

エネルギー自給率50% ～メーケドラマへの挑戦～

磯部 康之
上城 功紘
関根 敏彦
半田 卓也
松塚 展国

発表の流れ

1. イントロダクション
 - 日本の現状
 - 自給率50%の理由
2. 国産エネルギー源
 - 廃棄物・バイオマス
 - 風力
 - 地熱
 - 水力
 - 太陽光・太陽熱
 - 原子力
3. 化石燃料削減
 - 水素技術
 - 省エネ
4. 財源
5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
6. 結論

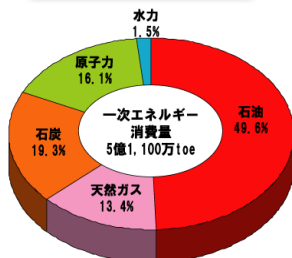
1. イントロダクション

1. イントロダクション
 - 日本の現状
 - 自給率50%の理由
2. 国産エネルギー源
 - 廃棄物・バイオマス
 - 風力
 - 地熱
 - 水力
 - 太陽光・太陽熱
 - 原子力
3. 化石燃料削減
 - 水素技術
 - 省エネ
4. 財源
5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
6. 結論

日本の現状

1. イントロダクション
 - 日本の現状
 - 自給率50%の理由
2. 国産エネルギー源
 - 廃棄物・バイオマス
 - 風力
 - 地熱
 - 水力
 - 太陽光・太陽熱
 - 原子力
3. 化石燃料削減
 - 水素技術
 - 省エネ
4. 財源
5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
6. 結論

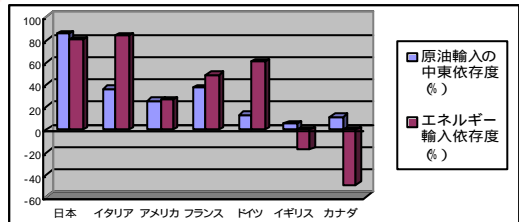
日本の一次エネルギー源 (2000年現在)



※ toe: 石油換算トン
各エネルギーの熱量を石油(1リットルあたりの熱量が1万kcal)に換算して、石油の容量で示したものです

【データ出所】BP統計2001

各国のエネルギー状況



日本は他国と比較すると、非常に輸入依存度が高くなっている

自給率50%の理由

1. イントロダクション
- 日本の現状
 - 自給率50%の理由

2. 国産エネルギー源
- 廃棄物・バイオマス
 - 風力
 - 地熱
 - 水力
 - 太陽光・太陽熱
 - 原子力

3. 化石燃料削減
- 水素技術
 - 省エネ

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

なぜ自給率向上が必要か

石油依存の問題

- 地球温暖化・2013年問題
- エネルギーセキュリティ・中東の不安定性
- 原油価格高騰の危険

地球温暖化問題

- 2013年でのCOPでは先進国において1990年比30%の段階的な削減が議決される可能性が高い。また発展途上国、特に中印の経済発展により資源枯渇の危険は高まる。目標達成を前提とするなら化石燃料使用を大幅に減らす必要がある。

地球温暖化対策

- CO₂排出量を30%削減するには化石エネルギー消費を50%にする必要がある

	構成比	一次エネルギー供給	CO ₂ 排出量	1990年比30%削減値
石油	25.0%	1.35億toe	3.86億t	
石炭	10.0%	0.54億toe	1.99億t	
天然ガス	15.0%	0.81億toe	1.67億t	
非化石エネルギー	50.0%	2.70億toe	-	
合計	100.0%	5.38億toe	7.52億t	7.87億t

エネルギー価格と貿易収支

- 中印の躍進により今後原油価格が高騰する可能性が高い、為替レートと原油価格によっては貿易収支が赤に転落することも十分考えられ、黒字は絶対に死守する必要がある。有事の際にはエネルギー供給も保障できず、経済的な打撃も深い。

エネルギー価格

	2000	2010	2020	2030
IEA平均原油輸入価格(米\$/bbl)	28	21	25	29
日本LNG輸入価格(米\$/百万BTU)	4.7	3.9	4.4	4.8
OECD平均一般炭輸入価格(米\$/t)	3.5	39	41	44

参考: World Energy Outlook 2002, IEA

エネルギー価格は今後30年約40%上昇する

貿易収支

貿易収支と鉱物性燃料輸入額			
		貿易収支	鉱物性燃料輸入額
2002年度		9.7兆円	9.0兆円
2030年度推定	1ドル=120円	6.1兆円	12.5兆円
	1ドル=150円	3.0兆円	15.7兆円

参考:貿易統計 財務省

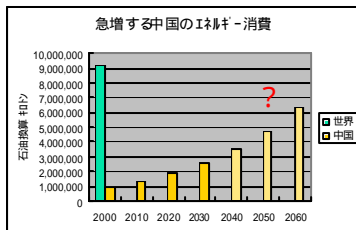
為替レートが現状の1ドル120円としても黒字が35%減、150円に下落したとすると70%も減少する

セキュリティ・過去のエネルギー危機

- 第4次中東戦争やイラン革命等によるオイルショック
- 供給途絶による物理的不足
- 価格高騰のインパクト
経済活動 生活 国防に大きな影響

セキュリティ・アジアの消費量の伸び

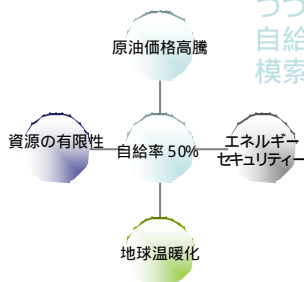
- アジアのエネルギー消費は2030年には2倍以上に増加しエネルギー安全保障の大きな脅威となる



セキュリティ・リスク要因

- 緊急事態 偶発的リスク要因
 - 主要産油国における戦争、革命、暴動、テロリズム等の政治的な事件
 - 石油・ガスの生産設備、パイプライン、発電所等の事故
- 構造的リスク要因
 - 資源の枯渇、慢性的なエネルギー不足
 - 環境規制、市場自由化

経済性を考慮しつつエネルギー自給率の向上を模索する



2. 国産エネルギー源

1. イントロダクション

- 日本の現状
- 自給率50%の理由

3. 化石燃料削減

- 水素技術
- 省エネ

2. 国産エネルギー源

- 廃棄物・バイオマス
- 風力
- 地熱
- 水力
- 太陽光・太陽熱
- 原子力

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

廃棄物発電・バイオマス発電

1. イントロダクション
- 日本の現状
 - 自給率50%の理由

3. 化石燃料削減
- 水素技術
 - 省エネ

2. 国産エネルギー源
- 廃棄物・バイオマス
 - 風力
 - 地熱
 - 水力
 - 太陽光・太陽熱
 - 原子力

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

バイオマス・廃棄物発電システム

- 潜在量

	潜在設備容量 [kW]	電力量換算 [億kWh]
バイオマス発電	1,316万	980 (10.4%)
廃棄物発電	1,229万	914 (9.7%)

*括弧内は2000年総電力量に占める割合

バイオマス・廃棄物発電システム

- 2030年の目標
2000年総電力供給量の10%
- 必要な設備容量
1,262万kW
- 設置に必要なコスト
2兆1400億円

バイオマス・廃棄物発電のシステム

- 現在は蒸気タービンでの発電だが、バイオガス化を行い、ガスタービンでの発電を行うことにより効率が上がり(総合効率が75%になる)普及が進むと考えられる

風力

1. イントロダクション
- 日本の現状
 - 自給率50%の理由

3. 化石燃料削減
- 水素技術
 - 省エネ

2. 国産エネルギー源
- 廃棄物・バイオマス
 - 風力
 - 地熱
 - 水力
 - 太陽光・太陽熱
 - 原子力

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

風力発電システム

- 潜在量

	潜在設備容量 [kW]	電力量換算 [億kWh]
陸上風力発電	4,190万	734 (8%)
洋上風力発電	1億8,017万	3,630 (39%)

*括弧内は2000年総電力量に占める割合

風力発電システム

- 2030年の目標
2000年総電力供給量の10%
- 必要な設備容量
5,700万kW
- 設置に必要なコスト
12兆8000億円

風力発電システム

- コストの計算には現在洋上風力が盛んなデンマークを参考とした
- これからは全て洋上に建てるとする
 - 風力が強い
 - 乱流強度が小さい
 - 風の鉛直シアーが小さい
 - 安定した風である
 - 騒音問題がない

地熱熱利用・地熱発電

1. イントロダクション <ul style="list-style-type: none"> ■ 日本の現状 ■ 自給率50%の理由 	3. 化石燃料削減 <ul style="list-style-type: none"> ■ 水素技術 ■ 省エネ
2. 国産エネルギー源 <ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物・バイオマス ■ 風力 ■ 地熱 ■ 水力 ■ 太陽光・太陽熱 ■ 原子力 	4. 財源
	5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
	6. 結論

地熱

- 潜在量

	潜在設備容量 [kW]	電力量換算 [億kWh]
地熱発電	6,930	4,800 (51%)
GHP (地熱ヒートポンプ)		(!!!)

*括弧内は2000年総電力量に占める割合

ヒートポンプ

- 出力5.1kW
- 最高水温65
- 坑井掘削100m 直径約10cm
- 耐用年数20年
- 費用380万円(そのうち掘削費用150万円)
- CO2排出量78.193g - CO2 / 日(石油暖房等の1/2以下)
- 従来の空気エアコンの70%程のランニングコスト

ヒートポンプ

- 日本全体で350万個の坑井を掘削すると1,785万kW
- 費用は380万円 × 350万 = 13兆3,000億円
- 日本の掘削費用 = 1万5,000円/m
- 50万世帯に普及しているアメリカなどでは2,000 - 5,000円/m
- 250万円 × 350万 = 8兆7,500億円が正しい? (2,000円/mと仮定)
- およそ10年でpayする

地熱システム

- 2030年の目標
 - 2000年総電力供給量の8% (電力換算)
- 必要な設備容量
 - 発電247万kW GHP1,785万 kW
- 設置に必要なコスト
 - 10兆7,500億円

水力

1. イントロダクション <ul style="list-style-type: none"> 日本の現状 自給率50%の理由 	3. 化石燃料削減 <ul style="list-style-type: none"> 水素技術 省エネ
2. 国産エネルギー源 <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物・バイオマス 風力 地熱 水力 太陽光・太陽熱 原子力 	4. 財源
	5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
	6. 結論

一般水力発電

- コスト競争力のある地点は開発済みでありこれからは3万kW以下の中小水力が中心
- しかし、小規模になり奥地化することから現在でも14円/kWhと割高なのに更に悪化
- 100kW以下のマイクロ水力では電力料金の節減になるケースもあるが、総発電量の0.1%程度と期待できない

一般水力発電

包蔵水力	潜在設備容量 [kW]	電力量換算 [億kWh]
既開発	2,178万	915 (9%)
未開発	1,211万	458 (4.5%)

*括弧内は2000年総電 作らない

一般水力発電

- 2030年の目標
 - 2000年総電力供給量の9.1%
- 必要な設備容量
 - 2,231万kW
- 設置に必要なコスト
 - 1.2兆円(現在工事中の発電所)

太陽光・太陽熱

1. イントロダクション <ul style="list-style-type: none"> 日本の現状 自給率50%の理由 	3. 化石燃料削減 <ul style="list-style-type: none"> 水素技術 省エネ
2. 国産エネルギー源 <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物・バイオマス 風力 地熱 水力 太陽光・太陽熱 原子力 	4. 財源
	5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
	6. 結論

太陽光発電

- 現在は家庭用3kWのシステムで200万円と高いが、大面積・薄膜化等の技術進歩によって、将来的に3分の1に下がる
- その結果、発電コストは家庭用電力料金の23円/kWhを下回る**17円**となる
- 年間2万円の電力料金節減となるので、住宅には100%普及させることが可能と判断した

太陽光発電

技術進歩により
大幅なコスト低減を見込める

物理的限界潜在量	潜在量	内訳	
		住宅用	公共施設用
	4100万toe	42%	3%
		産業施設用	22%
		インフラ等	

	2000	2010	2020	2030*
住宅システム価格(万円/kW)	86	30	25	23
概算発電コスト(円/kWh)	65	23	19	17
累計導入量(万kW)	29	500	1577	7600
石油換算トン(万toe)	6.5	113	357	1722

*予想は2020年まで。2030年は独自の推定

太陽光発電

- 2030年の目標
2000年総電力供給量の8%
- 必要な設備容量
7600万kW
- 設置に必要なコスト
19兆円

太陽熱利用

	潜在設備容量 [toe]	代表的前提条件
物理的限界潜在量	3,000万	<ul style="list-style-type: none"> ■ 住宅：100%に5m² ■ 公共施設：100% ■ 病院、オフィス、ホテル等：100% ■ 工場：100%に200m² ■ 理容・浴場業：100%に30m² ■ 農業、畜産、水産業：50m²

太陽熱利用

- 2030年の目標

	1999年度	2010年度	2030年度
石油換算トン(万toe)	91	406	600

- 必要な設備面積
115km²
- 設置に必要なコスト
9.8兆円

効果の割りに高いなあ

原子力発電

1. イントロダクション <ul style="list-style-type: none"> ■ 日本の現状 ■ 自給率50%の理由 	3. 化石燃料削減 <ul style="list-style-type: none"> ■ 水素技術 ■ 省エネ
2. 国産エネルギー源 <ul style="list-style-type: none"> ■ 廃棄物・バイオマス ■ 風力 ■ 地熱 ■ 水力 ■ 太陽光・太陽熱 ■ 原子力 	4. 財源
	5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
	6. 結論

原子力発電

• 潜在量

	設備容量 [kW]	電力量換算 [億kWh]
新規建設 19基	2,359万	1,756 (18.6%)
立替建設 53基	6,890万	5,128 (53.5%)

*括弧内は2000年総電力量に占める割合

原子力発電

- 2030年の目標
2000年総電力供給量の73%
- 必要な設備容量
9,249万kW
- 設置に必要なコスト
25兆3000億円

2030年までの原子力政策

- 現在建設予定中の19基(2359万kW)の建設推進をする
- 現在稼働中の原発は30年が寿命なので停止後に最新型130万kW級原発を建て替える
- 国民の拒否反応への配慮(補助金の増額、教育・啓蒙)
- 原子力による発電が??????約60??を上回るため?揚水発電や水素による貯蔵などの????も必要となる?燃料電池・水素社会との????

割り振りの理由 ポテンシャルも載せてく

ここまでの積み上げ

	一次エネルギー供給量割合	ポテンシャル
原子力	29.9%	—
太陽光	3.28%	8%
水力	3.69%	5.9%
地熱	3.28%	
廃棄物発電	4.10%	8.2%
風力	4.10%	19.27%
計	48.4%	—

計画に必要なコスト

原子力	補助金支給
太陽光	19.0兆
水力	1.20兆
地熱	10.75兆
廃棄物発電	2.14兆
風力	12.80兆
計	45.59兆

3. 化石燃料削減

1. イントロダクション

- 日本の現状
- 自給率50%の理由

2. 国産エネルギー源

- 廃棄物・バイオマス
- 風力
- 地熱
- 水力
- 太陽光・太陽熱
- 原子力

3. 化石燃料削減

- 水素技術
- 省エネ

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

水素技術

1. イントロダクション

- 日本の現状
- 自給率50%の理由

3. 化石燃料削減

- 水素技術
- 省エネ

2. 国産エネルギー源

- 廃棄物・バイオマス
- 風力
- 地熱
- 水力
- 太陽光・太陽熱
- 原子力

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

- 夜間の余った電力を水素に（原発で余る）
- 電源の分散化
- 燃料供給減の多様化
- 新規産業・雇用の創出
- 工場で生まれた副生水素の活用

燃料電池の普及（ポテンシャル）

- 政府の目標50%を想定
- 2030年に燃料電池自動車約750万台、用燃料電池約1000万kWの導入
- 約370万toeの削減可能（自動車のみで計算）
- 約300万tの炭素削減が可能

副生水素を使えば630万toe
1830万tの二酸化炭素削減

コストと課題

- 約5300億円のコストが必要となる。
政府の予想では2010年をメドに民間主導の普及、2003年までの予算から計算した。
- ハード・ソフトのインフラの整備が課題
法整備・運搬・水素スタンド安全性の解消
2桁のコストダウン等課題は山積み

省エネ

1. イントロダクション

- 日本の現状
- 自給率50%の理由

3. 化石燃料削減

- 水素技術
- 省エネ

2. 国産エネルギー源

- 廃棄物・バイオマス
- 風力
- 地熱
- 水力
- 太陽光・太陽熱
- 原子力

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

削減ポテンシャル

経済産業省によれば2010年までに
産業 約1890万t（原油換算）
民生 約1570万t
運輸 約1560万t
合計 約5020万t
の削減が可能。
日本の1次エネルギーの9.3%

削減コスト(2010年まで)

- 例・鉄鋼3兆円 運輸3兆円 製紙1兆円
セメント0.13兆円 化学0.07兆円

(経済産業省によるヒアリング)

以上を勘案すると、正確には計算できないが計10兆には達するのではないと思われる
また省エネにより約9000億円/年のコスト削減効果がある

4. 財源

1. イントロダクション

- 日本の現状
- 自給率50%の理由

3. 化石燃料削減

- 水素技術
- 省エネ

2. 国産エネルギー源

- 廃棄物・バイオマス
- 風力
- 地熱
- 水力
- 太陽光・太陽熱
- 原子力

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

炭素税導入提案の根拠

- 公平性・省エネに努力した企業 個人には負担が少なくなる
- 炭素税により生まれる商品の価格差により消費が省エネ方向へ
- 環境保全を軸とした新しい産業への誘導効果(新エネ 環境コンサルタント等)
- 家庭 企業の省エネ努力を促す
- 経済を圧迫するものであってはならない

国民の負担

- 炭素税(炭素1トン当たり¥6000)を導入した場合、ガソリン価格は4円/リットル、灯油価格は4円/リットルのアップ
{増額}--3人家族での増額は、年間¥6000(車なし)~¥9000(車あり)
(環境省による試算)

税収

- ・1あたり6000円の場合700万のCO₂削減圧力(環境省予測)がかかる、これを考慮して計算すると

$$2.9億 \times 6000円 = 1兆7400億円$$

2007年から導入した場合2030年までに約40兆の財源が確保できることになる。

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

1. イントロダクション

- 日本の現状
- 自給率50%の理由

3. 化石燃料削減

- 水素技術
- 省エネ

2. 国産エネルギー源

- 廃棄物・バイオマス
- 風力
- 地熱
- 水力
- 太陽光・太陽熱
- 原子力

4. 財源

5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ

6. 結論

原子力発電の頭打ち

- 現在の原子力発電は一次エネルギー全体の13%を供給。2030年に30%とする目標に対し、以下のシナリオを考える
 - シナリオ1 現在から全く原子力発電所が建たない場合
 - シナリオ2 19基中6基の建設で頭打ちした場合
 - シナリオ3 19基中13基の建設で頭打ちした場合

計算に用いる値

	設置コスト	設備利用率
太陽光発電	25万円/kW	15%
風力発電	15万円/kW	23%
地熱発電	80万円/kW	79%
水力発電	76万円/kW	27%
廃棄物発電	17万円/kW	85%

シナリオ1

現在から全く原子力発電所が建たない



建設費にして、およそ**6.8兆円**分の原子力発電所が建たないことになる

電力量にしておよそ**1653億kWh**の供給が必要

シナリオ1

- 太陽光・風力・地熱・水力・廃棄物に配分する (内は一次エネルギー中に占める割合)

太陽光(3.28%)	4.80%	4.59兆円
風力(4.10%)	6.01%	2.25兆円
地熱(2.05%)	4.91%	5.21兆円
水力(3.70%)	4.08%	1.94兆円
廃棄物(4.10%)	7.92%	1.38兆円

この配分により原子力発電分をフォローする。
しかし**15.4兆円**のコストがかかる

シナリオ2

19基中6基の建設で頭打ちする



建設費にして、およそ**4.7兆円**分の原子力発電所が建たないことになる

電力量にしておよそ**1131億kWh**の供給が必要

シナリオ2

- 太陽光・風力・地熱・水力・廃棄物に配分する (内は一次エネルギー中に占める割合)

太陽光(3.28%)	4.32%	3.14兆円
風力(4.10%)	5.41%	1.54兆円
地熱(2.05%)	4.01%	3.56兆円
水力(3.70%)	3.96%	1.33兆円
廃棄物(4.10%)	6.71%	0.94兆円

この配分により原子力発電分をフォローする。
12.9兆円のコストがかかる

シナリオ3

19基中6基の建設で頭打ちする



建設費にして、およそ**2.2兆円**分の原子力発電所が建たないことになる

電力量にしておよそ**522億kWh**の供給が必要

シナリオ3

■ 太陽光・風力・地熱・水力・廃棄物に配分する (内は一次エネルギー中に占める割合)

太陽光(3.28%)	3.74%	1.45兆円
風力(4.10%)	4.70%	0.71兆円
地熱(2.05%)	2.95%	1.65兆円
水力(3.70%)	3.82%	0.61兆円
廃棄物(4.10%)	5.30%	0.44兆円

この配分により原子力発電分をフォローする。
4.85兆円のコストがかかる

原子力発電の頭打ち結論

- シナリオ1 現在から全く原子力発電所が建たない場合
原子力以外の伸び率を考えると、達成は厳しいシナリオ
- シナリオ2 19基中6基の建設で頭打ちした場合
十分な財源と努力があれば可能。自給率を3%上げるのに8.2兆円を投入するかどうかの判断
- シナリオ3 19基中13基の建設で頭打ちした場合
3兆円強で自給率1.4%の増加をさせるなら、充分可能である

結論

1. イントロダクション <ul style="list-style-type: none"> ● 日本の現状 ● 自給率50%の理由 	3. 化石燃料削減 <ul style="list-style-type: none"> ● 水素技術 ● 省エネ
2. 国産エネルギー源 <ul style="list-style-type: none"> ● 廃棄物・バイオマス ● 風力 ● 地熱 ● 水力 ● 太陽光・太陽熱 ● 原子力 	4. 財源
	5. 原子力発電所建設の頭打ちのシナリオ
	6. 結論

結論 (エネルギー供給量の動向)

今後のエネルギー予測

	2000年	2030年	*省エネ考慮
1次エネルギー供給量 <small>2000年を100と考える</small>	100	106.18	96.3
電力の割合	41	52.06	50.55

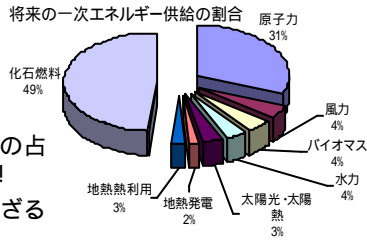
*1次エネルギーの9.3% その内電力は2.9%

結論 (エネルギー自給率)

- 50.55の電気供給量のうち、国産でできるのは47.15

$$\frac{47.15(\text{国産の電気供給量}) + 2.44(\text{地熱熱利用})}{96.3(\text{1次エネルギー供給量})} \times 100 = 51.5(\%)$$

将来のエネルギー供給割合



- 国産エネルギーの占める割合51%!!!
- 原子力に依存せざるを得ない

二酸化炭素の削減

- 約30%の二酸化炭素削減に成功!!!!!!!!!!!!!!

	構成比	一次エネルギー供給	CO ₂ 排出量	1990年比30%削減値
石油	25.0%	1.35 億toe	3.86 億t	
石炭	10.0%	0.54 億toe	1.99 億t	
天然ガス	15.0%	0.81 億toe	1.67 億t	
非化石エネルギー	50.0%	2.70 億toe	-	
合計	100.0%	5.38 億toe	7.52 億t	7.87 億t

2000年で12.3億だよ。減ったね

総括

- エネルギー自給率50%を達成するには30年で約60兆近くのコストがかかる。しかし燃料輸入額は年3~5兆削減され、また二酸化炭素も約30%削減達成。エネルギーセキュリティ向上する事から自給率向上の政策をとるには十分な根拠があると思われる。

