

環境・社会システム統合研究フォーラム

「気候変化／気候変動適応型社会」を実現する  
融合型環境デザインシステム

報告書

平成22年 3月

独立行政法人海洋研究開発機構



## 目 次

1. はじめに	1
2. 検討メンバー（構成員）	1
3. 検討のための会合開催日	2
4. 検討結果	2
(1) 各構成員からの主なご意見	2
(2) JAMSTEC として何をなすべきか	9

## 参考資料

資料 1	Toward Open Systems Science	1 2
資料 2	気候情報に関する経済学的な課題について	2 4
資料 3	JAMSTEC シーズの社会化	2 7
資料 4	グローバル制御の実現に向けて	3 0
資料 5	生態学的感染症研究	4 8
資料 6	経済と環境	6 0
資料 7	第 3 回世界気候会議（WCC-3）概要	8 3
資料 8	NOAA による National Climate Service	9 1
資料 9	OceanObs' 09	9 2
資料 1 0	GEOS 5 と社会経済利益	9 7
資料 1 1	グリーン・イノベーションを目指した研究開発	1 0 2
資料 1 2	アプリケーションラボ [気象・気候変動予測におけるグランドチャレンジ]	1 0 2
資料 1 3	Forecast Ocean Plus, Inc.	1 0 3
資料 1 4	オーストラリア・インド等における気候変動予測への評価	1 0 6
資料 1 5	応用研究と観測および予測研究の関係	1 1 5



## 1. はじめに

海洋研究開発機構（JAMSTEC）においては、海洋地球に関する研究開発の社会的な役割について再認識するとともに、機構が行っている活動と社会との関わりを一層強化するための具体的な方策を明らかにすることを目的として、特に重要と考えられる3課題（①国際秩序の形成と海洋地球研究、②「気候変化／気候変動適応型社会」を実現する融合型環境デザインシステム、③複雑系情報の社会への発信システム）について、外部有識者を交えて、座談会もしくはセミナーの形式により検討を行うこととなった。

本報告書は、上記課題のうち、「気候変化／気候変動適応型社会」を実現する融合型環境デザインシステムについての検討結果をとりまとめたものである。

地球温暖化の進行が観測的事実であることが広く認識されるなかで、人々の生活環境を持続的に向上させてゆく「気候変化／気候変動適応型社会」を実現するには、温暖化や気候変動に対する緩和策・適応策をバランスよくかつ効率的に組み合わせた施策モデル案を提示する必要がある。

この「気候変化／気候変動適応型社会」の実現は、複合的な要素から構成されるゆえに難問であるが、社会的な要請は非常に強く、その方策を確立するならば、様々な分野への波及効果も高い。

このため、新しい予測モデルの開発、緩和策・適応策の社会学的施策評価、行政、産業との具体的達成目的を明確化した連携、国民の参加と協力、国民にわかりやすい情報提供等から構成される“融合型環境デザインシステム”の開発をおこない、「気候変化／気候変動適応型社会」の実現に貢献することが望まれる。

このような問題意識のもと、地球環境変動の観測と予測に積極的に取り組んできたJAMSTECが、今後、融合型環境デザインシステムの開発に向けて取り組むべき具体的な方策（気候変化／気候変動適応型社会の実現に必要な予測モデル戦略のあり方、行政・産業との連携、国民への情報提供等）について外部有識者ととも議論を行った。

## 2. 検討メンバー（構成員）〈敬称略〉

（座長）

鷲田 豊明 上智大学大学院地球環境学研究科 教授

柴田 明夫 丸紅経済研究所 所長

竹村 真一 株式会社プロジェクト・タオス代表／京都造形芸術大学 教授

所 眞理雄 株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所 代表取締役社長

原 辰次	東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻 教授
山本 太郎	長崎大学熱帯医学研究所国際保健学分野主任・教授
今村 努	海洋研究開発機構 理事
山形 俊男	海洋研究開発機構 アプリケーションラボ ラボヘッド・東京大学大学院 理学系研究科長/理学部長・教授
高橋 桂子	海洋研究開発機構 アプリケーションラボ ラボヘッド代理・シミュレーション高度化研究開発プログラムディレクター
佐久間弘文	海洋研究開発機構 気候変動予測応用研究チームリーダー
河宮未知生	海洋研究開発機構 地球システム統合モデリング研究チームリーダー
安藤健太郎	海洋研究開発機構 インド洋・太平洋海洋気候変動研究チームリーダー

### 3. 検討のための会合開催日

- 第1回会合： 平成21年11月30日（月）
- 第2回会合： 平成22年 1月18日（月）
- 第3回会合： 平成22年 2月12日（金）
- 第4回会合： 平成22年 3月 8日（月）

### 4. 検討結果

#### （1）各構成員からの主なご意見

##### オープンシステムサイエンス

- 今までの考え方でサイエンスをやっていくと、それがほんとうにどういったことになるのか、ならないのか、そういうところをいつも自分に自問自答しながらやっていかなければならないという時代に来ているのではないか。
- 一つの領域だけでなく、隣接する領域も入れて議論をするべきである。今までの目標設定というのは、クローズドシステムがベースとなっているが、その問題点をはっきり認識することにより、正確かつ詳細に問題が認識でき、解決策が見つけれられる。
- 将来予測に基づき決定を行い、予防策を取るというアプローチの仕方というのは一つの方法である。気候変動問題は、クローズドシステムだと思って解いたら解けない。
- 地球を止めずに環境問題を解いていかなければいけないので、問題を抽象化した場合でも、そこから排除されたものは絶対に捨てずに、問題が解けた際、1回排除したものをくっつけたらどうなるか、常に考える必要がある。
- 問題を完全に理解していなくても、何か対応していかなければならないという考え方は、一種のマネジメントの手法である。マネジメントというのは今までサイエンスの

領域には全く取り入れられない言葉であったが、オープンシステムの問題を解く場合には、このマネジメント概念がかなり重要となる。

- 我々はオープンシステムに住んでいる。それを無理にクローズドシステムにし、完全解を求めたため、行き詰っている感じがする。

### 全体的な視点 (Holistic View)

- 20世紀と21世紀の問題設定は異なる。21世紀の問題とは、Earth Environment and Sustainability、Life and Health、Safetyなど、地球規模での問題であり、インターネットで結ばれたネットワーク上でいろいろな情報システムが動いている。これらの問題は、巨大で、複雑で、常に変更している統合的なシステムの問題であり、将来を予測し、今、どのようなアクションをとらなければいけないかということ問うている問題だということができる。
- 20世紀の問題は、個別的で、この問題があるからこれを解くという形だったが、21世紀の問題は、1個解いてもそれで終わりではない。その結果、その隣のシステムにどう影響が与えられるのかが不明であり、なかなかアプローチしづらい問題でもあって、議論しているうちに自分の土俵の話に持って行って、全体の解決策とは必ずしも一致しないような議論になってしまうことも多いのではないか。
- 研究の領域というのは、細かく分かれていて、タコつぼというか、井の中のカワズという変だが、その中で実施されており、全体的な視点を必ずしも十分持てていない。更に言うと、時間的な発展系というものに対する取り扱いがどうも我々はどうもうまくない。

### 気象情報に関する経済学的な課題

- 気候情報が出されると、その情報はいろいろな人に、同等、又は、多少価値の違いはあっても、様々な有益性を与えられるという意味で、公共財的な性質を持っているが、そのような公共財というのは、私的財のように、特定の人から特定の人に市場で供給されるようになると、経済学的に言うと、社会的に望ましい水準になればなるほど、公共財としての気候情報が提供されなくなるという問題がある。
- 公共財というのは、利用のされ方によっては、本当はもっとたくさんの情報が社会に提供できるといいけれども、コストと利益のバランスがうまくとれなくて、より小さくなってしまふということが経済学的に言われる。あえて公共財としての気候情報を提供してしまうと、全然コストを払わずに利用する人も当然出てくる。そのようなフリーライダーの発生という問題も考える必要がある。
- 公共財としての気候情報を適切に提供するためには、気候情報の経済価値を適切に評価し、例えばJAMSTECに還元されることにより、引き続き社会に望ましい気候

情報を提供できるような価値をきちんと見積もらないといけないと思う。その結果、バランスがとれて、社会に望ましい（経済学的に言うと「パレート最適」）公共気候情報が提供されるようになる。フリーライダー問題、適切な供給等について検討するためには、気候情報の経済的価値の評価方法について検討する必要があるのではないか。そのような視点が世界的にも欠けている。

- 気候情報の価値を大きく分けると、1つは、気候情報が提供されたことによって社会的便益が増加することが挙げられる。例えば、トマト、キュウリなどの農家が気候情報を聞いて最適な栽培計画を立てることが可能となる。もう1つは、温暖化問題による干ばつ問題などに対し、気候情報がなかったときに発生する大きな被害を回避できることが挙げられる。これらの便益及び被害回避の金額を適切に評価する方法を検討する必要がある。分野としては、農業、健康、社会基盤、資源、生態系、アメニティー（心地よさ）等が挙げられる。
- 場合によっては、気候情報により破局的な被害を回避することも可能となるが、その価値の評価方法も重要である。
- 例えば、干ばつの場合、農家の被害だけではなく、その結果、自殺者の多発などの人的被害、作物取引不調による社会全体の経済的被害なども考慮しなくてはならない。このように、被害回避の評価方法については、直接的な価値と間接的な価値の両面から検討する必要がある。
- 気候情報は、リスクを適切に評価することが不可欠となる。想定額と発生確率により被害期待値を計算する必要がある。更に、回避可能リスクと、回避不可リスクについても考慮する必要があり、リスク回避のための保険をどう考えるのかが大きな問題になる。
- ライフサイクル・アセスメントに出てくるように、直接的被害、2次的被害、3次的被害、4次的被害、と、被害を拡張していったら、トータルな被害に近似させるという積み上げのな間接被害価値の評価方法も重要である。

### 地球リテラシー

- 日本の最先端技術の研究成果、それが世界に貢献し得るものはものすごく大きい。我々は、非常に大きな意味での地球リテラシーを、現代の科学を踏まえて、養い、同時にそれを世界に伝え、世界のコンセンサスにする必要がある。したがって、単なる温暖化対策とか、対処療法的なものにとどまらず、今の気候変動に世界の注目が集まっている時代を活用し、新しい21世紀の地球リテラシーを、最先端科学を踏まえつつ世界に共有化していくことが重要である。
- 科学者が最前線で見ているような生きた地球の、非常にダイナミックでリアルな地球像をもっとちゃんと伝えていくことによって、それを社会化していくことにより、大

きな援軍が社会から得られるはずである。これを小学校レベルからもっと伝えていくことが重要である。

- 社会的には緩和策の領域は割と光が当たっているが、適応策の必要性ということに関しては非常に認識が低い。大きなイベントなどを活用して、適応策の重要性をもっと訴えていく事が重要である。例えば、国レベルの政策で緑化面積を増やすということ以外に、家庭菜園、屋上菜園等、非常に小さな家庭レベルの緑をジグソーパズルのように増やしていくことも一つの方法である。農業レベルでプロの農業がやろうとすると生物多様性を担保するのはなかなか難しく、みんな画一的なF1種になってしまうが、家庭菜園レベルだと、地域の固有種とか、小さなものを、経済原理に左右されずに担保していくような道ができる。
- 若い世代が一番関心を持つのは、地球が今どうなっているのか、未来はどうなるのかということを知ること以上に、自分たちに何ができるか、あるいは自分たちが何をしたら何がどう変わるのかということである。自分が関与することでこう変わるというシミュレーションが常に社会から求められているシミュレーションである。自分という要素が入った地球というのを可視化していく、これは非常に重要な柱になる。
- 「Think Globally, Act Locally」のツールとして、地球的感性のプラットフォーム (Public Sensory Platform for the Global Age) を創る必要がある。既に、日本のみならず世界各地に於いて設置が進んでおり、これを1つの窓口としてJAMSTECとのコラボレーション企画が成り立つのではないか。例えば、来年度の1つの事業として、1つずつこの地球に詳細なデータを入れながら、しかし子どもでもわかるようなストーリーにしながら、明確なコンテンツにして、世界中に広げられるといいのではないか。このようなものをしっかりと出していくことで、北極海氷の問題まで含めた地球規模の問題が、それぞれのローカルな異常気象に関わっているということが実感できる。これは日本の科学技術力を世界に役立てるというプレゼンテーションにもなる。
- 海洋国家日本として、深層循環や台風などの問題について、海からの地球認識（海から地球を見るという視点）を世界にプレゼンしていくべきである。その中には、ネガティブな面ばかりではなく、台風は海をよみがえらせるということなど、気候変動も1つの地球のバランスングプロセスという側面もあるという視点も含めるべきである。こういう骨太な地球リテラシーというものを育てていくことが、やはり対処療法でない温暖化対策、あるいは気候変動時代の地球社会をどうデザインしていくかという問題に非常にかかわってくる。
- 人類が20世紀後半に発見した深海が、炭素循環など気候の行方を左右する大きな要素であることや、海底地形その他で不動に見える大地も実は動いていることなど、これらを可視化するのに日本列島というのは一番最たる場所なので、こういう問題を海底とか、深海とかいう視点からちゃんと可視化することは重要である。

- 植林により緑を増やしたら将来どうなるかなどが分かるような「シミュレーションアース」のリソースが J A M S T E C にあるが、これが専門学会やそれぞれの領域の中に閉じ込められているのは勿体ない。骨太な地球リテラシー構築に向けて、これらを世界中に届けていくことが重要である、世界中の子どもたち、世界中の市民がこういう形で地球を見る、そういう視点というものをものすごく求めている。こういうコンテンツを実際に「Tangible Earth (触れる地球)」という形で提示することが重要である。科学者が紹介するという今までの視点ではなく、地球を見る窓として科学者を使う、つまり、三人称として科学者を対象として取り上げるのではなく、科学者を1つの世界を見るメガネとして自分でかけてみるというようなスタイルで、コンテンツを提示していくということができないか。
- 現在は、CNN などを通じ、地球の裏側の情報が膨大に入ってくるが、どうも三人称で、バーチャルリアリティとあまり変わらない。全国、全世界に設置された「触れる地球」をインターネットで繋ぎ、マイクを設置して、互いに地球伝声管のように人の気配を感じ合えるような関係をつくっていくことができないか。言葉の意味はわからないけれども、地球の裏側の人々のほんとうに生きた声が、気配が伝わってくる。今までのグローバルコミュニティという抽象的なものから一步踏み出た関係ができてくるのではないかと思う。
- 気候変動、海面上昇、あるいは洪水のリスクが高まると、防水、治水等は国任せというのでは成り立たない時代に来ている。特に、東京東部とかではかなり水没をある程度許容しながら、それと共生していくような都市のあり方というのを探っていかなければいけない。東京にとって、江戸開府、明治維新に続く第3の大きな転換期に来ている。海洋の可視化というのは全世界的なテーマであるが、東京都民にとっては海洋の可視化というのは東京湾の可視化である。世界中から人が集まって、トランジットもする羽田空港近くに、東京湾を可視化する実験的な生きたミュージアムとして、シースルー形のエレベーターで東京湾の中に入っていけるような海洋博物館を創り、J A M S T E C の研究を全部総合したような内容とし、未来の海との共生ビジョンを提示するような水球ミュージアム構想というのを国家プロジェクト（環東京湾構想）として提案したい。

### 公衆衛生における共生/共進化

- 行政レベルでは10年先、20年先、30年先の世界を予想した中での施策をつくるのがかなり難しい。社会全体がそれではよくない。誰かが、20年後、30年後、50年後、あるいは100年後の社会を予想しつつ、何かを考え、提言していくこと、時間軸のスパンを少し長くすることが必要である。
- もっと長い時間で時間的な変化というのを見てあげると、結局1つのものだけでは絶

対に答えは出ない。やはり自然科学はもっと時間的な変化というのを常に考えることが重要である。

- 貧困とか、さまざまな社会問題を抱えている国に、新たに環境変化とか温暖化といったストレスが加わると、先進国よりもはるかに大きな影響がそこに出てくる。どんな環境変化であれ、そのスピードが速いということは、それ自体が大きな問題である。
- 正確に何かを予測し、解を出すのではなく、予測不能な事態に陥っても何とかできるような、自由度を保つような、マネジメントサイエンスの視点で見ると、特に公衆衛生というのは、共生している状態が安全保障上一番経済的ということになる。時系列的に見ても、実は一番安定度が高いということになり、公衆衛生の根本的な姿勢が変わる。
- 今は防災よりも減災、つまり災害を完全に防ごうとか、完全に堤防で何とか守ろうではなく、水没をある程度許容しながら大きな被害が出ないように、あるいは人命に大きな被害が出ないようにする、そのような気候変動への適応策というところから、徐々にそういう感覚が広がるような方法が、公衆衛生上一番いい方法ではないか。

#### 認識と行動のシステム科学（グローバル制御）

- 難しいことだが、シミュレーションは予測のためにあるのではなくて、それに基づいて我々が実際に行動を起こして、システムを変えていくことが重要である。
- 我々が実現したいのは地球規模問題への対応であるが、実際には、地球のどこかを観測し、それに基づいて予測し、何かアクションを起こすのであり、例えば、ヒートアイランド対策、生物システムにおける免疫システム構築などは、一応、問題を大規模・複雑なネットワークシステムとして捉えてはいるが、実際にやっているのは非常にローカルなアクションしかできていないのが現状である。
- グローバル制御では、ローカルに計測制御してグローバルな機能を実現することを目的としている。制御として重要視しているのは、物理システム、及び、情報ネットワークシステムであり、まず、この2つの適合性・整合性について考える必要がある。更に、これらのネットワークを異なる分解能（時間、空間等）で階層化し、相互作用を考慮したシステムを検討する必要がある。
- リアルタイム性というものが重要になってくるが、リアルタイムで処理できるためには、計算の精度を上げるだけでなく、ある意味では精度を落としてでも、空間的な分解能、時間的な分解能が最終的な我々のアクションにどうつながるかということについても検討する必要がある。

#### 経済と環境（無限を前提とした経済の終焉）

- 世界経済の構図、成長の構造が変わってきた中、過去30年間ほとんど動いていなかった資源価格が2000年代に入ってから何倍という形で上昇してきており、1970年代と同様な「均衡点価格の変化」が起こっている。この傾向は、リーマンショックの後より顕著になっている。
- 資源価格のみならず、世界人口、世界の穀物生産、世界の水需要、遺伝子組み換え作物の普及など、あらゆる分野で幾何級数的な変化が始まっており、無限を前提とした経済は終焉したと言えるのではないか。
- 地下系の資源に依存して成長してきた20世紀型の成長モデルに限界が生じ、これからは太陽系のエネルギーによって立つ21世紀型の成長を目指す動きが始まっている。
- このような状況への対応策は、短ければ3年～5年、長くても10年以内に、単純な対症療法ではなく、国家の中長期戦略に反映されるような本質的な方法での解決策として考えなくてはならない。
- 日本全体、あるいは世界全体で、太陽系経済への移行と同時に、地産地消性というのを、単に食だけでなく、水であれ、エネルギーであれ、全ての面において再構築しないと、地球全体のバッファが非常に薄くなってきている。多様なニッチ、多層性のある地域経済、グローバル経済との多層構造を再生しようというのが地産地消ということであり、予測不可能な変動があろうが、投機があろうが、最小限のところでバッファとなる部分が、あまりにも無くなり過ぎているのではないか。
- 日本経済は、グローバルに技術とかソフトな面を広げていくという方向に向かっていく必要はあるが、一方で、日本は、もっと内向きになって豊かさを感じる国にならないといけない。日本特有の社会の豊かさを感じる心を大事にし、あえて外にいろんな資源を求めていくのではなく、日本の自然の豊かさを感じ、満足するような、「自己充足的な豊かな社会」を日本も目指していかないといけないと思う。

## その他

- 自然界、社会、経済において、空間構造だけでなく時間スケールに階層構造があることを十分理解する必要がある。それゆえに気候変化と気候変動を明記している。IPCCも気候変化と気候変動の違いをよく理解している。適応策に関しては、遠い先の100年先のことに対する適応策も必要である。他方、次の春はどうなるというような短期の適応策もあるはずであり、この短期の適応策こそ、今途上国の人たちが最も望んでいるものである。短期の適応策と長期の適応策を両方バランスとって進めるということにより、発展途上国からも支持されることとなる。
- 我々の研究開発が社会と一緒に動いていく、社会のニーズをもらう、また、我々も社会に出していくようなインタラクティブプロセスが重要であり、イノベーションが可能となる。言い換えれば、社会と研究機関との共生プロセス、ともに生きる、ともに

進化するということになる。

- 科学で言えるのはこれぐらいまでで、そこから先は政治的決断であるとか、社会経済学との協力でこんな指標が出てきたとか、そういったことが明確に言えるような科学と社会経済学と政治との関係ができることが望ましい。
- 地球観測というのは先進国だけでできるものではなくて、必ず途上国、新興国の力が必要。その際に、例えば予測研究のデータとか、社会応用で、日本で具体例があれば、ほかの観測もきっちりできるようになる。そうなることによって観測がもっと充実してきて、それによって予測の精度が上がるという、いいフィードバックがかかり始める。

## (2) JAMSTEC として何をなすべきか

フォーラムでの議論を通して、今日、地球環境と気象情報が世界に与える影響が大きなものとなり、また社会状況も複雑化していることが確認された。さらに、自然と社会の双方に様々な階層性があり、重層的な相互関係に関心を払わざるを得ず、また個人と社会、個別国家と世界、個人の福利と自然環境の保全などに目的の利害の複雑な対立があることも鮮明になった。それらは、ここであえてまとめるべきものではなく、上記の意見の一つ一つの中に、刺激的な形で語られている。また、あらたな認識はこれらの発言を通して生まれるはずであり、あえてまとめることは避けるべきであろう。

そうであっても、JAMSTEC の今後の活動の方向性に関しては、以下のような点に重要な指摘・示唆があったことを認めている。

フォーラムでは、地球環境問題について、今、地球の自然になにが起ころうとしているのか、社会にどのような影響があるのか、将来に向けての課題は何であるかについて、みんなが知り、議論すること、そのため、最新の科学を用いた予測を行い、誰もが理解できるように可視化して社会に示すことが大切であることが指摘された。また、地球環境変動に対する適応策は、農業、医療、水資源、防災などの分野を始めとして多岐にわたっており、それぞれの課題は相互にリンクしているので、個別対応ではなく、総合的、横断的で体系的なアプローチが重要であることが強調された。

JAMSTEC は海洋観測のデータを蓄積するとともに、地球シミュレータを用いた予測に実績を持っている。その実績と科学技術ポテンシャルを生かし、幅ひろく専門家を結集して地球環境問題に総合的に取り組むプラットフォームとしての役割を果たすことが期待される。特に、今後の気候変化/気候変動対策のために必要になるハード、ソフト両面にわたる社会システム的设计に対して、社会とのインタラクティブプロセスのコアとして科学的な予測シミュレーションを行ってその有効性を評価することに JAMSTEC が貢献すること

が期待される。この課題は、上述のとおり幅広いアプローチが求められるため、JAMSTECが果たすべきプラットフォームには、理系のみならず、人文社会科学を含めた種々の専門家が集まるとともに、外部との連携が柔軟にできるオープンなフォーラム機能と、成果を可視化して社会に発信する機能を備えることが重要である。

## 参 考 资 料

JAMSTEC

## Toward Open Systems Science

*January 18, 2009*

*Mario Tokoro*

*Sony Computer Science Laboratories, Inc.*

## Issues in 21C

- Earth Environment and Sustainability
  - Energy, Global Warming, Population, Food, Biological Diversity, Poverty and Differentials, ...
- Life and Health
- Safety
  - Global Economy, Food
  - Networked Huge Information Infrastructures
- *These Issues are the Problem Resolution of Huge, Complex, Ever-Changing Integrated Systems*
- *These Issues require us to forecast our future and take actions.*



January 18, 2010



Mario Tokoro



## Can the Current Scientific Methodology/Attitude Solve These Issues?

- Research domains are subdivided into narrow areas (*silos*).
- *Holistic view* with *time-axis* is lacking.
- *Reductionist approach* may not be enough/appropriate for solving the problem of such complex systems.
- *Complex Systems Theory*, although it has given the view of time development, is still in reductionism in the sense that it explains the complex behavior by simple formulae, and that it does not provide solutions for problems of “real” complex systems.



January 18, 2010

Mario Tokoro

Can we really solve these issues?

Do we need a new methodology/attitude to solve These Issues?

What in fact characterizes these issues?

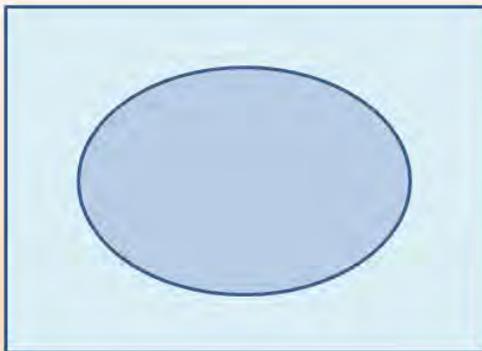
These problems are characterized by  
*Open Systems*

January 18, 2010

Mario Tokoro

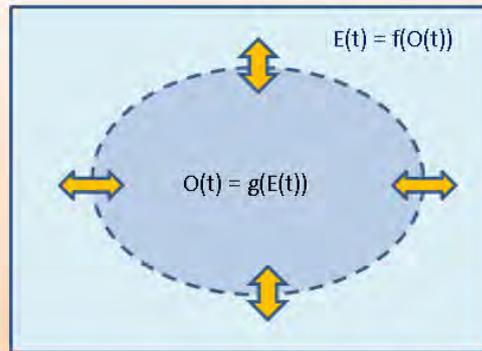
## Closed Systems vs. Open Systems External View

### Closed Systems



No interaction with outer world

### Open Systems



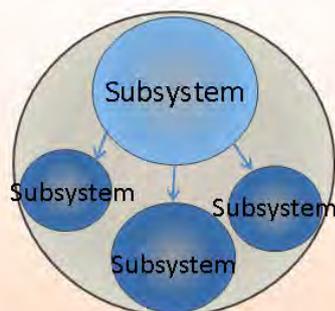
Interaction with outer world by channels or membrane

January 18, 2010

Mano Tokoro

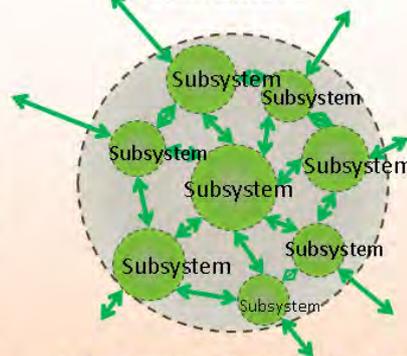
## Closed Systems vs. Open Systems Internal View

### Closed Systems



- Whole problems are solvable by dividing into elements and collecting answers from the elements.
- It consists of subsystems with simple structure.
- The structures, relations, boundary conditions, and functions of subsystems are statically defined.

### Open Systems



- A system cannot simply be decomposed into subsystems. Entire behavior emerges from all interactions among subsystems.
- Time development and irreversible systems
- The structures, interactions, boundary conditions, and functions of each subsystems change dynamically.

January 18, 2010

Mano Tokoro

## Closed Systems vs. Open Systems Summary

### *Closed Systems*

- Simple closed system.
- (mainly) Equilibrium system.
- Reversible.
- Reproducible.
- Can be divided into elements.
- Can be halted.
- An n-body problem.
- Can take external observers' view.

### *Open Systems*

- Open complex system.
- Temporal developmental system.
- Irreversible.
- One-time only (non-reproducible)
- Cannot be divided into elements.
- Need to keep alive; cannot stop.
- An n-system problem.
- Can take only the internal observers view.

January 18, 2010

Mario Tokoro

## Can We Really Solve Open Systems Problems?

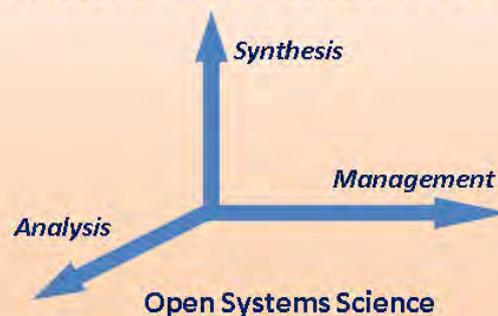
- *No*, in the sense that we could give strong/complete solutions to well defined (closed systems) problems.
- *Yes*, in the sense that we will be able to give a means to make the entire situations better, not worse, with our best effort.

January 18, 2010

Mario Tokoro

# Proposal of Open Systems Science

- Scientific methodology/attitude toward *Open Systems Problems*.
- An approach that solves problems while keeping the systems alive or running.
- Division into subsystems can be allowed provided that mutual-dependency among them are fully preserved. This means *abstraction without elimination*.
- Since *internal observer's view* is inevitable, we need to try our best to maintain the model of a system so as to be consistent with new findings in the real-world.
- A new perspective of *Management* is added to the conventional perspectives of *Analysis* and *Synthesis*.
- It may not *completely* solve but can *manage* the problems in the time line.



January 18, 2010

Mario Tokoro

## Closed Systems Science vs. Open Systems Science

### *Closed Systems*

- External observer's view.
- Static
- Reduction
- To pursue strong /complete solution.

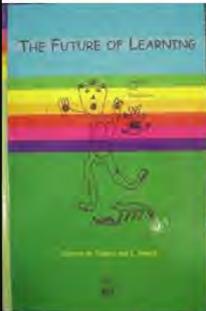
### *Open Systems Science*

- Internal observer's view.
- Temporal development
- Holistic view
- To manage the problems in the time line with best effort.

January 18, 2010

Mario Tokoro

# Sony Computer Science Laboratories, Inc.



## Established in 1988

Sony CSL Paris (1996), Interaction Laboratory (1999)

### Goal:

To contribute extensively to social, industrial and Sony's development through **fundamental yet applicable research**, especially on and around computer science.

### Operation:

Small but excellent members,  
Freedom and respect on individuals' responsibility,  
Openness toward outer community,  
Independent recruiting process,  
Annual contract (renewable)

*Looking ahead to the Future...*



January 18, 2010



<http://www.sonycsll.co.jp>

## Practice of Open Systems Science in Sony Computer Science Laboratories

- *Systems Biology* (Hiroaki Kitano)
- *Epigenetics* (Kazuhiro Sakurada)
- *Systems Brain Science* (Ken Mogi)
- *Origin and Evolution of Languages* (Luc Steels)
- *Econophysics* (Hideki Takayasu)
- *Cybernetic Earth* (Jun Rekimoto)
- *Dependable Systems* (Mario Tokoro)
- *Open Systems Simulation* (Taka Sasaki and Mario Tokoro)

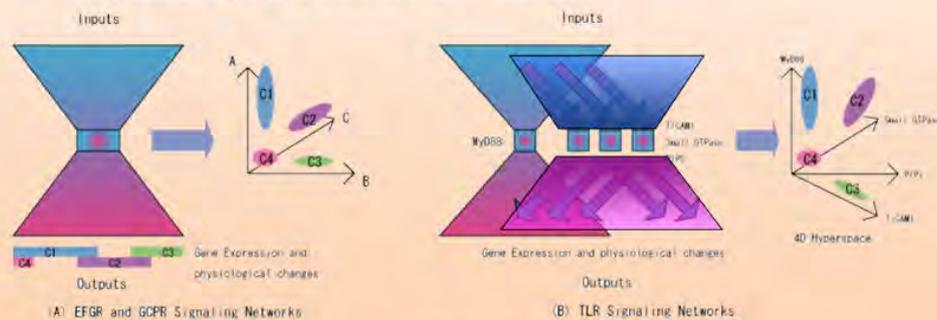
January 18, 2010

Mario Tokoro

# Systems Biology

*Hiroaki Kitano*

- Life as a System of *Huge Functional Network*
- And Management of it taking *Interaction with Environment* into Consideration
  - Theory of *Biological Robustness*
  - *Long-tail Drug* and *Personalized Medication*



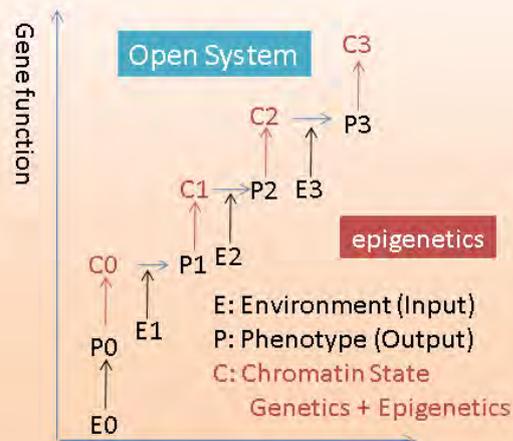
January 18, 2010

Mario Tokoro

# Life as Inheritance of History

*Kazuhiro Sakurada*

- *Epigenetics* (Acquired Traits) is equally important to Genetics (Inherited Traits)
  - Irreversible Changes caused by Development
  - Management of Network
- Nature vs. Nurture Issues



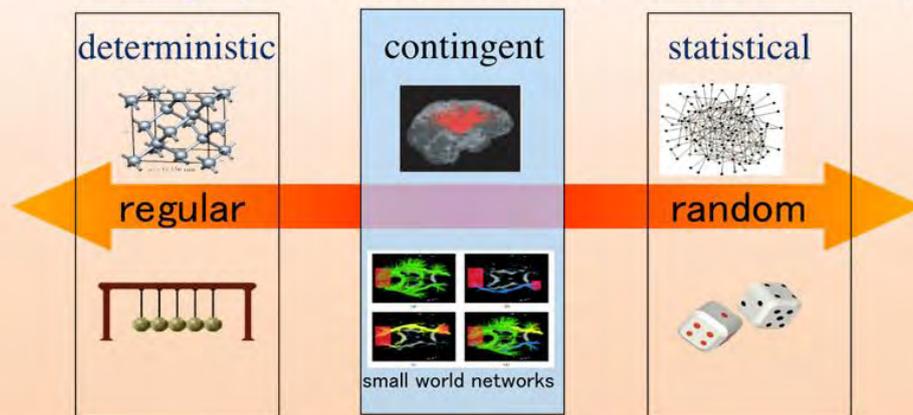
January 18, 2010

Mario Tokoro

# Systems Brain Science

*Ken Mogi*

- *Qualia*
- *Contingent Brain*
  - Pursuing Dynamic Adaptability and Perceptual Stability



January 18, 2010

Mario Tokoro

# Evolutionary Linguistics

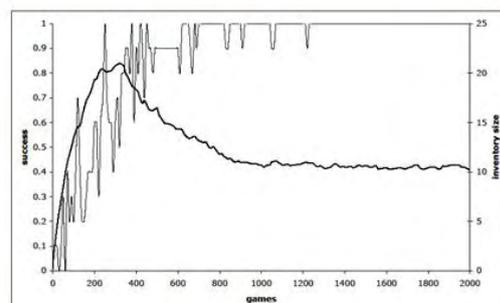
*Luc Steels*

- New Paradigm for Language and Meaning
  - Departure from Generational Grammar
- Through the Framework of Language Games



January 18, 2010

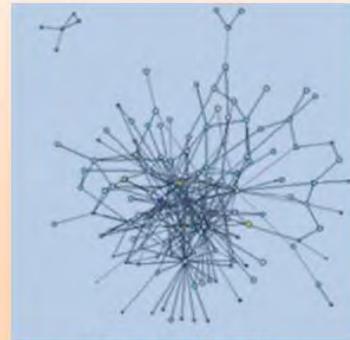
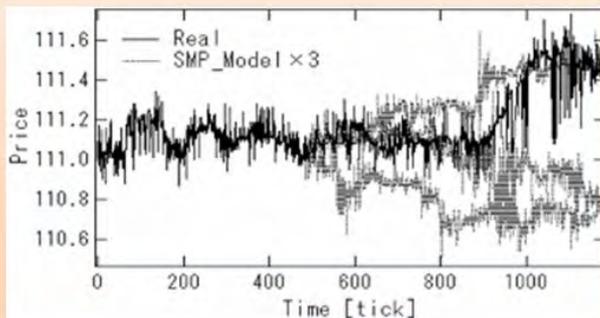
Mario Tokoro



# Econophysics

*Hideki Takayasu*

- Challenges to Infinite Complexity
  - For the Observation and Control of Global Social Information
  - Through Complex Statistical Dynamics



Network of Banks

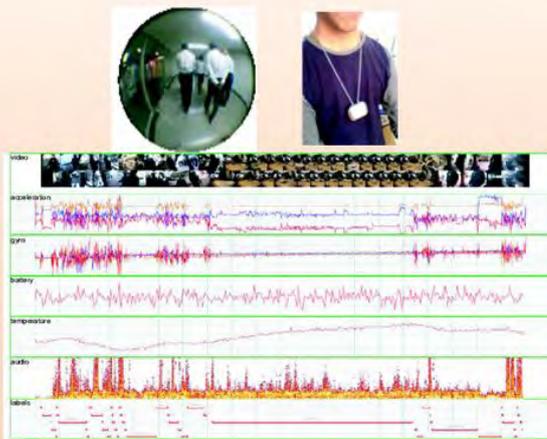
January 18, 2010

Mario Tokoro

# Cybernetic Earth

*Jun Rekimoto*

- The Earth becomes a huge Cyborg
  - Through Sensors, Actuators, Databases, Simulators, BMI, .....



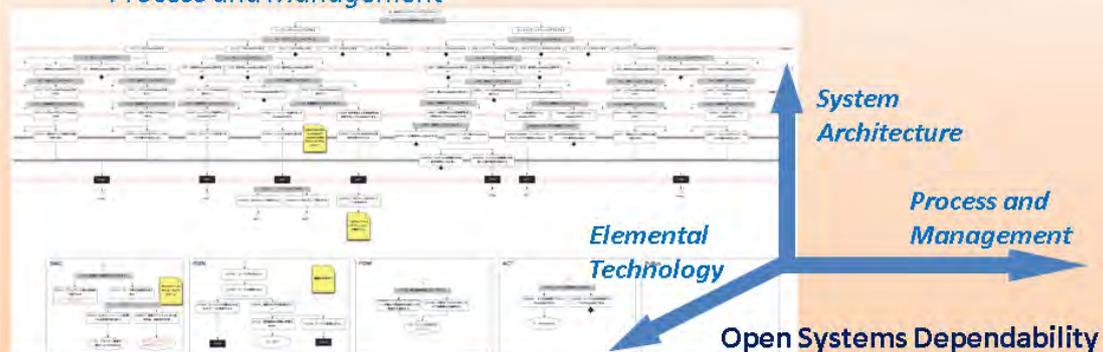
January 18, 2010

Mario Tokoro

# Dependable Systems

*Mario Tokoro*

- Strong Demands of *Dependability* for Infrastructures Supported by Information Technology
- Dependability is a Notion in *Open Systems*
  - Cf. Reliability is a Notion in Closed Systems
- Dependability is Achieved by *Elemental Technology, Architecture, and Process and Management*



January 18, 2010

Mario Tokoro

# Open Systems Simulation

*Taka Sasaki and Mario Tokoro*

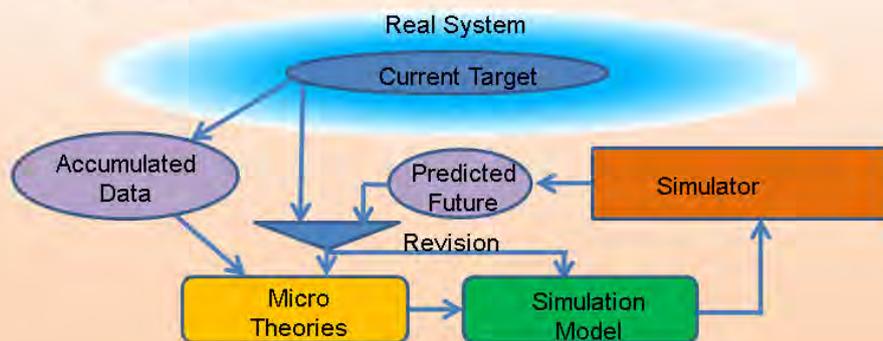
- How can we simulate an Open Systems Problem?
  - Model-oriented Approach
    - How to fuse models for reality?
  - Data-oriented (Statistical) Approach
    - What to collect, how to represent, and how to find models from data?
    - Can the future be predictable from past data?
  - Computer simulation only with the first principles (micro theories) can possibly predict the future.
  - Macro Model can be used for computational efficiency.

January 18, 2010

Mario Tokoro

# Outline of Open Systems Simulation

- How can we proceed simulation?
  - Start with a target system.
  - Revise micro theories and simulation model if the simulation results don't match with the behaviors of the real system.
  - Expand the target system according to necessity.



January 18, 2010

Mario Tokoro

## What are lacking for Open Systems Simulation?

- General method of fusing models of different domains
  - e.g., climate, habitation, human traffic, birds migration, pandemics
- General framework and simulation system that allow incremental change of models
- New algorithms for numerical analysis and multi-agent simulation
- Ultra parallel/distributed supercomputer architectures
- Education

January 18, 2010

Mario Tokoro

# Summary

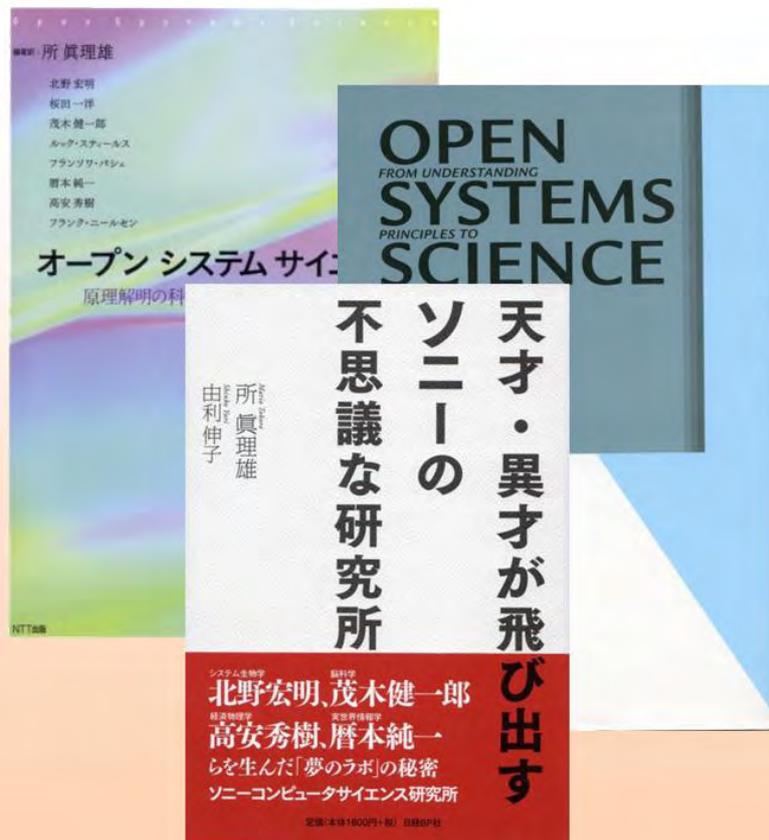


- Remaining issues of great urgency in 21C are mostly that of *huge, complex, ever-changing, integrated systems*.
- These problems requires us to *forecast our future* and to *take actions*.
- We characterize these problems as *Open Systems Problems*.
- As a methodology/attitude for solving Open Systems Problems, we proposed *Open Systems Science*, in which a new perspective of *management* is added to the conventional perspectives of *analysis* and *synthesis*.
- It gives means to manage the problems in the *time line*.
- *Open Systems Simulation* can be a general approach to solving Open Systems Problems.

January 18, 2010

Mario Tokoro

Thank you



JAMSTECフォーラム「気候変化／気候変動適応型社会」を  
実現する融合型環境デザインシステム」2010年1月18日

## 気候情報に関する経済学的な課題について

上智大学地球環境学研究科 鷺田豊明

### 公共財としての気候情報

- 気候情報は、ある主体（人や組織）の利用によって他者の利用が減じられないという意味で公共財（public goods）。
- 公共財が私的に供給される場合、社会的に望ましい水準以下になることが理論的には予測される。
- フリーライダーの発生も問題を引き起こす。
- 公共財を適切に提供するためには、その経済的価値が尊重される必要がある。

上智大学 鷺田豊明

## 気候情報の経済的価値とは？

- 気候情報による現状よりも社会的便益の増加額。
- 気候情報による社会的被害の回避額。
- 分野としては、農業、健康、社会基盤、資源、生態系、アメニティなどが考えられる。
- 破局的(カタストロフィック)な被害回避価値と適応可能な被害回避価値が考えられる。
- 直接的価値と間接的価値がある。直接的価値は、気候変化と直接に関連づけられる価値であり、間接的価値は、それが社会に与える影響のすべてを考慮した上で測られる価値である。

上野 隆三 田中 隆三

## リスクと災害保険

- 気候情報の経済価値については、適切なリスク評価が不可欠となる。  
期待被害価値 = 想定被害額 × 発生確率
- 適応可能な被害価値はリスクヘッジが容易だが破局的な場合はリスクヘッジそのものが困難になる
- 保険によるリスクヘッジの可能性と有効性の検討が必要

上野 隆三 田中 隆三

## 気候情報の経済価値の測り方

- 直接的価値は比較的容易に測れる。研究上の価値と必要性があるのは間接価値の測り方である。
- 積み上げ式と応用一般均衡モデルを用いた経済価値の測り方が考えられる。
- 応用一般均衡モデル(CGEモデル)を用いることによって、GDPや人口全体の厚生水準の変化をとらえることができる。
- この分野は未だ未開拓な分野であり、社会全体としてリソースの投下が不可欠になっている。

## JAMSTECシーズの社会化 コラボ企画提案

2010年2月12日

竹村 真一



### “Think Globally, Act Locally”のツール、 生きた「地球科学のショーケース」としてのTangible Earth

1. Interactive: spinning by hands, searching by magnifying pointer
2. Real-time: night & day, update satellite data downloaded from Internet
3. Multi-layered scientific data: ocean currents, cyclones, global warming simulation, global transfer of air pollutants, migration of animals, etc.
4. Original Contents Management System (CMS): easily add & revise data from PC
5. Manual mode (for demonstrator) and Auto-play mode (without demonstrator)

**“Public Sensory Platform for the Global Age” :  
すべての小学校に生きた地球のmonitoring systemを！**



**Environmental lecture on ‘Tangible Earth’**

**S**ince primary students from Al-Nayef Islamic Art Museum in Qatar are engaged in an environmental education program, they are participating in an environmental lecture on ‘Tangible Earth’.

The digital globe is a visual representation of the Earth and its environment. It is a tool for learning about the planet and its resources. The globe is interactive and allows students to explore different parts of the world and learn about the environment.

The ‘Tangible Earth’ program is a part of the environmental education program at Al-Nayef Islamic Art Museum. It is designed to help students understand the importance of the environment and how they can help protect it.

GULF TIMES  
2009年12月8日

Tangible Earth is the most effective visual tool to raise consciousness on global environment among school children and younger generation

TE had been temporarily installed at the Embassy of Japan in Qatar in fall 2009, and Ambassador Kitazume invited school children to give them environmental lectures using Tangible Earth. (left)

Islamic Art Museum will be a distinguished center of the environmental education by hosting such occasion to invite school children and to give them the chance to see and touch the “real earth”.

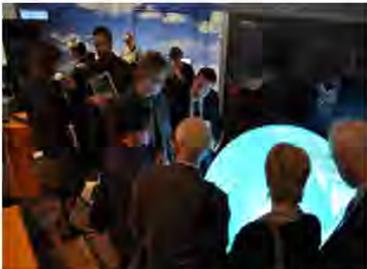
**すでに国内外で「地球科学のショーケース」となりつつあるTangible Earth**

**日本における常設例**



- #日本科学未来館 National Museum of Emerging Science
- #国立科学博物館 National Museum of Nature & Science
- #環境省The Ministry of Environment
- #TV朝日ロビー(地球温暖化対策プロジェクト)
- #丸の内地球環境倶楽部(新丸ビル: Ecozzeria)
- #大阪ガス「ガス科学館」(環境教育施設)
- #京都造形芸術大学、東北芸術工科大学
- #白川郷トヨタ自然村、越谷イオン環境SC、etc.

**海外における常設例:**



- #NEMO science museum (Amsterdam国立科学博物館)
- # Experimentarium (Copenhagen科学博物館)
- # Doha日本大使館→QatarGas(Museum of Islamic Art?)
- #La Villette ( Paris 科学博物館: 予定)
- #TERI:New Dheli ( Pachauri氏のNPO)
- #Museum for Tomorrow ( Rio de Janeiro: 予定)

**国際会議・博覧会などでの展示実績:**

- # 洞爺湖 G8 サミット(2008)
- # COP15 イベント“Bright Green”@Copenhagen(2009)
- # 愛・地球博(2005)、World Future Energy Summit (2010)

## 提案1. JAMSTEC+「触れる地球」コラボ企画:国内外のTEに毎月Bilingual実装



### A. “地球天気予報”～気候変動時代の予測技術

- 1) エルニーニョ/modokiと日本の天気(山形氏)
- 2) 北極海氷の融解も「海の温暖化」から?(島田氏)
- 3) 豪州干ばつも予測可能?インド洋の重要性(山形氏)
- 4) 日本の熱波は地中海から(シルクロードモデル榎本氏)

### B. 「水球」を科学する(海からの地球認識)

- 5) 海流の仕事:黒潮・メキシコ湾流、「深層循環」(深澤氏)
- 6) 台風は海をよみがえらせる?(高橋氏)
- 7) 海の酸性化～サンゴ、海棲生物の危機



### C. 宇宙より面白い!?「深海」という未知

- 8) 深海の発見～観測データ、垂直潜水生物LoggingData?
- 9) 海の炭素循環～マリンスノー、珪藻の微化石?
- 10) 海底地形を可視化する～日本列島のなりたち、地震

### D. Sim Earth～あなたの行動が地球の未来を変える!?

- 11) “化学天気予報”～越境汚染、黄砂、etc.
- 12) もし地球の森がなくなったら?森林の重要性(時岡氏)  
もしあなたが森を増やしたら?(植生Sim:河宮氏)

## 提案2. “地球の窓”としてのScientist紹介

(提案1の副産物としてインタビュー構成)

## 提案3. 観測船を「触れる地球」上にリアルタイムに可視化(トレース)

Global Sensor(地球の感覚端末)としての「みらい」「ちきゅう」

船上からの研究者の生の声(TEプログラム+地球聴診器)

## 提案4. 羽田空港にLiveの海洋博物館:“水球ミュージアム”

cf.「環東京湾構想」:生きた東京湾の可視化、世界の海がみえる窓、海洋エクメーネ



JAMSTECフォーラム  
「気候変化／気候変動適応型社会」を実現する融合型環境デザインシステム  
2010.2.12

# グローバル制御 の実現に向けて

原 辰次  
(東京大学 情報理工学系研究科)

1

## OUTLINE

1. グローバル制御とは
2. 大規模ネットワーク系の階層化合意形成
3. グローバル vs ローカル: 協調制御
4. 新しい“適応”の考え方?  
観測＋学習＋予測＋制御

2

# グローバル制御

## ローカルに計測・制御し、グローバルな機能を実現

科学技術に期待される多くの社会的問題（ヒートアイランド対策など環境問題や免疫システムの解明とその治療への応用など）の解決は、大規模・複雑なネットワークシステムとして捉えることができる。

重要なポイントは、我々が実行できるローカルなアクション（計測・予測・制御）でグローバルな機能をどのように実現できるかである。これに対し、「グローバル制御」と呼ぶ新しい制御の枠組みを提案し、基礎数理の展開と系統的な方法論の確立を目指している。

3

### 多分解能2重ネットワーク構造に基づくグローバル機能の実現

局所観測・制御による  
ヒートアイランド対策

免疫系階層モデルに基づく  
疾患状態の制御、...

物理ネットワーク（気象、生体、...）



#### 多分解能表現に基づく動的情報ネットワーク設計

- ・ 多分解能計測 - どの分解能でいつこの何を計測？
- ・ リアルタイム予測 - どの分解能でいつこの何を予測？
- ・ 分散制御 - どの分解能でいつこの何を制御？

4

## - 基本原理 - 多分解能2重ネットワーク

- ① 大規模ネットワーク系を対象を記述する  
「物理ネットワーク」と望みの機能を実現するための「動的情報ネットワーク」から成る相互連携された2重ネットワークとして捉える。
- ② それぞれのネットワークを「多くの動的サブシステムがネットワーク構造で繋がり、複数の異なる分解能（時間、空間、レベル、周波数など）のもとで相互作用している系」として特徴づける。

5

### OUTLINE

1. グローカル制御とは
- 2. 大規模ネットワーク系の階層化合意形成**
3. グローバル vs ローカル - 協調制御
4. 新しい「適応」の考え方？  
数値 + 学習 + 予測 + 制御

6

## Consensus for multi-agent dynamical systems

$$\dot{x}_i(t) = u_i(t) = \sum_{j \neq i} a_{ij} (x_j(t) - x_i(t))$$

$$\iff \dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) \quad \mathbf{A}: \text{Graph Laplacian}$$

$$\exists \xi, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{x}(t) = \xi \cdot \mathbf{1} \quad \mathbf{x} \equiv (x_1, \dots, x_n)^T$$

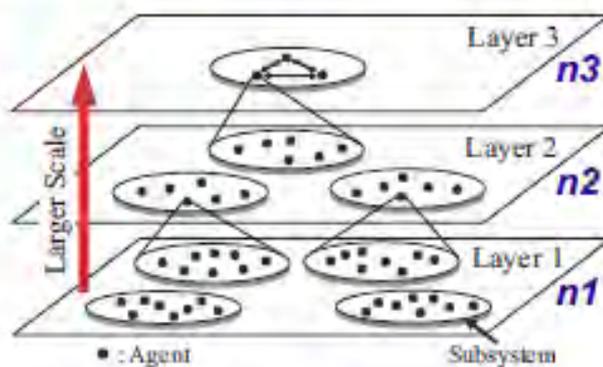
$$\mathbf{1} \equiv (1, \dots, 1)^T$$

### Fundamental Questions

- Consensus = Lyapunov Stability of total system, which is quite large ?
- Consensus Performance = Stability Degree ?

7

## Hierarchical Multi-agent Dynamical System



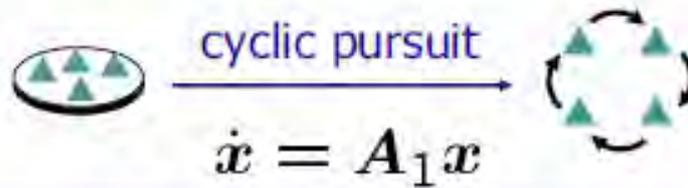
# total agents :  $n1 \times n2 \times n3$

- Hierarchical model with fractal structure ?



8

## Information Structure Inside Sub-group



$$A_1 = P - I = \underbrace{\begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}}_{\text{Graph Laplacian}} \quad P = \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}}_{\text{Circulant matrix}}$$

9

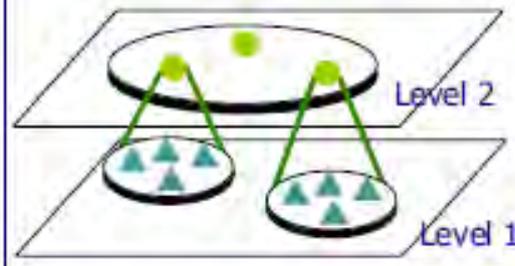
## Hierarchical Information Structure (1/2)



$$\dot{x} = A_2 x \quad A_2 = \begin{pmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & A_1 & 0 \\ 0 & 0 & A_1 \end{pmatrix}$$

10

## Hierarchical Information Structure (2/2)



Interaction  
with  
Fractal Structure

$$A_2 = \begin{pmatrix} A_1 - I & \Delta & 0 \\ 0 & A_1 - I & \Delta \\ \Delta & 0 & A_1 - I \end{pmatrix}$$

11

## General Expression for Hierarchical MADSS - Fractal & Cyclic Structure -

$A_1 = P - I$  : Cyclic Pursuit inside sub-group

$$A_l = \text{diag}(\underline{A_{l-1} - I}) + \underline{P} \otimes \underline{\Delta}$$

Homogeneous  
structure

Fractal  
structure

**Property on  
Interactions**

weak interaction:

Sparse  
Small gain

12

## New Weak Interconnection Properties

$\Delta$	Low-rank	High-rank
Sparse	$\Delta = \mathbf{1} \cdot \zeta^T$ $\left( \sum_{i=1}^n \zeta_i = 1, \zeta_i \geq 0 \right)$	$\Delta = I$ (Smith)
Dense		

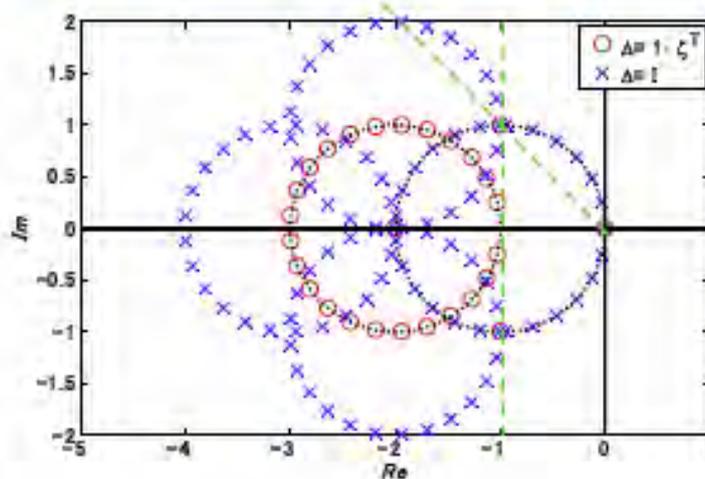
Share an aggregated information  
Control uniformly

$$\zeta^T = (1 \ 0 \ \dots \ 0) : \text{sparse}$$

$$\zeta^T = \frac{1}{n} (1 \ 1 \ \dots \ 1) : \text{dense}$$

13

## Eigenvalue Distributions ( $n_1=25, n_2=4$ )



$n_1 > n_2$

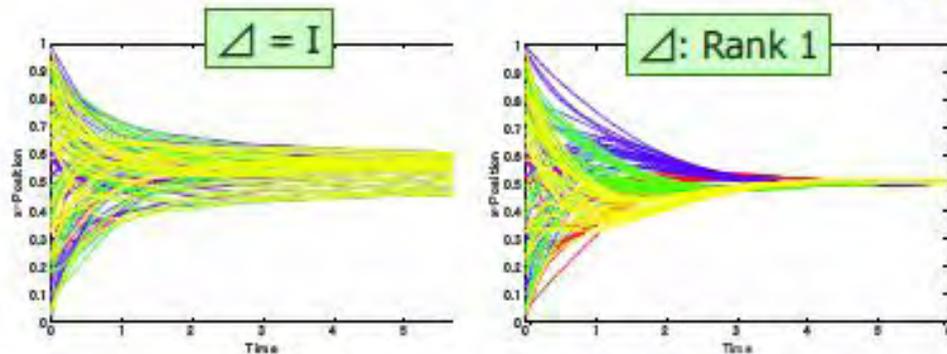
○ : rank 1

× : Identity

14

## Time Responses ( $n_1=25, n_2=4$ )

$n_1 > n_2$



**Rapid Consensus**

15

## OUTLINE

1. グローバル制御とは
2. 大規模ネットワーク系の階層化合意形成
- 3. グローバル vs ローカル: 協調制御**
4. 新しい“適応”の考え方?  
観測 + 学習 + 予測 + 制御

16

## 対象とするシステムの特徴

- ・異なる性質を持つ複数の要素やサブシステムが相互に作用しあう異種相互作用系
- ・開かれた環境において不完全な情報の下で機能する開放環境系
- ・多様で状況依存の価値を認める多様価値系

### 最適性と脆弱性のトレードオフ:

システムに不確かさがなく外界からの影響を受けなければ、脆弱性を心配する必要はない。しかし、そのような理想的な状況は一般には成立せず、最適化を図ることとロバスト性(安全性)を高めることの両立を図ることは難しい。

### 局所最適化と大域最適化のコンフリクト:

全体のシステムの情報を完全に得ることなく各サブシステムが各々の最適化を図ることは、必ずしも全体の最適を意味しない。それは、時間を越えても考える必要があり、現在の最適化は必ずしも将来を含めたトータルな最適性を保証しない。

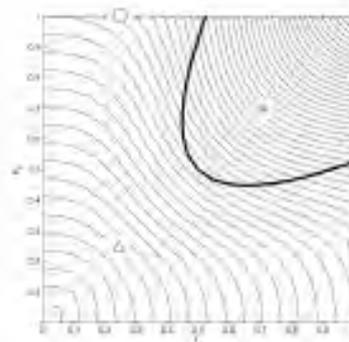
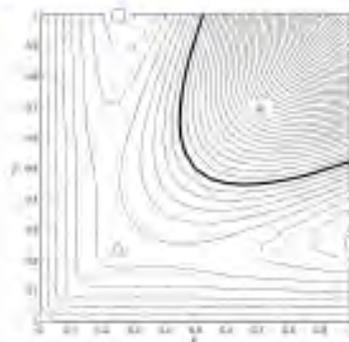
17

## 例題：グローバル vs ローカル (1)

### システム

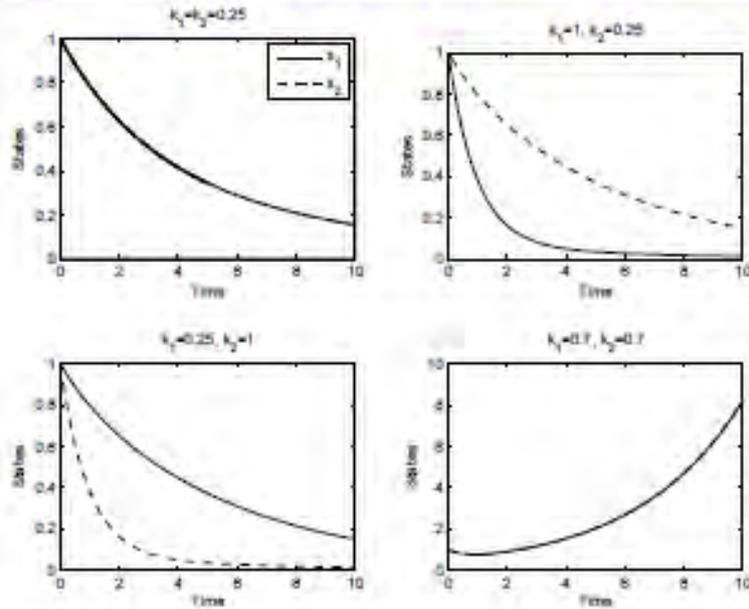
$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -k_1 & \frac{2k_2^2}{1+2(k_1-k_2)^2} \\ \frac{2k_1^2}{1+2(k_1-k_2)^2} & -k_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

### 閉ループ極



18

## 例題：グローバル vs ローカル (2)



19

## 分散協調制御による 大規模ネットワーク動的システム

各エージェントのダイナミクスに応じて  
望みの機能を実現するための  
ネットワーク構造、制御則は？

制御の観点での最も基礎的な問題

**安定性と安定化可能性**

協調によるメリットは？

単独で安定化できないシステムを  
複数が協調することにより  
安定化することが可能か？

20

## 例題：倒立振子の安定化



Not stable

注：物理的相互作用はない  
メモリーレスフィードバック

21

## 例題：倒立振子（角度フィードバック）

$$P_{\theta}(s) = \frac{-m l s}{D(s)}$$

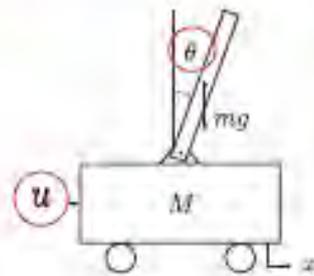
$$D(s) = a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0$$

$$a_3 := \frac{1}{3}(4M + m) m l^2,$$

$$a_2 := (M + m) \mu_D + \frac{4}{3} \mu_T m l^2,$$

$$a_1 := -(M + m) m g l + \mu_D \mu_T,$$

$$a_0 := -\mu_T m g l.$$



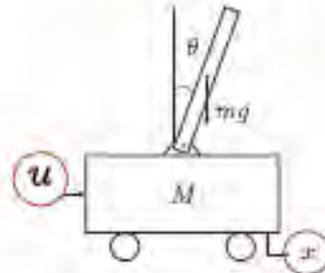
$$P_{\theta}(s) = \frac{-m l s}{D(s)} \in \mathcal{H}_1(s) \rightarrow \text{協調安定化可能でない}$$

22

## 例題：倒立振り子（位置フィードバック）

$$P_x(s) = \frac{\frac{4}{3}m\ell^2 s^2 + \mu p s - mg\ell}{sD(s)}$$

$$D(s) = a_3 s^3 + a_2 s^2 + a_1 s + a_0,$$

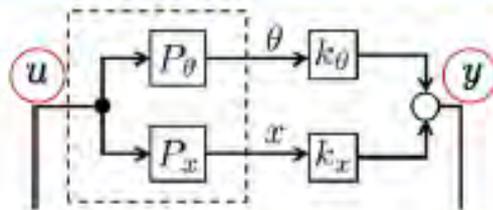


$$P_x(s) = \frac{\frac{4}{3}m\ell^2 s^2 + \mu p s - mg\ell}{sD(s)} \in \mathcal{H}_2(s)$$

→ 協調安定化可能でない  
十分小さい正の数  $\mu p$

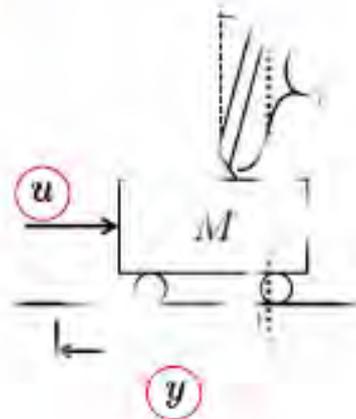
23

## 倒立振り子に対する P制御



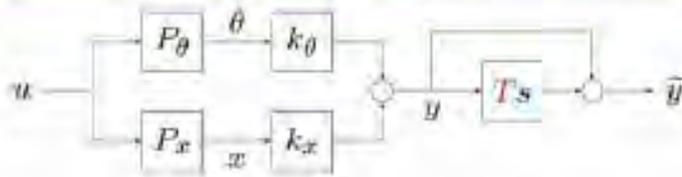
**理論解析：**物理パラメータをどのように選んでも、ゲイン出力フィードバックで単独安定化はできない。

**計算機実験：**協調安定化可能となる物理パラメータをみつけることができない。



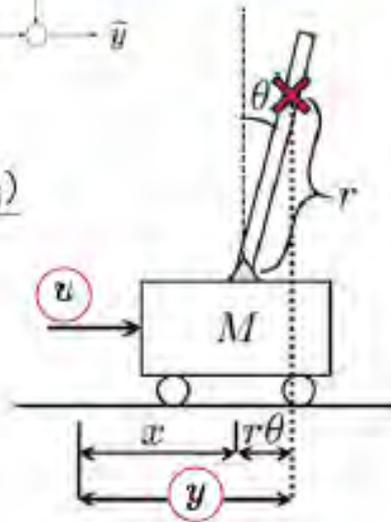
24

## 倒立振り子に対する PD 制御 (1/2)



$$h(s) = \frac{(Ts + 1)\left(\frac{19}{10}s^2 - \frac{1}{500}s + \frac{21}{10}\right)}{s(s-2)(s+1)(s+5)}$$

数式処理 (QE) を適用：  
 $T > 0$  をどのように選んでも  
 ゲイン出力フィードバックで  
 安定化することができない。

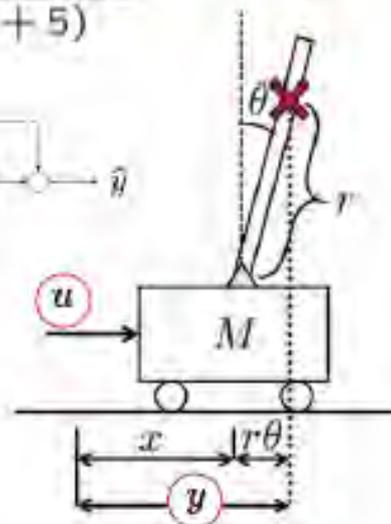


25

## 倒立振り子に対する PD 制御 (1/2)

$$h(s) = \frac{\left(\frac{1}{2}s + 1\right)\left(\frac{19}{10}s^2 - \frac{1}{500}s + \frac{21}{10}\right)}{s(s-2)(s+1)(s+5)}$$

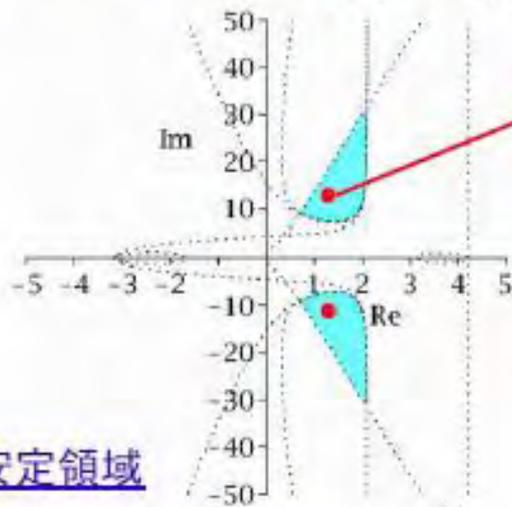
$T=1/2$



26

## 倒立振子に対する PD 制御 (2/2)

$$h(s) = \frac{(\frac{1}{2}s + 1)(\frac{19}{10}s^2 - \frac{1}{500}s + \frac{21}{10})}{s(s-2)(s+1)(s+5)}$$



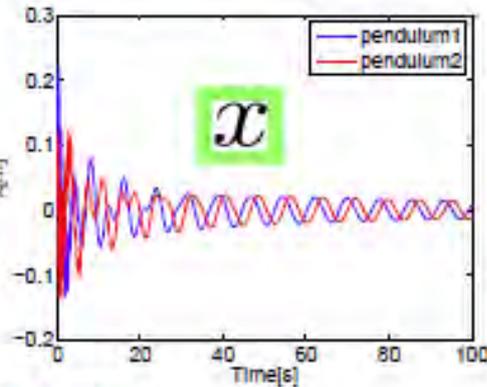
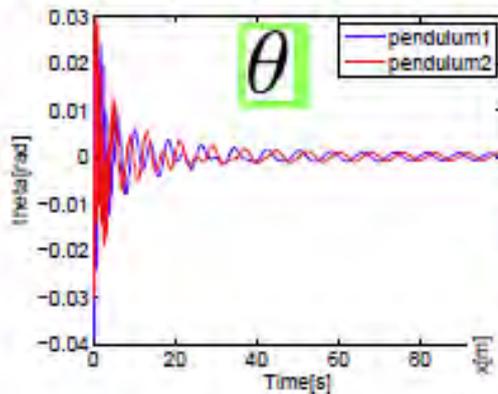
$$\lambda = 1.5 \pm 12j$$

$$A = \begin{bmatrix} 1.5 & -12 \\ 12 & 1.5 \end{bmatrix}$$

安定領域

27

## 倒立振子に対する PD 制御 (2/2)



$n$  が 2 以上の偶数の場合：  
2つをセットでネットワークを構成

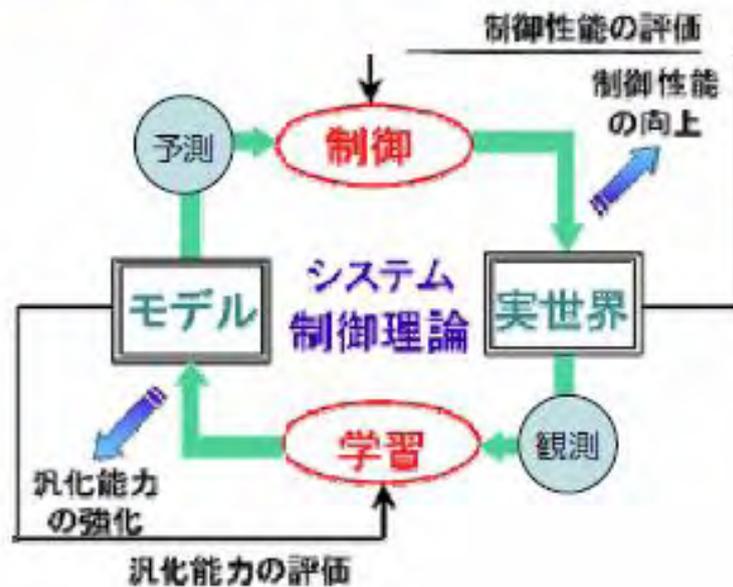
28

## OUTLINE

1. グローバル制御とは
2. 大規模ネットワーク系の階層化合意形成
3. グローバル vs ローカル: 協調制御
4. 新しい“適応”の考え方?  
観測 + 学習 + 予測 + 制御

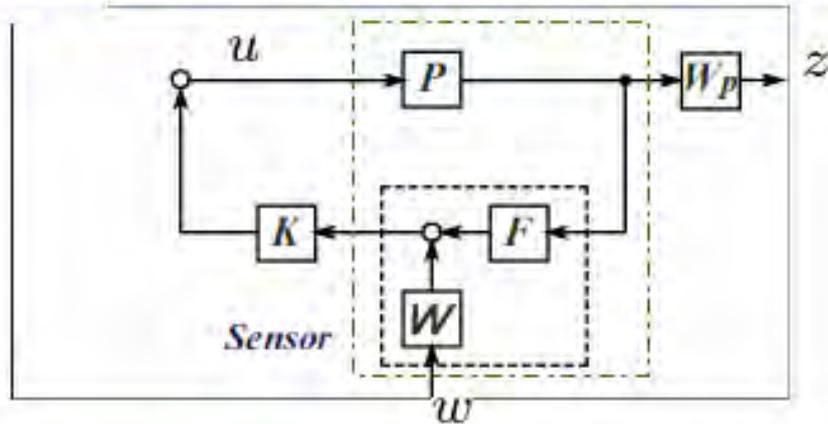
29

## 新しい“適応”の考え方？



30

## Optimal Sensor Selection for Control



**Modified Plant :**  $\hat{P}(s) := P(s)H(s)$

$$H(s) := \left[ \frac{F_1(s)}{W_1(s)}, \frac{F_2(s)}{W_2(s)}, \dots, \frac{F_N(s)}{W_N(s)} \right]^T$$

31

## Theorem 1: Performance Limit

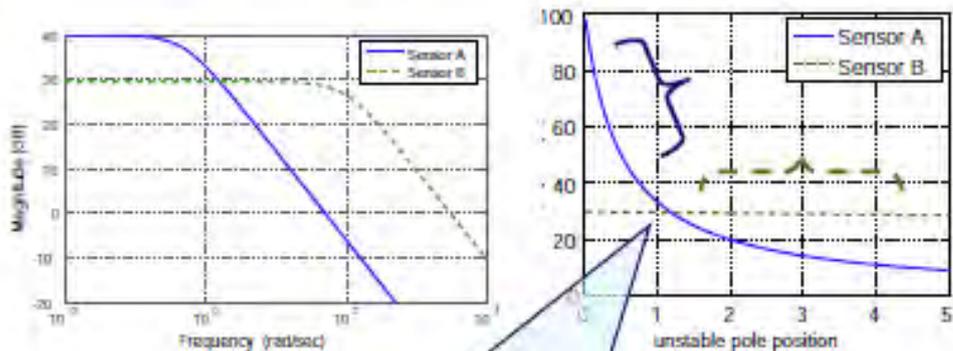
Suppose that Assumptions 1 and 2 hold and that the plant  $P(s)$  has a single unstable pole  $p(p > 0)$  and possibly multiple non-minimum phase zeros  $z_i (i = 1, \dots, N_z)$ .

$$E_{\text{opt}} = \frac{2p|W_p(p)|^2 \prod_{i=1}^{N_z} \frac{(p+z_i)^2}{(p-z_i)^2}}{\sum_{i=1}^N \left| \frac{F_i(p)}{W_i(p)} \right|^2}$$

32

## Numerical Example

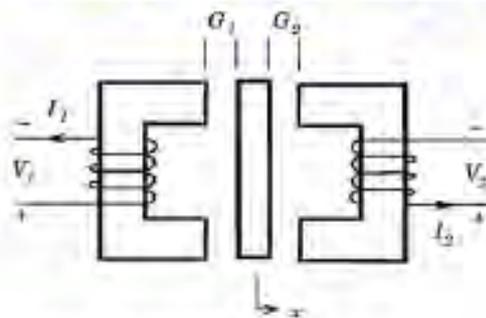
$$\overline{F_a(s)} = 100 \quad \overline{F_b(s)} = \frac{30}{0.01s + 1}$$



Small  $\rho$ : Sensor A Large  $\rho$ : Sensor B

33

## Magnetic Bearing System (1)



$$u := \frac{V_1 - V_2}{V_0}$$

$$y := \frac{I_1 - I_2}{I_{sat}}$$

$$\phi := \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{A_g B_{sat}}$$

State-space model:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x \\ v \\ \phi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \Phi_0 \\ \eta \Phi_0 & 0 & -\eta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ v \\ \phi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} -\Phi_0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ v \\ \phi \end{bmatrix}$$

34

## Magnetic Bearing System (2)

*Single Sensor*

$$E_{\text{opt}}^i > E_{\text{opt}}^x$$



$$F_i(s) := \frac{s^2 - \Phi_0^2}{\Phi_0} F_i(s)$$

*Multiple Sensors*

$$E_{\text{opt}} = \frac{2p}{\left| \frac{F_x(p)}{W_x(p)} \right|^2 + \left| \frac{p^2 - \Phi_0^2}{\Phi_0} \right|^2 \left| \frac{F_i(p)}{W_i(p)} \right|^2}$$

# 生態学的感染症研究

## 時間軸と空間軸のなかにおける 感染症再構築

山本太郎

熱帯医学研究所

国際保健学分野

### 山本 太郎(国際保健専攻)

- プロフィール: 医師(1年、ERで働きました)
- 長期海外経験: ジンバブエ, アメリカ, ハイチ(ここでは、貴重な体験をしました)
- こんなところで勉強してきました:
  - 長崎大学医学部・大学院 (長崎)
  - 東京大学大学院国際保健学専攻 (東京)
  - ハーバード公衆衛生大学院 (ボストン)
- こんなところで働いてきました:
  - 市立札幌病院救急部 (札幌)
  - 長崎大学熱帯医学研究所 (長崎)
  - ジンバブエ国保健省 (アフリカ)
  - 京都大学大学院医学研究科 (京都)
  - コーネル大学・ベイル医学校 (ニューヨーク)
  - WHO(世界保健機関) (マニラ・フィリピン)
  - ハイチ・カポジ肉腫・日和見感染症研究所 (ハイチ)
  - 外務省・国際協力局 (東京)
  - 長崎大学熱帯医学研究所 (長崎)

## 国際的な格差という問題

### －ワクチンの問題－

1. 新型インフルエンザに対するワクチン製造は、新型インフルエンザが発生した時点で新型のウイルスを採取することが必要です。
2. 従って、ワクチンの種となるウイルスは、新型インフルエンザの発生地で入手する必要があります。
3. 一方、ワクチンの製造能力はG7+豪・蘭の9ヶ国にしかありません。そうした国の一部では、自国で製造したワクチンに対し禁輸措置も検討しています。
4. それに対し、新型インフルエンザ発生の可能性のある国から、自国で採取されたウイルス株を使って開発されたワクチンが自国民に届かないことについて、国民に説明責任が果たせない。従って、ウイルス株の無制限な供与を中止するといった声明が出された。
5. この問題に国際社会はどのように応えるべきか。

## 国際的な格差という問題

### －抗ウイルス薬－

1. 新型インフルエンザが発生した場合、初期における封じ込めには、抗ウイルス薬(タミフル)が有効とされています。
2. いま日本には1500万人分のタミフルがあります。しかし、国家備蓄の目標は2500万人分。1000万人分目標を下回っています。
3. 一方で新型インフルエンザの発生地となる可能性の高いアジア地域ではシンガポールなど一部を除き、タミフルの備蓄は合計で10万人分しかありません。理由は価格が高いこと国際市場でタミフルの供給が少ないことが原因です。
4. これでは、初期の新型インフルエンザの封じ込めは困難です。封じ込めに失敗すれば、新型インフルエンザは世界に広がります。国際協力が求められている所以です。
5. 一方、新型インフルエンザが世界に広がった場合、タミフルが頼りとなります。新聞などでは、政府の備蓄が少ないといった論調の記事が毎日掲載されています。
6. どのような国際協力が行われるべきでしょうか。



# Social responsibility

- Policy development through
  - G8 summit (MOFA)
  - TICAD (MOFA)
  - Science and Technology Diplomacy (Cabinet Office)
- International collaboration through
  - MOFA
  - JICA
  - NGO/NPO

*on the ground  
and at the national level*



## ミレニアム開発目標 (MDGs)

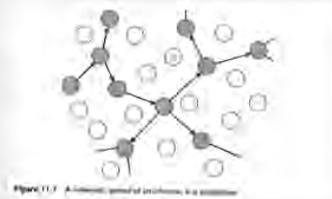
1. **Eradicate extreme poverty and hunger**
2. **Achieve universal primary education**
3. **Promote gender equality and empower women**
4. **Reduce child mortality**
5. **Improve maternal health**
6. **Combat HIV/AIDS, malaria and other diseases**
7. **Ensure environmental sustainability**
8. **Develop a global partnership for development**

## 基本再生産数を規定するもの

- 基本再生産数 ( $R_0$ ) は以下の式で与えられる:

定義: 「基本再生産数」とは、ある1人の感染者が完全な感受性集団に入ってきたとき、その感染者から平均で何人が感染するかという数

- $R_0 = \beta \times k \times D$ 
  - $\beta$  = 1回の接触あたりの感染確率
  - $k$  = 一定時間あたりの接触頻度
  - $D$  = 感染力を有する期間



論理的には以下の3つのシナリオが考えられる

- $R_0 < 1$ : 流行は起こらない。(the disease will eventually disappear)
- $R_0 = 1$ : 流行は消滅もしないが拡大もしない。
- $R_0 > 1$ : 流行は拡大する。(the disease will spread and be epidemic)

## 結核の基本再生産数

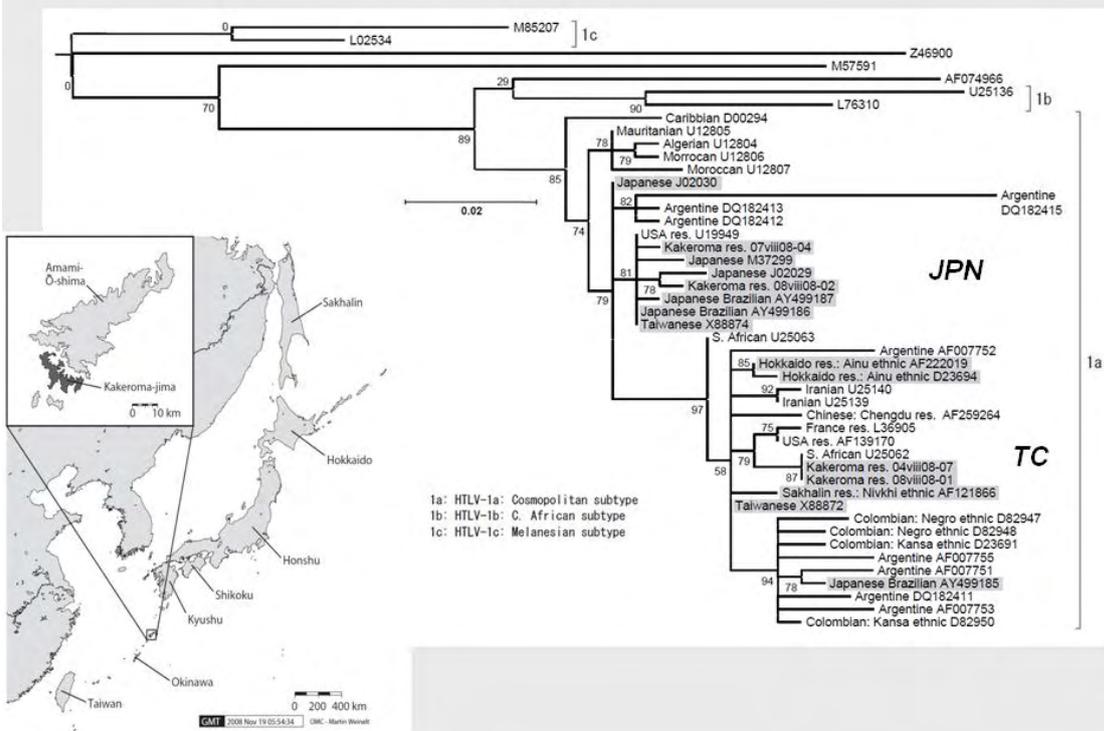
- $R_0 = \beta \times k \times D$ 
  - $\beta$  = 1回の接触あたりの感染確率
  - $k$  = 一定時間あたりの接触頻度
  - $D$  = 感染力を有する期間
- 1回の接触あたりの感染確率( $\beta$ ) は、他の呼吸疾患のあるなし、あるいは基礎免疫等に影響される
- $k$  は、結核が空気感染する空間をある一定時間に共有する人の数
- $D$  は感染力を有する期間 = 薬の開発前後で変化する。

## Coffee break

- 産業革命以前と以降で結核の再生産係数は変わるでしょうか？
- 農耕定住以降の社会と、それ以前の狩猟採集の社会では結核の再生産数は同じでしょうか？
- 結核はこうしたヒト社会の変化によって引き起こされる流行様式の変化に対し、どのような進化をするのでしょうか？……共進化という考え方

## 共進化

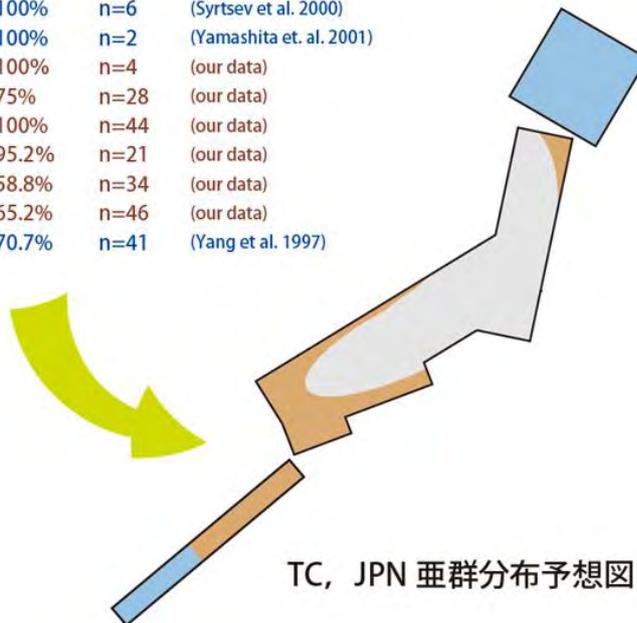
- 感染症に対し、ヒトは内部を変えるか、外部を変えるかして適応をはかろうとする。
  - 例えば、マラリア……、に対しヒトは
  - 遺伝子を変えて、適応しようとした＝生物学的適応
  - 外部環境を変えて、適応しようとした……高地に住む、蚊帳を使う、薬を開発する＝社会文化的適応
- ↓
- こうした生物学的、社会文化的適応に対し微生物や媒介動物も変化する
- ↓
- そうした変化に対し宿主であるヒトもまた変化する

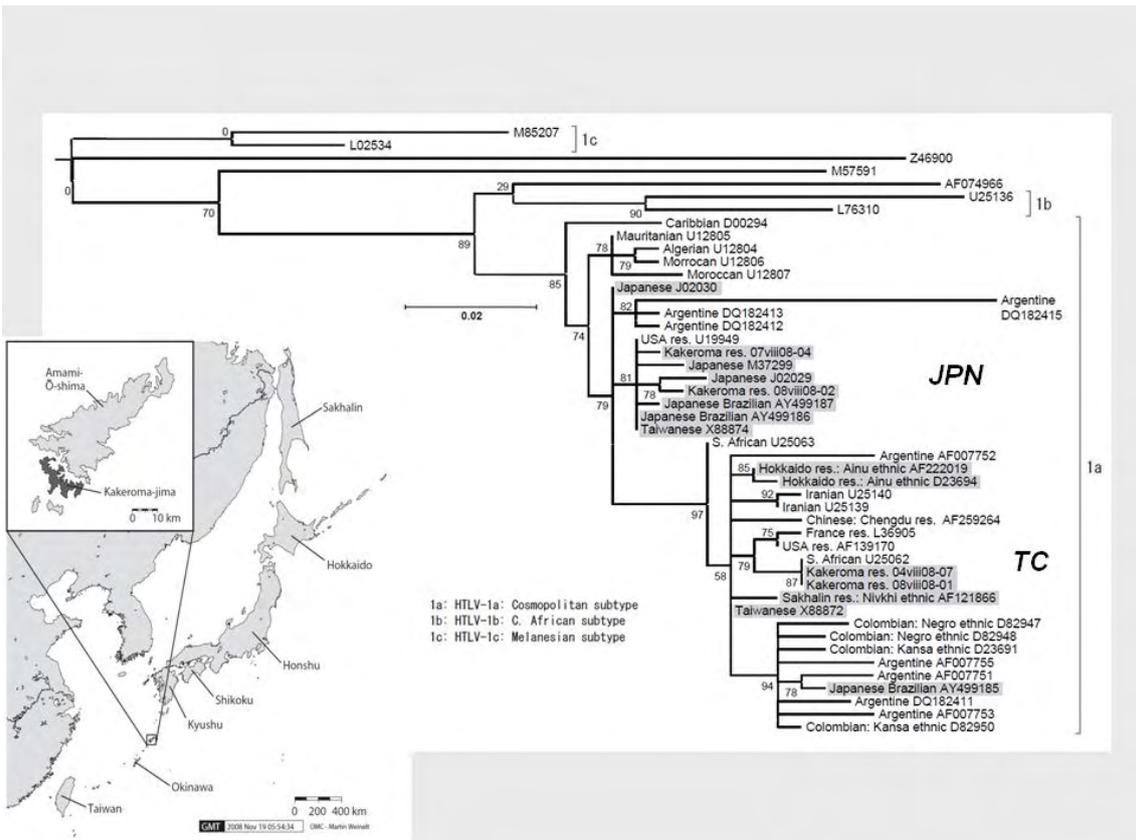


### 亜群の分布パターン.

➤ 大陸横断亜群(TC)と日本亜群(JPN)はドーナツ型の分布パターンを示す.

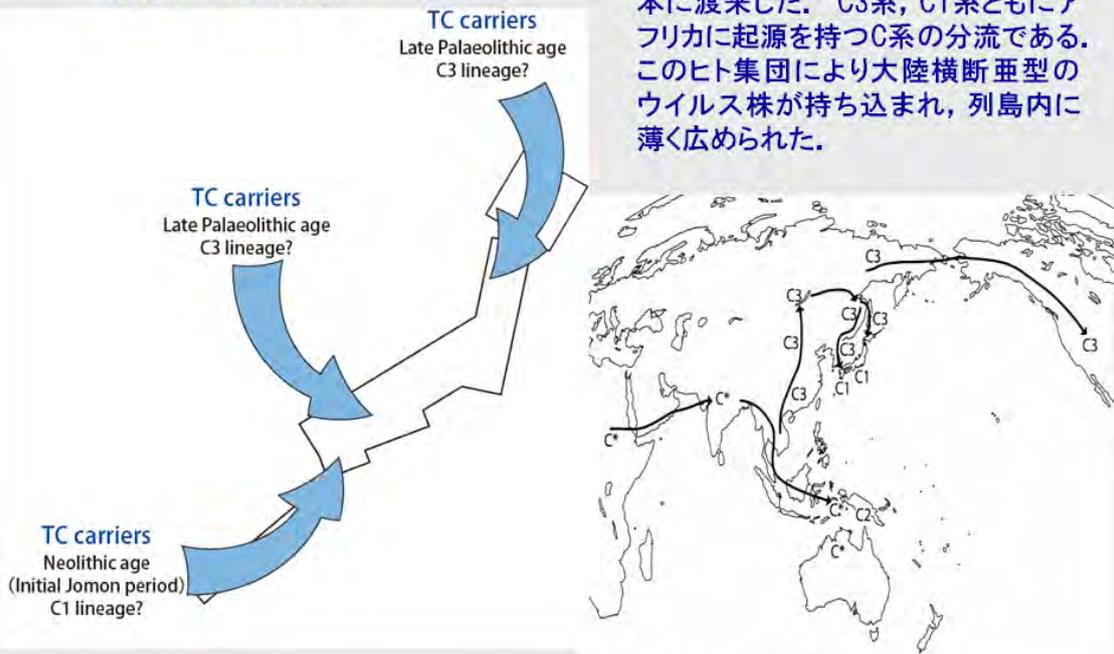
樺太：ニブヒ	TC: 100%	n=6	(Syrtsev et al. 2000)
北海道：アイヌ	TC: 100%	n=2	(Yamashita et al. 2001)
岩手	JPN: 100%	n=4	(our data)
高知	JPN: 75%	n=28	(our data)
長崎	JPN: 100%	n=44	(our data)
熊本	JPN: 95.2%	n=21	(our data)
加計呂麻島	JPN: 58.8%	n=34	(our data)
沖縄本島	JPN: 65.2%	n=46	(our data)
台湾	TC: 70.7%	n=41	(Yang et al. 1997)





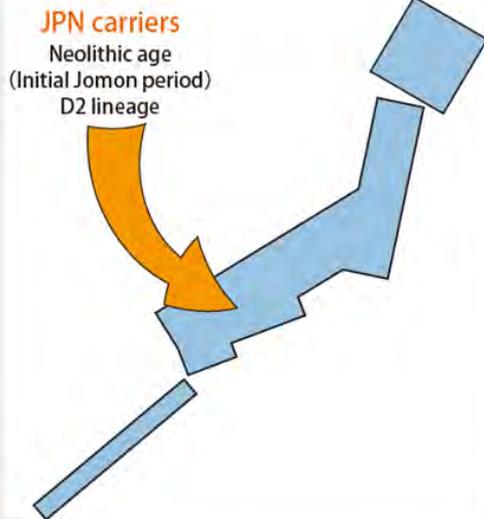
# 1 旧石器時代後期～縄文時代早期

この時期、北方および韓半島経由でC3系、南方からC1系のヒト集団が日本に渡来した。C3系、C1系ともにアフリカに起源を持つC系の分流である。このヒト集団により大陸横断亜型のウイルス株が持ち込まれ、列島内に薄く広められた。



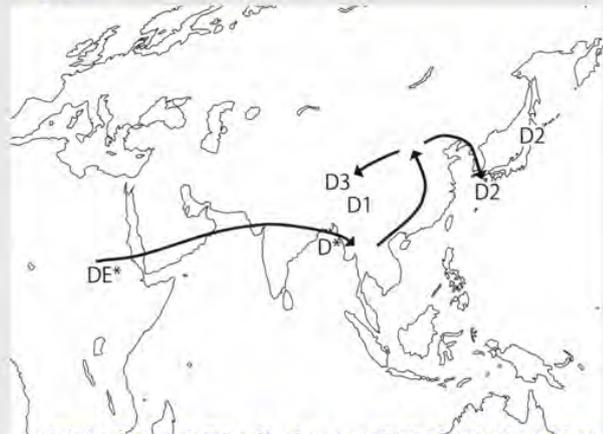
Y染色体DNA多型に基づくヒトの移動誌(崎谷, 2008)

## ② 縄文時代早期



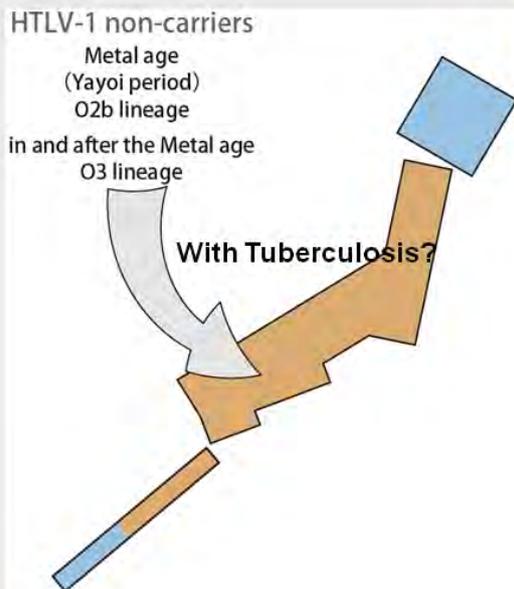
この時期、韓半島経由でD2系ヒト集団が日本に渡来した。この集団は C3系、C1系ともに日本人の原型を形作った。D2系もアフリカに起源を持つDE\*系の分流である。このヒト集団により日本亜型のウイルス株が持ち込まれ、九州、本州、四国広められた。

なお、D\*系ヒト集団はインドを経由して東アジアに到達している。日本亜型のウイルス株は今のところ日本以外ではインドからの見知られている。

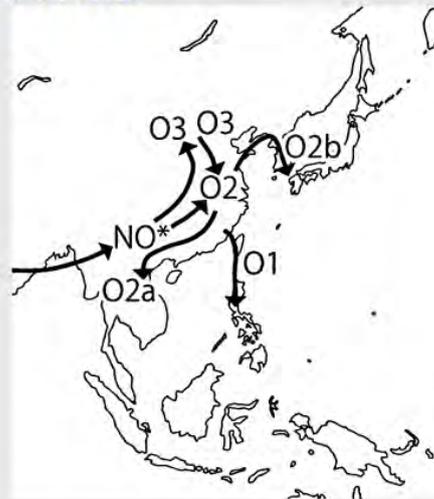


Y染色体DNA多型に基づくヒトの移動誌(崎谷, 2008)

## ③ 弥生時代以降



弥生時代、韓半島経由でO2b系ヒト集団(渡来系弥生人)が日本に渡来し、九州北部から本州に広がった。また弥生以降、O3系ヒト集団が渡来し、本州、四国、九州に広がった。これらのヒト集団はHTLV-1陰性であり、既存のヒト集団(縄文人)と交じり合う過程で、HTLV-1陽性率を押し下げていった。

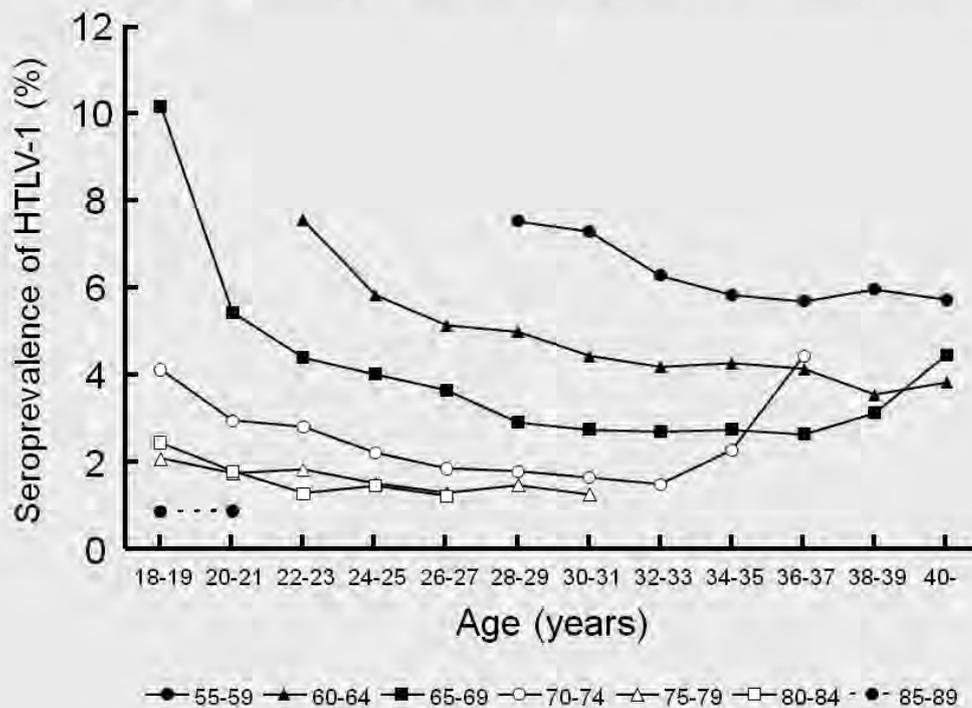


Y染色体DNA多型に基づくヒトの移動誌(崎谷, 2008)

各検査年における  
HTLV-1抗体陽性率

	No. tested	HTLV-1 Positive rate (%)
1987	458/5510	8.89
1988	808/8851	9.13
1989	732/14432	5.07
1990	628/13680	4.59
1991	559/12847	4.35
1992	499/11301	4.42
1993	470/9664	4.86
1994	448/9003	4.98
1995	401/11045	3.63
1996	326/12181	2.68
1997	329/11480	2.87
1998	266/11534	2.31
1999	259/11227	2.31
2000	224/10603	2.11
2001	219/10337	2.12
2002	196/9997	1.96
2003	165/9783	1.69
2004	164/8891	1.84
2005	118/7999	1.48
2006	124/8448	1.47

Seroprevalence of HTLV-1 in each birth cohort from 1955 to 1989



# ウイルスのヒトへの適応段階

		代表例
第1段階	適応準備段階ともいえる段階であり、感染症は家畜や獣から引っかき傷やかみ傷を通して直接感染するが、ヒトからヒトへの感染はみられない。感染は単発的な発生のみで終息する	レプトスピラ症 猫引っかき病
第2段階	適応初期段階ともいえる段階であり、ヒトからヒトへの感染が起こる。ただし、この段階は適応の初期段階に過ぎず、感染効率が低いためやがて流行は終息に向かう	オニオン・ニオン熱 (1959, 東アフリカ) 新型レプトスピラ症 (第二次大戦中, アメリカ)
第3段階	適応後期段階というべき段階であり、以前は動物のあいだで流行していた感染症がヒトへの適応を果たし、定期的な流行を引き起こす	ラッサ熱 (1969, ナイジェリア) ライム病 (1962, アメリカ) エボラ出血熱 (1976, スーダン南部)
第4段階	ヒトに対し適応したため、もはやヒトのなかでしか存在できない感染症がこの段階の感染症	天然痘, エイズ, 梅毒
最終段階	ヒトという種のなかから消えていく感染症	成人T細胞白血病

## 熱帯医学研究所「国際保健学」分野

### ・ 研究

(進化・適応, 環境医学, 生態感染症学)

- ・ 上記研究を通して生物進化機構に関する理解にインパクトを与える
- ・ 上記研究を通して考古学、人類学、社会学にインパクトを与える
- ・ 気候変動を含む環境変化への対応策を考える

### ・ 教育

### ・ 社会貢献(国際貢献)

- ・ 公共政策への提言
- ・ 開発現場での活動
- ・ 人づくり

Hashizume M, Armstrong B, Hajat S, Wagatsuma Y, Faruque ASG, Hayashi T, Sack DA. The effect of rainfall on the incidence of cholera in Bangladesh. *Epidemiology* 2008;19:103-10.

Hashizume M, Terao T, Minakawa N.  
Indian Ocean Dipole and malaria risk in the highlands of western Kenya. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2009;106:1857-62.

Katsuyuki Eguchi, Hidefumi Fujii, Kengo Oshima, Masashi Otani, Toshiaki Matsuo and Taro Yamamoto.  
Human T-Lymphotropic Virus Type 1 (HTLV-1) Genetic Typing in Kakeroma Island, an Island at the Crossroads of the Ryukyuan and Wajin in Japan, Providing Further Insights into the Origin of the Virus in Japan. *J Medical Virol*. 2008

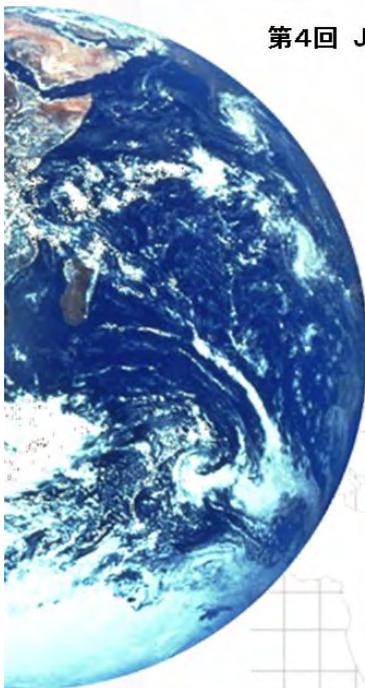
Kengo Oshima, Hidefumi Fujii, Katsuyuki Eguchi, Masashi Otani, Toshiaki Matsuo, Shinji Kondo, Koichiro Yoshiura and Taro Yamamoto.  
A Further Insight into the Origin of Human T-Lymphotropic Virus Type 1 (HTLV-1) in Japan, Based on the Genotyping of ABCC11. *Tropical Medicine and Hygiene*. 2008

Magafu et al.  
Usefulness of Highly Active Anti-retroviral Therapy on Health-related Quality of Life of Adult Recipients: A Survey at Kagera Region hospital in Tanzania. *AIDS Patients and Care*. 2008

#### 今後の計画:HTLV-1に関して

- 日本各地から集められたウイルス株の系統解析を行い、分断されている集積地の間での分岐の程度を明らかにする。
- 分岐年代推定を試みる。(根源的な問題点としては、キャリブレーションのための情報が極めて少ないこと。)
- HTLV-1に近縁なSTLV-1がニホンザルに高率に感染していることが分かっているので、HTLV-1とSTLV-1について感染経路、感染効率などを比較検討し、霊長類を自然宿主とするウイルスがどのようにしてヒト社会に入り込み蔓延してきたのかを明らかにする。
- 太平洋西部に散在するALS様神経疾患(紀伊、グアム、パプア)とレトロウイルスの関連性を調べる。

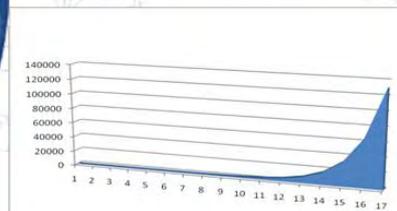
第4回 JAMSTECフォーラム会合



# 経済と環境

—無限を前提とした経済の終焉—

2010年3月8日

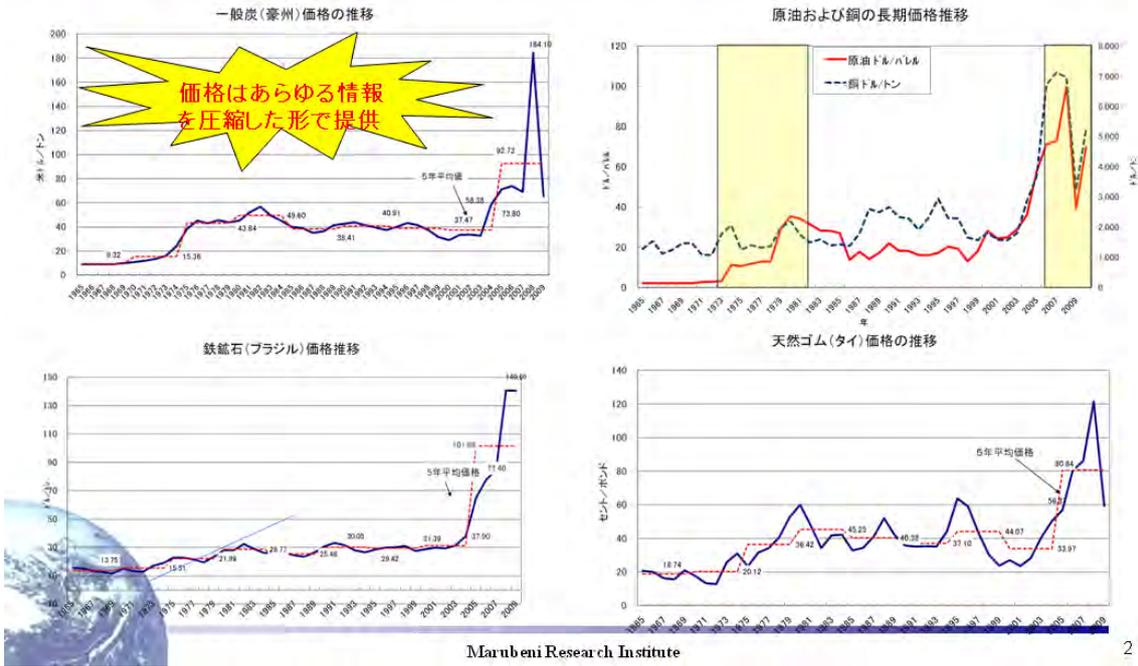


丸紅経済研究所  
所長 柴田明夫

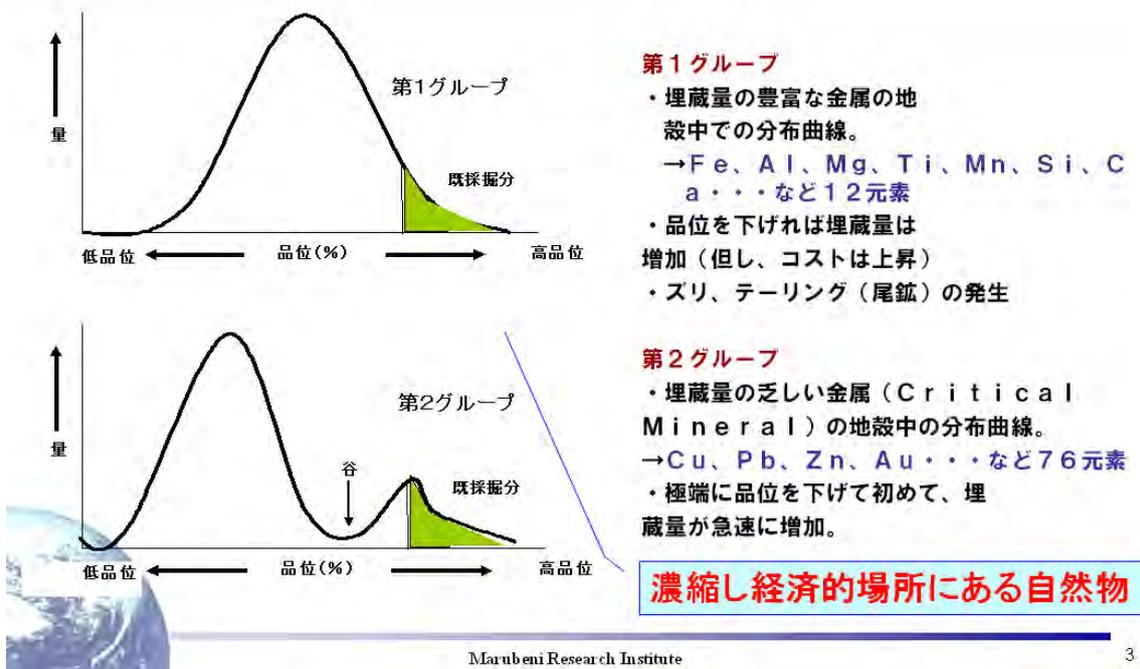
## ◇本日のポイント

- I. 2000年以降の国際資源価格高騰をどうみるか  
⇒「均衡点」価格の変化とその背景
- II. 世界経済(価値観)を一変させたリーマンショック  
⇒「循環的」危機は乗り切ったが・・・
- III. あらゆる分野で「幾何級数的変化」が始まった  
⇒無限を前提とした経済の終焉
- IV. ローマクラブ“成長の限界”レポート 再び
- V. 限界を迎える主要資源市場 ⇒原油、鉱物、非鉄、穀物
- VI. 中国の経済成長と資源戦略動向 ⇒新資源ナショナリズム
- VII. “ギガトンの反乱”と“ピコグラムの反乱” ⇒どう管理していくか
- VIII. 我々は何処に向かうのか(向かうべきか)  
⇒「地下系資源に依って立つ20世紀型成長」から「太陽系エネルギーに依って立つ21世紀型成長」へ

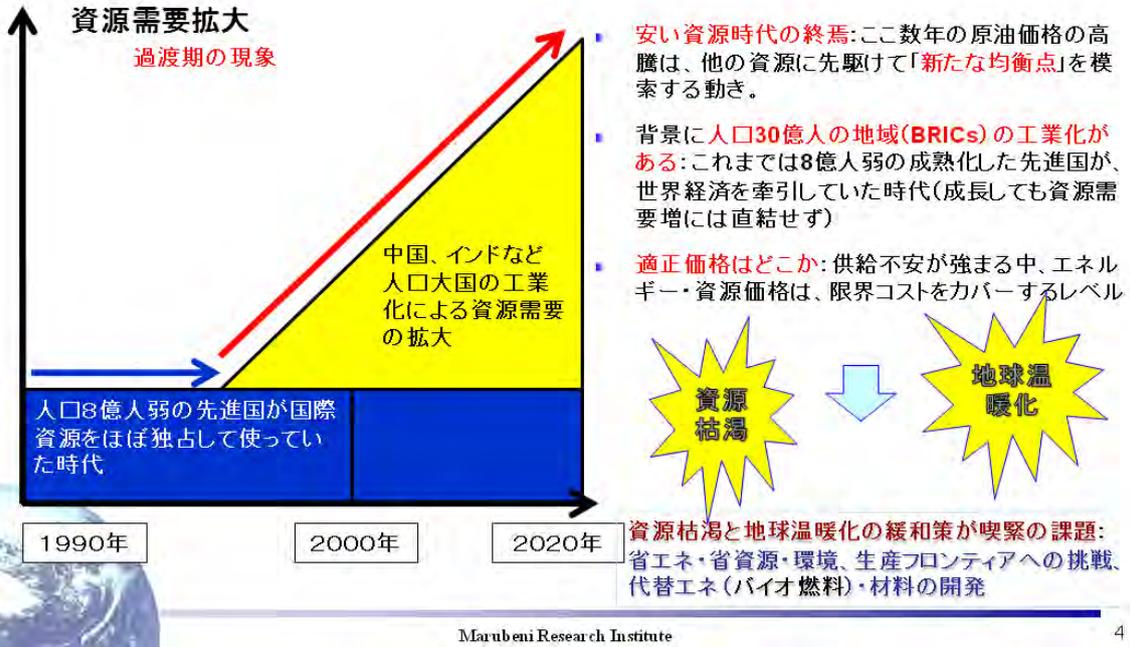
# 1. 安い資源時代の終焉(「均衡点」価格の変化)



# 2. 資源とは何か(金属の地殻中での分布パターン)

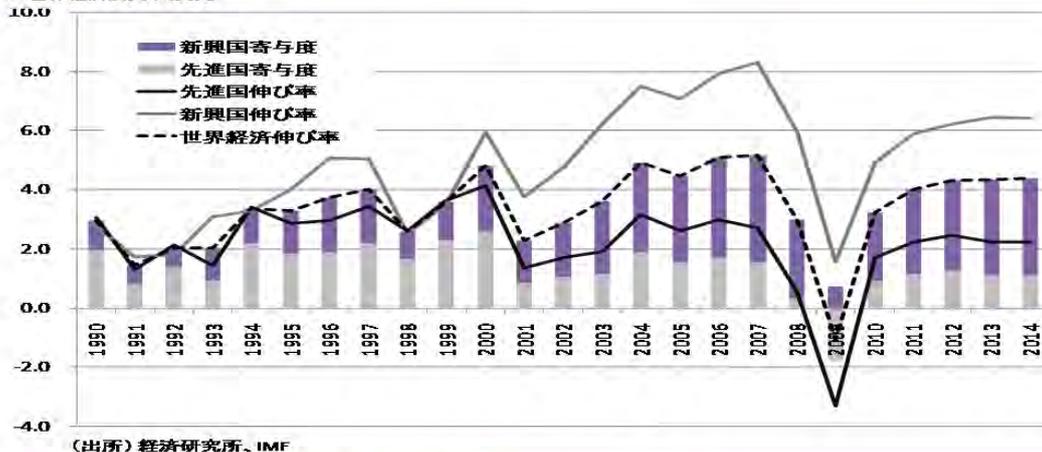


### 3. 高い資源時代の到来(パラダイムシフトの背景)



### 4. リーマン・ショック後の世界経済

□ 世界経済成長率(実質)



▶ 2010年の世界経済成長率は3%を回復する見通し

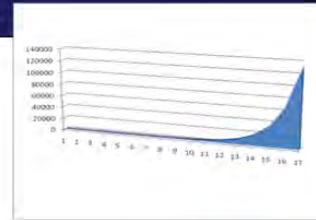
▶ 先進国と新興国との成長格差の拡大傾向(デカップリング)は変わらず

- ・先進国では、需給ギャップの解消に相応の時間を要するため、09年の経済の落ち込みの大きさに比べて回復は緩やかなものとなる。
- ・新興国では、対外債務比率が低く、財政・金融面で健全性の高い国(例:中国、インド)を中心に強めの回復が期待できる。

## 5. あらゆる分野で「幾何級数的変化」が始まった

### ・無限を前提にした経済の終焉

- ・ 資源価格（原油）⇒均衡点の変化
- ・ 世界の石油需要⇒日量1,000万バレル増加する期間が加速度的に縮小。  
Ex. 6,000→7,000万b/d (1977~95年18年)、7,000→8,000万b/d (95~03年8年)
- ・ 世界人口⇒40年で倍増（倍増する期間が加速度的に縮小）
- ・ 中国のGDP⇒1978~08年の30年間、年率10%弱の成長（7年で2倍）
- ・ 中国の工業生産⇒粗鋼（96年1億トン→08年5億トン）、自動車（2000年200万台→09年1300万台超）
- ・ 世界の穀物生産⇒90年の16億トン台→08年22億トン台へ
- ・ 世界の食肉需要⇒80年代末の1.5億トン→03年2.5億トンへ
- ・ 世界の水需要⇒40年で倍増、最近は倍増期間が短縮
- ・ 遺伝子組み換え作物の普及⇒96年遺伝子元年→08年で世界の耕地面積の15%作付けへ

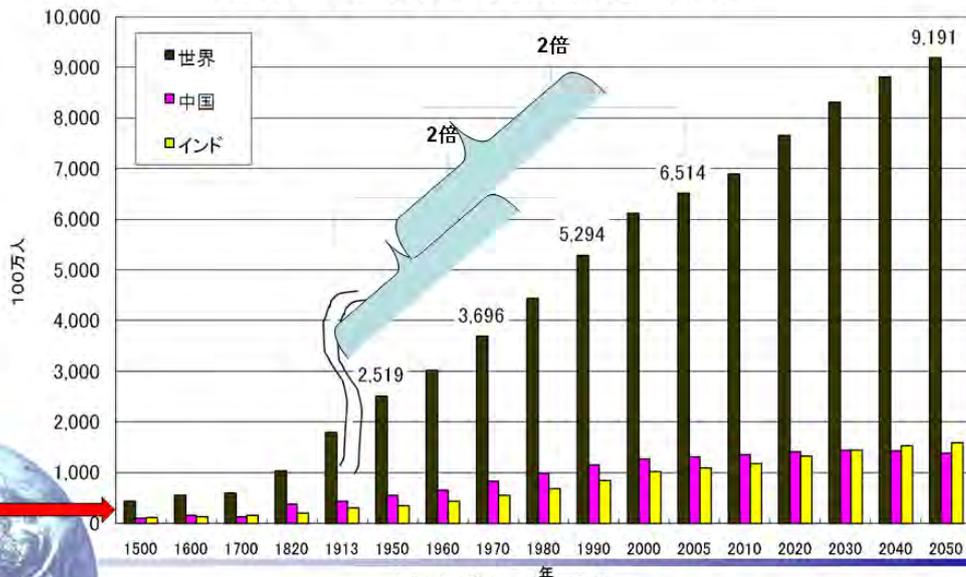


Marubeni Research Institute

6

## 6. 新興国を中心に約40年で倍増する世界人口

世界の人口推移(国連「世界人口推計2004」)



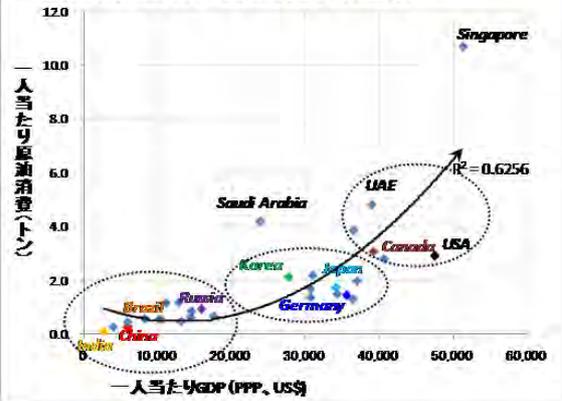
Marubeni Research Institute

7



## 9. 多消費型経済成長が続く中国 (IMF, BP統計、国家統計局統計等より丸紅経済研究所作成)

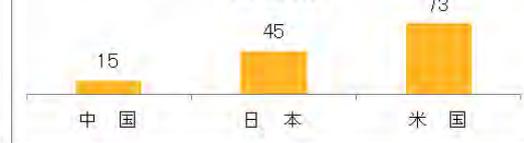
一人当たり原油消費と一人当たりGDP(2008年)



2007年自動車普及率(台/1000人)



2007年1人当たりエチレン換算需要(キロ/人)

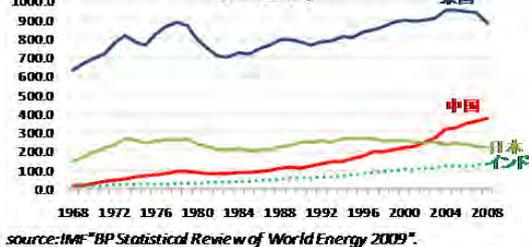


中国の原油需要は拡大しているが、一人当たりで見ると、そのレベルはまだ低く、原油需要が拡大過程のほんの始まりに過ぎない。今後も工業化、都市化、モータリゼーションを始め、原油多消費型経済成長が続く。

- 原油の用途としては、自動車用のガソリンや、肥料、タイヤ、化学繊維などの化学用原料が挙げられる。
- 中国の自動車普及率は、まだ日本の20分の1、米国の25分の1と低く、経済成長に伴い自動車の普及が進む見込み。
- 一人当たり石油化学品消費(エチレン換算)は15キロしかなく、日本の約3分の1、米国の5分の1に過ぎない。

## 10. 拡大続ける中国の石油消費

①主要国の原油消費量の推移(百万トン)



③中国原油輸入相手国上位10カ国

(08年, 百万トン)	輸入量	シェア
1. サウジアラビア	3,837	20%
2. アンゴラ	2,989	17%
3. イラン	2,132	12%
4. オマーン	1,458	8%
5. ロシア	1,164	7%
6. スーダン	1,050	6%
7. ベネズエラ	647	4%
8. クウェート	590	3%
9. カザフスタン	567	3%
10. UAE	458	3%

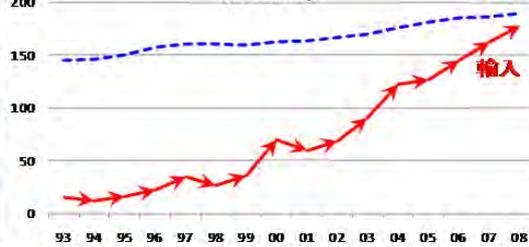
中国の原油消費は、02年日本を抜き、米国に次ぐ第2位へ。

大慶油田等の国内油田の生産が頭打ちとなり、輸入が年々増加。

資源外交を後押しに、中東、アフリカなどへのアプローチを強化。

中国の需要急増が原油高の一因。

②中国における原油の生産と輸入(百万トン)

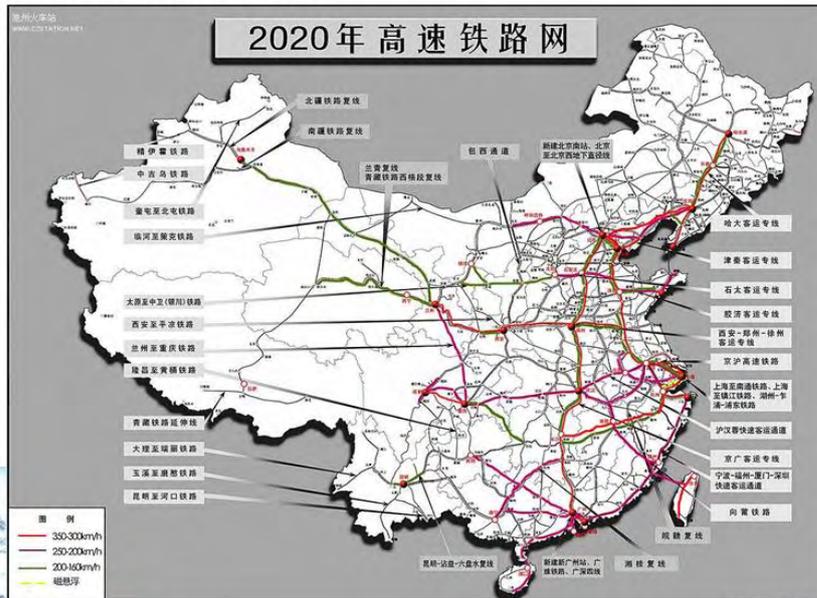


④中国の輸入量と原油価格

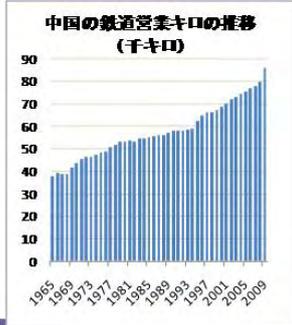


# 11. 急速に整備が進む中国の高速鉄道網

2020年までの中国の高速鉄道網計画

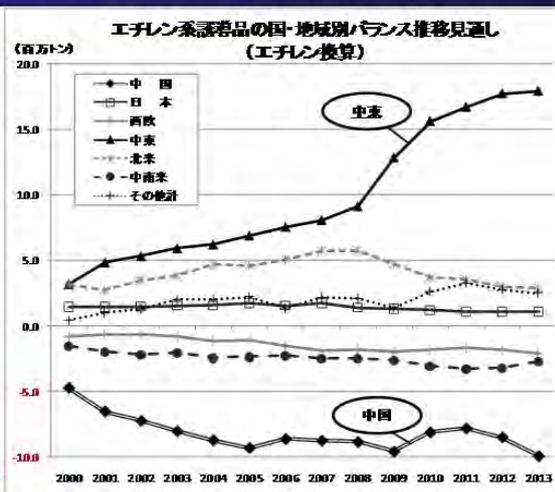
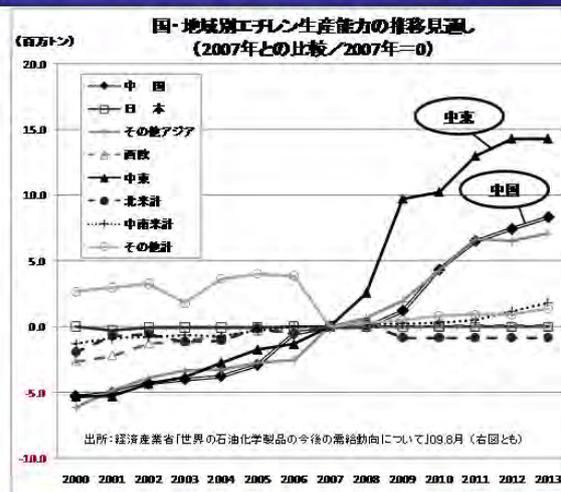


- 09年、史上最大規模の投資を行い、鉄道営業キロ(8.6万キロ)はロシアを抜いて世界第2位へ。
- 現在、建設中3.3万キロ、投資規模2.1兆元(鉄道部2010/1/21)。
- 2012年までに鉄道営業キロが11万キロ、うち高速鉄道が1.3万キロに達する。高速鉄道が人口の90%以上をカバーし、人口50万人以上の都市をすべて結ぶ。



(出所) 鉄道部等。 Marubeni Research Institute 12

# 12. 石油化学: 中東と中国の動向が鍵を握る今後10年



- 今後10年、中東からの低価格石化製品が、中国に向かう流れが拡大する。需要が拡大する中国でも、価格競争の激化が予想され、日本では過剰設備の整理が続く。
- 石化企業は、生産拠点を中東 and/or 需要地・中国での基盤を固めるか、高付加価値品に絞り込む等、戦略の明確化と世界的な業界再編を迫られる。
- ⇒ 商社としても、有力企業との関係づくり・連携強化を通じてビジネス機会の拡大が課題となる。

Marubeni Research Institute 13

# 13. 原油価格の均衡点はどこか？

- 2003年より始まった価格体系の上方シフト(安い原油時代の終焉)  
⇒ 2000年以降、石油の需給構造が180度転換。
- しかし、08年9・15 リーマンショックを境に状況が一変、原油価格は30ドル台へ暴落。

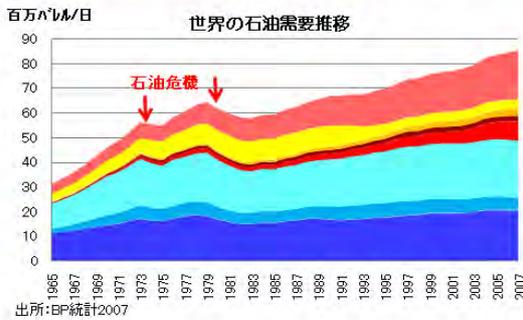


Marubeni Research Institute

(資料)NYMEX

14

# 14. 新興国需要は拡大するもOPECの供給余力は十分。



出所:BP統計2007

- 飛躍的に増加する新興市場国の石油需要 (BP統計)  
1965年:世界需要の26% (800万バレル)  
2008年:世界需要の45% (3700万バレル)

- 2009~10年の需要予測 (米エネルギー庁 '09.11月)  
(単位:百万バレル/日) 09年 10年  
先進国: ▲4.5 +0.3  
新興市場国: +1.3 +2.9  
⇒ 新興市場国の需要は伸びは堅調に増加

### OPECの減産幅

2008年9月: 50万バレル/日 TOTAL 420万バレル/日  
2008年10月: 150万バレル/日  
2008年12月: 220万バレル/日

OPEC諸国の生産量・生産能力・生産余力(万バレル/日)

国名	a 生産量 (09年6月)	(08年6月)	増減	b 生産能力	生産余力 (b-a)
アルジェリア	125	138	-13	143	18
アンゴラ	174	188	-14	210	36
エクアドル	48	50	-2	50	2
イラン	372	387	-15	400	28
クウェート	225	263	-38	265	40
リビア	154	173	-19	177	23
ナイジェリア	180	190	-10	250	70
カタール	76	85	-9	90	14
サウジアラビア	805	920	-115	1,100	295
UAE	225	266	-41	285	60
ベネズエラ	212	236	-24	240	28
<b>OPEC-11</b>	<b>2,596</b>	<b>2,896</b>	<b>-300</b>	<b>3,210</b>	<b>614</b>
イラク	243	250	-7	250	8
<b>OPEC-12</b>	<b>2,838</b>	<b>3,146</b>	<b>-308</b>	<b>3,460</b>	<b>621</b>

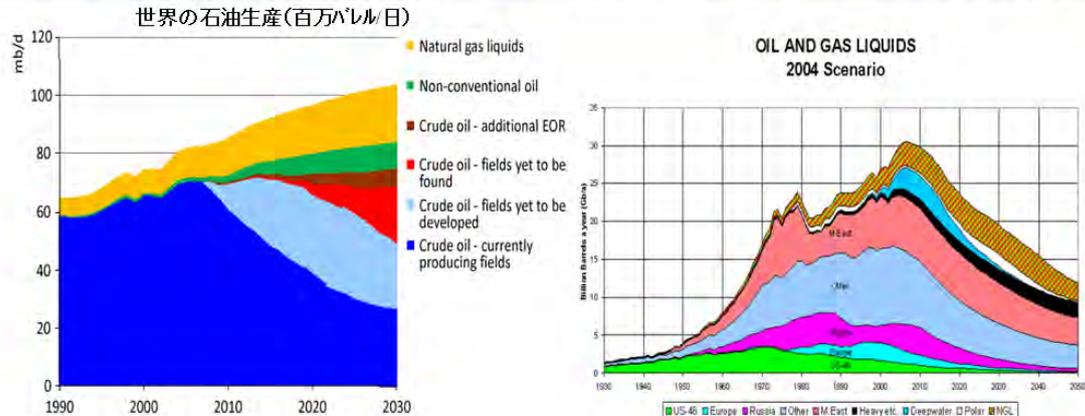
Source: IEA "OIL MARKET REPORT"



Marubeni Research Institute

15

## 15. 2030年の長期見通し(IEA): 石油供給のためには十分な投資が必要。



- ・ 新規油田は既存油田の減少により相殺。今後、原油（既存・新規油田）やEOR（石油増進回収）以外の天然ガス液やオイルサントに依存せざるを得なくなる。
- ・ 2030年までに、追加的な生産能力増強を6400万バレル/日とする必要がある（現在のサウジアラビアの6倍程度）。

Marubeni Research Institute

16

## 16. 鉄鉱石: 中国需要増大を背景に08年まで6年連続値上げ

- ・ 急速に拡大する中国の鉄鋼生産(07年4.9億トン、世界の36%)
  - 中国の鉄鋼生産は93年に米国を、96年に日本を追い抜き世界最大となった。
  - 世界全体に占める割合は、80年の5%⇒07年36%
- ・ 輸入増加も加速度へ
  - 中国は鉄分換算でも世界全体の1/5を生産し、ブラジルに次ぐ第2位の鉄鉱石生産国。
  - しかし、旺盛な国内需要は賸り切れず、04年以降年間5000万トン以上で輸入を急拡大。
- ・ 中国の大幅な需要拡大を背景に、鉄鉱石6年連続値上げ

■鉄鉱石輸出入バランス推移(百万トン)

	2001	シエ	2007	シエ	01 VS 07
輸入					
中国	92	ア	385	ア	316.2%
日本	126	2	140	4	10.5%
EU15	117	0%	130	9%	11.6%
韓国	46		44		-4.1%
台湾	16		16		3.8%
その他	54		76		39.2%
輸出					
豪州	451		790		75.2%
ブラジル	157		282		79.5%
インド	156		261		67.6%
インド	37		88		136.2%
南ア	24		30		27.7%
カナダ	18		22		25.7%
その他	60		107		78.5%
その他	451		790		75.2%



(出所) 住友金属工業株式会社資料より作成。\*01 VS 07\* = 2007/2001 - 1.00%

(出所) IMF "International Financial Statistics" YEARBOOK 2007 & June 2006、GTEC等より作成。2008年の中国鉄鉱石輸入量は1-6月実績に準拠。2008年の中国鉄鉱石輸入価格は1-6月実績の平均値。

Marubeni Research Institute

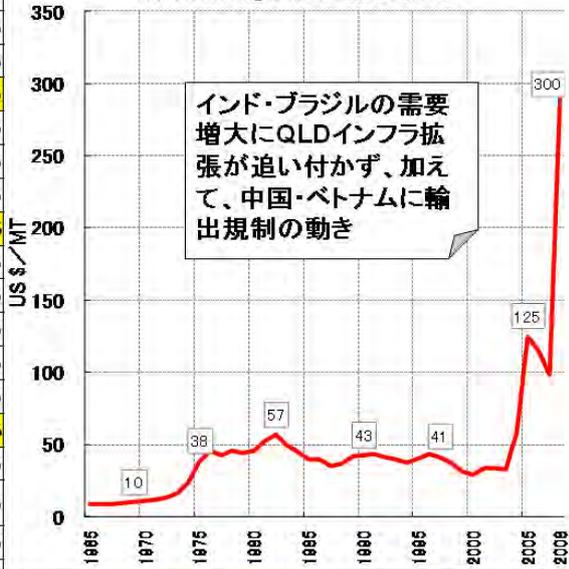
17

## 17. 原料炭: 価格が一気に7倍。09年100~150ドル、10年は220ドルか

原料炭輸出入バランスの推移 (百万トン)

	2001	2007	01 VS 07	
輸入	日本	63.4	63.3	-0.2%
	EU15	45.8	50.6	10.5%
	インド	13.5	24.1	78.5%
	韓国	18.1	20.8	14.9%
	ブラジル	13.7	14.8	8.0%
	台湾	8.2	8.6	4.9%
	中国	0.3	5.7	1800.0%
	その他	36.6	44.2	20.8%
	199.6	232.1	16.3%	
輸出	豪州	106.2	133.4	25.6%
	カナダ	26.9	24.8	-7.8%
	アメリカ	23.1	26.5	14.7%
	中国	11.5	4.5	-60.9%
	ロシア	10.3	15.6	51.5%
	インドネシア	4.7	7.0	48.9%
	その他	16.9	20.3	20.1%
		199.6	232.1	16.3%

原料炭(豪州)価格の推移



Marubeni Research Institute (SAM) IMF "Commodity Prices" of "International Financial Statistics" 18

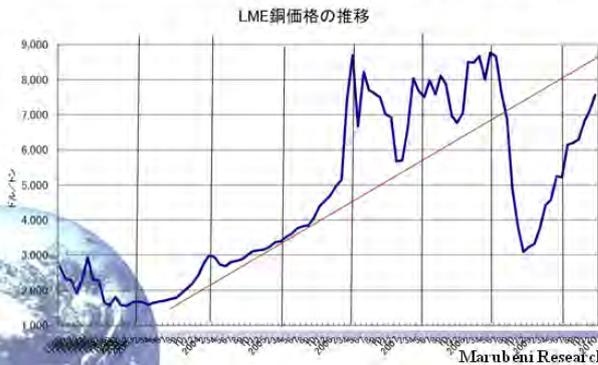
## 18. 銅: 供給不安が継続するなか、中国の輸入が拡大

- 需給バランスは、06年には供給不足が解消。07年は需要過多となるも、08年には再び供給過剰へ。
- ただ、ストライキ懸念等、供給不安も残る。
- 09年~10年、景気回復を背景に、中国を中心とした新興市場国におけるインフラ用途を中心とした需要増が期待される。
- 急落後、7000~8000t/日台での均衡点を模索する動き。

世界の銅産見通し

	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009年
鉱山生産量	13,211	14,522	14,922	15,026	15,464	15,458	14,850
対前年比	3.3%	9.2%	2.8%	0.7%	2.9%	0.0%	-3.9%
地金生産量	14,759	15,776	16,543	17,324	17,944	18,245	17,530
対前年比	1.5%	3.8%	4.9%	4.7%	3.6%	1.7%	-3.9%
地金消費量	15,122	16,496	16,664	17,042	18,175	18,007	17,340
対前年比	0.0%	9.0%	1.0%	2.3%	6.6%	-0.9%	-3.7%
期末在庫	1,291	923	867	1,131	1,027	1,164	1,280
供給バランス	-363	-720	-121	282	-231	238	190
期末在庫率	8.5%	5.6%	5.2%	6.6%	5.7%	6.5%	7.4%
LME 価格	1,814	2,868	3,684	6,731	7,126	6,952	6,000

資料: ICSG、2009年は1-3月実績を年換算



Marubeni Research Institute

19

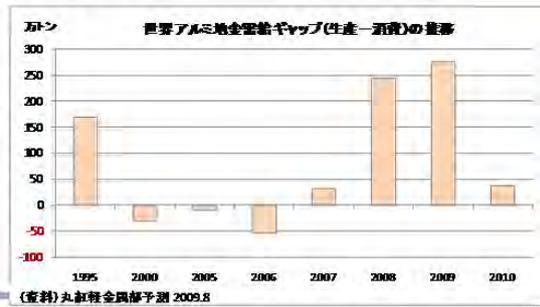
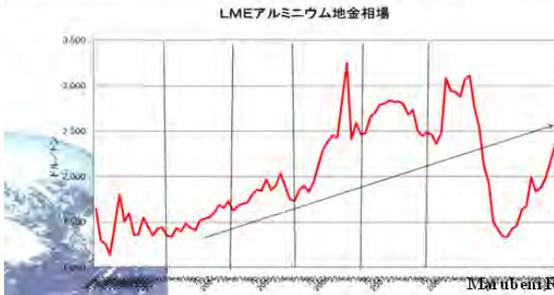
## 19. アルミ地金: 2010年に向け供給過剰解消へ

- 供給過剰は09年をピークに減少見込み**
  - 需要急減により中国・北米他で大規模減産。しかし需要回復に伴い中国を中心に生産が再開がされており、09年は大幅な供給過剰に。
  - 2010年には新規製錬プロジェクトの立ち上がりも予想されるが需要の回復から供給過剰幅は減少する見込み。
- 大きな潜在需要をかかえる新興市場国**
  - 09年は实体经济回復の遅れから各地域とも需要はマイナスを予想。
  - しかし、緩和的政策を背景に着実な景気回復を続ける中国を筆頭に潜在需要は大きく、新興市場国の産業構造の高度化に向けた需要拡大は続く予想される。
- LME相場**
  - LME在庫は450万トンを超えた後は増加に一服感。
  - 09後半～10年、供給過剰の緩和を背景に、本格的に2,000ドル台回復へ。

世界アルミ新地金消費見通し

年	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	10-00年増減
米国	526	635	639	650	579	535	430	460	-175
西欧	526	608	675	691	708	678	576	611	3
日本	242	236	234	236	233	223	183	192	-44
南米	87	90	112	119	125	136	124	132	42
アジア	263	242	361	381	381	386	363	385	143
豪州	38	40	41	42	43	43	41	42	2
アフリカ	26	29	40	42	44	49	47	49	20
西側需要計	1,708	2,032	2,306	2,369	2,314	2,250	1,940	2,055	23
東欧	51	55	87	93	99	94	91	94	39
CIS	77	62	89	97	106	113	106	109	47
中国	170	332	703	880	1,256	1,315	1,260	1,397	1,068
東側需要計	298	449	879	1,071	1,461	1,521	1,456	1,600	1,151
世界需要計	2,006	2,481	3,185	3,439	3,775	3,771	3,397	3,655	1,174

(資料) 丸紅軽金属部予測 2009.8



Marubeni Research Institute

20

## 20. 金属資源高騰の鳥瞰図

枯渇性資源の価格＝

①限界生産コスト＋②ロイヤルティ＋③環境コスト

金属鉱物資源

需給構図とその特性

需要

- 産業革命・人口爆発・所得爆発  
→資源の大量消費
- 1人当りGDPと金属鉱物消費量  
→先進国は伸び鈍化  
→成長(工業化)の過程では急増  
中国・インドなどBRICs
- 持続的発展  
→資源大量消費の累積効果

供給

- 増産に伴う低品位鉱化  
→資源枯渇(減耗)  
→コスト高(探査、採取、製錬、輸送、加工)  
→ハイテク化(開発技術の高度化)
- 特定国に偏在  
→鉄、非鉄、貴金属、レアメタル
- 資源メジャーの存在
- 地球環境問題  
→環境保全  
→リサイクルの重要性

BRICsの工業化により、従来とは異なる流通経路(マテリアルフロー)により資源が使われるようになった。→需要に対する資源の流通量が低下し、価格が高騰

省エネ・省資源

金属資源価格の高騰  
→供給のフロンティアを  
拓くための限界コスト

資源ナショナリズム

Marubeni Research Institute

21

## 21. 鉱物資源：埋蔵量の評価

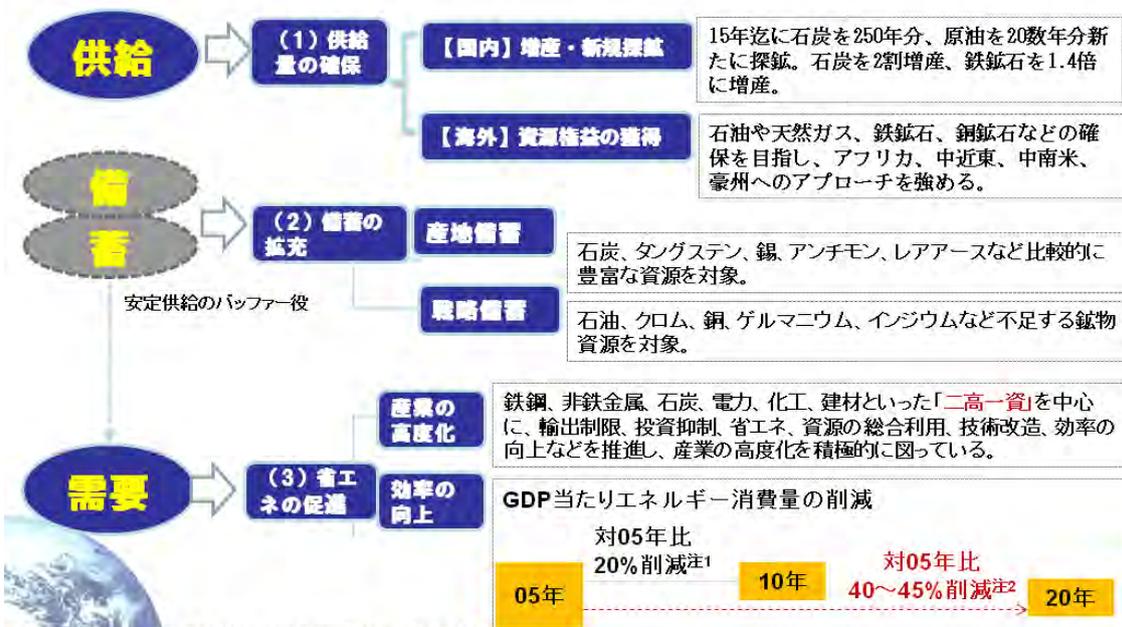
- 埋蔵量の絶対量が大きく、少なくとも21世紀中旬までは資源不足の発生が予測されない金属元素
  - Fe(鉄)、Al(アルミニウム)、Mg(マグネシウム)、Si(珪素)などの基盤元素群
- 確認埋蔵資源量が、急増する累積的な総採掘量に比べて十分大きくない金属元素
  - 資源量は少なくないが、消費量が相対的に過大な金属元素で供給不足の可能性あり
    - ある種のベースメタル群(亜鉛、銅など)
  - 小埋蔵量の希少元素 In(インジウム)、Sr(ストロンチウム)など
- 資源や埋蔵量・生産量の偏在が著しい金属元素
  - Eu(ユウロピウム)、Tb(テルビウム)、Dy(ジスプロシウム)、W(タングステン)、Bi(ビスマス) など(中国に偏在)
  - Pt(白金)、Pd(パラジウム)など(南アフリカ、ロシアに偏在)



(資料)産業技術研究所「レアメタルシンポジウム」2006.10.2より  
Marubeni Research Institute

22

## 22. 中国の国家資源戦略の枠組み



(出所)中国国土资源部「全国鉱物資源規画(2008~2015年)」(2008年1月)等より作成。

Marubeni Research Institute

23

## 23. エンジニア・資源通が占める中国の指導層(2007年現在)

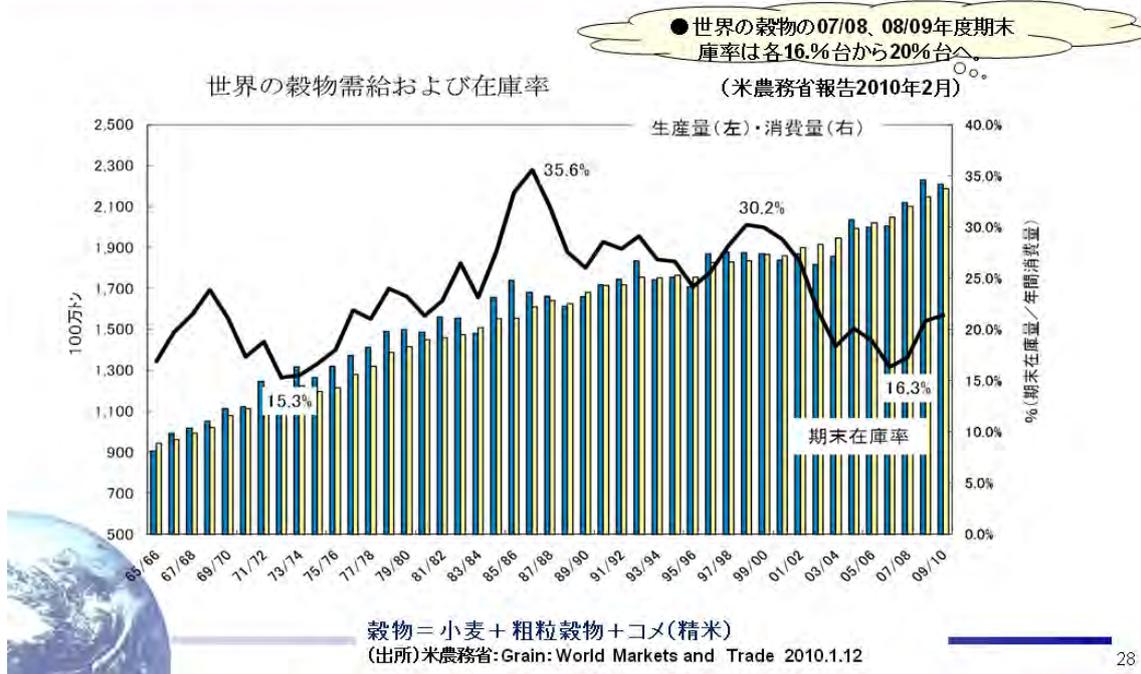
・ 胡錦濤	64	国家主席	清華大学水利工程課
・ 温家宝	64	首相	北京大学地質学院地質構造課
・ 呉邦国	65	全人代常務	清華大学無線電子課
・ 賈慶林	67	政治協商会議主席	河北工学院電力課
・ 李長春	63	広東省党委員会書記	ハルピン工科大学電気課
・ 習近平	54	国家副主席 (前上海市書記)	清華大学化学課
・ 周永康	65	中央書記処書記	北京石油学院資源探査
・ 賀国強	64	中央書記処書記	北京化工学院無機化学
・ 李克強	52	政治局常務委員・副総理	北京大学法学部
・ (曾慶紅)	67	国家副主席	北京工学院自動制御課
・ (黄菊)	68死去	常務副主席	清華大学電気工程課
・ (羅幹)	71	党中央書記処書記	旧東独ベルリン鉱冶学院

## 24. アフリカに向かう中国(アフリカ支援を拡大)

- ・ 中国は、発展途上国の代表として1980年代からアフリカ42国に対しコメ栽培、野菜栽培、淡水養殖、農業機械の訓練などの支援を行ってきた。
- ・ しかし、2006年11月は中国にとって新たな動きの始まりとなった。
- ・ ジンバブエ、ザンビア、コンゴ、リビア、モザンビーク、スーダンなどの首脳を招き「中国アフリカ協力フォーラム」を開催。
- ・ 北京宣言で中国は、アフリカ支援のため、2009年までの3年間の行動計画を打ち出した。
  - 1) アフリカで1万5千人の各種人材を育成する
  - 2) 100名の高級農業技術専門家を派遣する
  - 3) 10数個の農業技術モデルプロジェクトを設立する、などが内容だ。
- ・ 短期的には、農業インフラの整備、農業機械の輸出、中国農民の移転とみられるが、中長期的には耕地を取得し、食糧の安全保障につなげるといった狙いがある。

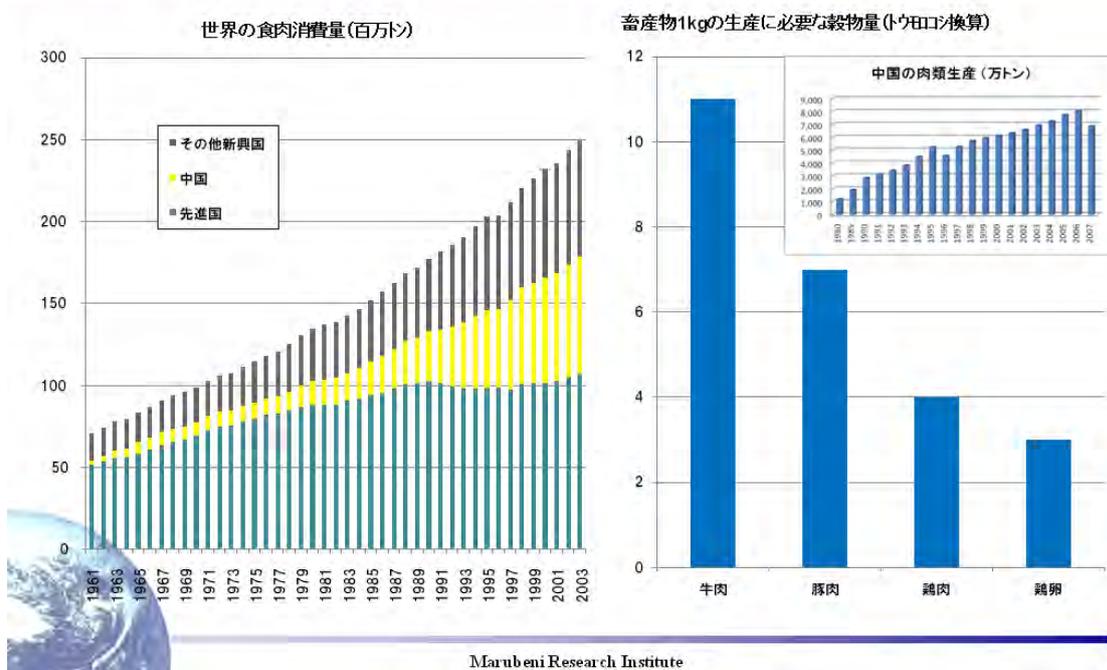


## 26. 世界の穀物需給は緩和。期末在庫率も20%台へ



28

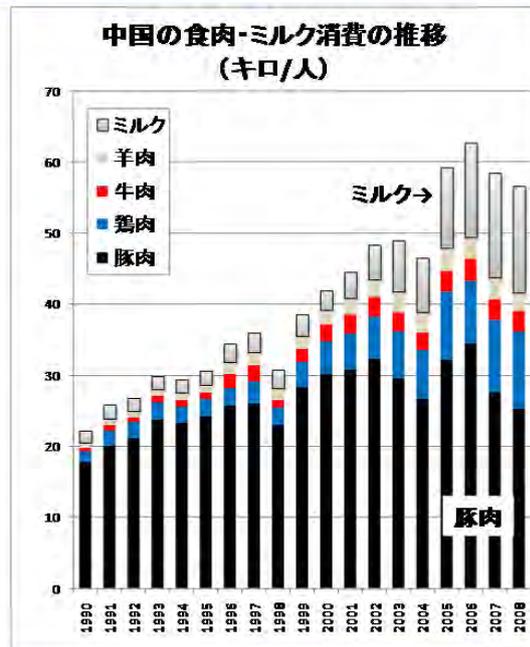
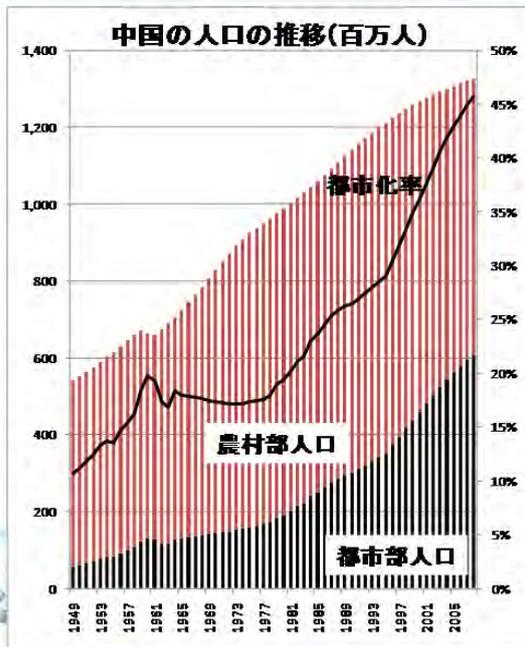
## 27. 新興国の生活水準向上は食肉需要＝飼料需要を拡大



Marubeni Research Institute

29

## 28. 中国の膨らむ胃袋：「人口の増加」、「食肉需要の増加」



(出所)中国国家统计局, CEICより作成。

Marubeni Research Institute

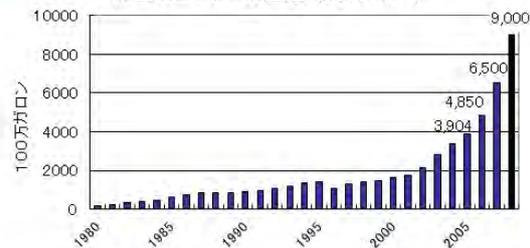
30

## 29. 拡大する米国のエタノール用需要

### ■ブッシュ政権：中東石油依存からの脱却

- ① ガソリン消費量の削減 - 10年間で▲20%
- ② 再生可能燃料・代替燃料の使用量を2017年までに年350億ガロンに増加

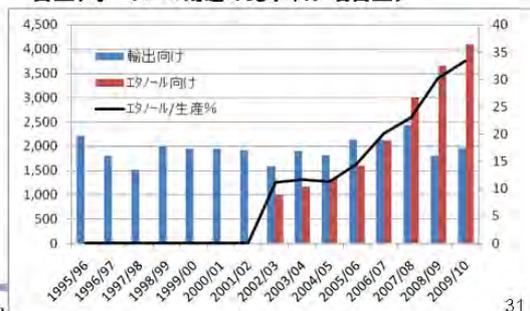
米国のエタノール生産(資料:RFN)



### ■オバマ政権：グリーンニューディール

- 1) 10年間で中東原油輸入をゼロに
- 2) 3年間で再生可能エネルギーを倍増
- 3) 2030年までに次世代バイオ燃料を600億ガロン導入
- 4) 15年までにプラグインハイブリッドを100万台導入

米国のトウモロコシ生産とエタノール用生産(億ブッシェル、左目盛)。エタノール用途の比率(%、右目盛)



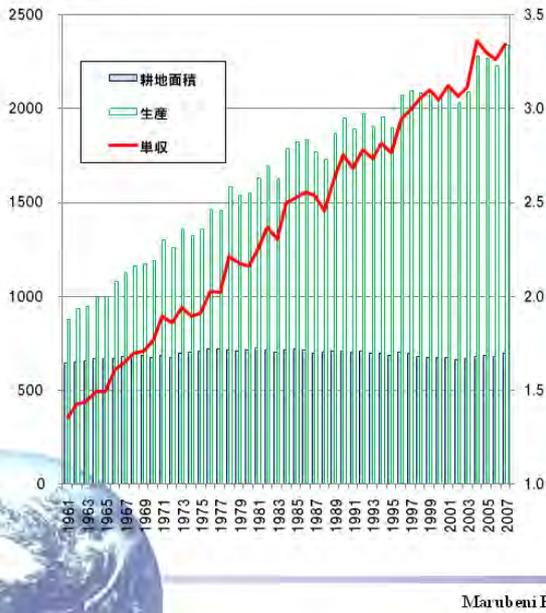
Copyright © Marubeni Corporation

Marubeni Research

31

### 30. 90年以降、穀物の単収の伸び率は鈍化。耕地面積は横ばい。

穀物の耕地面積(百万ha)、生産(百万トン、左目盛)と単収(トン/ha、右目盛)



	1961	1990	2007	年率	
<b>大豆</b>					
耕地面積(百万ha)	24	57	95	3.0%	3.1%
生産高(百万トン)	27	108	216	4.9%	4.2%
単収(トン/ha)	1.1	1.9	2.3	1.8%	1.1%
<b>穀物</b>					
耕地面積(百万ha)	648	708	699	0.3%	-0.1%
生産高(百万トン)	877	1952	2,341	2.8%	1.1%
単収(トン/ha)	1.4	2.8	3.3	2.5%	1.2%
<b>トウモロコシ</b>					
耕地面積(百万ha)	105	131	158	0.8%	1.1%
生産高(百万トン)	205	483	785	3.0%	2.9%
単収(トン/ha)	2.0	3.7	5.0	2.2%	1.8%
<b>小麦</b>					
耕地面積(百万ha)	204	231	217	0.4%	-0.4%
生産高(百万トン)	222	592	607	3.4%	0.1%
単収(トン/ha)	1.1	2.6	2.8	3.0%	0.5%
<b>コメ</b>					
耕地面積(百万ha)	115	147	157	0.9%	0.4%
生産高(百万トン)	216	518	650	3.1%	1.3%
単収(トン/ha)	1.9	3.5	4.1	2.2%	1.0%

Marubeni Research Institute

32

### 31. 不足に備える中国の国家食糧備蓄政策

#### 中国の国家食糧備蓄政策

- 1950年代から国家備蓄を行い始め、2000年に国営企業China Grain Reserves Corporation (sinograin)を組成し、国家食糧備蓄の企業化・市場化を目指す。
- 国家食糧備蓄の目的は、「**三つの保護**」: 農家利益の保護、食糧市場安定の保護、国家食糧安全の保護

#### 備蓄データ

- 備蓄割合: 食糧消費量の25~26%
- FAO: 食糧備蓄の安全ライン⇒消費量の17%~18%
- 備蓄在庫: 1.5~2億トン程度
- 備蓄構成: 小麦50%、粳米30%、トウモロコシ17%、その他豆類3%
- **備蓄容量: 2.95億トン**

#### 足元の動き

- 広がる農村部住民と都市部住民の所得格差を是正するため、次のような施策を取っている。
  - ①最低買い付け価格を引き上げる。
  - ②主要農産物の国家備蓄を増やす。



Marubeni Research Institute

33

### 32. 新たなリスク: 生物の多様性が失われる

- ・ 特定の作物に依存する世界の食糧供給
  - ・ GMOの急速な普及
  - ・ スズメ何処行った
  - ・ 昆虫の北進
  - ・ ミツバチが消えた
  - ・ 除草剤の効かないスーパー雑草の急繁殖
- (NHKクローズアップ現代09.9.7)



- 日本：オモダカなど17種類
- アメリカでも農業技術を根底から揺さぶる事態



### 33. 特定の作物に依存する世界の食糧供給

※歴史上食用に供されたことのある植物約3,000種の内、商業ベースで栽培されている植物は約150種。これらの中、小麦、コメ、トウモロコシ、ポテト、大豆などの数種で、全生産量の過半を占める。

世界の食糧生産

年	1990	1991	1992	1996	1997	1998	1999	2000	00/90年率	%	100万ト 2002
穀物計	1,945	1,875	1,958	2,070	2,094	2,085	2,088	2,059	0.6		2,032
小麦	592	546	564	584	613	593	588	585	-0.1		588
米(粳)	519	517	526	569	577	581	612	599	1.4		579
粗粒穀物	834	812	888	917	904	911	888	876	0.5		884
トウモロコシ	477	488	528	589	585	615	607	583	2.2		602
パル・小麦	177	188	164	155	155	138	128	134	-2.7		132
根菜類	574	568	590	658	634	651	673	699	2.0		688
ポテト	267	257	277	310	302	300	300	329	2.1		308
野菜・キノ	480	463	470	594	610	634	683	734	4.8		773
果物計	354	353	380	425	441	432	457	468	2.8		471
ブドウ	60	57	62	59	59	57	61	64	0.6		62
バナナ	48	49	51	55	60	57	64	67	3.4		70
リンゴ	41	36	44	56	58	57	58	60	3.9		58
柑橘類	76	80	83	96	104	99	103	101	2.9		103
油糧(大豆)	108	103	114	130	144	160	158	161	4.1		180
砂糖	111	112	117	123	128	128	134	134	1.9		136
コーヒー	6	6	6	6	6	7	7	7	1.0		8
茶	3	3	2	3	3	3	3	3	0.0		3
ココ	7	7	8	7	9	7	7	7	0.0		6
合計	3,644	3,570	3,728	4,112	4,173	4,206	4,311	4,373	1.8		4,398

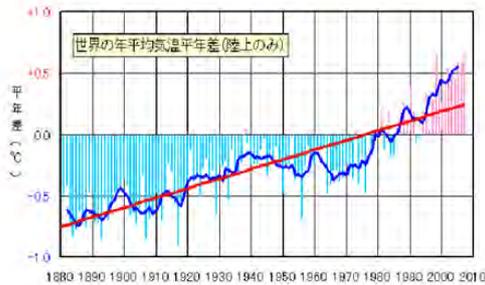
(資料) F.A.O.: Production Yearbook 他より作成。

(注) 砂糖は、粗糖ベース生産量

作物の多様性の維持という面では極めて脆弱な供給構造にある

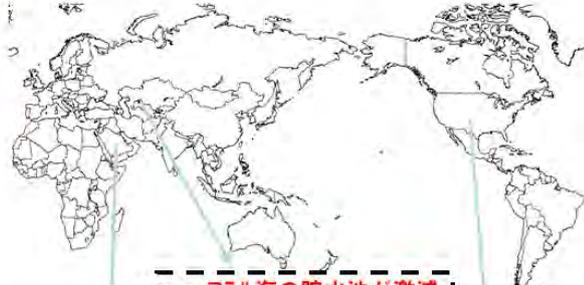
野菜、果物、嗜好飲料などの換金作物の生産が拡大

## 34. 温暖化や水不足を背景に農産物の生産環境が劣化。



1880 1890 1900 1910 1920 1930 1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010

棒グラフ: 平均気温と平年値の差  
 青いライン: 平年差の5年移動平均  
 赤いライン: 長期的な変化傾向  
 平年値: 1971~2000年の30年間の平均値。



**・ アラル海の貯水池が激減**  
 ・ 河川流入量が激減。乾燥地に残った塩分が周辺のうち飛散。塩害が発生。

**・ サウジアラビアの小麦生産が大幅減**  
 ・ 地下水が急速に枯渇。小麦生産が減少。

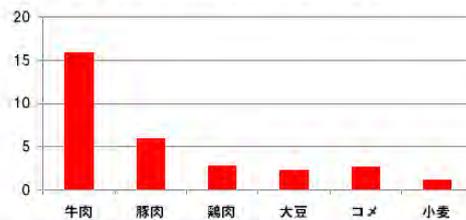
**・ オカラ帯水層の水不足**  
 ・ 大規模な灌漑により、地下水水位が4m低下。農業用水の汲み上げはできなくなる農地が拡大。

2007年、世界の平均気温の平年(\*)差は0.66℃。1880年以降では最高値。平均気温が高かった5回の年のうち、4回までが2000年代以降のもの。世界の平均気温は100年で0.78℃の割合で上昇。世界では、500万ha以上が毎年砂漠化しているとの見方がある(日本の農地面積は465万ha)。

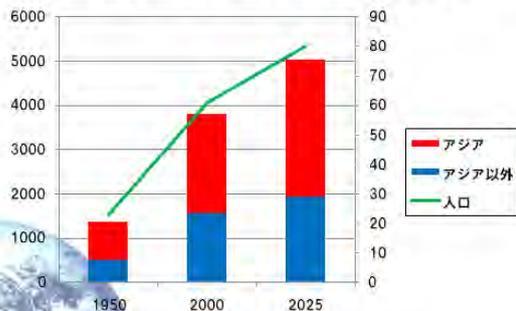
## 35. 40年で倍増する世界の水需要。その7割は食糧生産。

水の内訳	
水合計	13億8500万 km <sup>3</sup>
海水・塩水	13億5000万 km <sup>3</sup>
淡水	3500万 km <sup>3</sup>
水河	2400万 km <sup>3</sup>
地下水	1100万 km <sup>3</sup>
湖・沼	10万 km <sup>3</sup>
河川	0.2万 km <sup>3</sup>

農産物1Kgを生産するのに必要な水(t)



水の世界消費量(km<sup>3</sup>, 左目盛)と世界の人口(億人, 右目盛)

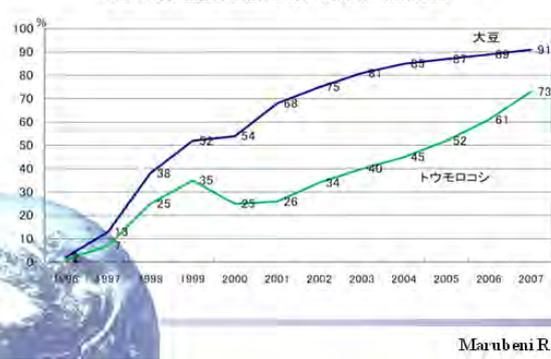
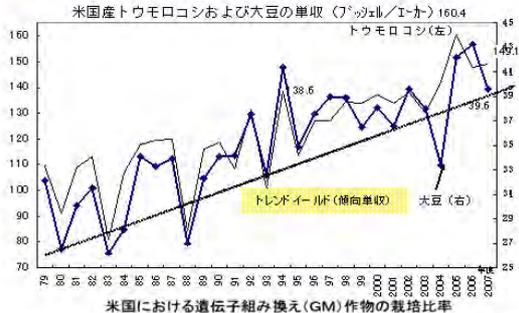


世界の水を用途別にみると、①生活用水1割、②工業用水2割、③農業用水7割。

日本の水消費量は、年間1人当たり600トン。このうち、農業用水が400トン。

輸入農産物・肉類を、仮に国内で生産した場合の水量は、500トン程度といわれる。  
 →国内生産に必要な水(400トン) + 海外で利用した水(500トン) = 900トンが日本国民を養うに必要な水量と計算できる。

## 36. 遺伝子組換え作物(GMO)はどこまで期待できるか

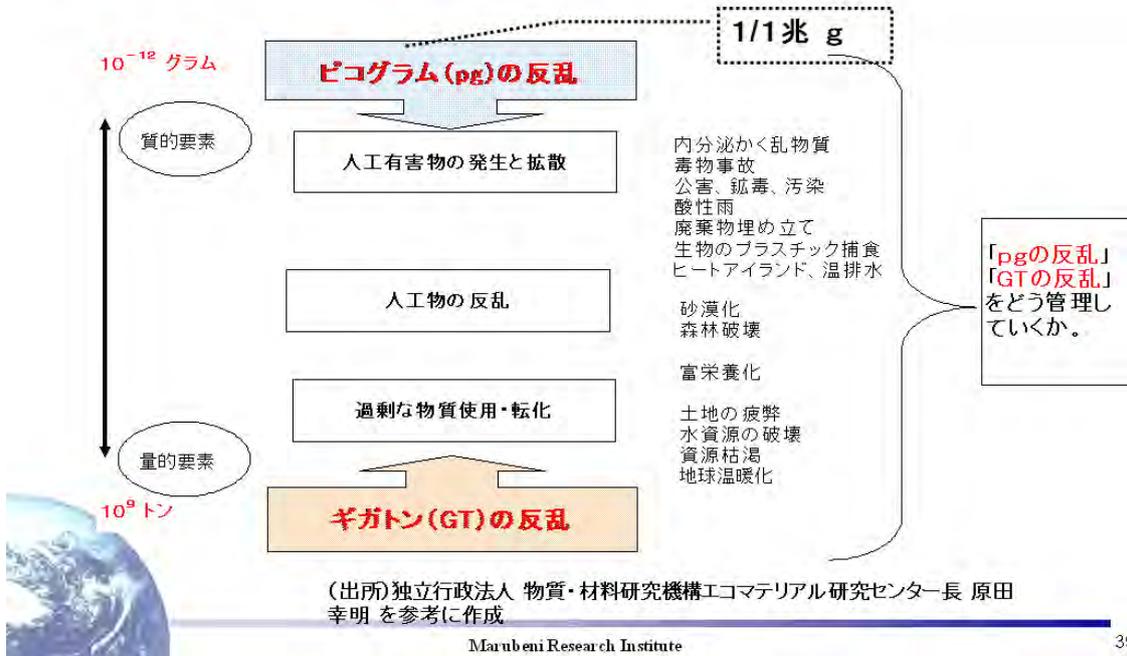


GM作物の主要国別導入状況(2005年)

国名	栽培面積	栽培作物	備考
米国	4980万ha	トウモロコシ 大豆	世界のGM作物の55%
アルゼンチン	1,710万ha	ワタ、ナタネ トウモロコシ	世界のGM作物の19%
ブラジル	940万ha	大豆 ナタネ	世界のGM作物の10%
カナダ	580万ha	トウモロコシ 大豆	世界のGM作物の6%
中国	330万ha	ワタ	国内ワタ栽培の66%
パラグアイ	180万ha	大豆	国内大豆栽培の55%
インド	130万ha	ワタ	推定100万人の農業者が利用
南アフリカ	50万ha	大豆 ワタ	

その他: ウルグアイ(30万ha)、オーストラリア(30)、メキシコ(10)、ルーマニア(12)、フィリピン(7)、スペイン、コロンビア、イラン、ホンジュラス、ボルトガル、フランス、ドイツ、チェコ  
(資料) バイテク監修者及会ホームページより

## 37. 「ギガトンの反乱」と「ピコグラムの反乱」

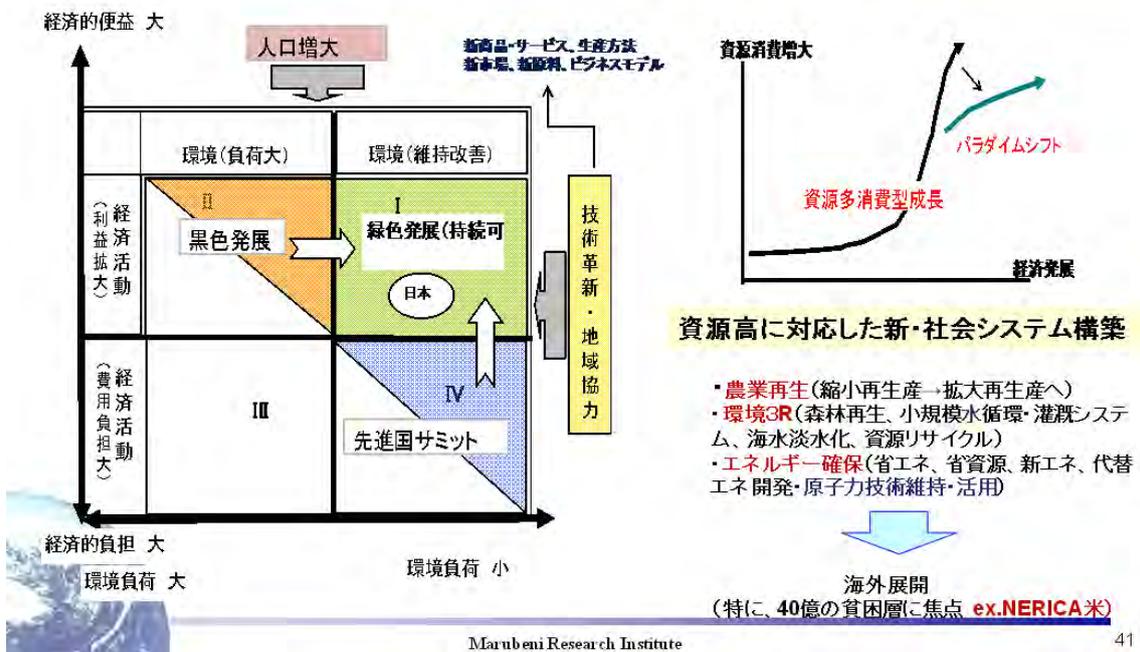


### 38. ローマクラブ“成長の限界”(人類の危機)レポート(1972) 再び

- 現代の世界を特徴づけている加速度的な趨勢。
- 世界人口、工業化、汚染、食糧生産、資源の使用の成長率が不変のまま続くならば、来るべき100年以内に地球上の成長は限界点に達するであろう。
- もっとも起こる見込みの強い結末は、人口と工業力の突然の制御不可能な現象であろう。
- 食糧、資源、健全な環境は、成長の必要条件ではあるが十分条件ではない。たとえ、それらが十分満たされていたとしても、社会的問題によって成長は止まってしまうかも知れない。
- 資源消費の幾何級数的増加が、有限な資源埋蔵量を急激に食いつぶしてしまう可能性がある。
- 世界システムの基本的行動様式は、人口および資本の以下級数的成長と、その後に来る破局である。

当時は、人口8億弱の西側先進国の成長の限界

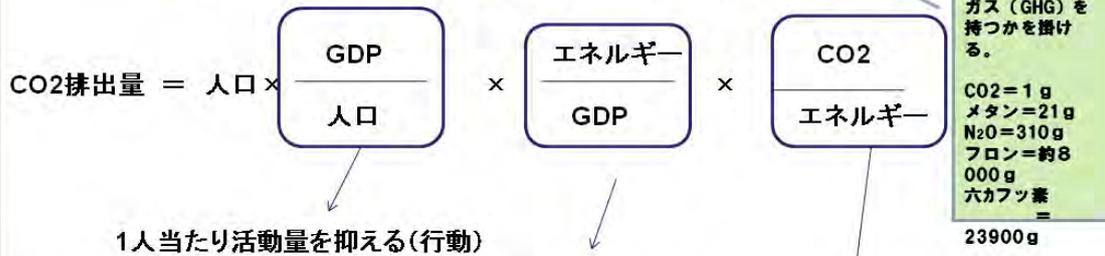
### 39. 高い資源価格時代に対応した経済・産業構造の構築へ



## 40. 2020年 低炭素社会に向けた取り組みの方向性

### COP15とポスト京都議定書の行方、どのように大幅削減を図るか？

$$\text{排出量} = \text{活動量} \times \text{排出係数} \times \text{地球温暖化係数}$$



#### CDM(クリーン開発メカニズム)、JI(Joint Implementation)

##### 排出量(権)枠(クレジット)

AAU(Assigned Amount Unit):削減義務を負う先進国に割り当てられた初期割当量  
CER(Certified Emission Reduction)  
ERU(Emission Reduction Unit)  
RMU(Removal Unit):森林吸収・植林などの吸収量

$$\text{約束期間中の総排出量} \leq \text{AAU} + \text{CER} + \text{ERU} + \text{RMU}$$

42

## 41. 水、省エネ・環境分野での新ビジネス拡大

### ◆ 2010年は、世界市場で水関連ビジネスが拡大しよう。

- ▶ 世界の水利用量は急増。(農業70%、工業20%)
- ▶ 2025年までには、世界で水ストレス※地域にすむ人口は、30億人に達する、ないし、全人口の2/3に達すると予測されている。

### ◆ ① 水資源環境が厳しいアジア地域を中心に、水の浄化・再利用に関するニーズが飛躍的に拡大

- ・ 節水・リサイクル・水の高度利用:工場・オフィスビル等諸施設における節水、排水の浄化・再利用システム導入  
ex) GE(2012年までに、GEのグローバルベース水使用量を▲20%削減目標)、他にSiemens等
- ・ システム利用による水の総合管理・節水: IBMの参入
- ・ 中国など新興国での下水処理拡大と、中水活用の拡大、汚泥処理システムの導入
- ・ BOP(Base of the economic Pyramid)における水ビジネスの拡大

### ◆ ② 低炭素社会に向けた仕組み作りの強化

- ・ 前述のように、次世代自動車と関連インフラやスマートメーターによる節電対策などへの投資が拡大
- ・ 省エネ・低コストを掲げた節約型商品・サービス: カーシェアリング、電動アシスト自転車、LED電球など
- ・ セクター別アプローチなど、省エネ技術の日本から海外への移転が進む

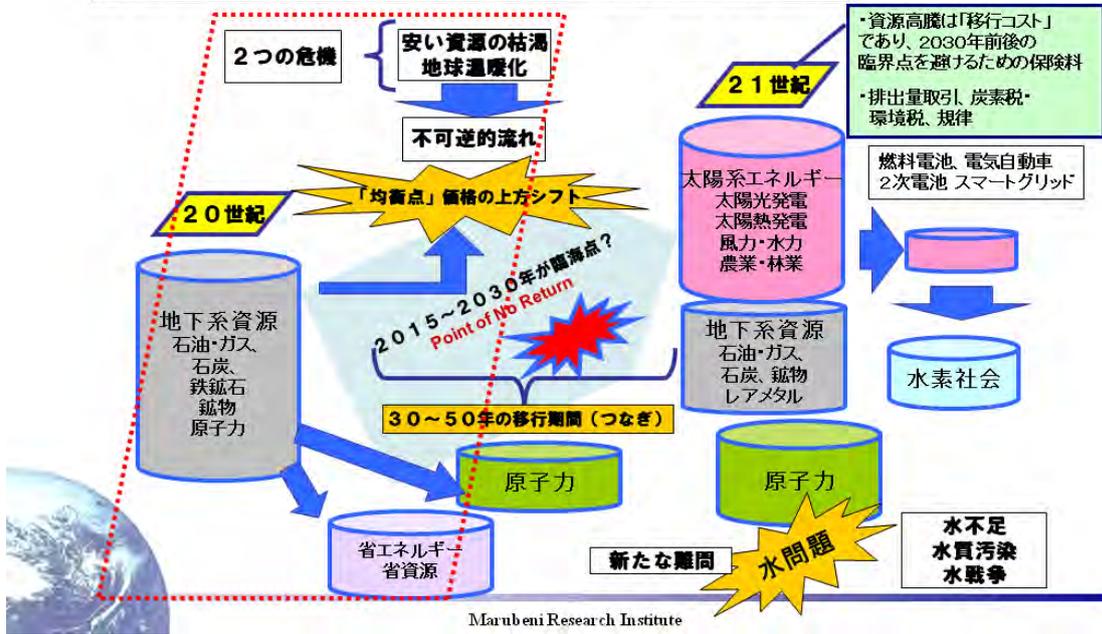
- ◆ 水ビジネスは新興国の新規インフラ整備、先進国の老朽設備刷新、乾燥地での造水設備等、チャンスは大きい。また、既存取引先の省エネ・環境分野への取り組みの強化に対し、商社機能・ネットワークを生かした多様な介入の可能性も高まる。

Marubeni Research Institute

43

# 結び：我々は何処に向かうのか（農業は究極の太陽系産業）

地下資源に依る20世紀型成長から太陽系エネルギーに依る21世紀型成長へ



## 第3回世界気候会議 (WCC-3) 概要

日程： 2009年8月31日～9月4日

専門家会合

8月31日～9月2日

ハイレベル (首脳・閣僚) 会合 9月3日～4日

場所： スイス・ジュネーブ

目的： 気候予測など、気候に関する科学的な情報 (気候情報) の活用促進を通じ、気候変動への適応策をはじめ、「あらゆるレベルの政策や意思決定」に気候情報を役立てる

主催： 世界気象機関 (WMO)

成果： 気候情報の提供者と利用者の双方向の連携を世界規模で図る「気候サービスのための世界的枠組み (GFCS : Global Framework for Climate Services)」の構築の決定



「気候サービスのための世界的枠組み (GFCS)」の想定される構成要素

(参考)

○第1回世界気候会議 (1979年・ジュネーブ)

各国に対して人類の安寧を妨げられると思われる人為的な気候変化の予見とその防止策の早急な実施を求め、世界気象機関 (WMO) 内に気候関係部局を設置。これが「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」の設置につながった。

○第2回世界気候会議 (1990年・ジュネーブ)

気候変動枠組条約 (UNFCCC) の交渉作業にあたっての共通の基本認識を提供し、条約交渉の開始につながった。また、気候監視のための世界的枠組み (全球気候観測システム : GCOS) を設けた。英サッチャー元首相他、各国閣僚級が多数参加。

○「気候情報に関する東京会議」(2009年7月6日～8日・主催：気象庁)

WCC-3に向け、アジア太平洋地域における気候情報に関する幅広い関係者の連携強化が確認された。

### 第3回世界気候会議（WCC-3）が目指す世界

#### 【背景】

水資源管理、農林水産業、交通・観光、エネルギー等の多くの社会経済分野は、干ばつ、洪水、暴風雨、熱波あるいは寒波等の極端な気象・気候現象による影響を非常に受けやすい。これらの分野における意思決定者は、気候の変化や変動による負の影響に対して、ますます不安を募らせているにもかかわらず、気候変動による影響への適応や気候リスク管理に気候情報を効果的に利用する術を十分に持っていない。また、必要な気候情報が利用者に十分に行き渡っていない、あるいは、利用しやすい内容や形になっていない場合がある。

#### 【目標】

このような現状において、「気候サービスのための世界的枠組み」は、気候変動への適応力及び気候リスク管理能力を備えた社会の実現を目指している。この目標を達成するために、

- ・ 気候情報・サービスの提供者と利用者、及び研究者間の相互交流を促進し、利用者が求める実用的な気候情報・サービスの開発、意思決定支援ツールの開発、最適な利用方法の確立等を進める。
- ・ 開発された利用者指向の情報・サービスが、継続的に適切なタイミングで世界のあらゆる利用者に届けられるようにする。
- ・ 世界の先進的な気象機関で作成された世界規模の情報が、それぞれの地域あるいは国の実情・要望に基づいて加工され、開発途上国の気象機関に届けられるようにするとともに、開発途上国の気象機関がそれらの基盤情報を使って利用者の要望に即した気候情報を作成・提供するための技術や知見の移転及び能力開発を促進する。

#### 【具体的には】

1 か月予報や季節予報等の気候予報は、気温や降水量等の気候要素を予測値とするため、そのままでは意思決定に利用しづらい場合がある。この場合、何らかの意思決定支援ツールを用いて、直接判断に使える情報に翻訳することが有効である。例えば、ニュージーランドでは、季節予報を入力値とする牧草の生産量モデルを用いてその生産量を見積もり、そこから必要となる飼料補給量を推定することにより、適切な牧畜の生産管理が行われている。「気候サービスのための世界的枠組み」が十分に機能すると、このような利用方法が様々な社会経済分野に普及され、気候の変化や変動に関係する諸問題に対してより良く対処できる世界の実現が期待される。

### 第3回世界気候会議 ハイレベル宣言 (仮訳)

我々、ジュネーブで開催された第3回世界気候会議（WCC-3）ハイレベル会合に出席した国家首脳、閣僚及び首席代表は、WCC-3 専門家会合の成果に留意し、

科学的知見に基づく気候予測及びサービスの作成（**production**）、有用性（**availability**）、提供及び利用を強化するため、気候サービスのための世界的枠組み（以下「枠組み」という。）の構築を決定する。

世界気象機関（WMO）事務局長に対し、特定の組織に依存しないハイレベルのアドバイザーから成るタスクフォースの付託事項と構成員（専門性、地域及びジェンダーのバランスを十分に考慮して WMO 事務局長により指名される）を承認するため、この宣言の採択後4か月以内に、WMO 加盟国の政府間会合を開催することを求める。

タスクフォースが、各国政府、パートナー機関及び関係者との幅広い協議を通じて、「枠組み」の要素に関する提言を含む報告書を作成し、タスクフォースの設置から12か月以内に WMO 事務局長に提出することを決定する。報告書は、「枠組み」の構築及び実施に関する検討結果並びにその後のステップについての提案を含む。タスクフォースは、別添のブリーフノートに示される概念を考慮して、この報告書の作成を行うこととする。

さらに、2011年に開催される WMO 世界気象会議において「枠組み」及びその実施のための計画の採択を目指して検討を行うため、WMO 事務局長がタスクフォースの作成する報告書を WMO 加盟国に配布することを決定する。

WMO 事務局長に対し、国連事務総長を含む関係機関にタスクフォースの報告書を提出することを求める。

第3回世界気候会議  
気候サービスのための世界的枠組み  
ブリーフノート\*  
(仮訳)

第3回世界気候会議（以下、WCC-3）は、「気候サービスのための世界的枠組み」（以下「枠組み」）の構築を提案する。この「枠組み」は、気候の情報・予測・サービスの作成者・提供者と気候に影響を受ける世界の各分野とが協力し、世界が気候の変化や変動の諸問題に対してより良く対処できるよう支援するためのものである。この要約では、キーとなる質問に答える形で「枠組み」の概要を説明する。

「気候サービスのための世界的枠組み」は、なぜ必要なのか？

1. 水、農業、漁業、健康、林業、交通、観光、エネルギー等の多くの社会経済分野は、干ばつ、洪水、暴風雨、熱波あるいは寒波等の極端な気象・気候現象による影響を非常に受けやすい。これらの分野における意思決定者は、気候の変化や変動による負の影響に対して、ますます不安を募らせている。にもかかわらず、これらの意思決定者は、現在や将来の気候リスク及び生態系の管理に気候情報を効果的に利用する術を十分に持っていない。したがって、正確かつ適時な気候情報の作成のために世界的な協力を早急に推進することも必要であるが、その情報を気候サービスの提供者と利用者間で交換できるようにすることも同様に喫緊の課題である。これらの取り組みによってはじめて、様々なレベルにおける計画、政策及び実施に、意味のある気候情報を採り入れることができるようになる。

2. 近年の科学技術の進展により、気候情報・予測サービスの品質が更に向上するとみられる。気候プロダクトとサービスの範囲、タイミング、品質及び内容に関する提供者と利用者間の双方向の効果的な対話を通じて、季節予報から数10年規模予報及びさらに長期の気候予測をあらゆる社会経済分野での意思決定に採り入れることにより、気候リスク管理に関して十分な情報に基づく、より効果的でより良く目標を定めた意思決定ができるようになる。

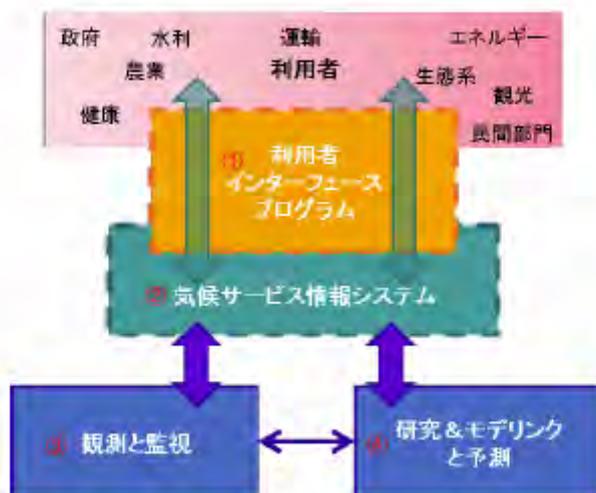
3. このような気候情報の改善の必要性、並びに、科学者、サービス提供者及び意思決定者間の効果的なインターフェースの必要性に応えるため、世界気象機関（WMO）及び WCC-3 でのパートナー機関は、新しい「枠組み」の構築を提案する。この「枠組み」の目標は次の通り。

**“科学的知見に基づく情報や予測を作成し、これらを計画、政策及び実施に採り入れることを通じて、気候の変化や変動に関するより良いリスク管理、並びに、あらゆるレベルでの気候変動への適応を可能とする”**

#### 「気候サービスのための世界的枠組み」とは何か？

4. 「枠組み」は、国際的なコミュニティと関係者が共同して先に述べた目標を実現するための長期的な協力の枠組みとして提案される。

5. 「枠組み」は、「観測・監視」、「研究・モデリング・予測」、「気候サービス情報システム」及び「利用者インターフェースプログラム」の4つの主要要素から構成される（第1図）。最初の2つの要素は、既に構築されてはいるものの、強化が必要である。最後の2つの要素は、「世界気候サービスシステム」を構成する。



第1図 「気候サービスのための世界的枠組み」の構成要素

6. 比較的新しい概念である「利用者インターフェースプログラム」は、気候学者とサービス提供者により開発されている気候情報と利用者が求める実用的な情報とのギャップを埋める方法を作成する。利用者コミュニティの要望は幅広くかつ複雑であることから、「利用者インターフェースプログラム」は、必要な組織的な協力、学際的な研究、技術革新、意思決定支援ツールと気候リスク管理業務の構築、知識の生成と獲得、最良の実例の評価と確立、教育、能力構築、及び、意思決定のためのサービスの応用を支援、育成する。「利用者インターフェースプログラム」の成果は、気候サービス情報システムの現業的なサービスに反映される。

7. 「気候サービス情報システム」は、世界気候計画等の既に設立された世界的な計画を基盤として構築される。既存の組織、インフラ及び仕組みを強化し、これらをより良く調整していく。ただし、科学及び技術主導の活動を引き続き実施しつつ、利用者主導による活動や成果に焦点をあてていくことが重要である。

8. 「気候サービス情報システム」は、世界、地域、及び国の機関のネットワークを通じて、「枠組み」の中の「観測・監視」と「研究・モデリング」から得られた情報を総合し、様々な空間規模の情報、プロダクト、予測及びサービスを現業的に作成するものである。これらのサービスは、利用者及びこのシステムの他の構成要素からのフィードバック、並びに、「利用者インターフェースプログラム」の成果により高度化される。その結果、利用者指向の気候情報・予測サービスが作成され、提供される。また、「気候サービス情報システム」は、情報の標準化、交換及び品質保証、並びに、最高品質の情報、プロダクト及びサービスを世界中の意思決定者に伝達することに焦点をあてる。また、世界、地域及び国のスケールの気候情報の改善には開発途上国及び後発開発途上国からの貢献が不可欠であることから、このシステムは、気象サービスに関連する技術開発や技術移転とリソースの確保のための国際協力の強化を通じて、これらの国々における、国及び地域気象サービスの提供者の能力開発を行う。

#### 「気候サービスのための世界的枠組み」を通じて何が達成されるのか？

9. 「枠組み」は、それが十分に実現された段階では、災害リスク管理や気候リスク管理の実施を支援するとともに、気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）等の様々な多国間環境協定の目的、及び、ミレニアム開発目標等の国際的に合意された目標の達成に貢献する。「枠組み」の4つの構成要素の効果的な実施は、以下のことをもたらす。

- ・ 気候そのものや気候に関連した変動についての、地方、国、地域及び世界の観測網、並びに、情報管理システムの強化
- ・ 季節から 10 年規模の時間スケールに焦点をあてた国際的な気候研究の強化を通じた、気候モデリング及び予測能力の向上
- ・ 観測網と予測モデルの高度化及び利用者との相互交流の著しい増加に基づいた各国の気候サービス提供体制の改善
- ・ すべての国の、気候に影響を受ける分野でのあらゆる関係者による、世界、地域及び国レベルの気候情報・予測サービスのより効果的な利用（結果として、国家の経済や生活に重要な分野の計画や投資の改善につながる）
- ・ これらによる、より効果的な気候リスク管理及び気候の変化や変動への適応のための能力の向上を通じた広範囲な社会、経済及び環境に関する利益

#### 「気候サービスのための世界的枠組み」には誰が参加するのか？

10. 「枠組み」は、WMO 等における気候の観測、監視、研究、モデリング及びサービスプログラムに関する地方、国、地域及び世界的な既存ネットワークに基づくとともに、これらを強化する。「枠組み」は、特に開発途上国、後発開発途上国及び小島嶼開発途上国における、国家気象機関及び地域・世界センターの役割と関与の強化、並びに、他の関係者及び関係する社会経済分野全体にまたがる中核的研究拠点のより幅広い参加等を通じて、その目標の達成を図る。

11. 目的を達成するため、「枠組み」は国家や地方政府、機関、非政府組織、市民社会、民間部門及び世界中の大学と研究機関の幅広い連携、並びに、気候データ・情報を計画、政策及び実施で利活用することにより利益を受けるあらゆる社会経済分野のコミュニティへの働きかけを必要とする。この働きかけは、政府と調整して関連組織や機関が参加することによって促進される。これらの実施主体は、「枠組み」の技術的な強みを支え、さらに強化するものであり、「枠組み」の実施と運用には、これらの実施主体を中心とする幅広い連携・協力の継続と高度化が必要である。このように、「枠組み」は、国連機構全体及び他の組織によって支援される。

「気候サービスのための世界的枠組み」はどのような手順で構築されるのか？

12. WCC-3 の結果を考慮し、「枠組み」は、特定の組織に依存しないハイレベルのアドバイザーから構成される特別タスクフォースの指導の下、幅広い専門家のネットワークからの支援を得て、また、各国政府、パートナー機関及び関係者との協議も経て構築される。「枠組み」の構築にあたっては、UNFCCC 第15回締約国会議（COP15）の成果、並びに、開発途上国、特に後発開発途上国及び小島嶼開発途上国の特有の要請や脆弱性も考慮される。

13. 「枠組み」の各構成要素の設立と実施に向け、「枠組み」の実施状況を示す測定可能な指標とともに、時間的なスケジュールを含む行動計画が策定される。行動計画は、開発途上国及び後発開発途上国における技術の開発、導入及び移転、並びに、気象サービス能力開発についても取り上げる。

「気候サービスのための世界的枠組み」はどのように支援されるのか？

14. WCC-3 を受けて「枠組み」を構築するために設置される特別タスクフォースは、「枠組み」の実施に必要な資源、並びに、資源の確保に関する各国政府、組織、機関及び関係者の協力についても検討・提案する。

-----  
\* WMO 事務局により作成された背景説明資料（2009年9月2日版）

## NOAA による National Climate Service

NOAA の気候サービスは最近発足し、構築しつつある。

- ・ 過去何度となく NOAA において National Climate Service の議論があった
- ・ 2008 年 12 月に、NOAA における気候サービスを行う動機やそれによる利益、候補となる挑戦課題が提出される。
- ・ 2009 年 3 月に、NOAA の科学助言委員会は傘下の気候ワーキンググループより、NOAA に相応しい気候サービスの有り様に関する検討結果を受け取る。
- ・ 2009 年 5 月に、NOAA 長官が米国下院の公聴会に出席し、NOAA の気候サービス開発についてヒアリングを受ける。

現在の NOAA での担当部署

NOAA 本部にある Climate Program Office には 5 つの部署があり、気候計画部、事務管理部に加え、気候観測部、気候調査部、気候評価サービス部がある。この部門が連携し、

- 1) 気候の観測と監視
- 2) 気候の研究と予測
- 3) 気候サービスの開発

のプログラムを行っている。

インターネット上で見られる文書：

[http://www.cpo.noaa.gov/about\\_climate/](http://www.cpo.noaa.gov/about_climate/)

[http://science.house.gov/publications/hearings\\_markups\\_details.aspx?NewsID=2449](http://science.house.gov/publications/hearings_markups_details.aspx?NewsID=2449)



Ocean information for society: sustaining the benefits, realizing the potential  
www.oceanobs09.net

OceanObs'09 は地球規模の海洋観測の今後の方針を議論する会合として、2009年9月にイタリアで開催された。この会合で出された宣言文においても、社会ニーズに一致した海洋観測データを持続的に、タイムリーに取得し、公開するといたわれている。

## Conference Statement

*Final version*

### **VISION**

***Provision of routine and sustained global information on the marine environment sufficient to meet society's needs for describing, understanding and forecasting marine variability (including physical, biogeochemical, ecosystems and living marine resources), weather, seasonal to decadal climate variability, climate change, sustainable management of living marine resources, and assessment of longer term trends***

In order to serve the needs of our nations and of the global community, **We, the more than 600 Participants from 36 nations of the OceanObs'09 Conference in Venice,**

**Recognizing the progress** in ocean observations in the last decade, the demonstrated societal benefits of the existing elements, the recent technical and scientific developments that enable enhancements to observing systems and ensuing services,

**Having broadly consulted** with the communities involved in the production, distribution and use of ocean information,

**Informed by** 99 Community White Papers, 47 Plenary Papers, and discussions

captured in the Conference Summary,

**Call for significantly enhancing internationally-coordinated provision of sustained observation and information of the world ocean**, as a part of the larger earth system observing effort, for public good and stewardship.

**Core principles** of participation in the sustained observing system include recognition that users require **rapid access** to all relevant data, free of charge. **An integrated system**, making use of remotely sensed and in-situ observations **is essential**. Observations are **openly shared in near-real-time when technically feasible**. They are **collected, analyzed, archived, and distributed to internationally agreed standards with agreed best practices**.

Despite the profound importance of marine information to meet the needs of our societies, the **resources** necessary to observe, assess and forecast global marine conditions **are fragile and insufficient**.

A **true global partnership with strong local benefits** requires **involvement of all stakeholders**. All nations must work together for **mutual benefit**, through educational programs and development of national capacity.

**Many organizations are playing roles to sustain and develop the ocean observing system.**

*At the global level*, the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC), the World Meteorological Organization (WMO), the UN Environment Program (UNEP) and the International Council for Science (ICSU) sponsor the Global Climate Observing System (GCOS), the Global Ocean Observing System (GOOS) and the World Climate Research Program (WCRP), which have taken the lead in formulating the present plan for the sustained global ocean observing system. The satellite agencies of the world also play a fundamental role in the integrated observing system, and the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) has helped coordinate a global response to needs. Nations have been urged to act on this GCOS Implementation Plan by the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Group on Earth Observations (GEO). The WMO-IOC Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (JCOMM) and its partner global observing

networks coordinate observations, standards, the data system, and the development of services for much of the physical and carbon ocean observing system. ICSU's Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR) coordinates international ocean research that has and will develop observing techniques and networks that become a part of the sustained ocean observing system. The Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) facilitates and coordinates research in the Antarctic and Southern Ocean. The Partnership for Observation of the Global Oceans (POGO), a forum for leaders of major oceanographic institutions responsible for implementation and operation of various observing elements, advocates integrated global ocean observing systems and helps build the capacity to make them a reality. The International Council for the Exploration of the Sea (ICES) is committed to a strengthened role for scientific research on marine ecosystems as a basis for advice that is unbiased, sound, reliable, and credible, to the benefit of management and conservation of marine ecosystems and living marine resources. The North Pacific Marine Science Organization (PICES) coordinates scientific research and observations on marine environment, ecosystems, and their living resources in the North Pacific and its marginal seas. The Census of Marine Life (CoML) is global network to assess and explain the diversity, distribution, and abundance of life in the oceans. The International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) and its marine projects promote the development of ocean observing techniques and provide research results that will become a growing part of a global integrated ocean observing system.

*At the regional and national level*, meteorological agencies, oceanographic agencies, space agencies, fisheries agencies, research funding agencies, marine research institutions, ocean-related service providers, regional alliances, and the Large Marine Ecosystem (LME) program are all key contributors to a sustained ocean observing and information system.

**The ocean observing system must be sustained and enhanced:**

BECAUSE **systematic observation** of the properties of the ocean **and the information derived are changing what we know** about the ocean **and its implications for society**,

BECAUSE the **real-time flow of these observations underpin** the development,

production, and delivery of many **ocean services** and support **coastal zone management**,

BECAUSE global ocean information is critical to support **forecasting of climate, weather and natural hazards** from daily to centennial time scales,

BECAUSE the development of **an increasing range of ocean assessments and climate services** for planning, early warning, adaptation and mitigation, **depend upon availability of accurate observations and models** of the world ocean,

BECAUSE **the ocean is an important sink of anthropogenic CO<sub>2</sub>**, and **ocean acidification potentially has significant impacts** on marine ecosystems,

BECAUSE **sustainable management of marine living resources** depends on timely and accurate **monitoring of and information on biogeochemical cycles and ecosystem function**,

BECAUSE **biodiversity** is understood to be a **key factor in ensuring sustainable ecosystem function**,

BECAUSE **healthy coastal environments and their interactions with the open ocean are important to society**, and

BECAUSE the oceans remain seriously undersampled, and **no single nation can perform all necessary ocean observations**

In solidarity, **the Conference:**

(1) **Calls on all nations and governments to fully implement** by 2015 **the initial physical and carbon global ocean observing system** originally envisioned at OceanObs'99, and refined at OceanObs'09.

(2) **Calls on all nations and governments to commit** to the implementation and international coordination of **systematic global biogeochemical and biological observations**, guided by the outcomes of OceanObs'09, and taking into account regional variations in ecosystems.

(3) **Invites governments and organizations** to embrace a **framework** for planning and moving forward with an **enhanced global sustained ocean observing system** over the next decade, **integrating** new physical, biogeochemical, biological **observations** while **sustaining present observations**. Recommendations on this Framework, considering how to best take advantage of existing structures, will be developed by an post-Conference **working group** of limited duration.

(4) **Urges the ocean observing community** to **increase our efforts** to achieve the needed level of **timely data access, sensor readiness and standards, best practices, data management, uncertainty estimates, and integrated data set availability**.

(5) **Asks governments, organizations, and the ocean observing community** to increase their efforts in **capacity-building and education**.

## GEOSS と社会経済利益

## 1. 背景と現状

GEOSS (Global Earth Observing System of Systems)は、既存の様々な観測およびデータ解析システムを統合し、9つの社会経済利益分野（災害、健康、エネルギー、気候、天気、生態系、農業、生物多様性）を特定し、それらに対して実質的に貢献を行うことを目的として、開発されているシステムを言う。

この GEOSS の構築に向けて、各国政府レベルを参加メンバーとした GEO(Group on Earth Observation)で議論され、作成されたものが GEOSS10 年実施計画である。現在は、年1回程度の GEO メンバー国による会合と、GEOSS10 年実施計画の進捗の確認と、何年かに一度の閣僚レベルでの会合により GEOSS 構築を促進させようとしている。

現在は、ワシントンで第6回 GEO 本会合が11月17～18日に開催された所である。

## 2. GEOSS の範囲

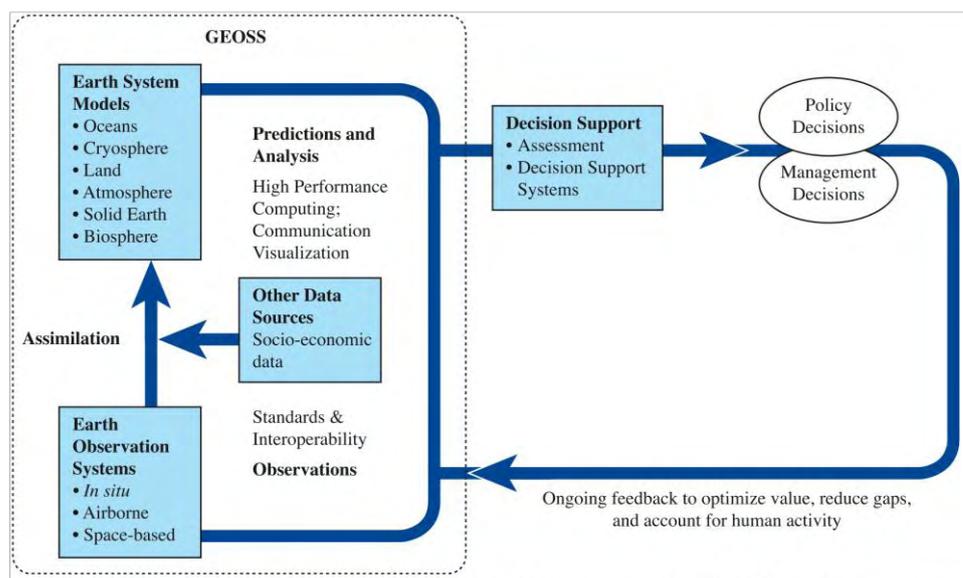


Figure 2.1. This diagram demonstrates the end-to-end nature of data provision, the feedback loop from user requirements, and the role of GEOSS in this process. The primary focus of GEOSS is on the left side of the diagram.

(以下、文部科学省ホームページより)

## GEOSS戦略目標 ( Strategic Targets ) について

2008年3月のGEO執行委員会会合において、GEOSS10年実施計画の見直しのためTarget Task Team(T3)が設置された。以後3回の会合において10年実施計画及びその参照文書に示された241のターゲット(2、6、10年目標)の見直し、2015年までのGEOSS実施のための戦略的な目標について議論を行い、戦略目標文書が取りまとめられ、2008年11月の第5回GEO本会合に提出された。

第5回GEO本会合において、本戦略目標はGEOの全ての参加国・機関によるレビューを受けることとされ、2009年1月末までに意見を受付、2月のT3会合において提出された意見の取りまとめを行うこととなった。さらに「2009-2011作業計画」及び「業績モニタリング及び評価フレームワーク」との3者間の調整を経て、2009年の第6回GEO本会合に提出される予定。最終的には、2010年の第5回地球観測サミットにおいて承認を受けることを目指している。

### <戦略目標の構成>

#### ○GEOSSの戦略的定義と目標

GEOSSのビジョンと目的(10年実施計画より再掲)

GEOSSの定義

GEOSSを支援するためのGEOの最終目標(ケープタウン宣言を基に作成)

#### ○分野ごとの達成目標

2015年時点で達成可能でありかつGEOSS活動を引き上げることを目的とした、シンプルな達成目標を分野ごとに設定。達成目標と(四角囲みの文章)と補足の説明文章からなる。

##### 1. 統合されたGEOSSの構築

構造、データ管理、能力開発、科学技術、ユーザー関与

##### 2. 9の社会利益分野

災害、健康、エネルギー、気候、水、気象、生態系、農業、生物多様性

## “Strategic Targets:GEOSS Implementation by 2015”の概要

### GEOSSの戦略的定義とゴール ( GEOSS STRATEGIC DEFINITION AND GOALS )

#### GEOSSの展望と目的 ( GEOSS Vision and Purpose : GEOSS10年実施計画より抜粋 )

GEOSSの展望は、人類の利益のための意志決定や行動が、調整され包括的で持続的な地球観測及び情報によって与えられるような将来を、実現することである。

GEOSSの目的は、地球の状態の監視を改善し、地球プロセスの理解を増進し、そして地球システムの振る舞いの予測を向上するために、包括的で調整され持続的な地球システムの観測を達成することである。GEOSSは、健全な意思決定の基礎となる、適時な、高品質で、長期的な全球情報の必要性を満たし、初期段階では以下の分野において社会への利益の配布を増進させるだろう

- ・ 自然及び人為起源の災害による、人命及び財産の損失の軽減

- ・ 人間の健康と福祉に影響を与える環境要因の理解
- ・ エネルギー資源管理の改善
- ・ 気候変動と変化の理解、評価、予測、軽減及び適応
- ・ 水循環のより良い理解を通じた、水資源管理の向上
- ・ 気象情報、予報及び警報の向上
- ・ 陸域、沿岸及び海洋生態系の管理及び保護の向上
- ・ 持続可能な農業及び砂漠化との闘いの支援
- ・ 生物多様性の理解、監視、保全

GEOSSは「国連ミレニアム宣言」及び2002年の「持続可能な開発に関する世界首脳会議」によって明確に表現された挑戦に対処するための一歩であり、「ミレニアム開発目標」の実現を含む。

GEOSSはまた国際環境条約上の義務の履行を促進するだろう。

### **GEOSSの定義 ( Definition of GEOSS )**

全球地球観測システム ( GEOSS ) は、地球観測に関する政府間会合 ( GEO ) 参加国・機関のボランタリーな貢献による、環境分野における国際条約義務の実施を含む、社会における情報に基づく意志決定を支援する調整され統合された地球観測及び情報システムのネットワークである。

### **GEOSSをサポートするためのGEOの戦略的目標 ( Strategic Goals of GEO in Support of GEOSS : ケンブリッジ宣言をベースに作成 )**

情報に基づく意志決定をサポートするためのユーザー要求を満たす包括的で調整された地球観測ネットワークを持続的に運用すること

共有された構造的GEOSSコンポーネントとこれに関連する情報基盤を持続的に運用すること

地球観測への投資効果を最大化するために、国内政策と国際枠組の下で、規則と国境を越えて、タイムリーでグローバルにオープンなデータの共有というニーズに応えること

観測、モデリング、データ同化、予測能力の間の相互運用性を履行すること

研究開発活動並びに将来の観測及び情報システムの首尾一貫した計画を促進すること

地球観測の向上と拡大のための科学技術の進歩及び革新的なアプローチに対する国家的、地域的、世界的な投資を促進すること

GEOSSの利益になるとともに貢献する個人、機関、システムの能力開発を、特に発展途上国において行うこと

相乗的効果を出すために、社会利益分野を横断した連携の特定と実施のための枠組を提供すること

## **1 . 統合されたGEOSSの構築 ( BUILDING AN INTEGRATED GEOSS )**

### **1.1 構造 ( Architecture )**

1. データ、メタデータ及びプロダクトを含む世界の主要な地球観測データ等へのアクセスを可能にすることにより、ユーザーコミュニティをサポートするユーザーフレンドリーかつアクセス容易なGEOSSのための共通インフラの開発、運用、維持管理を行うこと。
2. 研究段階から運用段階への移行とともに、衛星、航空機、in-situを含む将来の地球観測システムの調整された開発と実施

を確実にすること。

### 1.2 データ管理 ( Data Management )

3. 全てのGEOSS社会利益分野の支援に不可欠な環境、地球物理及び地質に関する基礎的な変数のコアセットのための包括的かつ信頼性の高いデータ、メタデータ及びデータと情報プロダクトの継続的長期提供を実現すること。また歴史的データ及び再解析を含むこれら包括的データセットが、GEOSSデータ共有原則に従い継続的に利用可能とすること。

### 1.3 能力開発 ( Capacity Building )

4. 全ての社会利益分野における地球観測とその派生情報のための、国家、国際レベルでの個人、組織、インフラの能力向上の取り組みを調整すること。

### 1.4 科学技術 ( Science and Technology )

5. 関連の科学技術コミュニティのGEOSS実施への連携及び関与を確実にし、最先端の技術と地球科学知識を継続的にGEOSSの開発と運用に取り込むことを可能にすること。統合されたGEOSSの観測網、モデル、データセットは強固に科学研究と技術開発に寄与するであろう。

### 1.5 ユーザー関与 ( User Engagement )

6. 特に開発途上国において、政策決定と計画のためのユーザーニーズに対応する地球観測システムの主要なデータ情報源としてのGEOSSの認知度を世界レベルで高めること。  
7. 全てのGEOSS社会利益分野をサポートするデータ、メタデータ及びプロダクトの提供に必要な、分野横断かつ環境、地球物理及び地質に関する基礎的な変数のコアセットをユーザーと協力し明確にすること。

## 2 . 9つのGEOSS社会利益分野 ( THE 9 GEOSS SOCIETAL BENEFIT AREAS )

### 2.1 災害 ( Disasters )

8. 災害と関連する危機管理サイクルの全てのフェーズ ( 緩和と準備、早期警報、対応、並びに再生 ) をサポートする観測と情報システムの全球規模での調整を可能にすること。

### 2.2 健康 ( Health )

9. 健康への環境リスク被害の早期発見、防止、モニタリング、緩和と軽減を可能とする、地球観測情報、指標、モデル及びツールの開発と利用を加速し、世界レベルでのアクセスを可能とすること。

### 2.3 エネルギー ( Energy )

10. エネルギー利用の改善、環境影響の最少化、エネルギー政策策定への情報提供に重点をおいた、既存及び新たなエネルギーシステムの計画及び運用のための関連の環境、地球物理及び地質のデータ及び情報の提供及び利用を促進すること。

### 2.4 気候 ( Climate )

11. 気候関連観測の利用可能性を確実にし、気候変化と変動の評価及び適応と緩和のための政策決定に役立つグローバルに調整された情報を提供すること。

12. 環境関連の国際条約における義務のサポートとモニタリングなど政策決定をサポートする包括的な全球炭素観測と解析システムを促進すること。

### **2.5 水 ( Water )**

13. 水供給の改善及び全球水管理と国家、地域、河川レベル及び全ての空間分布での気候変化の解明のため、水の量・質を観測する統合され、持続可能な全球水循環観測システムを開発すること。

14. 水管理とガバナンス及び水文気象極端現象(例、干害と洪水)のモニタリングと予測のため改良された意志決定支援ツールに重点をおいた、世界規模での統合された水資源管理を容易かつ可能にする局所及び地域レベルでの地球観測の利用を拡大すること。

### **2.6 気象 ( Weather )**

15. 生命の喪失を軽減し、資産の損害を縮小し、気象観測における重要な空白を無くし、他の社会利益分野のための気象データへのアクセスを可能にするため、シビアウェザーの情報を改善すること。

### **2.7 生態系 ( Ecosystems )**

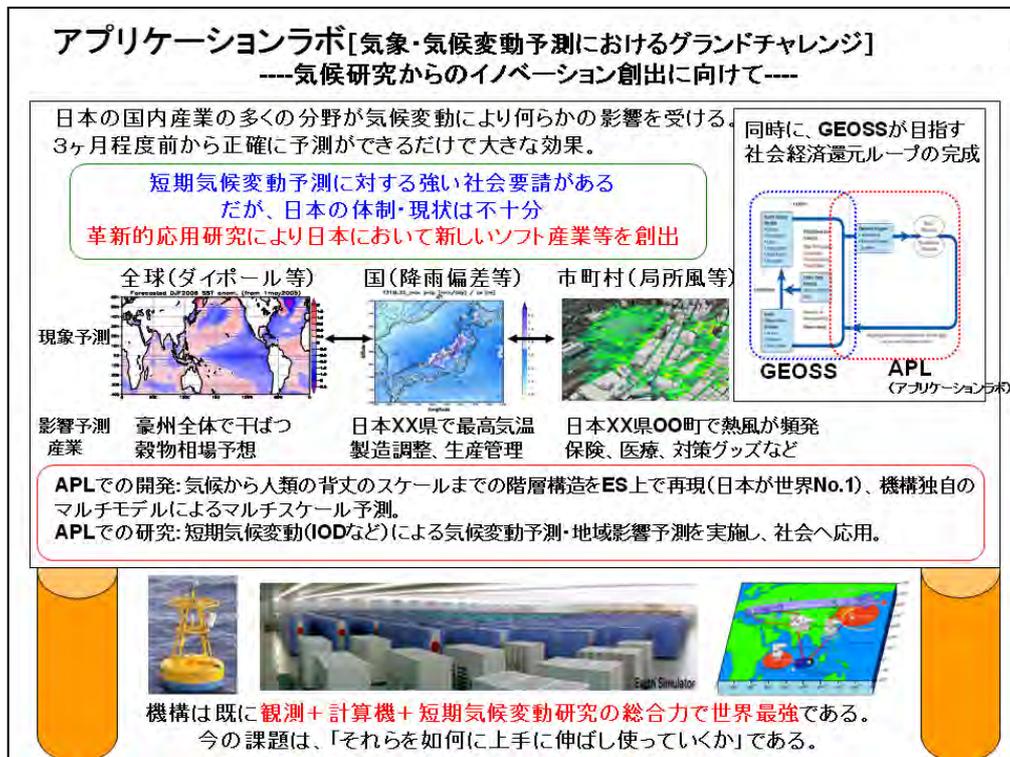
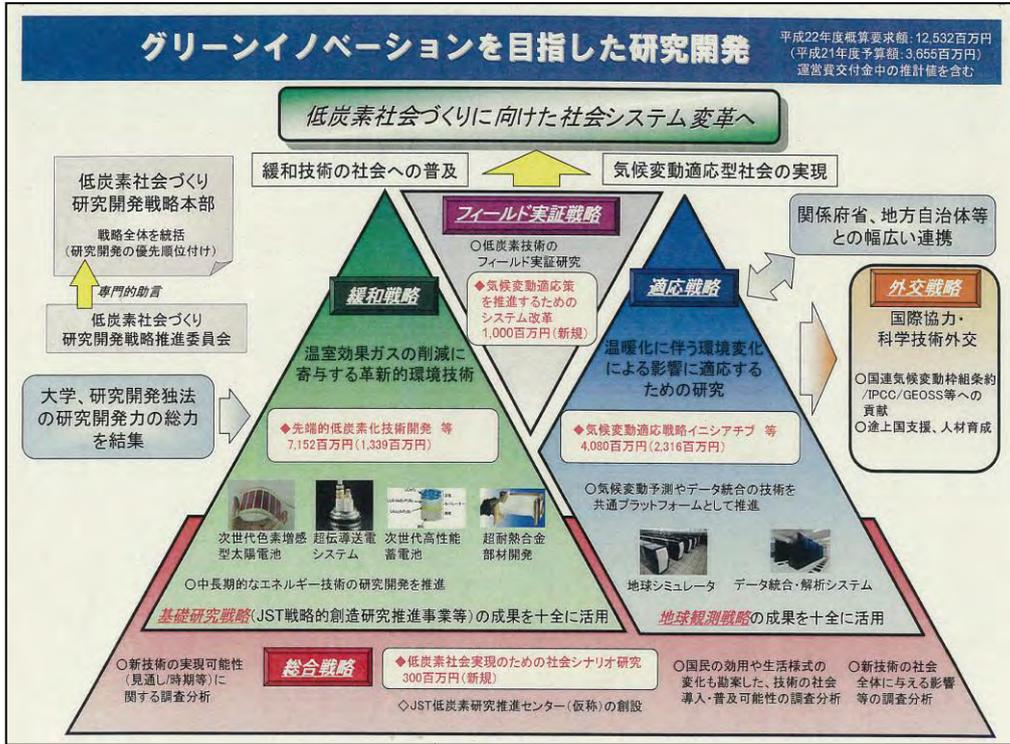
16. 全ての生態系とそれらへの人類の影響の包括的なモニタリング能力の設計、実施を通じ、陸域、沿岸、海洋資源の持続可能な管理及び保護を改善すること。

### **2.8 農業 ( Agriculture )**

17. 食糧安全保障と市場の効率性向上のための調整された全球規模の農業早期警報システム運用を確立すること。

### **2.9 生物多様性 ( Biodiversity )**

18. 天然資源の保護と改良された管理をサポートする政策決定を可能にするため、世界の生物多様化の現状とトレンドを収集、管理、共有及び解析するための世界規模の生物多様性観測ネットワークを確立すること。





Forecast Ocean Plus, Inc.

Towards sustainable development of our earth system

独立行政法人海洋研究開発機構のベンチャーに認定され、その知的財産であるJCOPEシステムの利用により生み出された海流・海洋予測情報を加工・提供し、海洋産業に貢献する会社です。



## FOP設立の背景

- 地球環境変動領域ダウンスケール沿海変動予測研究チームを中心とする研究者のグループは、「日本沿海予測可能性実験(JCOPE)」の一環として、ウェブ上でのデータ公開や民間事業者との共同研究等を行ってきました。このような取組みを経て、世界初の海流予測情報提供に関する事業主体である海流予測情報利用有限責任事業組合(海流予測LLP)が設立されました。そして、本事業が研究成果の社会への普及・還元に資することから、平成18年6月1日付で(独)海洋研究開発機構よりJAMSTECベンチャー第1号として認定されました。
- これまでに、海流予測LLPは国内海運会社と共同で海流予測情報の有効利用に関する実証実験を実施し、その結果、黒潮流域を航行する大型タンカーの運航において最大9%の燃費節減、CO2排出量削減の効果を確認しました。また、漁業団体への情報提供や海底資源開発にかかわる支援を行うなど、着実に実績を積み上げてきました。
- そして、今年、事業の拡大に伴い、海流予測LLPは、より信用度が高く、より事業運営に適した株式会社法人へと組織形態を変更することとし、「株式会社フォーキャスト・オーシャン・プラス」が発足しました。この新法人は、海流予測LLPの事業を承継する事業体であること、機構の研究成果の社会への普及・還元に資することなどから、前身と同様に、JAMSTECベンチャーとして認定されました。

As a part of the Japan Coastal Ocean Predictability Experiment (JCOPE) project, researchers have been publishing research results online and carried out studies jointly with private sectors. Through those activities, Forecast Ocean Partners LLP (FOP-LLP) was established as the world's first company specializing in ocean current forecasting. As their business activities could provide wider opportunities to utilize research achievements in society, JAMSTEC authorized it as the first venture company on June 1, 2006.

In an attempt to explore the effective use of the ocean current information, FOP-LLP and a Japanese shipping company carried out a joint experiment using VLCCs from 2006 to 2007. The results revealed that fuel consumption and CO<sub>2</sub> emissions were reduced by up to 9%. In addition to up-to-date information for ships, FOP-LLP provided information for fisheries and ocean development companies to support their activities. Through all of these services, FOP-LLP had steadily built up its expertise over the years.

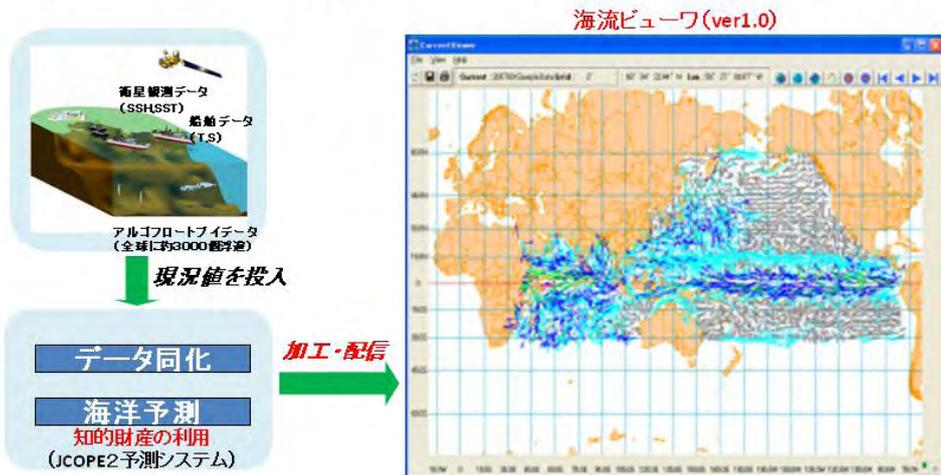
Upon the expansion of the business, FOP-LLP converted from a limited liability partnership to a corporation, a more reliable and more organized form of business. The new company, Forecast Ocean Plus, Inc (also "FOP"), took over the business activities of its predecessor and continues to contribute to a wider application of JAMSTEC's research findings in practical settings. In view of this, JAMSTEC authorized the new FOP as its venture company.

## FOPのご紹介



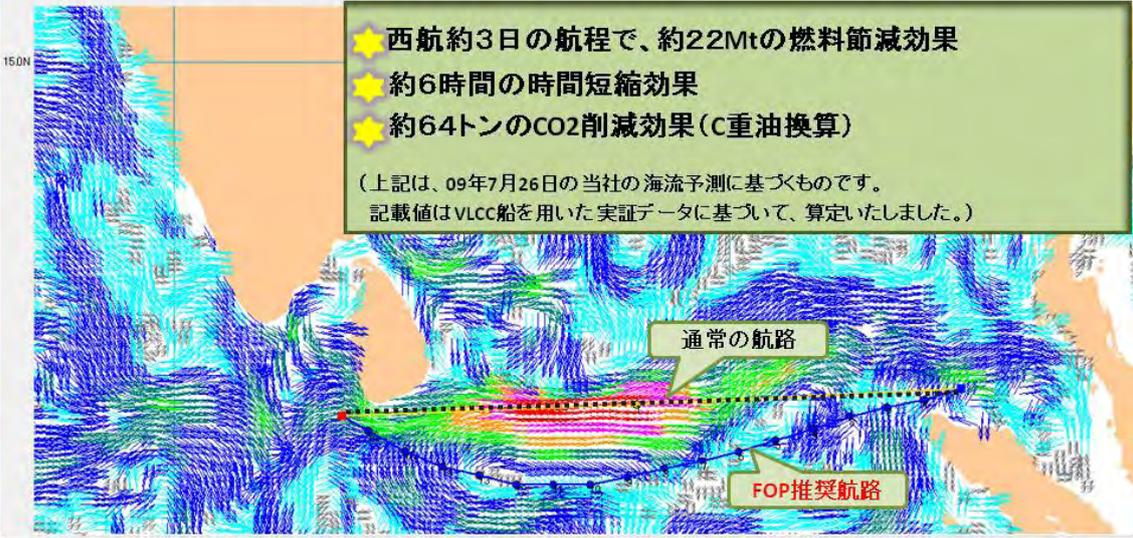
法人名称	株式会社フォーキャスト・オーシャン・プラス Forecast Ocean Plus, Inc.
所在地	東京都中央区日本橋兜町5-1AIG兜町ビル3F
設立	平成21年3月31日 発足 (独)海洋研究開発機構ベンチャー認定
事業内容	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 効率的かつ環境に配慮した航行への情報提供サービス事業</li> <li>② 安全かつ安心な航行への情報提供サービス事業</li> <li>③ 効率的かつ環境に配慮した海洋資源開発利用への情報提供サービス事業</li> <li>④ 海洋の関係する地球環境問題への理解、啓発支援事業</li> <li>⑤ 予測情報の作成、加工、公開、頒布事業</li> <li>⑥ 前各号に関連するシステム開発・販売・賃貸・設置・メンテナンス、及び観測データ収集事業</li> <li>⑦ 前各号に関連するコンサルティングサービス事業</li> <li>⑧ 前各号に附帯し、または関連する一切の事業</li> </ol>
事業対象	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  海運業         </div> <div style="text-align: center;">  海底資源開発         </div> <div style="text-align: center;">  水産業         </div> <div style="text-align: center;">  防衛関連         </div> </div>

## 海運向け：海流予測情報の作成からご提供までの流れ



- ・海運向けでは、予め、提供する海流表示ソフトのPCへのインストールにより、本船や陸上オフィスで世界の海流を閲覧可能
- ・予測期間は通常2週間先まで(日平均)。
- ・E-MAILの貼付データあるいはFTP/WEBからのダウンロードによる配信
- ・希望により、任意海域、任意深度の海流、水温、塩分、水位予測データを提供可能

インド・ベンガル湾域は、季節風等の影響によって海流が大きく変化し、本船における船速低下が問題となることが多い海域となっています。FOPは、同海域にも高品質な海流予測情報の提供を通じ、定時運航の確保、燃料コストの削減、CO2排出量削減に貢献しています。



Route	Time[hours]	Diff_Time[hours]	Distance[nm]	Diff_Distance[nm]	Fuel[Mton]	Diff_Fuel[Mton]
*Optimum Route(OR)	71.20		1049.54		261.05	
Rumb Line(RL)	77.21	6.019	1004.81	-44.727	283.12	22.069

## オーストラリア・インド等における気候変動 予測への評価

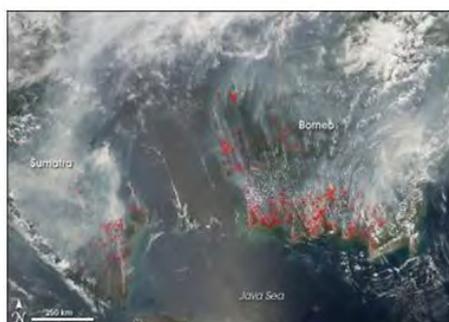
- 地球温暖化に伴う気候変化により気候変動現象が頻発するようになった。
- 極端な異常気象（猛暑、冷夏、早魃、豪雨等）が世界各地で多くの災害を引き起こし、人類の社会・経済活動に甚大な影響を及ぼしている。
- 気候変動及び異常気象の出現の統計が変化。この変化を理解する事が重要！ (1)

### Current big issues on the global warming (Extreme Weather Conditions in 2006 IOD)

East African Flood (more than 1 million have been uprooted in Kenya)



Indonesian Forest Fire



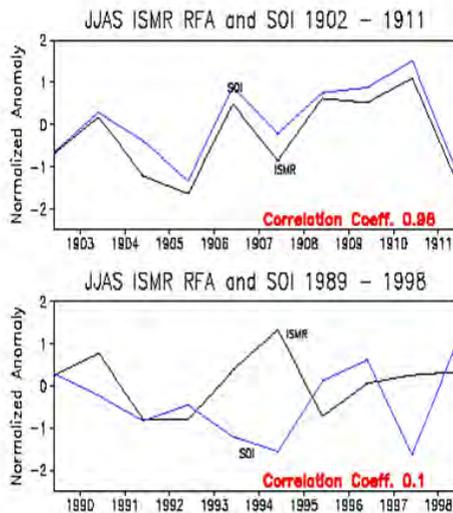
Australian Drought



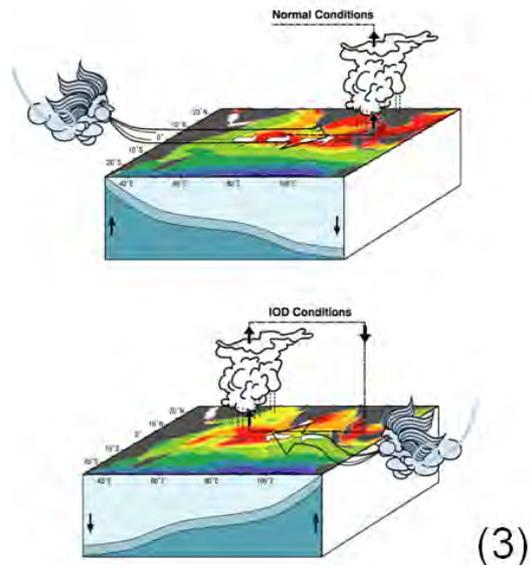
(2)

## Change of climate Statistics

Left  
Correlation between ISMR  
and SOI (El Nino)



Right  
Indian Ocean Dipole  
("El Nino" like phenomenon)



## 社会的インパクトと科学研究の重要性において 典型となる熱帯インドー太平洋における変動

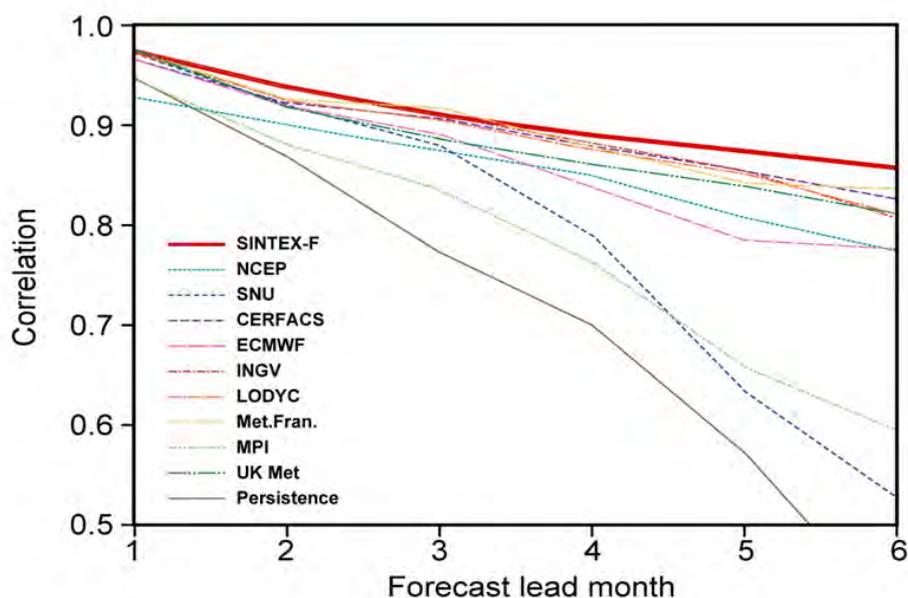
- 熱帯西部太平洋は気候変動のドライバー  
(良く知られているエルニーニョと、最近発見された  
インド洋ダイポールが相互に影響。これまでは、  
エルニーニョの影響しか考慮されなかった)
- 2006年: 大きなIOD (前の写真)  
2007年: 2年続けてIOD(稀)、しかもラニーニャが  
起き、この二つの現象はオーストラリアの降雨に  
正反対の結果を招き、大きな論争が起きた。

(4)

## オーストラリア気象局 v.s. 山形予測

- 2007年、ラニーニャに基づく降雨予測を出していた気象局の予測がはずれ、山形予測が示していたダイポールによる旱魃が起こり、農民、科学者、政府を巻き込む大論争が起きた。
- 以下に、Weekly Times に載った記事幾つかの記事と、国会での公聴会での資料の一部を参考資料として提供。 (5)

## ENSO prediction skill of 10 top models



(6)



COMMONWEALTH OF AUSTRALIA

Proof Committee Hansard

**HOUSE OF  
REPRESENTATIVES**

STANDING COMMITTEE ON INDUSTRY, SCIENCE AND  
INNOVATION

**Reference: Long-term meteorological forecasting**

MONDAY, 29 JUNE 2009

MELBOURNE

**CONDITIONS OF DISTRIBUTION**

This is an uncorrected proof of evidence taken before the committee. It is made available under the condition that it is recognised as such.

BY AUTHORITY OF THE HOUSE OF REPRESENTATIVES

**[PROOF COPY]**

TO EXPEDITE DELIVERY, THIS TRANSCRIPT HAS NOT BEEN SUBEDITED

## INTERNET

Hansard transcripts of public hearings are made available on the internet when authorised by the committee.

The internet address is:

<http://www.aph.gov.au/hansard>

To search the parliamentary database, go to:

<http://parlinfoweb.aph.gov.au>

**HOUSE OF REPRESENTATIVES**  
**STANDING COMMITTEE ON INDUSTRY, SCIENCE AND INNOVATION**  
**Monday, 29 June 2009**

**Members:** Ms Vamvakinou (*Chair*), Fran Bailey (*Deputy Chair*), Mr Bidgood, Mr Champion, Mr Cheeseman, Dr Jensen, Mr Johnson, Mr Ramsey, Ms Rishworth and Mr Symon

**Members in attendance:** Ms Vamvakinou, Fran Bailey, Mr Ramsey and Mr Symon

**Terms of reference for the inquiry:**

To inquire into and report on:

Long-term meteorological forecasting with particular reference to:

- The efficacy of current climate modelling methods and techniques and long-term meteorological prediction systems;
- Innovation in long-term meteorological forecasting methods and technology;
- The impact of accurate measurement of inter-seasonal climate variability on decision-making processes for agricultural production and other sectors such as tourism;
- Potential benefits and applications for emergency response to natural disasters, such as bushfire, flood, cyclone, hail, and tsunami, in Australia and in neighbouring countries; and
- Strategies, systems and research overseas that could contribute to Australia's innovation in this area.

# Opinion

Wake-up for all on weather forecasting science

## Signals point to solution

Australia must bolster its early-warning weather systems, argue TOSHIO YAMAGATA and SWADHIN BEHERA

**T**his article "Signal Failure" (WT, October 24) by Xavier Duff has raised a very tough but timely issue about the role of advanced research information in society.

The signal of rainfall failure in 2007 was predicted as early as March by a high-resolution simulation model using the Earth Simulator in Japan.

Yet other low-resolution models did not predict the signal until July.

Considering the sensitive nature of declaring a rainfall failure, as well as the diversity in model predictions, we are facing a serious problem of whether we should deliver or not deliver experimental climate prediction results from a single model to society.

Putting aside the sensitive nature of the problem, we must understand that seasonal predictions based on computer models have advanced dramatically in recent years and are close in the stage at which our society can make use of those.

We must also appreciate the fact that some models do better jobs than others; science is not democratic but highly competitive.

We must also know, from an

engineering viewpoint, that multiple models are a more reliable guide and do a superior job to any single model.

This is because model biases are cancelled to some extent.

Xavier Duff is right when he points out that the El Niño in the Pacific is not the only signal to use in long-range rainfall predictions in Australia.

After the identification of the Indian Ocean Dipole in 1999, we realised that rainfall in the Indian Ocean-rim countries was more influenced by the newly identified climate mode.

This tendency was strengthened in recent decades under the global warming stress; our climate is different from the days of Sir Gilbert Walker in the early 19th century.

The major drought of 2006 was clearly due to the strong positive Indian Ocean Dipole phenomenon associated with lower than normal sea surface temperatures in the eastern Indian Ocean.

Another positive Indian Ocean Dipole in 2007 is also one of the main causes of the on-going serious drought in Australia, despite the La Niña sitting in the tropical Pacific.

It is getting more and more important, because of increased global warming, to catch the Indian Ocean signal as early as



Dam dry: computer models are becoming better at predicting impending drought.



Flashback: last week's The Weekly Times.

possible, using in-situ observation data and model prediction results for society's benefit.

The tropical Indian Ocean gives birth to climate modes of various scales.

Because of the vigorous interactions among them, the reliability of the prediction signal fades quickly with time.

This is why predictability of the Indian Ocean Dipole is lower than El Niño in the Pacific.

Therefore, we need to establish an extensive ocean-atmosphere observation system in the Indian Ocean.

Observation is the backbone of an early warning system, providing crucial data for models to predict the rainfall—air temperature variability sufficiently ahead of time.

The initiatives taken by scientists from Japan, US, India, Australia, Indonesia and some other countries to establish an observation system in the Indian Ocean is endorsed by international bodies.

Those activities by climate researchers should be encouraged and funded, particularly by Australia which is most vulnerable to the Indian Ocean climate variability.

It is also important to realise

that a super computer may provide better circumstances to develop more reliable prediction models.

The Earth Simulator has provided scientists in Japan with an excellent environment.

This simulator project was designed in the early 1990s, together with the introduction of the Frontier Research Centre for Global Change under the co-operative initiative of leading scientists and government officials.

The current situation in Japan was not achieved in a day.

**A** BETTER computational environment should also be implemented in Australia, to strengthen model-based seasonal predictions.

All centres involved in real-time prediction in developed countries should work jointly for multi-model prediction and its outreach activities.

This would be one beautiful solution to the important problem raised by Xavier Duff.

Scientifically, joint inter-comparison studies to reduce model biases under a healthy competitive environment need to be encouraged.

These co-ordinated international efforts, with innovative competition, will be extremely beneficial to people who suffer abnormal or extreme weather conditions.

The failure of early warning of the drought this year should be taken in the right spirit, as a wake-up call for research policy makers in Australia to support active Australian researchers in the field of seasonal climate forecast.

Prof Toshio Yamagata and Dr Swadhin Behera are climate scientists with the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

F B 1 2 3 | | | C M Y K WKT 31-OCT-2007 PAGE 17 FIRST



At BankWest, our rural and regional business centres are staffed with local people who understand the nature of the local market, its issues and its industries.

We understand that cash flows rise and fall in cycles and seasons which is why our rural and regional banking specialists take the time to understand your business needs.

We develop customised banking solutions including, lending, leasing and business accounts which target agribusiness.

To grow your business call your local BankWest agribusiness team on:

1800 228 808

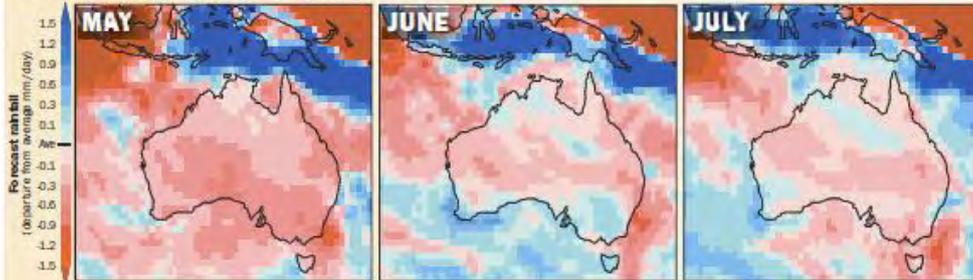


Bank of Western Australia Ltd ABN 220 000 000 000

WEATHER

DRY RUN AHEAD

Japanese predictions for the next three months



Weekly Times 20/4/2008

Source: Earth Simulator SINTEX-F model

# Rain hopes fading

## Drought tip from box trees

By SIMONE DALTON

AS ANZAC Day draws near, and concerns about the autumn break intensify, weather watchers are looking to nature, patterns and history to work out what is in store.

Winds several weeks ago prompted hopeful memories of 1982 when a dust storm was followed weeks later by an early break which heralded a wet year.

Others are reporting rabbits breeding and mice on the run as a sign of approaching rain. But retired farmer Mirvyn Ost, from Igarip, hopes he is wrong with his tip of a dry season ahead in southwest Victoria.

Mr Ost has been watching the box tree for weather signs after being taught by his uncle nearly half a century ago.

He watches when and how profusely the trees flower from late spring to late summer, with a prolific flowering meaning a better season.

"The earlier the flowering the earlier the break, the later the flowering the later the break," he said.

This year the trees produced no flowers at all, similar to the situation before the 1982 drought. He said others near Swan Hill and Bircby had also no flowers on box trees.

Mr Ost said he was optimistic about some good falls next year.



Praying for rain: agents sold 8200 weaner calves at Cooma and Bombala in southern NSW last week.

## Cattle hold the line

By JENNY KELLY

FARMERS are talking about the lack of autumn rain at salesyards — but not selling one bit just yet.

Store cattle prices held their value at major markets last week as northern orders and lingering hopes of a season-changing rain kept people bidding.

Agents sold 8200 Angus and Hereford weaner calves at Cooma and Bombala in southern NSW last week for an average of \$511 for steers and \$460 for heifers.

Victorian Hereford breeder John McKenna, who received a top of \$630 for 300 steers at Bombala, said the market was showing amazing resilience.

"When we looked them in several weeks ago we were just hoping for rain, but the fact it hasn't didn't seem to make much difference to the prices," he said.

In a trend that completely defied the odds, agents at Wodonga and Wangaratta last week quoted store cattle so dear.

At Wodonga, Angus heifers with one-month-old calves sold to \$1240, while Hereford weaner steers sold to \$650 at 205c/kg liveweight.

Brian Untham Rodwell auctioneer Michael Untham said it was a surprise result in a week when most market watchers had expected prices to crumble.

"Yet there was a good field of buyers with higher than expected results for all grades of cattle," he said.

Selling on the AuctionsPlus computer network was also buoyant last week, with light-eight steers on northern NSW properties selling at 205c-217c/kg.

AuctionsPlus market commentator Dean Lennarich said he just hoped the season and export markets played out well for buyers.

"The confidence being shown at present is admirable and one hopes well-founded," he said.

By PETER HUNT

FARMERS across southeast Australia may have to wait until spring for drought-breaking rain, according to Japanese long-range forecaster Toshiro Yamagata.

"It is very unfortunate but our SINTEX-F model run by the Earth Simulator predicts rather dry conditions for at least the next three months," Prof Yamagata said.

"This is because the model, as an ensemble mean, predicts a weak positive IOD (Indian Ocean Dipole) again in this year."

A positive IOD is associated with a slump in the development of crucial north-east cloud bands that develop over the Indian Ocean and carry moisture across the continent to southeast Australia.

When the dipole is positive the sea surface temperature around Indonesia and northern Western Australia are cooler than average.

The cooler conditions reduce sea-surface evaporation and consequently the amount of moisture in the atmosphere.

Reduced atmospheric moisture levels lead to a slump in the formation of crucial north-west cloud bands that sweep across the continent to deliver rain to southeast Australia.

In May last year, Prof Yamagata, who is a lead scientist with the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology,

predicted southeast Australia's drought would continue into 2007-08.

In an email to The Weekly Times last week, Prof Yamagata said: "I hope our (latest) prediction will be wrong."

Prof Yamagata's forecast will weigh heavily on grain growers' minds as they prepare to invest \$180-\$220 a hectare in the Mallee, or up to \$300 in Victoria's southwest, sowing crops this autumn.

Hordson's Department of Primary Industries agronomist Chris Soupass, said he encouraged farmers to look at so many climate models as possible.

"Don't make decisions based on just one," Mr Soupass said.

Northern irrigators are already contemplating carrying a large proportion of their unused water from this season into next to secure at least some supplies for 2008-09.

But while Prof Yamagata's forecast is frightening, he does hint at some rainfall recovery in spring.

Prof Yamagata's forecast for September, October and November shows increased rainfall in southeast Australia.

More details on Professor Yamagata's research team's forecast can be found at [www.jamstec.go.jp/frcgo/research/iod/index.html](http://www.jamstec.go.jp/frcgo/research/iod/index.html), then take the link to seasonal prediction, then the link to rainfall prediction.

F B 1 2 3 | | | C M Y K WMT 25-APR-2008 PAGE 7 FIRST



**VALLEY SEEDS**  
The Science of Seed

Ph: 1800 226 905

- Drought tolerant
- Staggers Free
- Highly productive
- Affordable price



**CAMEL**  
PERENNIAL PTEGRASS

**Available NOW**

**From all good seed suppliers**

# Early drought warning kept quiet

# Signal failure

EXCLUSIVE

By XAVIER DUFF

AUSTRALIAN scientists were warned as early as March that Australia could be heading back into drought.

But the warning was kept under wraps for fear that it would lead to increased suicides in rural communities.

"I would warn against rushing to a public announcement," one weather scientist said in an email to colleagues in June. "Seasonal predictions can be very upsetting to the public who live in areas of risk."

Yet the secrecy came as grain growers across southern Australia — hopeful of a bumper season — entered hedge contracts that have since plunged the industry into \$1 billion in debt.

The first warning that drought may be returning was made by a Japanese scientist during a meeting of international weather experts in March. At the time, Australian weather authorities were predicting a wet La Nina year.

However, the Japanese scientist's warning that a warmer Indian Ocean would knock out the La Nina winter and spring rain has come true.

Prof Toshio Yamagata, from the Japan Agency of Marine Earth Science and Technology, predicted a positive Indian Ocean Dipole, the Indian Ocean equivalent of the drought-inducing El Nino.

In an email to international colleagues on June 24, Prof Yamagata again warned that the eastern Indian Ocean near Australia remained cold, mirroring conditions of 1967.

That year, Victoria experienced a

severe drought and Melbourne had its lowest rainfall on record.

"I think we had better go ahead about cautioning regional societies about possible floods/drought/hot conditions," Prof Yamagata wrote.

A member of Prof Yamagata's research team, Dr Swadhin Behera, also suggested that the information should be made public even if it was not definite, so that people could make their own judgments.

He drew on the experience of last year as an example.

"Last year (2006), because of the debate early on during the development of IOD, we delayed the press release until August," Dr Behera wrote in an email to colleagues.

- Continued Page 4
- Rule's View, Page 15
- Editorial, Page 16

オーストラリア : The Weekly Times (Oct. 24, 2007) 記事 より

## Signal failure as drought warning kept quiet

### • From Page 1

"But probably because of the delay, the announcement could not be utilised by people who were most affected by the 2006 IOD.

"Some of the farmers who kept calling us almost on a daily basis told us they could have benefited had the information about the IODs been passed on to them based on our model predictions."

But Australian scientist Prof Gary Meyers, from the University of Tasmania, who plays a key role in monitoring international weather patterns, wrote back, arguing more evidence was needed before rushing to an announcement.

"I would caution against rushing to a public announcement," he said. "Seasonal predictions can be very upsetting to the public who live in areas of risk."

Prof Yamagata then agreed, saying the release of such a forecast might trigger suicides

among Australian farmers.

But grain growers said any hint of another dry year could have prevented some of the huge losses they now faced.

Prof Meyers told *The Weekly Times* that Prof Yamagata's computer model had predicted a positive IOD as early as March but two other computer models did not agree.

It was only in July that all the models agreed and the warnings of adverse Indian ocean temperatures were given to the Bureau of Meteorology for its seasonal forecasts.

Prof Meyers told *The Weekly Times* this week that while it turned out the Japanese model was correct and it appeared to be a good model, it was still in its early stages of development and its reliability was uncertain.

Releasing what could be a wrong forecast could cause as many problems as not releasing it, Prof Meyers said.

Monitoring and research into the Indian Ocean dipole was still in its infancy and much more data was needed for scientists to predict weather patterns with it, he said.

David Jones, from the Bureau of Meteorology's National Climate Centre, said the bureau factored in a range of Indian Ocean data into their seasonal outlooks.

"You could not rely on just one model," he said.

But he said most of the bureau's seasonal outlooks this year had forecast below-average rains.

Victorian Farmers Federation grains group president Geoff Nalder said even with the uncertainty of the models, farmers should have been told of Prof Yamagata's forecast, so they could make their own judgments.

Many growers had forward sold their crops in expectation of at least an average year and many had believed the predic-

tions of a La Nina developing and good rains with it.

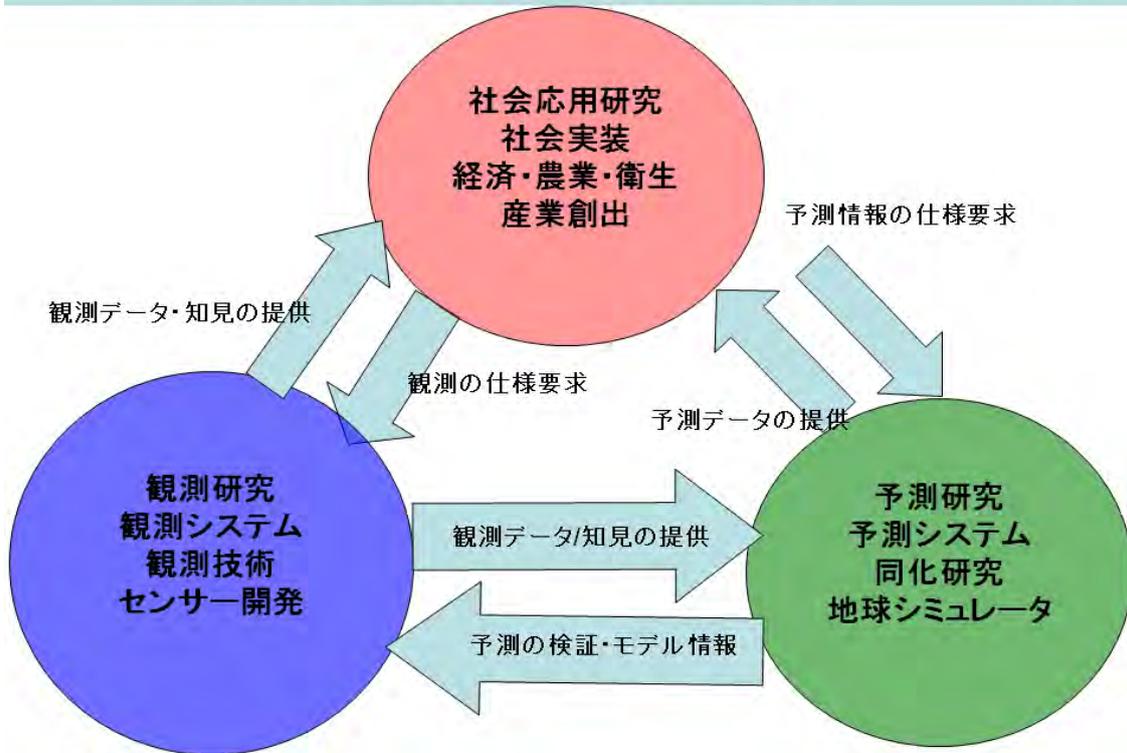
"I'm very disappointed that information was not widely circulated," Mr Nalder said.

"To have had a contrary view to the one that we were in for a bumper year would have slowed the momentum to forward positions and could have saved many farmers hundreds of thousands of dollars in washing out contracts."

Bicchip farmer Leigh Weir, one of those unable to deliver enough grain against forward contracts, said knowing the Japanese prediction would definitely have helped.

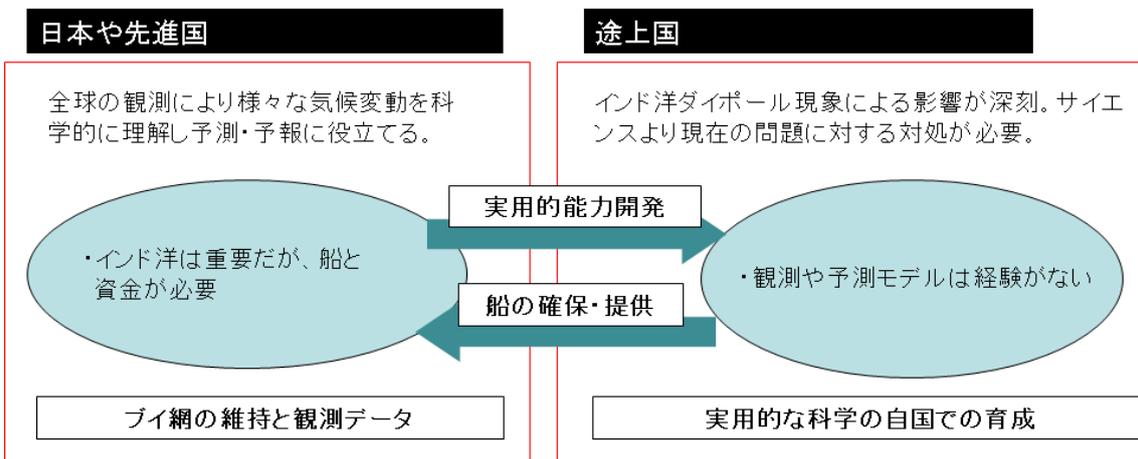
"If there were doubts about the season, we would like to have known and we would have definitely reduced the amount we sold forward and washed out contracts much earlier than we did," Mr Weir said.

オーストラリア : The Weekly Times (Oct. 24, 2007) 記事 より



応用研究と観測(例:途上国対応)

- 海洋観測の例 -



日本政府はJICAとJST環境と災害に関する科学支援プロジェクトを立ち上げている。

海洋機構も、テーマを厳選すれば十分貢献出来る能力を持つ。

インド洋の海洋気候変動現象で最も影響を受けるのは、インド洋沿岸諸国である。彼らにこそ、応用研究の成果が必要である。

# インドネシア共和国の地球観測のロードマップ

## Road Map

