

平成23年度の研究開発事業の外部評価について

(財) 若狭湾エネルギー研究センター

(財) 若狭湾エネルギー研究センターでは、研究開発事業が効率的かつ効果的に推進され、優れた成果を上げ得るよう、第三者による外部評価を行っております。

平成23年9月29日に開催した本年度の外部評価委員会では、研究課題15件について、事前評価（7件）、中間評価（4件）、および事後評価（4件）を行いました。

その評価結果の概要は次のとおりです。

1 研究課題評価（事前評価）

(1) 機能性植物生産システムの開発

研究概要	植物工場での生産に適した植物の品種としてシーアスパラガスを対象とし、イオンビーム育種により、食感や栄養価を指標に新系統を作出する。そのうえで、生長性や栄養分の蓄積性を指標に照明条件や養液条件等の植物工場内での栽培条件を確立する。 確立した新系統及び栽培条件を用いて、人工照明を搭載した店頭型栽培装置を開発する。
研究期間	平成23年度～平成25年度
総合評価結果	A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである 5名 B：妥当な計画であり、実施すべきである 7名 C：計画は一部修正して実施する必要がある 2名 D：計画は不適當であり、実施すべきでない 0名
委員コメント	○出口を明確にして進めるべき。 ○研究手法としては確立されたもので、新規には店頭型栽培装置がどのようなものとなるかが問題であり、そこに開発の期待がある。 無駄なエネルギーを使わないシステムを目指すべき。 ○独創性のある研究であり、しかも本センターとしての実績もある。大学および民間会社との協力体制も整っている。成果の見通しがある。 ○これまでも品種改良では成果をあげており、期待が持てる。産業界に成果が波及できるよう取り組んでいただきたい。 ○若狭湾エネルギー研究センターが有する設備の特徴を活かした良い研究である。社会的には重要な研究と判断されるが、地域との関連が明確になっていないのが残念である。 また、シーアスパラガスへの適応を検討しているが、どのような作物に適用可能であるかの経営的（数値的）な検討が必要と思う。 ○シーアスパラガスの市場認知度、味覚の嗜好度等について、マーケット調査が必要。 ○今後とも関心を持って研究の推移を見たい。
対応	シーアスパラガスの品種改良、店頭型栽培装置とも、大学、県内企業と協力・連携して開発を進める計画であるが、当財団の主催する植物工場研究会のネットワークも活用し、将来的に産業界に成果を波及できるよう留意して研究を進める。

(2) 陽子線による細胞へのダメージ評価による照射線量の適正化

研究概要	陽子線がん治療における患部への治療（照射）回数の低減や周辺部位への被ばく低減のために、がん細胞へ付与できる適正線量を把握し、福井県立病院陽子線がん治療センターの治療計画への反映および臨床研究を実施し、陽子線がん治療センターの臨床プロトコルに反映し、治療内容の高度化に資する。
研究期間	平成24年度～平成28年度
総合評価結果	A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである 10名 B：妥当な計画であり、実施すべきである 4名

	C：計画は一部修正して実施する必要がある D：計画は不適當であり、実施すべきでない	0名 0名
委員コメント	<p>○社会的要請の高い研究であるのでしっかり取り組んでいただきたい。 他の研究機関の手法との比較、優位性は判断できないが、内容としては必要性の高いものと認められる。</p> <p>○本センターの基礎研究が福井県陽子線ガン治療センターでの実際の医療技術を支え、高度化を促すものとして重要である。福井県陽子線ガン治療センターはもちろん、大学や病院との協力体制が整っている。</p> <p>○県立病院陽子線がん治療センターで成果を展開できるよう、同センターとしっかり連携を図りながら研究に取り組んでいただきたい。</p> <p>○今この時期（病院での実用化が始まった時期）に本内容で研究が始められるのは、遅いのではないか。man-powerの問題もあるとは思われるが、応用研究と同時に実施されるべき内容であったと考える。</p> <p>○陽子線ガン治療は、今後さらに重要になると判断されるとともに、県立病院の陽子線ガン治療センターの支援のためにも、本研究は重要である。 県立病院などと連携した研究のようであるが、多くの研究・治療施設と積極的に連携した研究が望まれる。また、国内で同様の陽子線ガン治療が行われ始めており、若狭湾エネルギー研究センターの研究の特徴を明確にすることが必要と感じています。</p> <p>○福井発の治療法として、臨床から生体へと高度化し、普及させていきたい。</p>	
対 応	福井県立病院陽子線がん治療センター及び他大学等関係機関と適切に連携をとり、成果をがん治療センターでの治療に役立てていく。	

(3) 太陽炉を用いたもみ殻に含まれるシリコンの高温抽出技術活用研究

研究概要	<p>フレネルレンズを用いた太陽光集光システムを利用し、太陽熱による高温環境でもみ殻からシリカ (SiO₂) を抽出し高純度シリコンを精製するプロセスを確立・実証し、もみ殻の資源化及びもみ殻の廃棄処分による環境影響の低減、並びにシリコンの安定供給による太陽電池の一層の普及など地球環境改善への寄与を目指す。</p> <p>もみ殻やもみ殻燃焼灰から高純度の非晶質シリカを抽出する前処理方法の確立、高温環境下でシリカを還元しシリコンを得るプロセスの確立、シリコンを高温処理により高純度化 (99.9999%) するプロセスの開発などを行い、太陽炉に適した最適プロセスの構築を図り、産業展開の検討への情報提供を行う。</p>	
研究期間	平成23年度～平成27年度	
総合評価結果	A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである B：妥当な計画であり、実施すべきである C：計画は一部修正して実施する必要がある D：計画は不適當であり、実施すべきでない	2名 6名 6名 0名
委員コメント	<p>○ビジネスモデルを十分検討されることを望む。</p> <p>○もみ殻は天然資源。それを利用する本研究の意義は深く、是非純度の高いシリコンを抽出していただきたい。 また、太陽追尾型の太陽炉は、今後のエネルギー源装置としても期待されてこよう。</p> <p>○独自性の有る太陽炉の活用を考えることは価値がある。 現実としてもみ殻を Si 原料とするコストを考えると他の原料に対して優位性があるかは疑問が残る。</p> <p>○本センターで開発された太陽炉の応用研究としてユニークな課題であるが、一般性と将来の波及効果について少し疑問が持たれる。まず取りかかるのはよいが、その上で再検討してもいいように思う。</p> <p>○アイデアとしてはおもしろいと思うが、採算としては疑問視する。</p> <p>○少量とはいえシリコンの生成に成功したことは評価できるが、もみ殻の収集、太陽炉の活用（稼働が不安定）などビジネスにつなげるには課題もあるため、産業界と連携し、随時内容を検証しながら研究を進める必要がある。</p> <p>○ビジネスモデルを含めた検討が必要ではないか。</p>	

	<p>○ユニークなテーマと思われるが、成果の実現性、特に実用性はどうか、疑問が残ります。</p> <p>○若狭湾エネルギー研究センターが有する太陽炉を利用した研究であり、この点では評価できる。しかし、もみ殻から Si を抽出する研究を実施する前に、コスト的な検討がまず必要ではないだろうか。「太陽炉による安価なエネルギー」とされているが、製造量、製造時間、炉の製作費、人件費などを考慮しても本当に「安価」であるのか？ やや心配である。Si 製造において、競合する他の製造方法に対する優位性を明確にすることが重要でしょう。</p> <p>○もみ殻が材料として最適なのか。着目は良いが、他の灰から研究した方が良いのではないか。</p> <p>○産業として成り立つ可能性があるのか疑問。研究のポイントも不明確である。</p> <p>○研究としては一応妥当と考えるが、もみ殻を集めるコストなどから現実面での課題もある。</p>
対 応	<p>太陽光から超高温を容易に得ることができる当センターの太陽炉を利用し、環境負荷低減・国際協力への活用の観点からもみ殻由来のシリコン抽出プロセスおよびシリコンの高純度（99.9999％）化プロセスを最終的に確立する計画であるが、最初のステップとして、活用の可能性のある粗シリコン（90％程度）の抽出プロセスの確立に注力した上で、適切な時期に、その成果を踏まえ、将来の産業展開、実用化にあたっての課題を検討・再評価する。</p>

(4) 磁性薄膜永久磁石の開発

研究概要	<p>鉄白金系磁石は、高価で、磁石としての性能は希土類磁石には及ばないものの、耐食性に優れ、延性があり薄膜化が容易である。マイクロアクチュエータやセンサーなどに利用可能な鉄白金系高性能薄膜永久磁石を開発する。</p> <p>イオン注入、他元素の添加、磁場中加熱などの手法により、鉄白金系薄膜永久磁石磁気特性の向上を行う。また、様々なエネルギーのイオン種により、耐放射線性評価を行う。</p>
研究期間	平成23年度～平成27年度
総合評価結果	<p>A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである 2名</p> <p>B：妥当な計画であり、実施すべきである 6名</p> <p>C：計画は一部修正して実施する必要がある 4名</p> <p>D：計画は不適當であり、実施すべきでない 2名</p>
委員コメント	<p>○高磁性薄膜は実現できれば産業的価値は高いと思われる。具体的な研究方法をシステムとして良く検討して進めるべき。</p> <p>これまでの7年間の成果と比較した場合の実現性には若干不安を感じる。</p> <p>○これまで7年間にわたり多額の研究費を使ってきた割に成果がはっきりと出ていないのに、その上でさらに5年計画を立てて本当に十分な成果が得られるのか疑問しい。所内において十分吟味されることを期待したい。</p> <p>○高性能な薄膜磁石は産業界からのニーズはあると思われるので、産業界と連携し、随時内容を検証しながら研究を進める必要がある。</p> <p>○技術進歩の著しい分野なので、競合品・競合技術との対比を時々行うことが必要と考えます。</p> <p>○若狭湾エネルギー研究センターの加速器を用いた特徴的な研究であり、この点では評価できる。しかし、この研究を行う前に、まずは、関連研究である「マイクロアクチュエータのための磁性薄膜創製」の研究成果を整理、まとめることが必要と感じる。また、製品化のための研究・開発スケジュールを明確にすることが必要であろう。このままでは、いつまでも製品化できないことが危惧される。</p> <p>○基礎的研究で終わりがかねない懸念がある。成果を出すよう期待する。</p>
対 応	<p>昨年度までの磁性薄膜の特性向上にかかる研究成果のうち耐放射線性の向上に注目し、放射線環境下で利用可能な、耐放射線性に優れた高性能の鉄白金薄膜永久磁石の研究開発を進める。また、基礎研究だけにとどまることのないよう、産業界のニーズを調</p>

査しながら、適宜、研究計画の再検討を行っていく。

(5) レアメタルフリー・高強靱チタン材の開発とその応用

研究概要	<p>本研究では、バナジウムやニオブなどのレアメタルを一切含まずに、汎用チタン合金と同等の強度特性を有すると同時に、より優れた延性を兼ね備えた純チタン材の創製を目的とする。</p> <p>低温固相焼結における Ti-TiO₂混合粉末からの酸素固溶強化チタン材の創製及び多層 CNT の単分散化プロセスの構築と CNT 強化チタン材の創製、並びに開発チタン材と黄銅を用いた 2 層クラッド材の試作および熱伝導性評価を行う。</p>								
研究期間	平成 23 年度～平成 27 年度								
総合評価結果	<table border="0"> <tr> <td>A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである</td> <td>6 名</td> </tr> <tr> <td>B：妥当な計画であり、実施すべきである</td> <td>7 名</td> </tr> <tr> <td>C：計画は一部修正して実施する必要がある</td> <td>1 名</td> </tr> <tr> <td>D：計画は不適當であり、実施すべきでない</td> <td>0 名</td> </tr> </table>	A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである	6 名	B：妥当な計画であり、実施すべきである	7 名	C：計画は一部修正して実施する必要がある	1 名	D：計画は不適當であり、実施すべきでない	0 名
A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである	6 名								
B：妥当な計画であり、実施すべきである	7 名								
C：計画は一部修正して実施する必要がある	1 名								
D：計画は不適當であり、実施すべきでない	0 名								
委員コメント	<p>○ニーズを持つ企業あるいは公的機関と共同で進めるべき研究である。</p> <p>○理論と実践から計画的に取り組むきっちりした計画となっている。目的とする材料は、医療・眼鏡等様々な分野で求められるものとなる可能性が高く、期待できる。</p> <p>○目指すところがはっきりしており、研究方法も妥当であると考ええる。</p> <p>○ニーズの大きなテーマであり、原理的に可能なのかの把握を極力早く実施することが必要である。</p> <p>○福井県の代表的地場産業である眼鏡枠製造業で利用できる可能性のあるチタン合金を開発する点では評価できる。しかし、眼鏡枠用材料として必要な性質は多くあり、それらを予め十分に検討した材料開発であってほしい。つまり開発材の用途を明確にしてほしい。</p> <p>この研究課題は、レアメタルフリーチタン材の開発と、CNT 分散高強靱性チタン材の開発を分けて実施することが望ましいと考える。</p> <p>○強度と加工性も含めて、しっかりと検討してほしい。</p> <p>研究スケジュールも実現するよう努力して頂きたい。</p>								
対応	計画通り研究を進めるが、適切な時期に、産業展開をはかるために民間企業との共同研究体制をとることを検討したい。								

(6) 放射線計測技術開発

研究概要	<p>個人的、日常的な放射線計測の需要の高まりに応えるには、現在の大型で高価な検出器を小型化することが必要である。そのために放射線→光変換効率が高く、加えて発光波長領域がシリコンフォトダイオードにマッチしたシンチレータ材料を開発する。本研究では、シンチレータ材料の高速合成—評価技術の開発を行い、この技術を活かして、日常的放射線計測に適したシンチレータ材料の開発を行う。さらに将来的な応用(放射線分布分析)のための放射線評価システムの開発も並行して行う。</p>								
研究期間	平成 23 年度～平成 25 年度								
総合評価結果	<table border="0"> <tr> <td>A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである</td> <td>5 名</td> </tr> <tr> <td>B：妥当な計画であり、実施すべきである</td> <td>6 名</td> </tr> <tr> <td>C：計画は一部修正して実施する必要がある</td> <td>3 名</td> </tr> <tr> <td>D：計画は不適當であり、実施すべきでない</td> <td>0 名</td> </tr> </table>	A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである	5 名	B：妥当な計画であり、実施すべきである	6 名	C：計画は一部修正して実施する必要がある	3 名	D：計画は不適當であり、実施すべきでない	0 名
A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである	5 名								
B：妥当な計画であり、実施すべきである	6 名								
C：計画は一部修正して実施する必要がある	3 名								
D：計画は不適當であり、実施すべきでない	0 名								
委員コメント	<p>○タイムリーな研究テーマでもあり、国民の安心感を担保する上でも重要な課題である。ハンディでかつカジュアルな価格になるような製品を期待する。</p> <p>○社会的ニーズの高い分野の研究である。</p> <p>ニーズは測定器の大きさだけでなく、コストの問題も大きいのでは。目標を性能対コストに切り換えるべきでは。開発スピードも重要であり、ニーズを有した企業と連携すると良い。</p> <p>○とくに現在ニーズの高い課題であり、社会的にも期待されるが、やや見通しが甘く、行き当たりばったりの研究計画である。</p>								

	<p>○時流に合ったテーマなのでスピード感をもって取り組んでいただきたい。</p> <p>○放射線技術の開発研究であり、若狭湾エネルギー研究センターの特徴的な研究となる点では評価できる。高速合成—選抜技術の開発が重要であるとされているが、「数」で勝負している感じを受ける。さらに研究開発の速度を高める方法を常に検討してほしい。また、常にコストを考慮することも必要であろう。</p> <p>○低価格化が課題。</p> <p>○この研究は時宜を得ており評価するが、3年間もかかることはどうかと思う。民間との共同研究も含めて早急な商品化を希う。</p>
対 応	スピード感をもって取り組む必要があるテーマであり、平成23年度の研究成果を踏まえてその後の継続を判断するとともに、コスト評価を適切に行っていききたい。

(7) シンクロトロン性能向上

研究目的	
研究概要	<p>様々な目的の共同利用に資する加速器システムは、ユーザーの要求に対応する為には、常に新たな開発事由が発生し、継続的な研究開発が不可欠である。ビーム電流量および安定性の向上を図り、ユーザーの要求に応えたビーム供給を行うための、要素技術および運転モードの開発を行うことを目的とする。</p> <p>当面の研究課題として、出射電流量の増加を目標に加速高周波制御装置の開発を行う。またビーム電流モニターの開発を行い、トラブル時の原因究明や、運転パラメータの探索等に資する。さらに照射実験の時間短縮もしくはより照射量の多い実験が行えるよう、シンクロトロンの真空度向上によるカーボンビーム電流量の増強を行う。</p>
研究期間	平成23年度以降
総合評価結果	<p>A：優れた計画であり、積極的に実施すべきである 4名</p> <p>B：妥当な計画であり、実施すべきである 9名</p> <p>C：計画は一部修正して実施する必要がある 0名</p> <p>D：計画は不適當であり、実施すべきでない 0名</p>
委員コメント	<p>○若狭湾エネルギー研究センターの基本機能を維持していくために必要な事業であり、「機能維持」のためには「機能向上」が必要であるため、しっかり取り組んでいただきたい。</p> <p>○当センターの基盤技術であるので、絶えず改善に努めていただきたい。</p> <p>○若狭湾エネルギー研究センターの重要で、代表的設備であるシンクロトロンの性能を向上させ、利用者の利用の便を図る技術であり、極めて重要な研究であると認める。</p>
対 応	加速器システムは当財団の研究開発に必要不可欠な機器であり、本研究は、その機能を向上させる継続的な研究開発の一環として行うものである。ビーム電流量や安定性の向上など、ユーザーの要求に適切に応えられるよう、研究開発を進めていく。

2 研究課題評価（中間評価）

(1) 活性汚泥リン資源回収に用いる微生物研究開発

研究概要 及び 主な成果	<p>リン資源は現在、全量輸入に頼っているが、一方で下水処理場から排出される汚泥は高濃度のリンを含んだまま焼却廃棄されている。未利用資源である下水汚泥からリンを回収するため、リンの固定に関わるリン蓄積細菌を選抜し、リン蓄積能力が飛躍的に向上した変異体細菌の作成を行い、資源の有効利用および環境保全に資する。</p> <p>リン蓄積細菌の培養は困難で、また群体として扱う必要があるため、その制御が難しい。本研究においては単一菌体からなるリン回収プロセスの開発を目指す。培養が可能な菌体の持つポリリン酸蓄積機構へのイオンビーム照射や単一遺伝子を標的とした人工進化技術を用いた変異導入による改良と、土壤中に存在するリン蓄積細菌が持つリン蓄積機構を、遺伝子組換え技術を用いて組み合わせる。</p> <p>これまで土壤中にリンを蓄積する能力のある細菌を確認し、リン蓄積に関する遺伝子の単離を行った。これに変異導入を行い、リン蓄積細菌変異体を作成する。</p>
研究期間	平成21年度～平成25年度
総合評価結果	<p>A：計画通り継続すべきである 12名</p> <p>B：目的達成のためには、計画の変更が必要である 2名</p>

	C：このままでは目的達成が困難であり、一部を中止すべきである D：今後努力しても目的達成は困難であり、中止すべきである	0名 0名
委員コメント	<p>○世界的に鉱物資源の枯渇が予想される中で、本研究は汚泥からリン資源を再生するものであり、有意義な研究であると言える。本研究に大いに期待する。</p> <p>○計画に対して順調な進捗を得ているようである。社会的ニーズの高い研究でありしっかり取り組んでほしい。</p> <p>回収率についての検討も必要ではないか。濃縮に成功してもそれが全体のうちわずかというのでは意味がないので、回収率を高める検討を行うべきか。</p> <p>○有意義な課題について、しっかりと取り組み、今後の見通しも得られている。必ずしも必要でないかも知れないが、所外の協力者があれば研究がさらに進展するよう思われる。</p> <p>○計画内容は妥当と考える。より早く成果を得られるにはどうしたら良いか、検討しながら進めていただきたい。</p> <p>○将来枯渇すると推測されるリンの回収技術に関する研究であり、我が国において資源的に有用な研究である。しかし、他の方法との相違、コスト的な優位性を明確にする必要があると思う。また、この研究課題を若狭湾エネルギー研究センターで実施しなければならない理由が明確でなかったことが少し残念である。</p> <p>○都市鉱山の考えに立脚し、全国ネットワークで研究したらどうだろう。</p>	
対応	これまで概ね計画どおりに進捗しており、本年度は変異体の作成および選抜評価を行っていく。優良変異体の開発以降は、企業との協力、連携を検討する。	

(2) 二酸化炭素の光還元による固定化と有用物質生産

研究概要及び主な成果	<p>二酸化炭素を固定化し、炭素源として他の物質と反応させ、有用な資源に変換して利用する技術を開発する。二酸化炭素の反応には光を利用し、エネルギー負荷を極力小さくする。現在金属錯体などで試みられているが、分子構造が複雑で安定性に問題があることから価格性能比が悪く、実用化には遠い。安価で自己再生できる単純な構造の化学種を組み合わせることで実用化を目指す。</p> <p>光増感反応を起こす物質を合成し、種々の分析装置を用いて光照射時の反応解析を行い、有望な反応系を探索する。加えて二酸化炭素を含む系で光照射を行ったものについて、各種科学分析装置で生成する反応物の分析を行う。また、高濃度の二酸化炭素を含む空気から二酸化炭素を分離し、反応系に送ることができる系の構築を目指す。</p> <p>これまで、既知の蛍光物質で二酸化炭素と光が関与する反応を見出しているが、触媒的な反応であるか、二酸化炭素自身が還元を受け、他の分子に付加しているかは明確でない。</p>	
研究期間	平成21年度～平成26年度	
総合評価結果	A：計画通り継続すべきである B：目的達成のためには、計画の変更が必要である C：このままでは目的達成が困難であり、一部を中止すべきである D：今後努力しても目的達成は困難であり、中止すべきである	10名 3名 1名 0名
委員コメント	<p>○光合成に勝る反応を探している様な研究であり、目的に意義が見出せない。</p> <p>○挑戦的な研究ですが、人類の夢への挑戦という意味で面白い内容と思われる。</p> <p>○重要な課題であるが難しい問題が多いように見受けられる。成果についてよく吟味し、学会等にも発表して議論をしてもらおうよう努めるとよい。場合によっては途中で計画の変更をしてもやむをえない。</p> <p>○計画内容は妥当と考える。より早く成果を得られるにはどうしたら良いか、検討しながら進めていただきたい。</p> <p>○未だ目標達成可能との先が見えないものの、不可能との結果でもない。当初の計画通り進めていただいて結構。</p> <p>○二酸化炭素が地球温暖化の原因であると多くの日本人が考えている現状では、この研究は重要である。この点で、総合評価はAとした。しかし、地球温暖化の原因は二酸化炭素濃度の増加ではなく、周期的な太陽活動にあるとの考え方が強くなってきてい</p>	

	<p>るように思う。この考えが支配的になってくると、本研究課題の基盤が崩れる可能性があることを常に頭に置いてほしい。</p> <p>○光合成に勝る固定化研究等を継続すべきである。</p> <p>○この研究が実現すれば、ノーベル賞クラスである。チャレンジすることに期待したい。</p>
対 応	<p>これまで概ね計画どおりに進捗しており、本年度は二酸化炭素の光還元反応が起きているか確認を得るとともに、引き続き反応性の高い新規反応剤の創製を進める。また成果の学会発表、論文発表等を行うことや、企業との共同研究も視野に入れていく。</p>

(3) 薄膜分析のための重イオン RBS 法の開発

研究概要及び主な成果	<p>本研究では、薄膜試料の高深さ分解能 (nm から原子層レベル) や重元素の高感度分析が可能な重イオンビームを用いたイオンビーム分析法の開発を行い、薄膜の性能評価や品質管理に供する。</p> <p>タンデム加速器からのイオンビームを用いた分析技術の開発研究を行う。重イオンビームを用いた RBS 法によって、薄膜試料をナノレベルから原子層レベルの分解能で元素分析を行うための技術開発を行う。</p> <p>これまで、検出器および計測系の開発には目途がついた。加速器からのビームを用いた測定試験を実施した。今後、深さ分解能を向上させるため計測系に検出器を追加し、測定試験を実施する。</p>
研究期間	平成21年度～平成26年度
総合評価結果	<p>A：計画通り継続すべきである 13名</p> <p>B：目的達成のためには、計画の変更が必要である 1名</p> <p>C：このままでは目的達成が困難であり、一部を中止すべきである 0名</p> <p>D：今後努力しても目的達成は困難であり、中止すべきである 0名</p>
委員コメント	<p>○エネ研固有の研究であり、評価できる。</p> <p>○新しい薄膜評価装置として期待が持てる。</p> <p>○目的がはっきりしていて、そのための手段として重イオンのラザフォード後方散乱に取り組んでおり既に成果を出している。今後も引き続き進めるとよい。</p> <p>もう少し研究者仲間を増やし、外部の研究者との協力を得るようにしてはどうか。</p> <p>○若狭湾エネルギー研究センターが有する代表的大型設備のタンデム加速器を用いた研究であることと、これまでに検出器と計測系の開発に目途がついたことは評価できる。</p> <p>分析手法の開発は装置メーカーで精力的に行われており、その開発動向の情報を常に集めるようにしてほしい。また、マイクロ ESCA との差別化が必要に感じる。</p> <p>県内には多くの金属製品製造企業があり、それらの多くでは高精度表面分析を要求している。これらの分析ニーズが存在することも忘れないでほしい。</p> <p>この研究課題は比較的広い領域に渡るが、研究体制が一人で十分であるのか？やや心配である。</p> <p>○半導体やハードディスク磁気ヘッドの品質管理上、重要な研究であり、研究も順調に進んでいる。次のステップとなる3次元分析に是非進んで欲しい。</p> <p>○研究継続の必要は極めて高いと考える。</p>
対 応	<p>これまで概ね計画通りに進捗しており、引き続き研究開発をすすめ、多方面での応用を図ることができるよう、本研究で開発する測定手法の汎用化に努めたい。</p>

(4) イオン照射を用いた原子炉構造材劣化に関する研究

研究概要及び主な成果	<p>原子力発電所の高経年化に伴う課題である原子炉材料の照射損傷の挙動を、中性子照射に替わるイオン照射を用いて解明する。また、中性子照射実験の実施が困難であることから、イオン照射による中性子照射の模擬性を評価し、中性子損傷評価技術として、イオン照射による実験手法を確立する。</p> <p>200kV イオン注入装置を用いてイオン照射したステンレス鋼試料の極微小領域に応力を印加し、TEM によって照射誘起応力腐食割れ (IASCC) の初期過程である転位ループの発生の状況を明らかにする。</p>
------------	---

	<p>イオン照射で中性子照射を模擬する際の課題を評価し、イオン照射を用いた実験手法を確立する為に、試料中に注入された水素の残留を加速器分析によって解明する。また、照射損傷の基礎過程である中性子または水素イオンの鉄原子との散乱現象を数値解析によって比較評価する。</p> <p>これまで、イオン照射技術、微小領域への圧力印加の条件、TEM観察技術についてはほぼ確立した。照射試料の水素残留は初期的実験で残留の可能性が少ない事を確認した。中性子と陽子の散乱現象の評価では、損傷の指標として用いられているDPAが同じレベルであっても、中性子と陽子で異なる損傷状態となるとの評価を得た。</p>
研究期間	平成21年度～平成25年度
総合評価結果	<p>A：計画通り継続すべきである 13名</p> <p>B：目的達成のためには、計画の変更が必要である 1名</p> <p>C：このままでは目的達成が困難であり、一部を中止すべきである 0名</p> <p>D：今後努力しても目的達成は困難であり、中止すべきである 0名</p>
委員コメント	<p>○エネ研の特色が見られる。</p> <p>○若狭湾エネルギー研究センターらしい研究であると言える。が、産業界への波及がどのようになるのかが見えない。</p> <p>原子炉の安全性向上につながる研究として理解できる。</p> <p>○原子力発電所の経年劣化の評価にとって重要な研究と考えられる。既にいくつか成果を出しており、今後の計画もしっかりしている。外部のグループとの協力体制も構築されている。</p> <p>○原子力を支える基本的知見を得る研究として継続していただきたい。</p> <p>○若狭湾エネルギー研究センターが有する高エネルギーイオンビームを利用した研究課題であり、この点で評価できる。また、中性子照射実験をイオン照射実験で模擬できれば、原子力炉用材料の評価実験手法として極めて有用な知見が得られることになるので、この点でも評価できる。今後の研究成果が期待される。</p> <p>しかしながら、ステンレス鋼中の水素の存在状態については、濃度、拡散速度、注入深さ、温度などを考慮して、数値的に再検討する必要があると感じた。</p> <p>○中性子と陽子の差等についての相関をどう見るのか、継続して研究して欲しい。</p> <p>○計画通りに継続すべきとは思いますが、水素の検出法を含めて幅広い検討が必要であろう。</p>
対応	これまで概ね計画通りに進捗しており、引き続き研究開発をすすめる。

3 研究課題評価（事後評価）

(1) 陽子線がん治療高度化研究

研究概要及び主な成果	<p>本研究は、同じ時期に実施した陽子線がん治療臨床研究と相補的な関係にあり、実用施設を立ち上げるための経験習得、人材育成、技術開発を行った。</p> <p>ブロードビーム法照射法の問題点・改善点等を摘出し、陽子線高度3次元照射法（積層照射法、スキャニング法）や治療計画システムを開発し、次世代の陽子線がん治療法の開発に寄与した。</p> <p>福井県立病院陽子線がん治療センターが開院したことにより、加速器の実用化研究として結実した。個別の技術としては、高度なブロードビーム法を実現する積層照射法の基礎開発を実施したことにより、県立病院での積層照射法の採用に至った。その他の高度3次元照射法の開発により、WERCにおける臨床研究の安定した遂行を実現した。</p> <p>今後は、粒子線治療装置のさらなる普及を見込み、小型治療装置の実用に資する照射方法や治療計画システムの開発を行う。また、福井県立病院陽子線がん治療センターの臨床プロトコル高度化のため、生体内における陽子線作用の解明を実施する。</p>
研究期間	平成16年度～平成22年度
総合評価結果	<p>A：目的以上の成果をあげた 7名</p> <p>B：目的を達成した 7名</p> <p>C：目的を部分的に達成した 0名</p> <p>D：目的を達成できなかった 0名</p>

委員コメント	<p>○研究の成果が臨床システムとして活用されたことは大きな成果であり、県民福祉向上に貢献した。</p> <p>○本研究を積極的に進められ、顕著な成果を得られたことにより、福井県立病院陽子線がん治療センターの計画が実現したといっても過言ではない。</p> <p>○本研究の成果を活かし、積層原体照射法が県立病院陽子線がん治療センターで実用化されており、目的を達成している。</p> <p>○福井県立病院での実用化で、まずは目的達成である。</p> <p>○陽子線ガン治療施設として福井県立病院に陽子線ガン治療センターが設置されたことと、高度なブロードビーム法である積層照射法の研究成果がそのセンターに活かされたことを評価した。さらに、センターの装置をさらに有効に利用するために、今後の研究展開も明確になっており、良い研究成果が得られていると判断した。</p> <p>○県立病院で陽子線ガン治療センターが開院し、積層照射法が採用された。開院により、県民の福祉向上に大きく貢献することが予想され、地域のイメージアップにも寄与する。福井発の治療法として普及させていきたい。</p> <p>○研究成果は目的を達したと評価できるが、今後とも更なる治療の高度化を目指していただきたい。</p>
対 応	<p>照射法の開発やその他の陽子線がん治療研究における知見を反映し、本年3月に福井県立病院陽子線がん治療センターが開院したことにより、当初目標を概ね達成できている。今後は、県立病院陽子線がん治療センターやその他の医療機関のニーズを踏まえ、陽子線がん治療の高度化にかかる研究開発に取り組んでいく。</p>

(2) マイクロアクチュエータのための磁性薄膜創製

研究概要及び主な成果	<p>マイクロアクチュエータの一種である電磁式アクチュエータの駆動に用いる、高性能な薄膜永久磁石の研究開発を行った。</p> <p>平成19年度までは鉄と白金の多層膜で、理想的なハード磁性体とソフト磁性体の構造を形成するナノコンポジット薄膜永久磁石を作製する計画であったが、それ以降の実験で、熱処理を行うと多層構造が壊れて理想的な構造にはならないことが分かった。そのためそれ以降は、鉄と白金の膜厚の変更、イオン注入、磁場中加熱などの方法で磁気特性の向上を図った。</p> <p>鉄と白金の多層膜を、それぞれの膜の厚さを変えて堆積することにより、厚さ約100nmで最大エネルギー積125.6kJ/m³の薄膜永久磁石が作製できた。また、窒素イオンを注入後、真空中と水素中で加熱することで、保磁力を面水平および垂直方向で57%および87%増加させることができた。さらに、過去にシンクロトロンからのビームを用いて行ったネオジム磁石の放射線耐性と比較して、鉄白金永久磁石は1000倍以上の耐性があることが分かった。</p> <p>今後は、異なるイオン種を照射した場合の磁気特性の変化の観察や耐放射線性評価などを行い、極微小駆動装置の動力源として有望な厚さ数～数十ミクロンの永久磁石を作製し特性向上を行う。</p>								
研究期間	平成16年度～平成22年度								
総合評価結果	<table border="0"> <tr> <td>A：目的以上の成果をあげた</td> <td style="text-align: right;">0名</td> </tr> <tr> <td>B：目的を達成した</td> <td style="text-align: right;">6名</td> </tr> <tr> <td>C：目的を部分的に達成した</td> <td style="text-align: right;">5名</td> </tr> <tr> <td>D：目的を達成できなかった</td> <td style="text-align: right;">3名</td> </tr> </table>	A：目的以上の成果をあげた	0名	B：目的を達成した	6名	C：目的を部分的に達成した	5名	D：目的を達成できなかった	3名
A：目的以上の成果をあげた	0名								
B：目的を達成した	6名								
C：目的を部分的に達成した	5名								
D：目的を達成できなかった	3名								
委員コメント	<p>○目的はほぼ達成されたと考えられる。</p> <p>具体的な産業応用を目指した研究として計7年間を費やしているのは、長すぎるように思う。</p> <p>○一定の研究成果は出ているようだが、要した時間や金額を考慮すると、満足できる結果ではない。他の機関（大学、企業等）と連携して研究を行うなど、今回の評価を今後に活かすようにしていただきたい。</p> <p>○研究を進める中で、年々性能は向上していったが、最終目標の保磁力・エネルギー積は未達であった。結果として未達であっても、仮説・見通しと実際との差異因が明確</p>								

	<p>になれば、それも成果として評価したい。</p> <p>○基礎的な研究は重要ではあるが、費用対効果を考え、成果を出すべき。これからの成果に期待する。</p>
対 応	<p>7年間の研究期間の中で担当研究員や研究計画の変更があったため、当初目標の達成には至らなかった。一方、本研究の成果としては、鉄白金磁性薄膜の特性向上にかかる特許を出願しており、今後、論文発表や学会発表も行っていく予定である。また、今後は、研究成果である耐放射線性の向上にかかる研究開発を更に展開していく。</p>

(3) 半導体鉄シリサイド薄膜創製研究

研究概要及び主な成果	<p>現在使われている化合物半導体には、砒素等、資源寿命が非常に短く、毒性の高いものが使用されている。一方、Si と Fe の化合物は地上に豊富に存在する元素で構成され、かつ人体への毒性も少ないことから、環境低負荷型軽減材料として注目されている。さらに、鉄シリサイド(β-FeSi₂)は半導体的性質を有し、新しい半導体材料としてのみならず、熱電材料や太陽電池、受発光素子として注目を集めている。</p> <p>本研究では、格子整合条件の制約を大幅に緩和する方法として、イオンビームにより改質した基板表面を介した成長方法を提案し、環境に配慮した半導体鉄シリサイド薄膜(β-FeSi₂)の作製を行うことを目的とした。</p> <p>イオンビームにより改質した基板表面を介した成長方法を提案し、環境に配慮した半導体鉄シリサイド薄膜(β-FeSi₂)の作製を行った。成膜装置作製、成膜技術確立、ヘテロ界面の成長メカニズムの解明を行い、1.5 μm 波長帯の発光特性を確認した。特に、半導体の成膜におけるイオンビーム技術とその照射効果の有効性について、高分解能透過型電子顕微鏡によりヘテロ界面状態を視覚化することで証明した。</p> <p>一方で、発光出力が非常に弱く、製品化のための発光特性の向上という課題が残った。今後は外部量子効率を向上させ受光素子への応用を目指す。</p>								
研究期間	平成20年度～平成22年度								
総合評価結果	<table border="0"> <tr> <td>A：目的以上の成果をあげた</td> <td>3名</td> </tr> <tr> <td>B：目的を達成した</td> <td>6名</td> </tr> <tr> <td>C：目的を部分的に達成した</td> <td>5名</td> </tr> <tr> <td>D：目的を達成できなかった</td> <td>0名</td> </tr> </table>	A：目的以上の成果をあげた	3名	B：目的を達成した	6名	C：目的を部分的に達成した	5名	D：目的を達成できなかった	0名
A：目的以上の成果をあげた	3名								
B：目的を達成した	6名								
C：目的を部分的に達成した	5名								
D：目的を達成できなかった	0名								
委員コメント	<p>○サイエンスとしての目的は達成された。しかし応用の点では問題を残した。</p> <p>○鉄シリサイドによる半導体薄膜の新しい製法を提案して実際に製作し、その特性を求めている。学術論文等もしっかり書いており、内外の評価も高いように見える。今後の進展が期待される。</p> <p>○発生光力が弱い点は、いつ明らかとなったのか。材料固有の問題なのか、製法の改善で解決できる課題なのか。前者であれば、研究開始時、課題(リスク)として明記して進めるべきであったと思う。</p> <p>○3年間の研究期間であるにもかかわらず、多くの研究成果が得られ、研究成果の発表件数も多いのでBと評価した。また、製品化の目標も明らかになっており、この点でも評価した。</p> <p>○エネ研の諸研究の中でも特筆できる研究と思われる。</p>								
対 応	<p>本研究の成果は既に論文発表、国際・国内会議発表を行い光半導体分野の学会で良好な評価を得ている。また本研究から派生したテーマで共同研究を開始しており、産業展開に向けて努力していきたい。</p>								

(4) 無機酸化物光機能材料の開発

研究概要及び主な成果	<p>本研究は、光エネルギー利用材料(可視光水分解光触媒)及び光エネルギー発生材料(発光材料)の開発を目的とした。</p> <p>可視光水分解について、V₂O₅の可視光光着色が水の光分解を内包し、光触媒作用を示していると推測し、可視光光着色の効率向上と水分解ガス(水素、酸素)の検出を目指した。可視光光着色の感度を大幅に向上させることに成功したが、推測とは異なり、光着色は水分解と無関係であることが分かった。</p>
------------	--

	<p>発光材料分野について、実用的な輝度を持つレアメタルを含まない経済的な酸化物発光材料を開発すること、あるいはその新規な合成方法を開発することを目指した。新しいレアメタルフリー発光材料を見いだすことは出来なかったが、実用レベルの輝度を持つチタン添加酸化ジルコニウム発光材料の簡便な製造方法を開発することができた。</p> <p>また、光触媒を開発する過程で、新しい可逆性感湿材料（バナジウム酸化物担持非晶質シリカ）を開発した。今後は、性能向上検討を行う。</p>								
研究期間	平成17年度～平成22年度								
総合評価結果	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 80%;">A：目的以上の成果をあげた</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">0名</td> </tr> <tr> <td>B：目的を達成した</td> <td style="text-align: right;">7名</td> </tr> <tr> <td>C：目的を部分的に達成した</td> <td style="text-align: right;">6名</td> </tr> <tr> <td>D：目的を達成できなかった</td> <td style="text-align: right;">1名</td> </tr> </table>	A：目的以上の成果をあげた	0名	B：目的を達成した	7名	C：目的を部分的に達成した	6名	D：目的を達成できなかった	1名
A：目的以上の成果をあげた	0名								
B：目的を達成した	7名								
C：目的を部分的に達成した	6名								
D：目的を達成できなかった	1名								
委員コメント	<p>○商品化に結び付ける取り組みをお願いしたい。</p> <p>○副次的に得られた発光体製法や乾湿剤については、産業界へのPRを積極的に行うべき。</p> <p>○酸化バナジウム(V₂O₅)を中心に可視光光着色の特性について調べており、新しい成果を得ている。さらに酸化ジルコニウムについても簡便な製造法を案出した。</p> <p>○当初の目的は達成できていないようだが、副産物として開発できたチタン添加酸化ジルコニウム発光材料の簡便な製造方法や可逆性感湿材料について、事業化につながらないか、研究開発部だけでは難しいと思われるので財団全体として産業界に積極的にアピールしてほしい。</p> <p>○実用レベルの可視光水分解光触媒の開発と、実用的な輝度を有するレアメタルフリー発光材料の開発が目的とされていたが、これらはともに開発できておらず、この点で評価をDとした。6年間の長期的な研究であったにもかかわらず、また比較的高額な研究費を支出していたにもかかわらず大きな成果が得られなかったことは残念である。しかしながら、副次的に、新規の可逆性感湿材料を開発できたことは評価したい。</p>								
対 応	<p>当初目標のうち、光エネルギー利用材料（可視光水分解光触媒）については目標を達成できなかったが、光エネルギー発生材料（発光材料）の開発については、チタン添加酸化ジルコニウム発光材料の簡便な製造方法を特許出願するなど、部分的には目標を達成した。また研究開発の過程で新しい可逆性感湿材料（バナジウム酸化物担持非晶質シリカ）を開発し特許出願するなどの成果を得た。今後はそれらを産業展開できるよう、機会を捉えて適切に公表していきたい。</p>								

財団法人若狭湾エネルギー研究センター外部評価委員名簿

平成23年9月現在

委員（15名）

氏名	役職
浅井 滋生	(独)科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海 館長
朝日 泰蔵	福井県農業試験場 企画・指導部長
種田 祐士	東洋紡績(株) 参与 敦賀事業所長
勝木 一雄	福井県工業技術センター 企画支援室長
木村 逸郎	(財)大阪科学技術センター 顧問
清川 忠	清川メッキ工業(株) 代表取締役 会長
小堂 幸智雄	小浜商工会議所 工業部会 副部会長
清水 英男	福井県 総合政策部 電源地域振興課長
野村 正和	セーレン(株) 取締役 専務執行役員
羽木 秀樹	福井工業大学 産学共同研究センター長
番 隆弘	日本原子力発電(株) 取締役 企画室長
矢野 茂	北陸電力(株) 執行役員 経営企画部長
山口 明夫	(国)福井大学 医学部附属病院 院長
山本 暁勇	(国)福井大学 産学官連携本部長
鰐 渕 信一	福井県商工会議所連合会 専務理事

(敬称略、50音順) 任期：平成23年12月10日