

エネルギーPTメンバー提出資料

(内 訳)

- ◆ 赤井委員提出資料
- ◆ 石谷委員提出資料 (机上配布)
- ◆ 後藤委員提出資料
- ◆ 須藤委員提出資料
- ◆ 田井委員提出資料
- ◆ 田中委員提出資料
- ◆ 本田委員提出資料
- ◆ 松橋委員提出資料
- ◆ 松村委員提出資料
- ◆ 村上委員提出資料 (机上配布)
- ◆ 山下委員提出資料

エネルギー研究者・技術者の 育成・維持に関して

総合科学技術会議 基本政策推進専門調査会
分野別推進戦略総合PT
エネルギーPT会合(第4回)

2007年8月2日

産業技術総合研究所・赤井 誠

問題提起

現在、人材が不足している研究・技術分野、あるいは将来、不足しそうな同分野について、前提となる理由も含めてどのように考えるか。

- 人材不足が懸念される分野
 - 原子力分野
 - 強電／電力／系統
 - 資源(化石燃料)
- 理由
 - 評価制度(論文数、IF)
 - 予算(教育者の専門シフト)
 - 法人化の弊害

対策の方向性 — 教育 —

エネルギー関連技術者・研究者の養成について、どのようにすべきか。(特に高専・工業高校卒、博士卒の位置づけ、科学技術コミュニケーターへの育成等)
自然科学以外の分野、例えば、エネルギーセキュリティ、リスクコミュニケーション研究(特に原子力)や税制・法制度研究といった社会科学分野における研究者の育成について、どう考えるか。

- エネルギー関連技術者・研究者の養成
 - 基盤的学術分野(「電気」、「機械」等)教育の強化
 - 総ジェネラリスト(評論家)化は不要
 - 外から見て、どの分野の専門知識を有しているか不明
 - 博士卒≠分野の専門家 / =「研究」の専門家
- 非自然科学分野における研究者の育成
 - 必須
 - 工学的分野との相互作用効果大

対策の方向性 — 広報 —

エネルギーへの関心を誘発する仕組みについて、どのような手段が有効か。(初等・中等教育や一般大衆への広報等)

- エネルギーへの関心を誘発する仕組み
 - 明確な“Political Will”と施策への反映
 - 他分野との差別化
 - 専門家の社会的ステータスの確保
 - 認知調査に基づいた戦略的コミュニケーション計画
 - 初等教育
 - 教育者、保護者教育とセット→現場でのコミュニケーション
 - 科学的正確性を保った広報
 - オピニオンリーダー候補の発掘と養成

対策の方向性 － 人材活用 －

企業と大学・研究独法間で、求める人材をマッチングさせるにはどのようにすべきと考えるか(必要な授業等の履修、産学人材交流・産学共同研究の推進等)
外国人や女性、中高年人材をどう活用していくべきか。

- **企業と大学・研究独法間の人材のマッチング**
 - － 基盤的専門分野に立脚した専門家のインベントリが整備されていることが重要では
 - － 短期的ニーズへのマッチングを重視する必要があるのか? → 人材の使い捨てにならないか?
- **外国人や女性、中高年人材の活用**
 - － 環境整備(待遇)

対策の方向性 － 制度面 －

インターンシップ制度や奨学金制度について、どうすべきか。

- **インターンシップ制度・奨学金制度**
 - － 優遇措置により学生は流れる可能性大
 - ・ 但し、教員側の無定見な専門シフトにより、優遇分野の教育・研究の質が低下し、再び学生が離れることも起こり得る
 - 研究機関における、かつての“エネルギー”研究の例

対策の方向性 － その他 －

- 上記項目等を踏まえ、「エネルギー研究者・技術者の育成・維持」に関して、国へどのようなことを要望するか(産業界は大学・研究独法への要望、大学・研究独法は産業界への要望も含む)
- その他(資格制度、研究・技能者養成拠点の整備、技術継承、ダブルメジャー育成等)

• 国への要望

－ 明確な“Political Will”と施策への反映

- (ある程度)長期的・確実なビジョンが必要
- いわゆる“有識者”依存体質の再検討
 - － 科学的妥当性に対する判断機能を自ら養成する必要あり

－ エネルギー研究組織は独法化に馴染むのか？

- 英国・ETLの例

電気系人材の確保と育成の施策について

平成19年 8月 2日

東京電力株式会社
執行役員 技術開発研究所長
後藤 清

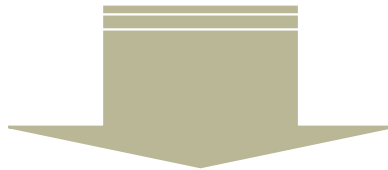


東京電力

電気系人材をめぐる課題

■電気工学分野の環境の変化

- 東大で電気工学科が4年連続で定員割れとなるなど学生から敬遠される傾向
- 大学も、社会にインパクトがあり学生を惹きつける分野に重点を置いて再編させており、教員退官後 電気系講座、研究室が消失するケースが顕在化



■考えられる要因

- 電気工学や電力技術の魅力の欠如(成熟した地味なイメージ)
- 「見える化」の視点不足(研究支援が中心で学生へのPR不足)
- 教員のマンパワー不足(教員数不足、博士課程進学者極少)

産業界としての問題意識

■大学に期待する役割の喪失

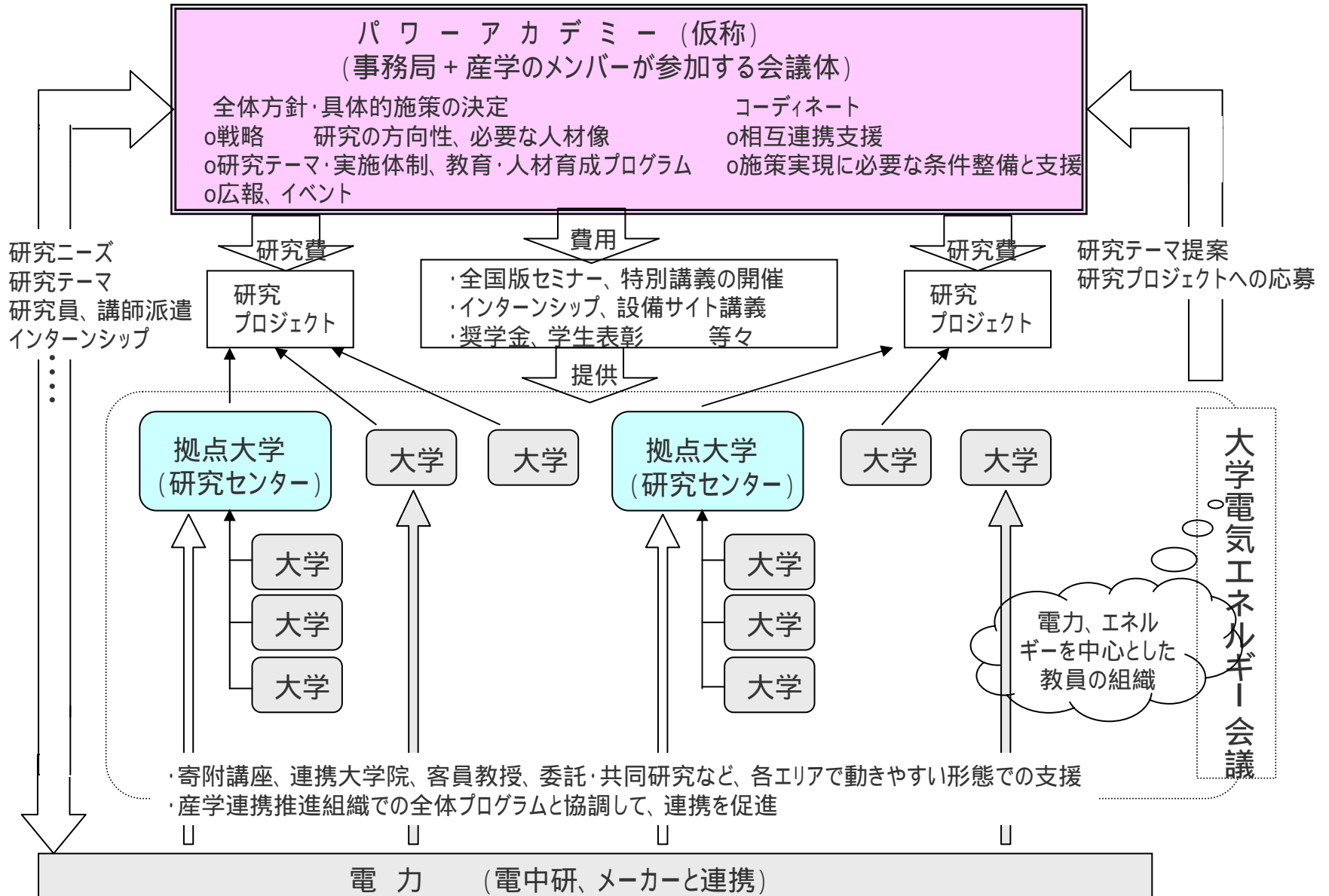
- 電気工学の学識者・研究者の喪失
- 電気技術を革新する基礎研究機能の喪失
- 電気工学の教育機能の喪失



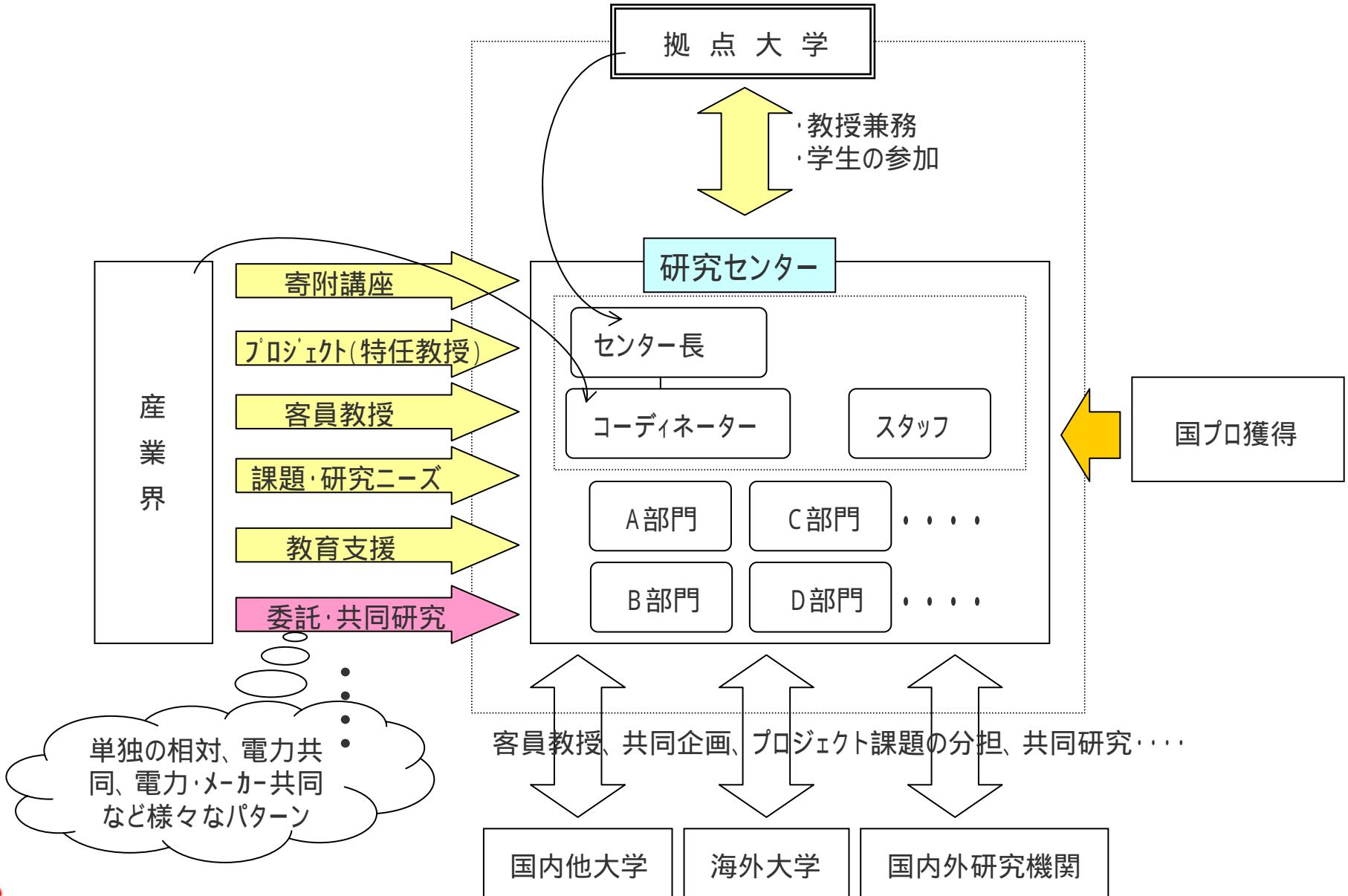
■抜本的な対策が必要

- 全国レベルで電気工学分野の研究・教育の活性化を図るため、電事連が主体となり全体共通的に産学連携を推進する組織を設置 [パワーアカデミー(仮称)]
- 産業界が、大学が行う電気工学分野活性化策(「研究センター」の立ち上げなど)を資金、人材の面から支援
2008年4月より実施(2007年度は準備期間)

産学連携推進組織を中心とした連携構想



研究センターの構成案



1. 問題意識（石油上流部門技術者の育成に伴う問題と課題）

昨年5月に策定された新国家エネルギー戦略では、5数値目標の一つとして、2030年における海外での資源開発目標が40%に置かれ、今後資源獲得競争がさらに激化することが予想される中で、強靱な石油産業の育成の必要が再度指摘された。

そのことを、石油上流部門技術者の育成・確保という点から評価すると、資源開発目標が明示されたことは歓迎されるものの、同開発目標は前提として置かれた資源量の想定と必ずしも符牒が合っておらず、本格的な議論ができない面がある。

同戦略では石油生産のピークに関する見通しとして、IEA(国際エネルギー機関)の見通しが準用されているが、IEA見通しによれば、在来型の石油生産のピークは2028～32年（標準シナリオ）、2013～17年（悲観シナリオ）に訪れるとみられている。

同見通しは近年取り沙汰されているオイルピークを半ば反映するものであるが、ピーク時点に関し、石油産業界は必ずしもIEAの見方を支持しておらず、ピークは2040年以後に訪れるとする見方が一般的である。「10年で衰退するとみる見方」と「今後30年以上成長し、その後なだらかに成熟すると見る（Undulating plateau）見方」では、当該産業政策、あるいは人材育成方針が異なってくるのは自明である。

仮にピーク時点が早期オイルピーク論者の指摘するように2010年頃に訪れるとした場合、石油産業の効果的な人材確保策はどのようなものが可能か。

2. 欧米の状況

欧米の石油・天然ガス産業では、近年技術者不足が顕在化している。その背景には、1980～90年代の大規模なリストラに伴う雇用の喪失の影響、リストラ世代の子供の世代にあたる現在の若年層の、石油産業界への就職敬遠、環境に優しくない産業イメージ・資源の早期枯渇の可能性のイメージがあること等が挙げられる。

業界全体の高齢化が進行する一方で、新規雇用人数が限られることから、今後共、人材不足の深刻化が危惧。

こうした状況に対する企業の対応策としては、技術開発の一層の推進や雇用延長、非欧米諸国（インド、中国）の人材活用などが考えられている。

3. 対策の方向性

資源工学部に進む学生が減少していることの背景の一つは雇用の確保が十分でないことと認識。石油産業にとっては、価格低迷、環境問題等産業界への逆風もあり、日本のみならず、欧米でも学生の資源工学部離れが進んでいる。

人材確保を民間（企業）だけで対処しようとしても、実効性は挙がらないと考えられるところ。産業界のニーズを明確にし、それに合った教育を施すという原点に立ち返るべきでないか。育てる側と雇用する側が協力して、対応することが重要と思料。また、こうした観点からは、石油会社が近年実施している寄附講座は、一つの協力のあり方と思料する。

人材活用に関しては、実務面ではアカデミズムよりも産業界の方が進んでいる面もあるので、独立行政法人から講師を派遣し、共同で講座を運営することも一案。

国際資源開発（抽出）産業（石油産業を含む）専門大学院の設立。

各要素技術を修めた諸氏を対象に、石油上流部門を学ぶコースを創設する。その場合、石油上流部門に特化せずに、金属、非鉄、セメント等、国際資源開発分野に関連する共通分野を対象とすることも一案と思料。石油上流部門の技術者の補填需要は、年間 40～50 名の規模と評価。

オイルピーク論争が石油産業の人材確保に関して否定的な影響をもたらしていることは否定できないとすれば、国際資源開発（抽出）産業（石油産業を含む）専門大学院には資源量に関する独自の研究を期待。

以上

(株)東芝 電力システム社における
エネルギー研究者・技術者の育成・維持

2007年8月2日

(株)東芝

東芝における人材・教育の課題

現在の人員構成

課題:

1. 若手技術者の不足

2. 技術の継承と維持・向上

3. ベテラン技術者の大量退職

対策:

1. 人員確保

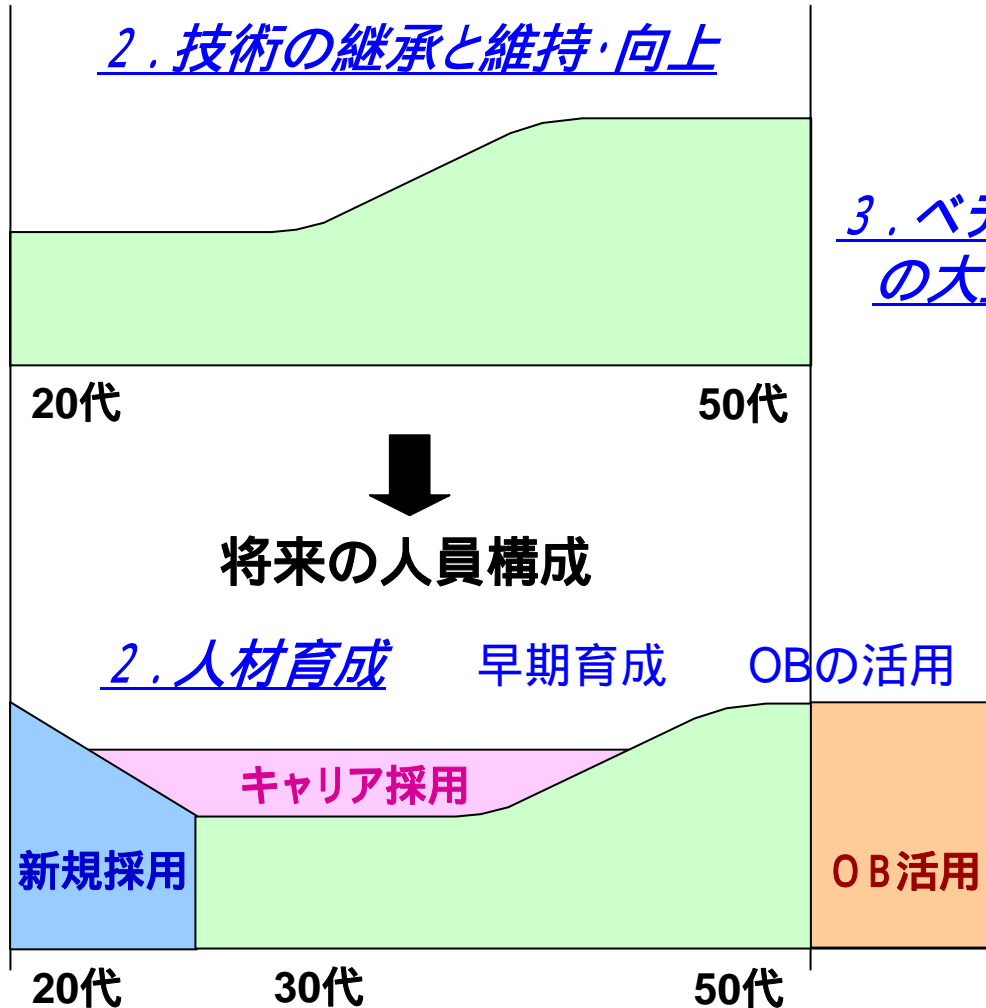
- 積極的な新卒採用
- インターンシップ制度
- グローバル採用
- ポスドク採用
- キャリア採用

2. 人材育成

早期育成

OBの活用

将来の人員構成



若手技術者不足 (理科離れ・もの作り技術者不足・学科人気)

子供の理科離れによる将来の技術者減少の懸念

科学技術・理科をめざす若者もIT系への志向が強い

➡ ものづくりの技術者の不足



文部科学省の理科離れ対策
「科学技術・理科大好きプラン」
文部科学省HP

景気他に連動した学科人気・不人気

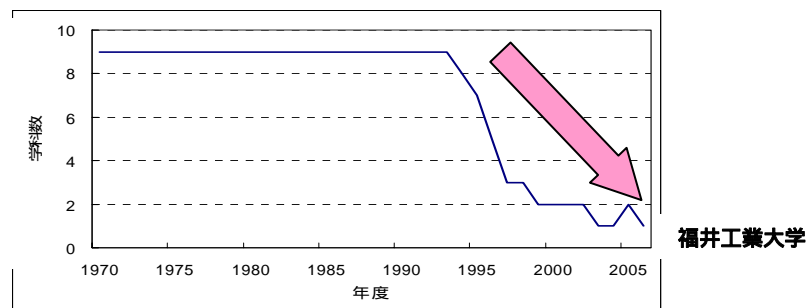
例1) かつての人気学科の凋落

- 電気・電子工学科
- 情報通信システム工学、
- 電気電子生命工学

例2) 90年代から原子力・原子核を冠した

学科が減少
原子力工学の人材育成の希薄化を懸念

- 北海道大学
- 東北大学
- 東京大学
- 名古屋大学
- 京都大学
- 大阪大学
- 九州大学
- 近畿大学
- 東海大学



原子力関連学科名の原子力離れ

人材確保に対する対策

積極的な新卒採用

人員構成のひずみ解消

インターンシップ制度

学生の皆様に夏休みを利用して職場での実習を経験



東芝をより身近に感じてもらう

グローバル採用

拡大する海外事業への対応
外国人の採用

ポストク採用

専門家集団の形成

キャリア採用

即戦力による早期立ち上げ



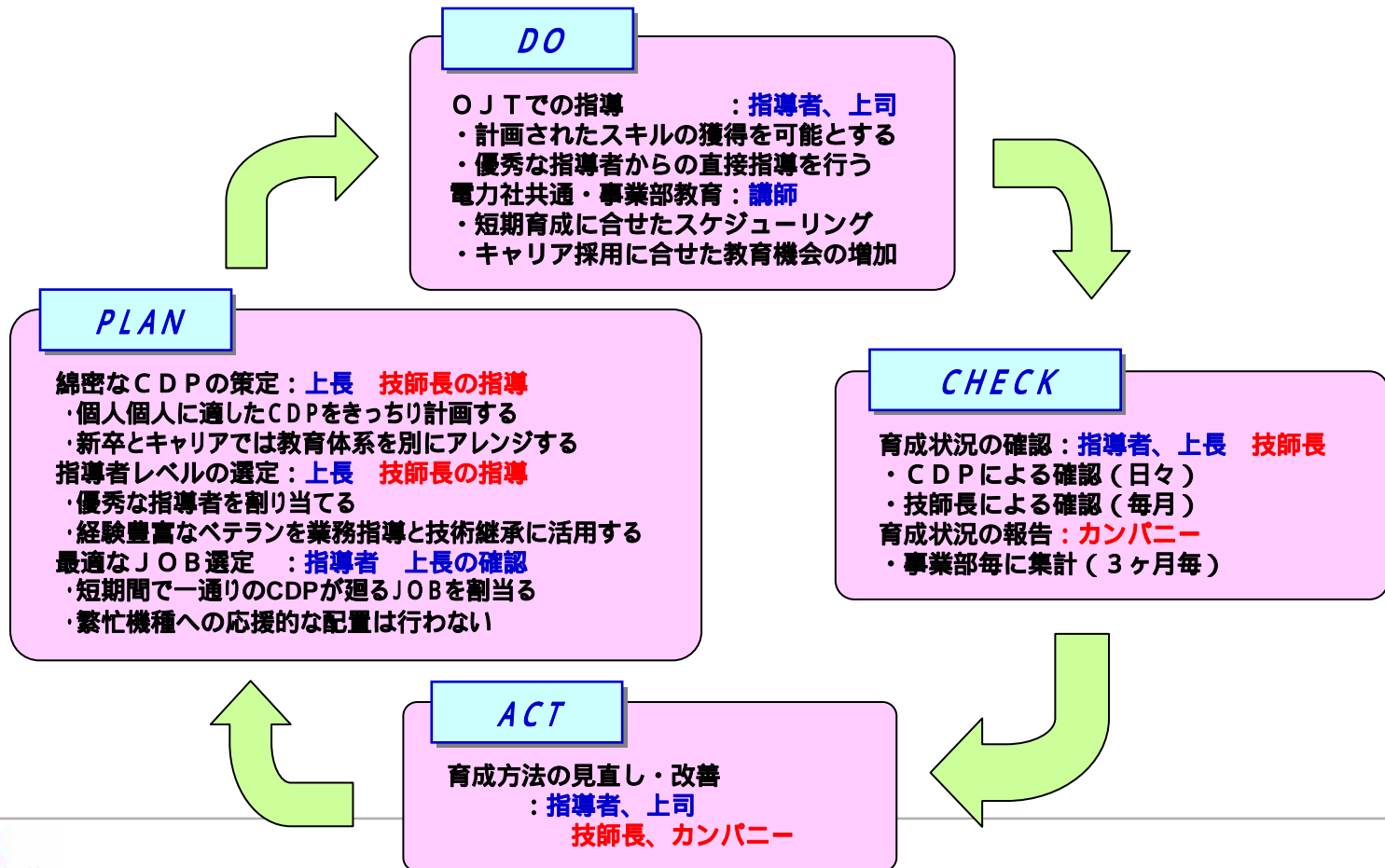
(株)東芝HP
採用情報 - インターンシップ



(株)東芝HP
採用情報 - キャリア採用
- 電力システム社特集

研究者・技術者教育 (早期育成PDCA)

- 一人前の研究者・技術者 : 従来 5、6年～最大10年近く
現状 最短1年～3年以内が求められる
- 早期戦力化 : 優秀な指導者、上司のきめ細かなフォロー、
PDCAに基づく改善



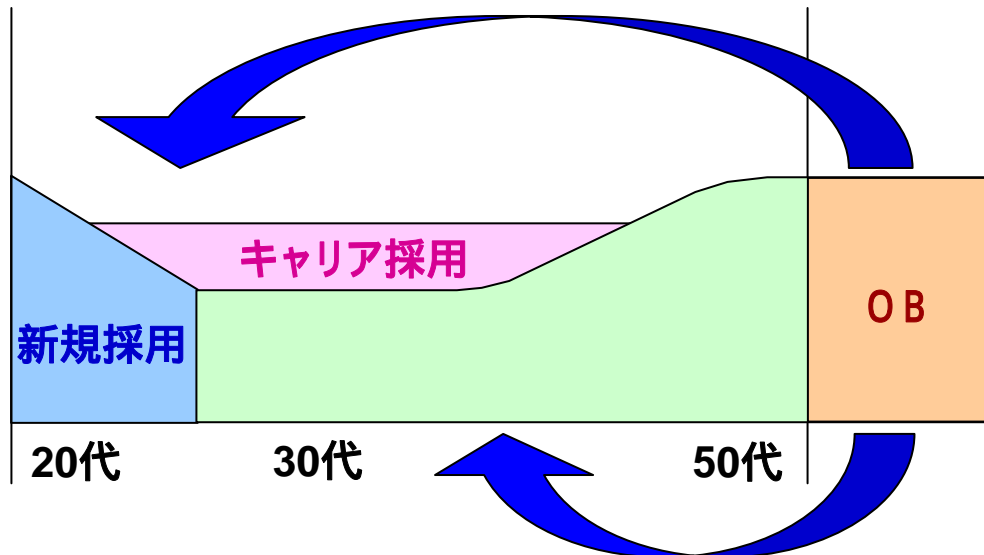
研究者・技術者教育 (OB活用)

主任・主務1人に若手が3人



技術教育の支援

ベテラン技術者のノウハウを継承



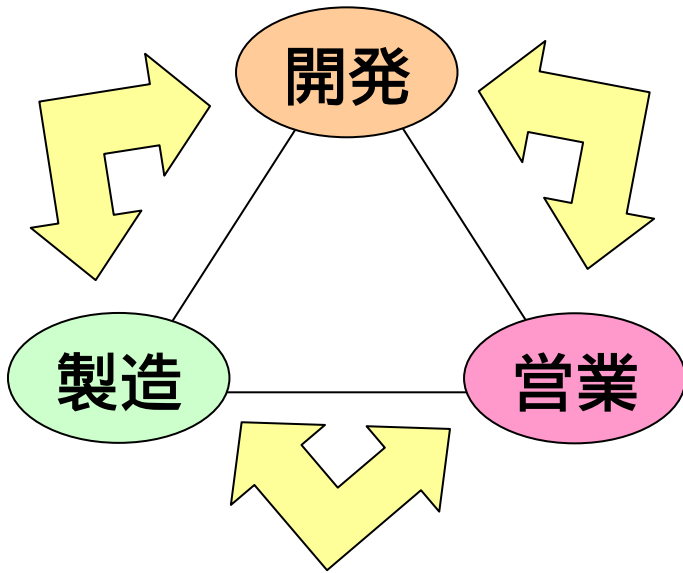
業務支援

関連のOB会社



人材活用 (社内・社外の人材交流)

社内



人材交流も含めた部門間の連携の深耕



開発・製造・営業など部門間の
連携から相乗的なイノベーション
を生み出す取り組み

社外

大学・研究機関との人材交流(出向)
・各所
共同研究・委託研究の推進
アライアンス



最先端の研究開発推進
と動向のウォッチ

エネルギー研究者・技術者の育成・維持についてー原子力分野を中心にー

東京大学 田中 知

1. 問題提起

大学、研究機関においては原子炉工学、原子炉プラント工学など、原子力エネルギーの中核をなす研究者が少なくなっている（ドーナツ化現象）。そのため、この分野の研究教育において支障をきたしつつある。将来にわたってこのような現象が続くと我が国原子力人材育成に大きな問題。

リスクコミュニケーション、原子力法工学、核不拡散、原子力国際保障学などのいわゆる原子力社会工学の分野での研究者が極端に少ない。東京大学原子力国際専攻においてはこれらを担当する講座を設置し人材育成にあたりつつある。また、本年度採択された、グローバル COE「世界を先導する原子力教育研究イニシアチブ」においても原子力社会学を重視している。

現在原子力発電所の建設は少ないが 2030 年頃以降のリプレース時には建設数の増加が予想される。それまでの間、我が国原子力産業の技術・人材の厚みを維持できるかはエネルギー政策上の深刻な課題として、「原子力立国計画」においても認識されている。必要な対応として、官民一体での次世代軽水炉開発プロジェクトの着手、世界規模で通用する規模と競争力を持った原子力産業の実現、現場技能者の育成・技能継承の支援、大学等の原子力人材育成をかけた、着手している。

電気事業者の原子力関係技術者の採用数は減少傾向であるが、原子力工学出身者についての採用数はほぼ一定である。採用数の変動は電気や機械専攻が大きい。原子力を専門とする人材を継続して送り出す必要がある。

メーカーの再処理関連技術者は六ヶ所再処理工場の試運転終了とともに減少するおそれがある。また、年齢も中高年者の割合が多い。再処理工場の運転支援や、高速増殖炉サイクルの研究開発などを通して人材の育成、維持が求められる。

高速増殖炉関係技術者についても人材の減少、高年化が懸念される。新型軽水炉開発、高速増殖炉開発（2025 年実証炉、2050 年商用炉の計画）、核融合炉

開発などを通して、人材の育成・維持が必要。

原子炉の設計・製造等に携わる技術者も減少傾向にある。また、メーカーの研究開発費は、原子炉機材関係、燃料サイクル関係ともに大きく減少している。さらに、軽水炉技術、高速増殖炉、放射性廃棄物関連の電力共通研究予算はこの10年間大きく減少している。技術開発を通して技術者の育成、維持を行う点から見れば問題が大きい。

科学技術関係予算は増加しているものの原子力予算（除く立地勘定）は減少している。

大学においては、原子力関係大学院専攻における学生在籍数は大きな変化はないが、原子力エネルギーの中核についての研究教育の弱体化が懸念される。学部教育については幅広い工学の中で原子力を教えているが、原子力分野の人材育成の希薄化が懸念される。体系化した教育を早い時期に行うべきという意見もある。近年大学において、人材育成プログラムの見直しが図られている（東大原子力専攻（専門職大学院）、福井大学、武蔵工大など。）

大学、研究開発機関においては、これまでの研究、教育において発生した放射性廃棄物の処理や、教育研究に必要な施設設備の維持が困難な状況にあり、教育、研究に弊害をもたらしている。これらに対して国レベルでの対応が必要である。

以下の国等の報告書においても、原子力人材育成の重要性が謳われている。
「人類社会に調和した原子力学の再構築」平成15年3月17日、日本学術会議。
「原子力政策大綱」平成17年10月11日 原子力委員会決定、平成17年10月14日、原子力政策に関する基本方針として尊重し、原子力の研究、開発及び利用を推進することと閣議決定。
「原子力立国計画」2006年8月8日 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 原子力部会 報告書。
「原子力に関する研究開発の推進方策について」（平成18年7月28日）
文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 原子力分野の研究開発に関する委員会 報告書。
「原子力人材育成の在り方研究会調査報告書」平成19年3月、日本原子力産業会議。

2007年より、文部科学省、経済産業省共同プロジェクト「原子力人材育成プログラム」が開始されている、具体的には：

- ・ 原子力教育支援プログラム
- ・ チャレンジ原子力体感プログラム
- ・ 原子力の基盤技術分野強化プログラム
- ・ 原子力研究促進プログラム
- ・ 原子力研究基盤整備プログラム
- ・ 原子力教授人材充実プログラム
- ・ 原子力コアカリキュラム開発プログラム

今後これらの効果を評価しつつ、また、このプログラムを呼び水として、大学関係者よりの提案をもとに更に良いものにしていくことが求められる。

また、経済産業省関係では、次世代を支える技術・人材の厚みを確保する次のプログラムが2006年度より行われている。

- ・ 官民一体での次世代軽水炉開発プロジェクトの着手
世界市場で通用する次世代軽水炉開発に着手。20年ぶりの官民一体ナショナルプロジェクト。2年程度事業化調査を行い、その後本格開発。
- ・ 現場技能者の育成・技能継承の支援
現場技能者の育成・技能継承を図る地域の取り組みを支援。
- ・ 原子力プラントメーカー産業の国際競争力の強化

2. 対策の方向性

2 - 1 教育

○エネルギー関連技術者・研究者の養成

- ・ 大学院レベルにおいては原子力教育見直しの検討が進み、具体的な対応がとられつつある。
- ・ 学部レベルにおいては、原子力教育の体系化などを進め、希薄化を防ぐ必要がある。また、大学入学後早い時期に原子力への興味を持たせ、教育を行うことが重要。
- ・ 博士課程で研究を通じて高度な研究者、技術者を養成することは現下の重要課題。そのためには、博士修了者が産業界、研究機関、及び官において評価され、採用される必要がある。また、博士人材育成は、研究機関との連携によって効果的に行われる部分が少なくない。この制度を進めるべきであり、これに対して国からの支援も必要である。

- ・ 高専、工業高校卒業生も原子力産業において重要である。原子力に関心がある学生がこれらに入ることがまず必要である。また、原子力教育においては地元、企業でのインターンシップや、現場の人の講師派遣などが重要である。
- ・ 学生は就職先の将来に対して強い関心を持っている。企業、研究機関、大学等における将来にわたる必要な人材の規模と内容を示すことが必要である。このとき、国が原子力の将来計画を明確に示すことが重要である。

○自然科学以外の分野での人材養成

- ・ 原子力リスクコミュニケーション、原子力法工学、国際保障学、核不拡散技術など原子力社会学に関係した分野の研究者、技術者は現在極端に少ない、意識した人材育成を図る必要がある。
- ・ また、原子力に係るエネルギーセキュリティーをグローバル規模で研究、教育する活動に遅れがある。エネルギーシステム、エネルギーサステナビリティ、エネルギーセキュリティー、エネルギー環境問題の議論、研究、教育においては原子力を別扱いすることなく、公正に取り扱う必要がある。

2 - 2 広報

- ・ 最近の高レベル放射性廃棄物処分場の問題に見られるように、原子力エネルギーの重要性についてはまだまだ国民の理解が少ない。広聴、広報活動を充実させるとともに、初等、中等教育レベルから、原子力エネルギーを正しく教育し、その必要性を理解させることが極めて重要である。

2 - 3 人材活用

- ・ 原子力関係においては、研究機関との連携や、産業界でのインターンシップなどの人材育成に関係する様々なプログラムが最近動き出したところである。それらについての効果を的確に評価するとともに、必要があれば今後の更なる対応を考える必要がある。
- ・ 特に、博士修了学生に求められる資質理解の共有化と、博士学生の育成方法について、大学、研究開発機関、産業界で検討し実効化する必要がある。

2 - 4 制度面

- ・ 企業、研究機関でのインターンシップ制度はかなり充実しつつある。その評価を早急に行い、問題があれば必要な対策を採るべきである。

- ・ IAEA や OECD/NEA など国際機関におけるインターンシップはさらに充実を図るべきである。
- ・ 研究開発機関、産業界、大学に優秀な人材を送り込むためには、まず優秀な学生、原子力に関心のある学生が大学に入って原子力関係の学科、専攻に進む必要がある。そのためには、国民に広く原子力の重要性を理解してもらうなかで、小学生、中学生、高校生の原子力への関心を高めることが重要である。また、原子力を専攻する、大学院学生、場合によっては学部学生に対しても、他以上の奨学金があってもよい。

2 - 5 その他

- ・ 先ず大切なことは、国が、原子力エネルギーの将来の位置づけに対してしっかりとした方針を示すことである。この意味で、「原子力政策大綱」で、2030年以降も発電電力量の30 - 40%程度以上、核燃料サイクルを推進する、高速増殖炉の実用化を目指すと明確に示されたことや、「原子力立国計画」において「中長期的にブレない確固たる国家戦略と政策枠組みの確立」を基本政策の一つとしていることは重要である。今後とも、50年 100年にわたる明確な展望を示すことが重要である。原子力産業の将来や、原子力研究開発展望が中長期的に明確でない場合には人材育成維持が難しい、それ以上に人生の将来に敏感な学生の教育にも支障が生じることをおそれる。
- ・ 人材育成、教育は中長期的視点に立つて行うことが極めて重要であり、そのために前項が重要であるが、同時に、人材育成、教育への投資は国家百年の計として重要であり、原子力関係予算の相当分は継続してこれに充てる必要がある。立地勘定予算による地方の理解醸成と同程度に重要ではないか。
- ・ 原子力の人材育成は1大学のみでは十分に出来ない場合が多い、そのため、研究機構との連携が重要である。また、大学間原子力研究教育ネットワーク形成、大学協力型原子力コースや、地域特定型大学院連合なども意義があるのではないか。また、これらのシステムを可能にする制度や実効化のために国の支援が重要である。
- ・ 今後は博士学生の数を増やす必要がある。原子力のような高度技術に関係する分野では、博士課程で研究マネジメントを訓練をされた者は、今後原子力産業界において重要な役割を果たす。産業界に対して博士取得者の採用を多

くお願いしたい。また、博士課程在学中から、産学協同研究の中で、博士学生を協働して指導することも意義がある。

- 大学、研究開発機関においては、これまでの教育、研究の結果生じた放射性廃棄物が存在する。これらの処理、処分については国レベルで対応する必要がある。また、研究、教育上必須な大型の装置や、放射性物質を扱う装置施設の維持管理には相応の資金が必要である。大学、研究開発機関における本来のミッションがこれらへの対応や、資金難のために損なわれることのないよう、国としてしっかりとした対応をするべきである。このようなことが、原子力人材育成が、大学、研究開発機関で十分に行える環境整備となっている。
- 研究機関が有する原子力研究教育に必要な施設設備の維持、活用は人材育成という観点で必要である。これらを全日本的な観点で維持する仕組みが必要。
- 日本原子力学会は原子力人材育成に関する総合推進機能を常設しようとしている、これを活用することの意義は大きい。

(以上)

エネルギー研究者・技術者の育成・維持について

本田 国昭

(必要な人材)

・石炭関連の研究者

今後数10年後には石炭の重要性は必ず増えてくる

・各種触媒関連の研究者

エネルギー循環型社会の到来においてはバイオ系エネルギー変換技術が重要となってくる

(教育)

・義務教育段階からの実技(実験)教育の必要性

生物・化学・物理等理科分野における見て・触って身体で覚える勉強の重要性。

この教育はエネルギー分野への関心を誘発する仕組みとしても重要

(人材活用)

・型人間の養成が必要

大学を出てから企業人として一つの会社で勤め終えるには30年以上の期間がある。

「エネルギー研究者・技術者の育成・維持」に関する資料

(問題提起)

1. 現在、人材が不足している研究・技術分野、あるいは将来、不足しそうな同分野について、前提となる理由も含めてどのように考えるか。

「エネルギー学」分野

資源問題や環境問題により、人類のエネルギー利用のあるべき姿という大きな課題に真摯に取り組んでいくことが必要である。そのためには、石油、石炭、天然ガス、原子力、自然エネルギーなどの各種エネルギーを総合的視点でとらえ、かつ、地球温暖化、中東石油資源を巡る国際紛争、原子力エネルギー、省エネ、食料確保など多岐にわたる問題を、人文科学、社会科学、自然科学、工学などの学術を総合的に俯瞰して研究する「エネルギー学」の研究者が不足している。

「資源エネルギー」分野

新国家エネルギー戦略で謳われている石油ガスの自主開発比率の向上(2030年までに引取量ベースで現在の15%を40%程度とする)を実現するためには、優れた上流権益の獲得および効率的な開発・生産・操業を可能にする炭鉱・掘削・生産分野での研究者および資源技術者が不足している。

(対策の方向性)

<教育>

2. エネルギー関連技術者・研究者の養成について、どのようにすべきか。

(特に高専・工業高校卒、博士卒の位置づけ、科学技術コミュニケーターの育成等)

博士卒は、狭い専門分野を追求し、かつ、その専門分野へのこだわりが強い面が見られる人材が多いため、積極的な採用は行っていないのが現状である。しかし、研究の専門性のみならず、その研究の社会的、経済的価値につき複眼的な見方ができ、また、課題解決力だけでなく課題設定力をもつ人材の育成が必要である。

高専・工業高校卒は、企業の安全・安心と製品品質を担う人材として極めて重要である。ものづくり現場(製油所)での熟練した技術専門性をもつ人材として養成が望まれる。

今日、エネルギーに寄せられる関心が増大する一方で、中学・高校生の理科離れの問題や市民の省エネ意識のさらなる高揚の必要性も広く指摘されている。その中でエネルギー技術の専門家と市民との間を橋渡しする科学技術コミュニケーターの存在は重要と考える。人材育成の観点からは、深い専門知識をもち、かつ、それをわかりやすく他人に説明できる力も持っている点から、エネルギー企業の研究者・技術者のOBの活用も考えたい。

3. 自然科学以外の分野、例えば、エネルギーセキュリティ、リスクコミュニケーション研究(特に原子力)や税制・法制度研究といった社会科学分野における研究者の育成について、どう考えるか。

先にも述べたとおり、人類のエネルギー利用のあるべき姿という大きな課題に取り組むためには「エネルギー学」の研究者の育成が急務であり、そのためには、大学において、自然科学分野の

専門家の育成だけでなく、複眼的な文理融合の視点を持つ、エネルギーセキュリティ、リスクコミュニケーション研究や税制・法制度研究といった社会科学分野の研究者の育成も並行して進めることが極めて重要である。

<広報>

4. エネルギーへの関心を誘発する仕組みについて、どのような手段が有効か。 (初等・中等教育や一般大衆への広報等)

現在、経団連や当社を含めての各企業は、地域の学生(小学生・中学生・高校生)や一般市民に対して、企業工場・研究所への見学や企業研究者・技術者による出張授業・講演の実施など、地域に密着した継続性のあるエネルギー教育・啓発活動を行っている。参加者の関心も非常に高く、エネルギーへの関心を誘発する極めて有効な手段であると考えている。国(文科省)も初等・中東教育の一貫として学校に働きかけ、このような取り組みをもっと積極的に進めてもらいたい。

<人材活用>

5. 企業と大学・研究独法間で、求める人材をマッチングさせるにはどのようにすべきと考えるか(必要な授業等の履修、産学人材交流・産学共同研究の推進等)

当社は2005年10月から東大の先端科学技術センター(先端研)との間で、「エネルギーと環境が調和した社会の実現」という包括テーマを掲げ、1企業・複数研究室方式での組織連携を開始した。この組織連携では「共同研究は結果であり、目指すべきビジョンを共有し、共同研究に至る議論・プロセスが重要」との観点から、最初からは個別共同研究テーマは決めていない。両者の人材交流や異分野間での議論の場を積極的に設けて当社のニーズ・課題と先端研のシーズをマッチングさせ、革新的な共同研究テーマそのものを生み出し、かつ両者の人材育成を図ろうとするものであり、新たな組織連携のモデルともなりうると自負している。今後はテーマが拡大すれば他大学や他企業も参加してもらい、この連携形態がさらに発展していくことを期待している。

6. 外国人や女性、中高年人材をどう活用していくべきか。

2007年から総人口が減少に転じる中、日本が中長期的な経済活力を維持していくためには、優秀な人材、経験豊富な人材の活用が必須である。そのためには以下の取り組みが必要と考える。

- ・ 専門性の高い、優秀な外国人研究者は、英語での研究環境を作るという点においても有効であり、活用していきたい。しかし、就職を自己のキャリアパスの単なる一過程と見ている、高賃金条件を求めていく、文化・習慣・言語になじめないなどの理由により、定着率が低いと聞いている。まずはインターンシップや1～2年の一時採用で受け入れ、適合性があり、かつ継続しての勤労意欲を示す者については本格採用を行うなどの方策が必要と考える。
- ・ 専門性の高い、優秀な女性研究者も活用していきたい。しかし、女性の場合は、女性の就業継続と出産・育児との両立を可能とする工夫が必要である。現在多くの企業が行っている育児休業制度以外にも、出産・育児期間中の在宅勤務制度や、出産・育児で一度辞めても復職できる再雇用制度の導入などを検討し、就業の継続性を図っていく必要がある。

- ・ 60歳超えの中高年人材が在職中に積み重ねた経験・資格は貴重なものであり、知識・能力を持ち、かつ労働意欲のある者が海外流出したり、過去の経験と全く無関係な職につくことは損失である。従ってこれら中高年人材は人材バンクなどを設け、技術の伝承者として、企業技術者への安全教育講師、科学技術コミュニケーター、産学連携組織職員などに、年齢にとらわれずスポット的に活用すべきと考える。

<制度面>

7. インターンシップ制度や奨学金制度について、どうすべきか。

インターンシップ制度については、企業 - 学生間の目的意識のマッチング、マニュアルの充実、体験させる業務内容の検討、機密漏洩防止策の実施など、大学と共同して検討すべき課題がまだ多いため、制度化は進んでいない。しかし、大学や学生に対するエネルギー技術・研究の重要性の認識向上、指導に当たる企業若手社員の教育、地元大学との交流深化などの効果があると考えるので、研究部門を中心として個々に実施していきたい。

過去は人材確保の手段として企業奨学金を実施していたが、学生・企業の双方にとって就業の選択肢を狭めてしまうため、現在は行っていない。奨学金については公的部門に委ね、企業・大学・学生の全てにとってメリットのある組織的産学連携に力を入れて行きたい。

<その他>

8. 上記項目等を踏まえ、「エネルギー研究者・技術者の育成・維持」に関して、国へどのようなことを要望するか(産業界は大学・研究独法への要望、大学・研究独法は産業界への要望も含む)

大学については、先に述べた当社と東大先端研との例のように、エネルギー分野で国・大学が率先して、専攻・学部・大学の壁を超えた包括的な組織連携を進めることが可能な体制を整えていく必要がある。包括的なテーマを掲げて連携を行うことにより、大学・学生は自らの研究シーズを社会的ニーズに対して如何にマッチングさせるかを考えなければならず、より柔軟な発想や課題設定能力が育成できる。さらに長期的・安定的な相互人材交流が図られ、大学・企業の双方にとってWin - Winの形が築けると考える。

研究独法については、研究者は自分の研究に時間を割かれるということで、本業以外のことをするのを嫌がる面もあると聞いている。しかし企業との共同研究においては情報交換を密に行い、如何に早く、かつ効率的に成果を生み出すかという点が問われる。そのためには、研究独法内において共同研究全体を総括マネジメントし、強力に研究独法研究者を指導していく重量級プロジェクトマネジャーの育成がぜひ必要と考える。

大学との共同研究では、知財の帰属、実施時の条件等の成果の取り扱いに関する双方主張の調整に時間がかかり、契約締結が遅れる(結果として研究開始が遅れる)場合も多い。企業間の共同研究では早く成果を生み出すことが極めて重要であるため、成果の取り扱いは研究開始時点では別途協議としておき、具体的な成果が生まれてから決定する場合も多い。共同研究契約での成果の取り扱いについては、紋きり型の対応でなく、研究実態に即した柔軟な対応をお願いしたい。

9. その他(資格制度、研究・技能者養成拠点の整備、技術継承、ダブルメジャー育成等)

日本の基礎学力(理数能力)が低下していることは憂慮すべき事態。初等・中等教育で基礎学力を高める努力が極めて重要であり、早急に初等・中等教育の見直しが必要である。

学生の多様化を図るべき。多様な学生が集まることで互いに刺激し合い、柔軟な発想を育てる環境が生まれる。例えば、米国の大学は、入学時において、文理を隔てない試験に加え、論文、課外活動・ボランティアへの参加経験、高校からの推薦状などの総合的なスクリーニングを実施している。また、さらには入試段階だけでなく、学部から大学院に進む教育課程においても他大学との人材交流(単位相互の派遣・受け入れ)を進めてもらいたい。

現在の学生は自分の選考にだけ没頭する学生が多く、複眼的な視点に欠ける。複眼的視点を養うためには大学での文理融合教育の強化も重要であり、主専攻以外の分野を体系的に学び副専攻として認定するダブルメジャー育成や、一定期間において複数の学位を取得できる Joint Degree(ジョイント・ディグリー)制度の普及も目指すべき。

以上

エネルギー研究者・技術者の育成・維持について

(財)日本エネルギー経済研究所 山下ゆかり

1. 基本的な問題認識

【何故エネルギーの研究開発・技術開発が重要なのか？】

- ・ 全ての生産活動、経済・社会活動に必要な基本要素（派生需要）であり、エネルギー供給の途絶は全ての経済・社会活動を著しく困難にする大きな影響を与えるため
- ・ そもそも日本は国内エネルギー資源に乏しい（エネルギー安全保障は常に重要）
- ・ 地球温暖化問題の原因となる化石燃料消費を効率化しつつ、非化石エネルギー資源を開発することが重要だから

【エネルギーを研究する学問とは何か？】

- ・ エネルギー、資源、電気、機械、電子、材料工学、化学、基礎科学等々
- ・ 学問も派生需要的な性格があり、基礎科学から応用工学まで幅広く、かつ、社会構造（時代背景）や工業製品需要の質や利用資源構成と共に変化する
- ・ エネルギー資源の供給は政治的な判断や経済・社会情勢で途絶することがあり、需要は経済活動や政治的判断、政策導入によって増加あるいは減少することがあるため、政治学、国際関係論、地政学、経済学、社会工学、システム工学等の社会科学分野の分析は短期的な現状分析や長期的な将来見通しなどに貢献する。
- ・ 地球温暖化問題の解決及び直面しつつある影響への適応には、地域環境問題やエネルギー安全保障の観点からのアプローチも重要となっており、上述の社会学的な学問に加えて環境工学、土木学等の環境関連の学問や、人口学、社会学、開発経済論等の発展途上国に関する学問、経済手段としての排出権取引に係わる金融論、経営工学等との連携等、学際的なアプローチも重要である。

【何故、今、技術開発や革新的技術開発促進が国際的に重要な 이슈なのか】

- ・ 地球温暖化問題は百年単位で影響が現れる非常に長期的な問題である一方で、その対応策は早期に大規模に実施される必要があり、そのためには革新的技術が必要となるから。
- ・ 産業界にとっては、世界が市場となる大きなビジネスチャンスになる可能性が高いから。
- ・ 地球温暖化ガスを排出している企業にとっては、規制等の導入でリスクが高まる可能性があるから。
- ・ 民間が商業ベースで行う技術開発までの研究開発や、より長期的な視点からより基礎研究に近いレベルで巨額の予算を投じて行う必要のある革新的技術研究開発まで、国家レベルで戦略的に検討すべき課題や、複数の国家が協調して国際連携で行うべき巨大研究開発が必要であるという認識が共有されつつあるため。

【上記以外に研究・技術開発において日本が独自に直面している問題は何か？】

- ・ 人口減少、生産人口減少に伴う人材不足に伴って予想される理系研究者・技術者不足と、エネルギー分野の研究者・技術者確保・育成の必要性

2. 必要な要素

専門分野だけにとどまらず、広く複眼的な視点と、短期的・長期的時間軸の両面から技術を捉えるための**学際的**、**戦略的**なアプローチを策定・理解できる人材の育成

あらゆる年齢層の国民全体の知識・理解を深化させることによる、潜在的研究者・技術者層の**拡大と重層化**

「1. 基礎的な問題認識」で挙げたような各要素を国民全体で共有することによる国家戦略としての科学技術政策や技術開発方針の理解促進

研究心のドライビングフォースとして重要な「**好奇心**」の育成

様々な専門分野、出身地域の研究者との交流による情報の蓄積・**相乗効果**

失敗による知識の蓄積と出発点としての利用・応用が許される制度・システム

Uターン参加や世代・国籍を超えた情報共有が可能な**柔軟な**教育システム

研究成果や技術を商品化し、普及させる産業界と教育現場の交流・協調およびサポートする政策担当省庁の協力・関与と、産・官・学の**戦略的連携**。

短期的戦略と長期的戦略の理解と**共有**

3. 対応策の例

【幼い頃から視野を広げ、好奇心を大切にする教育】

- ・ 小・中学生で「ものづくり」、「科学技術」の面白さ・利便性を、日常生活の範囲内（肌身）で感じ、好奇心を抱かせ、広い視野を持たせる実習教育、体験学習（インターンシップ教育：総合教育の活用）の普及促進
- ・ 面白く、楽しく、不思議で、かつ、身近な事象を扱い、好奇心を刺激する理科教育（例：規格化された楽しい実験）の普及促進
- ・ 小・中学生で環境・エネルギーへの関心を高め、日常生活で省エネや環境に配慮した行動を実践するための基礎知識を授ける教育
- ・ 様々な情報を分析・理解し、自分の考えを伝えることのできる国語力の習得
- ・ 基礎的な国語力を土台として、異なる文化・言語圏の出身者とも臆せず交流できる程度の基礎的外国語能力の習得

【効率優先の高校・高等専門学校教育の見直し】

- ・ 高校生視野を狭める進路指導（例：高校入学時からの理系／文系選択）の見直し
- ・ 専門性の高い職業人・技術者養成校としての高等専門学校、工業高校の位置付けと相応しい教育カリキュラムの徹底、必要な教員・指導者の派遣・交流

- ・ 大学の一般教養課程並みのエネルギー・資源・環境問題教育の実施
- ・ 企業で活躍する技術者による最先端技術の紹介、官庁で活躍する政策担当者による最先端の政策課題の紹介等、実社会で実際に活用されている技術や周辺情報の提供

【国民の科学・技術知識の底上げ】

- ・ 大学教養・専門課程の理系・技術講座及び環境・エネルギー関連の社会科学分野講座の充実と一般市民への開放、参加促進
- ・ ダブルメジャーの普及と一般教養課程の高度化
- ・ 大学在学中の専攻変更、国公立大学間移動の自由度を高める
- ・ 基本計画、国家プロジェクト等の国民への説明・PR
- ・ 科学・技術（ブチ）エキスポの定期開催（ゲーム、家電等の背後にある基礎技術をわかりやすく）や情報番組等媒体への提供情報の充実

【基礎研究は産・官・学協力で活力を】

- ・ 高価な実験用器具等の大学間共有の促進
- ・ 国による（バーチャル）共同研究所の設置や国公立大学による設備融通
- ・ 優秀な教員・研究者の相互訪問講座や民間研究者・技術者（産業界）との交流
- ・ 異分野間の学際的な交流を含む学生の研究交流促進
- ・ 商品化された技術開発や失敗した技術開発に関する体験談の共有や蓄積
- ・ 女性研究員の活用（比較的長期の研究であるため、出産・育児に伴うブランクが響きにくいと思われる）と制度整備に係わる資金・制度援助システム等の整備

【実用・普及に近い研究に必要なこと】

- ・ 高等専門学校、工業高校、大学等の教育機関と産業界との連携促進、国の補助
- ・ 現場主義・・・企業研修（インターンシップ）、民間研究者との交流等、学生が実社会の研究・技術開発を直接肌で感じる機会の創出

【国際的な連携・交流の活発化】

- ・ 国際共同基礎研究
- ・ 革新的技術研究の国際連携（例：核融合、国際宇宙開発等）や学際的な国際共同研究（例：地球温暖化統合モデル研究）の促進と、国籍の異なる研究者・技術者と自由に交流できる語学力・異文化間コミュニケーションスキルを身に付けた人材の育成
- ・ 留学生・研究者の受け入れ（母国への帰国を前提とし、日本国内の技術労働力としては期待しない場合、将来的には日本で研究・技術開発を続けることを想定する場合）
- ・ 日本人学生・研究者の海外派遣
- ・ 海外研究機関との交流（短期交換研究留学、研究会の定期開催等）