

令和5年度

文部科学省

国際原子力人材育成イニシアティブ事業

未来社会に向けた先進的原子力教育コンソーシアム [ANEC]

「原子炉及び大型実験施設等を活用した  
持続的な原子力人材育成拠点の構築」

成果報告書

(令和5年度実施分)

令和6年3月

国立大学法人 東北大学

## 目次

1. 事業の概要 .....	1
1.1 背景（当該事業公募要領から引用） .....	1
1.2 目的 .....	1
2. 事業計画 .....	2
3. 令和5年度における成果 .....	3
3.1 成果の概要（育成した人材の人数） .....	3
3.2 令和5年度の成果 .....	3
4. 結言 .....	6

## 1. 事業の概要

### 1.1 背景（当該事業公募要領から引用）

東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、原子力安全の確保や更なる向上を図り、また平成30年7月に策定された第5次エネルギー基本計画で示された「多様な社会的要請の高まりも見据えた原子力関連技術のイノベーションを促進する」という観点を追求するためには、グローバルな視野を持ち、新しい知を創造し、多様な者と共創しつつ、課題解決へ向け挑戦することができる優れた人材の育成が必要不可欠である。

一方、原子力に係る学部・学科の改組等により、原子力分野の人材育成機能が脆弱化する中で、緩やかな協力の下で個別の大学等が人材育成を行うという従来の体制を越え、今後は、我が国全体として原子力分野の人材育成機能を維持・充実していくことが課題となっている。

これまで本事業では、機関ごとの特色を活かした取組に対して3年間を年限とした補助を実施し、機関横断的な取組を奨励していたが、人材育成や組織体制の強化に向けて、産業界や他分野との連携・融合等を含めた幅広い観点から中長期的な取組を促進するという視点が十分ではなかった。

この点と上述の背景を踏まえ、今後、本事業では、大学や研究機関等が組織的に連携し、原子力分野において育成する魅力的な人材像を掲げ、共通基盤的な教育機能を補い合うことで、拠点として一体的に人材を育成する体制の構築を促し、ひいては我が国の原子力分野の人材育成機能の維持・充実に寄与することを目的とする。

### 1.2 目的

上記の背景ならびに本事業の目的を受けて、東北大学では、東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻の大型実験施設（高速中性子実験室、臨界未満実験装置室、先進核融合炉工学総合実験棟、放射性同位元素実験室など）を活用した、原子力人材育成に不可欠な中性子輸送、原子炉材料、核融合プラズマ、バックエンド等に関する実習の高度化と効率化に取り組む。また、オンライン教材を活用することで、多くの人材に実習を経験できる機会を提供するとともに、補助期間終了後も人材育成を自立的に継続できる仕組みを確立する。加えて、他機関と有機的・相互補完的に連携することで、我が国の原子力利用の推進に貢献する人材育成の中核拠点を形成する。

## 2. 事業計画

### <実験・実習>

令和5年度は以下の実験・実習を事業として実施する。ただし、COVID-19感染拡大による影響で事業の実施が困難な場合は、対応可能なものについてはオンライン実習・講義等で代替する。

#### ① 実験原子力総合実習（東北大学）

4.5 MV ダイナミトロン加速器による加速器中性子源あるいは1 MV 重イオン加速器を活用した「中性子輸送挙動計測実習」、「放射線応用実習」、「原子炉材料照射実習」と、「PCTRAN 実習（原子炉システムシミュレーション）」ならびに「RETRAN 実習（原子炉熱流動シミュレーション）」を中心として、これらを適切に組み合わせた実習を行う。

#### ② 中性子照射済み材料実習（東北大学）

原子力分野を専攻する大学院生を対象として、中性子照射済みの放射化材料に関する実習を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで行う。放射化試料の取り扱い、機械試験、マイクロ組織観察（透過電子顕微鏡、3次元アトムプローブなど）などを行う。JAEA や東海第二原子力発電所など大型原子力施設の見学も行う。

#### ③ 高専生のための原子力材料実習（東北大学）

高等専門学校学生を対象として、原子力材料全般に関する教育を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで行う。講義では、放射線やその管理の基礎、材料の基礎、原子力材料の特徴などを扱う。実習では、機械試験、マイクロ組織観察（透過電子顕微鏡、3次元アトムプローブなど）などを扱う。JAEA や東海第二原子力発電所など大型原子力施設の見学も行う。専攻を問わず、他分野からの応募も受け入れる。

#### ④ 放射性廃棄物分離分析実習（東北大学）

大学院生を対象として、放射性廃棄物分離分析に関する実習を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで行う。化学実験操作、マニピュレーター操作、誘導結合プラズマ質量分析法を用いた難分析核種の同定と定量などを扱う。大学院生に加え、若手研究者（社会人）も受け入れる。

### <その他>

#### ① ANEC ホームページを活用した広報活動（東北大学）

本事業で実施する実習等の魅力をアピールするためのコンテンツを作成し、ANEC ホームページ (<https://anec-in.com>) を通じて発信する。当該 HP は、ANEC の活動を広く周知する目的で運用している。

### 3. 令和5年度における成果

#### 3.1 成果の概要（育成した人材の人数）

令和5年度に実施した実習を通して育成した人材について、表3.1-1に整理して示す。

表 3.1-1 育成人数

実施項目（実験・実習）	人数
① 実験原子力総合実習（高専生向け）	5
② 実験原子力総合実習（大学生・大学院生向け）	5
③ 中性子照射済み材料実習	34
④ 高専生のための原子力材料実習	6
⑤ 放射性廃棄物分離分析実習	15

#### 3.2 令和5年度の成果

##### （1-1）実験・実習

令和5年度は以下の実験・実習を事業として実施した。

##### ① 実験原子力総合実習

4.5 MV ダイナミトロン加速器による加速器中性子源あるいは1 MV 重イオン加速器を活用した「中性子輸送挙動計測実習」、「放射線応用実習」、「原子炉材料照射実習」と、「PCTRAN 実習（原子炉システムシミュレーション）」ならびに「RETRAN 実習（原子炉熱流動シミュレーション）」を中心として、これらを適切に組み合わせた実習を行った。

上記実習について、内容を高専生向けにアレンジして「実験原子力総合実習（高専生対象）」を、2023年8月21日（月）～25日（金）の5日間にわたって実施した。計5名の高専生が参加した。昨年度実習が3日間であったのに対し、今年度は内容を充実させて5日間とした（受講生の所属高専において、インターンシップとしての単位要件を満たすようになった）。実習後にはアンケートを行い、受講者全員から回答を得た（無記名）。受講者の理解度については、大半が「良く理解できた」と「ほぼ理解できた」であった。また、実習中に設けた高専出身の大学院生との懇談や、研究室ツアーについても、「非常に有意義だった」との評価ならびに前向きなコメントが多かった。

加えて、内容を大学生以上向けにアレンジした「実験原子力総合実習」を、2024年1月22日（月）～26日（金）の5日間にわたって実施した。計5名の受講者（大学院生：3名、研究生（学部卒業相当）：1名、大学生：1名）が参加した。今年度は、従来の実習に加えて東北大学に整備中の次世代放射光施設（NanoTerasu（ナノテラス））の見学も実施した。実習後にはアンケートを行い、受講者全員から回答を得た（無記名）。受講者の理解度については、大半が「良く理解できた」と「ほぼ理解できた」であり、実習テーマのレベル設定や担当教員の説明、TAのフォローなどについては適切であったと判断した。

## ② 中性子照射済み材料実習

原子力分野の大学院生・電力会社の若手研究者を対象として、中性子照射済みの放射化材料に関する実習を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで行った。放射化試料の取り扱い、機械試験、マイクロ組織観察（透過電子顕微鏡、3次元アトムプローブなど）などを行った。原子力施設見学（JMTR・常陽・千代田テクノ大貫台工場）も実施した。計20名の受講者（大学院生：18名（東北大学内部7、他大学11）、社会人：2名）が参加した。停電復旧が遅れた3次元アトムプローブ計測などの実習希望および定員を超えた応募者、外国籍の応募者に対応するため、茨城大学・近畿大学の講師と協力して、個別指導型の実習を開催し、14名の個別指導型実習（東北大学内部：5名、他大学：7名、社会人2名）を行った。合計で34名を育成した。

## ③ 高専生のための原子力材料実習

高等専門学校学生を対象として、原子力材料全般に関する教育を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで行った。講義では、放射線やその管理の基礎、材料の基礎、原子力材料の特徴などを扱った。実習では、機械試験、マイクロ組織観察（透過電子顕微鏡、3次元アトムプローブなど）などを扱った。高専で学ぶ方々の将来の進路選択のイメージを描く一助になれるよう、大学における原子力材料研究の第一線を知るための体験コースを開催した。日本原電東海第二発電所の見学も実施した。合計6名の受講者（高等専門学校生：6名）が参加した。

## ④ 放射性廃棄物分離分析実習

大学院生を対象として、放射性廃棄物分離分析に関する実習を、国内有数の教育研究ホットラボ施設である金属材料研究所大洗センターで行った。化学実験操作、マニピレータ操作、誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）法を用いた難分析核種の同定と定量などを扱った。廃炉・溶液化学分野の学生を中心に企業の研究者も募集し ICP-MS の基礎原理から多核種分離分析、廃棄物処分を幅広く学ぶための講義・実習を実施した。計11名の受講者（大学院生：7名、若手研究者：4名）が参加した。希土類化合物を中心とした固体物理の物性測定を希望する分野外のニーズに対応するために、琉球大学の外部講師と協力して4名の他大学院生の個別指導型実習を行った。合計で15名を育成した。

上記①～④の詳細については、別添資料1を参照頂きたい。

## （1-2）その他

### ① ANEC ホームページを活用した広報活動

本事業で実施する実習等の魅力をアピールするためのコンテンツを作成し、ANEC ホームページ（<https://anec-in.com>）を通じて発信した。当該HPは、ANECの活動を広く周知する目的で運用しており、具体的にはオンライン教材へのリンク集整備、キャリアレポート・実習体験レポート・開催レポート（集まれ高校生！原子力オープンキャンパス）の作成・掲載を行った（図3.2-

1)。



図 3.2-1 ANEC HP に新たに加えたコンテンツイメージ

#### 4. 結言

本事業では、東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻の大型実験施設を活用した、原子力人材育成に不可欠なテーマに関する実習の高度化と効率化に取り組んでいる。また、オンライン教材を活用することで、多くの人材に実習を経験できる機会を提供するとともに、補助期間終了後も人材育成を自立的に継続できる仕組みを確立しつつある。今後は、さらに他機関と有機的・相互補完的に連携することで、我が国の原子力利用の推進に貢献する人材育成の中核拠点を形成する。

加えて、本事業における ANEC の取り組みをアピールするコンテンツを充実させ、ANEC HP を通じた発信を続けている。当該 HP を中心とした広報活動により、人材育成の対象となる学生の裾野がさらに広がることが期待される。



<別添資料1：令和5年度実習の様子・アンケート結果・感想など>

① 実験原子力総合実習（高専生対象）（2023年8月21日～26日、対面開催）

(ア) 実習の様子

実習の様子を図1～4に示す。



図 1

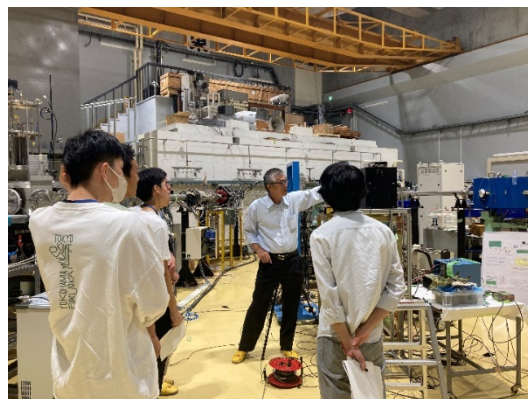


図 2



図 3



図 4

(イ) 実習アンケート結果・感想

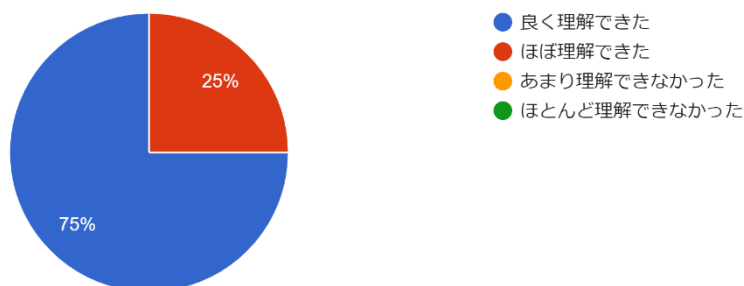
実習後に実施したアンケート結果ならびに感想について、図 5-1～7-2 に示す。

A) 中性子輸送挙動計測実習

- 実習内容はあなたにとってレベルが適切でしたか。(図 5-1)

中性子を使ったイメージング実習 (8月25日 (金))

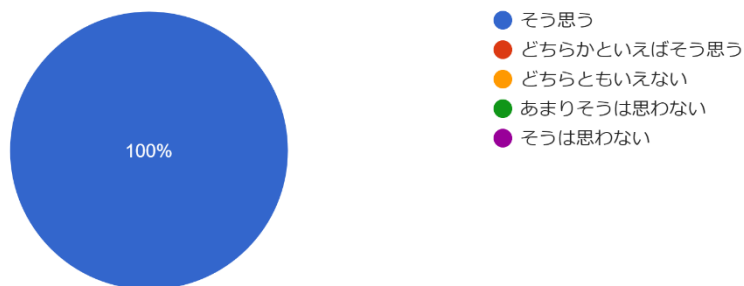
4件の回答



- 実習内容はあなたにとって有意義でしたか。(図 5-2)

中性子を使ったイメージング実習 (8月25日 (金))

4件の回答



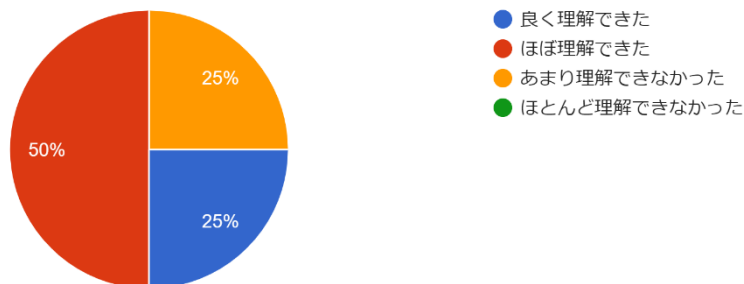
- 感想
- 実際に拾ってきた葉などどのように映るか体験しながら理解出来て、楽しかった。
- きれいな画像をとるための装置の工夫だったりなどを知ることができた。身近なものを中性子を通して見た時が興味深かった。なぜそのように写ったかを考察する時間も面白かった。
- イオンビームの角度調整や強度設定を自ら行うことによって、加速器の原理をリアルタイムでイメージすることができ、スムーズな内容理解へとつなげることができた。
- 面白かった。

## B) 放射線応用実習

- 実習内容はあなたにとってレベルが適切でしたか。(図 6-1)

加速器見学ならびに運転体験実習 (8月24日(木))

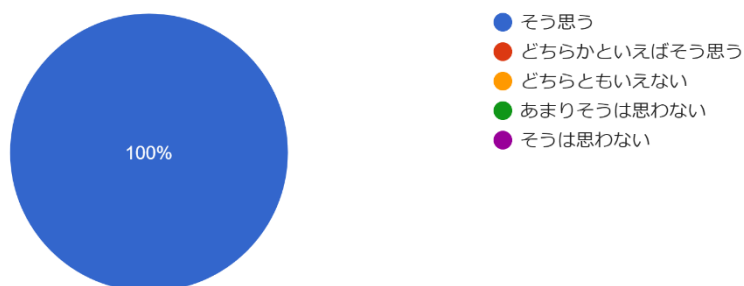
4件の回答



- 実習内容はあなたにとって有意義でしたか。(図 6-2)

加速器見学ならびに運転体験実習 (8月24日(木))

4件の回答



### ● 感想

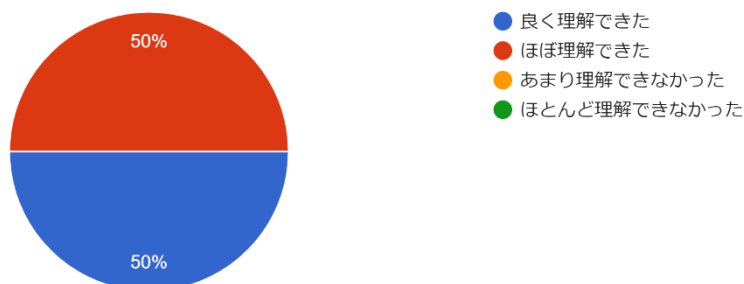
- 原理などを身近な例に例えて説明されたので理解しやすかった。
- 人生でこれほど大きな装置を見たり触ったりする体験は初めてで、原子力というものを身近に感じることができました。TAの方々が丁寧に教えてくださいました。
- 大型の加速器を見て・触れて・運転できる機会は高専ではまずないことなので貴重な経験となった。実習前の簡単な原理説明および資料の配布ををさせていただいたおかげで各装置の原理・位置等を確認しながら見学できた。
- 特に見学が面白かった。説明が分かりやすいので体験もスムーズに行えた。

C) 原子炉材料照射実習（＋金属材料の組織と強度に関する基礎実習）

- 実習内容はあなたにとってレベルが適切でしたか。（図 7-1）

金属材料の強度と劣化に関する講義・実習（8月23日（水））

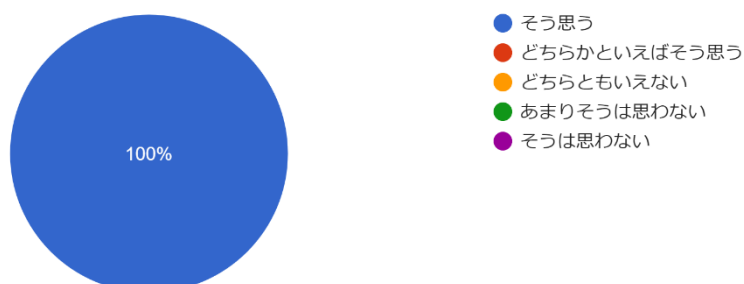
4件の回答



- 実習内容はあなたにとって有意義でしたか。（図 7-2）

金属材料の強度と劣化に関する講義・実習（8月23日（水））

4件の回答



- 感想

- 自分たちの予備知識をより深く掘り下げるような説明で、分かりやすかった。
- 各熱処理法による金属材料の違いを調べるためにシャルピー衝撃試験を高専で既に行ったこともあり、理解しやすかった。しかし、電子顕微鏡や今回使わせていただいたような設備での測定観察はしたことがなく、実際に手を動かして使えたのは貴重な経験になりました。
- 講義→実習という形で、とてもスムーズに内容理解へとつなげることができた。講義の際、現大学院生も受講しに来ていたことから、実際の雰囲気や直で感じることができて参考になった。
- とても分かりやすく面白かった。高専でも似たような内容の講義があったが、当時は全く興味を持てなかったところなので、講義の差に驚いた。

D) 研究室ツアー (8月21日(月)・22日(火))

● 感想

- 色んな研究室を訪問出来たので、比較が出来て良かった。
- 2日かけてこの学科の大まかな研究室をじっくり見学できてよかった。初めて聞く単語が多かったが、それについてある程度質問でき、丁寧な回答をしていただいたため理解できた。しかしそれでも、取りこぼした単語がまだあった。
- 各研究室の先生が我々のために時間を割いてくださったため、オープンキャンパス等のイベントと比べてもう少し深いところまで世界を知ることができた。大学院への進学を視野に入れているならとても良い機会だと感じた。
- 分かりやすくご説明していただけたので、面白かった。

E) 高専出身学生との懇談 (8月23日(水))

● 感想

- 入学の経緯や、学校生活などをパワーポイントにまとめられていて分かりやすかった。また、高専出身学生ということに親近感が湧いた。
- 進路を考える上でとても勉強になりました。
- 学生、院生だけの空間を設けていただけたため、建前なしの本音を聞くことができた。また、修士課程で就職を考えている方と博士課程まで進学された方のお二方をお呼びしていただいたおかげで、2パターンの実際を聞くことができた。
- 先輩たちがフレンドリーで話しやすかった。踏み込んだ質問も多くできてよかった。

F) 本実習全体を通して、良かった点、改善して欲しい点

● 感想

- 研究室訪問で、先生方が生き生きと研究内容を話されていて興味が湧いた。
- どれも貴重な経験になりました。これまであまり学んで来なかった原子力の分野について、知識を広げられました。経済的なサポートも大きく助かりました。加えて、インターンシップとして単位も認定しただけのカリキュラムで幸いでした。大学の研究、雰囲気をもろもろ五日間体験させていただき本当にありがとうございました。
- 高専生をターゲットにした実習内容だったため、特に違和感や不満点無く本実習を進めることができた。未知の世界を知り、将来の進学に向けての選択肢を広げることができたので非常に有意義な時間だったと感じている。一つ改善点を上げるならば、実習に参加する人集めの点だと感じる。後に友人に実習について話したとき、参加したかったと言っていたため、もっとこの実習が認知されると良いと感じた。
- 高専との講義の差に驚いた。感動しました。



② 実験原子力総合実習（2024年1月2日～26日、対面開催）

(ア) 実習の様子

実習の様子を図8～12に示す。



図 8



図 9



図 10



図 11



図 12

(イ) 実習アンケート結果・感想

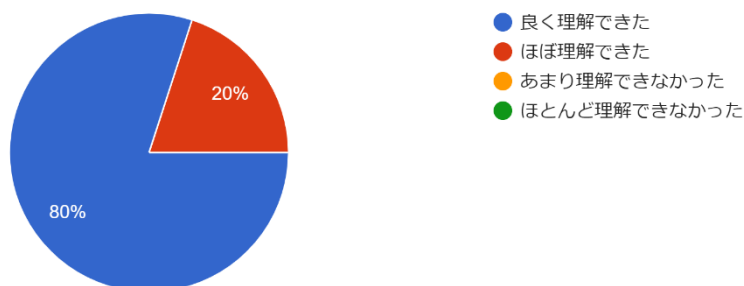
実習後に実施したアンケート結果ならびに感想について、図 13-1～15-2 に示す。

A) 中性子輸送挙動計測実習

- 実習内容はあなたにとってレベルが適切でしたか。(図 13-1)

・ 加速器中性子測定実験 (1月24日 (水))

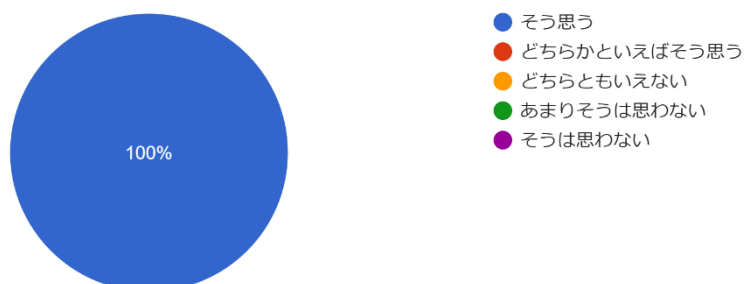
5 件の回答



- 実習内容はあなたにとって有意義でしたか。(図 13-2)

・ 加速器中性子測定実験 (1月24日 (水))

5 件の回答



- 感想

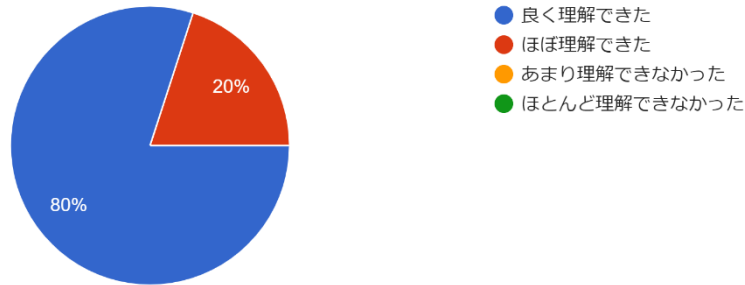
- ・ 減速材の配置パターンを変えて繰り返し計測することで中性子の特性を理解したり、空間 (一次元) での分布を計測し、近似式が扱える範囲を学んだりと内容が多く、また実験内容も学生側で追加、選択することができて楽しかった。
- ・ ダイナミトロンの操作を行い、測定結果について議論することで中性子の特性がよく理解できた。
- ・ 減速材の配置を自由に変更できたり、自主的に考える時間が多くほかの参加者と意見交換しながら実習を行えたことが理解を深めるために良いと思う。
- ・ 中性子の吸収、減速などの過程が総合的に考えられる実験でよかった

## B) 放射線応用実習

- 実習内容はあなたにとってレベルが適切でしたか。(図 14-1)

・放射線応用実習(1月22日(月))

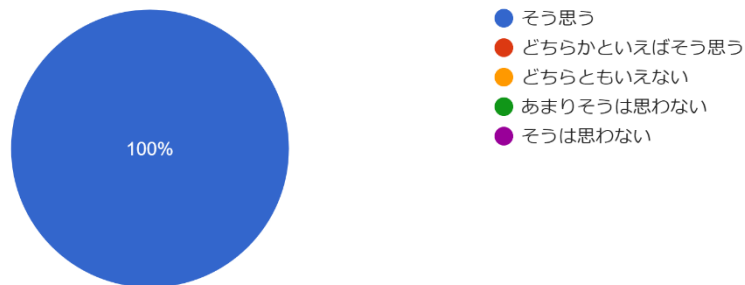
5件の回答



- 実習内容はあなたにとって有意義でしたか。(図 14-2)

・放射線応用実習(1月22日(月))

5件の回答



- 感想

- 講義は少人数なので質問を投げかけられる機会も多く、「粒子を扱う思考」を身に付けることができたと思う。例えば考えるときの観点(反応断面積、粒子が消えるのはどんな時か?重さは?数は?何とよく反応するか?など)を学べた。ただ内容的に22日と24日の分を連続するのも良いと思う。しかし一日おいた(23日を挟んだ)からこそ知識が整理されて24日の内容をより深く理解できた側面もあるので良し悪しはある。
- ダイナミトロン加速器とペレトロン加速器の両方の特徴を比較しながら確認でき、実際に触れられたことで理解が深まった。
- 加速器の見学、説明を受けた後で実際にビームを出す操作を行えたことは非常に勉強になり良かった。
- ダイナミトロンの中性子発生を見れて興味深かった。

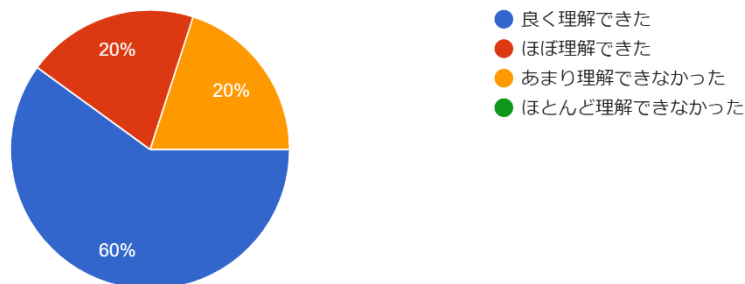


### C) 原子炉材料照射実習

- 実習内容はあなたにとってレベルが適切でしたか。(図 15-1)

・原子炉材料照射実習(1月23日(火))

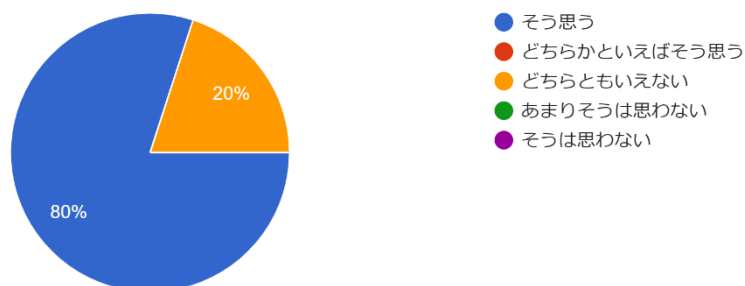
5件の回答



- 実習内容はあなたにとって有意義でしたか。(図 15-2)

・原子炉材料照射実習(1月23日(火))

5件の回答



#### ● 感想

- ・実際に劣化させた試験片の硬さの測定や破断面の観察、講義によって知識を一連の流れとして理解できたと思う。また内容も X 線を用いた材料の測定から中性子による材料の劣化、原子炉の安全上注意すべき点など多岐にわたり、ありがたかった。
- ・X 線回折の分析はエネルギーの読み取り方など経験が必要であることが分かった。金属材料ビッカース試験は実施者によりバラつきが出るため複数人で実施するというコツがあることがわかった。
- ・他の実習に対して少し分野が違う内容であったと感じた。実習時間をもう少し確保して説明時間を増やすと理解が深まると感じた。
- ・イオン照射によって材料の変質が実際にわかってよかった。フルエンス別、入射粒子別の照射試料もあるとよかったです。

D) NanoTerasu (ナノテラス) 見学 (1月26日 (金))

● 感想

- 職員の方や引率の先生の解説や質問への対応もあり、楽しみながら軟 X 線を作るための加速器について学ぶことができた。
- X 線による分析などが実際に開始された状況も視察したいと思った。実際にどのような材料が分析でき、結果がどのように出てくるのか、それが研究にどう用いられるのかを次の機会には見てみたいです。
- 実験ができたならなお良かった。
- 最先端の施設を見学でき、貴重な経験ができた。これからナノテラスの活躍によってどのような研究がされていくのか関心を持てた。
- 直前に手配していただき、ありがたかったです。放射光施設は初めてだったので、リニアックの加速装置や蓄積路リングの運転盤などみれて、最先端だなと感じました。

E) 本実習全体を通して、良かった点、改善して欲しい点

- 金銭面の援助、初学者でも分かりやすい資料や講義、手を動かしながら学べること、実習内容にこちらが選択したり追加したりする余地があること、他の参加者との交流、一週間近く開催することがありがたかった。改善してほしい点は特にないが、強いていうのなら先生方の勤務時間もあるので難しいと思うが開始時刻と終了時刻を遅くして欲しい。
- 実際に装置やシミュレーションソフトを操作できるのは学生だけではなく、社会人にとっても貴重な体験であり、自分の専門以外の基礎科学的な分析などを体験し、深く考える機会を持つことは年齢や立場に関係なく広く実施することが国内の技術の底上げにつながると思った。
- 全体として他の参加者と相談しながら進めることができ、同じ分野に関心を持つ学生と交流しながら学ぶことができた。事前資料を送付して頂いたが、予習のためにもう少し余裕をもって送付して頂きたいと感じた。
- イオンビームから、中性子、放射光まで触れられてよかったです。

③ 中性子照射済み材料実習（2023年7月31日～8月4日、対面開催）

(ア) 実習の様子

実習の様子を図16～19に示す。

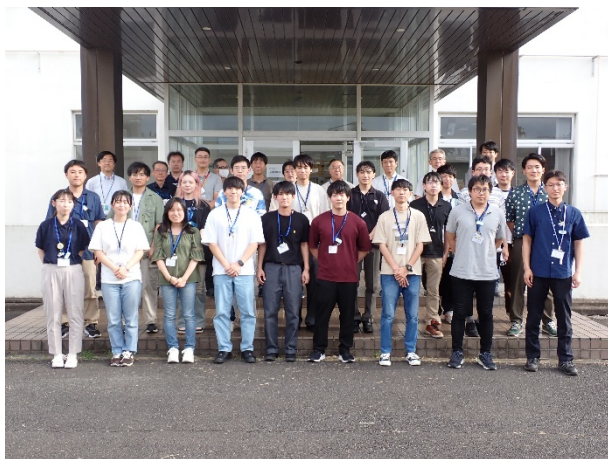


図 16



図 17



図 18



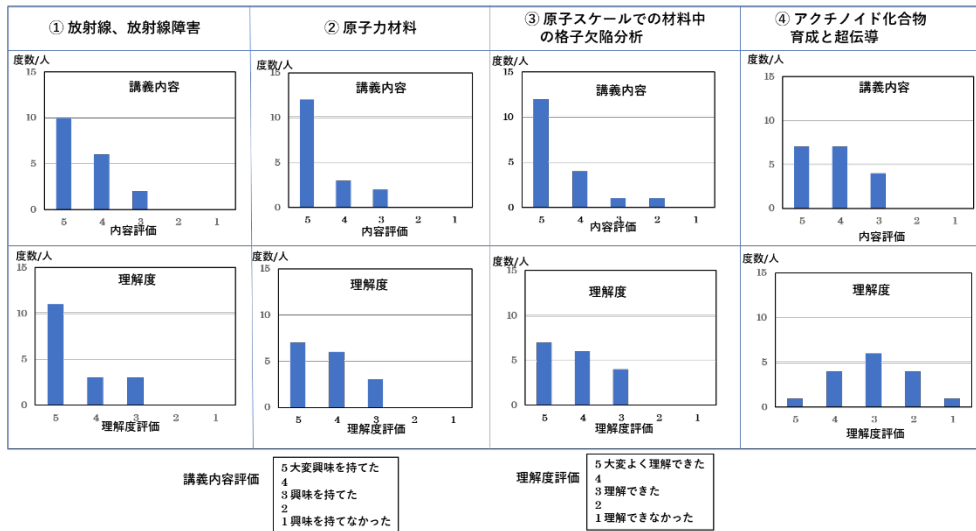
図 19

(イ) 実習アンケート結果・感想

1. 参加校：東北大学 量子エネルギー (8名)、長岡技科大(3名)、九州大学 (2名)、東京都市大学 (2名)、京都大学、茨城大学、新潟大学 (各1名)、中部電力、JAEA東海 (各2名) : 計20名
2. 学年：修士1年 10名、修士2年 8名、社会人2名

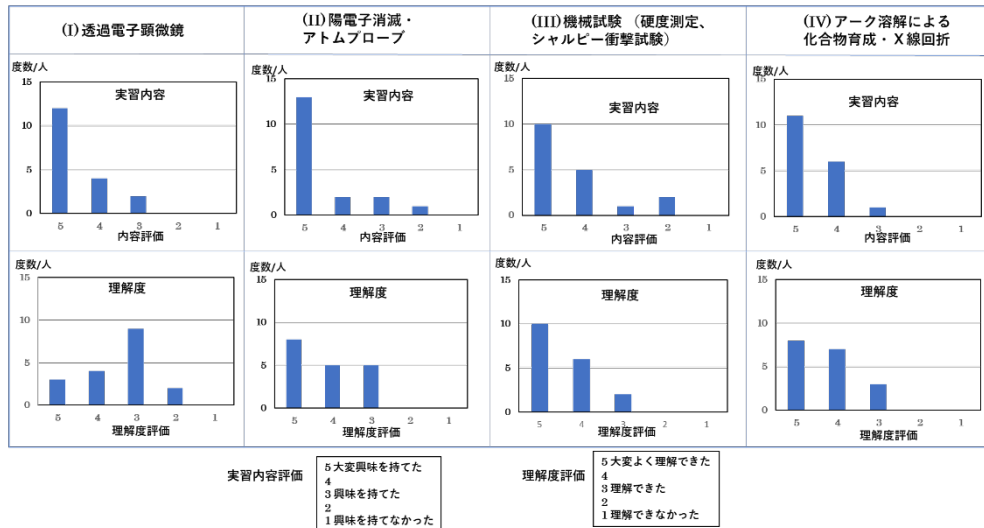
以上の20名が協力してくれた。

2023 夏の学校アンケート集計\_講義



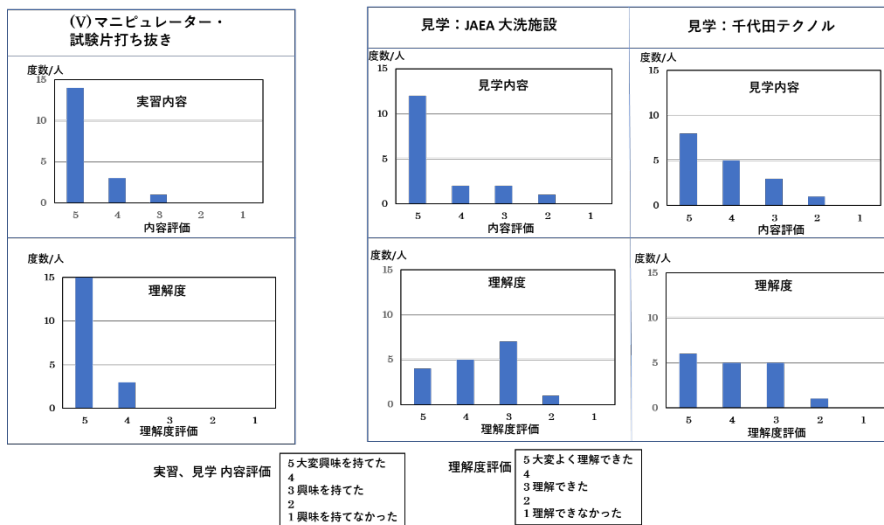
中性子照射済み材料実習\_講義アンケート (図 20-1)

2022 夏の学校アンケート集計\_実習 (I)~(IV)



中性子照射済み材料実習\_実習 (I)-(IV) アンケート (図 20-2)

2022 夏の学校 アンケート集計\_実習 (V)、見学



中性子照射済み材料実習 (V) & 見学アンケート (図 20-3)

2023 夏の学校 アンケート自由コメント

1. 見学

1) JAEA 施設見学：設備内部も見学できればもっとよかった。見学範囲に制約があることは認識しつつも、玄関での説明ではやや物足りないと感じた。同様のコメントは4名から寄せられた。見学した施設の中では、HTTRが印象に残っている：水素製造できる施設であり、水素エネルギー供給の有力手段となりうる点に興味を惹かれる。

2) 千代田テクノ：個人線量測定に普段の実験で使うものではあるが、意識が乏しかった（あまり注意を払っていなかった）。測定用バッチとして中身がブラックボックスであったが、製造工場での測定原理の説明がありがたかった。

2. 講義、実習

1) アクチノイドの物性（講義）：物性に関する話（超電導）は、理解は難しかったが、非常に面白かった：3名から同様のコメント。

2) 透過電顕（実習）：やや難しい内容であったという意見があった。中には、「途中からわかってきて面白かった」といったものや、装置に初めて触れたことに対する感動を示すコメントもあった。

3) X線回折（実習）：スペクトル解析（回折パターン）の分解精度の高さに感心するとともに、解析に難しさを感じた。

4) マニピュレーター（実習）：操作の難しさを身をもって実感（体験）した：4名から同様のコメント。担当講師の技術がすごい：2名。とにかく面白い：2名。操作



テクニック上の難しさ（体力的な大変さ）が印象に残っている。

5) 原子力材料・格子欠陥（講義）：

内容に一貫性があり、一連の流れを把握しやすい・講師の説明がわかりやすく、理解しやすかった。超微細なところを扱う分析手法であるが、視覚的にわかりやすかった点に感動した。

④ 高専生のための原子力材料実習（2023年8月21日～25日、対面開催）

(ア) 実習の様子

実習の様子を図 21～24 に示す。



図 21



図 22



図 23



図 24

## (イ) 実習アンケート結果・感想

2023 高専インターンシップ アンケート：受講生からのコメント

参加受講者：6名、いずれも本科4年生

アンケート協力者：5名

受講生在籍校：仙台\_名取、一関、苫小牧、秋田、鶴岡、新居浜 各高専より1名  
在籍学科(系)：機械工学系\_2名、材料系(材料環境工学)、都市工学系(土木工学)、  
化学系、電気情報工学 各1名

### 受講生コメント

1. 印象に残った点として、共通して受講生のほとんど全員があげたのは、原子炉施設見学が有意義であった点である。「インターンシップ参加前は原子力に関する知識はなかったが、施設見学により実際の現場がどのようになっているのか直接見たり、触れることができ(ドライキャスクからの放熱等)、原子力について体感できたことが非常に良かった。」

2. 受講生の専攻学科との関連で、施設見学、講義、実習の中から興味を引いた点は、各自それぞれである。

- ・原子力施設の安全対策のための工事(防潮堤、貯水設備等)は、土木工学と深いかわりがある。

- ・日本で最初の原発(昭和41年稼働開始)の制御室は、アナログ機器(各種メータ類、手動スイッチ等)のみで構成されており、今まで見たことがないため非常に驚く。また、制御技術の部分は、アップデートにより現代のものに置き換え対応が可能になる点に感心する。

- ・HTTR：水素エネルギーに関連する形式の原子炉に非常に興味をおぼえる。

- ・材料試験では原子力の分野となるとやり方が異なる点が印象に残った：

シャルピー試験では、断面の細い微小試験片を使用せざるを得ず、それに伴い試験機の駆動機構・計測方式も異なるものが採用されていることに感心する。

- ・結晶：欠陥構造、材料：微細構造についての観察分析手法(TEM、アトムプローブ、陽電子消滅、X線回折)に初めて触れることができ、材料への理解が深まったように思う。

3. 原子力・放射線に対する理解を構築するベースに触れられた点は非常に有意義であり、科学的に正しく認知・理解することが重要なのだと認識した。また、情報発信のあり方も重要となると思う：帰ったら、学校の仲間(周りの人々)にも得た知見を伝えたいと思っている。

⑤ 放射性廃棄物分離分析実習（2024年1月22日～26日、対面開催）

(ア) 実習の様子

実習の様子を図25～28に示す。



図 25



図 26



図 27



図 28



2023 年度 大洗原子力冬の学校アンケート結果

アンケート協力者 13 名

内訳：大学院生 10 名、社会人 3 名

講義内容に興味を持ってましたか？理解できましたか

・核燃料サイクルと廃棄物の処理処分

1. 大変興味を持てた・・・10人                      2. よく興味を持てた・・・3人

1. 良く理解できた・・・7人                      2. ほぼ理解できた・・・4人

・分離技術の基礎

1. 大変興味を持てた・・・9人                      2. よく興味を持てた・・・2人

1. 良く理解できた・・・7人                      2. ほぼ理解できた・・・4人

・微量分析技術

1. 大変興味を持てた・・・8人                      2. よく興味を持てた・・・3人

1. 良く理解できた・・・7人                      2. ほぼ理解できた・・・4人

・大学におけるデブリ研究のいま

1. 大変興味を持てた・・・9人                      2. よく興味を持てた・・・2人

1. 良く理解できた・・・8人                      2. ほぼ理解できた・・・3人

・ICP-MS 分析を始めるにあたって

1. 大変興味を持てた・・・9人                      2. よく興味を持てた・・・2人

1. 良く理解できた・・・7人                      2. ほぼ理解できた・・・4人

・トリプル四重極 ICP-MS における多原子イオン干渉の除去

1. 大変興味を持てた・・・7人                      2. よく興味を持てた・・・2人

1. 良く理解できた・・・7人                      2. ほぼ理解できた・・・4人

実習の内容に興味を持ってましたか？理解できましたか？

・(I) 溶液基礎操作

1. 大変興味を持てた・・・8人                      2. よく興味を持てた・・・3人

1. 良く理解できた・・・9人                      2. ほぼ理解できた・・・2人

・(II) 放射線計測

1. 大変興味を持てた・・・8人                      2. よく興味を持てた・・・3人

1. 良く理解できた・・・9人                      2. ほぼ理解できた・・・2人

・(III) 模擬デブリの X 線回折

1. 大変興味を持てた・・・9人                      2. よく興味を持てた・・・2人

1. 良く理解できた・・・7人                      2. ほぼ理解できた・・・4人

・(IV) 模擬デブリの電子顕微鏡観察

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. 大変興味を持てた・・・9人 | 2. よく興味を持てた・・・2人 |
| 1. 良く理解できた・・・7人  | 2. ほぼ理解できた・・・5人  |

・(V) ICP-MS 使用方法ガイダンスとメンテナンス

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. 大変興味を持てた・・・10人 | 2. よく興味を持てた・・・1人 |
| 1. 良く理解できた・・・8人   | 2. ほぼ理解できた・・・3人  |

・(VI) ICP-MS 測定と検量線の作成

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. 大変興味を持てた・・・10人 | 2. よく興味を持てた・・・2人 |
| 1. 良く理解できた・・・8人   | 2. ほぼ理解できた・・・5人  |

・(VII) 分離・分析、廃棄物処分

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. 大変興味を持てた・・・10人 | 2. よく興味を持てた・・・3人 |
| 1. 良く理解できた・・・9人   | 2. ほぼ理解できた・・・2人  |

本年度冬の学校受講者からの感想・自由コメント

1. ICP-MS に関して：分析を行うにあたり装置をそろえればよいと思っていたが、それで済む話ではない。同重体干渉のこと等様々な視点から考えて分析を行うことが必要なことに衝撃を受けた。(社会人受講生より)

2. 普段での研究とは異なるスキルを要する放射線計測・機器分析について、苦労はあったが様々な手法を詳しく学べ、身につけられたことが良かった。

3. 勉強不足・経験不足の中での参加で、難易度が少し高かった。予備知識がかなり必要ではないかと感じる。(社会人受講生より)

4. 講義教材・実習データに関して次の意見・要望があった。(社会人受講生より)

・教材をPDFでもらえたらありがたい。

5. 時間的に(スケジュール的に)タイトではないかとの意見が3名から寄せられた。

・報告会の準備・資料作成の時間(スケジュール上1時間40分)がたりなかった：2名

・実習項目(科目)が多い。一日当たり一つの実習ぐらいでいいに取り組みたかった。