

生活の中の物理学

Physics in Everyday Phenomena

第9回 2025/11/17

第4章 熱
第5章 波（音）

真貝 寿明
Hisaaki Shinkai



真貝の武庫川講義ページtop



<https://www.oit.ac.jp/labs/is/system/shinkai/mukogawa/>

しし座流星群は、母天体であるテンペル・タットル彗星の公転軌道と地球の軌道が近づいている辺りを毎年この時期に地球が通過する際に、彗星が残した塵が地球の大気と衝突し、上空100km前後で発光して見える現象である。1999年や2001年の大出現が有名だが例年の出現数は少ない。次に大規模な出現が見られるのは2030年代と予想されている。

天文年鑑による予想では**1時間20個**
4時ごろに細い月が昇ってくるが影響は小さく、好条件



前回のミニツツペーパーから

〔8-2〕 それぞれについて, 直観で(調べずに), **科学的に正しいと思う/思わない/どちらともいえない** を答えてください. できれば理由を添えて.

- ① 血液型性格診断 「Aは几帳面, Bはマイペース, Oはおおざっぱ, ABは天才肌」
- ② マイナスイオンは体によい 「マイナスイオン・ドライヤーで髪がさらさら」
- ③ 携帯の電波は心臓ペースメーカーに危害を加える
「混雑時あるいは優先席付近では携帯電話の電源をお切りください」
- ④ ゲーム脳 ゲームばかりしていると頭が悪くなる
- ⑤ UFO 宇宙人の乗り物である
- ⑥ 水に優しい言葉をかけて凍らせるときれいな結晶ができる
- ⑦ EM菌 有用微生物群(Effective Microorganisms、EM)



京都大原三千院入口付近にて, 2023年11月

いわゆる **疑似科学・ニセ科学・トンデモ科学** アンケート でした

前回のミニッツペーパーから

- ① ○ ... 血の中の成分が違えば、性質も変わると思う。
- ② ○ ... 滝ほどを見に行くと、実際にマイナスイオンを感じられるから。
- ③ ○ ... 電磁波は人体に良くないから。
- ④ × ... 頭は悪くなるわけでは「はいや」、多少脳や目に影響あると思う。
- ⑤ × ... 科学的に証明は「まだ」できないが、いる可能性はあると思う。
- ⑥ ○ ... 実験動画を見たことが「ある」。
- ⑦ ? ... すみません、存じ上げないです...

- ① 正 実際にはそれぞれの血液型と性格が一致するものが多いから。
- ② 正 マイナスイオンには老廃物の排出を促進させる効果があるから。
- ③ 正 電波だから。
- ④ 誤 ゲームばかりしていても天才はいるから。
- ⑤ 誤 中に乗らずに宇宙人が遠隔操作している可能性もあるから。
- ⑥ 正 実際にはその実験結果が出ているから。
- ⑦ 誤 気のせい、思い込み。

① どちらともいえない
ステレオタイプだから

② 正しいと思う
良「エエ」から

③ 思わない
電源を切った人にも
害がある人も見たことが「ある」。

④ 思わない
目は悪くなると思うけど、
ゲームして頭良「い」人も「いる」から

⑤ 思う
「だから」なら「世界」で「ある」はずです

⑥ 思う
「ゲーム」に「なる」ように「する」と同じ
かんじだ「と思う」。

⑦ どちらともいえない
「だから」なら

- ① 思わない：11学校から今まで出会った人の中で、それに当てはまらない人が多いから。
- ② どちらともいえない：比べたことがないからわからない。
- ③ 正しいと思う：病院でも同じことを聞いた記憶がある。(昔の記憶でいい)
- ④ 思わない：頭が悪いの定義にもよるが、問題解決能力、空間認識能力は
- ⑤ 思う：人間が乗るものは UFO ではない。宇宙人が来ていいるかはわからない。
- ⑥ 思わない：人によって言葉のとりえ方も違われ、思い込みではない? ⑦ EMI菌：どちらともいえない。

- ① 正しくない 科学的根拠がない
- ② どちらともいえない 効果に証拠がない
- ③ どちらともいえない 今は誤作動しにくいけど「注意」が必要
- ④ 正しくない 科学的根拠がない
- ⑤ どちらともいえない 未確認=宇宙人ではない

- ⑥ 正しくない 再現性がない
- ⑦ どちらともいえない 効果が場所によって違う

前回のミニッツペーパーから

- ① どちらともいえない... そのような傾向はあると思うが"確実"ではないと思うから。
- ② 正しいと思う... 実際に感じたことではないが"科学的に証明"できそうだから。
- ③ 正しいと思わない... たゞ"全然イメーシ"ができないから。
- ④ どちらともいえない... 空間認識能力が上がるなどのメリットを聞いたことがあるが、めっちゃくちゃゲームしてて頭がいい人を見たことがないから。
- ⑤ 正しいと思わない... 現地点で調査できる場所に宇宙人がいないので"まだ"正しいとは言えないと思うから。
- ⑥ 正しいと思わない... 感情のない無生物に優しい言葉をかけても意味がないと思うから。
- ⑦ どちらともいえない... 本当にわからないから。

- ① X 血液の違いによって脳の考え方も変わるとは考えられないから。
- ② O マイナスイオンのドライヤーを使って20分、それをびより髪がサラサラになった経験がある。
- ③ X 電波による脳臓のα-スX-カーへの影響はないと思うから。
- ④ O ゲームをした後は、脳の働きが悪くなる気がするから。
- ⑤ ~~X~~ 証明されたことが2つから。
- ⑥ X 言葉は音にすぎないと思うから。
- ⑦ X 聞いたことがないから。

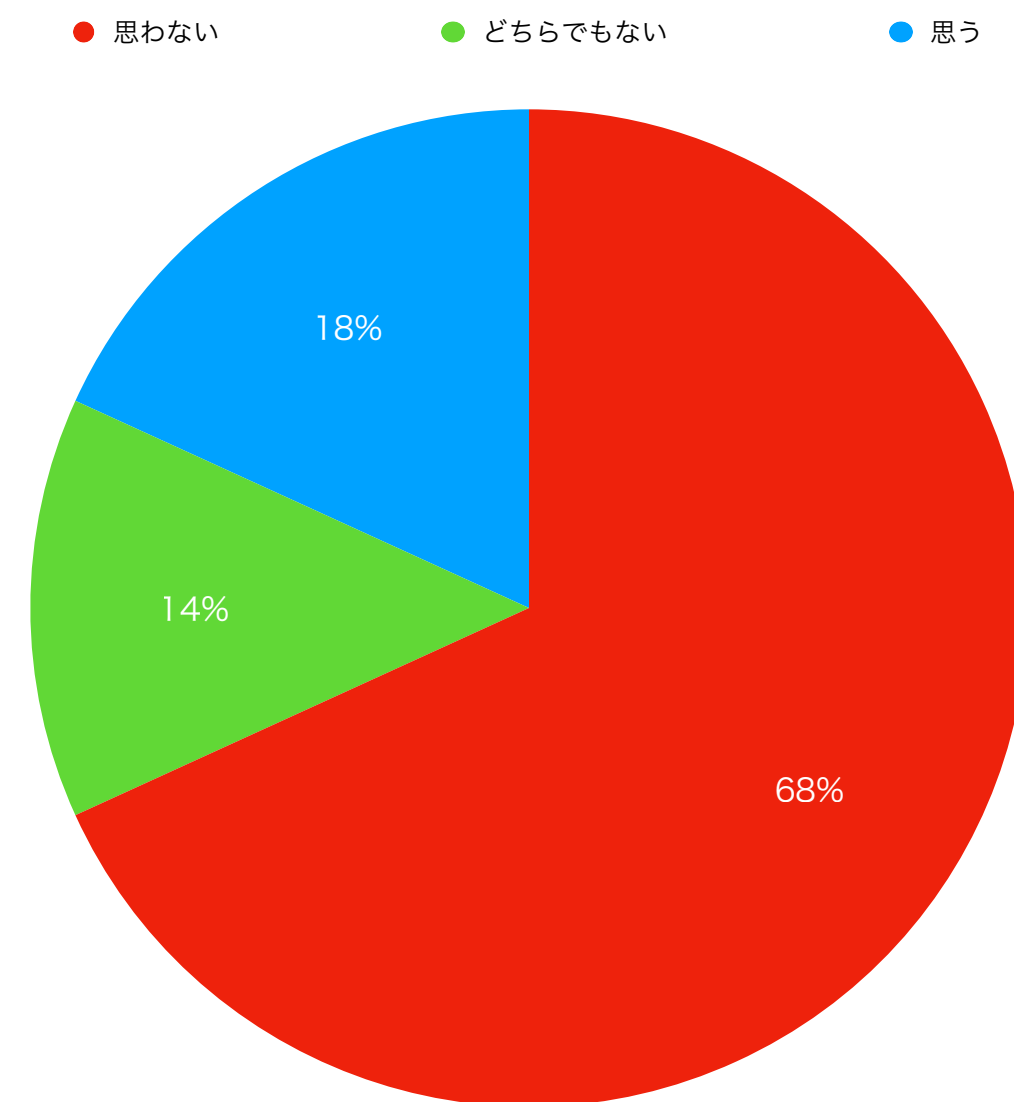
- ① 思わない。自分がA型のおおざっぱな人で。親からの性格の遺伝も血液型のせいにしておもう
- ② 体により、とは思わない。いつきの良い効果はありそうだけど、人体に搭載させる^{べき}ものではない
- ③ 思う。電波飛んでるのは事実なので。最近のは大丈夫とも聞くけど、切らないより切るほうが良いと思
- ④ どっちともいえない。頭使うゲームもあるけど、そうでないものもあるため、また、依存した元も子もより上手く活用できる人は元々、経良い、というのもある。程々な戦略性とか育ちと思う
- ⑤ どっちともいえない。オカルトだと思いが、そうと片付けずに世の中、不可解なものが多いすぎるため
- ⑥ 思わない。スピリチュアルだと思
- ⑦ どっちともいえない。よくわからないので

- ① X 海外では同じ血液型しかない国もあり、全員同じ性格なのはおかしい。
- ② X ないから
- ③ O 運転中にスマホと車の鍵が反応する原理から
- ④ X ゲームで頭を使うから、学力は上がらないが、活性化はされていると思う。
- ⑤ X 宇宙人はいないと思う。
- ⑥ X 思いこみな気がしました。
- ⑦ X わかりません。直感です。

(a) 血液型性格診断

「Aは几帳面，Bはマイペース，Oはおおざっぱ，ABは天才肌」

同じ人でも程度の性格合ってる人多いから



正しい

正しくない

● 正しい
● 正しくない
● どちらともいえない

どちらともいえない

実際にそれぞれの血液型と性格が一致あることが多いから。

同じ型を持っているから、細胞レベルで共通しているところがある。正しい 周りがそうだから。

① 科学的に正しいと思う。
→ 特徴が正しいかは分からないが、同じ血液型同士は、正確か？ 似ると思う。

人間が4つに分類できると思っている。海外では同じ血液型しかいない国もある。全員同じ性格なのはおかしい。

① 正しくない
全世界にいてる人が同じ性格なわけがない。

バーナム効果の一例だから。

② 思わない 因果関係がなさそう。

思わない 関係あったら困る。

私はある程度信じていると思いますが、実際には何の根拠もないと思います。

そのような傾向はあると思うが、確実ではないと思うから。

③ どちらともいえない / 自分の周りの環境によって変化すると思うから。

BPO（放送倫理・番組向上機構）は2004年に「血液型によって人間の性格が規定されるという見方を助長することのないよう要望する」との声明を発表

能見正比古

血液型でわかる相性

伸ばす相手、こわす相手 (2001.1.5)

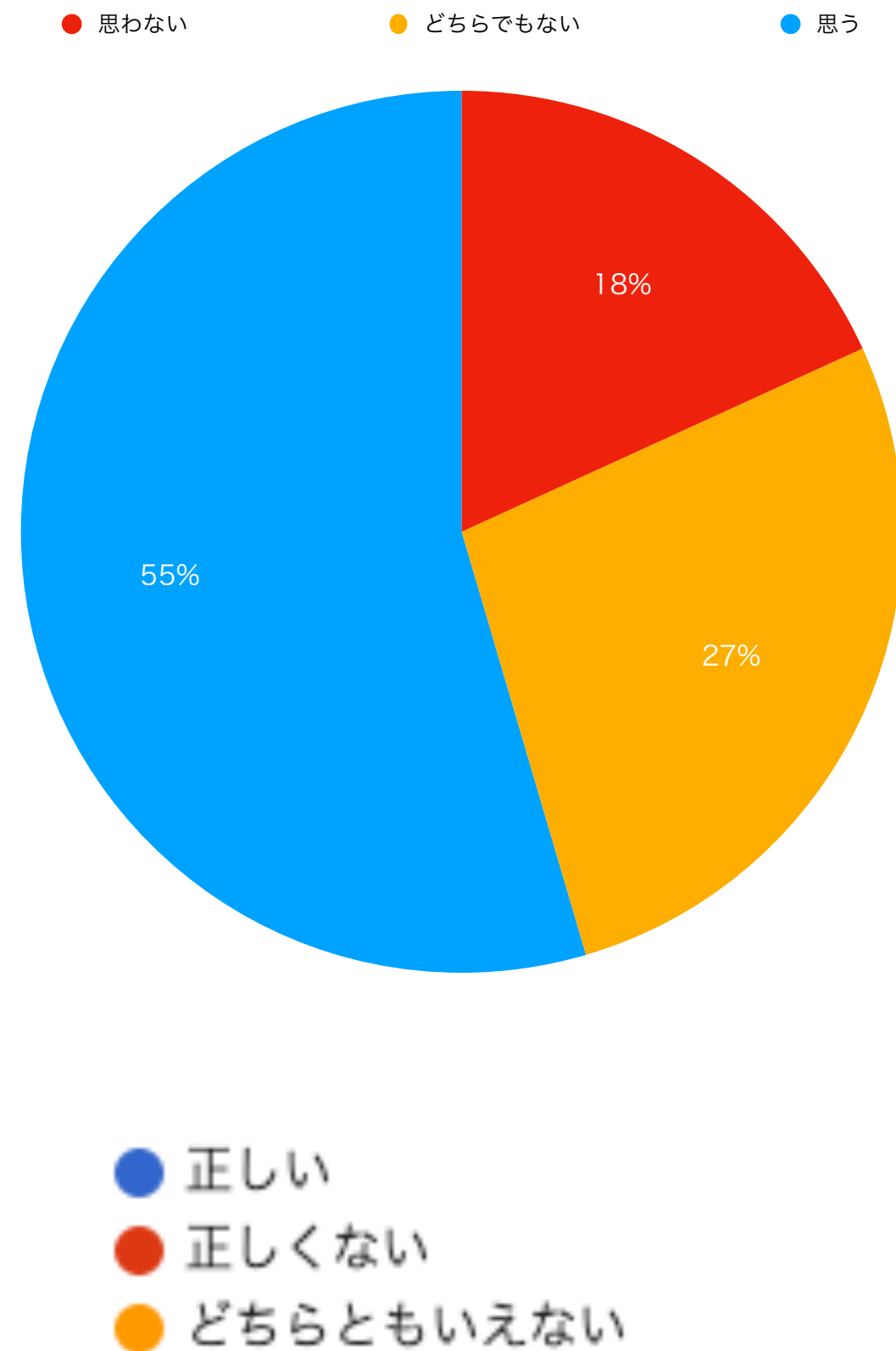


伸ばす相手、こわす相手

青春出版社

(青春出版社 1971)

(b) マイナスイオンは体によい 「マイナスイオン・ドライヤーで髪がさらさら」



正しい

② 科学的に正しい
→ マイナスイオンは、水分を含みから、

② 正しいと思う
じゃないと困る。ドライヤーを買ってしまったから

よく良いと聞かから

マイナスのイオンは体によさそうだから。

② 〇 よく聞かから。

効果がなければ、ドライヤーなどでもちいなかから。

正しくない

効果に証明がない

昔、マイナスイオンはないといわれていたことがある。

髪には良いかもしれないが体自体はわからなから

ドライヤーは 静電気を減らし髪をまりまりやすくするだけのため。

どちらともいえない

マイナスイオンのドライヤーを使ってる中で、それをより髪がさらさらになった経験があるから

シャープ「プラズマクラスター」掃除機に不当表示, 消費者庁が措置命令

シャープが販売している掃除機のカatalogに、「プラズマクラスター」によるダニのふん・死がいの分解除去が室内全体に効果があるように表記されていたが、 実際にはこうした性能はなかったとして、消費者庁は景品表示法違反（優良誤認）で同社に措置命令。

＜表示例＞「掃除機総合カタログ2011-6」と題するカタログの表示

プラズマクラスターだからできることがあります。掃除機の中も、お部屋の中も、清潔・快適。

お部屋の空気にプラズマクラスター。

掃除機内部で浄化したクリーン排気にのせて高濃度7000「プラズマクラスター」を室内に放出。床と一緒に部屋の空気まできれいにします。

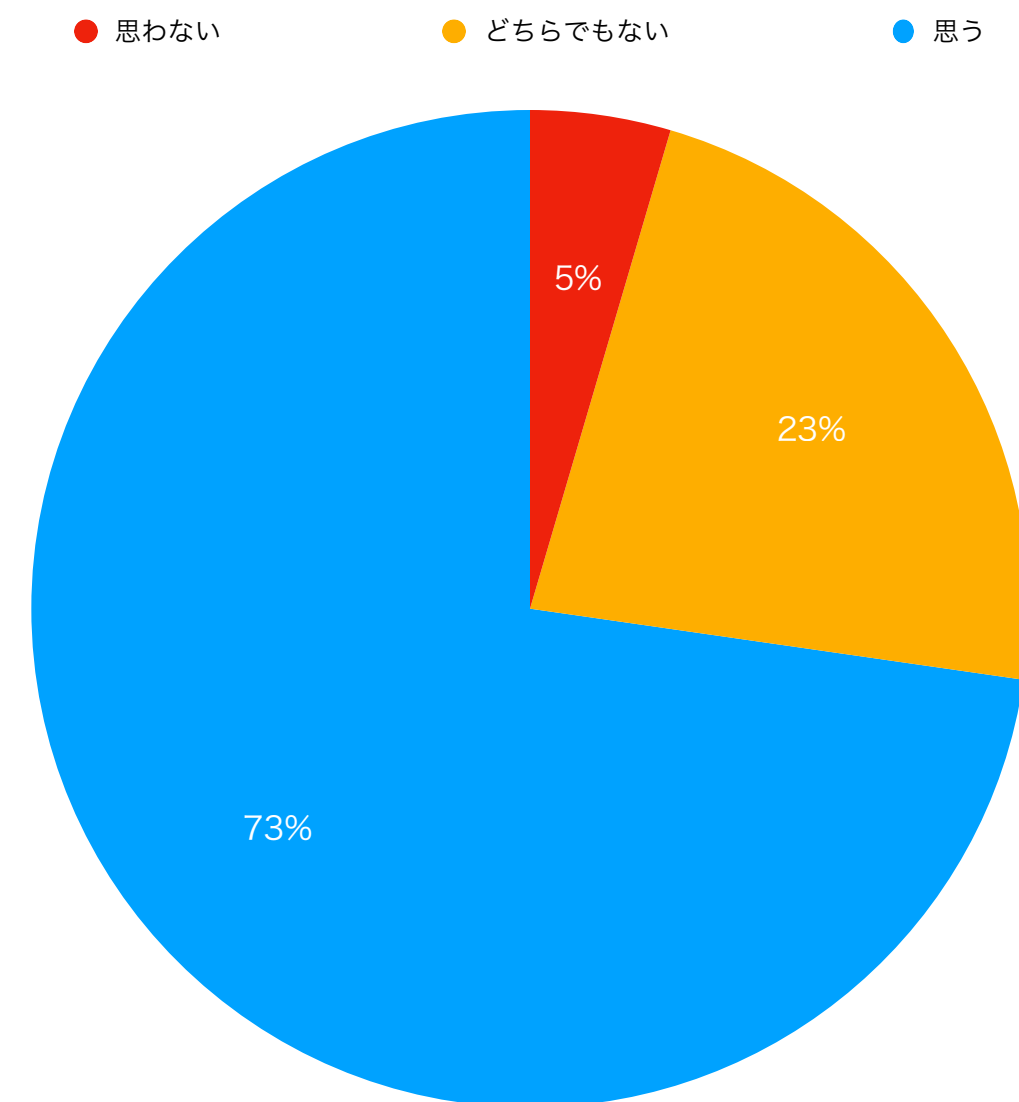
ダニのふん・死がいの浮遊アレル物質のタンパク質を分解・除去
約15分で91%作用を低減します。(1m³ボックス内での実験結果)



2012年11月28日

(c) 携帯の電波は心臓ペースメーカーに危害を加える

「混雑時あるいは優先席付近では携帯電話の電源をお切りください」



● 正しい
● 正しくない
● どちらともいえない

正しい

Q 運転中にスマホと車の鍵が反応する原理から

正しいと思う / 病院で医療従事者は専用の携帯を持っているから

分かるけれど、電車でいわれているから大切なことはなのかなと思った

電波が近くにあるとペースメーカーがくるう

→ 波長が違ってもどこかで混ざり合う

今は誤作動しにくいけど注意が必要

病院でも同じことを聞いた記憶がある。(昔の言葉でいい)

見たら電波が無線機とつながっている

(昔はスマホだったけど、今は大丈夫な時代かな)

どちらともいえない

今のペースメーカーはどうかな分かるけれど、昔のものはそうだと思う

どちらともいえない。(一部、正しいと思う)
古いものは影響あるらしい。(祖母情報)
新しいものは改善しているため

③ どちらともいえない
電車などでよく聞かれるけど、スマホで体調をくずした人を見たことがない

正しくない

もしそうだとしたら、ペースメーカー付けてる人はどこにいても危険でしょ?

影響があったら、もっと大変なことになっていると思う

優先座席付近では、混雑時には携帯電話の電源をお切りください。



- ▶ 植込み型医療機器は、人によって装着部位が異なりますので、体の近くで携帯電話を使用されることに不安を感じるお客様がいらっしゃいます。
- ▶ 総務省の指針により、携帯電話端末と植込み型医療機器の装着部位との距離が15cm程度以下となることがないように注意を払うことが求められています。
- ▶ お客様の体同士が触れ合う程度の混雑時には優先座席付近では携帯電話の電源をお切りいただくようお願いいたします。



車内での携帯電話による通話はご遠慮ください。乗降時や必要とされる方にお譲りください。

- J:西日本 阪神電気鉄道 京阪電気鉄道 近畿鉄道 近畿地方 近畿地方 近畿地方 近畿地方 近畿地方 近畿地方
- 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県
- 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県 山形県

ニュース 2015年06月24日 15時39分 更新

携帯の電波がペースメーカーなどに影響を与える可能性は低い——総務省が指針に追記

ペースメーカーなどを装着した人が近くにいる場合、携帯電話から15センチ以上離れることを総務省は指針として定めているが、総務省の検討会で「影響はきわめて低い」との見方が示された。

[田中聡, ITmedia]

総務省 MIC Ministry of Internal Affairs and Communications

ご意見・ご提案 English

サイト内 関連サイト

Google カスタム検索

あ あ アクセシビリティ 障害支援ツール

総務省トップ > 組織案内 > 研究会等 > 生体電磁環境に関する検討会 > 生体電磁環境に関する検討会（第12回）会議資料

生体電磁環境に関する検討会

研究会等

生体電磁環境に関する検討会（第12回）会議資料

日時

平成27年6月23日（火）16:00 ～18:00

場所

中央合同庁舎第2号館（総務省）10階 共用10階会議室

議事次第

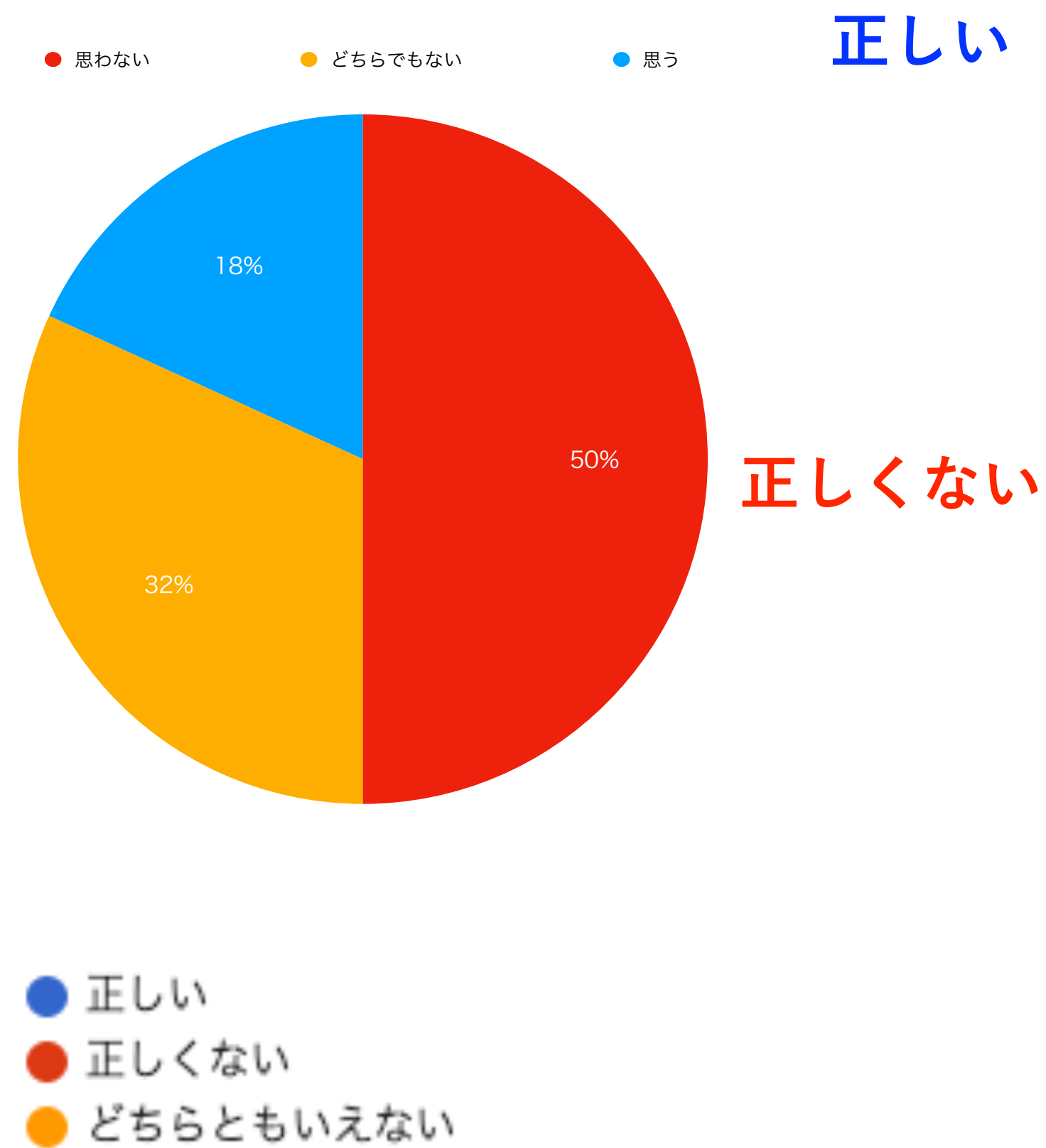
1. 開会

2. 生体電磁環境に関する検討会第一次報告書（案）意見募集の結果について

3. 「各種電波利用機器の電波が植込み型医療機器へ及ぼす影響を防止するための指針」改定（案）について

(d) ゲーム脳

「ゲームばかりしていると、脳が単純な反応しかしなくなるので、馬鹿になる」



正しい

「ゲームばかりしていると勉強時間が減るため、成績が下がるのは？」

ゲームばかりで、睡眠不足になり学習能力が低下するのは本当なため。
正しいと思う。

ゲームに依存してやるべき事を後回しにしてしまうから。

頭の悪い定義にもよるが、問題解決能力、空間認識能力はよくなるし個人差がある。

ゲームは頭を使うから。 ゲームをしていても頭がいい人はいらると思う

集中力ありそうだし、ON/OFFがしっかりできるから関係なさそう

ゲームばかりしていると勉強が疎かになると思うけれど、科学的に正しいと思わない。

④ X
→ 南朝人は王と天才

空間認識能力が上がるなどのメリットを聞いたことがあるが、めっちゃくちゃゲームしてて頭がいい人を見たことがないから。

X
ゲームで頭を使うから学力は上がらないうが
活性化はされていると思う。

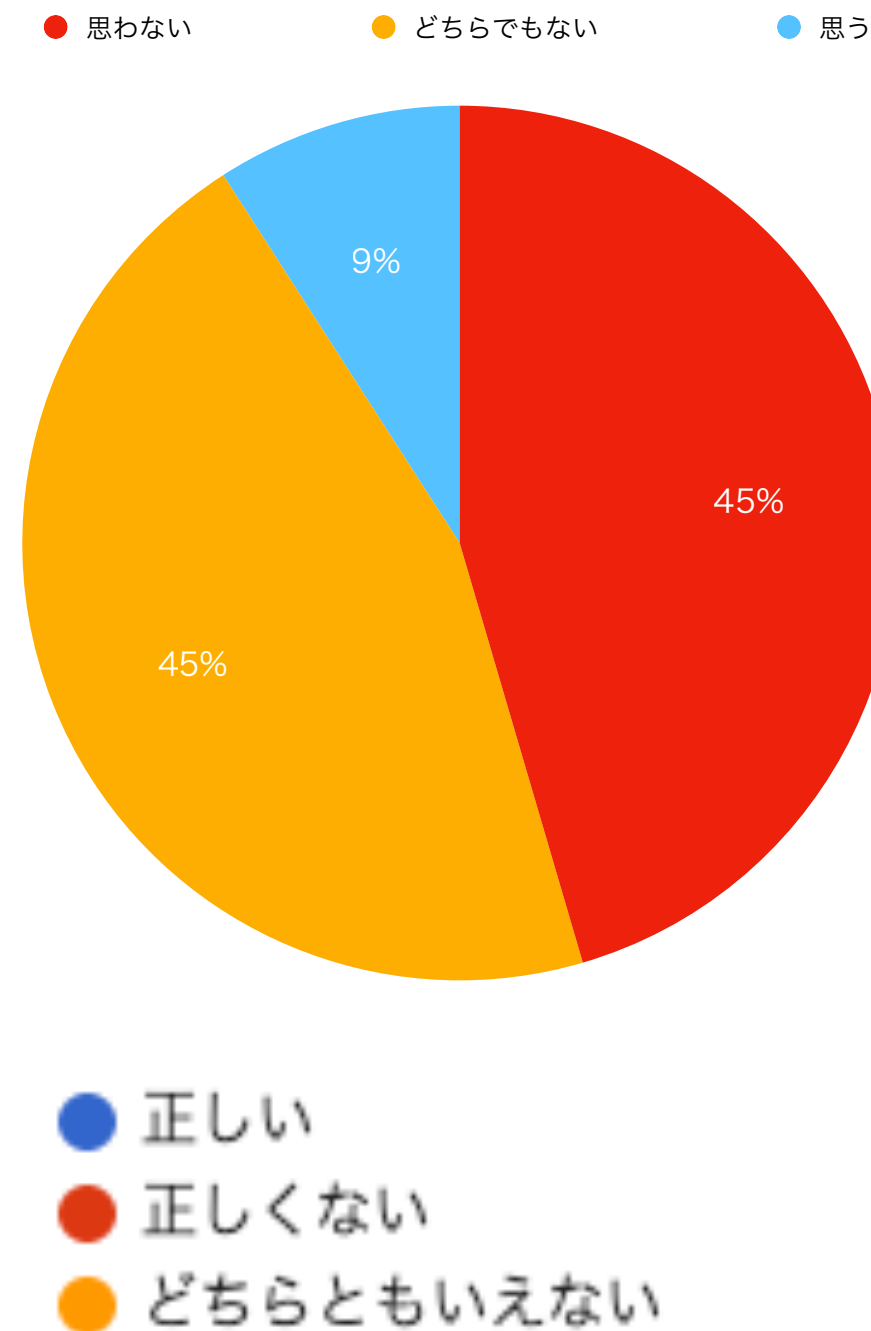
どちらかというと頭良い人多いと思う

どちらともいえない

④ どちらともいえない
→ 勉強しない = 勉強はできずにいるから、戦略的な面では賢くなる。

(e) UFOに乗っているのは宇宙人である

Unidentified Flying Object
(未確認飛行物体)



正しい

もし地球外に人間以上に知能がある生物がいて、それが効率がとても良い乗り物
しなごあり得ると思う。

ロマン! 正しい、と信じていい。

正しい、と信じていい。

そう言われているから

UFOの動きはすごく独特で"連イレーン"で、人間が乗らな振り回されよう。

「必ずしもヒト型ではないかもしれませんが、地球外生命体が来ているものだと思います。」

⑤ ○
→ それ以外に考えられず!!

見たことがない。信じてはいらない。

正しくない

UFOも宇宙人も存在しないため。

未確認=宇宙人でない

× 宇宙人はいないと思う。

もっとしんちょうに考えて思う。

宇宙人が乗っているかも知れど、人間でも科学の進歩で作れるかも知る。

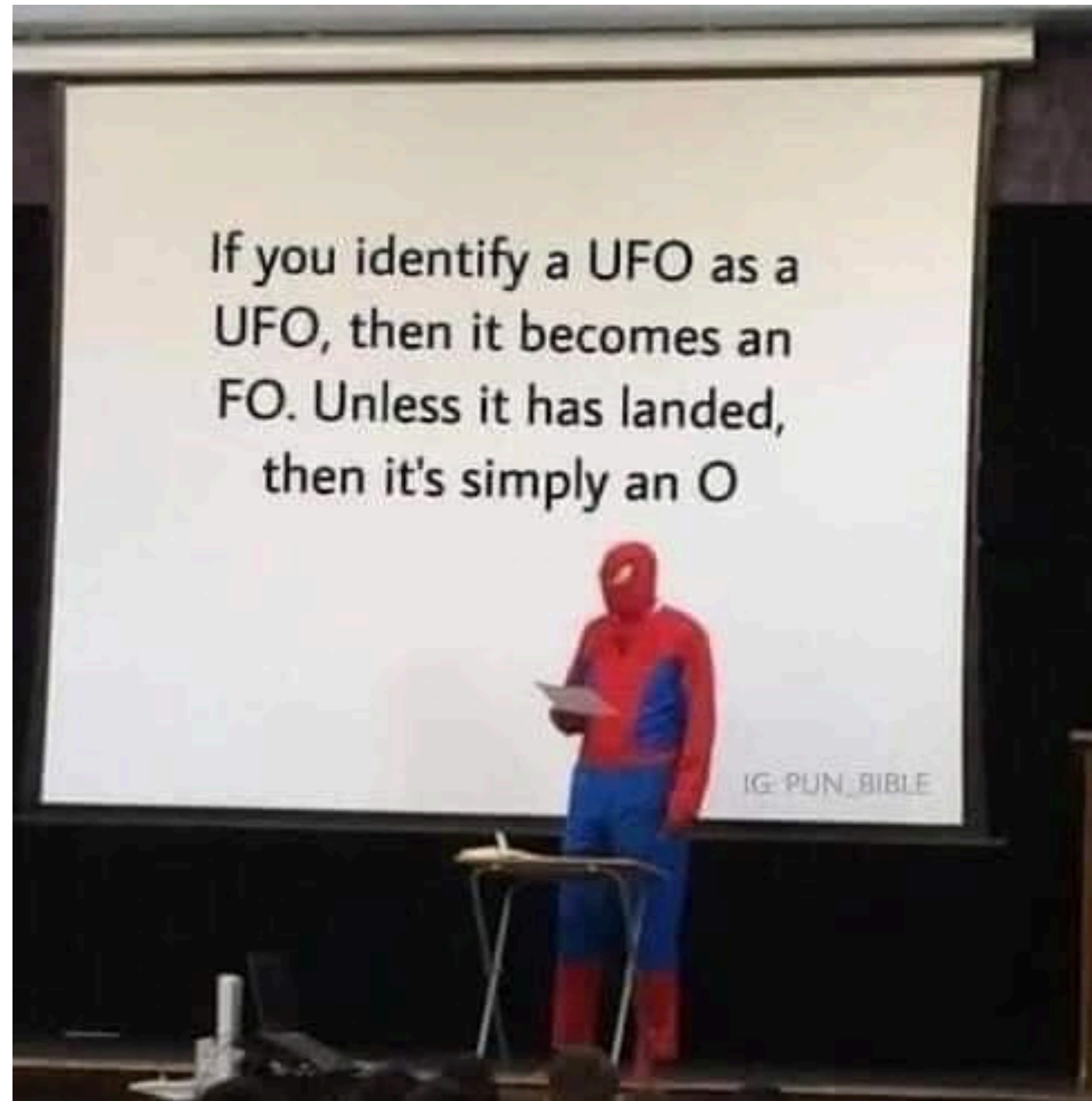
現地点で調査できる場所に宇宙人がいないのでまじ正しいとは
言えないと思うから。

どちらともいえない

宇宙には私たちの知らないことがたくさんあるから。

知らないだけで、あってもロマンがある

UFO -> FO -> O



Unidentified Flying Object

Flying Object

Object

「なぜあなたはそれがUFOだとわかったのですか？」
「だって、機体にUFOと書いてあったんだもの」

(f) **水に優しい言葉**をかけて凍らせるときれいな結晶ができる。

(『水からの伝言』という写真集がベストセラーになって、小学校の道徳の授業で使われた)

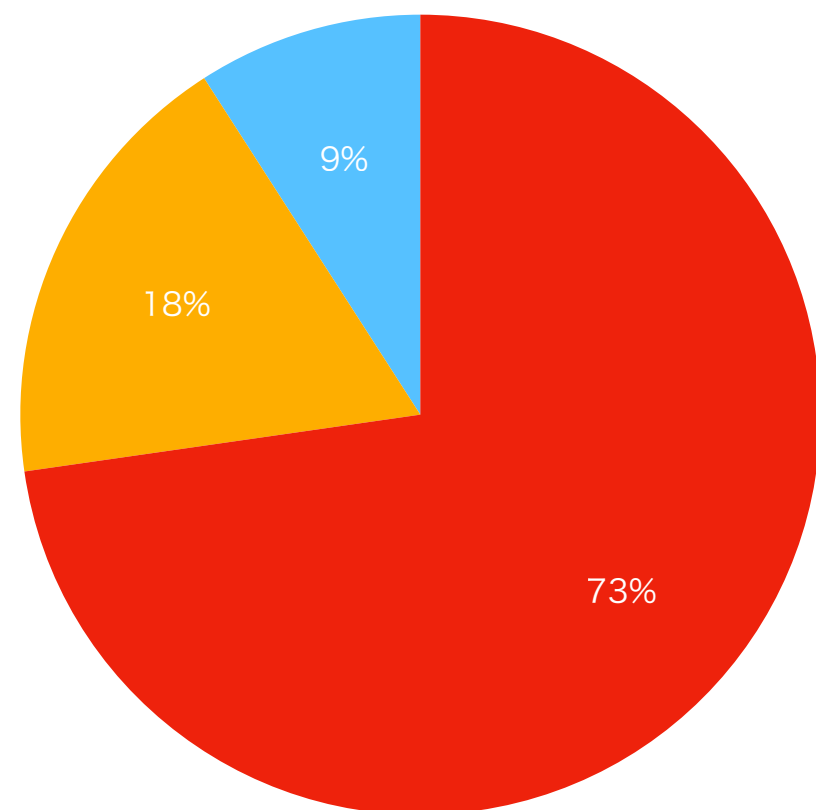
正しい

お花の実験が花にかいて同じようなことがあった気がするので

「いい人になる」といふことと同じ
かんじだと思う。

正しい： 声の波が水に伝わることできれいな結晶ができる 実際にはその実験結果が出ているから。

● 思わない ● どちらでもない ● 思う



正しくない

振りが丁寧になるとかはあろうけれど、言葉が変わるとは思えない。

再現性がない

水の結晶は、物理的・科学的な条件によって決まるため、言葉では無理である。

思いこみな気がしました。

その人の思い込み

正しくない
ことは「物質」に違いが
あるからではないから

でもなんとなくですが植物には効く気がします。

感情のない無生物に優しい言葉をかけても意味がないと思うから。

言葉で決まるはず

野菜などはそうだけど、水は伝わるから。

か
(小学校の生矢から聞いた話だと先生に人に悪口を言てはいけないということ教えるために話したのだと思う)

その本をずっと信じているから科学的に正しいとは思えない

汚い言葉より飛ぶ唾液が少なくて水がそこまで汚くならなさそうだから。

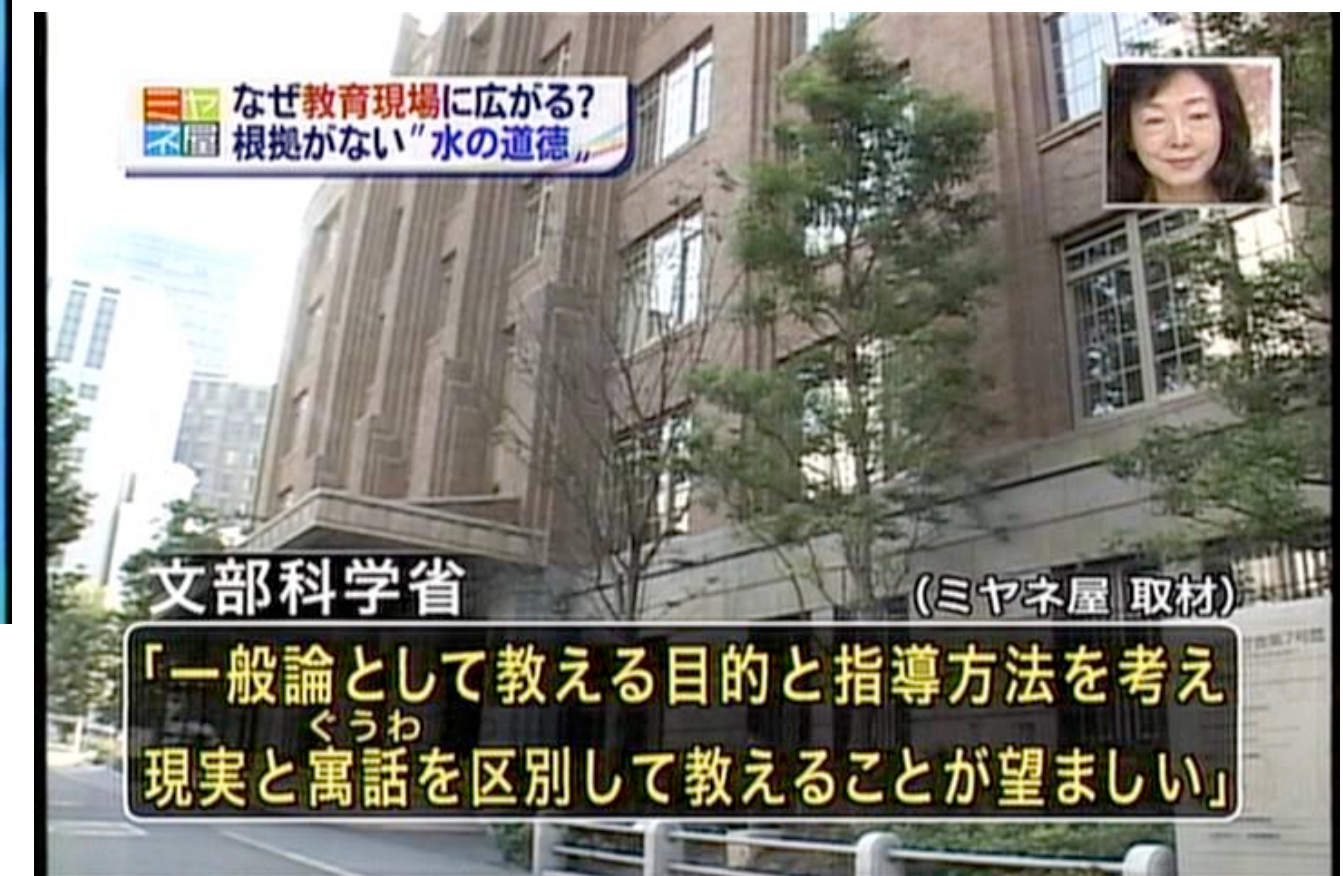
④ どうしてもいえない
→ 水に感情があるから



どちらともいえない

「水からの伝言」

「水に『ありがとう』などの『よい言葉』を見せると、きれいな結晶ができて、『ばかやろう』などの『わるい言葉』を見せると、きたない結晶ができる」



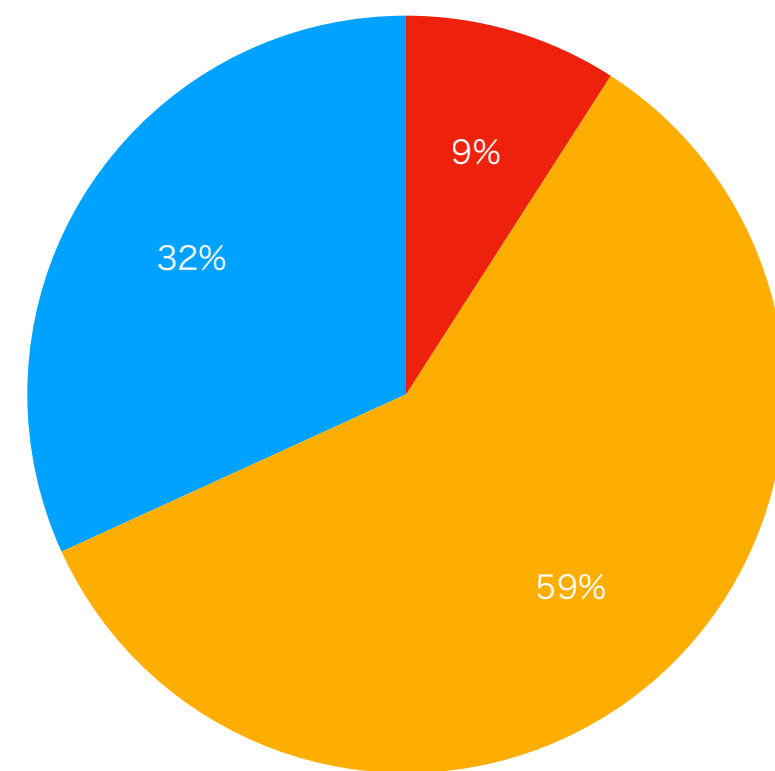
信じないでください
科学的根拠はまったくありません

興味のある人は、

<http://www.gakushuin.ac.jp/~881791/fs/> 学習院大 田崎晴明氏のページ をよく読んでください。

(g) **EM菌**（有用微生物群，Effective Microorganisms、EM）が存在している。
 「人にも環境にもやさしい微生物たちの共生体で，豊かな生態系を生む」EM菌を放流する試みが行われている。

● 思わない ● どちらでもない ● 思う



● 正しい
 ● 正しくない
 ● どちらともいえない

正しい

菌や酵母を研究した結果だと思っています。

正しいと思う (小学校の時に作过)

下水処理場でつかわれている菌をこまめに自然浄化もいけると思う。

正しくない

気のせい、思い込み

手を加えることでそれは「自然」から離れた。自然にとってそれが必ずしも良い環境とは言えないのではないか。

色々な良い微生物が入っているから。

どちらともいえない

詳しく
 (かわらない)

それらしいものはある気がします。

初めて聞いたので△

実際に存在しているが、第三者による確固たる科学的根拠がないため



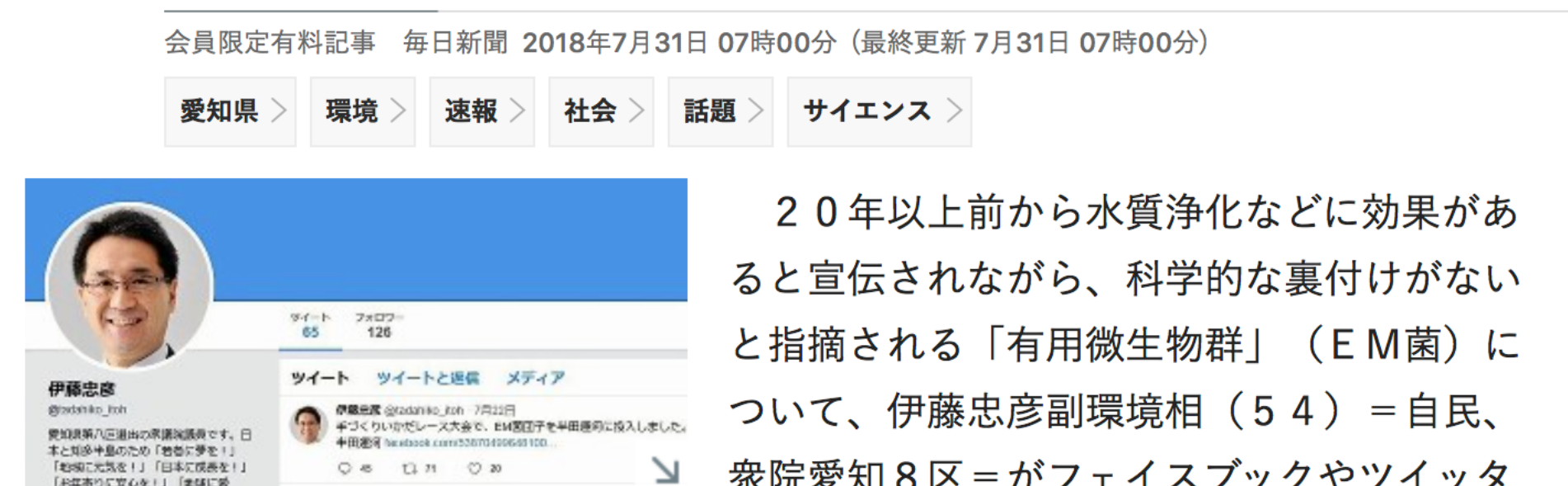
京都大原三千院入口付近にて，2023年11月

効果が場所によって違う

〔g〕 **EM菌**（有用微生物群，Effective Microorganisms、EM）が存在している。
 「人にも環境にもやさしい微生物たちの共生体で，豊かな生態系を生む」EM菌を放流する試みが行われている。

伊藤副環境相

「運河にEM菌」科学的根拠なく投稿削除



伊藤忠彦副環境相のツイッターへの投稿。
 「EM菌団子を半田運河に投入しました」と書き込んでいる＝ツイッターから

た。

EM菌は1990年代に琉球大教授（当時）が有用性を提唱したが、2016年2月、当時の丸川珠代環境相...

安倍内閣

初入閣・平井科技担当相は「EM菌議連」幹事長



平井卓也氏＝竹内紀臣撮影

初入閣の平井卓也・科学技術担当相は3日の記者会見で、科学的裏付けのない有用微生物群（EM菌）の利用を目指す超党派の「有用微生物利活用推進議員連盟」幹事長を務めっていると明らかにし、「EM菌を使っている方がたくさんいるので幹事長を引き受けた。中身はよく知らない」と釈明した。

議連は2013年末に国会議員約50人で発足。平井氏は活動について「障害者施設でE...

それぞれについて、**科学的に正しいと思う／思わない** を答えてください。

① **血液型性格診断**

「Aは几帳面， Bはマイペース， Oはおおざっぱ， ABは天才肌」

② **マイナスイオンは体によい**

「マイナスイオン・ドライヤーで髪がさらさら」

③ **携帯の電波は心臓ペースメーカーに危害を加える**

「混雑時あるいは優先席付近では携帯電話の電源をお切りください」

④ **ゲーム脳**

「ゲームばかりしていると馬鹿になる」

⑤ **UFOに乗っているのは宇宙人である**

⑥ **水に優しい言葉**をかけて凍らせるときれいな結晶ができる

『水からの伝言』

⑦ **EM菌** 有用微生物群（Effective Microorganisms、EM）

「人にも環境にもやさしい微生物たちの共生体で， 豊かな生態系を生む」

2025年11月 22名回答

	科学的に 正しいと思う	正しくない と思う	どちらともいえない
血液型性格診断	18.2%	68.2%	13.6%
マイナスイオン	54.6% !!	18.2%	27.3%
携帯の電波	72.7% !!	4.6%	22.7%
ゲーム脳	18.2%	50.0%	31.8% !!
UFOは宇宙人	9.1%	45.4%	45.4% !!
水からの伝言	9.1%	72.7%	18.2%
EM菌	31.8%	9.1%	59.1% !!

2012-2025年 21クラス 877名回答

	科学的に 正しいと思う	正しくない と思う	わからない どちらでも ない	科学的に 正しいと思う	正しくない と思う
血液型性格診断	149	663	65	16.99%	75.60%
マイナスイオン	511	306	52	58.80%!!	35.21%
携帯の電波	589	232	55	67.24%!!	26.48%
ゲーム脳	218	598	60	24.89%	68.26%
UFOは宇宙人	352	383	134	40.51%!!	44.07%
水からの伝言	217	592	67	24.77%	67.58%
EM菌	254	192	176	40.84%!!	30.87%

水素水 **H₂**

Product
商品特長

About
水素水とは？

Safety
水素水の安全性

Scene
水素水の飲み方

▶

Twitter Facebook ITOEN

おすすめの飲用シーン

水素水は水と同じように、朝目覚めた時や夜寝る前、お風呂あがりやスポーツをするときなど、通常の水分補給と同じ感覚でお飲みいただけます。

Active Life



スポーツをするときに。
乾いた体に水素水 **H₂** 補給！

Beauty Life



美や健康が気になる方に。
輝きめざして水素水 **H₂** プラス！

Healthy Life



朝目覚めの一杯に。
一日の始まりに水素水 **H₂** チャージ！

TOP

水素を入れた水？？？？

健康・美容に良い，とは決して言っていない



水素水 **H₂**
水素濃度 0.6ppm ~ 1.6ppm
(生成時水素濃度1.6ppm以上)
還元する水
Active Life
Beauty Life
Healthy Life
飲み方 1杯分 200ml
Hydrogen Water

アルミパウチ200ml
0.6ppm ~ 1.6ppm
(生成時水素濃度1.6ppm以上)
※工場出荷時から賞味期限までの水素濃度(未開封)を表記



水素水 **H₂**
水素濃度 0.3ppm ~ 0.8ppm
(生成時水素濃度1.6ppm以上)
還元する水
Active Life
Beauty Life
Healthy Life
410ml
Hydrogen Water

ボトル缶410ml
0.3ppm ~ 0.8ppm
(生成時水素濃度1.6ppm以上)
※工場出荷時から賞味期限までの水素濃度(未開封)を表記

 **AwaraSan** @Awara_san · 4月19日
>段ボール箱にも重力波が入っています
この、何を言っているんだ感が

<

>

🏠

A A item.rakuten.co.jp/takasago-mejya/c/0000000128/ 🔍

R ≡

キーワード 🔍

🛒

💬

OFF

🔄

★

📋

👤

ヘルプ / 不適切な商品を報告

カード・アプリ・モバイルポイント
毎日ポイント

買い物かご お知らせ myクーポン 閲覧履歴 お気に入り 購入履歴 myRakuten

検索

食料品

メニュー

メニュー

めん

どん

ば

お米めん

焼きうどん

で探す

★高砂ぶち 1000円

100円

100円

100円

100円

100円

0円～

商品

ラーメン

食 12食

ラーメン

食 15食

ラーメン

平成20年(2008年)1月中国製毒入り餃子事件が発生し日本中で食の安全が危ぶまれました。
価格破壊で食の安全が破壊されました。

そこで、わたしたちは食の安全に危機を感じ「安全・安心な水と食品をもとめて」
ジェム電子チャージシステムを導入しました。

電子

電子チャージとは、(株)ジェムが独自に開発した特殊な装置(電子発生装置)にて電子を発生させ、水、原料、空気に与えたものです。

わたしたちは

原料に使用する水、小麦粉、そば粉、てんぷら用油、副原料および工場内の空気中に電子をチャージ(付加)しています。

このシステムは、アメリカの大学や日本の大学でその効果が証明され、様々な分野(農畜産業、食品加工業、スーパーマーケット等)で利用されています。

電気は目に見えません。

そのもとである電子も、もちろん目に見えません。

ここまで読まれたお客様の多くの方が「電子チャージ」について半信半疑だと思います。

わたし(店長)も当初は「電子チャージ」について信じるできませんでした。

電子チャージシステムを導入するにあたり、わたしと社長は青森からジェム本社がある熊本まではるばる飛行機で視察に行きました。

現地では実際に電子チャージシステムを導入しているスーパー、飲食店、養鶏場をみて、そこで販売している商品を食べたら**美味しかったです**。

なにか効果があるに違いないと思いました。

「疑似科学にだまされないためにはどうしたらよいか」をテーマにして，レポートを提出してください。

1. 疑似科学（あるいは二セ科学・トンデモ科学）について調べ，印象に残った1-2の事例について説明せよ。
2. そして，疑似科学に騙されないためには，どのような注意をしたらよいか，考察せよ。

プリントにつけた雑誌記事を読み，さらに，**きちんとした本や記事をもとに**レポートすること。

課題

- 疑似科学（あるいはニセ科学・トンデモ科学）について調べ、印象に残った1-2の事例について説明せよ。
- そして、「疑似科学にだまされないためにはどうしたらよいか」について考察せよ。

作成要領

- きちんとした本や記事をもとにレポートすること。
- 参考とした文献（web ページ含む）などがあれば、**必ず**記すこと。剽窃行為が認められる場合は評価を下げます。（参考文献から引用するのは構いませんが、引用範囲は必ずそう明記すること。）
- インターネット上の文献を引用するときは、書き手が不明な個人のものは避けること。
- A4 用紙 3-5 枚程度。表紙は不要。必要であれば、図や表を添付してよい（ページ枚数に含める）。

提出手順

- Google Classroom の課題として提出。手書きの場合は写真撮影したものを提出
- 提出〆切は、**2025年12月28日（日） 22:59**
- 提出ファイルの名前は、「P 学科 XXXXXXXX ○○○○」の形式とすること。（P は Physics の頭文字でレポート区別するためのもの、学科は大日/短生など2文字で、XXXXXXX は学籍番号、○○○○は氏名）とすること。ファイル名には空白を入れず、学籍番号は半角で。一括ダウンロードして読むため、このファイル名をお願いします。
- ファイル内の初めにも、タイトル・学部学科学年・学籍番号・氏名を記載すること。

特集

疑似科学の真相 / 深層をよむ

疑似科学の現在

菊池 誠 (大阪大学サイバーメディアセンター, 物理学)
きくち まこと

一見科学のようで実は科学ではない「疑似科学」が巷にあふれている。その内容はさまざまだが、中にはテレビ番組で大きく取り上げられるものや大手メーカー商品の宣伝材料に使われるもの、あるいは小学校の授業で教材となってしまったものなど、大きな社会的影響をもつものも見られる。多くの科学者はこれまで疑似科学を「無視」してきたが、どうやらそれでは済まない状況になりつつあるようだ。本稿では、日本で現在流行している疑似科学の具体例をいくつか紹介し、疑似科学について考えるための材料としたい。

先日、テレビのバラエティ番組で若い人気歌手が「水」について語っていた。なんでも、水に言葉をかけると、その言葉に応じて水の結晶が形を変えろのだという。「ありがとう」なら雪のような樹枝状結晶になり、「ばかやろう」なら樹枝状にならない。冗談にしては面白くないのだが、当人は大まじめで、どうやらそんなことが本当にあると信じているらしい⁽¹⁾。それならとネットで検索してみると、ほかにも何人も有名歌手や俳優が同じ話をテレビやラジオなどで語っていることがわかる。いったい何が起きているのだろう……。実はこれが、今急速に広まりつつある「水からの伝言」という名の疑似科学である。お笑い番組の話題程度ならたいしたことはないと思われるかもしれないが、私たちにはこれを笑って見過ごすわけにはいかない事情がある。この疑似科学が全国各地で小学校の授業に登場しているのだ。大学できちんと学んだはずの学校の先生が、なぜそんな冗談のような話を真に受けてしまうのか、途方に暮れて天を仰ぎたくもなるというものだ。

テレビといえば、昨今はオーラだの前世だのを真顔で語る人々がわが物顔で登場し、第何次かのオカルト全盛時代の様相を呈している。超能力捜査のような悪質な番組も含め、民放の放送基準を

自ら破っているのは明らかで、オウム真理教事件の風化を思わせられる。もちろん、日本はもともとアミニズムに寛容な国であり、土着信仰は今も根強く生きている。それはそれでいい。各土地の風習は大事にすればいいだろう。しかし、今はやりのオーラや前世はその手の土着信仰とは何の関係もない、いわばぼっと出の新参者である。それがなぜ、受け入れられてしまうのか。実は彼らが口にするのは単なる人生相談であって、その内容はなんら目新しくない。ありきたりの人生相談にオーラや前世といった「説明原理」を導入したことが発明なのである。むしろありきたりの内容だからこそ、意匠さえ凝らせば受け入れられやすいということをこれらの例は示している。とすれば、意匠の凝らし方はオカルトだけとは限らない。

これからとりあげる「疑似科学」はそのようなあからさまにオカルト的な説明原理ではなく、一見「科学風」の意匠をまとう。最初に紹介した水の話も、内容としてはオカルトに近いが、あとで詳しく見るように実は説明原理が科学風であり、その意味で疑似科学である。もちろん、実際にはオカルトと疑似科学の境界はぼんやりしている。上述のオウム真理教はオカルト色の強い集団だったが、それが同時に「科学技術省」という疑似科

特集 疑似科学の真相 / 深層をよむ

▶ 米インディアナ州議会で、田岡率を三二五と訂正する法案が可決されたことがある。

十年ほど前のことだろうか。郵便で手書きの「超絶的相対性理論」なる労作を受け取った時、私は少しはうれしくもなったものである。世の中には、アインシュタインの相対性理論が間違っているとして、延々と「新理論」なるものを追究している人がいるという程度には私の名も知られてきたのかと、一人うめばれたのである。無論、そうでないことはすぐにわかった。「新理論」の提唱者は、自らの「発見」を認めてくれる専門の研究者を常に求めており、科学雑誌の片隅に載った新人を見つけては労作を送りつける。正・続・続々の三編もの「研究論文」を送っても何らの反応がないと、「自らの地位を失うのを恐れて、これまでの理論の間違いを認められない堕落した学者」という痛罵(つらば)を浴びせ、次なる新人の発掘に向かう。こんな「法則性」を発見したからである。

版人の見識への疑問を持つからである。彼らの特徴は、実験によって余すところなく正しさが確かめられている既存の理論を、臆面(おくめん)もなく間違いと主張するその蛮勇にある。なぜなら、その主張のそもそもの根拠に間違いがあることは、彼らの本の初めの五、六ページに見えてくる程度なのだから。これに続く二百ページのほとんどは、自らの「非」を認めようとしてない

されたために引き起こされる嘆かわしい結果は、それらがだまされやすい読者に、何が科学知識であり、何がそうでないかについての混乱のたねをまき散らすことである⁽²⁾。上に、「そういう、疑似科学」はやがては政治的に強力なグループの後援だてを受けることになるかもしれない」として、ヒトラーの興隆期に、疑似科学が氾濫(はんらん)していた事実を指摘している。

の悪罵に満ちていること、ホーキングやアインシュタインの名をつけていかにも挑戦的な書名としていられることを見れば、本が売れさえすればよいという編集者の堕落が見えてくる。

出版人の見識への疑問を持つからである。彼らの特徴は、実験によって余すところなく正しさが確かめられている既存の理論を、臆面(おくめん)もなく間違いと主張するその蛮勇にある。なぜなら、その主張のそもそもの根拠に間違いがあることは、彼らの本の初めの五、六ページに見えてくる程度なのだから。これに続く二百ページのほとんどは、自らの「非」を認めようとしてない

とて、いかに身の丈にあったものとして使いこなすが問われているのである。一方、「言論・出版の自由があるのだから、異なった意見が出て出版してかまわないではないか」という反論があるかもしれない。注意すべきなのは、「異なった意見」ではなく、「明確に誤っている科学上の議論」なのである。端的にいえば、「二足歩行は五と一というが「正しい算数」で、四となる

は、それによる人々の科学への不信が広がることを憂慮して一度はペンを取るべきだと考えたわけである。そして何より、私のものを、専門家がきちんと書いた科学解説書の横に、これをウソだ間違いだとか決めつける本(こ)ちらの方が立派に見える」が並ぶ事態に黙っておれなくなったのである。

私がかここで問題にしようとしている「疑似科学」の出版とは、書店に山積みにされているUFOだの超能力だの血液型だのの本のことではない。そのほとんどがゲームであり、ある意味で現代人のアイデンティティーの模範といえないでもないから、論駁(ろんばく)すべき科学の対象とは思っていない。ここで問題としたいのは、かつ

見過ごせぬ「疑似科学」出版
明確な誤り、堂々と単行本に



池内 了
大阪大学
理学部教授
(宇宙物理学)

出版人の不見識、墮落のぞく

専門家への悪罵(は)にあてられている。彼らの勉強家ぶりには感心するが、的が外れていることに気づいていないようだ。

「疑似科学」は、科学研究を専らとする職業が成立して以来、絶えることなく続いていた。すべから科学解説書を書いているM・ガードナーは、著書『奇妙な論理』(社会思想社)において、さまざまに分野における「疑似科学」を取り上げ、これらに共通する「法則性」をまとめている。彼は「科学のぐみくずみたいなのが出版

算数は間違いだとか主張しているのと同じである。これを編集者が知らなかったとすれば、見識のなさを感じざるべきだろう。しかし、このたぐいの本が、専門的研究者へ

がやがて、科学的真実そのものの疑い、そして科学以外のものに頼る心情を強めていくことにつながりかねない。

立派な装丁であることをやっかんしているわけではない。全く大ウソの間違った本が、「科学」の名において出版されることに、科学者の一人としての危惧(きく)と出

科学の進展に基づく人間の諸活動が地球環境に影響を及ぼしうるくらいに大きくなり、人類の未来について悲観的な見方が広がりつつあるのは事実である。私自身も科学と人間との関係について深く省察すべき時と考えている。しかし、それが科学的真実の否定に結びつくのでないことも明らかである。科学の成果を人類の共有財産

第4章 熱と気体 熱エネルギー

4.1 温度は何で決まるのか

- 温度＝分子運動の激しさ
- 固体 → 液体, 液体 → 気体 の変化で熱エネルギーが必要
- 伝導, 対流, 放射

4.2 気体の法則, 熱力学の法則

- ボイルの法則, シャルルの法則
- 飽和水蒸気量
- ジュールの実験：力学的エネルギー → 熱エネルギー

ジュールの実験

ジュールの実験

ジュールは、おもりが下降することによる位置エネルギーの差が、水を攪拌する仕事に変わり、水の温度を上昇させることを実験で示した。これは、「温度の上昇が、エネルギーの増加と同じ」ことを意味していた。

●仕事による熱の発生



回転する木の棒の先端と、下の木の間の摩擦により、木は削れ、摩擦熱が発生する。こげて黒くなった木屑には種火がとる。

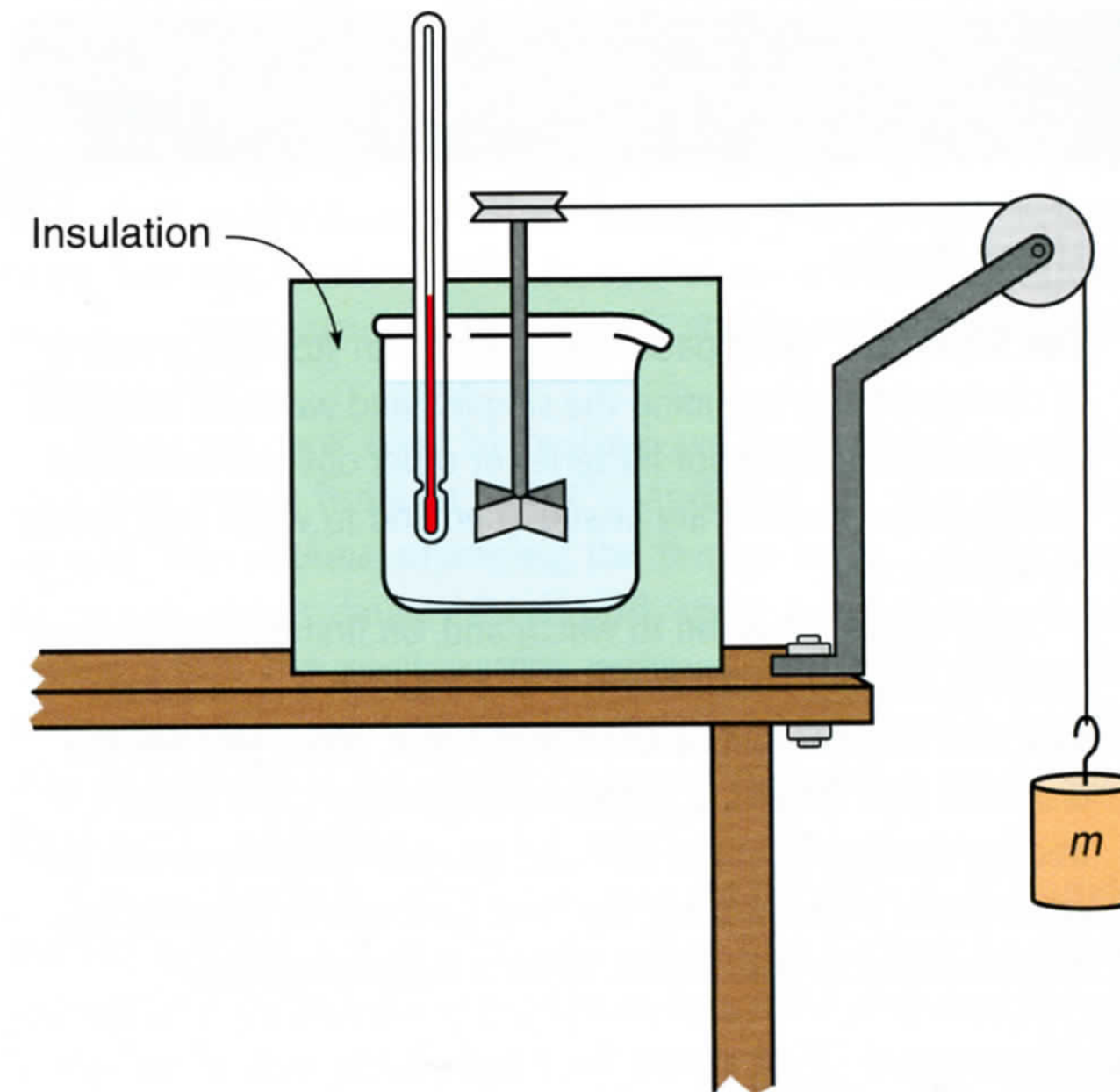
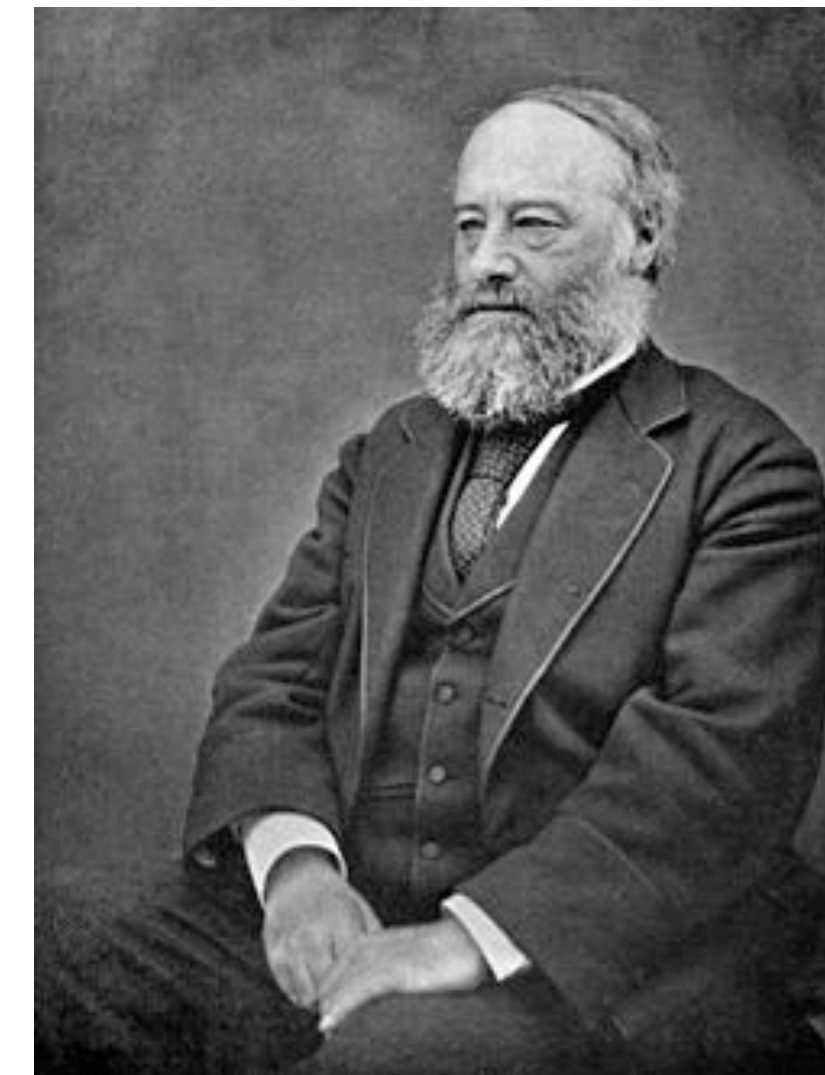


figure 10.12 A falling mass turns a paddle in an insulated beaker of water in this schematic representation of Joule's apparatus for measuring the temperature increase produced by doing mechanical work on a system.



James Prescott Joule
(1818-1889)

1845年、力学的エネルギーが熱に変換されることを示した。

実験 16 振り回してお湯をつくろう

携帯用魔法瓶に水を少量だけ入れて数分間激しく振ると、温度が上がることを実験してみよう（体温が水温を上げないように、魔法瓶で行う）。力学的な運動を熱に変えるのは、火おこしも同じである。木くずを連続的にこすり合わせることで生じる摩擦熱を利用している。釘を金づちで打つと熱くなるのも同じ原理だ。

T-falはどうして早くお湯が出来るのですか。圧力鍋のように密閉されていないのに、早くお湯が出来ることが不思議です。



ものすごい電力を使うからです。

1200Wとか 1750Wとか。

タコ足配線厳禁。電子レンジ・電気ストーブ併用危険。

エネルギーを熱に変える実験をみて、
寒い日に手をこすり合わせると熱が発生するのも同じ原理なのかなと思いました。

その通りです！

前回のミニッツペーパーから

[8-1](今日の講義から)

高さ100mの滝から水が落下した. 位置エネルギーがすべて熱に変化したとすると,
水の温度は何度上昇するか.

Note: 位置エネルギー
熱の仕事等量

$$E[\text{J}] = mgh \quad g = 9.8[\text{m/s}^2]$$

$$1[\text{cal}] = 4.2[\text{J}]$$

0.23度 7名
233度 7名
ほか 10名

水 1 kg について考える. 位置エネルギーは,

$$E = mgh = 1 [\text{kg}] \times 9.8 [\text{m/s}^2] \times 100 [\text{m}] = 980 [\text{J}]$$

単位を [J] から [cal] に直すと, **1 [cal] = 4.2 [J]** より

$$980 [\text{J}] / 4.2 = 233.33 [\text{cal}]$$

1 [cal] は, 水 1 g を 1 °C 上昇させるエネルギー
計算したのは, 水 1 kg なので, 0.23 °C 上昇.

位置エネルギー $E[\text{J}] = mgh$
熱の仕事等量 $1[\text{cal}] = 4.2[\text{J}]$

$$E = mgh = 1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 100 \text{ m} = 98000 \text{ J}$$

$$98000 = 1000 \times 4.2 \times \Delta T$$

$$\frac{98000}{1000 \times 4.2} = \frac{98000}{4200} = 23.33 \dots$$

約 0.23 °C 上昇

① 思わぬ ④ 思わぬ

$$E = mgh = 0.001 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 100 \text{ m}$$

$$E = 0.098 \text{ J}$$

$$1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$$

$$0.098 \text{ J} = \frac{0.098}{4.2} = 0.023 \text{ cal}$$

水 1 g を 1 °C 上昇させるエネルギー

$\Delta T = 0.23$ A. 約 0.23 °C

$$E = m \times 9.8 \times 100$$

$$= 9800 \text{ J}$$

$$4.2 \times 1000 = 4200 \text{ J / kg} \cdot \text{K}$$

$$Q = mc \Delta T$$

$$Q = \frac{9800}{4200} \approx 2.33 \dots$$

A. 約 0.23 度

8-1) 水の位置エネルギー

$$1 \times 9.8 \times 100 = 980$$

$$1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$$

$$980 / 4.2 = 233.33$$

約 0.23 °C 上昇

8-2) ① 正しくない 科学的根拠がない

水 1 kg を 1 °C 上げるのに 1000 cal 必要なので

$$2331000 = 0.23$$

第4章 熱と気体 熱エネルギー

4.1 温度は何で決まるのか

- 温度 = 分子運動の激しさ
- 固体 → 液体, 液体 → 気体 の変化で熱エネルギーが必要
- 伝導, 対流, 放射

4.2 気体の法則, 熱力学の法則

- ボイルの法則, シャルルの法則
- 飽和水蒸気量
- ジュールの実験: 力学的エネルギー → 熱エネルギー

熱力学第1法則

= 熱まで含めたエネルギー保存則

法則 熱力学の第 1 法則

熱はエネルギーの一形態である．力学的エネルギーなど，ほかのエネルギーと交換可能で，エネルギーの総和は一定である．

法則 熱力学の第 1 法則（式表現）

気体に熱を加えると，温度上昇と膨張による外部への仕事に変換される．

$$Q = \Delta U + W \quad (4.12)$$

気体に加えた熱 = 内部エネルギーの増加 + 外部にした仕事

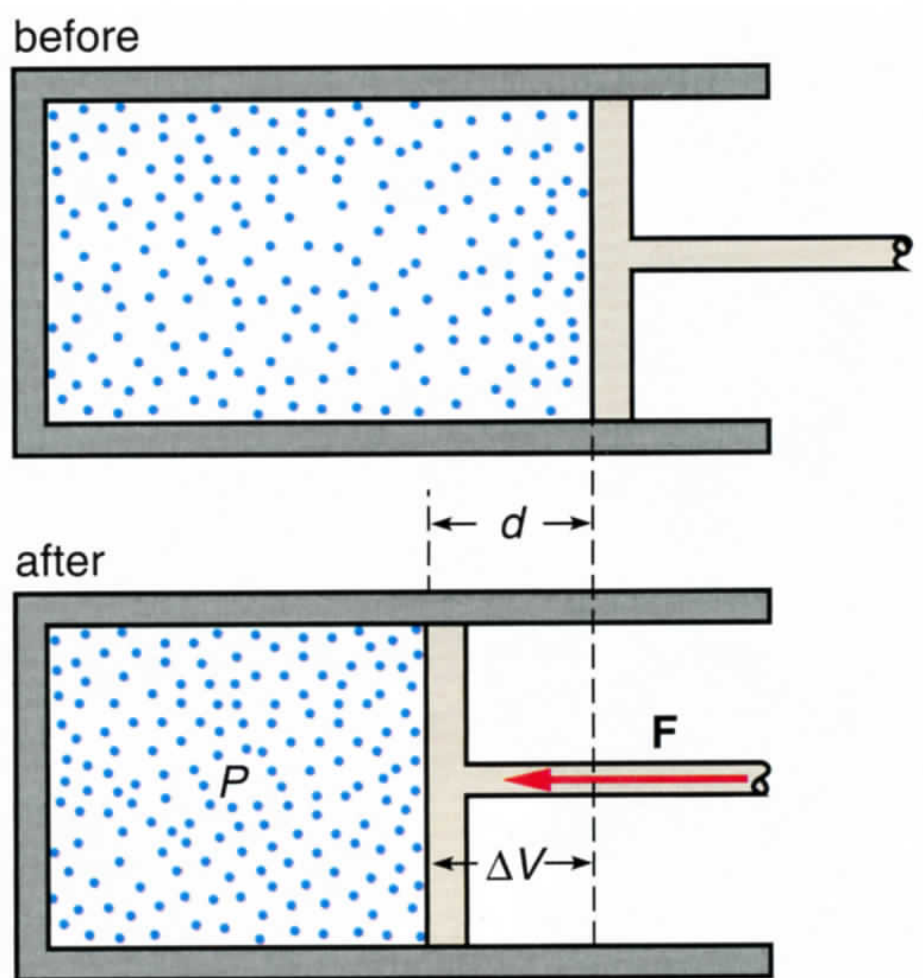
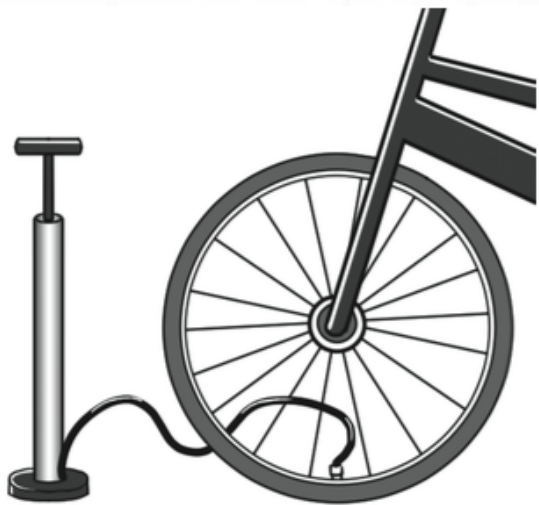


figure 10.15 A movable piston compresses a gas in a cylinder. The magnitude of the work done is $W = Fd = P\Delta V$.

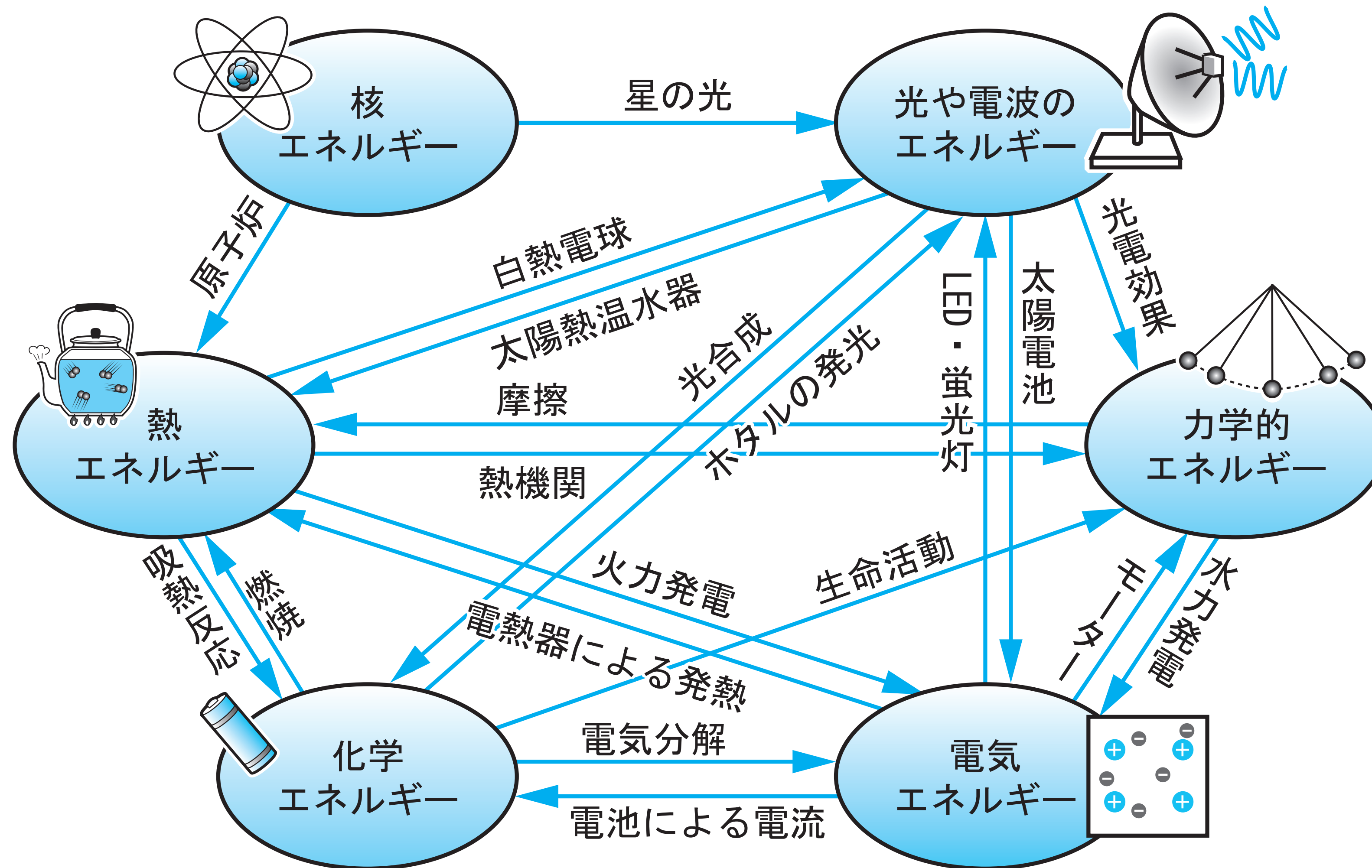


(a) タイヤに空気を入れると空気入れが熱くなる
(気体にした仕事＝正)



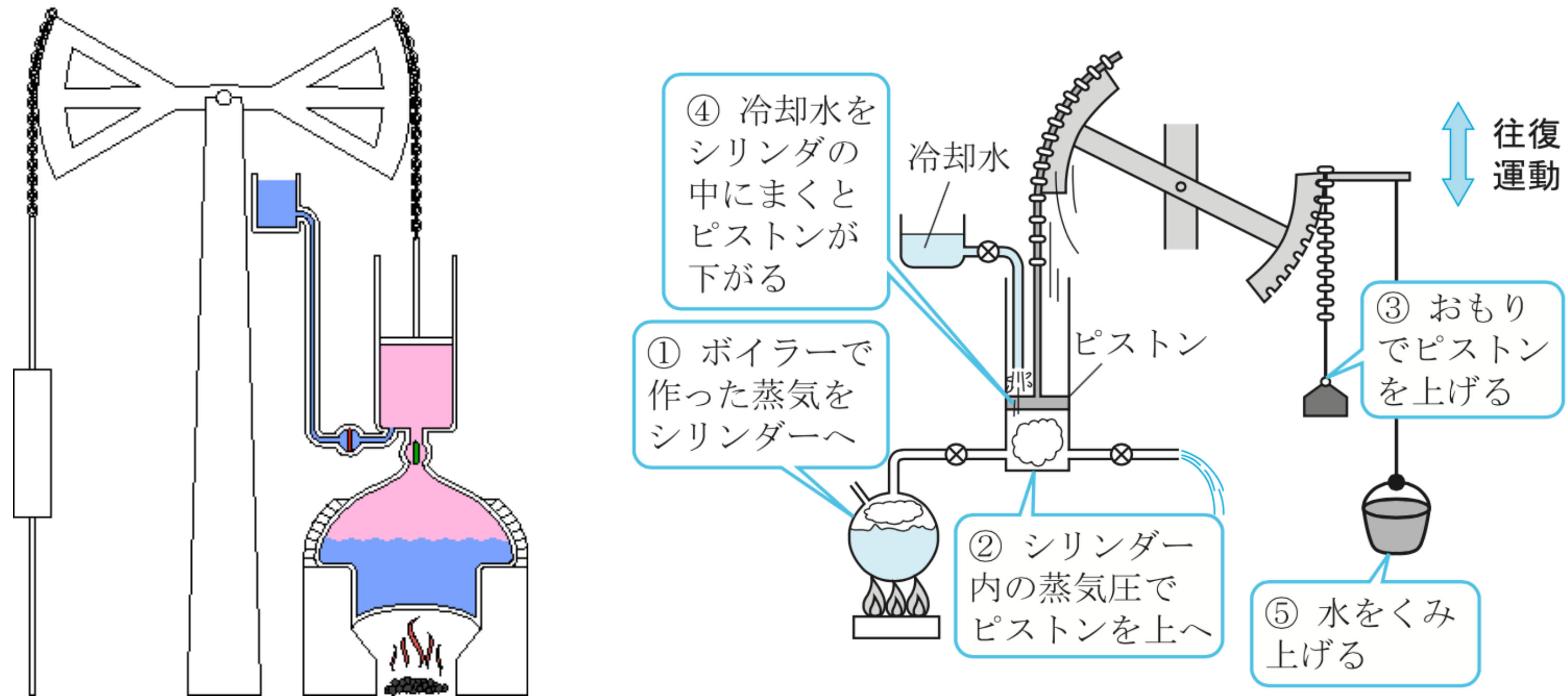
(b) スプレーを使うと缶が冷たくなる
(気体にした仕事＝負)

エネルギーは形態を変える



蒸気機関の発明(1) ニューコメン

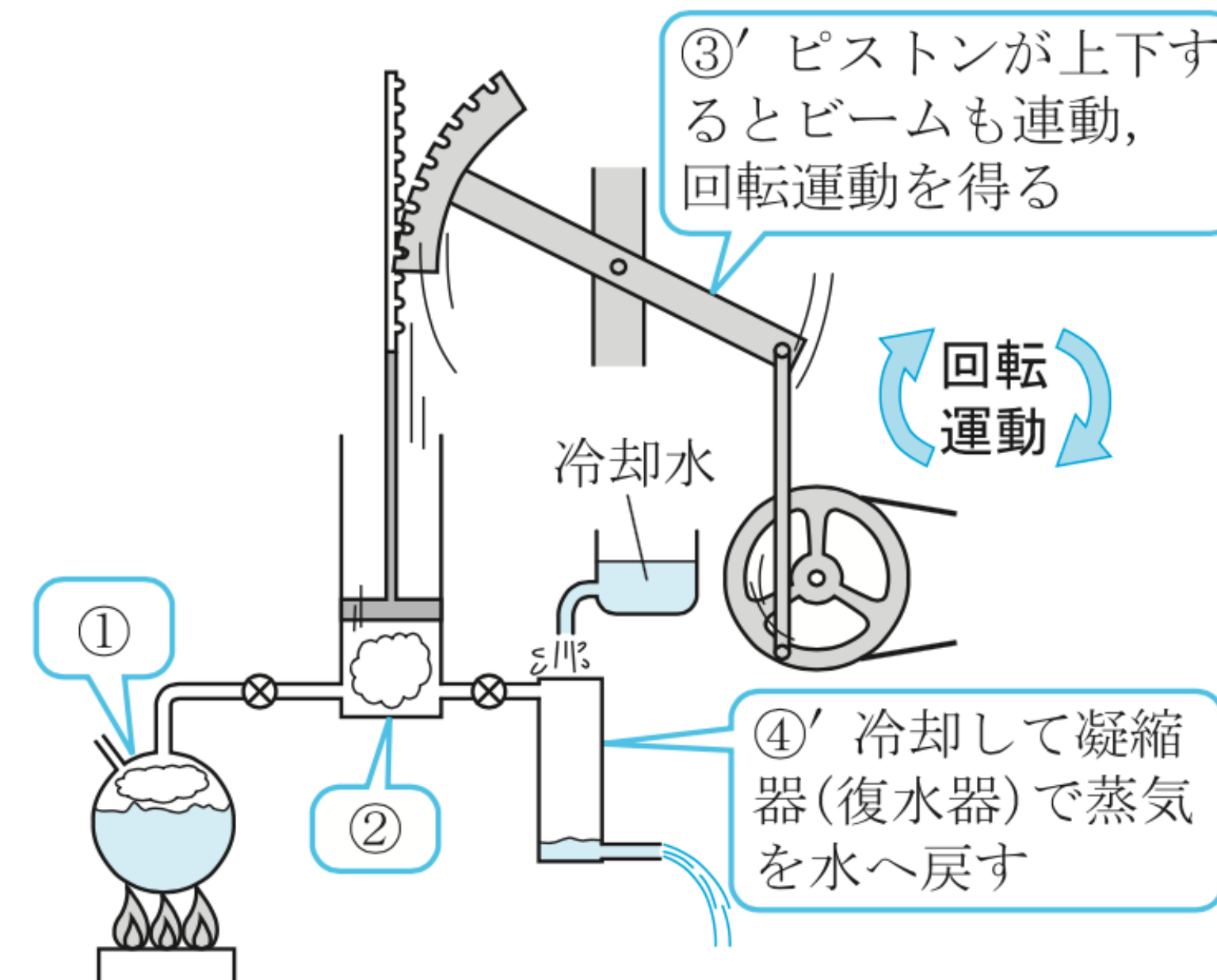
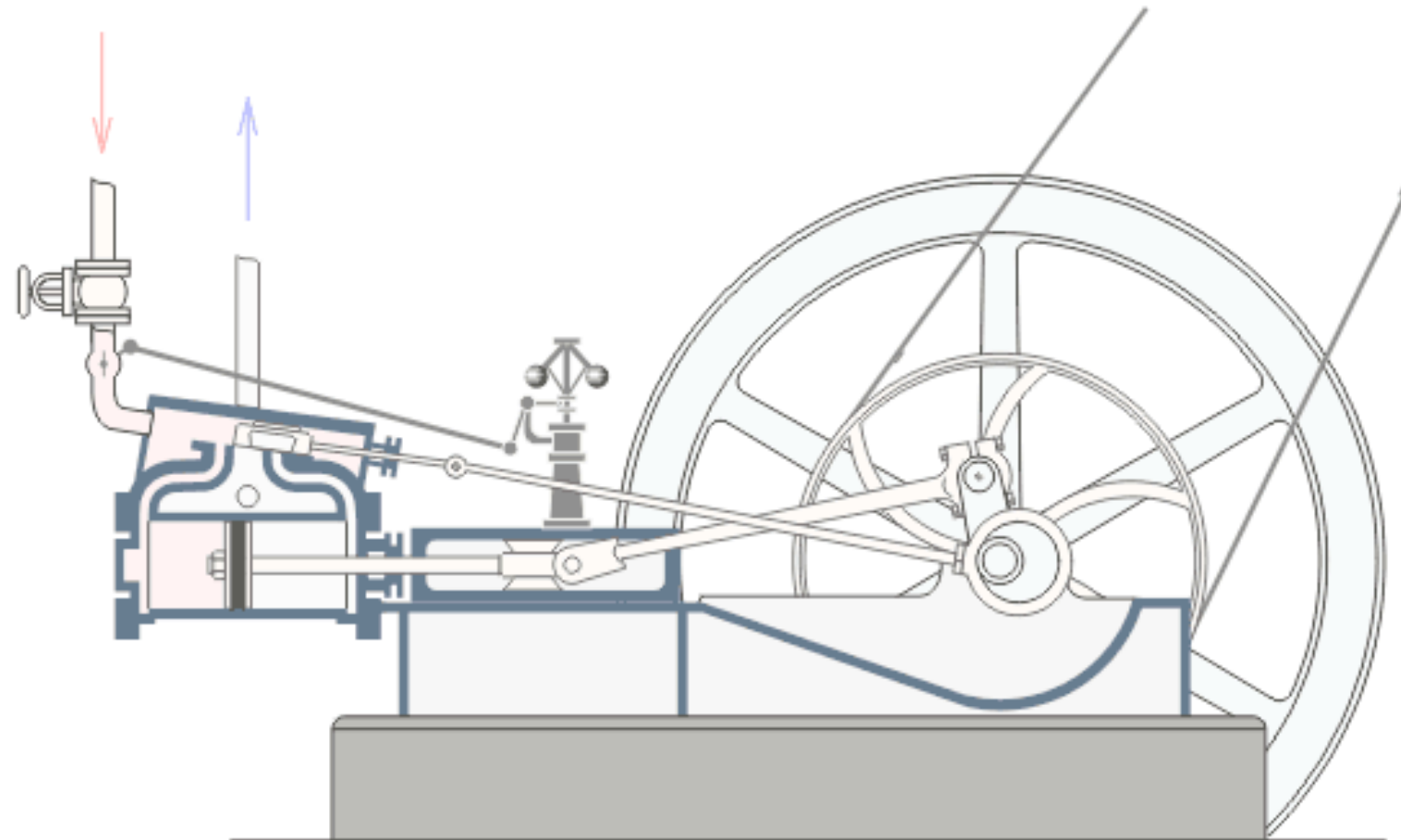
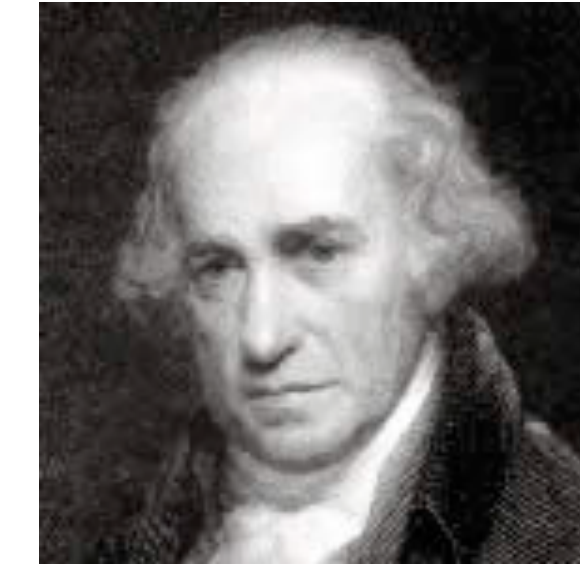
- ニューコメンは、1712年に鉱山の排水用として蒸気機関を製作。蒸気に冷水を吹き込んで冷やし、蒸気が水に戻るときに生じる負圧（真空減圧）でピストンを吸引するもので、大気圧を利用する方法だった。



(a) ニューコメンの大気圧機関のしくみ

蒸気機関の発明(2) ワット

- ワットは、1769年に新方式の蒸気機関を開発。復水器で蒸気を冷やす方法でシリンダーが高温に保たれることとなり効率が増した。往復運動から回転運動への変換などの改良も行った。



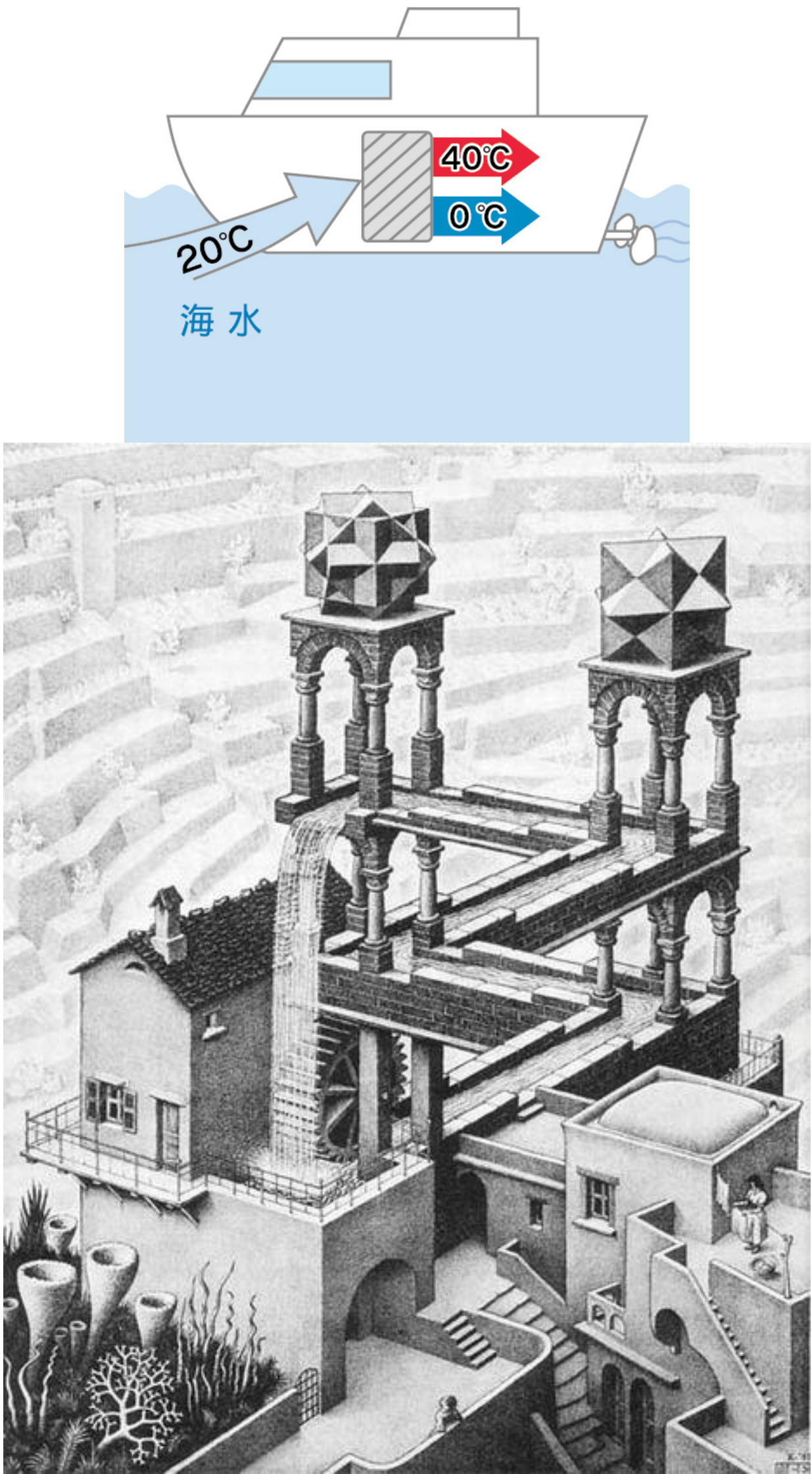
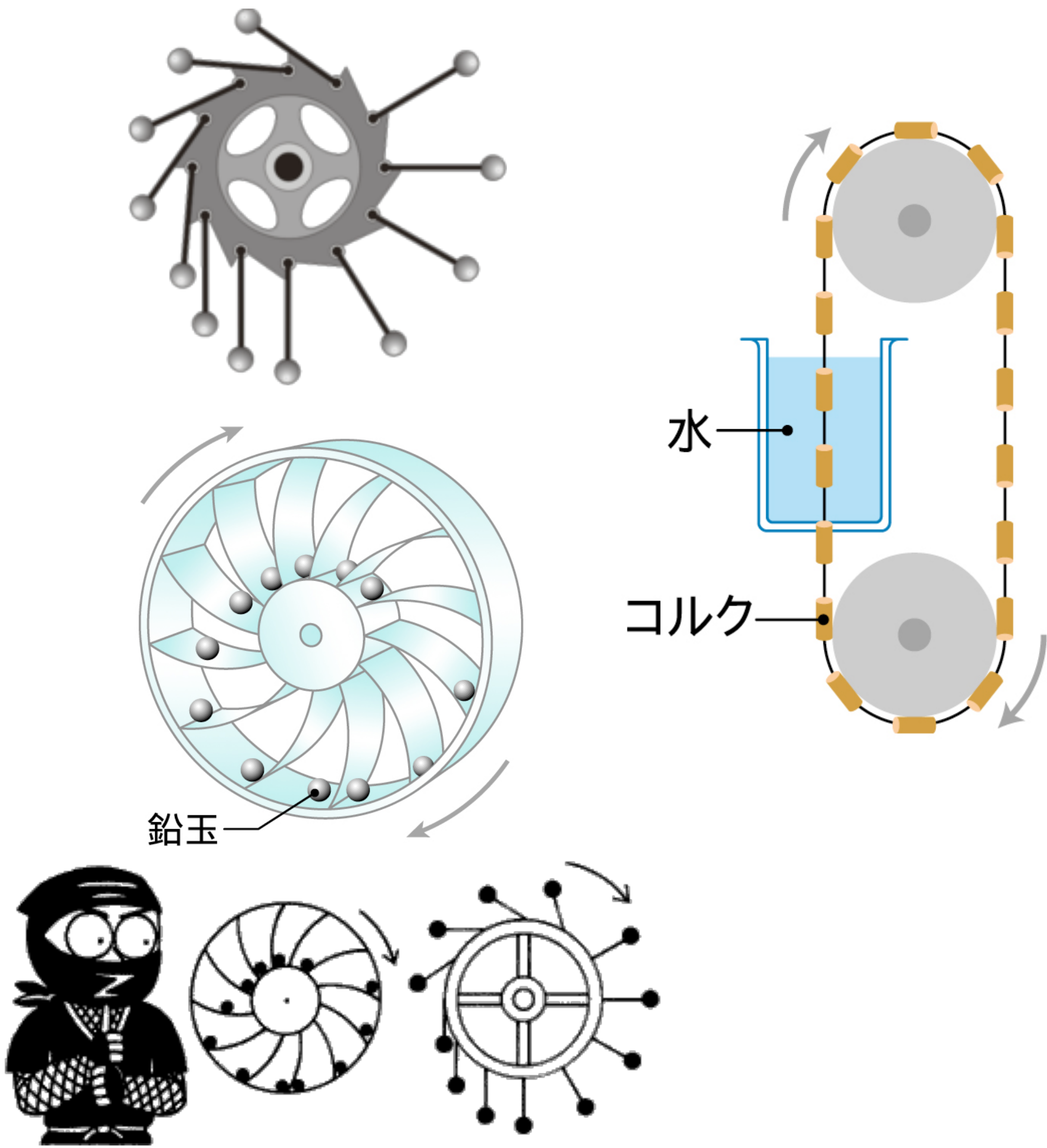
<http://mi.eng.cam.ac.uk/IALego/steam.html>

(b) ワットの蒸気機関のしくみ

第4章 熱と気体 熱エネルギー

4.3 熱効率と不可逆変化

- 熱機関＝熱エネルギーから仕事をする装置
PVグラフを右回り＝外に仕事をする(エンジン)
PVグラフを左回り＝外から仕事をされる(冷蔵庫)
- 熱効率＝(外にした仕事)/(加えた熱エネルギー)
- 永久機関は不可能
エネルギー保存則に反する
熱には流れがある(エントロピー増大則)



水飲み鳥は熱機関，永久機関ではない

サイクルは以下のように働く．

1. 頭部から水が蒸発する（マクスウェル分布）
2. 蒸発により頭部の温度が下がる（蒸発熱）
3. 温度の低下により頭部のジクロロメタン蒸気が凝集する
4. 温度の低下と凝集により頭部の気圧が下がる（理想気体の状態方程式）
5. 頭部と胴体の気圧差により管内の液面が上昇する
6. 液体が頭部に流れ込むことで重心が上がり、前方へ傾く
7. 傾くことで管の下端が液面より上に出る
8. 蒸気の気泡が管を通して上昇し、液体は下降する
9. 液体が胴体に流れ、頭部と胴体の気圧が平衡する
10. 液体が胴体へ戻ったことで重心が下がり、鳥は元の直立状態に戻る

エネルギー源は周囲環境の熱であり、この玩具は永久機関ではない。

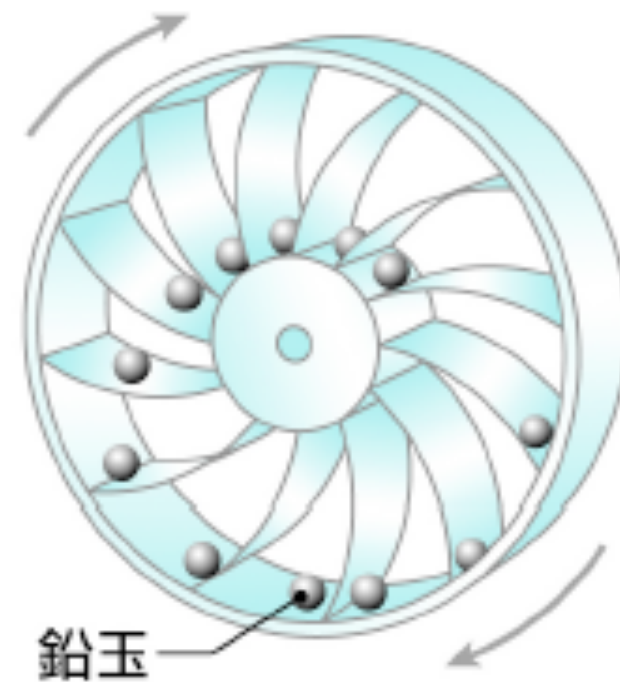


永久機関

不老不死・錬金術・永久機関は人類の3つの大きな夢であった。

- 第1種永久機関：外部からのエネルギー供給がないのに，仕事をする機関
- 第2種永久機関：外部からのエネルギーをすべて仕事に変える機関

何もしなくても永久に
回り続ける？



エネルギー保存則に
反するからダメ

熱効率100%の熱機関は
存在するか，という問題

永久機関はできない

■カルノーの理想機関

カルノーは、もっとも熱効率が良くなる熱機関（理想機関）を考え、次の2つの条件を結論した。

- 理想機関は（完全にもとに戻ることができる）可逆サイクルであるはずだ。
- 理想機関は（効率がもっとも良い）等温過程を利用するはずだ。

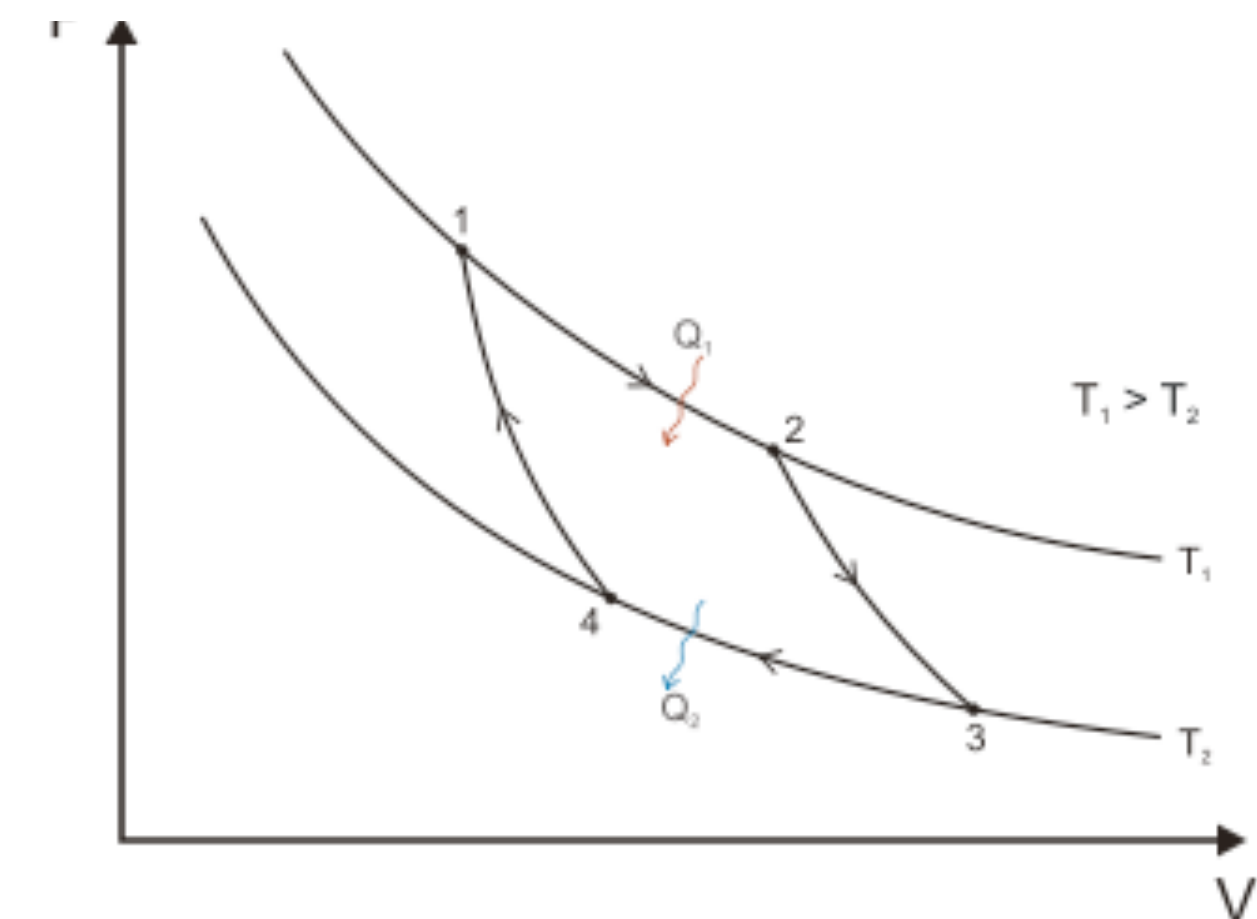
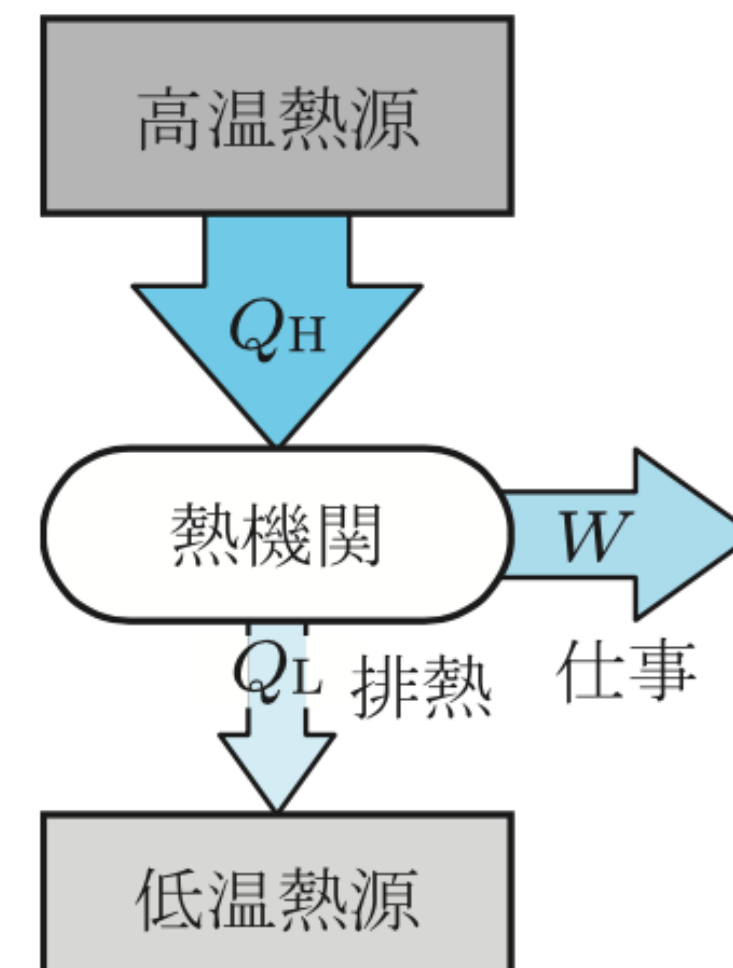
このような装置は、高温源 H と低温源 L の2つの熱浴が必要で、熱効率は、両者の温度差によって

$$\eta = 1 - \frac{T_L}{T_H} \quad (4.5.9)$$

となることが示された。しかし、この計算結果は、「熱効率が100%になり得ない」ことを示しており、永久機関は存在しないことを意味していた。



Nicolas Léonard Sadi Carnot
(1796--1832)



エントロピー = 乱雑さ, エントロピー増大則

熱機関は、高温と低温の2つの熱源を必要とする。熱には必ず流れが必要ながわかってきた。このことを定量的に示したのが、クラウジウスによる**エントロピー** (entropy) である。

$$\text{エントロピー} \quad \Delta S = \frac{\Delta Q}{T} = \frac{\text{加熱量}}{\text{温度}} \quad (4.15)$$

として計算される量で、この値は熱の流れを示し、必ず増大してゆく。

エントロピーは「乱雑さ」とも訳される。コーヒーに注いだミルクは拡散していくだけで、再び集まることはない。このような物理現象が進む方向を一方向に限られることは、「エントロピーが増大する」という概念で表すことができる。



熱力学の第2法則 (The 2nd law of thermodynamics)

エントロピーは増大する。第2種永久機関は作ることができない。

法則 熱力学の第2法則

熱効率が100%の熱機関は、実現できない。

物理法則は時間反転対称

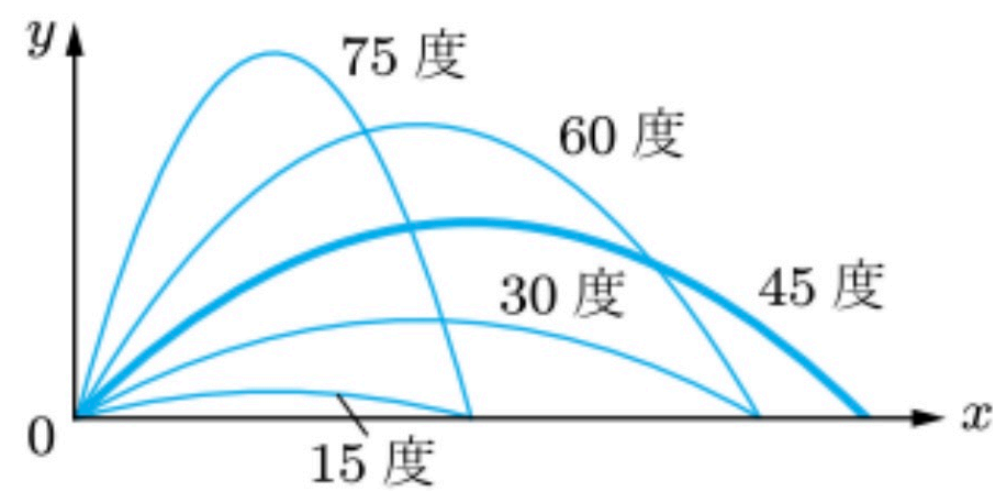
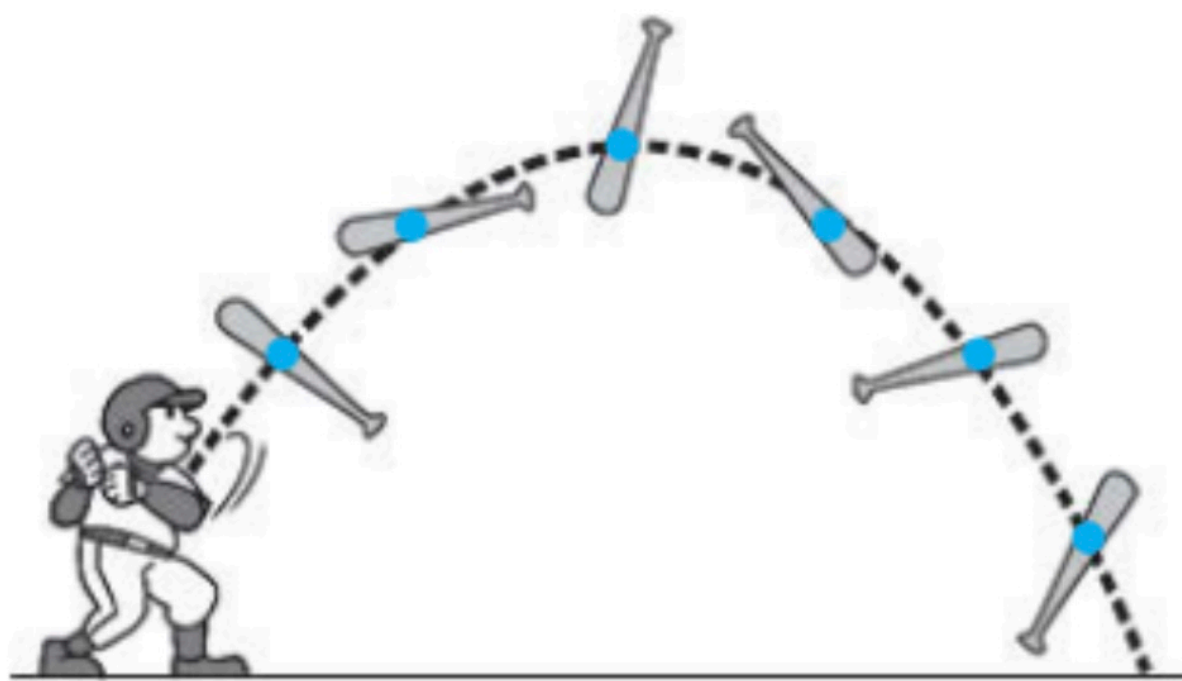
ニュートンの運動方程式

$$F = ma$$

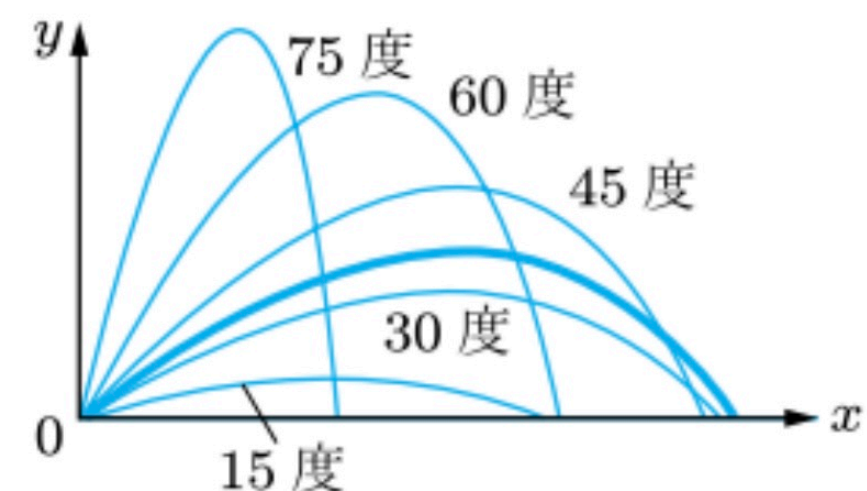
力 F を加えると, 質量 m に反比例する加速度 a が生じる

時間を逆向きに進めても, 運動方程式の解になっている.

▶▶▶ 逆向き再生されても, 私たちは気づかない



(a) 空気抵抗がないとき



(b) 空気抵抗があるとき

動く発射台から投げ上げ

動く発射台から
投げ上げ

© 数研出版

(数研出版「物理図録」)

物理法則は時間反転対称だが、自然現象は不可逆

ニュートンの運動方程式

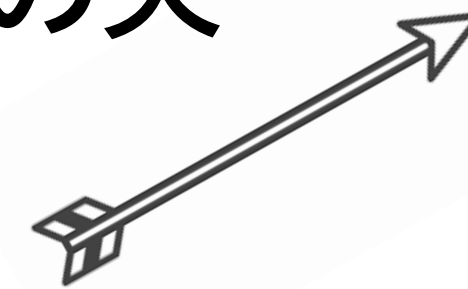
$$F = ma$$

力 F を加えると、質量 m に反比例する加速度 a が生じる

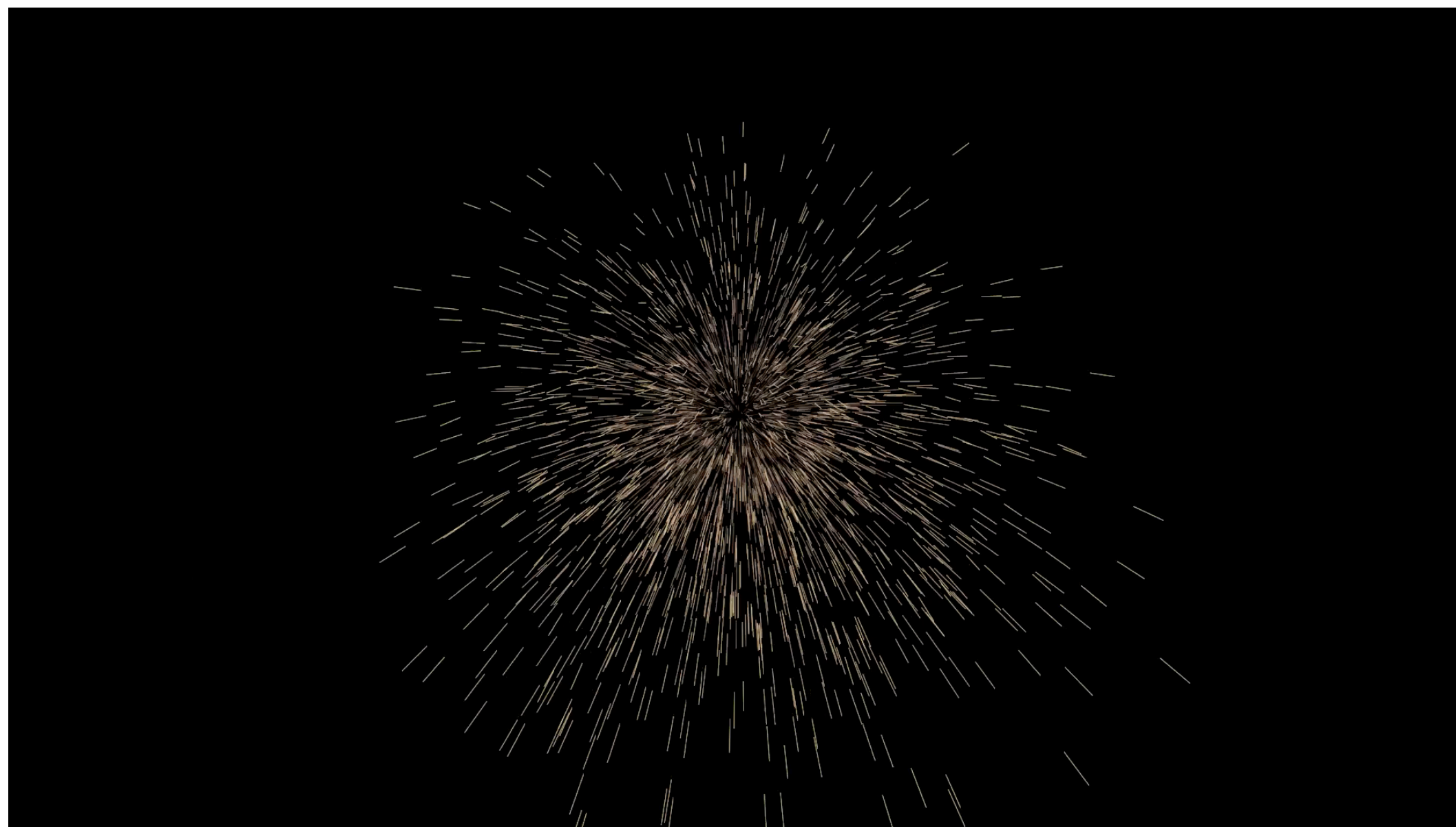
時間を逆向きに進めても、運動方程式の解になっている。

- ▶▶▶ 逆向き再生されても、私たちは気づかない
- ▶▶▶ 多くの粒子の運動だと、逆向き再生されたらわかる。
(現実にはそうならないことを経験的に知っているから)

時間の矢



自然現象には時間の進む向きが存在する。
物理法則としてどう説明するか？



<https://commons.nicovideo.jp/works/agreement/nc249676>



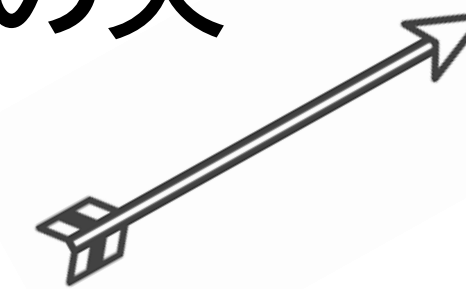
<https://www.youtube.com/watch?v=0QldjiBgagE>

物理法則は時間反転対称だが、自然現象は不可逆

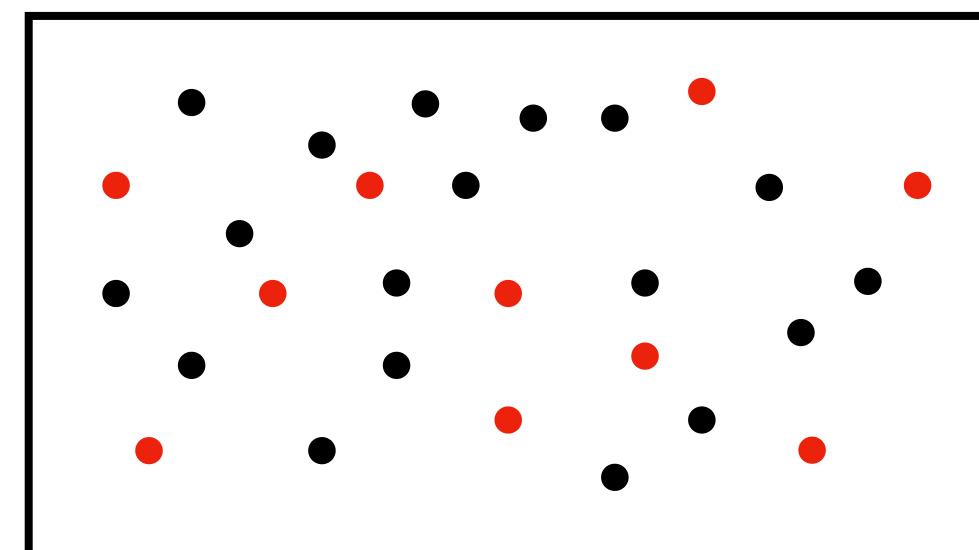
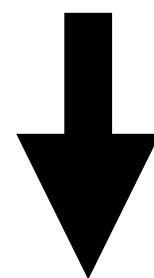
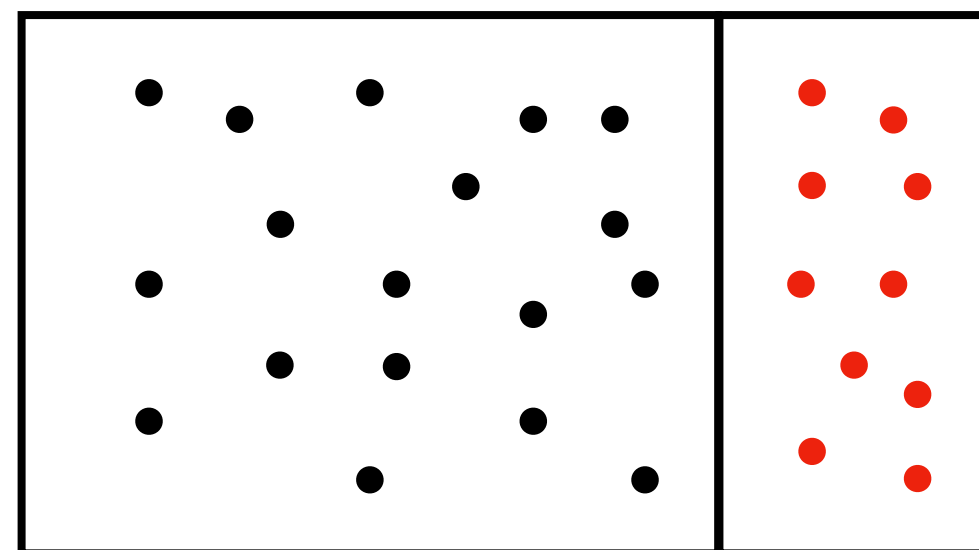
エントロピー(乱雑さ)増大の法則

熱力学的な不可逆性を説明する法則

時間の矢



自然現象には時間の進む向きが存在する。
物理法則としてどう説明するか？



多くの粒子(分子)が相互作用して混ざり合う

1モル(水なら18g)に含まれる原子や分子の数は 6.02×10^{23}

原子・分子の状態数が膨大で、混ざり合う前の状態にもどる確率はゼロに近い

=「エントロピーが増大する方向に自然現象は進んでゆく」

ほとんどすべての物理現象には、摩擦、粘性、拡散などの不可逆な作用が存在するので、エントロピーは増大する。

エントロピーは増大する(熱力学第2法則)

= 仕事が熱に変わる現象は不可逆である

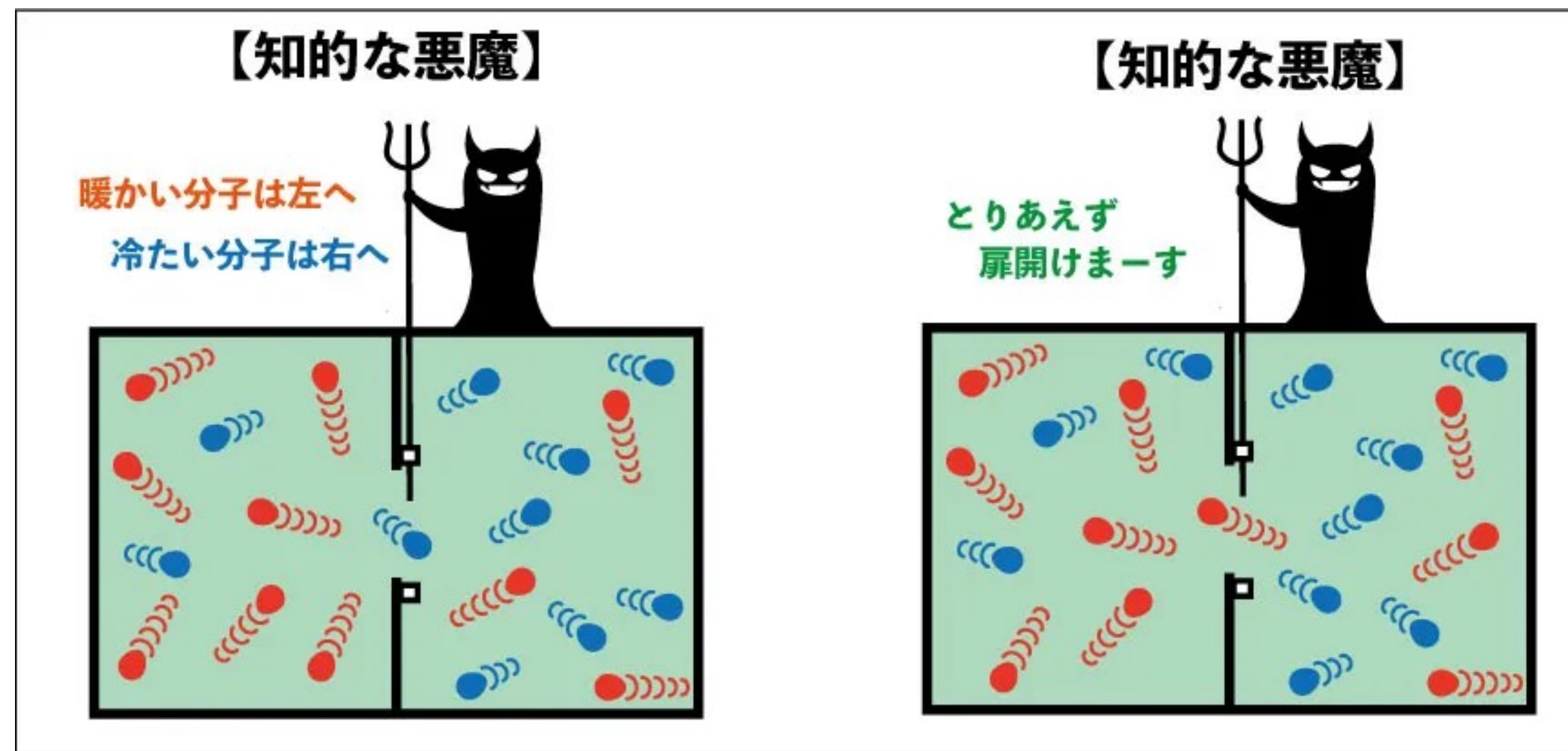
= 高温物体から低温物体への熱の流れは不可逆である

= 熱効率100%の熱機関はつukれない



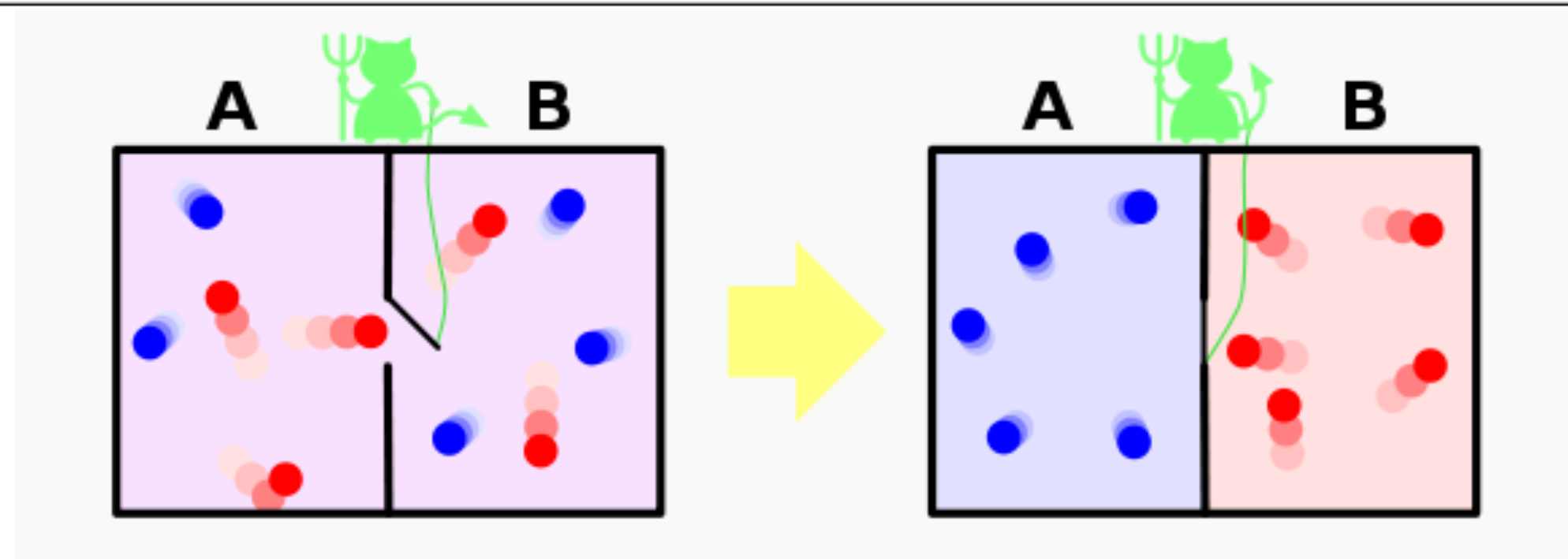
マクスウェルの悪魔

早く動く空気分子だけを選んで箱に入れることができれば、エントロピー増大則に反して、温度の高い状態をつくることができるのではないか？



選択する操作でエントロピー増加

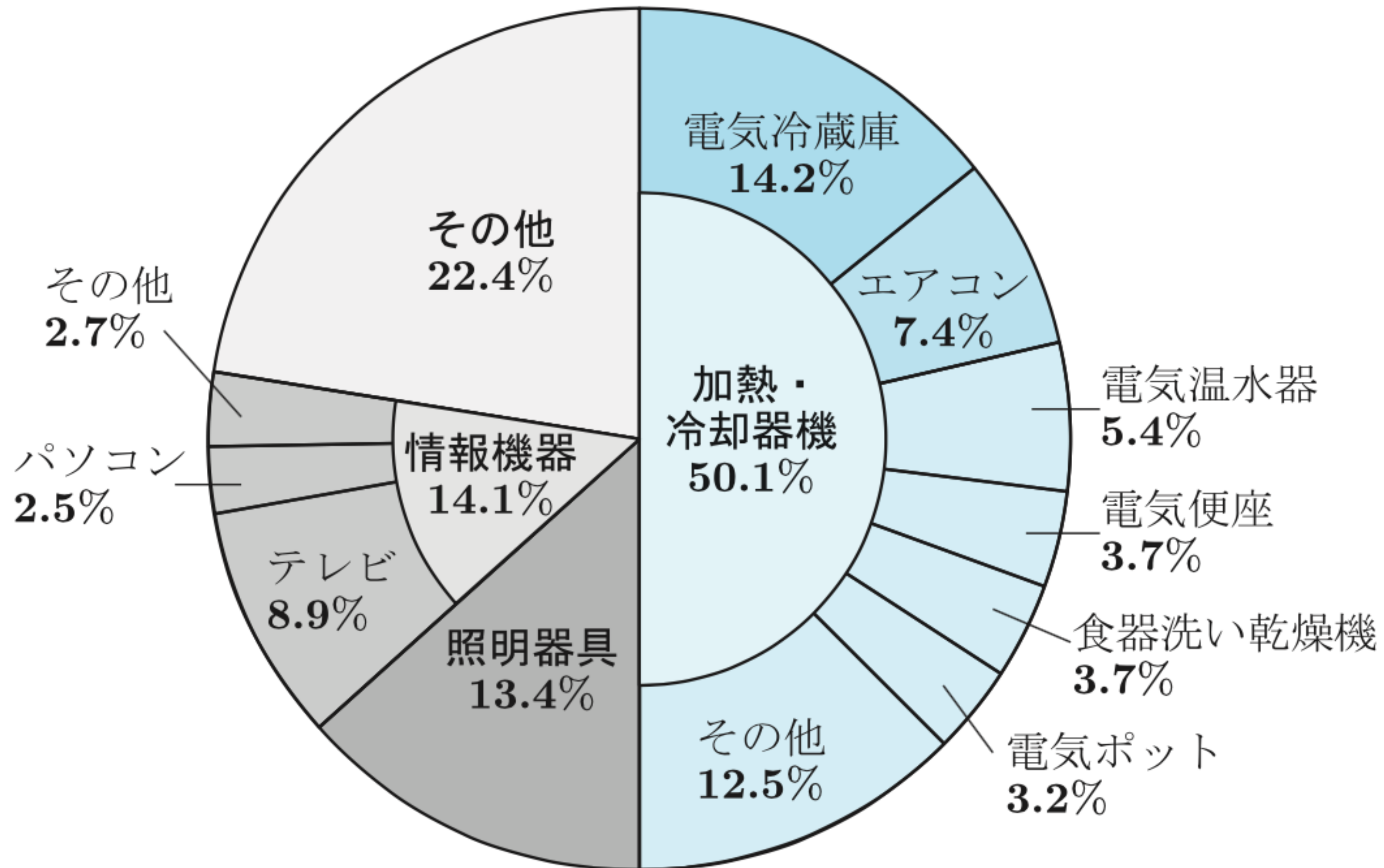
情報エントロピー という概念で最近理解されるようになった.



第4章 熱と気体 熱エネルギー

4.3 熱効率と不可逆変化

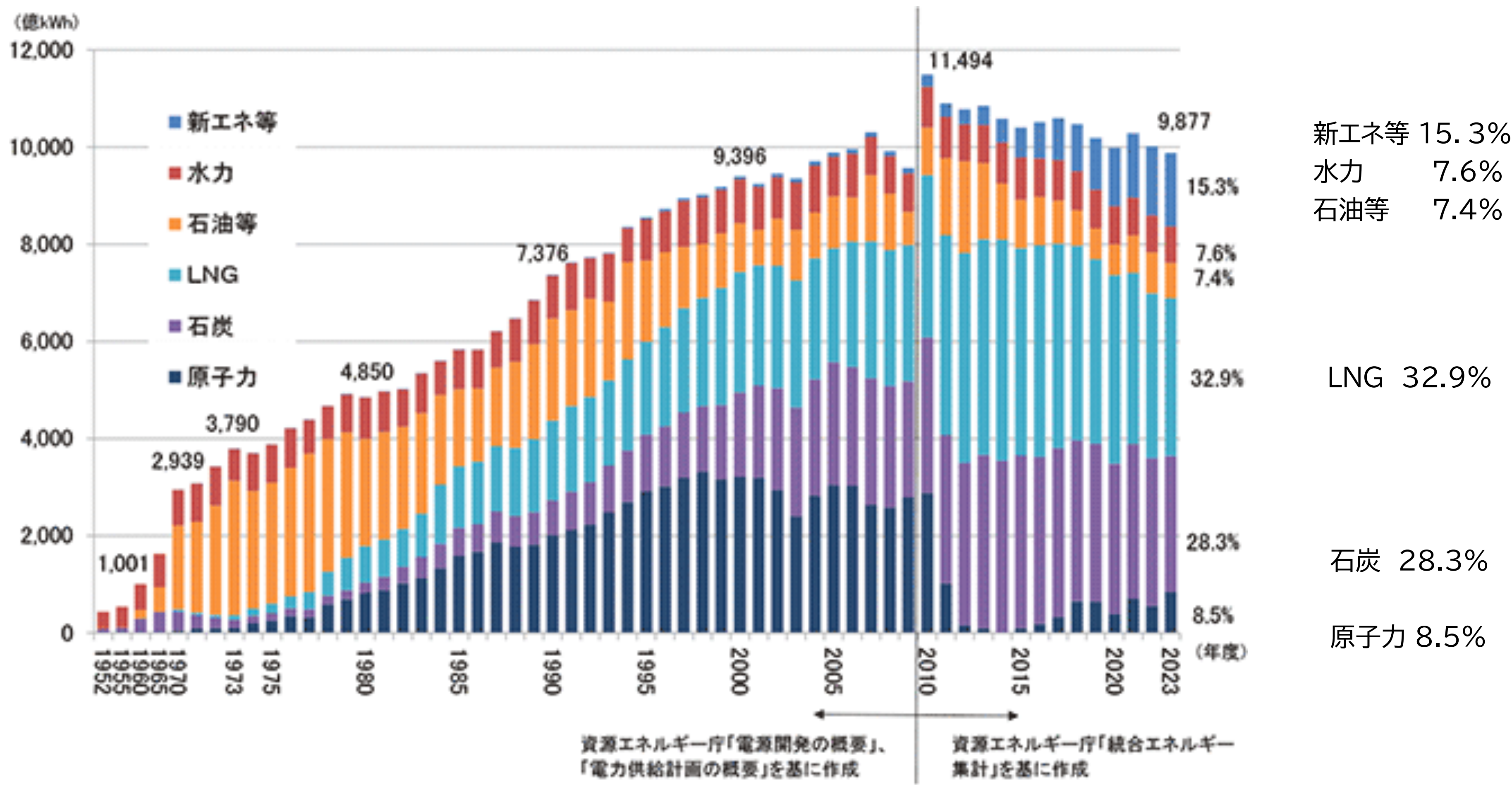
- 熱機関＝熱エネルギーから仕事をする装置
PVグラフを右回り＝外に仕事をする（エンジン）
PVグラフを左回り＝外から仕事をされる（冷蔵庫）
- 熱効率＝（外にした仕事） / （加えた熱エネルギー）
- 永久機関は不可能
エネルギー保存則に反する
熱には流れがある（エントロピー増大則）



平成22年度のデータ, JCCCA

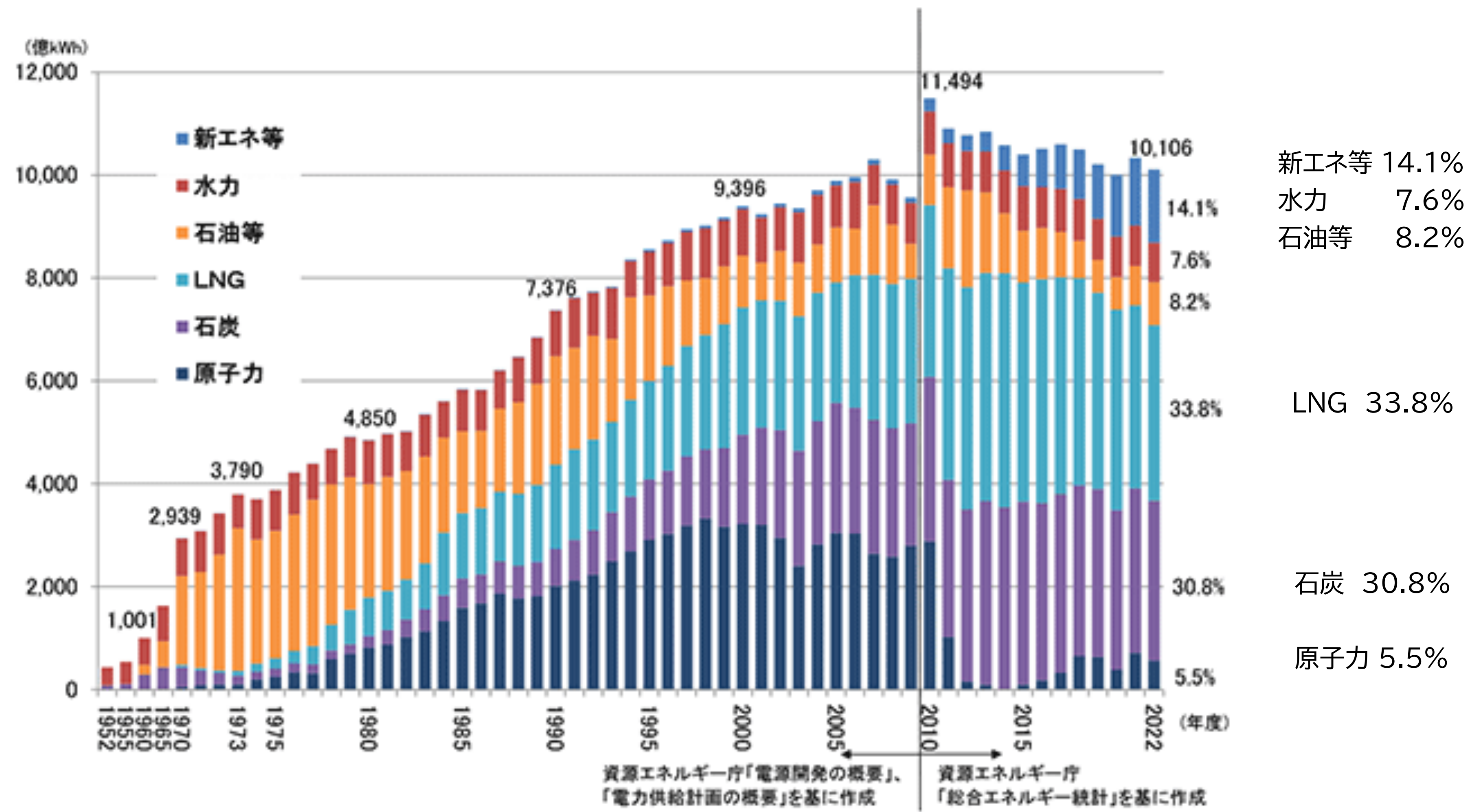
発電電力の分類（エネルギー白書2025）

【第14-1-6】発電電力量の推移



発電電力の分類（エネルギー白書2024）

【第214-1-6】発電電力量の推移



持続可能エネルギー キーワード

“sustainable”

省エネルギー

ヒートポンプ

= 大気の熱を利用して
エネルギー効率を高める

コージェネレーション(cogeneration)

地熱

= combined heat and power
= 排熱を利用して
エネルギー効率を高める

再生可能エネルギー

バイオマス

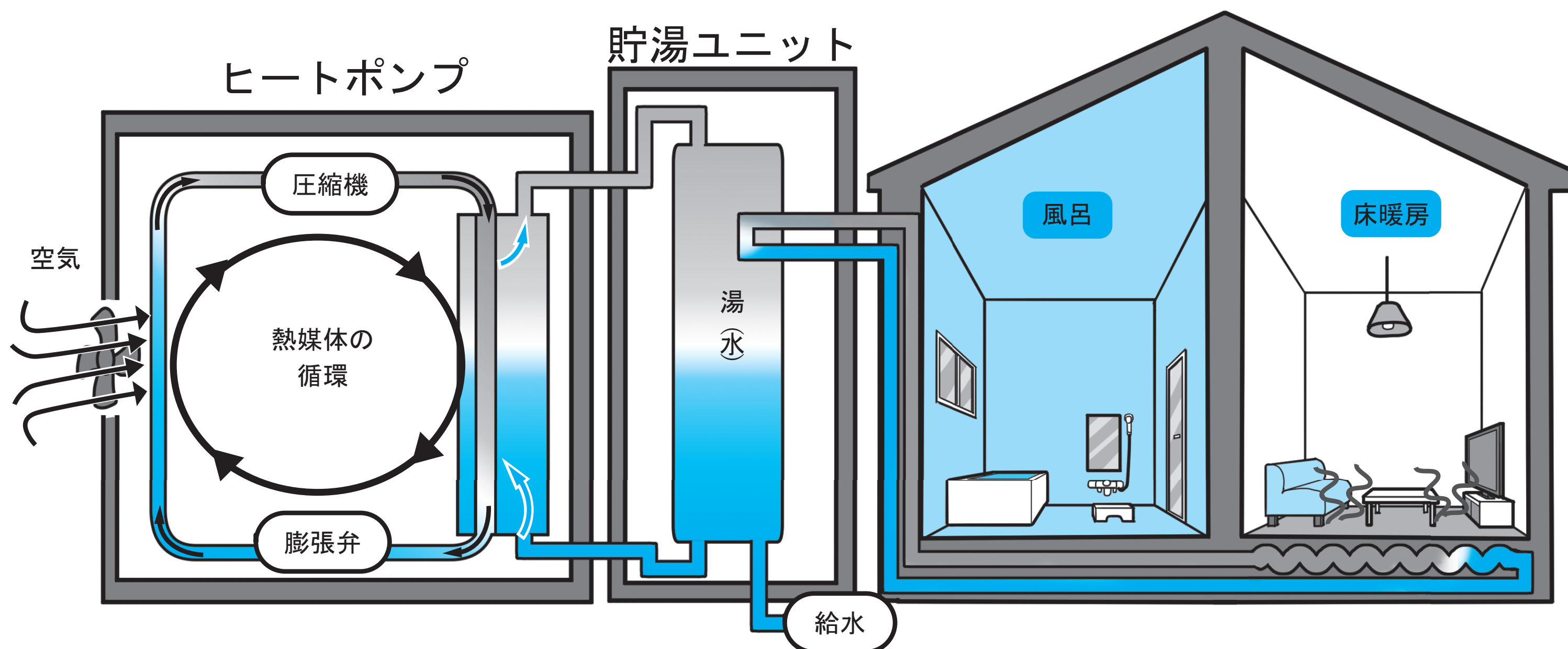
地熱・水力

太陽・潮力・風力

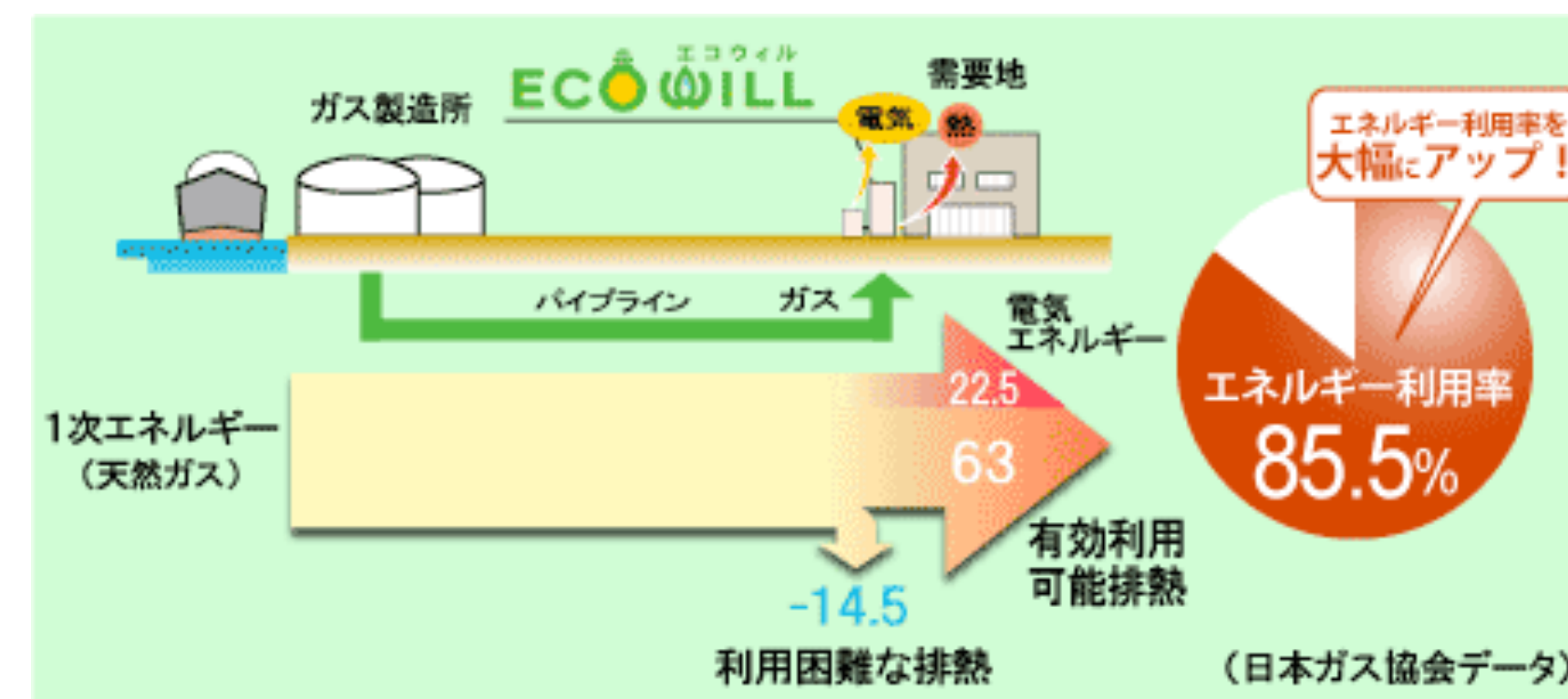
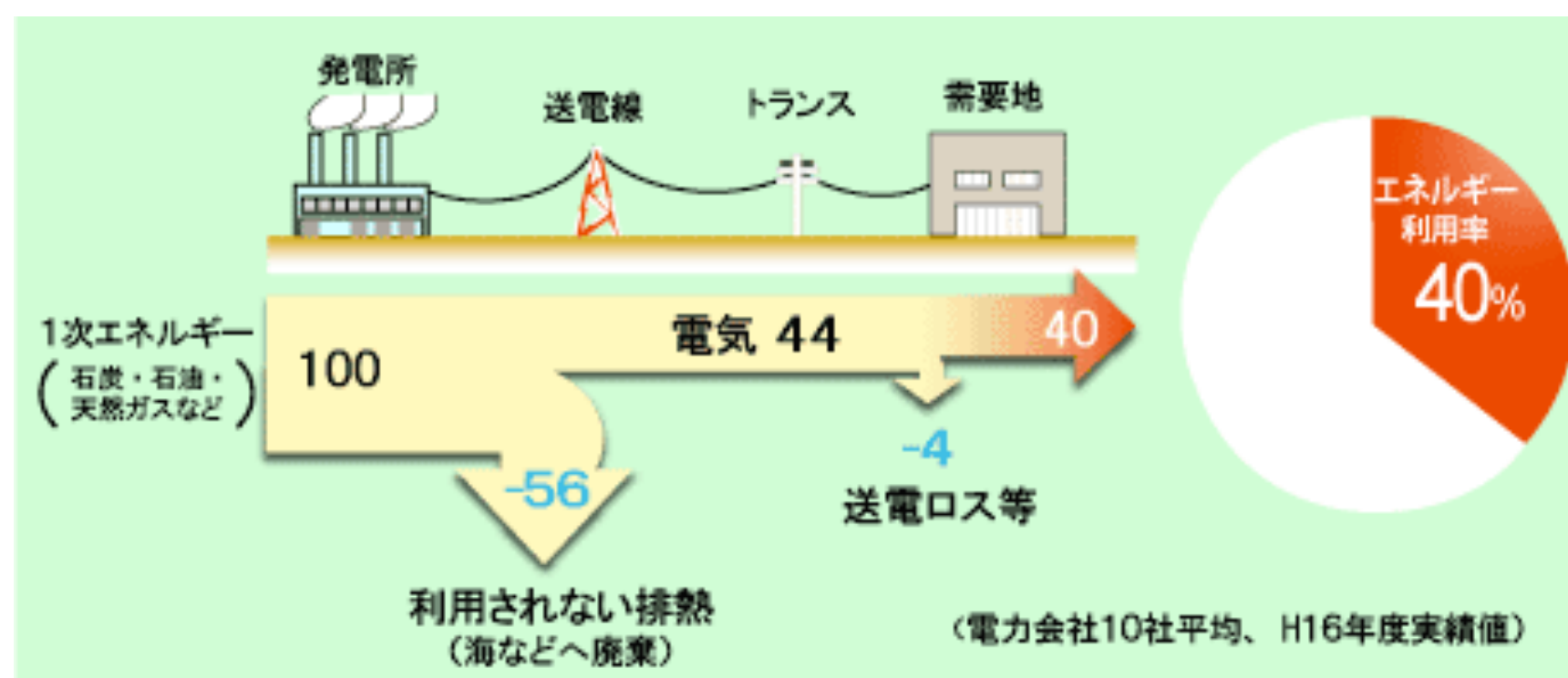
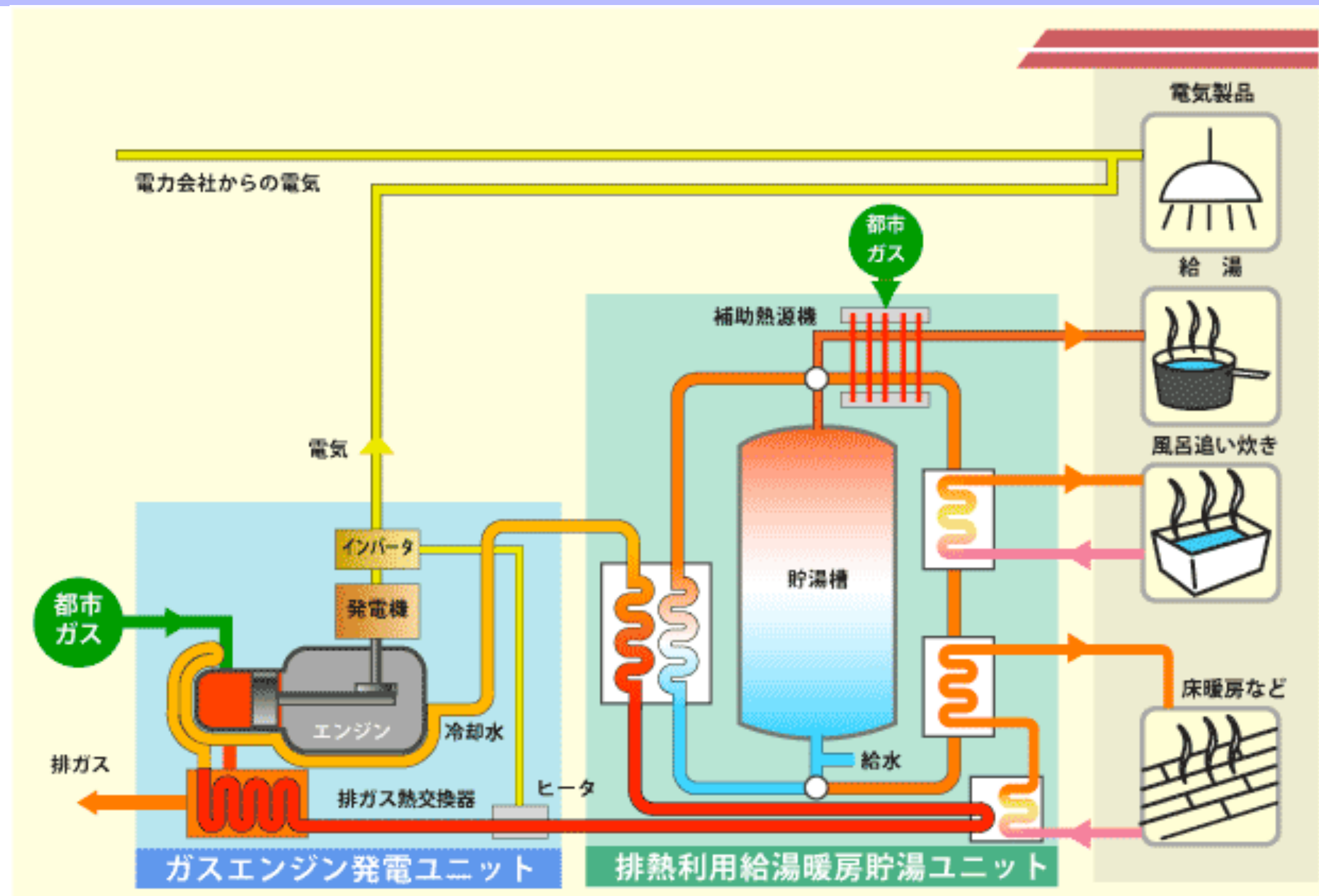
廃熱を利用して，発電や給湯を行う
大気の熱を利用して冷媒の加熱の一部を行う



エコ威尔（ガス）
エコキュート（電気）
エコジョーズ（ガス）
エネファーム（ガス）



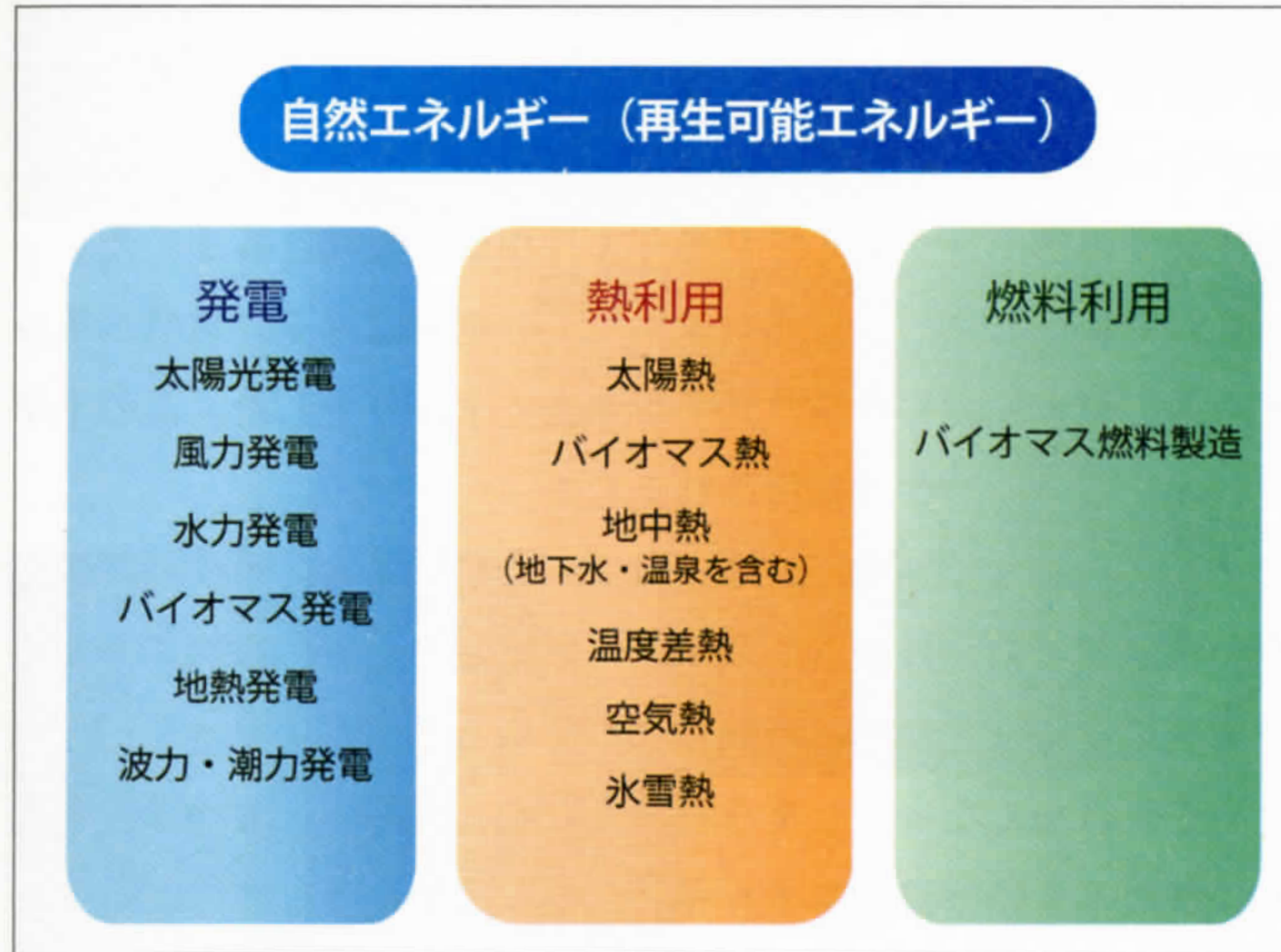
【身近な技術】 大阪ガス エコウィル＝家庭用コージェネレーションシステム



<http://www.gas.or.jp/ecowill/>

自然エネルギー

図1 自然エネルギーの分類

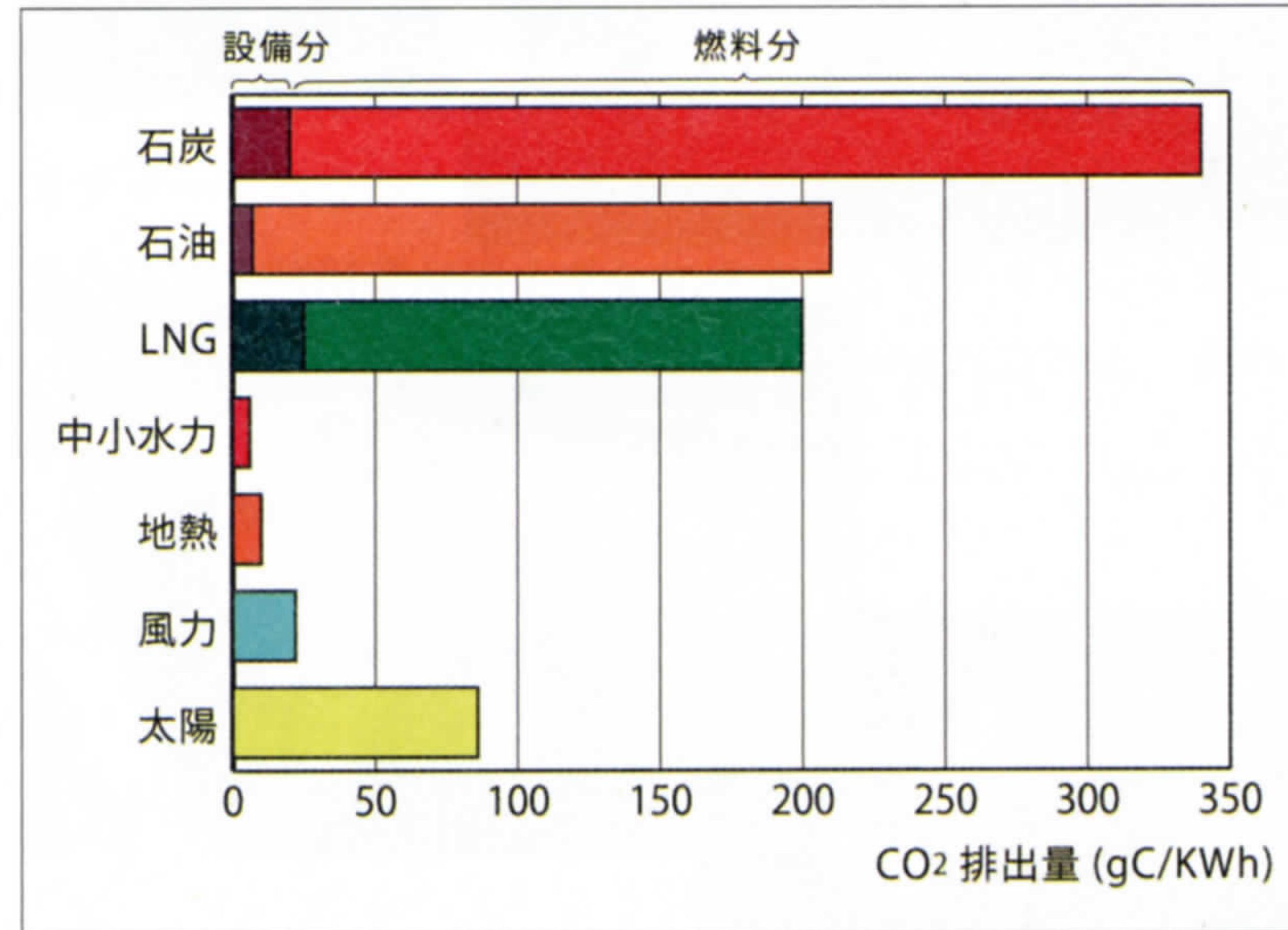


資源エネルギー庁資料ほかより

『知っておきたい自然エネルギーの基礎知識』（細川博昭,ソフトバンク・サイエンスアイ新書,2012）

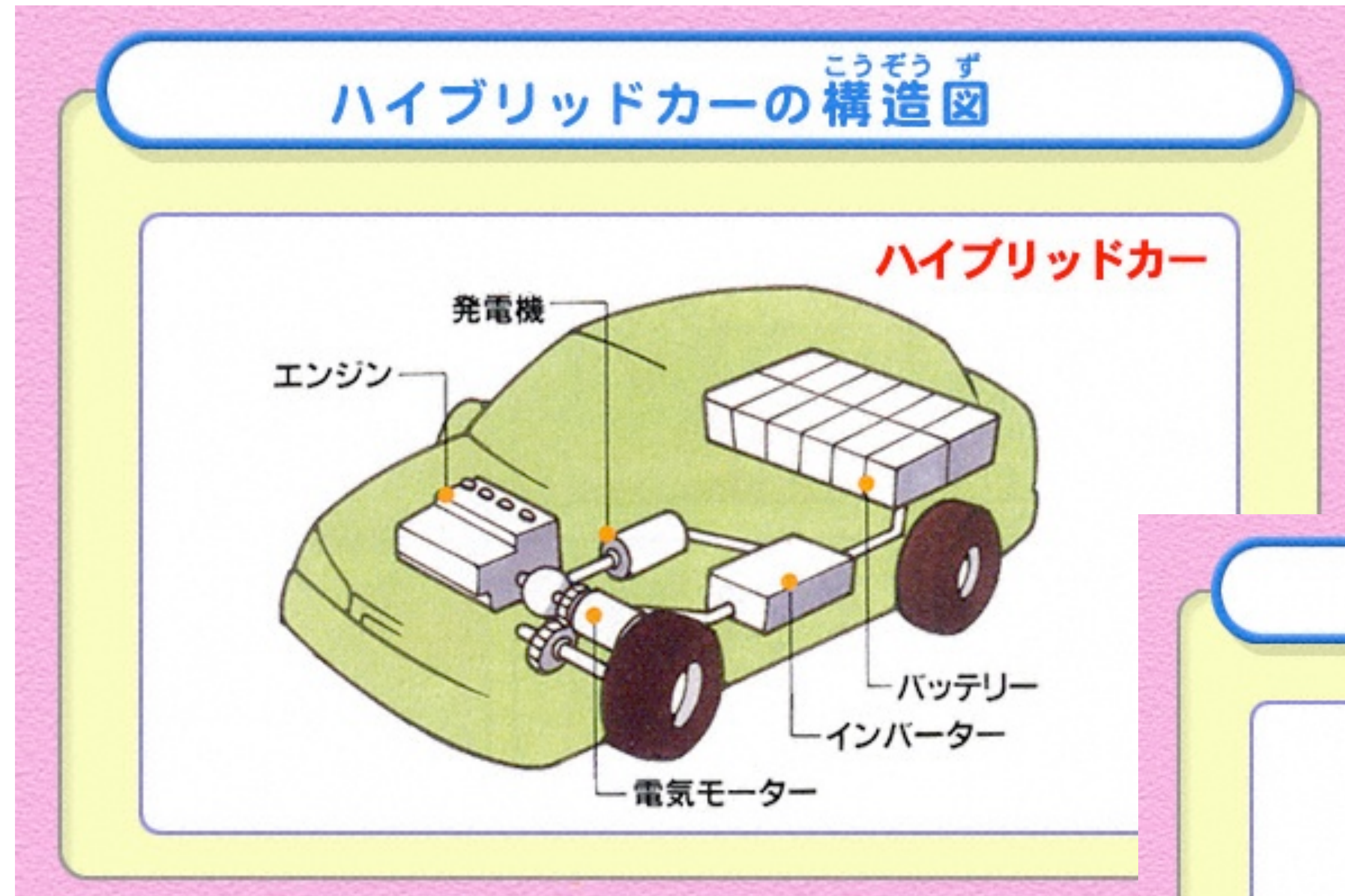
CO₂排出量 化石燃料 vs 自然エネルギー

図2 二酸化炭素排出量の違い

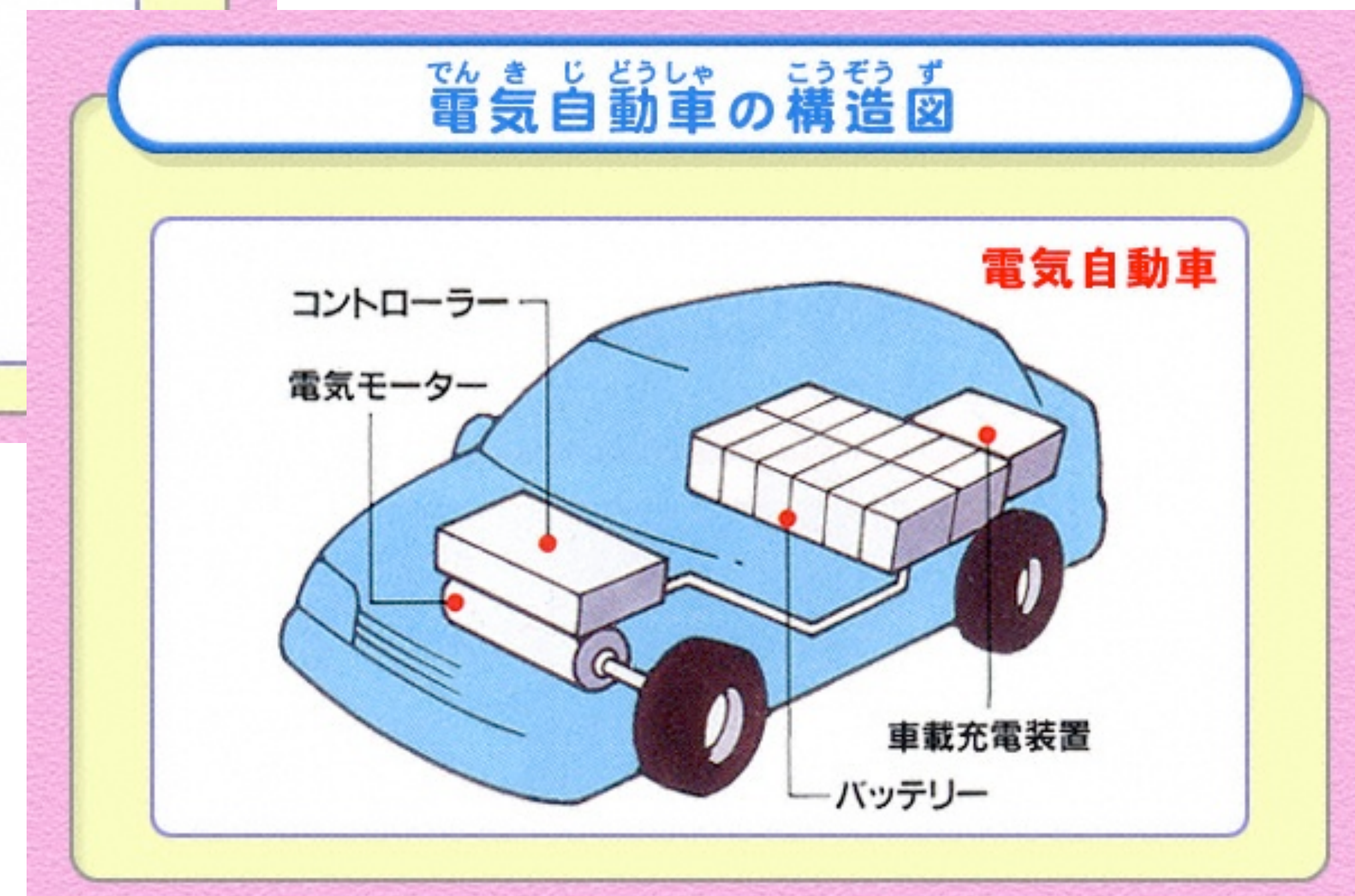


化石燃料に比べ、自然エネルギーを利用した発電では二酸化炭素の排出が少ないことがわかります。太陽光発電がやや多めですが、これはソーラーパネル製造時に排出される二酸化炭素で、発電時にはまったく排出されません

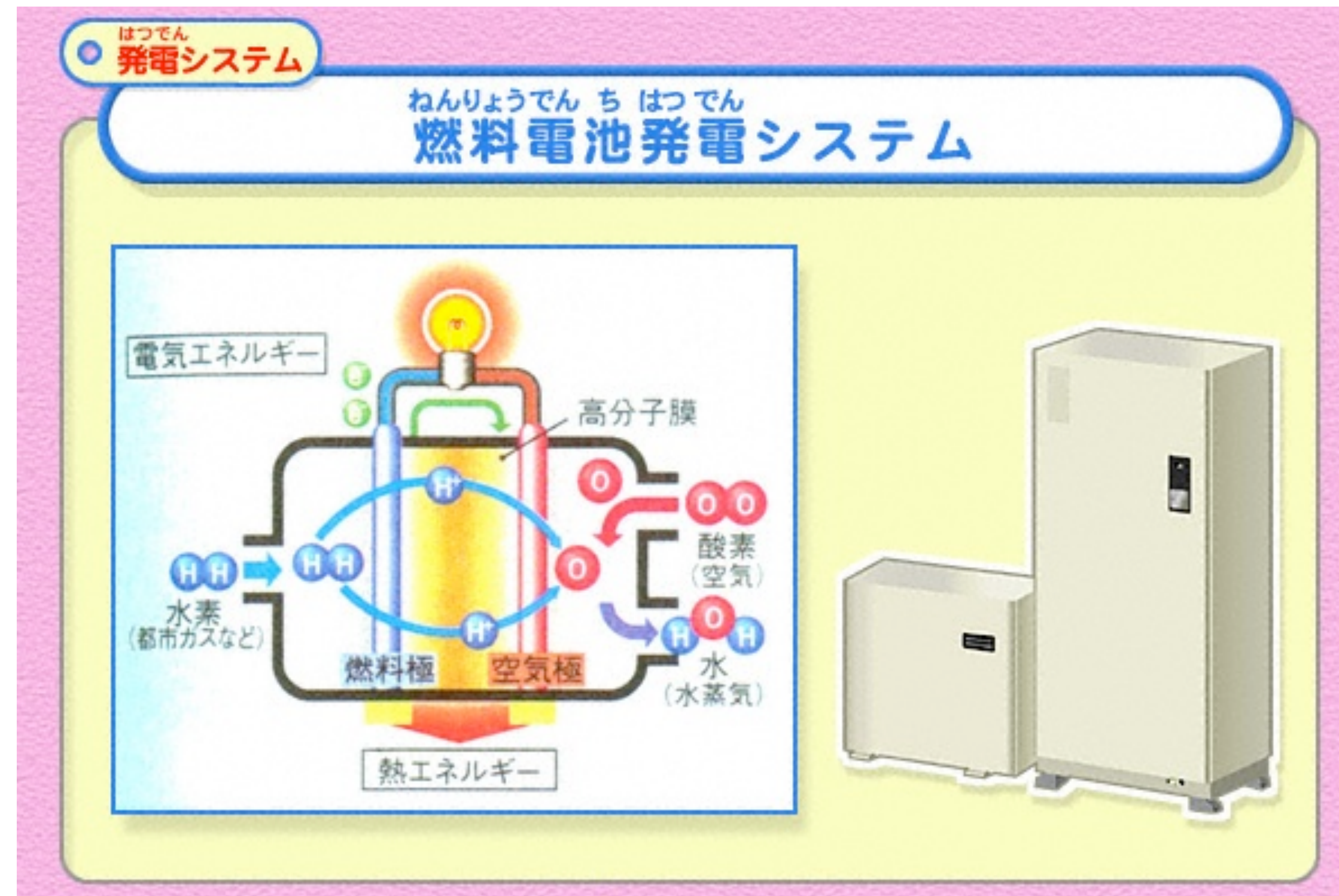
ハイブリッドカー と 電気自動車



ブレーキ時にエネルギーを充電に回す



燃料電池



水素と燃料極を用意する。
発電後, 排出されるのは, 水だけ。

Toyota & Honda announce FCV



トヨタ自動車は、一般向けに初めて燃料電池車（FCV, fuel cell vehicle）「ミライ」を来月から発売する、と発表した。価格は政府補助金を用いて520万円。ホンダも来年度中に発売予定としている。

水素と酸素の化学反応で発電し、モーターを回す。走行時に水しか出さないために「究極のエコカー」と呼ばれる。事故時の水素タンク保護や、寒冷地での水の凍結が開発の課題だった。

水素の充填は数分で済み、一度の充填で650km走行する。燃費も加速性能もハイブリッド車を上回るという。普及には、水素ステーションの設置が課題になる。

次世代エコカーの主役はどちらに？

	電気自動車 (EV)	燃料電池車 (FCV)
		
世界販売台数	約 9万台 (2012年)	0台 (2015年に発売)
世界販売の予測	 307万台 (2030年)	 176万台 (2025年)
価格	約 300万 ～約 380万円 (最量販の日産「リーフ」)	500万 ～ 1000万円
航続距離	約 200* km	500* km以上
充電・充填時間	約 30分 (急速時)	約 3分
特徴	充電ステーション以外に 自宅でも充電できる 維持費が安い	航続距離が長く、 充填時間が短い 災害時に長時間、 給電できる

<http://www.toyota.co.jp/ipn/tech/environment/fcv/>

<http://www.asahi.com/articles/photo/AS20131128000591.html>

『不都合な真実2: 放置された地球』本予告映像(2017)



participant
media



国も同調し、画期的な合意となった。支援対象となる国や資金拠出の方法などは来年のCOP28で決める。産業革命前からの気温上昇を1.5度に抑える目標については、「さらなる努力を追求する」との表現が維持された。ただ、具体策については「排出削減策のない石炭火力の段階的削減」「非効率な補助金の段階的廃止」と昨年通りの記述にとどまった。EUなどが、石油や天然ガスも含めた「すべての化石燃料の段階的削減」を提案したが、産油国などが反対し、明記されなかった。温室効果ガスの排出削減を加速させるための作業計画も決定した。2030年までに年になくとも2回は各国の間で対話をする。(シャルムエルシェイク＝関根慎一、合田禄、桜井林太郎)

「損失と被害」基金で合意

COP27閉幕 途上国の要求応じる

エジプトで開かれた国連の気候変動枠組条約第27回締約国会議(COP27)で20日、温暖化による「損失と被害」を支援する基金の創設が合意された。エネルギー危機の逆風の中、温室効果ガス削減の加速では、これまでより踏み込んだ成果は出せなかった。

▼3面

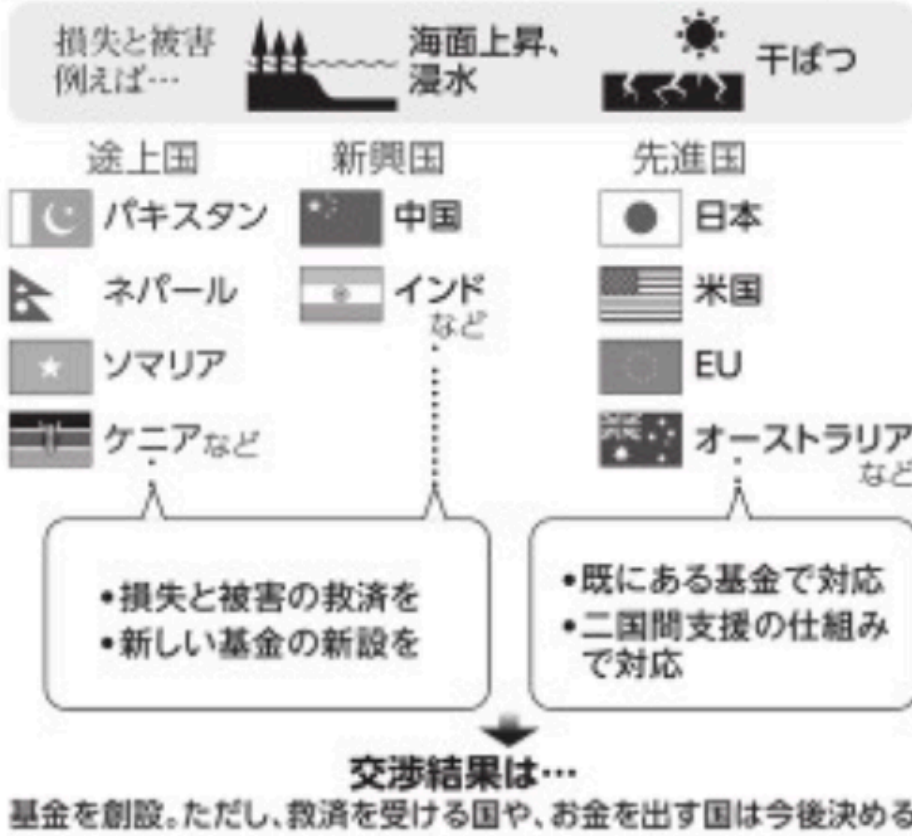
Ⅱ脱炭素に温度差
会議は、合意文書「シャルムエルシェイク実行計画」を採択し、閉幕した。「損失と被害」への資金支援は、30年前から途上国が求めていた。一方、先進国は米国などが法的責任や補償に結びつき賠償額が膨大になると反対していた。だが、温暖化の影響とみられる気象災害が世界各地で頻発、議長国のエジプトがCOP27で初めて正式な議題に取り上げた。途上国側の決裂も辞さない姿勢に、欧州連合(EU)が基金設立容認に回り、米

11月6日(日)から11月20日(日)、エジプト(シャルム・エル・シェイク)において、国連気候変動枠組条約第27回締約国会議(COP27)、京都議定書第17回締約国会合(CMP17)、パリ協定第4回締約国会合(CMA4)、科学上及び技術上の助言に関する補助機関(SBSTA)及び実施に関する補助機関(SBI)第57回会合が開催された。**気候変動対策の各分野における取組の強化を求めるCOP27全体決定「シャルム・エル・シェイク実施計画」、2030年までの緩和の野心と実施を向上するための「緩和作業計画」が採択された。**加えて、**ロス&ダメージ(気候変動の悪影響に伴う損失と損害)支援**のための措置を講じること及びその一環としてロス&ダメージ基金(仮称)を設置することを決定するとともに、この資金面での措置(基金を含む)の運用化に関してCOP28に向けて勧告を作成するため、移行委員会の設置が決定された。

https://www.env.go.jp/press/press_00859.html

朝日 2022/11/21

COP27「損失と被害」の救済基金について各国の意見は…



脱炭素 ぬぐえぬ温度差

COP27「化石燃料削減」折り合えず

20日閉幕した国連気候変動会議(COP27)では、気候危機とエネルギー危機の中で世界が連帯し、脱炭素社会に向けた歩みを加速できるかが問われた。途上国が長年求めてきた基金の設立という成果を得たが、温室効果ガスの削減対策では前進がなかった。シャルムエルシェイク＝開根慎一、合田孝、櫻井林太郎

20日午前4時ごろ閉幕会合が始まった。壇上で議長のアブデル・マゼン・エルナジエフ外相が木づちを振ると、会場は大きな拍手に包まれた。史上初めて、温暖化による「損失と被害」の救済のための基金をつくることが決まった瞬間だ。

中国の解振華・気候変動特使がパキスタンのレーマン氏に「私たちが歩み寄り喜び合った。レーマン氏は取材に「私たちにとって歴史的だ。途上国の多くはすでに『気候地獄』を経験している。基金は寄付ではない」と話した。

基金の設立は中国を含む途上国グループが、特に強く求めたものだ。パキスタンでは今夏、記録的な大雨と洪水で国土の3分の1が冠水したとされる。気候災害の影響を受け

■COP27の主な成果

- 温暖化による「損失と被害」**
脆弱(ぜいじゃく)国向けに新たな基金を創設へ
- 産業革命前からの気温上昇**
COP26で事実上の世界目標となった「1.5度目標」を堅持
- エネルギー危機**
この10年間に再生可能エネルギーへの公正な移行を促す
- 50年までの実質排出ゼロの達成**
30年までに年約4兆円の再生エネルギーへの投資が必要
- 石炭火力**
排出削減策のない石炭火力を段階的に削減。欧州など提案の「すべての化石燃料の段階的削減」は入らず
- 化石燃料への補助金**
非効率な補助金を段階的に廃止

「抜け道」懸念も
COP27の合意文書では、「1.5度目標」や石炭火力発電の段階的削減、非効率な化石燃料補助金の段階的廃止などがうたわれた。エネルギー危機下でも温暖化対策はギリギリ踏み

とどまった。ただ、これらは昨年のCOP26で合意された文書の「コビー&ペーレスト」(欧州シンクタンク)だった。

欧州連合は、削減対象を石炭だけでなくすべての化石燃料に広げる案を提示。2025年までに排出を減少に転じさせるという文言も提案された。

これに産油国が「途上国は化石燃料から得られるお金で経済発展している」「イランなどと強く反対した。エネルギー危機に直面する日本も賛同せず、いずれも盛り込まれなかった。さらに、最終盤で「巧妙な抜け穴」(環境NGO)が議長国から示された。温室効果ガスを削減する重要な手段として、再生可能エネルギーに加え、「低排出エネルギー」という文言が挿入されたのだ。たとえば石炭に比べ二酸化炭素の排出の少ない天然ガス開発に利用される可能性がある。「抜け道」が広がれば、温室効果ガスの排出削減に悪影響が出る。

現状維持では迫り来る気候危機を止められない。1.5度に抑えるには30年までに温室効果ガスの排出をほぼ半減させ、50年には実質ゼロにする必要がある。30年までの温室効果ガス削減を加速させるための作業計画も検討された。先進国は、排出を増やしている中国やインドなど新興国を巻き込もうとした。30年までに2回、各国が対策を協議する場を設けることに合意したが、削減目標の引き上げを前提としていない。

日本弱い存在感

COP27で、日本の存在感は乏しかった。来年、主要7カ国(G7)の議長国となる。しかし、岸田文雄首相はCOP27に参加しなかった。関係として唯一参加した西村明宏環境相は、途上国への気象災害の「早期警戒システム」の導入や、「損失と被害」支援に世界銀行が運営する基金への拠出をアピールした。

日本は気候変動対策に後ろ向きな国にNGOから贈られる「化石賞」を今年も受賞した。目標を実現するための政策が欠けていることを見透かされている。

脱・化石燃料議論へ

COP29開幕 世界情勢が影

国連気候変動会議(COP29)が11日、アゼルバイジャンの首都バクーで始まった。約200の国・地域の代表が一堂に会し、化石燃料の扱いや、途上国支援などを議論する。2015年に国際ルール「パリ協定」が採択されてから10年を迎えるのを前に、気候変動は深刻さを増す。22日まで、2週間の交渉が幕を開けた。▼国際面IIトランプ氏の影響は、科学・環境面II途上国支援焦点

「地球沸騰」とも呼ばれた昨夏に続き、今夏も世界の平均気温は過去最高。「気候が崩壊する真つただ中」(グテーレス国連事務総長)にある。米大統領選では、当選後にパリ協定を脱退するとしているトランプ前大統領が勝利。前回も任期の序盤に、脱退を表明している。

気候変動対策を先導してきた欧州連合(EU)でも、6月の欧州議会選挙では環境政党の議席が激減。気候変動対策に批判的な勢力が伸長した。22年に始まったロシアによるウクライナ侵攻は

今も続く。中東のパレスチナ自治区ガザでは、昨年10月のイスラム組織ハマスによるイスラエルへの越境攻撃後に戦闘が激化、拡大した。9月、COP29議長であるアゼルバイジャンのパバエフ環境・天然資源相は全参加国・地域に対し書簡を送った。五輪・パラリンピック期間中に休戦を呼びかける「五輪休戦」のように、COP29がある11月は休戦し、気候変動交渉に集中するよう「COP休戦」を訴えたが、各国がどこまで応じるかは不透明だ。こうした背景が、すで

に交渉にも影を落としている。

ロイター通信によると、バイデン米大統領や、昨年参加のフォンデアライエン欧州委員長らが欠席する見込み。石破茂首相も欠席する。太平洋の島国パプアニューギニアは「苦しむ国民がいるのに、もはや口先だけの約束や無策を許すことはできない」などとして、欠席に転じると地元メディアなどが報道している。

15年に世界が「丸となって採択したパリ協定は危機にある。温室効果ガスの排出量は増え続けており、産業革命前からの気温上昇を1.5度までに抑えるという目標は風前のともしびだ。

一方、世界は温室効果ガスを出さないエネルギー構造へと大きく転換し始めている。昨年、ドバイであったCOP28では、1.5度目標の達成には、日本を含む各国が25年2月までに提出する、次の温室効果ガスの削減目標を大幅に高める必要がある。開会式で気候変動枠組条約のステール事務局長は「成果なしにバクーを去るわけにはいかない。今こそ、世界的な協力が機能停止に陥っていないことを示す時だ」と語った。

英シンクタンクE3Gの上級政策アドバイザーであるコーシマ・キャッセル氏は「COP29は気候変動対策にとって極めて重要な瞬間になる」と話した。(バクー市野塊、福地慶太郎)

は、1.5度目標の達成のため、「この10年(2030年まで)で化石燃料からの脱却を加速させる」ことに合意。世界の再生可能エネルギーの発電容量を3倍にすることや原発の活用も決めた。COP29では、昨年は合意できなかった化石燃料の「段階的廃止」という表現の取り扱いや、途上国の脱炭素化や異常気象の被害に対応するための「気候資金」の新たな目標額も論点だ。1.5度目標の達成には、日本を含む各国が25年2月までに提出する、次の温室効果ガスの削減目標を大幅に高める必要がある。

開会式で気候変動枠組条約のステール事務局長は「成果なしにバクーを去るわけにはいかない。今こそ、世界的な協力が機能停止に陥っていないことを示す時だ」と語った。

英シンクタンクE3Gの上級政策アドバイザーであるコーシマ・キャッセル氏は「COP29は気候変動対策にとって極めて重要な瞬間になる」と話した。

(バクー市野塊、福地慶太郎)

米、「パリ協定」再び離脱も

トランプ氏復権→気候変動対策に暗雲



2017年6月1日、米国のパリ協定離脱を発表したトランプ米大統領(当時)＝ロイター

米中関係・化石燃料開発にも影響

トランプ次期大統領が就任することで、米国の気候変動問題に対する姿勢が大きく変わる。米国は温室効果ガスの排出が世界で2番目に多い国だが、地球温暖化対策の国際ルール「パリ協定」から再び離脱する公算も大きい。どんな事態が想定されるのか。

11日からはアゼルバイジャンで国連気候変動会議(COP29)が始まる。この場で「今後の米

たジョナサン・パーシング氏は「米国に追随する国があるか」に注目するべきだと指摘する。離脱が相次げば、パリ協定が形骸化する可能性もある。パーシング氏は、追

随の動きは想定していないとしつつ「見守る必要はある」と話す。米中関係にも影響が及

ぶ。バイデン政権の4年間、気候変動問題は、温室効果ガスの排出が最も多い中国と米国が責任を共有する課題として、歩み寄るべき分野だと期待されていた。両国は共同宣言を出して対策に取り組む姿勢を示している。

米シンクタンク世界資源研究所のダン・ラショフ氏はオンライン会見で、「中国に次の10年で迅速な排出削減に取り組むよう促す役割を米国が

トランプ氏は今回の選挙で復帰の手続きをしたが、トランプ氏は今回の選挙で

ぶ。バイデン政権の4年間、気候変動問題は、温室効果ガスの排出が最も多い中国と米国が責任を共有する課題として、歩み寄るべき分野だと期待されていた。両国は共同宣言を出して対策に取り組む姿勢を示している。

米国内の化石燃料開発にも拍車がかかりそう

り、フラッキング(水圧破砕)と呼ばれる採掘方法の技術革新が進み、世界最大の石油・天然ガス生産国となっている。トランプ政権はエネルギー

規制の大幅緩和を試みるとみられる。発電所の環境規制や自動車の排ガス規制なども見直しの対象になる可能性がある。

(ワシントン＝合田 裕)

組む姿勢を示している。米シンクタンク世界資源研究所のダン・ラショフ氏はオンライン会見で、「中国に次の10年で迅速な排出削減に取り組むよう促す役割を米国が

米国内の化石燃料開発にも拍車がかかりそう

り、フラッキング(水圧破砕)と呼ばれる採掘方法の技術革新が進み、世界最大の石油・天然ガス生産国となっている。トランプ政権はエネルギー

天声人語

各国政府がその役割を果たすまで、みんなで気候変動の研究を一時停止しよう。ニュージーランドと豪州の科学者が3年前に、こんな提案をした。国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による評価報告書の作成に携わった専門家たちだった▼他の科学者から賛同は得られなかったが、「研究放棄」とは穏やかではない。背景にあったのは危機感といらだちだ。地球温暖化の原因は、人類が排出した温室効果ガスだと科学的根拠で示した。それにもかかわらず、各国は必要な政策を打ち出さないではないかと▼英科学誌がIPCC報告書の関係者に行った調査では、気候変動で「不安、悲しみ、その他の苦痛を感じるか」との質問に、61%がイエスと答えた。研究成果が社会に役立っていないと悲観する科学者は多いのだろうか▼猛暑に洪水、森林火災。世界中で異常気象が相次ぐなか、アゼルバイジャンで今年の国連気候変動会議（COP29）が開かれている。焦点は途上国への新たな資金支援だが、必要だという巨額が先進国から集まるか▼特に心配なのは、「掘りまくれ」と化石燃料の増産を掲げて米大統領選に勝ったランプ氏だ。かつて国際ルールのパリ協定から離脱し、今回も再度の離脱を宣言している。発表が続く新政権の人事では、かなり非科学的にみえる人も▼科学をかたくなに受け入れない。指導者の自国第一主義で、研究の苦労が生かされない。そんな風潮が広がったら、地球はどうなってしまうのか。

国連気候変動枠組条約第30回締約国会議(COP30)

【話題】

第3種郵便物認可

享月

日

業斤

星月

(夕刊)

2025年(令和7年)11月12日(水)

COP30不在の米 各国から非難の声

気候変動対策に後ろ向きな米トランプ政権に、国連気候変動会議(COP30)から批判の声が相次いでいる。米国は会議にはほぼ不在状態で、外から足を引くような動きを続けているが、存在感は否定できない。国際協調への悪影響も懸念されている。

トランプ氏は今年1月、気候変動対策の国際ルール「パリ協定」からの離脱を表明。正式な離脱は1年後のため、まだ協定には参加しているが、COP30への高官派遣を見送った。

米国の姿勢に、11月6日に開催されたCOP30の首脳級会議では非難の声があがった。

コロンビアのペトロ大統領は、米国の不在について「トランプ氏は100%間違っている」と批判。トランプ氏が9月の国連総会で気候変動問題を「史上最大の詐欺」だと主張したことについて、チリのボリッチ大統領は「それはうそだ」と一蹴した。

11日には、次期米大統領選の民主党候補として有力視され、気候変動対策に熱心なカリフォルニア州のニューサム知事が会場を訪問。議長国ブラジルの定例記者会見に途中から登場した。

COP30のトニ事務局長らは立ち上がり、握手で歓迎。

気候変動対策後ろ向き 協調に悪影響

ニューサム氏は不参加の米トランプ政権について「義務や責任を放棄したことは恥だ」と厳しく批判した。

ただ、こうした対立の悪影響は言葉の応酬だけにとどまらない可能性もある。

英フィナンシャル・タイムズ(FT)などは、10月にあった国連の国際海事機関(IMO)の会議に参加した米国が、船舶への新たな温室効果ガス規制づくりを妨害したと報じた。アフリカ諸国や島国に対し、規制への賛同を撤回しなければビザを制限することなどを示唆したという。結論は1年延期になった。

こうした前例から、米国がCOP30に参加していなくても他国を萎縮させかねないとし、FTは「COP30ではトランプ政権からの報復の脅威がつきまとっている」と指摘している。

(サンフランシスコ市野塊、ベレン・福地慶太郎)

気候変動会議

迫る危機 結束で前進を

人類共通の危機である地球温暖化問題が切迫している。産業への影響など国内事情ばかりを優先せずに、将来の人類のために化石燃料からの脱却などを進め、対策を加速できるかが問われている。

国連気候変動枠組条約締約国会議(COP30)は、10日から21日までの日程が組まれている。開催に先立つ首脳級会議では、議長国ブラジルの主導で世界の熱帯林を保護する基金が発足した。森林は、温暖化の原因となる二酸化炭素を吸収し、蓄える。

対策の国際ルールであるパリ協定の採択から10年。世界2位の温室効果ガス排出国である米国トランプ政権が気候変動対策に背を向け、1位の中国の存在感が増すなか、国際協調で対策を加速できるかが問われる。今回、森林保全対策▽脱化石燃料への道筋▽気候変動への適応に関する目

標の策定▽途上国の対策などを支援する「気候資金」の具現化——などが注目される。

これまで国際社会は、「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」を作り科学的根拠を積み上げて交渉を重ね、対立を超えて結束を維持する知恵を出してきた。

1997年、温室効果ガスの削減義務を先進国に課した京都議定書を採用。排出が増えた新興国への不満が高まる

と、すべての国が自主的に削減目標を掲げ取り組むパリ協定を2015年に採択した。

パリ協定前までは、今世紀末に世界平均気温は産業革命前に比べて4度上昇すると予想されていた。パリ協定の目標は1.5度上昇に抑えることだが、成果はまだ不十分で、24年は産業革命前に比べて1.55度の上昇を観測し、1.5度を初めて超えた。

今年2月が期限だった35年

の削減目標を提出したのは、9月末までに日本など64カ国にとどまり、排出量で見ると7割の国が未提出だ。

国際司法裁判所(ICJ)は今年、気候変動対策は各国に国際法上の「法的義務」があると勧告的意見を出した。

人為起源の温暖化なしには起きなかったと分析される猛暑、干ばつ、豪雨が続き、産業や生活にも影響が出る。食料不足は紛争の危機を招く。温室ガス削減という温暖化の「緩和」策、気温上昇の中で水や食料の確保などの「適応」策の強化が求められる。

高市首相は、所信表明演説でペロプスカイト太陽電池や核融合発電に触れた。実用化や普及時期が見えぬ技術では、眼前の危機に間に合わない。再生可能エネルギーの着実な拡大が不可欠だ。

誠実な政策と国際協調への貢献が求められる。

気候変動「正しい情報・対話を」

COP30 SNSでデマ深刻 対策強化宣言

社会の分断や不信などをあおる偽情報は、気候変動分野でも広がる。対策強化をめざす宣言が12日、ブラジル北部ベレンで開催されている国連気候変動会議（COP30）で打ち出された。ただ、SNSやAI（人工知能）の発展で、問題は深刻化、対策は一筋縄ではいきそうもない。

「この宣言は、私たちがともに築き上げる力強い取り組みの始まりだと確信している」。COP30の議長国ブラジルのデジタル政策担当トップは12日、会場で記者会見を開き、胸を張った。宣言には、ブラジルやカナダ、フランス、ドイツなど12カ国が署名。日本は含まれていない。

宣言は偽情報について、気候変動対策を妨げ、社会の安定を脅かすと指摘。署名国は、気候変動に関する正確な情報に、すべての人がアクセ

スできるように取り組む。それに先立ち、世界約400の団体やシンクタンクなどは12日、各国政府の代表団に対し、COP30で偽情報対策の強化を決定するよう求める書簡を発表した。

発表に加わった、世界の環境保護団体などでつくる「偽情報に反対する気候行動連合」（CAAD）は10月に報告書を発表。今年7月から9月にかけてSNSのCOP関係の偽情報が急増し、生成AIで作った偽動画も確認されたという。

気候変動を否定したり、疑ったりする偽情報はSNSなどで広がり続けている。しかもAIによって、偽情報などの作成は容易になった。

科学者などでつくる国際組織「国際情報環境パネル」は今年公表した報告書で、約300件の研究を分析。化石燃料企業や政治家などが発信する

偽情報が気候変動対策を妨害して遅らせているとした。

だが、今の気候変動の原因は人間だ。そして多くの人は対策強化を望んでいる。これは事実だ。

国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は、温室効果ガスの排出といった人間活動が地球温暖化を引き起こしたのは「疑いの余地がない」と断定。複数の国際世論調査で、世界の8割以上の人が自国政府に気候変動対策の強化を求めている。

米環境NGO「EDF」はインターネット上で広がる偽情報を調べ、対応する正しい情報をメーリングリストに登録した約1万1500人に毎月送り続けている。

EDFのエリゼ・マーティン・リサーチマネジャーは活動の意義について、「偽情報や誤情報に基づいて気候危機そのも

のを否定すれば、問題の存在すら理解されず、解決策について議論できなくなる」と話す。「誤情報やデマと戦うことは極めて重要だ」

ただ、正しい情報を提示するだけでは説得できない難しさがある。

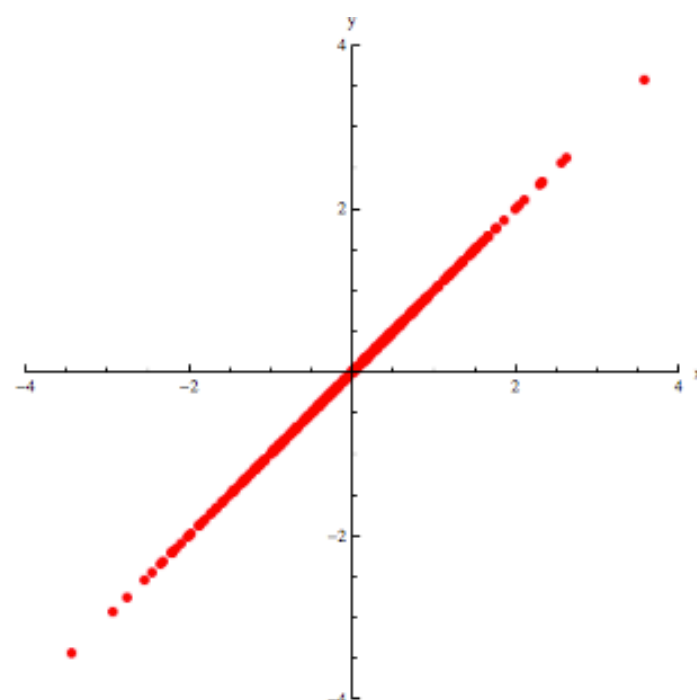
EDFでは専門家とともに、家族や友人が偽情報を信じた際に説得する

方法もまとめた。災害への恐怖など、情報を信じたい心理的な背景がある場合があるとし、「なぜ信じようと思ったのか」を対話することが大切だと

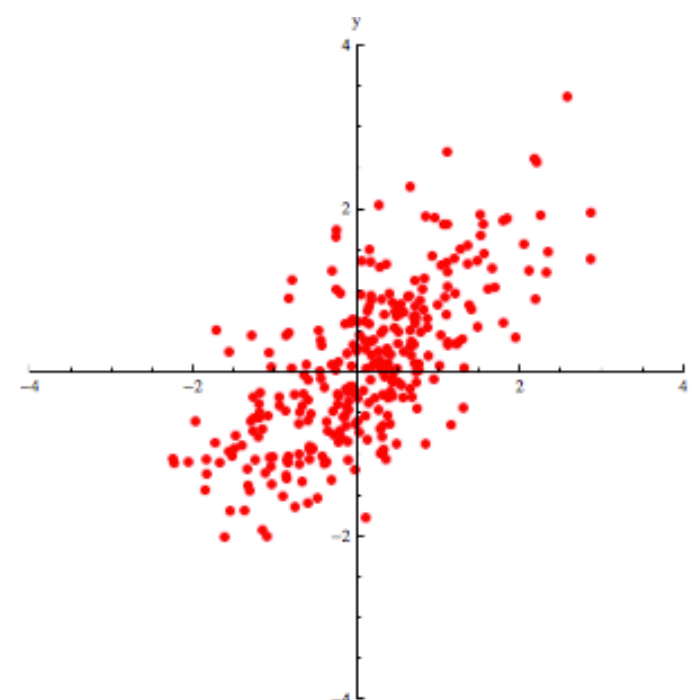
している。マーティンも言う。「偽情報に対処する際に最も重要なのは、共感を示すことだ」（ベレン＝福地慶太郎、サンフランシスコ＝市野塊）

2025/11/15 朝日新聞

相関がある・相関がない



強い正の相関関係
(相関係数 $r = 1$)



正の相関関係 ($r = 0.7$)

定義 4.2 (相関係数)

x と y の対からなる標本 (x_i, y_i) ($i = 1, \dots, n$) の相関係数 r を

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\left[\sum_i (x_i - \bar{x})^2\right] \left[\sum_i (y_i - \bar{y})^2\right]}} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}} \quad (4.2.4)$$

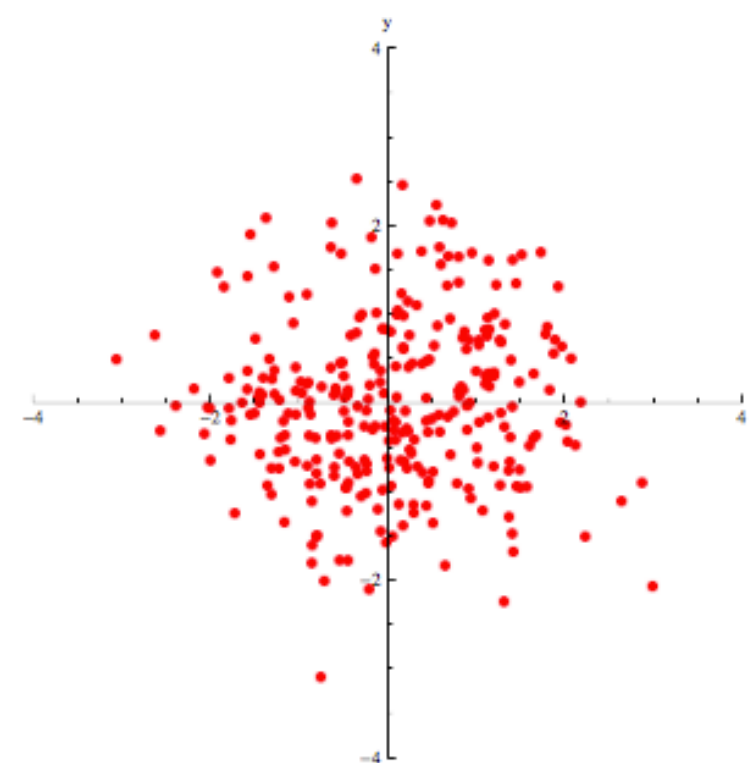
とする。相関係数は、常に

$$-1 \leq r \leq 1 \quad (4.2.5)$$

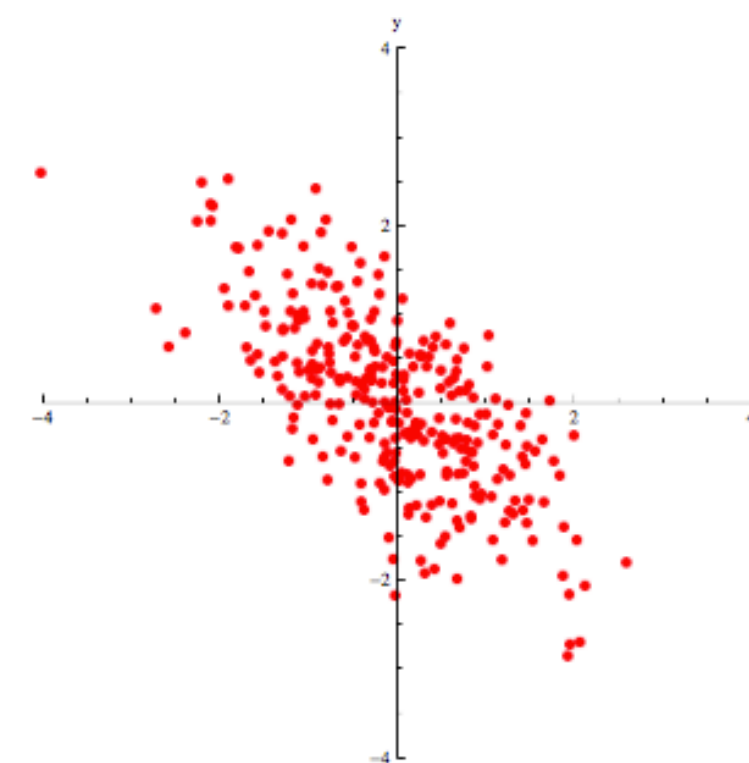
であり、とくに次のような関係を示す。

$$\begin{cases} r = 1 \text{ のとき} & \text{正の相関が最も強い (ぴったり直線の関係)} \\ r = 0 \text{ のとき} & \text{相関関係がない} \\ r = -1 \text{ のとき} & \text{負の相関が最も強い (ぴったり直線の関係)} \end{cases}$$

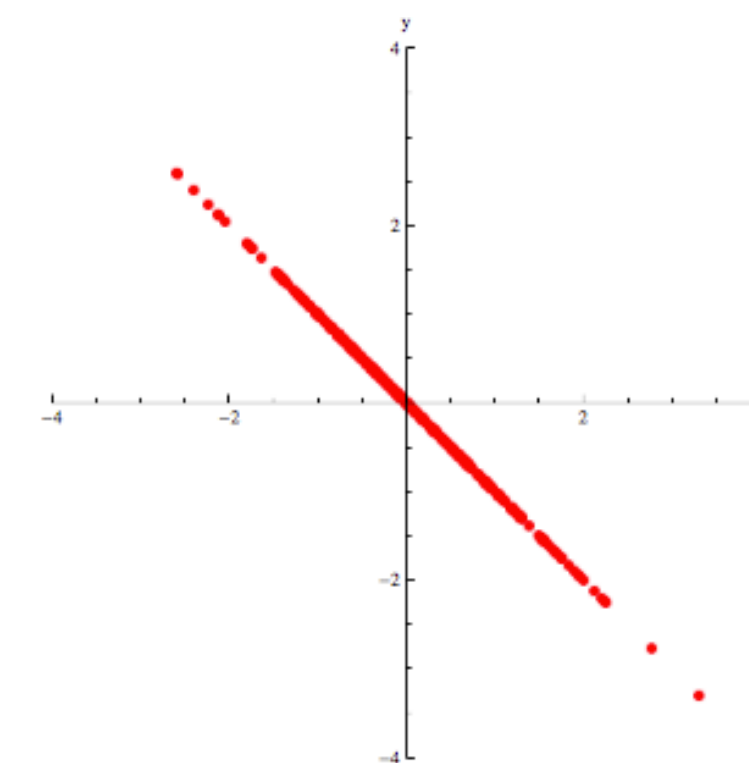
$|r| = 0.00 \sim 0.20$
 $\Rightarrow$ ほとんど相関なし
 $|r| = 0.20 \sim 0.40$
 $\Rightarrow$ 弱い相関がある
 $|r| = 0.40 \sim 0.70$
 $\Rightarrow$ 相関がある
 $|r| = 0.70 \sim 1.00$
 $\Rightarrow$ 強い相関がある



相関関係がない ($r = 0$)



負の相関関係 ($r = -0.7$)



強い負の相関関係 ($r = -1$)

「相関がある」と「因果関係がある」は異なる

「身長と体重には相関がある」

→ 身長が高いことが体重が重い原因 **ではない**

「消防士が多い火災現場ほど火事の規模が大きい」

→ 消防士が火災の原因である **ではない**

「アイスクリームの売れ行きが良い時期には、プールでの溺死事故の件数が多い」

→ アイスクリームが溺死の原因である **ではない**

単なる偶然

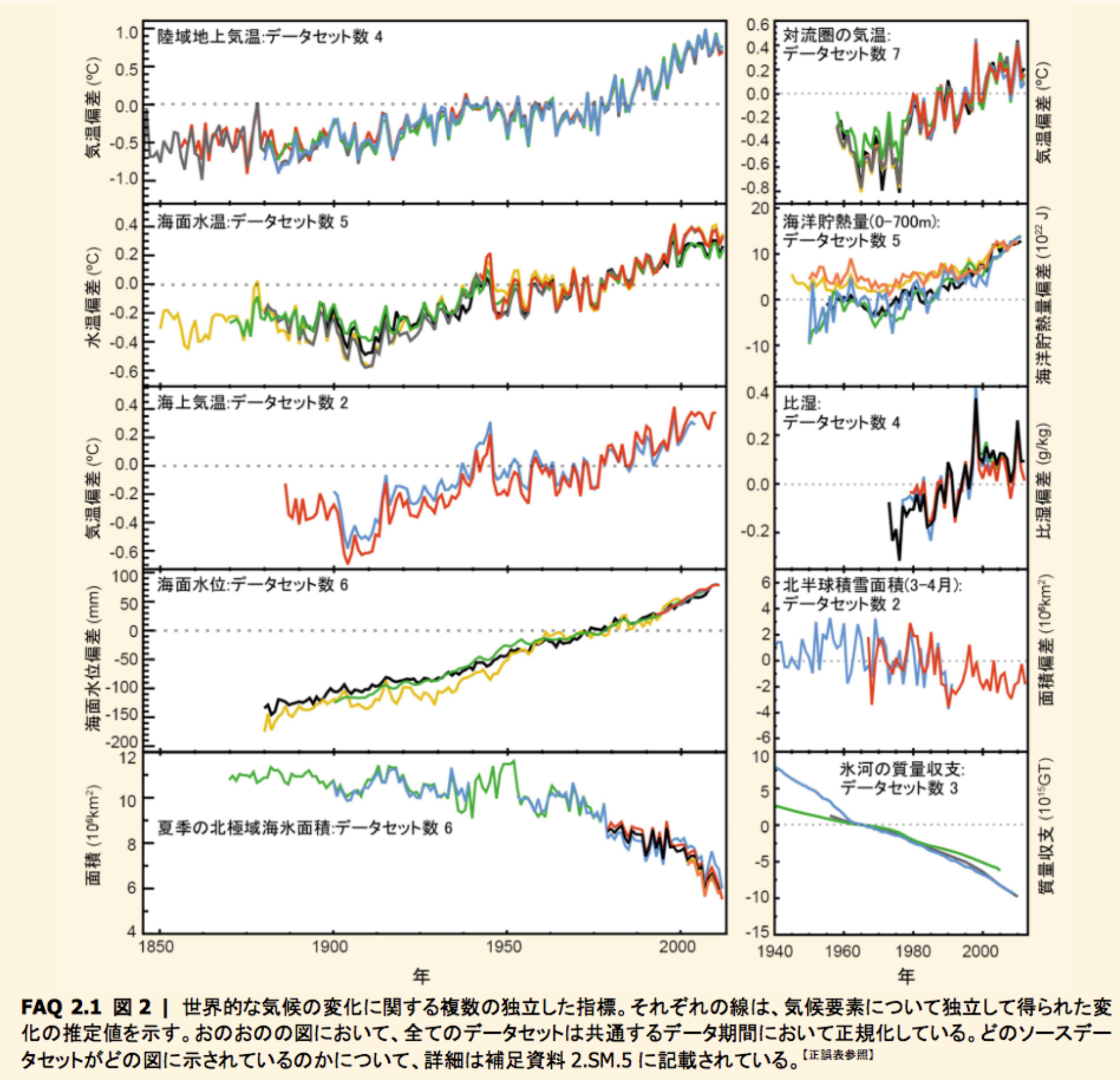
擬似相関

理由が1つと決めてかかるリスク

「相関がある」と「因果関係がある」は異なる

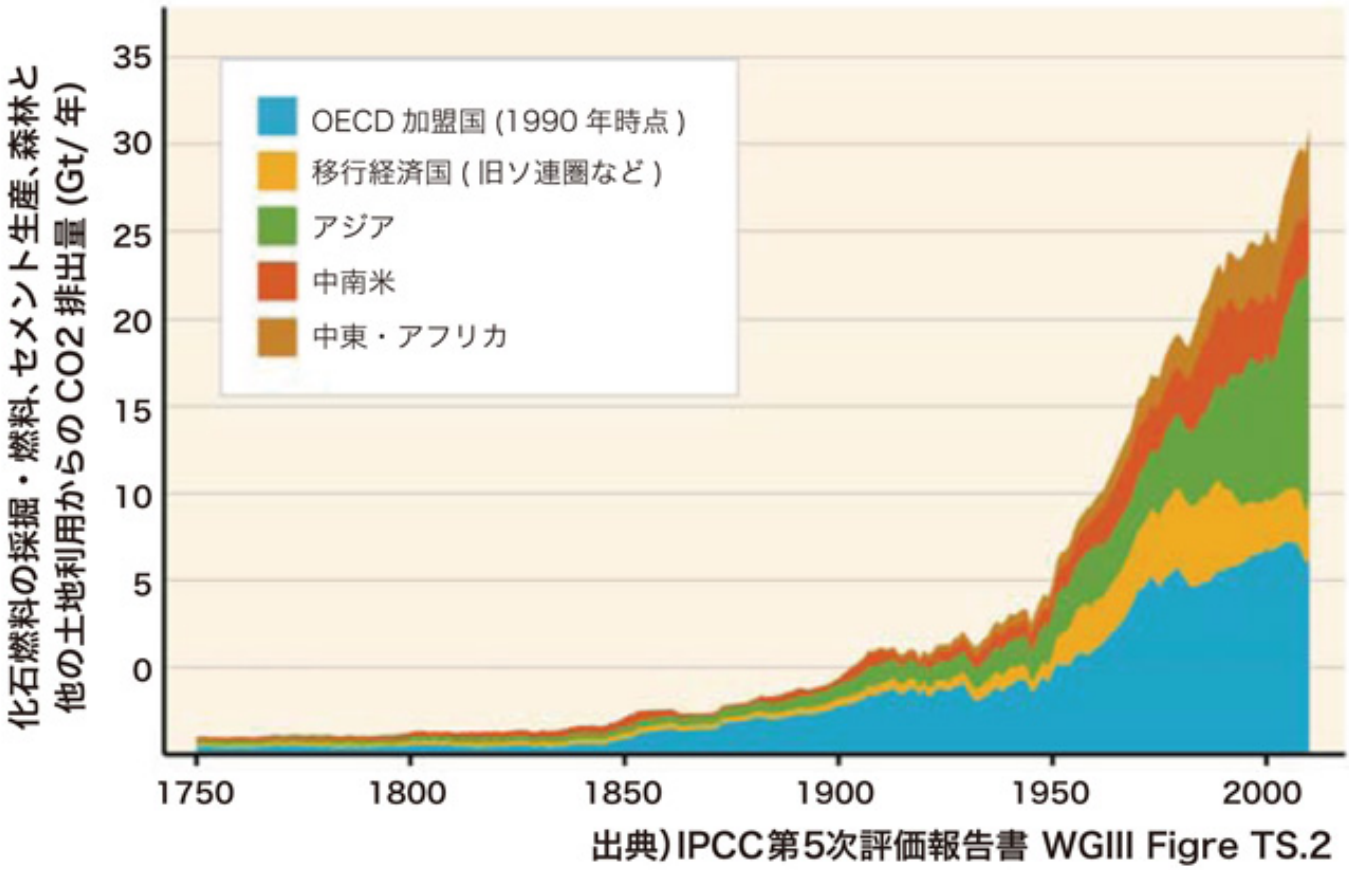
「CO₂排出量と地球温暖化は相関がある」

→ CO₂排出が地球温暖化の原因 ?



<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar5/index.html>

世界の CO₂排出量
(燃料、セメント、フレアおよび林業・土地利用起源)



http://www.jccca.org/chart/chart03_04.html



「相関がある」と「因果関係がある」は異なる

「CO₂排出量と地球温暖化は相関がある」

→ ~~CO₂排出~~が地球温暖化の原因

温室効果ガス

他の要因も考えられる

CO₂, メタン, 亜酸化窒素

水蒸気, エアロゾル. . .

太陽放射, オゾン層破壊. . .

「人間活動による温室効果ガスの増加である可能性が極めて高い」

[ホーム](#) > [知識・解説](#) > [地球温暖化](#) > 地球温暖化の原因

地球温暖化の原因

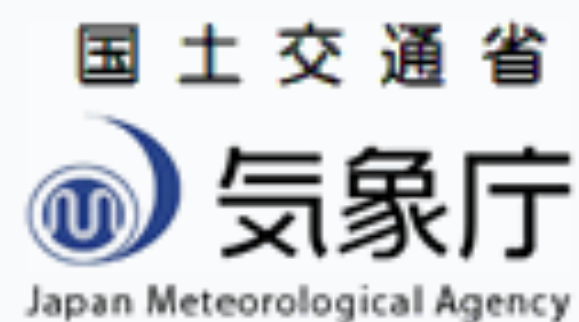
20世紀半ば以降に見られる地球規模の気温の上昇、すなわち現在問題となっている地球温暖化の支配的な原因は、人間活動による温室効果ガスの増加である可能性が極めて高いと考えられています。

大気中に含まれる二酸化炭素などの温室効果ガスには、海や陸などの地球の表面から地球の外に向かう熱を大気に蓄積し、再び地球の表面に戻す性質（温室効果）があります。18世紀半ばの産業革命の開始以降、人間活動による化石燃料の使用や森林の減少などにより、大気中の温室効果ガスの濃度は急激に増加しました。この急激に増加した温室効果ガスにより、大気の温室効果が強まったことが、地球温暖化の原因と考えられています。

「相関がある」と「因果関係がある」は異なる

[ホーム](#) > [知識・解説](#) > [地球温暖化](#) > 地球温暖化の原因

http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/



地球温暖化の原因

20世紀半ば以降に見られる地球規模の気温の上昇、すなわち現在問題となっている地球温暖化の支配的な原因は、人間活動による温室効果ガスの増加である可能性が極めて高いと考えられています。

大気中に含まれる二酸化炭素などの温室効果ガスには、海や陸などの地球の表面から地球の外に向かう熱を大気に蓄積し、再び地球の表面に戻す性質（温室効果）があります。18世紀半ばの産業革命の開始以降、人間活動による化石燃料の使用や森林の減少などにより、大気中の温室効果ガスの濃度は急激に増加しました。この急激に増加した温室効果ガスにより、大気の温室効果が強まったことが、地球温暖化の原因と考えられています。

地球温暖化を緩やかにするために私たちにできること

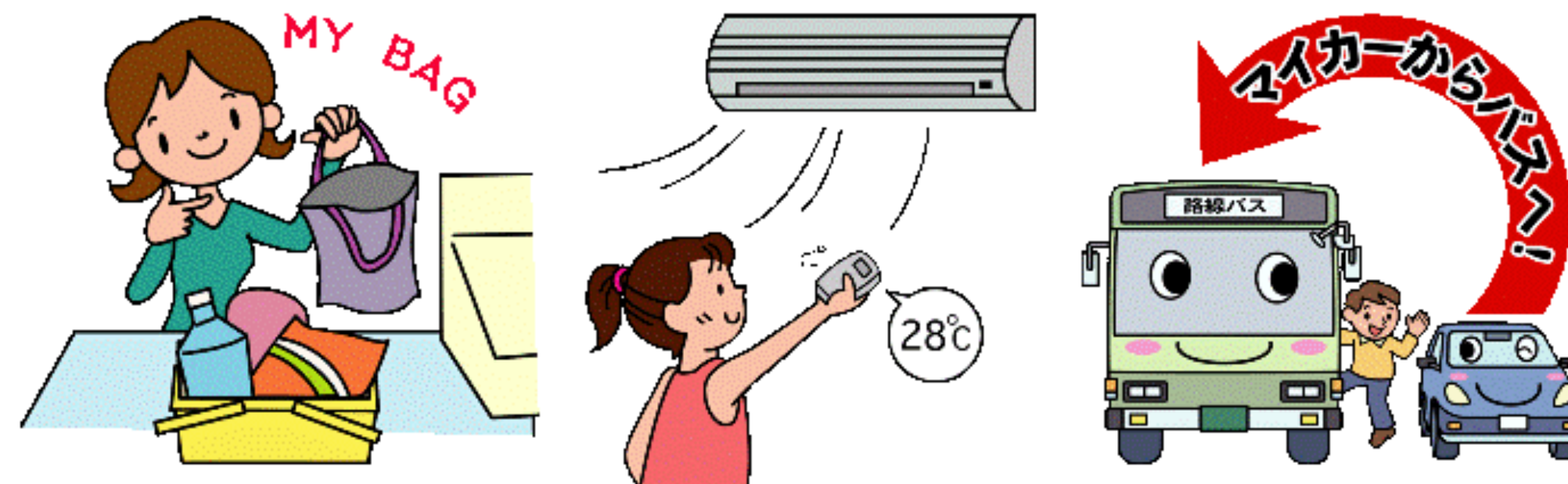
地球温暖化対策の中で一番大きな課題が二酸化炭素の排出量の削減です。二酸化炭素の排出量を減らすには化石燃料の消費を減らす必要があります。日本の二酸化炭素排出量の約2割は、給湯や暖房、調理のためのガスの使用、電気製品の使用、それに自家用車の利用などにより、わたしたちの日常生活から排出されています。このような二酸化炭素の排出を減らすため、わたしたちにもできることがあります。

カーテンによる太陽光の調節やクールビズ・ウォームビズによる冷暖房機に頼らないすごし方の工夫、冷房・暖房の温度を控えめに設定する、シャワーを流しっぱなしにしないなどにより、燃料や電力の消費を抑えましょう。

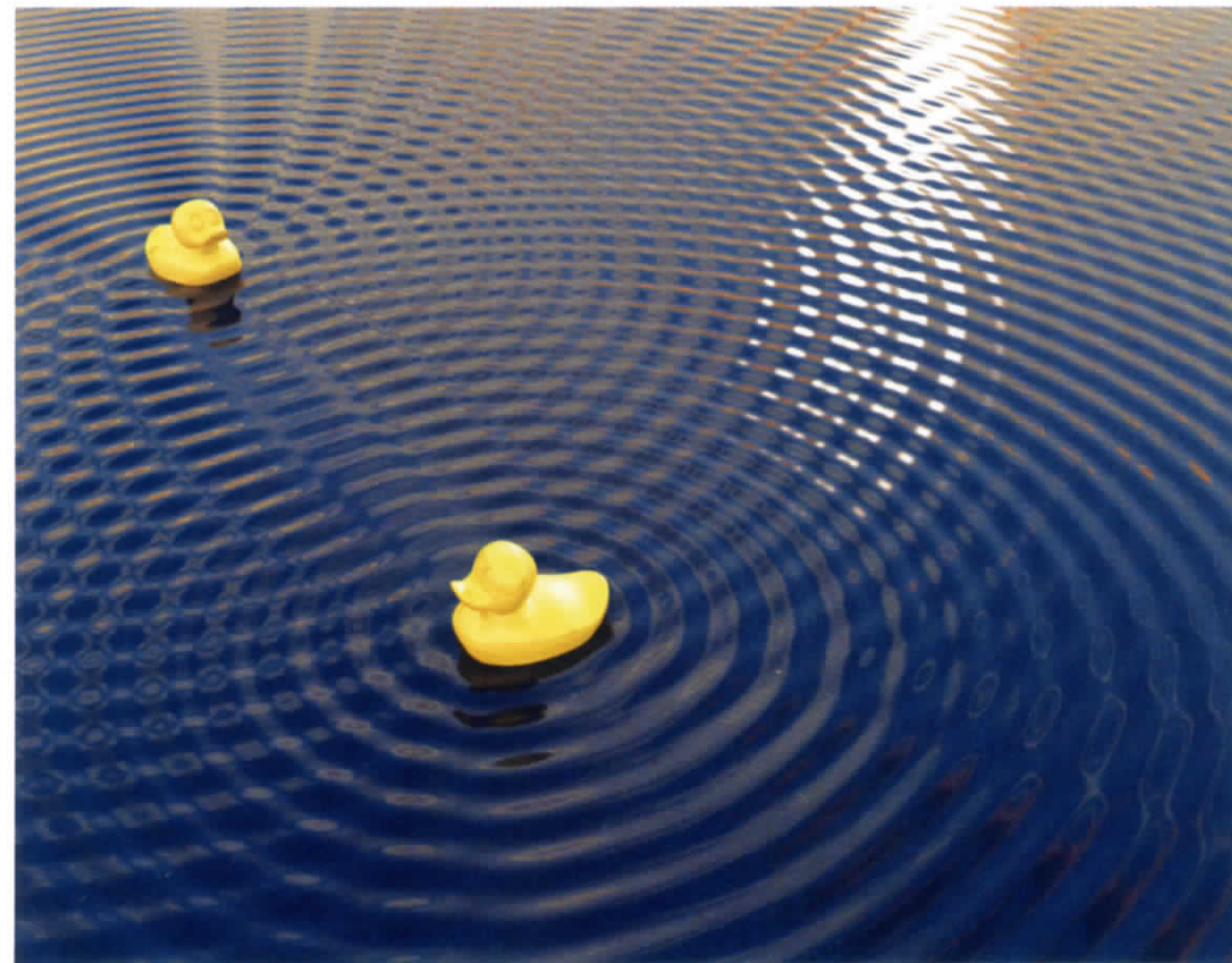
ポットやジャーの保温を控える、電化製品の主電源をこまめに切る、長時間使わない時はコンセントを抜くなどにより、節電を心がけましょう。家族が同じ部屋で団らんすると、暖房と照明によるエネルギー消費を2割減らすことができると試算されています。

通勤や買い物の際に自家用車の使用を控えて、バスや鉄道、自転車を利用したり、自家用車を使うときもアイドリングストップなどの「エコドライブ」を実践しましょう。

誰にでもできる身近なことから、二酸化炭素の排出を減らしていきましょう。



第5章 波 --- 水·音·光



Puddle Interference The concept of interference shows up in everyday life in bodies of water, from puddles to oceans.

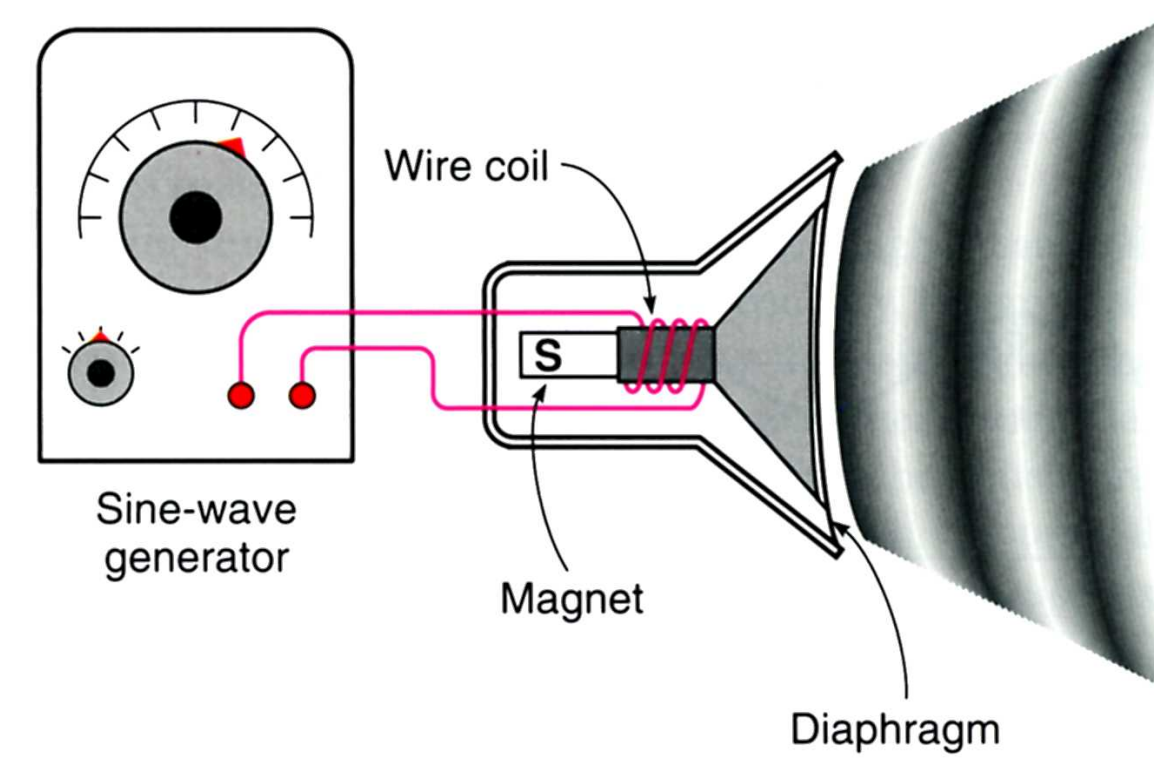


figure 15.15 An oscillating current applied to the coil of wire attached to the diaphragm of a speaker makes the diaphragm oscillate as it is attracted to or repulsed by the magnet, generating a sound wave.

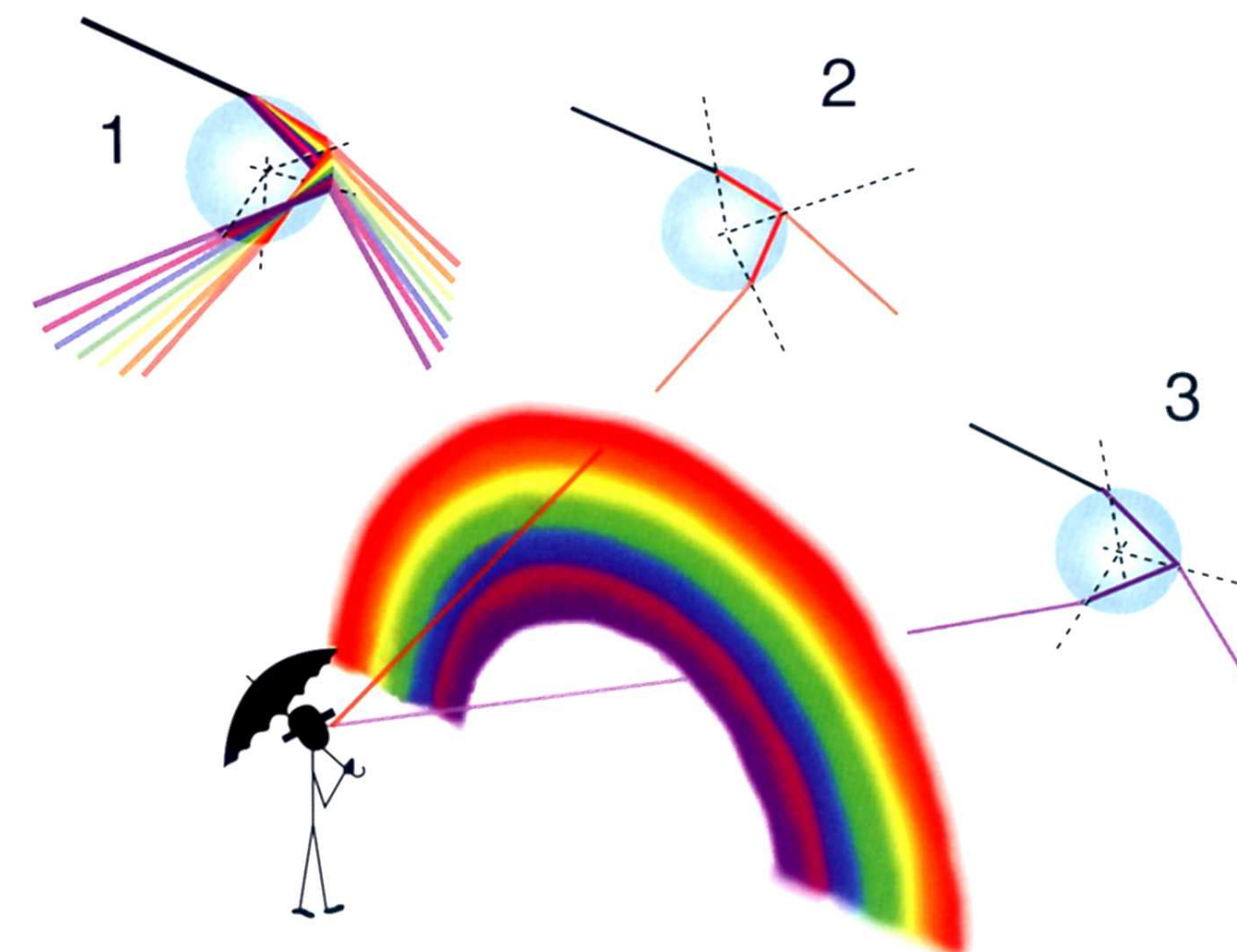


FIGURE 2.19 ► How the rainbow forms. Each water droplet, schematically represented by a sphere, is penetrated by white light, which is dispersed, then partly refracted outside the droplet, partly internally reflected.

波を表す量： 振幅, 波長, 周期, 振動数, 速さ

波の基本的な量

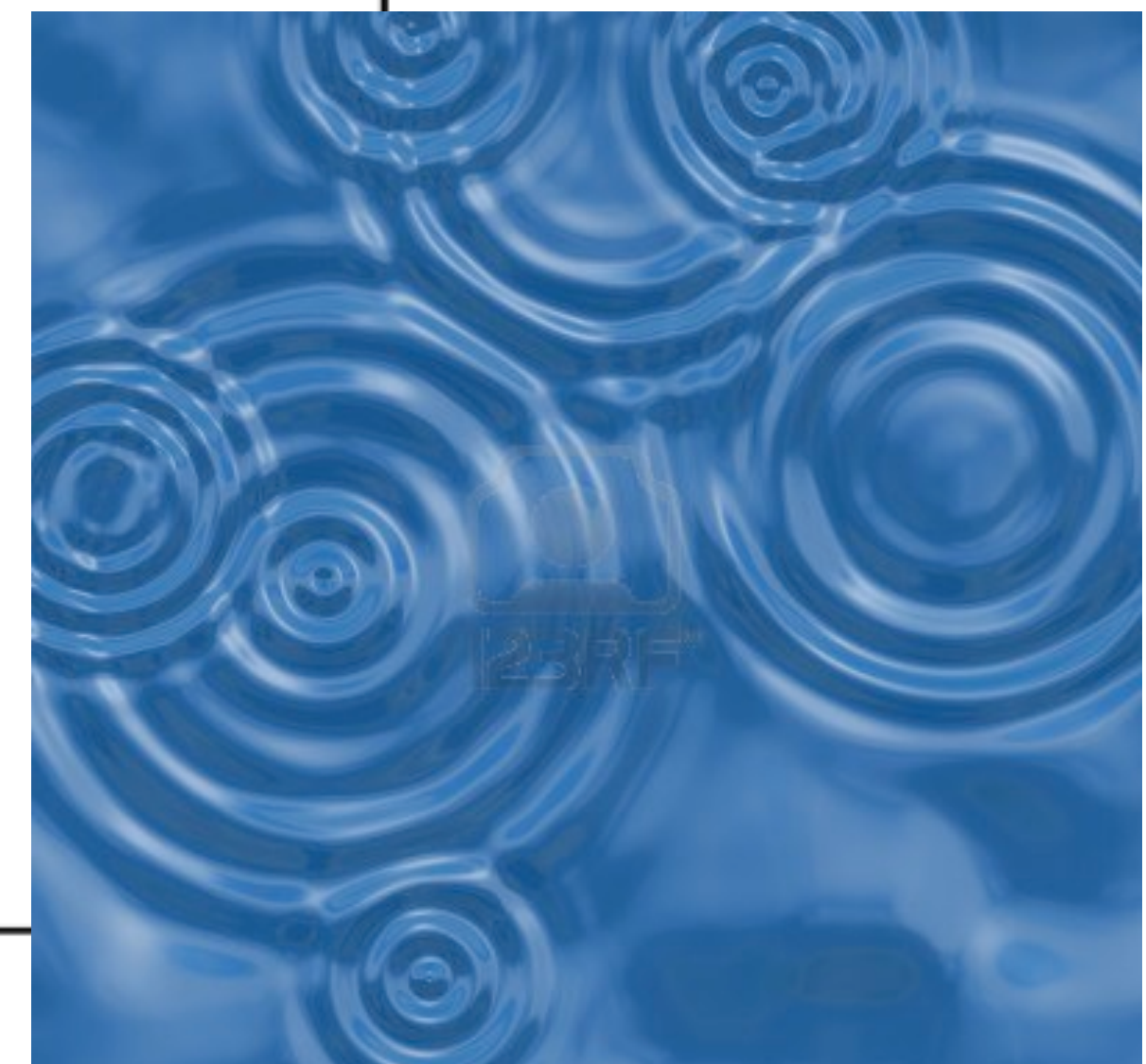
繰り返して同じ形が伝播してゆくものを波という.

- 波の振動する大きさを**振幅** A (単位は [m]) という.
- ある時刻で全体像をとらえたとき, 同じ形状の間隔を**波長** λ (単位は [m]) という.
- ある場所で止まって観測したとき, 一定時間ごとに同じ形の振動を繰り返す. この時間を**周期** T (単位は [s]) という. 1 秒間に何回振動するかを**振動数**または**周波数** f (単位は [Hz]) という.

$$f = \frac{1}{T}$$

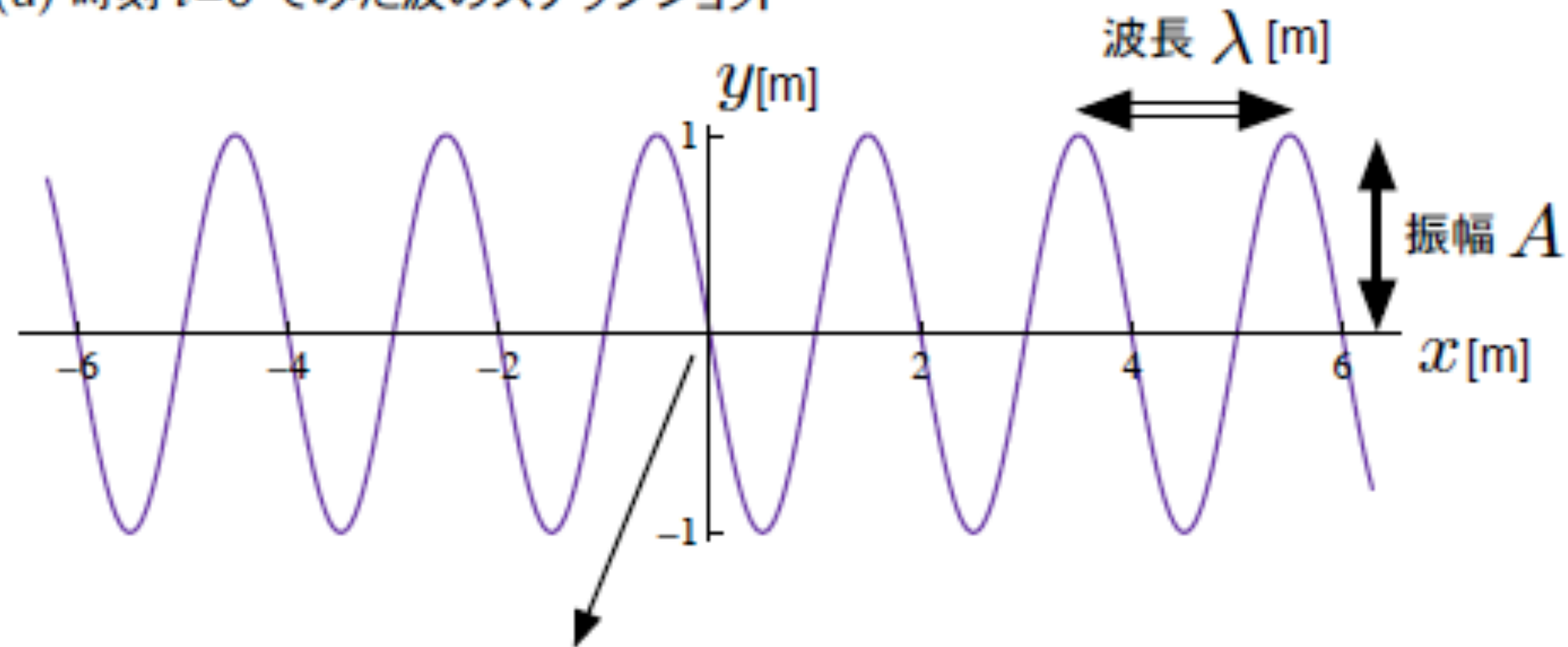
- 波の伝わる速さ v [m/s] を次のように決める.

$$v = f\lambda = \frac{\lambda}{T}$$

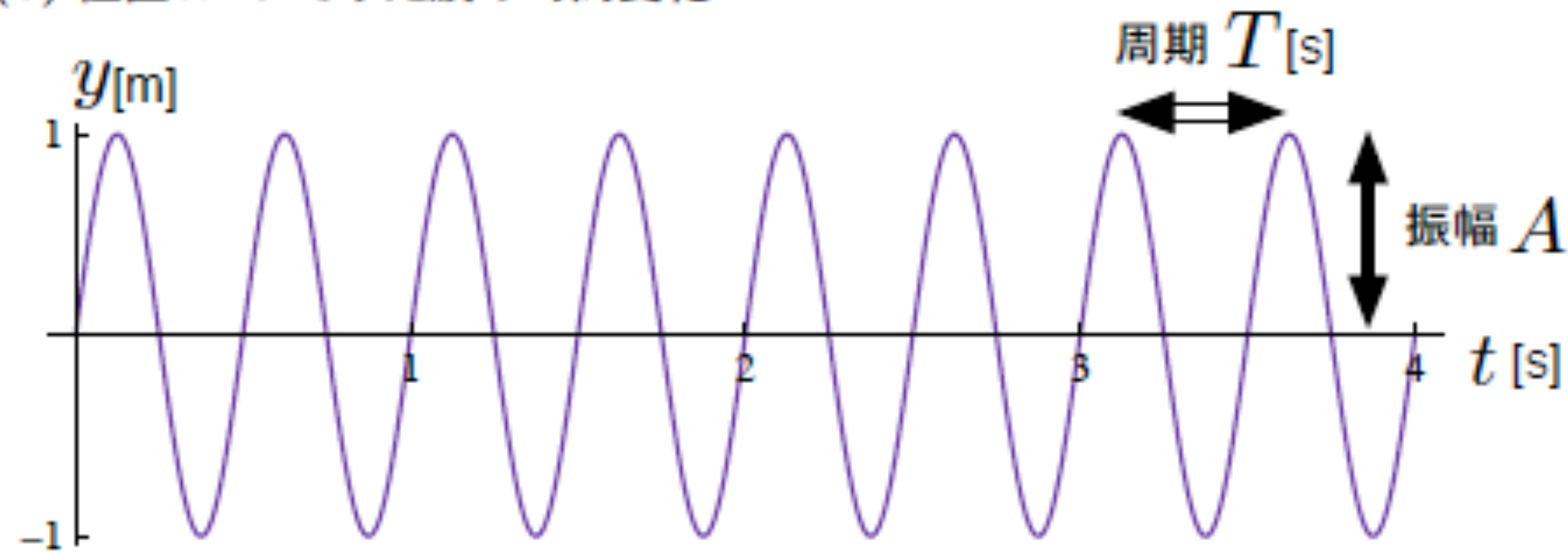


波を表す量： 振幅, 波長, 周期, 振動数, 速さ

(a) 時刻 $t=0$ でみた波のスナップショット

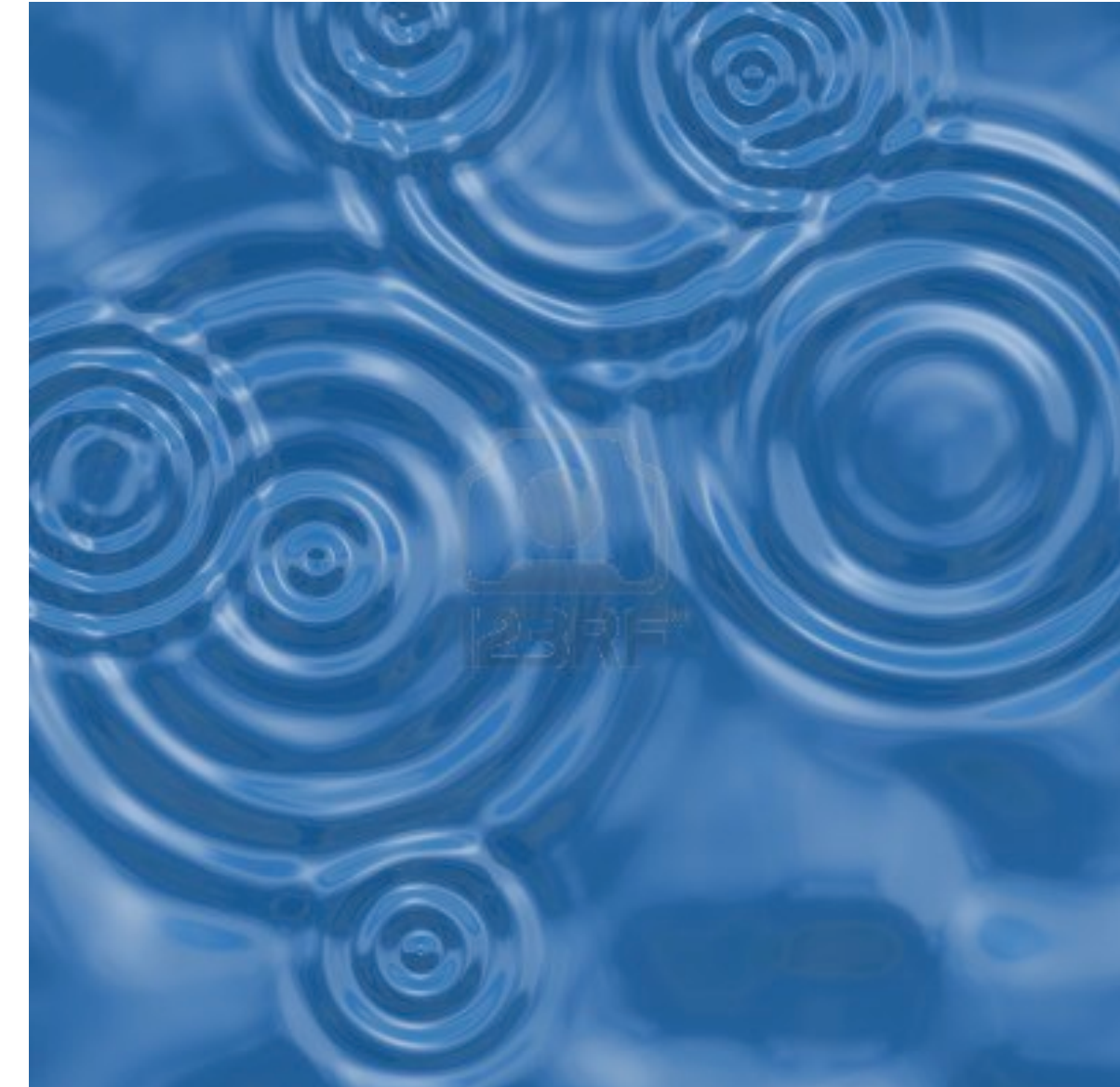
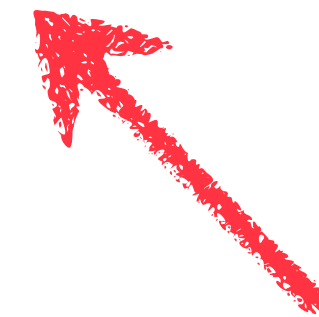


(b) 位置 $x=0$ でみた波の時間変化



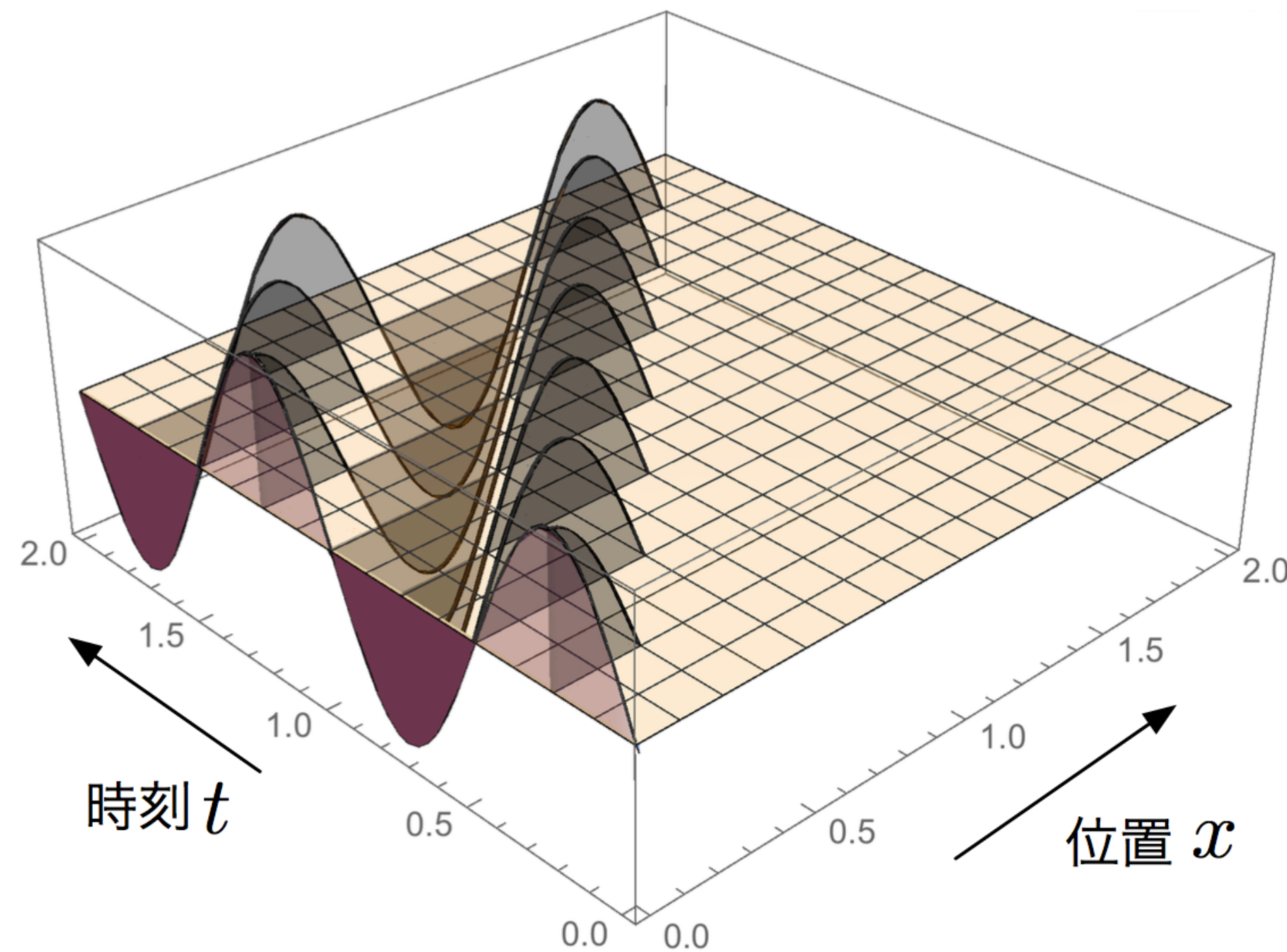
「写真を撮る」

「全体図を知る」

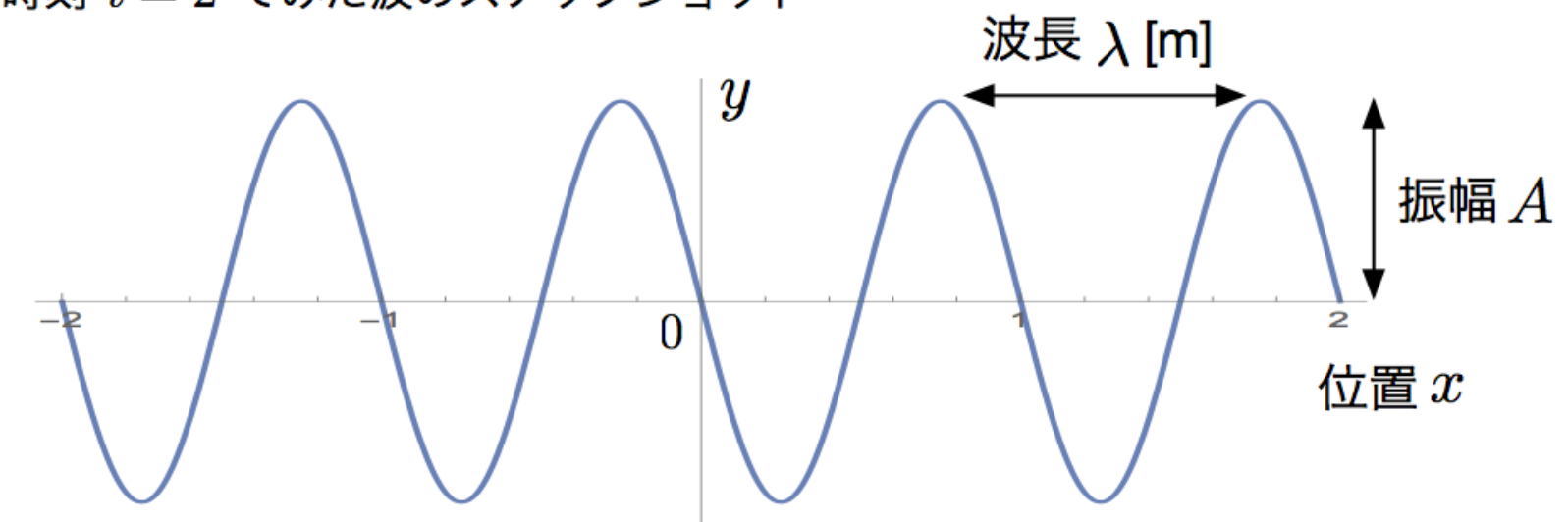


「1カ所での動きを見る」

波を表す量： 振幅, 波長, 周期, 振動数, 速さ



(a) 時刻 $t = 2$ でみた波のスナップショット



(b) 位置 $x = 0$ でみた波の時間変化

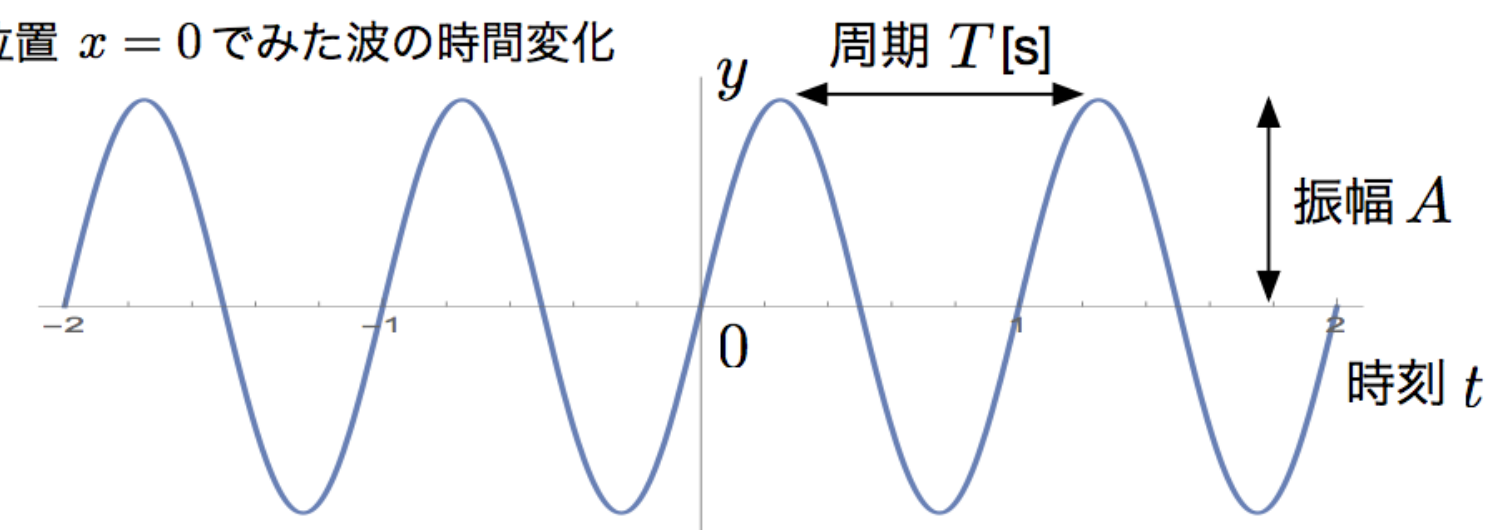


図 2: 正弦波の伝わる様子. ある時刻で写真を撮っても, 1ヶ所で止まって時間変化を観測しても, 周期的な変動になる. [左] 位置 $x = 0$ で単振動している波源から, x 軸の正の向きに正弦波の伝わる様子を $1/4$ 周期ごとの波形を並べて示した. [右] (a) x 方向に進む振幅 A , 波長 $\lambda = 1[\text{m}]$ の波を時刻 $t = 2$ でみた図. (b) は, この波を位置 $x = 0$ で観測したもの. 周期 $T = 1[\text{s}]$ であることがわかるので, この波の速さ v は, $v = \lambda/T = 1 [\text{m/s}]$ である.

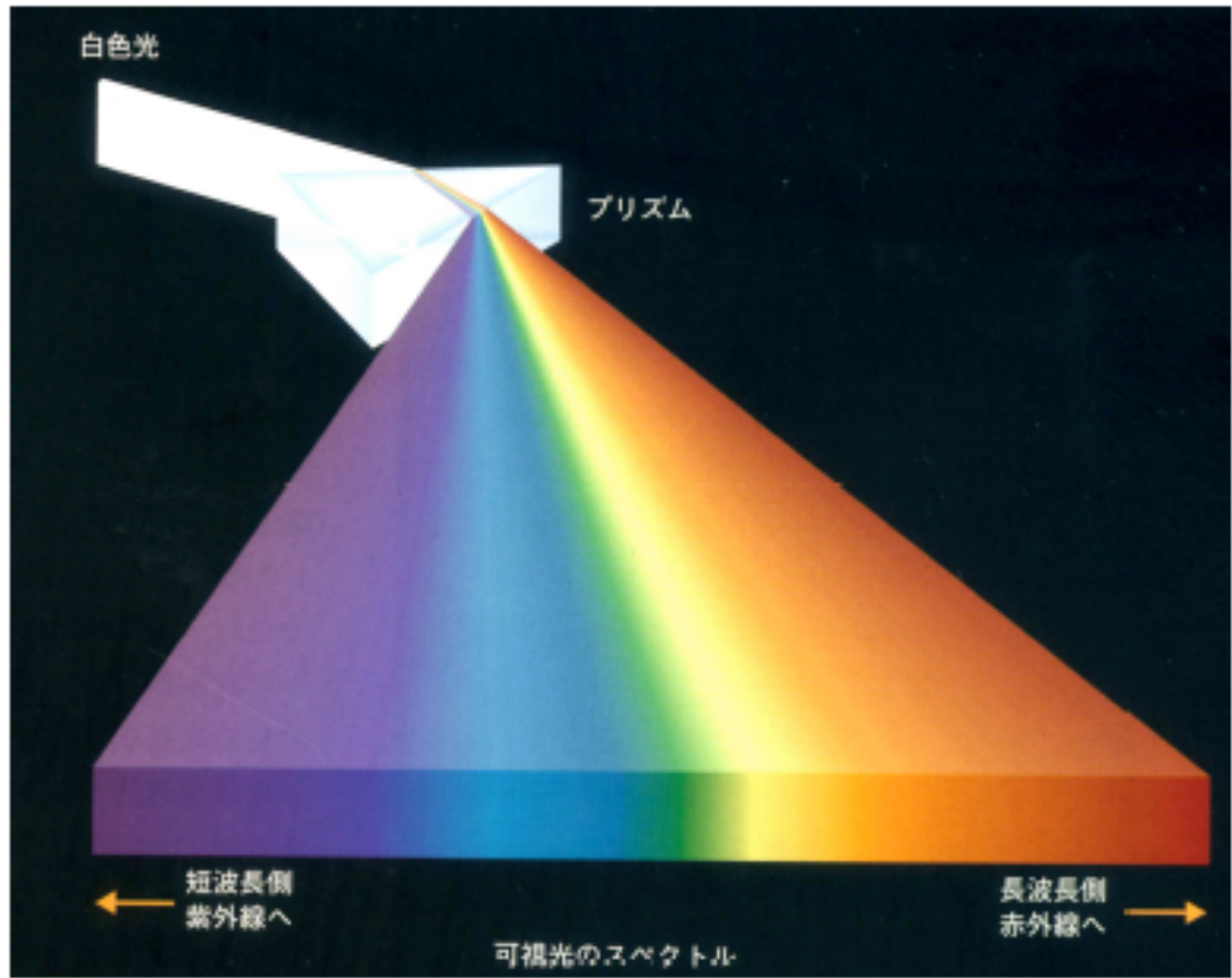
波を表す量： 振幅, 波長, 周期, 振動数, 速さ

問 5.1* 音や光の典型的な振動数, 波長について, 表 5.1 の (a)~(g) を埋めよ.

表 5.1 典型的な波の速度, 振動数, 波長

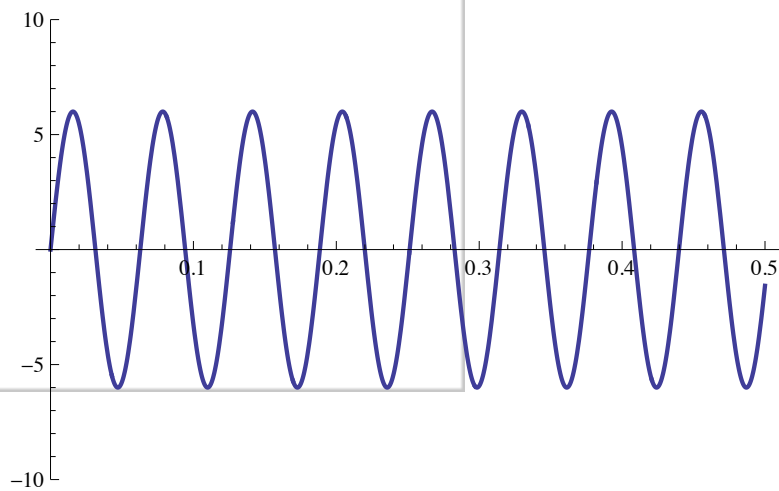
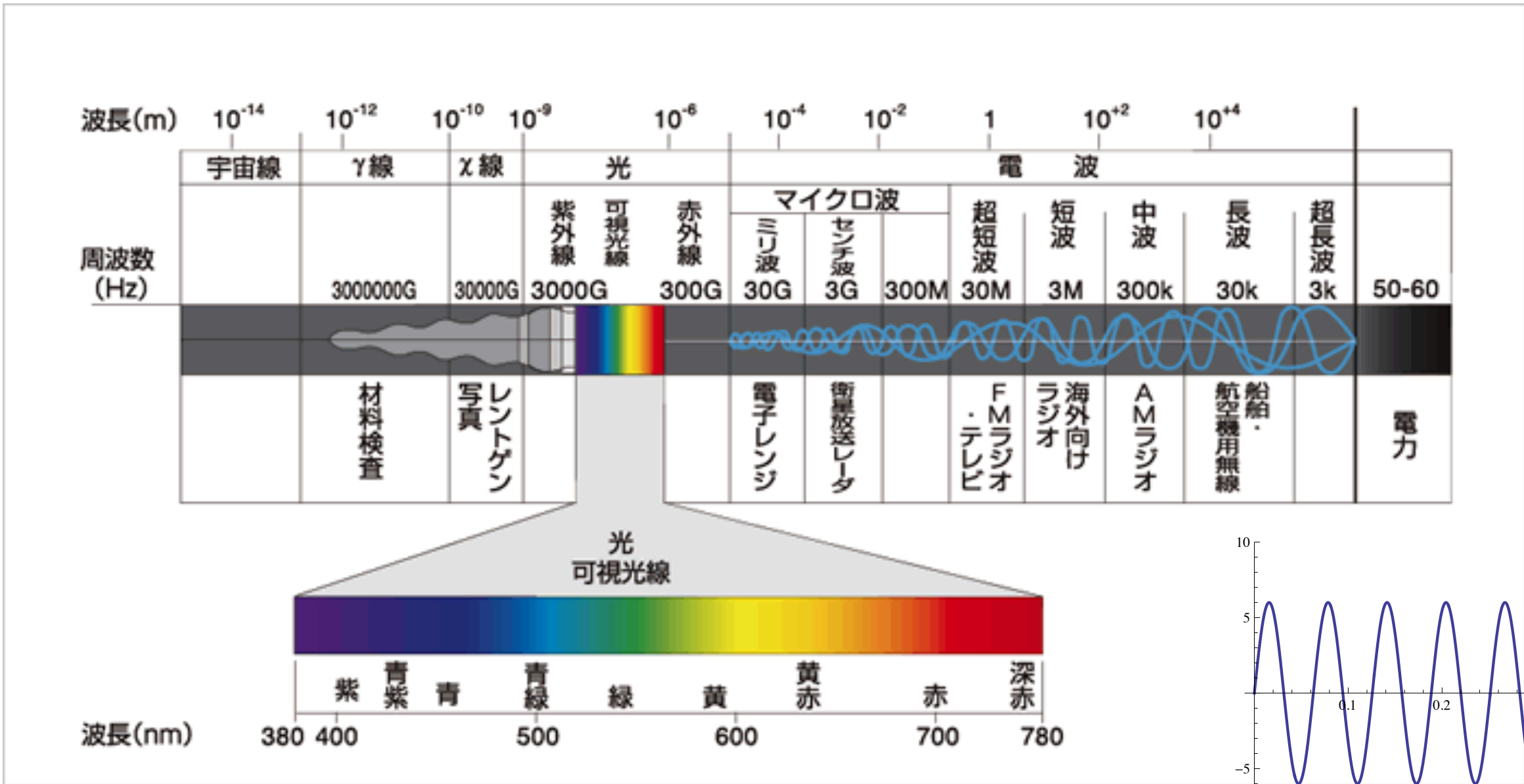
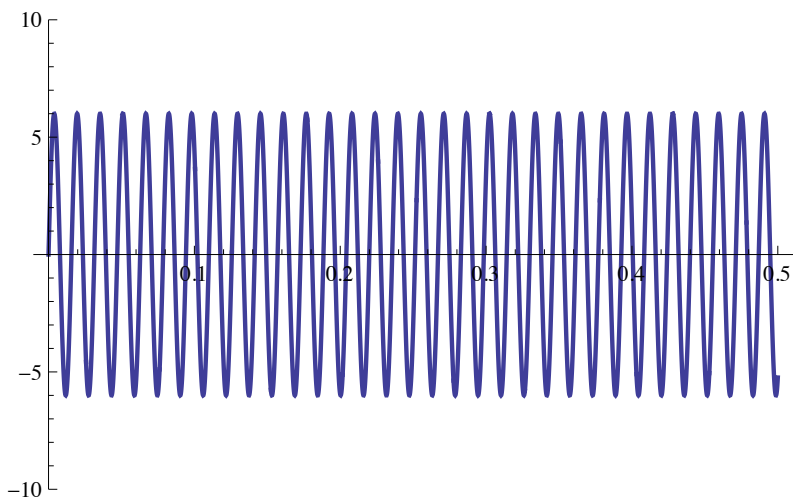
波	速度 v	振動数 f		波長 λ
光	$c = 299792458 \text{ m/s}$ 約30万 km/s	赤い光	(a) Hz	750 nm
		紫の光	(b) Hz	380 nm
電磁波	$c = 299792458 \text{ m/s}$ 約30万 km/s	電子レンジ	2450 MHz	(c) cm
		FM	80 MHz	(d) m
		AM	666 KHz	(e) m
音	$v = 340 \text{ m/s}$ (温度で変化)	A (ラ) の音	440 Hz	(f) cm
		高い A (ラ) の音	880 Hz	(g) cm

光の色＝振動数



●電磁波の分類

名称		波長(振動数)	おもな利用例
γ線		$1 \times 10^{-10} \text{m}$ 以下	食品照射, 医療
X線		$1 \times 10^{-11} \sim 1 \times 10^{-8} \text{m}$	X線写真, 医療
紫外線		$1 \times 10^{-9} \sim 3.8 \times 10^{-7} \text{m}$	殺菌, 化学作用の利用
可視光線		$3.8 \times 10^{-7} \sim 7.7 \times 10^{-7} \text{m}$	光学器械
赤外線		$7.7 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-3} \text{m}$	赤外線写真, 暖房
電波	マイクロ波	$10^{-4} \sim 1 \text{m}$ ($3 \times 10^8 \sim 3 \times 10^{12} \text{Hz}$)	携帯電話, 電子レンジ
	超短波	$1 \sim 10 \text{m}$ ($3 \times 10^7 \sim 3 \times 10^8 \text{Hz}$)	FMラジオ放送, テレビ放送
	短波	$10 \sim 10^2 \text{m}$ ($3 \times 10^6 \sim 3 \times 10^7 \text{Hz}$)	短波ラジオ放送
	中波	$10^2 \sim 10^3 \text{m}$ ($3 \times 10^5 \sim 3 \times 10^6 \text{Hz}$)	AMラジオ放送
	長波	$10^3 \sim 10^4 \text{m}$ ($3 \times 10^4 \sim 3 \times 10^5 \text{Hz}$)	飛行機の通信, 電波時計
	超長波	$10^4 \sim 10^5 \text{m}$ ($3 \times 10^3 \sim 3 \times 10^4 \text{Hz}$)	



縦波と横波

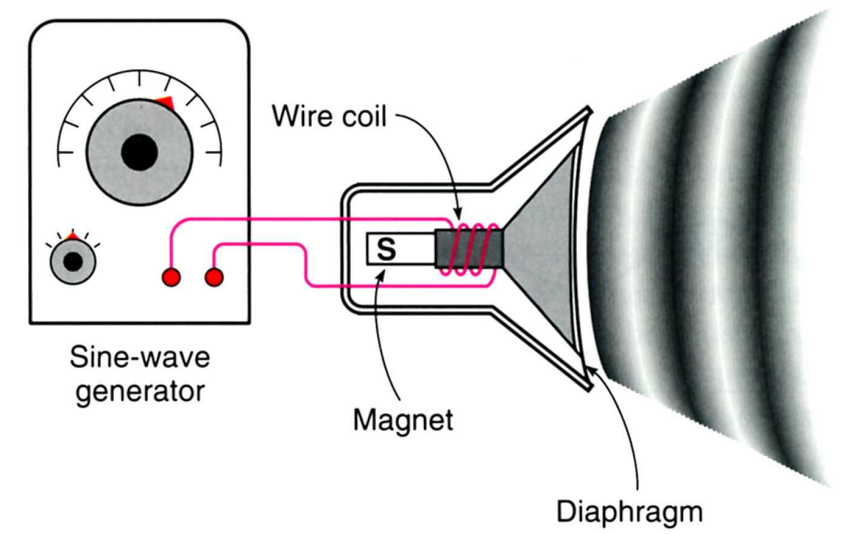
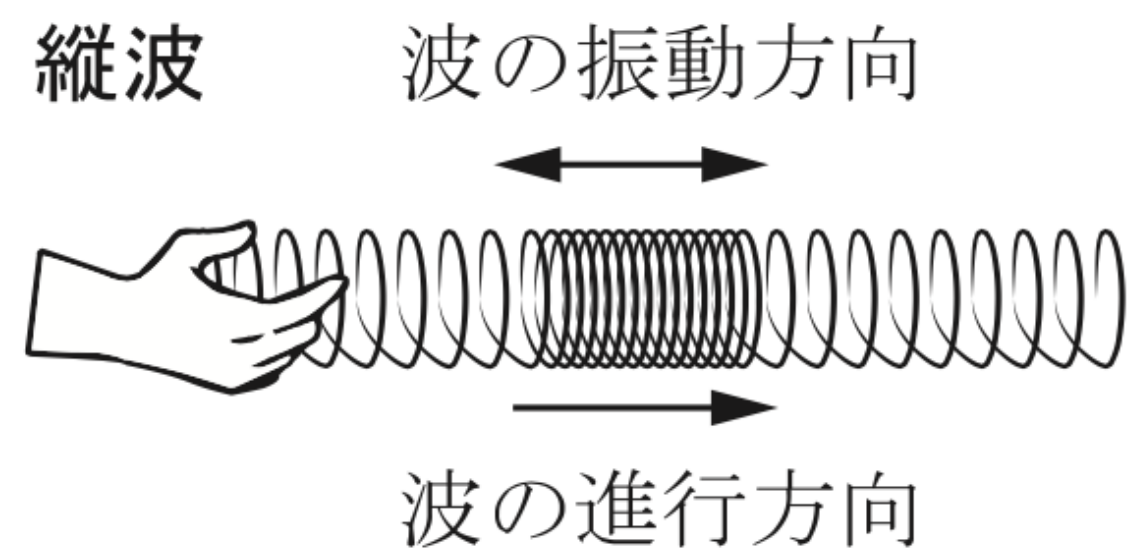
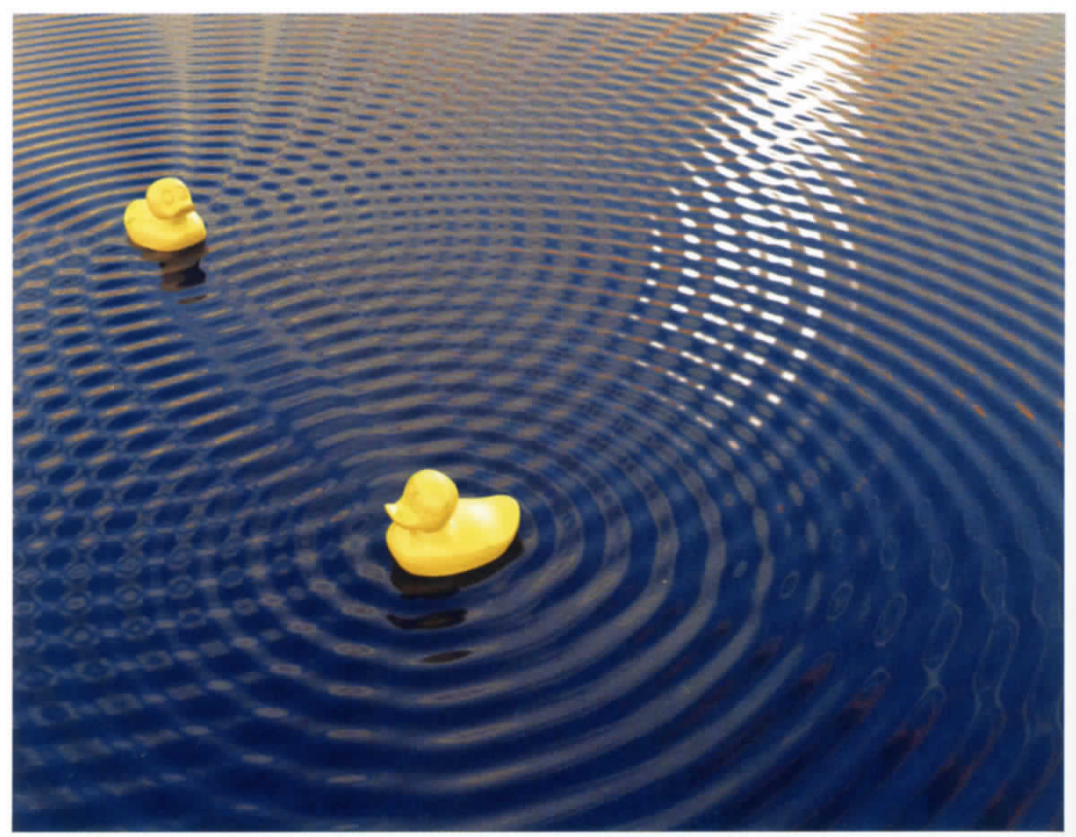
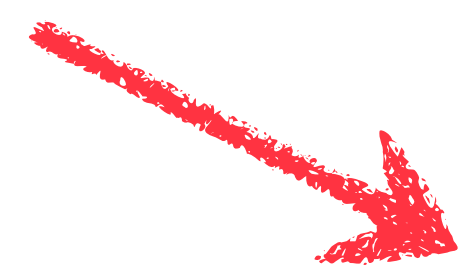
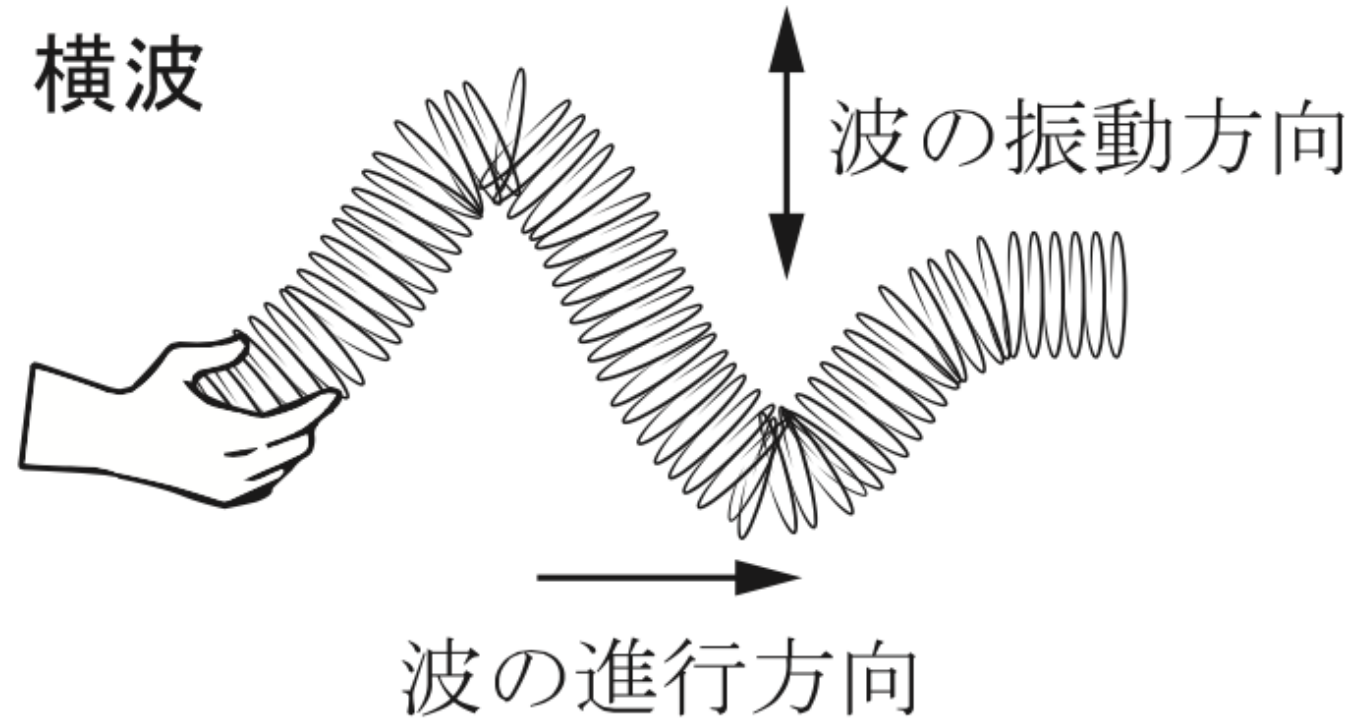


figure 15.15 An oscillating current applied to the coil of wire attached to the diaphragm of a speaker makes the diaphragm oscillate as it is attracted to or repulsed by the magnet, generating a sound wave.



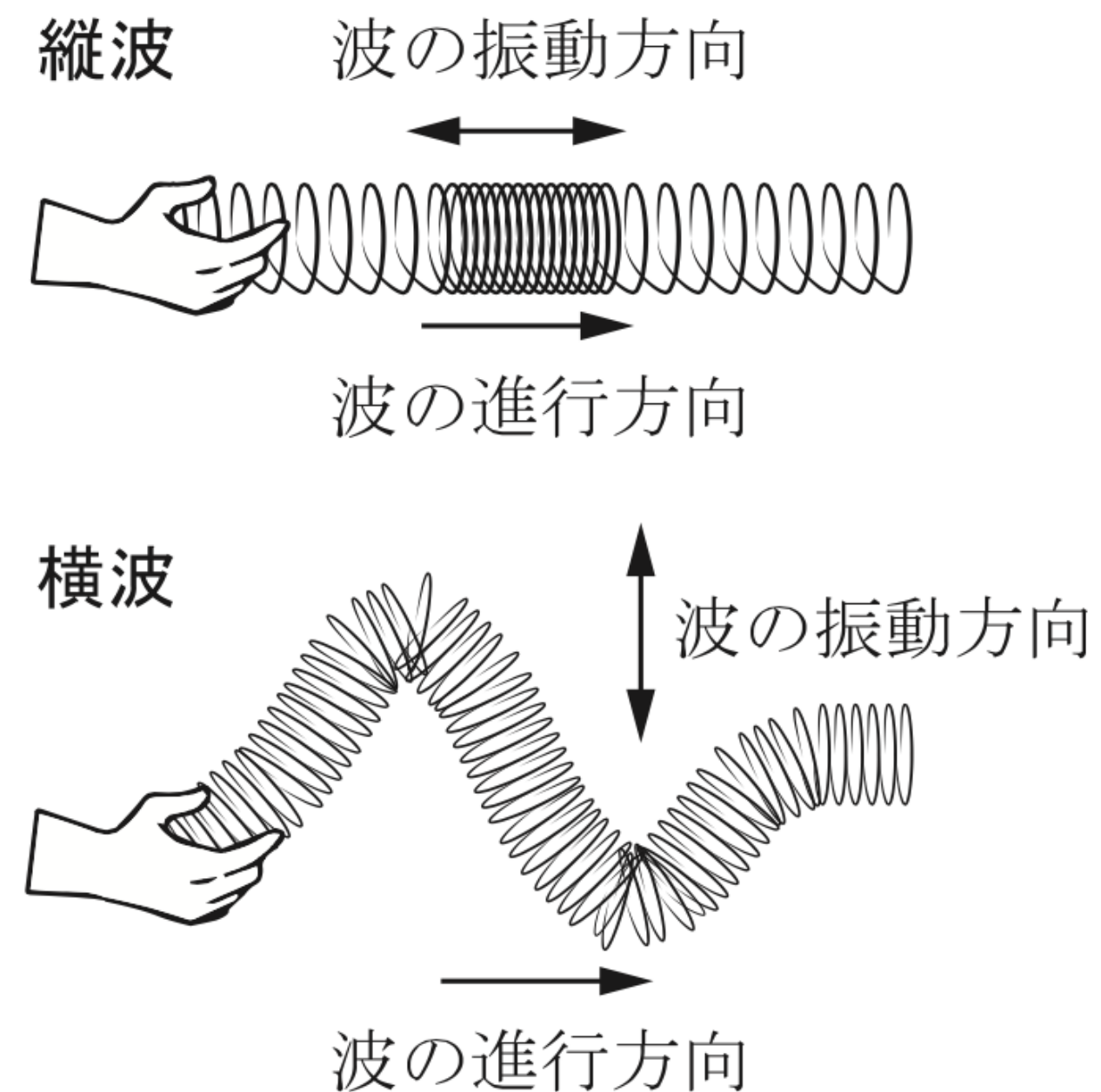
Puddle Interference The concept of interference shows up in

問 5.2 次に挙げる波はそれぞれ縦波・横波どちらか.
水面波・音波・電磁波（電波・光）・地震波・弦を伝わる波・管を伝わる波・膜を伝わる波

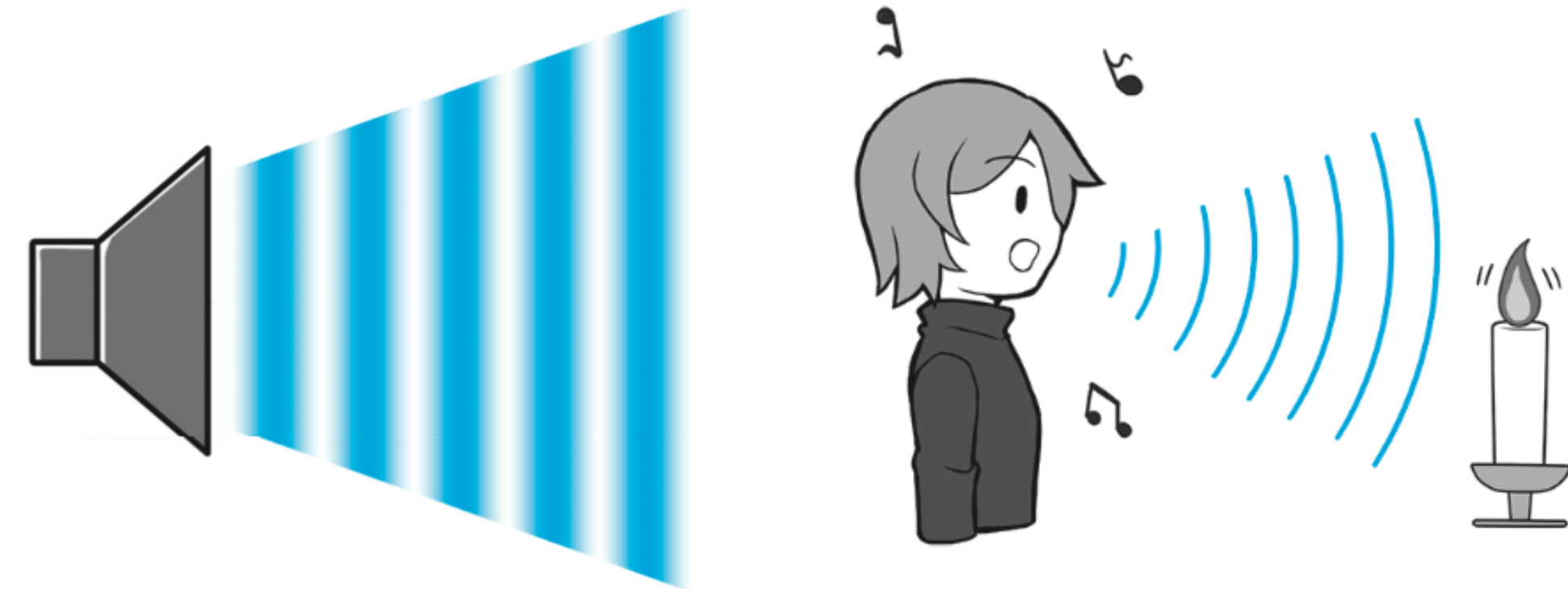
縦波と横波

■縦波と横波

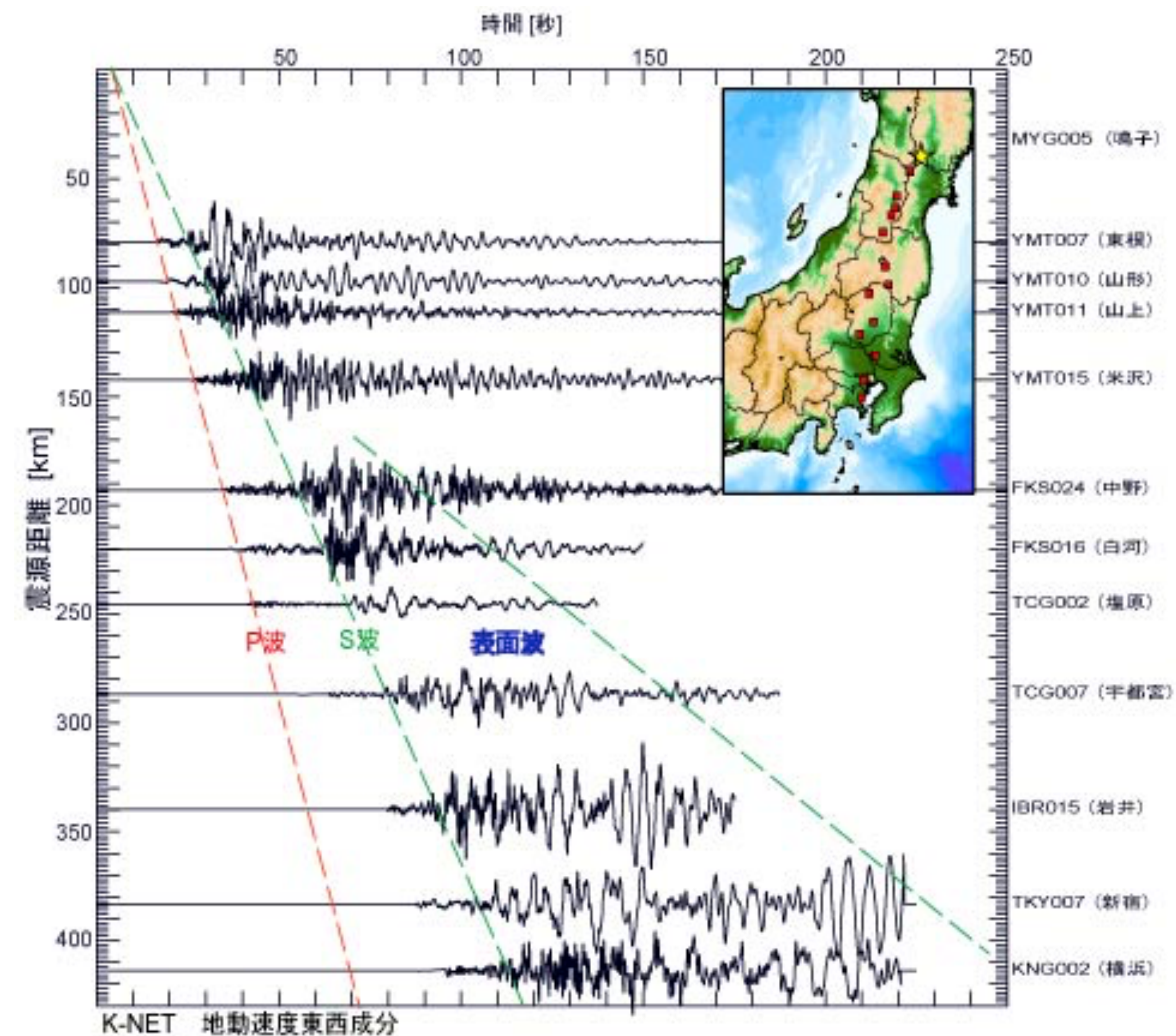
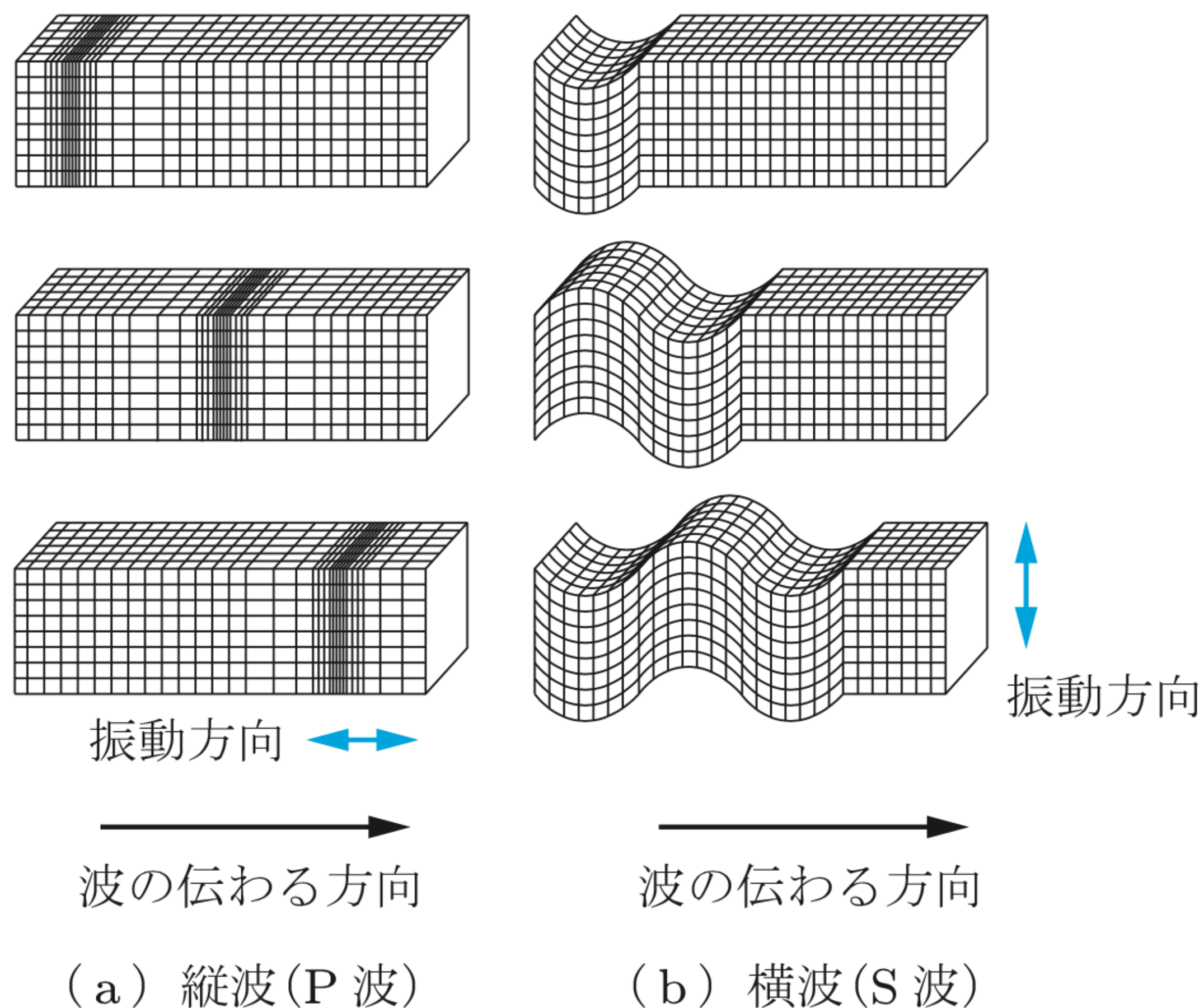
波には、**縦波**（振動方向と進行方向が同じ波）と**横波**（振動方向と進行方向が垂直な波）がある。音波は縦波、水面を伝わる波は横波である。



(a) 縦波と横波



(b) 音波は空気振動を伝える縦波



コラム 27 緊急地震速報のしくみ

地震の発生直後，各地での強い揺れの到達時刻や震度を予想し，可能な限り素早く知らせる緊急地震速報が運用されている．地震波には P 波と S 波の 2 種類があり，その伝わる速度の違いから震源地を予測することができる．

P 波 (primary wave) は，弱い揺れを引き起こす縦波で，地表近くでは秒速 5～6 km で進む．S 波 (secondary wave) は，大きな揺れを引き起こす横波で，秒速 3～4 km で進む．P 波の到着から S 波の到着までを初期微動継続時間というが，この時間が 10 秒あれば，その場所から震源までの距離はおよそ約 80 km であることがわかる．震源地が特定できたら，遠くの都市に揺れが到達する前に，地震発生を知らせることができるのだ．

P 波は地震発生への衝撃，S 波は断層のずれそのものから発生している．縦波・横波の区別は，進行方向に対する振動方向の違いであり，地震の縦揺れ・横揺れを意味しているのではない．しかし，直下型の大きな地震のときは，足元から P 波がきて縦揺れに，その後 S 波が到達して横揺れを感じることになる．

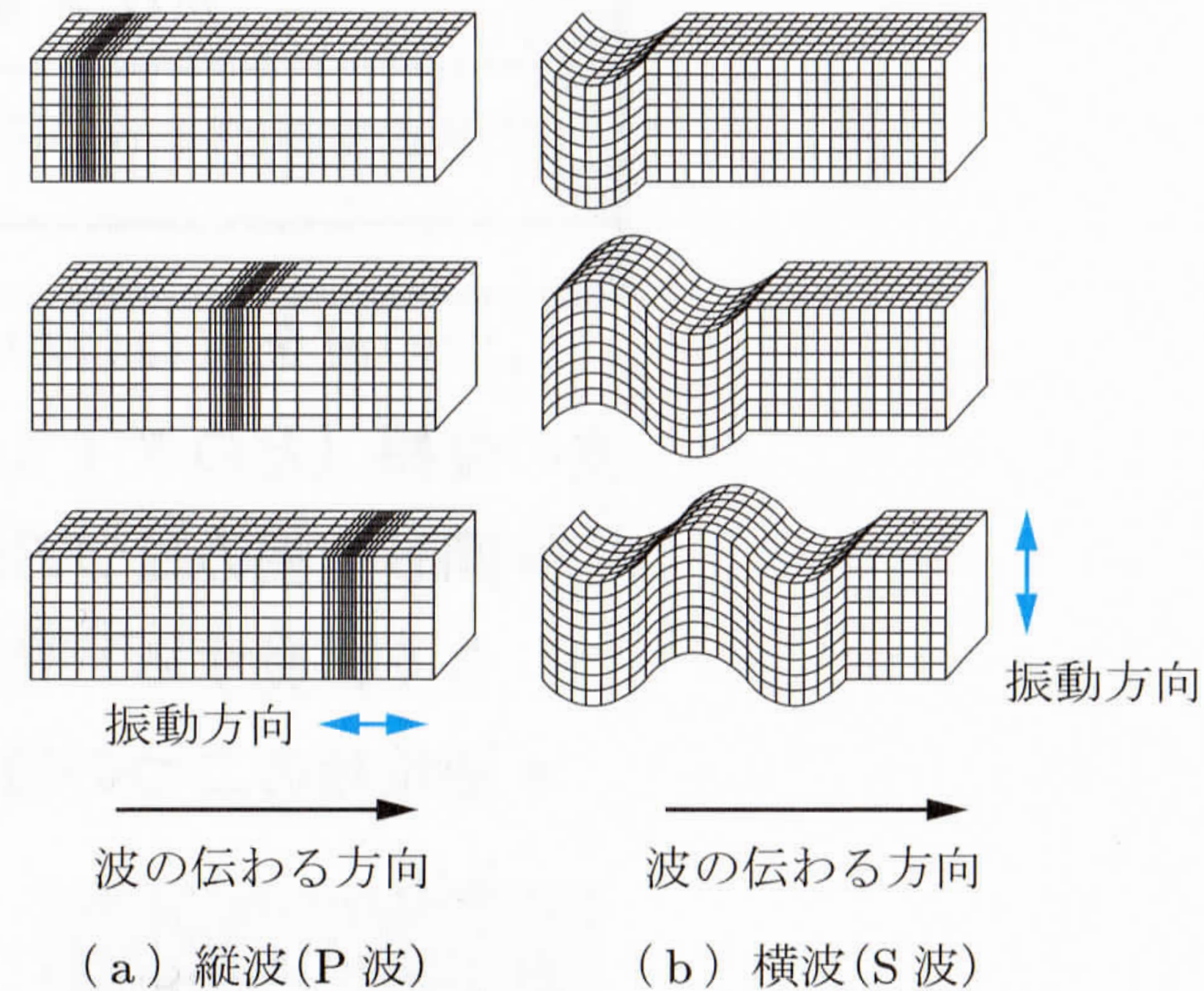


図 5.7 P 波と S 波の振動

重ね合わせ と 干渉

波の特徴：重ね合わせと干渉

- 2つの波が重なるときは、**重ね合わせの原理**が成り立つ。
- 波が足し合わされると、振幅が大きくなる箇所と小さくなる箇所が発生する。

山+山=強め合う, 山+谷=弱め合う

このように、互いに強めあったり弱めあったりする現象を**干渉**という。

山と山の重ねあわせ

山と谷の重ねあわせ

重ね合わせ (superposition)

- 同じ位相の波を重ね合わせるとき 波は強め合う。

山 + 山 = 強め合う

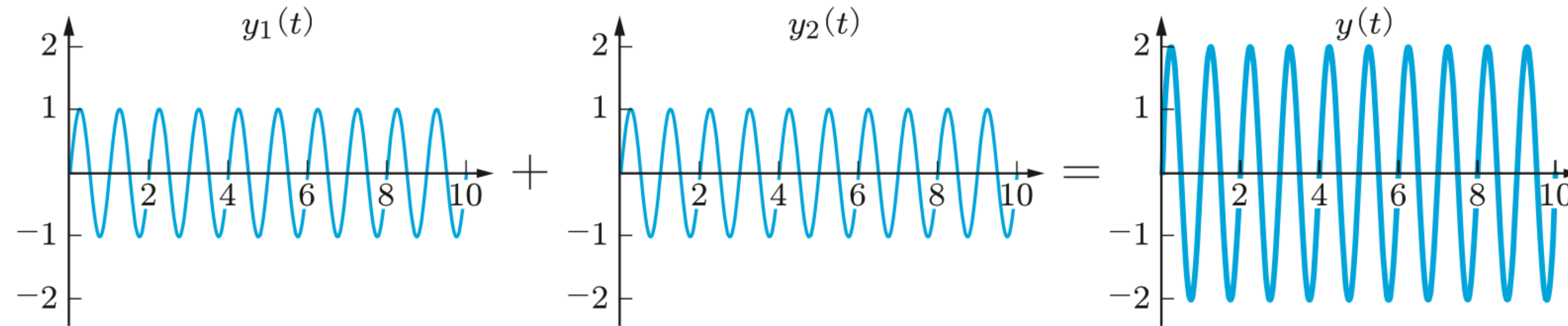


図 31: 左 2 つの波を足すと右の波になる. $y_1(t) = \sin(2\pi t)$, $y_2(t) = y_1(t)$ としたときの, $y(t) = y_1(t) + y_2(t)$ の図.

- 逆位相の波を重ね合わせるとき 波は弱め合う。

山 + 谷 = 弱め合う

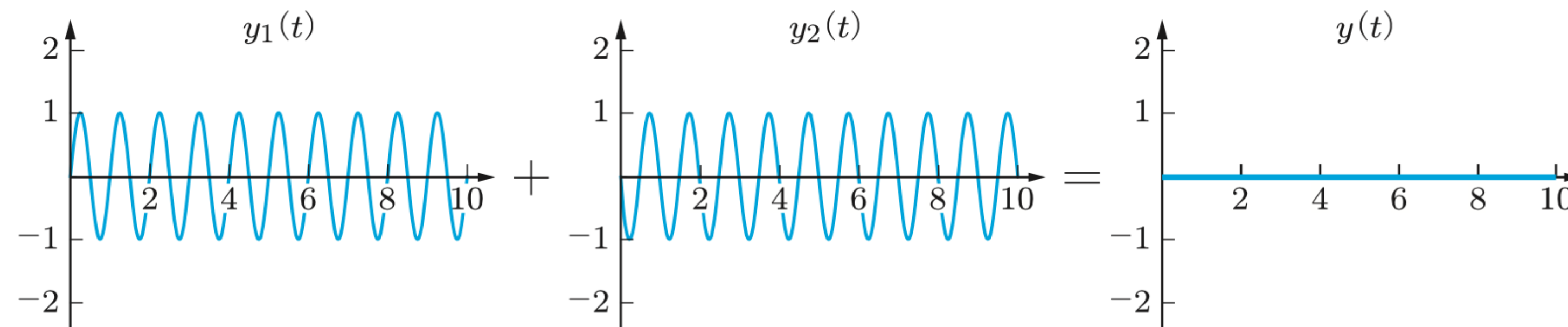
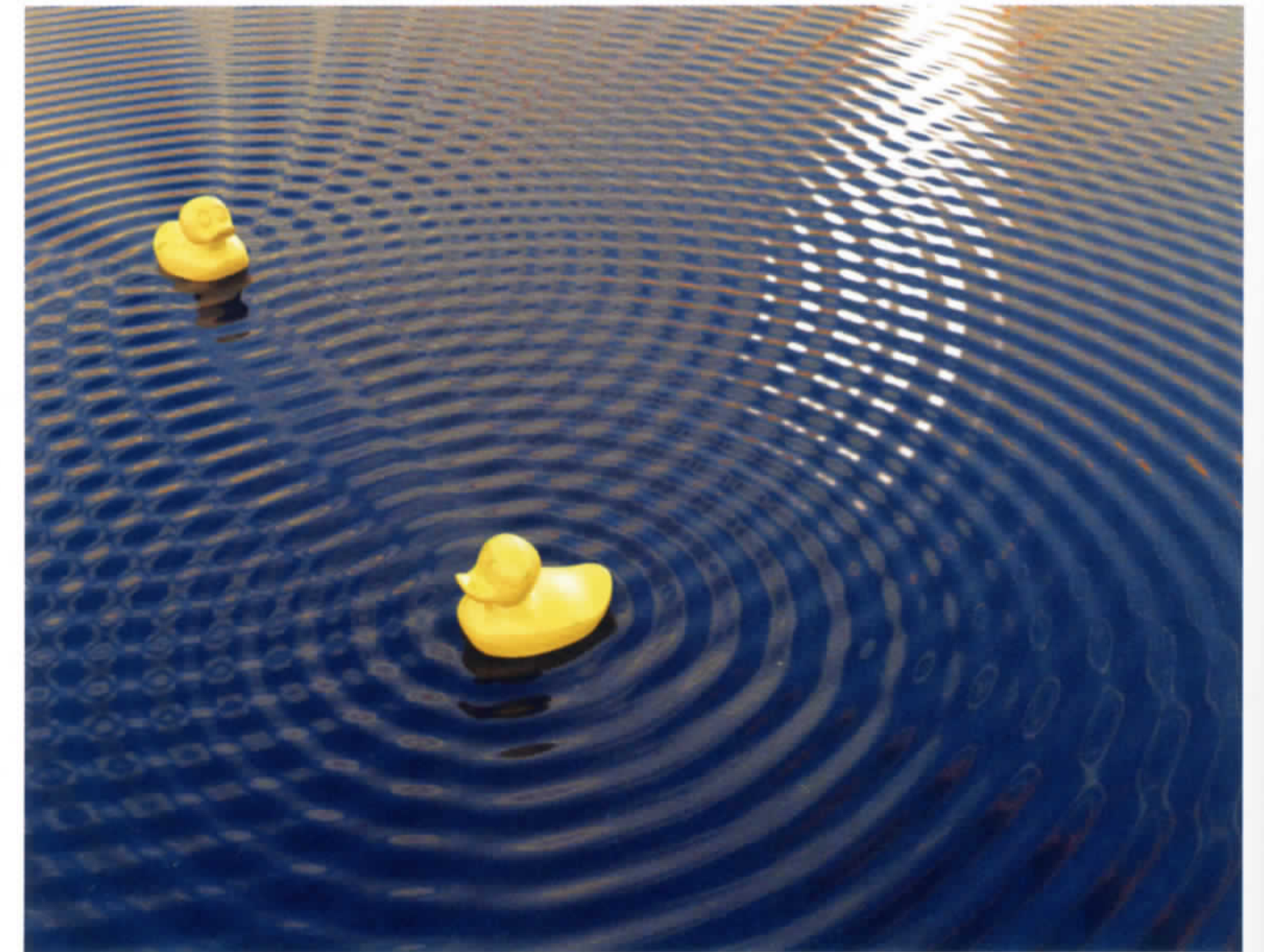


図 32: 左 2 つの波を足すと右の波になる. $y_1(t) = \sin(2\pi t)$, $y_2(t) = -\sin(2\pi t)$ としたときの, $y(t) = y_1(t) + y_2(t)$ の図.

干渉 (interference)



<https://www.youtube.com/watch?v=dNx70orCPnA>



Puddle Interference The concept of interference shows up in everyday life in bodies of water, from puddles to oceans.

法則 波の特徴：干渉

合成された波が、互いに強めあったり弱めあったりする現象を、干渉という。

ノイズキャンセリングヘッドホンとは？

周囲の騒音を低減し、クリアなサウンドを再生する
ノイズキャンセリングヘッドホン



電車内や航空機※などでのリスニング時に、走行音やエンジンノイズなどさまざまな騒音を低減。
勉強や仕事のときなどは、気が散る原因となる周囲の雑音を低減し、静かな環境で聴けるので目的に集中できます。また、音量を上げ過ぎずに音楽を聴きとれるので、周囲への音漏れの心配がありません

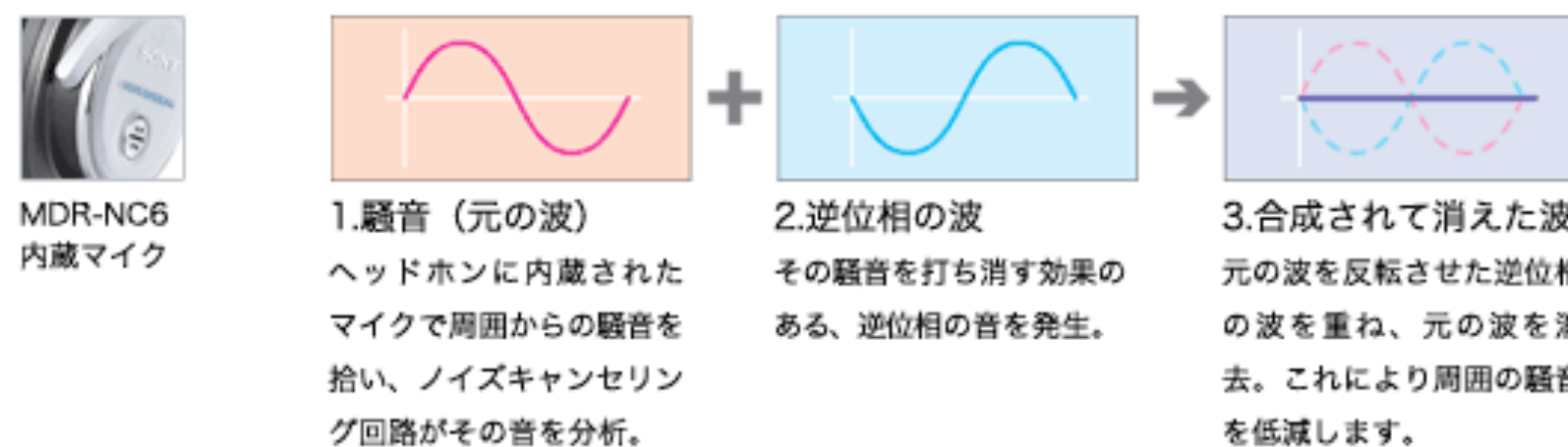
■ノイズキャンセリングヘッドホンの活躍シーン



※航空機内の音楽サービスシステムにより、ご使用になれない場合があります
※航空機内で電子機器の使用が禁止されている場合や、機内の音楽サービスを個人のヘッドホンで利用することが禁止されている場合は、本機を使用しないでください



■ノイズキャンセリング機能の原理



*ノイズキャンセリング機能は、人が耳障りに感じやすい40～1,500Hzの音を低減させます。周囲からの騒音がまったく聞こえなくなるわけではありません

固定端と自由端

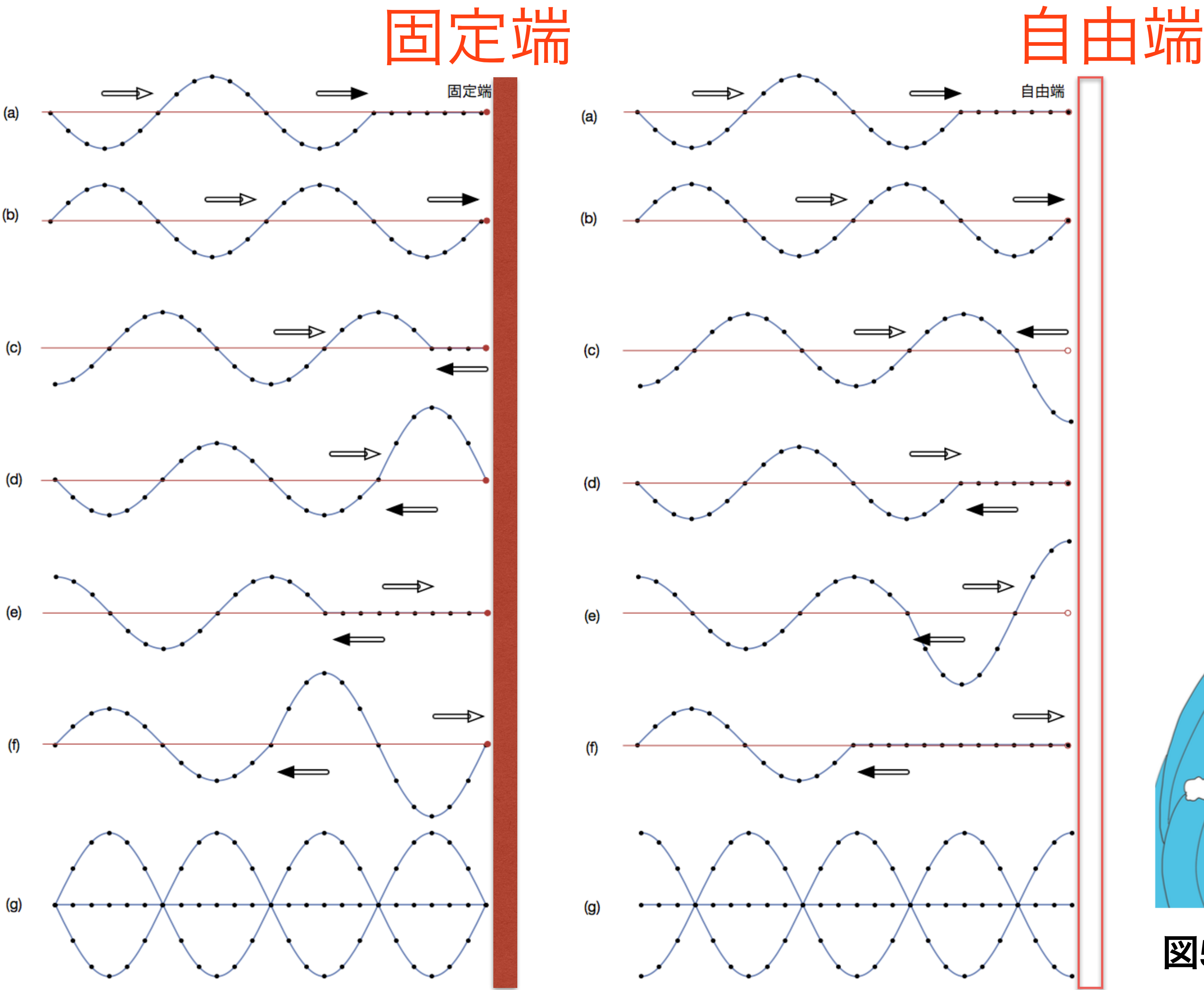
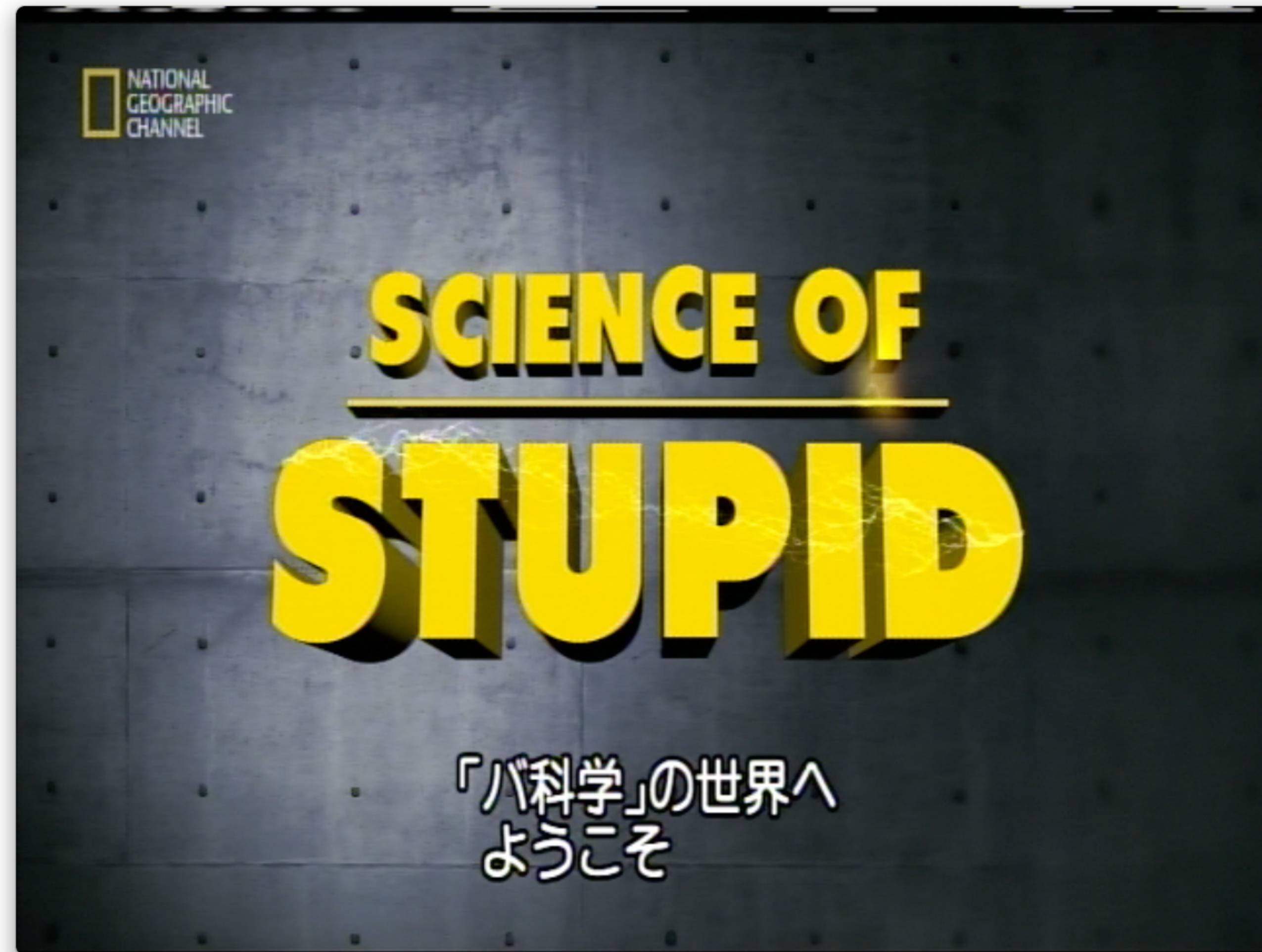


図5.13 岸壁でぎぶん.



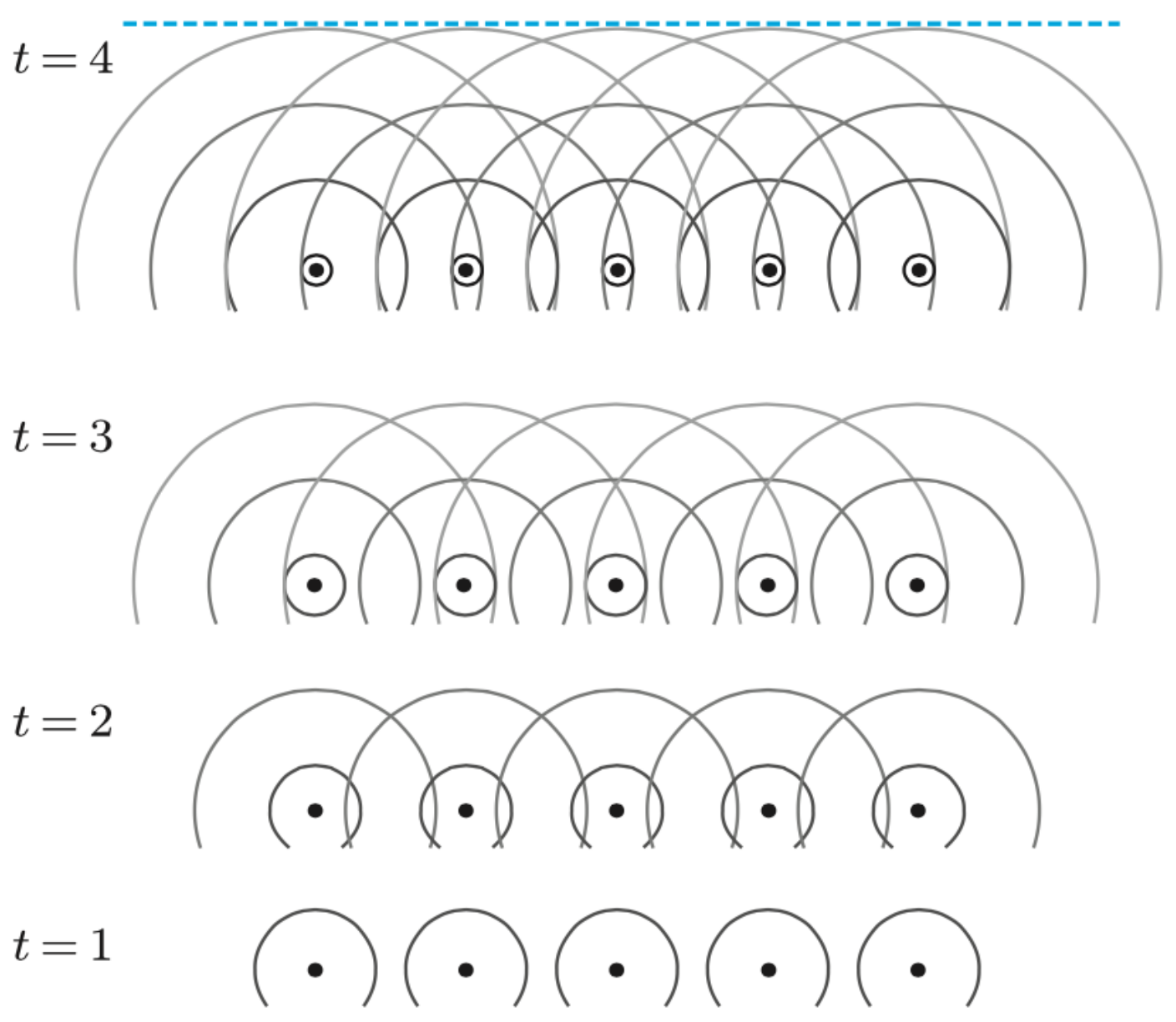
wave.mov

(3:37)

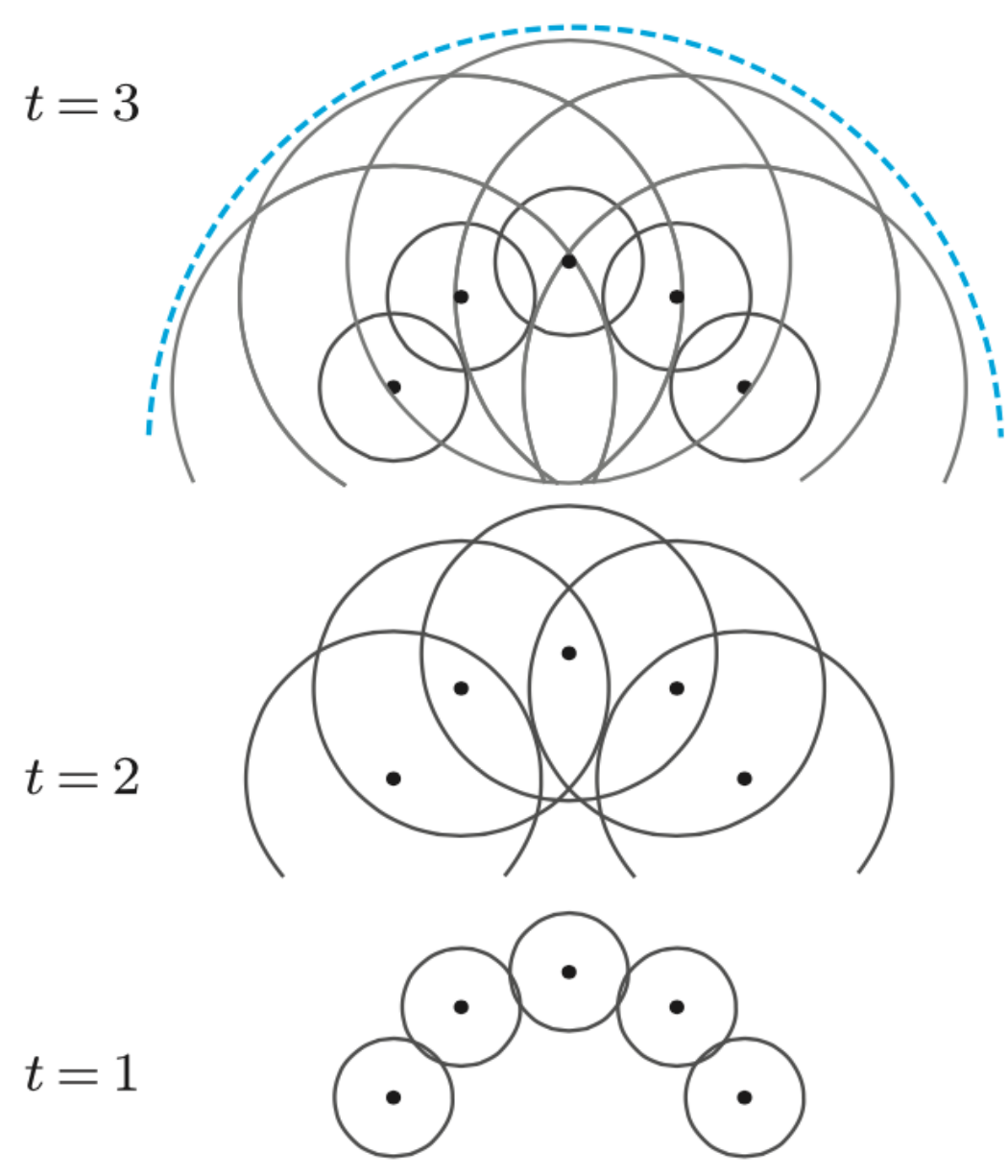
ホイヘンスの原理

法則 ホイヘンスの原理

波面は無数の波源の集まりとみなすことができ、波の各点を波源として球面状に広がっていく波（素元波）の重ね合わせとして、次の瞬間の波面が形成される。



(a) 重ね合った波面は平面状になる



(b) 重ね合った波面は球面状になる

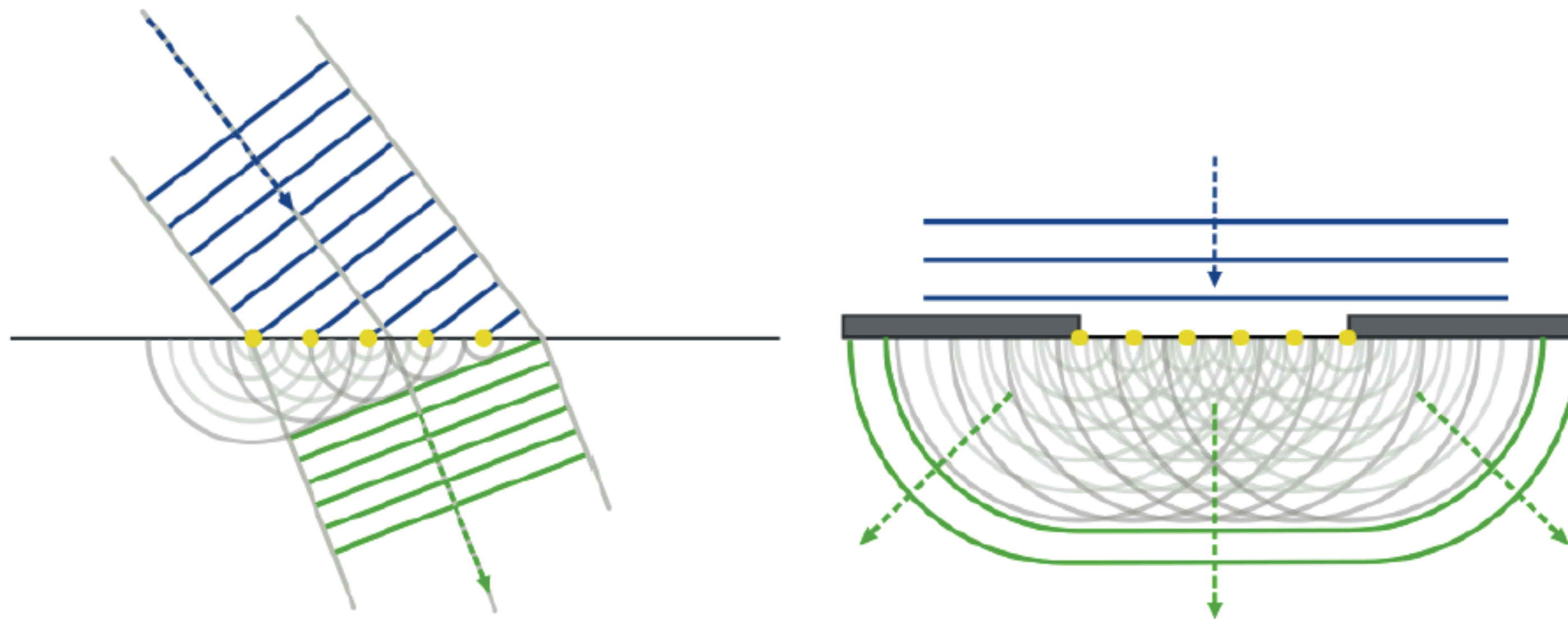
Christiaan Huygens
(1629–95)



屈折 と 回折

波の特徴：屈折と回折

- 波は媒質が異なるところへ進むとき、**屈折**する。(ホイヘンスの原理)
- 波は障害物の後ろにも**回折**して進む。(ホイヘンスの原理)



法則 ホイヘンスの原理

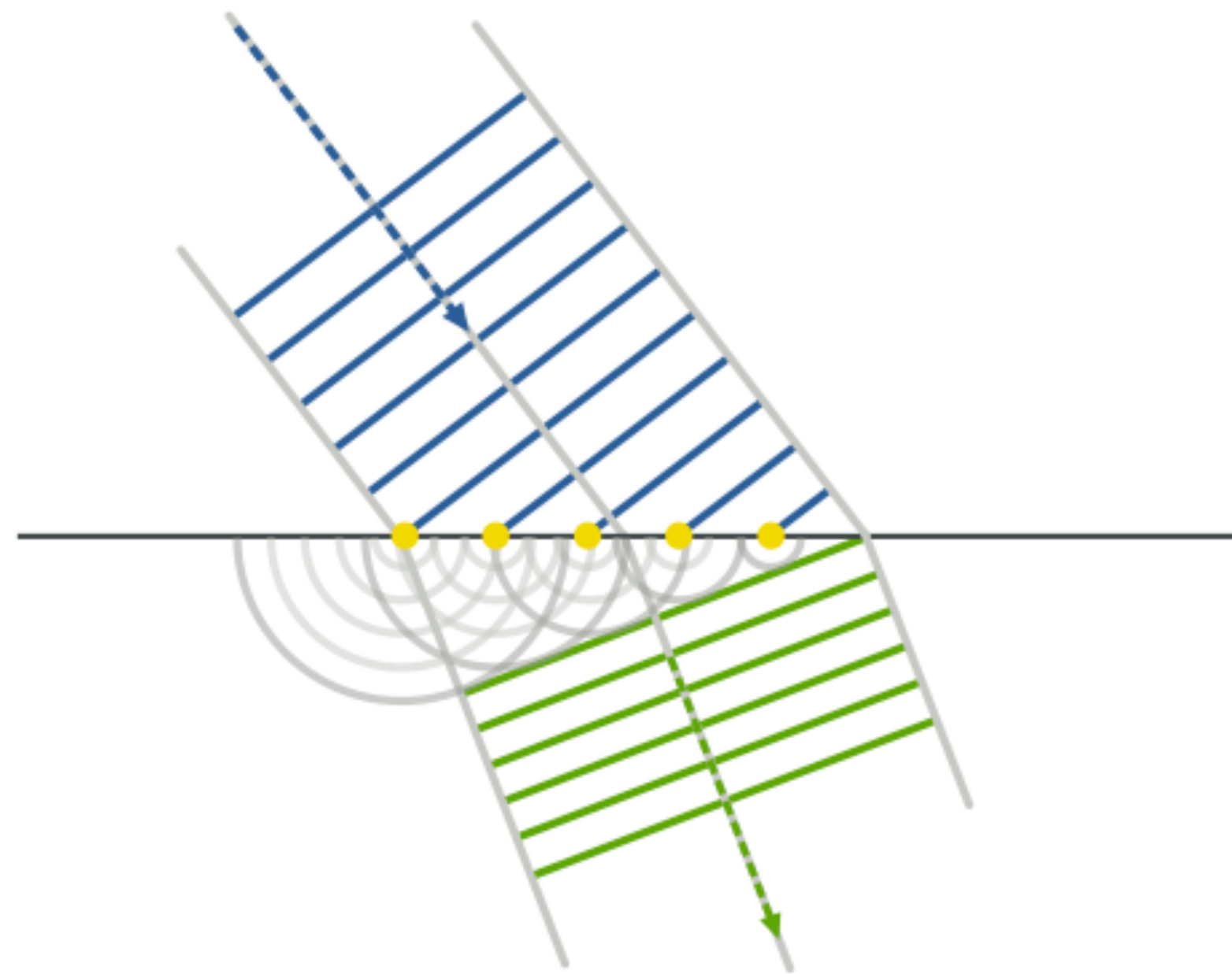
波面は無数の波源の集まりとみなすことができ、波の各点を波源として球面状に広がっていく**素元波**の重ね合わせとして、次の瞬間の波面が形成される。

Christiaan Huygens
(1629–95)

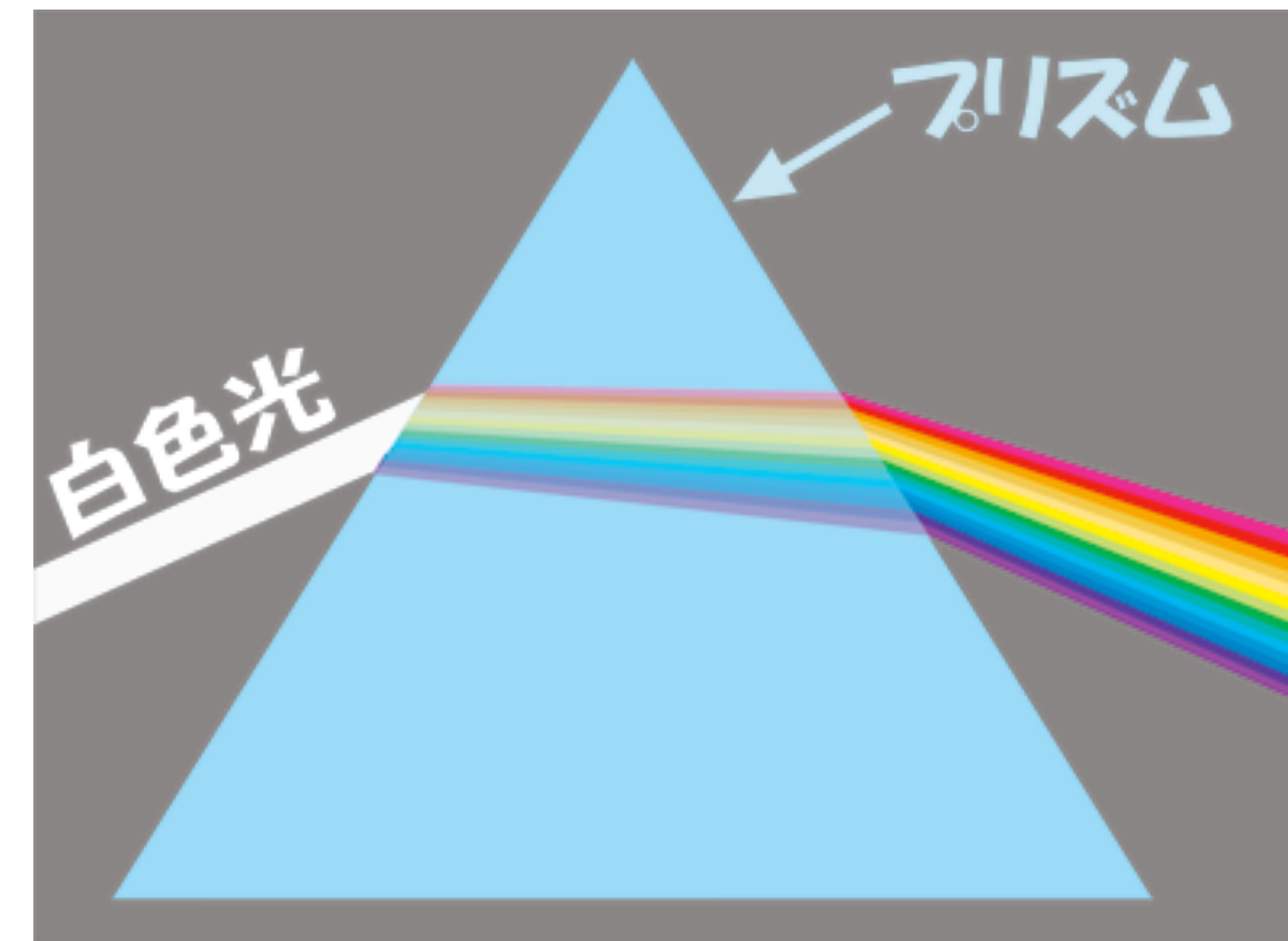


屈折 (refraction)

媒質が異なるところへ進むとき、波は**屈折**する。

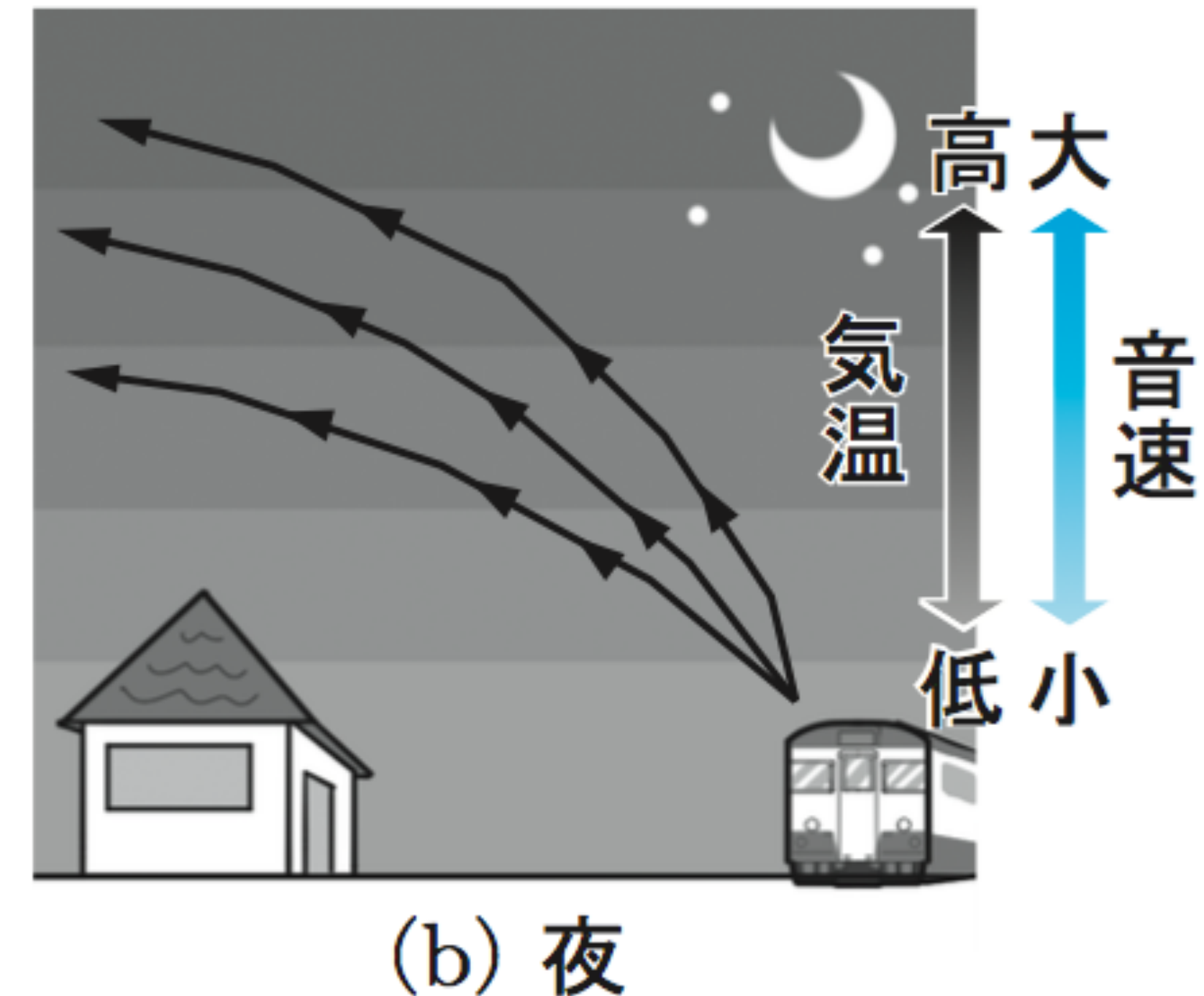
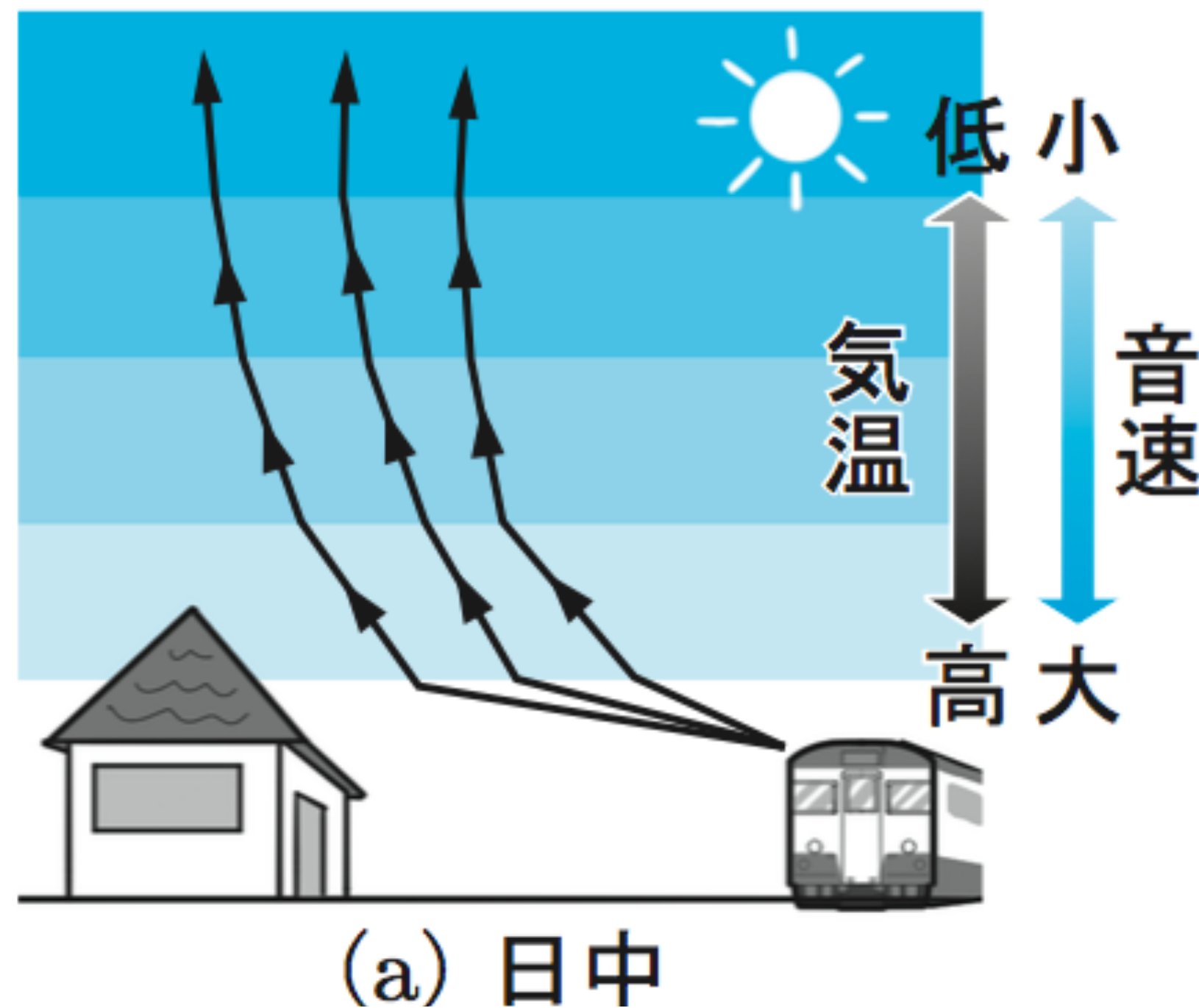


波は素元波の合成である
(ホイヘンス)



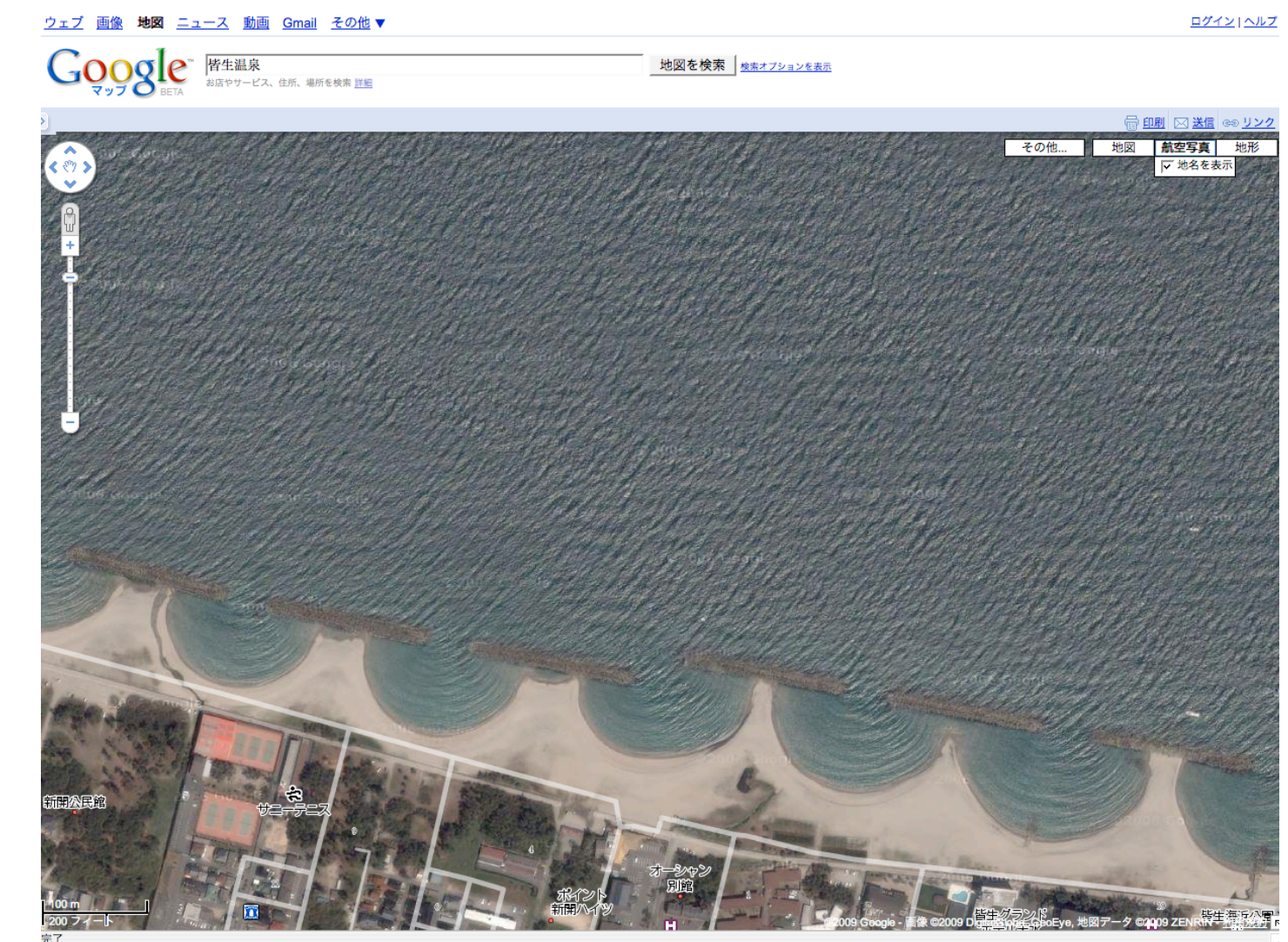
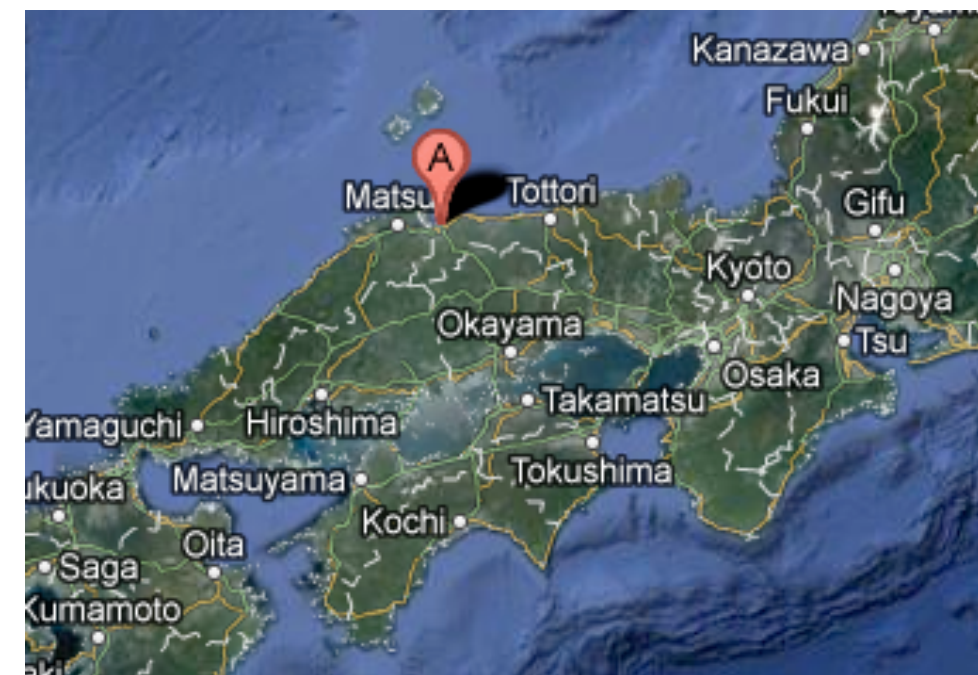
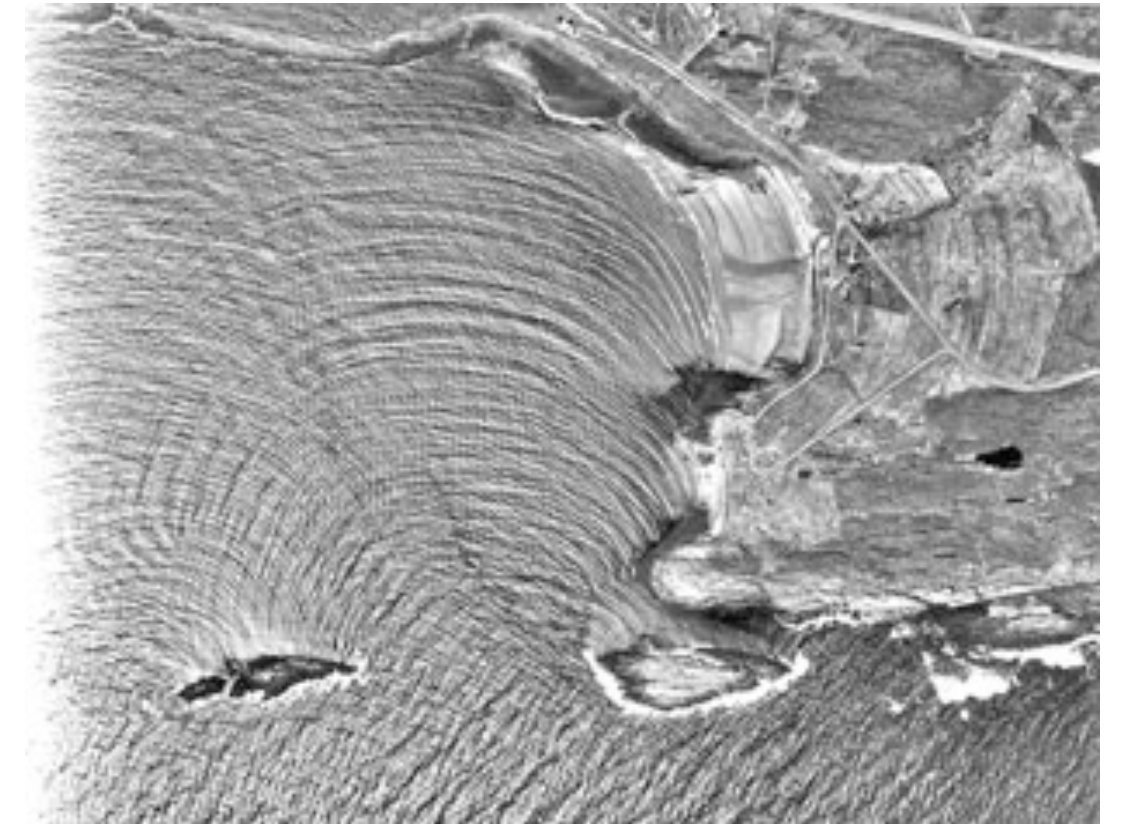
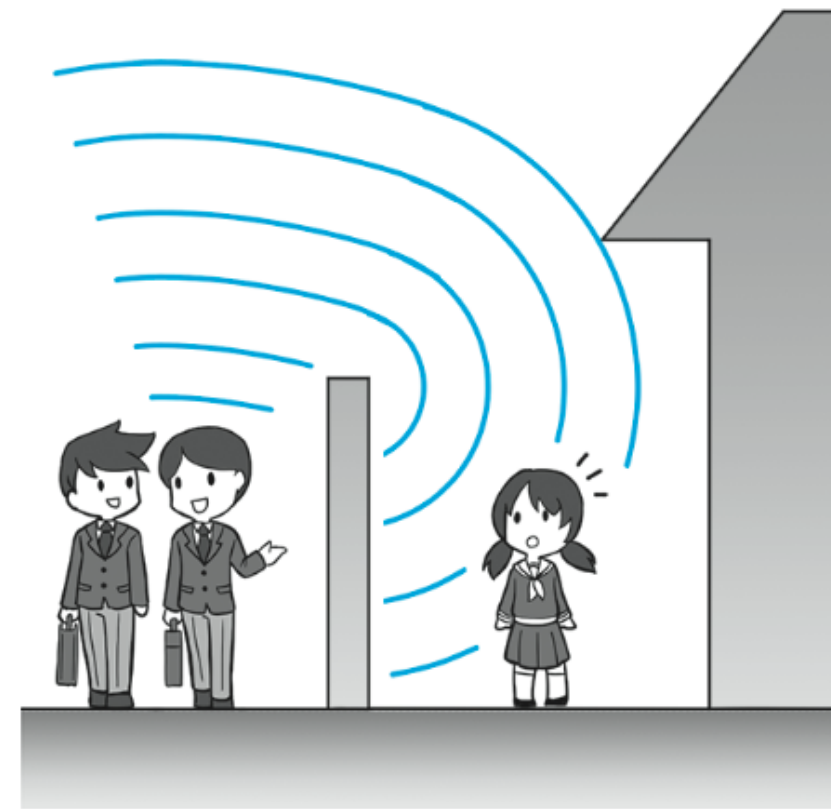
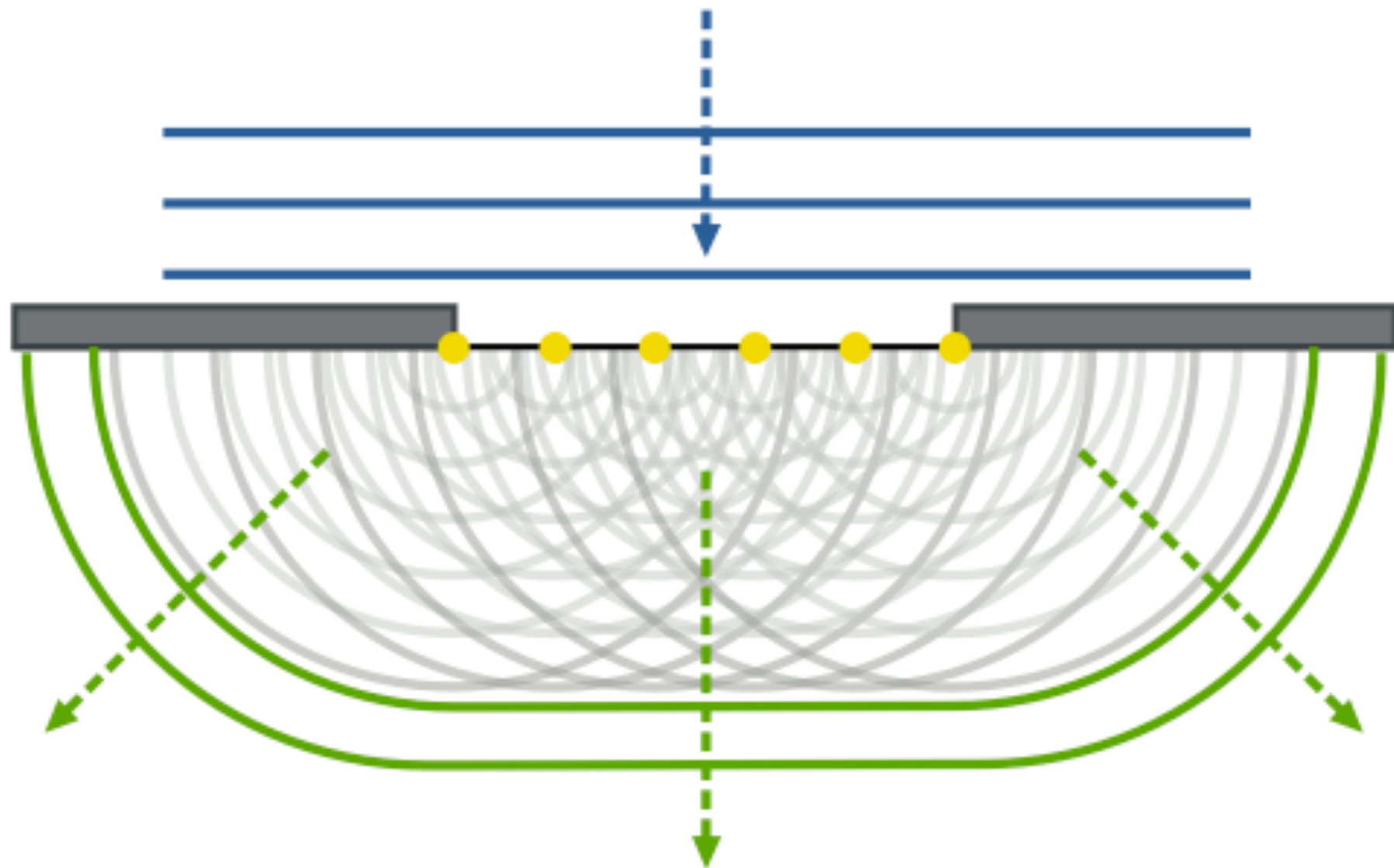
夜汽車の音が遠くまで届く

音も屈折現象を起こす．空気中の音速は温度によって変わり，温度が高い方が音速は速い．日中は地上ほど温度が高く，夜間は地上の方が温度が低い．したがって，音波は，日中は上空に向かって屈折し，夜間は地上に向かって屈折する．夜汽車の音が遠くから聞こえるのは音の屈折現象である．



回折 (diffraction)

障害物の後ろにも，波は**回折**して進む。



皆生温泉 google map

〔9-1〕(今日の講義から)

暑かったので、部屋を閉め切って、冷蔵庫を開け放して部屋を冷やそうと考えた。1時間後、温度はどうなるか。(a) 上がる (b) 下がる (c) 変わらない 理由も添えて答えよ。

〔9-2〕(今日の講義関連)

「相関があることと因果関係があることは異なる」という話をしたが、
「相関があり、因果関係がある例」を挙げよ。

〔9-3〕通信欄(感想・講義で取り上げて欲しい疑問・要望・連絡事項など)