



深海の熱水噴出域には、銅や亜鉛など有用な金属資源が豊富に眠る「海底熱水鉱床」が存在し、将来的な商業開発への期待が高まっています。しかし、一度開発（掘削）が始まれば、そこ息づく独自の生態系は取り返しのつかない打撃を受けるため、開発と保全のバランスをどう取るか、国際的なルール作りが急務となっています。特にインド洋は、国際海底機構が批准した4カ国の鉱区があるため、早急に情報を集める必要があります。しかし、今までインド洋の研究は限定的で、優先して保全すべき場所がわかっていませんでした。

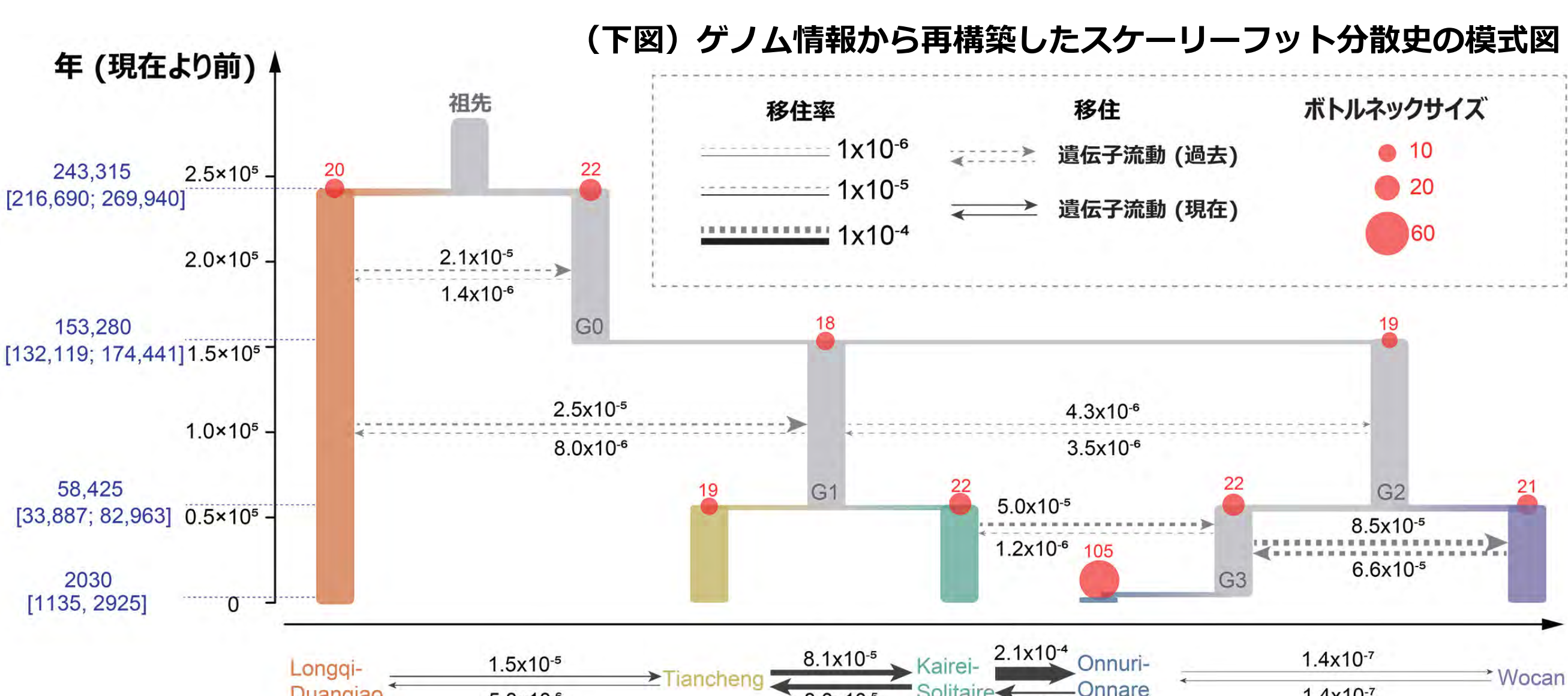
絶滅危惧種 スケーリーフット

スケーリーフット (*Chrysomallon squamiferum*) は、インド洋の熱水噴出域にのみ生息し、硫化鉄のウロコを持つ極めてユニークな生物です。海底資源開発による絶滅のリスクが懸念され、国際自然保護連合 (IUCN) のレッドリストでは「絶滅危惧種」に指定されています。インド洋に幅広く分布するため、集団解析に最適な種でもあります。スケーリーフットの生息域や遺伝的多様性を守ることは、同じ環境に依存する数多くの未解明の深海生物たちを一括して保護することにつながります。



個体間・地点間の遺伝的比較

日中韓の研究機関が10年かけてインド洋全域に亘る8か所の熱水噴出域から採取したサンプル125体の全ゲノムを解読しました。解析の結果、8つの熱水域は5つの遺伝集団に別れ、どのように分散していったかが解明できました。



科学が解き明かす「深海の連結性」

どのように生息域が広がったのか？ 環境保全へのアプローチ

深層海流は「高速道路」：

スケーリーフットは自力で長距離移動できません。幼生が深海を流れる海流に乗り、過去20～40万年をかけて南から北へ生息地を拡大させてきたと考えられます。

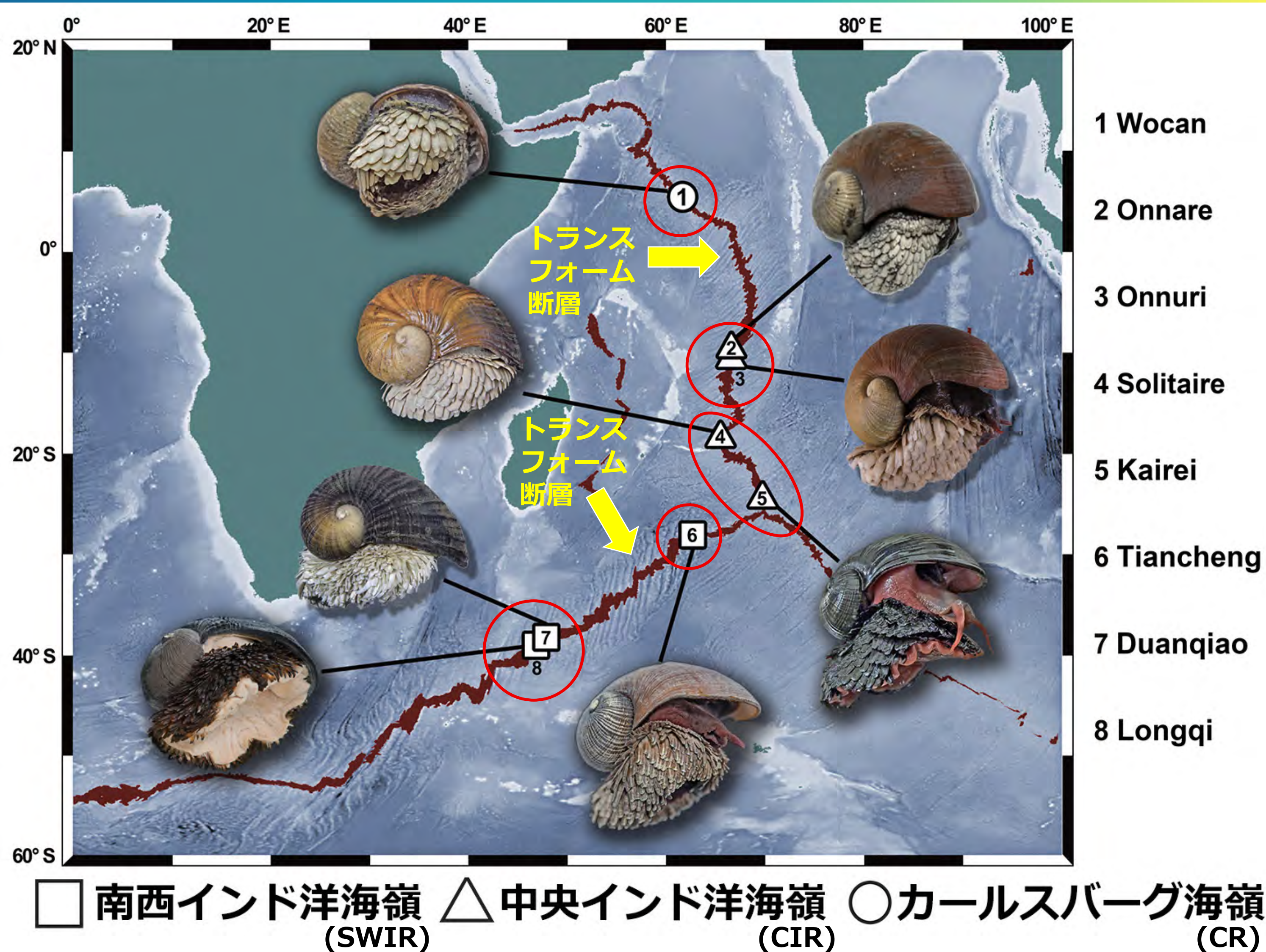
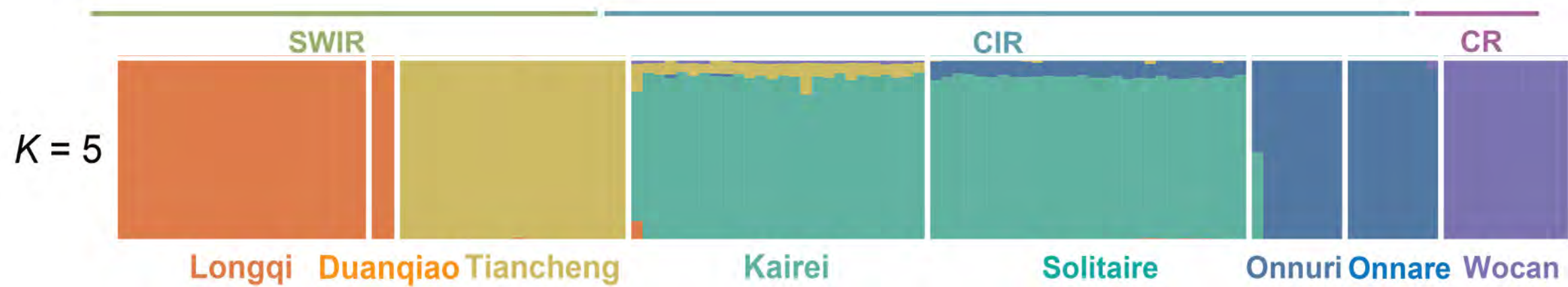
巨大断層が「分散障壁」：

プレート境界と直交する海底の「トランスフォーム断層」が海嶺上を流れる海流を分断し、スケーリーフットの遺伝集団を形作る要因であることがわかりました。

未発見の「中継地」の存在：

遺伝子解析と粒子追跡シミュレーションにより、現在は活動していない熱水域や、未発見の熱水域に生息する「ゴースト集団」が、歴史上または現在の分散に重要な中継地（踏み石）として機能していることが判明しました。

(下図) スケーリーフットの集団構造と遺伝的分化



(上図) インド洋海底のトランスフォーム断層と8ヶ所の熱水域に生息するスケーリーフット・赤丸は遺伝集団を示す

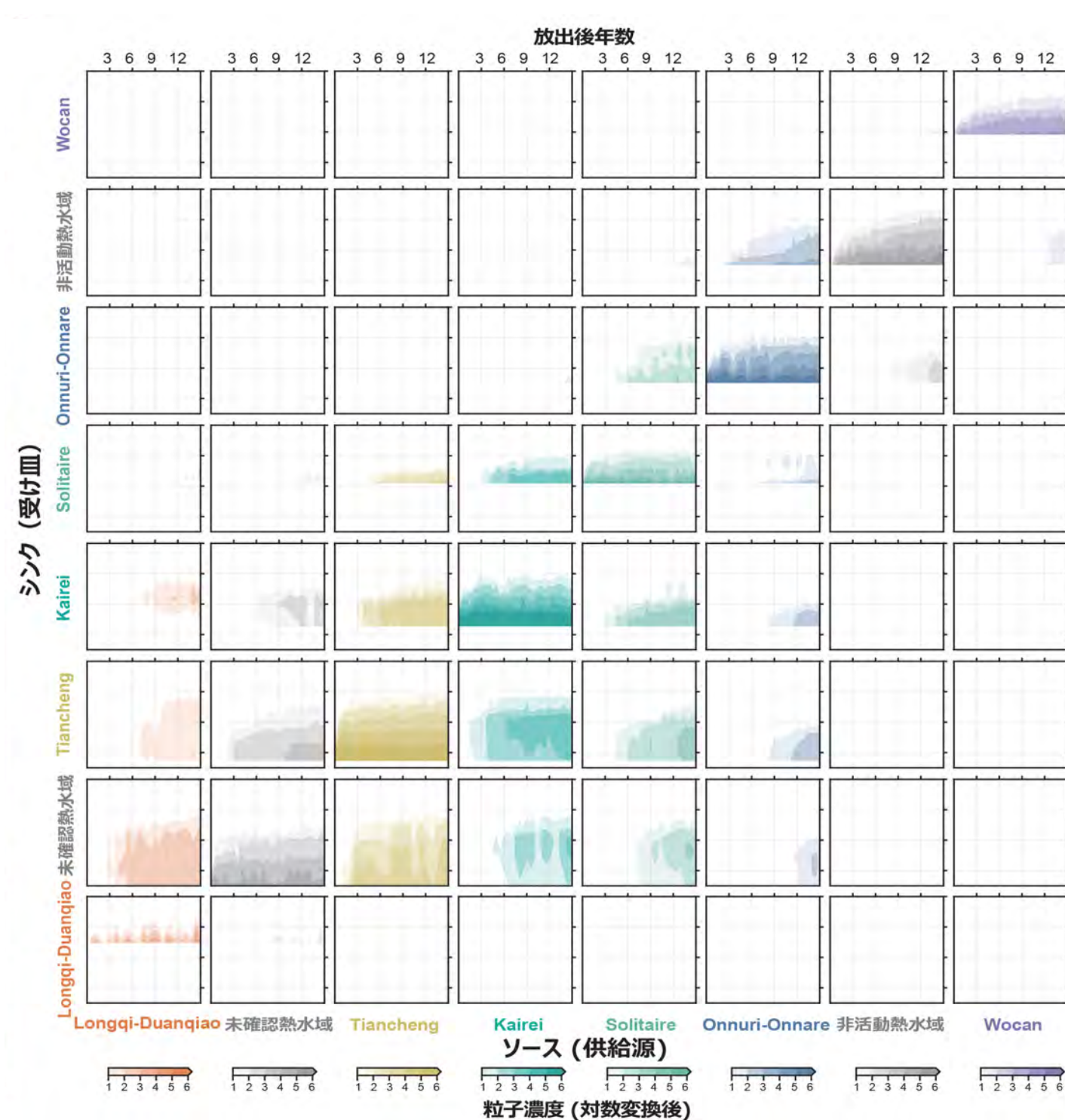
保全の科学的アプローチ

最優先保全域の特定：

最南端のLongqiと最北端Wocanの2地点は極めて高い遺伝的独自性を持っていることが判明しました。この2地点が開発で破壊された場合、その独自の遺伝資源は二度と回復しない可能性が高いことになります。

他の生物にも応用：

粒子追跡シミュレーションの結果は、分散能力がスケーリーフットに近い他の熱水噴出域固有種にも当てはまります。さらに、トランスフォーム断層による連結性の切れ目が、世界規模での深海生物の地理区分の形成に関わってきた可能性があることも示しています。



(上図) 海流によるスケーリーフット幼生分散の粒子追跡シミュレーション

国際ルール形成へ

本研究の成果は、国際海底機構 (ISA) が策定する環境影響評価指針や、国際自然保護連合 (IUCN) のレッドリスト評価に直接フィードバックされる見込みです。日本の強みである「海洋調査技術」と「ゲノム科学」を融合した本成果は、公海における深海資源開発のルール形成において、科学的エビデンスとして貢献することが期待されます。また、ゲノム情報を保全に繋げるモデルケースにもなることが予想されます。

