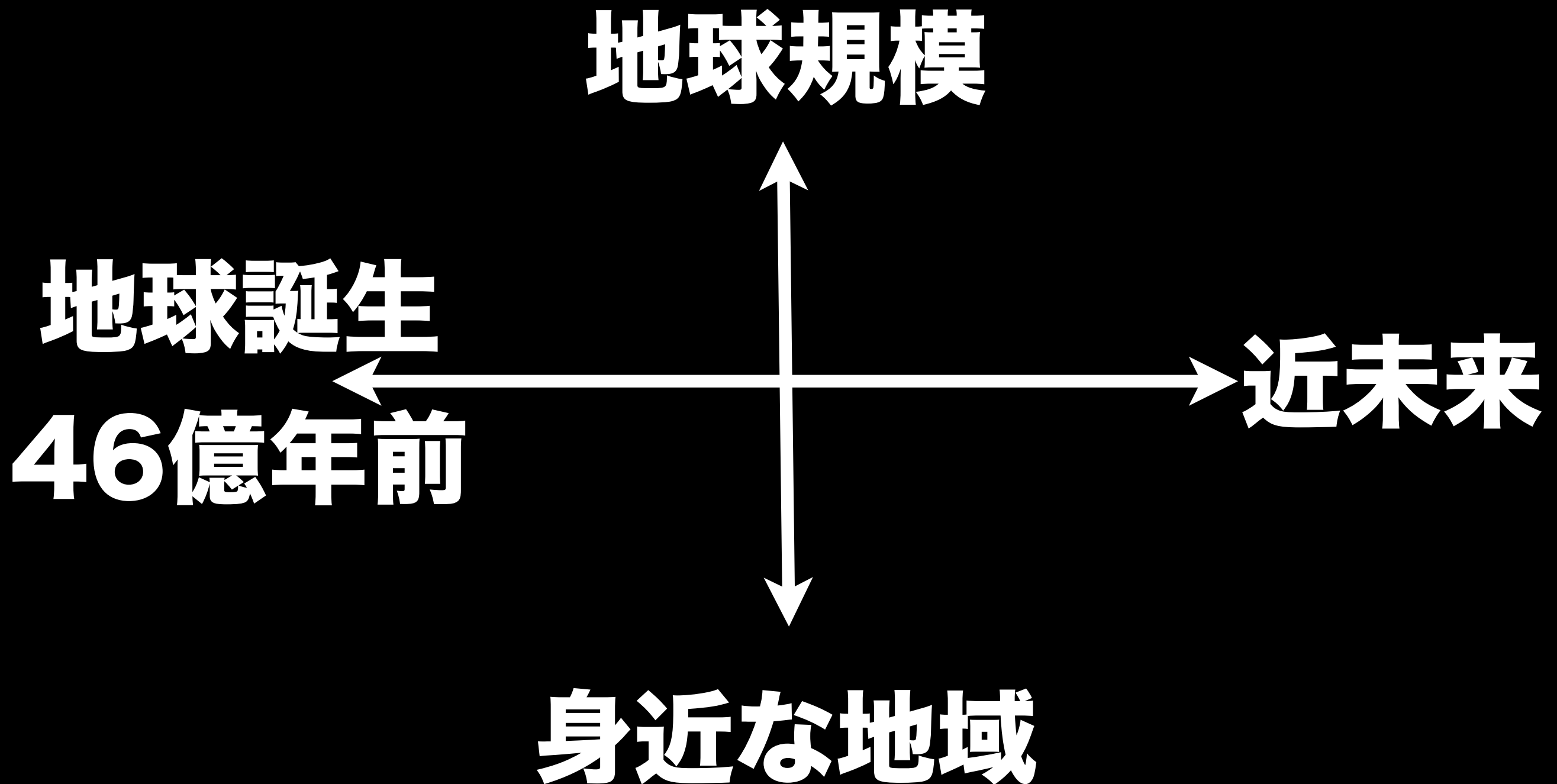


地球システム進化学 研究室

教授 坂本竜彦

Since 2013

対象とする時間・空間スケール

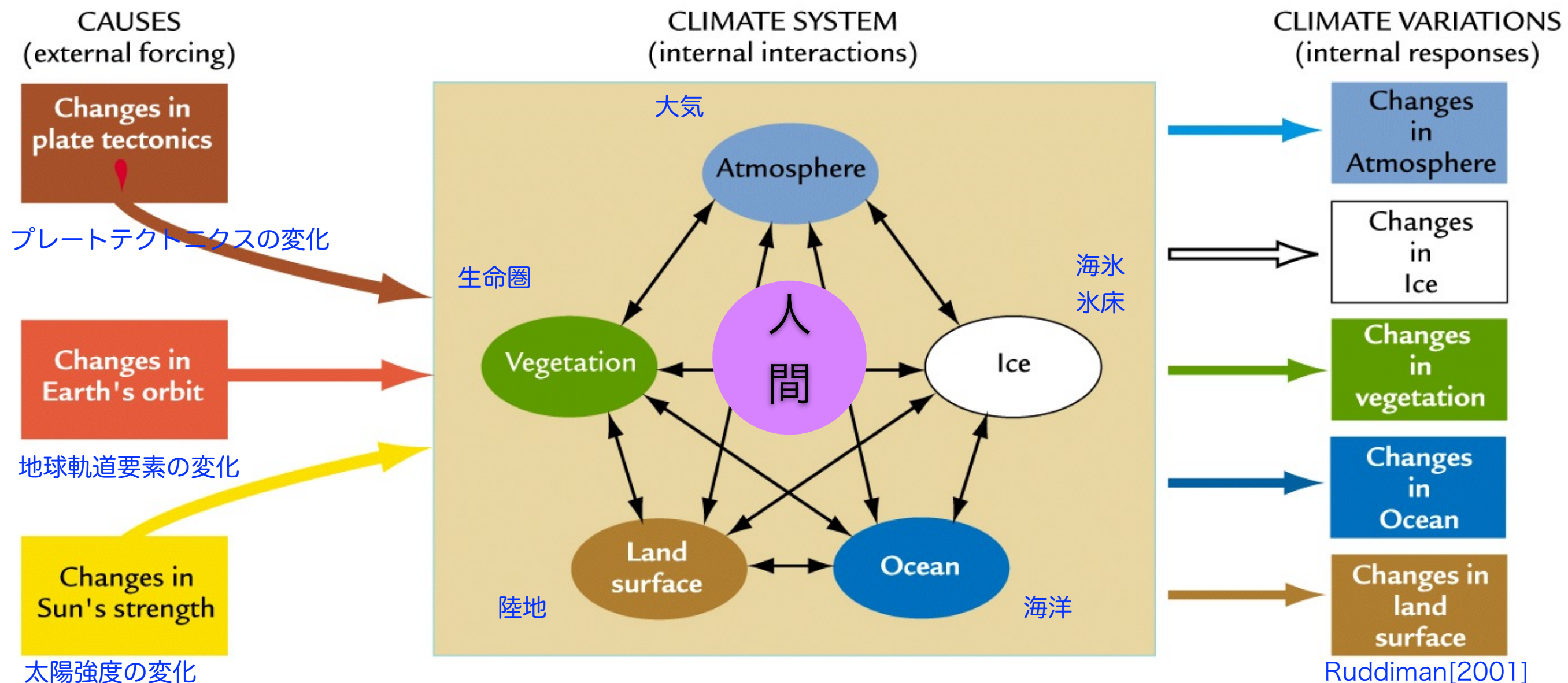


地球は・・・

**複雑な要素が相互に関連しながら、
ひとつの生命体のように駆動・進化する**

システムである

地球をシステムとして総合的にとらえ 過去・現在・未来の地球について研究 「人間」もその中の構成要素



原因

応答システム

結果・変動

研究室のテーマ

1. 未来は自分たちでつくる！
2. 過去は現在を解く鍵である！

1. 「未来は自分たちでつくる」研究

- 近未来の地球システム

人類を重要な構成要素とした地球システムの未来の展望や方策

- グリーンイノベーション

- 自然エネルギー社会

- 持続可能, 環境保全,
生態系調和

- 地域内循環経済・自分の故郷



ちきゅう博士”たっつう”

現在、わたしたちの生活に必要な資源は
かなりの部分を「輸入」に頼っています

資源

石油
石炭

天然ガス

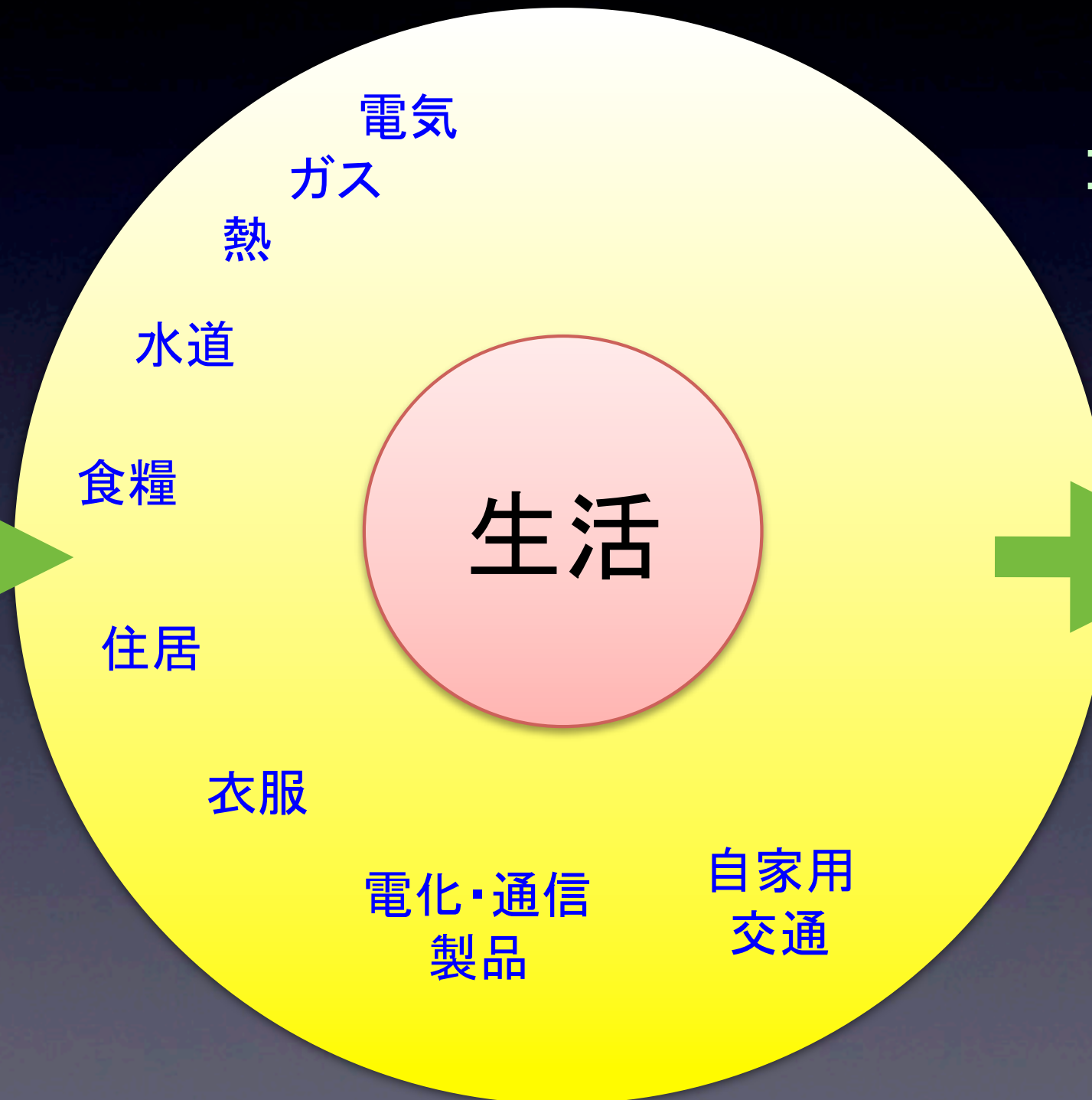
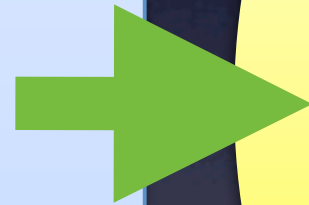
農産物

水産物

木材

生糸
化学繊維

鉄鉱石
鉱物資源



廃棄物

ゴミ・廃棄物

- ・燃えるゴミ
- ・プラスチック
- ・ペットボトル
- ・ビン・缶

- ・燃えないゴミ
- ・大型ゴミ

生活排水



自給自足できていない 現在の日本社会

39% 食糧自給率

26% 飼料自給率

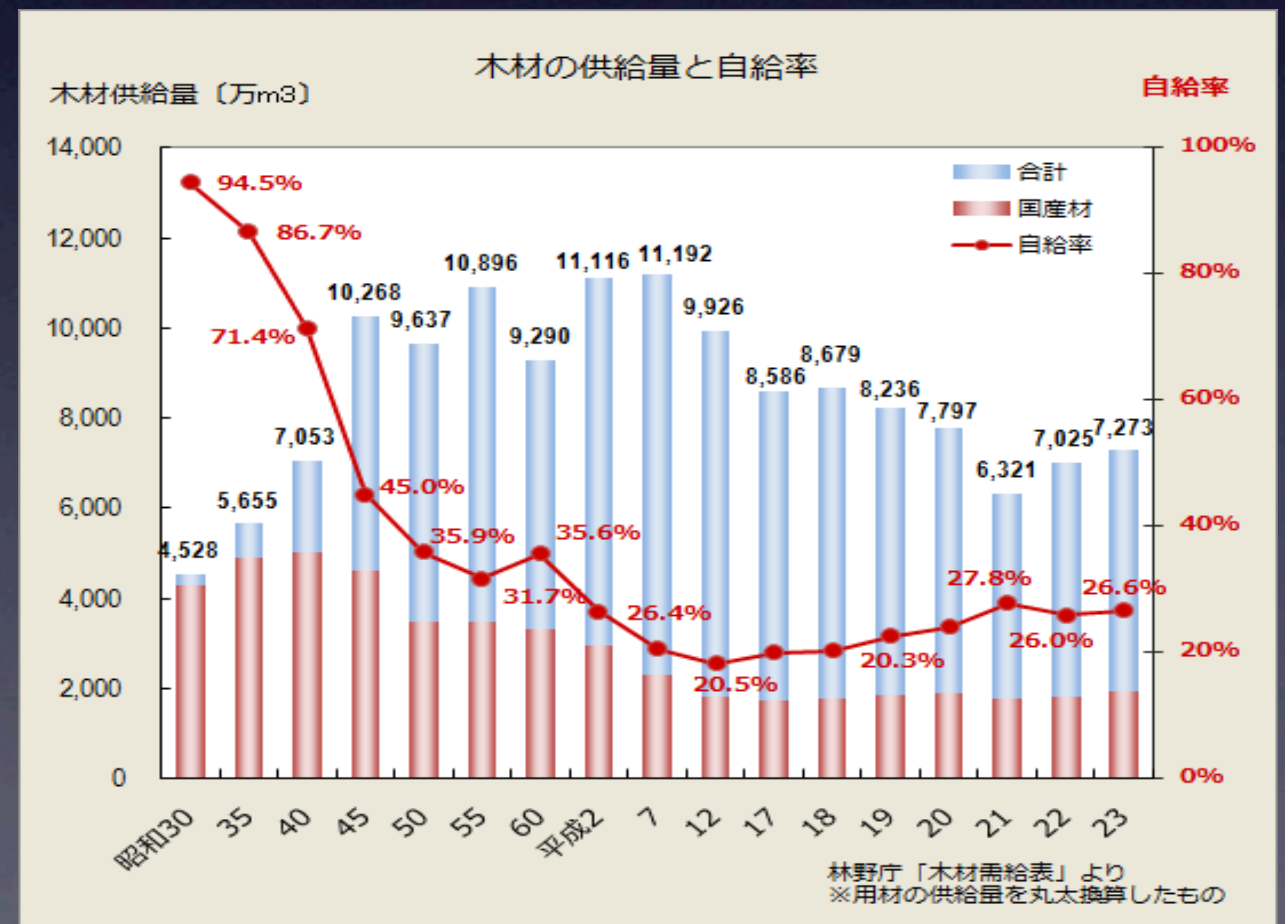
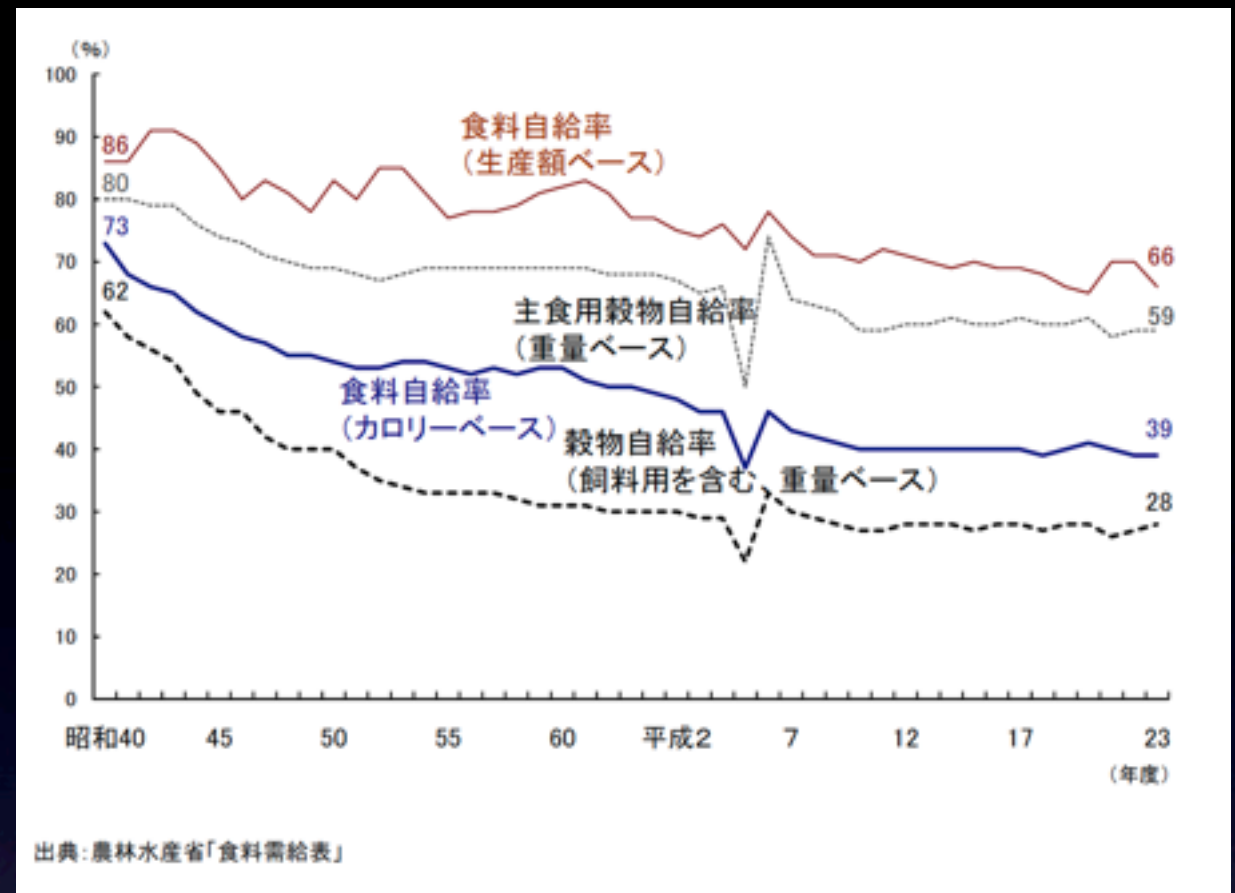
58% 水産自給率

27% 木材自給率

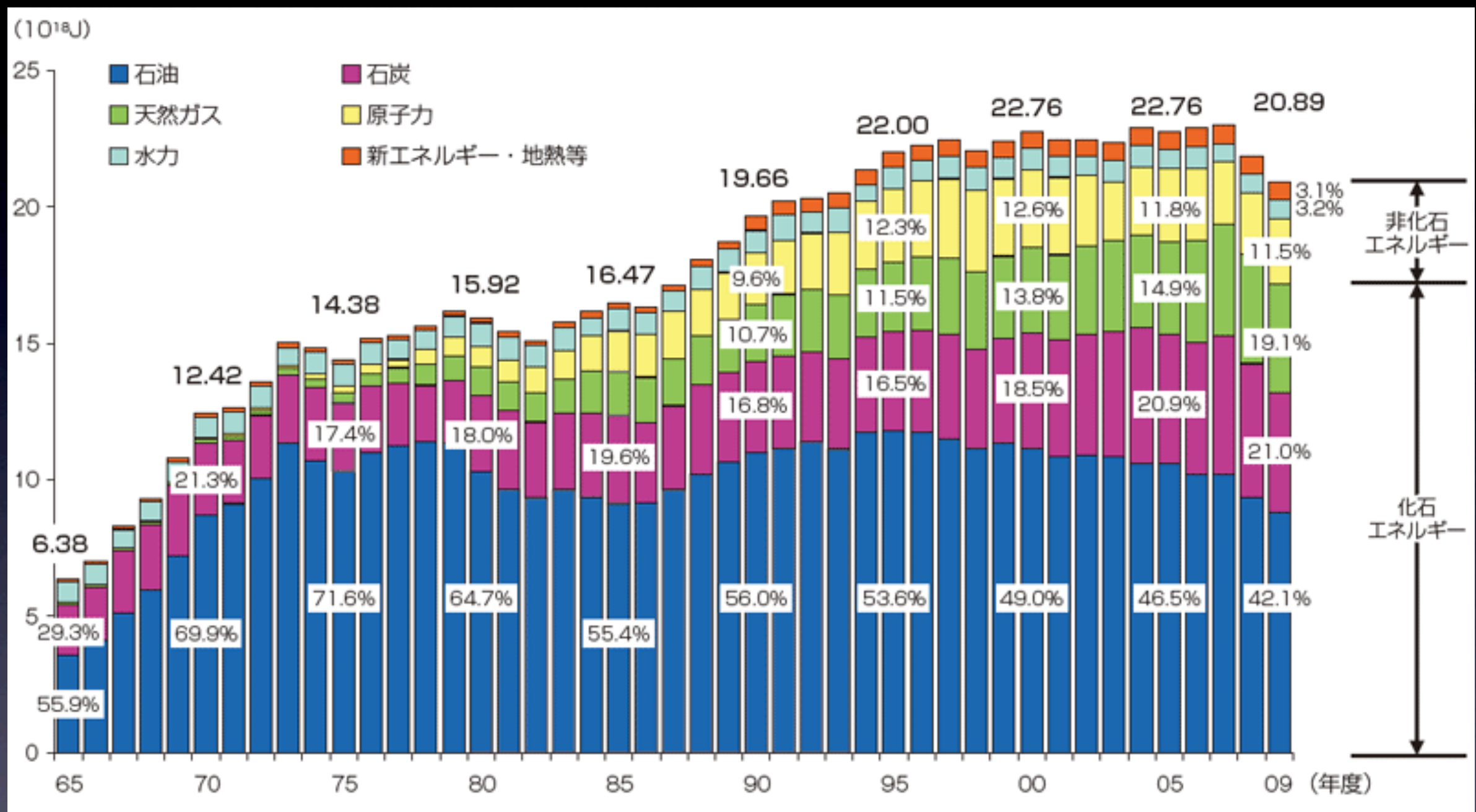
18% エネルギー

自給率

**4% 原子力を除く
自給率**



化石エネルギー 82.2%依存社会

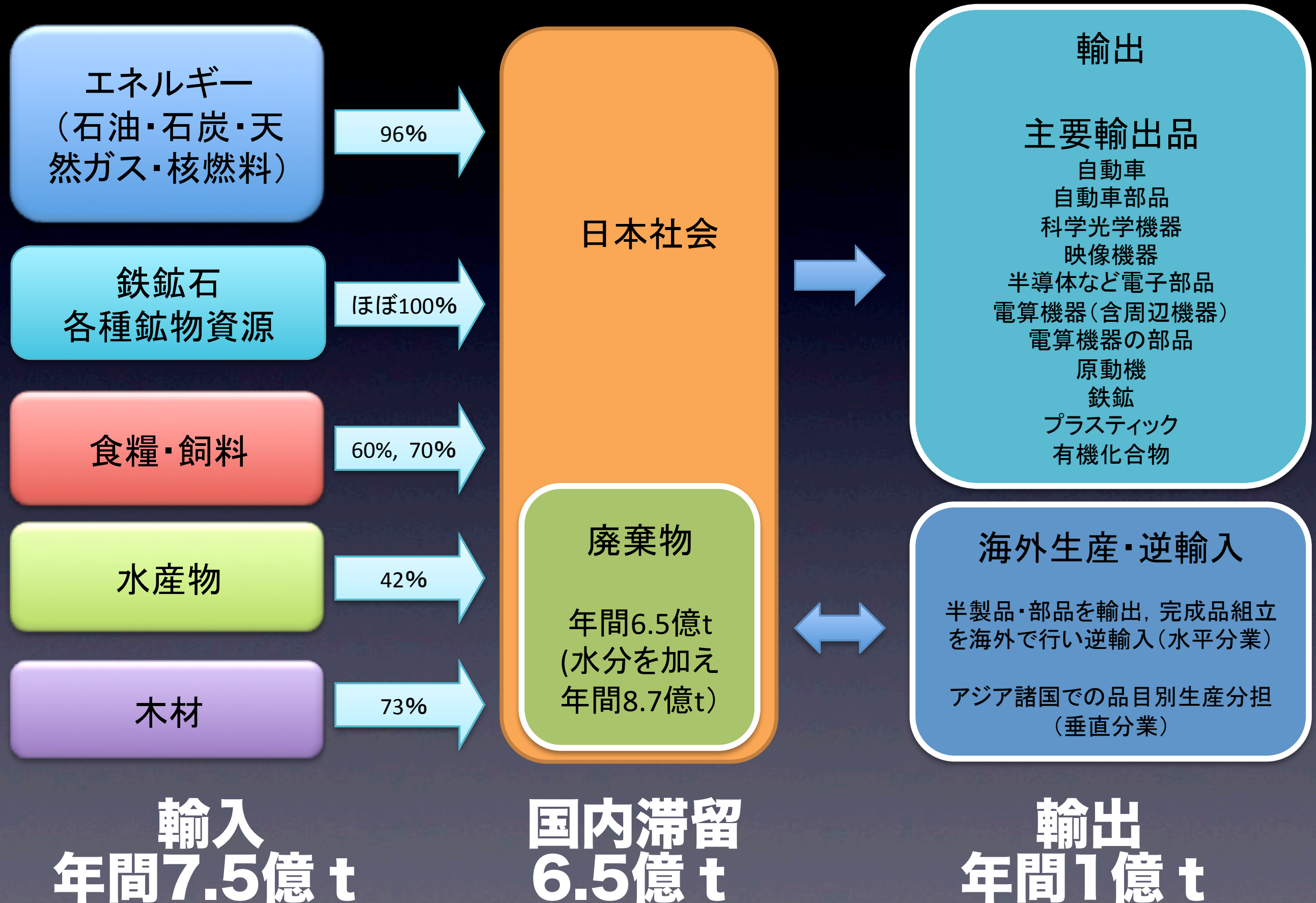


(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

石油・石炭・天然ガス=82.2%

原子力=11.5%

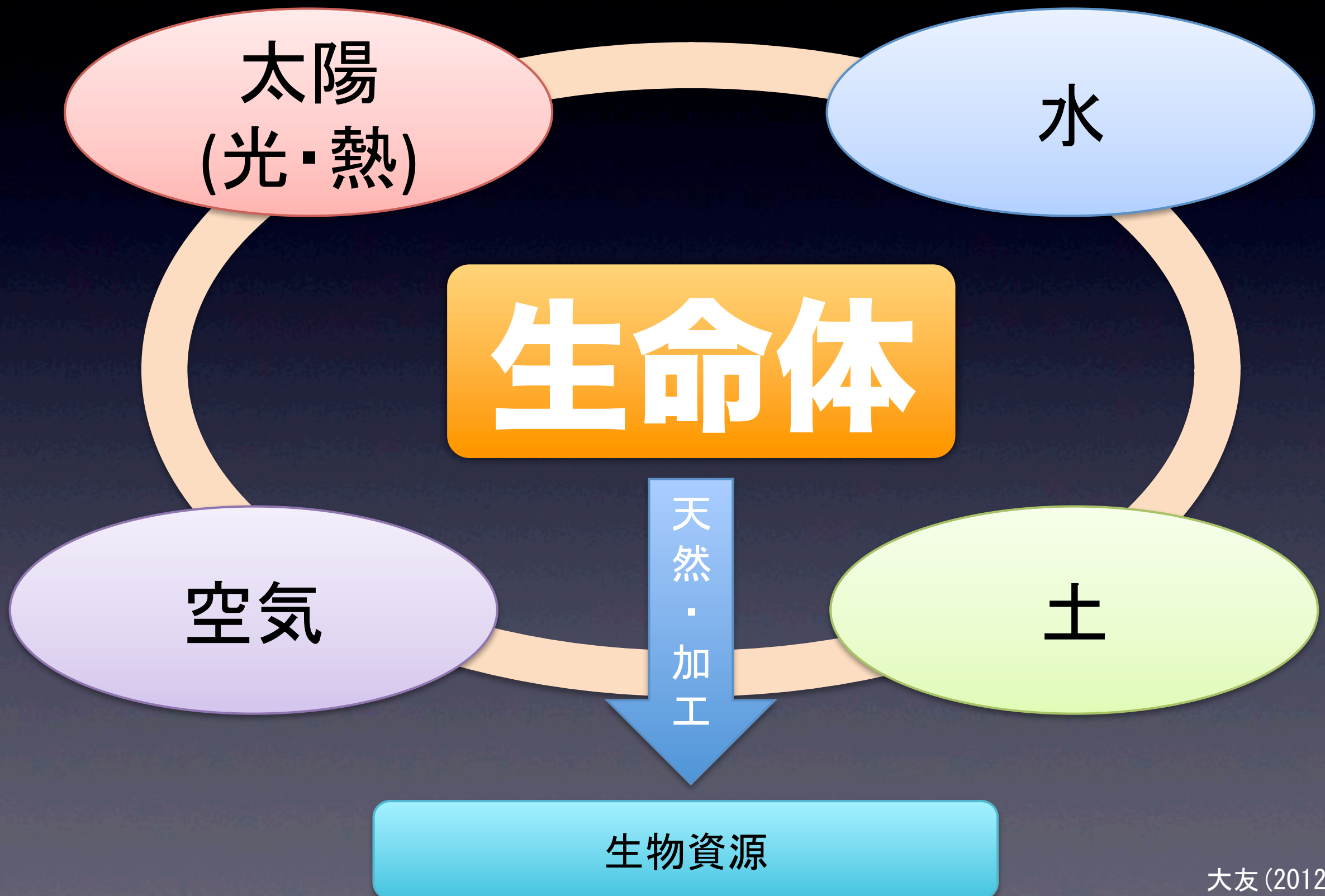
歪な「日本型加工貿易」社会



これからめざす社会

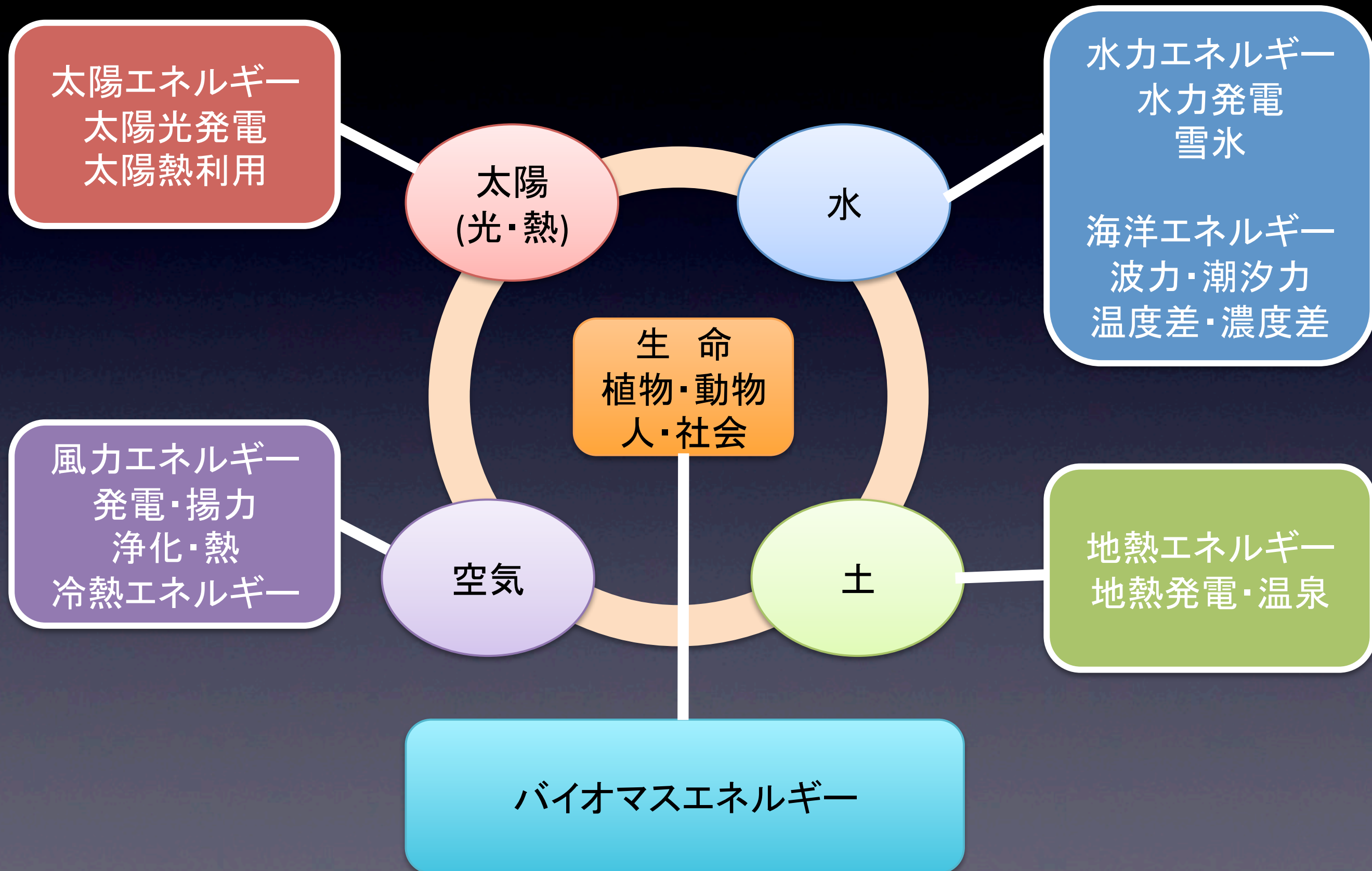


自然の構成要素としての生命体



生物資源生産と調和する

エネルギーは自然エネルギーである



自然エネルギー社会をめざそう



http://eco.nikkeibp.co.jp/style/eco/special/080902_tech02/

太陽エネルギー

太陽光, 太陽熱, 長期蓄熱

風力エネルギー

陸上風力, 洋上風力, 高度上空風力

水力エネルギー

小規模水力発電, 海洋エネルギー

バイオマスエネルギー

燃料化技術 (固体・液体・気体) + エネルギー変換技術

これらが相互に関係したバイオマス利用技術
特有の複雑性

環境調和型・生態共生型社会



http://www.toyota.co.jp/moritanken/text/c_what.html

自然エネルギー 100%自給自足 地域社会の構築

- 太陽の街
- 風の街
- 水の街
- 森の街
- 海の街
- 土の街

想定される卒論のテーマなど

- ・自分の生まれた町・すんでいる町に、どんな自然エネルギーが存在し、どのような利活用の方策が考えられるか？
- ・実際の東海地区自治体の自然エネルギーの可能性のフィジビリティスタディ・具体的諸策の作成
- ・自然エネルギー社会にむけた先進例の事例研究
 - ・ドイツ・バイオエネルギー村
 - ・オーストリア・ギュッシングモデル
 - ・日本の先進的自治体など
- ・自然エネルギーの技術的な研究や実験

どんな研究スタイル？

- **フィールドワーク**

視察・現地調査（聞き取り・統計など）

現場作業・現場観測

- **デスクワーク**

先進事例の徹底的な研究・文献統計・データ解析

- **実験系**

生活実験・機器実験・機器開発

どんな人に向いてるか？

- 実際に、この世の中をよくしたいと考える人
- 自分の故郷を元気にしたい人
- 未来社会への展望を知りたい人
- 自分の 創造性、 アイデアで研究してみたい人

2. 「過去は現在を解く鍵である」 研究

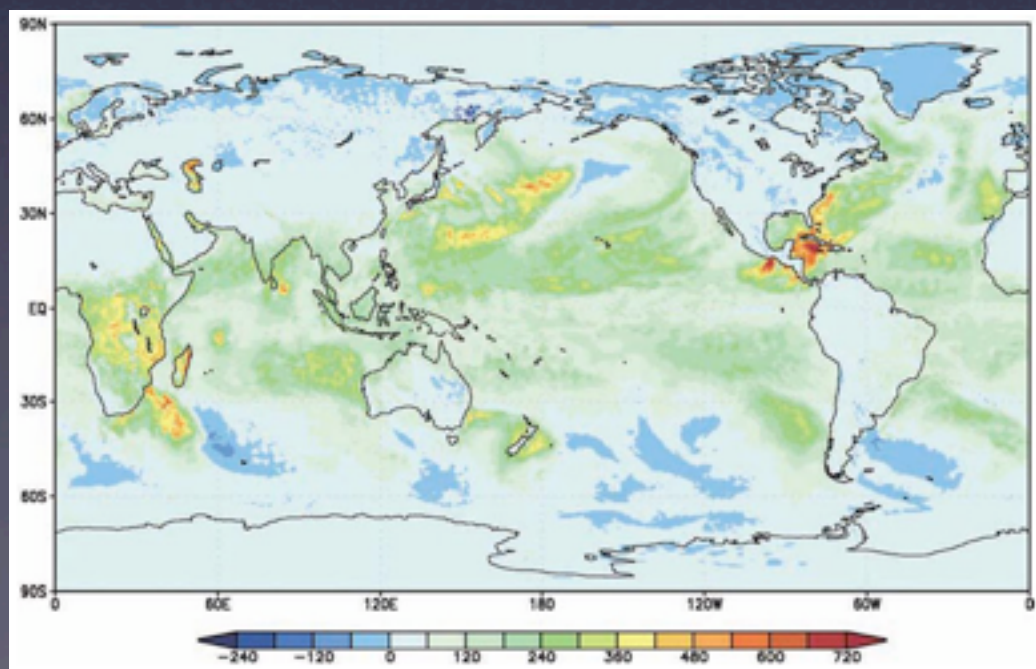
- 過去の長い時間スケールの環境変動・大異変
- 海底や陸上の堆積物コア
- 独自開発のTATSCAN装置
- 将来の温暖化予測に役立つ情報



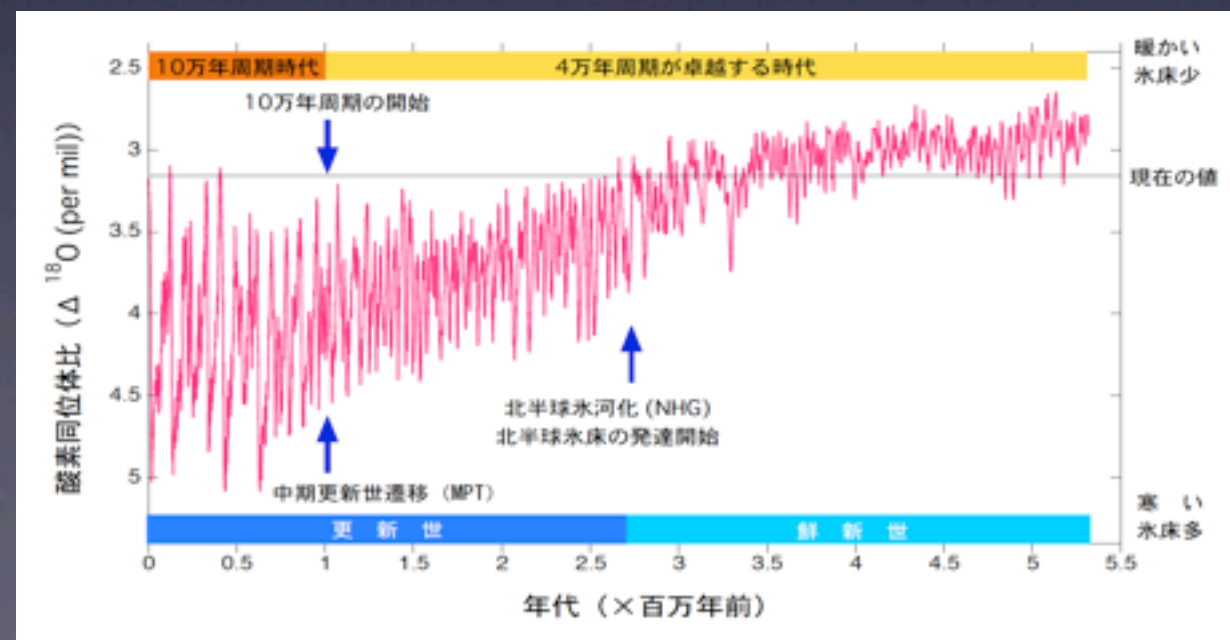
ちきゅう博士”たっつう”

地球温暖化をどのように予測するのか？

コンピュータによる数値モデリング・シミュレーション



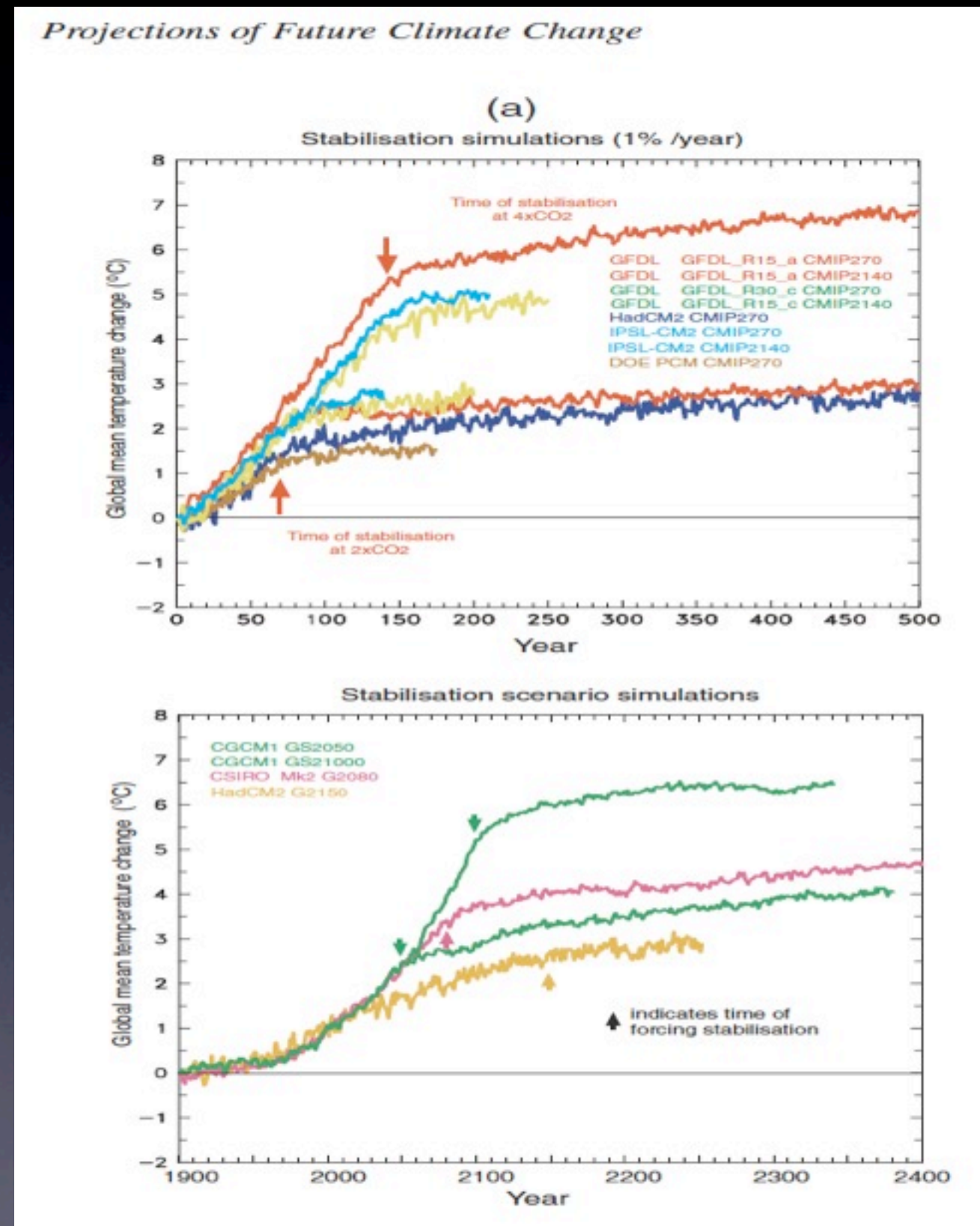
過去に温暖だった時代の「記録」の実証的研究



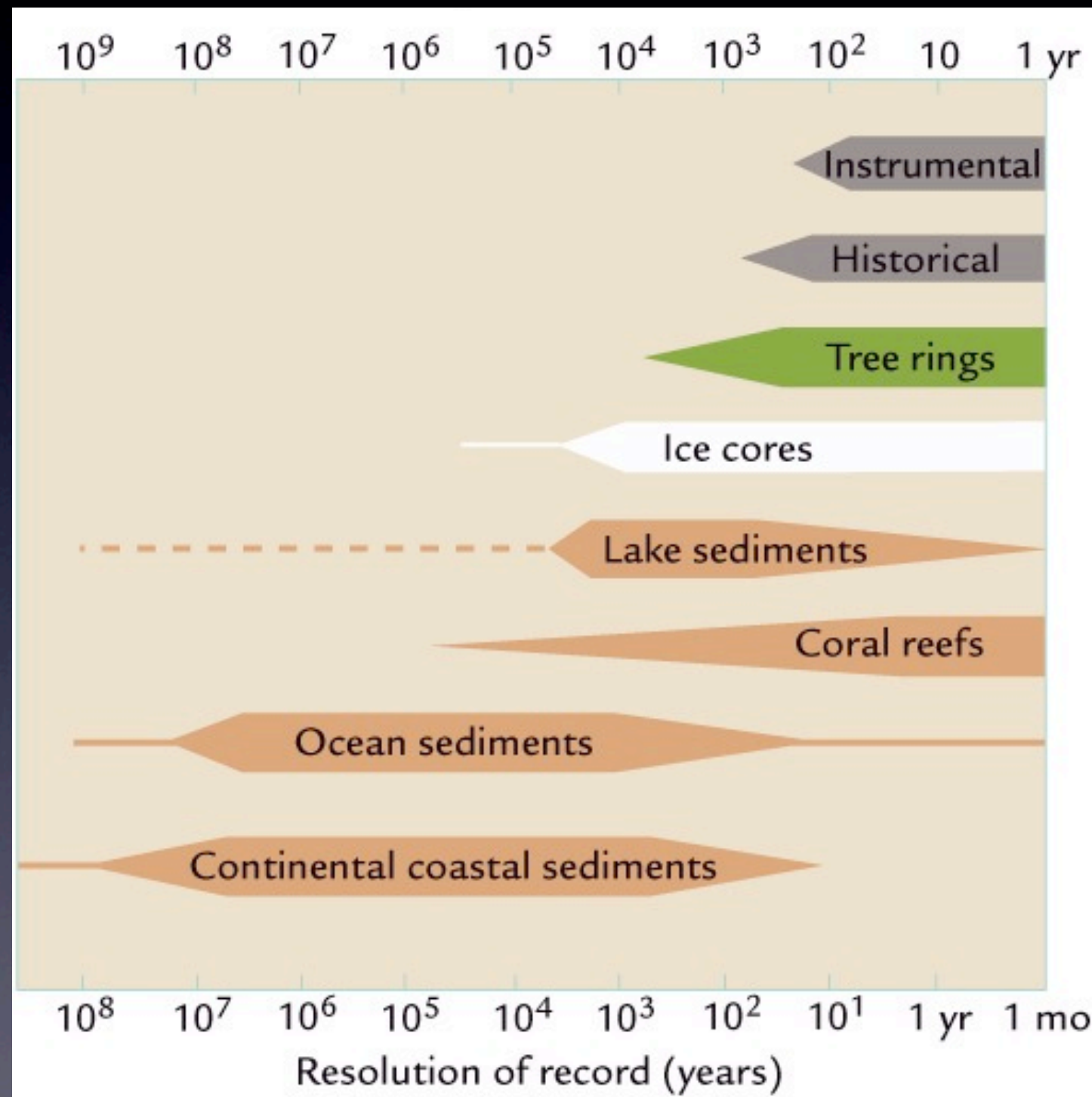
温暖化実験による予測の難しさ

地球温暖化予測の問題点

- 各種の数値シミュレーションの結果、原因が人類起源の二酸化炭素の放出にあるとして、その結果が**数十～数百年後に現れる**という点
- したがって、**長時間スケールの変動の解明**が必要



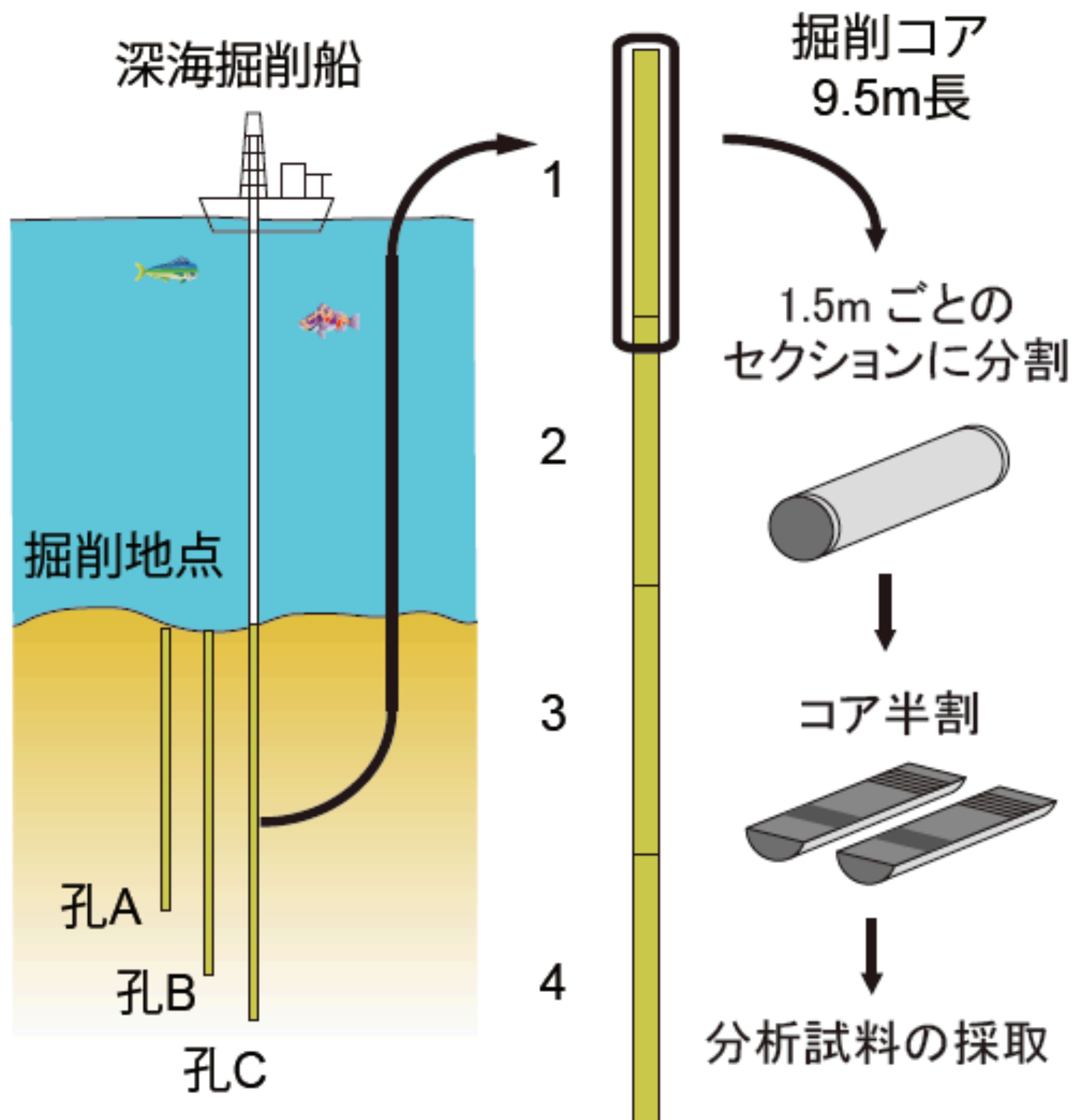
地球の「記録」の解析



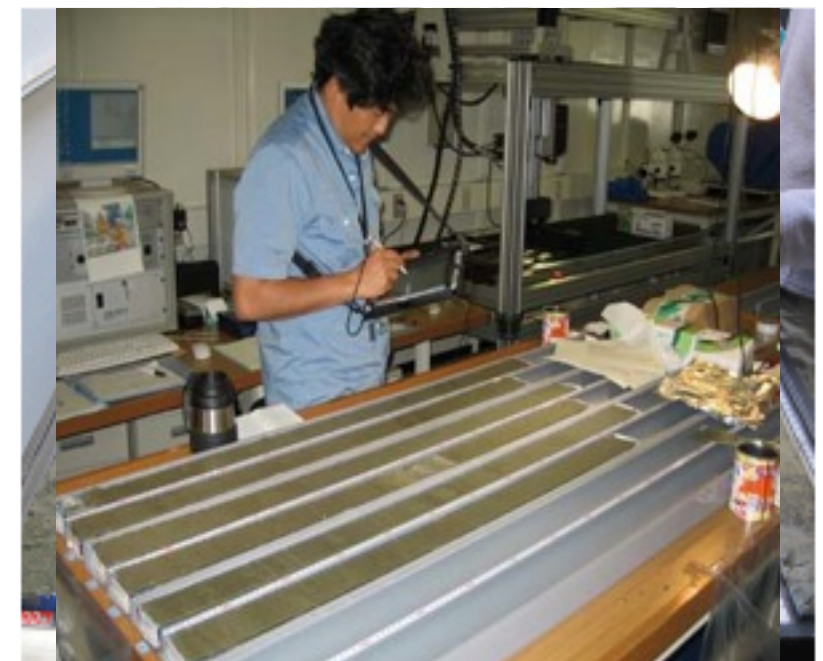
直接観測データ
歴史データ
木の年輪
氷床コア
湖底堆積物
サンゴ礁
海底堆積物
陸上堆積物

Ruddiman (2008)

深海掘削船による海底堆積物コアの採取



地球掘削船「ちきゅう」



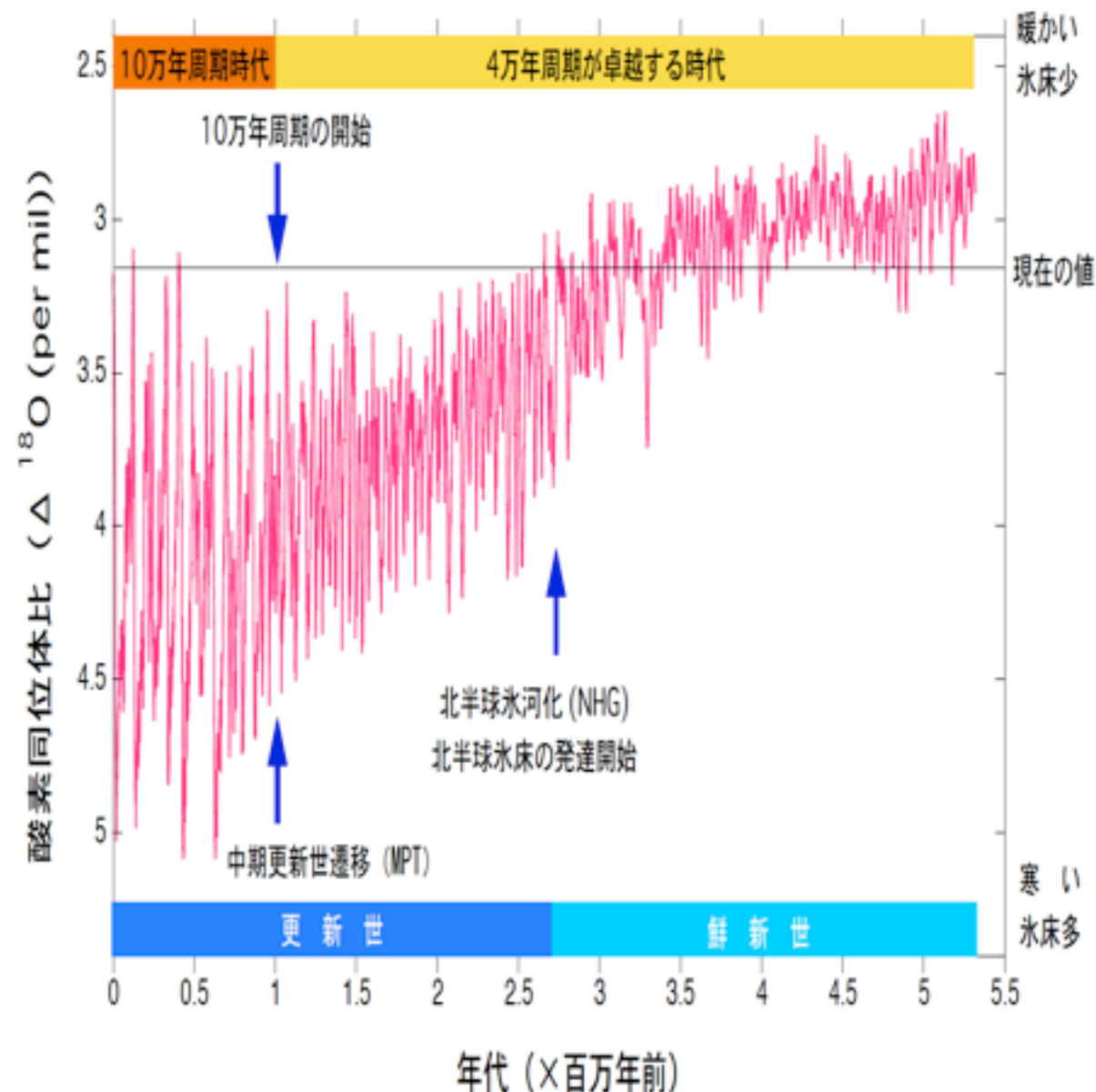
深海底から得られたコア

陸上堆積物（過去に海底で堆積） 調査・掘削



過去の温暖期地球

= 未来の温暖化予測の アーカイブデータ



温暖地球 (Hot Earth)

白亜紀アルビアン期	(約100Ma)	+22°C *
古第三紀始新世初期	(約 50Ma)	+12°C *
新第三紀中新世中期	(約 15Ma)	+ 5°C *
第四紀間氷期		
$\delta^{18}\text{O}$ ステージ11	(423-362 ka)	+ 20 m **
$\delta^{18}\text{O}$ ステージ 5	(110-130 ka)	+ 5~6 m **
第四紀完新世		
気候最適期	(8.5 - 2.3 ka)	+1.5~2.5°C ***
縄文海進	(6 ka)	

*ice free temp., **海水準, ***夏気温

現在の地球

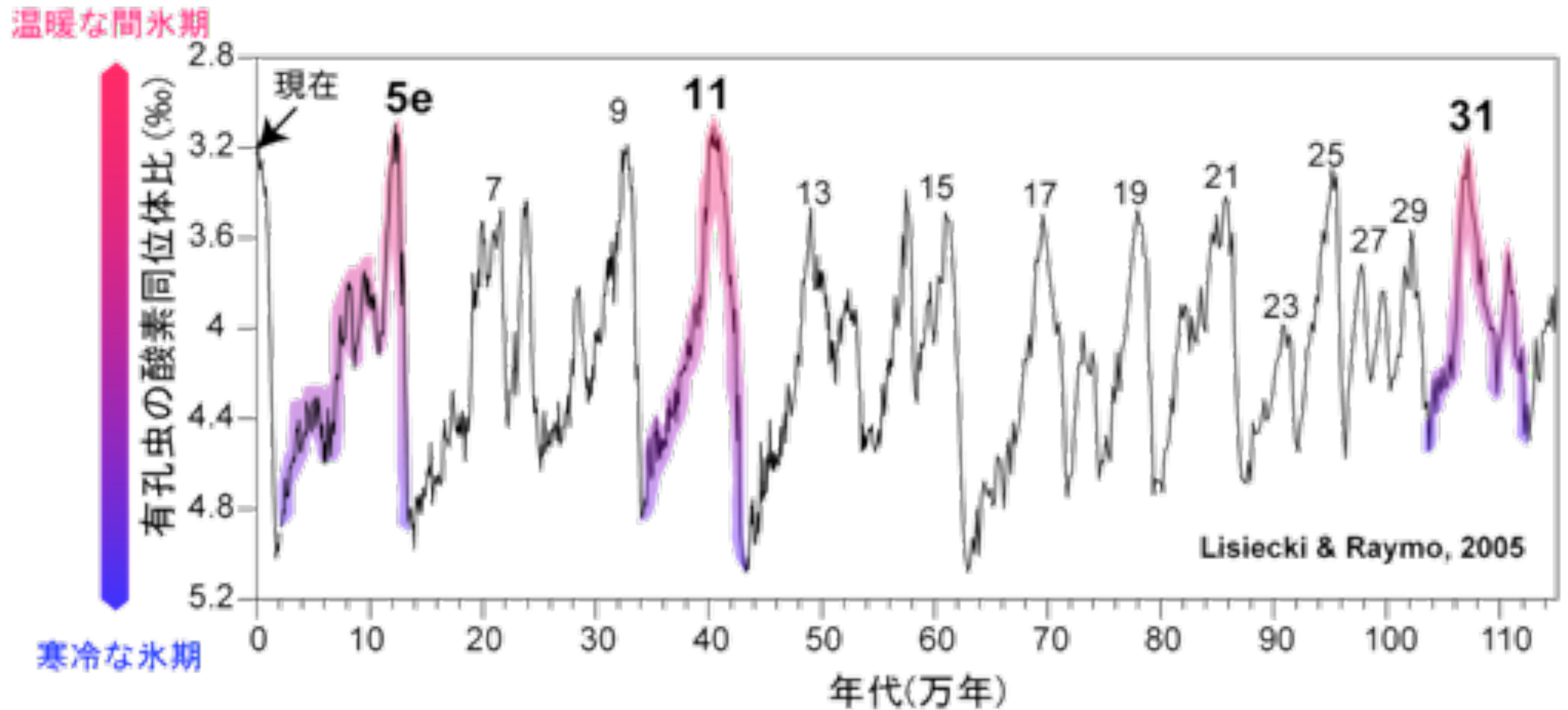
第四紀氷期
古生代石炭紀後期～ペルム紀初期
古生代オルドビス紀後期～シルル紀後期
原生代後期 (900 Ma)
原生代初期 (2000 Ma)

※気候の安定性という観点から見たとき、
これらの時代の「不安定な気候変動」の
理解は非常に重要である。

ex) D-Oサイクル, Heinrichイベント

寒冷地球 (Cold Earth)

過去100万年間の氷期・間氷期サイクル



TATSCAN

独自に開発したTATSCANという装置



TATSCAN-S1 (拡散分光コアロガー)



TATSCAN-F2 (蛍光X線コアロガー)



TATSCAN-X1 (透過X線コアロガー)

ひとつつぶの砂に 地球の歴史・宇宙を見る



北極海の海底堆積物 302-2A-55X-4-120 **240.39 mcd (45.4 Ma)**

想定される卒論のテーマなど

- 過去の温暖期の気候変動
 - ベーリング海、オホーツク海、北極海、下北沖など
 - 海水温、塩分、生物生産、海氷の変動
 - TATSCANをつかったコアスキャン・データ解析
 - 白亜紀温暖期の海洋無酸素事変の変動解析
- 北極海航海への参加、実際の堆積物採取、コア解析
- 伊勢湾、熊野灘の海底堆積物コアの採取・解析
- 陸上津波堆積物の採取、解析、来るべき大地震への影響評価

どんな研究スタイル？

・フィールドワーク

海（北極海航海、勢水丸で伊勢湾・熊野灘）

陸（伊勢平野、フランス・イタリア）

フィールドに行き、自分で調査、サンプリング

・ラボ実験

すでにある試料を使う。物性、化学、鉱物分析、微化石・同位体比）

・コンピュータをつかった画像解析・データ解析

TATSCANのデータの解析

どんな人に向いているか？

- 過去の地球のことが知りたい
- 海外の研究者と一緒に世界の海を渡り歩きたい
- 科学にロマンを求める人
- 推理小説・探偵ものが好きな人