



# 新海底鉱物資源“レアアース資源泥” の発見とその開発可能性

東京大学大学院工学系研究科  
システム創成学専攻  
加藤 泰浩

# レアアースとは

|   |    |    |                                                                                                         |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                              |    |    |    |    |
|---|----|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------|----|----|----|----|
| 1 |    |    |                                                                                                         |                              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                              |    |    | 18 |    |
| 1 | H  |    |                                                                                                         |                              |    |    |    |    |    |    |    |    | 13 | 14                           | 15 | 16 | 17 | He |
| 2 | Li | Be | <div> レアアース(希土類)</div> |                              |    |    |    |    |    |    |    |    | 13 | 14                           | 15 | 16 | 17 | Ne |
| 3 | Na | Mg |                                                                                                         |                              |    |    |    |    |    |    |    |    | 13 | 14                           | 15 | 16 | 17 | Ar |
| 4 | K  | Ca | Sc                                                                                                      | Ti                           | V  | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge                           | As | Se | Br | Kr |
| 5 | Rb | Sr | Y                                                                                                       | Zr                           | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn                           | Sb | Te | I  | Xe |
| 6 | Cs | Ba | L                                                                                                       | Hf                           | Ta | W  | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb                           | Bi | Po | At | Rn |
| 7 | Fr | Ra | A                                                                                                       | 軽希土 (LREE: light rare-earth) |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 重希土 (HREE: heavy rare-earth) |    |    |    |    |
|   |    |    | L                                                                                                       | La                           | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho                           | Er | Tm | Yb | Lu |
|   |    |    | A                                                                                                       | Ac                           | Th | Pa | U  | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es                           | Fm | Md | No | Lo |

## レアアース:

希土類元素 (rare-earth element, REE). ランタノイド15元素に, Sc, Yを加えた17元素の総称. 独特な磁気的特性や光学的特性を持つことから, ハイブリッドカーのモーターや, LED電球などの最先端グリーン・テクノロジー (省エネ・エコ技術) に不可欠な資源である.

## 磁気的特性



ハイブリッドカー  
【Nd, Dy】



光磁気ディスク  
【Gd, Tb, Dy】

## 光学的特性



LED照明  
【Eu】



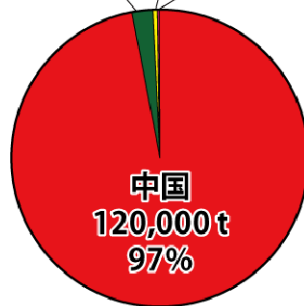
液晶テレビ  
【Eu, Tb】

特にEuやTb, Dyなどの重希土が最も重要

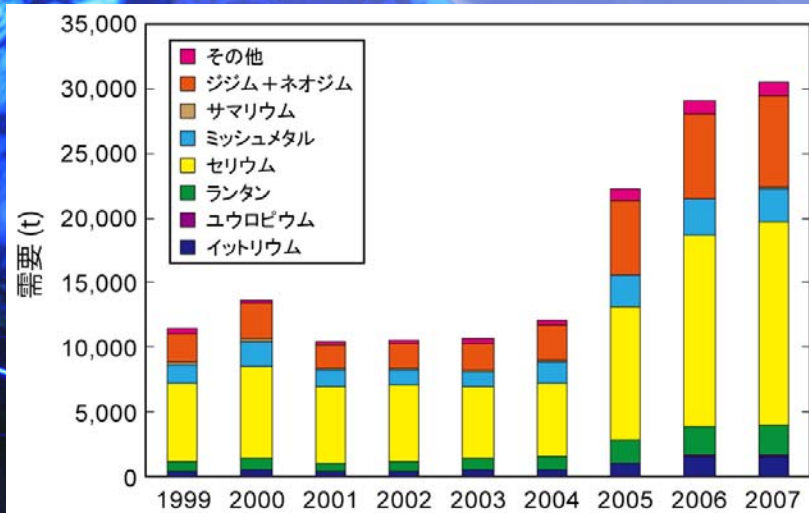
# レアアースの資源問題

レアアースは中国の寡占状態にあり、価格急騰と供給不足が懸念されている

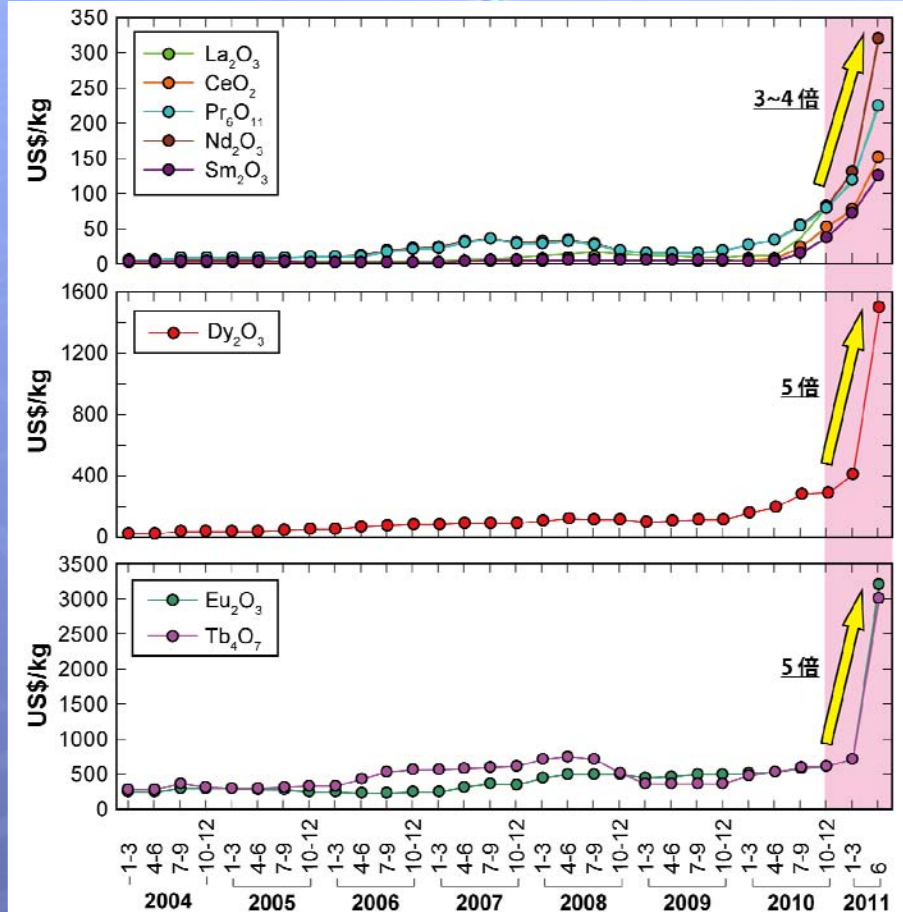
ブラジル 650 t (0.5 %)  
インド 2,700 t (2.2 %) マレーシア 200 t (0.3 %)



2008年における世界の  
レアアース生産量  
中国がシェアの97%  
を占める



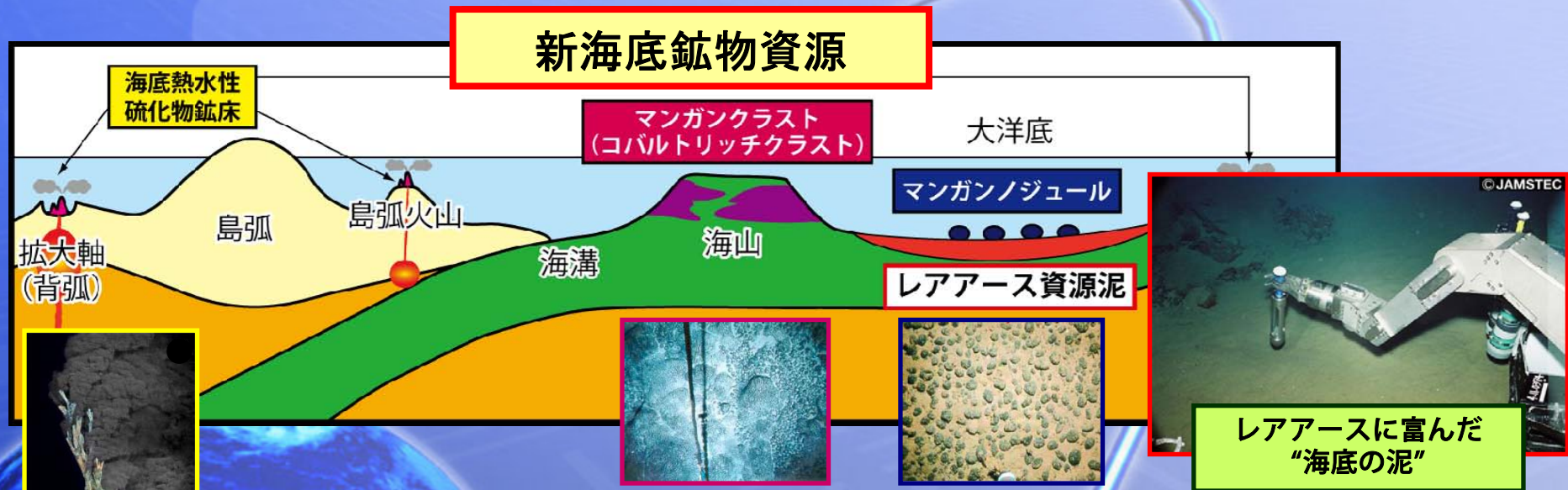
我が国のレアアース需要の推移  
2005年以降需要が急増している



レアアース価格の推移

この半年でNd, Eu, Dyなどの価格は  
3倍以上に跳ね上がっている

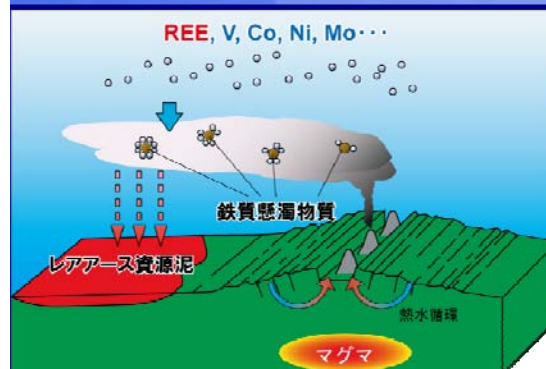
# 新しい海底鉱物資源の発見



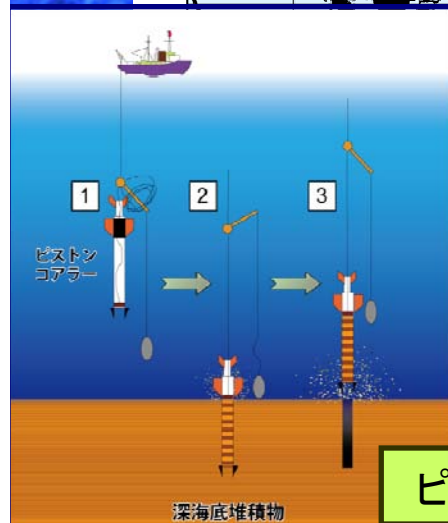
|      | 既知の海底鉱物資源               |                      |                   | 新海底鉱物資源        |
|------|-------------------------|----------------------|-------------------|----------------|
|      | 海底熱水性硫化物鉱床              | マンガンクラスト             | マンガンノジュール         | レアアース資源泥       |
| 形態   | チムニー, マウンド<br>(数十～数百 m) | 層状被覆物<br>(0.1～10 cm) | 球状<br>(2.5～25 cm) | 層状<br>(2～70 m) |
| 鉱量   | 数万～数百万トン<br>(一カ所あたり)    | 500億トン               | 5,000億トン          | 100兆トン以上?      |
| 分布海域 | 公海 + EEZ                | 公海 + EEZ             | 公海                | 公海 + EEZ (?)   |

# “レアアース資源泥”

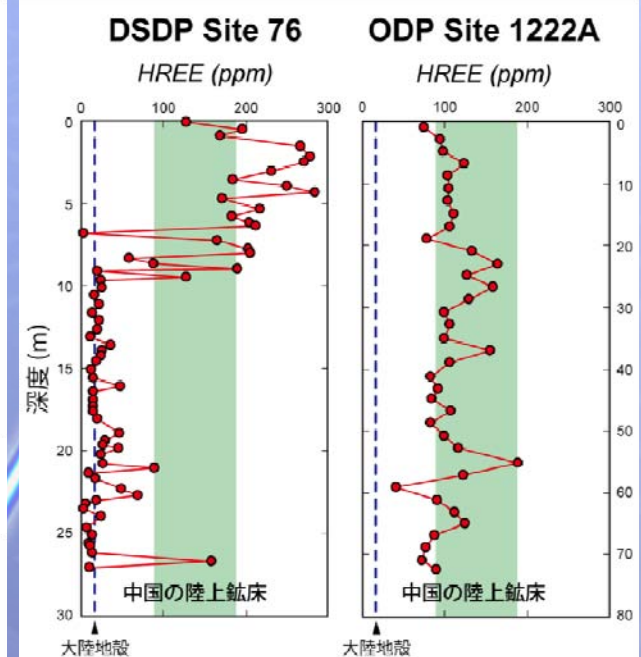
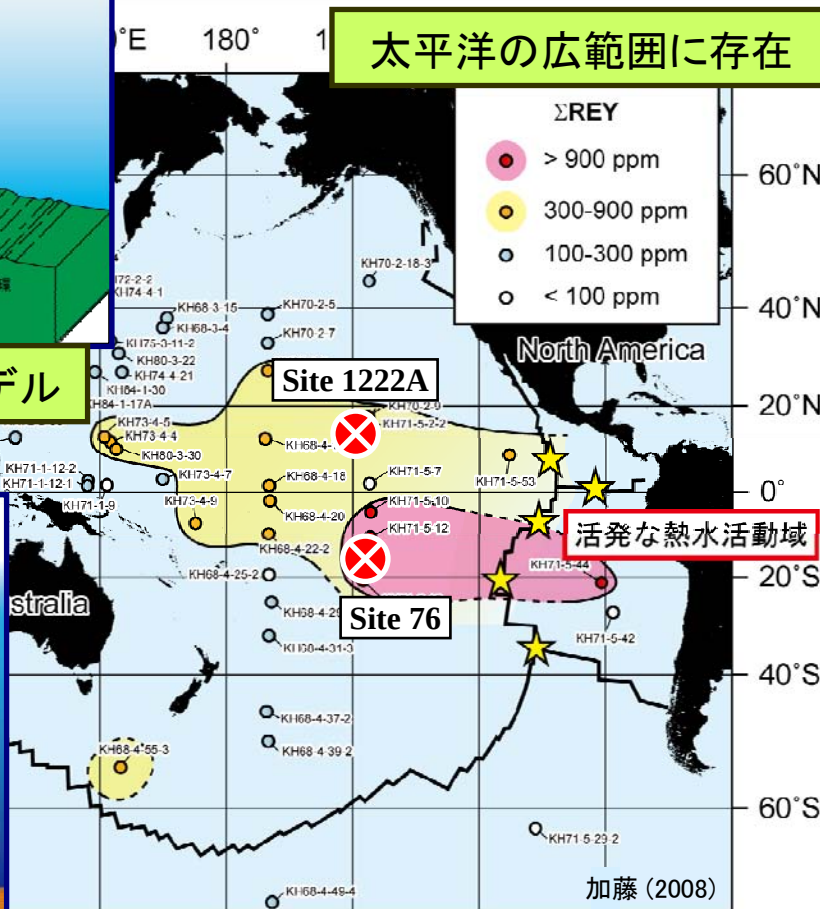
1. レアアース(特にHREE)含有量が高い
2. 資源量が膨大かつ探査が容易



当初想定した生成モデル



ピストンコア採取方法



加藤ほか (2010)

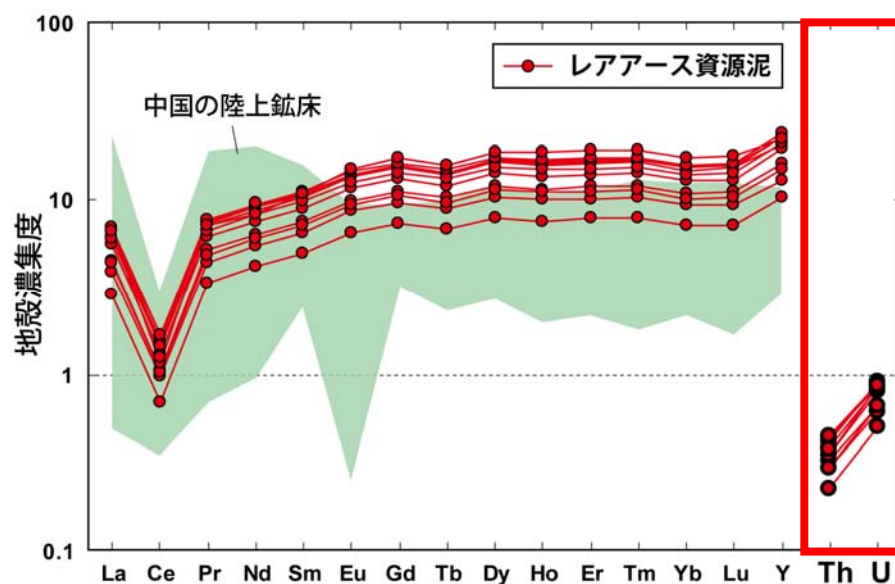
中国の陸上鉱床を上回る  
レアアース含有量を持ち、  
10～70 m の深度まで分布

# “レアアース資源泥”

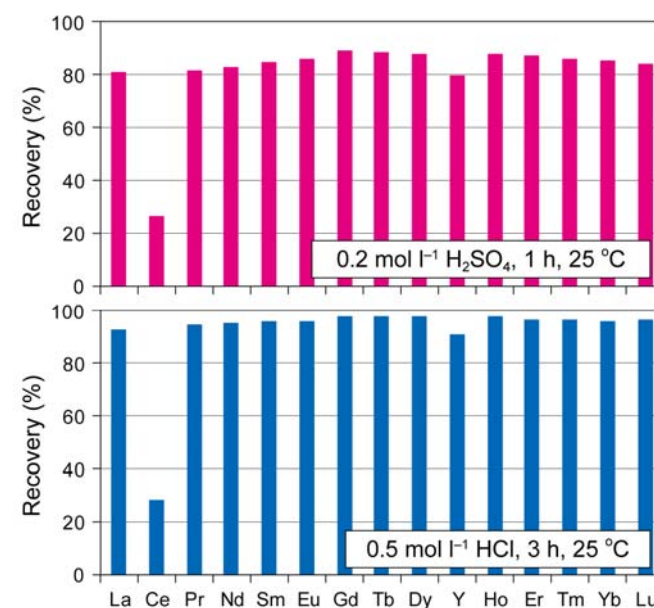
3. 開発の障害となる放射性元素(Th, U)をほとんど含まない

4. レアアースの回収が容易

Th, U含有量は大陸地殻(身の回りの普通の岩石)よりはるかに少ない



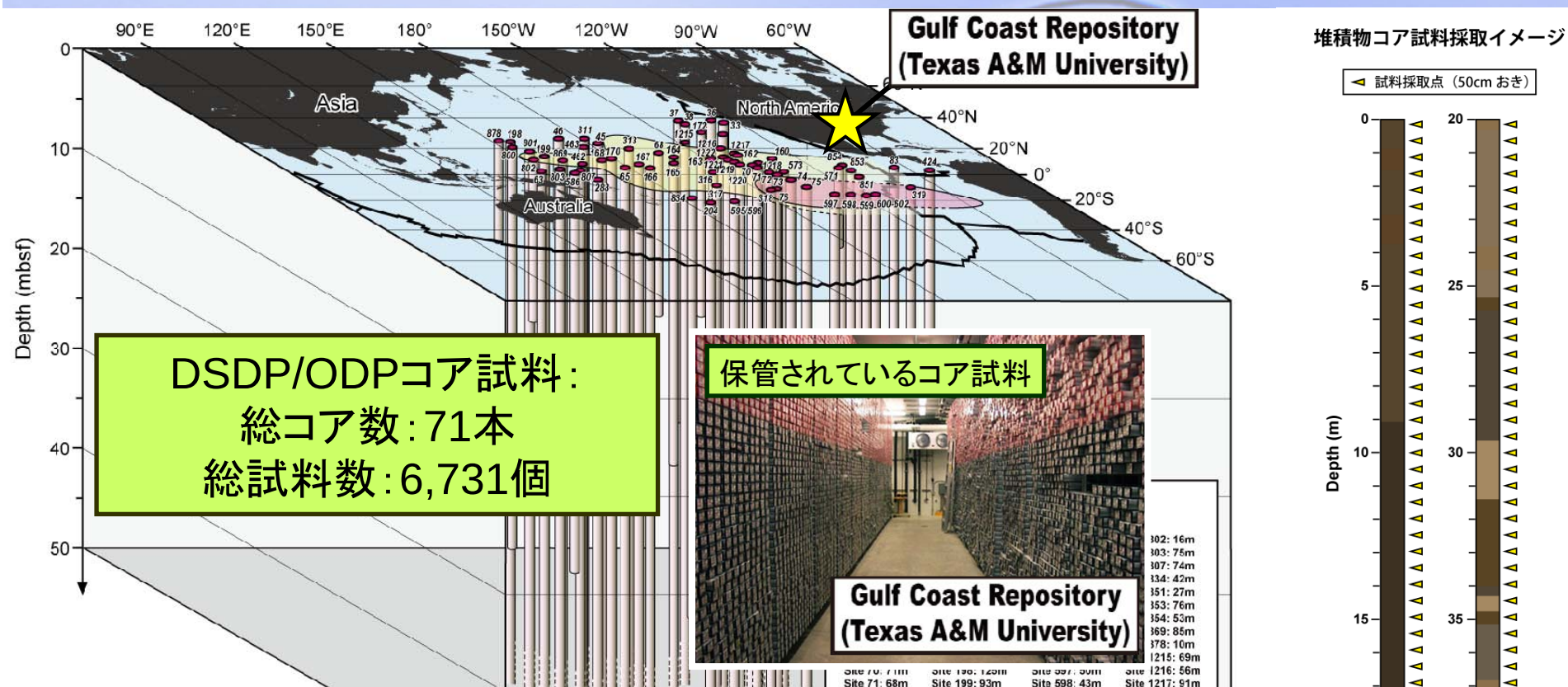
希酸, 室温で短時間反応させるだけで, レアアースの80%以上を回収可能



加藤 (2008)

Kato et al., *Nature Geoscience* (2011)

# 研究の方法



1. 高密度の3次元情報の取得  
→ レアアース資源の空間分布・存在状態の把握
2. 太平洋の過去数千万年間の元素分布・物質循環の復元  
→ ボーリングコア空白域の補完
3. 資源量の高精度予測