

# 『エネルギー分野の人材問題に関する調査』 についての報告

文部科学省 科学技術政策研究所  
科学技術動向研究センター  
環境・エネルギーユニット  
藤本 博也

# 調査全体概要

## ■背景

エネルギー分野の幅広い関係者から、人材に関して多岐に渡る問題・懸念が提起される。

### -社会的背景

- ・団塊世代のリタイア、少子化、技術継承
- ・大学の工学部離れ
- ・高学歴人材像の産学間のミスマッチ、など

### -人材要件

- ・エネルギー分野は、環境、ライフサイエンス、情報、材料など多様な専門性が求められる

## ■目的

1. エネルギー分野に固有な人材問題について俯瞰的に現状を把握し、
2. 優先度の高い課題の抽出と政策提言につながる施策を検討する。

エネルギーPT会合(第4回)にて報告済み

### Phase1 予備的定性調査

現状把握、課題整理

- 1) 専門家座談会(2007年3月)
- 2) 電子会議(2007年6-7月)
- 3) デルファイ調査結果の再解析

エネルギーPT会合(第5回)にて報告済み

### Phase2 俯瞰的定量調査

重要課題の定量的な深堀り

アンケートによる定量調査、等  
(2007年12月)

今回報告

### Phase3 エネルギー人材ワークショップ

課題、育成の方向性

育成施策のケーススタディを基に議論し、  
今後の人材育成の方向性を議論する  
(2008年2月)

最終まとめ (報告書)

# これまでの調査結果 概要

## Phase1 エネルギー人材に関する問題提起と意見

### ■座談会から

- ・人材不足
  - 団塊世代の大量離職により、**技術・技能の伝承**が問題。
  - 理工系離れ**が顕在化。
- ・「エネルギー分野」そのものの**範疇が多様化、融合化、国際化**が進んでおり、人材問題の所在が、所属毎に異なり、かつ固有。
- ・企業**人材ニーズ**と大学からの供給人材に**ミスマッチ**。

### ■電子会議室から

- ・強み
  - 石油ショック後の環境規制と省エネルギー政策を背景とした、高効率なエネルギー利用技術(家電、自動車、生産設備)、原子力・新エネルギー技術の発展。
  - 厳しい環境規制(大気・水質)と消費者の要求を背景にした、環境対策技術の発展。
- ・支えた人材
  - 設計/製造技術者(機械工学、電子回路設計)
  - 研究者(材料、燃焼/触媒、原子力、電子)

### ・弱み

- 産業領域**: エネルギー資源技術(探査・開発)
- 教科**: エネルギー関連技術の共通基盤科目の研究者や指導教官の減少が著しい  
電力、原子力・放射線、燃焼、金属・冶金

### ■デルファイ調査から

- ・技術的実現、社会的適用、ともに、実現時期が**長期的な研究課題ほど、人材の重要性が高い傾向**にある。

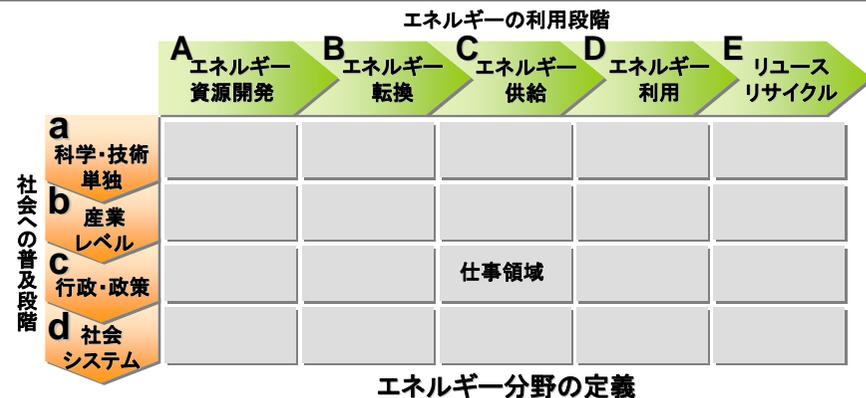
## Phase2 人材ニーズと産学連携に関するアンケート (エネルギー分野に顕著な結果)

### ■エネルギー分野に求められること

- ・組織/体制:
  - グローバルな社会背景の熟知**
  - 環境マネジメントなどビジネス展開**
- ・重要教科:
  - 熱力学(旧来と変わらず)
  - 環境工学**
- ・適応力強化:
  - グローバルコミュニケーション力**
  - 政策展開力**

### ■企業～大学間のコミュニケーションについて

- ・エネルギー分野の人材像について、**両者のコミュニケーションは十分ではない。**
- ・**インターンシップ**については、さらなる連携強化によりWin-Winの可能性はある。



# 今回の報告内容 - ワークショップの目的と議論したテーマの論点

## ■目的

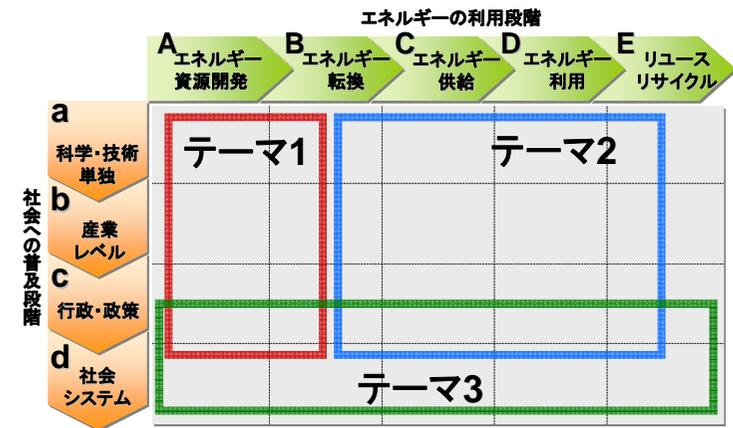
各テーマ領域毎に、

1. 最も重要な問題点を把握し、
2. 人材ニーズと育成の方向性の示唆を得る。

## ■議論の切り口として、

1. エネルギー分野固有の問題と、
2. 産学官の本質的なコミュニケーションのあり方

にフォーカスする



### ■テーマ1 資源・開発 … 科学技術確立までに時間がかかり、政策支援が不可欠な領域

- ・資源に乏しい我が国が、資源探査・開発分野で取り組むべき重点課題に対し、人材育成はどのように取り組まれているか
- ・技術確立に長期間を要することや、産業(企業)が十分育っていないことなど、我が国特有の背景により生じている人材問題は何か

### ■テーマ2 転換/製造～供給～利用 … 産業界主導である程度進展する領域

- ・理工系離れや技術・技能の伝承問題などの課題解決に向けて試みられている幾つかの施策事例について、有効性を議論するとともに、他業界からの示唆を得る
- ・大学で取り組む研究課題や基礎教育を通じて、産業界・研究機関の人材ニーズを満たす育成がなされているか

### ■テーマ3 社会システム・政策 … 社会還元のために不可欠、かつ議論が不十分な領域

- ・多くのステークホルダー(利害関係者)が存在するが、人材育成は誰がどのように担っているのか、どのような課題が存在するか
- ・将来の社会情勢変化を踏まえ、どのような人材が必要とされ、誰がどのような育成をしていくべきか

# ワークショップで議論するテーマ と ケーススタディ

(敬称略)

## ■テーマ1 資源・開発

座長(ファシリテータ): 持田 勲 (九州大学)

- |           |                         |
|-----------|-------------------------|
| • 原子力開発   | 氏田 博士 (日本エネルギー総合工学研究所)  |
| • 資源開発    | 岡津 弘明 (石油天然ガス・金属鉱物資源機構) |
| • 資源開発    | 藤井 光 (九州大学)             |
| • 水素エネルギー | 佐々木 一成 (九州大学)           |

## ■テーマ2 転換/製造～供給～利用

座長(ファシリテータ): 坂田 興 (日本エネルギー総合工学研究所)

- |                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| • 鉄鋼関連         | 千田 晋 (日本鉄鋼協会)                 |
| • 石油資源開発       | 水田 美能 (石油産業活性化センター)           |
| • 化石/再生可能エネルギー | 斉藤 健一郎 (新日本石油)                |
| • 電気関連         | 石井 英雄 (電気事業連合)                |
| • 自動車関連        | 二宮 利宏 (日産自動車)、樋口 世喜夫 (自動車技術会) |
| • 大学教育         | 手塚 哲央 (京都大学)                  |

## ■テーマ3 社会システム・政策

座長(ファシリテータ): 日引 聡 (国立環境研究所)

- |                   |  |
|-------------------|--|
| • 社会情勢分析、戦略立案     | 千葉 正毅 (日本エネルギー経済研究所)                       |
| • 環境ビジネス(ファイナンス)  | 瀬戸口 泰史 (みずほ情報総研)                           |
| • 政策展開(スキーム、プロセス) | 並木 徹 (石炭エネルギーセンター)、<br>佐々木 宣彦 (発電設備技術検査協会) |

## ■ テーマ1 資源・開発 ケーススタディのポイント

(論点)

- ・資源に乏しい我が国が、資源探査・開発分野で取り組むべき重点課題に対し、人材育成はどのように取り組まれているか
- ・技術確立に長期間を要することや、産業(企業)が十分育っていないことなど、我が国特有の背景により生じている人材問題は何か

	分野固有の人材問題 その生成要因	現状の育成策のポイントと有効性 今後あるべき人材育成の姿
原子力	原子力は成熟産業。プラント建設激減にともなう、技術者激減。関連学科・科目の消滅。 国内プラント計画が皆無な中で、企業でどうやって産業人材を維持していくか？ 国内リプレイス需要までは、国際展開図るしかない。	業界を中心にメッセージ発信の必要性(技術者数、魅力)。⇒新たな人材・関連専門分野人材の獲得。 できるだけ明確なロードマップの提示と共有。 技術継承すべき技術の仕分け。今後役割分担を議論する。
水素	新たな水素社会インフラ構築を担う人材とは何か？ 求人は良いが、博士志望者が伸びない	多様な学問領域の統合的人材育成。初等から経営者までの系統的人材育成。 国際的なプレゼンス拡大による優秀な人材集積。 大規模実証プロジェクトの必要性。 博士育成の根幹(先端専門研究・高度専門技術者・安全意識)
資源開発 (産業)	資源価格乱高下による採用環境の不確実性、 業界マイナスイメージ、関連学科・科目の消滅、教員減少	採用数安定化。業際的分野の人材(化学工学、数学、物理、化学)。 国際感覚の必要性。⇒石油技術者研修事業。資源技術大学の設立(中途者でも体系的な育成)。
資源開発 (大学)	斜陽産業だったが、資源・エネルギー問題関心の高まりとともに志望学生数・企業就職数増加	海外インターンシップの充実(単独派遣にこだわる。遊び感覚は通用しない)。外部専門家による講義(実用的教育)。景気に左右されない就職環境の安定化。資源国と協力した国産資源生産方針明示
大学	エネルギー分野の研究フロンティアはどこに・どのように求めるべきか	統合研究院(スーパーCOE):人のついたプロジェクト。学外特認教授(人にお金がつける制度)。有力産業界の人的・資金的・基盤協力。を通じた教育への取り組み。

## ■ テーマ2 転換/製造～供給～利用 ケーススタディのポイント

(論点)

- ・理工系離れや技術・技能の伝承問題などの課題解決に向けて試みられている幾つかの施策事例について、有効性を議論するとともに、他業界からの示唆を得る
- ・大学で取り組む研究課題や基礎教育を通じて、産業界・研究機関の人材ニーズを満たす育成がなされているか

	分野固有の人材問題 その生成要因	現状の育成策のポイントと有効性 今後あるべき人材育成の姿
鉄鋼	①冶金等の学科・科目の消滅 ②企業関心と大学研究評価のミスマッチ	①「鉄鋼工学セミナー」:大卒技術者対象、鉄鋼基礎理論と現場の諸問題の習得 ②「産学連携人材育成パートナーシップ」業界としての課題抽出、人材育成策の見直し
石油資源	企業研究投資削減、学生の関心低下、「石油」と名のつく学科・科目の消滅	「リレー講座」:クリーン燃料・ゼロエミッション等の研究フロンティアに重点を置いた学生向け講座、産業から講師派遣、
化石・再生可能エネルギー	脱化石燃料、一貫操業(ビジネスモデル再構築)の必要性	「産学組織連携」:企業ニーズを通じた、大学での融合研究領域創出とフロンティア人材育成(プロジェクトマネジメント)、インテレクチャルカフェ(異分野の知識融合)
電力	電気の人気凋落、電気工学の学科・科目の消滅、育成者の不足(法規・資格含む) 産業・学問領域に対する学生の入口イメージ負け	「パワーアカデミー」:学科・講座存続のための産業界ニーズ・産学連携の“見える化”。
自動車(産業)	喫緊の環境問題対応を背景とする自動車の関連領域拡大⇒新領域(EV、街づくり、社会システム全体最適)に対応する、新人エンジニアの早期戦力化	「技術員早期戦力化プログラム」:早期の基礎知識集中習得。OJTで知識を業務で活用し育成。柔軟な思考。
自動車(学会)	ものづくりエンジニアをいかに系統的に育成するか(初等教育からシニアまで)	「キッズエンジニア」「エンジン解剖体験教室」「全日本学生フォーミュラー大会」「整備コンテスト」・・・自らのアイデアの実現・開発全体の体験、国際交流・競争を通じた魅力とスキルの体得 (大学)カリキュラム再構築・単位設定、ファカルティアドバイザー⇒学生数増加、レベルアップ、留学生 (企業)講師派遣、資金・部品・資材提供、人材・製作支援⇒リクルート、企業PR、技術者育成
大学教育	エネルギー問題に関わる時代の要請	「学際的エネルギー科学研究者養成プログラム」 自らが自主的に横断研究テーマ設定、企業の参画、単位取得の柔軟性⇒深い専門性と柔軟な知識の養成

## ■ テーマ3 社会システム・政策 ケーススタディのポイント

(論点)

- ・この領域は多くのステークホルダー(利害関係者)が存在するが、人材育成は誰がどのように担っているのか、どのような課題が存在するか
- ・将来の社会情勢変化を踏まえ、どのような人材が必要とされ、誰がどのような育成をしていくべきか

	分野固有の人材問題 その生成要因	現状の育成策のポイントと有効性 今後あるべき人材育成の姿
社会情勢 分析 戦略立案	組織拡大(=課題領域の拡大を反映?)と全体把握の困難性	「エネルギー基礎講座」関連企業・官庁の関連人材育成。裾野の拡大。シナジー効果の重要性。 外部発表推奨:分析・考察のクオリティ維持。交流。 自主研究の重要性:研究者の独自の視点育成 アカデミアで交流研究の場を提供して欲しい
ファイナンス ビジネス	排出権取引等の環境対応ビジネスニーズ高まり。一方、市場規模は小さく、 <b>企業で主導した育成は困難</b> 。政策カップリングのアナリスト専門家人材不足。 <b>大学の環境関連学科が百花繚乱だが、実力不足で採用できない。</b>	「技術開発の将来像」「国内外の経済情勢」を俯瞰し、 <b>政策立案人材育成が必要</b> 。 横展開できる工学への期待。
政策展開 (スキーム・プロセス)	エネルギー国家戦略=安全保障(軍事・環境) ハードパワーからソフトパワーへの転換:「クールアース50計画」	国際協力・ルール化プロセスへの参加 ⇒リーダーシップ・イニシアティブの必要性 <b>資源分野では地質調査所の再構築が不可欠</b> アカデミア・独法での拠点づくり
政策展開 (安全規制)	<b>社会とのコミュニケーション人材の必要性</b> 公務員制度改革 官民交流法のしぼり ⇒官民人材交流の制限 <b>規制の国際ハーモナイズ</b>	政治・マスコミ分野のエネルギー理解者育成 規制行政の魅力・使命感を理解してもらう仕組み ⇒大学ポスト確保とシニア人材活用 <b>英語がスタンダード</b> 理系教育でも文系並みのコミュニケーション能力育成(ゼミ方式・ディベート教育)

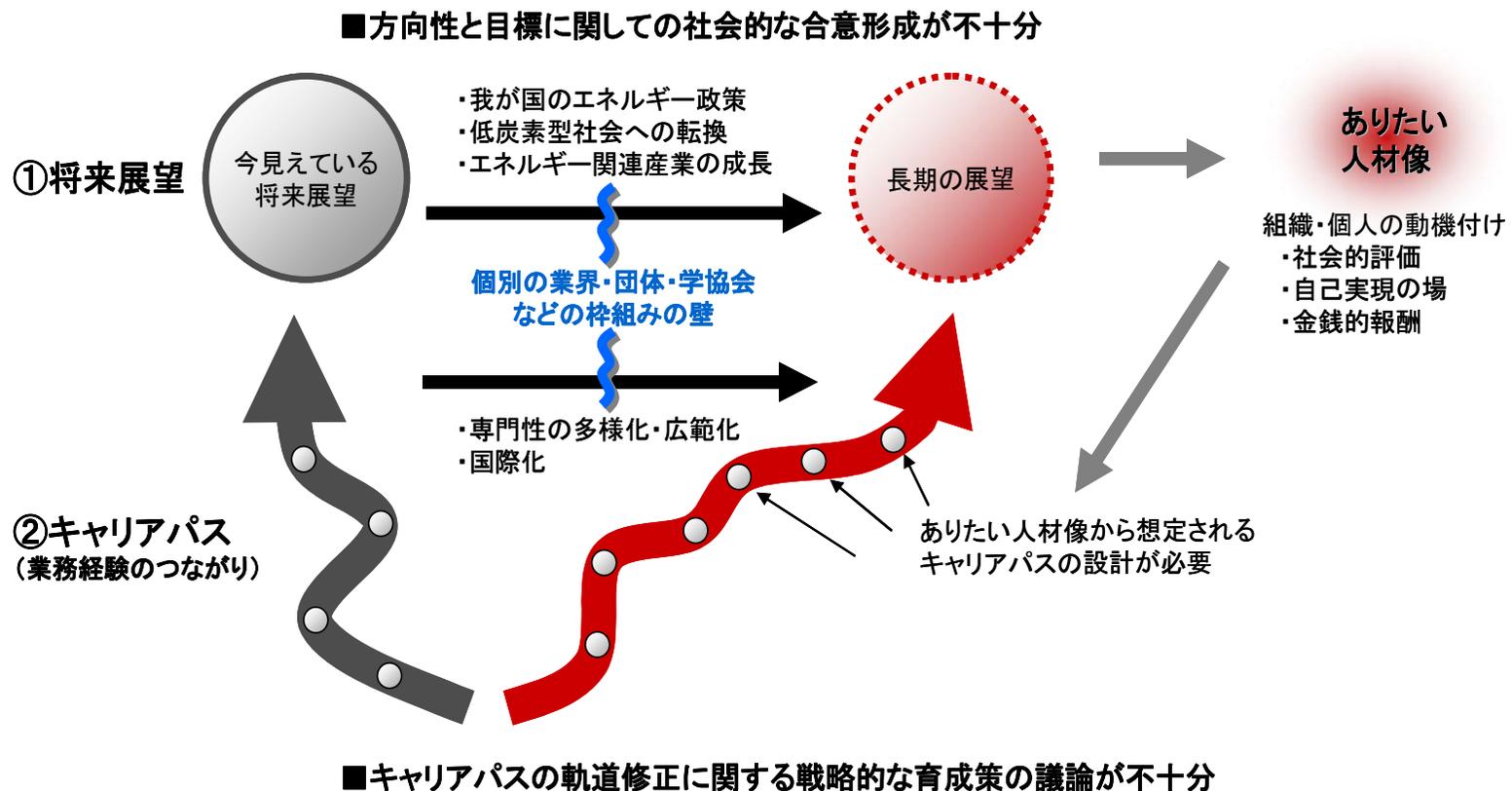
# 現在実施されているエネルギーに関する人材育成策

- ・大学・大学院に対する育成支援策は多いが、小中学校や社会人になってからの教育や施策は少ない。
- ・個別の学協会・業界内での施策に留まっており、異分野との関わりは十分ではない。

人材育成事例	対象となる 育成段階	小学	中学	高校 高専	大学 短大	大学院 修士	企業 博士	社会人 ポスドク	シニア	
<b>Phase3 ワークショップの事例</b> <b>●ケース#1</b> 資源開発(独立行政法人) 資源開発(大学) 水素エネルギー(大学)  <b>●ケース#2</b> 鉄鋼(事業団体) 石油資源(財団法人) 化石・再生可能エネルギー(産業) 電力(事業団体) 自動車(産業) 自動車(学会) 教育(大学)  <b>●ケース#3</b> 社会・エネルギー情勢分析 (シンクタンク)					大学間連携授業				技術継承	
					産油国へのインターンシップ					
					水素に特化した地域施設、授業					
						セミナー				
						リレー講座				
						研究テーマ探索				
						パワーアカデミー				
						早期教育(入社前)				
		デザイン教室、ものづくり体験			手づくり自動車	学生フォーミュラ大会		能力開発支援		シニアエキスパート
						学際化プログラム				
							エネルギー基礎講座、夏期大学			
<b>実施中のエネルギー人材関連施策</b> 文部科学省・経済産業省 経済産業省					原子力人材育成プログラム					
		エネルギー・コミュニケーター制度							←同制度	

# エネルギー関連人材問題点の構造化

- ①将来の長期展望(国としての方向性や目標値、指針など)に関する社会的合意形成が不十分である  
特にブレークスルー技術の構築に長期間を要する研究開発領域にとって人材育成策の計画的な実行が困難となっていた。
- ②エネルギー分野におけるキャリアパスは、個別の業界・団体・学協会などで閉じている場合が多い  
本来必要とされる専門性の多様化・広範化、および国際化などへの対応が十分ではなかった。



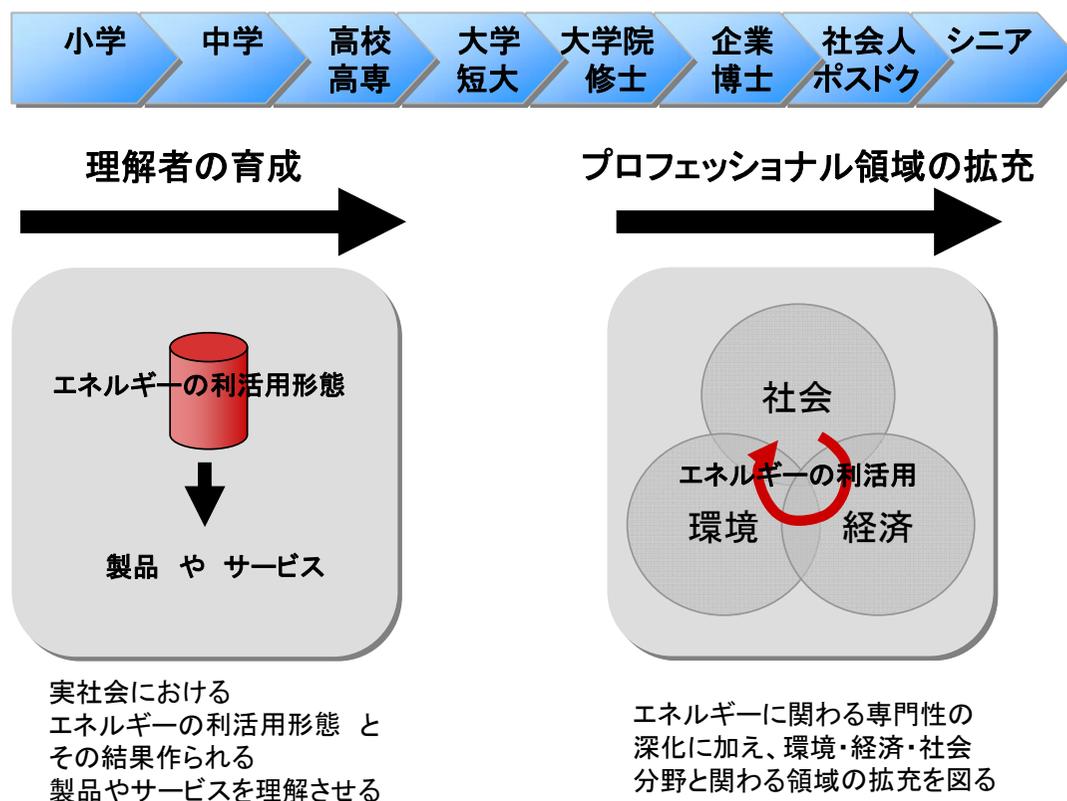
## 今後の人材育成のポイント ライフサイクル上の一貫性

### ・小中学校からの教育の拡充

エネルギーを活用して作られる製品やサービスなどの視点を、小中学校の段階から総合的に学習し、高校までには、社会経済活動の源となるエネルギーについて、国内外情勢を踏まえて理解していることが相応しい。教師に対するエネルギー教育やエネルギー研究者を教師として招聘するなど、思い切った対応が望まれる。

### ・プロフェッショナルの拡充

エネルギー領域の最重要研究テーマの立案と牽引を担う、国際的リーダーを拡充するために、一企業あるいは一業界の枠を超えたマネジメントのもと、幾つかのキャリアパスを戦略的に経験させ育成する。



# 今後の人材育成のポイント

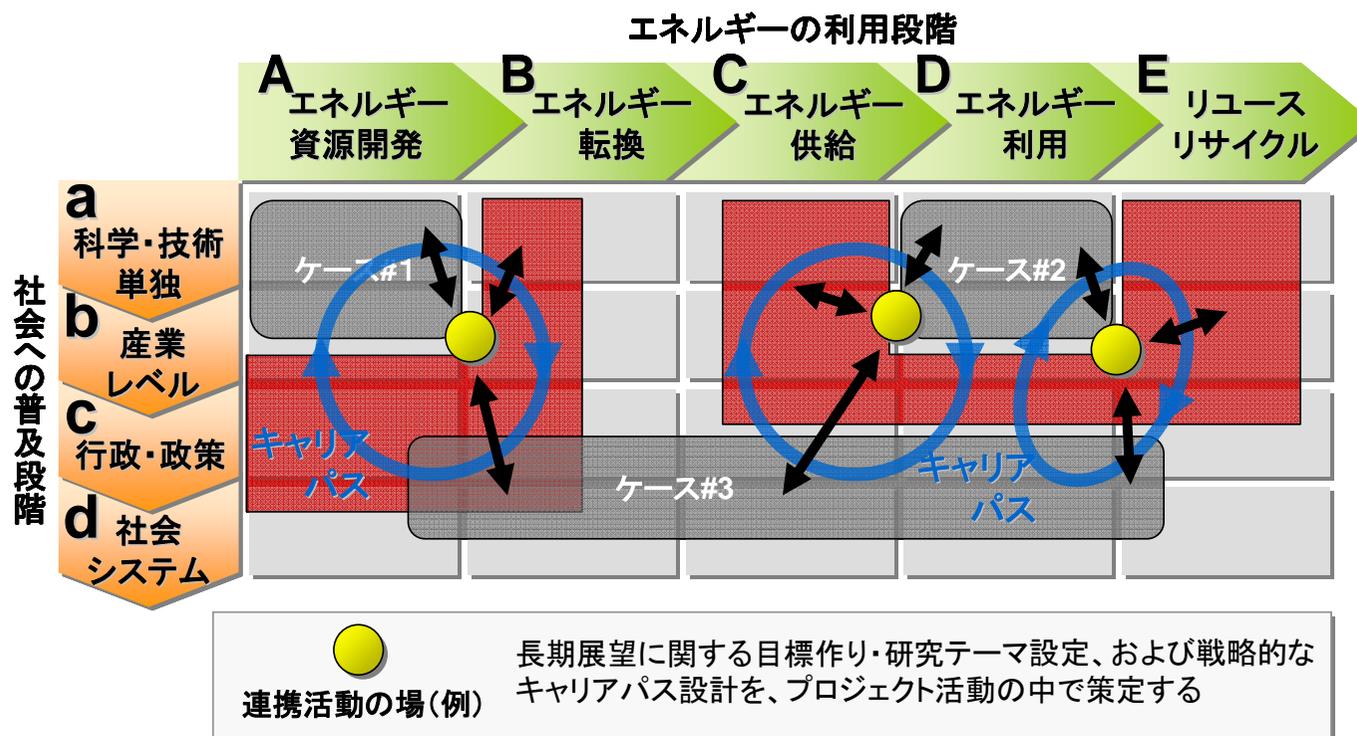
# 業界や専門領域を超えた活動連携

## ・業界や専門領域を超えた業務と人材交流

各業界・専門分野から見て境界領域に位置する扱いにくいテーマ、あるいは全体を包含し社会システム的に解かなくてはならない横断的テーマを国レベルで特定し、複数の産業界、あるいは産学官による連携のもと、人事的な異動を伴う積極的な交流まで踏み込む必要がある。

## ・異分野の交流を促進するための場の設定

複数の学会によるジョイントシンポジウムやワークショップなどを通して、長期展望に関する社会的合意に向けた醸成を図っていく場を、行政が積極的に設定し牽引していく必要がある。新たな連携母体・機関を設置することも象徴的な方策となるであろう。



# まとめと提案

## ■エネルギー人材問題の現状

- ・今日のエネルギー関連人材問題の多くは、長期展望の社会的合意が十分ではないこと、個別の業界・団体・学協会で活動・キャリアパス設計が閉じていること、ライフサイクル上の育成施策に一貫性が無いことに帰結する。

## ■エネルギー人材育成策の方向性

- これからの人材育成策には、**既存の活動の枠組みを超えることや、ライフサイクルレベルで一貫性を検討すること**などが必要となってくる。
- 短期的な人材育成策として、積極的な人材交流を目的として、**学会を中心としたプロジェクト的な取り組み**が効果的であると思われる。
- そのスタートに際しては行政あるいは政策決定者による呼びかけや牽引が必要である。
- 中長期的な人材育成策としては、大学・大学院で多く実施されている現状の人材育成策を補うためには、**小学校からの環境・エネルギー教育の強化、学校の教育者・指導者との連携が重要**である。
- さらに国際的舞台での議論や政策提言の実行まで可能なスキルなどを備えたプロフェッショナルを育成するべく、**業界や団体の枠組みを超えた業務経験をさせる戦略的なキャリアパス**がキーとなる。
- そして、**複数の学会**あるいは**新たな連携機関**によるシンポジウムやワークショップなどを通して、**将来長期展望の社会的合意**を形成していく必要がある。
- **将来の学会**あるいは**新たな連携機関**にはこうした知識と人材をマネジメントする**ハブとしての機能**も期待される。