

坑廃水水質改善技術開発事業（プロジェクト）
技術評価結果報告書（終了時評価）

平成28年3月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成24年12月6日、内閣総理大臣決定）等に沿った適切な評価を実施すべく「経済産業省技術評価指針」（平成26年4月改正）を定め、これに基づいて研究開発の評価を実施している。

経済産業省において実施している「坑廃水水質改善技術開発事業」は、健全な水循環と持続可能な水利用環境を維持するため、坑内空洞を充填することで坑内水の水量減少・水質良化及び殿物処理費低減を図るための技術開発を行うため、平成24年度から平成26年度まで実施したものである。

今般、省外の有識者からなる「坑廃水水質改善技術開発事業」終了時評価検討会（座長：井上千弘 東北大学大学院環境科学研究科教授）における検討の結果とりまとめられた「坑廃水水質改善技術開発事業技術評価終了時評価結果報告書」の原案について、産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ（座長：小林 直人 早稲田大学研究戦略センター副所長・教授）において、審議し、了承された。

本書は、これらの評価結果を取りまとめたものである。

平成28年3月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ

坑廃水水質改善技術開発事業（プロジェクト）
技術評価結果報告書（終了時評価）

プロジェクト名	坑廃水水質改善技術開発事業			
上位施策名	6. 保安・安全 6-1. 産業保安			
事業担当課	鉱山・火薬類監理官付			
プロジェクトの目的				
<p>金属鉱業等の鉱山では、閉山後も永続的に重金属を含んだ坑廃水が流出し続けるため、発生源対策の実施により坑廃水の流出を防止できない場合は、坑廃水処理を永続的に実施しなければならない。このため、坑廃水処理費用の抜本的な削減を実施するための技術の開発が求められている。</p> <p>本事業で実施する坑内空洞充填技術は、採掘跡、坑道等の坑内空洞中に中和殿物を含む充填材を埋め戻すことにより、地下に浸透した雨水と鉱石等の接触を減らし、流出する坑内水の水量を減少させるとともに水質を良化させることができ、併せて坑内空洞の安定化（崩落防止）、中和殿物処分費用の低減を図るものである。</p>				
予算額等（委託）				（単位：千円）
開始年度	終了年度	中間評価時期	事後評価時期	事業実施主体
平成24年度	平成26年度	平成1年度	平成27年度	石油天然ガス・ 金属鉱物資源機 構、三菱マテリ アル、鹿島建設、 応用地質
H24FY 執行額	H25FY 執行額	H26FY 執行額	総執行額	総予算額
63,371	77,998	62,349	203,718	209,436
* 執行額の欄には、直近3年間の執行額を記載すること。				

I. 研究開発課題（プロジェクト）概要

1. 事業アウトカム【複数設定可】

事業アウトカム指標		
<p>本事業で開発された技術を用いて充填施工がなされ、その効果により坑廃水処理費用の削減がなされること。</p>		
指標目標値		
事業開始時（24年度）	<p>計画：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 充填材料の開発 坑内水の流出抑制及び空洞の安定化のために必要な充填材の性能等の決定等 2) 坑内空洞の調査方法の確立 地表下30～40m、断面積2m×2m以上の坑内空洞の位置が把握できる調査方法の確立 3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査 最も適した実証試験実施鉱山を選定し、坑道空間等の詳細な把握技術の確立 4) 実証試験鉱山の充填試験設計 実際に充填を行う場合の施工条件の把握 5) 坑内空洞充填の実証試験 6) モニタリング 7) 水量の削減・水質の改善状況の確認・評価 	<p>実績：</p> <p>—</p>
中間評価時（一年度）	<p>計画：—</p>	<p>実績：—</p>
事業終了時（26年度）	<p>計画：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 充填材料の開発 坑内水の流出抑制及び 	<p>実績：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 充填材料の開発 中和殿物を利用した安価で安

	<p>空洞の安定化のために必要な充填材の性能等の決定等</p> <p>2) 坑内空洞の調査方法の確立 地表下30～40m、断面積2m×2m以上の坑内空洞の位置が把握できる調査方法の確立</p> <p>3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査 最も適した実証試験実施鉱山を選定し、坑道空間等の詳細な把握技術の確立</p> <p>4) 実証試験鉱山の充填試験設計 実際に充填を行う場合の施工条件の把握</p> <p>5) シミュレーション</p>	<p>定期的な充填材の性能規定を定め、設計手法を確立</p> <p>2) 坑内空洞の調査方法の確立 詳細な形状や体積の算出を行い、地下空洞の探査手法を確立</p> <p>3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査 ボーリング孔を通じた地下空洞の充填施工方法を確立し、コストの検討なども実施</p> <p>4) 実証試験鉱山の充填試験設計 実証試験鉱山での充填試験設計のため、概念設計等を実施</p> <p>5) シミュレーション 要素技術を組合わせて、充填による水量削減効果の予測・評価に資するためのシミュレーションモデルを構築</p>
<p>事業目的達成時（36年度予定）</p>	<p>計画：国内に存在する複数の休廃止鉱山において、本事業で開発した充填施工が実施され、坑廃水処理コストの削減がなされる。本事業終了後の研究成果は、本事業におけるモデル鉱山以外の約20鉱山への適用可能性がある。</p>	

2. 研究開発内容及び事業アウトプット

(1) 研究開発内容

1) 充填材料の開発

低コストで効率的な充填材を開発する。

2) 坑内空洞の調査方法の確立

低コストで最適な坑内空洞の各種物理探査手法による調査手法を確立する。

3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査

適切な鉱山で実証試験を実施し、効果の確認をする。

4) 実証試験鉱山の充填試験

実証試験鉱山で得られた各種情報に基づき、施工方法・工期やコスト等の検討。

(2) 事業アウトプット【複数設定可】

事業アウトプット指標

- 1) 充填材料の開発
- 2) 坑内空洞の調査方法の確立
- 3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査
- 4) 実証試験鉱山の充填試験

< 共通指標 >

論文数 (発表数)	論文の 被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の 実施件数	ライセンス 供与数	国際標準へ の寄与	プロトタイ プの作成
(16)	—	3	—	—	—	—

指標目標値 (計画及び実績)

事業開始時 (24年度)	計画 :	実績 :
	<p>次の要素技術開発</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 充填材料の開発 坑内水の流出抑制及び空洞の安定化のために必要な充填材の性能等の決定等 2) 坑内空洞の調査方法の確立 地表下30～40m、断面積2m×2m以上の坑内空洞の位置が把握できる調査方法の確立 3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査 最も適した実証試験実施鉱山を選定し、坑道空間等の詳細な把握技術の確立 4) 実証試験鉱山の充填試験設計 実際に充填を行う場合の施工条件の把握 <p>次の実証試験</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) 坑内空洞充填の実証試験 	—

	6) モニタリング 7) 水量の削減・水質の改善状況の確認・評価	
中間評価時（一年度）	計画：-	実績：-
事業終了時（26年度）	<p>計画：</p> <p>次の要素技術開発</p> <p>1) 充填材料の開発 坑内水の流出抑制及び空洞の安定化のために必要な充填材の性能等の決定等</p> <p>2) 坑内空洞の調査方法の確立 地表下30～40m、断面積2m×2m以上の坑内空洞の位置が把握できる調査方法の確立</p> <p>3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査 最も適した実証試験実施鉱山を選定し、坑道空間等の詳細な把握技術の確立</p> <p>4) 実証試験鉱山の充填試験設計 実際に充填を行う場合の施工条件の把握</p> <p>次の実証試験</p> <p>5) シミュレーション</p>	<p>実績：</p> <p>要素技術開発段階の次の計画は、達成</p> <p>1) 充填材料の開発 中和殿物を利用した安価で安定的な充填材の性能規定を定め、設計手法を確立</p> <p>2) 坑内空洞の調査方法の確立 詳細な形状や体積の算出を行い、地下空洞の探査手法を確立</p> <p>3) 実証試験実施鉱山の選定・概要調査・坑内調査 ボーリング孔を通じた地下空洞の充填施工方法を確立し、コストの検討なども実施</p> <p>4) 実証試験鉱山の充填試験設計 実証試験鉱山での充填試験設計のため、概念設計等を実施</p> <p>実証試験段階の次の計画は、達成</p> <p>5) シミュレーション 要素技術を組合わせて、充填による水量削減効果の予測・評価に資するためのシミュレーションモデルを構築</p>

3. 当省(国)が実施することの必要性

- ・坑廃水処理事業は非収益性の事業であるため、事業主体にとって現行の処理方式や処理設備の改良・改善といった狭い範囲での努力は可能であっても、自らがリスクを負って新技術を開発導入し抜本的な省エネルギー・省コスト化を図るとするのはほぼ困難な状況にあるのが現実である。
- ・また、本研究の要素技術である坑内空洞の調査技術は、従来、地質や断層の調査に用いられている物理探査技術を応用する。鉱山における坑内空洞探査が可能となることで、今まで地表から調査して位置を特定できなかった深部の古いトンネル、導水管、道路下の空洞など社会的に危険と考えられる箇所の探査技術における要素技術としての波及効果が期待される。
- ・本事業の施策分野である鉱害防止技術については、資源保有国に対し、鉱害防止セミナーの開催、

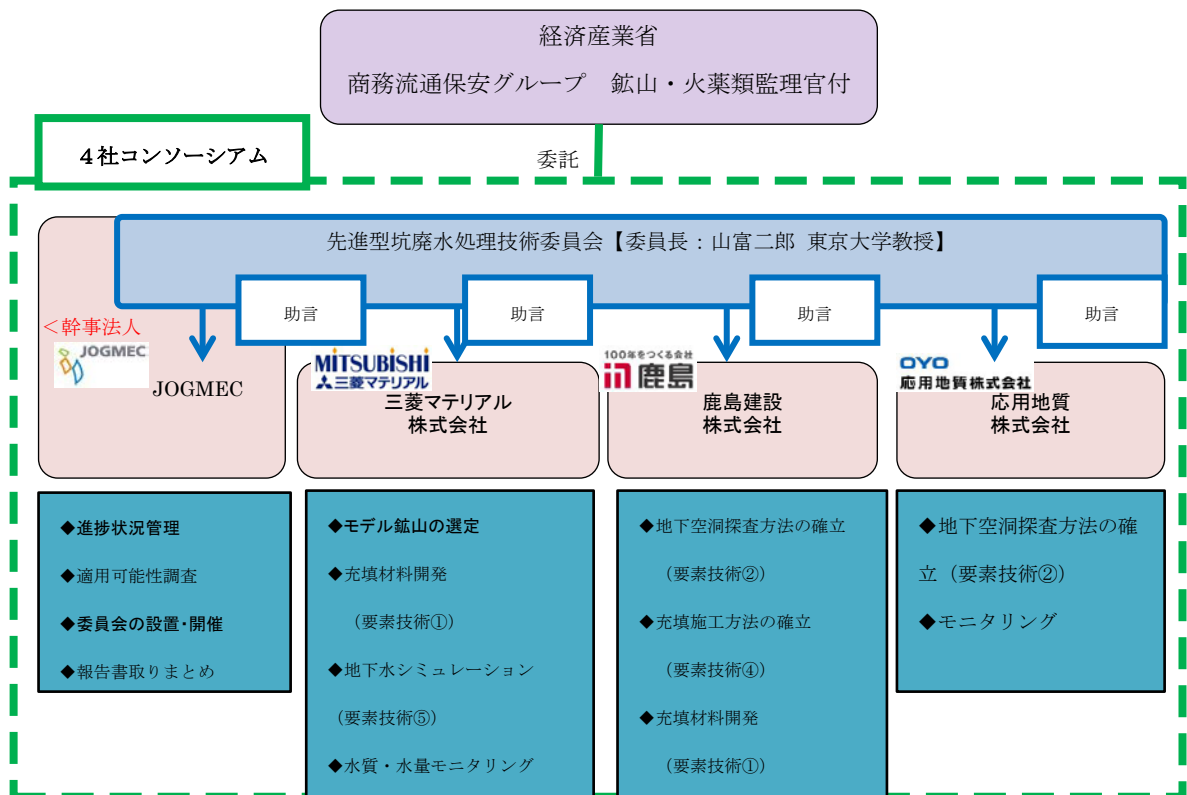
専門家の派遣又は研修生の受け入れなどにより、情報提供・技術支援の活動を通じた関係の深化のために貢献する等、世界において強みを有している分野の1つである。

- ・また、国は金属鉱業等鉱害対策特別措置法に基づく基本方針に則って事業の確実な実施を図るため、地方公共団体等に財政的な支援（休廃止鉱山鉱害防止等工事費補助金）を実施しているものであり、その削減につながるよう国が積極的に取り組むべき課題である。
- ・したがって、国が自ら委託事業として実施し技術の確実性とその効果について実証し、導入普及に向けた端緒を付けることが緊要である。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

- ・坑廃水処理が事業者の負担となっている。そこで、平成26年度までの要素技術段階で成果でコスト削減の目処がついたため、平成27年度以降の実証段階の試験等を取りやめ、事業者の現場適用を図ることとした。
- ・事業者の現場適用の一助として、要素技術を組み合わせて、充填による水量削減効果の予測・評価に資するためのシミュレーションモデルを構築した。
- ・なお、削減効果の検証には工事施工効果の発現に一定の期間を要することからアウトカムの達成には時間を要する。
- ・このため、今までの成果を学協会等での紹介等を通じて広く展開し、本事業の成果の活用を図る。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等



6. 費用対効果

- ・本事業に係る費用対効果は、モデル鉱山において、本事業で開発した充填材を坑道空間に充填する実証試験を実施し、モニタリングで取得した水量・水質データ等を元に試算する計画であった。しかしながら、要素技術段階の成果でコスト削減の目処がついたため、実証段階の試験等を取りやめ、事業者の現場適用を図ることとした。
- ・このため、実証試験に基づく費用対効果の試算は実施していないが、モデル鉱山での坑道空間充填を想定した地下水シミュレーションにより、疎水坑道から流出する坑内水量は、 $0.91 \text{ m}^3/\text{分}$ から $0.53 \text{ m}^3/\text{分}$ に低減するという結果を得た。
- ・なお、坑廃水の湧出、およびその処理事業は持続性があるため、本事業が導入され、処理対象となる坑廃水そのものの水量を抑えることができた場合の費用対効果は大きいと考えられる。

II. 外部有識者（評価検討会等）の評価

1. 事業アウトカムの妥当性

休廃止鉱山の坑廃水処理は収益を生まない業務であり、国の主体的関与が求められる性格のものである。本事業で開発された技術による充填施工により坑廃水の削減を行い、坑廃水処理コストの削減を実現するという事業アウトカムは妥当であり、達成時期も妥当と考える。坑廃水処理技術は日本国内だけではなく海外の鉱物資源産出国においても将来にわたり必要とされる技術であり、環境対策技術の海外供与などによる活用が期待できる技術である。また、本技術は鉱山以外の家屋・道路下の空洞化調査等においても、幅広く活用されることが期待される。

アウトカムの定量的指標化については工夫の余地があるが、事業アウトカムが実現した場合の効果は優れていると考えられる。しかし、アウトカムが実現するまでには多くの条件と時間を要すると考える。また、当初想定していた実証試験はシミュレーションに代替されたが、これにより事業アウトカムの実現に向けた工程の長期化につながったのではないかと考える。また、採掘跡の形状や地質的性状が多岐にわたる鉱山においては、適用が限定されることもあると思われる。今後、事業者等による実証試験の実施や研究成果の利活用と普及に努めることによる関連技術を含めた実展開を期待する。

2. 研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性

（研究開発内容の妥当性）

本事業は、充填による坑内水の水量減少、水質良化並びに敷物処理費の低減を目的に、充填材料の開発、坑内状況詳細調査技術の開発ならびに充填施工方法の確立を研究開発要素として計画・実施し、実証試験（シミュレーション）を介して効果を確認するとの研究内容から構成されている。研究開発要素は、これまでの国内での状況を踏まえて各要素別に課題が明確に整理されており、開発する要素技術のいずれもが、採掘跡空洞の充填による坑廃水対策として解決すべき課題に対して適切な開発内容となっている。

しかし、研究期間の短縮により実証試験までには至らなかったため、開発技術の実用性、適用性及びブラッシュアップに関する検証が事業者の現場で実施されることが望ましい。

（事業アウトプットの妥当性）

アウトプット指標の中で数値化された目標値はすべて達成されており、特に充填材料の材料費は

目標値を大幅に上回っている。また数値化になじまないものも成果の内容からいずれも目標を達成していると判断される。充填材料の調合方法や坑内への充填方法等に関しては、特許出願されており、技術的優位性が確保されている。学会発表や特許出願も積極的に行われており、関心のある自治体からの引き合いも来るなど、実質3年の研究期間の中で大きな成果をあげている。

アウトプット指標の数値化に更なる工夫が必要と思われる。一例としては、実際に採掘跡空洞を充填して実証を行い、シミュレーション結果との比較と評価を実施することによりアウトプットの質をより高めることができると思われる。他方、事業アウトプットの学会等での発表は積極的に行っているが、本課題設定以外への波及効果の可能性を考えると、さらに幅広い分野への情報発信があってもよいように思う。必ずしも休廃止鉱山や坑内等の本分野のキーワードに拘らず、上下水道や道路トンネル等の老朽地下インフラ対策、海外エネルギー資源掘削現場対応等も含めた多くの関係者が集まる場や複数の学術誌等での普及活動の必要性を感じる。

3. 当省(国)が実施することの必要性

休廃止鉱山における坑廃水処理には義務者不存在的な鉱山だけで年間20億円近くの国費が投入されており、技術革新によるその改善が求められるものの、市場原理に基づく研究開発実施インセンティブが期待できないため、本事業に対し国が積極的に関与することは極めて妥当であったと判断される。坑廃水処理事業は非収益性かつ永続的な事業であり、各事業者がリスクを行って新技術を開発行うことは困難の状況と考える。よって、国が行う技術開発により実用化レベルに到達可能な技術を開発し提供することにより、民間での利用を誘導することが期待できる。また、国際的な資源獲得競争が激化し、環境問題に対する関心が高まってきている中、資源開発技術のみならず、環境対策技術をも持つことは国際的競争力の向上にもつながるため、国が戦略的に取り組むべきであると考えられる。

本事業のような非収益性要素のある開発分野は、開発成果の市場獲得を目指す一般的な産業技術と同じ指標で評価すべきか議論の余地があると考えられる。単純に市場原理や費用対効果等に基づく評価ではなく、社会の持続的発展や地域振興、雇用促進及び資源獲得における国際競争力の向上等多方面から総合的に評価することが肝要であると思われる。

4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性

要素研究開発、実証試験、技術の公表と普及というようなアウトカム達成に至るロードマップの設定は合理的であり、材料の調合方法や充填方法に関する特許も出願されている。全国において、適切に管理しなければならない休廃止鉱山は最低でも数十ヶ所あり、ユーザーとしては確実に存在している。また、坑廃水対策だけでなく、処理殿物の利活用による堆積場の残留容量逼迫問題の改善や建設残土等の廃棄物の有効利用をも視野に入れた点は高く評価すべきである。

しかし、実証試験が未実施である等、目的達成までのシナリオに不確定要素が多く、当初想定した休廃止鉱山における廃水対策費用の低減に至るためには、①要素技術の確立②モデル鉱山での実証③費用対効果検証④緊急性の高い鉱山から順次導入・実用の4つのステップが残されていると認識する。いずれの段階も、民間企業が市場原理に基づいて資金投入することは困難であり、実現には国の関与が今後も必要となるとと思われる。

5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性

休廃止鉱山の事情や研究動向、材料開発・評価、地盤・地質調査及び建設・施工等においてそれぞれ強みのある機関または企業が参画しており、研究チームの構成としては最適と思われる、適切な実施体制がとられていたと判断される。ハードルの高い目標が設定されていたにも関わらず、期間内に所定の目標がすべて達成されていたことから、研究計画も適切であったと判断される。また、有識者による先進型坑廃水処理技術委員会をJOGMEC内に設置し、開発の進捗状況等の管理が適切に行われる体制が取れていたことも目標達成の一因と思われる。さらに特許取得を行っているが、積極的にニーズを有する事業者に開示・提供していく姿勢は、波及効果拡大に向けて適切な戦略であると思われる。また事業終了後における研究開発の実施体制も確立され、アウトカム達成を目指した取り組みが着実に進められている。

プロジェクト終了後、事業アウトカム達成を目指すのであれば、国のみならず休廃止鉱山を抱える自治体等の関与があれば導入のリアリティが増すように感じる。知財関係については、取り扱いについての方針およびルールは定められているものの、戦略的な観点が若干弱いように思われ改善の余地があったよう思われる。また、マネジメント体制については、参画機関の役割分担が比較明確であるものの、連携体制やリーダーシップについてはより明確にするべきと考える。

6. 費用対効果の妥当性

事業アウトカム達成期においては年間数億円の坑廃水処理費用の削減が極めて長期間にわたって見込まれるため、2.1億円の投資額に対する効果は大きいものと考えられる。また、堆積場の残留容量逼迫問題の改善や廃棄物の利用にも寄与できる等、二次的な波及効果や要素技術のうちの空洞調査方法は、深部トンネルや導水管、道路下の空洞棟の調査技術としての応用などの他分野への波及効果も期待できる。

ただし、大きな効果が得られるためには、開発成果導入に向けた国の関与等の条件整備が必要であり、現時点で大きな効果が得られるか否かは不透明な部分がある。本事業のような非収益性な要素が強かつ持続的な事業については、市場原理よりも、循環型社会の形成や波及効果で評価すべきであると考えられる。このため、本事業の特質を考慮した評価基準の設定が望まれる。

7. 総合評価

坑廃水の発生源対策となる技術開発を行い、一定の成果を得たことは十分な評価に値する。

休廃止鉱山における坑廃水処理に関する技術開発は、市場原理に基づくインセンティブが期待できないため、国の積極的関与が求められる。

本事業では研究開発要素は5項目にまとめられ、各要素別に課題が明確に整理されており、すべての課題は目標を達成している。学会発表や特許出願も積極的に行われており、関心のある自治体からの引き合いも来るなど、実質3年の研究期間の中で大きな成果をあげている。予算的あるいは時間的な制約の中においても必要な要素技術の開発が行なわれ、事業アウトカム達成に至るロードマップが確立されている。

本開発事業は坑廃水処理コストの低減を目的に、中和殿物や建設残土の利活用をも視野にいれており、アウトカムとしての設定は妥当である。また、研究の実施体制として、休廃止鉱山及び坑廃水処理技術の情報と動向の把握、材料の開発・評価、物理探査及び建設・施工などにおいて強みを

持つ機関から構成されており、各機関の役割分担も明確である。

研究開発期間の短縮により、実証試験までには至らなかったものの、要素研究及びシミュレーションの結果により、本開発技術の適用可能性が示された。今後、事業者の現場における実証及び適用・展開を期待する。また、本プロジェクトで開発された要素技術は、今後顕在化するインフラ老朽化や資源セキュリティ確保といった様々な社会的課題に対して有効な打ち手となる可能性もあり、その波及効果が期待される。

課題としては、アウトカムやアウトプット指標の数値化の工夫や実証試験の実施、費用対効果分析に必要なデータの取得、連携体制やリーダーシップの明確化等がある。

8. 今後の研究開発の方向等に関する提言

【提言 1】

前述したように休廃止鉱山における坑廃水処理に関する技術開発は、市場原理に基づくインセンティブが期待できないため、国の積極的関与が求められる。本事業では、各要素技術の開発では当初目標を上回るような成果が示されたものの、予算的および時間的制約のため事業実施期間においては実鉱山での実証試験の段階まで至っておらず、成果の本格的な実用化を検討する上で支障になっているものと考えられる。本事業のフォローアップとして実鉱山での実証試験の実施を望みたいと考える。

【提言 2】

本事業において実施工によらずシミュレーションによる評価に留まったことは残念である。地下空洞充填の詳細に関しては未知の部分を含み、また、地中構造の検知方法などは現時点において不十分であるため、実施工による評価は大きな意義がある。今後の研究開発においては実施工による評価の実施に対してより高い優先順位付けを考慮すべきであろう。

坑廃水処理のような閉山後の環境対策に関する技術開発は民間企業による自発的な開発を期待し難いため国による先導的な技術開発の支援は重要な意義がある。しかし、技術開発も含めた対策費用と対策実施による費用削減の関連において費用対効果の面で厳しい評価を受ける場合があることも事実である。さらに国内においては適用個所が限定されることも費用対効果に関する評価を悪化させる一因となっている。閉山後の環境対策は我が国に限ったことでは無いので海外の事案をも対象にした方向性は検討の余地が大いにあると思われる。その検討に際して、閉山後の環境対策に対する研究開発は諸外国においても実施されていることに留意すべきである。

【提言 3】

我が国が抱える課題（休廃止鉱山での廃水処理に大きな費用が掛かっているという課題）を踏まえると、事業内容は良好で継続すべきであると認識するが、市場原理を考慮すると、今後民間企業の中で本事業の優先順位が高まることは期待できない。また、本開発課題の適用には地域性が大きく、1回開発すれば一気に全鉱山に適用できるものでもないと推察する。これからの、①要素技術の確立（詰め）→②モデル鉱山での実証→③費用対効果検証→④緊急性の高い鉱山から順次技術のカスタマイズ→導入・実用 というステップを考えた場合、現時点では1合目にたどり着いた程度ではないか。今後民間企業のみでは、この先の着実に導入（アウトカム顕在化）に至るステップが遅延する懸念もあり、官の関与が必要と考える。また、実施者には、本課題設定以外の波及効果を期待し、インフラ老

朽化、資源セキュリティ等含め新たな発想で幅広い分野での技術導入可能性を検討頂きたい。

【提言 4】

坑廃水処理技術の選択と適用は、休廃止鉱山の水理・地質的特性、地球化学的特性及び地理・地域的特性等に依存するが、本開発事業で得られた成果が適用可能なサイトは休廃止鉱山の一部のみである。坑廃水処理事業は単純に市場原理に基づく評価が極めて困難であり、環境保全や安全・安心社会の構築、循環型社会の形成、地域振興、雇用促進及び資源獲得における国際競争力の向上等多方面にわたる視点から、国策事業として推進すべきである。今後、坑廃水処理コストの低減のみならず、自然エネルギー及び自生植物の有効利活用や有価資源の回収ならびに環境創生・環境共生等をも視野に入れ、戦略的に取り組むべきである。

【提言 5】

技術開発に投入された国費に対しての費用対効果及びその技術があらゆる部門に活用できることが望ましいことは理解出来るが、鉱山という特殊性（研究する人材不足、坑廃水処理は永続的かつ非収益性で、民間が継続出来ない場合は国が補助し、地方公共団体が運営管理する事実）及び将来に対するリスク（坑内空洞化による崩落、集積場が許容量に達した場合の代替施設の検討等）に対する準備、基礎研究は、国が中心となり、官民一体で継続的に取り組むべき課題と料する。

<参考：上記提言に係る推進課・主管課の対処方針>

【対処方針 1】

本事業成果の本格的な実用化のための実証試験を行えるよう方策を検討したい。

【対処方針 2】

諸外国の動向も留意しつつ、坑水処理に関する先導的な技術開発の支援を検討したい。

【対処方針 3】

本技術開発への国の関与について、実導入に向けたステップアップをしていけるように様々な方法を検討したい。

【対処方針 4】

環境保全や安全・安心社会の構築、資源獲得における国際競争力の向上等多岐にわたる視点を取り入れた技術開発を戦略的に取り組むよう検討する。

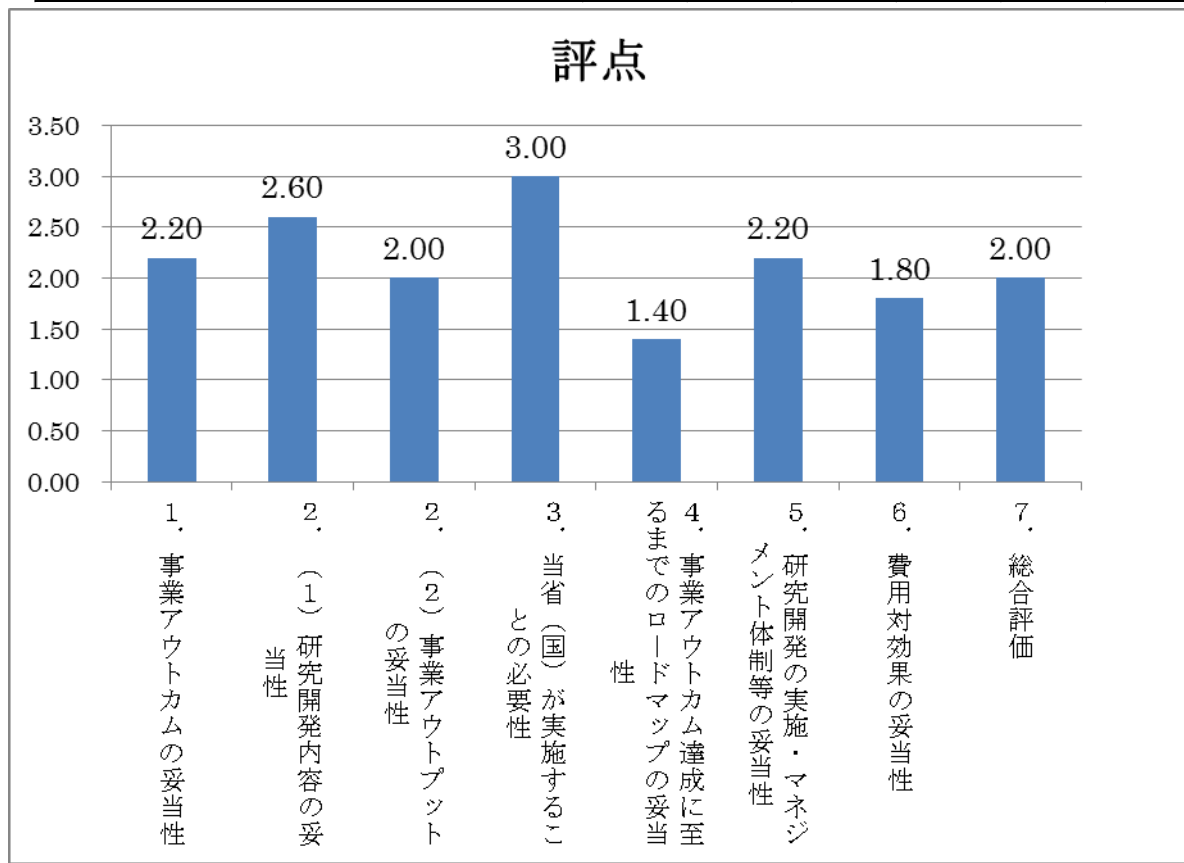
【対処方針 5】

鉱山を取り巻く現在の状況の中で、将来起こりうるリスクを念頭に国の技術開発を継続的に取り組む努力をする。

Ⅲ. 評点法による評価結果

(この部分は、非公表シートの「Ⅲ. 評点法による評点結果」の表・グラフを記載してください。)

	評点	A委員	B委員	C委員	D委員	E委員
1. 事業アウトカムの妥当性	2.20	2	2	2	2	3
2. (1) 研究開発内容の妥当性	2.60	3	2	3	2	3
2. (2) 事業アウトプットの妥当性	2.00	1	2	2	2	3
3. 当省(国)が実施することの必要性	3.00	3	3	3	3	3
4. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップの妥当性	1.40	1	1	1	2	2
5. 研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性	2.20	2	2	2	2	3
6. 費用対効果の妥当性	1.80	2	2	1	2	2
7. 総合評価	2.00	2	2	2	2	2



【評価項目の判定基準】

評価項目1～5

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあった。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であった。

研究開発事業に係る技術評価書(終了時評価)

(経済産業省)

事業名	坑廃水水質改善技術開発事業			推進課室名	鉱山・火薬類監理官付			
事業開始年度	平成24年度	事業終了年度	平成26年度	主管課室名	鉱山・火薬類監理官付			
事業の目的	金属鉱業等の鉱山では、閉山後も永続的に重金属を含んだ坑廃水が流出し続けるため、発生源対策の実施により坑廃水の流出を防止できない場合は、坑廃水処理を永続的に実施しなければならない。このため、坑廃水処理費用の抜本的な削減を実施するための技術の開発が求められている。 本事業で実施する坑内空洞充填技術は、採掘跡、坑道等の坑内空洞中に中和殿物を含む充填材を埋め戻すことにより、地下に浸透した雨水と鉱石等の接触を減らし、流出する坑内水の水量を減少させるとともに水質を良好化させることができ、併せて坑内空洞の安定化(崩落防止)、中和殿物処分費用の低減を図るものである。							
事業概要	健全な水循環と持続可能な水利用環境を維持するため、坑内空洞を充填することで坑内水の水量減少・水質良好及び殿物処理費低減を図るための技術開発を行う。							
中間評価時期	-	終了時評価時期	平成27年度	事業実施主体	石油天然ガス・金属鉱物資源機構、三菱マテリアル、鹿島建設、応用地質			
平成24年度執行額	平成25年度執行額	平成26年度執行額	平成〇年度執行額	平成〇年度執行額	平成〇年度執行額	総執行額(平成24~26年度)	総予算額(平成24~26年度)	
63百万円	78百万円	62百万円	-	-	-	204百万円	209百万円	
成果目標及び成果実績(アウトカム)	成果指標			目標値	単位	終了時評価時27年度	目標最終年度36年度	
	本事業成果による坑廃水コストの削減効果(国内休廃止鉱山への本事業成果の施工による)				成果実績	%	-	20程度
					%	-		
活動指標及び活動実績(アウトプット)	活動指標			指標値	単位	終了時評価時27年度	事業終了時27年度	
	充填材料の開発				活動実績	%	100	100
					%	100	100	
活動指標及び活動実績(アウトプット)	活動指標			指標値	単位	終了時評価時27年度	事業終了時27年度	
	坑内空洞調査方法の確立				活動実績	%	100	100
					%	100	100	
活動指標及び活動実績(アウトプット)	活動指標			指標値	単位	終了時評価時27年度	事業終了時27年度	
	坑内状況詳細調査の技術開発				活動実績	%	100	100
					%	100	100	
活動指標及び活動実績(アウトプット)	活動指標			指標値	単位	終了時評価時27年度	事業終了時27年度	
	充填施工方法の確立				活動実績	%	100	100
					%	100	100	
活動指標及び活動実績(アウトプット)	活動指標			指標値	単位	終了時評価時27年度	事業終了時27年度	
	坑内空洞充填の実証試験(シミュレーション)				活動実績	%	100	100
					%	100	100	
事業所管部局(推進課、主管課)による自己点検・改善状況								
の国 必 費 要 投 性 入	項 目			評価	評価に関する説明			
	事業の目的は国民や社会のニーズを的確に反映しているか。			○	・本事業は地方公共団体等が永続的に行う休廃止鉱山の坑廃水処理事業のコスト削減に資するものであり、国民の経済的負担軽減の観点から社会的ニーズは高い。			
	地方自治体、民間等に委ねることができない事業なのか。			○	・本事業は、収益性のない休廃止鉱山の坑廃水処理コストの低減に係る技術開発であり、市場原理が働かない分野であるため、民間等に委ねて開発を進めることが困難な事業である。			
	政策目的の達成手段として必要かつ適切な事業か。政策体系の中で優先度の高い事業か。			○	・本事業は、永続的に行う必要がある坑廃水処理のコスト低減に資する技術開発であり、鉱害防止政策の観点から政策優先度は高い。			

事業の効率性	競争性が確保されているなど支出先の選定は妥当か。	○	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業は公募による企画競争を行い、外部有識者の審査を経た上で実施者を決定しており、妥当である。 ・本事業は重金属等で汚染された坑廃水の水質を改善するために実施しており、河川流域の環境保全に寄与するという一般国民の利益に資するものであることから、国が委託費で実施することは妥当である。 ・本事業の費目・用途は真に必要なものに限定し、単位当たりコストの削減に努めている。 ・事業費の費目等は厳格にチェックしており、本プロジェクトに必要な経費のみが計上され、適正に使用されている。 ・委託費における外注先選定に当たっては、可能な限り見積もり合わせを実施し、コスト削減に努めている。 	
	受益者との負担関係は妥当であるか。	○		
	単位当たりコスト等の水準は妥当か。	○		
	資金の流れの中間段階での支出は合理的なものとなっているか。	—		
	費目・用途が事業目的に即し真に必要なものに限定されているか。	○		
	不用率が大きい場合、その理由は妥当か。(理由を右に記載)	—		
事業の有効性	成果実績は成果目標に見合ったものとなっているか。	○	<ul style="list-style-type: none"> ・各開発項目とも目標に見合った実績が得られた。 ・本事業は、休止した鉱山の後処理事業に係る技術開発のため生産性のない分野であり民間企業の自発的な開発が期待できないことから、国が委託事業として主導的に実施する本スキームは効果的である。 ・これまでの成果やデータ等について、業界団体に対する説明会を実施しており、本事業の成果の現場導入が期待される。 	
	事業実施に当たって他の手段・方法等が考えられる場合、それと比較してより効果的あるいは低コストで実施できているか。	○		
	活動実績は見込みに見合ったものであるか。	○		
	整備された施設や成果物は十分に活用されているか。	○		
関連事業	関連する事業がある場合、他部局・他府省等と適切な役割分担を行っているか。(役割分担の具体的な内容を各事業の右に記載)		類似の事業はない。	
	所管府省・部局名	事業番号		事業名
点検・改善結果	点検結果	本事業は、実証試験を行う鉱山だけでなく、坑廃水処理、中和殿物の処分に多額のコスト負担を強いられている他の鉱山にも適用可能であり、波及効果は大きい。事業実施に当たっては企画競争を実施し、外部有識者から構成された審査会等が厳正に審査を行い、当該事業を適切に実施できる事業者選定を行った。また、事業者が設置した外部有識者による技術委員会からの助言を踏まえて効率的、効果的に事業を進めた。		
	改善の方向性			
外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見【終了時評価】				
<p><事業アウトカム達成に至までのロードマップの妥当性> ・国の事業として研究開発と実証に向けたシミュレーションまで実施した意義はあるが、実証試験がなされなかったため、課題が残る。今後、本事業の成果が有効活用されるよう対応を検討されたい。</p>				
外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見を踏まえた改善点等【終了時評価】				
<p>・本事業成果の実用化のための実証試験等、有効活用に向けたステップアップをしていける方法を検討したい。</p>				
外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見【中間評価】				
—				
外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見を踏まえた改善点等【中間評価】				
—				
外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見【事前評価】				
なし(原案のとおり)				
外部有識者(産業構造審議会評価WG)の所見を踏まえた改善点等【事前評価】				
—				

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・イノベーション小委員会 評価ワーキンググループ

委員名簿

座長	小林 直人	早稲田大学研究戦略センター副所長・教授
	大島 まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	太田 健一郎	横浜国立大学工学研究院グリーン水素研究センター長 ・特任教授
	亀井 信一	株式会社三菱総合研究所政策・経済研究センター長
	高橋 真木子	金沢工業大学工学研究科教授
	津川 若子	東京農工大学大学院工学研究院准教授
	西尾 好司	株式会社富士通総研経済研究所主任研究員
	森 俊介	東京理科大学理工学研究科長 東京理科大学理工学部経営工学科教授

(敬称略、座長除き五十音順)

坑廃水水質改善技術開発事業

終了時評価検討会

委員名簿

座長	井上 千弘	東北大学大学院環境科学研究科教授
	皿田 滋	筑波大学システム情報系・知能機能工学域研究員
	高島 由布子	株式会社三菱総合研究所環境・エネルギー研究本部 主任研究員
	張 銘	産業技術総合研究所地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門 地圏環境リスク研究グループグループ長
	山崎 義宏	日本鉱業協会休廃止鉱山専門委員会委員長

(敬称略、座長除き五十音順)

坑廃水水質改善技術開発事業の終了時評価

審議経過

【終了時評価】

- ◆産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ(平成28年3月1日予定)

- ・技術評価書(終了時評価)について

- ◆「坑廃水水質改善技術開発事業」評価検討会

- 第1回評価検討会(平成27年12月7日)

- ・事業の概要について
- ・評価の進め方について

- 第2回評価検討会(平成28年1月15日)

- ・技術評価書(終了時評価)について

【事前評価】

- ◆産業構造審議会産業技術環境分科会評価小委員会(平成24年5月23日)

- ・技術評価書(事前評価)について