

未来を支えるエネルギー

第16回テクノサイエンスカフェ 2014.8.9

東京大学 工学部3号館

システム創成学科

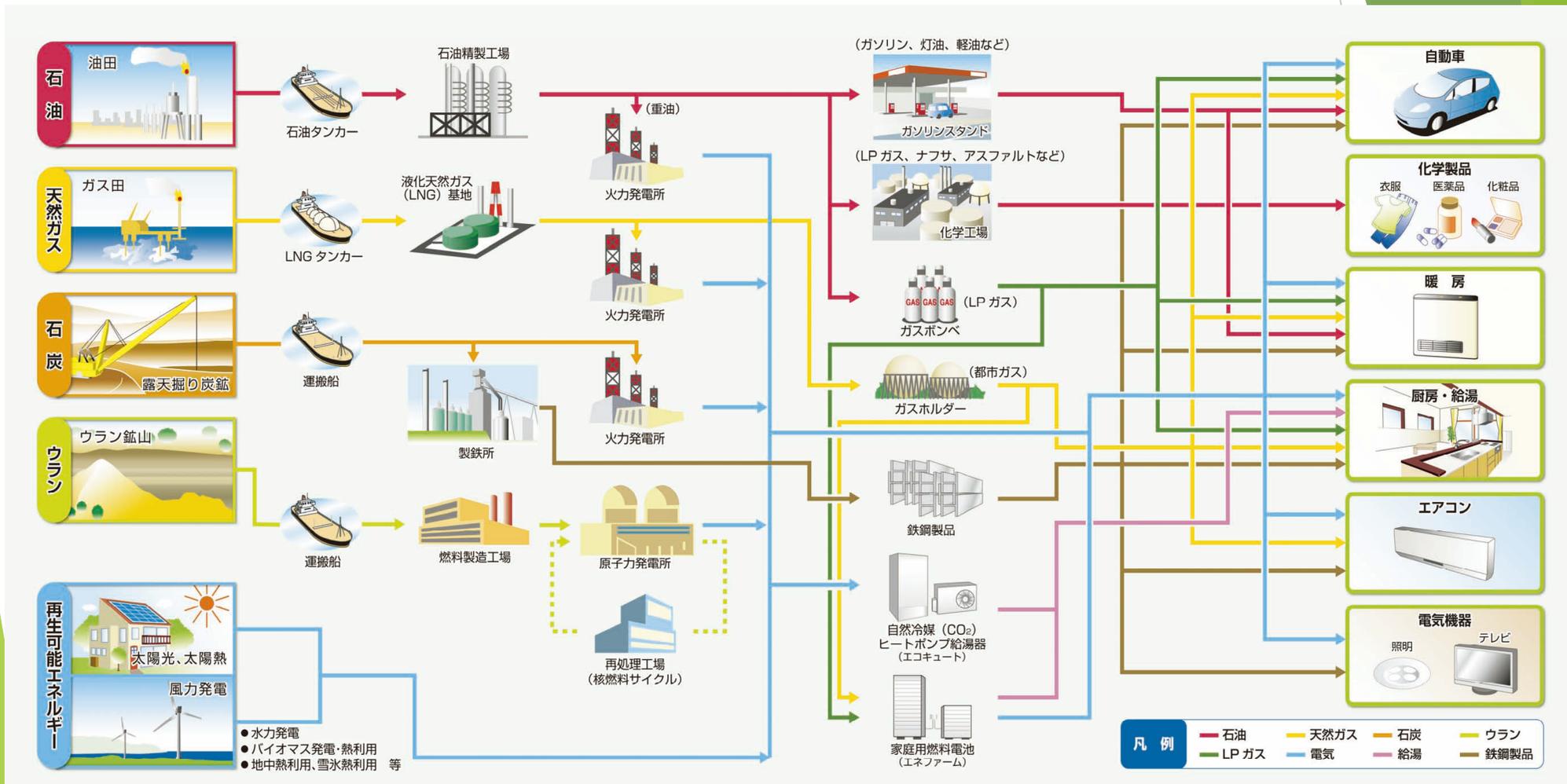
藤井 康正

内容

- ▶ エネルギーとは
 - ▶ エネルギーの流れ
 - ▶ エネルギーの種類と変換
 - ▶ エネルギー保存則
 - ▶ 地球のエネルギー収支
- ▶ エネルギー資源
 - ▶ エネルギー資源の種類と供給の現状
- ▶ エネルギー利用技術
 - ▶ 電流と磁石、気体の圧縮・膨張、水素、半導体、核エネルギー
- ▶ エネルギー供給のこれから
 - ▶ 3つの供給方法
 - ▶ 2030年の発電費用の推計

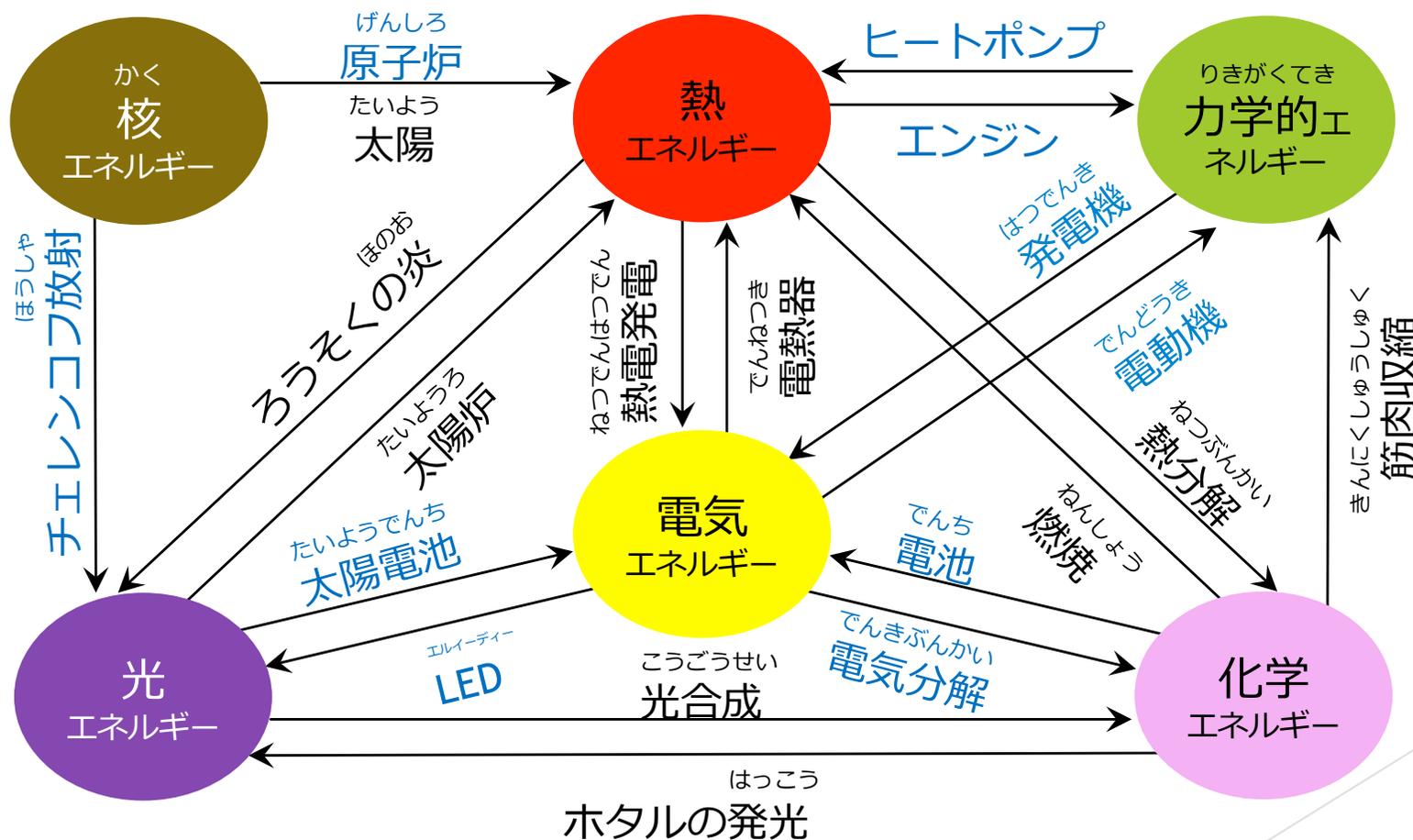
エネルギーとは

▶ エネルギーの流れ



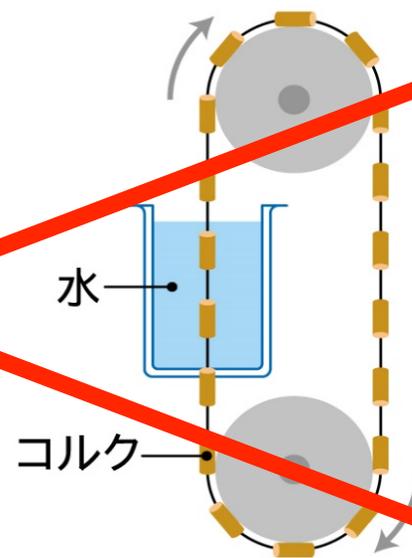
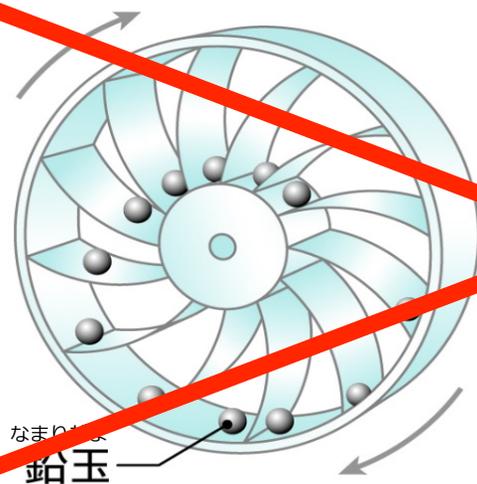
エネルギーとは

▶ エネルギーの種類と変換^{へんかん}



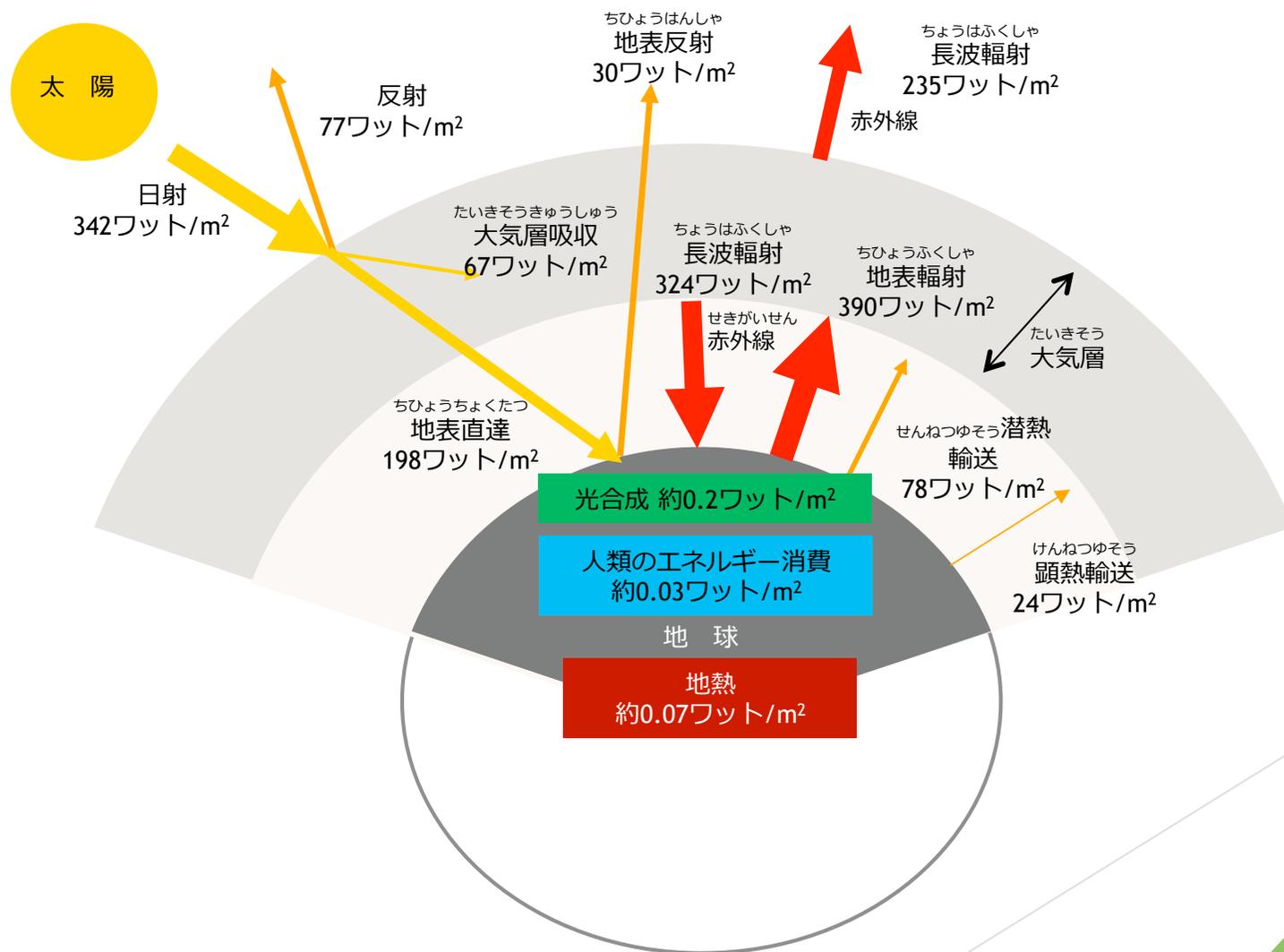
エネルギーとは

- ▶ エネルギー保存の法則^{ほぞん ほうそく}
 - ▶ エネルギーは新たに生まれません、無くなりません。
 - ▶ 種類は変化します。
 - ▶ 最終的には、すべて**熱エネルギー**となり、地球の大気・大地・海に吸収される
- ▶ 永久機関は**存在しない**。^{えいきゅうきかん}
 - ▶ 燃料などのエネルギーを供給しなくても、動き続けることができるエンジンは**できない**。



エネルギーとは

▶ 地球のエネルギー収支



エネルギー資源

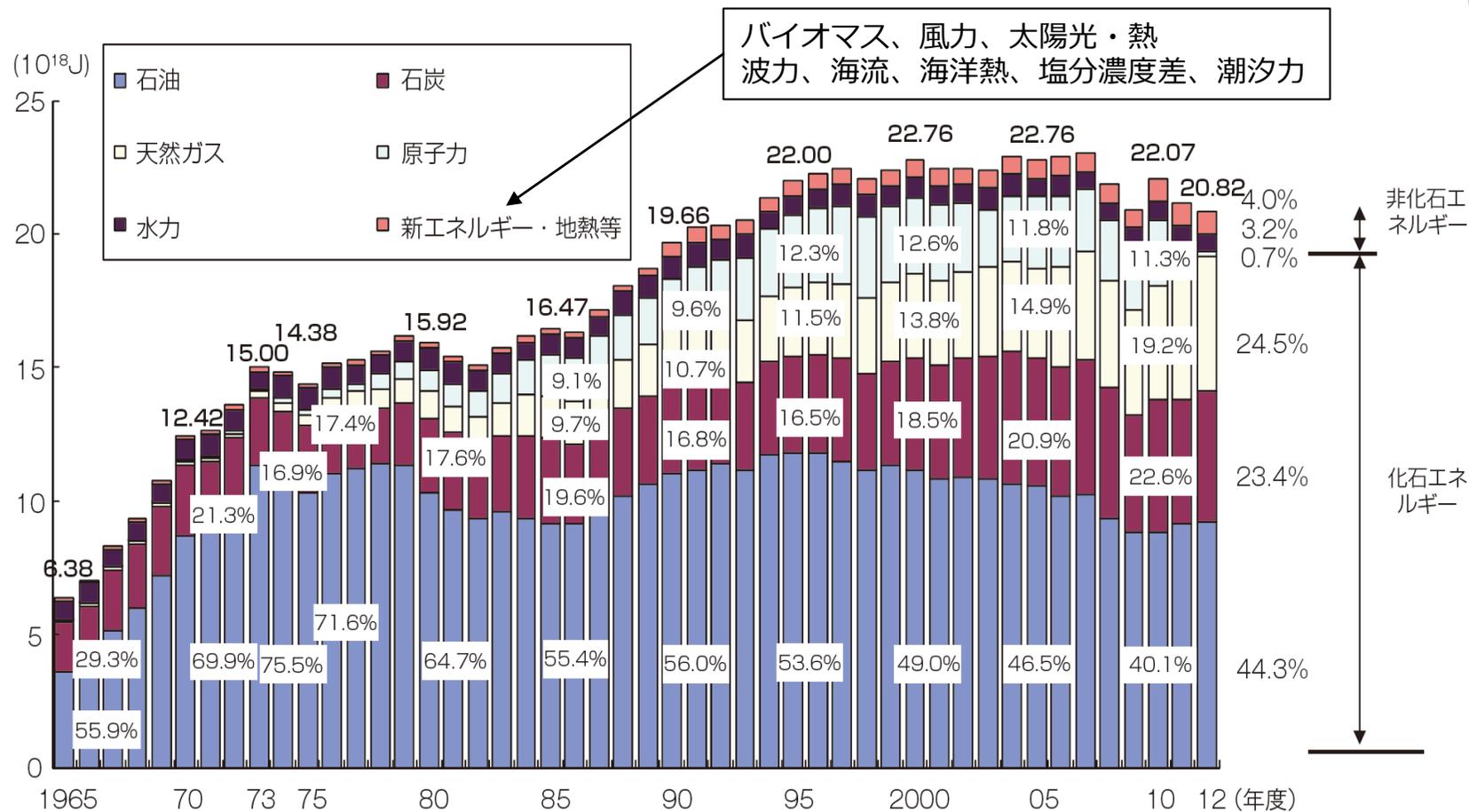
資源	種類	起源など	分類
石油	化学エネルギー	昔の生物の化石で、過去の 太陽エネルギー が蓄積したもの <small>かせきねんりょう</small> (化石燃料 、二酸化炭素問題の原因)	こかつせいしげん 枯渇性資源
石炭	化学エネルギー		
天然ガス	化学エネルギー		
原子力	核エネルギー	<small>ちようしんせいばくはつ</small> 大昔の超新星爆発で生成された ウラン など	さいせいかのうしげん 再生可能資源 自然エネルギー
地熱	熱エネルギー	<small>ほうしゃせいげんそ</small> 地球内部の 放射性元素 の崩壊熱など	
水力	力学的エネルギー	広い意味での 太陽エネルギー	
バイオマス	化学エネルギー		
風力	力学的エネルギー		
太陽光・熱	光エネルギー		
<small>はりよく かいりゅう</small> 波力・海流	力学的エネルギー		
海洋熱	熱エネルギー		
<small>えんぶんのうどさ</small> 塩分濃度差	化学エネルギー		
<small>ちようせきりよく</small> 潮汐力	力学的エネルギー		

エネルギー資源

▶ エネルギー資源供給の日本の現状

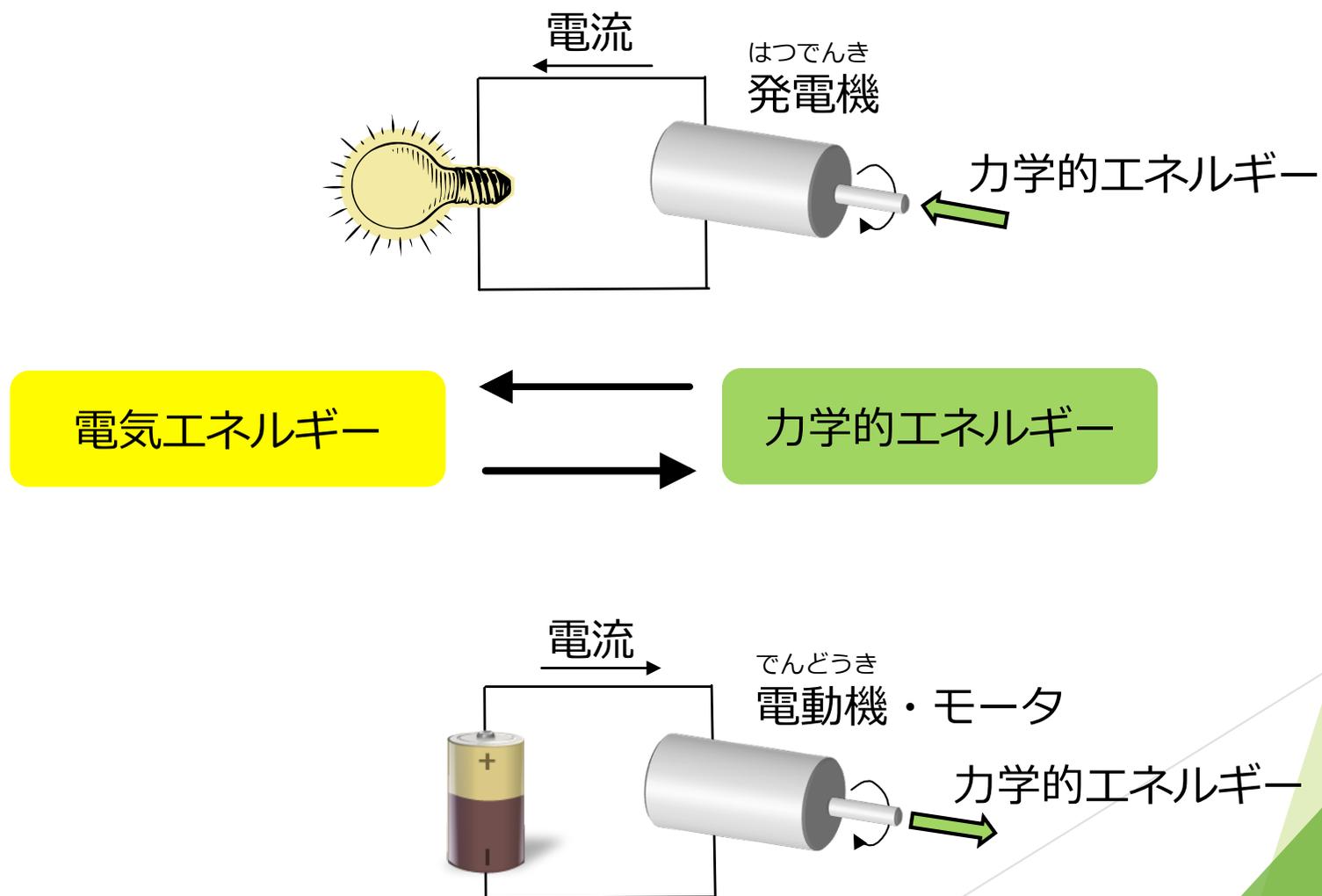
かせきねんりょう いぞんりつ

▶ 2012年度の日本は化石燃料依存率は92.2%



エネルギー利用技術 1

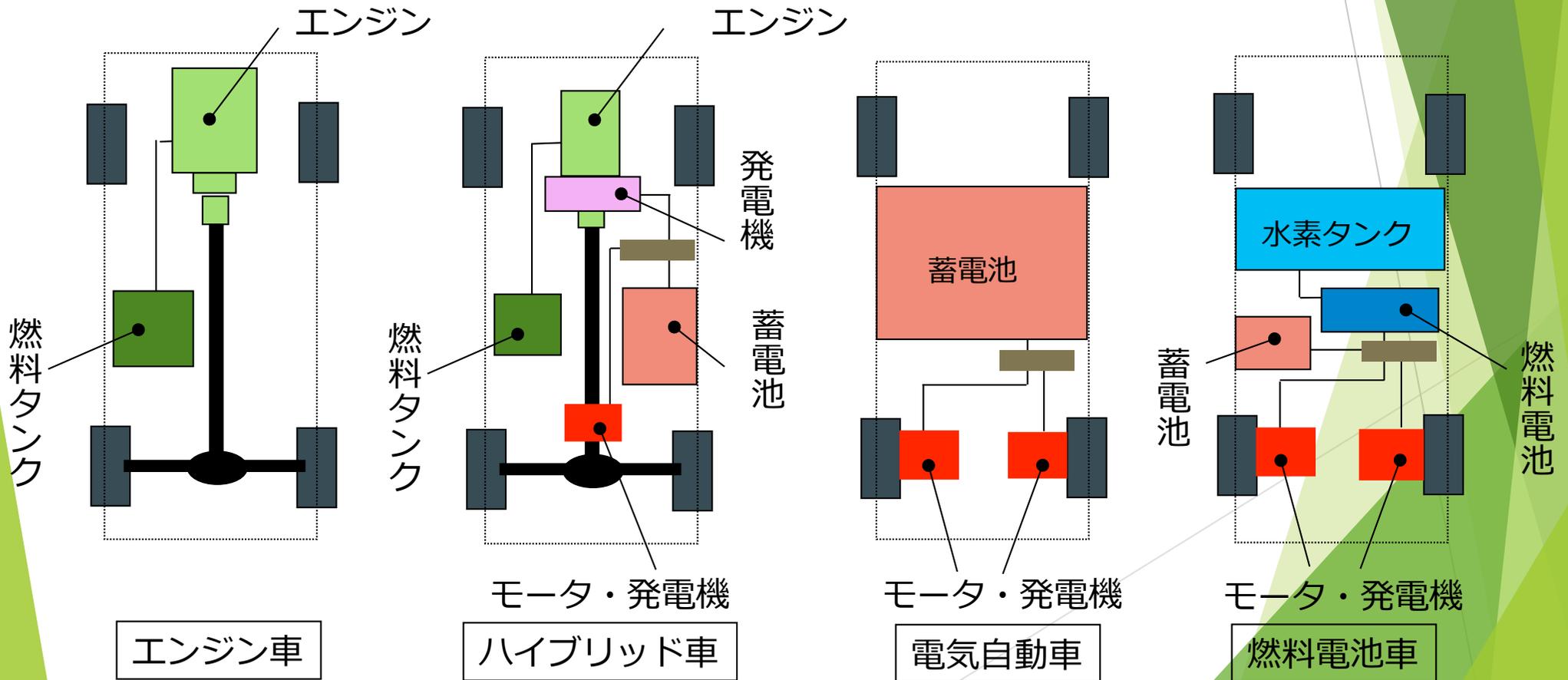
▶ 電流と磁石を用いた技術



エネルギー利用技術 1

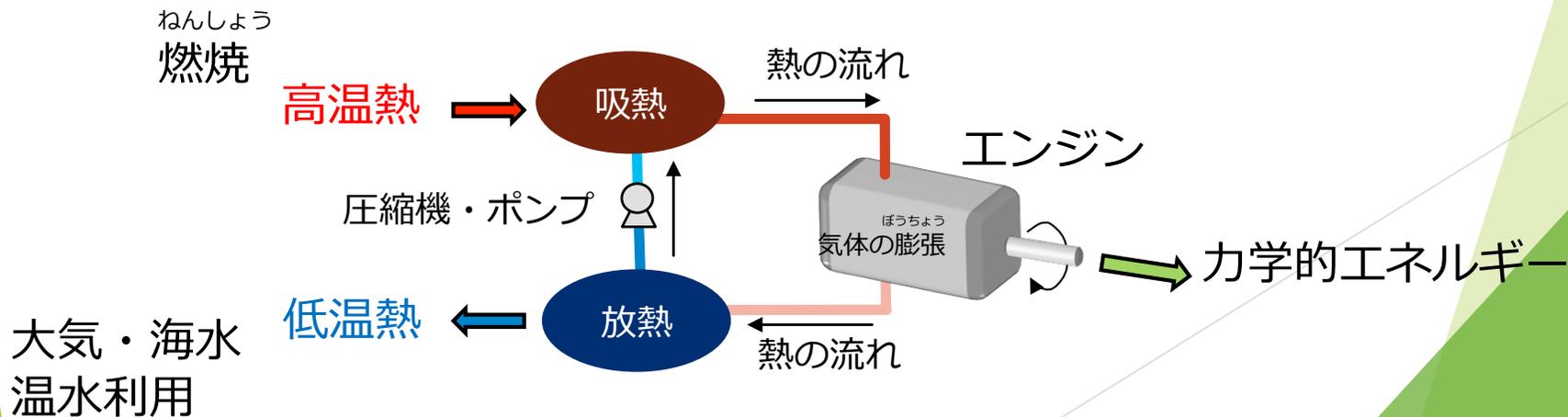
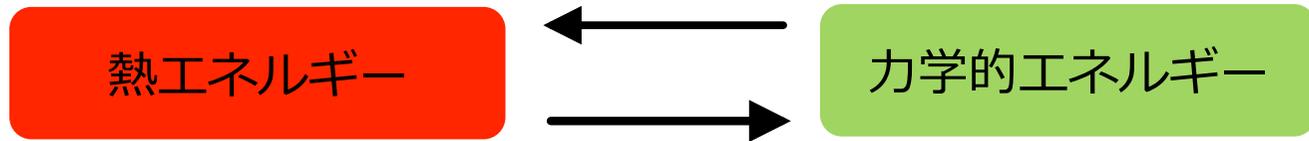
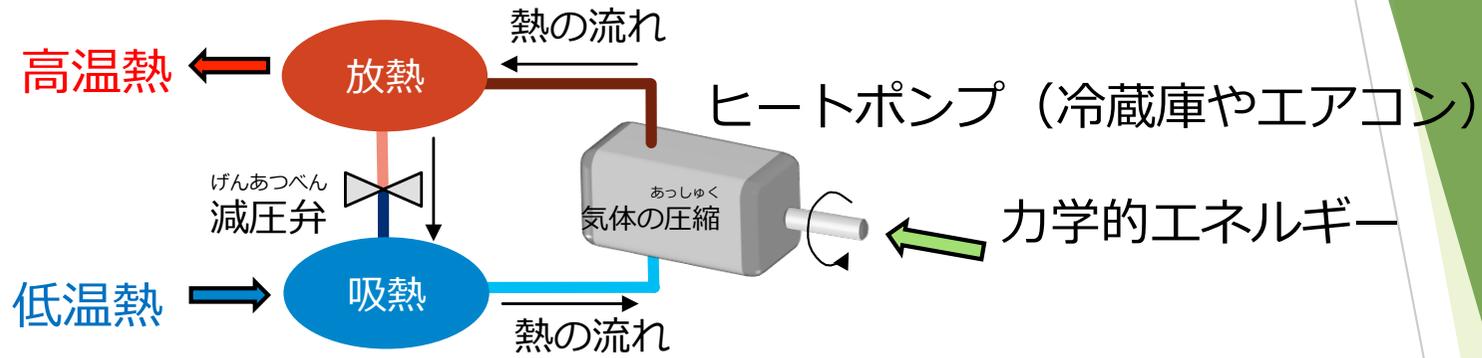
▶ 電気自動車

- ▶ ブレーキの代わりに発電機で減速すれば（げんそく回生ブレーキかいせい）、運動エネルギーを電気エネルギーに変換でき、ムダが減らせる。



エネルギー利用技術 2

- ▶ 気体の圧縮・膨張を用いた技術



エネルギー利用技術 2

▶ 電動ヒートポンプ給湯機きゅうとうき

- ▶ 電熱線ではなくヒートポンプを使った高効率給湯機こうこうりつきゅうとうき
 - ▶ 大気の熱を利用して、消費電力の3～4倍の熱を発生



▶ コージェネレーション

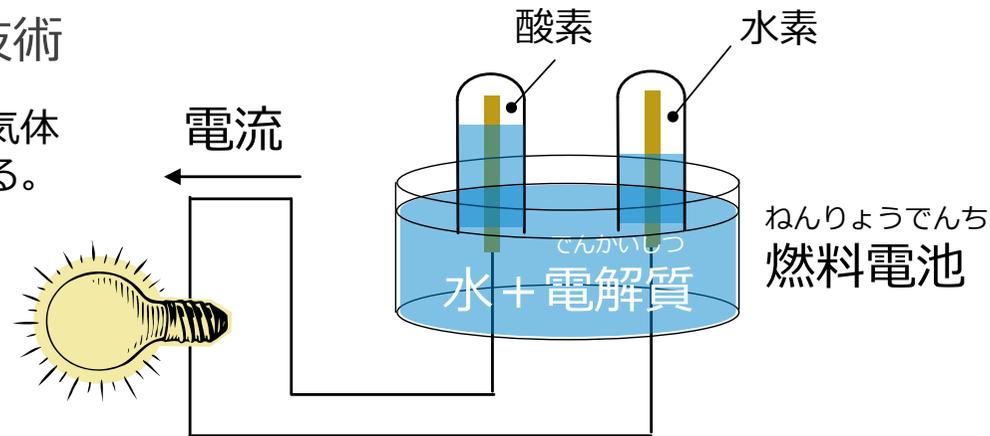
- ▶ エンジンや燃料電池の廃熱を利用できるマイホーム発電ねんりょうでんち はいねつ
 - ▶ 電気と熱の総合効率は約80% (火力発電所の平均効率は約40%)そうごうこうりつ



エネルギー利用技術 3

▶ 水素を用いた技術

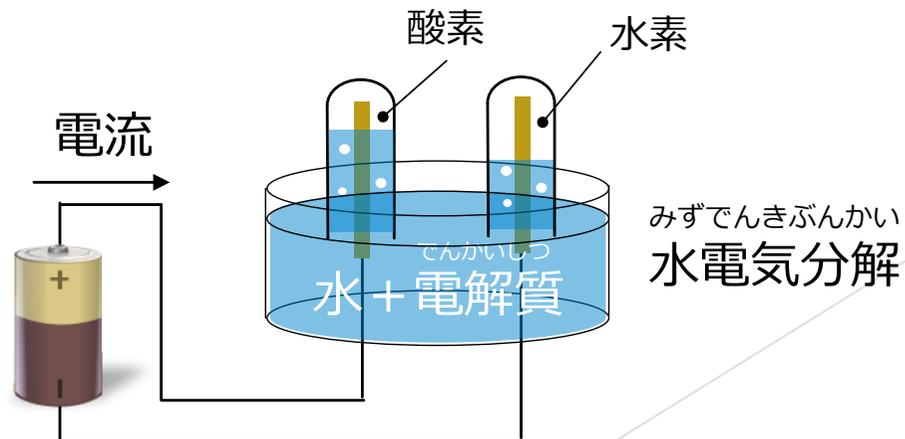
水素は燃える無色の気体で、燃えると水になる。



電気エネルギー

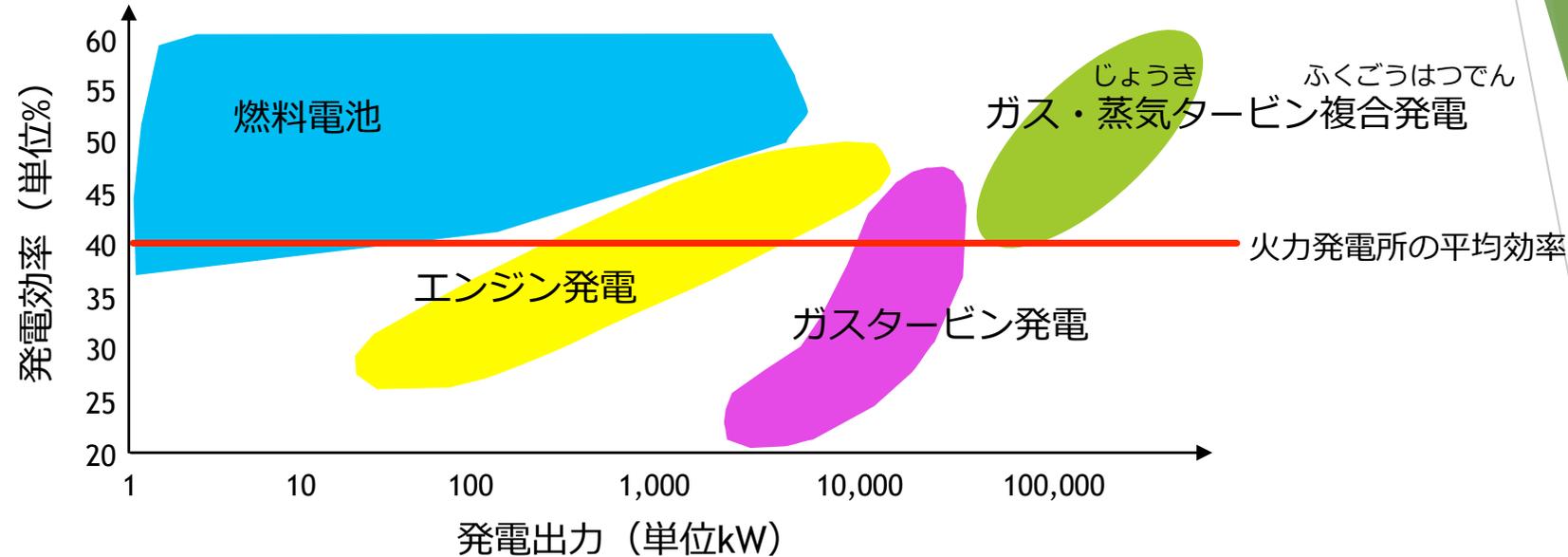
化学エネルギー

電気エネルギーを使うと、水から水素が作られる。



エネルギー利用技術 3

- ▶ 燃料電池は、小規模でも発電効率が比較的高い。

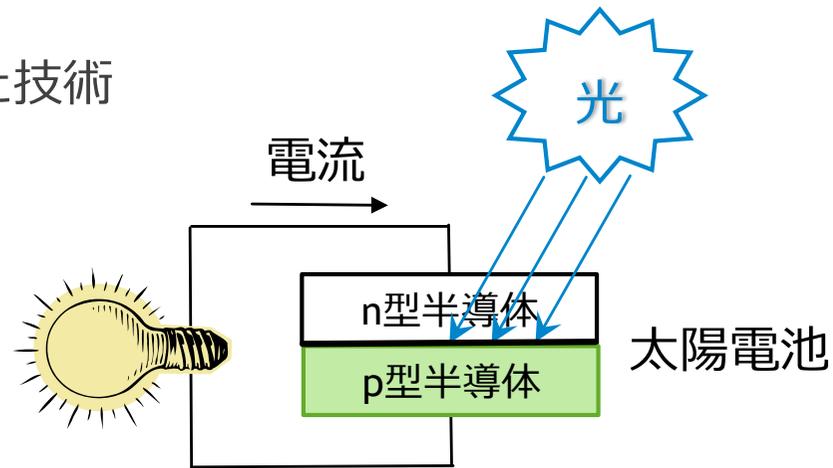


- ▶ 水の電気分解で、余った電気を水素に変えて貯蔵できる。
 - ▶ 蓄電池の代わりになる可能性もあるが、値段が高い。
- ▶ 電気分解でなくても、熱分解でも水素が作られる。
 - ▶ 高温ガス炉の熱 (950℃) と熱化学法で

エネルギー利用技術 4

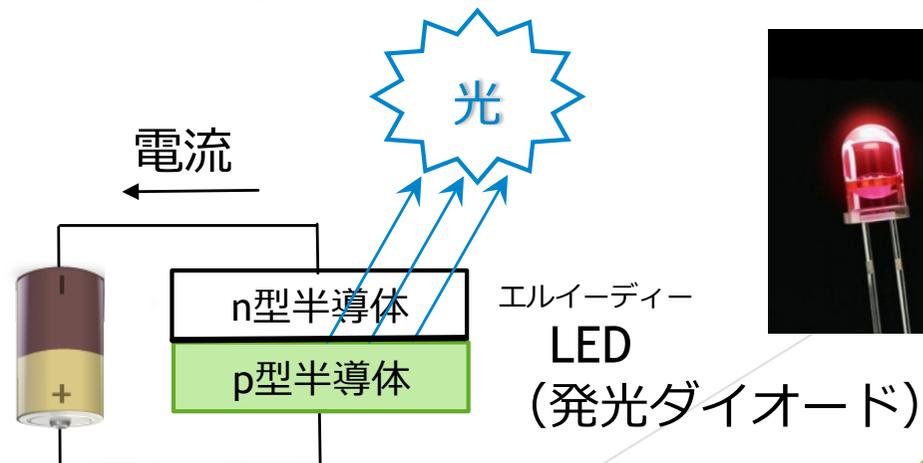
はんだうたい

▶ 半導体を用いた技術



電気エネルギー

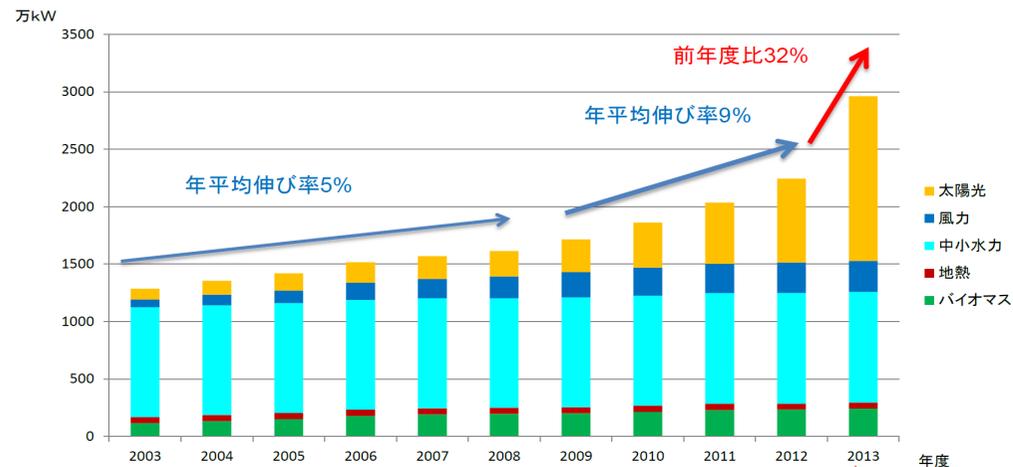
光エネルギー



エネルギー利用技術 4

- ▶ 太陽電池は急速に普及している。^{ふきゅう}
 - ▶ 全発電量に占める割合は**0.7%**（2013年度）
 - ▶ 発電コストは火力発電の**約3倍**と高い。

【再生可能エネルギー等（大規模水力除く）による設備容量の推移】



<http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2014pdf>

- ▶ LEDの効率は、白熱電球よりも優れ、また蛍光灯よりも高い場合も多い。^{エリーディー こうりつ}
 - ▶ LEDの値段は高いが寿命が4万時間程度と長い。^{はくねつでんきゅう}
 - ▶ 蛍光灯は6,000時間程度、白熱電球は1,000時間程度

エネルギー利用技術 5

▶ 核エネルギー（20世紀に発見された新しいエネルギー）

▶ 原子の中心にある原子核げんしかくのエネルギー

▶ **核分裂**かくぶんれつ：ウラン、プルトニウムなどの重たい原子核げんしかくの分裂

▶ **核融合**かくゆうごう：水素、ヘリウムなどの軽い原子核げんしかくの合体

▶ 少量の物質でも大量のエネルギーが得られる。

▶ 天然ウラン1キログラムは、石油14トンと同じエネルギー。

▶ 理論的には石油約1000トンと同じくらい

▶ 地球の海水中には約40億トンの天然ウランが含まれている。

▶ 人類が利用するエネルギーの数十万年分になる可能性がある。

▶ 問題点

▶ 悪用された場合の被害ひがい しんこくは深刻

▶ 放射性廃棄物ほうしゃせいはいきぶつが発生し、放射能漏れほうしゃのうもを起こした時の社会的な影響えいきょうが大きい。

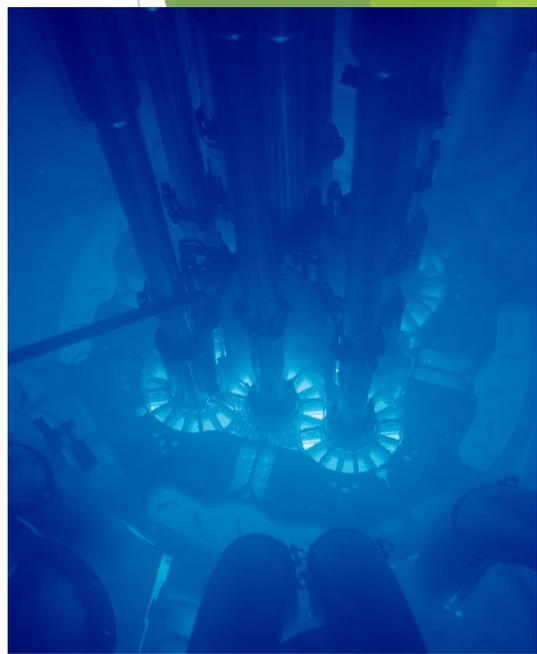
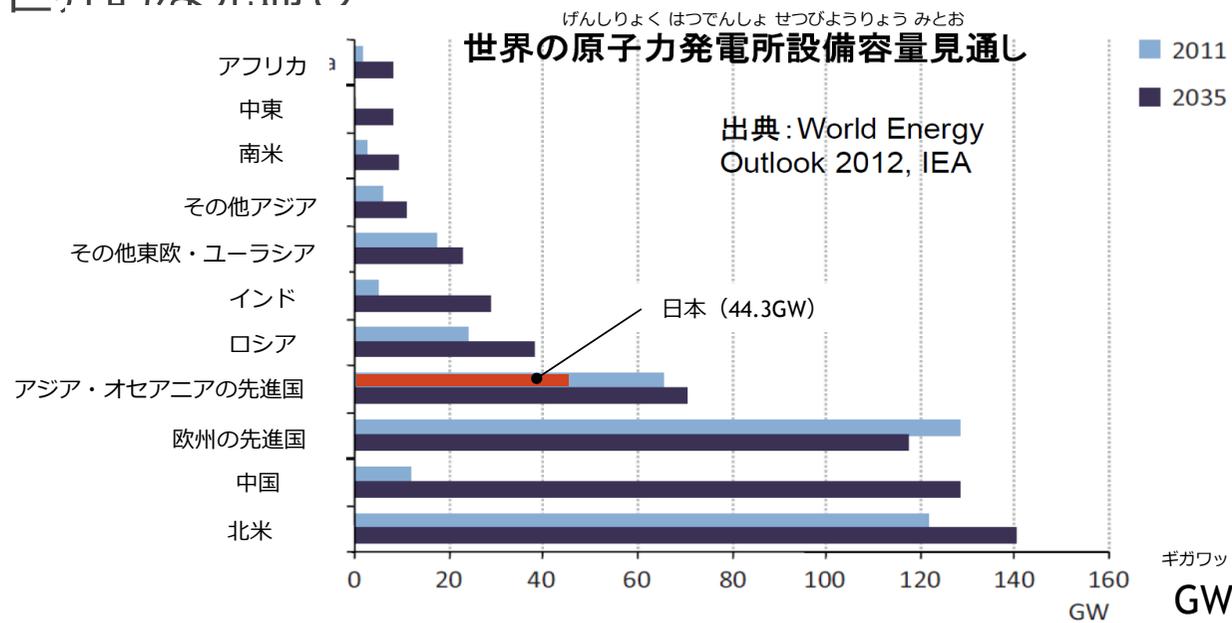
▶ 放射線ちゆうせいしせん：アルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線など

エネルギー利用技術 5

▶ 原子炉の種類

- ▶ けいすいろ エルダブリュアル
軽水炉 LWR
 - ▶ ふつとうすいがた ビーダブリュアル
沸騰水型 BWR 東京電力、中部電力、東北電力、中部電力、北陸電力
 - ▶ かあつすいがた ビーダブリュアル
加圧水型 PWR 関西電力、九州電力、四国電力、北海道電力
- ▶ こうそくぞうしよくろ エフビーアル
高速増殖炉 FBR
- ▶ こうおん ろ エイチティージーアル
高温ガス炉 HTGR

▶ 世界的な見通し



新型炉のチェレンコフ放射
 アメリカ/アイダホ国立研究所

エネルギー供給のこれから

▶ 3つの供給方法

1. 化石燃料（石炭、石油、天然ガス）

- ▶ 使いやすく、すぐには枯渇しない。（あと100年くらい？）
かいがいいぞんど
 - ▶ 海外依存度が高く、燃やすと二酸化炭素が発生する。
ちきゅうおんだんかたいさく ほんかくか
- ▶ **地球温暖化対策はいつ本格化するのか？**

2. 太陽光発電・風力発電

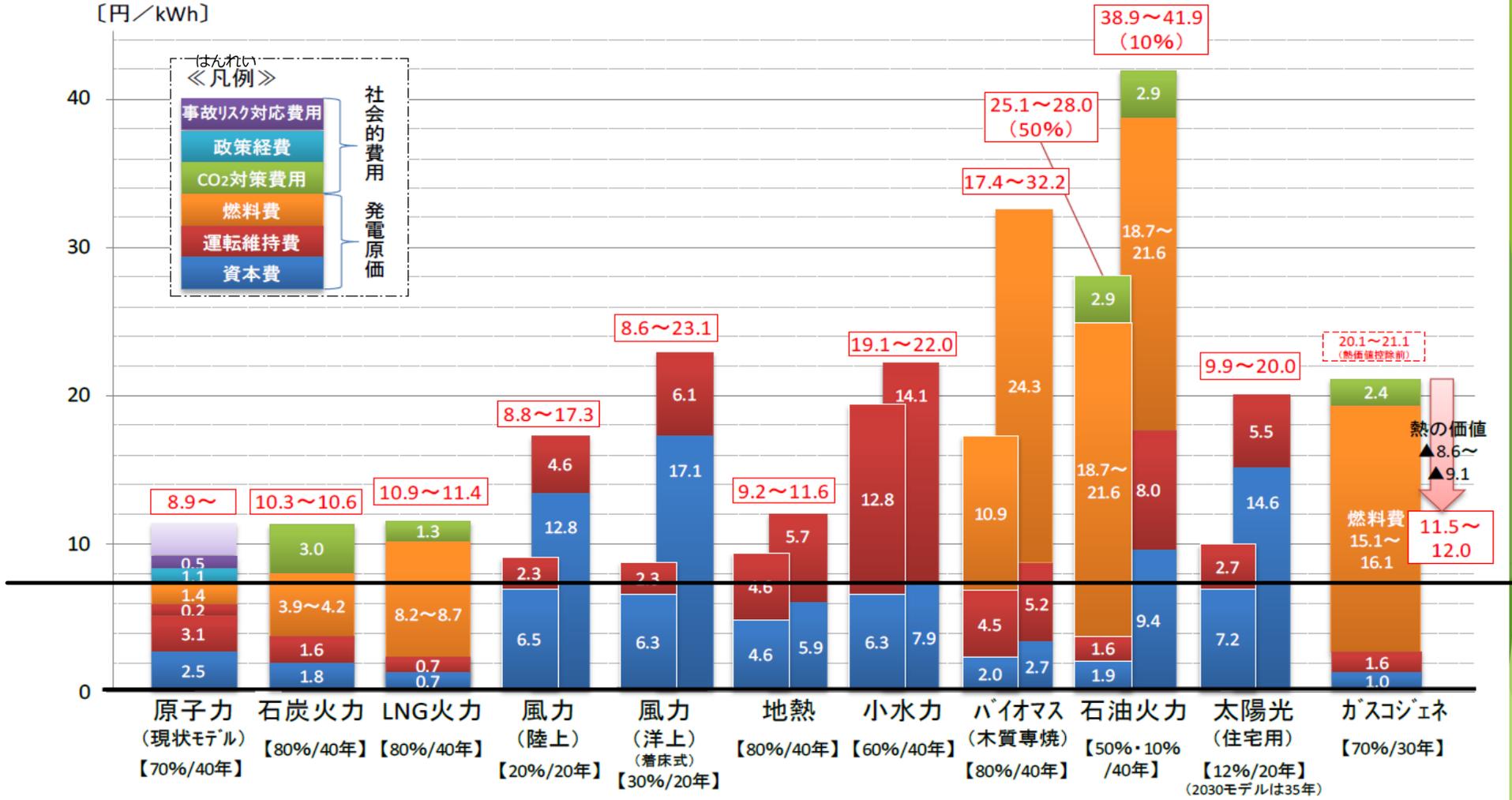
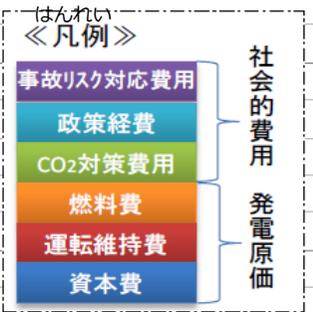
- ▶ 発電時に二酸化炭素を排出せず、安全で枯渇もしない。
こかつ
 - ▶ 出力が安定しない。（天気や時刻に影響される。）
ちくでんち
- ▶ **蓄電池は本当に安くなるのか？**

3. 原子力発電

- ▶ 発電時に二酸化炭素を排出せず、出力も安定している。
 - ▶ 放射能漏れを起こした時、避難が必要など社会的な影響が大きい。
ほうしゃのうも ひなん
- ▶ **弱い放射線はどれほど危険なのか？**
ほうしゃせん

はつでん ひょう

キロワット時
[円/kWh]



【設備利用率(%) / 稼働年数(年)】(割引率3%) (再生可能エネルギーは、下限(左)と上限(右)。石油火力は、設備利用率50%(左)と設備利用率10%(右)。)

日本政府が整理した主な電源の発電費用 (2030年モデルプラント)

<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy09/pdf/20111221/hokoku.pdf>