

虹の国の地質と人々

-地球の裏側から日本の教育を透視する-



岡本 義雄

大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎

yossi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yossi/>

2010年度天附連 第2回公開セミナー 11月6日(土)

Overview



本日のお話の要点

- ・南アフリカ社会
- ・南アフリカの地質
- ・日本の(若者 & 教育)の現状と世界
- ・じゃあどうするか⇒「複雑系」の考え方

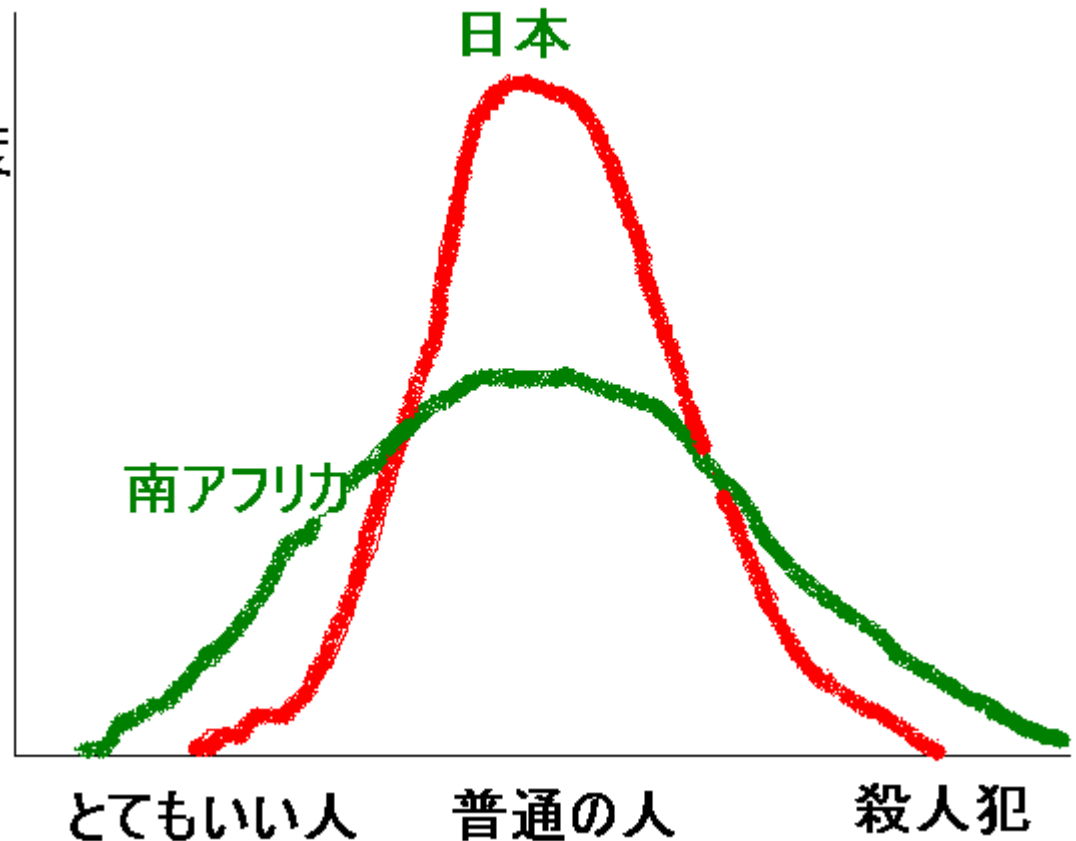


南アフリカ(ヨハネスブルグ)の生活



またた邸宅
市伝説の実態」

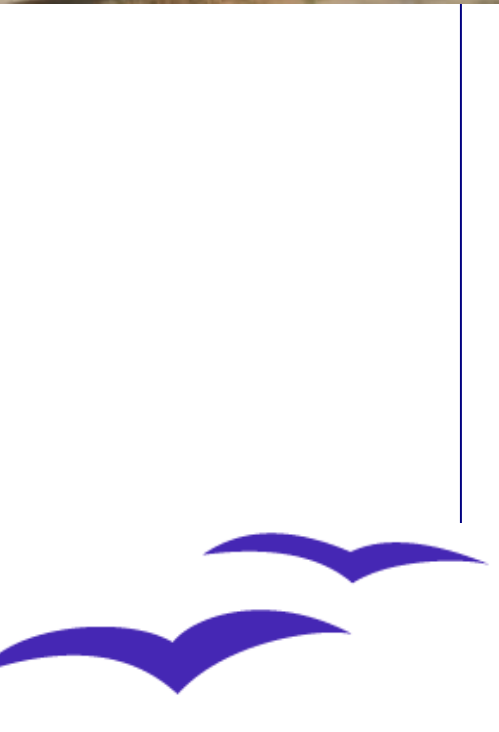
頻度



- ・何事にも結構大らか
- ・この国には白人女性がい！ versus
- ・27年住んでいるが
- ⇒多様な社会(虹の)

南アフリカの街







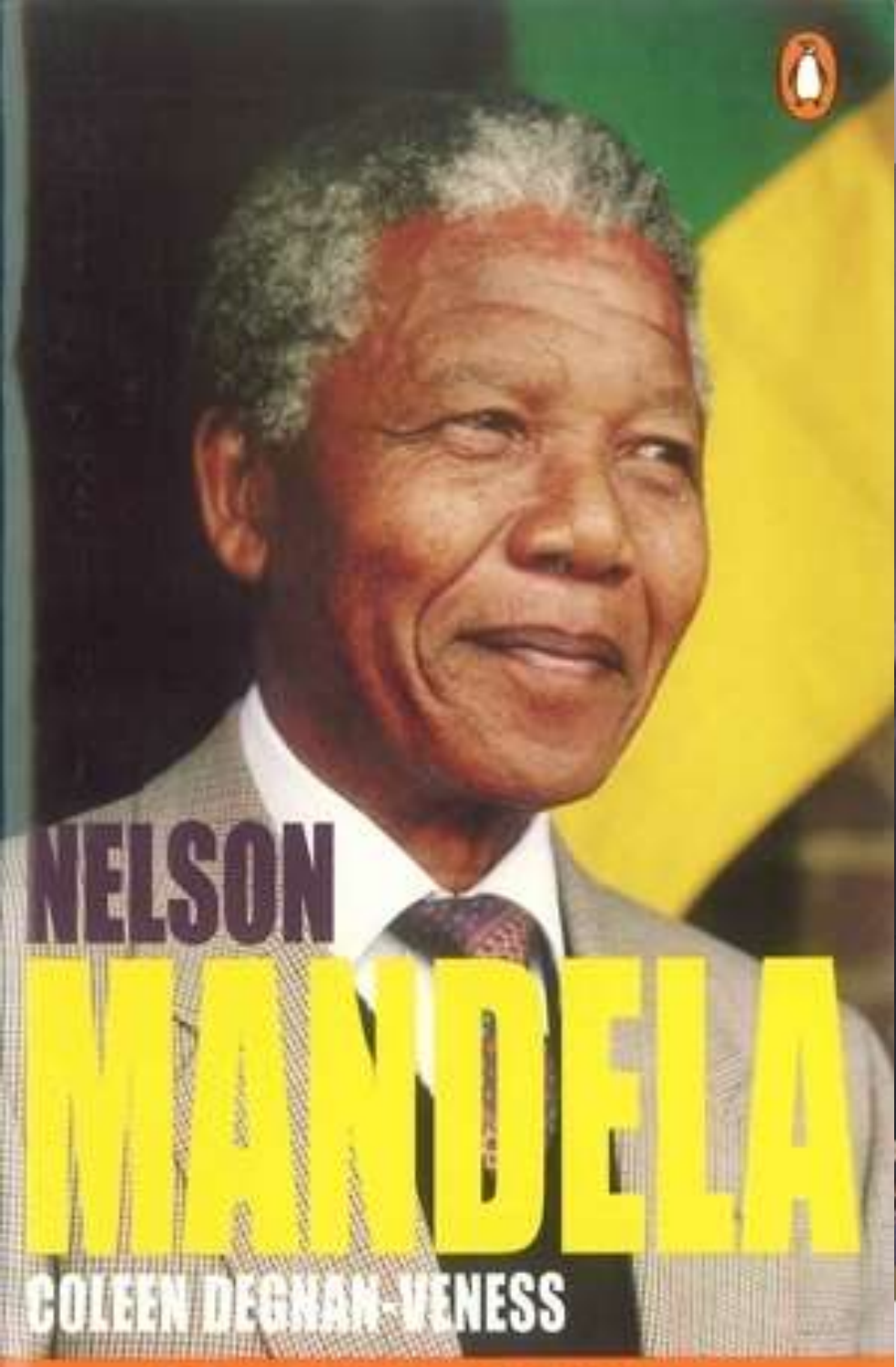


2002年7月(スラム住宅)



2010年9月（セツルメント住宅）





NELSON

MANDELA

COLEEN DEGNAN-VENESS

PENGUIN READERS

A film by Clint Eastwood

Morgan Freeman

感動で世界を変え、クリント・イーストウッド監督が、奇跡で世界を変えた、ネルソン・マンデラ大統領の不屈の魂を描く、真実の物語

監督はアカデミー賞を4度獲得し、本作で監督第30作を迎えるクリント・イーストウッド。モリオンダラー・ベイビー(二重黄鳥)からの手紙(二重黄鳥)、トリノで贈りたない転機を浴びた後が、最新作「インビクタス、負けざる者たち」では、今の時代にこそ求められるべきテーマを描く、さらなる高みへ到達した。

27年間、南アフリカに閉居せられ、南アフリカ初の黒人大統領になったマンデラに扮するのは、ショーン・パンクックの空に「ヨリオクダア」ベイビーの有名なモーガン・フリーマン。他ならぬマンデラ自身から直に導かれた俳優、本人も熱望したマンデラから不屈の精神を伝えるべく、南アフリカ代表チームのキャプテン、ビナルには、勇れな心臓が西アフリカから舞く、ジョー・シリーズのマット・デイモン、誰かが聞くのは、これが英雄伝という、こととして、ほとんと知る人がいないこと、イーストウッドは、この事実、人の進むべき明るい未来を見出した「インビクタス」とは、マンデラが獄中で心の支えにした時の異名で、証言されないの意味、私たちが前を行くイーストウッドの背中には、この時の一語が刻まれている。「私が我が運命の支配者、我が運命の指揮官、これは、新しい時代の真実の物語ではない、先を見えない急速の現代でも、諦めないければ、我々の手で世界を変えることができる」と信じてくれる、かつてない命を賭さず感動作なのだ。

その人の名は、ネルソン・マンデラ。南アフリカの大統領だったが、彼は長い牢獄生活を経て、平和な方法で、世界を変えた。この物語は、その偉業を描く。マンデラが、1990年のこと。マンデラは南アフリカのワールドカップで、国の恥となっていた。南アフリカ代表チームを南アフリカに帰国させて、マンデラは、その勝利の瞬間、南アの歴史が永遠に変わる瞬間と信じた。マンデラは、いかに、誰かに、マンデラが、この偉業を成し遂げたのか。

インビクタス 負けざる者たち



www.invictus.jp

2010年2月5日(金) 特別鑑賞券 (一般 1,300円(税込)発売中)

北海道札幌一	03(23)213381	札幌南地区一	03(23)213381	札幌北地区一	03(23)213381	札幌中央地区一	03(23)213381	札幌東地区一	03(23)213381	札幌西地区一	03(23)213381	札幌南地区二	03(23)213381	札幌北地区二	03(23)213381	札幌中央地区二	03(23)213381	札幌東地区二	03(23)213381	札幌西地区二	03(23)213381
--------	--------------	--------	--------------	--------	--------------	---------	--------------	--------	--------------	--------	--------------	--------	--------------	--------	--------------	---------	--------------	--------	--------------	--------	--------------

www.invictus.jp

国際地学教育学会 (GeoSciEdVI) その1



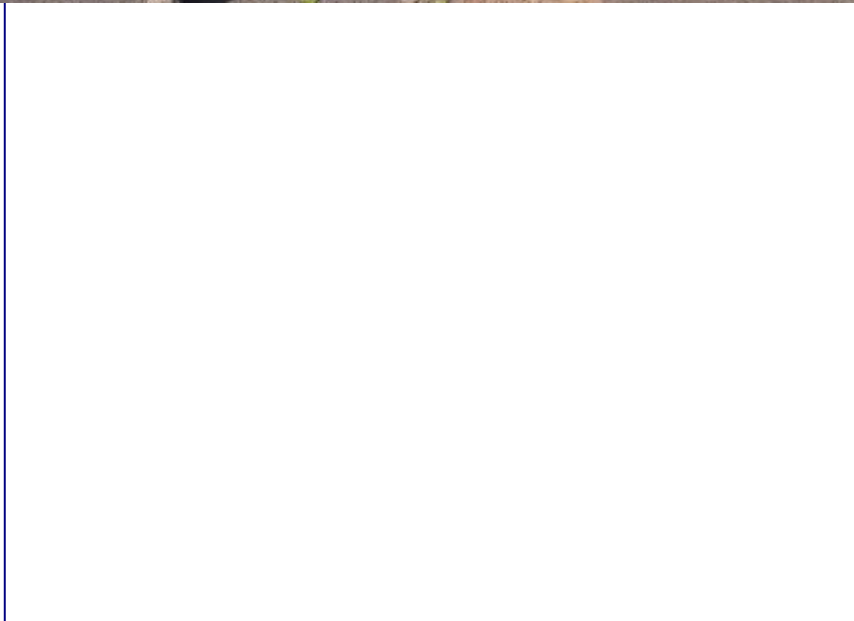
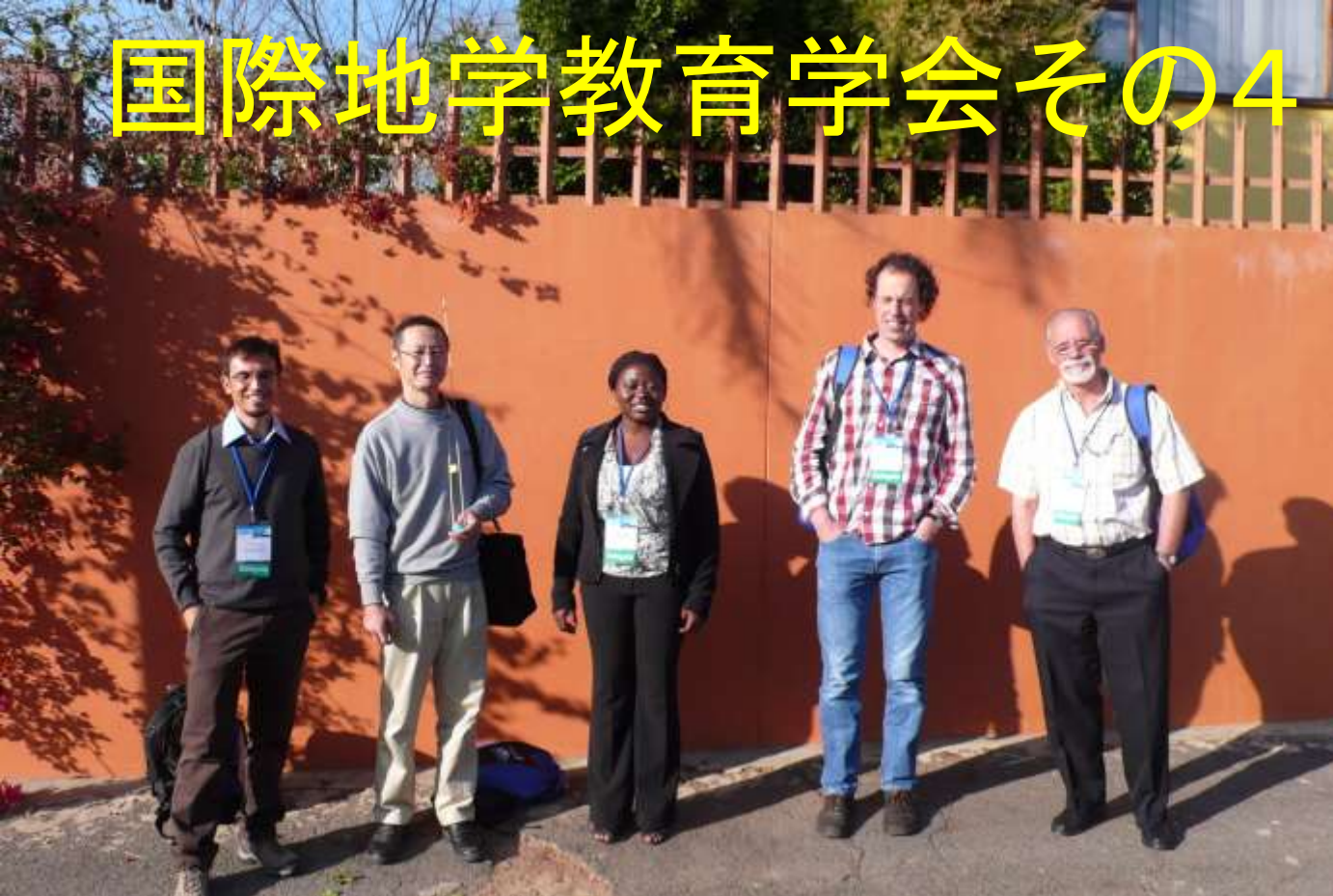
国際地学教育学会その2



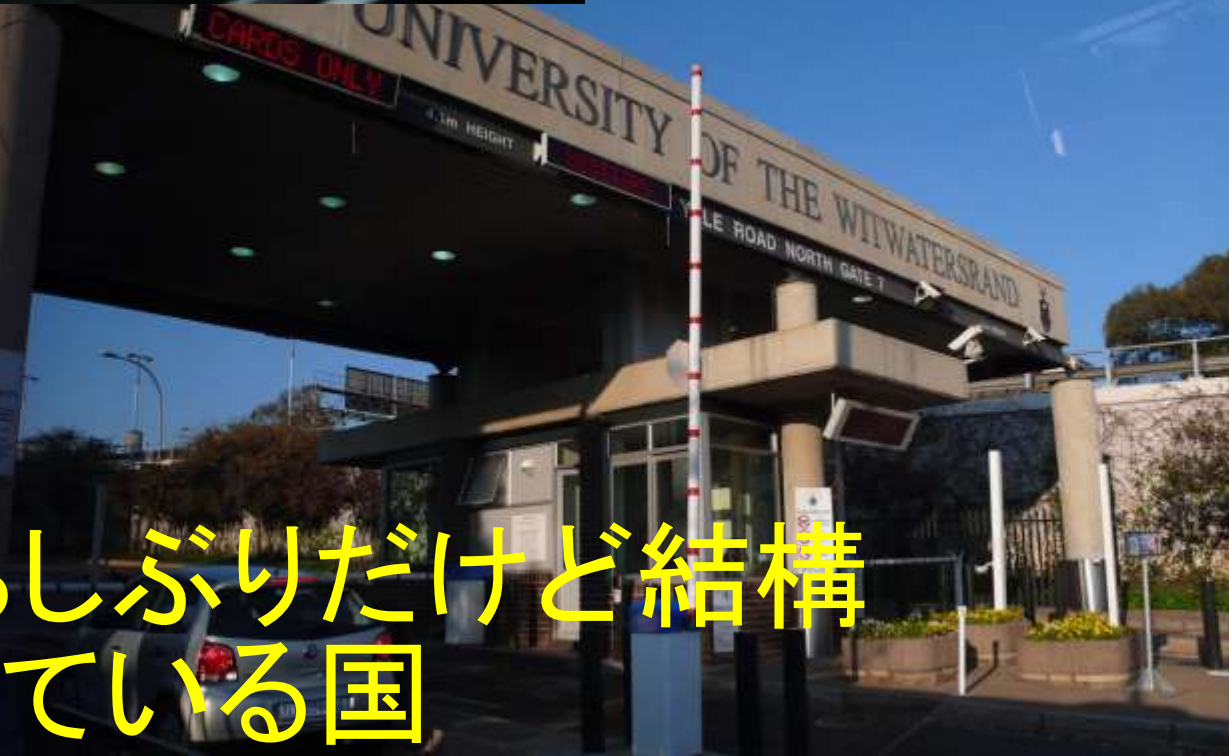
国際地学教育学会その3 Witswatersrand 大学



国際地学教育学会その4



南アフリカ素描



皆テキトーな暮らしぶりだけど結構ちゃんと成り立っている国

ここから地学の話：地球のできた頃

第2章 地球と生命の進化

地球は、他の地球型惑星と同様に、灼熱のマグマにおおわれた赤い星として生まれた。その後46億年の時間をかけて、現在のような多様な生命があふれる青い星へと変わった。再現不可能な実験にたとえられる地球と生命の進化の歴史を併せてみよう。地球や生命の歴史を知ること、その未来を考える上で重要である。



第1節 先カンブリア時代

冥王代から原生代にかけての先カンブリア時代は、地球の46億年間の歴史の90%近くの時間を占める。先カンブリア時代は、地球および生命の進化の方向を決定づける大きな事件が何回も起きた時代である。

A 地球の誕生 (冥王代) 冥王代は原始地球の誕生(約46億年前)から地球最古の岩石の形成年代(40億年前)までの6億年間である。約46億年前、原始太陽系で微惑星が互いに衝突をくり返し、8個の惑星が形成された。頻りに降りそそぐ微惑星の衝突のエネルギーと原始大気の温室効果によって地球の表面は高温になり、マグマオーシャン(マグマの海)が出現し、金属(鉄・ニッケル)と石質部(ケイ酸塩)が分離し、核とマントルができた。



図1 原始地球の成長



図2 マントルと核の分離

●地殻の形成・海洋の誕生● 冥王代の終わり頃には地表の温度も下がり、最初の地殻が形成された。また、大気中の水蒸気が凝結して雨となり、液体の水をたたえた海洋が出現した。この時点で地球は核・マントル・地殻および海洋・大気という多層構造をもつようになった。冥王代末の海には、生物の体をつくるもとになるアミノ酸が豊富に含まれていて、生物誕生のために必要な条件がととのえられていたと考えられる。



図3 原始の海洋(想像図)

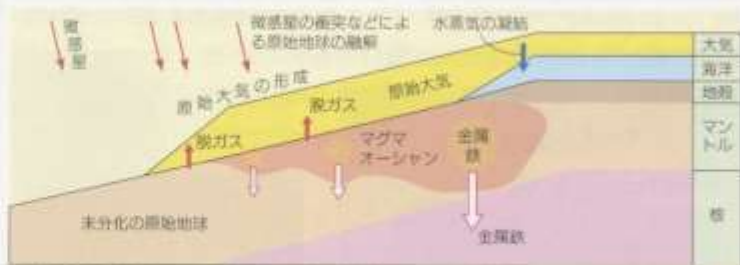
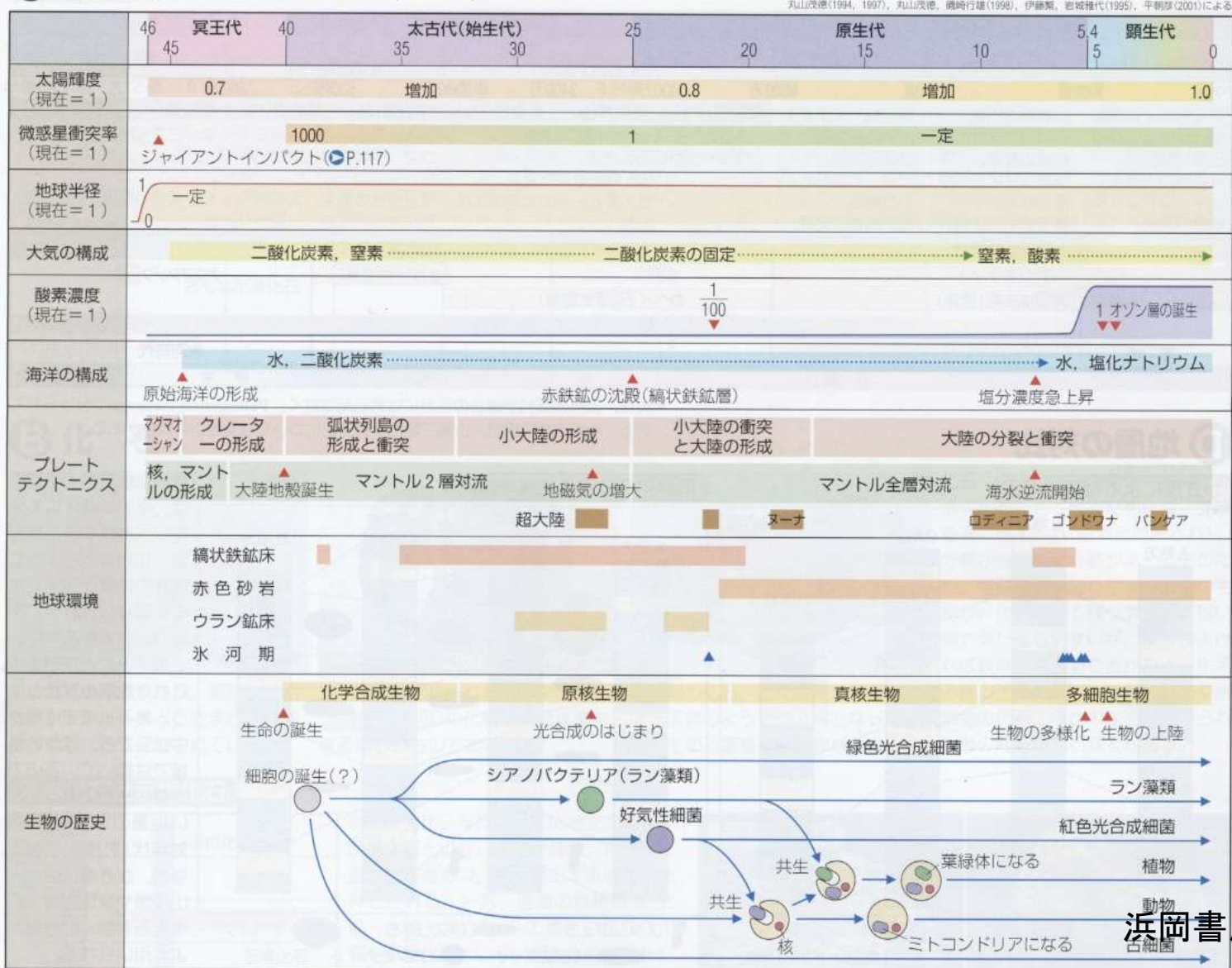


図4 地球の層構造の形成

啓林館「地学 I 改訂版」より

地球史(先カンブリア時代)

A 地球史



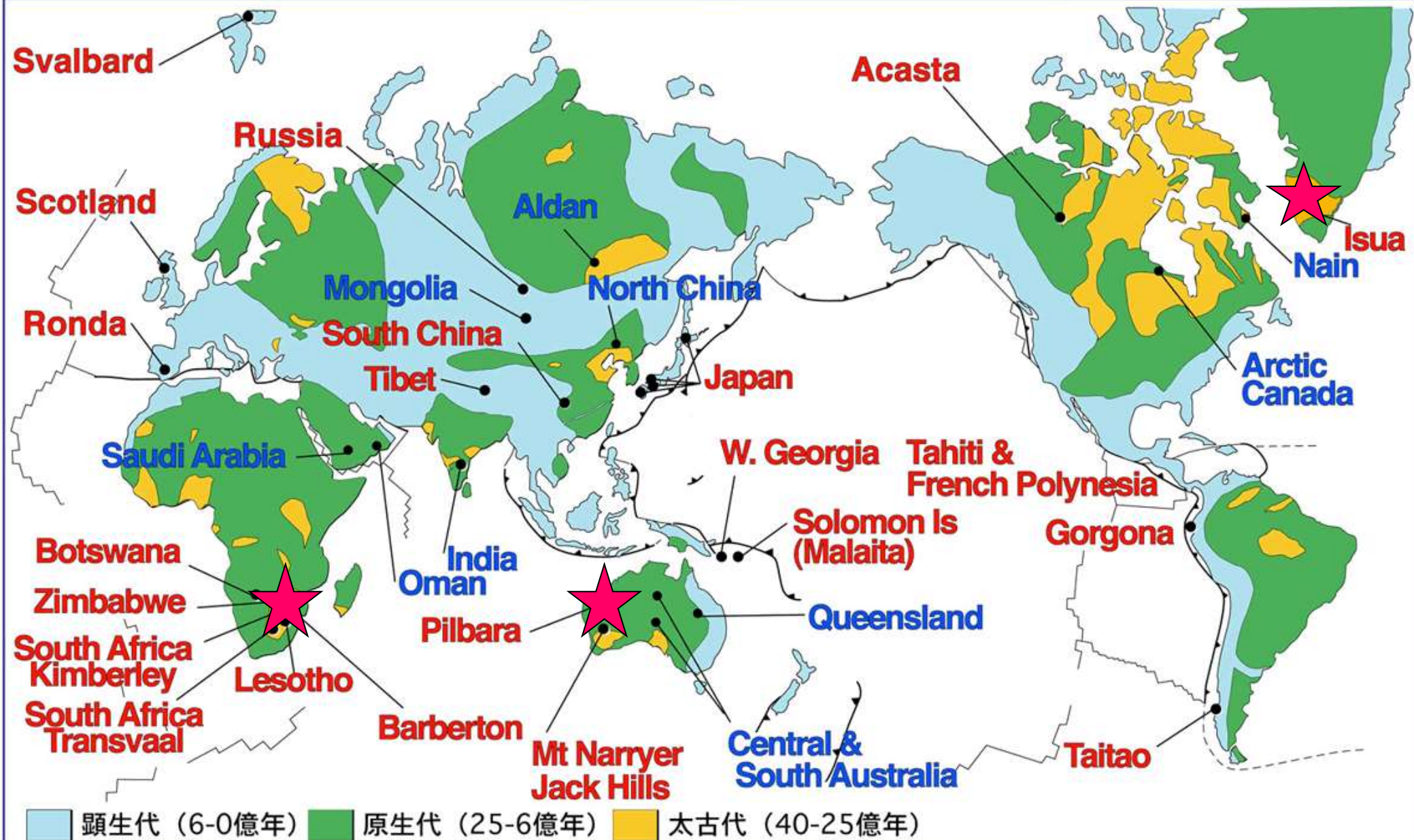
3 地球の歴史

浜岡書店「新訂 地学図表より」

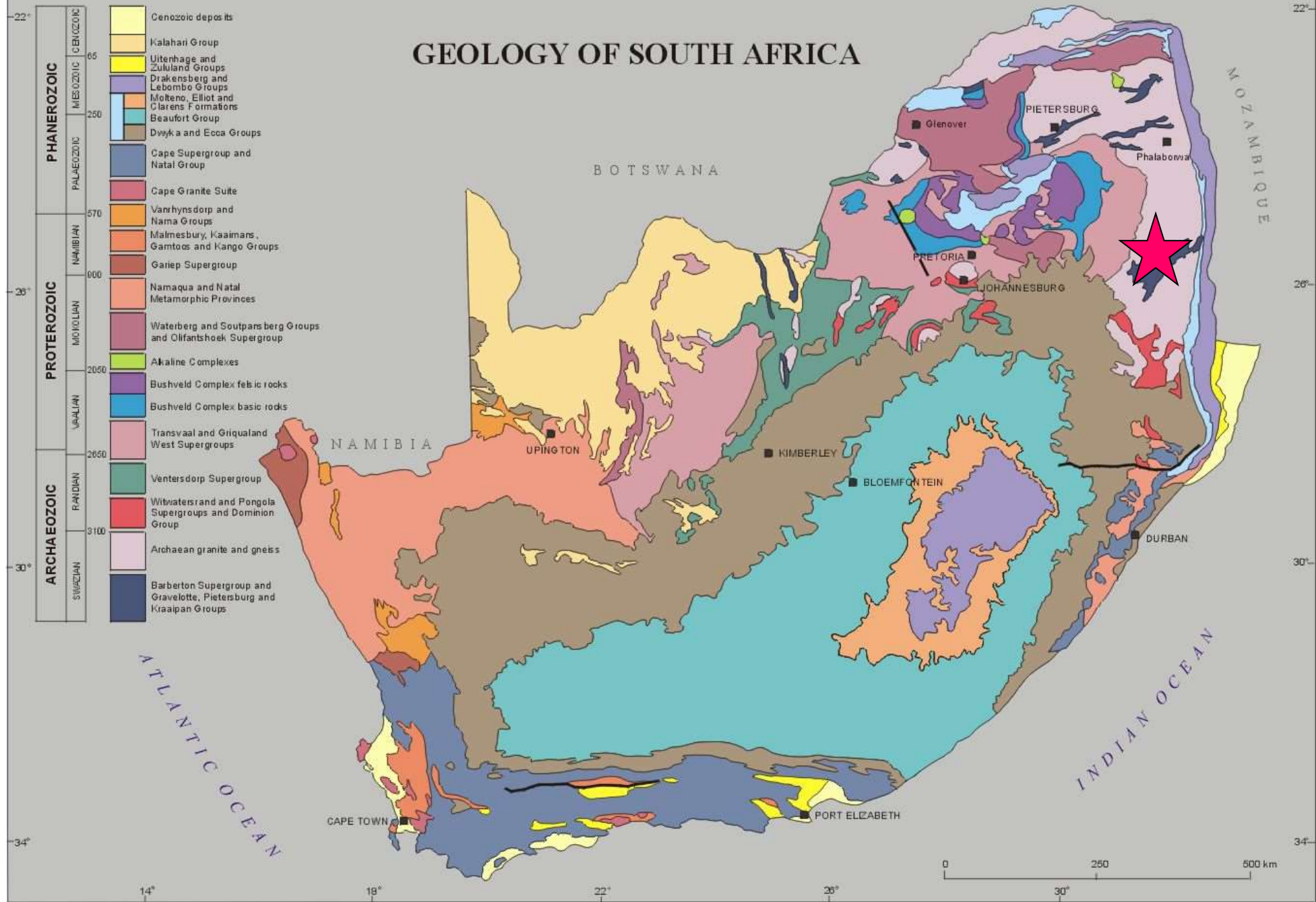
世界の古い大陸と最古の地層

<http://ea.c.u-tokyo.ac.jp/earth/Members/komiya.html#anchor>より

図1 これまでの研究調査地域(赤文字)と研究予定地域(青文字)



南アフリカの地質とBarbertonの位置

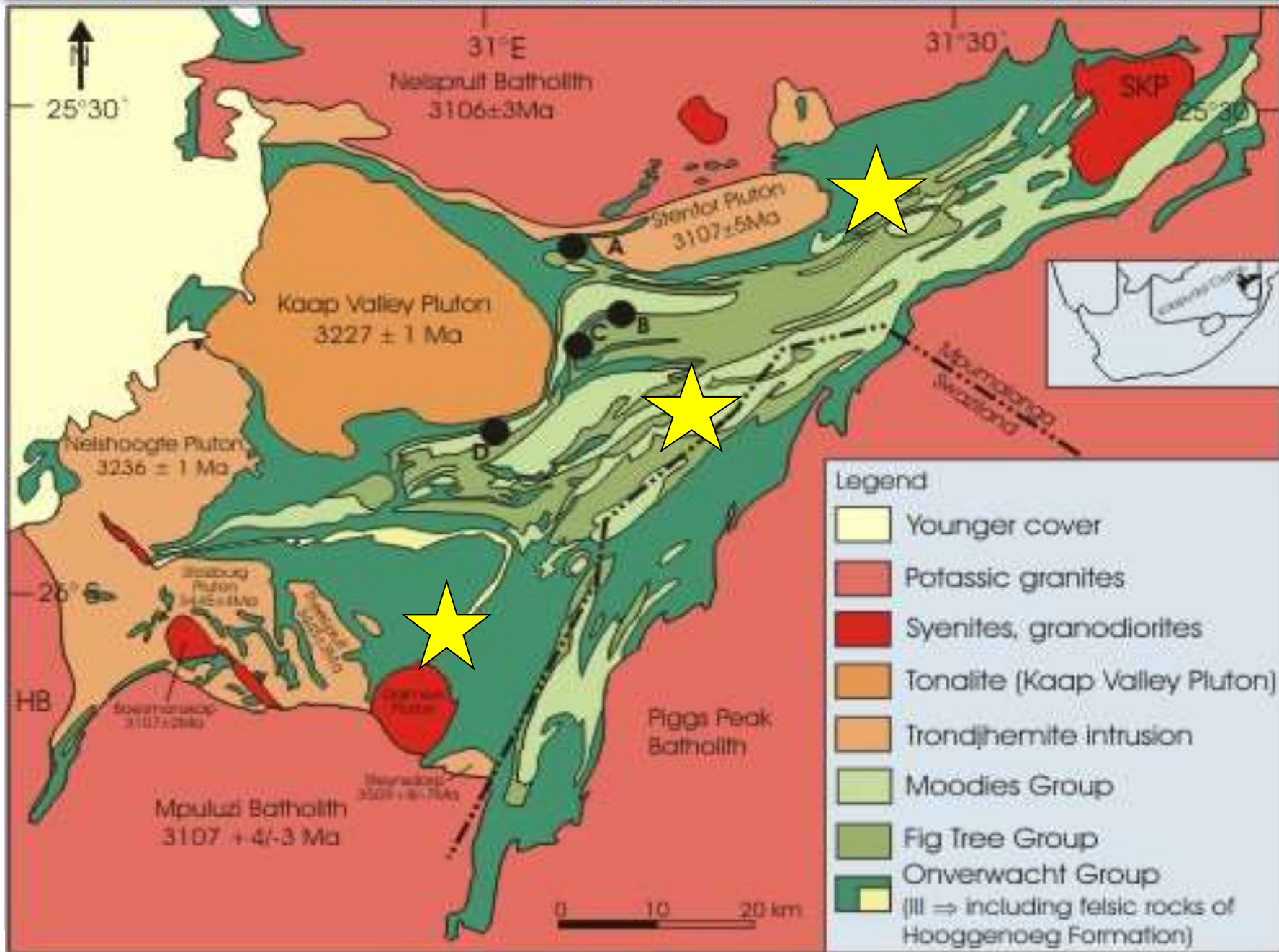


Barberton 地質巡検記

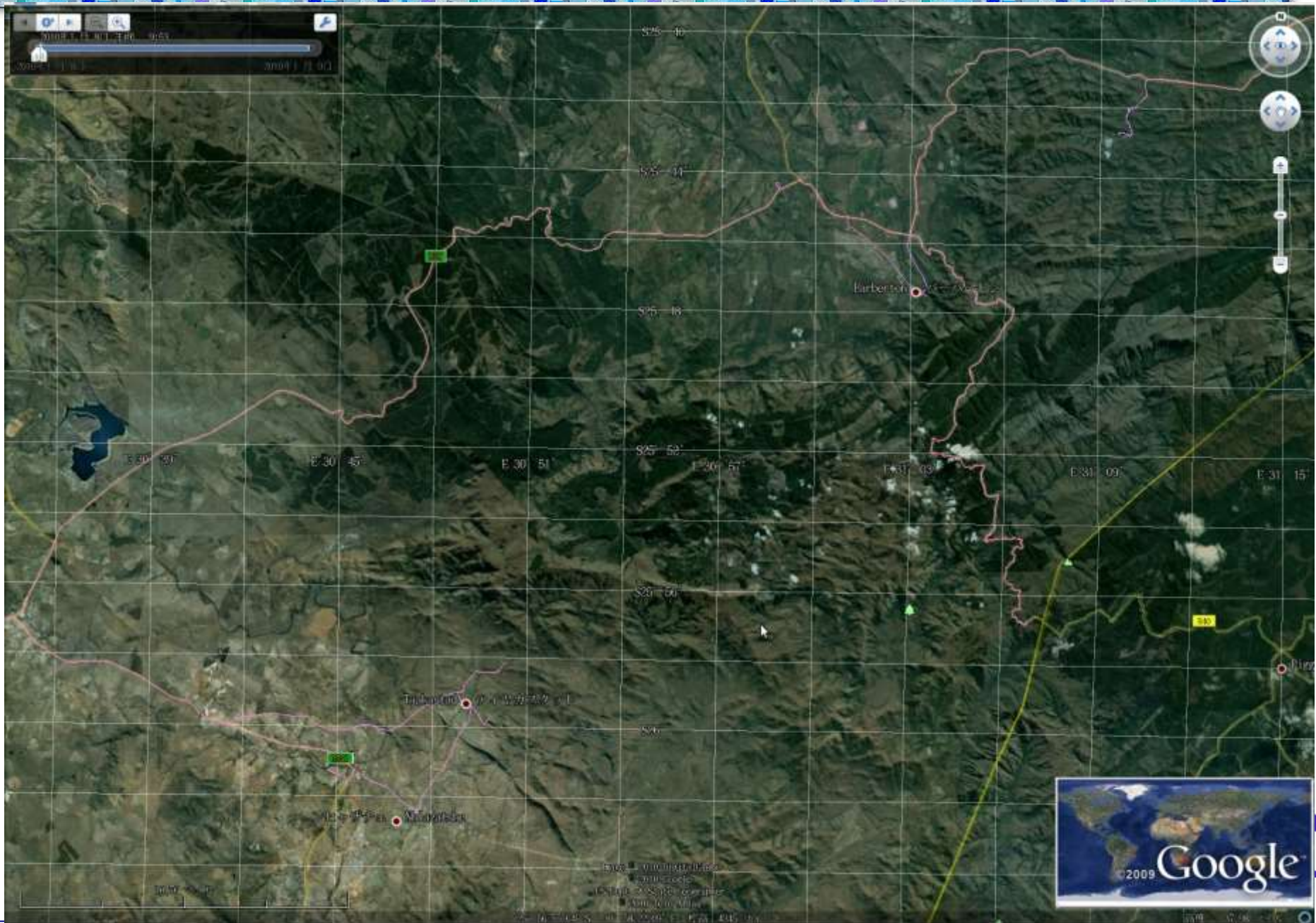
- 地球上の最古のクラトン（36億年前）
- Komatiite（Mg20%のUltraMafic, 35億年前）
1600°Cの高温生成（過冷却）→Spinifex模様
枕状溶岩：最古の海洋地殻
- 非変成の最古の堆積岩相（34-32億年前）
砂岩・泥岩（潮汐層）：月が近かった！
チャート（BIF, 縞状鉄鉱層）：酸素のスパイク
バイオマット（Nature, Javaux et.al., 2010 Feb.）
- 最古の金鉱床



Barberton 地質図



Barberton_GPS_tracks_04-06th Sep.2010

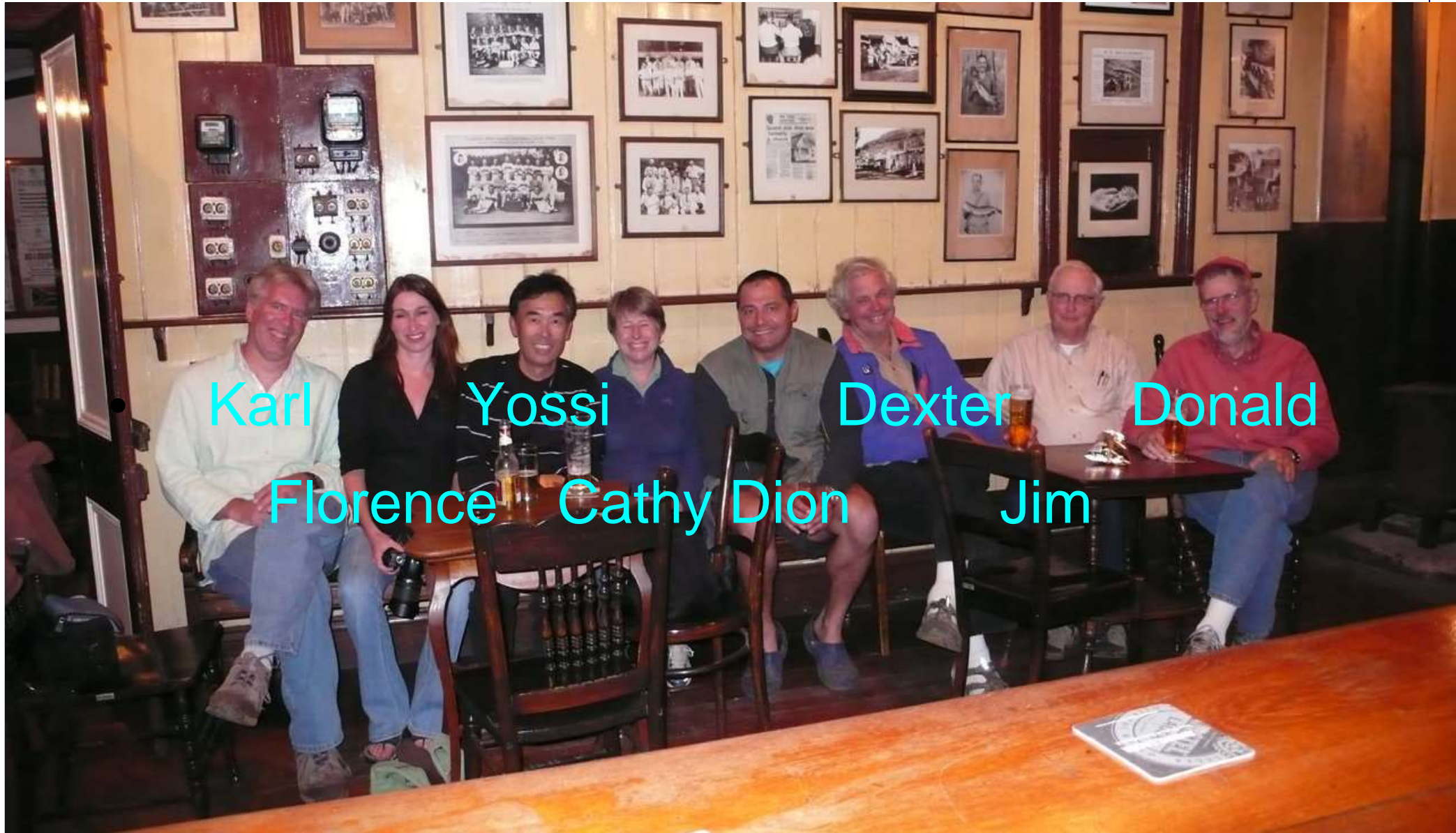


地質巡検Member (8名)

- **Dexter Perkins : Professor, Dept. Of Geology and Geological Engineering, Univ. of North Dakota**
- **Cathy Manduca : Director, Science Education Resource Center - Carleton College**
- **Karl Wirth : Associate Professor, Geology Department Macalester College St. Paul, Minnesota**
- **Donald P. Schwert : Professor of Geology, Center for Science & Mathematics Education, North Dakota State University**
- **Florence le Hebel : Université Lyon 2**
- **Jim Nicholls, Retired : Department of Geology and Geophysics University of Calgary**
- **Dion Brandt : Geological Consultant.**
- **岡本 義雄 (米4, 加1, 仏1, 南ア1, 日1)**



Member (Pilgram's rest のホテルにて)



Karl

Yossi

Dexter

Donald

Florence

Cathy Dion

Jim



Barberton 全景



村を貫く垂直な岩脈



Komatiiteの露頭



KomatiiteのSpinifex組織



Canada (Fig. 1.2) by Pyke et al. shows a lower chill contact, an overlying "hopper" olivine zone (B1) and a zone of bladed or plate spinifex (A2) which, in turn, is overlain by a zone of fine-grained flow top or (B2) and all the komatiite flows in the area are generally about 1 m thick and their thickness can be determined.

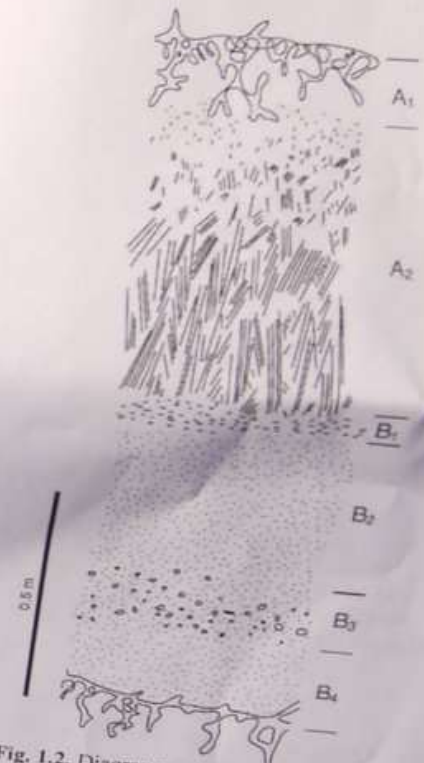


Fig. 1.2. Diagrammatic section of a typical komatiite flow.

Locality 2. Approximately 30m north of the exposures of komatiitic pillow basalts are exposures of komatiite in a zone about 10 m wide. The pillow sections are formed as the lavas were erupted into water.

Locality 3. About 50 m north of locality 2, exposures of komatiite pillow basalts (Fig. 1.3) are seen in view on the flat pavements and in section on the pavements and show smooth curved upper surfaces.

水の過冷却（大阪教育大学小西先生実験授業）



Komatiitc basaltの枕状溶岩



Komatiitc basaltの露頭その2



高温のマントル，海底地殻の形成

Moodies Groupの潮汐層

- ・32億年前の世界最古の潮汐でできた砂岩.
- ・その模様から当時の月と地球の関係がわかる.
- ・潮汐(1日に2回)→縞模様(太古の1日を測る時計)
- ・潮汐の周期 vs. 大潮と小潮の周期(1年は不変)

地球の自転速度(1日の長さ)

月の公転速度(月までの距離)

太陽活動周期?(現在11年周期)

- ・月の起源(Giant Impact説)によれば, この頃月は地球に近く, また地球の自転も速かった?
- ・しかし, これら過去の潮汐層からは意外な結果.



Moodies Groupのバイオマツ



32億年前の
バイオマツ
微生物集団の
化石(最古)



LETTERS

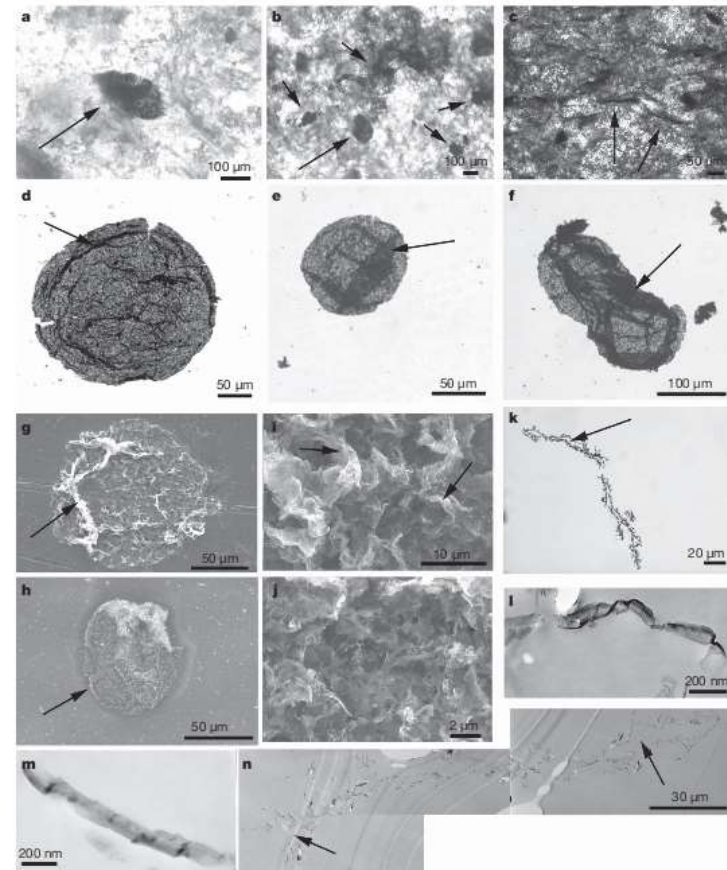
Organic-walled microfossils in 3.2-billion-year-old shallow-marine siliciclastic depositsEmmanuelle J. Javaux¹, Craig P. Marshall² & Andrey Bekker³

Figure 1 | Carbonaceous microstructures *in situ* in thin sections and extracted from the rock by acid maceration. Images were produced with a transmitted light microscope (a–f), a backscattered environmental SEM (g–j) and a TEM (k–n). Arrows point to spheroidal microstructures in section subparallel to the bedding (a, b), compressed microstructures in section across the bedding (c), microstructures extracted from the rock by acid maceration (d–n), disseminated organic particles (short arrows in

b), and concentric folds (d, g, h), wrinkling (i), lanceolate fold (e) and collapsing over (f), which are all typical taphonomic features of soft wall deformation. SEM images show the highly folded, wrinkled and degraded texture of the wall (g–j). TEM images show the compressed vesicle walls surrounding the cell lumen (arrowed) in semi-thin (k) and ultra-thin (n) sections and the homogeneous ultrastructure (l, m) of the roughly 160-nm-thick wall, torn and wrinkled in places (l).

Moodies Groupのクロスラミナ



32億年前の
潮の干満
当時の1日
の長さ, 月ま
での距離



Williams, 2000

Review of Geophysics

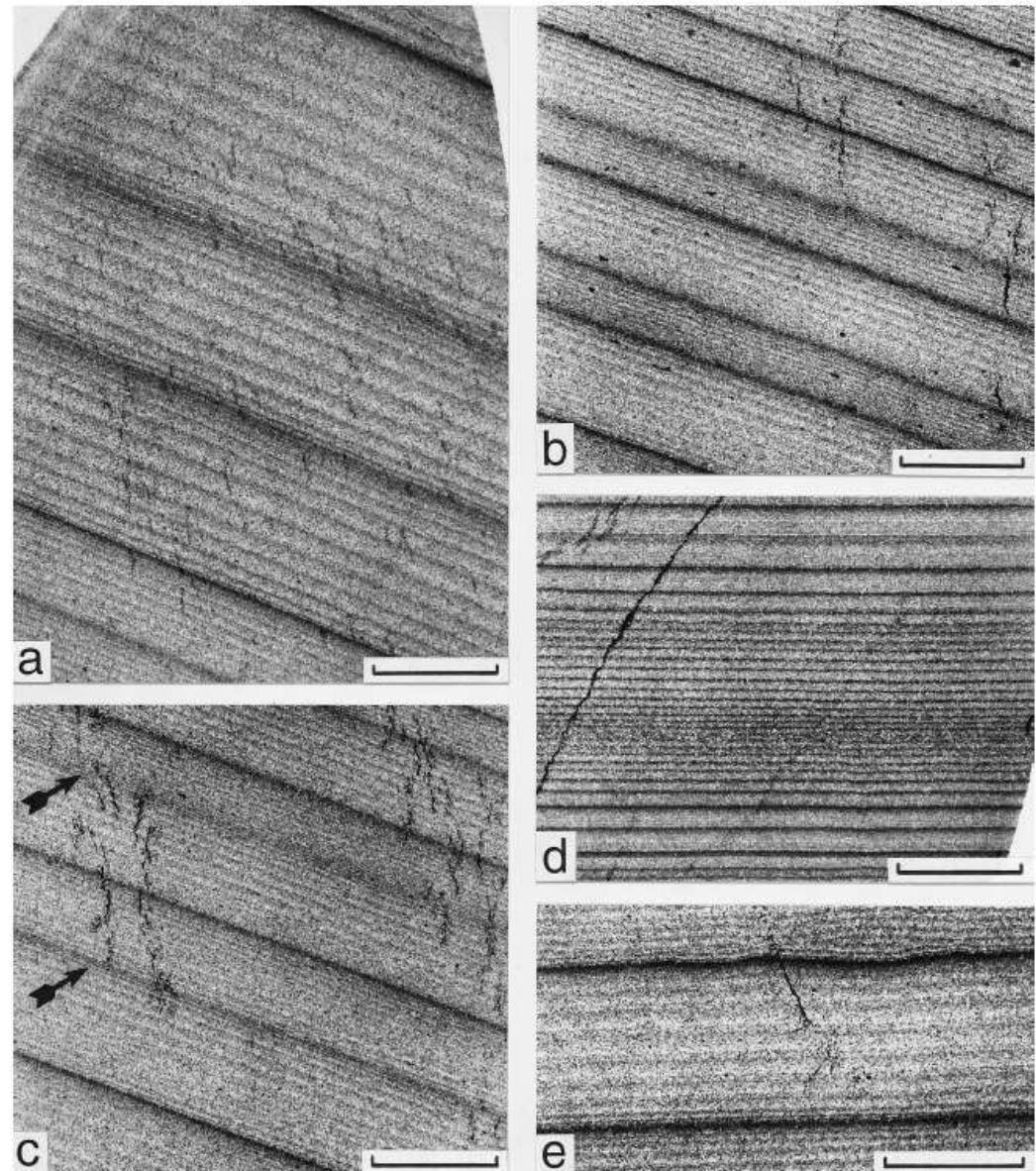


Figure 4. Thin sections of rhythmites from drill core of the late Neoproterozoic Elatina Formation, South Australia, viewed with transmitted light; opaque muddy material appears darker than translucent sandy and silty layers. Scale bars are 1 cm. (a) Four complete fortnightly neap-spring cycles of ~10–14 graded, diurnal laminae are bounded by conspicuous, dark, mud drapes deposited near times of neap tides. (b) Alternately thick and thin neap-spring cycles indicating the monthly inequality of paleo-spring tides. (c) Neap-spring cycles with alternate boundaries represented by very thin silty laminae (arrows) rather than mud drapes; such little abbreviated neap-spring cycles were deposited near solstices, when neap-tidal ranges were maximum (see section 3.1). (d) A group of thin (0.5–3.0 mm) neap-spring cycles representing just over 1 year's deposition; internal lamination between mud drapes is discernible only in a few places. (e) A neap-spring cycle comprising diurnal laminae as well as semidiurnal sublaminiae. Reproduced from *Williams* [1991] with the permission of the Canadian Society of Petroleum Geologists, Calgary.

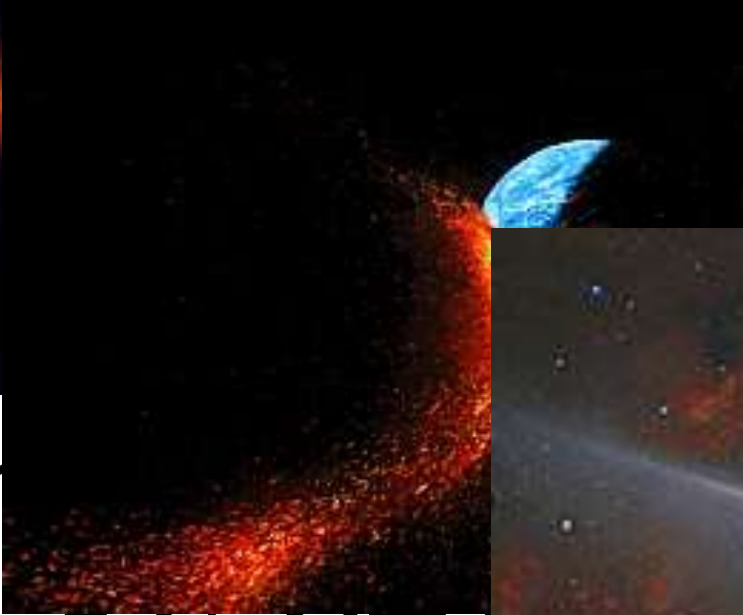
Moodies Groupのリップルマーク



32億年前の
波の化石
(浅い海)



迷



- ・ジャイアント・イ
- ・44億年前頃,

分化しつつあったマントルが
質が軌道上に凝集して月が

- ・これによれば地球初期は月の潮汐力が強く、その
広い潮間帯が生命の揺り籠だとする説がある。
- ・地球生命の稀有な進化？（偶然に起因？）



画像はWilliam HartmannのWebサイトより



南アフリカで見かけた日本語！

Germany - Willkommen
Ghana - Akwaaba
Greece - Chaire
Honduras - Bienveniu
Italy - Benvenuto
Japan - Irashaimasu
Korea (DRP) - Hwangvong hwan



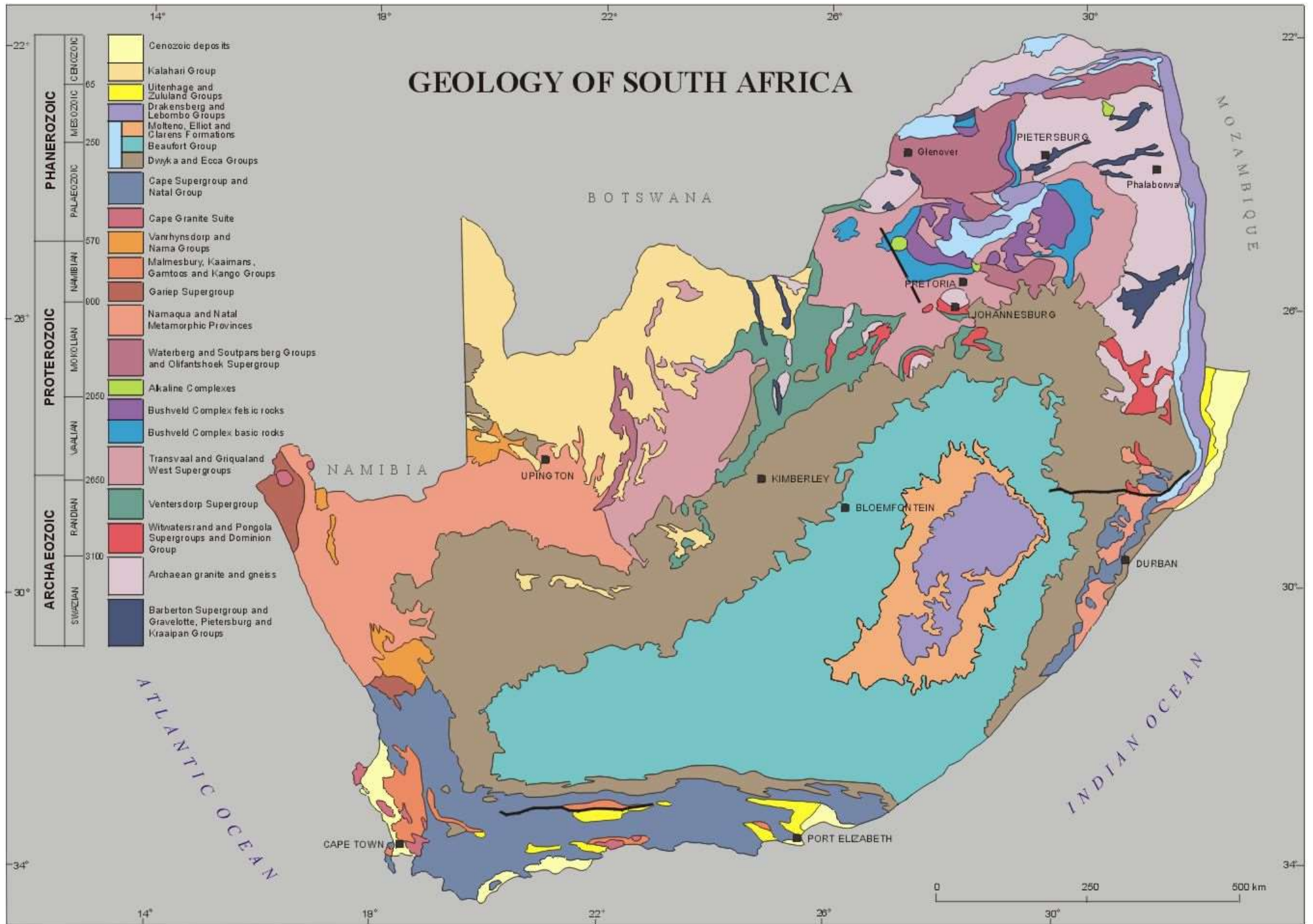
南アフリカの鉱山(2002年訪問)

- 古い地質に胚胎する世界規模の巨大鉱床
- 金, ダイヤモンド, 白金, クロム, 鉄, 石炭etc.
- ブッシュベルト貫入岩体(世界最大の正マグマ鉱床)
- Angola Gold社, De Beers社など
- 世界最深の金鉱山(Tau Tona Mine): 地下4km
- カリナン鉱山(ダイヤモンド): 世界最大ダイヤ
- PGM白金鉱山: 埋蔵量世界一

⇒長らく「アパルトヘイト」を続けられた理由



GEOLOGY OF SOUTH AFRICA



TauTona金鉍山(地表下4km, 地下2.5km)巡檢



金鉱山の鉱脈(30億年前の扇状地の地層)



金色は実は金ではない！！ ⇒礫岩の間を埋める黄鉄鉱(foolish gold)
⇒30億年前, 陸上にはまだ酸素がなかった！(還元環境)



Cooperative Research Centre for
Landscape Evolution & Mineral Exploration

10 cm





プラチナ(クロム)鉱山(Anglo Platinum社)





ダイヤモンド鉱山(カリナン, De beers社)



次に日本の教育と関連した話をします

- ・南アフリカの私の研究発表
- ・前半は新しい地学教材の話

火星のクレータのサイズと個数の関係

火星のクレータの分布⇒火星表面の年代がわかる

⇒『火星年代記』 by レイ・ブラッドベリ

- ・後半の話(教育に関して)が今日の話のメイン
- ・まずは当日の発表のPPTから



“The New Martian Chronicles”

as an Educational Tool

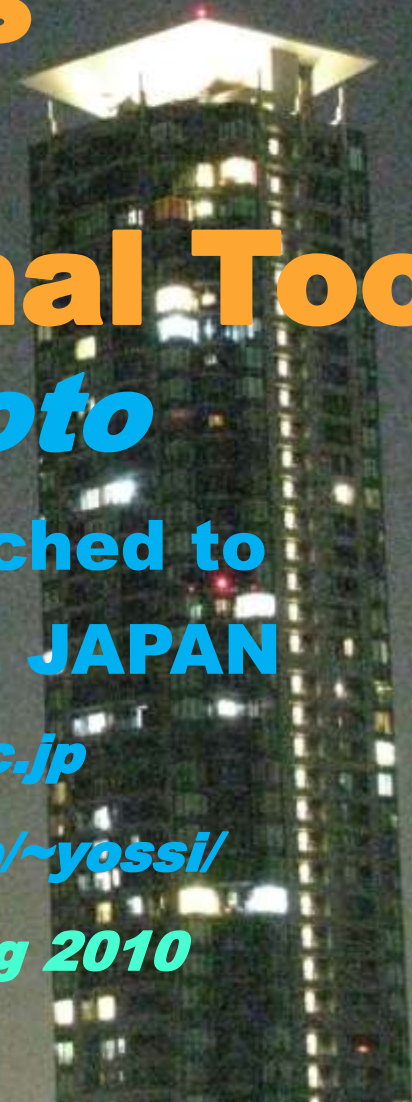
Yoshio Okamoto

**Tennoji high school attached to
Osaka-Kyoiku University, JAPAN**

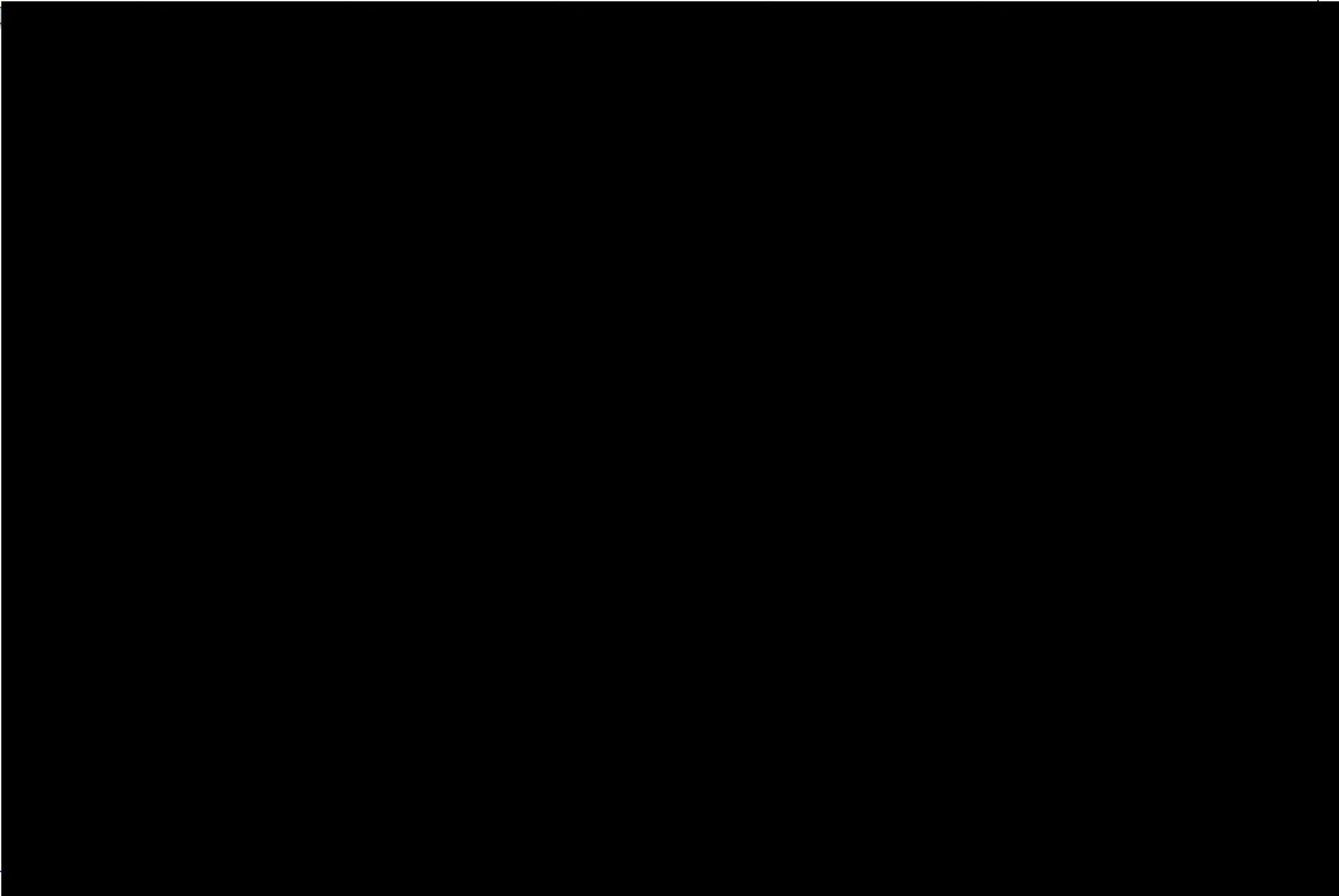
yossi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~yossi/>

GeoSciEd.VI at Johannesburg 2010



Movie: Mars counting exercise

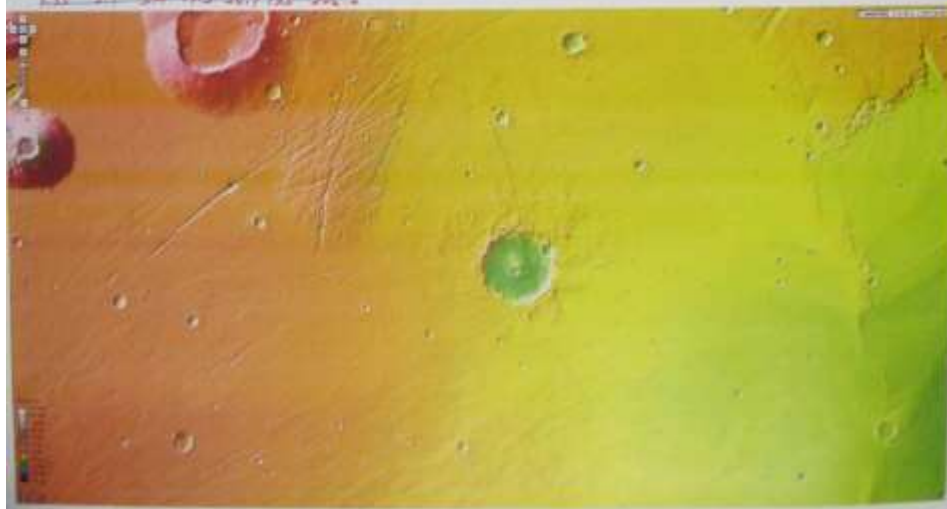


Mars example: counting and result

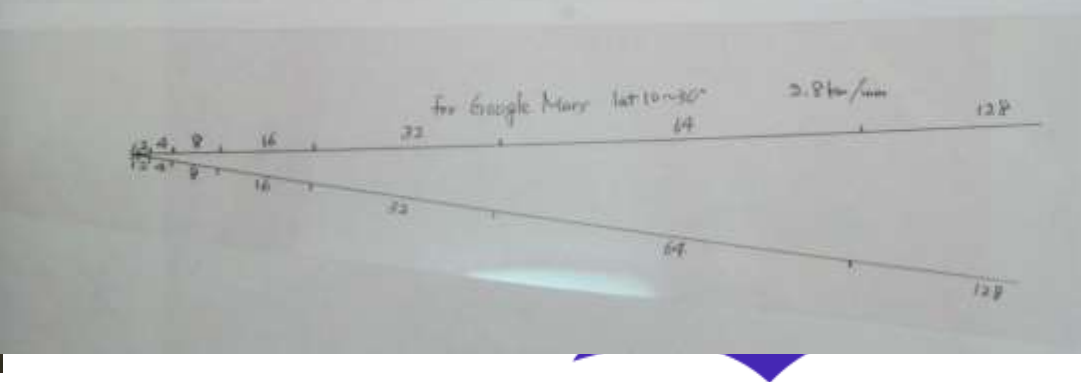
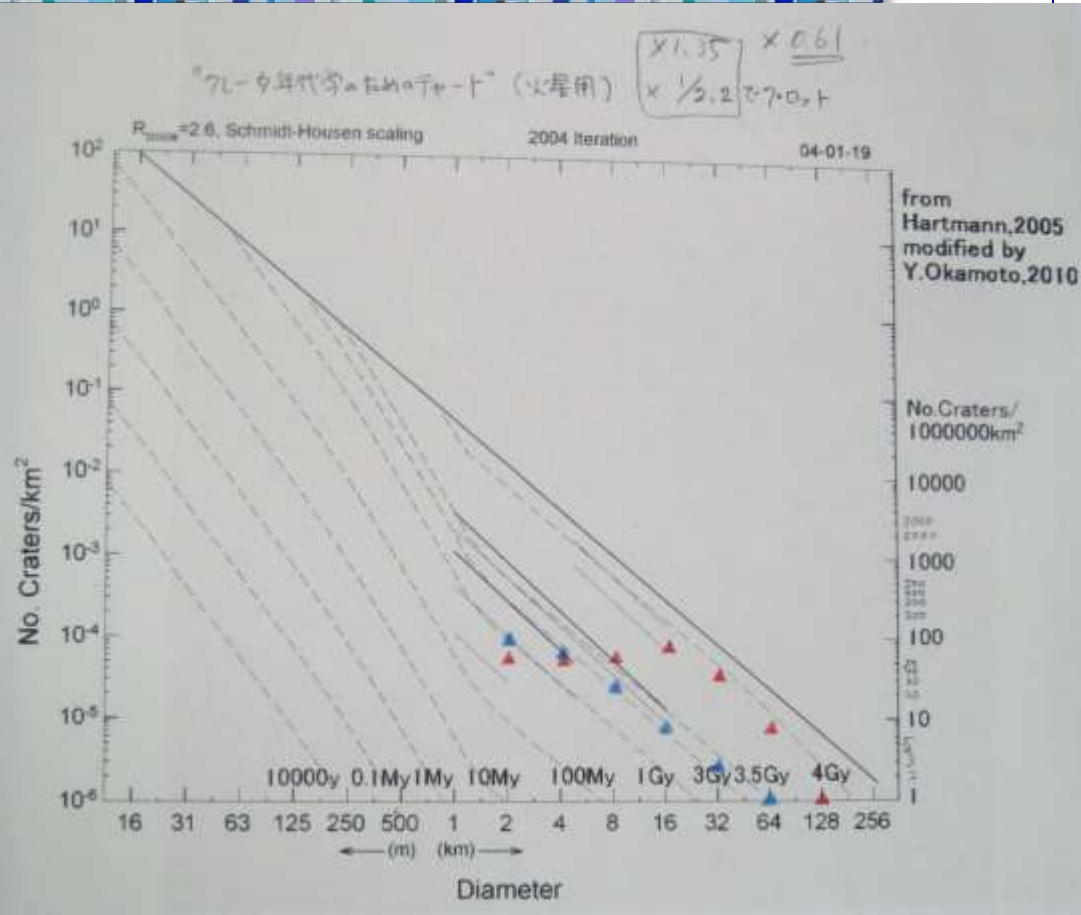


Mars Crater Count
 1174 1122 1070
 x1.35


72 64 32 16 8 4 2
 1174 1122 1070
 x1.35



x1.35



Yes! We can do it! –11th grade my class



後半の話の勘所



- ・生徒や日本社会の現状分析

私の高校時代の3倍も勉強する生徒たち---

⇒効率化・最適化幻想

- ・なぜそこに追い込まれるのか⇒「データの嵐」

- ・処方箋はあるのか

1. 「複雑系革命」

2. ヒトゲノム解析

- ・未来は明るいのか？⇒本校SSHへの展望



Student's idea vs. my idea

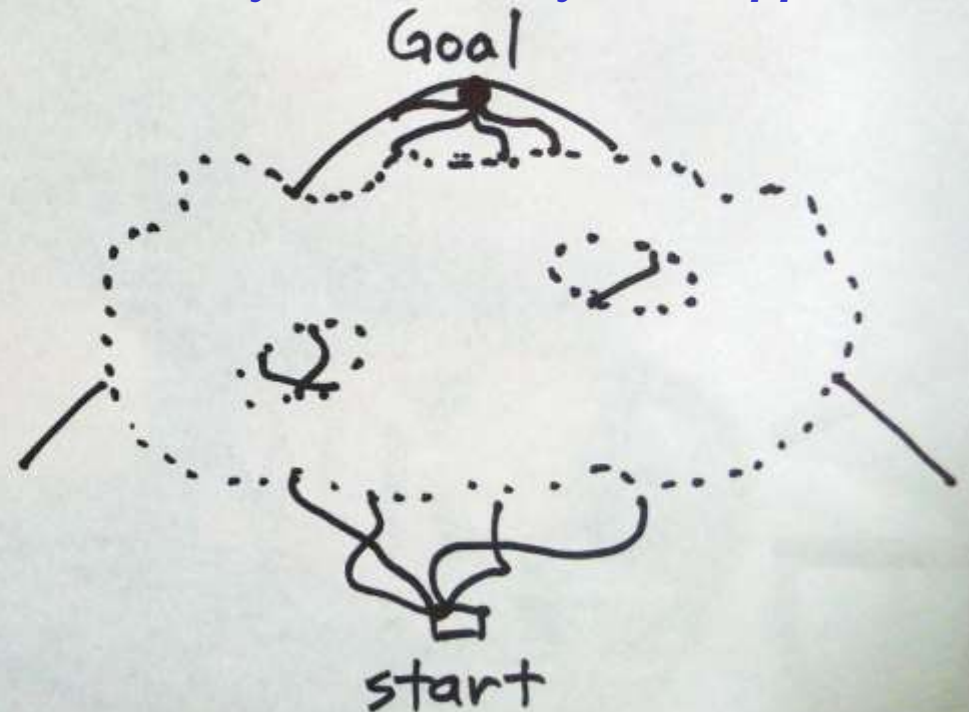
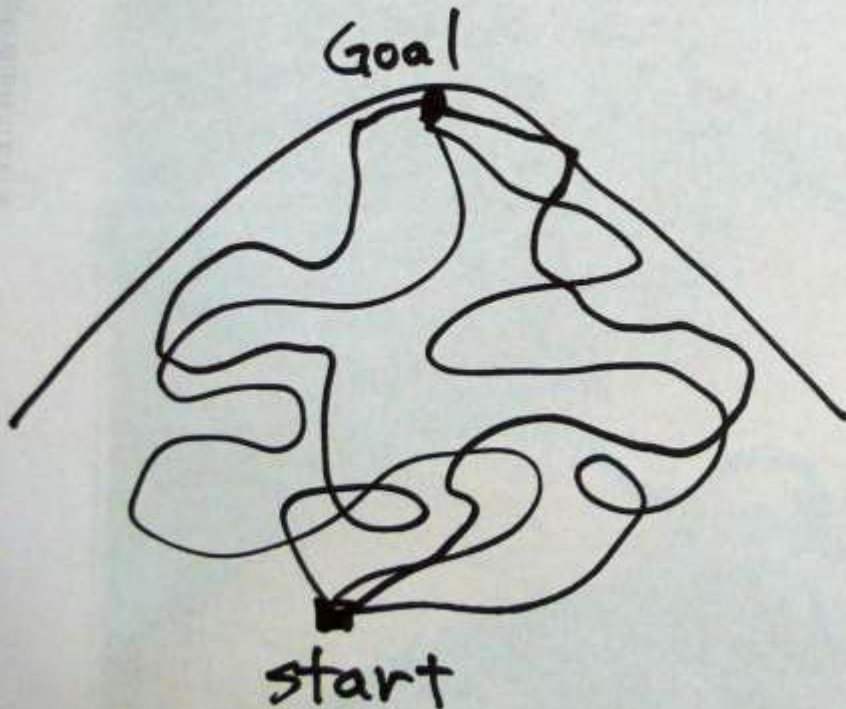
Student:

Me:

Which is the best way to goal?
Go easy way! as I can.

No one can find the best way to goal
*There are two paths you can go by,
but in the long run.*

--Stairway to heaven by Led Zeppelin



My answer: **no scientific basis**

Q2 is a **tough question!**: So, we learn from history ourselves;

Fact 1. Our DNA has 97% junk parts and only 3% of utility.

Why did the DNA remain so abundant junk parts?
The junk parts are really meaningless?

The life system is the most efficient and optimized system
than ever created on earth.

Nevertheless, the lives still reserve the “useless 97% DNA”.

Why? My idea is-----, “Diverse thinking!”

no scientific basis!

Our ancestors, early lives, had to fight against the lethal environments
such as “Heavy Bombardment Impacts” or “Snowball earth”.

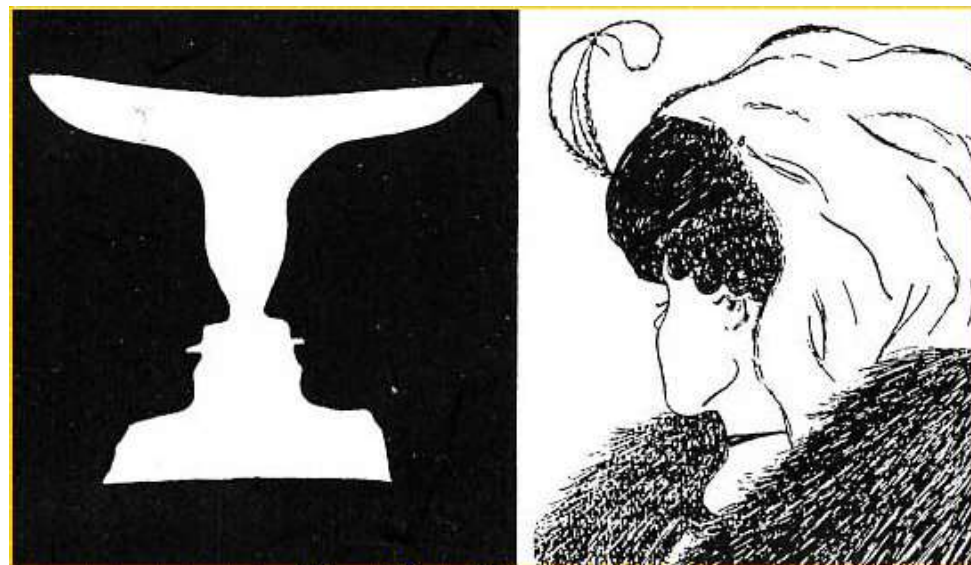
The junk DNA must play a key role for survival in those catastrophic era.

In ancient Japan, people already knew these profound providences.
Next slides show you some radical examples-----



データの嵐

- ・2005年地球惑星科学連合大会でのセッション名
- ・観測のハイテク化⇒膨大な量のデータ
- ・ノイズかシグナルか解らない大量のデータ
- ・データ解釈の多義性
⇒情報の海に溺れる
- ・効率化・最適化幻想
- ・学問に王道があると誤解
- ・私の高校時代の3倍も勉強する生徒たち—
- ・効率的な楽な道を模索する--



複雑系の衝撃

・地震予知はなぜ難しいのか？

・「ゲーテンベルグ・リヒター則」(1954)

⇒小さな地震はしょっちゅう

起こるが大きな地震は

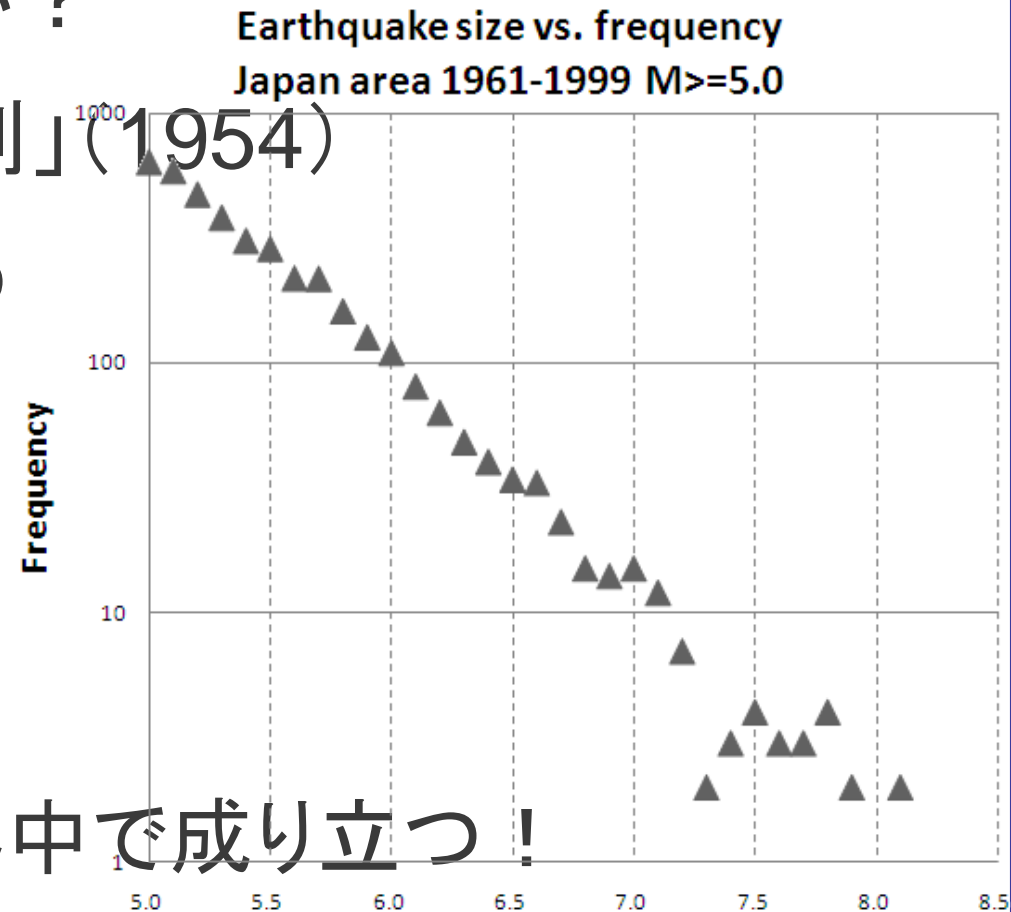
めったに起こらない

⇒「べき分布」

⇒空間・時間を問わず世界中で成り立つ！

・「フラクタル」、「カオス」、「自己組織化臨界現象」

→地震予知と“複雑系”との遭遇(1990年代)



フラクタル図形の例



べき分布 (フラクタル分布)

$$y = ax^{-1} \quad y = a/x$$

$$xy = a \quad (\text{反比例})$$

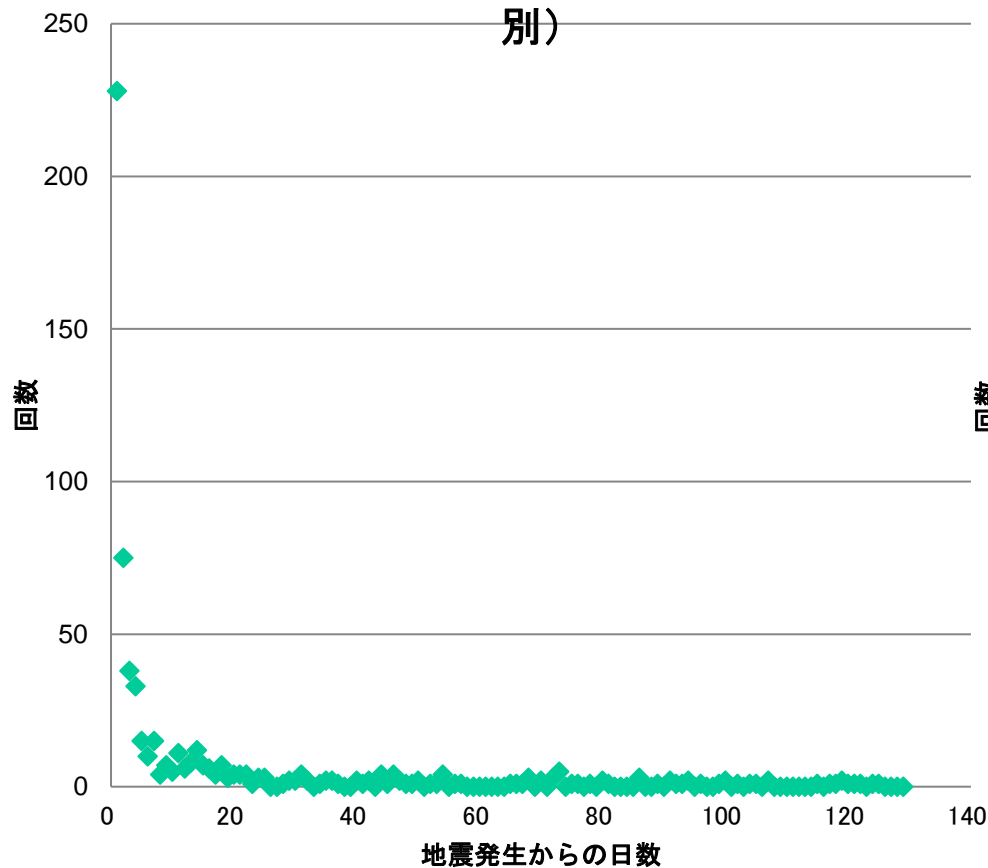
(一般形は $y = ax^{-b}$)

両辺のlogを取ると $\log y = a - \log x$

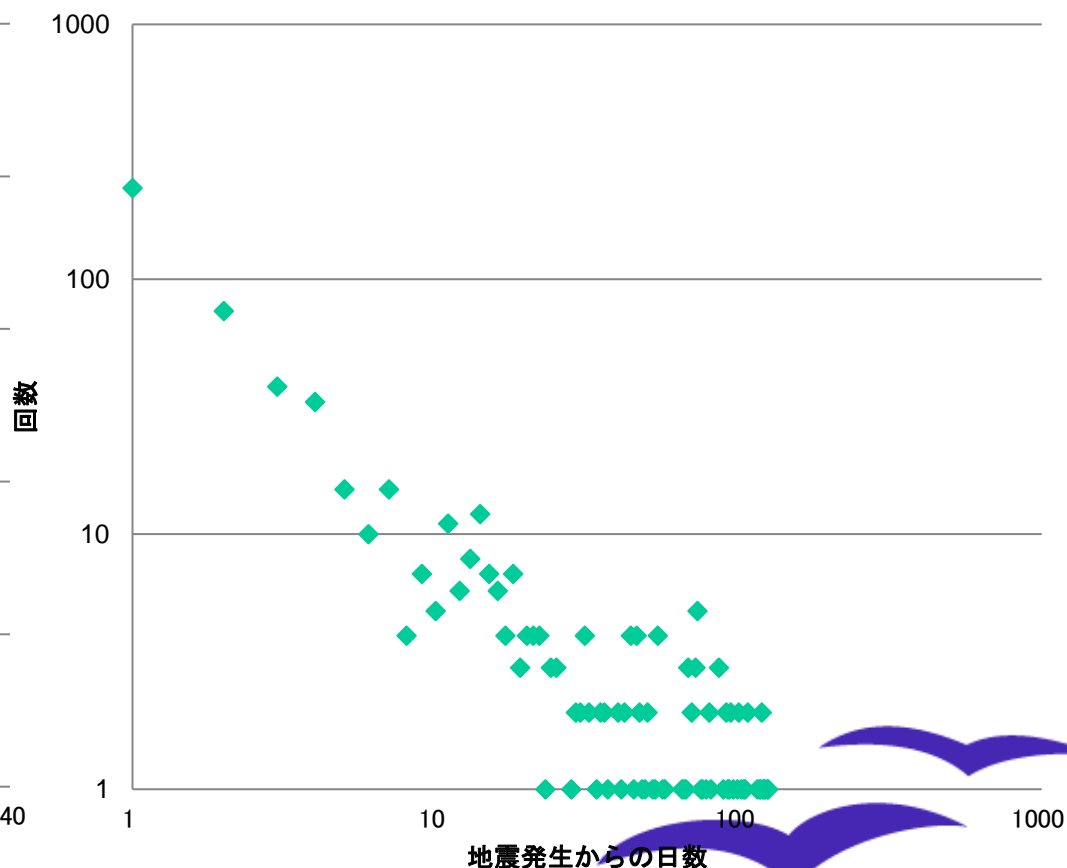
$$Y = a - X \quad \text{傾き-1 切片} a$$

$$(Y = a - bX \quad \text{傾き-}b \quad \text{切片} a)$$

2008年岩手・宮城内陸地震余震回数 (日別)



2008年岩手・宮城内陸地震余震回数 (日別)



“Fractal” by Benoit Mandelbrot

- 「フラクタル」の発見（1976年）
 - 海岸線の形, カリフラワー, 羊歯, 北斎の波など
- 自己相似 ⇒ 特徴的な大きさが無い！（スケール不変）
- 地震, クレーターなどのサイズと個数の関係
- 株価, 為替変動？（時間軸： $1/f$ ゆらぎ）
- Zipfの法則（ランク vs. 順位）
 - 企業のサイズ, 都市の人口,
 - 隠されたメカニズムがあるのか？
 - ⇒ マクロでもミクロでもない普通サイズの「物理学」

Grau, teurer Freund, ist alle Theorie,
Und grün des Lebens goldner Baum.

Grey, dear friend, is every theory,
and green is life's golden tree.

Mephistopheles, in *Goethe's Faust*.



2002年秋 マンデルブロの講演(京都)

今年10月14日85歳で惜しくも死去



「べき分布」の例

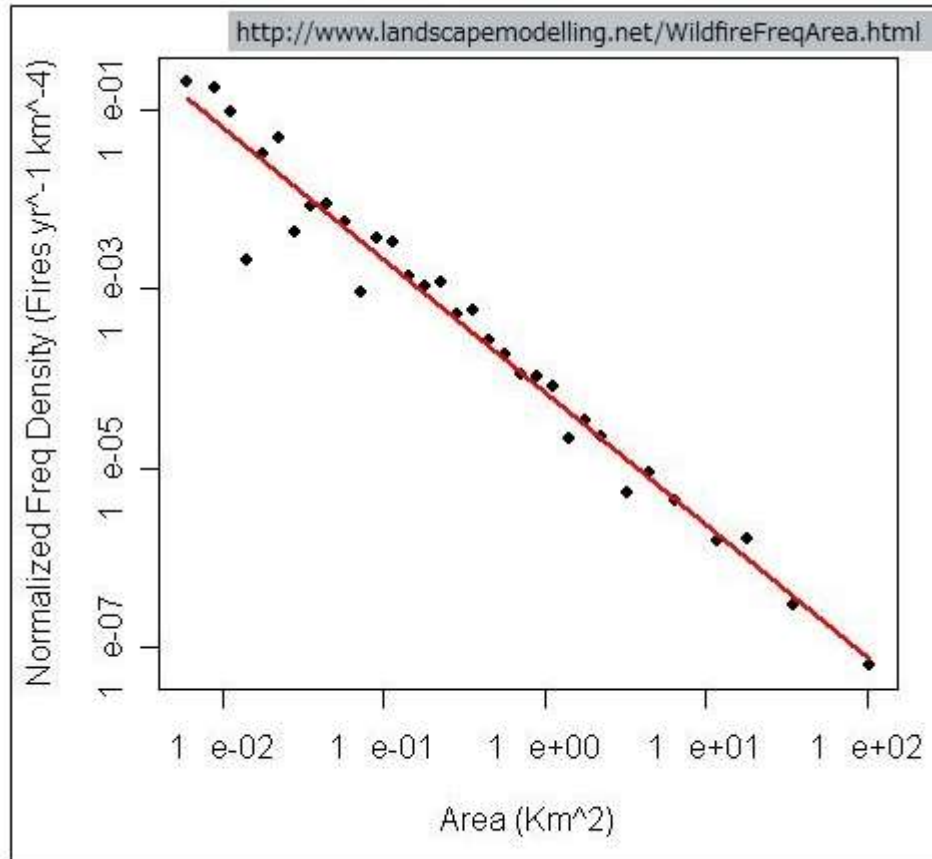


Figure 1. Power-law frequency-area distribution for wildfire in a region of the conterminous USA.

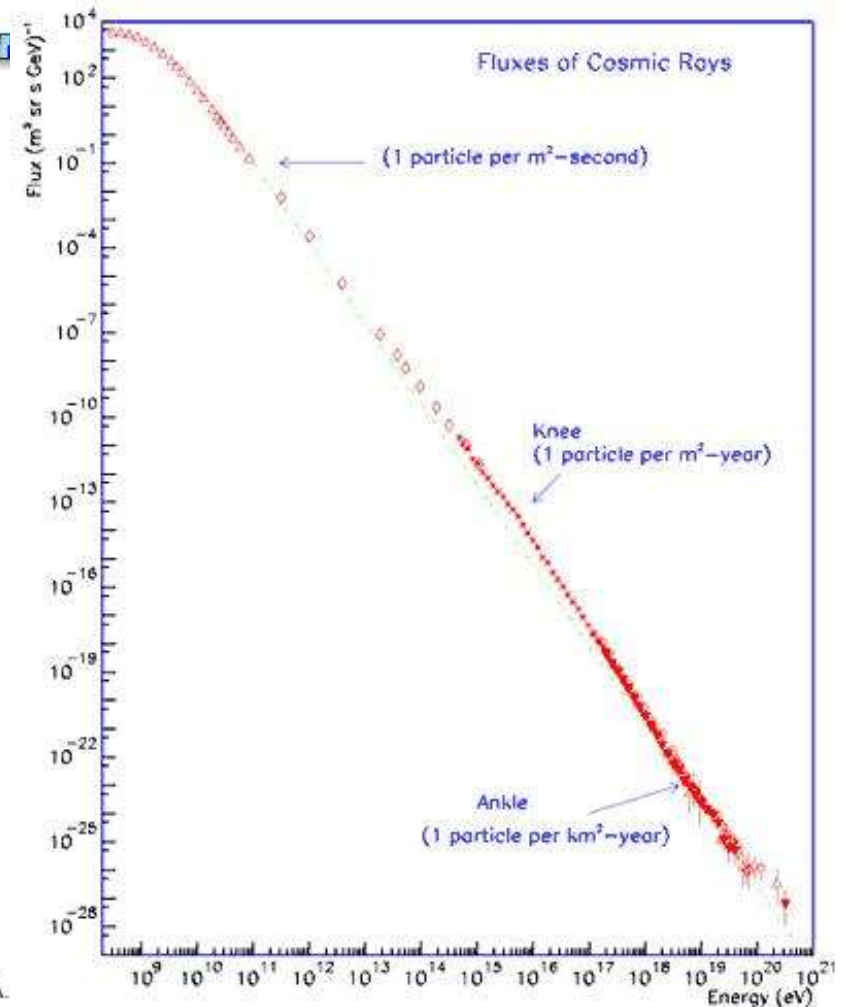
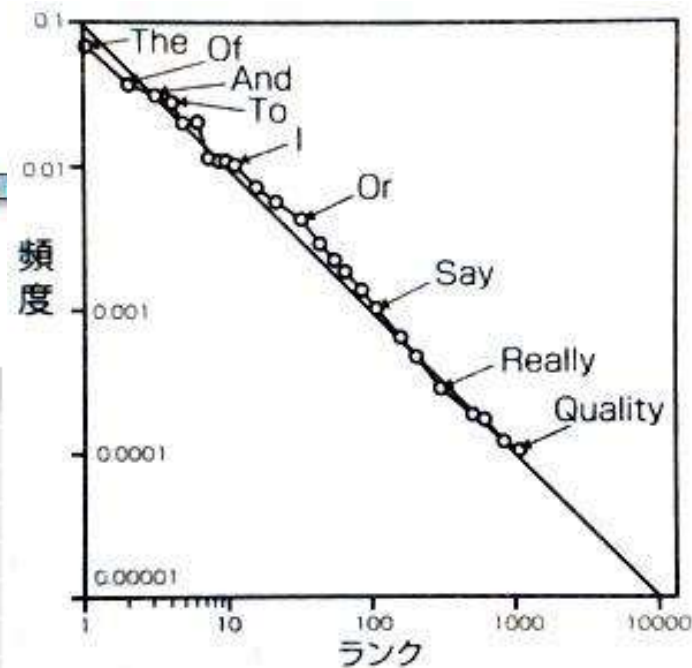
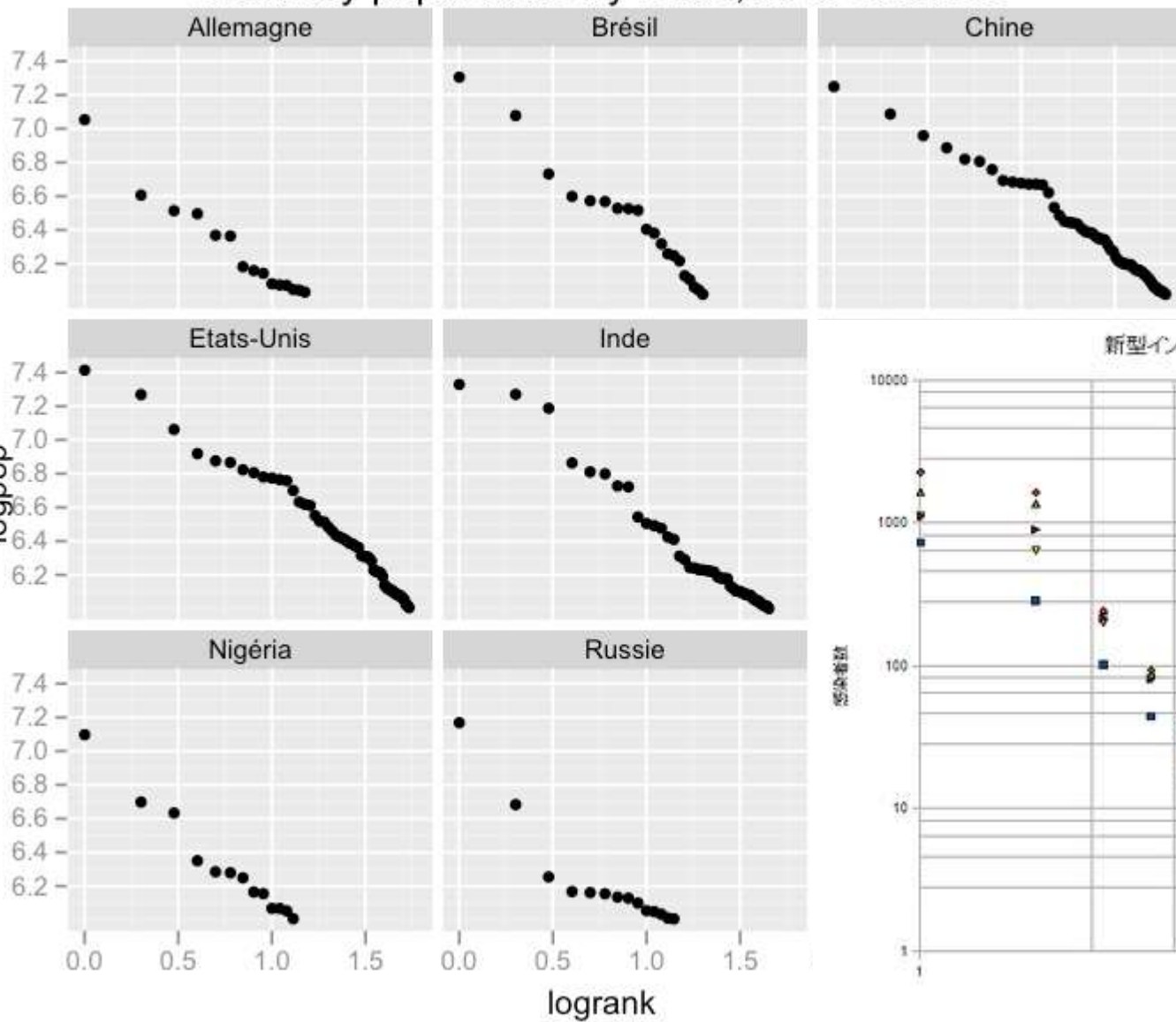


Figure 1. The cosmic ray spectrum measured at the top of the atmosphere. Above the energy of 10^9 eV the spectrum shows a power-law behavior. There is a change in slope at the *knee* (4×10^{15} eV) and at the *ankle* (5×10^{18} eV). The integrated flux above the *ankle* is about 1 cosmic ray per km^2 year (data compiled by J. Swordy).

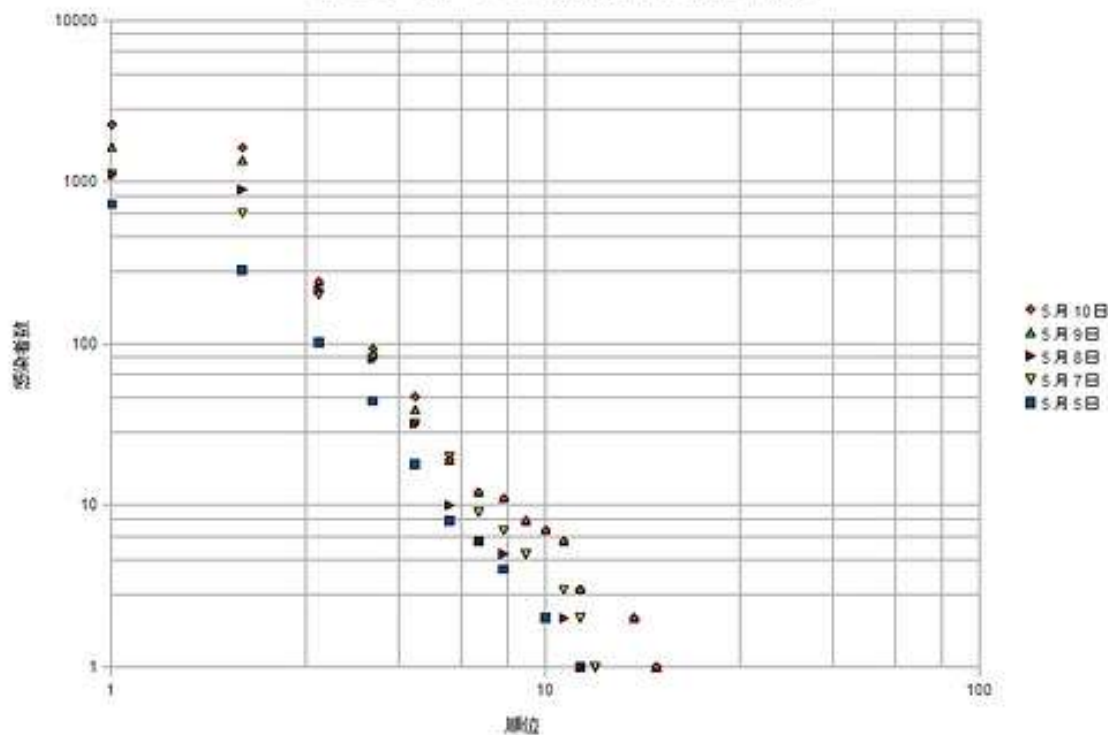
Zipfの法則



world city populations by ranks, for 8 countries

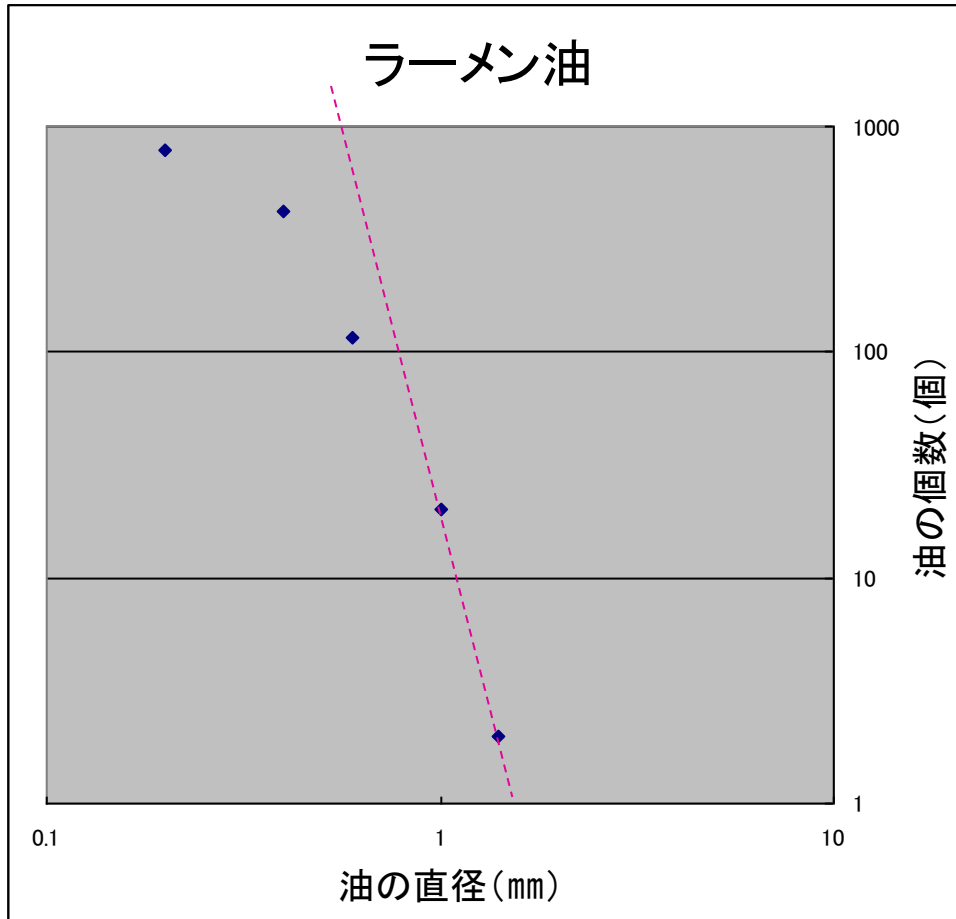


新型インフルエンザ国別感染者数と順位の関係

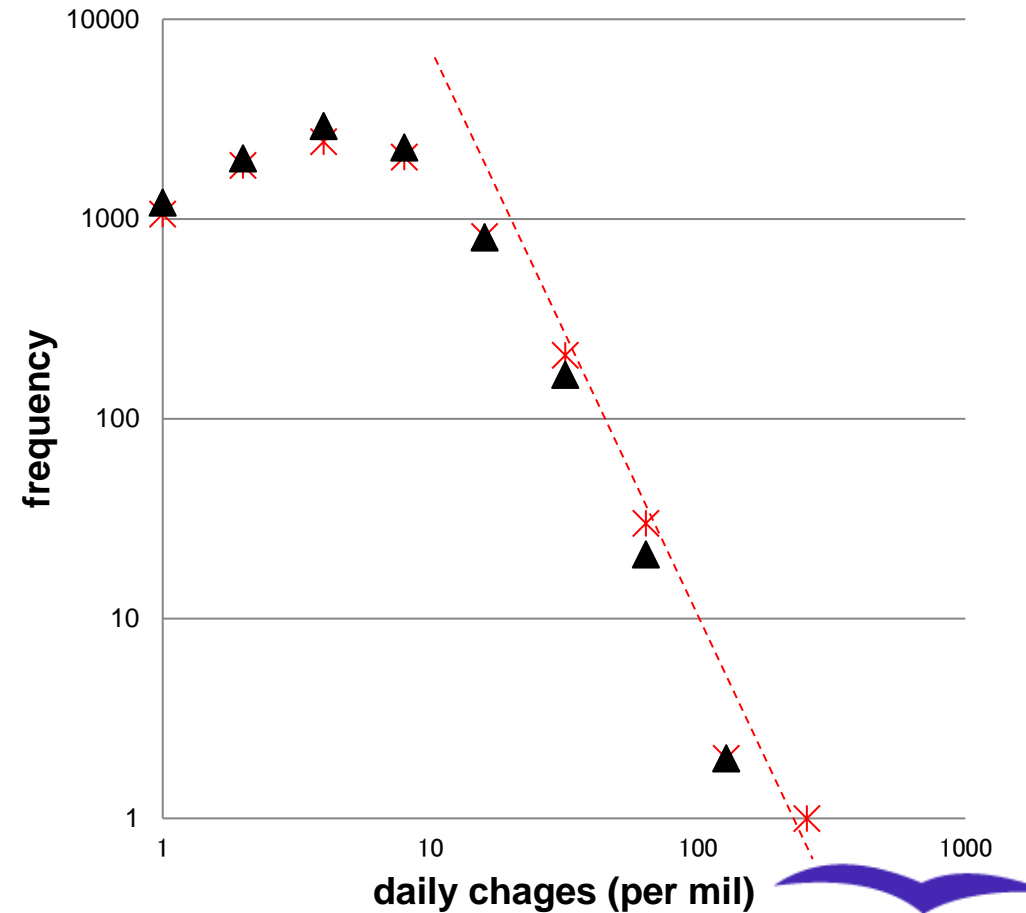


にせ「べき分布」

Oil droplets on the noodle soup



Dow Jones I AVE daily changes
1928-2009 vs .frequency
(blue: rise red: fall)



砂山モデルの実験

Per Bakの自己組織化臨界現象(SOC)

- ・砂山モデル(Bak et.al.1987)
連続供給と不連続イベント
すべてのサイズの事象の発生
べき分布: G-R則の起源を説明
- ・絶え間ないエネルギー供給と組織, 秩序発生
- ・世の中にありふれる『臨界現象』, 磁界, 星, 経済etc.
- ・生物の発生と維持とは何か
- ・イリヤ・プリゴジンの散逸構造
- ・脳のはたらきこそ究極の臨界現象! ?
- ・惜しくも2002年秋に54歳で病死(ノーベル賞を取れなかった天才).



砂山モデルの実験例

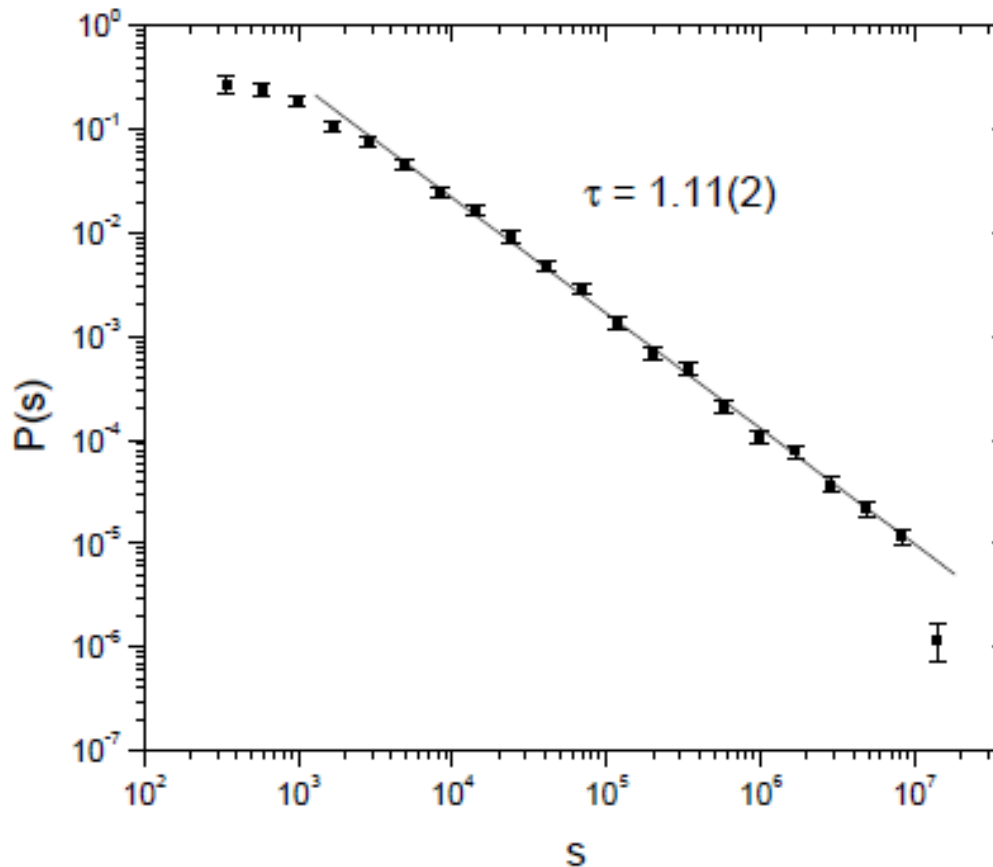


Figure 4.3: The distribution of avalanche sizes. The straight line is best fit to the data in the range $s \in [2.8 \cdot 10^3, 8.2 \cdot 10^6]$, which is consistent with a power-law behavior $P(s) \sim s^{-\tau}$, with exponent $\tau = 1.11(2)$. The error in the exponent is the standard deviation from the least squares fit, the error bars are obtained using Poisson statistics, which is given by the square root of the number of counts in each bin. The distribution is normalized, $\sum_s P(s) = 1$. Kinga Lorincz (2008) の米粒の実験より



＜計算論理＞

- 1) 適当に1か所選ぶ
- 2) その場所の状態量を+1上げる
- 3) もし状態量が4以上なら, -4する.
- 4) 周囲の4か所に+1ずつ加える.
- 5) これを繰り返す.

砂山モデル計算機シミュレーション

砂山モデルの計算例

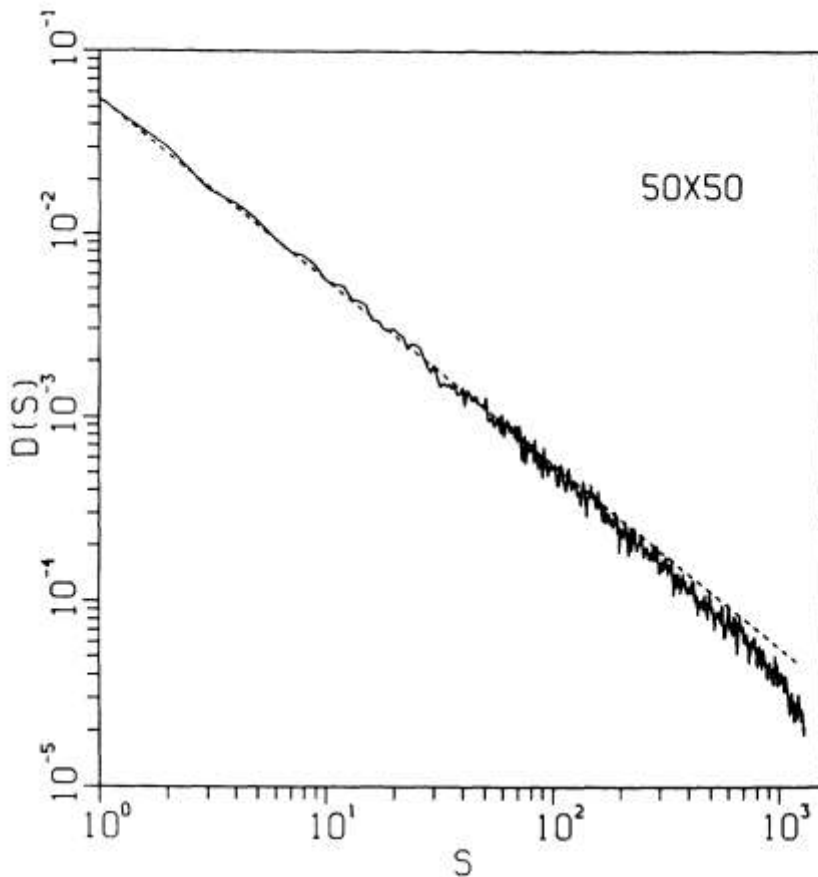
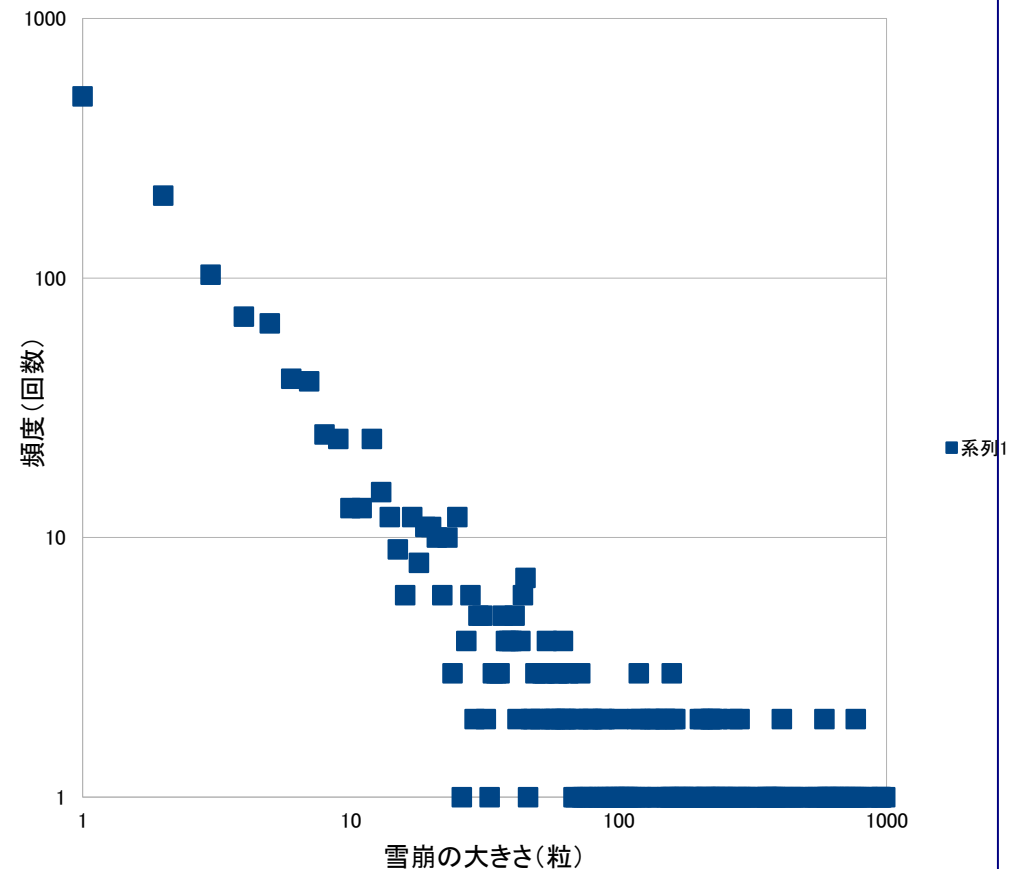


FIG. 5. Cluster size distribution for system built up from scratch according to rules (3.2) and (3.8) for a 50×50 array. The curve is indistinguishable from that in Fig. 3(a). For this system the system is in a stationary critical state and it is self-averaging. Rule (3.8) has been applied 100 000 times to the stationary critical state to obtain this curve.

BTWモデル(スクラッチより8000回試行)の雪崩サイズー頻度



人間の脳がSOCにある？

OPEN ACCESS Freely available online

PLoS COMPUTATIONAL BIOLOGY

Broadband Criticality of Human Brain Network Synchronization

Manfred G. Kitzbichler¹, Marie L. Smith², Søren R. Christensen³, Ed Bullmore^{1,3*}

¹ Behavioural & Clinical Neurosciences Institute, Departments of Experimental Psychology and Psychiatry, University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom, ² MRC Cognition and Brain Sciences Unit, Cambridge, United Kingdom, ³ Clinical Unit Cambridge, GlaxoSmithKline, Addenbrooke's Hospital, Cambridge, United Kingdom

Abstract

Self-organized criticality is an attractive model for human brain dynamics, but there has been little direct evidence for its existence in large-scale systems measured by neuroimaging. In general, critical systems are associated with fractal or power law scaling, long-range correlations in space and time, and rapid reconfiguration in response to external inputs. Here, we consider two measures of phase synchronization: the phase-lock interval, or duration of coupling between a pair of (neurophysiological) processes, and the lability of global synchronization of a (brain functional) network. Using computational simulations of two mechanistically distinct systems displaying complex dynamics, the Ising model and the Kuramoto model, we show that both synchronization metrics have power law probability distributions specifically when these systems are in a critical state. We then demonstrate power law scaling of both pairwise and global synchronization metrics in functional MRI and magnetoencephalographic data recorded from normal volunteers under resting conditions. These results strongly suggest that human brain functional systems exist in an endogenous state of dynamical criticality, characterized by a greater than random probability of both prolonged periods of phase-locking and occurrence of large rapid changes in the state of global synchronization, analogous to the neuronal "avalanches" previously described in cellular systems. Moreover, evidence for critical dynamics was identified consistently in neurophysiological systems operating at frequency intervals ranging from 0.05–0.11 to 62.5–125 Hz, confirming that criticality is a property of human brain functional network organization at all frequency intervals in the brain's physiological bandwidth.

Citation: Kitzbichler MG, Smith ML, Christensen SR, Bullmore E (2009) Broadband Criticality of Human Brain Network Synchronization. *PLoS Comput Biol* 5(3): e1000314. doi:10.1371/journal.pcbi.1000314

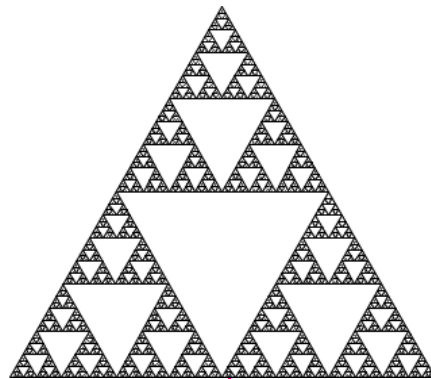
Editor: Tim Behrens, John Radcliffe Hospital, United Kingdom

Received: September 29, 2008; **Accepted:** February 2, 2009; **Published:** March 20, 2009

Copyright: © 2009 Kitzbichler et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ある瞬間に分かる！！

複雑さ



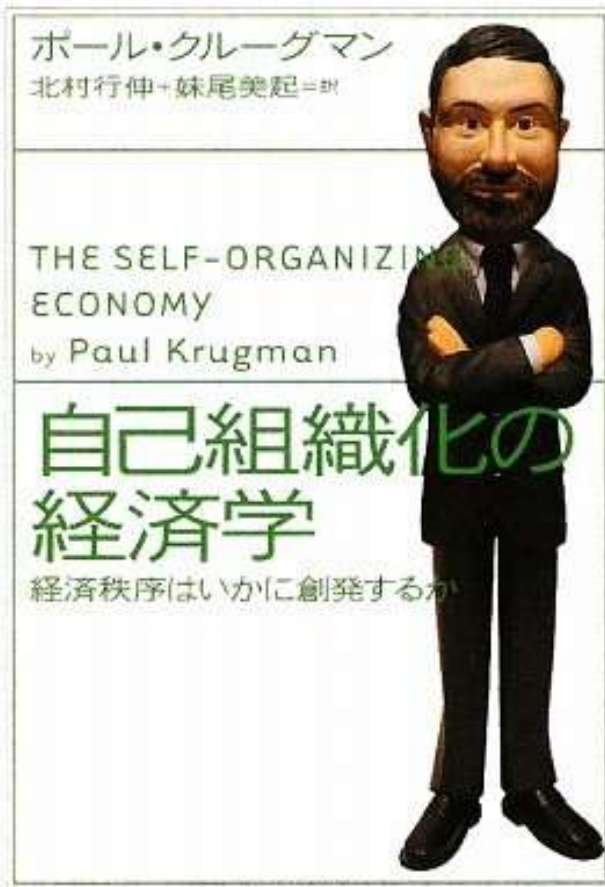
秩序

脳

ランダム

複雑系科学から学ぶこと

- ・自然や社会のシステム
- ・人間の脳こそが複雑系
- ・システムサイズが大きくなると
- ・リスクは0にはできない
- ・長期にわたって影響
- ・福岡伸一「世界は分
- ・数値化できないコト
- ・芸事の世界：師匠と弟子
- ・未来が分からないから面白い！



ちくま学芸文庫

生

世界は分けてもわからない
福岡伸一

顕微鏡をのぞいても
生命の本質は見えてこない!?
**科学者たちは
なぜ見誤るのか?**

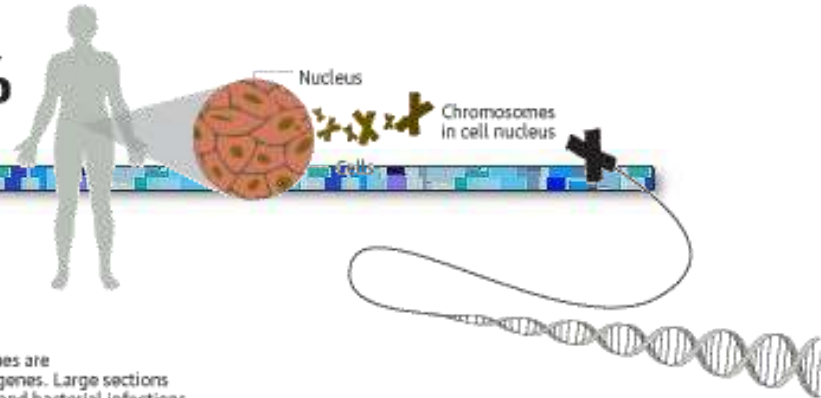
世界最小の島・ランゲルハンス島から、
ヴェネツィアの水路、そして、
ニューヨーク州イサカへ——
「治すすべのない病」をたどる

現代新書
2000年
突撃!

待望の最新刊!

ヒトDNAから学ぶこと

All humans share 99.8% of their genetic material



・97%を占める **Junk DNA**

・冗長さと意味のない繰り返し？

・Junkは本当に役に立たないの？

・最適化の権化としての生物

・粘菌ネットワーク, 遺伝的アルゴリズム (GA)

・学問や教育における効率化: 『取返解幻忘』

・生物大量絶滅とDNA

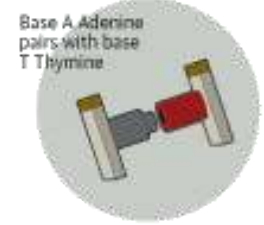
・生き残る知恵としてのJunk

・生物多様性の本当の意義

98% of human chromosomes are "junk DNA" between genes. Large sections are remnants of viral and bacterial infections



The two DNA strands that make up the double helix are joined by bonds between each of the bases. These complementary bases always bind with T and C always binding with G. When joined together each of these is referred to as a base pair (bp). Human genes are on average around 3000 bp long but the longest is 5.1M bp



Different species vary greatly in the size of their genomes and the number of genes they have. There is a trend for increasing gene number with increasing body complexity, but there are numerous exceptions. Some species such as the mountain grasshopper, with 16.5 bn base pairs, have much larger genomes than us.

	Human	Thale cress	Earthworm	Fruit fly	Yeast
Genes	20-25,000	26,000	18,000	13,600	6,000
Base pairs	c.3 billion	117m	91m	116m	12m
Complexity	12 genes per million base pairs	221	197	117	500

The unseen genome: gems among the junk

TGGGATAGCGACGAGCCAGTCTGCTCTAGACAGACGTAGCATATGGGATAGCGACGAGACAGCGTAGCATATGGGA

BY W. WAYT GIBBS, *Scientific American* 2003

FLICKS OF DNA TOURN in an iridescent telltale sign of the hidden genome at work. Certain traits are transmitted not through ordinary genes but rather through chemical modifications to the chromosomes, changes that are regulated in part by bits of "junk" DNA. Unlike genetic mutations, these heritable traits are often reversible and appear in some cells but not others. (The white sphere on the iris is a reflection of the light shining on the eye.)

Just when scientists thought they had DNA almost figured out, they are discovering in chromosomes two vast, but largely hidden, layers of information that affect inheritance, development and disease

The Unseen Genome:

Gems among the Junk

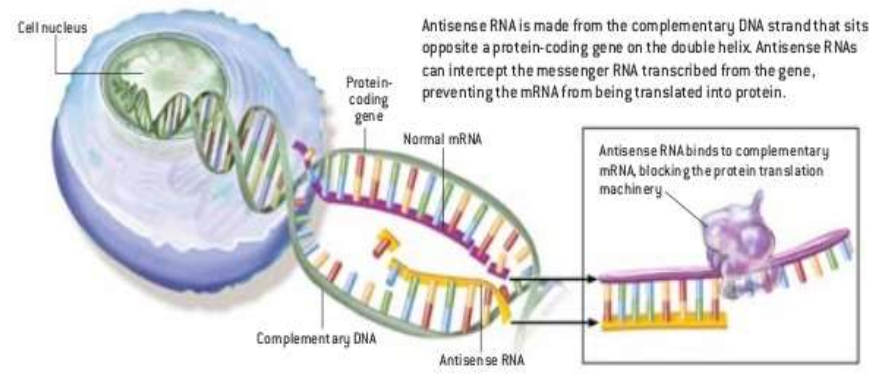
BY W. WAYT GIBBS

TGGGATAGCGACGAGCCAGTCTGCTCTAGACAGACGTAGCATATGGGATAGCGACGAGCCAGTCTGCTCTAGACAG

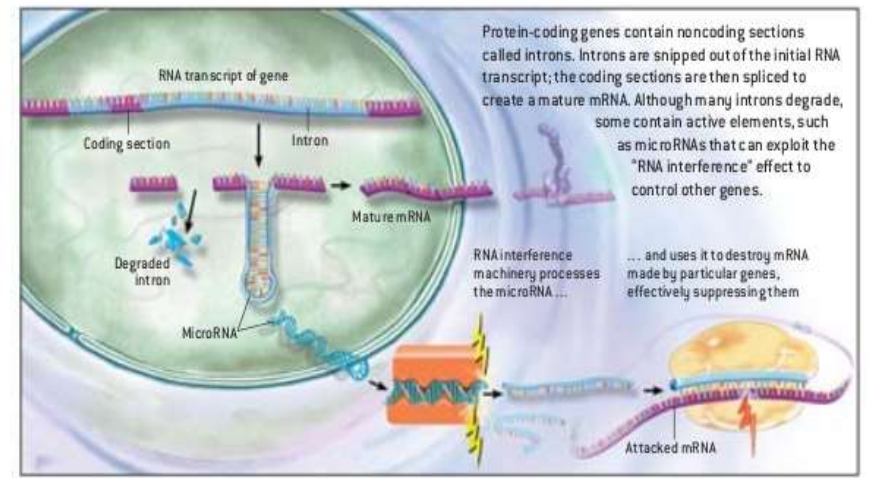
A BESTIARY OF UNCONVENTIONAL GENES

GENES, according to conventional wisdom, are those sections of the DNA that encode functional proteins. Such sequences make up only about 2 percent of the human genome, however. The rest of the human genome is filled with DNA that is

"noncoding"—but not useless. Scientists are discovering many noncoding genes that give rise to surprisingly active RNAs, including varieties that can silence or regulate conventional genes.

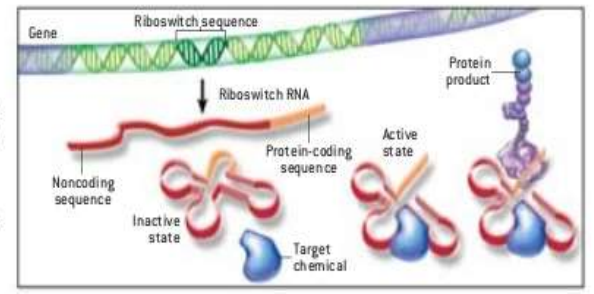


Antisense RNA is made from the complementary DNA strand that sits opposite a protein-coding gene on the double helix. Antisense RNAs can intercept the messenger RNA transcribed from the gene, preventing the mRNA from being translated into protein.



Protein-coding genes contain noncoding sections called introns. Introns are snipped out of the initial RNA transcript; the coding sections are then spliced to create a mature mRNA. Although many introns degrade, some contain active elements, such as microRNAs that can exploit the "RNA interference" effect to control other genes.

Riboswitches are a newly discovered form of RNA that act as precision genetic switches. Produced in many cases from noncoding DNA between known genes, a riboswitch folds into a complex shape. One part of the folded RNA can bind to a specific target protein or chemical. Another part contains the RNA code for a protein product. The riboswitch turns "on" and produces the protein it encodes only when in the presence of its target.



TERESE WINSLOW

我々（人間）の存在は偶然か必然か

- 「斉一説」 Uniformitarianism by Hutton & Lyell
- 「激変説」 Catastrophism by Cuvier
- **以前は斉一説（必然&漸変）が優勢だった**
- 1980年以降：かなりの偶然に支配されたのではないかという事例が増えてきた（**偶然&激変**）
- **1980's Alvarez's K-T Impact（恐竜絶滅） & Gould "Wonderful Life"（バージェス動物群）**
- **1990's Snowball Earth（全球凍結仮説） & Complex system sciences（複雑系科学）**
- **2000's Giant Impact Hypothesis（月の起源） & Late Heavy Bombardment（後期重爆撃期）**



多様性の本当の意味

10種類の高分子を含み、触媒作用の確率が100万分の1であるような単純な系は、単に生命をもたない分子の集合でしかない。10種類の分子は、これらの分子間で起こりうるどの反応に対しても触媒となりえないことは、ほぼ確実である。非常にゆっくりとした自発的な化学反応を除けば、この活性のないスープの中では何も起こらない。分子の多様性と原子の複雑さが増加するにつれて、それらの間の反応が、次々と触媒作用を受けようになる。その系の構成要素自身から触媒作用を受けるのである。**多様性が閾値を超えると相転移が起こり、触媒作用を受けた反応の巨大な織物が「結晶化」する。**触媒作用を受けた反応がなす部分グラフは、つながっていないクラスターを数多くもっている状態から、**巨大なクラスターと孤立したいくつかの小さなクラスターをもつ状態**へと変化する。

スチュアート・カウフマン『自己組織化と進化の論理—宇宙を貫く複雑系の法測』

“Samurai in 16th cent.”: more harsh fate for me!

Brave samurai in 16th century named “Shikanosuke Yamanaka” said:

願はくは、我に七難八苦を与え給へ

“Give me 7 defects and 8 agonies!”

The ancient Japanese were so patient and stoic !! -----



ブルー (科学のモイ)!

In 21st Century, the stoic sprit still remains--.

Marathon pilgrimage called
“Sennichi-Kaiho-Gyo”
which is an extreme harsh
work for a thousand days
where a trainee priest,

running in deep forests
everyday carrying a knife
for suicide. Finally he prays
in a temple with no sleep,
food or drink for almost
nine days. His holy spirit is
dedicated for Buddha only.



これまで訪れた各国

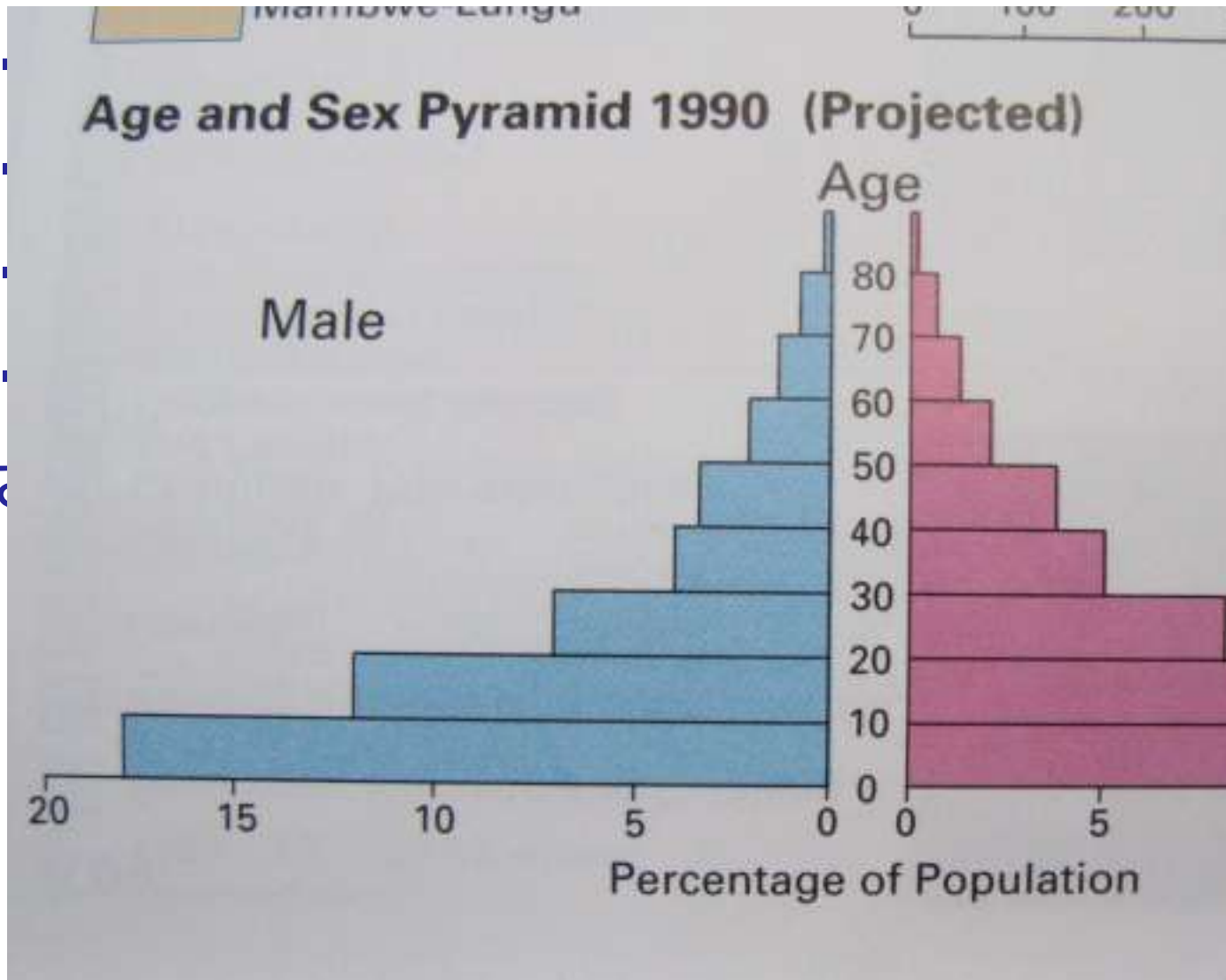
- ・2000年春 豪:シドニー&キャンベラ GeoSciEd3
- ・2000年・2001年インドネシア(バリ島) EDCAN下見と本番
- ・2002年春 中国西安 EDCAN準備
- ・2002年夏 南アフリカ&ザンビア IAGOD鉱山巡検
- ・2003年夏 加:カルガリー&カナディアンロッキー GeoSciEd4
- ・2006年夏 独:ハンブルグ・キール~バイロイト GeoSciEd5
- ・2008年夏 ノルウェイ:オスロ&ベルゲン IGC33rd
- ・2010年夏 アメリカ:ワシントン&アーカンソー SSH旅行下見
- ・2010年秋 南アフリカ GeoSciEd6

- ・2012年 オーストラリア:ブリスベン IGC34th
- ・2014年 インド:バンガロール GeoSciEd6
- ・2016年 南アフリカ:ケープタウン IGC35th



世界の中学・高校教育の現状

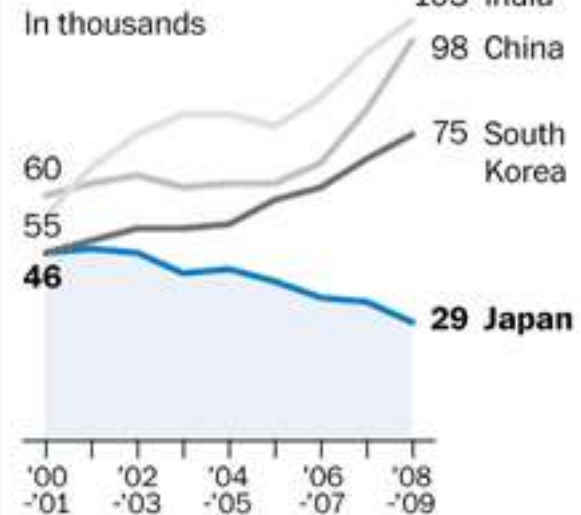
・アフリカの貧困と汚職



Lower attendance

Japan, though still among the top places of origin for international students in the United States, has fewer people studying here compared with other Asian countries.

International students enrolled in U.S. colleges and universities



SOURCE: Institute of International Education
The Washington Post

・そして世界は広い！ 独りで世界へ！

次世代へのキーワード(今の私のテーマ)

- 複雑系教育学「とりわけ脳科学の成果」
- 悲観主義から楽観主義へ
- 記憶と経験の「千日回峰行」: 無駄な努力のすすめ
- 我にSeven Trials and Eight Thinkingsを与えよ!
- 教育における「効率化教育原理」?
- 差異ドライビングから多様性のプールへ
- 2000年代以降のロングテール現象
- RobustnessとFragile
- ある種の覚悟と禁欲主義
- ピラミッドからWebへ



まとめ

- ・アフリカと日本の好対照
- ・地球史が教える生命, そして我々の存在
- ・経験と機会(Opportunity)を与える本校SSH
- ・効率至上主義への疑い
 - ⇒自分の手で確かめる・本物主義
 - ⇒無駄の効用・急がば回れ・『塞翁が馬』
 - ⇒未来がわからないから面白い
- ・『多様性』(虹の国) ⇒ 未来への希望
- ・若者を信じること
- ・心理学者岸田秀の言葉「花を愛する---」
- ・シニアバックパッカーとして, いざ世界へ!



謝辞 & 参考文献

- 本講演の元になった研究は文部科学省科学研究費補助金奨励研究の補助を受けています。
- 参考文献は多義にわたりますので、このPPT原稿とともに、私（岡本）の個人サイトに記載します。
- ご静聴ありがとうございました。

