

電気事業者における 人材育成・確保への取り組み

平成22年2月26日
電気事業連合会

目次

1. 原子力発電の現状
2. 原子力発電開発計画
3. 原子力事業が必要とする人材
4. 電気事業者の新卒採用状況
5. 原子力発電所の人材育成の取り組み
6. 電気事業者が目指す人材像
7. 原子燃料サイクル事業の人材育成
8. エネルギー教育の実施・支援
9. 産学連携の取り組み(パワーアカデミー)

1. 原子力発電の現状

- 2010年1月末現在、54基、4,884.7万kWの商業用原子力発電所が稼働中。
- 原子力発電による2008年度の発電電力量は、2,581億kWhであり、我が国の総発電電力量の約3割を担っている。

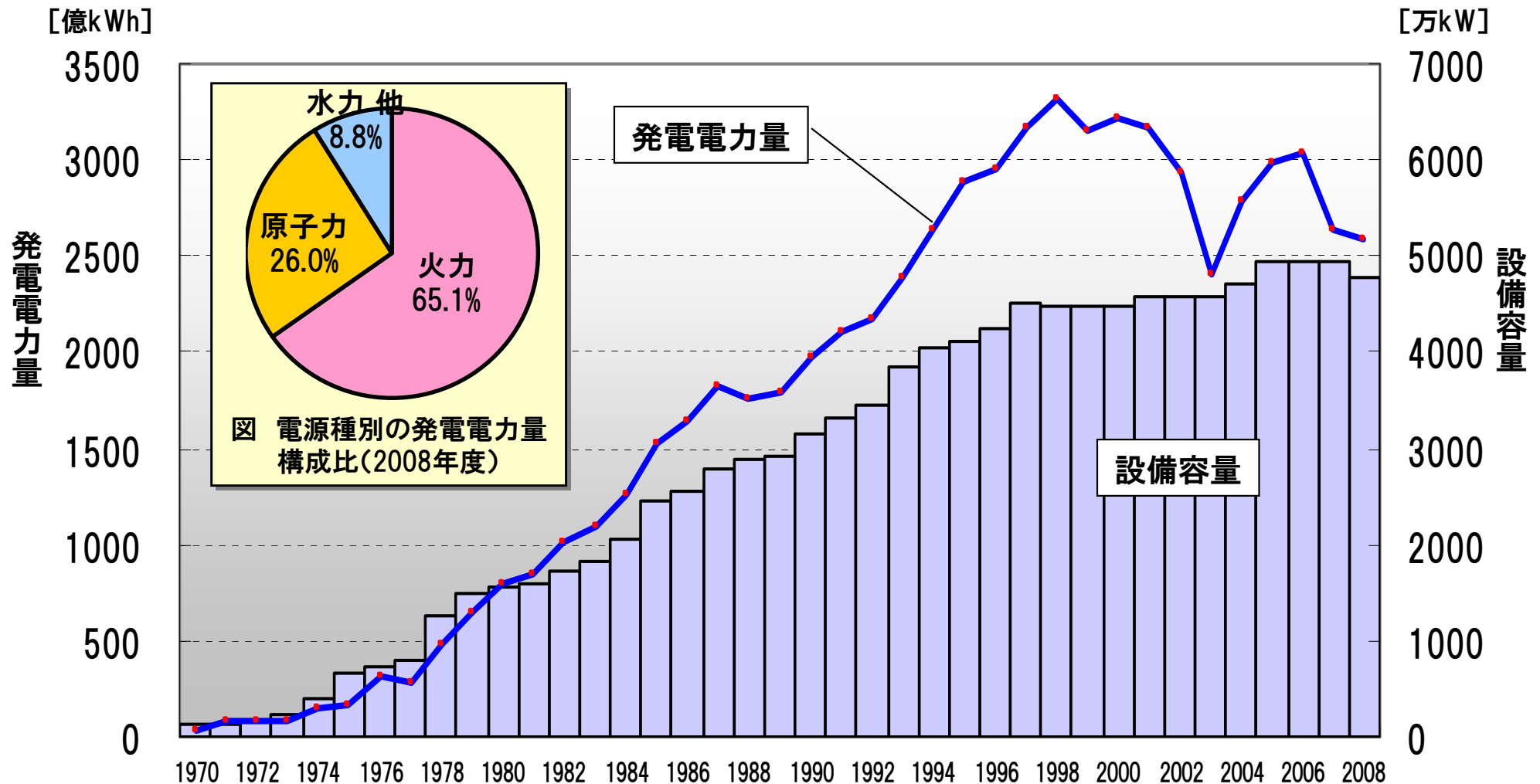


図 原子力発電所設備容量及び発電電力量の推移
(JNES原子力施設運転管理年報 他より)

2. 原子力発電開発計画

- 電気事業者は、低炭素社会を実現するために必要な原子力発電を推進している。
- 今後も既設炉の活用、新增設・リプレースの円滑な推進に向けた取組みを着実に進める。

表 原子力発電開発計画

(平成21年度電力供給計画に最新状況を反映)

電力	発電所名	炉型	出力 (万kW)	着工年月	運転開始年月
北海道	泊3号	PWR	91.2	2003年11月	2009年12月22日 営業運転開始
東北	浪江・小高	BWR	82.5	2015年度	2020年度
	東通2号	ABWR	138.5	2015年度以降	2020年度以降
東京	福島第一7号	ABWR	138.0	2011年 4月	2015年10月
	福島第一8号	ABWR	138.0	2011年 4月	2016年10月
	東通1号	ABWR	138.5	2010年12月	2017年 3月
	東通2号	ABWR	138.5	2013年度以降	2019年度以降
中部	浜岡6号	ABWR	140級	2015年度	2019年度以降
中国	島根3号	ABWR	137.3	2005年12月	2011年12月
	上関1号	ABWR	137.3	2012年6月	2018年3月
	上関2号	ABWR	137.3	2017年度	2022年度
九州	川内3号	APWR	159.0	2013年度	2019年度
電源開発	大間原子力	ABWR	138.3	2008年 5月	2014年11月
日本原電	敦賀3号	APWR	153.8	2010年10月	2016年 3月
	敦賀4号	APWR	153.8	2010年10月	2017年 3月
合計 1930.8万kW(14基)(北海道電力泊3号を除く)					

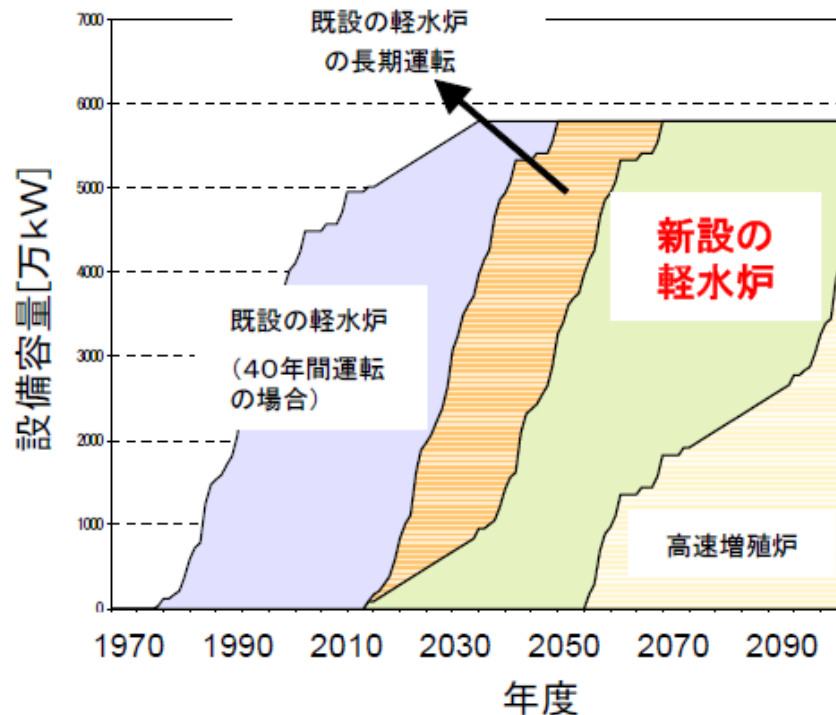


図 中長期的な方向性(商業炉)
(原子力立国計画より)

□ : 建設中 □ : 今後10年間で運転開始予定

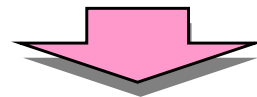
3. 原子力事業が必要とする人材

○ 原子力発電の安全・安定運転

- 既設炉の安全性の確保及び信頼性の一層の向上
- 高経年化対策の一層の充実
- 原子炉施設の廃止・解体技術の実証・開発
- 世界のデファクトとなる新型軽水炉開発 等

○ 原子燃料サイクルの確立

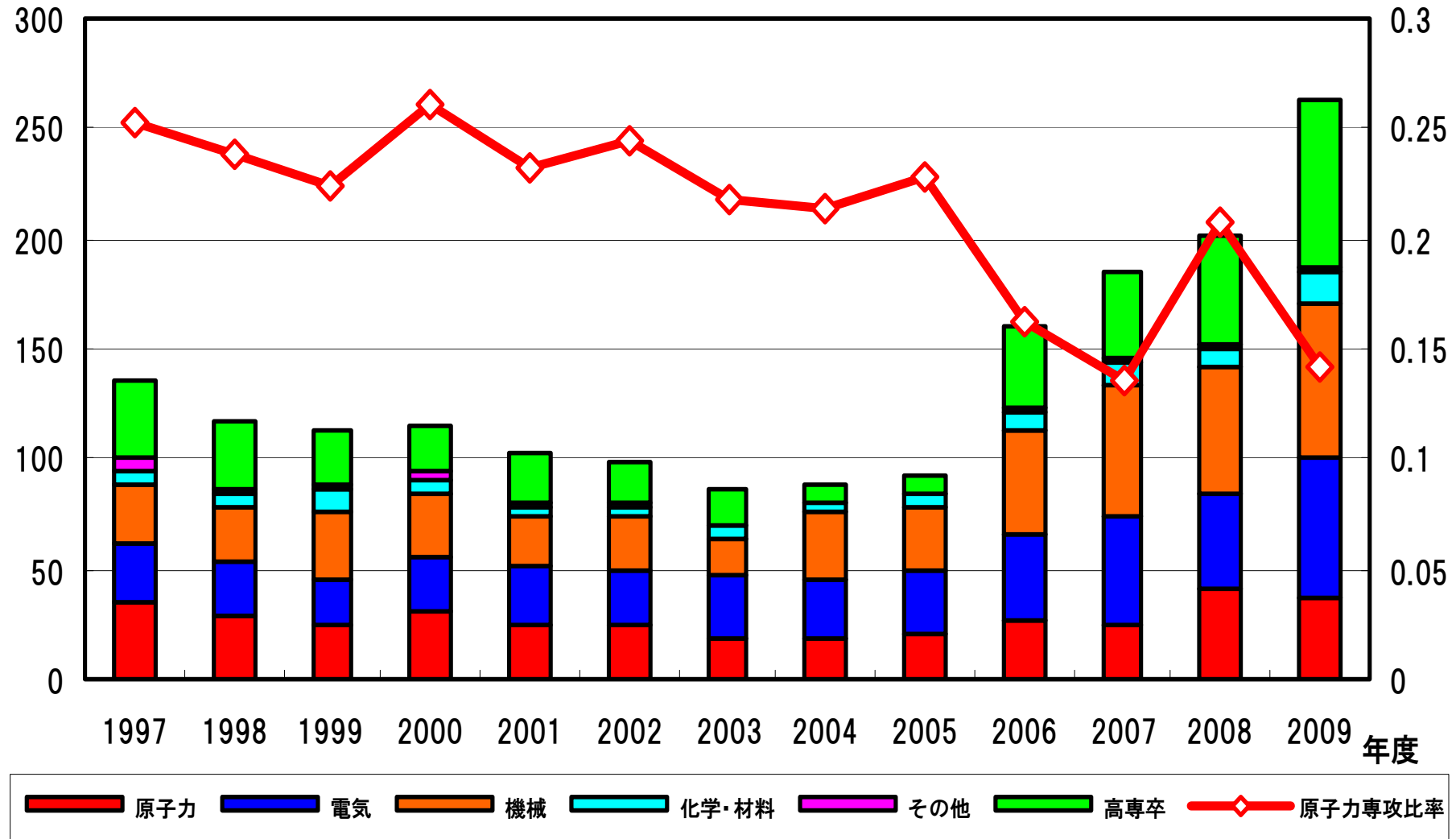
- 再処理、国内MOX燃料加工の事業化
- ウラン濃縮技術の高度化
- 放射性廃棄物の処理・処分の事業化 等



原子力関連施設の開発/設計/建設/運転/保守には、
原子力工学のみならず、機械/電気/材料/化学等、
幅広い分野の人材が不可欠

4. 電気事業者の新卒採用状況

電気事業者11社(原子力部門)の新卒採用状況推移(1997～2009年度)



5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

(1) 原子力発電における教育訓練(例)

○ 新入社員導入教育(1ヶ月間)

- 社員一般知識: ビジネスマナー研修、安全研修 等
- 設備基礎知識: 原子力発電所設備概要、タービン設備概要 等

○ 発電直内研修(約6ヶ月間)

- 研修生8～9名に1名の指導員を専任
- 机上教育、現場パトロール、定例試験等を通じ、発電設備の概要、機器配置等を習得

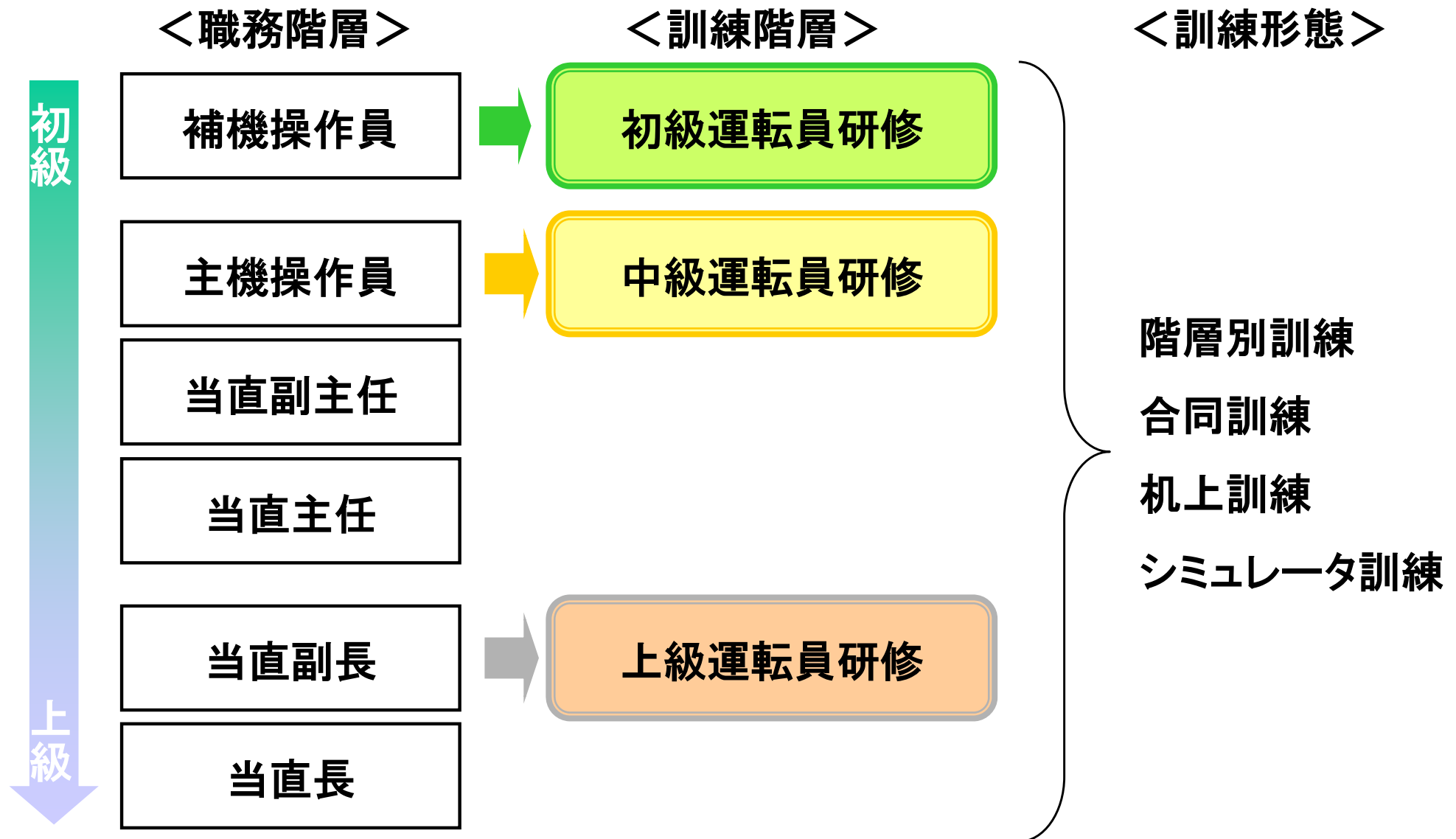
○ 各部門へ配属

- 各部門にて教育訓練を実施

5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

(2) 運転員に対する訓練(例)



5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

(3) 運転訓練シミュレーターによる教育



サイトシミュレーター(東京電力)



原子力運転サポートセンター(関西電力)



BWR運転訓練センター(新潟)



原子力発電訓練センター(福井)

5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

- 新入社員から5年、10年、15年先を見据えた人材育成のための教育プログラムを構築。各人の経験、適正等を踏まえて専門的な知識を付与する。
- 協力会社・グループ会社の現場技能者についても、教育訓練講座への共同受講や必修訓練施設の活用等、技量維持・向上への取り組みを支援している。

(4) 保修員に対する訓練

- 保修員教育プログラム
- 必修訓練センターの活用
- 保全技量認定制度 等



関西電力 原子力研修センター

訓練設備			
機械関係	原子炉容器	・原子炉容器上ぶた	1 基
		・1次側水室	1 基
	蒸気発生器	・伝熱管検査装置	一式
		・蒸気発生器マニピュレータ装置	1 台
		・マンホール取扱装置	2 台
	1次冷却材ポンプ	・ポンプ軸シール部	一式
		・燃料取替クレーン	1 基
	燃料取替クレーン 他	・模擬燃料、内挿物	一式
		・燃料および内挿物取扱工具	一式
		・燃料装荷シミュレータ装置	1 台
共通	系統室内小型補機類	・ポンプ：堅型ポンプ	1 台
		横型ポンプ	2 台
		キャンドモータポンプ	2 台
	開閉器	・各種弁（10種類）	31 台
		・支持構造物（2種類）	2 台
		・メタルクラッド	3 面
	電動弁自動診断装置	・パワーセンタ	2 面
		・コントロールセンタ	1 面
	非破壊検査装置	・診断装置（FACS）	一式
		・不良模擬電動弁	2 台
		・金属顕微鏡	2 台
		・試料研磨機	2 台
		・硬度計	3 台
共通	シースループラントモデル	・非破壊検査工具	一式
	体感装置	・米国 パワー・セイフティ社製	一式
		・ポンプ・弁 他	一式



燃料取替(訓練)



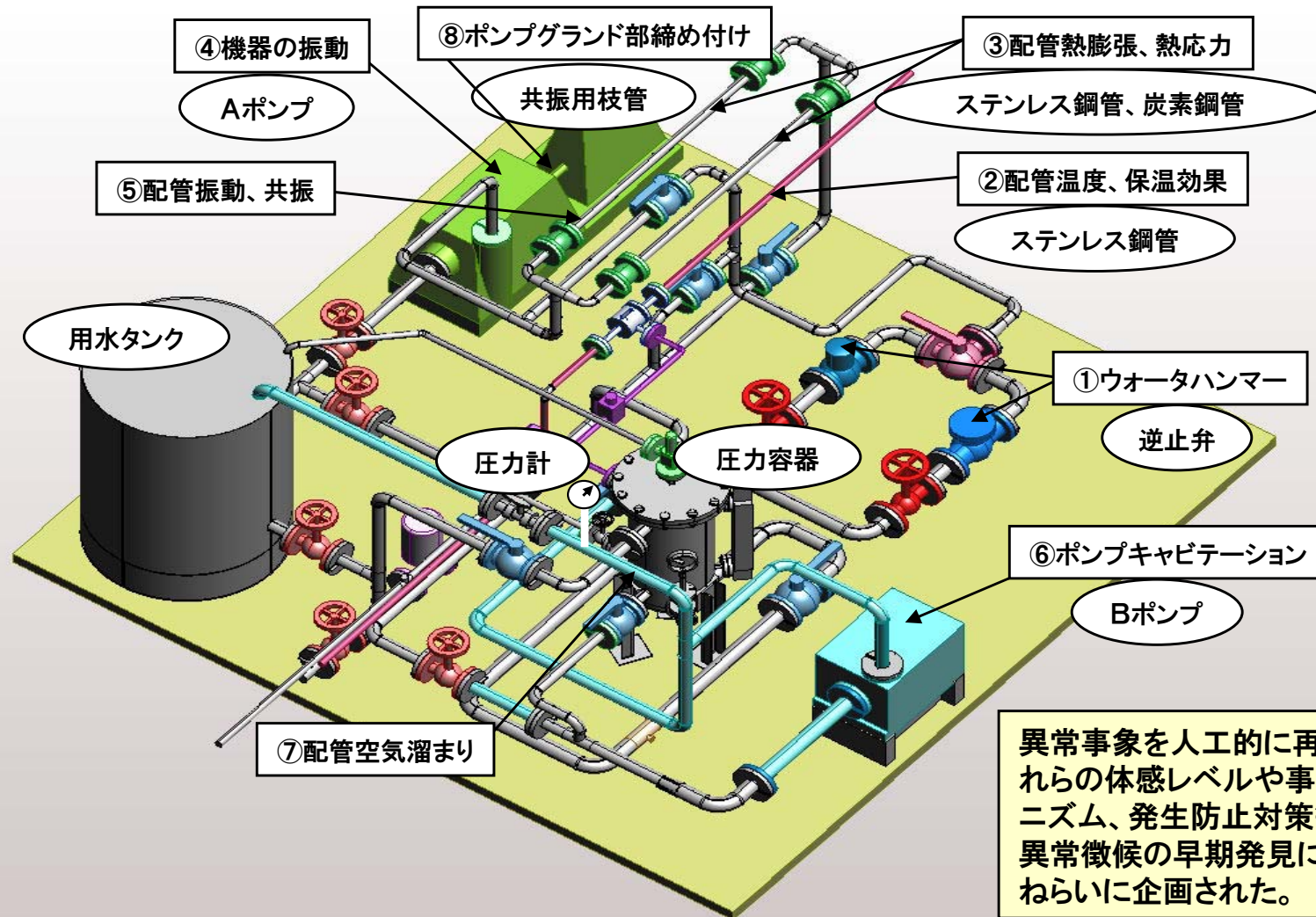
原子炉容器上ぶたの
スタッドボルト締付(訓練)

5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

- 熟練技術者の技術ノウハウをOJTやシミュレーション教育等を通じて伝承している。
- また、これらの技術ノウハウを出来る限り「形式知」としてマニュアル等に記載している。

(5) 各種異常事象体感訓練装置の活用



5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

- さらなる技術技能レベル及びモチベーション向上策として、日常業務で培った技術技能を競い合う「全社技術技能競技大会」を開催している。

◆東京電力 全社技術技能競技大会

- 水力・火力・送電・変電等、社内全部門にて実施

【原子力部門における実績(例)】

◆運転部門の実施(2009.4)

プラントにおける設備故障と地震発生に伴う設備故障を組み合わせ、異常が発生した場合を想定し、故障個所の特定から通報連絡までの初動対応



競技大会の様子(運転部門)

◆放射線管理部門の実施(2008.4)

放射線管理区域内・外で放射能を含む水の漏えいが発生したことを想定し、初期対応、放射線測定、放射能汚染の拡大防止措置等についての対応



競技大会の様子(放射線管理部門)

5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

- 過去のトラブル事例や失敗経験を擬似的に経験することで技術力向上につなげる活動を各電力がそれぞれ独自に実施している。
- 日本原子力技術協会のニューシア情報や事業者間の情報連絡会等を通じて、国内外の情報の共有化を図っている。

◆中部電力 浜岡原子力発電所 「失敗に学ぶ回廊」

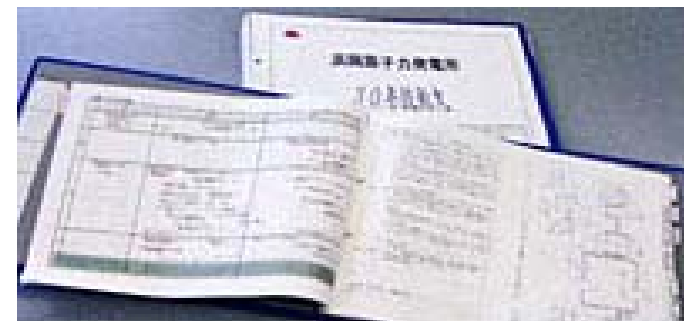
過去に経験した事故・トラブルから学んだ教訓、これまで蓄積してきたノウハウを風化させることなく技術伝承していくために、「失敗に学ぶ回廊」を開設し研修に活用。



事故・トラブル概要を示すパネルや実物又は模型の展示、トラブル対応したOBのメッセージファイル、当時の新聞記事の掲示



発電設備に係る点検結果の掲示



ノウハウを取りまとめ発電所技術史として編纂

5. 原子力発電所の人材育成の取り組み

(企業内での基礎技術の教育と技術の継承)

- 新規プラント建設が予定されている電力では新規プラント建設を通じて設計・建設技術力を維持。また、当面の新規プラント建設がない電力では設計・建設技術力を維持するために、以下の取り組みを継続している。

(6)設計・建設に関する技術力の維持

◆ 自社内

- 直営設計グループによる各種工事の詳細設計を自社で実施
- 自社研修センターにおける座学での教育
- 耐震設計、安全解析、2次系設計、計装設計コースなどの実施
- 自社火力発電所建設への原子力部門の技術者の派遣

◆ 自社外

- 他社原子力発電所の新規建設への基本設計段階からの参画
- 六ヶ所再処理工場建設への参画
- 次世代型軽水炉開発への参画
- FBR開発への参画

6. 電気事業者が目指す人材像(1/2)

○ 電気事業者は、幅広い基盤かつ特定専門分野の深い知識を有することで、あらゆる分野に対応可能な人材を採用し、以下の人材に養成している。

- ◆ 原子力を幅広く理解し、原子力発電等の開発・管理・運用について全体を俯瞰し、企画・調整するジェネラリスト。
- ◆ 専門知識を活かし、原子力発電等における個別の課題解決に対応できるスペシャリスト。
- ◆ 原子力技術について地域との橋渡しのできる技術者。
(コミュニケーター、リエゾンエンジニア)

6. 電気事業者が目指す人材像(2/2)

○ 原子力産業の国際展開にあたって、原子力発電所の運転・保守の経験を有する電気事業者の参画も求められており、海外プロジェクトで活躍できる人材の育成も必要となっている。

- ◆ 電気事業者の経験が活かせる分野として、発電所の設計・建設・運転・保守の各段階におけるコンサルティングがある。例えば、サイト調査やフィージビリティスタディ、営業運転開始後の運転・保守において、電気事業者の経験が必要とされる。
- ◆ 海外で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はもちろん、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。
- ◆ また、IAEA等の国際機関の活動への電気事業者の貢献も求められており、それらへ対応出来る人材の育成、体制等の整備も必要がある。

7. 原子燃料サイクル事業の人材育成

- 原子燃料サイクル施設では、原子力発電所とは異なる事業内容、事業展開等の特長を踏まえた人材育成及び技術の定着・発展のための取り組みを行なっている。

【日本原燃の取り組み(例)】

(1)安全かつ安定運転に向けて

- ◆試運転を通して知識の取得及び技能習熟度の向上

〔AREVA NC 訓練支援、NDA(SL) 技術支援、
JAEA技術者支援〕

- ◆教育訓練施設、研修プログラムの整備

- ・再処理施設保安訓練シミュレーター
- ・青森原燃テクノロジーセンター
- ・技術・技能認定制度

- ◆専門能力を持った子会社の設立

- ・ジェイテック(保守・保修)
- ・日本原燃分析(化学分析)



日本原燃 再処理工場 中央制御室

(2)更なる技術開発・着実な事業展開 (サイト内での技術開発・機器製造)

- ・再処理技術開発研究所
- ・濃縮技術開発センター
- ・濃縮機器製造工場

(3)高度な原子力専門知識の習得 (大学への若手社員の派遣留学)

- ・東北大学大学院(六ヶ所村での出前講義)
- ・東京大学専門職大学院

8. エネルギー教育の実施・支援

- 将来にわたり原子力利用に関する理解を求めるには、次世代を担う子ども達に対し『自らの社会がどのようなエネルギーを選択する』のかを自身で考え、判断できる素地をつくる必要があり、学校教育を通してバランスのとれた情報が得られる環境整備(教員スキルの向上・副教材ツールの開発等)を、継続的かつ体系的に進めていく。
- 発電所見学会や出前授業を通し、科学技術に対する興味・関心を喚起し、「科学する心を育む」ことで、将来技術者を目指す人材確保の裾野を広げる。

<小・中・高校生他の発電所見学実績>

約324,449人

(10電力+原電+原燃)(2008年度)



<小・中・高校生他への出前授業実績>

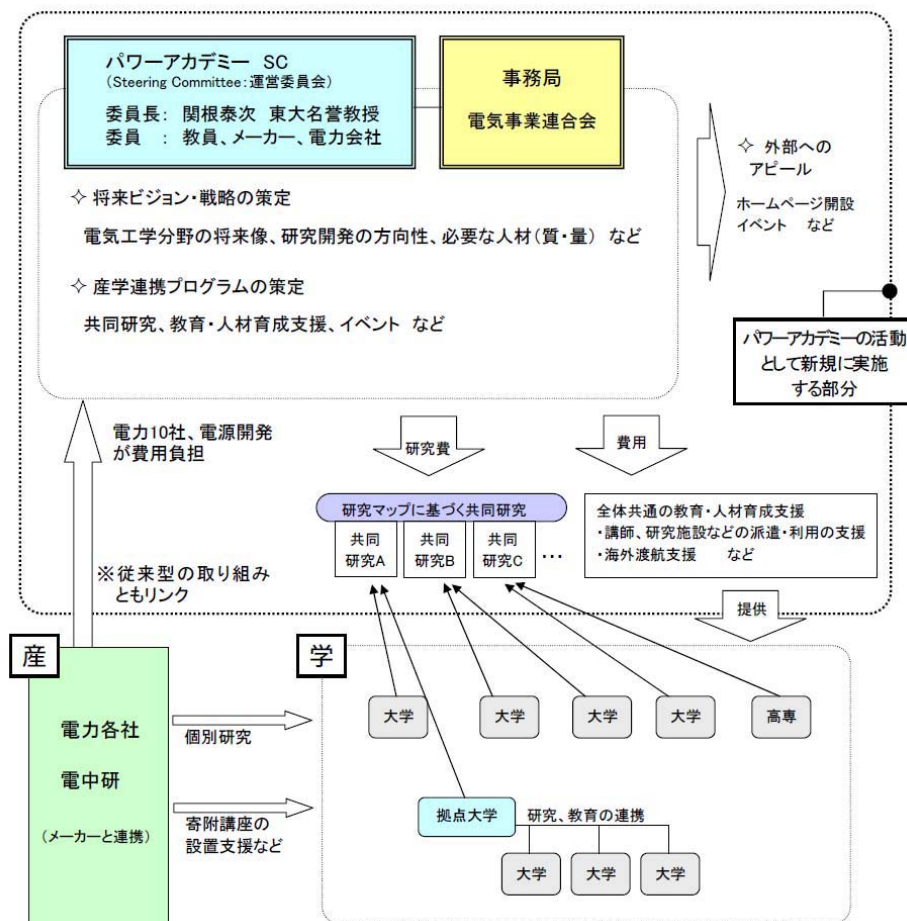
約5,224回・226,761人

(10電力+原電+原燃)(2008年度)



9. 産学連携の取り組み(パワーアカデミー)

- 電力会社は、関連機関やメーカーと協同で、業界をあげて電気工学分野の産学連携を推し進めることにより本分野の魅力や重要性に対する社会の認識を高め、電気工学分野の一層の発展に寄与することを目的に、2008年4月に「パワーアカデミー」を創設。
- パワーアカデミーでは、電気工学分野の産学協同の姿勢・取組みを社会にアピールするとともに魅力ある研究テーマを創出し、また、諸活動に必要な資金・人材の支援を行い、研究・教育両面から電気工学分野の一層の活性化を図る。



活動実績

パワーアカデミー活動

2008年 4月	パワーアカデミー創設
2008年 7月	パワーアカデミーウェブサイト開設
2008年 7月	電気学会高校生懸賞論文コンテスト開催
2008年 9月	研究マップVer.1公開
2008年 9月	平成20年度 パワーアカデミー委託研究「パワーアカデミー研究マップ拡充・発展のための調査研究」を公募
2008年12月	パワーアカデミー研究公募先決定
2008年11月	第1回リージョナルミーティング開催
2009年 3月	第2回リージョナルミーティング開催

会議・イベントへの参加

2008年 8月	国際大電力システム会議(CIGRE) (パリ)
2008年 9月	電力工学教育パネル(EPEE)にて活動紹介 電気学会 電力・エネルギー部門大会(広島大学) 討論会へ参加
2008年10月	全国高等専門学校ロボットコンテスト2008 PRブースの出展
2008年11月	電力研究国際協力機構(IERE)総会(ブラジル) ヤングアカデミーセッションにて講演
2009年 3月	電気学会 全国大会(北海道大学) PRブースの出展

まとめ

- ◆ 原子力発電所の現場における技術力の維持・継承のために電気事業者として人材の確保、育成にさまざまに取り組んでいる。
- ◆ 将来にわたり原子力が期待されてる役割を果たしていくためには、次世代を担う人材育成が不可欠であり、次世代層への教育環境整備に加えて、原子力事業のプレゼンスを向上させ、魅力的で夢のある産業に育てていくことが重要。