

主催:日本経済調査協議会
会場:日本経済調査会・会議室
日時:2015年2月26日(木)14:00~14:40

生存圏構築と脳科学

小泉 英明

株式会社 日立製作所 役員待遇フェロー
公益社団法人 日本工学アカデミー 副会長



主催: 日本経済調査協議会
会場: 日本経済調査会・会議室
日時: 2015年2月26日(木) 14:00~14:40

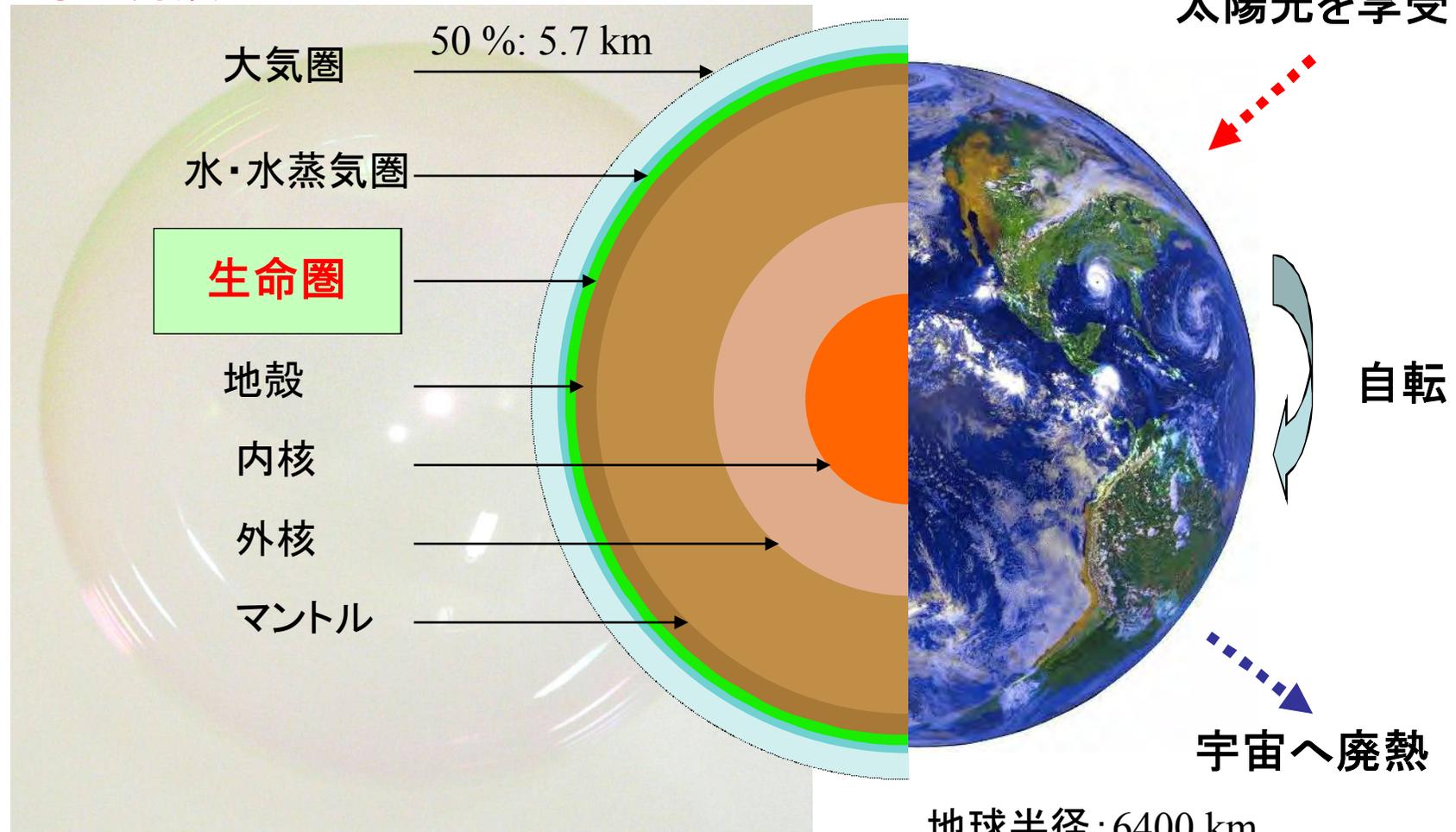
生存圏構築と脳科学

小泉 英明

株式会社 日立製作所 役員待遇フェロー
公益社団法人 日本工学アカデミー 副会長

地球生命圏は
直径の0.1%
厚の薄膜

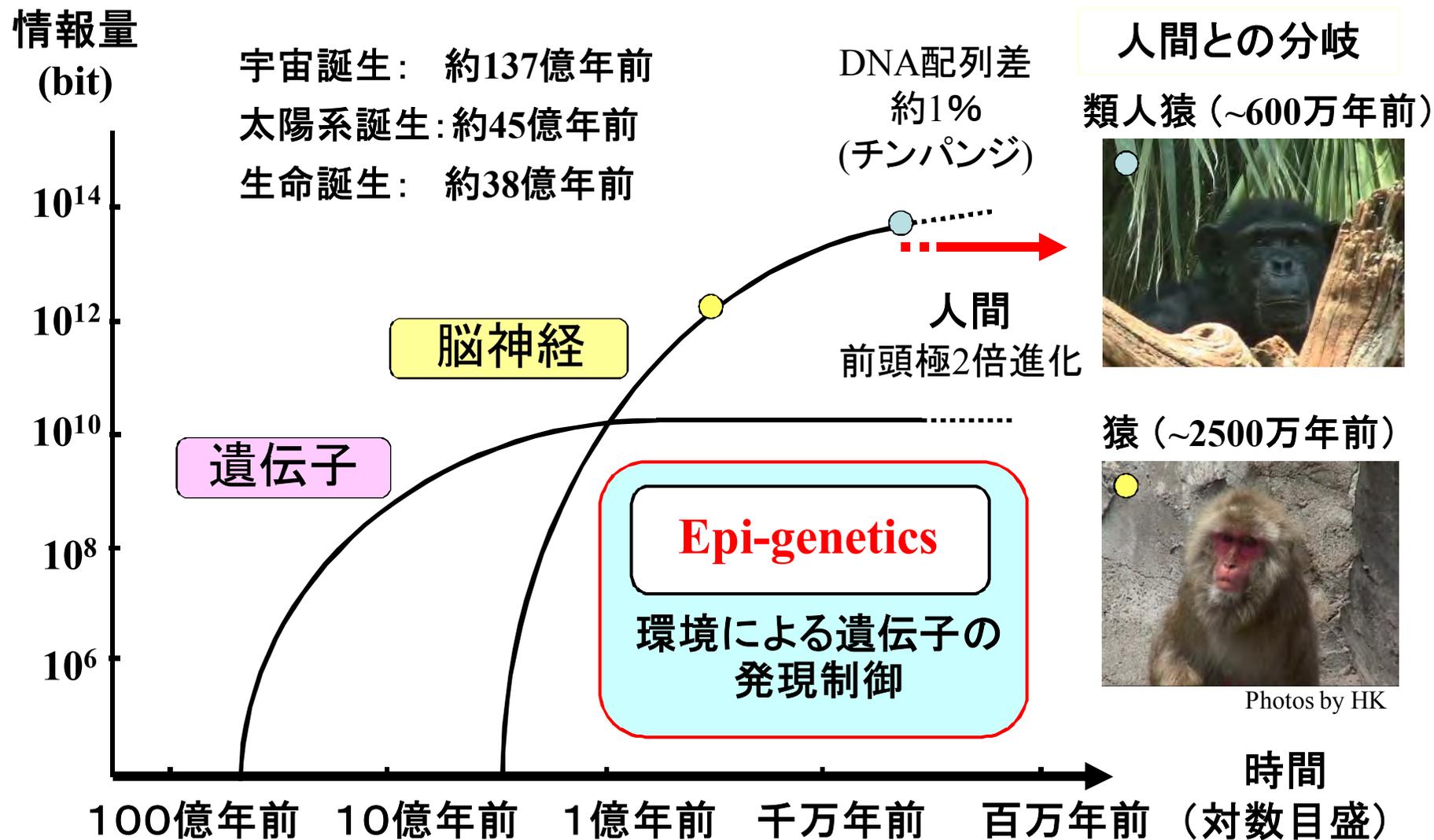
地球生命圏



自転の遠心力と重力が釣り合い大気が存在

Courtesy of NASA on the Earth image

遺伝と環境の動的相互作用



Modified from Sagan's concept

公害問題から地球環境問題へ概念転換

日本の公害問題

(現在はほぼすべて環境基準を達成)

- 1950年代 水俣病(水俣湾魚介類の有機水銀汚染)
イタイイタイ病(神通川流域カドミウム汚染米)
- 1960年代 四日市喘息(コンビナート排出物による大気汚染)
環状7号線中原交差点大気汚染(鉛添加ガソリンの排気ガス)
- 1970年代 光化学スモッグ(排気ガスによる大気汚染)
(PM2.5 (2.5 μ m以下の粒子)、ナノ粒子による各種大気汚染)

地球環境問題

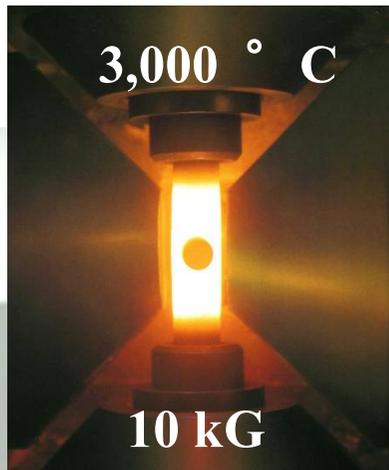
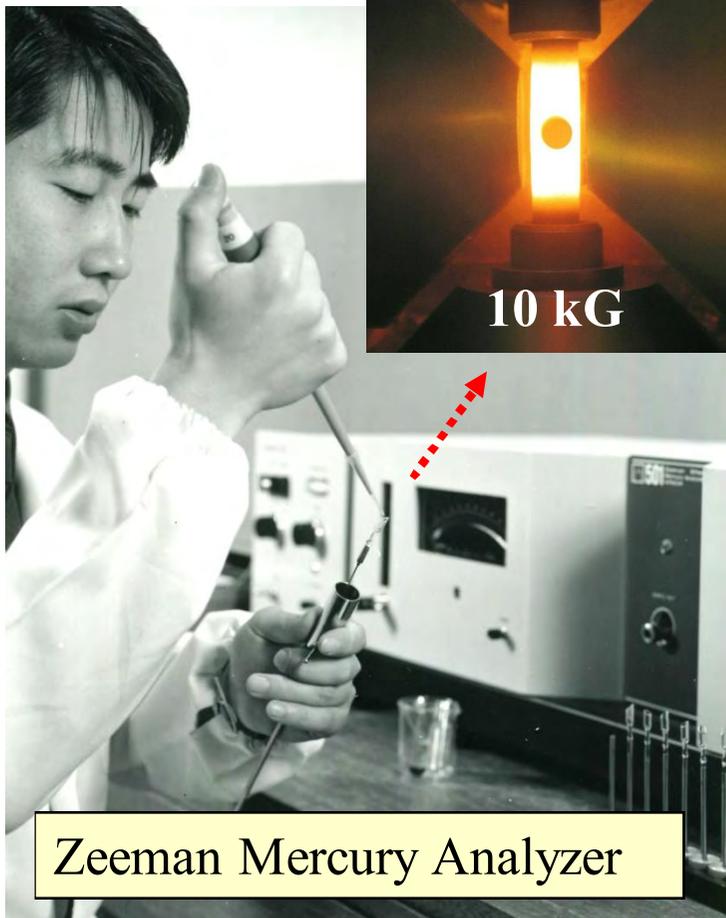
- 1960年代 生物多様性
- 1970年代 湖沼・河川・海の水質汚染
- 1990年代 温室ガスによる地球温暖化

丹保憲仁・不破敬一郎・小田稔他、「環境問題とは何か?」、『環境計測の最先端』(小泉英明編著)、三田出版(1998)

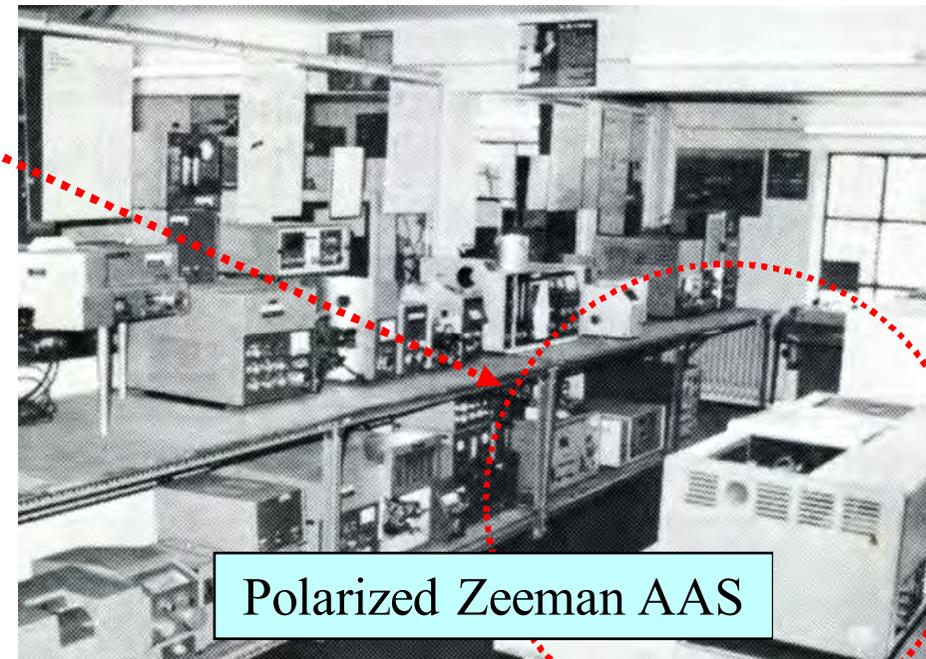


水俣病から地球環境問題へ

新水銀分析法



偏光ゼーマン原子吸光



Museum für Instrumentelle Analytik

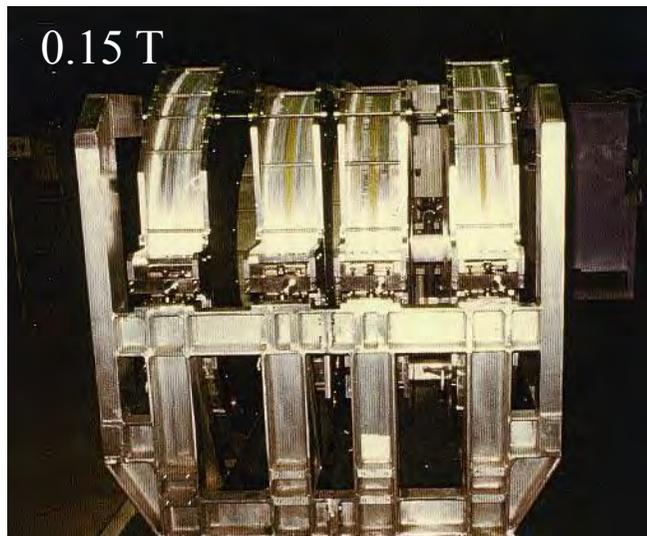
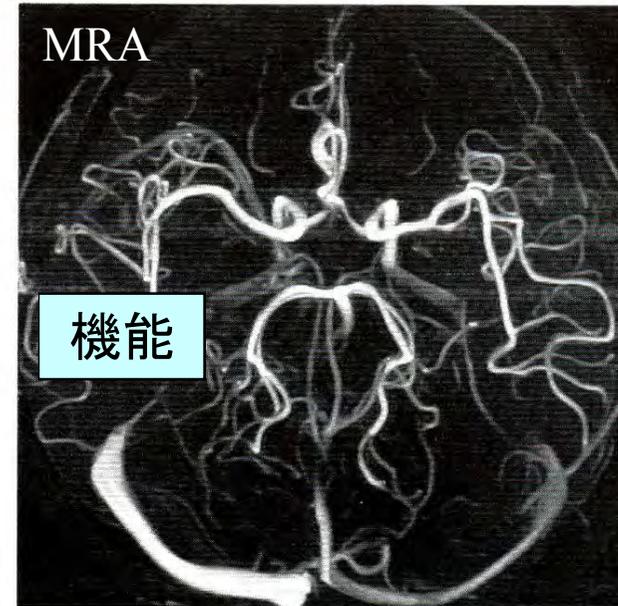
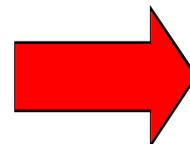
Koizumi, H. et al., *Anal. Chem.* (1977) *Science* (1977)

電磁石による初期MRI

血管描画原理と初期画像



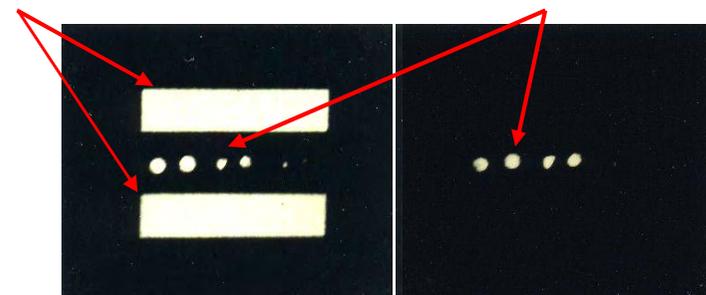
1983年



Instrument Div. Hitachi, Ltd. (1984)

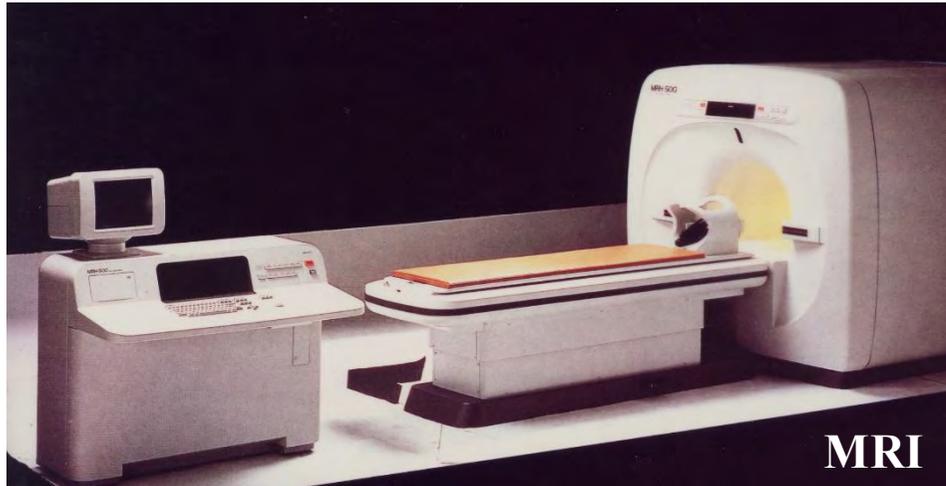
静止水

流動水



Sano, K., Koizumi, H. et al,
Japanese Patent (1985)

非侵襲高次脳機能イメージング

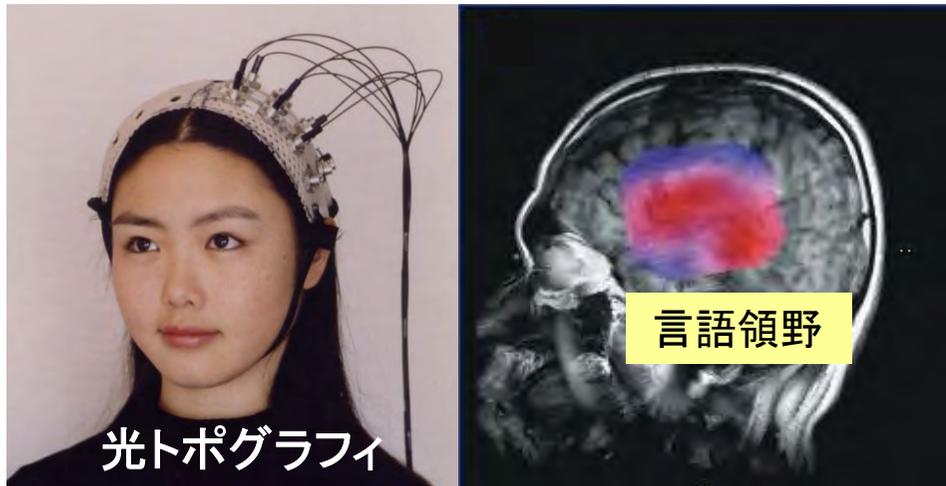


被験者に対する影響皆無へ
⇒ 相互作用を最小限に

時間・空間分解能必要
⇒ 極微小相互作用で必要信号取得

極限高度先端技術が必須
(MRI は2003年度ノーベル生理学・医学賞)

Koizumi H, *Kagaku (Science)* (2004)

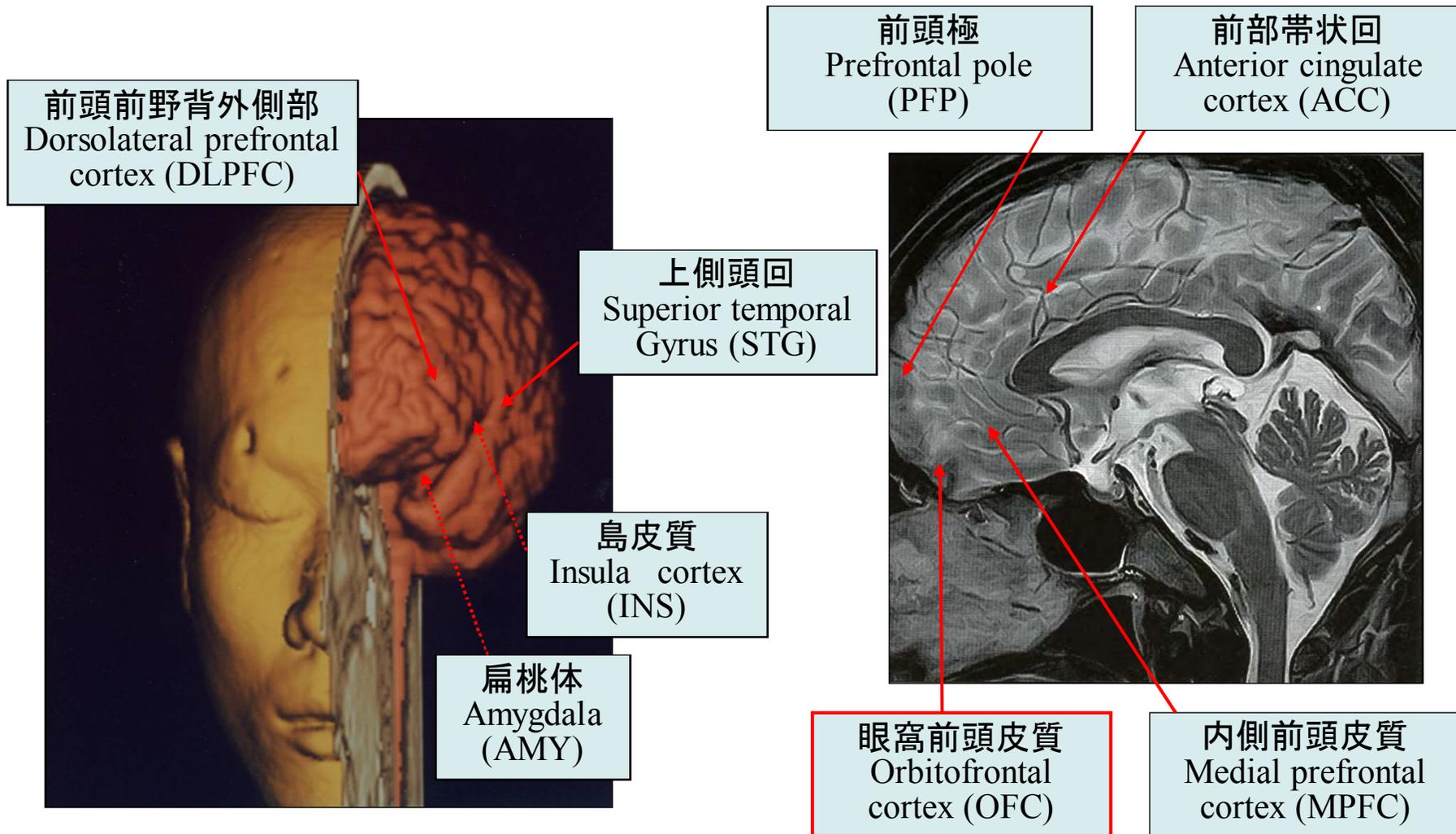


図左上: MRH-500 developed by Hitachi Group
History of Industrial Design, Italy (1990)

図左下: Optical Topography Developed by Hitachi
CRL, *Medical Physics (1995)*

(学術用語として商標公開)

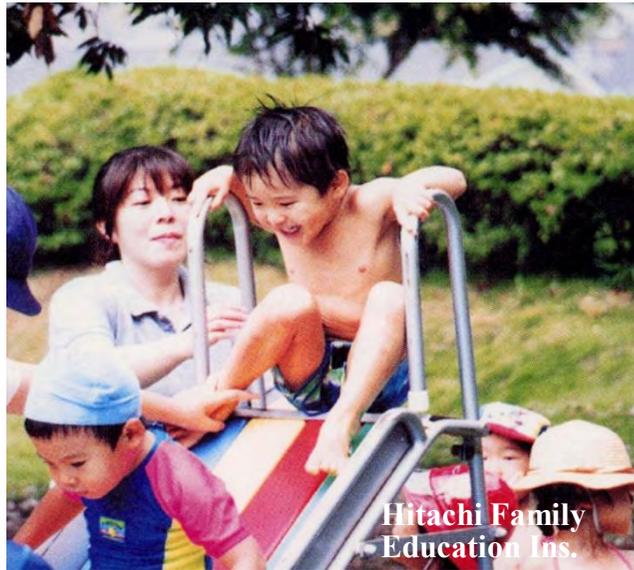
社会的な意志決定をする際に活性化される脳部位



From the results in the Review by Sanfey, A.G.
“Social Decision -Making: Insights from Game
Theory and Neuroscience, Science (2007)

MR Images by Hitachi Ltd. and Hitachi Medical Co.

人間とチンパンジの相違



人間

<人と人間>

階層的な文法による言語能力を有する
複雑な道具を製作し、使用する
積極的な教育を行う
慈愛・憎悪など高次の感情を持つ
未来を考える（小泉仮説）



チンパンジ

<約700万年前に人と分岐>

階層的な文法を持ってない（単語の羅列に近い）
極単純な道具（木の実割りの石器など）
積極的な教育は皆無（模倣止まり）
新生児微笑などの原始反射は同等

小泉英明：『乳幼児のための脳科学』、かもがわ出版（2010）

ナメクジウオのゲノム解析 (ヒトとの共通性)

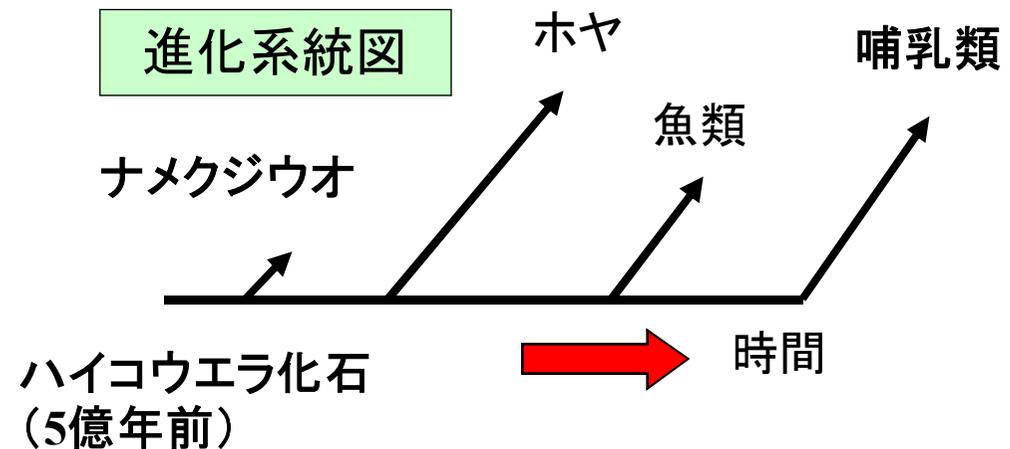


Photo by HK at Aburatsubo

生きた化石 ナメクジウオ: *Amphioxus*
(Chordate lineage: 脊索動物)

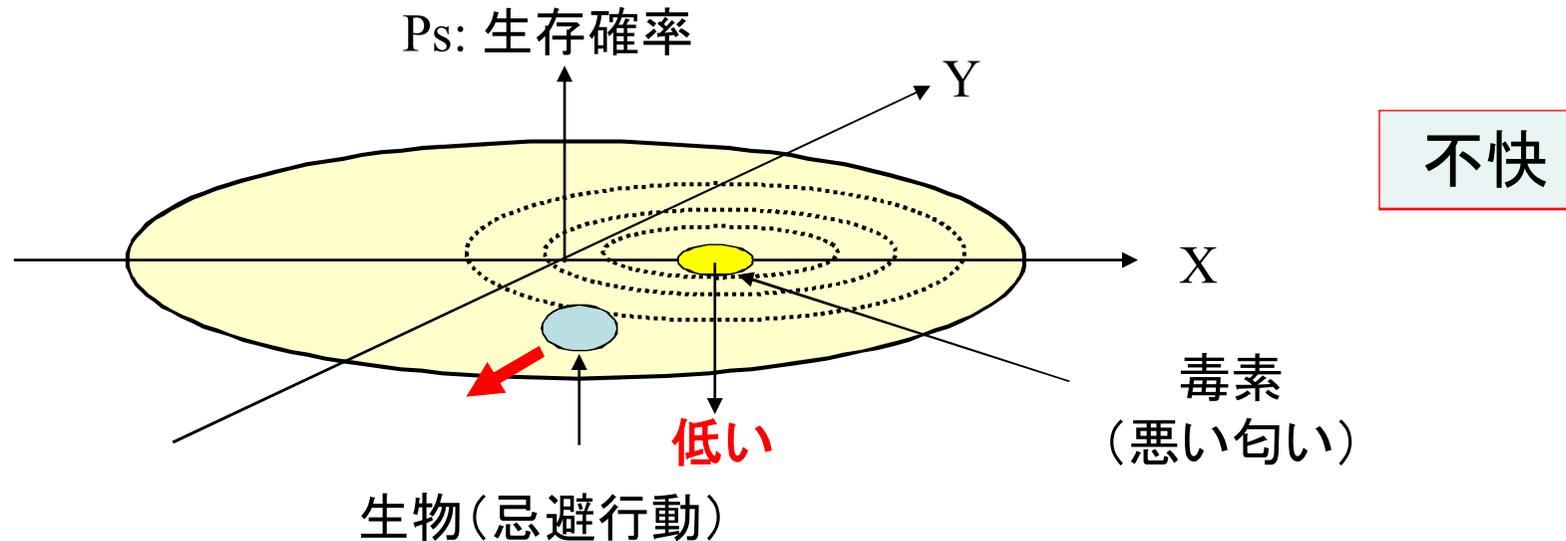
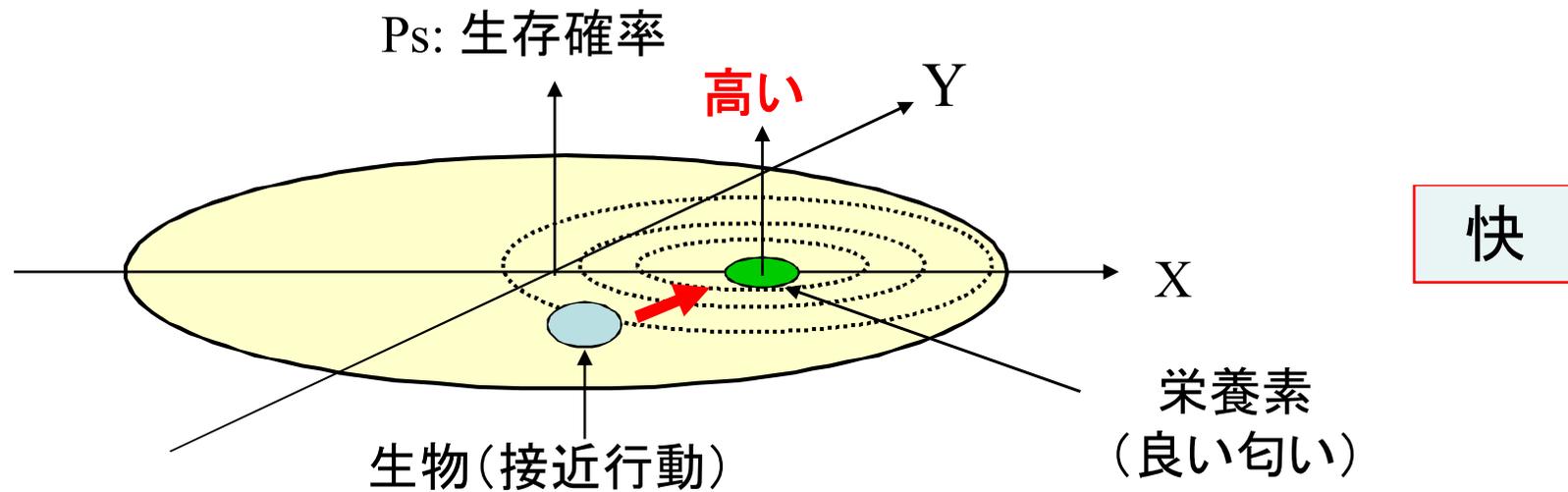
塩基対全数: 約5億 (ヒトの約1/6)

遺伝子数: 約21,600個
(約60% がヒトと共通)



Putnam, N., et al, *Nature*, 453 (2008)

生物の接近／忌避行動と生存確率



快楽中枢の電気刺激



側坐核

ネズミがレバーを押すと、脳の線条体
の一部である側坐核 (NAcc: Nucleus
Accumbens) が電気刺激される。

快感を求めて、ネズミは際限なく
レバーを押し続けると解釈される。

電気刺激
スイッチ
(レバー)

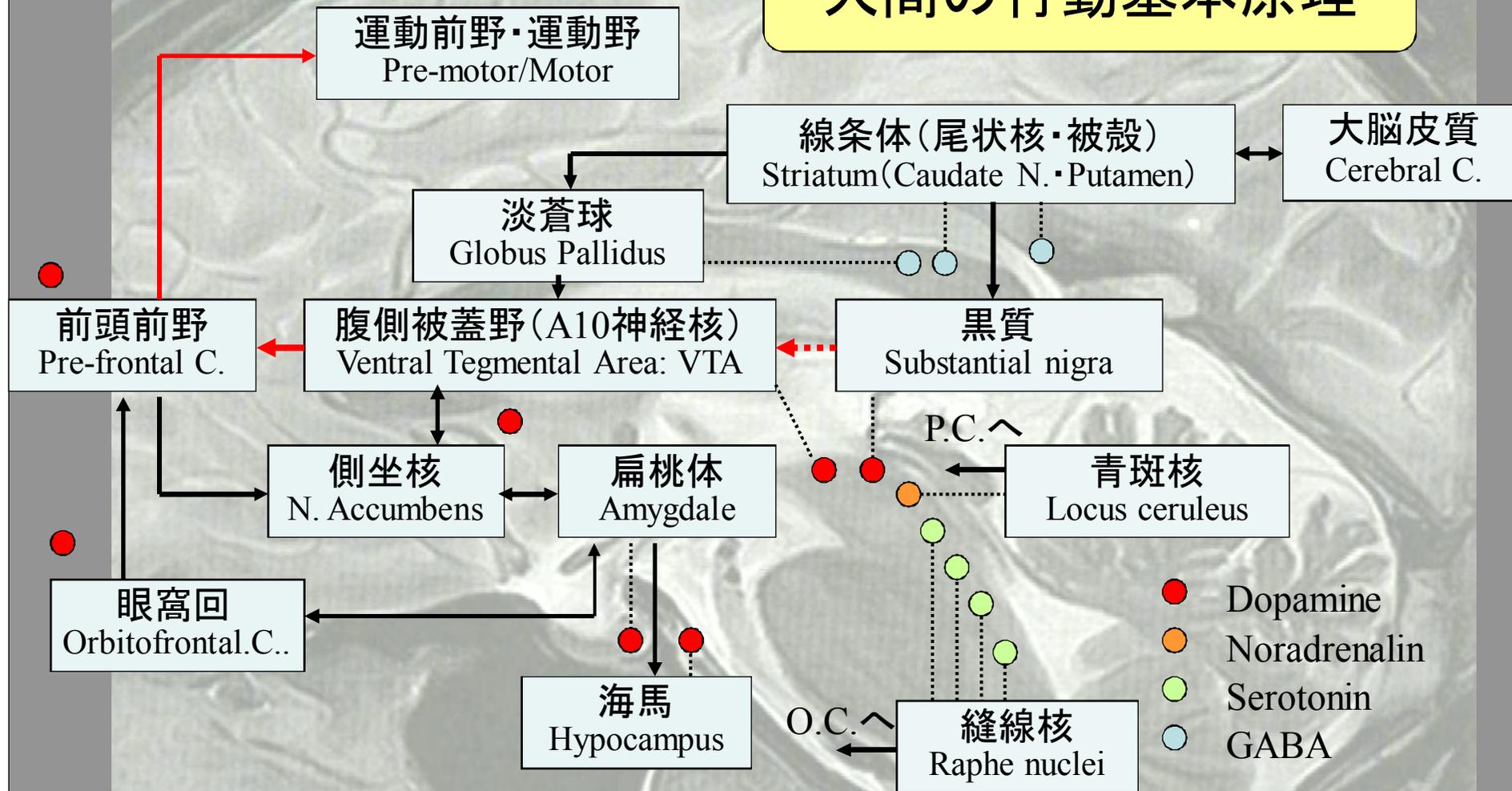
生存本能に基づかない快感

Singer E., “Brain electrodes
help treat depression”, Tech.
Rev. (2007).

Olds J. and Milner P., “Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain”, *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 47, 419~27 (1954).

Rat photo: Wikipedia

人間の行動基本原理



行動指令系

報酬系

報酬予測系

Koizumi, H.,
JST Proc. (2010)

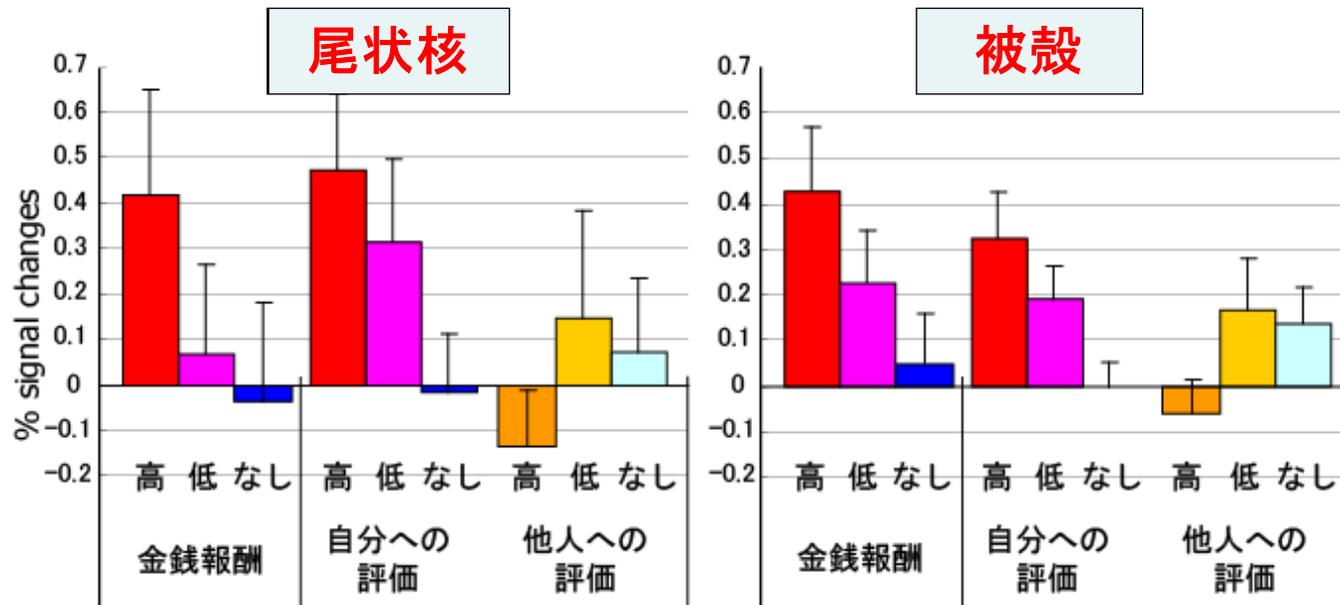
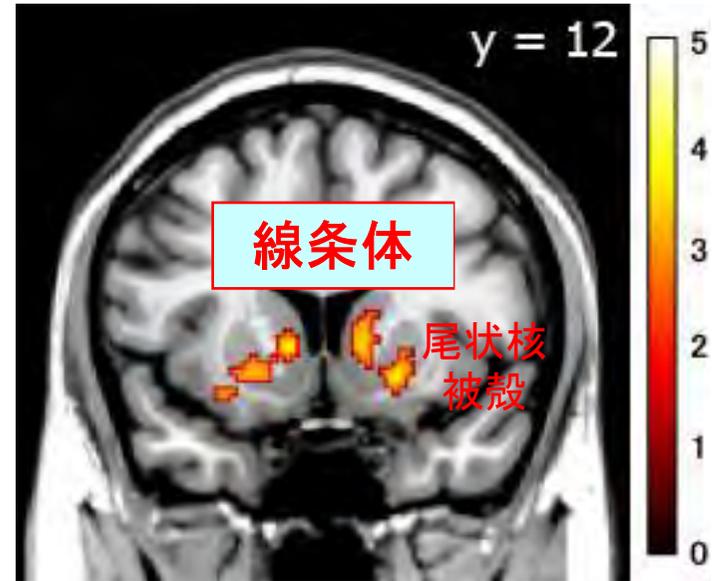
報酬系の賦活

動物への褒美(好きな食べ物など)



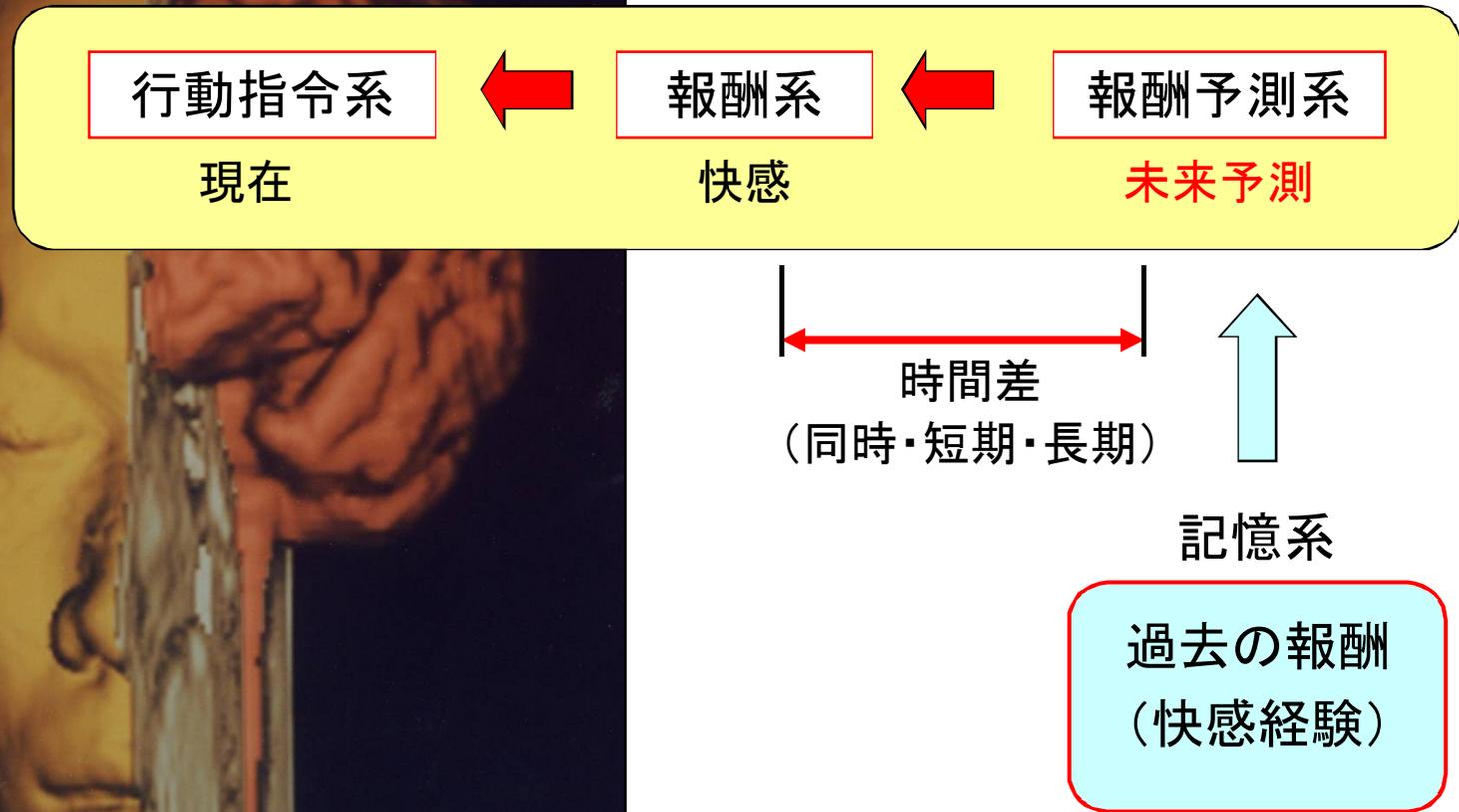
<類似の脳部位が働く>

人間への金銭や名誉(精神的な褒美)



Izuma K., Saito D.N., Sadato N., *Neuron* (2008)

幸福感の発生機序



Koizumi, H., JST Proc. (2010).
(仮説段階)

未来：身体表現のみで表すことが困難な概念

マイム (mime, 日本ではパントマイム)
の観察を続けた結果



非言語表現で表現でき
ないのは未来

人間以外の生物で、未来を具体的に
想像するものはほとんどいない？

意識下の言語機能？

Koizumi, H., *Mind Morphology*,
MIT/UT Symposium (1997).



人間言語固有の特徴

転位性 (displacement)

時空における現時点・現位置を超えた概念表現とその伝達
例：明朝、あの海岸へ行けば、朝日を見ることができるだろう。

恣意性 (arbitrariness)

概念と、聴覚による映像を結合させる記号は、恣意的に選べる。
例：林檎とapple：同じ概念に対応

創造性・生産性 (creativity・productivity)

記号を組み合わせて新たなメッセージや概念を創出
例：浅黄色と色を組み合わせると美しい色ができるだろう。

自己言及性 (autonymy)・相互性 (reciprocity)・ 構造依存性 (structural dependency) 他

Jakobson, R., Selected Writings, vols. 1-8 (Mouton, 1962-1988).
R. ヤコブソン『言語とメタ言語』(池上嘉彦・山中桂一訳)、勁草書房 (1984).

意識上と意識下

水面上
↑
↓
水面下



意識上

時分割
逐次処理



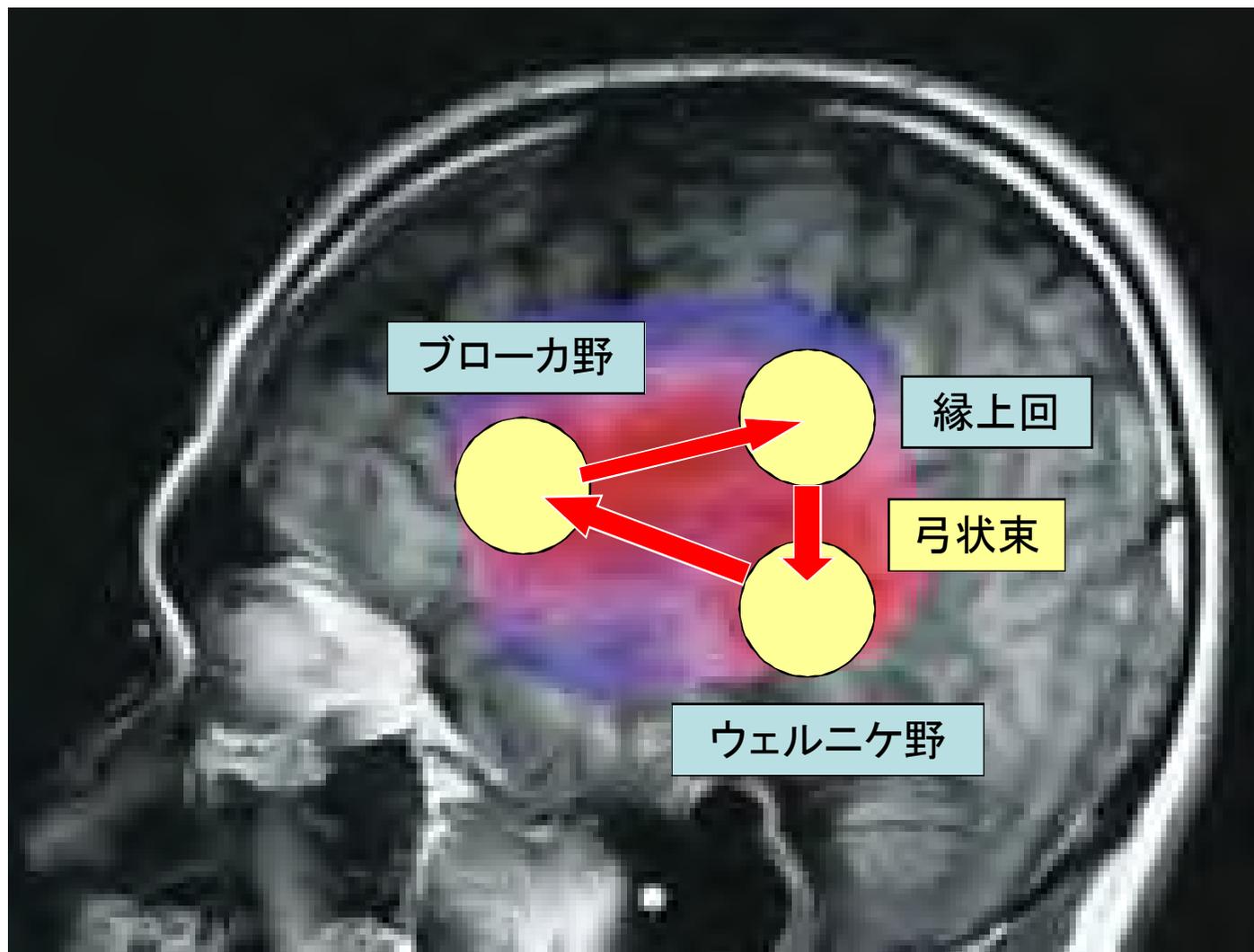
意識下

同時並列
分散処理

Es, Id

無侵襲高次脳機能イメージングは、
意識上／意識下の区別無く計測可能

意識下の音韻ループ



背景の画像は半透過MRIと書字光トポグラフィ(Prof. Watanabe, E. との共同研究)

感動と身体性



感動するから涙がでる...



涙がでるから、より感動する...

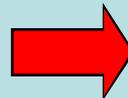
“Here’s looking at you, kid.”
(君の瞳に乾杯！)



感動したときの脳活動



島皮質 (Insular cortex) の活性化



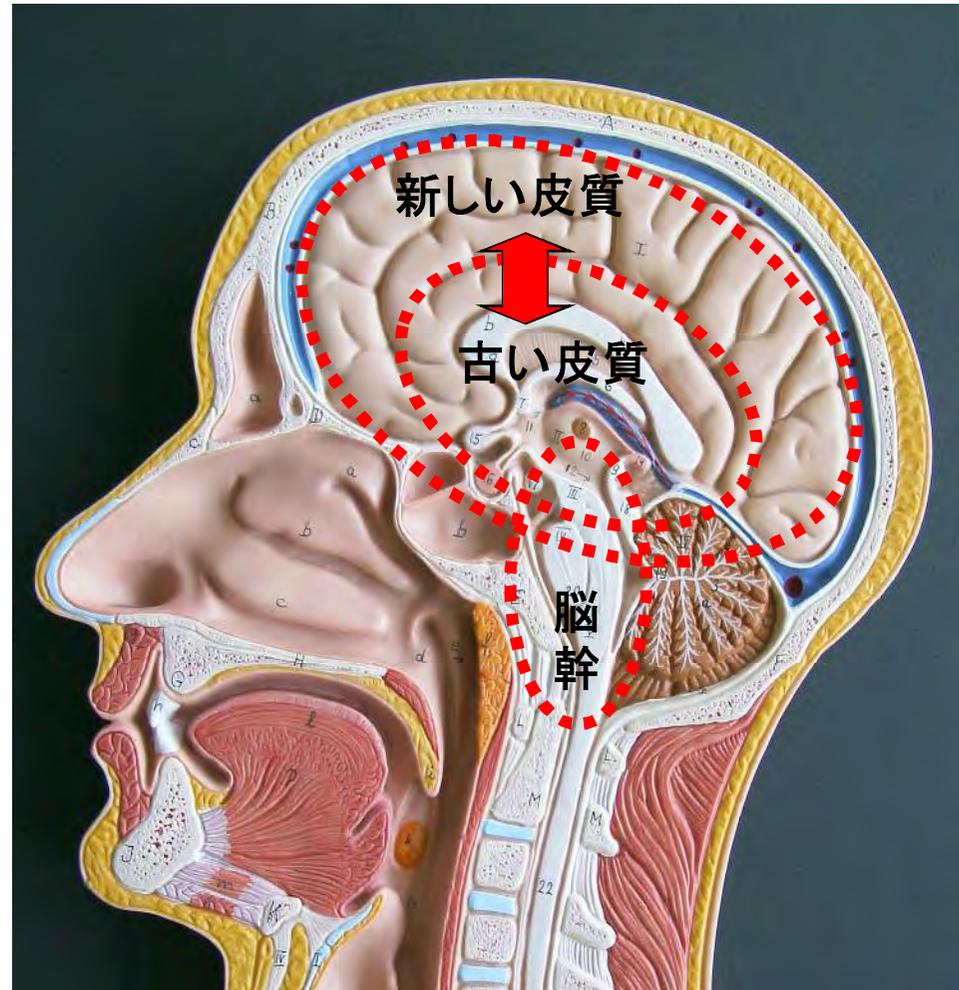
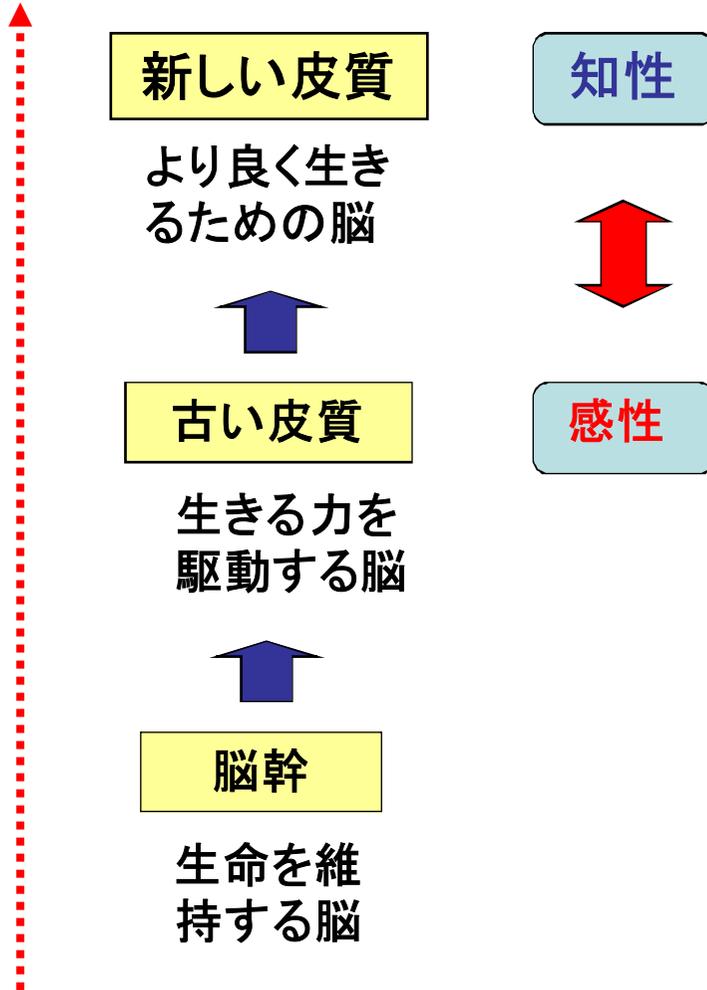
身体全体からの統合情報処理

Courtesy of Turner R.

小泉英明編著: 『脳科学と芸術』 工作舎 (2008)

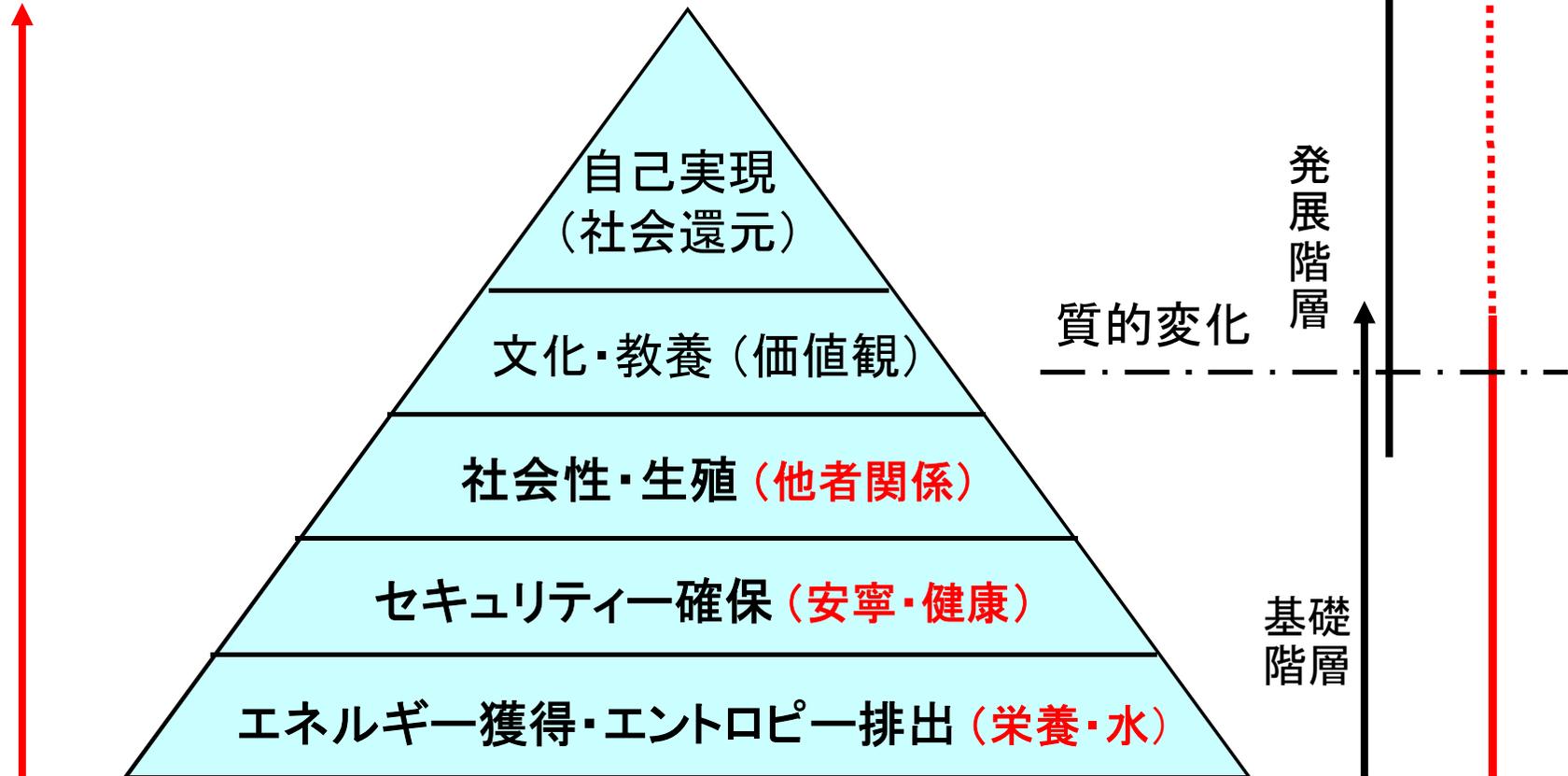
脳構造の進化

進化



生存の質に関する階層構造論

生存の質
(Quality of Life)



小泉英明: 日本感性工学会特別講演(2010)
(マズローの概念を科学の視座から改変)

幸福と所得の関係

物資がそれほど豊かでなく、国民一人あたりの所得水準の低い国のほうが、「幸福感」(人生の満足度)が大きい。

(丘山新・万里子:『アジアの幸福論』、春秋社、2005)

「幸福」は「所得」に比例すると考える従来の経済学と異なった結果

Values and Life Style in Urban Asia: A Cross-Cultural Analysis and Sourcebook Based on the Asia Barometer Survey of 2003, Eds: Inoguchi T., Basanes M., Tanaka A. and Dadbaev T., March, 2004, Institute of Oriental Culture, University of Tokyo.

参考:日本国憲法13条は、基本的人権の一部として「幸福追求権」を記載

I am Happy! (私は幸せ！)

Documentary film directed by Soraya UMEWAKA
(梅若ソラヤ監督:ドキュメンタリ映画1時間15分)

ファベラ*で見出した幸福の要素

誰か他の人の為に役立っている実感

目的に向かって邁進中、あるいは目的成就の瞬間

好きなものがあり、それもやっている最中

仕事がある

家族や友達に囲まれているという実感

強い感動体験の予感や記憶

安寧(安心・安全)の実感

*ファベラ:ブラジルのスラム街

Photo by Koizumi H.. in Sicily

これからの都市設計コンセプト

物質と情報が織りなす最適化

都市設計コンセプト群

インテリジェント都市・スマートシティー・持続発展都市・コレクティブ都市・ユニバーサル都市・バリアフリー都市・コンパクト都市・健康都市(輝く都市:コルビュジエ)・田園都市・学園都市・環境都市・近代都市・国際都市・文化都市・都市発展理論(同心円発展論・線形発展論・多核都市発展論・メガロポリス論・モザイク都市論・衛星都市論)

流域圏・水循環・物質循環・自然共生・ロジステックス(物流)

都市設計工学・建築工学・環境建築学・都市社会学・ランドスケープデザイン・交通工学(鉄道網・港湾設計)・公衆衛生学・農学論・教育論

物質・エネルギー
〈物〉



情報・通信
〈心〉

物質と情報が協創する未来社会 日立の社会イノベーション

熱力学第1法則系

物質(エネルギー・身体)

熱力学第2法則系

情報(エントロピー・心)

Societal
Innovation

化石系燃料

清浄燃焼

地表エネルギー

水力・風力・太陽光

原子力

安心・安全

物流・交通

+ ICT

人が健やかに育ち、健やかに老いる
そして生きる喜びを感じる未来を創る

<温かい心を育む>
コンプライアンスから倫理へ

食糧生産

+ ICT

教育・学習

+ ICT

水文循環

治水

海水淡水化

資源循環

リサイクル

医療・

ヘルスケア

+ ICT

日本の将来ビジョン

日本の特殊事情

1. 乏しい天然資源
2. 高い人口密度
3. 特殊な言語

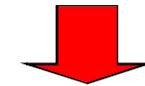
少子化・高齢化
〈次世代育成政策要〉

科学技術・頭脳立国

1. 社会環境激変へ対応
2. 日本から世界へ発信
3. 人を思いやれる世代を
(文化多様性の受容)

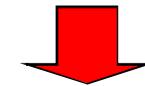
日本の戦略

世界に資する教育国家へ
〈徳育・知育・体育・芸術教育〉



(米100俵の精神)

人的資源の最大活用



(途上国に協力)

日本の将来ビジョン

世界から尊敬される国を目指す

総理官邸の依頼により作成・提出(2004)

Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

ご清聴ありがとうございました！