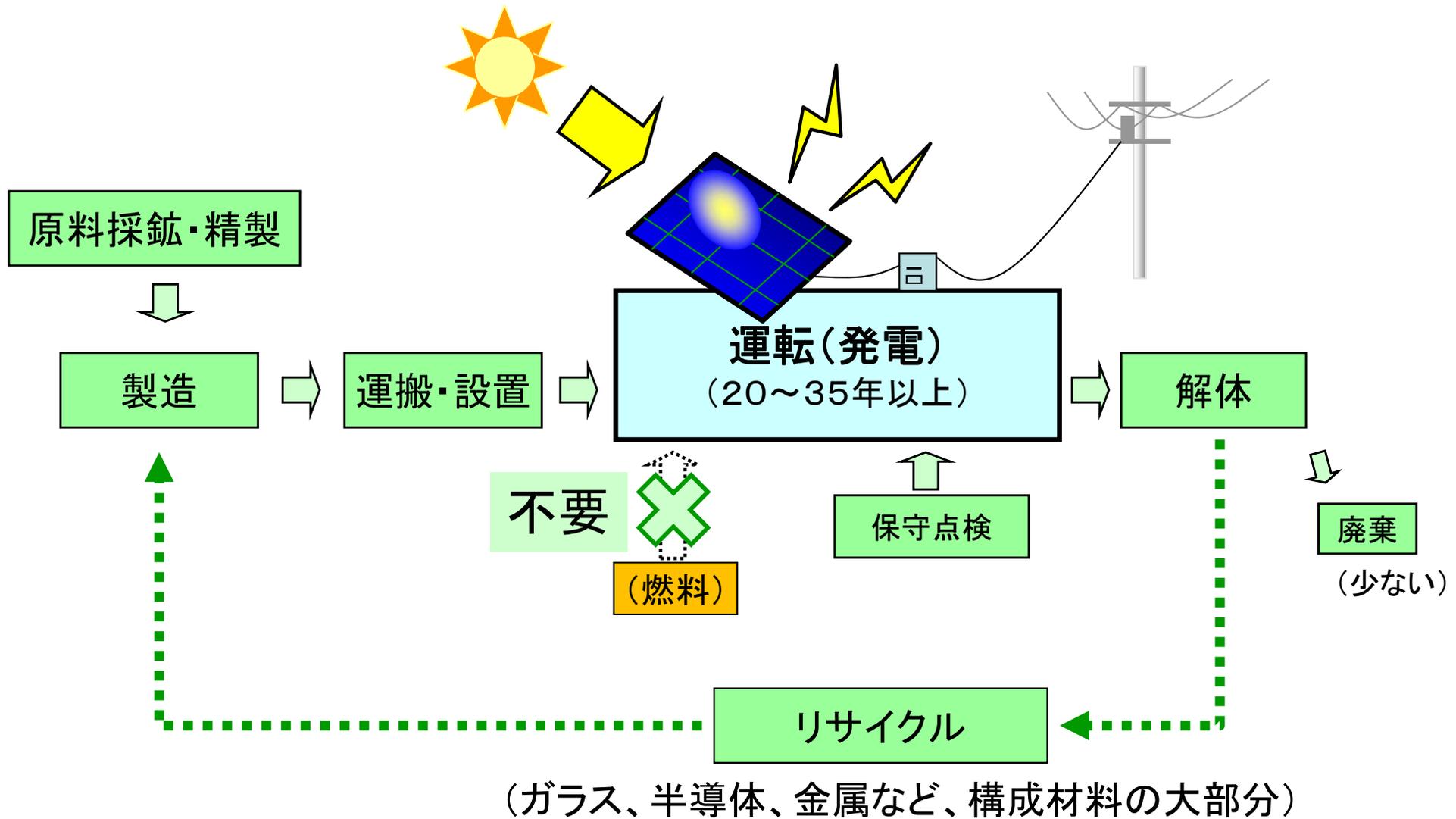


太陽光発電の環境性能 (EPT/EPR/EROEI/LCA/CO2排出量等) 参考資料

v3.0 / 2013.3.21

産総研 太陽光発電工学研究センター
主任研究員 櫻井啓一郎

太陽光発電のライフサイクルはどんなものか

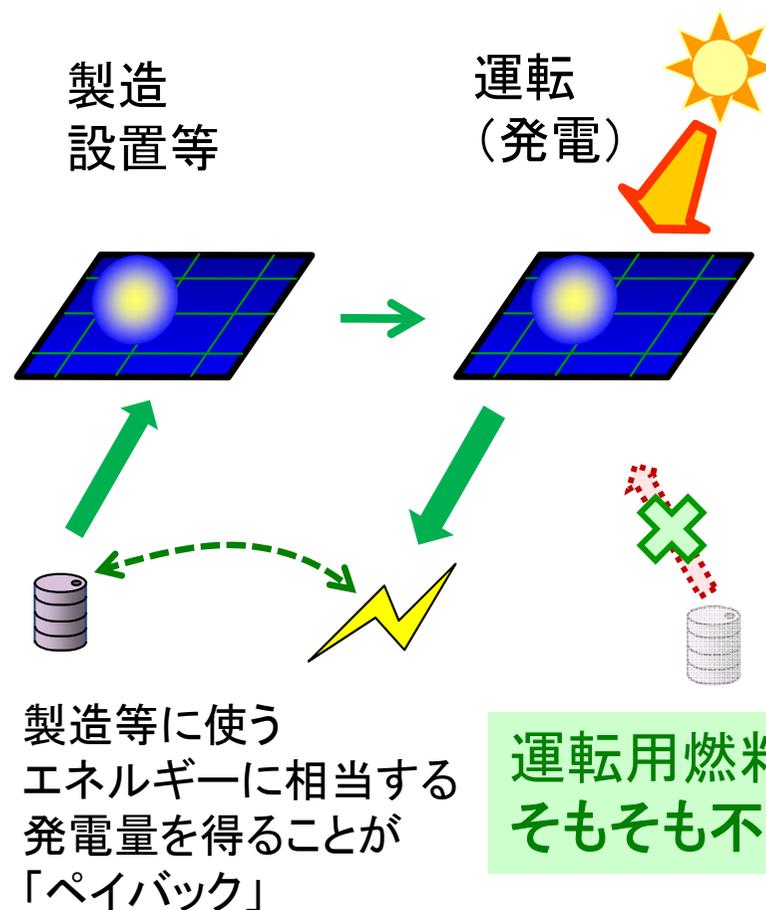
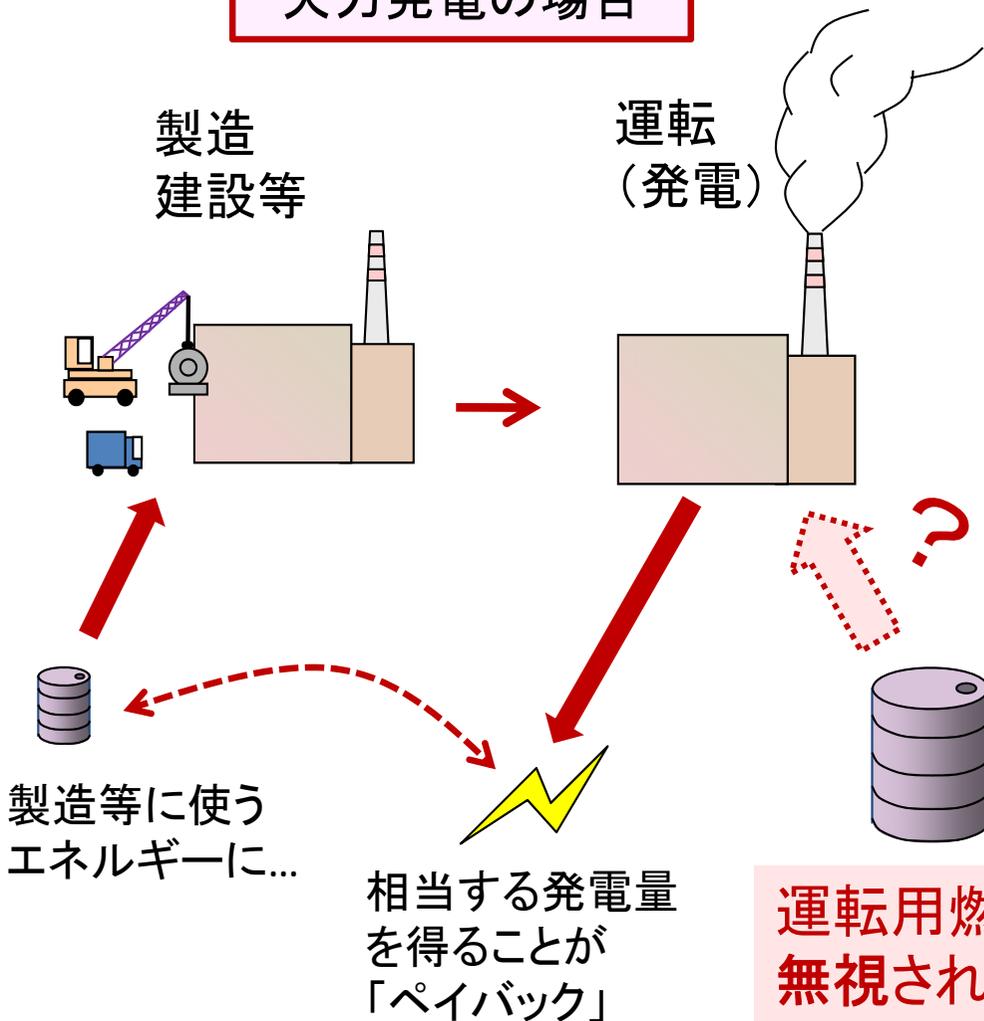


- ・運転に燃料がいらぬ、保守の手間も少ない
- ・ライフサイクル中のエネルギー消費や温暖化ガス排出は殆どが原料精製や製造による
- ・リサイクルするとさらに環境性能が上がる(殆どの構成材料がリサイクルできる)

電源のエネルギー収支評価方法 (EPT, EPR, EROEI等) の違い

火力発電の場合

太陽光発電等の場合

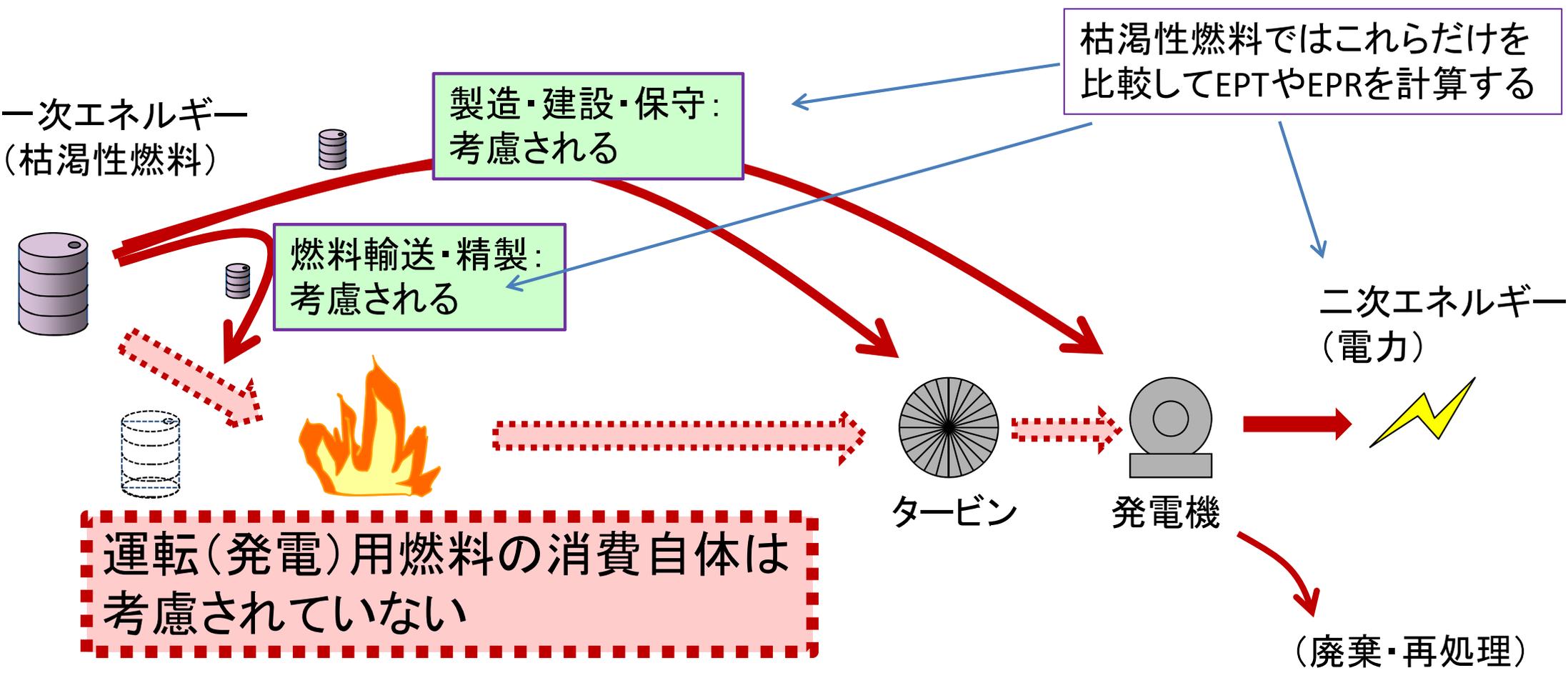


「ペイバック」するのは、運転用燃料を無視した場合のみ。当然ながら、利用した分だけエネルギー資源は減少する。

運転用燃料が不要。自然エネルギーを吸収して、「本当にペイバック」する。

見かけ上同じような数値でも、発電量あたりの燃料消費量等は全く異なる

枯渇性エネルギーにおけるEPT/EPR/EROEI等の計算範囲



枯渇性エネルギーは利便性が高いが、EPTやエネルギー収支の計算においては運転用燃料そのものが計算から除外されている。(参考:例えば電力中央研究所報告Y94009)
どんなに効率が高くて、人類の使えるエネルギー資源は減る。
全ての燃料消費量を考慮すると、**そもそも枯渇性エネルギーは「ペイバック」しない。**

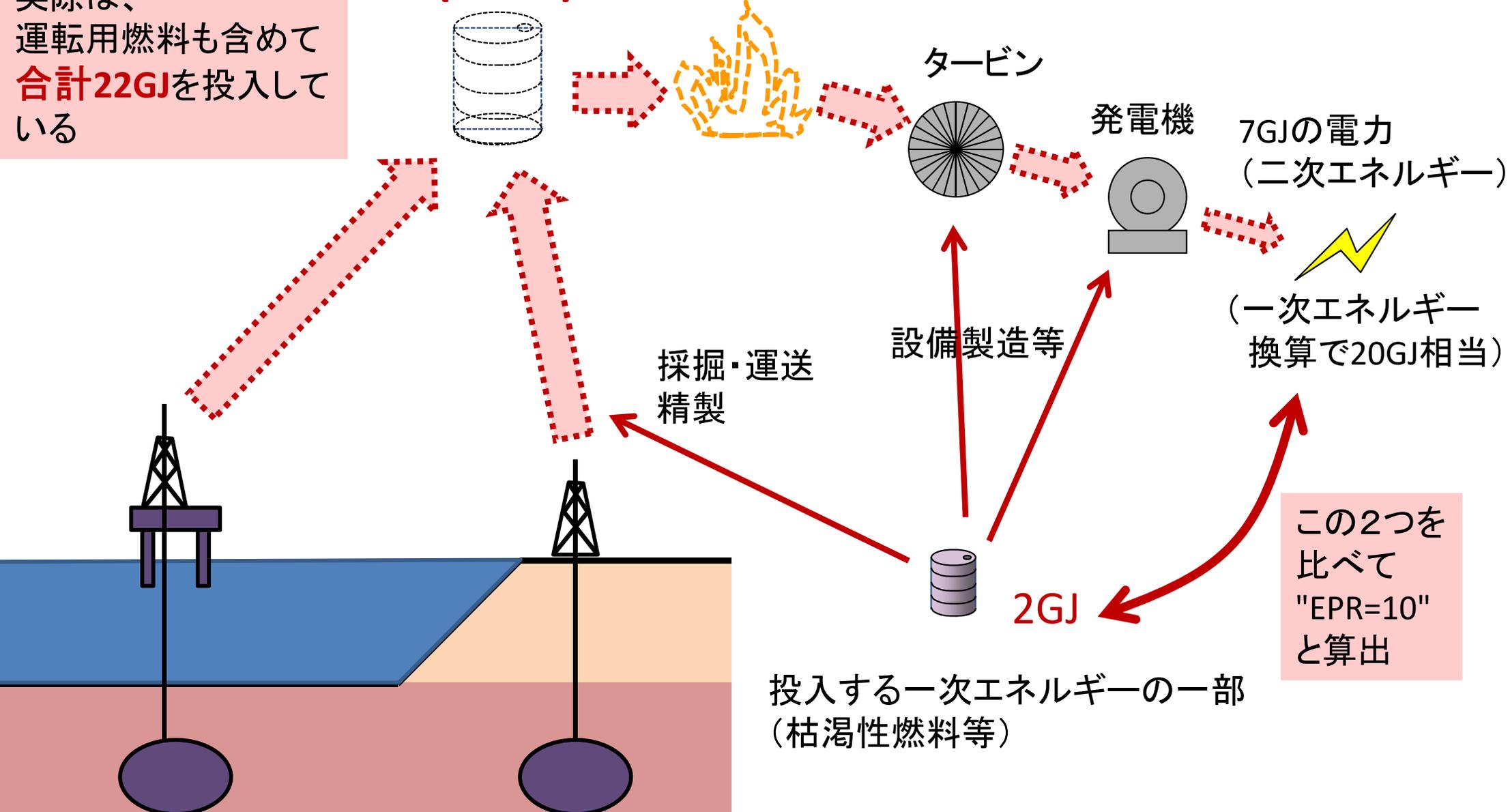
枯渇性エネルギーにおける"EPR"の計算概要例

運転用に投入される一次エネルギー(有限・有料)

→算入されていない

(20GJ)

実際は、
運転用燃料も含めて
合計22GJを投入して
いる



7GJの電力
(二次エネルギー)

(一次エネルギー
換算で20GJ相当)

採掘・運送
精製

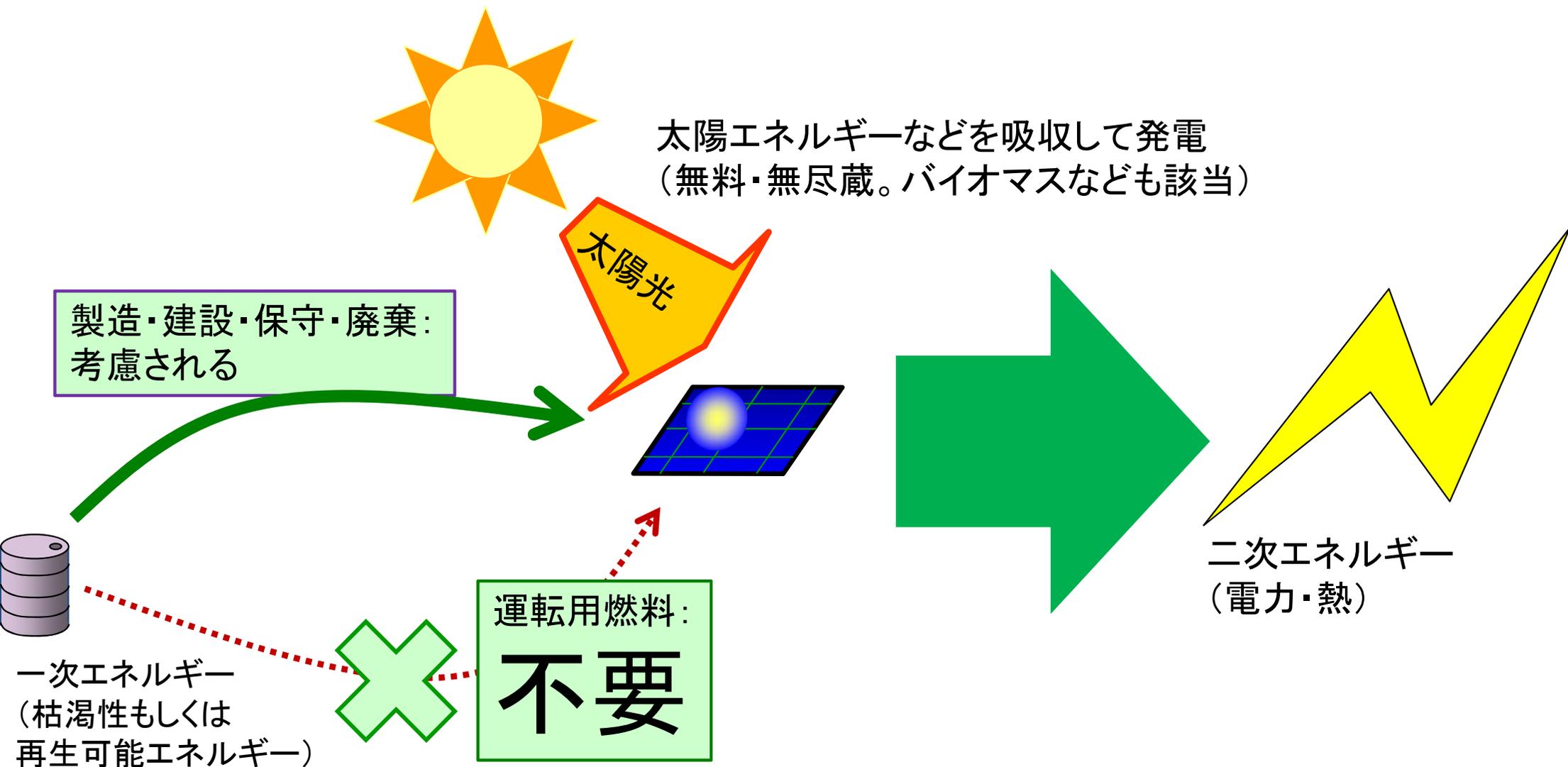
設備製造等

2GJ

この2つを
比べて
"EPR=10"
と算出

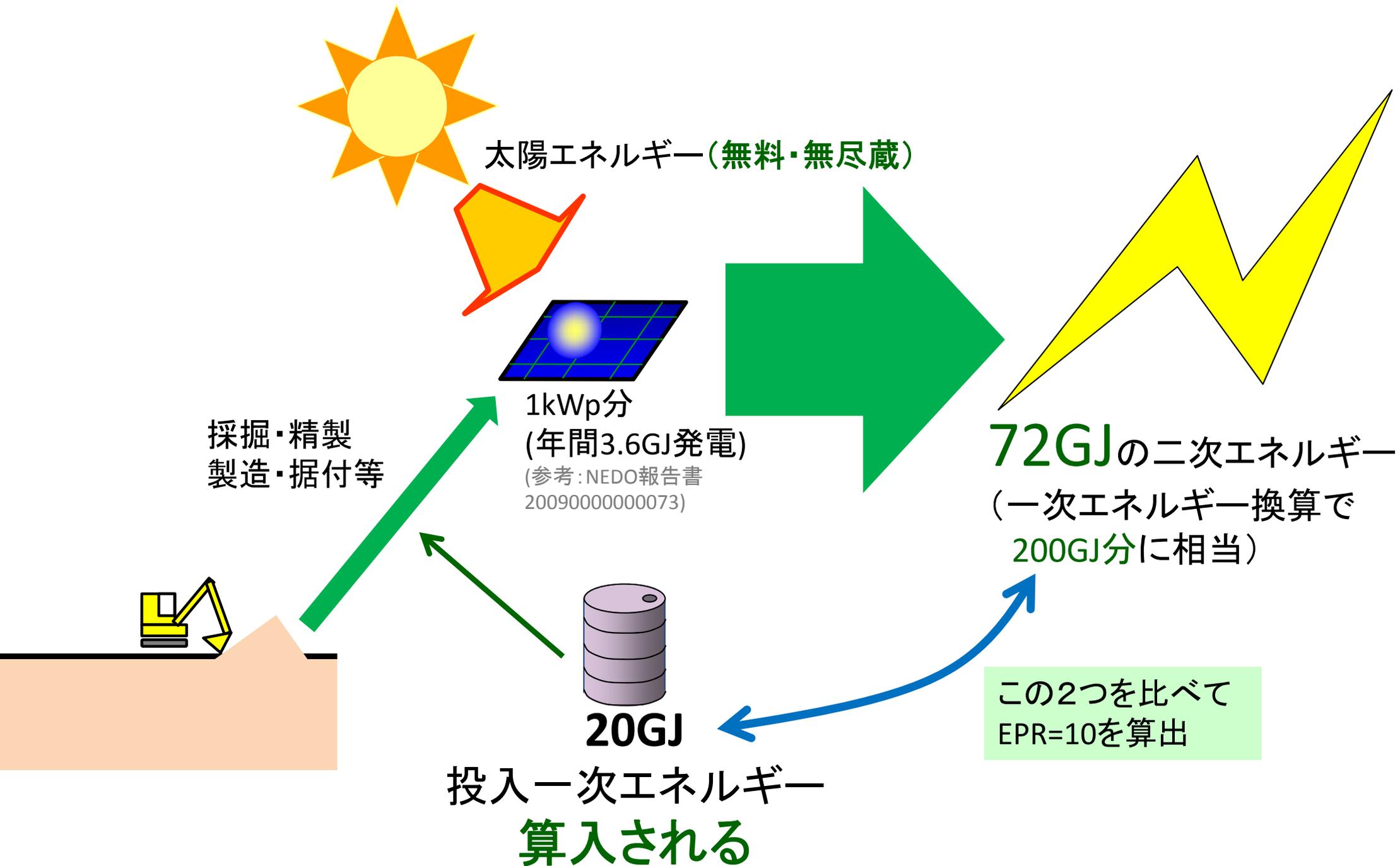
投入する一次エネルギーの一部
(枯渇性燃料等)

再生可能エネルギーにおける"EPR""EPT"の計算範囲

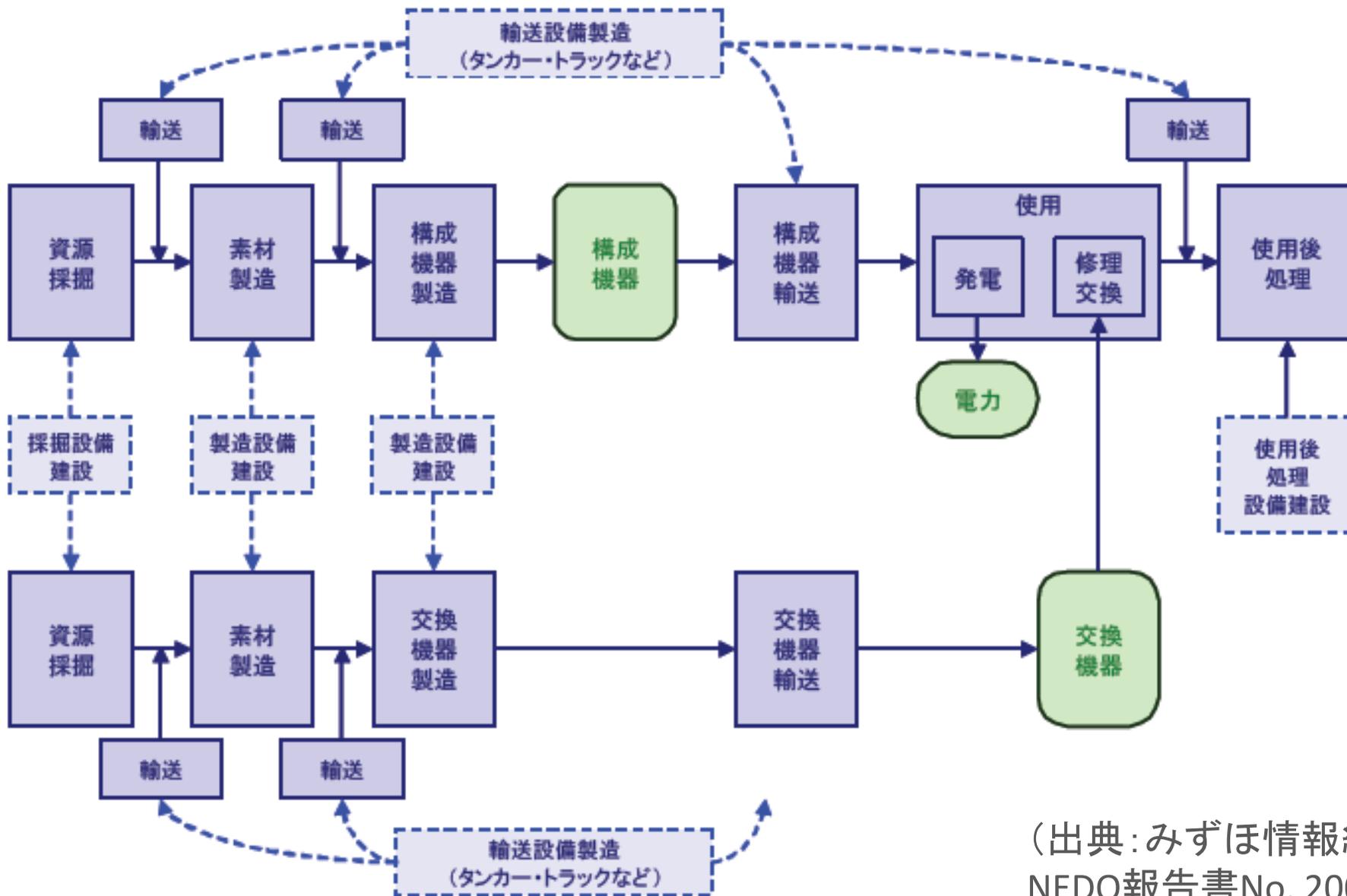


再生可能エネルギーにおいては、設備の製造(や、バイオマスにおいては燃料製造も)にある程度のエネルギー投入が必要なものの、運転用の化石燃料はそもそも不要である。変換効率の値が多少低くても、人類が使えるエネルギー量を増やせる。全ての燃料消費量を考慮しても、**それ以上のエネルギーが得られる(「ペイバック」する)。**

再生可能エネルギーにおける"EPR""EPT"の計算概要例



太陽光発電設備のEPT/EPR計算範囲例

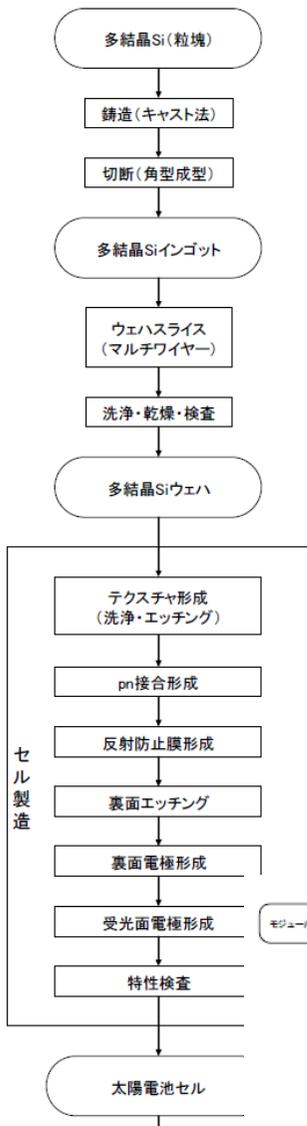


(出典:みずほ情報総研、2009年、NEDO報告書No. 20090000000073)

主要な要素は全て考慮されている
(他は誤差程度の影響しか見込まれない)

太陽光発電のEPT調査例

製造工程



セル構造

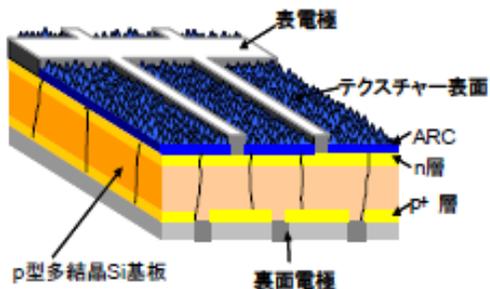


図 2.1-1 多結晶 Si 太陽電池の構造

原料製造国による違い

表 1.2-7 海外電力のライフサイクルにおけるエネルギー消費量及びCO₂排出原単位

国名	発電 1kWh あたりのエネルギー消費量 (MJ/kWh)	発電 1kWh あたりのCO ₂ 排出原単位 (kg-CO ₂ /kWh)
中国	12.54	0.893
ノルウェー	12.85	0.001
フランス	11.03	0.068
南アフリカ	10.46	0.857
ブラジル	12.38	0.071
豪州	10.55	0.790
チリ	10.72	0.318
メキシコ	10.54	0.485
カナダ	11.63	0.196
米西海岸	11.28	0.610
米東海岸	11.28	0.609
インドネシア	12.45	0.736
タイ	8.86	0.488
マレーシア	8.61	0.496

*使用する原料の上流を含んだ数値
ライフサイクルのエネルギー消費量はJEMAI-LCA Proの情報をもとにみずほ情報総研で作成

使用後処理工程

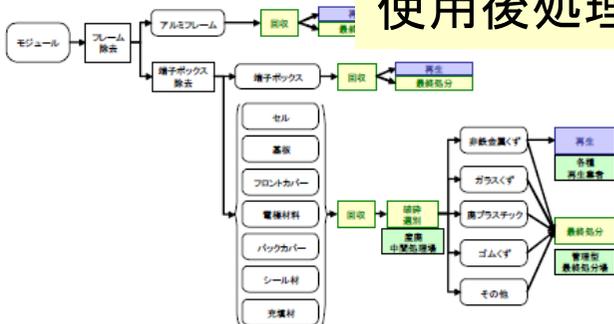


図 2.4-1 太陽電池モジュールの使用後処理工程(基本ケース)

構成材料

表 2.1-2 対象とする多結晶 Si 太陽電池モジュール

セル	セル寸法	mm	155 × 155	
	セル厚さ	mm	0.2	
	セル出力	W	3.88	
	セル効率	%	16.1	
モジュール	モジュール寸法	mm	1,326 × 1,008	
	セル枚数	枚	48 (=8×6)	
	モジュール出力	W	186	
	モジュール効率	%	13.9	
	モジュール重量	kg	16.0	
構成材料	セル	結晶シリコン	kg	0.5
	フロントカバー	ガラス		
	フレーム	アルミ		
	充填材	EVA		
	周辺シール	プラスチック		
	バックカバー	プラスチック		
	電極材料	銅/はんだ		
	端子ボックス	プラスチック		
システム	システム出力			
	モジュール枚数			

セル/
モジュール

表 2.1-10(1) 住宅用太陽光発電システムのアレイ架台材料および配線材料の所要量

	多結晶 Si	単結晶 Si	7μm/7μm Si /単結晶 Si	薄膜 Si	CIS
システム出力 (kW)	3.91	3.96	3.90	4.05	3.84
モジュール出力 (W)	186	185	195	37.5	80
モジュール枚数	21	24	20	108	48
アレイ面積 (m ²)	28.1	27.7	23.4	47.2	38.0
モジュール配置	段数	3	3	4	6
	列数	7	8	5	18
モジュール寸法 (m)	縦方向	1.008	0.990	0.812	0.465
	横方向	1.326	1.165	1.443	0.939
レイ寸法 (m)	縦(垂直)方向	3.0	3.0	3.2	2.8
	横(水平)方向	9.3	9.3	7.2	16.9
<アレイ架台用鋼材>	材所要量 (kg/m ²)	7.5			
	材所要量 (kg/アレイ)	211	208	176	354
<配線材料>	種類	2φ単芯 CV			
モジュール~	所要延長 (m)	56	56	58	203
接続箱	所要量 (kg)	3.8	3.6	3.7	13.1
	所要延長 (m)	8φ2芯 CV			
接続箱~	所要延長 (m)	40			
インバータ	所要量 (kg)	12.7			

架台

表 2.1-7 対象としたパワーコンディ

	住宅用	公共・産業等用	
定格出力等	定格出力:4 kW 単相 2線/3線式 AC202V トランスレス絶縁方式	定格出力:10 kW 三相 3線式 AC202V	
製品重量	13 kg/台		
主要素材	鉄、アルミ、銅、		
使用年数	10年		
		住宅用	
		公共・産業等用	
製品重量		3.4 kg/台	12 kg/台
主要素材		鉄、アルミ、銅、絶縁材料等	
使用年数		20年	

表 2.1-8 対象とした接続箱

周辺機器

(出典:みずほ情報総研、2008年、NEDO報告書No. 100012583。No.200900000000073も同様。)

第三者機関により、企業秘密まで含めて使用原料や工程などを逐一調べ上げている

太陽光発電におけるライフサイクル中の 投入エネルギー見積もり例

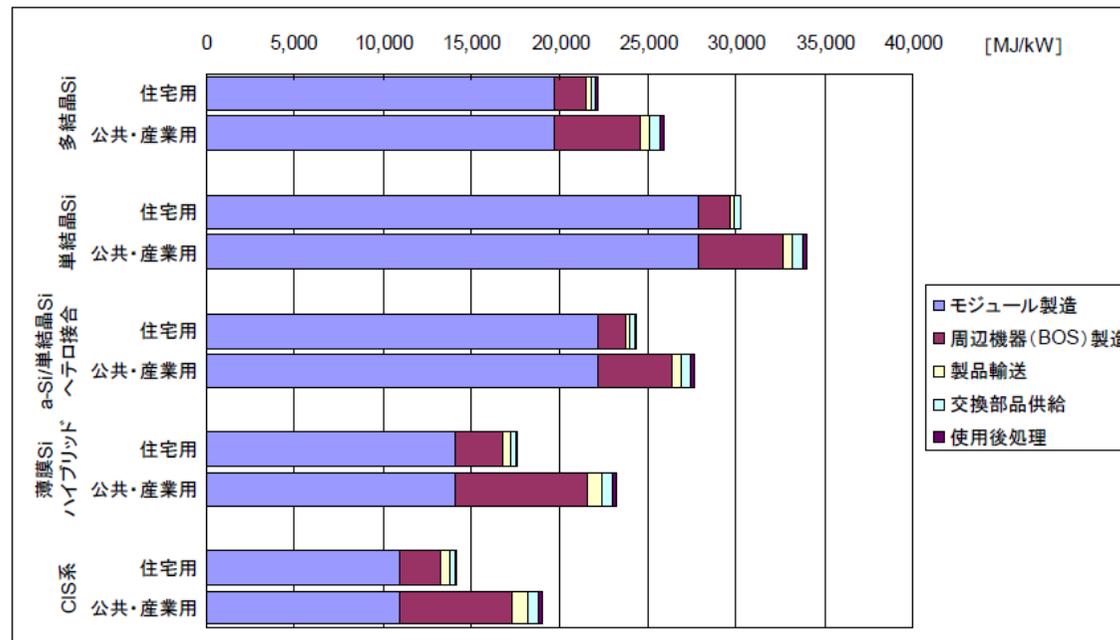


図 6.1-1 住宅用および公共・産業等用太陽光発電システムのライフサイクルにおけるエネルギー消費量 (MJ/kW) (基本ケース)

表 6.1-2 太陽光発電システムのエネルギー・ペイバック・タイム (年): リサイクルによる効果

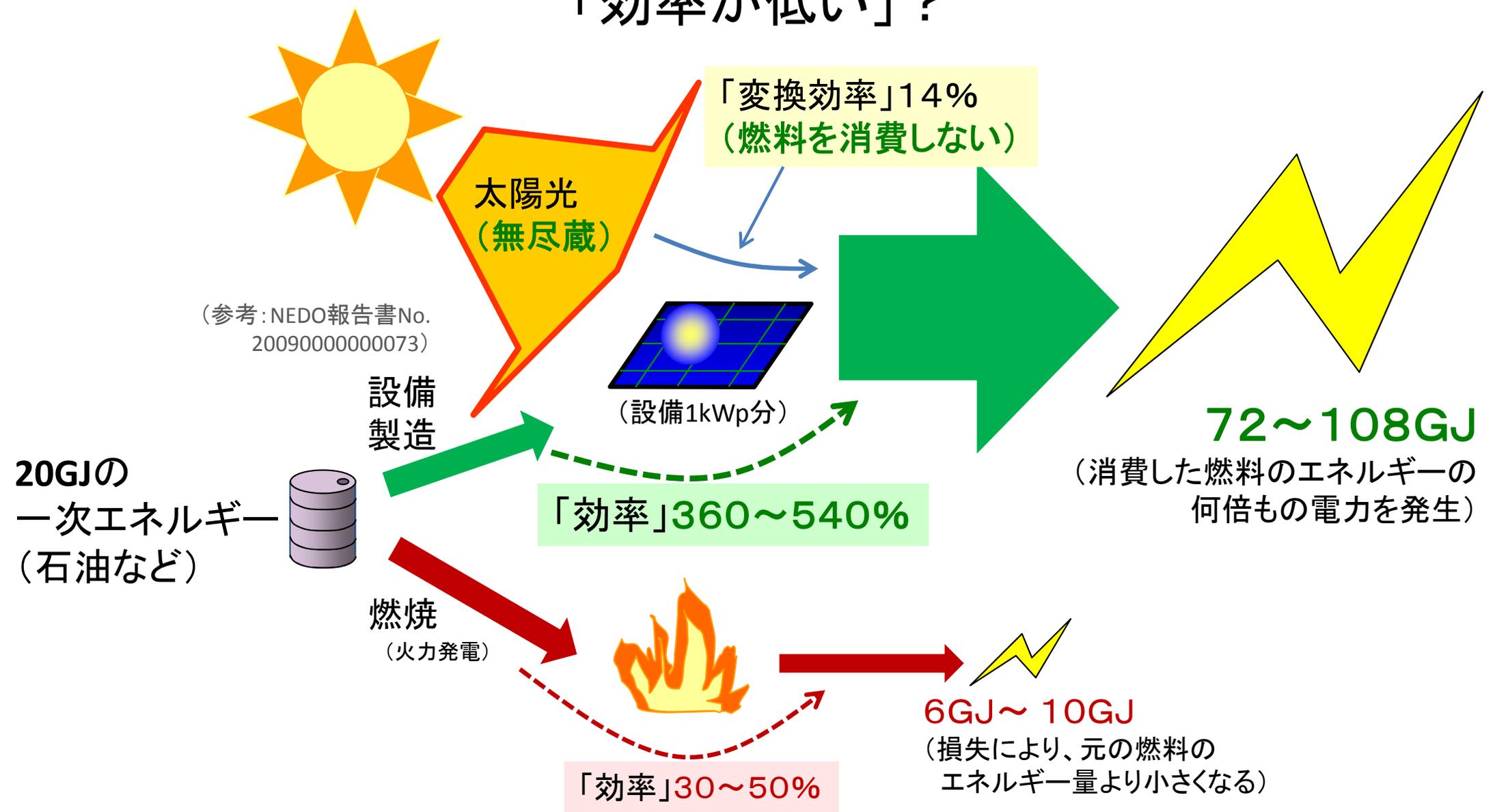
		多結晶 Si	単結晶 Si	a-Si/単結晶 Si へテロ接合	薄膜 Si ハイブリッド	CIS 系
住宅用	基本ケース	2.20	3.01	2.42	1.75	1.41
	リサイクル効果考慮ケース	2.02	2.78	2.22	1.45	1.08
	リサイクル促進ケース	1.65	2.40	1.90	1.35	0.96
公共・産業等用	基本ケース	2.58	3.38	2.75	2.31	1.89
	リサイクル効果考慮ケース	2.28	3.04	2.45	1.84	1.42
	リサイクル促進ケース	1.91	2.66	2.13	1.75	1.30

(いずれも2007年頃の日本の標準的条件における見積もり結果)

(みずほ情報総研、2009年、NEDO報告書No. 20090000000073より引用)

エネルギー的に1～3年程度でペイバックする

「効率が低い」?



太陽電池の「変換効率」は、火力発電等と言う「効率」(燃料消費量あたりの発電性能)とは異なり、大元のエネルギー源が無料かつ無尽蔵である。

よって、両者の絶対値を直接比較しても無意味である。

同じ「燃料消費量あたりの発電性能」ならば、太陽電池の方が桁違いに高性能である。

発電量あたりの燃料消費量はどれくらい違うのか

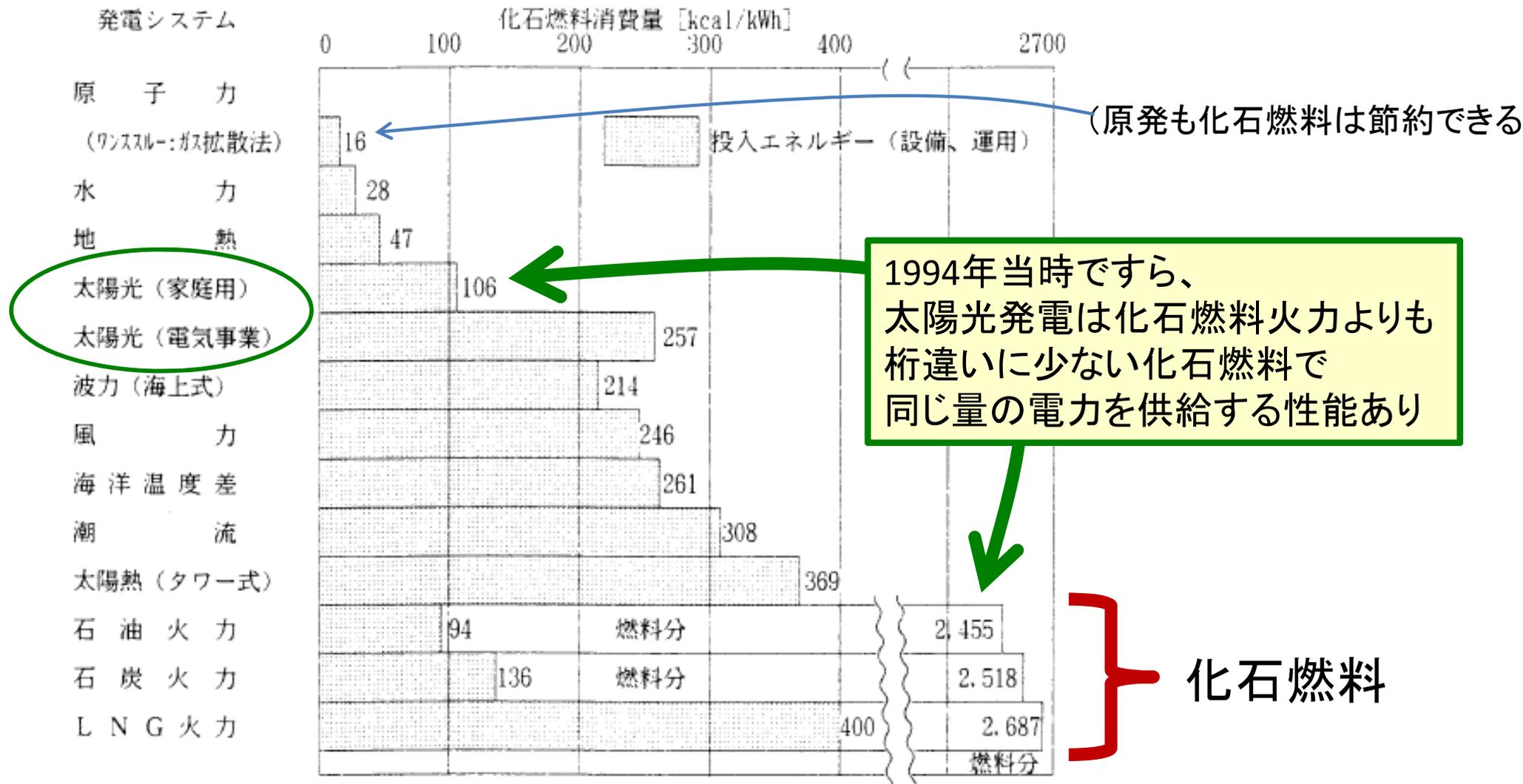


図11 発電システムの化石燃料消費量

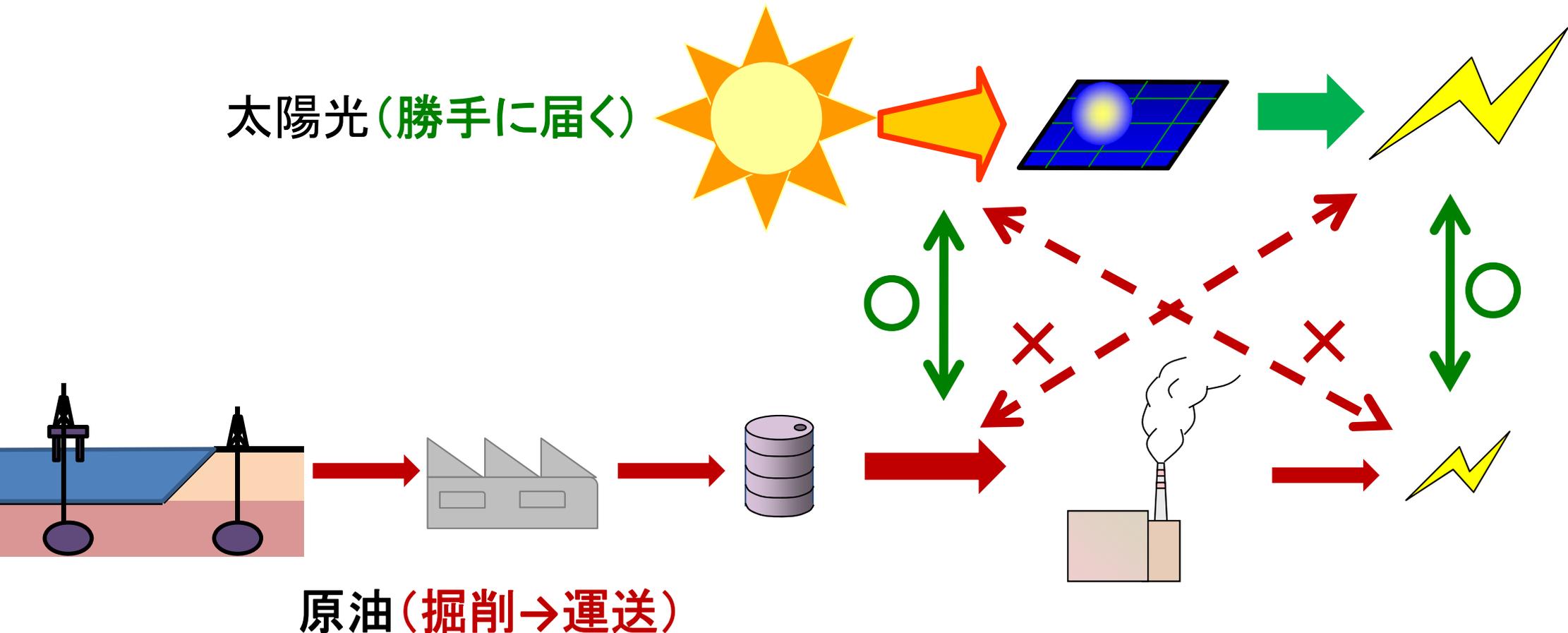
Fig.11 Life cycle fossil fuel consumption of power generation system

(内山洋司、電力中央研究所報告Y94009より)

1994年頃の報告ですら、再生可能エネルギーの方が発電量当たりの燃料消費量が桁違いに少ない。エネルギー源にならない、という主張はデマである。

”石油のEPR(EROEI)は100以上である”？ (1/2)

- “石油のEROEIが「100以上」だとする主張の論拠は、これは”燃やす前の、原油(crude oil)を採掘して届けるまで”(extraction)のみについての見積である (Cleveland, *Energy* 30 (2005) 769)。 (しかも1930年の見積であり、現在では悪化。後述) ”発電所にエネルギーが届くまで”の段階のみで評価するのならば、空から勝手に届く太陽光発電の場合、無限大になる。石油が勝るといふ論拠にはならない。



”石油のEPR(EROEI)は100以上である”？ (2/2)

・下記を引用して「石油」(実際には原油のextractionのみ)のEROEIを「最大100以上」などとする主張がみられるが、これは1930年の見積もり。同じ出典の同じグラフで2000年時点で20程度まで落ちていたことが指摘されており、現在における一般的な性能を比較する出典としてそもそも不適切。

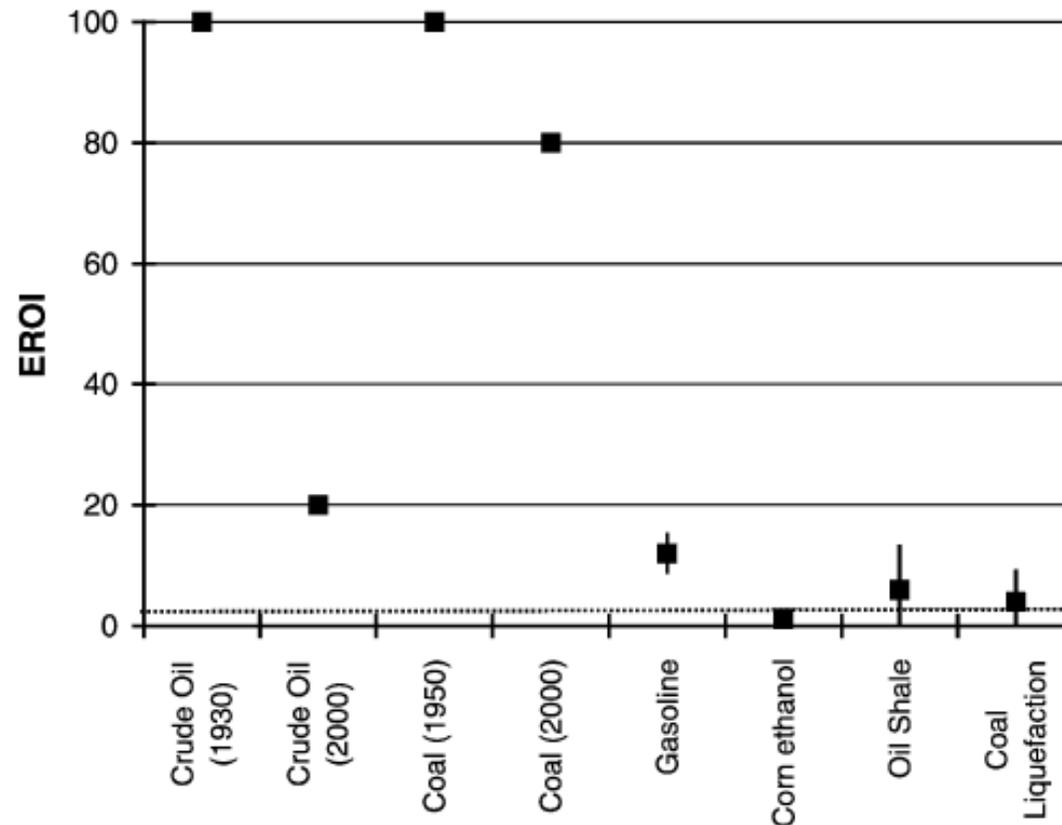


Fig. 6. EROI for conventional and alternative energy systems. (The dashed horizontal line represents the energy break-even point, EROI=1.0).

(Cleveland, *Energy* 30 (2005) 769)

"太陽光発電のEROEIは10倍未満"？

・下記を引用して太陽光発電のEROEIを「10倍未満」とする主張がみられるが、そのデータは古く(2005年)、想定されている環境性能も、同様の条件における現在一般的な性能に大幅に劣る。

大元の出典におけるエネルギー収支の性能(EPBT): 3.3年 (Battistiら、*Energy* 30 (2005) 952)

Table 10
Energy-environmental PBTs for PV and PV/TH systems

	EPBT (years)	CO _{2eq} PBT (years)
PV mc-Si system (flat roof)	3.3	4.1
PV/TH (space heating)	2.8	2.8
PV/TH (DHW, replacing natural gas)	2.3	2.4
PV/TH (DHW, replacing electricity)	1.7	1.6

・最近の製品における同様の地理条件(南欧)でのエネルギー収支の性能(EPBT): 2年前後 (EPRやEROEIにして10~15前後)

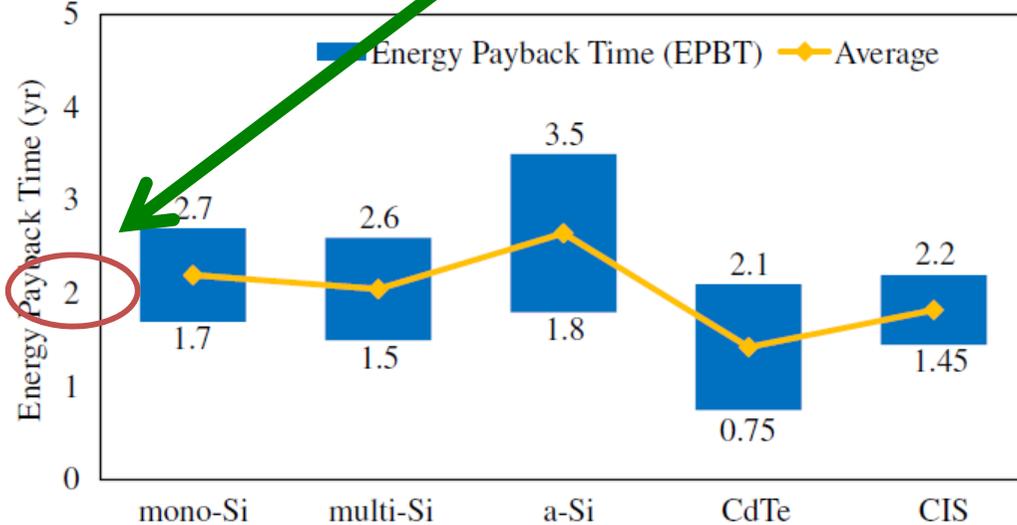


Fig. 5. Review of energy payback time for various PV systems.

Pengら、*Renewable and Sustainable Energy Reviews* 19 (2013) 255.

(複数文献の評価結果をまとめたレビュー)

変換効率一つとっても、現在一般的な15%前後に対して11%未満の効率しか想定していない。

現在の一般的な性能を論じるには、Battistiらのデータは不適切である。

太陽光発電に関する 論拠の確かな報告の例

・内山洋司(筑波大学教授;LCAの大家)

電力中央研究所報告 Y94009 (このスライドでも引用)

1994年当時の技術水準・生産規模でエネルギー収支比5~9 (EPTで3.3~6年相当)

将来予測でエネルギー収支比6.5~19 (EPTで1.6~4.6年相当)

当時もっとも包括的な調査結果で、公的文書にも良く利用された。

十数年前の計算のため、現在ではもっと性能が上がっている(この文献にも将来予測あり)。

・みずほ情報総研

太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究

NEDO報告書 No. 20090000000073 下記NEDOwebサイトからダウンロード可能。

<http://www.nedo.go.jp/database/index.html>

2011年2月現在、日本における現状の値として最新かつもっとも包括的な報告書。本資料でも引用。

また今後の技術革新はリサイクル以外考慮されていないため、今後さらに性能が向上する余地もあり。

・山田興一(東京大学総長室顧問)・小宮山宏(東京大学前総長・三菱総研理事長)

「太陽光発電工学」(日経BP社)

2001年当時最新のソーラーグレードシリコン製造法に基づいた計算。現在この製造法はマイナーだが、

冶金法など性能的に匹敵する省エネルギーな工程が幾つも実用化されているため、現在でも参考になる。データも詳しい。

・国立再生可能エネルギー研究所(NREL)のQ&A

<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35489.pdf>

EPTは約10年前のデータでも3~4年、今後は1~2年、との調査結果が記されている。

・米国エネルギー省の解説ページ

<http://www1.eere.energy.gov/solar/myths.html>

実用性を否定する意見を「いずれも都市伝説(Myths)」と切り捨てている。

上記のような文書と異なる主張を見たならば、まず信頼性を調べられたい。
おそらくそれらの主張には、どこかに信頼性の低い、非科学的な情報
(陰謀論、屁理屈、根拠に欠ける数値など)が紛れ込んでいるはずである。

ニセ科学を用いたデマの例

- ・ 正当な理由を示さずに、実際のデータと異なる数字を用いる
 - ・ 実際の工程や使用材料すら調べていない
 - ・ 他の製造業のデータを根拠なく用いる
 - ・ 「企業秘密で明かされないから」などのもっともらしい理由をつける
(実際は第三者機関によって企業秘密まで含めて調査されている)
 - ・ 発電量を実際の統計よりも低く見積もる
 - ・ 必要な設備量を無用に多く見積もる
 - ・ それらしい言葉や数式で誤魔化す
 - ・ 無意味に学術用語("エントロピー"など)を並べ、脈絡なく結論を書く
 - ・ 無意味な数式を並べ、証明されたように見せかける
 - ・ "価格とエネルギー消費量がどんな場合でも比例する"など、科学的に誤った仮定を用いる
 - ・ 想像だけに基づいた仮定を、別の文書や人物が確固たる論拠として用いる
 - ・ 既存の学術報告に対し、なぜそれらが間違いなのか示せていない
 - ・ 根拠のない陰謀論を論拠にする
 - ・ 東京大学や筑波大学の世界的に認められた報告すら無視し、その理由も説明できていない
 - ・ パネルの温度上昇や変動を引き合いに出し、不安感を煽ってから陰謀論を出す
(実際はどちらも実用を妨げる物ではない)
 - ・ 公的な肩書きすら不明の人物が、ひたすら文章の量でゴリ押しする
- などの例が見受けられる。

...こんなもんにひっかからないで下さい。

ポイント

- 現在の化石燃料による**火力発電**は7~20円/kWhぐらいであるが、そのエネルギー源には**100%化石燃料を使っている**。
- 現在の**太陽光発電**はそれより価格は高い(たとえば2~3倍)が、発電量あたりの化石燃料消費量は火力発電の数%程度である。残りは**太陽エネルギーを吸収して発電するからである**。このためコストは数倍でも、(「ペイバック」の計算で考慮される)化石燃料の消費量は**ずっと少ない**。
- **枯渇性エネルギー**は、全ての燃料消費量を考慮すると**そもそも「ペイバック」しない**。利用した分、必ず資源量が減少する。
- 対して太陽エネルギーや地熱、潮汐などは事実上無尽蔵である。**再生可能エネルギー**はこれら無尽蔵のエネルギーを利用することで、一定以上の性能があれば、人類が使えるエネルギー資源を増やせる。すなわち**全ての燃料投入量を考慮しても、エネルギー的に「ペイバック」できる**。

まとめ

- ・再生可能エネルギーは人類が持続的に使えるエネルギーを増やす、現在唯一の手段である。
(枯渇性エネルギーは利便性には富むが、持続的に使える資源は増やせない。)
- ・太陽電池と枯渇性燃料を「効率」やEPT(EPBT), EPR(EROEI)等で比較して実用性を否定する意見は、燃料消費量の一部だけを考慮した計算値で比較しており、化石燃料の有限性を危惧する観点から非合理的である。
- ・エネルギー的にペイバックしない、実用性が無い、という主張は、信頼できる根拠を欠く。また彼らが比較対象としている枯渇性エネルギーは、そもそもペイバックしない。

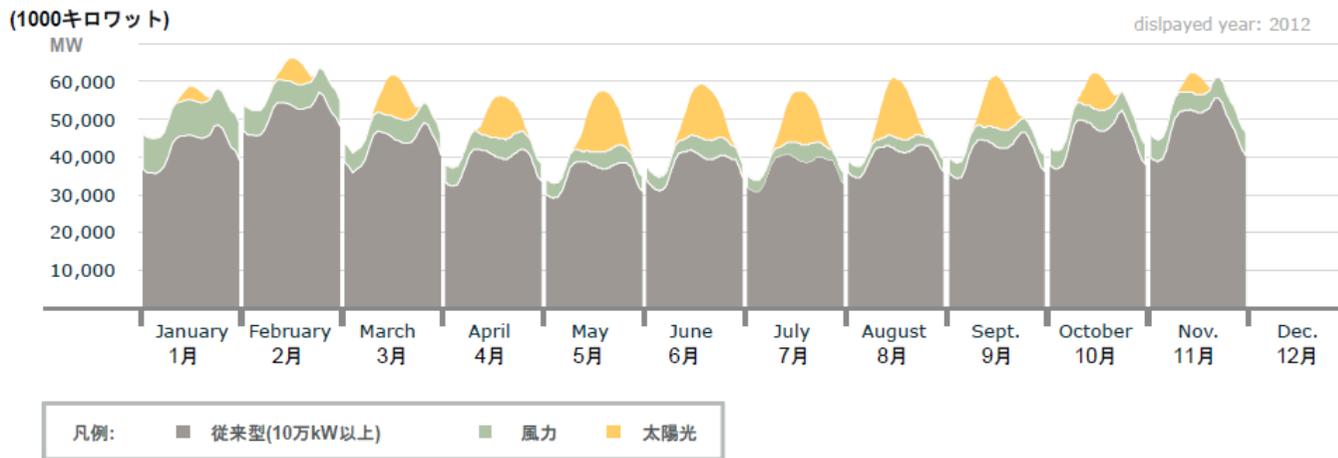
- ・太陽光発電は実用性のあるエネルギー源である。
今後も技術開発やコスト低減の必要性はあるものの、実用性や将来性を否定されるような謂われはない。
疑問があれば、率直に尋ねて来られることをお勧めする。
- ・質の低い情報は、いくらでもねつ造できてしまう。
屁理屈やニセ科学などの相手に時間(や金)を取られぬよう、情報の信頼性を常にチェックされることをお勧めする。

補足資料

実例(ドイツ)

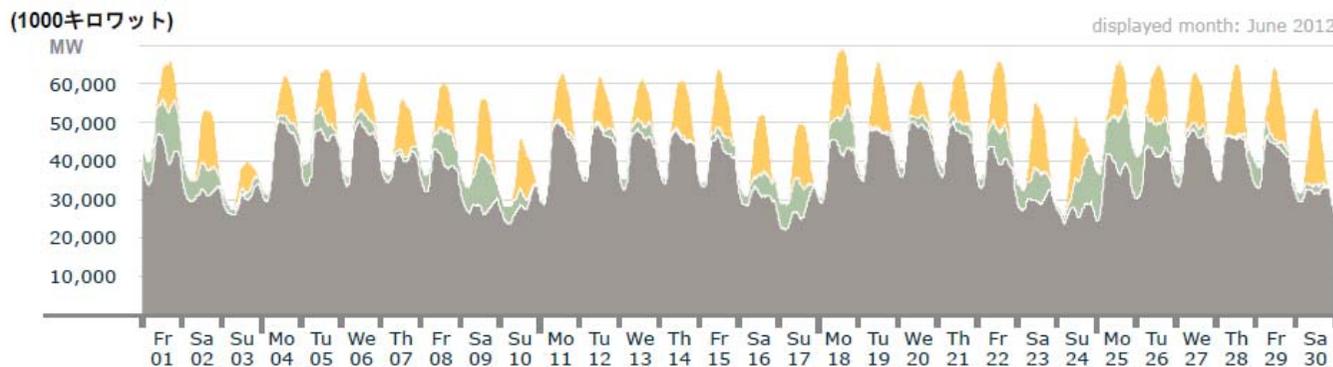
日ごとの動き
Diurnal courses

(フラウンホーファーISE、2012年ドイツにおける太陽光、風力からの発電)



発電実績値
Actual production

Su:日 Mo:月 Tu:火 We:水 Th:木 Fr:金 Sa:土



- ・電力の純輸出国。他国からの電力輸入量は数%程度(IEA)
- ・出力予測を活用、EEXのサイトにて誰でも閲覧可能

実際に電力供給の一翼を担っている

・電力需要の25%を
再生可能エネルギーで
供給(2012末)

- ・送電網1割増設等により、
蓄電池無しで4割まで普及可
(以上、BMUおよびBMWiによる)

- ・普及費用は巨額だが、
それに匹敵する額の化石
エネルギーコスト節減+
国内付加価値創出
(Morris, Pehnt, German Energy Transition)

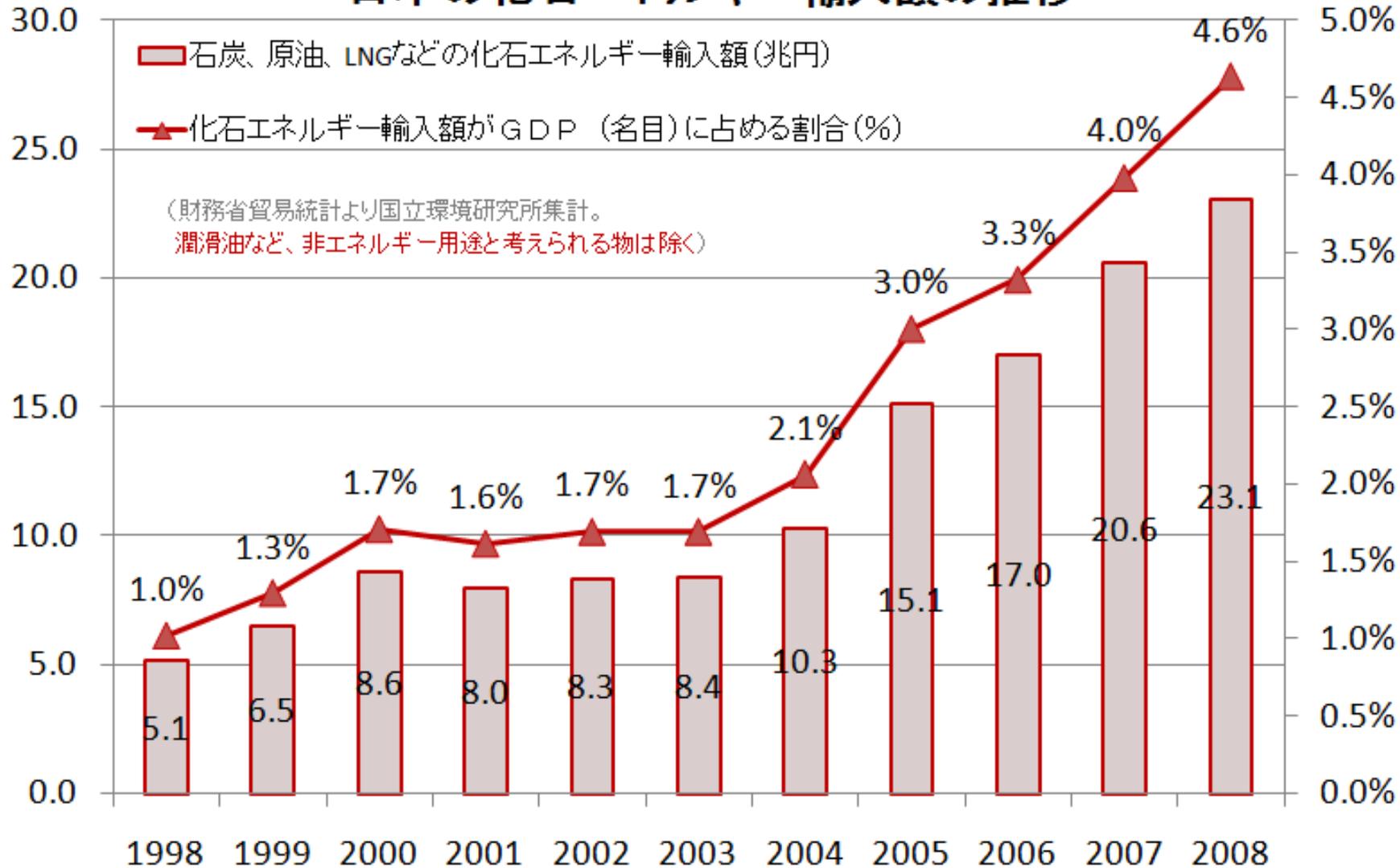
- ・雇用も全体にプラス
(BMU, Renewably Employed, Jun 2011)

- ・太陽光の買取価格12-17セント
/kWh(2013年1月)で普及継続中
(BnetzA)

- ・正午前後の電力価格が低下、
夕方よりも安価に (BSW-Solar)

増大する化石エネルギー輸入額

日本の化石エネルギー輸入額の推移



10年で4倍以上に
年20兆円以上のお金が国から流出

系統安定化に関するIEAの結論



日本語版
独立行政法人 産業技術総合研究所
一般社団法人 日本電機工業会

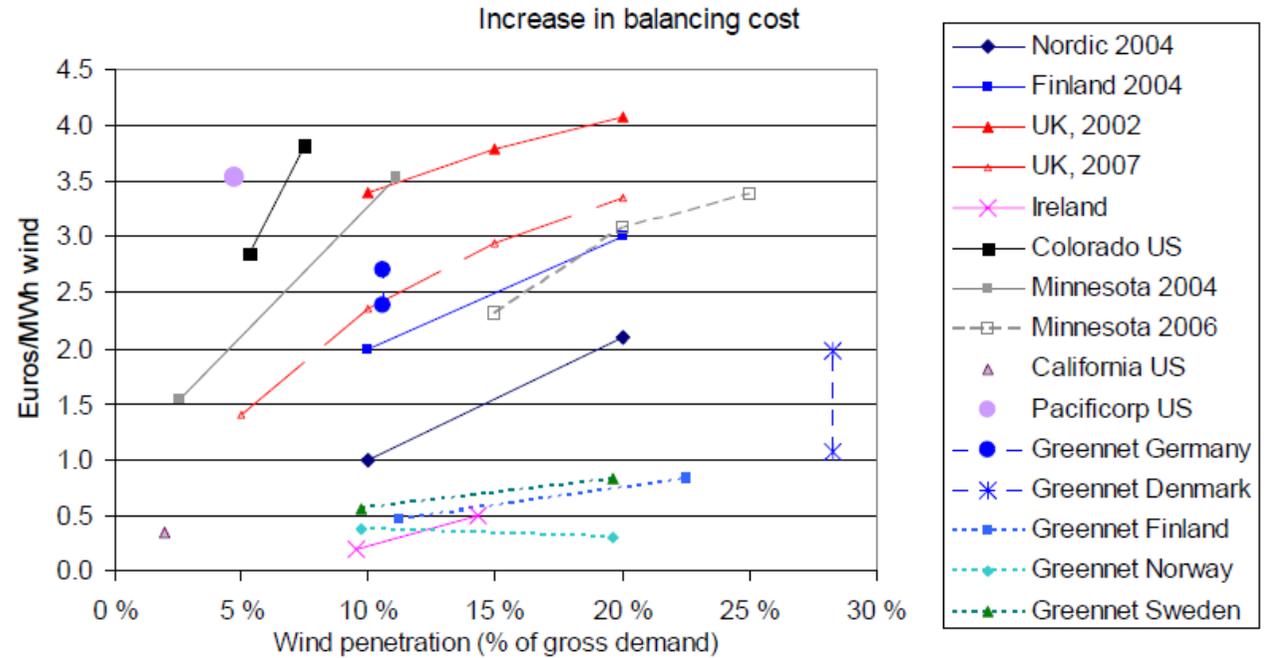


図 57 風力発電による需給調整コストと運用コストの増加に関する推定結果

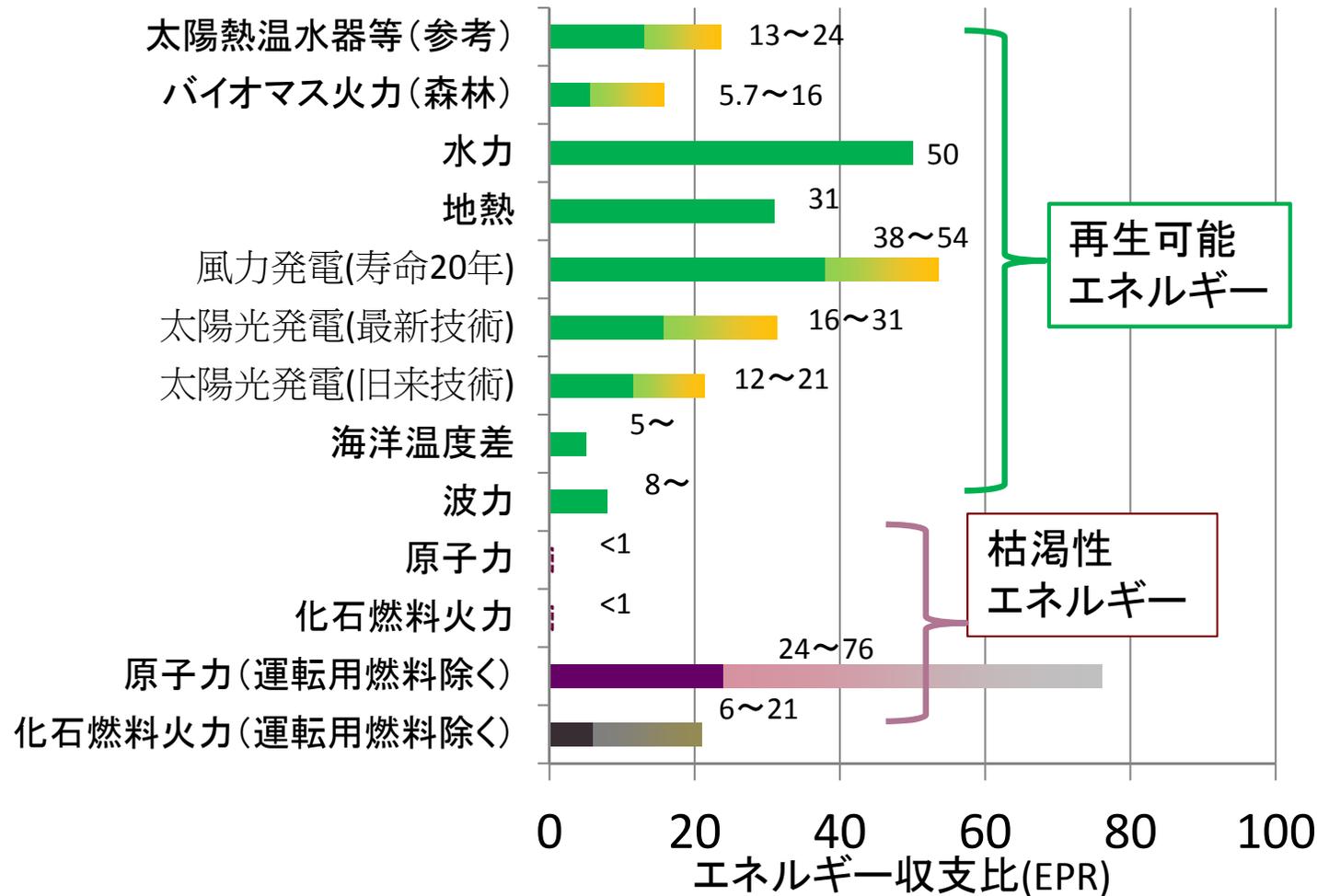
ここで使用した通貨換算は1ユーロ=0.7ポンド、1ユーロ=1.3米ドルである。英国の2007年研究は平均コストを示しており、導入率20%での最後の点における、コストの範囲は、2.6~4.7ユーロ/MWhである。

「風力発電の導入率が総需要電力量の20%以内である場合、風力発電の変動と不確実性に起因する系統運用コストの増加は、約1~4ユーロ/MWhとなり、これは風力発電の卸価格の10%以下である。」

(IEA Wind Task 25、風力発電が大量に導入された電力系統の設計と運用)

出力変動の激しい風力ですら、実用的な対応コストで普及可能

エネルギー収支比(EPR)



集計: AIST RCPV, 2008

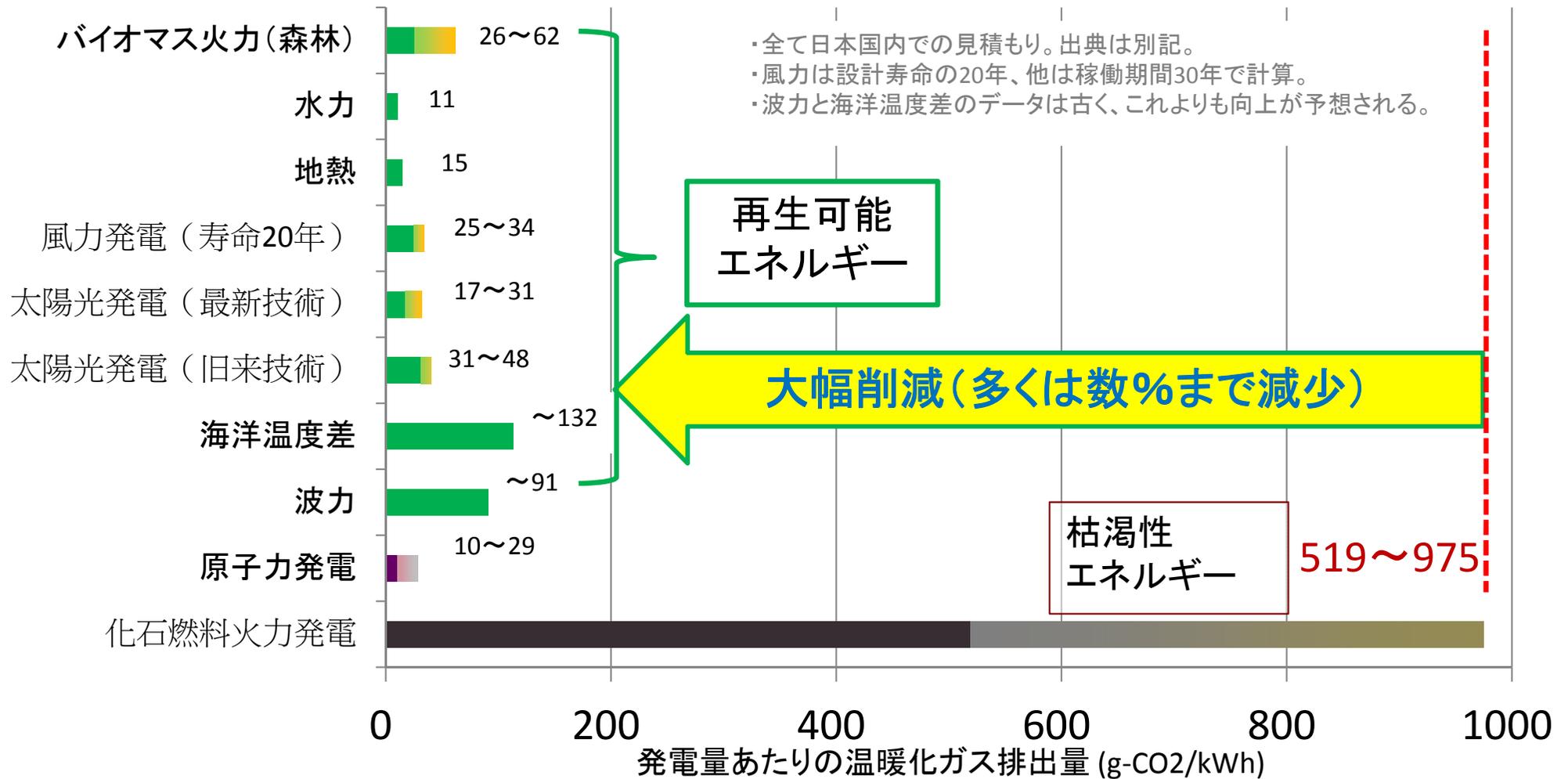
・全て日本国内での見積もり。出典は別記。

・風力は設計寿命の20年、他は30年。

・波力と海洋温度差のデータは古く、これよりも向上が予想される。

多くの再生可能エネルギーは、既に化石燃料以上の性能を持つ

温暖化ガスの排出量



温暖化ガス(CO₂)の排出量を数%以下に削減できる

補足：各種電源の性能値の出典

化石燃料火力発電

[Uchiyama,1991][Uchiyama,2006][Uchiyama,1995][Denchuken,2001]

原子力発電

[Hondo,2001][Denchuken,2001][Uchiyama,2006][Uchiyama,1995]

波力

[Uchiyama,1995]

海洋温度差

[Uchiyama,1995]

太陽光発電(旧来技術)

[Mizuho,2008][Yamada,2002]

太陽光発電(最新技術)

[Mizuho,2008][Yamada,2002]

風力発電(寿命20年)

[Ebihara,2001][Denchuken,2001]

地熱

[Uchiyama,1995][Denchuken,2001]

水力

[Uchiyama,1995][Denchuken,2001]

太陽熱温水器等(参考)

[Tsutsumi,1992]

バイオマス火力(森林)

[Yoshioka,2005]

[Denchuken,2001]

ライフサイクルのCO2排出量を電源別に求める、電中研ニュースNo.338(見直し後のデータ含む)、2000年10月／2001年8月
天野耕二、海老原美里、風力発電システムの導入と運用にともなう環境負荷量のライフサイクル評価、
第29回環境システム研究論文発表会、2001

[Ebihara,2001]

[Hondo,2001]

本藤祐樹、ライフサイクルCO2排出量による原子力発電技術の評価、電力中央研究所報告書Y01006、2001年8月
みずほ情報総研、平成19年度中間年報 新エネルギー技術研究開発 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発
太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究、NEDO報告書No.100012583、2008年
太陽光・熱ハイブリットシステムのエネルギー分析(堤他、平成4年電気学会全国大会講演論文集、1992年)より
新エネルギー・産業技術総合開発機構作成

[Mizuho,2008]

[Tsutsumi,1992]

[Uchiyama,1991]

内山洋司、発電プラントのエネルギー収支分析、電力中央研究所報告書 No. Y90015、1991年3月

[Uchiyama,1992]

内山洋司、山本博巳、発電プラントの温暖化影響分析、電力中央研究所研究報告Y91005

[Uchiyama,1995]

内山洋司、発電システムのライフサイクル分析、電力中央研究所(経済社会研究所)報告書Y94009、平成7年3月

[Uchiyama,2006]

内山洋司、再生可能エネルギー発電技術のライフサイクル評価、電気学会論文誌126(2006)222.

[Yamada,2002]

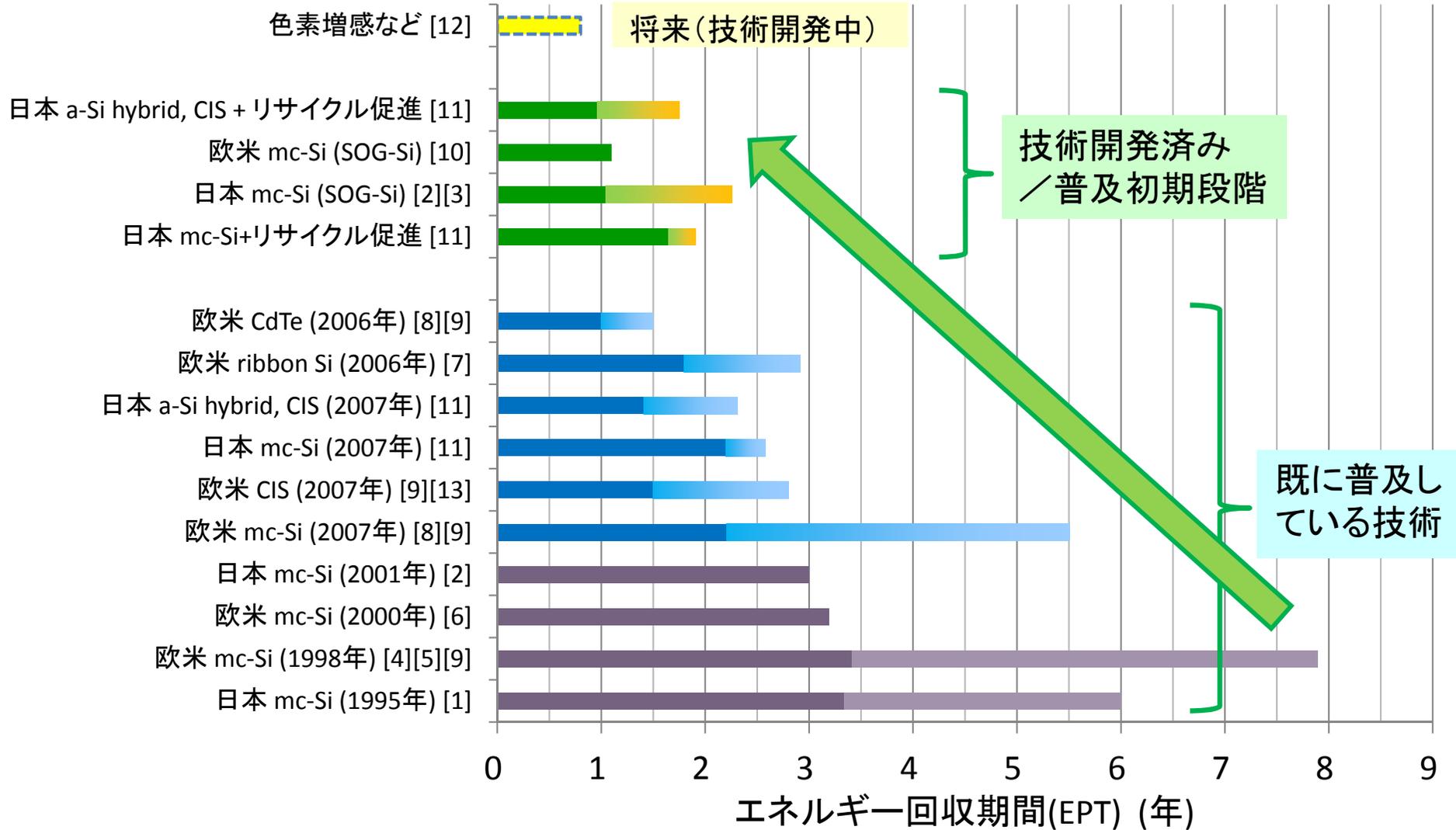
山田興一、小宮山宏、太陽光発電工学、2002年10月、ISBN4-8222-8148-5

[Yoshioka,2005]

吉岡拓如他、Energy and carbon dioxide (CO2) balance of logging residues as alternative energy resources:
system analysis based on the method of a life cycle inventory (LCI) analysis, Journal of Forest Research 10 (2005) 125-134.

太陽光発電のエネルギー回収期間(EPT)

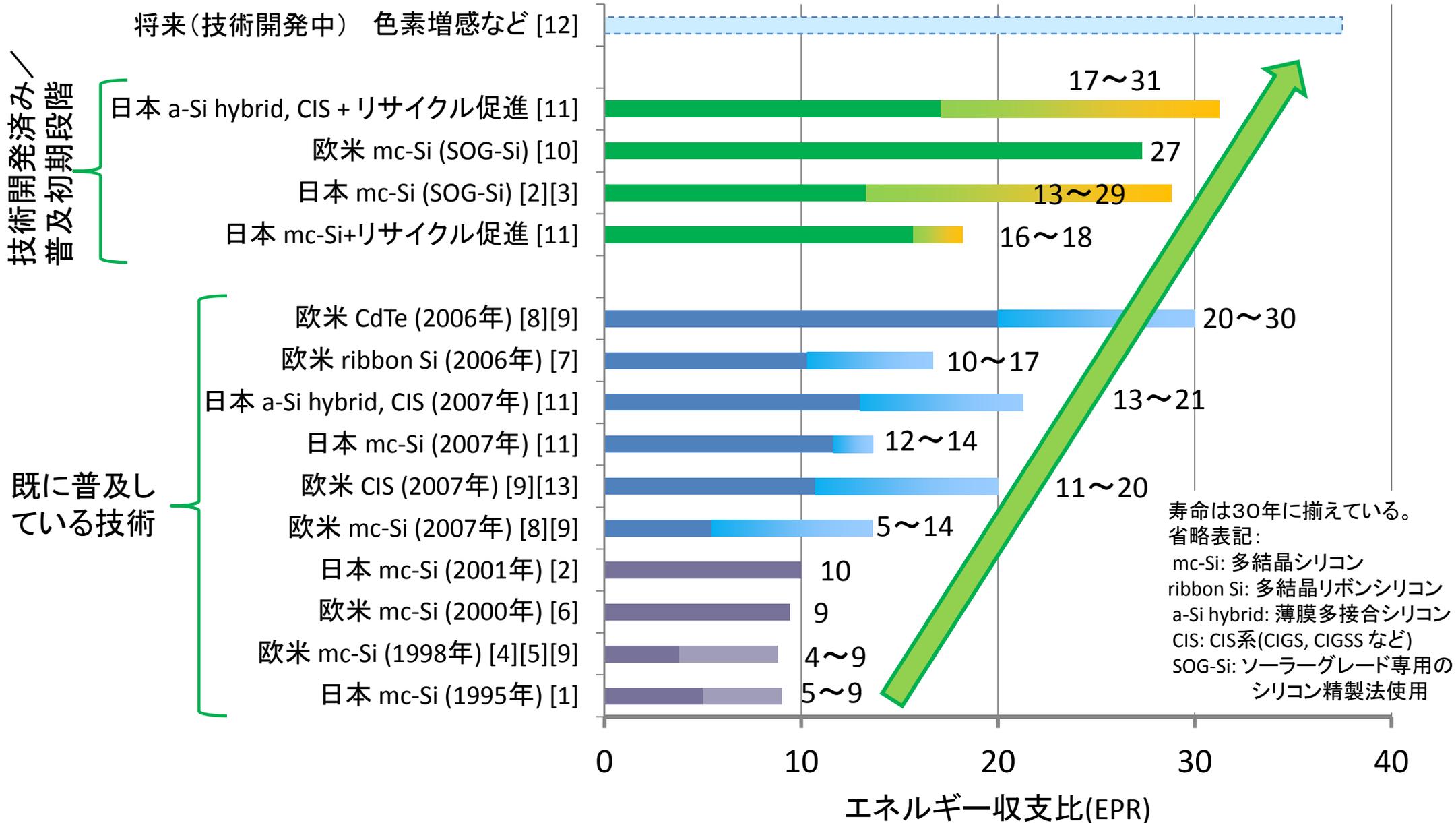
太陽光発電のエネルギー回収期間(EPT)
(ライフサイクル中の投入エネルギーを回収できる期間)



性能の向上が進んでいます。EPTは現状で1~3年程度、将来は1年程度と考えられます

太陽光発電のエネルギー収支比(EPR)

各種太陽電池のEPR(Energy Payback Ratio)の報告例



性能が年々向上しています。現在の技術ですと、EPRは10~30ぐらいと考えられます。

出典

前出のEPTやEPRのグラフは下記の文献を参考にしています。

- [1] 内山洋司(筑波大学教授)、電力中央研究所 研究報告Y94009、
「発電システムのライフサイクル分析」、1995年3月
- [2] NEDO報告書 太陽光発電評価の調査研究、2001年、報告書No. 010019372
- [3] 山田興一・小宮山宏(東京大学の元総長)、太陽光発電工学、2002年、ISBN4-8222-8148-5
- [4] E.A.Alsema et al , Energy Pay-Back Time of Photovoltaic Energy Systems: Present Status and Prospects ,
2nd WCPEC, Vienna, July 1998
- [5] 米国国立再生可能エネルギー研究所(NREL)、Energy Payback: Clean Energy from PV,
<http://www.nrel.gov/docs/fy99osti/24619.pdf>
- [6] E.A.Alsema, Energy Pay-back Time and CO2 Emissions of PV Systems, Prog. Photovolt. Res. Appl. 8, 17-25 (2000)
- [7] E.A.Alsema他, ENVIRONMENTAL IMPACTS OF CRYSTALLINE SILICON PHOTOVOLTAIC MODULE PRODUCTION,
Mater. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 895 0895-G03-05.1
- [8] V.Fthenakis, E.Alsema, Photovoltaics energy payback times, greenhouse gas emissions and external costs: 2004-early 2005 status,
Prog. Photovolt. Res. Appl., 14 (2006) 275-280.
- [9] Marco Raugei, Silvia Bargigli and Sergio Ulgiati, Life cycle assessment and energy pay-back time of advanced photovoltaic
modules: CdTe and CIS compared to poly-Si , Energy 32 (2007) 1310-1318.
- [10] M.J. de Wild-Scholten他, LCA COMPARISON OF THE ELKEM SOLAR METALLURGICAL ROUTE AND CONVENTIONAL GAS ROUTES
TO SOLAR SILICON, 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference, 1-5 September 2008, Valencia, Spain
- [11] みずほ情報総研、太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究、2009年、NEDO報告書No.20090000000073
- [12] M.J. de Wild-Scholten, A.C. Veltkamp, Environmental Life Cycle Analysis of Dye Sensitized Solar Devices; Status and Outlook,
22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference, 2007, 4AV.3.33 (p.2683).
- [13] Wuerz Solar 社の23rd EU-PVSECでの発表による(2008年9月)

注:

- ・文献間で条件を揃えるため、寿命20年での見積もりを換算する際は性能を単純に1.5倍して30年に揃えている。
- ・EPTの計算方法は、製造から廃棄までのライフサイクル全体を対象とした計算方法に揃えている。計算方法が異なる場合、各文献中のEPRのデータから逆算した。

「再生可能エネルギーの方がコストが高いのに、 エネルギー的にペイバックするの？」

- ・再生可能エネルギーは、太陽・風・地熱などからエネルギーを吸収して電力などを供給する。たとえ枯渇性エネルギーより数倍程度コストが高くても、一般的にはそれ以上に「燃料消費量あたりの二次エネルギー（電力等）発生量」が高いため、エネルギー的に”本当に”ペイバックできる。
（＝製造等に消費したよりも多くのエネルギーを、人類に供給できる。別スライド参照）
- ・そもそもコスト当たりのエネルギー消費量は、物やサービスによって異なる。
これがどんな場合でも一定であるという主張は、誤りである。
例えば、洗濯物の乾燥において、乾燥機と天日干しのコストを比べれば分かる。
- ・再生可能エネルギーに比べ、火力発電などは「コスト当たりの化石燃料等の消費量」が多い。
「コスト当たりの枯渇性エネルギー消費量はどれも一定」という（本疑問の前提の）主張は、化石燃料消費量の差を無視しており、事実と反する。
同じ太陽電池を、日照量が2倍の赤道付近で使った時はコストが半分になることから、そのような主張がおかしいと分かる。
- ・（再生可能エネルギーと条件を揃えて）運転用燃料まで考慮すると、（比較対象である）枯渇性エネルギーはそもそもペイバックしない。
- ・なお再生可能エネルギーでも大元の太陽や地球全体まで含めて計算すれば”ペイバックしない”ことになるが、これらは無料かつ無尽蔵なので、そこまで含めて計算する意味は無い。（太陽や風は、請求書を送ってこない）