

# 『エネルギー関連人材調査』についての 中間報告

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  
浦島邦子

# 1. 調査全体概要

## 背景と目的

- エネルギー分野の幅広い関係者から、人材に関する問題が提起される
  - 団塊世代のリタイアに伴う技術継承や人材育成問題への懸念
  - 大学の電気系学科への進学希望者数激減
  - 博士課程進学者の質と企業ニーズとのミスマッチ
- エネルギー分野に固有な人材問題について俯瞰的に把握し、優先度の高い課題の抽出と政策提言につながる定量化を行う

## < 調査の全体フロー >

### 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

**実施済み**

### 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

最終報告書

## 2. 「エネルギー関連人材に関する座談会」

目的 : 幅広いエネルギー分野の人材問題に関する現状把握

日時 : 2007年3月26日(月) 10時～17時30分

参加者 : エネルギー関連の産学関係者30名 (内訳は下記)

### < 大学関係者 >

国・私立大学工学部各学科

(電気・電子、情報、機械、化学、生物、資源、原子力、環境システム)

国立大学産学連携推進本部、高専、海外(カナダ)

### < 企業関係者 >

電力、ガス、石油、石炭、重工業、自動車業界

### < 学会、研究機関関係者 >

学会 : 石油学会、原子力学会、エネルギー・資源学会、電気学会

研究機関等 : 電中研、産総研、エネルギー総研、北関東産官学研究会

# 座談会で明らかにされた点

1. 「エネルギー関連人材」そのものの定義が多様で、人材問題の所在が所属毎に異なる傾向が見られる
  - 研究者(幅広い技術分野)
  - 技能者(オペレーター)
  - ものづくり人材(設計・製造)
  - 企画戦略人材(科学+人文社会系)
  
2. 人材育成上の提起課題が多様かつ固有
  - 人材の需給ミスマッチ(質・量)
  - 今後対応すべき環境変化(短期・中長期)
  - 教育、人材育成制度(初等中等教育～大学～企業)

# 座談会での主な提起課題

人材の需給ミスマッチ(質・量、雇用環境)

- 企業人材ニーズと大学からの供給人材の資質に**ミスマッチ**
  - エネルギー全般の多面的・俯瞰的視野、課題設定能力
  - 異分野知識習得への関心
  - コミュニケーション能力、説明責任
- エネルギー分野は学際・総合的で、修士レベルの研究では不十分にも関わらず、経済面/就職リスクを理由に、**博士課程進学者が減少**傾向にある
- 将来大学を支える人材育成に危機感

認識すべき今後の環境変化(短期・中長期)

- 「新国家エネルギー戦略」を受け、エネルギー**技術領域が多様化・融合化**しており、人材育成に多面性が求められる
- 日本のエネルギー関連技術に対する海外からの期待が大きく、**マーケットが国際化**することから、海外との人材ネットワーク構築や国際機関での発言力が重要となる
- 団塊世代の大量離職により、**技術・技能の伝承**が問題となる(特に、「安全」に必要な総合的判断力)

# 座談会での主な提起課題(つづき)

教育、人材育成制度に望まれる点

- 小中高一貫の体系的な教育カリキュラム構築
  - 実験の強化
  - 受験選択科目以外の必修化(「物理」「化学」「生物」「技術」など)
- 大学カリキュラムの再構築
  - カリキュラムが複雑化・細分化しており、体系的知識の習得に弊害
  - 基礎共通基盤カリキュラムの標準化が必要  
(電磁気学、熱力学、実験実習等)
  - 産学連携、大型の国家プロジェクトを活用し、研究者の実践的能力育成、  
海外との人材ネットワーク構築
- 教育者の人材育成、拡充
- 景気に左右されない雇用環境の確保、人材育成ロードマップ構築

### 3. 「エネルギー関連人材に関する電子会議」

目的 : エネルギー関連人材の定義と重点化すべき育成策の定性的把握

期間 : 2007年6月29日(金)~7月9日(月)

参加者 : 専門家ネットワーク( )所属の研究者

( )「専門家ネットワーク」とは  
科学技術動向研究センターが保有する各分野の研究者約2000名からなるネットワークで、  
最新の科学技術情報収集や電子会議を定常的に運用している

投稿数 : 69件(内訳 : エネルギー 15、環境 13、ものづくり 10、情報 6、  
ライフ 10、社会基盤 5、ナノテク・材料 5、フロンティア 5)

方法 : 下記二つの設問に対し、Web上で自由記述回答

Q1. これまでどのような分野の研究者が、エネルギーに関わってきたのか？  
中でも、どのような研究(者)によって、日本の強みがもたらされてきたのか？  
それが近年どのような変化が見られるか？

Q2. 日本の強みを今後も維持・向上するために、人材育成で特に力を入れるべきことは何か？

Q1. これまでどのような分野の研究者が、エネルギーに関わってきたのか？  
どのような研究(者)によって、日本の強みがもたらされてきたのか？  
それが近年どのような変化が見られるか？

## 日本の強みと背景要因

- 石油ショック後の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)と原子力・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
- 反面、エネルギー資源技術(探査・開発)は弱い

## 日本の強みを支えた人材

- 国内企業の設計技術者や**製造現場**の技術者
- **機械工学**(熱力学, 流体力学, 材料力学, 等)や回路設計を学んだ, ジェネラリスト的(システム設計・製造)技術者
- **材料**(耐熱、高強度、軽量化、発電・蓄電、磁性、省エネデバイス)、燃焼・触媒(環境浄化、燃料クリーン化)、原子力工学、**電力工学**(制御、送電)に関わる研究者



Q1. これまでどのような分野の研究者が、エネルギーに関わってきたのか？  
どのような研究(者)によって、日本の強みをもたらされてきたのか？  
それが近年どのような変化が見られるか？ (つづき)

### 近年の変化(研究開発全般について)

- **短期間に成果**が早く出せる研究テーマ(実用化・応用)にシフト
- 民間エネルギー企業の**研究開発投資が減少**し、重電機メーカー等での基礎研究をサポートできなくなった
- ものづくりに関わる研究をしていることへの**喜びがなくなりつつ**ある

### 近年の変化(人材・教育について)

- 大学で研究費や学生を取りにくい分野の**講座が減少**している
- 論文生産数や引用数による業績評価が一般化し、**論文になりにくい分野の研究者が減少**している
- エネルギー関連技術の共通基盤科目(分野)で、**研究者や指導教官の減少**が著しい
  - 電力工学
  - 原子力・放射線工学
  - エンジン・燃焼工学
  - 金属工学・冶金

## Q2. 今後もエネルギー分野の強みを維持・向上するために、特に力を入れるべきことは？

### 教育・人材育成

- エネルギー関連技術の**共通基盤科目の強化・体系化**(電気、機械、化学、材料、人文)
  - － 若年層への魅力度アップ
  - － 教育者の育成・確保
- **今後重要な研究テーマ**の人材育成・確保
  - － 再生可能エネルギー(バイオマス、貯蔵、ネットワーク)、資源開発、原子力、核融合
  - － 卒業後の雇用と一体となった、博士・ポストドクレベルの研究者拡充
- **経済的支援**制度の拡充整備
  - － 奨学金、給与・処遇制度のインセンティブ

### 産学官・分野間連携推進の重要性と対応策

- 連携を進めるべき分野間人材のエネルギーに対する**理解増進**、共通言語の獲得
  - － ライフサイエンス、農学、地質学、海洋、地球環境観測(生態系、衛星観測)
  - － 人文社会系(政治・経済、法律)
  - － ダブルディグリー取得
- 連携を推進する**基盤の整備**
  - － 学協会強化(学会間連携、情報発信・政策提言能力強化)
  - － 専門家の人材バンク、データベース構築
  - － 連携推進を担う人材育成(課題設定能力、実行力、評価・マネジメント能力)⑩

## Q2. 今後もエネルギー分野の強みを維持・向上するために、特に力を入れるべきことは？（つづき）

### 産業・起業環境

- エネルギー**産業の強化育成**と産業界のニーズに対応する技術開発の下支え
- 事業化段階以前の技術に対する**資金援助**や**実証フィールド**の拡充

### 政策、規制、税・法制度

- 中長期的にぶれない国家エネルギー戦略に基づく**研究テーマへの支援**と研究者育成・確保
- **経済的インセンティブ**を与えるような政策誘導
  - 導入義務化、投資減税・優遇制度
  - 環境目的税を原資とする研究費の安定的確保
- 分野間連携に不可欠な、**省庁間連携**が円滑化する仕組みやスキームの確立
  - 強力なリーダーシップによる調整、推進

### その他

- エネルギーに関する国民の**理解増進**
- **基礎研究**の拡充
  - コストダウン以外の社会的意義・使命の明確化
  - 大規模投資を伴う研究・基盤への支援（ガスタービン、ガス化炉）

## 4. 中・長期的研究テーマにおける人材育成の位置づけについて - デルファイ調査結果より

デルファイ調査とは、多数の専門家への繰り返しアンケートにより、今後30年間の技術発展の展望について、13分野(858課題)のコンセンサスを得たもの。(回答者:約2200名)

それぞれの課題の

### ●技術的実現(技術的な条件が揃うのはいつか?)

- ・時期
- ・政府関与の必要性
- ・政府関与の手段
  - ・ **人材**の育成と確保:研究者・技術者の養成・確保
  - ・ 産学官・分野間の**連携**強化:人材の流動化、産学官の人的交流や人文科学を含む分野間の協力促進等
  - ・ 研究開発**基盤**の整備:大型共同利用施設・設備の整備、データベースの整備等
  - ・ 研究開発**資金**の拡充:政府が負担する研究開発資金の拡充(民間企業等への研究開発助成も含む)
  - ・ **国際**展開の推進:国際共同研究、国際研究交流、国際研究集会開催・派遣等
  - ・ 関連する**規制の緩和**・廃止:関連する法規制の緩和、許認可制度の緩和・廃止等
  - ・ 関連する**規制の強化**・新設:知的財産権の保護強化、環境税の導入による電気自動車の普及促進等

### ●社会的適用(実現された技術が社会的に利用可能な状況あるいは普及するのはいつか?)

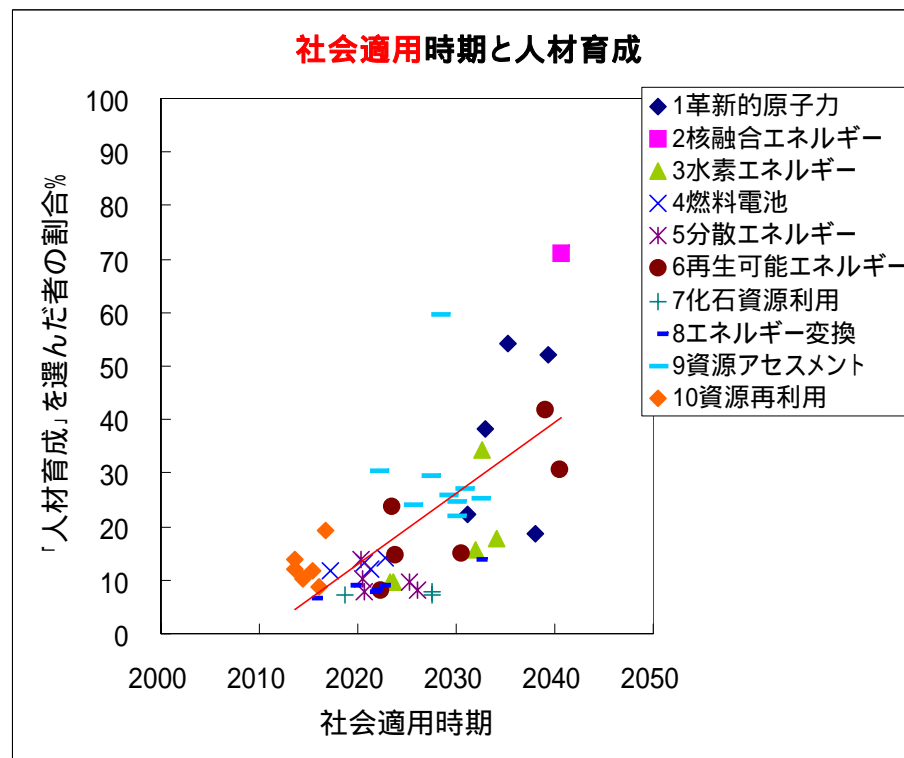
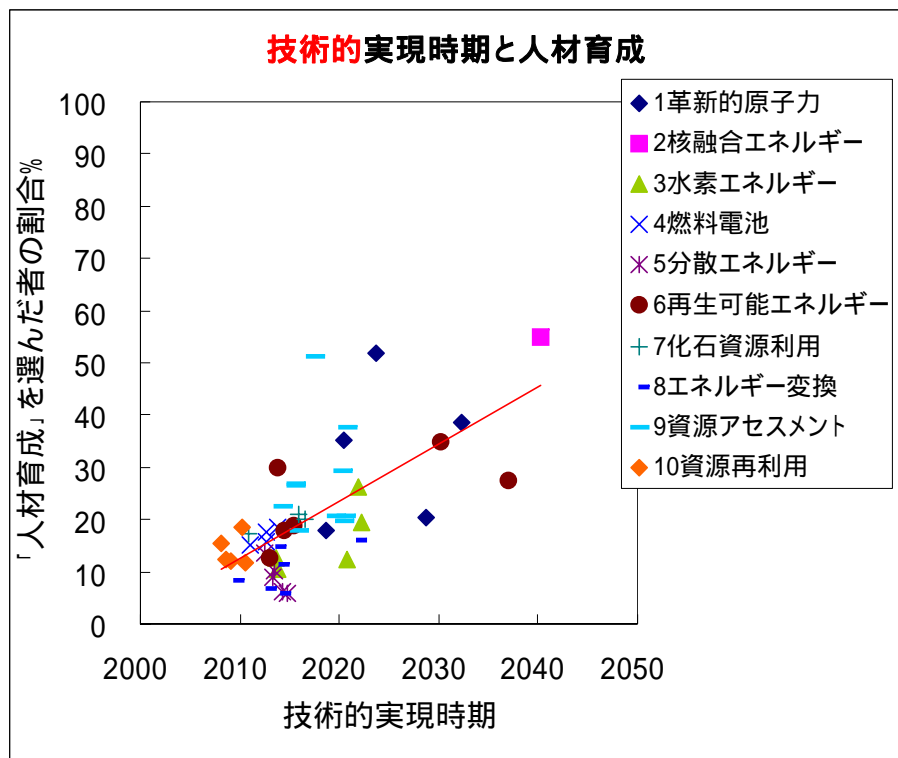
- ・時期
- ・政府関与の必要性
- ・政府関与の手段
  - ・ **人材**の育成と確保:研究者・技術者及び研究支援者の養成・確保
  - ・ 産学官・分野間の**連携**強化:人材の流動化、産学官の人的交流や人文科学を含む分野間の協力促進等
  - ・ 起業環境の**整備**:ベンチャーや新規ビジネスを支援するための資金面・税制面の措置等
  - ・ **税制**・**補助金**・**調達**による支援:税制の優遇、補助金による支援、政府による製品の調達等
  - ・ 関連する**規制の緩和**・廃止:関連する法規制の緩和、許認可制度の緩和・廃止等
  - ・ 関連する**規制の強化**・新設:知的財産権の保護強化、環境税の導入による電気自動車の普及促進等

# 技術的実現に当たり、人材育成の割合が高い10課題

領域	課題	割合の高い上位2手段						
		人材	連携	基盤	資金	国際	規制緩和	規制強化
核融合	核融合発電炉	55.1	15.3	61.9	39.8	44.9	0.0	0.0
原子力	核燃料サイクルを含めたFBR(高速増殖炉)システム	52.0	32.0	60.0	40.8	20.8	4.0	1.6
資源	在来型資源の究極資源量を予測する技術	51.1	25.0	51.1	42.4	27.2	1.1	0.0
原子力	高レベル放射性廃棄物中の放射性核種を核変換して、廃棄物量を激減させる技術	38.7	19.4	66.7	45.2	29.0	1.1	0.0
資源	メタンハイドレートなどの地下資源が、経済情勢の変化、地球科学、探査技術の進展などにより発見	37.5	33.3	59.4	53.1	24.0	1.0	0.0
原子力	高レベル放射性廃棄物の地層処分技術	35.1	45.0	44.1	55.9	16.2	4.5	4.5
再生エネ	太陽エネルギー変換効率3%以上の人工光合成技術	34.7	42.1	29.5	72.6	8.4	6.3	0.0
再生エネ	遊休地でのエネルギー用バイオマスプランテーション	29.9	23.4	15.0	34.6	64.5	4.7	0.9
資源	バイオテクノロジーを使用した金属元素の抽出、分離技	29.3	44.0	48.0	53.3	17.3	5.3	0.0
再生エネ	宇宙太陽発電システム	27.4	24.2	51.6	48.4	43.2	4.2	1.1

人材育成の必要性のほかに、研究基盤強化や国際展開の推進等も望まれる。

# 技術的・社会適用実現時期と人材育成の関係



領域ごとに技術的・社会適用どちらも人材育成の時期に大きな差がある。  
特に、長期的になるほど人材育成の必要度が高くなる。

# まとめ

- 座談会から
  - 「エネルギー関連人材」そのものの**定義が多様**で、人材問題の所在が、所属毎に異なる傾向が見られる
  - 人材育成上の課題提起が多様かつ固有である
- 電子会議室から
  - 国内企業や製造**現場の技術者**や、電力、機械、材料分野の研究によって、**厳しい環境規制**や石油ショック後の省エネルギー政策に対応し、技術開発が進展した
  - **大学システム**や産業システムの疲弊により、エネルギー関連人材の育成に課題が生じている
- デルファイ調査から
  - 技術的実現における人材の重要性については、技術領域によって大きく異なる。
  - 実現時期が長期的な技術領域の研究課題ほど、人材の重要性が高い傾向にある。
  - 社会的適用における人材の重要性についても、同様の傾向が見られる。