

原子力産業に期待 すること(2)

令和4年11月22日

ディレクトフォー ス

飯田 孝司

飯田孝司の自己紹介

1. 1971年 早稲田大学卒業
新日鉄に入社
⇒鉄をつくる
2. 1996年 三菱マテリアルに入社
⇒ごみ焼却炉をつくる
3. 2011年 三菱マテリアルを退社
ディレクトフォース
にて、環境・資源・
エネルギー問題等を
研究している。

[注]ディレクトフォースとは

- ①2002年に設立された企業人OBの会
- ②主に社会貢献を目的としている。



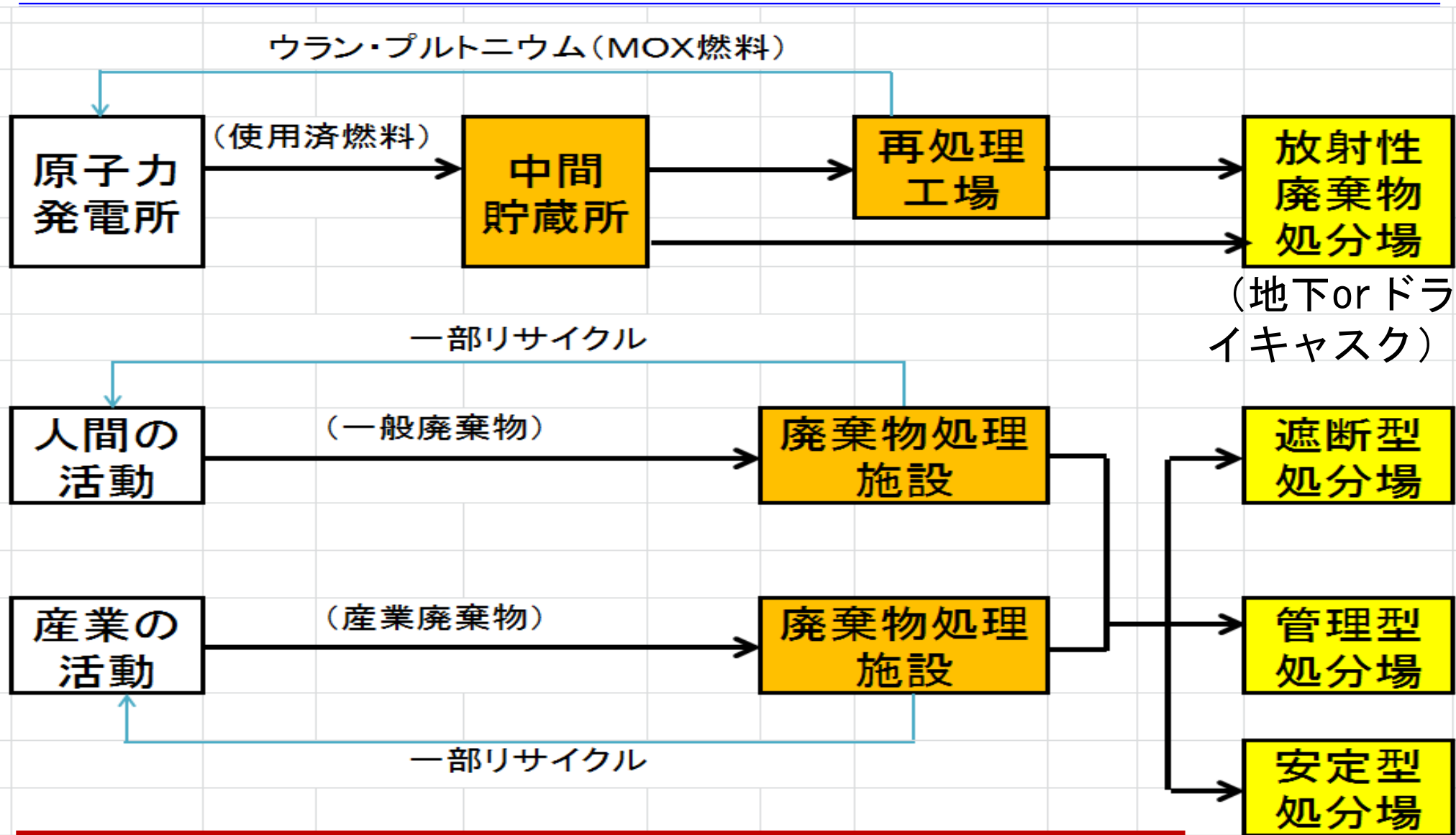
目 次

1. 原子力の概要と特徴（省略）
 2. 原発の課題
（廃棄物、安全、コスト） P1～P6
 3. 原子力の兵器利用 P7～P11
 4. 関連した人類の生き方 P12～P14
 5. 原発の評価 P15～P16
 6. 原発に対する広報活動 P17～P22
- ＜参考資料＞ P23～P30

2. 原発の課題

- (1) 放射性廃棄物の処理
- (2) 安全性とコスト負担

放射性廃棄物の処理(通常廃棄物との比較)



放射性廃棄物は通常廃棄物と同様無害化していない。

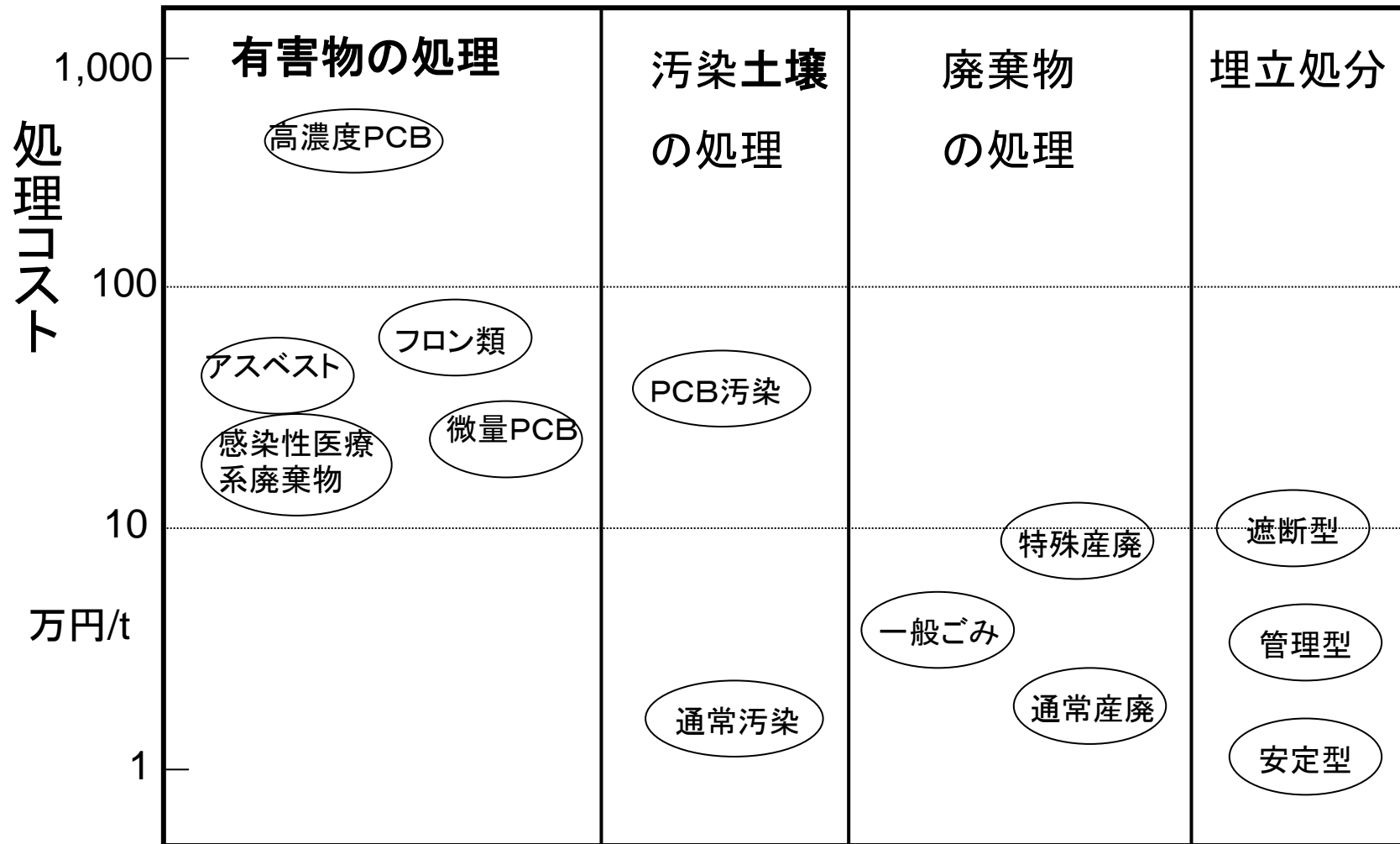
一般的な廃棄物の処理方法(放射性廃棄物以外)

	処理方法の種類		
廃棄物の 事前処理	無害化	減容化	事前処理 なし
廃棄物の 取り扱い	有効利用	埋立(地下)	野積(地上)

- ①アメリカ、オーストラリア等土地の広い国では、事前処理なしで野積みが行われている。
- ②土地の狭い日本では焼却(エネルギーリカバリー)で減容化後、埋立する方法がよく行われている。
- ③無害化はコストがかさみ、殆ど実施されていない。
- ④**廃棄物処理は原則、その地域の事情と経済合理性のバランスをとった方法となっている。**
- ⑤**ヨーロッパでは廃プラスチックを極力全量マテリアルリサイクルを行い、埋立・野積なしと言う高い目標を設定している。**

主要有害物等の処理コスト

処理場までの運賃は含まず



放射性廃棄物の処理コストがわかれば本図に組み込むことができる。

軽水炉の安全性の実績と改善目標

ステップ	安全性	備考
現状	①一基当たり : 5千年に1回 ②日本 (50基を前提) : 百年に1回 ③世界 (500基を前提) : 10年に1回	いままでの世界の 実績
新安全基準		半数程度移行を 計画
抜本対策 (検討例)	①一基当たり : 百万年に1回 ②日本 (50基を前提) : 2万年に1回 ③世界 (500基を前提) : 2千年に1回	次世代軽水炉 の開発 フランス実施例

<参考>◎宇宙飛行士の重大事故確率 : 約1%

◎飛行機 (20世紀後半50年の実績)

①重大事故回数 : 9回/年

②1回あたりの死亡者数 : 81人/回 (729人/年の死亡者)

今後大幅な安全性の向上が期待されるが、ゼロリスクにはならない

原発重大事故の発電コストへの影響試算例と今後の発電コスト

1. 前提条件

- ①重大事故発生確率：1回／5千年／基
- ②重大事故発生時の必要費用：20兆円／回
- ③通常時原発の発電単価：10.1円／kwh
- ④原発の発電能力：100万kw
- ⑤原発の稼働率：80%

2. 計算

- ①年間当たりの重大事故費用： $20 \times 10^{12} / (5 \times 10^3) = \underline{40 \text{ 億円} / \text{年} / \text{基}}$
- ②重大事故費用の電力単価への影響： $40 \times 10^8 / (100 \times 10^4 \times 24 \times 365 \times 0.8) = \underline{0.58 \text{ 円} / \text{kwh}}$
- ③電力単価上昇比率： $0.58 / 10.1 \times 100 = \underline{5.8 \%}$

- ①上記前提では重大事故の電力単価への影響は0.6円/kwh程度。
- ②安全性向上のための建設費上昇も発電コストを押し上げる要因になる（テロ対策費等）。

死亡リスク100万分の1の試算例

死亡リスクを100万分の1上げる行動	死因
ワイン0.5リットル飲む	肝硬変
ニューヨークかボストンで2日暮らす	大気汚染
自転車で16キロ走る	事故
自動車で480キロ走る	事故
ジェット機で1600キロ飛ぶ	事故
ジェット機で10000キロ飛ぶ	宇宙線によるガン
平均的な石造り・れんが造りの建物で2ヵ月暮らす	自然放射能によるガン
よい病院で肺のレントゲンを1回撮影	X線によるガン
喫煙者と2ヵ月暮らす	ガン、心臓疾患
ダイエットソーダの350ml缶を30缶飲む	サッカリンによるガン
原子力発電所の30キロ以内で150年暮らす	放射能によるガン
炭火焼きのステーキを10枚食べる	ベンゾピレンによるガン
ニューヨークから休暇で2ヵ月をデンバーで過ごす	宇宙線によるガン
ピーナツバターをスプーン40杯食べる	アフロトキシンB1による肝臓ガン
マイアミの水道水を1年飲み続ける	塩素によるガン
タバコ1.4本吸う	ガン、心臓疾患
炭坑で3時間過ごす	事故

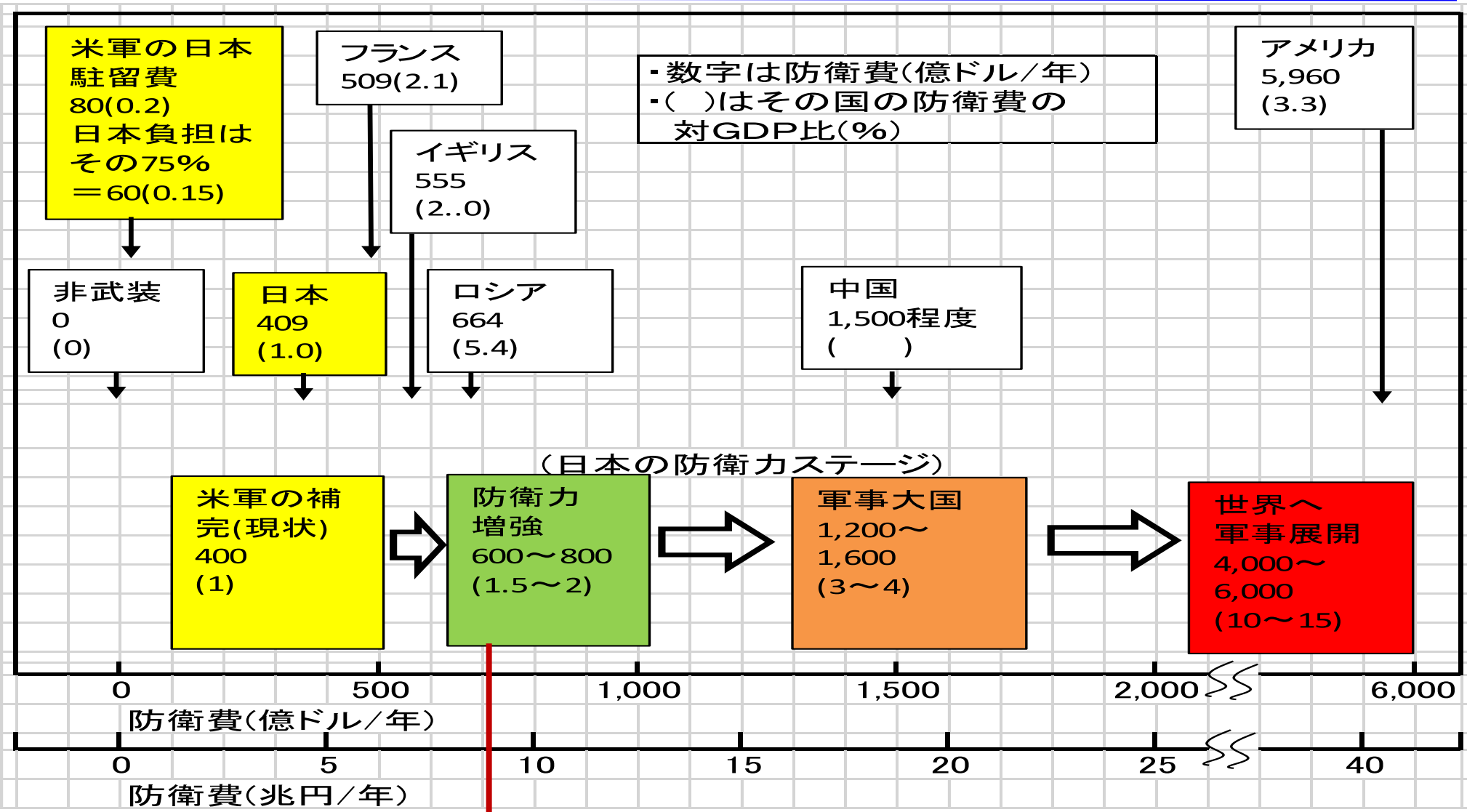
3. 原子力の 兵器利用

防衛安全保障方針の現状と今後

		現 状	今 後(例)
平和維持 の枠組み	基本方針	戦争を放棄 (専守防衛)	自分の国は自分 で守る
	他国との 同盟	アメリカとのみ 同盟	同左＋世界の民 主主義国と連携
日本の 防衛力	防衛力規模	現状(GDPの 約1%)程度	NATOの目標(GD Pの約2%)程度
	大量破壊 兵器	保有せず (非核三原則)	今後の検討事項 か？

日本の安全保障環境の厳しさを勘案し、現状の安全保障体制では不十分との声が高まっている。

主要国の防衛費比較と日本の防衛費ステージ



当面防衛力の増強目標はGDPの1.5~2%程か

原発、核兵器保有国と両者の関係

1. 原発、核兵器保有国（主要国のみ記載）

<p>D: 核兵器のみ保有</p> <p>(2カ国)</p> <p>北朝鮮 (イスライル)</p>	<p>B: 原発、核兵器共に保有</p> <p>(7カ国)</p> <p>国連常任理事国 インド パキスタン</p>
<p>A: 両者共保有せず</p> <p>タイ、マレーシア、 セルビア、アルバニア、 オーストラリア、ニュージーランド、 チリ、エジプト、スーダン 他</p>	<p>C: 原発のみ保有</p> <p>韓国、 ドイツ、スウェーデン スイス、カナダ、メキシコ、 アルゼンチン、南ア 他</p> <p>(24カ国)</p> <p>日本</p>

2. 原発、核兵器の共通性

- ①技術が核物理学と共通している。（莫大なエネルギーを取り扱う）
- ②技術者も核物理学者と共通している。
- ③場合によって「原発でプルトニウムを製造し核兵器の原料」となっている。

原発を保有しなければ核兵器の保有を抑制することになる。

大量破壊兵器(ABC兵器)の種類と禁止条約

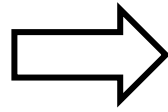
	保有国	禁止条約		
		条約名	加盟国数	日本の加盟の有無
核兵器	国連常任理事国、インド、パキスタン、北朝鮮、(イスライル)	核兵器拡散防止条約	190	加盟
		核兵器禁止条約	50以上	日本は不参加
生物兵器	?		173	加盟
化学兵器	?		192	加盟
放射能兵器 (汚い爆弾)	?			

最近ではAI兵器、極超音速ミサイル、ドローン、無人飛行機等が開発中

**核兵器が威力、即効性等において群を抜いている。
原発の廃棄物を利用した放射能兵器も注目されていく可能性あり。**

原子力の評価例

1. 原子力は太陽中で許される技術である。

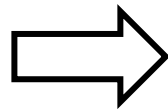


地球生態系では受容不可

原子力は太陽中での反応を地球上に再現した技術。

(中沢新一氏ら)

2. アフリカのガボンで約20億年前に約60万年にわたって原子核核反応が生じていた。



- ① 全ての自然科学の法則は予め場所を限定しない。
- ② 全ての科学技術はその使い方により人類への影響が異なる。

オフロ鉱床：
約20億年前、
原子炉として
活動した痕跡
を残す鉱床。



赤道

ガボン共和国

原子炉ゾーン
付近では岩石
が熱により黒
く変質してい
る。

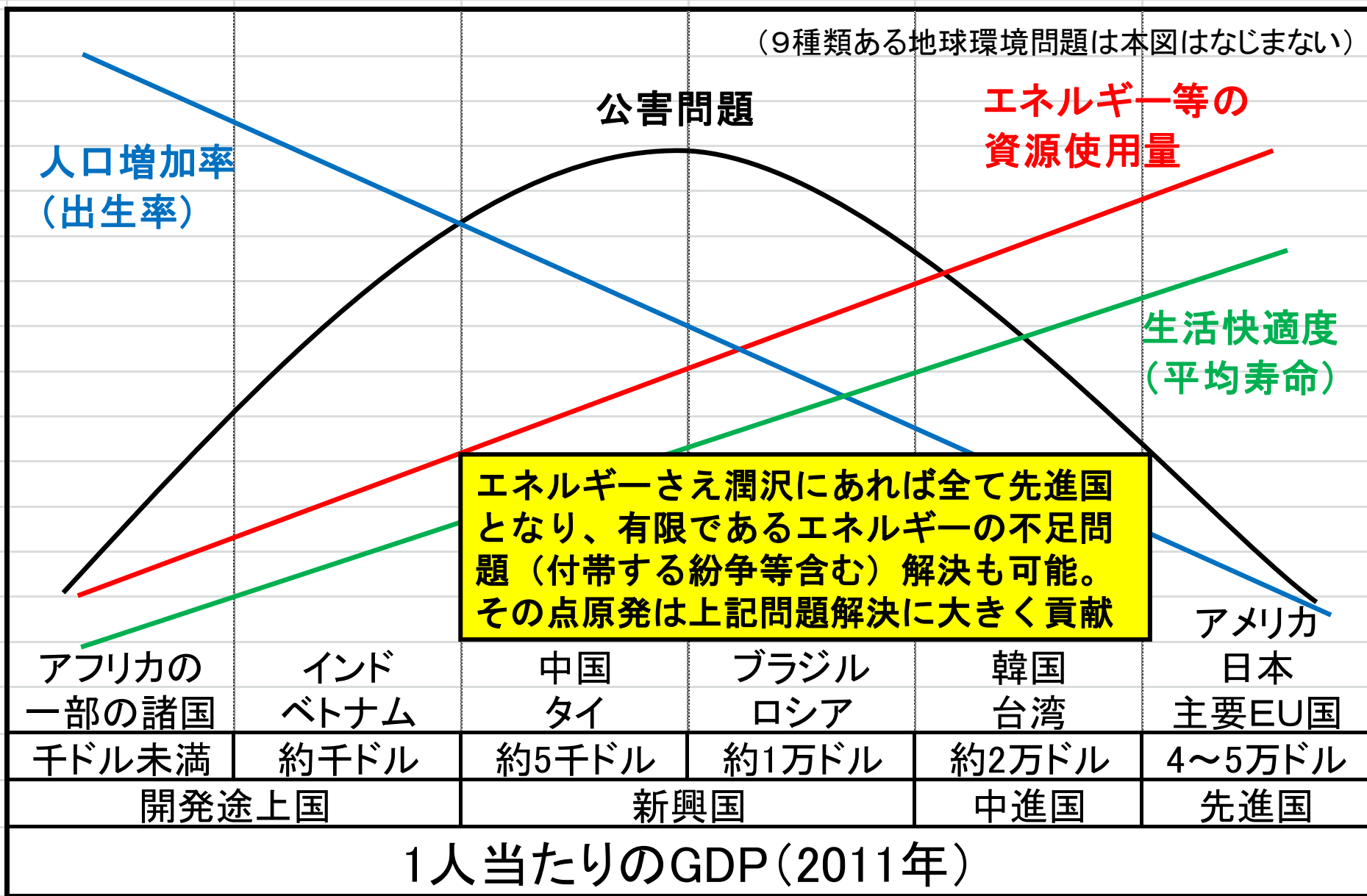


原子炉ゾーンの一部を保存

4. 関連した 人類の生き方

- (1) エネルギーの重要性
- (2) リスク管理の在り方

一人当たりのGDPと人類の生活構造図



リスク管理事例(中世の地中海貿易における商人の戦い)

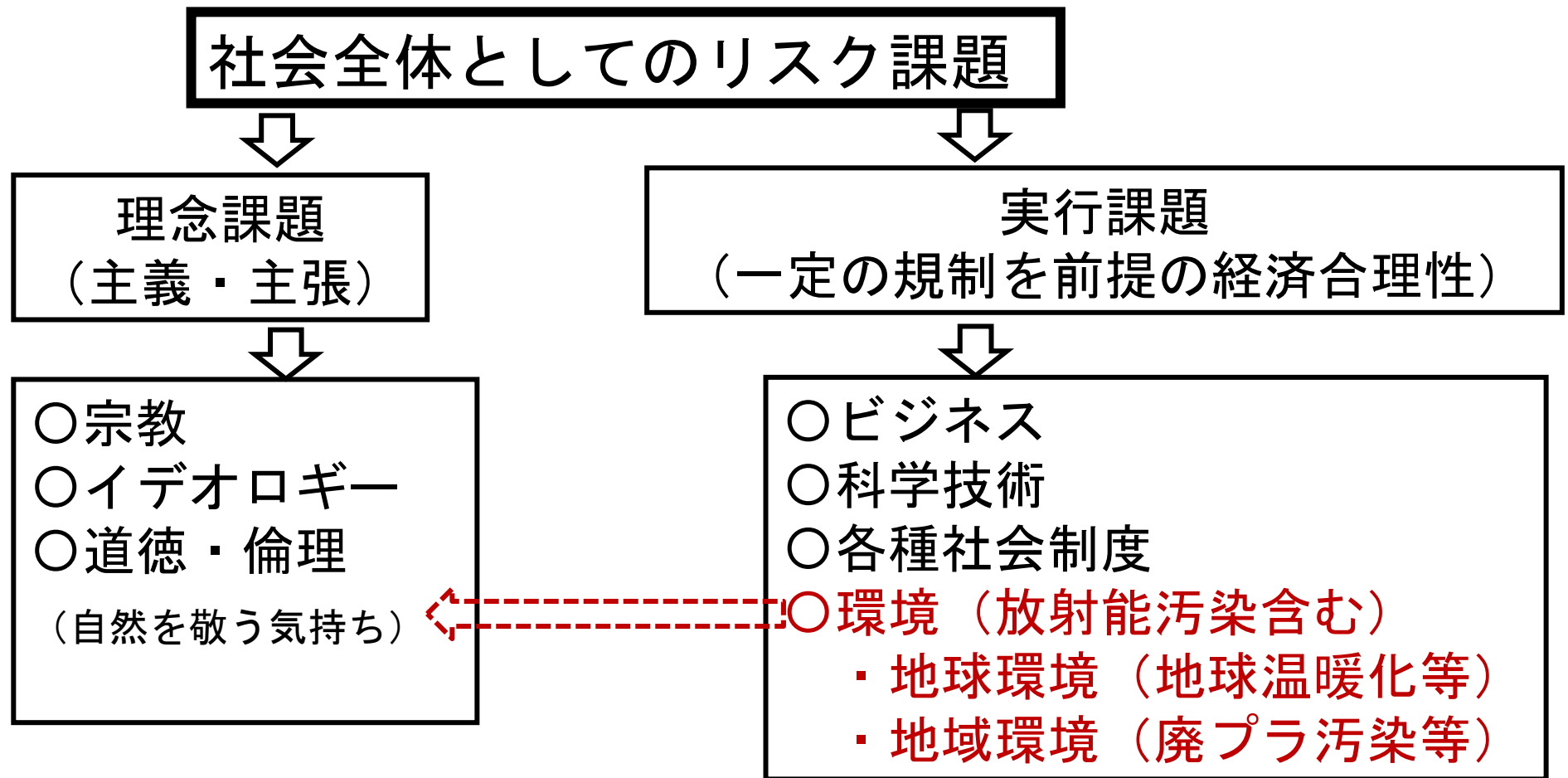
	北アフリカの マグレブ商人	イタリア半島の ジュノア商人
社会特性	安心社会	信頼社会
各地域での代理人の 活用(活動範囲)	身内のみを代理人として 活用(比較的狭い)	よそ者を代理人として 活用(広い)
裏切り者への対応	二度と取引しない	裁判で罰する
機会コスト(よそ者の 信用調査、裏切りによ る損失、裁判費用等)	小さい	大きい
貿易成果	小さい	大きい(制度の力)
戦いの結果	地中海貿易から消滅	地中海貿易の覇権を 取得

社会心理学から見た安心社会と信頼社会の比較例

	日本の 安心社会	欧米の 信頼社会
社会構造	閉鎖社会(村社会)	開かれた社会
人々の交流範囲 (活動範囲)	知っている身内 (比較的狭い)	広く新しい人々との交流 (比較的広い)
必要とされる検知 能力	関係性検知能力 (自分にどのような影 響を与える人か)	信頼性検知能力 (相手が信頼に足る人どう か)
裏切られる可能性	少ない (裏切ると村八分)	一定の可能性あり (裏切り者は必ず存在)
リスクに対する対応	不慣れ (ゼロリスク指向)	日常的にリスクに対応 (リスクを最小限にしつつ、 総合メリットを享受)

5. 原発の評価

環境問題のリスク管理としての特徴と変質



地球環境等曖昧な課題は理念課題に移行した。
最近では、明快な地域環境課題も一部理念課題に移行中である。
理念課題に移行すると、実態に合った解決策がわかりにくくなる。

「曖昧な課題⇒理念課題⇒政治的活動」の構図が多い。

原発に対する考え方の集約

<共通認識> 原発はリスクゼロにはならない

		原発の推進	脱原発
実効上の意見 (エネルギーバランス等)		<ul style="list-style-type: none"> ① 原発がないとカーボンニュートラル等目標達成が困難 ② したがって原発は一定量必要 	<ul style="list-style-type: none"> ① 原発がなくても、再エネ等で各種目標は達成可能 ② したがって原発は不要
理念上の意見	現状に対して	<ul style="list-style-type: none"> ① 原発は今までも社会の発展に役立ってきている ② 大幅な伸びも期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ① 放射能リスクをゼロにすべく原発を廃止すべき
	将来に対して	<ul style="list-style-type: none"> ① 太陽エネルギーに頼らない人類の期待の星である。 (② 原子力を制するものは世界を制する) 	

- ① 脱原発は理念上の意見を主張している。
- ② 原発推進は実効上の意見を主張している。

6. 原発に対する 広報活動

原発の電源構成2050年目標のアンケート結果(サロン出席者)

	新增設の有無	電源構成比率	備考	支持率のアンケート結果
①脱原発	原発の停止	0%	ドイツの計画並み	13%
②既存設備の範囲内	新增設なし	5~10%程度	日本の現状並み	11%
③原発の活用	新增設は最低限	20~22%程度	日本の2030年度計画	37%
④原発の拡大	積極的に新增設	30%程度	福島トラブル前の水準	29%
⑤原発の最大活用	新增設中心	70~80%程度	フランスの現状並み	11%

①原発推進に対する支持者比率は極めて高い。

②但し、大勢の前で原発推進を主張できる人は殆どいない。

原子力の未来に対するビル・ゲイツの意見例

1. 今後世界で大量のエネルギーが必要

- ① 貧困・人々の健康の改善等、世界規模の問題に対応するためには安く、大量のエネルギーが必要である。

2. 原子力は有効な解決策

- ① さまざまなエネルギーの可能性を試すべきだが、原子力はその中で有効な解決策である。
- ② それはとてつもないイノベーションの可能性がある。

3. 今後の原子力のイノベーションの可能性を楽観視

- ① 福島原発事故後、安全性を高めるための規制はできる限り行わなければならない。
- ② しかし私（ゲイツ氏）は原子力のイノベーションの可能性を楽観視している。

4. 投資促進と民間企業の参入障壁の除去が必要

- ① 投資を促し、民間企業の参入障壁を取り除くことが必要だ。
- ② そのために、国際協力や進化したシミュレーション技術を使った規制の合理化、大学の協力などで支えなければならない。

ビル・ゲイツの意見例と広報活動の必要性

ビルケイツの意見	意見の趣旨	本資料との 関連	広報活動 の必要性
今後世界で大量のエネルギーが必要	大量のエネルギーの必要性	関連した人類の生き方	△～○
原子力は有効な解決策	イノベーション (将来性)	――― (*1参照)	△
今後の改善の可能性を 楽観視	原子力の評価	原子力の課題 と評価	◎
投資促進と民間企業の 参入障壁の除去が必要	推進方法	―――	×～△

- *1 ①エネルギー多量使用（対化石燃料、再エネ）
 ②エネルギーの高温利用（対再エネ）、③資源枯渇対策（対化石燃料）
 ④地球温暖化対策（対化石燃料）

原子力の課題と評価についての広報活動が重要

原発に対する広報活動に対する認識

1. 原発のさらなる広報活動の改善に必要なこと

①幅広い観点からの原発の評価（最低限の説明⇒上手な説明）

2. 広報活動に対する現状認識

①原発の広報活動に接することがなかなかできない

②原発に対して厳しい考えの人に重点が置かれている

3. 今後の広報活動のポイント

①他分野の広報活動を参考

②論点を絞る

③原発以外の広く国内に現存する評価基準に当てはめる

④広報対象者は広く一般国民とする

4. 広報活動の目標（どこのポイントを目指すのか）

①脱原発⇒②バランス上⇒③原発は有用⇒④原発は人類の
やむを得ず なもの 期待の星

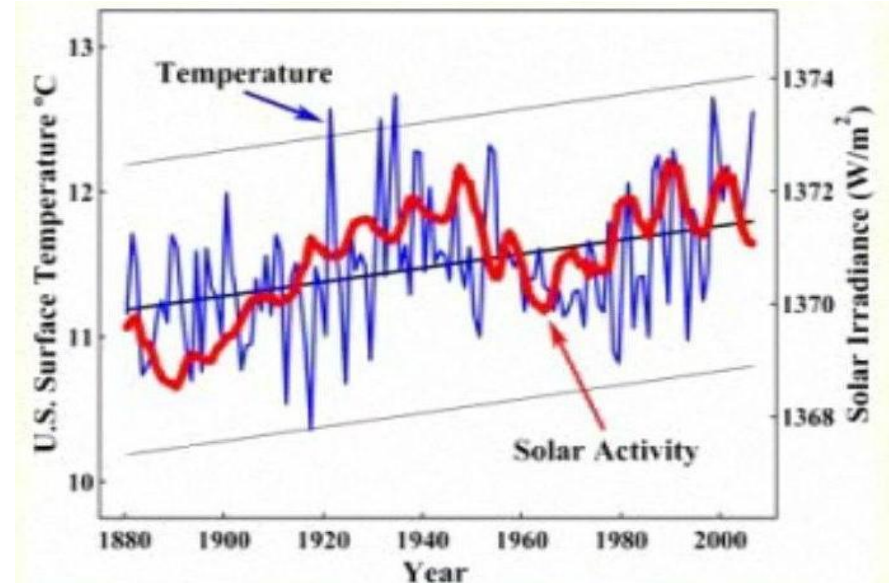
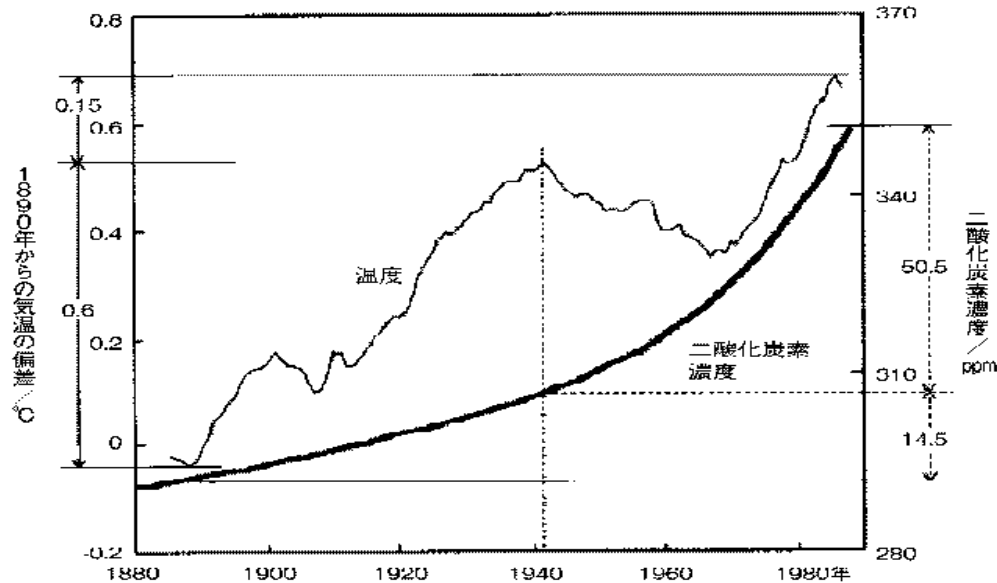


現在の政府の主張

他分野の広報活動例

1. 地球気候変動対策活動例（弱点の別の説明方法）

① CO₂濃度が温暖化の主要因であることの実証に苦慮



②実績は太陽活動との因果関係深かったため、全てシミュレーションにより確認されたとの説明になった。

2. SDGs（説明したくない項目の除外）

- ①持続的発展のための項目が数多く説明されている。
- ②しかし、宗教もからむ人口問題は項目から除外している。
- ③再エネは推奨しても原発には触れず

今後の原発の広報活動事例

1. 主要説明項目

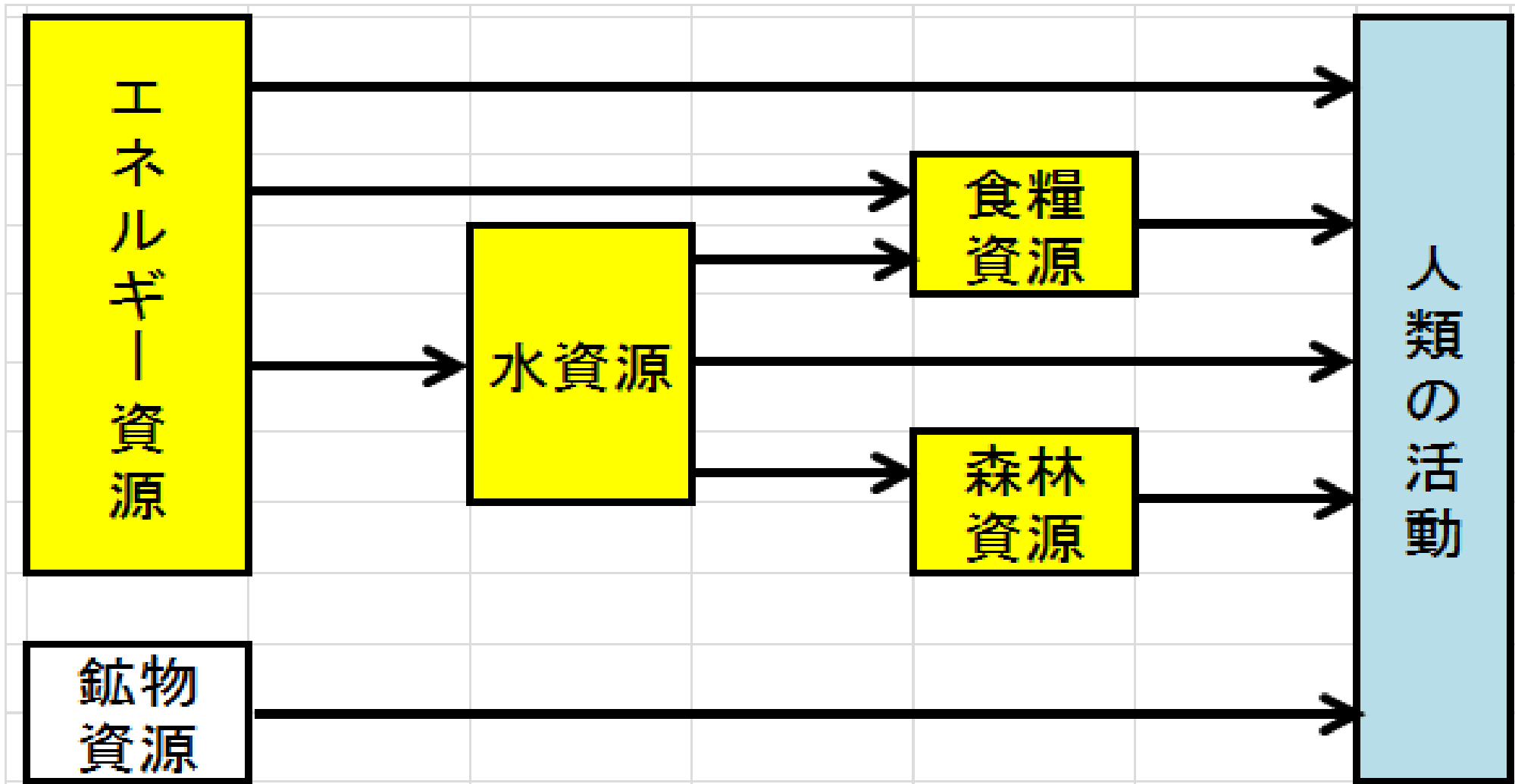
- ①廃棄物処理：地下埋設の妥当性を他の方式（ドライキャスク等）と比較して説明する。
- ②電源確保：福島の問題も踏まえ、今後非常時でも電源を確保することを説明する。
- ③発電コスト：原発は他のエネルギーに対するコスト競争力比較を説明する。
福島のようなトラブルが仮にあっても、発電単価への影響の程度を説明する。
(残余リスク、安全率等の概念は除外)
- (④原発の重要性・将来性：必要によりスポット的に)

2. 当面の説明対象者、説明方法等

- ①説明対象者：小学生の高学年～高校生を重点的に説明する。
- ②説明方法：訪問授業等
- ③その他：関係部門の協力が必要か

<参考資料>

資源の中のエネルギー資源の位置づけ



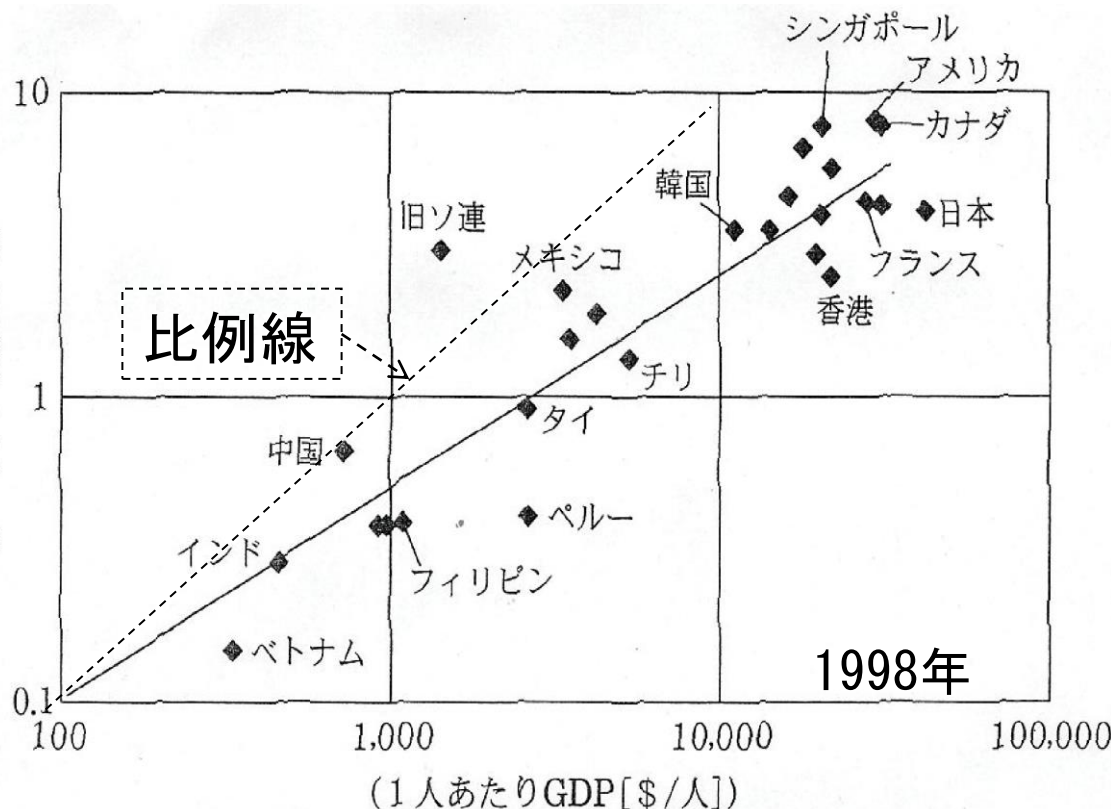
科学技術の発展に伴い、エネルギー資源があれば大半の種類の資源を相当部分カバーするように次第になっていく

1人当たりのGDPとエネルギー消費量と今後の消費量

世界の人口・エネルギーの変化

	20世紀	21世紀
人口	約3倍	1.5~2倍
一人当たりエネルギー使用量	約3倍	?
エネルギー使用量	約10倍	?

(「石油換算トン/人」)
1人あたりエネルギー消費量



<エネルギー使用量の増加要因>

- ①世界の人口増への対応
- ②世界の地球環境問題解決
 - ・水問題、・砂漠化問題の解決、
 - ・貧困食料問題の解決、
 - ・餓死(1500万人/年)の撲滅
- ③開発途上国、新興国の先進国への移行
- ④先進国のより快適な生活願望

<エネルギー使用減要因>

- ①省エネ・リサイクル
- ②生活の節約志向

今後、快適な生活願望の程度がポイントとなる。

環境問題のリスク管理の特徴

1. 予防的リスク管理について

	概要	事例
基本的リスク管理 (既存知見対応)	科学的知見を基に、リスク(発生確率×被害の規模)の制御を追及する従来のリスク管理	大気汚染防止
予防的リスク管理 (不確実性対応)	科学的知見が不確実でも、事態の深刻さを鑑み、社会的決断を行う。	地球温暖化
対話的リスク管理 (あいまいさ対応)	あいまいさによる価値観の対立を解消するための、政治的対話に基づく手法	クローン技術

- ①主にヨーロッパで発達した考え方で環境問題に対して多く用いられてきた。
- ②利害対立を伴うことも多く、しばしば恣意的に適用されてきた。
- ③どこまで対策を実施すべきかの基準があいまいになりやすい。
- ④乱用を防ぐため対話的リスク管理と区別されている。
- ⑤1992年のリオサミットでその重要性が謳われている。

2. 環境問題のリスク管理の特徴

- ①廃棄物を取り扱う等技術的再現性に乏しい。
- ②環境問題のリスク管理の精度は低く、一面的な意見も多い。

新安全基準の従来の安全基準との比較

＜従来の安全基準＞

＜新安全基準＞

炉心損傷に至らない状態を想定した設計上の基準(設計基準)
(単一の機器の故障のみを想定等)

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
信頼性に対する考慮
電源の信頼性
冷却設備の性能
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

放射性物質の拡散抑制
意図的な航空機衝突への対応
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
信頼性に対する考慮
電源の信頼性
冷却設備の性能
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

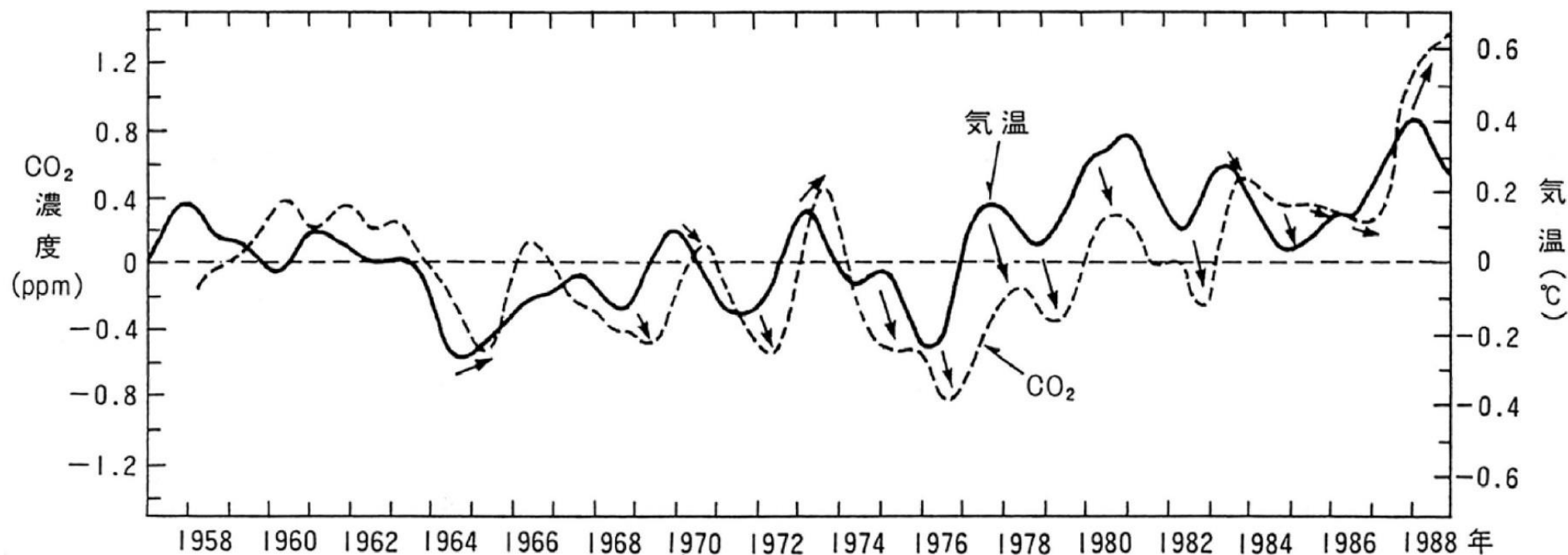
(シビアアクシデント対策)
新設

強化

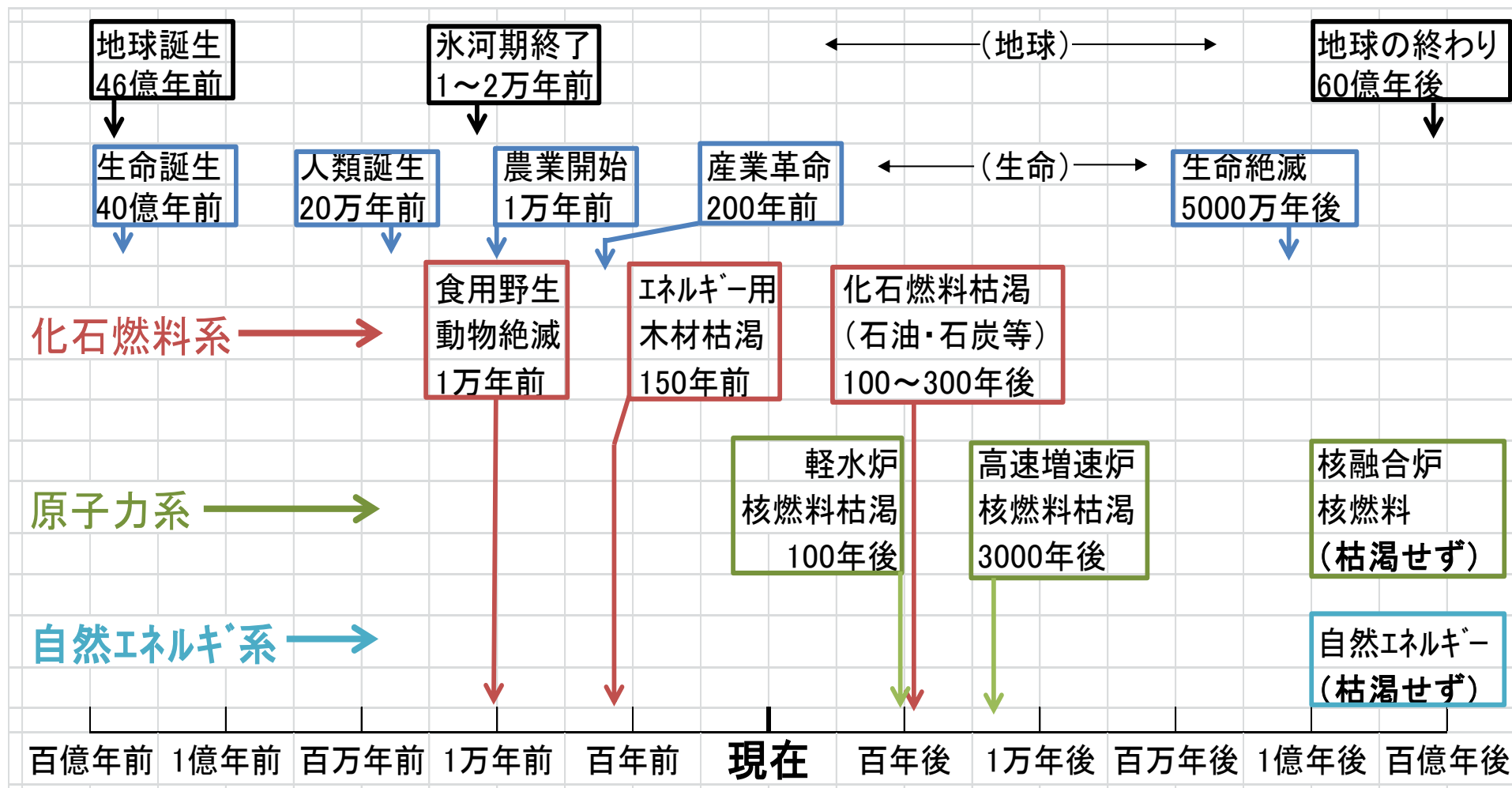
強化

最近の地球気温とCO₂濃度変化のタイミング例

気温の変化に追隨してCO₂濃度変化している。



地球の生涯と未来の主エネルギーの選択



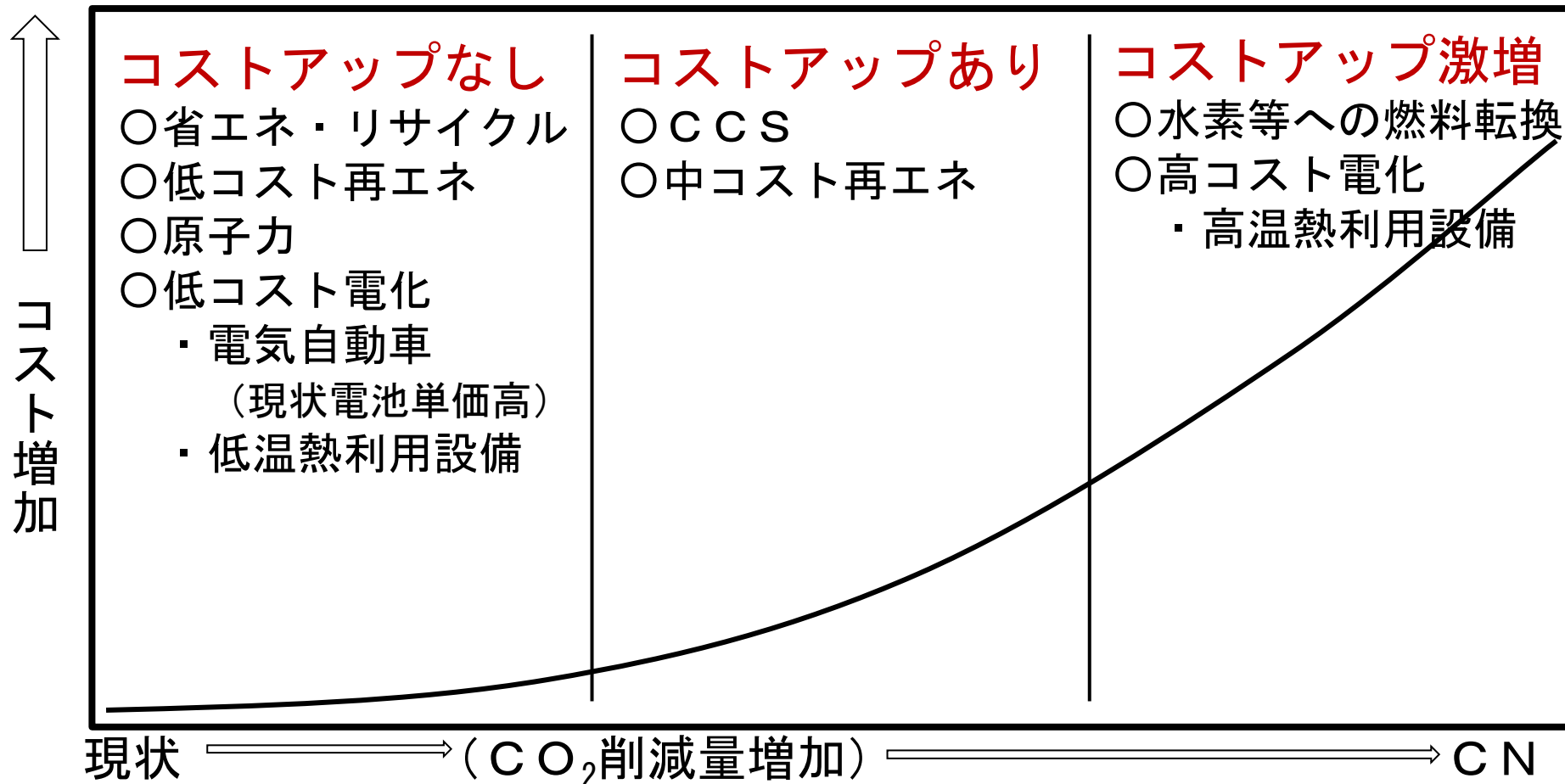
＜未来の主エネルギーに対する考え方＞

考え方1: 原子力系が人類の発見した効率的な究極のエネルギーである。

考え方2: 自然エネルギー系が太陽エネルギーを基にした従来の延長線上のエネルギーである。(但し量的限界あり)

CO₂削減手段とコストアップの程度

- ① CO₂削減手段によってコストへの影響は大きく異なる。
- ② 最近 CO₂削減必要量の増加に伴い、コストアップ量も増加傾向



世界のごみ処理方法の比較

欧米各国とのごみ処理方法の比較 (％)

	エネルギーリカバリー (熱利用)	マテリアルリサイクル (材料利用)	埋立
日本	74	15	11
アメリカ	14	31	55
ドイツ	23	56	20
フランス	34	27	39

＜アジア各国のエネルギーリカバリー(熱利用)例＞

台湾:55%、韓国:16%、中国:5%

日本はエネルギーリカバリー重視