

## 「人材の育成・確保」の評価における論点ポイント（案）

平成22年3月10日

### 【本資料の位置づけ】

- （論点）は、これまで定例会ヒアリングや、アンケート等による調査を通じて把握した各機関の取組状況のうち、①現大綱において示されている政策のうち進展が見られないものや、十分な取組が行われていないもの、②平成17年度以降の状況変化等を踏まえ新たに対応が必要と考えられるものや、対応の強化が必要と考えられるものを抽出。
- （現状）は、論点の抽出に至った背景、（主な意見）は、ヒアリング等において述べられた関連意見（要旨）を列記。
- （参考事例）は、論点として取り上げた点の改善に向け、定例会におけるヒアリングにおいて例示された、現在関係機関等で行われている取組を記述。

### **（１）（論点１）新たな知見・観点を原子力分野に導入するため、多様な人材を活用することについて**

- 原子力関係機関は、原子力分野内の機関だけでなく、原子力分野外の機関との積極的な人材交流を推進する方策を検討する必要があるのではないか。
- 原子力関係機関において、多様な人材（若手、女性等）を登用する取組を強化する必要があるのではないか。

#### （現状）

- 原子力関係機関間では、活発に人材交流が行われている（大学－大学間、大学－研究機関間、企業－研究機関間 等）が、原子力分野以外の機関との人材交流は行われている例が非常に少ない。
- 原子力関係機関における女性の比率が、海外の同様の機関等と比較して小さい。
- 独立行政法人日本原子力研究開発機構（以下「原子力機構」）については、行政改革推進法等による人件費の一律削減により、若手研究者及び若手技術者が減少している。

(主な意見)

- 国の組織全体で、横断的、かつ弾力的な人材配置の促進を行うためには、各機関の組織が内外に開かれ、人材の流動性を確保するための仕組みが必要である。
- 海外の研究機関と比較し、国内の研究機関の客員研究員は少なく、その数を増やしていく必要がある。
- 男性、女性を問わず優秀な人材を活用することが重要である。
- 女性を活用することは、女性ならではのきめ細かな考え方等により、組織全体の活力の維持・向上を図る観点から効果的である。
- 原子力で使用されている技術と同様の技術が、他分野でも使用されており、優れている場合、他分野の人材と交流を行い、技術を学ぶことは重要である。

(参考事例)

- 原子力機構における男女共同参画推進計画での女性職員の採用促進、女性職員のキャリア育成、職場環境等の整備に向けた取組

## **（２）（論点２）原子力産業界における人材の育成・確保について**

- 原子力産業界が、技術力の維持・向上を図るためには、シニア世代から若手に対して知識、技術、技能の継承を確実に起こっていくための取組を強化させる必要があるのではないか。
- 産業の基盤を支える関連会社等も含めた原子力産業界全体として、体系的な研修システムを構築する等の取組を強化させる必要があるのではないか。

### （現状）

- 国内軽水炉建設の停滞、保守・保修ビジネス等が主流となったことで、建設技術や経験の継承に課題がある。
- 原子力発電所の建設に携わった経験等多くの知識、優れた技術及び技能を有した人材が高齢化している。
- 形式知については、マニュアル化して伝承するなどの工夫がされているが、マニュアル化できない暗黙知（ノウハウ）については、対策を講じなければ、シニア人材の退職等により喪失する。
- 大手電気事業者、メーカーを中心として、OJTとOFF-JTを組み合わせ、体系的な研修システムを有するところもある。
- 一方で、電気事業者、メーカーの関連会社等の中には、人材育成手法が体系化されておらず、指導者となるシニア人材の個人の力量によるOJT等による育成が主となっているところがある。

### （主な意見）

- 初期の原子力発電所の様々な対応を経験した技術者が世代交代する時期に入っており、今後のリプレースや新規建設に向けて、技術・技能のノウハウの確実な継承が必要になっている。特にサイクル施設については、建設間隔が長いため、技術継承の方法を十分に考える必要がある。
- 原子力発電所については、国内だけでなく、海外の設備のトラブル事例等からも学ぶことが重要ではないか
- 原子力産業の基盤を支える技術力の維持・向上を図るためには、高い技術力を有する地元企業を増やすことが重要である。そのためには、地元企業に対する研修制度や技術技量認定制度等の取組が有効であり、企業のニーズに応じた認定技能の拡充と認定者の積極的な活用による制度の定着が必要である。

- 電気事業者やメーカー及びそれらの関連会社は、技能者に対する研修を実施しているが、おおむね各社単位での対応にとどまっており、原子力産業界全体として、将来的に技能の維持・向上を図るための体系的な研修の確立が求められる。
- 原子力の安全・安心の確保のためには、技術だけでなく、原子力特有の安全文化やコンプライアンス等の技術者の倫理教育も必要である。

(参考事例)

- プラントで発生する異常事象を人工的に再現させる各種異常体感訓練装置の活用（電事連）
- シニア人材の技術を可視化し、若手がスキルアップする際、高度な技能を習得するとともに、具体的に弱点を見つけられるようにするシステムの導入（東芝）
- 実験を通じた安全体感訓練（東芝）
- 過去に経験した事故やトラブルから学んだ教訓等を風化させることなく技術継承するための取組（中部電力 失敗に学ぶ回廊）
- 福井県がエネルギー研究開発拠点化計画の中で実施している、地元企業等を対象にした保修業務に必要な資格研修や作業管理・品質管理等の現場実務研修、及び原子力発電保修技術技量認定制度

### (3) (論点3) 高等教育機関における教育の充実について

- 高等教育機関において、企業等の求める優れた人材を育成するためには、産業界や研究機関が、高等教育機関の優れた取組を支援することが重要ではないか。
- 原子力関係者は、原子力工学以外の学科・専攻の学生も視野に入れた人材育成方策を検討すべきではないか。
- 教員の指導力を向上させるためには、教育活動に対して適切に評価がなされる仕組みが必要ではないか。
- 高等教育機関でホットラボ等を利用した教育を行うためには、それらを維持・整備するための方策を検討すべきではないか。

#### (現状)

- 「原子力」を関する学科・専攻は、1950～60年代に増加し、1990年代に減少傾向に転じた。2003年ごろから再び増加の傾向にある。
- 各高等教育機関においては、実験・実習の積極的な導入、学部での専門的教育の充実、資格取得に必要とされる内容の講義の実施、長期インターンシップ制度の導入等、特色ある取組を行っている。
- 長期インターンシップは、学生のモチベーション向上、問題解決能力向上等の観点で教育に有効であると認識されているが、受け入れ先を確保するのが困難な状況である。
- 博士課程を修了した学生が企業に就職できる例が少ない。
- 電気事業者(11社)では採用者数の20%前後が、メーカ(6社)では同10%前後が原子力工学専攻の学生であり、それ以外は電気、機械分野の学生が多く、化学・材料等の分野を専攻した学生も採用している(1997～2006年)。
- 原子力機構では、平均して採用者数の25%程度が原子力工学専攻の学生であり、原子力工学以外の工学系専攻、理学系を専攻した学生が多い。また、わずかなではあるが農学系、保健系、商船分野を専攻した学生も採用している(2004～2006年)。
- 原子力工学以外の学科・専攻において、原子力分野に関連する指導を行うことができる教員が減少している。
- 高等教育機関の教員の評価が研究の成果重視になっているところが多い。
- 原子力分野を専攻する学生に対し、ホットラボを用いた実験・実習を行うことは、実際にものを取り扱うという経験を得られる観点から重要であると認識されているにもかかわらず、高等教育機関におけるホットラボの閉鎖が進み、利用できる施設が減少している。

(主な意見)

- 長期インターンシップ制度は、実社会での体験を通じて、学生が専門分野の社会的役割を認識する、或いは問題解決能力を修得することができるという観点で有効であり、何より学生のモチベーション向上につながる。ただし、受け入れ側である企業の理解が必要である。
- 原子力分野の博士課程の学生が企業になかなか就職できないのは、博士課程を修了した学生に対する企業側のニーズが低いことが原因と考えられるが、企業側も先進的な技術を生み出していくためには、最先端の研究を経験した、これらの人材を活かしていく必要がある。
- 博士課程の学生が、広い視野と応用力を身に付けるためには、自ら課題を定めて取り組んでいる専門の研究以外に、企業や研究機関との共同研究に参加し、研究成果を応用して現場等において役立てる手法を学ぶことは有効ではないか。
- 原子力工学科において、材料、電気等の原子力の基礎・基盤的技術を指導できる教員が減少していることは問題であり、原子力工学科の学生に基礎・基盤的技術の指導を行うためには、原子力工学科と基盤技術分野学科とのネットワークを構築することが重要である。
- 企業側が欲しい人材と大学側が育成したい人材のあり方が一致するようなやり方が上手く行っていないのではないか。
- 企業が原子力工学科の人材よりも、他の基盤技術分野に相当する学科の人材を欲しているのではないか。
- 原子力関連施設の開発、設計、運転、保守には、原子力工学だけでなく、機械、電気、材料、化学等の幅広い分野の人材が必要である。
- 地方公共団体、大学、研究機関、及び産業界が連携し、人材育成に取り組むことは、施設や教員等のリソースを有効に活用するという観点からも有効である。
- 原子力分野に従事する人材の多くが、原子力工学専攻以外の出身であり、原子力関係者は、原子力工学専攻以外の学科における学生の育成についても取り組むことが重要である。
- 教員の評価が研究の成果重視になっているところが多いが、学生へのアンケート等を活用し、授業内容の改善を図ることは重要である。
- 学生の教育に最も重要なことは、実験・実習を通じて、原子力（原子炉、核燃料）・放射線（加速器、放射性同位元素）に触れ、実際にそれらを取り扱う経験を得ることであり、そのためには、実験施設・設備の維持・整備が必要である。

- 教育、研究の充実を図るためには、実験施設等をサポートするスタッフの体制を充実することが重要である。
- 原子力関係の実験施設については、特に研究用原子炉の燃料や放射性廃棄物に関する問題があり、一大学での対応は困難な問題も少なくない。これは、人材育成の基盤に係わる問題であり、国としての適切な施策が必要である。
- 原子力関係の施設については、原子力機構の施設、京大炉、近大炉、及び事業者の訓練施設等の活用も含め、人材育成のための施設共用のあり方や、それらに関する大学・産業界・研究機関との役割分担等について協議が必要である。

(参考事例)

- 福井大学の地域共生工学講座及び長期インターンシップ制度、東北大学の核燃料サイクル・保全を柱とした学士課程での幅広い原子力専門基礎科目を履修できるカリキュラム等の特色ある原子力専門教育
- 原子力機構、東京工業大、金沢大、福井大、茨城大、岡山大、大阪大が「原子力教育大学連携ネットワーク」の枠組みで施設・設備を相互利用して行う学生の実験・実習
- 大学に社名を付した講座の開設、インターンシップの受け入れ（東芝）

#### **（４）（論点４）研究開発機関における人材の育成・確保について**

- 研究開発機関において、基礎・基盤的研究に従事する研究者が減少傾向にあることから、当該研究者を確保するための方策を検討する必要があるのではないか。
- 原子力機構が研究成果を活用して建設した施設・設備を運転、保守する技術者を一定程度確保する取組を強化すべきではないか。その際、シニア人材から若手への知見、技術及び技能の継承を確実におこなっていくための取組を強化させる必要があるのではないか。

#### **（現状）**

- 原子力機構については、行政改革推進法等による人件費の一律削減により、若手研究者及び若手技術者が減少しており、将来、我が国の原子力研究開発の中核的機関としてのポテンシャルを維持できなくなる恐れがある。
- 基礎・基盤的研究（原子炉物理学、放射線安全学、核燃料サイクル工学、材料力学、流体力学、電気・電子等）を行う研究者が減少傾向にある。
- 研究開発を行うための施設・設備の運転保守に携わる若手技術者が減少してきており、将来、施設・設備の運転保守に支障を来す恐れがある。
- シニア人材の高齢化と若年層の不足により、十分な知識伝承が困難な状況にある。

#### **（主な意見）**

- 我が国が、研究において、世界的な競争力を保持するためには、世界をリードする分野を特定し、そこに資源を投じることが重要であり、そのためには日本の研究技術で優れている分野、或いは将来実現することが大切な技術分野を特定し、その関連専門分野のリソースの整備を行うことが重要である。
- 基礎・基盤技術のレベルの維持・向上を図るためには、行政機関は、基礎・基盤技術の開発支援に関するプログラムを設け、研究機関への支援の目的を整理することが重要である。目的を整理する際、原子力の基礎・基盤技術分野の裾野を広げることと、技術レベルを高くすることについて、関係各機関の役割分担を明確にすべきである。
- 昨今の大学における研究は、原子力産業の発展に寄与する度合いが小さい研究論文でも、新規性がありインパクトファクターの高い内容であれば、高い評価を得られる傾向があり、そのような論文を目指した研究に傾斜する風潮がある。評価は大学独自のものであるべきであるが、大学の研究に産業界からの協力支援を得るためには、産業界から見て有用な研究成果を評価するよ



うな外部視点からの評価軸があってもよいのではないか。

- 原子力の基礎・基盤的研究には、成果が出るまでに時間を要するものが多いが、現在の競争的資金の適用期間が、数年と年限が限られている。このような支援環境であれば、長期的な視野に立った基礎・基盤分野の推進が困難となる恐れがある。
- 技術継承が上手くいかないことにより発生する、シニア人材の知識を喪失するリスクに備えて、国レベルで連携を強化し、人材や知識のデータベースの整備等を行うことが必要ではないか。
- 原子力機構では、若手の研究者や技術者が減少してきており、FBRサイクルやITER計画等のプロジェクト進展に伴う若手技術者の確保や、基礎・基盤的研究を維持するための若手研究者の確保が必要である。
- 技術の継承にあたっては、継承された技術に新たな知見を加え、これにより新たなイノベーションを生み出していくことが重要である。

(参考事例)

- 原子力研究施設の運転管理・保守管理に係わる保安業務、技術開発、技術継承、運転情報の共有やトラブル事例のデータベース化、知識マネジメントシステムの構築（原子力機構）

**（５）（論点５）専門能力を備えた人材の育成・確保について**

- 原子力分野の専門的資格を有した優れた人材を活用するためには、能力や責任に応じた処遇をすべきではないか。
- 原子力安全規制機関において安全を確保し、合理的な審査を今後も継続するため、専門的人材の育成・確保を行うための取組を強化すべきではないか。

（現状）

- 原子力分野の専門的資格を有した人材に対する処遇が十分でない場合がある。
- 原子力安全規制に携わる機関では、審査等を行う人材を中途採用等も活用し、確保しているが、昨今、原子力分野の機関間での人材獲得競争激化により、中途採用での人材の確保が厳しい状況である。
- 審査等を行う人材を新卒の者から育成するためには、運転、保守等の実務経験が必要であるが、規制機関は実務経験を積むための施設を有さないことから、規制機関での人材の育成は困難である。
- 原子力安全基盤機構においては、50歳以上の職員が約70%を占めている。

（2007年）

（主な意見）

- 専門的資格の取得は、原子力に対する知識を広げ、専門的応用力を深めることに繋がり、資格取得の奨励を行うことは、組織の技術力の向上に繋がる。
- 資格を有した人材を効果的に活用することは、組織内の資格取得意欲を高め、モチベーションの向上にも繋がる。
- 原子力分野の専門的資格を取得した人材が積極的に登用される仕組みについて検討し、それらの人材の処遇面での改善を図っていくことは重要である。
- 原子力発電所の安全を確保し、安全審査等の対応スピードを改善するためには、原子力安全規制機関における人材の確保、及び人材の質の向上が必要である。
- 原子力安全規制に携わる機関では、中途採用等も活用し、審査等に対応可能な人材を確保しているのが現状であるが、昨今、中途採用での人材確保が困難な環境であることから、新卒採用等により人材を確保する必要がある。新卒採用の人材が、審査等に必要となる専門分野の知識を身に付けるためには、座学だけでなく現場等を活用したOJTが有効である。そのためには、産業界が育成の場を提供する等の積極的な協力が期待される。

（参考事例）

- 原子力安全・保安院による力量管理制度を活用した人材育成に関する取組

**（６）（論点６）原子力国際人材の育成、及び国際協力について**

- 国際機関や国際的なビジネスの場において活躍できる人材を育成するための方策を検討する必要があるのではないか。
- 我が国がこれまでに培ってきた技術や知見を生かした人材育成を国際的なビジネスモデルとリンクさせるための方策をとるべきではないか。

（現状）

- IAEAにおいて、日本は拠出金の額は２番目に多い（全体の16%、2008年）が、日本人の正規職員数は７番目（全体の３％）である。また、正規職員数に対して、上級ポストの職員数の割合が少ない。
- 原子力における国際競争が激化する中、国際交渉力や海外プロジェクトのマネジメント力を有した人材のニーズがある。
- 原子力発電の導入・拡大を計画している国からの人材育成への協力要請に対し、我が国では関係各機関が個別に対応を行っている。
- 昨今、原子力発電プラントの受注にあたって交渉が、人材育成等の基盤整備とセットで行われる場合もあるが、国内機関ではそのような対応ができていない。

（主な意見）

- 国際機関で上級ポストを獲得し、国際的な発言力を確保することは、日本の原子力分野の国際的なプレゼンスの向上や、原子力産業が国際的に優位な立場を確保するためにも必要である。そのためには、それらへ対応できる人材の育成、体制等の整備が必要である。
- 原子力では、品質管理が非常に重要な位置を占めており、国内だけでなく、海外の規格・基準も教育の中に取り入れることは重要である。
- 日本全体としての原子力人材育成の取組に関する情報を新興国に向けて発信していくことが今の人材育成に関する取組には欠けている。
- 国際人材に関する取組において、過去の成功・失敗事例の蓄積が新しい取組に活かされていないのではないか。過去の取組を評価し、次へ活かす仕組みが必要である。
- 昨今、原子力発電プラントの輸出が、プラントのみでなく、人材育成とセットになっているところもあり、相手国に提供できる人材育成のシステム自体が国際競争の対象となっている。その中で、相手国の優秀な人材を、日本の人材育成のシステムにより教育し、能力の一層の向上を図り送り出すということがどこまでできるかが、日本の競争力の鍵の一つになっているのではないか。

- 原子力の人材育成の国際協力については、相手国へ一方的に支援することだけでなく、国際的なビジネスモデルとリンクさせ、互惠関係を築くことが重要であり、国全体で考えていくことが必要である。
- 原子力発電の導入国の人材育成に協力するためには、規制や運転管理等、多様な人材育成に対応することが必要であり、一機関での対応は非常に困難であり、産官学が協力し、役割分担に応じた活動ができるような仕組み作りが必要である。
- 海外のプロジェクトにおいては、技術分野、プロジェクトに精通していることだけでなく、語学力をベースとしたコミュニケーション能力、ディベート力や、相手国の文化への理解等が要求される。
- 海外での原子力発電所の建設等のためには、プロジェクト管理、設計、調達、建設、運転、保守、研究開発等に関するそれぞれの専門的技術力に加えて、海外の許認可、法令・規格・基準に精通し、国際的な人材ネットワークを持ち、国際的な視野で活躍できる能力、実務経験に基づくマネジメント力を身に付けた人材が求められる。
- 原子力の開発を創成期から担ってきた人材のうち、すでに退職したシニア人材を、原子力発電の導入を計画している国の原子力教育の場で、講師として活用することは有効ではないか。
- 欧州では、ヨーロッパ原子力教育ネットワーク機構（ENEN）が、欧州内の大学等の研究施設の共同利用や、学生・教員の流動化等を進めるため、欧州一体となって原子力教育の再構築を図っているところであるが、国内でのこのような取組はまだ小規模かつ限定的である。

（参考事例）

- 原子力安全・保安院による「原子力安全規制当局等向けの研修事業」や「原子力発電所運転管理者等向け研修事業」
- 原子力機構が原子力研修センターで行う、アジア諸国を対象とした原子力分野の国際研修や、IAEA、国立原子力科学技術高等学院（CEA/INSTN）、ENEN等との人材育成分野の連携協力。