

原子力関係人材育成事業

平成23年度成果報告書

平成24年3月

財団法人若狭湾エネルギー研究センター

要 旨

- ・今回の事業において実施した研修のうち、「現場密着型技術研修」については、5種類の設備（モーター計装、電源盤、弁、ポンプ）についての机上と実習の研修を実施した。受講生は、定員25名程度に対し、23名が参加（受講率92%）。講師は、当該設備の技術に精通した元請企業のベテラン社員と電力会社OB（シニア人材）が担当した。講義内容は、元請企業のベテラン社員からは、作業責任者として覚えておくべき知識や技術について指導を行い、電力会社OB（㈱原子力エンジニアリング）からは、実体験に基づく安全面の留意点について重点的に指導を行った。受講者からは「カリキュラムは実践的な内容が多く、普段わからないことをいろいろ勉強できてよかった。」と好評であった。また、講師からは「現場経験の豊富な講師により、作業の勘所や機器取扱い上の注意点を細かく受講者に伝えられたことは、作業品質・安全の向上、作業責任者を育成する上で、有意義であった。」との評価を得ている。今回の受講者が、今後、原子力発電所のメンテナンス業務に従事する際には、本研修で得た経験が作業の品質向上に十分に活かされるとともに、作業責任者としての育成につながると期待できるため、本研修の目的は達成できたと考えられる。
- ・また、もう一つの柱である、「技量認定講習・試験」に関しては、定員300名のところ244名が受験（受講率81%）され、220名（合格率90%）が合格するという結果となった。今年度より、更新者70名（H20認定者）が受験した結果、64名が合格され、合格率は91%であった。第2回の講習・試験が、原子力発電所の定期検査の作業繁忙期と重なった影響で若干定員を下回ったものの、原子力の現場における保修業務従事者（作業員）全体の技能レベルの維持向上を図るとともに、将来における継続的な人材確保、原子力発電所設備の信頼性の向上、安全・安心の確保に資するという本研修の目的は十分達成できたと考えられる。

目次

1. はじめに（事業目的）	1
2. 実施計画	
2.1 平成23年度の計画	1
2.1.1 現場密着型技術研修	1
2.1.2 福井県原子力保守技術技量認定講習・試験	2
（参考）福井県原子力保守技術技量認定制度について	3
2.2 実施体制とその運営内容	4
3. 成果の概要	4
3.1 現場密着型技術研修	
3.2 福井県原子力保守技術技量認定講習・試験	
4. 平成23年度の実施内容および成果	
4.1 現場密着型技術研修	5
4.1.1 実績	
4.1.2 成果	
4.2 福井県原子力保守技術技量認定講習・試験	
4.2.1 実績	7
4.2.2 成果	9
5. まとめ	
5.1 全体のまとめ	11
5.2 今後の計画（次年度に向けての予定、課題等）	11
（参考）福井県エネルギー研究開発拠点化計画の施策体系	11
5.3 得られた事業成果に対する自己評価	12
（参考）原子力関係人材育成事業（経済産業省受託）の実績	13
6. 添付資料リスト	14

成果報告書

1. はじめに (事業目的)

原子力発電所のメンテナンス業務は、元請企業の「現場作業責任者」の管理・監督の下、下請企業の社員である「作業班長」や「作業員」が作業を行っている。

本研修事業では、業務の中核を担う下請企業の「作業班長」や「作業員」等を主対象に原子力発電所のメンテナンス業務の工事施工管理に係る研修を実施し、技能・技術力の向上を図ることにより原子力発電所のメンテナンス業務全体の質を向上させる。

また、元請企業に下請企業の社員を派遣し、「現場作業責任者」としての知識・技能、業務経験等を付与することにより、業務の一層の質向上を図る。

さらに上記の研修等の実施と併せて、原子力発電所におけるメンテナンス業務従事者の技能レベルを客観的に評価・認定する。

2. 実施計画

2.1 平成23年度の計画

2.1.1 現場密着型技術研修

東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、既存の原子力施設の安全に万全を期するため、原子力施設のメンテナンス業務などを行う現場技術者を継続的に育成・確保していくことが重要である。特に現場をたばね、中核となる指導者クラスの現場技術者の役割が重要であるため、本事業では、主にこの階層を対象に、シニア人材を活用した現場密着型技術研修を実施することにより、計画的に人材育成、技術継承していくことを目的とする。

電力会社OBや元請企業ベテラン社員を講師に迎えることで、日常作業では学ぶことがない保守工事の知識や技術について、講師の経験を交えながら、より広く深く教える。作業従事者の技術力向上ならびに作業ミスや作業事故の低減を図るために、保守作業に必要な知識全般について机上研修するとともに、関西電力㈱原子力研修センターに設置されている原子力機器モックアップを用いた設備の分解・点検・組立の訓練を、現場実習として一貫教育する。

(1) カリキュラム

研修コース*	a. ポンプ、b. 弁、c. モーター、d. 電源盤、e. プロセス計装
--------	--------------------------------------

* (社) 日本原子力技術協会が実施している「保全技量認定制度」の5種類の対象設備をもとに、研修コースを設定

日程	カリキュラム		
1日目	労働安全に関する教育、放射線管理に関する教育、机上作業に関する教育、現場作業管理に関する教育、取扱機器の技術的教育 (講義)	7時間	9:00~17:00
2日目	作業責任者の心得に関する教育、品質管理に関する教育、労働災害および過去の事故、故障等の発生原因の事例教育、事故・故障等発生時の対応教育 (講義)	8時間	9:00~18:00
3日目	現場実習 (関西電力㈱の原子力機器モックアップ訓練	8時間	9:00~18:00
4日目	設備を活用) (設備訓練)	8時間	

(2) 受講対象

原子力発電所のメンテナンス業務を行う企業の作業員で構成する「作業チーム」(定員は各5名程度)

(3) 講師

当該設備の技術に精通し、研修講師として実績がある方に依頼

2.1.2 福井県原子力保修技術技量認定講習・試験

原子力現場における保修業務従事者（作業員）全体の技能レベルの維持向上を図るとともに、将来における継続的な人材確保、原子力発電所設備の信頼性の向上、安全・安心の確保に資することを目的に、「福井県原子力保修技術技量認定制度」に基づく技量認定講習及び試験を開催する。

なお、実施に当たっては、福井県若狭湾エネルギー研究センター（敦賀会場）及び関西電力㈱原子力研修センター（高浜会場）の2会場において開催する。

(1)カリキュラム

a. あと施工アンカー作業（定員 30 名×4 回）

日程	カリキュラム		
10:00～ 16:00	・金属系アンカー、接着系アンカー、許容安全荷重について	(講習)	50 分
	・試験の流れ、施工方法について	(講習)	60 分
	・実技試験	(試験)	150 分
	・筆記試験	(試験)	15 分

b. 配管締付継手作業（定員 25 名×4 回）

日程	カリキュラム		
13:30～ 16:50	・継手の仕様、施工の詳細要領、作業注意事項について	(講習)	60 分
	・筆記試験	(試験)	15 分
	・実技演習、施工実演	(講習)	70 分
	・実技試験	(試験)	15 分

c. 電線結線・端末処理（定員 20 名×4 回）

日程	カリキュラム		
10:00～ 16:00	・圧着端子の種類と性能、端子、工具の選定・保管について	(講習)	45 分
	・圧着作業方法について、等	(講習)	45 分
	・実技実習	(講習)	70 分
	・実技試験	(試験)	90 分
	・筆記試験	(試験)	15 分

(2)受講対象

原子力発電所で保修業務を行っている企業又は今後、保修業務を行う意欲のある企業の従業員で、原子力発電所の保修業務又はこれと同様な現場作業経験を3年程度有する指導者クラスの者。

(3)講師

- a. 「あと施工アンカー作業」
 - ・日本ヒルティ株式会社（工具メーカー）
 - ・関電プラント株式会社、太平電業株式会社（コンソーシアム企業）
- b. 「配管締付継手作業」
 - ・日本スウェージロック F S T 株式会社（工具メーカー）
 - ・株式会社クリハラント（コンソーシアム企業）
- c. 「電線結線・端末処理」
 - ・日本圧着端子製造株式会社（工具メーカー）
 - ・株式会社クリハラント（コンソーシアム企業）

(参考) 福井県原子力保守技術技量認定制度について

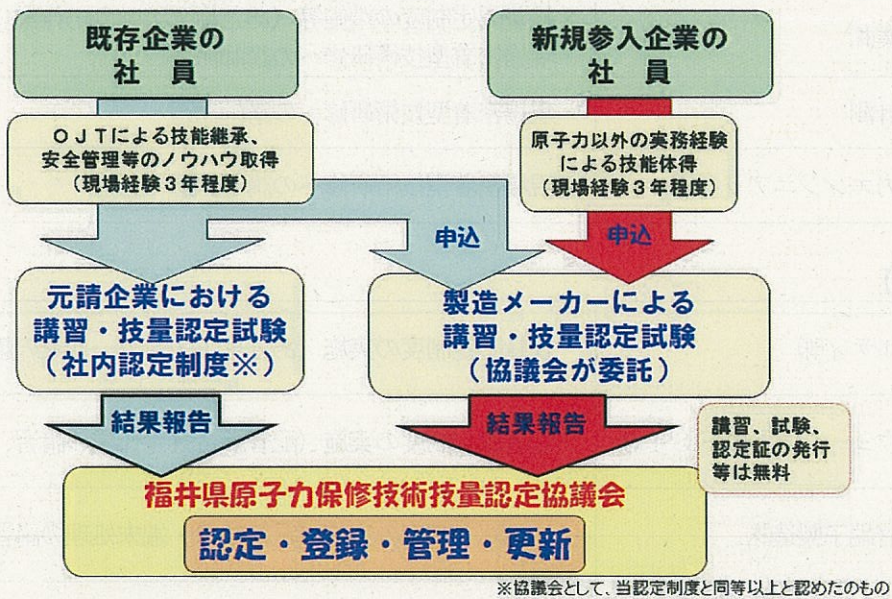
○目的

福井県内の原子力現場における保守業務従事者の技能レベルの維持向上を図るとともに、将来においても継続的に人材を確保し、原子力発電所における設備の信頼性の向上、安全・安心の確保に資することを目的に、保守業務従事者の技能レベルを客観的に評価する制度。

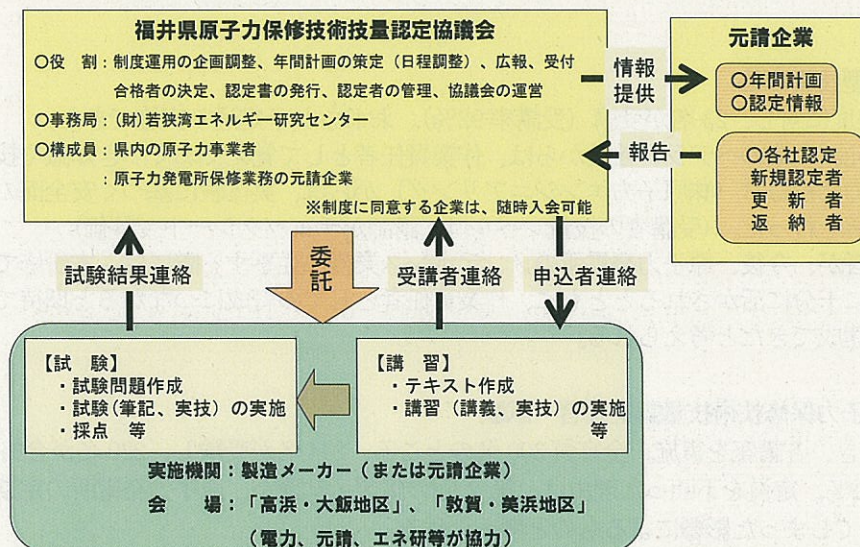
○制度概要

- 技能対象範囲：原子力発電所の保守工事に関する一般的な技能
- 認定対象者：原子力発電所の現場で保守業務に従事する者
- 認定区分：あと施工アンカー作業、配管締付継手作業、電線結線・端末処理
- 認定方法：講習（講義、実技）、試験（筆記、実技）
- 認定機関：福井県原子力保守技術技量認定協議会（電力事業者、元請企業等で構成）

○制度の流れ



○実施体制



2.2 実施体制とその運営内容

当事業については、財団法人若狭湾エネルギー研究センターが中心となり、福井県内に原子力発電所を設置している電力事業者や元請会社が一体となって、下請企業等の作業者育成を目指すコンソーシアム形式により実施する。また、現場密着型研修および福井県原子力保修技術技量認定講習・試験については、講座ごとにそれぞれ実績やノウハウのある講師に依頼して実施する。

【コンソーシアム】

事業者名	運営内容
関西電力㈱	・原子力関係人材育成事業の運営管理における協力、研修施設の貸与、技量認定制度への協力 ・現場密着型技術研修への現場実習テキスト提供等
関電プラント㈱	・技量認定制度の準備等（あと施工アンカー作業 高浜会場分） ・現場密着型技術研修への講師派遣
㈱クリハラント	・技量認定制度の準備等（配管締付継手作業、電線結線・端末処理） ・現場密着型技術研修への講師派遣
太平電業㈱	・技量認定制度の準備等（あと施工アンカー作業 敦賀会場分） ・現場密着型技術研修への講師派遣
㈱木内計測	・現場密着型技術研修への講師派遣
㈱原子力エンジニアリング	・現場密着型技術研修への講師派遣

【外注先】

日本ヒルティ㈱	・技量認定制度の実施（あと施工アンカー作業の講習、試験）
日本スウェージロック F S T ㈱	・技量認定制度の実施（配管締付継手作業の講習、試験）
日本圧着端子製造㈱	・技量認定制度の実施（電線結線・端末処理の講習、試験）

3. 成果の概要

3.1 現場密着型技術研修

- ・定員 25 名程度に対し、23 名が受講（受講率 92%）。おおむね予定通り実施できた。
- ・研修では、元請企業のベテラン社員からは、作業責任者として覚えておくべき知識や技術について指導を行い、電力会社OB（㈱原子力エンジニアリング）からは、実体験に基づく安全面の留意点について重点的に指導を行った。（受講者の技量レベルは、講師がチェックシートで評価）
- ・今回の受講者が、今後、原子力発電所のメンテナンス業務に従事する際には、本研修で得た経験が作業の品質向上に十分に活かされるとともに、作業責任者としての育成につながると期待できるため、本研修の目的は達成できたと考えられる。

3.2 福井県原子力保修技術技量認定講習・試験

- ・計画に基づき、各講座を実施。全定員 300 名のところ、244 名が受験し、220 名が合格・認定された。
- ・受講率は 81%。定員を下回った理由は、第 2 回の講習・試験が、原子力発電所の定期検査の作業繁忙期と重なってしまった影響によるものと考えられる。
- ・今年度より、更新者 70 名（H20 認定者 123 名）が受験した結果、64 名が合格され、合格率は 91% であった。（全体の合格率は例年並み）

4. 平成 23 年度の実施内容および成果

4.1 現場密着型技術研修

4.1.1 実績

研修名	実績				
	計画 定員	受講者	実施日	区分	講師
a. 現場密着型技術研修 (モーター) [4日間]	5名 程度	4名	12/1	机上	(株)クハント (元請企業)
			12/2	机上	(株)原子力エンジニアリング (電力OB)
			12/5~6	実習	(株)クハント、(株)原子力エンジニアリング
b. 現場密着型技術研修 (プロセス計装) [4日間]	5名 程度	4名	12/12	机上	(株)木内計測 (元請企業)
			12/13	机上	(株)原子力エンジニアリング (電力OB)
			12/14~15	実習	(株)木内計測、(株)原子力エンジニアリング
c. 現場密着型技術研修 (電源盤) [4日間]	5名 程度	4名	3/5	机上	関電プラント(株) (元請企業)
			3/6	机上	(株)原子力エンジニアリング (電力OB)
			3/7~8	実習	関電プラント(株)、(株)原子力エンジニアリング
d. 現場密着型技術研修 (弁) [4日間]	5名 程度	6名	3/12	机上	日本建設工業(株) (元請企業)
			3/13	机上	(株)原子力エンジニアリング (電力OB)
			3/14~15	実習	日本建設工業(株)、(株)原子力エンジニアリング
e. 現場密着型技術研修 (ポンプ) [4日間]	5名 程度	5名	3/12	机上	太平電業(株) (元請企業)
			3/13	机上	(株)原子力エンジニアリング (電力OB)
			3/14~15	実習	太平電業(株)、(株)原子力エンジニアリング
合計	25名 程度	23名			

4.1.2 成果

(1) アンケート結果から

- 研修終了後に、アンケートとして受講者に「講習の理解度」、「教材の評価」および「講習の時間配分や説明の仕方の良否」について評価させた結果を下表に示す。アンケートの結果から、各認定区分のそれぞれの項目について、8割以上が好評価と回答している。
- 受講者からは「カリキュラムは実践的な内容が多く、普段わからないことをいろいろ勉強できてよかった。」と好評であった。

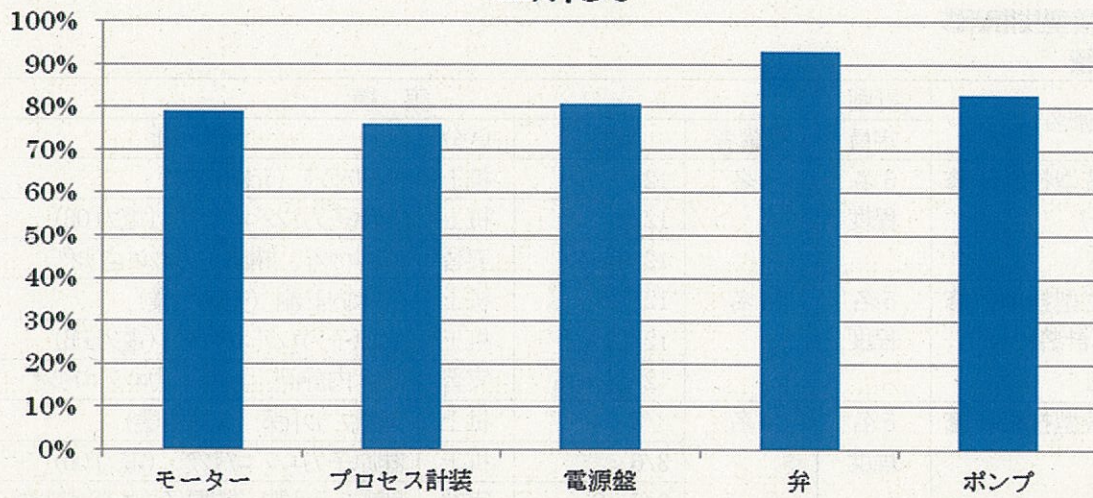
研修名	理解度	教材の良否	講習の良否
a. 現場密着型技術研修 (モーター)	79%	82%	83%
b. 現場密着型技術研修 (プロセス計装)	76%	81%	86%
c. 現場密着型技術研修 (電源盤)	81%	84%	88%
d. 現場密着型技術研修 (弁)	93%	93%	93%
e. 現場密着型技術研修 (ポンプ)	83%	77%	83%

※アンケートの評価は、それぞれの項目について4段階 (例えば4:よく理解できた、3:理解できた、2:理解できない部分があった、1:理解できなかった) で評価を実施し、受講者の平均評価点を最高点の4点で除し、パーセント表示したものである。

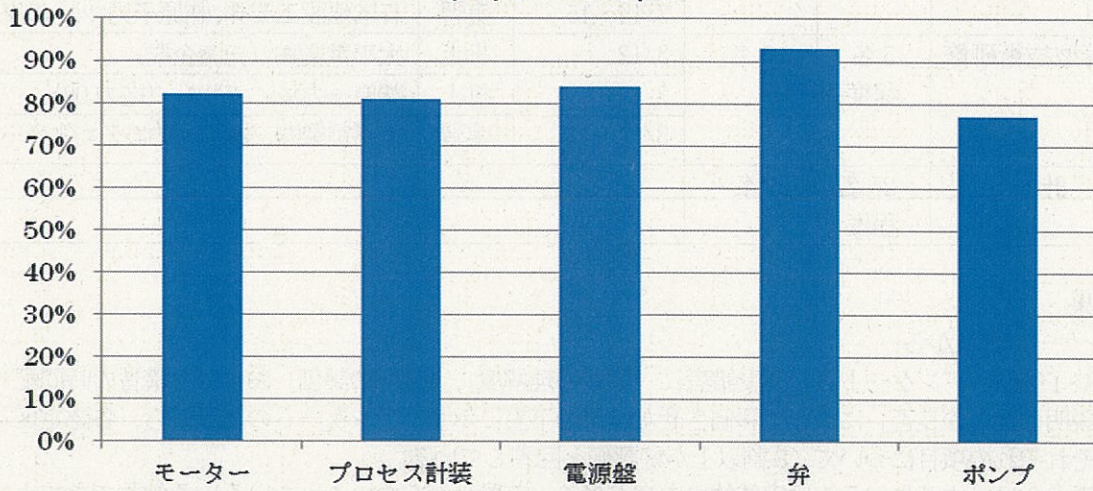
(2) 講師の意見、感想から

- 講師からは「現場経験の豊富な講師により、作業の勘所や機器取扱い上の注意点などを細かく受講者に伝えられたことは、作業品質・安全の向上、作業責任者を育成する上で、有意義であった。」との評価を得ている。

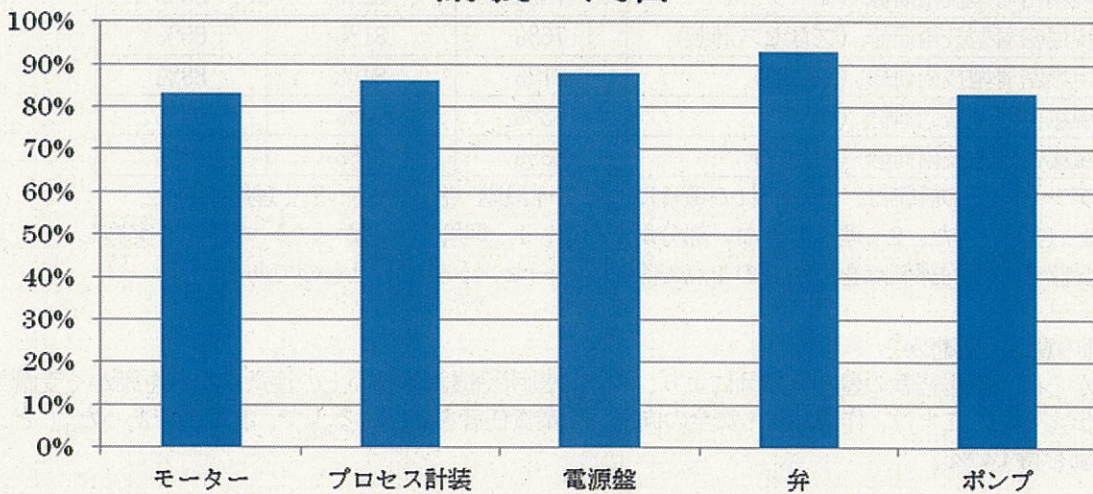
理解度



教材の良否



講義の良否

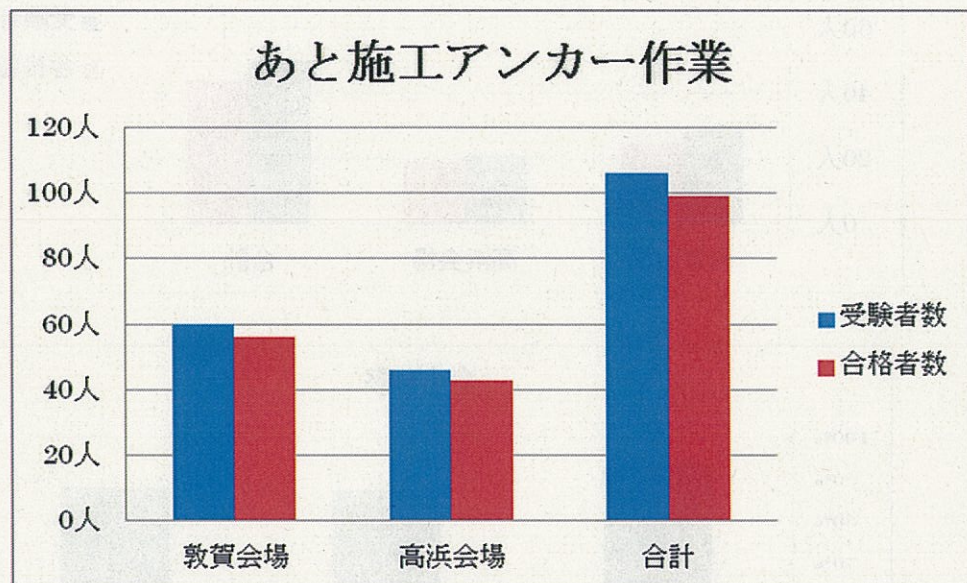


4.2 福井県原子力保修技術技量認定講習・試験

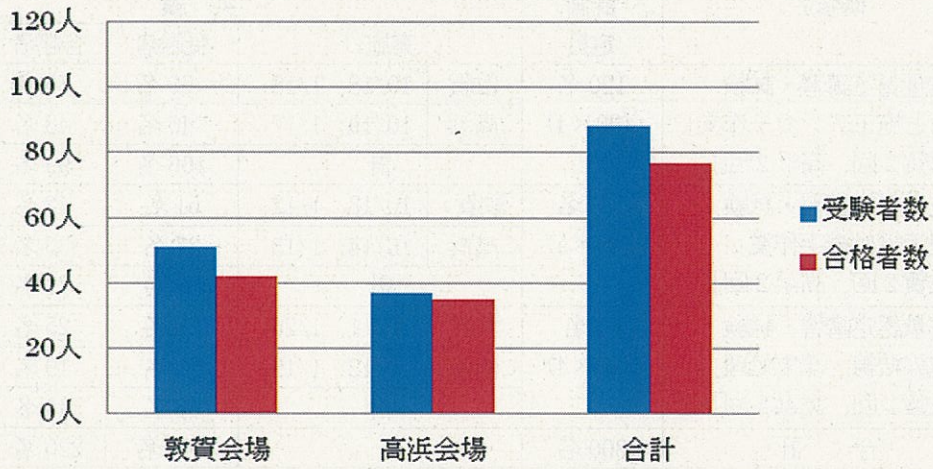
4.2.1 実績

研修名	計画 定員	実績				
		実施日		受験者	合格者	合格率
a. 技量認定講習・試験 「あと施工アンカー作業」 [敦賀2回、高浜2回]	120名 (30×4)	敦賀	10/18、1/18	60名	56名	93%
		高浜	10/19、1/17	46名	43名	93%
		計		106名	99名	93%
b. 技量認定講習・試験 「配管締付継手作業」 [敦賀2回、高浜2回]	100名 (25×4)	敦賀	10/13、1/12	51名	42名	82%
		高浜	10/14、1/13	37名	35名	95%
		計		88名	77名	88%
c. 技量認定講習・試験 「電線結線・端末処理」 [敦賀2回、高浜2回]	80名 (20×4)	敦賀	10/11、1/20	29名	25名	86%
		高浜	10/12、1/19	21名	19名	90%
		計		50名	44名	88%
合計	300名			244名	220名	90%

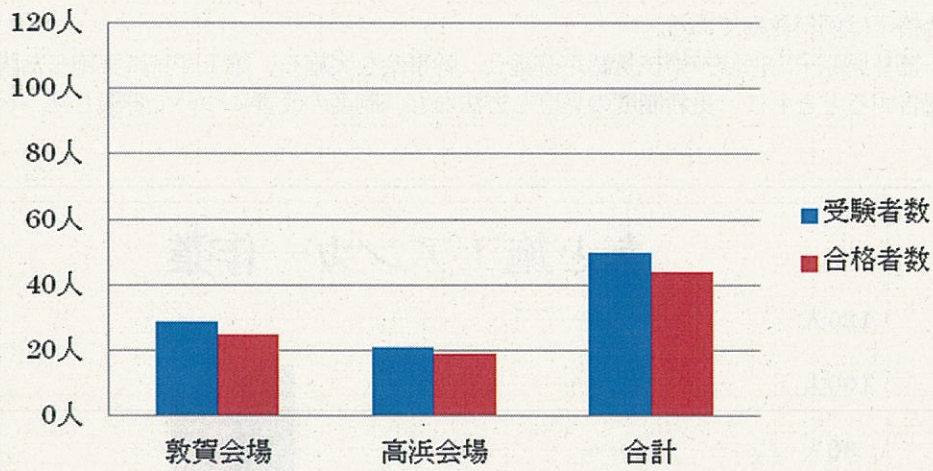
- ・受講率は81% (244名受験/定員300名)。
- ・今年度より、更新者70名 (H20認定者123名) が受験した結果、64名が合格され、合格率は91%であった。
- ・全体の合格率は例年並みである。
- ・第5回 福井県原子力保修技術技量認定協議会 幹事会を実施し、第1回目に実施した講習・試験の内容を報告するとともに、更新制度の見直し方法など、制度の改善について審議した。



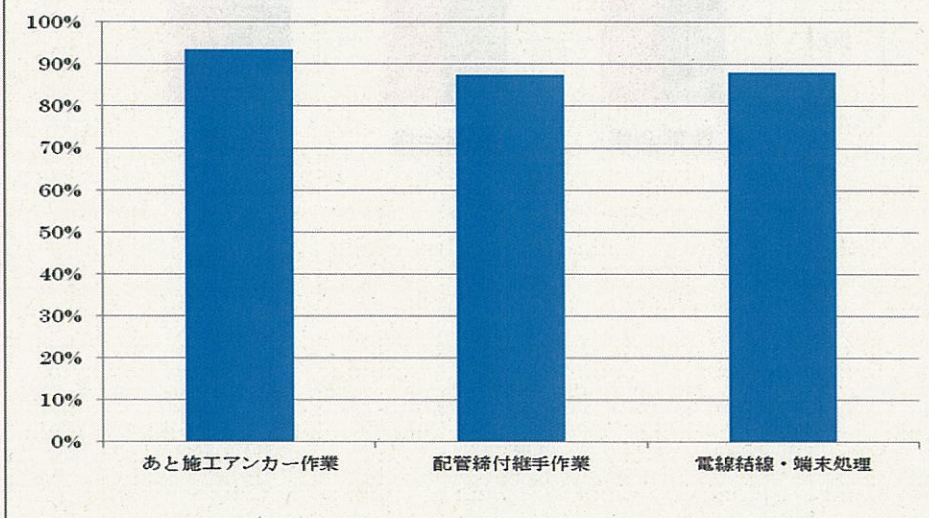
配管締付継手作業



電線結線・端末処理



合格率



4.2.2 成果

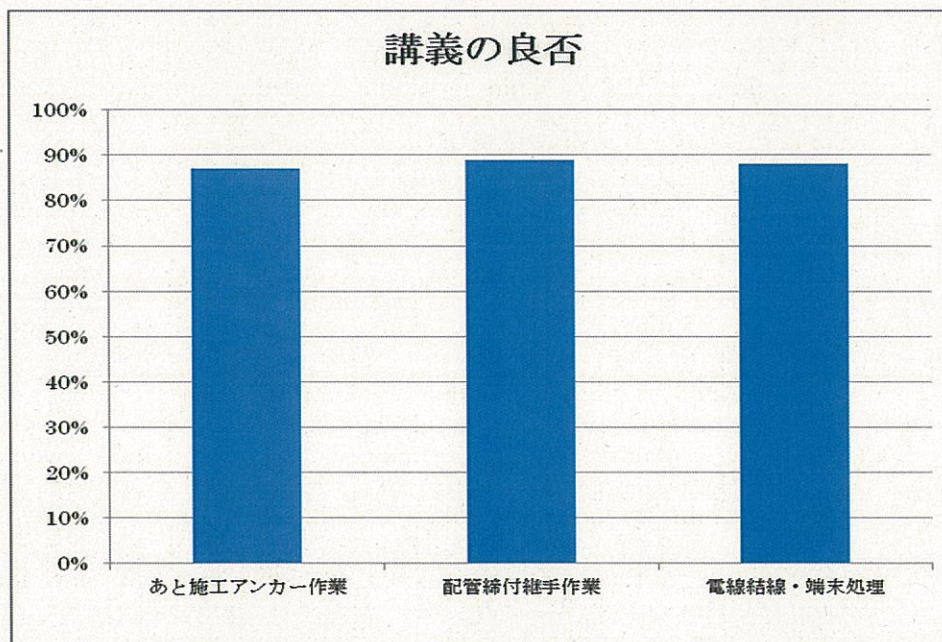
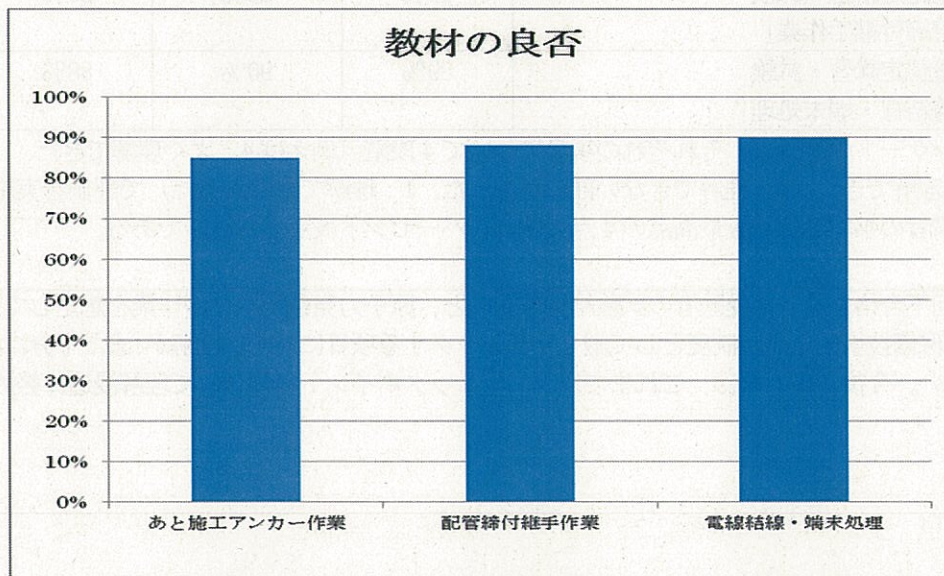
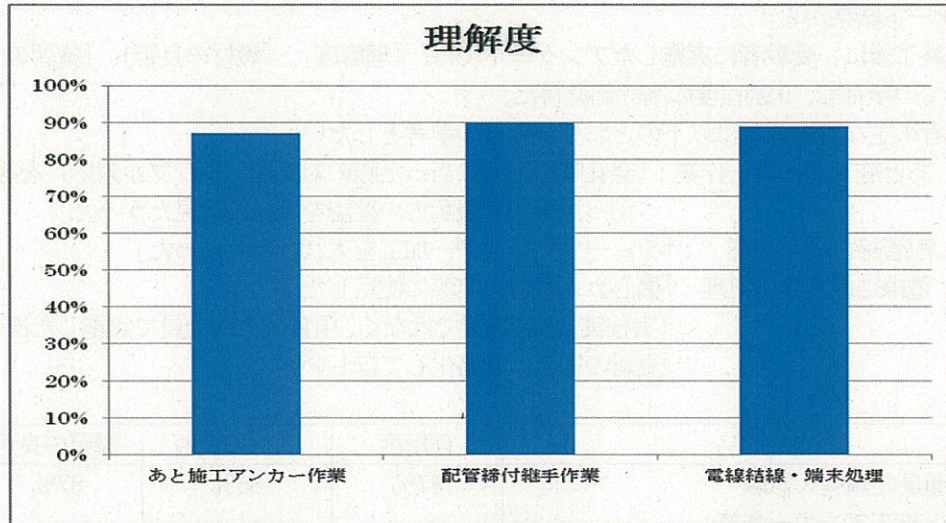
(1) アンケート結果から

- ・研修終了後に、受験者を実施したアンケートでは、「理解度」、「教材の良否」、「講習の良否」すべての項目で、9割程度の高評価を得た。
- ・受験者の主な自由意見は以下のとおり。今後の参考としたい。
 - a. あと施工アンカー作業：「穿孔時に鉄筋に当たった際の対処法（トラブル対応）を教えてほしかった」、「引張耐力の確認を実技でも見たかった」
 - b. 配管締付継手作業：「チューブのベンダー加工を入れてほしかった」
 - c. 電線結線・端末処理：「偏心カム機構を実際に使用したかった」
「実技実習は、自習ではなく、項目ごとに全員で実施したほうが良い」
「更新の場合、簡略化してほしい」

研修名	理解度	教材の良否	講習の良否
a. 技量認定講習・試験 「あと施工アンカー作業」	87%	85%	87%
b. 技量認定講習・試験 「配管締付継手作業」	90%	88%	89%
c. 技量認定講習・試験 「電線結線・端末処理」	89%	90%	88%

※アンケートの評価は、それぞれの項目について4段階（例えば4：よく理解できた、3：理解できた、2：理解できない部分があった、1：理解できなかった）で評価を実施し、受講者の平均評価点を最高点の4点で除し、パーセント表示したものである。

- ・今回不合格となった受験者の試験結果を見ると、原子力発電所内での作業を想定して福井県原子力保修技術技量認定制度として厳しくチェックする項目に対する理解が、まだ十分に浸透していない。今後の講習では、これまで以上にチェックポイントを強調して理解浸透に努めたい。



5. まとめ

5.1 全体のまとめ

- ・今年度の研修において、全定員 325 名に対する参加者数は 267 名で、全体の受講率は 82% となった。また、受講者や受験者に対する研修後のアンケートでは、講義や講習の理解度、使用するテキストの評価、講義・講習の進め方等の内容の評価について、8 割以上が好評価であった。
- ・当研修の実施により、事業の目的である「原子力発電所のメンテナンス業務全体の質を向上させる」ことに大きく寄与できたと考えている。

5.2 今後の計画（次年度に向けての予定、課題等）

5.2.1 現場密着型技術研修

- ・現場密着型技術研修は、今年度、初めて実施した研修であったが、講師となるシニア人材の確保および講師の役割分担や指導内容等を設計し、計画通りに実施でき、シニア人材を活用した技術継承という目的に合致した有意義な研修となった。次年度も実施すべき有意義な研修であると考えている。
- ・研修の内容については、アンケートや講師等の意見を参考に、内容の合理化、充実化を図るとともに、技術伝承を行う対象機器を拡大するなど、さらなる改善を図り、研修の定着化を目指していきたい。

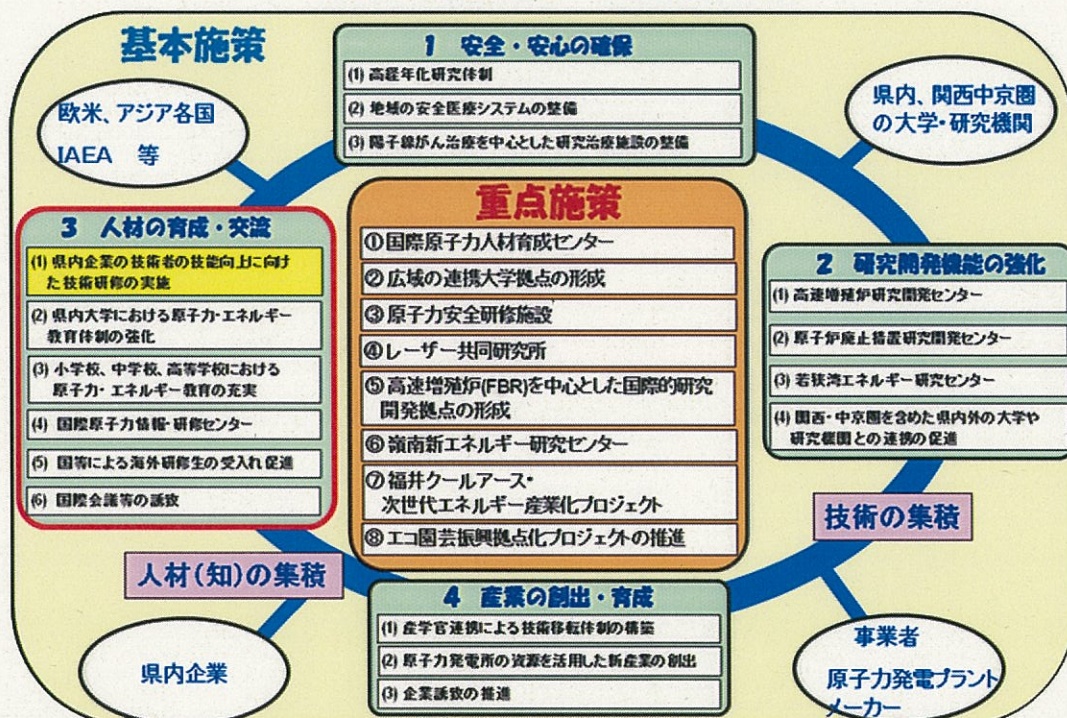
5.2.2 福井県原子力保修技術技量認定講習・試験

- ・今年度は平成 20 年度の認定者 123 名が認定更新のために再受験することを想定し、定員を拡大して対応した。しかし、平成 24 年度には、平成 21 年度の認定者 228 名が更新時期をむかえるため、現行の更新制度では定員オーバーにより受験できない者が多数発生することが想定される。したがって、平成 24 年度は、福井県原子力保修技術技量認定協議会幹事会で検討した合理的な更新方法を試行する。
- ・今後も原子力発電所の現場の保修業務従事者の技能レベルの維持向上を図り、将来においても継続的に人材を確保し、設備の信頼性の向上、安全安心の確保に資することを目的に、講習・試験内容のさらなる充実を目指して改善に努めていきたい。

以上を踏まえ、福井県のエネルギー研究開発拠点化計画の基本施策に基づき、継続的な人材育成に取り組みたいと考えている。

(参考) 拠点化計画の施策体系

拠点化計画 施策体系



5.3 得られた事業評価に対する自己評価

5.3.1 現場密着型技術研修

- ・現場第一線の最新情報を反映させた知識、技術内容のみならず、ベテラン講師からの実体験に基づく作業責任者としての心得の指導は、「安全文化の継承」という点で有意義であった。
- ・特に、電力OBの講師の話は、テキストに書かれていない、暗黙知の内容が多かった。「なぜトラブルが発生したか。」など、トラブル事例のパネルを示しながらの熱のこもった解説は非常に迫力があり、受講生も真剣に話を聞いていた。まさにシニア人材から次世代作業員へのノウハウ伝承を行うことができたと考えている。

5.3.2 福井県原子力保修技術技量認定講習・試験

- ・当講習・試験を実施することで、これまで個人や各企業の独自ノウハウに負うところが大きかった「技量」について標準化を図るとともに、より確実で普遍的な内容を踏まえた技量へと発展させる契機になっていると考えている。原子力発電設備における「安全面の質を向上」させるために、今後とも継続的に実施する必要があると考えている。

最後に、研修に参加する企業の多くは、社員に原子力発電所のメンテナンスに必要な知識の習得もしくは技量の維持・向上させることを目的とし、企業の技術力向上を図ることにより、原子力関連業務を継続的に受注し、さらには拡大することに意欲を持っている。

本事業が継続的に実施されることにより、将来における原子力の現場人材の育成・確保につながるものと考えている。

以 上

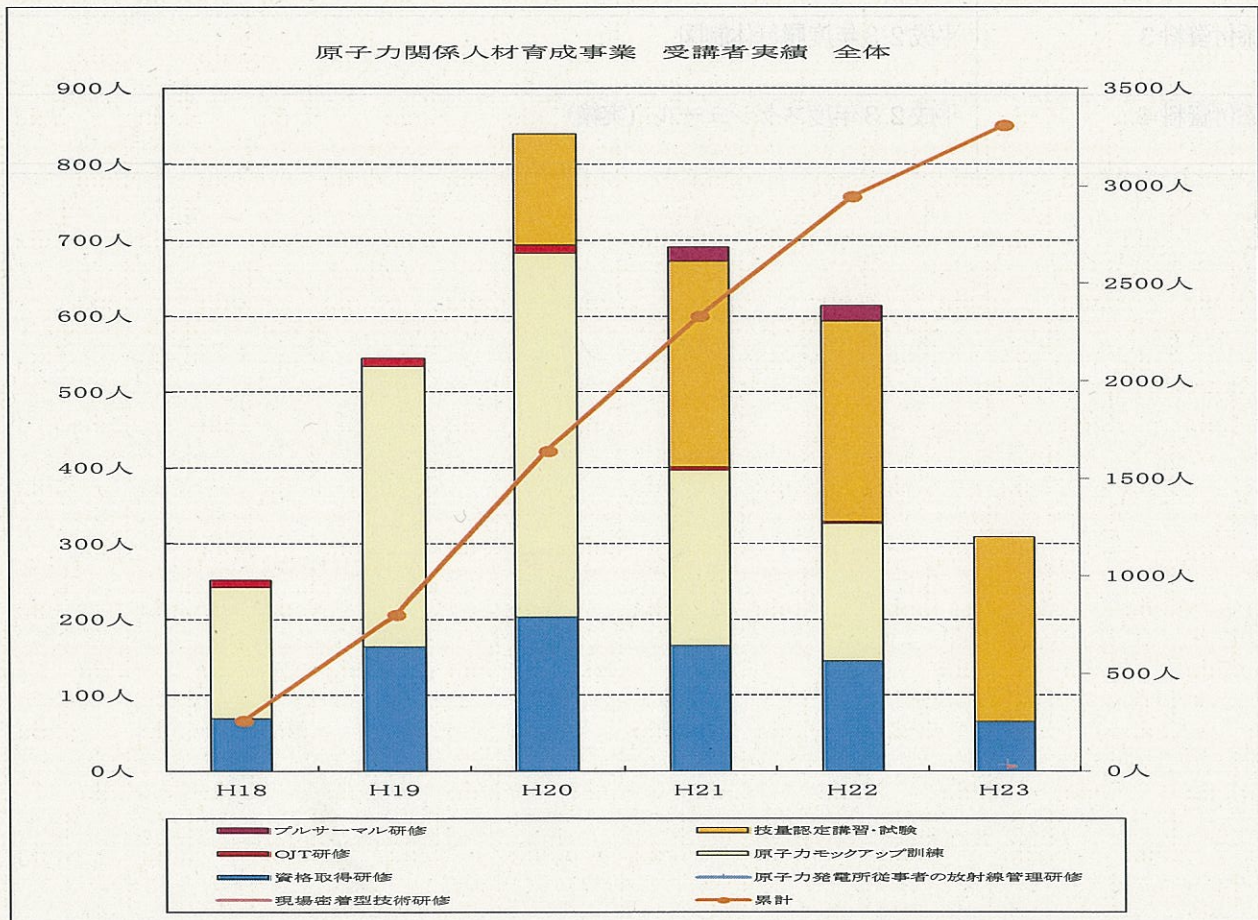
(参考) 原子力関係人材育成事業(経済産業省受託)の実績

○研修内容と受講者実績 総括表 (関西電力株式会社と財団法人若狭湾エネルギー研究センター集約)

研修名	受講者実績							受託者* (H21以降)	
	H18	H19	H20	H21	H22	H23	合計	関西電力	若狭湾エネ研
第2種放射線取扱主任者受験講座	15名	14名	12名	20名	19名	-	80名	○	
第1種放射線取扱主任者受験講座	8名	6名	3名	5名	5名	-	27名	○	
非破壊試験技術者 (PD2-筆記) 受験講座	4名	25名	28名	26名	35名	17名	135名	○	
非破壊試験技術者 (PD2-実技) 受験講座	9名	17名	27名	12名	19名	10名	94名	○	
非破壊試験技術者 (UT1-筆記) 受験講座	6名	12名	13名	12名	3名	0名	46名	○	
非破壊試験技術者 (UT1-実技) 受験講座	7名	18名	13名	9名	3名	2名	52名	○	
非破壊試験技術者 (UT2-筆記) 受験講座	4名	4名	10名	3名	4名	-	25名	○	
非破壊試験技術者 (UT2-実技) 受験講座	4名	14名	10名	7名	3名	-	38名	○	
第2種電気工事士 (筆記) 受験講座	-	-	5名	8名	5名	8名	26名	○	
第2種電気工事士 (技能) 受験講座	-	-	5名	10名	2名	4名	21名	○	
第1種電気工事士 (筆記) 受験講座	-	-	7名	8名	6名	2名	23名	○	
第1種電気工事士 (技能) 受験講座	-	-	5名	5名	8名	4名	22名	○	
2級電気工事施工管理技士 (学科・実地) 受験講座	8名	4名	6名	7名	4名	2名	31名	○	
1級電気工事施工管理技士 (学科) 受験講座	4名	10名	7名	2名	3名	2名	28名	○	
1級電気工事施工管理技士 (実地) 受験講座	-	3名	9名	8名	6名	-	26名	○	
2級管工事施工管理技士 (学科・実地) 受験講座	-	7名	7名	5名	7名	4名	30名	○	
1級管工事施工管理技士 (学科) 受験講座	-	8名	13名	10名	8名	5名	44名	○	
1級管工事施工管理技士 (実地) 受験講座	-	4名	12名	8名	4名	4名	32名	○	
機械保全技能士 各種受験講座	-	18名	11名	-	-	-	29名		○
資格取得研修 合計	69名	164名	203名	165名	144名	64名	809名		
原子力発電所従事者の放射線管理研修	-	-	-	-	-	34名	34名	○	
プルサーマル (MOX燃料) 研修	-	-	-	19名	20名	-	39名	○	
原子力施設モックアップ訓練等	178名	369名	480名	232名	182名	-	1441名	○	
福井県原子力保修技術技量認定講習・試験	-	-	146名	272名	264名	244名	926名		○
原子力発電所OJT研修	10名	11名	11名	3名	3名	-	38名		○
現場密着型技術研修	-	-	-	-	-	23名	23名		○
受講者 合計	257名	544名	840名	691名	613名	365名	3310名		

補足：平成20年度までは、財団法人若狭湾エネルギー研究センターが事業全体を管理

○受講者数の推移



本報告書は、財団法人若狭湾エネルギー研究センターが、経済産業省からの委託を受けて実施した事業の成果報告書です。