエナジー株式会社
 - 東芝エネルギーシステムズ株式会社
 - 三菱重工業株式会社
 - 原子力人材育成・確保協議会
 - 公益社団法人アイソトープ協会
 - 一般財団法人放射線利用振興協会
 - 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
 - 一般社団法人日本非破壊検査協会
- 付属資料 B：アンケート調査票
 - 原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係るアンケート調査
 - 原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係るアンケート調査
- 付属資料 C：アンケート調査結果単純集計
 - 原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係るアンケート調査
 - 原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係るアンケート調査

1. 調査方針

1.1 調査目的

安全の確保を図りながら原子力の研究、開発及び利用を進めていくためには、これらを支える優秀な人材を確保及び育成していく必要がある。原子力委員会では、2017年7月に今後の原子力政策の長期的な方向性を示唆する「原子力利用に関する基本的考え方」を策定し、また、2018年2月には「原子力分野における人材育成について（見解）」を発表し、これらの中で原子力分野における人材の確保及び育成の重要性について言及している。この他にも、関係省庁による原子力分野の人材育成に関する施策や、関連団体による提言等が行われており、原子力分野における人材の確保及び育成の重要性は広く認識されている。

しかし近年では、機械工学等の原子力関連分野における統廃合などが進み、「原子力」の名前を冠する学科・コース等を設置している大学が減少していることなどにより、大学等で原子力分野の学問を専門的に学ぶ学生が減少し、将来的な人材の確保が困難になることが懸念されている。また、東京電力福島第一原子力発電所事故（以下「東電福島第一原発事故」という。）以降、原子力発電所の再稼働が進まない中で、大学等で学んだ原子力分野の専門知識を生かせる就職先が減少しており、学んだ知識とは無関係の就職先を選ぶ学生等が増えているとの指し摘もなされている。

一方で、今後数十年にわたって実施される原子力発電所及び試験研究炉の廃炉に向けた作業や、原子力発電をはじめとしたエネルギー利用の側面のみならず、放射性同位元素（R I）や加速器等を利用した医療・工業・農業分野などの多領域にわたる放射線利用が進んでいるなど、大学等で学んだ原子力の知識を生かせる場面は多々あり、今後の原子力利用により国民生活の質の向上に貢献する専門的な人材の確保は重要である。

本調査では、政府の統計調査などを踏まえつつ、原子力を学ぶことが可能な大学・大学院等の現状や学生の就職先・産業界の従業者などに関する調査を実施し、政策立案に必要な基盤的情報を収集することを目的とした。

1.2 原子力業界における人材の流れと調査項目の設定

上記目的を踏まえ、まず大学等から産業界への人材の流れに対する弊社の仮説は図 1-1 の通りである。図 1-1 を踏まえ、本調査で明らかにすべき調査項目として以下を整理した。

- 原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状把握
 - 原子力分野を専門に学ぶ学生数
 - 原子力分野を専門に学ぶ学生の就職先 等
- 原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成の実態把握
 - 原子力・放射線分野従業者に求められる技能、知識、経験
 - 原子力分野を学ぶ学生等の採用実績
 - 原子力・放射線関連部門等における採用ニーズ 等
- 放射線利用産業における人材の確保及び育成の実態把握
 - 放射線利用産業で求められる技能、知識、経験

- 原子力分野を学ぶ学生等を含む採用ニーズ 等
- その他
 - 原子力分野と他分野における研究競争力の比較

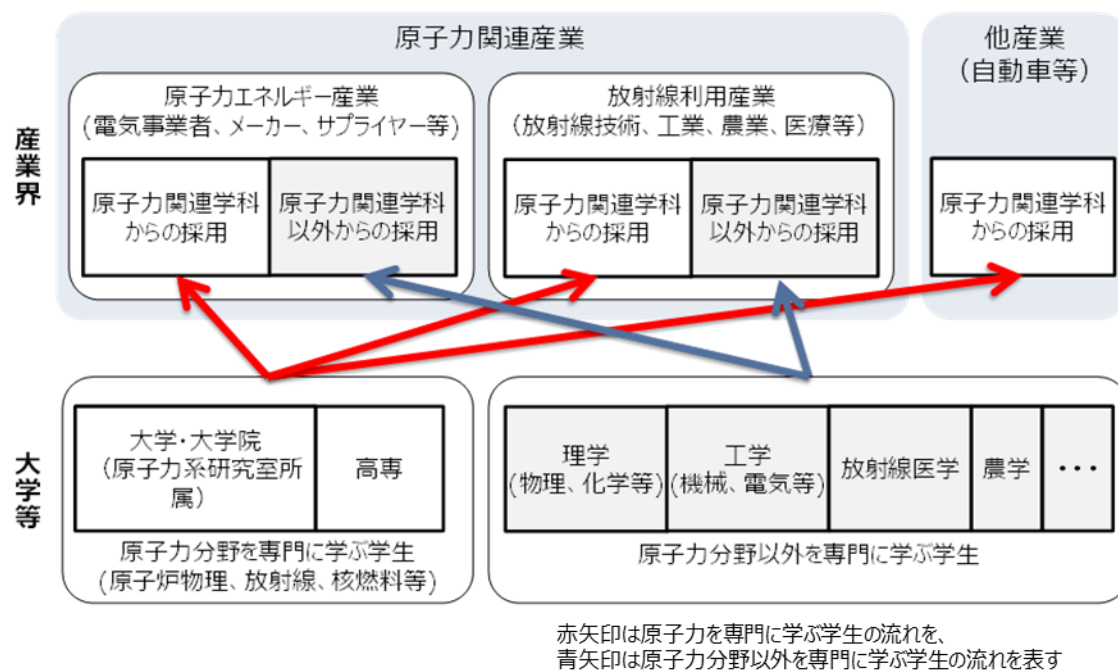


図 1-1 大学等から原子力関連産業等への人材の流れ

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

2. 調査の実施と結果

「1. 調査方針」を踏まえ、既存の統計調査やデータ等を整理するとともに、原子力関連機関（産業界、教育・研究、行政等）へのアンケート・インタビュー調査を実施した。

2.1 原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査

文部科学省による学校基本統計による文献調査を実施するとともに、原子力人材育成ネットワークの事務局である一般社団法人日本原子力産業協会へのヒアリング、及び原子力教員協議会に所属する大学・大学院等へのアンケート調査を実施した。

2.1.1 文献調査

(1) 調査対象

原子力を学ぶ学生や大学等の現状把握にあたり、調査対象とした文献は表 2-1 の通りである。

表 2-1 主な調査対象一覧（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査）

発行機関等	調査対象（文献、データ等）
文部科学省	- 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 ※前身の「原子力人材育成作業部会」を含む。 - 学校基本統計 - 学校教員統計調査
一般社団法人 日本原子力産業協会	原子力産業セミナー 報告書

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

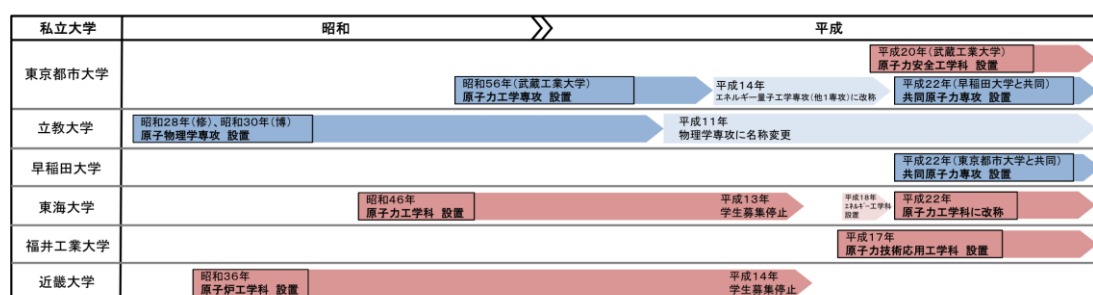
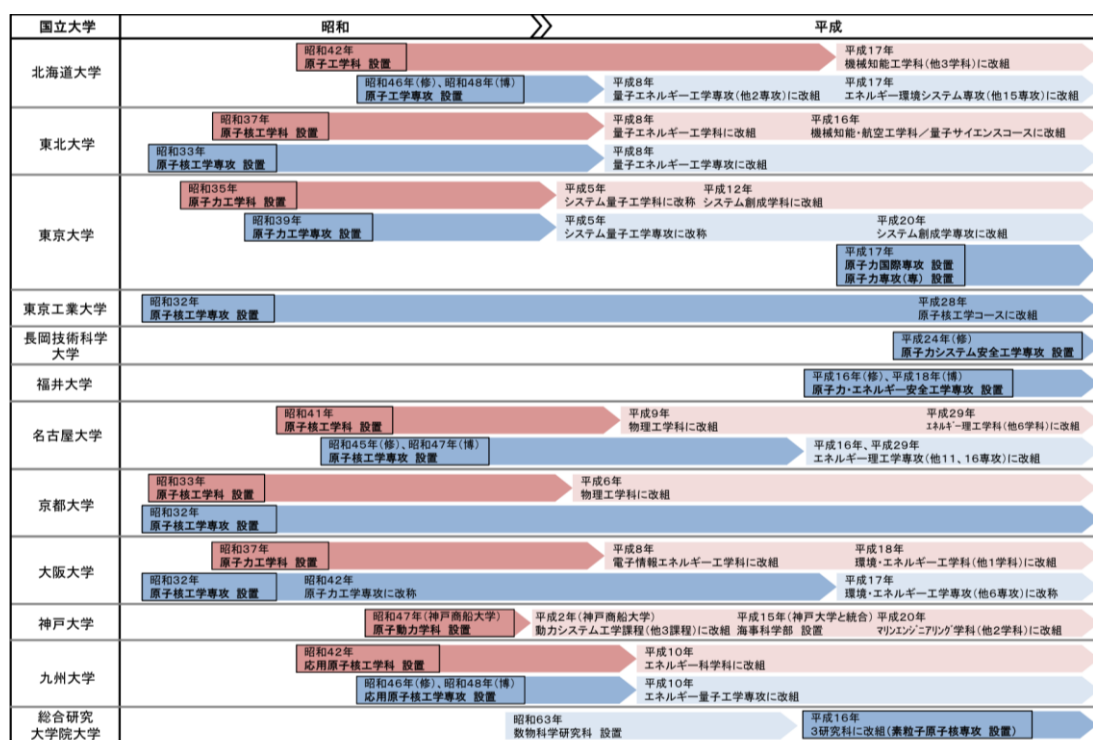
(2) 調査結果概要

文部科学省が公表する統計データ及び資料より、原子力関連学科における基礎的な情報を取りまとめた。

我が国における原子力関係学科、専攻の変遷を図 2-1 に示す。

1957 年（昭和 32 年）以降、国立大学・大学院等を中心に「原子力」を冠する学科や専攻が設置された。しかし、2008 年（平成 20 年）に中央環境審議会が公表した「学士課程教育の構築に向けて（答申）」において「大学入試の改善に関連して、（中略）できるだけ募集単位を大きくりにすることが望まれる。」と記載されるなど、近年は学科や専攻の大括り化が進んでいる。「原子力」を冠する学科についても、1993 年（平成 5 年）以降、学科・専攻の多くが改称・改組されている。

一方で、2004 年（平成 16 年）以降、複数の大学で「原子力」を冠する学科・専攻が設置されている。具体的には、長岡技術科学大学で「原子力システム安全工学専攻」、福井大学で「原子力・エネルギー安全工学専攻」、早稲田大学で「共同原子力専攻」、及び福井工業大学で「原子力技術応用工学科」が設置された。また、東海大学のように、「原子力工学科」としては 2001 年（平成 13 年）に学生募集が停止されたが、その後、2006 年（平成 18 年）に設置された「エネルギー・工学科」が 2010 年（平成 22 年）に「原子力工学科」として改称されたものもある。



大学における原子力工学関係学科 ※「平成29年度全国大学一覧」をもとに作成(令和元年5月時点)

大学院における原子力工学関係専攻

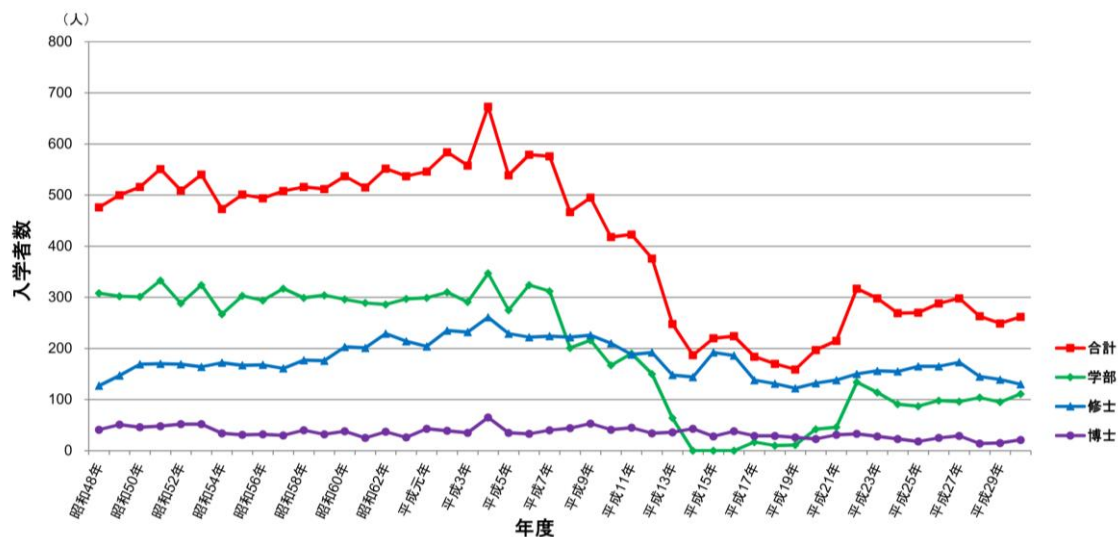
図 2-1 原子力関係学科・専攻の設立変遷

(出所) 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(第2回) 文部科学省「原子力イノベーションの実現に向けた人材育成の在り方・事業の見直しについて」(2019年)

1973年度（昭和43年度）から2018年度（平成30年度）までの原子力関係学科・専攻の入学者数の推移を、図2-2に示す。なお、原子力関係学科・専攻は「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」を指しており、表2-2に記載した学科が該当する。

原子力関係学科・専攻の入学者数は、昭和には500人前後で推移し徐々に増加傾向であったが、1992年度（平成4年度）をピークに減少傾向に転じ、2002年度（平成14年度）には学部の入学者数がゼロとなっている。その後、2009年度（平成21年度）から2010年度（平成22年度）にかけて学部の入学者数が大幅に増えている。

これらの入学者数の変動は、先述の通り、表2-2に示した「原子力」や「量子」を冠する学科を対象に集計している中で、それぞれ1993年（平成5年）以降、「原子力」を冠する学科・専攻の多くが改称・改組されたため集計対象となる学科が減少したこと、2010年（平成22年）に早稲田大学で「共同原子力専攻」が新設され、東海大学で「原子力工学科」への改称があったため集計対象となる学科が増加したことによるものと考えられる。



※「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
 原子力工学関係（大 学）…原子（力）核工学、原子力工学、原子炉工学、原子工学、応用原子核工学、システム量子工学、量子エネルギー工学、
 原子力技術応用工学、原子力安全工学
 原子力理学関係（大学院）…原子核理学、原子核宇宙線学、原子物理学
 原子力工学関係（大学院）…原子核工学、原子力工学、原子工学、応用原子核工学、量子エネルギー工学、エネルギー量子工学、原子力・エネル
 ギー安全工学、共同原子力、原子力システム安全工学、量子放射線系

図 2-2 原子力関係学科・専攻の入学者数の推移（1973～2018 年度）

（出所）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 原子力人材育成作業部会
 （第21回）文部科学省「原子力イノベーションの実現に向けた研究開発・研究基盤・人材育成施策の方向性について」（2019年）

表 2-2 原子力関係学科・専攻の入学者数の集計対象となる学科

中分類	小分類（学科）	
原子力理学関係 （大学院）	・ 原子核理学 ・ 原子物理学	・ 原子核宇宙線学
原子力工学関係 （学部）	・ 原子（力）核工学 ・ 原子炉工学 ・ 応用原子核工学 ・ 量子エネルギー工学 ・ 原子力安全工学	・ 原子力工学 ・ 原子工学 ・ システム量子工学 ・ 工学原子力技術応用工学
原子力工学関係 （大学院）	・ 原子核工学 ・ 原子工学 ・ 量子エネルギー工学 ・ 原子力・エネルギー安全工学 ・ 原子力システム安全工学	・ 原子力工学 ・ 応用原子核工学 ・ エネルギー量子工学 ・ 共同原子力 ・ 量子放射線系

（出所）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 原子力人材育成作業部会
（第 21 回）文部科学省「原子力イノベーションの実現に向けた研究開発・研究基盤・人材育成施策の方向性について」（2019 年）に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社作成

また、2008 年度（平成 20 年度）以降の原子力関係学科・専攻の入学者数の推移を図 2-3 に示す。

原子力関連学科・専攻への入学者数は、2010 年度（平成 22 年度）の 317 名から東電福島第一原発事故後の 2012 年度（平成 24 年度）には 269 名まで減少した。その後、2015 年度（平成 27 年度）には 298 名まで回復したものの、2016 年度（平成 28 年度）に再び減少した。

学部、修士、博士別の内訳を見ると、特に 2015 年度（平成 27 年度）以降の修士の入学者数の減少傾向が顕著である。

一方で、学部 2020 年度（令和 2 年度）の学部入学者数は 2017 年度（平成 29 年度）以降増加傾向にある。特に 2020 年度（令和 2 年度）は 131 名と、震災前の 2010 年度（平成 22 年度）と同じ水準まで回復した。

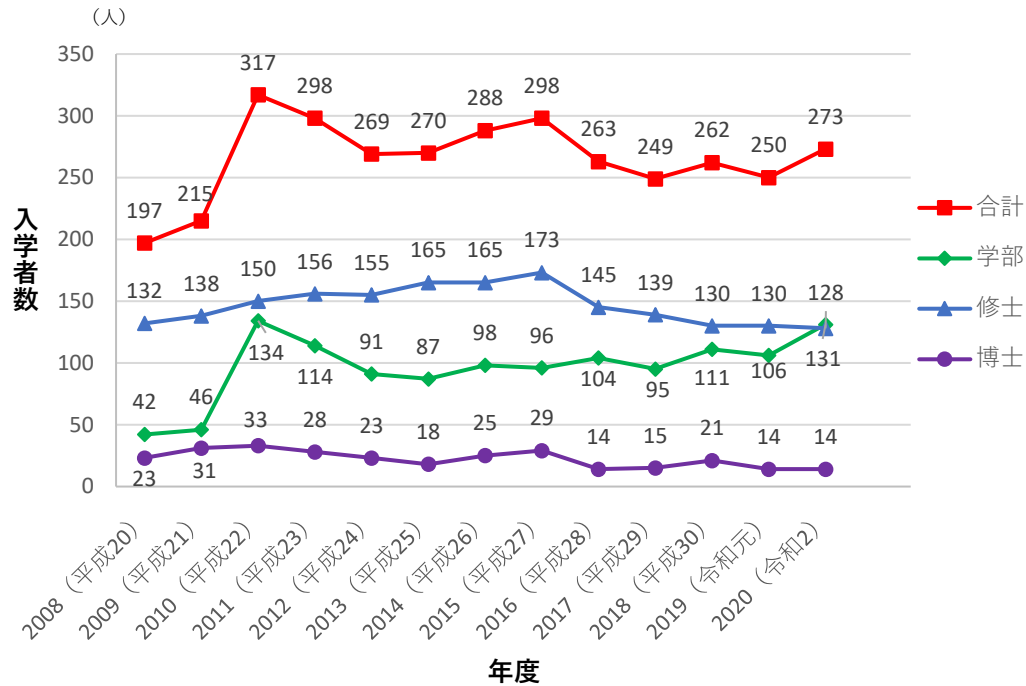


図 2-3 近年の原子力関係学科・専攻の入学者数の推移（2008～2020 年度）

（出所）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 原子力人材育成作業部会
「原子力人材育成作業部会 中間取りまとめ」（2016 年）及び文部科学省「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」の合計に基づきエム・アール・
アイ リサーチアソシエーツ株式会社作成

また、文部科学省の「学校教員統計調査」に基づく原子力分野を専門とする大学教員数について、2016 年度（平成 28 年度）の調査結果を図 2-4 に、過年度の調査結果の推移を図 2-5 に示す。

原子力分野を専門とする大学教員数は、2004 年度（平成 16 年度）から 2010 年度（平成 22 年度）まで 430 人前後で推移していたが、2013 年度（平成 25 年度）には 345 人まで減少した。その後の 2016 年度（平成 28 年度）調査では 370 人と、やや回復が見られている。

年齢別の分布について 40 歳以下に着目すると、2004 年度（平成 16 年度）から 2013 年度（平成 25 年度）にかけて若手教員が減少傾向にある。

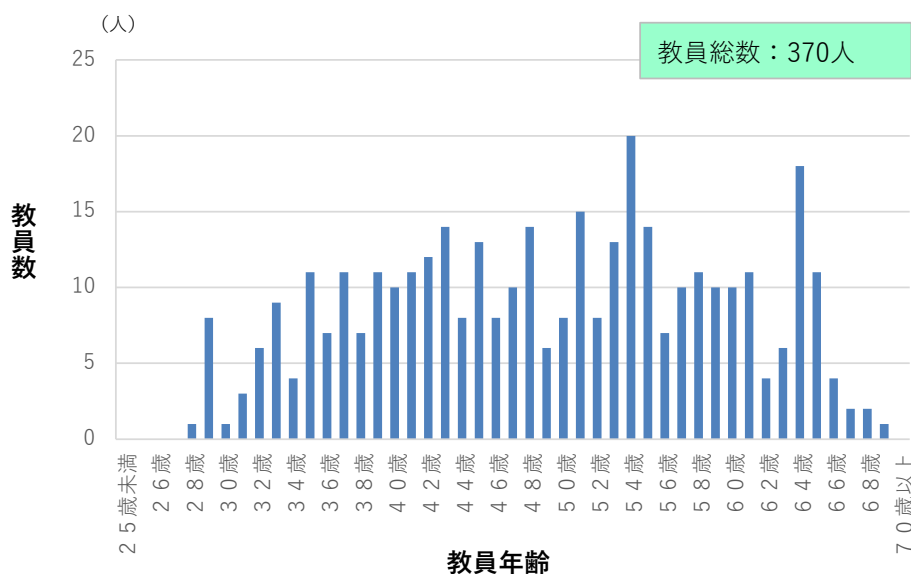


図 2-4 原子力関連の年齢別教員数（2016 年度）

（出所）文部科学省「学校教員統計調査」の専門（専攻）分野一覧表における中分類「原子力理学関係」及び「原子力工学関係」の合計に基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社作成

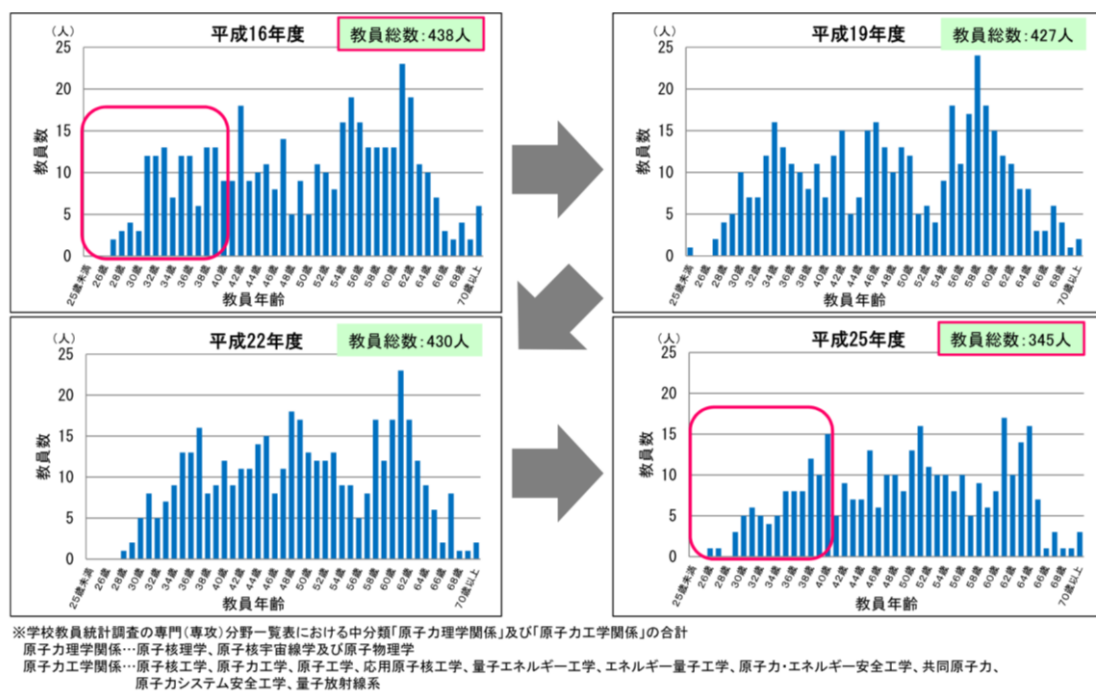


図 2-5 原子力関連の年齢別教員数の推移（2004～2013 年度）

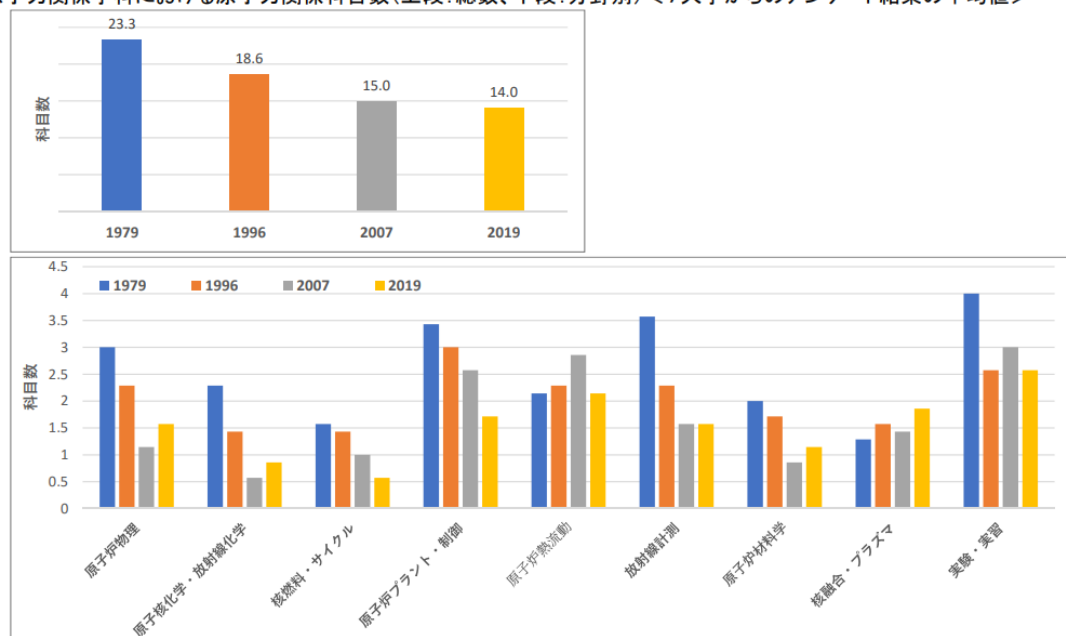
（出所）科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力科学技術委員会 原子力研究開発・基盤・人材作業部会（第2回） 文部科学省「原子力イノベーションの実現に向けた人材育成の在り方・事業の見直しについて」（2019 年）

原子力関係学科における原子力関係科目数を図 2-6 に示す。また、原子力関係専攻も考

慮した原子力関係科目数を図 2-7 に示す。

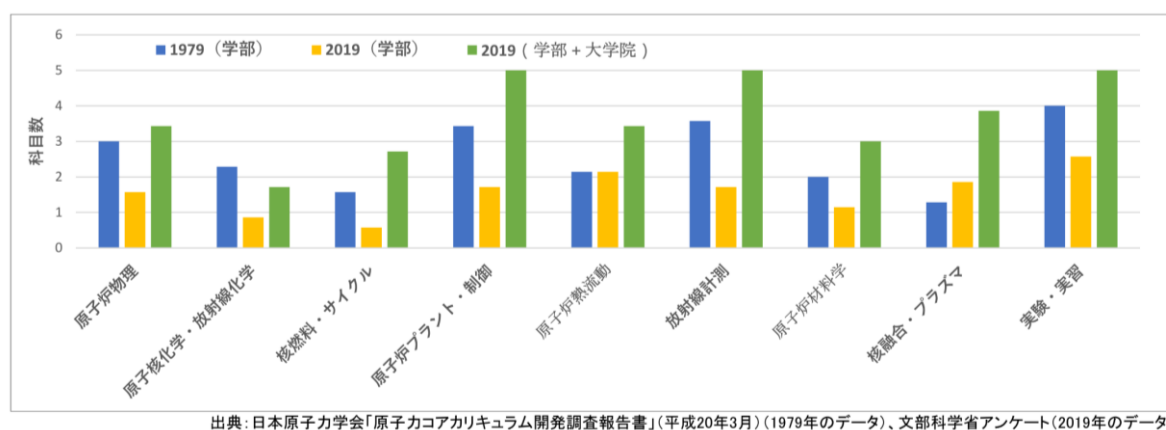
2019 年の原子力関係学科（学部）における原子力関係科目数について、「原子炉熱流動」及び「核融合・プラズマ」以外は 1979 年と比較して減少している。

原子力関係学科における原子力関係科目数（上段：総数、下段：分野別）＜7 大学からのアンケート結果の平均値＞



出典：日本原子力学会「原子力コアカリキュラム開発調査報告書」（平成20年3月）（1979年、1996年、2007年のデータ）、文部科学省アンケート（2019年のデータ）

図 2-6 原子力関係科目数の推移（7 大学からのアンケート結果¹の平均値）



出典：日本原子力学会「原子力コアカリキュラム開発調査報告書」（平成20年3月）（1979年のデータ）、文部科学省アンケート（2019年のデータ）

図 2-7 1979 年と 2019 年の原子力関係科目数の比較
（7 大学からのアンケート結果¹の平均値）

（出所）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（第 2 回） 文部科学省「原子力イノベーションの実現に向けた人材育成の在り方・事業の見直しについて」（2019 年）

¹ 1979 年当時、原子力関係学科・専攻を有している 7 大学に行われたアンケート調査の結果。2019 年は、1979 年と同じ大学、大学院に対してアンケート調査が行われた。

原子力関連学科に所属する学生を含めた学生の原子力分野への就職動向に関して、一般社団法人日本原子力産業協会が主催する合同企業説明会「原子力産業セミナー2022」への来場学生数及び参加企業・機関数の推移を図 2-8 に示す。また、専攻別の来場学生数の推移を図 2-9 に示す。

来場学生数は東電福島第一原発事故前に開催された2010年度の1903人をピークに大幅に減少し、現在も500人を割り込んでいる。

専攻別の来場学生を見ると、「原子力・エネルギー系」の専攻学生は、東電福島第一原発事故前後で減少はしているものの、概ね150名程度で推移している。一方で、他の専攻、特に「電気・電子系」及び「機械系」の来場学生数は東電福島第一原発事故後に大幅に減少し、回復が見られない。なお、「文系」は、東電福島第一原発事故後に大幅な来場者数の落ち込みが見られたが、2020年度は100名以上が来場しており、回復が見られる。

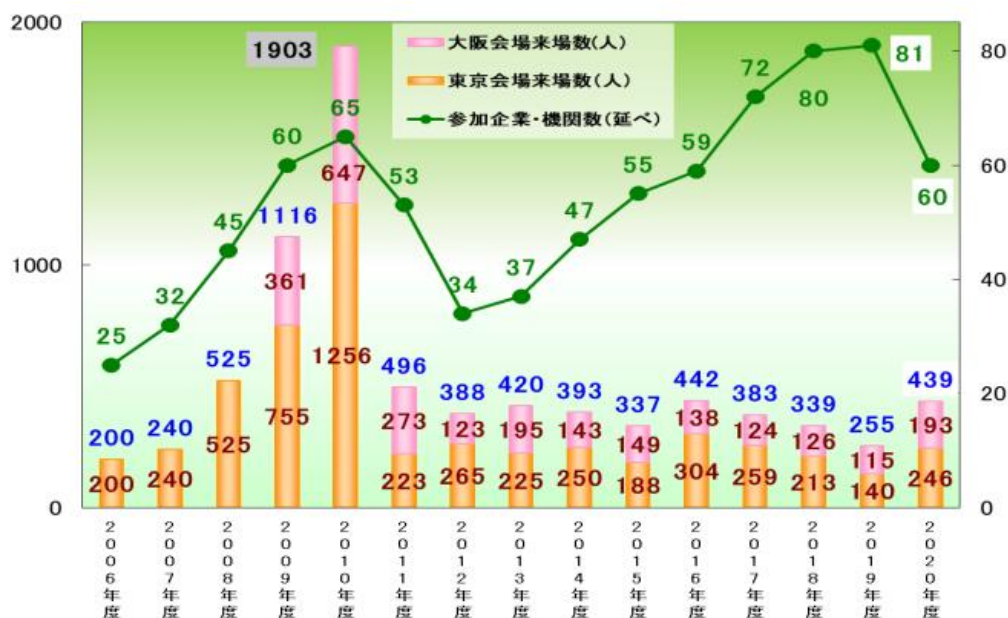


図 2-8 原子力産業セミナーの来場学生数および参加企業・機関数の推移

(出所) 一般社団法人日本原子力産業協会「原子力産業セミナー2022 報告」(2020年)

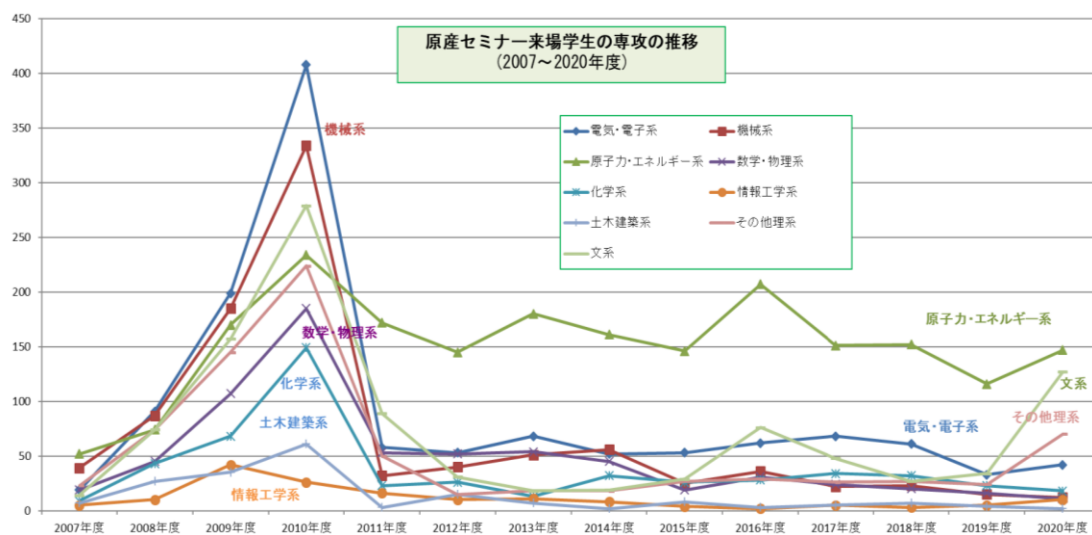


図 2-9 原子力産業セミナーの専攻別来場学生数の推移

(出所) 一般社団法人日本原子力産業協会「原子力産業セミナー2022 報告」(2020 年)

2.1.2 ヒアリング調査

(1) 調査実施概要

原子力人材育成ネットワークは、関係機関が一体となって原子力人材育成に係る取組を効率的かつ効果的に推進することを目的に設立された組織であり、原子力を学ぶ学生の動向、及び企業の採用状況に関するアンケート調査を実施している。

原子力関連学科に所属する学生の動向等の把握に加え、後述の「2.1.3 アンケート調査」の実施内容の参考情報を得るため、原子力人材育成ネットワークの事務局である一般社団法人日本原子力産業協会へのヒアリングを実施した。

表 2-3 ヒアリング実施概要（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査）

実施日時、場所	対象機関
1 月 13 日（水） Zoom 会議	一般社団法人日本原子力産業協会 職員 3 名 （原子力人材育成ネットワーク事務局）

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社作成

(2) 調査結果概要

ヒアリングにより聴取した主な内容を以下に示す。なお、ヒアリング議事録は、別添資料として、掲載する。

1) 原子力関連学科に所属する学生数（原子力人材育成ネットワークの調査について）

- 大学では学科の大括り化によって原子力専攻の入学者数が分からないため（電気・電子学科に含まれる等）、学部の入学者数は集計していない。代わりに、原子力関連研究室に在籍する学生数（学部 4 年、修士 1 年、博士 1 年）のデータを調査している。学部での中途退学は多くないと考えられるため、学部 4 年生の数が入学者数にほぼ近いものと考えられる。
- 2018 年度以降、修士 1 年の在籍者数が減少傾向にあるように見えるが、原因は特定できていない。
- （一般に東電福島第一原発事故を契機に原子力業界の人气が低下したと言われるが、2015 年に学生数が増えていることについて）学科数が増加した影響だと思われる。2005 年に福井工業大が、2008 年に東京都市大がそれぞれ原子力関連学科を設置した。また、2010 年に東京都市大と早稲田大の共同原子力専攻が設置された。

2) 原子力関連学科に所属する学生の就職動向

- （需供のミスマッチを減らすために学校や事業者が知りたい情報について）昨年、人材育成ネットワーク内の高等教育分科会と実務分科会で意見交換を行った際には、大学側から、企業に学生を送り出すに当たり業務内容をイメージしづらいという意見が出た。

- （調査結果を見る限り学生数は減少していないが、一方で原子力産業セミナーの来場学生数が減少しているのは何故か、という質問に対して）原因の一つとして就職活動の早期化が考えられる。これまで原子力産業セミナーは3月の就活解禁に合わせて実施していたが、工学系の学生に対しては他産業からのニーズも高く、3月時点で既に内々定を有する学生も多い。2019年度は2月開催に早めたが、あまり効果はなかった。2020年度は就活状況の悪化もあるが、他産業よりも早く学生に接触するために10月に前倒して開催したところ来場者数が増えた。6月や8月に業界研究会も実施している。

3) その他

- （原子力人材育成ネットワークの参加機関について）脱退した大学は会津大だけである。昨年度に早稲田大が新規加入した。また、大学としては加入していないが、個人的に分科会委員を務めている大学教員もいる。
- 教員協議会には大阪府立大のように放射線分野だけで原子力エネルギー関連学科を有しない大学も含まれており、25大学以外に原子力関連学科を有する大学は少ないと思われる。
- （原子力人材育成ネットワークの調査について）核医学や農業分野の放射線利用は対象外である。これらを含む放射線利用に関しては医学部や農学部の調査も必要となり、広く網羅することは難しいと思われる。

2.1.3 アンケート調査

(1) 調査実施概要

「2.1.2 ヒアリング調査」で実施した一般社団法人日本原子力産業協会へのヒアリング結果を参考に、大学・大学院向けの郵送又はメールアンケートを表 2-4 の通り実施した。

表 2-4 アンケートの実施概要（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査）

	概要
対象	- 原子力教員協議会 会員大学・大学院² - 一般財団法人日本原子力学会 会員所属大学・大学院 72 大学 (原子力教員協議会 会員大学・大学院を除く)
実施期間	2021 年 2 月 19 日～3 月 17 日
実施方法	郵送又はメールにて調査票を送付
有効回答件数	54 件
調査項目 ※調査票を別 添資料とし て添付	- 原子力関連研究室³の設置有無 - 原子力関連研究室の所属学生数 (学部 4 年生、修士 1 年生、博士 1 年生) - 原子力関連研究室の所属学生の進路

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

(2) 調査結果概要

アンケートに協力いただいた 54 の大学・大学院のうち、原子力関連の研究室が設置有無を図 2-10 に示す。原子力関連の研究室が設置されている大学・大学院は 21 (38.9%) であった。

貴大学、大学院において原子力関連の研究室はございますか。

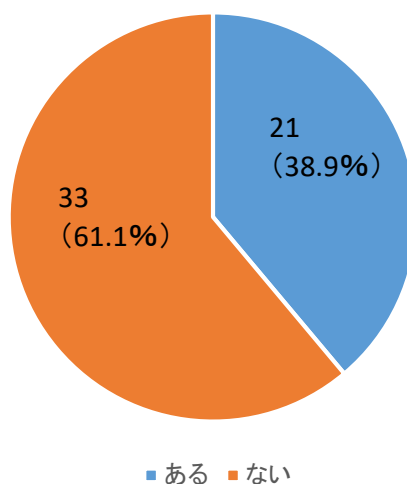


図 2-10 原子力関連研究室の設置有無 (n=54)

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

² 調査票の配布は、原子力教員協議会幹事大学・大学院に協力いただいた。

³ 各大学・大学院にて該当するか判断いただいた。

原子力関連研究室の設置されている 21 の大学・大学院における、2020 年度の原子力関連研究室所属学生数を表 2-5 に示す。

調査方法や集計対象が違うため単純な比較はできないが、学校基本調査に基づく 2020 年度の原子力関係学科・専攻の入学者数（図 2-2）の約 2.8 倍となっている。

表 2-5 原子力関連研究室の所属学生数（2020 年度時点の学部 4 年、修士 1 年、博士 1 年）

合計	学部 4 年	修士 1 年	博士 1 年
760 人	402 人	301 人	57 人

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

原子力関連研究室を 2019 年度に卒業した学生の進路を図 2-11 に示す。

原子力関連以外の企業・機関へ就職者数が、博士では約 15%、学部では全体の約 3 分の 1、修士では全体の半数以上となった。また、学部では原子力関連以外の大学院への進学数が 23.4%となった。学部や修士では、原子力関連研究室の所属学生の卒業後の進路として原子力関連以外の企業や大学院に進む割合の合計が全体の半数を超えており、大学・大学院で原子力分野を専門に学んだ学生の相当数が卒業後の進路として非原子力系を選んでいることが示唆される。

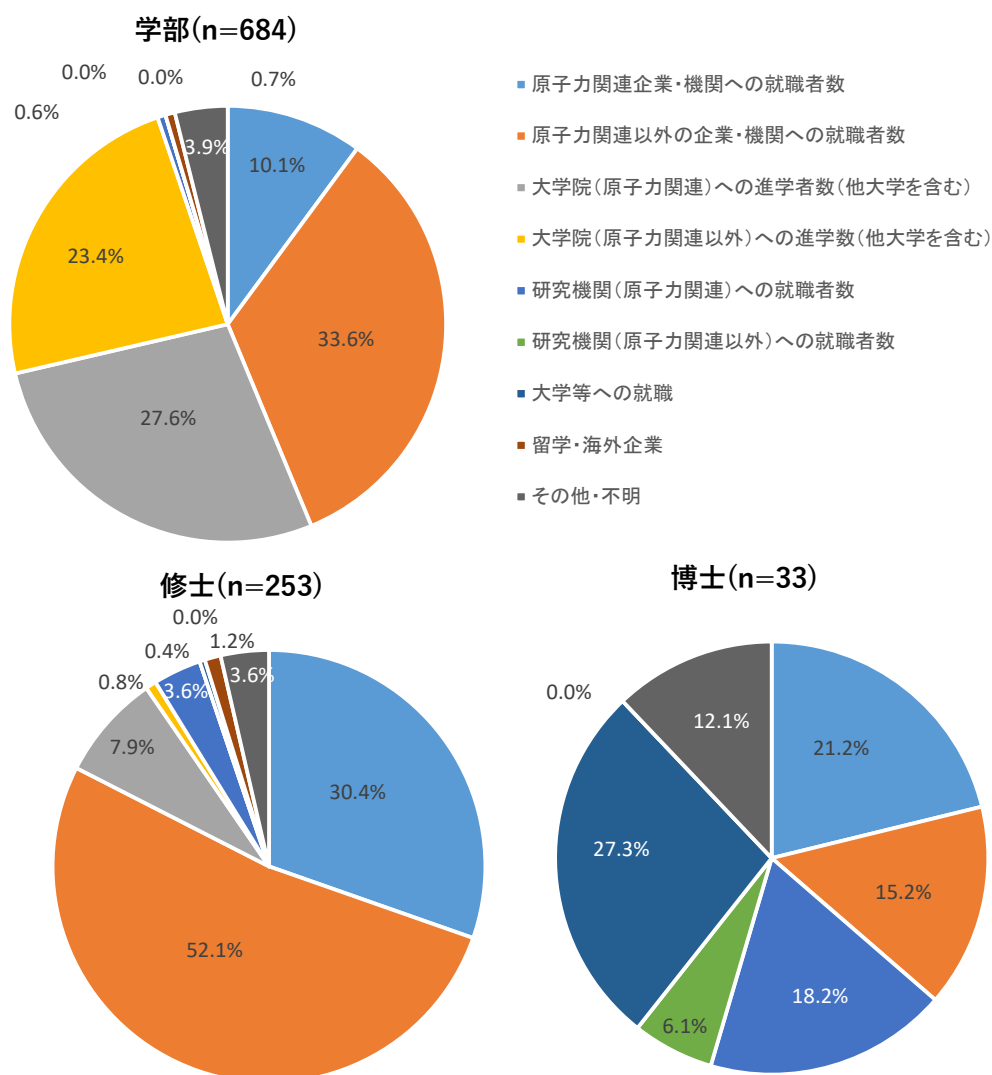


図 2-11 原子力関連研究室所属学生の卒業後の進路（2019 年度卒業生）⁴

出所）エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

2.1.4 引用・参考文献

- (1) 中央教育審議会：「学士課程教育の構築に向けて（答申）」（2008 年）年
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2008/12/26/1217067_001.pdf（2021 年 3 月 19 日閲覧）
- (2) 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（第 2 回） 文部科学省：「原子力イノベーションの実現に向けた人材育成の在り方・事業の見直しについて」（2019 年）

⁴ 博士については、「大学院（原子力関連）への進学者数（他大学を含む）」及び「大学院（原子力関連以外）への進学者数（他大学を含む）」を選択肢として設定していない。また、回答結果で卒業生数と進路の内訳の合計が不一致である場合は、整合するように内訳の「その他・不明」の数を調整した。

- https://www.mext.go.jp/content/20191129-mxt_genshi-000002747_3.pdf (2021 年 3 月 19 日閲覧)
- (3) 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 原子力人材育成作業部会 (第 21 回) 文部科学省：「原子力イノベーションの実現に向けた研究開発・研究基盤・人材育成施策の方向性について」 (2019 年)
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/100/shiryo/__icsFiles/afieldfile/2019/09/04/1420802_6.pdf (2021 年 3 月 19 日閲覧)
- (4) 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 原子力人材育成作業部会：「原子力人材育成作業部会 中間取りまとめ」 (2016 年)
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2016/08/29/1375812_2.pdf (2021 年 3 月 19 日閲覧)
- (5) 文部科学省：「学校基本調査」
https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/1267995.htm (2021 年 3 月 19 日閲覧)
- (6) 文部科学省：「学校教員統計調査」
https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kyouin/1268573.htm (2021 年 3 月 19 日閲覧)
- (7) 日本原子力産業協会：「原子力産業セミナー2022 報告」 (2020 s)
https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/11/2022_report.pdf (2021 年 3 月 19 日閲覧)

2.2 原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係る調査

日本原子力産業協会等による文献の調査を実施するとともに、一般社団法人日本電機工業会及び原子力プラントメーカーへのヒアリングを行った。また、一般社団法人日本原子力産業協会の会員企業のうち原子力関連事業を有する企業等に対してアンケート調査を実施した。

2.2.1 文献調査

(1) 調査対象

2.2 原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係る調査に当たり、調査対象とした文献は表 2-6 の通りである。

表 2-6 主な調査対象一覧
(原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係る調査)

発行機関等	調査対象文献、データ等
資源エネルギー庁	・ 総合資源エネルギー調査会総会電力・ガス事業分科会原子力小委員会
日本原子力産業協会	・ 原子力発電に係る産業動向調査 2020 報告書 ・ 原子力産業の人材確保の状況と課題
日本電機工業会	・ 原子力技術・人材の維持について (2016 年) ・ 原子力人材・技術の維持について (2018 年)
株式会社三菱総合研究所	・ 令和元年度原子力の利用状況等に関する調査 (国内外の原子力産業に関する調査) 報告書 ※資源エネルギー庁事業報告書

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

(2) 調査結果概要

原子力エネルギー産業界の人材において必要な技術等の前提となる情報として、原子力発電のサプライチェーン及び原子力を支える技術分野を、それぞれ図 2-12 及び図 2-13 に示す。

原子力発電のサプライチェーンは、プラントメーカーを筆頭に、400 社以上の原子力特有の技術を有する企業と汎用技術により部品を提供するベンダーにより支えられている。

プラントの建設、保守、安全性向上、トラブル対応、及び廃炉まで、原子力発電に必要な技術は、炉心・燃料設計等原子力に特有の技術から、電気や建設等汎用的な技術に至るまで多岐にわたっている。

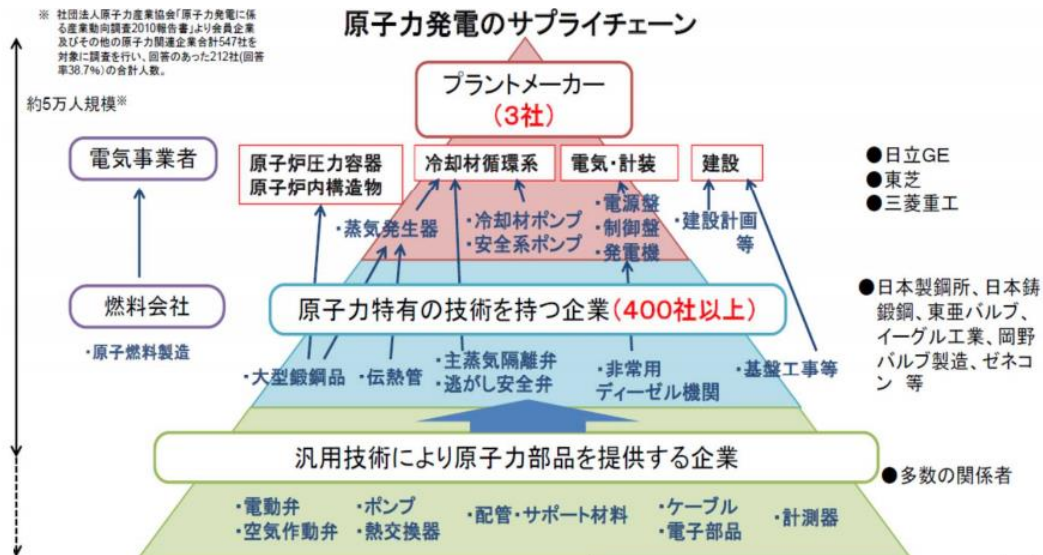


図 2-12 原子力を支える国内のサプライチェーン

出所) 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 原子力人材育成作業部会(第5回) 一般社団法人日本電機工業会「原子力人材・技術の維持について」(2016年)

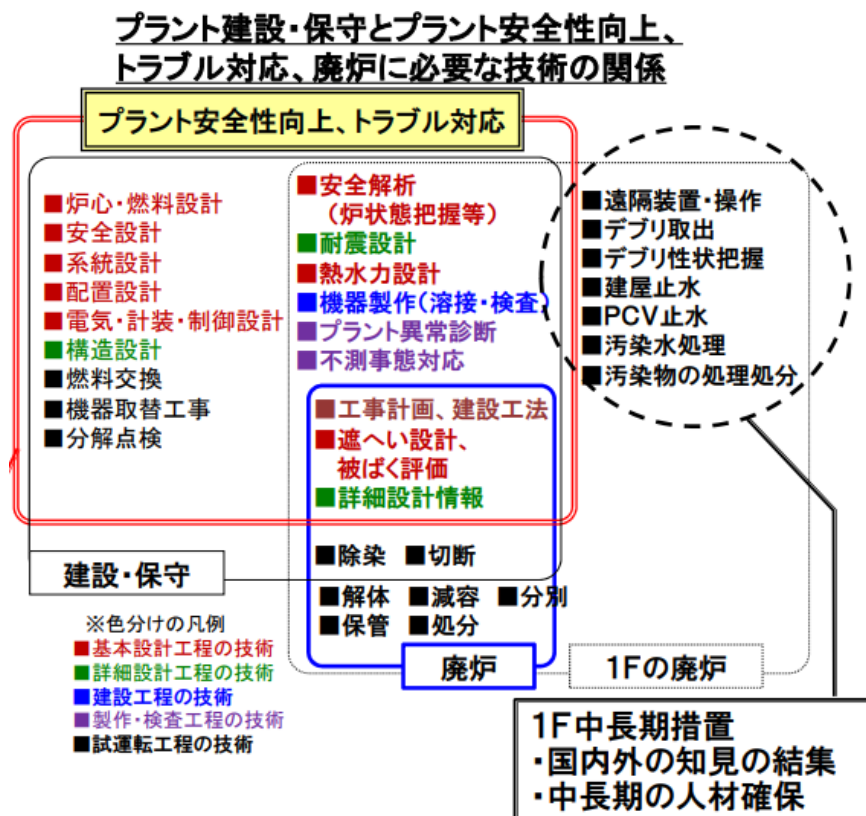


図 2-13 原子力を支える技術分野の広がり

出所) 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 原子力人材育成作業部会(第5回) 一般社団法人日本電機工業会「原子力人材・技術の維持について」(2016年)

原子力関係従事者数に関して、一般社団法人日本原子力産業協会の調査結果を図 2-14 に示す。2001 年以降増減が見られるものの、近年は概ね横ばいで推移している。

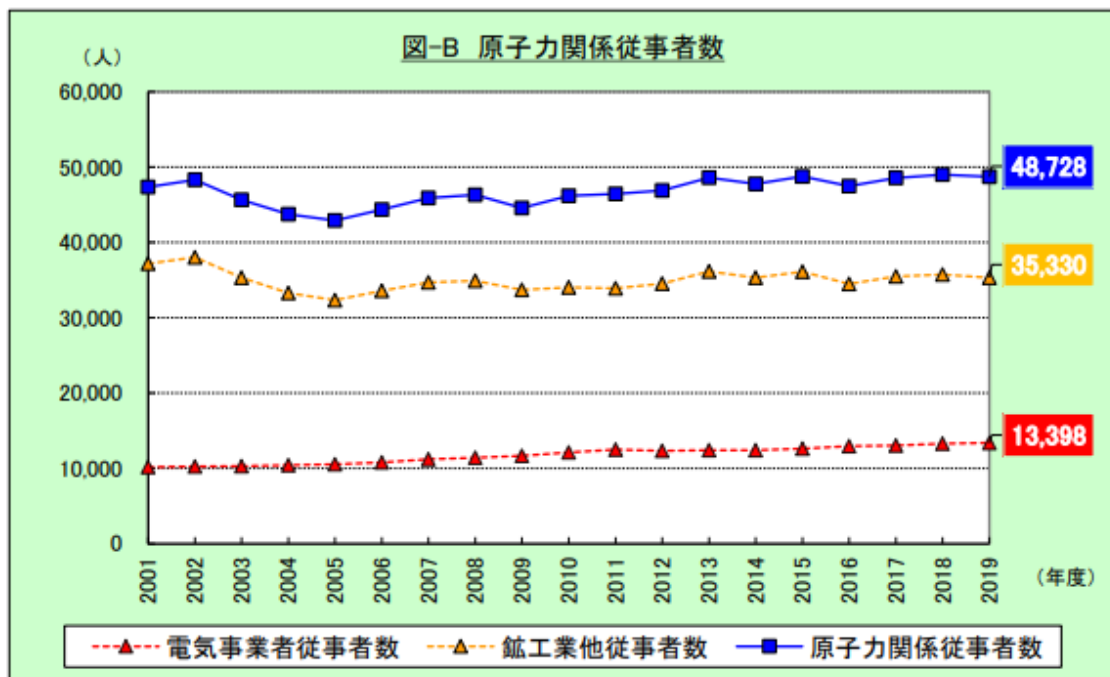


図 2-14 原子力関連従事者数

出所) 一般社団法人日本原子力産業協会「原子力発電に係る産業動向調査 2020 報告書」(2020 年)

原子力エネルギー産業の採用状況に関して、一般社団法人日本原子力産業協会が実施した電気事業者、主要 6 メーカー、燃料サイクル関連企業・機関における採用状況の調査結果を、それぞれ図 2-15、図 2-16、図 2-17 に示す。いずれも東電福島第一原発事故が発生した 2011 年の後に顕著な減少が見られる。また、電気事業者及び主要 6 メーカーでは、採用者に占める原子力専攻の割合が 2011 年以降に上昇傾向にあった。燃料サイクル関連企業・機関においては、原子燃料加工メーカーの採用数が 2014 年以降少なくなっている。

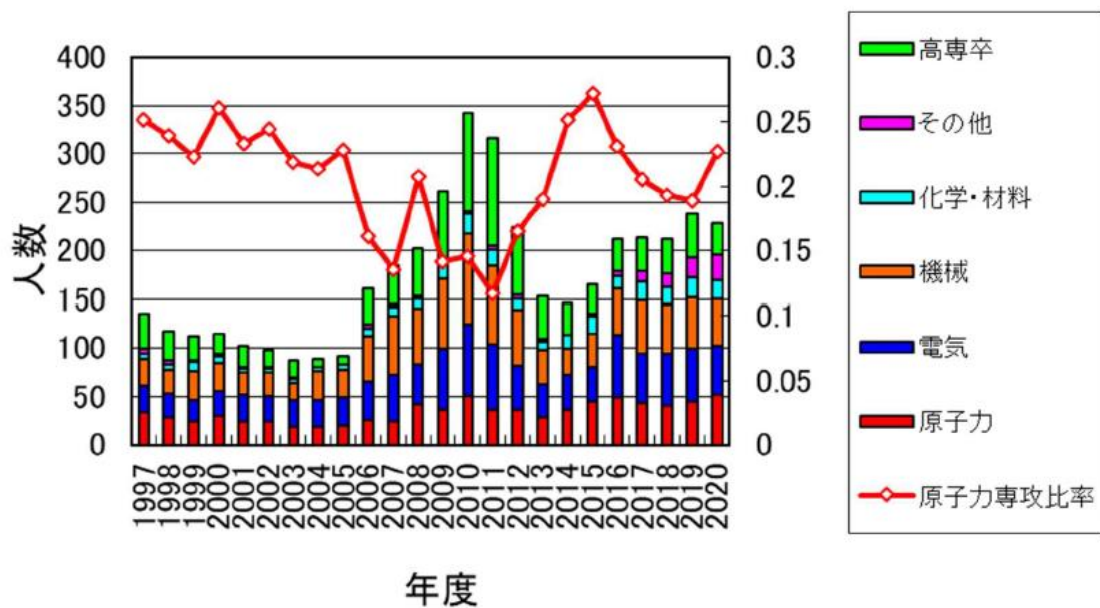


図 2-15 電気事業者の原子力部門の配属状況

出所) 一般社団法人原子力産業協会人材育成部提供資料

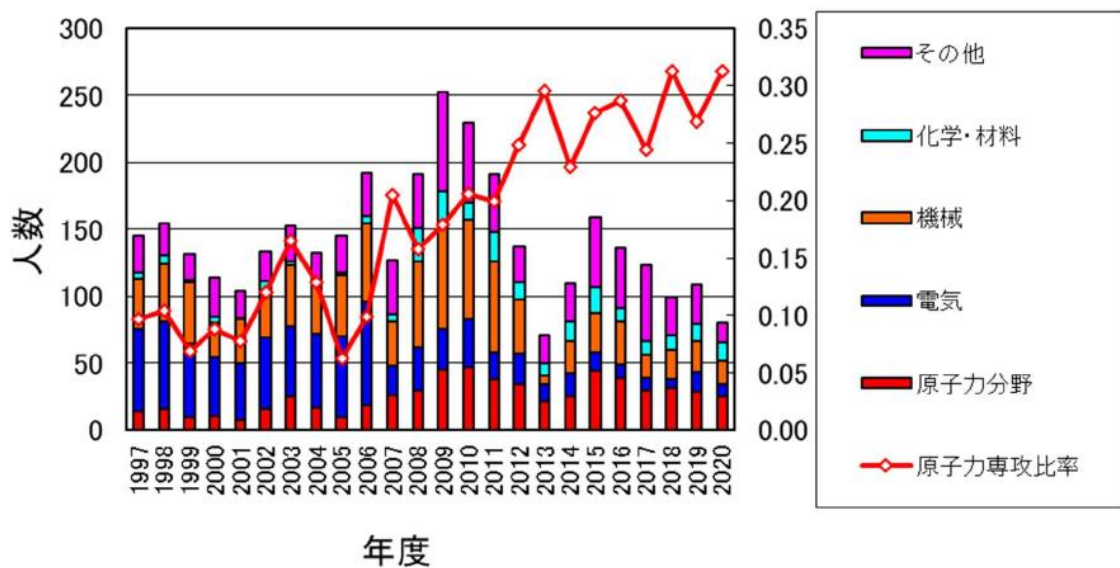


図 2-16 主要 6 メーカーの原子力部門の配属状況

出所) 一般社団法人原子力産業協会人材育成部提供資料

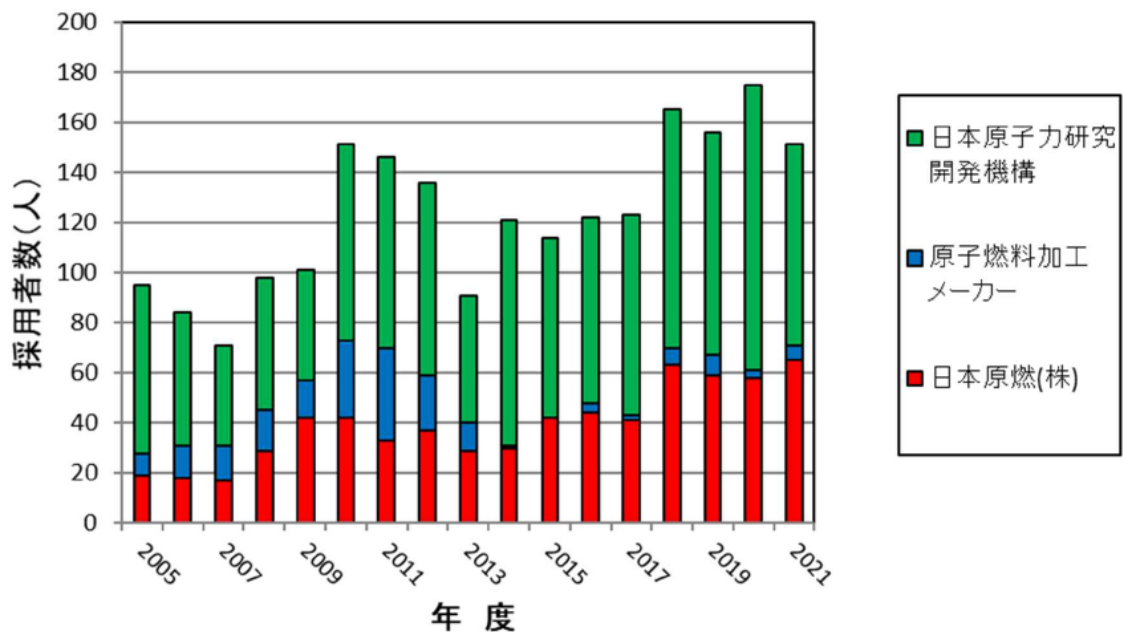


図 2-17 燃料サイクル関連企業・機関の採用状況

出所) 一般社団法人原子力産業協会人材育成部提供資料

原子力エネルギー産業関連企業における人材確保に関して、株式会社三菱総合研究所が実施したアンケート結果を図 2-18 及び図 2-19 示す。当該アンケートは、電気事業者、プラントメーカー、燃料メーカー、サプライヤーその他原子力産業に関わる企業（材料・素材、機器、装置、配管・バルブ、工事・サービス等）を対象として実施されたものである。

採用状況に関しては、東日本大震災（東電福島第一原発事故）前後で新卒採用及び中途採用を実施している企業が減少し、新たな人材の採用を実施しない企業が増加しており、東日本大震災以降、採用に消極的な企業が増えていることが示唆される。

また、必要な人材の確保状況に関しては、「震災前は予定していた人数を確保できていたが、震災以降は予定した人数を確保できていない」が 36.3%であり、「震災前と同様に、震災以降も募集はしたものの応募がないことが多い」が 17.6%となっており、半数程度の企業が東日本大震災（東電福島第一原発事故）前後で必要な人材の確保が難しくなっている状況が伺える。

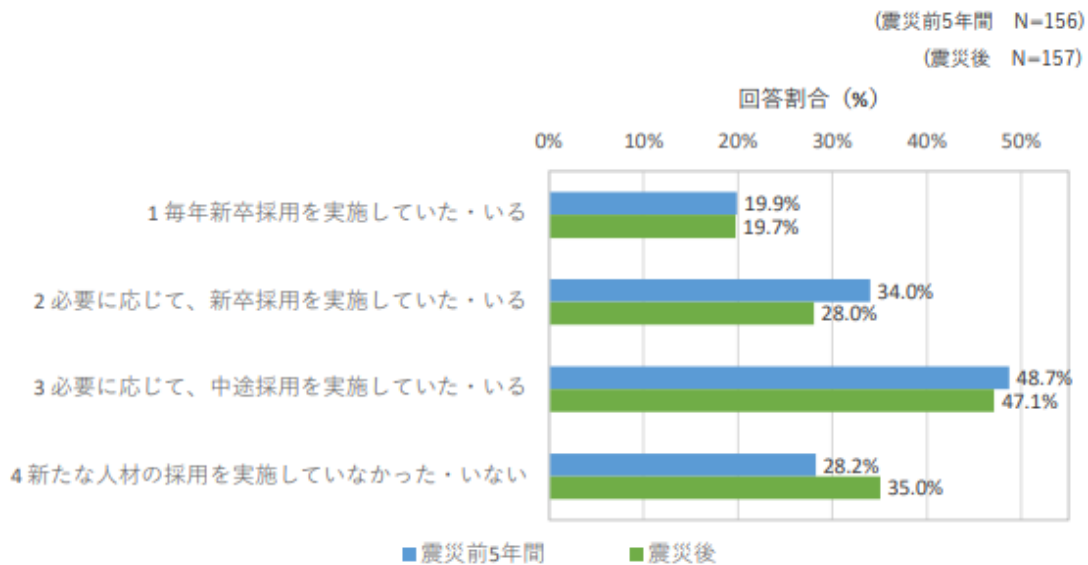


図 2-18 震災前の5年間及び震災後における採用状況

出所) 株式会社三菱総合研究所「令和元年度原子力の利用状況等に関する調査（国内外の原子力産業に関する調査）報告書」（2020年）

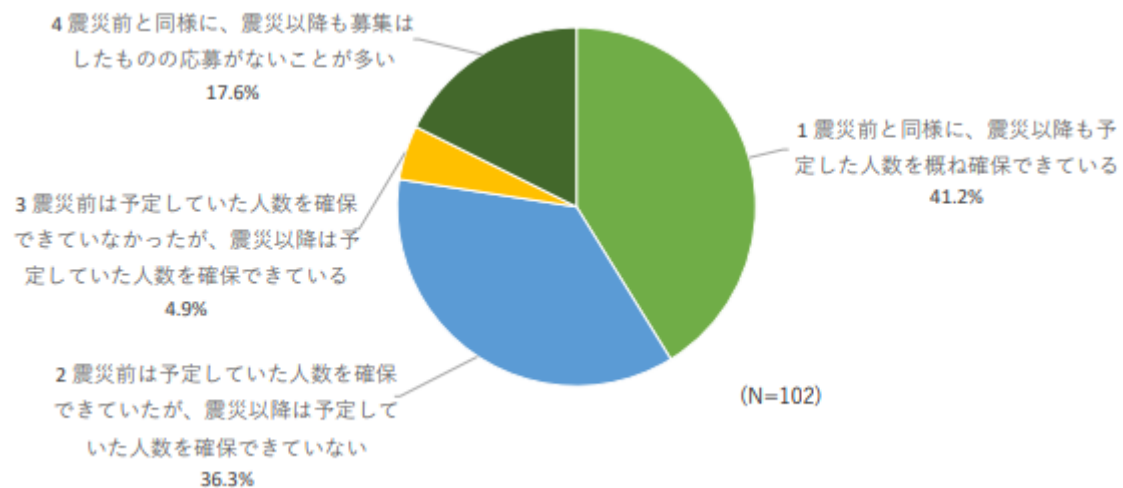


図 2-19 震災後における必要な人材の確保状況

出所) 株式会社三菱総合研究所「令和元年度原子力の利用状況等に関する調査（国内外の原子力産業に関する調査）報告書」（2020年）

原子力エネルギー産業界の年齢構成に関して、日本電機工業会による調査結果及び三菱総合研究所によるアンケート結果をそれぞれ図 2-20 及び図 2-21 に示す。図 2-20 では、2012 年と比較すると 2015 年では高齢化が進行しており、2025 年にはプラント建設経験者の多くが退職することから技術継承が困難であることが示されている。図 2-21 では、経年変化は不明であるものの、原子力関連の従業員の約 6 割が 40 歳以上であるとともに、20 代の数が少ないことから、高齢化が継続している状況が伺える。

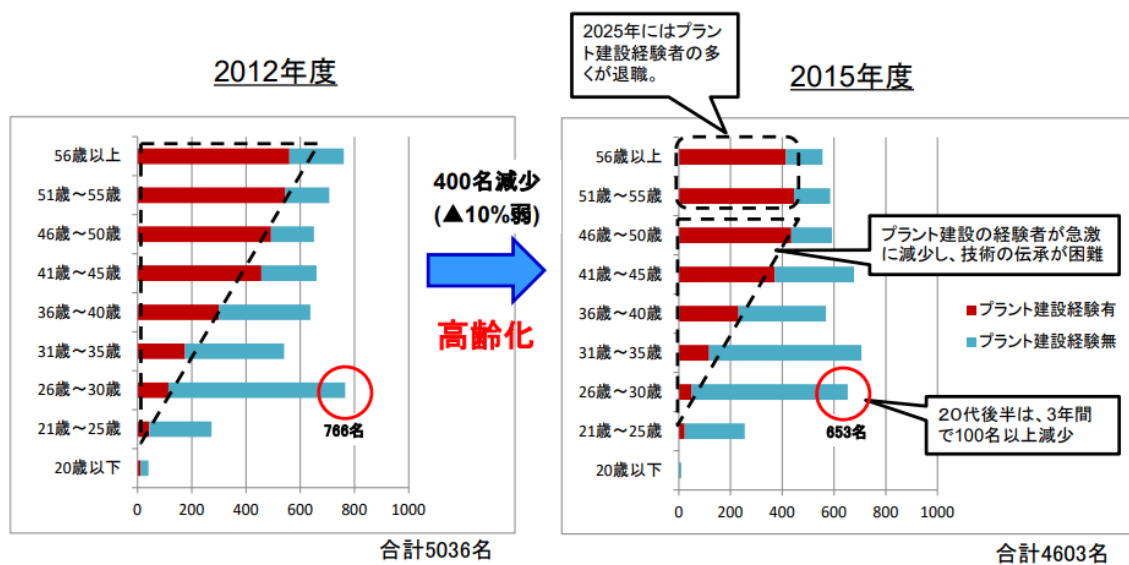


図 2-20 プラントメーカー3社の年齢構成

出所) 第16回総合資源エネルギー調査会 総会電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 一般社団法人日本電機工業会「原子力技術・人材の維持について」(2018年)

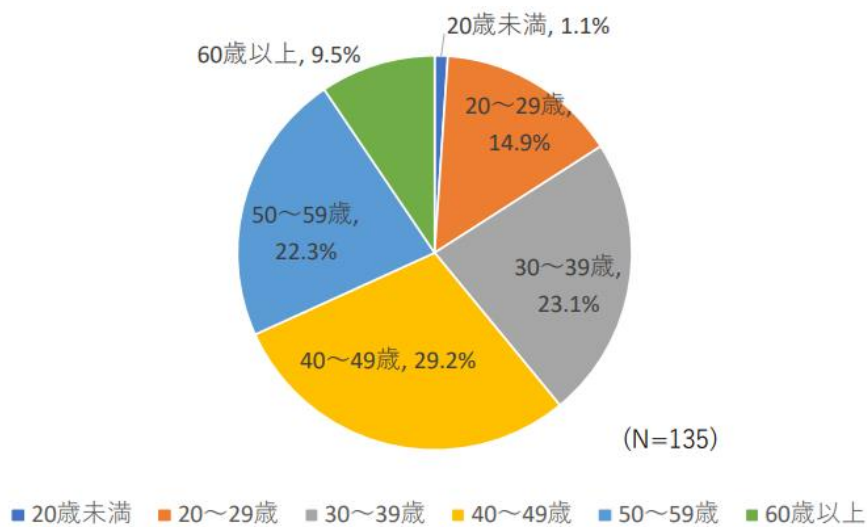


図 2-21 原子力関連の従業員の年齢構成

出所) 株式会社三菱総合研究所「令和元年度原子力の利用状況等に関する調査(国内外の原子力産業に関する調査) 報告書」(2020年)

2.2.2 ヒアリング調査

(1) 調査実施概要

前述の原子力人材育成ネットワークによる企業の採用状況に関するアンケート調査を踏まえ、原子力関連学科に所属する学生の動向等の把握に加え、後述の「2.2.3 アンケート調査」の実施内容の参考情報を得るため、原子力人材育成ネットワークの事務局である一般社団法人日本原子力産業協会へのヒアリングを実施した。また、産業界全体における原子力人材の確保・育成の現状を把握するため、一般社団法人日本電機工業会へのヒアリングを実施した。

これら2団体へのヒアリング結果を踏まえ、より具体的な事例として、原子炉メーカー及びそのサプライチェーンに関連する原子力特有の技術を持つ企業における原子力人材の確保・育成の現状を把握するため、原子炉プラントメーカー3社に対してヒアリングを実施した。また、原子力エネルギー産業に関連する様々な業種の企業における原子力人材の確保・育成の現状を把握するため、原子力人材育成・確保協議会へのヒアリングを実施した。ヒアリングの実施概要は、表 2-7 の通りである。

表 2-7 ヒアリング実施概要
(原子力エネルギー産業界における人材の確保及び育成に係る調査)

実施日時、場所	対象機関
1月13日(水) Zoom 会議	一般社団法人日本原子力産業協会 職員3名 (原子力人材育成ネットワーク事務局)
1月29日(金) Webex 会議	一般社団法人日本電機工業会 職員2名
3月1日(月) Zoom 会議	日立 GE ニュークリアエナジー株式会社 職員2名
3月3日(水) Zoom 会議	東芝エネルギーシステムズ株式会社 職員2名
3月5日(金) Zoom 会議	三菱重工業株式会社 職員4名
3月8日(月) Zoom 会議	原子力人材育成・確保協議会 職員2名

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイト株式会社作成

(2) 調査結果概要

1) 原子力関連企業・機関の採用状況 (原子力人材育成ネットワークの調査について)

a. 日本原子力産業協会

- 電気事業者11社、主要メーカー6社、燃料加工メーカー3社の原子力部門について、それぞれ電気事業連合会、日本電機工業会、新金属協会に取りまとめを依頼している。また、日本原燃と JAEA 核燃料サイクル工学研究所も対象としている。
 - メーカー6社はプラントメーカー3社と大型機器メーカー3社を対象としている。
 - JAEA 以外に核燃料サイクルに関わる研究機関は少ないと認識している。
- 原子力部門を対象としているため、学校に対する調査とは異なり、実際に原子力分野に配属された人数を収集している。

- 電気事業者とメーカーのいずれも、技術系社員の内 2~3 割を原子力専攻から採用し、残りは機械、電気など工学系の学生を幅広く採用したいという話を聞くことが多い。原子力専攻以外の学生が 7 割以上で、原子力関連学科以外から原子力業界に就職する学生も多い。
- （採用数に対する東電福島第一原発事故の影響について）電気事業者では 2010 年をピークに採用数は減少したが、規制対応工事の増加に伴い再度増加した。メーカーは個社事情もあるが、2009 年をピークに減少し、規制対応工事の増加に伴い 2015 年に第 2 ピークを迎えた後、減少している。

2) 原子力エネルギー業界に従事する人材に求められる技能、専門性

a. 日本電機工業会

- プラントメーカーでは、プラント全体を取り扱うため、関連する原子力・機械・電気・化学など多様な領域から採用している。機械品は機械工学、電気制御機器は電気工学が中心だと思われる。プラント全体の設計では、個別機器や系統が原子炉に及ぼす作用を理解する必要があるため、原子力関連学科で炉物理や炉工学の専門性が必要となる。
- プラントの全体設計や炉心燃料関連を扱うプラントメーカー、冷却と炉心挙動の関係性に係る知識が必要なプラント安全設計、燃料製造メーカー、炉心挙動や燃料挙動の知識が必要な安全性解析サービス企業が、原子力関連学科の卒業生を求めていると思われる。
- 廃止措置においても原子力人材は必要である。原子炉付近の機器などは放射線量が高いため、特殊な解体作業や除染を担うプラントメーカーに付加価値がある。一方、タービン周辺など放射線量が低いエリアは、ゼネコンや工事会社が担当しても問題ない場合がある。
- 個別の事情は分からないが、学校教育によって育成される人材と企業において即戦力となる人材の間には当然ギャップが存在する。各社が社内教育を行ったりいろんな業務を経験しながら、各人のスキルを向上させてギャップを埋めるため、学校において学んだ内容と企業内の実作業の間に多少のギャップが存在しても問題にはならないと思われる。
- 一般にプラントメーカーでは、多岐にわたる事業の中でも業務が多い分野を中心に人員を配置するため、社員は出身学科を問わず様々な分野に配属され、実務を経験する中でスキルを身に付ける。その中で学ぶための基礎と、理解できる能力が求められるといえる。

b. 日立 GE ニュークリアエナジー株式会社

- プラントメーカーは機器・設備の製造・保全を行うため、原子力工学や核物理など直接原子力に関連する学科の出身者も採用するが、機械工学・電気電子工学・建築などの工学系学科と、物理・化学・数学などの理学系学科の出身者も幅広く採用している。

研究機関等では核物理など原子力の現象自体を扱うのに対して、プラントメーカーでは機械・電気・化学関連の業務が多く、原子力関連学科出身者以外も求めている。原子力関連学科出身者が、入社後に機械・電気・化学に関する知識を学び、関連事業に従事することもある。

- 原子力関連学科出身の方が業務に必要な知識や技術の習得が早い分野はあるが、他学科出身者も業務を通じて原子力の知見を十分に習得することができる。そのため、原子力産業では、原子力関連学科出身であることを採用の必須条件にしているわけではない。
- 原子力に関して部分的に学んだ人材よりも、幅広い知識を有した人材を求めるという点で、原子力関連学科出身者のニーズはある。
- 近年、原子力産業を希望する原子力関連学科以外の出身者が減っている。その結果、直近の採用では原子力事業の採用に対する原子力関連学科出身者の割合は増加傾向にある。
- （原子力事業の分野ごとに採用したい人材の専門分野は異なるのか、という質問に対して）事業内容に対応する学科の出身者を採用するというよりも、原子力事業希望者から幅広く採用している状況であり、採用者の出身学科が原子力事業の分野ごとに大きく異なるわけではない。廃止措置、プラント、燃料サイクルなど核反応や放射線に関わる分野では、原子力関連学科出身者がいることに越したことはない。一方、原子力関連学科以外の出身者も入社後の業務を通じて知見を得るため、これらの分野にも従事する。その他分野は、大半がプラントシステムや機器・電気機器設計に係る業務であり、原子力関連学科以外の出身者が大半である。また、原子力関連学科出身者が入社後に設計や電気系統などプラント関連の業務に携わる場合もある。
- （業務の習得に適した素養を有する人材が多い学科はあるのか、という質問に対して）採用しない学科は特にないが、機械工学、電気工学、化学、物理、数学、建築の出身者が適しているだろう。現在もこれらの学科出身者を採用することが多い。

c. 東芝エネルギーシステムズ株式会社

- 採用時に学生の専攻はそこまで重要視しないが、電気系や機械系、IT 系の人材が活躍できる職場であるため、理工系の知識や論理的思考力を保有している人材を求めている。学生時代の研究を通して課題設定力や課題解決力、コミュニケーション能力がある学生を採用している。
- 例年、原子力関連学科出身者を 30%程度採用しているが、採用段階では専攻が原子力であることはそれほど重視していない。技術的な専門性があれば望ましいが、原子力に関するスキルを特別求めているわけではない。研究室に配属後、専門的な学習ができる期間が限られているため、入社後に育成する考えである。
- 幅広い分野の学生を採用しているが、原子力分野以外では電気系や機械系、化学系、物理系の学生の採用数が多い。
- 原子力業界をよく知っている点や、東電福島第一原発事故以降の原子力に対するネガティブなイメージがある中で入社後のアンマッチが少ない点、原子力に対する課題意識を持つ人材が多いという点では、他の専攻の学生に比べて原子力関連学科出身者を

採用する安心感は高い。また、産学連携が求められる場面では、原子力系の大学教員とのコネクションが重要となるため、原子力専攻の学生が採用できると良い。

d. 三菱重工業株式会社

- 入社後の OJT や Off-JT に力を入れており、これらを通じて必要な技術や知識を習得するため、全般論として新卒採用時点では業務分野別に求める人材像が変わるわけではない。基礎能力や性格適性、意欲等から判断して理工学系学科出身者から幅広く採用している。
 - 採用時は、専門分野の知識や技術よりも基礎学力やコミュニケーション力等を重視しており、求める人材像をホームページで公開している。
- 炉心設計など基本設計に近い分野は、原子力工学の専門知識が求められるため、素養がある原子力関連学科出身者が採用されやすい。一方、モノづくりという点では大学の研究分野が業務に直結するわけではない。また、基本設計以外の分野はどちらかといえば機械工学の方が関連性が強い。そのため、専門性だけを見て採用しているわけではない。入社後の OJT 等での育成に力を入れていることもあり、原子力関連学科を含めて全応募者に関してポテンシャルに着眼して採用している。
 - 原子力工学は様々な工学の応用であり、原子力関連学科では電気、材料、機械等を幅広く学ぶため、対応可能な範囲が広いことから一定数の原子力関連学科出身者が採用されているという面もある。
- プラントや廃止措置、燃料サイクル分野は原子力分野として横断的であるため、各分野を想定せずに人材を採用する。一方で、原子力特有の技術を要する炉心設計や核熱設計、再処理、廃棄物等は原子力系や機械系学科で学ぶ専門性が生かされる分野であるため、入社後に専門性を発揮することを念頭に積極的に採用している部分もある。
 - 特に核設計分野は原子力関連学科出身者の専門性と直結するため、実績として専門知識を持つ学生を定期的に採用している。

e. 原子力人材育成・確保協議会

- 原子力関連学科出身者を採用できることが望ましいが、原子力には電気、機械、建築等の様々な分野が関わるため、原子力関連学科出身である点は必須ではなく、理系学科出身者を幅広く求めている。採用ニーズが高い分野は、原子力、機械、電気、化学、建築である。また、解析業務を行う企業では、数値解析に関するスキルの方が重視され、原子力に関する専門知識があれば望ましいとする傾向がある。
- （求められる専門性は業種によって異なるのか、という質問に対して）解析系の企業では、数学や熱力学、材料力学等に関する知識が求められている。協議会の会員企業には、日本原子力発電や日本原子力研究開発機構の現場に携わる企業が多いこともあり、求める専門性は厳密ではない。

3) 原子力エネルギー産業に従事する人材の育成

a. 日本電機工業会

- 実務経験の場が減少し、従事者の高齢化によって教育する社員と育成される社員の年齢差が拡大し、社内の人材育成が困難になる。業務が少ない分野では、特に年齢差が生まれている。
- 原子力発電全体のスキルの継承と人材育成という観点から見ると、海外における原子力施設の建設だけでは不十分である。海外における建設では、全体的な原子炉機器設計製造や建設マネジメントは日本の企業が行うものの、多くの機器は現地調達であり、また、現地の作業員が建設に従事する。国内新規建設の中断期間が長期化しているため、国内の新設人材の育成に対する危機感が高まっている。

b. 日立 GE ニュークリアエナジー株式会社

- 大学における学びよりも入社後に学ぶことの方が圧倒的に多く、OJT を通じて各事業で必要となる知識を習得している。
- 原子力発電所や燃料サイクルなどの原子力関連設備が運転され、建設している状況では、プラント設計や据付等様々な業務があり、OJT を通じて十分に知識を習得できていた。一方、東日本大震災以降は原子力産業が停滞したことで発電所新設に係る業務が減少しており、現在は許認可に係る業務が中心となっている。そのため、一部の技術継承に課題が生じている。
- 原子力産業の停滞に伴い従事者数が減る中、従来の技術を維持するにあたり、一人あたりが継承すべき技術量が増えていることが課題である。また、発電所の運転や新設が停止する中、原子力特有機器の製造や調達、不具合への対応等の経験を通じて知見を得る機会が減少している。そのため、実経験でしか得られない知見の継承が課題になっている。

c. 東芝エネルギーシステムズ株式会社

- 研修やローテーションによって人材育成を行っている。入社後3年間は大学レベルの学習も含め、エンジニアとしての基礎力を養成する。その中では実務を題材にすることや製造や据付といった現場に近い部門での研修もある。その後、4年目からはOJTベースで学び、実務の中で専門性を高めていく。ローテーションでは、専門職として技術力を高めるキャリアパスと、マネージャーとしてのキャリアパスがあり、各自に合わせて実施している。
- プラント建設を経験した職員は45歳以上であり、主力は50～60代である。プラント建設の知見を若手に継承することは業界全体としての課題である。
 - (発電所新設に必要な技術を有する人材を一時的に予防保全等の他業務へ異動させ、新設が再開したら元へ戻すというような形式で人材を維持することは可能なのか、という質問に対して)新設における設計と予防保全は全く異なる。一方、内容は異なるものの共通している業務は存在する。例えば安全設計は新設、再稼働、保守で共通しているため、そのような業務は、新設に関する経験はなくとも、

再稼働を通じて経験を積むことが出来る。

- プラント建設ではないが、再稼働支援や東電福島第一原発の廃炉における安全性向上のための配管設計等を通じて技術を継承していく考えである。しかし、規模感が異なるため、再稼働支援や廃炉事業だけではカバーできないプラント建設の技術もある。

d. 三菱重工業株式会社

- 入社後、本人の適性に応じて、他分野を経験するジョブローテーションや OJT・Off-JT を段階に応じて実施している。最近では、e-learning も積極的に導入して内容の充実も図っている。ただし、原子力分野では実務経験を通しての育成が重要と考えており、OJT に注力していることに変わりはない。
 - 原子力部門の新入社員に対しては、出身学科に関係なく原子力一般に関する Off-JT を実施する。また、原子力関連学科出身者が機械系の知識を学ぶ必要がある場合、機械系の Off-JT を受けることができる。
- 国内で原子力発電所の新設がない中でも、国内既設プラントの大型機器／設備の取替や設備改造工事など保全分野での幅広い業務を通じて、更には大型コンポーネントの海外輸出を通じて機器の設計／製造等の技術伝承を行ってきている。また、プラントの試運転等は新設ならではの業務であるが、化学プラントのプロジェクトでの試運転への参加を通じて実務経験を積ませている場合もある。発電所新設によって技術伝承を確実に実施できるが、様々な機会を活用して技術継承に取組んでいる。
- 大学における専門分野の分類と事業における業務分野の分類とはまったく意味が異なる。一つの業務分野は広範な専門分野の集合体として成立しており、例えば、業務分野が電気系部門の中でも機械系の業務を担当する人が存在する。一人の社員が必要なスキルを網羅するのではなく、チーム全体として必要なスキルを網羅できるようにしている。チーム内で必要な人材（スキル）や不足する人材（スキル）を整理し、技術伝承を行っている。

e. 原子力人材育成・確保協議会

- 多くの会員企業では、階層別研修や OJT を実施している。階層別研修は、一例として入社時、入社 2～3 年後、係長昇格時、管理職昇格時に実施され、各立場で求められることを学ぶ。
 - 電気系の職員も放射線の知識を有しておいた方が良いため、新人研修では放射線や原子力の基礎知識や、安全に関する教育を行っている。
- 放射線取扱主任者や電気工事士等の業務に関わる資格取得を通じたスキルアップを目的として、報奨金制度や試験準備講座の開催などを実施している。原子力に関する専門知識は、試験準備講座等を通じて習得する。
 - 資格取得は出身学科に関係なく、業務において必要な社員が取得している。
- （発注が減少することで技術継承が困難になっている実態はあるのか、という質問に対して）大半の会員企業では東電福島第一原発の廃炉に関する発注が一定数あるため、発注の減少に伴う課題は顕在化していない。一方、受注後に業務を担う人材の不足が

課題となっている。新入社員を十分採用できないことから、定年の延長や廃止によって人材不足に対応している企業もある。

- （原子力製品に求められる高い品質を維持するために人材育成等を行っているのか、という質問に対して）品質管理が求められるメーカーの中には、ISO9001 の取得が求められている例がある。一方、その他に具体的な話を聞いたことはない。

4) 採用ニーズと学生の供給の乖離

a. 日本原子力産業協会

- 地方・原子力専門の企業や中小企業においては、需要の方が供給を上回っている（採用難）ような印象である。
- 昨年、人材育成ネットワーク内の高等教育分科会と実務分科会で意見交換を行った際には、大学側から、企業に学生を送り出すに当たり業務内容をイメージしづらいという意見が出た。また、企業側から、学生が入社後すぐに退職してしまう問題を挙げて、インターン等の一層の活用によりミスマッチを減らすことを希望する意見が出た。このような大学と産業界との意見交換を増やすことにより、ミスマッチを減らすことができるのではないかと考えている。

b. 日本電機工業会

- マクロな傾向として、都心の企業や大企業と比較すると、地方の企業や中小企業の方が原子力人材のニーズと供給に乖離があり、採用に苦戦していると思われる。大手企業は知名度が高く、また採用人数が多いため、結果的に採用者の中に原子力関連学科出身者がいる可能性が高い。一方、地方の中小企業では、知名度が低い点も影響し、原子力系学科出身者の採用が難しい状況があるだろう。
- （大手企業では他産業と学生の取り扱いになっているという実態はあるか、という質問に対して）直接聞いたことはあまりないが、IT などの人気産業に人材が流れる可能性があり、大手企業が危機感を覚えることはあるだろう。一方で、原子力関連学科の学生は原子力に興味を持ち、将来は原子力関連の仕事をしたいと思っているのではないかと。

c. 日立 GE ニュークリアエナジー株式会社

- 原子力分野を専攻する学生は減少しているが、そのような中で原子力分野を専攻する学生は、具体的な分野に特化した興味を持っている印象がある。一方、幅広い原子力の専門知識を有した学生を採用したいと考えているが、そのような学生は減少しており、採用ニーズと供給に乖離が生じている。また、機械学科は幅広い産業に応用可能な知識を身に付けられるため、採用ニーズがあるが、原子力産業を希望する学生が少なくなっている。原子力関連学科出身者も含め、原子力産業の将来性等に興味を持って志望する学生が減少していることが課題であると感じている。
- 東日本大震災以降は原子力事業が縮小し、採用ニーズが減少している面もある。

- 原子力関連学科出身者のニーズは事業規模に応じて変動するが、一定のニーズは維持されるだろう。
- 原子力を中心に学ぶ学部・学科が減少した結果、原子力を直接学ぶというよりも、他分野の中で関連する原子力の知識を学んだ学生が増えている傾向があると感じている。例えば、材料工学の中で放射線照射について学ぶといった例が増えている。

d. 東芝エネルギーシステムズ株式会社

- 東電福島第一原発事故以降、原子力業界の見通しが良くなく、業界全体での採用数は減少している。また、原子力関連学科出身者も減少しているが、現在の採用ニーズは満足できていると認識している。
- 電気系や情報系の人材は原子力分野以外でも活躍できるため、原子力分野を志望する人材が減っている。電気系や情報系の人材をより多く採用したいと思っているが、確保が難しくギャップがあり、他の分野から補っている。
- 原子力産業協会が実施した「企業・機関の採用状況調査」が示すように、2000 年度は電気系人材の採用割合が大きいですが、特に 2011 年度以降はその割合が小さくなっている。東電福島第一原発事故以降、業務の中心はプラント新設ではなく、保守や廃止措置に移っているが、電気系の業務は一定数ある。そのような状況下で電気系人材を十分に採用できていないことへの危機感はある。現在は、プラント新設を経験した職員が在籍しており電気系の業務に対応しているが、そういった職員への負荷が高まっており今後さらに課題が顕在化することが考えられる。2000 年度に採用していた各分野の割合が本来採用すべき割合であると考えている。

e. 三菱重工業株式会社

- 基本的にモノづくりの企業であるため機械系や電気系の人材を求めているが、原子力産業の機械・電気分野や原子力自体に魅力を感じて志望する機械・電気系学科出身者が減少している。原子力人材育成ネットワークの調査において東電福島第一原発事故以降、原子力業界の希望者が減少しているという結果が出ているが、同様の傾向であり、ニーズとの間にギャップがある。
- 原子力固有の技術を専門的に研究している研究室が減少することで、原子炉物理等の専門性を有する学生も減少していると感じており、将来的な懸念はある。
 - 炉心や安全設計等原子力特有の業務は専門性が高いため、大学等で当該分野を学んだ学生が採用される傾向が強い。一方、大量の人材が必要というわけではないため、現時点では学生の減少に伴う課題は生じていない。
- 原子力関連学科出身者が炉心や安全設計等の原子力特有の業務分野において即戦力となっている例もあり、現在の大学での教育内容には特に不満はない。

f. 原子力人材育成・確保協議会

- 求めている専門性を有した人材は、採用ニーズの 6～7 割程度しか採用できていない。更に、その他の理系学生によって不足分を補おうとしても、ニーズを満たせていない

実態がある。ここ数年は、理系学生だけでは大卒技術職を十分に集めることができず、技術職に応募してきた文系学生を採用するケースもある。

- 理系学生だけでは採用枠を満足できない背景として、原子力関連企業は高い専門性を求めている、原子力関連学科出身者でなければ採用していないと誤解している学生が多いのではないかと考えている。実際は様々な分野から成り立っているため、原子力関連学科以外にも幅広い人材を求めている。
- (文系学生を採用するにあたり求めるものについて) 企業によって異なるが、基本的には専門的な知識の有無ではなく、理論的思考力や物事の判断方法において理系的なマインドを有することを求めているだろう。
- 複数の会員企業から、学科の統合等によって原子力関連学科数が減少したことで、原子力業界に興味を有する学生が減少しているという声がある。
 - 会員企業からは学生の原子力離れを防ぐ必要があるという声があるが、協議会としての取組には限界があるため、国等の政策による取組が必要だと感じている。
 - 原子力離れの理由として、原子力自体の魅力が低下していることが考えられる。東海村では日本原電東海第二発電所の再稼働が見通せず、また、日本原子力研究開発機構の研究所(特に核燃料サイクル工学研究所)の業務が廃止措置中心になりつつあるため、学生が原子力産業に対して後ろ向きなイメージを持っていると感じる。廃止措置が中心となると将来的に仕事がなくなると捉えている学生もいるようである。
- 東海村以外でも同様の課題を抱えている会員企業も存在する。原子力産業が盛んな他地域においても、東海村と同様の課題が生じていると思われる。
- 中小企業では、関連する専門性はあると望ましいが、必須ではない。また、専門知識が業務に直接反映されるわけではない。そのため、知識面において、学校教育と採用ニーズの乖離に起因する課題は生じていないと思われる。

5) サプライチェーンにおける原子力人材のニーズについて

a. 日本電機工業会

- サプライヤー各社のニーズは把握していないが、例えばポンプ単体を製造するメーカーでは、原子力人材よりもポンプ製造に資する機械系の専門性を持つ人材を中心に採用していると予想される。制御機器などの電気系統関連のメーカーでは電気工学の人材が中心だと予想される。

b. 日立 GE ニュークリアエナジー株式会社

- 原子力製品は一般製品よりも高い品質管理が要求されることから、プラントメーカーはサプライヤーが原子力製品の製造経験を有することを重視する。プラントメーカーとのやり取りで齟齬をきたさないようにするためにも、サプライヤーは原子力製品特有の規制を理解している必要がある。
- 製品仕様はプラントメーカーが決定するため、サプライヤーでは、製品に関連した学科出身者を求めている、原子力関連学科出身者へのニーズは高くないと思われる。原

子力特有の技術を有する企業においても、核物理といった原子力の専門知識は不要であり、品質管理体制の維持に貢献する人材を必要としていると思われる。

- 発電所の新設がない場合、サプライヤーの原子力事業が縮小し、原子力製品の製造経験を有する人材がいなくなる可能性が考えられる。いざ原子力製品を発注しようとしても、サプライヤーが人材不足に陥っており、経験不足によって製品に不具合が生じやすくなることが懸念される。

c. 東芝エネルギーシステムズ株式会社

- 原子力発電固有の機器を製造するサプライヤーであっても、機械品については原子力人材を必須としているわけではないと思われる。
 - 仕様作成にあたっては、電気事業者等と共同研究を行い、上流で管理する。設計は電気事業者や下請けメーカーと共同で行うことが多い。一旦製造方法が定まれば、製造自体は問題なく行うことができる。そのため、設計や製造の段階では、原子力の専門知識を有する人材は必須ではないと思われる。むしろ、製造に必要な特殊技術の継承が重要となるだろう。
- 原子力製品は、安全設計、品質管理、トラブル対応等の点で一般製品とは大きく異なる。このような原子力製品に特有の知見は、製品の発注が継続することで継承されていく。そもそもの発注がないと、予算を割くことができないため人材を育成できず、サプライチェーンは維持されない。
- （プラントメーカーとしてはサプライヤーに原子力関連学科出身者がいる方が望ましいのか、という質問に対して）炉内構造物や放射線関連機器など、専ら原子力発電所で用いる機器については、原子力の専門知識が必要になるだろう。一方、通常の構造物であれば原子力関連学科出身者でなくても問題ないと思われる。
 - 炉内構造物やセンサーといった原子力固有の機器を扱うグループ会社や外注先では、原子力に関する知識が必要である。また、燃料会社は原子力特有の知識が必要なため、原子力人材を求めているだろう。

d. 三菱重工業株式会社

- 原子力に特有の要求品質はサプライヤーに提示する要求仕様書に定め具体化しているため、サプライヤーに原子力分野の専門知識を求めることは基本的でない。サプライヤーとしても、この仕様書に沿って製造するため、原子力関連学科出身者は必須ではないと思われる。
- 部品の製造ではなく、システムの設計を委託する場合は、サプライヤー側でも原子力への理解が必要となるだろうが、大学等で学ぶものではない。したがって、サプライヤーにおいては原子力関連学科出身者に対するこだわりはないと思われる。

2.2.3 アンケート調査

(1) 調査実施概要

「2.2.2 ヒアリング調査」で実施した一般社団法人日本原子力産業協会へのヒアリング結

果を参考に、企業向けの郵送アンケートを表 2-8 の通り実施した。

表 2-8 アンケートの実施概要（原子力分野を学ぶ学生や大学等の現状に係る調査）

	概要
対象	一般社団法人日本原子力産業協会の会員企業のうち原子力関連事業を有する企業等 67 件
実施期間	2021 年 2 月 19 日～3 月 17 日
実施方法	郵送にて調査票を送付
有効回答件数	23 件
調査項目 ※ 調査票を別添資料として添付	- 原子力部門の採用の実態 「原子力・放射線」分野を専門に学ぶ学生に対する採用ニーズ 「原子力・放射線」以外を専門に学ぶ学生に対する採用ニーズ - 原子力・放射線分野の学生に対する採用ニーズと実際の採用のギャップ

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

(2) 調査結果概要

アンケートに協力いただいた 23 の企業における、「原子力・放射線」分野を専門に学ぶ学生（以下、「原子力専門人材」と呼ぶ）に対する採用ニーズを図 2-22 に示す。本調査では採用ニーズの高い企業（「採用のメインターゲットである」、「継続的に採用する意向がある」）は 23 社中 18 社と 8 割近くの多数となっている。一方、採用する意向はあまりないと答えている企業も 1 社見られた。採用意欲の高い企業における人材確保の現状は図 2-23 の通りである。多くの企業が結果的には人材は確保できていると回答しているものの、採用時には、半数の企業が採用したい人数に至らないと回答している。なお、「その他」は採用を見合わせている旨の回答である。

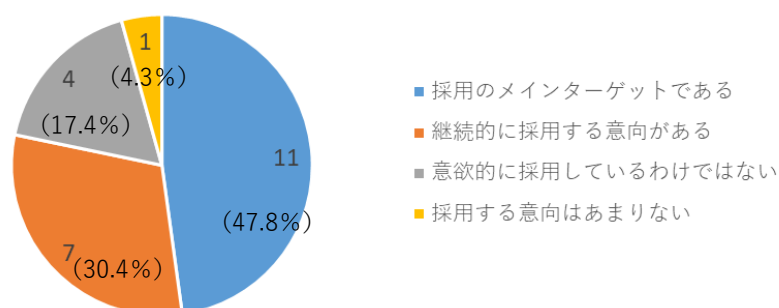


図 2-22 「原子力・放射線」分野を専門に学ぶ学生に対する採用ニーズ（n=23）

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

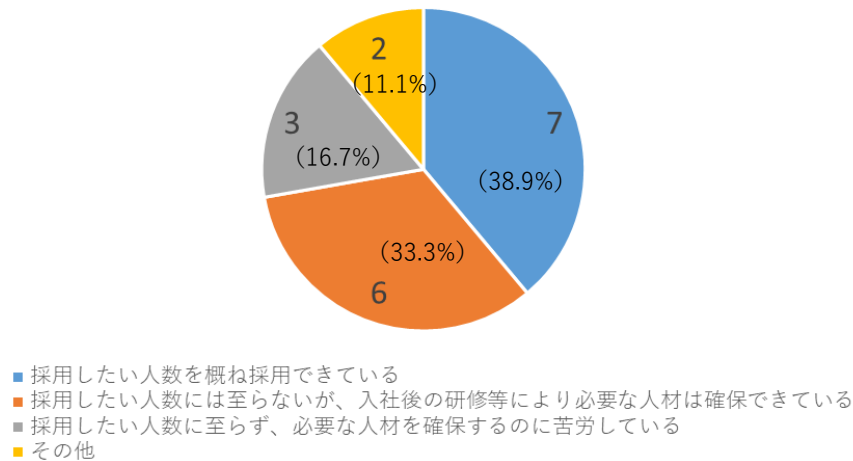


図 2-23 採用意欲の高い企業における原子力専門人材の確保の現状（n=18）

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社作成

原子力専門人材の確保の現状を、原子力専門人材の採用ニーズの強さで分けて示したものが図 2-24 である。この図より、人材確保に苦労している企業は原子力専門人材を採用のメインターゲットと考えている企業であることが分かる。原子力専門人材の代替が効かない業務において、人材確保が難しい可能性が示唆される。

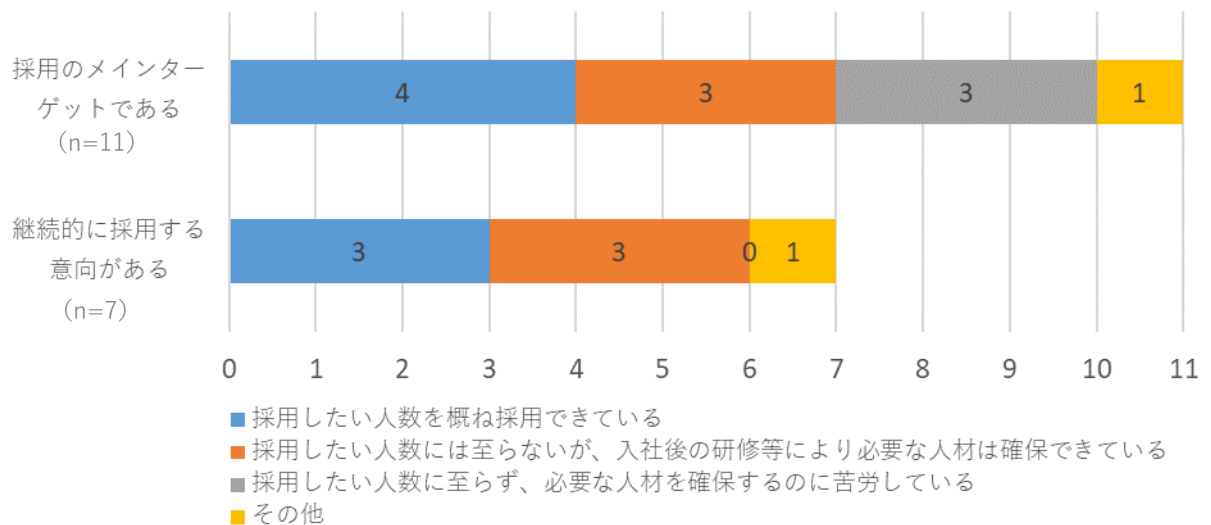


図 2-24 採用ニーズごとの原子力人材の確保の現状

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社作成

原子力専門人材の採用ニーズと業種との関係を調査するため、業種ごとの採用ニーズを表 2-9 に整理した。回収数が少ない点に注意が必要であるが、本調査からは「電力事業者」、「燃料」といった原子力発電に直接関わる業種で原子力専門人材の採用ニーズが特に高く、「メーカー」や「エンジニアリング」、「サービス」といった業種では「意欲的に採用しているわけではない」との回答も見られた。ただし、建設業が 2 社含まれている「その他」に

についても原子力採用ニーズが高い結果であった。また、業種ごとの原子力人材の確保の現状は表 2-10 の通りである。本調査では、「電力事業者」や「メーカー」、「エンジニアリング」では比較的人材が確保できている一方、「サービス」や「その他」では人材確保に苦勞しているという回答の割合が多い傾向にある。

表 2-9 業種ごとの原子力専門人材の採用ニーズ

		採用ニーズ				総計
		採用のメインターゲットである	継続的に採用する意向がある	意欲的に採用しているわけではない	採用する意向はあまりない	
業種	電力事業者	2	2	0	0	4
	メーカー	2	0	1	0	3
	エンジニアリング	3	4	2	0	9
	燃料	1	1	0	0	2
	サービス	4	0	2	0	6
	その他	1	2	0	0	3
	無回答	0	0	0	1	1
総計		13	9	5	1	27
企業数（参考）		11	7	4	1	23

※業種は複数回答を許しているため、業種の総計と回答企業数は一致しない

※業種の「その他」は、「建設業」2 件等を含む

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイト株式会社作成

表 2-10 業種ごとの原子力専門人材の確保の現状

		人材確保の現状				総計
		採用したい人数を概ね採用できている	採用したい人数には至らないが、入社後の研修等により必要な人材は確保できている	採用したい人数に至らず、必要な人材を確保するのに苦勞している	その他	
業種	電力事業者	3	1	0	0	4
	メーカー	2	0	0	0	2
	エンジニアリング	2	4	1	0	7
	燃料	0	0	0	2	2
	サービス	1	1	2	0	4
	その他	1	1	1	0	3
総計		9	7	4	2	22
企業数（参考）		7	6	3	2	18

※業種は複数回答を許しているため、業種の総計と回答企業数は一致しない

※業種の「その他」は、「建設業」2 件等を含む

※人材確保の現状の「その他」は、採用を見合わせている旨の回答

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイト株式会社作成

「原子力・放射線」以外を専門に学ぶ学生（以下、「他分野人材」と呼ぶ）に対する採用ニーズを図 2-25 に示す。本アンケートで調査した 4 つの分野はいずれも採用意向が見られるが、特に「機械」や「電気・電子」といった工学系の分野に対するニーズが高い傾向にある。業種ごとの傾向を見るために、採用ニーズが高い（「採用のメインターゲットである」、「継続的に採用する意向がある」と回答した件数を合計し、専門分野ごとに整理したものが表 2-11 である。括弧内の数字は「採用のメインターゲットである」の回答件数である。この結果から、本アンケートで調査した専門分野についてはどの業種においても一定の採用ニーズがあることが分かる。一方で「採用のメインターゲットである」の回答に絞ると、「電力事業者」や「メーカー」ではいずれの専門分野にもニーズが確認できる一方、「エンジニアリング」では「化学・材料」と「その他」は「採用のメインターゲット」とは想定していないという結果となっている。

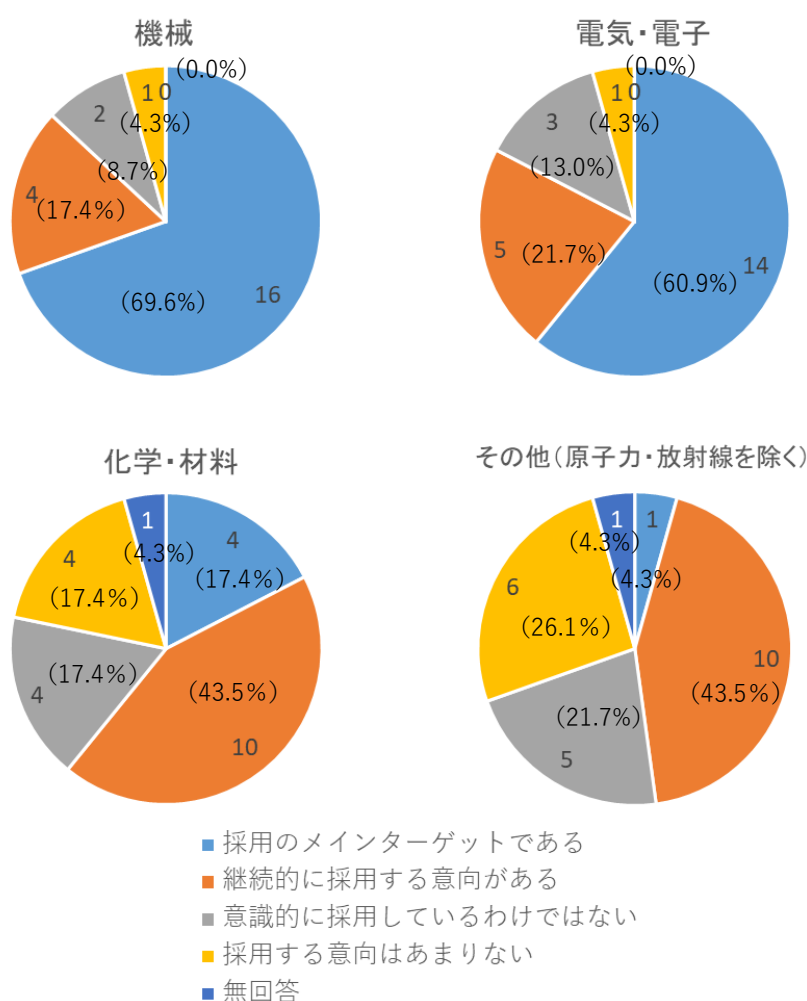


図 2-25 「原子力・放射線」以外を専門に学ぶ学生に対する採用ニーズ（それぞれ n=23）

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

表 2-11 業種ごとの、採用ニーズの高い専門分野

		専門分野			
		機械	電気・電子	化学・材料	その他
業種	電力事業者	4 (3)	4 (3)	3 (1)	2 (1)
	メーカー	3 (3)	3 (2)	2 (1)	1 (1)
	エンジニアリング	8 (6)	8 (6)	5 (0)	5 (0)
	燃料	2 (1)	2 (0)	2 (0)	1 (0)
	サービス	4 (3)	3 (2)	3 (1)	2 (0)
	その他	3 (3)	3 (3)	1 (1)	1 (0)
	無回答	1 (1)	1 (1)	1 (0)	1 (0)
総計		25 (20)	24 (17)	17 (4)	13 (2)
企業数 (参考)		20 (16)	19 (14)	14 (4)	11 (1)

※業種は複数回答を許しているため、業種の総計と回答企業数は一致しない

※括弧内の数字は「採用のメインターゲットである」の回答件数

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

2.2.4 引用・参考文献

- (1) 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 原子力人材育成作業部会 (第 5 回) 一般社団法人日本電機工業会:「原子力人材・技術の維持について」 (2016 年)
<https://www.jema-net.or.jp/Japanese/nps/comment/pdf/20160317.pdf> (2021 年 3 月 23 日閲覧)
- (2) 一般社団法人日本原子力産業協会:「原子力発電に係る産業動向調査 2020 報告書」 (2020 年)
https://www.jaif.or.jp/cms_admin/wp-content/uploads/2020/11/sangyodoukou2020_report.pdf (2021 年 3 月 23 日閲覧)
- (3) 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 核不拡散・核セキュリティ作業部会 (第 16 回) 一般社団法人日本原子力産業協会:「原子力産業の人材確保の状況と課題」 (2018 年)
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/076/shiryo/__icsFiles/afieldfile/2018/09/12/1409001_02.pdf (2021 年 3 月 23 日閲覧)
- (4) 株式会社三菱総合研究所:「令和元年度原子力の利用状況等に関する調査 (国内外の原子力産業に関する調査) 報告書」 (2020 年)
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000406.pdf (2021 年 3 月 23 日閲覧)
- (5) 第 16 回総合資源エネルギー調査会 総会電力・ガス事業分科会 原子力小委員会 一般社団法人日本電機工業会:「原子力技術・人材の維持について」 (2018 年)
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/genshiryoku/pdf/016_06_01.pdf (2021 年 3 月 23 日閲覧)

2.3 放射線利用産業における人材の確保及び育成の実態把握

近年では、原子力エネルギー利用だけでなく、医療分野などにおける放射線利用が拡大している。こうした状況を踏まえ、本調査では放射線利用産業における人材の確保及び育成の実態について、関連する業界団体等へのヒアリングを実施した。

(1) 調査実施概要

放射線利用産業における人材の確保及び育成の実態について、関連する業界団体等にヒアリングを実施した。ヒアリングの実施概要は、表 2-12 の通りである。

表 2-12 ヒアリング実施概要
(放射線利用産業における人材の確保及び育成の実態把握)

実施日時、場所	対象機関
1 月 25 日 (月) Zoom 会議	公益社団法人アイソトープ協会 職員 1 名
2 月 10 日 (水) Zoom 会議	一般財団法人放射線利用振興協会 職員 2 名
2 月 17 日 (水) Webex 会議	量子科学技術研究開発機構 (QST) 職員 8 名
2 月 19 日 (金) Zoom 会議	日本非破壊検査協会 (JSNDI) 職員 2 名

出所) エム・アール・アイ リサーチアソシエイツ株式会社作成

(2) 調査結果概要

ヒアリングにより聴取した主な内容を以下に示す。

1) 放射線利用関連事業に従事する人材に求める技能、専門性

a. 公益社団法人アイソトープ協会 (JRIA)

- 工業、医療、農業等の分野に従事する人の専門性を見る限り、大学で放射線を専門にしていた人は少数である。ただし、医療利用分野では、大学に放射線科があり、当該分野を専門としていた学生が従事する場合が多い。
- 工業利用分野では、工業を専門にしていた学生が多く、就職後に放射線に関する知識を習得する場合が多い。
- 農業利用分野では、生物等の専門性を持った人がその延長で放射線を利用することになり、放射線に関する知識を習得するために勉強したという場合が多い。

b. 一般財団法人放射線利用振興協会 (RADA)

- RADA と同様に、放射線利用関連のサービスを提供する企業において、照射事業では専門性の高い人材を求めるが、機器の保守等では一般的な工学知識のある人材であれば問題ない。
- RADA の照射事業は新卒採用の社員が配属されるが、技術移転事業と分析事業・利用推進事業は専門知識のある日本原子力研究開発機構の OB が配属される場合が多い。

- 大学の放射線利用関係の研究室との間で、採用に関するコネクションがあること等から、現在 RADA の照射事業に配属している新卒社員の全員が、大学・大学院で放射線利用を学んでいる。一方で、考える能力のある優秀な人材は、入社後の OJT を通じて業務遂行に必要なスキルを十分に獲得できる。そのため、放射線利用の知識を持った人材以外にも採用したいと考えている。

c. 量子科学技術研究開発機構（QST）

- 医療分野の放射線利用では、放射線と医学に関する専門性をどちらも持つ人材が望ましい。実態としては放射線知識は入社後の社内教育や人材育成センターが実施している研修で学ぶことが多く、採用時点ではどちらかという医学の知識があることが重要である。
- 原子力利用における推進と規制とを分離し、原子力規制に関する職務を担う組織として、原子力規制委員会が設置された。最近では原子力規制に関する人材が強く求められていると認識している。
- 放射線利用の安全確保や事故時の被ばく医療に関する専門家、セキュリティ確保の専門家が不足している。特に原発立地自治体では専門家が求められるため、原発立地自治体の自治体職員や医療関係者への教育が必要である。

d. 日本非破壊検査協会（JSNDI）

- メーカーでは、非破壊検査を実際に行う品質管理や検査の部署において、非破壊検査に関する知識が必要となる。非破壊検査技術は専門性の高い分野であるため、非破壊検査の実施を検査会社に委託し、メーカーは検査の管理のみを行う場合もある。
- 電力会社などのユーザー企業では、製品製造や定期検査の際にメーカーや検査会社が行った非破壊検査の方法や結果の管理を主に行う。そのため、メーカーと比較して、非破壊検査実施が可能なレベルの専門性までの必要性はメーカーに比べると少ないだろう。一方で、メーカーや検査会社等から報告される非破壊検査結果の妥当性を判断する上で必要な基本的な非破壊検査の知識は必要である。

2) 原子力関連学科卒業生に対する採用ニーズ

a. 公益社団法人アイソトープ協会（JRIA）

- 環境測定等の放射線測定を行う団体であれば、放射線に関する知識を持った学生の採用ニーズがある。測定器のメーカーは、放射線関連学科卒業生を一定数採用する傾向が見られる。
- 主に工業・農業利用分野において、企業は原子力関連学科卒業生の応募自体は受け付けているのではないかと考える。一方で、原子力・放射線関連分野がメインでない企業が多いと思われるため、原子力関連学科卒業生だけを採用するのは難しいのではないかと考える。
- 原子力関連学科卒業生が医療利用分野に就職したケースは聞いたことがないが、広義の医療利用分野であれば、医療機器のメーカー等に原子力関連学科の人が就職したケ

ースはある。

- 原子力関連学科の学生は、原子力業界に進む印象がある。

b. 一般財団法人放射線利用振興協会（RADA）

- RADA の事業では、原子力機構の関連法人と言うこともあり、真に専門知識の必要な人材は原子力機構の OB に担っていただいているので、新卒採用としては原子力・放射線の関連学科出身人材の不足による課題は生じていない。地頭の良い人材であれば、出身学科に関係なく、業務に必要な知識を習得可能だと考えている。
- 現状と同様に、原子力・放射線関連を専攻する学生は、学校では基礎的な内容を勉強すれば十分である。大学において学ぶ知識の中で、現場で即座に生かせるものは乏しく、実際の業務遂行に必要な知識は入社後に各企業内の OJT を通じて勉強すればよい。そのため、学生には地頭の良さを求めている。

c. 量子科学技術研究開発機構（QST）

- 量子生命科学領域および量子医学医療部門のうち放射線影響（生体影響、環境影響）の研究部署、放射線診断治療の技術開発部署や安全管理部門では放射線関連学科の卒業生のニーズがある。

d. 日本非破壊検査協会（JSNDI）

- メーカーの品質管理部門で、実際に非破壊検査業務に従事する場合は、非破壊検査関連の学科出身の学生が求められる。また、原子力関連の製品を扱う場合には、原子力の知識があるとよいが、採用後に社内教育を通じて原子力製品を取り扱う上で必要な知識を習得させている。

3) 放射線利用関連事業に従事する人材の育成

a. 公益社団法人アイソトープ協会（JRIA）

- JRIA は放射線取扱主任者のための指定講習の登録機関であり、講習会を開催している。工業、医療、農業等を専門としていたが、仕事で必要になったので主任者の資格を取ったという受講生が多い。
- 指定講習会であるため、講習では法律で定められた内容を実施する。ただし、JRIA が独自に技術講習を開催する場合もある。
- 放射線取扱主任者でなくとも、放射線を利用する場合には放射線に関する最低限の知識は必要である。当該業務分野の専門知識を起点に、放射線に関する知識を学んでいくことが多いと思われ、全分野に共通するような基礎知識を一つに絞ることは難しいと考える。
- 放射線医療の従事者は医療の専門家で、放射線の知識は業務の合間に勉強している人が多い。主に看護師に対して、就職後に専門知識を伝えられるような研修等を開催することが必要だと考える。

b. 一般財団法人放射線利用振興協会（RADA）

- RADA の事業全体が人材育成に関わり、研修事業では主に下記の3つを実施している。
 - [1] 放射線業務従事者教育訓練
 - [2] 第3種放射線取扱主任者講習
 - [3] 原子力・放射線に関する研修会の企画・開催サポート
- RADA の技術移転事業では、研究で中性子利用や照射事業などを行う人が参加し、実践を通じてスキルを身に付けている。当事業が関連知識の普及に繋がっている。
- 原子力や放射線に関する素養のある人材が現場を経験しつつ、知識を獲得する中で、安全性確保に対応できる人材が育成される。RADA ではそのような経験を積める機会は少ないが、原子力機構ではそのように安全性確保に対応できる人材を育成している。
- 請負業者において、基礎知識が不足する作業員による初歩的なミスが原因となった事故が多発している。一例として、軍手をした状態で回転工具に触ったことが原因の事故が起きた。コストを優先した発注が原因の一つであろう。
- 原子力関連学科出身ではない人が広範な専門性を必要とする業務に従事する場合も、OJT を通じて学べば、数年後、規定通りに無難に業務を遂行する基礎力は身に付くであろう。一方で、判断をする局面では、体系的な基礎知識がない人材は苦戦するであろう。

c. 量子科学技術研究開発機構（QST）

- 人材育成センターにおける若手人材育成では、医療系に限らず、原子力・放射線分野を目指す学生などが、放射線防護の知識を体系立てて学ぶために受講しており、原子力・放射線関連学科の学生も一定数いる。放射線に関する知識を持っていない若手社会人が、業務上放射線の知識を学ぶ必要性が出たことを契機に受講することが多い。
- メーカーや電力会社から研修に最近来る方の目的には、放射線の人体影響の理解増進や周辺住民への説明のための知識習得が主で、メーカーや電力会社での技術に直接活用できる知識の習得が主な目的ではないものが多いと感じる。

d. 日本非破壊検査協会（JSNDI）

- 非破壊検査分野は非常に専門性が高いため、一定の学習期間がなければ戦力になれない。また、JSNDI 認定の資格取得の要件として必要な教育時間が規定されており、必然的に十分な学習時間が確保される。そのため、入社後に人材育成をする場合も、必然的に学習の時間が確保される。
- 人材確保の観点から、非破壊検査分野を専攻する大学生を探すアプローチだけでなく、高校生等が非破壊検査分野に興味を抱くための取組みも重要である。

4) その他

a. 公益社団法人アイソトープ協会（JRIA）

- （そもそも）日本では、放射線の農業利用があまり進んでいない。
- 工業利用分野では、様々な業種が放射線に関連する業務を行っている。原子力規制委員会のウェブサイトには放射性同位元素等規制法の対象事業所一覧が掲載されている。

b. 一般財団法人放射線利用振興協会（RADA）

- 放射線利用分野の業界構造として、製造メーカーと企業のエンドユーザーが存在し、その間に RADA など照射事業実施団体や機器の保守を担う企業等が存在する。また、様々な分野において必要な放射線のライセンスを発行する主体が RADA である。
- RADA と普段関わりのある企業や業界における原子力人材の動向としては、原子力機構では知名度が低下し、優秀な人材の採用に苦戦していると思われる。
- 教育業界へアプローチをしているが、原子力分野が浸透しづらいのが課題である。
- （原子力の人気の傾向に関する詳細を問う質問に対して、）子供に原子力の知識を教えづらい学校の現状が影響していると考えている。科学的知見に基づく説明を行った場合においても、専門家ではない学校の先生が正しい知識を教えているのかについて保護者から疑われ、批判される可能性を懸念していると現場では聞く。
- （人々から敬遠されやすい原子力発電分野と比較した際の放射線利用分野の人気の傾向に関する質問に対して、）原子力発電分野と比較して、放射線利用分野のほうが敬遠される度合いは小さいだろう。一方で、社会的に食品照射への忌避感は強い。このような状況の打開策として、ゼロリスク神話自体が相当のリスクを有していることに関するキャンペーンを行うべきではないかと考えている。
- 原子力・放射線業界が、優秀な人材の就職先の選択肢に入る程に魅力を向上させるためには、科学的リテラシーに関して考える必要がある。
- 原子力の高度な専門性を求める業界では難しいが、参入企業が少ない場合、中小企業では競争力を有した領域を確立すればよい。必要な知識が限定的であるため、原子力分野における競争力を有した領域では、入社前から原子力・放射線の専門知識を有さない人材であったとしても入社後の学習でキャッチアップできるため問題ないであろう。
- 競争力のある独自技術など新しい領域を切り拓く必要性が高い分野では、自分で考える地頭の良さを備えた人材が求められる。当業界ではマニュアル通りの作業では不十分な場合があり、その際に応用力が効く人材として地頭の良さを求めている。OJT 等を通じて必要な知識を学べば問題ないため、原子力工学系の専攻出身者以外の人材にも採用の門戸を開いている。
- 原子力放射線分野における主に事故防止や安全性の確保等では、多様なトラブルへの対応やコンプライアンスの遵守等において、広範な専門知識を有した人材が求められる。一例として、原子力発電所の事故防止には、臨界に関する基礎知識が必要である。OJT を通じて必要な知識やスキルを補えるが、たいていの場合、想定外の事故が起きるため、対応できる基礎知識は必要であろう。加えて、地頭の良さにも関わるが、危

陰性の予兆を発見する能力や知識も必要だと思う。日本原子力学会 CPD 制度や各種訓練、資格取得等を通じて人材を育成する。

- 地頭の良さを備えた人材による領域拡大と、広範な専門知識を有した人材による事故防止や安全性の確保の両方があり、はじめて原子力事業の発展に繋がる。
- 原子力・放射線関連の仕事で求められる専門知識の深さによって、原子力・放射線の専門性と地頭の良さのどちらがより求められるかが異なっている。

c. 量子科学技術研究開発機構（QST）

- 研修に参加している学生は放射線に関心があるため、そのような学生との研修を通じて接している限りでは、原子力・放射線関連学科の人気の低下していることは感じない。しかし、原子力関連学科や放射線生物の研究室に関するデータからは、原子力・放射線関連学科の人気の低下していることが分かる。

d. 日本非破壊検査協会（JSNDI）

- 非破壊検査分野の人材確保における今後のニーズの変化に関して、業界により用いる非破壊検査の手法が異なるため、一概には言えない。各業界の作業量や工事量の影響は受けるが、基本的に原子力プラントや鉄道などインフラ等では非破壊検査が必須であり、検査自体のニーズは変わらず、関連人材へのニーズも一定数あるだろう。

2.4 その他

原子力分野の人材確保にあたって、若い世代にとって原子力分野が魅力的であることが重要と思われる。ここでは、原子力分野の魅力に影響を与える一つの要素として、原子力分野と他分野における研究競争力の比較を、オンライン学術データベースである Web of Science を活用して調査した。

(1) 調査概要

Web of Science はオンライン学術データベースであり、学問分野と国を指定して各研究者の論文投稿数を調べることができる。また、Web of Science では、Highly Cited Researchers（高被引用論文著者）として、Web of Science に索引付けされた論文の中、引用回数が上位 1%に入る論文の著者のランキングが発表されている。

本調査では、Highly Cited Researchers へのランクインを研究者の研究力を表す指標の一つと考え、Highly Cited Researchers2019、2020 にランクインした日本の研究者の研究分野を調査した。

(2) 調査結果概要

Highly Cited Researchers2019 と 2020 にランクインした分野別日本の研究者数は表 2-13 の通りである。工学分野の研究者としてランキングに入った研究者は原子力・放射線分野の専門家ではなく⁵、原子力工学の研究者は 2 年連続で高被引用論文著者として選出されていなかった。

⁵ Web of Science の研究者データベースより該当研究者の最も引用された文献等を調査した結果

表 2-13 Highly Cited Researchers2019、2020 分野別日本の研究者数一覧⁶

分野（日本語名）	研究者数	
	2019	2020
Cross-Field	40	36
Plant and Animal Science（植物動物学）	23	22
Physics（物理）	7	8
Immunology（免疫学）	7	7
Chemistry（化学）	7	7
Pharmacology and Toxicology（薬理学・毒物学）	2	3
Materials Science（材料科学）	3	3
Molecular Biology and Genetics（分子生物学）	5	2
Engineering（工学）	1	1
Computer Science（コンピューター科学）	3	1
Clinical Medicine（臨床医学）	1	1
Space Science（宇宙科学）	1	0
合計	100	91

出所) Highly Cited Researchers のデータに基づきエム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社作成

(3) 引用・参考文献

- (1) A Clarivate Analytics company：「Recipients - Highly Cited」
<https://recognition.webofscience.com/awards/highly-cited/2020/>（2020 年 12 月 14 日閲覧）
- (2) A Clarivate Analytics company：「Recipients - Highly Cited」
<https://recognition.webofscience.com/awards/highly-cited/2019/>（2021 年 3 月 22 日閲覧）
- (3) A Clarivate Analytics company：「日本の Highly Cited Researchers 2019」（2019 年）
https://clarivate.jp/wp-content/uploads/HCR_2019_Japan_Summary.pdf（2021 年 3 月 22 日閲覧）

⁶ 複数分野において選出された研究者は各分野で重複してカウントした。

3. まとめ

「2. 調査の実施と結果」の内容を踏まえ、原子力業界における人材の流れと原子力分野の人材確保及び育成における課題を整理した。

3.1 本調査で確認した原子力分野の人材の確保及び育成の実態について

(1) 原子力を学ぶ学生数の動向について

原子力関連学科・専攻への入学者数動向は、東電福島第一原発事故以降に一時的に減少が見られたものの、その後は回復傾向等も見られている。学部、修士、博士別の内訳を見ると、特に2015年度以降の修士の入学者数の減少傾向が顕著であるが、学部の入学者数は増加傾向にある（図 2-3）。また、大学学科の大括り化などで学生の専門性の実態把握が難しい状況ではあるものの、2020年度の原子力関連研究室の所属学生数は、2020年度の原子力関連学科・専攻への入学者数の約2.8倍の760人であることから（表 2-5）、原子力を専門に学ぶ学生の学生数は一定程度確保されていると思われる。

(2) 学生の原子力分野への就職動向について

学生の原子力分野への就職動向に関して、合同企業説明会「原子力産業セミナー2022」への来場学生数の動向を見ると、原子力を専門に学ぶ学生を含め、学生の原子力志望度は震災以降大幅に減っている（図 2-8、図 2-9）。また、原子力関連研究室の所属学生の進路に関する調査結果を見ても、学部、修士では非原子力系の企業、大学院への就職、進学合計がそれぞれ全体の半数を超えるなど、大学・大学院で原子力分野を専門に学んだ学生の相当数が非原子力系を進路としている実態が明らかとなった（図 2-11）。これについて、ヒアリングの結果等を踏まえると、震災以降、原子力発電所の稼働が停止し原子力事業の将来性が見通しにくいことに加え、大卒採用求人倍率が1を超える状態が継続していることなどにより、他産業との人材の取り合いになっていることが要因と考えられる。

(3) 産業界における原子力人材の確保について

原子力関連産業側から原子力を専門とする学生の確保についてみると、原子力エネルギー業界ではアンケートに回答いただいた企業の約8割が原子力を専門とする学生について継続的な採用を行っていることが明らかとなった（図 2-22）。プラントメーカー、中小企業のヒアリングにおいても、原子力を専門に学んだ学生への継続的なニーズが聞かれた。

一方で、原子力を専門とする学生よりも、機械及び電気・電子を専門とする学生の方が採用のメインターゲットとすると回答した企業等の割合が多かった（図 2-25）。また、ヒアリングでも、原子力は総合工学であることから原子力に閉じず、幅広い分野から採用している声が聞かれており、原子力以外を専門とする学生への採用ニーズも大きいことが明らかとなった。なお、放射線利用分野においては、ヒアリングの結果より、放射線に関する知識は求められているものの、利用分野に対する専門性の方が重視されていることが明らかになった。

原子力を専門とする学生に求める技能・専門性に関しては、採用時点で原子力の専門知識を特に重視しているわけではないという声が聞かれ、その理由としてプラントメーカーでは幅広い分野から採用しており専門知識だけで採用を判断しているわけではないこと、研修等による育成を重視していること、実際の業務と大学での学びが直結するわけではないこと等が挙げられていた。

原子力エネルギー産業界における原子力人材の確保に関しては、特に東電福島第一原発事故以降、採用ニーズを満たせていない企業も一定数存在していることが明らかとなった（図 2-19、図 2-23）。また、原子力人材育成・確保協議会へのヒアリングからも、中小企業では原子力人材へのニーズはあるものの採用が難しい実態が確認された。一方、プラントメーカーに対するヒアリングでは、原子力人材の確保に関する課題は顕在化しておらず、機械及び電気・電子といった他分野から原子力産業を志望する学生が少ないことが課題であるという声が聞かれた。文献調査からも、原子力部門への配属において原子力専攻の比率が上昇傾向にある一方で、機械及び電気分野を専門とする学生の配属数が減少していることが示されている（図 2-16）。

なお、採用ニーズを満たせていないものの研修等で必要な人材を確保している企業が 3 割程度存在していることが明らかになった（表 2-10）。ヒアリングでも、企業として研修を重視している声が多数聞かれ、特にプラントメーカーでは研修を前提とした採用を行っていることが判明した。その一方で、原子力発電所の再稼働の遅れや新設の見通しが立たないことで、入社後の OJT 等の育成機会が減少し、現場を通じて得られる知見の技術伝承が難しくなっている現状も聞かれた。

(4) 原子力人材の確保及び育成における課題と対応方針（弊社の見解）

これらの調査結果を踏まえ、東電福島第一原発事故以降、原子力を専門とする人材の確保として、大学・大学院等では原子力を専門とする学生が一定数確保されており、企業側も原子力を専門とする学生に対するニーズを保有しているにも関わらず、就職の段階で原子力を専門とする学生の多くが原子力分野以外への進路を選択し、特に中小企業において必要な人材確保が難しくなっている状況にあることが注目すべき点のひとつと思われる。

また、この要因として、大学等からの一貫した原子力人材の確保という観点で、企業側が求める人材像と原子力の専門学生が学ぶ内容に直接的な結びつきが見えにくい点に課題があると考えられる。実際に、ヒアリングでは大学側から、企業に学生を送り出すに当たり業務内容をイメージしづらいという意見があったということも聞かれた。そのため、産業界側は求める人材ニーズを明確化するとともに、企業の即戦力になれる人材を育てるよう大学へ働きかけること等の取組を行い、大学側では企業側の求める人材像も踏まえて教育を実施していくような取組が必要と思われる。

例えば、文部科学省の国際原子力人材育成イニシアティブ事業において、東京工業大学を代表として、原子力工学の基礎に立脚し、エネルギーシステムと様々な工学分野の先端技術に通じ、原子力分野で新たな企業活動を立上げる意欲と能力を持ち、国際的センスとマネジメントに優れ将来の原子力エネルギー分野でのイノベーションを担うことのできる技術者・研究者の育成を目的とした取組が始められている。このような事業の実施状況も踏まえながら、原子力人材に関する取組を推進する必要があると考えられる。

3.2 今後のさらなる調査について

本調査では、特に原子力業界の人材確保の動向を俯瞰的に把握することに重点を置き、原子力関連大学、大学院や関連企業に対するアンケート調査を実施するとともに、業界団体等へのヒアリング調査を行った。

原子力エネルギー産業界の動向について、一般社団法人日本原子力産業協会の会員企業等へのアンケート調査及び原子炉主要メーカー3社についてはヒアリング調査を実施したものの、メーカーを支えるサプライヤーへのヒアリング調査は実施していない。また、電力事業者に対しては、ヒアリング調査依頼をしたものの、採用等に関して社外秘情報が含まれること等による辞退があった。したがって、本調査の結果を踏まえ、ヒアリング項目の精査等を行った上で、電力事業者やサプライヤー等の実態の深堀把握のための調査を実施するのも一案である。

また、調査を進めるに当たり、原子力を専門に学ぶ学生以外の「機械」や「電気・電子」といった工学系の分野に対して学生への企業側の採用ニーズが高いにも係わらず、当該学生の原子力分野の志望度が減少しているような状況が明らかになった。また、就業後の人材育成について、原子炉の新設等がないことにより技術伝承や人材育成についての課題が明らかになった。しかし、本調査では原子力を専門に学ぶ学生以外の学生の就職動向や就業後の技術伝承や人材育成については調査の主対象ではなかったため、限定的な調査となった。これらについて、今後詳細に実態を調査することも重要と考えられる。

今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査
報告書

2021 年 3 月

エム・アール・アイ リサーチアソシエーツ株式会社
技術・安全事業部