

惑星探査に基づく科学の 成熟期に向けて

[HTTP://SSE.JPL.NASA.GOV/PLANETS/
INDEX.CFM](http://sse.jpl.nasa.gov/planets/index.cfm)

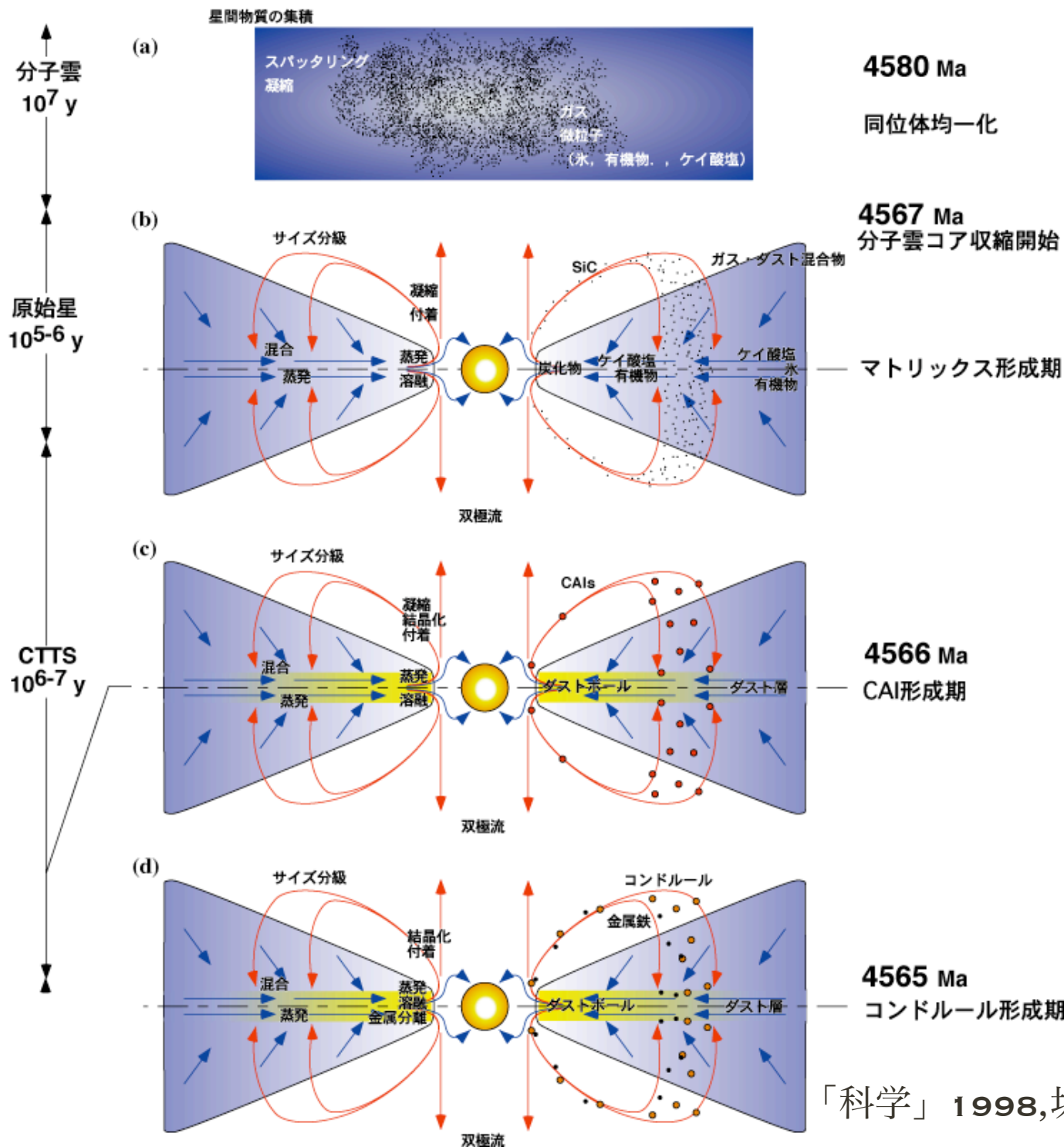


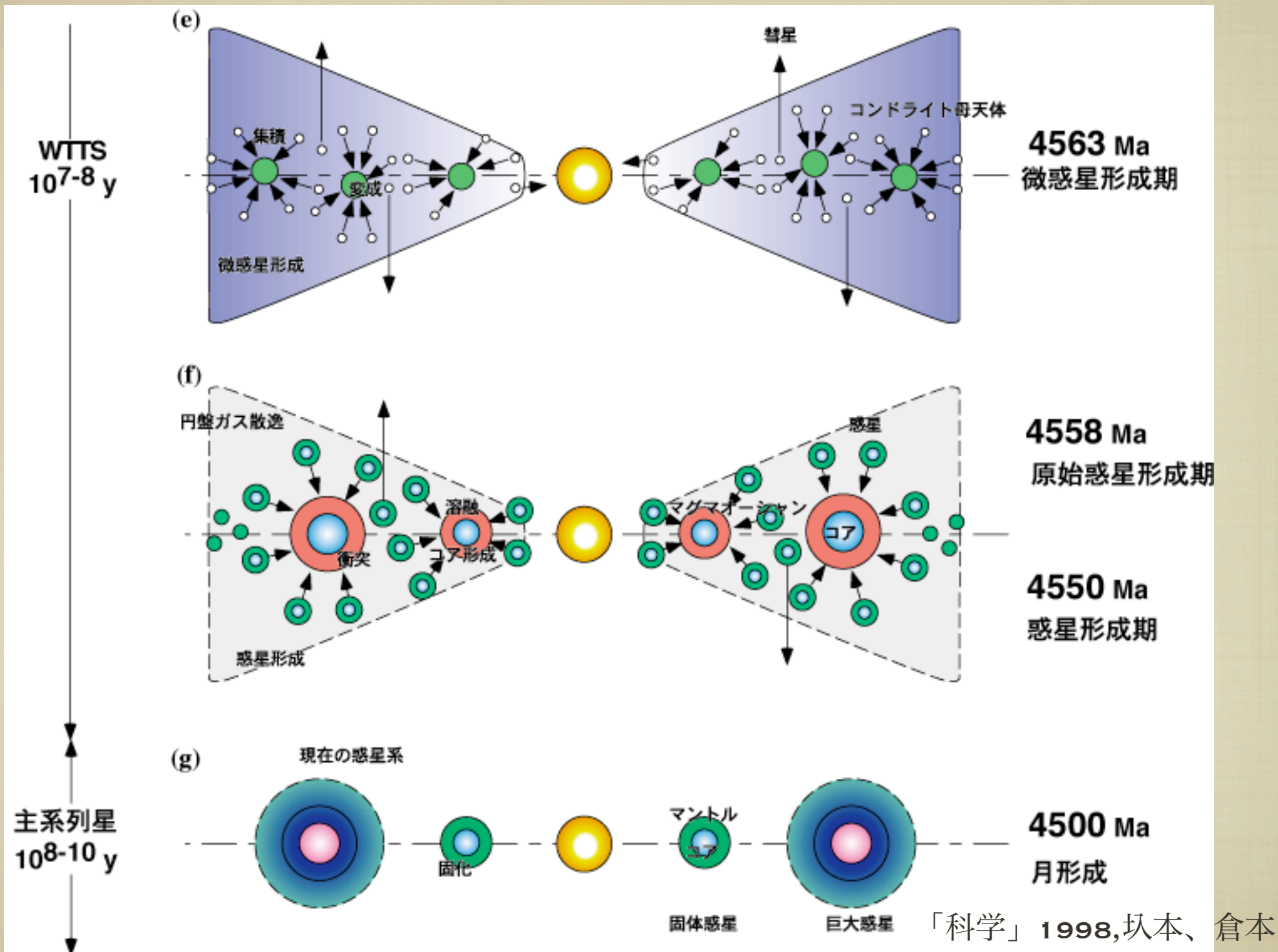
三谷 烈史

(JAXA宇宙科学研究所 固体惑星科学研究系)

太陽系／惑星が形成される様子を物証をもって描きたい

- 太陽系の形成：原始太陽系星雲から出発
 - ① 物質がどう移動して、現在の惑星が形成されたのか？
 - ② 形成後に惑星はどう進化したのか？
- アプローチ方法：
太陽系の各惑星がどういう物質（元素）でできているか
惑星の進化：各惑星の成層構造、熱状態を知りたい
- パラメタ：
空間：太陽からの距離（→原始惑星系円盤の化学組成）
時間：いつ起きた現象か（太陽系形成からの年代）





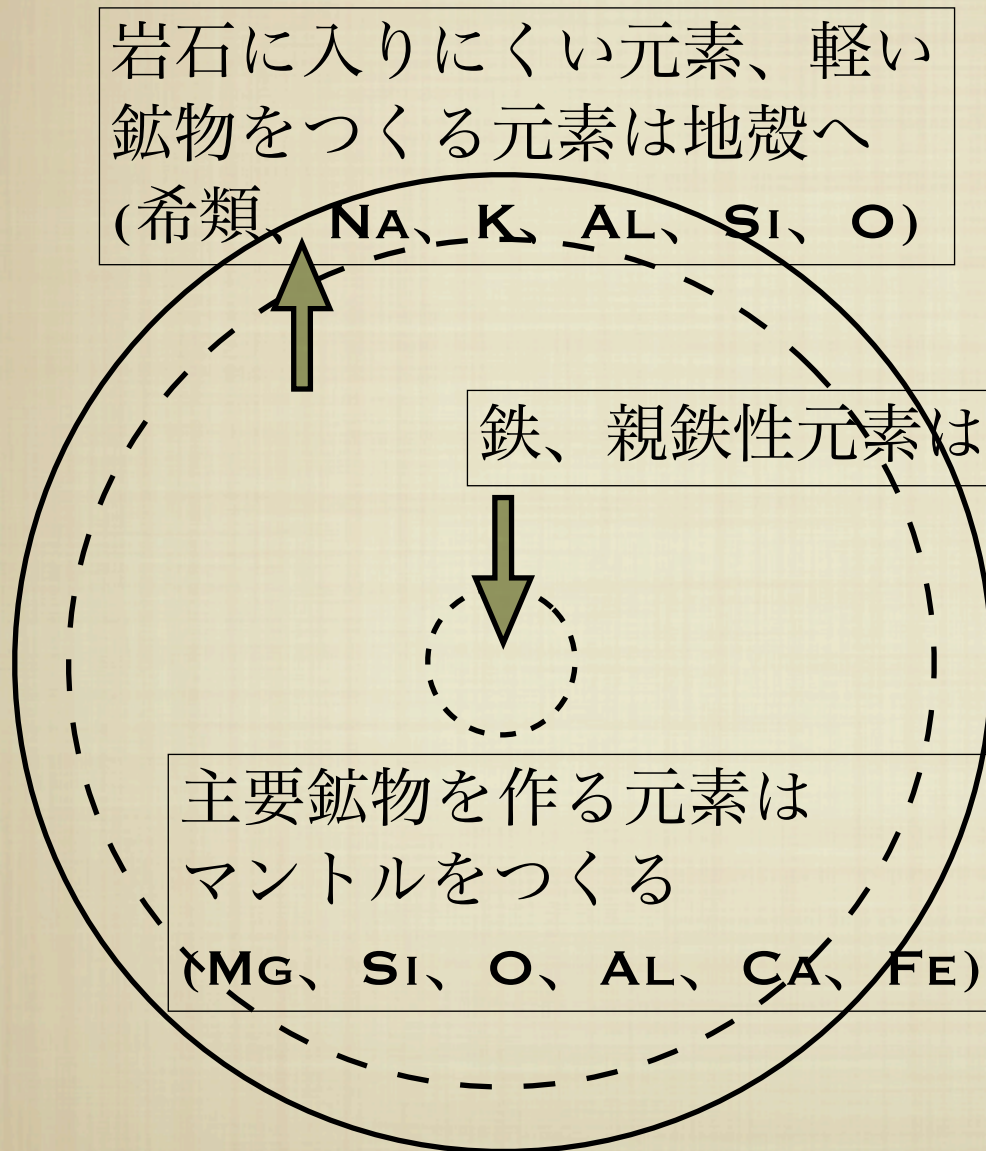
太陽系／惑星が形成される様子を物証をもって描きたい

- 太陽系の形成：原始太陽系星雲から出発
 - ①物質がどう移動して、現在の惑星が形成されたのか？
 - ②形成後に惑星はどう進化したのか？
- アプローチ方法：
太陽系の各惑星がどういう物質（元素）でできているか
惑星の進化：各惑星の成層構造、熱状態を知りたい
- パラメタ：
空間：太陽からの距離（→原始惑星系円盤の化学組成）
時間：いつ起きた現象か（太陽系形成からの年代）

天文観測と地球科学,惑星探査の融合

- 地球、我々の太陽系の各惑星の探査
「自分の手の届く範囲」にあるものは徹底的に記述したい
(特に、各惑星の動径方向の物質分布)
- 我々の太陽系を相対的に位置づけるために、惑星系形成各段階のスナップショットを望遠鏡で外を見ればよい (現在はそう言える)
⇒ この2つは科学の方向性として不可欠
惑星探査の役目は前者
- 20年後には太陽系の大部分を「自分の手の届く範囲」と言えるようになっていて欲しい

惑星の成層構造



分化した天体での元素分配は

- ・ 元素存在度
- ・ 温度
- ・ 圧力
- ・ 酸素分圧

などに依存する

内部は見えない

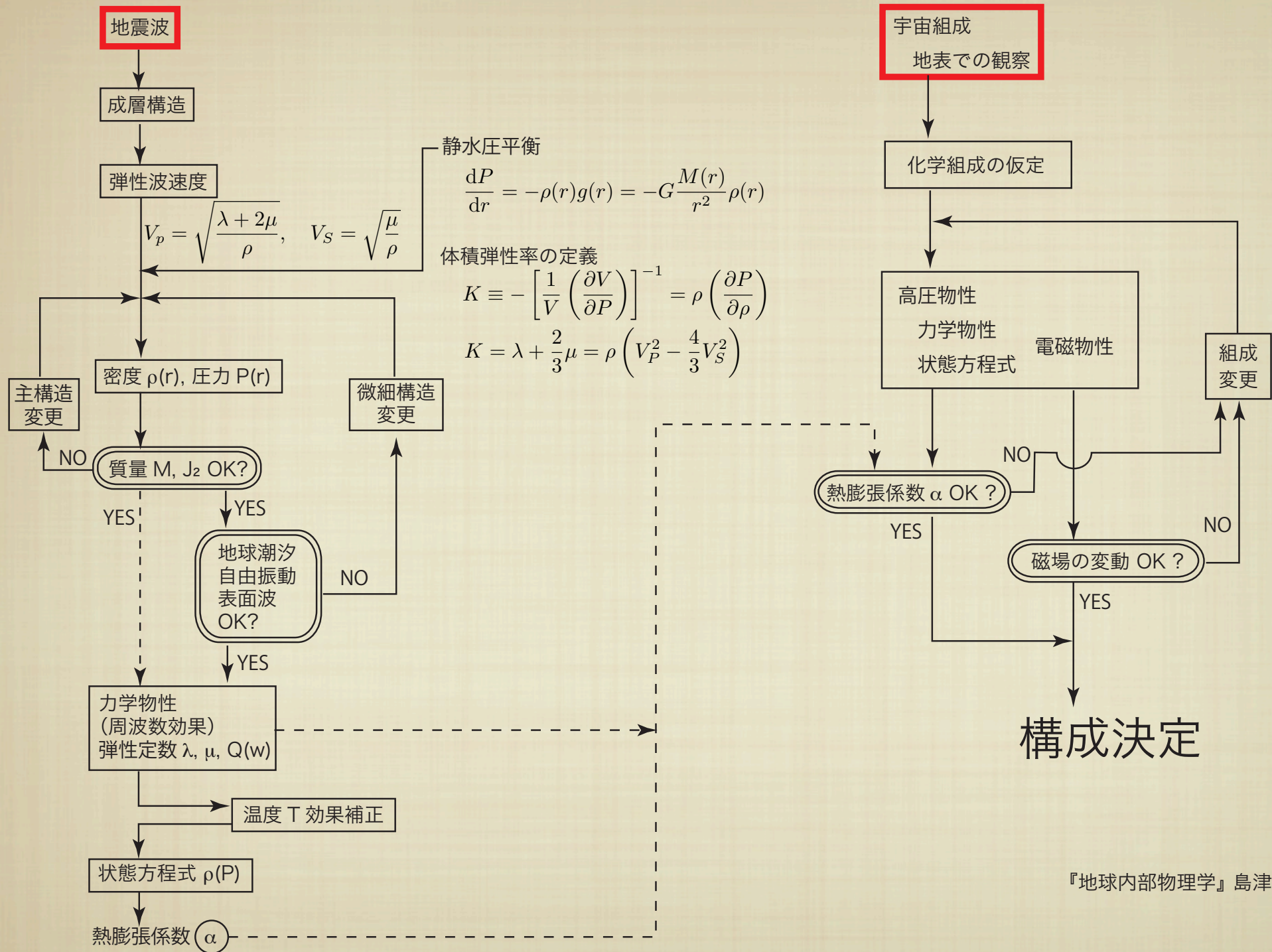
⇒ 何らかのプロセスで表層に持ち上げられたものに頼る。

⇒ 岩石の弾性体、伝導体としての性質を利用する

上図は中心対象だが多くは非対称

各惑星の科学的な調査手法は

- 「地球科学」として長い歴史があり、ほぼ確立している（特に地球型惑星）
- 地球上では
 - 簡単にどこにでもいける
 - 多地点の同時観測、長期観測も容易
 - 試料を持って帰って来て、大型の地上設備で分析できる
- 惑星探査の方向性としては、当然
 - 科学者が望む惑星に行け、
 - （地球ほどではないにしても）
 - 見たい地点を詳細に調査でき、
 - 多地点の同時観測ができ、
 - ある程度の分析精度も欲しい、貴重なものは地球へ。



各惑星の科学的な調査手法は

- 「地球科学」として長い歴史があり、ほぼ確立している（特に地球型惑星）
- 地球上では
 - 簡単にどこにでもいける
 - 多地点の同時観測、長期観測も容易
 - 試料を持って帰って来て、大型の地上設備で分析できる
 - = 精密年代学
- 惑星探査の方向性としては、当然
 - 科学者が望む惑星に行け、
 - (地球ほどではないにしても)
 - 見たい地点を詳細に調査でき、
 - 多地点の同時観測ができ、
 - ある程度の分析精度も欲しい、貴重なものは地球へ。

余談：天文観測との比較

- もし今この時代に、天文観測で、「1つの波長で1つの天体しか見られません」と言われたら、どうしますか？

ブラックホール候補天体／超新星残骸／銀河団 ...から1つ選んで下さい。さらにその中から、天体1つしかポインティングできません。波長も電波、赤外、可視光, x線 のどれか1つです。

もしくは、全天サーベイのみにしますか？

- これが「地球科学者」が突きつけられている質問とほぼ等価です（以下のような対応関係のイメージ）。

天体種別 ⇔ どの惑星か

天体名 ⇔ 惑星のどの1地点か

波長 ⇔ 観測手法（元素・鉱物の同定、内部構造）

XX年後の惑星探査スタイル

- 探査衛星が飛んでいて、公募制で行きたい地点、惑星／衛星を決められる。多地点の同時観測を可能とする。
- 周回軌道を母船が飛んでいて、大型分析装置と複数の着陸&再浮上モジュールを持つ。

第1段階：全球表層の観測（状況によって省略）

第2段階：公募制による各地点へのモジュール投下&再浮上

① サンプル回収モジュール（複数）

着陸地点の地形や簡単な化学組成、鉱物組成の記述とサンプル選別手段をもつ。サンプルを回収し、母船の分析装置に供する。

② 表面観測モジュール（例えば地震計など）

公募に従い、観測地点と観測時間（例えば数年）を決定し、終了後再浮上し、データを母船へ移動する。

第3段階：木星や土星系では、他の衛星へ全システムが移動。もしくは他の惑星へ。貴重サンプルは地球へ帰還。

技術的に何が必要か？

■ 輸送系：

■ 小型の軟着陸／再浮上モジュールの開発

サイズ：数10cm角程度、性能：運搬重量、寿命、各惑星の過酷な環境への耐性は、ある程度モジュールでカバー。

- 着陸地点に対応するための母船の軌道変更を効率良く。
- 小型の地球帰還システム

■ 科学センサ

- 小型化は当然必要。サンプル選別手法の確立。
- 母船での分析設備（同位体比や年代決定）

まとめ

- 地球科学の長い歴史に耐えうる良質のデータを惑星探査でも取得したい
行きたい地点にいける、多地点で長期間の観測が可能、など、惑星を地球科学のフィールドとしたい
- それが惑星探査に基づく科学の成熟期であると考えます