

環境の世紀14 中間総括～interlude～

環境三四郎 環境の世紀プロジェクト

目次

- 今までの授業の振り返り
- 環境三四郎からの発表
 - バイオマス利用から生じる環境問題
 - 原子力発電から環境問題を見る

講義構成

■ 第1部「地球環境とバイオマス」

→地球環境問題をエネルギー問題を俯瞰した上でそれらにおいてのバイオマスの位置づけを確認する。

■ 第2部「様々なアプローチ」

→バイオマスを窓口として地球環境問題に関連する様々なトピックを見る。

■ 第3部「政策・実践の現場から」

→現実の政策に関わっている方々からの講義を聞いて、第1部、第2部で学んできた視点を生かして、自分なりに実際の現実を分析できるようになる。

第1部「地球環境問題とバイオマス」

■第1回・・・山地先生

「地球環境問題とエネルギー～バイオマスの役割～」

■第2回・・・加藤先生

「諸外国におけるバイオ燃料生産と食料環境問題」

■第3回・・・花木先生

「都市環境から見るバイオマスマネジメント」

第1回 山地憲治先生(大学院工学系研究科 電気系工学専攻) 「地球環境問題とエネルギー～バイオマスの役割～」

- 環境・エネルギー問題についての俯瞰
- バイオマスについて
- 日本におけるエネルギーやバイオマス
- バイオマスの特徴と問題点



第2回 加藤信夫先生(農林水産政策研究所国際食糧情報分析官) 「諸外国におけるバイオ燃料生産と食料環境問題」

- バイオマスの
エネルギー利用技術
- バイオ燃料の生産状況
- バイオ燃料政策の特徴
- 諸外国の状況
 - アメリカ、ブラジル、タイ、EU
- バイオ燃料と食料・環境面の
課題と効用



第3回 花木啓祐先生(大学院工学系研究科 都市工学専攻) 「都市環境から見るバイオマスマネジメント」

- 都市の物質フローの俯瞰
- 都市バイオマスのマネジメント
 - 廃棄物、下水の2種類
- ライフサイクルアセスメント(LCA)



第2部「様々なアプローチ」

■第4回・・・井上先生

「持続可能なバイオ燃料の生産と利用」

■第5回・・・森田先生

「バイオマス利用の日本型モデル『イネイネ・日本』プロジェクト」

■第6回・・・鈴木先生

「食料・エネルギーを経済で斬る」

第2部「様々なアプローチ」

■第7回・・・横山先生

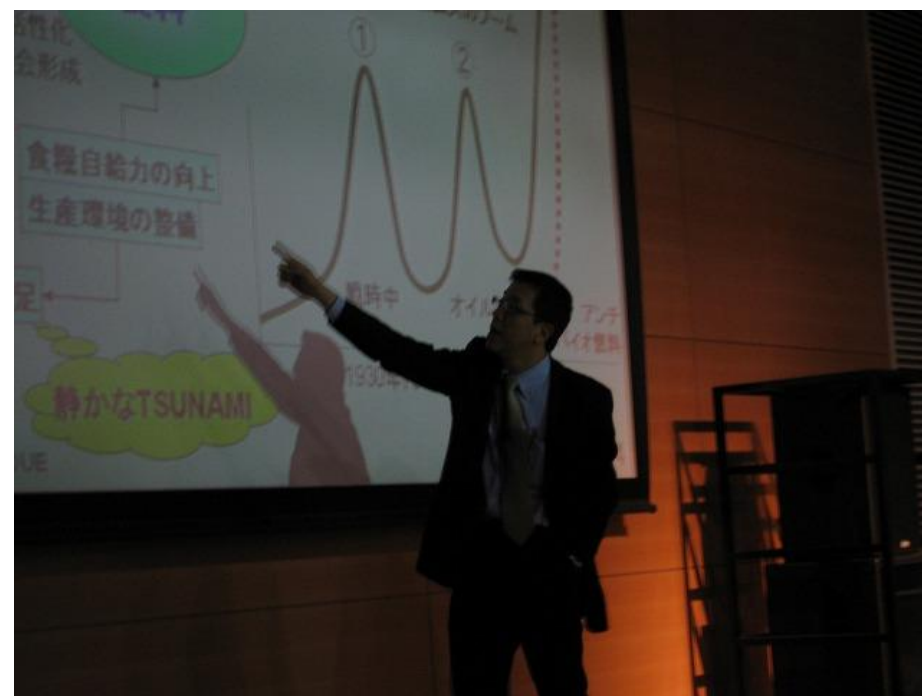
「バイオマスエネルギー変換技術の将来展望」

■第8回・・・松本先生

「新エネルギー導入と社会的意思決定」

第4回 井上雅文先生(アジア生物資源環境研究センター) 「持続可能なバイオ燃料の生産と利用」

- バイオマスとは
- バイオ燃料政策
- バイオ燃料生産における諸課題
- 3つのSecurity
 - Climate, Food, Energy



第5回 森田茂紀先生(大学院農学生命科学研究科・農学部附属農場)

「バイオマス利用の日本型モデル『イネイネ日本プロジェクト』」

■ バイオエタノールをめぐる状況

■ 「イネイネ・日本プロジェクト」

- バイオ燃料の日本型モデル
- 休耕田で、
- 資源・エネルギー作物のイネを、
- 低投入栽培・ホールクropp利用で栽培する。
- 最終目標は持続型社会・低炭素社会



第6回 鈴木宣弘先生(農学国際専攻国際環境経済学研究室)

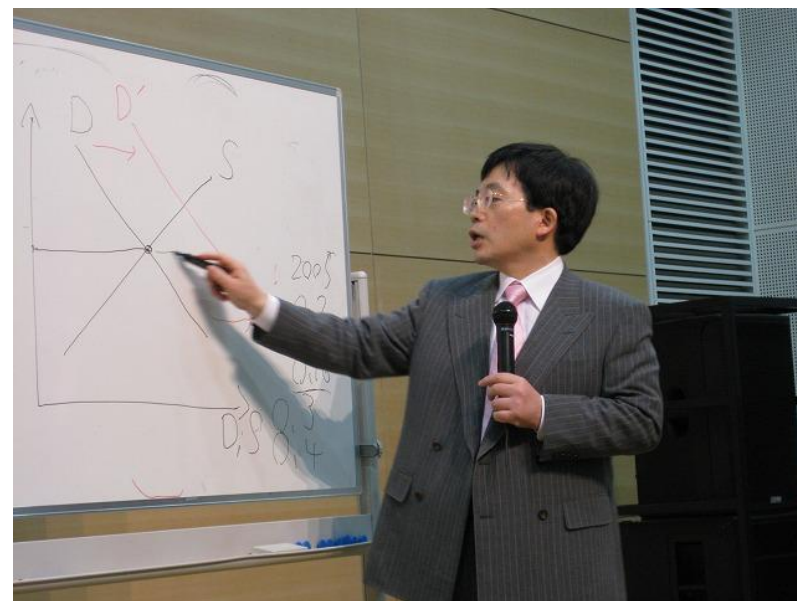
「食料・エネルギーを経済で斬る」

■穀物価格高騰の捉え方

- バイオ燃料推進の経済的側面
- 予想以上の価格上昇の原因

■食糧需給

- 食料需要の増大の過大評価の可能性
- 食料価格は本来変動するもの



第7回 横山伸也先生(大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻) 「バイオマスエネルギー変換技術の将来展望」

- 日本の実情に即したバイオマス技術の開発
- バイオマスの直接液化
- バイオエタノールの可能性
- BDFの可能性
- 日本のバイオマス技術の展望



第8回 松本三和夫先生(大学院人文社会系研究科・文学部 社会文科研究専攻)

「新エネルギー導入と社会的意思決定」

- 科学社会学とは何か
- 技術開発と環境問題との関わり
 - 「サンシャイン計画」を例に
- 環境問題における科学社会学の必要性



第3部「政策と実践の現場から」

■第10回・・・迫田先生

「バイオマスタウン～地産地消型バイオマス利活用～」

■第11回・・・太田先生（新日本石油）

「新日本石油(株)の総合エネルギー企業としての環境及びエネルギーに対する取り組み」

第3部「政策と実践の現場から」

■第12回・・・渡辺先生（経済産業省）

「日本のエネルギー安全保障と再生可能エネルギー普及の現状」

■第13回・・・室石先生（環境省）

「地球温暖化対策とバイオ燃料の普及」

環境三四郎からの発表

■ バイオマス利用から生じる環境問題

■ 原子力発電から環境問題を見る

アメリカ中西部の環境問題 から見るバイオマス

2008年度文科三類19組

中山 惇

本プレゼンテーションの主旨

- 一口に環境問題といっても様々な問題がある。
Ex) 地球温暖化・酸性雨・森林破壊・都市公害・水資源問題
生態系破壊・ゴミ問題・砂漠化 etc
- 多様な環境問題はそれぞれが密接な関係を持っている。
Ex) 地球温暖化と生態系破壊 etc
- 私はこのプレゼンテーションで、環境政策の一つバイオマス政策と、
同じく環境問題の一つ地下水枯渇問題との関係について発表します。

バイオマスの利点と欠点

■利点

- ・温室効果ガスの削減に役立つ。
- ・農作物という再生可能な資源をエネルギー源として使用できる。
- ・ブラジルなどですでに十分な実績がある。

etc

■欠点

- ・農作物を使用するため、食用作物との競合が懸念される。
- ・高度な技術を必要とするため、利用できる国が限られる。
- ・気候変動に左右されやすく、安定した供給が見込めない。

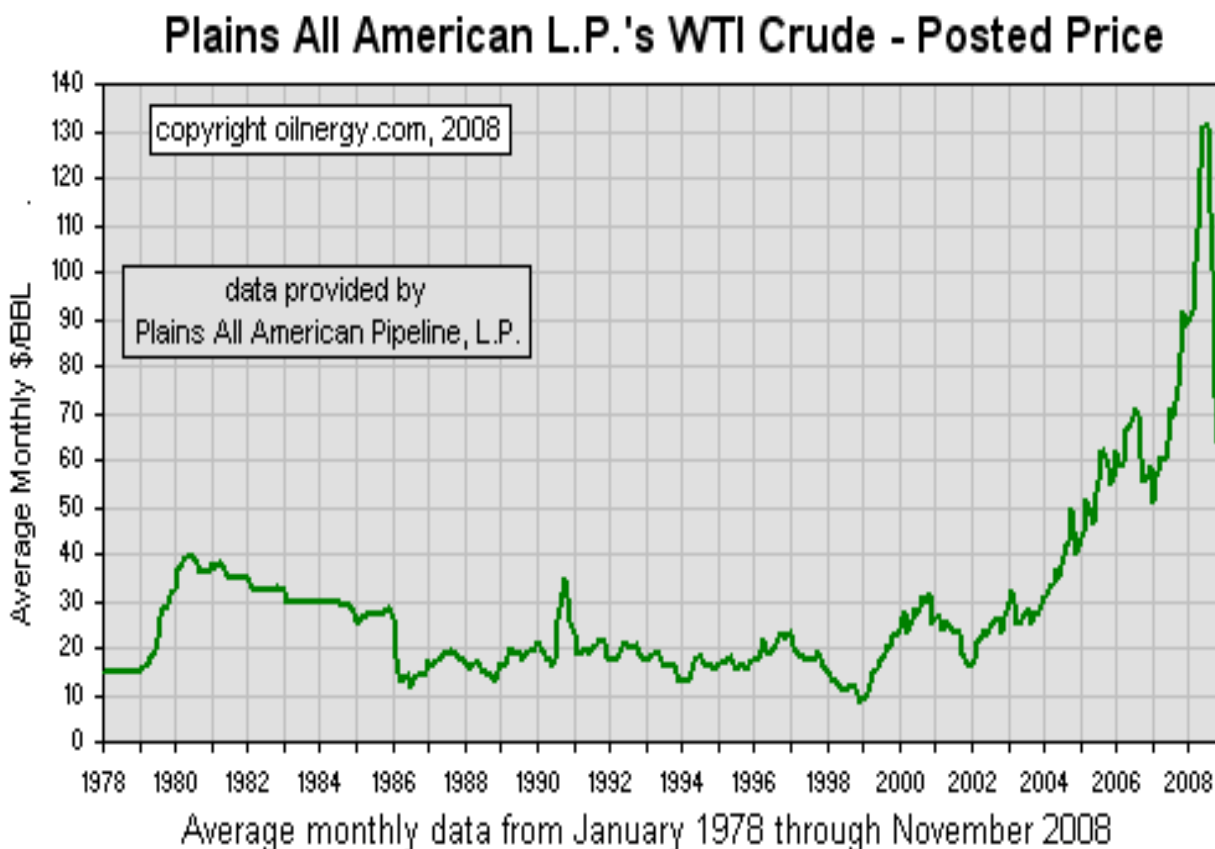
etc

バイオマスエネルギーに着目したアメリカ合衆国

■エネルギーの安全保障という側面

・近年、エネルギー供給源の主力であった石油の価格が高騰、不安定。

→中東諸国との国際関係問題や、有限資源である石油の枯渇問題も影響し、再生可能で自国で生産できるバイオマスエネルギーを利用する政策を打ち出す。



アメリカ合衆国のバイオマス政策

■バイオマスエネルギーの拡大を推進する理由

- ・エネルギー安全保障
- ・地球環境の保全
- ・農業地帯の地域経済の活性化
- ・バイオマス国際市場の形成

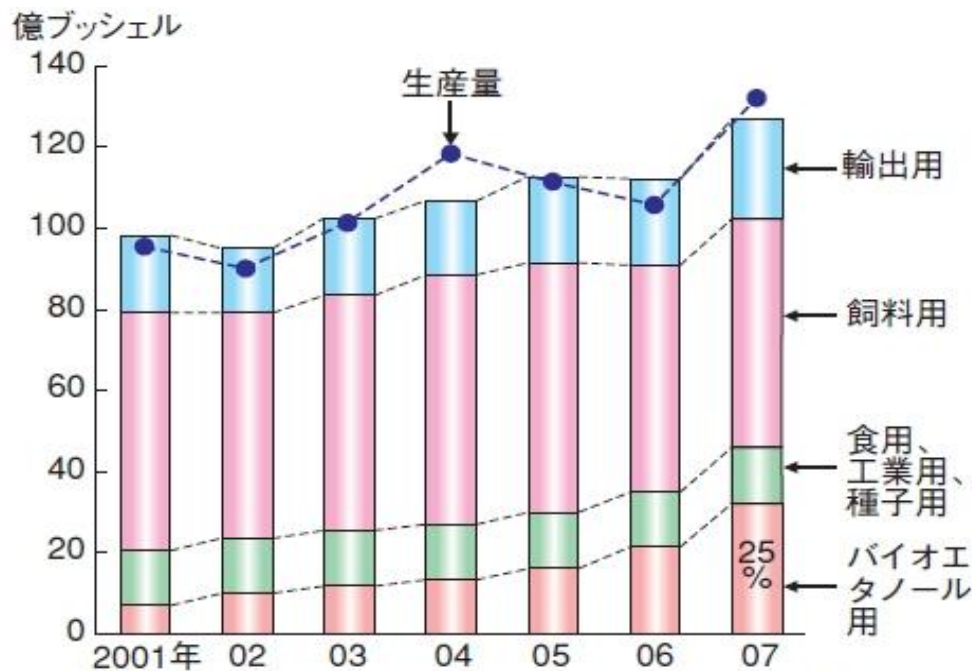
...2000年比で2010年には3倍に利用を拡大するという目標。

■利用促進のための具体的な政策

- ・燃料販売業者にバイオエタノール使用量を義務付け(RFS)。
 - ・バイオエタノール推進事業実施団体には税制上の優遇。
 - ・小規模バイオエタノール生産農家への所得税減税。
 - ・安価な外国産の流入を阻止する輸入関税の導入。
- 手厚い保護政策によって生産量を増加させている。

バイオエネルギー利用目的のトウモロコシ生産拡大

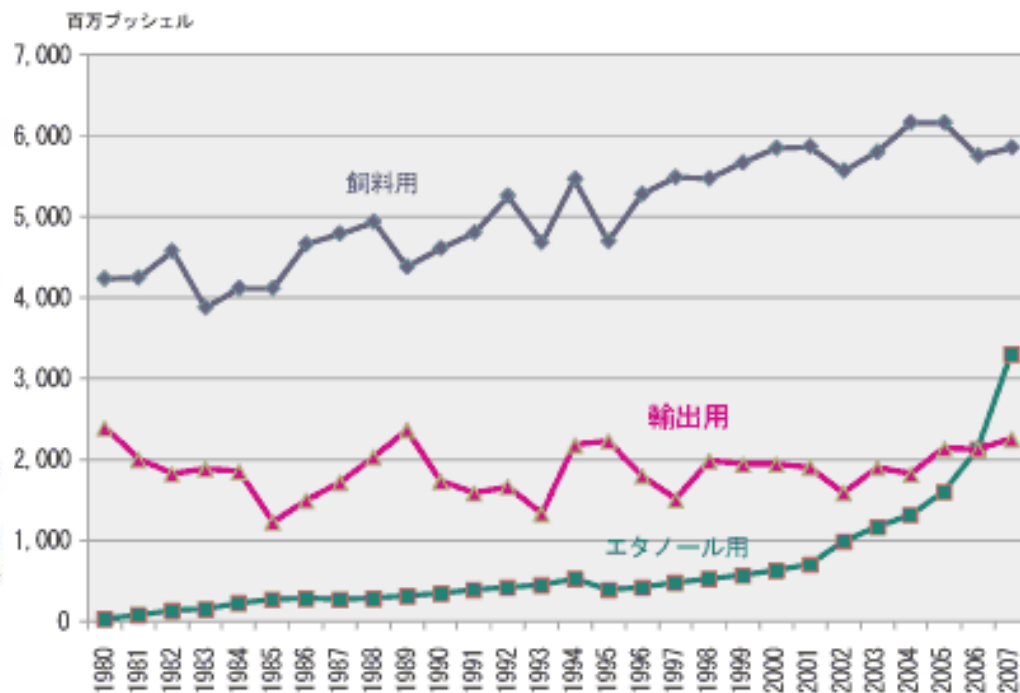
- 2000年代に入り、バイオエタノール生産目的のトウモロコシ生産は年を追うごとに加速度的に増加。
- トウモロコシはグレートプレーンズと呼ばれるアメリカ中西部で主に生産。



資料：米国農務省「Feed Grains Database (March 2008)」を基に農林水産省で作成

注：数字は、生産量に占めるバイオエタノール用の割合

Copyright © 2008 Kankyo Sanshiro All rights Reserved.



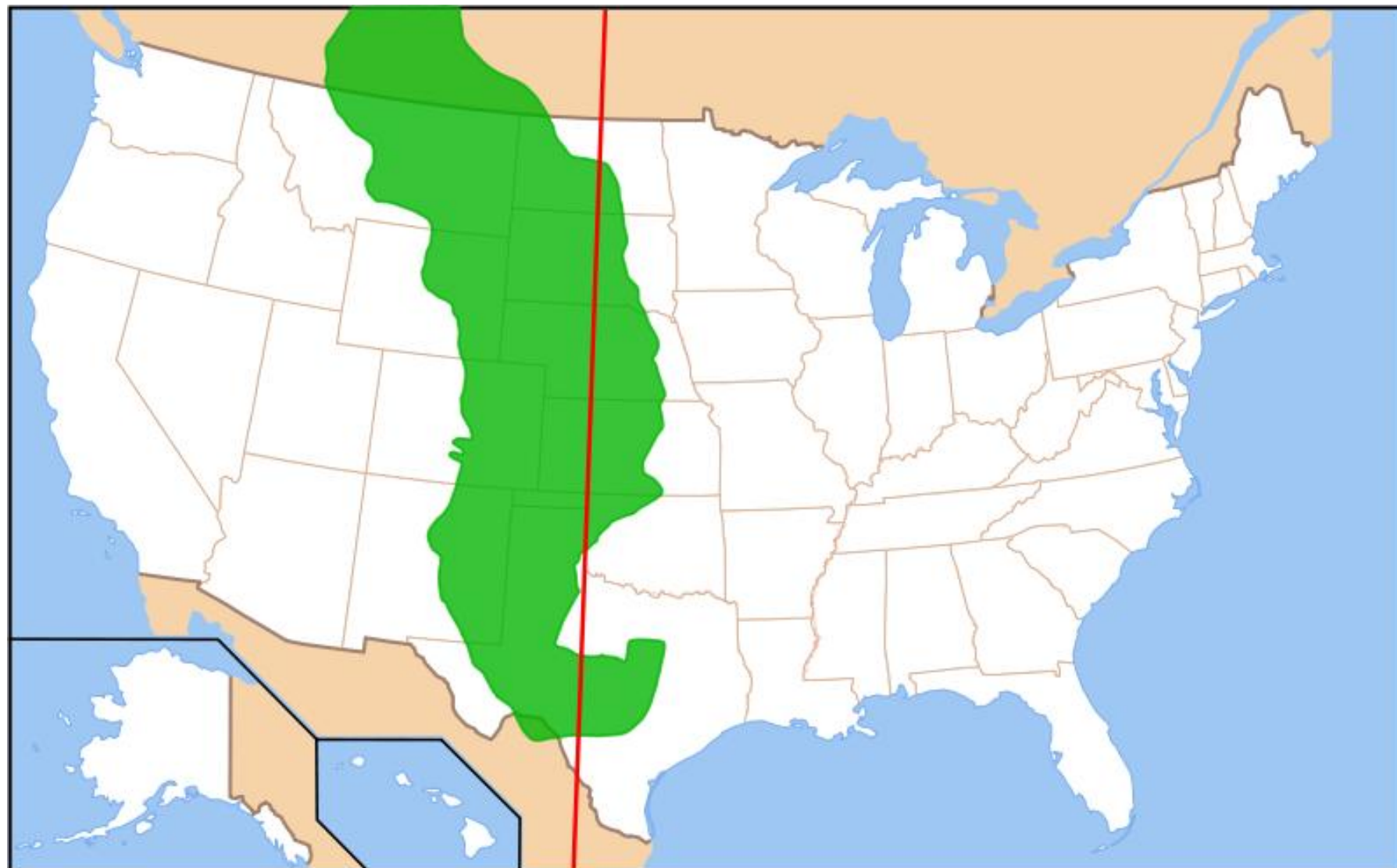
資料：USDA (ERS), Feed Grains Database

地域:アメリカ中西部

- 温暖で乾燥した気候。
- 降水量は少ないものの、豊富な地下水(オガララ帯水層)の存在。
- 広大で平坦な土地。
- 豊富な土地と水資源を活用し、センターピボット方式による大規模な灌漑農業が盛ん。
- 主な生産作物はトウモロコシや大豆、さとうきび。

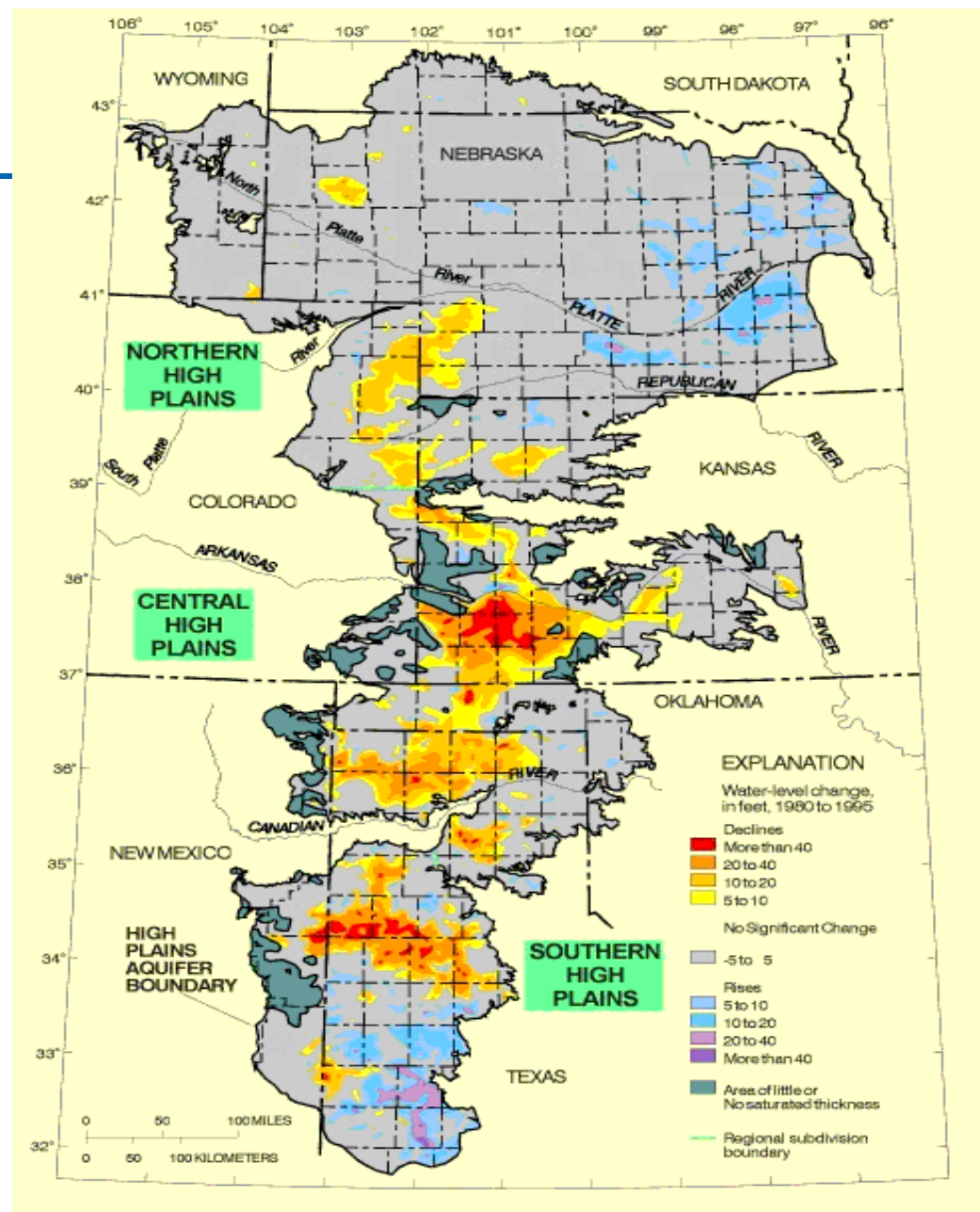


グレートプレーンズ



オガララ帯水層

- アメリカ中西部に存在する地下水層。
- ロッキー山脈の隆起や水流の変化から約500年前に形成。
- 世界最大級の地下水層で、総面積は450,000km²（日本の面積のおよそ1.2倍）。
- 降水量と地表水の少ないアメリカ中西部において、数少ない貴重な水資源。

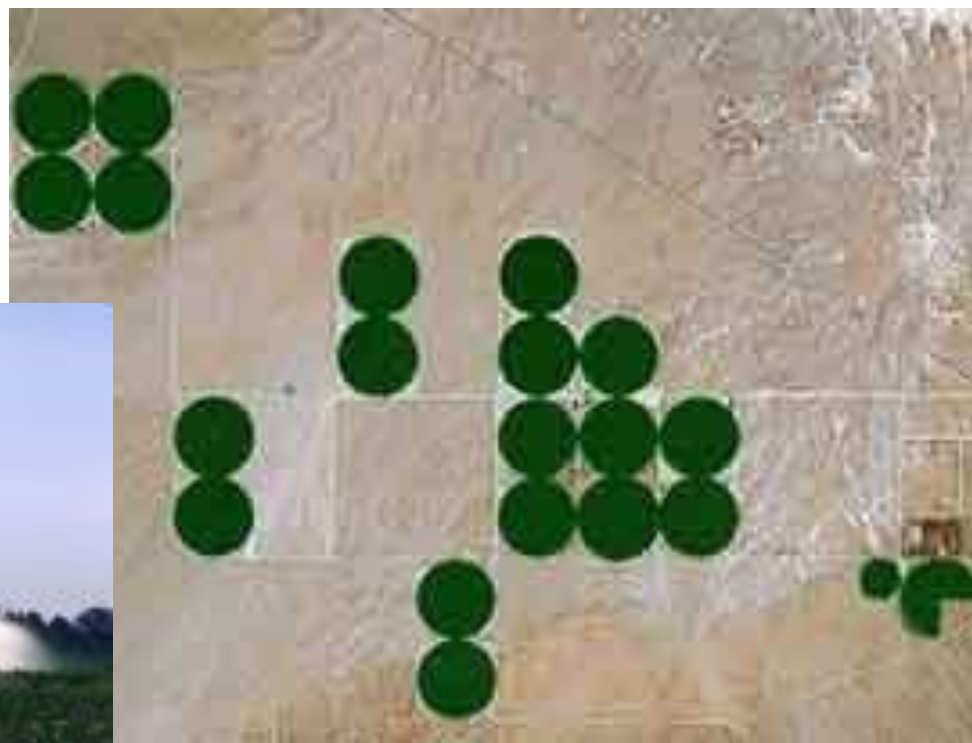


センターピボット方式を用いた農業

- アメリカ中西部で主に発達する、企業的大規模プランテーション農業の一形態。
- 地下水を大量にくみ上げて水を大量に撒水。
- 井戸を中心に水を撒くアームが伸び、半径最大1kmの円状農地が広がる。
- 労働力をほとんど必要とせず生産効率は高いが、水資源の使用効率は悪い。



センターピボット方式を用いた農業



地下水枯渇の問題

- '60年代以降農業生産目的でセンターピボット方式によって過剰なくみ上げを行なったために、近年オガララ帯水層の資源が減少。
- このままのペースで帯水層の水資源を使用を続けると、25年後には使い果たしてしまうという試算も。
- 一部の地域では、すでに全て使い果たしてしまったために耕作が不可能となり、放棄されてしまった農地が出現。

バイオマスと地下水問題の関係

- アメリカでバイオエタノールの生産を主に賄っているのは、トウモロコシ。
- トウモロコシは生産に必要な水の量が他の作物に比べ大きい。
 - ・トウモロコシ1kgを生産するのに必要な水の量: 約6t
 - ・小麦1kgを生産するのに必要な水の量: 約2t→トウモロコシの生産には、小麦の生産時よりも3倍程度多くの水資源を使用しなければならない。

⇒つまり、アメリカ中西部でバイオエタノール目的のトウモロコシを生産すればするほど、オガララ帯水層の使用量も増加してしまう！

【まとめ】環境問題の困難

- 今回私が挙げた例をまとめると、環境政策として実施されているバイオマスエネルギーの利用促進が、オガララ帯水層の水資源枯渇という別の環境問題を悪化させていると言える。
- このようにひとつの環境問題に対処しようと講じた方策が、思いもよらぬ所で他の新たな環境問題を生み、さらには悪化させているということがしばしば起きている。

...これでは環境問題の解決は難しい。

→常に今向き合っているもの以外の環境問題に関しても、与える影響を意識しながら対処してゆくことが必要。

参考文献

- アメリカ合衆国農務省ホームページ <http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>
- 外務省ホームページ <http://www.mofa.go.jp/mofaj/>
- 農林水産省ホームページ <http://www.maff.go.jp/>
- 福島県ホームページ <http://www.pref.fukushima.jp/>
- LIN:畜産情報ネットワーク <http://www.lin.go.jp/index.shtml>
- 和歌山社会経済研究所 <http://www.wsk.or.jp/index.html>
- TV番組: NHKスペシャル『ウォーター・クライシス ～水は誰のものか～』
第二回 枯れ果てる大地 (2005.08.21 放送)

原子力発電から環境問題を見る

環境三四郎 環境の世紀プロジェクト

本プレゼンテーションの趣旨

- 本テーマ講義の第二部では、バイオ燃料に関する政策を進める時に考慮する様々な学問分野や利害関係者に触れた
- 第三部ではそれを踏まえて実際の政策などを分析したい
- その準備運動として、
- 多様な視点から見ることのできる原子力発電に関する問題を取り扱う
- 原子力発電そのものへの賛否は論じない
- レポートへのヒントも織り交ぜる

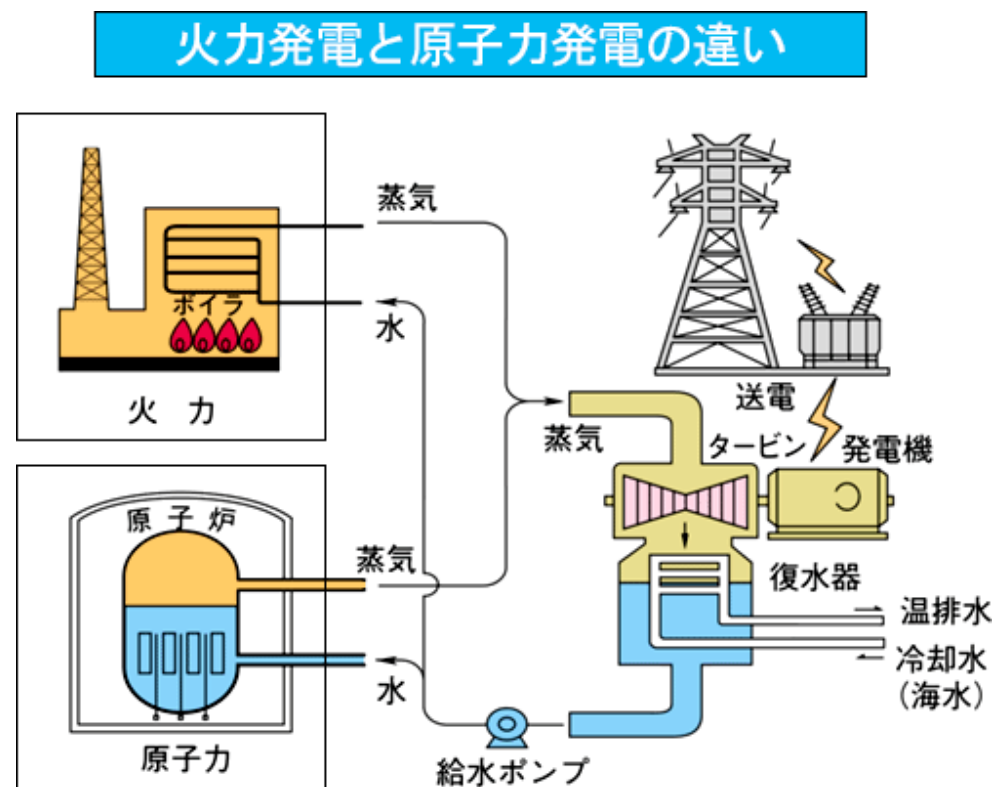
原子力発電とは？

■ウラン資源を原料とした発電方法

- システムは火力発電と同じ
- ウランの核分裂を利用

■1950年代初頭から導入が始まる

- アメリカ、ソ連、日本など



中部電力HPより

なぜ今、原子力か

■温暖化対策

- 石炭・石油などとは異なり、発電過程でCO₂を排出しない発電方法

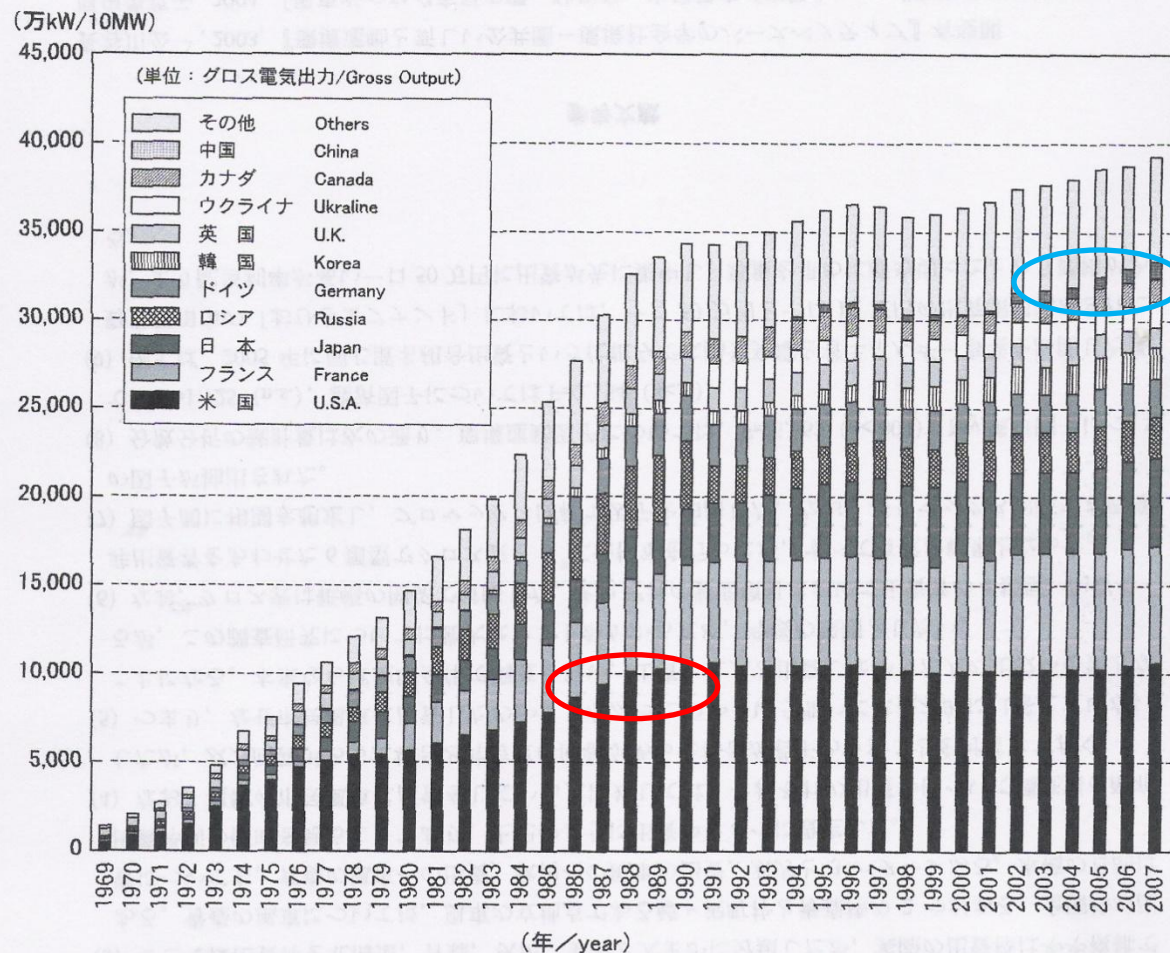
■エネルギー安全保障

- 原油価格高騰
- 原料産地が分散

■施設更新の時期と新興国の需要

世界の原子力発電の現状

- 1979年のスリーマイル島事件、1986年のチェルノブイリ以後の停滞
- アメリカはチェルノブイリ以後、新設はなし
- アジアの伸長



『世界の原子力発電の概要(プレスキット)』より

世界の原子力発電の現状

- 世界で435基、合計出力は3億9,224万1,000kW
(2008年1月1日現在)
- 設備容量
 - 1位アメリカ
 - 2位フランス
 - 3位日本
- 電力の構成比ではフランスが圧倒的なトップ
(原子力比率78%)

世界の原子力発電の動向

■現在は設備更新期である

- アメリカ、ヨーロッパで初期に建設された発電所の更新

■チェルノブイリ以後、停滞していた新規建設も見直されている

- 中国、インドなど新興国で建設ラッシュ

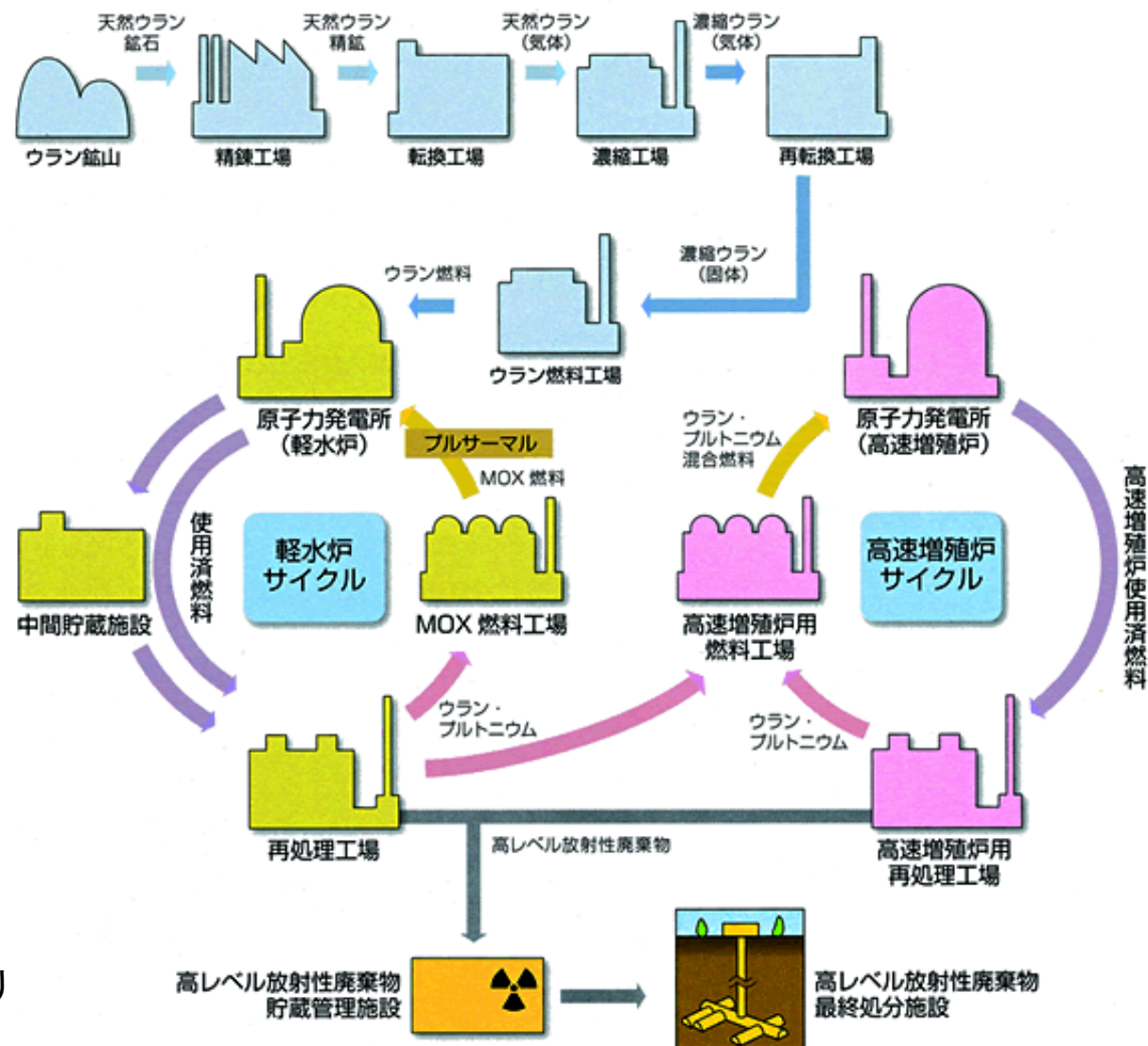
■「脱原子力」の動きを見せた欧州も原発の「再評価」へ

- スウェーデン(原子力比率52%)、ドイツ(同32%)など原発撤廃派の先行きも不透明
- フィンランド、ポーランド、イギリスなどが新設を表明

日本の原子力発電について

- 日本で最も使われている原子炉は軽水炉
 - 低濃縮ウランを用いる
- 核燃料サイクルの推進
 - 使用済み核燃料の再利用を推進する
 - 温暖化対策やエネルギー安全保障にさらに貢献する

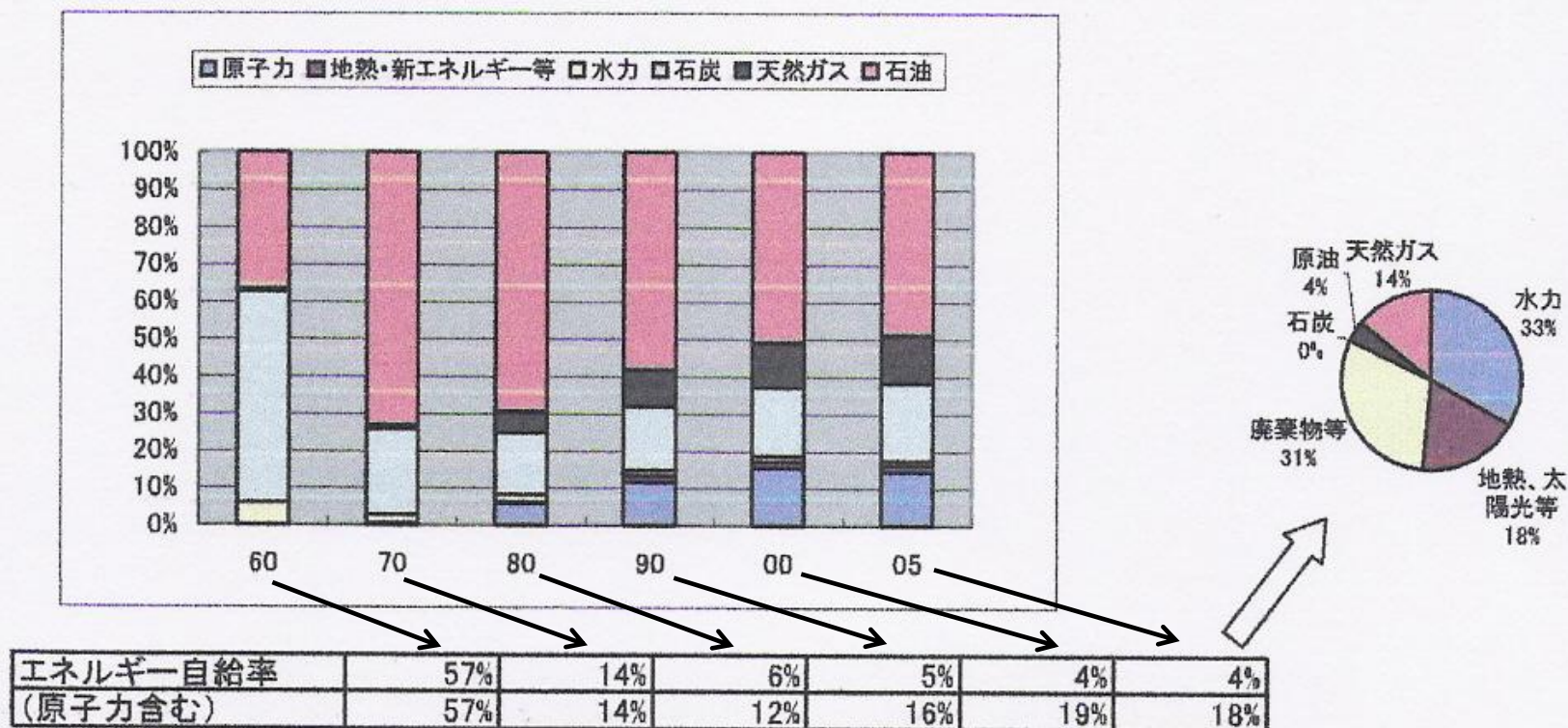
原子燃料サイクル（核燃料サイクル）



資源エネルギー庁より

日本の原子力発電の現状

【第211-4-1】日本のエネルギー総供給構成および自給率の動向



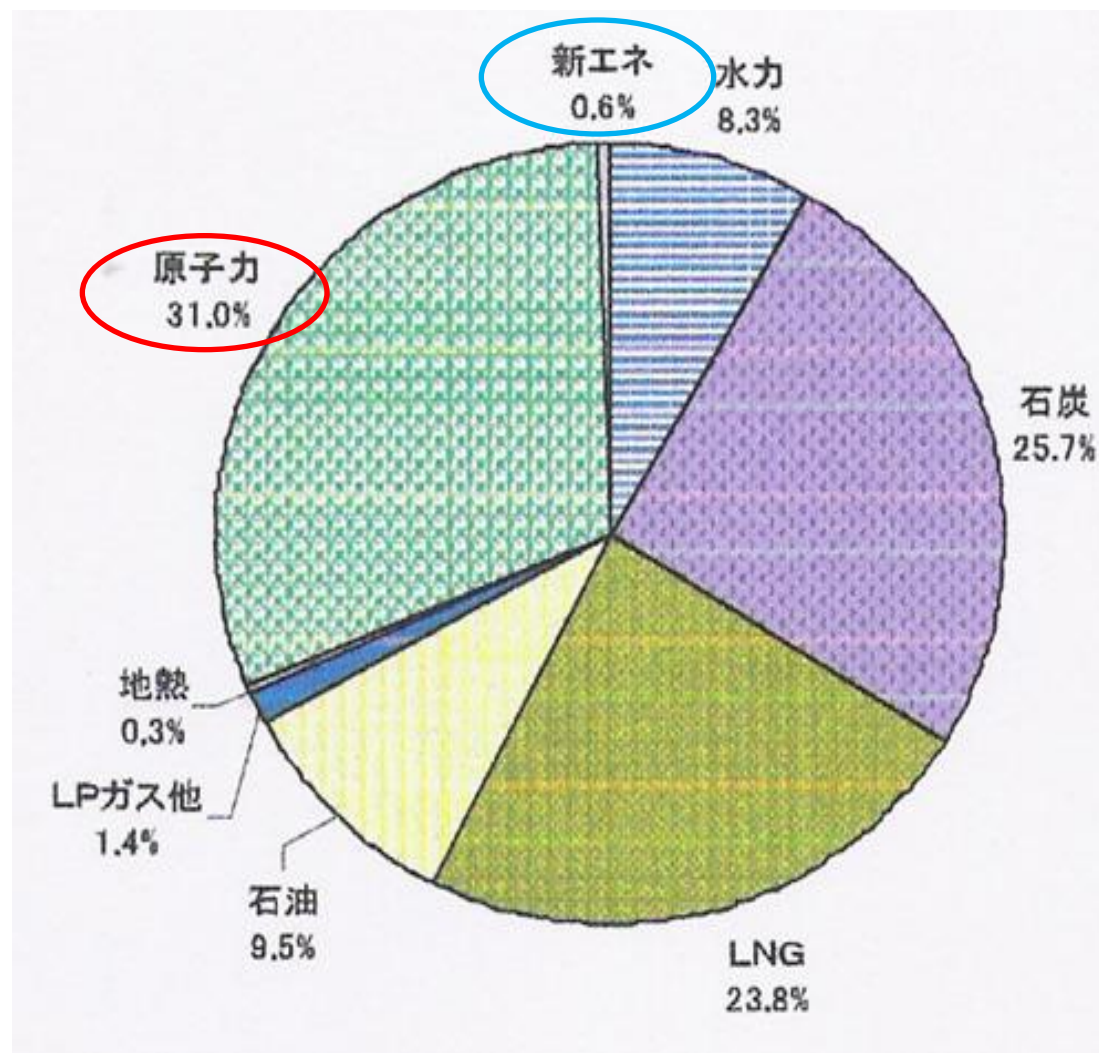
資料：IEA「Energy Balances of OECD Countries 2004-2005」

(注)自給率は水力、地熱、国産の石炭・天然ガスなどの比率であり、()内は供給安定性に優れた原子力を含んだ値。

『エネルギー白書2008』より

日本の原子力発電の現状

- 原子力発電は発電量の
内訳大きな比率
- バイオマスエネルギー
などを含む新エネルギー
は、まだ発電量全体の
中では小さい

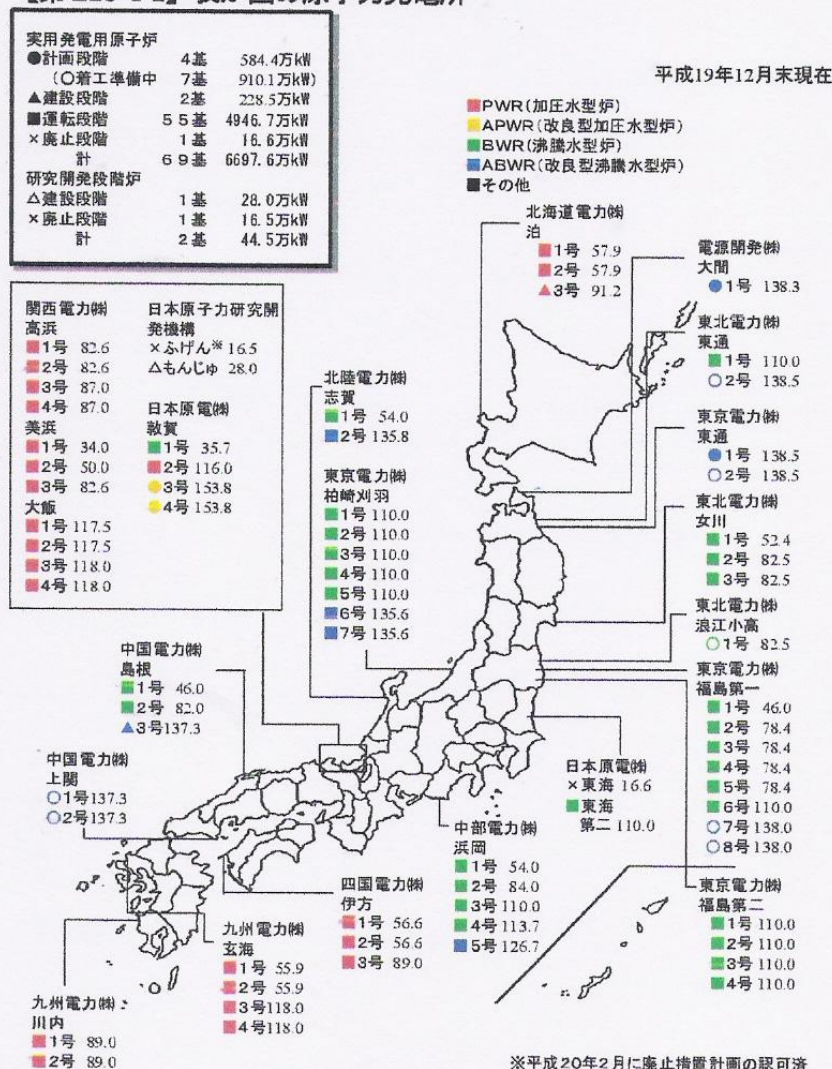


『エネルギー白書2008』より

日本の原子力発電所分布

- 2007年度末で55基、4,947万kWの商業用原子力発電所
- 冷却用に大量の海水が必要なため、沿海部に設置
- BWR(沸騰水型原子炉)とPWR(加圧水型原子炉)だと、BWRの方が多い

【第213-4-1】我が国の原子力発電所



『エネルギー白書2008』より

日本の原子力発電の設備容量・設備利用率

【第 213-4-2】原子力発電の設備容量及び設備利用率の推移



資料：原子力安全基盤機構「原子力施設運転管理年報 平成 19 年度版」

1. 発電所の設備容量：発電設備の能力。発電所がどのくらいの電気を作ることができるかを示す。(W、kW で表す)
2. 設備利用率：発電所が、ある期間において実際に作り出した電力量と、その期間休まずフルパワーで運転したと仮定したときに得られる電力量（定格電気出力とその期間の時間との掛け算）との百分率比。
3. 年間の設備利用率 (%) = $\frac{\text{実際の年間の発電電力量 (kWh)}}{(\text{定格電気出力 (kW)} \times 365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間})} \times 100$

『エネルギー白書2008』より

世界・日本の原子力政策について いくつかの立場から考えてみる

- ここまでは現状確認
- いくつかの分野・立場から世界や日本の原子力政策について考えてみる

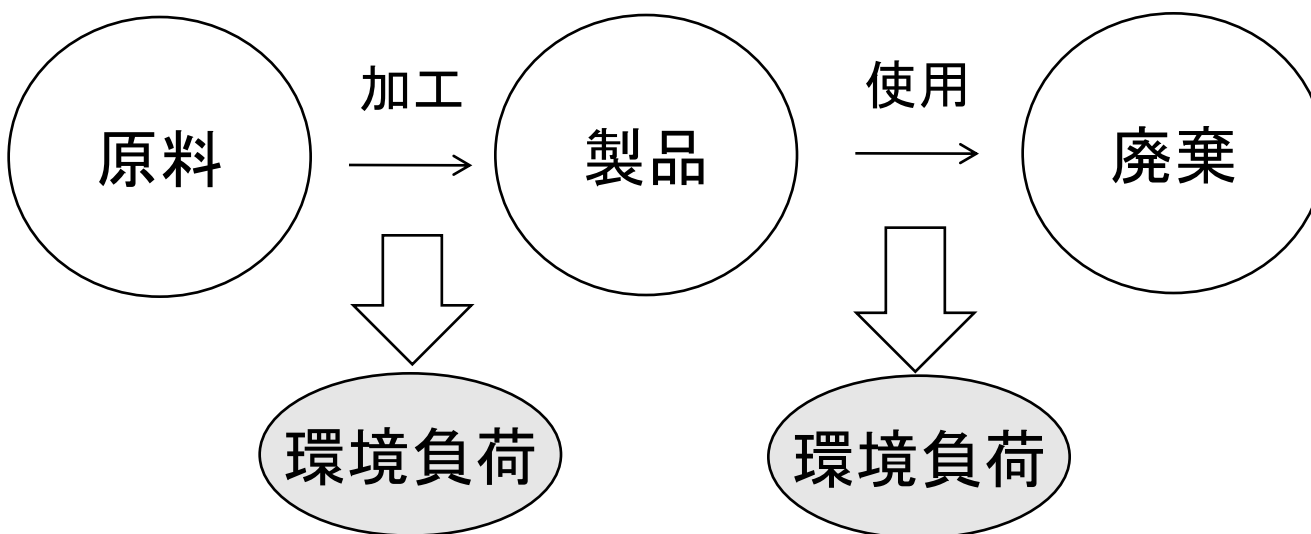
環境の視点から

■温暖化対策の視点

- 石炭・石油などとは異なり、発電過程でCO₂を排出しない発電方法

■LCAの視点から(花木先生の回で出てきました！)

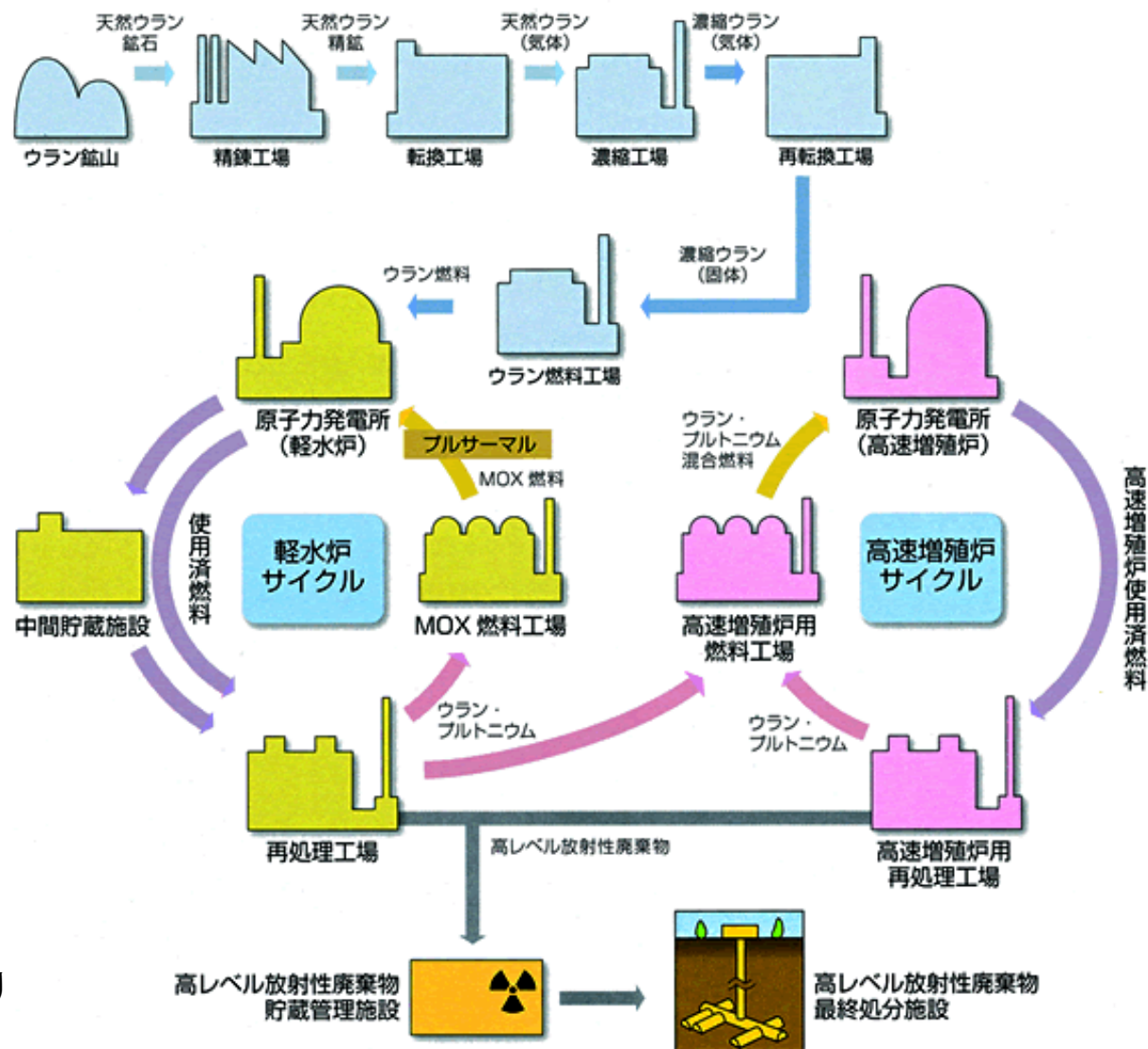
- 製造から廃棄まで(Life CycleでのAssessment)



環境の視点から

- 原子力発電のライフサイクルCO₂を考えてみよう
- 次のような点を考慮
 - 原子力発電所の設置
 - ウランの濃縮
 - 採掘と輸送
 - 廃棄物の処理(再処理でなくワンスルー方式を想定)
 - 原子力発電所の解体

原子燃料サイクル (核燃料サイクル)



資源エネルギー庁より

環境の視点から

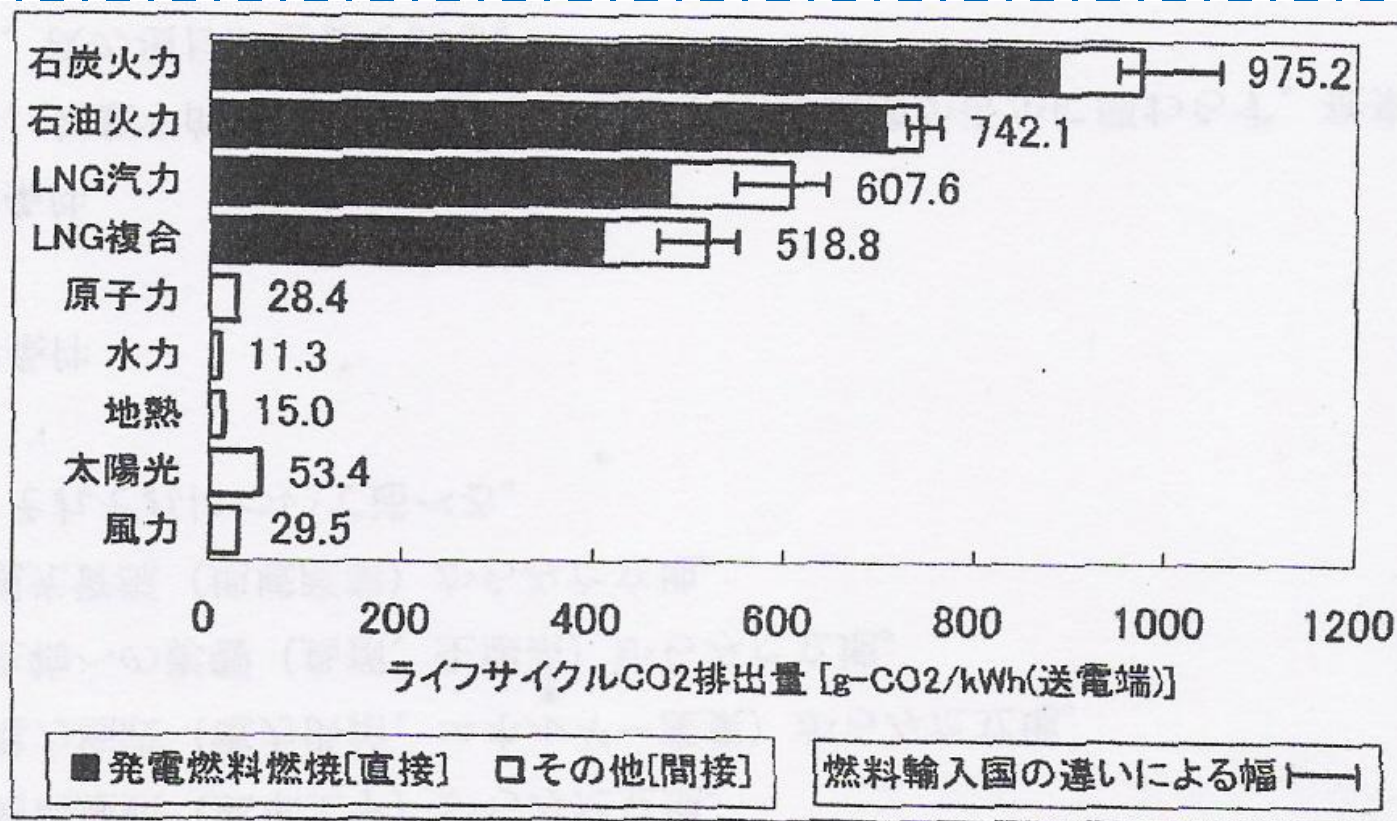


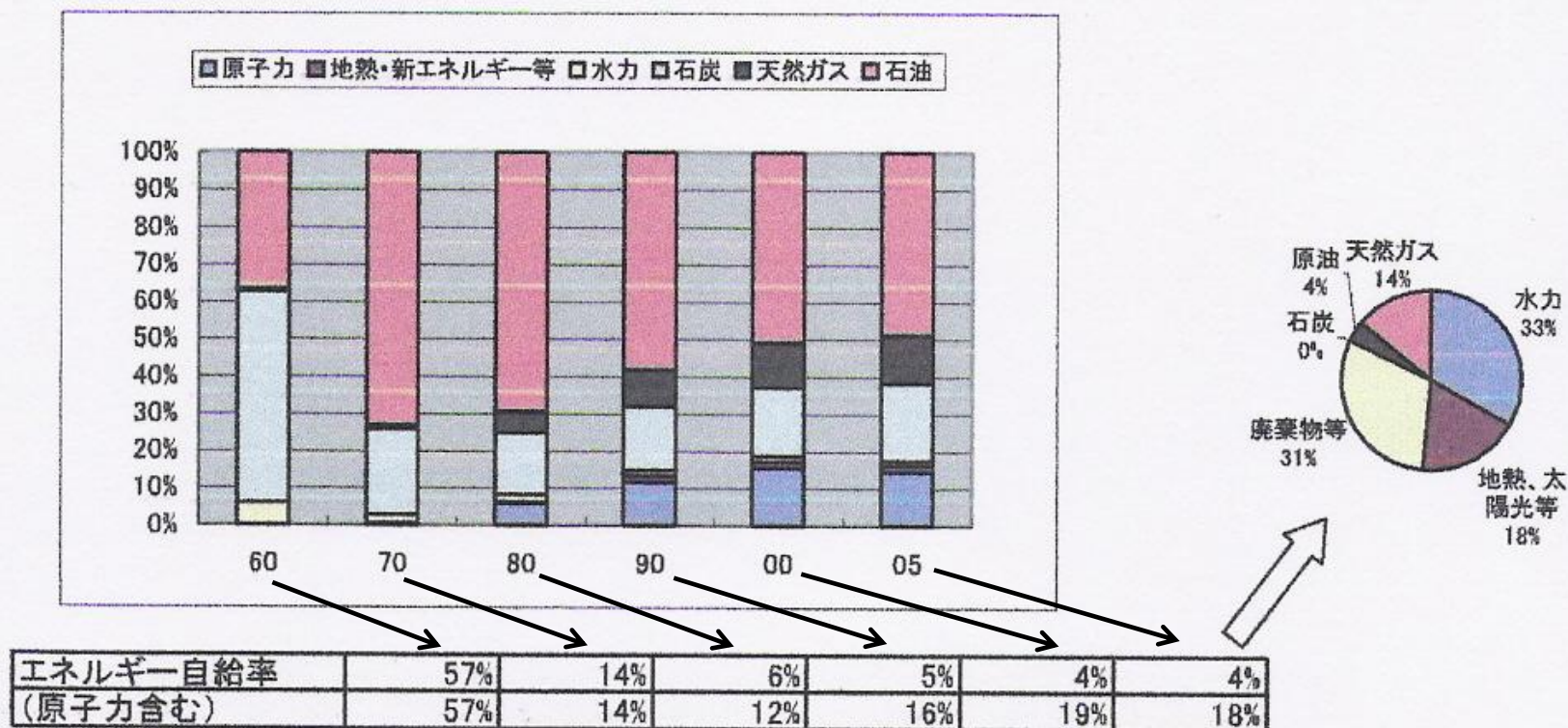
図1 発電技術のライフサイクルCO2排出量(メタンを含む)

Fig.1 Life cycle CO2 emissions of power generation technologies (including CH4)

電力中央研究所報告『ライフサイクルCO2排出量による発電技術の評価』2000年より

エネルギー安全保障の視点から

【第211-4-1】日本のエネルギー総供給構成および自給率の動向



資料：IEA「Energy Balances of OECD Countries 2004-2005」

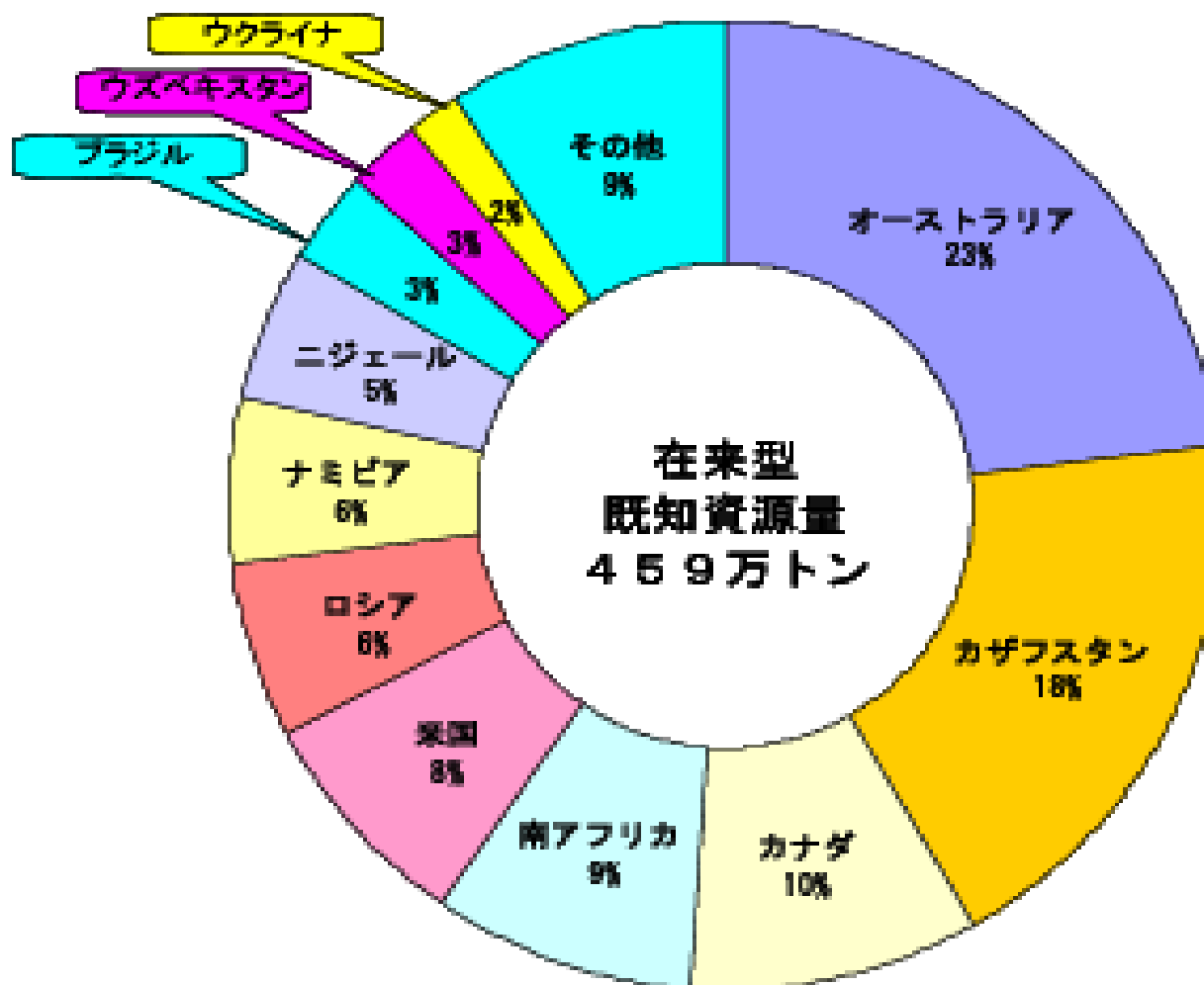
(注)自給率は水力、地熱、国産の石炭・天然ガスなどの比率であり、()内は供給安定性に優れた原子力を含んだ値。

『エネルギー白書2008』より

エネルギー安全保障の視点から

- 日本のエネルギー自給率は4%(原子力を含めて18%)
- 原子力は準国産エネルギーの位置づけ
 - ウランの輸入先・埋蔵地域が石油と比べて散在
 - 燃料となるウランはエネルギー密度が高いから備蓄が容易
- エネルギー安全保障の観点からは、電源の分散化も推進する必要がある

ウランの埋蔵国



【出典: Uranium 2003, OECD/NEA & IAEA】

技術の視点

■日本の技術は世界トップクラス

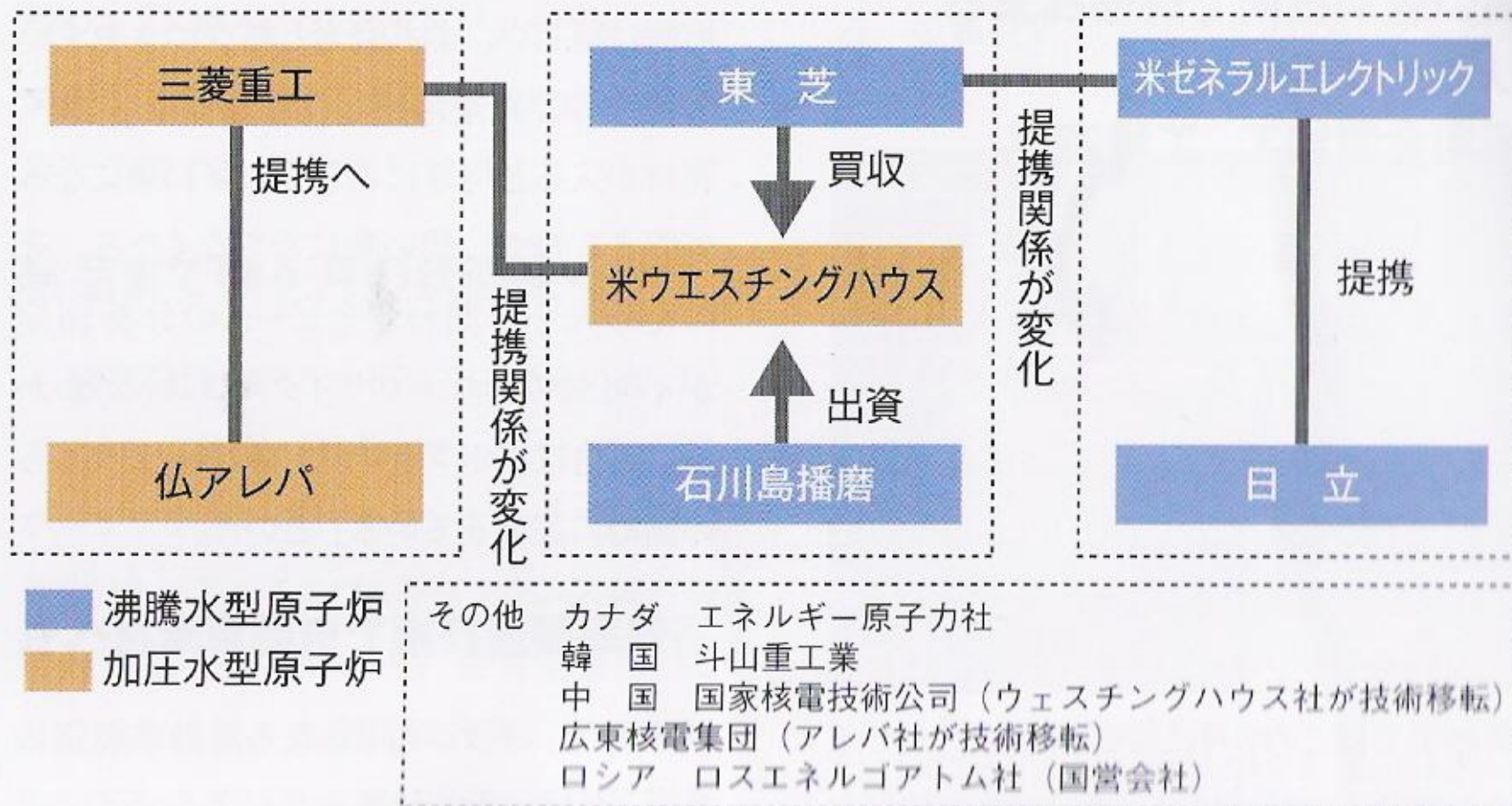
- 現在、最新式の原子炉が作れるのが東芝、日立、三菱重工業の三社と、この三社と提携を結んでいる会社のみ
- 世界的に新設がほとんど行われてこなかったため、技術者の不足

■高速増殖炉の開発が進む

- 高速増殖炉が実現すれば、発電しながら消費した燃料以上の燃料を生産できる
- 使用済燃料に含まれるプルトニウムとマイナーアクチニドを燃料として再利用すること等によって高レベル放射性廃棄物の発生量を削減することが可能→環境面でも貢献
- 商業化は早くても2050年ころか

世界の主な原発メーカー

世界の主な原発メーカー



安全性の視点から

- 市民の不安が最も大きいところ
- 地震に耐えられるのか？ 定期的に検査が行われているか？
廃棄物は安全に処理されるのか？
- 経済産業省では、次のような審議会を置いて検討
 - リスク情報活用検討会
 - 耐震・構造設計小委員会
 - 検査の在り方に関する検討会
 - 廃棄物安全小委員会
 - もんじゅ安全性確認検討会

安全性の視点から

■実際の事故

- 1978年11月2日東京電力福島第一原子力発電所3号機事故
- 1999年6月18日 北陸電力志賀原子力発電所1号機事故
- 1999年9月30日 東海村JCO核燃料加工施設臨界事故

■定期的なメンテナンスと廃止決定後の管理の問題

■高速増殖炉の安全性

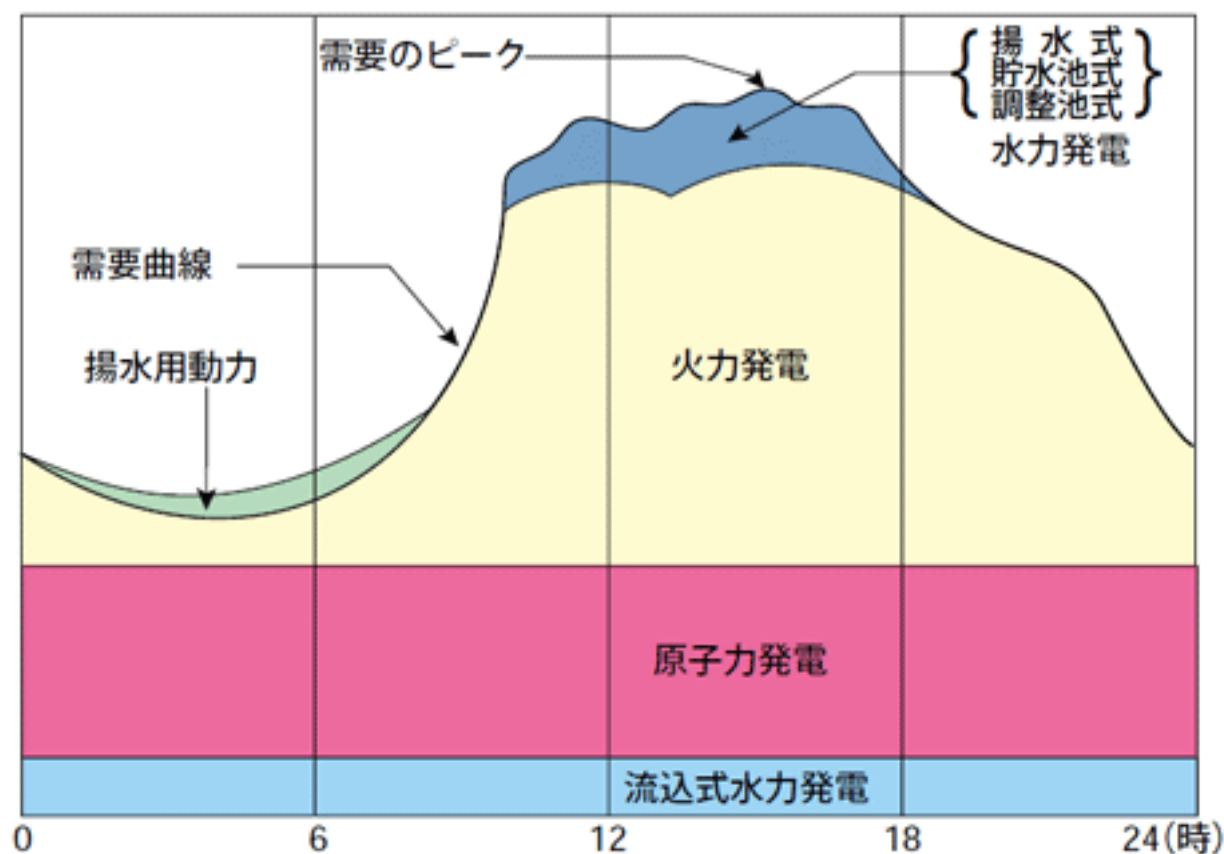
- 「常陽」「もんじゅ」での事故

■負荷追従運転の安全性

■総合的に考える必要性がある

電力の需要と供給

需要の変化に対応した電源の組み合わせ(ベストミックス)



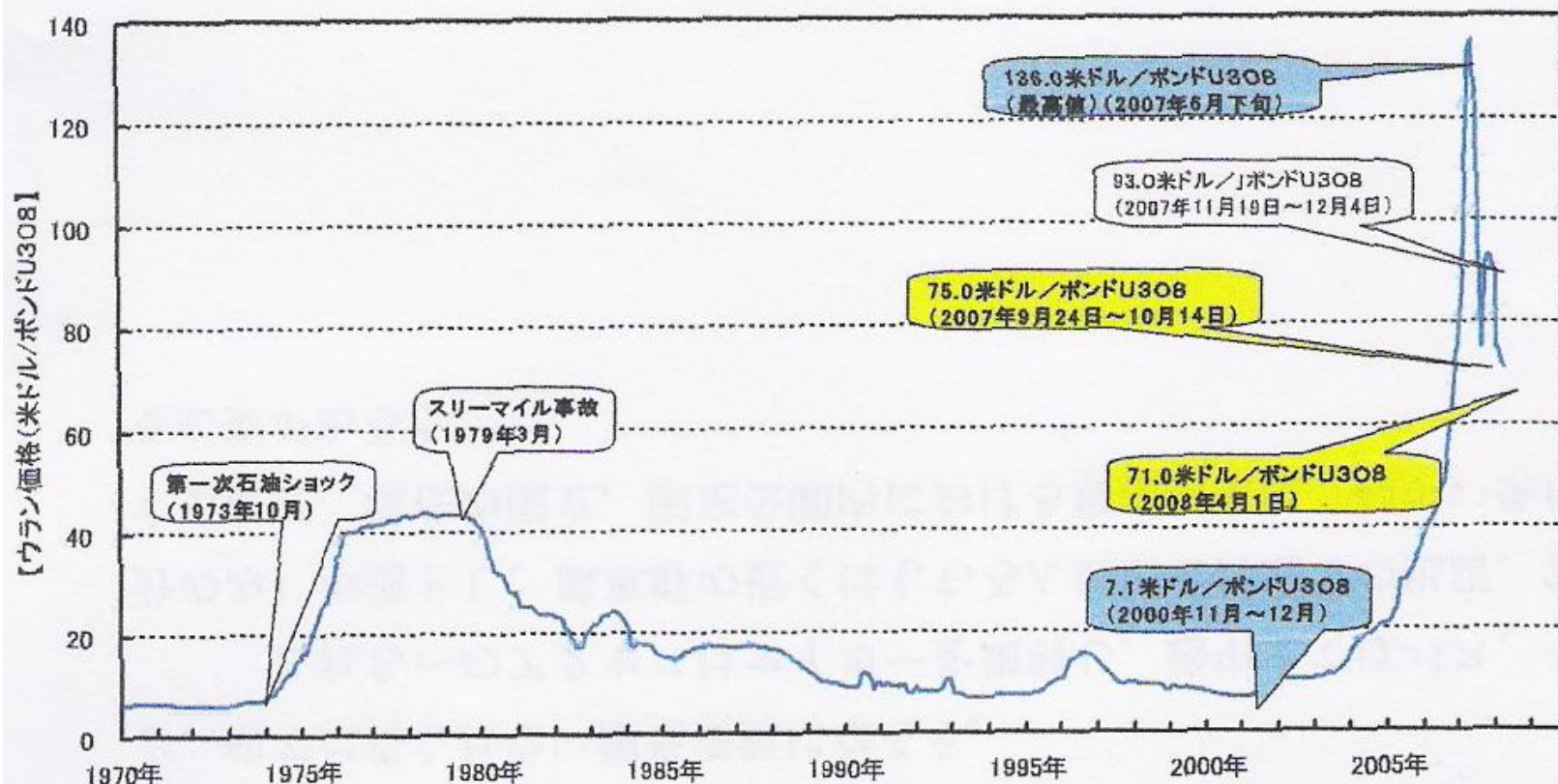
電気事業連合会HPより

経済性の視点から

- コストの問題
- 原子力カルネサンスに伴うウラン需要の急増と投機資金流入
- 原子力発電所建設にはチタン、タンタル、タングステンなどのレアメタルが使われている
- 原子力発電所建設、管理、廃棄物処理などのコスト
- 地層処分には数百億円、数千億円のオーダーでコスト

ウランの価格変動

【第 222-4-6】 ウラン価格 (U3O8) の推移



資料：2006年9月まで The Ux Consulting Company, LLC のスポット価格
 2006年10月以降 TradeTech 社 NUEXCO Exchange Value (Monthly Uranium Spot)

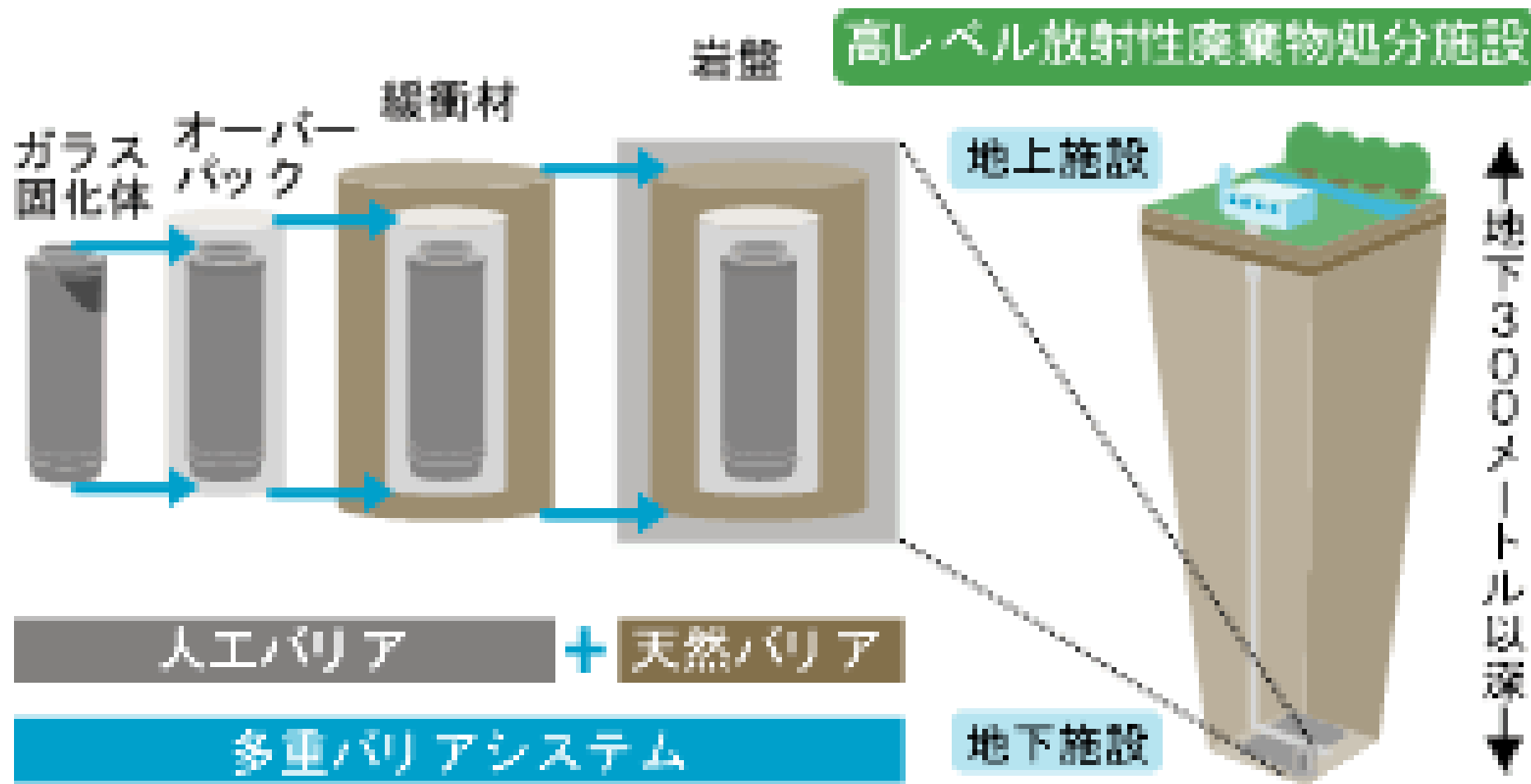
『エネルギー白書2008』より

タンタルの価格変動



『環境ビジネス』2008年12月号より

地層処分のコスト



資源エネルギー庁 放射性廃棄物等対策室より

利害関係者の図

■次に日本の場合の利害関係者の関係・立場を簡単に考える

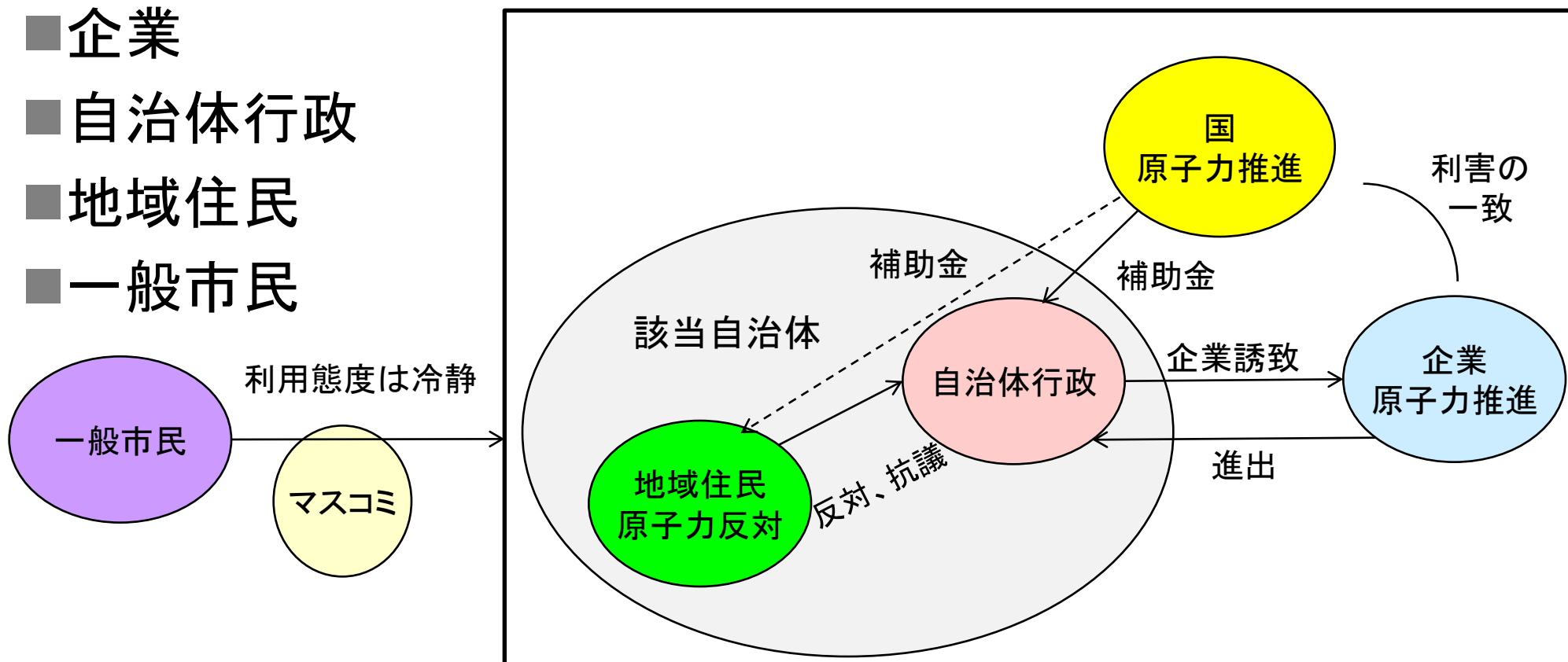
■国家戦略

■企業

■自治体行政

■地域住民

■一般市民



国の立場

- 経済産業省が2006年に「原子力立国計画」を出し、推進

- 目標:

- 1、2030 年以後も総発電電力量の30～40%程度以上の供給割合を原子力発電が担うことを目指すことが適切である
- 2、核燃料サイクル路線を基本方針とする
- 3、高速増殖炉については、2050 年頃から商業ベースでの導入を目指す

- 外国に対してのイニシアティブ

- 日本の経済界との関連

利害関係者の図

■次に日本の場合の利害関係者の関係・立場を簡単に考える

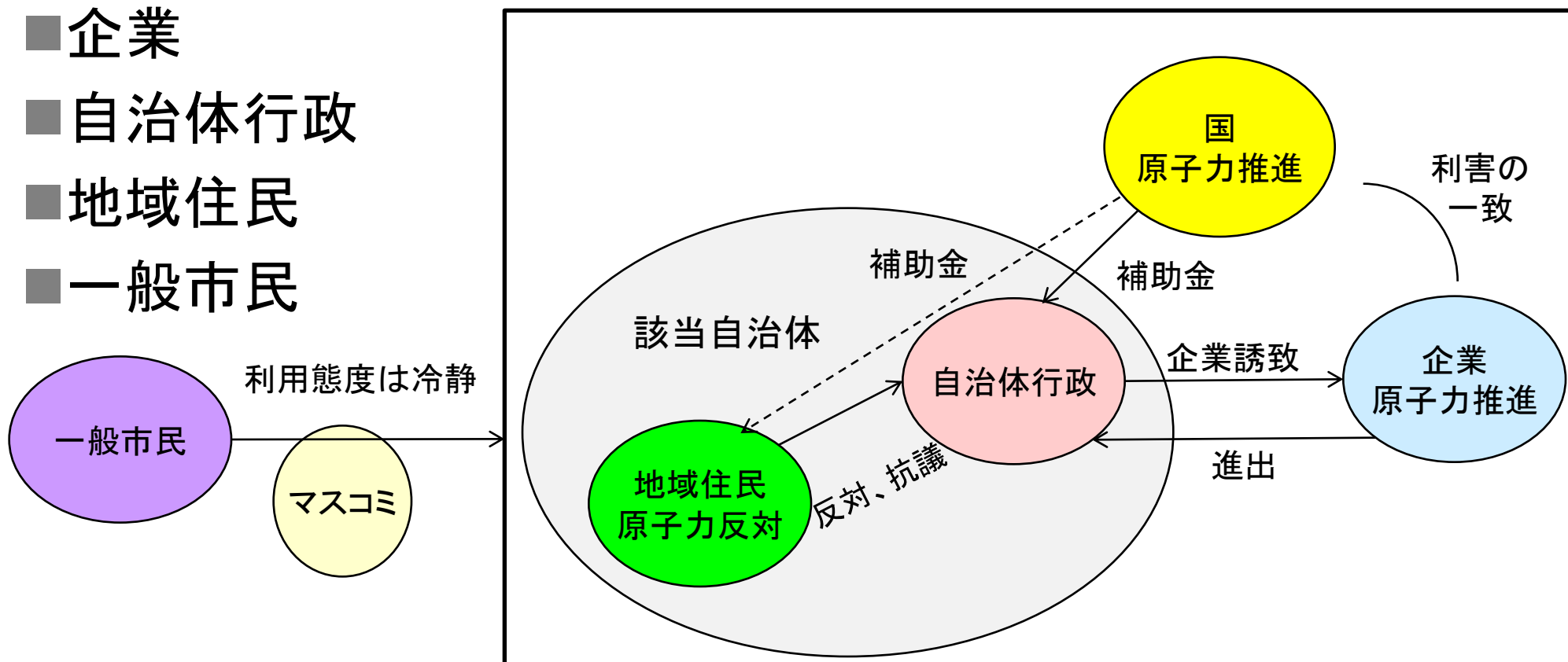
■国家戦略

■企業

■自治体行政

■地域住民

■一般市民



企業の立場

- 利潤が重要
- 日本での新規建設を推進したい
- 日本企業は原発関連の技術に優れる

利害関係者の図

■次に日本の場合の利害関係者の関係・立場を簡単に考える

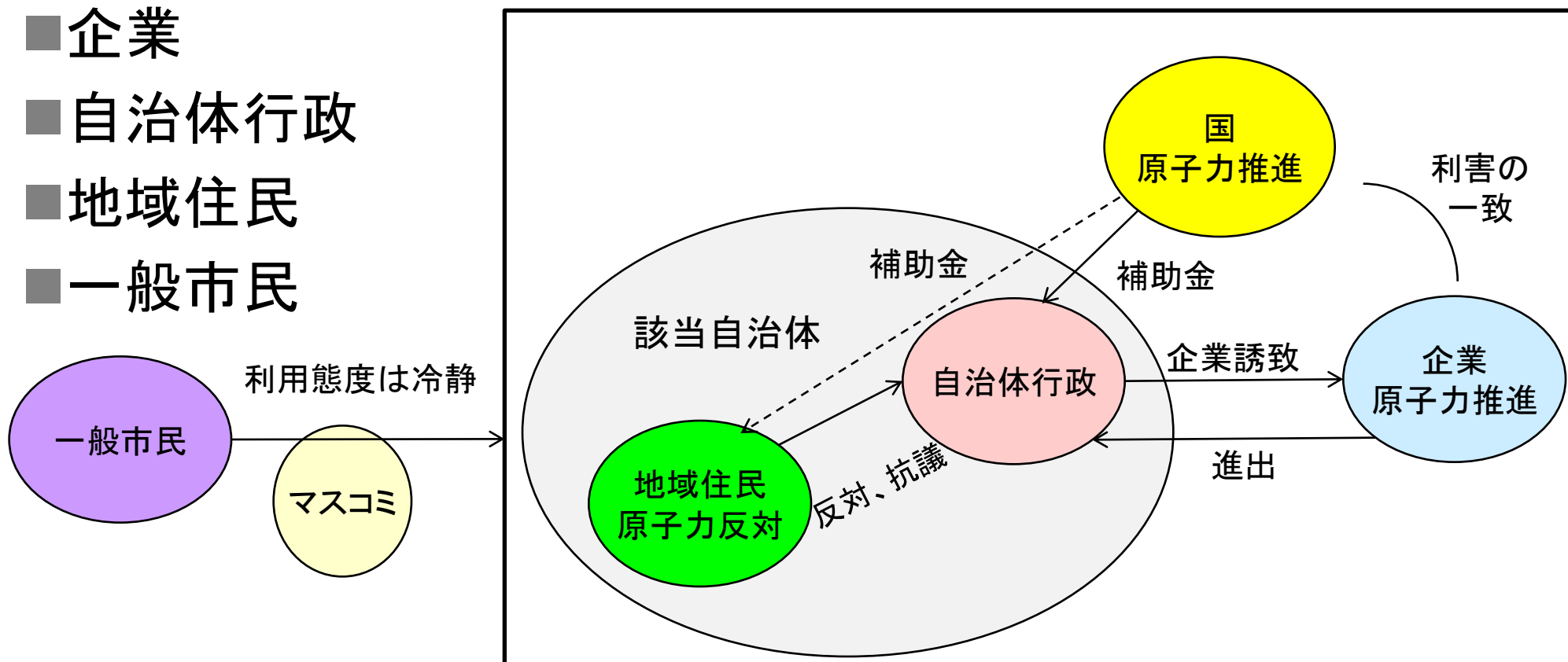
■国家戦略

■企業

■自治体行政

■地域住民

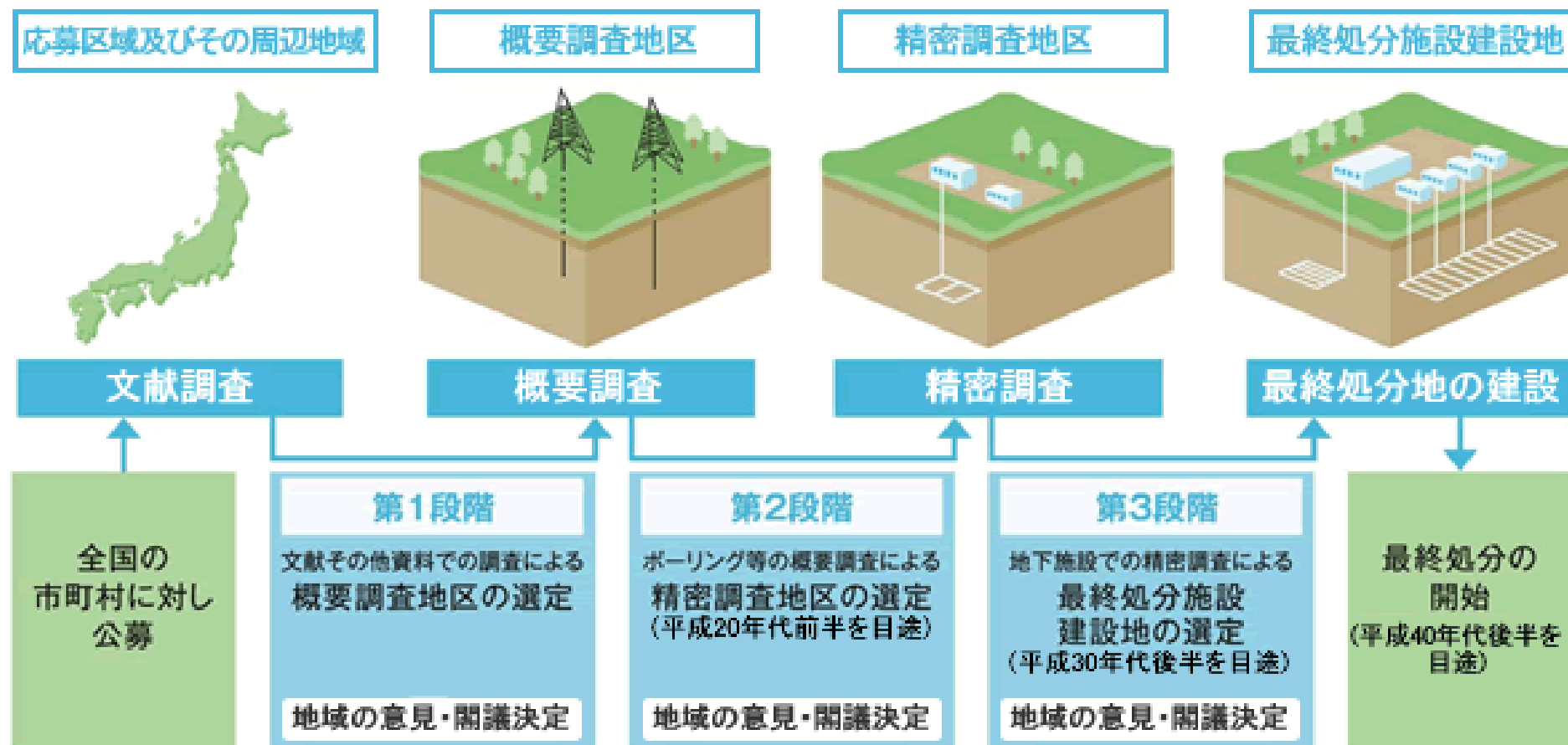
■一般市民



地方自治体の行政から見た時に

- 原子力発電所設置、最終処分地選定
- 自治体にとっての経済措置
- 電源三法に基づく交付金→該当自治体の地域振興
- 高レベル放射性廃棄物の最終処分地の選定
 - 高知県東洋町など財政難に苦しむ地方自治体からの応募(首長の主導)があるが、いずれも地域住民の反対などから断念

最終処分地の選定スケジュール



資源エネルギー庁 放射性廃棄物等対策室より

利害関係者の図

■次に日本の場合の利害関係者の関係・立場を簡単に考える

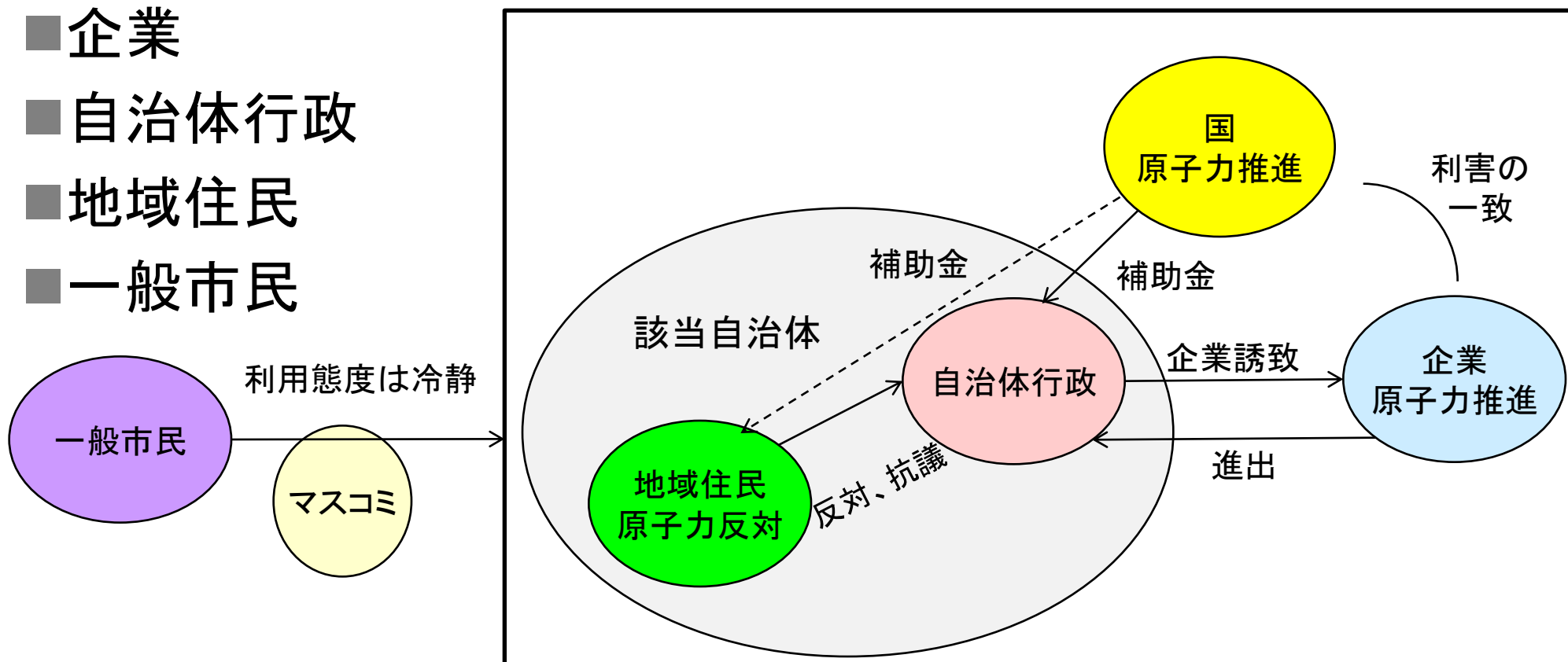
■国家戦略

■企業

■自治体行政

■地域住民

■一般市民



地域住民から見た時に

■NIMBY

- Not In My Backyard

■リスクコミュニケーションが進むも、困難

- リスクとその対策に関する情報・意見を利害関係者と交換

■メリットが少ない

- 雇用の増進にはあまり効果がない
- 食の安全が叫ばれる中で、最終処分地となれば農業などに悪影響が出る可能性

利害関係者の図

■次に日本の場合の利害関係者の関係・立場を簡単に考える

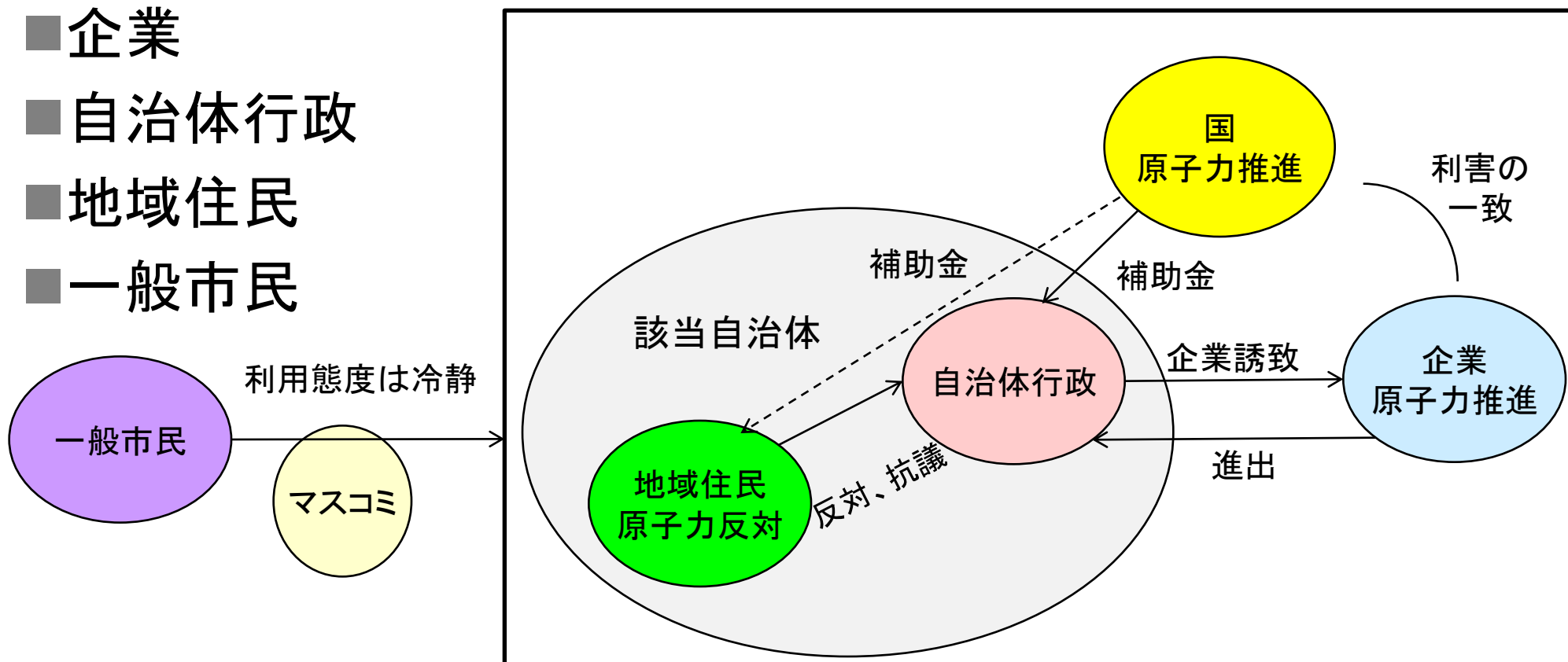
■国家戦略

■企業

■自治体行政

■地域住民

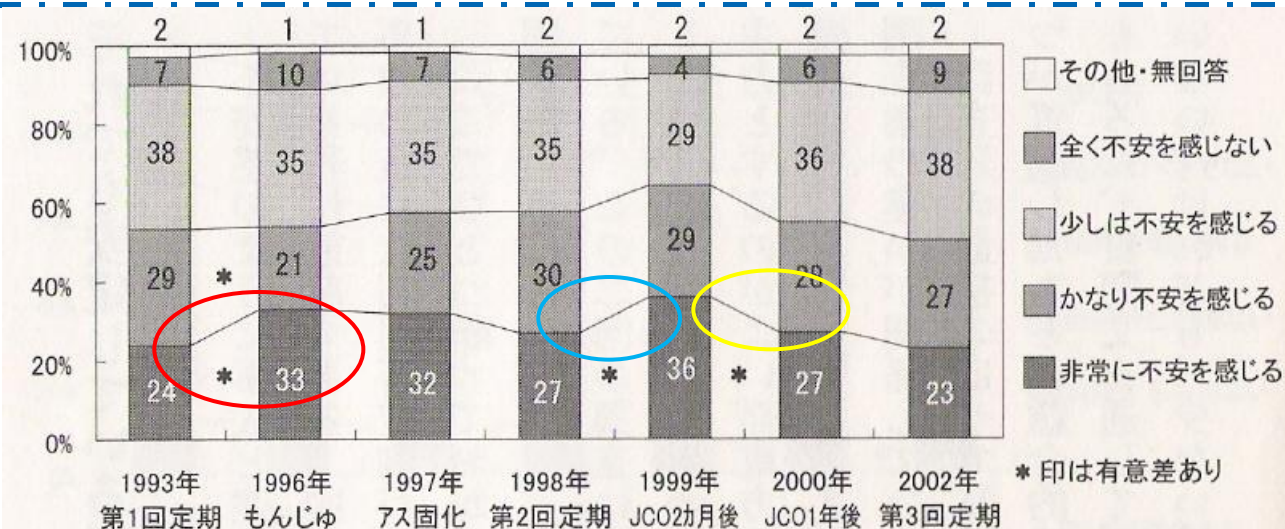
■一般市民



一般市民から見た時に

- マスコミの報道によって、一般市民の原発の安全性への態度は一時的に変化するが、利用に対する態度は安定している
 - 「利用はやむをえない」が最多数
- 『データが語る原子力の世論』原子力安全システム研究所 社会システム研究所編による

一般市民から見た時に



『データが語る原子力の世論』より

図10 原子力施設事故の不安の推移（北田、2003b）

『データが語る原子力の世論』より

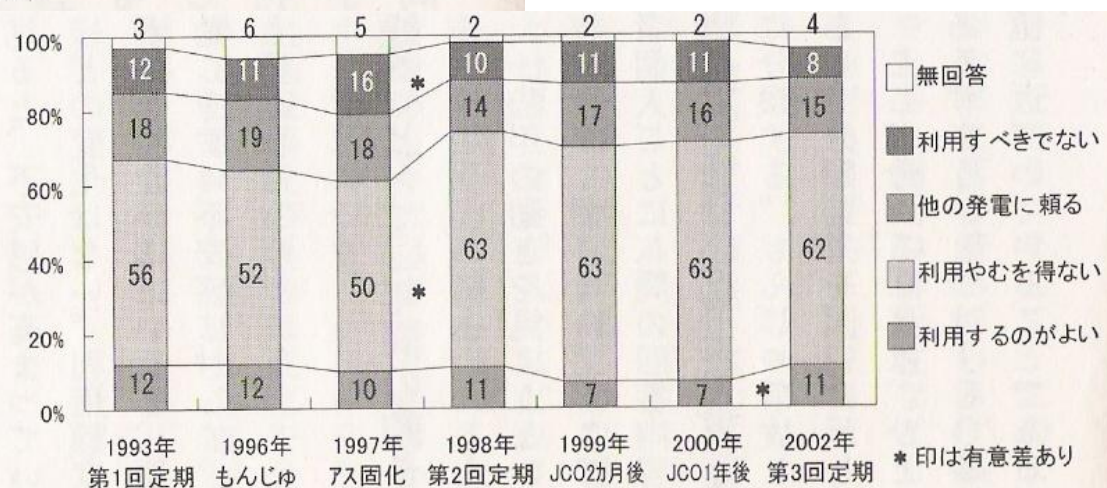


図11 原子力発電の利用態度の推移（北田、2003b）

まとめ

- エネルギー政策は、他のエネルギーとのバランスや、コスト・環境への影響・地域振興などトータルバランスで考える必要性がある
- 様々な利害関係者の立場を踏まえた上で、その時その時のマスコミの報道だけに振り回されない判断をする必要がある
- 第三部は実際に自治体でのリスクコミュニケーションや、政策に関わっている先生がいらっしゃるなので、今までの講義内容を見返して自分なりの分析ができるようにしよう

参考文献・webサイト

- 『エネルギー白書2008』経済産業省、2008年
- 『原子力立国計画』経済産業省 総合資源エネルギー調査会 電気事業分科会 原子力部会 報告書、2006年
- 『ライフサイクルCO2排出量による発電技術の評価』電力中央研究所 2000年
- 『世界の原子力発電の概要(プレスキット)』社団法人 日本原子力産業協会 情報・コミュニケーション部 2008年
- 『地層処分事業と地域振興プランについて』経済産業省 地域振興構想研究会 2008年
- 新保新吾、飯高季雄『やっぱり原子力』電気新聞、2007年
- 原子力安全システム研究所 社会システム研究所編『データが語る原子力の世論』プレジデント社、2004年

参考文献・webサイト

■ウィリアム・D・ノードハウス『原子力と環境の経済学』電力新報社、1998年

■『環境ビジネス2008年12月号』日本ビジネス出版 2008年12月号

■中部電力ホームページ

<http://www.chuden.co.jp/index.html>

■Economist.com

<http://www.economist.com/>

■電気事業連合会

<http://www.fepc.or.jp/index.html>

■経済産業省 資源エネルギー庁 放射性廃棄物等対策室 放射性廃棄物のHP

<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/index.html>

おわりに

このスライドは
環境三四郎ホームページ
<http://www.sanshiro.ne.jp/>
にアップロードしますので、
参考にご覧ください

ご清聴ありがとうございました