

海底熱水鉱床開発 総合評価結果要旨

令和5年11月
令和6年2月27日訂正

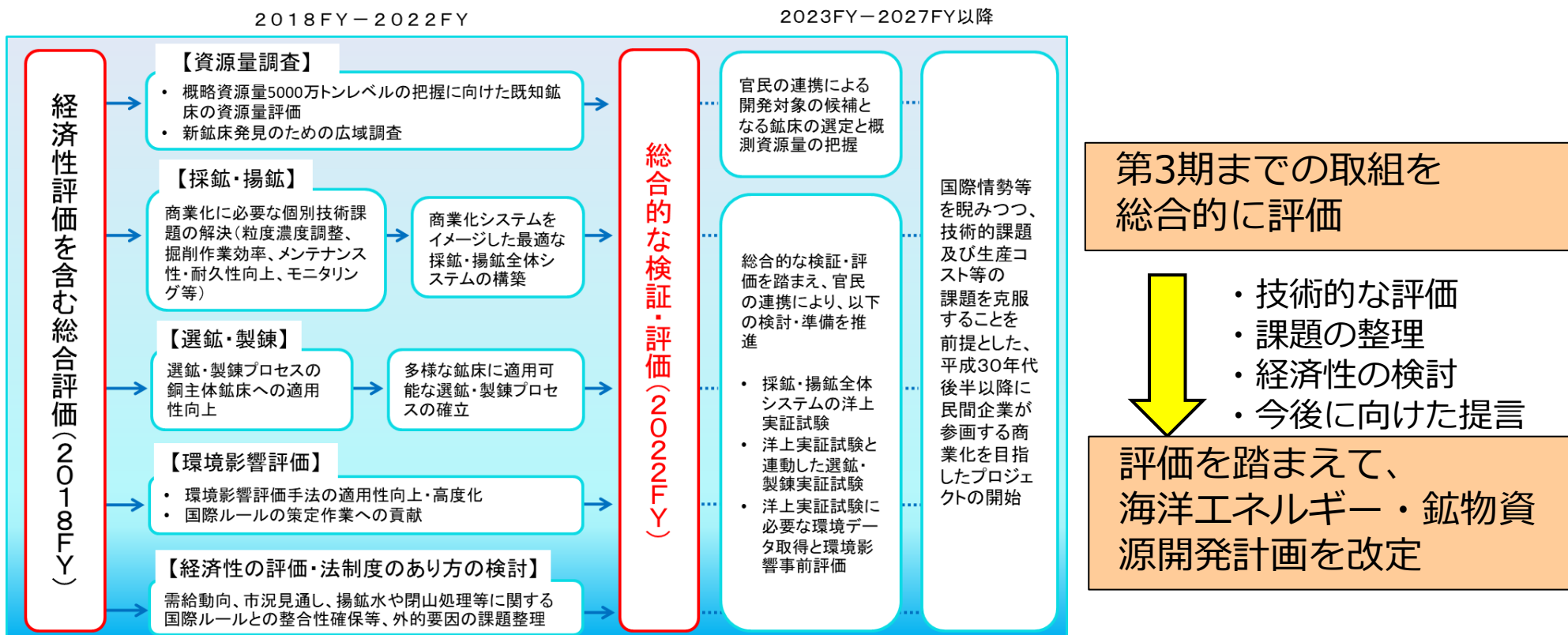
経済産業省資源エネルギー庁
独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構

目次

1. 海底熱水鉱床開発計画
2. 個別技術分野における成果
3. 経済性の評価
4. 海底熱水鉱床開発に向けた当面の課題
及び今後の展望

1. 海底熱水鉱床開発計画

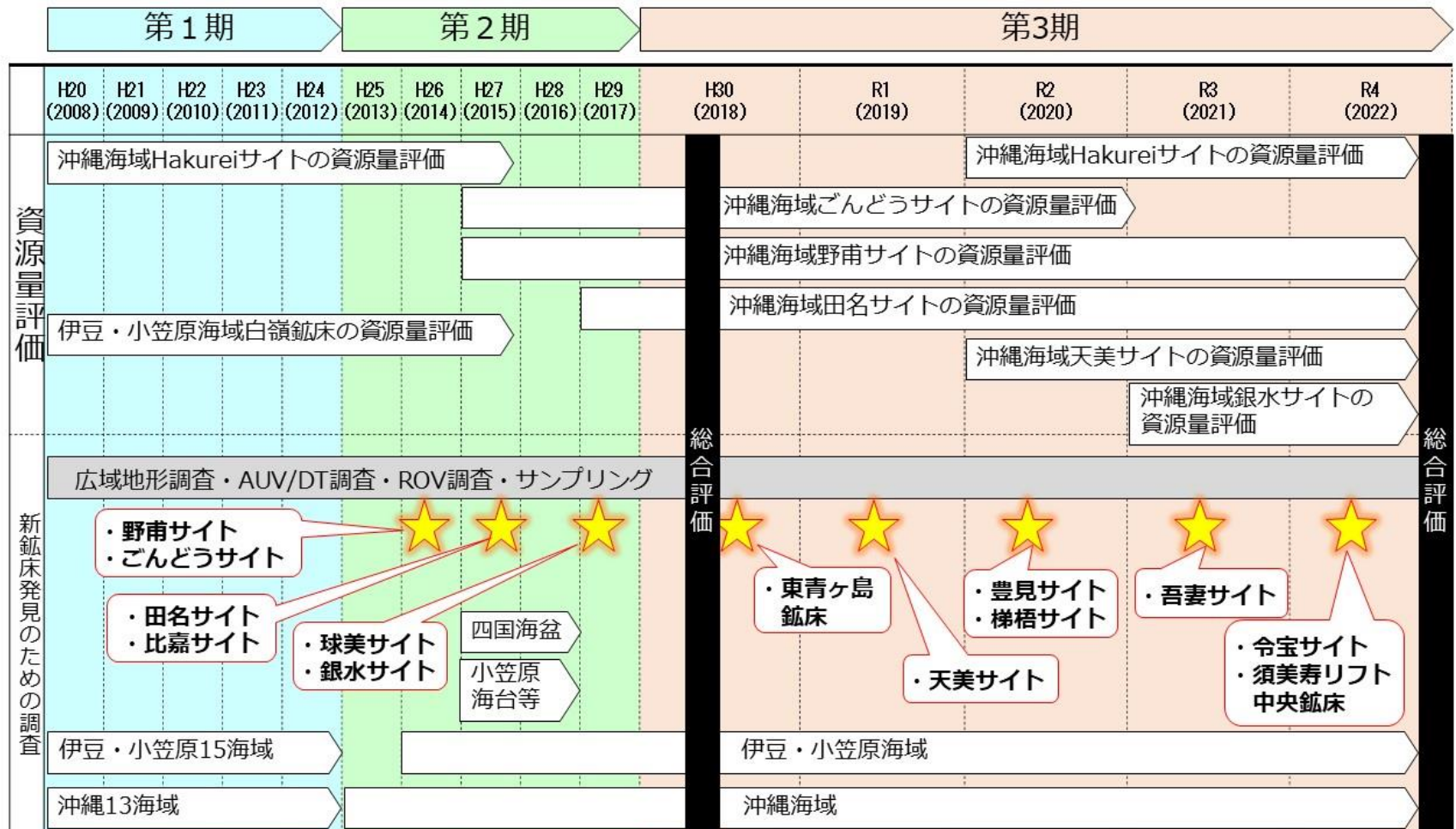
- 第3期海洋基本計画（平成30年5月閣議決定）で、国際ルールの策定作業の進捗や経済性・市況等の外的要因も考慮に入れた総合的な検証・評価を行うことが明示。
- 海洋エネルギー・鉱物資源開発計画（平成31年2月改定）の中で、令和4年度に総合的な検証・評価を計画。
- 第4期海洋基本計画（令和5年4月閣議決定）で、令和5年度以降の取組について、今回の総合評価結果を踏まえて、海洋エネルギー・鉱物資源開発計画の改定を行うことを明示。



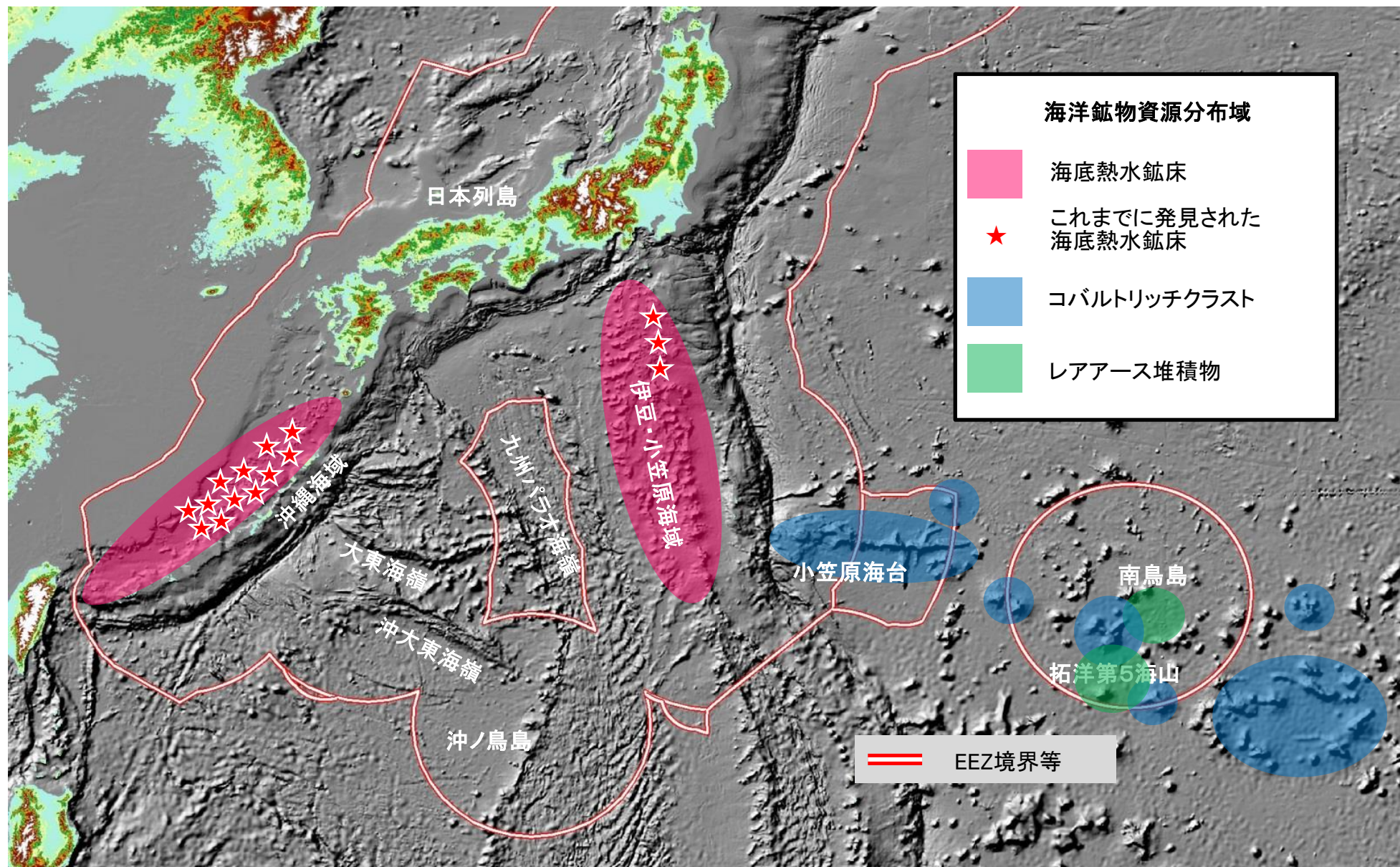
海底熱水鉱床の開発に向けた工程表

2. 個別技術分野における成果（資源量調査）

- 沖縄海域のHakureiサイト、ごんどうサイト、田名サイト、野甫サイト、天美サイト、銀水サイト、伊豆・小笠原海域の白嶺鉱床の資源量評価を実施し、概略資源量合計5,180.5万tを把握。
- 新規鉱床発見のための広域調査では、沖縄海域で天美サイト、豊見サイト、梯梧サイト、吾妻サイト、令宝サイト、伊豆・小笠原海域で東青ヶ島鉱床、須美寿リフト中央鉱床の合計7つの海底熱水鉱床を発見。

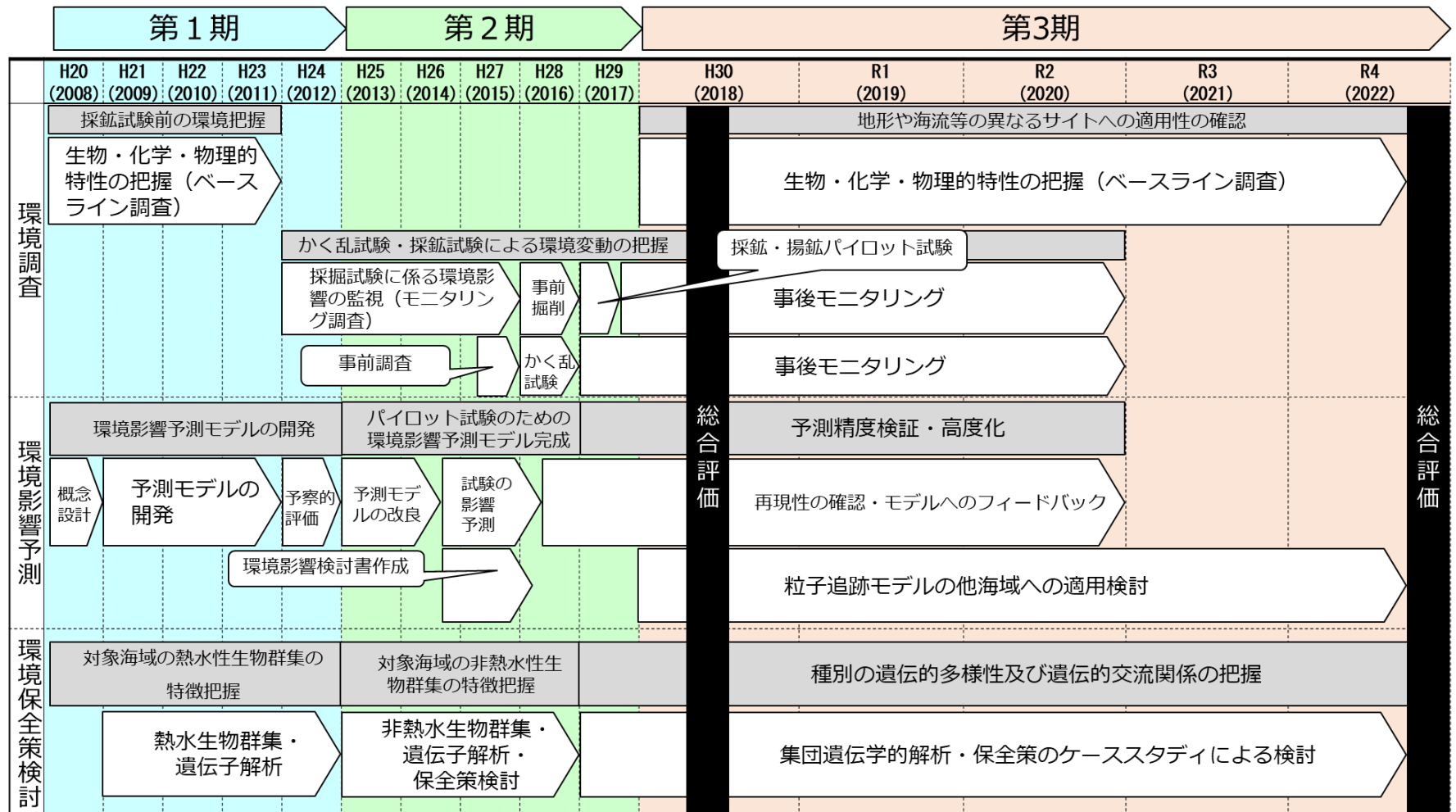


参考 日本周辺の主な海洋鉱物資源の分布



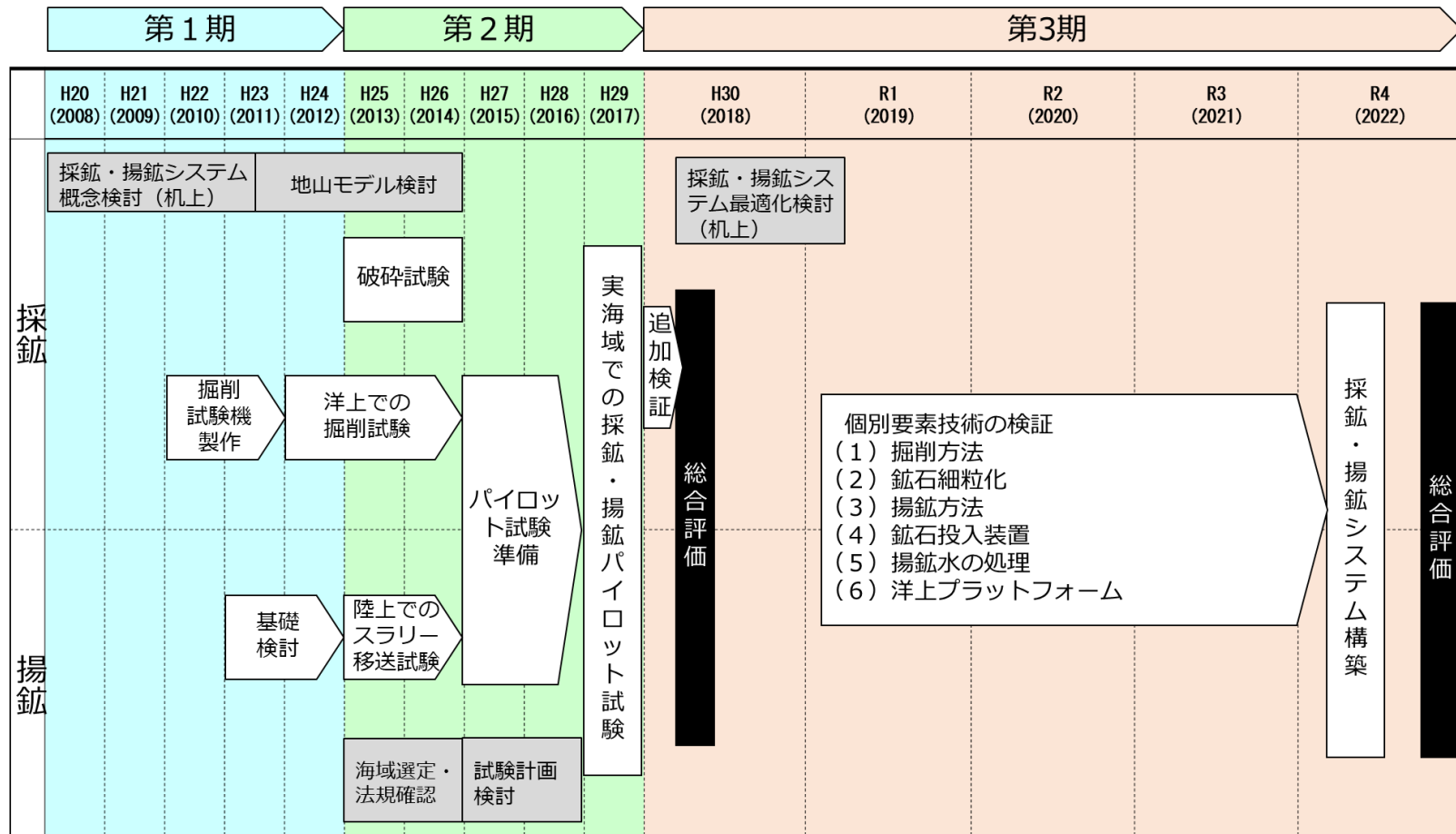
2. 個別技術分野における成果（環境影響評価）

- これまでに開発した環境調査手法を用いて、地形や海流等の条件の異なる鉱床でベースライン調査を実施し、手法の適用性を確認。
- 公開流況データ等から作成した流動場を用い、観測データのない海域でも粒子追跡モデルを適用できることを確認。
- 深海生物の遺伝子解析により、種別の遺伝的多様性及び遺伝的交流関係を把握。



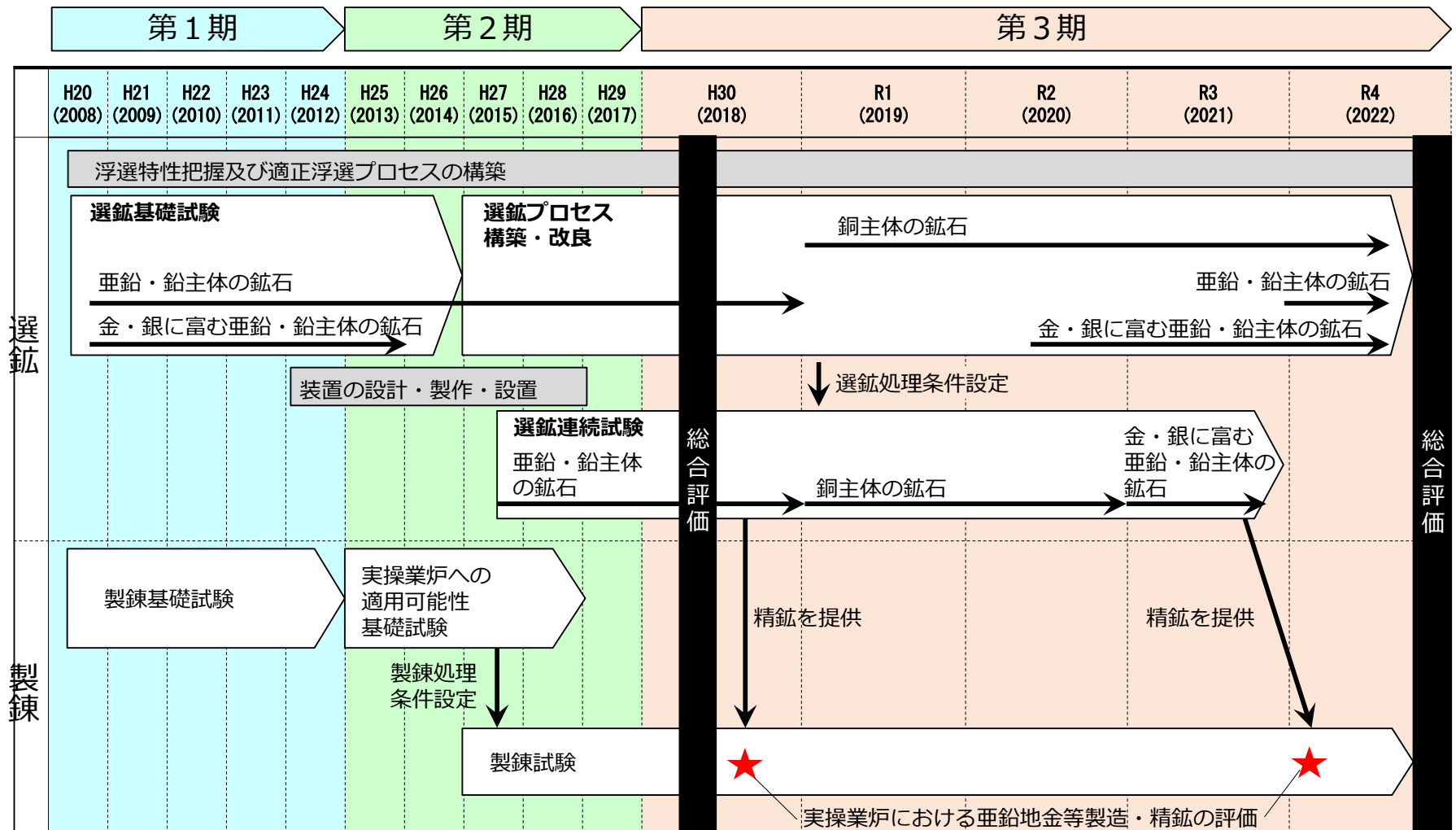
2. 個別技術分野における成果（採鉱・揚鉱技術）

- 採鉱・揚鉱システムを構成する要素技術について、試験機開発や要素試験等を通じた検討を実施。
 - ✓ 海底熱水鉱床のマウンド頂部等の掘削を目的とした立型採鉱機を開発し、陸上にて模擬岩盤に対する掘削性能を確認。
 - ✓ 揚鉱水を循環利用することで揚鉱水の処理量を低減できる循環式スラリー揚鉱方式を提案。また、循環系に鉱石を投入する装置を開発し、陸上にてスラリー移送性能を確認。
- 上記要素技術等を組合せ、操業安定性や環境影響を考慮した採鉱・揚鉱システムを構築。



2. 個別技術分野における成果（選鉱・製錬技術）

- 第2期に開発した亜鉛・鉛主体の鉱石の選鉱プロセスを改良し、銅主体の鉱石、金・銀に富む亜鉛・鉛主体の鉱石の選鉱プロセスを構築。
- 金・銀に富む亜鉛・鉛主体の鉱石を処理して得られた精鉱を、国内製錬所の実操業炉に投入して地金を作製するとともに、精鉱の品質に関する課題を抽出。

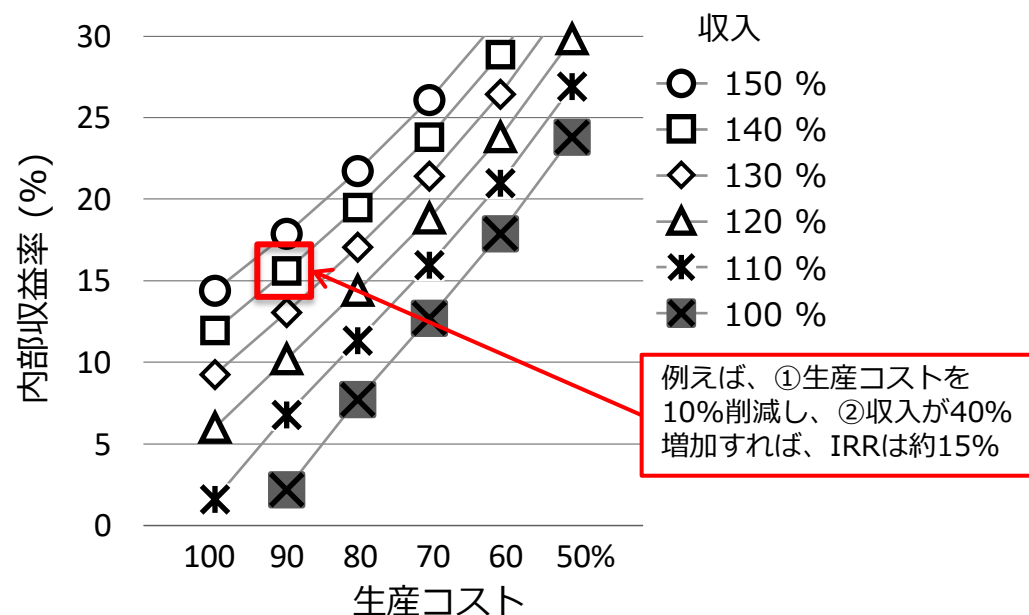


3. 経済性の評価

- 概略資源量を把握した2つの鉱床を対象とし、採掘量5,000トン/日で合計18年間操業したケースを仮定し、これまでに検討してきた生産技術に基づき、現時点での経済条件（2022年平均金属価格等）にて経済性を評価。その結果、支出1兆2,259億円に対して収入は1兆1,421億円。
- これに基づき感度分析を行い、生産システムの改良や操業の効率化により生産コストを削減し、新鉱床発見、生産効率の向上、金属価格の上昇により収入が増加すれば、十分なIRR*が確保され、経済性を見出しうると評価。
- 上記の試算も踏まえて、経済的価値の高い鉱床の発見や生産システムの改良を図りながら、海底熱水鉱床開発に向けた取組を進めていく必要がある。

	項目	単位	建設期間	操業期間	合計
収入	精鉱販売	百万円		1,142,137	1,142,137
	探査・環境等	百万円	6,086	15,668	21,753
支出	採鉱機	百万円	64,831	116,871	181,703
	移送管・UMB	百万円	1,638	1,847	3,485
	循環式揚鉱	百万円	14,544	26,977	41,521
	揚鉱管	百万円	4,350	30,032	34,383
	鉱石分離・水処理	百万円	8,856	32,106	40,962
	鉱石輸送装置	百万円	14,307	9,628	23,936
	セミサブ・母船	百万円	117,501	259,846	377,347
	その他船舶	百万円	9	159,760	159,769
	採鉱人員等	百万円		79,371	79,371
	選鉱	百万円	41,548	220,132	261,680
	税金	百万円	0	0	0
	合計	百万円	273,669	952,239	1,225,909
	収入-支出	百万円	-273,669	189,898	-83,771

※IRR (内部収益率)：投資判断に用いられる利回りに関する指標



感度分析の結果

(支出、生産コスト及びIRRの関係)

プロジェクト期間中の支出と収入の総計

4. 海底熱水鉱床開発に向けた当面の課題及び今後の展望

	当面の課題	今後の展望
資源量調査	<ul style="list-style-type: none"> ● 資源量の精緻化 ● 低いコア回収率の補完 ● 鉱石価値の高い新鉱床の発見 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高密度のボーリング調査による概測資源量の把握 ● ボーリング調査の補完のための岩石物性測定 ● 水中航走体（AUV やDT等）による海底近傍の物理探査
環境影響評価	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境影響評価の高度化 ● 保護区設定の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 長期間の流況を反映した流動場の作成方法の検討及び粒子追跡モデルへの適用 ● 生物多様性を保全するために保護すべき範囲の設定
採鉱・揚鉱技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 採鉱・揚鉱システムの構成機器の技術的信頼性の向上 ● 採鉱・揚鉱システムの生産効率及び経済性の向上 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実操業により近い条件での掘削試験等による立型採鉱機の頂部掘削性能の検証 ● 循環式スラリー揚鉱方式における装置の高負荷及び長時間運転時の耐久性の確認、並びに実操業により近い条件での検証 ● 環境影響を考慮した上での、上記取組も通じた採鉱・揚鉱システムの改良
選鉱・製錬技術	<ul style="list-style-type: none"> ● 選鉱工程のコストの低減及び精鉱に含まれる不純物の低減 ● 不純物の多い精鉱の製錬工程の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 鉱物の浮選挙動の把握及び湿式処理の検討 ● 製錬工程における高不純物精鉱の処理の検討
法制度のあり方等の検討	<ul style="list-style-type: none"> ● 海底熱水鉱床開発のための国際ルールの整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際ルール作りへの貢献 ● 海洋環境保全等に関する国際動向の情報収集、国内外への情報発信

参考 海底熱水鉱床開発の流れ

