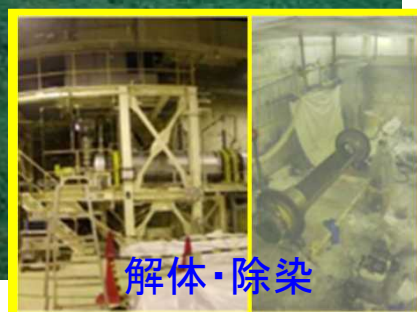


ご意見等を踏まえた研究概要および地域活動について

1. 人形峠環境技術センターの課題への対応について
2. 事業計画への反映について
3. 研究等の概要について
 - 3.1 環境保全
 - 1) 鉱山施設の閉山措置
 - 3.2 ウラン有効利用・長期管理
 - 1) 減損ウラン等の安定的保管管理
 - 3.3 ウラン廃棄物の処理・処分研究の概要
 - 1) 環境研究の概要
 - 2) ウラン廃棄物工学研究の概要
4. 地域活動

1.人形峠環境技術センターの課題への対応について



- ✓ 危害や鉱害が発生しないよう、鉱山施設の維持・管理を行います。
- ✓ 自然な状態に戻すための研究開発を行います。

- ✓ 漏洩等が発生しないよう、保管・管理を行います。
- ✓ 有効利用や安定な酸化物等へ転換するための研究開発を行います。

- ✓ 地上の建物で安全に保管廃棄を行います。
- ✓ ウラン廃棄物の安全かつ合理的な処理・処分の研究開発を行います。

これまでの60年

これからの人形峠

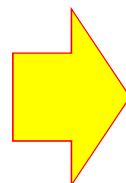
情報公開・事業の透明性

地域と国際貢献、地域の活性

2. 事業計画への反映について(1)

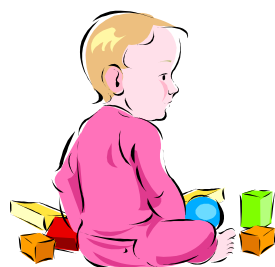
なぜ、子供を連れて、ライオンを見に行く？
適切な安全対策をすればリスクを小さくできる。

ライオンをおりに入れる
赤ちゃんを遠ざける。



安全対策が機能しない場合に危害・事故が発生する

安全対策の健全性を保つための、日常管理をしっかり行う。

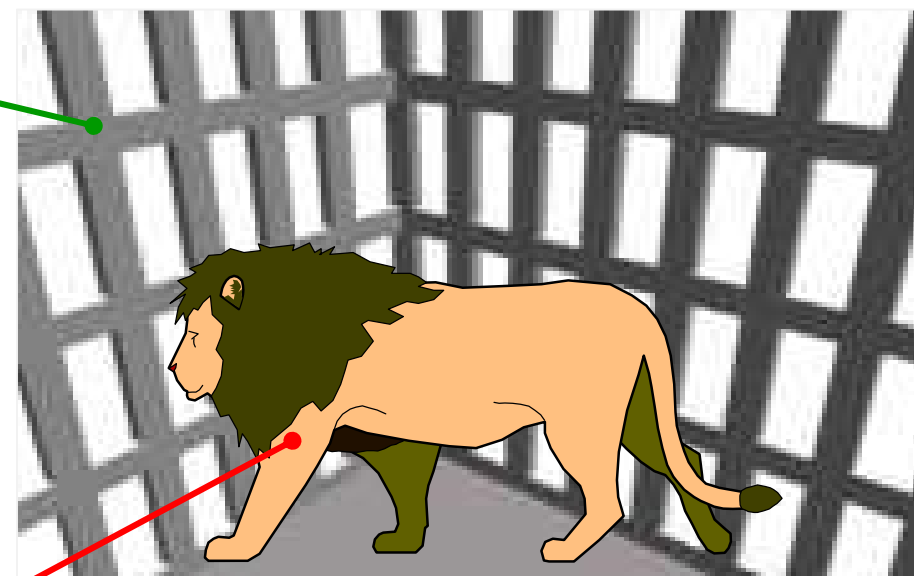


← リスク →

ニャン



危険の源を小さくする。



危険の源(ハザード)

2. 事業計画への反映について(2)

人形峠環境技術センターの課題の抜本的な解決に向けて、必要な事業や研究開発を着実に進めて行きます。

課題対応



鉱山施設の閉山措置



減損ウラン保管管理



ウラン廃棄物処理・処分

鉱山施設閉山に向けた措置

地域合意

日常的な安全管理・措置までの安全対策

有効利用方法の調査・調整

具体化・設備整備

日常的な安全管理

環境研究

ウラン廃棄物工学研究

使わない設備・施設の解体・資源再利用

日常的な安全管理・解体までの安全対策

情報公開・透明性確保・地域との共生

3.1-1 鉱山施設の閉山措置(1)

鉱山施設の閉山措置に向けた流れ

坑水発生源対策

坑道などから発生する坑水の水量低減・水質改善

坑水処理対策

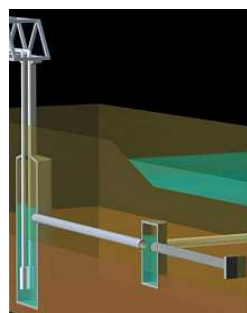
鉱さいたい積場の覆土措置で発生する高い濃度のウランなどを含む廃水処理

閉山措置

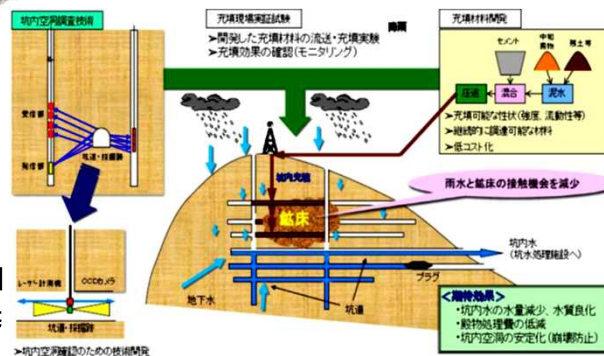
覆土等により自然の状態に戻すことを目指す

坑水発生源対策

- 現在、坑道など鉱山施設から出てくる坑水中のラジウムや鉄の濃度が法令値、排出基準値を超えています。
- この原因を調査・解析し、対処方法を検討しました。
- 原因を取り除くため、覆土や取水、坑道の空洞を充填するなどして、水量の低減や水質改善を図ります。



地下水取水設備概念図



坑道空洞充填概念図

* JOGMEC 坑廃水水質改善技術開発事業
資料より参照

坑水処理対策

- 鉱さいたい積場の覆土措置を行うと高い濃度のウランやラジウム、鉄などを含む廃水が発生し、処理能力不足の可能性があります。
- このため、処理速度の向上や高効率化など、新たな坑廃水処理システムの構築を図ります。

既存処理システム

Ra: マンガン砂 + Ra・U: 化学沈殿処理

新処理システム

- ・Ra: マンガン酸化菌 + BaSO₄ 化学沈殿処理
- ・U、Fe、As: 接触酸化ろ過 + 樹脂吸着 + 化学処理
- ・ss: 急速ろ過処理



新処理システムの概念図

3.1-2 鉱山施設の閉山措置(2)

鉱山施設の閉山措置に向けた流れ

坑水発生源対策

坑道などから発生する坑水の水量低減・水質改善

坑水処理対策

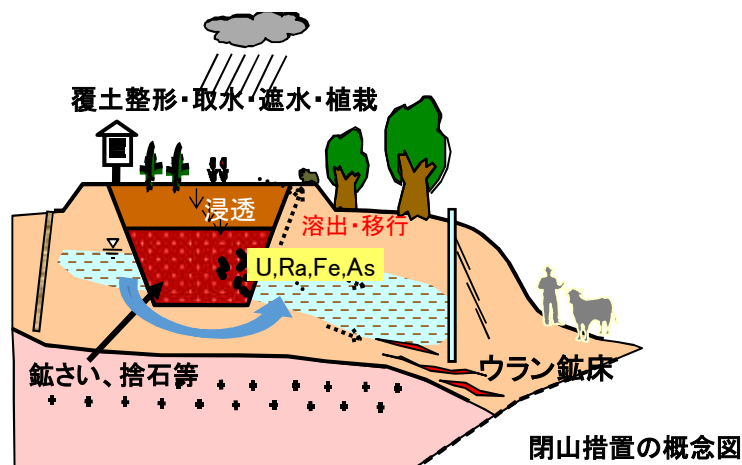
鉱さいたい積場の覆土措置で発生する高い濃度のウランなどを含む廃水処理

閉山措置

覆土等により自然の状態に戻すことを目指す

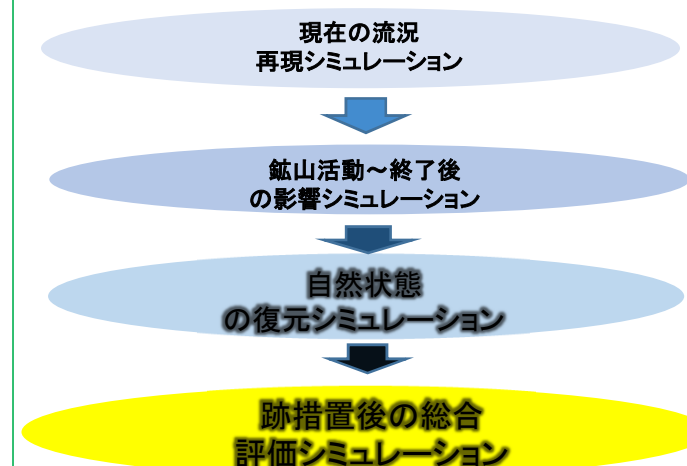
閉山措置

- 鉱山施設を覆土等により自然の状態を目指します。
- そのためには、例えば鉱さいたい積場で考慮しなければならないものとして、
 - ・ 放射線量の低減化、ラドン散逸の抑制
 - ・ 雨水の浸透や地下水の流入の抑制
 - ・ 覆土構造が長期的に安定であることが必要になっています。これらの対処方法の検討及び長期的な安全性評価を行っています。



閉山措置の概念図

閉山措置の安全性評価の進め方

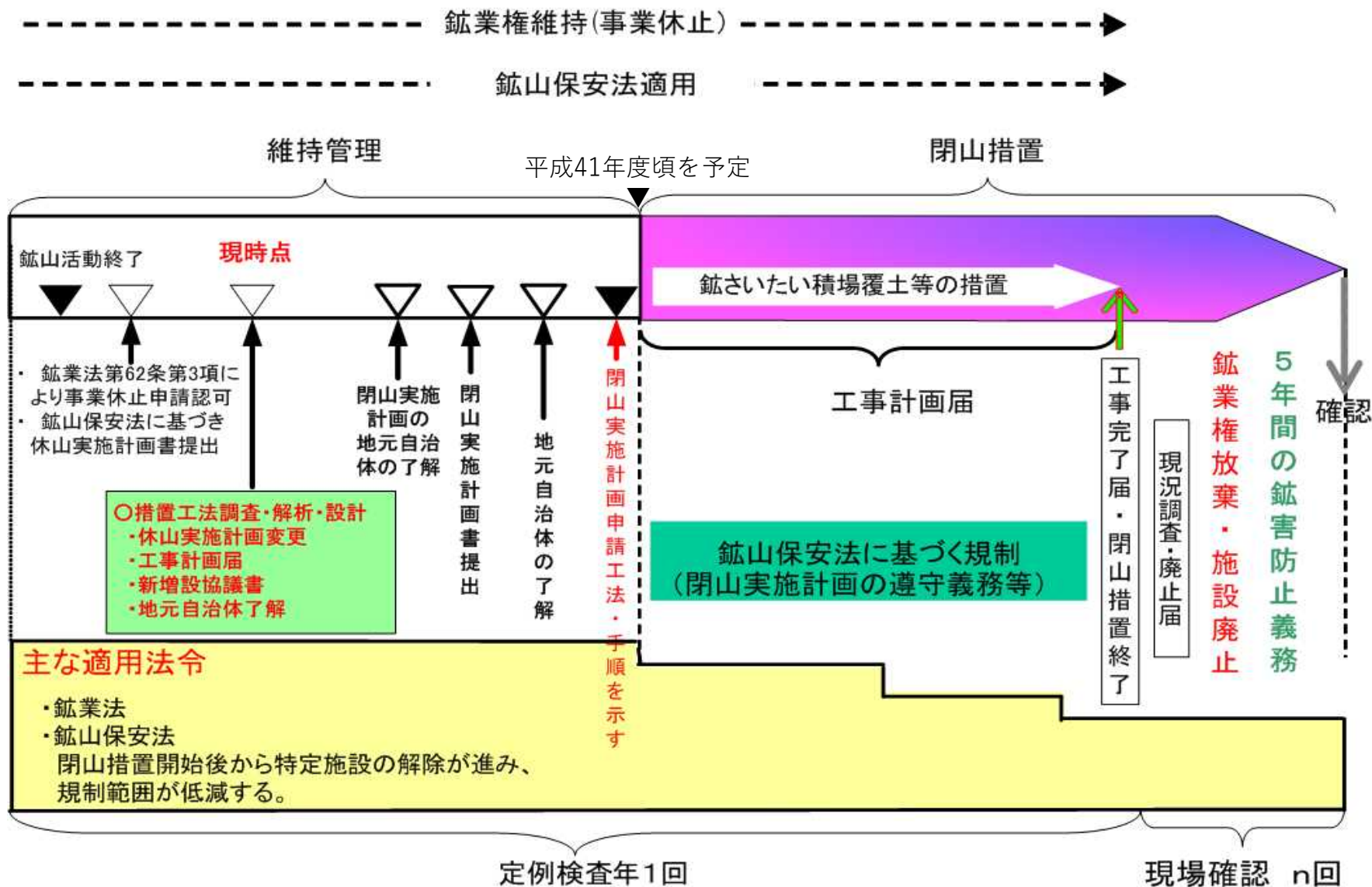


【安全への備え】

大きな地震への備えとして、再度、様々な揺れ方を想定し、鉱さいたい積場及び周辺地盤の損傷や崩落などの解析を行います。解析結果に基づき、必要な場合には適切な対策を検討して実施していきます。

3.1-3 鉱山施設の閉山措置(3)

鉱山施設の閉山措置終了への道筋－法的対応－



3.2 減損ウラン等の安定的保管管理

基本方針:

- 将来的な利用方法等の検討を行い、数年で見通しを得るようにします。
- 利用方法の検討を行うにあたっては、人形峠環境技術センター施設の廃止措置の状況や民間事業者等のニーズ等を考慮します。
- 利用方法が決まるまでは、六フッ化ウランの状態、安全に保管管理します。



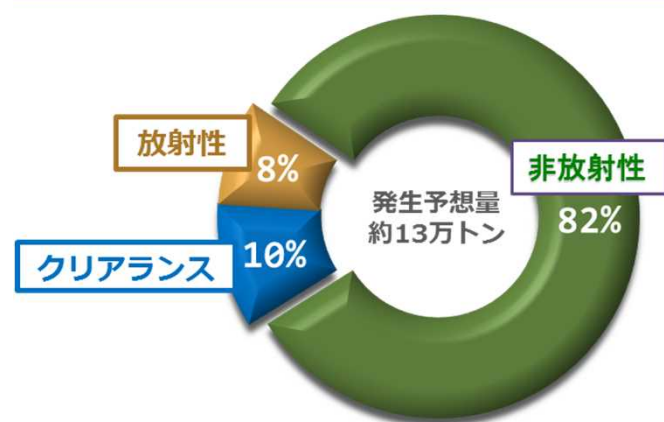
- 濃縮ウラン原料として売却すること
 - ✓ ウラン濃縮事業者との調整
 - ✓ 濃縮原料として輸送するための設備検討

- 資源として利用できる形にして売却・譲渡すること
 - ✓ 減損ウラン利用先の開拓と調整
 - ✓ 利用目的に合わせた化学組成への転換設備の検討

- 資源としての保管管理に適した形にして保管する方法や仕組み
 - ✓ 電気事業者との共同事業の可能性調整
 - ✓ 加工事業者への委託処理の可能性検討
 - ✓ 八酸化三ウランへの転換または輸送設備の検討

3.3 ウラン廃棄物の処理・処分研究の概要(1)

廃止措置を進めるためには、①解体物を可能な限り資源として再利用する技術、②材質などから再利用できない物と保管廃棄中の廃棄物をウラン廃棄物として建物内での保管廃棄又は埋設するための技術が必要です。



施設解体から発生する廃棄物量

+

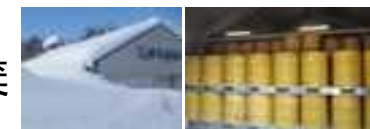


①クリアランスして資源として再利用する技術

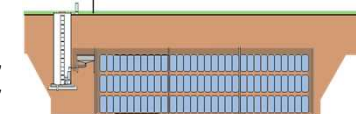
最大化

最小化

建物内で保管廃棄



地中の施設に埋設



②ウラン廃棄物として保管廃棄又は埋設するための技術

3.3 ウラン廃棄物の処理・処分研究の概要(2)

ウラン廃棄物の安全かつ合理的な処理・処分技術の確立を目指して、「**環境研究**」及び「**ウラン廃棄物工学研究**」を行います。

環境研究

- ✓ 地表・地中のウラン等が地下水や土壌等とともに移動する仕組みとその時間の把握
- ✓ 埋設実証試験施設の建設が可能か否かの確認

成果の活用

- ✓ 山間地で、ウラン等が運ばれる様子をあらわす情報で、水資源管理や環境対策等の研究に貢献します。
- ✓ 中国地方の地形変化を知るために役立つ情報で、教育等に貢献します。

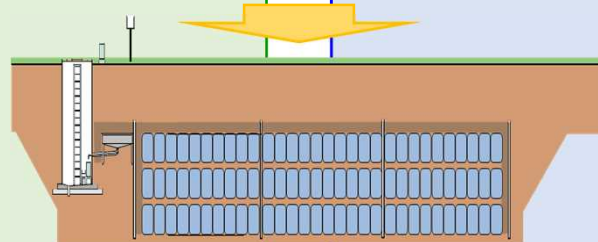
ウラン廃棄物工学研究

- ✓ ウラン廃棄物を少なくする技術
- ✓ ウランや有害物質を除去・固定化するための処理技術
- ✓ 放射性物質や有害物質の種類や量を正確に測る技術
- ✓ 埋設実証試験施設を利用した廃棄体等機能確認

成果の活用

- ✓ 有害物質やウラン等を取り除く技術で、排水処理や有害金属を取り除く技術等の研究に貢献します。
- ✓ 放射線計測・分析技術で、微量放射能の測定や自然環境中の放射能分布調査等の研究に貢献します。

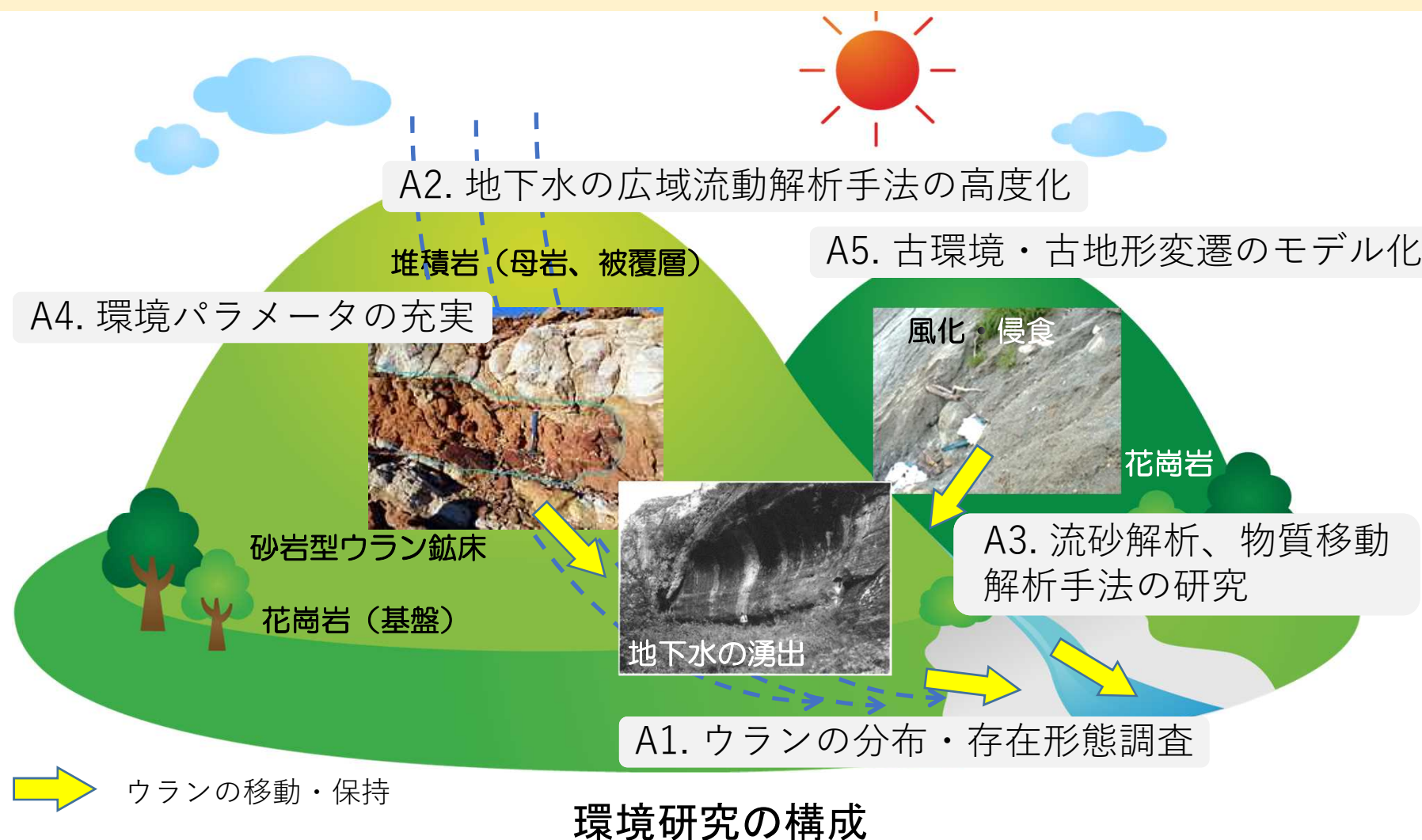
- 研究成果とりまとめ
- 安全性の評価
- 研究成果の検証（環境影響がないこと確認）



埋設実証試験

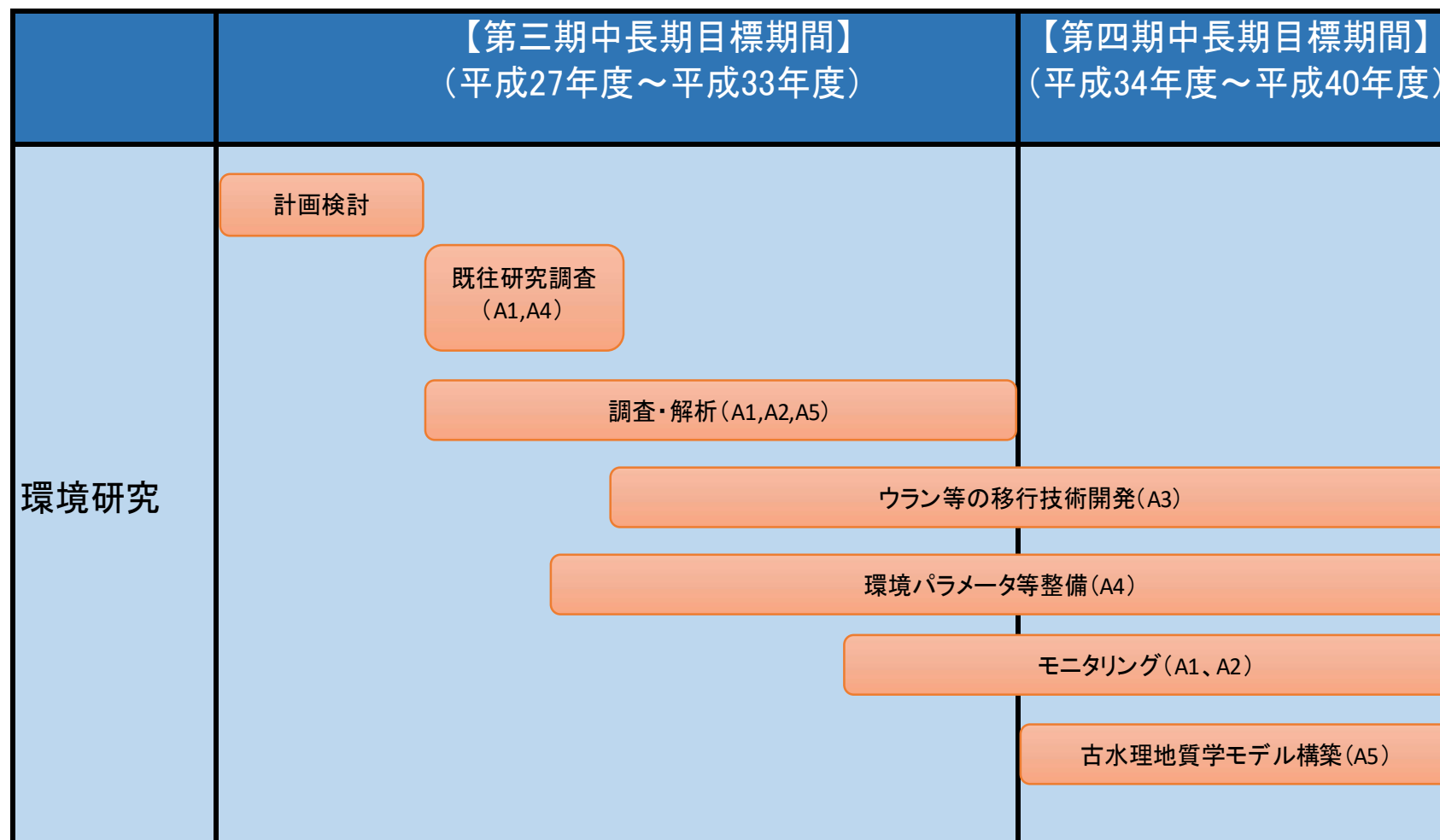
3.3-1 環境研究の概要

- 人形峠周辺の地形、環境中のウランや環境放射能の分布の特徴を調べます。
- ウラン等が地下水や河川水によって動く様子を調べます。



3.3-1 環境研究の概要

ー 環境研究(スケジュール(案)) ー

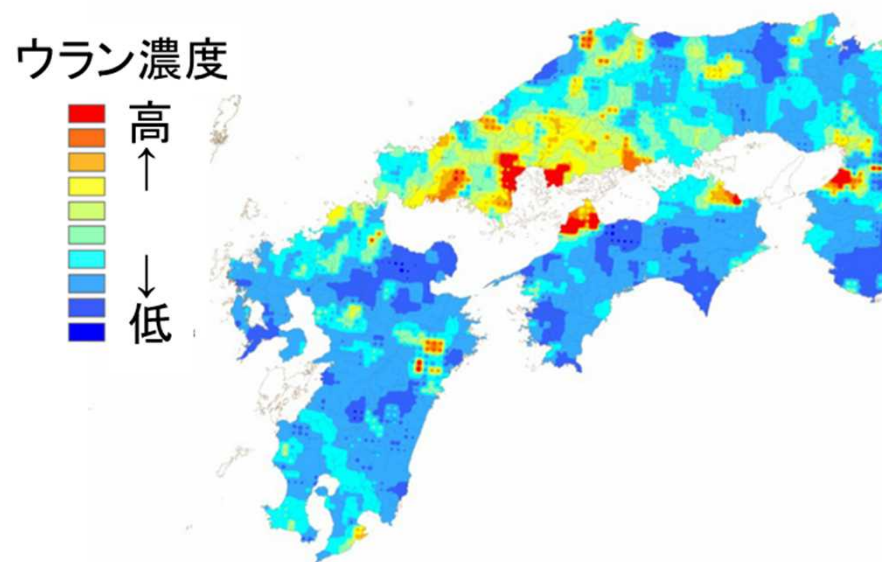


3.3-1 環境研究の概要

- A1.ウランの分布・存在形態調査 -

人形峠センター周辺のウラン等の分布・存在形態の調査を実施します。

- 過去に人形峠センター周辺で採取・分析されたサンプル(土壌、水)中のウランの量に関するデータの収集・整理を行います。
- 新たにサンプルを採取し、含まれるウランの量を調査します。



西日本のウラン分布

(出典:産総研地質調査総合センター, 海と陸の地球化学図^{※1}を加工して作成)



人形峠周辺の土壌や水に含まれるウランの量や存在形態を調べます。

※2

※1 <https://gbank.gsj.jp/geochemmap/> (2017年9月20日アクセス)

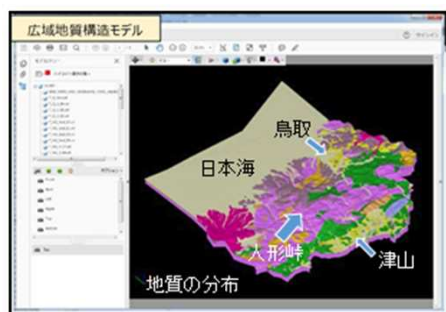
※2 産総研地質調査総合センター, 研究ギャラリー
<https://staff.aist.go.jp/nakashima.yoshito/gallery/ongojp.html>
 (2017年9月20日アクセス)

3.3-1 環境研究の概要

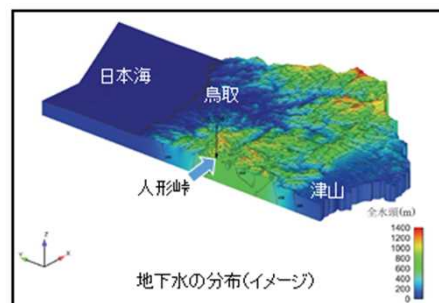
- A2.地下水の広域流動解析手法の高度化 -

ウランの移動を支配する地下水の流れを理解するための方法を開発します。それに必要な調査と解析を行います。

平成29年度の予備調査

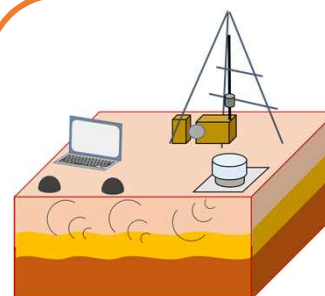


津山～日本海の地質の分布



津山～日本海の地下水分布

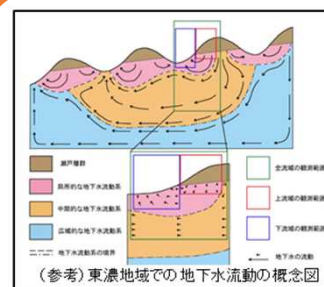
影響範囲
を絞り込み



地質調査イメージ

人形峠センター周辺の地質調査(平成30年度～)

地質調査: 物理探査、ボーリング
調査、地下水調査
調査範囲: センター及びその近傍



解析結果イメージ

人形峠センター周辺を対象とした地下水流動解析
(平成30年度～)

有限要素法コード(Dtransu)
を使った解析

解析対象範囲:
センター周辺～やや広い領域

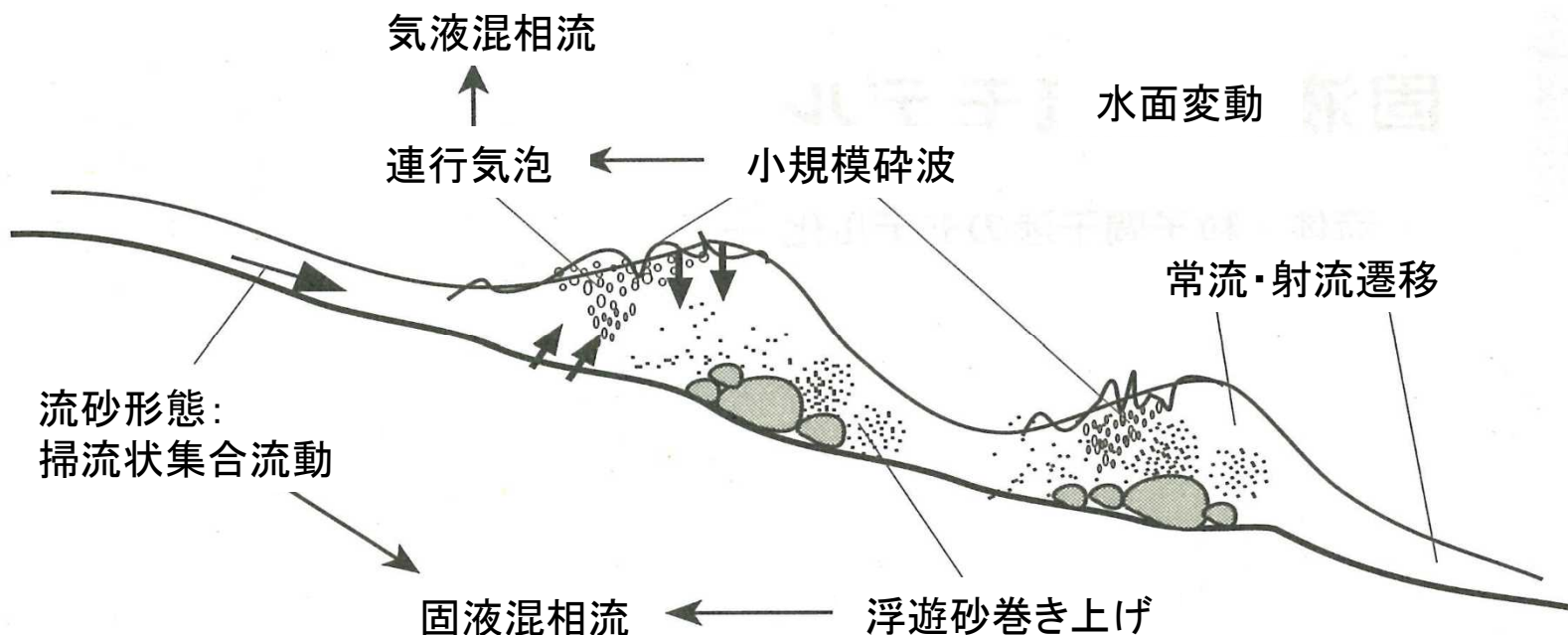
3.3-1 環境研究の概要

— A3.流砂解析、物質移動解析手法の研究 —

ウランの分布・存在形態調査(A1)の結果をもとに、流砂解析、物質移動解析手法の研究のための準備を実施します。

○地表のウランは地中とは異なる仕組みで移動します。

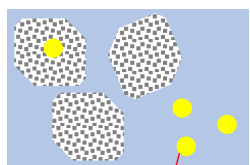
○山の斜面や川の流れのなかでのウランの移動の仕組みを解析する手法を開発します。



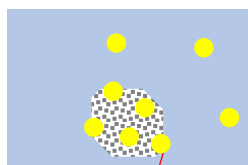
3.3-1 環境研究の概要

－ A4.環境パラメータの充実・A5.古環境・古地形変遷のモデル化 －

- ウランは砂粒などに吸収・吸着しながら移動します。
- ウランの移動の仕組みを知るため、主要な環境パラメータ*である分配係数の調査を行います。(A4)
- 地形変化によってウランの移動経路や移動量が変わる可能性があるため、過去数千年～数万年の人形峠周辺の地形変化を知るための地質・地形の調査を行います。(A5)



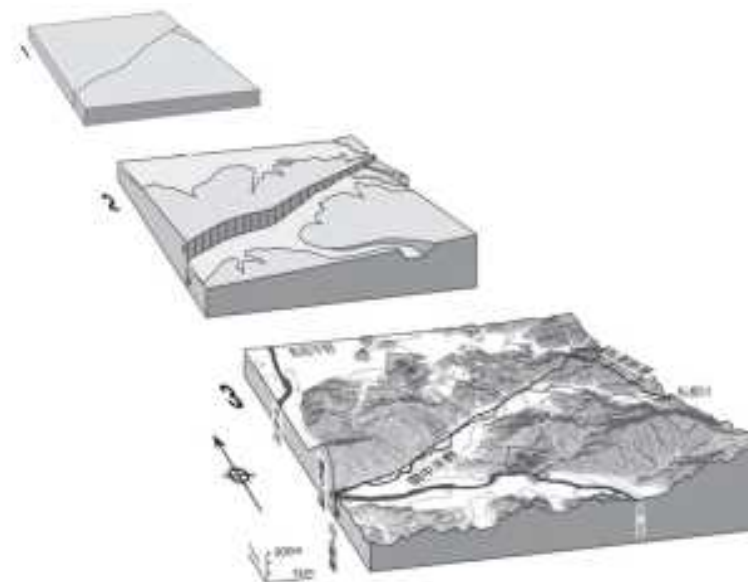
地下水に溶けた
ウラン



砂粒などに吸収 or
吸着したウラン

$$\text{分配係数} = \frac{\text{砂粒などの表面および内部に
含まれるウランの濃度}}{\text{地下水中のウランの濃度}}$$

* 環境パラメータとは：自然環境中での物質移動に影響する因子のことを指します。

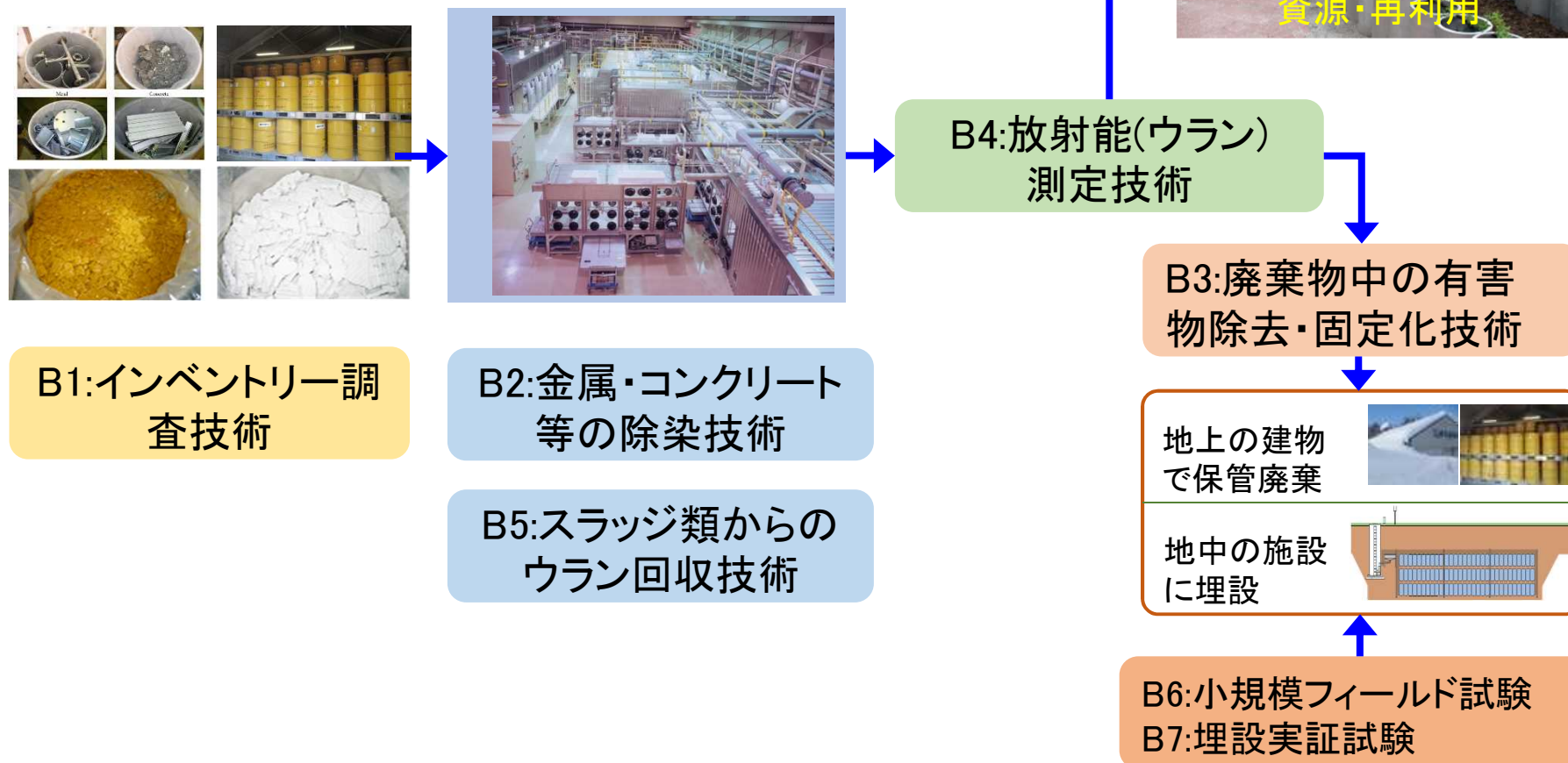


鳥取平野周縁部の地形変遷プロセスの例※

※ 桑村・矢野, 鳥取県東部国中平野の形成プロセス, 地域学論文集第8巻第1号pp.75-87, 2011. (図9 国中平野の形成メカニズム, p.84)

3.3-2 ウラン廃棄物工学研究の概要

- ウラン廃棄物に含まれる放射能や有害物質等を詳しく調べます。
- なるべく資源として再利用することを目指します。
- 再利用できないものは安全に処分できるようにします。



3.3-2 ウラン廃棄物工学研究の概要

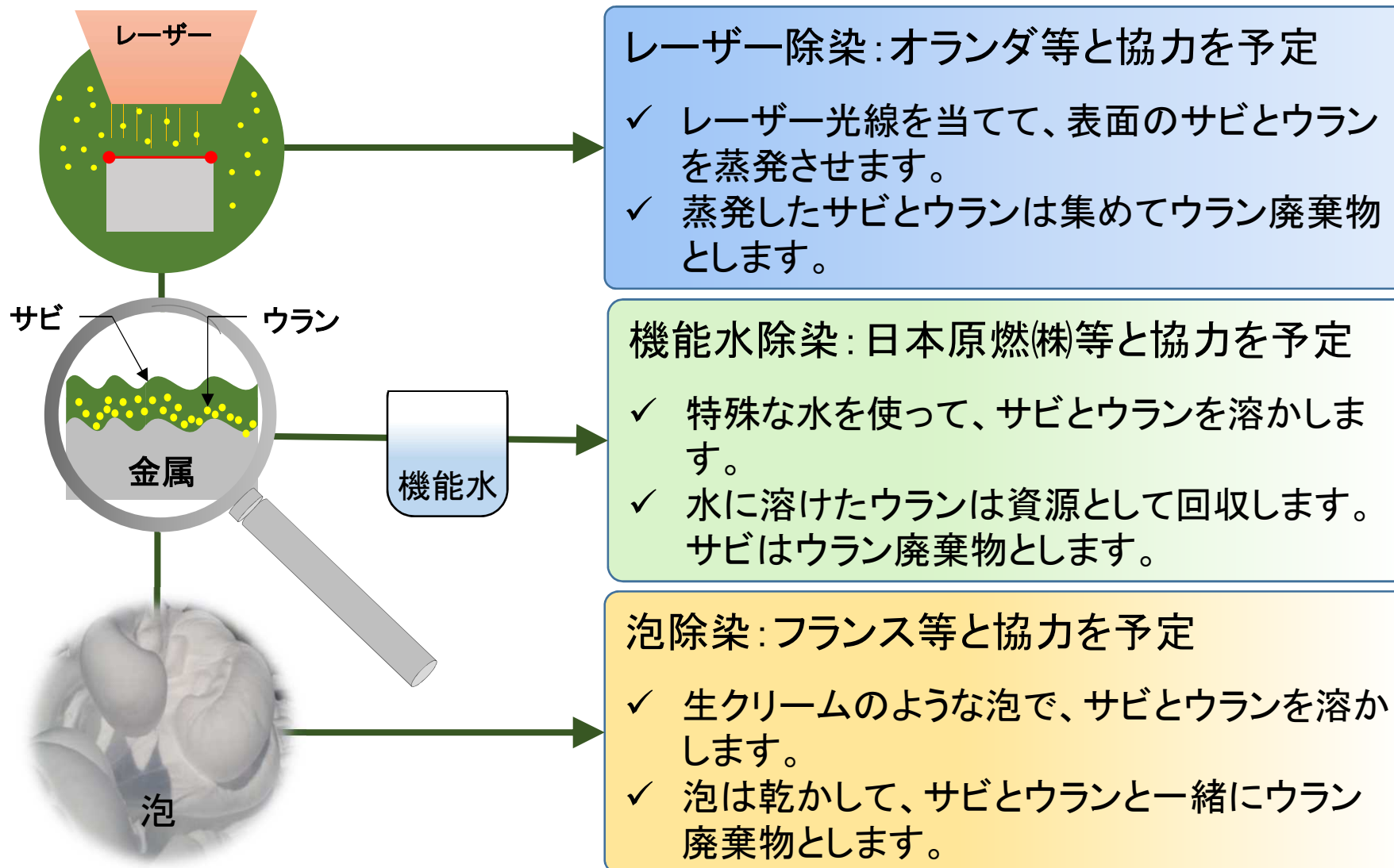
ー ウラン廃棄物工学研究(スケジュール(案)) ー

	【第三期中期目標期間】 平成27年度から平成33年度	第四期中期目標期間 平成34年度から平成40年度
インベントリー 調査	測定・分析手法の研究(B1,2,3) 体系化の研究(B4)	
金属・コンクリート等の除染	金属・コンクリート除染技術の研究 雑固体除染技術の研究(B4) 再利用の研究(B5)	
廃棄物中の有害 物除去・固定化	金属・コンクリート・雑固体対象の研究 スラッジ類対象の研究(B3,4)	
放射能測定	クリアランスへの適用研究(B1,5)	
スラッジ類からの ウラン回収	基礎研究(B2,3,4,5) 適用研究(B2,3,4,5) 廃棄体化の研究(B1,2) 代替原料化の研究(B3)	
小規模フィールド 試験		▼
埋設実証試験		▼

3.3-2 ウラン廃棄物工学研究の概要

- B2: 金属・コンクリート等の除染技術 -

放射性廃棄物をできるだけ少なくするためには、高性能除染技術の研究を行います。



3.3-2 ウラン廃棄物工学研究の概要

- B4: 放射能(ウラン)測定技術 -

どれだけのウランがあるのかを測る技術開発です。

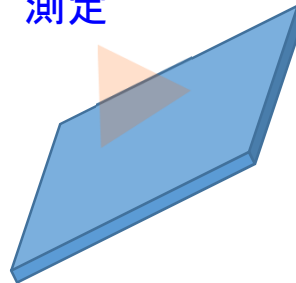
アルファ線では測ることができない、表面が錆びているもの、小さなもの、複雑な形のもの、ねじ穴があるものなども測定できる技術の研究を行います。

アルファ線



強い放射線で測定が簡単。しかし、3cmから4cmしか届かない。

測定



実用的な技術として、平板や円筒などのクリアランス測定で使用しています。



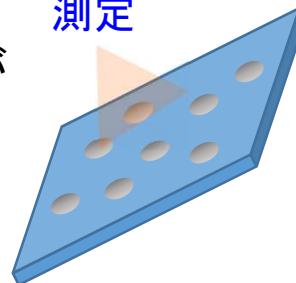
遠心機部品を測定する装置



平らな物以外は、アルファ線では測れないため、ガンマ線を用いた測定技術を開発します。

物を突き抜けることが出来るが、出てくる数が少なく測定が難しい。

測定



ねじ穴があるものや、表面を塗装しているもの、色々な形のものが測定できる技術を開発するための研究を行います。

基礎研究に使っている装置

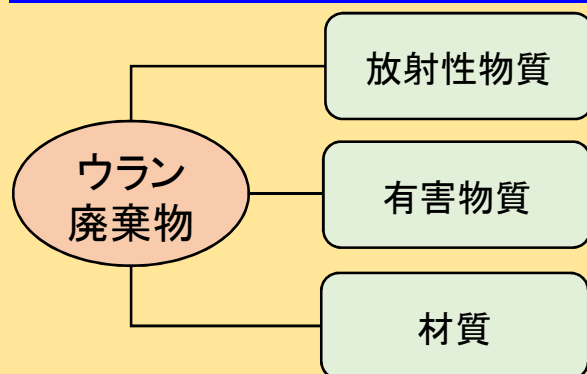


ガンマ線

3.3-2 ウラン廃棄物工学研究の概要

- － B1:インベントリー調査、B3:廃棄物中の有害物質除去・固定技術、
B5:スラッジ類からのウラン除去技術 －

インベントリー 調査技術



インベントリーとは
廃棄物の目録です

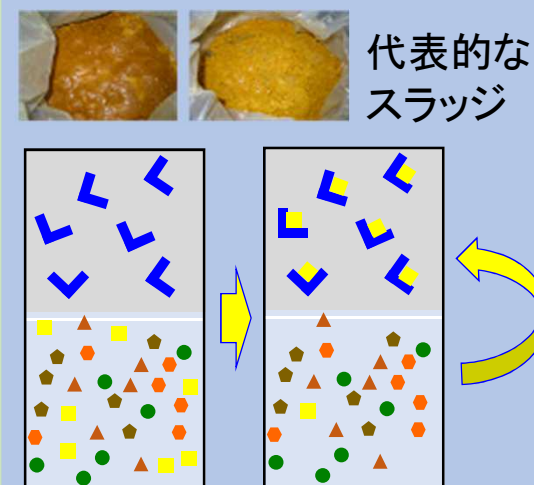
廃棄物に含まれているウラン等の放射性物質や有害物質の種類と量を短時間で正確に測定する技術を確認します。

廃棄物中の有害物質 除去・固定化技術



主に、スラッジ類に含まれている有害物質の除去と水に溶け出さないように固定する技術を確認します。

スラッジ類(澱物)からの ウラン除去技術

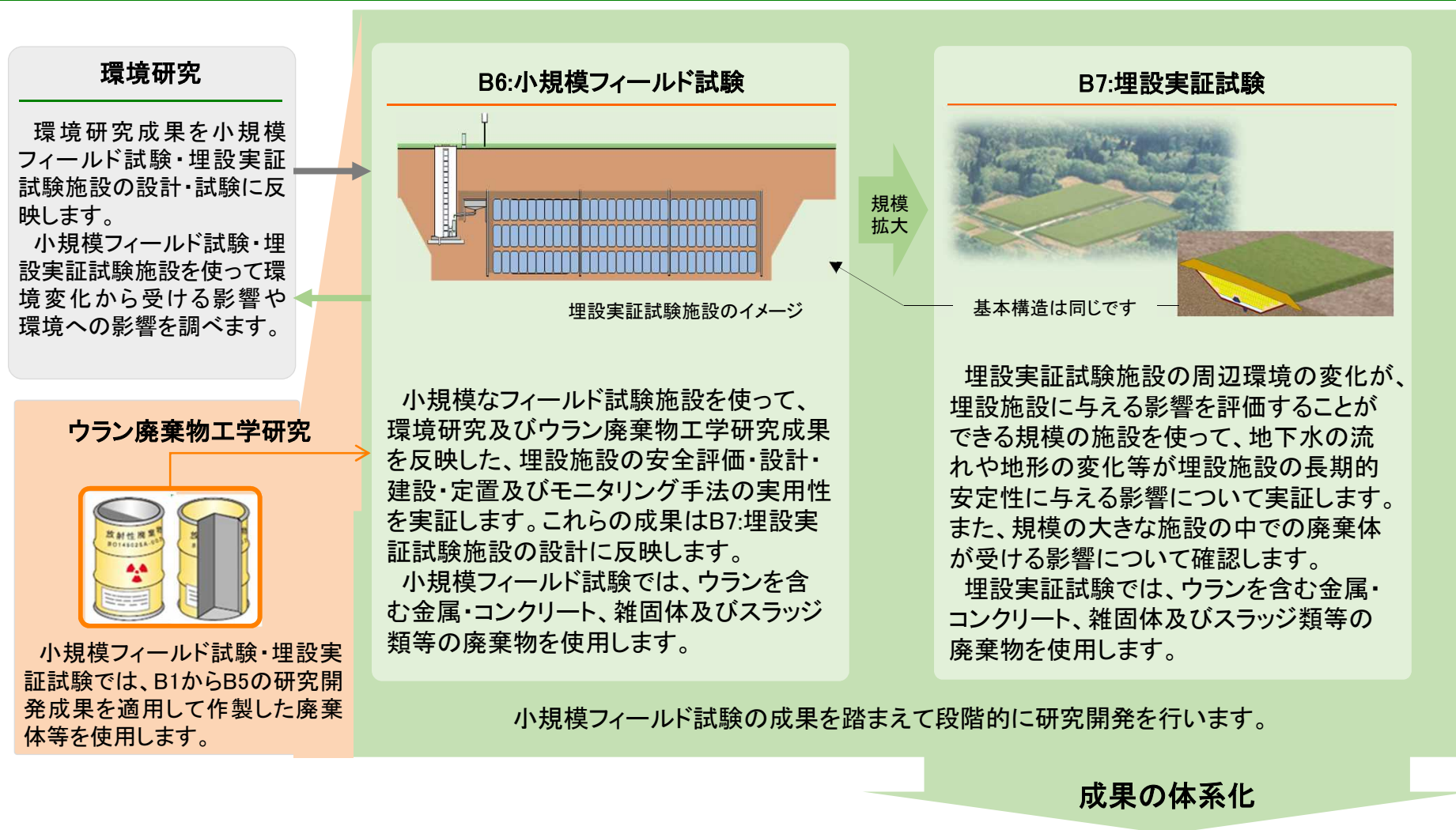


様々な種類のスラッジ類に含まれるウラン等を、スラッジの種類に関係なく、効率的に取り除くことができる技術を確認します。

これらの研究開発の計画は、段階的に具体化していきます。

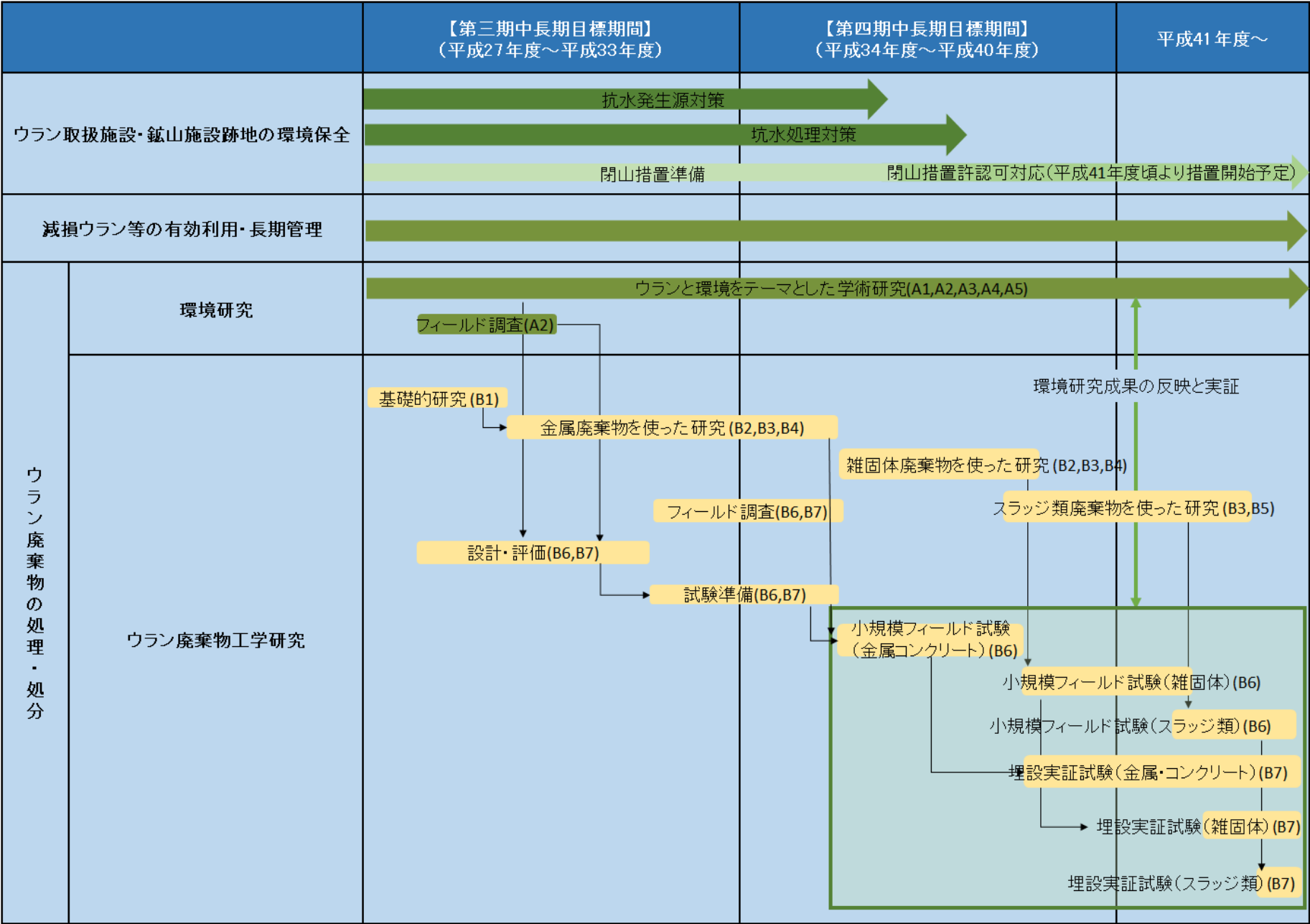
3.3-2 ウラン廃棄物工学研究の概要

－ B6:小規模フィールド試験、B7:埋設実証試験 －



研究成果を取りまとめ、微量のウランを含んだ廃棄物の安全で合理的な処理・処分(トレンチ型)に必要な技術を体系的に整備・実証します。

3.4 プラットフォーム概略工程



4. 地域活動

－ 地域との共生活動(1) －

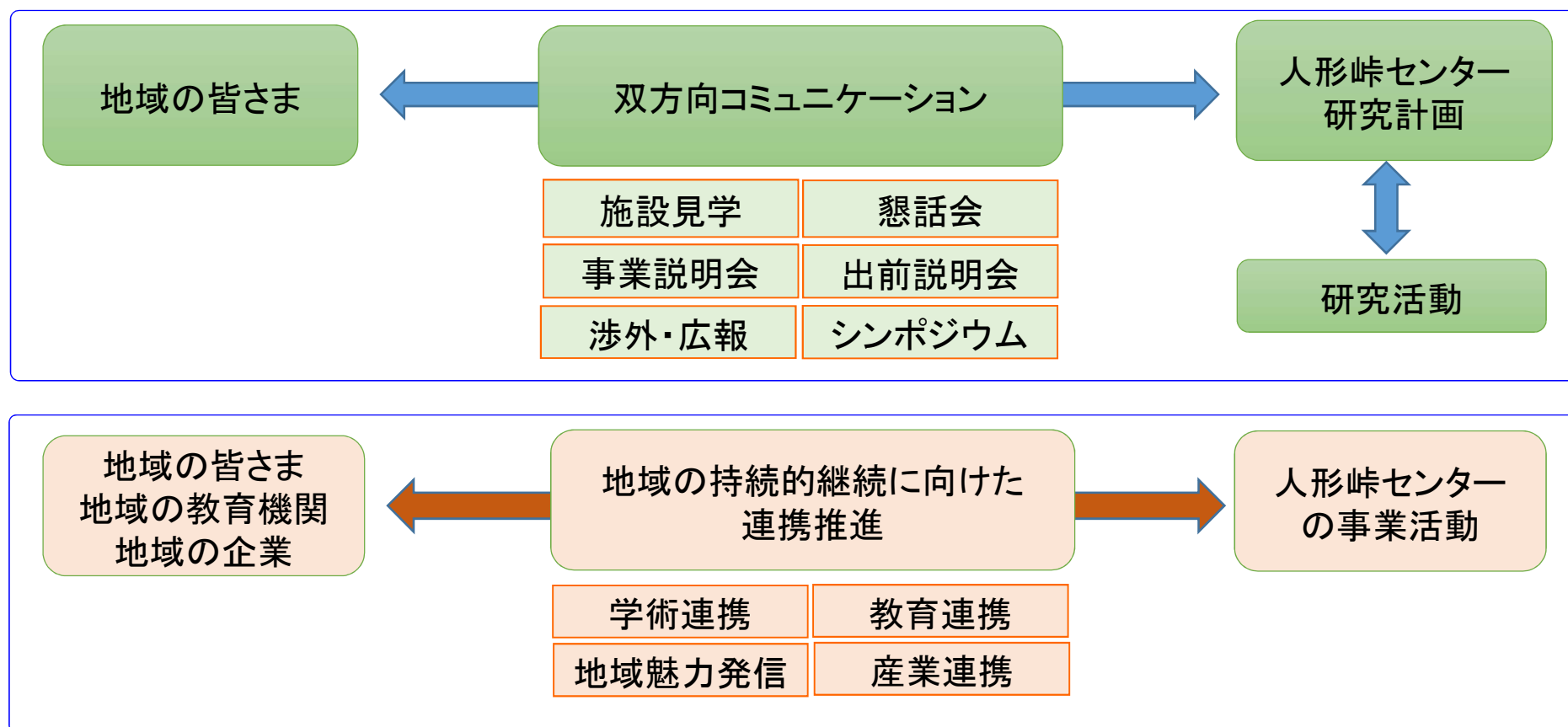
このような貢献が期待できます



4. 地域活動

－ 地域との共生活動(2) －

「人形峠センターを元の自然に戻す」という、我が国初の取り組みを実現するために「ウランと環境研究プラットフォーム」の推進を通じて、自らの研究活動とともに、地域の持続的継続につなげることができる仕組み作りや、交流人口の増加等の促進に寄与する活動を行っていきます。



4. 地域活動 － 地域との共生活動(3) －

双方向コミュニケーション

人形峠センターからの一方的な情報発信ではなく、地域の方々のご意見を伺いながら事業を進めます。



ウランと環境研究懇話会



事業説明会・出前説明会



シンポジウム



イベントへの参加と
意見交換



施設見学会の開催

地域の持続的継続に向けた連携活動

津山高専・美作大学等との連携

(共同研究による学校の強み創出及び人材育成)



味覚分析技術の確立及び高付加価値食材の開発
(美作大学)



レーザー加工のシミュレーション技術
の民間適用及び高度化(津山高専)

鏡野中学校等町内の学校教育との連携



鏡野中学校3年生を対象
に理科の出前授業を実施。
今後は教育委員会等と連
携してさらに内容の充実、
拡大実施を検討中。

企業との連携



人形峠センターの設備、機構
の技術を利用した新製品開発
等の連携活動を継続して実施。
つやま産業支援センター等と
の連携も進めます。

4. 地域活動 - 地域との共生活動(4) -

地域の持続的継続に向けた連携活動

地域・人形峠の魅力発信



人形峠センターのホームページで地域情報の発信を継続します。

国際会議や学会等を誘致。
また、シンポジウム等を利用して、地域の魅力を発信します。



中学生への出前授業で、地域の魅力を再認識してもらうための説明を実施。
(平成29年度出前授業資料から)



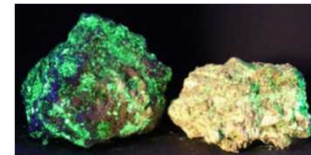
我が国で初発見されたウラン鉱床露頭発見の地の碑



我が国で唯一現存するウラン坑道(見学坑道)



国産ウランを使用したウランガラス
(妖精の森ガラス 美術館HPより)



日本地質学会認定の岡山県の石:人形峠産ウラン鉱石

人材育成

現在、構想段階ですが、人形峠センターの特徴を活かした人材育成(学生、社会人)の検討を進めております。



学生実習生の受け入れ

環境放射線測定・分析実習

その他講座

夏季学生実習受け入れの様子