

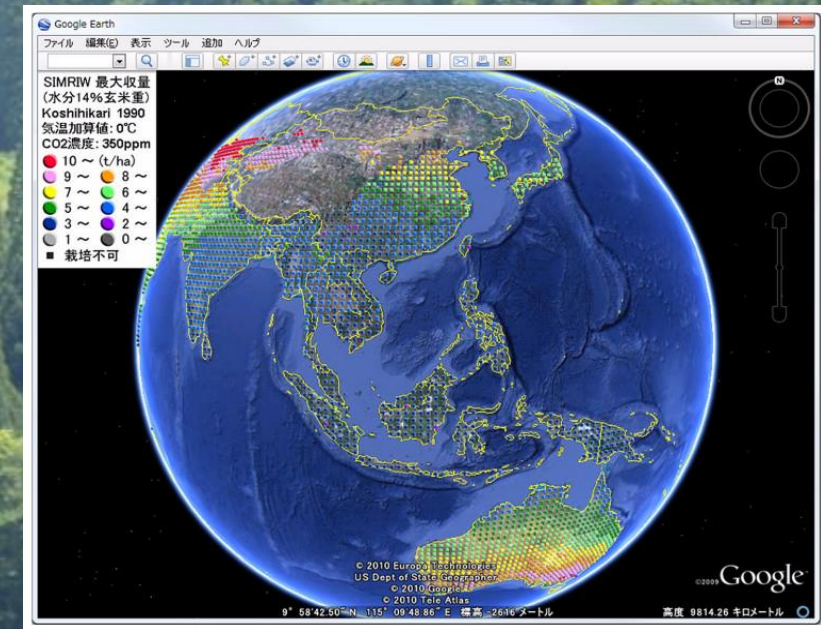
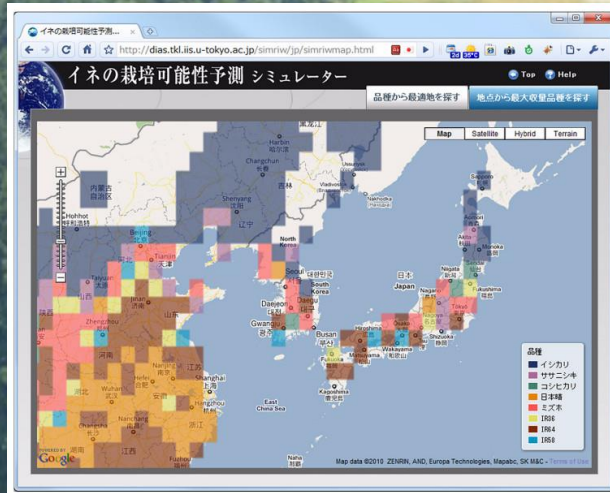
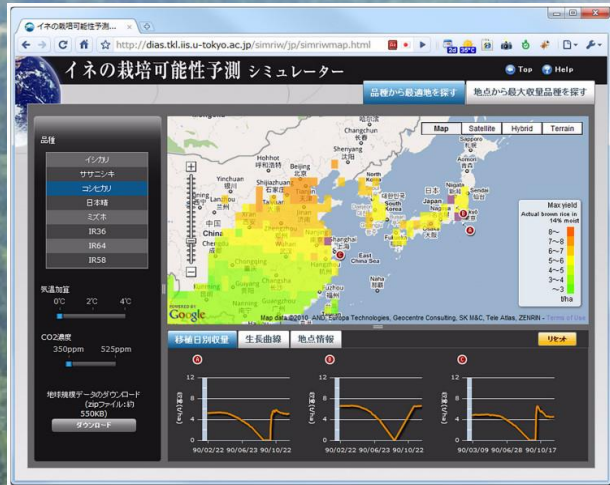
水と食糧

近藤昭彦

- 「水」と「食糧」は気候変動や、ロシアのウクライナ侵攻に伴う世界的な食糧安全保障の危機などの事象を通じて、改めて重要な課題としてクローズアップ。
- 欧米では、モデルにより食糧生産量を予測し、地域の食糧安全保障を担保しようとしている。
- 「水」と「食糧」をどのような地球観、世界観、社会観、等のもとで観るかによって、認識は変わってくるはず。
- 「水」と「食糧」の認識により、シミュレートされる世界のありさまは変わってくる。

作物の生育予測モデルの例

SIMRIWを利用した水頭栽培可能性予測支援ツール (田中ほか、2011、農業情報学会)



特定地域の問題の重要性

地球環境“問題”は地域における人と自然の関係性の問題

グローバルか
ローカルか

環境とは何か—地域性—

- 様々な要素からなる（多様性）
- 要素間に関連性がある（関連性）
- 空間的に分布している（空間性）
- 歴史を持つ（時間性・歴史性）

世界は個性を持つ様々な地域の集合で構成
世界を幸せにする普遍的な方法はあるのか？

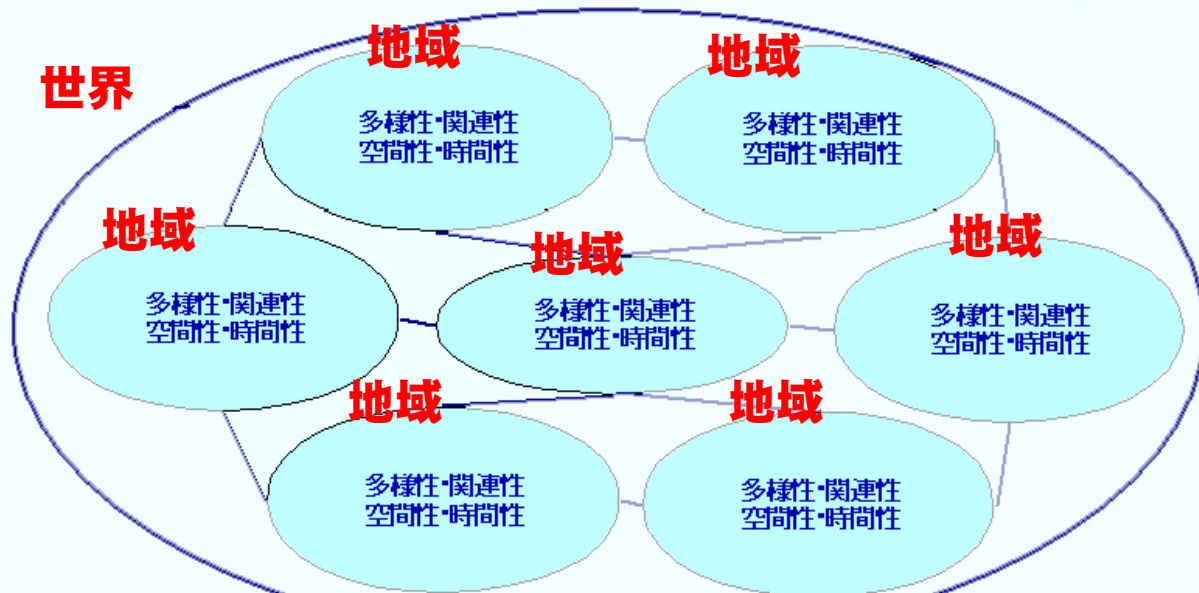


問題は地域性により、地域固有の問題として現れる

→地域研究の重要性

資本主義 を通じて地域と世界は関係する

→社会・経済・政治的視点の重要性



朝日新聞2008年5月4日

空腹が世界乱すー食糧暴発 ケニア肥料高、畑に草

●アメリカ製の肥料の値上がり

なぜ、アメリカ製？
なぜ、肥料がないと？

ナイロビ近郊1987

食糧危機
が現実
に！

“生きる”ということに関わる営みである
“農”を他者に依存する社会

緑の革命・市場経済の一側面

WFPの配給を受ける避難民たち。配給は週間に一度。多くは農民だ。ケニア西部エルドレト、古谷淳す



空腹が世界乱す

食糧暴発

ケニア肥料高、畑に草◆フィリピン

ケニア・ナイロビ。泥壁やトタン屋根の粗末な家がぎっしりと並び、狭くぬかるんだ路地が入り組む、通路のようなキバウスラム、80万人が住む。日雇い労働で暮らすアイエコさん37歳は、次女タナさん10歳が通う小学校の春休みが間もなく終わるのを待ち望んでいる。小学校では月曜から金曜まで、世界食糧計画(WFP)の支援で朝食と昼食が支給されるからだ。

子の給食頼る一家

主食ウガリの材料であるトウモロコシ粉はいま、1kg32ケニアシャ(約4円)。1年前は20シャだった。朝食はもともとミルクティだけ。昼・夕食用に選り、買っていたのを、4月から3kgに減らした。病気の妻と、子ども3人。一家は、3kg四方の備間で空腹をこらえている。タナさんがまわって学校から持ち帰る給食が、助けになっている。小学校のウオウエ教師は「給食を残して家に持って帰る児童が増えている」と言う。

同国西部、穀倉地帯のエルドレト。トウモロコシ畑は雑草が伸び放題だ。1月、大統領選を機に民衆暴動が各地で起き、農民の多くが国内避難民になったのが直接の原因だが、情勢が落ち着いても、人びとは畑に戻らない。

トウモロコシと小麦をわずく作っていたアグネスさん(40)は「小麦はこれから種まきだ。時期は間に合っても、肥料が値上がりして手がでない」とため息をついた。昨年1袋(50kg)1800シャだった肥料が4千シャになった。町なかのピーターさん(83)の肥料店には、在庫が山のように積まれていた。例年を2割減らして売っていない。「アメリカ製の肥料なんだから、なぜこんなに値上がりがあんなに激しいのか」と、農業者によると、輸入肥料の価格が倍増し、ガリシヤの燃料で輸送費が上がったところに大統領選後の暴乱があり、穀物価格が跳ね上がった。ケニアはトウモロコシを自給してきたが、今までは8月に在庫が底をつく。

暴動相次ぎ死傷者

西アフリカ・ブルキナファソの首都ワガドウグ。3月、コメ高騰に抗議するデモ参加者が暴発した。今も、壊された信号機やタイヤの燃え残りが、暴動の「痕跡」が残る。市中心部の穀物店は閉鎖としていた。店番の男性は、「コメが3カ月で2割上がった」と嘆いた。

水不足に悩む同国では、コメはインドなどからの輸入に頼る。政府はコメ値下げを輸入関係停止などの手を打ったが、そのイメ不足・価格止まらずに、フィリピンで暴動が起き、3月、コメが暴落した。牛肉値近くなつたという。フィリピンで暴動が起き、3月、コメが暴落した。牛肉値近くなつたという。

イモ食糧

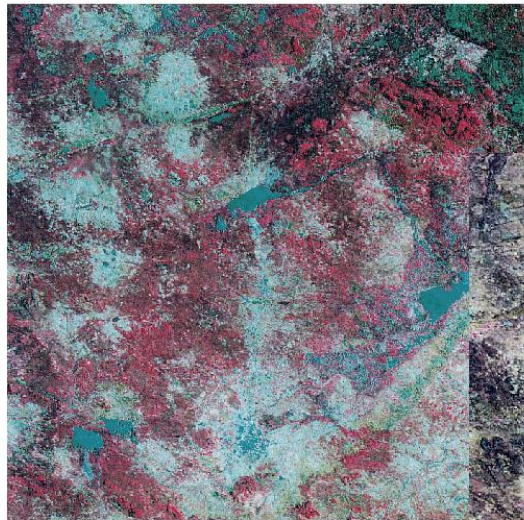
アフリカ大陸の長い列に並ぶレガス市で、政府供給のイモが、3月、子を残してマニラでは

変わるアフリカー 脱貧困へ食糧増産(朝日新聞2007年12月9日)

「... 化学肥料と高収量のトウモロコシの種が無料で配布され、普及員が指導に回った... 食糧増産の成果は目覚ましかった...」

今後、**化学肥料**とHYV (High Yield Varieties) の**種**はお金を出してグローバル企業から買わなければならない

地域の農業がグローバル経済に取り込まれたことになり、農業が先進国の企業に支配されたともいえるかもしれない。



タンザニア1988乾季

タンザニア1988雨季



タンザニア1992。鉄棒で土を突き、穴に種をいれるが、その種は何種類かが混ざっているように見えた。

The Violence of the GREEN REVOLUTION Vandana Shiva



緑の革命とその暴力

ヴァンダナ・シヴァ 著 浜谷喜美子 訳



日本経済評論社



カンボジアの緑
の革命
ポルポトの失敗



緑の革命とは

- 高収量品種 (HYV) の開発
- 化学肥料の投入
- 灌漑・排水設備

しかし、

- 伝統的な農業が廃れ、
- 貨幣経済に巻き込まれ
- 農家の経済的負担が...

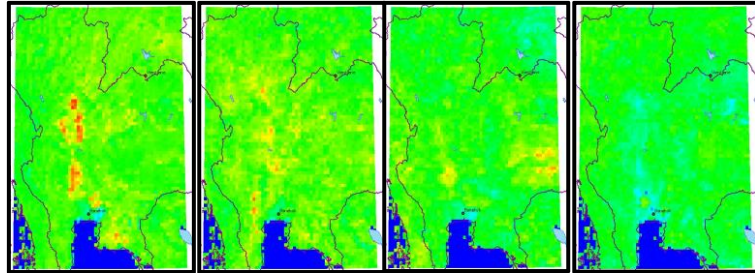


市場経済の
功と罪

続編、「食糧テロリズム」 (シバさん写真: http://tropica.typepad.com/tweb/2007/01/post_6.html)

緑の革命による農業の変化ーリモートセンシングによる解析

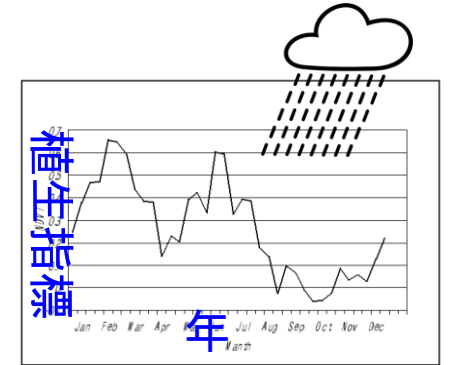
Chao Phraya



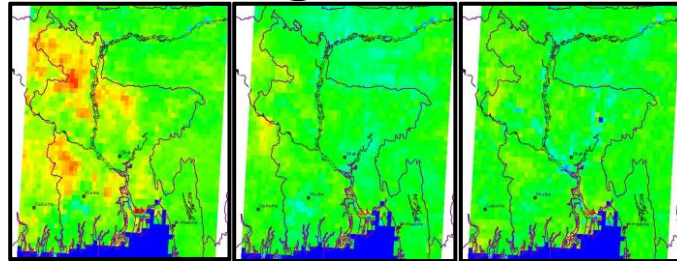
Dry Season (Jan.-Mar.) Dry Season (Apr.-Jun.) Rainy Season (Jul.-Sep.) Rainy Season (Oct.-Dec.)

HYVの導入、灌漑排水システムの整備により、乾季作が増えた

- 緑の革命
- 洪水に対する農学的適応

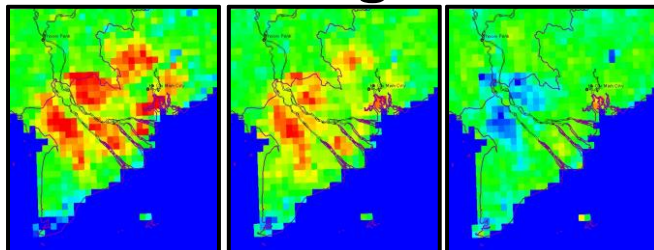


Bangladesh



Boro Dry Season Aus Pre-Monsoon Aman After Flood

Mekong Delta



Dry Season Early Rainy Season Late Rainy Season

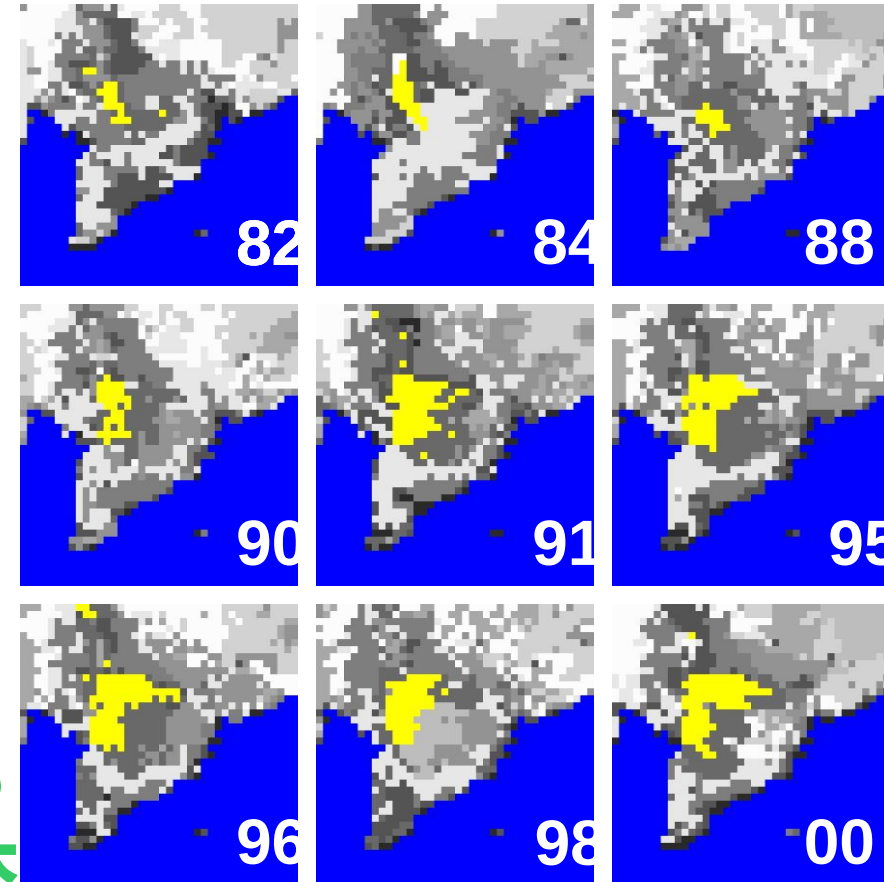
-0.2 +0.2



緑の革命は世界、特にアジアの食糧増産に貢献した



メコンデルタの二期作地の拡大



市場経済は温かいか、冷たいか？

何か重要なことが起こっていないか？

モンサントのGM種子訴訟

何が起きているか？

日本ではどんな動きが？ ⇒2007年に農水省は、
近い将来には農家の自家増殖を原則禁止する方針
を明確に

ライト・ライブリフッド賞 パーシー&ルイズ・シュマイザー夫妻

勇気がたたえ
られた。その
後の動きは？



“The Right Livelihood Award”より

「... 生物多様性ならびに農家の権利を擁護し、環境的・道義的に頑迷な現状の特許法解釈への異議申し立てを行った勇気に対して」

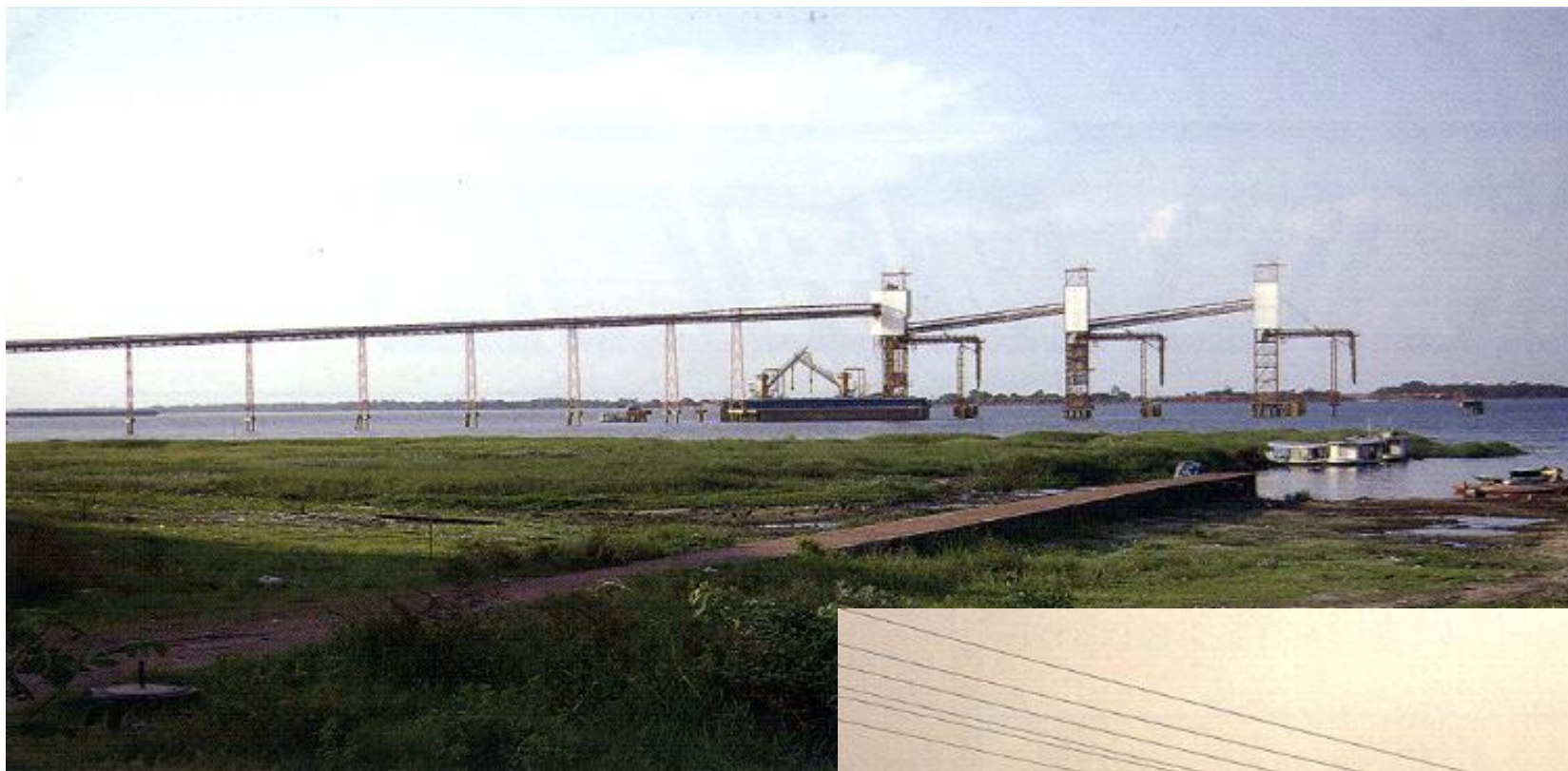
モンサントの実践する脅迫的な販売戦略との戦いを通じて、パーシーとルイズ・シュマイザー夫妻は、遺伝子組み換え作物関連企業の優位性の拡大と市場への攻撃がもたらす、あらゆる農家と生物多様性に対する危険性について世界に警鐘を鳴らした。

巨大バイオ
企業による
種の支配



<http://www.centerforfoodsafety.org/Monsantovsusfarmersreport.cfm>

包括的な視点から対象
の理解を試み、問題を
発見し、どうすればよい
か考えよう



**ブラジル、パラ州サンタレンに、
カーギル社が環境アセスメント
実施勧告を無視して建設した
穀物ターミナル**

**二宮書店地理月報
松本栄次先生**

穀物メジャー

**森林焼却の最盛期(乾季の終
わりの9月)、スモッグに霞む穀
物メジャーの集荷倉庫**

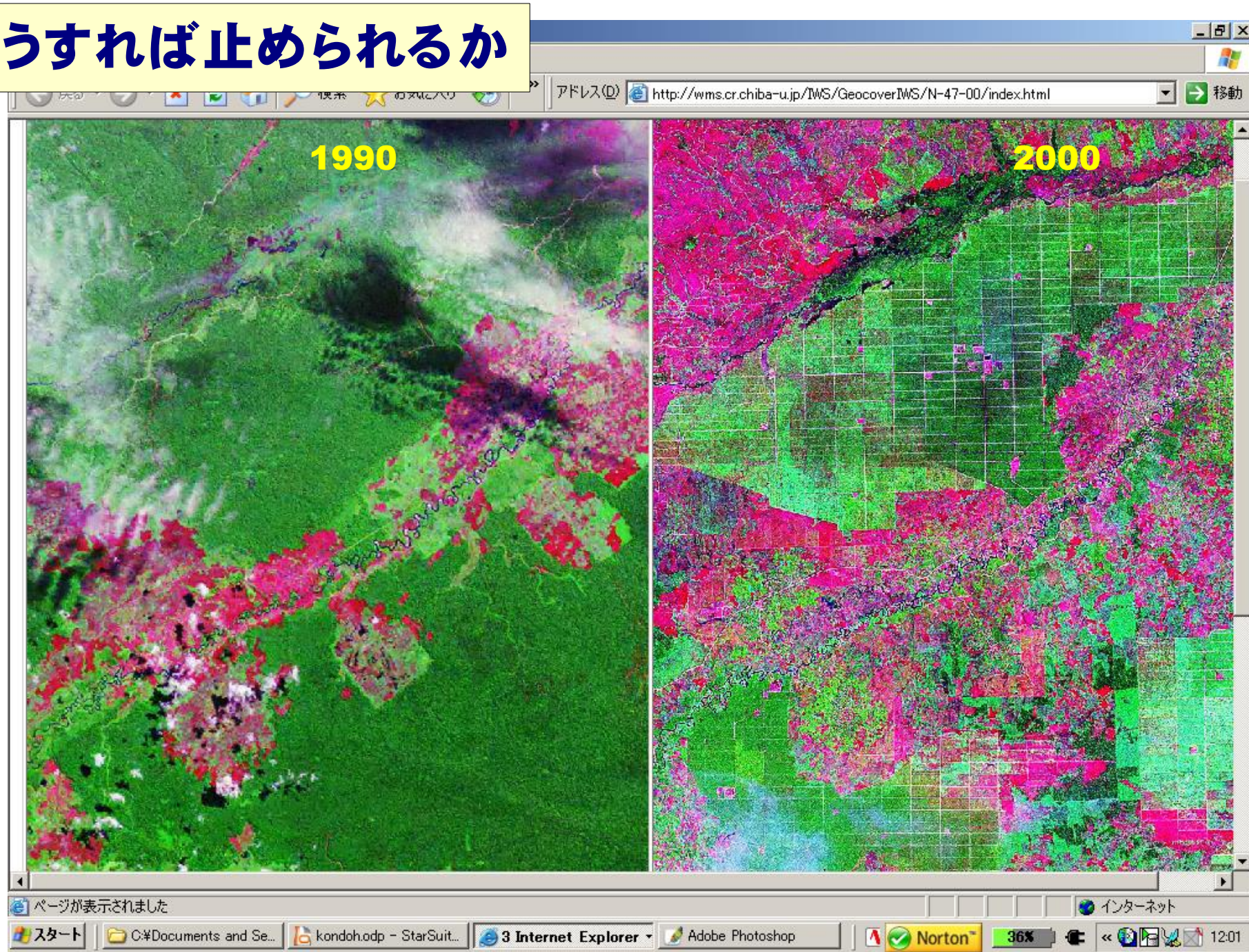


熱帯林の破壊—どうすれば止められるか

土地被覆変化と 私たちの暮らし



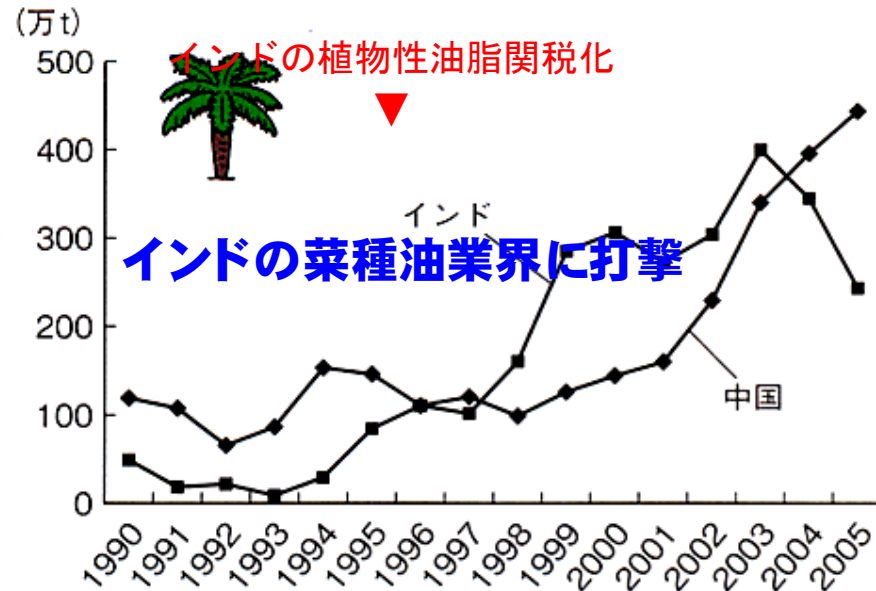
オイルパームは森林か



なぜ、熱帯林のプランテーション化が進むのか

牧場から大豆畑へ
→牧場は内陸へ
→熱帯林の減少

図3 中国とインドのヤシ油輸入量



出所：FAO（国連食糧農業機関）STATより作図

本文中出所

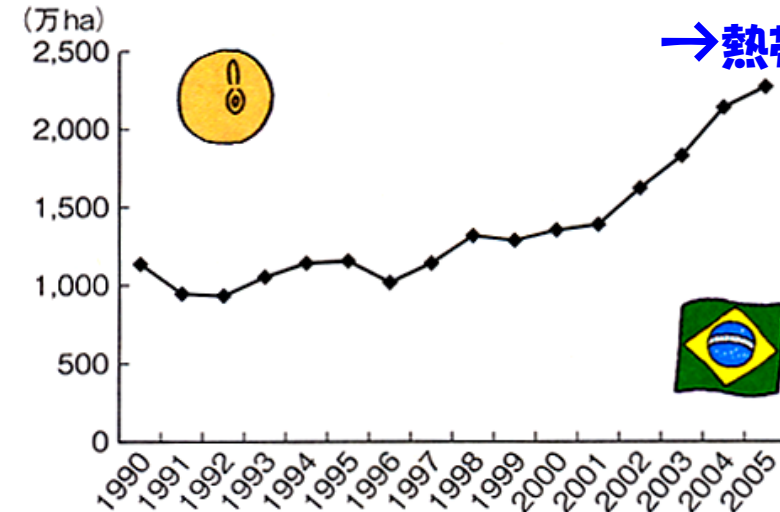
- 1) FAO. (2006). Global Forest Resources Assessment 2005. FAO Forestry Paper 147. Food and Agricultural Organization. Rome.
- 2) FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>

WTO合意と地球温暖化対策の矛盾

・実態認識のためのリモートセンシングの利用と、
一貫した政策の提言が結びつかないだろうか！

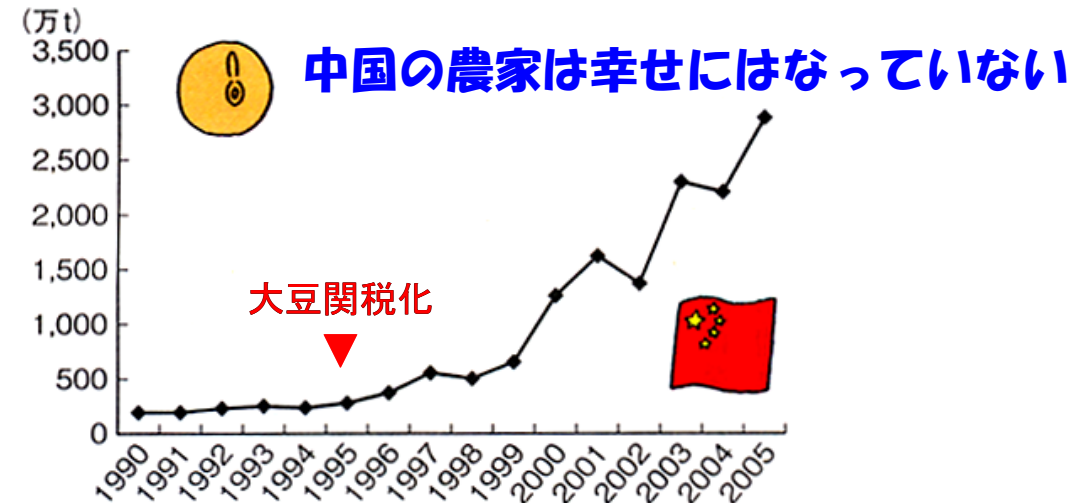
（現代農業、2008年12月号、関論文より）

図1 ブラジル大豆収穫面積



出所：FAO（国連食糧農業機関）STATより作図

図2 中国大豆輸入量

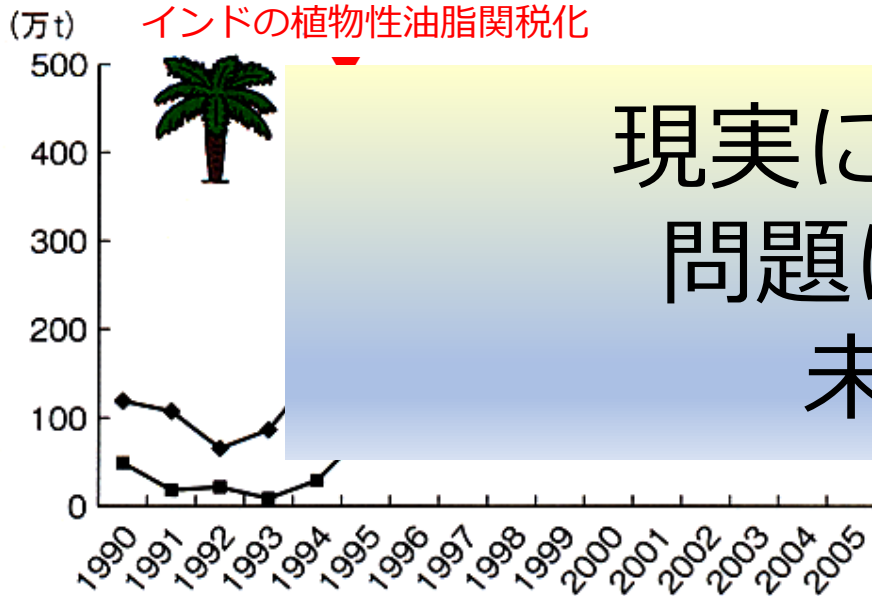


出所：FAO（国連食糧農業機関）STATより作図

テレカップリング

距離を超えた社会経済的および環境的な相互作用

図3 中国とインドのヤシ油輸入量



出所：FAO（国連食糧農業機関）STATより作図

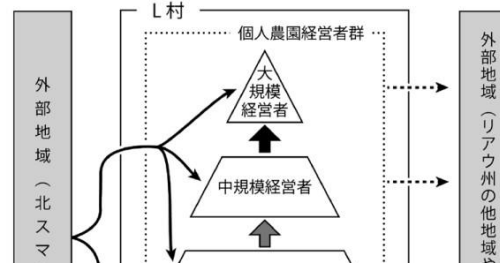
本文中出所

- 1) FAO. (2006). Global Forest Resources Assessment 2005. FAO Forestry Paper 147. Food and Agricultural Organization. Rome.
- 2) FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>

（現代農業、2008年12月号、関論文より）

人生

小さな豊かさをめざすことは、基本的人権である



90年代のリアウ州L村では、土地なし労働者が個人農園経営に参入し、その経営規模を拡大させることで大規模経営者となる社会階層の移動が起きていた。

ネシア・リアウ州に
シ個人農園経営を通
地理評、

現実に真摯に向き合い、
問題に対峙しながら、
未来を展望する

エクト



熱帯泥炭地域社会再生に向けた国際的研究ハブの構築と未来可能性への地域将来像の提案(PL:甲山治、2014-2021)

地域の人びとと協力しながら、パルディカルチュア（再湿地化した泥炭地における農林業）を実践し、乾燥・荒廃化した泥炭地の湿地化と回復をめざす。

地球温暖化問題の達成をめざす、
遠回りの道

石油生産量のピークはすでに過ぎ去った

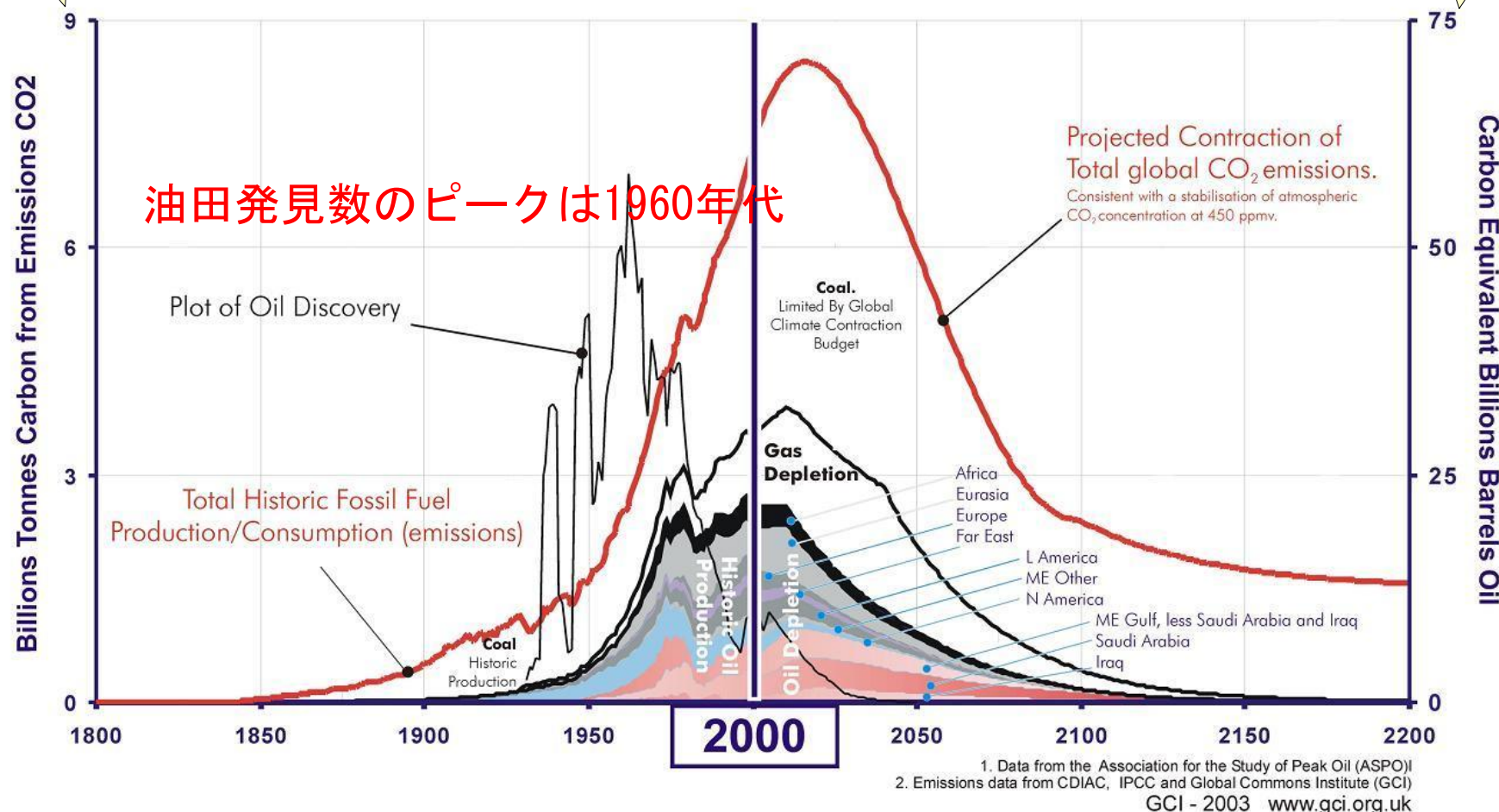
“Oil Reserves & Resources, the Depletion Debate,”

Institute of Energy 13 02 03

OIL¹ - Past Discovery/Production & Projected Depletion
CO₂ Emissions - Past Consumption and Projected Control

いきなり
何ですか

様々な
関係性



若干情報は古
くなりました。
すこし時間軸
をずらせば大
丈夫。

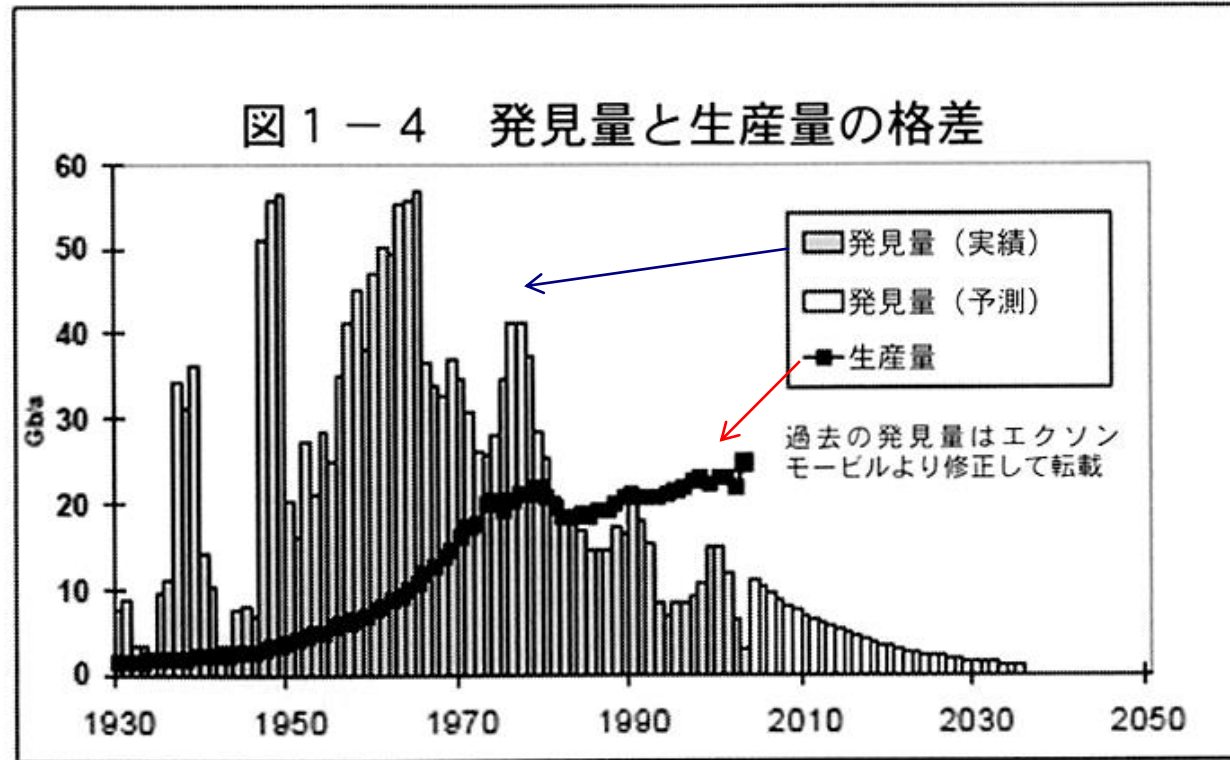


石油生産のピークは2000年頃であり、その後世界の生産量は緩やかに減退する（石井吉徳, 2004、RSSJ学会誌より）

石油は発見されて始めて生産できる



図1-4
世界の石油発見ピークは1964年
であった。
(ASPO News 2005)



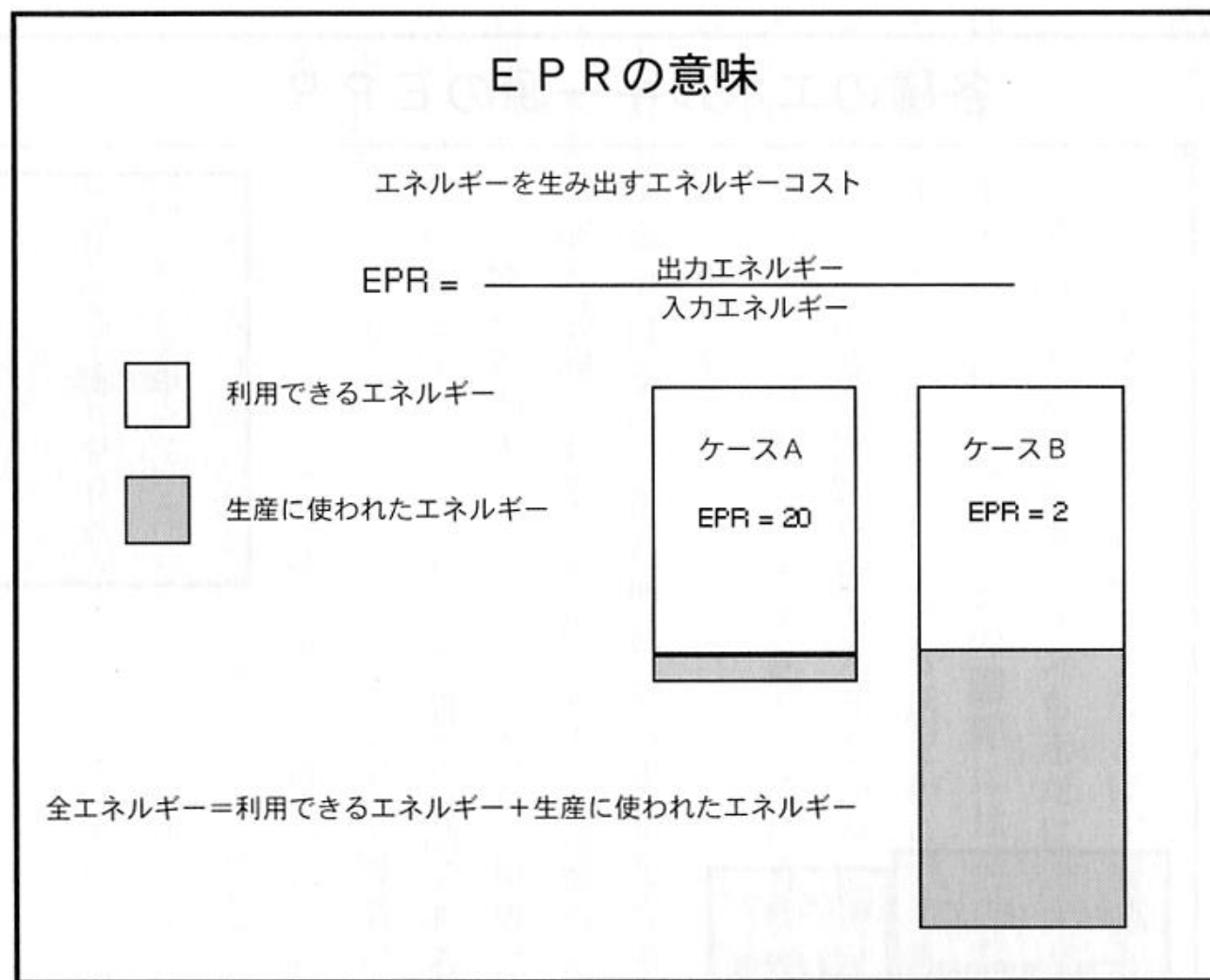
その後、アメリカのシェール・オイルの生産量の増加がありましたが、化石燃料が有限であることには変わりありません。

時期	年平均石油発見量 (10 億バーレル)
1945 ～ 1960	35
1970 ～ 1990	23
1990 ～ 1999	6
1990 ～ 1999	年平均石油消費量：25

表1 世界の石油発見量の推移と今の消費量：発見量の4倍



エネルギーの出力／入力比 EPR

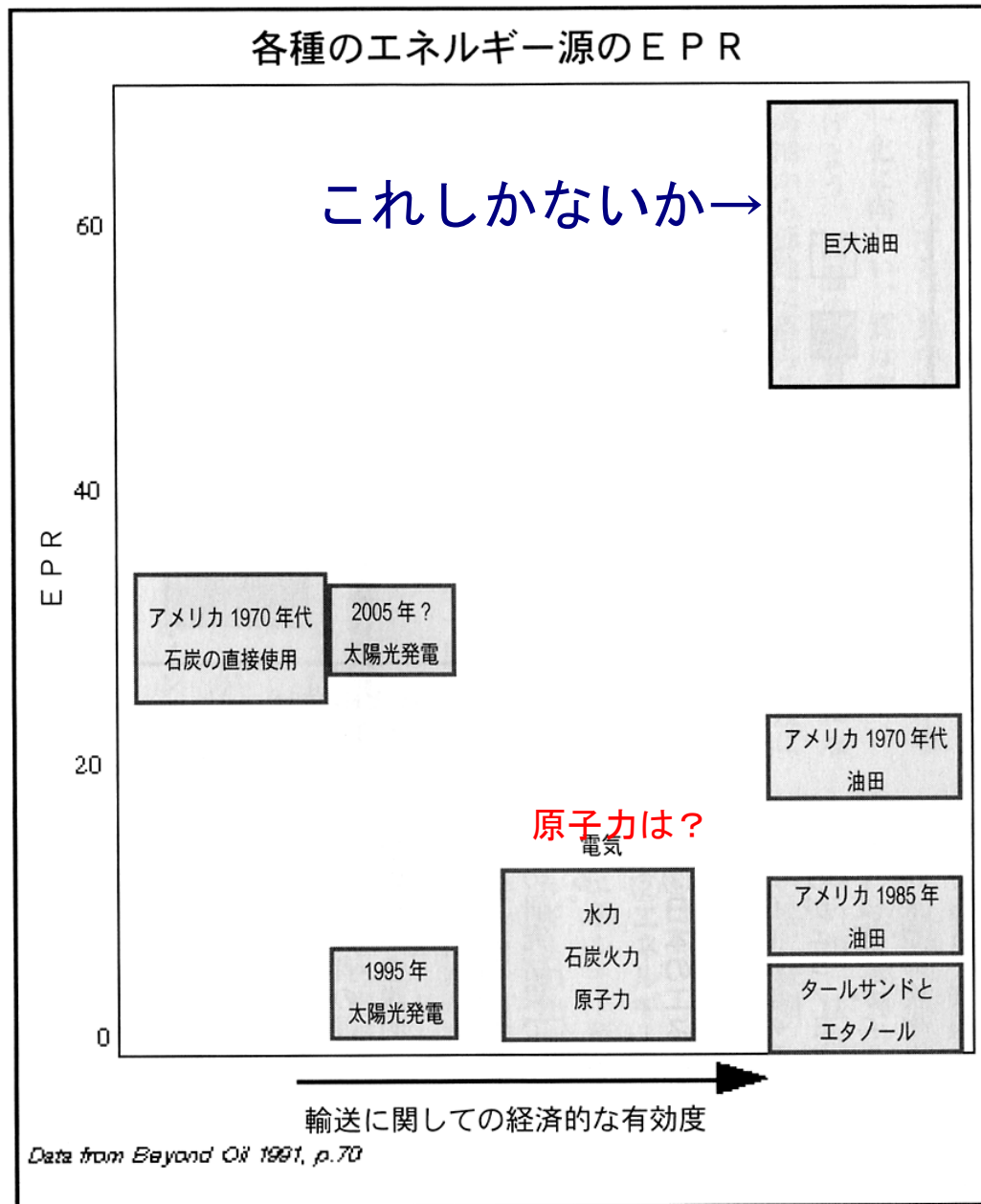


Energy Profit Ratio(エネルギー収支比)の数字をいかに上げることができるのか。ここが肝心ですね。

一方、エネルギーの価格も重要です。価格が上がれば、生産コストは下がりますが、カーボン・ニュートラルを達成するためにはEPRで見た方が良いでしょう。



図3-1 EPRの意味：1.0以上でないと意味ない
(BJ Fleay, Murdoch University, Western Australia1998)



巨大油田のEPRは
高いが、持続性は？

- ・ 巨大油田はほとんど中近東
- ・ しかし、中近東の油田は古い

アメリカの油田の
EPRは下がっている

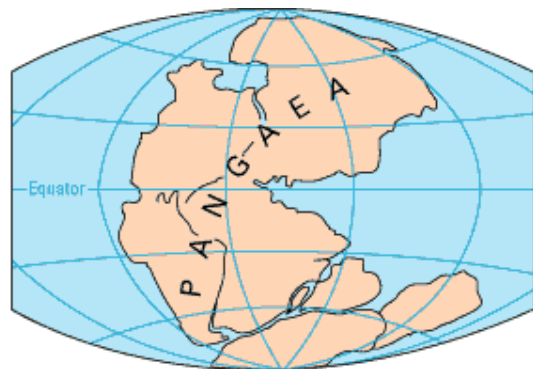
タールサンドやエタ
ノールのEPRは低い

原子力のEPRは？
ただし、運転のコスト
は上がりつつある！

太陽光発電は、パネル
の性能向上はあるが、
現状はどうか？



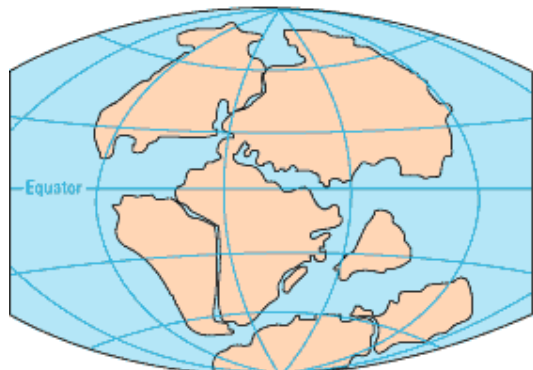
図3-2 各種のエネルギー源のEPRと運輸
(BJ Fleay, Murdoch University, Western Australia1998)



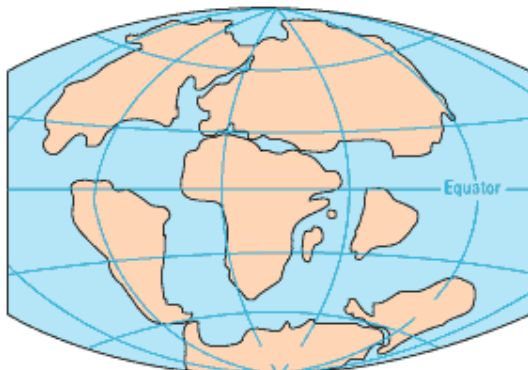
PERMIAN
225 million years ago



TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
135 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY



油田はこれからも発見されるのか？

テーチス海の存在の意味するものは？

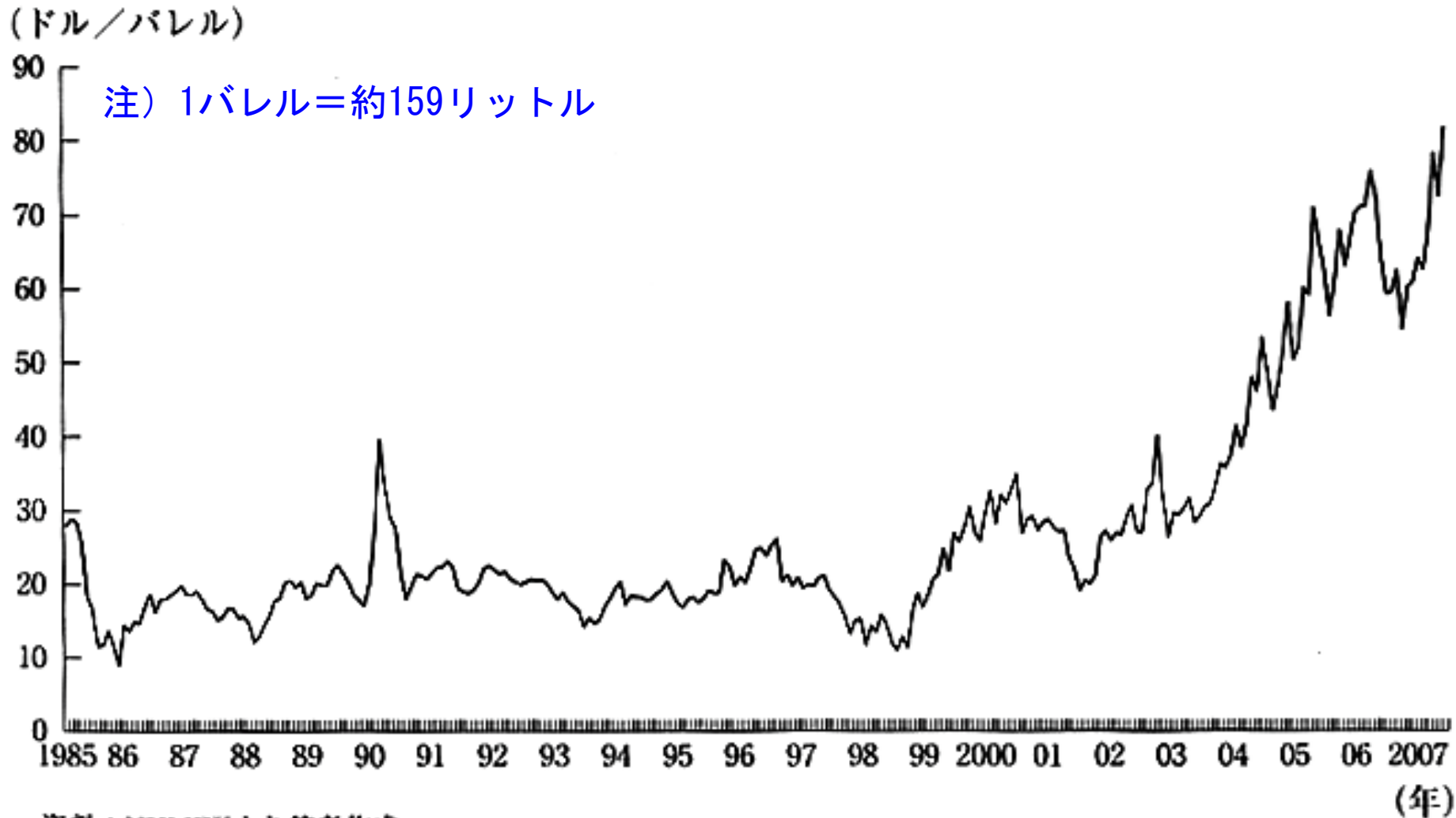
代	紀 (世)	絶対年代 (単位 100 万年)
新 生 代	第四紀	沖積世 (完新世) 洪積世 (更新世)
		(今から前) 1.7 (期間) 1.7
	第三紀	新第三紀 鮮新世 中新世
		古第三紀 漸新世 始新世 晩新世
中 生 代	白 垩 紀	65
	ジュラ紀	143
	三 疊 紀	212
古 生 代	二 疊 紀	247
	石 炭 紀	289
	デボン紀	367
	シルル紀	416
	オルドビス紀	446
	カンブリア紀	509
		575
先カンブリア時代	原 始 生 代	4000

石油は、それが生み出された地理的、歴史的条件下により分布している。



でも、原油が高くなれば開発可能になる資源があるのでは？

図Ⅱ－１－１ WTI原油価格（期近）の推移



資料：NYMEXより筆者作成

石油価格の上昇は、これまでコスト高だった油田の再生につながる。

価格変動の背景にはなにがあるのか？



Athabasca Oil Sands-持続可能な資源か？



このレイヤを隠す
Google Earth 4.2+

UNEP ATLAS OF OUR CHANGING ENVIRONMENT

Athabasca Oil Sands Canada



[Click above to overlay images on the Earth surface](#)

Vast reserves of low quality oil underlie the boreal forest surrounding Fort McMurray in northern Alberta, Canada in the form of "Athabasca oil sands." While these reserves have been known since the early 20th century the high cost of extracting usable oil from these "oil sands" limited the development of a viable oil sands mining industry. In 2003 the rising cost of crude oil led the Oil and Gas Journal to formally recognize Canada's oil sands as a viable resource (Woyanilowicz et al., 2005). The oil held in these reserves raises Canada to second place on the list of oil rich countries, behind only Saudi Arabia in total reserves (Oil and Gas Journal, 2004).

The rising price of oil has fueled this oil boom in Northern Alberta. Canada's National Energy Board predicts \$125 billion in investments for creation and expansion of oil sands mining in the Athabasca area between 2006 and 2015 which will take production to around 2 million barrels per day.

石油が大切なのか、
環境が大切なの
か？どっちかい？



(C)Google

ゼンタ 57° 11'00.12" N, 110° 50'49.22" W 高度 560 m
プロレーニング 100%

石油生産量のピークはすでに過ぎ去った

“Oil Reserves & Resources, the Depletion Debate,”

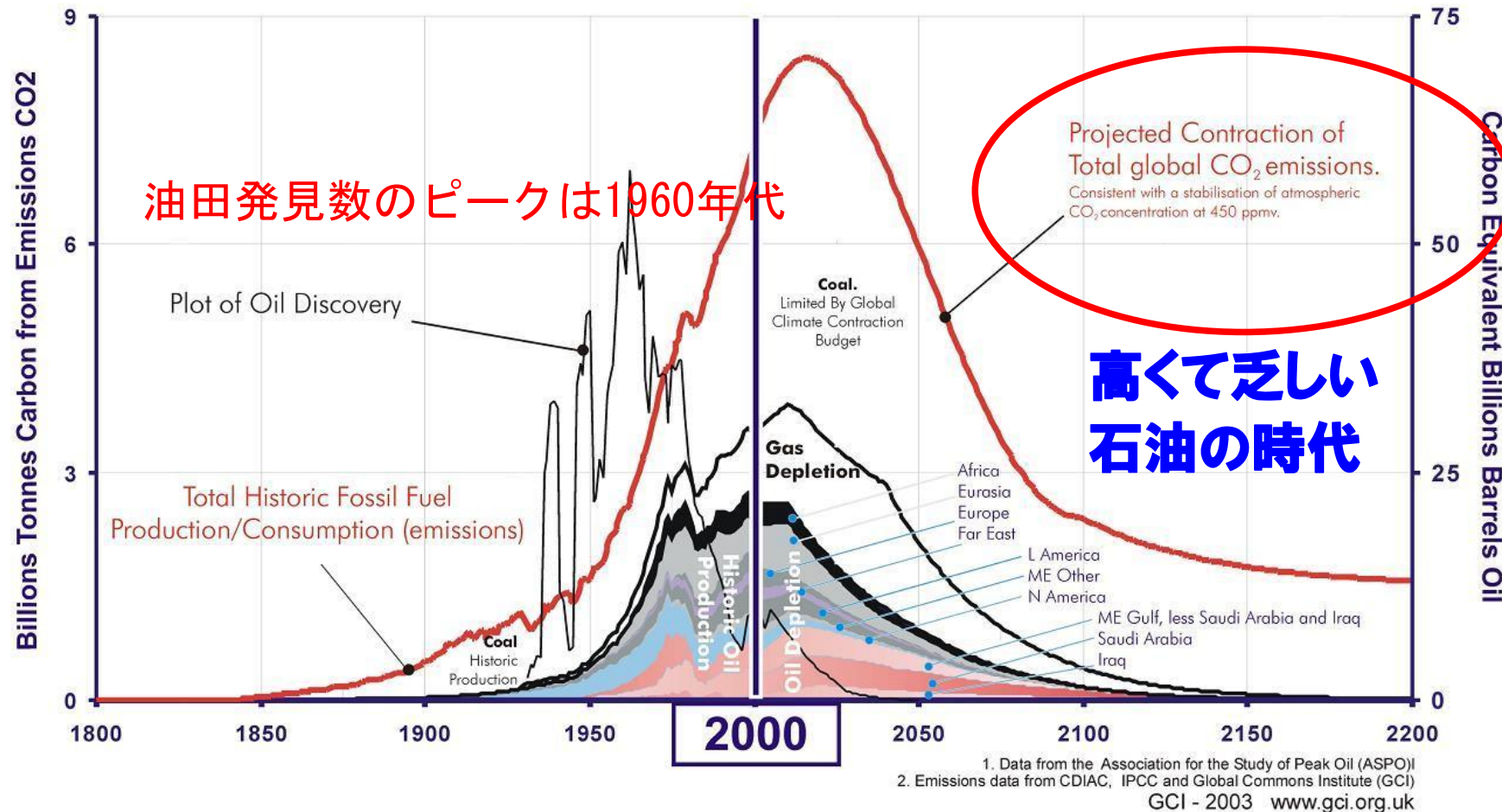
Institute of Energy 13 02 03

OIL¹ - Past Discovery/Production & Projected Depletion

CO₂ Emissions - Past Consumption and Projected Control



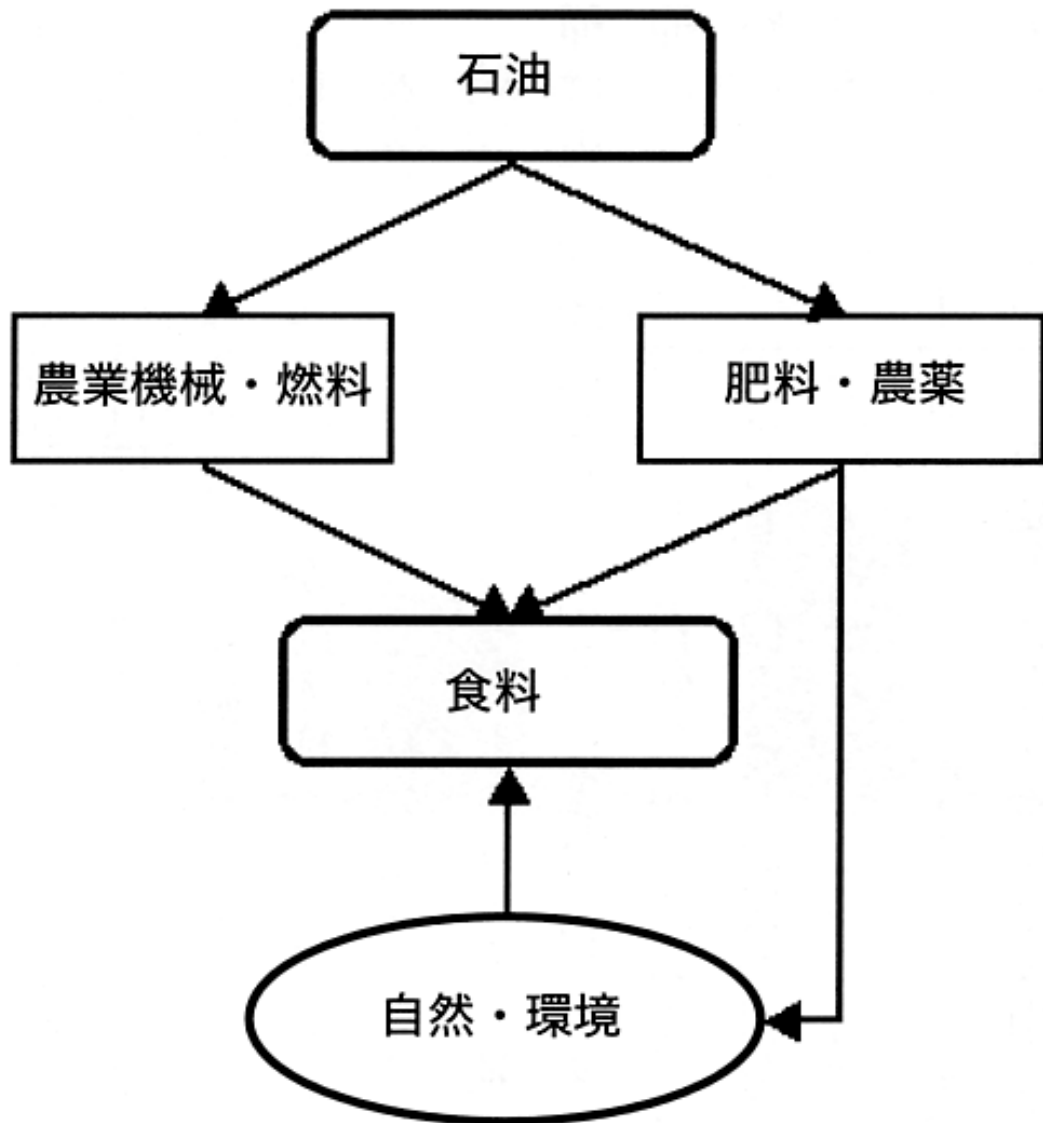
(C) WNI



石油が高くて、乏しい時代はすでにやってきたといえる。



石油生産のピークは2000年頃であり、その後世界の生産量は緩やかに減退する（石井吉徳, 2004、RSSJ学会誌より）



食糧高騰の時代？

図 2 - 1 石油に依存する現代農業

資源問題は食糧問題と直結している

現在の農業技術は石油づけである

石油が欠乏すれば、食糧も．．．

もし、石油が入ってこなくなったら？

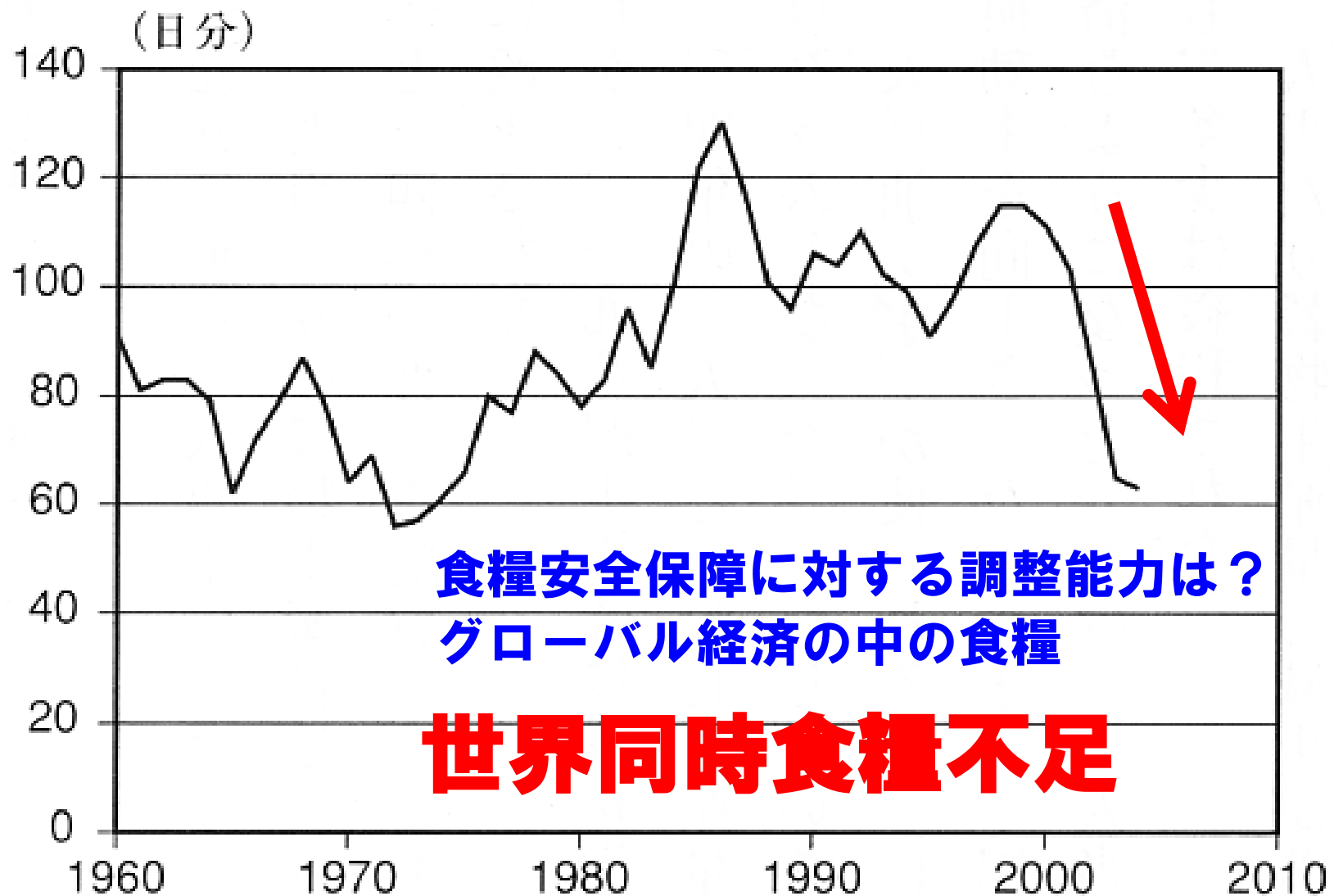
2008年の石油価格高騰は有機栽培への端緒となった さて未来は？

この懸念は現実には！



収量予測はリモートセンシングの重要課題の一つ、在庫は？

図1-1 穀物在庫日数（1960-2004）



出所：USDA（アメリカ農務省）.

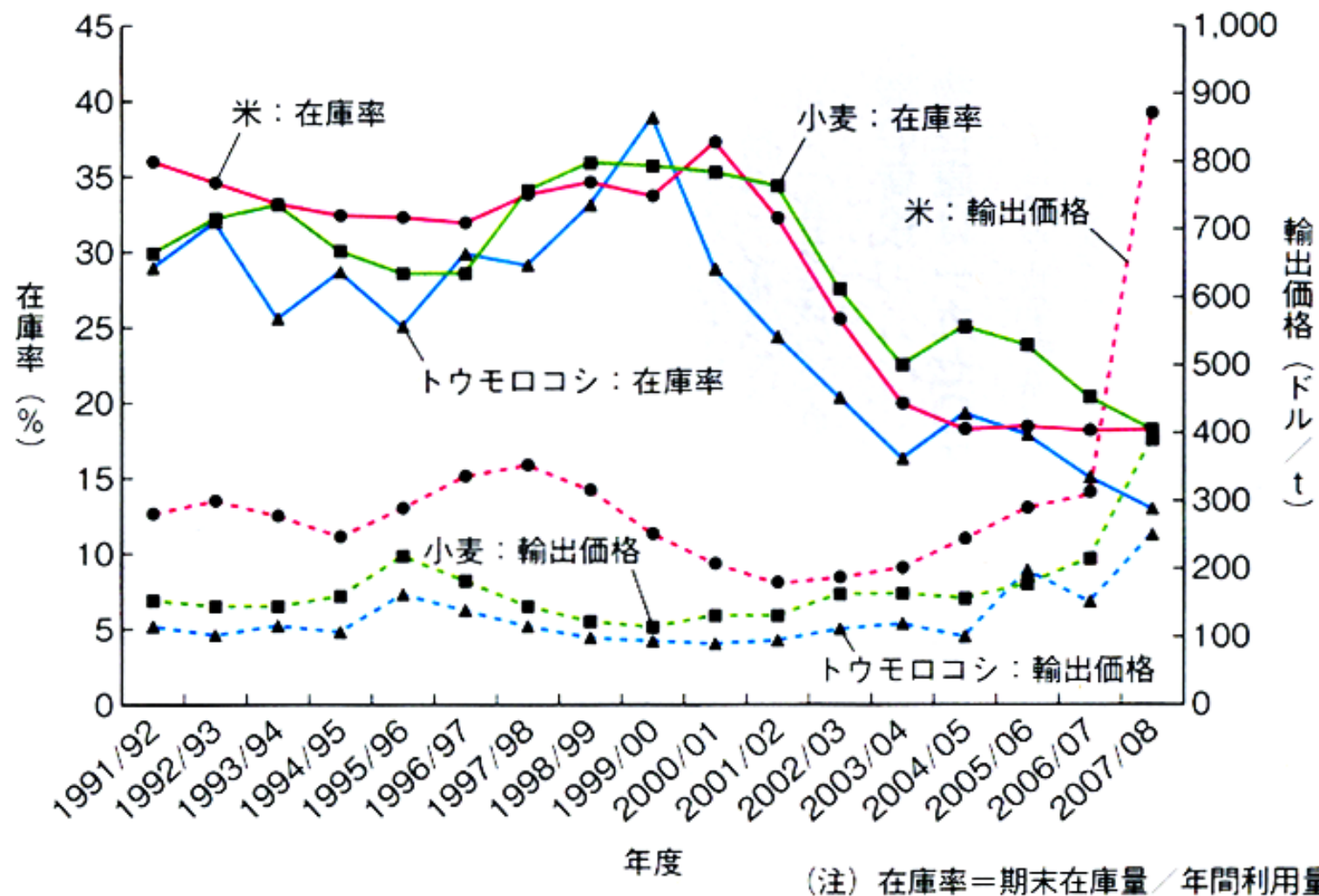
クリントン政権の頃から、
アメリカは食糧備蓄量を減
らしている。

誰が、世界の食糧安全保障
を担保するのか？



グローバル経済のもと分業により価格低下と安定供給を担うはずだった

主要穀物の期末在庫率と輸出価格の推移 (USDA、FAO のデータから)



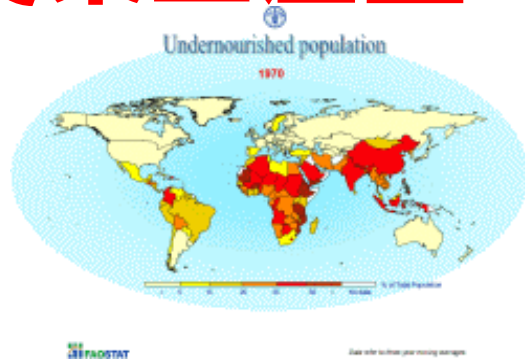
人の命に関わる食糧、食料の生産は誰に任せるのが良いのか。自分、地域、国、市場、．．．。

資本主義とは、市場経済とはなにか。

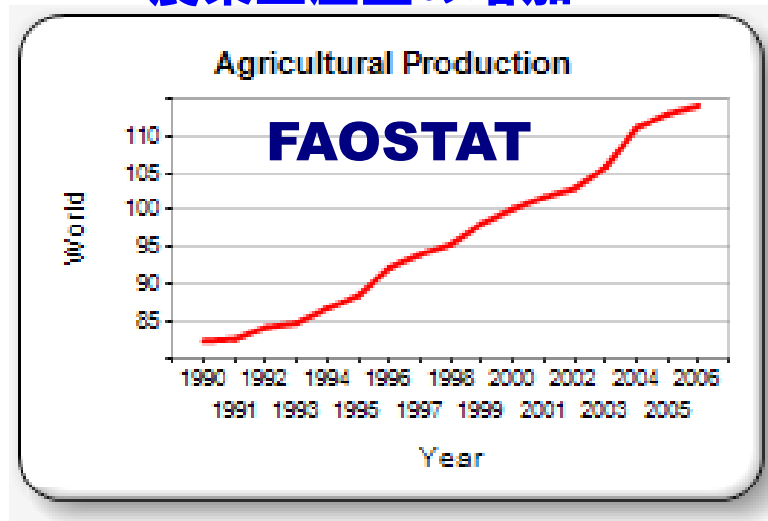


(北村寿信(2008)：いま、そこにある「食糧危機」 貿易自由化は穀物不足をさらに悪化させる。現代農業、2008年7月号、346-349.)

- 世界人口の増加
- 農業生産量の増加



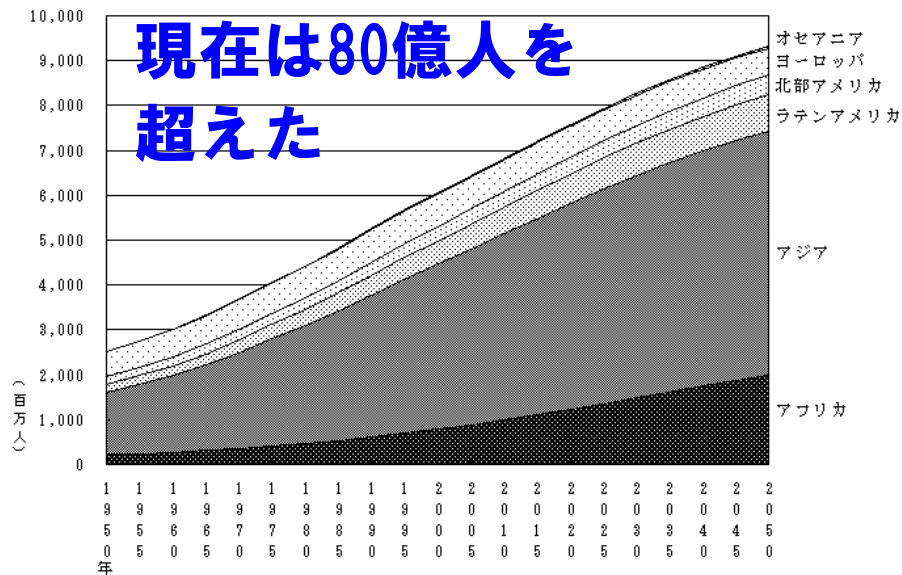
農業生産量の増加



マクロに見ると。食糧生産には原型があるように見える。

農業の現場に視点を置くと、どう見えるか？

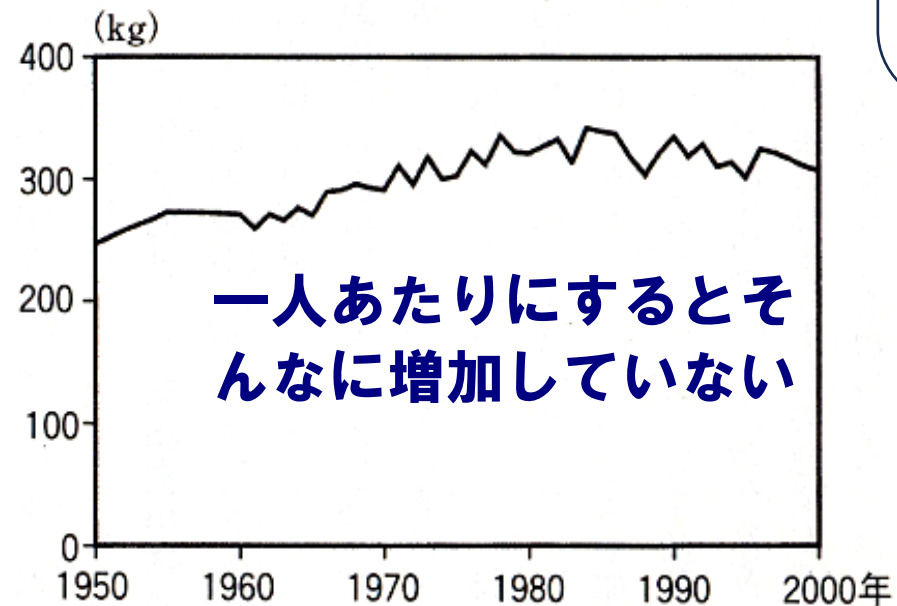
図1 世界の地域別人口の推移（1950年～2050年）



資料：United Nations, World Population Prospects 2000 年版による。

（総務省統計局）

図3—1 世界の1人当たり穀物生産量（1950～2000年）



出所：巻末原注の396ページの15.を参照。

（地球白書、2001-02版）



●現代農業は石油づけ農業である

石油生産(**エネルギー問題**)<>農業生産(**食糧問題**)

□環境諸要素間の関連性を意識しよう

●日本の食糧自給率は**39%** 注)

- ・アメリカやヨーロッパでは100%を越えている→(**水問題**)
- ・食糧安全保障の問題 ー性善説を信じるべきかー
- ・日本も自給率を上げるべきか
- ・農地を増やすことはできないか? → 諫早湾(**環境問題**)

どうする?

どんな将来展望を持てば良いのか

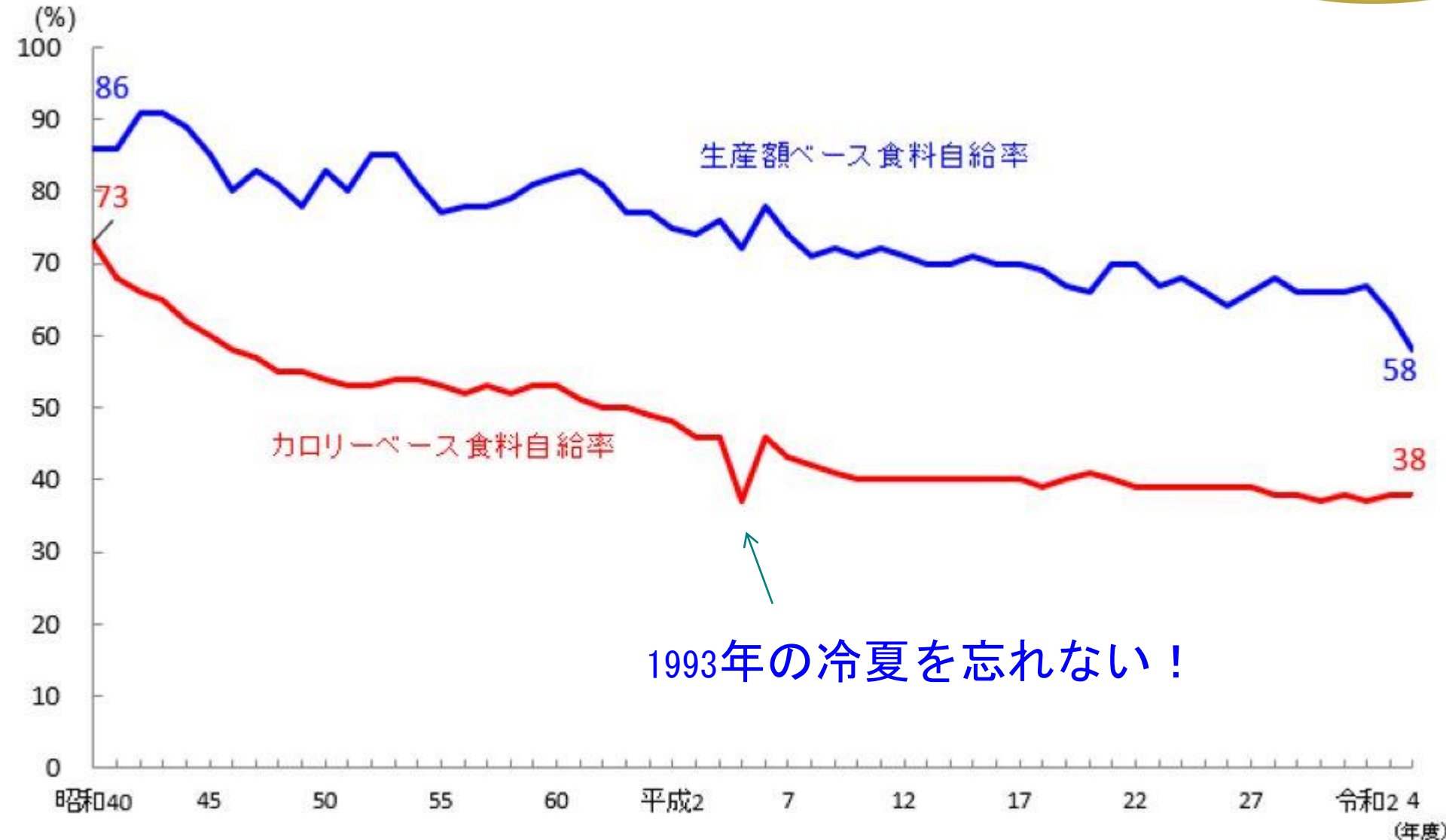


●大農、小農(家族農業)、農業の多面的機能、市場経済、... 多面的に検討しよう

⇒**食糧問題は都市の問題!**

注)カロリーベース食糧自給率39%、生産額では66%(平成27年)

日本の食糧は大丈夫か？



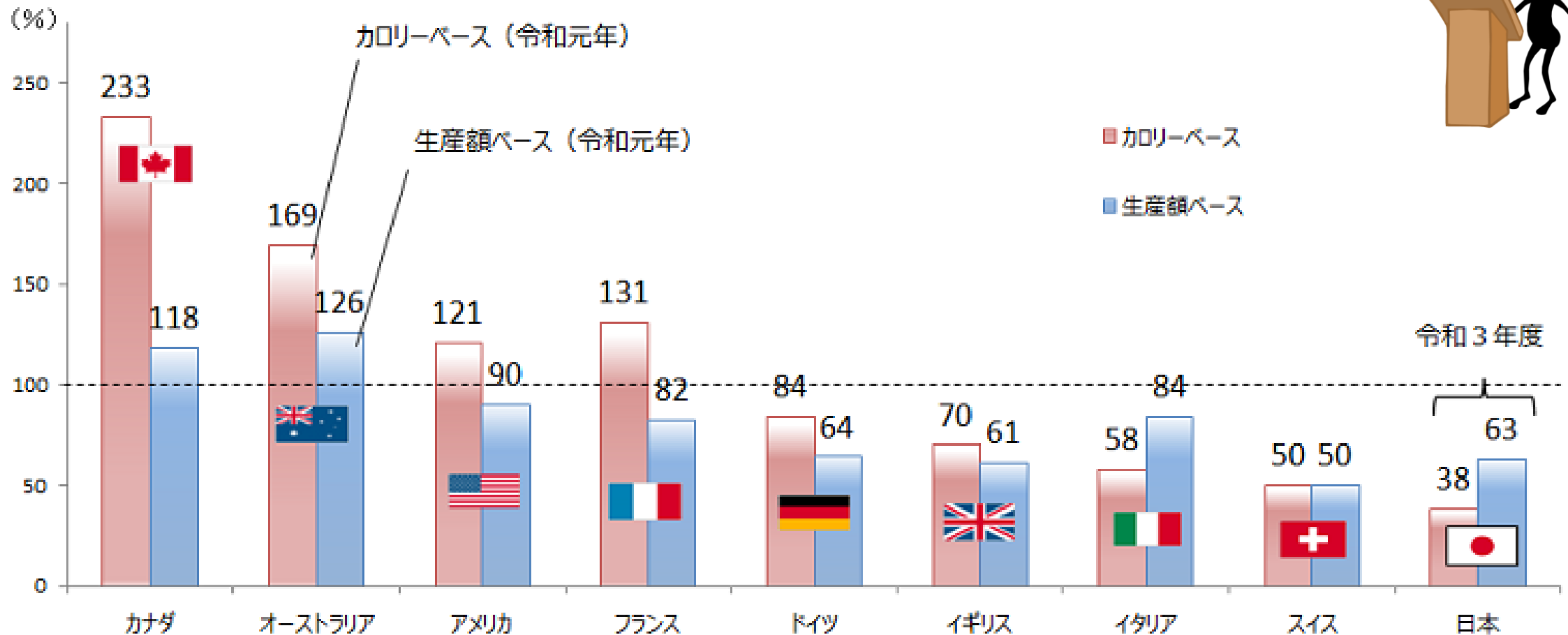
食料自給率には、生産額ベース、カロリーベースのほか、いろいろあるぞ。

生産された食品のうち、どれくらい消費されるのだろうか？



アメリカやヨーロッパ諸国は食糧自給率100%をほぼ達成

○ 我が国と諸外国の食料自給率



資料：農林水産省「食料需給表」、FAO「Food Balance Sheets」等を基に農林水産省で試算。（アルコール類等は含まない）

注1：数値は暦年（日本のみ年度）。スイス（カロリーベース）及びイギリス（生産額ベース）については、各政府の公表値を掲載。

注2：畜産物及び加工品については、輸入飼料及び輸入原料を考慮して計算。

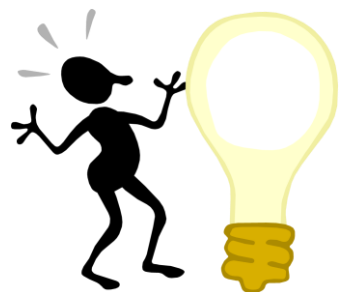
台湾、韓国も同様

Q：日本は今後、食糧自給率を向上させることができるだろうか？



[思考実験]
米1俵(60kg) ¥12,000-
(この価格では農家は赤字)
ご飯1合(150g)とすると
茶碗400杯
値段は30円
高いか、安いかな？

A：考えてみよう！



食糧自給率の定義は？
供給ベースではなく、消費ベースでは？
日本の米、野菜供給能力は？
食の安全、安心とは何か？
豊かさとは何か？



日本の耕地面積は少ない
しかし．．．

エネルギー問題と食糧問題について話しました

- 複合的な視点
 - 包括的な視点
 - 総合的な視点
- を常に意識しよう



- いろいろなことが関連している...



環境問題は視点や視野が異なれば結論が異なってしまう
自分の視野の範囲を明確にしよう
それにより意見の違いが理解できるようになる

寅さんでいくか、スナフキンに頼るか...

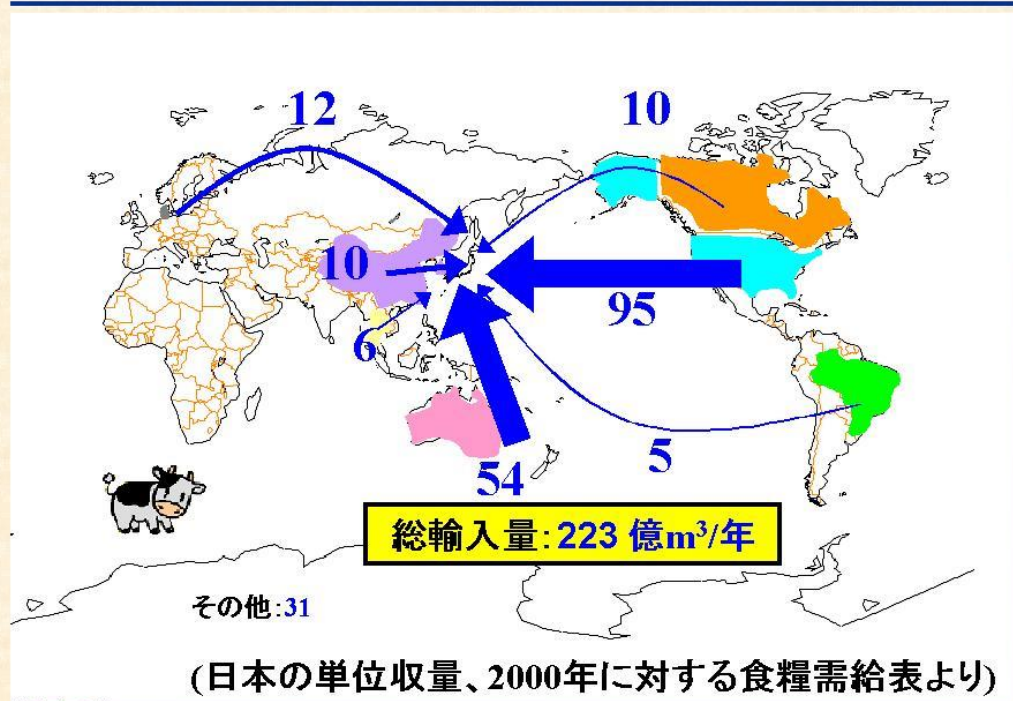
水問題ー新しい地球環境問題

- 灌漑技術の発展→農業生産増加→地下水取水量の増加
乾燥・半乾燥地域における農業
持続的ではない水利用
- 世界で同様な背景のもとで、同時多発
地球環境問題
- 影響が国境を越える？ バーチャルウォーター
- 典型的地域
 - ・ USAハイプレーンズ地域
 - ・ 中国華北平原

水を忘れてはいけないぞ！
問題はあらゆる要因が積分
されて出現することも忘れ
るな！



仮想投入水フロー —畜産物—



アメリカ、オーストラリアは自由主義経済の国

輸出を制限したら、国内でだぶついて価格が下がってしまうぞ！

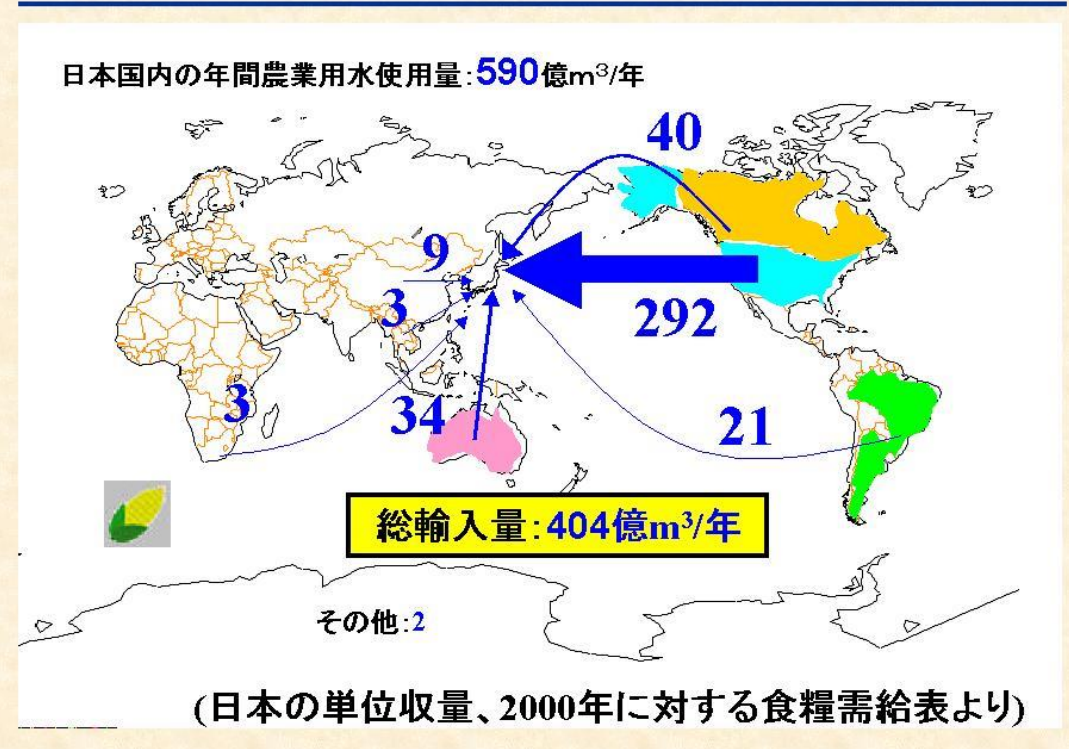


(出展：東京大学沖研究室)

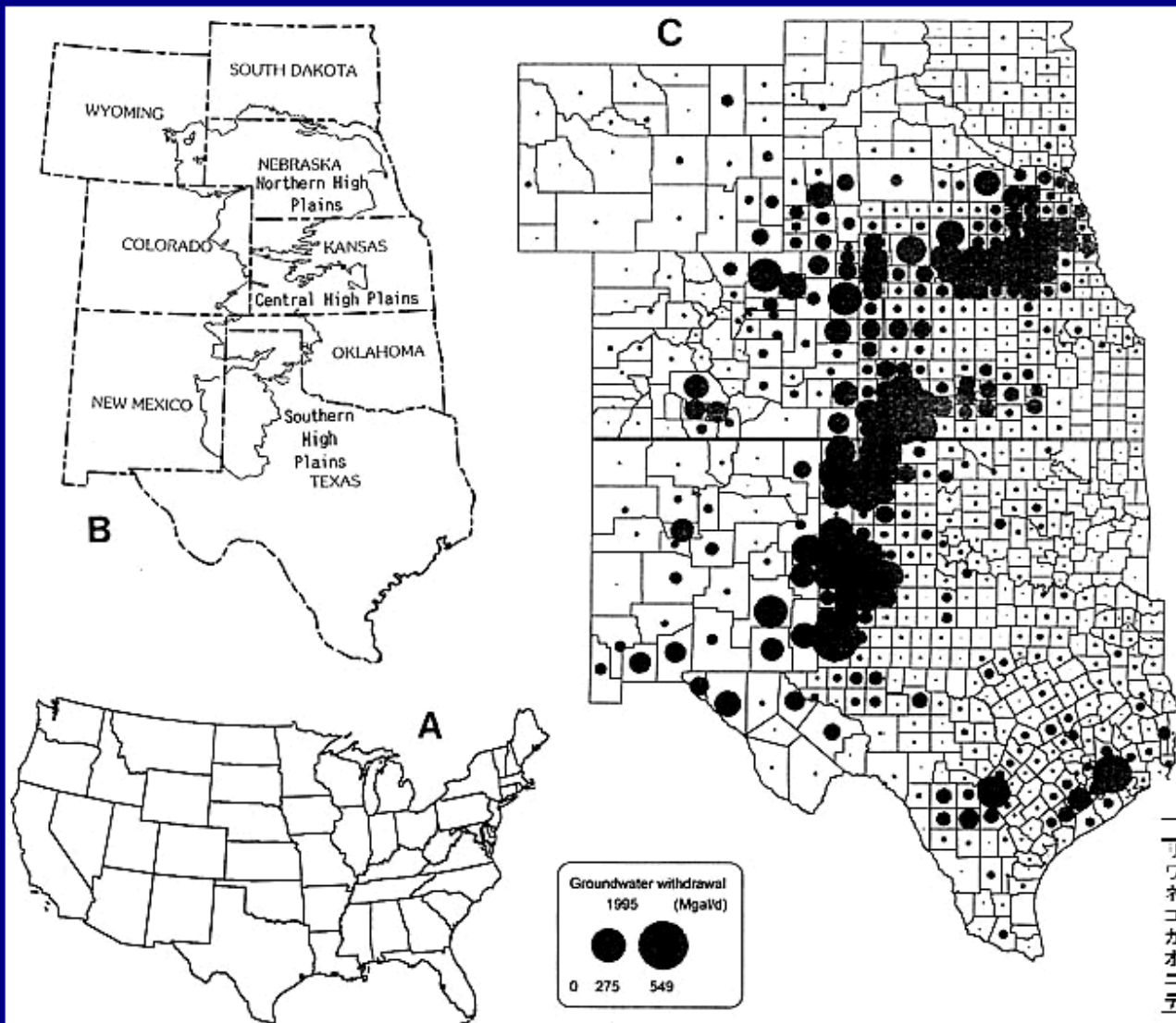
仮想水

日本へはどこからのフローが多いでしょうか
相手国の水問題に加担？

仮想投入水フロー —農作物—



アメリカ・ハイプレーンズ地域の地下水利用の 進展と課題



アメリカ西部、ロッキー
山脈の東麓に広がるグ
レートプレーンズと呼ば
れる半乾燥地帯は世界
の食糧供給基地

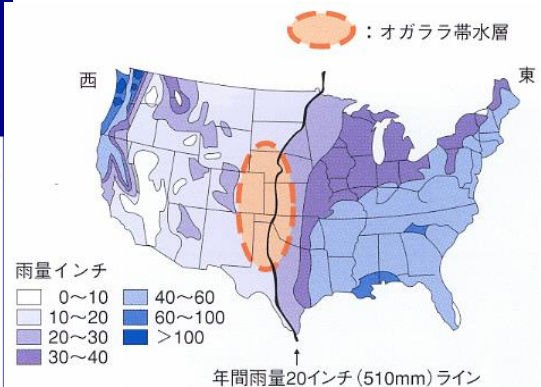
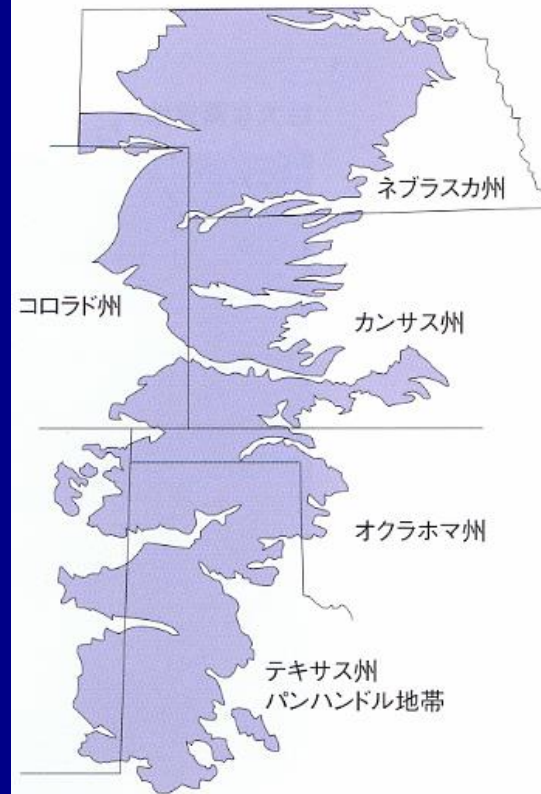
いったい、ここで何が起
こっているのだろうか？

C: 郡(county)別の地下水揚水
量の分布(Mgal/d) 1gal=3.8l

表1 1997年の生産量における各州の全米順位

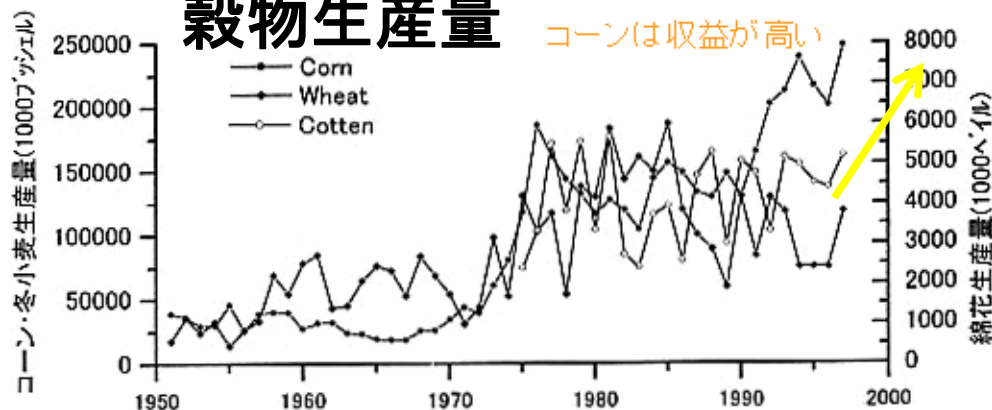
州	冬小麦	コーン	ソルガム	綿花	肉牛	豚
リウスタコタ		9	7		7	
ワイオミング						
ネブラスカ	0	3	3		2	6
コロラド	5				10	
カンザス	1	8	1		3	
オクラホマ	2		5		5	8
ニューメキシコ			9			
テキサス	4		2	1	1	

空白は11位以下を示す

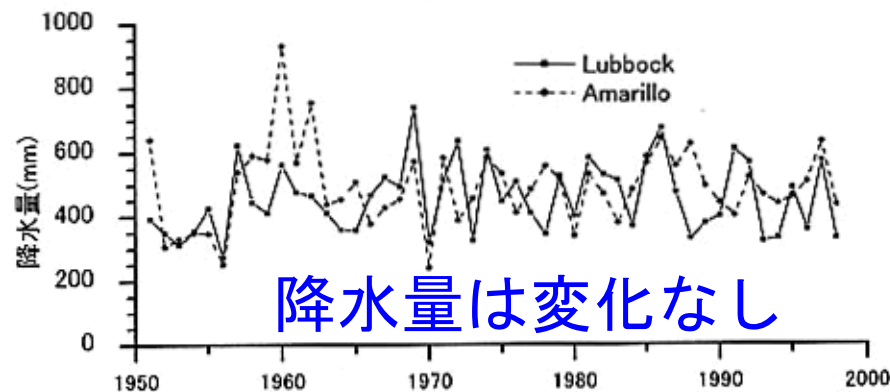
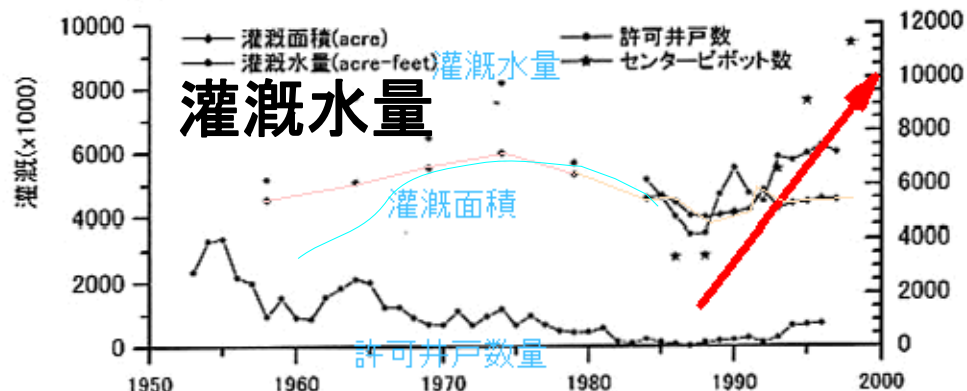


穀物生産量

コーンは収益が高い



灌漑水量



降水量は変化なし

地下水利用

上: テキサス州におけるコーン、冬小麦、綿花の生産量

中: テキサス・ハイプレーンズ44州の灌漑面積・灌漑水量とハイプレーンズ地下水保全地区No.1における許可井戸数とセンターピボット数(→)

地下水揚水量は最近再び増加傾向にあるが、それはセンターピボットの増加と調和的である

下: LubbockおよびAmarilloの年降水量

1970年代に穀物生産量が伸びているが、地下水位が低下したので規制が行われた。

90年代になるとセンターピボットが普及したが、数が増えたので地下水揚水量は増加。

その頃、コーンの収益が高くなっている。

1950年

2000年



センターピボットによるかんがい風景



資料：平成13年度 千葉県情報教育センター ソフトウェア開発（安藤清氏提供）

センターピボット灌漑

高校地図帳でみたことがあるでしょう
水利用効率の良い灌漑方式

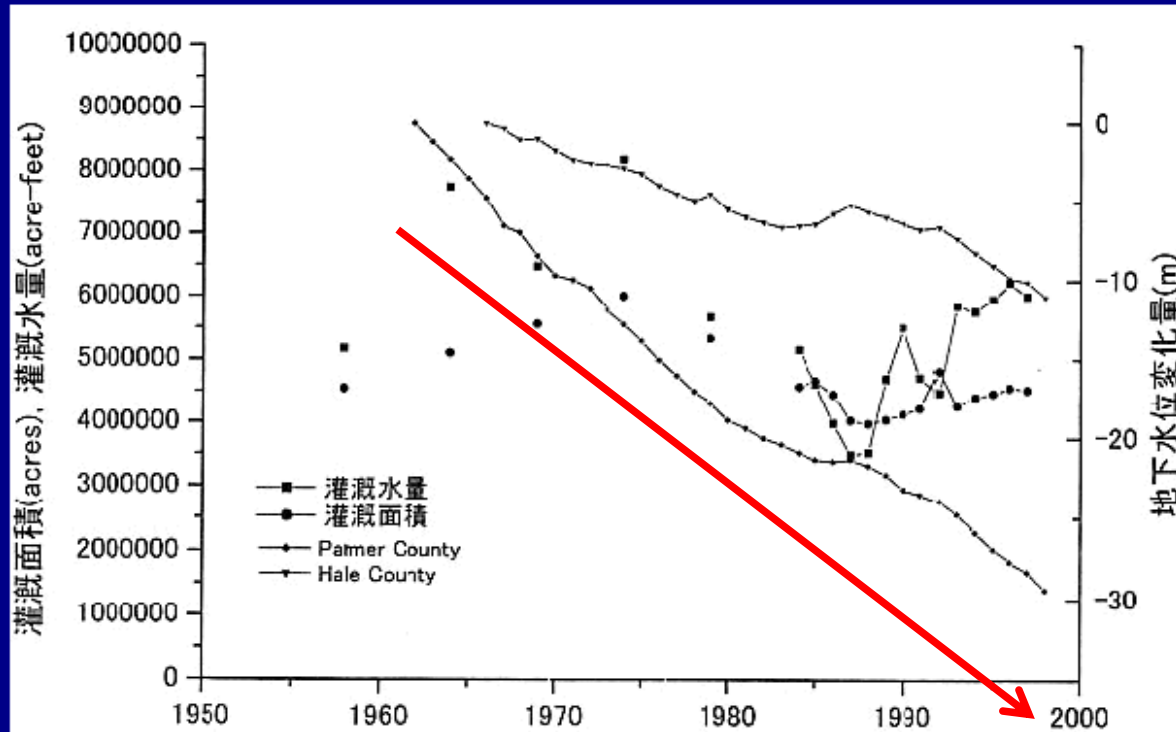


一般に行われる湛水灌漑は
効率は悪い。

乾燥地では点滴灌漑も主な
割れるが、コストに問題あり。



灌漑と地下水位



灌漑効率の高いセンターピボット方式→地下水揚水を促進

テキサス・ハイプレーンズ地域の灌漑面積、灌漑水量とPalmer郡(1962年以降)、Hale郡(1966年以降)における地下水位変化量

- ・揚水コストの増大
- ・穀物価格への転嫁

どうしたら良いのか？

生業である農業を辞めるわけには！

アメリカの経済政策は？

どのような対策がとられているか

- ・**節水農業** センターピボット、ドリップ灌漑
- ・保全地域の指定による掘削井戸の許可性
- ・土壌保全保留計画(政府が賃借料を負担し、10年間の休耕)
- ・様々な啓蒙活動



黒塗りが水位低下の著しい地域

ハイプレーンス帯水層 における地下水位変化

なぜ、改善できないのか？

この地域を支える経済活動を
止めることはできないから

- ・表流水の確保は不可能
- ・節水も最高レベルに達した

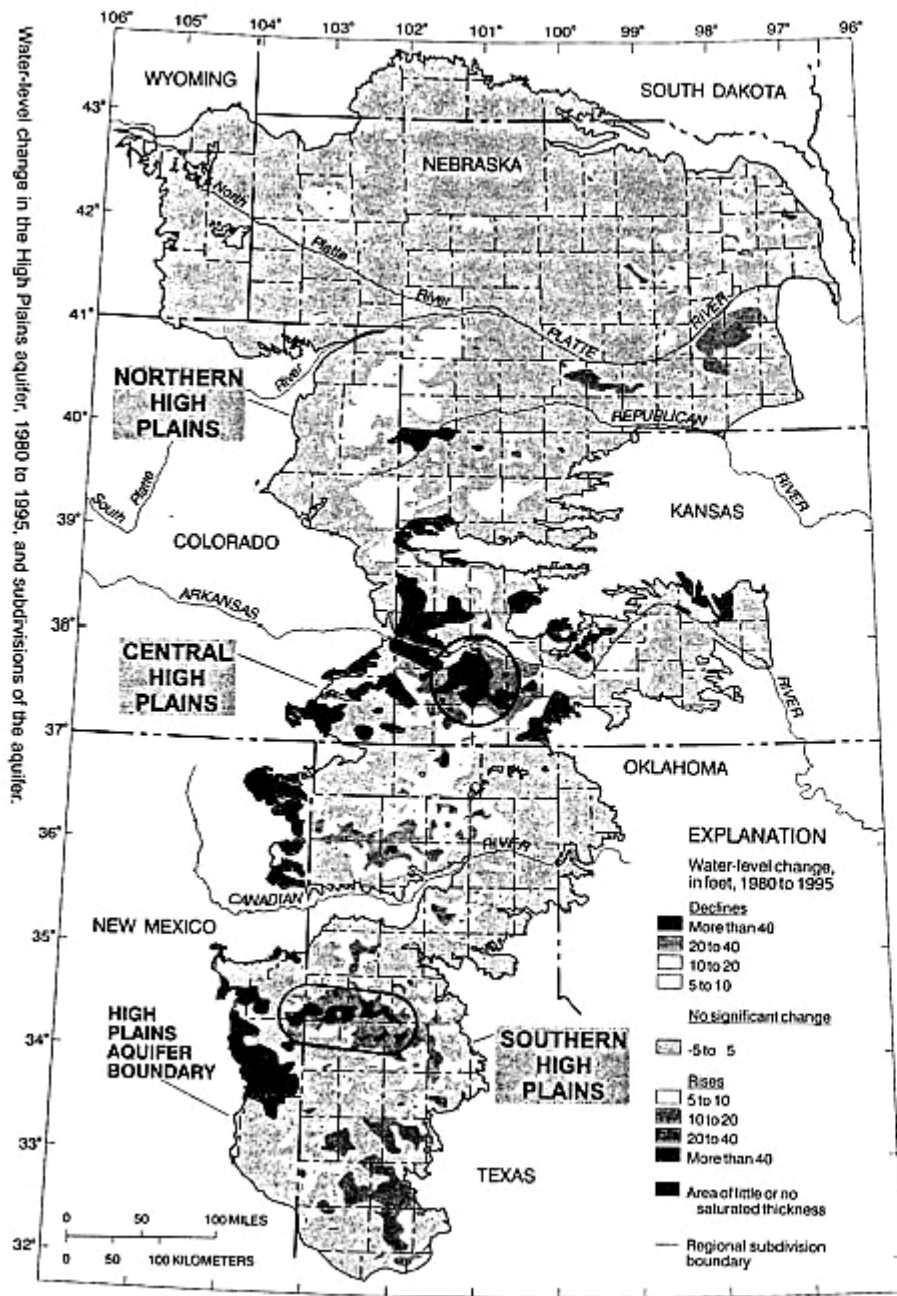
自然の水循環を理解、強化して利用可能な水量の決定
— プラヤの機能

人間は叡智を発揮することはできるのか？

世界の地下水利用はどうなっているのか？

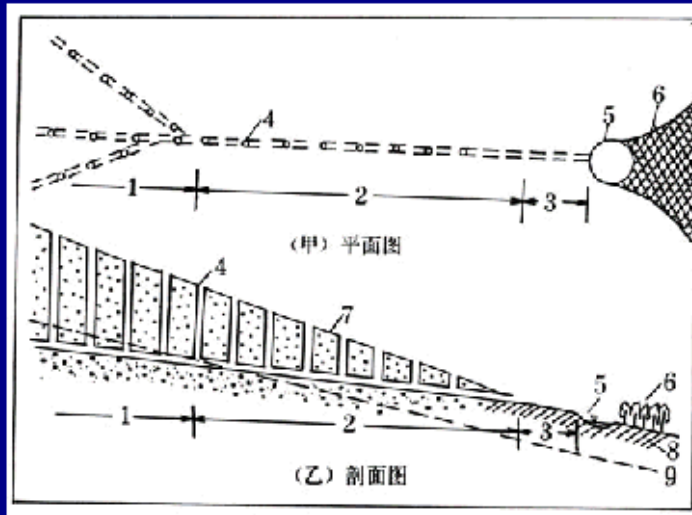


資料：田瀬則雄筑波大学教授(2000)、水資源セミナー講演集



新疆トルファンの坎儿井(カレーズ)

同じような背景のもとで進行中の地下水問題



坎儿井は天山山脈の融雪水を源とする扇状地の地下水を長い人工トンネルを穿ってオアシスに導水する伝統的システムである。持続可能なシステムであるが、維持・管理が大変であるため最近では井戸、開水路による導水が盛んに行われ、坎儿井は衰退しつつある。同時に地下水位は低下を続けているという。

左: 爽やかな風が吹く坎儿井の出口、しかしオアシスを一歩出ると、そこは荒涼としたゴビである。

右: 地下水揚水井。資金さえあれば簡単に水が手に入り、維持・管理も楽である。



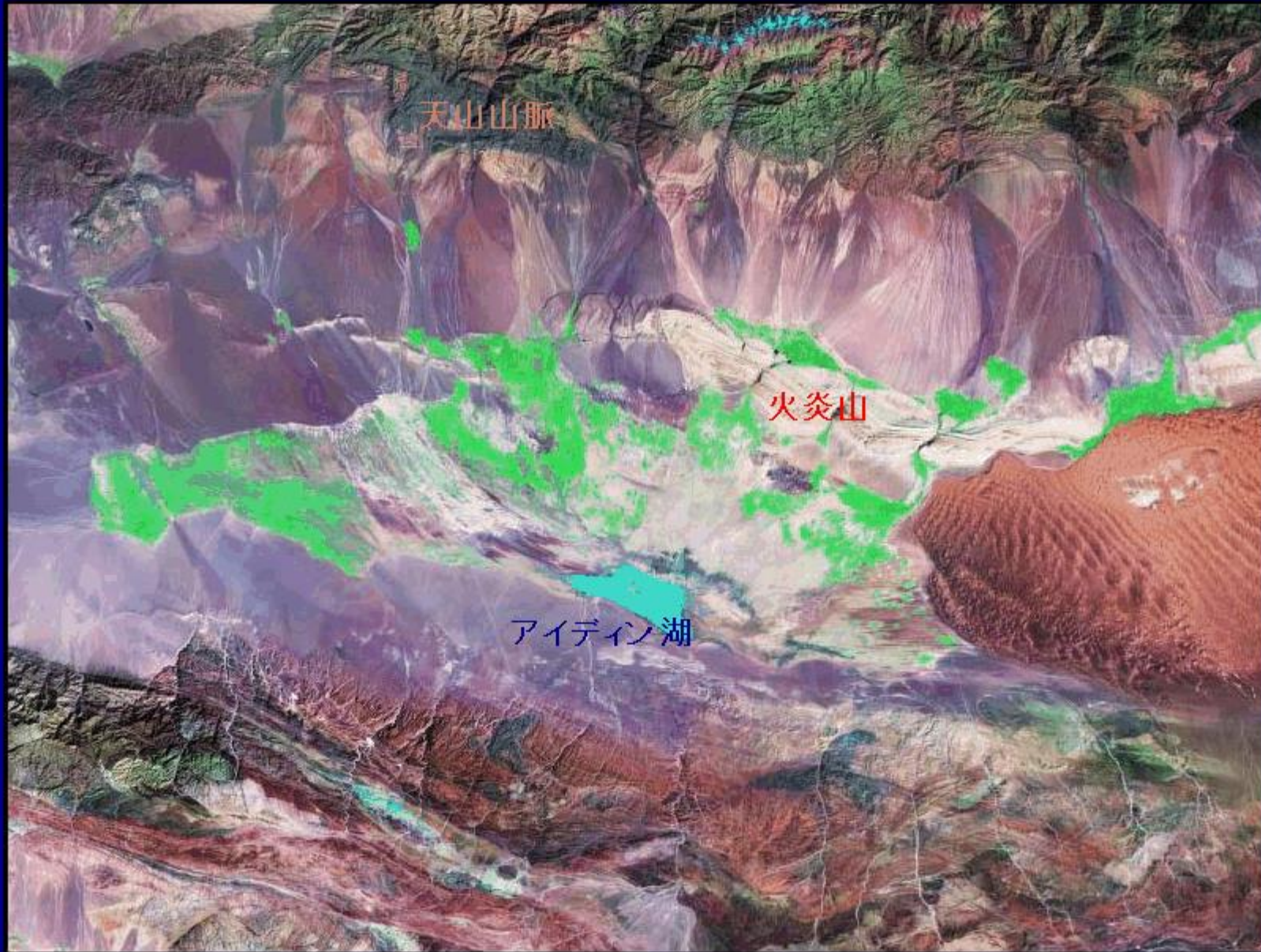
水循環のありかたは地域特有である。

自然の水循環を少し強化して、人が使う持続的な水利用。

強制的な利水は持続可能だろうか？



トルファン盆地 緑色部の大部分は人間により作り出された景観



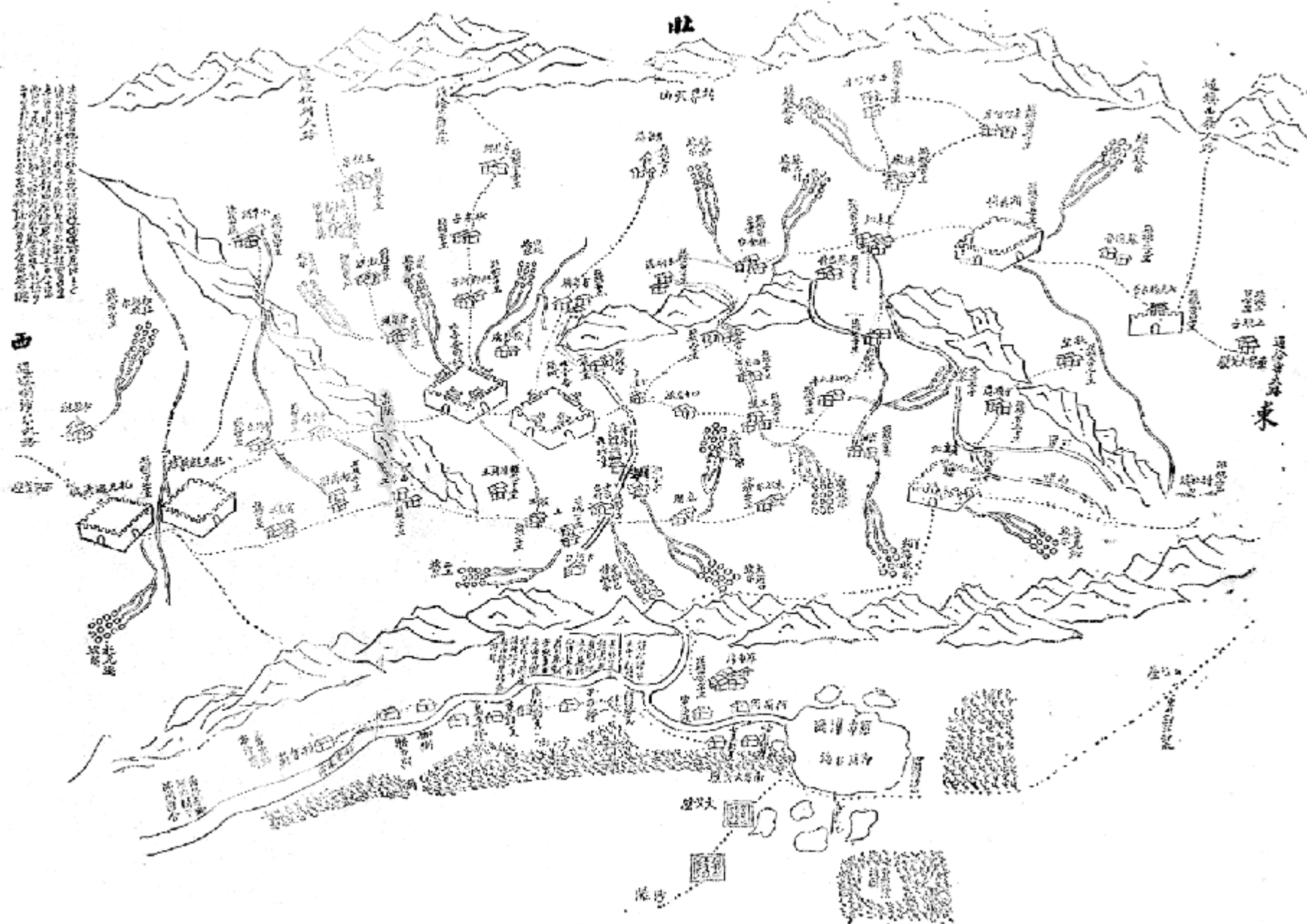
新疆ウイグル自治区トルファンは内陸流域。

テンシャン山脈の融雪水が扇状地の地下水となり、人が利用。

利用の仕方も多段階方式である。

しかし、新たな水利用も。





カレーズは清朝時代に普及したと言われている。

もっと古いという説も？



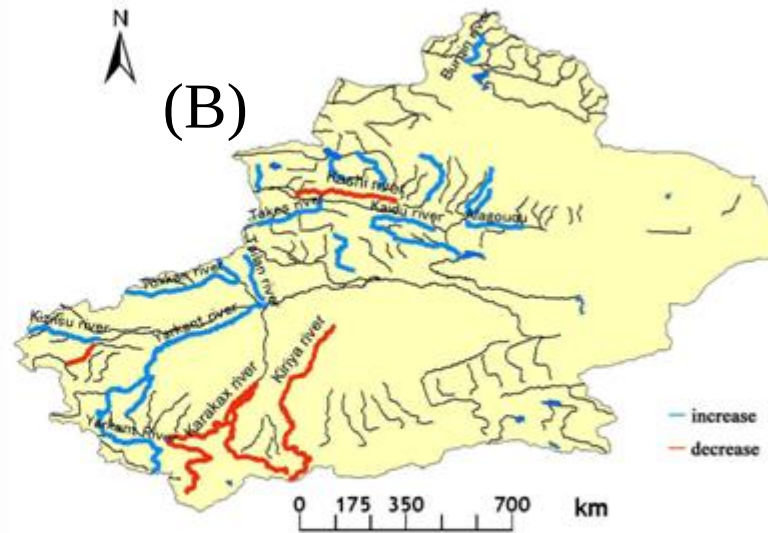
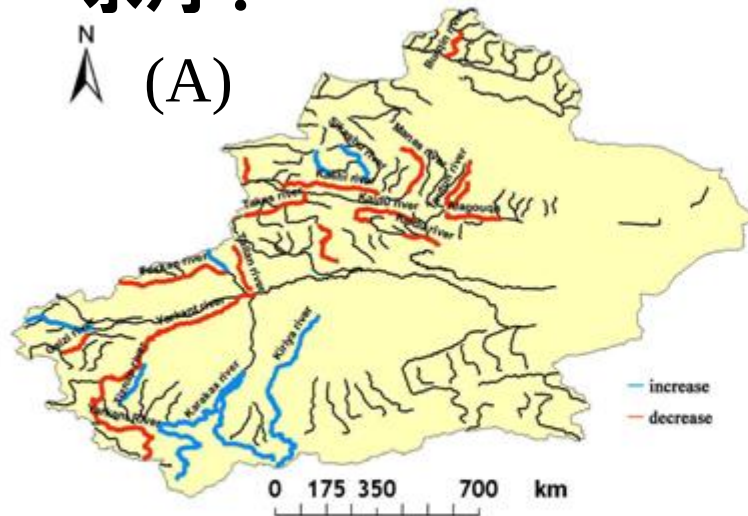
清朝末期頃のトルファン盆地周辺のカレーズの分布

トルファン盆地で何が起こっているか

●地下水揚水

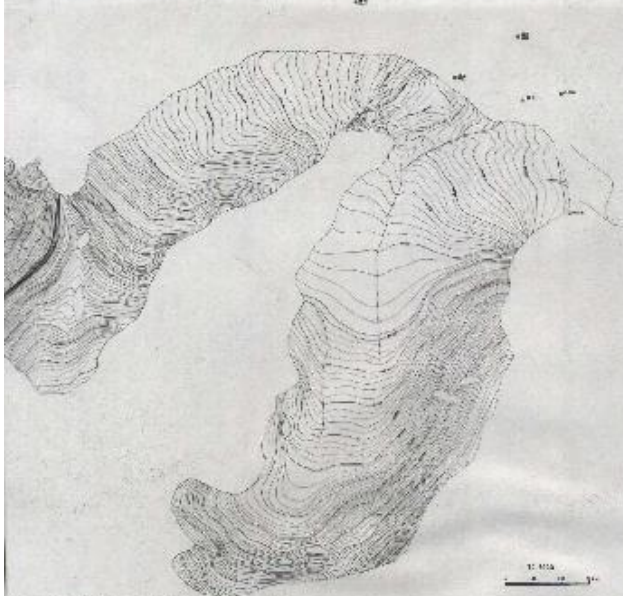
地下水位低下により伝統的な
カレーズの水が枯渇

●開水路による灌漑水路の建設 なぜか？地球温暖化 水はどこから来るのか？ 氷河？

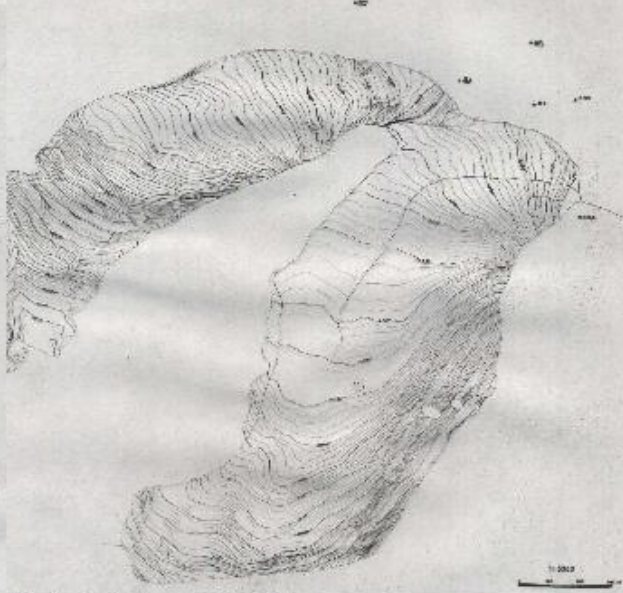


(A) 1956～1986年、(B) 1987年～2000年の期間における河川流量の変化。赤が減少、青が増加を表す。

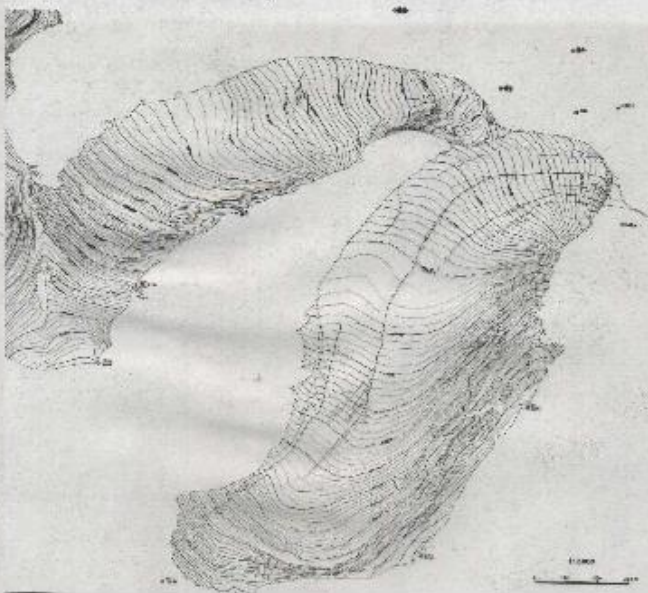
天山乌鲁木齐河源1号
冰川图(1962年)



天山乌鲁木齐河源1号
冰川图(1973年)



天山乌鲁木齐河源1号
冰川图(1980年)



天山乌鲁木齐河源1号
冰川图(1986年)

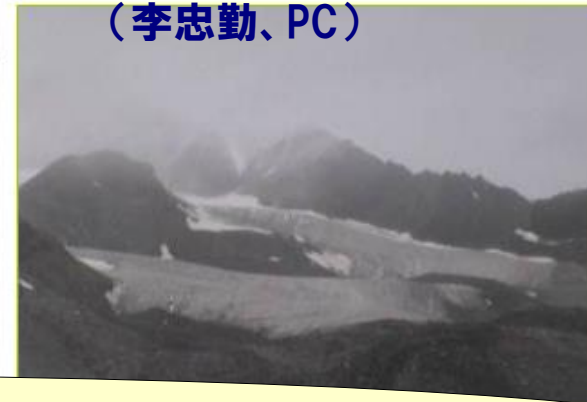


天山乌鲁木齐河源1号
冰川图(1994年)



ウルムチ1号氷河 縮小中！

(李忠勤、PC)



中緯度の山岳氷河では温暖化により、気温が 0° を越えれば融ける

テンシャン山脈
でも氷河の融解
は進んでいるよ
うだ！



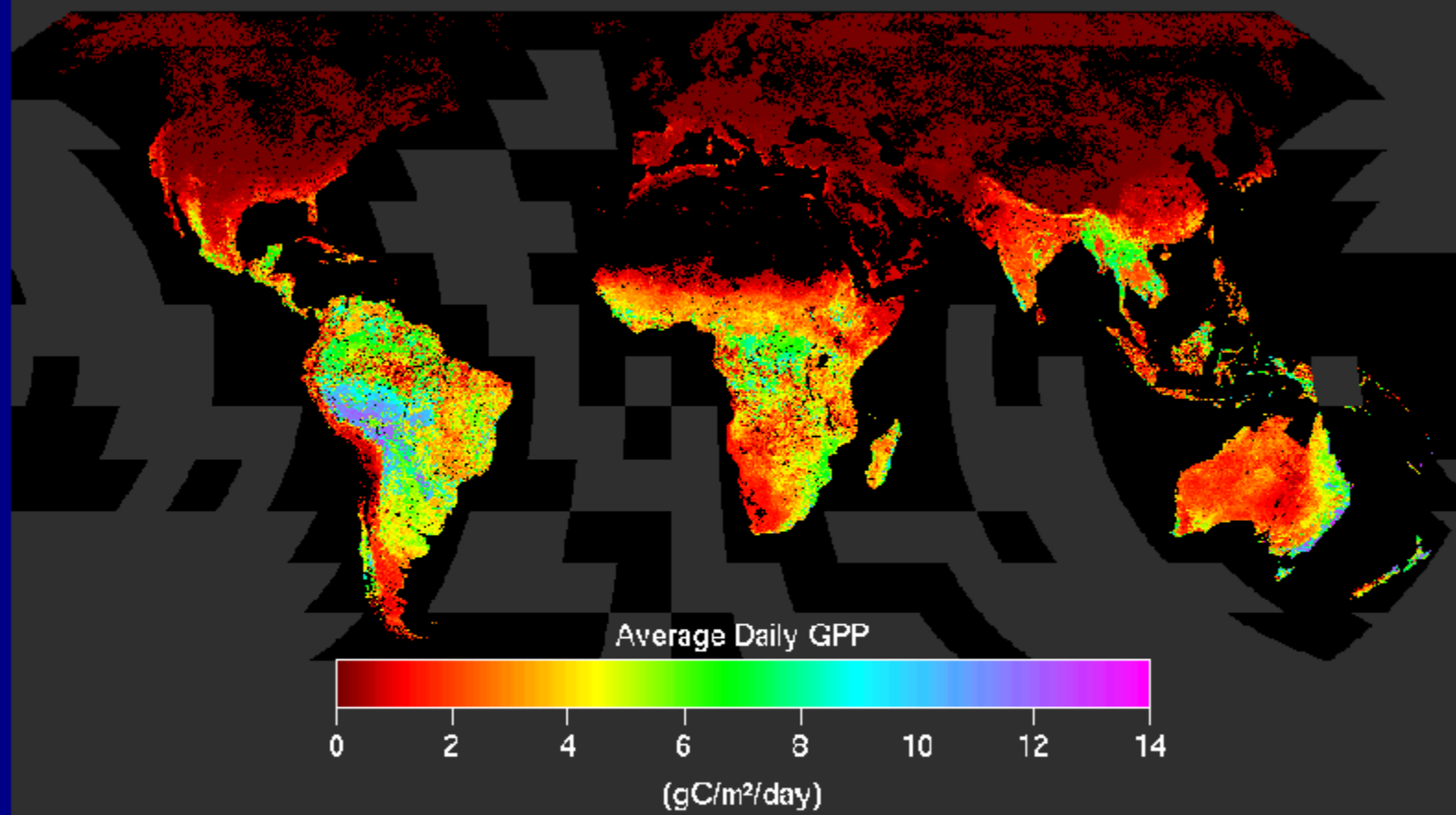
世界各地の水問題・食糧問題には

地域性がある

- ・ **地域性：地域の個性**
- ・ **地域性によって対策の仕方が決まってくる**

Gross primary production (GPP) from MODIS: Dec. 18 – Dec. 25, 2000

MODIS Land Science Team / University of Montana



衛星リモートセンシングで植物生産量、穀物生産量をモニターすることは可能である。ただし、その背後にある地域の事情を知らなければ社会に対して責任ある成果とすることはできない。千葉大学は食糧、水、社会経済、健康、リモートセンシング技術、等々様々な分野の研究教育が行われている総合大学である。普遍教育において様々な分野に接して、そこから複合的な視点を育んでほしい。

衛星データによるプロダクトは、モデルの入力に使える。

何を解こうとしているのか、明確にすること。



●総論は大切だが、環境問題は各論を
しっかり行う必要がある

→特定地域の水問題の理解

●これが科学の成果を社会にフィード
バックする方法

例) 降水量が増えるという予測 (科学の成果)

降水量が増えたらどうすればよいのか

(地域性の理解が不可欠)

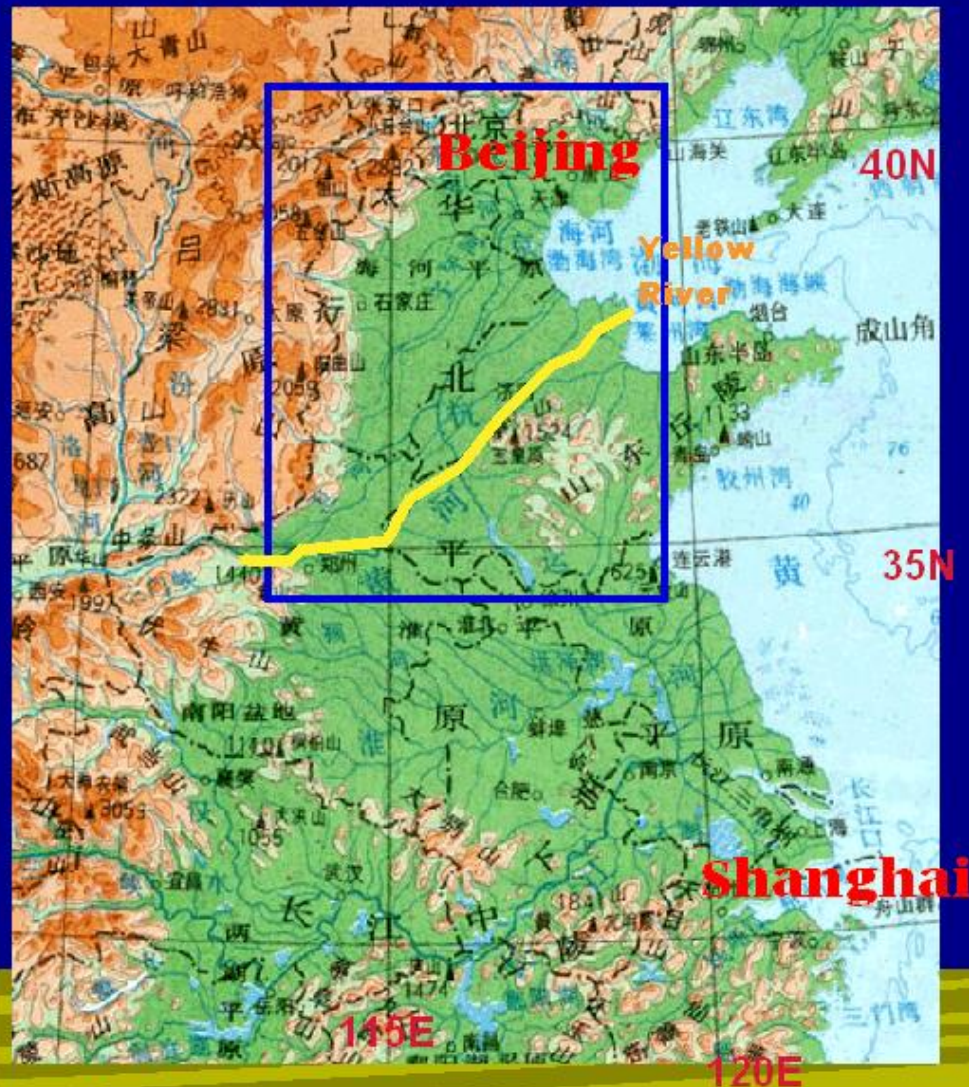
科学の社会貢献

科学の成果が役に立つとい
うことはどういうことか。

問題を見極め、問題の解決
の達成をステークホルダー
で共有すること。

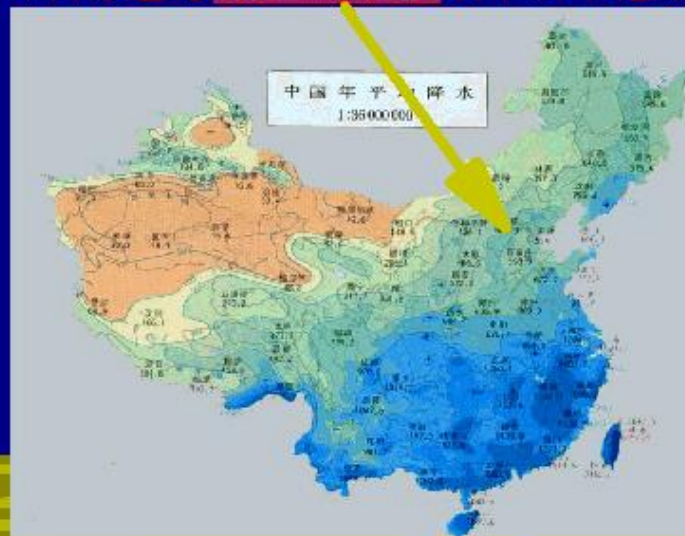


華北平原はどこにあるか



長城の南、太行山の東、淮河の北を華北平原と呼ぶが、中国の水文研究者は黄河の北側を華北平原と呼ぶことが多い。それは黄河の北側で水問題が顕在化しているからである。

年降水量は600 mm/year以下の半乾燥地域。



河北平原は淮河の北側の平原ですが、水不足問題で注目されたのが黄河の北側の河北平原

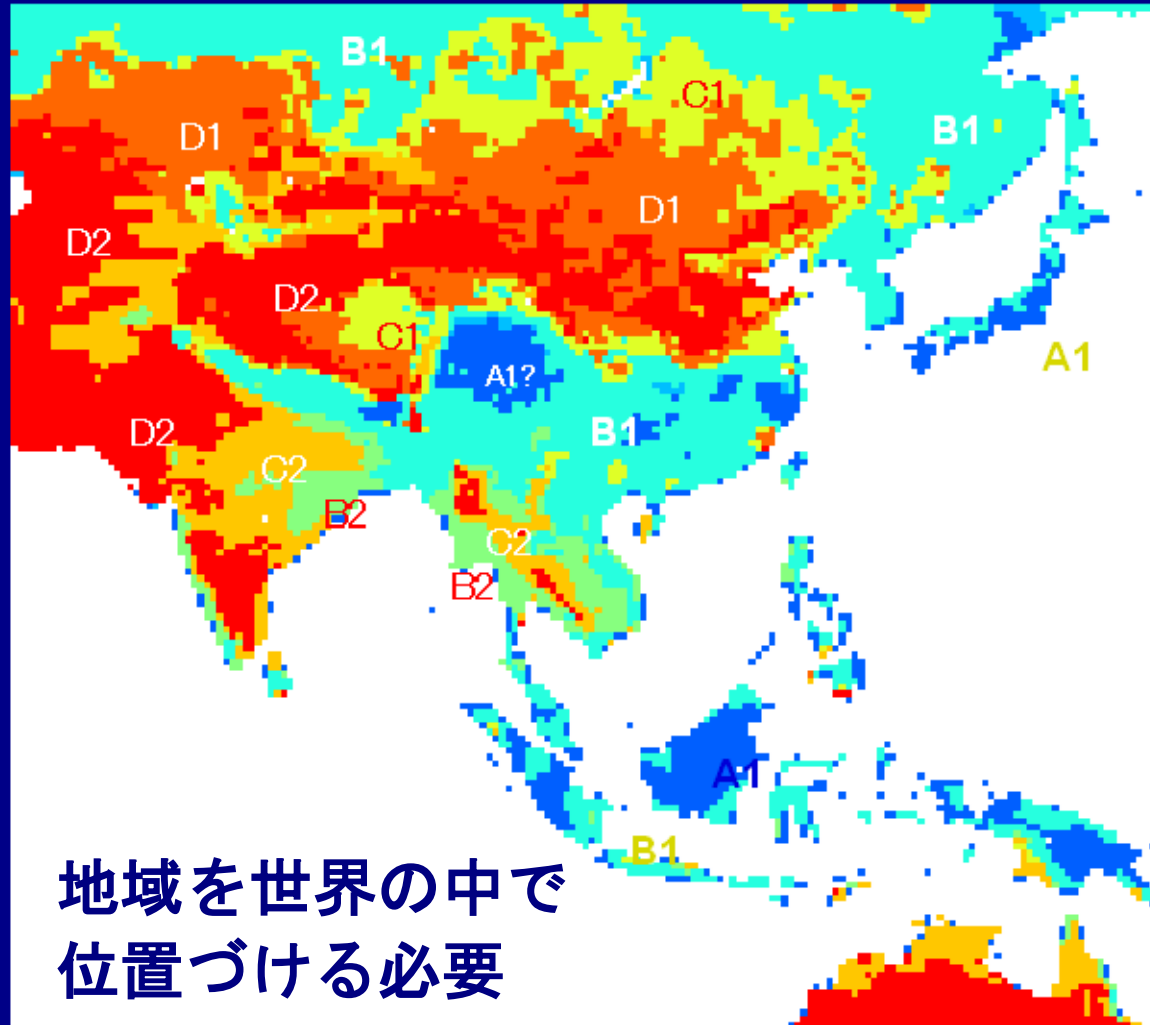
淮河の流域では水汚染問題が深刻な問題であった。

食糧生産で地球人口の増加を支える半乾燥地域



モンスーンアジアの水文地域

赤系：水不足のある地域
青系：水余剰のある地域



- **Region A1**: water surplus all year around (ATS > 400 mm);
- **Region A2**: water surplus all year around (ATS < 400 mm);
- **Region B1**: water surplus with some months deficit (ATD < 200 mm);
- **Region B2**: water surplus with some months deficit (ATD > 200 mm);
- **Region C1**: water deficit with some months surplus (ATD < 200 mm);
- **Region C2**: water deficit with some months surplus (ATD > 200 mm);
- **Region D1**: water deficit all year around (ATD < 200 mm);
- **Region D2**: water deficit all year around (ATD > 200 mm);

Precipitation & Air Temperature : Leemans and Cramer IIASA datasets

水収支から見たアジアの特徴は何だろう

地理学では地域区分が重要な課題。

区分された地域ごとに、地域の問題を位置づけることができるから。

暖色系では水不足問題、寒色系では水過剰問題（洪水）が主要な課題になる。



華北平原

■ 華北平原で何が起こっているか？

- 黄河の断流
- 地下水位の低下
- 塩分集積
- 水汚染

■ 中国の水不足が世界の食糧安全保障を揺るがすのだろうか？

■ 我々に何ができるのか？

- 華北平原における水循環の実態を知ること(平原におけるプロセス研究)
- 結果を知的資産として蓄積すること
- その成果を社会に還元すること

■ 水循環の実態の理解なしに対策なし

- 誤った実態認識からは誤った対策しか生まれない

金で穀物や肉に形を変えた水を輸入しながら、相手国の水問題に無頓着であると国際世論の袋叩きにあう危険性があるとの指摘もされているが、日本という小国が生き残るためには科学的な現象認識、対策に対する経験という点で卓越したものを持ち続けることが必要ではないか



Brown and Halweil(1998)



1995年にレスター・ブラウン (WWI)が「誰が中国を養うのか」を著してから、華北(河北)平原は世界の注目地域となった。

華北平原の穀物生産は地下水に頼っているが、いずれ地下水資源が穀物生産を減退させる！

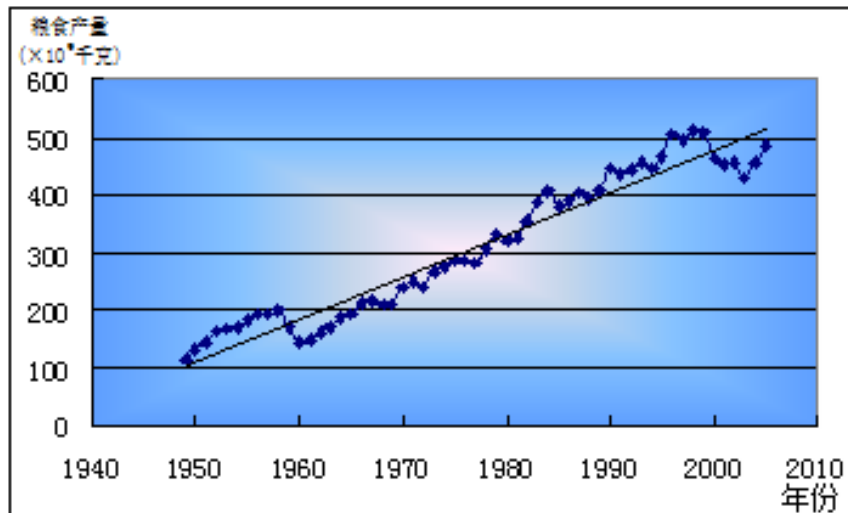
その時、世界は？



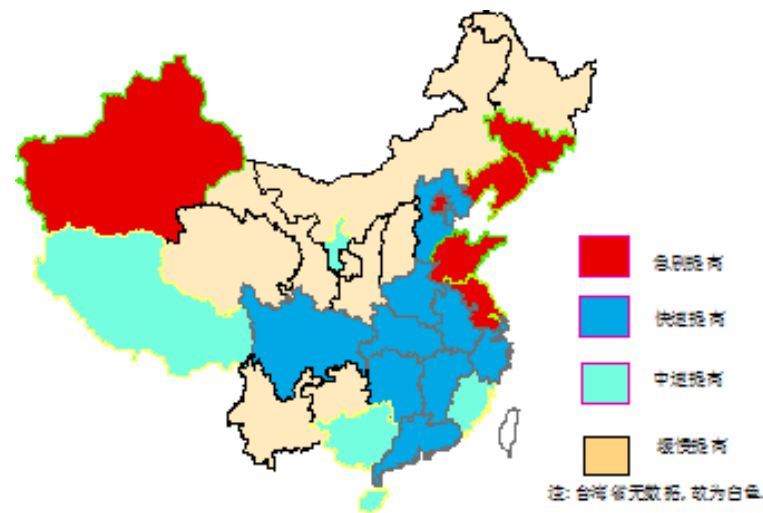


地域理解から始めようー中国食糧生産の動向はー

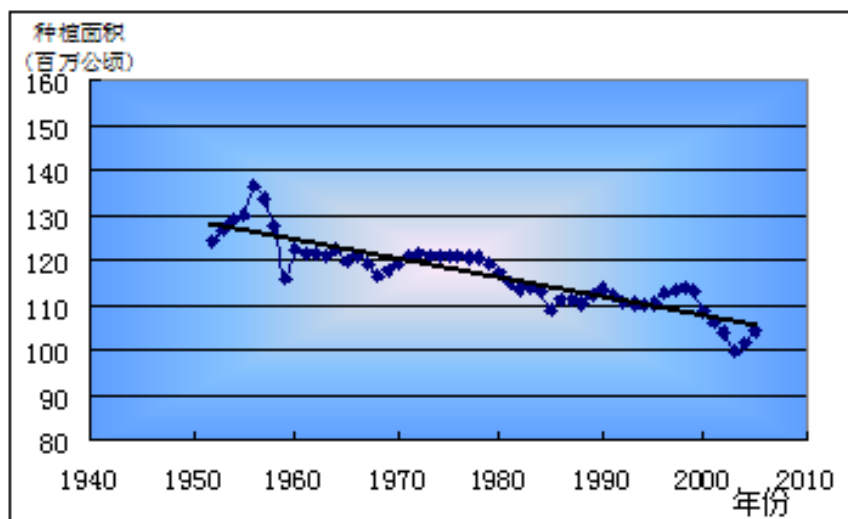
(常立強、河北師範大学卒業論文、2007)



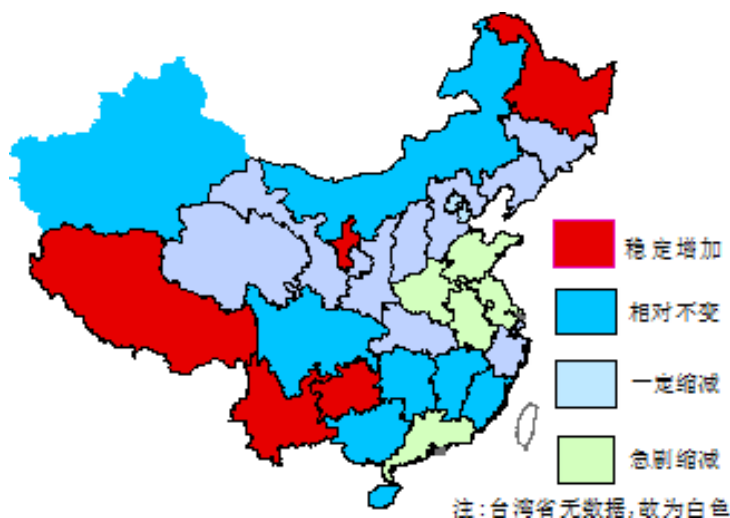
1949-2005年全国粮食产量变化情况



各省区粮食单产水平变化情况



建国以来全国粮食种植面积的变化情况



各省区粮食种植面积变化情况

中国では建国後、穀物生産量は飛躍的に伸びたが、耕地面積は減り続けている。

背景には何があるか？様々な地理情報や、歴史的な経緯を頭で重ねながら考えてみよう。



中国、華北平原



燕山

北京

石家庄

樂城

南皮

済南

地域の理解から始めよう

鄭州

1997年8月11日
NOAA/AVHRR

トウモロコシの季節だが、
この年は旱魃であった

China's Water Shortages Could Shake World Food Security

*An abrupt decline in the supply of irrigation water
to China's farmers has aroused growing concern
in the world's capitals.*

By Lester R. Brown and Brian Halwell

An unexpectedly abrupt decline in the supply of water for China's farmers poses a rising threat to world food security. China depends on irrigated land to produce 70 percent of the grain for its huge population of 1.2 billion people, but it is drawing more and more of that water to supply the needs of its fast-growing cities and industries. As rivers run dry and aquifers are depleted, the emerging water shortages could sharply raise the country's demand for grain imports, pushing the world's total import needs beyond exportable supplies.

food, because it can afford to pay more for grain. But low-income countries with growing grain deficits may not be able to pay these higher prices. For the 1.3 billion of the world's people who live on \$1 a day or less, higher grain prices could quickly become life threatening. The problem is now so clearly linked to global security that the U.S. National Intelligence Council (NIC) the umbrella over all U.S. intelligence agencies, has begun to monitor the situation with the kind of attention it once focused on Soviet military maneuvers.



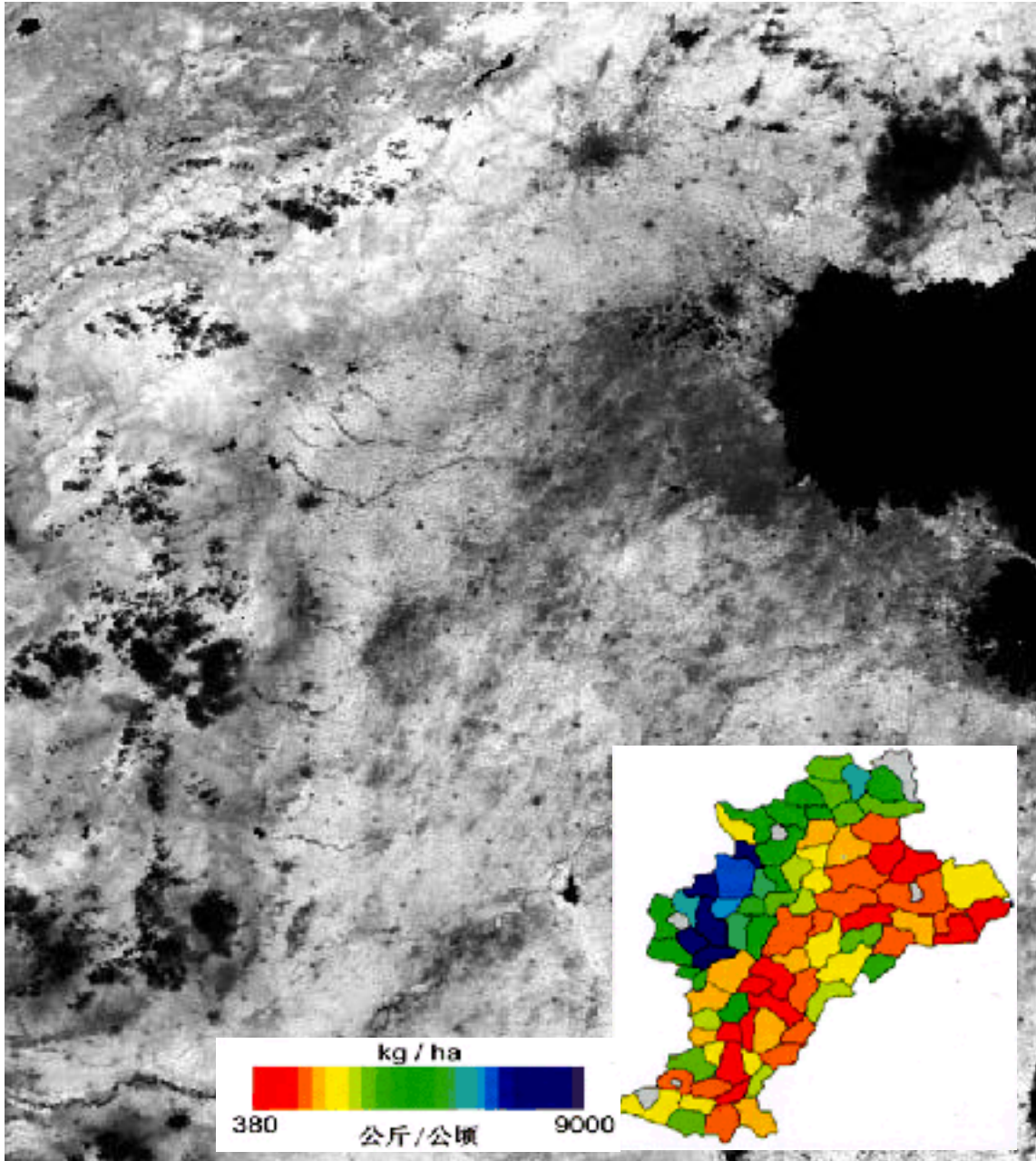
1997年の9月、初めて河北平原に足を踏み入れた。

済南近くでは黄河は水が涸れていた。

トウモロコシは十分な成長ができなかった。



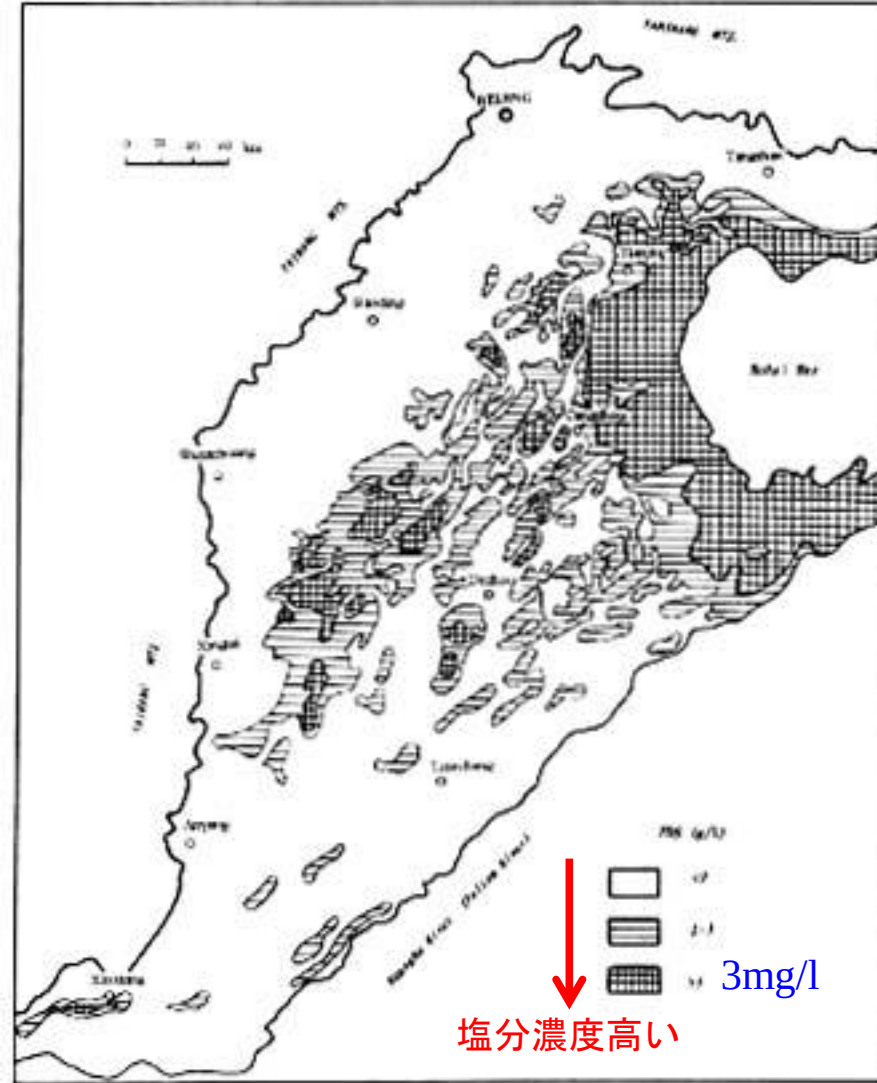
1997年8月11日NDVI画像



1992年（早魃年）のコーン生産量（CAS）

浅層地下水の塩分濃度が穀物生産量を決めている

浅層地下水のTDS濃度（塩分濃度）



(Fei,1997)

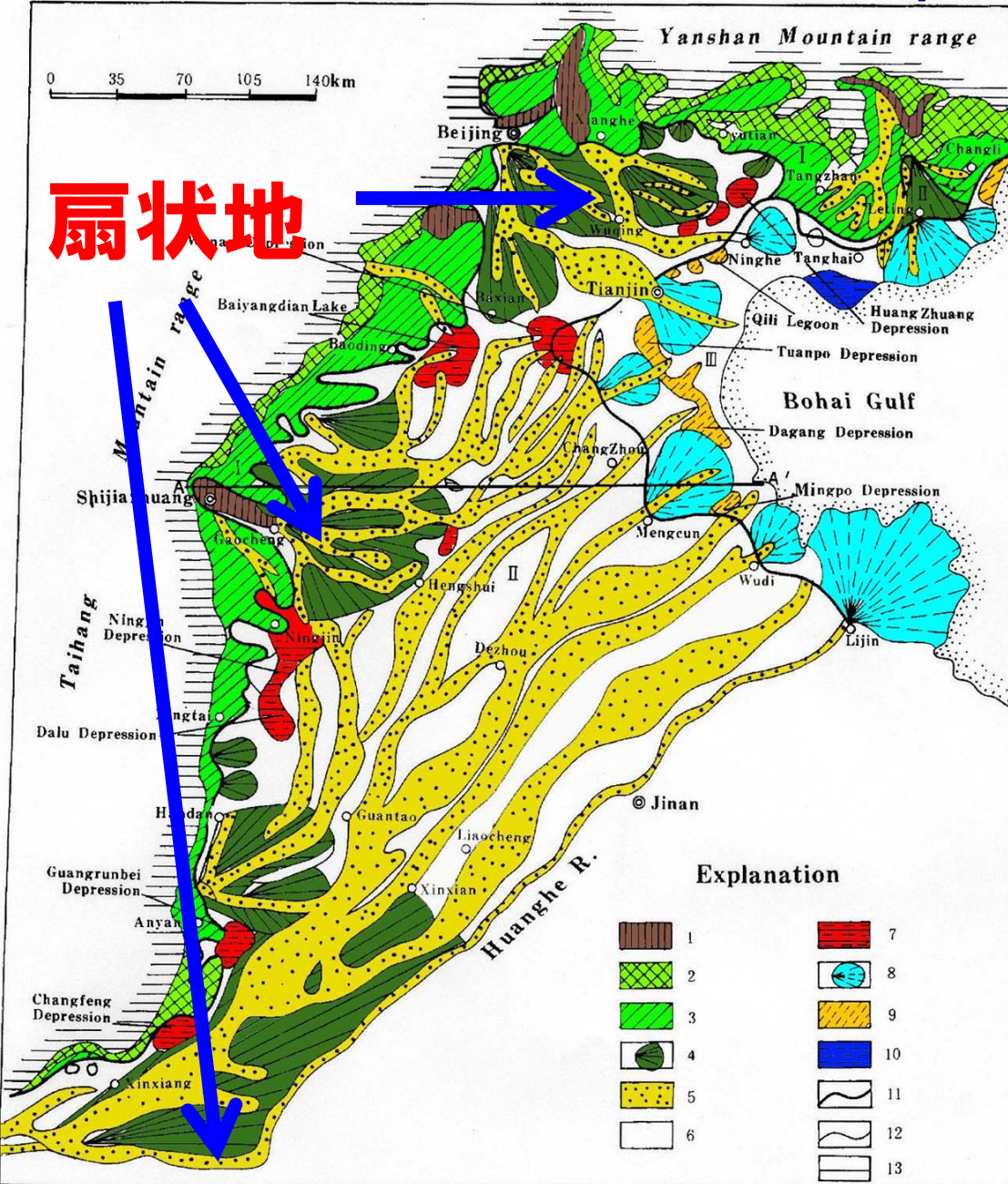
NDVI画像とTDS分布図を比較すると、何がわかるか？

NDVIが小さい（作物が十分に生長していない）領域はTDSが高い地域と一致。

なぜか？



華北平原の地形分類図 (Wu et al., 1998)



扇状地

扇状地の水循環から淡水資源を利用

扇端部、旧河道の地下水流出域では塩分濃度が高くなる

①地域性で穀物生産量分布が説明できる

黄河からの取水口。済南の近く。2000年。



黄河の水は山東省では灌漑に使えるが、河北省東部では都市用水が優先され、灌漑に使用できない
②政策によっても穀物生産量分布は変わる

扇状地の水循環を思い出そう。

地下水はどこで涵養されて、どこに流出するか。

河北平原は半乾燥地域といっても良い。降水量は日本の1/3。



中国、華北平原

衛星画像は様々な要因の効果が積分された結果が記録されている
そこから、情報を抽出するには複合的な視点が必要

China's Water Shortages Could Shake World Food Security

*An abrupt decline in the supply of irrigation water
to China's farmers has aroused growing concern
in the world's capitals.*

by Lester R. Brown and Brian Halwell

An unexpectedly abrupt decline in the supply of water for China's farmers poses a rising threat to world food security. China depends on irrigated land to produce 70 percent of the grain for its huge population of 1.2 billion people, but it is drawing more and more of that water to supply the needs of its fast-growing cities and industries. As rivers run dry and aquifers are depleted, the emerging water shortages could sharply raise the country's demand for grain imports, pushing the world's total import needs beyond exportable supplies.

food, because it can afford to pay more for grain. But low-income countries with growing grain deficits may not be able to pay these higher prices. For the 1.3 billion of the world's people who live on \$1 a day or less, higher grain prices could quickly become life threatening. The problem is now so clearly linked to global security that the U.S. National Intelligence Council (NIC) the umbrella over all U.S. intelligence agencies, has begun to monitor the situation with the kind of attention it once focused on Soviet military maneuvers.



太行山地から流れてくる河川水は、扇頂部で伏没し、地下水を涵養する。

扇状地では豊富な地下水地源を使うことができる。

扇端部は地下水流出域となるが、蒸発により浅層地下水のTDSが上昇。

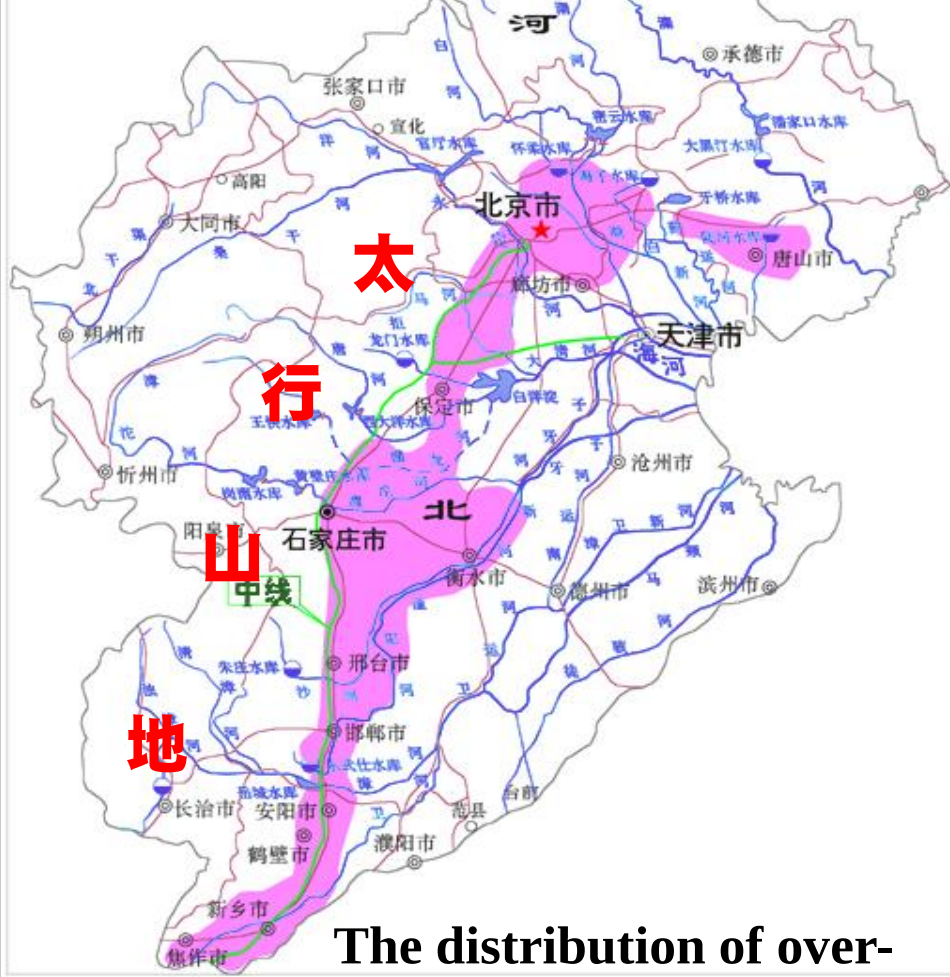
旧黄河の河道も地下水流出域となる。

関連する周辺科学の成果を総動員しているか？



水問題・食糧問題の関連性ー様々な問題は関連しているー

地下水の大量取水 淡水が得られる平原西部で顕著



The distribution of over-extraction of the groundwater

地下水面は40m以深、50年前は地表下数m

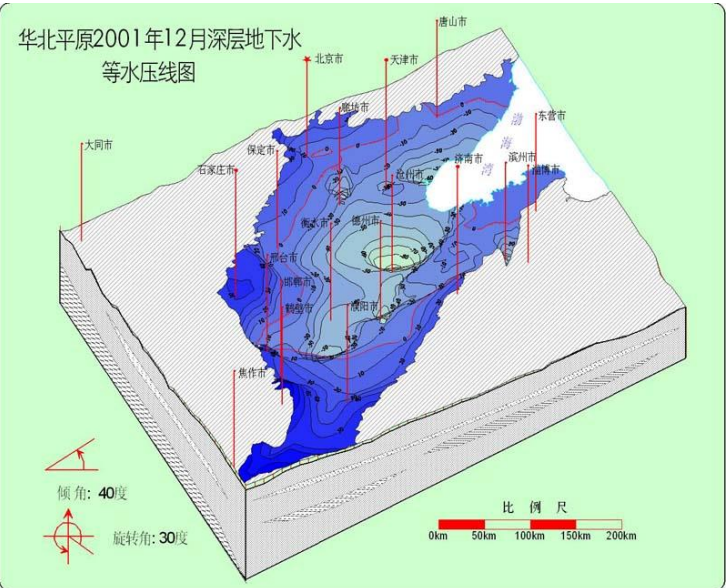


扇状地の地下水を水資源として活用しているが、水位低下は著しい。

写真の井戸は昔は水位数mだったが、今では40mを超え、海水準と同程度となっている。

表層のTDSが高い東部では、淡水地下水の深度が深いため、都市には円錐形の地下水位低下域が出現している。

地下水位の低下が著しい地域では、地盤沈下も生じている。

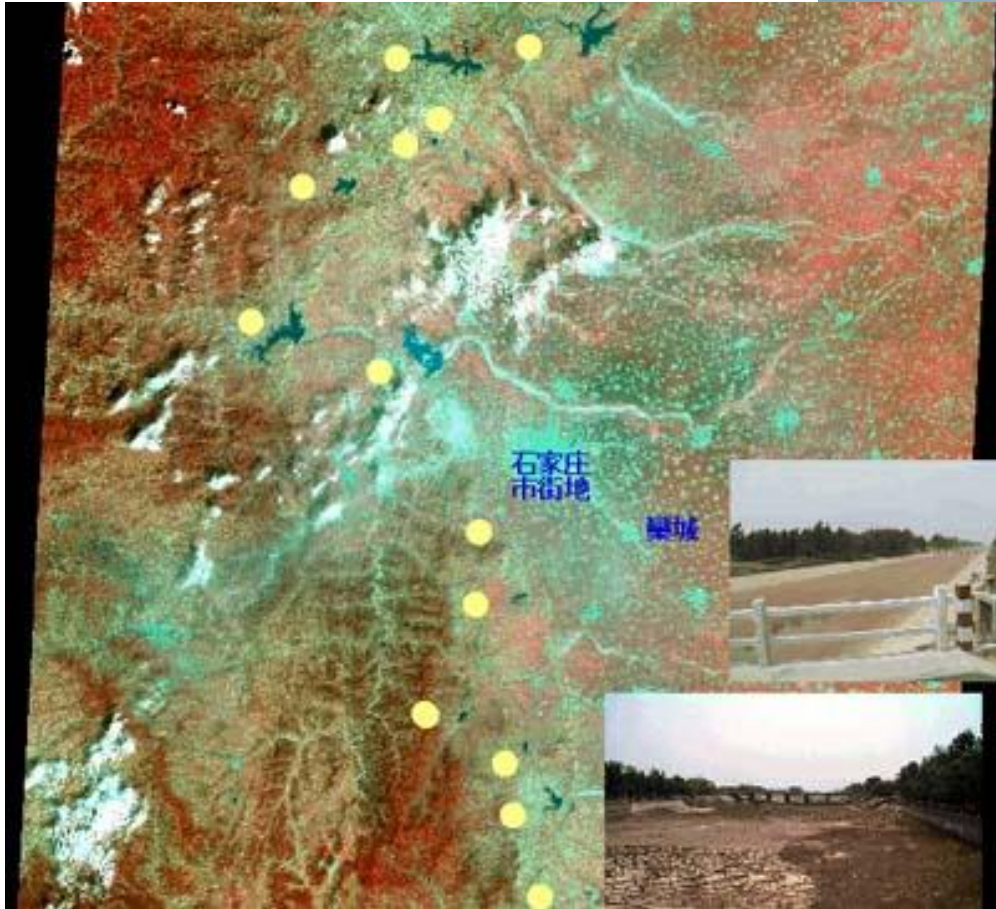


(Courtesy Song XianFang/CAS)



海河流域では太行山麓に建設された数千のダムにより、川に水は無くなった

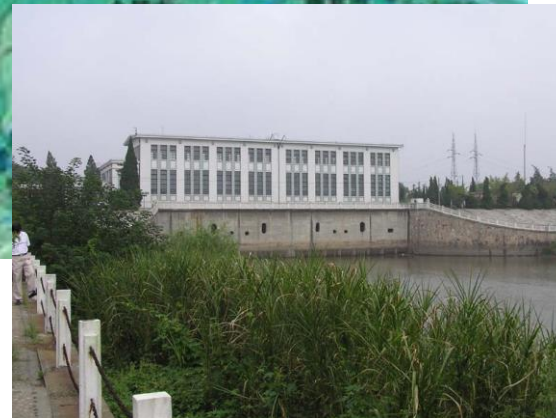
海河の断流



太行山麓に建設されたダムは平原への河流を減少させた。

表流水が無いから地下水を使う。地下水は数十年は持つかも知れないが、涵養量以上に使えばいずれ無くなる...

南水北調：南の豊富な水を北に調達



南部の豊富な水を、北部に送る水路が南水北調。

西線、中線、東線のうち、中線と東線は開通。

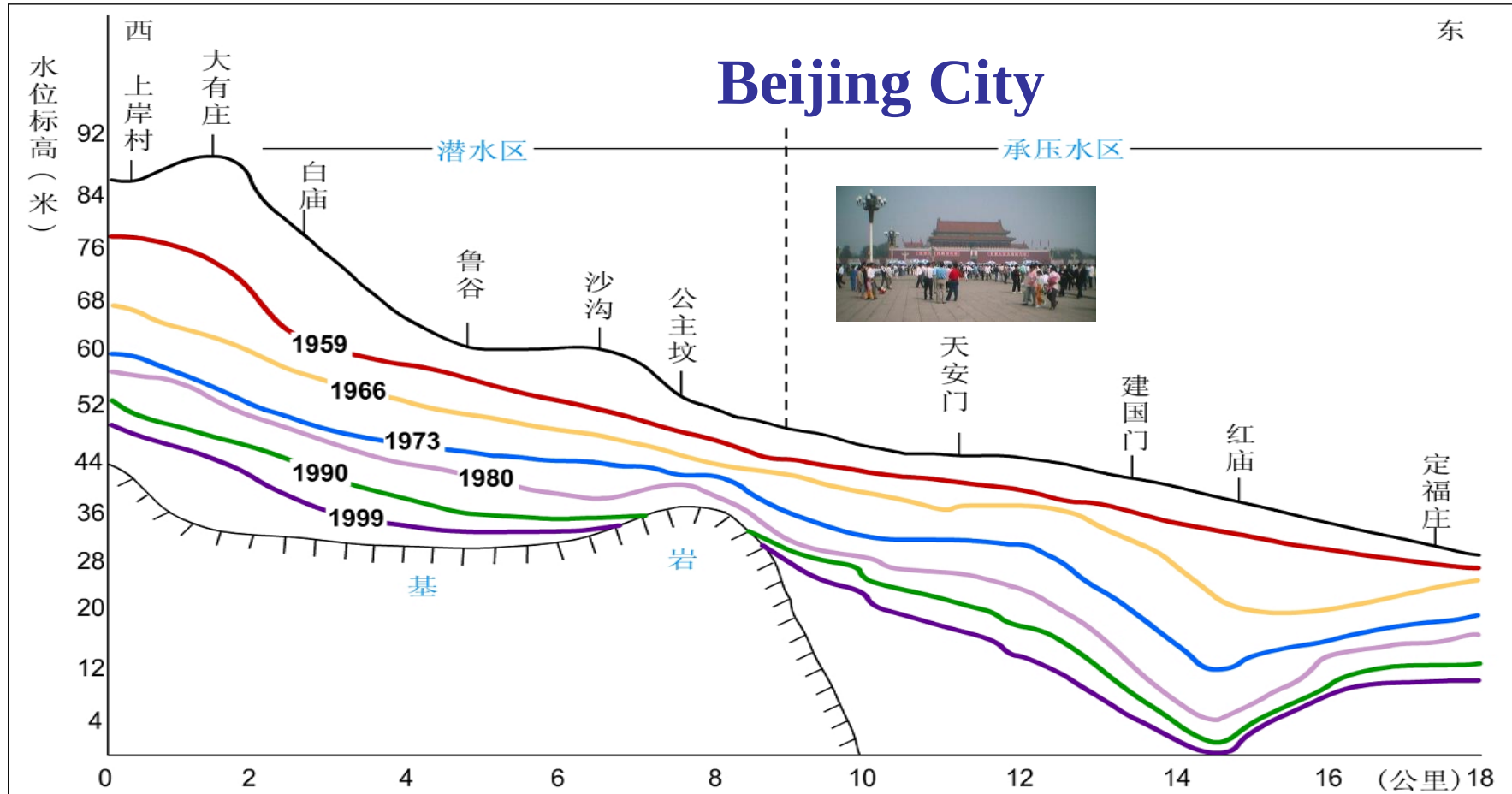
中線では緯度差8度、高低差100m程度を自然流下で送水。



北京地域の地下水位の東西断面図



地下水位は下がり続けている...



(Courtesy Song XianFang/CAS)

北京を通る東西断面における地下水位の変化。

北京の水源は密雲ダムのみ（官庁ダムは水質が悪化）。

郊外では地下水を利用するが、地下水位は下がり続けている。

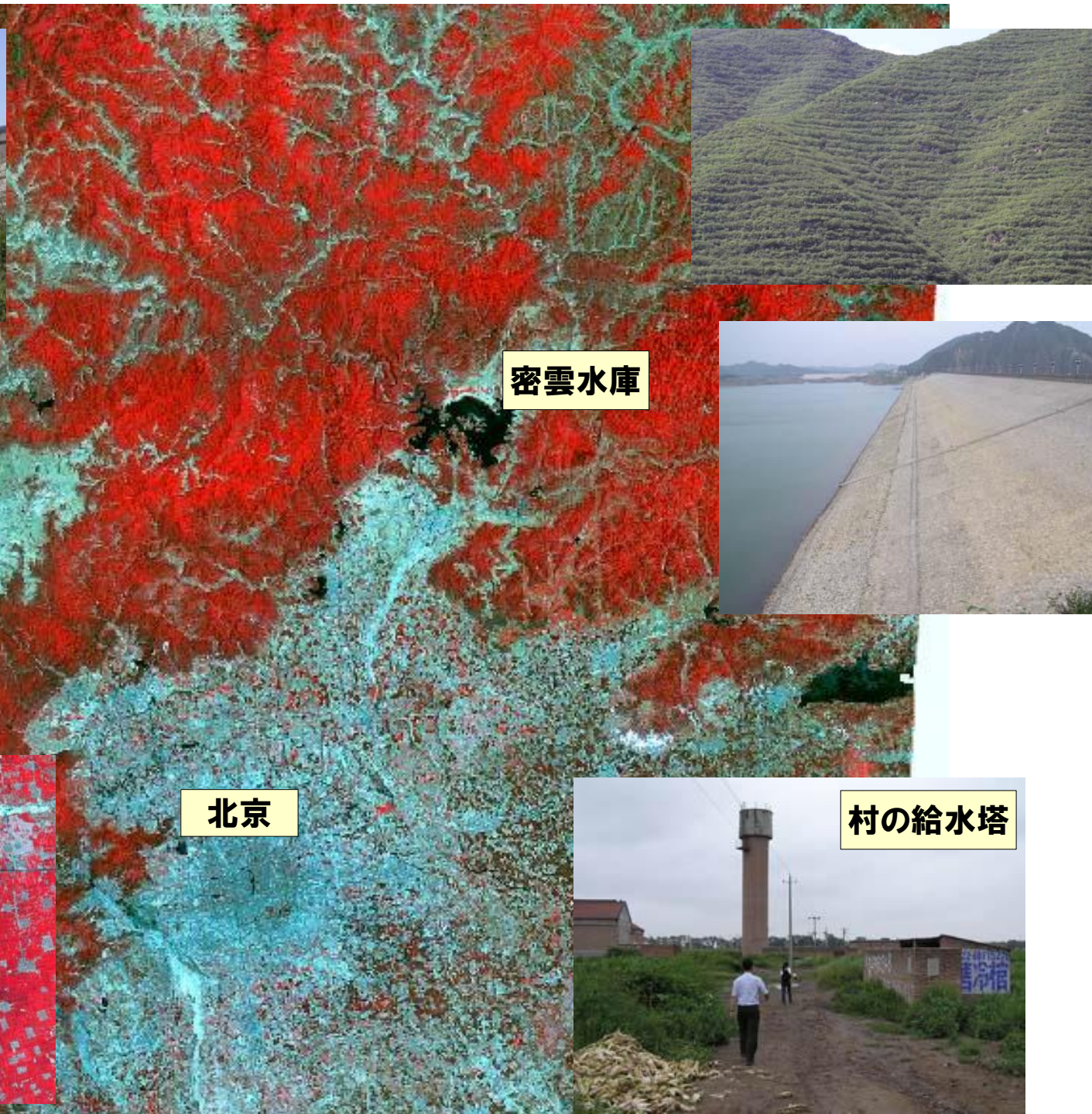
そこで、南水北調で水を調達。

未来はどうなるか？





官庁水庫



密雲水庫

北京



村の給水塔



北京周辺部の衛星画像。密雲ダムを水源とする広域水道の給水範囲はそれほど広くはない。

左下は石家荘市街地と周辺の集村。

村と都市郊外の水源は地下水が主。だが、地下水位は下がりつつある。

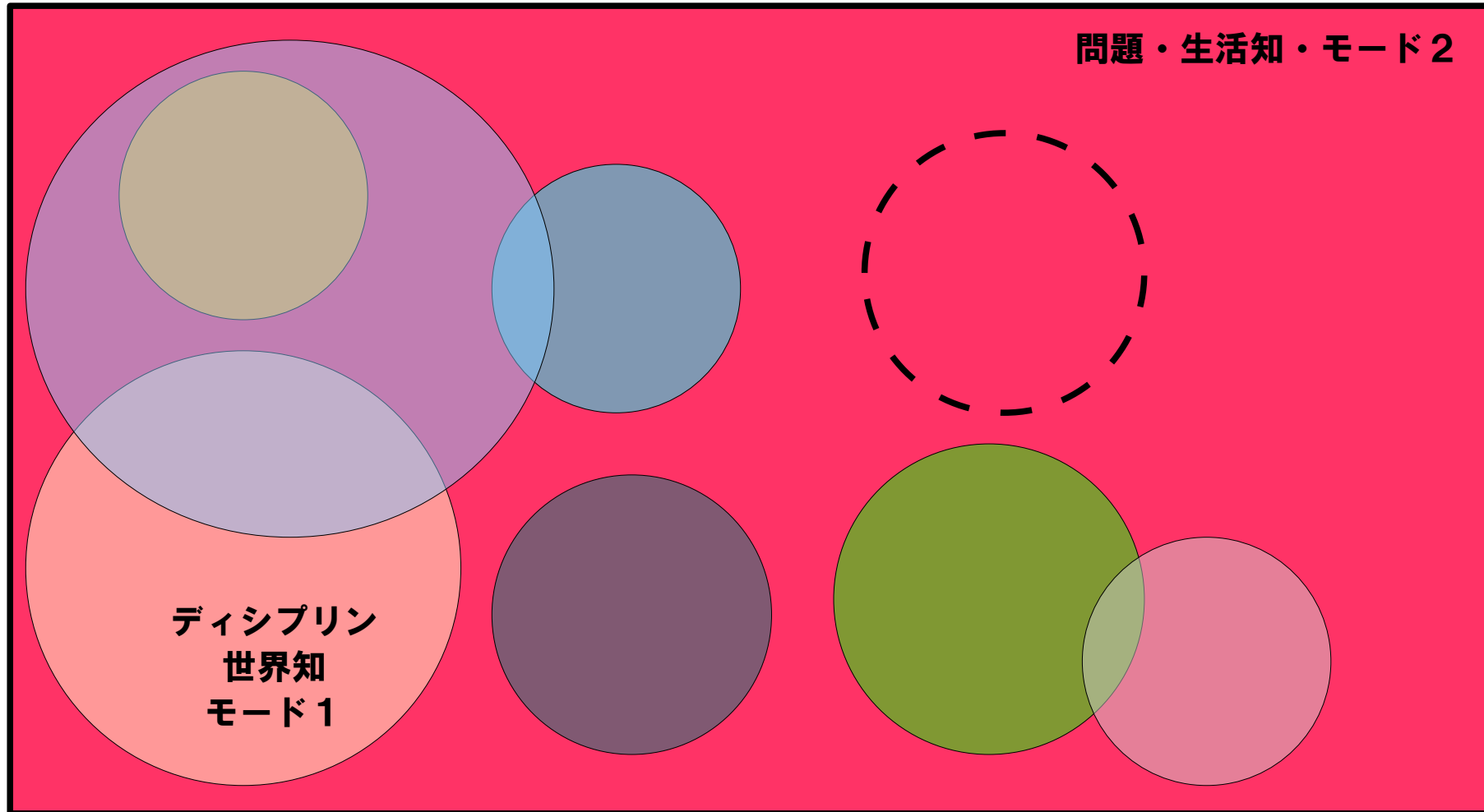
様々な課題を少しずつ解決しながら、時は進んでいく。



石家荘

問題が起きたらどのように考えるか

問題を共有するか、解決を共有するか



シミュレーション
は問題解決の重要
な手法の一つ。

問題の解決を共有
するフレームの中
では、一部を占め
るに過ぎないこと
に注意。

二刀流、多刀流に
なろう！



キーワード：地域性



- 😊 どのような地域に、どのような問題があるのだろうか。この経験を積み重ねる必要。
- 😊 地域の特徴（ひと、自然、社会）が、地域固有の問題を引き起こす。
- 😐 地球環境問題も、“問題”は地域における人と自然と社会の関係として現れる
- 😐 問題はあらゆる要因が複合的に作用した結果として表れる。結果から原因を探る（ひとつとは限らない）、これが環境学