

国際情報農学特論

本日の内容

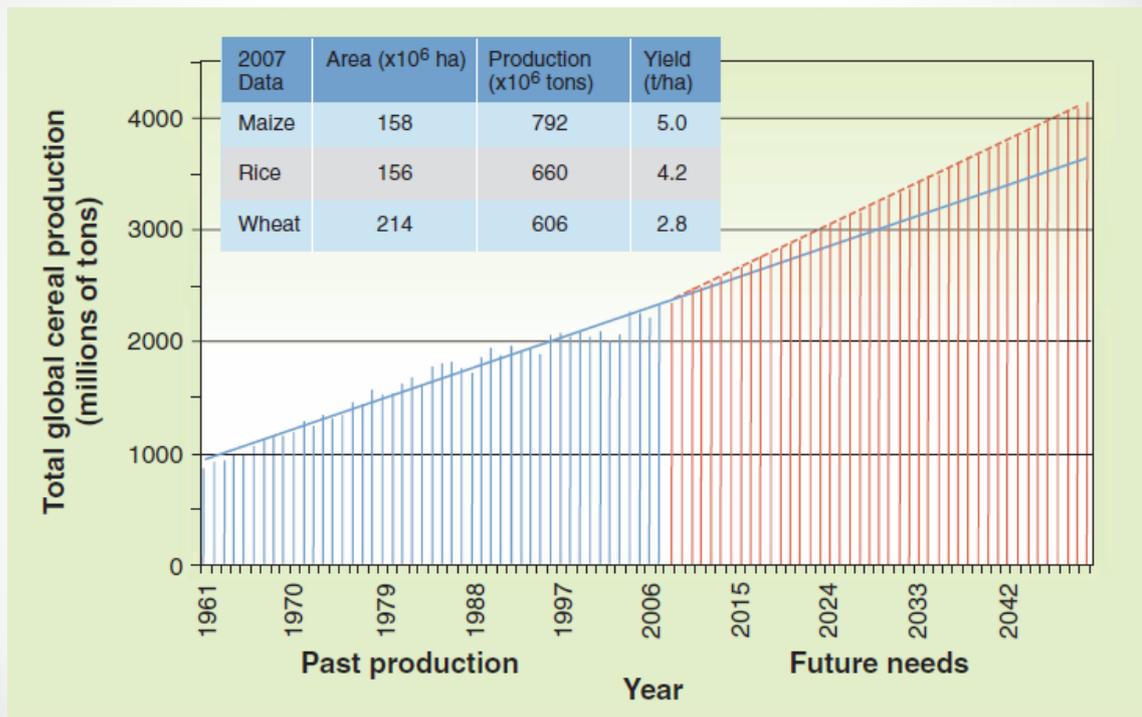
- イントロ：データが救う食料危機
- データの効率的収集
- 意志決定支援
- 育種の効率化

データが救う食糧危機

東京大学農学生命科学研究科

二宮正士

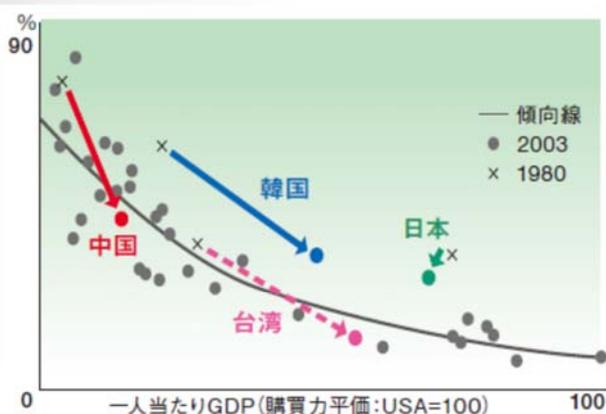
食料は本当に足りないのか？



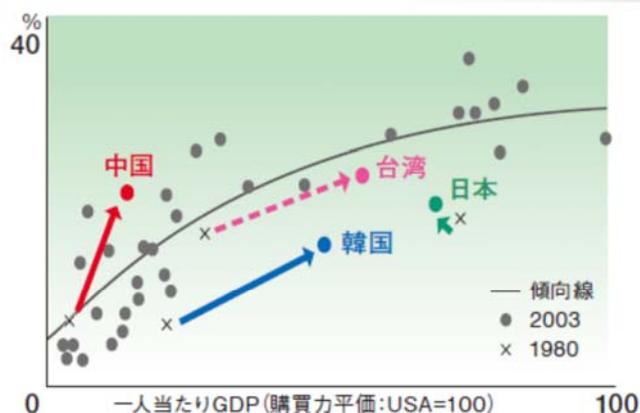
Science 327, 2010

供給熱量比率と国民一人当たりGDPの関係

食遷移: 主食(左)と、動物性食品(右)

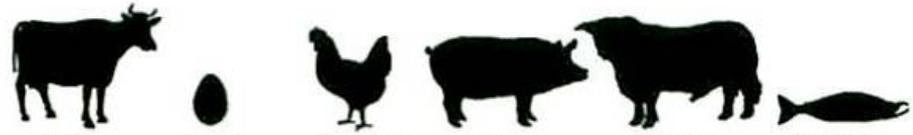


横軸は世界各国の一人当たりGDP (アメリカを100とした相対値)を、縦軸は主食(穀類+いも類)の熱量供給比率を示す。●と傾向線は2003年の値、×は1980年の値。データは、FAOSTAT、行政院農業委員会、およびPenn World Table Version 6.2/the University of Pennsylvaniaより。



横軸は世界各国の一人当たりGDP (アメリカを100とした相対値)を、縦軸は動物性食品(肉+水産品+卵+乳製品)の熱量供給比率を示す。その他は、図1と同じ。

極めて非効率な食肉生産



| | 牛乳 | 卵 | 鶏 | 豚 | 牛 | 魚 |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 可食部1kgの生産に必要な飼料 (kg) | 1.1 | 2.8 | 4.5 | 7.3 | 20.0 | 1.4 |
| 窒素吸収率 (%) | 30 | 30 | 20 | 10 | 5 | 40 |

Source: Smil (2001) Enriching the earth. The MIT Press.

何を食べるかで投入エネルギーは変わる



SOURCE: Carlsson-Kanyama, A. et al., Ecological Economics 44, Issues 2-3 (March 2003)



投入エネルギーも大きい現代の食料生産

POWER FOOD: Energy Used for a Week's Meals

- Food supply 170 MJ/wk
- Primary packaging 25 MJ/wk
- Transport packaging 12 MJ/wk
- Transport from fac
- Retailing 10 MJ/wk 農業生産
- Travel to shops 5 MJ/wk
- Home storage 58 MJ/wk
- Home cooking 46 MJ/wk

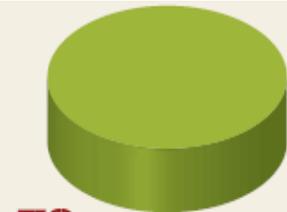
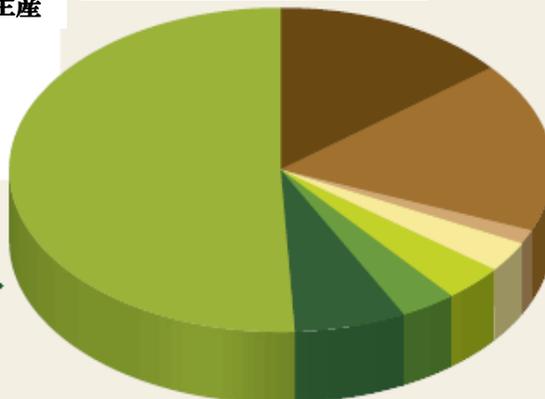
In the United Kingdom, one study concluded that the amount of energy that goes into producing a week's supply of food is nearly five times greater than what the eater gets out of the final product.

農場から食卓までに
必要なエネルギー

人間が摂取でき
るエネルギー

338 MJ/person/week

Energy to produce and deliver food from field to fork

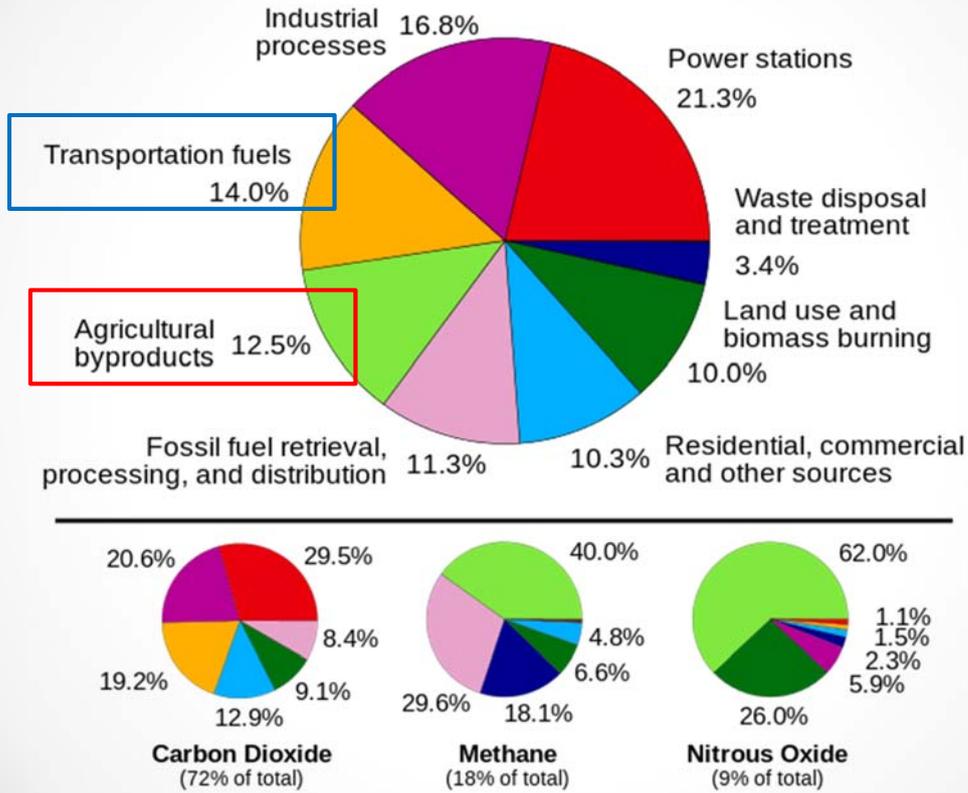


73 MJ/person/week

Energy that the average person gets in a week from all food

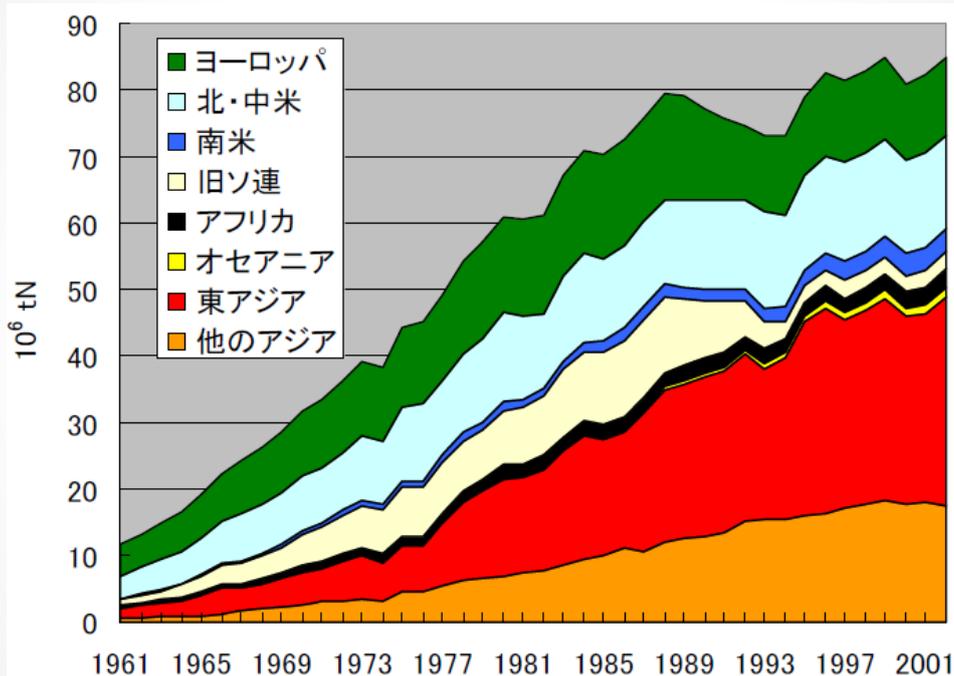
SOURCE: INCPEN UK

農業は大きな温室効果ガス排出源となっている



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Greenhouse_Gas_by_Sector.png

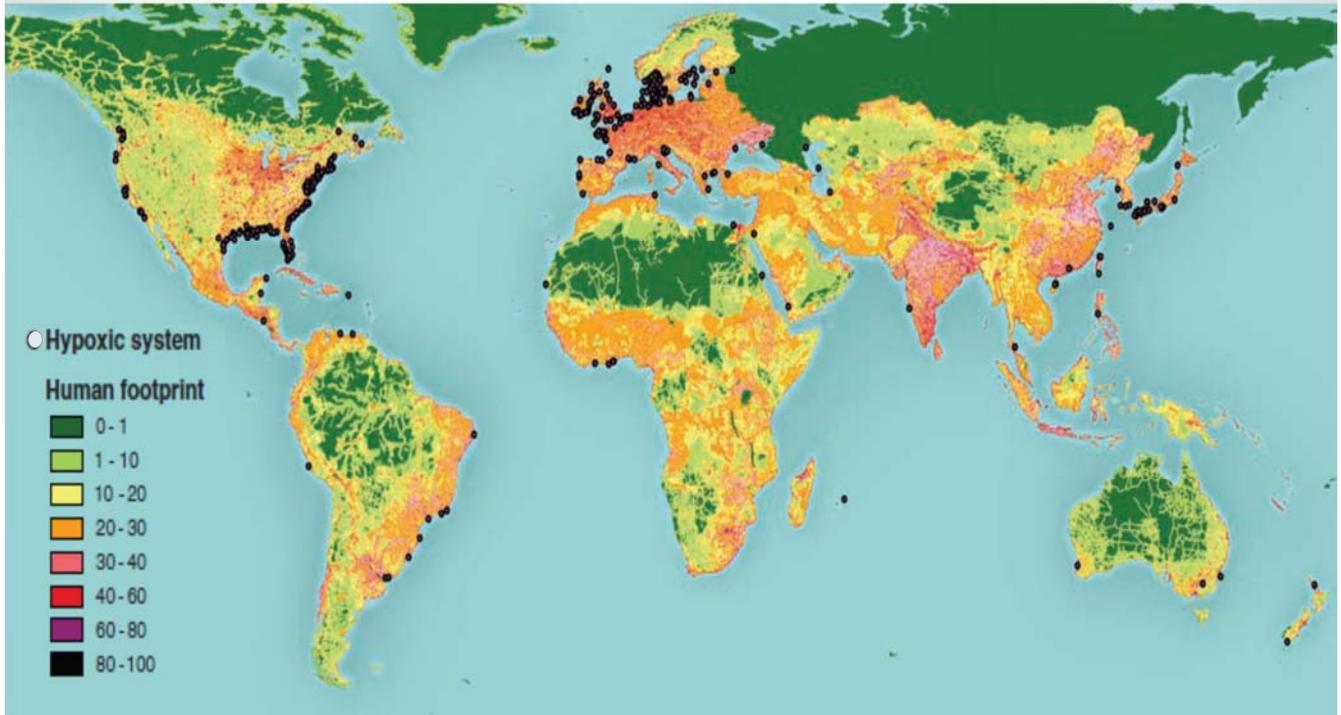
窒素肥料消費量の変化



世界の窒素肥料消費量の推移

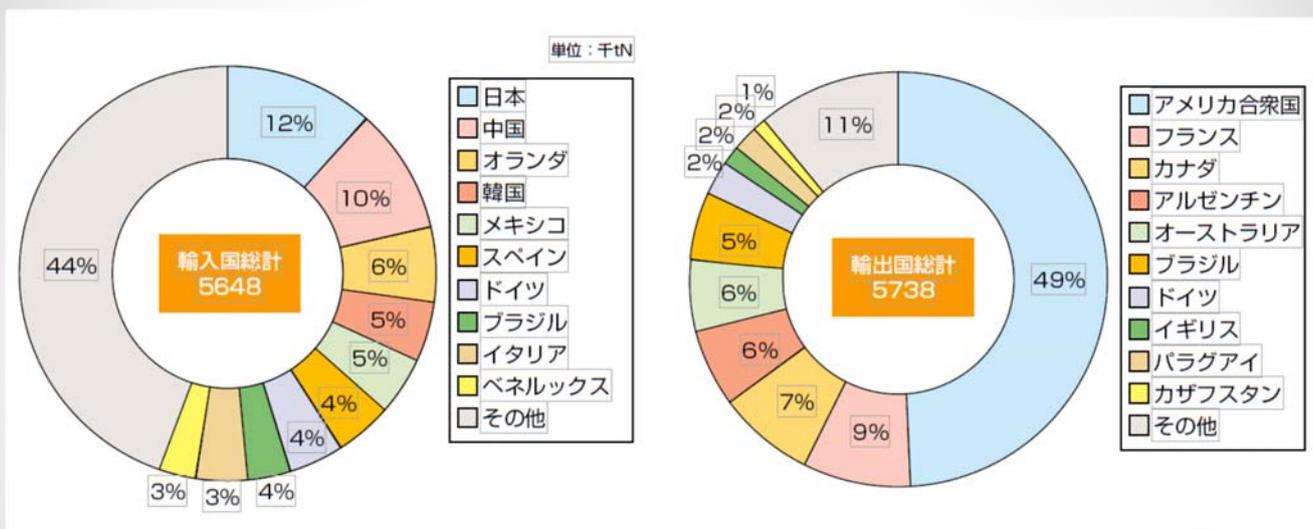
FAO Statより

世界中に広がる富栄養化の影響



Source: Diaz et al. (2008) *Science* **321**, 926.

歪んだ窒素循環



世界各国の小麦・とうもろこし・大豆・大麦の1995年～1997年の輸出入量について、3年間の平均値をとり、各作物の窒素含有率を乗じて積算し、輸出入窒素量を算出

バイオマス利活用システムの設計と評価 農研機構

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/soshiki/soshiki07-shigen/01shigen/sekkeitohyouka.html>

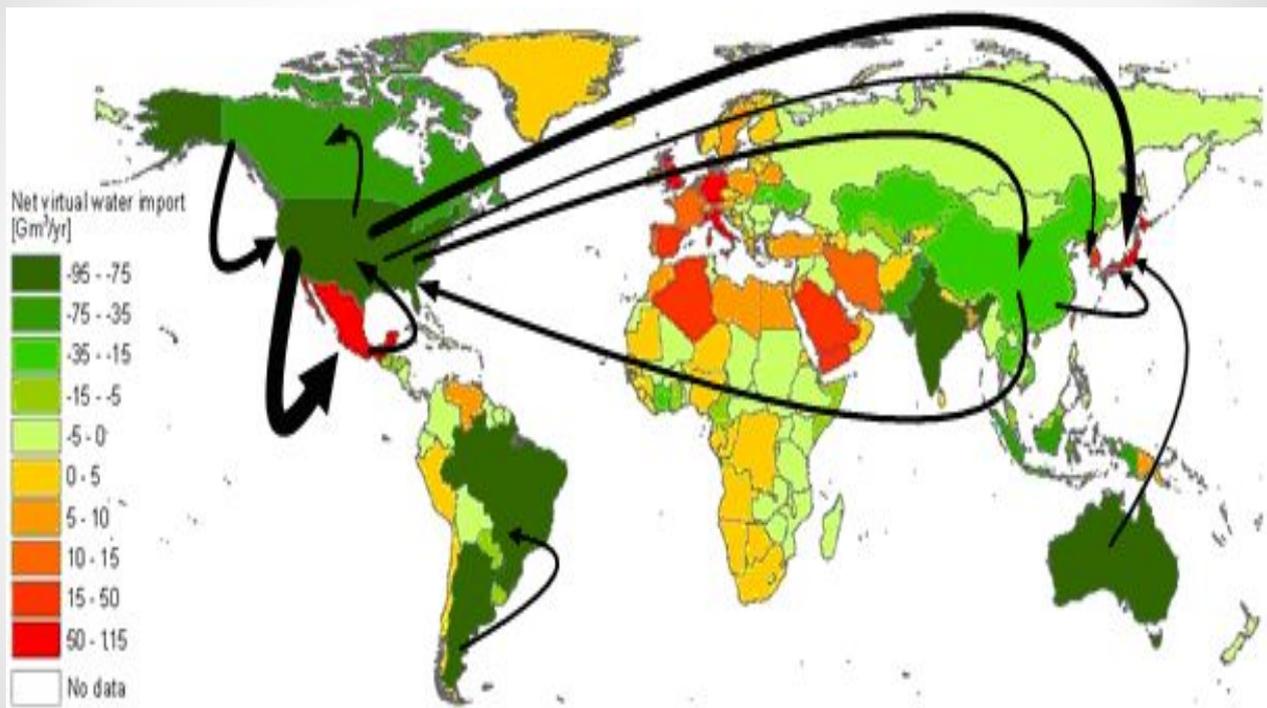
作物生産には水が大量に必要

- 農作物1キログラムを生産するのに必要な水

| 農産物名 | 水量 | 農産物名 | 水量 |
|--------|-------|------|--------|
| 米 | 3.6トン | 牛肉 | 20.6トン |
| 大麦 | 2.6トン | 豚肉 | 5.9トン |
| 小麦 | 2.0トン | 鶏肉 | 4.5トン |
| トウモロコシ | 1.9トン | 卵 | 3.2トン |
| 大豆 | 2.5トン | | |

沖 2003より

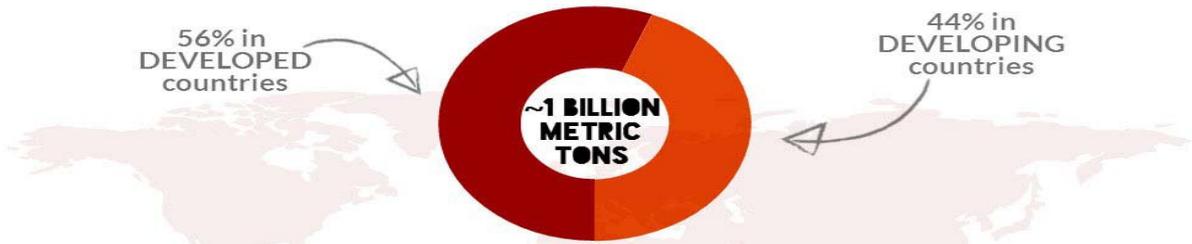
仮想水（Global water foot print）



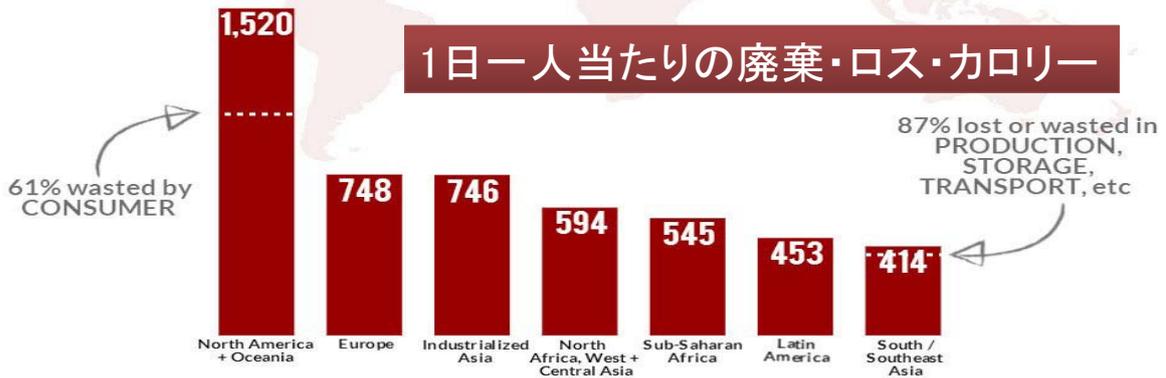
Water foot print Mekonnen and Hoekstra (2011).

生産された食料のうち1/4から1/3は廃棄・ロスとなっている

HERE'S THE BREAKDOWN:

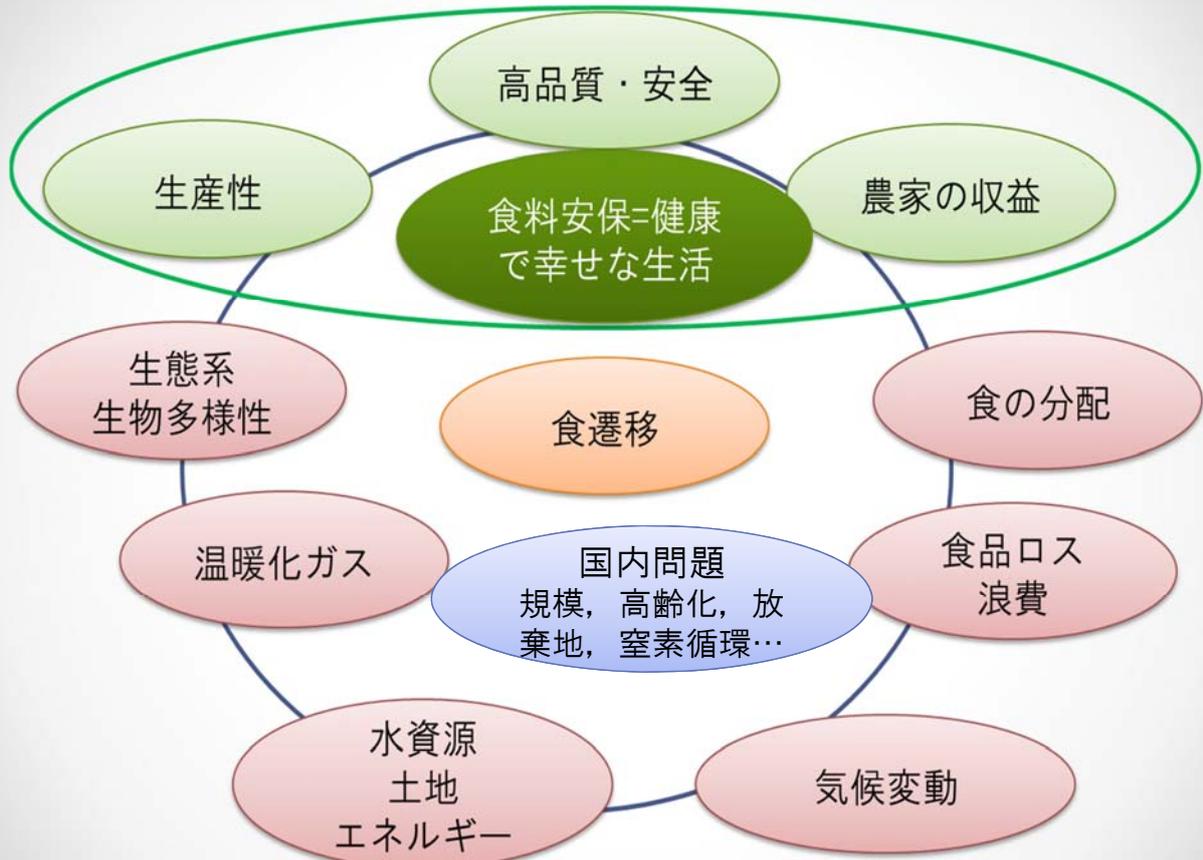


THOSE LOST CALORIES COULD FILL HUNGER GAPS IN THE DEVELOPING WORLD



LEARN MORE AT WWW.WORLDBANK.ORG/FOODPRICEWATCH

SOURCES: FAO AND WORLD RESOURCES INSTITUTE



スマート化＝持続的で必要十分な食料生産

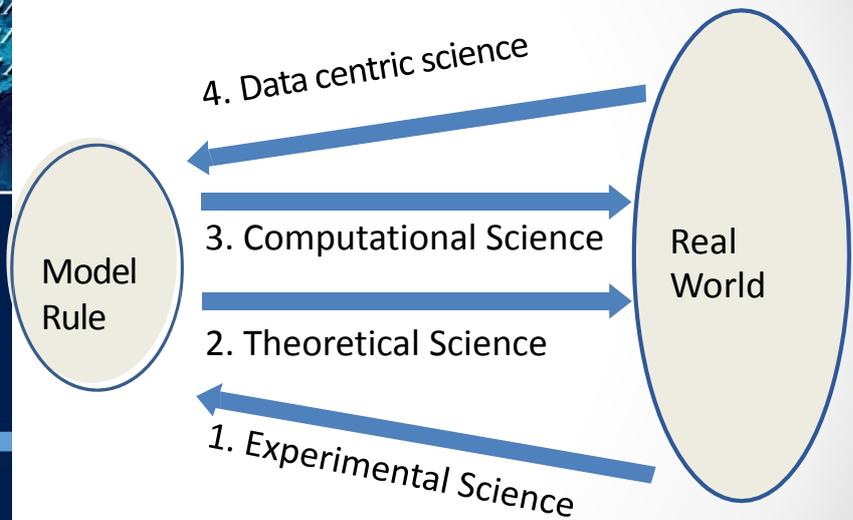
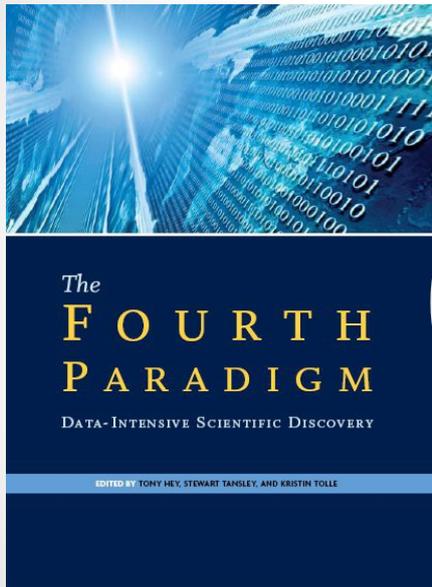
- 環境や生物多様性を保全しながら高い生産性の実現
- 限られた土地, 水, エネルギーの効率的・効果的利用
- 気候変動下, 極端気象頻発下での安定生産
 - 寡雨, 多雨, 乾燥, 高温, 低温, 強風, 洪水, 病害大発生, ..
- 高品質と安全性
 - QOL
- 農家の持続性
 - 利益, 高齢化
 - 無人化, 軽労化
- 地域特異性への配慮
 - 気候風土, 作目・品種・栽培方法, 地域文化, 経験知, ...
- 食のパターン変化(食遷移)への対応
 - 何を食べるか, いかに捨てないか

極めて複雑な最適化問題

二つの解決アプローチ

- 生命原理（生物科学, 植物科学）, 物理法則などをベースに理論を積み上型で解決
- 大量のデータを元に法則を発見, ブラックボックス化も許容しながら問題解決

4th Paradigm in Science to data centric science



<http://research.microsoft.com/en-us/collaboration/fourthparadigm/contents.aspx>

データ中心科学で迫るために

- センサー・イノベーション IOT
 - 効率的なデータ収集
 - 農家の知識の収集と伝達
- レガシーデータの活用
 - 大量の過去データ
 - デジタル化
- データ統合と効率的利用
 - 地球レベルのデータ統合 GEOSS
 - シームレスなデータ統合基盤
 - 農業クラウド・データベース
- データ解析・シミュレーション・意思決定支援
 - リスク管理, データマイニング, 知識抽出
 - ビッグデータ操作
 - APIの充実
- コミュニケーション・イノベーション
 - 効率的知識伝達
- サービス科学

Big data

モデル例

複数モデル統合による最適点の発見

- 収量 $y = f_y(G, E, M)$

P:phenotype G: genotype E:Environment M: Management

.....

- 品質 $q = f_q(G, E, M)$
 - 窒素流出 $n = f_n(G, E, M)$
 - 水要求量 $w = f_w(G, E, M)$
-
- 温暖化ガス排出 $h = f_h(G, E, M)$

•



ありがとうございました

二宮正士 snino@isas.a.u-tokyo.ac.jp

•