

FBR サイクル総合研修施設の研修結果報告
(ナトリウム取扱研修及び保守研修)

－平成 14 年度－

(技術報告)

2003 年 11 月

核燃料サイクル開発機構 敦賀本部

国際技術センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 4 9

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122

ファックス：029-282-7980

電子メール：jserv@inc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構

(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2003

FBR サイクル総合研修施設の研修結果報告 (ナトリウム取扱研修及び保守研修)

—平成 14 年度—

(技術報告)

渡辺 智夫*1、小澤 一雅*2、佐々木 和一*1、
澤田 誠*1

要 旨

国際技術センターでは、ナトリウム取扱技術と保守技術の一層の充実強化を図るため、「もんじゅ」の運転員及び保守員などを対象とした教育研修を実施している。

この教育研修は、ナトリウム取扱研修施設及び保守研修施設において平成 12 年 9 月より実施しており、3 年目となる平成 14 年度においては、これまでの研修実績を踏まえ、さらなるナトリウム取扱技術と保守技術に関する研修の充実・強化を目指して、研修項目の追加や研修内容の見直し等を行った。

ナトリウム取扱研修では、ナトリウム取扱い作業の監督者等に対して導入する技能認定制度の一環として、新たに「ナトリウム取扱技能認定コース」を開始した。また

保守研修では、設備、機器等の軽微な異常時に応急処置が可能な技術を得ることを目的とし、「保守一般コース」の研修を開始した。さらに、これまで 2 種類の非破壊検査についての研修に加え、新たに超音波探傷試験の研修を追加した。

また、従来より研修では「チャレンジクイズ」と称する「研修成果評価手法」をナトリウム研修及び一部保守研修に導入し、受講者自身の知識度が研修前後でどの程度アップしたかを自らが定量的に把握できるような手法を取り入れている。この結果は、講義の仕方や内容等、研修主催者側にとってもアンケート調査と同様に貴重な反省材料となり、適宜次の研修に反映させるように取り組んでいる。

平成 14 年度における各研修実績は、ナトリウム取扱研修においては、8 種類の研修コースを計 30 回開催し、247 名が受講した。また、保守研修施設においては、9 種類の研修コースを計 17 回開催し、116 名が受講した。双方の受講者は合わせて 363 名であった。

*1：国際技術センター 実技訓練グループ

*2：開発協力員（日立製作所㈱）

Training Report of the FBR Cycle Training Facility in 2002FY

Toshio Watanabe*1, Kazumasa Ozawa*2,
Kazuichi Sasaki*1, Makoto Sawada*1

Abstract

The FBR cycle training facility consists of sodium handling training facility and maintenance training facility, and is being contributed training of engineer included operators and maintenance workers for the prototype fast breeder reactor Monju mainly. Both training courses of sodium handling technology and maintenance technology have been improved in every year to provide for Monju restarting.

In 2002FY, as a result of reflecting of learning a lesson from the Joyo maintenance building fire accident occurred in Oct.31, 2001 due to spontaneous ignition of sodium, the sodium handling technology license course was added. Besides, regarding on maintenance training, the general maintenance technology course and the ultrasonic testing course as one of non-destructive inspection course were also added with aims of expanding maintenance training.

Consequently, as the present training course concerning FBR cycle training in 2002FY, eight training courses are provided as the sodium training course and also the maintenance training course has the 9 training courses.

These training courses were held total 47 times for both sodium and maintenance training courses, i.e. sodium course is 30 times and 17 times is as maintenance course. Concerning total participated numbers of the FBR cycle training in 2002FY is 363 trainees, its breakdown is 247 trainees for 30 times of sodium training courses and 116 trainees is for 17 times of maintenance training courses.

In consequence, total participated numbers for three years so far reached to 888 trainees (616 for sodium courses and 272 for maintenance courses).

*1: Operating and Maintenance Group in I.C.T.D.C

*2: Development Cooperative Supporter (Hitachi Factory in Hitachi Co.)

目 次

1. 緒 言	1
2. 研修の充実化	2
2.1 新規研修の追加	2
(1) ナトリウム取扱技能認定コース	2
(2) 保守一般コース	2
2.2 既存研修内容の充実	2
(1) 非破壊検査コース	2
3. 平成 14 年度における研修実績	3
3.1 研修コース一覧	3
3.2 研修実績工程と受講者数	3
4. 研修成果の分析・評価	4
4.1 ナトリウム研修	4
4.1.1 ナトリウム入門コース	4
4.1.2 ナトリウム基礎実験一般コース	5
4.1.3 ナトリウム基礎実験専門コース	6
4.1.4 ナトリウム消火訓練コース	6
4.1.5 ナトリウムループ純化系運転コース	8
4.1.6 ナトリウム配管漏洩対応訓練コース	8
4.1.7 ナトリウム取扱技能認定コース	9
4.2 保守研修	10
4.2.1 制御棒駆動機構コース	10
4.2.2 燃料取扱及び貯蔵設備コース	11
4.2.3 計測制御コース	12
4.2.4 電源盤点検コース	13
4.2.5 非破壊検査コース	14
4.2.6 2次主ポンプメカニカルシール分解点検コース	15
4.2.7 水系ループ機器運転保守コース	15
4.2.8 保守一般コース	16
5. 結 言	17
6. 参考文献	17

図・表・写真リスト

表 1 : 「ナトリウム取扱技能認定コース」研修カリキュラム	18
表 2 : 「保守一般入門コース」研修カリキュラム	19
表 3 : 「浸透探傷試験コース」研修カリキュラム	20
表 4 : 「放射線透過試験コース」研修カリキュラム	21
表 5 : 「超音波探傷試験コース」研修カリキュラム	22
表 6 : ナトリウム取扱研修一覧表	23
表 7 : 保守研修一覧表	24
表 8 : 平成 14 年度研修実績表	25
表 9 : 平成 14 年度研修実施回数・受講者数	26
表 10 : 平成 12 年度、13 年度、14 年度の研修実績（研修回数・受講者数）	27
図 1 : 平成 12 年度、13 年度、14 年度の研修コース別受講者数	28
図 2 : ナトリウム入門コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績	29
図 3 : ナトリウム一般コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績	30
図 4 : ナトリウム専門コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績	31
図 5 : ナトリウム消火訓練コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績	32
図 6 : ナトリウムループ 純化系運転コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績	33
図 7 : ナトリウム取扱技能認定コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績	34
図 8 : 制御棒駆動機構コースにおける物知り診断クイズの成績	35
図 9 : 燃料取扱・貯蔵設備コースにおける物知り診断クイズの成績	36
図 10 : 計測制御コースにおける物知り診断クイズの成績	37

1. 緒言

ナトリウム取扱研修施設と保守研修施設では、それぞれナトリウム取扱技術と保守技術の一層の充実強化を図るため、「もんじゅ」の運転員及び保守員などを対象とした教育研修を実施している。

この研修施設を使用した教育研修は、平成12年9月より実施しており、翌13年3月までの平成12年度においては、ナトリウム取扱研修施設では6種類の研修コースを計22回、保守研修施設では8種類の研修コースを計11回開催し、延べ305名に対して研修を実施した。⁽¹⁾

また平成13年度においては、ナトリウム取扱研修施設では前年度の開催実績のある6種類の研修に、新たに「ナトリウム配管漏えい対応訓練」コースを新規に追加し、7種類の研修コースを計25回開催し、保守研修施設においては8種類の研修コースを計11回開催し、ナトリウム取扱研修施設での研修には157名、保守研修施設での研修には63名の述べ220名に対して研修を実施した。⁽²⁾

3年目となる平成14年度においては、これまでの研修実績を踏まえ、さらなるナトリウム取扱技術と保守技術に関する研修の充実・強化を目指して、研修項目の追加や研修内容の見直し等を行った。

ナトリウム取扱研修では、平成13年10月31日に大洗工学センター高速実験炉「常陽」のメンテナンス建屋において発生したナトリウムの自然発火が原因と思われる火災事故の教訓を踏まえて、再発防止対策としてナトリウム取扱い作業の監督者等に対しては技能認定制度を導入し、その一環として平成14年度より新たに「ナトリウム取扱技能認定コース」を開始した。

保守研修では、これまでに開催してきた8種類の研修コースに加え、設備、機器等の軽微な異常を発見した際などに緊急に応急処置が可能な程度の技術を得ることを目的とし、入社1～2年目位の初級運転員及び保守員を対象に新たに「保守一般コース」の研修を開始した。また、前年度まで浸透探傷試験と放射線透過試験の2種類の非破壊検査についての研修に、新たに超音波探傷試験の研修を追加するとともに、検査項目ごとの独立した研修として実施するように変更した。

各研修コースの開催回数は、ナトリウム取扱研修施設においては、「ナトリウム消火訓練コース」及び、新たに開始した「ナトリウム取扱技能認定コース」の2つの研修については対象となる受講者が多いことから、それぞれ10回、11回開催し、それ以外の研修については1回から3回の回数で実施した。全体では8種類の研修コースを計30回開催した。また、保守研修施設においては、「燃料取扱及び貯蔵コース」の研修が4回、「計測制御コース」と「非破壊検査」の研修がそれぞれ3回、その他の研修コースは1回から2回開催し、全体では9種類の研修コースを計17回開催した。

研修の受講者は、ナトリウム取扱研修施設での研修には247名、保守研修施設での研修には116名の合わせて363名が参加した。

2. 研修の充実化

2.1 新規研修の追加

(1) ナトリウム取扱技能認定コース

平成13年10月31日に大洗工学センター高速実験炉「常陽」のメンテナンス建屋において発生したナトリウムの自然発火が原因と思われる火災事故の教訓を踏まえて、再発防止対策としてナトリウム取扱い作業の監督者等に対しては技能認定制度を平成14年度より導入すべく、大洗工学センターと連携を図りつつ、研修カリキュラムやテキスト、並びに技能試験問題作成などの準備を進めた。

研修カリキュラムは統一性を確保するために、講義内容については大洗工学センターで行われる研修と同一としたが、実習内容については、実務経験が皆無な受講者が多いことを考慮して、実施内容を充実するために、大洗工学センターで行われる研修よりより広範囲な内容とした。

具体的には研修は1日間で行い、講義を半日間、実習を半日間としたスケジュールとし、講義ではナトリウムの物性や危険性などの一般的な内容から、「常陽」のメンテナンス建屋で発生した火災原因の解説などを行う。

実習ではナトリウム自然発火実験の観察や実際に少量のナトリウムを使用した処理作業などを行う。

研修の最後には、ナトリウムの取扱い作業を行う上で必要とする知識が身についたことを受講者自らも確認するために学科試験を行い、70点以上を合格点と定め、研修の修了証を受講者に渡すものとしている。なお、この学科試験では残念ながら合格点に達しなかった場合には、改めて再試験を行うこととしている。

表1に研修のカリキュラムを示す。

(2) 保守一般入門コース

本コースは、平成12年度まで外部の研修機関にて実施していたものであるが、「もんじゅ」により関連付けた内容とするために、14年度より保守研修施設において社内の専門家を講師として内部で新たに実施することとしたものである。

研修では、運転員が現場パトロールにて設備、機器等の軽微な異常発見時などに緊急に応急処置が可能な程度の技術を得ることを目的とし、入社1～2年目位の初級運転員及び保守員を対象に実施した。

講義では機械設備、電気設備、及び計測・計装設備の概要や保守点検に関する内容を盛り込み、実習では計器の校正、電源盤の取扱い、および水ループの運転等を行う内容で研修カリキュラムを構成した。

表2に研修のカリキュラムを示す。

2.2 既存研修内容の充実

(1) 非破壊検査コース

前年度までは浸透探傷試験と放射線透過試験の2種類の非破壊検査についての研修を3日間で実施していた。しかし、受講者からの意見も考慮して研修期間を短くすることにより研修に参加しやすくするためにも研修期間を2日間にし、さらに新たに超音波探傷試験を追加

し、3類の非破壊検査をそれぞれの検査別の研修に変更して実施することとした。

従来より実施している浸透探傷試験と放射線透過試験、さらには14年度より開始した超音波探傷試験の3種類の非破壊検査の研修コースは、いずれも専門性が高いことなどもあり、外部の専門家に講師を依頼して研修を実施している。

14年度より新たに開始した超音波探傷試験の研修カリキュラムを表 に示す。

浸透探傷試験、放射線透過試験、及び超音波探傷試験の3種類の非破壊検査の研修カリキュラムをそれぞれ表3、表4、及び表5に示す。

3. 平成14年度における研修実績

3.1 研修コース一覧

平成14年度において実施したナトリウム取扱研修及び保守研修の一覧を表6、表7に示す。

3.2 研修実績工程と受講者数

平成14年度におけるナトリウム取扱研修及び保守研修の実績工程及び受講者数一覧をそれぞれ表8、表9に示す。また、平成12年度、平成13年度、及び平成14年度に実施した研修の回数及び受講者数を表10及び図1に示す。

ナトリウム取扱研修施設においては、「もんじゅ」の運転員と自衛消防隊に対して受講が規則において義務付けられている「ナトリウム消火訓練コース」及び、新たに開始した「ナトリウム取扱技能認定コース」の2つの研修については対象となる受講者が多いことから、それぞれ10回、11回開催し、それ以外の研修については1回から3回の回数で実施した。全体では8種類の研修コースを計30回開催した。また、保守研修においては、「燃料取扱及び貯蔵コース」の研修が4回、「計測制御コース」と「非破壊検査」の研修がそれぞれ3回、その他の研修コースは1回から2回開催し、全体では9種類の研修コースを計17回開催した。

研修の受講者は、ナトリウム取扱研修施設での研修にはサイクル機構の職員131名、協力会社の職員116名の合計247名が受講し、一方、保守研修施設での研修にはサイクル機構の職員76名、協力会社の職員40名の合計116名が受講し、双方の研修には述べ363名が受講した。

4. 研修成果の分析・評価

4.1 ナトリウム研修

4.1.1 ナトリウム入門コース

ナトリウム入門コースは計2回実施し、受講者数は合計で10名であった。

本研修では、ナトリウムに関する知識を分かりやすく説明する講義内容としていることから、10名の受講者のうち半数以上が事務や広報関連に従事している女性が参加している。

(研修内容)

講義、チャレンジナトリウムクイズ、及びナトリウム燃焼観察等

(講義内容)

- ・第1講：ナトリウムとは
- ・第2講：ナトリウムの歴史と用途
- ・第3講：ナトリウムの製法
- ・第4講：ナトリウムの性質
- ・第5講：ナトリウムの燃焼
- ・第6講：ナトリウムと水との反応
- ・第7講：人体への影響
- ・第8講：ナトリウムを利用する理由

(研修成果の分析・評価)

2回の研修で実施した研修前後のチャレンジナトリウムクイズの結果を図2及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	74	18	46	18
研修後	99	62	88	10

【科目別平均正解率・標準偏差】

		Na 一般	Na の性質	Na 燃焼と水との反応	人体への影響	冷却材に利用される理由
研修前	平均正解率	50%	38%	46%	54%	44%
	標準偏差	21%	26%	25%	27%	26%
研修後	平均正解率	87%	98%	85%	86%	89%
	標準偏差	12%	6%	16%	10%	13%

チャレンジナトリウムクイズの研修前の平均点は46点であったものが研修後は88点にアップし、標準偏差も18から10に下がった。

科目別の研修前後の正解率は、どの科目も平均しており、研修前には40～50%の正解率が研修後には80～90%に向上した。正解率の標準偏差の結果からも、どの科目についても研修前の20%台の値が10%台まで下がっており、参加者間の理解度にバラツキが少ないことが認められる。これらから受講生のナトリウムに関する基礎知識が大幅に向上したものと分析・評価できる。

4.1.2 ナトリウム基礎実験一般コース

ナトリウム基礎実験一般コースは3回実施し、受講者は全体で20名であった。

(研修内容)

講義、チャレンジナトリウムクイズ、ナトリウム燃焼観察、及びナトリウム物理特性測定実験

(講義内容)

- ・第1講：ナトリウム一般
- ・第2講：ナトリウムの特徴
- ・第3講：ナトリウムと空気の反応
- ・第4講：ナトリウム燃焼の特徴
- ・第5講：ナトリウムと水の反応
- ・第6講：ナトリウムの物理的性質
- ・第7講：ナトリウムの放射性同位元素
- ・第8講：冷却材に利用される理由

(研修成果の分析・評価)

3回の研修で実施した研修前後のチャレンジナトリウムクイズの結果を図3及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	82	12	48	16
研修後	92	26	81	17

【科目別平均正解率・標準偏差】

		Naの性質	Naと空気の反応	Na燃焼の特徴	Naと水の反応	Naの物理的性質	Naの核的性質	冷却材に利用される理由
研修前	平均正解率	69%	68%	32%	32%	48%	22%	36%
	標準偏差	23%	29%	30%	25%	26%	26%	29%
研修後	平均正解率	94%	85%	78%	66%	81%	75%	84%
	標準偏差	11%	25%	22%	31%	19%	29%	21%

本コースはナトリウムに関する基礎知識を8項目に分けて幅広く学習する他、基礎的な物性値の測定実験も体験学習している。

チャレンジナトリウムクイズの成績では、研修前には平均点で48点であったが研修後には81点まで向上している。

科目別の成績では、研修前にはとくに「核的性質」の正解率が他の科目より低くなっていたが、研修後では75%の正解率まで向上している。また、全8科目のうち2科目の標準偏差は研修後の値が研修前より大きくなっており、受講者間の理解度に多少のバラツキが生じていることが伺える。

4.1.3 ナトリウム基礎実験専門コース

ナトリウム基礎実験専門コースは1回実施し、受講者は3名であった。

(研修内容)

講義、チャレンジナトリウムクイズ、ナトリウム燃焼観察、及びナトリウム物理特性測定実験

(講義内容)

- ・第1講：ナトリウム一般
- ・第2講：冷却材ナトリウムの特長
- ・第3講：ナトリウムの化学的性質
- ・第4講：ナトリウムの物理的性質
- ・第5講：ナトリウムの核的性質
- ・第6講：ナトリウムによる材料腐食
- ・第7講：ナトリウムの純度管理
- ・第8講：ナトリウム取扱法規

(研修成果の分析・評価)

研修で実施した研修前後のチャレンジナトリウムクイズの結果を図4及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	73	32	47	23
研修後	100	80	93	12

【科目別平均正解率・標準偏差】

		Na 一般	Na 特長	Na 化学的性質	Na 物理的性質	Na 核的性質	Na 純度管理	Na 材料腐食	Na 取扱法規
研修前	平均正解率	67%	42%	60%	47%	39%	33%	38%	42%
	標準偏差	21%	33%	10%	23%	42%	23%	15%	29%
研修後	平均正解率	100%	96%	83%	93%	100%	98%	91%	100%
	標準偏差	0%	8%	29%	12%	0%	4%	15%	0%

本コースでは、ナトリウムに関する知識を幅広く且つある程度深く学習する他、ある程度専門的なナトリウム物性測定実験を実施している。

チャレンジナトリウムクイズの研修前の平均正解率は47%であったが、研修後には93%まで大幅に向上した。また、標準偏差については、科目別では一部に研修後の値が研修前より大きくなっているものがあつたが、全体平均の値で研修前後を比較すると、研修前より研修後の値は半分程度に低下している。

4.1.4 ナトリウム消火訓練コース

ナトリウム消火訓練コースは計10回実施し、述べ88名が受講した。

(研修内容)

講義、チャレンジナトリウムクイズ、防護服の着用と消火器取扱方法、ナトリウム自然発火実験の観察、ナトリウム消火訓練、ナトリウム洗浄処理

(講義内容)

- ・第1講：ナトリウム一般
- ・第2講：ナトリウム燃焼とその特徴
- ・第3講：ナトリウムと水との反応
- ・第4講：ナトリウムの自然発火と危険性
- ・第5講：人体への影響と応急措置
- ・第6講：防護具と消火器
- ・第7講：ナトリウム燃焼の消火方法
- ・第8講：ナトリウム処理方法と注意事項

(研修成果の分析・評価)

10回の研修で実施したチャレンジナトリウムクイズの結果を図5及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	100	13	59	19
研修後	100	41	84	12

【科目別平均正解率・標準偏差】

		Na 一般	Na 燃焼 の特徴	Na-水, アルコールとの 反応	Na の自 然発火と 危険性	人体への 影響	防護具と 消火器	Na 燃焼 の消火方 法	Na 処理 上の注意 事項
研修前	平均正解率	56%	68%	56%	66%	70%	57%	32%	56%
	標準偏差	28%	25%	28%	20%	23%	24%	29%	31%
研修後	平均正解率	90%	90%	74%	75%	89%	87%	82%	83%
	標準偏差	14%	14%	25%	17%	14%	15%	19%	21%

本コースは、主に「もんじゅ」自衛消防隊員と「もんじゅ」運転員を対象として実施しており、年1回の受講が事業所規則によって義務付けられているものである。

このため、当研修施設による研修を開始してから3年目となる平成14年度においては、前述した受講義務のある者においては、同じ研修を3回受講することとなる。そのため、研修のカリキュラムを毎年見直し、マンネリ化しないように工夫している。但し、復習することも重要であることから、重要な事項は繰り返し実施する内容とし、受講者からのアンケートも反映しつつトピックス的な事項を講義や実習のなかに盛り込みながら当該年度の研修カリキュラムを策定した。特に今年度の消火訓練の研修には平成13年末から追加している「常陽」のメンテナンス建物で発生した火災事故に関連した内容として、ナトリウムの自然発火に関する事項についての講義と実習を行った。また、これまでは研修の開始時のみに行っていたチャレンジナトリウムクイズを研修の後にも実施することにより、受講者自らが研修の講義で学習した内容の理解度を知る手段として取り入れて実施した。

研修前に実施しているチャレンジナトリウムクイズの結果は前述の表に示すように平均点で59点であるが、研修後では84点まで大きく向上している。標準偏差も全体では19点から12点に下がり、各項目別についても全て研修前より研修後の値が低下している。

4.1.5 ナトリウムループ純化系運転コース

ナトリウムループ純化系運転コースは、5名が参加して1回実施している。

(研修内容)

講義、及びナトリウムループ運転実習

(講義内容)

- ・第1講：ナトリウムによる材料の腐食
- ・第2講：「もんじゅ」ナトリウムの純度管理
- ・第3講：コールドトラップの原理と構造
- ・第4講：プラグギング計の原理と測定方法
- ・第5講：「常陽」ナトリウム純化系の運転経験
- ・第6講：ナトリウム純度管理に係る海外炉での事故例

(研修成果の分析・評価)

研修で実施したチャレンジナトリウムクイズの結果を図6及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	74	12	38	23
研修後	96	60	72	15

【科目別平均点数】

		Naによる 材料腐食	Naの 純度管理	C/Tの 原理と構造	PL計の原理と 測定方法
研修前	平均正解率	40%	31%	28%	45%
	標準偏差	31%	8%	33%	29%
研修後	平均正解率	80%	69%	64%	71%
	標準偏差	17%	15%	26%	24%

講義前に実施したチャレンジナトリウムクイズの結果では、平均点は38点であったが、研修後では、72点まで向上した。

科目別では、正解率は4科目とも研修前より研修後の値が向上しているが、標準偏差では、一部の科目について研修後の値が大きくなっており、受講者間の理解度に若干のばらつきが認められた。

4.1.6 ナトリウム配管漏えい対応訓練コース

本研修は昨年度より新たに実施しているものであり、2日間の研修日程で「もんじゅ」のナトリウム漏えいに対する安全設計の考え方や漏えい事故の原因、対策などについて講義を行うとともに、実際に約500℃に昇温させたナトリウムを配管から漏えいさせ、その状況を観察する。また、翌日にはナトリウムを漏えいさせた配管の解体及びナトリウム燃焼残渣の除去、ならびにその洗浄処理を行うなどの研修内容である。

本年度においては6月及び12月に計2回実施しており、受講者は各回8名の合計16名であった。

(研修内容)

講義、ナトリウム漏えい実験、及びナトリウム漏えい配管の解体・処理

(講義の内容)

- ・第1講：Na 漏えい検出設備（冷却系）の概要
- ・第2講：Na 漏えいに対する安全設計（安全審査）
- ・第3講：Na 漏えい事故の概要と経緯
- ・第4講：外部への影響とトラブル後の処置
- ・第5講：Na 漏えい事故の原因
- ・第6講：事故の反省と教訓
- ・第7講：Na 漏えいの対策

(研修成果の分析・評価)

本研修では、ナトリウム漏えいに関する講義を一部に行ってはいるが、実際のナトリウム漏えい状況の観察やその後の配管の分解、さらにはナトリウムの燃焼残渣等の処理など、観察と実習を主な研修の内容としているため、他の研修のように研修前後に実施しているチャレンジナトリウムクイズは行っていない。

このため、研修成果の分析・評価の手段としては、研修後に受講者に行っているアンケート結果から見てみることにする。アンケートは研修全体の評価や講義・実習内容、さらには講師等について5段階評価をしてもらっている。これらのアンケートを受講者に行ったところ、一部を除いて4ないしは5の評価を受けており、大部分の受講者は研修に満足した評価を行っていると思われる。但し、アンケートでは評価のほかに意見・要望等についても記載してもらっており、このなかでは実施した実習の内容に対して参加者の人員が多かったような気がするとの意見があった。特にナトリウム漏えい後の配管の分解等の実習では、作業内容に比較して受講者8名は多い状態であり、今後は受講募集時に適切な受講者となるように調整を図ることとした。

4.1.7 ナトリウム取扱技能認定コース

本研修は先に述べたように、平成13年10月31日に大洗工学センター高速実験炉「常陽」のメンテナンス建屋において発生したナトリウムの自然発火が原因と思われる火災事故の教訓を踏まえて、新たに制定・導入した「ナトリウム取扱技能認定制度」に基づいて実施することとなったものである。

研修は1日間でナトリウム取扱作業に従事する者として習得しておくべきナトリウムの基礎知識や自然発火機構、並びに人体への影響などを机上学習すると共に、ナトリウム自然発火現象の観察やナトリウム拭取り作業等の実習で構成されており、「もんじゅ」においてナトリウム取扱作業に従事するためには、本コースの終了証が必要であり、学科試験において70点以上の成績とすべての実習体験が要求される。

(研修内容)

講義、実習、及び技能認定試験

(講義内容)

- ・第1講：ナトリウム一般
- ・第2講：ナトリウム燃焼とその特徴
- ・第3講：ナトリウムと水、アルコール等との反応
- ・第4講：ナトリウムの自然発火と危険性

- ・第5講：人体への影響と応急処置
- ・第6講：防護具と消火器
- ・第7講：ヒヤリハット事例と事故事例
- ・第8講：ナトリウム処理上の注意事項

(実習内容)

- ・ナトリウム切断とナトリウム燃焼・流動観察
- ・ナトリウム自然発火実験の観察
- ・ナトリウム処理作業の体験
- ・ナトリウム-水反応の観察
- ・ナトリウム洗浄処理作業の体験

(研修成果の分析・評価)

研修で実施したチャレンジナトリウムクイズ（研修の最後は学科試験として実施）の結果を図7及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	97	11	54	23
研修後	100	58	93	8

【科目別平均正解率・標準偏差】

		Na 一般	Na 燃焼	Na 化学 反応	自然発火	応急 処置	防護 装備	Na 処 理方法	取扱上 の注意
研修前	平均正解率	56%	56%	51%	63%	62%	61%	51%	38%
	標準偏差	33%	33%	32%	25%	28%	24%	31%	29%
研修後	平均正解率	97%	94%	94%	90%	96%	96%	92%	91%
	標準偏差	8%	11%	12%	13%	10%	7%	13%	14%

本研修は14年度中に計11回実施し、1回の研修では10名程度が受講し、延べ105名が受講した。

研修の開始時に実施したチャレンジナトリウムクイズの結果では、平均点で54点、標準偏差が23となっているが、研修の最後に実施した結果では平均点で93点と開始時の結果より大きな向上がみられた。また、研修の最後に実施したチャレンジナトリウムクイズは学科試験として実施しているものであり、その正解率が70以上に達しないと、不合格としている。このため、全105名の受講者のなかで、上記の最低点が58点であったことから判るように数名がこの合格ラインに達せず、その処置としては後日に改めて学科試験を行い、合格点以上の成績をとってもらうこととし、受講者全員に研修の終了証を渡すことが出来た。

4.2 保守研修

4.2.1 制御棒駆動機構コース

本研修は6名の受講者数により1回実施した。

(研修内容)

講義、動作メカニズム学習、及び物知り診断クイズ

(講義内容)

- ・第1講：反応度と原子炉出力
- ・第2講：制御棒駆動機構の概要
- ・第3講：微調整棒駆動機構の動作メカニズム
- ・第4講：粗調整棒駆動機構の動作メカニズム
- ・第5講：後備炉停止棒駆動機構の動作メカニズム

(研修成果の分析・評価)

研修で実施した物知り診断クイズの結果を図8及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	70	30	54	14
研修後	96	70	82	10

【科目別平均点数】

		反応度と 原子炉出力	反応度制御	制御棒駆動機構	制御棒駆動機構 の構造
研修前	平均正解率	85%	52%	54%	64%
	標準偏差	14%	43%	23%	34%
研修後	平均正解率	98%	70%	96%	78%
	標準偏差	4%	30%	3%	22%

今回の研修では、これまでの研修結果を踏まえて原子炉制御（反応度制御）に係る基礎理論を易しく理解できるように研修テキストを新たに作成整備した他、パワーポイントによるアニメ化を導入するなど講義をより分かり易くするなどの工夫を図った。

物知り診断クイズについては、平均点が研修前の54点から研修後は82点に大幅に向上したことから、研修が大いに研修生の知識度の向上に役立ったものと分析できる。

4.2.2 燃料取扱及び貯蔵設備コース

燃料取扱及び貯蔵設備コースは計4回実施し、受講者数は合計20名であった。

(研修内容)

講義、模型による燃料取扱及び貯蔵作業の解説、及び物知り診断クイズ

(講義内容)

- ・第1講：燃料取扱及び貯蔵設備の概要
- ・第2講：燃料取扱及び貯蔵設備機器の概要

(研修成果の分析・評価)

4回の研修で実施した物知り診断クイズの結果を図9及び以下に示す。

【総合得点】

(100点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	84	0	36	26
研修後	98	28	66	19

【科目別平均点数】

		燃取全般	燃取機器	燃取機器名称
研修前	平均正解率	36%	30%	46%
	標準偏差	30%	24%	29%
研修後	平均正解率	76%	55%	68%
	標準偏差	22%	22%	31%

研修では、初めにもんじゅ燃取設備の全体構成及び機能の概要、常陽との比較、軽水炉の燃取設備の概要の講義を行い、その後、モデルにより燃取設備の配置及び各設備の動作を学習し、次に各設備の詳細な動作及びトラブルに対する設計考慮事項等について講義を行った。

ものしり診断テストでは、全体の平均として研修前が 36 点であったのに対し、研修後は 66 点まで向上した。

4.2.3 計測制御コース

計測制御コースは計 3 回実施し、受講者数は全部で 17 名であった。

(研修内容)

講義、実習、及び物知り診断クイズ

(講義内容)

- ・第 1 講：フィードバック制御
- ・第 2 講：プロセスのステップ応答
- ・第 3 講：P 動作による調節計の応答
- ・第 4 講：I 動作による調節計の応答
- ・第 5 講：D 動作による調節計の応答
- ・第 6 講：最適調整
- ・第 7 講：PID の調整手順
- ・第 8 講：過渡応答による最適調整
- ・第 9 講：積分型プロセスの最適調整

(研修成果の分析・評価)

3 回の研修で実施した物知り診断クイズの結果を図 10 及び以下に示す。

【総合得点】

(100 点満点)

	最高点	最低点	平均点	標準偏差
研修前	58	0	14	16
研修後	93	18	61	21

【科目別平均点数】

		自動制御系の基礎等	P動作による制御	I動作による制御	D動作による制御	PID設定方法とまとめ
研修前	平均正解率	19%	16%	12%	8%	12%
	標準偏差	16%	21%	17%	17%	26%
研修後	平均正解率	78%	49%	54%	34%	70%
	標準偏差	17%	28%	23%	33%	29%

物知り診断クイズは、研修前の平均点が14点であったが、研修後には61点まで向上している。しかし、標準偏差値は、全体の平均値では研修前に16点であったものが研修後には21点に上り、全ての項目についても研修前より研修後の値が上がっていることから、受講者の講義に対する理解度に関心が生じている結果となっている。

4.2.4 電源盤点検コース

電源盤点検コースは2回実施し、受講者数は合計17名であった。

(研修内容)

講義、実習、及び物知り診断クイズ

(講義内容)

14年度の1回目の研修

- ・ 所内電源システムの構成
- ・ 電源盤 (M/C、P/C、C/C) の一般説明 (構造、設計概要等)
- ・ 遮断器の構成、構造及び取扱方法等

14年度の2回目の研修

- ・ 3相交流回路
- ・ 配電方式・配電盤
- ・ 保護協調、電気回路図
- ・ 遮断器、継電器

(実習の内容)

- ・ 遮断器の出入操作、試験、保守点検
- ・ 保護継電器の試験、保守点検

(研修成果の分析・評価)

前年度までの研修では、電源盤に関するものについては外部の専門家の講師により実施していたが、今年度からは研修全般にわたってグループスタッフが講師を務め実施した。また当該年度の1回目に行った研修では、講義内容は前年度までの内容をそのまま行っていたが、受講者から専門的すぎるとの意見も出ていたため、2回目の講義では内容を見直し、より一般的な内容も含めた講義内容としている。

いずれの研修においても研修の前後にチャレンジ・クイズを実施しており、1回目の研修では研修前のクイズの成績は29点であったが、研修後では53点にまで向上した。また2回目の研修では研修前のクイズの成績は44点であったが、研修後では77点にまで向上した。

4.2.5 非破壊検査コース

前年度までは浸透探傷試験と放射線透過試験の2種類の非破壊検査についての研修を3日間で実施していた。しかし、受講者からの意見も考慮して研修期間を短くすることにより受講者が参加しやすくするため、研修期間を2日間にし、さらに浸透探傷試験、放射線透過試験、及び新たに追加した超音波探傷試験の3種類の非破壊検査をそれぞれの検査別の研修に変更して各研修を1回ずつ実施した。

(研修内容)

講義、及び実習

①浸透探傷試験

(講義内容)

- ・第1講：原子炉規制法の概要
- ・第2講：電気事業法の概要
- ・第3講：非破壊検査の概論
- ・第4講：浸透探傷試験全般

(実習内容)

- ・浸透探傷試験の実施方法と合否判定

②放射線透過試験

(講義内容)

- ・第1講：放射線透過試験の原理
- ・第2講：使用器材
- ・第3講：撮影条件
- ・第4講：溶接の種類と欠陥

(実習内容)

- ・溶接欠陥の撮影フィルムの観察
- ・合否判定の手順

③超音波探傷試験

(講義内容)

- ・第1講：対象欠陥
- ・第2講：使用器材
- ・第3講：撮影条件
- ・第4講：溶接の種類と欠陥

(実習内容)

- ・溶接欠陥の撮影フィルムの観察
- ・合否判定の手順

(研修成果の分析・評価)

浸透探傷試験、放射線透過試験、及び新たに追加した超音波探傷試験のいずれの非破壊検査研修も講師は外部の専門家により実施した。

浸透探傷試験の研修は12名の受講者により実施し、講義の1.5日と実習の半日の2日間で行った。

研修の最後に実施したアンケートでは研修に対して5段階で評価をしてもらった結果、

5ないしは4の高い評価を得た。また、講義の内容から出題したテストを研修の最後に実施した結果、平均正解率は約76点と好成績であった。

放射線透過試験の研修は16名の受講者により、1日目に講義と2日目に実習の日程で行った。

アンケートでは「内容が大変難しい」、「かみくだいた説明をして欲しい」、「何も知らない人に対しては多少スピードが早かった」等の意見が出されていたが、研修後の理解度テストでは平均点で69点であったことから、講義内容に対してはある程度の理解が得られたと思われる。

超音波探傷試験の研修は今回が初めてであり、8名の受講者により講義と実習を半々の時間で2日間にわたって行った。実習で使用する試験機材は2組を用意していたが、アンケートでは「せめて2人に1組は欲しい」という意見があった。また、「もっと実習時間を増やして欲しい」という意見もあった。しかし、研修に対する受講者からの評価結果からでは、有意義な研修であったといえる。

4.2.6 2次主ポンプメカニカルシール分解点検コース

本研修は、3名の受講者により1回実施した。

(研修内容)

講義、及び実習

(講義内容)

- ・第1講：機能・構造
- ・第2講：分解・組立て作業手順
- ・第3講：点検・試験等作業管理において留意すべき事項
- ・第4講：組立て前の注意事項
- ・第5講：単体漏洩試験
- ・第6講：総合機能確認

(実習の内容)

- ・第1講：分解及び各部測定
- ・第2講：組立て

(研修成果の分析・評価)

3名の少人数での研修であったこともあり、実習時には受講者全員が直接作業を行える状態であった。また講師からの説明の多くに質問が出され、作業時の注意事項やノウハウを身に付けようとする意欲が伺え、有意義な研修が行えたと思われる。

4.2.7 水系ループ機器運転保守コース

水系ループ機器運転保守コースは、6名の受講者により1回実施した。

(研修内容)

講義、及び実習（水ループの運転及び横型ポンプ分解点検）

(講義内容)

- ・第1講：水系ループの概要
- ・第2講：運転要領の説明
- ・第3講：横型ポンプ分解点検実施要領の説明

(研修成果の分析・評価)

前年度までは3日間の日程で研修を行っていたが、研修期間が長いと受講する上で業務との調整が図りづらいとの意見もあったため、一部の講義内容や実習項目を取りやめて、2日間の研修期間に短縮して実施した。

研修後に受講者にとつたアンケートでは、とくに実習項目のなかでさらに詳しい説明を希望している意見や、実習に使用する治工具を充実してほしいとの意見など、研修に対しての建設的な意見が多かった。

4.2.8 保守一般コース

本コースは、運転員が現場パトロールにて設備、機器等の軽微な異常発見時などに緊急に応急処置が可能な程度の技術を得ることを目的とし、入社1～2年目位の初級運転員及び保守員を対象に新たに開始した研修である。

平成14年度は2回実施し、受講者は合計で11名であった。

(研修内容)

講義、及び実習（計器の校正、電源盤の取扱、水ループの運転等）

(講義内容)

- ・第1講：計測制御設備の概要
- ・第2講：計装保守の概要
- ・第3講：ナトリウム計装機器の概要
- ・第4講：電気設備の概要
- ・第5講：三相交流回路
- ・第6講：機械設備の保守点検

(研修成果の分析・評価)

研修終了時には受講者に研修内容の全体について、講義内容について、および実習内容についての3項目に分けて5段階で評価してもらっている。その結果、大分の評価は「4」の「ほぼ満足」という回答であったが、「3」の「どちらともいえない」との回答も若干みられた。

具体的な要望等として出された意見として、CAIを使用した講義に対してCAIは自主学習が可能であることから、それ以外の講義をしてもらいたい事や、解説をもっとして欲しかったとの意見が出された。これらの要望・コメントを参考に今後の研修に反映し、より充実した研修としていきたい。

5. 結言

平成14年度における研修実績として、ナトリウム取扱研修に関しては7コースの研修を30回開催し、延べ受講者数は247名であった。また、保守研修に関しては8コースの研修を17回開催し、延べ受講者数は116名であった。双方の合計として、15コースの研修を47回開催し、受講者数は363名となった。

本年度からはナトリウムの取扱に従事するものに対して、資格認定を行うための研修として新たに開始した「ナトリウム取扱技能認定コース」と機械、電気や計測に係る基礎知識を習得するための「保守一般コース」の2つの研修を新たに開始し、ナトリウム取扱研修では全8コース、保守研修では全9コースの合計17コースの研修コースを整備し、年間を通して実施してきた。

ナトリウム取扱研修と保守研修は平成12年9月より運用を開始し、毎年1つか2つの研修コースを新たに整備しつつ、年間に200名から300名の受講者を受け入れてきた。

これまでの受講者の受入れ実績では、ナトリウム取扱に関する研修の受講者として616名、保守に関する研修の受講者として272名、合計888名となった。

6. 参考文献

- (1) 澤田、渡辺他、TN4410 2001-006「FBRサイクル総合研修施設の研修結果報告（ナトリウム研修及び保守研修）－平成12年度－」
- (2) 渡辺、小澤他、TN4410 2002-002「FBRサイクル総合研修施設の研修結果報告（ナトリウム研修及び保守研修）－平成13年度－」

表1 ナトリウム取扱技能認定コース 研修カリキュラム

講座No.	講座名			
11	ナトリウム取扱技能認定コース			
実施日	①H14/5/15 ④H14/7/31 ⑦H14/10/10 ⑩H14/11/15	②H14/5/22 ⑤H14/9/19 ⑧H14/10/31 ⑪H14/12/20	③H14/5/23 ⑥H14/9/25 ⑨H14/11/1	所要日数 1日/回
実施場所	ナトリウム取扱研修棟			
目的	ナトリウム取扱作業に従事する者として習得しておくべきナトリウムの基礎知識や自然発火機構、並びに人体への影響などを机上学習するとともに、ナトリウム自然発火現象の観察やナトリウム拭取り作業等を体験学習する。また、研修後に「技能認定試験」を実施し、ナトリウム取扱作業を行うに当たって必要な知識を習得できたか否かを判定する。			
対象者	ナトリウム取扱作業関係者（JNC関係者含む）			
定員	10名			
内 容	1日目	AM	講義 ・ナトリウム一般 ・ナトリウム燃焼とその特徴 ・ナトリウムと水、アルコール等との反応 ・ナトリウムの自然発火と危険性 ・人体への影響と応急処置 ・防護具と消火器 ・ヒヤリハット事例と事故事例 ・ナトリウム処理上の注意事項	
		PM	体験&観察 ・ナトリウムの切断と燃焼・流動観察 ・ナトリウムの自然発火実験の観察 ・ナトリウム処理作業の体験 ・ナトリウム-水反応の観察 ・ナトリウム処理洗浄作業の体験 技能認定試験（筆記試験）	
備 考				

表2 保守一般入門コース 研修カリキュラム

講座No.	講 座 名		
22	保守一般入門コース		
実施日	①H14年4月17日～19日 ②H15年2月25日～27日	所要日数	3日/回
実施場所	保守研修施設 講義室、電気計装訓練室、水ループ室、他		
目的	運転員が現場パトロールにて設備、機器等の軽微な異常発見時などに緊急に応急処置が可能な程度の技術を得ることを目的とする。		
対象者	入社1～2年目位の初級運転員及び保守員		
定員	6名		
内 容	1日目	AM	講義 ・もんじゅ設備点検概要 ・機械設備の保守点検
		PM	講義 ・機械設備の保守点検 実習 ・水ループ運転 ・カットモデル説明
	2日目	AM	講義 ・ISIの概要（施設見学を含む） ・計測制御設備の概要
		PM	講義 ・計装保守 実習 ・差圧伝送器校正
	3日目	AM	講義 ・ナトリウム計装機器の概要 ・電気設備の概要
		PM	講義 ・三相交流回路 実習 ・電気設備（遮断機、継電器）
備 考			

表3 浸透探傷試験コース 研修カリキュラム

講座No.	講 座 名		
19	非破壊検査コース（浸透探傷試験）		
実施日	H14年7月18日～19日	所要日数	2日/回
実施場所	保守研修施設 講義室、電気計装訓練室		
目的	非破壊検査技術の概要と検査体系について学習するとともに、一般によく用いられる非破壊検査技術として浸透探傷試験について、講義と実習により基礎的な知識・技術を習得する。		
対象者	もんじゅ、ふげんの保守員（新入職員、新規出向・派遣者） 他事業所のプラント施設 保守員（新入職員、新規出向・派遣者） 等		
定員	10名		
内 容	1日目	AM	原子炉規制法の概要 電気事業法の概要
		PM	電気事業法の概要 非破壊試験概論 ・非破壊試験の種類と適用 ・きずの有害性 ・溶接法の種類、溶接欠陥 ・破壊の種類
	2日目	AM	浸透探傷試験（講義） ・浸透探傷試験の種類と特徴 ・使用する機材 ・浸透探傷試験の実際
		PM	浸透探傷試験（実習） ・溶剤除去性浸透探傷試験 ・水洗性浸透探傷試験 ・浸透支持模様と合否判定 ・模擬試験（PD1種相当）
備 考			

表4 放射線透過試験コース 研修カリキュラム

講座No.	講 座 名		
18	非破壊検査コース(放射線透過試験)		
実施日	H14年7月4日～5日	所要日数	2日/回
実施場所	保守研修施設 講義室、電気計装訓練室		
目的	非破壊検査技術の概要と検査体系について学習するとともに、一般によく用いられる非破壊検査技術として放射線透過試験について、講義と実習により基礎的な知識・技術を習得する。		
対象者	もんじゅ、ふげんの保守員(新入職員、新規出向・派遣者) 他事業所のプラント施設 保守員(新入職員、新規出向・派遣者) 等		
定員	10名		
内 容	1日目	AM	放射線透過試験(講義) ・放射線透過試験の原理 ・透過試験に使用する器具と材料 ・透過試験の撮影配置、撮影条件
		PM	放射線透過試験(講義) ・放射線透過試験の撮影配置、撮影条件 ・溶接法の種類と溶接欠陥
	2日目	AM	透過写真の観察(実技) ・事前欠陥の観察
		PM	透過写真の観察(実技) ・具備すべき条件の確認 ・合否判定の手順 安全管理他
備 考			

表5 超音波探傷試験コース 研修カリキュラム

講座No.	講 座 名		
20	非破壊検査コース（超音波探傷試験）		
実施日	H15年1月30日～31日	所要日数	2日/回
実施場所	保守研修施設 講義室、電気計装訓練室		
目的	非破壊検査技術の概要と検査体系について学習するとともに、一般によく用いられる非破壊検査技術として超音波探傷試験について、講義と実習により基礎的な知識・技術を習得する。		
対象者	もんじゅ、ふげんの保守員（新入職員、新規出向・派遣者） 他事業所のプラント施設 保守員（新入職員、新規出向・派遣者） 等		
定員	10名		
内 容	1日目	AM	超音波探傷試験（講義） ・超音波探傷試験の原理 ・超音波探傷装置 ・探触子の種類と特徴
		PM	超音波探傷試験（講義） ・垂直探傷試験の原理 ・垂直探傷試験の実際 超音波探傷試験（実技） ・超音波探傷装置の取扱い ・垂直探傷試験
	2日目	AM	超音波探傷試験（講義） ・斜角探傷試験の原理 ・斜角探傷試験の実際
		PM	超音波探傷試験（実技） ・斜角探傷試験 ・欠陥長さの測定 ・合否判定
備 考			

表6 ナトリウム取扱研修一覧表

No	コース名称	研修のポイント	主たる対象者
①	ナトリウム入門コース (1日)	ナトリウムとはどんなものか、何故高速炉の冷却材に適しているのかを易しく学習	◇事務系職員 ◇女性職員
②	ナトリウム基礎実験一般コース (1日)	「もんじゅ」に携わる技術系職員として知っておくべきナトリウムの基本的知識 (化学的・物理的特性や燃焼の特徴等) 等を極簡単な測定実験を交えながら学習	◇技術系職員 ◇業務協力員
③	ナトリウム基礎実験専門コース (2日)	より専門的にナトリウムを学習するコースで、物理特性や化学特性、燃焼の特徴などに加えてナトリウムによる腐食機構やナトリウムの純度管理技術などを幅広く学習	◇技術系職員 ◇業務協力員 (Na 取扱作業に深く係る者)
④	ナトリウムループ純化系運転コース (3日)	ナトリウム充填・ドレン操作はもとより特にナトリウム純度管理技術などの体験実習の他、ナトリウムによる腐食機構や「もんじゅ」純度管理の設計根拠、「常陽」の経験を交えながらナトリウム純度管理技術を机上学習	◇運転員 (保守員にも有益)
⑤	ナトリウムループ供給系運転コース (3日)	ナトリウム充填・ドレン操作の他、ナトリウム機器の温度特性確認などの体験実習の他、「もんじゅ」冷却系の仕様や設計根拠、ナトリウム機器などを机上学習	〃
⑥	ナトリウム消火訓練コース (1日)	ナトリウムの基礎知識や人体への影響、消火の仕方などを学習 (机上学習+体験実習)	◇運転員 ◇自衛消防隊員
⑦	ナトリウム配管漏洩対応訓練コース (3日)	配管からの漏洩挙動の観察や漏洩後のナトリウム化合物処理などの体験実習の他、「もんじゅ」漏洩事故の原因・対策等を机上学習	◇技術系職員 ◇業務協力員
⑧	ナトリウム取扱技能認定コース (1日)	ナトリウムの基礎知識や人体への影響、自然発火機構等の机上学習の他、ナトリウムの拭取り作業を体験学習	◇ナトリウム取扱作業者

表7 保守研修一覧表

No	コース名称	研修のポイント	主たる対象者
①	燃料取扱及び貯蔵設備コース (1日)	設備構成や交換スケジュール、燃料移送順序など設備全体の基本的知識を机上学習する他、学習モデルを使用して燃料取扱を観察学習	◇保守課職員 ◇業務協力員 (燃料交換作業担当等)
②	制御棒駆動機構コース (1日)	反応度と原子炉出力との関係など基礎的な炉物理知識も織り交ぜながら制御棒駆動機構の構造や動作メカニズムを机上学習する他、学習モデルと計算機学習システムを用いて駆動機構の構造や動作を観察学習	◇保守課職員 ◇業務協力員 (CRD 担当等)
③	燃料交換準備後始末作業コース (4日)	炉上部での大型キャスクの取扱や FHM 本体と昇降駆動装置の接続・切離などを作業管理・安全管理上の実務ポイントを体験学習 (燃料交換作業だけでなく大型重量物取扱作業管理に係る研修としても有益)	◇保守課職員 ◇業務協力員 (燃料交換作業担当等)
④	メカニカルシール分解点検作業コース (2日)	2次主ポンプメカニカル部の構造を机上学習する他、メカニカルの分解点検作業を実機を模擬した学習モデルを用いて実機環境に近い状況下で体験学習	◇保守課職員 ◇業務協力員 (2次系担当等)
⑤	水系機器運転保守コース (3日)	ポンプの基礎理論を机上学習する他、水系ループの運転やポンプの分解・組立・試験を実際に学習モデルを用いて体験学習	◇保守課職員 ◇業務協力員 (機械系)
⑥	電源盤点検コース (2日)	電源盤の構造や遮断器、保護継電器の構造・原理を机上学習する他、遮断器・保護継電器の保守点検を学習モデルを用いて体験学習	◇保守課職員 ◇業務協力員 (電気系)
⑦	計測制御コース (2日)	PID 制御の基礎理論を机上学習する他、学習モデルを用いて PID 制御装置の運転や最適調整方法などを体験学習	◇保守課職員 ◇業務協力員 (計測制御系)
⑧	非破壊検査コース (3日)	非破壊検査方法の種類と概要や適用法令などの机上学習の他、液体浸透探傷試験 (PT)、放射線透過試験 (RT)、及び超音波探傷試験 (UT) の実習	◇保守課職員 ◇業務協力員
⑨	保守一般コース (3日)	機械, 電気, 計測に係る基礎知識を学習し, 各学習モデル等を用いて体験学習	◇運転員 ◇保守員

表8 平成14年度研修実績表

実施年月日 研修項目		平成14年									平成15年			
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
ナトリウム研修	ナトリウム入門		5/17 ▼				9/10 ▼							
	ナトリウム基礎実験一般	4/23 ▼				8/7 ▼			11/26 ▼					
	ナトリウム基礎実験専門									1/29-30 ▼				
	ナトリウムループ純化系運転		5/29-30 ▼											
	ナトリウムループ供給系運転													
	ナトリウム配管漏えい対応訓練			6/26-27 ▼						12/11-12 ▼				
	ナトリウム消火訓練			6/11 ▼	7/3 ▼		9/27 ▼	10/8,16 ▼▼	11/8,19,29 ▼▼▼	12/17 ▼	1/10 ▼			
	ナトリウム取扱技能認定		5/15,22,23 ▼▼▼		7/31 ▼		9/19,25 ▼▼	10/10,31 ▼▼	11/1,15 ▼▼	12/20 ▼				
保守研修	燃料取扱及び貯蔵設備		5/14 ▼		7/10 ▼				11/6 ▼			2/6 ▼		
	制御棒駆動機構			6/13 ▼										
	燃料交換準備後始末作業													
	メカニカルシール分解点検					8/20-21 ▼								
	水系機器運転保守							10/22-23 ▼						
	電源盤点検			6/4-5 ▼			9/4-5 ▼							
	計測制御			6/19-20 ▼				10/10-11 ▼			1/15-16 ▼			
	非破壊検査(PT,RT,UT)				7/4-5:RT 7/18-19:PT ▼▼						1/30-31:UT ▼			
	保守一般	4/17-19 ▼										2/25-27 ▼		

表9 平成14年度研修実施回数・受講者数

研修コース名		実施回数	研修受講者数(人)		
			職員	協力会社職員	計
ナトリウム取扱研修	ナトリウム入門コース	2	6	4	10
	ナトリウム基礎実験一般コース	3	11	9	20
	ナトリウム基礎実験専門コース	1	1	2	3
	ナトリウムループ純化系運転コース	1	2	3	5
	ナトリウムループ供給系運転コース	0	0		0
	ナトリウム消火訓練コース	10	75	13	88
	ナトリウム配管漏えい対応訓練コース	2	13	3	16
	ナトリウム取扱技能認定コース	11	23	82	105
	計	30	131	116	247
保守研修	燃料取扱及び貯蔵設備コース	4	16	4	20
	制御棒駆動機構コース	1	6		6
	燃料交換準備・後始末作業コース	0	0		0
	メカニカルシール分解点検作業コース	1	2	1	3
	水系機器運転・保守コース	1	2	4	6
	電源盤点検作業コース	2	11	6	17
	計測制御コース	3	11	6	17
	非破壊検査コース	3	20	16	36
	保守一般コース	2	8	3	11
	計	17	76	40	116
合計		47	207	156	363

表10 平成12年度、13年度、14年度の研修実績（研修回数、受講者数）

研修コース名	受講者数				研修実施回数			
	H12年度	H13年度	H14年度	合計	H12年度	H13年度	H14年度	合計
ナトリウム入門コース	10	25	10	45	2	5	2	9
ナトリウム一般コース	14	15	20	49	2	2	3	7
ナトリウム専門コース	21	11	3	35	3	2	1	6
ナトリウムループ純化系運転コース	5	8	5	18	1	2	1	4
ナトリウムループ供給系運転コース	4	7	0	11	1	2	0	3
ナトリウム消火訓練コース	158	82	88	328	13	10	10	33
ナトリウム配管漏洩えい対応訓練コース	-	9	16	25	-	2	2	4
ナトリウム取扱技能認定コース	-	-	105	105	-	-	11	11
燃料取扱及び貯蔵設備コース	9	7	20	36	1	2	4	7
制御棒駆動機構コース	6	5	6	17	1	1	1	3
燃料交換準備・後始末作業コース	7	4	0	11	1	1	0	2
メカニカルシール分解点検作業コース	5	6	3	14	1	1	1	3
水系機器運転・保守コース	14	7	6	27	2	1	1	4
電源盤点検作業コース	22	13	17	52	2	2	2	6
計測制御コース	25	14	17	56	2	2	3	7
非破壊検査コース	5	7	36	48	1	1	3	5
保守一般コース	-	-	11	11	-	-	2	2
合計	305	220	363	888	33	36	47	116

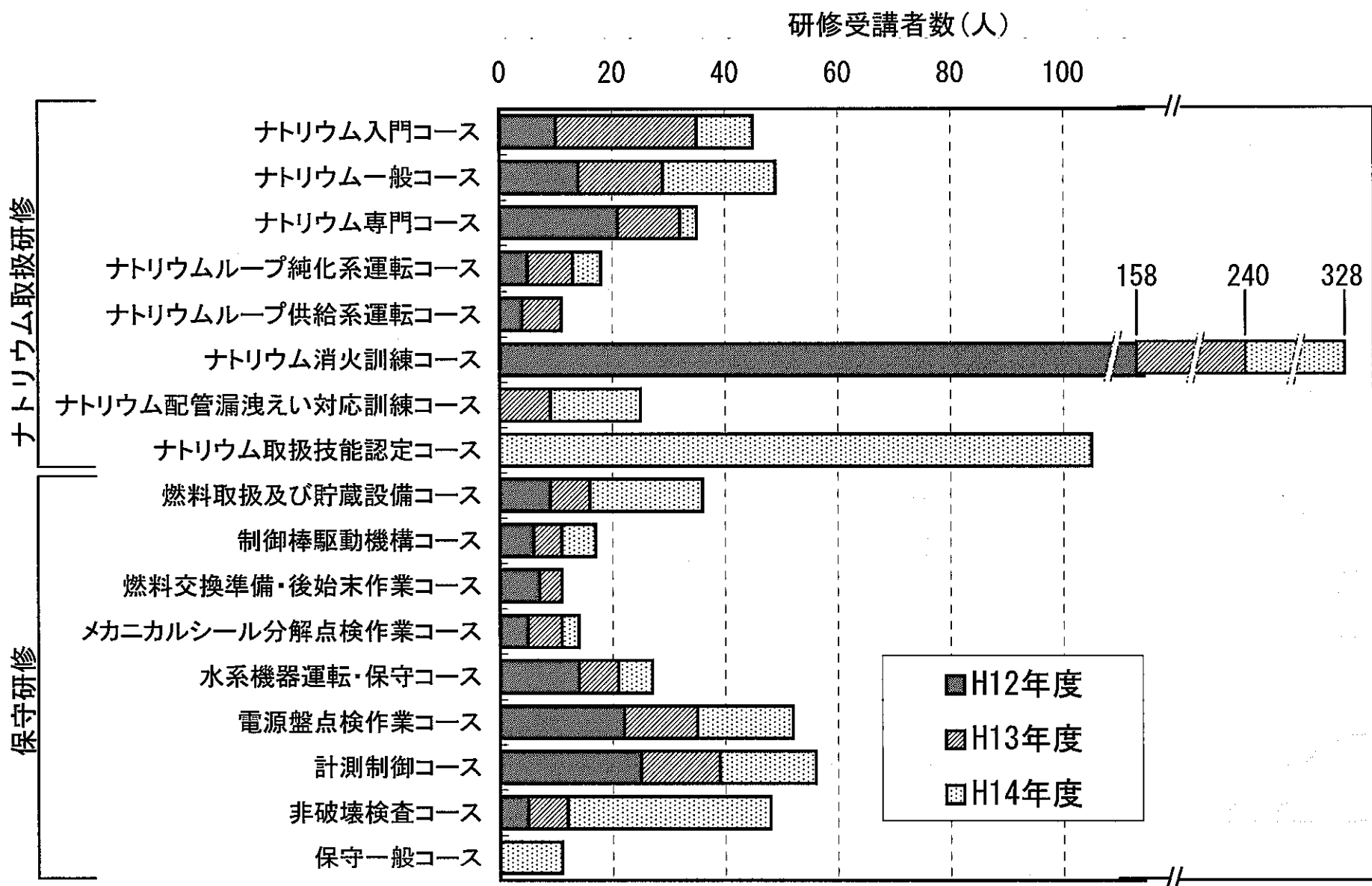
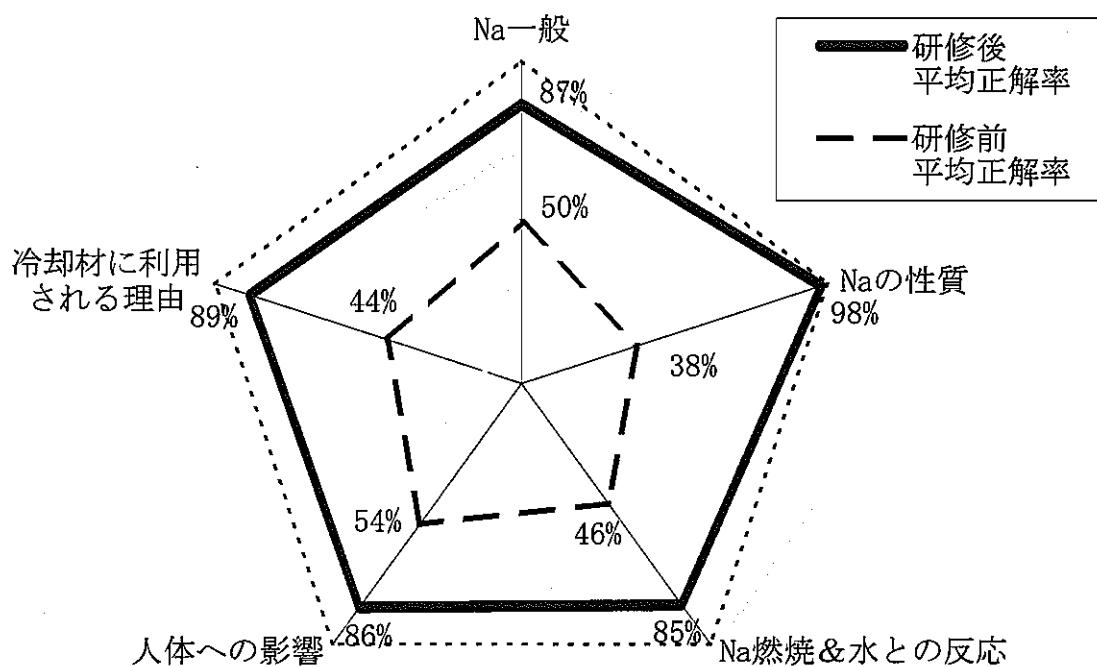
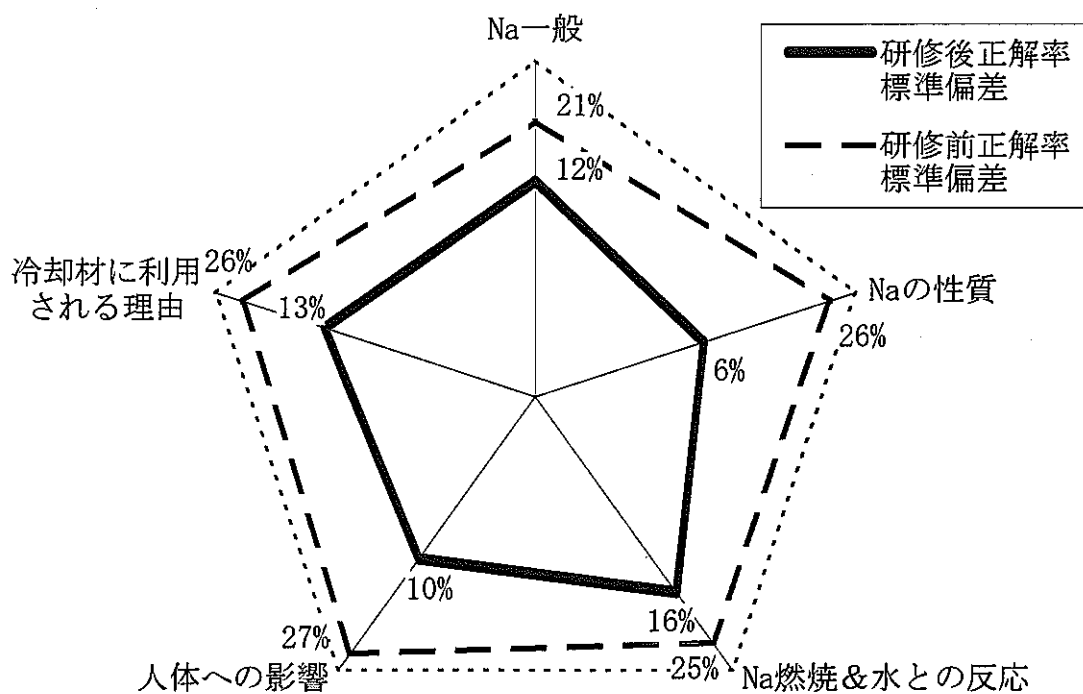


図1 ナトリウム取扱研修及び保守研修の各研修コース別受講者数

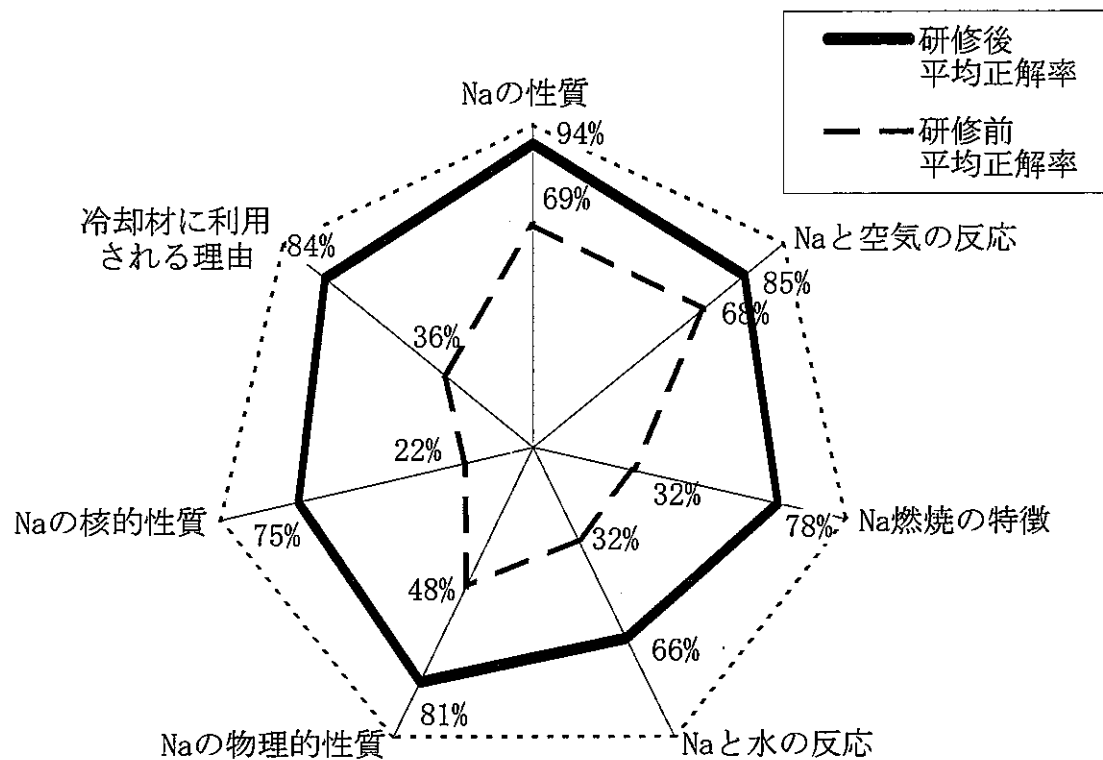


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ (科目別) 平均正解率

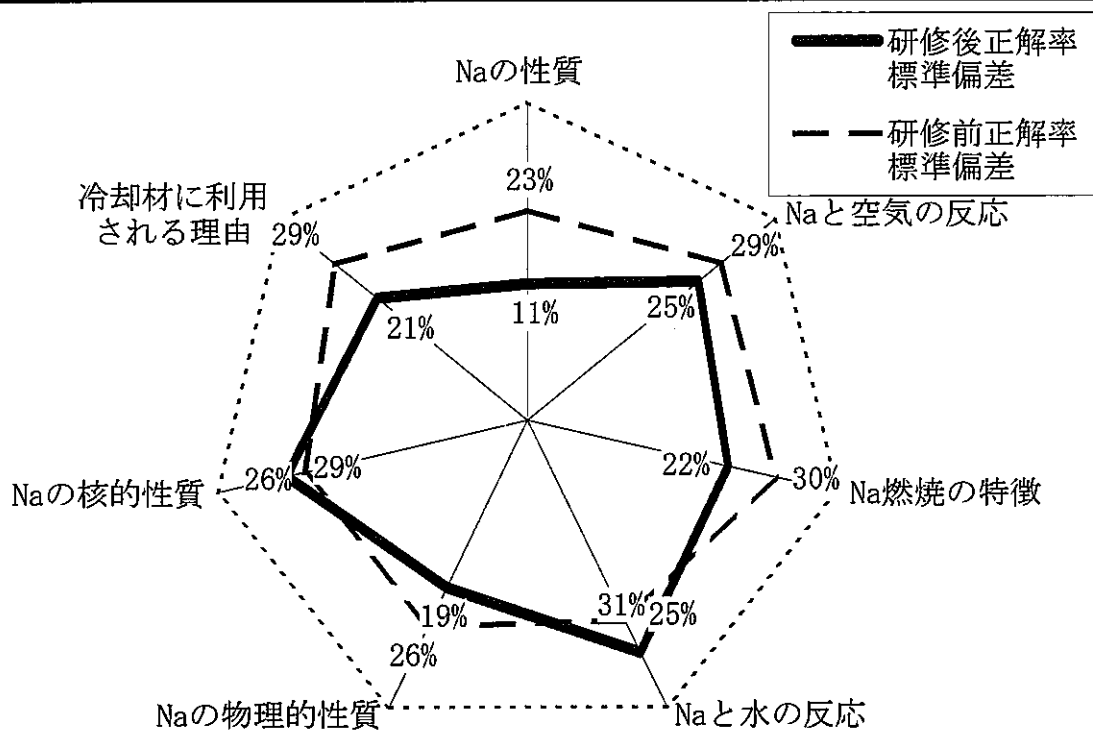


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ (科目別) 正解率の標準偏差

図2 ナトリウム入門コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績

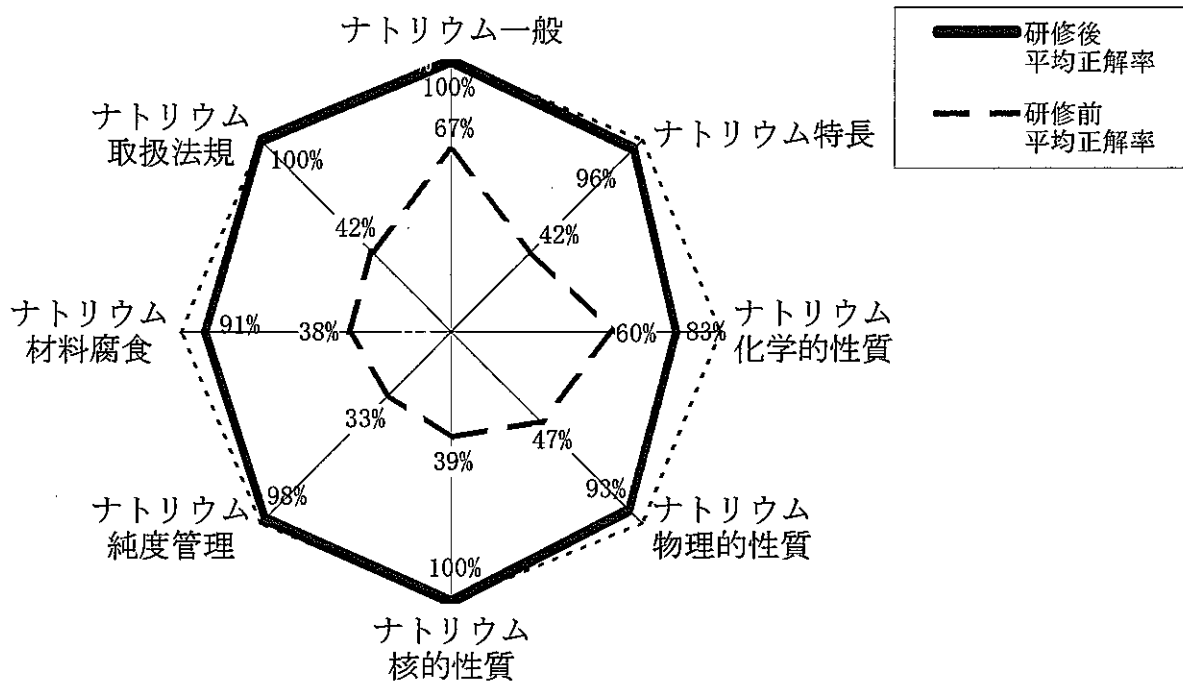


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ (科目別) 平均正解率

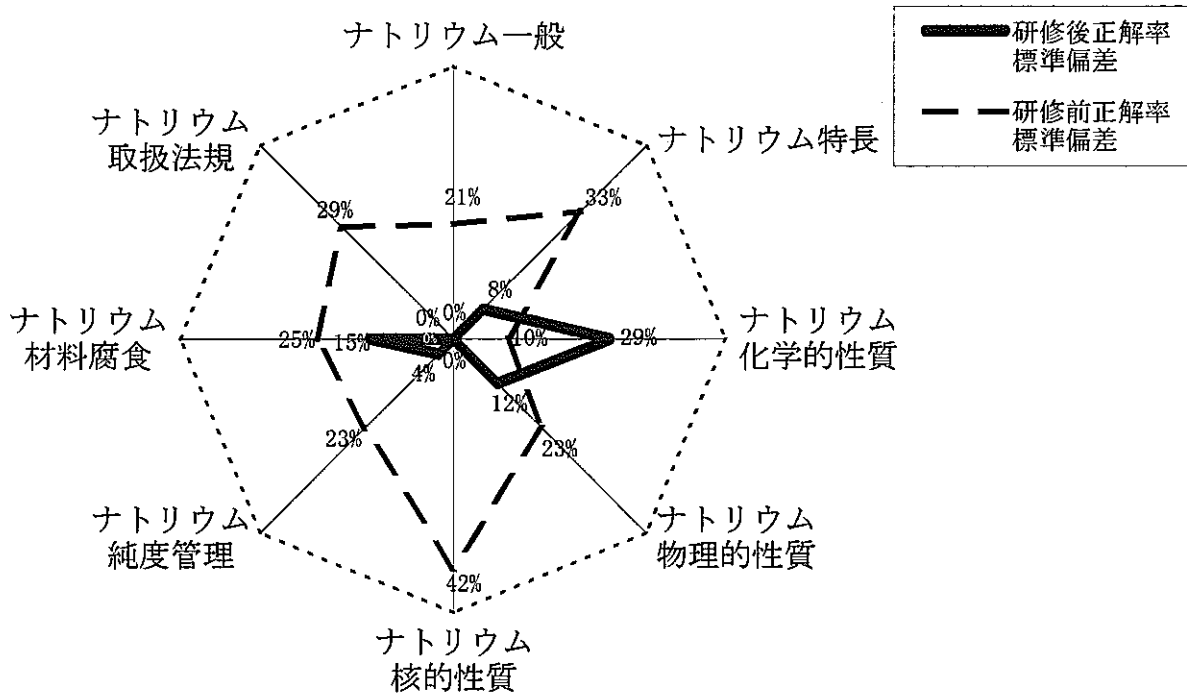


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ (科目別) 正解率の標準偏差

図3 ナトリウム一般コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績

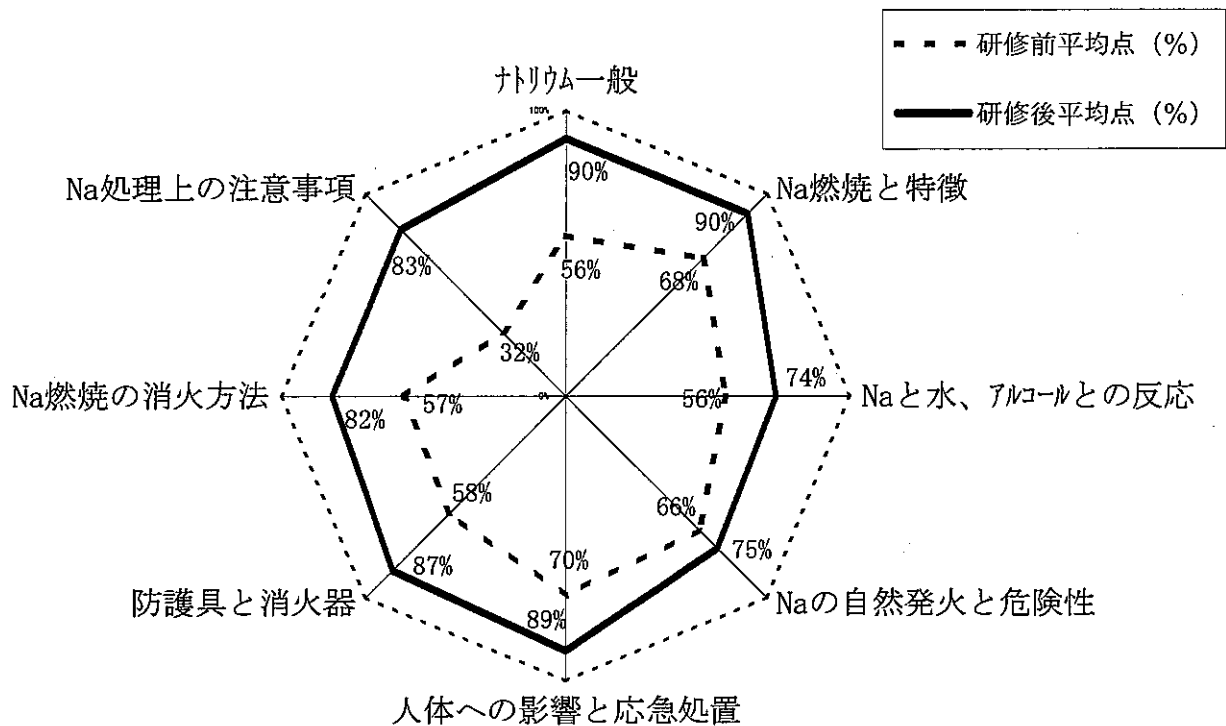


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ（科目別）平均正解率

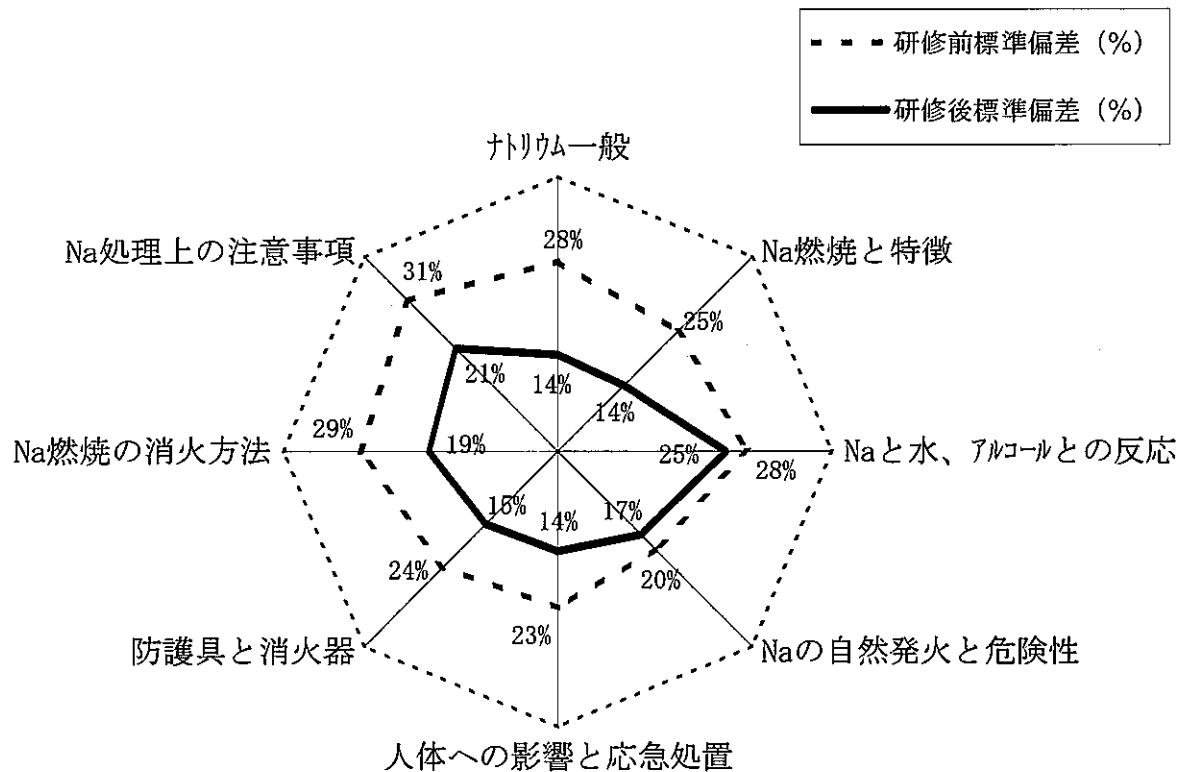


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ（科目別）正解率の標準偏差

図4 ナトリウム専門コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績

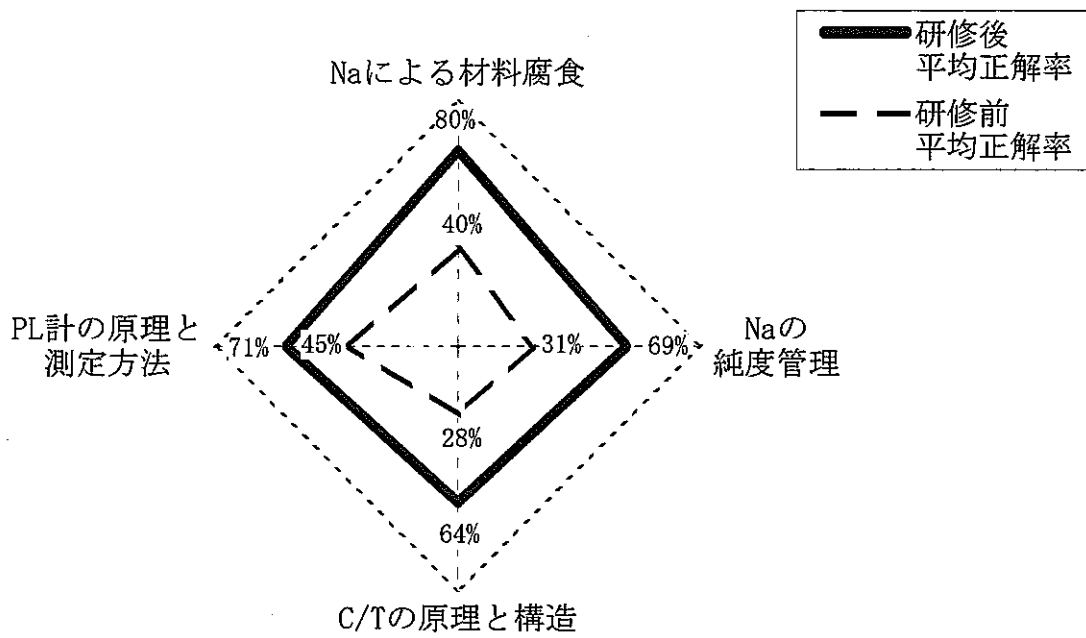


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ (科目別) 平均正

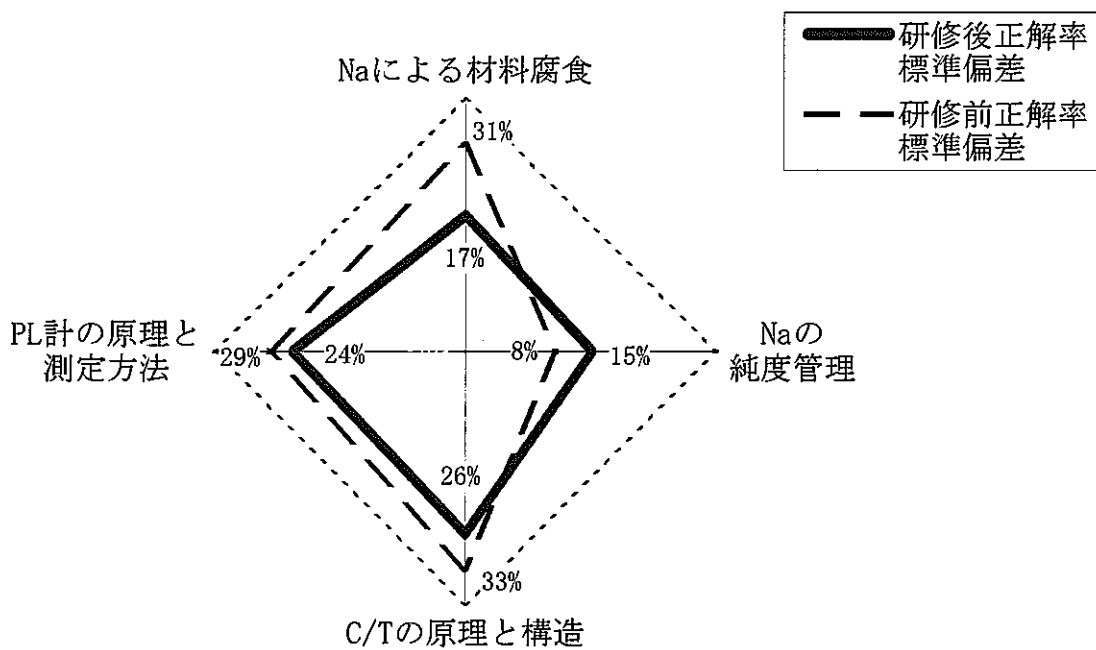


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ (科目別) 正解率の標準

図5 ナトリウム消火訓練コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績

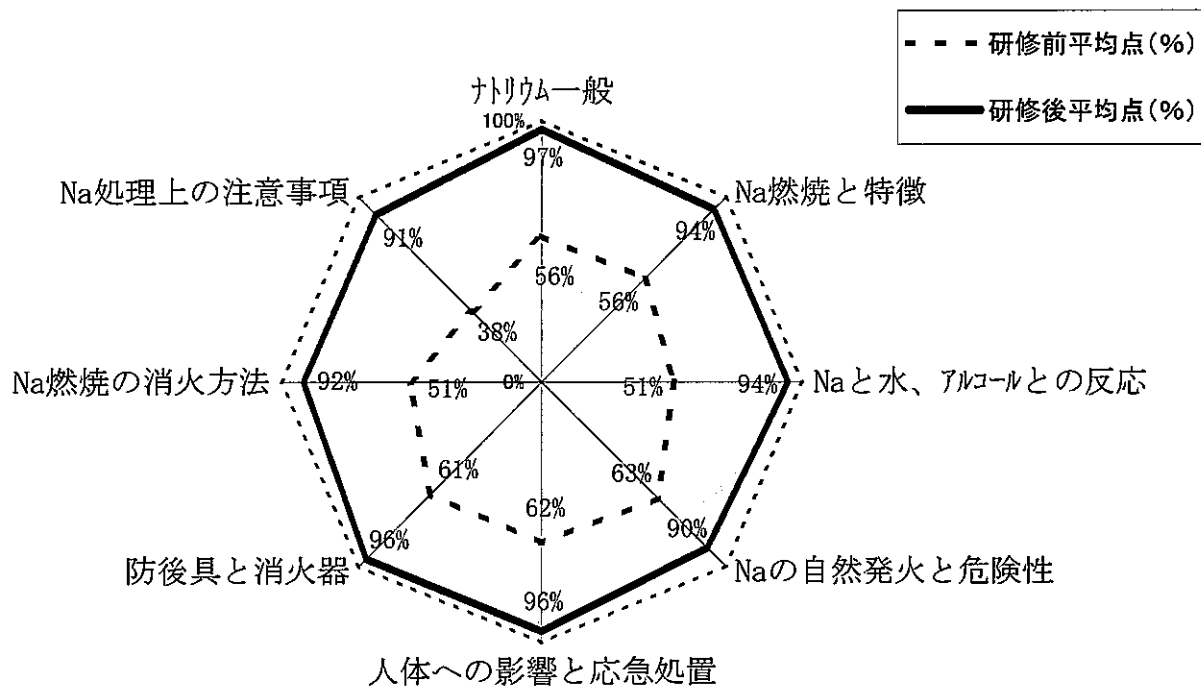


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ（科目別）平均正解率

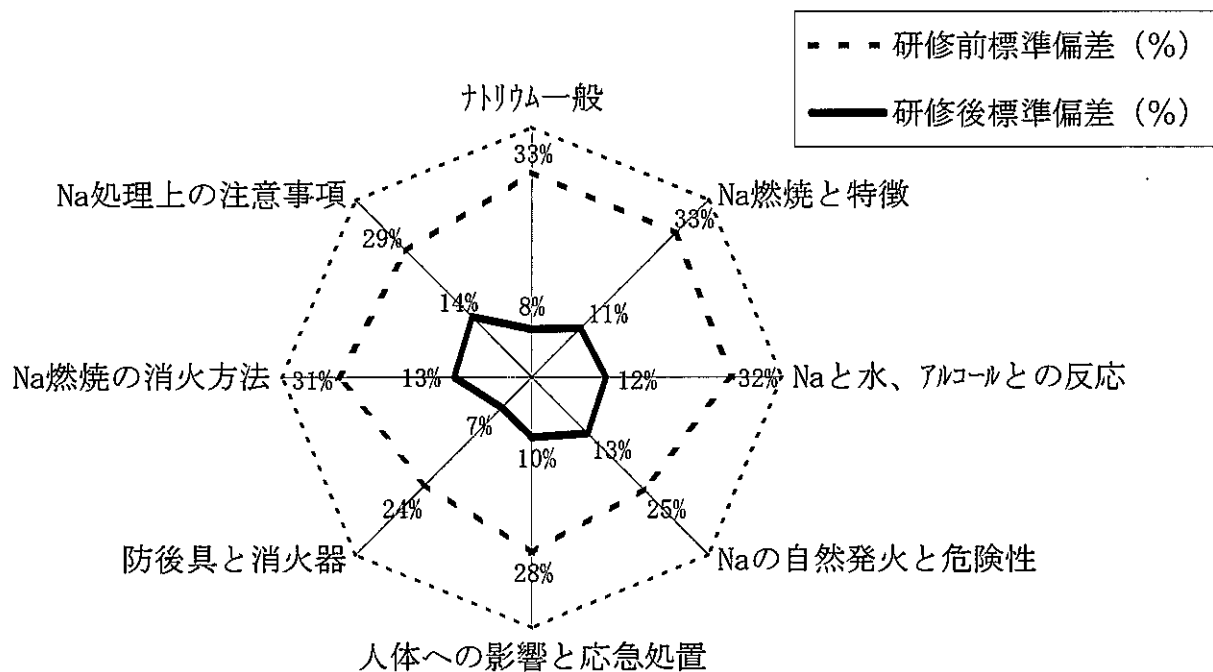


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ（科目別）正解率の標準偏差

図6 ナトリウムループ純化系運転コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績

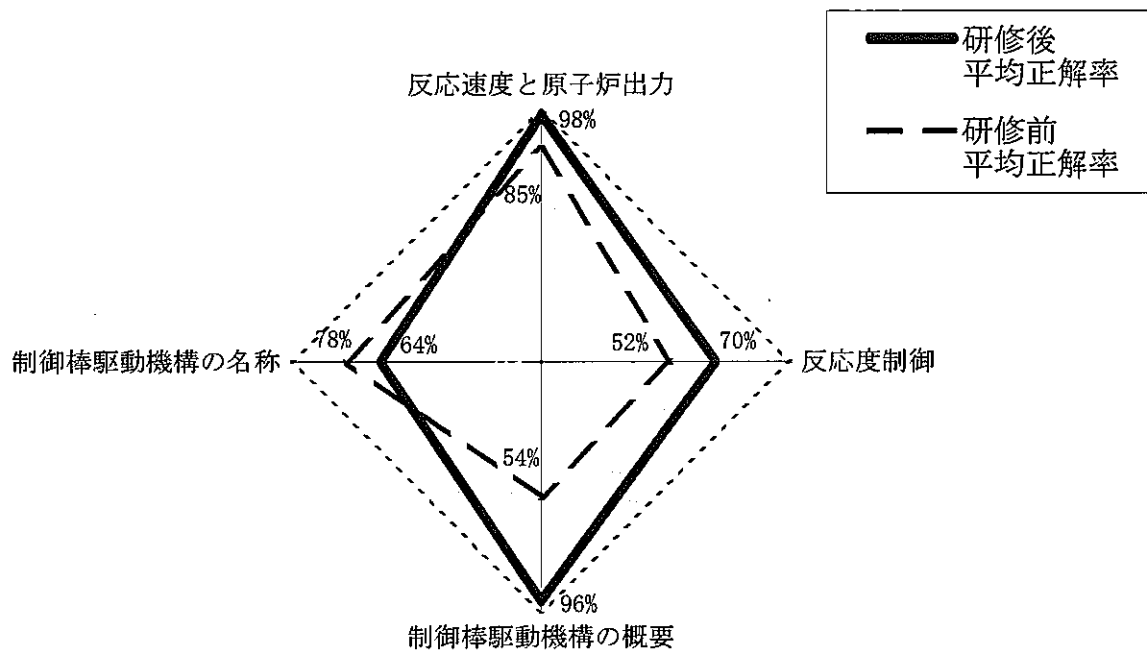


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ（科目別）平均正解率

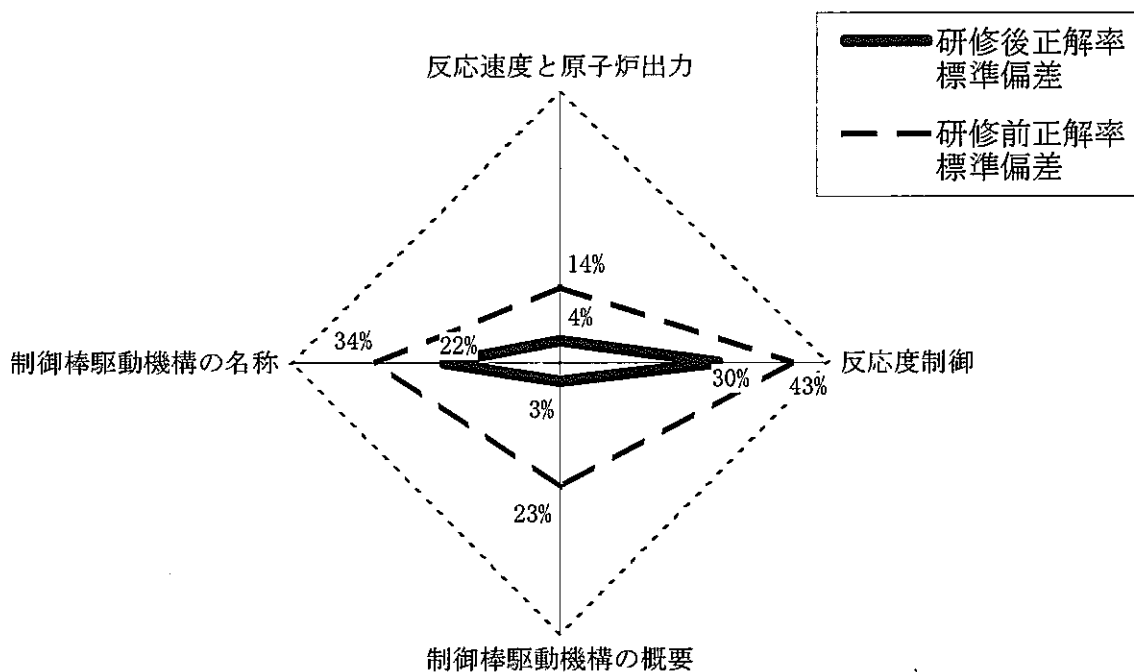


研修前後のチャレンジナトリウムクイズ（科目別）正解率の標準偏差

図7 ナトリウム取扱技能認定コースにおけるチャレンジナトリウムクイズの成績

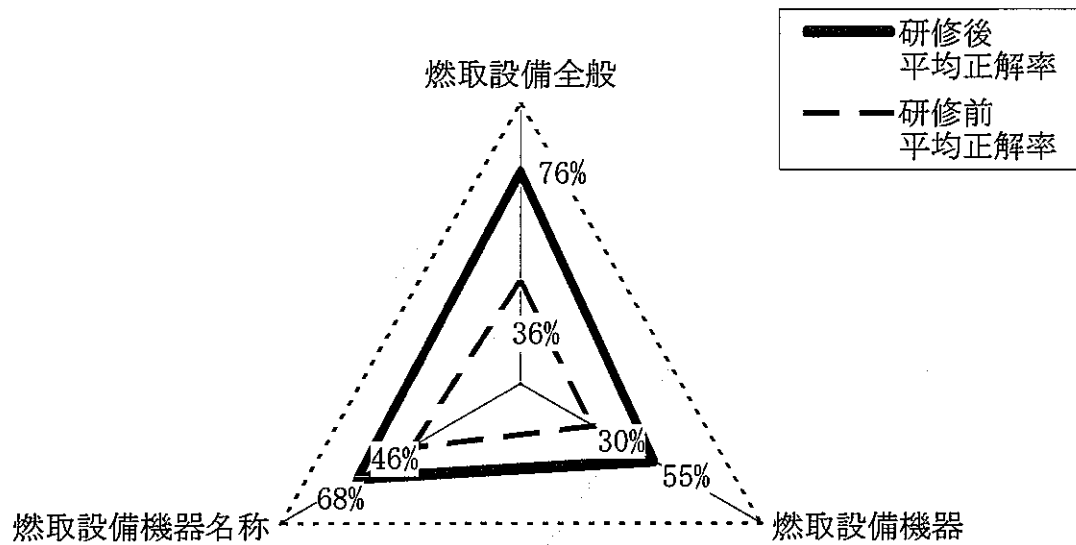


研修前後の物知り診断クイズ（科目別）平均正解率

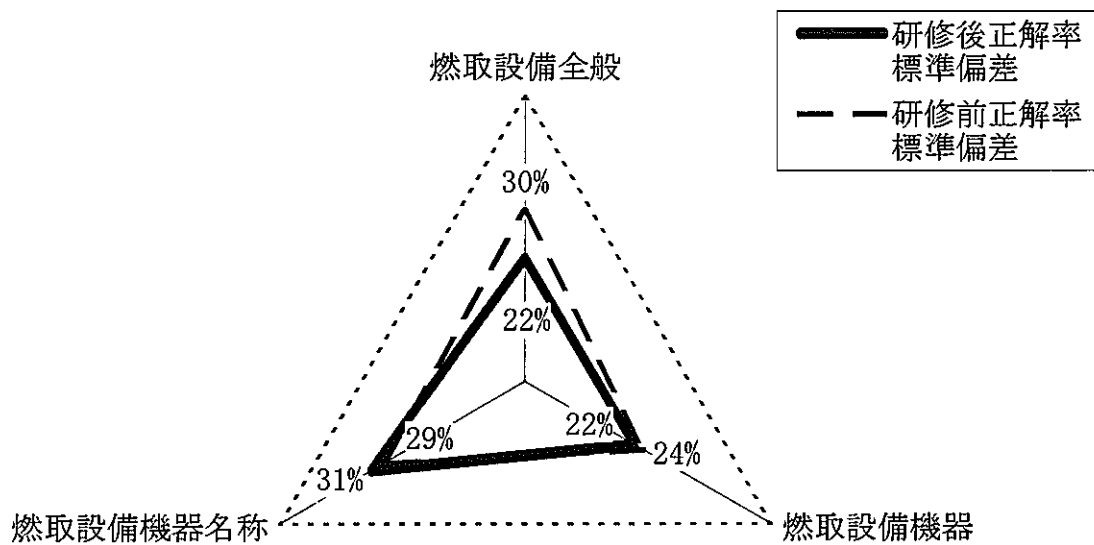


研修前後の物知り診断クイズ（科目別）正解率の標準偏差

図8 制御棒駆動機構コースにおける物知り診断クイズ成績

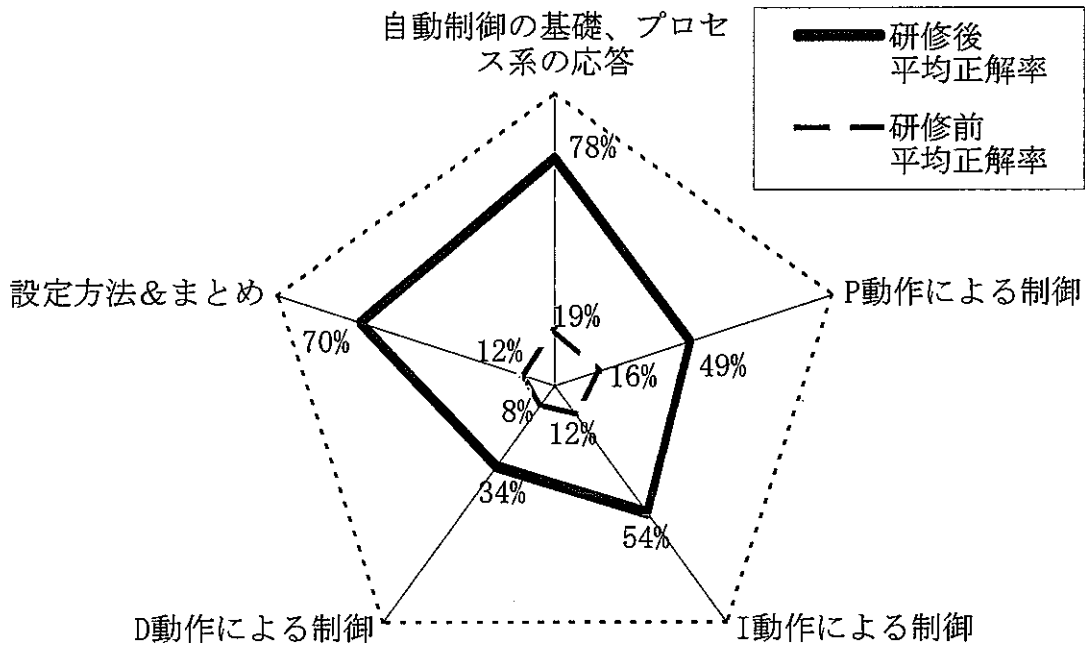


研修前後の物知り診断クイズ（科目別）平均正解率

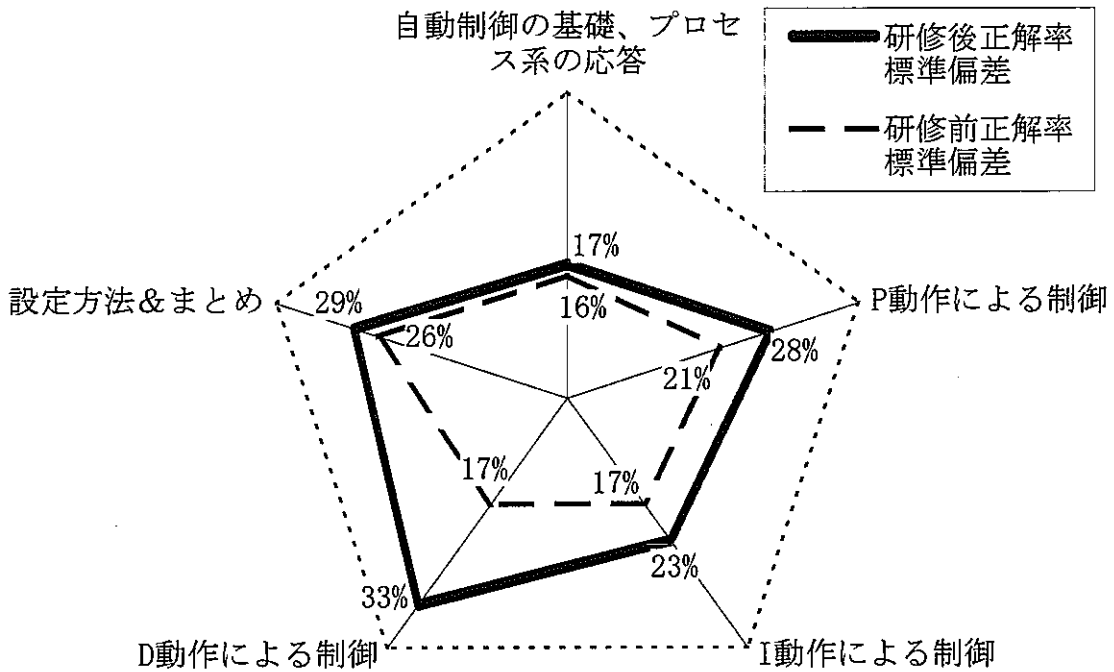


研修前後の物知り診断クイズ（科目別）正解率の標準偏差

図9 燃料取扱・貯蔵設備コースにおける物知り診断クイズの成績



研修前後の物知り診断クイズ (科目別) 平均正解率



研修前後の物知り診断クイズ (科目別) 正解率の標準偏差

図10 計測制御コースにおける物知り診断クイズ成績