

令和4年度事業報告

(令和4年4月1日～令和5年3月31日)

当法人は、設立の目的である「原子力及びエネルギー関連科学技術の地域産業への普及等による地域活性化」を計画的に推進するため、令和2年度からの第5期中期事業計画において、「研究開発」、「産業支援」、「人材育成・交流」を三つの柱として、真に地域の産業活性化に貢献できる機関となるための研究開発、産業支援機能の強化やグローバルな原子力人材の育成と交流の推進を図ることとしている。

令和4年度は、第5期中期事業計画の3年度目であり、計画の推進を目指して、三つの柱の各分野において積極的に活動を行った。

研究開発では、JAXAと締結した協力協定に基づき、宇宙線耐性評価技術の向上を図るとともに、県内企業・大学との共同研究を進め、県内における超小型衛星開発の取組みに貢献した。また、医療分野では、分子標的薬と陽子線の併用によるがん治療効果を検証するため、モデル細胞の放射線感受性を評価した。育種分野では、これまでに開発した、イオンビーム照射による突然変異誘発促進技術の実用品種への適用研究や、福井県が開発中のミディトマトに使用する単為結果性の有無を判別するDNAマーカーの作成を行った。さらに、エネルギー分野では、ナノ構造化を活用した新規水素貯蔵材の開発や、ナトリウムを用いたアンモニアの新規合成装置開発など、水素の生産・輸送・貯蔵に関する研究を県内企業と連携して進めた。

産業支援では、県内企業の新技術、新製品の開発に加え、販路開拓についても積極的に支援を行い、地域産業の振興に努めた。また、原子力発電所の廃止措置への県内企業の参入を促進するため、電力事業者による説明会や、元請企業と県内企業との情報交換会を開催した。

人材育成・交流では、IAEAとの連携による諸外国の技術者への研修や、アジア諸国の技術者、行政官等への研修を実施したほか、廃止措置と地域振興をテーマとした「つるが国際シンポジウム」を開催した。また、国内技術者向けの実務研修を実施するなど、原子力人材の育成に貢献した。

今後とも、当法人が保有する人的資源や知見を最大限に活用し、地域に貢献できるよう取り組んでいく。

研究開発

地域社会・経済への貢献を目指し、「医療」、「育種」、「レーザー技術」、「宇宙開発」の4分野に重点をおいて、実用化に向けた研究開発を推進する。

1 医療分野

陽子線治療を基軸とした集学的がん治療法の研究開発や陽子線がん治療の腫瘍部における線量分布を簡便に評価する技術の開発など、陽子線によるがん治療の高度化・効率化を進める。

ア 粒子線がん治療高度化のための生物応答解明研究

(ア) 概要

陽子線治療を基軸とした集学的がん治療の実現に向けた研究開発を推進する。併せて、臨床レベルの試験研究の安全性を担保するための生物学的試験研究を実施する。

(イ) これまでの取組み

福井県立病院陽子線がん治療センターや福井大学などと連携し、より治療効果が高く、患者の負担が少ない適正な陽子線照射線量を把握するための基礎研究を推進し、治療線量の最適化につながる成果が得られた。

また、陽子線とX線を組み合わせて照射する混合放射線療法確立に向けた基礎研究を実施し、その成果が臨床試験につながった。同治療法の高度化を目指した基礎研究を進め、X線照射後に陽子線を照射した場合に、陽子線照射後にX線を照射した場合よりも重篤度が高く修復の困難なDNA損傷が形成され、腫瘍細胞の致死効率が上昇し、治療効果が増強されることが示された。

陽子線と免疫賦活剤を併用したがん治療の実現可能性の検証に向けた共同研究を推進し、動物実験により抗腫瘍効果の拡大につながる可能性が示された。また、放射線治療による急性障害を予防、緩和、治療する薬剤の開発に向けた産学連携の研究において、モデルマウスに対して静脈内注射を行った場合にも、候補薬剤の有効性を示す成果を得た。このほか、細胞質の放射線応答が放射線抵抗性の制御に重要な役割を果たすことを共同研究で初めて明らかにした。

(ウ) 令和4年度の成果

陽子線治療を基軸とした集学的治療の実現に向けたさらなる取組みとして、がん細胞中の異常なタンパク質の働きを選択的に阻害する分子標的薬と陽子

線の併用によるがん治療効果を検証するための研究を開始し、選定したモデル細胞において分子標的薬のターゲット遺伝子の有無が放射線感受性に影響を与えないことを明らかにした。また、モデル分子標的薬の細胞毒性試験を実施し、使用濃度範囲を検討した。加えて、動物実験による治療効果の検証に向けて、モデル細胞を移植した担がんモデルマウスに対する分子標的薬の毒性試験を実施して治療効果の検証に用いる投与方法や投与量を確定した。

放射線治療による急性障害を予防、緩和、治療してQOL（生活の質）の向上を図るための薬剤の開発に向けた共同研究において、放射線性骨髄炎や放射線性顎骨壊死の副作用モデル細胞の放射線感受性評価を実施した。このほか、免疫賦活剤の併用や生体の放射線応答機構の活用によって陽子線治療の高度化を図るための基礎研究において、陽子線と免疫賦活剤の併用による抗腫瘍効果の拡大に関する動物レベルでの検証を進めた。

イ 粒子線照射技術の高度化研究

(ア) 概要

陽子線がん治療時の腫瘍部における線量分布を簡便に評価する技術を開発し、治療計画の時間短縮と治療効果の向上に寄与する。さらに、開発した技術を陽子線治療のみならずX線治療にも適用することを目指す。また、粒子線治療に係る各種工学的要素を含んだ課題の解決につながる知見を蓄積する。

(イ) これまでの取組み

陽子線で生じる蛍光発光分布を線量分布としてオンラインで可視化表示するシステムの研究を推進し、医薬品医療機器等法に適合させるためのソフトウェア上の問題点を抽出するとともに、放射線耐性評価などの工学分野への適用可能性を検討した。

粒子線治療の効果を高めるため、吸収線量に応じて着色するゲルインジケータを応用して開発したPVA-KIゲル線量計について、陽子線やヘリウム線を対象に吸収線量に応じた着色の特性を明らかにし、照射中に着色度の分光計測可能なシステムを開発、実用性を評価した。

(ウ) 令和4年度の成果

陽子線治療の効果予測をPET分子イメージングにより検証するため、担がんモデルマウスに対して陽子線照射後にPET撮像を実施した。陽子線治療効果予測の実現可能性が、PET撮像の時期（照射後の経過日数）に依存することを明らかにした。

2 育種分野

イオンビームを用いた植物・菌類の育種技術の開発や植物工場に適した新品種の育成を行うとともに、生物資源のDNA情報・特性等の解析評価研究を行う。

ア 植物・菌類のイオンビーム育種研究

(ア) 概要

企業、試験研究機関、大学と共同で、社会や地域のニーズにマッチした有用な植物や菌類の新品種育成に取り組む。また、新品種育成に適用可能な突然変異誘発技術の開発に取り組み、開発した技術を新品種育成に積極的に活用して行く。

(イ) これまでの取り組み

植物のイオンビーム育種技術では、これまでに9品種の品種登録を終え、植物工場用レタスなど3品種を出願中である。

DNA修復機構を利用した突然変異誘発促進技術開発では、理化学研究所と共同で、突然変異誘発効率を高めるために阻害が有効なDNA修復経路を明らかにした。また、既に有効性を確認したDNA修復阻害剤をイオンビーム照射前後に適用した場合、2倍から4倍の突然変異率増加が得られた。研究結果に基づき、モデル植物における薬剤処理による変異誘発促進法を確立した。

新たな炭素イオンビーム照射技術の開発および実用作物への適用研究では、炭素ビームの高LET（線エネルギー付与）領域を利用した照射方法により、モデル植物のシロイヌナズナにおいて理化学研究所のアルゴンビームと同等の生物効果や突然変異率を示すことがわかった。また、この照射方法を用いてイネ（ピカツンタ）やコムギ（ふくこむぎ）において有用な形質を有する複数の変異体を獲得した。

新品種開発研究では、種苗会社と共同でビンカやストックなどの花卉類で有用形質を持った変異を見い出した。また、酒米山田錦の品種改良に福井県立大学と取り組み、県内の栽培環境に適し、かつ、粳が落ちにくい系統を開発し、品種登録のためのデータ収集等を行った。

菌類については、高い免疫賦活活性を示す多糖類を産生するチョレイマイタケの高増殖性菌株を得た。また、カバノアナタケが産生する物質に関する福井大学との共同研究では、老化を早める糖化物質の生成を抑制する働きがあることを明らかにし、その物質の精製条件を確立した。

このほか、一般財団法人日本きのこセンター等と共同で、セシウムやカドミウムの蓄積が少ないだけでなく高収量のシイタケの変異株を得た。

(ウ) 令和4年度の成果

DNA修復機構を利用した突然変異誘発促進技術開発では、モデル植物シロイヌナズナを用いて確立した薬剤処理による変異誘発促進法が実用作物に適用可能であることを検証するため、イネ、キク、ニホンスイセンを対象として、理化学研究所、福井県立大学との共同研究を開始した。イネ、キクについては、対象品種、育種目標を定め、薬剤処理の方法を確立した。イネは、確立した処理手法により炭素ビーム照射を行い、照射第一世代の育成を開始した。

新たな炭素イオンビーム照射技術の開発および実用作物への適用研究では、獲得した変異体の全ゲノム変異解析により、モデル植物で生じた変異は、高LETのイオンビーム照射では低LETの照射に比べて点突然変異である塩基置換の割合が低下し、大きい欠失・挿入や染色体再構成の割合が増加し、大規模な変異が多く誘発されることが明らかになった。イネ（ピカツンタ）については、有用変異体の栽培特性の調査から4系統を選抜し、コムギ（ふくこむぎ）については、早生化候補を1系統、硬質粒化候補を29系統選抜した。

植物の新品種開発研究では、福井県立大学と共同開発した酒米山田錦の新品種を、山田錦FW1号として品種登録出願し、県内酒造会社と共同でこの品種を用いた日本酒の試験醸造を実施した。

有用菌類の開発について、シイタケのカドミウム、セシウムの低蓄積系統にイオンビーム再照射を行い、低蓄積性の向上を試みた。

イ 生物資源のDNA情報・特性等の解析評価研究

(ア) 概要

福井県産ブランド野菜の育種に使用するDNAマーカーの作成や、地域特産の農産物に関する代謝産物データのカタログ化を行い、福井産のブランド野菜の育成や保護に活用する。また、県産品が有する抗酸化力を評価することができる科学的信頼性や宣伝効果の高い、新しい手法を確立する。

(イ) これまでの取組み

農産物DNAデータ等のカタログ化では、福井県のブランド野菜であるミディトマト「越のルビー」に特有の8種類のDNA断片を検出した。また、福井県が現在開発中の新ミディトマトの選抜過程で用いる、トマト葉かび病抵抗性の有無を判別するDNAマーカーを作成するとともに、単為結果性の判別DNAマーカーの候補となる複数のDNA断片を得た。代謝産物解析では、植物の含有物から特異性を判別する手法を開発し、ミディトマトや葉物野菜などの県産物と類似の他県産物について、糖や香気成分、ポリフェノール等の含有成分を比較分析し、県産物の特徴を調査するためのデータを収集した。

食品の抗酸化力評価法の開発では、活性酸素種に対する消去力を従来法よりも高い精度で評価する手法を開発し、農業・食品産業技術総合研究機構と共同で測定条件の最適化や試料前処理法の改良などを行い、野菜のほか、加工食品に対しても高い精度で科学的根拠を有する手法として確立した。

(ウ) 令和4年度の成果

福井県が現在開発中の新ミディトマトの選抜作業において、AFLP（増幅制限酵素断片長多型）法を用いて単為結果性系統に共通する3つのDNA断片を得た。また、トマト黄化葉巻病に対する抵抗性の有無を判別するDNAマーカーを作成した。代謝産物解析については、ミディトマト、葉物野菜等の農産物に含まれる主要な含有成分や代謝産物を比較分析し、産地・品種識別に有効なデータの可視化を試みた。成分による生産地の識別は困難であったが、品種間の特徴差は確認できた。

食品の抗酸化力評価法の開発については、福井県農業試験場から提供された試料について抗酸化力の評価測定を実施し、この方法が新規機能性品種の開発に有効であることを確認した。手法の標準化・普及化を目指し、農業・食品産業技術総合研究機構、日本食品分析センターとの連携を進めた。

ウ 植物工場関連品種改良

(ア) 概要

県内の植物工場における現行品種に対する様々なニーズに対し、理化学研究所との共同研究で培った変異促進誘発技術や高LET炭素線による新育種技術を活用して、新品種の育成を実施する。育成された新品種については、植物工場の事業者へ種苗を提供し、実際の生産環境における生育試験を行う。

(イ) これまでの取組み

生育の早いレタス品種や結実性の高いミディトマト品種の作出に成功し、植物工場等に試験栽培用の種苗を提供し、生育試験を実施した。

高い免疫賦活活性を示す多糖類を産生する真菌類（チョレイマイタケ）の高増殖株を用いて生産した多糖類が、野菜の生育を促進することを栽培試験により実証し、新規の植物生長促進剤として特許出願した。

(ウ) 令和4年度の成果

LED照明を使用した植物工場では赤色レタスが赤く発色しないという課題に対し、新型のLEDを特定のタイミングで照射することにより、葉の色を赤くすることを可能にした。真菌類（チョレイマイタケ）からの抽出液を用いた新規の植物活力剤が、人工光植物工場において葉物野菜の生育促進効果を示すことを明らかにした。

3 レーザー分野

原子力発電所の廃止措置に向けた除染・切断技術の向上と民生分野への技術移転を行う。

ア レーザー技術を応用した除染技術、切断技術の開発

(ア) 概要

廃止措置に向けた除染・切断技術の試作・試験等で明確になった実用化に向けた課題と最新レーザー技術を反映し、周辺技術を含めた除染・切断技術のシステム高度化に取り組む。

(イ) これまでの取り組み

除染技術では、金属表面の除染システムの開発やホット試験を実施し、管理区域内におけるレーザー除染が実施可能であることを示した。また、遠隔操作可能なコンクリートの自走式小型除染システムの開発を行い、走査速度や出力、材料、表面状況の違いが剥離量に及ぼす影響等についてデータを取得した。

さらに、新しい短波長パルスレーザーの技術を取り入れ、表面除去の高効率化を図るため、パルスレーザーのピークパワーや面照射の機構等に着目し、レーザー除染に適した機材の選定や除染対象物表面の凹凸形状に応じた照射ヘッドの追従機構の検討を実施した。このほか、建屋内壁（コンクリート）やゴムライニング剥離における技術利用の可能性を検証するためにユーザーニーズや技術動向について調査を実施し、レーザー技術を利用する可能性があることを確認した。

切断技術では、原子炉压力容器や容器内構造物を模擬した厚さ300mmの各種鋼材の切断試験に加え、直径が125mmから250mm程度の配管切断に係る操作性を高めるための小型自動配管切断システムの試作・試験や、切断に伴って発生する粉じんの低減や貫通後のレーザー強度抑制を目的とした水ミスト噴霧の有効性確認試験を実施した。また、レーザー切断の特性を活かせる配管として、直径300mm程度の配管を選定し、照射ヘッドおよびそれを駆動する機材のさらなる開発を行った。照射ヘッドは、狭隘部での作業性を向上させるため、形状をL型にするとともに高出力に対応させた。照射ヘッド駆動機材は、配管への取付方法を改良するとともに軽量化を図った。

さらに、「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」施設を活用して水中レーザー切断試験を実施し、異なる水深（最大水深8m）でのレーザー切断状態や切断によって発生する粉じんの気中および水中への移行のデータを取得した。

(ウ) 令和4年度の成果

除染技術では、ゴムライニング剥離技術としての可能性を検証するため、ゴムを対象にレーザー照射を行い、加工性能を評価した結果、切り込みを入れることや除去が可能であることを確認した。

切断技術では、開発してきた自動配管切断システムを取扱性などの観点からさらに改良するために、照射ヘッドは長焦点対応を可能とし、照射ヘッド駆動機材はさらなる軽量化などを図った。また、それらを反映した試作切断機について、現場で利用可能となるように機能評価を行った。

さらに、「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点」施設を活用して、水中レーザー切断試験を実施し、切断状態や切断によって発生する粉じんの気中および水中への移行データ計測後、得られた濁水に対する長時間の浄化試験中の水質調査を実施した。

イ レーザー技術の産業利用

(ア) 概要

国内有力研究機関との連携や廃止措置の除染・切断技術開発で培った技術・ノウハウ等をベースに、地元産業構造に合った土木建築分野等での研究開発、レーザー技術全般の相談・支援を行う。

(イ) これまでの取組み

光産業創成大学院大学と連携し、貯水槽の定期検査・補修で必要となる防水塗膜の除去技術、コンクリート表面をガラス化することによりコンクリート内部への塩水侵入を防ぎ、橋梁等のコンクリート構造物の長寿命化を実現する材料改質技術について、土木建築分野での実用化に向けた研究開発の支援を実施した。また、配管切断の試作装置の実用化に向けて、基礎データ収集、企業との情報交換等を行った。

(ウ) 令和4年度の成果

土木建築分野などにおけるレーザー研究成果の適用を目指し、切断技術では自動配管切断システムについて、地元企業とともに軽量化および配管への取付方法の改良を行い、県内展示会への出展等を目指した試作品の整備を行った。

除染（ハツリ）技術では、量子科学技術研究開発機構が開発している、レーザーを利用したトンネルの壁面クラック補修技術等についての技術意見交換を行った。

4 宇宙開発分野

イオンビームを用いて宇宙用電子部品の放射線耐性を評価する技術の向上を図り、県内企業等との共同研究により、県内宇宙産業の技術力強化につなげる。

ア 宇宙で利用される機器・材料の評価技術開発

(ア) 概要

放射線耐性評価研究として、照射量の制御手法や低線量照射に対応した照射量計測手法などを開発する。また J A X A との協力協定の締結により、放射線耐性評価技術の向上を図り、県内企業等との共同研究を推進することで、県内企業の技術力強化につなげる。

(イ) これまでの取組み

加速器のイオンビーム強度を宇宙線程度に制御する方法を開発し、宇宙機搭載用機器の宇宙線耐性や作動精度の評価、小惑星の表層構成物質に対する宇宙線の影響の評価に向けたイオンビーム照射試験を実施した。

また、J A X A との共同研究として、火星衛星探査機に搭載する撮像素子の宇宙線耐性の評価のためのイオンビーム照射試験を行うとともに、県内での宇宙産業創出の実現に向け、県内企業が開発に参画中の超小型衛星で使用する電子機器に対する照射試験を行い、打ち上げに貢献した。

令和2年度には、J A X A と協力協定を締結し、協定に基づきシリコン半導体素子のプロトン起因シングルイベント効果（イオン1個が衝突することにより発生する一時的誤作動）およびペロブスカイト太陽電池の高耐放射線性のメカニズム解明についての共同研究を開始した。

さらに、宇宙機への搭載を検討する最先端半導体（F i n F E T）に対するシングルイベント評価や、宇宙用太陽電池へのトータルドーズ評価（放射線による電荷蓄積が起こす特性劣化）についての共同研究を実施した。また、J A X A の協力により、加速器の減速体機構を自動化するなど、照射技術の高度化を進めたほか、J A X A の照射ニーズに応じた依頼照射も推進し、J A X A との協力関係を深化させた。

県内企業・大学との共同研究では、福井県工業技術センターやふくい宇宙産業創出研究会とも密接に連携しながら、宇宙機（超小型衛星・探査機等）へ適用する素子等に対するシングルイベント評価技術を確立し、県内の超小型衛星開発の取組みに貢献した。また、イオン加速器の民間ニーズ把握のため、経済産業省の「放射線試験・ソフトウェア対策に関する勉強会」にも参加し、国内の宇宙機開発についての情報収集・把握等を図った。

(ウ) 令和4年度の成果

JAXAと締結した協力協定に基づき、新たに宇宙機への搭載を検討する高性能な半導体（F i n F E T）に対する放射線耐性評価を行い、低エネルギー側ではシングルイベント効果が低減することを明らかにしたほか、ペロブスカイト太陽電池のイオンビーム照射量と効率低下の関係を明らかにする実験を行い、室温において照射から数分間での回復現象を観察することができた。また、JAXAの照射ニーズに応じた依頼照射も推進し、JAXAとの協力関係を深化させた。

県内企業・大学との共同研究では、イオンビームの散乱効果も加味したビーム2次元分布を模擬計算で導出してビーム試験データと比較することで、より標準的で効率的な照射を可能とし、県内の超小型衛星開発の取組みに貢献した。

また、福井県工業技術センターやふくい宇宙産業創出研究会と連携し、情報収集などに努め、県内企業の技術力強化や宇宙産業の集積に寄与した。

このほか、宇宙機や宇宙機搭載用機器の開発に関する国内の複数の研究機関との共同研究を実施し、照射野について、平面内の分布にとどまらず、イオンビームの到達距離や線エネルギー付与などの情報も含めた評価を行うことができる照射方法の開発に取り組んだ。また、宇宙機での利用が見込まれる各種検出器について、宇宙環境を模擬して放射線耐性を評価する試験を行った。

5 エネルギー分野

放射線計測技術の向上を図るとともに、太陽炉の効果的な活用や水素エネルギー利用に向けた技術開発を行う。

ア 放射線計測技術の開発

(ア) 概要

放射線計測技術の高度化、加速器利用系装置の利用高効率化により、技術力向上を図る。また、イオンビームの線束や時間変化を間接的に計測する技術を実用化する。さらに、使用済燃料のウラン・プルトニウム量を分析する手法を開発する。

(イ) これまでの取組み

放射線源情報評価手法の開発を行い、管理区域や原子力災害時の放射線線量分布を簡易に計測可能なシステムを開発した。また、瓦礫発生時の線量分布評価手法を開発し、シビアアクシデント時に瓦礫等の放射線源が散在している現場の上空から測定したデータから地上線源の強度分布を評価する計算式を導出した。

さらに、高エネルギー光子線計測による線束測定手法を開発し、対象物表面に入射する際のビームエネルギーの詳細評価を可能とした。この測定手法を用いて、イオンビームの線束や時間変化の経時的計測のため、自然環境での長期間耐久試験を実施した。

加えて、原子炉からのニュートリノを検出する装置を使用済燃料の分析に適用することにより、ウラン・プルトニウム量を測定するための新たな液体シンチレーターの開発に取り組み、ニュートリノエネルギーの測定精度を向上させるため、リチウムを溶解させた液体シンチレーターを開発した。また、装置を大型化する上での検出器形状やデータ収集装置の性能について調査した。

(ウ) 令和4年度の成果

使用済燃料分析のための液体シンチレーターを大量に作製できる手法を開発した。また、ガンマ線・中性子線源やイオンビーム照射に対する応答性を評価し、実際の使用を想定したデータ解析手法を開発した。

イ 様々なエネルギーの技術開発

(ア) 概要

太陽炉の活用方法を探求し、実現性を評価した上で効果を実証する。また、

燃料電池車の高圧タンクに替わって水素を安全に輸送でき、燃料電池に水素を容易に供給できる水素吸蔵合金を開発する。さらに、水を吸収して水素を発生する性質を持ったセラミックを用いた水素製造システムの構築を目指す。

(イ) これまでの取組み

バイオマスエネルギー開発では、木質バイオマスからエタノールを生成したほか、農業廃棄物をマイクロ波で加熱処理し、薬品原料等に应用可能なテルペン等やバイオディーゼル燃料となりうる脂肪酸エステルを生成した。

水素エネルギーの利活用では、マグネシウムの酸化還元反応を活用した水素エネルギー循環サイクルの技術開発として、太陽炉を用いた熱還元によるマグネシウム生成試験を実施しマグネシウムの生成を確認した後、回収率向上に向けて還元反応容器の改良を行い評価した。また、実規模を想定した太陽炉本体の概念設計を行い、太陽炉による還元マグネシウム保管型水素ステーションと各種水素貯蔵方式の水素ステーションとの比較を行い、安全面では優位性があるものの、採算面において課題があることを確認した。

水素吸蔵合金の開発として、水素化マグネシウム薄膜にニッケルを触媒として成膜することにより、貴金属触媒を使用することなく水素の発生開始温度を100℃付近まで低下させた。大量生産に向けて、ボールミル法を用いて水素化マグネシウム粉末にニッケルを混合し、水素含有量6.1%で、水素放出開始温度が150℃付近となる水素吸蔵合金粉末を作製した。また、水素放出時にLaNi₄Al合金を媒介する方式により、室温から200℃の温度範囲において大気圧に近い圧力の水素ガスを発生させることができた。

ナノ構造を利用した新規水素貯蔵材の開発として、摩擦強加工したマグネシウムの表面近傍において、ナノメートルサイズの転位ループや微細結晶粒の形成を確認した。また、イオン照射したマグネシウムにおいても、ナノメートルサイズの転位ループの形成が確認された。気相からの急冷によるナノ構造形成では、県内企業と共同で、高真空中とガスを導入した低真空中でのマグネシウム膜の成膜条件や膜質の違いについて実験を行った。また、蒸発させた金属を気流に乗せて成膜基板に到達させる方法が有効であることが判明した。

セラミックの水分解を利用した水素製造技術として、水吸収能力の高いセラミックを製造する手法を確立した。また、セラミックを加熱した際に発生する水素ガスを定量する手法を開発し、水素ガス量を推定することができた。

有望な水素キャリアであるアンモニアを低エネルギー投入で合成できる新規装置の開発として、加熱溶融した金属ナトリウムに水素・窒素混合ガスを作用させることによりアンモニアが生成されることを確認した。また、ナトリウム取扱技術を有する県内企業と技術連携して、温度・圧力制御やガス回収が可能な卓上の超小型実験装置を製作し、反応生成物の分析と反応解析を開始した。

(ウ) 令和4年度の成果

ナノ構造を利用した新規水素貯蔵材の開発については、摩擦強加工試験機の改良によりナノ構造の形成領域が深部に拡大し、水素吸蔵量も増加していることを確認した。イオン照射については、鏡面研磨されたマグネシウム板に水素イオンを照射後に真空中で昇温した結果、水素化物が形成されることを確認した。また、気相からの急冷によるナノ構造形成については、液体窒素レベルの温度まで冷却された成膜基板に気体中でマグネシウムを成膜する試験機的设计・製作を行い、ルツボからマグネシウムを蒸発させて堆積速度を測定した。

セラミックの水分解を利用した水素製造では、ペレットで水吸収速度を高めるための温湿度条件を確定した。また、セラミックの水分解能力を高め、水素ガス発生量を増加させるため、表面改質（微粉化・触媒蒸着・イオン照射）を行った場合の水素ガス発生量を測定し、それぞれの効果を確認した。また、セラミック再利用のために加熱後の材料を分析し、材料の回復傾向を確認した。

アンモニア合成装置の開発では、超小型実験装置を用いた反応実験と生成物解析により、ナトリウムを触媒とした純粋なアンモニアの生成を確認した。また、県内企業との技術連携を進め、より広範囲な濃度で効率的に分析できるようにアンモニア分析手法を改良するとともに、アンモニア生成反応を促進するための温度・ガス流量などの反応条件の最適化や金属粒子などの反応促進剤の効果の検証を行った。得られたデータを基に、プラント製作に関わる県内企業の協力を得て、実用化に近い条件や規模で実験するための新たな小型実験装置の設計・製作に着手した。

6 多様な分野の活動を支える技術開発

加速器の高効率かつ安定運転のための技術、イオンビームを用いた材料分析技術、機器・材料の損傷や放射線耐性などの評価技術を開発する。また、高い付加価値を持つ材料や安価な代替材料等の開発を行う。

ア 加速器技術の開発・高度化

(ア) 概要

医療・育種・宇宙開発分野の効率的かつ安定的な実験・研究のため、加速器の継続的な開発を行う。

(イ) これまでの取り組み

タンデム加速器は、安定した加速高電圧の発生が重要であり、加速高電圧の安定化と絶縁性能の向上に努めてきたが、近年では熱的な振る舞いへの対応も必要となっている。このため、加速高周波発振器について、シングル増幅方式から、トランジスタ4台を用い耐圧を半分に抑えてトランスの構造を単純化し、より安定性を増すフルブリッジ方式を採用することとした。また、半導体化により、絶縁ガス冷却系チラーの水冷化が可能であることの検証を行った。

また、新たな重イオン利用の可能性も探究しており、現在、利用可能な重イオンビームは炭素、窒素、酸素、塩素、ニッケル、銅である。

シンクロトロンでは、出射ビーム制御系の機能の高度化に向け、出射用高周波信号の強度に出射ビーム強度をフィードバックすることによって出射ビームの時間変動を一様にする機能を開発した。また、ビーム電流量が変化した際にビーム位置が変動する問題に対応するために、信号レベルを一定にするフィードバック制御機能付きのビーム位置信号用アンプを開発した。

(ウ) 令和4年度の成果

タンデム加速器では、加速高周波発振器の半導体化を実施するとともに、加速管分割抵抗やその取付方法、保護放電ギャップ電極の取付方法を変更し、省電力化、メンテナンス効率の向上を実現した。

シンクロトロンでは、高周波加速制御の高機能化および周波数の安定性改善のために、高周波加速制御系およびビーム位置モニタ信号処理系のデジタル化を進め、運用試験を行うとともに、オペレーションインタフェースソフトウェアの開発を行った。

イ 加速器利用分析技術の開発・高度化

(ア) 概要

加速器からのイオンビームを用いた材料分析技術の開発を行う。さらに、大気や各種ガス中で試料を分析する手法を開発し、水素やリチウムを対象に材料分析を行う。また、飛行時間測定法を用いた分析手法では、高効率化のための開発を行う。これらの技術や既存の技術を適用し、生体・生物中の元素の挙動の研究やリチウムイオン電池などの元素分析による性能評価を行う。

(イ) これまでの取組み

マイクロビームを用いた微細領域の二次元元素分析として、歯質中のフッ素およびカルシウム分布測定、茶葉中のアルミニウムおよびフッ素等の分布測定、イネの根に分布する金属の測定を行った。また、高精度薄膜分析のための飛行時間測定弾性反跳粒子検出（TOF-ERDA）法の開発、重イオンビームを用いたラザフォード後方散乱（RBS）法の開発を行った。

リチウムイオン二次電池の性能向上に貢献するため、TOF-ERDA法によるリチウムの定量分析に必要な、リチウムと入射ビームであるヘリウムの反応断面積の導出、入射ビームの電流を計測する装置の開発、検出器の検出効率等の導出を行った。また、リチウムイオン電池模擬試料の充電・放電状態をTOF-ERDA法により測定し、リチウム濃度の変動領域を特定した。

材料中の水素量を大気中で分析するためのイオンビーム分析手法（大気ERDA法）を開発した。セラミックによる水分解を利用した水素製造においてセラミック中に吸蔵される水素量を特定するため、大気ERDA法やTOF-ERDA法などのイオンビームを用いた分析を行い、水素のほか、リチウムについても分析できることが判明した。また、この手法を応用して液体試料にも適用できる手法を開発し、リチウム含有液体中のリチウム分析が可能となった。

(ウ) 令和4年度の成果

セラミック（リチウムジルコネート）による水分解を利用した水素製造の研究について、リチウムの同位体効果を検証するため、水蒸気および二酸化炭素を吸収したセラミックに対してTOF-ERDA法で分析した。リチウムの同位体を区別して分析が可能であること、リチウムが水蒸気と反応して試料表面に凝集する様子が測定でき、同位体によって差がないことを確認した。

ウ 放射線場で利用される機器・材料の評価技術開発

(ア) 概要

原子力関連機器の高経年化対策に必要なデータを取得するため、加速器等を

使用して機器や材料の損傷評価、放射線耐性評価および評価技術開発を行う。

(イ) これまでの取組み

長期間燃焼した原子燃料の被覆管材料での脆化現象を評価するため、ジルカロイ4 (Zr_{y-4}) の薄膜試料を作製し、主要な析出物である $Zr(Fe_xCr_{1-x})_2$ 系析出物の重イオン照射下での挙動を調査し、ジルカロイ2 (Zr_{y-2}) と比較して Fe の減少の程度が低く、弾き出し環境下での析出物の化学組成の安定性が高いことが明らかとなった。また、ジルコニウム合金に重水素イオンを注入して、多くの既存の金属析出物の近傍で水素化物が形成されると同時に、母相でも形成されることを確認した。

中性子照射による原子炉構造材料の硬化量の予測評価については、中性子照射を模擬して重イオンを照射したステンレス鋼に、硬さを増加させる照射欠陥のフランクループ、ブラックドット、溶質原子クラスタが形成されることを確認した。転位をピニング（動きを完全に止めること）する照射欠陥がフランクループとブラックドットであると推定するとともに、溶質原子クラスタの障害物強度を算出した。

(ウ) 令和4年度の成果

長期間燃焼した原子燃料の被覆管材料の脆化現象を評価するため、重イオン照射によりジルコニウム合金に照射欠陥を導入後、さらに水素を注入して照射欠陥と水素の相互作用を調査した。水素蓄積量が多いジルカロイ2では特有の照射欠陥を形成して水素を捕獲する現象を確認し、水素蓄積量が少ないジルカロイ4ではこのような特有の照射欠陥を形成しないことを確認した。

ステンレス鋼のモデル合金にイオンを照射し、フランクループの障害物強度の値を求めた。シリコンを含有するステンレス鋼は含有しないものに比べて障害物強度が大きいことから、シリコンがフランクループに凝集することでフランクループの障害物強度が増加したと考えられる。また、イオン照射された材料の組織観察や硬化量の測定実験から、反応速度論を用いて長時間にわたる照射欠陥の成長を予測するシミュレーションを行い、欠陥組織発達過程の計算結果を用いてシミュレーションの妥当性を検証した。

エ 材料技術の開発

(ア) 概要

種々の材料（金属、高分子等）の製造（バルク・薄膜）、表面改質、形態制御、複合化等のプロセス関連技術と観察・分析技術等、これまでの成果を活用し、高い付加価値を持つ材料や安価な材料等を開発する。また、観察・分析技術の高度化に取り組むとともに、企業からの要請に応じて技術支援等を行う。

(イ) これまでの取組み

新たな光学素材として期待されるポリイミド系高分子ファイバーを生成し、既存素材と同等の光透過性を有しつつ、引張強度等の高分子物性に優れるとともに放射線耐性を備えていることを確認した。また、エレクトロスピンニング法（電界紡糸法）により高分子溶液濃度や印加電圧を変化させて、ビーズの発生が起こらないナノファイバーマットの作製条件を見い出した。

摩擦を利用したナノ結晶微細構造に関する研究では、炭素鋼の表面を摩擦強加工し、表面から深部に向かい結晶粒が徐々に粗大化し、それに対応して深さ方向で硬度が減少する傾斜特性を確認した。

固体材料のエロージョン摩耗試験では、アルミナスラリーを高速噴射して摩耗試験をしたチタン合金の最表面近傍を断面方向から観察し、表面には複雑な形状の凹凸が生じており、摩耗は不均一に進行したことを確認した。

屈折率が大きいシリコン膜による光の干渉を利用し、見る方向の違いによる色の変化が現れにくい性質を持つ着色法を開発した。実用的な立体物へ着色する手法を開発するため、福井県工業技術センターや県内企業との共同研究により、成膜対象物を回転させながらマグネトロンスパッタ法で着色実験を行い、ステンレス鋼の平板では、青、黄緑、紫、ピンクなどに着色することができ、水素ガスを混合した場合には、鮮やかな色調で着色することができた。

(ウ) 令和4年度の成果

高耐食性マグネシウム合金の開発では、アルミ濃度を調整した合金を作製し、歪な形状の高アルミ濃度の析出相の形成による耐食性の向上を確認した。

超強加工による微細結晶粒金属材料の創製と評価では、バニング加工による炭素鋼等の表面での微細結晶形成と機械的性質向上の関連を明らかにした。

固体材料のエロージョン摩耗試験およびその表面下微細組織解析評価では、チタン合金にアルミナスラリーを高速噴射して摩耗試験を行い、表面近傍に形成される結晶粒微細化領域で粗大な亀裂が発生して剥離することで、摩耗が進行することを明らかにした。

原子炉構造材料の高精度定量分析では、ジルコニウム合金に弾き出し損傷を導入した試料に重水素イオンを照射してガス挙動を調査した結果、照射欠陥に起因したと考えられる水素ガスの放出が観察された。

フレキシブル性と耐久性を有する導電性皮膜の開発に関する調査研究では、ポリイミドフィルム上に積層した金属層について、熱処理により斑点が発生する現象の原因を明らかにした。

シリコン成膜による着色技術の開発では、県内企業との共同研究を引き続き実施し、立体物への着色のさらなる均一性向上や、見る方向による色の変化のさらなる減少に向けて、実用化を目指した試験を行った。

7 実用化研究推進に向けた仕組みづくり

企業ニーズの把握やコーディネート機能、情報発信力を強化し、実用化研究を推進するための仕組みを整備する。

ア 体制の整備

(ア) 概要

企業ニーズを把握し、ニーズに基づく研究テーマを的確に設定するとともに研究成果が実用化されるまでの過程を一貫してフォローアップするための推進体制を整備する。

(イ) これまでの取り組み

県内企業のニーズに基づく研究テーマの設定から研究成果の実用化までを一貫して推進するため、令和2年度にコーディネーターを中心とした「実用化推進チーム」を新設した。「実用化推進チーム」は、県内企業のニーズを把握するとともに、特許取得や品種登録を進めて研究成果の優位性を周知するなどして、実用化や共同研究に向けた県内企業等との体制構築に努めている。

また、公募型共同研究制度においては、当法人の研究成果を実用化することを目指して共同研究する企業を助成する「実用化研究」枠を新設した。

具体的な取り組みとして、イオンビーム育種分野では、福井県立大学との共同研究による、県内の栽培環境に適した酒米山田錦の品種改良について、品種登録出願のためのデータ収集を行うとともに、実用化に向けて県内企業との共同研究を進めた。

宇宙開発分野では、JAXAや県内企業との研究連携を強化するとともに、国内の加速器施設や利用企業との情報交換会の開催などにより、社会・企業ニーズの積極的な把握に努めている。

水素エネルギー分野では、ふくい水素協議会との連携を強化するとともに、県内企業のニーズを調査して研究連携を行う企業との機密保持契約を締結するなど、実用化に向けた体制構築を図った。

材料分野では、公募型共同研究の「実用化研究」枠で県内企業と共同研究を進めている、シリコン成膜による金属表面の着色技術について、実用化に向けた三次元着色や発色のバリエーション化の目途が立った。

(ウ) 令和4年度の成果

コーディネーターを中心とした「実用化推進チーム」が、県内企業のニーズを把握するとともに、特許取得や品種登録を進めて研究成果の優位性を周知するなどして、実用化や共同研究に向けた県内企業等との体制構築に努めた。

イオンビーム育種分野では、福井県立大学との共同研究による、県内の栽培環境に適した酒米山田錦の品種改良について、品種登録出願を行うとともに、県内酒造業者が、この酒米を用いた日本酒の試験醸造と試験販売を行った。

水素エネルギー分野では、県内企業のニーズを調査し、将来の研究成果の移転を視野に入れて研究連携を行う企業との機密保持契約の締結を進めた。

材料分野では、公募型共同研究の「実用化研究」枠で県内企業と共同研究を進めている、シリコン成膜による金属表面の着色技術について、実製品に適用可能な3次元着色技術を開発した。

また、耐放射線性や耐薬品性に優れたポリイミド系ファイバーについて、特許出願の準備を進めるとともに、実用化に向けて福井大学および関連企業との共同研究の体制構築を図った。

イ 情報の発信

(ア) 概要

ホームページの内容拡充、積極的な説明会開催や報道発表などにより、当法人の研究成果の発信力を強化し、企業との共同研究を促進する。

(イ) これまでの取組み

研究成果報告会のWeb開催、各種展示会への出展、広報紙「エネ研ニュース」での研究活動の紹介、育種・宇宙開発・水素エネルギー分野等での研究成果に関する報道発表などにより、積極的に情報発信を行った。

また、過去10年分の研究成果や四半期ごとの研究発表、直近に発表されたインパクトの強い論文をホームページに掲載し、情報提供機能の向上を図った。

(ウ) 令和4年度の成果

研究報告会をWeb開催し、研究成果の発表を動画で配信するとともに、広報紙「エネ研ニュース」やホームページを活用して、研究活動の紹介に努めた。

例年参加している「北陸技術交流テクノフェア」(福井市)に加え、農業分野の展示会である「アグリビジネス創出フェア」(東京)に初めて出展するとともに、育種・宇宙開発・水素エネルギー分野等についての報道発表を行い、研究成果を積極的に情報発信した。

また、県内企業を対象に当法人の研究内容や実用化に向けた取組み等を紹介することを目的として「研究内容説明会」を開催し、県内企業との一層の連携強化につながる機会を設けた。

このほか、「ふくいオープンイノベーション推進機構」のふくい宇宙産業創出研究会会員企業との意見交換会に参加するなど、県内企業との連携強化により、共同研究の促進を図った。

産業支援

地域産業の振興を図るため、企業などの商品開発等の科学的分析・評価の支援、産学官連携による新事業創出に向けた研究開発や事業化の支援を行う。

1 技術・研究支援

福井県若狭湾エネルギー研究センター（以下「エネ研」という。）に設置されている科学機器を企業、大学、研究機関に貸し出すとともに、技術相談を行い、製品開発等を促進する。

ア 科学機器等の利用支援

（ア）概要

研究員の専門知識や技術ノウハウ、加速器や高度な科学機器など、当法人およびエネ研が有する人的・物的資源の情報を積極的に発信するとともに、他の産業支援機関との連携を強化することにより、企業等の課題解決を幅広くサポートする。

（イ）これまでの取組み

科学機器の利用については、科学機器オペレータの充実等によりサポート能力の向上を図ってきた。また、県内企業等の製品開発・品質管理に貢献するため、走査型電子顕微鏡装置や電子プローブマイクロアナライザー装置等の科学機器を用いた分析・評価技術に関する研修を開催している。

加えて、県内商工会議所などの支援機関やテクノポート福井企業協議会の広報媒体を活用するとともに、各種説明会や企業訪問、施設来訪者への案内などの機会を捉えて科学機器を用いた分析事例を紹介するなど、機器利用についてのPRを強化した。また、ホームページに「科学機器予約状況確認システム」を構築し、利用者の利便性の向上と利用促進を図っている。

このほか、敦賀美方消防組合については、科学機器の活用や研究員の技術支援・助言により火災原因の調査・研究を行ってきた実績があり、こうした取組みをより実効性のあるものとするため、連携・協力に関する覚書を締結した。

（ウ）令和4年度の成果

県内商工会議所などの支援機関やテクノポート福井企業協議会等の広報媒体、県内企業へのDM発送などを活用した情報発信や、科学機器見学会の実施等により利用促進の強化を図った。また、各種説明会や企業訪問、施設来訪者への案内などの機会を捉えて科学機器を用いた分析事例の紹介に努めた。

この結果、県内企業の科学機器利用件数は、新型コロナウイルス感染拡大の影響が続く中で135件と前年度（123件）を上回った。また、分析評価技術の向上を通して県内企業等の製品開発や品質管理に貢献するため、科学機器を用いた分析・評価技術に関する研修を7回開催し、33名の参加があった。

イ 技術支援・相談

(ア) 概要

企業の技術開発段階に生じたトラブル等に対し、専門的知識を有する研究員、オペレータ等が相談に応じ、課題解決に向けてサポートを行う。

(イ) これまでの取組み

技術相談については、分野や内容に応じた研究員等によるアドバイスや分析等の支援を行うほか、福井県工業技術センターやふくい産業支援センターなどの適切な外部機関・大学への橋渡しをはじめとしたコーディネート活動を行ってきた。また、当法人の保有する特許技術を紹介するリーフレットを作成して研究シーズを紹介するなどの活動を展開した。

企業訪問については、関係部門と合同で実施し、イオンビーム育種やレーザー関連技術、宇宙用電子部品の放射線耐性評価試験等について、研究に関するニーズを把握したうえで必要に応じてアドバイス等を行った。

また、平成29年度に理化学研究所の協力のもと「イオンビーム育種相談窓口」を設置し、イオンビームによる品種改良に関する相談を受け付け、回答・助言を行い、品種改良を目指したイオンビーム照射や共同研究に結びついた。

加えて、当法人が蓄積した研究成果について、各種展示会等の場を活用して実用化・製品化を担いうる企業へのPR等を行った。

(ウ) 令和4年度の成果

技術相談については210件に対応し、植物工場における赤色レタス生産技術の相談、廃プラスチックから燃料油を製造するための成分分析など、企業の課題を解決するための技術支援のほか、波高を連続監視する海洋観測装置の開発や藻場造成資材の開発に関する相談など、県内企業による技術開発・新規事業化を支援した。

企業訪問については64件実施し、当法人が蓄積した研究成果を用いたコーディネート活動や、レーザー関連技術や宇宙用電子部品の放射線耐性評価試験等、研究に関するニーズの把握に努め、必要に応じてアドバイス等を行った。「イオンビーム育種相談窓口」では、11件の相談を受け付け、延べ6日のイオンビーム照射を実施した。

2 新事業創出支援

企業と大学、研究機関のネットワークを活用した新事業、新産業の創出等を推進するとともに、県内企業の研究開発から製品開発後の販路開拓までの取組みを支援する。

ア 産学官ネットワーク形成の推進

(ア) 概要

多様な地域産業の育成を目指し、様々な企業と大学、公設試験研究機関等との連携による産学官ネットワークの形成を通じて、エネルギー関連技術等による新事業、新産業の創出に向けた取組みを実施する。

(イ) これまでの取組み

「ふくいオープンイノベーション推進機構」の取組みに参画し活動を行っており、機構が事業化に向けた課題解決のために立ち上げた研究会において、当法人は「災害対応ロボット技術開発研究会」の事務局として、ロボット技術分野への県内企業の参入を支援した。また、「ふくい宇宙産業創出研究会」に参加し、県内企業との連携の強化に向けた情報提供や意見交換を行っている。

また、県内企業向け技術セミナーとして、令和元年度には光産業創成大学院大学と連携して「次世代型スマート農業セミナー」を、令和2年度には、関西圏の大学の専門家を講師に迎え、「水素製造の新たな道筋」と題したセミナーを開催した。令和3年度には、「イオンビーム育種」をテーマとして、国内のイオンビーム育種の先端研究者を講師に迎え、「高エネルギービーム利活用に向けた展望」と題したセミナーをオンライン形式で開催した。

(ウ) 令和4年度の成果

各種支援機関などと連携し、嶺南地域の企業を対象として、自社に活かせるアイデアや販売促進方法を学ぶ機会を提供するため、東京・大阪で開催される展示会への参加を新たに支援し、合わせて10社16名の参加があった。参加企業に対しては、出展者との商談などを目的とする来場者等との意見交換の場を設定するなど、参加企業の新製品の開発や販路開拓の促進に取り組んだ。

さらに、企業の新規事業や新商品の開発を後押しするため、各分野の専門家による事業相談会をオンライン形式で実施し、延べ7社の参加があった。

イ 研究開発支援

(ア) 概要

新産業創出に向けて、嶺南地域を中心として県内企業の研究開発を支援し、

新事業、新技術、新製品の開発への取組みを促進する補助事業を行う。また、従来の研究開発に対する支援に加え、製品開発後の販路開拓を支援する補助制度を設ける。

(イ) これまでの取組み

平成26年度に、広く県内企業を対象として開始した「新産業創出シーズ発掘事業補助金」については、令和3年度までに32件の支援を行い、11件が製品化された。

平成18年度から、嶺南地域の「ものづくり」支援のために開始した「嶺南地域新産業創出モデル事業補助金」については、令和3年度までに92件の支援を行い、27件が新たに製品化された。

「新産業創出シーズ発掘事業補助金」、「嶺南地域新産業創出モデル事業補助金」とともに、令和元年度から対象分野に新たに植物工場・施設園芸分野と防災分野を追加し、支援対象を拡充した。

また、研究開発に対する支援に加え、製品開発後の販路開拓を支援することを目的として、令和2年度に「エネルギー研究成果等販路開拓支援事業補助金」を新設し、令和3年度までに8件の支援を行った。

なお、平成24年度から新製品・新技術の開発を支援するために開始した「拠点化計画促進研究開発事業補助金」については、平成29年度からは補助対象分野を「再生可能エネルギー、省エネルギーに関する技術開発」として県を主体に実施したが、令和3年度で終了した。

(ウ) 令和4年度の成果

「新産業創出シーズ発掘事業補助金」については8件の支援を行い、過去に支援した中から「地元敦賀で焙煎された珈琲豆と蒸留酒を活用したリキュール」および「地域ものづくり企業支援のコンサルティング事業」の2件が新たに製品化・商品化された。

「嶺南地域新産業創出モデル事業補助金」については6件の支援を行い、過去に支援した中から「LEDを用いた養液栽培システムにおける異品種トマトの混植栽培技術」および「植物工場における栽培ベット内温度均一化のための空調管理システム」の2件が新たに製品化された。

研究開発に対する支援に加え、製品開発後の販路開拓を支援することを目的とする「エネルギー研究成果等販路開拓支援事業補助金」については5件の支援を行った。

ウ 県内企業の原子力関連業務への参入支援

(ア) 概要

県内企業の原子力関連業務への参入、受注拡大を支援するため、メンテナンス業務を行っている元請会社と県内企業との情報交換会を開催する。また、廃止措置工事への県内企業の参入を促進するため、電力事業者による説明会や、元請会社と県内企業との情報交換会を開催する。

(イ) これまでの取組み

廃止措置工事への県内企業の参入促進策として、「廃止措置工事に係る電力事業者の説明会」を平成28年度に美浜発電所1、2号機、敦賀発電所1号機およびふげんについて開催し、県内企業等227社・団体が参加した。令和元年度には大飯発電所1、2号機について開催し、69社が参加した。

「廃止措置工事に係る元請会社との情報交換会」は、平成28年度に美浜発電所1、2号機の系統除染工事、平成29年度は、美浜発電所1、2号機のタービン建屋内機器等解体工事、放射能調査および敦賀発電所1号機のタービン・発電機等解体工事、平成30年度は、美浜発電所1、2号機の原子炉容器外の放射能調査、新燃料搬出工事、令和元年度は、大飯発電所1、2号機の系統除染工事、タービン建屋内機器等解体工事、敦賀発電所1号機の水電解装置解体工事およびふげんの原子炉建屋内Aループ側機器等の解体撤去工事、令和2年度は、敦賀発電所1号機の補助ボイラー・コールドエバポレーター解体工事、タービン建屋1階タービン補機冷却系熱交換器等解体工事について開催した。

令和3年度は、ふげんの原子炉建屋内Bループ側機器等の解体撤去工事について開催し、県内企業16社が参加した。また、大飯発電所1・2号機の放射能調査（原子炉容器内）について21社が参加したほか、原子炉容器外の放射能調査（放射化汚染調査および二次的汚染調査）について22社が参加した。

また、平成18年度から原子力関連業務への参入および受注拡大を目指して原子力関連業務従事者研修を受講済みや受講予定の企業を対象に、メンテナンス業務を行っている元請会社等との情報交換会を開催してきた。

(ウ) 令和4年度の成果

「廃止措置工事に係る電力事業者の説明会」を、もんじゅについて令和5年2月にエネ研で開催し、県内企業38社が参加した。

「廃止措置工事に係る元請会社との情報交換会」を、敦賀発電所1号機の取水口エリアおよび薬液注入ポンプ等解体工事についてエネ研で開催し、県内企業14社が参加した。また、美浜発電所1、2号機の原子炉周辺設備解体工事についてエネ研で開催し、県内企業19社が参加した。

また、「県内企業と原子力関連企業との情報交換会」を引き続き開催し、県内企業6社が元請会社に対して自社技術の売込みや個別商談等を行った。

人材育成・交流

国際的な原子力人材の育成や原子力関連業務従事者研修等の人材育成を行う。また、海外研究機関等との研究交流や国際会議等の誘致などを行う。

1 人材育成支援

関係機関と協力し、国際的な人材の育成に取り組む。また、国内の原子力関連業務従事者の育成に取り組む。

ア 国際的な原子力人材の育成

(ア) 概要

国内外の原子力発電所の安全な運転維持のための人材の確保や世界的な原子力発電所の導入計画への貢献を目指し、関係機関と連携し原子力人材育成を行う。

(イ) これまでの取組み

平成22年度から令和元年度まで、アジア原子力人材育成会議を開催し、各国の原子力政策や人材育成の課題等について議論した。

平成23年度からは、アジア諸国の原子力関係者を対象とした研修を実施しており、このうち平成23年度から平成25年度には、マレーシアやタイなどの原子力発電導入計画国へ講師を派遣して研修を行った。また、平成25年度からは、福井県と国際原子力機関（IAEA）が締結した覚書に基づき、IAEAと連携した研修を実施している。

国内人材の国際化に向けては、平成23年度から県内および関西・中京圏の大学院生計20名の海外留学を支援している。また、平成29年度から高校生・大学生を対象とした「原子力グローバルスクール」を開催している。

さらに、令和元年度から令和3年度には、文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業により、大学生、高専生等を対象に、原子力発電所の廃止措置への理解を深めることを目的とした「廃止措置テクニカルセミナー」を実施した。

令和2年度には、福井県国際原子力人材育成センターの設立10周年を記念して、センター設立の沿革、活動実績、研修等に関わった方々の寄稿集等を内容とする報告書を日英対訳で作成し、IAEAをはじめとする国内外の原子力人材育成機関等に配布するとともにインターネット上に公開した。

(ウ) 令和4年度の成果

①国外の人材育成

I A E Aと福井県の共催によるA N S N研修、研究炉スクールや、アジア諸国の原子力関係技術者、行政官等への研修を開催した。また、フィリピンおよびガーナの原子力発電所導入のための研修をオンライン形式で実施した。

これらの研修では、合わせて95名の海外研修生を受け入れるとともに、福井県内の大学生等にも積極的に公開した。

②国内の人材育成

原子力人材の国際化を図るための大学院生の留学支援については、新型コロナウイルス感染拡大の影響などから実施できなかったが、次年度以降の留学奨励を目的として、福井大学と連携して米国の大学から講師を招き、講演会を開催した。

また、県内高校生を対象に「原子力グローバルスクール」を開催し、35名が参加した。

イ 原子力関係業務従事者研修

(ア) 概要

国内の原子力発電所の安全な運転維持のための人材確保に資するという観点から、国内技術者向け実務研修や原子力保修技術技量認定講習等を実施する。

(イ) これまでの取組み

平成17年度から国内の現場ニーズに応じた研修を実施し、毎年約1,000名の受講者を受け入れてきた。福島第一原子力発電所事故以降の安全対策工事、廃止措置段階への移行など、原子力発電を取り巻く状況が大きく変化している中、原子力発電所の安全性向上や廃止措置工事について、現場従事者の理解度やニーズに幅広く対応した研修を実施した。また、県内企業のニーズなどを踏まえて研修カリキュラムの充実や技量認定制度の改善について検討し、シニア人材の活用も図るなど、より充実した研修を行い、令和3年度末には受講者の累計が17,802名となった。

(ウ) 令和4年度の成果

研修の実施状況や原子力発電所の運転および廃止措置を見据えた県内企業のニーズなどを踏まえ、研修カリキュラムの充実や技量認定制度の改善について検討し、シニア人材の活用も図りながら、現場技術力や事故対応力の向上等に寄与する、より適切な研修を行い、受講者の累計が18,836名となった。

2 技術・研究交流

海外の大学、研究機関等と研究協力、人材交流等を行うとともに、国際会議等の誘致を行う。

ア 海外研究機関等との研究交流

(ア) 概要

研究・人材育成拠点の形成を目指す取組みの一環として、当法人と海外の研究機関、大学等との共同研究、研究者の交流・研修等を積極的に進める。

(イ) これまでの取組み

平成22年度から平成29年度に、文部科学省の原子力研究交流制度により、ベトナム、バングラデシュ、タイおよびマレーシアから計6名の研究員の受入れを行った。

また、当法人の「海外研究者・研究生受入制度」により、平成24年度から令和元年度まで、当法人のほか、福井大学、福井工業大学、原子力安全システム研究所から受入可能な研究テーマの提案を受けて毎年3名から5名の研究者・研究生を受け入れ、その数は累計で37名に上った。

(ウ) 令和4年度の成果

前年度に引き続き、新型コロナウイルス感染拡大の影響を受け、海外からの研究者の受入れは実施できなかった。

イ 国際会議等の開催・誘致

(ア) 概要

国際会議等を誘致することにより、原子力先進県である福井県を世界に向けてアピールするとともに、福井県の魅力を発信することにより福井県の知名度の向上を図る。

(イ) これまでの取組み

平成22年度から令和元年度まで、アジア原子力人材育成会議を開催し、アジアを中心とした世界各国の原子力機関の代表者およびIAEAの専門家を招聘して、原子力発電や放射線利用等について情報共有するとともに、関係者による議論や意見交換を行った。

また、令和元年度には、エネ研でIAEA主催の「原子力施設の廃止措置に関する国際ワークショップ」が開催されたほか、文部科学省の主催によるFNCAの気候変動科学オープンセミナーや「つるが国際シンポジウム2019」

が開催された。

令和2年度には、文部科学省からの委託による国際ワークショップとして、クリアランスをテーマとし、勉強会とシンポジウムからなる「つるが国際シンポジウム」を開催した。また、IAEA総会サイドイベント(オンライン会合)を開催し、福井県国際原子力人材育成センター設立10周年を記念する報告書への反映を目的として、これまでの活動成果を報告するとともに各国への貢献や今後の活動の方向性についてパネル討論を行った。

(ウ) 令和4年度の成果

文部科学省からの委託による国際ワークショップとして、廃止措置と地域振興をテーマとし、勉強会とシンポジウムからなる「つるが国際シンポジウム」を開催した。

勉強会(令和4年10月16日)は、地域住民への理解浸透を目的に開催し、学生を含む一般市民19名が参加した。シンポジウム(令和4年11月2日、3日)は国内外の専門家による講演とパネルディスカッションで構成され、エネ研での現地開催とオンライン配信のハイブリッド形式で実施し、404名が参加した。

嶺南Eコースト計画の推進

令和2年に福井県が策定した「嶺南Eコースト計画」において、当法人が令和4年度に実施した事業は次のとおりである。

基本戦略Ⅰ 原子力関連研究の推進および人材の育成

プロジェクト1 国内外の研究者等が集まる研究・人材育成拠点の形成

| 施策名 | 令和4年度実施事業 |
|--|-------------------------------------|
| (1) グローバルな原子力人材育成の推進 | 「つるが国際シンポジウム」の開催 |
| | IAEA等と連携した国際研修を実施 |
| (5) 廃炉への対応を含め、原子力の安全を支える県内原子力関連企業の人材確保・育成を支援 | 原子力関連業務従事者の技能向上に向けた研修を開催 |
| (6) 安全・安心の確保に向け、高経年化対策や小型モジュール炉を含む原子力関連技術のイノベーションに資する研究を推進 | 廃止措置現場での実用化に向けたレーザー除染・切断技術の高度化研究を実施 |
| | 陽子線と薬剤とを併用したがん治療に関する研究を実施 |

基本戦略Ⅱ デコミッションングビジネスの育成

プロジェクト1 廃止措置工事等への地元企業の参入促進、製品・技術の供給拡大

| 施策名 | 令和4年度実施事業 |
|---|---|
| (2) 原子力関連業務従事者に対する技術研修を充実 | 廃止措置に係る技能向上のための研修を実施 |
| (3) 廃止措置関連技術の高度化に繋がる研究開発を促進 | 廃止措置現場での実用化に向けたレーザー除染・切断技術の高度化研究を実施(再掲) |
| (4) 研究開発した製品・技術について、他分野での活用も含めた県内外への販路開拓を支援 | 廃止措置に活用できる県内企業の製品・技術に対して販路開拓費を助成 |
| (5) 県内企業への工事情報の提供 | 廃止措置工事に関する説明会や元請企業との情報交換会を開催 |

基本戦略Ⅲ 様々なエネルギーを活用した地域振興

プロジェクト1 嶺南の市町と連携し、スマートエネルギーエリア形成を推進

| 施策名 | 令和4年度実施事業 |
|---|-----------------------------|
| (3)再エネ由来の水素ステーションや、水素を燃料とするドローン等の研究開発・実証試験を実施 | 水素の製造、貯蔵、運搬に関する先進技術の研究開発を実施 |

基本戦略Ⅳ 多様な地域産業の育成

プロジェクト1 技術の高度化、地元企業等への技術移転による次世代の農林水産業を実現

| 施策名 | 令和4年度実施事業 |
|---------------------------------|---|
| (2)農業のスマート化や高付加価値品目の生産に向けた研究を推進 | 病気に強く省力生産が期待できるミディトマトの開発に向け、県農業試験場との共同研究を実施 |
| | イオンビーム育種技術の効率化に係る理化学研究所との共同研究および実用品種への適用研究を実施 |

プロジェクト2 地元企業支援や企業誘致により、多様な産業を育成

| 施策名 | 令和4年度実施事業 |
|--|--|
| (1)若狭湾エネルギー研究センターの研究開発、産業支援機能を強化 | 県内企業や大学、JAXAとの宇宙関連の共同研究(様々な宇宙環境を模擬した宇宙放射線耐性評価試験等)を実施 |
| | 陽子線と薬剤とを併用したがん治療に関する研究を実施(再掲) |
| | 病気に強く省力生産が期待できるミディトマトの開発に向け、県農業試験場との共同研究を実施(再掲) |
| | イオンビーム育種技術の効率化に係る理化学研究所との共同研究および実用品種への適用研究を実施(再掲) |
| | 廃止措置現場での実用化に向けたレーザー除染・切断技術の高度化研究を実施(再掲) |
| (2)県内企業への原子力・エネルギー関連技術の移転を促進、経営等の支援を充実 | 水素の製造、貯蔵、運搬に関する先進技術の研究開発を実施(再掲) |
| | 県内企業の新産業創出に向けて、加速器や科学機器を活用した分析や、技術・製品の研究開発を支援 |
| | 県内企業が研究開発した製品・技術に関する販路開拓費を助成(再掲) |

第5期中期事業計画 推進指標

○研究開発

| 指標 | 内 容 | 令和2～6 年度目標 | 令和4年度 実績 | 令和4年度の評価等 |
|----|---------------------|---------------------|----------------|--|
| 1 | 研究発表数 (論文、外部発表等) | 件 550 (110/年) | 94 (累計 269) | コロナ禍や渡航費増により、共同研究者を含め、国際発表が減。積極的に論文等を投稿していく。 |
| 2 | 民間企業等との共同研究数 | 件 100 (20/年) | 21 (累計 63) | 目標を達成した。 |
| 3 | 企業訪問数 | 件 250 (50/年) | 64 (累計 182) | 目標を達成した。 |

○産業支援

| 指標 | 内 容 | 令和2～6 年度目標 | 令和4年度 実績 | 令和4年度の評価等 |
|----|-----------------|---------------------|-----------------|--|
| 4 | 県内企業の科学機器利用件数 | 件 950 (190/年) | 135 (累計 344) | 企業の課題解消やコロナ禍などによる利用減。活用事例の紹介などの周知に努める。 |
| 5 | 補助金支援件数 | 件 85 (17/年) | 19 (累計 58) | 目標を達成した。 |
| 6 | 補助金支援による新たな製品化数 | 件 22 (4/年) | 4 (累計 11) | 目標を達成した。 |

○人材育成・交流

| 指標 | 内 容 | 令和2～6 年度目標 | 令和4年度 実績 | 令和4年度の評価等 |
|----|---------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 7 | 従事者研修受講者数(累計) | 名 21,500 (1,116/年) | 1,034 (累計 18,836) | ほぼ目標を達成した。 |
| 8 | 海外からの研究者および研修生の受入れ数 | 名 400 (80/年) | 95 (累計 200) | 目標を達成した。 |
| 9 | 国際研修コースへの日本人学生の参加者数 | 名 100 (20/年) | 16 (累計 24) | 大学教官への早期周知等により学生への情報提供を充実し、浸透を図る。 |

(参考)

第5期中期事業計画の事業体系

研究開発

- | | |
|---|---|
| <p>1 医療分野</p> <ul style="list-style-type: none">ア 粒子線がん治療高度化のための生物応答解明研究イ 粒子線照射技術の高度化研究 <p>2 育種分野</p> <ul style="list-style-type: none">ア 植物・菌類のイオンビーム育種研究イ 生物資源のDNA情報・特性等の解析評価研究ウ 植物工場関連品種改良 <p>3 レーザー分野</p> <ul style="list-style-type: none">ア レーザー技術を応用した除染技術、切断技術の開発イ レーザー技術の産業利用 <p>4 宇宙開発分野</p> <ul style="list-style-type: none">ア 宇宙で利用される機器・材料の評価技術開発 | <p>5 エネルギー分野</p> <ul style="list-style-type: none">ア 放射線計測技術の開発イ 様々なエネルギーの技術開発 <p>6 多様な分野の活動を支える技術開発</p> <ul style="list-style-type: none">ア 加速器技術の開発・高度化イ 加速器利用分析技術の開発・高度化ウ 放射線場で利用される機器・材料の評価技術開発エ 材料技術の開発 <p>7 実用化研究推進に向けた仕組みづくり</p> <ul style="list-style-type: none">ア 体制の整備イ 情報の発信 |
|---|---|

産業支援

- | | |
|---|---|
| <p>1 技術・研究支援</p> <ul style="list-style-type: none">ア 科学機器等の利用支援イ 技術支援・相談 | <p>2 新事業創出支援</p> <ul style="list-style-type: none">ア 産学官ネットワーク形成の推進イ 研究開発支援ウ 県内企業の原子力関連業務への参入支援 |
|---|---|

人材育成・交流

- | | |
|---|--|
| <p>1 人材育成支援</p> <ul style="list-style-type: none">ア 国際的な原子力人材の育成イ 原子力関係業務従事者研修 | <p>2 技術・研究交流</p> <ul style="list-style-type: none">ア 海外研究機関等との研究交流イ 国際会議等の開催・誘致 |
|---|--|

庶務事項

1 評議員会

(1) 第29回臨時評議員会

日時及び場所等

令和4年4月15日（金） 決議の省略

提案内容

- ・理事の選任について
- ・監事の選任について

(2) 第30回定時評議員会

日時及び場所等

令和4年6月24日（金） 福井県若狭湾エネルギー研究センター

付議事項

- ・第1号議案 令和3年度事業報告について
- ・第2号議案 令和3年度決算書（案）について

(3) 第31回臨時評議員会

日時及び場所等

令和4年7月8日（金） 決議の省略

提案内容

- ・理事の選任について
- ・評議員の選任について

(4) 第32回臨時評議員会

日時及び場所等

令和4年12月5日（月） 決議の省略

提案内容

- ・理事の選任について
- ・評議員の選任について

2 理事会

(1) 第30回通常理事会

日時及び場所等

令和4年6月9日（木） 福井県若狭湾エネルギー研究センター

付議事項

- ・第1号議案 令和3年度事業報告（案）について

- ・第2号議案 令和3年度決算書（案）について
- ・第3号議案 第30回定時評議員会の招集について
- ・第4号議案 内閣府への定期提出書類について
- ・報告事項 職務執行状況の報告について

(2) 第31回通常理事会

日時及び場所等

令和5年3月23日（木） 福井県若狭湾エネルギー研究センター

付議事項

- ・第1号議案 令和5年度事業計画書（案）について
- ・第2号議案 令和5年度収支予算書（案）について
- ・第3号議案 役員の報酬について
- ・報告事項 職務執行状況の報告について