

「論争地学」試論2006

Controversy-Based Earthscience

大阪教育大学附属高校天王寺校舎
岡本 義雄

yossi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp



「科学」と「教育」の周辺（背景）

- 高校地学の長期的衰退（岡本，2003）
⇒ 南海地震よりも早い高校地学の絶滅？
- 専門家と一般の認識のずれ
⇒ 各種科学ML上でのかみあわない議論
⇒ 科学万能論とその反対極としての懐疑論
（例）「科学はやがて〇〇の困難を克服するはず」v.s.
「現在の科学では解明できない何かがあるはず！」
- 何となく不安な未来
⇒ 科学を勉強する意味を見出せない子供たち



専門家の認識 vs. 一般の認識

- 地球科学の高度な専門化, 科学一般のブラックボックス化
- 一般の人々への普及のためのインタープリタの圧倒的不足 (科学マジックは大流行なのに)
- 科学者の興味と一般の興味の違い
⇒原因が面白いと信じている専門家と結果だけが気になる人々
- 科学の普及のビジュアル化に伴う弊害? etc.



何となく不安な未来

- 「輝かない未来」(宮台真二, 1995)
- 「教育における失われた10年」(刈谷剛彦, 2000)
- 「環境教育の過度な脅し」
⇒大人世代のつけを子供世代に押し付ける
- 賑やかな科学の祭典v.s.寂しい学校の理科教室？
⇒fanからinterestへ
- 興味や動機付けだけで科学を選択するか？
⇒motivationからincentiveへ



打開の秘策！⇒「論争地学」の提案

そのところは：

高校地学で、地球科学における現在の論争をとりあげ、科学の未来と我々の未来のありようを根底から考える。そして不安の一端にのぞく、地球規模のカタストロフの本質にせまる。正しく理解し議論し自然を正しく畏れる！そして、これが重要だが、——ある種の覚悟を身に着ける！！

また「科学者って人間ぽくってかっこいい！」と再認識する。



最近の地球科学の3つの論争

- **地震予知論争**: 楽観から悲観へ
(例えば Nature Debate, 25, February, 1999)
- **恐竜絶滅論争**: Bad GenesからBad Luckへ
(例えば D. Raup: Extinction: Bad genes or bad luck?, 1992)
- **地球温暖化論争**: CO₂ v.s. 宇宙線?
(例えば Shaviv et al.: Celestial Driver of Phanerozoic Climate?, 2003)



論争の背景

- 3つの論争の共通の背景
 - i) カタストロフへの怖れと興味
 - ii) 先行する願望や思い込み, あるいは使命感
 - iii) 高分解能観測データの出現と不足
 - iv) 90年以降の急速な発展(教科書に載らない)
 - v) 政治や予算がらみの背景???
 - vi) マスメディアの誤解とフレームアップ??



「論争地学」の戦略とkeyword

論争3分野から，高校地学の全領域に攻め登る

- 1) **地震予知** → 地球の形，大きさ，内部構造，地震のメカニズム，プレートテクトニクス
- 2) **恐竜絶滅** → 地層と岩石，示準化石と年代測定，地史の組立て，地史各論，生物進化，火山活動，隕石，彗星，津波
- 3) **地球温暖化** → 気候変動，炭素循環，海洋循環，氷河，銀河の構造，太陽活動，天気各論



方法

- 論争の基本事項の紹介 & 周辺知識の整理
- 1次データ(論文, 資料)にあたる
- 特に両者の主張のちがいと対立点
座標とグラフなどで図示
- アナログ実験と格子モデル, 数値Simulation
- GoogleEarth! や各種Archiveの活用
- 物理・化学と地球科学の方法論のちがい
- 英語でのリソースの提示(最近の科学教育の流行)



論争具体例 その1

☞ 地震予知に関する Nature Debate

Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal?

IAN MAIN の提起 25 February 1999

Max Wyss, Christopher Scholz, Per Bak, Andrew Michael, Robert Gellerらの7週間に渡るWeb上での議論

⇒

☆前兆に依拠した短期地震予知戦略に対する厳しい見方

☆SOC(自己組織化臨界現象)を巡る論争など



論争具体例 その2

古典的な恐竜絶滅論争

(Night Comes to the Cretaceous/J.L.Powell)での紹介

Impact v.s. Volucanism

*L&A Alvarez VS. C. Officer, C. Drake, V.F. Courtillot*など

Nemesis v.s. Shivaの神様対決！

蒸し返されたK-T境界論争

The Great Chicxulub Debate

Gereta Keller v.s. Jan Smit

クレータ近くでのボーリングコア：K-T境界時間論争

<http://geoweb.princeton.edu/people/faculty/keller/chicxulub.html>



論争具体例 その3

- 地球温暖化論争のヒートアップ

1. IPCCの科学的根拠: mannの論文への批判

→ ホッケースティック論争

増田耕一による優れた解説

<http://web.sfc.keio.ac.jp/~masudako/memo/hockey.html>

2. CO₂の気候への駆動力の否定

CRF(宇宙線)が雲を増やす?

Celestial driver of Phanerozoic climate? *Nir J. Shaviv and Ján*

Veizer GSA Today: Vol. 13, No. 7, pp. 4–10.



自己組織化臨界現象 (Bak et al, 1987) の衝撃

- システムサイズのカタストロフ！
- サイズと頻度の地味な関係？
- 地震の研究が進めば進むほど、地震がわからなくなる？
- チューニングなしで進化する自然
- ほんのわずかなきっかけで滅ぶ生物
- なぜ未来は確率でしか予想できないの？
- 天気と地震と株価と彼or彼女の気持ち？



不可避のカタストロフ

- 地道な野外調査とハイテクのコラボレーション
- 我々の存在は必然か偶然か
- 強者必ずしも残らず
- 勝手に滅ぶ Gouldの”punctuated equilibrium”
- 無慈悲なカタストロフに覚悟を決めるのか？
- 地球上に無駄な生物などいたのか？
- 自然の恵みというけれど———



論争を通じて-----

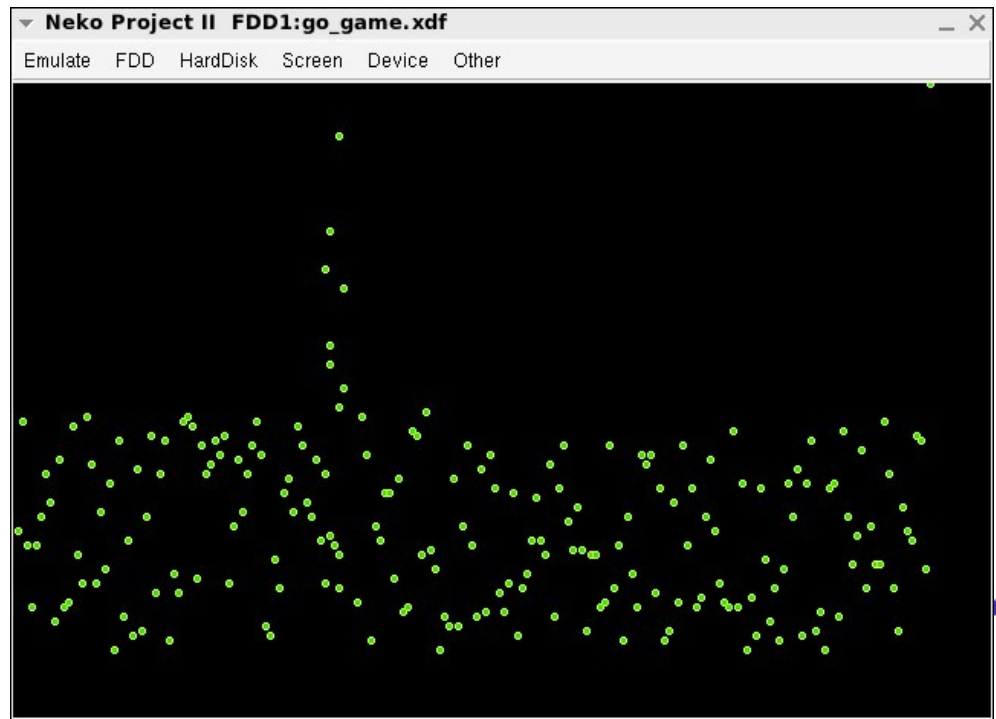
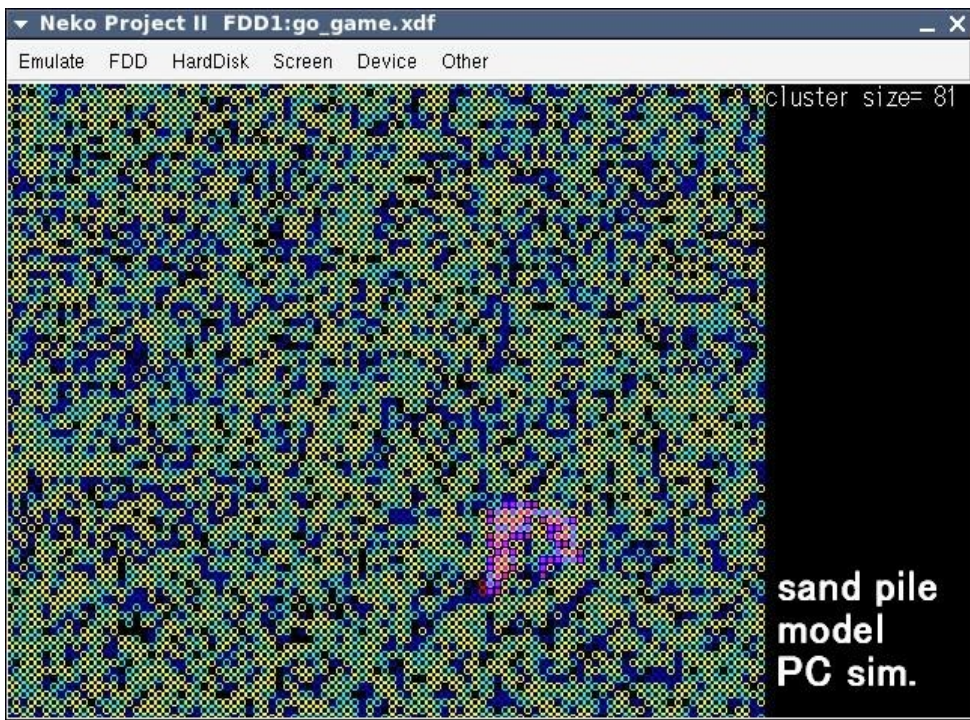
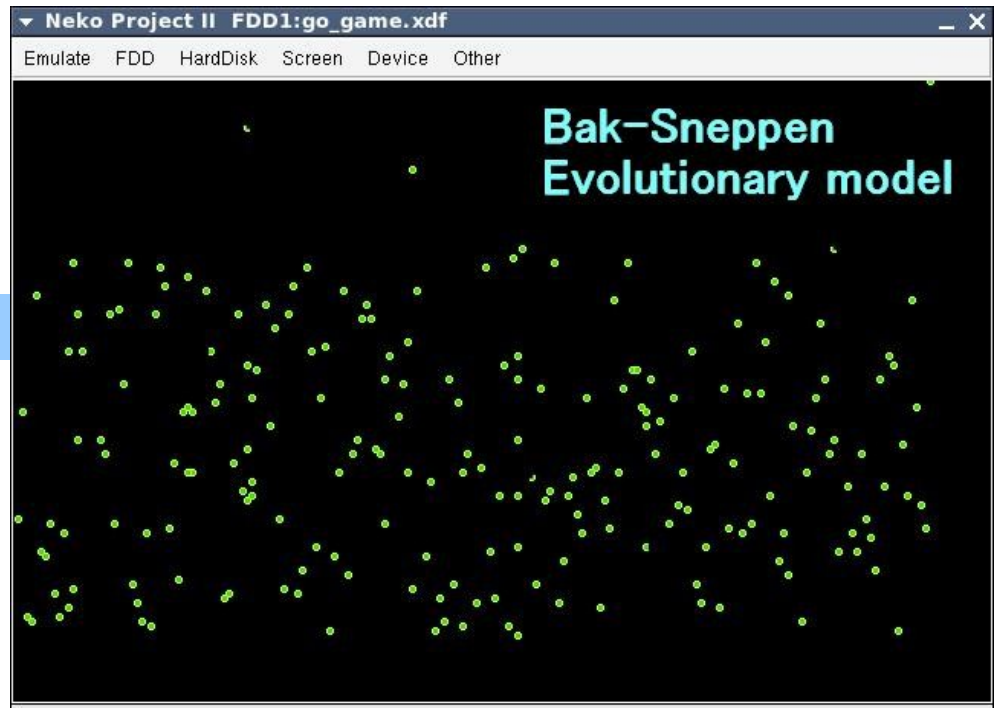
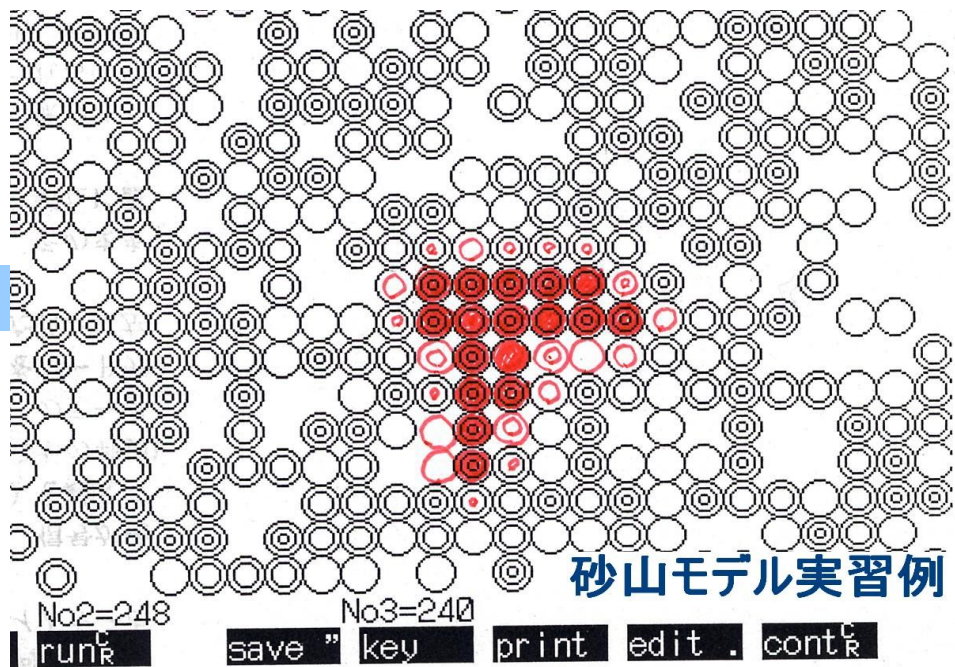
- データをどう読むか
- 何通りにも解釈できるデータ
- 科学者はかく戦うのか！？
- 願望や情緒だけで地球は守れない！
- 数値シミュレーションや先端観測技術のBlack Box化をどうするのか
- 多様さと複雑さを認める広い心！



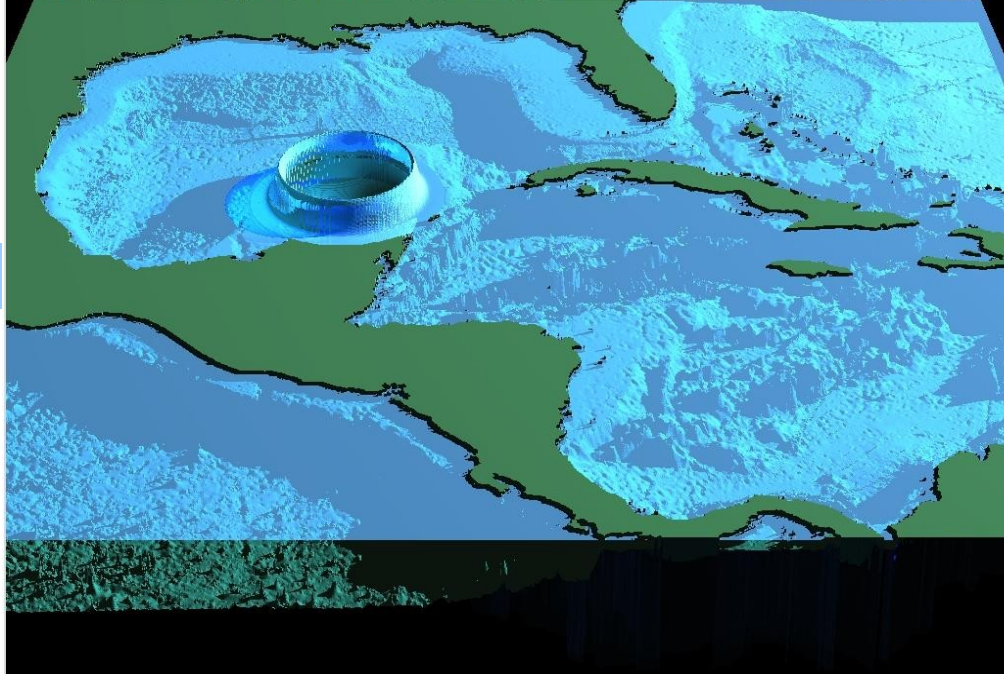
具体的教材の幾つか

- 基石モデルと砂山モデルの実習(岡本, 1998)
- Bak & Sneppen(1993)の生物進化モデル
- K/T境界隕石衝突に伴う津波のシミュレーション
- あとは. **これから開発!!!**

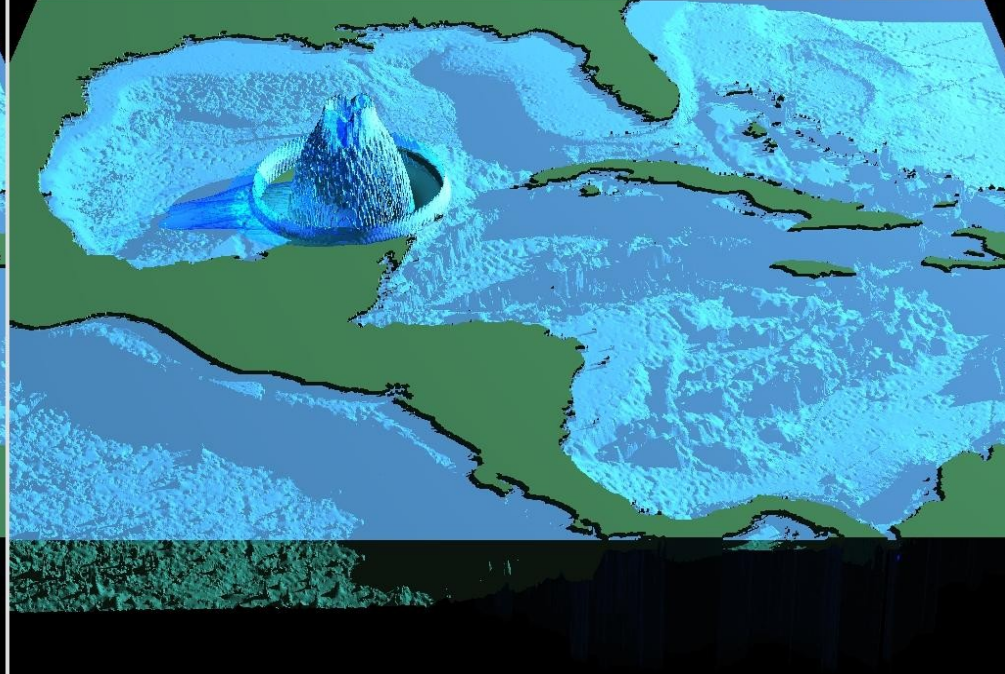




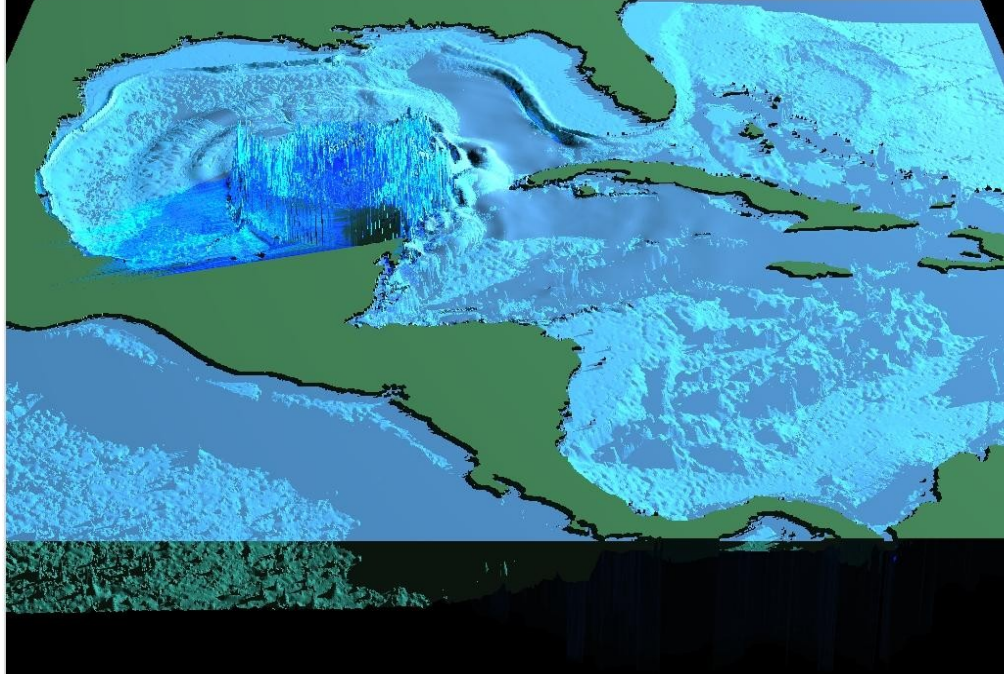
K/T境界 隕石衝突津波Sim:現在の海底地形であることに注意 衝突直後



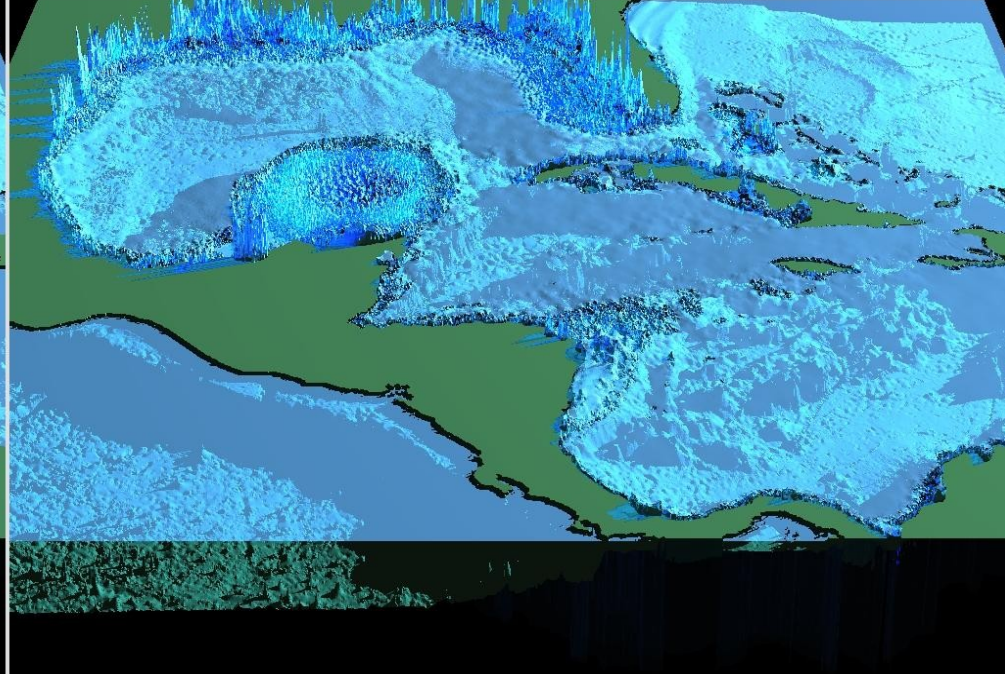
約30分後



2時間後



9時間後



この試案の長所

- ✔ 知識の天下りから始まらない分、生徒の興味を引く。
- ✔ 自分の力の及ばない自然のカタストロフについて考える。
- ✔ 危機に際して自分はどういう行動を取るかという考えと覚悟
- ✔ 科学が未来予測に関して、万能ではないと同時に希望も捨てないという中間的態度
- ✔ 最新の科学の方法論にも触れることができる。
- ✔ 安易な偽科学にだまされない素養。
- ✔ 地球科学の新しい見方をアピールできる。



短所

- 思い入れのある教師が教えると**偏る**
- 知識を体系的に教えるには不向き
- 受験のためのトレーニングには不向き
- 最新の知識を仕入れる努力と時間が必要
- 教科書がない, リソースはほとんど英語
- 高校程度の知識で果たして論争の肝心な部分を本当に理解できるのか？



今後の発展

- 発展の著しい惑星科学の分野(例えば火星)が取り込めていない. ⇒筆者の不勉強
- まっとうな教科書的知識との関係をどう詰めるか ⇒あくまで, "きわものの扱ひ"だけでよいのか?
- 専門的にはまだまだ突っ込み不足. 周辺関係論文までは読めていない.
- ローカルな自然観察(これは重要)との関係がまだ整理できていない.
- 映画リメイク版「**日本沈没**」ヒットで巻き起こる空前の地球科学ブームに乗り遅れるな!!



おわりに

- ☞ 明日も今日と同じ平和な日が続くと信じられるのは、震災を経験していない幸せな人だけだ(芦屋で被災した友人S氏の独白).
- ☞ カタストロフ(システムサイズの災害)は不可避である. それが明日か100万年後かはわからない. Bak:Self Organized Criticality
- ☞ 現在の我々の存在は数多くの偶然の積み重ねかも知れない(激変説の逆襲). Gould:Wonderful Life, Bak:punctuated equilibrium
- ☞ にもかかわらず人類はこの宇宙に知的生命体として少なくとも1議席を確保している. Carter:Anthropic Principle
- ☞ カタストロフを防ぐ知識と生き延びる知恵. . . あくまで冷静にかつ大胆に.



謝辞

- 本研究には平成17年度科学研究費補助金奨励研究No.17914008を使用しました.
- 開発した教材は下記の筆者個人サイト等で公表します.
- <http://www.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~yossi/>



主な参考文献

- 地震予知論争に関して
Nature Debate:http://www.nature.com/nature/debates/earthquake/equake_frameset.html
P.Bak, C.Tang, and K.Wiesenfeld, Self-Organized Criticality, Phys. Rev. Lett. 59, 381 (1987).
岡本義雄：“基石モデル”と“砂山モデル”の教材化，地球惑星科学関連学会合同大会予稿集
(1998)
- 恐竜絶滅に関して
D.Raup: Extinction:Bad genes or bad luck?, W. W. Norton & Company, 1992
J.L.Powell:Night Comes to the Cretaceous: Comets, Craters, Controversy, and the Last
Days of the Dinosaurs,Harvest Books, 1999
Vincent Courtillot:Evolutionary Catastrophes:The Science of Mass Extinction, Cambridge
University Press 1999
P.Bak & K.Sneppen:Punctuated equilibrium and criticality in a simple model of evolution, Phys.
Rev. Lett. 71, 4083–4086 (1993)
- 地球温暖化論争に関して,
Nir J. Shaviv and Ján Veizer: Celestial driver of Phanerozoic climate?, GSA Today: Vol. 13, No.
7, pp. 4-10, 2003
Dana L. Royer, Robert A. Berner, Isabel P. Montañez, Neil J. Tabor, and David J. Beerling:
CO₂ as a primary driver of Phanerozoic climate, GSA Today: Vol. 14, No. 3, pp. 4-10, 2004
S.Rahmstorf et al.:Cosmic Rays,Carbon Dioxide, and Climate, Eos vol.85, No.4,27 Jan.2004
増田耕一のWeb site: ホッケースティック論争
<http://web.sfc.keio.ac.jp/~masudako/memo/hockey.html>